橡胶工业手册

HANDBOOK OF RUBBER INDUSTRY

修订版

第九分册

（上 册）

橡胶机械

化学工业出版社

橡胶工业手册

修 订 版

第 九 分 册

（上　　册）

橡　胶　机　械

杨顺根　白仲元　主编

化 学 工 业 出 版 社

(京)新登字039号

内 容 提 要

本分册共两篇十五章。书中主要介绍原材料加工机械、密炼机、开炼机及其附属装置、螺杆挤出机及其附属装置、帘帆布浸胶机及热伸张联动线、压延机及其联动装置和帘布、帆布、钢丝帘布裁布机及附属机械等橡胶工厂通用机械，以及轮胎成型机及附属机械（附成型鼓设计）、轮胎钢丝圈机械、轮胎定型及硫化准备设备、轮胎定型硫化机、水压、硫化罐、轮胎内胎接头机、内胎硫化机、垫带硫化机及胶囊硫化机等轮胎机械的用途、结构、设计计算、控制系统和维护保养方面的内容。

本书主要供橡胶行业及相关行业从事橡胶机械设计、制造、管理、维修等方面的技术人员、工人和管理干部使用，也可供有关部门工作人员和高等院校师生参考。

橡胶工业手册

修 订 版

第九分册

（上 册）

橡 胶 机 械

杨顺根 白仲元 主编

责任编辑：周伟斌
封面设计：季玉芳
封面题字：张玉崑

化学工业出版社出版发行
（北京朝阳区惠新里3号）
化学工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销

开本787×1092 1/16 印张64 3/8 插页 5 字数1627千字
1992年11月第1版 1992年11月北京第1次印刷
印数 1— 5,200
ISBN 7-5025-1056-7/TQ·616
定 价49.60元

《橡胶工业手册》修订工作委员会

主任委员：于清溪

副主任委员：吕百龄　董庭辉　杨银初

秘书长：周国樞

副秘书长：刘植榕　谢遂志　单既宝

秘书组：汤华远　姜志悌　刘登祥　薛广智

委员（按姓氏笔划排列）：

丁邦曾　于清溪　王迪钧　王明仁　王梦蛟　叶可舒　白仲元　刘植榕　刘登祥
朱馨镛　汤华远　李延林　吕百龄　杨顺根　杨银初　吴庆云　吴宇方　张丹秋
张玉崑　张启耀　单既宝　林孔勇　林宝善　周木英　周国樞　周鸣峦　周俊伟
金晟娟　郑亚丽　赵光贤　钟延壎　姜志悌　涂毓贤　龚怀耀　梁守智　梁星宇
董庭辉　谢遂志　翟祥国　薛广智　魏邦柱

各分册的委员分工如下：

分册	主编	副主编	
第一分册	谢遂志	刘登祥	周鸣峦
第二分册	王梦蛟	龚怀耀	薛广智
第三分册	梁星宇	周木英	
第四分册	梁守智	钟延壎	张丹秋
第五分册	李延林	吴宇方	翟祥国
第六分册	林孔勇	金晟娟	梁星宇
第七分册	赵光贤	王迪钧	魏邦柱
第八分册	刘植榕	汤华远	郑亚丽
第九分册	杨顺根	白仲元	
第十分册	涂毓贤	林宝善	朱馨镛
第十一分册	王明仁	叶可舒	吴庆云
第十二分册	周俊伟	丁邦曾	张启耀

编辑：张玉崑　周伟斌　宋向雁

本分册编写人员

第一篇

第一章　白仲元

第二章　白仲元

第三章　程远佳　杨顺根

第四章　孙秀英　杨顺根

第五章　马占兴　白仲元　王宗义　范宇光

第六章　陈擎谓　张锦佩

第七章　熊道隆　张锦佩　胡宝安　杨顺根

第八章　白仲元　丁金杰　王永恩

第二篇

第一章　白仲元　孙承华　李晓阳

第一章附录　高正志　王玉新

第二章　白仲元

第三章　白仲元

第四章　刘君信　杨顺根　王淑英

第五章　杨顺根

第六章　白仲元

第七章　刘君信　杨顺根

修订版前言

《橡胶工业手册》自1973年问世以来，深受广大读者的欢迎，在传播和积累橡胶工业科学技术知识、交流和总结技术经验，促进生产发展及提高技术水平等方面，在生产、科研、教学各个领域中均发挥了重要的作用，曾多次重印，并在1983年被评为化学工业部优秀图书。随着橡胶工业科学技术的迅速发展，原手册的内容已不能满足读者的要求和适应橡胶工业进一步发展的需要，急需组织力量进行全面修订。为此，于1984年成立了《橡胶工业手册》修订工作委员会，负责手册的全面修订工作。

修订工作委员会在化学工业部橡胶司和化学工业出版社的指导下，邀请化学工业部北京橡胶工业研究设计院、化学工业部桂林橡胶工业设计研究院、上海橡胶制品研究所、天津市橡胶工业研究所、上海市胶粘研究所、化学工业部沈阳橡胶工业制品研究所等单位推荐一批有实践经验的专家分别担任各分册的主编工作，并具体组织国内70多个单位的300余名各方面专家和工程技术人员分头执笔，从当代科学技术水平着眼，对原书进行了全面修订。为集思广益、确保质量，在初稿写就后采取各种不同方式邀请有关专家比较扎实地进行了审查，以求切实保证质量。《橡胶工业手册》修订版力图保持原书实用性、简明性、全面性的特点，并努力提高内容的科学性、先进性和系统性。手册体现了技术工具书的特点，力求简明扼要，编排合理，检索方便。

本书修订中，在注意全套书连贯性的同时，又保持了各分册的相对独立性和完整性。每个分册都有自己的特点，自成体系。考虑到当今技术工作中技术经济和管理科学的日趋重要，此次修订特增加了第十二分册，专门介绍技术管理的内容。全书采用了我国1984年2月公布的法定计量单位，并附有原计量单位和法定计量单位之间的换算关系。在专业名词术语方面也尽量做到统一，力求符合标准化、通用化的原则。对于目前还无定论的某些化合物命名问题，考虑到行业习惯的这一客观情况，有一些仍采纳行业习惯叫法，待有定论后再行订正。

为方便广大读者使用，手册修订后，由原来九个分册增订为十二个分册。划分如下：

第一分册　生胶与骨架材料
第二分册　配合剂
第三分册　配方与基本工艺
第四分册　轮胎
第五分册　胶带、胶管与胶布
第六分册　工业橡胶制品
第七分册　生活橡胶制品和胶乳制品
第八分册　试验方法
第九分册　橡胶机械（上、下册）
第十分册　工厂设计
第十一分册　标准与文献
第十二分册　技术经济

在本书修订过程中得到了化学工业部北京橡胶工业研究设计院、原上海市橡胶工业公司和天津市橡胶工业公司等单位的大力支持，还得到了中国橡胶工业协会、中国化工学会橡胶学会、化学工业部北京橡胶工业研究设计院、常熟橡胶制品厂、天津橡胶工业研究所、威海轮胎厂、北京橡胶制品设计研究院、哈尔滨北方橡胶厂等单位以及薛广智、严鸿光等同志的赞助，在此一并表示感谢。

本书修订工作始自1984年，时间跨度大，涉及单位多，整个工作的组织、书稿的具体编写和审查、以及编辑出版等，工作量甚大。其间，原副主任委员胡又牧、苗润生和张绍祖同志在任职期间都曾做过诸多有益工作，为日后工作的进一步开展创造了条件。谨此说明并致谢。

《橡胶工业手册》系橡胶专业的技术工具书，主要供橡胶行业的工程技术人员、管理干部和具有一定生产经验的技术工人使用，也可供有关部门工作人员和高等院校师生参考。

我们期望本书能够对读者有所帮助，如果读者从中得到有益的知识和信息，并在生产、科研和管理工作中发挥作用，修订工作委员会和所有执笔者都将感到高兴和欣慰！

修订工作虽然尽了很大努力，但由于时间和水平有限，缺点和错误之处在所难免，希望广大读者予以指正。

《橡胶工业手册》修订工作委员会

1987年

目　录

第一篇　橡胶工厂通用机械

第一章　原材料加工机械

第一节　切胶机……1
一、单刀液压切胶机……1
（一）结构……1
（二）主要性能参数……4
二、卧式十刀液压切胶机……4
（一）概述……4
（二）结构……4
（三）主要性能参数……6
第二节　粉碎机……6
一、圆盘粉碎机……6
（一）用途……6
（二）结构……6
（三）主要性能参数……7
二、翼轮粉碎机……7
（一）用途……7
（二）结构……7
（三）主要性能参数……7
三、锤式粉碎机……7
（一）用途……7
（二）结构……7
（三）主要性能参数……7
第三节　筛选机……9
一、圆鼓筛……9
（一）结构……9
（二）主要性能参数……10
二、立式圆筒筛……11
（一）用途……11
（二）结构……11
（三）主要性能参数……11
三、振动筛……11
（一）往复式振动筛……11
（二）旋振筛……13

第二章　胶浆搅拌机

第一节　立式胶浆搅拌机……16
一、结构……16
二、主要性能参数……17
第二节　卧式胶浆搅拌机……17
一、结构……17
二、主要性能参数……17

第三章　密闭式炼胶机

第一节　概述……19
一、用途与分类……19
二、工作原理……20
三、基本结构与传动形式……22
（一）基本结构……22
（二）传动形式……29
第二节　主要性能参数……32
一、密炼室总容积……32
二、转子转速与速比……33
三、转子工作部分长度与最大回转直径……33
四、压砣对胶料的压力……33
五、生产能力……34
六、传动功率与功率消耗……35
七、密炼机的性能参数……37
第三节　主要零部件的结构与设计……42
一、转子……42
（一）形状与主要尺寸……42
（二）材料与技术要求……43
（三）转子的冷却形式……45
（四）强度计算……46
（五）转子轴向负荷的计算……48
（六）转子的制造工艺……48
二、密炼室……50
（一）结构类型……50
（二）冷却形式……51
（三）材料……52
（四）强度计算……52

三、密封装置……54
（一）端面密封装置……54
（二）迷宫式密封装置……57
（三）密封圈式密封装置……57
四、转子轴承……58
五、转子轴向调整装置……59
六、转子加热、冷却旋转接头……60
七、加料装置……61
八、卸料装置……66
（一）滑动式卸料装置……68
（二）摆动式卸料装置……68
第四节　密炼机的控制系统……73
一、电气控制原理……73
二、气动控制……74
三、液压传动控制原理……76
第五节　密炼机的冷却（温控）
系统……76
一、发热量……76
二、热量的分布……77
三、对冷却水的要求与耗水量……78
四、水管直径……78
第六节　耐磨合金堆焊……79
一、堆焊层成分与技术要求……79
二、堆焊工艺……79
三、半自动堆焊机……79
第七节　安装与维护保养……81
一、机台安装布置方案……81
二、安装……83
（一）安装顺序……83
（二）密炼机主要零部件的重量……83
（三）安装技术要求……83
三、维护与保养……85
（一）试运转……85
（二）安全使用与检修……86
附录……88
一、双柱塞油料计量泵……88
（一）用途……88
（二）结构……89
（三）主要性能参数……89
二、多道集中润滑油泵……90
（一）用途……90
（二）结构……90
（三）主要性能参数……91

第四章　开放式炼胶机及其附属装置

第一节　概述……92
一、用途与分类……92
二、工作原理与工作条件……92
（一）工作原理……92
（二）工作条件……93
三、结构简介及传动形式……93
（一）结构简介……93
（二）传动形式……97
第二节　主要性能参数……98
一、辊筒工作部分直径及其长度……98
二、辊筒工作速度与速比……99
（一）速度、速比与胶料温度的
关系……99
（二）速度、速比与辊距的关系……99
（三）速比……100
三、横压力……100
四、生产能力……103
（一）塑炼、混炼、热炼时的生产
能力……103
（二）连续生产用开炼机的生产
能力……104
（三）对于胶料一次通过辊距时精
细破料机的生产能力……104
（四）配合密炼机工作的压片机的
生产能力……104
（五）粉碎机的生产能力……104
五、电机功率及电机型式……105
（一）功率与各种因素的关系……105
（二）由测定功率求电机功率……105
（二）电机功率经验计算公式……106
（四）电机的选择……107
六、开炼机主要性能参数表……107
第三节　主要零部件结构与设计……110
一、辊筒……110
（一）材料与技术要求……110
（二）辊筒工作表面形状及辊筒
各部尺寸……111
二、辊筒轴承……118
（一）轴承结构类型……118
（二）轴瓦强度计算……119
（三）MC尼龙轴瓦设计资料……120

三、机架与压盖…… 122
（一）材料要求与结构…… 122
（二）机架与压盖的强度计算…… 123
四、安全装置…… 126
（一）安全片…… 126
（二）液压安全装置…… 126
五、调距装置…… 128
（一）结构…… 128
（二）调距装置的计算…… 128
六、辊温调节装置…… 131
（一）常用辊温调节装置…… 131
（二）冷却计算…… 132
七、制动装置…… 134
（一）机械制动…… 134
（二）电气制动…… 136
第四节　安装与维护保养…… 139
一、安装技术要求…… 139
二、主要零部件重量…… 139
三、维护与保养…… 140
四、设备维修…… 141
第五节　附属装置…… 142
一、翻胶装置…… 142
（一）用途…… 142
（二）结构简介…… 142
（三）主要性能参数…… 142
二、挡胶-翻胶装置…… 143
三、出片切胶刀…… 143
四、胶片冷却装置…… 143
（一）简易式胶片冷却装置…… 143
（二）悬挂式胶片冷却装置…… 147

第五章　螺杆挤出机及其附属机械

第一节　概述…… 159
一、用途和分类…… 159
二、一般构造和工作原理…… 159
三、主要性能参数…… 162
第二节　螺杆挤出机的基本结构…… 164
一、基本结构…… 164
二、传动装置…… 166
三、布置形式…… 172
第三节　挤出理论…… 172
一、固体输送理论…… 173
二、熔体输送理论…… 175
第四节　压型挤出机主要性能参数…… 182
一、螺杆直径与长径比…… 182
二、螺杆转速…… 183
（一）转速与产量的关系…… 184
（二）转速与功率的关系…… 184
（三）转速与挤出压力的关系…… 184
（四）转速与胶料塑化、升温的关系…… 184
（五）转速与电能单耗的关系…… 185
（六）转速与喂料方式的关系…… 185
（七）最佳条件下的螺杆转速…… 186
三、挤出压力与轴向力…… 186
（一）挤出压力…… 186
（二）轴向力…… 187
四、最大生产能力…… 189
（一）按挤出半制品线速度计算…… 189
（二）按经验公式计算…… 190
（三）按熔体输送理论计算…… 190
五、功率…… 190
（一）热喂料挤出机的功率…… 191
（二）冷喂料挤出机的功率…… 191
第五节　主要零部件的结构与设计…… 192
一、螺杆…… 192
（一）材料与技术要求…… 192
（二）类型与基本结构…… 192
（三）螺杆结构参数…… 197
（四）收敛螺纹的设计…… 200
（五）主副螺纹螺杆的设计…… 201
（六）销钉机筒挤出机螺杆…… 204
（七）螺杆强度校核…… 205
二、机筒…… 207
（一）材料与技术要求…… 207
（二）类型与结构…… 207
（三）喂料装置…… 210
（四）机筒与螺杆、机头的组合设计…… 212
（五）机筒的强度校核…… 213
三、机头…… 216
（一）材料与技术要求…… 217
（二）机头的设计原则…… 217

（三）机头的结构…… 217
四、螺杆轴承部分结构…… 225
（一）螺杆轴承的布置形式…… 225
（二）轴承的选择…… 226
（三）推力轴承支承面的强度计算…… 226
五、温度控制装置…… 227
（一）温控基本要求…… 227
（二）热量平衡与冷却水消耗量计算…… 228
（三）温控原理…… 230
第六节　其它类型挤出机…… 232
一、滤胶挤出机…… 232
（一）概述…… 232
（二）主要性能参数…… 233
（三）生产能力及电机功率计算…… 233
二、螺杆塑炼机…… 233
（一）概述…… 233
（二）主要性能参数…… 233
三、挡板式混炼挤出机…… 236
（一）概述…… 236
（二）挡板螺杆结构参数…… 236
（三）主要性能参数…… 238
四、传递式混炼挤出机…… 238
（一）概述…… 238
（二）主要性能参数…… 239
五、造粒挤出机…… 240
（一）概述…… 240
（二）主要性能参数…… 241
六、辊筒机头排料压片挤出机…… 241
（一）概述…… 241
（二）主要性能参数…… 241
七、冷喂料排气挤出机…… 243
（一）概述…… 243
（二）结构特点…… 245
（三）主要性能参数…… 245
第七节　附属机械…… 246
一、胎面挤出联动装置…… 246
（一）结构简介…… 246
（二）主要性能参数…… 249
二、三复合胎面挤出联动装置…… 249
（一）结构简介…… 249
（二）主要性能参数…… 251
三、双复合挤出联动装置…… 252
（一）概述…… 252
（二）工艺过程及工作原理…… 252
（三）主要单元机台与装置的结构简介…… 252
（四）主要性能参数…… 261
四、内胎挤出联动装置…… 262
五、辊筒机头内衬层胶片挤出联动装置…… 263
（一）用途与概述…… 263
（二）生产过程及工作原理…… 263
（三）主要单元机台与装置的结构及性能参数…… 265
（四）联动装置的主要性能参数…… 272
六、钢丝帘布挤出、裁断、接头、包边生产线…… 272
（一）概述…… 272
（二）各主要单元设备简介…… 272
（三）主要性能参数…… 274
七、胎面缠贴生产线…… 275
（一）工程轮胎胎面缠贴生产线…… 275
（二）载重斜交胎胎面缠贴生产线…… 277

第六章　帘布浸胶机及热伸张联动线

第一节　概述…… 280
一、用途与工艺目的…… 280
二、工艺流程分类及组成…… 280
三、联动线工作简介…… 282
四、主要性能参数…… 283
（一）棉帘布浸胶机的主要性能参数…… 283
（二）粘胶帘布浸胶机的主要性能参数…… 284
（三）尼龙帘布浸胶热伸张联动线的主要性能参数…… 285
（四）尼龙帘布热伸张浸胶定型联动线的主要性能参数…… 287
（五）尼龙帘布浸胶热伸张定型联动线的主要性能参数…… 289
（六）尼龙帆布浸胶热伸张定型联动线的主要性能参数…… 290
第二节　各单元设备结构…… 292
一、导开装置…… 292
（一）自由放置导开装置…… 293

（二）带式摩擦轮导开装置…… 292
（三）平面摩擦盘导开装置…… 293
（四）气动调节摩擦盘导开装置…… 293
二、接头机…… 295
（一）缝纫接头机…… 295
（二）平板硫化接头机…… 296
三、牵引机…… 296
（一）两辊牵引机…… 296
（二）三辊牵引机…… 300
四、贮布装置…… 300
（一）活动框架在下端的贮布装置…… 300
（二）活动框架在上端的贮布装置…… 301
五、浸胶装置…… 303
（一）浸胶槽…… 303
（二）挤胶装置…… 303
六、余胶去除装置…… 306
（一）敲打法（打滴法）余胶去除装置…… 306
（二）辊击法余胶去除装置…… 306
（三）吹风法余胶去除装置…… 306
（四）真空吸胶装置…… 306
七、伸张装置…… 307
八、热风系统与加热室…… 310
（一）加热室…… 310
（二）热源…… 312
（三）加热室结构与保温…… 313
（四）粘辊问题…… 314
九、卷取装置…… 315
（一）平面摩擦盘卷取装置…… 315
（二）滚动摩擦卷取装置…… 315
（三）自动卷取装置…… 315
十、定中心装置…… 317
（一）定中心装置的组成…… 318
（二）游动式调整辊的工作原理…… 318
（三）控制调节方式…… 321
（四）安装事项…… 322
十一、扩布器…… 323
十二、扩边器…… 325
（一）锥辊扩边器…… 326
（二）三辊扩边器…… 326
十三、螺旋辊…… 327
十四、张力计…… 327
（一）电阻式张力计…… 327
（二）电感式张力计…… 328
（三）压磁式张力计…… 328
十五、浸渍液配制系统…… 330
第三节　主要设计计算 …… 331
一、单元设备拖动负荷分析及电机功率计算…… 331
（一）单元设备负荷作用分析…… 331
（二）单元设备功率计算…… 331
（三）卷取装置功率计算…… 331
二、伸张装置辊筒数量验算…… 332
（一）伸张装置工作状态分析…… 332
（二）辊筒数量验算…… 332
三、热量及循环风量计算…… 333
（一）热量计算…… 333
（二）加热室内循环热风所需换气量的计算…… 334
第四节　设备的控制 …… 335
一、电力拖动简介…… 335
（一）电机选择…… 335
（二）主回路拖动系统…… 335
（三）自动调节系统工作原理…… 336
（四）其它…… 338
二、热工控制简介…… 338
（一）流量调节系统…… 338
（二）电热可控硅调节系统…… 338
三、对自动控制的技术要求…… 338
（一）拖动技术要求…… 338
（二）热工技术要求…… 339
第五节　安装及试车 …… 339
一、安装…… 339
二、试车要点…… 340
三、关于试车、使用中影响帘布跑偏和卷取质量的因素…… 340

第七章　压延机及其联动装置

第一节　概述…… 342
一、用途与分类…… 342
（一）用途…… 342
（二）分类…… 342
二、工作原理…… 344
三、压延机的应用、压延工艺与辊筒排列形式的比较…… 345
（一）压延机的应用…… 345
（二）压延工艺…… 345

（三）辊筒排列型式的比较…… 347
四、基本结构简介…… 348
（一）普通压延机结构简介…… 348
（二）精密压延机结构简介…… 351
五、传动与传动形式…… 353
（一）大小驱动齿轮和速比齿轮传动…… 353
（二）组合减速器与万向联轴器传动…… 353
第二节　主要性能参数 …… 356
一、辊筒工作部分直径与长度…… 356
二、辊筒线速度与速比…… 360
（一）辊筒线速度…… 360
（二）辊筒速比…… 360
三、横压力…… 361
（一）横压力的特征…… 361
（二）影响横压力的主要因素…… 361
（三）横压力的确定…… 363
四、生产能力的计算…… 363
（一）超前…… 363
（二）生产能力…… 364
五、主要性能参数表…… 364
第三节　传动功率与电机的选择 …… 366
一、传动功率和有关因素的关系…… 366
二、传动功率的计算…… 368
三、主传动电机的选择…… 369
第四节　主要零部件的结构和设计…… 369
一、辊筒…… 370
（一）材料与技术要求…… 370
（二）主要结构与尺寸…… 370
（三）辊筒的计算…… 372
（四）辊筒挠度的补偿方法…… 377
（五）补偿挠度后的压延制品厚度误差…… 386
二、辊筒轴承…… 386
（一）滑动轴承…… 386
（二）滚动轴承…… 390
三、机架…… …… 392
（一）结构型式…… 392
（二）机架受力情况与各部尺寸…… 393
（三）材料…… 396
（四）机架的强度与刚度验算…… 396
四、辊距调节装置…… 400
（一）结构形式…… 400
（二）调距装置的主要性能参数…… 408
（三）调距装置设计注意事项…… 408
（四）调距装置的计算…… 408
五、辊距指示装置…… 414
（一）机械式辊距指示装置…… 414
（二）非机械式辊距指示装置…… 417
六、辊筒轴交叉装置…… 418
（一）装设位置…… 418
（二）结构形式…… 419
（三）轴交叉装置的传动方式…… 423
（四）轴交叉装置的主要性能参数…… 424
（五）轴交叉装置设计注意事项…… 424
七、预负荷装置和反弯曲装置…… 426
（一）预负荷装置…… 426
（二）反弯曲装置…… 429
（三）预负荷装置与反弯曲装置设计注意事项…… 431
八、辊筒温度控制系统…… 432
（一）温度控制的要求…… 432
（二）辊筒加热、冷却方式及其结构类型…… 432
（三）辊筒端部接头及其密封装置…… 437
（四）辊筒的加热-冷却计算 …… 441
九、辊筒轴承润滑系统…… 443
（一）稀油压力循环润滑装置…… 444
（二）润滑装置的主要性能参数…… 445
（三）润滑装置的计算…… 446
十、附属装置…… 447
（一）挡胶板与刮胶边装置…… 447
（二）扩布和扩边装置…… 449
（三）切胶边装置…… 451
（四）划气泡装置…… 452
（五）供胶装置…… 456
（六）递布与揭布头装置…… 461
第五节　安装、维护保养与检修 …… 463
一、安装…… 463
（一）安装顺序与技术要求…… 463
（二）主要零部件重量…… 465
二、维护保养…… 465
三、检修…… 466
第六节　压延联动装置 …… 466

一、概述…… 466
二、帘、帆布压延联动装置…… 467
（一）用途与分类…… 467
（二）压延联动装置工作过程简介…… 468
（三）主要性能参数…… 472
（四）各单元设备的结构与设计…… 474
三、钢丝帘布压延联动装置…… 499
（一）结构简介…… 499
（二）主要单元设备及部件结构…… 500
（三）主要性能参数…… 506
（四）冷贴法钢丝帘布压延联动线…… 506
（五）纤维、钢丝帘布两用压延联动装置…… 507
（六）贴隔离胶联动装置…… 510
（七）密封层、密封胶片压延联动装置…… 510
（八）输送带成型压延联动装置…… 510
第七节 自动控制系统 …… 513
一、概述…… 513
二、现代压延机的电气传动与控制系统…… 514
三、压延机及其联动装置的速度调节系统…… 514
四、压延机及其联动装置电力拖动系统…… 515
五、张力控制系统…… 516
六、压延厚度的测量与控制…… 521
附录 …… 523
一、垫布整理机…… 523
（一）用途…… 523
（二）机器结构…… 523
（三）主要性能参数…… 523
二、钢丝筒子卷装工具…… 524

第八章 帘布、帆布、钢丝帘布裁布机及其附属机械

第一节 卧式裁布机 …… 525
一、结构简介…… 525
二、主要性能参数…… 525
三、主要零部件结构…… 525
（一）传动系统…… 525
（二）导开装置…… 527
（三）单环贮布器…… 529
（四）送布装置及定长装置…… 530
（五）裁断装置…… 533
第二节 高工作台卧式裁布机…… 537
一、结构简介…… 537
二、主要性能参数…… 539
第三节 立式裁布机 …… 539
一、结构简介…… 539
二、主要性能参数…… 539
三、主要零部件结构…… 541
（一）导开装置与单环贮布器…… 541
（二）送布定长及裁布装置传动系统…… 541
（三）送布定长装置…… 542
（四）裁布装置…… 543
第四节 挂胶帘布接头机…… 546
第五节 卷布机 …… 548
一、用途及结构简介…… 548
二、主要性能参数…… 549
第六节 90°帘布接头卷取装置…… 549
一、用途及结构简介…… 549
二、主要性能参数…… 551
第七节 窄条布裁布机 …… 551
第八节 综合裁布机及多用纵裁机…… 553
一、胶布综合裁布机…… 553
（一）结构简介…… 553
（二）主要性能参数…… 554
（三）主要单元机台结构…… 554
二、多用纵裁机…… 559
（一）用途及概述…… 559
（二）工作原理及生产过程…… 560
（三）主要零部件结构…… 560
（四）主要性能参数…… 563
第九节 钢丝帘布裁布机及钢丝帘布拼接装置与工具…… 563
一、圆刀式钢丝帘布裁布机…… 564
（一）结构简介…… 564
（二）主要性能参数…… 567
二、90°钢丝帘布裁断、拼接联动装置…… 568
（一）结构简介…… 568
（二）主要性能参数…… 569
（三）主要单元机台结构…… 570

三、圆盘刀-圆盘刀式钢丝帘布裁
布机…… 580

第二篇　轮胎机械

第一章　轮胎成型机及其附属机械

第一节　概述…… 583
一、分类…… 583
二、结构简介…… 583
三、主要性能参数…… 585
第二节　主要零部件结构…… 587
一、轮胎成型鼓…… 587
（一）鼓式成型鼓…… 588
（二）半鼓式成型鼓…… 588
（三）半芯轮式成型鼓…… 590
（四）芯轮式成型鼓…… 593
二、包边装置…… 593
（一）1号帘布筒正包装置…… 593
（二）指形包边器及拉出器…… 595
（三）膨胀鼓及胶囊反包器…… 602
三、后压辊装置…… 602
四、机箱及传动部分…… 615
（一）传动装置…… 615
（二）机箱与主轴…… 616
（三）扣钢丝圈装置…… 619
五、轮胎成型机套帘布筒装置…… 619
六、轮胎成型机下压辊装置…… 621
七、轮胎成型机的尾架…… 624
八、一转控制器…… 624
九、光线指示灯…… 625
第三节　压辊包边轮胎成型机的
控制…… 627
一、压辊包边轮胎成型机的工艺过程…… 627
二、轮胎成型机的电力拖动…… 627
三、轮胎成型机的控制方式…… 627
（一）轮胎成型机的系统控制…… 627
（二）轮胎包边滚压控制…… 629
四、压辊包边轮胎成型机后压辊装置的
调整…… 631
（一）后压辊装置的包边作业…… 631
（二）后压辊装置的调整…… 631
五、轮胎设计与压辊包边的关系…… 633
第四节　子午线轮胎成型机…… 634
一、概述…… 634
第十节　钢丝帘布拼接器…… 582
二、两段法成型机…… 634
（一）子午胎第一段成型机结构
简介…… 634
（二）子午胎第二段成型机结构
简介…… 642
三、子午胎一次法成型机…… 662
（一）金属膨胀鼓…… 670
（二）胶皮鼓式成型鼓…… 670
（三）VRP-148-S乘用子午胎一次法
成型机的无胶囊成型鼓…… 671
第五节　工程轮胎成型机…… 672
第六节　轮胎成型机组…… 678
第七节　帘布筒贴合机…… 681
一、通用型帘布筒贴合机…… 681
二、鼓式帘布筒贴合机…… 683
三、皮带式帘布筒贴合机…… 684
第八节　帘布供料架…… 686
第九节　轮胎成型机的供料机…… 689
一、用途与分类…… 689
二、塔式供料机…… 689
三、移动式供料机…… 693
四、固定式供料机…… 698
五、带束层供料机…… 701
六、胎面供料架…… 704
附录　轮胎成型鼓设计…… 704
一、折叠式成型鼓的设计原理与机构
分析…… 704
（一）折叠式成型鼓机构的
设计原理…… 704
（二）折叠式成型鼓机构分析…… 704
二、典型折叠式成型鼓的机构综合…… 712
（一）布瓦…… 713
（二）布点…… 715
三、折叠式成型鼓机构的优化设计…… 719
（一）数学模型的建立…… 719
（二）机构最优综合…… 724
四、国产成型鼓的型号与规格…… 729
（一）成型鼓的型号表示方法…… 729
（二）成型鼓规格…… 730

第二章　轮胎钢丝圈机械

第一节　钢丝圈挤出缠卷联动装置……734
一、普通钢丝圈挤出缠卷联动装置……734
（一）用途……734
（二）结构简介……734
（三）主要性能参数……734
（四）主要零件结构……734
二、全自动钢丝圈缠卷机……743
（一）结构……743
（二）主要性能参数……746
第二节　圆断面钢丝圈缠绕机及六角形钢丝圈挤出缠卷联动装置……746
一、圆断面钢丝圈缠绕机……747
（一）概述……747
（二）结构……747
（三）主要性能参数……751
二、六角形钢丝圈挤出缠卷联动装置……751
（一）概述……751
（二）结构……752
（三）主要性能参数……755
第三节　钢丝圈包布机……755
一、用途……755
二、结构……755
三、主要性能参数……758
第四节　钢丝圈缠布机……759
一、用途……759
二、结构简介……759
三、主要性能参数……759
第五节　钢丝圈内包布机……759
一、用途……759
二、结构简介……759
三、主要性能参数……762
第六节　钢丝圈上三角胶机……762
一、回转工作台式钢丝圈上三角胶机……762
（一）结构简介……762
（二）主要性能参数……762
二、鼓式钢丝圈上三角胶机……764
（一）结构简介……764
（二）主要性能参数……766
第七节　钢丝包布成型机……767
一、用途……767
二、结构简介……767
三、主要性能参数……770

第三章　轮胎定型及硫化准备设备

第一节　轮胎空气定型机……771
一、用途……771
二、结构……771
三、主要性能参数及基本参数的确定……772
（一）轮胎空气定型机的主要性能参数……772
（二）基本参数的确定……773
四、主要零部件结构……775
五、气动管路系统……776
六、安装使用与维护……776
（一）安装技术要求……776
（二）维护……776
第二节　胶囊定型装置……777
一、用途与概述……777
二、结构……778
三、主要性能参数……779
第三节　生胎喷涂隔离剂装置……783
一、用途……783
二、结构简介……783
三、主要性能参数……785
第四节　胎坯刺孔机……785
一、用途……785
二、结构简介……785
三、主要性能参数……787

第四章　轮胎定型硫化机

第一节　概述……788
一、用途……788
二、轮胎定型硫化机的发展及现状……788
（一）轮胎定型硫化机的发展……788
（二）国外轮胎定型硫化机现状……788
（三）国内轮胎定型硫化机发展概况……790
（四）活络模应用和惰性气体硫化……790
（五）使用轮胎定型硫化机的意义……790
三、分类和型号的表示方法……791
（一）分类……791
（二）型号表示方法……792

四、基本结构…… 792
（一）A型轮胎定型硫化机 …… 792
（二）B型轮胎定型硫化机 …… 794
（三）AB型轮胎定型硫化机 …… 801
（四）RIB型轮胎定型硫化机…… 801
（五）各种轮胎定型硫化机的优缺点…… 804
第二节　主要性能参数 …… 806
一、张模力、合模力和总压力…… 806
（一）张模力…… 806
（二）合模力…… 807
（三）总压力…… 808
二、锁模时扭矩和功率的计算及电机选择…… 809
（一）曲柄齿轮的最大扭矩…… 809
（二）电机力矩的确定及电机选择…… 811
（三）电机的功率…… 811
（四）锁模时电机的功率消耗…… 814
三、各种规格轮胎定型硫化机的主要性能参数…… 814
第三节　传动系统和运动轨迹…… 817
一、传动系统及特点…… 817
二、减速器…… 818
三、齿轮传动…… 819
四、运动轨迹…… 821
（一）运动轨迹的分类…… 821
（二）运动轨迹图及其作法…… 825
（三）运动轨迹的主要尺寸…… 830
第四节　主要零部件的结构和计算…… 830
一、蒸汽室…… 830
（一）蒸汽室的形式…… 830
（二）蒸汽室的结构…… 830
（三）蒸汽室的主要尺寸…… 835
（四）各种蒸汽室的优缺点…… 835
（五）蒸汽室的计算…… 835
二、升降机构…… 839
（一）升降机构的类型…… 839
（二）升降机构的结构…… 839
（三）升降机构的主要零部件…… 840
三、中心机构…… 851
（一）B型和AB型定型硫化机的中心机构…… 851
（二）推顶器及囊筒升降机构…… 853
（三）中心机构的定型高度及定型压力的确定…… 860
四、机架…… 861
五、装胎机构和存胎器…… 862
（一）A型轮胎定型硫化机的装胎机构…… 862
（二）B型轮胎定型硫化机的装胎机构…… 864
（三）存胎器…… 868
六、卸胎机构和脱模机构…… 870
（一）曲线型卸胎机构和脱模机构…… 870
（二）镰刀型、V型和直线型卸胎机构…… 874
（三）A型轮胎定型硫化机的卸胎 …… 876
七、模型…… 876
（一）两半模型…… 876
（二）活络模型…… 876
第五节　后充气装置 …… 882
一、用途…… 882
二、后充气装置的主要性能参数…… 882
三、结构形式…… 882
（一）两工位升降型后充气装置…… 882
（二）四工位翻转型后充气装置…… 884
（三）单工位后充气装置…… 888
第六节　润滑装置和模型隔离剂喷雾器 …… 890
一、柱塞式干油泵…… 890
二、手动加油泵…… 893
三、干油分配器…… 893
四、回流阀…… 897
五、自动润滑系统…… 897
六、手工润滑系统…… 899
七、模型隔离剂喷雾器…… 899
第七节　轮胎定型硫化机组…… 901
一、概述…… 901
二、结构简介与动作程序…… 902
三、主要性能参数…… 904
四、主要零部件结构…… 904
（一）斜面错齿锁模机构…… 904
（二）主机龙门架…… 904
（三）主机横梁升降机械油压同步装置…… 906

（四）主机与下位模型的活络连接…… 906
（五）分离式中心机构——中心装置和移动式中心操纵机构…… 906
（六）硫化模型…… 907
五、轮胎定型硫化机组的发展概况…… 907
第八节　工艺管路及其控制…… 910
一、工艺程序…… 910
二、控制方式…… 916
三、管路系统…… 913
（一）B型轮胎定型硫化机的管路系统…… 913
（二）A型轮胎定型硫化机的管路系统…… 916
四、后充气装置工艺程序 …… 920
五、后充气装置的管路控制系统…… 920
（一）二位式后充气装置的管路控制系统…… 920
（二）四位式后充气装置（翻转式）管路控制系统…… 921
第九节　常用控制元件 …… 923
一、控制元件…… 923
（一）时间时序控制器…… 923
（二）零压开关…… 925
（三）主令控制器…… 925
（四）差压开关…… 925
二、执行元件…… 928
（一）气动薄膜套筒式调节阀…… 928
（二）气动两位切断阀…… 928
（三）气动两位四通滑阀…… 929
（四）自力式压力调节阀…… 931
（五）喷射器…… 933
（六）针形阀…… 935
（七）过滤器…… 935
（八）旋启式止回阀…… 935
三、气控元件…… 936
（一）单向节流阀…… 937
（二）单向阀…… 939
（三）快泄阀…… 940
（四）选择阀…… 940
（五）手动四通阀…… 940
（六）机械阀…… 942
（七）气动阀…… 944
第十节　轮胎定型硫化机的安装、调整与维护 …… 945
一、硫化机的安装…… 945
二、硫化机工作介质的要求…… 945
三、轮胎定型硫化机的轴承间隙…… 947
四、轮胎定型硫化机的润滑…… 948
五、轮胎定型硫化机的调节…… 949
（一）压力指示器（吨位表）的调节… 949
（二）合模力的调节…… 949
（三）主电机制动盘的调节…… 950
（四）机械手气压的调节…… 950
（五）A型硫化机的调节 …… 951
（六）B型硫化机的调节 …… 953
六、轮胎硫化机的故障及其排除方法…… 959

第五章　水压硫化罐及其附属设备

第一节　概述…… 960
一、用途…… 960
二、结构…… 960
三、主要性能参数…… 960
第二节　主要零部件结构…… 964
一、罐体…… 964
二、罐盖…… 964
三、立柱…… 964
四、液压缸…… 965
五、柱塞…… 965
第三节　管路系统 …… 966
第四节　安装…… 969
一、主要零部件的重量…… 969
二、安装顺序和技术要求…… 969
第五节　附属设备 …… 970
一、运模辊道…… 970
二、链板运模机…… 971
三、装胎器…… 973
四、合模机…… 973
五、揭模器…… 973
六、取胎机…… 974
七、拉水胎机…… 974

第六章　轮胎内胎接头机、内胎硫化机及垫带硫化机

第一节　轮胎内胎接头机 …… 977
一、概述…… 977

二、结构简介…… 977
三、故障处理…… 982
四、主要性能参数…… 983
第二节　内胎硫化机 …… 984
一、用途…… 984
二、结构简介…… 984
三、主要性能参数…… 986
（一）主要性能参数表…… 986
（二）合模力的确定…… 986
四、管路及控制系统…… 989
第三节　垫带硫化机 …… 990
一、用途…… 990
二、结构…… 992
三、主要性能参数…… 993

第七章　胶囊硫化机及胶囊模型

第一节　胶囊硫化机 …… 994
一、用途与工作原理…… 994
二、结构简介…… 995
三、主要性能参数…… 996
四、主要零部件结构和设计…… 997
（一）主液压缸的结构和设计…… 997
（二）上横梁、下横梁及侧板的
强度计算……1000
（三）上芯模液压缸……1001
五、操作过程与油路系统……1003
第二节　胶囊模型 ……1005
一、胶囊的类型……1005
二、胶囊模型……1006

第一篇　橡胶工厂通用机械

第一章　原材料加工机械

橡胶工厂使用的生胶和各种配合剂，在使用前要进行切碎、干燥、粉碎、筛选等加工，使之符合使用及质量要求。加工内容和要求须视原材料的品种、质量而定。例如，现在国产的丁苯橡胶由于采用低温聚合，其分子量较低，可塑度较大，可以不需塑炼直接进行混炼，这样就不需要切条及热喂冻；采用的硬脂酸如为粒状，就不必再粉碎；某些固体配合剂为了便于自动称量，将其熔化，更不存在粉碎的问题。就国内的主要轮胎厂来说，粉状配合剂用量较大，其干燥工序已大部分用干燥室代替原来的柜式干燥箱。

目前，橡胶工厂常用的原材料加工机械主要有切胶机、粉碎机、筛选机等。

第一节　切　胶　机

切胶机用于把天然橡胶或合成橡胶胶块切成便于塑炼的小胶块。受冻的生胶在切胶前要进行预热解冻。通常单刀切胶机（包括液压、气压或电动）用于中小工厂；十刀切胶机的生产能力较大，用于大型工厂。电动单刀切胶机由于操作不便，已经很少使用。

一、单刀液压切胶机

（一）结构

单刀液压切胶机的结构与气压切胶机基本相同。图1-1-1所示是国内广泛使用的一种单刀液压切胶机，它由液压系统、工作油缸7、切胶刀9、机架3和8、生胶辊道10等组成。

油缸7及机架3和8用高级铸铁制成。切胶刀9厚12.7mm，用9CrSi工具钢制成并经热处理，硬度HRC60～64。切胶刀下面的底座上浇铸有铅垫，以保护切胶刀刀刃。

切胶时，生胶包放在生胶辊道10上，用人工推到切胶刀9的下方。切胶刀9在活塞杆6带动下，沿机架3和8上的导轨作上下切胶运动。机架8上装有上、下两个限位开关11，控制换向阀4改变切胶刀的运动方向。在切胶刀上升触及上限位开关后，换向阀4切换方向，切胶刀略下降，脱离开限位开关，切胶刀随即停止运动。用这种方法保护油缸底盖不因活塞上升到顶端而损坏。当生胶块太硬或切胶刀的运动阻力过大时，溢流阀5开启，油返回到油箱。正常工作时，溢流阀调整到5MPa开启。

单刀液压切胶机的液压系统比较简单，其液压系统原理图如图1-1-2所示，包括叶片泵、溢流阀及换向阀等元件。由于采用了K型三位四通换向阀，使得切胶刀停止运动时，油泵输出的油经换向阀回到油箱内。

液压系统利用切胶机机架3的内腔作为油箱（见图1-1-1），这样可使结构紧凑，但油箱容积小，工作时间太长时，油温升温过高，影响液压系统的正常工作。

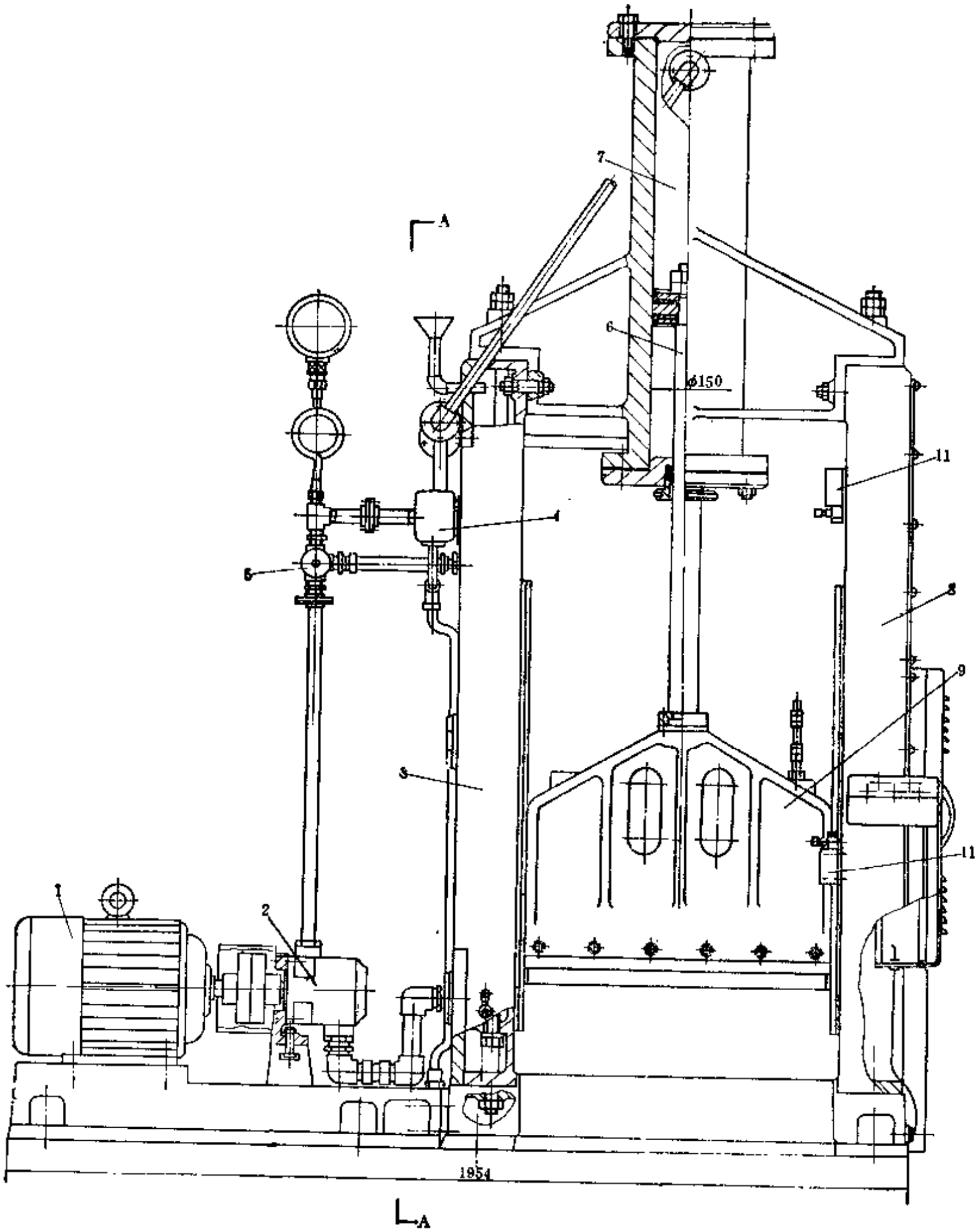
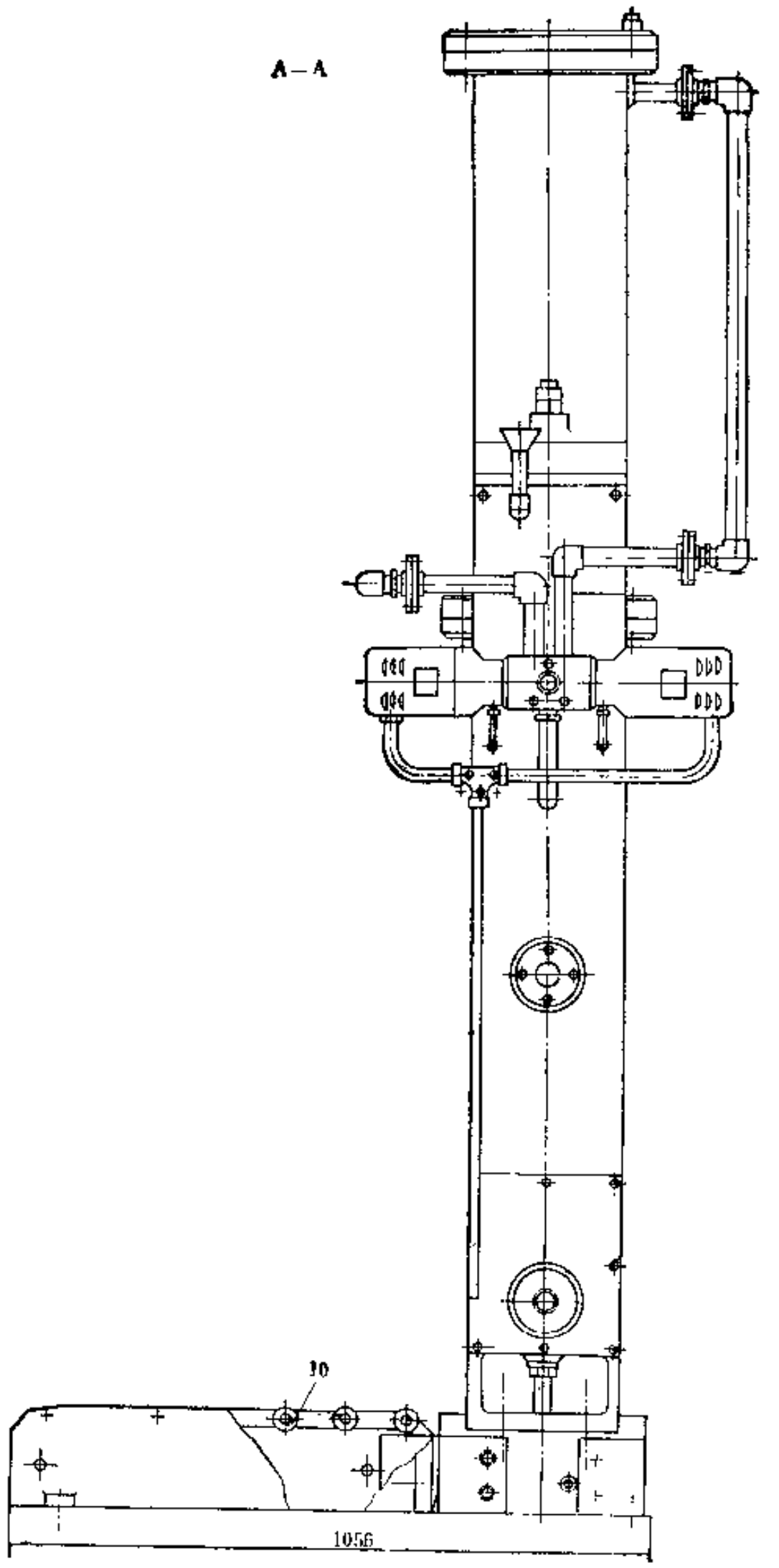


图 1-1-1 单

1—电机；2—叶片泵；3—机架（兼作油箱）；4—换向阀；5—溢流阀；6—活塞杆；



刀液压切胶机

7—油缸；8—机架；9—切胶刀；10—生胶辊道；11—限位开。

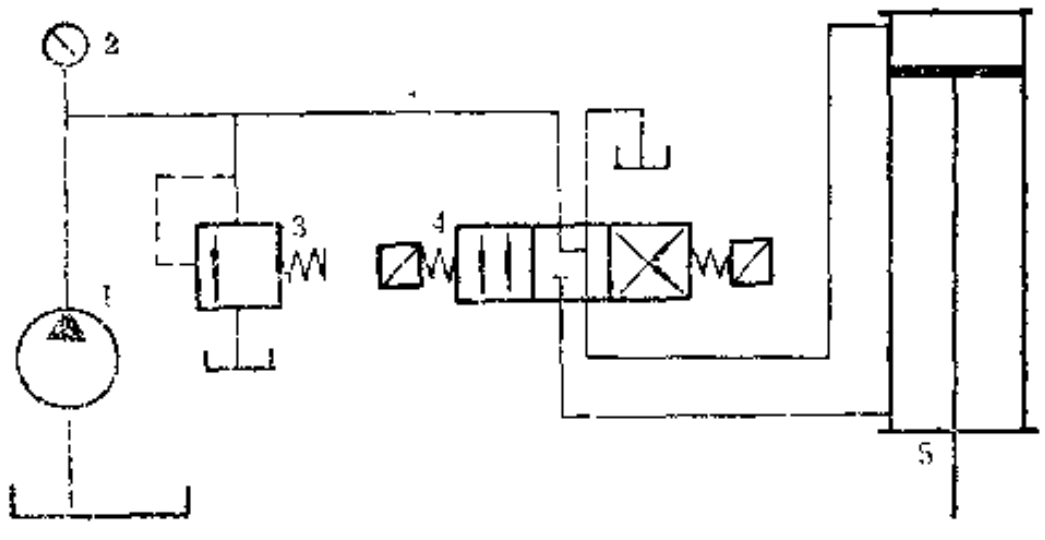


图 1-1-2　单刀液压切胶机液压系统原理图

1—叶片泵；2—压力表；3—溢流阀；4—换向阀；5—油缸

（二）主要性能参数

切胶刀宽度	660mm	压力	6.3MPa
切胶刀行程	680mm	工作油牌号	20号机械油
油缸总压力	约80kN	电机功率	5.5kW
油缸直径	150mm	外形尺寸	2530×1056×1990mm
切胶行程时间	14～16s	重量	1600kg
工作油压	4.5MPa	制造厂	上海正泰橡胶厂机械分厂
叶片泵：流量	80l/min		

二、卧式十刀液压切胶机

（一）概述

卧式十刀液压切胶机是一种生产效率高、生产过程半自动化的切胶机，除了装料之外，全部过程自动完成。它利用油液的压力，把生胶包推向固定的十把辐射状的切胶刀下，将大块生胶包切成十小块。

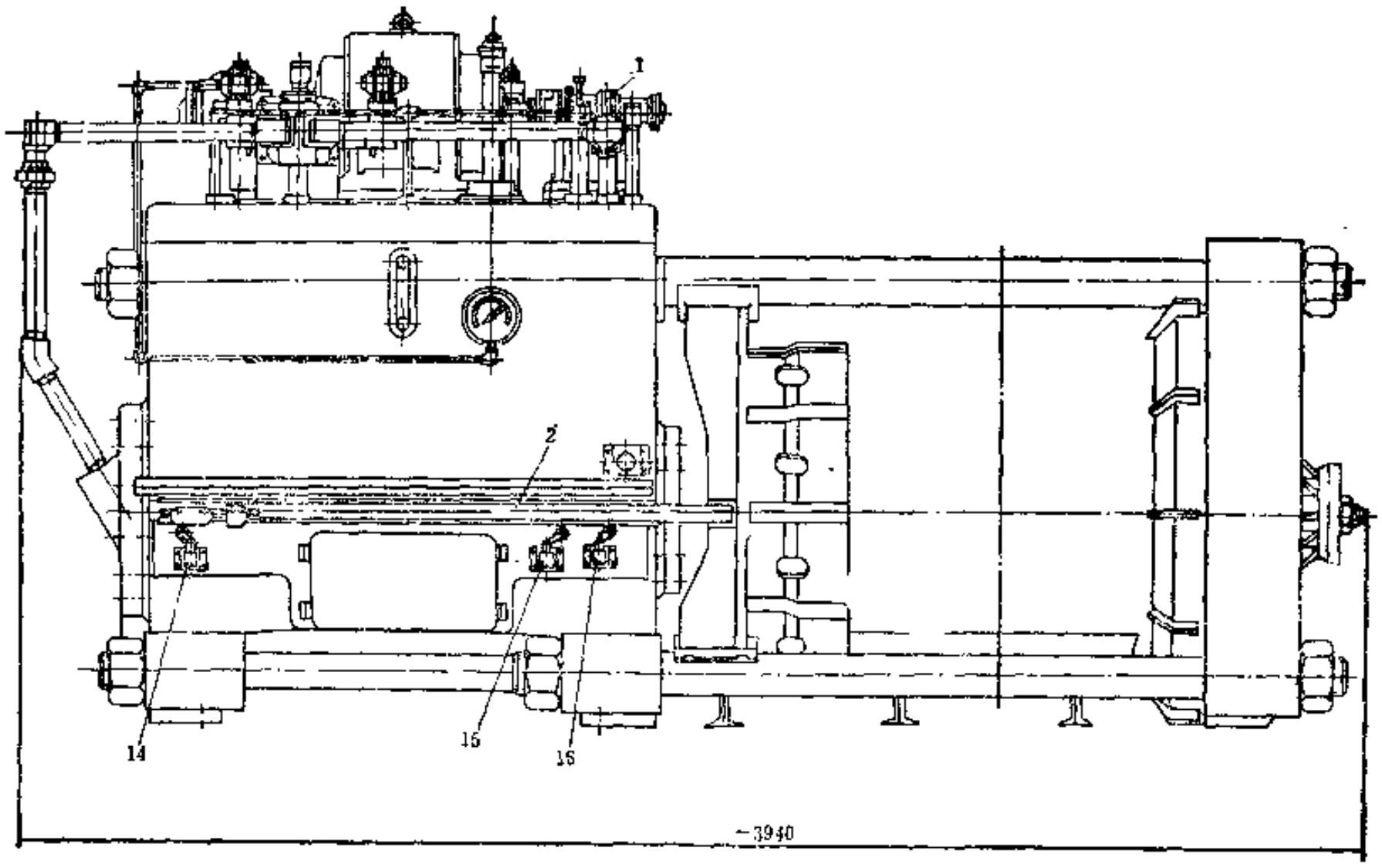
（二）结构

卧式十刀液压切胶机由主机、液压系统、电气控制等部分组成，其结构如图1-1-3所示。

由HT200铸铁铸成的油缸 9 与油箱11组成机箱，与由刀座 4、刀片 5 、小刀片 6 等组成的切胶刀用三根拉杆 3 联成一体。生胶包放在推胶座 7 与切胶刀之间，在油压作用下，由推胶座 7 将生胶包挤向切胶刀，切成小块。

推胶座 7 上装有滑块13，衬有巴氏合金，以拉杆 3 作为导轨。刀片 5 及小刀片 6 由T7工具钢制造，并经热处理，硬度HRC58～60。刀片 5 的厚度为16mm，法向刀刃角 26°。推胶座 7 的工作行程由行程控制杆 2 上的碰块进行调整。切胶开始时，推胶座 7 向前运动，生胶包切碎后，行程控制杆上的碰块与限位开关15接触，切换换向阀，活塞 8 便返回运动，直到与限位开关14接触，油泵停车，完成一个工作周期。限位开关16作为保险备用。

液压系统是十刀液压切胶机的动力系统，全部安装在机箱的箱盖上。液压系统原理图见图1-1-4。在两端轴伸的电机上，装有一台双联叶片泵和一台单级叶片泵。双联叶片泵除了有一台工作叶片泵外，还有一台油的冷却循环泵。当活塞在推胶及返回行程时，工作负荷较轻，两个工作油泵同时向油缸供油，加快了活塞的运动速度，缩短了辅助时间。切胶时，活



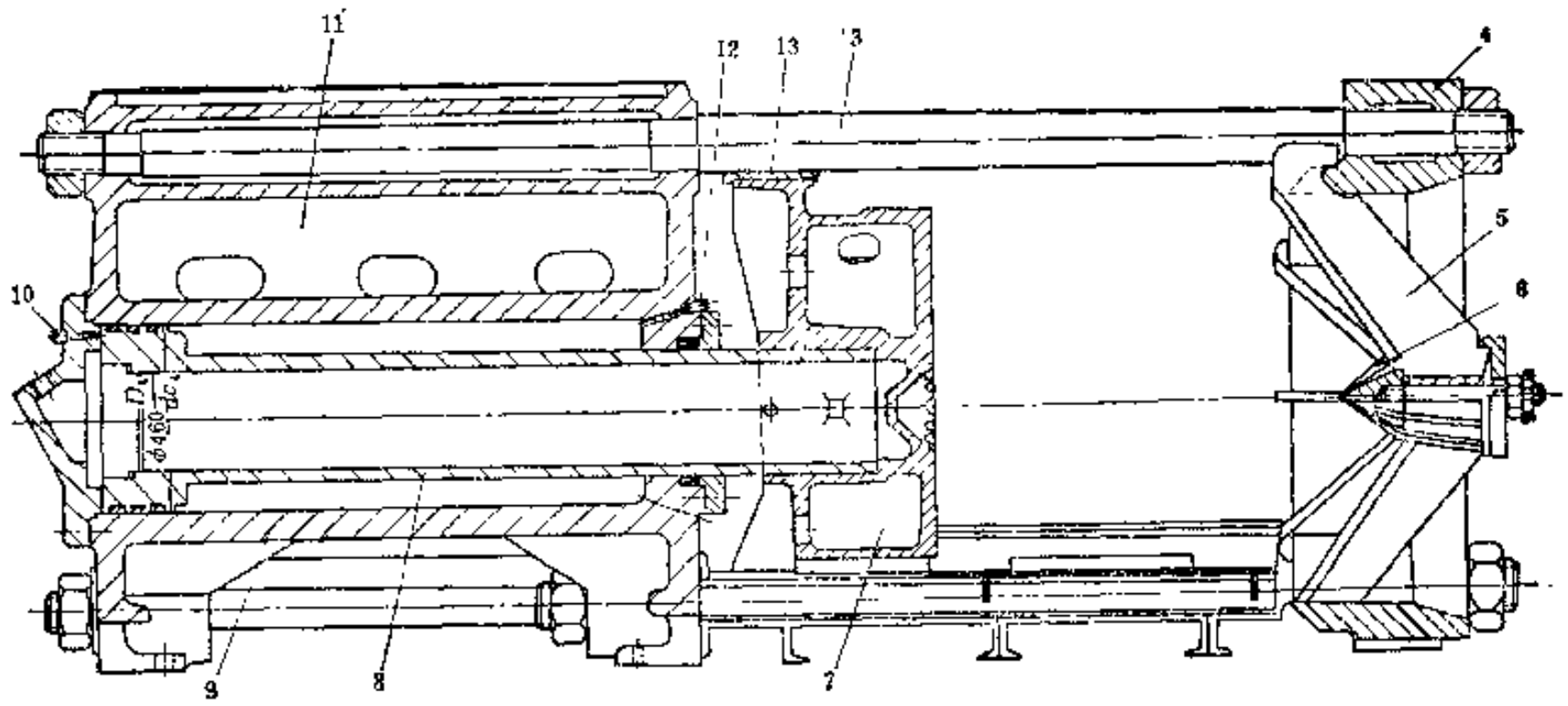


图 1-1-3　卧式十刀液压切胶机

1—液压系统；2—行程控制杆；3—拉杆；4—刀座；5—刀片；6—小刀片；7—推胶座；8—活塞；9—油缸；10、12—放气塞；11—油箱；13—滑块；14、15、16—限位开关

表 1-1-1　液压元件性能表

序　号	名　　称	液　压　元　件　性　能	
1	单级叶片泵	压力：6.5MPa	流量：100L/min
2	双联叶片泵	压力：6.5MPa	流量：100;35L/min
3	顺序阀	压力：0.6～6.4MPa	流量：5～140L/min
4	溢流阀	压力：0.2～6.4MPa	流量：5～140L/min
5	电液换向阀	压力：0.3～6.4MPa	流量：280L/min
6	单向阀	压力：6.3MPa	流量：160L/min
7	背压阀		
8	压力表		

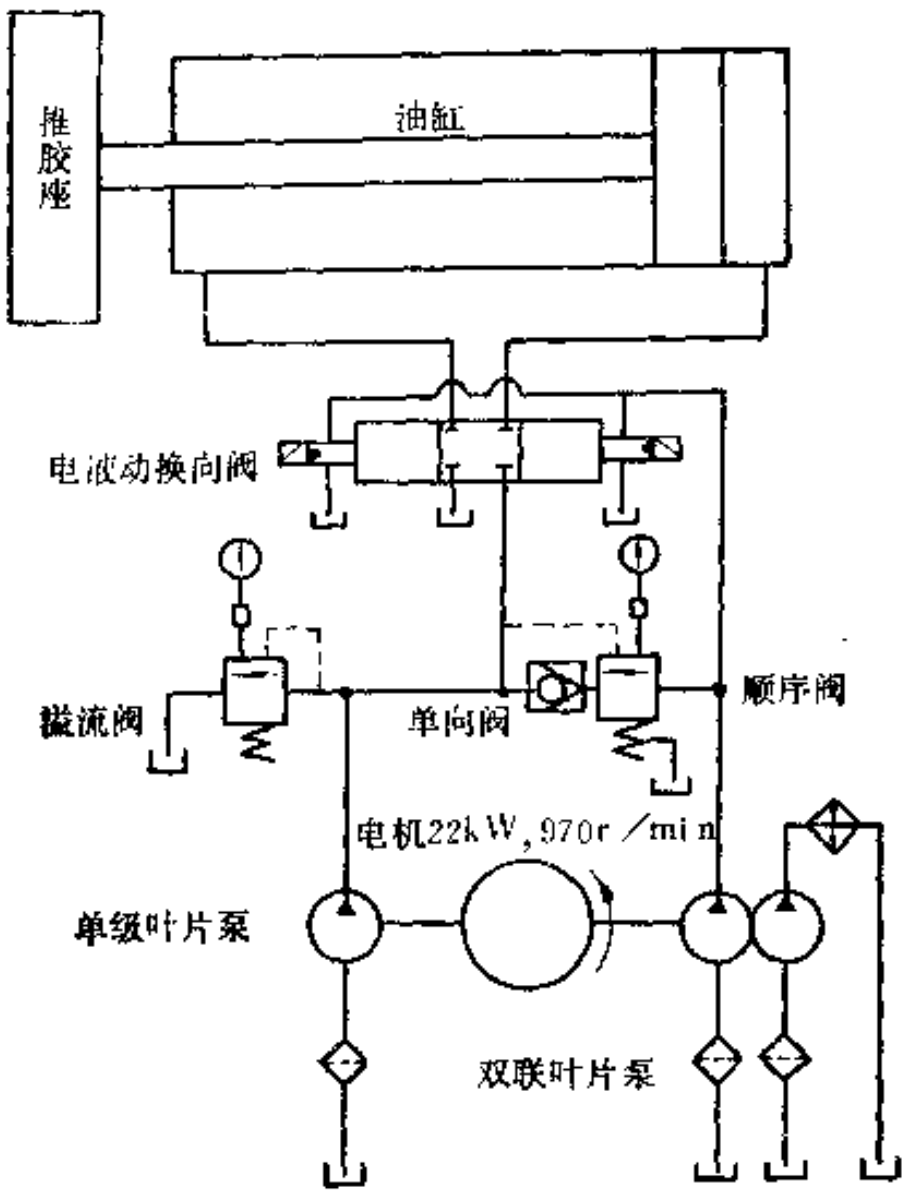


图 1-1-4 卧式十刀液压切胶机液压系统原理图

塞的负荷显著增大，当油压超过3MPa时，顺序阀打开，双联叶片泵的工作油泵压力油经顺序阀回到油箱，单级叶片泵继续工作，油压逐渐增大到6 MPa，这时，活塞推力增大，运动速度减慢，使得油泵电机的容量得以充分利用。若生胶包过硬，或者发生其它阻碍，导致油压超过6 MPa时，单级叶片泵的油从溢流阀流回油箱，活塞停止运动，保护机器不受损坏。

机器发生事故时，可按动紧急开关按钮停车。

在管路和油缸的顶点，设有排气螺塞或针形阀，以排出油路中的空气，避免出现油缸活塞的爬行现象。

十刀液压切胶机液压系统的液压元件其性能如表1-1-1所示。

（三）主要性能参数

切胶时最大总推力	1000 kN	油泵电机	22kW,转速970r/min
推胶座最大行程	1130mm	工作油牌号	20号机械油
油缸最高油压	6MPa	油箱装油量	600L
刀片数量	10片	外形尺寸	3815×1300×2068mm
推胶座往返运动周期	约1min50s	重量	约7000kg

第二节 粉 碎 机

一、圆盘粉碎机

（一）用途

圆盘粉碎机用于粉碎硬脂酸及石蜡。

（二）结构

圆盘粉碎机的结构见图1-1-5。由传动装置、圆盘刨刀4、料筒3、出料口9、压料气缸1等组成。物料从料筒3上的敞口加入，料筒3内装有两块挡板10，防止物料随圆盘刨刀1转动。圆盘刨刀4由电机7经蜗轮减速器5传动，圆盘刨刀4上的刨刀凸出刀盘3mm，刨刀用45号钢制成，经淬火处理。刮料板8装在圆盘刨刀4的轴上。粉碎后的物料从出料口9排出。为了提高粉碎效率，在料筒3的上部装有压料气缸1，它的活塞杆上装有带缺口的压盘，在气阀2的操纵下，压盘沿料筒3内的挡板10作上下运动，对物料加压。气缸1的进气压力用减压阀调节，以调节对物料所加压力的大小。

（三）主要性能参数

装料筒容量	50kg	压缩空气工作压力	0.05～0.2MPa
圆盘刨刀转速	138r/min	外形尺寸	1110×624×2210mm
电机功率	2.2kW	重量	420kg
压料气缸直径	90mm	制造厂	天津化工机械厂

二、翼轮粉碎机

（一）用途

用于粉碎块状配合剂，如防老剂A等。

（二）结构

翼轮粉碎机的结构见图 1-1-6，主要由传动装置、送料螺杆 3 、翼轮 5 及调节盘 6 等组成。物料由装料口4加入，经送料螺杆 3 送入翼轮 5 ，物料在离心力作用下，高速地从调节盘 6 的缝隙中抛出，粉碎后的物料从出料口 8 落出。调节盘 6 的工作缝隙大小，可以通过转动螺杆轴 9 加以调节。

（三）主要性能参数

翼轮转速	380r/min
翼轮直径	300mm
生产能力	约500kg/h
电机功率	1.1kW
外形尺寸	736×490×1160mm
制造厂	天津化工机械厂

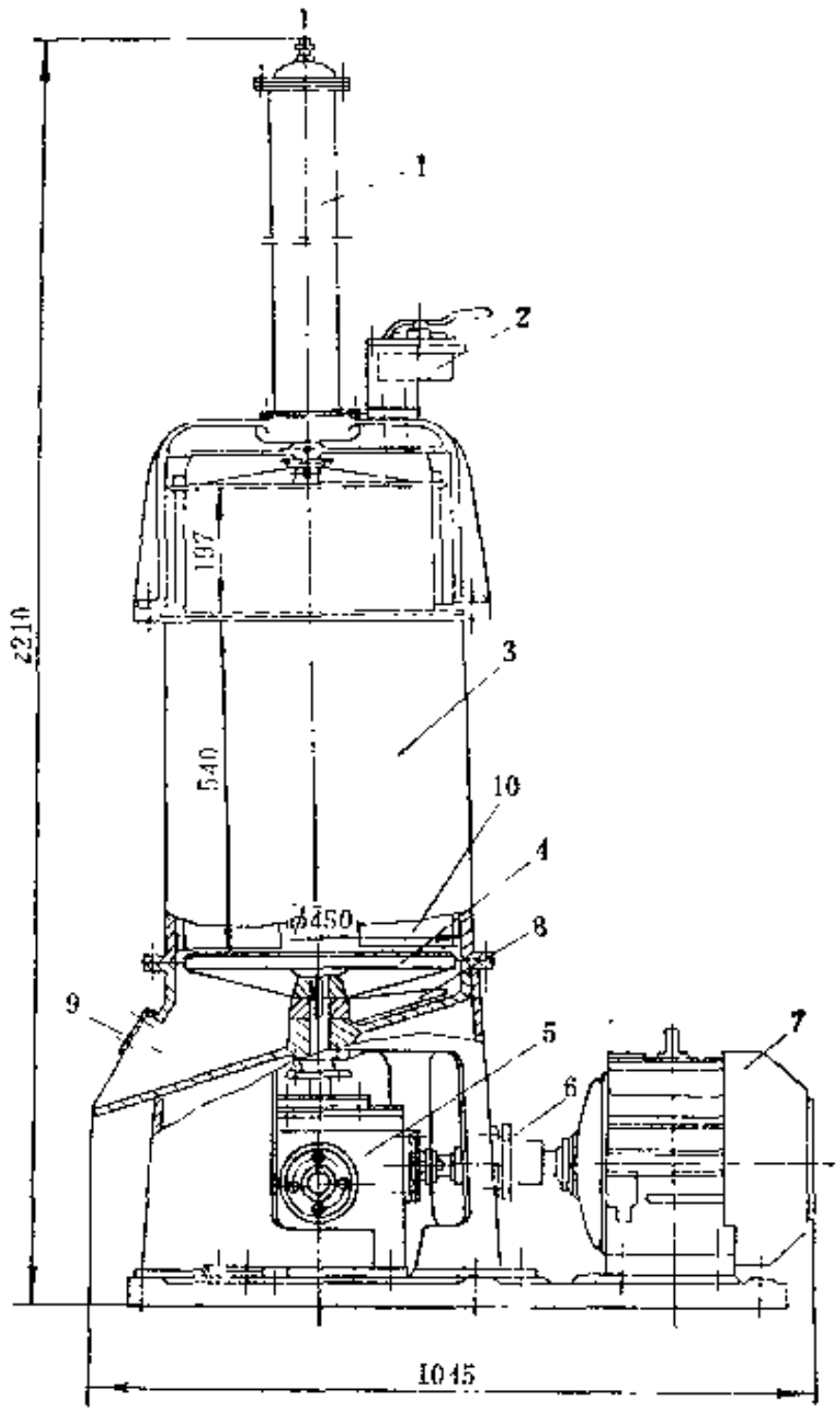


图 1-1-5　圆盘粉碎机

1—压料气缸；2—气阀；3—料筒；4—圆盘刨刀；5—蜗轮减速器；6—联轴器；7—电机；8—刮料板；9—出料口；10—挡板

三、锤式粉碎机

（一）用途

锤式粉碎机用于粉碎硬脆的块状物料，如松香等。

（二）结构

锤式粉碎机的结构如图1-1-7所示，它的主要部件是一只高速旋转的飞锤。飞锤由锤片 3 、圆盘 2 、隔片（图上未示）及销轴 7 等组成。锤片 3 可绕销轴 7 摆动。圆盘 2 回转时，锤片 3 在离心力作用下对从进料口 1 加入的物料进行锤击粉碎。圆盘 2 由电机经V带减速后传动。机壳 4 的底部开有直径20mm的筛孔，粉碎后的物料从筛孔漏下后排出，未粉碎的物料继续由高速旋转的锤片打击粉碎。锤片 3 共有四组，每组六片，共24片，由中碳钢制成。锤式粉碎机的缺点是粉碎的物料粒度大小不能调节。

为了防止物料飞出，进料口必须加盖。飞锤的回转方向必须按图示方向，不得倒转，免得物料从进料口飞出。

（三）主要性能参数

主轴转速	660r/min	电机功率	4.5kW

产量　　约700kg/min　　外形尺寸　　1300×896×1506mm

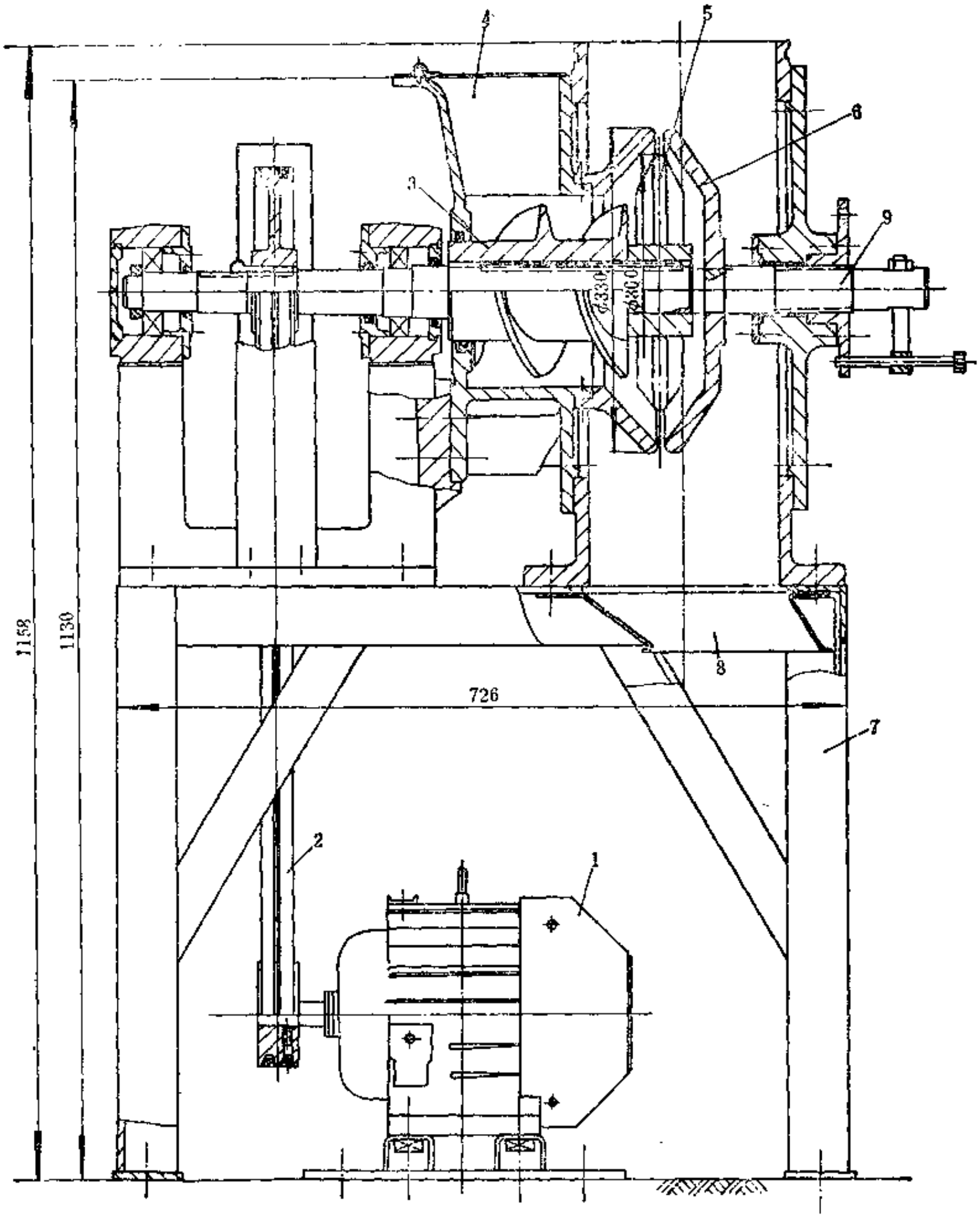


图 1-1-6　翼轮粉碎机

1—电机；2—V带；3—送料螺杆；4—装料口；5—翼轮；6—调节盘；7—机架；8—出料口；9—螺杆轴

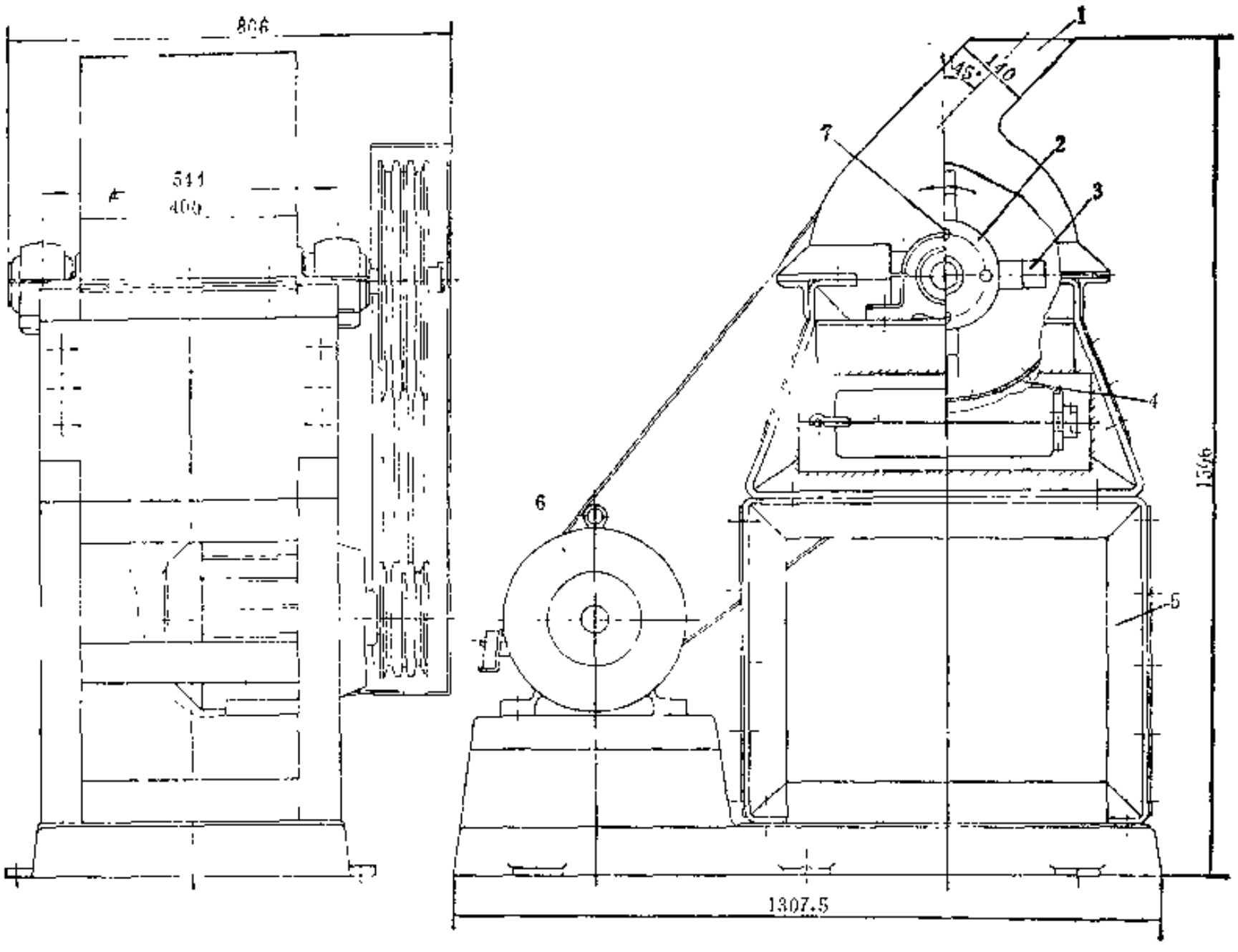


图 1-1-7　锤式粉碎机

1—进料口；2—圆盘；3—锤片；4—机壳；5—机架；6—电机；7—销轴

第三节　筛　选　机

不同的橡胶制品对原材料质量要求不同，有些粉状原材料需要进行筛选，如硫黄、碳酸钙、炭黑等。常用的筛选机有圆鼓筛、振动筛等。近几年来国产的旋振筛已经在橡胶工业中应用，其生产效率高、噪声小，受到了用户的欢迎。对于粘性小的物料，如硫黄、滑石粉等宜用振动筛筛选，粘性大的物料如碳酸钙等则宜用圆鼓筛筛选。

一、圆　鼓　筛

（一）结构

圆鼓筛是一种筛网固定不动、物料用毛刷刮动而实现筛选作用的一种机器。图 1-1-8 所示的圆鼓筛主要由送料螺旋 1、筛网4、毛刷 3、螺旋输送器 9 及传动装置等组成。

筛网 4 固定在两个半圆的网架上，用翼形螺母结合成整圆，固定在机体上。打开门 5，松开翼形螺母能够方便地更换筛网。筛网的规格按工艺要求而定。物料从料斗 2 加入，由送料螺旋 1 送入筛网4内。送料螺旋 1 与毛刷 3 由毛刷传动装置6传动。毛刷 3 用直径 0.3mm 的尼龙丝穿在木板条上制成。毛刷的纵向位置与主轴轴线偏斜3.5°，使物料在毛刷刮动过程中不断向前运动。毛刷 3 与筛网4轻轻接触，其接触程度可用毛刷固定螺栓调节。毛刷在网转时，不断疏通被物料堵塞的筛网孔，并使粉料通过筛网。经过筛选的物料集中到机器的下

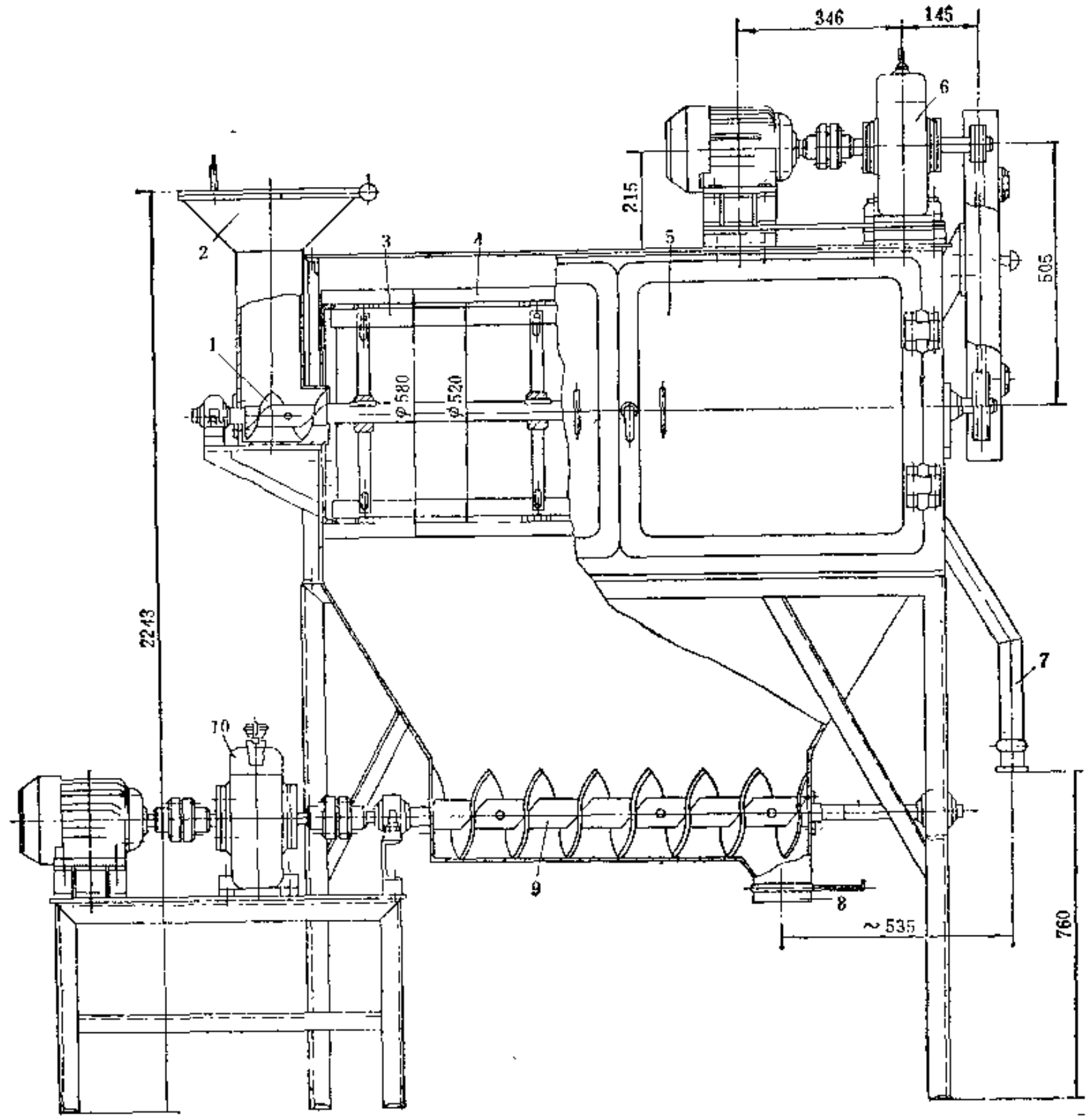


图 1-1-8 圆鼓筛

1—送料螺旋；2—料斗；3—毛刷；4—筛网；5—门；6—毛刷传动装置；7—出渣口；8—出料口；9—螺旋输送器；10—螺旋输送器传动装置

部，由螺旋输送器 9 经出料口 8 排出。出料口 8 上装有插板门，可以启闭。物料的渣滓从出渣口7排出。出渣口7也装有插板门，排渣时可以开启。为防止粉料泄出飞扬，在各可拆卸的连接处及门 5 等处要装橡胶嵌条密封。

圆鼓筛应该配备斗式提升机或其它提升设备，以便于向料斗 2 加料。

圆鼓筛的筛选效率较高，它的缺点是毛刷 3 与筛网4处于运动接触状态，因而筛网容易破损。

（二）主要性能参数

筛网：直径	520mm	毛刷传动装置电机功率	1kW
长度	1356mm	螺旋输送器传动装置电机功率	1kW
毛刷转速	171r/mn	螺旋输送器转速	300r/min

二、立式圆筒筛

（一）用途

适用于筛选少量的配合剂，如硫黄、促进剂等。

（二）结构

立式圆筒筛的结构如图1-1-9所示，也是一种筛网固定、毛刷运动的筛选机。它主要由传动装置7、毛刷6、筛网5、栅板8及刮料板9等组成。传动装置7是一只减速电机，在其输出轴上装有刮料板9及毛刷6。物料从装料斗1加入，落在栅板8上，避免物料堆积在筛网上压破筛网。在筛筒体上装有手柄（图上未示），可以调节栅板缝隙改变其下料量。当传动装置回转时，刮料板9不断把物料刮动，使其从栅板8缝隙中漏下。毛刷6呈长条形，借弹簧3的压力使毛刷6紧贴在筛网5上，其压力大小可由螺母调节。在毛刷6的一侧钉有橡胶板。工作时，用毛刷6上的橡胶板刮动物料，以免在鬃毛疏通筛网时，由于鬃毛太软，致使物料在筛网上板结，影响筛选效率。筛选后的物料掉进盛粉筒4内，从卸料门取出。视门2装有透明窗，可以观察筛选情况。

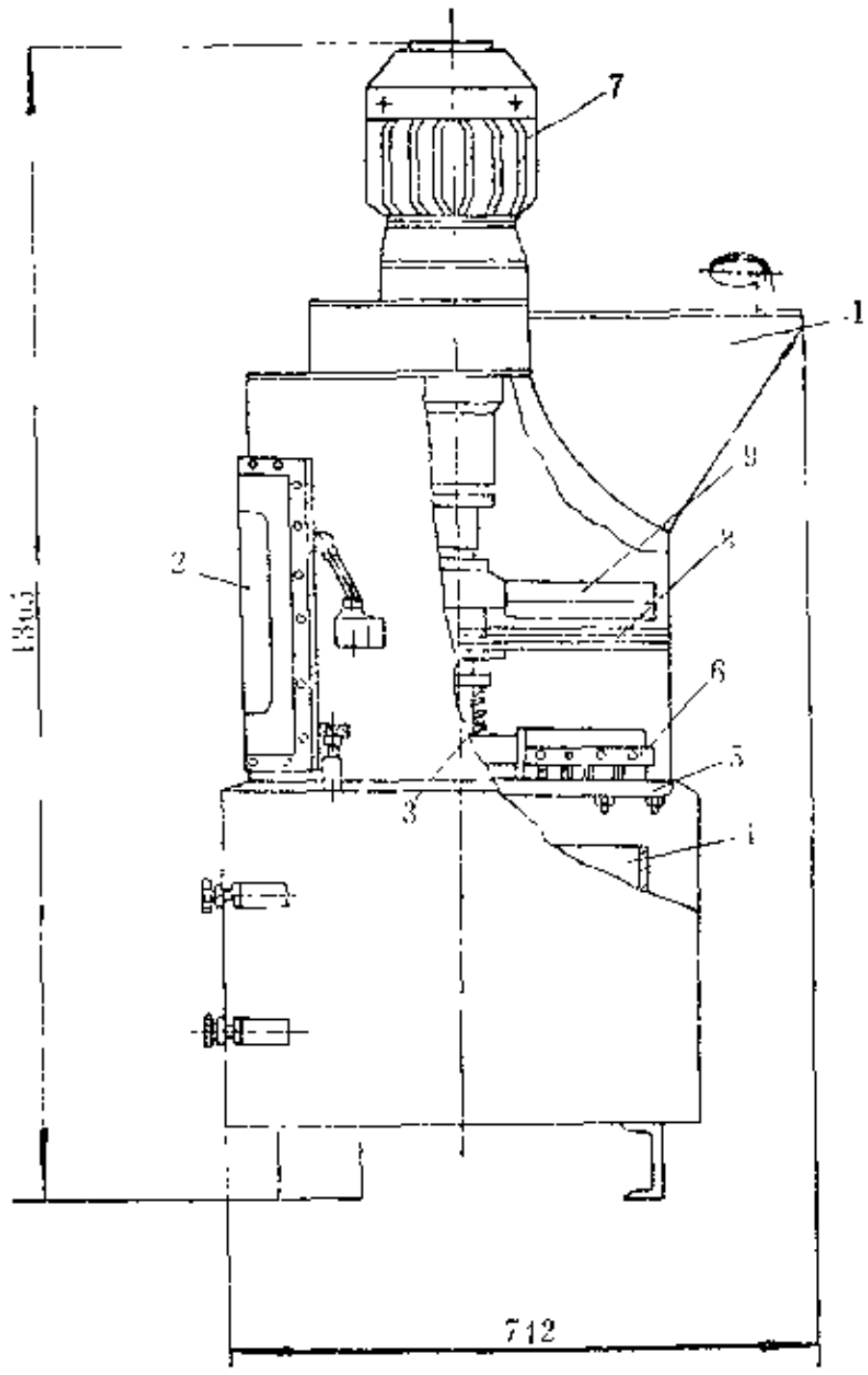


图 1-1-9　立式圆筒筛

1—装料斗；2—视门；3—弹簧；4—盛粉筒；5—筛网；6—毛刷；7—传动装置；8—栅板；9—刮料板

立式圆筒筛密封性能好，但筛选能力较小。

（三）主要性能参数

料筒直径	500mm
筛网面积	0.2m²
电机功率	1kW
毛刷转速	94r/min
生产能力	20～40kg/min

三、振　动　筛

振动筛是一种筛网运动的筛选机，它有往复式与旋振式振动两种。它的振动元件有电磁振动和电机机械振动两种。

（一）往复式振动筛

1．结构

图1-1-10是一种常用的振动筛，它主要由传动装置、偏心轴摩擦轮3、筛箱1及滑轨8等组成。筛箱1的一端装在滑轨8上，另一端装在偏心轴摩擦轮3上，由电机7经传动装置使偏心摩擦轮3回转，带动筛箱1作前后摆动。筛网下面装有胶球2，以及固定在筛箱上的横向斜木条。筛箱1运动时，横向斜木条与胶球撞击使胶球跳动，撞击筛网。因此，振动筛是靠筛箱1的往复运动及胶球2的弹跳撞击筛网进行筛选的。筛选机配用的胶球不宜太硬太

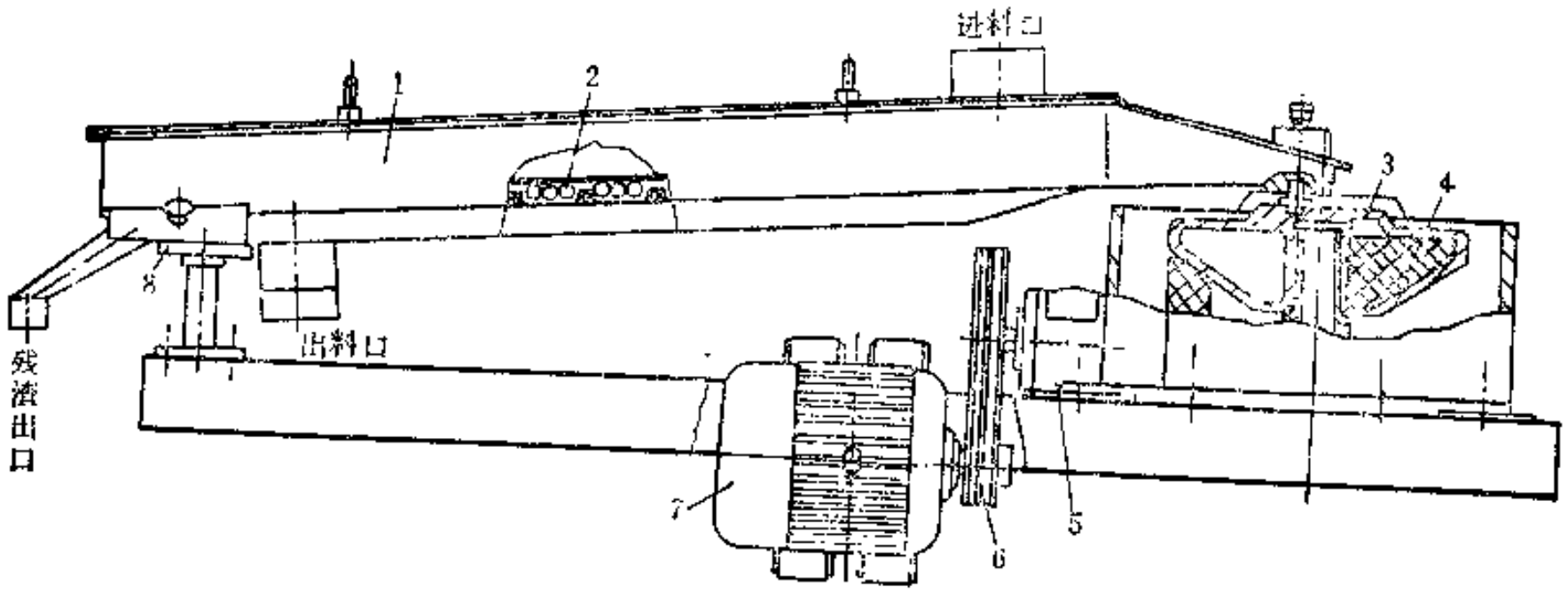


图 1-1-10　振动筛

1—筛箱；2—胶球；3—偏心轴摩擦轮；4—平衡铅锤；5—减速器；6—V带；7—电机；8—滑轨

重，以免影响弹跳性能。为了保持偏心轴摩擦轮 3 的平衡，在偏心轴摩擦轮 3 的对称位置灌注有平衡铅锤4，物料由斗式提升机提升，经布筒送入进料口，残渣及经过筛选的物料分别由前端的出渣口及出料口排出。

为了便于向振动筛加料，可以配备贮料箱及斗式提升机。药料先倒进贮料箱内，贮料箱内装有螺旋输送机，不断地把药料送进斗式提升机的料槽内，由提升机送到振动筛进料口，提升机与振动筛之间用布筒连接。

振动筛与贮料箱及斗式提升机的传动系统见图1-1-11。

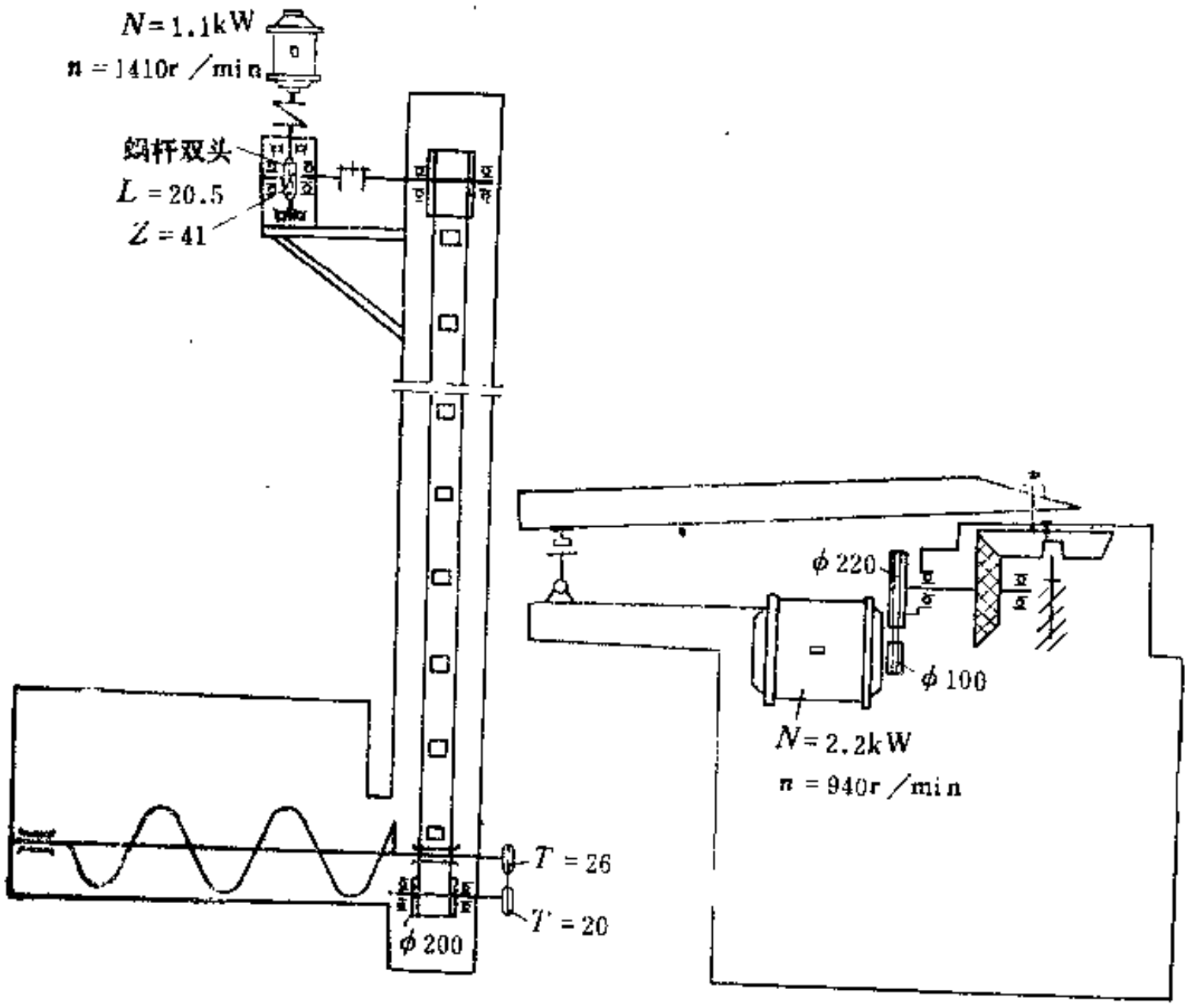


图 1-1-11　振动筛与贮料箱及斗式提升机传动系统图

2．主要性能参数

筛箱往复次数	256次/min	生产能力	60～150kg/h
筛网面积	0.6m²	提升机电机功率	1.1kW
筛网往复行程	50mm	生产厂	天津化工机械厂
电机功率	2.2kW		

（二）旋振筛

旋振筛是利用立式振动电机激振所产生的复旋型振动进行筛选工作的设备。振动电机转动时，上旋转重锤使筛面产生平面回旋型振动，下旋转重锤使筛面产生锥面旋转振动。两个旋转重锤的联合作用，筛面产生复旋性振动，使筛网上物料呈卷状运动。调节上、下旋转重锤的激振力，可以改变振幅。调节上、下重锤的空间相位角，可以改变筛面运动轨迹的曲线形状，从而改变筛面物料的运动轨迹，使物料具有高的筛网率，而且不易堵塞筛网孔。近年来，旋振筛在橡胶行业中已经开始使用，用于筛选炭黑、硫黄、树脂，使用效果良好。

1．结构简介

旋振筛由振动源——振动电机及筛体两个主要部分构成。其结构如图1-1-12所示。

立式振动电机 8 为一特制电机，在其上、下轴伸上各装有一组激振重锤 9，上激振重锤用键固定在电机轴上，下激振重锤用夹紧螺栓 6 紧固于电机轴上，调节下重锤的安装角度，

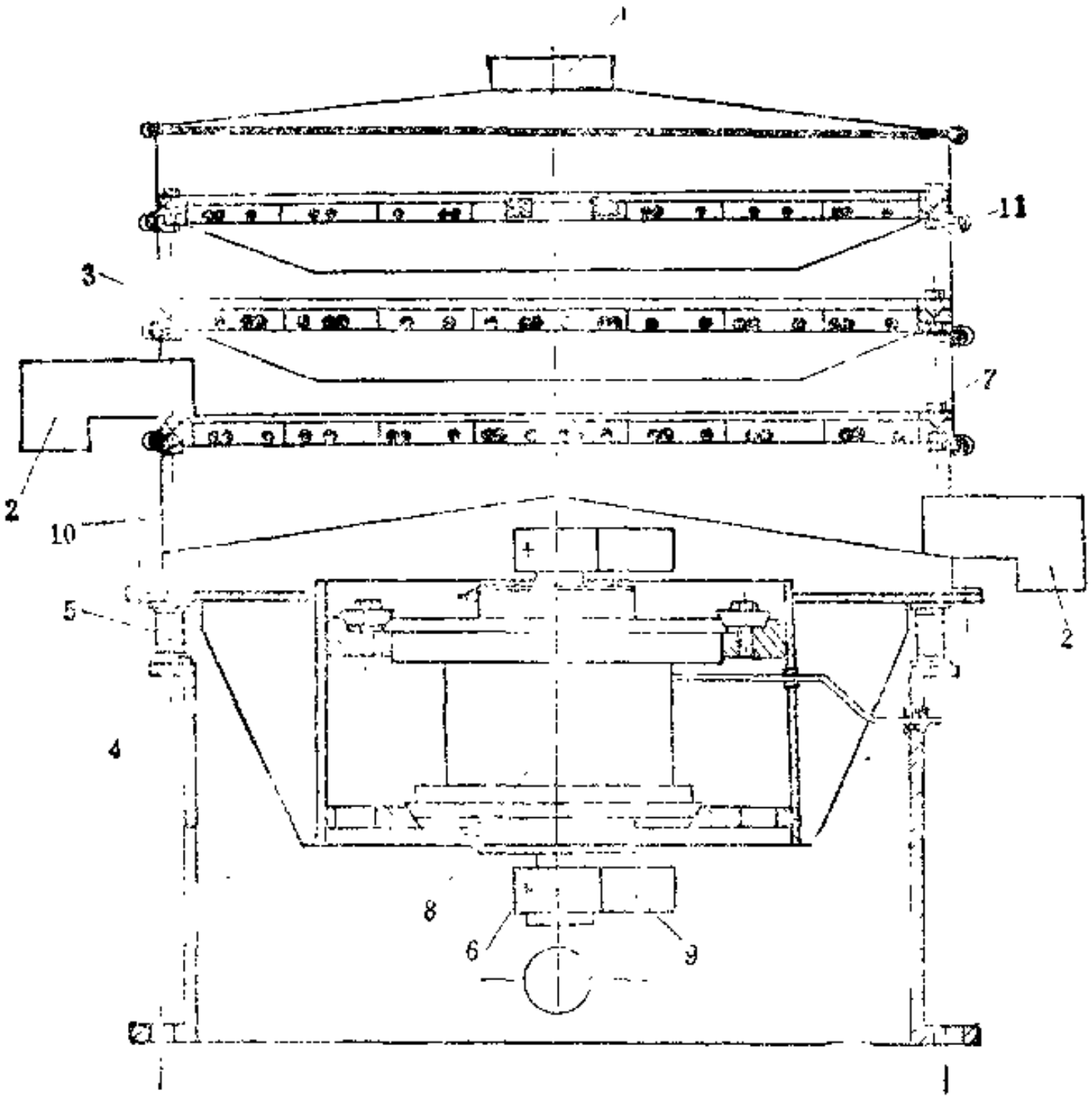


图 1-1-12　旋振筛示意图

1—进料口；2—出料口；3—筛框；4—底座；5—弹簧；6—螺栓；7—皮球；8—振动电机；9—重锤；10—筛体；11—锁紧环

即可调整两组重锤的相位角，其角度由刻度指示。上、下两组重锤的激振力的幅值是通过增减附加的重锤数量来完成的。

振动电机的振动力，由电机的两个端盖传递给筛体10，使筛体振动。

筛体是由若干个筛框3及底座4组成。筛框是用来支撑各层筛网的部件，振动电机所产生的激振力通过各层筛框传递给各层筛网。各层筛框之间，用橡胶密封圈密封，并用锁紧环11锁紧。各层筛网上的物料出料口也开在各层的筛框上。各筛框的参振部分，通过18只弹簧5座于底座上。参振弹簧为软弹性支撑，以保证振动系统越过共振状态，在强制振动状态的强制振动范围下工作。由于该隔振系统使振动力对基础的传递极少，保证旋振体在一般地平面上安装时，不需要地脚螺栓固定。

筛网是进行筛分的主要部件，根据筛选的要求选择筛网规格。筛网用压圈压紧在筛网架上的压网圈与筛网架之间，用螺钉固定。筛网架下部装有回料盘，通过筛网的物料，能有效集中于中部向外筛分，提高筛分的效果。

旋振筛对于微分的筛分具有较高的筛分能力，与其它振动筛相比，旋振筛有如下优点：

（1）筛分效率高，不易堵塞筛网孔；

（2）可进行干、湿筛分；

（3）噪声低，在重载下，噪声小于85dB(A)；

（4）体积小、重量轻，安装简单，移动容易；

（5）连续作业，出料口的位置可按需要任意变更；

（6）全封闭结构，无粉尘外泄；

（7）采用复旋型振动型式，可以方便地调节物料在筛面上的运动轨迹。

旋振筛使用时，也应配备加料设备。物料从旋振筛的顶部加入，从筛体的侧面分别排出粗料及细料。可按不同的使用要求增减筛网的层数。

表 1-1-2　XZS 型旋振筛①主要性能参数

参数 \ 型号	S406	S4910	S4916	参数 \ 型号		S496	S4910	S4916
公称直径，mm	630	1000	1600	总高H	单层	850	950	1070
层数	1～3	1～3	1～3		双层	970	1090	1270
有效筛面直径，mm	514	900	1450		三层	1090	1230	1450
有效筛面面积，m^2	0.21	0.64	1.65	H_1	单层			
筛网规格，目/in	2～325	2～325	2～325		双层			
振动次数，次/min	1500	1500	1500		三层	870	1000	1200
功率，kW	0.75	1.5	2.2	H_2	单层			
主要尺寸，mm					双层	750	860	1020
进料口直径d_1	120	180	250		三层	750	860	1020
出料口直径d_2	80	110	150	H_3	单层	630	720	840
筛体直径D_1	630	1000	1600		双层	630	720	840
地脚螺孔位置直径D_2	630	1000	1600		三层	630	720	840
出料口位置直径D_3	890	1414	2262	H_4		500	570	650

① 制造厂：新乡光华振动设备厂。

XZS型旋振筛筛体有三种层数：

单层筛　　组合型式：使用1、2、4层

双层筛　　组合型式：使用1、2、3、4层

三层筛　　组合型式：使用1、2、3、3、4层

XZS型旋振筛的主要性能参数见表1-1-2。

2、主要性能参数

旋振筛的主要性能参数如表1-1-2所示。

第二章　胶浆搅拌机

胶浆搅拌机是制造汽油胶浆的机器，常用的胶浆搅拌机有立式及卧式两种。

第一节　立式胶浆搅拌机

一、结　　构

50 L立式胶浆搅拌机的结构如图1-2-1所示，构造比较简单，由传动装置1、固定桨3、搅拌桨4及桶体7等组成。电机装在底座6内，通过V带、伞齿轮传动搅拌桨4。搅拌桨桨叶有四组，其中一组的叶片方向相反，以加强对胶浆的搅拌作用。桶体7带有夹套，可

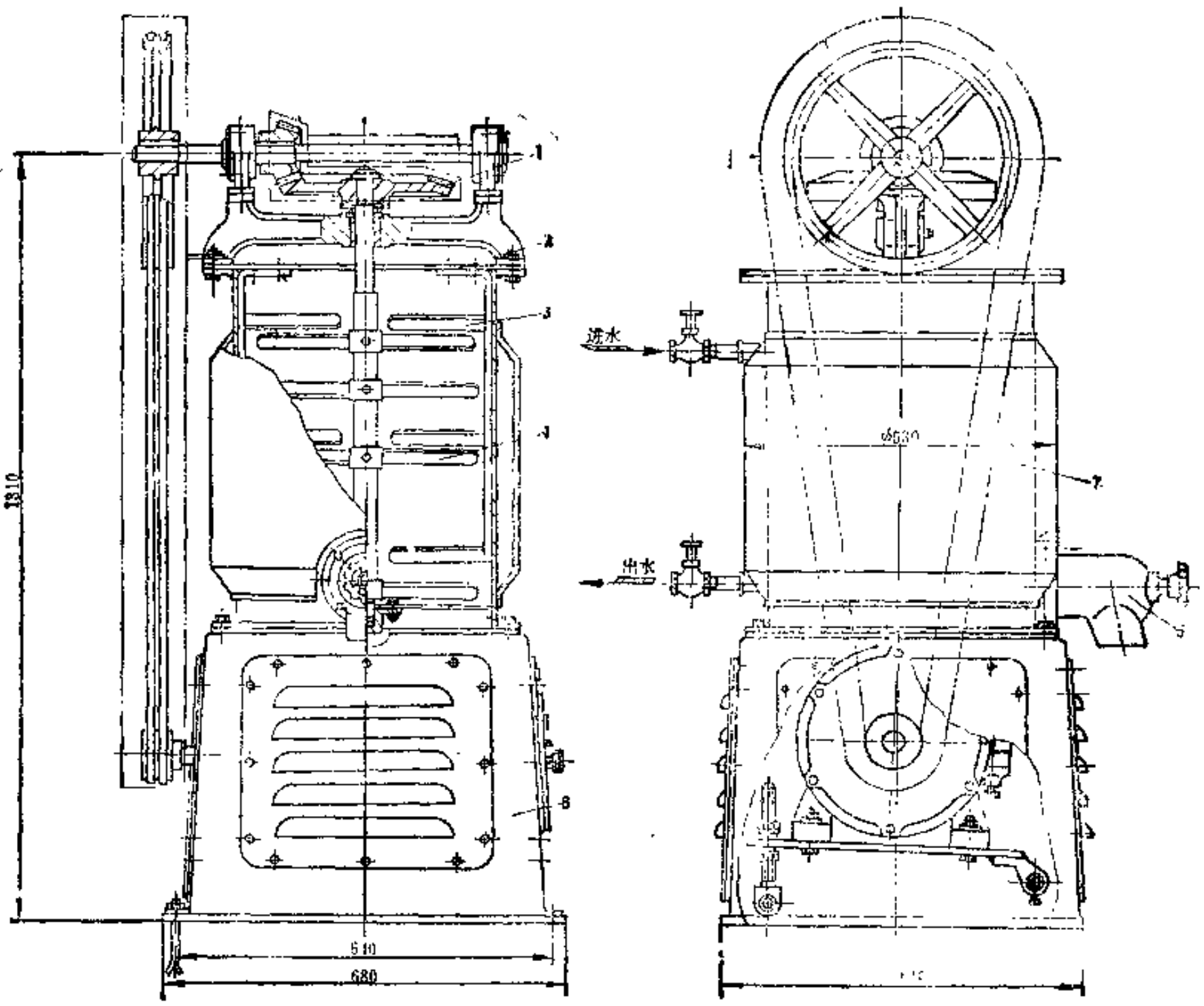


图 1-2-1　50 L 立式胶浆搅拌机

1—传动装置；2—上盖；3—固定桨；4—搅拌桨；5—排浆阀；6—底座；7—桶体

以通冷却水，以降低胶浆温度。制成的胶浆从排浆阀5放出。生胶块及汽油从上盖2的可开启的半盖加入。

为防止起火，胶浆搅拌机的电机应采用全封闭型电机或者防爆型电机和防爆型电控元件。

二、主要性能参数

立式胶浆搅拌机的主要性能参数见表1-2-1。

表 1-2-1　立式胶浆搅拌机主要性能参数

性能参数 \ 型号	XB-50	XB-100	性能参数 \ 型号	XB-50	XB-100
胶浆桶尺寸，mm	φ450×600	φ630×890	外形尺寸，mm	800×925×1570	1220×1093×3210
有效容积，L	70	200	重量，kg	450	590
搅拌桨转速，r/min	70	85	制造厂	亚西机器厂	上海机器厂
电动机功率，kW	2.2	4			

第二节　卧式胶浆搅拌机

一、结　　构

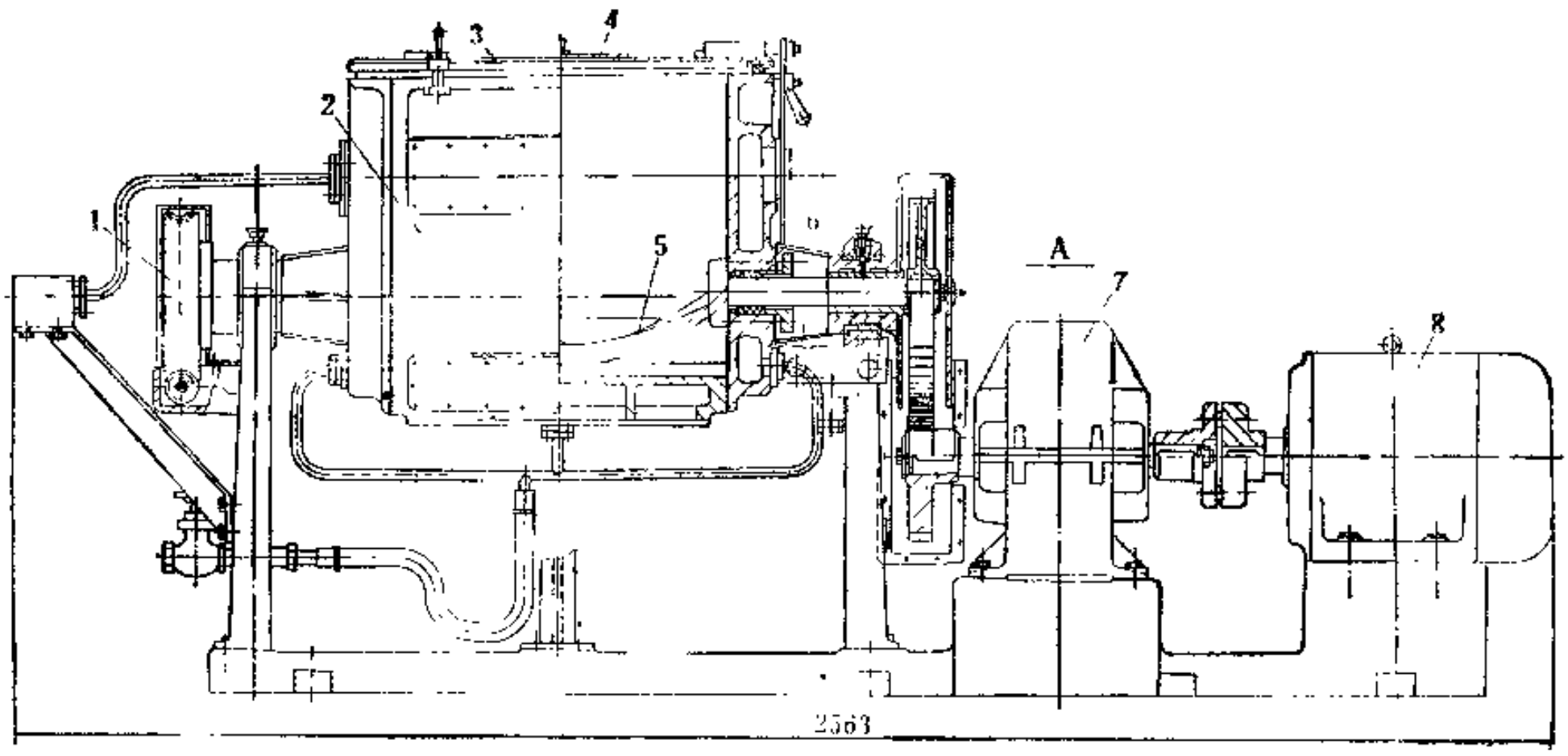
图1-2-2所示为100 L卧式胶浆搅拌机，它由传动装置、搅拌桨5、桶体2及供浆用的蜗轮减速器1等组成。夹套式的桶体2用铸铁制成，夹套可通冷却水。前、后两只搅拌桨5以不同速度相对回转。打开盖3加入汽油及生胶。工作过程中可从检查孔4观察。为了防止胶浆漏出，在搅拌桨5的轴上装有密封装置6。胶浆制成后，打开盖3，用支杆10将桶体、由人工转动蜗轮减速器1蜗杆轴上的手轮（图上未示），使桶体倾倒，倒在支架9上，将胶浆倒入容器中。

搅拌桨的桨叶呈S形，由铸钢制成，由长短不一、螺旋方向相反的两段螺旋组合而成。当两只搅拌桨在桶体内相对回转时，汽油和生胶得以进行充分的搅拌。

为了确保安全，100 L卧式胶浆搅拌机采用防爆型电机及电控元件。磁力启动器应安装在工作室外，离开胶浆生产的现场。

二、主要性能参数

胶浆桶总容积	136 L	排料时桶体回转角度	≥100°
胶浆桶有效容积	100 L	外形尺寸	2350×900×1283mm
搅拌桨转速，前桨	24.0r/min	打开桶盖时外形尺寸	2350×1600×1706mm
后桨	44.0r/min	总重量	1590kg
防爆电机功率	7.5kW	制造厂	天津化工机械厂



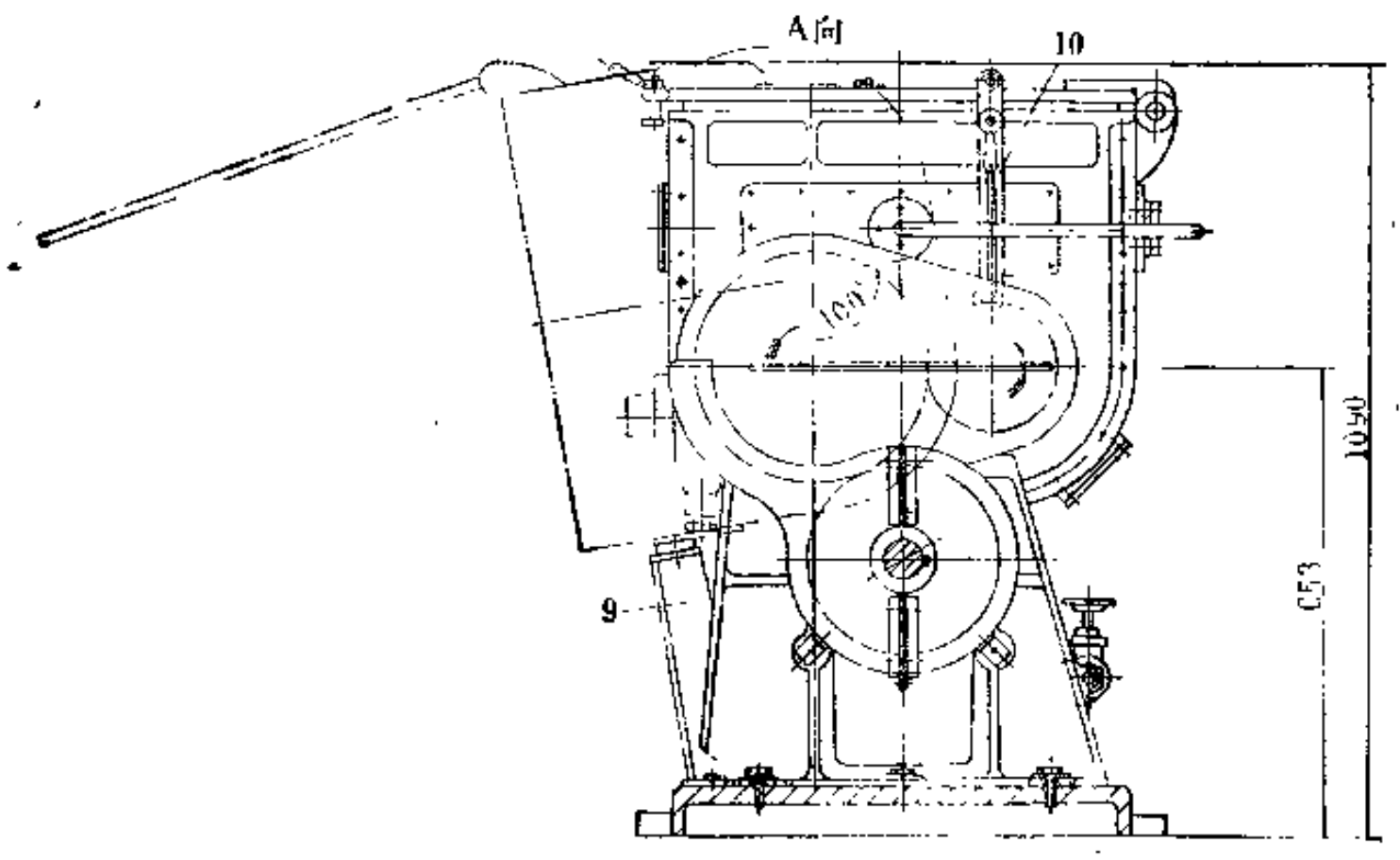


图 1-2-2　100 L 卧式砂浆搅拌机

1—蜗轮减速器；2—桶体；3—盖；4—检查孔；5—搅拌浆；6—密封装置；7—减速器；8—电机；9—支架；10—支杆

第三章　密闭式炼胶机

第一节　概　　述

自从1916年密闭式炼胶机（以下简称密炼机）出现以来，发展很快，已成为橡胶工业中炼胶工序的主要设备。采用密炼机炼胶可减轻劳动强度、改善劳动条件、缩短炼胶周期和提高生产效率。

我国从1955年开始生产密炼机，现已基本形成系列，其中以75 L和250 L密炼机用量最多。我国生产的密炼机主要是转子相切型的椭圆形转子密炼机，目前正发展啮合型转子的密炼机。主要生产厂家有大连橡胶塑料机械厂、上海橡胶机械厂、益阳橡胶机械厂、常州第二轻工机械厂、四川乐山亚西机器厂、广州橡胶机械厂和天津橡胶机械厂等。

国外生产密炼机的主要厂家有美国的 Farrel Birmingham 公司、德国的 Werner & Pfleiderer公司、英国的 Francis Shaw公司等，这些厂家生产的密炼机在国际上享有很高的声誉，并将生产技术扩散到其它国家的有关橡机制造厂。

各种不同结构的密炼机都在不断改进与完善，其重点在于改进转子构型和机器结构，提高转子转速、压砣对胶料的压力、温控系统和自控系统的水平等。同时，为了改革间歇性的炼胶工艺，各国有关公司正在探索研究连续密炼机，尽管难度大，困难多，然而一直是研究发展的方向。

一、用途与分类

密炼机在橡胶工业中主要用于天然橡胶及其它高聚物弹性体的塑炼及橡胶与炭黑、硫黄及其它配合剂的混炼，以制备塑炼胶或混炼胶，也可用于其它工业对类似物料进行混炼与混合。

密炼机可以按不同分类原则进行分类。按机器工作方式分有间歇式密炼机和连续式密炼机；按密炼室结构分有整体翻转式、前后四块组合式和上下对开式三种。在后两种密炼机中又有密炼室壁钻孔与不钻孔及带夹套与不带夹套之分。

按转子的转速分有低速、中速、高速、双速和变速密炼机。以XM-250型密炼机为例，转子转速20r/min为低速，40r/min为中速，60r/min以上为高速。

按卸料方向分有侧面卸料和下面卸料的密炼机。按卸料门结构又有滑动式和摆动式（下落式）之分。

按压砣对被加工物料的压力大小分有低压、高压和变压等数种。

按传动装置的位置分有左传动和右传动密炼机。

按转子横截面几何形状分有三角形、圆筒形和椭圆形转子密炼机。而按两转子配合工作的方式分又有相切型转子和啮合型转子的密炼机。

本章重点叙述国内外广泛使用的椭圆形相切转子密炼机。

二、工 作 原 理

密炼机的工作方式如图1-3-1和图1-3-2所示，胶料与配合剂从加料斗加入密炼室，装料完毕将加料门关闭，压料装置的压砣压下，对物料进行加压。密炼室内两个转子以不同的速度相向回转，使被加工物料在转子间隙中、转子与密炼室壁的间隙中，以及转子与压砣和卸料门的间隙中受到不断变化的剪切、撕拉、搅拌、折卷和摩擦等强烈捏炼作用，使胶料温度升高，产生氧化断链，增加可塑度，或使配料分散均匀，从而达到塑炼或混炼的目的。胶料炼好后，卸料门打开，胶料由密炼室的下部排料口排出。从橡胶和配合剂装入密炼室到炼胶结束排出胶料，这一段时间称炼胶周期。

物料在密炼室中受到下列几种作用，参见工作原理示意图（图1-3-3）。

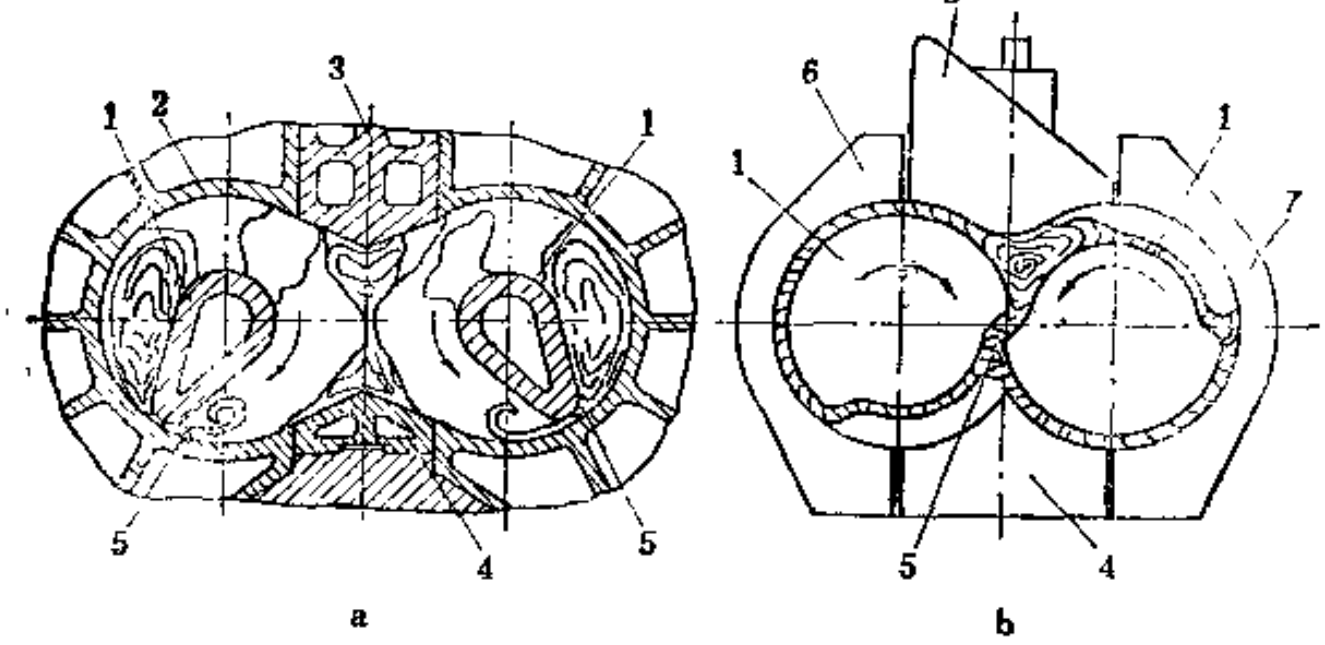


图 1-3-1 物料在密炼机中的加工示意图

a—椭圆形转子密炼机； b—两筒形转子密炼机

1—转子；2—密炼室壁；3—压砣；4—卸料门；5—物料加工区；6、7—密炼室的后半部和前半部

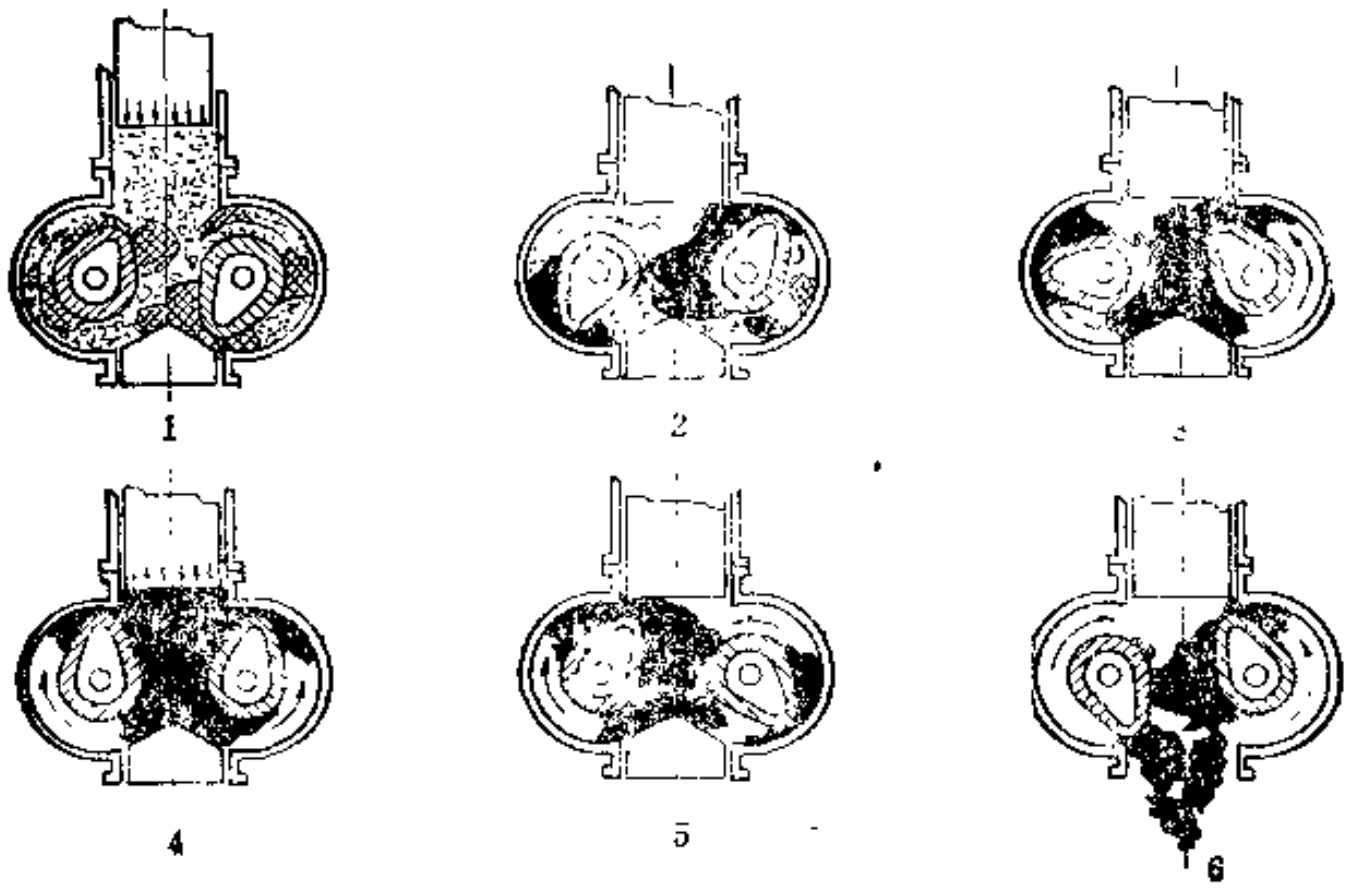


图 1-3-2 椭圆形转子密炼机混炼示意图

1—压砣下压；2—混炼开始；3—配合剂混在橡胶内；4—压砣上提；5—混炼结束；6—卸料

1．转子棱峰与密炼室壁内表面之间的捏炼作用

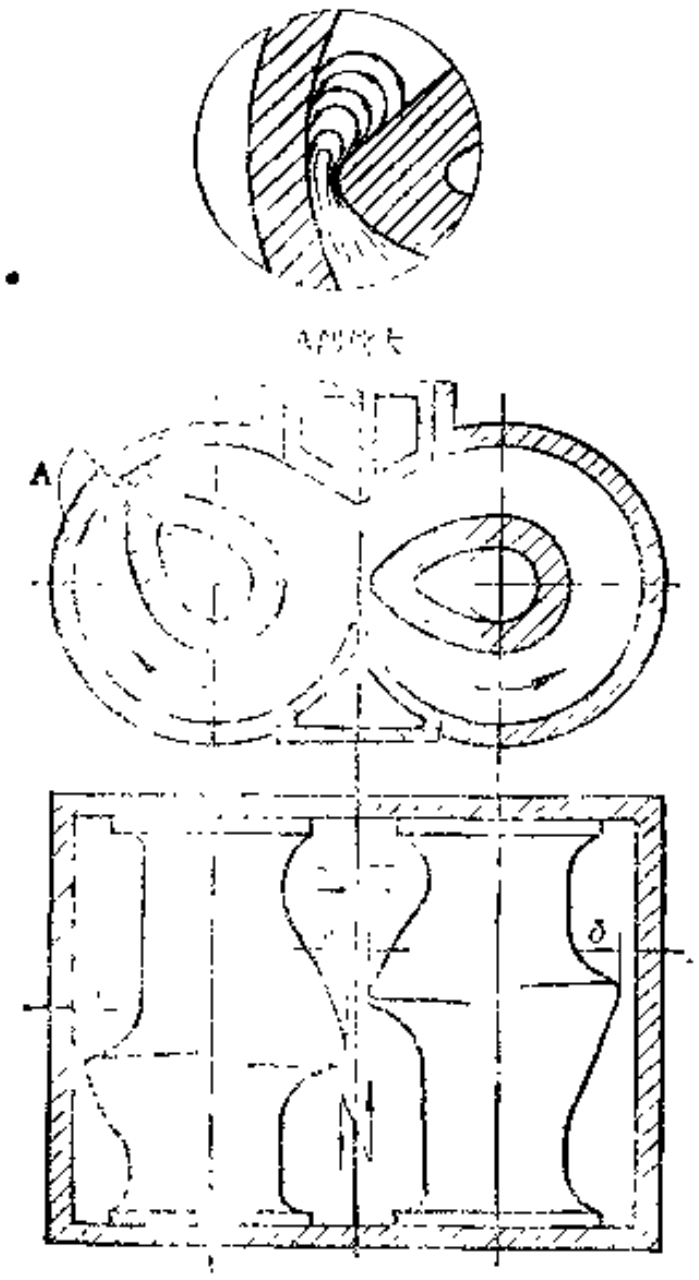


图 1-3-3　工作原理示意图

转子外表面与密炼室内表面之间的间隙是随转子的转动而变化的。例如，XM-250/20密炼机，其间隙在2.5～120mm范围内变化，最小值是在棱峰与密炼室壁内表面之间，如图1-3-3的A部放大图所示。当物料通过最小间隙时便受到强烈的撕裂剪切和挤压作用（与开炼机相似），其原因一是速度梯度较大，二是由于转子棱峰与密炼室内表面形成的投射角小，

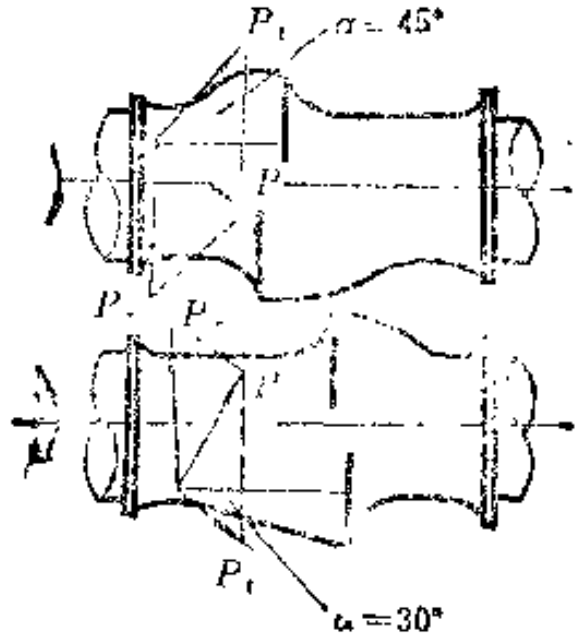


图 1-3-4　转子轴向作用力

胶料受到转子棱峰作用后，又继续受到转子其余表面的作用。

2．转子棱间的搅拌作用

物料从加料口加入密炼室后，首先落到两个相对回转的转子上部，在压砣的加压下进入两个转子的间隙中。由于两个转子具有一定速比（一般为1:1.1～1:1.19），使物料受到一定的剪切作用，然后又由卸料门顶部将物料分开，进入转子与密炼室壁的间隙中，在此处又经剪切捏炼后，被分开的两股物料又相会于两个转子的上部，然后再进入两个转子间隙中，如此重复，直至达到预定的塑炼或混炼要求。

此外，由于密炼室内两个转子的转速不同，因此两个转子棱峰的相对位置也在不断发生变化而导致两个转子之间的胶料密度的不断变化，结果使胶料的相对位置也发生变化，受到充分的搅拌作用。

3．两个转子间的折卷作用

这种作用指一侧转子前面部分的物料被挤压到对面的密炼室内，经与另一侧转子前面的物料一并捏炼之后，其中一部分胶料又被拉回，这恰似用两台相邻的开炼机连续薄通炼胶时的情况。

4．转子轴向的往返切割作用

胶料不仅围绕转子运动，而且由于转子上的螺旋棱对物料产生轴向推移作用，使物料沿转子作轴向移动，如图1-3-3所示。

转子的轴向作用力如图1-3-4所示，由于转子转动，转子螺旋棱表面产生一个垂直作用

力 P，P力分解成圆周力P_c和轴向力P_t两个分力：

$$P_c=P\cdot\frac{1}{\cos\alpha},\quad P_t=P\cdot\mathrm{tg}\alpha$$

圆周力P_c使胶料绕转子轴线转动，轴向力P_t使胶料沿转子轴线方向移动。

胶料轴向移动的必要条件是轴向力P_t大于或等于摩擦力P_f，即

$$P_t\geqslant P_f;\quad P_f=P\cdot\mathrm{tg}\varphi$$

或

$$P\cdot\mathrm{tg}\alpha\geqslant P\cdot\mathrm{tg}\varphi$$

所以

$$\alpha\geqslant\varphi$$

胶料与转子金属表面的摩擦角$\varphi=37\sim38°$，这样可以知道胶料在转子表面上的运动情况是：胶料在转子长螺旋棱段，因 $\alpha=30°$，所以 $\alpha<\varphi$，即$P_t<P_f$，胶料不会产生轴向移动，胶料在短螺旋棱段，因 $\alpha=45°$，所以 $\alpha>\varphi$，即$P_t>P_f$，因此胶料产生轴向移动。

5．转子与卸料门的搅拌作用

卸料门将胶料分开，使之进入转子与密炼室壁的间隙中，捏炼后，两股胶料相会于两个转子的顶部，然后进入两个转子的间隙中，如此重复循环进行。

三、基本结构与传动形式

（一）基本结构

目前三角形、圆筒形和椭圆形三种构型的转子的密炼机均属间歇式密炼机，它们都是由底座、密炼室、转子、传动装置、加热与冷却装置以及电气和温度控制系统组成。但由于密炼机的型号、规格、用途和生产厂家不同，具体结构差异较大。

如前所述，现有结构密炼机的主要区别是转子的构型。以下就椭圆形转子、三角形转子和圆筒形转子的密炼机的基本结构进行概略介绍。

1．椭圆形转子密炼机

这种密炼机根据结构又可分为传统结构密炼机、改进结构密炼机和翻转式密炼机三种。

（1）传统结构密炼机　图1-3-5所示为XM-75/35×70型传统结构密炼机，电机1通过弹性联轴器、减速器2、万向联轴器3驱动两个转子8，在密炼室内以不同速度相向旋转。由压料装置将胶料压下，压铊将密炼室的进料口封闭，并对胶料加压。

密炼室由前壁、后壁与左右侧壁四部分组成，安装在底座上。密炼室前后壁用钢板焊接而成，呈夹套式结构，中间可通水冷却。两边侧壁各装有一对滑动轴承（铜轴衬或填充MC尼龙轴衬），以支承两个转子。

转子的工作部分有两个螺旋棱，一个长棱，一个短棱，横截面呈椭圆形，转子棱峰及棱峰两侧堆焊硬质合金，坚硬耐磨。转子工作部分两侧端面与密炼室侧壁接触处，装有接触式端面密封装置，以防止物料漏出。在转子的非传动一端装有调整与固定装置，以调节和固定转子的轴向位置，并承受轴向力。

压料装置5和加料斗6安装在密炼室的上部。压料装置由气缸和压铊组成，并用压缩空气操纵压铊升降。压铊对物料压力的大小由气压系统控制。

卸料装置位于密炼室的下部，它由气缸、活塞与卸料门组成，是一种滑动式卸料装置。卸料门在底座轨道上滑动，将密炼室的卸料口打开或关闭。卸料门与物料接触之圆弧面堆焊

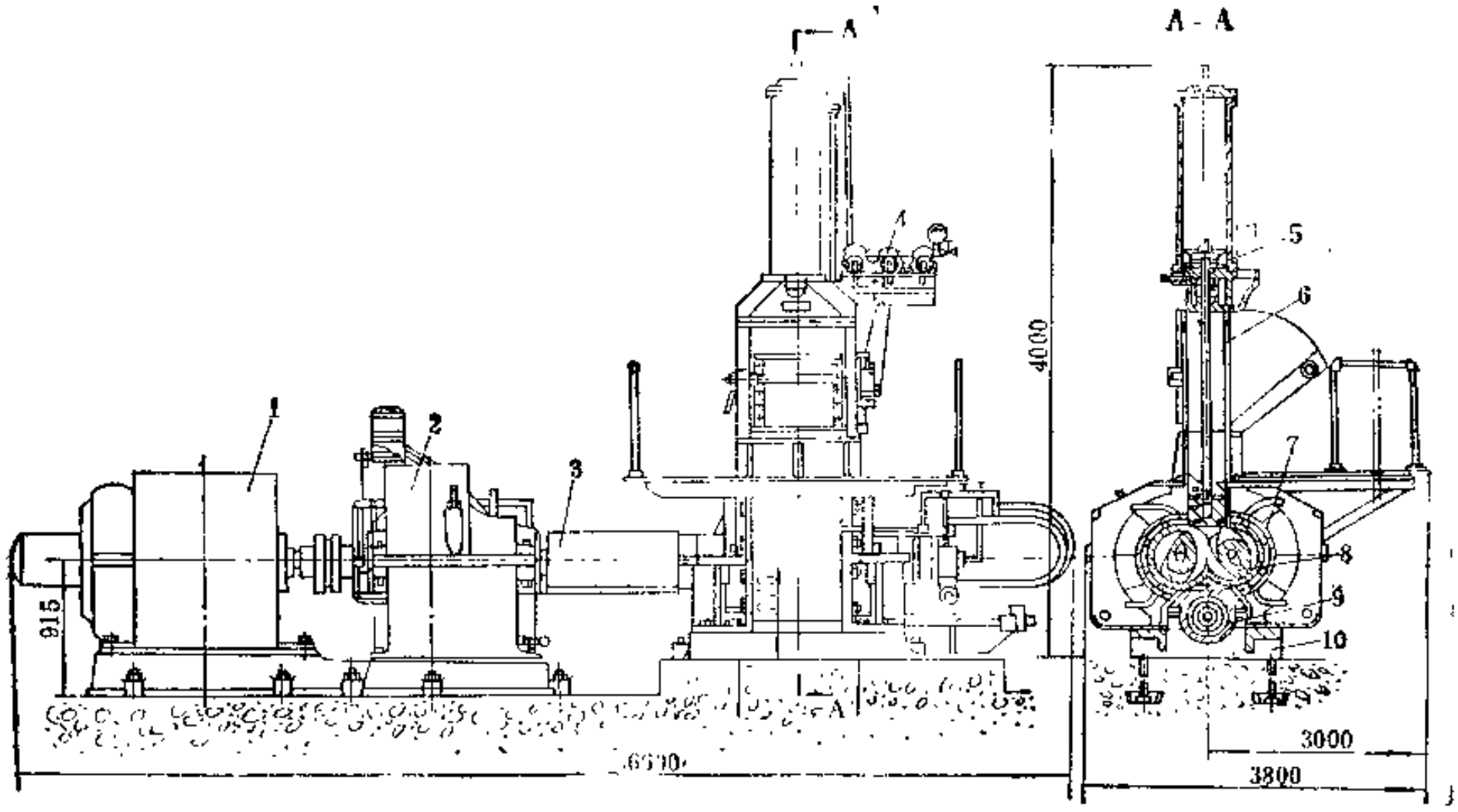


图 1-3-5　XM-75/35×70型密炼机

1—电机；2—减速器；3—万向联轴器；4—操纵装置；5—压料装置；6—加料斗；7—密炼室；8—转子；9—卸料装置；10—底座

硬质合金，硬度高，耐磨。卸料门内腔可通水冷却，以控制和调节物料温度。

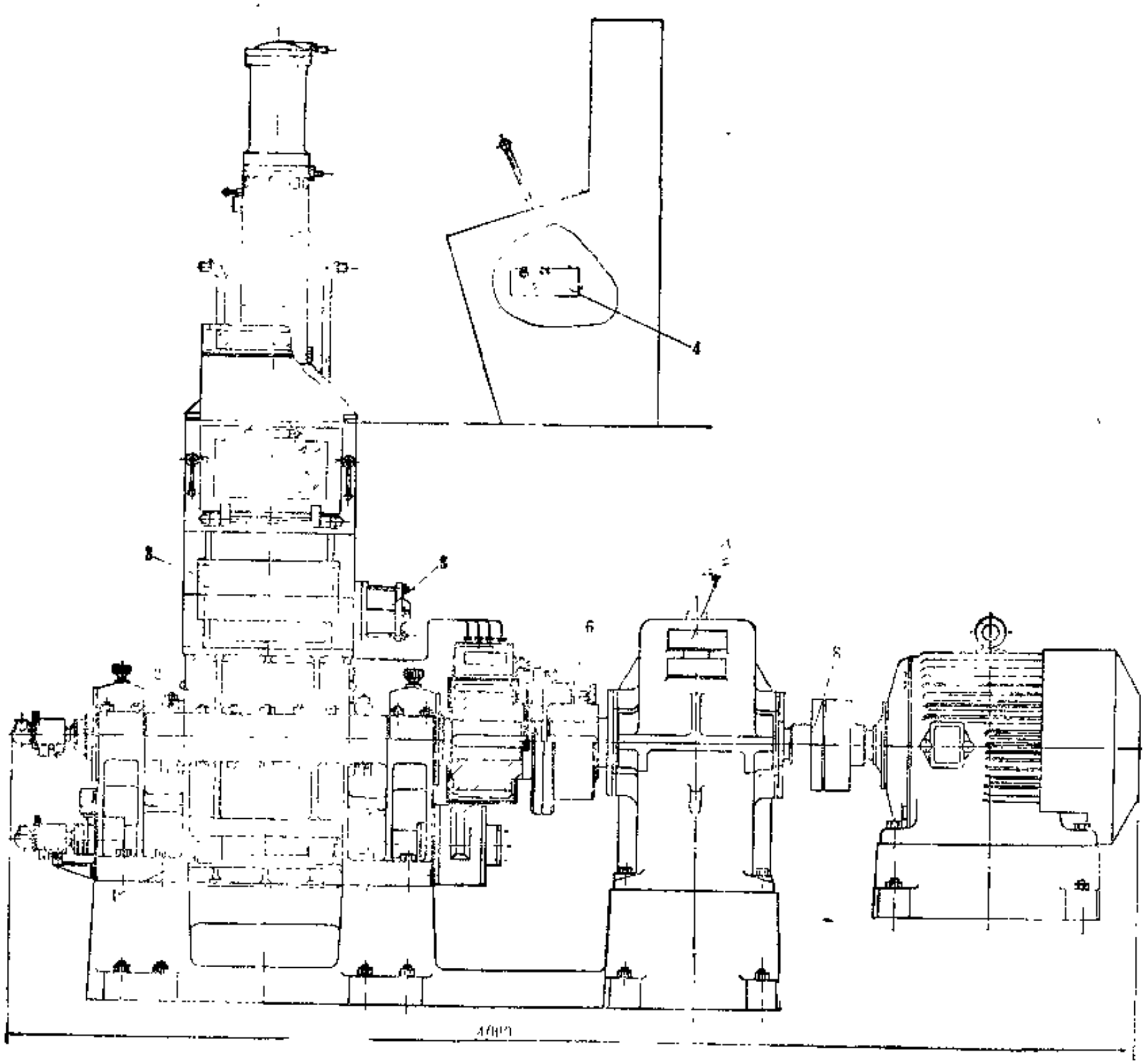
减速器为单传动双出轴封闭式（组合式），减速箱内设有两对人字形硬齿面齿轮和一对速比齿轮，并进行集中润滑，改善使用条件。

电机为封闭式，有两种转速，耐高峰负荷，可正反转。

图1-3-6所示为XM-50/42型密炼机，机体采用上、下对开结构，内装密炼室上、下壁，拆装方便。上、下壁为夹套结构，可通水冷却或通蒸汽加热。加料门、压料装置和卸料门均用液压控制。卸料门为下落式结构。

图 1-3-7 所示为XM-250/20×40型密炼机，由双速电机通过减速器1、齿轮联轴器2和速比齿轮3带动两个转子相向回转。转子轴颈采用反螺旋与迷宫两道密封。轴承为双列圆柱滚子轴承。密炼室与卸料门为铸钢件，与物料接触之工作表面均堆焊耐磨合金。密炼室喷水冷却。减速器由稀油站统一供油润滑。

（2）改进结构密炼机　国际上生产密炼机的主要厂家如美国Farrel公司和德国WP公司，自70年代以来，对传统结构的密炼机作了较大的改进，重新制订了产品系列，重新设计了机器结构，使密炼机的性能大大提高了一步。根据Farrel公司技术制造的密炼机称F系列密炼机，根据WP公司技术制造的密炼机称GK系列密炼机。F系列密炼机的典型结构如图1-3-8所示。前、后密炼室壁（正面壁13）和侧面壁14（两边支架）用锁紧键12紧固，并用螺栓联接，拆卸容易，装配容易。密炼室周边钻孔，冷却水沿密炼室钻孔高速循环，大大改善了冷却效果。



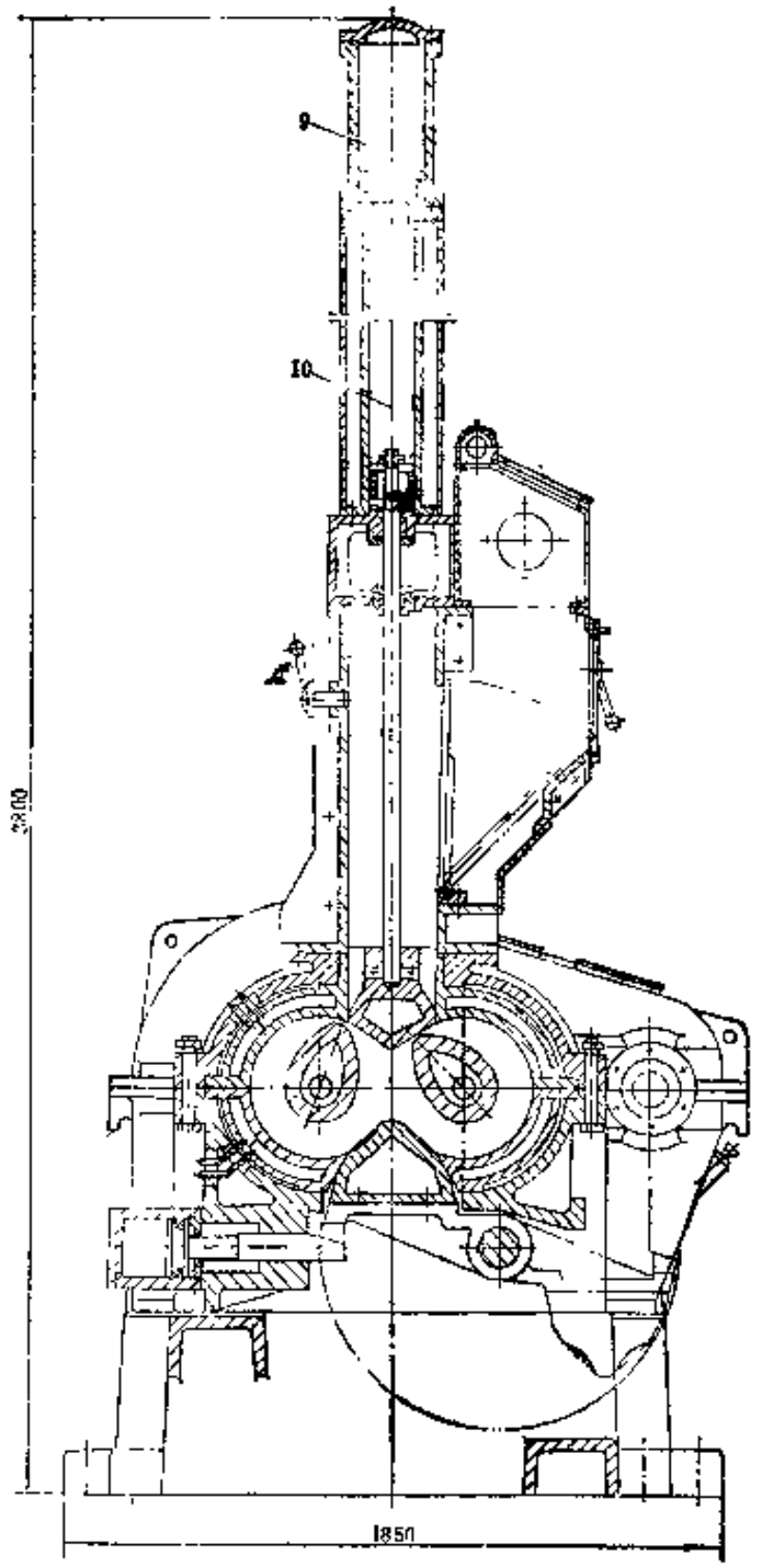


图 1-3-6　XM-50/42型密炼机

1—卸料门；2—密炼室；3—加料装置；4—控制柜；5—加料门油缸；6—齿轮联轴器；7—减速器；
8—弹性联轴器；9—氮气缸；10—油缸

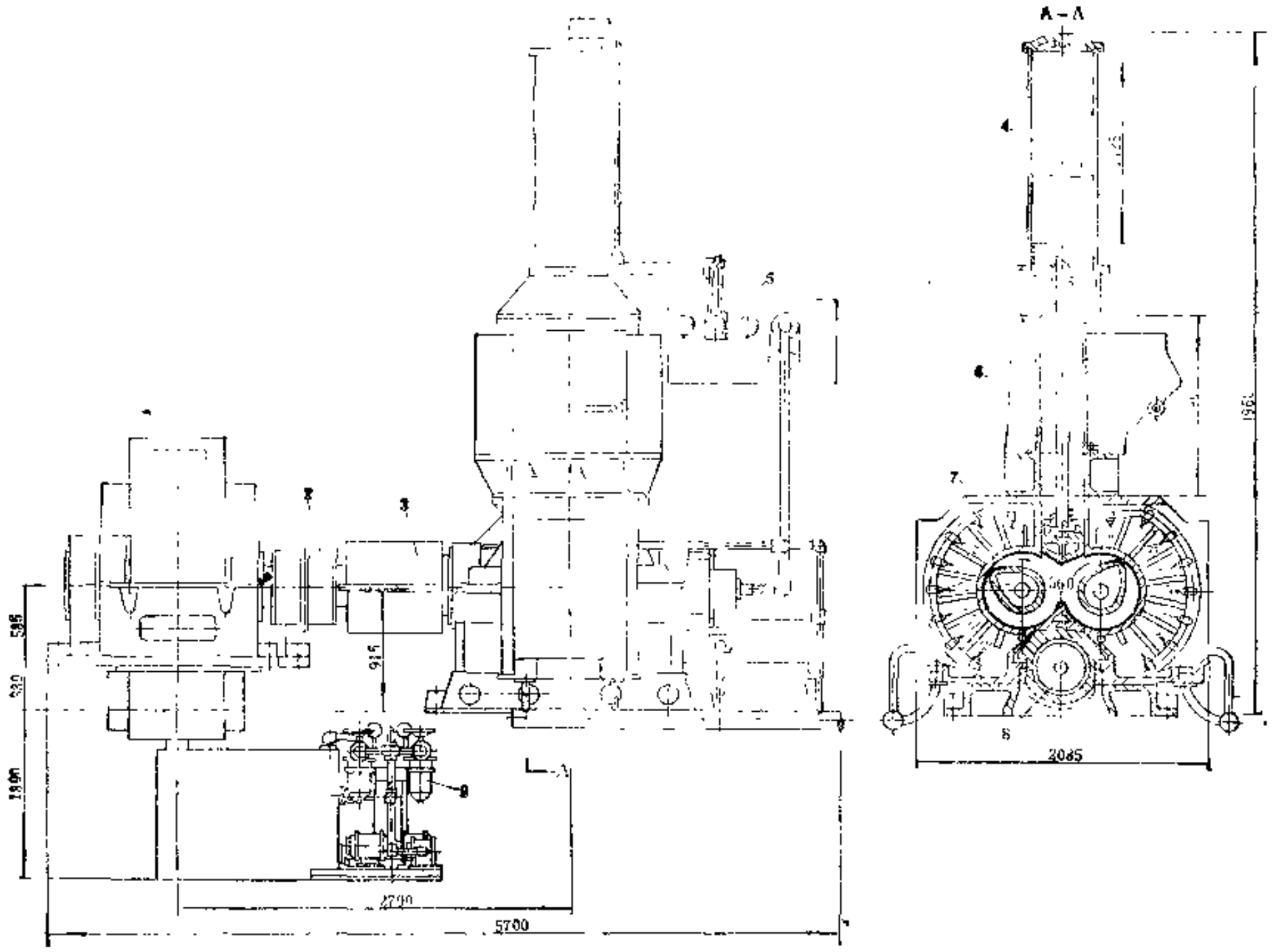


图 1-3-7　XM-250/40×20型双速密炼机

1—减速器；2—齿轮联轴器；3—速比齿轮；4—压料装置；5—操纵机构；6—加料斗；7—密炼室；8—卸料装置；9—润滑油站

两边侧面壁的内侧具有硬化处理过的耐磨衬板。密炼室内表面、卸料门等凡与物料接触之工作表面均作硬化处理，表面耐磨，可延长使用寿命。

转子有两棱和四棱两种，可按需选用。

转子轴承采用内孔带锥度的调心滚柱轴承，可承受轴向与径向载荷。它与滑动轴承结构相比较，减少了轴向调距与固定机构，使用寿命长，降低能耗。轴颈采用液压式自动密封装置（即FYH型密封装置），可根据密炼室内压力大小调节密封装置的比压，使转子轴颈密封良好，避免漏料和污染环境。

压料装置气缸直径加大，如XM-270/40型密炼机，气缸直径达500mm，加于物料的单位压力可达0.45MPa，可缩短炼胶周期。气缸设有缓冲装置与消音器，工作时噪音低于80dB(A)。压料装置气缸还具有压力调节的功能，当主传动电机的电流过高时，气缸就排气，压砣浮动，以防主电机过载。

这类密炼机采用封闭式加热、冷却方式，温度可自动控制，加热、冷却介质可循环使用。密炼室、转子和卸料门的温度分别控制，以使炼胶温度得到良好的控制。

密炼机具有两种操作方式，可手动或自动。设有可变程序控制器，使用方便，运行可靠。进行自动操作时，根据炼胶工艺要求，设定各步工作时间，按时间方式进行自动控制（即时控），或根据胶料所消耗的炼胶能量，利用自动功率积分仪进行自动控制（即能控），

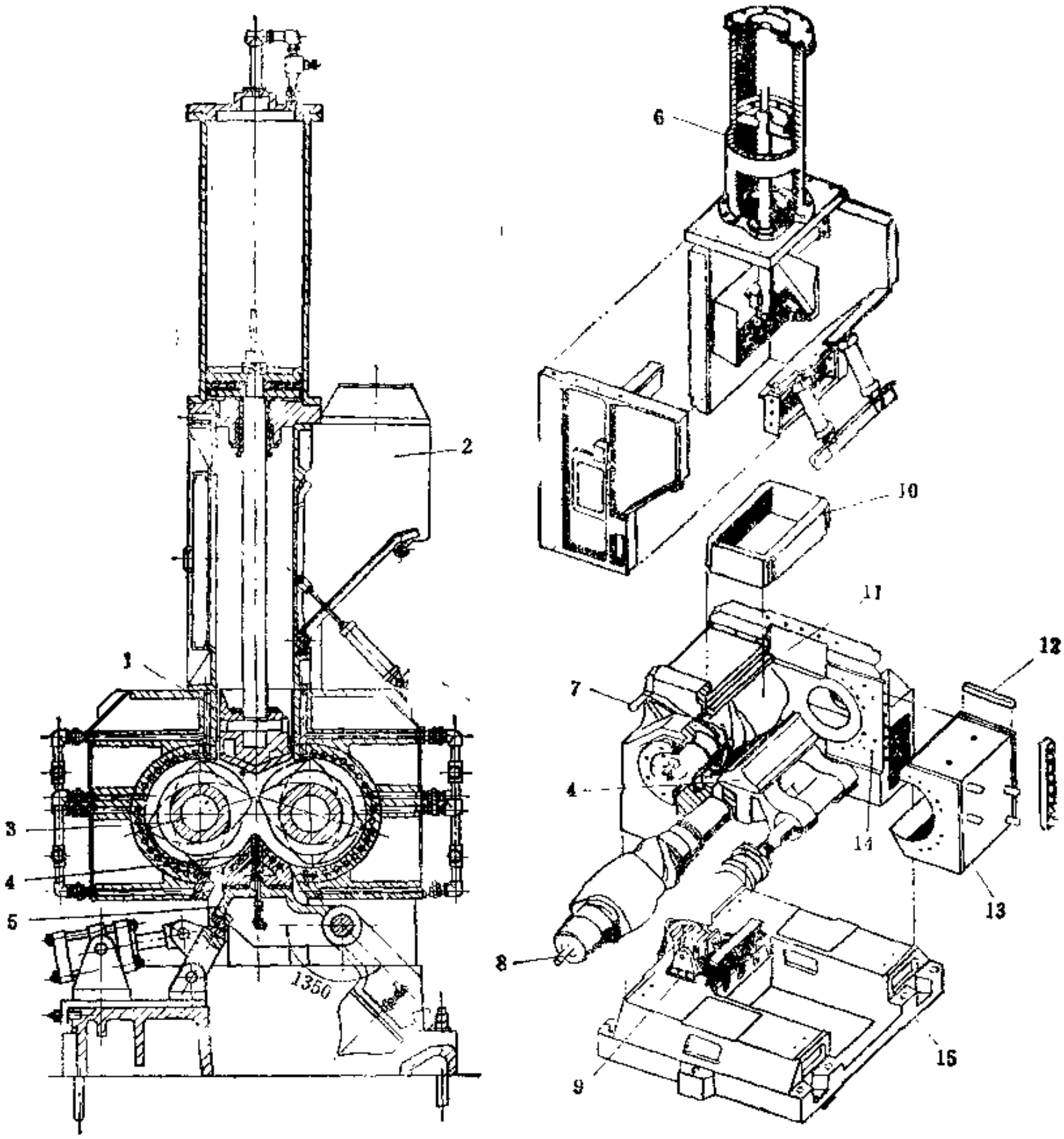


图 1-3-8　F系列密炼机的典型结构

1—压砣；2—加料口；3—转子；4—卸料门；5—卸料门座；6—气缸；7—液压密封装置；8—水管；9—卸料门锁紧机构；10—可换耐磨衬板；11—贮料口；12—锁紧键；13—正面壁；14—侧面壁；15—机座

或根据炼胶温度达到工艺极限值时进行自动控制（即温控），三者可互补监控，以确保炼胶质量。

（3）翻斗式密炼机　这是一种在椭圆形转子密炼机的基础上发展起来的密炼室可以向操作者方向翻转卸料的密炼机，目前有两种结构形式，一种是密炼室可以翻转140°，如图1-3-9所示，另一种是密炼室可以翻转110°，如图1-3-10所示。翻斗式密炼机的基本结构与上述密炼机相似，同样由密炼室、转子、压料装置、机架、底座和加热冷却系统等组成，但没有卸料装置及其卸料门，卸料时，压砣上提，密炼室通过其翻转传动装置向外翻转 140° 或

110°，将炼好的胶料从密炼室卸入接料斗或接料输送带上运走。密炼室翻转传动装置可用蜗轮蜗杆或螺杆螺母。采用蜗轮蜗杆时可翻转140°，采用螺杆螺母时翻转110°。密炼室以前转子轴为中心进行转动而翻转。

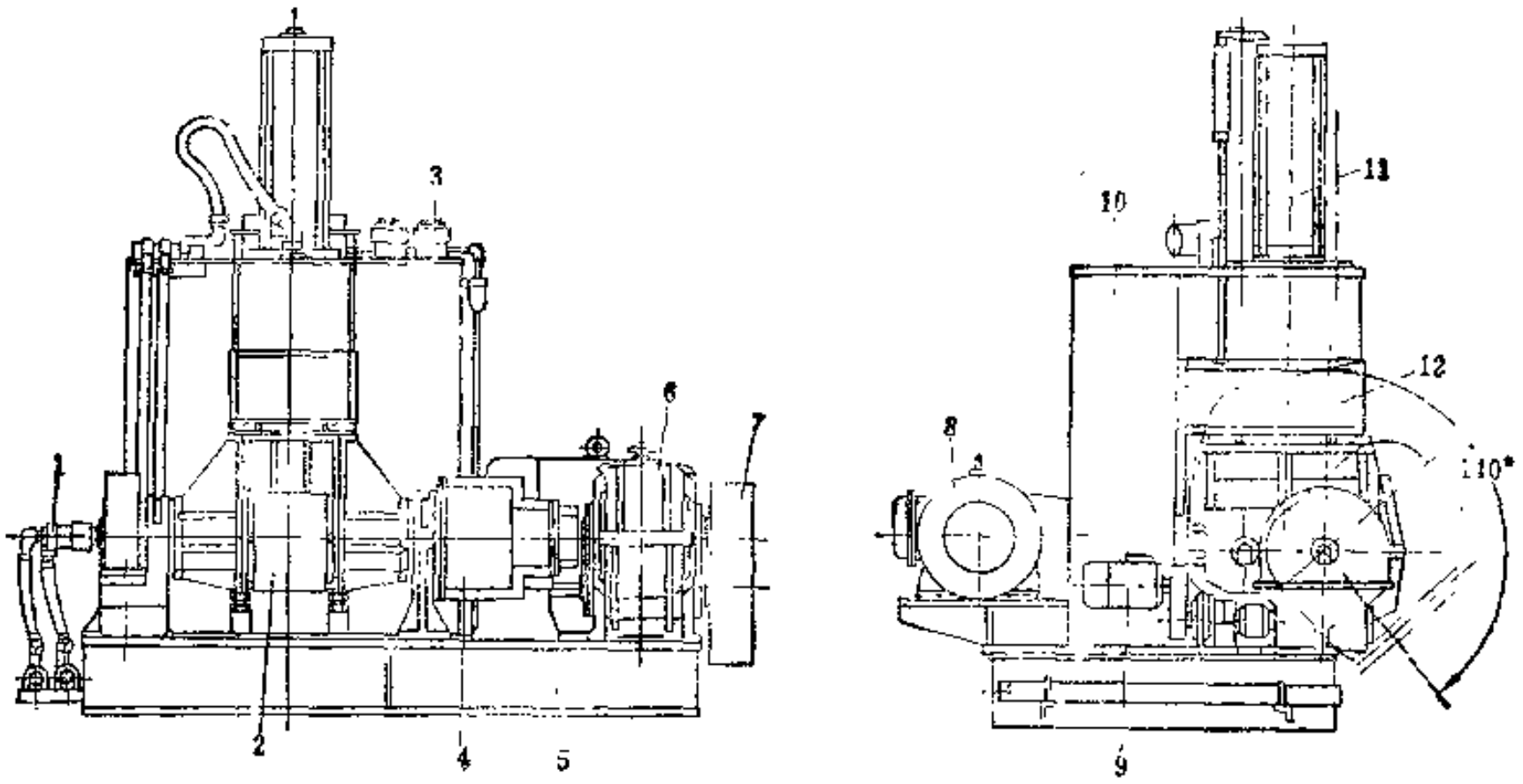


图 1-3-9　X(S)N-55/30翻斗式密炼机

1—加热冷却系统；2—密炼室；3—气控系统；4—速比齿轮；5—底座；6—减速器；7—皮带传动装置；8—主传动电机；9—密炼室翻转装置；10—机架；11—压料装置；12—防尘装置

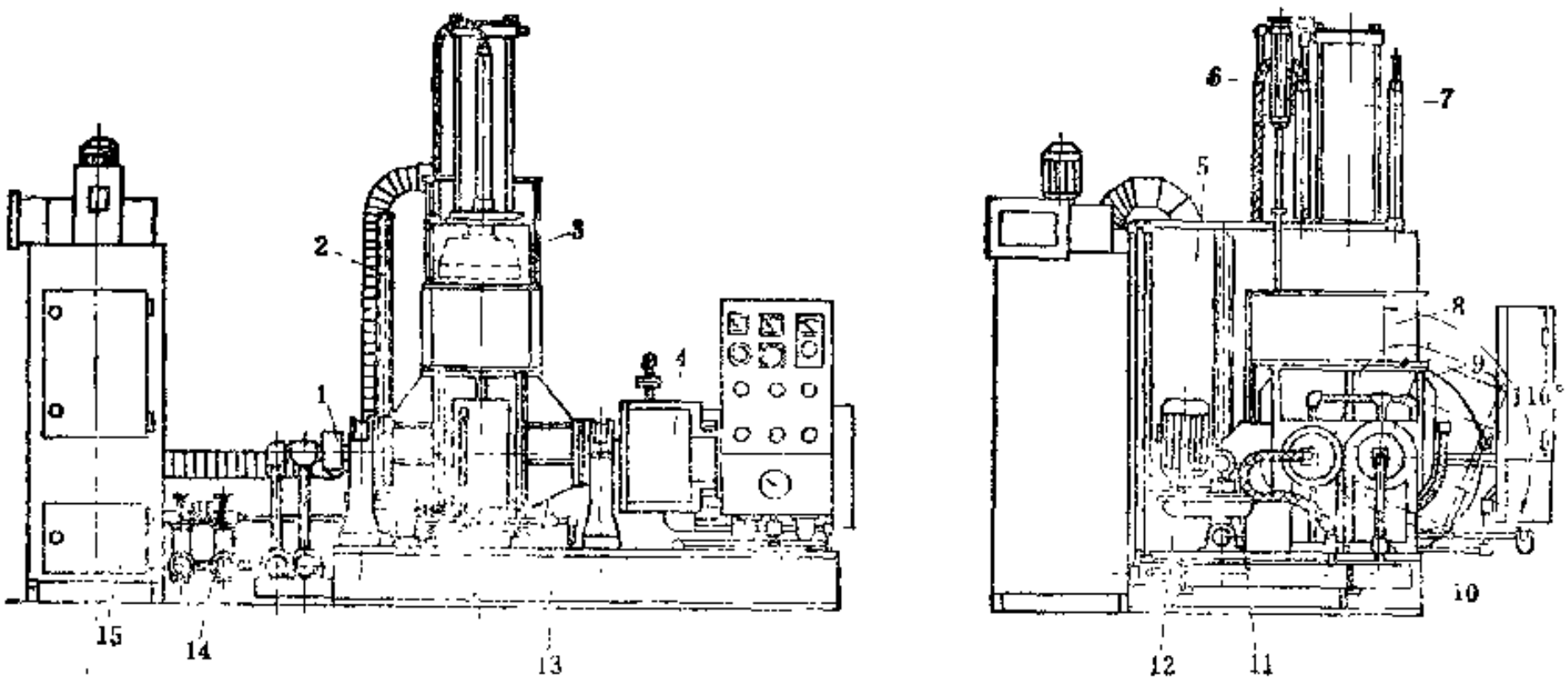


图 1-3-10　X(S)MF-35翻斗式密炼机

1—加热冷却系统；2—传动螺杆；3—压砣；4—速比齿轮；5—机架；6—小气缸；7—大气缸；8—防尘罩；9—密炼室；10—减速器；11—密炼室翻转齿轮箱；12—电机；13—底座；14—气动切断阀；15—除尘箱

密炼室为夹套式焊接结构，转子为中空结构，两者均可通入加热冷却介质进行温控。密炼室壁内表面镀硬铬，底部装有测温热电偶。转子轴颈采用酚醛层压环与合金圈接触式密封装置，工作过程中需要润滑油润滑。转子轴颈密封处设有吸尘装置（布袋式吸尘器），以确

保环境卫生与节约原材料。

两种型式的机器均可进行手控或自控，并设有过载保护装置。X(S)N-55/30型的翻斗式密炼机可从两个方向加料，既可从前面加料，也可从后面加料，如图1-3-11所示。

翻斗式密炼机可就地安装，安装使用比较方便。

2．三角形转子密炼机

这种密炼机的转子的横截面是三角形，适用于加工少量对温升特别敏感的橡胶或塑料。机器的基本结构如图1-3-12所示，密炼室内的两个转子呈上、下排列，上转子对下转子稍有

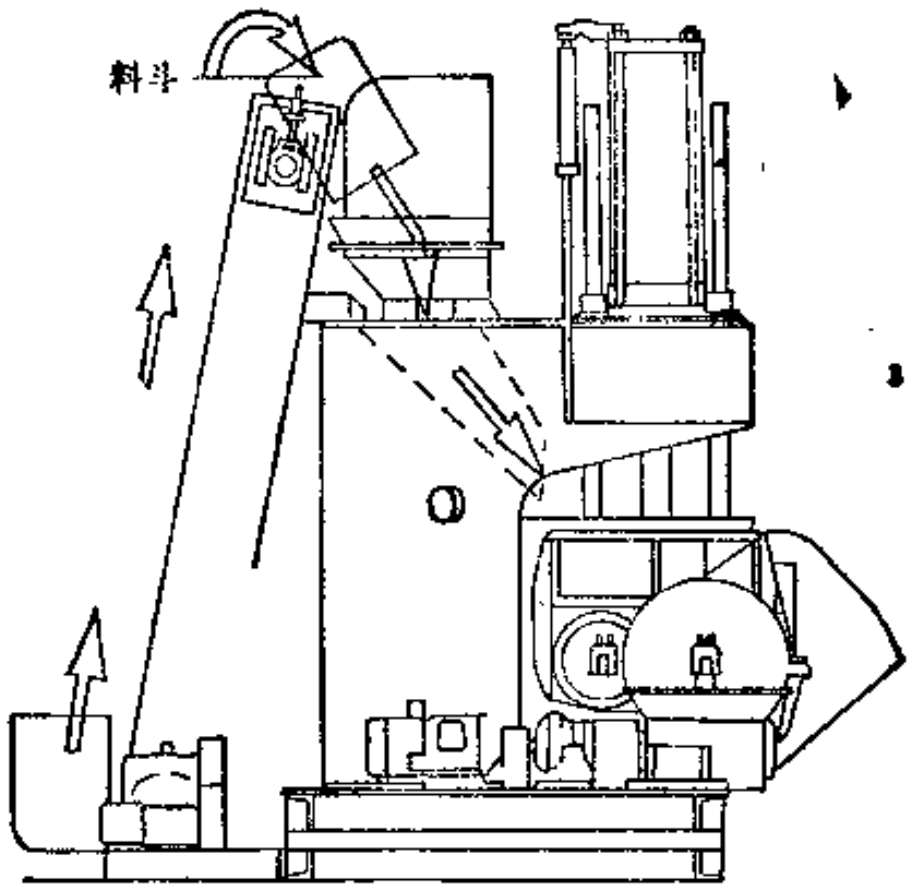


图 1-3-11　X(S)N-55/30型翻斗式密炼机加料形式

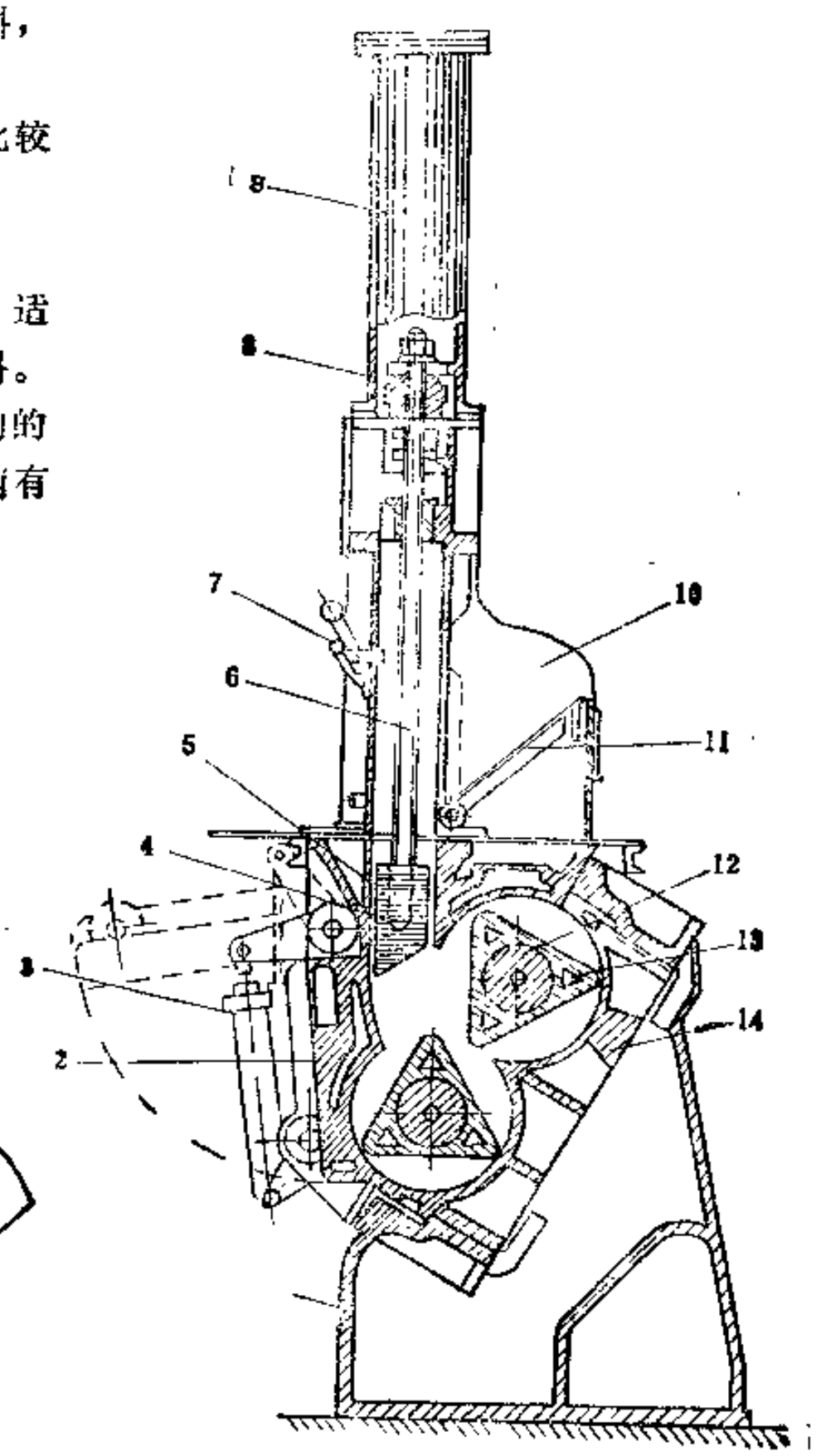


图 1-3-12　三角形转子密炼机

1—机架；2—翻转门；3—液压缸；4—压砣；5—颈部；6—活塞杆；7—定位器；8—活塞；9—气缸；10—加料斗；11—加料门；12—转子；13—冷却空腔；14—密炼室壁

偏斜。密炼室支承在机架1上，正面用翻转门2关闭，用液压缸3控制开关，并排料。压砣4对胶料的单位压力在0.2MPa以下。三角形转子12具有通冷却水用的空腔13，转子的支承为滑动轴承或滚动轴承。

这种密炼机的转子形状可消除轴向力。打开卸料门时，便可接近转子，清理密炼室方便，拆卸与维修容易。转子转速较低，炼胶时发热量少，冷却水消耗量也较少。

3．圆筒形转子密炼机

这是一种由英国Francis Shaw公司一直在生产和发展的K型密炼机，从K1到K10，有多种规格型号，最大容积为500 L。

这种密炼机的转子结构形状与其它密炼机不同，因此工作原理也不同。机器的基本结构如图1-3-13所示。

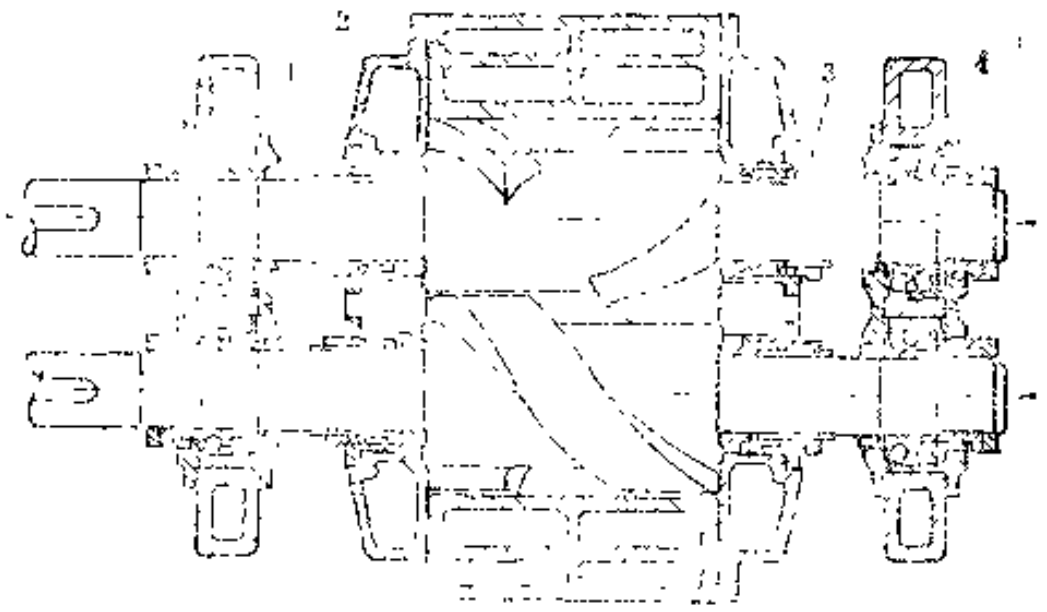


图 1-3-13 四筒形转子密炼机

1—转子；2—密炼室；3—密封装置；4—支承轴承

转子呈四筒形，表面有一个大螺旋棱和两个小螺旋棱，工作时两个转子的螺旋棱相啮合，即一个转子的凸棱进入到另一个转子的凹槽，并形成3mm左右的间隙，物料在间隙中被塑炼或混炼。

工作时两转子以等速相向回转，但转子螺旋凸棱表面和另一转子螺旋凹槽底部的圆周速度不等，构成类似于开炼机的速比。因此，炼胶原理在一定程度上和开炼机相似。此外，螺旋棱还使被加工物料沿转子轴向移动，即使密炼室两边的物料向中心移动，促使混炼或塑炼均匀。

转子工作部分用合金钢铸成，再以压配合组装在锻钢轴上。凸棱表面进行热处理，以使耐磨。

物料的加工主要是在两个转子的间隙中进行，因此对密炼室的磨损很小。

这种密炼机的密炼室、压料装置、卸料装置和其它部件的结构与其它形式的密炼机相似。

（二）传动形式

传动装置是密炼机主要组成部件之一，传动装置的重量在密炼机中占有较大比重。传动形式的选择关系到密炼机水平的提高。传动形式一般有如下几种。

1．齿大驱动齿轮的传动形式

如图1-3-14所示，属开式齿轮传动，结构松散，寿命较短。这种传动形式中有一个转子较长，并且有三个支点，安装找正较事，占地面积大。但这种形式结构简单，制造方便。另外，大驱动齿轮具有贮能作用，便于克服加料时的尖峰负荷。

2．半封闭式齿轮传动形式

如图1-3-15所示，与上一种比较，速比齿轮仅一在转子轴头上，只有驱动齿轮设在减速器内，安装较为便，结构尚紧凑，但减速器的速比增大，因而其尺寸也相应增大。

为了减轻传动装置的重量，近年来又设计制造了大功率的渐开线行星齿轮减速器，传动形式如图1-3-16所示。

3．双电机传动形式

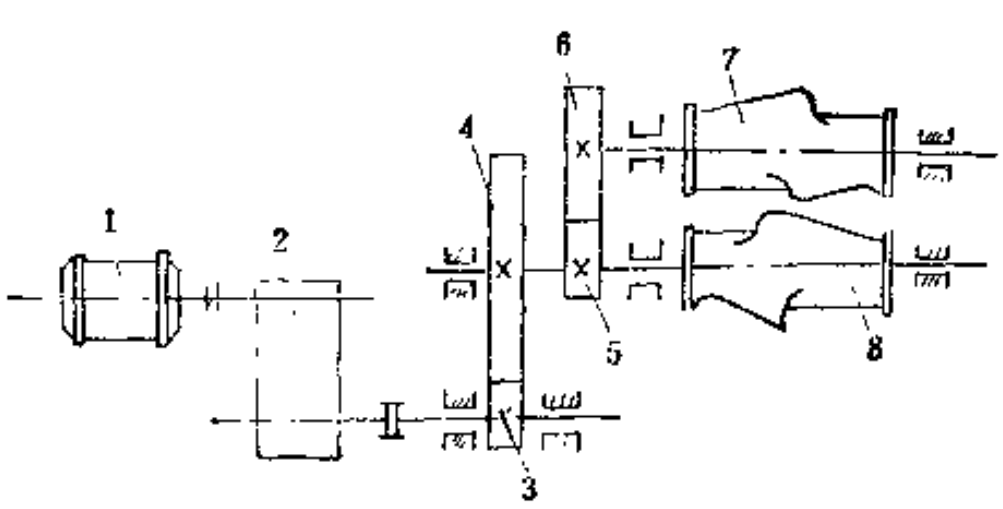


图 1-3-14　带大驱动齿轮的传动形式

1—电机；2—减速器；3—小驱动齿轮；4—大驱动齿轮；5、6—速比齿轮；7—从动转子；8—主动转子

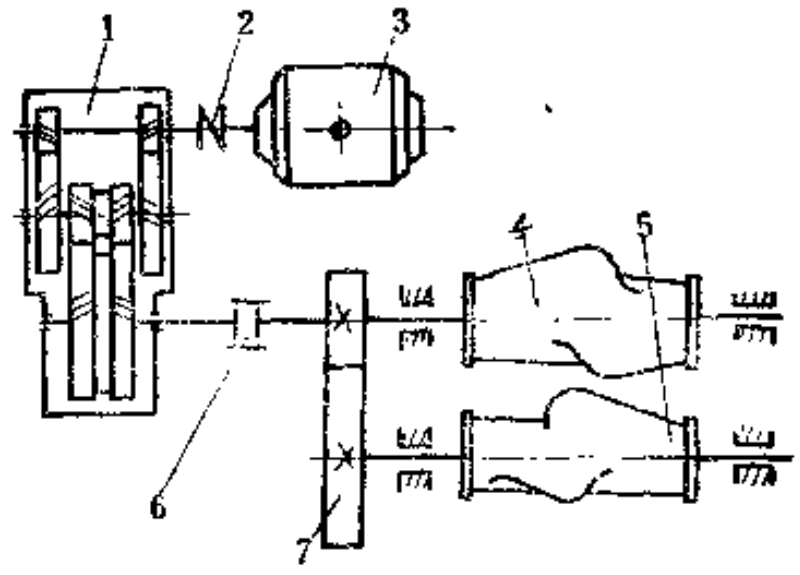


图 1-3-15　半封闭式齿轮传动形式

1—减速器；2—弹性联轴器；3—电机；4—主动转子；5—从动转子；6—齿轮联轴器；7—速比齿轮

这种传动形式如图1-3-17所示，所有传动齿轮、速比齿轮集中在减速箱内，构成组合式全封闭减速器，并集中润滑。这种组合式减速器改善了齿轮使用条件，并减轻了转子轴承的负荷，但减速器比较大且复杂。

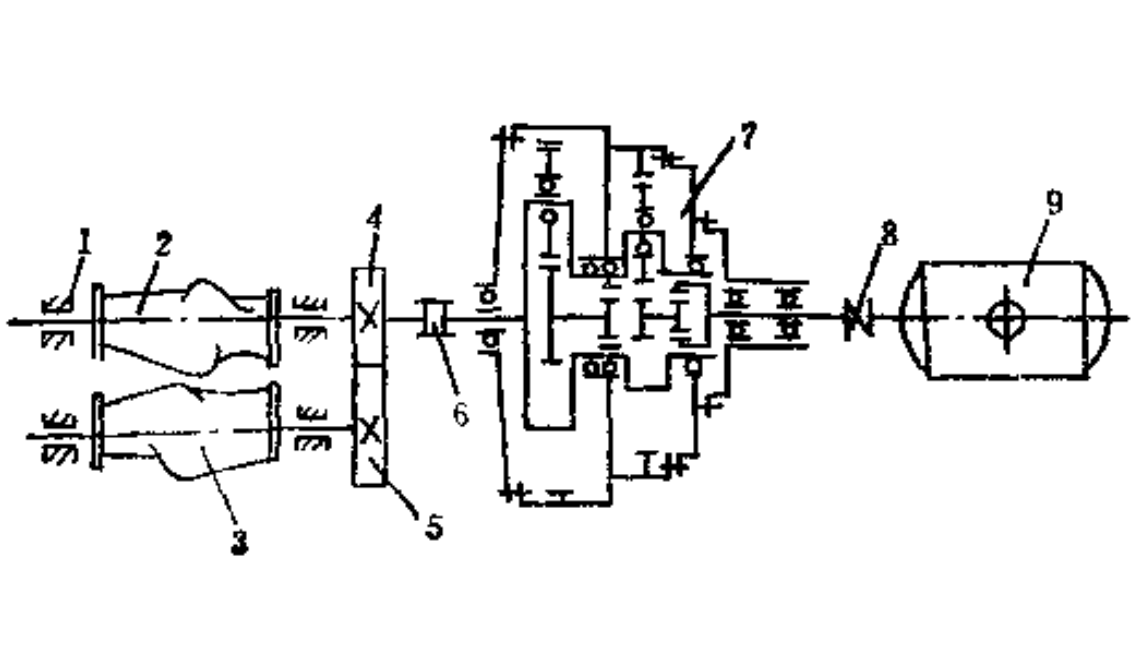


图 1-3-16　行星齿轮减速器传动形式

1—轴承；2—主动转子；3—从动转子；4、5—速比齿轮；6—齿轮联轴器；7—行星齿轮减速器；8—弹性联轴器；9—电机

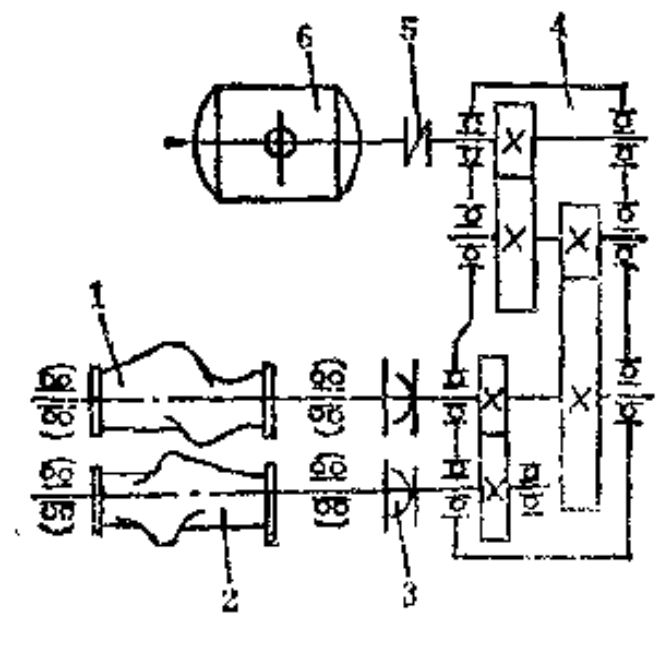


图 1-3-17　双出轴减速器传动形式

1—主动转子；2—从动转子；3—万向联轴器；4—组合式减速器；5—弹性联轴器；6—电机

目前，各国生产的密炼机大都采用这种减速器，具体结构如图1-3-18所示。

减速箱内所有齿轮为人字齿或斜齿，传动平稳，可传递较大负荷。第一根轴一般制成具有两对齿轮的齿轮轴，其中一对为备用。当第一对齿轮磨损后，可将齿轮轴调头使用，以延长减速器的使用寿命。

这种减速器已随着密炼机的系列化而形成系列。现将减速器中各齿轮法向模数与齿数列于表1-3-1，主要尺寸列于表1-3-2，尺寸代号见图1-3-19。

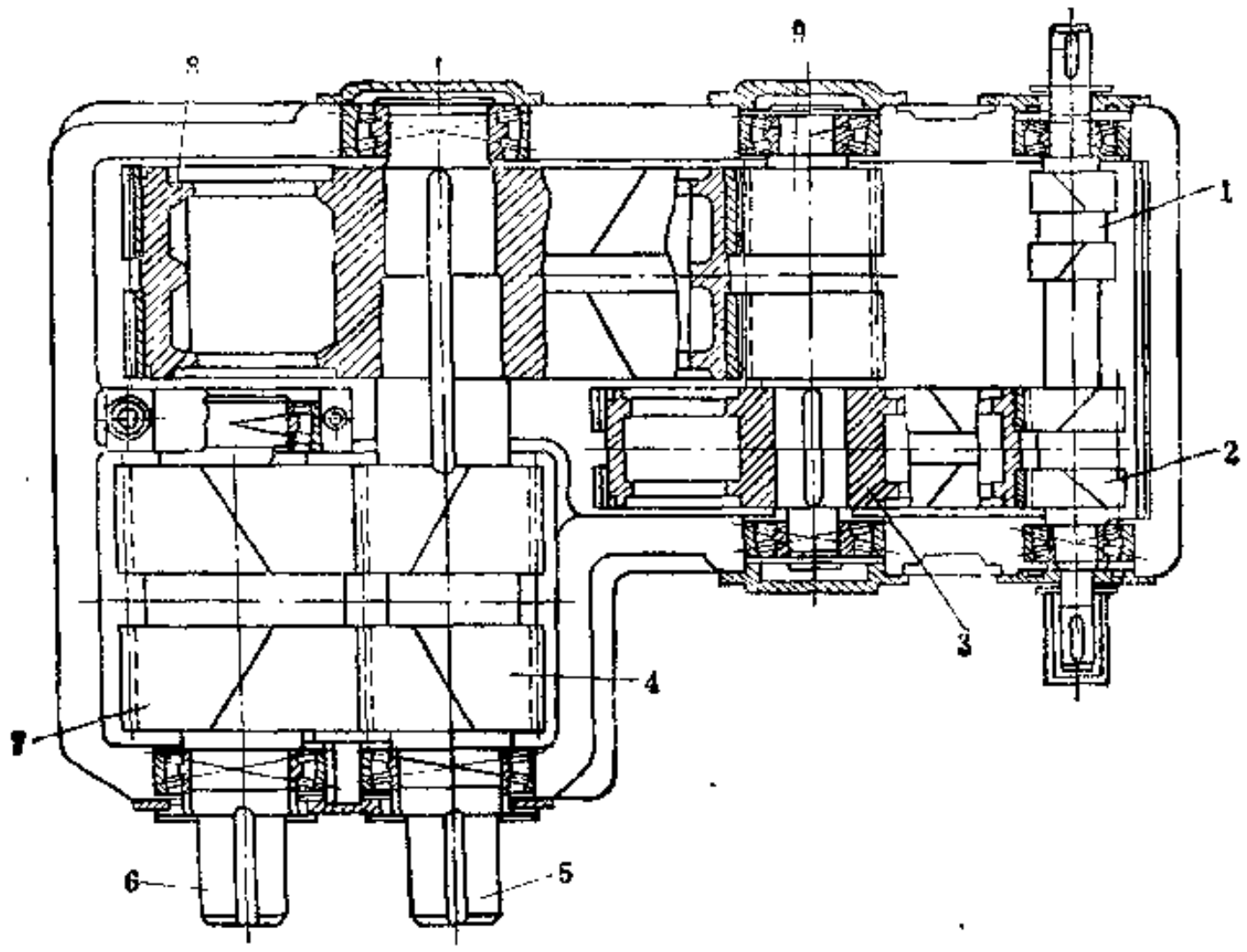


图 1-3-18　双出轴组合式减速器

1—备用齿轮；2—小齿轮；3—大齿轮；4、7—速比齿轮；5、6—出轴；8—大齿轮；9—小齿轮

表 1-3-1　组合减速器中齿轮齿数z与模数m_n（参见图1-3-18）

件号、齿数与模数 \ 机器型号		X(S)M-50	X(S)M-75	XM-160	XM-270
2	z	34	40	34	48
	m_n	4.5	4.5	6	8
3	z	142	158	97	155
	m_n	4.5	4.5	6	8
9	z	41	44	35	37
	m_n	7	7	8	12
8	z	128	154	103	144
	m_n	7	7	8	12
4	z	29	33	38	37
	m_n	10	10	12	14
7	z	34	38	44	43
	m_n	10	10	12	14

注：取自大连橡胶塑料机械厂资料。

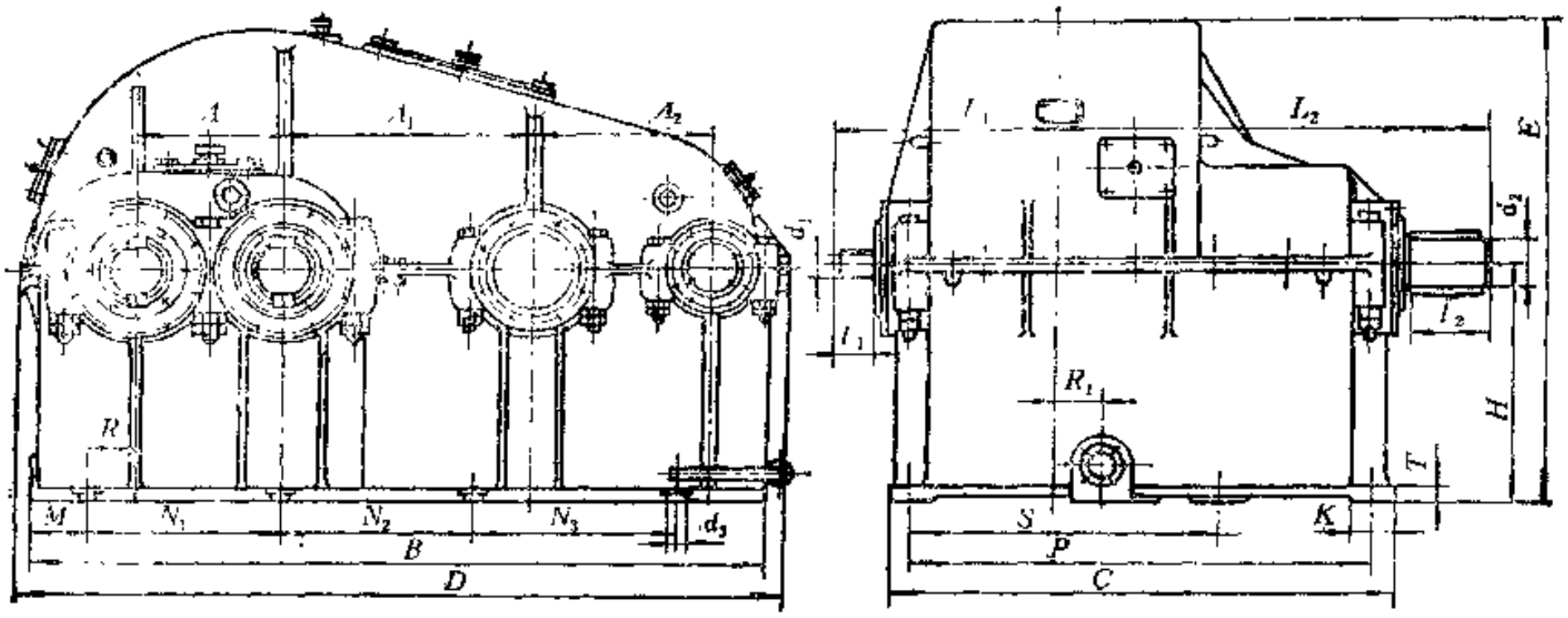


图 1-3-19 组合减速器外形

表 1-3-2 组合减速器基本尺寸（见图1-3-19） 单位：mm

尺寸代号 \ 型号	X(S)M-50/40	XM-75/40	XM-160/30	XM-270/20	PC-75	PCВЛ-250
A	225	360	500	730	370	560
A_1	600	700	800	1100	700	1000
A_2	400	450	560	570	450	700
B	1740	2030	2590	3094	1960	2860
C	940	1150	1350	1700	1150	1940
D	1886	2230	2770	3330	2070	2030
d_1	90	85	120	120	80	120
d_2	140	170	230	270	140	290
d_3	39	39	56	56	46	60
E	1250	1360	1580	2130	1350	1890
H	600	675	800	1050	870	1030
L_1	690	630	770	890	580	900
L_2	855	1005	1240	1555	1000	1640
l_1	160	200	200	200	130	185
l_2	230	280	330	375	210	300
重量，kg	3800	6000	11200	19800	4720	17050

注：XM系列密炼机系大连橡胶塑料机械厂资料，PC及PCВЛ密炼机系前苏联布尔什维克制造厂资料。

第二节 主要性能参数

密炼机的主要性能参数是密炼室总容积、转子转速、转子最大回转直径、转子工作部分长度、压铊对物料的单位压力、传动功率和生产能力等。

密炼机的规格型号，国内外一般以密炼室总容积为第一参数，转子转速为第二参数。

一、密炼室总容积

密炼室总容积为密炼室的容积减去密炼室中两个转子的体积。它是表示生产能力大小的

主要参数，一般按系列标准采用。工作容积（额定容积）是密炼机的总容积乘以填充系数φ。填充系数根据胶料品种、工艺配方、工艺方法和压砣压力的大小来选取，一般为0.55～0.75。

根据GB 9708—88的规定，密炼室总容积的标准系列为：1、1.5(1.7)、5、30、50、80(75)、160、190、270(250)、370L，其中括号内的系列为保留规格。

二、转子转速与速比

密炼机转子的速比通常为1∶1.15～1∶1.19，一般固定不变。

密炼机转子的转速正在不断提高。以XM-250型密炼机为例，以前普遍采用的是20r/min(低速)，现在已提高到40r/min及60r/min(高速)，甚至更高。转子的转速、炼胶时间和生产能力一般有一个大致的比例关系，如表1-3-3所示。胶料越软这个比例关系越近似。

表1-3-3 转子转速、炼胶时间与生产能力的比例关系

转子转速，r/min	炼胶时间，%	生产能力，%	转子转速，r/min	炼胶时间，%	生产能力，%
20	200	50	60	64	140
30	133	80	80	48	160
40	100	100			

转子转速的选择应视橡胶加工工艺的要求和实际使用条件而定。目前，270L密炼机的转子转速为20r/min时，一般主要用于一段混炼、二段混炼（混炼胶加硫黄），或者用于混炼特种胶料。

转子转速越高，炼胶时胶料发出的热量越多，胶温升高得越快，因此必须迅速散热，以免发生焦烧等现象。转子高转速炼胶时，必须强化冷却，增大冷却面积和提高水压与水的流速，加大冷却水的消耗量。

三、转子工作部分长度与最大回转直径

转子是密炼机的主要工作零件，其工作部分最大回转直径和长度是决定生产能力大小的主要参数之一。转子回转直径与长度的关系如下：

$$L=(1.4\sim1.75)D$$

式中 L——转子工作部分长度，mm；

D——转子工作部分最大回转直径，mm。

密炼机转子最大回转直径是根据密炼机的密炼室容积和同类机型的对比来确定的。有关密炼机的转子最大回转直径和长度、两转子棱峰间隙e及其与密炼室工作面间隙δ、转子工作部分端部与侧壁间隙"x"和"y"的值，详见表1-3-4。

四、压砣对胶料的压力

增大压砣对胶料的压力可加快炼胶的速度，缩短炼胶时间，增大生产能力。压力、炼胶时间和生产能力有大致比例关系，见表1-3-5。这个关系在混炼硬胶料时较近似。

试验证明，每一种胶料都有一个最适宜的压力范围，若超过此范围，也不会缩短炼胶周

表 1-3-4 转子回转直径与长度 单位：mm

参数名称 \ 型号		XM-4	XM-50	XM-75	XM-80	XM-160	XM-250	XM-270
回转直径D		136	320	352	432	492	554	563
长度L		199	477	607	547	806	806	826
与密炼室间隙δ		2	2.5	4	4	3	3	3.5
与密炼室侧壁间隙	传动端x		1	2	1	2.5	2.5	1.5
	非传动端y		2	1	2	1.5	1.5	2.5
两转子间隙e		4	5	8	8	5	5	7

期。因此，在密炼机的气路控制系统中最好装有压力调节阀，以适应不同胶料的加工要求。一般对胶料压力为0.2～0.4MPa。增大压铊对胶料的压力的方法，一般为增大压料装置气缸的直径。密炼机压料装置气缸直径如表1-3-6所示（供参考）。

表 1-3-5 压力、时间及生产能力的比例关系

压力特性 \ 项目	对胶料的压力，MPa	炼胶时间，%	生产能力，%
低　压	＜0.18	100	100
中　压	≤0.25	84	120
高　压	＜0.5	70	143

表 1-3-6 压料装置气缸直径

型　号	X(S)M-50	XM-75	XM-160	XM-250	XM-270
气缸直径，mm	200	280	450	410，200①	500

① 为老式密炼机。

五、生 产 能 力

密炼机属于间歇式生产设备，其生产能力Q是根据密炼机的密炼室工作容积（额定加料量）与炼胶周期来计算的，计算方法如下：

$$Q=60\frac{V\gamma}{t}\cdot\alpha \qquad (1\text{-}3\text{-}1)$$

式中 Q——生产能力，kg/h；

V——密炼机密炼室工作容积，$V=V_0\cdot\varphi$，L；

V_0——密炼室总容积，L；

φ——填充系数，一般取0.55～0.75；

γ——胶料密度，一般取1.2kg/L；

α ——设备利用系数，与生产组织管理有关，取0.8～0.9；

t ——炼胶周期，min。

要提高密炼机的生产能力，须适当提高填充系数和缩短炼胶周期，并采用适当的炼胶工艺，安装使用机械化运输和自动称量投料系统。目前250 L两棱椭圆形转子密炼机的炼胶周期见表1-3-7。

四棱转子密炼机比两棱转子密炼机炼胶周期短，可提高生产效率25～30%。

表 1-3-7 炼胶周期

转子转速，r/min	20	40	60
炼胶周期，min	10～15	5～8	2.5～3.5

六、传动功率与功率消耗

1．影响传动功率的因素

密炼机传动功率的大小，与下列因素有关。

（1）与密炼室的容积有关。工作容积越大，传动功率也越大。

（2）与转子转速成正比，如图1-3-20所示。

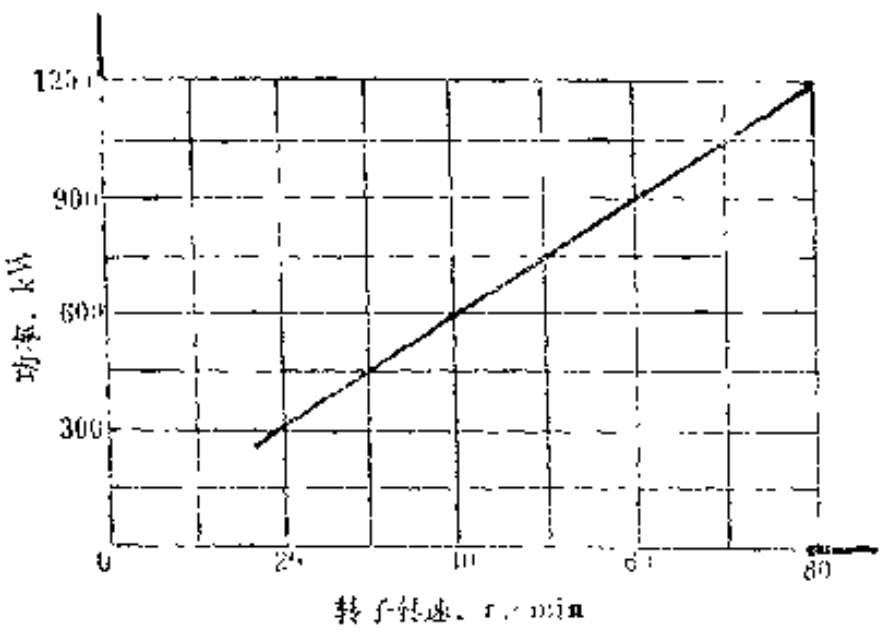


图 1-3-20 转子转速与功率的关系

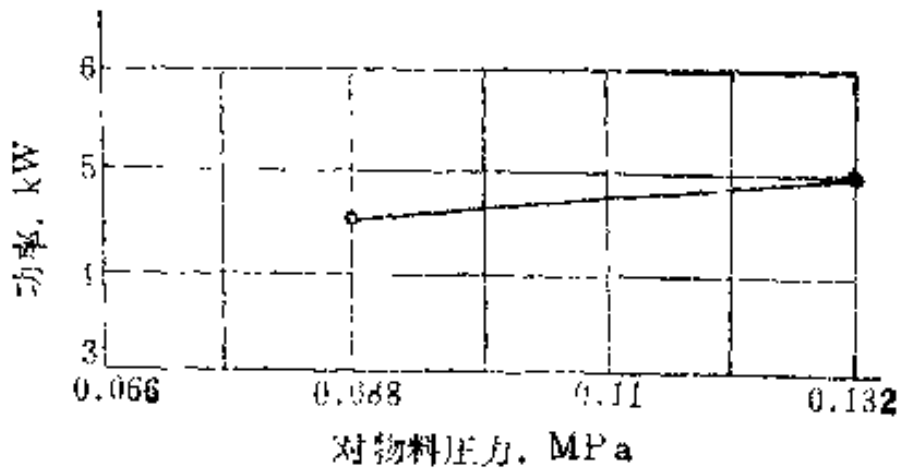


图 1-3-21 压力与传动功率的关系

（3）增大压砣对胶料的压力，可以缩短炼胶时间，但传动功率略有增加，如图1-3-21所示。

（4）与转子棱峰宽度成正比。转子棱峰越宽，消耗功率越大。对于XM-75和XM-250型密炼机，转子棱峰宽度分别为12mm和22mm。

（5）与转子棱峰和密炼室壁内表面之间的间隙有关，间隙增大，功率降低，如图1-3-22所示。图中曲线1为加料量最多，曲线4为加料量最少。

（6）与转子凸棱数有关，四个棱的转子比两个棱的转子的传动功率增加10～15%。

此外，密炼机在一个炼胶周期中功率消耗的变化是很大的。物料投入，压砣压下后，产生强烈的捏炼作用，出现高峰负荷，所需功率增大。随着温度的升高，胶料塑性增大，配合剂被分散到橡胶中，功率逐渐下降，如图1-3-23所示。

炼胶时的过载系数K必须小于电机规定的过载系数，其值可按下式确定：

$$K \quad \frac{N_{最大}}{N_{额定}} < K_{电机} \tag{1-3-2}$$

式中 $N_{最大}$——炼胶时最大功率；

$N_{额定}$——电机额定功率；

$K_{电机}$——电机额定过载系数。

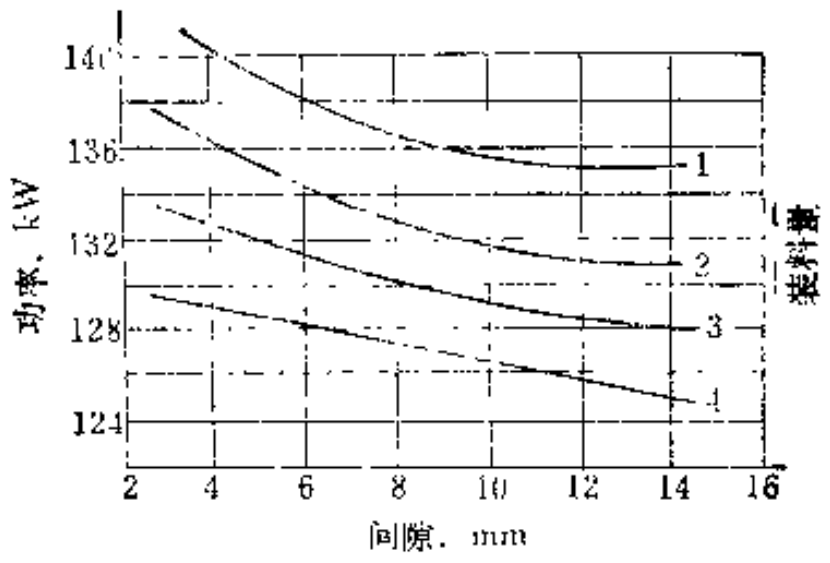


图 1-3-22 间隙与功率的关系

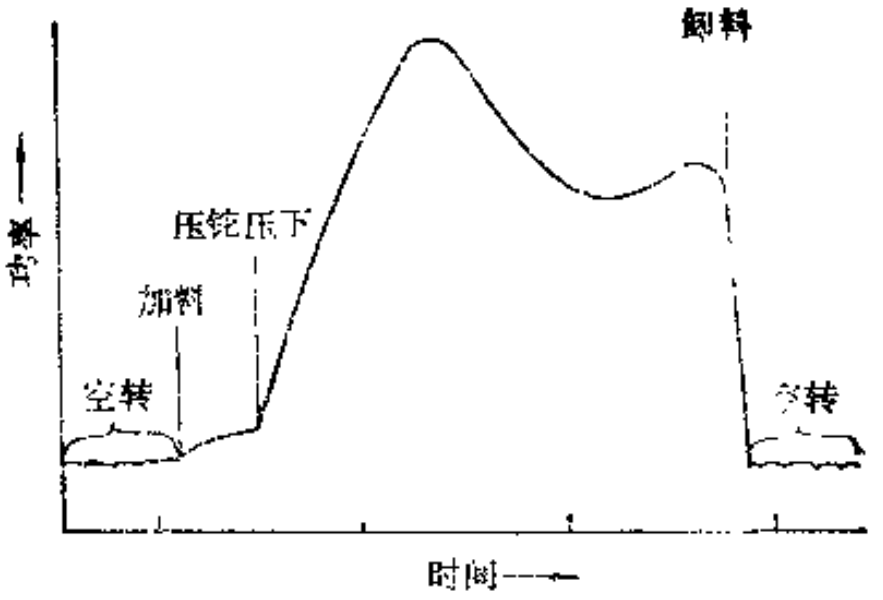


图 1-3-23 典型功率曲式

在一个炼胶周期中，等效功率$N_{等效}$按下式计算，并可根据等效功率选择与确定密炼机功率。

$$N_{等效}=\sqrt{\frac{\Sigma N_i^2 t_i}{\Sigma t}} \tag{1-3-3}$$

式中 t——炼胶周期时间；

$N_i t_i$——每一种功率与其相应作用的时间。

2. 传动功率的确定

（1）理论计算方法 按流体动力理论建立的计算方程：

$$N=4\mu v^2 b/\delta \tag{1-3-4}$$

式中 N——密炼机消耗功率；

μ——被加工物料的粘度系数；

v——转子棱峰回转线速度；

b——转子棱峰宽度；

δ——转子棱峰与密炼室壁内表面之间的间隙。

上式成立的假定条件：胶料粘度μ不变，炼胶过程等温，密炼室的曲率半径远远大于转子与密炼室壁的间隙。在此基础上，设功率主要消耗在克服转子与密炼室壁间胶料的变形上。但是实际上橡胶属非牛顿型流体，炼胶过程非等温，密炼机炼胶时功率的消耗与很多因素有关，即如上所述与胶料性质、配方、温度、加料方法、压铊压力、转子几何形状等有关。所以此式仅供定性分析和对比参考。

目前密炼机功率的计算仍是研究课题，还没有可供实用的理论计算公式。在设计过程中主要根据被加工物料、工艺要求和同类型机器的对比来确定。下列经验公式可供参考使用。

$$N=1.17\times10^{-6}\cdot n\cdot D^3\cdot L \tag{1-3-5}$$

式中　N——传动电机功率，kW；

1.17×10^{-7}——经验系数，kW/(cm³·r/min)；

n——两个转子的平均转速，r/min；

D——转子最大回转直径，cm；

L——转子工作部分长度，cm。

如果已知密炼室工作容积和转子转速时，可用公式(1-3-6)按单位胶料消耗能量来确定传动电机的功率N：

$$N=\frac{60\cdot V\cdot\gamma\cdot W}{K_c\cdot t} \tag{1-3-6}$$

式中　N——传动电机的功率，kW；

V——密炼室工作容积，L；

γ——橡胶密度，1.2kg/L；

W——单位胶料消耗的能量，一般为0.2～0.3kW·h/kg；

t——炼胶周期，min；

K_c——电机利用系数，$K_c=\frac{N_e}{N}=0.7$；

N_e——炼胶时实测等效功率，$N_e=\frac{\Sigma N_i t_i}{\Sigma t}$。

如以总容积为250 L的密炼机为例，转子为两个棱时，塑炼时的平均周期可按表1-3-8选取。

表 1-3-8　转子转速与炼胶周期的关系

转子转速，r/min	20	30	40	60	80	90
塑炼周期，min	12	8	6	4	3	2.66

国产各种型号密炼机的功率见密炼机主要性能参数表（表1-3-10）。

3．电机的选择

密炼机的主传动电机应满足如下要求：①瞬时过载系数要大于2.18，有耐超负荷特性；②起动转矩大；③可以正反转；④封闭式结构。

七、密炼机的性能参数

国家标准GB9708—88规定的密闭式炼胶机（炼塑机）的系列与基本参数见表1-3-9，国内各制造厂生产的密炼机的性能参数见表1-3-10，美国F系列密炼机的性能参数见表1-3-11，德国GK型密炼机的性能参数见表1-3-12和表1-3-13，英国K型密炼机的性能参数见表1-3-14，三角形转子密炼机的性能参数见表1-3-15。

表 1-3-9 密闭式炼胶机炼塑机系列与基本参数(GB 9708—88)

规格	密炼室总容积，L(±4%)		密炼室填充系数	压砣对物料的单位压力 MPa	转子转速 r/min	主电机功率，kW ≤	
	二棱	四棱				二棱	四棱
1	1	0.93	0.55～0.80	0.40～0.60	20～150	11	15
1.5	1.45	1.35			20～150	30	37
(1.7)	1.7				50～250	22	
5	5	4.65			20～150	37	45
30	30	27	0.55～0.80	0.20～0.45	40	75	100
					80	150	200
50	50	46			40	132	160
					80	250	315
(75)	75		0.66	0.20～0.40	35	110	—
					40	155	—
					70	220	—
80	80	74	0.55～0.80	0.35～0.45	40	220	280
					60	315	400
					80	450	560
110	105	99			30	185	250
					40	250	315
					60	355	475
					80	500	630
160	160	147			30	355	400
					40	450	560
					60	710	800
190	185	174			20	250	315
					30	400	450
					40	500	630
					60	800	900
(250)	253	—	0.56	0.16～0.21	20	240	—
270	270	245	0.55～0.80	0.35～0.45	20	400	500
					30	560	710
					40	800	1000
					60	1120	1600
370		370			20	—	710
					30	—	1000
					40	—	1400
					60	—	2000

表 1-3-10 国产密炼机主要性能参数

型号	总容积，L	工作容积，L	主动转子转速 r/min	转子速比	主电机功率 kW	外形尺寸 m	重量 t	备注	制造厂
X(S)M-1 20-80	1	0.6	20～80	1:1.24	7.5	1.5×0.68×1.58	1.5		上海橡胶模具厂
XM-1.7/50-250		1.7（二棱） 1.5（四棱）	50～250		22	2.14×1.58×0.95			中山市化工技术厂
X(S)M 10	10		37、50、74		28、36、40				盘锦新生橡胶厂
X(S)M-50/42	50	30	32	1:1.21	75	4.1×1.86×3.15	11		上海橡胶机械厂
XM-50/40	50	30	40	1:1.172	95	5.56×2.7×3.25	14		大连橡胶机械厂
X(S)M-50/40A	50	30	40、42	1:1.19	75	4×1.85×3.5	11		常州第二橡胶机械厂
X(S)M-75/40	75	50	42	1:1.15	155	6.24×2.85×4.06	22.5		常州第二橡胶机械厂
XM-75/40	75	50	40(60)		160(250)	7.34×3.8×5.3	19	行星减速器	四川亚西机器厂
XM-75/40	75	50	40	1:1.15	155	6.9×5.1×4	22		大连橡塑机械厂
XM-75/35/70	75	50	35/70	1:1.15	110/220	6.5×5.1×4	23		大连橡塑机械厂
XM-80/40	80	55	40	1:1.15	200	7.5×3.8×4.3	23	密炼室卸料门钻孔冷却	大连橡塑机械厂
XM-160/30	160	110	30	1:1.15	320	8×3.3×5.2	37	密炼室卸料门钻孔冷却	大连橡塑机械厂
XM-250/20G	250	140	20		240	8.7×3×4.7	45		大连橡塑机械厂
XM-270/20/40	270	200（二棱） 180（四棱）	20/40	1:1.76	500/1000	9.2×3.94×5.42	55	密炼室卸料门钻孔冷却	大连橡塑机械厂
GK-270N	250	188	40/20		1000/500		45	WP技术	益阳橡胶机械厂
MN-60	60		40	1:1	155	6.32×5.13×5.3	20	啮合型转子行星注塑臂	四川亚西机器厂
GK-90F	87	56	10～60		510		23	WP技术 啮合型转子	益阳橡胶机械厂
GK-190F	195	127	10～60		1150		45	WP技术 啮合型转子	益阳橡胶机械厂
X(S)M-35		35	30	1:1.25	55	3.8×2.45×2.7	6.5	翻斗式，110°	广州橡胶机械厂
X(S)M-50/32	50	30	32	1:1.21	55	3.36×1.6×2.68	7	翻斗式，110°	上海橡胶机械厂
XM-50/30	50	30	30	1:1.22	55	4×1.64×3.09	6.5	翻斗式，110° 行星减速器	四川亚西机器厂
XM-75/40(27)	75	50	40(27)	1:1.22	75	1.28×1.92×3.52	10		大连橡胶机械厂
XM-125/50	125	55	24.5	1:1.22	75	3.36×2.28×3.06	9	翻斗式，140°	大连橡塑机厂
XM-175/50	170	75	24.5	1:1.22	110	3.63×2.44×3.18	10.3	翻斗式，140°	大连橡塑机厂
X(S)M-35		35	29.1	1:1.22	60			翻斗式，110°	上海正大橡胶厂机械分厂

表 1-3-11 F系列密炼机主要性能参数

型号	F40	F80	F80 UD	F80 HD(UD)	F120	F120 HD UD	F160	F160 HD UD	F270	F270 UD	F270 HD UD	F370 UD	F620 UD
总容积，L	40	80	80	80	120	120	160	160	270	270	270	370	620
加料量 ($\gamma=1,\varphi=0.75$) kg	30	60	60	60	90	90	120	120	202	202	202	277	465

续表

型　　号		F40	F80	F80 UD	F80 HD UD	F120	F120 HD UD	F160	F160 HD UD	F270	F270 UD	F270 HD UD	F370 UD	F620 UD
转子转速，r/min		50	35	35	35	35	35	30	30	20	20	20	20	30
											30	30	30	40
			70	70	70	70	70	40	40	30	40	40	40	60
		100	105	105	105	105	105	60	60	40	60	60	60	60
主电机功率，kW		95	130	150	220	195	225	225	375	260	300	450	600	1325
											450	675	950	1750
			260	300	450	390	450	300	500	400	600	900	1200	2480
		190	390	450	600	585	675	450	750	525	900	1200	1900	2625
每转消耗功率，kW		1.9	3.7	4.2	6.3	5.6	9	9	15	13	15	22.5	37	51.5
外形尺寸（包括电机和减速器）m	长	4.3	5.5	5.8	5.8	6.0	6.2	6.2	6.2	7.0	7.0	7.3	9.0	11.0
	宽	1.8	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.7	4.0	4.0	4.0	4.3	4.6	4.6
	高	3.6	4.3	4.9	4.9	5.0	5.0	4.9	5.2	5.5	5.5	6.0	6.7	6.7
重量（除电机），t		8.0	16.6	19	20.3	22.8	28.0	23.0	35.0	32.8	42.0	48.0	82.0	115.0
冷却水量，l/min		150	300	300	350	400	450	460	500	510	610	610	1090	1250

表 1-8-12　GK-N系列密炼机主要性能参数

参数 \ 型号	30N	60N	70N	90N	110N	160N	190N	270N	370N	650N
总容积，L										
两棱转子	30	60	70	90	105	158	185			
ZZ2转子	28	56	65	84	99	147	174	250	370	
四棱转子								250	370	650
工作容积，L										
两棱转子，$\varphi=0.7$	21	42	49	63	74	110	130			
ZZ2转子，$\varphi=0.75$	21	42	49	63	74	110	130	188	278	
四棱转子，$\varphi=0.75$								188	278	488
转子转速，r/min	38.7/35	31/28	31/28	28/25	28/25	25/22	25/22	21/19	21/19	15/13.5
	116/105	95/86	95/86	84/76	84/76	75/67	75/67	63/57	63/57	45/40.5
电机功率，kW										
转子标准速度	95	135	167	167	206	285	340	500	700	830
转子高速	285	405	500	500	620	860	1020	1500	2100	2490
压料装置气缸直径，mm	250	370	370	420	420	520	520	550	660	800
外形尺寸（不包括电机）m	2.8×2.23×2.73	3.5×2.85×3.38	3.7×3×3.38	4×3.2×3.89	4.4×3.3×3.89	4.6×3.6×5	4.8×3.7×5.2	6×4.2×5.6	7.1×4.6×6.6	7.5×5.6×7.8
重量（不包括传动装置）kg	5670	9400	9600	12500	13000	18000	19000	26500	38000	72000

表 1-3-13 GK-E系列密炼机主要性能参数

型　　号	20 E	45 E	90 E	110 E	135 E	190 E	250 E	320 E
总容积，L	20	47	87	107	140	195	270	320
工作容积 (Φ=0.65)，L	13	30	57	70	91	127	163	208
转子传速，r/min	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60	10～50 10～60
电机功率，kW								
转子10～50r/min 时	18～90	44～220	78～390	96～480	120～600	174～870	220～1100	280～1400
转子10～60r/min时	18～108	44～264	78～468	96～576	120～720	174～1044	220～1320	280～1680
压料装置气缸直径，mm	250	345	420	420	490	600	600	710
转子扭矩，kN	19.1	43.8	81.2	101.9	125.7	183	230.8	294.4
外形尺寸（不包括电机）m	3.28×1.83×3.3	3.91×2.44×3.75	4.8×2.32×4	5×2.85×4.2	5.2×3.1×5.3	5.95×3.4×5.6	6.1×4×6.1	6.6×4.65×6.5
重量（不包括传动装置）kg	5500	8500	11000	13500	17000	26500	33000	38000

表 1-3-14 K系列密炼机主要性能参数

型　　号	K_1	K_2	K	K_3	K_4	K_7	K	K_{10}
总容积，L	5	19	46	81	123	168	298	851
传动功率，kW								
低强度混炼		51	118	213	346	493	662	
高强度混炼	51	103	235	426	691	985	1324	3310
单位容积传动功率 kW/m^3								
低强度混炼		2.7	2.6	2.5	2.6	2.9	2.2	
高强度混炼	9.6	5.5	5.2	5.1	5.2	5.9	4.4	3.9
转子转速，r/min								
低强度混炼		33	33	33	33	33	33	
高强度混炼	最高145	66	66	66	66	66	66	最高66
转子线速度，m/s								
低强度混炼		0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	
高强度混炼	1.4	1.0	1.4	1.6	1.8	2.1	2.5	3.5
转子长度，mm	270	400	500	650	750	850	1000	1200
转子直径，mm	200	300	400	500	550	600	700	850
转子顶端间隙，mm	2	4	6	7	8	6	8	4
剪切应变率，s^{-1}								
低强度混炼		125	110	135	115	175	155	
高强度混炼	680	245	225	275	270	350	350	445
冷却面积，m^2	0.5		2.4	3.5	4.6	5.9	8.2	16.5
重量（不包括电机），t		8	13	20	30	48	63	

表 1-3-15　三角形转子密炼机主要性能参数

规格 / 主要性能参数	密炼室容积，L			规格 / 主要性能参数	密炼室容积，L		
	0.3	45	140		0.3	45	140
转子外径，mm	80	357	554	主动转子	48	33.7	30
密炼内径，mm	82	360	560	从动转子	40	29.5	25
转子工作部分长度，mm	88	607	806	转子速比	1:1.2	1:1.15	1:1.2
转子轴端与侧壁间隙，mm	1	1.5	2	转子中心距，mm	80	370	560
转子速度，r/min				传动功率，kW	4.5	125	250

第三节　主要零部件的结构与设计

一、转　　子

转子是密炼机的主要零件，其结构与形状直接影响到密炼机的工作性能、生产效率和炼胶的质量。

（一）形状与主要尺寸

转子工作部分的截面几何形状基本上有三种：椭圆形、圆筒形和三角形，其中椭圆形转

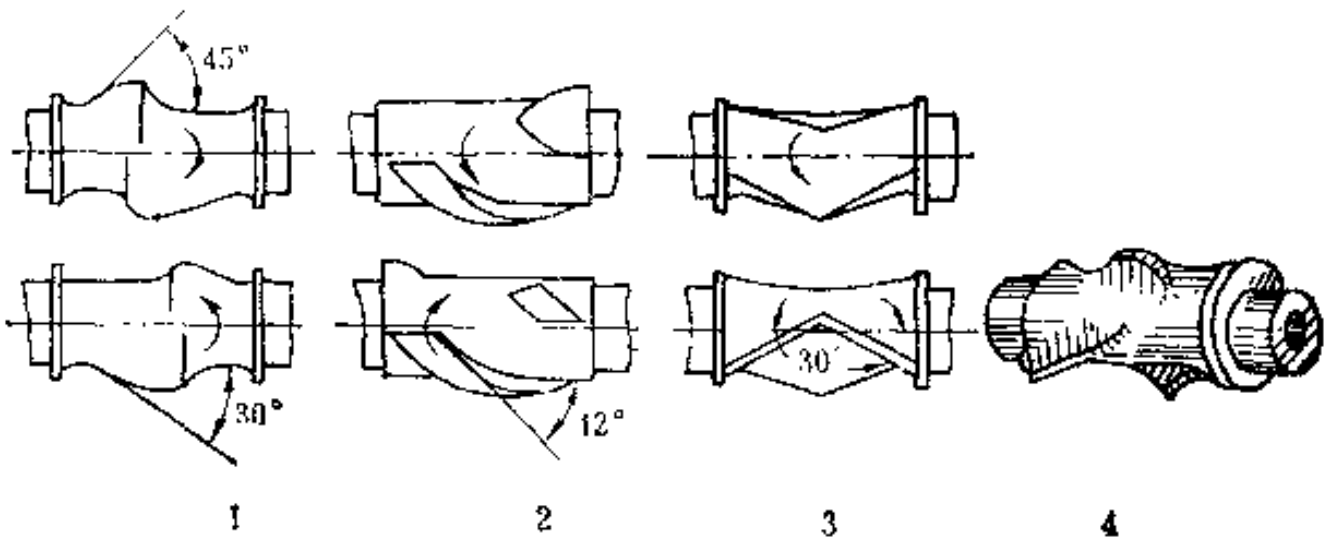
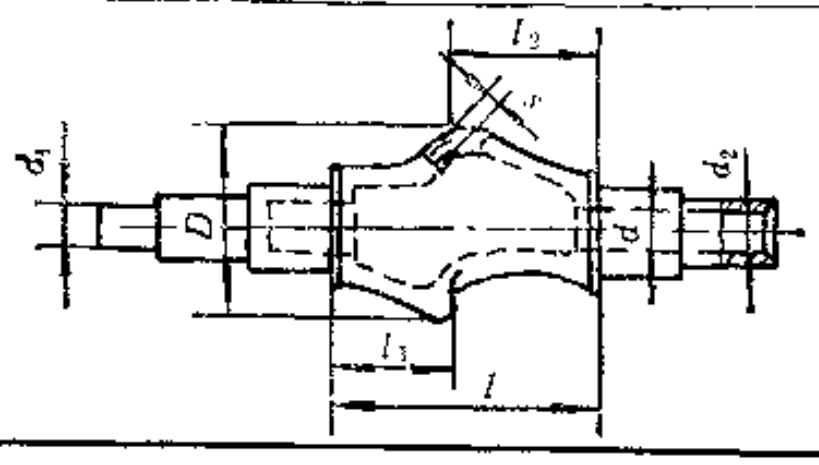


图 1-3-24　密炼机转子

1—椭圆形转子（两棱）；2—圆筒形转子；3—三角形转子；4—椭圆形转子（四棱）

表 1-3-16　转子各部尺寸关系

名　　称	符号	数　　值	名　　称	符号	数　　值
最大回转直径	D	D	螺旋棱部分壁厚	s	$s=(0.083\sim0.09)D$
工作部分长度	l	$l=(1.45\sim1.7)D$	转子轴颈	d	$d=(0.51\sim0.58)D$
短螺旋棱长度	l_1	$l_1=(0.38\sim0.43)l$	传动端直径	d_1	$d_1=(0.8\sim0.95)d$
长螺旋棱长度	l_2	$l_2=(0.70\sim0.72)l$	内孔直径	d_2	$d_2=(0.4\sim0.6)d$



子又有两棱和四棱之分。各种转子的构形如图1-3-24所示。

椭圆形转子的棱是由转子工作部分的两端成螺旋形向中心延伸，一个左旋，一个右旋，一个长棱，一个短棱，互不相连。

转子最大回转直径D与工作部分长度L等尺寸的关系见表1-3-16所示。

图1-3-25是两棱转子工作部分设计原理图。短螺旋棱在侧视图上的投影所对中心角为β_1，长螺旋棱在侧视图上的中心角为β_2：

$$\beta_1 = \frac{360^\circ L_1}{t_1}$$

$$\beta_2 = \frac{360^\circ L_2}{t_2}$$

式中 L_1——短螺旋棱在主视图上的投影；

L_2——长螺旋棱在主视图上的投影；

t_1——短螺旋棱螺距，$t_1 = \pi D \mathrm{tg}\alpha_1$；

t_2——长螺旋棱螺距，$t_2 = \pi D \mathrm{tg}\alpha_2$；

α_1——短螺旋棱升角，$\alpha_1 = 45^\circ$；

α_2——长螺旋棱升角，$\alpha_2 = 60^\circ$。

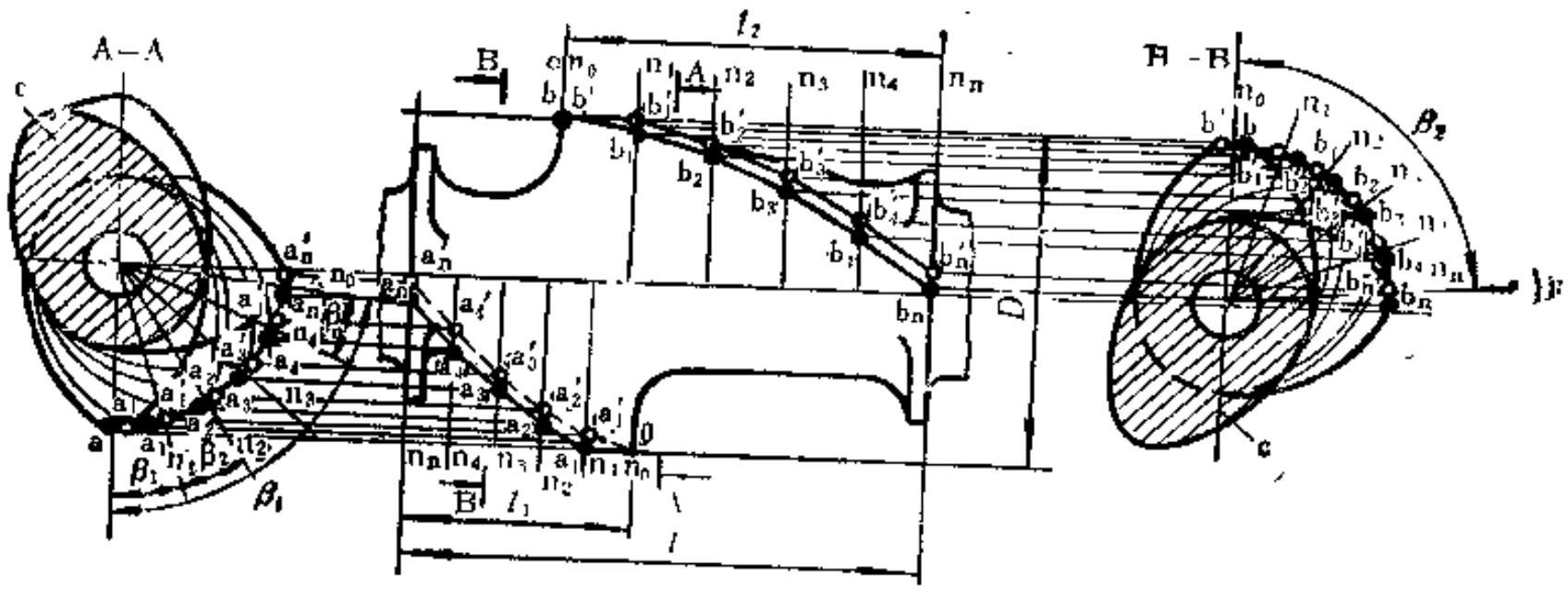
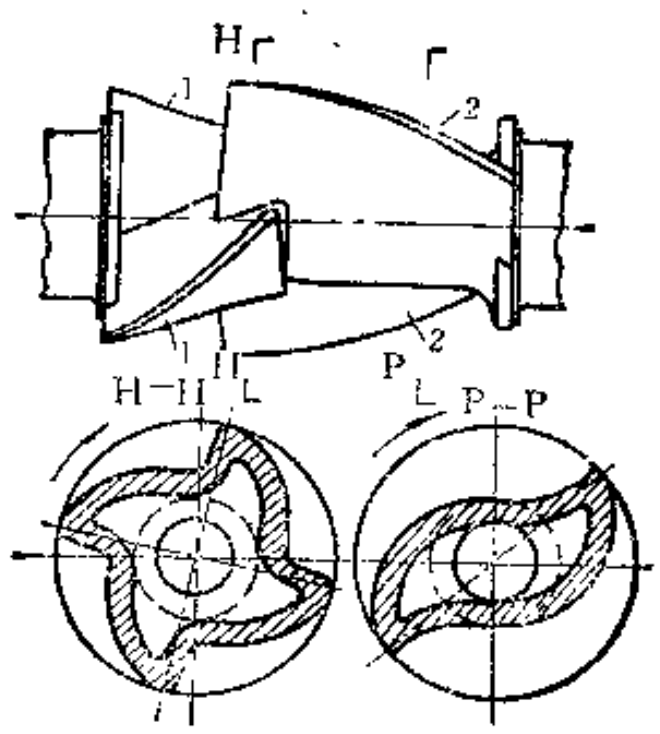


图 1-3-25 转子工作部分设计原理图

椭圆形四棱转子的结构是在两棱转子结构的基础上再增加一个长棱和一个短棱，如图1-3-26所示。转子中部的截面呈“十”字形，提高了转子的刚度。转子在旋转方向一面为凸形，其背面为凹形，以提高转子冷却效果和保证密炼机的工作容量。



四个棱转子

图 1-3-26 四棱转子

1—短棱；2—长棱

三角形转子的两个转子的棱都是人字形的，故亦称人字形转子，工作时它使物料向中心移动。图1-3-27是三角形转子工作部分的设计原理图。

两种直径三角形转子的基本尺寸如表1-3-17所示，表中符号见图1-3-27。

（二）材料与技术要求

密炼机转子工作时直接和被加工物料接

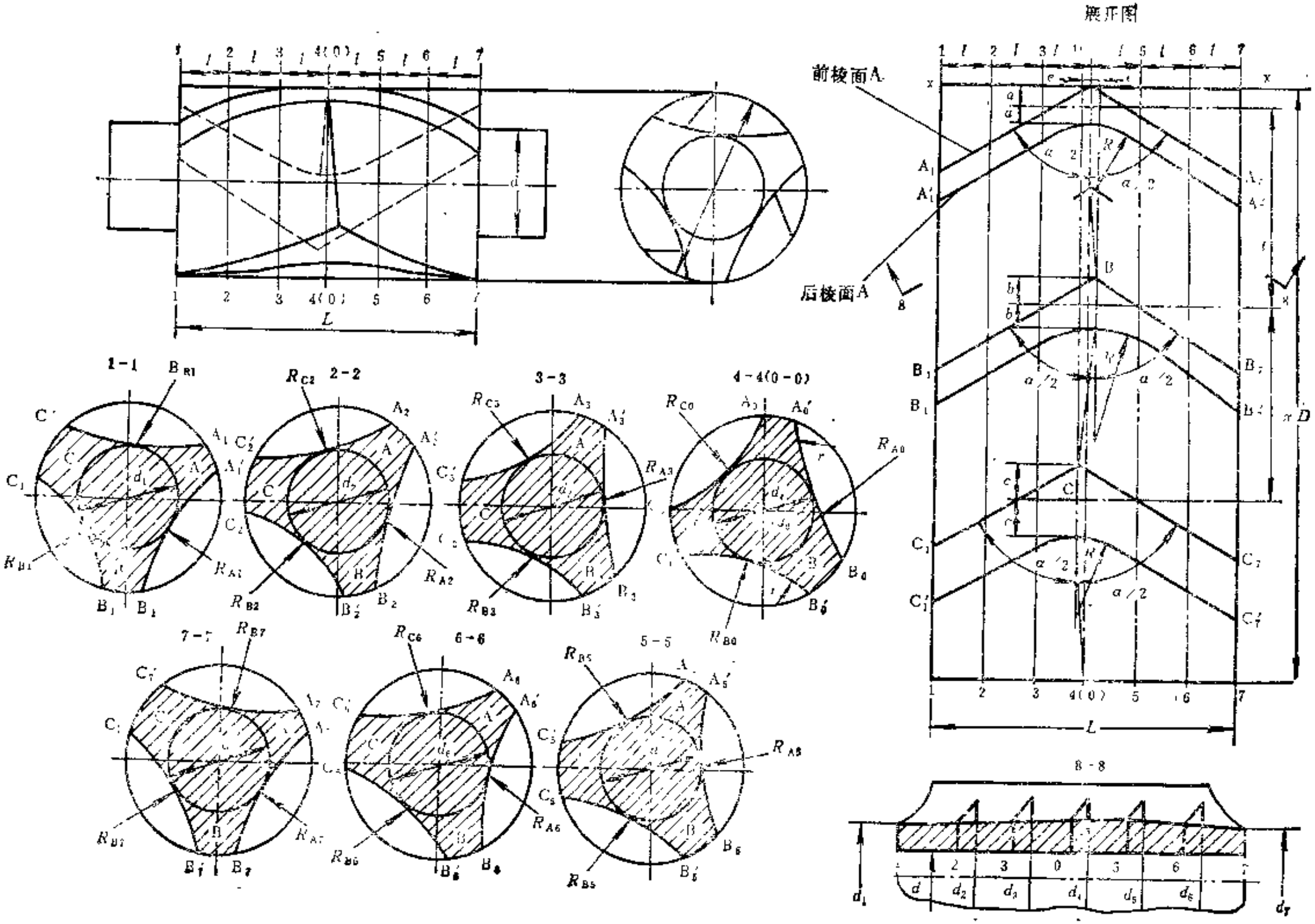


图 1-3-27　三角形棱锥刀具铲削设计原理图

表 1-3-17　三角形转子基本尺寸

基本尺寸	符号	转子直径D，mm 110	357	基本尺寸	符号	转子直径D，mm 110	357
转子工作部分长度，mm	L	180	607	棱尖与中截面(O–O)表面距离，mm	r	120	120
棱数		3	3	过棱圆弧半径，mm	R	45	150
B与C棱离O–O截面距离，mm	e	5	14	棱峰角，(°)	α	120	120
转子中截面(O–O)棱宽，mm				内切圆直径，mm			
A	$2a$	23	75	最小	d_1	60	178
B	$2b$	27	90	最大	d_0	69	240
C	$2c$	40	135				

触，并将物料进行强烈搅拌，因此要求有足够的强度、刚度、耐磨性和良好的传热性能（制成空心结构），其材料一般为铸钢（ZG45Ⅱ），棱峰堆焊一层厚为5～8mm的耐磨硬质合金，硬度HRC为55～60，其余工作表面堆焊或喷涂厚为2～3mm的耐磨合金，或者焊后整体镀铬，镀层厚为0.1mm。

（三）转子的冷却形式

在炼胶过程中，转子与密炼室壁间产生的热量最多，且难于散发，转子冷却的好坏，是影响排胶温度和炼胶质量的关键之一。

转子的冷却形式不同，其冷却效果也不一样。传统的密炼机转子，由于外形复杂而不规则，一般采用内腔喷水冷却，如图1-3-28 a 所示，但因棱顶冷却不良，且由于内腔不能进行加工，表面粗糙，导热条件差，所以冷却效果不佳。为提高转子的冷却效果，可设计成强制循环冷却的结构。这种结构不但转子内表面能进行加工，提高传热系数，且突棱部位也能进行冷却，如图1-3-28 b 所示。

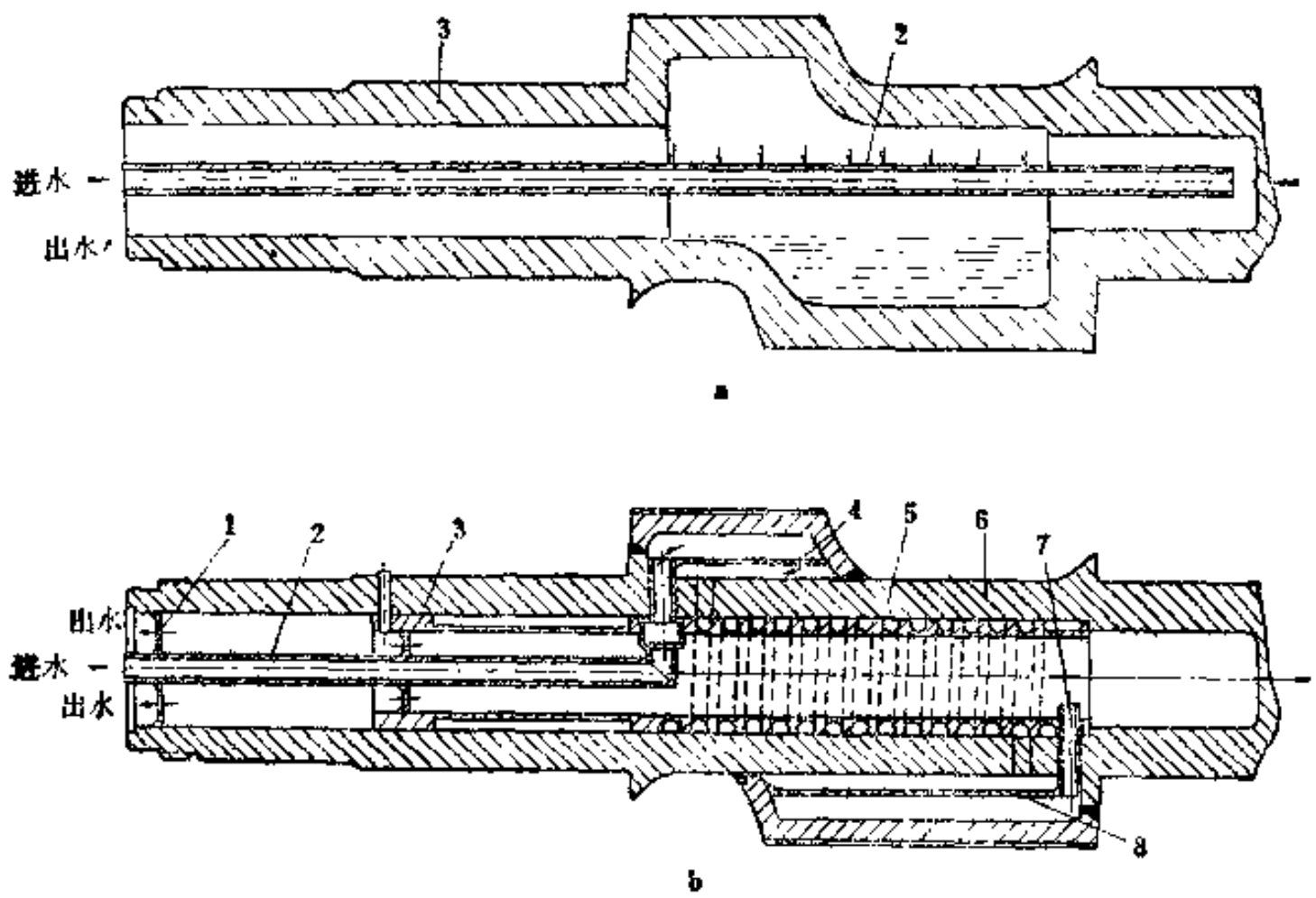


图 1-3-28　转子冷却结构形式

a—开式喷水冷却；b—强制循环冷却

1—挡板；2—水管；3、5—转子体；4—空腔；6—螺旋槽；7—连接管；8—隔板

（四）强度计算

由于转子受力比较复杂，计算方法也较多，以下介绍一种常用的计算方法，其步骤如下：

1．设两个转子上的扭矩近似相等，且一般按恒扭矩计算，即$M_{n1}=M_{n2}$，则

$$M_{n1}=9550\frac{N_{计}}{n}\cdot\eta \tag{1-3-7}$$

式中 M_{n1}——转子扭矩，N·m；

n——两个转子的平均转速，$n=\frac{n_1+n_2}{2}$，r/min；

n_1、n_2——分别为两个转子的转速，r/min；

$N_{计}$——计算功率，$N_{计}=N_{电}\cdot k$，kW；

$N_{电}$——传动电机额定功率，kW；

η——从电机到转子的传动效率，一般取$\eta=0.85\sim0.9$；

k——电机过载系数 $k=1.5$。

炼胶时，物料在密炼室中的运动非常复杂，因而转子受力也非常复杂，为计算方便起

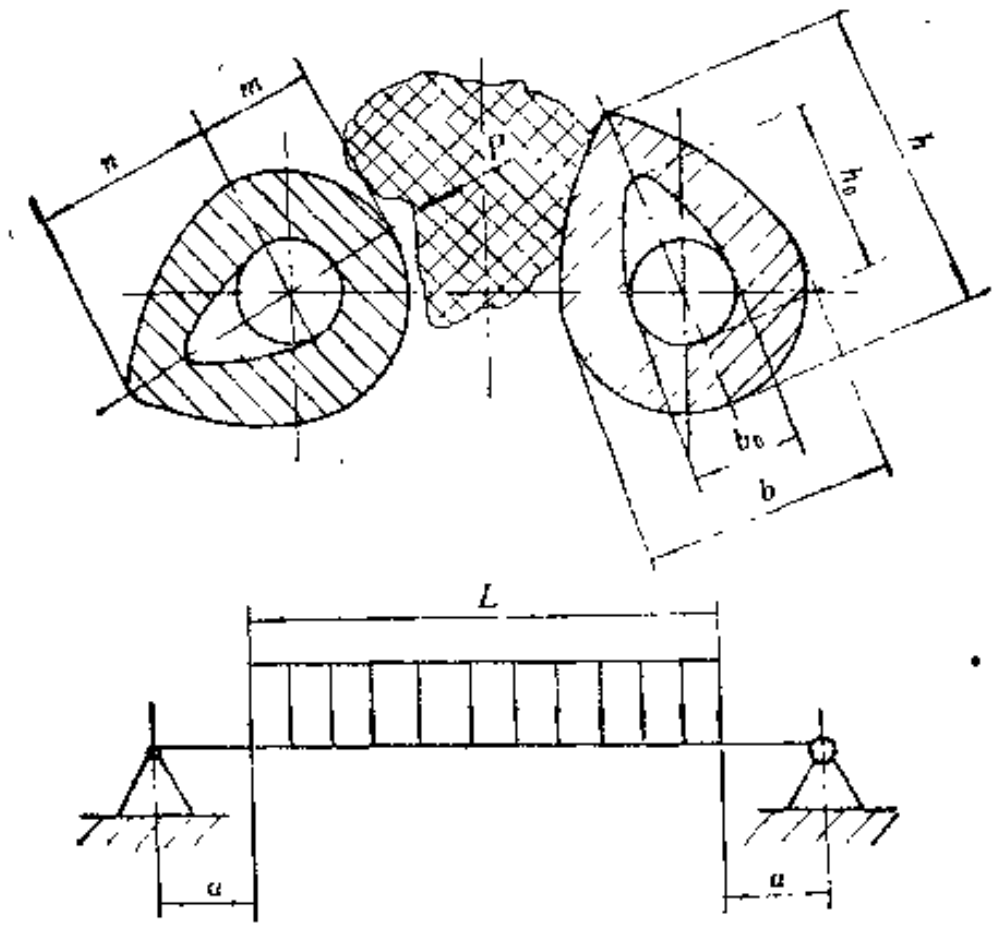


图 1-3-29 胶料对转子的作用力

见，一般设计转子时假设物料只在一侧，如图1-3-29所示，这时转子受力最大，其值可近似按下式计算：

$$P=\frac{M_n}{r} \tag{1-3-8}$$

式中 P——胶料对转子的作用力，N；

M_n——转子扭矩，N·m；

r——转子平均半径，$r=\frac{m+n}{2}$（见图1-3-29），m。

设作用力P是沿转子工作部分的长度平均分配的，则单位长度上的力q(N/m)为：

$$q=\frac{P}{L} \tag{1-3-9}$$

式中 L——转子工作部分长度，m。

2．弯矩的计算

设转子的最大弯矩在转子的中部，则：

$$M_w=\frac{1}{8}qL^2\left(4\frac{a}{L}+1\right) \tag{1-3-10}$$

式中 M_w——转子的最大弯矩，N·m；

q——转子工作部分均布载荷，N/m；

L——转子工作部分长度，m；

a——转子工作部分端部至轴承中心的距离，m。

3．应力计算

（1）由扭转产生的剪应力τ(N/mm²)

$$\tau=\frac{M_n}{W_n} \tag{1-3-11}$$

式中 M_n——扭矩，N·mm；

W_n——空心椭圆形转子的抗扭截面模量，mm³。

$$W_n=\frac{\pi}{16b}(b^3h-b_0^3h_0)$$

b、b_0、h、h_0——见图1-3-29所示，mm。

（2）弯曲应力σ_w(N/mm²)：

$$\sigma_w=\frac{M_w}{W_w} \tag{1-3-12}$$

式中 M_w——弯矩，N·mm；

W_w——空心椭圆形转子的抗弯截面模量，mm³。

$$W_w=\frac{\pi}{32b}(b^3h-b_0^3h_0)$$

（3）弯曲应力和剪切应力的合成应力σ(N/mm²)：

$$\sigma=\sqrt{\sigma_w^2+4\tau^2}\leqslant[\sigma] \tag{1-3-13}$$

式中 $[\sigma]$——转子许用应力，对ZG45Ⅱ之$[\sigma]$为80N/mm²。

物料对转子的挤压应力和轴向负荷的应力比较小，可忽略不计，但要计算轴向负荷。

（五）转子轴向负荷的计算

转子长螺旋棱与轴线夹角$\alpha_2=30°$，短螺旋棱的夹角$\alpha_1=45°$，如图1-3-30所示。

短螺旋棱的轴向力Q_1(N)为：

$$Q_1=q\cdot l_1\cdot \mathrm{tg}\alpha_1 \qquad (1-3-14)$$

长螺旋棱的轴向力Q_2(N)为：

$$Q_2=q\cdot l_2\cdot \mathrm{tg}\alpha_2 \qquad (1-3-15)$$

式中 q——转子工作部分的均布载荷，N/m。

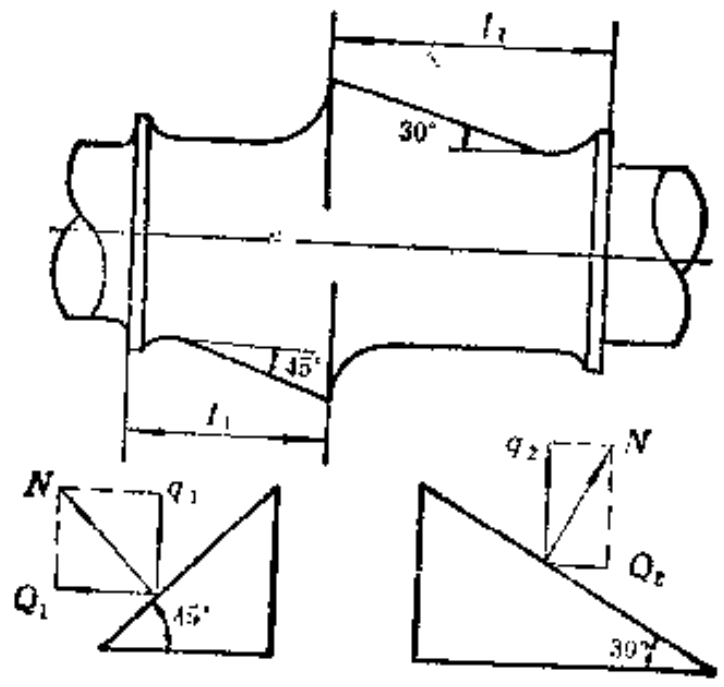


图 1-3-30 转子轴向负荷

在设计转子工作部分的几何形状与尺寸时，应尽量使轴向力最小，理想的是使$Q_1-Q_2=0$。在设计计算转子轴承（或轴向调整装置）时，应按最不利条件考虑，即胶料只在一侧，如只在短棱一边，长棱部分没有胶料，这时轴向力最大。胶料产生轴向移动时，必须克服摩擦力，此时轴向力Q(N)为：

$$Q=q\cdot l_1(\mathrm{tg}\alpha_1-\mathrm{tg}\varphi) \qquad (1-3-16)$$

式中 φ——胶料对转子的摩擦角，$\varphi=38\sim42°$。

（六）转子的制造工艺

转子的制造工艺比较复杂，有采用整体铸造的，也有采用分段铸造的。整体铸造时除转子中心有孔可清砂外，还在转子棱两侧留有工艺孔，以便清砂，清砂后进行补焊。采用分段铸造时，把转子工作部分与转子轴颈分别铸造。分段铸造的位置如图1-3-31所示。采用分段

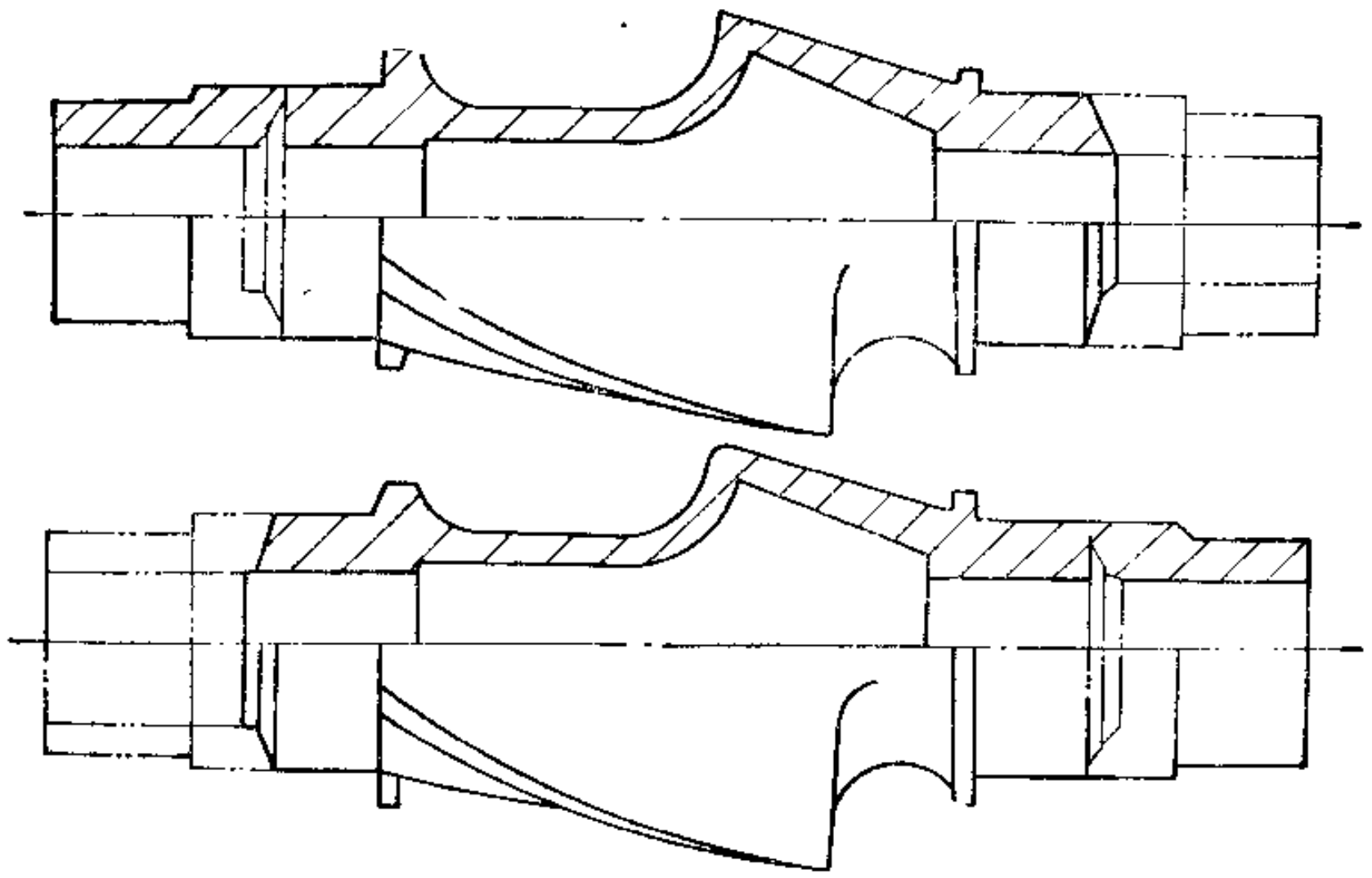


图 1-3-31 转子分段铸造的位置

铸造法可便于清砂，清砂后再将转子两部分对焊在一起，形成一个完整的转子。对焊时要将被焊处预热到180～200℃，焊后进行600～650℃高温退火。采用焊剂431号。

焊接后的转子经退火后进行机械加工，典型的转子机械加工工艺如图1-3-32所示，由下列工序组成。

① 划线　以转子端面中心孔划轴线，检查校对各部主要尺寸。

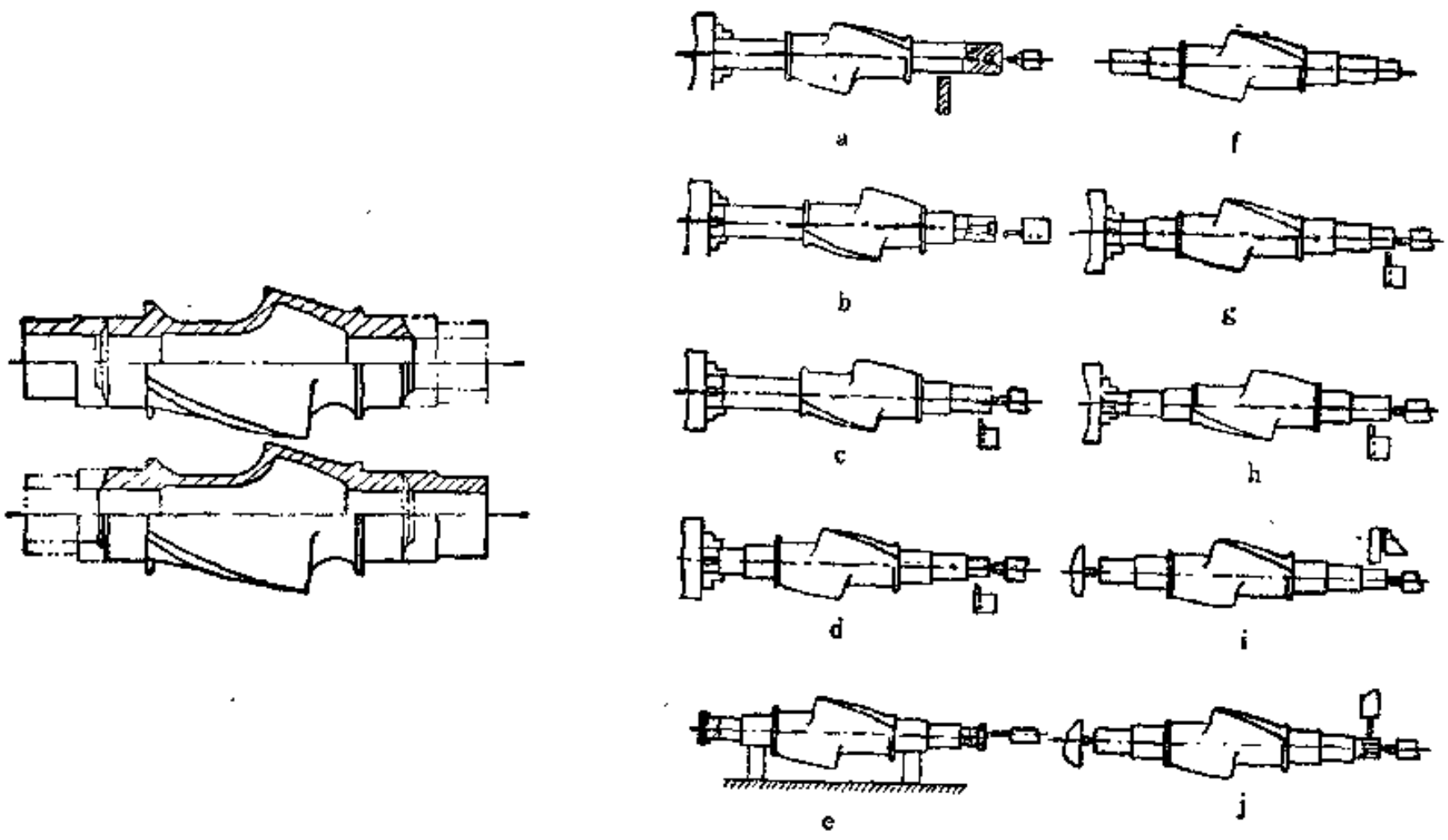


图 1-3-32　典型转子加工工序

② 车削　把转子装在车床的四爪卡盘上，用T15K6合金刀车削端面、钻中心孔与锪孔，见图1-3-32 a 。

③ 车削　按尺寸车削端面，并留有加工余量，再车出凹槽，见图1-3-32 b 。

④ 车削　装上顶盖后，将转子装在四爪卡盘上并用顶尖顶住，车削转子轴颈与棱峰，并留有加工余量，见图1-3-32 c 。

⑤ 车削　精车轴颈，在长度方向留有加工余量，见图1-3-32 d 。

⑥ 镗孔　用钻模钻孔与攻丝，见图1-3-32 e ，再修理转子螺旋部分，并作水压试验检查。

⑦ 堆焊　在转子棱峰处堆焊一层硬质合金，焊后退火，见图1-3-32 f 和图1-3-33，应焊成“八”字形。

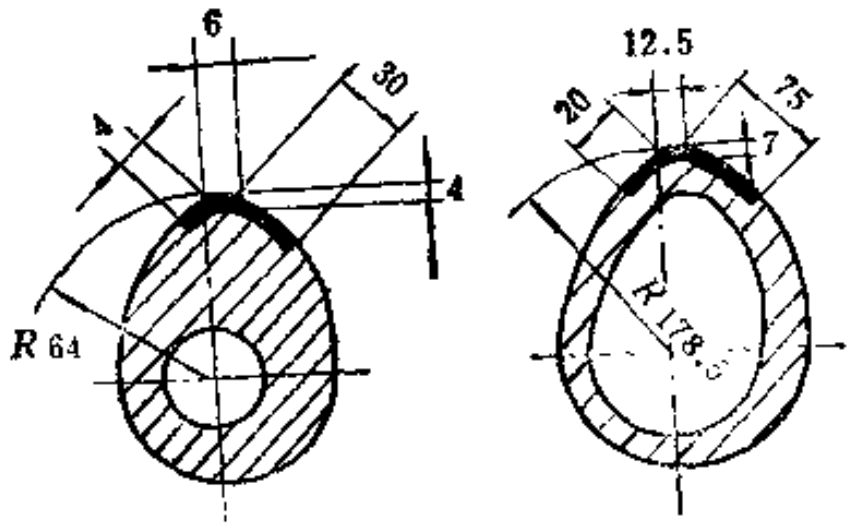


图 1-3-33　棱峰堆焊合金形状

⑧ 车削　精车转子长端轴颈，见图1-3-32 g 。

⑨ 车削　精车转子短轴颈，见图1-3-32 h 。

⑩ 磨削　转子装在顶尖上，磨削所有轴颈与转子棱峰，见图1-3-32 i。

⑪ 铣削　铣削键槽和其它沟槽，见图1-3-32 j。

二、密　炼　室

（一）结构类型

目前国产密炼机与国际上密炼机的密炼室结构基本上为前后组合式和上下组合式两种。前后组合式的结构如图1-3-34所示，它由前后壁2（正面壁）和左右侧壁1四件组成，并用螺栓与销钉联接固定为一体。

上下组合式（对开式）的密炼室分成上下两个夹套，固定在上下机体中，分开面在转子轴线上，如图1-3-35所示。

这两种结构相比较，第一种较简单，制造容易．但装配与维修不便。因此，这种结构有的将左右侧面壁又从转子轴线处改成上下对开。这样，密炼室就由前后正面壁、左右侧面壁六件组成。

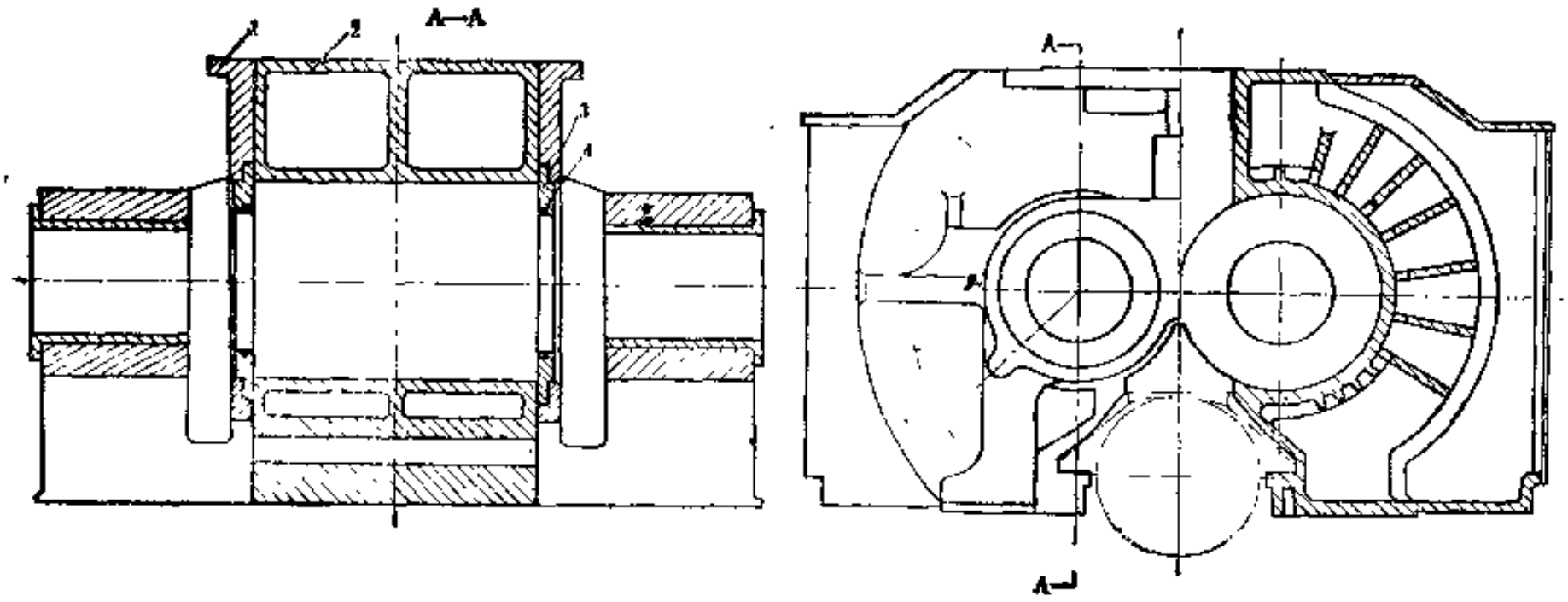


图 1-3-34　前后组合式密炼室

1—侧面壁；2—正面壁；3—挡板；4—衬套

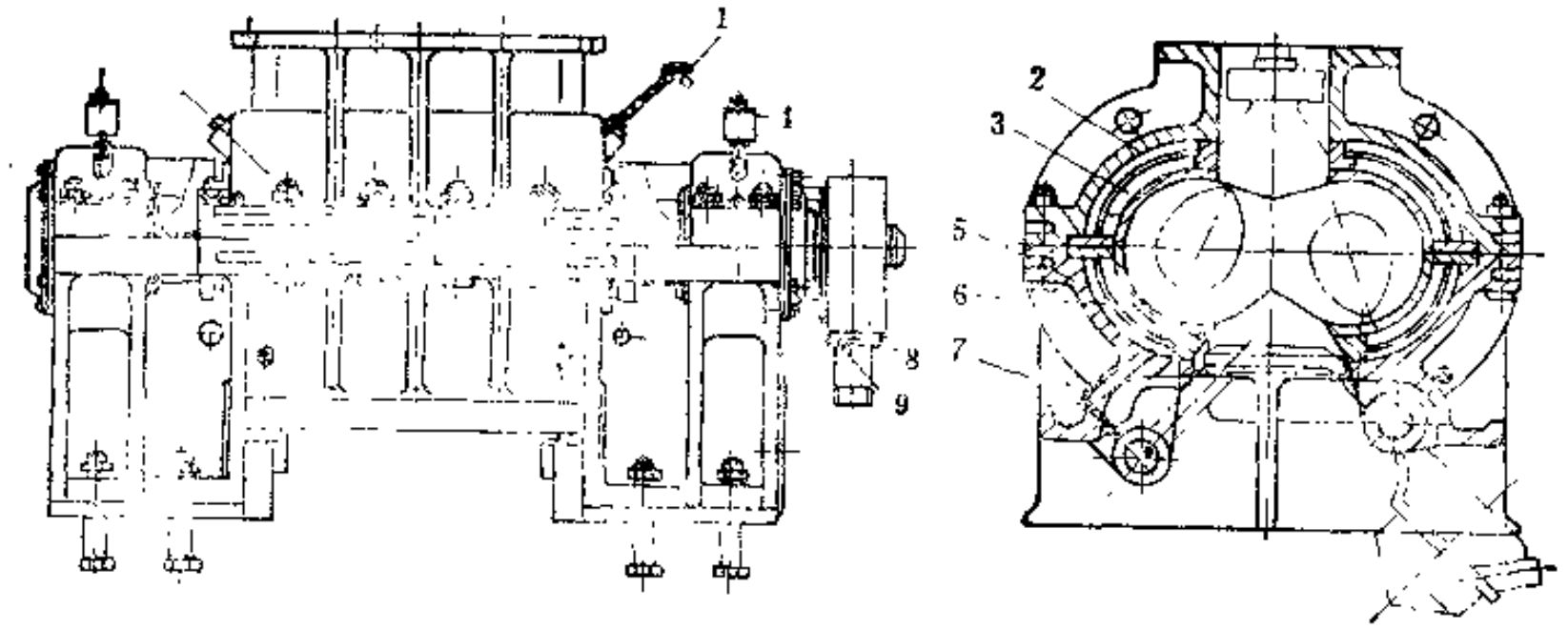


图 1-3-35　上下组合式密炼室

1—热电偶；2—上机体；3—上夹套；4—千油杯；5—下机体；6—下夹套；7—油杯；8—冷却水槽；9—压盖

目前各国生产的密炼机，为改善密炼室的温控条件，将密炼室制成钻孔结构的形式，即在密炼室的前、后正面壁上，沿轴向钻孔，如图1-3-36所示。如美国F270型密炼机，在密炼室的前、后正面壁上各沿轴向钻有30个孔，孔的直径为26mm，孔距为40～45mm，钻孔中心离壁内表面37mm。除此之外，该结构采用斜键和螺栓将正面壁和侧面壁组装紧固在一起。维修时，侧面壁不动，将正面壁的一面拆走，清理与维修比较方便。

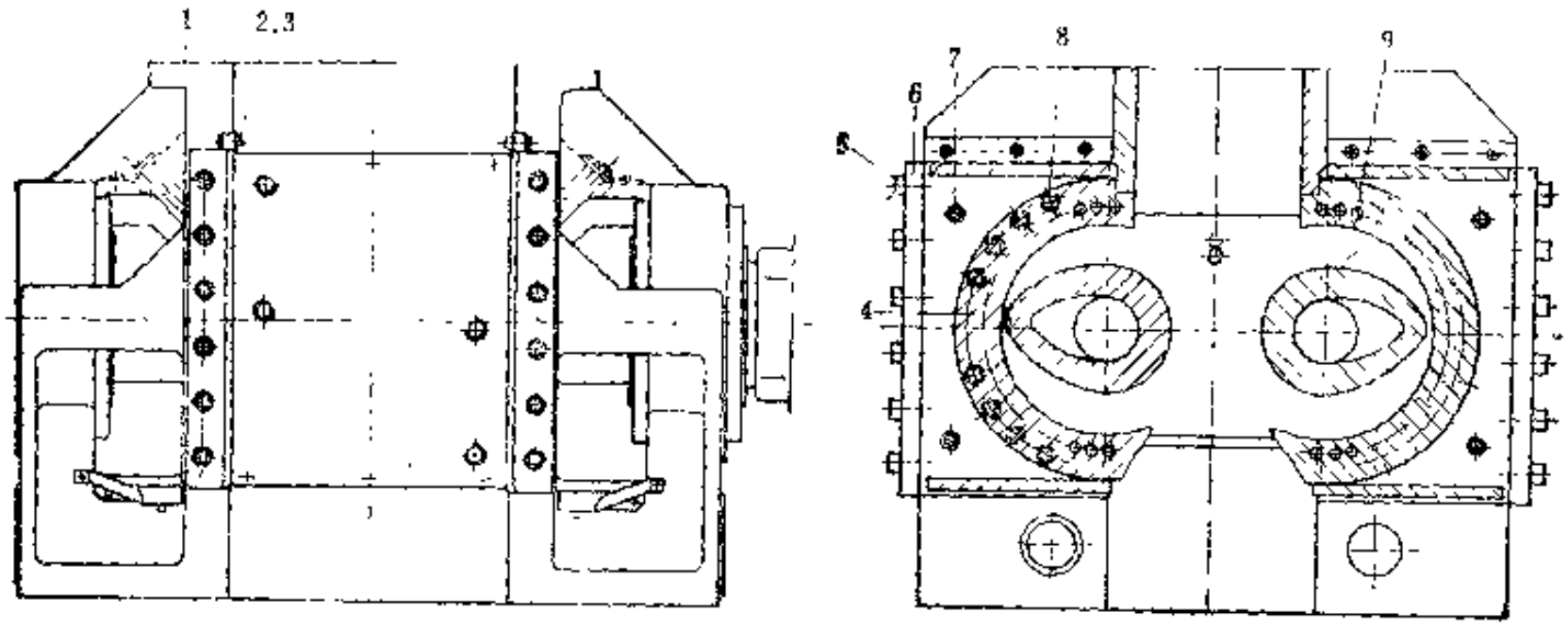


图 1-3-36　新结构密炼室

1—侧面壁（边支架）；2—螺钉；3—斜键；4—正面壁；5—螺钉；6—压板；7、8—精密螺钉；9—冷却孔

（二）冷却形式

（1）水浸式　如图1-3-37所示，密炼室正面壁为一盛水器，冷却水从孔A进入，到一定高度后由溢水管B流出。

（2）喷淋式　如图1-3-38所示，在密炼室的弧形筋上装有进水总管A，在总管A上装

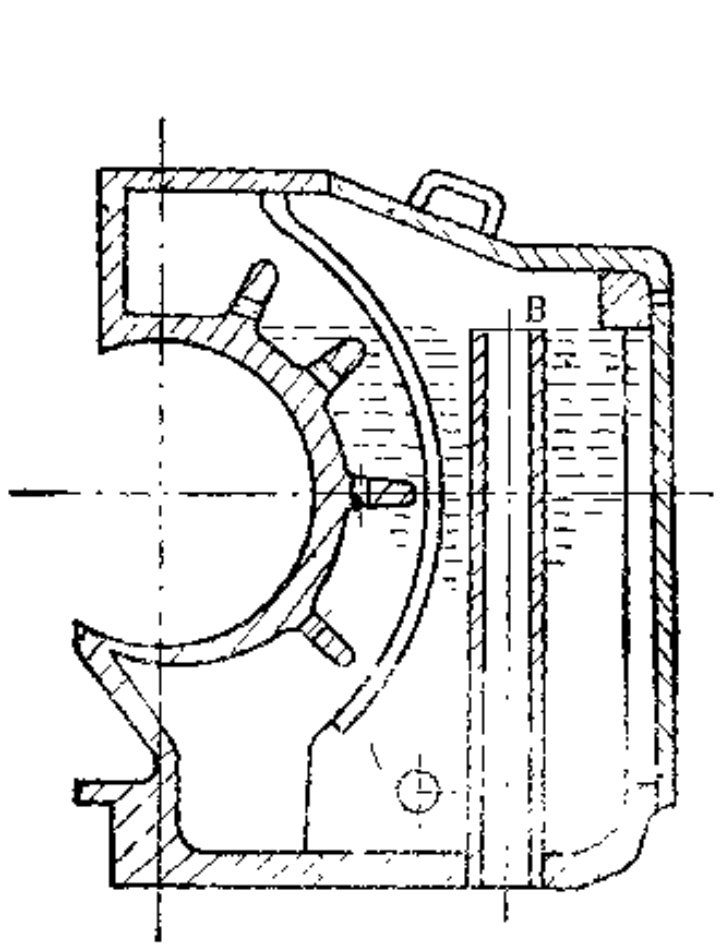


图 1-3-37　水浸式冷却

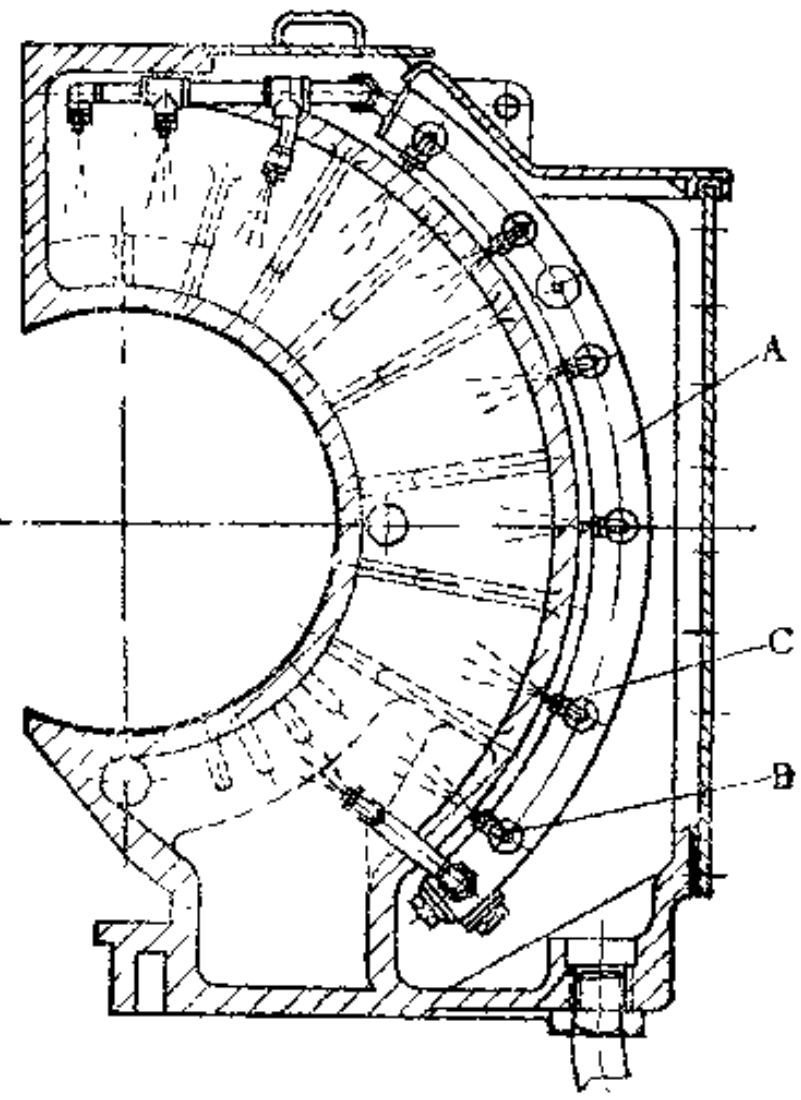


图 1-3-38　喷淋式冷却

有很多支管B和喷嘴C，冷却水以一定压力由喷嘴向壁上喷射。

（3）夹套式　密炼室壁制成夹套形式，中有隔板。冷却水由一边进入后，在夹套中沿轴线方向循环流动，如图1-3-39所示，再由侧壁至另一边循环后流出。

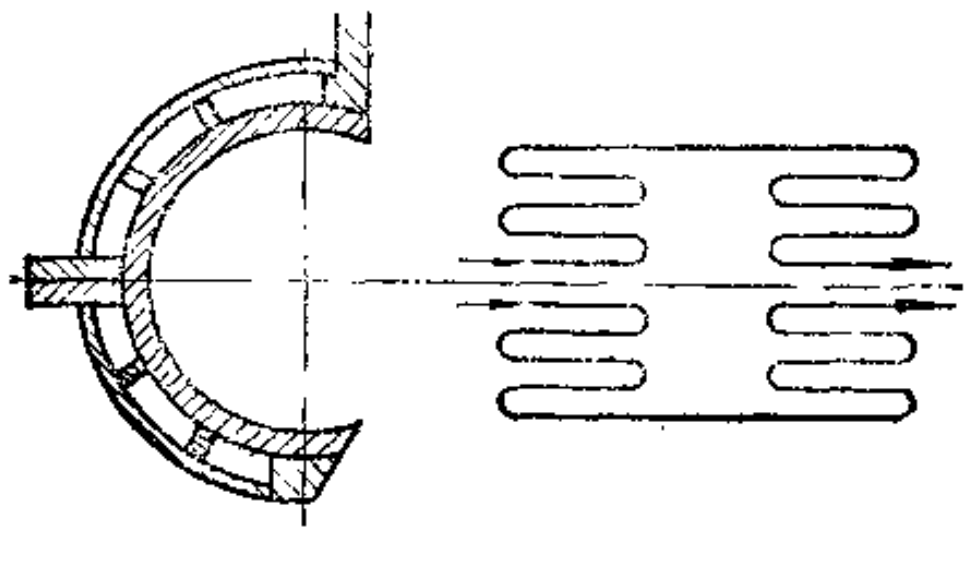


图 1-3-39　夹套式冷却

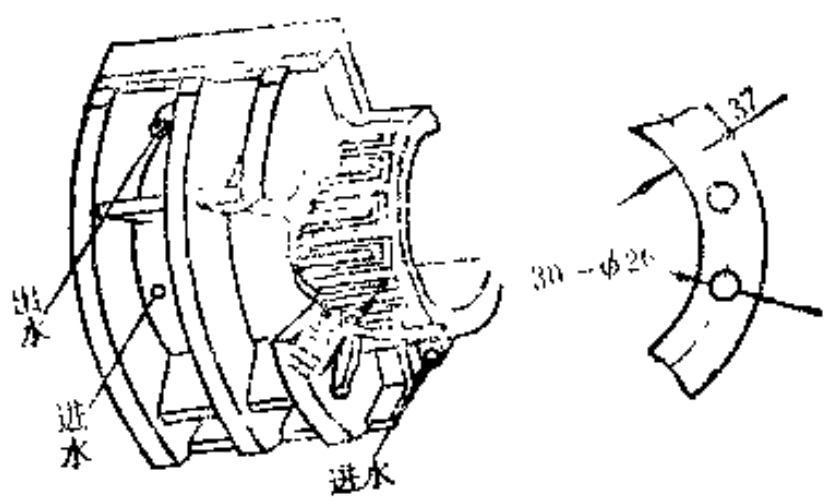


图 1-3-40　钻孔式冷却

（4）钻孔式　在密炼室正面壁上沿轴向钻孔，使密炼室温控介质沿密炼室壁轴向孔迅速流动，方向是从下向上，如图1-3-40和图1-3-36所示，流速达3～4m/s，进出口水温差为3～5℃。

（5）槽道式　如图1-3-41所示，在密炼室圆柱部分的外表面加工有平行的槽道2，冷却水沿槽道高速流动。冷却水由集水管1送入和排出。

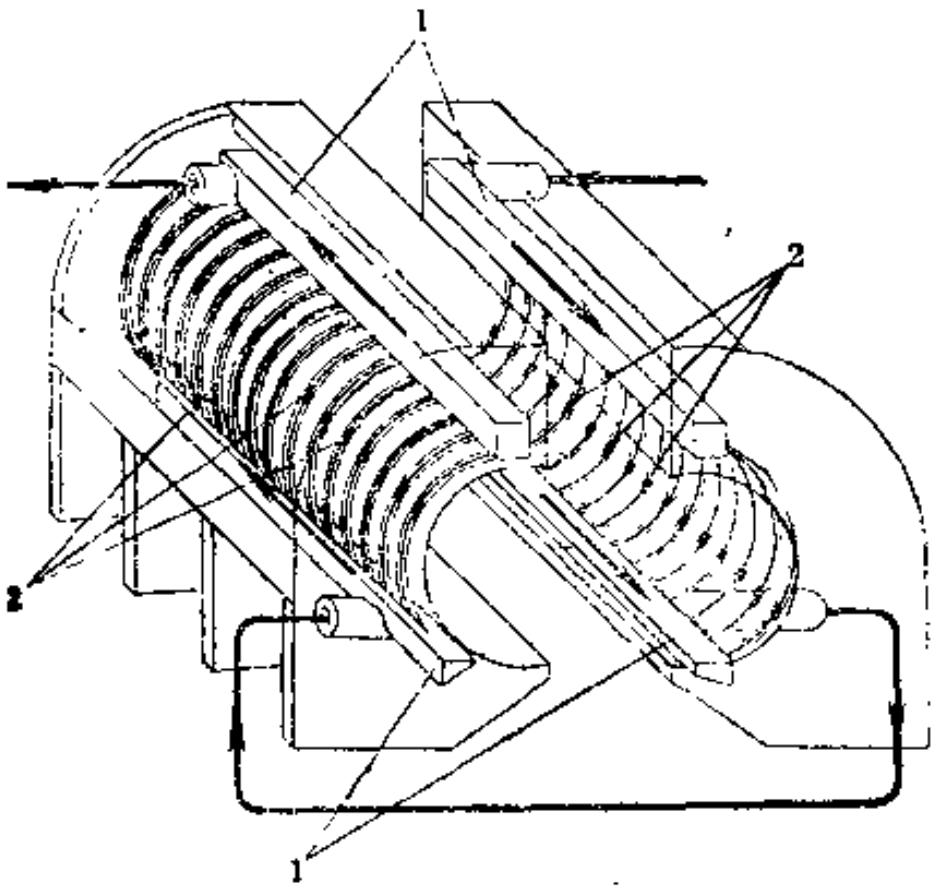


图 1-3-41　槽道式冷却

1—水管；2—槽道

以上五种冷却方式，第三种比第一、二种好，第四、第五种与第三种相似，但钻孔式和槽道式的截面比夹套式的小，水流速较快，冷却效果好，制造亦较方便。目前，国内外各种密炼机以第四种冷却方式为主。

（三）材料

密炼室材料为铸钢或用钢板焊接，内衬应耐磨，可堆焊一层厚为2～4mm的耐磨合金。若混炼带有腐蚀性的物料时，内表面应镀铬、镶不锈钢套或采用表面喷涂等方法提高其耐磨耐蚀性能。采用镶套方法，磨损后易于更换，但影响热传导，使胶料不易散热。

（四）强度计算

由于密炼室的形状和受力比较复杂，目前可用近似的方法进行计算，参见图1-3-42所示。

（1）假设条件　①圆周力集中在棱最大回转半径的一点上；②长短棱上单位长度圆周力相同；③密炼室的法向力集中在矩形平板中心$\left(\frac{a}{2}\text{ 和 }\frac{b}{2}\right)$处；④密炼室壁是由很多个周边固定的矩形平板组成。

（2）受力分析与计算　密炼机在工作时，密炼室除受压铊的均布压力外，主要承受转子的径向力，见图1-3-42。

转子的法向力与径向力夹角θ按下式计算：

$$\theta=\cos^{-1}\left[\frac{R_1^2+R_2^2-(R_2-R_3)^2}{2\cdot R_1\cdot R_2}\right] \tag{1-3-17}$$

转子的圆周力P(N)为：

$$P=\frac{M_{n1}}{R} \tag{1-3-18}$$

式中　M_{n1}——一个转子的扭矩（见公式1-3-7），N·m；

R——转子最大回转半径，m。

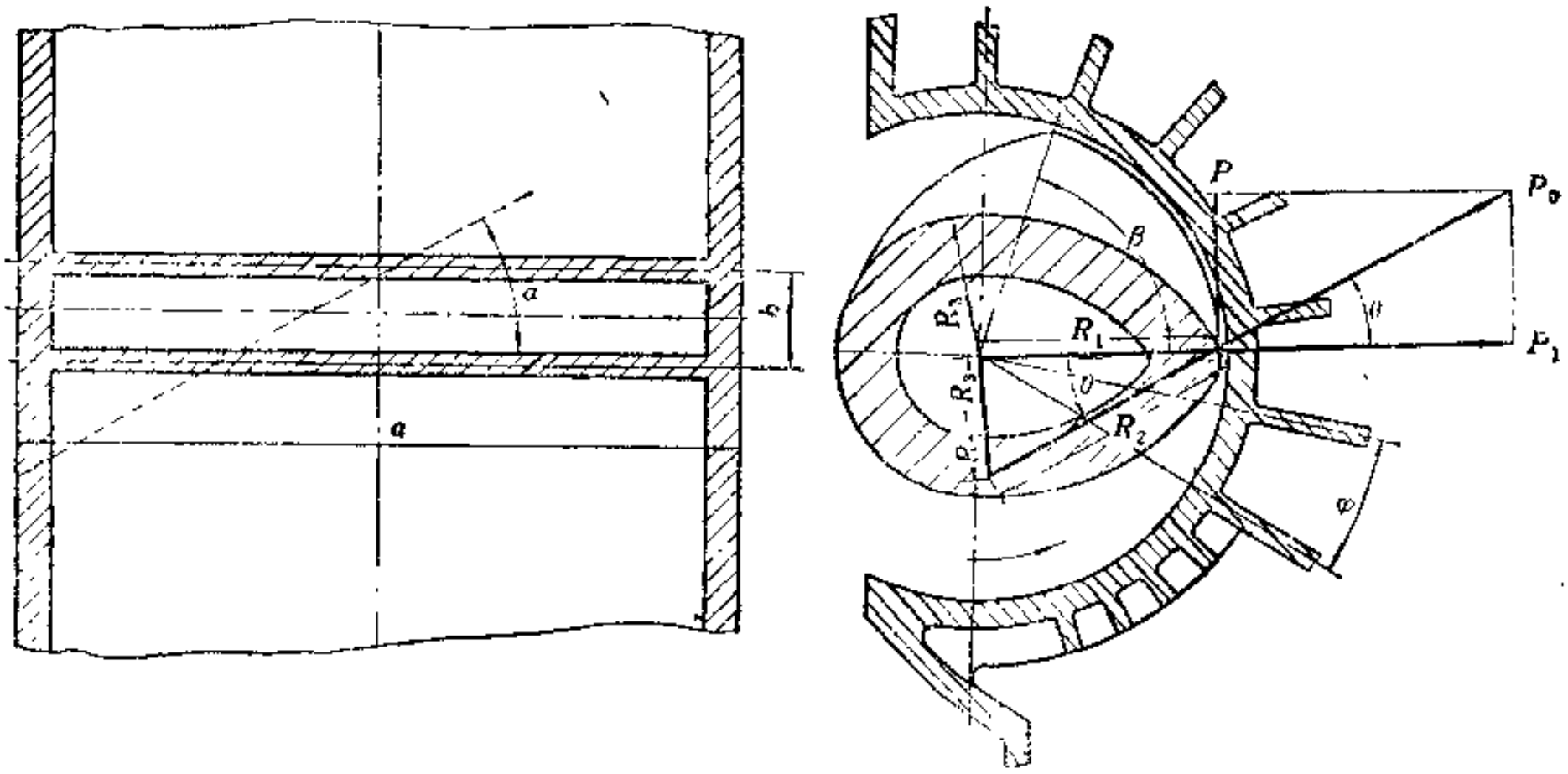


图 1-3-42　密炼室壁受力分析

P_1—转子径向力；P_2—转子法向力；P—转子圆周力；a—转子长棱螺旋角

密炼室壁相邻两个筋所受正压力P_Φ(N)为：

$$P_\Phi=\frac{P_1}{L_1+L_2}\cdot\pi(D+\delta_1)\cdot\frac{\varphi}{360}\cdot\mathrm{ctg}\alpha \tag{1-3-19}$$

式中　L_1、L_2——转子长短棱轴向长度，m；

P_1——密炼室正压力（即转子径向力），N；

D——密炼室壁的内径，m；

δ_1——密炼室壁估计厚度（计算时可忽略），m；

φ——密炼室壁相邻两个筋对中心最大夹角，(°)；

a——转子长棱螺旋角（见图1-3-42）。

受力面积$a\times b$，$b=\pi(D+\delta_1)\cdot\frac{\varphi}{360}$，见图1-3-42。

（3）密炼室壁厚度δ(m)的计算　按受脉动载荷的矩形平板周边固定的条件来计算：

$$\delta=\sqrt{\frac{c_1\cdot q\cdot b^2+c_2\cdot P_{中}}{[\sigma_0]}} \qquad (1-3-20)$$

式中　c_1——矩形板计算系数，当$\frac{a}{b}\geqslant 1.5$时，$c_1=0.4518$；

q——密炼室内压，取$q=0.5\mathrm{N/m^2}$；

b——计算宽度，m；

c_2——矩形平板计算系数，当$\frac{a}{b}\geqslant 2$时，$c_2=1.0044$；

$[\sigma_0]$——脉动载荷时许用应力，$\mathrm{N/m^2}$；

$P_{中}$——相邻两个筋所受的正压力，N。

有人认为上述公式适于计算钻孔冷却结构的密炼室壁厚，而对于非钻孔结构的密炼室的壁厚则可按下式计：

$$\delta=\sqrt{\frac{c_1\cdot q\cdot b^2}{[\sigma_0]}} \qquad (1-3-21)$$

脉动载荷时的许用应力$[\sigma_0]$(N/m²)为：

$$[\sigma_0]=\frac{\sigma_0}{n}=\frac{1.33\times 0.27(\sigma_s+\sigma_b)}{n} \qquad (1-3-22)$$

式中　σ_0——弯曲脉动疲劳限，$\mathrm{N/m^2}$；

σ_s——材料屈服限，$\mathrm{N/m^2}$；

σ_b——材料强度限，$\mathrm{N/m^2}$；

n——安全系数，$n=3$。

三、密封装置

密封装置装在转子轴颈和密炼室侧面壁处，以防止工作时漏出物料。密封装置的结构型式很多，现将常用的介绍如下。

（一）端面密封装置

1。端面接触外压式密封装置

其结构之一如图1-3-43所示，主要由转动环6和压紧环3之间的接触面起密封作用。这个接触面的单位压力要大于密炼室内工作时的单位压力。转动环6固定在转子轴颈上，与转子1一起转动。压紧环3固定在密炼室侧壁的挡环2上，由弹簧压紧，使压紧环3与转动环6，在接触面上产生一定的压力，以阻止物料漏出。压紧环与转动环相接触的表面经淬火处理，而转动环的接触表面堆焊一层耐磨硬质合金，以增加接触面的耐磨性，并在两接触面

间用高压油泵（10MPa）供油润滑，以减少接触面间的摩擦。当密炼机工作时，由密炼室中溢出的少量物料与润滑油混成膏状物而流出密封面，这是正常的，不这样就可能会产生干摩擦。这种密封装置结构简单，使用寿命较长（润滑良好时可用2～3a），但主要用于低压慢速密炼机。

日本生产的翻斗式密炼机，采用与此结构相类似的密封装置，但无转动环6，压紧环3的内孔和轴颈5相配，其端面和转子1的端面之间装设耐磨密封环，利用弹簧的作用力将密封环压于转子端面。在压环3和密炼室侧面壁之间另设有固定在侧面壁上的合金导套。该结构同样使用良好。

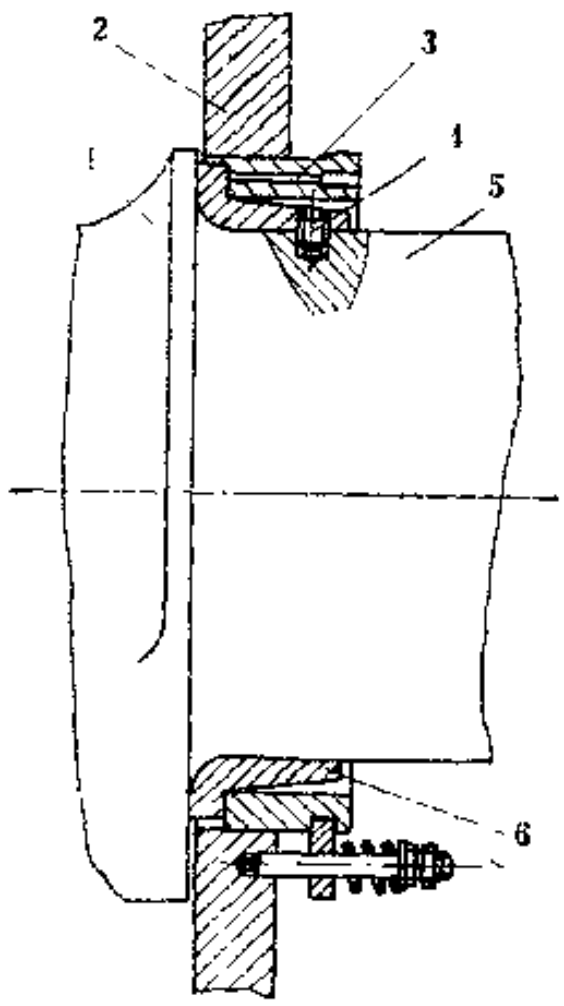


图 1-3-43 端面接触外压式密封装置

1—转子；2—挡环；3—压紧环；4—销；5—轴颈；6—转动环

这种密封装置的另一种结构形式是大连橡胶塑料机械厂生产的X(S)M-50/40型密炼机用的密封装置，其结构如图1-3-44所示。工作时动密封环10与转子一起转动，固定密封环8固定在密炼室壁上不动，两者之间的压力用螺母1调节。用GS24型双联高压油泵以40MPa的压力将润滑油从B孔不断注入摩擦密封表面，以保持动密封环和固定密封环端面的良好润滑与密封。用同样的油泵仍以40MPa的压力将软化剂（对混合物料没有害处的油质溶剂或增塑剂，如邻苯二甲酸二辛酯）经A孔注入。注入软化剂的作用是使泄漏出来的物料变成糊状物，以保证密封。

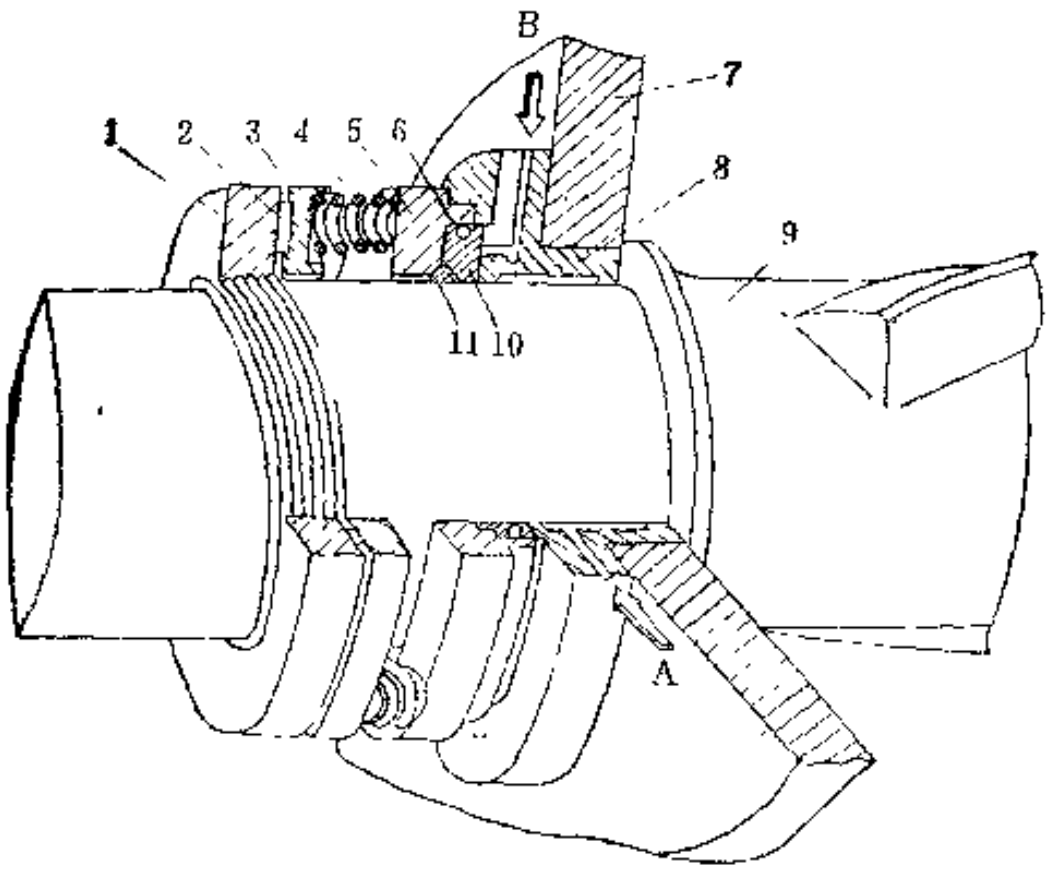


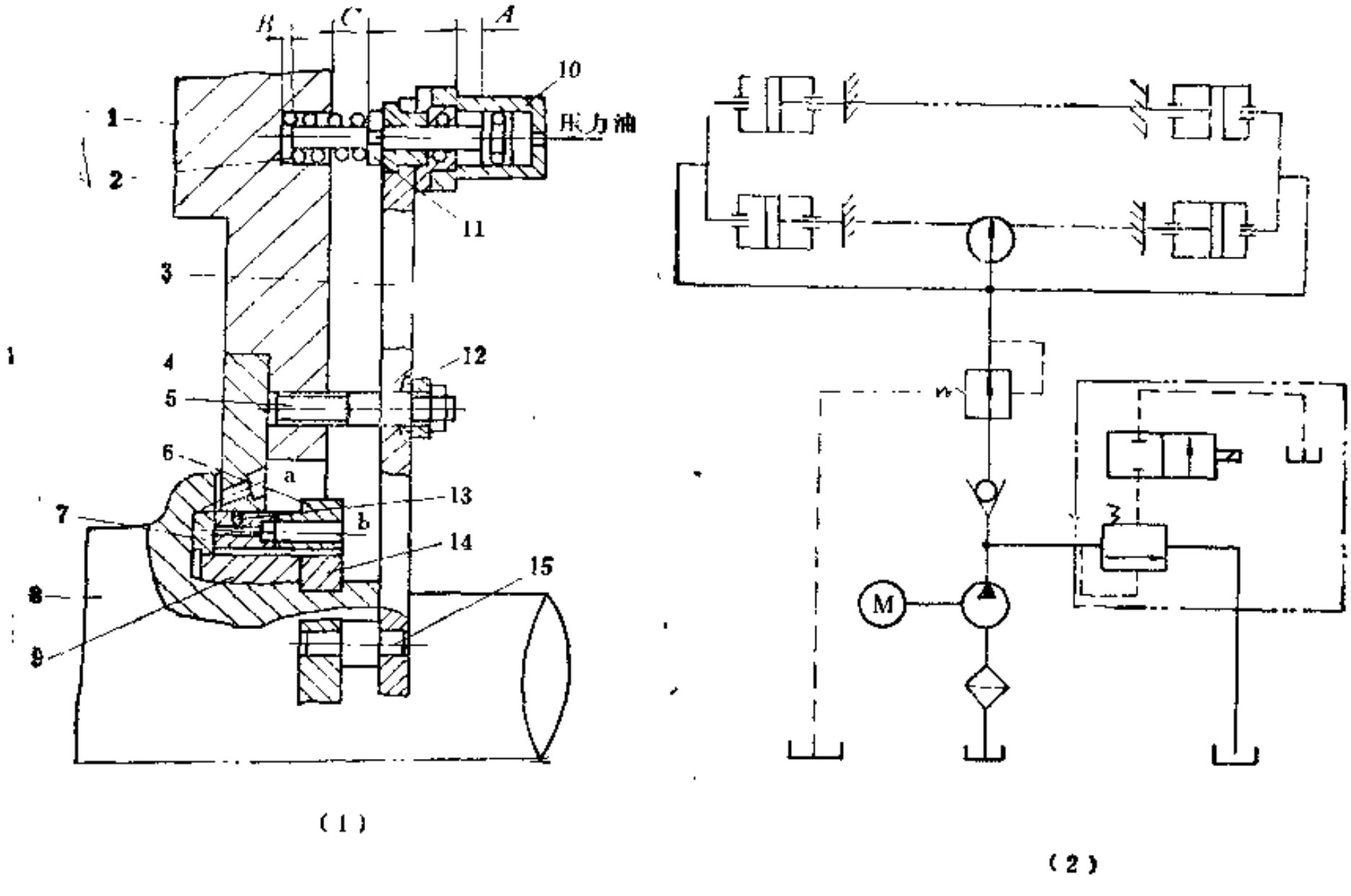
图 1-3-44 转子端面密封装置

1—圆螺母；2—垫；3—压盘；4—弹簧；5—底盘；6—钢丝圈；7—密炼室侧面壁；8—固定密封环；9—转子；10—动密封环；11—毛毡

此结构的缺点是检修不便，漏出糊状物易堵在弹簧和圆螺母处，清理困难。

2．端面接触液压式密封装置

在国外称FYH型密封装置，其结构如图1-3-45所示，它主要由油缸10、动密封环7、静密封环6和叉板3等零件组成。如图所示状态为不工作时的自由状态，由弹簧2的预紧力使两个密封零件紧贴在一起。当压力油进入油缸10时，迫使活塞杆左移，直至侧面壁1上的孔的端面，当液压力继续升高时，以叉板3的中间固定点为支点，把压力传到叉板的另一端，使动密封环7紧贴在静密封环6上面达到密封目的。动密封环端面的硬度要比静密封环端面的硬度高HRC10左右。动密封环要有足够的压力才能保证密封。



（1）　　（2）

图 1-3-45　液压式密封装置

1—侧面壁；2—弹簧；3—叉板；4—耐磨板；5—螺柱；6—静密封环；7—动密封环；8—转子；9—套；10—油缸；11—螺母；12—球面垫；13—密封圈；14—连接套；15—销轴

软化剂从注入口a注入。润滑油从注入口b注入，使动、静两个密封环的端面之间得到润滑。软化剂和润滑油用高压柱塞泵供给。液压系统中，溢流阀通过两位两通电磁阀起油泵的卸载作用。

安装油缸和叉板时，务必保证自由状态的安装尺寸C，即必须保证尺寸A大于尺寸B。

液压式密封装置的优点是各密封环工作端面受压均匀，且密封面比压保持相对稳定，同时在工作过程中可以进行调整，密封可靠，维修方便。

3．自动端面密封装置

如图1-3-46所示，由密炼室中溢出的物料压向密封环3，使密封环3的端面紧靠在外密封环9的端面上而形成密封。这种密封装置的每个密封环上有三个软化油注入口，两个润滑油注入口。用60MPa的高压油泵将软化剂注入密封面。

（二）迷宫式密封装置

迷宫式密封装置也有多种结构型式，图1-3-47所示为XM-250/20×40型密炼机上的一种结构，它由两个迷宫环组成，钢制密封环1为对开结构，有内螺纹，其螺纹方向与转子相邻螺旋棱方向相反，可使溢出的物料随着转子的回转又沿螺纹推回密炼室。迷宫环4也为对开结构，用铸铁制造，以螺钉固定在转子上。迷宫中需压注润滑脂。对开迷宫环1和迷宫环4构成迷宫密封，其间隙为1～3mm。

这种密封装置结构简单，制造维修较方便，但有少许漏料，适用于转子轴承采用滚动轴承的结构。

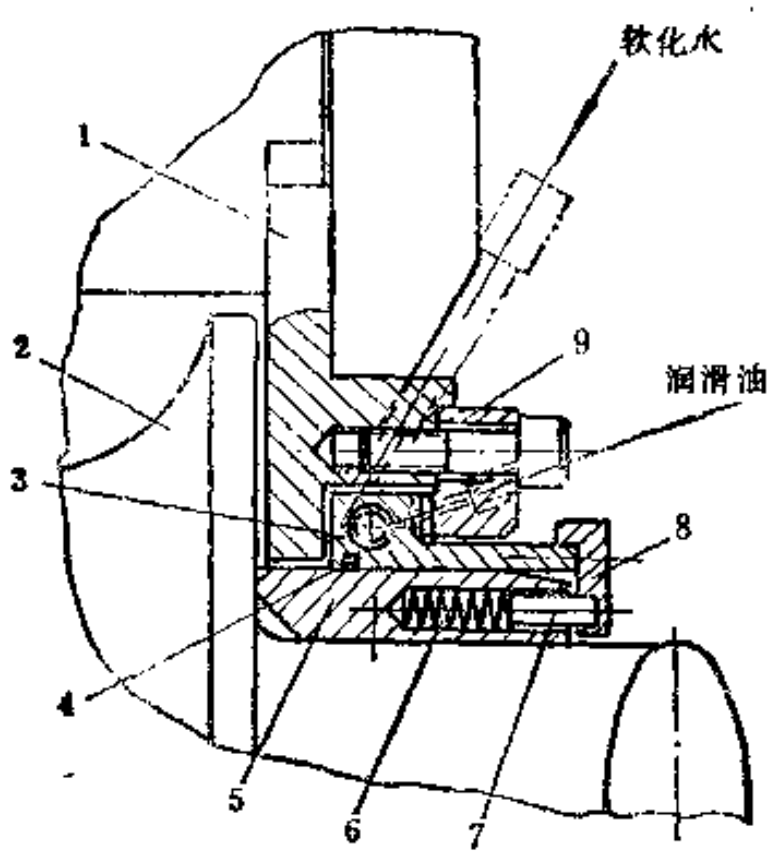


图 1-3-46　自动端面密封装置

1—耐磨端板；2—转子；3—内密封环；4—O形密封圈；5—轴套；6—弹簧；7—调节螺钉；8—压板；9—外密封环

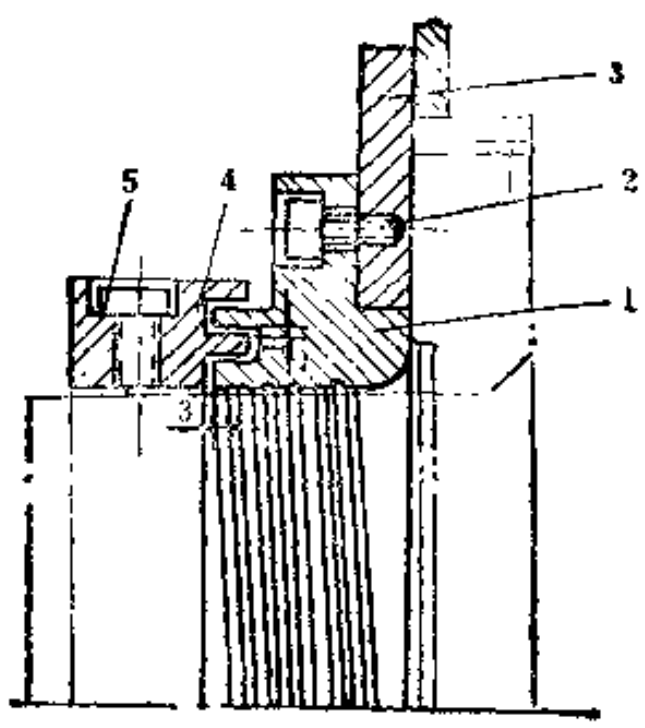


图 1-3-47　迷宫式反螺纹密封装置

1—对开迷宫环；2、5—螺钉；3—挡圈；4—迷宫环

图1-3-48所示为西班牙G01X型密炼机上的一种迷宫式密封装置，转子装在FAG双列向心滚柱轴承上。密封环的间隙：轴向2mm，径向0.5～2mm，由小到大。用增塑剂或润滑脂进行润滑。这种密封装置适用于低压，即压铊对密炼室内物料的压力为196～294kPa比较适宜。

（三）密封圈式密封装置

密封圈式密封装置的结构同样有多种形式，图1-3-49所示为一种形式。两个钢制半环4组成密封装置的壳体，所有的密封零件装在壳体内。壳体装在密炼室的侧面壁内，并用8个螺钉9进行固定。全套密封零件由多个密封环组成：锥形铜环2、聚四氟乙烯塑料环1、止推铜环3和三个石墨金属环8。弹簧6套在螺栓5上，而螺栓5拧在密封装置的壳体上，利用可拆卸的压紧法兰7和弹簧6压紧密封件形成密封。

这种类型的密封装置是将润滑脂注到止推铜环3上进行润滑。工作时物料以一定压力挤进塑料环中，使塑料环张开形成自密封。

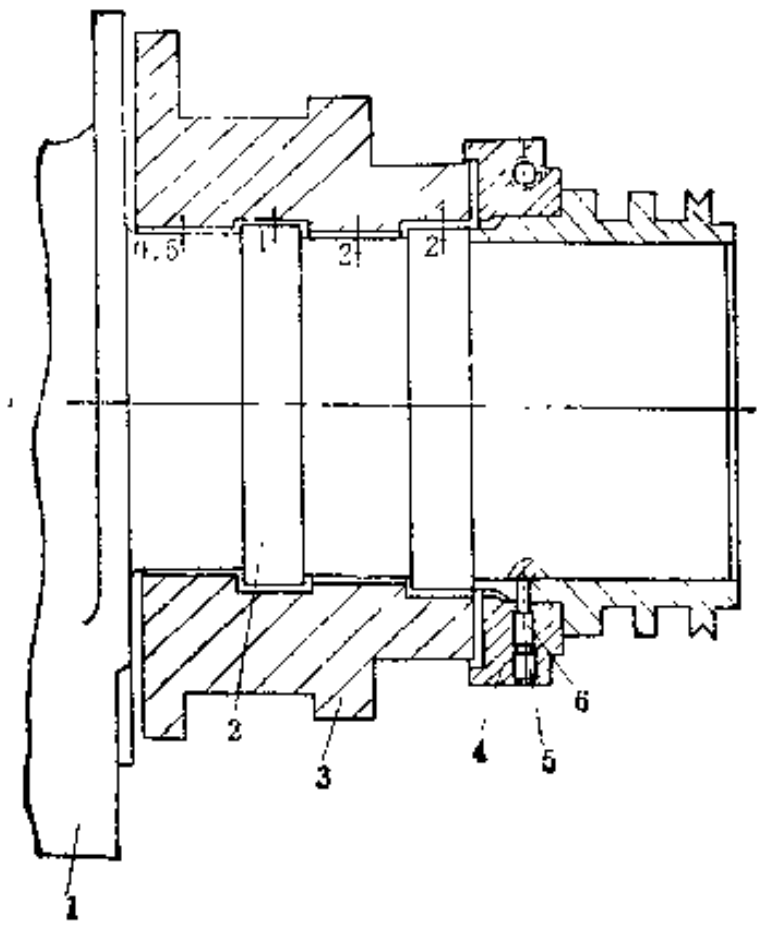


图 1-3-48 迷宫式密封装置

1—转子；2—轴肩；3、4—迷宫环；5—轴销；6—螺钉

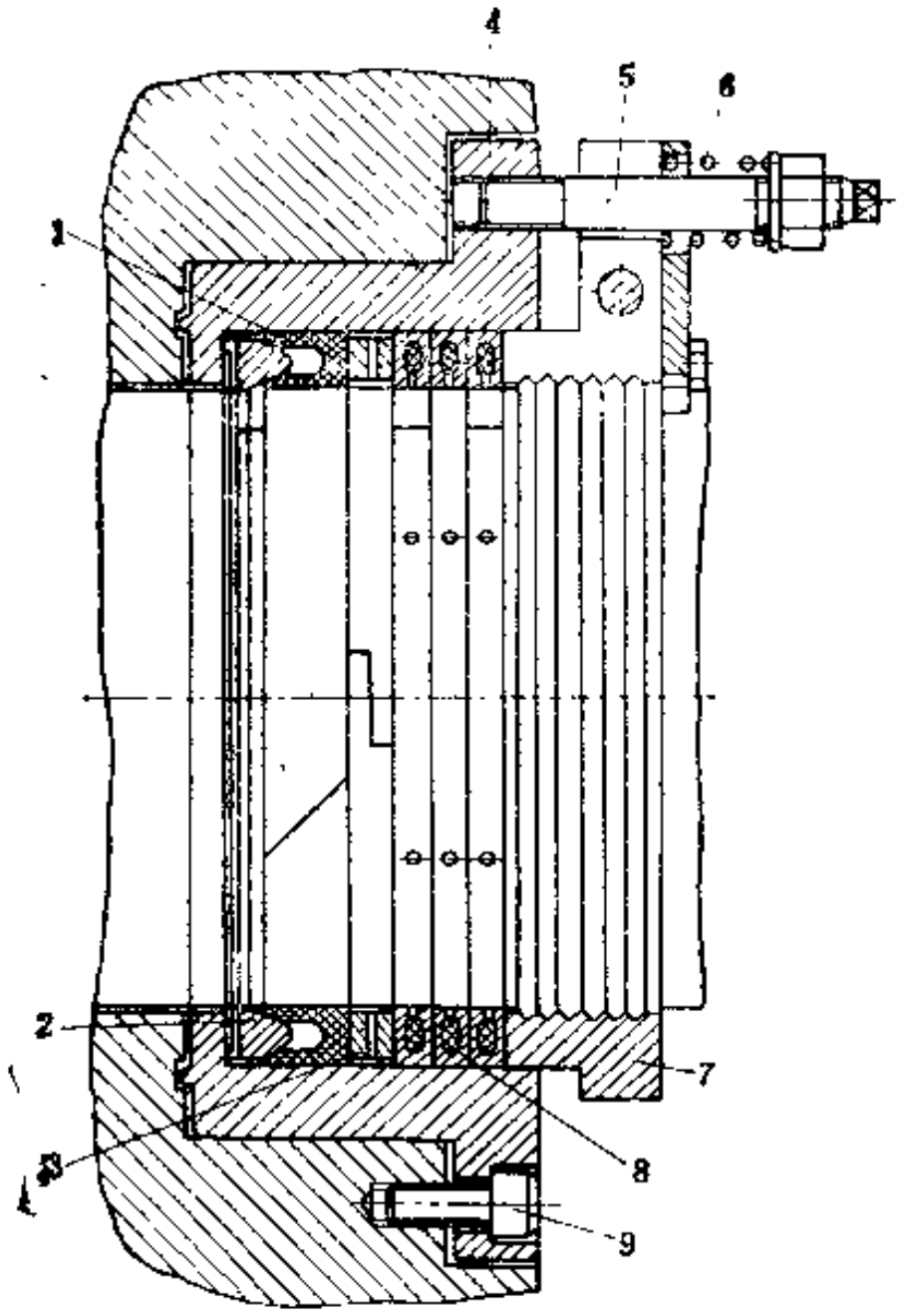


图 1-3-49 密封圈式密封装置

1—聚四氟乙烯塑料环；2—锥形铜环；3—止推钢环；4—钢制半环；5—螺栓；6—压紧弹簧；7—压紧法兰；8—石墨金属环；9—螺钉

四、转子轴承

目前，不少密炼机的转子轴承一般仍采用滑动轴承，其材质为ZQAl9-4铝青铜，近年来则又开始建议采用填充MC尼龙，但新结构密炼机上则大多采用滚动轴承。采用滚动轴承可省去转子轴向调整装置和延长使用寿命，还可降低能耗，一般情况下，可比滑动轴承降低5～10%。

各种型号密炼机的转子轴承列于表1-3-18，供参考。

对于滑动轴承，实践证明，目前采用填充MC尼龙轴瓦比采用ZQAl9-4铝青铜轴瓦更好，它具有使用寿命长、摩擦系数小（约为0.12）、节能、降低成本和使用维护简便等特点，因此是一种老机改造和新机制造中值得推广应用的非金属耐磨轴瓦材料。

填充MC尼龙轴瓦的应用，主要是轴瓦间隙和外径配合过盈量的选择，其值可参阅本篇第四章开炼机部分的有关内容。对于老式XM-250/20密炼机的轴瓦过盈量为1.8～1.9mm，甚至还可大一些，轴瓦间隙量则为1.1～1.2mm，或取0.9～1.0mm，但不宜过小。这种轴瓦在使用过程中轴承间隙有减小的趋向，有时可减小0.1～0.2mm。

填充MC尼龙轴瓦的润滑，可采用2号钠基润滑脂，每班加油一次；或采用二硫化钼和

表 1-3-18 密炼机转子轴承

密炼机型号	轴承名称	轴承型号或材质	尺寸，mm 外径	内径	宽
X(S)M-50/40	单列圆锥滚子轴承	传动端7230	270	15	50
	双列向心球面滚子轴承	3330			73
XM-75/40	滑动轴承	ZQAl9-4	215	190	308
X(S)M-80/40	单列圆锥滚子轴承	传动端7240	360	200	65
	双列向心球面滚子轴承	3540			98
XM-160/30	双列圆锥调心滚子轴承	3113752	440	260	144
XM-250/20	滑动轴承	ZQAl9-4	350	320	445
XM-250/40×20	双列调心滚子轴承	3003160	460	300	118
XM-270/20	双列圆锥调心滚子轴承	3113756	460	280	146

2 号钠基润滑脂混合脂，半个月加油一次。

五、转子轴向调整装置

密炼机转子采用滑动轴承时，需要设置轴向调整装置，承受轴向负荷和调整转子的轴向位置，以保证转子工作部分与密炼室之间的每侧间隙在允许范围内。

轴向调整装置的结构如图1-3-50所示。螺母 1 拧在轴颈 2 上，大端面顶在侧面壁 4 的轴承套 3 上，小端面有 8 个槽口 a，可在任一位置用键与轴颈固定住（工作时轴颈 2 与螺母 1

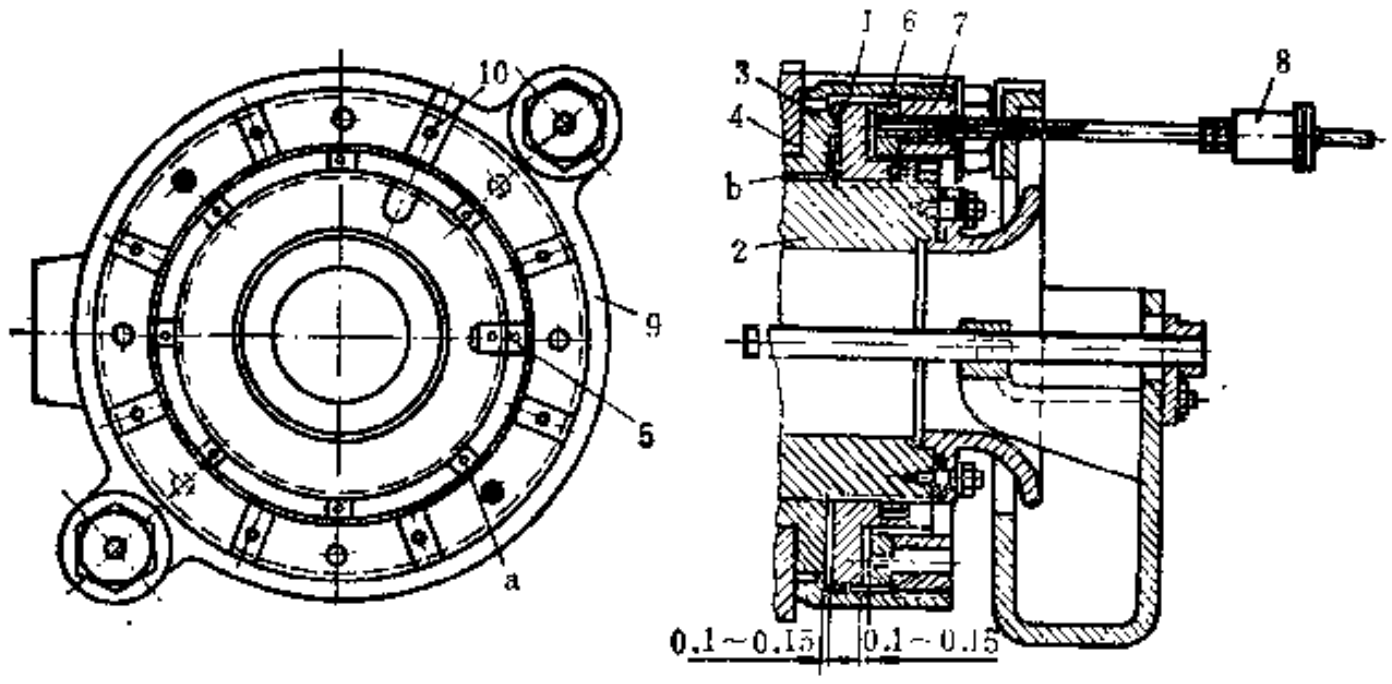


图 1-3-50 转子轴向调整装置

1—螺母；2—转子轴颈；3—轴承套；4—侧面壁；5、10—键；6—青铜环；7—螺母；8—油杯；9—铁箍

一起旋转）。螺母 1 被螺母 7 和青铜环 6 压紧，而螺母 7 拧在铁箍 9 内，铁箍被两个螺栓固定在侧面壁上。螺母 7 和螺母 1 一样，开有槽口，并能对铁箍在 8 个不同位置上固定住。

利用油杯 8 和沟槽 b，润滑调整装置的滑动表面。安装调整时，在螺母 1 的两端必须留有0.1～0.15mm的空隙。

若转子需向传动端方向移动时，首先将键 5 和键10拔出，然后将螺母 7 从铁箍中拧出，再将转子轴颈上的螺母 1 向外拧出，拧出量等于转子需要的移动量，然后装上键 5，使螺母

与转子固定，再将螺母7向铁箍内扭转，使青铜环6触及螺母1，并继续拧紧螺母，使转子向传动端方向移动。并注意在螺母1的两个滑动表面留有适当间隙，装上键10。若要转子向非传动端方向移动，将螺母1按顺时针方向拧转，使转子向指定方向移动。

六、转子加热、冷却旋转接头

近代密炼机的转子多数采用封闭式的加热、冷却系统，其常用的旋转接头如图1-3-51和图1-3-52所示。在图1-3-51中，密封环7和8为易损件，材料为聚四氟乙烯，压缩强度大于500N/

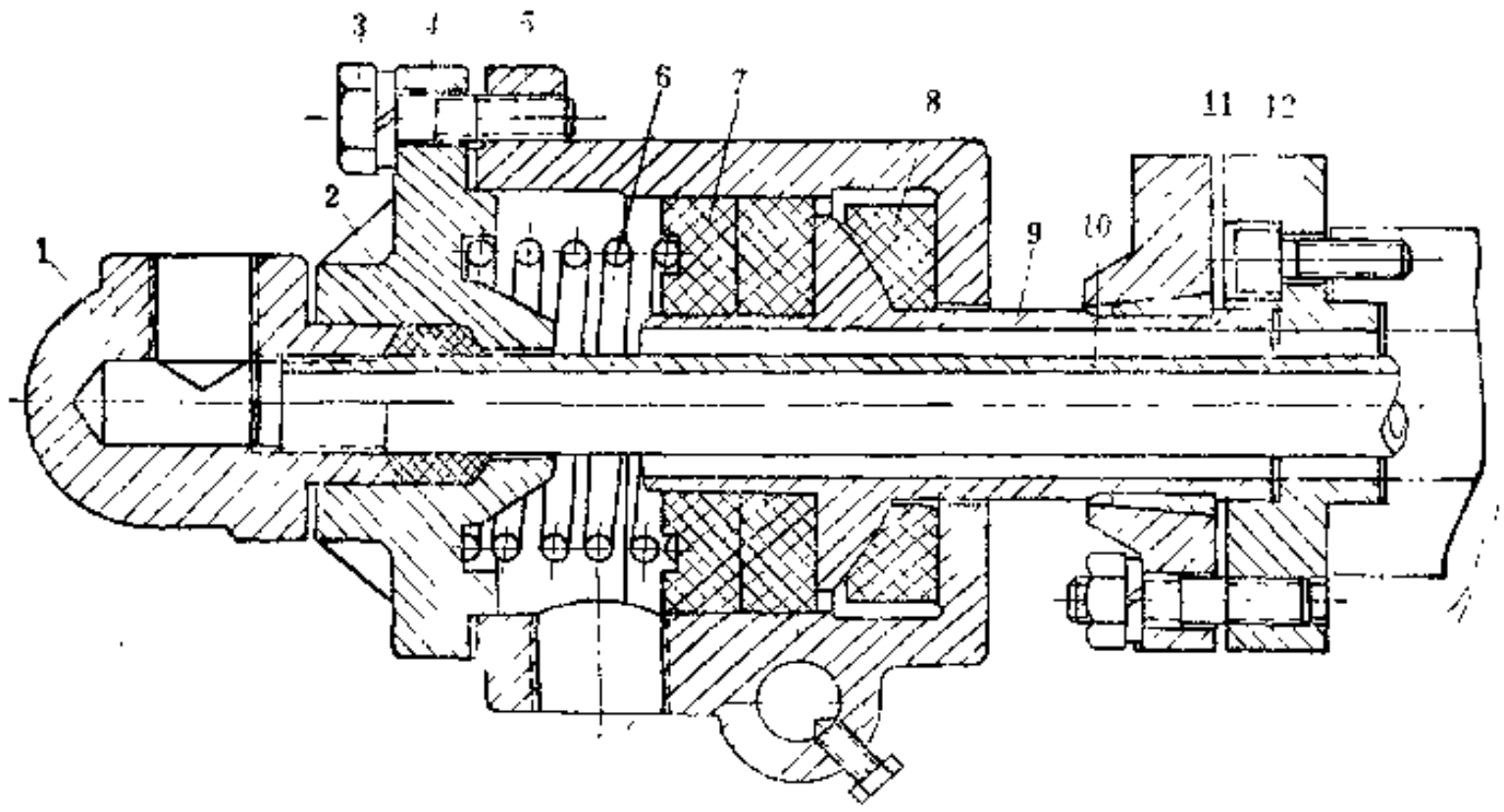


图 1-3-51 密封环式转子加热，冷却旋转接头

1—管接头；2—填料；3—螺栓；4—压盖；5—壳体；6—弹簧；7—密封环；8—凹弧形密封环；9—衬套；10—管子；11、12—法兰

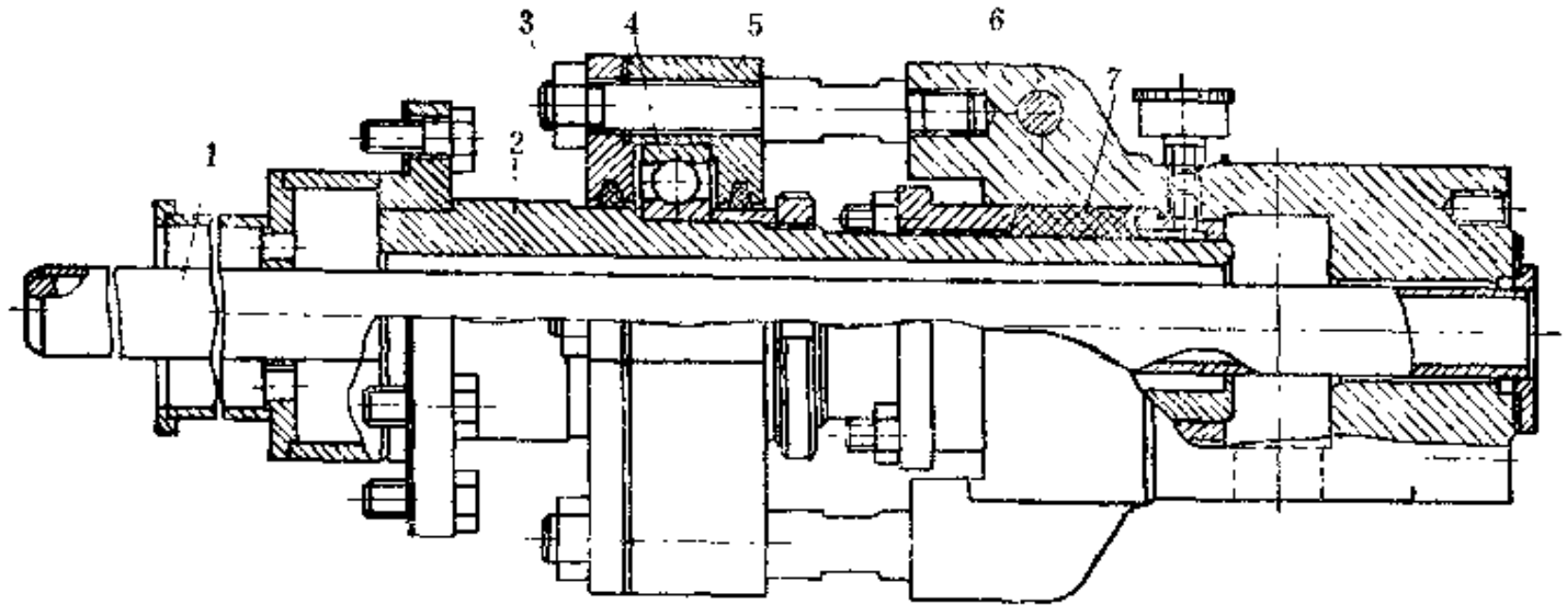


图 -3-52 填料式转子加热、冷却旋转接头

1—管子；2—套筒；3—螺栓；4—轴承；5—接头体；6—管接头；7—填料

mm^2。密封环7由两件组成，其中一件无凹槽，两侧平面要精加工，表面粗糙度值R_a不大于1.6。

七、加 料 装 置

加料装置设在密炼室的上部，由加料斗2和压料装置1组成，如图1-3-53所示。快速密炼机因炼胶时间较短，要求尽可能缩短加料时间，为此除加大密炼室进料口外，一般在加料斗下部设有加长颈筒，以便为缩短加料时间而将各种物料同时加入时易于容纳。

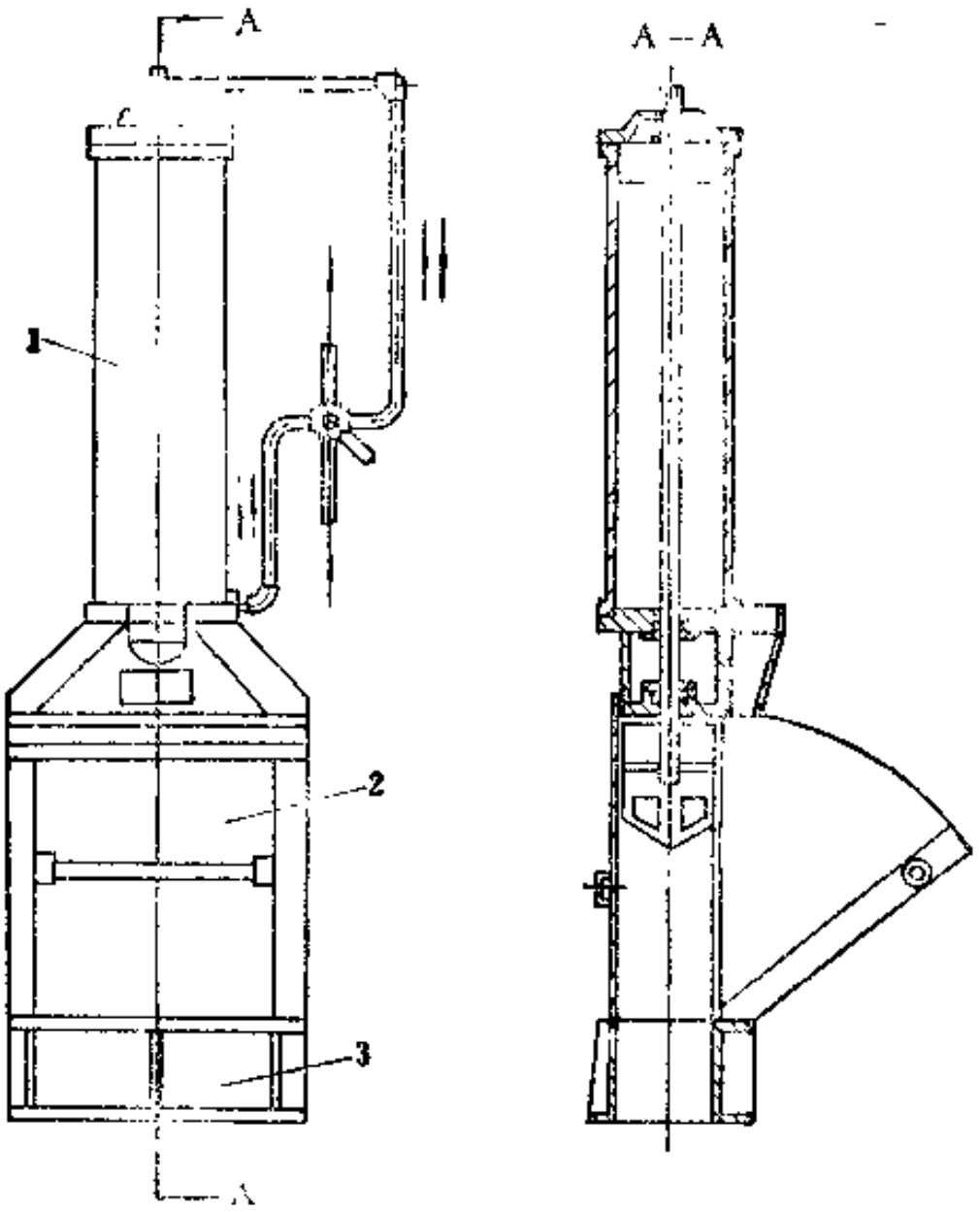


图 1-3-53 加料装置

1—压料装置；2—加料斗；3—颈筒

压料装置的结构如图1-3-54所示，由上部气缸和压铊组成，气缸使压铊起落，对物料加压。压铊的材料一般为铸铁，并制成中空，以便通水冷却（小型密炼机除外）。压铊与物料接触的表面呈尖形，也有呈弧形的。

高压快速密炼机的压铊多采用焊接结构，与胶料接触的工作表面堆焊耐磨硬质合金。

压料装置的基本尺寸见表1-3-19和图1-3-54。

表 1-3-19 压料装置主要尺寸（见图1-3-54） 单位：mm

密炼机型号	D	L	d	l	b	h
X(S)M-50/45	200	714	50	630	350	275
XM-75/35×70	280	1044	63	606	262	328
XM-160/30	450	1232	100	694	374	470
XM-250/20	200 或 410	1385	75	807	290	455
XM-250/20×40	410	1425	90	806	288	395
XM-270/20	500	1290	125	876	350	450

压料装置除上述采用气缸作动力的结构形式之外，还有采用油缸的和电动的。油缸结构

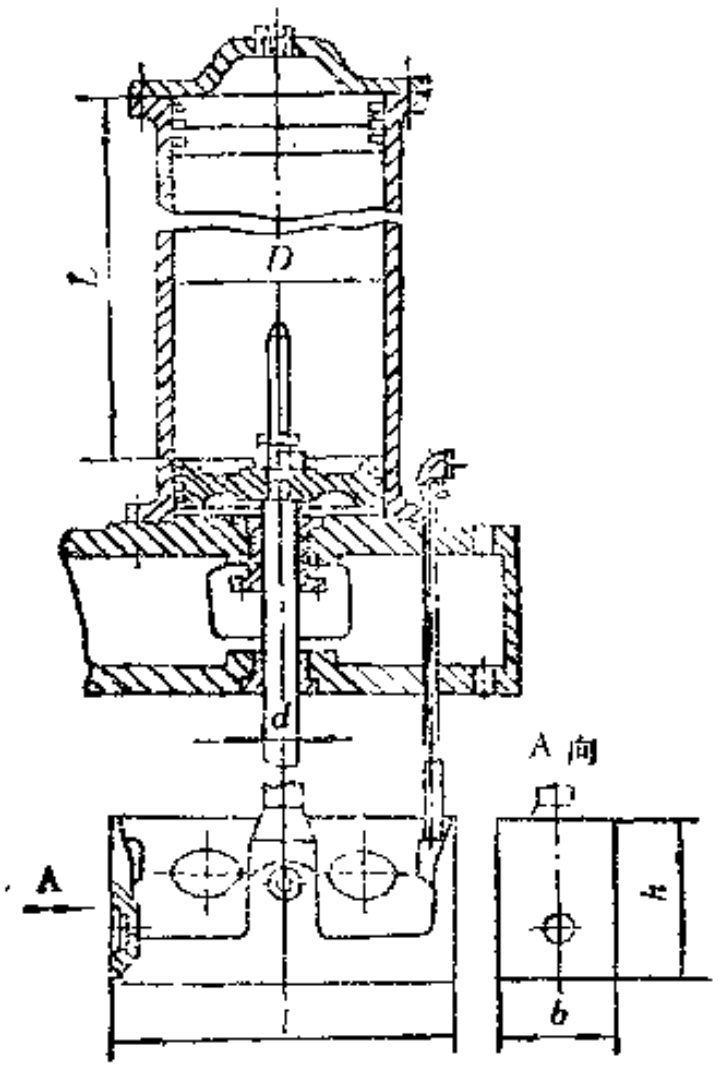


图 1-3-54　压料装置

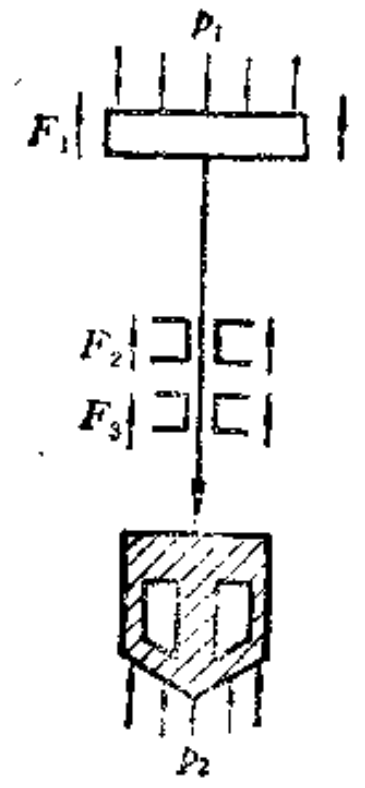


图 1-3-55　压料装置受力分析

形式中还有采用双油缸的，在压铊压杆西侧各设一个油缸，对压铊共同施力。这种结构的特点是油缸即使漏油时也不会流到密炼室内，但两个油缸的动作要同步。

气动压料装置的气缸直径根据炼胶时对物料所施加的单位压力（0.5MPa）进行计算(见公式1-3-28)。压料装置的受力分析如下（参见图1-3-55)。

1．*受力分析*

根据力的平衡，压料装置受力平衡方程式为：

$$p_1 \cdot \frac{\pi D^2}{4} + G = p_2 \cdot A + F_1 + F_2 + F_3 \qquad (1\text{-}3\text{-}23)$$

式中　p_1——压缩空气压力，N/mm²；

G——由压铊等部件重量产生的重力，N；

F_1——活塞与气缸的摩擦力，N；

F_2、F_3——填料与活塞杆的摩擦力，N；

p_2——胶料对压铊的反压力，N/mm²；

D——气缸直径，mm；

A——压铊横截面积（见图1-3-54，$l \times b$），mm²。

2．确定填料对活塞杆的摩擦力F_2、F_3(N)（见图1-3-56)

$$F_{2(3)} = \pi d \cdot h \cdot q \qquad (1\text{-}3\text{-}24)$$

式中　d——活塞杆直径，mm；

h——填料高度，mm；

q——填料对活塞杆的单位表面摩擦力，当采用浸油麻线填料时，q =0.07～0.15N/

$$F_1 = \pi D \cdot h \cdot n \cdot f \cdot p_3 \tag{1-3-26}$$

式中 D——气缸直径，mm；

h——活塞环高度，mm；

n——活塞环数量；

f——铸铁活塞环的摩擦系数，$f=0.12$；

p_3——一个活塞环对气缸面上的单位压力，取$p_3=0.03\text{N/mm}^2$；

p_3(N/mm²) 值也可按下列公式计算：

$$p_3 = \frac{b \cdot E}{7.08D\left(\frac{D}{c}-1\right)^3} \tag{1-3-27}$$

式中 b——活塞环接隙长度，mm；

E——铸铁弹性模量，$E=1.2\times10^5\text{N/mm}^2$；

D——气缸直径，mm；

c——活塞环宽度，mm。

4. 气缸直径

由力的平衡方程式 (1-3-23) 可导出气缸直径D(mm) 公式：

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi p_1}(p_2 \cdot A + F_1 + F_2 + F_3 - G)} \tag{1-3-28}$$

5. 气缸强度计算

气缸材料一般用铸铁，内径与外径之比$K=\frac{D}{d}>1.1$，其壁厚δ(mm)按厚壁圆筒理论计算：

$$\delta = r \cdot \left(\sqrt{\frac{[\sigma]+p}{[\sigma]-p}}-1\right)+b \tag{1-3-29}$$

式中 r——气缸内孔半径，mm；

$[\sigma]$——材料许用应力，对铸铁$[\sigma]=20\sim25\text{N/mm}^2$；

p——压缩空气压力，取0.8N/mm²；

b——制造与检修常数，$b=10\sim15$mm。

按下式进行验算最大应力σ_{max}(N/mm²)：

$$\sigma_{max} = p \cdot \frac{R^2+r^2}{R^2-r^2} \leqslant [\sigma] \tag{1-3-30}$$

式中 R——气缸外半径，mm。

6. 活塞杆稳定计算

杆的柔度λ的计算：

$$\lambda = \frac{4\mu \cdot l}{d} \tag{1-3-31}$$

式中 n——工作安全系数；

P——工作载荷，$P=\frac{\pi D^2}{4}\cdot p$，N；

p——压缩空气压力，取 $p=0.8\mathrm{N/mm^2}$；

D——气缸内径，mm；

K——稳定安全系数，取$K=3$。

7．缓冲结构

气缸直径大于400mm时，为避免冲击，可采用如图1-3-59和图1-3-60所示的缓冲结构。以图1-3-59为例，当压铊快升到顶时，活塞环将主气管道B堵塞，气缸中余气由细气管道A缓慢排出，形成缓冲。当压铊下降时，压缩空气先从A管缓慢进入，使活塞缓慢下移，下移超过主管道B位置时，压缩空气从A、B两个管路同时进入气缸，活塞快速下降。这种结构比较简单，但活塞环易磨损。

图1-3-60所示的一种结构，当压铊快升到顶时，缓冲管2已插入主气管1中，使气缸上

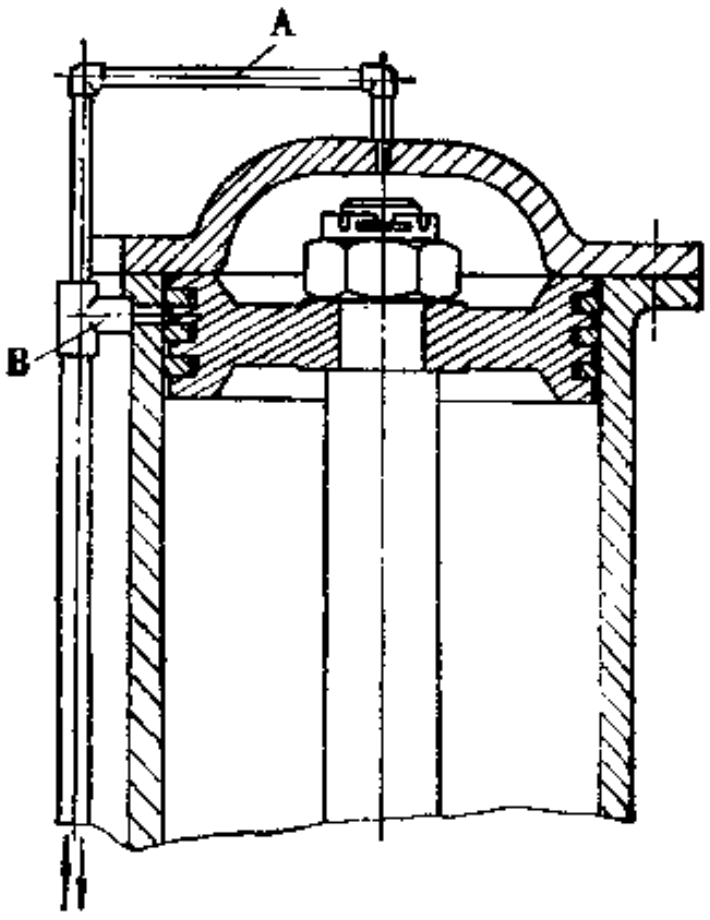


图 1-3-59 气缸缓冲装置（一）

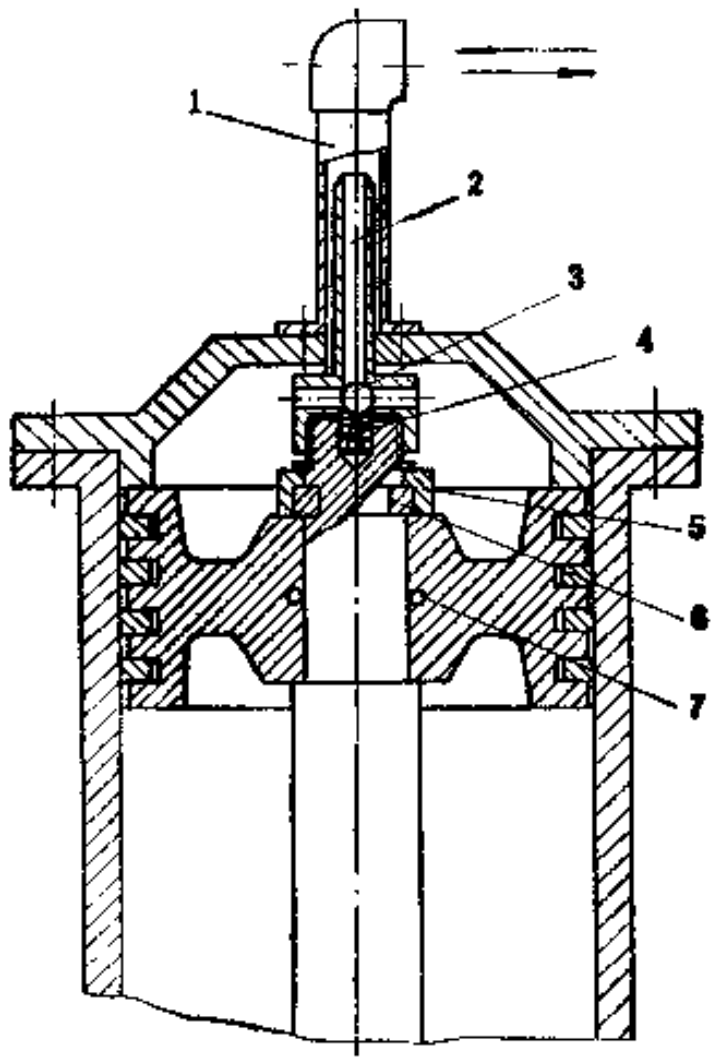


图 1-3-60 气缸缓冲装置（二）

1—主气管；2—缓冲气管；3—钢球；4—弹簧；5—压盖；6—衬圈；7—密封圈

部的气体不能很快排出，形成气垫缓冲。压铊下降时，一部分压缩空气从主气管1直接进入气缸内，另一部分压缩空气经缓冲气管2同时进入气缸，使活塞启动，缓慢下移，缓冲气管2从主气管1中全部退出时，压铊快速下落。

八、卸料装置

开闭密炼室卸料口的机构称为卸料装置。目前卸料装置有三种形式：滑动式、摆动式（又称下落式）和翻斗式。

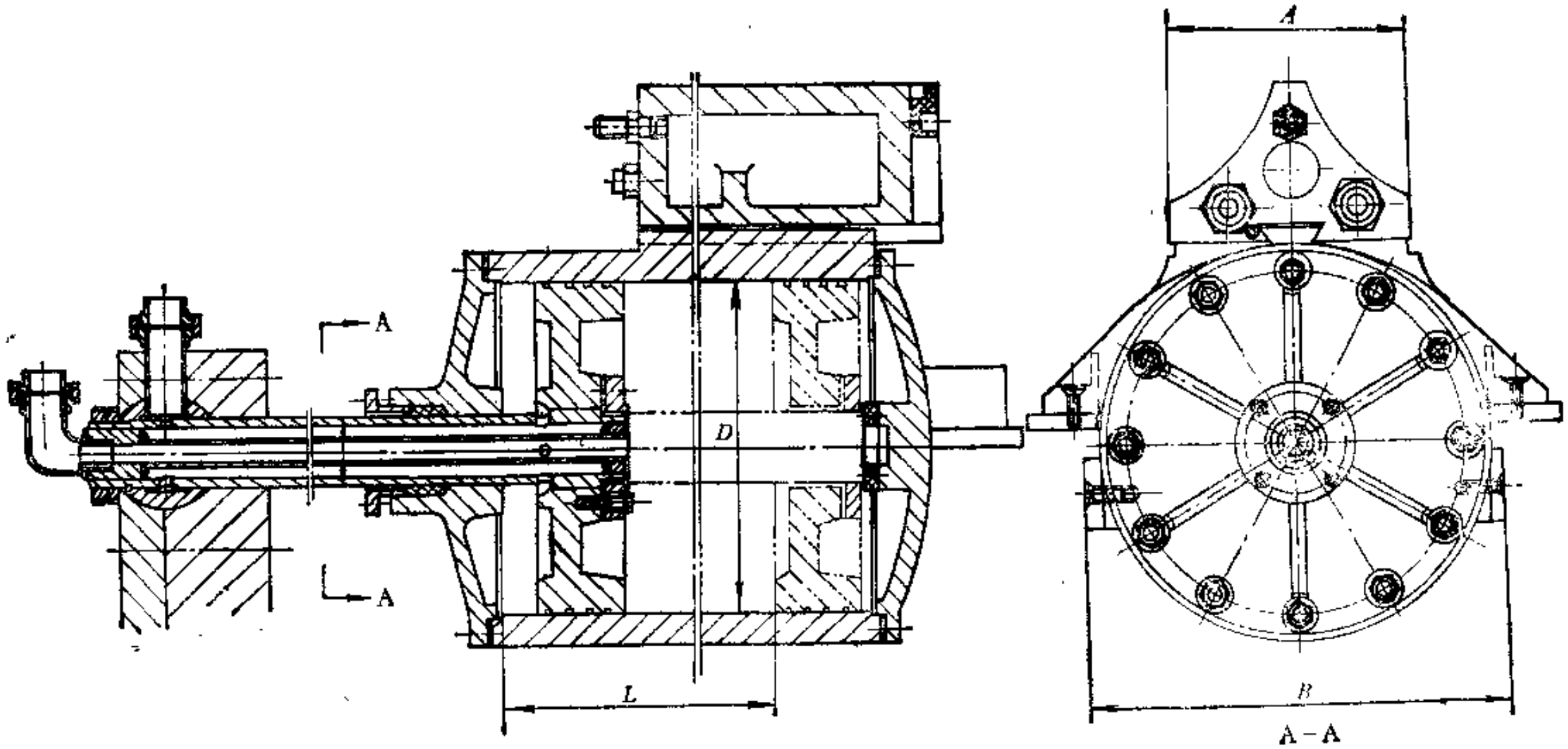


图 1-3-61　滑动式卸料装置

（一）滑动式卸料装置

滑动式卸料装置由气缸和卸料门（又称滑门）组成，其结构如图1-3-61所示。卸料门呈三角形，固定在气缸上部。气缸安装在密炼室底座的导轨上，活塞杆一端固定在底座导轨端面的横梁上，当压缩空气通入气缸时，可使气缸沿着底座的导轨往复移动，即将卸料门打开或关闭。

卸料门打开的条件是拉出力P必须大于移动阻力F（即摩擦力）。拉出力P(N)按下式计算：

$$P = p \cdot A \tag{1-3-37}$$

式中 p——压缩空气压力，取0.5～0.7N/mm²；

A——气缸有效截面积，即气缸截面积减去活塞杆截面积，$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$,mm²。

移动阻力F(N)按下式计算：

$$F = (P_1 + G + G_1) \cdot f + F_1 + F_2 \tag{1-3-38}$$

式中 P_1——胶料对卸料门的压力，$P_1 = p_1 \cdot A_1$, N；

p_1——密炼室内压铊对胶料的单位压力，N/mm²；

A_1——卸料门投影面积（长×宽），mm²；

G——移动件的重力，N；

G_1——额定加料量的重力，N；

f——导轨摩擦系数，有润滑油时，钢对钢为0.12；

F_1——活塞与气缸的摩擦力〔计算公式同式(1-3-26)〕，N；

F_2——活塞杆与填料的摩擦力〔计算公式同式(1-3-24)〕，N。

气缸和卸料装置等零件与一般计算方法相同，气缸直径的计算同压料装置气缸。

滑动式卸料门的材料为铸钢或用钢板焊接而成，工作表面应作淬火处理或堆焊耐磨硬质合金，以提高其使用寿命。卸料门内孔通水冷却。

这种卸料装置的结构比较简单，维修方便，使用可靠，但开闭门时间较长，一般要20～30 s，且密封性能不太好，有余胶。多用于低速密炼机上。

（二）摆动式卸料装置

随着快速密炼机的发展，缩短了炼胶时间，从而要求加快加料和卸料速度。目前，新型密炼机基本上都采用摆动式卸料装置。这种结构下落速度快，开闭一次仅需2～3 s时间，密封性能好，但结构较滑动式的复杂。

摆动式卸料装置是由卸料门与旋转油缸等组成，如图1-3-62所示。卸料门和支座部安装在旋转油缸的转轴上，油缸转轴旋转时，卸料门即打开或关闭，转轴的旋转角度为120～135°。密炼机工作时，为保证卸料门的关闭位置，在支承板8的全长上均布装有8个小辊14，并被锁紧栓顶住。支承板锁紧栓的宽度等于卸料口的长度，卸料门7与支承板8之间应留有0.2～0.3mm间隙，以保证卸料门的对中性。

在卸料门的液压传动系统中，应设有气体液压蓄力器，以保证卸料门快速打开以及遇有停电和停泵时也能打开卸料门，并要定期用气瓶充以氮气，充压至2.5MPa。

摆动式卸料门的锁紧机构目前有两种形式：插板式锁紧机构和曲拐式锁紧机构，如图1-3-63所示，前者适用于中小规格的密炼机，后者则主要用于大规格的密炼机（如270 L以上）。实践证明，插板式锁紧机构的自锁角α取10～12°为宜，而曲拐式锁紧机构的自锁角α取6°左

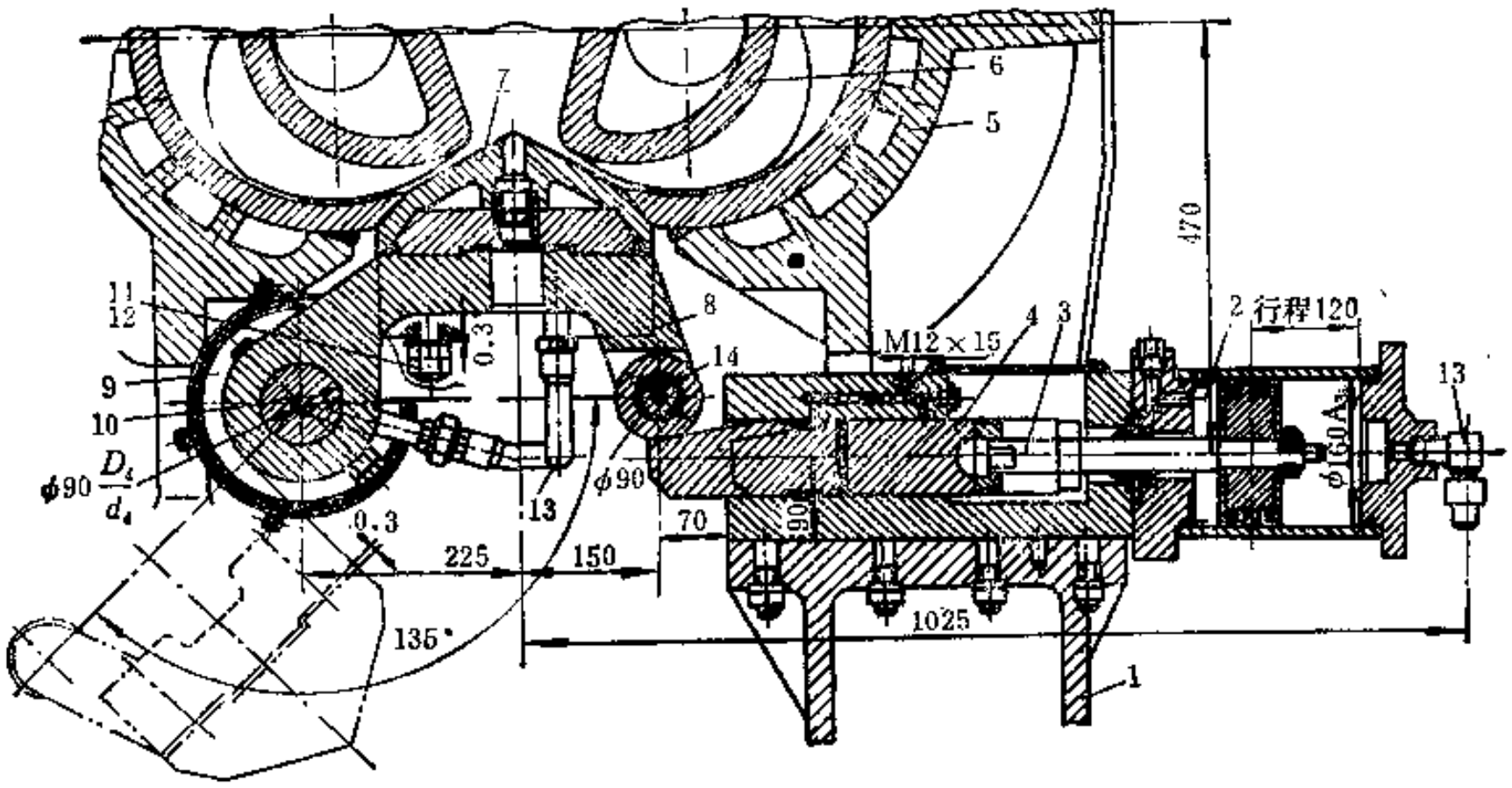


图 1-3-62　摆动式卸料装置

1—机架；2—油缸；3—活塞杆；4—板；5—密炼室壁；6—转子；7—卸料门；8—支承板；9—旋转油缸；10—轴；11—弹簧；12—螺栓；13—管路；14—小辊

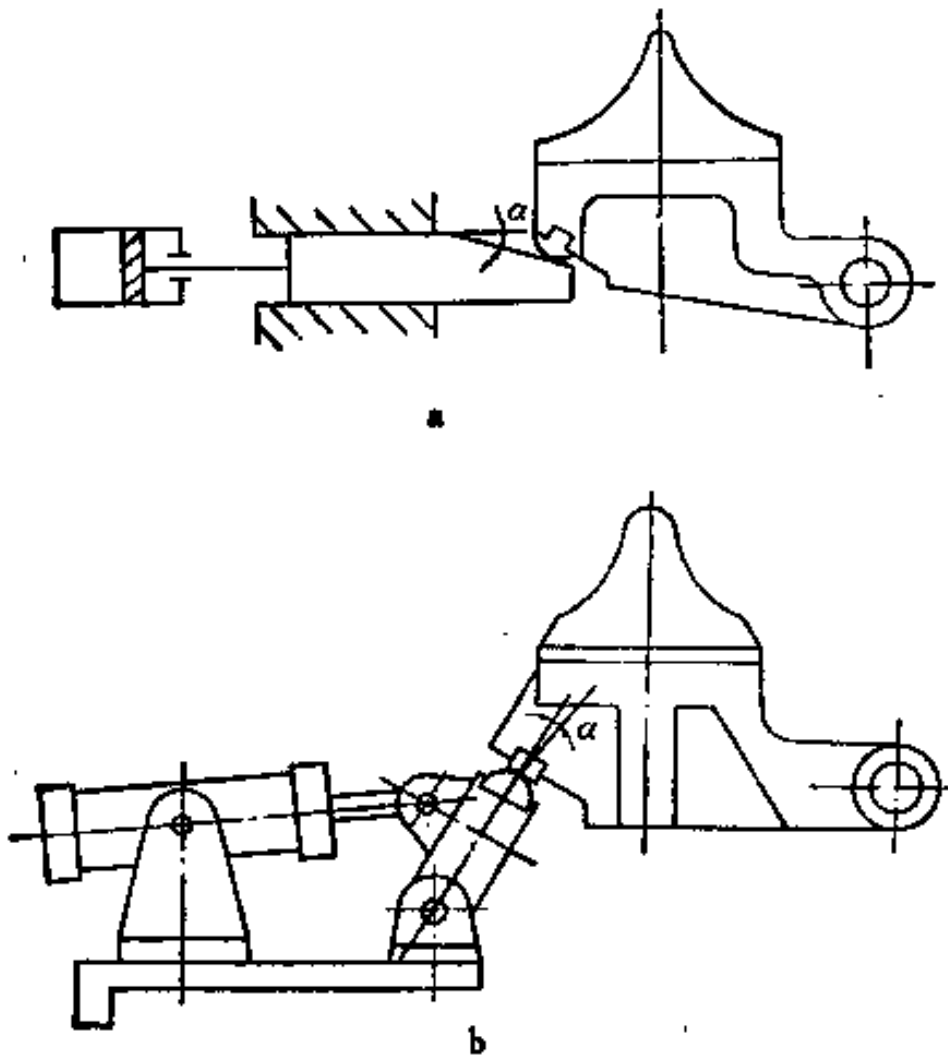


图 1-3-63　摆动式卸料门锁紧机构

a—插板式锁紧机构；b—曲拐式锁紧机构

右为宜。

目前，摆动式卸料装置的驱动方式有旋转油缸和油缸-齿条-齿轮两种，其计算方法如下。

1. 旋转油缸

其结构如图1-3-64所示。当卸料门关闭或打开时，由于卸料装置的重力而产生转动力矩和轴承处产生摩擦力矩（见图1-3-65），因而油缸的总转动力矩M_K(N·m)为：

$$M_K = 1.5(M_1 + M_2) \tag{1-3-39}$$

式中 M_1——卸料装置重力产生的力矩，$M_1 = G \cdot L$, N·m；

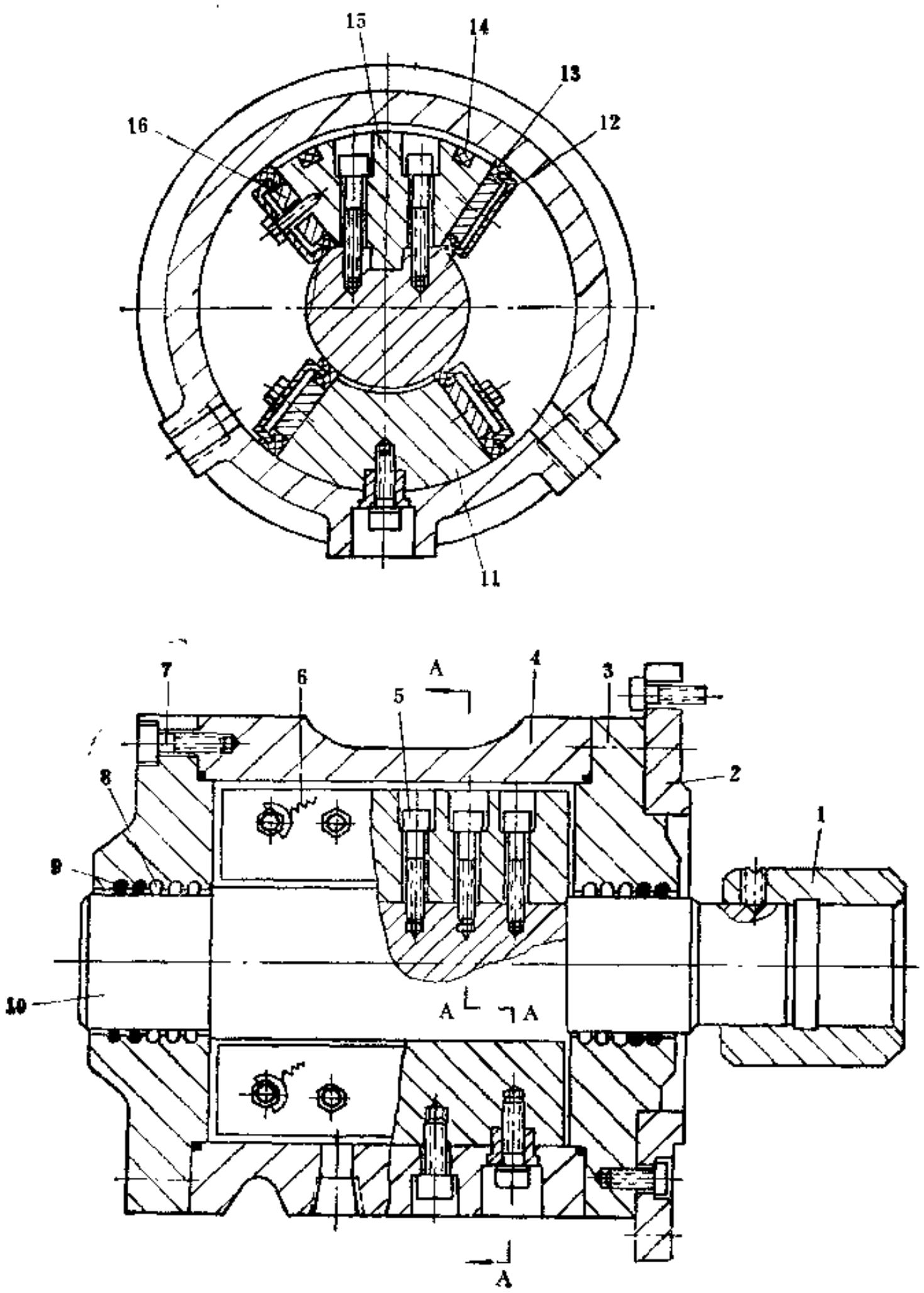


图 1-3-64 旋转油缸结构图

1—联轴器；2—联接盘；3—右端盖；4—缸体；5、7—螺钉；6—铁丝；8—油槽；9—密封圈；10—转动轴；11—固定块；12—压盖；13、14—密封条；15—转动块；16—垫板

M_2——轴承摩擦力矩，$M_2=2R_A\cdot r\cdot f$，N·m；

G——卸料装置重力，N；

L——力臂，m；

R_A——支反力，$R_A=R_B$，N；

r——转动轴半径，m；

f——轴与轴承的摩擦系数，钢对铜 $f=0.15$。

根据扭矩公式计算转动轴轴径 d（m）：

$$d=\sqrt[3]{\frac{M_K}{0.2[\tau]}} \tag{1-3-40}$$

式中 M_K——转动轴扭矩，N·m；

$[\tau]$——材料许用剪切应力，N/m^2。

若在轴上开槽时，轴径应加大10%。

确定旋转油缸的主要尺寸时，根据上面的计算，假定选定油缸内径 D，则转动块的宽度 b（m）为（如图1-3-66所示）：

$$b=\frac{2M_K}{p(r_1^2-r_2^2)} \tag{1-3-41}$$

式中 M_K——油缸总转动力矩，N·m；

p——工作油压力，N/m^2；

r_1——油缸内半径，m；

r_2——转动轴半径，m。

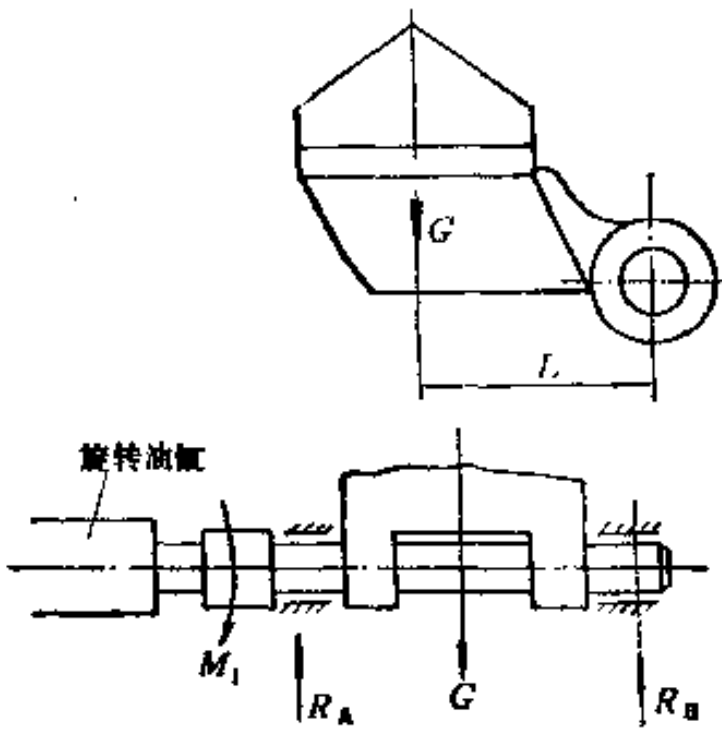


图 1-3-65 旋转油缸受力图

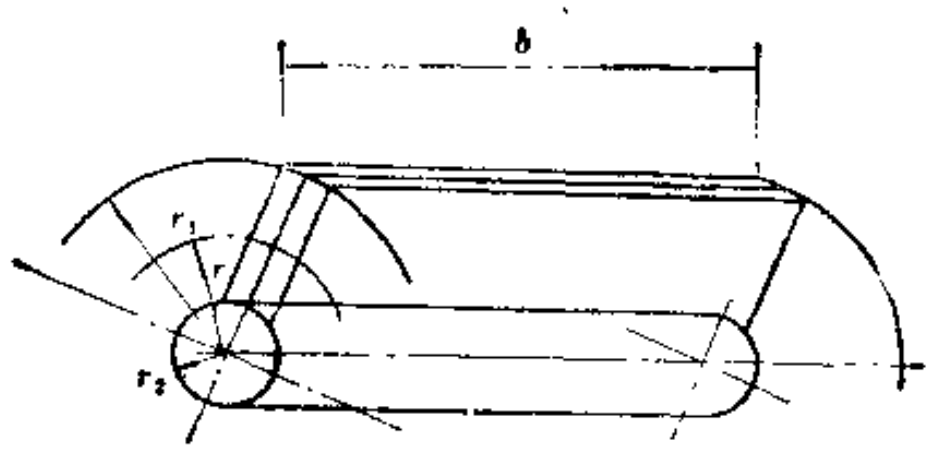


图 1-3-66 旋转油缸转动块尺寸

验算压力油输出力矩 M_K' 是否满足油缸实际需要的转动力矩：

$$M_K'=p\cdot A\cdot r\cdot\eta>M_K \tag{1-3-42}$$

式中 p——工作油压力，N/m^2；

A——转动块受力面积，$A=(r_1-r_2)\cdot b$，m^2；

r——力臂，$r=\frac{r_1+r_2}{2}$，m；

η——传动效率，一般取0.8～0.9；

M_K——输出力矩，N·m。

2．油缸-齿条-齿轮

这种传动机构如图1-3-67所示，其油缸推力同样要克服卸料装置的重力产生的力矩和轴承的摩擦力矩。

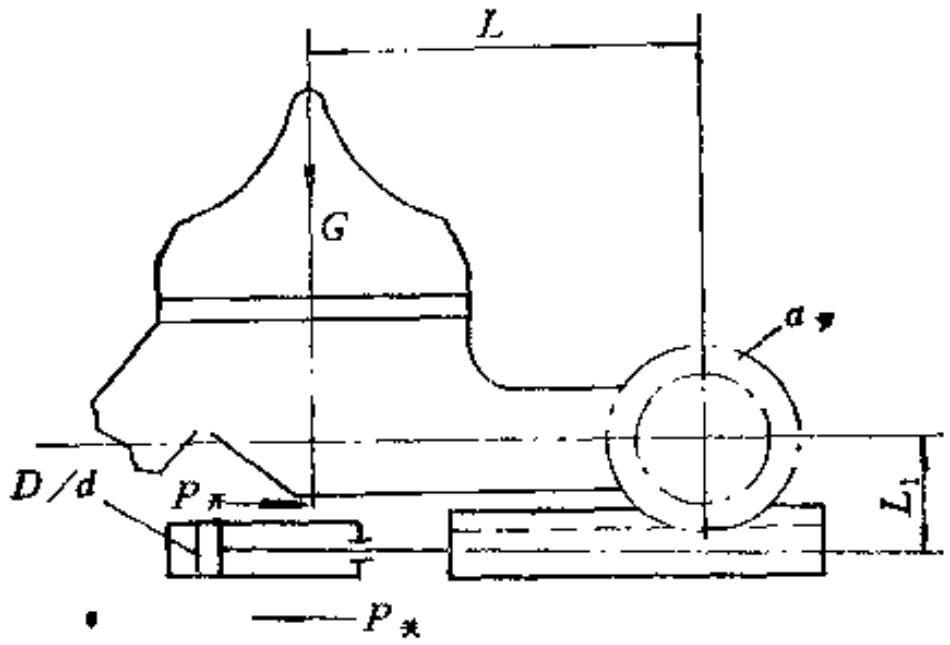


图 1-3-67　油缸-齿条-齿轮传动机构示意图

关闭卸料门时所需油缸推力$P_关$(N)为：

$$P_关=\frac{M_K}{L_1} \qquad (1-3-43)$$

式中　M_K——关闭卸料门时所需总力矩，N·m；

L_1——齿轮与齿条传动的中心距（见图1-3-67），m。

关闭卸料门时所需的油压p_1(N/m²)为：

$$p_1=\frac{4P_关}{\pi(D^2-d^2)} \qquad (1-3-44)$$

开启卸料门时所需的油压p_2(N/m²)为：

$$p_2=\frac{4P_{开}}{\pi\cdot D^2} \qquad (1-3-45)$$

式中　$P_关$——关闭卸料门时所需推力，N；

D——油缸内径，m；

d——油缸活塞杆直径，m；

$P_{开}$——开启卸料门时所需推力，$P_{开}=P_关$，N。

卸料门开和关的时间按下列公式计算，设卸料门开、关的旋转角度为135°，油缸所需的行程为S：

$$S=\frac{\pi\cdot d_节}{360°}\cdot 135° \qquad (1-3-46)$$

$$t_{开}=\frac{\pi D^2\cdot s}{4Q} \qquad (1-3-47)$$

$$t_关=\frac{\pi(D^2-d^2)\cdot S}{4Q} \qquad (1-3-48)$$

式中　$d_节$——齿轮节圆直径，m；

$t_{开}$——打开卸料门所需的时间，min；

S——油缸行程，m；

$t_关$——关闭卸料门所需的时间，min；

D——油缸内径，m；

d——油缸活塞杆直径，m；

Q——油的流量，m^3/min。

第四节　密炼机的控制系统

一、电气控制原理

密炼机的电气控制，分为主机单独控制（即采用人工称量、人工投料）及主机与上、下辅机联动控制。就控制方式而言，有手动、半自动、全自动及电子计算机程序控制等。

当采用主机与上、下辅机联动时，混炼过程是整个炼胶车间自动控制系统的中枢。由于混炼开始前必须完成原材料输送、称量及向密炼机投料三项主要工作，所以控制混炼过程要包括指挥所有称量装置的称量作业，要求在混炼开始前提前完成。混炼开始后，应按时序操纵各贮料斗及各投料装置向密炼机投料，同时控制密炼机卸料门、压砣、加料门的动作，并与压片机或挤出机联系，使之工作协调配合。

当采用自动工作制时，各种指令均由时序控制器发出。当启动生胶皮带输送机将生胶投入密炼机并关上加料门之后，时序控制器即开始运行。按炼胶工艺条件规定的时间次序，分

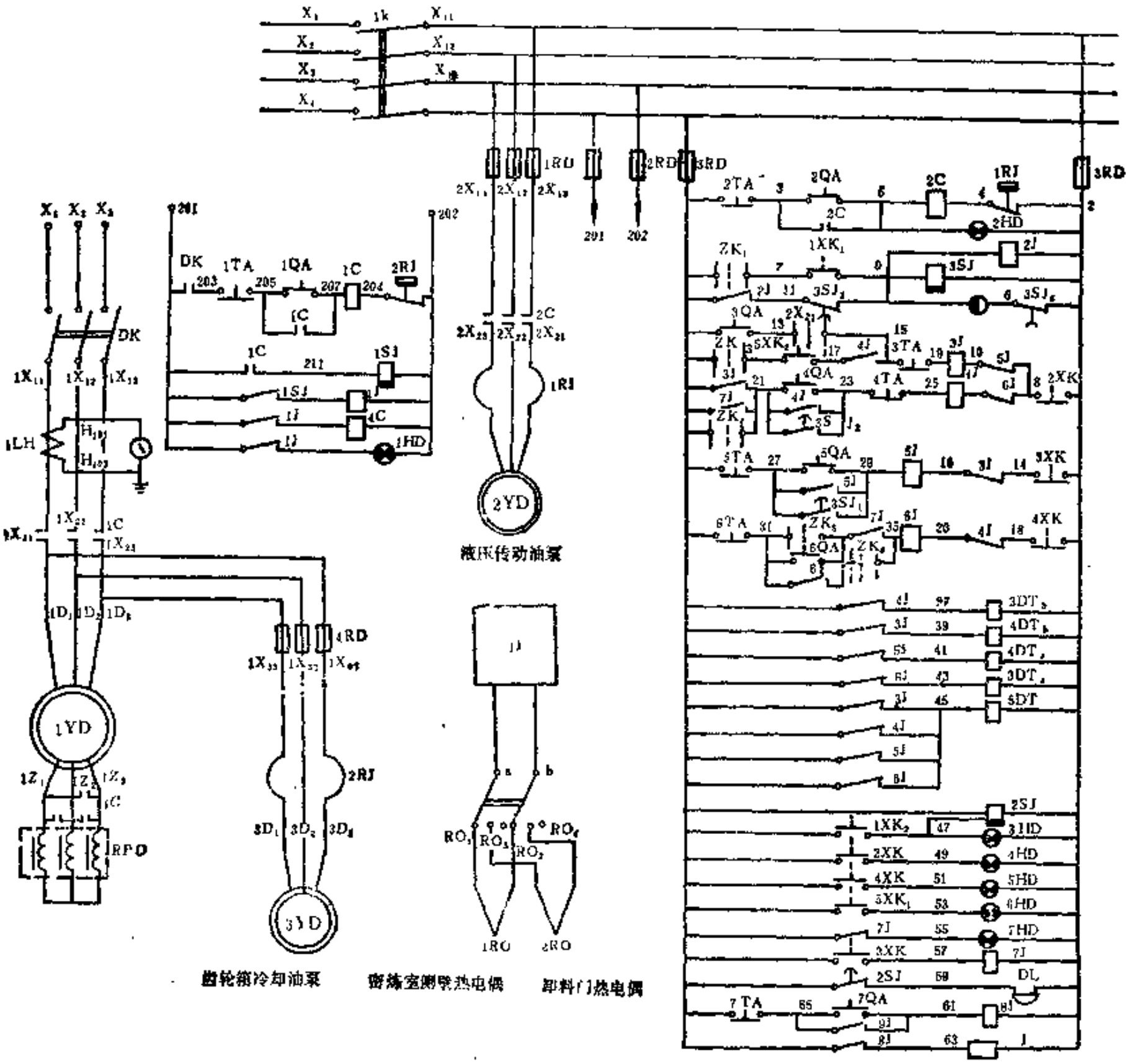


图 1-3-68　X(S)M-50型密炼机电气控制原理图

别向密炼机投入粉料、炭黑、油料等物料，并自动控制炼胶过程，同时指挥各自动称量装置继续称量作好下次加料准备。炼胶结束时，发出排料信号，打开卸料装置排料。当一个混炼周期完成后，接着进行下一个周期的工作程序。目前，炼胶过程也有按炼胶时间、炼胶温度和消耗功率进行混合控制的。当采用这种控制方式时，不论哪一项控制参数，只要一达到设定值，即行排料。

图1-3-68所示为X(S)M-50型密炼机的电气控制原理图，其工作程序如下：合上空气开关DK，按下QA，1C得电，主电机1YD启动。1C辅助触点接通1SJ，经延时闭合，接通1J，1J(201、205)闭合。4C得电，切除频敏变阻器，启动完毕。若按下1TA则主机即停止运转。

按下2QA，2C得电，液压传动油泵2YD工作。

在卸料装置锁紧机构打开的情况下，按下4QA，4J得电并自锁(21、23)闭合。4J的(1、37)闭合。电磁阀3DT$_b$得电，卸料门开始关闭，关至极限位置碰限位开关XK，XK动作，信号灯6HD亮，并接通3J的(1、39)闭合，电磁阀4DT$_b$通电锁紧。

当压铊压下至极限位置后（用手动气阀控制），碰限位开关1×K，1×K动作，信号灯3HD亮，同时2SJ得电并开始计时。3SJ也得电并通过2J的自锁(3S、11闭合)，经过延时后(27、29)闭合，5J得电。5J的(1、41)闭合，电磁阀4DT$_a$得电，锁紧机构打开，在开至极限位置后碰限位开关3×K，3×K动作，7J得电，7J的(33、35)闭合。6J得电，6J的(1、43)闭合，电磁阀3DT$_a$得电，卸料门打开。再经过一个延时后，3SJ$_2$(21、23)闭合，4J得电，卸料门关闭，然后3SJ$_3$断开，待压铊上升后，3SJ便失电。

2SJ作混炼时间计时，时间一到，2SJ(1、59)闭合，电铃DL得电，通知下一道工序作好准备。

混炼过程采用功率积分仪、数据处理系统以及动应力松弛检验仪等仪器时，可提高密炼机生产过程的控制水平。采用功率积分方式控制混炼作业比采用温度、时间参数控制混炼作业，混炼周期一般平均可缩短15%。另外，采用功率积分控制混炼作业，可将若干原来需要两段混炼的胶料改为一段混炼，这时混炼周期平均可缩短33%，还可使胶料保持质量上的均一性，提高炼胶质量和产量，减少能量消耗，降低成本。

二、气动控制

1．控制原理

密炼机压铊的升降、加料门和滑动式卸料门的开闭，通常利用压缩空气进行驱动，其原理图如图1-3-69所示。从气源送来的压缩空气首先通过过滤器2，然后进入油雾器3，利用压缩空气本身的压力将润滑油雾化并和压缩空气混合进入空气管路中。这种压缩空气可使气路中的控制阀及气缸中的零件减少摩擦。压铊的气缸用四通电磁阀 6 控制，加料门气缸用四通电磁阀 5 控制，滑动式卸料门用四通电磁阀9控制。压缩空气压力为0.6～0.8MPa。

2．总耗气量

如图1-3-69所示，压铊、加料门与卸料门均用气压传动时，一个炼胶周期的耗气量$Q(m^3)$可按下式计算：

$$Q=\frac{\pi}{4}(D_1^2L_1n_1+D_2^2L_2n_2+D_3^2L_3n_3) \qquad (1\text{-}3\text{-}49)$$

式中 D_1、D_2、D_3——分别为压铊、加料门、卸料门气缸的直径，m；

L_1、L_2、L_3——分别为压铊、加料门、卸料门气缸的行程，m；

n_1、n_2、n_3——分别为压铊、加料门、卸料门气缸的行程次数。

在炼胶工艺中，如采用一次性加料（各种配料同时加入密炼室），则$n_1=2$，$n_2=2$(气缸往返一次)。多次加料时，压铊升降多次，即$n_1=4$、6、8等。由于加料门气缸直径D_2较小，故在计算时可忽略不计，这样每小时耗气量Q(m³/h)可简化成下式：

$$Q=\frac{\pi}{4}(D_1^2L_1n_1+D_3^2L_3n_3)\cdot\frac{60}{t}$$

$$=15\pi(D_1^2L_1n_1+D_3^2L_3n_3)\cdot\frac{1}{t} \qquad (1\text{-}3\text{-}50)$$

式中 t——炼胶周期，min。

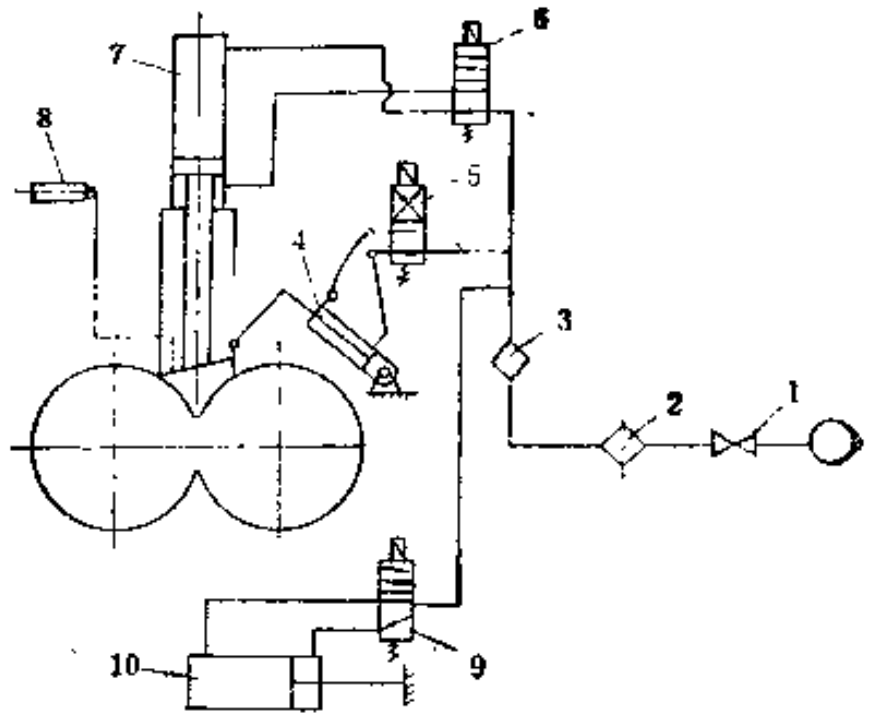


图 1-3-69 气压传动原理示意图

1—手动阀；2—过滤器；3—油雾器；4—加料门气缸；5—加料门气缸控制阀；6—压铊气缸控制阀；7—压铊气缸；8—限位开关；9—滑动式卸料门气缸控制阀；10—滑动式卸料门气缸

3．气管直径的确定

在气路控制系统中，主要应根据压料、卸料装置的气缸体积和要求活塞或气缸行程时间，求出在单位时间内消耗的空气量，再由单位时间的耗气量查表1-3-21，得出气管直径，并依次选择管路中的控制阀等。

表 1-3-21 气量与气管直径

常压下气量，m³/h	10～30	31～60	61～100	101～200	201～400	401～700
气管内径，mm	15～20	21～25	26～32	33～38	39～51	52～63

供气总管的直径，由于密炼机各气缸非同步工作，故可取与气缸气管相同的直径。

常压下单位时间内的耗气量Q(m³/h)按下式计算：

$$Q=2717\frac{D^2\cdot L\cdot p}{t} \qquad (1\text{-}3\text{-}51)$$

式中 2717——换算系数，mm²/N；

D——气缸内径，m；

L——活塞或气缸行程，m；

p——工作时气缸内的压力（按表1-3-22选用），N/mm²；

表 1-3-22 活塞行程时间与气压关系

项目 \ 气缸	压料	卸料	加料门
气压，MPa	0.15～0.25	0.26～0.49	0.5～0.6
时间，s	4～6	7～9	3～5

t ——活塞或气缸行程时间，s。

三、液压传动控制原理

目前，密炼机采用液压传动的机构通常是摆动式卸料门，其液压传动控制原理如图1-3-70所示。卸料门1是用旋转油缸带动的，为使卸料门打开时不致有突然冲开的现象，在开启回路上设有单向节流阀8。旋转油缸的换向是用三位四通电磁阀来实现的。卸料门锁紧机构3的摆动是由电磁换向阀来控制。叶片泵12由电机13带动。密炼机开动后，油泵一直在工作。旋转油缸2和往复式油缸4不动时，叶片泵吸进的油通过溢流阀10卸载，而溢流阀10则用电磁阀9来控制。

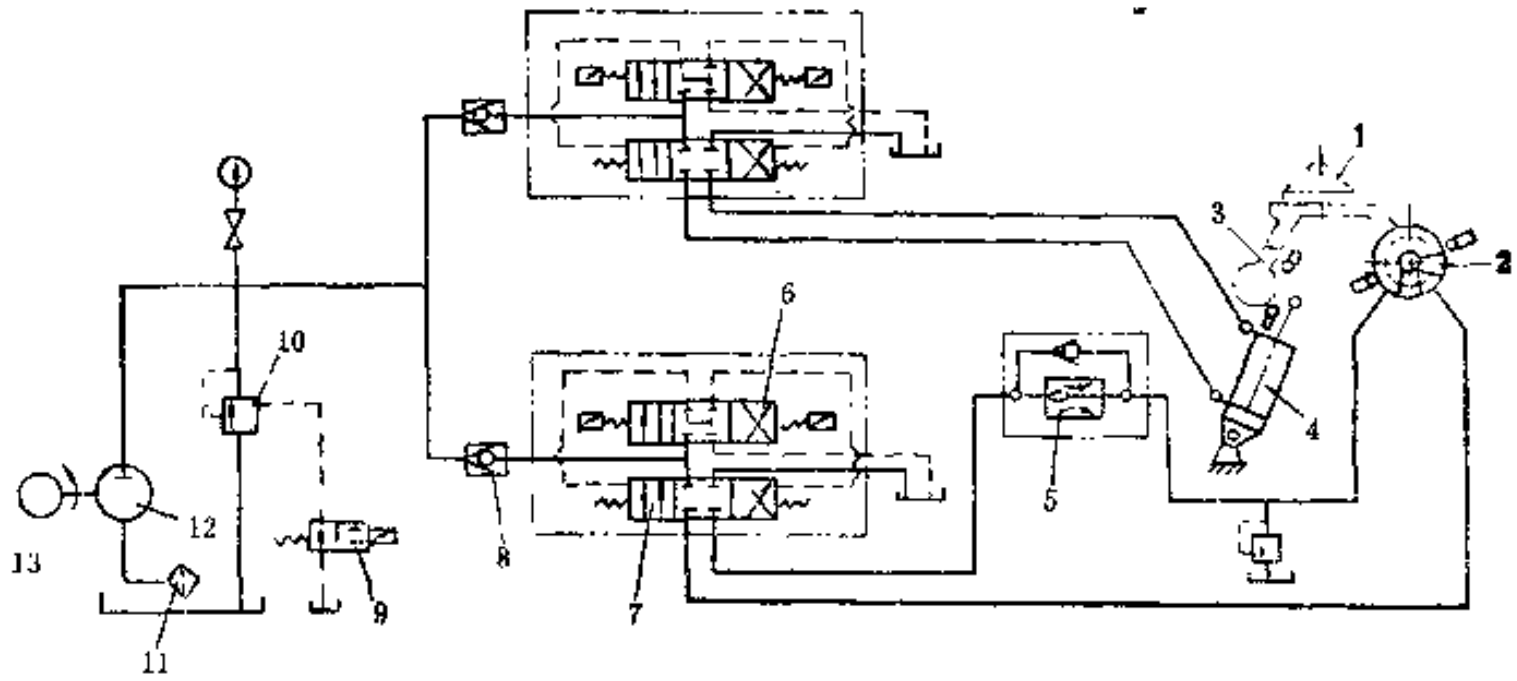


图 1-3-70 卸料门液压传动原理图

1—卸料门；2—旋转油缸；3—卸料门锁紧机构；4—往复式油缸；5—节流阀；6—三位四通电磁阀；7—三位四通液压阀；8—单向阀；9—两位两通电磁阀；10—溢流阀；11—过滤器；12—叶片泵；13—电机

第五节 密炼机的冷却（温控）系统

为保证密炼机炼胶时规定的炼胶温度，必须进行有效的冷却与控制，并进行热平衡计算。

密炼机的密炼室、转子、压砣和卸料门有效的散热是密炼机正常工作的必要条件。在这些部位都要通入冷却水进行冷却，并具有紧急排料功能，当胶料温度一旦超过规定值，进行紧急排料。

密炼机的冷却及其控制系统如图1-3-71所示。

一、发 热 量

密炼机炼胶时所消耗的功转化为热量，根据热平衡的原则计算炼胶过程中产生的热量Q(kJ/h)：

$$Q=3600N\cdot\eta \qquad (1-3-52)$$

式中 N——传动电机额定功率，kW；

η——传动效率，$\eta=0.85\sim0.9$；

3600——热功当量，kJ/(kW·h)。

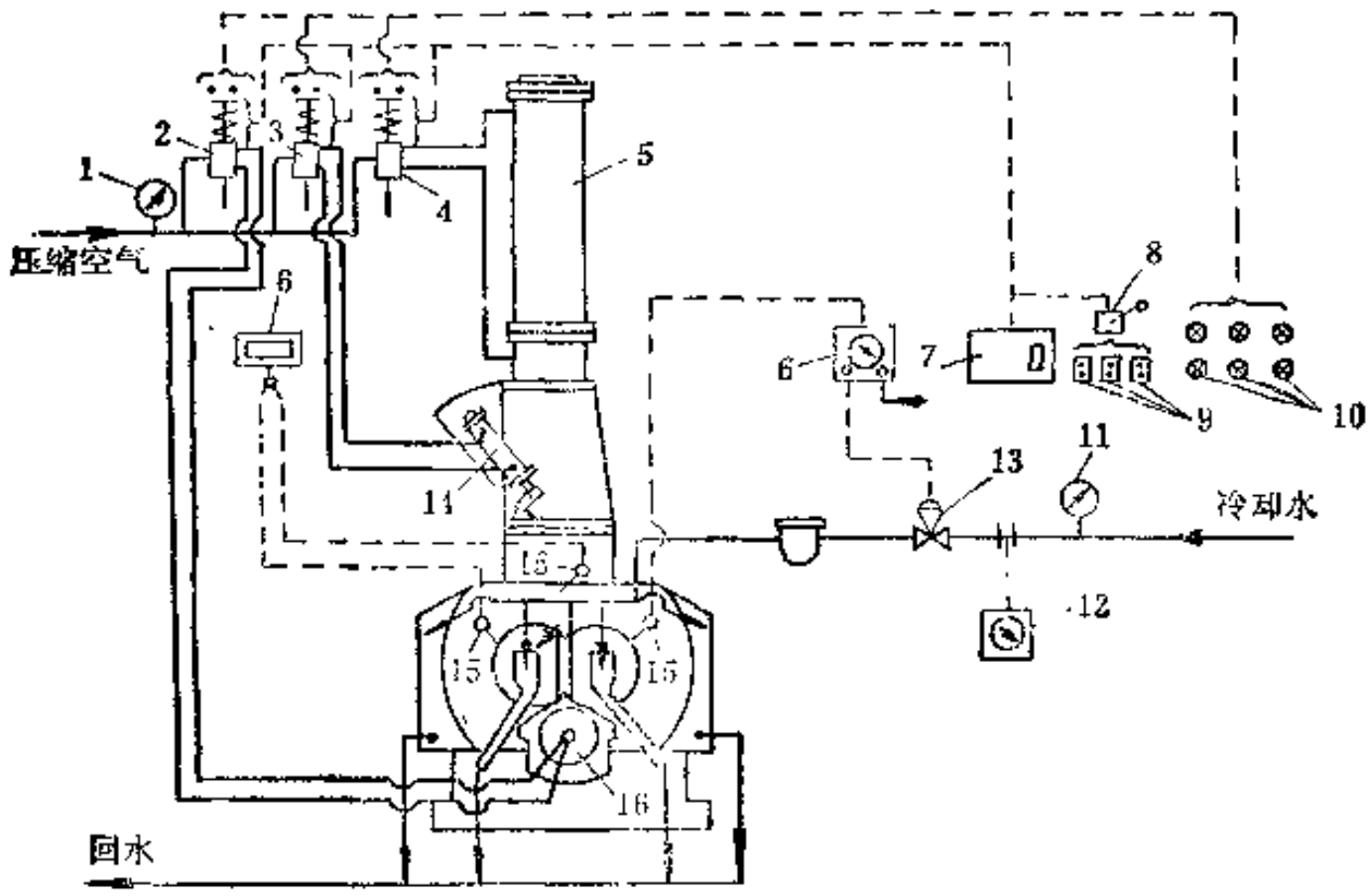


图 1-3-71 密炼机冷却控制系统

1—空气压力表；2、3、4—电磁阀；5—压铊气缸；6—调节电位计；7—控制仪表；8—手控-自控转换开关；9—手控按钮；10—信号灯；11—冷却水压力表；12—水流量表；13—调节阀；14—气缸；15—热电偶；16—卸料门气缸

二、热量的分布

热量主要分布在胶料、冷却水、周围介质和设备中。在热计算中，一般散失在周围介质和设备升温中的热量忽略不计。热量Q(kJ/h)的计算按下式进行：

$$Q=Q_1+Q_2 \tag{1-3-53}$$

式中 Q_1——胶料温升吸收的热量，kJ/h；

Q_2——冷却水带走的热量，kJ/h。

胶料温升所吸收的热量Q_1(kJ/h)为：

$$Q_1=q\cdot c_1(T_2-T_1) \tag{1-3-54}$$

式中 q——密炼机的生产能力，kg/h；

c_1——胶料比热容，1.67kJ/(kg·K)；

T_1——胶料投入时的温度，K；

T_2——排胶时的温度，K。

冷却水带走的热量Q_2(kJ/h)为：

$$Q_2=G\cdot c_2(T_4-T_3) \tag{1-3-55}$$

式中 G——耗水量，kg/h；

c_2——水的比热容，$c_2=4.187$kJ/(kg·K)；

T_3——进水温度，K；

T_4——排水温度，K。

三、对冷却水的要求与耗水量

进入密炼机的冷却水应是软化水或经磁水器处理的水，以避免热交换过程中生成水垢，降低冷却效果。进水的压力为0.3～0.6MPa。进水的温度一般为15～20℃。根据现代炼胶理论和温控要求，冷却水进水温度应可调（设有可控温控装置），一般取40～50℃，可提高炼胶效率5%左右。

（1）总耗水量G(kg/h)可由下式求得：

$$G=\frac{Q-qc_1(T_2-T_1)}{c_2(T_4-T_3)} \tag{1-3-56}$$

（2）传热面积　如图1-3-72所示，密炼机共有四处要通水冷却：密炼室、转子、压铊和卸料门。因此，总传热面积$A(m^2)$为：

$$A=A_1+A_2+A_3+A_4 \tag{1-3-57}$$

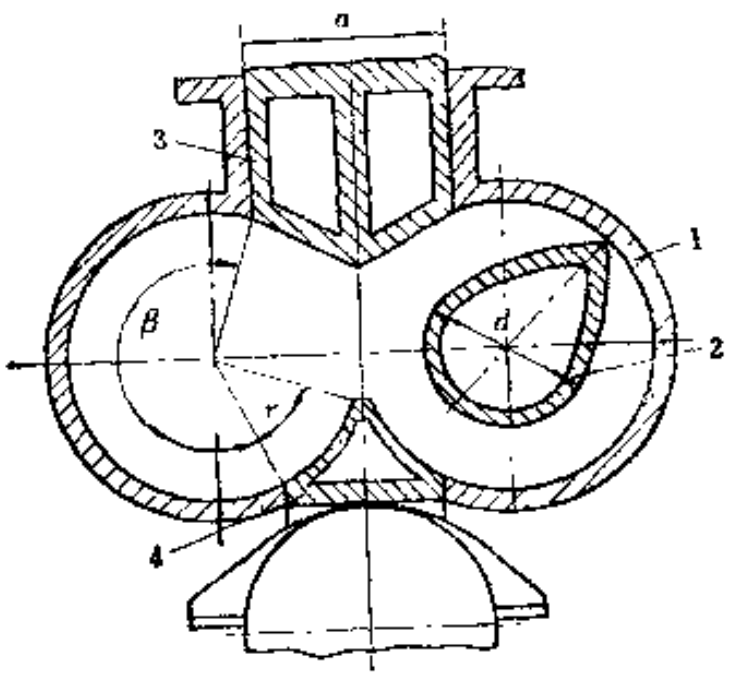


图 1-3-72　密炼室冷却部位

1—密炼室壁；2—转子；3—压铊；4—卸料门

式中　A_1——密炼室壁传热面积，$A_1=\frac{\pi D\cdot\beta\cdot L}{360}$ m^2；

A_2——转子传热面积，$A_2=2\pi\cdot d\cdot L$，m^2；

A_3——压铊面积，$A_3=a\cdot\frac{L}{2}$，m^2；

A_4——卸料门传热面积，$A_4=2\cdot\frac{\pi D\cdot Y\cdot L}{360}$，$m^2$；

D——密炼室内径，m；

L——密炼室长度，m；

d——转子工作部分基本直径，m。

计算压铊面积A_3时，由于工作时不是始终接触物料，故只取面积之半。

（3）密炼室、转子、压铊和卸料门的耗水量分别为gA_1、gA_2、gA_3和gA_4。g为单位面积耗水量，其值为：$g=\frac{G}{A}$，kg/m^2。

四、水管直径

水管直径d(内径，m)按下式计算：

$$d=\sqrt{\frac{4G}{\pi v}} \tag{1-3-58}$$

式中　G——耗水量，m^3/s；

v——水流速度，0.6～2.25m/s。

第六节　耐磨合金堆焊

为提高密炼机的密炼室、转子、卸料门、压铊等与胶料接触的工作表面的耐磨性，目前大多以铬锰合金和642焊条堆焊一层耐磨层。

一、堆焊层成分与技术要求

用铬锰合金焊条和642焊条堆焊时的成分如下。

（1）铬锰合金焊条　这种焊条大多是机械厂自造自用，无专门工厂生产。堆焊层化学成分为Cr19.37%，Mn3.83%，C3.1%。表面硬度HRC55～62。

（2）642焊条　642焊条通常由焊条厂生产。堆焊层化学成分为Cr22～28%，C2～2.8%。堆焊层表面硬度HRC≥45。

堆焊合金层表面应良好，用砂轮打磨后表面只允许有网状裂纹，深度不许进入基体金属，宽度应小于表1-3-23的规定。

表 1-3-23　堆焊合金层表面允许最大裂纹宽度

部　件	密炼室与卸料门	转子		压　铊
		棱　峰	椭圆表面	
裂纹宽度，mm	0.4	0.8	0.4	0.4

二、堆焊工艺

要求高耐磨和高硬度的部位采用铬锰合金，其它部位采用642焊条。两种焊条手工堆焊工艺基本相同。

表 1-3-24　电焊电流

焊条种类	铬锰合金焊条	642焊条
厚度，mm/层	1～2	3～3.5
电流，A	180～210	230～290

（1）清理预焊表面的氧化皮与修补砂眼等缺陷；

（2）工件预热到200～300℃；

（3）用直流电焊机堆焊，焊条直径为4mm，电流见表1-3-24；

（4）堆焊后必须采取缓慢冷却措施；

（5）使用642焊条堆焊时，使用前需在250～400℃条件下烘干2～4h，随用随取，否则会产生气孔。

三、半自动堆焊机

图1-3-73所示是一种转子和密炼室堆焊硬质合金用的半自动机床，它由车床1、调整托辊2和装有半自动焊接头4的焊接机3构成。车床的传动电机为直流电机，便于调速，以选择合适的焊接速度。

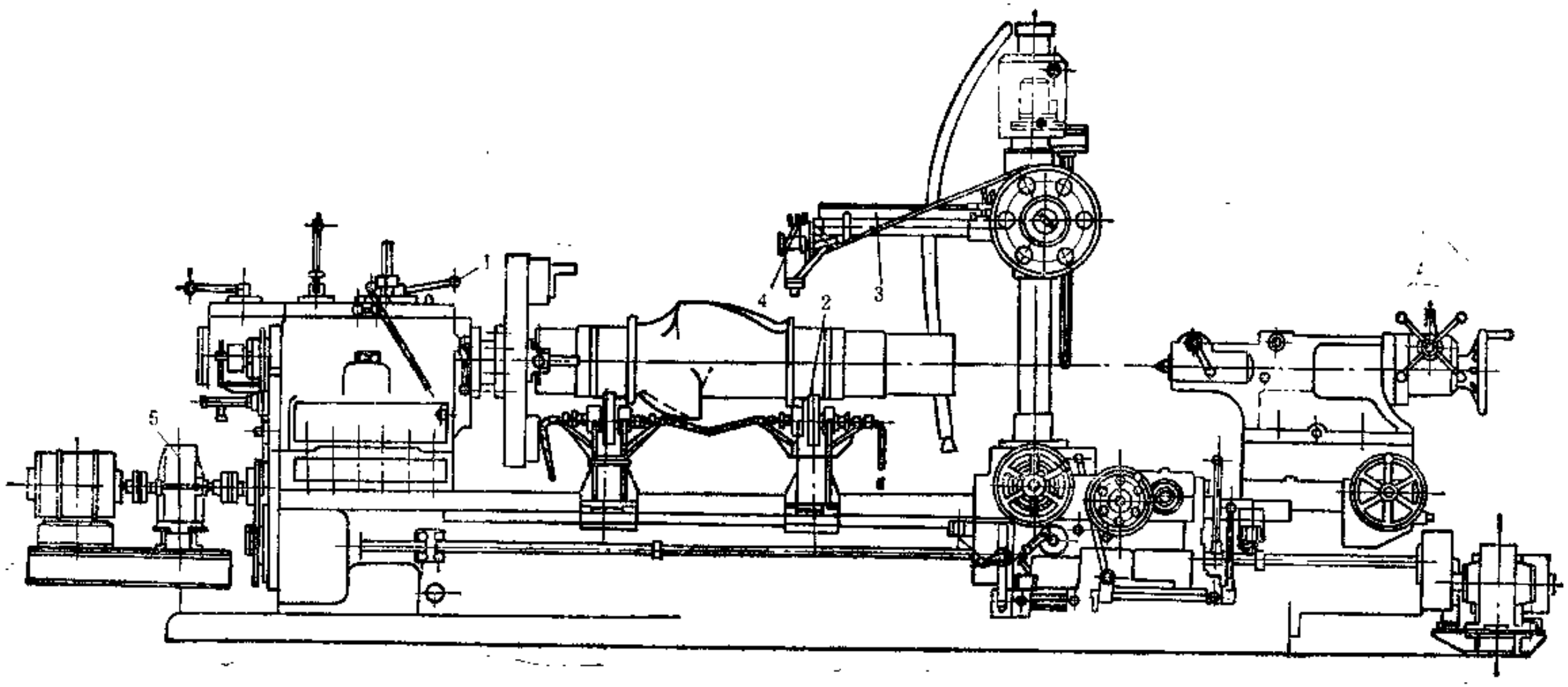


图 1-3-73　半自动堆焊机

1—车床；2—托辊；3—焊接机；4—半自动焊头；5—传动装置

第七节　安装与维护保养

一、机台安装布置方案

密炼机是重型设备，生产时还配有如自动输送、自动称量、自动投料、压片机或螺杆挤出机（带压片机头或造粒机头）以及胶片冷却装置等辅助设备。在车间里合理的布置这些机械，对组成合理的生产组织、节省厂房面积、保护建筑物及机台免受振动损坏等都具有重要意义。目前常见的有下列几种布置形式。

1．密炼机布置在第一层厂房里

这种布置方式又有几种类型。

（1）机体设于第一层矮基础上，并在专用平台上附设装料斗，以便装料，如图1-3-74所示。这种布置形式安装维修方便，可降低厂房高度。

（2）机体设于第一层厂房的高基础上，并在第二层楼上装设装料斗，压片机配置在其前方，如图1-3-75所示。这种布置可减少第一层楼的灰尘，改善工人的劳动条件，并可能实现装料机械化与自动化。但因必须建筑高的钢筋混凝土基础而可能产生震动，且密炼机的胶料要卸在水平输送带上送至吊在第二层楼天花板上的容器4中后，再由容器4加于压片机上或挤出机中。

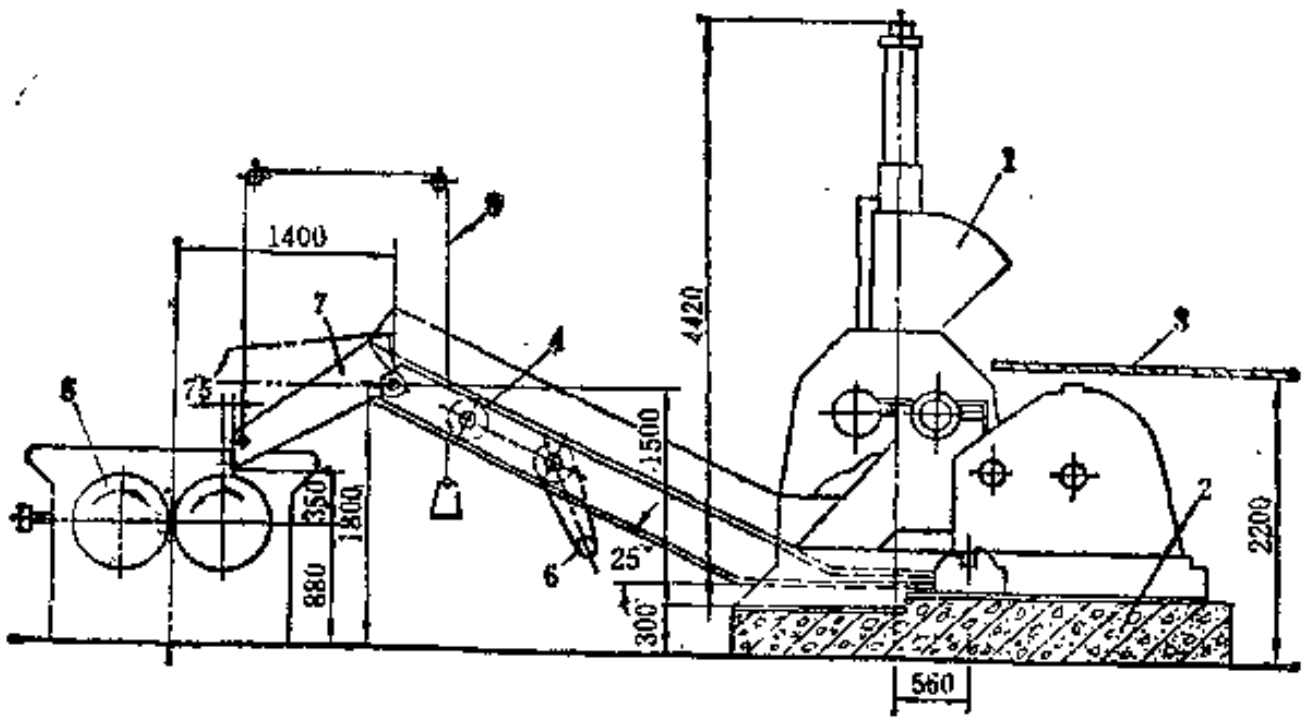


图 1-3-74　密炼机设于第一层厂房矮基础上的布置

1—密炼机；2—基础；3—密炼机操作台；4—输送带；5—压片机；6—链条传动装置；7—输送带可动槽；8—输送带可动槽升降索

（3）机体装设于第一层楼房的专用钢筋混凝土平台上，在第二层楼上设加料斗，压片机或挤出机则设于密炼机正下方，如图1-3-76所示。这种布置不需要输送装置，密炼机卸出的胶料沿卸料槽4直接落在压片机上。机台占地面积少。这种布置形式目前国内应用较多。

（4）与（3）相类似，密炼机与挤出机，胶片冷却装置、升降设备等辅助设备的成套布置方法如图1-3-77所示。在密炼机1的下方安装带有辊筒压片机3的螺杆挤出机2，辊筒压

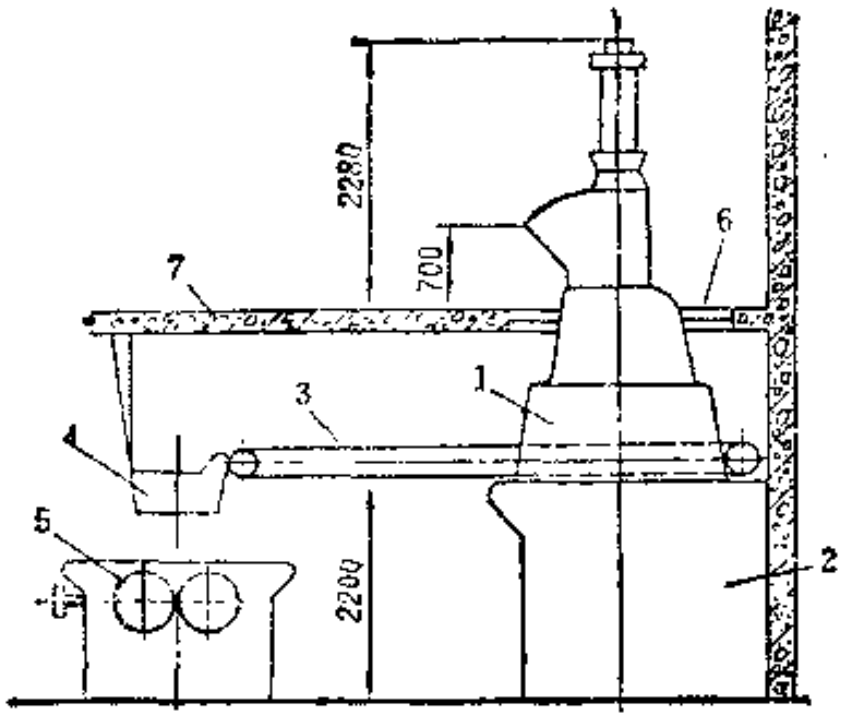


图 1-3-75 密炼机设于第一层楼房的高基础上并在第二层楼上设装料斗的布置

1—密炼机；2—基础；3—输送带；4—容器；5—压片机；6—活页金属板；7—第二层楼地平面

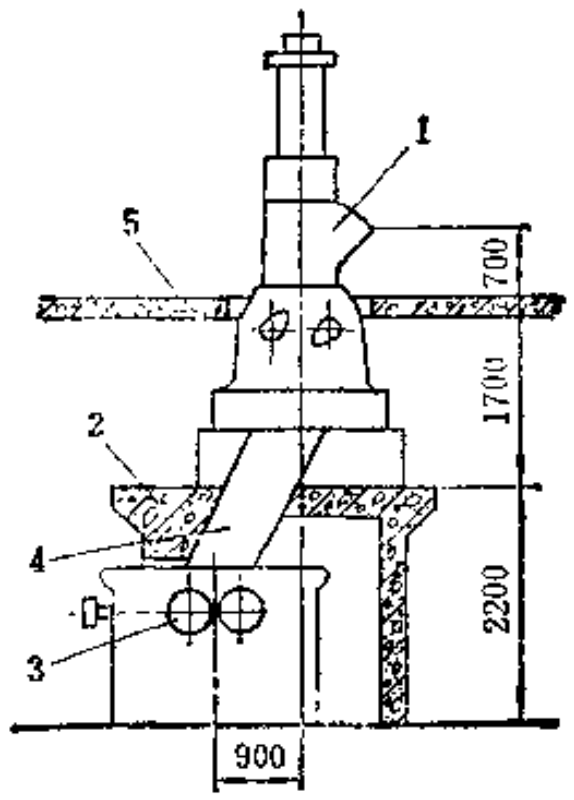


图 1-3-76 密炼机安装在钢筋混凝土平台上的布置

1—密炼机；2—钢筋混凝土平台；3—压片机；4—卸料槽；5—二楼地面

片机将挤出的混炼胶压延成胶片，然后通过胶片冷却装置 4 冷却后堆放在存放板上，以供下道工序使用，或者供二段混炼。当作二段混炼用时，冷却后的胶片用皮带输送机5夹持提升到二楼待用。

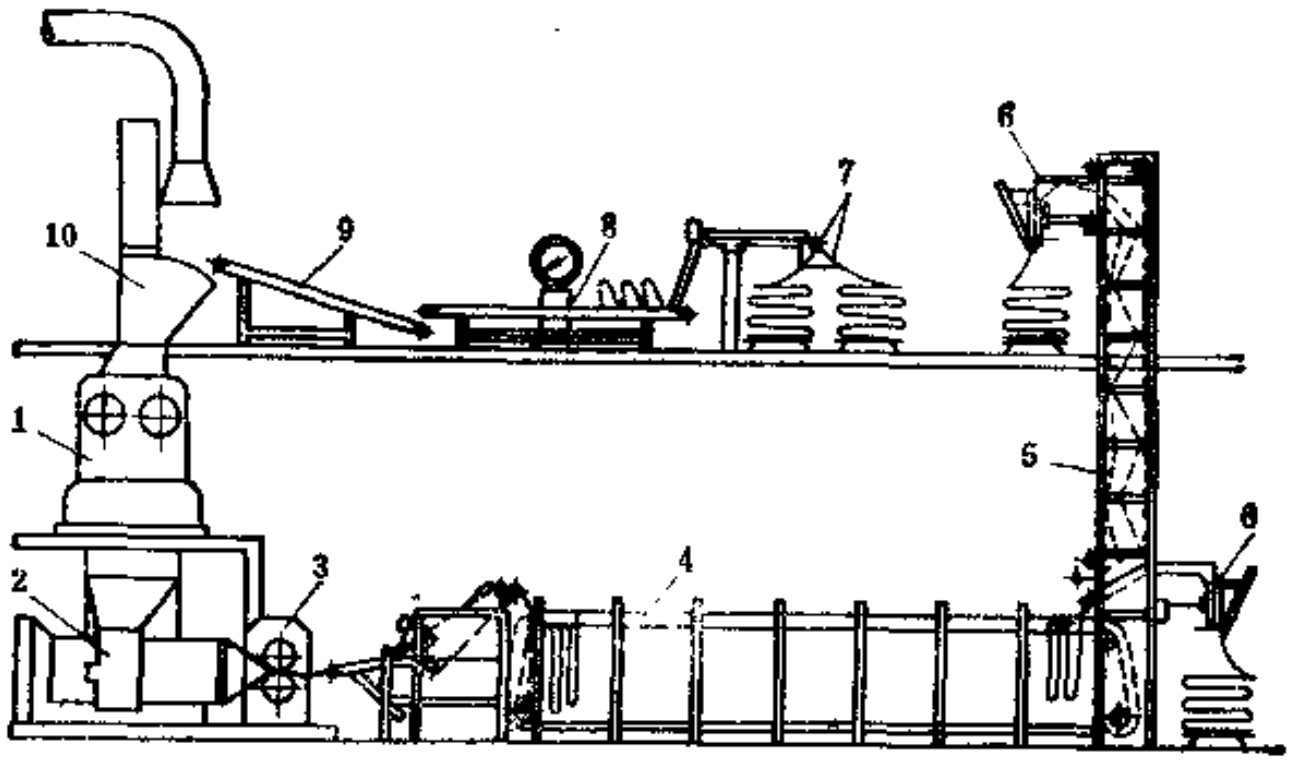


图 1-3-77 密炼机与挤出机及其相应辅助设备的布置

1—密炼机；2—挤出机；3—辊筒压片机；4—悬挂式胶片冷却装置；5—皮带输送机；6—摆动叠片机；7—接取供料器；8—皮带秤；9—加料输送带；10—加料斗

2. 密炼机布置在第二层楼上

图1-3-78所示是密炼机布置在第二层楼板上的布置方案。这种方案占地面积少，但厂房高度增加。

密炼机在车间内安装时，不论采用何种布置方法，基础应与邻近的机器或厂房墙板有一

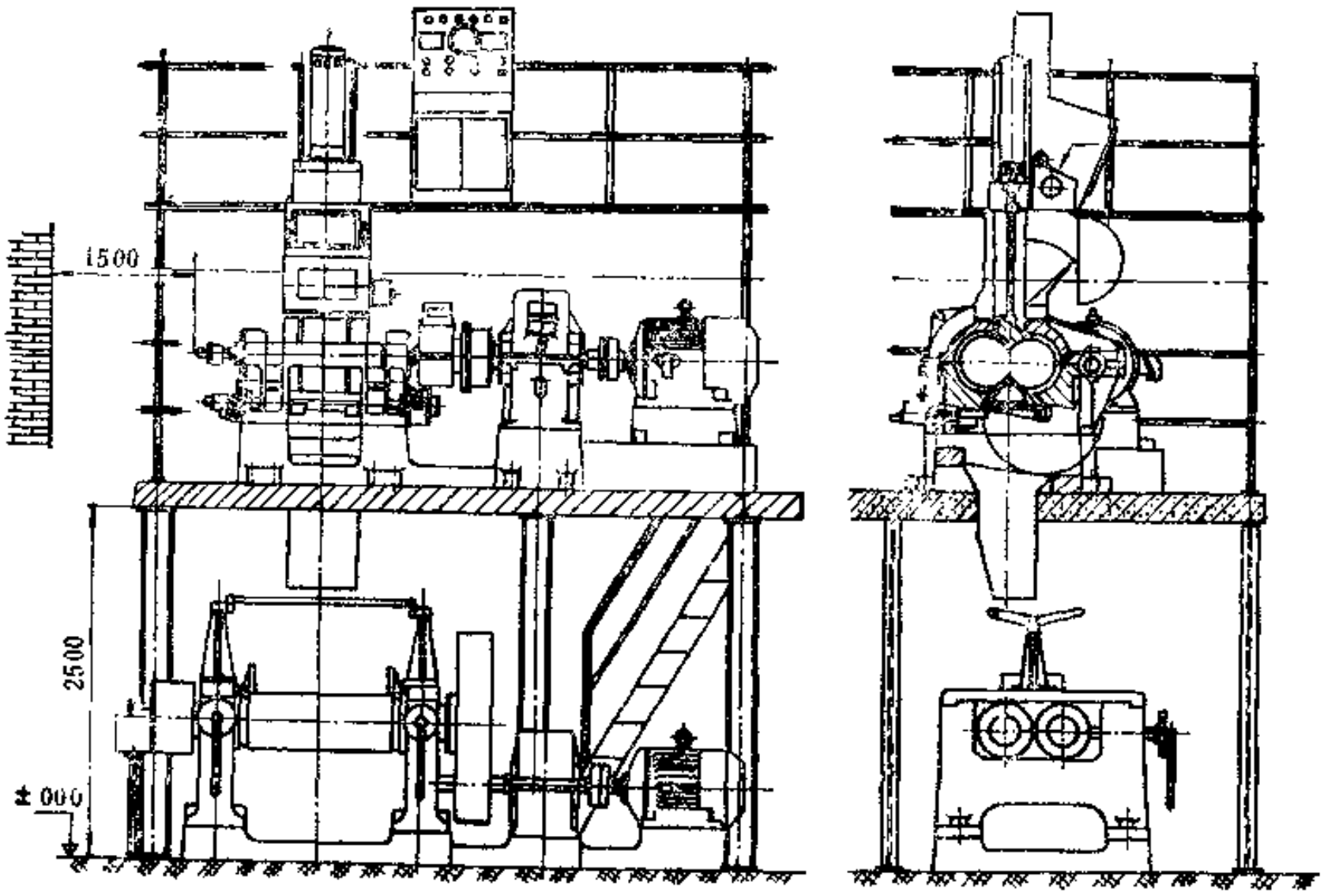


图 1-3-78　密炼机安装在第二层楼板上的示意图

定的距离，以便在安装或修理密炼机时，可以取出和安装密炼室中的转子。

二、安　　装

密炼机如果装在中层楼板上，需在中层楼板上开一个孔，以便使密炼机排出的物料落在压片机或挤出机上。如果密炼机与压片机等安装在同层楼板上，则在密炼室下面需设置安装运输设备的孔口。

（一）安装顺序

以XM-250/20密炼机为例，其安装顺序为：

①　地基干固后，将密炼室和底座一起安放在基础上，然后再装上减速器与主传动电机的底座，用水平仪等工具找正后装上驱动大齿轮，在此之前，应先套上定距衬套及下半齿轮罩；

②　依据传动大齿轮找正传动轴；

③　依据传动轴、齿轮联轴器找正减速器，应使之在同一中心线上；

④　将加料斗与压料装置装在密炼室上。

（二）密炼机主要零部件的重量

密炼机主要零部件的重量见表1-3-25。

（三）安装技术要求

①　底座水平度误差，轴向不大于0.04mm/m，径向不大于0.10mm/m。

表 1-3-25　主要零部件重量　　单位：kg

零部件名称 / 密炼机型号	转子		密封箱	减速器	底座
	长	短			
X(S)M-50/40	210	210	2770	3926	875
X(S)N-55/30	246	246	1814	1214	1124
XM-75/35×70	390	390	3929	5140	3600
XM-[illegible]	679	679	6200	5424	2180
XM-160/30	820	820	7335	11116	2332
XM-250/20	2050	1370	9000	5000	8350
XM-270/20	1270	1270	11910	19416	3207

② 转子轴颈与密炼室的滑动轴承应保持一定间隙值，如XM-250/20型密炼机，当轴颈为320mm时，采用铜轴瓦时的间隙为0.4～0.5mm，采用尼龙轴瓦时为0.9～1.2mm。

③ 转子轴颈与轴承孔的轴向接触率应大于60%（装配前用假轴试验）。

④ 转子工作部分端面与密炼室侧壁的间隙，按表1-3-4选取（滑动轴承传动端间隙是非传动端的2倍）。

⑤ 传动轴与转子的平行度误差不大于0.15mm/m。

⑥ 卸料门各部位间隙见表1-3-26，符号见图1-3-79和图1-3-80。

表 1-3-26　卸料装置各部位间隙　　单位：mm

型号 \ 符号	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
XM-50	0.1～0.2	0.1～0.23	0.1～0.23	0.1					
XM-75/35×70	0.1～0.2	0.2～0.3	0.25～0.3	0.25～0.3					
XM-250/20	0.1～0.2	0.4～0.5	0.25～0.3	0.25～0.3					
XM-160/30					0.4～0.5	0.05～0.08	<0.1	0.25～0.3	0.125～0.15
XM-270/20×40					0.4～0.5	0.05～0.08	<0.1	0.25～0.3	0.125～0.15

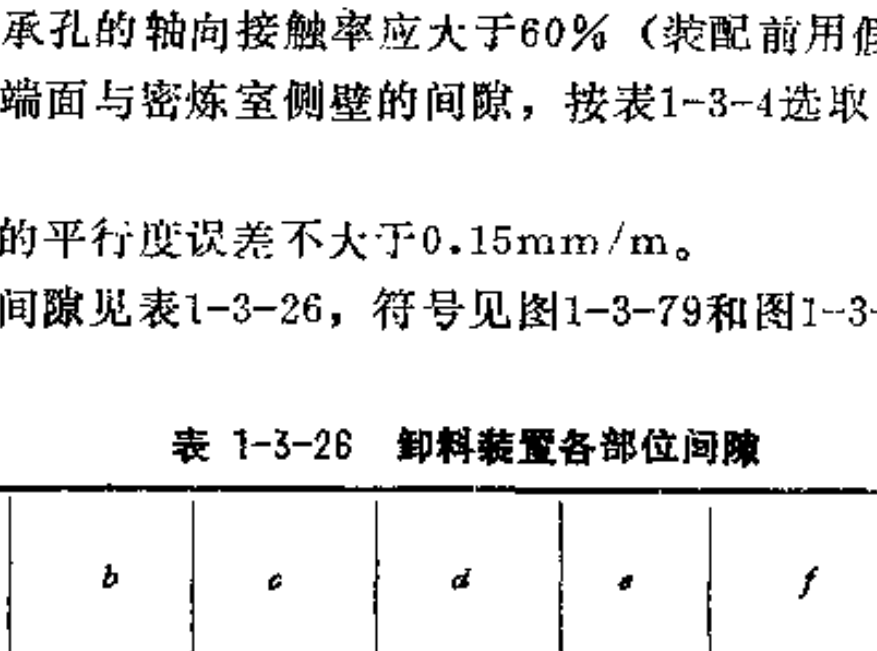


图 1-3-79　滑动式卸料装置各部位间隙

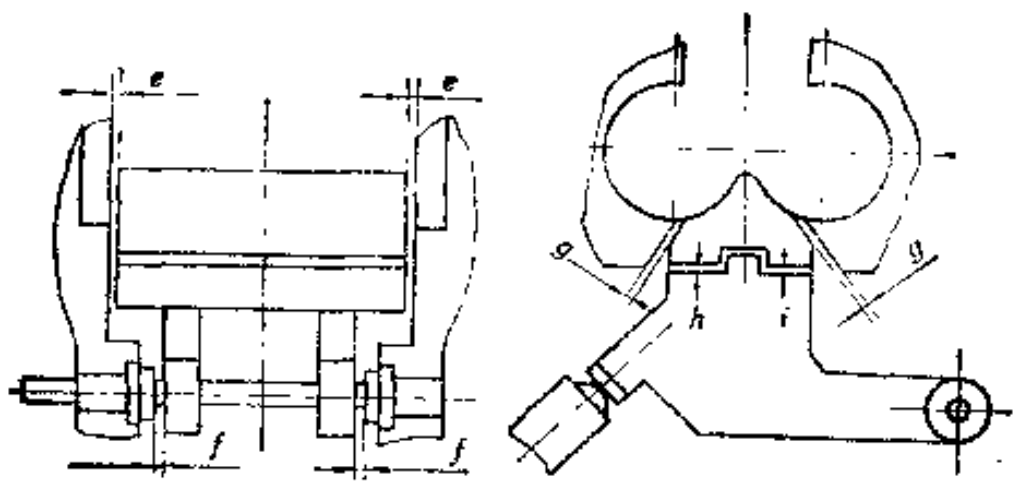


图 1-3-80　下落式卸料装置各部位间隙

⑦ 减速器高速轴和电机的轴线应同心，偏斜角一般不得大于 40′，轴线高度偏差不大于0.2mm。

三、维护与保养

(一) 试运转

1. 开车前检查工作

试运转开车前要做以下检查：

① 冷却系统、水管阀门等有无渗漏现象；

② 控制系统管路、阀门和气缸或油缸等动作是否灵活，电机转向是否正确；

表 1-3-27　负荷试运转检查及故障处理

检查部位	故障现象	可能原因	处理方法
减速器	轴承温度>60℃ 运转有杂音	1.油不足或不洁 2.齿接触不良，齿隙不一致	停机修理
转子轴承	温度>65℃	1.润滑油不足或不洁 2.间隙不当或缺油不良	检查润滑系统有无漏渗或堵塞，暂用油杯加油
密封装置	漏　料	1.弹簧松紧不一 2.缺油 3.密封面磨损	停机修理 调整弹簧压力
转子调整装置	发热	1.转子串动，间隙不当 2.缺油	充油或停机调整
传动齿轮及转子	震动	1.齿轮键松动 2.齿接触不好 3.螺钉松动	停机修理
加料、卸料装置	动作不灵	1.气压不足 2.有脏物粘住 3.间隙不当	停机修理
胶　料	排胶温度高	1.冷却水不足 2.水温太高	加大水量

③ 固定螺栓是否松动，混凝土是否完全干固。

2．经4 h以上的空运转表明正常后，加少量软质胶料（正常量的50%）并逐渐增多，使用一段时间没有问题后，方可投入正常生产使用。

3．负荷试运转检查及故障处理见表1-3-27。

（二）安全使用与检修

1．在密炼室中充满胶料的情况下，因停电等临时事故而停机时，须先提起压铊，将转子反转，并卸料，以免第二次启动时过载。

2．检查或清理加料口时，必须将压铊提起插上安全销再进行。

3．应经常检查转子密封装置的润滑情况，避免形成干摩擦。

4．润滑部位及润滑周期，见表1-3-28所列。

表 1-3-28 润滑部位与润滑周期

润滑部位	润滑方式	润滑油牌号	加油周期
减速器	油泵循环喷油	120号工业齿轮油 120号极压工业齿轮油	保持油标油位
转子端面密封装置	注油器滴油	HJ-50机械油和软化剂	保持油标油位
液压装置油箱	油泵循环	HJ-20机械油	保持油标油位
气控系统油雾器	喷油	HJ-20机械油	保持容器有油
转子轴承 卸料门转轴 加料门转轴 齿条外圆表面 锁紧装置活塞杆接耳 锁紧装置肘杆	气动压注	复合钙基二硫化钼3号80%和HJ-20机械油20%调和	保持贮油筒有存油
棒销联轴器	充填	3号或4号二硫化钼	每次维修时
加料门安全销	充填	ZG-3钙基润滑脂	每次维修时
加料门气缸 卸料装置齿轮齿条 卸料装置导向键槽	直通式压注油杯	ZG-3钙基润滑脂	每班2～4次
传动与速比齿轮	飞溅	HL-30齿轮油	每4个月换一次，油位2～3倍齿高
滑动式卸料装置导轨	油杯	ZN-3钠基润滑脂	每班一次
转子轴向调整装置	注油	HG-11气缸油	每班一次

5．定期检修

定期检修密炼机不仅是正常运转的需要，而且能提高设备的使用效率。

（1）发现传动齿轮和转子速比齿轮有早期磨损时，可以翻面使用，如果损坏严重，则应更换。

（2）密炼室内左右挡圈与密封装置磨损后可补焊，然后再进行机械加工。

（3）对于没有堆焊硬质合金或没有采取热处理的密炼室，以XM-250/20型密炼机为例，工作表面每年磨损1.5～3mm（三班制），5～6年就需大修一次。大修方法如下。

a．增加锰钢衬套，如图1-3-81所示。将待修的密炼室内壁镗车成锥形孔，并配制一锥形锰钢衬套（图1-3-81a），装入密炼室正面壁。周边焊接好后，割去多余部分，并将其磨光。

b．配制新套。将密炼室内壁镗出620mm的孔径，再按尺寸配制一筒形套（用35号钢钢板卷焊加工而成），圆筒内表面的工作部分堆焊硬质合金，非工作部分堆焊低碳钢，以平衡内应力，减小变形。把圆筒装入密炼室壁内，焊好周边，割去圆筒的非工作部分（如图1-3-82所示的假想线部分），并进行机械加工。

（4）转子的修理。当转子工作部分未堆焊硬质合金时，表面每年磨损1.5～2mm（三班制），5～6年需大修一次。修理方法如下。

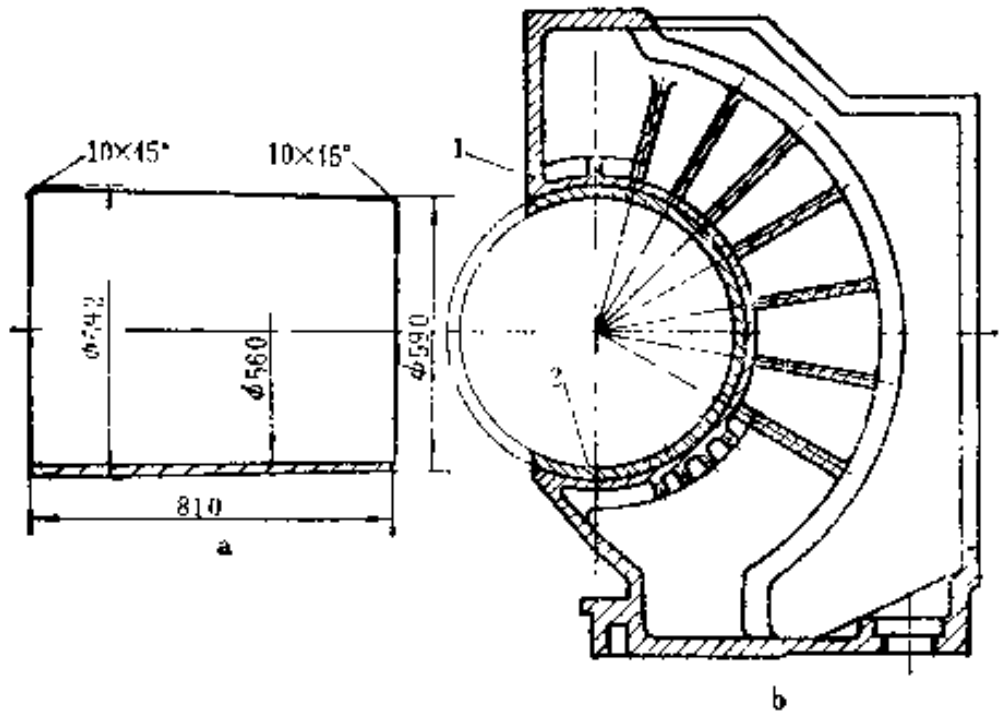


图 1-3-81 密炼室的修理

a—锥形锰钢套；b—镶套密炼室

1—正面壁；2—锥形锰钢套

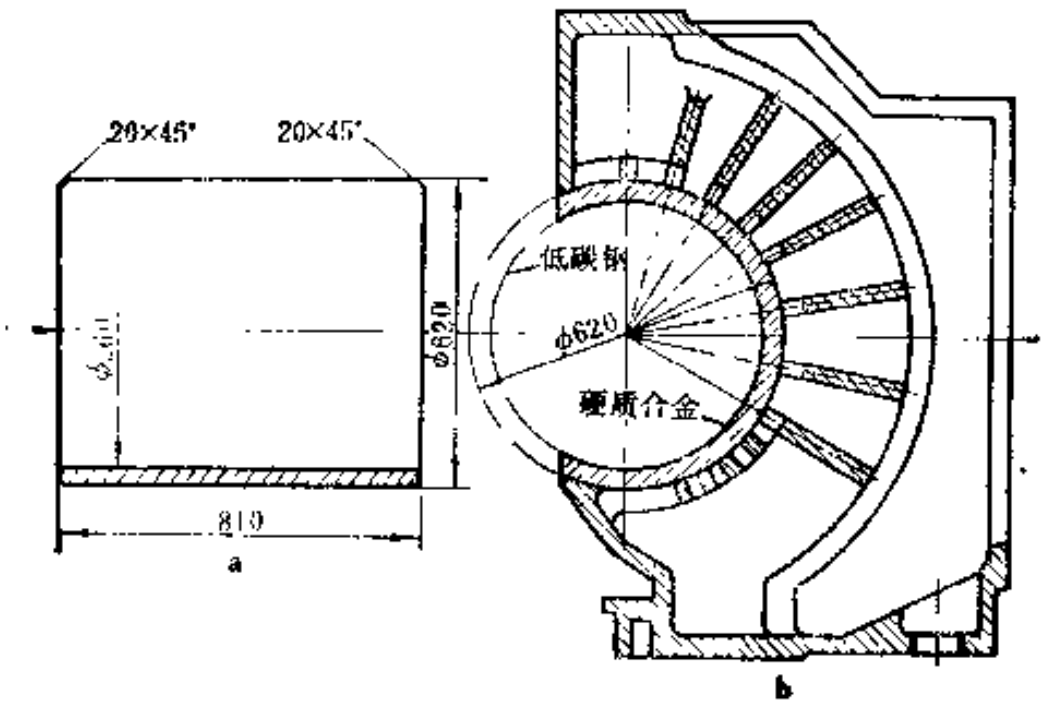
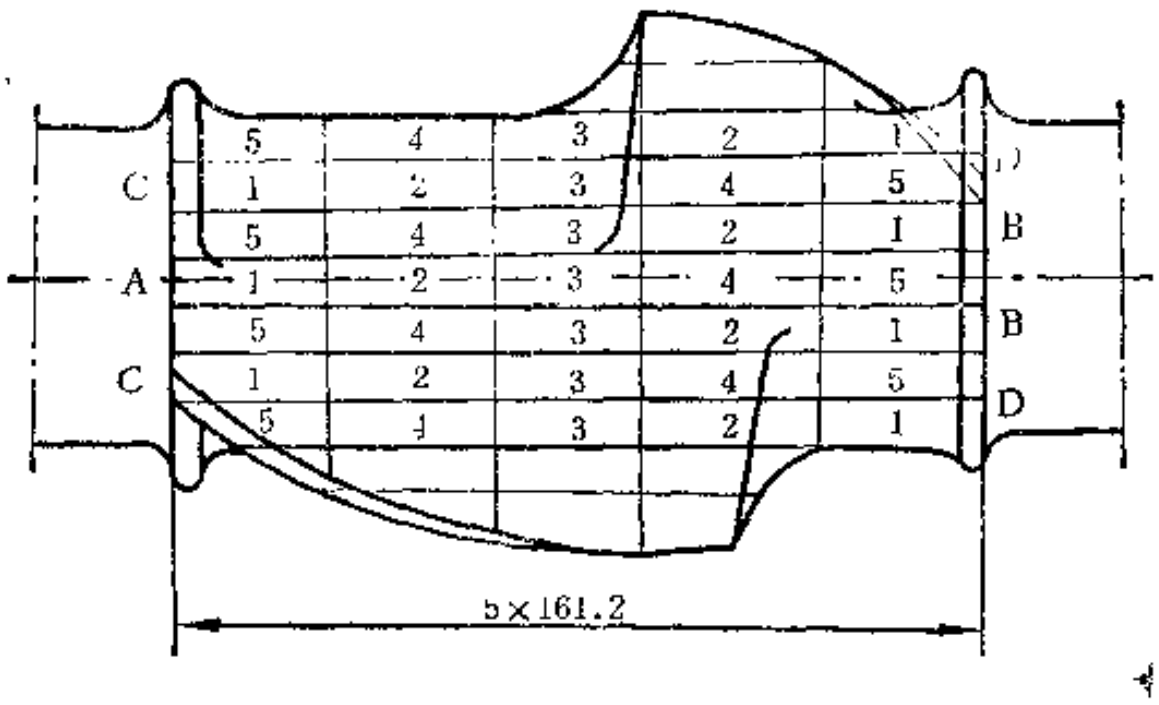


图 1-3-82 密炼室内壁的更换修理

a—筒形套；b—镶套密炼室



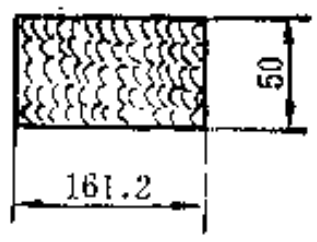


图 1-3-83　转子堆焊顺序

修补和堆焊转子时，应尽量防止和减少弯曲变形，一般将待焊件加热至100～150℃，采用中碳钢焊条，分段对称跳焊，如图1-3-83所示，堆焊的顺序应由转子工作部分的中部开始，即A_1至A_3、A_2至A_4、A_3至A_5，在转子的两面轮流进行。依次B_1至B_3、B_2至B_4、B_1至B_5，上下两边对面轮换同时进行。在堆焊的过程中，要随时掌握弯曲变形情况，并应根据弯曲方向的程度，改变堆焊部位。有时也可采用增加焊层的厚度进行校直。焊后要保温，缓慢冷却，直至常温，以减少裂纹。

根据经验，转子修补也可以采用冷堆焊硬质合金，焊接方法与上述基本相同。

（5）检查压料装置活塞杆与压铊的连接处之活塞杆孔与销轴的磨损情况，修补活塞杆和更换销轴。修补后仍应保证压料装置在下压时活塞杆的下端面压在压铊孔平面上（受压时销轴2不受力），以免销轴被压坏，如图1-3-84所示。

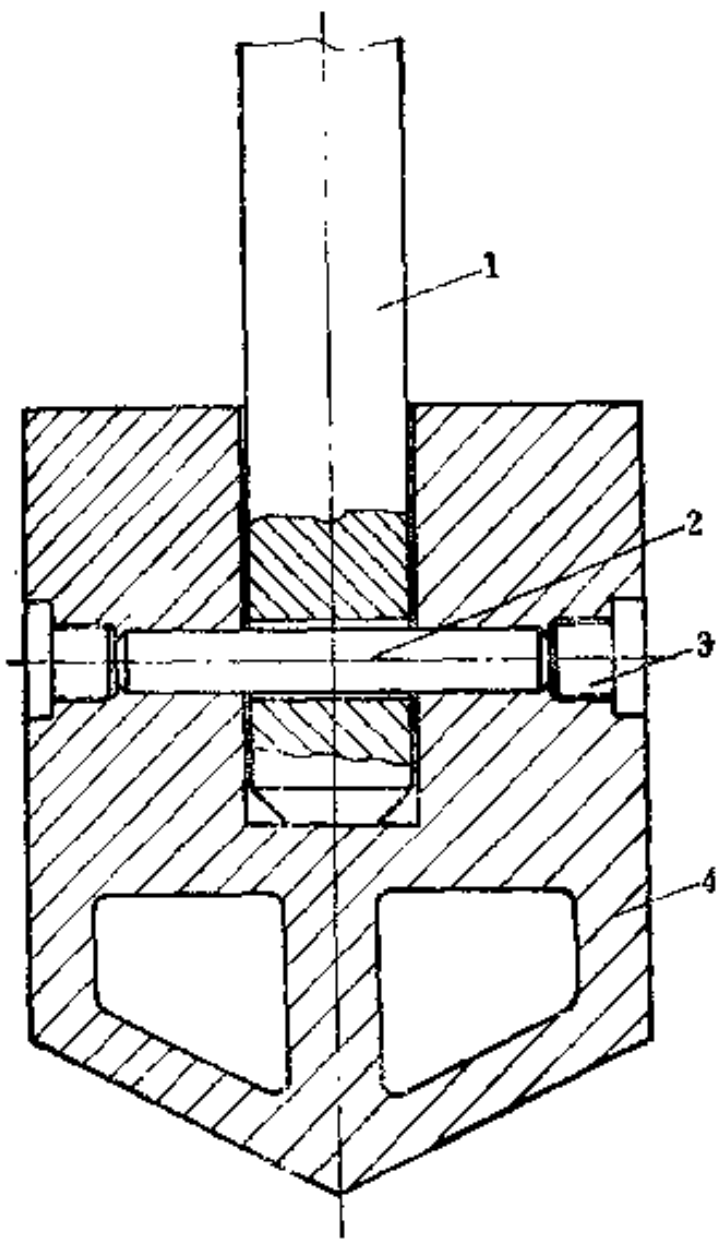


图 1-3-84　压铊结构

1—活塞杆；2—销轴；3—螺塞；4—压铊

附　录

一、双柱塞油料计量泵

（一）用途

密炼机混炼时，用于以容积计算法将松焦油等粘稠状液体物料按需自动注入密炼室中。

（二）结构

双柱塞油料计量泵如图1-3-85所示，主要由凸轮7、柱塞8、换向阀9和传动部分组成。柱塞8和换向阀9共有两组，凸轮7转一转，两个计量泵柱塞各工作一次，以间歇供料方式在压铊不提起的情况下将油料注入密炼室。

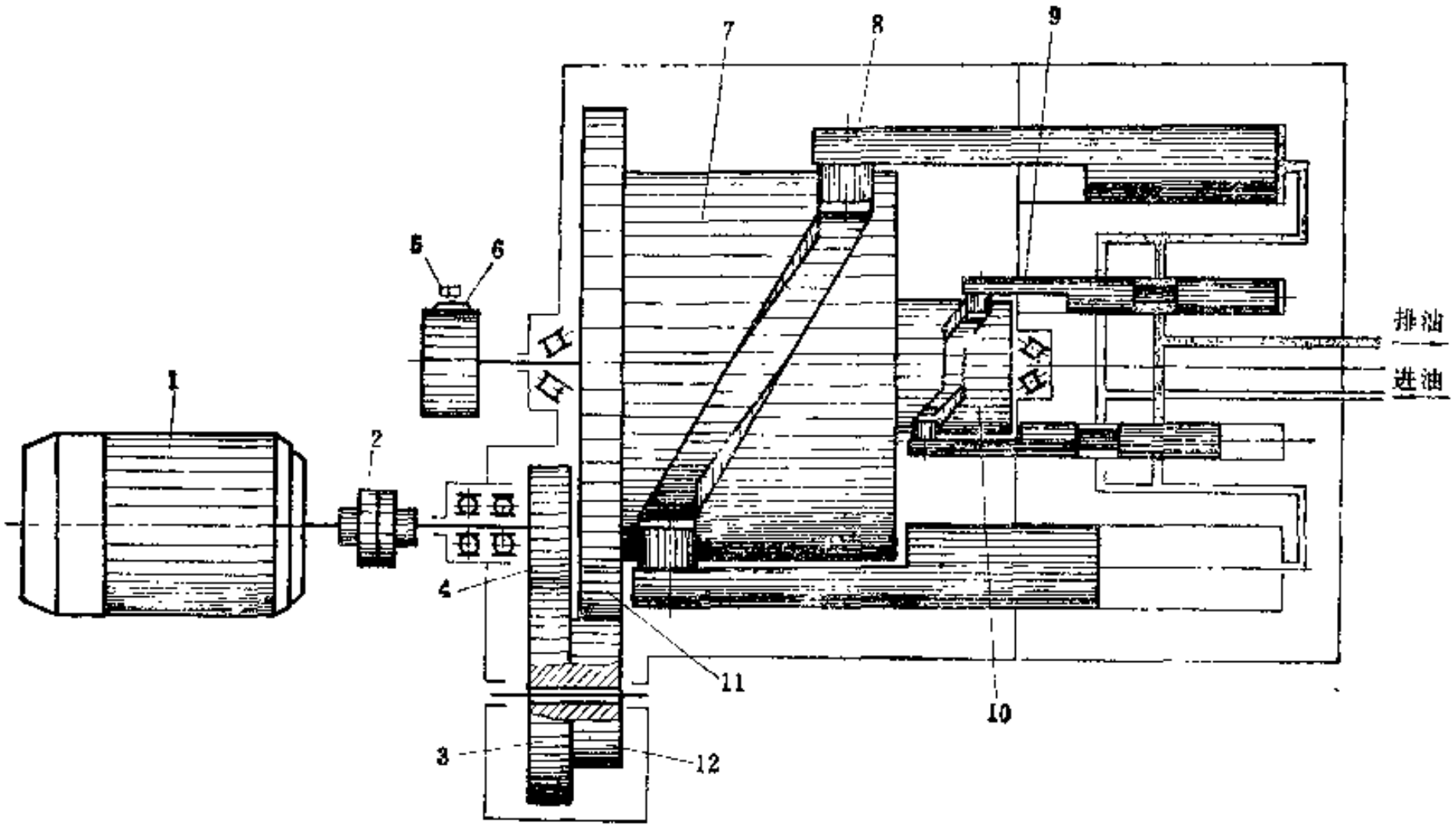


图 1-3-85　双柱塞油料计量泵

1—电机；2—联轴器；3、4、11、12—齿轮；5—计数器；6—磁盘；7、10—凸轮；8—计量泵柱塞；9—换向阀柱塞

计量泵采用滑阀式换向阀。换向阀的柱塞9同样由凸轮强制带动，其动作与计量泵柱塞8的动作互相交替进行：当柱塞8运动时，换向阀处于暂时静止状态，以保证阀孔的全开和全闭；当柱塞8暂时静止时，换向阀换向，从而不影响柱塞8的工作，以保证吸入和输出的液体物料具有最大的流通面积和最小的阻力损失。

所需油量由计数器5控制计量泵柱塞8的往复次数而定。

计量泵排油压力约为1MPa。

（三）主要性能参数

表 1-3-29　双柱塞油料泵主要性能参数

主要参数 \ 型号	2J30	2J40①	2J50	主要参数 \ 型号	2J30	2J40①	2J50
柱塞直径，mm	30	40	50	一个料的总计量误差，g	50	100	
柱塞数量，个	2	2	2	电机功率，kW	1.1	1.5	2.2
凸轮转速，r/min	155	155	155	外形尺寸，mm	385×360×402	900×420×402	
凸轮每转输出液体体积 cm^3	50	100	150	重量，kg	180	200	

① 浙江省玉环县机械配件厂产品。

双柱塞油料泵的主要性能参数见表1-3-29。

二、多道集中润滑油泵

（一）用途

多道集中润滑油泵有干油泵和稀油泵两种，干油泵用于转子轴承、加料门转轴和卸料门锁紧机构滑块等部位的润滑，稀油泵用于转子端部密封装置密封环滑动面的润滑，同时可作向密封装置供给软化剂之用。每种油泵最多可润滑15个润滑点。

（二）结构

多道集中润滑油泵的典型结构如图1-3-86所示。目前有两种型号：DYG-15型和DYX-15型，前者为干油泵，后者为稀油泵，基本结构相同，均为浙江省玉环县机械配件厂产品。

多道集中润滑油泵在托环7的周围均布有15个，其柱塞端部和偏心环1的环槽相配，当启动传动装置带动偏心轴9转动时，使15个小油泵6依次工作供油。最高供油压力达32MPa，供油量可调，最小供油量为最大供油量的1/4。

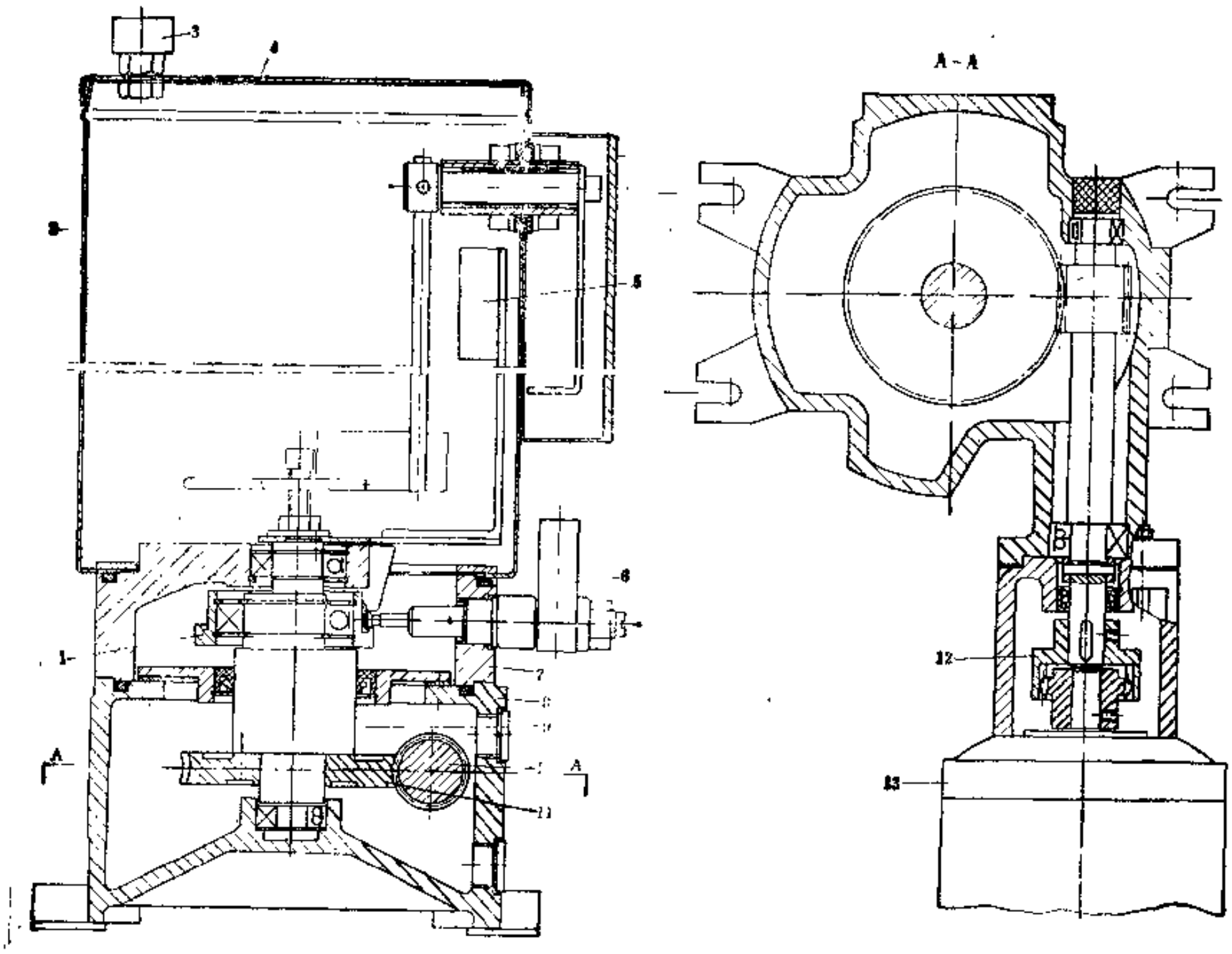


图 1-3-86　多道集中润滑油泵

1—偏心环；2—贮油桶；3—滤气器；4—盖；5—搅拌浆；6 -柱塞式小油泵；7—托环；8—油泵座；9—偏心轴；10—蜗杆；11—蜗轮；12—联轴器；13—电机

（三）主要性能参数

DYG-15型和DYX-15型多道润滑油泵的主要性能参数如表1-3-30所示。

表 1-3-30　多道润滑油泵主要性能参数

主要参数 \ 油泵型号	DYG-15	DYX-15	主要参数 \ 油泵型号	DYG-15	DYX-15
用油种类	润滑脂(干油)	润滑油(稀油)	每次最大供油量，ml	0.16	0.23
最多润滑点数	15	15	贮油桶贮油量，L	3	3.5
每只小油泵供油次数，次/min	14	14	电机：型号	AO2-7126	AO2-7126
油泵柱塞直径，mm	6	7	功率，kW	0.25	0.25
最大供油压力，MPa	32	32	转速，r/min	910	910

第四章　开放式炼胶机及其附属装置

第一节　概　　述

开放式炼胶机简称开炼机，是橡胶制品生产中应用最广的一种设备，至今已有百余年的历史。

随着技术的不断发展，开炼机的结构和性能有了很大改进。在新式开炼机中，采用液压马达作为动力传动装置，使传动平稳，噪声降低；采用自动调心滚柱轴承或填充MC尼龙轴衬作为辊筒轴承，以节约电能或轴衬钢材，并简化维护保养；调距装置采用液压结构，具有过载保护功能，调距方便，并可指示工作横压力值；为了适应炼胶工艺的要求，大规格开炼机采用圆周钻孔辊筒，提高了温控效果。此外，为方便安装，采用橡胶防震垫取代地脚螺栓；在中小规格开炼机上采用电气制动，简化了制动装置，提高了制动效果。开炼机的一系列改进，便其在技术上达到了一个新的水平。

一、用途与分类

开炼机主要用于橡胶的热炼、压片、破胶、塑炼及混炼，也可用于再生胶生产中的粉碎、捏炼和精炼等。

开炼机的分类，按用途可分为：热炼机、压片机、破胶机、开炼机(混炼与塑炼)、粉碎机、捏炼机、精炼机及实验用开炼机等，如表1-4-1所示。

表 1-4-1　开炼机的分类

开炼机名称	辊面形状		用　途	开炼机名称	辊面形状		用　途
	前辊	后辊			前辊	后辊	
开炼机	光滑	光滑	胶料预热供胶，生胶塑炼或胶料混炼	破胶机	光滑	沟纹	生胶塑炼前的破碎
压片机	光滑	光滑	供密炼机排料压片	粉碎机	沟纹	沟纹	废旧橡胶块的破碎
热炼机	光滑	沟纹	胶料预热或粗炼	再生胶捏炼机	光滑	光滑	再生胶粉的捏炼
				精炼机	腰鼓形	腰鼓形	清除再生胶中的硬杂质

二、工作原理与工作条件

(一) 工作原理

开炼机的工作原理如图1-4-1所示，胶料在两个相对回转的辊筒上，依靠不同的线速度，在摩擦力作用下被拉入辊距，通过辊距断面的缩小，使胶料受到强烈的剪切与挤压，同时在一定温度条件下发生氧化断链，增加可塑度，从而达到炼胶的目的。

(二) 工作条件

(1) 胶料卷入辊距的条件　胶料与辊筒的接触角 α 必须小于摩擦角 ρ，即 $\alpha<\rho$，如图1-4-2所示，要求 $P_y<T_y$。这样，胶料才能被拉入辊距。辊筒与胶料的摩擦角 ρ 一般为

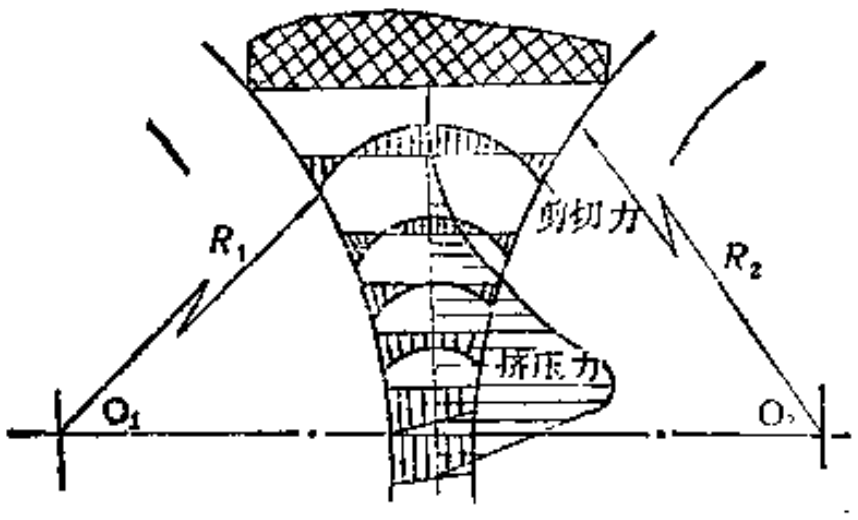


图 1-4-1　胶料在辊距中的受力分布情况

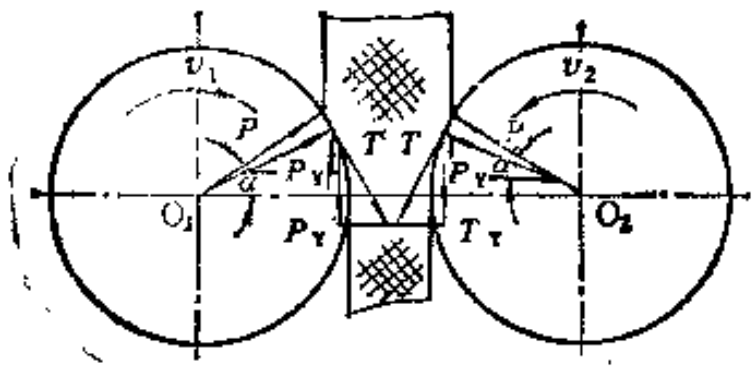


图 1-4-2　辊筒受力分布

38°40′。要求辊筒与胶料的接触角$\alpha<36°$。

（2）胶料在辊距间能得到强烈挤压和剪切的条件　前后辊筒必须具有不同的线速度，以产生一定的速度梯度，使胶料在辊距 e 的条件下受到挤压与剪切，如图1-4-3所示。

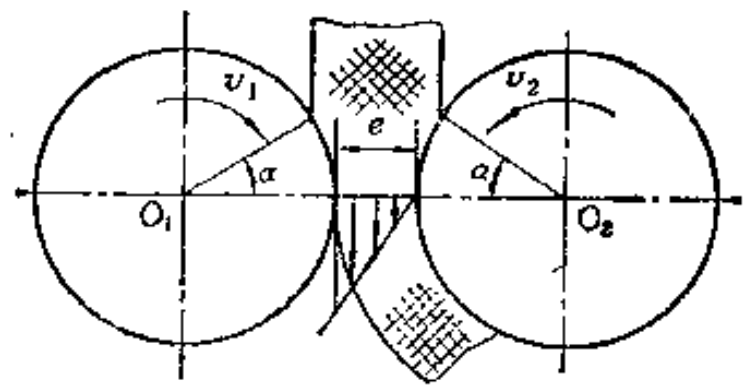


图 1-4-3　速度梯度分布

三、结构简介及传动形式

（一）结构简介

开炼机主要由辊筒、轴承、机架、压盖、传动装置、调距装置、润滑装置、辊温调节装置、紧急停车装置及制动装置等组成。实际生产中可有不同的结构类型，形式如下。

（1）开式齿轮传动开炼机　目前，$\phi360\times900$～$\phi660\times2130$各种规格开炼机普遍采用这种结构形式，如图1-4-4所示，由电机9通过减速器8带动驱动齿轮7和一对速比齿轮12传动

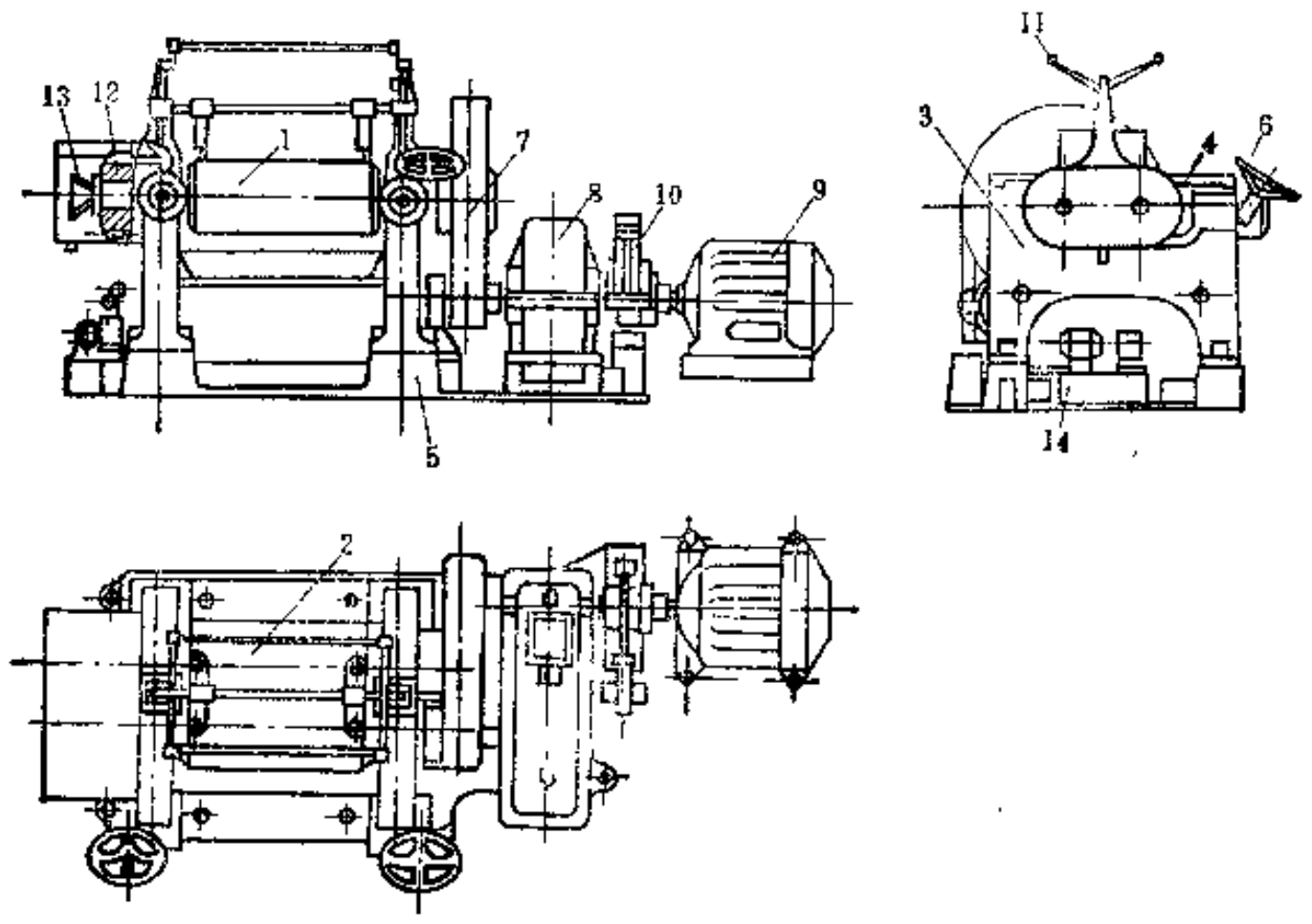


图 1-4-4　标准式开炼机

1—前辊筒；2—后辊筒；3—机架；4—压盖；5—机座；6—调距装置；7—驱动齿轮；8—减速器；9—电机；10—制动装置；11—紧急停车装置；12—速比齿轮；13—辊温调节装置；14—润滑装置

前后辊筒1和2，以不同线速度相对回转。调距装置6用于手动调距，辊筒采用安全片式保护装置，辊筒轴承用干油或稀油润滑。这种结构形式的开炼机的特点是使用可靠，成本低。缺点是开式齿轮不易维护、寿命短，机器占地面积大。

（2）整体式开炼机　如图1-4-5所示，这是一台规格为$\phi450\times1200$的整体式开炼机，动力由置于辊筒下方的电机和装在机架内腔的齿轮减速后传到大小驱动齿轮和速比齿轮，带动前后辊筒转动。这种设备采用液压调距和液压安全装置，辊筒轴承配用稀油润滑装置。整体式开炼机的特点是结构紧凑，安装方便，占地面积小，重量轻，外形美观。缺点是维护、检修不便。

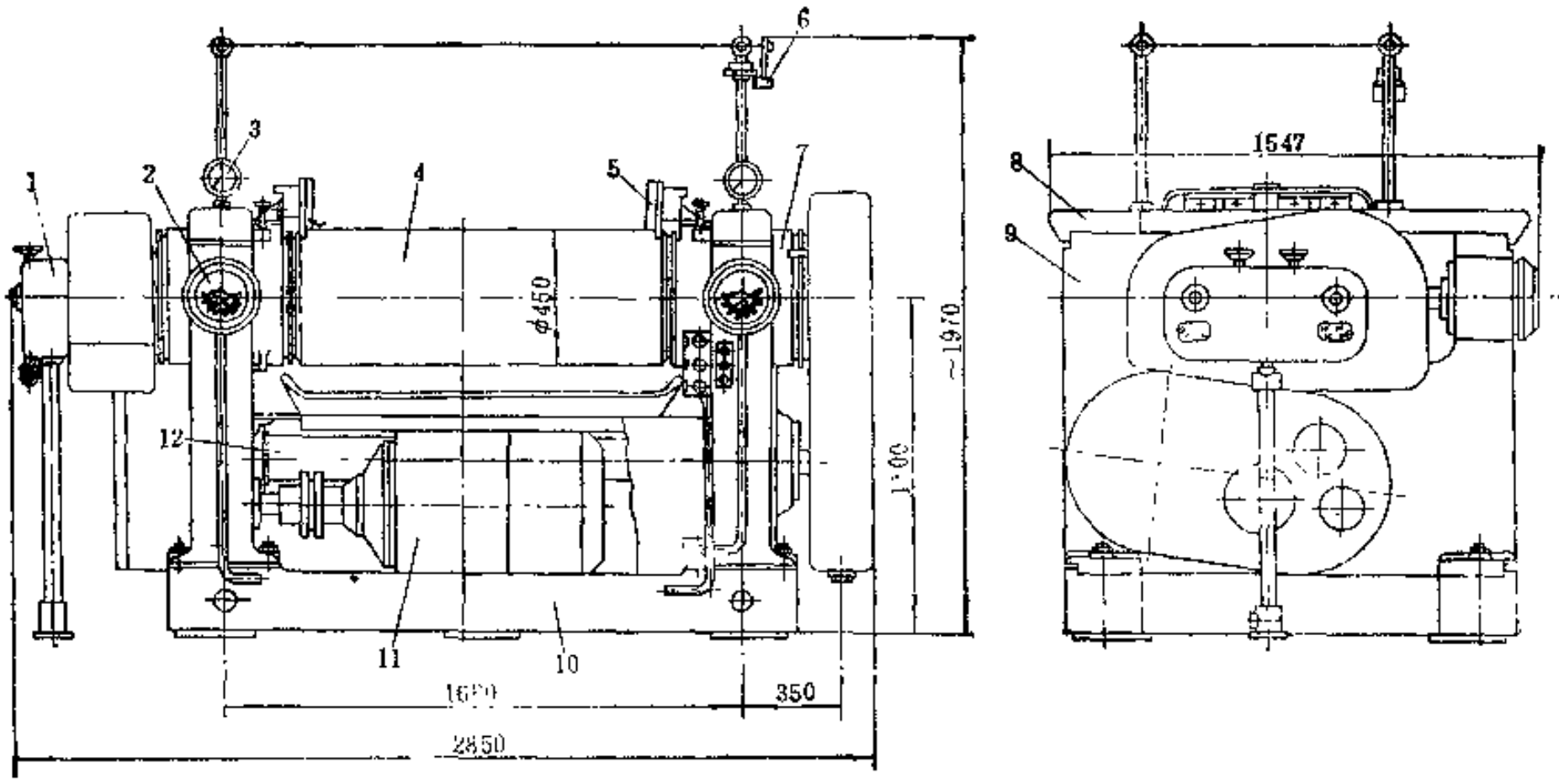


图 1-4-5　整体式开炼机

1—辊温调节装置；2—调距装置；3—液压调距装置压力表；4—辊筒；5—挡胶板；6—紧急停车装置；7—辊筒轴承；8—压盖；9—机架；10—底座；11—电机；12—传动装置

（3）双电机传动开炼机　双电机闭式传动开炼机的结构如图1-4-6所示。动力由两个电机9通过闭式减速器6中的两组减速齿轮分别减速后由万向联轴器7带动前后辊筒转动。这种结构形式的开炼机还装有电动调距装置5和液压安全装置8。辊筒轴承2采用大型自动调心滚柱轴承或滑动轴承。这种机器的特点是取消了速比齿轮和大小驱动齿轮。采用闭式减速器，结构紧凑，效率高，维护方便。缺点是制造费时，成本高。

（4）集中传动式开炼机　如图1-4-7所示，这种开炼机目前主要有两种规格：$\phi550\times1500$和$\phi660\times2130$。前后辊筒由电机通过大型闭式齿轮减速器和万向联轴器传动。辊筒轴承采用自动调心滚柱轴承，电动调距。集中传动的优点是结构紧凑，传动效率高，噪音小，寿命长，维护方便。

（5）角式传动开炼机　如图1-4-8所示，由电机带动圆锥齿轮减速器、大小驱动齿轮和速比齿轮，从而传动前后辊筒。这种结构的主要特点是轴向尺寸短，占地面积小。

（6）试验用开炼机　如图1-4-9所示。试验用开炼机的辊筒规格较小，它与工业生产

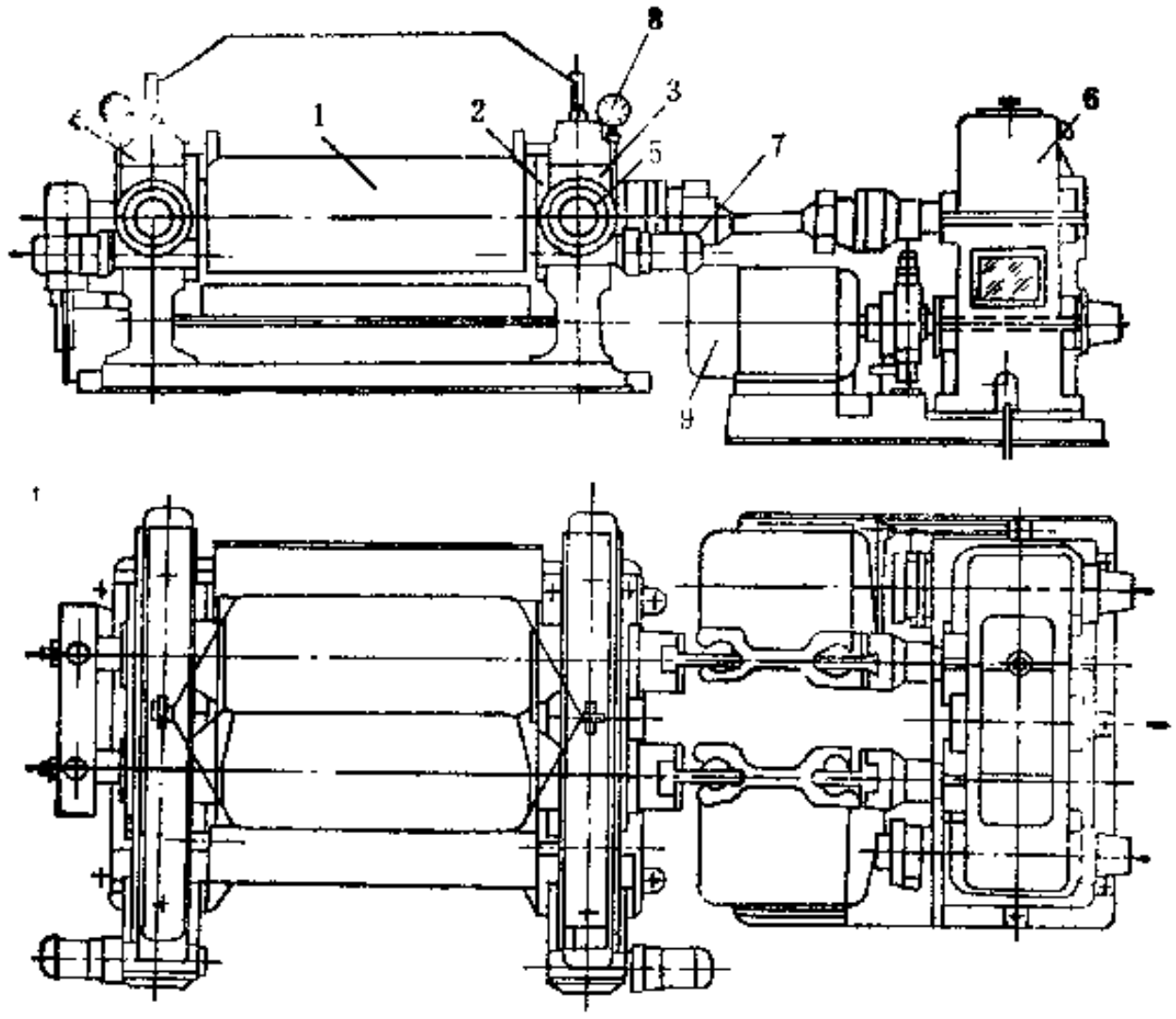


图 1-4-6　双电机传动开炼机

1—辊筒；2—轴承；3—机架；4—压盖；5—电动调距装置；6—减速器；7—万向联轴器；8—液压安全装置；9—电机

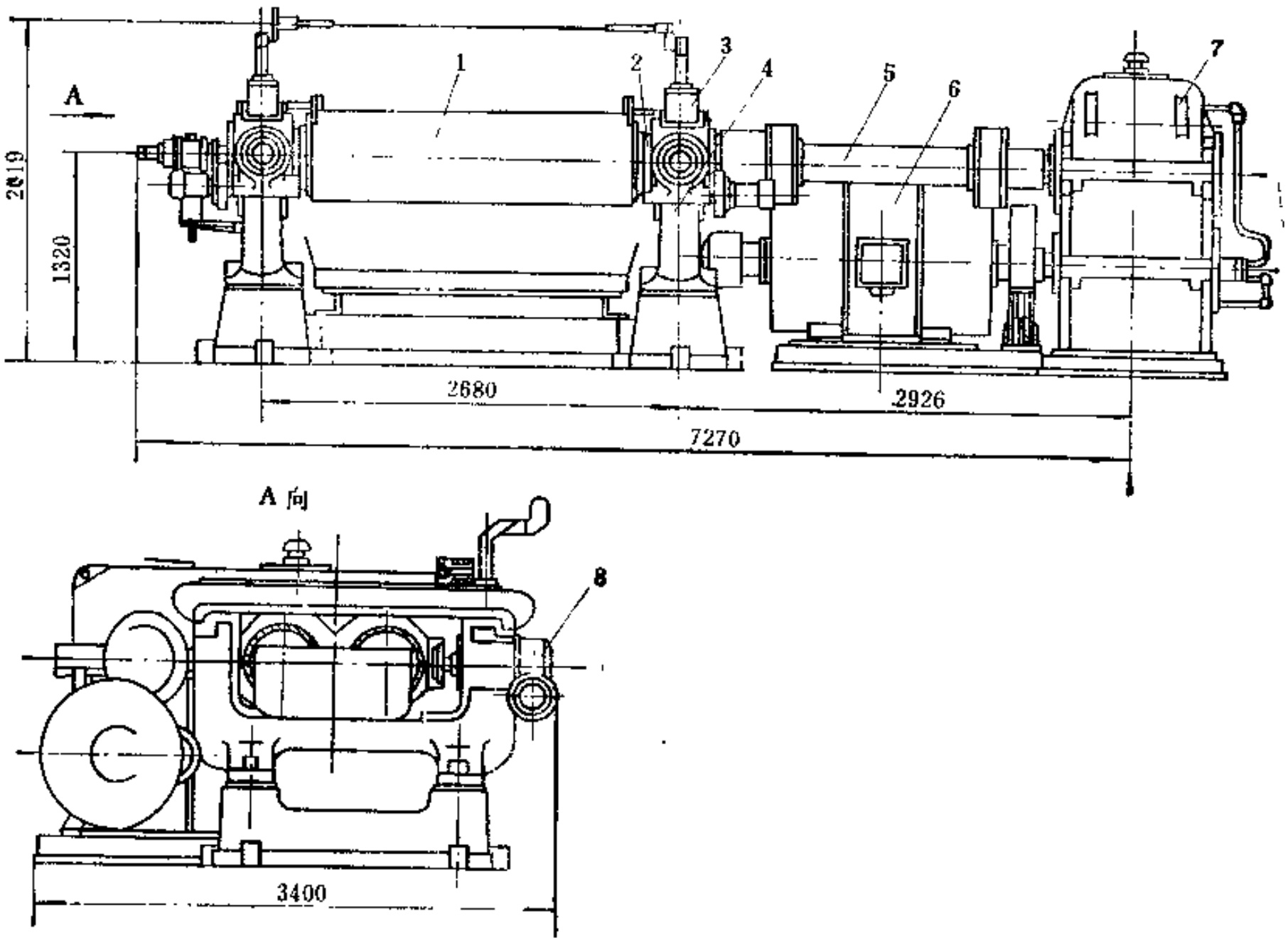


图 1-4-7　集中传动式开炼机

1—辊筒；2—轴承；3—压盖；4—机架；5—万向联轴器；6—电机；7—减速器；8—电动调距装置

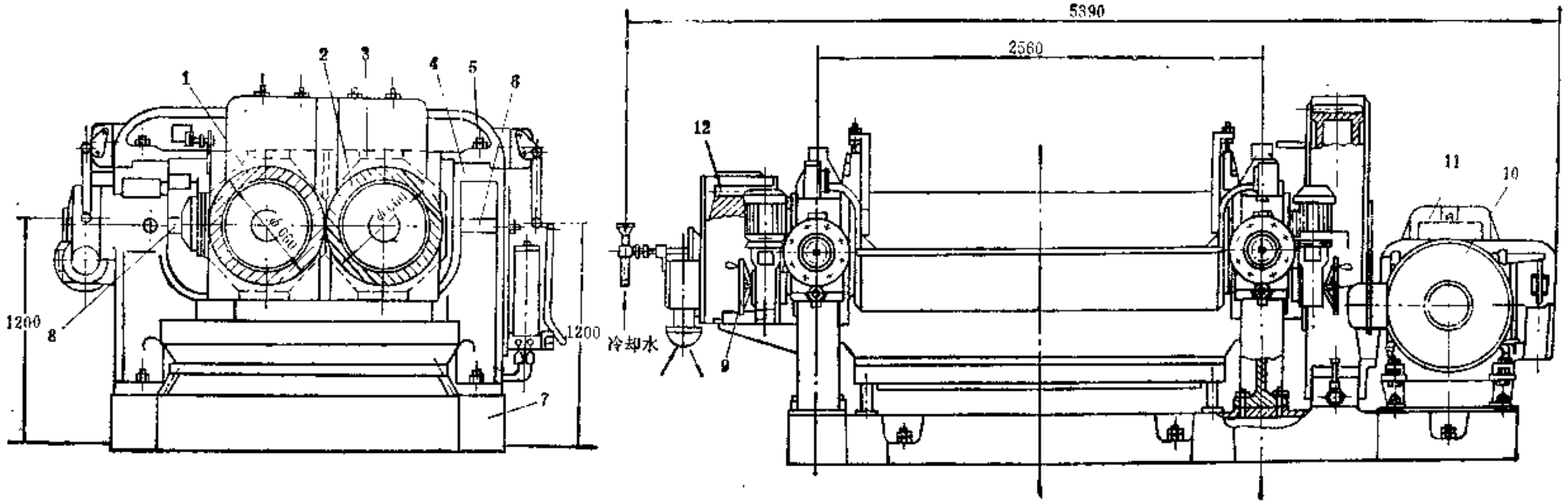


图 1-4-8　角式传动开炼机

1—前辊；2—后辊；3—轴承；4—机架；5—压盖；6—螺栓；7—底座；8—螺杆；9—调距装置；10—电机；
11—圆锥齿轮减速器；12—速比齿轮

用开炼机不同的是具有较多的调节和记录仪以及辅助装置。通常，每个辊筒设有一套变速传动装置，以方便调整辊筒的转速与速比，满足各种试验要求。

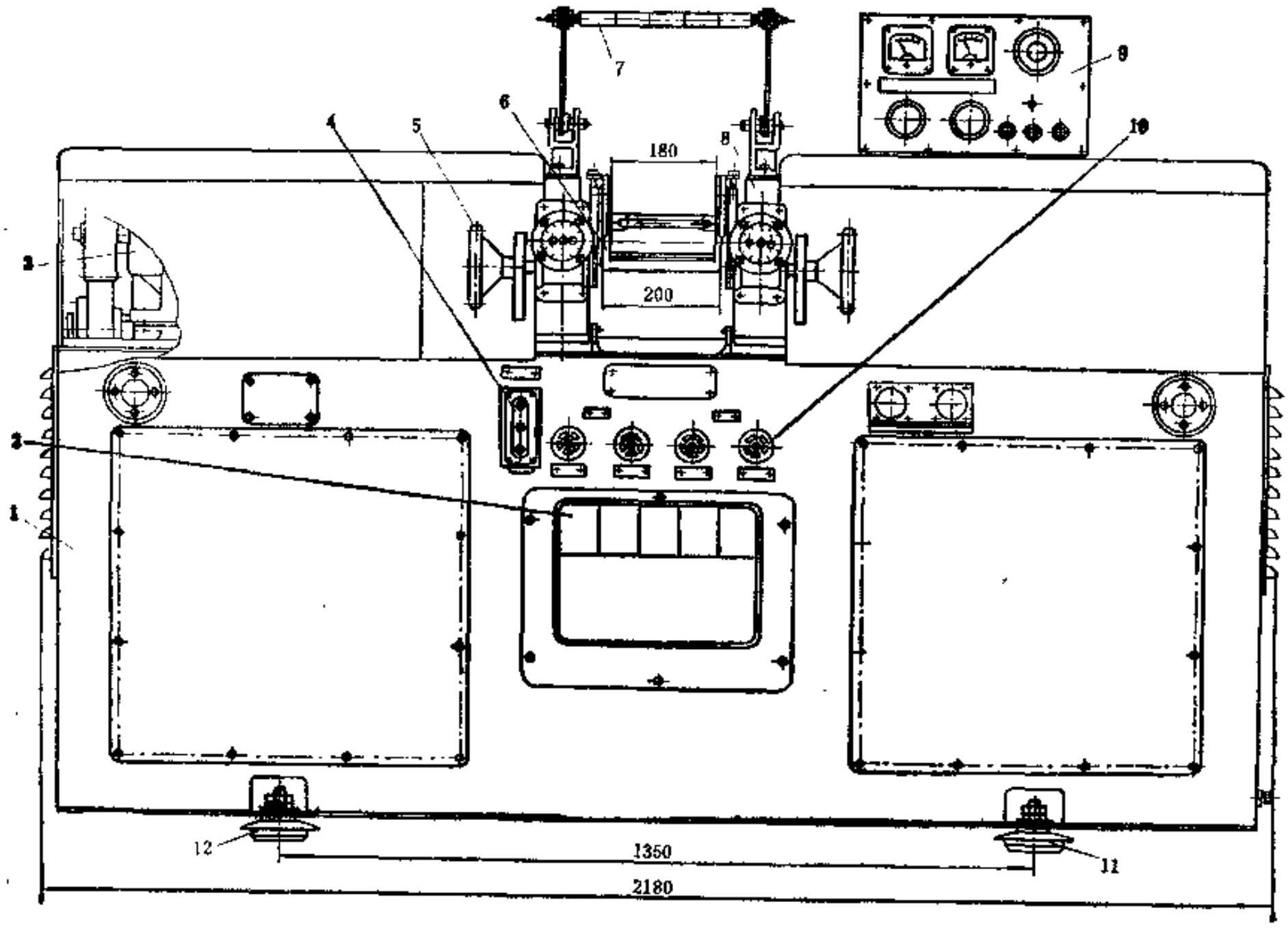


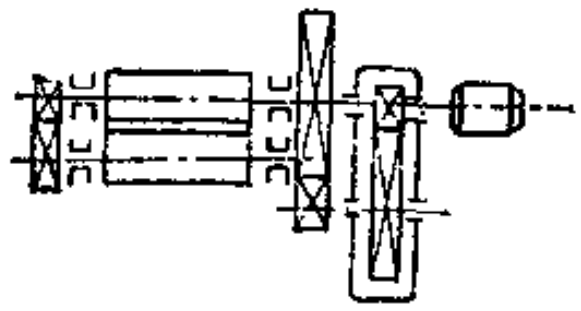
图 1-4-9 试验用开炼机

1—机座；2—下安全开关；3—传动装置；4—电机开关按钮；5—调距装置；6—辊筒；7—上安全开关；8—机架；9—仪表板；10—手动调温阀；11,12—隔震垫

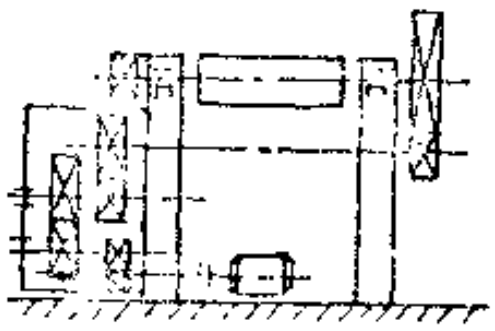
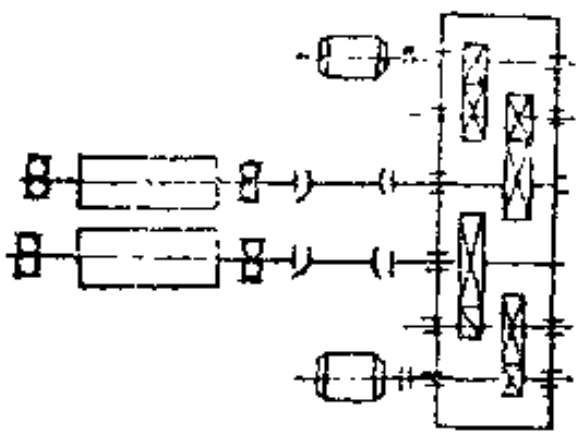
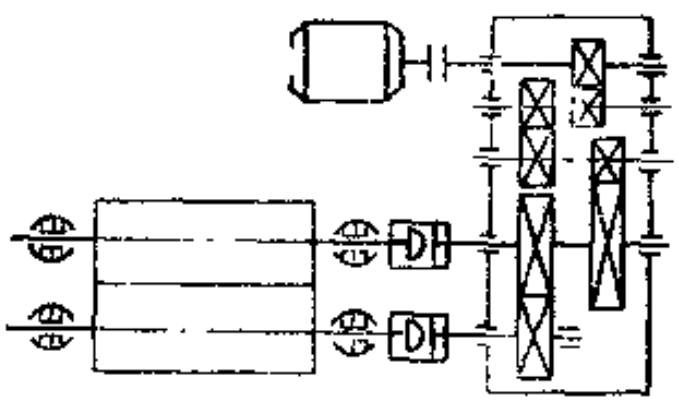
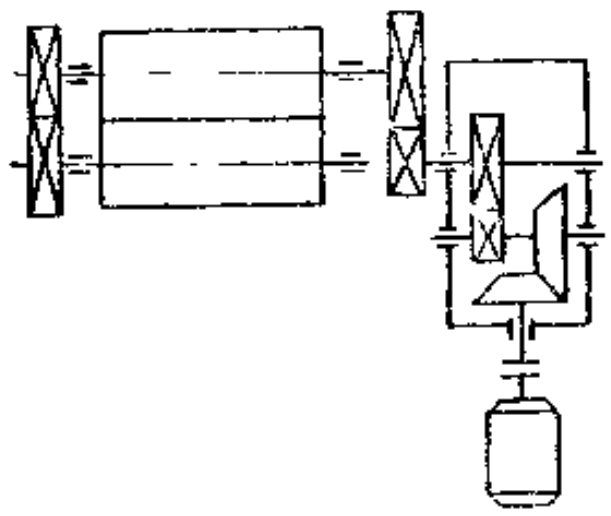
（二）传动形式

开炼机的传动方式很多，归纳起来基本上为五种类型，详见表 1-4-2。此外，传动部分的减速器也可采用渐开线行星减速器，以减小减速器外形尺寸。

表 1-4-2 开炼机传动方式及其特点

传动方式	特点
	结构简单，工作可靠，制造方便，成本低。但轴向尺寸长，开式齿轮不易维护，缺油容易磨坏

续表

传动方式	特点
	结构紧凑，占地面积小，重量轻，长度短。缺点是维护检修不便
	轴向尺寸以φ550×1500开炼机为例，较φ560×1530开炼机短1m左右，结构紧凑。取消驱动及速比齿轮后，维护方便，寿命长，外形美观。缺点是制造费时，减速器轴承不易更换
	传动效率高，使用寿命长，维护方便。外形美观，比双电机传动方式制造工时少，检修方便
	轴向尺寸短，占地面积小，结构简单。缺点是开式齿轮不易维护，使用寿命短，锥形齿轮减速器易有较大噪音

第二节　主要性能参数

一、辊筒工作部分直径及其长度

辊筒是开炼机的主要工作零件，其工作部分的直径及长度，表示机器的规格与生产能力，目前已形成系列。一般常用辊筒规格有：160×160×320、250×250×620、360×360×900、400×400×1200、550×550×1500(560×510×1530)、660×660×2130、450×450×620、560×510×800、610×480×800等。

开炼机规格的选择是根据橡胶厂的产量及其配套设备的规格而定。

二、辊筒工作速度与速比

辊筒的工作速度与速比是开炼机的重要工作参数，根据被加工物料的性质、工艺要求、生产安全、机械效率与劳动强度等选取，一般由经验确定。工作速度又称辊筒线速度，以 v 表示；速比是两辊筒线速度之比，以 f 表示，其表达式如下：

$$f = \frac{v_1}{v_2} \tag{1-4-1}$$

式中 v_1——后辊筒线速度，m/min；

v_2——前辊筒线速度，m/min。

要求v_1必须大于v_2。

设胶料的表面速度为辊筒表面速度，则胶料沿辊距 e 的速度梯度v_e(min^{-1})为：

$$v_e = \frac{v_1 - v_2}{e} = \frac{v_2}{e}(f - 1) \tag{1-4-2}$$

式中 e——最小辊距，m。

由式（1-4-2）可以看出，速度提高，速比增大，辊距减小，速度梯度则增大，对胶料的剪切变形和机械破坏也就愈大，从而可减少加工时间，提高机械效率。但速度、速比过大时，由于摩擦生热会使胶料温度升高，导致降低生胶塑炼效果，甚至会使混炼胶产生焦烧。为此，对速度梯度有所限制，使之不超过胶料的容许极限温度。

（一）速度、速比与胶料温度的关系

速度、速比与胶料温度的关系可由实验测得，如图1-4-10所示。一般塑炼、混炼的胶料温度要求不超过90℃，其它工艺方法也不应超过100℃。

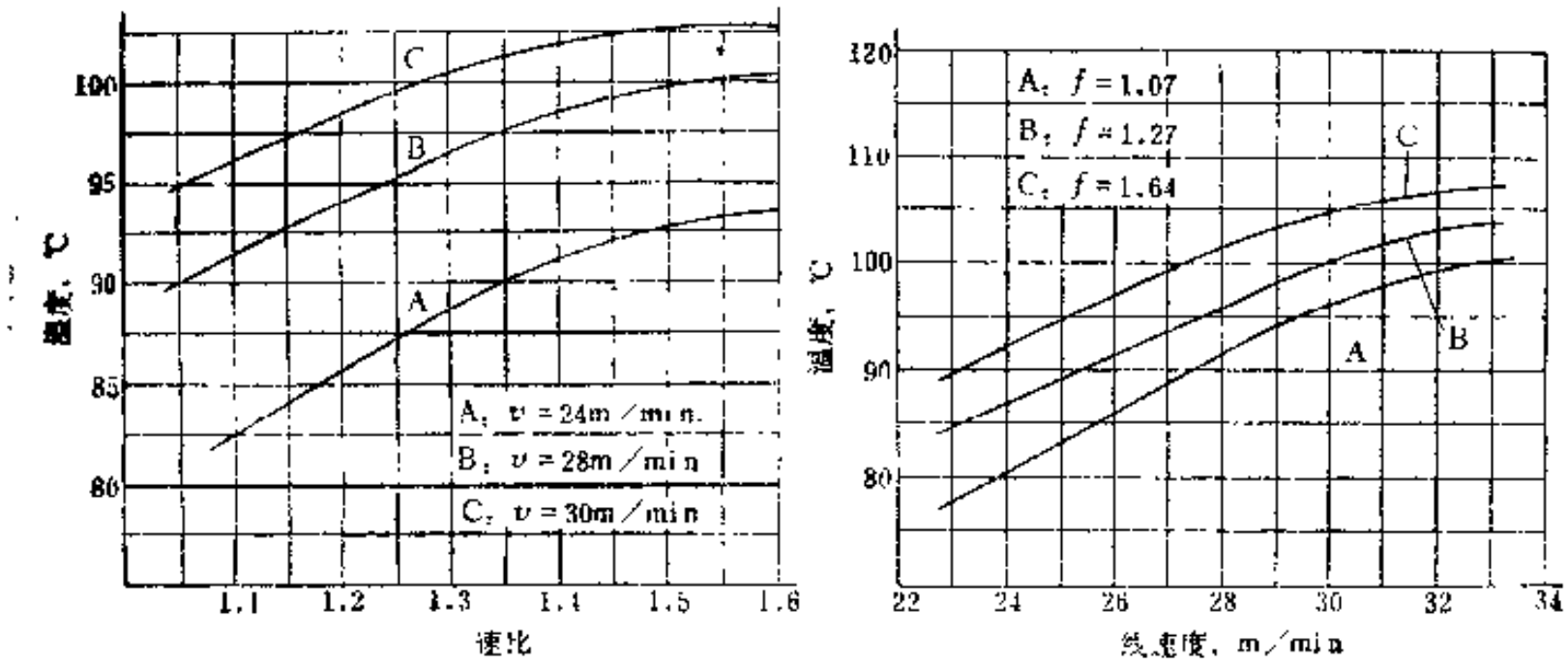


图 1-4-10 速比、速度与胶料温度的关系

（二）速度、速比与辊距的关系

由于速度梯度的值与辊距大小有关，当辊距很小时，胶料温度急剧上升，因此工作辊距不宜取得太小。

计算速度梯度时用的辊距值见表1-4-3，实际使用时可根据工艺要求，以不致产生胶料焦烧为原则。

表 1-4-3 计算速度梯度用辊距值

工艺方法	塑炼	混炼	热炼	压片	破胶	粉碎
最小辊距，mm	3	3	3	3	1.5	2

开炼机的速度梯度规定如下：

（1）塑炼、混炼、热炼和压片的速度梯度为1500～2200min^{-1}，其中试验用小规格开炼机的速度梯度应小于1500min^{-1}，生产用开炼机的速度梯度应小于2200min^{-1}；

（2）破胶、粉碎和粗碎的速度梯度应小于7500min^{-1}。

（三）速比

辊筒速比与很多因素有关，一般根据实验确定。常用的辊筒速比见表1-4-4。

表 1-4-4 常用辊筒速比

工艺方法	塑炼	混炼	压片	热炼	再生胶粉碎	再生胶捏炼	再生胶精炼	破胶
速比	1.15～1.3	1.08～1.2	1.07～1.08	1.2～1.5	1.3～2.54	1.3～1.42	1.8～2.54	1.3～1.5

三、横压力

横压力是橡胶在辊距间对辊筒作用的径向压力，它是设计开炼机的重要原始数据之一。横压力的大小主要取决于被加工胶料的性质、温度、辊距、辊筒规格和速比等多种因素，因此要精确计算横压力值很困难。通常是以测定值计算辊筒1cm长度上的横压力作为设计依据。具体分析如下。

1．辊筒受力分析

胶料对辊筒的径向作用力F可分解为水平分力F_x与垂直分力F_y，如图1-4-11所示。即：

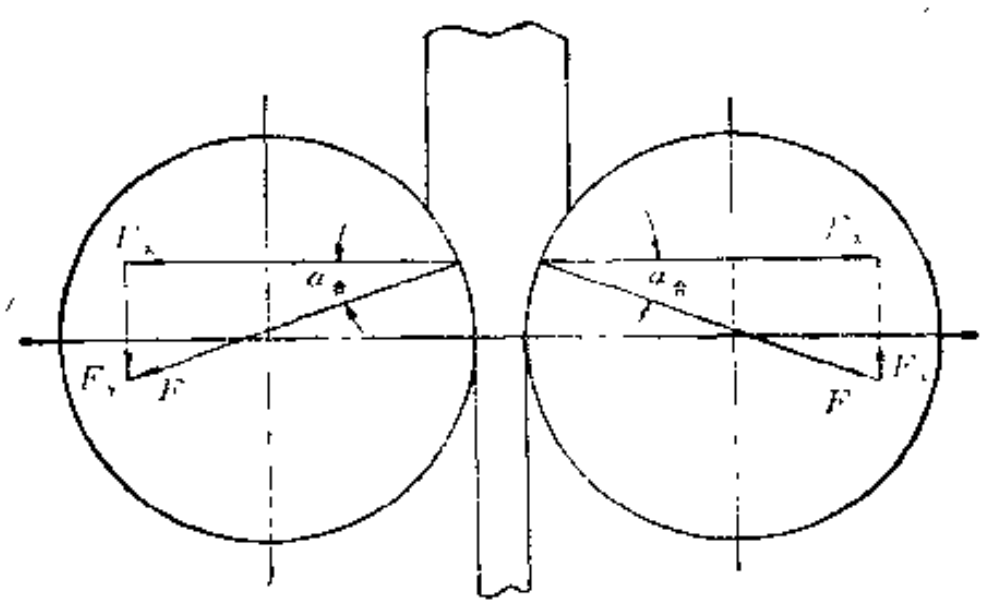


图 1-4-11 辊筒受力分析

$$F_x = F \cdot \cos\alpha_合 \tag{1-4-3}$$

$$F_y = F \cdot \sin\alpha_合 \tag{1-4-4}$$

式中 F——横压力，N；

F_y——垂直横压力，N；

F_x——水平横压力，N；

$\alpha_合$——横压力的合力角。

由测定得出水平横压力F_x后可求出F值：

$$F = \frac{F_x}{\cos\alpha_合} \tag{1-4-5}$$

由实验测得的胶料在辊筒间的受力情况如图1-4-12所示。由图可见，随辊距的减小，辊筒的受力增大。横压力的最大值作用在接近辊距的最小处，其与水平轴线的夹角称临界角α_k，横压力分布曲线随胶料的品种、温度、辊距的变化而变化，其α_k值也不相同。分析如图1-4-12所示的实验曲线，α_k为3～6°。由曲线近似求得合力角$\alpha_合$为5～10°。

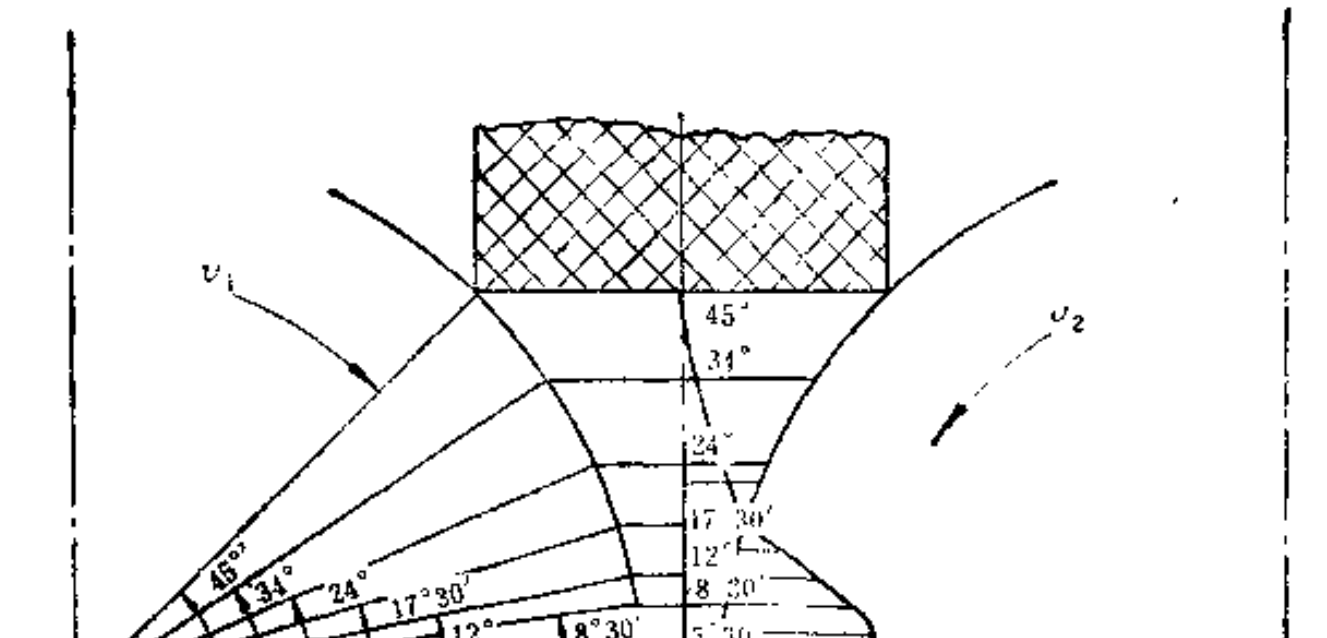


图 1-4-12 横压力作用角α_k及$\alpha_合$

2．单位横压力

辊筒工作部分纵长1cm上的横压力称单位横压力，以P表示：

$$p = \frac{F}{L} \qquad (1-4-6)$$

$$p_x = \frac{F_x}{L} \qquad (1-4-7)$$

$$p_y = \frac{F_y}{L} \qquad (1-4-8)$$

式中 p——单位横压力，N/cm；

p_x——水平单位横压力，N/cm；

p_y——垂直单位横压力，N/cm；

L——辊筒工作部分长度，cm。

3．各种因素与横压力的关系

为了获得准确的横压力值，国内有关橡胶机械厂在ϕ160×320试验用开炼机上与ϕ360×900至ϕ660×2130生产用开炼机上，对各种胶料与不同工艺方法测定了横压力。测得各种因素与横压力的关系如下。

（1）胶料愈硬，横压力愈大。混炼与热炼硬胶料时的横压力比塑炼天然橡胶时的大。

（2）胶料温度愈低，横压力愈大。如冷态破胶时的横压力比预热到70℃后热态破胶时大10～15%。

（3）辊距减小，横压力增大，如图1-4-13所示。

（4）辊筒工作速度与速比对横压力影响不大，如图1-4-14所示，因为当速度提高时，胶料温度需升高，使横压力保持基本不变。

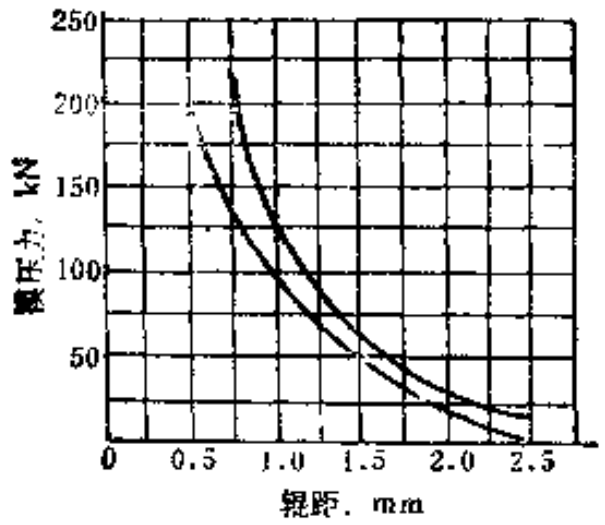


图 1-4-13 横压力与辊距的关系

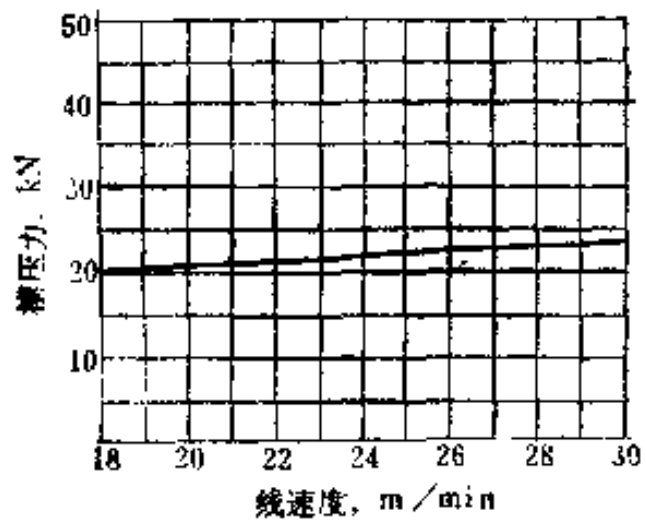


图 1-4-14 横压力与速度的关系

4．横压力的计算

准确计算横压力相当困难，因为胶料在辊距中的变形是很复杂的，且在加工过程中胶料粘度变化无常。非牛顿型流体的粘度在很大程度上取决于变形速度（速度梯度）。如果胶料的有效粘度是通过试验测定的，那么根据苏联资料横压力就可以用下列经验公式近似地求出：

$$F = 21.76 \frac{1+f}{2} \cdot \frac{\mu v_1 RL}{h_0} \times 10^4 \qquad (1-4-9)$$

式中 F——横压力，N；

μ——胶料有效动力粘度，Pa·s；

v_1——前辊线速度，m/s；

R ——辊筒半径，m；

h_0——辊筒间的最小辊距，m；

L——辊筒工作部分长度，m；

f——辊筒速比。

如果以概略方法计算横压力，则可按下列公式：

$$F = p \cdot L \tag{1-4-10}$$

式中 p——在辊筒工作部分1cm长度上所受的横压力，N/cm。

为方便计算，单位横压力 p 可按经验公式（1-4-11）近似求出：

$$p \approx \frac{1+f}{2} D \cdot K_p \tag{1-4-11}$$

式中 f——辊筒速比；

D——辊筒工作部分直径，cm；

K_p——剪切系数，N/cm^2。

K_p值与被加工材料、工艺方法、速度、辊距等有关，在辊距不小于3mm、线速度在27～30m/min的条件下，采用现有的配方和胶料，测得的K_p值见表1-4-5，大直径辊筒选用小值，小直径辊筒选用大值。

表 1-4-5 K_p值

单位：N/cm^2

胶料种类 \ 工艺方法	塑炼、混炼、热炼	压　　片	破胶、粉碎、热炼
胎面胶、钢丝胶	160～270	110～120	220～240

推荐采用的单位横压力值如表1-4-6所示。

表 1-4-6 推荐的开炼机单位横压力值

单位：N/cm

开炼机规格	工艺用途	单位横压力p_x	开炼机规格	工艺用途	单位横压力p_x
ϕ100×250	试　　验	3500	ϕ450×1200	塑炼、混炼、热炼	9000
ϕ160×320	试　　验	5000	ϕ550×1500	塑炼、混炼、热炼	10000
ϕ250×620	塑炼、混炼、热炼	5500	ϕ660×2100	热炼（沟纹辊）	15000
ϕ300×610	塑炼、混炼、热炼	6000	ϕ550×1500	压　　片	7000
ϕ360×900	塑炼、混炼、热炼	7000	ϕ660×2100	压　　片	8000
ϕ400×1000	塑炼、混炼、热炼	8000	ϕ560×800	破胶、粉碎	13000

四、生产能力

（一）塑炼、混炼、热炼时的生产能力

单位时间内开炼机的产量Q(kg/h)为：

$$Q = \frac{60q\rho}{t}\alpha \qquad (1-4-12)$$

式中 q ——一次加胶量，dm³；

ρ ——胶料的密度，$\rho=0.9\sim1.2$kg/dm³；

t ——一次炼胶时间，min；

α ——设备利用系数，通常取0.85～0.90。

一次加胶量q是指合理容量，可根据胶料全部包覆前辊后，并在两辊间积存一定数量的胶料来确定，一般可按下列经验公式计算：

$$q=KDL \qquad (1-4-13)$$

式中 K——经验系数，$K=0.0065\sim0.0085$；

D——辊筒直径，cm；

L——辊筒工作部分长度，cm。

（二）连续生产用开炼机的生产能力

开炼机连续生产时的生产能力按下式计算：

$$Q=60vhb\rho\alpha \qquad (1-4-14)$$

由于式中v为前辊线速度，等于πDn，则上式可改写为：

$$Q=60\pi Dnhb\rho\alpha \qquad (1-4-15)$$

式中 Q——生产能力，kg/h；

D——辊筒直径，cm；

n——辊筒转速，r/min；

h——胶片厚度，cm；

b——胶片宽度，cm；

ρ——胶料密度，kg/cm³；

α——设备利用系数，$\alpha=0.85\sim0.9$。

（三）对于胶料一次通过辊距时精细破料机的生产能力

精细破料机的生产能力按下式计算：

$$Q=60\pi Dn\rho\alpha\left(e+\frac{\beta F}{L}\right) \qquad (1-4-16)$$

式中 Q——生产能力，kg/h；

e——辊距，cm；

β——沟槽的填充系数，取0.75；

F——辊筒沟槽的横截面积，cm²；

L——辊筒圆周上的沟槽螺距，cm。

（四）配合密炼机工作的压片机的生产能力

当密炼机的卸料压片采用开炼机时，开炼机单台设备的生产能力或组合的生产能力要和密炼机相平衡。例如：$\phi650\times2100$压片机的一次加胶量和一次捏炼时间与140L、20r/min的密炼机相配。而对于140L、40r/min以上的密炼机则需配两台以上这种规格的压片机。

（五）粉碎机的生产能力

再生胶粉碎机的生产能力与过筛的粒度有关，如表1-4-7所示。

表 1-4-7　再生胶粉碎机的生产能力

粉碎机规格	用　途	筛　目	胶粒细度，mm	生产能力，kg/h
φ456×610	粉碎：胎面胶	3～5目		400～500
	胶鞋	3～5目		700～800
φ480×610×762	粉碎：胎面胶	26～32目	0.8～1.0	120
	胶鞋、杂胶	24～28目	0.9～1.1	150
φ560×φ510×800	粉碎各种杂胶	30目		180

五、电机功率及电机型式

开炼机的功率取决于被加工胶料的性质、胶料温度、辊筒规格、工艺方法、辊距、工作速度和速比等因素，因此至今尚无准确的计算方法。利用试验用开炼机所做的各种试验得出功率与各种因素的关系及其一般计算方法如下。

（一）功率与各种因素的关系

（1）橡胶塑炼时，开炼机电机的功率只在开始很短的时间内达到最大值，其值为工作数分钟后所需功率的2～3倍。因此，测定功率的最大值一般是电机功率额定值的1.2～1.5倍，如图1-4-15所示。

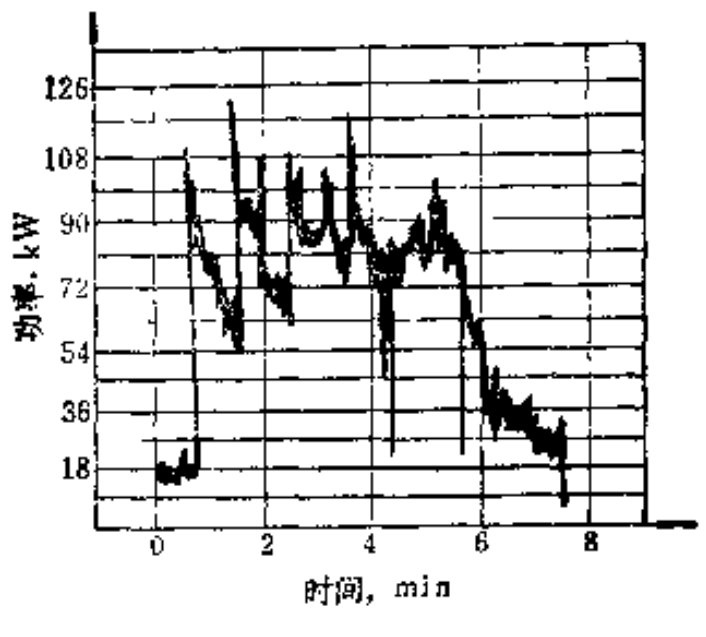


图 1-4-15　φ560×1530开炼机功率测定记录

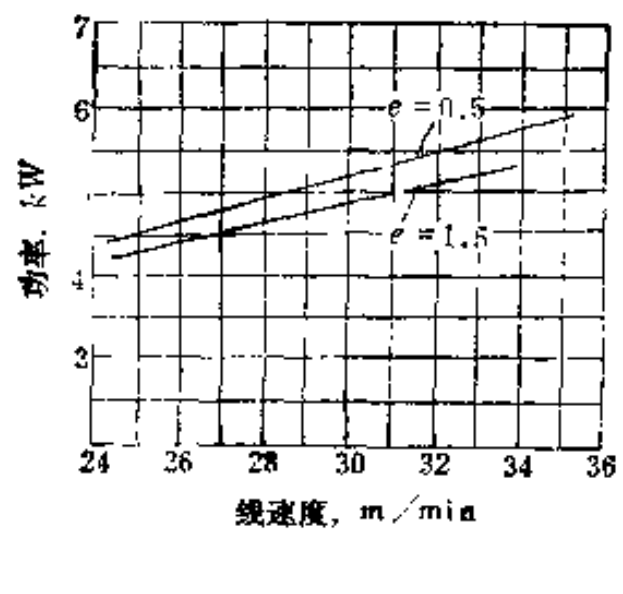


图 1-4-16　线速度与功率的关系

（2）胶料温度低时消耗功率大，如冷态破胶所需功率比预热到70℃后的破胶功率大30～40%。

（3）辊筒工作速度与速比提高时功率增大，如图1-4-16所示。

（4）辊距减小，功率增大，如图1-4-17所示。

（二）由测定功率求电机功率

（1）开炼机工作时所受的负载属变动载荷，因此根据测定功率计算电机功率时，按等效功率法计算：

$$N_{等效}=\sqrt{\frac{\Sigma N^2 t_i}{\Sigma t}} \qquad (1\text{-}4\text{-}17)$$

式中 $N_{等效}$——等效功率，kW；

t ——一个周期作用时间，min；

N_i、t_i——分别为每一种功率值（kW）及其作用时间（min）。

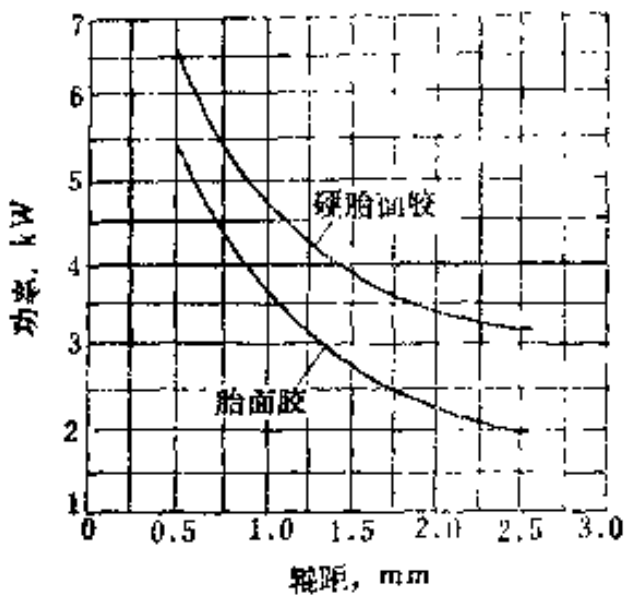


图 1-4-17 辊距与功率的关系

根据各种开炼机的功率测定图计算得出：

$$\frac{N_{max}}{N_{平}}=1.2\sim1.5$$

（2）由测定电流值求电机功率$N_{等效}$(kW)：

$$N_{等效}=\sqrt{3}\cdot I_{等效}\cdot V\cdot\cos\varphi \tag{1-4-18}$$

$$I_{等效}=\sqrt{\frac{\Sigma I_i^2 t_i}{\Sigma t}} \tag{1-4-19}$$

式中 t ——一个周期作用时间，min；

$I_{等效}$——等效电流，A；

I_i、t_i——分别为每一种电流值（A）及其作用时间（min）；

$\cos\varphi$——功率因素；

V ——电压，V。

（三）电机功率经验计算公式

由于开炼机传动电机的功率尚无可靠的计算公式，为方便计算起见，可利用下列常用的经验公式，供计算开炼机功率时参考。

（1）根据试验数据计算电机功率N(kW)：

$$N=\frac{60}{t}\cdot K\cdot q \tag{1-4-20}$$

式中 K——每公斤胶料的耗电量，kW/kg；

q ——一次炼胶量，kg；

t ——一次炼胶时间，min。

每公斤胶料炼胶时的耗电量是根据统计数字确定的，见表1-4-8所示。

（2）按经验公式计算电机功率N(kW)：

$$N=K_N\sqrt{D}\cdot L\cdot v(1+f)^2 \tag{1-4-21}$$

式中 D——辊筒工作部分直径，m；

L——辊筒工作部分长度，m；

v ——辊筒线速度，m/min；

f ——辊筒速比；

K_N——系数，kW·min/m²。和胶料及工艺方法有关，其值见表1-4-9。

表 1-4-8 每公斤胶料的耗电量

胶料种类	每公斤胶料耗电量，kW/kg
塑炼天然橡胶	0.426
混炼帘布胶	0.400
混炼胎面胶	0.525

表 1-4-9　系数K_N值

胶料种类 \ 工艺方法	塑炼、混炼	压　　片	粉碎、破胶、热炼
胎面胶、钢丝胶	0.65～0.75	0.55～0.65	0.9～1.0

（四）电机的选择

选择开炼机用的电机时应满足下列要求：

（1）起动转矩要大；

（2）具有超负荷特性，要求$M_{最大}/M_{额定}=2\sim2.5$；

（3）能够正反转；

（4）根据使用条件，如压片机在密炼机下方工作，炭黑易使电机短路，故宜采用封闭式电机；

（5）转速尽可能低；

（6）制动性能要好。

六、开炼机主要性能参数表

（1）国家标准　开炼机的系列与主要性能参数（基本参数）见表1-4-10。

表 1-4-10　开炼机主要性能参数

辊筒尺寸（直径×直径×长度），mm	前后辊筒速比	前辊线速度 m/min≥	主电机功率 kW≤	一次投料量 kg	用　　途
160×160×320	1:1.2～1.35	9	7.5	2～4	塑炼、混炼、热炼
250×250×620	1:1.1～1.3	14	22	10～15	
360×360×900		16	37	20～25	
400×400×1000		18	55	25～35	
450×450×1200		30	30	30～50	
550×550×1500 (560×510×1530)①	1:1.05～1.3	26	110	50～60	塑炼、混炼
			160		热炼（供料）
660×660×2130	1:1.05～1.3	30	160	140～160	压片
660×660×2130	1:1.05～1.3	30	250	70～120	热炼
450×450×620	1:2.5～3.5	10	45	300kg/h	旧橡胶、生胶的破碎
560×510×800	1:1.2～3	25	95	2000kg/h	旧橡胶的粗碎
			75		生胶的破碎
610×480×800	1:1.5～3.2	20	75	150kg/h	旧橡胶的粉碎
		23		300kg/h	再生胶的精炼

① 为保留规格。

（2）各橡胶机械厂生产的开炼机的主要性能参数见表1-4-11至表1-4-13。

表 1-4-11 国产开炼机主要性能参数（一）

机器型号	规格	前辊线速度 m/min	辊筒速比	一次投料量 kg	主电机 功率 kW	主电机 转速 r/min	机重 t	外形尺寸 mm	用途	制造厂
XK-150A	φ150×350	11.3	1:1.39	1～2	5.5	50	1.1	1120×780×1460	塑炼、混炼、压片	上海橡胶机械厂
XK-160A	φ160×320	17.8	1:1.35	1～2	5.5	48	1.1	1120×920×1295		
XK-360A	φ360×900	16.32	1:1.25	15～25	30	980	6	3820×1780×1740		
XK-400A	φ400×1000	20.27	1:1.73	18～35	40	980	8	4310×1810×1890		
XK-160	φ160×320	11	1:1.22	1～2	6.6		2	1010×720×1400	塑炼、混炼、热炼	南京橡胶机械厂
XK-250	φ250×620	13.40	1:1.2	10～20	18.5		4	2350×1200×1300		
XK-360	φ360×900	15.36	1:1.25	15～30	30		7	3215×1900×1750		
XK-400A	φ400×1000	18.36	1:1.27	18～35	37		8.5	3360×1900×1870		
XKP-400	φ400×600	18.36	1:1.27	～600kg/h	55		8	3320×1900×1850	双辊沟纹，粗破	
XKP-400	φ400×600	18.36	1:1.27	200～400kg/h	55		8	3320×1900×1850	单辊沟纹，细破	
XKP-400	φ400×600	16.9	1:1.38	70～110kg/h	55		8	3320×1900×1850	双辊光面，细破	
SK-400B	φ400×1000	18.65	1:1.27	18～35	37	980	10	4530×1770×1750	塑炼、混炼、压片	常州第二轻工机械厂
SK-550	φ550×1500	27.50	1:1.28	35	30双电37机	740	21	5200×2320×1860	塑炼、混炼	
X(S)K-400A	φ400×1000	18.65	1:1.27	18～35	40	980	8	4270×1850×1870	塑炼、混炼压片	三明化工机械厂
XK-160	φ160×320	8.92	1:1.35	1～2	7	48	1	1200×960×1393	塑炼、混炼	天津化工机械厂
XK-250	φ250×620	14.50	1:1.1	5～16	18.5	970	3.5	3400×1350×1500	热炼、压片	
XK-360	φ360×900	16.25	1:1.25	20～25	28	980	6	4000×1800×1750		
XK-400A	φ400×1000	18.65	1:1.27	18～35	37	980	8			
XK-400	φ400×1000	18.60	1:1.27	30	45	980	8.5	1340×1920×1080		益阳橡胶机械厂
XK-450	φ450×1200	24.30	1:1.27	30～50	55	980	12	5170×2390×1670	塑炼、混炼、热炼、压片	
XK-550	φ550×1530	27.70	1:1.2	50～60	95	975	23	5640×2500×1740		
XK-560	φ560×φ510×1530	27.36	1:1.3	50～60	95	975	22	6120×2290×2100		
XKR-660 A B	φ660×2130	22.7	1:1.24(A) 1:1.09(B)	390kg/h	180	585	44	7240×3400×2160	前辊与孔，后辊沟槽，大功率热炼	

表 1-4-12 国产开炼机的主要性能参数（二）

机器型号	规格	前辊线速度 m/min	辊筒速比	一次投料量 kg	主电机 功率 kW	主电机 转速 r/min	重量 t	外形尺寸 mm	用途	制造厂
X(S)K-250	φ250×620	15	1:1.2	15	17	730	5	3600×560×1420	塑炼、混炼	亚西机器厂
X(S)K-350	φ350×900	16.8	1:1.27	20～25	30	730	6.5	4000×1700×1700		
X(S)K-400	φ400×1000	19.24	1:1.27	25～30	37	740	8	4200×1750×1620		
X(S)K-450	φ450×1200	20.44	1:1.27	35～50	55	980	9.5	5220×1900×1750		
X(S)K 550	φ550×1500	28.07	1:1.31	50～65（炼胶）35（塑炼）	90 75	980	19	6200×2330×1730		
X(S)K-560	φ560×φ510×1530	27.7	1:1.2	50～65	90	980	22	6580×2280×2000		
ZKP-480A	φ480×φ610×800	22	1:2.1		75	980	17.6	3980×2250×1780	旧胶粉碎	
XKP-560	φ560×φ510×800	25.6	1:1.3	2t/h	75	980	19	5420×2280×2000	破胶	
XKJ-480B	φ480×φ610×800	25.6	1:1.815		75	980	16.7	5030×2375×1780	再生胶精炼	
ZKC-560	φ560×φ510×800	25.6	1:1.3	2t/h	90	980	22.5	5420×2280×2030	破胶	
X(S)K-360	φ360×900	16.51	1:1.25	25	30	730		4465×1710×1510	塑炼、混炼、热炼	呼市橡塑机械厂
X(S)K-400	φ400×1000	18.25	1:1.27	20～35	37	740		4833×1700×1800		
XK-400	φ400×100		1:1.27	30～35	45	980	8	4200×1900×1809	塑炼、混炼、热炼、压片	桂林橡胶机械厂
XK-450	φ450×1200		1:1.27	50	55	980	12	5197×2430×1670		
XK-550	φ550×1500		1:1.2	60	110	1000		5160×2780×1660		
XK-160	φ160×320	8.96	1:1.35	1～2	5.5		1.10	1120×920×1295		无锡橡胶塑料机械厂
XK-250	φ250×620	15.20	1:1.10	10～15	18.5		3.80	3220×1500×1290		
XK-360A	φ360×900	16.26	1:1.25	20～25	30.0		5.53	3920×1650×1725		
XK-400A	φ400×1000	18.65	1:1.27	25～35	37.0		8.14	4310×1800×1880	塑炼、混炼、热炼	
XK-450A	φ450×1200	23.85	1:1.27	30～50	55.0		13.0	5050×1920×1870		
XK-560	φ560×φ510×1530	21.34	1:1.20	50～60	95.0		22.0	5830×2300×2000		
XKP-400	φ400×600	17.17	1:1.38		55.0		7.70	3950×1800×1950	生胶和旧胶的粗破和细破	
XKP-560	φ560×φ510×800	25.60	1:1.42	～2t/h	75.0		18.55	4750×2282×2000		

注：1. 四川亚西机器厂的X(S)K-250至X(S)K-560开炼机的传动装置采用NGW行星减速器，电气反接制动。XKP-560破胶机的后辊为沟槽辊。XKJ-480B精炼机的前后辊具有中高度。ZKC-560粗碎机的前后辊为沟槽辊。

2. 呼和浩特市橡塑机厂的开炼机的传动装置采用行星减速器，电气反接制动。

3. 无锡橡塑机厂的XKP-400破胶机的辊面有三种情况，一是两个辊筒均为沟槽面；二是后辊为沟槽面，前辊为光面；三是两个辊筒均为光面。XKP-560破胶机的后辊为沟槽面。

表 1-4-13 国产开炼机主要性能参数（三）

机器型号	规格	前辊线速度 m/min	辊筒速比	一次投料量 kg	主电机 功率 kW	主电机 转速 r/min	重量 t	外形尺寸 mm	用途	制造厂
XK-150	φ150×320	11.29	1:1.4	1～2	5.7	1450	1.24	1020×720×1443	塑炼、混炼、热炼	湛江机械厂
XK-160	φ160×320	11	1:1.22	1～2	7	1450	1.24	1100×720×1450		
XKR-160A	φ160×320	11	1:1.22	1～2	7	1450	1.24	1100×720×1450		
XKR-160	φ160×320	11	1:1.22	1～2	7	1450	1.24	1100×720×1450		
XK-250	φ250×620	15	1:1.21	10～15	18.5	980	3.23	2860×1280×1540		
XK-360	φ360×900	16.25	1:1.25	20～25	30	980	5.67	3860×1800×1740		
XK-360A	φ360×900	16.25	1:1.25	20～25	30	980	5.67	4110×1740×1750		
XKR-360	φ360×900	16.25	1:1.25	20～25	30	980	5.67	3860×1800×1740		
XKR-360A	φ360×900	16.25	1:1.25	20～25	30	980	5.67	3860×1800×1740		
XK-400	φ400×1000	18.65	1:1.27	30～35	37	980	7.98	4240×1850×1800		
XK-400A	φ400×1000	18.65	1:1.27	30～35	37	980	7.98	4340×1850×1800		
XKR-400	φ400×1000	18.65	1:1.27	30～35	37	980	7.98	4240×1850×1800		
XK-450	φ450×1200	24.3	1:1.27	50	55	980	9.6	5197×2430×1670		
XK-450	φ450×1200		1:1.27	50	55	980	14	5000×1920×1873	塑炼、混炼	上海轮胎机械厂
XK-360	φ360×900	16.10	1:1.25	20～25	30	980	7.06	4220×1740×1870	塑炼、混炼、热炼	大连橡塑机械厂
XK-400	φ400×1000	18.46	1:1.27	25～35	45	980	8.3	4380×1780×1910		
XK-550B	φ550×1500	27.94	1:1.22	50～65	110	740	27	5870×2420×2045		
XK-660	φ560×φ510×1530	27.70	1:1.2	50～65	95	975	22	6120×2282×2000		
XKY-550	φ550×1500	31.17	1:1.09	240kg/h	110	740	28	5870×2420×2535	压片	
XKY-660	φ660×2130	30	1:1.08	165	115	975	37	8830×3388×2500	压片	
XKR-550A	φ550×1500	29.1	1:1.22	300kg/h	155	730	27	6440×2615×2125	热炼	
XKR-550B	φ550×1500	25	1:1.093	300kg/h	110	740	27	6000×2499×2125		
XKR-660A	φ660×2130	22.7	1:1.24	396kg/h	180	580	43.4	7240×3400×2160		
XKR-660B	φ660×2130	22.6	1:1.09	396kg/h	180	580	43.4	7240×3400×2160		
XKP-480	φ480×φ510×800	25.67	1:1.815	300kg/h	75		19	4700×2490×1750	精炼海绵胶	
XKP-560	φ560×φ510×800	25.6	1:1.3	2000kg/h	75	970	18	4750×2222×2000	破胶	

注：1. 湛江机械厂的XKR-160A和XKR-360A的辊筒为电加热；XKR-160和XKR-360及XKR-400的辊筒为蒸汽加热。

2. 大连橡塑机厂的XKR-550B和XKR-660B的前辊为圆周钻孔结构；XK-550B、XKR-660A、XKR-660B、XKY-550、XKR-550A和XKR-550B的辊筒轴承为滚动轴承；XKP-560、XKR-550B和XKR-660A的后辊为沟槽面。

第三节 主要零部件结构与设计

一、辊 筒

（一）材料与技术要求

辊筒是开炼机的主要工作零件，必须具有足够的强度、硬度和导热性能，其材料一般采用冷硬铸铁。这种铸铁表层坚硬，耐磨耐腐蚀，内部韧性好，强度大，易导热，制造容易，造价低。试验用小规格开炼机的辊筒也有采用中碳合金钢制造的。

冷硬铸铁辊筒分为普通冷硬铸铁辊筒和合金冷硬铸铁辊筒两种，其标记代号应符合表1-4-14的规定。辊筒表面经机械加工后，白口深度及表面硬度应符合表1-4-15的规定。

辊筒的机械性能：灰口部分的抗拉强度为180～220N/mm²，抗弯强度为360～400N/

表 1-4-14 辊筒分类标记代号（GB 9709—88）

辊筒分类	标记代号
普通冷硬铸铁辊筒	L1G-P
合金冷硬铸铁辊筒	L1G-H

表 1-4-15 辊筒白口深度及表面硬度（GB 9709—88）

项目		辊筒直径，mm			
		≤250	>250～400	>400～500	>500
白口深度，mm		3～13	4～20	4～22	5～24
工作表面硬度 Hs	普通冷硬铸铁	65～72			
	合金冷硬铸铁	68～75			
轴颈表面硬度 Hs	普通冷硬铸铁	26～36			
	合金冷硬铸铁	35～48			

注：1．当辊筒轴颈采用钢套结构时，钢套表面硬度不得低于Hs35(HB240)。
2．当辊筒采用圆周钻孔结构时，白口深度为5～20mm。
3．当辊筒表面加工成沟槽时，其沟槽部的白口深度不能低于表中规定的下限值。

mm^2，抗压强度不低于1400N/mm^2，弹性模量为1050N/mm^2；白口部分的弹性模量1400N/mm^2；在对称循环下的弯曲极限强度为140N/mm^2。

冷硬铸铁的化学成分可参照表1-4-16所示。

表 1-4-16 冷硬铸铁辊筒的化学成分

辊筒材料		化学成分，%								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
普通冷硬铸铁		3.20～3.80	0.30～0.90	0.20～0.50	≤0.60	≤0.12	—	—	—	—
合金冷硬铸铁	镍-铬合金						0.40～1.00	0.20～0.50	—	—
	铜-铬合金						—	0.20～0.50	—	0.50～1.00
	钼-铬合金						—	0.20～0.50	0.20～0.50	—

在铸造辊筒时，要作辊筒材料的性能检验，其方法是同时浇铸三根与辊筒工作部分壁厚相对应的试样，或在辊筒轴颈部位取样（其组织应为灰口铸铁）进行试验，其中二根试样合格，则辊筒材料合格。

（二）辊筒工作表面形状及辊筒各部尺寸

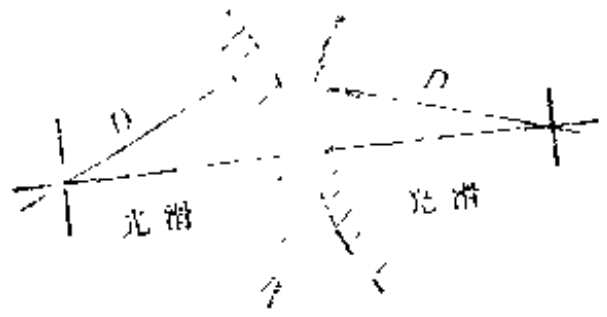
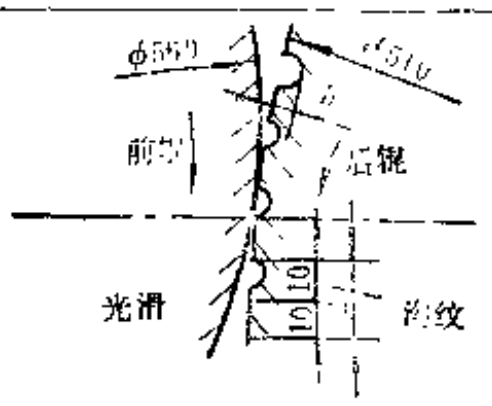
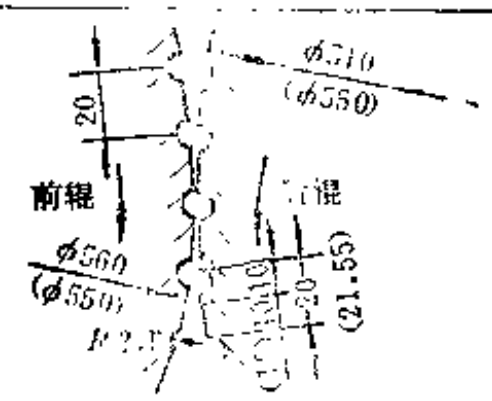
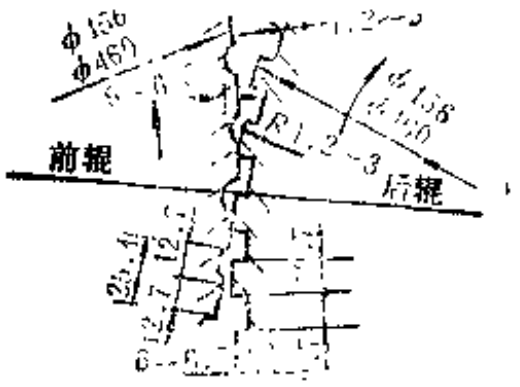
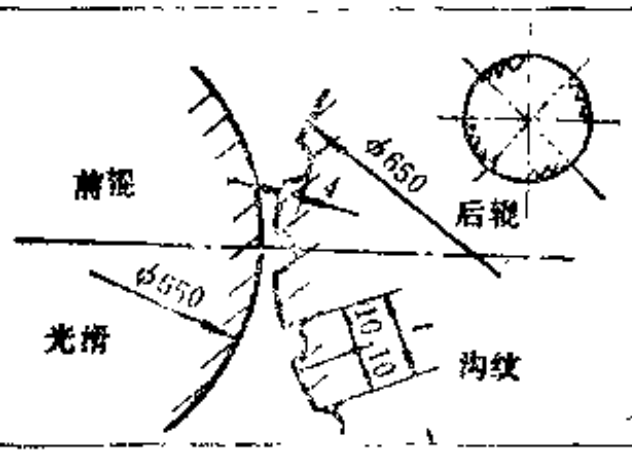
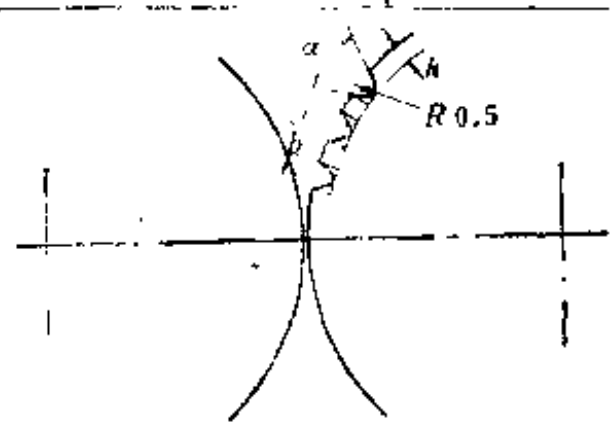
1．辊筒工作表面形状

由于开炼机的用途不同，辊筒的工作表面也不同，用于塑炼、混炼、压片的辊筒一般为光面，用于破胶、洗胶、精炼的辊筒均有特殊的构形，详见表1-4-17所示。

2．辊筒结构及其尺寸

辊筒结构有两种，一种为中空结构，如图1-4-18所示，另一种为圆周钻孔结构，如图

表 1-4-17　辊筒工作表面形状及其特点

辊筒工作表面形状	用　途	结构尺寸，mm
	塑炼、混炼、热炼、压片、精炼等	精炼机辊筒为腰鼓形，其余为圆柱形。腰鼓度：前辊为0.15～0.375；后辊为0.075
	破胶、粉碎	前辊光面 后辊沟槽：左旋4～11°，$z=80$ 槽距$t=15\sim25$ 棱高$h=2.5\sim8$
	破胶、洗胶	前辊沟槽：左旋4°，$z=88\sim120$； 槽距$t=14\sim25$；槽深$R=2.5$ 后辊沟槽：左旋4°，$z=80$，$t=10\sim15$ 棱高$h=2.5\sim8$
	粗碎	前辊沟槽：左旋10°，$z=66\sim67$； $h=6\sim6.5$；$R=1.2\sim3$ 后辊沟槽：左旋10°，$z=56\sim57$； $t=25.4$；$h=6\sim6.5$
	热炼	前辊光面 后辊沟槽：右旋4°，$h=4$，$t=20$，辊面分8等分，其中4等分为沟槽。沟槽深效率高，但功率增大
	热炼	前辊光面 后辊螺沟槽：右旋3°0′31″，$\alpha=80°$，$h=6$， $b=1.6$

1-4-19所示。辊筒各部分的尺寸关系见表1-4 18所示。

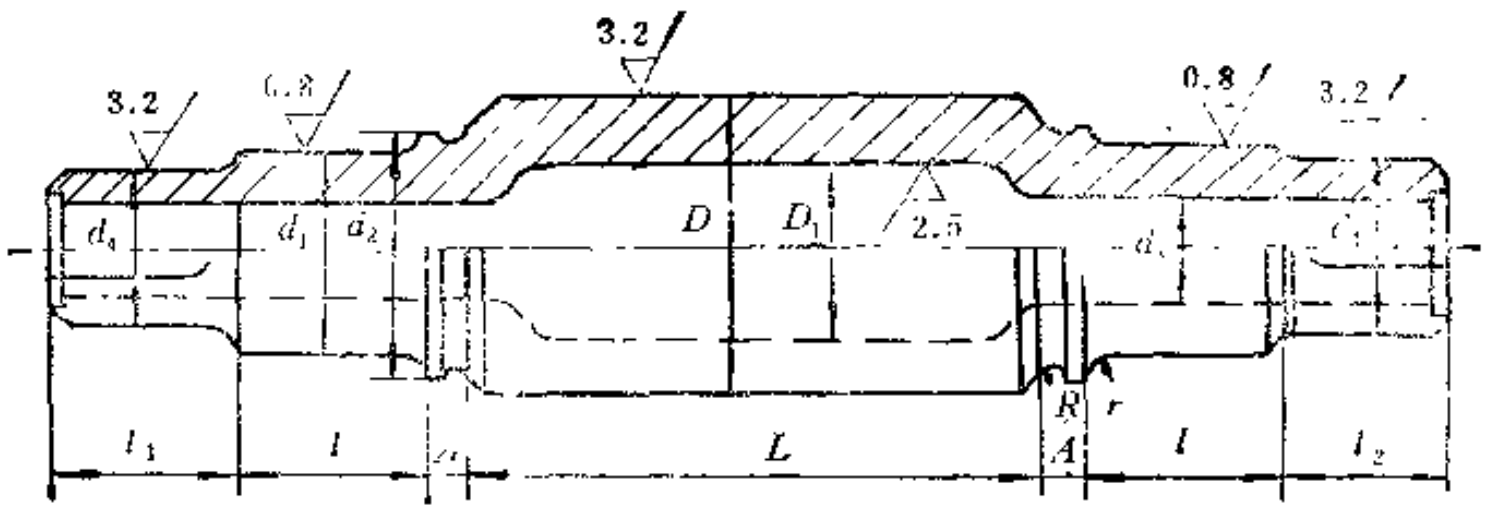


图 1-4-18 中空辊筒

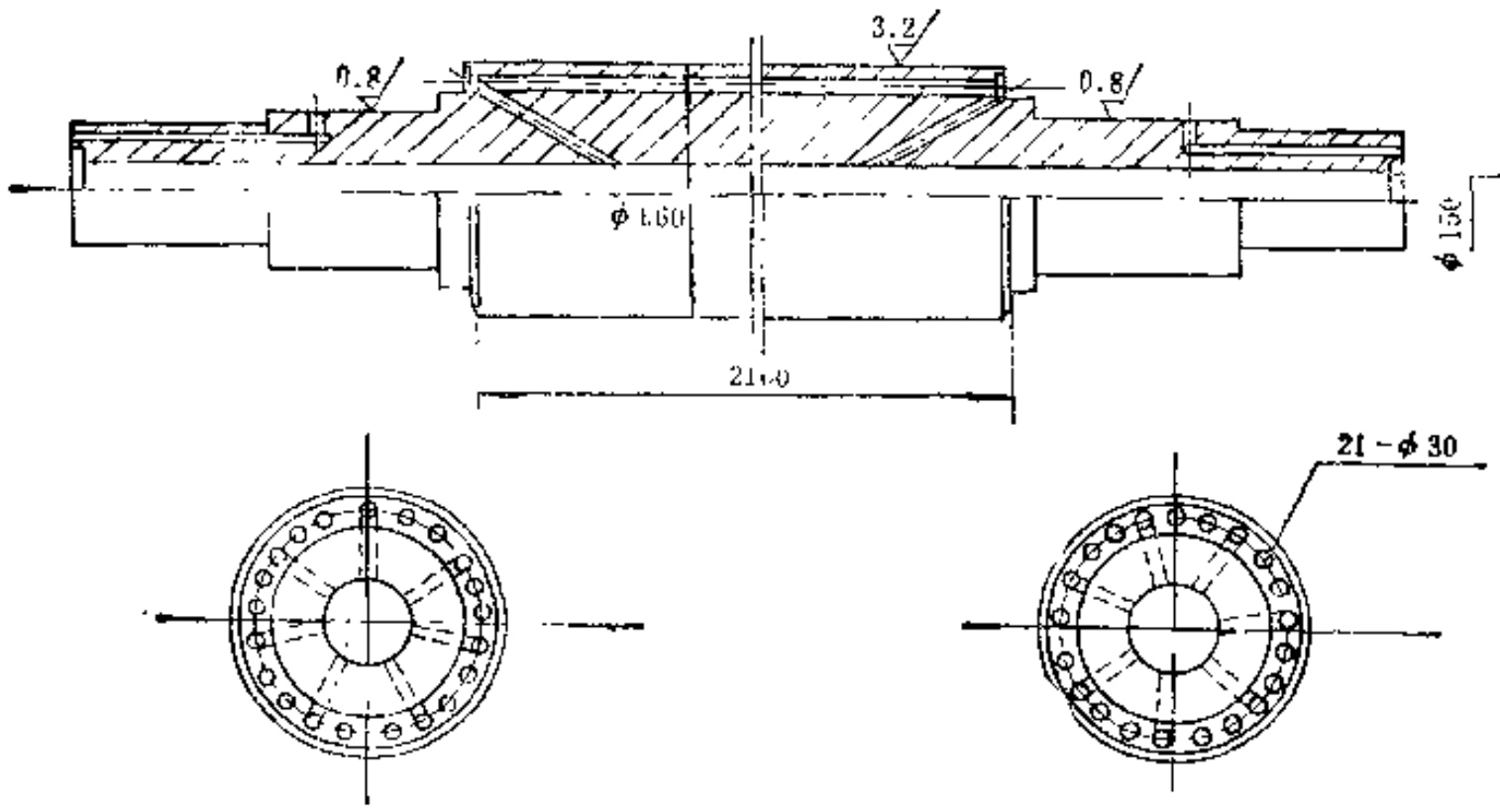


图 1-4-19 圆周钻孔辊筒

表 1-4-18 辊筒各部分尺寸关系（参见图1-4-18）

部　　位	尺寸关系	部　　位	尺寸关系
辊筒工作部分长度	$L=(1.3\sim3.2)D$ ①	辊筒轴颈长度	$l=(1.05\sim1.35)d_1$
辊筒轴颈直径（滑动轴承）	$d_1=(0.63\sim0.7)D$	联接部分轴颈长度	$l_1=(0.85\sim1.0)d_1$
辊筒内径	$D_1=(0.55\sim0.62)L$ 需作强度计算	油沟尺寸	$A=(0.07\sim0.12)D$
辊筒联接部分直径	$d_4=(0.83\sim0.87)d_1$	圆角	$R=(0.06\sim0.08)d_1$
辊筒盲部直径	$d_2=(1.15\sim1.2)d_1$	圆角	$r=(0.05\sim0.08)d_1$

① 用于塑炼、混炼、热炼及压片时，$L=(2.2\sim3.2)D$；
用于洗胶、破胶、精炼及粉碎时，$L=(1.3\sim1.6)D$。

目前，开炼机辊筒的主要尺寸见表1-4-19。

3．辊筒计算

开炼机辊筒在胶料的横压力作用下产生很大的弯曲应力，而齿轮作用力与辊筒重量仅占

表 1-4-19　开炼机辊筒主要尺寸（代号见图1-4-18）　　单位：mm

开炼机规格	D	D_1	d_1	d_2	d_4	L	l	l_1	l_2	A
ϕ160×320	160		85			321	120			
ϕ250×620	250		162			620	198			
ϕ360×900	360	240	230	86	190	910	290	180	245	—
ϕ400×1000	400	250	240	100	220	1000	360	200	250	65
ϕ450×1200	450	270	300	130	260	1200	380	300	300	16
ϕ560×ϕ510×1530	560(510)	310(260)	360	120	300	1530	456	430	450	29
ϕ560×ϕ510×800	560(510)	310(260)	360	120	300	800	456	430	450	29
ϕ480×ϕ610×800	480(610)	230(360)	360	120(360)	—	800	456			29
ϕ550×1500	550	350	320	120		1500	360			109
ϕ650×2100	650	400	380	127	—	2100	402			118
ϕ660×2130	660	410	420	200	380	2130	455	440	615	40

注：1. 括弧中数字系后辊筒的尺寸。
2. 表中所列尺寸仅供参考。

受力总值的10%左右，为了简化计算，这部分的力一般可忽略不计。这样，就可按横压力、温度应力和由扭矩产生的剪切应力进行粗略计算，以确定辊筒尺寸。辊筒的计算可按下列几个步骤进行。

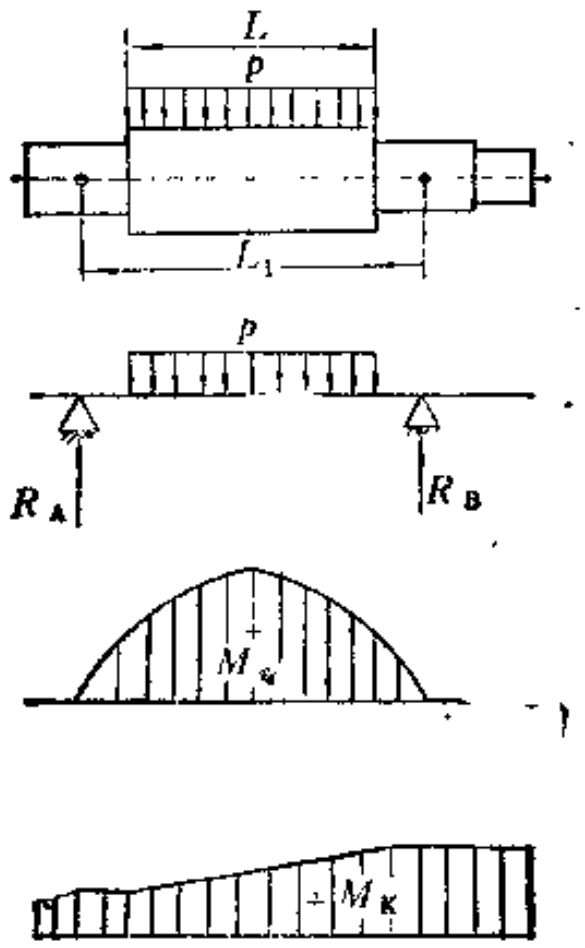


图 1-4-20　辊筒受力情况

（1）弯矩的计算　辊筒的受力情况如图1-4-20所示。辊筒的总横压力按下式计算：

$$F=\frac{P_x \cdot L}{\cos\alpha} \qquad (1\text{-}4\text{-}22)$$

支点反力R_A和R_B为：

$$R_A=R_B=\frac{F}{2} \qquad (1\text{-}4\text{-}23)$$

中间截面的弯矩M_w为：

$$M_w=R_A\cdot\frac{L_1}{2}-\frac{PL^2}{8} \qquad (1\text{-}4\text{-}24)$$

式中　F——总横压力，N；
P——单位横压力，N/mm；
P_x——水平单位横压力，N/mm；
M_w——中间截面的弯矩，N·mm；
R_A、R_B——轴承支点反力，N；
L——辊筒工作部分长度，mm；
L_1——辊筒支点间的距离，mm。

（2）扭矩的计算　由后辊筒传递的全部扭矩M_K❶ (N·m)：

$$M_K=9550\frac{N\cdot\eta_{总}}{n} \qquad (1\text{-}4\text{-}25)$$

❶ 适用于由后辊筒经速比齿轮传动前辊筒的传动形式。

式中 N——电机额定功率，kW；

n——后辊筒转速，r/min；

$\eta_{总}$——从电机至后辊筒的总传动效率，$\eta_{总}=0.85\sim0.95$。

后辊筒的扭矩一部分用于炼胶，一部分通过速比齿轮传到前辊筒，两个辊筒共同承受横压力和被加工胶料的摩擦扭矩。

（3）强度计算 辊筒工作时受有弯曲和扭转联合作用下的复合应力 $\sigma_{合}$(N/mm²)，其值可按下式计算：

$$\sigma_{合}=\frac{1-k}{2}\sigma_{弯}+\frac{1+k}{2}\sqrt{\sigma_{弯}^2+4\tau}\leqslant[\sigma_{-1}] \tag{1-4-26}$$

式中 $\sigma_{弯}$——弯曲应力，$\sigma_{弯}=\dfrac{M_{弯}}{W}$，N/mm²

τ——剪切应力。$\tau=\dfrac{M_K}{W_p}$，N/mm²；

k——修正系数，对于铸铁 $k=1/3$；

$M_{弯}$——危险截面上的最大弯矩，N·mm；

W——抗弯截面模量，mm³；

M_K——扭矩，N·mm；

W_p——抗扭截面模量，mm³。

空心圆柱体的抗弯截面模量W(mm³)为：

$$W=\frac{\pi D^3(1-\alpha^4)}{32}=0.1D^3(1-\alpha^4) \tag{1-4-27}$$

空心圆柱体的抗扭截面模量W_p(mm³)为：

$$W_p=\frac{\pi D^3(1-\alpha^4)}{16}=0.2D^3(1-\alpha^4) \tag{1-4-28}$$

式中 α——$\dfrac{d}{D}$，

d——辊筒工作部分内径，mm；

D——辊筒工作部分外径，mm。

（4）温度应力验算 开炼机炼胶过程中通冷却水冷却时，对辊筒内表面的影响较大，需进行温度应力验算。辊筒外表面受热伸张大，产生压应力，但辊筒承压能力大，对温度的影响不大。辊筒内表面冷却后，热伸张少，产生拉应力，与弯矩产生的拉应力迭加，影响强度。内层拉应力σ(N/mm²)为：

$$\sigma=\sigma_{Z内}+\sigma_{弯内}<[\sigma_{-1}] \tag{1-4-29}$$

式中 $\sigma_{Z内}$——热应力，N/mm²；

$\sigma_{弯内}$——由弯矩产生的应力，$\sigma_{弯内}=\sigma_{弯}\cdot\dfrac{d}{D}$，N/mm²。

热应力$\sigma_{Z内}$(N/mm²)按下式计算：

$$\sigma_{Z内}=\frac{\alpha E(t_{内}-t_{外})}{2(1-\varepsilon)}\left(\frac{1}{\ln\frac{R}{r}}-\frac{2R^2}{R^2-r^2}\right) \tag{1-4-30}$$

式中 R——辊筒工作部分外半径，mm；

r——辊筒工作部分内半径，mm；

α——膨胀系数，对于铸铁$\alpha=1\times10^{-5}℃^{-1}$；

E——弹性模量，对于铸铁$E=12\times10^{4}N/mm^2$；

$t_{外}$——辊筒工作部分外表面的温度，℃；

$t_{内}$——辊筒工作部分内表面的温度，℃；

ε——泊松系数，对于铸铁$\varepsilon=0.25$。

对于辊筒内、外表面的温度差，即$t_{外}-t_{内}$，一般为－15～18℃，温差太大时，热应力也大，易引起辊筒断裂，故冷却时必须在运转中缓慢进行。

复合应力$\sigma_{合}$和热应力$\sigma_{t内}$之和必须小于许用应力。

（5）许用应力与安全系数

a．辊筒的安全系数n_{-1}

$$n_{-1}=K_1K_2K_3K_4K_5K_6K_7$$

式中 K_1——安全因素系数，取$K_1=1.2$(按停车事故考虑)；

K_2——计算系数，取$K_2=1.1$(按辊筒粗略计算考虑)；

K_3——载荷性质系数，$K_3=\dfrac{\sigma_b}{\sigma_{-1}}=\dfrac{200}{140}=1.43$；

K_4——应力集中系数，铸铁辊筒取$K_4=1$；

K_5——截面系数，$K_5=1.1\sim1.25$；

K_6——工艺系数，考虑冷硬层影响，取$K_6=1.25$；

K_7——质量验收系数，单件检查取$K_7=1.05$。

从而得：

$$n_{-1}=1.2\times1.1\times1.43\times1\times(1.1\sim1.25)\times1.25\times1.05=2.73\sim3.14$$

取

$$n_{-1}=2.75\sim3.15$$

b．许用应力 作用在辊筒上的载荷，属对称循环载荷，计算时以疲劳极限σ_{-1}为基准：

$$[\sigma_{-1}]=\frac{\sigma_{-1}}{n_{-1}}=\frac{140}{2.75\sim3.1}=45\sim51N/mm^2$$

式中 σ_{-1}——取140N/mm²；

n_{-1}——取2.75～3.1。

（6）光弹性实验应力分析

a．应力计算公式

$$\sigma=\frac{1}{K_\sigma}\cdot\sigma' \tag{1-4-31}$$

式中 σ——辊筒实际应力，N/mm²；

K_σ——系数，$K_\sigma=\dfrac{K_p}{K_d\cdot K_e}$；

K_p——载荷比，$K_p=3.43\times10^{-4}$；

K_d——厚度比，$K_d=1/5$；

K_e——几何尺寸比，$K_e=1/5$；

σ'——模型正应力，$\sigma' = n \cdot f/d$；

d ——模型厚度，mm；

n ——等色线级数；

f ——材料条纹值，$f = 0.31\text{N/mm}(f = 3.1\text{N/cm})$。

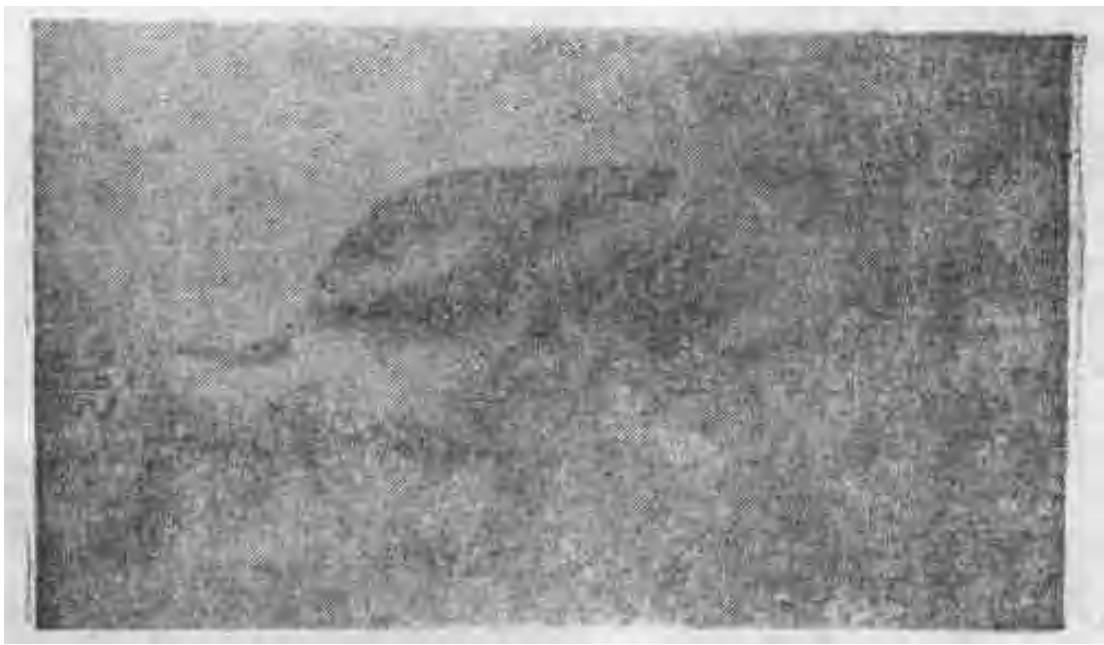


图 1-4-21　实验光弹切片等色线照片

切片的等色线图见图1-4-21所示。

b．实验结果分析

前辊筒主切片应力沿轴向的分布曲线如图1-4-22所示，实验结果表明，最大应力发生在主切片的轴颈靠近截面突变处的B点，$\sigma_{max} = 37.918\text{N/mm}^2$，比中间横截面外臂的应力值约大48%，在内壁拐弯处的A点，主应力也很大，$\sigma_1 = 23.866\text{N/mm}^2$。

图1-4-23给出了实验结果与有限元计算结果的比较，可明显看出两者应力曲线的分布规律基本相同，有限元解的最大应力同样在截面突变处的B点，其值为$\sigma_{max} = 35.83\text{N/mm}^2$，与实验结果相差5.5%，说明此结果是可靠的。可见在设计辊筒时必须校核该处的强度。我们知道，辊筒是在交变应力下工作的，图1-4-22给出了截面突变处A点和B点的应力分布，此处是整个辊筒的危险部位，设计时应设法改善该处的应力情况，以延长其使用寿命。

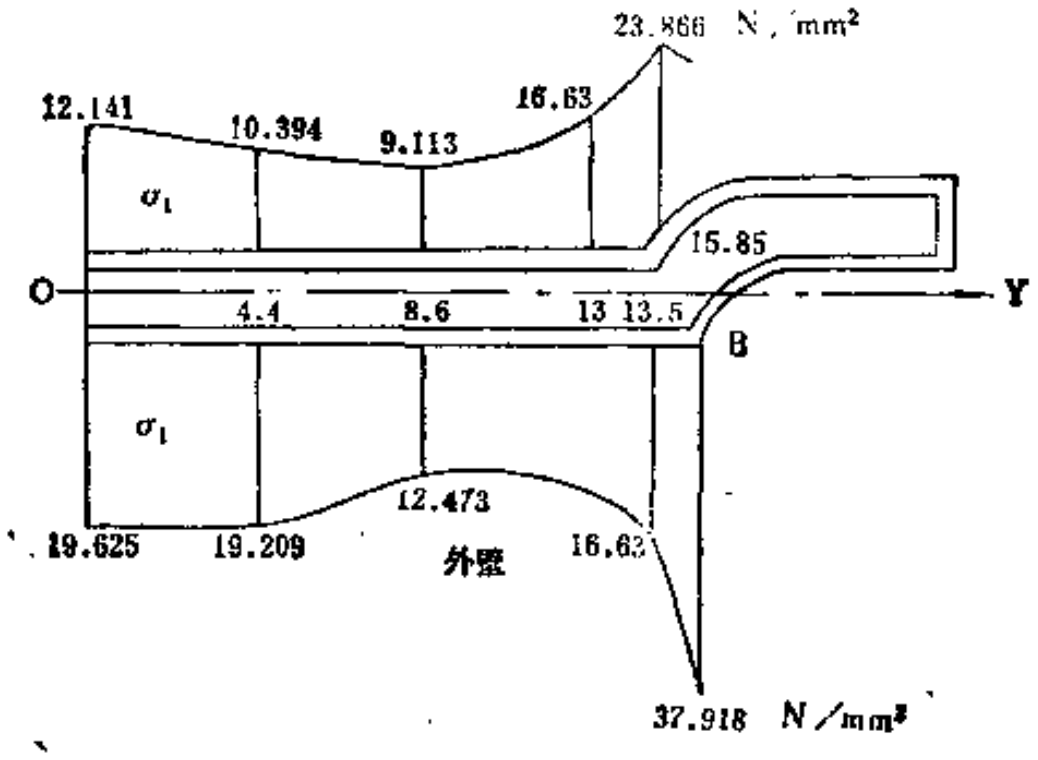
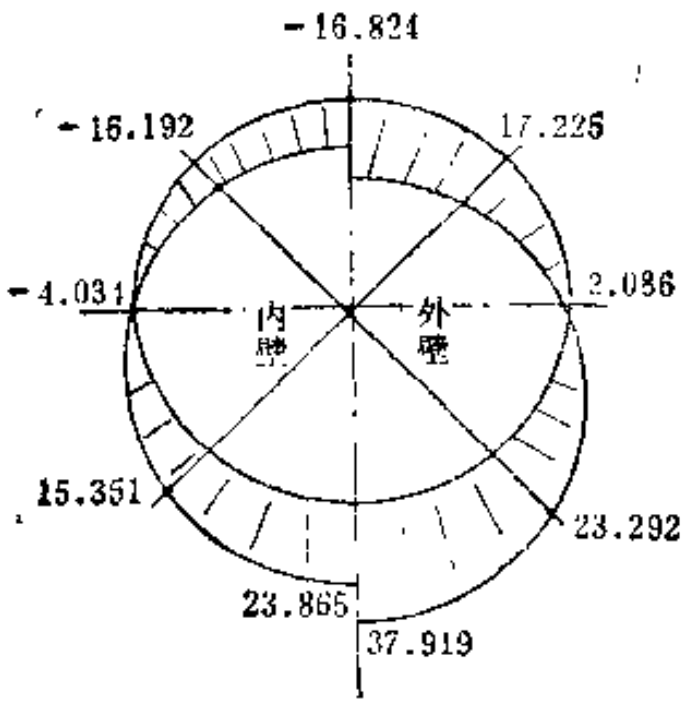


图 1-4-22　应力沿轴向分布曲线



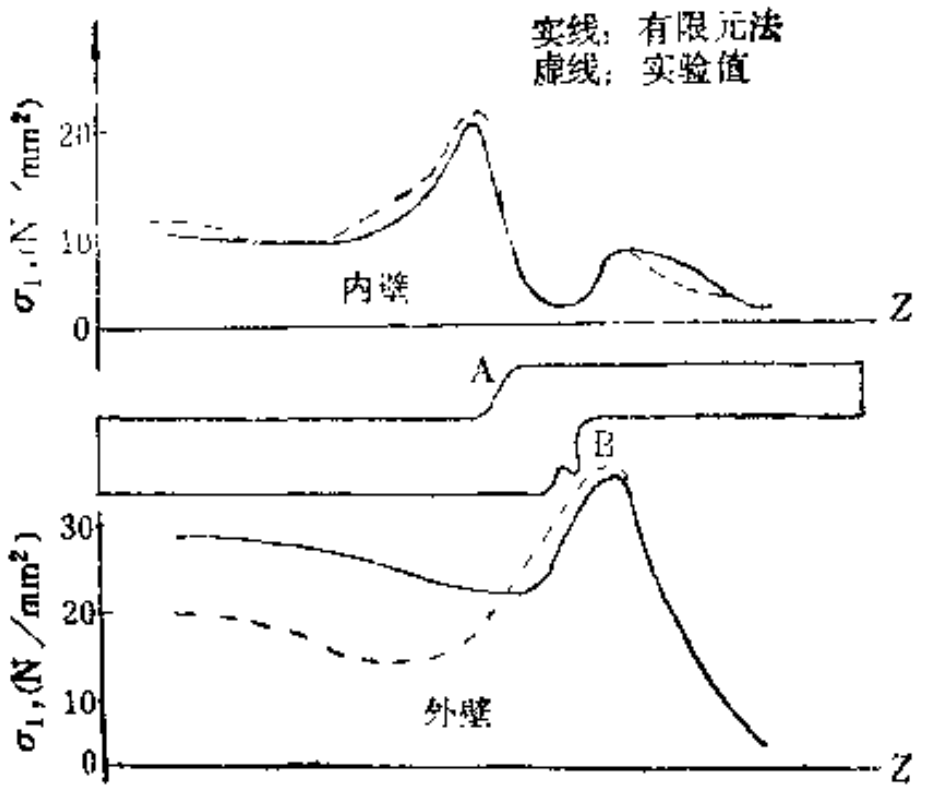


图 1-4-23　实验结果与有限元计算结果的比较

二、辊 筒 轴 承

开炼机辊筒轴承承受的负荷大，速度低，温度较高。因此，要求轴承耐磨、承载能力强、使用寿命长、制造及安装方便

（一）轴承结构类型

主要采用滑动轴承和滚动轴承两种结构形式。

1．滑动轴承

滑动轴承一般采用铅青铜或尼龙作轴衬材料，用润滑脂或润滑油润滑。目前广泛采用的结构如图1-4-24所示，其特点是结构简单，制造方便，成本低。

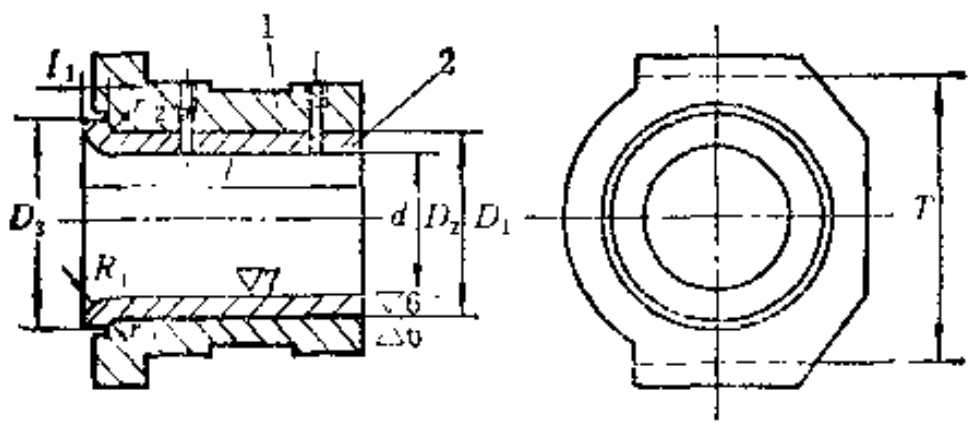


图 1-4-24　滑动轴承

1—轴承体；2—轴瓦

青铜轴瓦常用材料为ZQPb12-8、ZQSn10-1。

尼龙轴瓦常用材料为填充MC尼龙，这种材料与铜轴瓦相比，具有下列优点：

（1）耐磨性好，寿命比铜轴瓦高1倍以上，在冲击条件下使用时，效果尤为显著；

（2）密度小，1kg尼龙可取代8kg铜，减轻重量；

（3）具有良好的贮油能力和自润滑性能，在低速重载下可不加油或每星期加一次油。

（4）抗冲击、吸震、消音，无应力集中；

（5）机械加工容易，安装方便，使用中不易出故障，维护简单；

（6）摩擦系数小，发热少，节能效果显著。例如填充MC尼龙的摩擦系数0.12，而青铜则为0.27。

尼龙轴瓦的缺点是导热性能差，热膨胀大。

2．滚动轴承

如图1-4-25所示，其特点是使用寿命长，摩擦损失小，节能，安装方便，维护容易，润滑油消耗量与一般滑动轴承相比可减少75%，但造价高，使用较少。

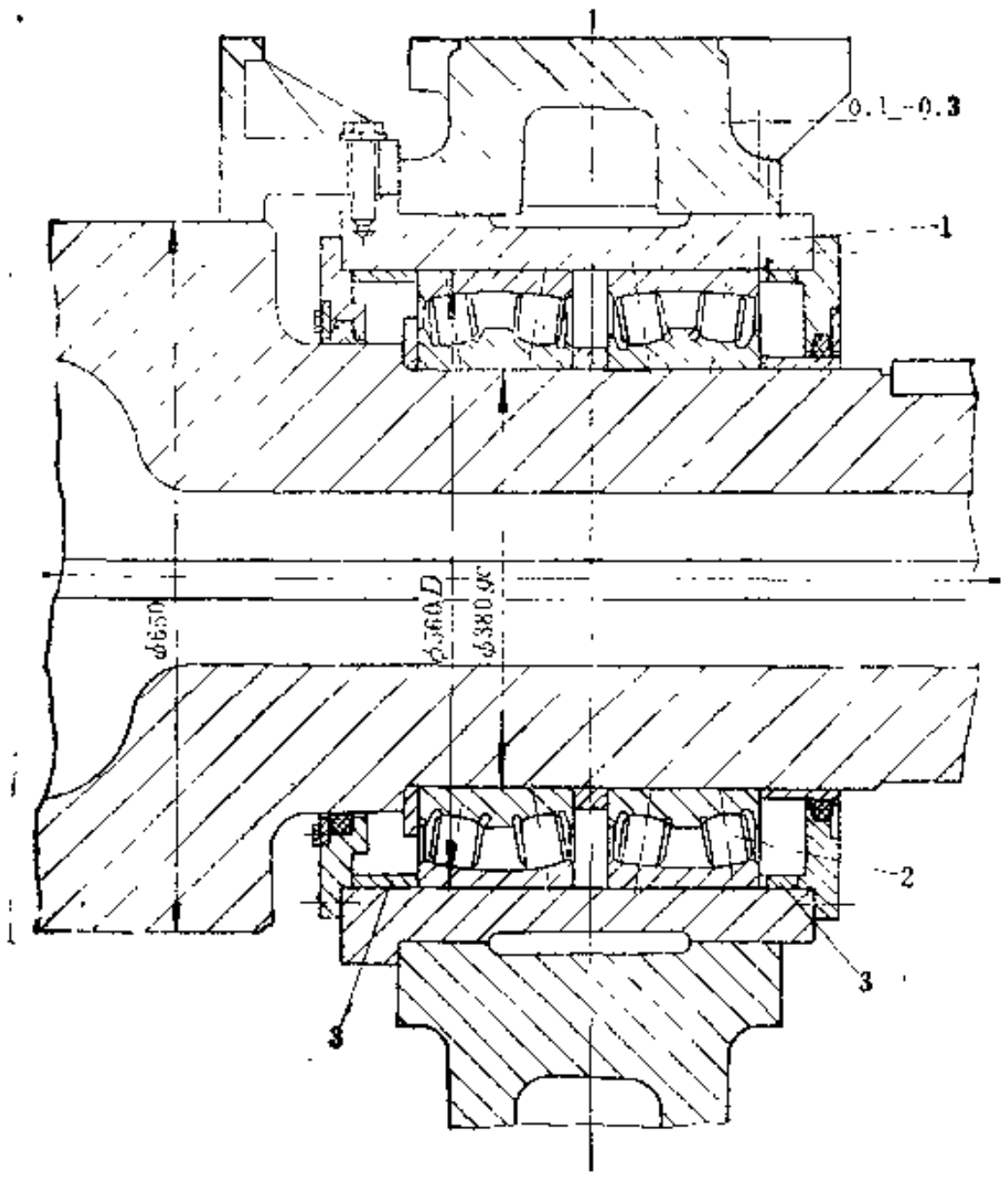


图 1-4-25　滚动轴承

1—轴承座；2—双列向心球面滚子轴承（1G3003176）；3—定距套

（二）轴瓦强度计算

1．最大单位压力P_{max}(N/mm²)按下式计算

$$P_{max}=1.27\frac{P}{dl}\leqslant[P] \tag{1-4-32}$$

式中　P——轴承轴瓦上的最大压力，N；

d——轴颈直径，mm；

l——轴颈支承部分长度，mm。

2．轴瓦表面挤压应力$\sigma_{压}$(N/mm²)按下式计算

$$\sigma_{压}=0.84\sqrt{\frac{P}{dl}\cdot\frac{\psi}{\frac{1}{E_1}+\frac{1}{E_2}}}\leqslant[\sigma_{压}] \tag{1-4-33}$$

式中　E_1——铸铁轴颈的弹性模量，$E_1=1.2\times10^5$N/mm²；

E_2——轴瓦材料的弹性模量，青铜的$E_2=1.0\times10^5$N/mm²，MC尼龙的$E_2=3.6\times10^3$N/mm²；

d——轴颈直径，mm；

l——轴颈支承部分长度，mm；

ψ ——轴颈的相对间隙，$\psi = \frac{\delta}{d}$ ，

δ ——(0.0015～0.002)d，mm；

$[\sigma_{压}]$——许用表面挤压应力，青铜的$[\sigma_{压}]=75N/mm^2$，填充MC尼龙的$[\sigma_{压}]=29N/mm^2$。

（三）MC尼龙轴瓦设计资料

1．各种尼龙的物理机械性能见表1-4-20。

表 1-4-20　尼龙的物理机械性能

性能 \ 尼龙种类	尼龙6	MC尼龙	西安[illegible]厂填充MC尼龙
密度，g/cm³	1.13～1.15	1.4	1.17
吸水率(24h)，%	1.9～3.3	0.7～1.6	0.21
热导率，W/(m·K)	0.27～0.29	0.32～0.34	0.32
线膨胀系数，$10^{-5}℃^{-1}$	7.9～8.7	8.3	6.9(60℃)，8(80℃)
硬度，HB		14～21	15.25
室温时摩擦系数		0.12～0.14	0.12
拉伸强度，N/mm²	74～78	90～97	72.3
弯曲强度，N/mm²	100	140～170	157～184
压缩强度，N/mm²	60～90	100～130	86.3
冲击强度，kN·cm/cm²		2～6.3	1
伸长率，%	150	20～30	22
马丁耐热	40～50	55	66
使用温度，℃	80～100	80～100	90～110
外观[illegible]色	淡黄，乳白	浅黄，乳白	灰色，[illegible]色

2．尼龙的摩擦性能见表1-4-21。

表 1-4-21　尼龙的摩擦性能

轴衬材料	温度	摩擦系数	摩擦损失，g	线[illegible]，mm
MC尼龙	室温	0.14	0.0011	0.310
填充MC尼龙	室温	0.12	0.00125	0.006
填充MC尼龙	70℃	0.16	0.00074	0.027
填充MC尼龙	100℃	0.22	0.0091	0.375

3．轴承座与轴瓦的装配过盈量，对于填充MC尼龙轴瓦可按下列经验公式计算：

$$H = D_n \cdot F$$

式中　H——填充MC尼龙轴瓦与轴承座的配合过盈量，mm；

D_n——轴承座内径，mm；

F——计算经验系数，见表1-4-22。

4．轴瓦与轴颈的径向间隙，可按下列经验公式计算选取：

$$\delta = d_n \cdot F_1$$

式中　δ——轴瓦与轴颈的径向间隙，mm；

d_n——轴瓦内径，mm；

表 1-4-22 计算经验系数F(西安尼龙制品厂数据)

D_n mm	<50	50～100	100～200	200～300	>300
F	0.007～0.008	0.0055～0.0075	0.0045～0.0055	0.0035～0.0045	0.0035～0.004

F_1——计算经验系数，当d_n<200mm时，F_1取0.004～0.007；当d_n>200mm时，F_1取0.003～0.004。

填充MC尼龙轴瓦一次加工成成品压入轴承座使用时，其内孔尺寸按下面经验公式计算：

$$d'_n = d_n + H' \approx d_n + H + \frac{HS}{d}$$

式中 d'_n——轴瓦在压配前的内径，mm；

d_n——轴瓦在压配后的内径，mm；

H——由于外径过盈量而使内径缩小的量，mm；

H——实际过盈量，mm；

S——轴瓦壁厚，见表1-4-23。

表 1-4-23 填充MC尼龙轴瓦内径和壁厚的关系

轴瓦内径，mm	100～150	150～200	>200	>300	>400
轴瓦壁厚，mm	4.5～7	7.5～10	10	10～15	15～20

由于$\frac{HS}{d}$的值很小，而间隙δ值又较大，两者相比可勿略不计。故d'_n值可按下式近似计算：

$$d'_n = d_n + H$$

5．轴瓦端面与辊筒端面的轴向间隙，其值见表1-4-24。

表 1-4-24 轴瓦端面与辊筒端面的轴向间隙

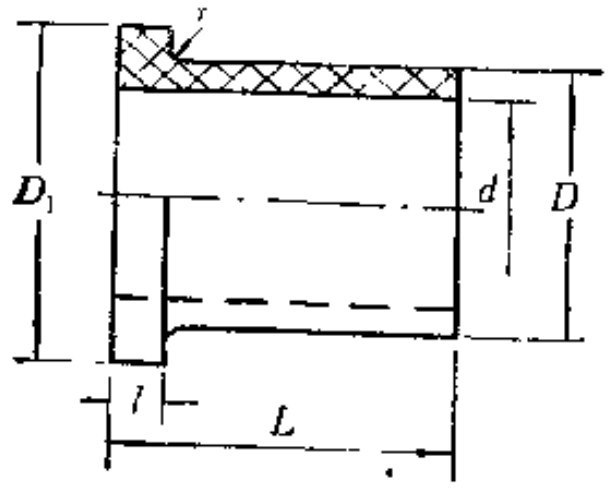
辊筒直径，mm	160	250	360	400	450	550 560	650 660
轴向间隙，mm	0.5～1.5	1.5～2.0	1.5～2.5	2.0～3.5	2.5～4.0	3.0～4.5	3.0～4.5

6．填充MC尼龙轴瓦的成品尺寸

填充MC尼龙轴瓦由专门工厂生产，西安尼龙制品厂生产的产品见表1-4-25。这种产品在维修和制造新设备时可以取代现有铜轴瓦而无需作结构尺寸上的更改。

表 1-4-25　西安尼龙制品厂填充MC尼龙轴瓦尺寸

开炼机规格	轴衬尺寸，mm					
	d	D	D_1	L	l	r
XK-160	90	110		120		
XK-250	162	184	215	198	15	3
XK-360	209～290	240～340	267～360	226～330	10～30	10～30
XK-400	250	270～275	290～316	250	10	4～10
XK-450	330	320	350	313.5～319	10～18.5	5～8
XK-550	360	380～385	430～438	390～414	17～19	10～15
XK-560	360	380	410～430	340～452	15～17	15～17
XKP-560	360	380	410～430	340～350	15	15
XKY-650	420	450	500	464	24	15
XKY-660	420	450	490	453	23	3



三、机架与压盖

（一）材料要求与结构

开炼机机架承受工作时的全部作用力，要求具有足够的强度与刚度，耐冲击振动，其材料要求具有良好的铸造性能、价格低廉以及吸震抗压能力，通常选用铸铁 HT250或H300。也有为了减轻重量，缩小外形尺寸，选用铸钢。

机架与压盖多数采用如图1-4-26所示的结构，其特点是制造容易，安装方便。机架底梁

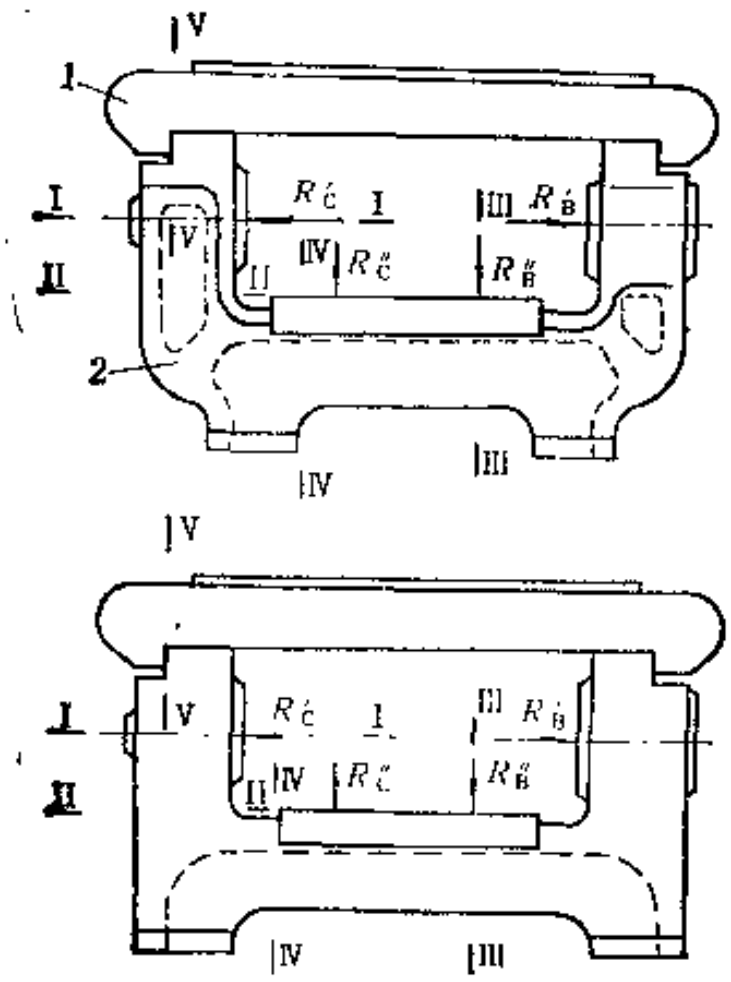


图 1-4-26　机架与压盖
1—压盖；2—机架

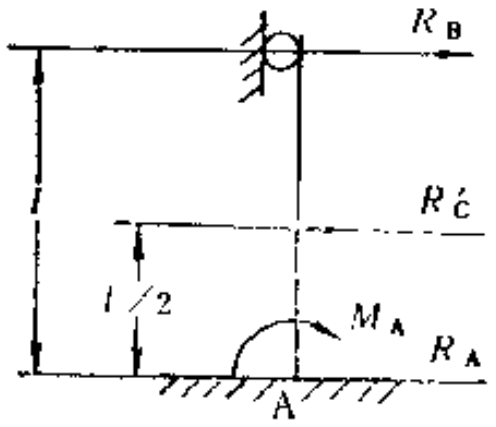


图 1-4-27　立柱受力情况

部分断面呈"Π"形结构，压盖断面也呈"Π"形结构。也有制成实体者。

为了使机架与压盖构成封闭形整体，要求止口配合紧密，一般选用H8/K7配合。机架是开炼机的安装找正基础，要求左右机架的A平面（参见图1-4-46)在同一水平面内，后靠面C对A平面垂直。

（二）机架与压盖的强度计算

1．机架的强度计算

机架的主要受力情况如图1-4-26所示，作用有辊筒轴承支反力的水平分力R'_C(或R'_B)与垂直分力R''_C与R''_B。为简化计算R'_C(R'_B)值及R''_C(R''_B)值，同样忽略辊筒重量和齿轮等的作用力，其值可分别按公式(1-4-3)和公式(1-4-4)计算。为了计算方便，把机架分为立柱和横梁两部分分别计算。

（1）立柱部分，其受力如图1-4-27所示。

a．立柱与压盖呈铰链连接，在R'_C作用下产生反作用力R_D，与R'_C方向相反。

b．立柱与横梁是一个整体，将A端视为固定端，当R'_C作用后产生反力R_A，与R'_C方向相反。为保证不变形，引起一个反弯矩M_A，为顺时针方向。

c．计算支点反力R_A和R_B：

$$R_A=-\frac{11}{16}R'_C \qquad (1-4\ 34)$$

$$R_B=-\frac{5}{16}R'_C \qquad (1\ 4\ 35)$$

d．计算弯矩，参见图1-4-27和图1-4-28，对立柱A点的弯矩M_A：

$$M_A=\frac{3}{16}R'_C\cdot l \qquad (1-4-36)$$

I-I截面处的弯矩M_I：

$$M_I=\frac{5}{32}R'_C\cdot l \qquad (1-4-37)$$

II-II截面处的弯矩M_{II}：

$$M_{II}=-\frac{3}{16}R'_C\cdot l \qquad (1\ 4\ 38)$$

e．计算应力σ(N/mm²)：

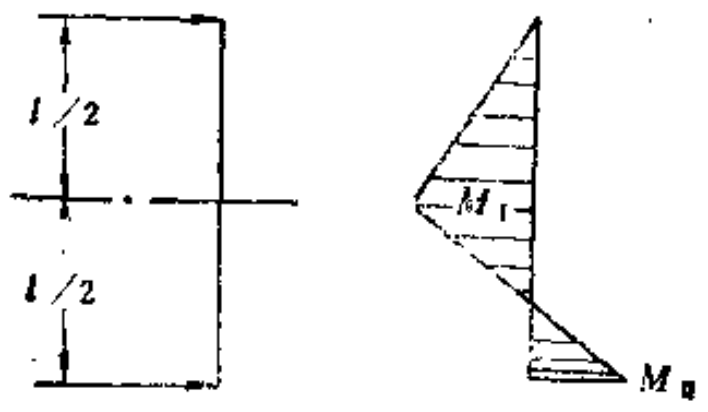
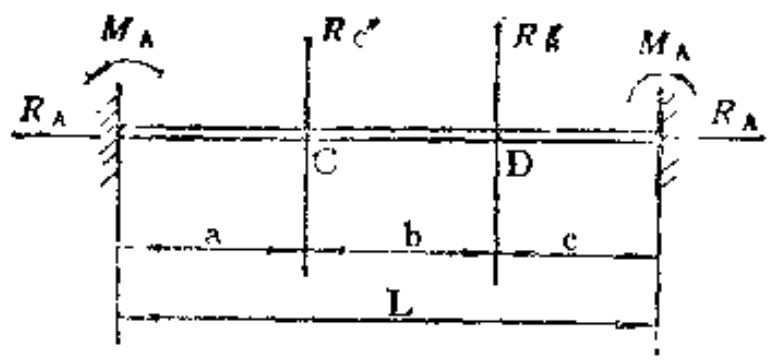
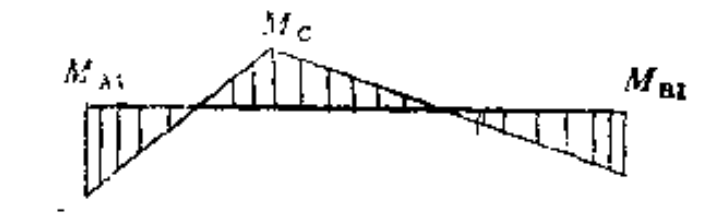


图 1-4-28　立柱弯矩图







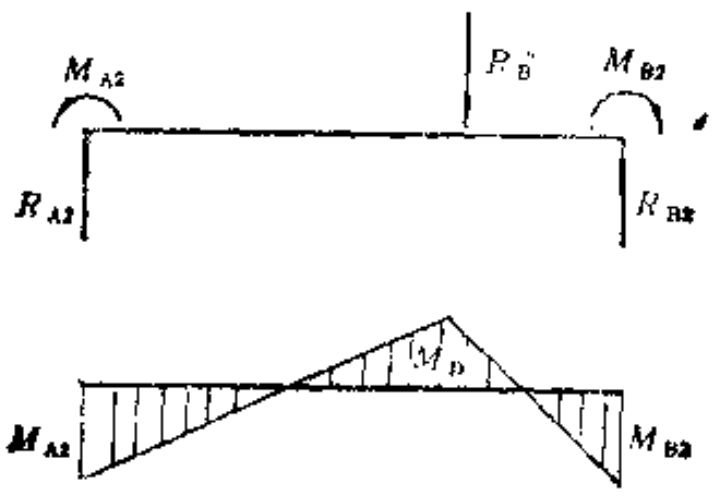


图 1-4-29　底梁弯矩图

$$\sigma = \frac{M}{W} \leqslant [\sigma_0] \tag{1-4-39}$$

式中 W——截面模量，mm^3；

M——立柱的弯矩M_{I}或M_{II}；

$[\sigma_0]$——许用应力，N/mm^2。

（2）机架底梁的应力计算。机架底梁的受力情况如图1-4-29所示。

支点反力R_{A1}、R_{B1}、R_{A2}和R_{B2}的计算：

$$R_{A1} = \frac{R''_C(b+c)^2(L+2a)}{L^3}$$

$$R_{B1} = \frac{R''_C a^2[L+2(b+c)]}{L^3}$$

$$R_{A2} = \frac{R''_B c^2[L+2(a+b)]}{L^3}$$

$$R_{B2} = \frac{R''_B(a+b)^2(L+2c)}{L^3}$$

底梁的弯矩为：

$$M_{A1} = R''_C \frac{a(b+c)^2}{L^2}$$

$$M_{B1} = R''_C \frac{a^2(b+c)}{L^2}$$

$$M_{A2} = R''_B \frac{(a+b)c^2}{L^2}$$

$$M_{B2} = R''_B \frac{(a+b)^2 c}{L^2}$$

求出合成弯矩：

$$M_A = M_{A1} + M_{A2}$$

$$M_B = M_{B1} + M_{B2}$$

在弯矩作用下产生的应力$\sigma_M(N/mm^2)$为：

$$\sigma_M = \frac{M}{W} \tag{1-4-40}$$

式中 M——据上述计算出弯矩后绘出弯矩图，求得的最大弯矩，$N \cdot mm$；

W——截面模量，mm^3。

在立柱受力作用下，底梁同时受拉力，其拉应力$\sigma_P(N/mm^4)$为：

$$\sigma_P = \frac{R_A}{A} \tag{1-4-41}$$

式中 R_A——拉力，由公式(1-4-34)求出，N；

A——截面面积，mm^3。

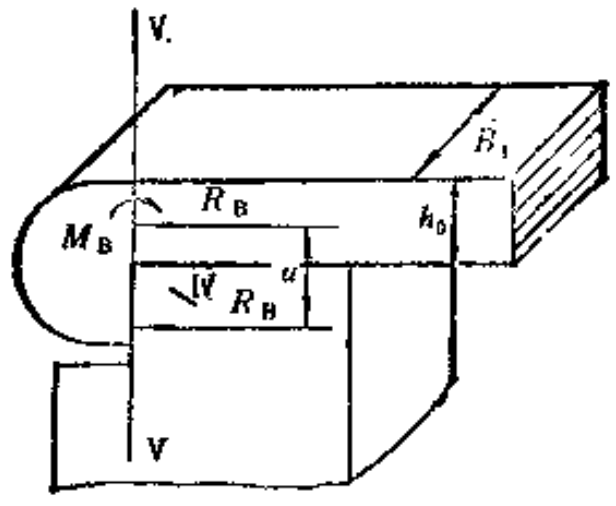
机架底梁的总应力为：

$$\sigma = \sigma_M + \sigma_P \leqslant [\sigma_0] \tag{1-4-42}$$

2．压盖的强度计算

压盖的危险截面如图1-4-30的V-V所示，其应力σ(N/mm²)为：

$$\sigma=\sigma_B+\sigma_M\leqslant[\sigma_0] \qquad (1\text{-}4\text{-}43)$$



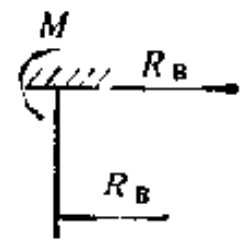


图 1-4-30 压盖受力分析

式中 $\sigma_M=\dfrac{M_v}{W_v}$，N/mm²；

$M_v=R_B\cdot a=\dfrac{5}{16}R'_C\cdot a$，N·mm；

$W_v=\dfrac{B_1b_0^2}{6}$，mm³；

$\sigma_B=\dfrac{R_B}{A}$，N/mm²；

$R_B=\dfrac{5}{16}R'_C$，N；

$A=B_1h_0$，mm²。

3. 安全系数与许用应力

机架受力属变载荷，许用应力应按脉动弯曲疲劳限σ_0为基准。

许用应力$[\sigma_0]$为：

$$[\sigma_0]=\frac{\sigma_0}{n}$$

式中 σ_0——$=1.35\sigma_{-1}=1.35\times0.45\sigma_b=0.61\sigma_b$，N/mm²；

n——安全系数。

（1）机架安全系数n：

$$n=K_1K_2K_3K_4=1.3\times1.05\times1.63\times(1.5\sim2)=3.5\sim4.5$$

式中 K_1——安全因素的系数，$K_1=1.3$(造成事故)；

K_2——计算系数，$K_2=1.05$；

K_3——载荷性质系数，$K_3=\dfrac{\sigma_b}{\sigma_{-1}}=1.63$；

K_4——应力集中系数（实践证明机架破坏多数是弯角处应力集中造成)。由光弹试验与应力试验得$K_4=1.5\sim2$(圆角小时取大值)。

当机架的$n=3.5\sim4.5$时的许用应力为：

$$\text{HT250：}[\sigma_0]=\frac{1530}{(3.5\sim4.5)}=34\sim44\text{N/mm}^2$$

$$\text{HT300：}[\sigma_0]=\frac{1840}{(3.5\sim4.5)}=41\sim53\text{N/mm}^2$$

（2）压盖的安全系数n：

$$n=K_1K_2K_3K_4=1.2\times1.05\times1.63\times(1.5\sim2)\approx3\sim4$$

式中 $K_1=1.2$，其余与机架同。

压盖的许用应力$[\sigma_0]$为：

$$\text{HT20-40：}[\sigma_0]=\frac{1204}{(3\sim4)}=30\sim40\text{N/mm}^2$$

$$HT25\text{-}47:\ [\sigma_0]=\frac{1530}{(3\sim4)}=38\sim51N/mm^2$$

四、安 全 装 置

为保护开炼机主要零件在机器由于发生意外情况而过载时不受损坏，在辊筒轴承前端装有安全装置，其基本结构有下列两种。

（一）安全片

如图1-4-31所示，安全片2装在前辊轴承1与调距螺杆5之间，当机器横压力过大时，安全片受剪切破坏以保护机器主要零件不受破坏。其结构特点是制造容易，更换方便，成本低。缺点是安全片受载与操作有关，在有冲击负荷作用时，承载能力大大降低，产生早期破坏，更换频繁。

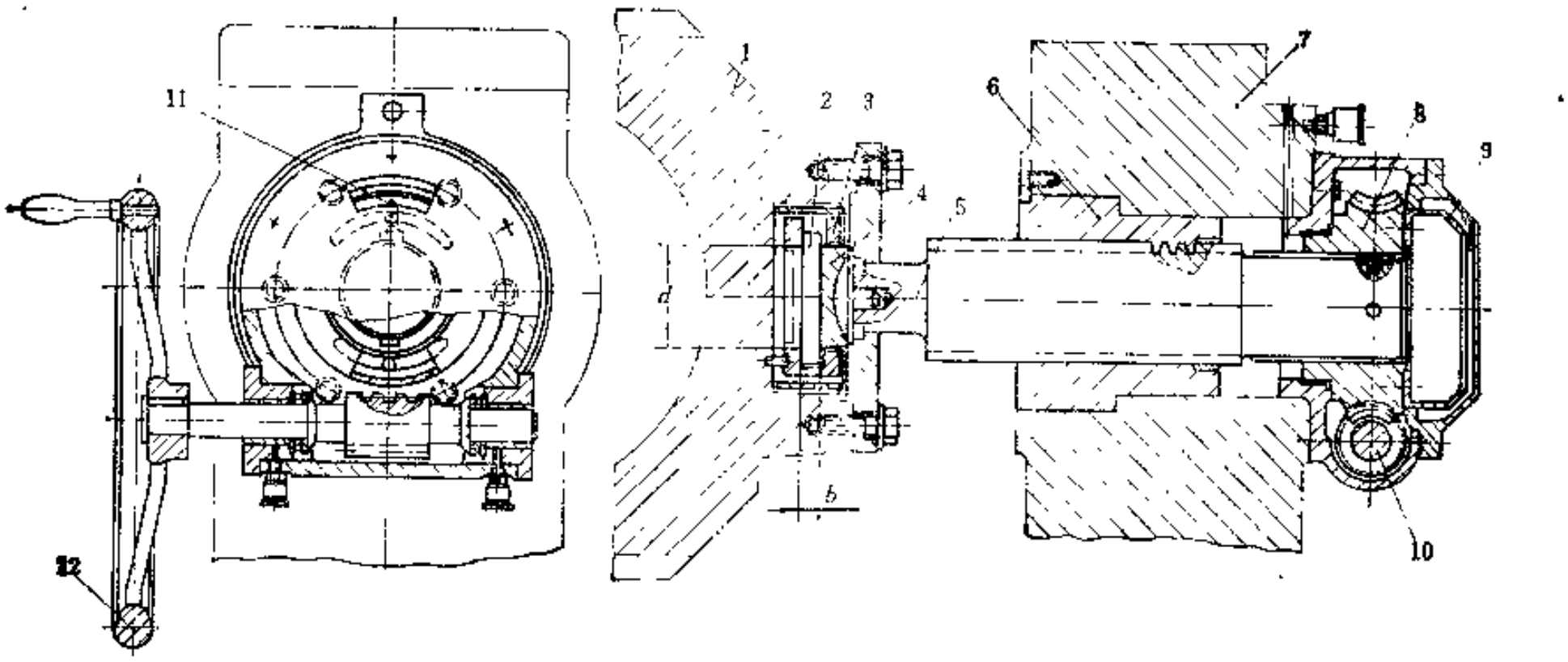


图 1-4-3₁ 安全片结构

1—前辊轴承；2—安全片；3—安全片座；4—球面座；5—调距螺杆；6—调距螺母；7—机架；8—蜗轮；9—刻度盘；10—蜗杆；11—指针；12—手轮

安全片的厚度b(mm)按下式计算：

$$b=\frac{Q}{A}=\frac{Q}{\pi d\tau_0} \qquad (1\text{-}4\text{-}44)$$

式中 Q ——安全片破坏时的载荷，N；

d ——安全片压头直径，即剪切直径，mm；

τ_0 ——脉动剪切强度极限，$\tau_0=0.8\tau$，$\tau=160\sim180N/mm^2$。

安全片的技术要求如下：①材料采用铸铁HT150；②厚度误差不大于0.05mm；③每批材料要经过试验后确定厚度；④安全片的破坏载荷Q为每个轴承最大水平横压力的1.5倍。

表1-4-26所列为目前几种规格开炼机安全片的尺寸及破坏载荷，供参考。

（二）液压安全装置

如图1-4-32所示，液压油缸2装在前辊轴承1上，活塞3与调距螺杆4联接。当机器发生故障，油压上升，电接点压力表指示动针与调定最大横压力值的固定针相接触时，机器立即停车，放大辊距使负载降低。特点是不用更换零件，操作者可随时观察与注意横压力的变

表 1-4-26 安全片尺寸及破坏载荷

开炼机规格	安全片厚度 mm	安全片破坏直径 mm	破坏载荷 kN	开炼机规格	安全片厚度 mm	安全片破坏直径 mm	破坏载荷 kN
φ360×900	18	70	750	φ560×φ510×800	19	95	900±30
φ400×1200	15.5	85	750±20	φ660(650)×2130	17	108	1000±20
φ510(550)×1530	23	95	1100±30				

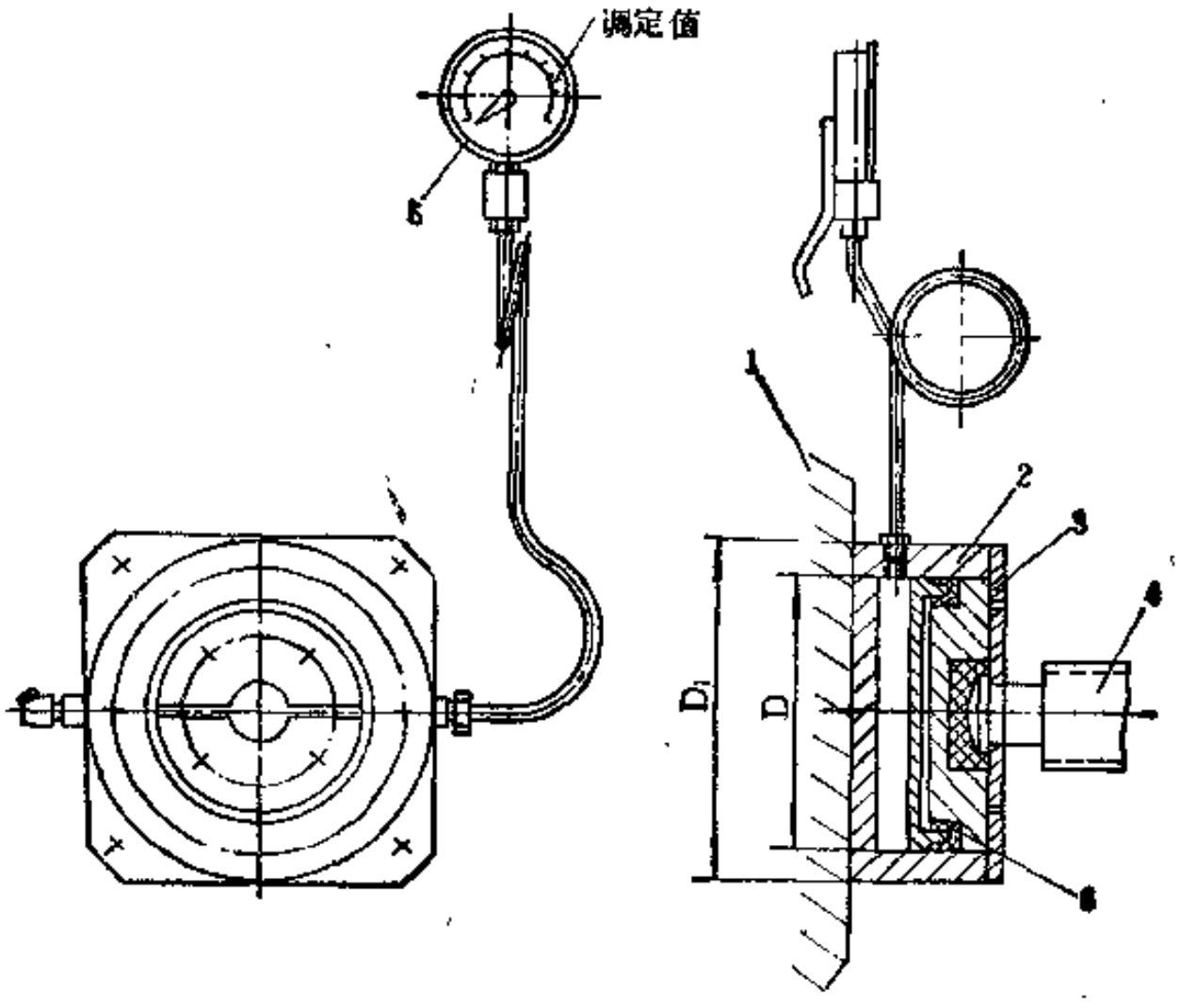


图 1-4-32 液压安全装置

1—前辊轴承；2—油缸；3—活塞；4—调距螺杆；5—电接点压力表；6—密封圈

化，便于控制。缺点是不易维护，当出现漏油时即失灵。

液压安全装置中的调距和安全装置均采用液压控制，如图1-4-33所示。当缩小辊距时，关闭阀门3，切断轴承润滑油回路，然后开启两个调距阀门4，压力油进入增压油缸2，使轴承体移动。增压油缸2的油压由压力表5显示。当达到要求辊距时，立即关闭阀门4，并迅速打开阀门3。若增大辊距时，打开阀门4，进行减压，辊距在胶料压力下被增大，达到要求后关闭阀门4。

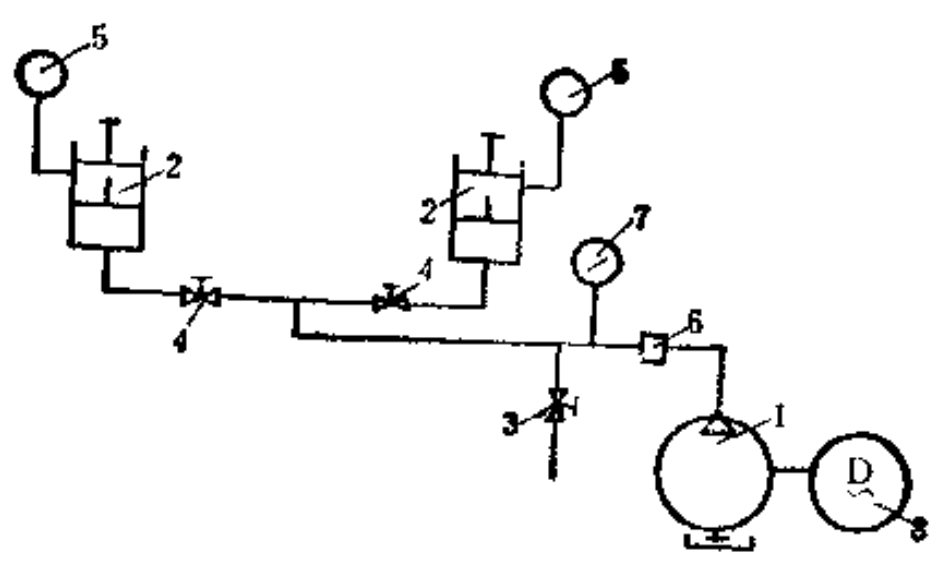


图 1-4-33 液压调距原理图

1—叶片泵；2—增大油缸；3、4—阀门；5、7—压力表；6—安全阀；8—电机

调距油压为6MPa。通过增压油缸增压后，安全装置的压力可达到33MPa，增大倍数为D_1^2/D_2^2。增压油缸的结构如图1-4-34所示。活塞筒4中的油如有漏损时，可通过注油孔3

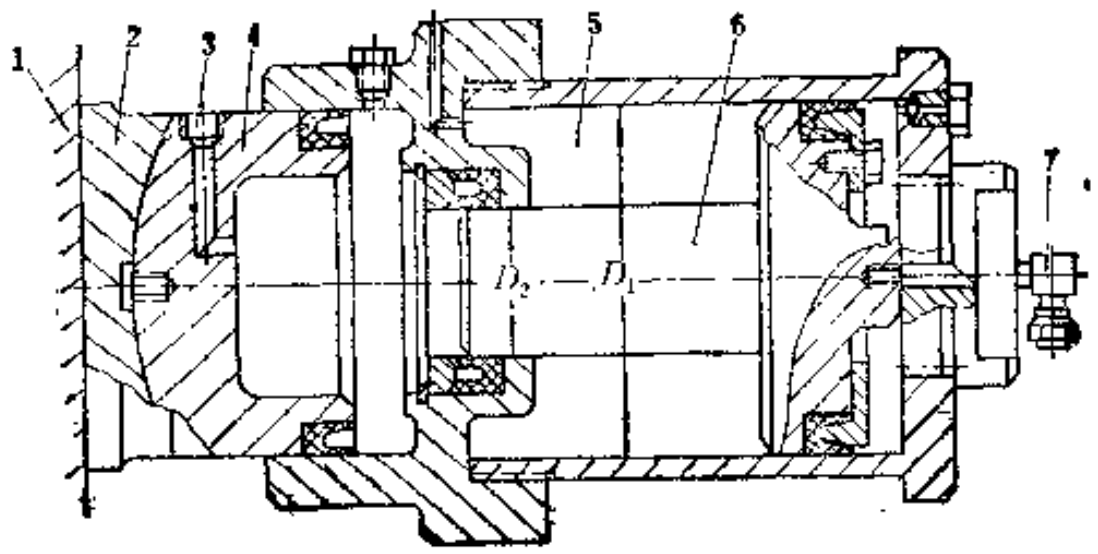


图 1-4-34 增压油缸

1—前辊轴承体；2—顶座；3—注油孔；4—活塞筒；5—油缸；6—活塞；7—接油压系统的接头

注入。

液压油缸的直径d(mm)按下式确定：

$$d=\sqrt{\frac{4Q}{\pi p}} \tag{1-4-45}$$

式中 Q——作用力，为每个轴承最大横压力的1.5倍，N；

p——单位压力，一般$p=20\sim35\text{N/mm}^2$。

五、调 距 装 置

根据炼胶工艺的要求，辊距需要调节。各种规格开炼机的辊距调节范围一般 在 0.1～15 mm之间。

（一）结构

调距装置结构分手动、电动、液压三种。

1．手动调距装置

如图1-4-31和图1-4-35所示，转动手轮，通过蜗轮蜗杆和螺杆螺母带动前辊轴承前后移动。这种调距装置的特点是结构简单，工作可靠，但劳动强度大，适用于中、小型规格开炼机。

2．液压调距装置

参见图1-4-33和图1-4-34所示，采用单级叶片泵（压力为5～6MPa）通过增压油缸使压力增大至 25～38MPa，在前辊筒轴承体上依靠顶座作用使辊距减小。辊距 放 大是在油缸压后靠胶料压力退回。液压调距装置的结构特点是较电动调距装置简单，操作方便，外形美观。缺点是不易维护，密封要求好，不能自动退回。

3．电动调距装置

如图1-4-36所示，电机通过摆线减速器，和蜗轮 5 、蜗杆 6 减速后，再经螺母、螺杆带动前辊前后移动。这种装置的特点是操作方便，工作可靠，缺点是结构较复杂。一般为大规格开炼机所普遍采用。

（二）调距装置的计算

1．螺杆强度计算

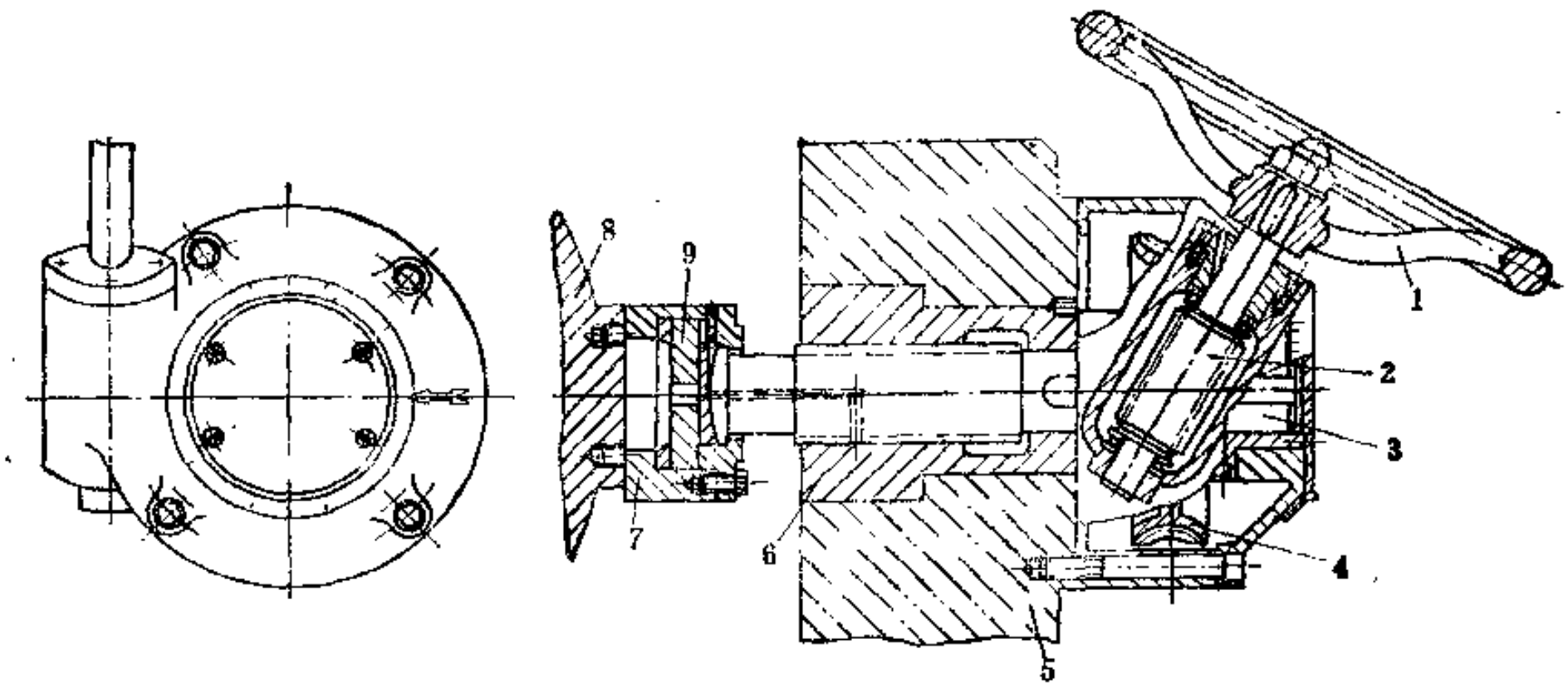


图 1-4-35　手动调距装置

1—手轮；2—蜗杆；3—螺杆；4—蜗轮；5—机架；6—螺母；7—安全片座；8—前辊筒轴承；9—安全片

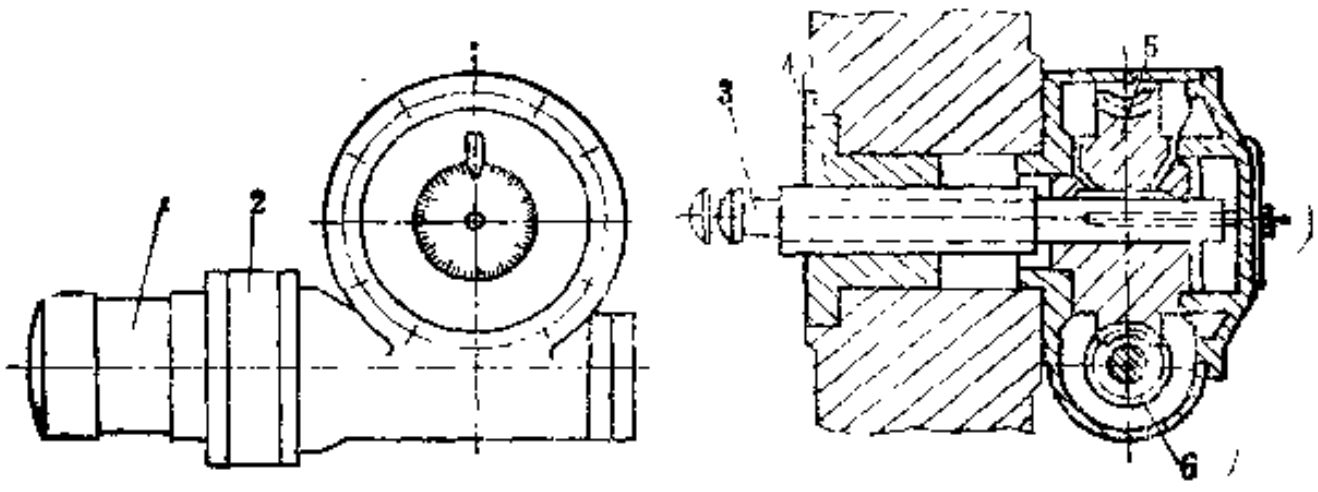


图 1-4-36　电动调距装置

1—电机；2—摆线减速器；3—螺杆；4—螺母；5—蜗轮；6—蜗杆

在验算调距螺杆的挤压强度时，其应力σ_{1y}(N/mm²)为：

$$\sigma_{1y}=\frac{4P}{\pi d_1^2}\cdot\zeta \tag{1-4-46}$$

设计螺杆时，其直径d_1为：

$$d_1=\sqrt{\frac{5P}{\pi[\sigma_{1y}]}} \tag{1-4-47}$$

式中　P——一个轴承上的最大横压力，N；

ζ——螺杆材料的剪切系数，梯形或矩形螺纹的$\zeta=1.2\sim1.3$，取1.25；

d_1——螺杆螺纹内径，mm；

$[\sigma_{1y}]$——许用挤压应力，N/mm²。

螺杆与螺母的受力均为变载荷，其许用挤压应力$[\sigma_{1y}]$为：

$$[\sigma_{ij}]=\frac{\sigma_{o1}}{n}$$

式中 σ_{o1}——脉动拉压疲劳极限，N/mm^2。

钢材的脉动拉压疲劳极限为：

$$\sigma_{o1}=1.42\sigma_{-1}=1.42[0.23(\sigma_s+\sigma_b)]$$

螺杆材料一般用45号钢，此时σ_{o1}为：

$$\sigma_{o1}=1.42[0.23(360+610)]=317N/mm^2$$

计算中采用的安全系数n按下式确定：

$$n=k_1k_2k_3k_4=1.1\times1.05\times1.94\times1\approx2.3$$

式中 k——安全因素系数（影响停车），取1.1；

k_2——计算系数，取1.05；

k_3——$k_3=\frac{\sigma_b}{\sigma_{o1}}=\frac{610}{314}=1.94$；

k_4——应力集中系数，取1。

许用挤压应力$[\sigma_{ij}]$为：

$$[\sigma_{ij}]=\frac{\sigma_{o1}}{n}=\frac{314}{2.3}=137N/mm^2$$

电动调距装置螺杆的复合应力$\sigma(N/mm^2)$依下式验算：

$$\sigma=\sqrt{\sigma_{ij}^2+3\tau_k^2}\leqslant[\sigma]$$

式中 σ_{ij}——按式（1-4-46）计算；

τ_k——剪切应力，N/mm^2。

剪切应力$\tau_k(N/mm^2)$按下式计算：

$$\tau_k=\frac{M_k}{W_k}$$

式中 M_k——扭矩，$M_k=9.55\times10^4\frac{N}{n}\eta$，$N\cdot mm$；

N——电机功率，kW；

n——调距螺杆转速，r/min；

η——传动效率，取0.8；

W_k——截面模量，$W_k=0.2d_1^3$，mm^3；

d_1——螺距螺杆螺纹内径，mm。

2．螺杆螺纹的自锁条件

其自锁条件必须满足$\rho>\alpha$，即摩擦角ρ要大于螺纹升角α。通常：$tg\rho=f=0.1\sim0.15$。f为摩擦系数。钢对青铜的$f=0.10\sim0.15$，$\rho=6\sim8°$。螺纹升角α一般取4～5°。

3．螺母台肩的计算

螺母台肩厚度$\delta(mm)$（见图1-4-37）按下式计算：

$$\delta=\sqrt{\frac{3P(D_1-D)}{2\pi D[\sigma]}}\qquad(1-4-48)$$

螺母台肩的应力$\sigma(N/mm^2)$按下式计算：

$$\sigma=\frac{3P(D_1-D)}{2\pi D\delta^2}\leqslant[\sigma_0] \tag{1-4-49}$$

式中 P——一个轴承上的最大横压力，N；

D_1——螺母外台直径，见图1-4-37，mm；

D——螺母外径，见图1-4-37，mm；

$[\sigma_0]$——许用应力，N/mm^2。

许用应力$[\sigma_0]$(N/mm^2)按下式计算：

$$[\sigma_0]=\frac{\sigma_0}{n}$$

式中 σ_0——脉动弯曲疲劳极限，$\sigma_0=0.61\sigma_b$。

铸铁HT200的$\sigma_0=0.61\times200=122N/mm^2$。

安全系数n按下式确定：

$$n=k_1k_2k_3k_4=1.1\times1.05\times1.64\times1=1.92\approx2$$

式中 k_1——安全因素，取1.1；

k_2——计算系数，取1.05；

k_3——σ_b与σ_0之比值，即$\frac{\sigma_b}{\sigma_0}=\frac{200}{122}=1.64$；

k_4——应力集中系数，在D与D_1连接处应有圆角r或45°补强角，否则会因尖角引起应力集中，在Ⅰ-Ⅰ截面处破坏（图1-4-37），此时k_4取1。

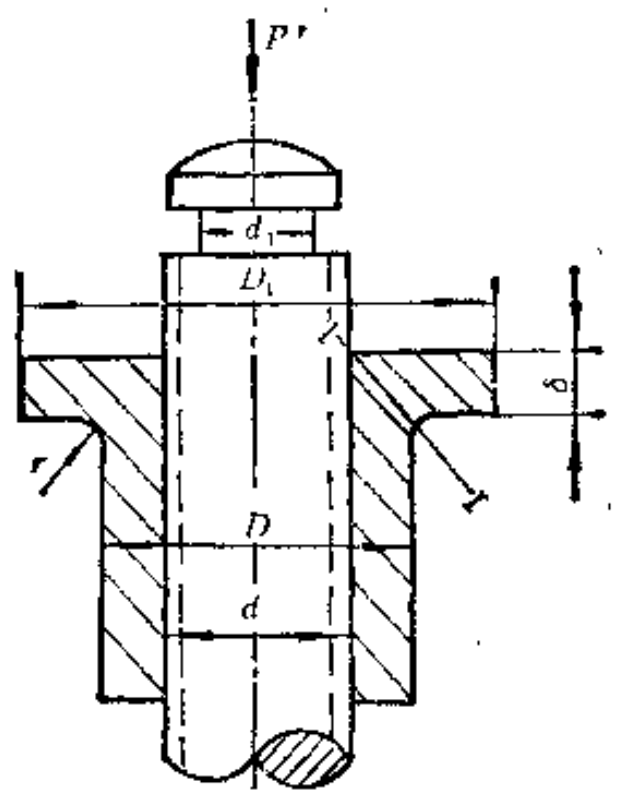


图 1-4-37 调距螺母计算简图

由此，许用应力$[\sigma_0]$为：

$$[\sigma_0]=\frac{122}{2}=61N/mm^2$$

六、辊温调节装置

根据炼胶工艺要求，开炼机辊筒表面应保持一定温度，一般不超过55～60℃，因此辊筒需设有温控装置（或叫冷却装置）。

（一）常用辊温调节装置

1．开式辊温调节装置

如图1-4-38所示，冷却水由进水管1上的直径为2～5mm的小孔喷向辊筒内腔，由一端

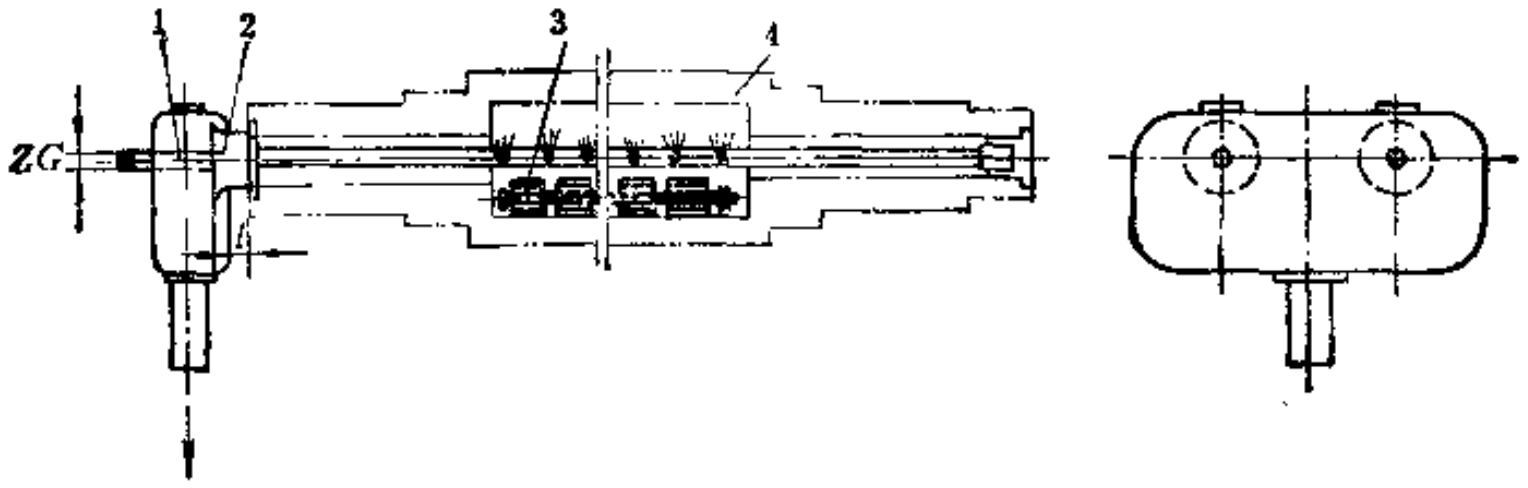


图 1-4-38 开式辊温调节装置

1—冷却水管；2—排水口；3—滚轮；4—辊筒

排水口排出回水。辊筒内放有呈星形结构的滚轮 3，工作时随辊筒 4 转动，以防辊筒内腔结垢，影响冷却效果。这种结构的特点是结构简单，冷却效果好，并可调节水量。缺点是耗水量大。

2。闭式辊温调节装置

如图1-4-39所示，进出水均需通过接头 2，因此冷却效果差，但结构紧凑，耗水量少。

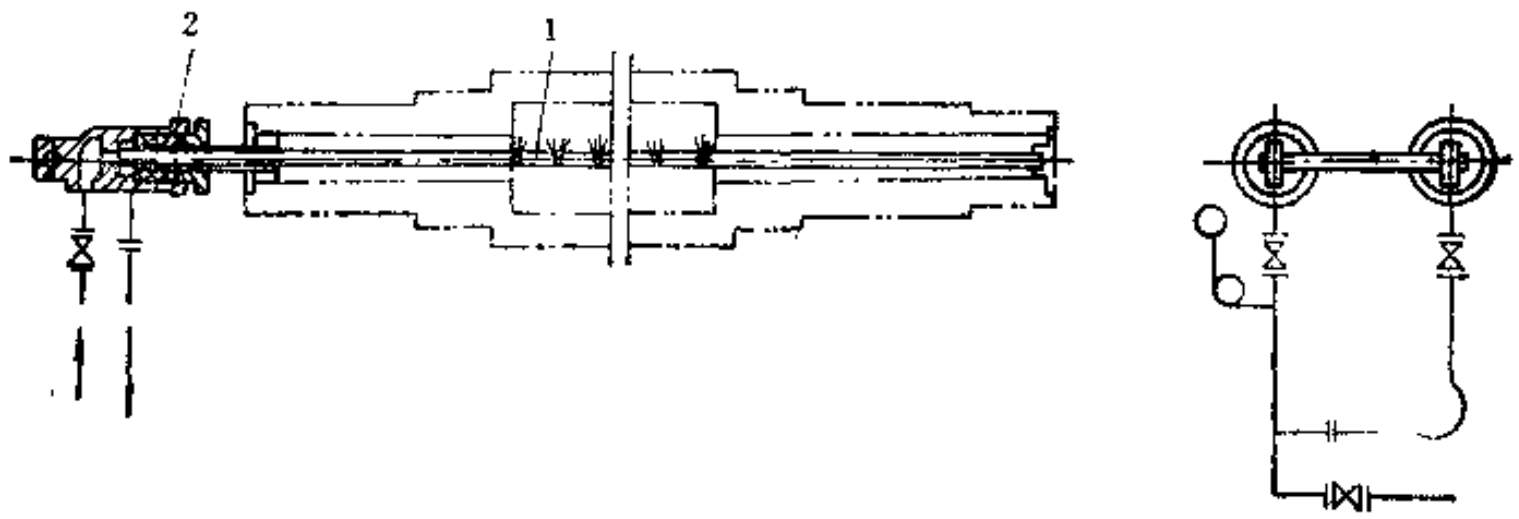


图 1-4-39 闭式辊温调节装置

1—冷却水管；2—接头

3。钻孔辊筒温控装置

由于冷却孔道贴近工作表面，因此钻孔辊道冷却效果最好，但结构复杂，成本高。对于大规格的热炼机和压片机需采用这种方式。

（二）冷却计算

1。开炼机所消耗的功被转化为热量，主要消耗在三个方面：①被胶料吸收的热量Q_1；②向周围空气散失的热量Q_2；③被冷却水带走的热量Q_3。这三部分热量之和的总热量Q(kJ/h)为：

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3=3600N_{平均}\cdot\eta \qquad (1\text{-}4\text{-}50)$$

式中 $N_{平均}=(0.7\sim0.75)N$，kW；

N——电机功率，kW；

η——机械传动效率，取0.8～0.9。

被胶料吸收的热量Q_1(kJ/h)为：

$$Q_1=Gc(T_2-T_1) \qquad (1\text{-}4\text{-}51)$$

式中 G——生产能力，kg/h；

c——胶料的比热容，$c=1.675$kJ/(kg·K)；

T_1、T_2——分别为胶料的初、末温度，K。

向周围空气中散失的热量Q_2(kJ/h)为：

$$Q_2=Q_{对流}+Q_{辐射}=3.6A(h_k+h_p)(T_{辊}-T_{空气}) \qquad (1\text{-}4\text{-}52)$$

式中 A——两辊筒工作部分表面积，$A=2\pi DL$，m^2；

h_k——对流传热系数，W/(m^2·K)；

h_p——辐射传热系数，W/(m^2·K)；

$T_{辊}$——辊筒表面温度，K；

$T_{空气}$——周围空气温度，K；

D——辊筒工作部分直径，m；

L——辊筒工作部分长度，m。

被冷却水带走的热量Q_3(kJ/h)为：

$$Q_3=Q-Q_1-Q_2 \tag{1-4-53}$$

或

$$Q_3=q\cdot\rho\cdot c\cdot\Delta T$$

从而，冷却水消耗量q(m³/h)为：

$$q=\frac{Q_3}{\rho\cdot c\cdot\Delta T} \tag{1-4-54}$$

式中 c——水的比热容，kJ/(kg·K)；

ρ——水的密度，kg/m³；

ΔT——进出水温差，K。

2．实际冷却水消耗量的确定

开炼机的平均功率一部分消耗在传动装置的摩擦损失上，约占平均功率的20%，向周围空气散失的热量及胶料带走的热量约占平均功率的10%，其余70%平均功率转化为热量由冷却水导走。由于一般取$\Delta t\geqslant 3\sim5$℃（进、出冷却水温差），故冷却水消耗量q(m³/h)可按下式近似计算：

$$q=(0.08\sim0.13)N \tag{1-4-55}$$

式中 N——电机功率，kW。

各种型号开炼机冷却水的消耗量参见表1-4-27。

表 1-4-27 开炼机冷却水消耗量

型号 / 项目	XK-160	XK-250	XK-360	XK-400	XK-450	XK-560 (L=800)	XK-550	XK-560	XK-660	XK-650
主电机功率，kW	4.2	17	28	40	55	75	95	95	115	110
耗水量，m³/h	0.35～0.55	1.36～2	2.3～3.6	3.2～5.2	4.4～7	6～9.5	7.5～12	7.5～12	8.7～15	8.7～15

3．冷却水管进水总管直径的计算

进水总管的直径d(mm)可按下式计算：

$$d=18.8\sqrt{\frac{q}{v}} \tag{1-4-56}$$

式中 q——冷却水耗水量，m³/h；

v——水的流速，m/s。

根据一般水压情况，取$v=0.9\sim2$m/s。分水管及喷水孔截面积S的总和不应大于总进水管截面积A。

即

$$nS<A$$

式中 n——分水管或喷水孔数量；

S——分水管或喷水孔截面积，mm²；

A——总水管截面积或每个辊筒内管子截面积，mm²。

七、制 动 装 置

当开炼机发生故障和出现人身安全问题时，拉动紧急停车装置，切断电源，制动装置立即刹车，以保障操作者的人身安全和机器免受损坏。制动方式通常有机械制动、能耗制动、自励发电制动和反接制动数种。以下分别介绍这几种制动方式。

（一）机械制动

通常采用制动器制动。一般小规格开炼机可选用标准制动器，大规格开炼机按作用原理设计。机械制动器有下列两种。

1。通电制动的制动器

机器停机时，电磁铁通电使制动器抱闸，其结构如图 1-4-40 所示。电磁铁 3 通电上吸时，通过连杆 2 的作用，使制动闸瓦 1 抱闸。

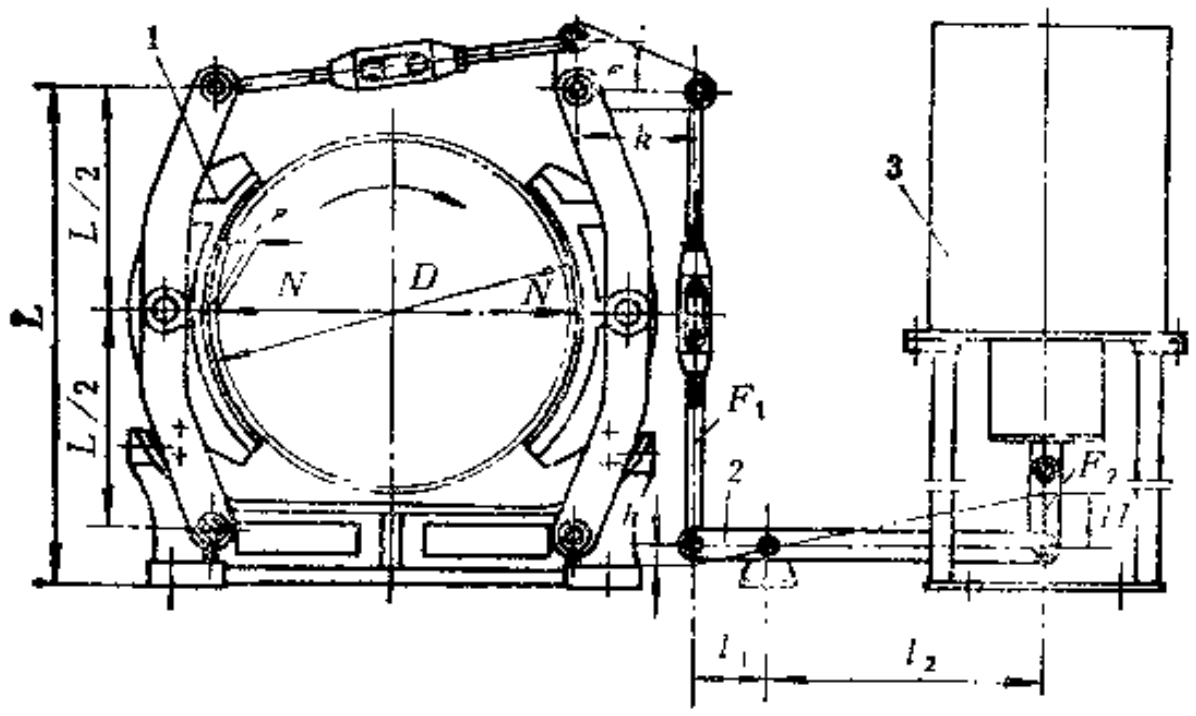


图 1-4-40　通电机械制动器

1—制动闸瓦；2—连杆；3—电磁铁

2。断电制动的制动器

机器停机时，电磁铁断电使制动器抱闸，其结构如图 1-4-41 所示。松闸时，电磁铁 3 通电、将连杆 2 拉起，闸瓦 1 松开。抱闸时，电磁铁 3 断电，连杆 2 在重锤 4 的作用下被拉下，使闸瓦 1 抱闸制动。

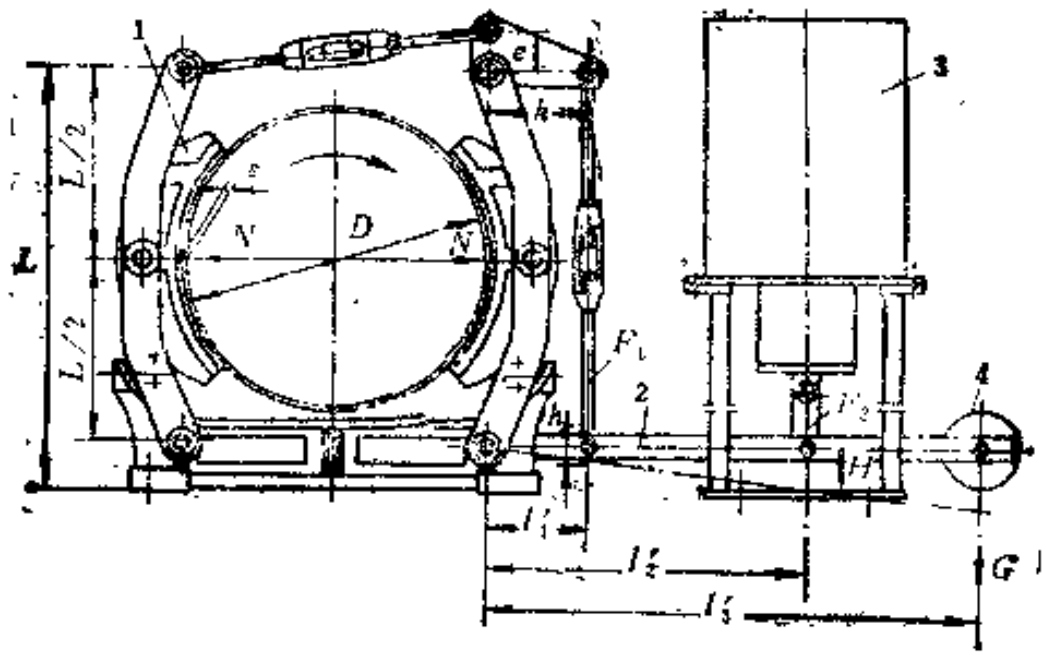


图 1-4-41　断电机械制动器

1—制动闸瓦；2—连杆；3—电磁铁；4—重锤

在老设备中多数采用断电制动器，由于电磁电长期通电，发热严重，容易损坏。因此，如采用机械制动器时，以用通电制动器为宜。

3．制动器的计算（按通电制动）

机器停机后转动产生的惯性动能E，需由制动闸瓦所产生的摩擦功W抵消，即$E-W$。据此原理设计制动器。

（1）求正压力N

$$N=\frac{E}{2fvt} \tag{1-4-57}$$

式中 N——正压力，N；

v——制动轮线速度，$v=\frac{\pi Dn}{60\times 1000}$，m/s；

E——开炼机转动件惯性动能，N·m；

D——制动轮直径，mm；

n——制动轮转速，r/min；

t——制动时间，$t=\frac{[s]}{v_2}=\frac{15\pi D_1}{v_2}$，s；

$[s]$——事故停机后前辊继续运转的周长，不超过辊筒的1/4周，m；

v_2——前辊线速度，m/min；

D_1——前辊直径，m；

f——摩擦系数，石棉制动块对铸铁的$f=0.35$。

（2）求惯性动能E 式（1-4-57）中的惯性动能E(N·m)按下式求得：

$$E=1.2[1/2\omega_1^2(J_1+J_2)] \tag{1-4-58}$$

式中 ω_1——电机与联轴器的角加速度，$\omega_1=\omega_2=\frac{\pi n_{电}}{30}$，$s^{-1}$；

$n_{电}$——电机转速，r/min；

J_1——电机转动惯量，$J_1=\frac{GD_1^2}{4g}$，N·m·s²；

J_2——联轴器转动惯贯，$J_2=\frac{G_2D_2^2}{4g}$，N·m·s²；

g——9.8m/s²；

GD_1^2、$G_2D_2^2$——电机与联轴器的飞轮矩，N·m²。

式（1-4-58）对减速器齿轮、大小驱动齿轮和辊筒的惯性动能未予详细计算。这几部分的惯性动能一般为电机和联轴器惯性动能的20%，故在上式中乘以系数1.2。

（3）电磁铁的选择 先计算抱闸所需的拉力F_1(N)（见图1-4-40），其值为：

$$F_1=\frac{e}{2k}\cdot N \tag{1-4-59}$$

通电制动时，电磁铁向上的有效拉力F_2'(N)为：

$$F_2'=\frac{l_1}{l_2}F_1<(F_2-g_2) \tag{1-4-60}$$

断电制动时，电磁铁的额定吸力$[F_2]$(N)为：

$$[F_2]>10(g_2+G)$$

当重锤4（见图1-4-41）靠近电磁铁时，电磁铁铁芯重量g_2(kg)为：

$$g_2=\frac{l_1'}{10l_2'}F_1-G$$

当重锤4的位置较远时，则重锤4的重量G(kg)为：

$$G=\frac{\frac{1}{10}(F_1l_1)-g_2l_2'}{l_3'}$$

式中 e、k——连板尺寸，见图1-4-40，cm；

l_1、l_1'、l_2、l_2'——连杆距离，见图1-4-40和图1-4-41，cm；

N——正压力，N；

g_2——电磁铁铁芯重量，kg；

G——重锤重量，kg。

上式没有考虑连杆系统中支点的效率。

（4）电磁铁行程计算 制动时，连杆的下移行程h(mm)为（见图1-4-40）：

$$h=\frac{4\varepsilon k}{e}$$

制动时，电磁铁上吸行程H(mm)为：

$$H=h\frac{l_2}{l}=4\varepsilon\frac{kl_2}{el_1}<[H]$$

式中 ε——制动闸瓦与制动轮之间隙，$\varepsilon=1.25$mm；

$[H]$——电磁铁额定行程，mm；

h、k、e——见图1-4-40，mm。

（二）电气制动

1、能耗制动

（1）能耗制动是交流异步电机在断电时，定子两相绕组中通入直流电源而产生制动的一种制动方法。在拉动紧急停车装置时，电机接通制动电源而迅速停车。这种制动方法几乎已应用到各种规格的开炼机上。电气原理图如图1-4-42所示。

（2）直流电源的计算。异步电机能耗制动直流电源，按一般经验估算方法是：首先测出电机定子绕组任意两相之间的电阻R_0和电机的空载电流I_0，然后把这两个数据代入下列各式，即可求出直流电源的电流、电压、变压器及硅整流管的系数。

能耗制动所需直流电流I_Z(A)为：

$$I_Z=k\cdot I_0$$

能耗制动所需直流电压U_Z(V)为：

$$U_Z=I_Z\cdot R_0$$

整流变压器平均计算容量P_T(VA)为：

$$P_T=1.11\cdot I_Z\cdot U_Z$$

整流变压器输出电压U_2(V)为：

$$U_2=U_Z/0.9$$

硅整流元件所需承受的最大反峰电压U_{fm}(V)为：

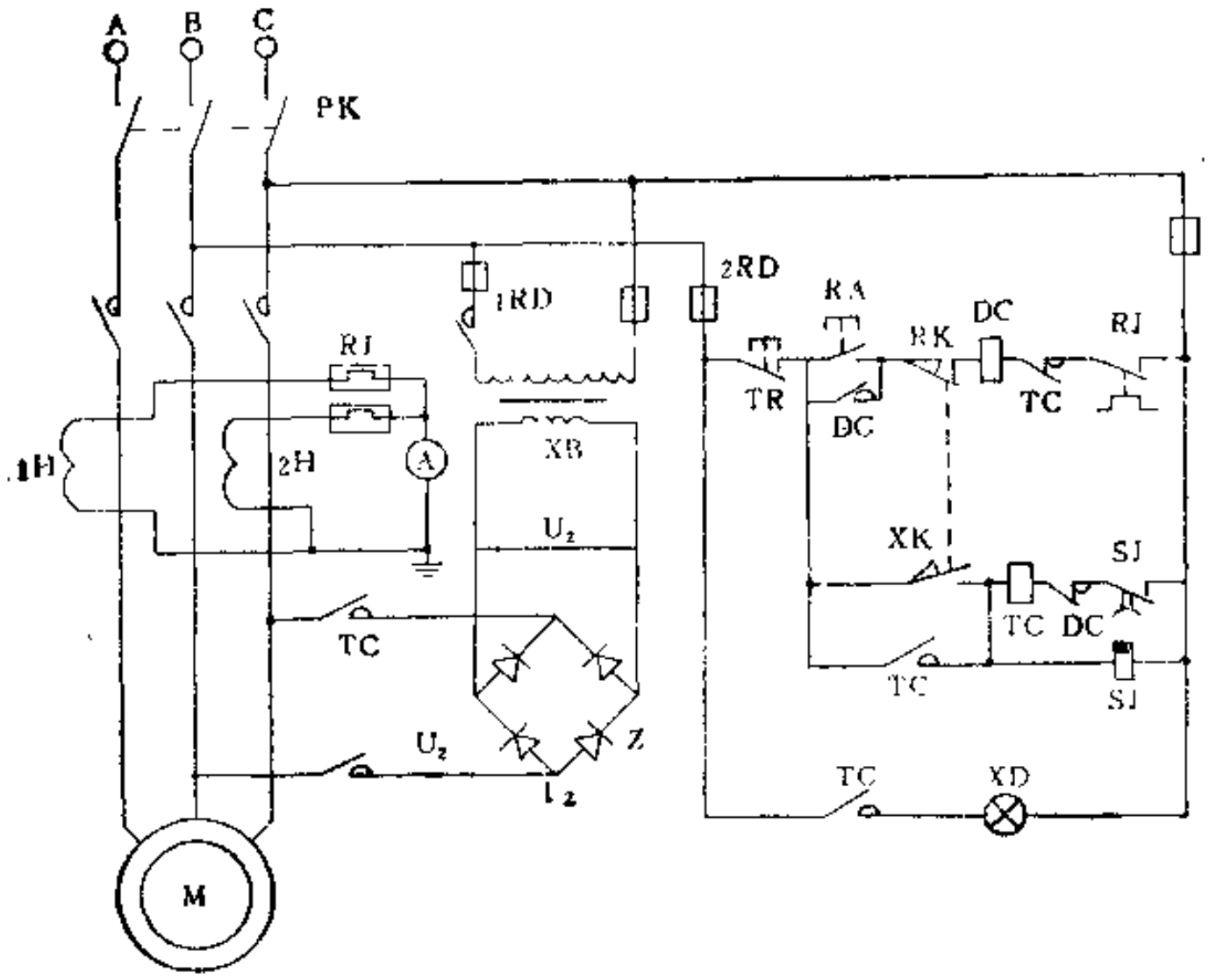


图 1-4-42　能耗制动电气原理图

$$U_{fm}=1.57U_2$$

硅整流元件的最小额定平均电流I_f(A)为：

$$I_f=0.45I_2$$

式中　k——制动电流系数，一般取3.5～5.0，考虑到电机的制动效果和绕组的发热情况，在开炼机上取上限值；

I_0——电机空载电流，A；

R_0——电机定子绕组任意两相之间的电阻，Ω。

根据以上计算，在设计整流电源时，整流变压器最好选用有10～15%U_2的带抽头的变压器，以利制动效果的调整。

2．自励发电制动

自励发电制动是利用异步电机转子剩磁和旋转动能来实现快速制动的一种方法。它无需外界供给制动能量，制动效果良好，线路简单，可在含有大量有害气体、尘埃的恶劣环境下使用。这种制动方法除不适用于转动惯量特别大的某些特殊机械外，一般机械都可达到满意的制动效果。

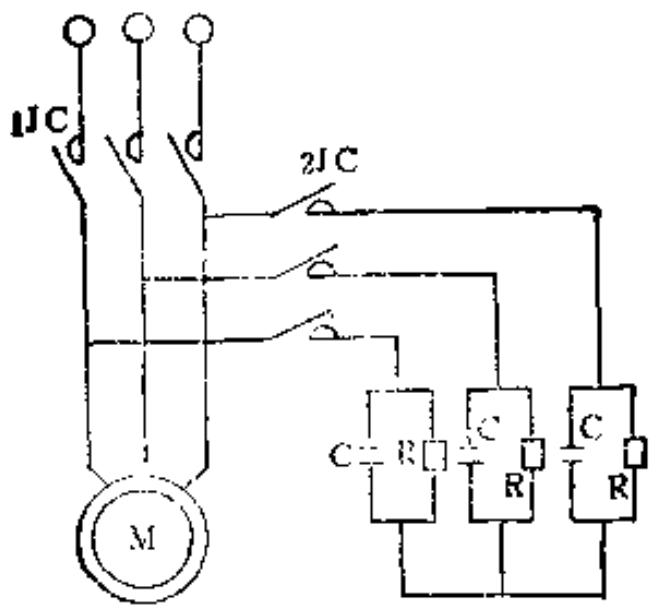


图 1-4-43　自励发电制动电气原理图

（1）自励发电制动原理　如图1-4-43所示，将电机三相定子绕组在断开线路时接上电阻-电容电路，从而形成自励发电制动。在线路接触器 1JC 断开的瞬间，制动接触器2JC 闭合，这样剩磁的感应电势将通过电阻-电容产生一个容性电流 I_0，其矢量如图1-4-44 所示。

图中ϕ_0为转子剩磁，转子剩磁感应电势E_0滞后于$\phi_0 90°$，而电流I_0超前于电势，超前角Φ的大小取决于电阻-电容的等值阻抗和电机的等值阻抗。I_0的无功分量与ϕ_0同向，故它所建立的磁场加强转子剩磁，起助磁作用，而I_0的有功分量则产生制动力矩，使电机快速制动。调整电容C和电阻R的大小，即可改变电流I_0和超前角ϕ，从而将改变制动力矩的大小和得到不同的制动时间。

电阻-电容电路的接法取决于异步电机定子绕组的接法，Y接法的电阻-电容电路只适用于Y接法的电机，而△接法的电阻-电容电路既适用于△接法电机也适用于Y接法电机。

（2）自励发电制动的优点

a．热效应　能耗制动时，产生的热量相当于4倍电机起动的热量，而自励发电制动，发热量仅为起动时的1/4以下，因此特别适用于频繁工作场所，实际应用时已达到每分钟动作20次。

b．制动特性　能耗制动在高速运行阶段的制动力矩较小，低速时则很大，当电机趋于停止时又急剧减小，这种特性可使传动轴等部件产生很高的应力。自励发电制动的制动力矩峰值出现在全速运行阶段，随速度的降低而减小，这样可减小冲击，使制动停机平稳。

c．制动时间　自励发电制动使电机完全停止的时间小于能耗制动达到同样效果的时间。图1-4-45所示为对称三相接法的自励制动时间与其负载惯量的关系曲线。由图可知，对于较小的负载惯量，制动时间将小于100ms，即使有5倍转子的转动惯量，其制动时间仍不大于300ms。

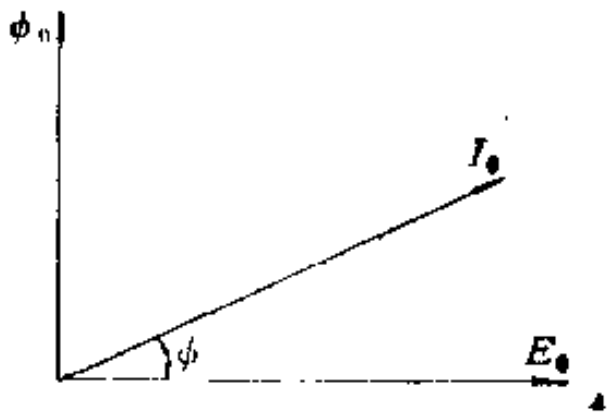


图 1-4-44　电势矢量图

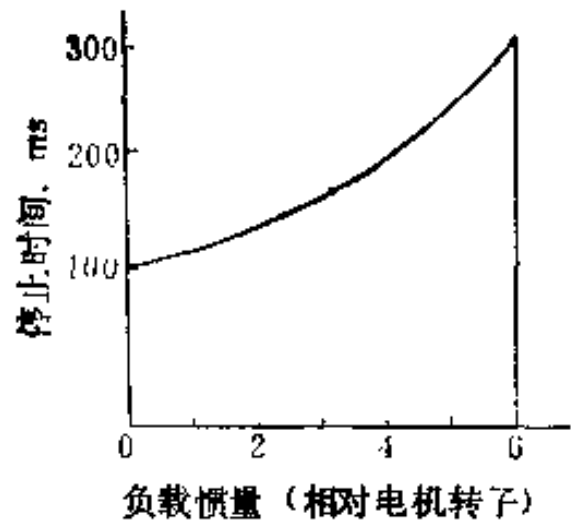


图 1-4-45　制动时间与负载惯量的关系

d．可靠性　由于自励发电依靠自激，当电源发生故障时，仍能有效地制动。

自励发电制动是一种较好的制动方法，但要获得良好的制动效果，重要的是选取适当数值的电阻和电容，而电容容量的大小与电机转子转动惯量有直接关系，因此选取电容量时应小心从事。

3．反接制动

开炼机中通常采用的是改变三相异步电机电源相序的反接制动法，使电机所产生的转矩和原来的转矩相反而进行制动。使用这种方法时，在电机轴上应连接一个速度继电器，当转速降到100r/min时，速度继电器将电源断开，否则电机将反转。由于反接制动时电机电流很大，需在主回路中接入限流电阻。

反接制动的优点是设备简单，调整方便，制动迅速。缺点是制动准确度不高，制动冲击大。适于制动要求迅速、系统惯性较大和制动不频繁的场合。

第四节　安装与维护保养

一、安装技术要求

（1）左右机架的A平面（见图1-4-46），应处在同一平面上，其平面度不得低于GB 1184中7级公差等级的规定。

（2）左右机架的C平面（见图1-4-46），应处在同一平面上，其平面度不得低于GB 1184中7级公差等级的规定（采用球面支承的不受限制）。

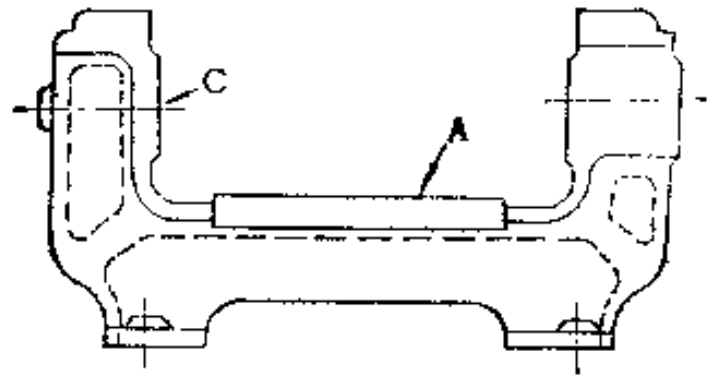


图 1-4-46　机架

（3）前辊筒轴承和压盖之间应留有间隙，其配合应附合GB 1801—1802中 H_9/f_9 的规定。

（4）辊筒轴颈和轴承轴瓦孔之径向间隙值（对于滑动轴承）见表1-4-28所示。

表 1-4-28　轴颈和轴瓦之径向间隙　　单位：mm

开炼机型号	XK-160	XK-250	XK-360	XK-400	XK-450	XK-550	XK-650
铜轴瓦间隙	0.2～0.45		0.30～0.55	0.30～0.55	0.30～0.60	0.30～0.60	0.35～0.65
尼龙轴瓦间隙	0.4～0.6	0.6～0.8	0.7～1.0	0.8～1.1	0.9～1.2	1.1～1.4	1.3～1.6

（5）装配时，用涂色法检验轴颈与轴瓦孔的接触情况，在轴瓦孔整个圆周范围内轴线方向的接触长度不小于60～80%。

（6）辊筒工作面的两端面与轴承轴瓦端面之轴向间隙总值，对于填充MC尼龙轴瓦，按表1-4-24进行检查。

（7）驱动齿轮侧隙与接触面积按JB 179—83标准进行检验。

（8）挡胶板圆弧与辊面接触应均匀，XK-450以下开炼机的间隙不大于0.5mm，XK-50以上开炼机的间隙不大于1mm。

二、主要零部件重量

标准传动方式开炼机的主要零部件重量见表1-4-29。

表 1-4-29　主要零部件重量　　单位：kg

开炼机型号	辊筒		机架	底座	减速器
	前辊	后辊			
XK-400	990	1080	790	1700	950
XK-560	2005	3100	1500	3600	2000
XK-660	4600	4806	2260	4560	1860

三、维护与保养

（1）新机器必须将辊筒轴承（铜轴衬）清洗干净，用稀油润滑，空运转试车3～4h，再加少量胶料跑合4h以上。当机器运转正常后，再用干油润滑进行负荷运转。对于使用填充MC尼龙轴衬的轴承，安照要求装配后，空运转试车2h，而后负荷运转4h，如无问题，即可投入使用。

表 1-4-30 噪 声 值

开炼机规格	≤XK-250	XK-(360～450)	≥XK-550
噪声值，dB(A)	≤80	≤83	≤85

表 1-4-31 润滑规则

润滑部位	润滑装置	润 滑 油	润 滑 周 期
辊筒轴承	油泵或油杯	干油润滑：ZGN40-1或ZG3+30%机械油调匀，针入度>260 稀油润滑：轧钢机油HJ3-28 对于填充MC尼龙轴承，用4号MoS_2钙基脂、2号和3号MoS_2钠基脂，2号MoS_2钙钠基脂以及2号和3号MoS_2合成锂基脂	干油：第一次加油两端应挤出，以后油杯每班1次 稀油：新机器试车运转后即更换，以后4个月换油1次 尼龙轴承：新机装配使用时，在轴颈和轴瓦上涂以适量MoS_2润滑脂，使用后第一个月每周加润滑脂1次，第二个月每二次加润滑脂1次，此后每月加润滑脂1次
速比齿轮	油 槽	齿轮油：HL-20 HL-30	齿轮浸入油中40～50mm
驱动齿轮	油 槽	齿轮油：HL-20 HL-30	大齿轮浸入油中40～50mm
传动轴承	油 杯	轧钢机油：HJ-50	每班1次
调距螺杆	油 杯	润滑脂：ZG3	每班1次
电动调距装置（摆线齿轮或蜗轮）		摆线齿轮用齿轮油：HL-20 HL-30 蜗轮用：ZG3	4个月换1次 每班1次
万向联轴器	油 嘴	齿轮油：HL-20 HL-30	每班1次
减速器	油 池	机械油：HJ-40 HJ-50 齿轮油：HL-20 HL-30	油位按油标刻度 新机器试车后即更换， 以后6个月更换1次

（2）在辊筒运转中，必须缓慢进行辊筒的冷却，冷却水不能在辊温高时通入，以免因辊筒内外温差过大，导致辊筒损坏。

（3）投料时，须沿传动端先投小块胶料，待包辊后再陆续加料，加料量必须逐渐增加，避免冲击而导致安全片破坏以及使速比齿轮点蚀。

（4）空运转中，试验紧急停车装置2～3次，检查其可靠性。制动后，前辊继续运转不得超过1/4周，如达不到，应进行调整。

（5）开炼机在空运转中的噪声值应符合表1-4-30的规定。

（6）保养工作中的润滑规则见表1-4-31。

四、设备维修

（1）辊筒使用到冷硬层（白口层）磨光时需更换。

（2）采用铜轴瓦的滑动轴承，在液体摩擦下，轴瓦的极限磨损量δ(mm)规定为：

$$\delta = \frac{0.5 \times \alpha}{1 - k} \qquad (1\text{-}4\text{-}61)$$

式中 α——轴颈与轴瓦之最初间隙（最大值），mm；

k——系数，取0.5。

当轴颈与轴瓦之间的实测间隙$>\alpha+\delta$时，应更换或修理。

（3）非热处理齿轮磨损厚度极限达齿厚度的15%时，一般应更换。

（4）蜗轮蜗杆磨损至相当于其齿厚度的20%时应更换。

（5）速比齿轮在缺油或不清洁条件下工作，即在短时间内发生磨损时可翻面使用。

（6）弹性联轴器的弹性销孔磨损2mm（按直径）后应更换。

（7）万向联轴器铜滑块磨损1mm后需更换。

（8）机器运转中出现问题时，按表1-4-32进行处理。

表 1-4-32 故障及解决措施

部　位	问　题	解 决 措 施
机器运转	有较大振动及周期性噪音	停机检查齿轮啮合情况及基础情况，找出问题予以解决
辊筒轴承	温度>65℃	停机检查安装、找正及接触情况
减速器运转	有振动及不正常噪音	停机检查安装情况和齿轮接触情况
减速器轴承	温度>65℃	检查润滑是否充分，润滑油是否不清洁
驱动齿轮和速比齿轮	有振动，齿面接触不正常	检查齿面有无点蚀，齿面粗糙度差，应多跑合，直到发亮为止。润滑油必需充足清洁
干油泵	供油不正常	检查油是否太干，加稀油调均匀，使达到针入度>260为止 检查柱塞与柱塞套间隙是否大于0.015mm，太大时重更换
液压安全装置	指针指示不正常	检查油缸是否缺油，压力表是否损坏

表 1-4-33 翻胶装置主要性能参数

配用开炼机 性能参数	XK-360	XK-400	XK-450	XK-550	XK-560	XK-660
压辊和牵引辊尺寸,mm						
直径	160	160	158	230	230	250
长度	900	1000	1200	1640	1400	2080
牵引辊速度,m/min	18.28	20.09	24.82	28	22.37/32.24	21.30
压辊上移距离,mm					75	90
胶片往返速度,次/min	2.1	1.85	2.34	5	4	7
摆动辊移动距离,mm					1000	1650
压缩空气压力,MPa					0.6	0.6
牵引电机	Y90S-4/1.1	Y90S-4/1.1	Y90S-4/1.1	$Y100L_1$-4/2.2	2.2kW	3kW
摆胶电机	Y90S-4/1.1	Y90S-4/1.1	Y90S-4/1.1	Y90L-4/1.5	1.5kW	1.5kW
行星摆线减速器	BWD1.1-2-29	BWD1.1-2-29	BWD1.1-2-29			
牵引辊				BWD2.2-3-35	WD2.2-4-1/29	XW2.2-5-1/35
摆胶				BWD1.5-1-17	XWD1.5-3-1/17	XW1.5-3-1/17

二、挡胶-翻胶装置

该装置在开炼机上可作挡胶和翻胶之用，其结构如图1-4-48所示。挡胶-翻胶装置安装在开炼机左右机架压盖上的两根导轴 3 上，左右各装一个。挡胶板 4 插入辊距，它和锥形挡胶辊5组成挡胶-翻胶的主要工作部件。锥形挡胶辊5由齿轮减速电机1带动转动，转速为280～300r/min左右，最好有两挡速度，以方便使用。左、右两个挡胶-翻胶装置的锥形挡胶辊 5 相对于开炼机中心作相对方向旋转，这样从开炼机后辊导出的较宽的胶片返回辊距从新捏炼时，胶片两边通过旋转的锥形挡胶辊将胶片两边挡向中间，通过辊距后重复上述动作，按此周而复始达到混炼或热炼的目的。

挡胶板4和锥形挡胶辊5及其传动装置装在一块底板上，可由气缸2作上下移动。左、右两个挡胶-翻胶装置之间的距离可沿导轴3进行调整。

三、出片切胶刀

对于XK-550、XK-650等开炼机作热炼出片用时，在前辊下方往往需要装设切胶刀。切胶刀可采用如图1-4-49所示的形式，由盘式切胶刀2和气缸3等组成，气缸3可使切胶刀升降，其行程约为50mm。切胶刀可用丝杆5和导杆4沿辊筒1作轴向移动，以调节两把切胶刀之间的距离，从而调节出片宽度。丝杆5可用电机传动。

盘式切胶刀的直径约为100mm，厚度为10mm，用钢材制成。气缸直径为70mm。

四、胶片冷却装置

胶片冷却装置的用途是将塑炼胶及混炼胶经压片机（开炼机或螺杆挤出压片机）压出的胶片进行涂隔离剂、冷却和切割（或折叠）叠片存放，以供下工序使用。

胶片冷却装置的完善与否影响到炼胶工段的劳动强度，且其结构受车间工艺条件的影响。目前，国内外有多种结构形式的胶片冷却装置，择其主要介绍如下。

（一）简易式胶片冷却装置

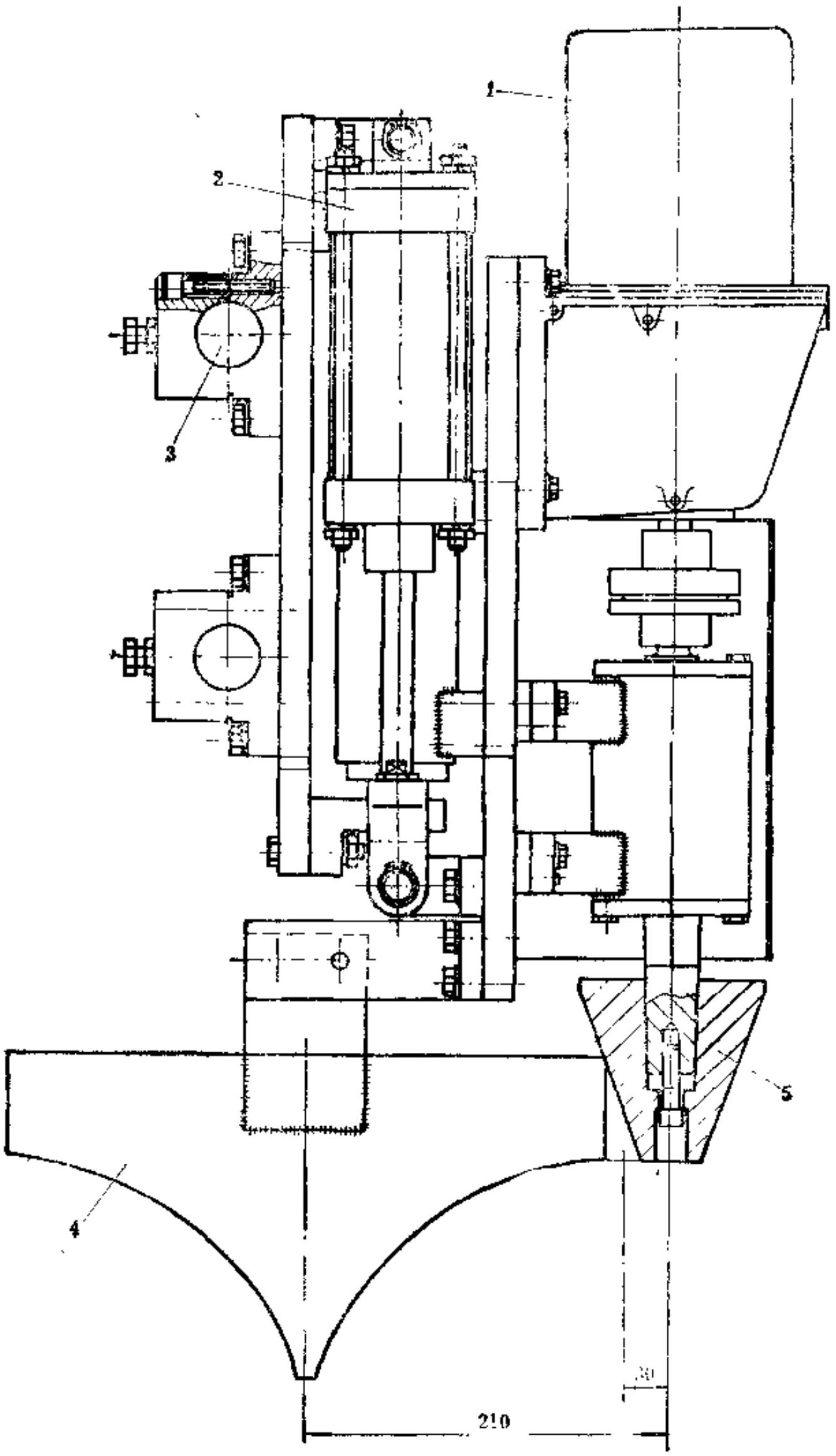


图 1-4-48 挡胶-翻胶装置

1—圆柱齿轮减速电机；2—气缸；3—导轴；4—挡胶板；5—锥形挡胶辊

1．结构简介

简易式胶片冷却装置如图1-4-50所示，主要由隔离剂水槽1、电热切刀2和递棍排胶装置3组成。在隔离剂水槽和安装切刀的机架上装有宽为650mm的橡胶输送带，输送带的速度

根据压片机的前辊速度来决定。调节无级变速器6可改变输送带速度的快慢。

从压片机出来的胶片连续通过隔离剂水槽1，涂上隔离剂后进入切割装置，由切刀2在输送带上按一定长度切断，切断后的胶片由输送带继续往前输送，至输送带端头时下垂，挂于递棍挂胶装置的小棍上。操作人员将挂上胶片的棍子依次推移到挂胶小车4上，直到一车料挂完为止。而后，把挂片小车推至鼓风机附近进行吹干冷却。

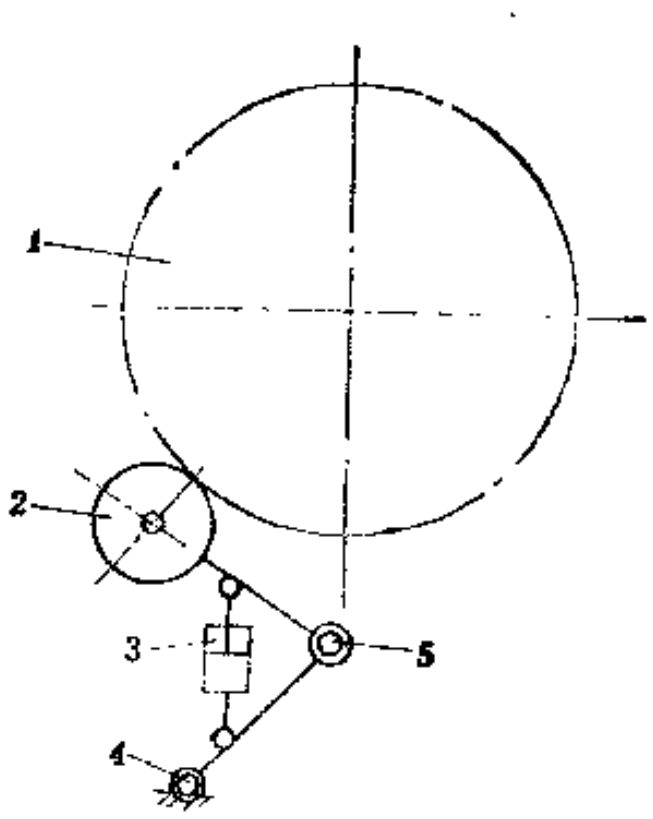


图 1-4-49 出片切胶刀

1—开炼机前辊筒；2—盘式切胶刀；3—气缸；4—导杆；5—丝杆

这种胶片冷却装置结构简单，价格低廉，适用于胶种多变，用胶量不大的中小型工厂。

2．主要性能参数

（1）隔离剂水槽和切割装置输送带速度：

a．用于XK-450开炼机时　20～25.2m/min

b．用于XK-650开炼机时　23.5～27.5m/min

c．用于XK-660开炼机时　26～30m/min

（2）适用胶片规格：最大宽度　500mm

最大厚度　10mm

（3）隔离剂　油酸钠液、滑石粉水浊液等

（4）电热切刀：温度　170～200℃

转速　15.2r/min

（5）递辊挂胶装置链条速度　28.4m/min

（6）水槽及切割装置电机功率　2.2kW

（7）递辊挂胶装置电机功率　0.6kW

（8）外形尺寸（包括挂胶小车）　6236×1714×1666mm

3．主要零部件结构

（1）隔离剂水槽和切断装置　参见图1-4-50，隔离剂水槽由普通钢板焊接制成，槽内可设有喷吹压缩空气的管子，在采用滑石粉及陶土等水浊液作为隔离剂时作搅拌用。如采用油酸钠液等作为隔离剂时，则可不装此压缩空气喷吹管子。

利用螺杆可上下调整压在水槽中上层输送带上的槽辊的位置。槽辊表面开有沟槽，以防胶片从槽辊和橡胶输送带之间通过时打滑。槽辊后面设有弧形挡板，用于防止胶片头从槽辊导出后翘起来包卷在槽辊上而影响操作。

切刀用于将胶片按一定长度切断。当切刀转到下面时，由于胶片及输送带下方的托辊和弹簧的支承将胶片切断。切刀可用45号钢制造，刃部热处理，硬度HRC40～45，刀宽620mm。切刀装有电热装置。切刀轴上设有凸轮和限位开关，用于控制递棍挂片装置的动作。凸轮的位置可用元宝螺母调整。

这部分装置的运行速度可用无级变速器调节，以和不同规格压片机的出片速度及胶料的不同收缩率相配合。

（2）递棍挂片装置　其结构如图1-4-51所示。设于机架上的贮棍箱由倾斜底板1和挡棍架6组成。挂胶片用的铝管（或竹杆）挂胶棍5盛放于贮棍箱中。贮棍箱两侧分别装有按一定间距设有挂钩的挂胶棍链条8，启动链条时，由挂钩10将进入倾斜底板4下端的挂胶棍勾起一根，随后停在图示适当位置。当胶片从上述切断装置输送带端头下垂到一定程度时，挂棍链条即启动运行，将挂胶棍5提升并运到图示上部水平位置右端时，胶片即挂于棍5上，再借

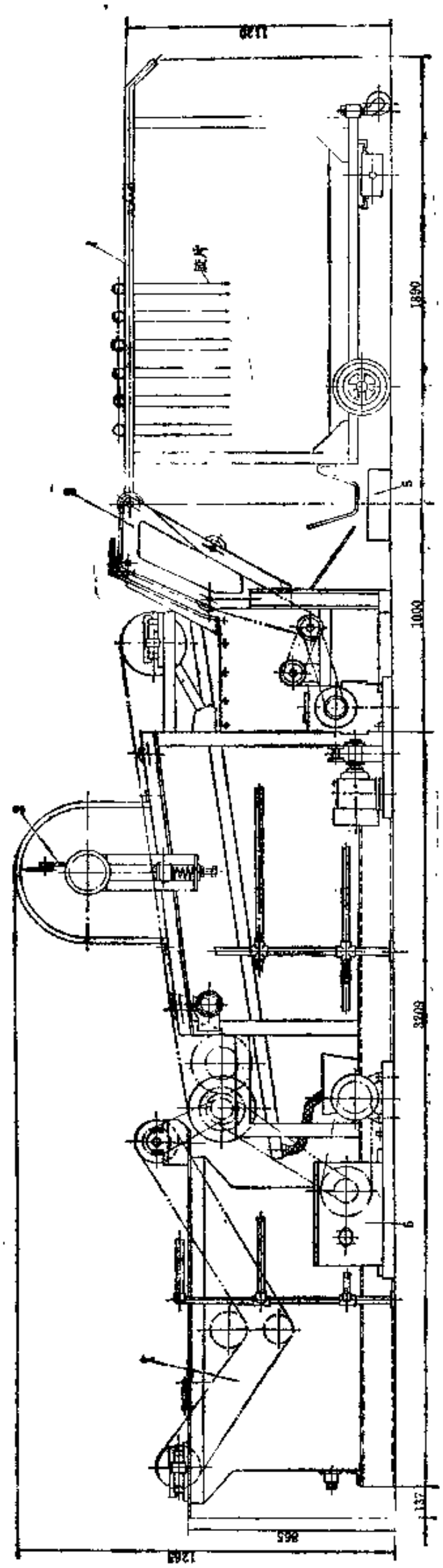


图 1-4-50 简易式胶片冷却装置

1—隔离剂水槽；2—切刀；3—递棍走胶装置；4—挂胶小车；5—盛水槽；6—无级变

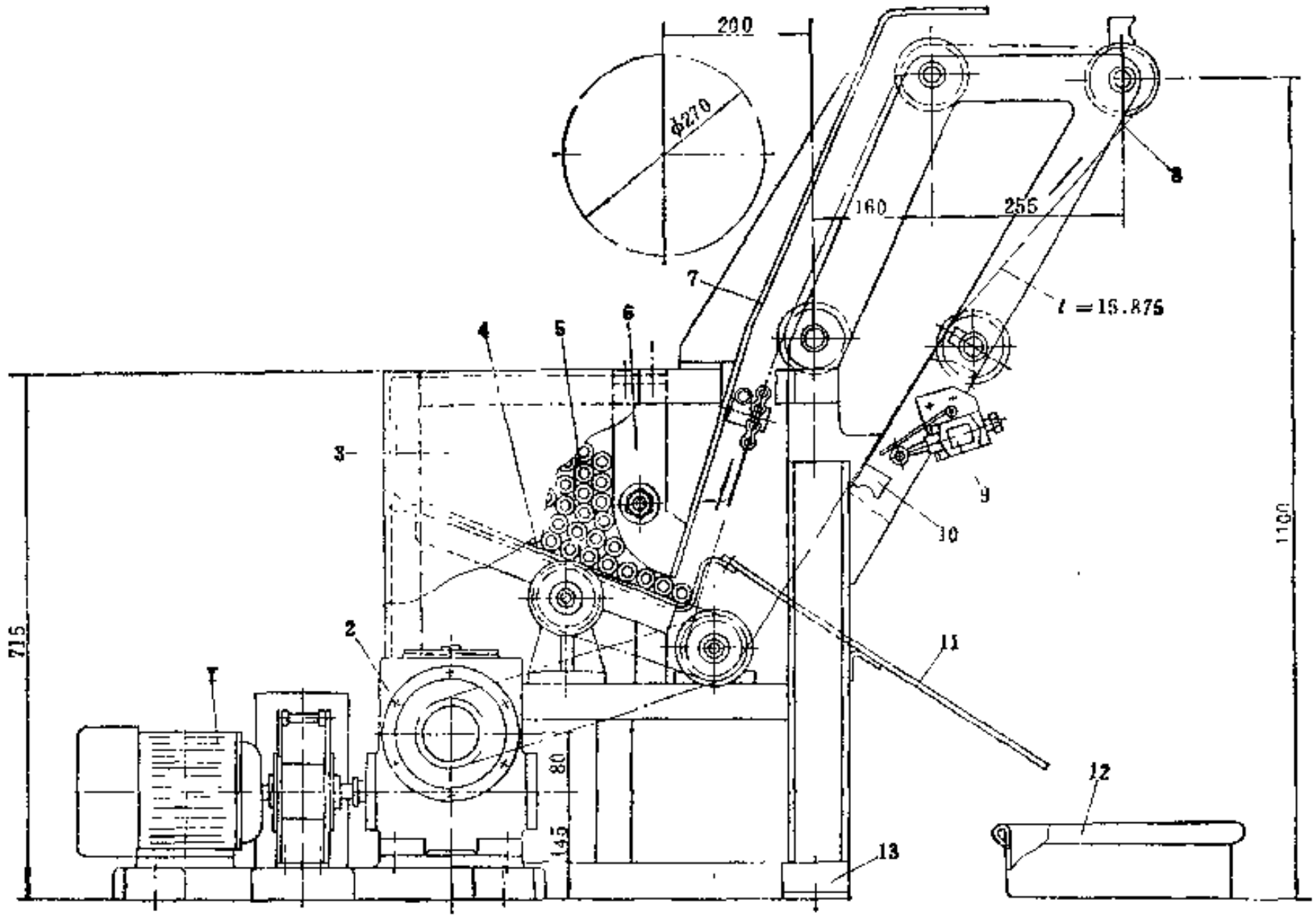


图 1-4-51　递棍挂胶装置

1—电机；2—蜗轮减速器；3—贮棍箱；4—倾斜底板；5—挂胶棍；6—挡棍架；7—护板；8—挂棍链条；9—限位开关；10—挂棍钩；11—接水板；12—接水槽；13—机架

人工推移到挂胶小车上。

挂棍链条8的启动信号由切断装置上的限位开关发出。当切刀转动时凸轮随之转动，凸轮碰限位开关，电机即启动，使挂棍链条运行。当递棍挂胶装置的挂棍链条上的挂棍钩10碰限位开关9时（图1-4-51），挂棍链条8即停止运行。挂棍链条的启动、停止和切断装置切刀之间的动作，彼此必须协调。

从胶片上滴下的水由接水板11流入接水槽12。

（3）挂胶小车　用型钢焊接而成，下装胶轮，可方便推移。小车上部搁放挂胶棍用的挂架，用2.54cm(1in)的水煤气管制成，便于挂胶棍推移滑动。

（二）悬挂式胶片冷却装置

悬挂式胶片冷却装置具有结构简单，使用维护方便，冷却效果好和机械化程度高等特点，适宜于和大型密炼机配套使用。

1．结构简介

悬挂式胶片冷却装置的结构有多种型式，其主要区别在于胶片冷却方式、胶片挂架结构形式以及胶片冷却后的处理方式。目前，根据挂胶运输链的布置形式分有两种类型：垂直回转型和水平回转型。但目前多数使用垂直回转型。垂直回转型的特点是设备宽度较小，但长度较长，多数挂胶棍处于空载状态，其利用率约为40%，且宜用于单一品种胶料连续生产。

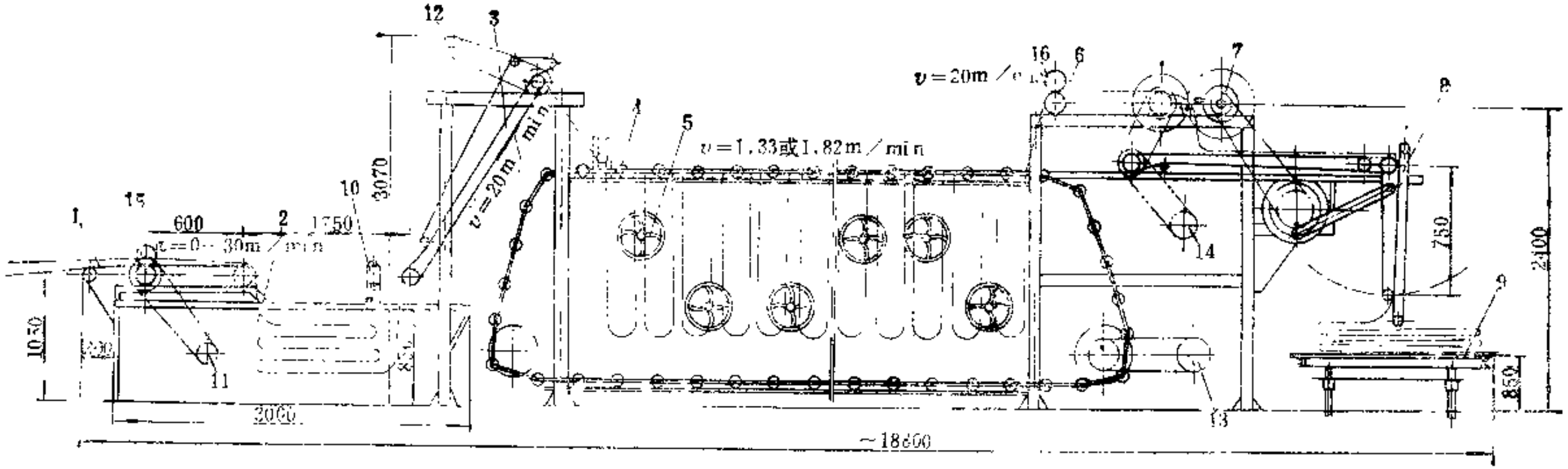


图 1-4-52　传统结构垂直回转型悬挂式胶片冷却装置

1—接取输送带；2—5、[illegible]；3—支持提升输送带；4—挂胶自动输送装置；5—[illegible]；6—牵引输送带；7—切刀；8—挂胶装置；9—盛片[illegible]工作台；10—安全[illegible]；11、12、13、14—传动装置；15、16—压辊

水平回转型的设备宽度较大，长度较短，适用于胶料品种多变的场合，挂胶棍利用率达80%以上。

垂直回转型有高架式和普通式两种，高架式胶片冷却装置将胶片冷却挂架架离地面，下方留出空间，可方便车间内的交通，但高度增大。普通式胶片冷却装置的胶片冷却挂架就地安装，安装使用较方便，高度也较小。

图1-4-52所示为传统结构的垂直回转型胶片冷却装置，它主要由水槽2、挂胶冷却输送装置4、切刀7和摆胶装置8组成。从压片机上取下的胶片由接取输送带送入隔离剂水槽2浸泡冷却后，通过夹持输送带3送往挂胶冷却输送装置4挂胶，并吹风冷却。冷却后的胶片由牵引输送带6送往切刀7切断（或不经切断），再由摆胶装置8将胶片叠放（不切断的胶片为折叠叠放）在叠片升降工作台9上的存胶盘上，胶片叠放到一定高度时，更换存胶盘。

夹持输送带由两条输送带组成，被输送的胶片夹在两条输送带中间。输送带2可用帆布带制成，由传动装置12通过链传动带动。

图1-4-53所示为高架式垂直回转型胶片冷却装置，挂片冷却架4呈架空结构，工作时操作人员可由扶梯10通往平台12。经过冷却后的胶片可用夹持上楼输送带8送至楼上，或用夹持下楼输送带9送往楼下。在楼上和楼下分别装有切割摆胶装置7，可将胶片切割摆胶叠片或折叠摆胶叠片。这种胶片冷却装置的特点是胶片冷却输送链架空，楼下切割摆胶叠片装置可以设在输送链机架的下方，设备长度可适当缩短，并留有横向通道。

水平回转型胶片冷却装置如图1-4-54所示，它主要由一对水平链轮1、挂胶杆和输送链3、隔离剂水槽6、轴流鼓风机2和切刀及输送带组成。从压片机等出片机引出的胶片4由接取输送带接取并送入隔离剂水槽6中浸涂隔离剂和冷却，然后通过输送带7送到挂胶杆和运输链3进行挂片吹风冷却，冷却后的胶片由输送带10送往切断装置按一定长度切断，并叠放在存胶盘14上。光电管9用于探测有无胶片从挂胶杆上引出，以控制冷却装置的工作。两个水平链轮中的一个为主动，另一个为被动。挂胶杆用螺栓紧固在一根直径为16mm的环形钢丝绳上，其一端作为与水平链轮啮合的齿，挂胶杆靠此啮合运行。挂胶杆的齿分别与两个链轮的齿槽啮合时，在水平方向具有约束力，并有足够的刚度。切断装置由辊刀13和固定刀12组成，两刀的刃口留有一定间隙，以利切割胶片。

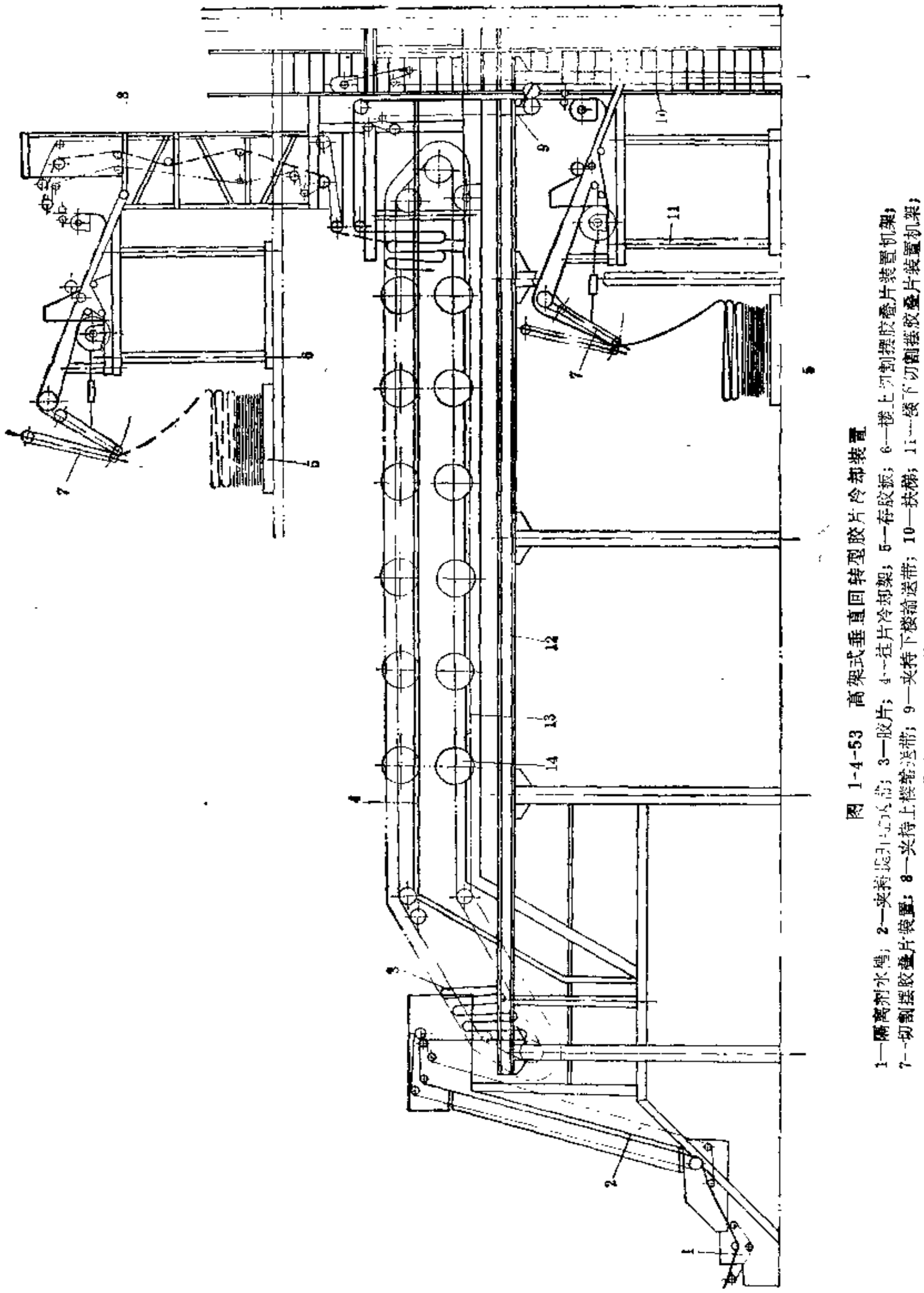
2. 主要性能参数

悬挂式胶片冷却装置最主要的性能参数是挂胶容量和冷却能力，每一种胶片冷却装置必须和所匹配使用的密炼机的炼胶能力相适应，并能在规定的时间内吹风冷却至工艺要求温度。目前，混炼胶的一般出片厚度为6～10mm，宽度为500～700mm，用风压约90Pa的风机以一定风量吹冷胶片约半小时，即可将胶片冷却至室温以上5～10℃。

国内外几种悬挂式胶片冷却装置的主要性能参数见表1-4-34。

3. 主要零部件结构

（1）涂隔离剂装置　胶片涂隔离剂有两种方法：浸泡法和喷淋法。浸泡法用隔离剂水槽，喷淋法用几根钻有喷淋小孔的管子。浸泡法所用的隔离剂水槽通常用钢板焊接制成，并设有接取输送带，用以将胶片引入水槽内，由直流电机经蜗轮减速器及链条传动。在接取输送带上面有一气动压辊，用以将胶片接头压紧。工作时，水槽内存放油酸钠隔离剂或其它隔离剂，用以浸泡胶片，使胶片冷却并涂上隔离剂。油酸钠液可循环使用。在接取输送带将胶片送入水槽之前的部位，在胶片两面装有喷淋隔离剂的管子，将胶片先喷上一层隔离剂，防止胶片浸入隔离剂水槽前接触粘在一起。胶片在引出水槽后进入夹持提升输送带前，



1—隔离剂水槽；2—夹持提引装置；3—胶片；4—挂片冷却架；5—存胶筋；6—楼上切割摆胶叠片装置机架；7—切割摆胶叠片装置；8—夹持上楼输送带；9—夹持下楼输送带；10—扶梯；11—楼下切割摆胶叠片装置机架；12—平台；13—挂胶输送店；14—轴流鼓风机

图 1-4-53 高架式垂直回转型胶片冷却装置

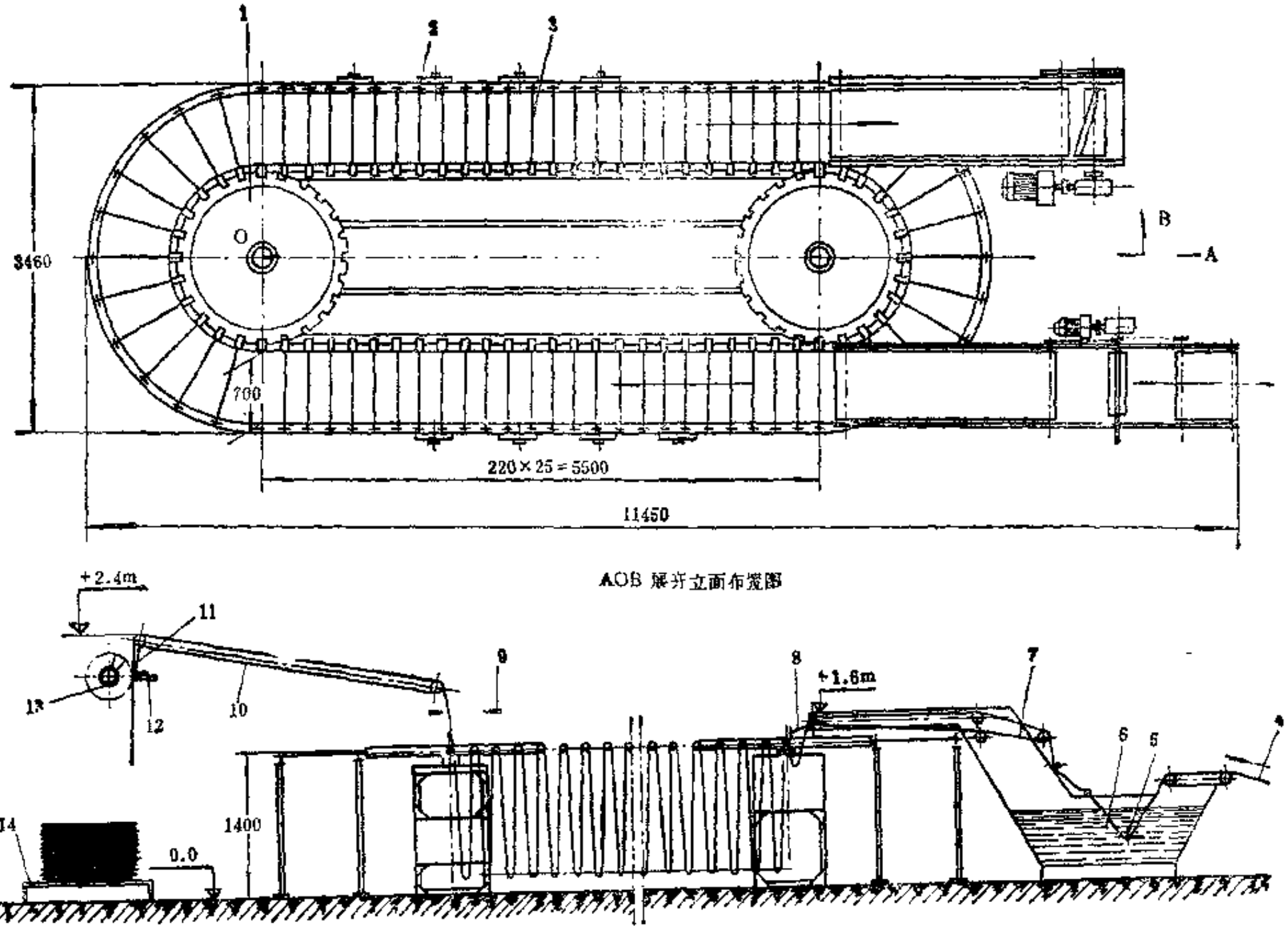


图 1-4-54　水平回转型悬挂式胶片冷却装置

1—水平链轮；2—轴流鼓风机；3—挂胶杆和输送链；4—胶片；5—压辊；6—隔离剂水槽；7、10—输送带；8—胶片挡板；9—光电管；11—推胶片板；12—固定刀；13—辊刀；14—存胶盘

表 1-4-34　悬挂式胶片冷却装置主要性能参数

型号 / 性能参数	XM-F600A	XM-F80K①	XM-F600	XM-F100/800	VMI	XM-FS660	PH-1②
结构形式	传统结构平地安装	传统结构平地安装	传统结构平地安装	高架结构平台安装	平地安装喷淋冷却	水平回转型架空安装平地安装	喷淋冷却
胶片厚度，mm	4～10	6～12	7～10	8	6～12	7～12	6～12
胶片宽度，mm	600	500～700	600	800	900	660	500～700
挂片高度，mm	1；1.5；2		2.2；3	1.4	1.4		
挂片吹风冷却时间，min		30	30	16～31		30	20～40
挂片容量，kg			～1000	2400		～1400	
冷却后胶片温度，℃	＜40	＜40	＜40	＜40	30～40	～30	＜40
接取输送带速度，m/min	10～40	0～45	0～30	32		0～30	10.2～40.8
接取输送带电机功率，kW		0.8	1.5	0.8	2	1.5	1.5
夹持输送带速度，m/min		0～25	20	30		—	
夹持输送带电机功率，kW		2.2				—	
挂胶杆间距，mm	100	120	200	160	100	220	100
挂胶链速度，m/min		0～0.6	1.33；1.82	0.38～0.76		0～2.64	
鼓风机：型号		SF30-831	03-[illegible]№6	DZ-12 5[illegible]		FA-400（8台）	30K₄-11（8台）
风量，m³/h			9900	7000	5200(9个)		
功率，kW		0.047	0.8	0.37	0.32	0.15	
夹持上楼输送带速度，m/min				30		—	
夹持下楼输送带速度，m/min				30		—	
摆胶牵引输送带速度，m/min				30	2.4～47	—	25.2
胶片切断长度，m	1		1			0.95	1
切刀电机功率，kW		3	1.5	2.2			3
外形尺寸，m	14.3×4.5×3.41		18.8×2.1×3.1	19.9×4×11.54	10.8×2×2.7	11.45×3.5×2.4	13.3×5.5×2.8

① 建阳橡胶机械厂产品。

② 油头化工橡胶机械厂产品。

胶片两侧设有压缩空气喷管，用于将胶片上的水分吹掉。在靠近夹持提升输送带处，在水槽的上部设有安全装置，当水槽中没有胶片时，控制夹持提升输送带停车。

采用喷淋法的涂隔离剂装置如图1-4-55所示。胶片从压片机上引出放在接取输送带 2 上后，挡住光电开关20，启动机器工作，将胶片送往提升输送带5，通过强制挂胶装置10.将胶片悬挂在挂胶输送链13的挂胶杆上进行喷淋隔离剂和鼓风冷却。这种喷涂隔离剂装置和挂胶冷却装置合为一体，在挂胶冷却装置第一区段的上、下方各设喷隔离剂管11和18，胶片在挂胶之前先由喷隔离剂管18在胶片下部喷淋隔离剂，而后由喷隔离剂管11喷淋隔离剂。这样，胶片两面均可喷淋上隔离剂。从胶片上滴落下来的隔离剂水液落在水槽15内，经过滤后循环使用，并随时补充隔离剂液。

接取输送带2和提升输送带5与压片机的出片速度相配合，可手动/自动调节，且两输送带可单独运转，方便操作。接取输送带端部的光电开关20用于感测接取输送带上有无胶片，有胶片时机器运转，无胶片时机器停转。当接取输送带2上的胶片挡住光电开关20的光源时，所设的计数器根据这一信号开始计算第一环胶片头的长度。在提升输送带5的主动辊一端设有接近开关，作为设定挂胶杆上胶片环长度的脉冲传感器，另一计数器根据接近开关计定每环胶片长度。当胶片长度达到设定值时，挂胶杆驱动气缸36（图1-4-59）动作，将挂胶杆推进一个行程。设在压片机和接取输送带之间的翻转架由人工抬起翻转或放下。

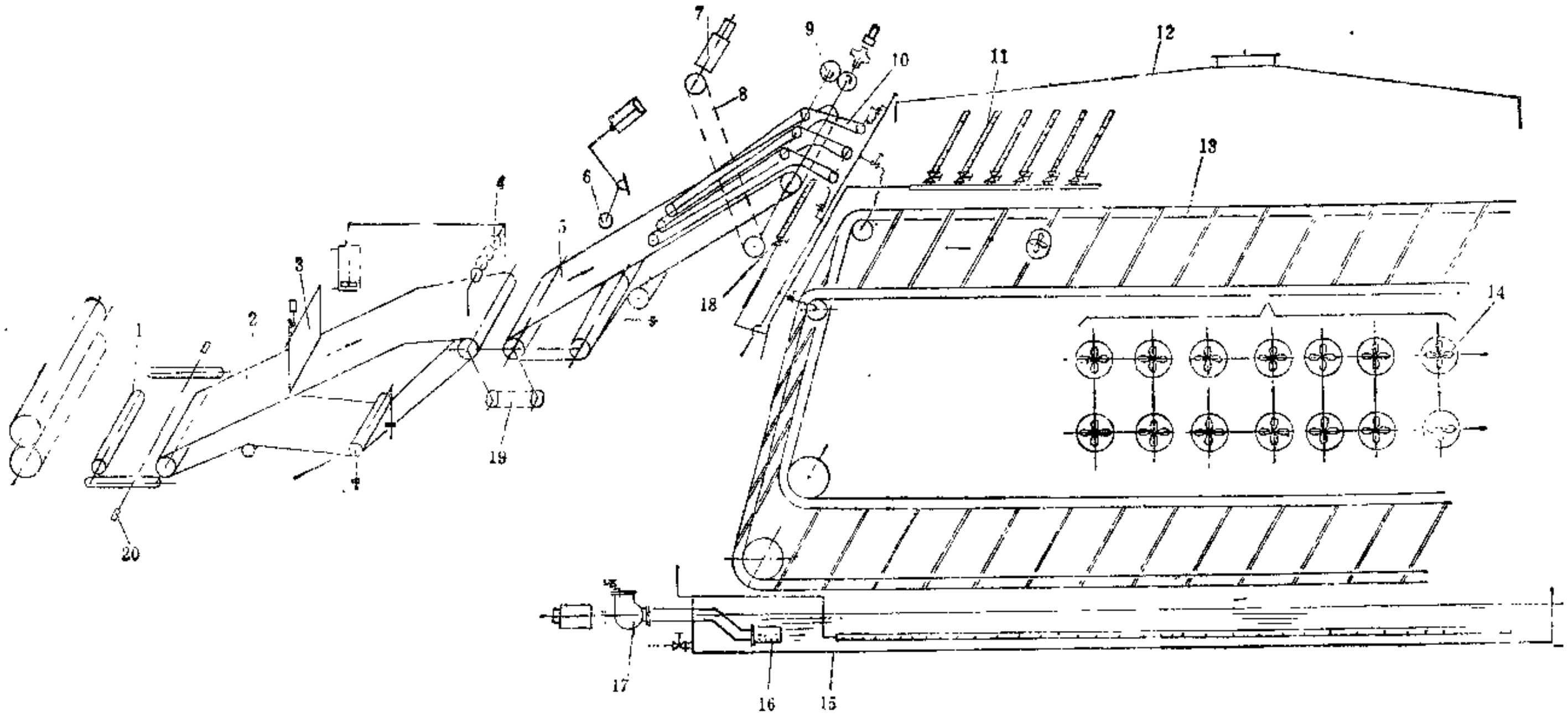


图 1-4-55　胶片接取和喷淋隔离剂装置

1—翻转架；2—接取输送带；3—挡板；4—胶片接头压辊；5—提升输送带；6—号码轮；7—传动装置；8—链条；9—齿轮；10—强制排胶装置；11、18—喷隔离剂管；12—轴风罩；13—拉胶输送链；14—鼓风机；15—水槽；16—过滤器；17—水泵；19—传动链条；20—工作信号光电开关

（2）挂胶冷却输送装置　这是冷却胶片的主要工作部分，它主要由挂胶环形输送链、机架和鼓风机等组成。机架由型钢焊接而成，轴流鼓风机设置在机架的一侧，对着悬挂的胶片吹风冷却。

输送链上的挂胶杆的间距目前有两种，一种是大间距，为200～220mm，另一种是小间距，为100～120mm。在同样设备长度条件下，小间距挂杆可增加挂片容量，增加冷却时间，提高胶片冷却程度。

图1-4-56所示为大间距挂杆挂胶冷却输送链的示意图。输送链由滚轮1、链条及胶片挂杆3组成，并由传动装置传动。胶片挂杆3直接用螺栓固定在左右两根输送链的内侧链片上。链条节距为200mm，挂杆每隔200mm设置一根。滚轮在机架轨道上运行。滚轮用钢或夹布酚醛塑料制成。

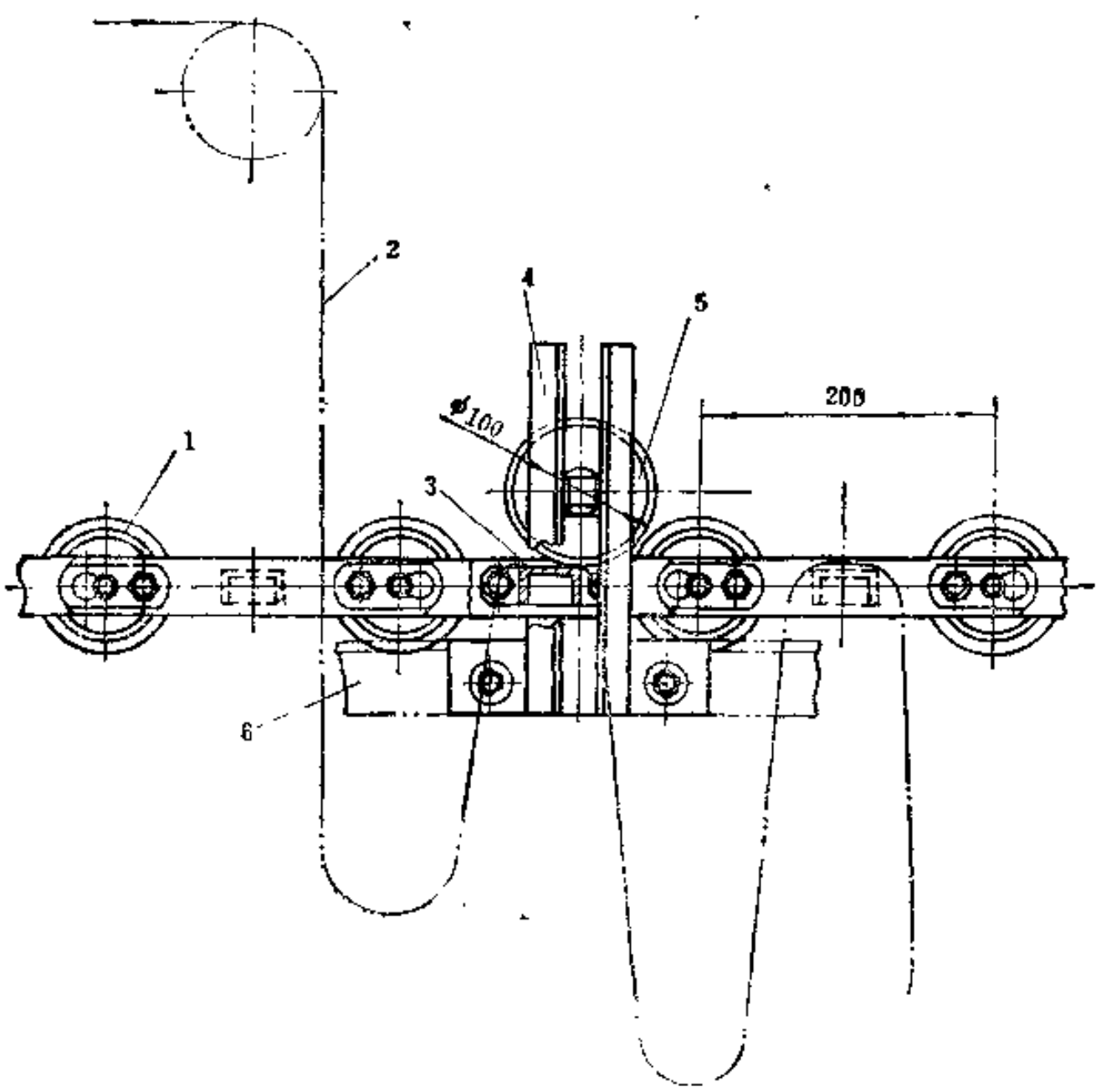


图 1-4-56　大间距挂杆输送链结构及其挂胶方法
1—滚轮；2—胶片；3—胶片挂杆；4—压辊支架；5—压辊；6—机架

夹持输送带将胶片2提升后下垂在两根挂杆之间，当胶片挂杆3如图示方向运行到压辊5的下方时，由于压辊5的重力作用，将胶片2压住，使其不能往前下滑，这样，当输送链以1.33m/min或1.82m/min慢速连续运行时，由于夹持输送带将胶片以快速（如20m/min）送往输送链，则胶片在压辊后面的挂杆3之间下垂。在前一挂杆通过压辊5后胶片继续下垂，待下垂到一定程度时，后一根挂杆运行到压辊5的下方，将胶片换挂到另一根挂杆上，如此连续工作。胶片挂于挂杆上的长度，按输送链输送速度，胶片挂杆间距和夹持输送带送料速度计算确定。

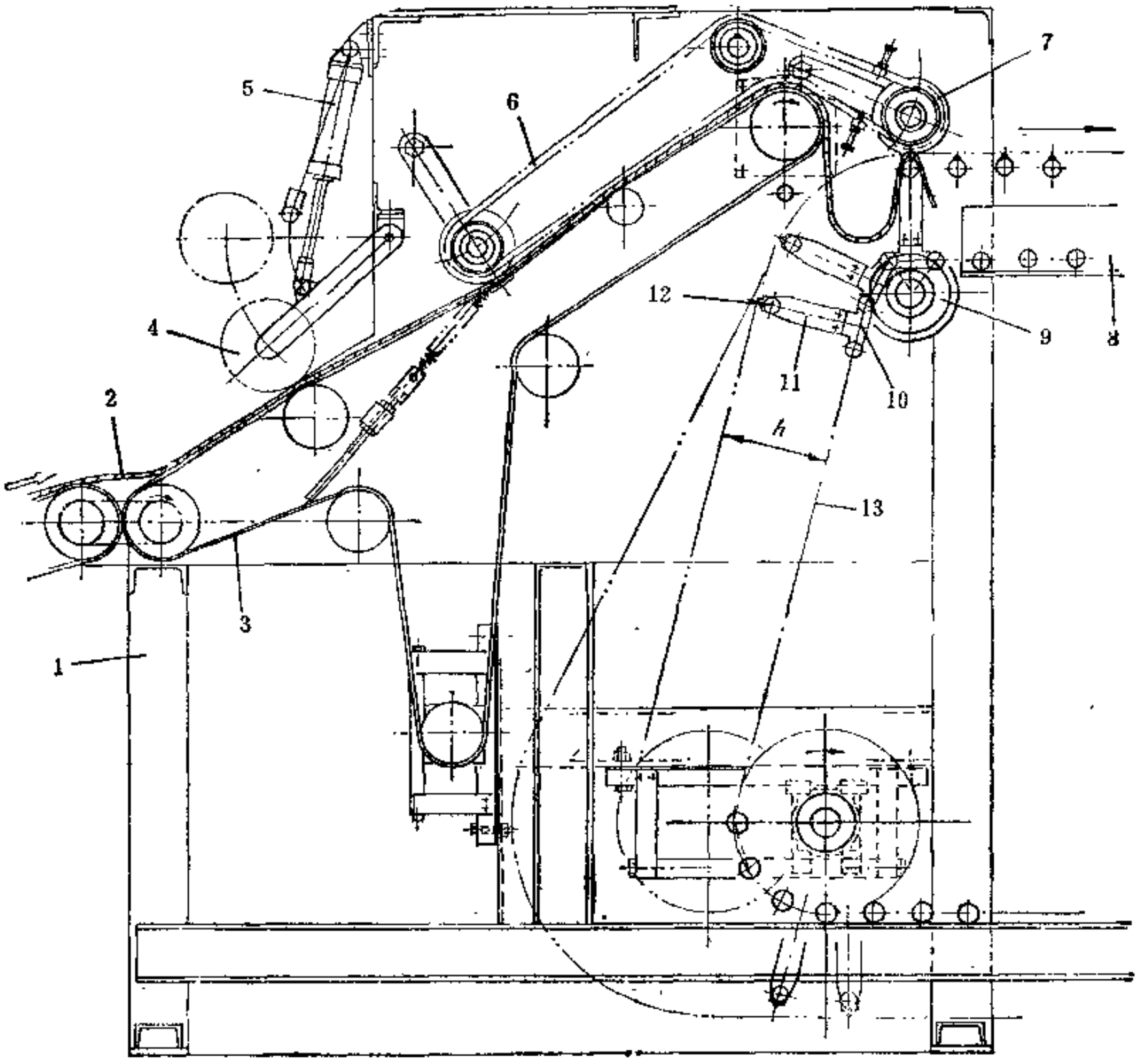


图 1-4-57　小间距挂杆结构示意图

1—机架；2—胶片；3—输送带；4—标记辊；5—气缸；6—夹持带；7—压辊；8—链条导轨；9—链轮；10—链板；11—支承板；12—挂杆；13—输送链

压辊5可在支架4上作上下浮动。

小间距挂杆的结构示意图如图1-4-57所示，这种挂杆的结构和上述大间距挂杆不同，在输送链13的链板10上设有支承板11，而挂杆12则装在支承板11的端部，这样挂杆顶部至链条滚子中心有一距离 h，h 值通常为200mm左右。当节距为100mm的链条绕链轮9拐弯挂胶时，相邻挂杆之间的距离就会张得很大，胶片就非常容易挂在挂杆上。当挂杆转过链轮后，随即恢复正常间距。胶片挂杆上按一定间距焊有钉头，以易于挂住胶片。

（3）切断摆胶叠片装置　其结构形式众多，但功能一样，完成胶片冷却后的切断（或不切断）摆胶叠放。现介绍下列两种结构形式，供参考。

图1-4-58所示为一种常用的传统结构切断摆胶叠片装置，由胶片切断装置和摆胶装置两部分组成，由齿轮减速电机12通过链条传动带动。冷却后的胶片1由输送带送到切断装置将胶片按一定长度切断。切断装置由固定切刀2和回转切刀3组成。回转切刀与轴线成5°角度，安装在切刀辊6上。切刀辊回转一次，切胶一次。切刀材料为T10A，刃部热处理，硬度为

HKC60。切刀不加热，冷态切胶。当胶片不需切断时，电磁离合器5断电松开，齿轮4空转，切刀3不转，胶片直接由输送带7送到摆胶装置。摆胶装置由偏心轮11、连杆10和两条夹持输送带9组成。两条输送带的下端皮带轮轴上分别装有齿轮8，使输送带都成为主动。输送带在偏心轮11和连杆10的带动下作摆胶动作。当摆放切断的胶片时，一次往复运动摆放两片胶片。胶片叠放在升降工作台上。如果胶片不切断时，则此工作台不用。

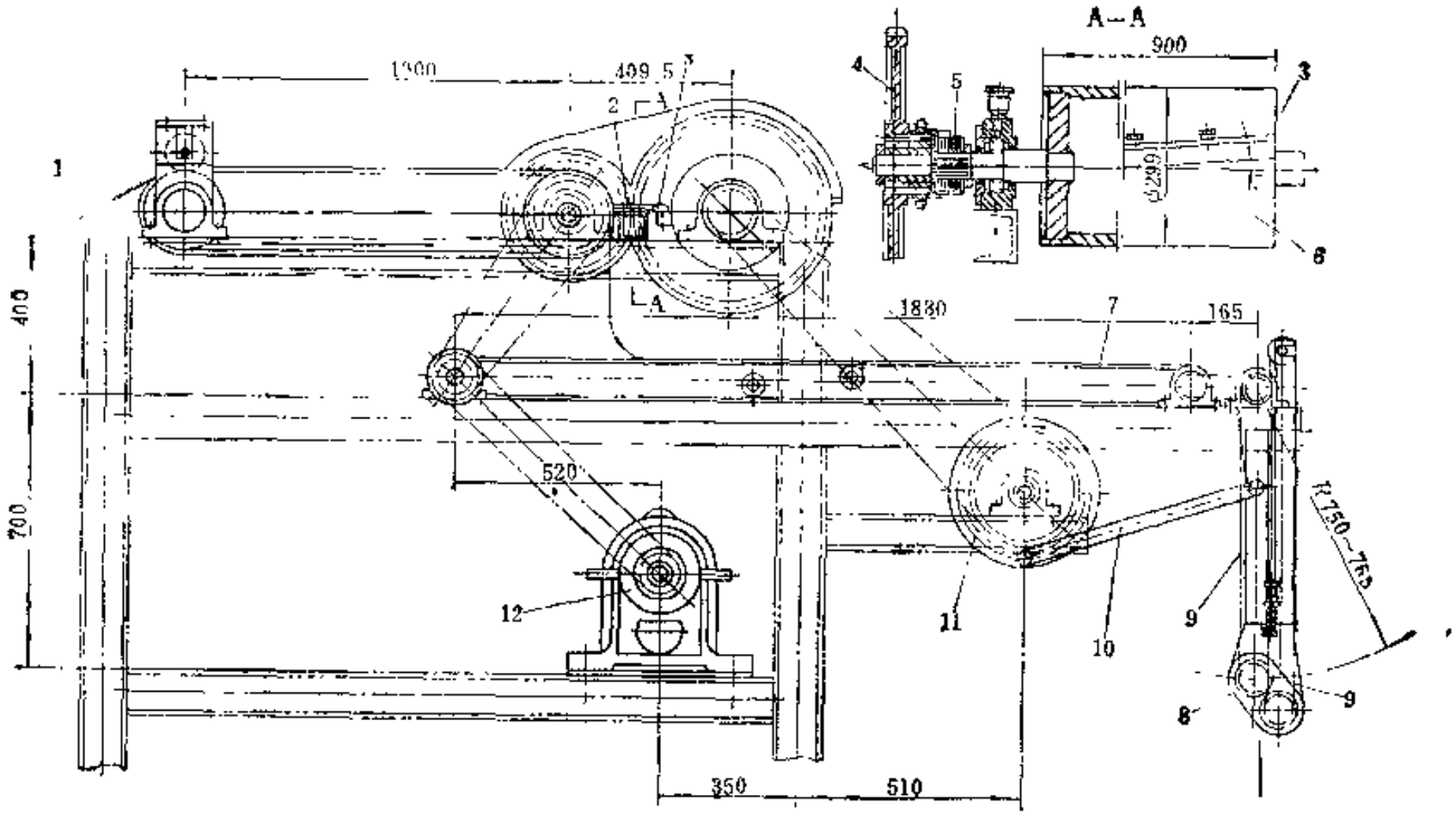


图 1-4-58 切断摆胶叠片装置

1—胶片；2—固定切刀；3—回转切刀；4—齿轮；5—电磁离合器；6—回转切刀辊；7—输送带；8—齿轮；9—摆胶夹持输送带；10—连杆；11—偏心轮；12—齿轮减速电机

升降工作台的下方设有传动装置，由电机通过齿轮和齿轮齿条传动，带动工作台上下移动。传动装置有两种速度，上升用快速，下降用慢速。在叠片过程中，摆胶装置每摆放一次胶片，工作台下降约10mm。

图1-4-59是VMI悬挂式胶片冷却装置上的一种结构，经过冷却后的胶片由机械手7从冷却装置挂杆上抓起放在移动输送带31上。在开始进行该项操作时，输送带31随机架右移，机械手7在气缸1的作用下向下运动进行抓胶，机械手7的抓胶动作由气缸5和6控制。机械手抓到胶片后向上运动，空出空间使输送带31左移，释放机械手7，胶片放在输送带31上，并输送到输送带31和13之间，随着机架的向右移动而将胶片铺放在叠片平台20上，待铺放到平台20的右边时，机架向左移动，胶片在平台20的右端打折后向左移动铺放，待到左端时，根据需要由切刀22和23将胶片切断，然后机架带着胶片重新向右移动，开始一个新的叠片周期。这样叠放的胶片呈对折形式。

机架带着输送带31向右移动时，气缸12动作，推动半圆辊11转动，将输送带31压在机架上，因此机架向右移动时输送带31不能运动，而输送带13作反时针方向转动，将胶片输出。当机架向左移动时，气缸12释放半圆轴11，输送带31顺时针方向自由转动，而输送带13由于棘轮的关系，不作转动。输送带13和31的左端辊筒均装有如图所示转向的棘轮。装有输送带31的机架由液压马达28带动左右移动。活动切刀装在链条上，因而同样由液压马达28带动。

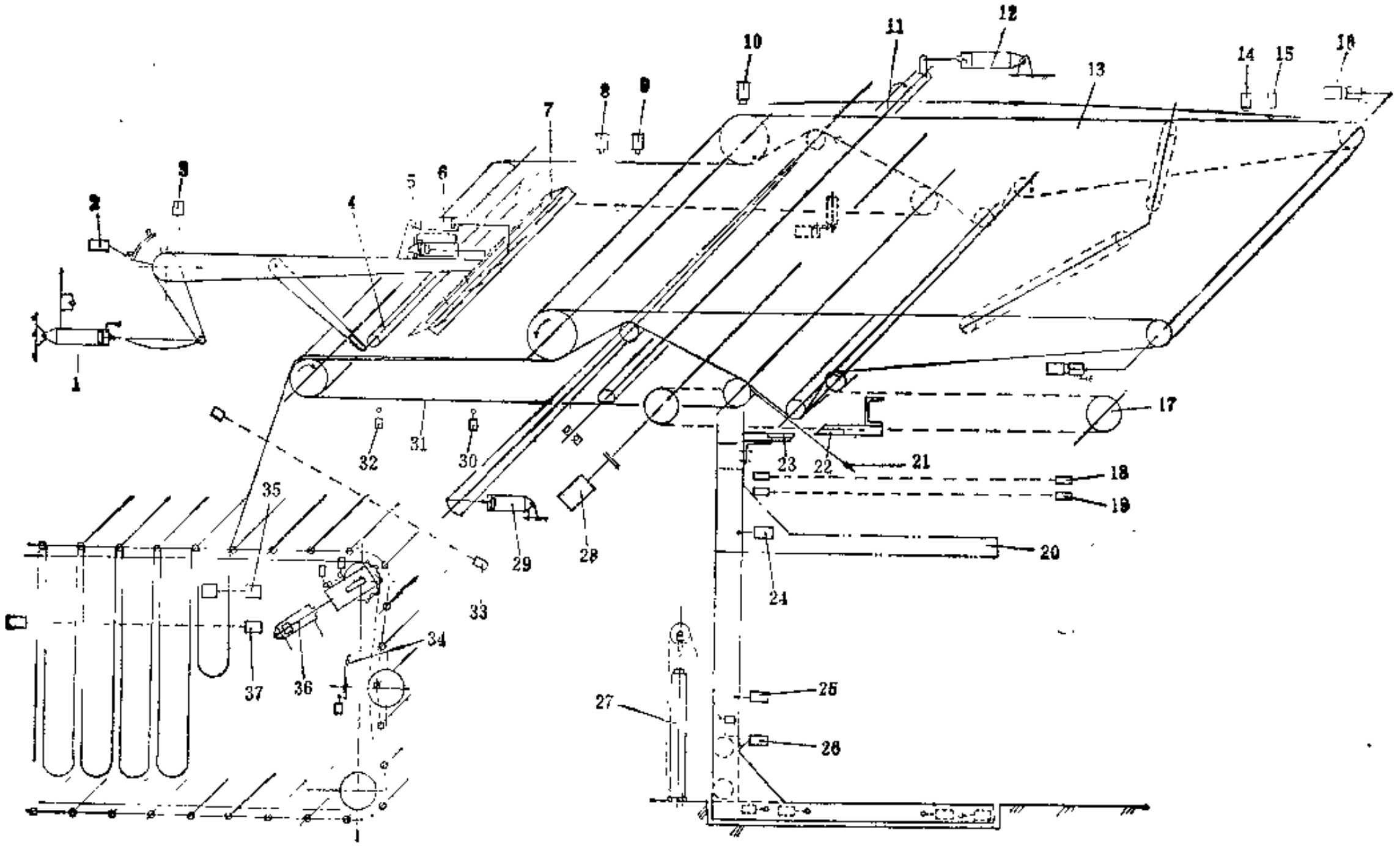


图 1-4-59　液压驱动式摆胶叠片切断装置

1—抓胶机械手气缸；2、3—抓胶机械手限位开关；4—胶片压辊；5、6—机械手控制气缸；7—机械手；8—叠片信号开关；9—机械手释放开关；10—切割反向限位开关；11—半圆辊；12—气缸；13—固定输送带；14—叠片开关；15—机架返回限位开关；16—输送带张紧气缸；17—张紧链轮；18—平台下降至胶片切断位置时的光电开关；19—平台下降至叠片位置时的光电开关；20—叠片平台；21—胶片；22—活动切刀；23—固定切刀；24—平台上升限位开关；25—平台下降限位开关；26—平台下降终点限位开关；27—平台升降液压缸；28—液压马达；29—输送带调偏气缸；30—右减速限位开关；31—移动输送带；32—左减速限位开关；33—胶片探测光电开关；34—挂片过位紧急开关；35—机械手抓胶光电开关；36—挂胶输送链驱动气缸；37—胶片叠切停止光电开关

根据工艺要求，活动切刀22只在向左移动时才作切割胶片的动作。随着胶片在平台20上的叠放，平台20在液压缸27的作用下逐步下降。当胶片叠放到一定高度时，停止叠片，由铲车运走，而后平台20快速上升到上部位置。叠放在平台20上的胶片可以切断叠放，也可以不切断叠放，由光电开关18和19分别控制。光电开关18用于叠放切断胶片，光电开关19用于叠放不切断的胶片，采用哪种方法，按使用要求而定。

叠片平台20的快速升起以及叠片时的慢速间歇下降均由液压缸及各限位开关和光电开关自动控制。

为了保证输送带的正确位置及夹持作用，输送带31由气缸29和限位开关自动调整。输送带13由两个气缸16拉紧。机架左右移动的换向、终点减速和切割操作由各限位开关控制。

光电开关33、35、37的作用是：当胶片到达光电开关35时，机械手7自动抓夹胶片，当胶片被夹上遮挡开关33时，叠片切断装置开始工作。叠片和切割操作由一系列限位开关按工艺要求自动完成。当胶片没有挡住光电开关37时，自动停止叠片切断工作。当胶片挡住光电开关37时，工作才重新开始。

第五章　螺杆挤出机及其附属机械

第一节　概　　述

螺杆挤出机简称挤出机，又名压出机，是橡胶加工的主要设备之一，已有100多年的使用历史。老式的挤出机胶料必须经热炼后才能喂入，而现代的冷喂料挤出机，胶料不须预热便可直接喂入，它具有完善的温度控制系统，很大的驱动电机功率。作为冷喂料挤出机的一种派生——排气挤出机，能够排除胶料中易挥发的物质、水分和空气，有效地减少制品挤出后在常压下硫化时产生气泡。挤出机作为一种混炼设备，越来越受到重视。EVK挤出机就是其中一种，在螺杆的螺纹之间加设挡板，加强流动胶料的分散与结合，最后达到更好的混合。这种挤出机不但可以用来混炼固体橡胶，同样也可用于混炼粉末橡胶。70年代中期发展起来的冷喂料销钉机筒挤出机，以其优异的性能，受到了用户很大的欢迎。

我国设计、制造螺杆挤出机已有30多年的历史，目前，各种热喂料挤出机、滤胶机、螺杆型炼机已形成系列，排气挤出机、挡板型混炼挤出机的研制已取得了可喜的成果，冷喂料销钉机筒挤出机和辊筒机头排料挤出机已逐步在国内推广，随着橡胶工业的发展，螺杆挤出机的应用必将越来越广泛。

一、用途和分类

橡胶的挤出过程包括：输送过程（同时进行一定程度的分散混合）和把胶料挤压成一定断面形状的过程两个部分。螺杆挤出机属于连续作业的机器，可单独使用，也可与其它机器联动，组成流水作业线。

螺杆挤出机在橡胶加工中主要用于胶料的压型，制取一定断面形状的半制品，如胎面、内胎、胶管及各种橡胶嵌条等。还广泛用于生胶的塑炼；混炼胶的压片和造粒；钢丝、电缆及电线的包胶；混炼胶以及再生胶的过滤和再生胶的脱硫等。

橡胶挤出机的分类，通常按其用途分类：

压型挤出机，用于生产各种断面形状的半制品，如轮胎胎面、内胎、异型胶条、胶片等；

滤胶挤出机，简称滤胶机，用于清除胶料中的混杂物；

塑炼挤出机，常称螺杆塑炼机，用于天然橡胶的塑炼；

混炼挤出机，用于制备混炼胶；

造粒挤出机，简称造粒机，用于生胶或胶料的造粒；

压片挤出机，也称螺杆压片机，用于胶料的压片；

脱硫挤出机，也称螺杆脱硫机，用于再生胶的脱硫；

压干挤出机，也称螺杆压干机，用于合成橡胶和再生胶的脱水干燥。

二、一般构造和工作原理

螺杆挤出机主要由螺杆、机筒、机头、喂料机构、传动装置、温度控制系统和电控系统

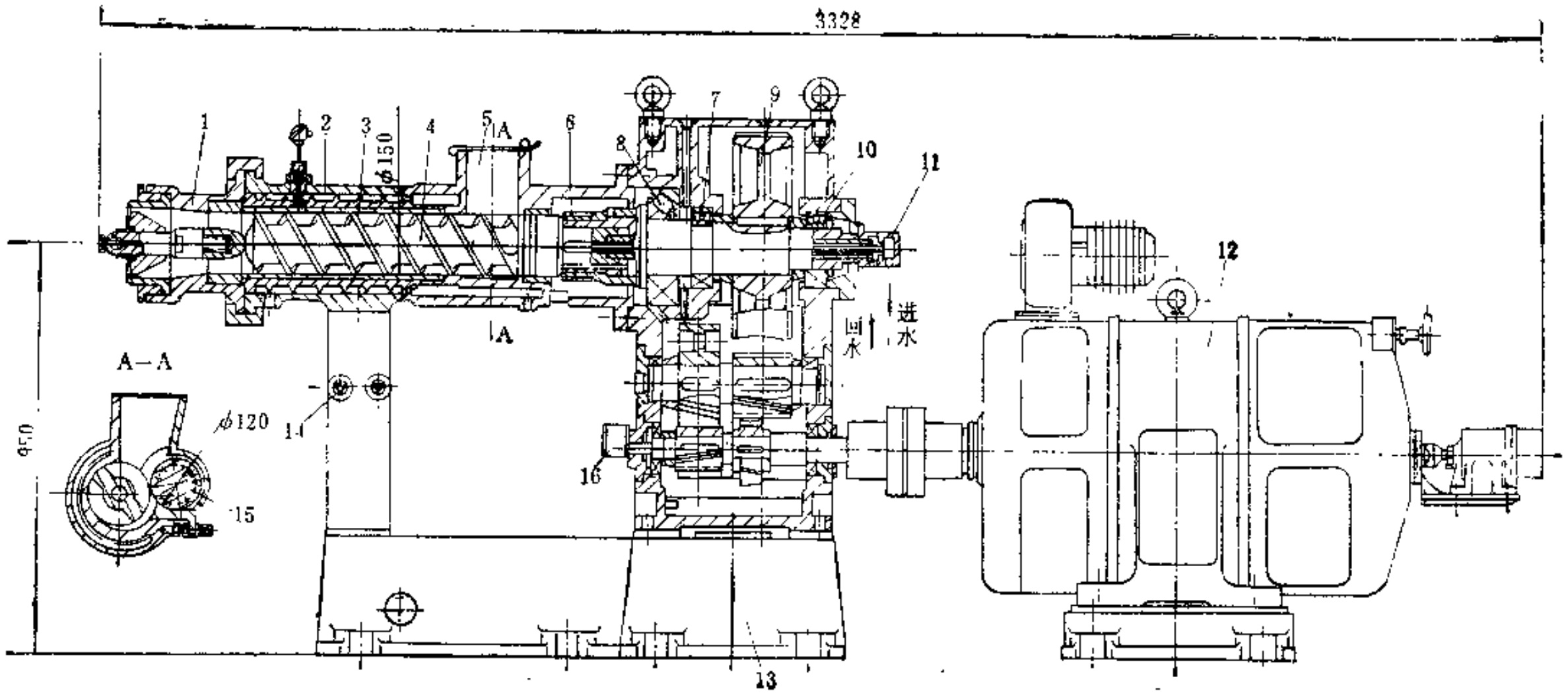


图 1-5-1　φ150螺杆挤出机

1—机头；2—机筒；3—衬套；4—螺杆；5—喂料口；6—齿轮；7、10—双列调心球面滚子轴承；8—推力轴承；9—减速器；11—回转接头；12—整流子变速电机；13—底座；14—加热冷却装置；15—喂料辊；16—润滑油泵

组成。图1-5-1所示为生产汽车内胎用的φ150螺杆挤出机。螺杆 4用两个径向轴承7和10支承旋转，轴向力由推力轴承 8 承受，全部轴承精密地安装在机体内，以保证螺杆与机身衬套之间的间隙，螺杆的尾部装有传动齿轮。机筒2、机头1和螺杆 4 的温度，由加热冷却装置14加以调节，胶料从喂料口加入，由喂料辊15把胶料挤到螺杆的螺槽中。由于螺杆的旋转作用，推动胶料向机头方向移动，最后从口型中挤出。

在挤出过程中，由于胶料与螺杆表面和机筒表面之间产生摩擦，使胶料产生压缩变形和剪切变形，从而引起温升。随着胶料向机头方向不断推移，胶料的塑性逐渐增加，温度逐渐升高，胶料逐渐由高弹态向粘流态过渡，在机头中胶料进一步压缩，口型孔的断面越小，胶料受压越大。胶料在口型中的流动速度，中心部位较大，边部较小。

在螺杆工作部分的全长上，按胶料的状态可分为三个不同区域：喂料（加料）区段、塑化（压缩）区段和挤出（计量）区段。

喂料区段的作用是吃进胶料。胶料在螺杆的推挤作用下，在螺杆螺纹沟槽表面与机筒内

表 1-5-1 冷喂料挤出机基本参数 (*HG 5—1481—82*)

型号	螺杆直径 mm	螺杆最高转速 r/min	螺杆长径比 *L/D*	主电机最大功率 kW	最大生产能力 kg/h	型号	螺杆直径 mm	螺杆最高转速 r/min	螺杆长径比 *L/D*	主电机最大功率 kW	最大生产能力 kg/h
XJW-40	40	70	8、10、12	10	60	XJW-150	150	50	12、16、18	200	1000
XJW-60	60	65	8、10、12	22	110	XJW-200	200	40	12、16、18	320	1500
XJW-90	90	60	10、12	55	300	XJW-250	250	30	18、20	550	3000
XJW-120	120	55	12、14、16	100	600	XJW-300	300	25	18、20	700	4000

表 1-5-2 热喂料压型及滤胶挤出机基本参数 (HG 5—1482—82)

型号	螺杆直径 mm	螺杆最高转速 r/min	螺杆长径比 *L/D*	主电机最大功率 kW	最大生产能力 kg/h	型号	螺杆直径 mm	螺杆最高转速 r/min	螺杆长径比 *L/D*	主电机最大功率 kW	最大生产能力 kg/h
XJ-40	40	90	4～6	5.5	20	XJ-200	200	60	4～6	75	1800
XJ-60/65	60	81	4～6	10	65	XJ-250	250	60	4～6	100	3600
	65①	81	4～6	10	65	XJ-300	300	45	4～6	130	4570
XJ-90	90	81	4～6	22	220	XJL-120	120	40	4～6	20	170
XJ-120/115	120	81	4～6	40	530	XJL-150	150	40	4～6	40	400
	115①	81	4～6	40	530	XJL-200	200	40	4～6	55	800
XJ-150	150	81	4～6	55	1050	XJL-250	250	40	4～6	95	1600

① 为逐步向φ60和φ120过渡的规格。

表面之间形成相对运动，在喂料口处连续形成胶团，这些胶团边转动边前进，逐渐压实。胶料由硬变软，开始塑化，喂料区段的长度可达螺杆直径的1.2～1.5倍。

塑化区段的作用是压缩、加热、塑化胶料。由喂料区段送来的胶团互相粘结，在螺杆轴向力作用下逐渐压实。被压实的胶料在螺杆与机筒之间受到摩擦力的作用，使胶料继续受到压缩与剪切变形，受热并塑化，胶料由高弹的固体状态向粘流状态转化。塑化区段的长度可达螺杆直径的1.5～2.0倍。

挤出区段要完成计量和均化作用。从塑化区段送来的胶料进一步加压、搅拌、塑化，并向机头挤压，使胶料定压、定量、定温地从机头的口型中挤出。胶料在挤出区段已完全形成粘流状态，决定着挤出机的产量。

三、主要性能参数

HG 5—1481—82标准规定的冷喂料挤出机基本参数见表1-5-1，HG 5—1482—82标准规定的热喂料压型及滤胶挤出机基本参数见表1-5-2。

国产的热喂料挤出机及冷喂料挤出机的主要性能参数见表1-5-3及表1-5-4。国产滤胶机主要性能参数见表1-5-5。国产冷喂料销钉机筒挤出机的主要性能参数见表1-5-6。

表 1-5-3 **国产热喂料挤出机主要性能参数表**

参数 \ 型号	XJ-65	XJ-85	XJ-115	XJ-150	XJ-150	XJ 200	XJ-250	XJ-116SG
螺杆螺纹型式	双头等深收敛式	双头等距不等深式	双头收敛式	双头不等深式	双头等深收敛式	双头收敛式	收敛式	
螺杆外径，mm	65	85	115	150	150	200	250	115
螺杆长径比 L/D	4	4.3	4.3	4.43	4.6	4.35	4.5	6
压缩比		1.3	1.3	1.34	1.55			
螺杆转速，r/min	20、27、35、47	28、40、56、80	20、33、46、60	27～81	25～75	32.4～67.2	19.7～59.1	5.5～55
电机功率，kW	7.5	11/15	22	40 整流子电机	18.3～55 整流子电机	25～55 整流子电机	33.3～100 整流子电机	30 直流
生产能力，kg/h	50～80	70～210	600			2200	3500	320
蒸汽压力，MPa	0.2～0.3	0.3～0.4	0.4	0.6	0.3～0.4	0.6～0.8	0.6～0.8	0.3
冷却水压力，MPa	0.2～0.3	0.2～0.3	0.2	0.3～0.6	0.2～0.4	0.3	0.2～0.3	0.2～0.3
压缩空气压力，MPa					0.4～0.6	0.3～0.6	0.6	
外形尺寸，mm（长×宽×高）	1630×604×1050	长×宽 2050×700	2300×800×1355	3585×814×1470	3685×1350×1530	4564×1800×1750	4950×1150×1483	2958×716×1450
重量，kg	1200	2500	3500	4000	5000	8000（不带机头）	8000	4000
制造厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	桂林橡胶机械厂	南京橡胶塑料机械厂 桂林橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	桂林橡胶机械厂 天津橡胶机械厂 呼和浩特市橡胶塑料机械厂	桂林橡胶机械厂 沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂 桂林橡胶机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂

表 1-5-4 国产冷喂料挤出机主要性能参数

参数 \ 型号	XJW-85	XJW-90	XJW-120	XJW-150	XJW-200	XJWP-75 (排气挤出机)	XJW-50	XJW-65	XJW-115	XJW-150
螺杆螺纹型式	双头收敛式主副螺纹	主副螺纹	主副螺纹	收敛式主副螺纹	收敛式主副螺纹					
螺杆直径，mm	85	90	120	150	200	75	50	65	115	150
长径比 L/D	10	14	12	12	12	16	8.12	8	10	8
压缩比			1.6							
螺杆转速，r/min	20～80	19～58	19～58	16～48	15.5～46.5	25～75	4～36	20～60	20～60	15～45
电机功率，kW	10～30 整流子电机	18.3～55 整流子电机	18.3～55 整流子电机	33.3～100 整流子电机	320 直流电机	30 整流子电机	7.5	10/3.3	55/18.3	75/25
生产能力，kg/h	220		600	1200	530～1580	130	40	80	400	900
机身冷却区段数		3	3							
蒸汽压力，MPa	0.4		0.6	0.4～0.6	0.6	0.2～0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
冷却水压力，MPa	0.2		0.3	0.2～0.3	0.2～0.3	0.2～0.5	0.2～0.3	0.2～0.3	0.2～0.3	0.2～0.3
压缩空气压力，MPa				0.6	0.6					
外形尺寸，mm (长×宽×高)	3305×835×1615	3660×1200×1350	3750×1200×1350	5130×1150×1509	7183×1974×2285	2230×745×1265		1475×1370×1346	3895×920×1440	2825×1230×1450
重量，kg	3000	5500	15000	9000	12000	2500		1500	4160	5000
制造厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	桂林橡胶机械厂 沈阳橡胶机械厂	桂林橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂

表 1-5-5　国产滤胶机主要性能参数

参数 \ 型号	XJL-115A	XJL-150	XJL-150①	XJL-150A	XJL-200	XJL-200	XJL-250
螺杆直径，mm	115	150	150	150	200	200	250
螺杆长径比 L/D	4.8	5.2	5.14		4.94	4.37	
螺杆转速，r/min	20、33、46、60	42	43	41.3	44	45	40
主电机功率，kW	22	37	30	40	75	55	95
切割装置转速，r/min	—		—	17			16
生产能力，kg/h	420	400	350～450	400	800	920	1600
蒸汽压力，MPa	0.3	0.3		0.6～0.8	0.4	0.3	0.6～0.8
冷却水压力，MPa	0.2～0.3	0.2～0.3		0.2～0.3	0.2	0.2～0.3	0.2～0.3
外形寸尺，（长×宽×高），mm	2235×750×1355	3037×978×1698	2960×1110×950	2873×1220×1378	4600×1800×1800	3097×750×1350	4030×1250×1690
重量，kg	2300	5000	2000		8000	5100	9000
制造厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	无锡市橡胶塑料机械厂	沈阳橡胶机械厂	桂林橡胶机械厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	沈阳橡胶机械厂

① 压型与滤胶两用。

表 1-5-6　国产冷喂料销钉机筒挤出机主要性能参数

参数 \ 型号	XJD-90	XJD-120	GE120KS×14D	GE150KS×16D	GE200KS×18D	GE200KS×12D（用于预热）
螺杆直径，mm	90	120	120	150	200	200
螺杆长径比 L/D	12	14	14	16	18	12
螺杆转速，r/min	6～60	10～45	最大55	最大44	最大33	最大26
电机功率，kW	40	75	90	180	300	230
总装机容量，kW	64	102				
销钉排数	8	10	12	12	12	10
每排销钉数	6	6	8	8	10	10
加热冷却区段	4	4				
产量，kg/h	～300	450～700	～1000	～1200	～2100	～2300
外形尺寸，mm（长×宽×高）	2186×800×1611	4614×2981×2145				
重量，kg			3250	7250	12600	12000
制造厂或设计单位	化工部桂林橡胶设计研究院	化工部桂林橡胶设计研究院	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂

第二节　螺杆挤出机的基本结构

一、基 本 结 构

螺杆挤出机通常由挤出机主机、辅机及控制系统组成。主机包括挤压系统、传动系统及加热冷却系统。挤压系统主要由螺杆、机筒和机头组成。传动系统用于驱动螺杆，保证螺杆工作时的扭矩和转速。加热冷却系统用于控制操作过程的温度。辅机包括完成工艺过程需要的各种机器，如牵引装置、冷却装置、切割装置、卷取装置及称量装置等。控制系统主要由电器、仪表和执行机构等组成。

热喂料挤出机的特点是：螺杆的长径比比较小，螺纹沟槽的深度较大。胶料在供胶的热炼机上预热到60～80℃，切条后，经输送带送到挤出机喂料口。由于胶料在热炼机上停留时

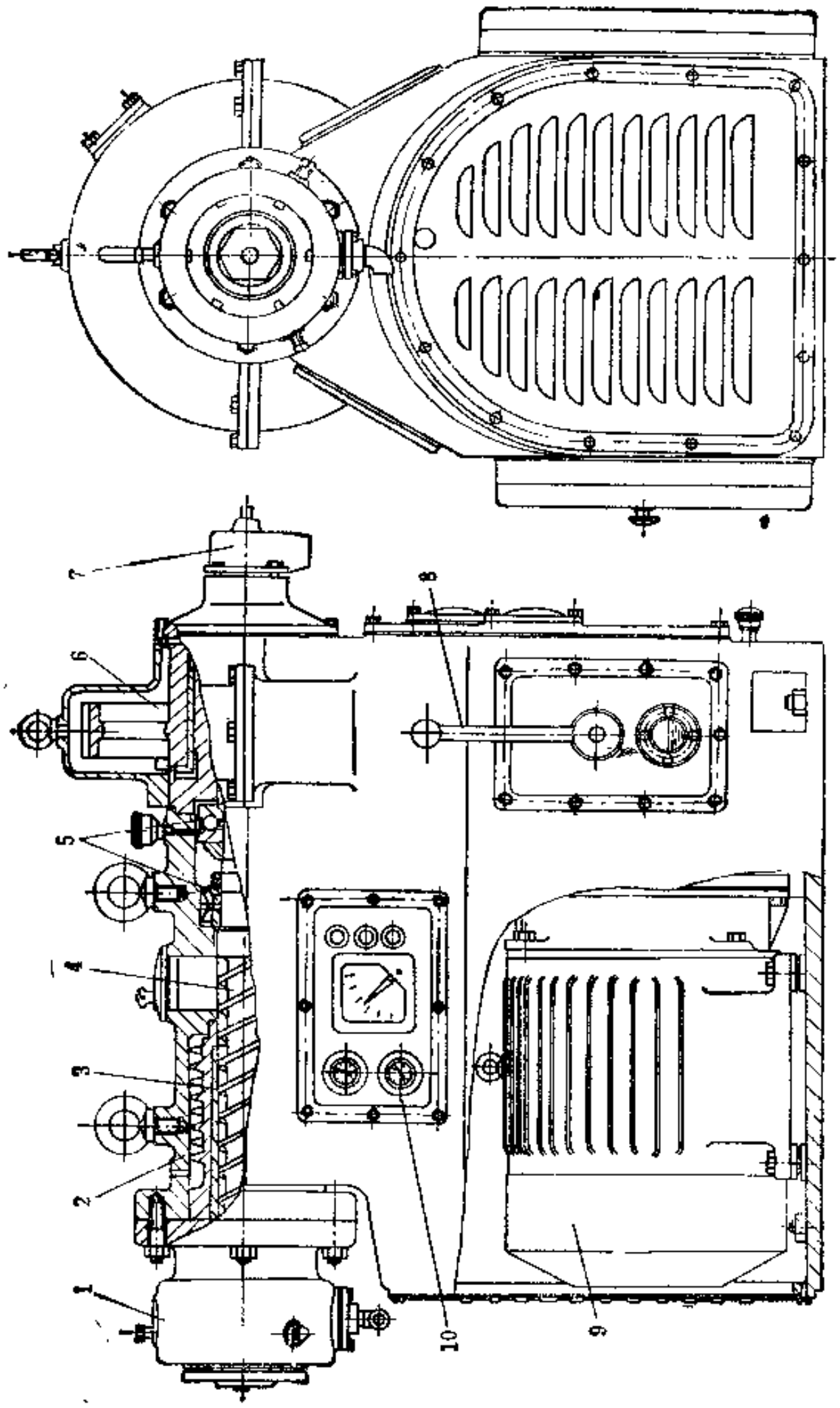


图 1-5-2 φ85热喂料挤出机

1—机头；2—机筒；3—衬套；4—螺杆；5—轴承；6—减速器；7—回转接头；8—变速操纵手柄；9—电机；
10—仪表盘

间的不同，胶料的可塑度不够稳定，影响到挤出质量。

图1-5-2所示为φ85热喂料挤出机。电机与减速器均装在一个机体内，由双速电机经减速器驱动螺杆回转，可进行机械有级调速。它广泛地用于胶管生产上。

图1-5-3所示为φ250热喂料胎面挤出机。螺杆4是双头收敛式螺纹，机头与机筒温度分别用热电偶测量，人工调节其温度。喂料口上装有喂料辊，进行强制喂料。由交流整流子电机经减速器驱动螺杆，可在一定范围内无级地调节螺杆转速。更换机头，可生产其它制品。

图1-5-4所示为φ200/250热喂料复合胎面挤出机，上、下两根螺杆1分别由两台交流整流子电机经减速器驱动，机筒是整体的，在其前端装有胎面复合机头。两个喂料口5、16都装有喂料辊，两种胶料分别由两根螺杆挤出，在复合机头内汇合，挤压成为胎面。

冷喂料挤出机的特点是：胶料不经热炼，把室温下的胶条直接喂入挤出机。用冷喂料挤出机挤出的制品，质量好，劳动生产率可提高1～1.5倍，而投资可减少$\frac{1}{3}$～$\frac{1}{2}$。其螺杆的长径比比较大，螺纹沟槽的深度较浅。它的驱动电机功率为同规格热喂料挤出机的2～3倍，但由于冷喂料挤出机不需要配备热炼机，因而其单位能耗比热喂料挤出机还是降低了。

图1-5-5所示为φ/150冷喂料挤出机，主要用于电线、电缆、胶管等的生产中。其螺杆采用主副螺纹收敛式。螺杆尾部采用花键浮动连接，加工简单，装配方便。机筒由前、后两段组成。前段机筒用无缝钢管焊接而成。其冷却夹套采用多段梯形螺纹沟槽，以提高其热交换效率。主电机为75/25kW交流整流子电机，经圆弧齿轮减速器传动螺杆。减速器的传动轴采用立式三角形排列，使结构紧凑占地面积小。

冷喂料排气挤出机用于排除胶料中的气体，降低胶料的多孔性和膨胀性，提高半制品的密实性。其结构特点是：在挤出机的机筒上装有真空系统，用于排除胶料中的水分和挥发物，但它的产量较低，仅为同规格的热喂料或冷喂料挤出机的50%。现代冷喂料排气挤出机配备一组可以更换的螺杆，使用不同的螺杆，可作排气或不排气的冷喂料挤出之用。

图1-5-6所示为φ75冷喂料排气挤出机。它采用直流电机驱动，调速范围大，效率高，占地面积小，采用直立式减速器，电机装在机壳内，结构紧凑，外形美观。它采用强力塑化螺杆，胶料塑化好，并采用喂料辊强制喂料，输送能力强，挤出的稳定性好。为防止从排气口排出的有害气体污染环境，还设有冷却过滤装置，此外还装有电压、电流、温度等测量及控制仪表。

图1-5-7所示为φ150冷喂料销钉机筒挤出机，机筒分成三段，用法兰联接。在机筒的前段和中段上装有销钉，共10排，每排有销钉8个，其销钉的数量可根据胶料的性质、塑化的要求进行调整、增减。为了控制机筒的温度，在机筒壁的轴线方向钻有加热或冷却水的通道。机筒、螺杆、机头分别设有温控系统，保证胶料在一定的操作温度条件下挤出，从而使其具有良好的挤出质量。螺杆由直流电机经减速器驱动。冷喂料销钉机筒挤出机在拆卸螺杆时，应先把销钉从机筒上拆下。

二、传 动 装 置

螺杆挤出机的传动装置包括：电机、减速器和调速机构。调速机构有有级调速和无级调速两种，使螺杆转速能在1:3～1:10范围内变化。

图1-5-8所示为典型的螺杆挤出机传动系统图。图1-5-8 a是由异步电机2经四次变速箱驱动螺杆的传动系统。适用于小型挤出机。

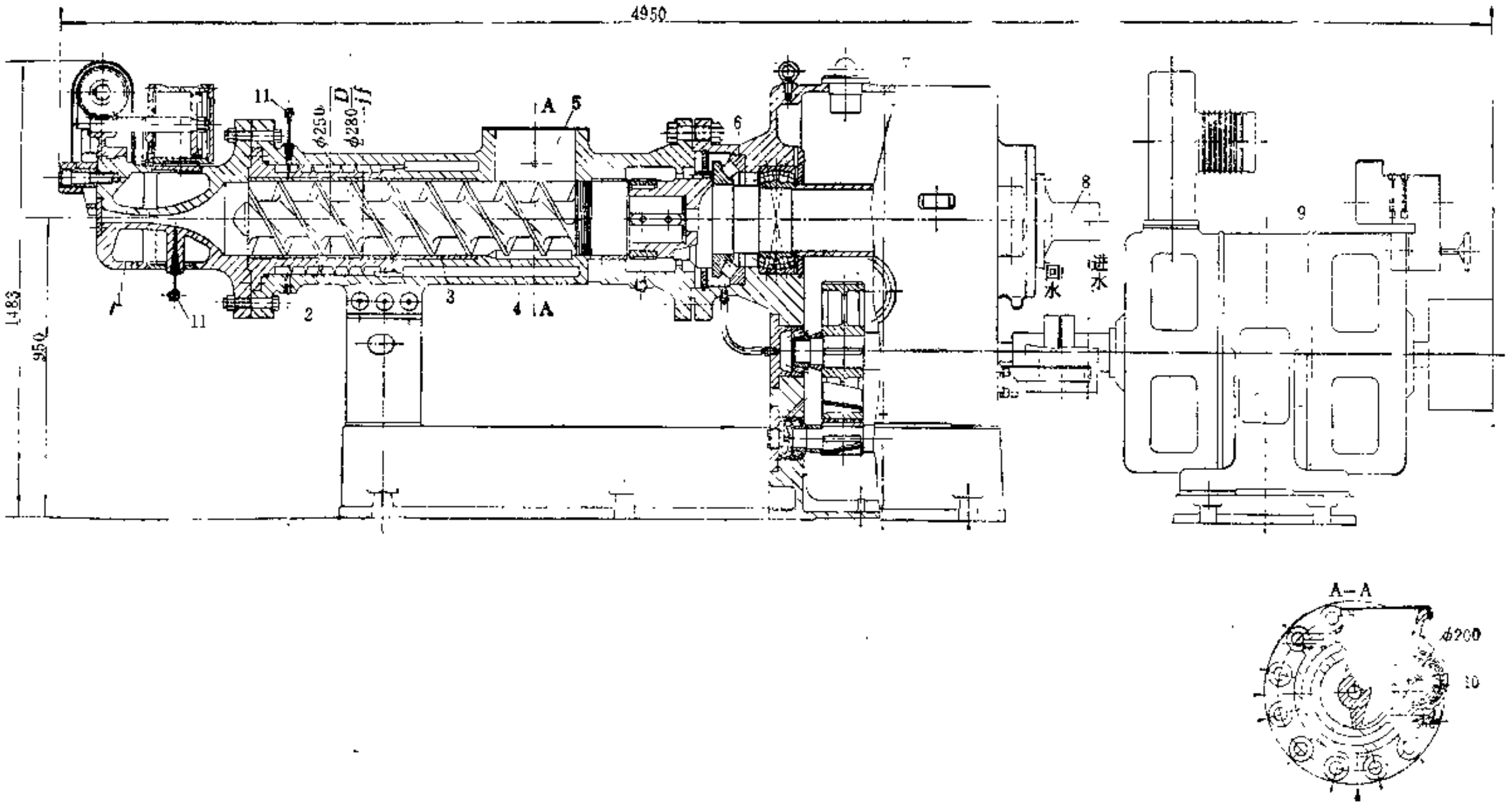


图 1-5-3 ϕ250热喂料挤出机

1—胎面机头；2—机筒；3—衬套；4—螺杆；5—喂料口；6—推力轴承；7—减速器；8—回转接头；9—电机；10—喂料辊；11—热电偶

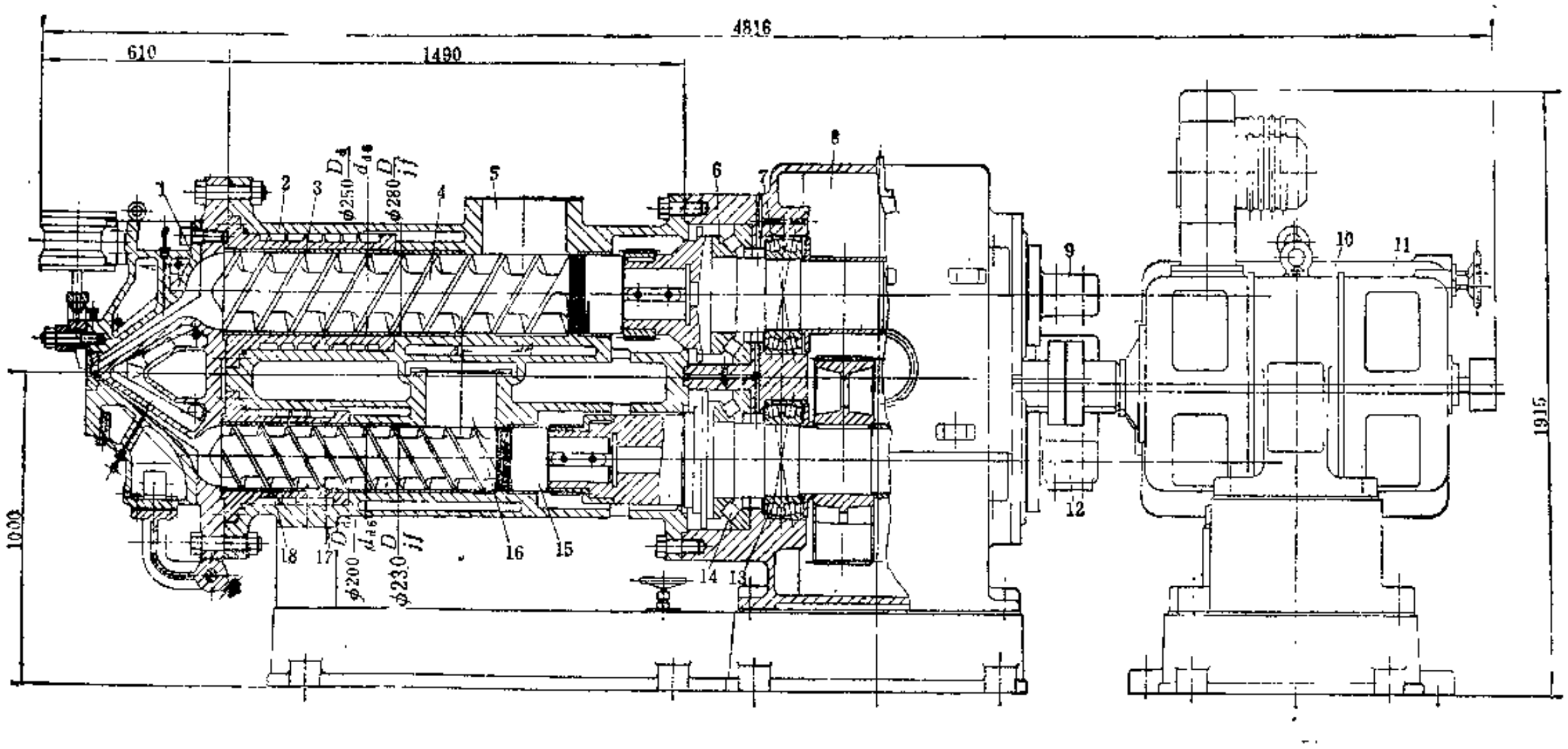


图 1-5-4 ϕ200/250热喂料复合胎面挤出机

1—复合胎面机头；2、18—机筒；3、17—衬套；4、16—螺杆；5、16—喂料口；6、14—推力轴承；7、13—双列调心球面滚子轴承；8—减速器；9、12—回转接头；10、11—电机

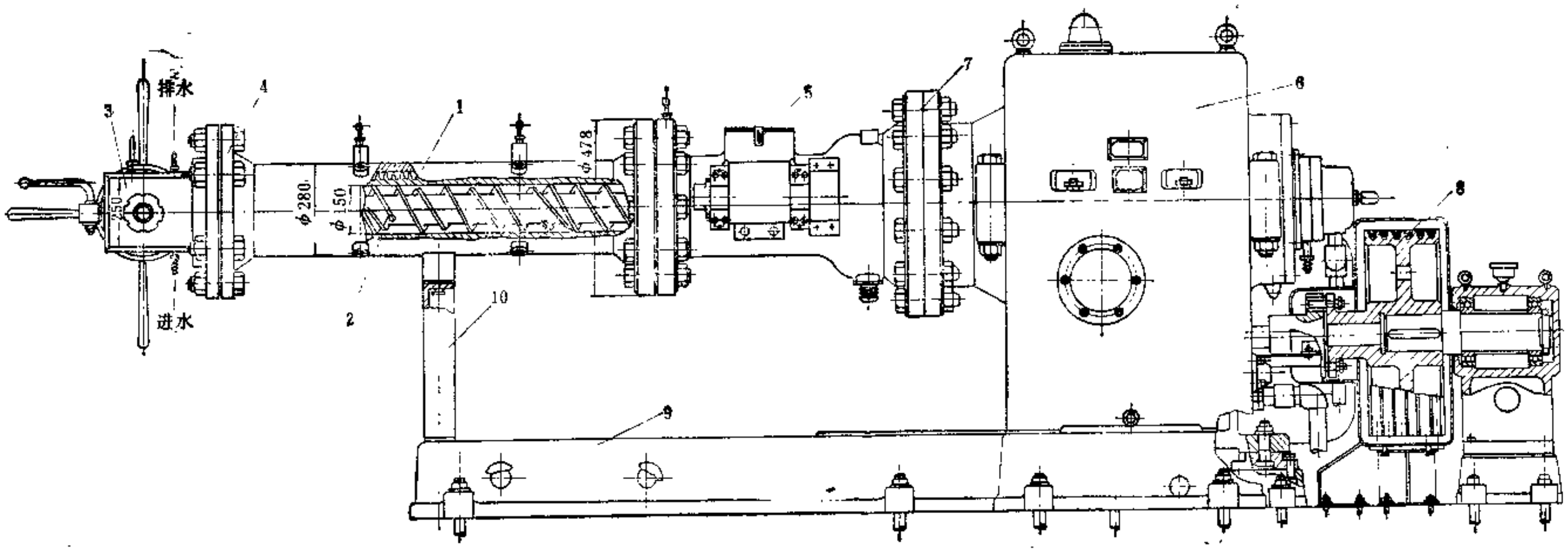


图 1-5-5 φ150冷喂料挤出机

1—机筒；2—螺杆；3—机头；4—法兰；5—加料斗；6—减速器；7—法兰；8—V带轮；9—底座；10—支架

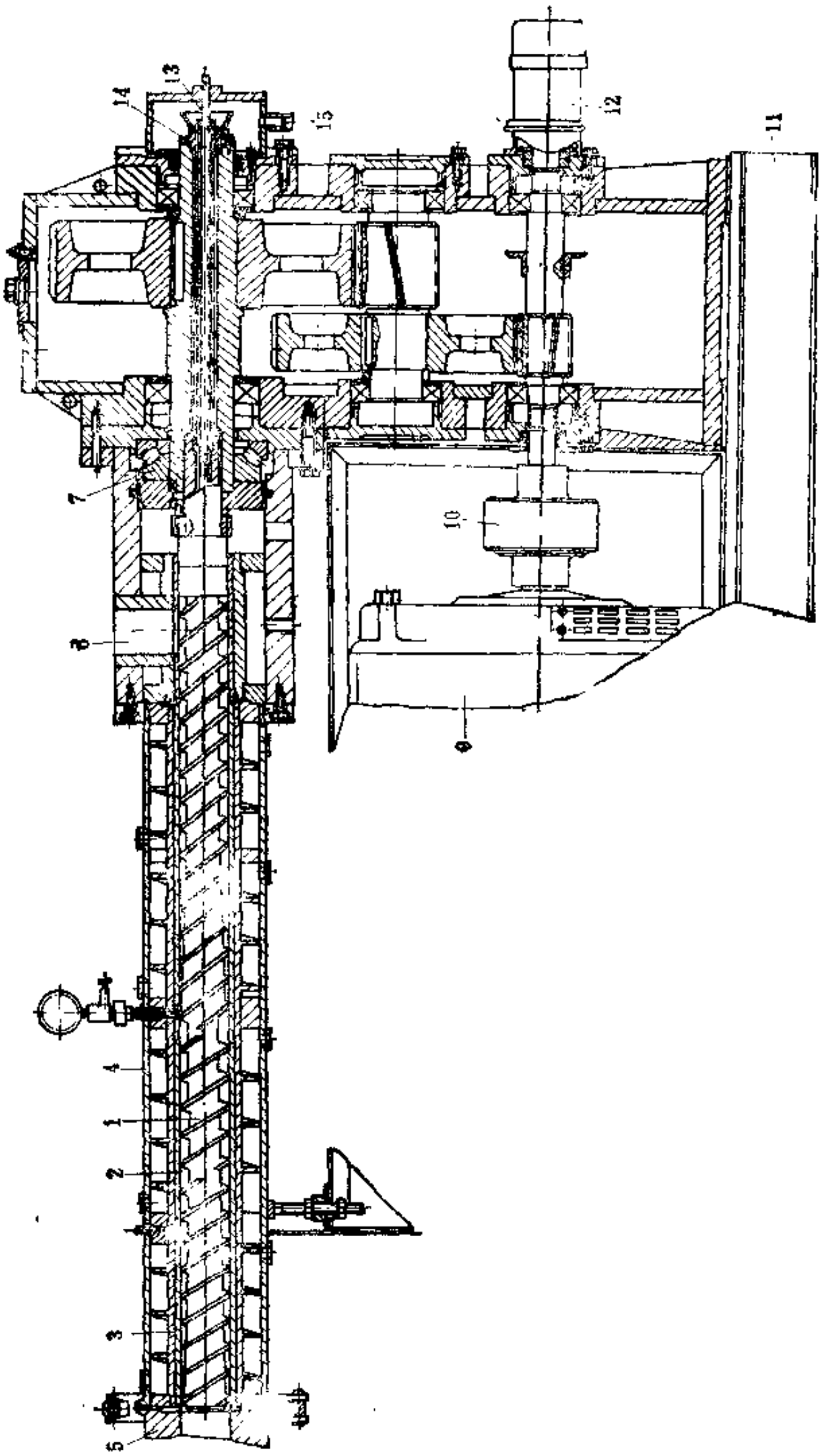


图 1-5-6 ϕ75公棍料排气终出机

1—螺杆；2—衬套；3—夹套；4—机筒；5—机头；6—喂料口；7—止推轴承；8—减速器；9—电机；10—联轴器；11—底座；12—电机；13—排水器；14—喇叭口；15—导出口

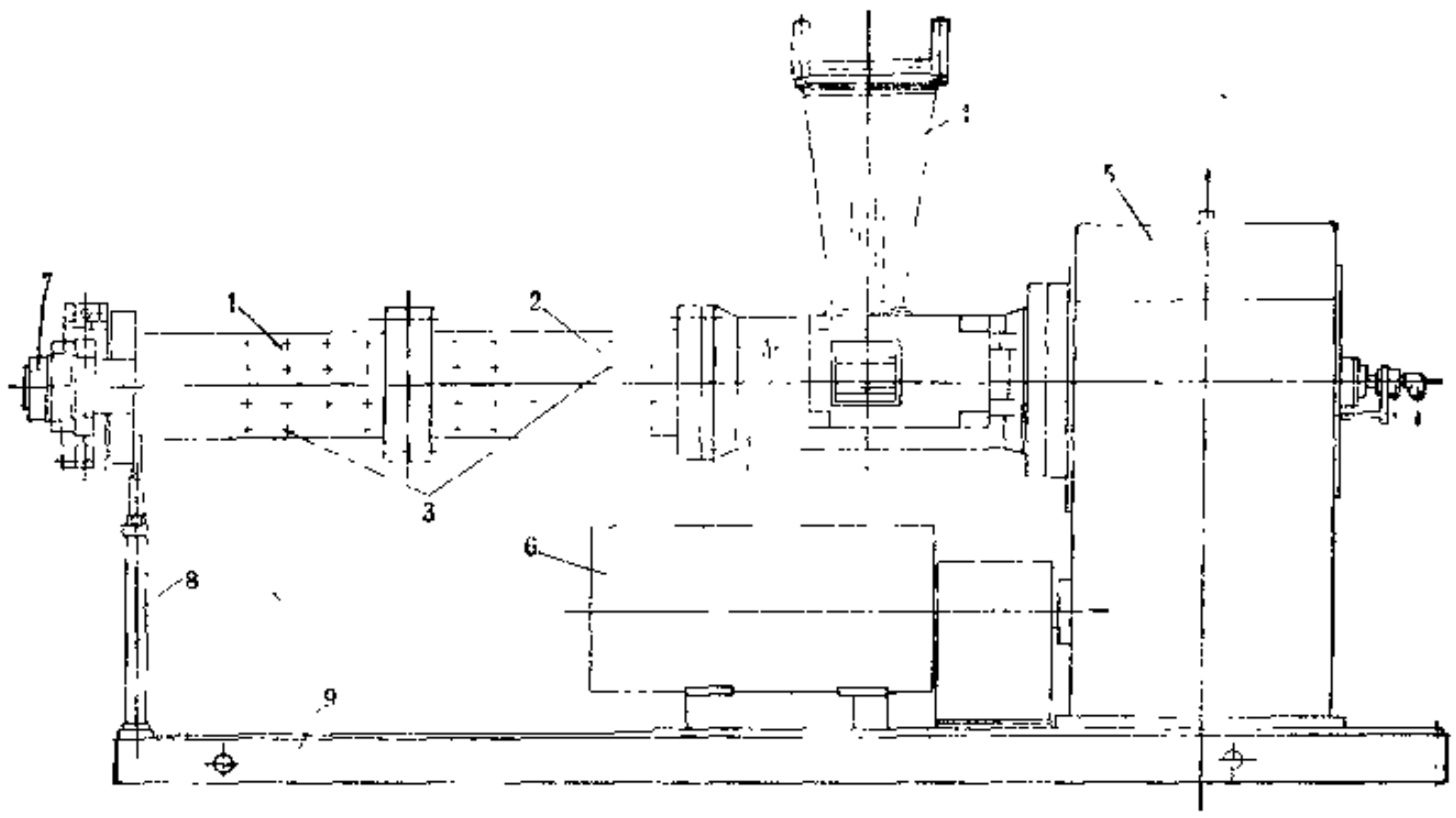


图 1-5-7　φ150冷喂料销钉机筒挤出机

1、2—机筒；3—销钉；4—料斗；5—减速器；6—电机；7—机头；8—立柱；9—底座

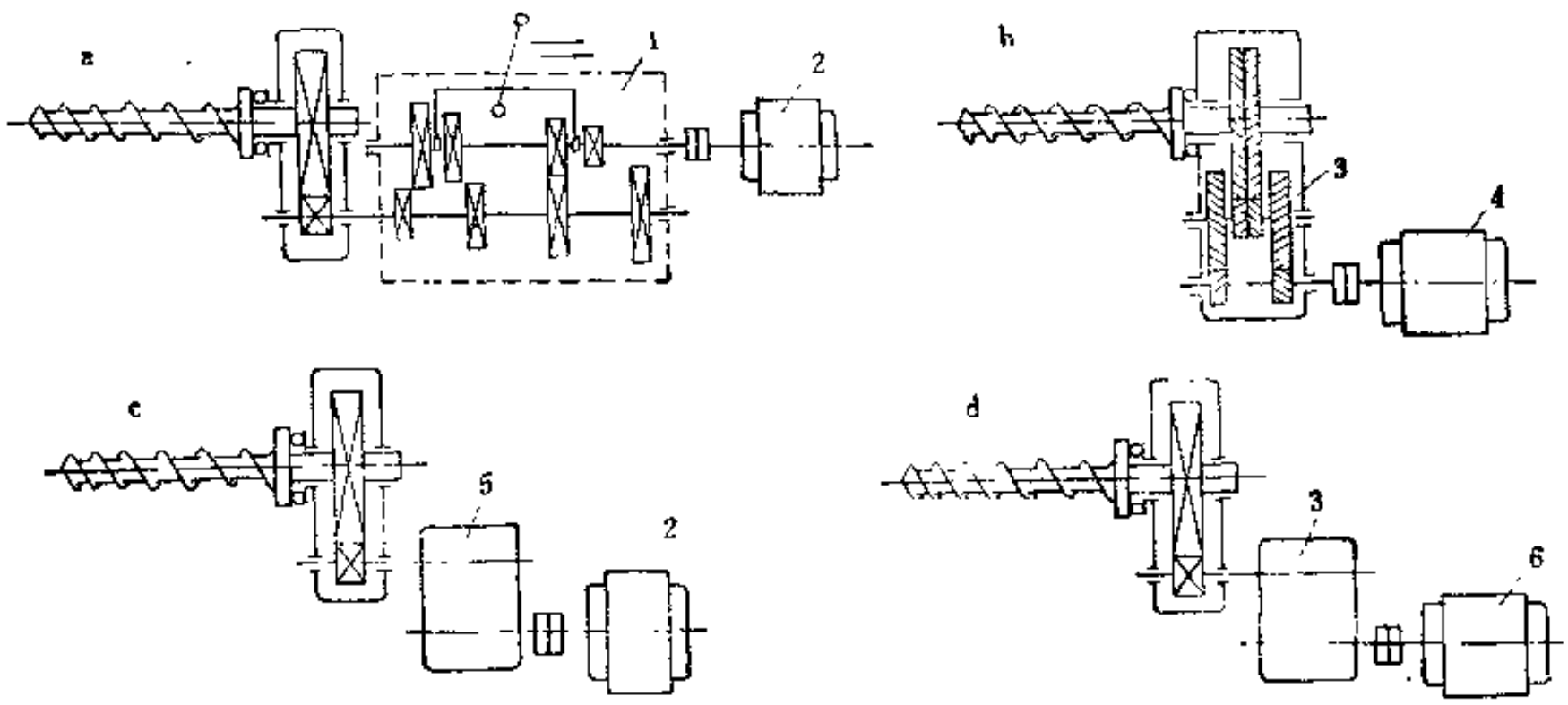


图 1-5-8　螺杆挤出机传动系统图

a—机械有级变速；b—直流电机无级变速；c—机械无级变速器变速；d—交流整流子电机变速

1—变速箱；2—交流电机；3—减速器；4—直流电机；5—无级变速器；6—交流整流子电机

图1-5-8 b 是由直流电机4经减速器3驱动螺杆的传动系统。螺杆转速可无级调节。从直流电机调速特性曲线的图1-5-9上可见，在改变电枢电压时，得到的是恒扭矩调速。改变磁场电压时，得到的是恒功率调速，此时，随着转速的增加其输出功率不变。

图1-5-8 c 是由异步电机2经无级变速器5驱动螺杆的传动系统。它多用于小型挤出机的传动系统中。

图1-5-8 d 是由交流整流子电机6经减速器3驱动螺杆的传动系统。整流子电机与挤出机的工作特性曲线接近，如图1-5-10所示，因此，可保证有较高的功率因数和效率（$\cos\varphi=0.6\sim0.96$，$\eta=50\sim90\%$），这种电机的启动性能好，运行稳定，速度较精确，只需简单的

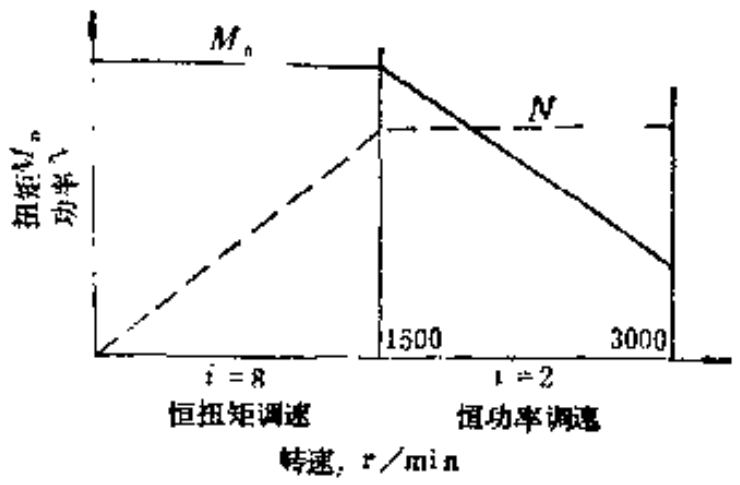


图 1-5-9　直流电机调速特性曲线

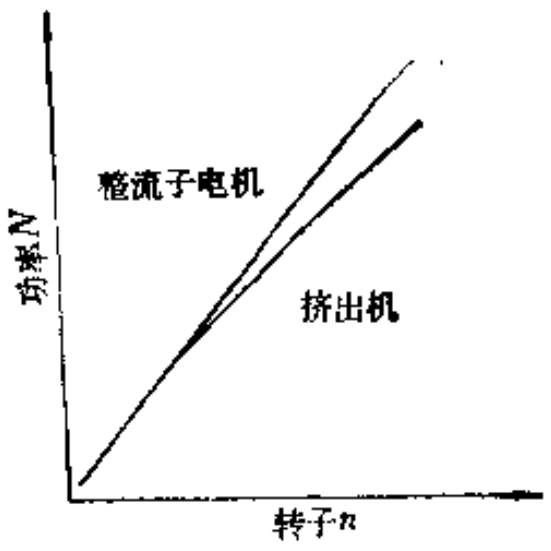


图 1-5-10　整流子电机工作特性曲线

启动控制设备，使用可靠，其调速范围为1:3或1:6。国产整流子电机最大功率达125kW。整流子电机的缺点是维修工作量大，低速运转时效率较低。

对于冷喂料挤出机，往往在其传动环节上装有V带传动，以便根据操作需要调节螺杆的转速与扭矩。

三、布 置 形 式

螺杆挤出机常见的布置形式如图1-5-11所示。图1-5-11 a 电机在减速箱箱体后部，占地面积大，多用于小型挤出机上。图1-5-11 b 电机在机箱壳体内部机筒的下面，机台外形美观，但安装维修不便，电机散热性较差，多用于小型挤出机。图1-5-11 c 电机在箱体的侧后部，安装维修较方便，但结构不够紧凑，占地面积较大，多用于大中型挤出机。

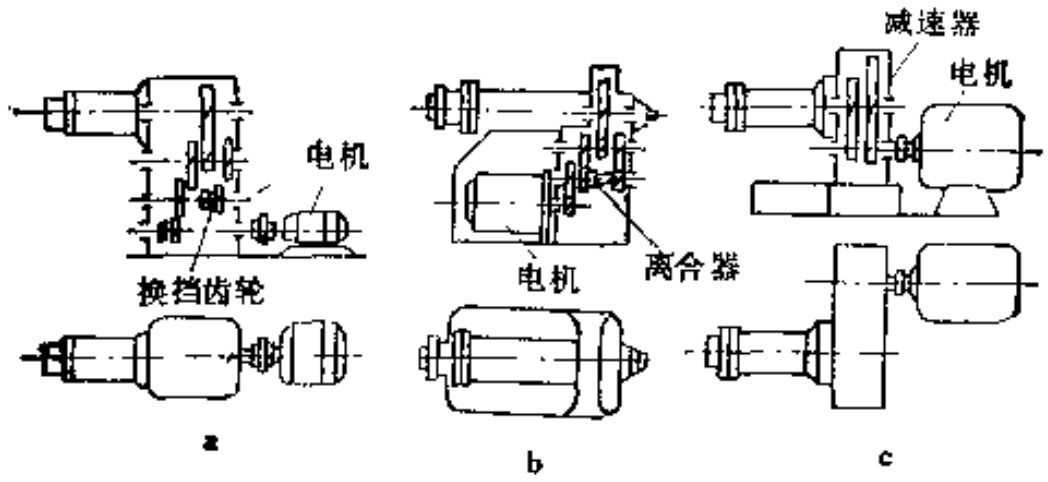


图 1-5-11　挤出机布置形式

a—电机在箱体后部；b—电机在箱体内；c—电机在箱体侧后

第三节　挤 出 理 论

螺杆-机筒挤出系统大体上可认为由两个部分组成：一定螺杆与机筒，用以推进胶料，二是机头与口型，用以挤压成型半制品。

胶料在挤出过程中常被分成三种状态来研究：在螺杆的喂料段，胶料处于高弹态，即固体状态，挤出过程中它具有某些固体输送特性；在螺杆的塑化段，胶料处于固体与熔体的混合状态，或者说是固体塑化变热，由固体向熔体转化状态，这一过程是复杂的；在螺杆的挤

出段，胶料全部转化为熔体，挤出过程中它具有某些熔体输送特性，对这一段的分析，完全可以采用粘性流体的流体动力学定律，因此是最简单的。固体输送理论和熔体输送理论，分别用于研究喂料段和挤出段上胶料的流动状态和力学状态。

在研究挤出过程时，通常采用运动“转换”的方法，即把螺杆固定不动，而把机筒按反方向旋转，视物料在螺纹沟槽中流动。因螺纹沟槽是呈螺旋状的，所以，胶料在螺纹沟槽中的运动相对于螺杆轴线而言也是螺旋状的。同时，把机筒与螺杆展成平面的，所以不考虑胶料在机筒内的螺旋运动。

一、固体输送理论

固体输送理论于50年代开始研究，达纳尔（W. H. Darnell）等于1956年首先提出了固体输送的模型，并发表了固体输送理论的专著。他们认为：胶料塞满于螺纹沟槽中像螺纹一样，当螺杆旋转时，弹性塞与螺纹沟槽之间的摩擦力应小于机筒与弹性塞之间的摩擦力，只有这样，才能使弹性塞沿螺旋轴线方向移动，否则，弹性塞便随螺杆旋转而无轴向移动。可以预料，弹性塞在螺旋内的这种运动历程，一直要维持到由于胶料温度提高而产生粘性流动为止。

固体输送理论的推导是以固体对固体的摩擦力静平衡为基础的，推导时假设：胶料在螺纹沟槽中形成弹性塞，弹性塞所受压力只沿螺纹沟槽方向变化，其流速不变；胶料与螺纹沟槽和机筒内表面紧密接触、形成弹性塞，且它们的摩擦系数与压力无关，仅是温度的函数；螺纹沟槽是矩形的，螺纹沟槽深度是固定的；胶料的自重影响、密度变化和螺峰与机筒之间的间隙影响忽略不计。

经过推导，可得到固体输送流量的计算公式：

$$Q=\pi^2\cdot n\cdot H\cdot D_b(D_b-H)[\mathrm{tg}\varphi\cdot\mathrm{tg}\theta_b/(\mathrm{tg}\varphi+\mathrm{tg}\theta_b)] \qquad (1\text{-}5\text{-}1)$$

式中 Q——容积流量，m^3/s；

D_b——机筒内径，m；

H——螺纹根部与机筒内表面距离，m；

φ——胶料沿机筒内表面滑动的方向与螺杆旋转平面之间的夹角，即方向角，(°)；

θ_b——机筒内表面处螺纹升角，(°)；

n——螺杆转速，r/min。

图1-5-12是螺杆的展开图。当螺杆转动一转时，螺纹沟槽中固体塞上的A点移动到B点，这时，$\overline{AB}$与螺杆轴向垂直面的夹角为φ，即方向角。只要知道方向角φ，式(1-5-1)即可用于计算。方向角φ是通过力和力矩平衡方程式求出，作用在单元体上的诸力如图1-5-13所

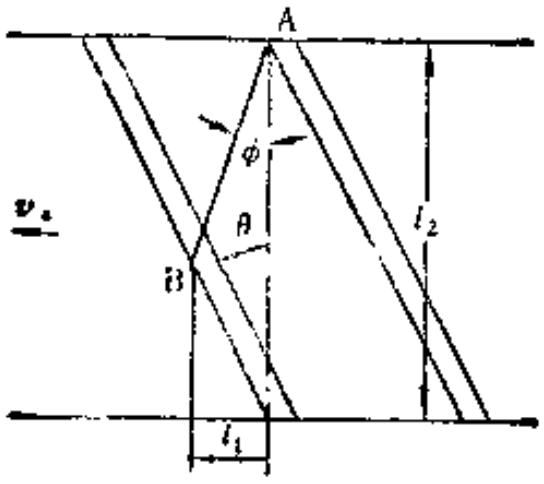


图 1-5-12 方向角

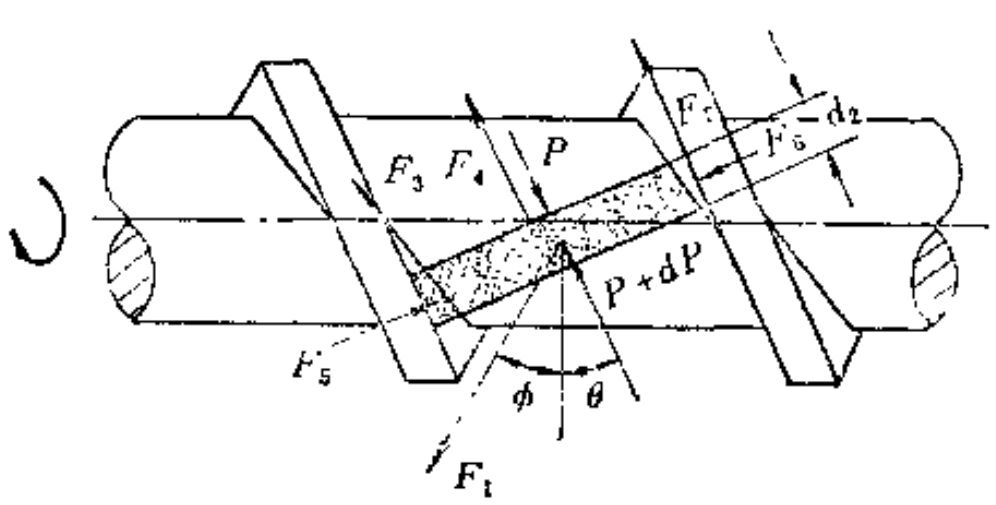


图 1-5-13 单元体受力分析

示，单元体压力为 P，单元体在运动时，其余诸力为：由压力 P 的侧压所产生的机筒内壁对单元体的摩擦阻力 F_1；螺纹侧面对单元体的摩擦阻力 F_2；由压力 P 的侧压而引起的螺纹侧面对单元体的摩擦阻力 F_3；由压力 P 的侧压所引起的螺纹沟槽底面对单元体的摩擦阻力 F_4；螺纹侧面垂直作用在单元体上的力 F_5 和 F_6。把上述诸力分解为螺杆轴向和垂直方向，并建立力和力矩平衡方程，可建立方向角的计算公式：

$$\sin\varphi=\frac{\sqrt{1+K^2-M^2}-KM}{1+K} \tag{1-5-2}$$

式中 φ——方向角，(°)；

K——系数，

$$K=\frac{\overline{D_s}}{D_b}\cdot\frac{\sin\bar{\theta}+f_s\cos\bar{\theta}}{\cos\bar{\theta}-f_s\sin\bar{\theta}}$$

$\overline{D_s}$——螺杆根径平均值，m；

D_b——机筒内径，m；

f_s——胶料与螺杆的摩擦系数；

$\bar{\theta}$——螺纹升角的平均值，(°)；

M——系数，

$$M=2H/W_b\cdot f_s/f_b\cdot\sin\theta_b(K+\overline{D}/D_1\mathrm{ctg}\bar{\theta})$$
$$+W_s/W_b\cdot f_s/f_b\cdot\sin\theta_b(K+D_s/D_b\cdot\mathrm{ctg}\theta_s)$$
$$+\overline{W}/W_b\cdot H/Z_b\cdot f_b\cdot\sin\bar{\theta}(K+\overline{D}/D_b\mathrm{ctg}\bar{\theta})\ln P/P_0$$

H——螺纹根部与机筒内表面距离，m；

W_b——机筒内表面处垂直于螺峰的螺纹沟槽宽度，m；

W_s——螺杆根径处垂直于螺峰的螺纹沟槽宽度，m；

$\overline{W}$——垂直于螺峰的螺纹沟槽宽度的平均值，m；

f_b——胶料与机筒内表面的摩擦系数；

f_s——胶料与螺杆表面的摩擦系数；

θ_b——机筒内表面处的螺纹升角，(°)；

Q_s——螺杆根径处螺纹升角，(°)；

$\bar{\theta}$——螺纹升角的平均值，(°)；

Z_b——计算段的螺纹长度，m；

$\overline{D}$——螺杆直径的平均值，m；

D_b——机筒内径，m；

D_s——螺杆螺纹根部直径，m；

P——固体输送段终止处胶料的单位压力，MPa；

P_0——加料口处胶料的单位压力，MPa。

固体输送段总能量消耗为：

$$E=E_1+E_2+E_3+E_4 \tag{1-5-3}$$

式中 E——总能量消耗；

E_1——胶料与机筒表面摩擦所消耗的能量；

E_2——胶料与螺杆根径表面摩擦所消耗的能量；

E_3——由于压力升高而消耗的能量；

E_4——在两螺纹侧面上所消耗的能量。

从式(1-5-2)可见：方向角φ取决于螺杆的几何尺寸、胶料与螺杆和机筒的摩擦系数和压力降等。当$\varphi=0$时，产量为零；当$\varphi=90°$时，产量为最大值；若增大φ值，必须减少K和M，其办法是机筒内表面的光洁度应小于螺杆表面光洁度，以求减小f_s，增加f_b；增加螺纹沟槽深度能提高输送效率，因此，在满足塑化质量和机械强度情况下，尽可能选择大的螺纹沟槽深度；在加料口处增加P_0值有利于压实胶料和增大φ值，提高输送效率；最适宜的螺纹升角有利于输送效率的提高，当$f_s=0.45\sim0.6$时，最适宜的螺纹升角为17～22°；均匀加料有利于稳定操作。

二、熔体输送理论

熔体输送理论又称流体动力学理论。它视胶料在挤出段上的流动为粘性流体流动，可以研究螺杆的挤出段胶料如何塑化，并使其定压、定量、定温地从机头中挤出，以得到稳定的产量和高质量的制品。

常规全螺纹单螺杆挤出段的熔体输送理论研究得最早。1953年Rowell和Finlayson首先在两个无限大的平行板间，假定熔体为等温牛顿流体的条件进行研究。由于它忽视了熔体的非牛顿粘度和熔体粘滞生热，以及来自机筒的热传导所引起的温度分布形态，所以，它与实际挤出过程有较大的距离。其后，Griffitb等人的研究考虑了这些变量，其结果开始接近于实际。再后，又考虑到螺纹和螺纹沟槽曲率的影响，进行了修正，其结果更加接近实际。

挤出段的熔体输送理论假设：胶料在挤出段已全部熔融，熔体为等温牛顿型流动，流动是层流稳定的，在流动过程中，粘度、密度都不变，熔体是不可压缩的；胶料沿螺纹沟槽方向压力梯度为定值；胶料沿机筒和螺杆表面无滑动，胶料重力的影响也忽略不计；螺距不变，螺纹沟槽等深；螺纹沟槽为矩形，忽略螺纹沟槽曲率的影响；螺纹沟槽宽度与深度之比大于10，可以认为沿整个螺纹沟槽胶料的速度分布不变。

为讨论问题方便起见，将螺纹沟槽和机筒分别展开在两个平面上，并令螺杆展开图为静止，而机筒展开平面以速度$v_b=\pi D_b n$相对于螺杆展开图与螺纹沟槽成θ角平移，如图1-5-14所示。在机筒摩擦力作用下，熔融胶料被拖动前移，胶料的流动速度可分解为平行于螺纹方

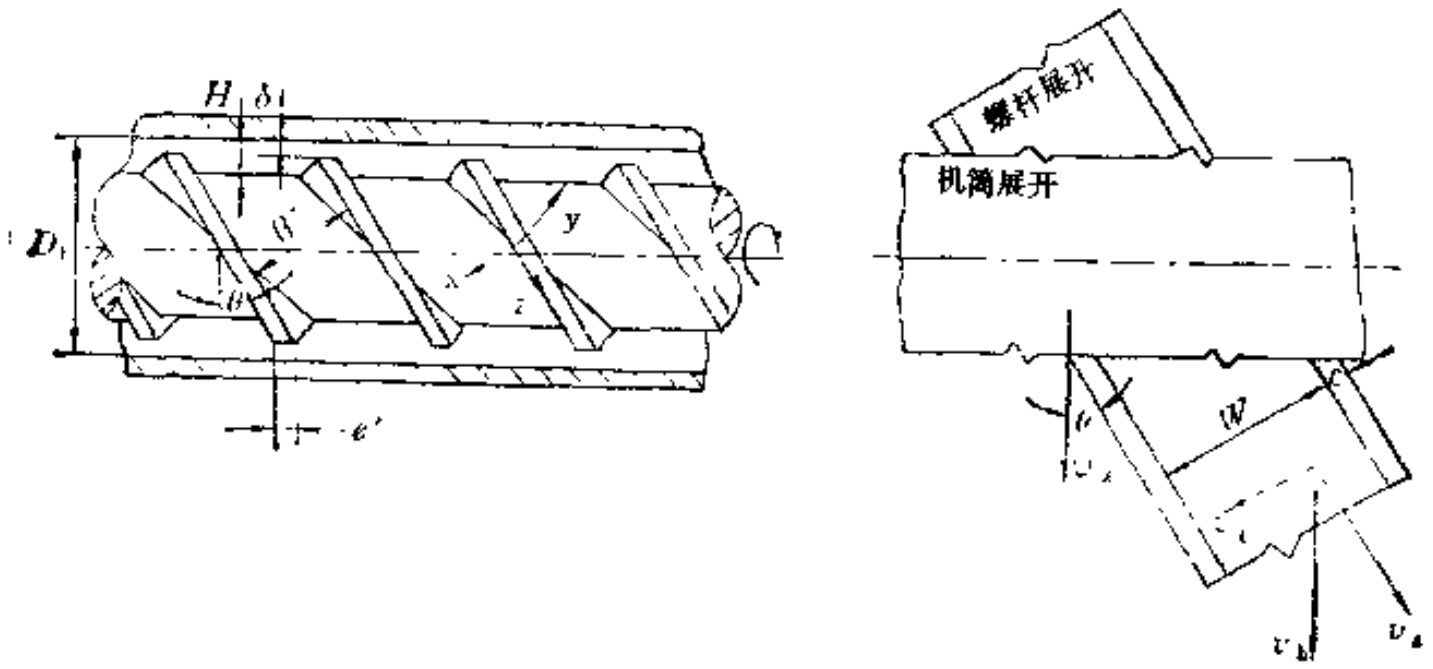


图 1-5-14 机筒与螺杆模型

向的分速度v_z和垂直于螺纹方向的分速度v_x。此外，还有一个沿着螺纹沟槽方向的反流和一个流过螺棱和机筒之间的间隙、沿着螺杆轴线流向喂料口方向的漏流。这样，熔融胶料在螺纹沟槽中的流动，可视为顺流、逆流、漏流和横流的组合。

顺流，又称压流或拖流。它是胶料沿螺纹沟槽方向（Z方向）的流动，它是由分速度v_z而引起的，其作用是挤送胶料，以Q_d表示。它在螺纹沟槽深度方向的速度分布是线性的，如图1-5-15所示。

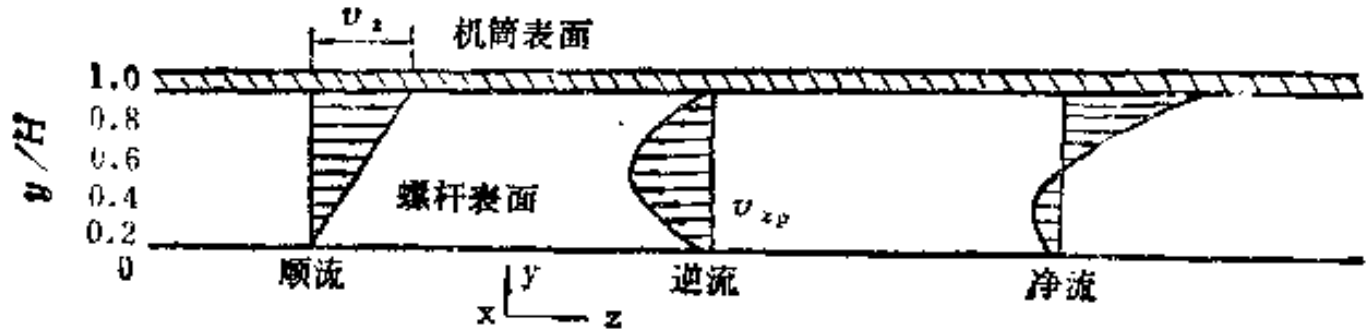


图 1-5-15 顺流、逆流、净流

逆流，又称倒流或反流，它是由口型阻力而引起的，其流动方向与顺流相反，它将引起产量的损失，以Q_p表示。它在螺纹沟槽深度方向速度的分布是抛物线形，如图1-5-15所示。

横流，又称环流。它是由分速度v_x而引起的，它使胶料在螺纹沟槽内产生翻转流动，如图1-5-16所示。它能促使胶料混合、塑化、搅拌和均化。对产量的影响可忽略不计。

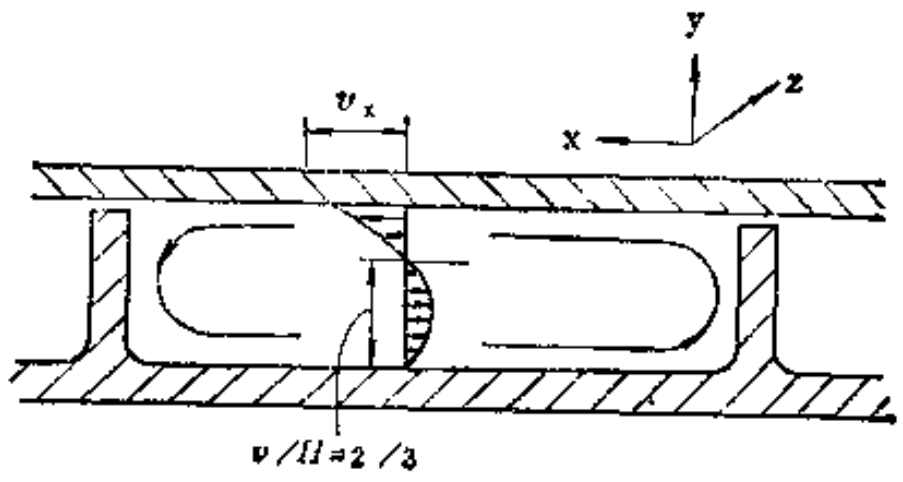


图 1-5-16 横流

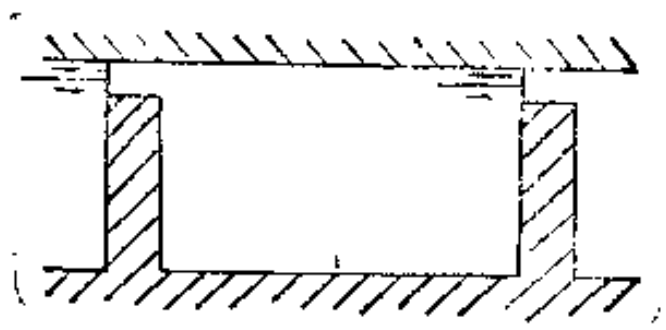


图 1-5-17 漏流

漏流，它是由口型阻力而引起的，迫使胶料通过螺棱与机筒间隙的流动，其方向是沿螺杆的轴向，与顺流方向相反，与逆流方向相同。如图1-5-17所示，以Q_L表示。

熔融胶料在螺纹沟槽内的运动是上述四种运动的组合，它在螺纹沟槽中以螺旋形的轨迹前进，如图1-5-18所示。

挤出机的总产量为顺流、逆流和漏流的代数和，可以下式表示：

$$Q=Q_d-Q_P-Q_L \tag{1-5-4}$$

式中 Q——挤出机产量，m^3/s；

Q_d——顺流流量，m^3/s；

Q_P——逆流流量，m^3/s；

Q_L——漏流流量，m^3/s。

根据前述假设和建立的物理模型，胶料沿螺纹沟槽的流动方向（z 方向），可用一维流动的简化方程表达，即：

$$\frac{d^2v}{dy^2}=\frac{1}{\mu}\cdot\frac{dP}{dz}$$

式中$\frac{d^2v}{dy^2}$表示胶料沿螺纹沟槽深度方向速度梯度的变化率。$\frac{dP}{dz}$表示胶料沿螺纹沟槽方向的压力梯度。μ表示胶料的牛顿粘度。由于假定胶料在螺纹沟槽深度y方向的压力梯度不变，对上式二次积分。边界条件：当$y=0$时，$v=0$，当$y=H$时，$v=v_2$，得到$c_1=\frac{v_2}{H}-\frac{1}{\mu}\cdot\frac{dP}{dz}\cdot\frac{H}{2}$；$c_2=0$，整理后得到胶料在螺纹沟槽中速度分布方程为：

$$v=\frac{v_2y}{H}-\frac{Hy-y^2}{2\mu}\cdot\frac{dP}{dz}\qquad(1\text{-}5\text{-}5)$$

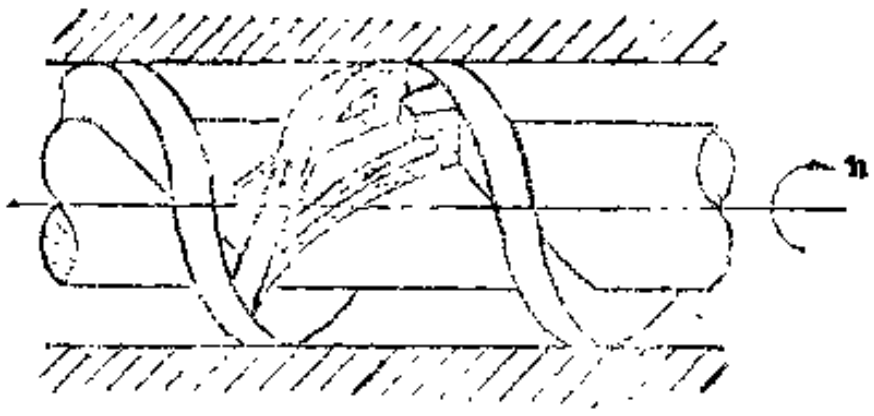


图 1-5-18 螺纹沟槽内胶料的运动轨迹

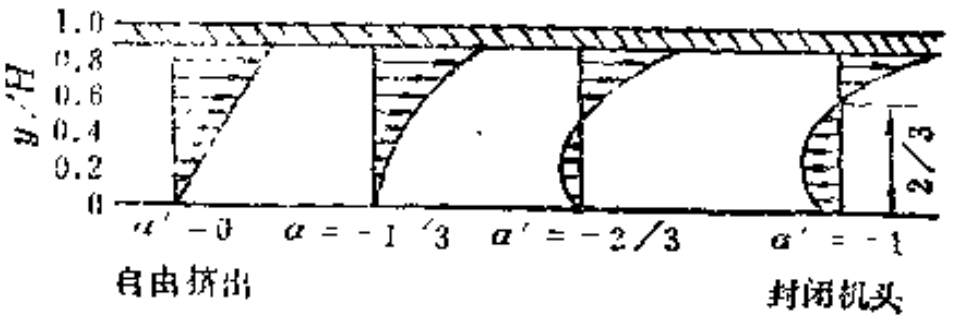


图 1-5-19 胶料在螺槽中的速度分布

式(1-5-5)右边第一项为顺流流速，第二项为逆流流速，其代数和为净流，在螺纹沟槽深度方向的速度分布如图1-5-19所示。可见胶料的流动有二种极端情况，一是当机头完全敞开时，机头压力为零，其净流等于顺流，逆流为零。二是当机头全封闭时，机头压力为最大，此时$Q_d=Q_p$，即净流为零。

对式(1-5-5)积分，得多螺纹螺杆的产量公式为：

$$Q=\frac{\pi D_b\cdot n\cdot H(1-ie)\cos^2\theta}{2}-\frac{H^3(1-ie')\sin\theta\cos\theta}{12\mu}\cdot\frac{\Delta P}{L}$$

式中第一项为顺流流量Q_d，第二项为逆流流量Q_p。若把漏流视为通过窄缝的流动，其漏流流量为$Q_L=\frac{\pi^2\cdot D_b^2\cdot\delta^3\cdot\mathrm{tg}\theta}{12\mu'\cdot e'}\cdot\frac{\Delta P}{L}$。这样，对单头螺纹螺杆，即$i=1$。又由于$e'\ll l$，故可不计$e'$的影响，其产量计算通式为：

$$Q=\frac{\pi D_b n\cdot H\cdot l\cdot\cos^3\theta}{2}-\frac{H^3l\sin\theta\cdot\cos\theta}{12\mu}\cdot\frac{\Delta P}{L}-\frac{\pi^2\cdot D_b^2\cdot\delta^3\cdot\mathrm{tg}\theta}{12\mu'\cdot e'}\cdot\frac{\Delta P}{L}\qquad(1\text{-}5\text{-}6)$$

式中 Q——多螺纹螺杆的产量，m^3/s；

D_b——螺杆直径，m；

H——螺纹沟槽深度，m；

n——螺杆转速，r/min；

t——螺杆螺纹导程，m；

θ——螺纹升角，(°)；

δ——机筒与螺棱的间隙，m；

L——螺杆挤出段的长度，m；

ΔP——螺杆挤出段的压力降，MPa；

e'——螺棱轴向宽度，cm；

μ——螺纹沟槽中胶料的粘度，kg/(m·s)；

μ'——间隙中胶料的粘度，kg/(m·s)。

从式(1-5-6)可见：顺流流量Q_d与螺纹沟槽深度H和螺杆转数n成正比，而与压力降无关；逆流流量Q_p与螺纹沟槽深度H的三次方成正比，与压力降$\Delta P/L$成正比，而与粘度μ成反比；漏流流量Q_L与压力降$\frac{\Delta P}{L}$和间隙δ的三次方成正比。可见，挤出段螺纹沟槽深度H对产量Q的影响是复杂的，若H增加1倍，Q_d增加1倍，而Q_p增加8倍；挤出段长度L增加可减少逆流Q_p和漏流Q_L，有利于Q的提高；漏流Q_L与δ^3成正比，故间隙增加，挤出量Q下降；在其它条件不变时，挤出机产量Q与螺杆转速成正比。

在相同的假设条件和简化下，可以导出挤出机螺杆挤出段的功率消耗计算式为：

$$N=\frac{\pi^3\cdot D_b^3\cdot n^2\cdot\mu\cdot L}{H}+\frac{Q_d\cdot\Delta P}{\cos^2\theta}+\frac{\pi^2\cdot D_b^2\cdot n^2\cdot e'\cdot\mu' L}{\delta\cdot\operatorname{tg}\theta} \tag{1-5-7}$$

对式(1-5-7)分析可认为：螺杆挤出机挤出段的功率消耗由两部分组成。一部分消耗在螺纹沟槽内，输送胶料承受剪切变形，克服胶料的流动阻力，使其升压，即式(1-5-7)右边第一项和第二项；另一部分消耗在机筒和螺棱间隙中的剪切和摩擦上，即式(1-5-7)右边第三项。

从式(1-5-7)可见：当其它条件不变时，间隙δ与功率N成反比；在一定条件下，螺纹沟槽深度H与功率N成反比，螺纹沟槽越浅，功率消耗越大；功率消耗N与螺杆直径D_b的平方和三次方成正比，因此，螺杆直径的微小变化，功率消耗N会有相当大的改变；功率消耗N与螺杆转速n的平方成正比，但它与实际不符，实际功率消耗与螺杆转速n的关系一般情况是$N\propto n^{(1+0.2\sim0.4)}$，即为1.2～1.4次方的关系。功率消耗$N$与螺杆挤出段长度$L$和胶料的粘度成正比例关系。

化简式(1-5-6)，把式中右边各项中表示螺杆几何参数诸项，分别用系数α、β、γ来表示顺流、逆流和漏流流量系数，即：

$$\alpha=\frac{1}{2}\pi\cdot D_b\cdot H\cdot t\cdot\cos^2\theta$$

$$\beta=\frac{1}{12L}H^3\cdot t\cdot\cos\theta\cdot\sin\theta$$

$$\gamma = \frac{1}{12Le}\pi^2 \cdot D_b^3 \cdot \delta^3 \cdot \mathrm{tg}\theta$$

式(1-5-6)则可化简为：

$$Q = \alpha n - \beta\frac{\Delta P}{\mu} - \gamma\frac{\Delta P}{\mu'} \tag{1-5-8}$$

上述固体输送理论产量计算的导出是建立在一系列假设条件下的，实际计算时要对式(1-5-8)进行修正，修正后的产量计算方程式为：

$$Q = \alpha_n n - \beta_n\frac{\Delta P}{\mu} - \gamma\frac{\Delta P}{\mu'} \tag{1-5-9}$$

式中 Q——多螺纹螺杆的挤出量，m^3/s；

α_n——修正后的顺流流量系数，m^3；

β_n——修正后的逆流流量系数，m^3；

其它符号与前式同。

修正后的顺流流量系数：

$$\alpha_n = \alpha \cdot \varphi_1 \cdot \gamma_1 \cdot f_1$$

式中 φ_1——考虑机筒内表面曲率对顺流影响的修正系数，可由图1-5-20查得；

γ_1——考虑螺纹侧壁对顺流影响的修正系数，可由图1-5-22查得；

f_1——考虑螺纹沟槽深度变化对顺流影响的修正系数

$$f_1 = \frac{2}{1 + (H_2/H_1)}$$

H_1，H_2——分别为螺杆在ΔP相应区间始端与终端的螺纹沟槽深度，m。

修正后的逆流流量系数：

$$\beta_n = \beta \cdot \varphi_2 \cdot \gamma_2 \cdot f_2$$

式中 φ_2——考虑机筒内表面曲率对逆流影响的修正系数，可由图1-5-21查得。

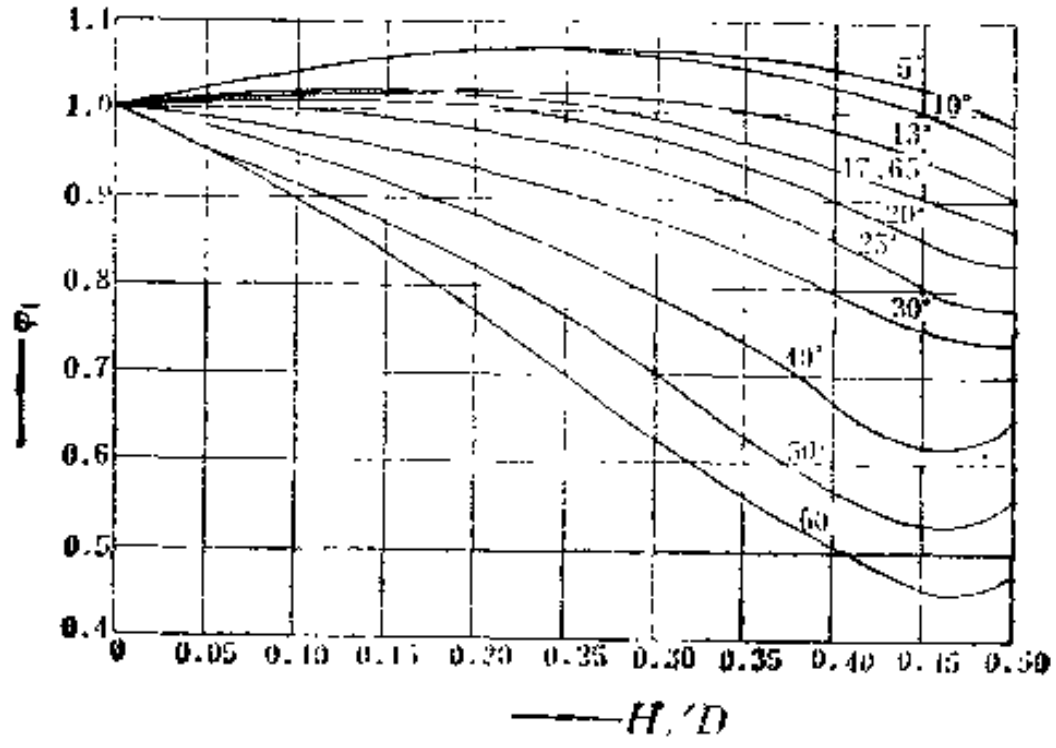


图 1-5-20 机筒内表面曲率的修正系数φ_1

γ_2——考虑螺纹侧壁对逆流影响的修正系数，可由图1-5-22查得；

f_2——考虑螺纹沟槽深度变化对逆流影响的修正系数。

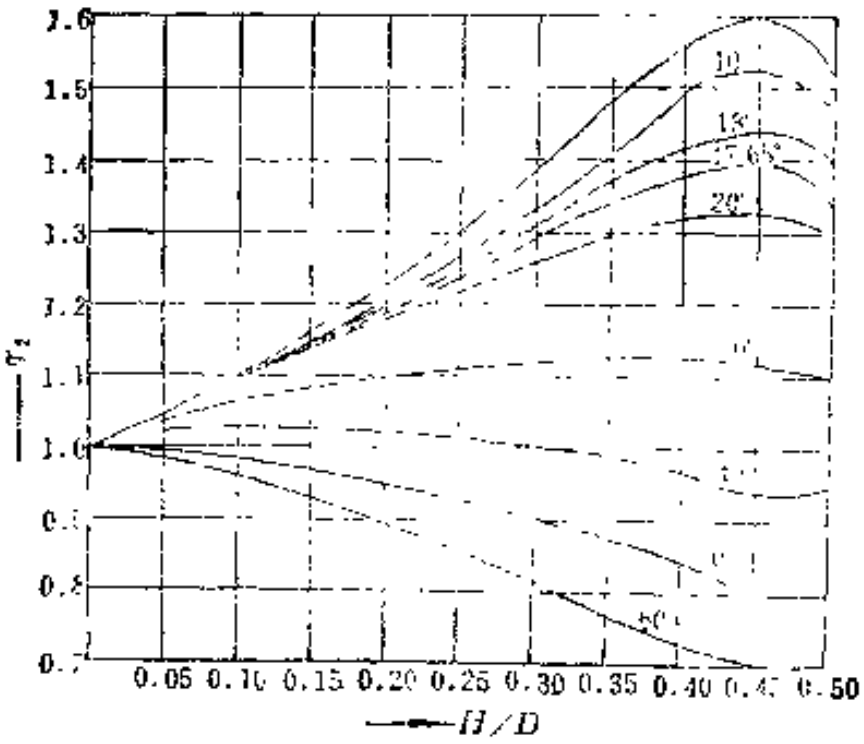


图 1-5-21 机筒内表面曲率的修正系数Φ_2

$$f_2=\frac{2}{H_2/H_1-(1+H_2/H_1)}$$

由于在挤出过程中并非等温过程，并且在其流动过程中具有非牛顿流体的性质，因此，要考虑非牛顿非等温修正，简单的修正办法是：将上述的牛顿粘度μ用非牛顿表观粘度η_a来代替。由于胶料在螺纹沟槽中、间隙中的温度不同，其粘度分别以η_a、η_a'代替，这样：

$$Q=a_1n-\beta_1\frac{\Delta P}{\eta_a}-\gamma\frac{\Delta P}{\eta_a'} \quad (1\text{-}5\text{-}10)$$

式中 η_a——螺纹沟槽中胶料的表观粘度，kg/(m·s)；

η_a'——间隙处胶料的表观粘度，kg/(m·s)。

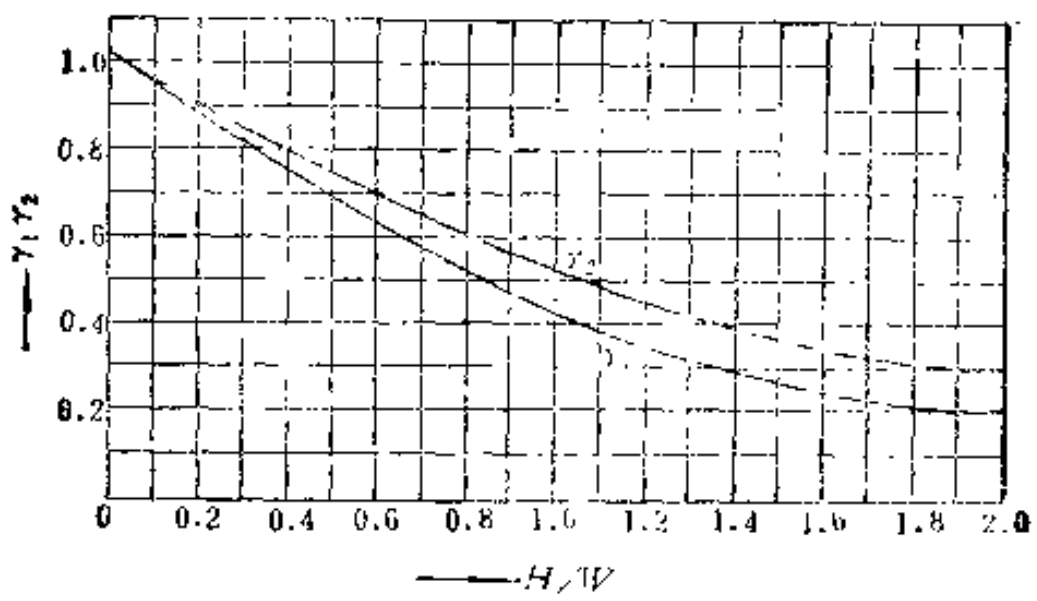


图 1-5-22 螺纹侧壁的修正系数γ_1、γ_2

又可见：α、β、γ仅取决于螺杆的几何参数，在螺杆尺寸一定时，它们的数值为常数，在稳定挤出时，可以认为转速和温度皆不变，故式(1-5-6)中μ和μ'也不变，这样Q与P成线性关系，其斜率为$-(\beta+\gamma)/\mu$，它表达了螺杆的特性，称之为螺杆特性线，如图1-5-23所示。若螺杆不变，改变螺杆转速，就会得到一组互相平行的螺杆特性线，称之为螺杆特性线族。螺杆特性线表示：熔体的流率与压力的关系。当螺杆的转速不变，随着机头压力的升高，挤出量下降，而下降的快慢取决于螺杆特性的斜率。而斜率决定于螺纹沟槽的深度的立方和螺旋角正弦的平方，并与挤出段的长度成

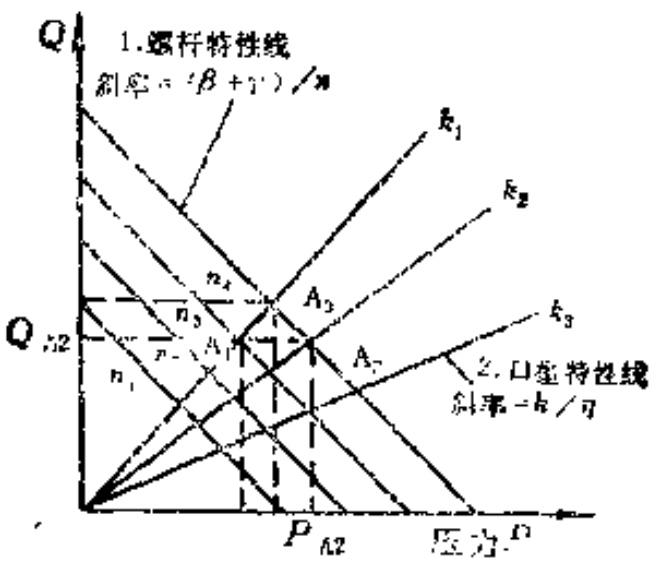


图 1-5-23 螺杆-机头特性线图

图中：$n_1<n_2<n_3<n_4$

$k_1>k_2>k_3$

反比。一般说来，H越大，特性线斜率越大，这意味着挤出产量对机头压力敏感。

从螺杆输出的胶料，必须通过机头才能完成挤出作业。研究熔体在机头内的流动规律，对整个挤出过程非常重要。根据流体力学原理，假定熔体为牛顿型，通过机头时的流动速率方程为：

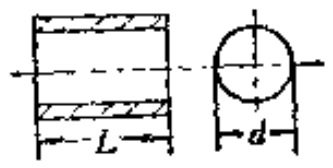
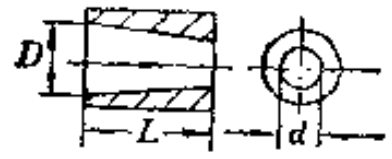
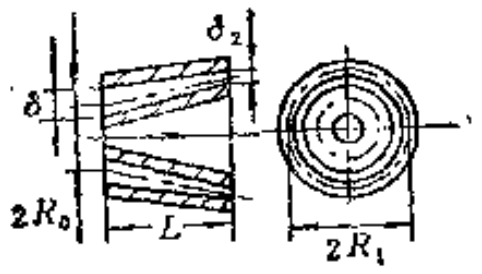
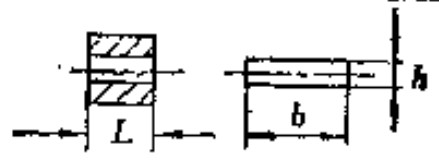
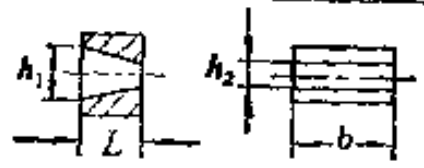
$$Q = k\frac{\Delta P}{\mu''} \tag{1-5-11}$$

式中 k——机头阻力系数，它仅与机头形状和尺寸有关，见表1-5-7；

ΔP——机头前后压力降，MPa；

μ''——胶料的牛顿粘度，kg/(m·s)。

表 1-5-7 机头阻力系数k值

形 状	图 形	阻力系数 k, m³
圆柱形		$k=\frac{\pi d^4}{128L}$ 多孔板 $k=\frac{Z\pi d}{128\delta}$ 式中 z—孔数，δ—孔板厚度，m
圆锥形		$k=\frac{3\pi D^3d^3}{128L(D^2+D\cdot d+d^2)}$
环孔形		$k=\frac{\pi(R_0\cdot\delta_2-R_1\cdot\delta_1)}{6L\cdot m}$ 式中 $m=\frac{2.3(R_0-R_1)^2}{(R_0\cdot\delta_2-R_1\cdot\delta_1)^2}\cdot tg\frac{R_0\cdot\delta_2}{R_1\cdot\delta_1}-\frac{(R_0-R_1)(\delta_1-\delta_2)}{(R_0\cdot\delta_1-R_1\cdot\delta_1)\delta_1\cdot\delta_2}-\frac{\delta_1^2-\delta_2^2}{2\delta_1^2\delta_2^2}$
平缝形		$k=\frac{b\cdot h^3}{12L}$
楔形缝隙		$k=\frac{bh_1^2h_2^2}{6L(h_1+h_2)}$
任意形		$k=\frac{F}{2L\cdot\rho^2}$ 式中 F—截面积，m²；ρ—周长，m

从式(1-5-11)可见，通过机头的流率Q，在正常操作时，它与螺杆输送流率式(1-4-8)的Q是相等的。机头前后的压力降ΔP，亦即式(1-5-8)中的压力降ΔP，这里都以P(MPa)来表示。根据方程式(1-5-11)，可在$Q-P$座标上，划出一条通过座标原点的直线，其斜率为k/μ，称机头口型特性线，如图1-5-23所示。

同理，修正后的机头口型流率方程式为：

$$Q=k\frac{\Delta P}{\eta''_{\gamma}} \tag{1-5-12}$$

若把式(1-5-11)写成 $\Delta P/u=\frac{Q}{k}$，并代入式(1-5-8)中，整理后便有：

$$Q=\left[\frac{\alpha}{1+\frac{\beta+\gamma}{k}}\right]\cdot n \tag{1-5-13}$$

$$P=\frac{\alpha}{k+\beta+\gamma}\cdot u\cdot n \tag{1-5-14}$$

可见，输送能力Q正比于螺杆转速n，而机头压力P正比于螺杆转速n与胶料粘度u的乘积，图示于图1-5-23中。对螺杆而言，P增加，Q下降。对机头而言，P增加，Q增加，这说明其流率大小取决于螺杆与机头两个方面。挤出机的综合工作点，即是螺杆特性线与机头口型特性线的交点。

应该指出：在实际挤出作业时，由于胶料是非牛顿流体，又是等温的，因此，其图线并不会是直线，而是曲线。

第四节　压型挤出机主要性能参数

一、螺杆直径与长径比

螺杆直径是指螺杆工作部分的外径，它是螺杆的基本参数。我国规定的热喂料与冷喂料挤出机的螺杆直径系列见表1-5-1及表1-5-2。

螺杆直径直接影响挤出机的扭矩，在相同的转速下，螺杆直径与扭矩的关系如图1-5-24所示。

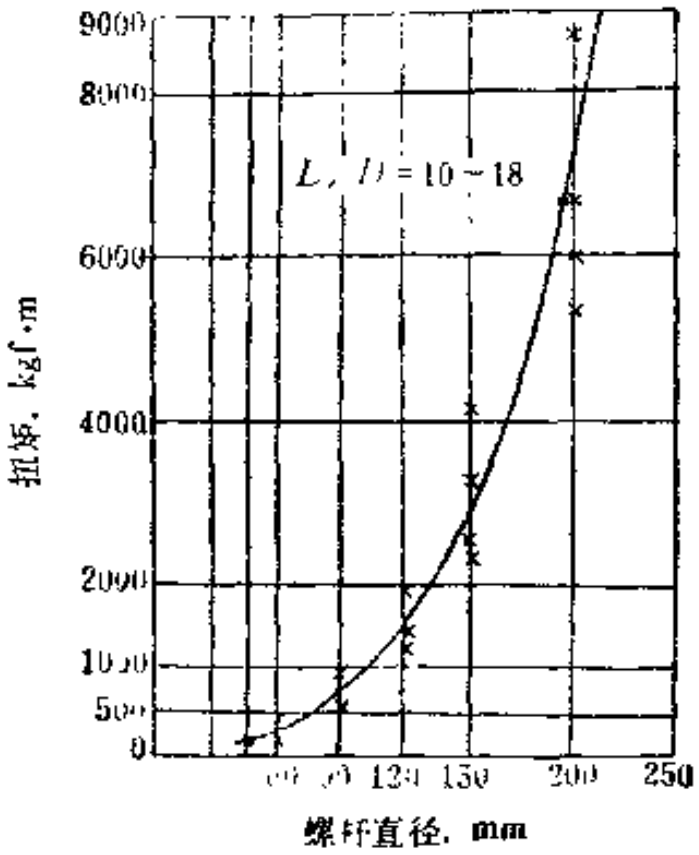


图 1-5-24　螺杆直径与扭矩的关系

1kgf·m=9.80665N·m

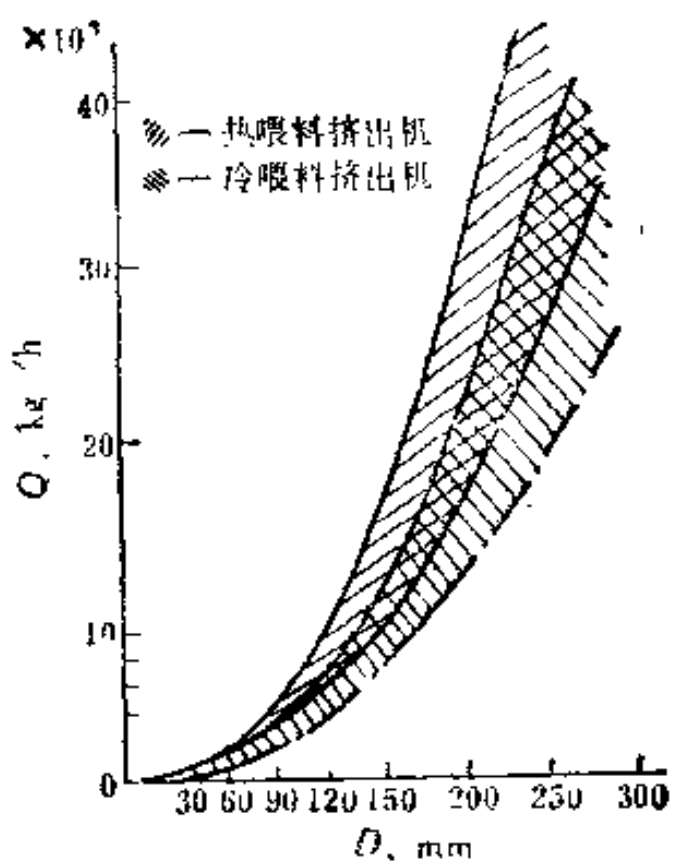


图 1-5-25　螺杆直径与产量的关系

螺杆直径是决定挤出机产量的主要参数，在相同的转速条件下，挤出机的产量与螺杆直径的关系如图1-5-25所示。表1-5-8列出了不同类型挤出机在相同转速下，挤出同种胶料的产量对比。可以看出：同规格的冷喂料挤出机比热喂料挤出机产量要大，而排气挤出机的产量最小。

表 1-5-8 挤出机产量对比

螺杆直径 mm	螺杆转速，r/min	最大产量，kg/h		
		热喂料挤出机	冷喂料挤出机	冷喂料排气挤出机
60	45	186	150	91
90	70	408	499	240
120	59	866	816	449
150	51	1356	1397	693
250	42	2095	2295	1247

螺杆工作部分长度与直径之比(L/D)称为螺杆长径比。较大的长径比有利于胶料的均匀混合和塑化，并可使胶料升温过程变为缓和，这就为提高螺杆转速提供了可能性，有利于产量的提高。但过大的长径比，螺杆加工困难，功率消耗要增大，对热敏感性较大的胶料挤出时易引起焦烧。过大的长径比还会由于螺杆一端固定，另一端悬伸，增大重量弯曲而造成螺杆端部与机筒之间的间隙不均，严重时产生刮研而降低机器使用寿命。

图1-5-26所示为φ150冷喂料销钉机筒挤出机在机头压力为15MPa时，不同长径比的螺杆对产量、单位能耗和胶料温度的关系。可见螺杆的长径比对产量影响并不十分显著，但对胶温和单位能耗的影响则十分显著。螺杆长径比小，单位能耗低，胶温也低。

螺杆长径比，热喂料挤出机一般为3～6，冷喂料挤出机为12～16，最长的可达20。

在螺杆长径比较小时，可用减小螺纹导程的方法，增加胶料在机筒内的停留时间，其效果与增大螺杆长径比相同，但产量要下降。

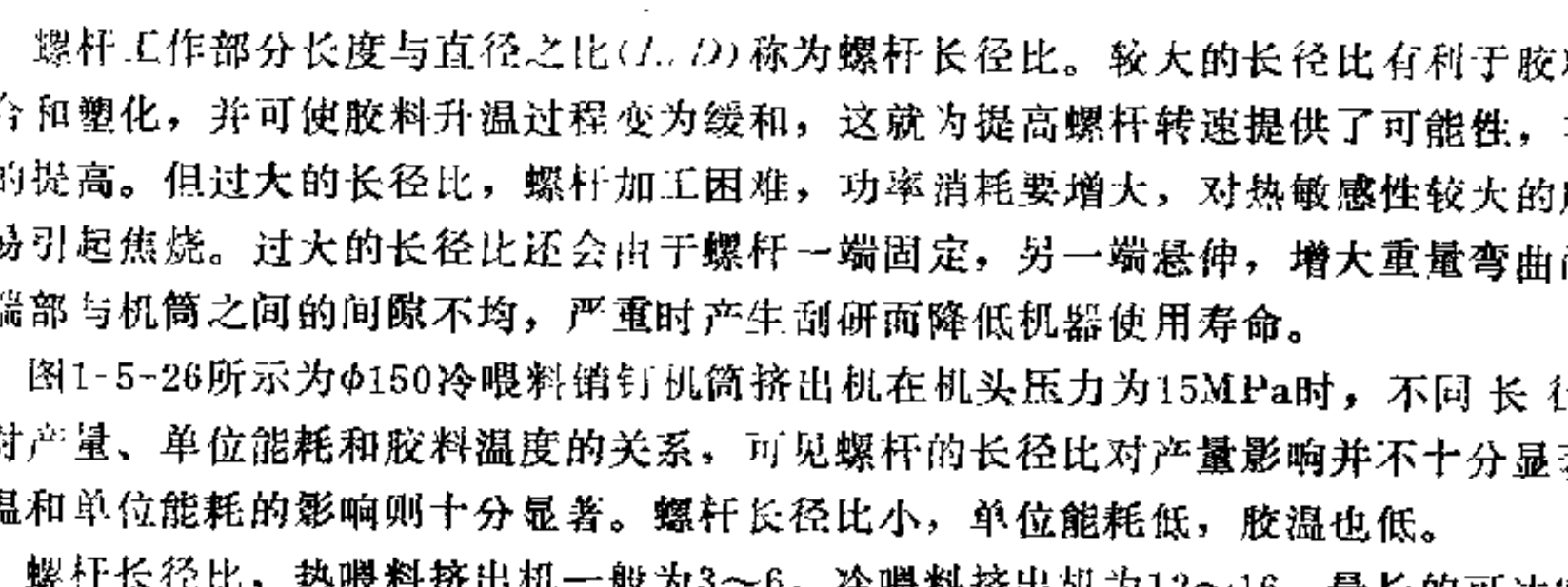


图 1-5-26 螺杆长径比与产量、单位能耗及胶温的关系

二、螺 杆 转 速

螺杆转速是螺杆挤出机的重要参数，它影响挤出机的产量、功率消耗、挤出质量等方

面。螺杆转速以“r/min”表示。各种规格挤出机的螺杆转速见表1-5-1及表1-5-2。

（一）转速与产量的关系

随着螺杆转速的增加，挤出机的产量要上升，在相当一段转速区间内，产量与转速成正比。当转速过高时，产量的上升速率下降，这是由于转速增大，胶温随之提高，在喂料段的摩擦力减小、挤出段的胶料粘度下降时，漏流量增加，结果是喂料和挤出能力都下降，导致产量上升的速率下降。图1-5-27所示为ϕ90冷喂料排气挤出机作丁苯橡胶挤出时，螺杆转速与产量关系的实测记录。图1-5-28所示为五种规格冷喂料销钉机筒挤出机在机头压力为2～5 MPa时，螺杆转速与产量的关系。

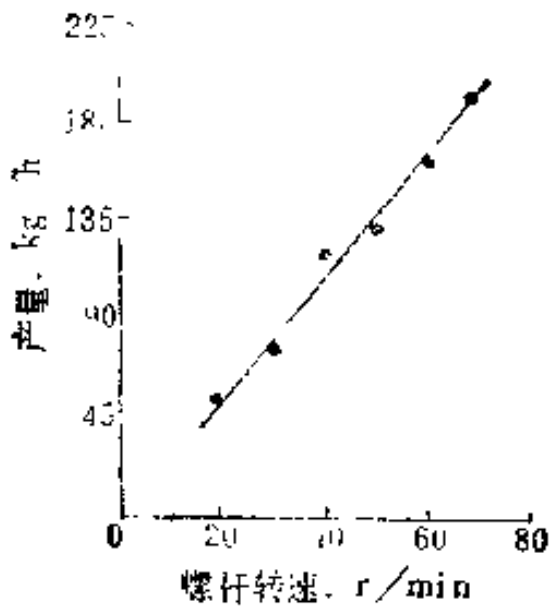


图 1-5-27 ϕ90冷喂料排气挤出机螺杆转速与产量的关系

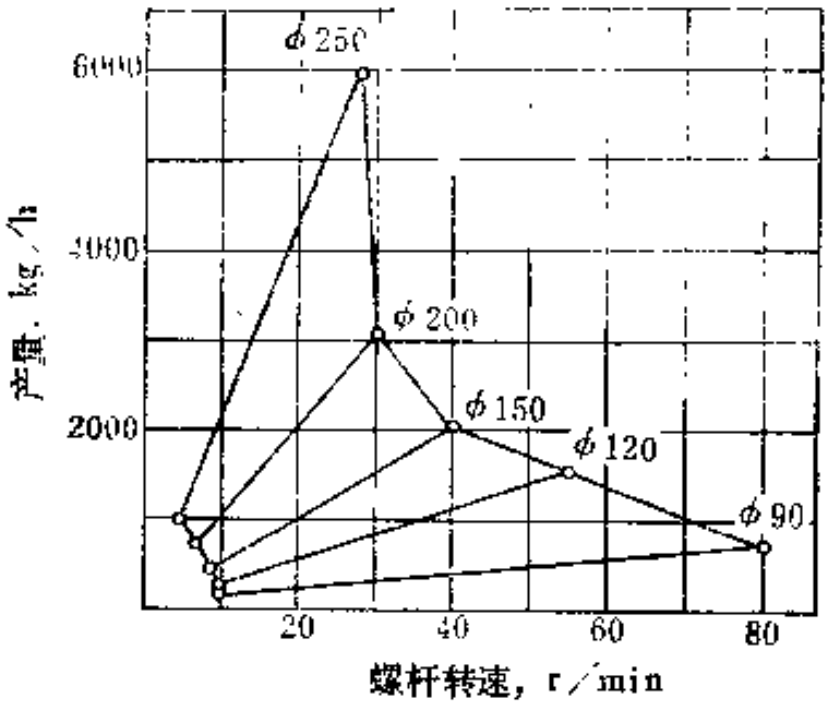


图 1-5-28 不同规格冷喂料销钉机筒挤出机螺杆转速与产量的关系

（二）转速与功率的关系

随着螺杆转速的增加，电机功率消耗也增加，但随转速增加的速率下降。图1-5-29所示为五种规格螺杆挤出机，挤出不同规格胶管时螺杆转速与功率消耗的关系。可见，在转速较高时，功率的增加速率下降。这是由于当螺杆转速较高时，胶料温度升高，导致胶料的粘度下降，流动性变好而引起的。

从图中可见，N-n曲线近似为一直线，其斜率即为螺杆的扭矩。螺杆挤出机这种螺杆转速增加而扭矩基本保持不变的特性，称为挤出机恒扭矩工作特性。

（三）转速与挤出压力的关系

随着螺杆转速的增加，挤出压力也增加，但不十分显著。挤出压力增大有利于提高挤出半制品的致密性。但过高的挤出压力，会由于胶料的温升过高，破坏操作的稳定性。图1-5-30所示为三种口型截面积挤出时，螺杆转速与挤出压力的关系。

（四）转速与胶料塑化、升温的关系

随着螺杆转速的增加，胶料运动速度梯度增大，有利于胶料的撕裂、剪切、搅拌、塑化。但螺杆转速过高时，胶料发热量过大，当冷却不好时，易形成早期硫化。在改善机筒和螺杆传热条件时，可提高螺杆的转速。

图1-5-31所示为ϕ150、$L/D=16$的冷喂料挤出机，在挤出门尼粘度(ML_{1+4}，100℃)为80的胎面胶料时，螺杆转速与排胶温度的关系。由图可见，冷喂料销钉机筒挤出机挤出胶料离开机头时的温度较低。

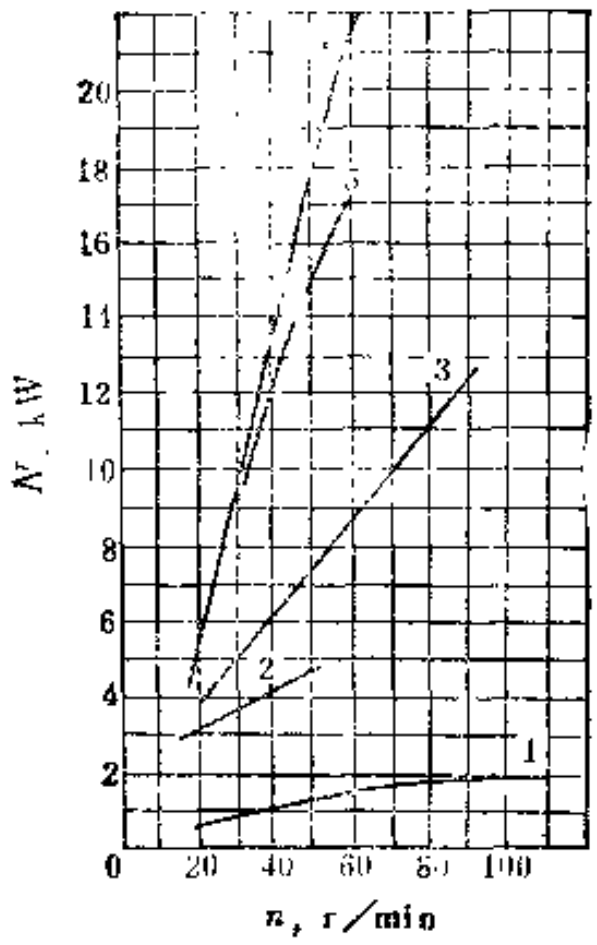


图 1-5-29 螺杆转速与功率的关系

曲线1—φ30挤出机挤出φ8.5×1.5胶管;
曲线2—φ65挤出机挤出φ10、φ6胶条;
曲线3—φ85挤出机挤出φ30×1.5胶管;
曲线4—φ115挤出机挤出φ31.8×3胶管;
曲线5—φ115挤出机挤出φ44×2.3胶管（T型机头）

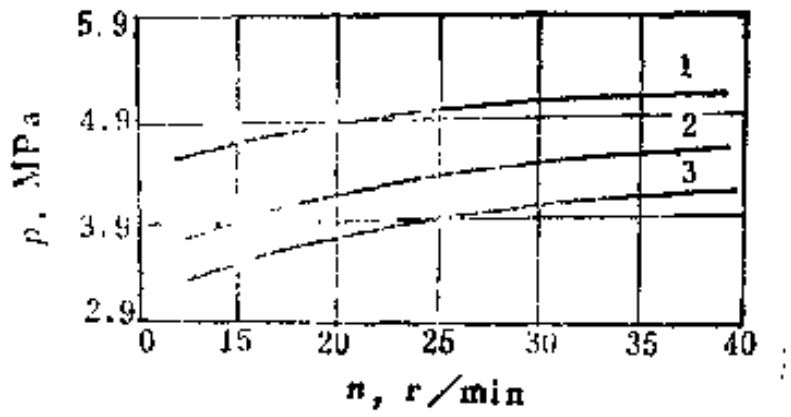


图 1-5-30 螺杆转速与挤出压力的关系

曲线1—机头口型截面积为4cm²;
曲线2—机头口型截面积为6cm²;
曲线3—机头口型截面积为8cm²

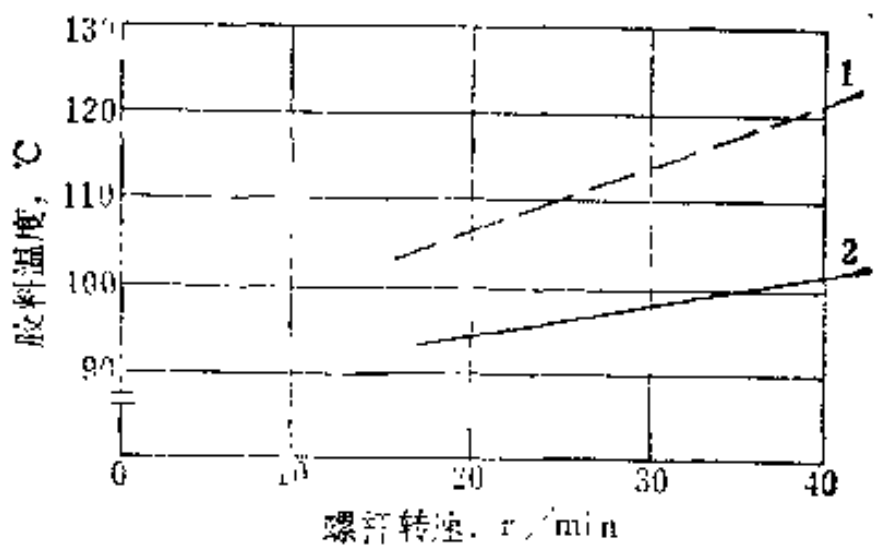


图 1-5-31 螺杆转速与排胶温度的关系

1—普通冷喂料挤出机;
2—冷喂料销钉机筒挤出机

（五）转速与电能单耗的关系

挤出1kg重量胶料所消耗的功率称之电能单耗。电能单耗与螺杆转速间的关系，视具体操作条件而定。图1-5-32所示为φ150、$L/D=16$的冷喂料挤出机螺杆转速与能耗的关系。由图可见，普通冷喂料挤出机螺杆转速越高，电能单耗越大，而冷喂料销钉机筒挤出机螺杆转速越高，电能单耗越小。这是由于产量随转速增加的速率大于功率增加速率所造成的。

（六）转速与喂料方式的关系

螺杆转速与挤出机的加料方式有关。

在无喂料辊自由喂料的情况下，过高的转速会使进料困难，或根本不能进料。螺杆不能进料的临介转速$n_{临界}$，可按胶料被螺杆带动旋转的离心力与其重力相等的条件来确定。

$$n_{临界}=\frac{424}{\sqrt{D}} \qquad (1\text{-}5\text{-}15)$$

式中 D——螺杆直径，cm;

$n_{临界}$——螺杆临界转速，r/min。

螺杆的工作转速n可在（0.2～0.7）$n_{临界}$的范围内选取。大规格机器选大值，小规格机器取小值。

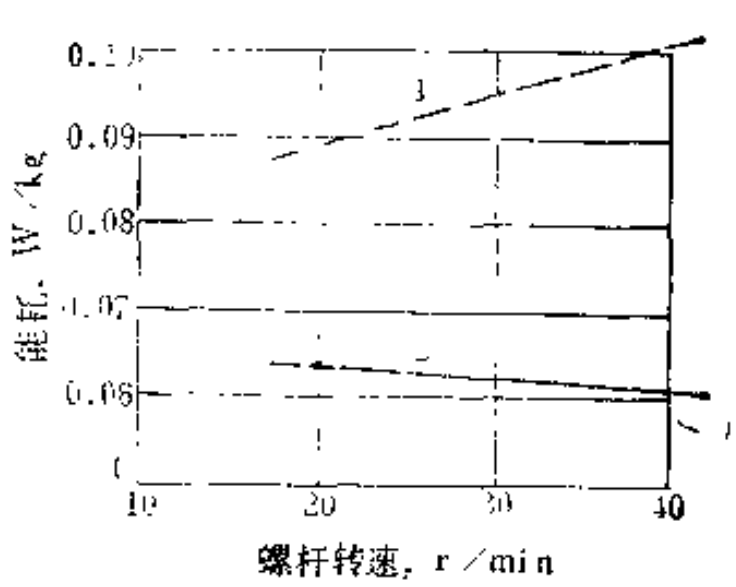


图 1-5-32 螺杆转速与电能单耗的关系

1—普通冷喂料挤出机;
2—冷喂料销钉机筒挤出机

（七）最佳条件下的螺杆转速

最佳条件下的螺杆转速 n 可按下式计算：

$$n = \sqrt[1]{D} \cdot c \qquad (1\text{-}5\text{-}16)$$

式中 n——螺杆最佳转速，r/min；

D——螺杆直径，cm；

c——系数，热喂料挤出机 $c=820$，冷喂料挤出机 $c=550$，胶料流动性差时，c 值应减小。

冷喂料挤出机螺杆转速与螺杆长径比有一定关系。螺杆长径比大，转速允许范围大，以保证胶料在机器内停留足够的时间。例如：ϕ200热喂料挤出机，$L/D=4.35$，转速 $n=20\sim50$r/min；ϕ200冷喂料挤出机，$L/D=12$，转速 $n=15.5\sim46.5$r/min。

三、挤出压力与轴向力

（一）挤出压力

胶料在挤出机内流动时，因受到机头内腔流道阻力和螺杆的挤压作用，使胶料在机筒内的压力由喂料口沿胶料流动方向逐渐升高，在螺杆头端附近达最大值，称该值为挤出压力或机头压力。

胶料沿螺杆的轴向压力分布见图1-5-35所示。对普通螺杆，胶料压力在螺杆头端形成最大值。对于带有屏障的强力塑化螺杆，从喂料口到螺杆头端会形成两个压力峰值，其最大值仍在螺杆的头端附近。

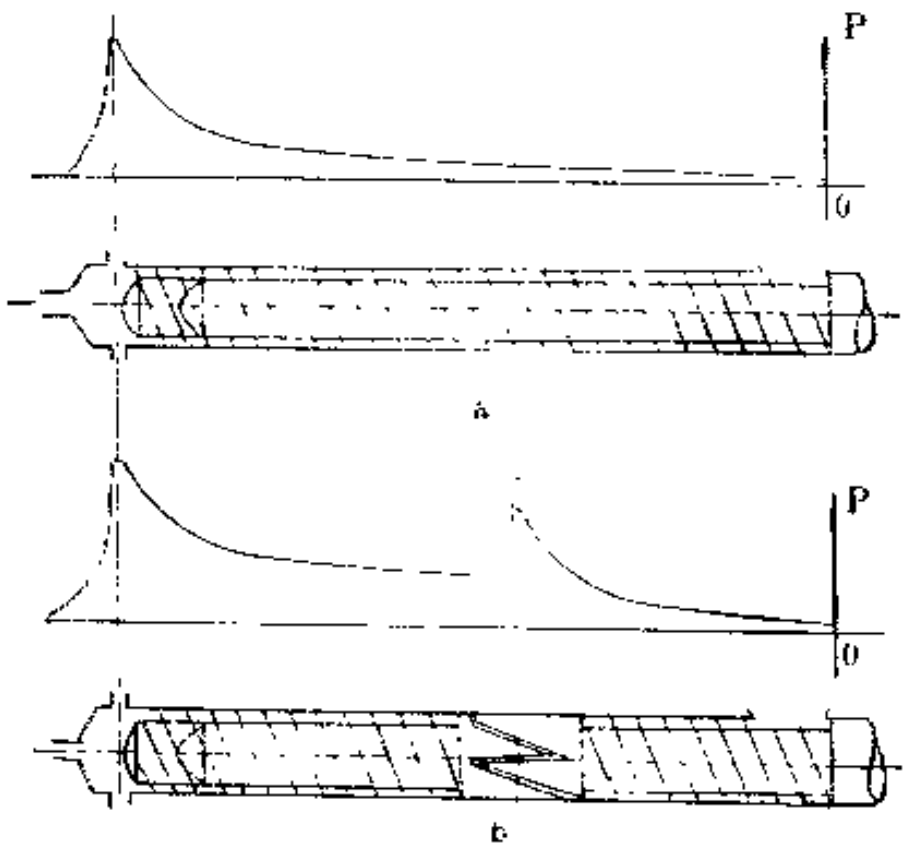


图 1-5-33 挤出压力的分布

a—普通螺杆；b—带屏障头螺杆

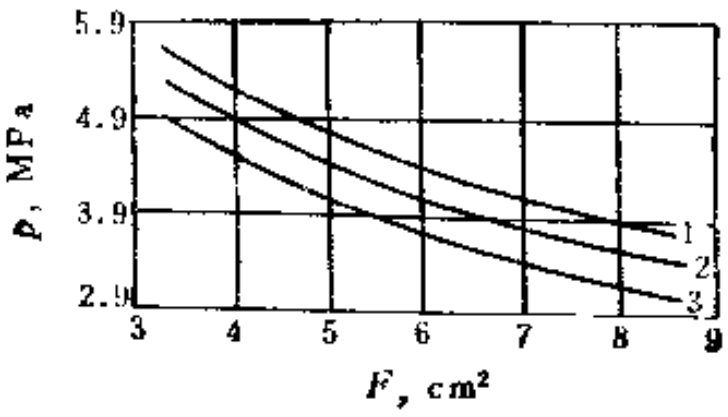


图 1-5-34 口型截面与挤出压力的关系

曲线1—螺杆转速 $n=38$r/min；

曲线2—螺杆转速 $n=22$r/min；

曲线3—螺杆转速 $n=18$r/min

影响挤出压力的因素是多方面的，在操作条件相同时，硬胶料的挤出压力大于软胶料的挤出压力，随着挤出口型截面积 F 的减小和螺杆转速 n 的增加，挤出压力也增加，如图1-5-34

所示。

在正常操作条件下，当挤出机达到操作温度后，挤出压力一般为3.0～10MPa，如操作条件不合理，胶料没有达到预热温度，或口型截面较小时，挤出压力可达13MPa以上。通常压型挤出机挤出压力为10MPa左右，滤胶机为15MPa左右。表1-5-9列出了四种规格热喂料挤出机的挤出压力。

表 1-5-9　热喂料挤出机挤出压力

螺杆直径，mm	60	125	200	250
正常工作压力，MPa	8～15	10～15	7～10	6～9
封闭机头时最大压力，MPa	44	42	34	15

（二）轴向力

螺杆的轴向力是挤出机设计的一个重要参数，它是由作用在螺杆上的两个不同部分的力所组成：①螺杆头端胶料对螺杆的反压力（胶料的静压力）作用在螺杆端面上引起的，即由挤出压力引起的螺杆轴向力，称为静压轴向力；②在螺杆旋转推动胶料运动时，胶料对螺杆表面摩擦阻力的轴向分力而引起的，称为动压轴向力。

$$P = P_1 + P_2 \tag{1-5-17}$$

式中　P——轴向力，N；

P_1——静压轴向力，N；

P_2——动压轴向力，N。

静压轴向力可按挤出压力与螺杆的横截面积来计算，即：

$$P_1 = p \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

式中　p——螺杆头端胶料的挤出压力，Pa；

D——螺杆外径，m。

动压轴向力主要取决于胶料的性质及其运动状态。动压轴向力作精确的计算是困难的，这里介绍的是半经验公式：

$$P_2 = p\left(\pi DL - i\frac{L}{S}\sqrt{(\pi D)^2 + S^2} \cdot e'\right)$$

式中　p'——胶料移动时的摩擦阻力，Pa；

L——螺杆螺纹部分长度，m；

i——螺杆螺纹头数；

S——螺纹的导程，m；

e'——螺峰的轴向宽度，m。

在上式中，摩擦阻力p'经国内实测：对冷喂料挤出机推荐采用$p'=0.4\sim0.5$MPa。表1-5-10所示为摩擦阻力测定值。

动压轴向力还可作如下计算：

$$P_2 = F_v \cdot 2\pi \cdot r_c \cdot \operatorname{tg}\rho$$

式中　P_2——动压轴向力，N；

F_p——螺杆单位长度上的挤出压力，$F_p=\frac{p\cdot L}{6}$，N/m；

p——螺杆头端胶料的挤出压力，Pa；

L——螺杆工作部分长度，m；

r_s——螺杆平均半径，m；

ρ——胶料与螺杆的摩擦角（$\rho=26\sim30°$）。

表 1-5-10 摩擦阻力测定值

测定条件	摩擦阻力p', MPa
$\phi90$, $L/D=10$，挡板螺杆，压缩比为1，热喂料挤出工程轮胎胎面，挤出压力$p=3\sim9$MPa	0.15～0.22
$\phi90$, $L/D=12$，等距变深螺杆，压缩比1.73，冷喂料挤出胶管，角型机头，挤出压力$p=3.5\sim6.0$MPa	0.30～0.10
$\phi65$, $L/D=12$，多种结构螺杆，直型机头，冷喂料挤出胶管，轮胎子口胶，挤出压力$p=3.5\sim6.0$MPa	0.21～0.07

实验证明：P_2仅为P_1的$\frac{1}{8}\sim\frac{1}{4}$，即：

$$P_2=(0.125\sim0.25)P_1$$

在实际操作时，由于加料量不均匀，胶温不稳定，加上螺杆转速的波动等因素，测得的轴向力是不均衡的。图1-5-36所示为$\phi90$挡板式挤出机（$L/D=10$）挤出压力与轴向力的关系。

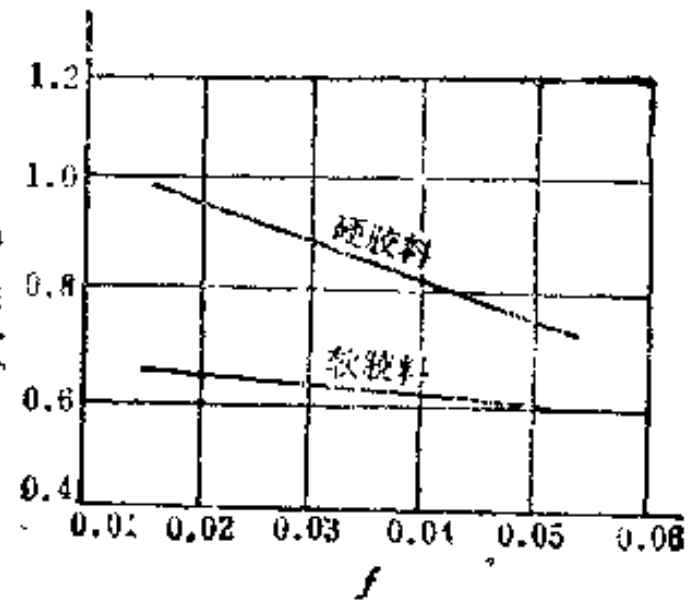


图 1-5-35 p'-f图

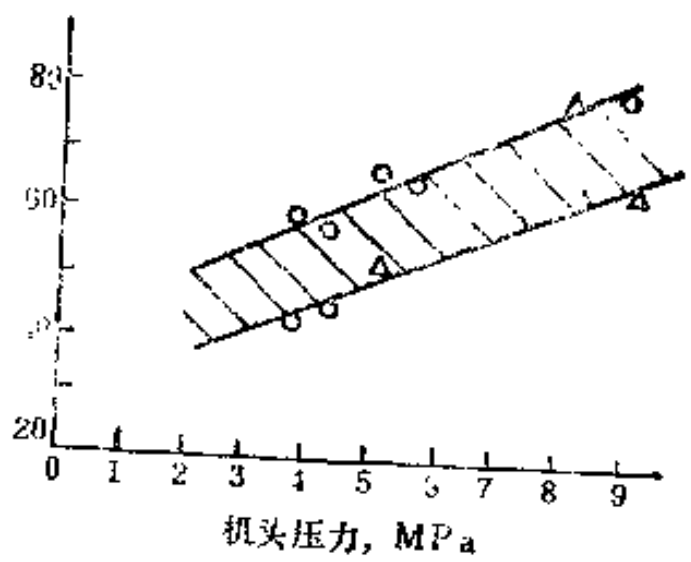


图 1-5-36 轴向力与挤出压力的关系

喂入的胶料温度：75～83℃；
排出的胶料温度：100～150℃；
螺杆转速：40r/min

螺杆前端的挤出压力所产生的静压轴向力与总轴向力之比值，随着挤出压力和口型截面积的变化而变化的。图1-5-37所示为$L/D=5$的热喂料挤出机口型截面与P_1/P的关系。可见：在所选定的口型截面范围内，$P_1/P=0.6\sim0.75$，在机头口型很小时，$P_1/P=0.92\sim$

0.95。对于螺杆$L/D=10$的冷喂料挤出机，在挤出压力为4～8MPa时，$P_1/P=0.4\sim0.7$。当口型尺寸相同时，螺杆长径比越大，P_1/P值越小。

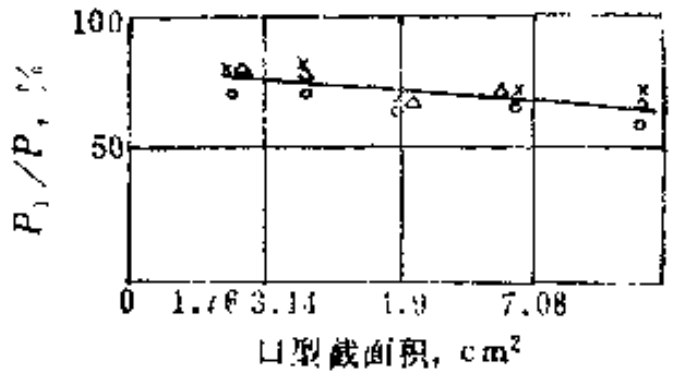


图 1-5-37　口型截面与P_1/P的关系

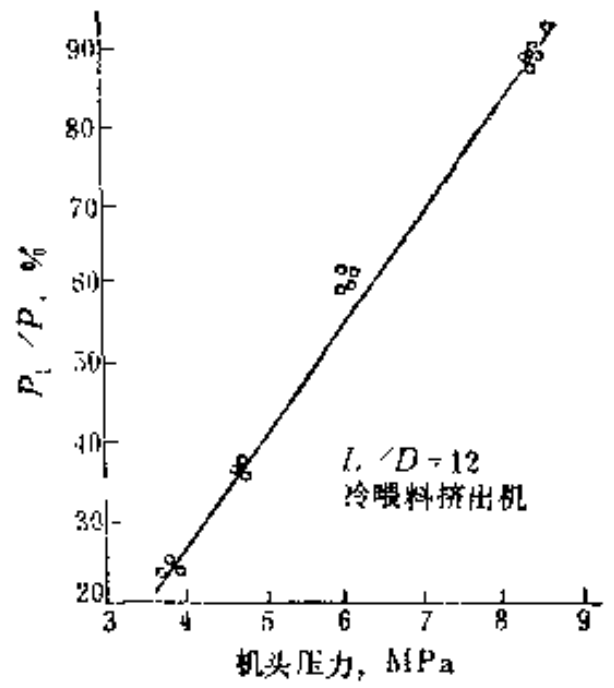


图 1-5-38　挤出压力与P_1/P的关系

图1-5-38所示为$L/D=12$的冷喂料挤出机螺杆头端挤出压力与P_1/P的关系。可见：挤出压力越大，P_1/P值越大，在相同挤出压力条件下，冷喂料挤出机比长螺杆热喂料挤出机的P_1/P要小，这是由于在冷喂料挤出时，胶料的平均粘度比较大，动压轴向力增加，相对地降低了P_1/P值。

当产量为零时，挤出压力和轴向力达最大值。最大挤出压力与胶料粘度和螺杆长径比是成正比例关系。因此，冷喂料挤出机比热喂料挤出机的最大挤出压力大得多。表1-5-11所示为$L/D=5$的四种规格热喂料挤出机最大挤出压力和工作挤出压力的测定数据。

表 1-5-11　$L/D=5$热喂料挤出机最大挤出压力和工作挤出压力

螺杆直径 mm	最大挤出压力 MPa	直型机头或内胎机头压力，MPa	角型机头压力 MPa	螺杆直径 mm	最大挤出压力 MPa	直型机头或内胎机头压力，MPa	角型机头压力 MPa
60	44	3.0～8.0	8.0～15.0	200	30	3.0～6.0	6.0～10.0
125	40	3.0～7.0	7.0～12.0	250	17	3.0～6.0	6.0～9.0

四、最大生产能力

单位时间内挤出机的挤出量即为生产能力，亦即产量，以kg/h表示。

挤出机的生产能力常用简易的实验法和经验公式进行粗略的计算，还可用理论公式计算。

（一）按挤出半制品线速度计算

先测得挤出半制品线速度及纵长1m的重量，再按下式计算生产能力：

$$Q=60\cdot v\cdot g \qquad (1\text{-}5\text{-}18)$$

式中　Q——生产能力，kg/h；

v——半制品挤出线速度，m/min；

g——半制品单位长度重量，kg/m。

（二）按经验公式计算

$$Q=\beta \cdot D^3 \cdot n \tag{1-5-19}$$

式中 β——计算系数，按实际测量得出：热喂料压型挤出机 $\beta=0.00384$，滤胶机 $\beta=0.00256$；

D——螺杆直径，cm；

n——螺杆转速，r/min。

$$Q_{max}=60V \cdot n \cdot i \cdot \alpha \cdot \lambda \cdot \gamma \tag{1-5-20}$$

式中 Q_{max}——最大生产能力，kg/h；

V——螺杆一个螺距的空间容积，m^3；

n——螺杆转速，r/min；

i——螺杆螺纹头数；

α——有效填充系数（$\alpha=0.2\sim0.35$）；

λ——加料系数（$\lambda=0.4\sim0.5$）；

γ——胶料密度，kg/m^3。

$$Q_{max}=0.65D^{2.5} \tag{1-5-21}$$

式中 D——螺杆直径，cm。

（三）按熔体输送理论计算

从式（1-5-8）和式（1-5-9）可知，影响挤出机生产能力的因素是多方面的，它们是：胶料的性质，加工条件，螺杆、机筒等机器结构尺寸等。

1．螺杆转速与生产能力的关系

从式（1-5-13）可知：螺杆转速 n 与生产能力 Q 成正比关系。

2．螺杆的几何尺寸与生产能力的关系

生产能力 Q 接近于与螺杆直径的平方成比例，D 增加，导致 Q 大幅度上升，因此，在一定条件下，适当地加大螺杆直径，是提高生产能力的重要途径。

螺纹沟槽深度 H 对生产能力的影响是复杂的，顺流流量 Q_d 正比于 H 的一次方，而逆流流量 Q_P 却正比于 H 的三次方。

从式（1-5-15）可知，螺杆的挤出段长度 L 与逆流流量和漏流流量成反比例，因此，当增加挤出段螺杆长度时，总生产能力增加。

3．螺杆与机筒的间隙与生产能力的关系

从式（1-5-15）可见：漏流流量与间隙 δ 的三次方成正比，δ 增加，生产能力 Q 明显下降。

4．机头压力与生产能力的关系

从式（1-5-6）可见，顺流流量与机头压力 p 无关，而逆流流量和漏流流量与机头压力 p 成正比例。因此，p 增大会降低生产能力，但它有利于胶料的塑化和提高半制品的致密性。

五、功　　率

挤出机设备功率的大小主要取决于螺杆的几何尺寸与结构、螺杆转速、挤出压力、胶料粘度、机筒与螺棱的间隙以及挤出产量等。

冷喂料挤出机螺杆直径与设备功率的关系如图1-5-39所示。图1-5-40所示为不同胶料不同口型截面下挤出时螺杆转数与功率消耗的关系。

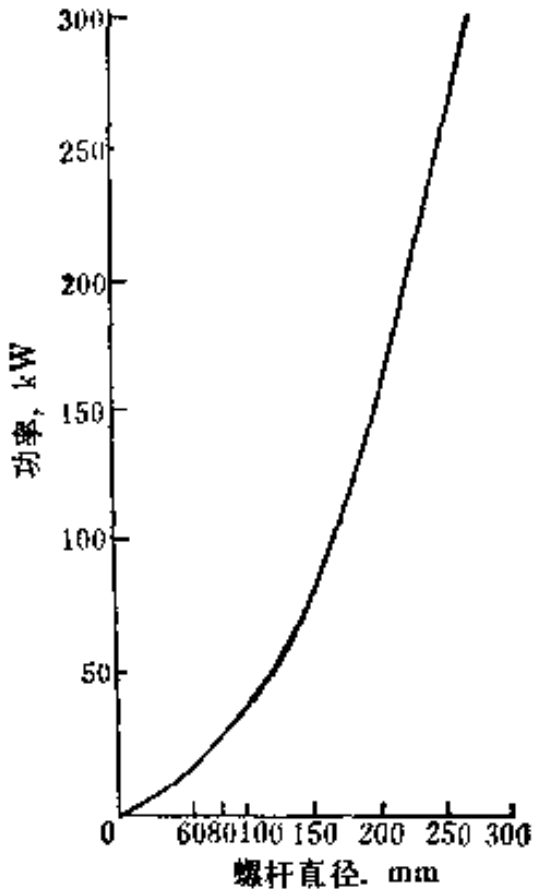


图 1-5-39 螺杆直径与驱动功率的关系

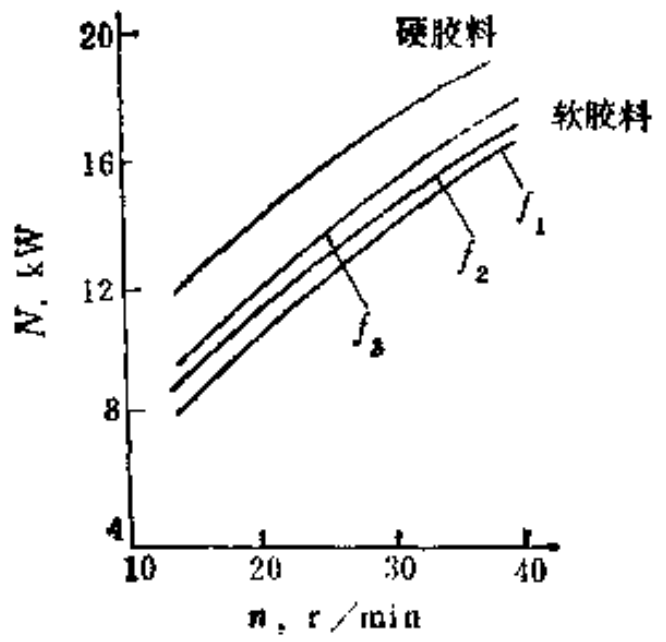


图 1-5-40 不同胶种不同口型截面下螺杆转速与驱动功率的关系（口型截面积$f_1>f_2>f_3$）

挤出机的设备功率可按下述经验公式计算。

（一）热喂料挤出机的功率

$$N=k\cdot D^2\cdot n \qquad (1\text{-}5\text{-}22)$$

式中 N——功率，kW；

k——计算系数，由实际测量的常数，推荐采用：压型挤出机，$k=0.00235\sim0.00295$；滤胶机，$k=0.00365$；

D——螺杆直径，cm；

n——螺杆转速，r/min。

（二）冷喂料挤出机的功率

$$N=k\cdot D^3\cdot\frac{L}{D}\cdot n\times10^{-3} \qquad (1\text{-}5\text{-}23)$$

式中 N——功率，kW；

k——计算系数，0.055～0.0675；

D——螺杆直径，cm；

L——螺杆工作部分长度，cm；

n——螺杆转速，r/min。

挤出机带喂料辊的比不带喂料辊的功率要增加10%。同规格的挤出机，冷喂料比热喂料驱动功率要大。

第五节　主要零部件的结构与设计

一、螺　　杆

螺杆是挤出机的主要工作部件，挤出机的生产能力及其性能都与螺杆的几何形状和结构有关。螺杆由工作部分和尾部组成，可制成整体的或组合的。

（一）材料与技术要求

螺杆由优质的氮化钢或碳素钢制成，其表面进行氮化或淬火处理。现在，有些螺杆在其螺棱的顶部，堆焊一层耐磨硬质合金，以提高螺杆的使用寿命。在螺杆的外圆磨损之后，采用喷涂耐磨镍基合金的方法进行修复，从而使螺杆的工作寿命大幅度的提高。

螺杆材料优先选用38CrMoAlA钢，也可选用40Cr钢或45号钢。用38CrMoAlA 制 造的螺杆，其氮化深度一般为0.3～0.7mm，表面硬度为HRC60～65。

在采用40Cr钢时，材料经调质处理，加工后表面镀硬铬，镀层厚度一般为0.05～0.1mm，其基体硬度HRC＞45，镀铬层硬度HRC＞55。

螺杆的螺纹部分外圆表面与轴承支承面的同轴度误差，参见表1-5-12。

表 1-5-12　螺杆的螺纹外圆表面与轴承支承面同轴度误差

螺杆直径，mm	30	65	85	115	150	200	250	300
同轴度误差，mm	0.031	0.040	0.044	0.049	0.053	0.059	0.063	0.067

注：对于浮动式螺杆，在全长范围内径向跳动应不大于表中同轴度值的1/2。

对螺杆的基本技术要求是：

（1）具有良好的塑化能力和较好的自洁性；

（2）具有较高的生产能力，且能在较低温度下完成挤出作业；

（3）能建立起足够的压力，并能实现稳定的挤出作业；

（4）具有广泛的适应性，可适用于多种胶料的挤出作业；

（5）具有良好的耐磨性和一定的耐化学腐蚀性；

（6）具有能排除气体和挥发物的能力；

（7）具有足够的机械强度、刚度和良好的加工性能。

上述诸点对不同用途挤出机的螺杆应按其具体情况有所侧重。

（二）类型与基本结构

按螺纹头数分为：单头、双头、多头和复合螺纹螺杆四种。

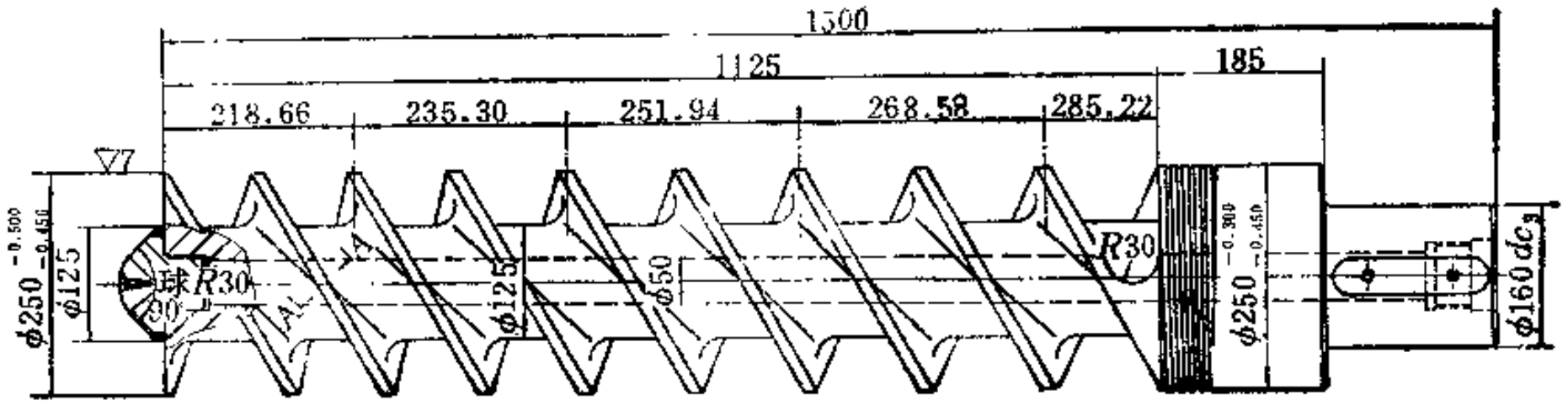
按螺纹方向分为：左旋和右旋两种。橡胶挤出机多用右旋螺纹螺杆。

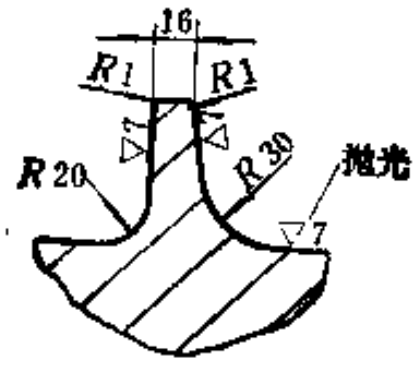
按螺杆的外形分为：圆柱形、圆锥形和复合形三种。压型挤出机和滤胶机多用圆柱形螺杆。

按螺纹形式分为：等距等深型、等深不等距型、等距不等深型和复合型螺纹螺杆四种。等深等距型螺杆挤出半制品致密性差，多用于滤胶机上。等距不等深型螺杆能使胶料均匀压实，胶料受剪切应力大，发热量大。当螺纹的压缩比过大时，对螺杆喂料段的机械强度有颇大的影响。等深不等距型螺杆不影响螺杆的机械强度，胶料塑化均匀，但加工困难。复合型螺纹的螺杆在螺杆的工作部分不同段位上有不同的螺纹头数和形式，多用于特殊用途的挤出

机上。

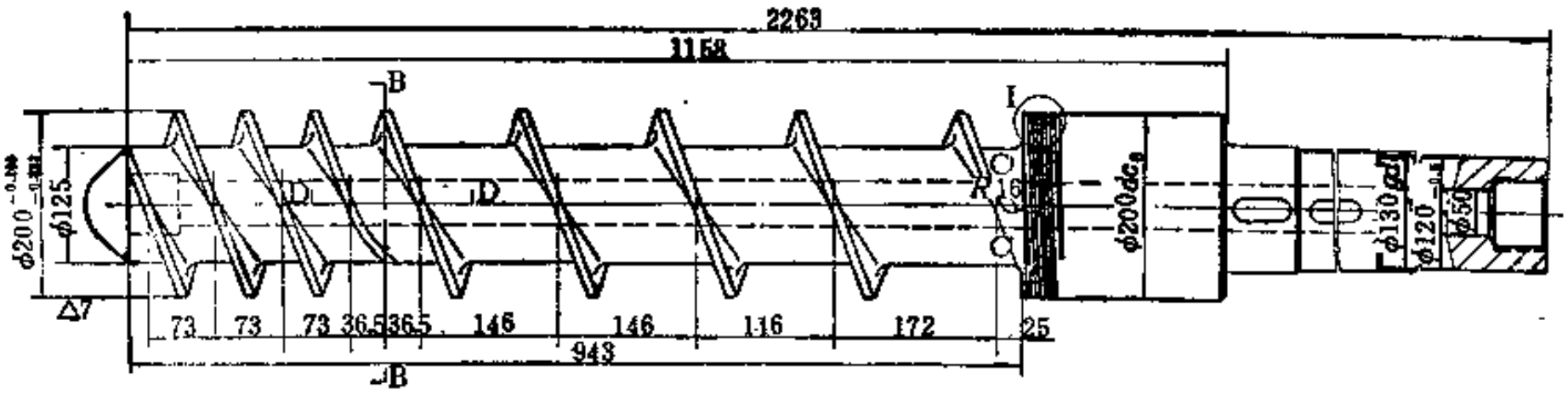
热喂料压型挤出机常用螺杆的结构形式如图1-5-41所示。

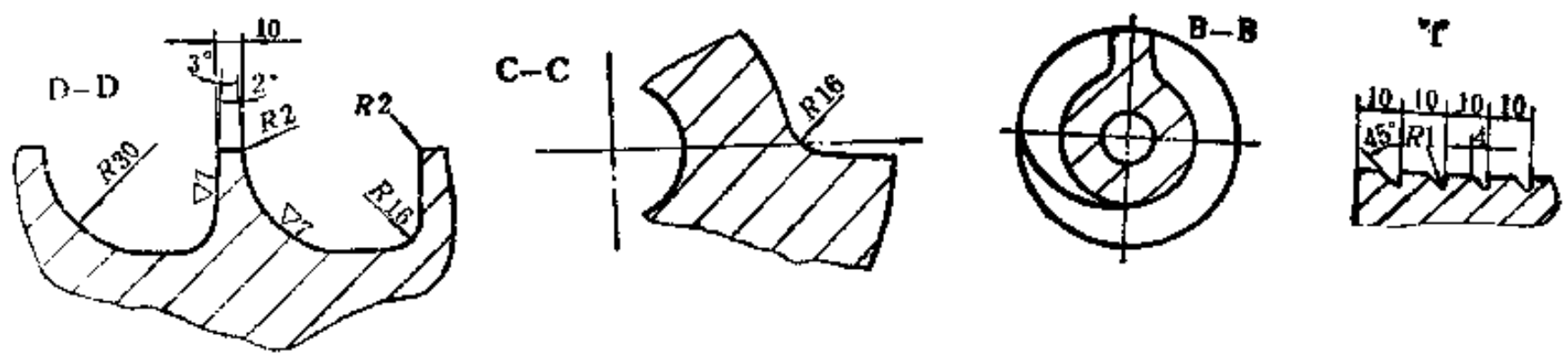




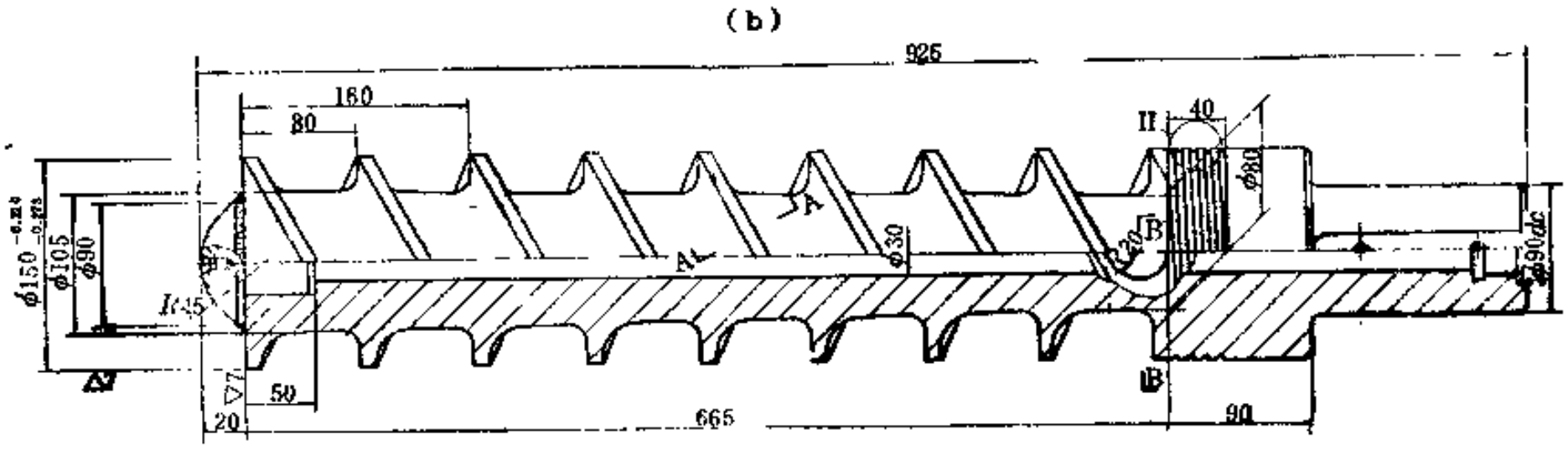
A—A

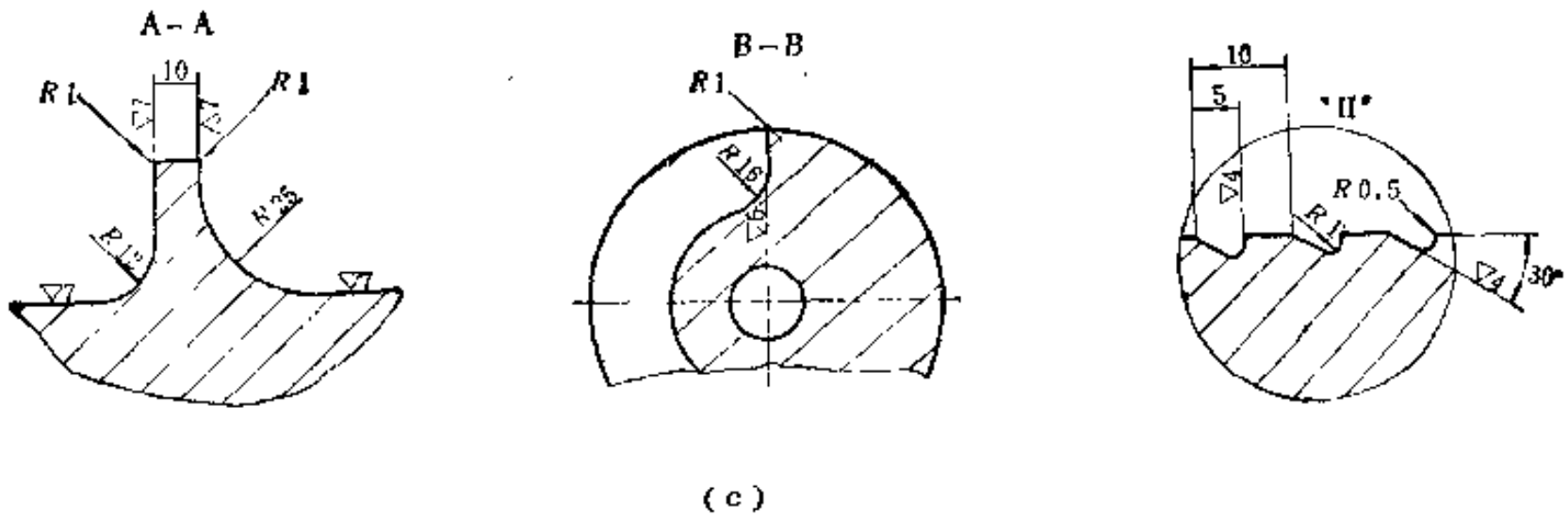
(a)





(b)





(c)

图 1-5-41　热喂料常用螺杆的结构

a—等深不等距型；b—复合型；c—等距不等深型

图1-5-42所示为φ200冷喂料挤出机主副螺纹螺杆的结构。它是在原螺纹（主螺纹）的基础上附加一条与主螺纹导程不等的副螺纹构成的。由于主、副螺纹的作用，胶料受到强烈的剪切和分割，从而增强了塑化和混炼效果。

图1-5-43所示为φ150销钉机筒挤出机螺杆，它是由双头、等距、等深螺纹构成，喂料段为等距等深螺纹，但螺纹的沟槽较浅，在其上另开有沟槽，槽底直径与塑化、挤出段的螺纹根径相同，沟槽的导程与喂料段螺纹的导程不同，因此，沟槽把喂料段的螺纹切断。在螺杆的塑化段上，与机筒上销钉的对应位置上开有周向沟槽，沟槽宽度比销钉直径大4～6mm，防止销钉与螺杆干涉。

图1-5-44所示为GS150mm屏障型螺杆，它在强力塑化段上有一个屏障元件，由四条光棱和四条剪切棱组成，四条光棱把喂料段与挤出段的双头螺纹连接起来，光棱高度与螺纹高度相同，四条剪切棱与轴线平行，两端与光棱连接，它比光棱低2mm，棱上开有 $R=3$mm 的凹槽，凹槽的方向与螺杆轴线成75°，八条棱把机腔分成前后两部分。

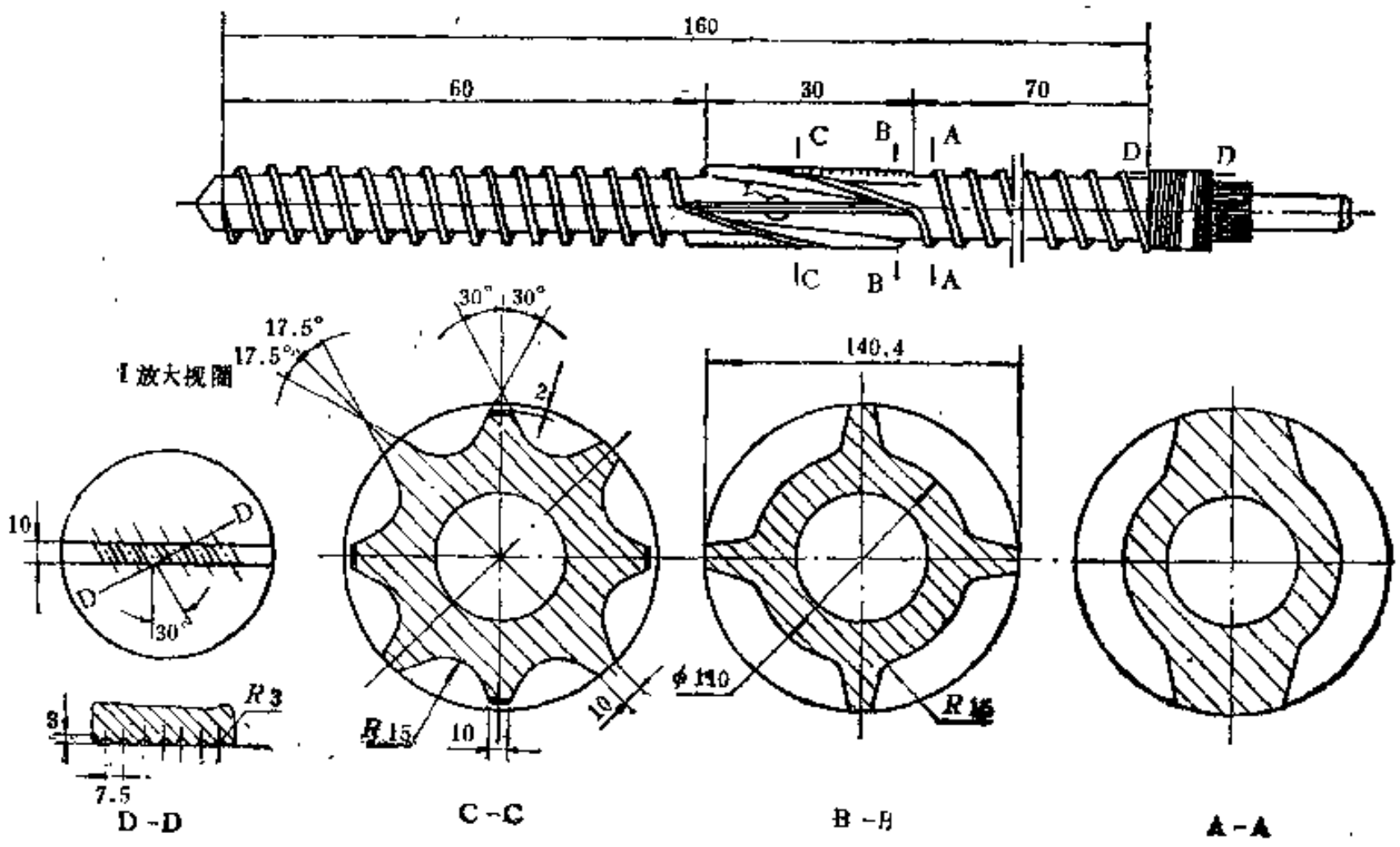


图 1-5-44　GS150mm屏障螺杆

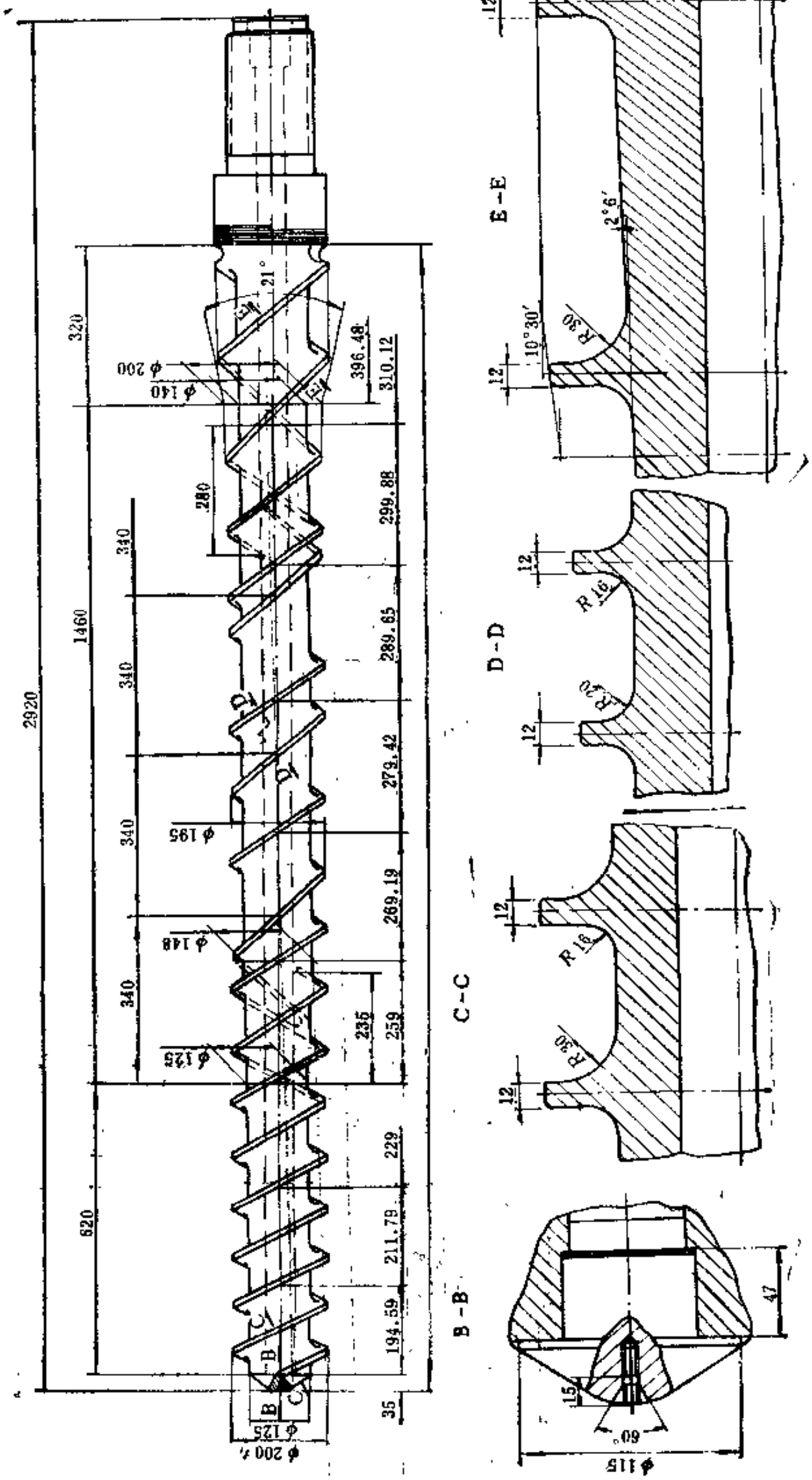


图 1-5-42 φ200 长、刮螺纹螺杆

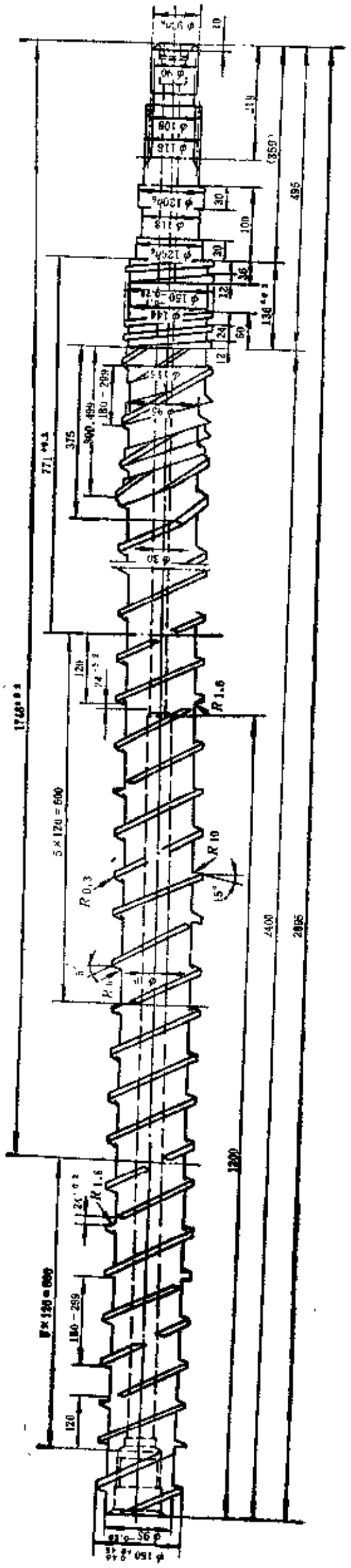


图 1-5-43　φ150锚钉机筒挤出机螺杆

胶料在螺杆屏障上的运动是复杂的，双头螺纹沟槽中的胶料，一分为二地翻过剪切棱之后，在前区中与另一股胶料中的一部分混合，胶料在混炼头的三角区中形成涡流，在螺杆、机筒壁与剪切棱、光棱的作用下，使其不仅产生上下翻转，而且可在三角区内大幅度的产生环流流动，促使胶料充分的混合。在胶料翻越剪切棱时，贴着机筒的胶料沿着与轴线垂直的方向推进，贴着剪切棱的胶料，在凹槽的作用下，沿与螺杆轴线成75°角的方向推进，促使胶料产生位移，受到剪切。可见，在挤出过程中，胶料在屏障头中受到第一次强烈压缩、剪切，待到机头的口型出口处，又受到第二次压缩、剪切，前后形成两个压力峰值。

（三）螺杆结构参数

螺杆工作部分结构参数主要有：螺杆直径与长径比、压缩比、螺纹头数、导程和升角、螺纹沟槽深度及螺纹断面几何形状。见图1-5-45所示。

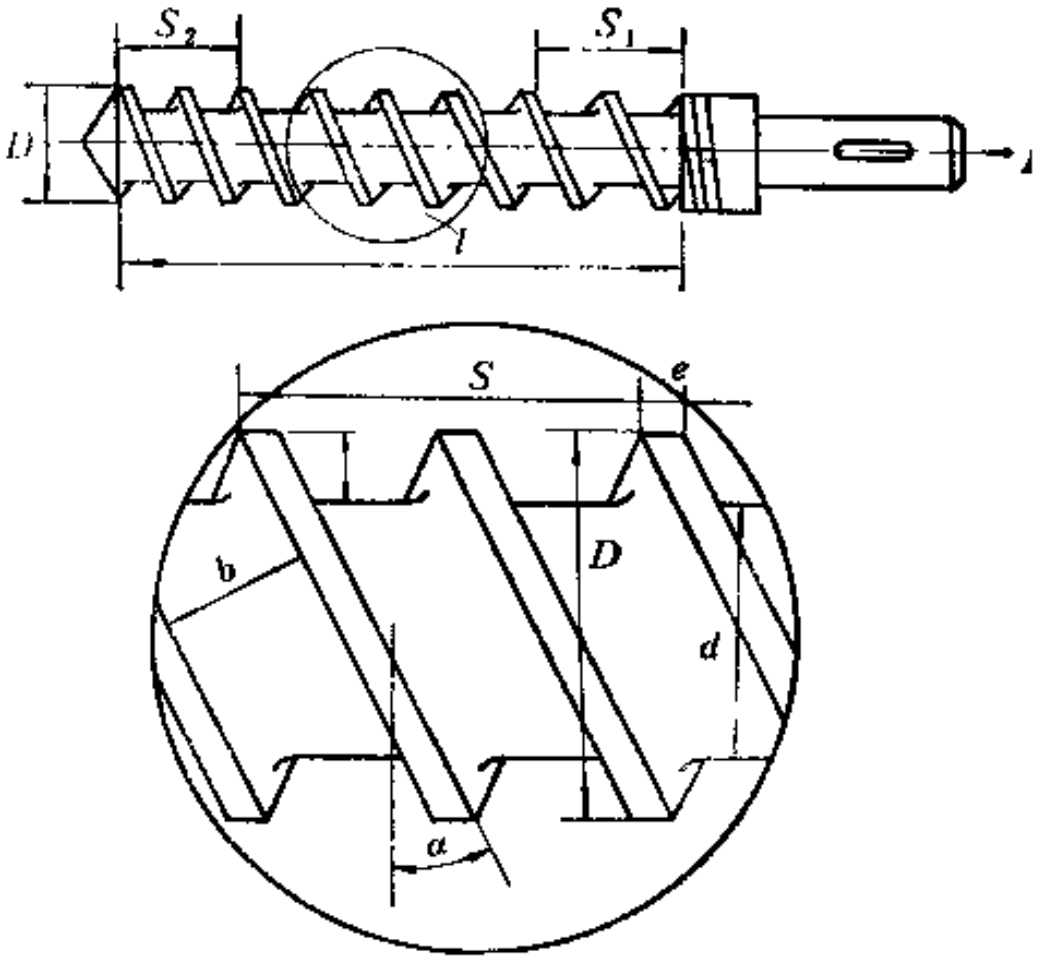


图 1-5-45　螺杆几何结构

1. 螺杆直径与工作部分长度

螺杆直径是螺杆结构的基本参数，螺杆直径的选择应综合考虑挤出半制品的形状、挤出断面的大小、产量等。螺杆工作部分长度取决于挤出机的类别、用途、螺纹的结构和功率消耗。

2、螺杆长径比L/D及螺纹沟槽深度

热喂料挤出机的长径比一般为4～5，螺纹沟槽深度一般为0.25D。冷喂料挤出机螺杆的长径比较大，一般为12以上，有时高达20，螺纹沟槽深度则较浅，一般为0.125～0.17D。

螺纹沟槽深度对产量、质量都有较大影响，还与螺杆强度和功率消耗有关。当螺纹沟槽深度减小时，胶料剪切速率增大，有利于胶料塑化，但胶料升温增大、产量减小。增加螺纹沟槽深度可提高产量，但沟槽深到一定程度产量增加并不显著，还会影响螺杆强度。

3、压缩比

螺杆的压缩比是指喂料口处螺纹沟槽容积与挤出段最后一个螺纹沟槽容积之比。热喂料

挤出机的螺杆压缩比一般为1.3～1.4，有时可达1.6～1.7，而冷喂料挤出机螺杆，其压缩比一般为1.7～1.8，有时可达1.9～2.0。

压缩比按下式计算：

$$f=\frac{(t_1-e)(D-h_1)\cdot h_1}{(t_2-e)(D-h_2)\cdot h_2} \tag{1-5-24}$$

对于等深变距螺杆：$h_1=h_2$

$$f=\frac{t_1-e}{t_2-e}$$

对于等距变深螺杆：$t_1=t_2$

$$f=\frac{(D-h_1)\cdot h_1}{(D-h_2)\cdot h_2}$$

对于螺纹厚度变化的螺杆：$t_1=t_2$，$h_1=h_2$

$$f=\frac{t-e_1}{t-e_2}$$

式中 t_1——螺杆喂料端的螺距，cm；

t_2——螺杆头端第一个螺距，cm；

h_1——螺杆喂料端螺纹沟槽深度，cm；

h_2——螺杆头端螺纹沟槽深度，cm；

e——螺杆螺峰轴向宽度，cm；

D——螺杆外径，cm；

t——螺杆螺距，cm；

e_1——螺杆头端螺峰轴向宽度，cm；

e_2——螺杆喂料端螺峰轴向宽度，cm。

4．螺纹导程和升角

螺纹导程S影响到螺纹沟槽的有效容积。在S增大时，吃料容易，输送胶料能力高，产量也随之增加。S减小时，轴向压力增大，胶料在机筒内停留的时间增加，塑化均匀，半制品的质量好，但螺纹沟槽容积减小，产量下降。过大的S会造成胶料塑化不均，影响挤出半制品的质量。一般螺杆挤出段的螺纹导程$S=(0.6\sim1.5)D$，为了加工螺杆方便和得到较高的排胶量，对等距螺杆可取$S=D$。这时，螺纹升角$\alpha=17°42'$，对变距螺杆的螺纹升角α见表1-5-13。

表 1-5-13 变距螺杆的螺纹升角

螺杆直径，mm	螺纹升角，(°)	螺杆直径，mm	螺纹升角，(°)
50～65	12～20	115～150	18～32
85～90	15～28	200～250	25～35

螺纹导程与升角 α 的关系：

$$S=\pi D\mathrm{tg}\alpha \qquad (1\text{-}5\text{-}25)$$

5．螺纹头数

在相同的导程下，单头螺纹的螺纹沟槽容积较大，输送能力强，发热量小，但挤出波动大。双头或多头螺纹的螺纹沟槽有效容积小，输送胶料的能力低，但半制品挤出稳定，对提高挤出物的质量有显著好处。橡胶压型挤出机多用双头螺纹，螺杆压片机和造粒机的喂料段，多用单头螺纹。

6．螺峰的轴向宽度

螺峰的轴向宽度会影响螺纹沟槽的容积，导致产量和功率消耗的变化。在保证强度的前提下，螺峰轴向宽度取小些为好。一般螺峰轴向宽度 $e=(0.06\sim0.08)D$。

7．螺纹断面形状

常见的螺纹断面形状如图1-5-46所示。在压型挤出机中，多采用图1-5-46 a 所示，螺纹断面是矩形的，螺纹的推料表面与螺杆根径表面垂直，用小圆弧 $r_1=(0.06\sim0.12)D$ 过渡，螺纹背面的过渡圆弧 $r_2=(0.12\sim0.18)D$，这有利于胶料在螺纹沟槽内产生横流，促进胶料均匀的混合与塑化，以防局部焦烧。

梯形螺纹断面（图1-5-46 b）多用于小直径螺杆，螺纹背面与螺杆轴心垂直平面的夹角 $\theta=10\sim15°$，圆弧半径 $r_1=r_2=(0.07\sim0.13)D$。锯齿形螺纹断面（图1-5-46 c）具有较高的强度和输送能力，多用于大型造粒机和螺杆塑炼机的螺杆上。螺纹背面与螺杆轴心垂直平面的夹角 $\theta<30°$。

表1-5-14所示为螺纹断面的几何参数。

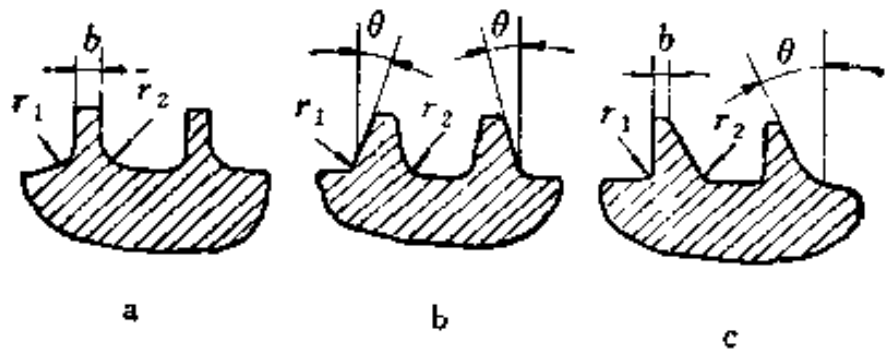


图 1-5-46 螺纹断面形状

a—矩形断面；b—梯形断面；c—锯齿形断面

表 1-5-14 螺纹断面的几何参数 单位：mm

规 格	φ250	φ200	φ150	φ115	φ65
b	16	10	10	7	7
r_1	20	16	12	10	6
r_2	30	30	25	20	12

8．螺杆头部形状

螺杆头部形状的选择应有利于胶料的流动，防止产生死角，避免胶料焦烧。常见的螺杆头部形状如图1-5-47所示。平头螺杆在螺杆端头易产生死区，现已很少采用。表1-5-15为国产挤出机螺杆头部几何尺寸。

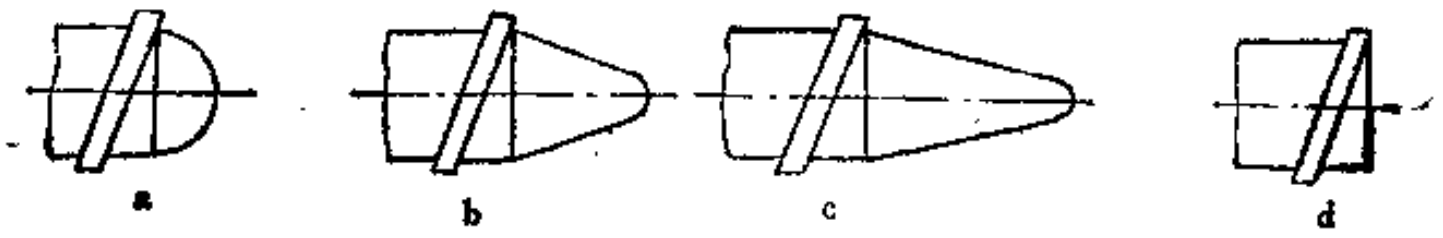


图 1-5-47 螺杆头部形状

a—球形头；b—锥形头；c—弹形头；d—平头

表 1-5-15　螺杆头部几何尺寸　　单位：mm

尺寸代号	热喂料挤出机						冷喂料挤出机					附　图
	φ65	φ85	φ115	φ150	φ200	φ250	φ65	φ80	φ115	φ150	φ200	
d	46	60	75	90	125	125	50	65	92	150	125	
α	—	120°	120°	—	—	90°	100°	100°	100°	100°	—	
R	—	25	30	45	45	50	5	10	14	20	45	
l	—	—	—	20	45	—	25	24	37	44	35	

（四）收敛螺纹的设计

等深变距的收敛式单头螺纹的展开图如图1-5-48所示。

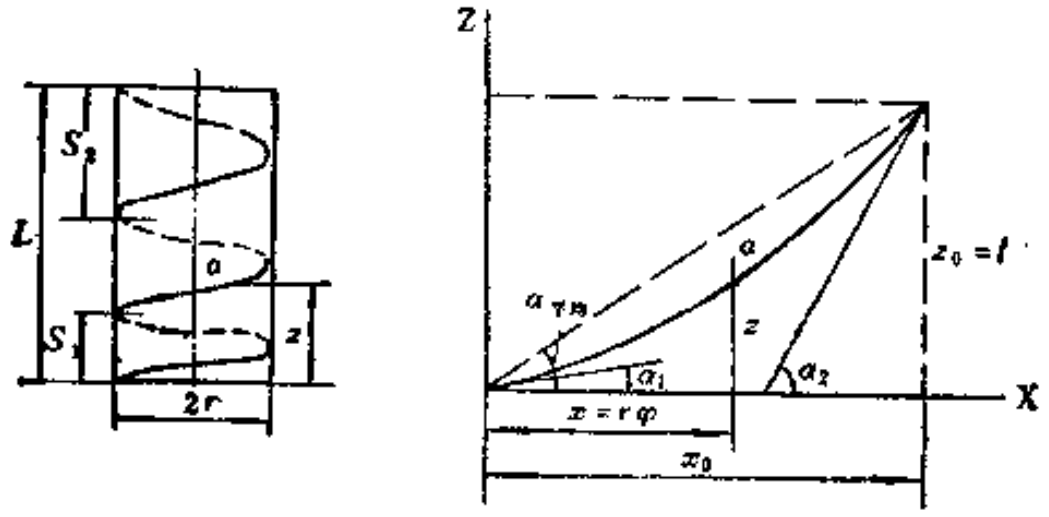


图 1-5-48　收敛式螺纹展开图

曲线上每一点纵座标的变化表示螺距的变化，其变化规律用下列方程表示：

$$z = x\mathrm{tg}\alpha + m_0 x^2 \qquad (1\text{-}5\text{-}26)$$

式中　z ——在平面展开的螺纹线 a 点的纵座标；

x ——螺纹线在 a 点的横座标；

α ——螺纹升角，(°)；

m_0——根据末端条件确定的系数。

通过数学转换得出如下基本公式：

$$z = r\cdot\varphi\cdot\mathrm{tg}\alpha_1 + \frac{\mathrm{tg}^2\alpha_2 - \mathrm{tg}^2\alpha_1}{4L} r^2\cdot\varphi^2 \qquad (1\text{-}5\text{-}27)$$

式中　r——螺杆的螺纹半径，cm；

φ——螺纹线展开的相位，rad；

α_1——螺杆头端的螺纹升角，(°)；

α_2——螺杆喂料口端的螺纹升角，(°)；

L ——螺杆工作部分长度，cm。

在设计时，一般先确定螺杆喂料口端螺纹的导程S_2，再按压缩比f计算出螺杆头端螺纹的导程S_1，然后，再根据螺纹升角用式(1-5-27)求出主要相位上的导程，即可绘出结构图。

在按等差级数设计螺纹线时，按下式计算导程S_n：

$$S_{n+1} = S_n - d\cdot n \qquad (1\text{-}5\text{-}28)$$

式中 S_{n+1}——螺杆第 n 圈的导程，cm；

S_2——螺杆喂料口端第一圈螺纹的导程，cm；

d——公差；

n——螺纹圈数。

（五）主副螺纹螺杆的设计

1．主副螺纹螺杆工作原理

主副螺纹螺杆如图1-5-49所示。它的螺纹由主、副螺纹构成。主螺纹从始到终贯通在螺杆工作部分的全长上。副螺纹附加在一个区段的主螺纹间，可以是一条，也可以是几条。副螺纹的始端与主螺纹相交。主副螺纹的导程不同，因此，这两条螺纹之间螺纹沟槽宽度不断变化，以致最后副螺纹的终端交接在主螺纹的另一侧。另外，副螺纹螺峰与机筒的间隙大于主螺纹螺峰与机筒的间隙。在主螺纹的螺纹沟槽中，副螺纹相当于一条“坝”，未塑化的胶料粒子沿着主螺纹的螺纹沟槽向机头方向输送，受到逐渐缩小的螺纹沟槽的约束，而基本塑化了的、呈现粘性流动的胶料，可通过副螺纹与机筒间隙沿螺纹沟槽向机头方向输送，而未充分塑化的团状胶料，则继续留在逐渐缩小的螺纹沟槽中，受旋转的螺杆进一步的剪切和挤压，直到呈现粘性流动状态为止。

在胶料输送过程中，受到强烈的剪切和撕裂，导致混合较差的胶料核心部分在螺纹沟槽中逐渐减少直至消除，从而增加了塑化和混合效果。与此同时，在胶料通过副螺纹与机筒之间的间隙时，均匀的与机筒内壁接触与热交换，故胶料的温度是均匀的。可见，主副螺纹螺杆的挤出是定量定压地挤出胶料。

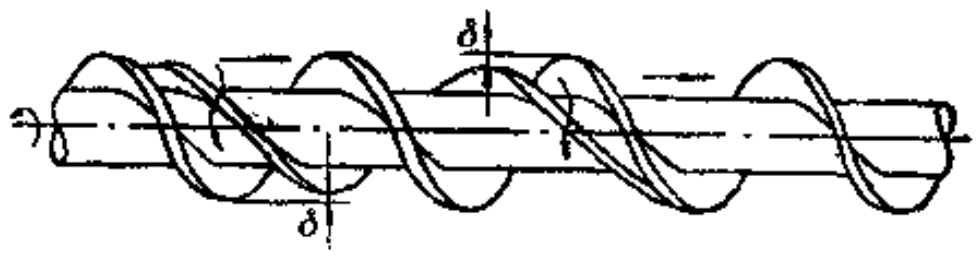


图 1-5-49 主副螺纹型螺杆

由于主副螺纹螺杆具有强烈的剪切和塑化能力，使熔融胶料与未熔融胶料分离，对未熔融的胶料，其熔融速度也比普通螺杆快，因此，主副螺纹的螺杆，在相同转速下，其产量比普通螺杆大。

主副螺纹螺杆对挤出胶料的适应性强，从100%天然橡胶到100%合成橡胶都能加工，由于未熔融胶料保持着容易排气状态，在压力作用下，胶料内的气体比较容易往喂料口方向排出。在螺杆的主螺纹侧面，经常保持着熔融胶料的状态，因此，润滑效果好，不易产生螺杆刮套现象，而且，自洁性好，使用寿命长，单耗低。

2．主副螺纹螺杆设计

（1）长径比 螺杆的长径比在满足塑化的条件下，应尽量小些。长径比取决于胶料的性质、螺杆的直径和转速。对于容易塑化的胶料、直径小、转速低的螺杆，分别取小值。如螺杆的螺纹结构具有较强的塑化和混合作用，则长径比可小些。

（2）螺杆各段长度 主副螺纹型螺杆按其作用可分为喂料段、剪切混合段和挤出段三个区段。喂料段的长度一般为：$L_1=(4\sim6)D$，它由主螺纹构成。剪切混合段由主螺纹和副螺纹构成。按粘性流体输送理论，在忽略逆流和漏流的影响情况下，主螺纹螺纹沟槽中胶料

的顺流流量，应与胶料流经机筒内壁与副螺纹螺峰间隙时的强制流流量相等。只有这样，才能保证螺纹沟槽中的胶料流动不发生阻塞或中断。

主副螺纹螺杆的螺纹排列形式如图1-5-50所示。

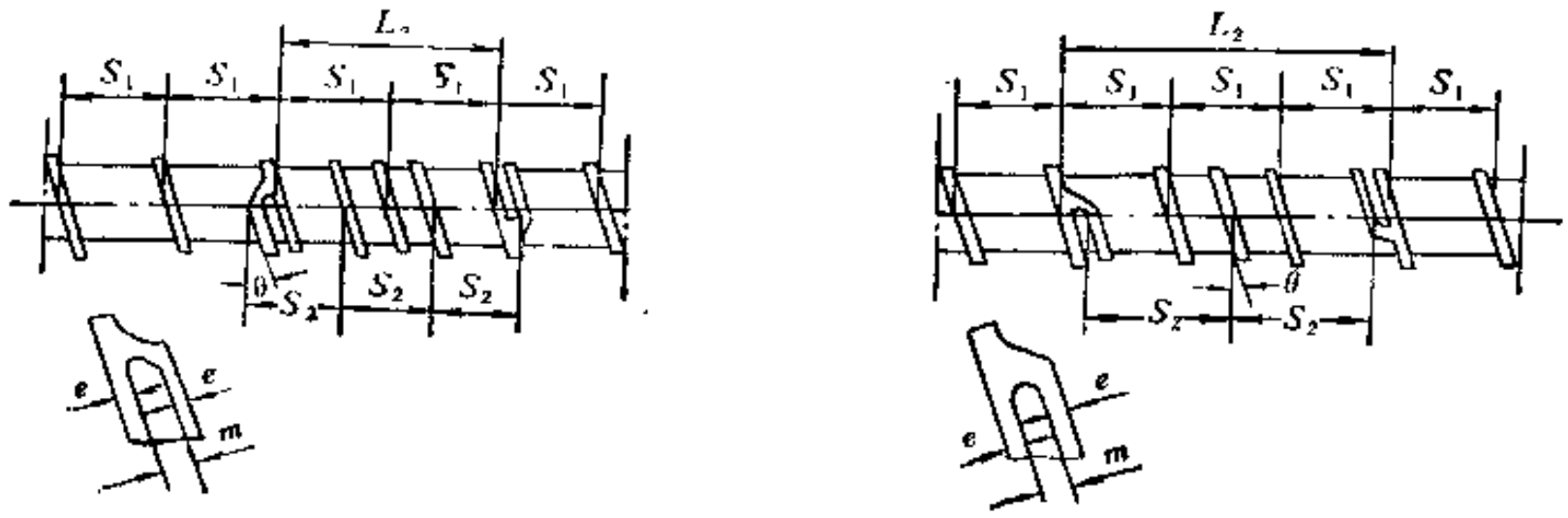


图 1-5-50　主副螺纹的排列形式

如果令主、副螺纹从开始分开到汇合时主螺纹的导程为 z，对$S_1>S_2$：

$$z S_1 + \frac{2e+2m}{\cos\theta} = (z+1)S_2$$

$$z = \frac{S_2 - \dfrac{2e+2m}{\cos\theta}}{S_1 - S_2}$$

对$S_1<S_2$：

$$z S_1 = (Z-1)S_2 + \frac{2e+2m}{\cos\theta}$$

$$z = \frac{S_2 - \dfrac{2e+2m}{\cos\theta}}{S_2 - S_1}$$

比较上面二式，只是分母 (S_1-S_2) 与 (S_2-S_1) 不同，但可用求绝对值的方法来表示：

$$z = \left| \frac{S_2 - \dfrac{2e+2m}{\cos\theta}}{S_1 - S_2} \right| \qquad (1\text{-}5\text{-}29)$$

式中　S_1——主螺纹导程，m；

S_2——副螺纹导程，m；

e——副螺纹螺峰法向宽度，m；

m——由刀具决定的尺寸，m；

θ——主螺纹升角，(°)。

剪切混合段长度：

$$L_2 = zS_1 \tag{1-5-30}$$

或

$$L_2 = (z+1)S_2 \tag{1-5-31}$$

副螺纹轴向长度L_2(m)按下式计算：

$$L_2 = \frac{W \cdot h \cdot K \cdot \cos\theta'}{\delta} \tag{1-5-32}$$

式中 W——主螺纹螺纹沟槽的法向宽度，m；

h——主螺纹螺纹沟槽底径到机筒内壁的距离，m；

δ——机筒内壁与副螺纹螺峰间的高度，m；

K——考虑逆流和漏流等影响的修正系数；

θ'——副螺纹的升角，(°)。

挤出段的长度，一般取$L_3 = 2D$，多用双头螺纹。

（3）导程 主付螺纹螺杆由于主、副螺纹的导程不同，使主、副螺纹间的螺纹沟槽不断变化，最后，主副螺纹相交，其相交的快慢，取决于两者导程的差值，差值越大，主副螺纹相交越快。

若令主副螺纹从开始分离到汇合时的主螺纹导程为 z，则副螺纹的导程数为 $(z-1)$，因$S_2 > S_1$，则：

$$L_2 = zS_1 = (z-1)S_2 + \frac{2(e+m)}{\cos\theta}$$

$$S_2 = \frac{S_1 z - \dfrac{2(e+m)}{\cos\theta}}{z-1} \tag{1-5-33}$$

在设计时，为加工方便起见，S_1往往与喂料段的导程相等，按初步选定的δ，按式（1-5-33）决定L_2，再按前式求出 z，由于 e 为已知，m为刀具宽，可用式（1-5-34）计算S_2。

（4）间隙 副螺纹与机筒内壁之间隙，直接影响到挤出机的产量、塑化、混合质量以及功率消耗等。间隙太大，起不到预定的塑化和混合效果，间隙过小，功率消耗增大，因此，合理的选择间隙十分重要。直径较大的螺杆，由于螺峰宽度 e 较大，若这时取大值，胶料通过间隙，剪切作用力大，胶料升温快。故对大直径螺杆，间隙δ取大些为好。

在不考虑塑化、混合质量和功率消耗等因素的影响时，理论上的最佳间隙δ(cm)为：

$$\delta = \left(\frac{2\pi D \cdot n \cdot e_2' \cdot \eta_2' \cdot h}{Q\eta_0} \mathrm{tg}\theta'\right)^{1/2} \tag{1-5-34}$$

式中 D——螺杆外径，m；

n——螺杆转速，r/s；

h——机头形状系数，m^3；

e_2'——副螺纹螺峰轴向宽度，m；

θ' ——副螺纹升角，(°)；

η'_s ——通过副螺纹螺峰胶料的表观粘度，kg/(m·s)；

η_s ——机头内胶料的平均表观粘度，kg/(m·s)；

Q ——挤出机容积排量，m^3/s。

一般，直径ϕ45～200的螺杆，间隙$\delta=0.5\sim4$mm。

（5）螺峰宽度　螺纹螺峰宽度的确定，关系到产量和功率消耗。由于主副螺纹螺杆在主螺纹间增加了一条副螺纹，势必减少了螺纹沟槽的容积，副螺纹螺峰宽度越大，挤出机产量下降越大，功率消耗增加越大。对于大直径螺杆，一般副螺纹的螺峰宽度都小于主螺纹的螺峰宽度。

一般 $e=(0.05\sim0.07)D$。

（6）螺纹沟槽深度　螺纹沟槽深度对产量、塑化、混合、功率、挤出温度和螺杆强度都有影响。从有利于塑化而言，沟槽深度小些为好，但从产量、功率消耗来说，沟槽深些有利。一般在保证强度条件下，尽可能把沟槽设计得深一些。

螺纹沟槽深度h一般在 $\frac{1}{6}D$左右。

（六）销钉机筒挤出机螺杆

销钉机筒挤出机是冷喂料挤出机的新发展。它的优点是挤出量大，排胶温度低，能量单耗低，单位挤出量的成本低。

它的结构特点是：在机筒的一定部位上装有数排沿机筒圆周方向排列的销钉，销钉直接伸入螺杆的螺槽中，在相应于机筒的销钉位置上螺杆在圆周上切成环槽，环槽的深度，即为螺槽深度。如图1-5-51所示。在螺杆旋转时，由于销钉的作用，加强了对胶料的捏炼作用。当胶料在螺纹沟槽中呈环形螺旋状流动时，在其中心必然形成一个混合塑化较差的核心，见图1-5-51的“A”，特别是当胶料中有硬块时，这个核心更易形成。在螺纹沟槽中插入销钉后，就会破坏这个核心。每当核心通过销钉，便向销钉左、右分流，螺杆每转一周，胶料便会受到一排（6～10个）销钉的多次分割和搅拌，从而强化了捏炼，加速了胶料在螺杆的螺纹沟槽中的流动，有利于提高产量。例如，ϕ150冷喂料挤出机，$L/D=16$，螺杆转速为40 r/min，销钉机筒的比普通的冷喂料挤出机产量竟可提高70%。这是由于胶料在普通冷喂料挤出机的螺杆螺槽内运动时，受到机筒内壁摩擦阻力的影响产生回流，降低了排胶量，而销钉机筒挤出机，销钉起到了阻挡胶料回流的作用，从而提高了排胶量，降低了能耗。与此同时，在挤出过程中，由于销钉插入到胶料中间，有利于胶料中热量的导出，有利于降低排胶温度，从而使螺杆转速可能提高，进一步提高了产量。

螺杆的结构型式对胶料的塑化、捏炼起着决定性的作用，根据不同粘度的胶料，采用不同结构的螺杆。Berstoff公司生产的三种典型螺杆如图1-5-52所示。图1-5-52a中的螺纹与普通螺杆的螺纹一样，只是在螺杆的压缩段的机筒上装有销钉，它适用于门尼粘度（ML_{1+4}，100℃）为30～50的胶料使用。图1-5-52b的螺杆，除了在压缩段具有销钉的槽外，在喂料段有四头螺纹，具有较大的螺纹升角，此外，在喂料段还有深度等于压缩段螺槽深度的沟槽，由于其导程与螺纹不同，因此，将螺纹切断，从而加强了对胶料的撕裂作用，其详细结构参见图1-5-43，它适用于门尼粘度（ML_{1+4}，100℃）为30～80的胶料。图1-5-52c的螺杆，除了具有b螺杆的特点外，还增加了一段主副螺纹，具有强力的分流、搅拌和剪切作用，分流搅拌靠销钉来实现，强力剪切则是靠主副螺纹完成，它适用于门尼粘度（ML_{1+4}，

100℃）为30～120的胶料。据报道，该公司生产的销钉机筒挤出机80%配用图1-5-52 b 的螺杆，a 和 c 各占10%。

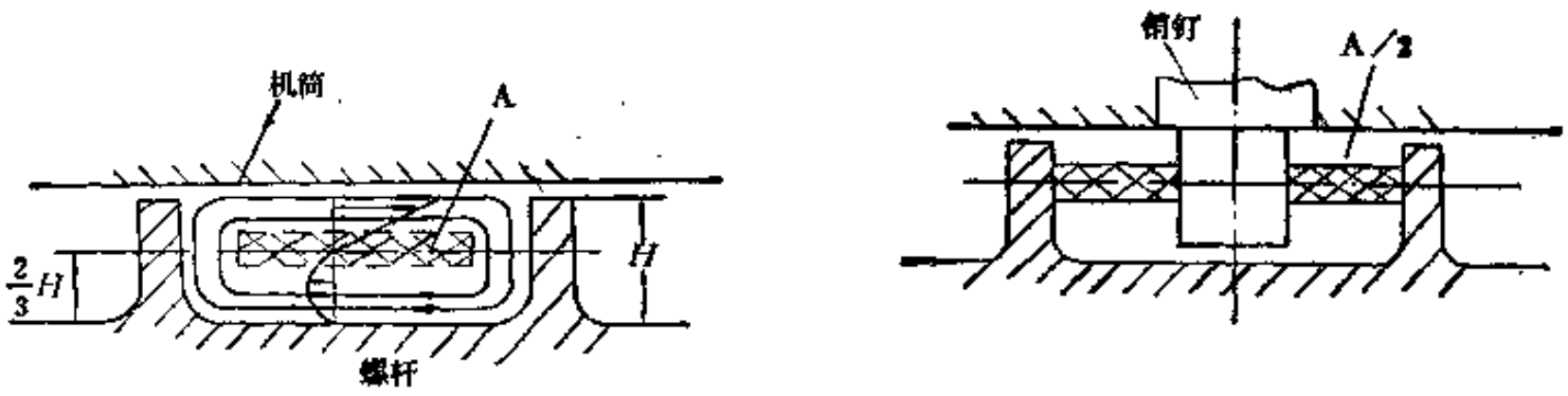


图 1-5-51　销钉对胶料的作用原理

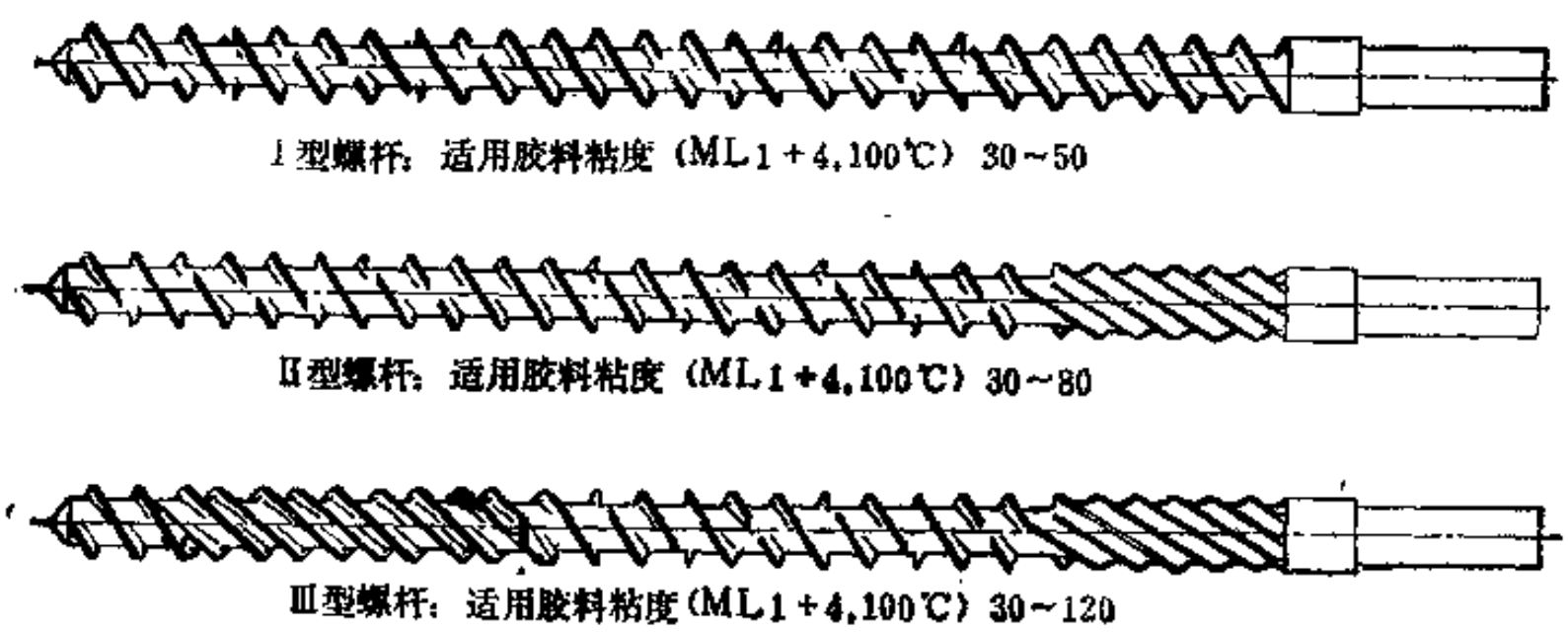


图 1-5-52　销钉机筒挤出机螺杆

（七）螺杆强度校核

图1-5-53所示为固定式螺杆的受载状态，螺杆在工作时承受扭、压、弯的联合作用。螺杆工作部分强度计算分述如下。

1．剪应力计算

剪切应力按下式计算：

$$\tau = \frac{M_n}{W_n} \tag{1-5-35}$$

式中　τ——螺杆剪切应力，N/mm^2；

M_n——螺杆的扭矩，N·mm；

W_n——抗扭截面模量，mm^3。

扭矩M_n(N·mm)：

$$M_n = 9550000\frac{N_{max}}{n_{max}}\cdot\eta \tag{1-5-36}$$

式中　N_{max}——电机最大功率，kW；

n_{max}——螺杆最大转速，r/min；

η——机械传动效率，取0.7～0.8。

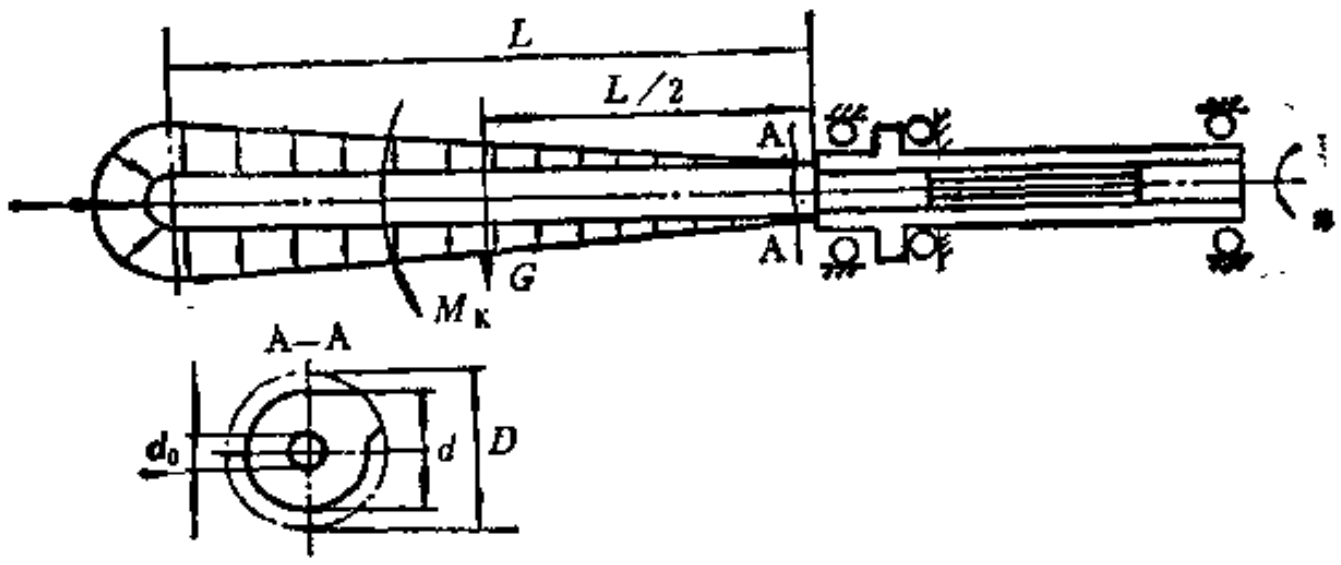


图 1-5-53　螺杆受力分析

抗扭截面模量W_n(mm³)：

$$W_n=\frac{\pi}{16}d_1^3(1-\alpha^4) \tag{1-5-37}$$

式中　d_1——螺杆螺纹根径，mm；

α——螺杆内孔直径与螺纹根径之比值。

2．压应力计算

由轴向反压力引起的压应力σ_y，在截面A－A处为最大，见图1-5-53，则：

$$\sigma_y=\frac{P}{F} \tag{1-5-38}$$

式中　σ_y——压应力，N/mm²；

P——胶料对螺杆的轴向作用力，N；

F——截面A－A处的断面积，mm²。

3．弯曲应力计算

$$\sigma=\frac{M_{max}}{W_z} \tag{1-5-39}$$

式中　σ——最大弯曲应力，N/mm²；

M_{max}——在$L/2$处由重力G引起的最大弯矩，N·mm；

$$M_{max}=G\cdot L/2$$

G——螺杆伸出段的重量，N；

L——螺杆伸出段长度，mm；

W_z——抗弯截面模量，mm³。

$$W_z=\frac{\pi}{32}d_1^3(1-\alpha^4)$$

d_1——螺杆螺纹的根径，mm；

α——螺杆内孔直径与螺纹根径的比值。

4．强度条件

按第三强度理论，螺杆受扭、压、弯联合作用，其强度条件为：

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{(\sigma_y + \sigma)^2 + 4\tau^2} \leqslant [\sigma] \qquad (1\text{-}5\text{-}40)$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n_s}$$

式中 $[\sigma]$——材料的许用应力，N/mm^2；

σ_s——材料的屈服限，N/mm^2；

n_s——材料的安全系数，取$n_s=3\sim3.5$。

实际上螺杆自重引起的弯曲应力比剪应力和压应力小得多，故可忽略不计，这样：

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_y + 4\tau^2} \qquad (1\text{-}5\text{-}41)$$

浮动式螺杆的弯矩近似为零，螺杆只受扭、压的联合作用。

二、机　　筒

(一)材料与技术要求

机筒是挤出机的重要部件，机筒的结构应具有足够的强度，能保证胶料的捏合塑化，并能满足加热与冷却的要求。机筒一般由衬套、外套和机身组成。可以是整体的也可以是分段的。衬套在工作时受到胶料的内压和加热、冷却介质的内压作用，同时还要耐胶料的温度、磨损和腐蚀。所以，要求衬套材料的综合机械性能好，强度要高，硬度要大，耐磨损、耐腐蚀，切削性能好、热处理的残余应力要小。衬套的常用材料为38CrMoAlA，经调质处理后硬度为HB250～280，内孔表面氮化，氮化深度为0.3～0.7mm，硬度为 HRC65～70。也可用40 Cr钢代用，内孔表面淬火，其表面硬度为HRC55以上。由于对衬套耐磨性的要求越来越高，有些挤出机已经使用双金属衬套，衬套的基体采用碳钢制成，内孔有一层耐磨合金。双金属衬套往往与堆焊硬质合金的螺杆配套使用，从而提高挤出机的使用寿命。衬套内孔的表面粗糙度不大于Ra0.8，其内、外圆同轴度误差参见表1-5-16。

外套和机身常用材料为铸铁或铸钢，其拉伸强度不低于$2N/mm^2$，须经退火处理。加工后，外套须经水压试验。试验压力为1MPa。外套的内孔与外圆支承面的同轴度误差与衬套相同，见表1-5-16。

表 1-5-16　衬套内、外圆同轴度误差

螺杆直径，mm	300	250	200	150	115	85	65	30
同轴度误差，mm	0.047	0.044	0.041	0.037	0.034	0.031	0.028	0.022

机身各主要配合孔其同轴度及端面垂直度误差，见表1-5-17。

(二) 类型与结构

按机筒的组成段数可分成整体式和分段式两种。分段式机筒能适应螺杆长径变大或变换

表 1-5-17　机身各主要配合孔的同轴度及端面垂直度误差　　单位：mm

螺杆直径	300	250	200	150	115	85	65	30
主要配合孔同轴度误差	0.047	0.044	0.041	0.037	0.034	0.031	0.028	0.022
配合孔中心线与端面垂直度误差	0.067	0.063	0.059	0.053	0.049	0.044	0.040	0.031

螺杆长径比的要求，但不易保证较高的装配精度，影响螺杆与机筒的对中。法兰连接还会影响机筒温度的均匀性。分段机筒多用于冷喂料挤出机中。热喂料挤出机多用整体式机筒。

按机筒内部结构形式可分为整体式和组合式两种。组合式机筒由衬套和外套（或机身）组成。衬套的厚度，一般取（0.1～0.15）D。为增加胶料与衬套内壁的摩擦，可在衬套内壁上开设纵向沟槽，以提高产量。衬套与外套（或机身）的配合，一般为轻过盈配合，用圆销或键定位，便于装配与更换。外套与机身之间常用橡胶石棉、紫铜和四氟乙烯垫圈密封。装配后，须作水压试验，试验压力为1MPa。图1-5-54所示为不同结构类型的机筒。

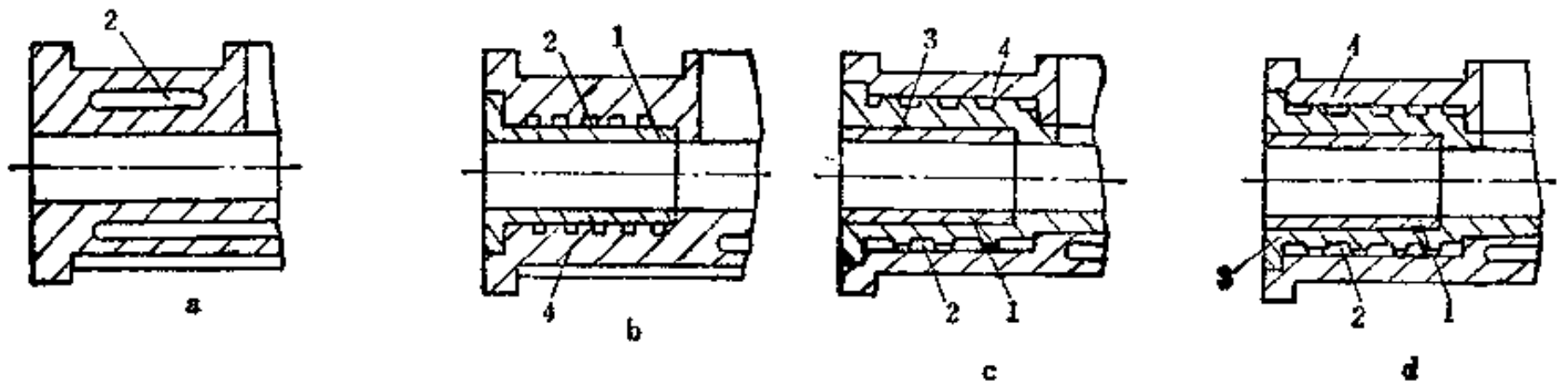


图 1-5-54　机筒的类型

a—整体式机筒；b—机身与衬套组合式机筒；c—带螺旋式外套的组合式机筒；d—带环状沟槽外套的组合式机筒
1—衬套；2—空腔；3—外套；4—机身

图1-5-55所示为ϕ150冷喂料销钉机筒挤出机机筒的中间段与前段结构。整个机筒由喂料段、中间段和前段组成，每段间用法兰连接。

喂料段机筒由机身与衬套组成，机身中空，可通加热、冷却介质，衬套上有四条来复线状的沟槽，槽宽60mm，槽深5mm，导程481mm，可以提高喂料口的吃胶能力，增强塑化效果。见图1-5-56。来复线状的沟槽从喂料口的底部开始，向机头方向推进，使得进入沟槽的胶料能加速向前推进。

中间段与前段机筒上装有销钉，为了避开销钉对加热冷却介质流道的影响，因此，在机筒壁上钻有纵向的流道孔，孔径为20～22mm，流道分几组，加热、冷却介质迂回经过流道孔，以提高其热交换效率。由于销钉孔的原因，机筒的衬套与外套是整体的。法兰与筒体1为焊接结构，法兰制成两半，然后与筒体焊成一体。可以改善焊缝的受力情况。

机筒上的销钉，其结构如图1-5-57所示。随着挤出机规格不同，销钉的尺寸也不同。销钉的排数及每排的数量，按用途不同而异。德国生产的冷喂料销钉机筒挤出机的销钉排数与每排个数，见表1-5-18。销钉的端部制成锥形，以便于在销钉弯曲以后从销钉孔中取出。销钉材料采用中碳钢，并经调质处理。

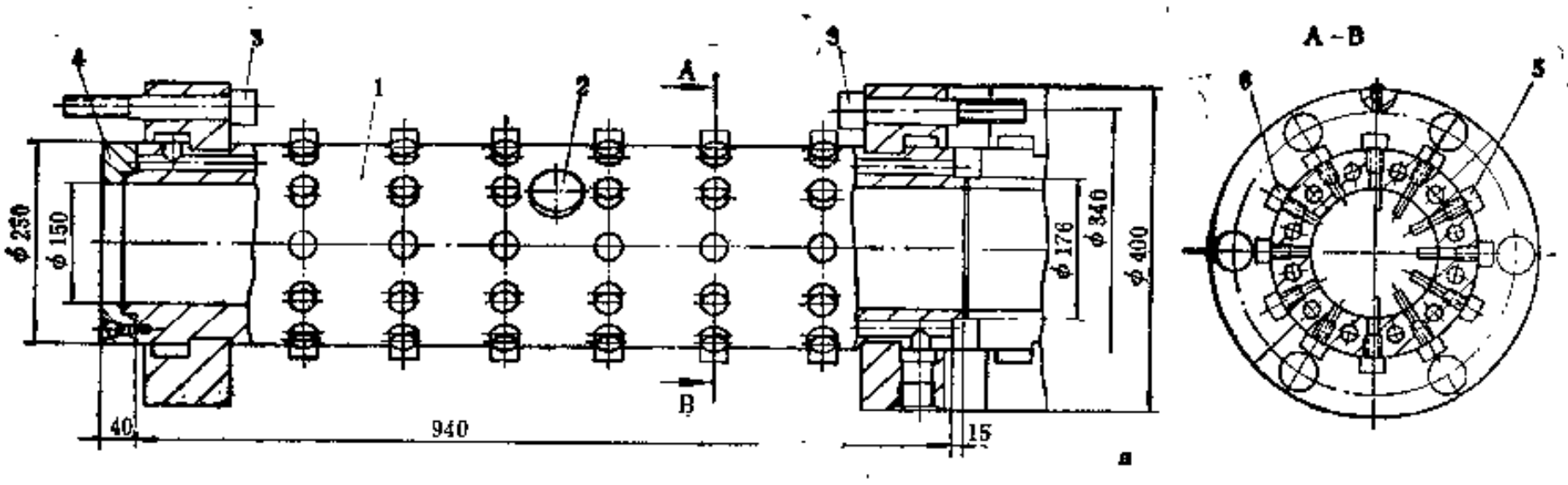


图 1-5-55 φ150销钉机筒挤出机机筒

a—中间段机筒； b—前段机筒

1—筒身； 2—温度计； 3—螺栓； 4—垫环； 5、6—销钉

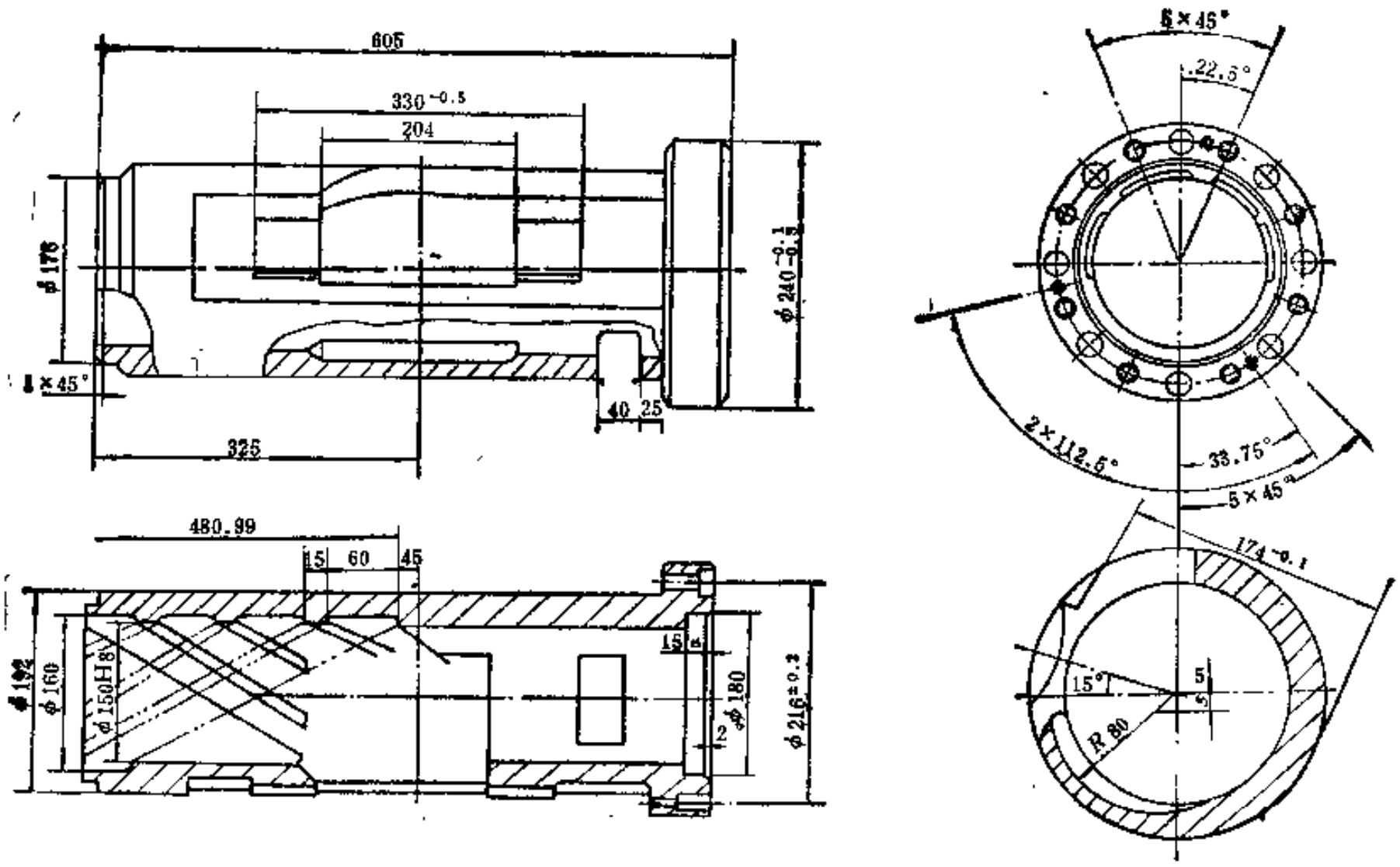


图 1-5-56 喂料段衬套

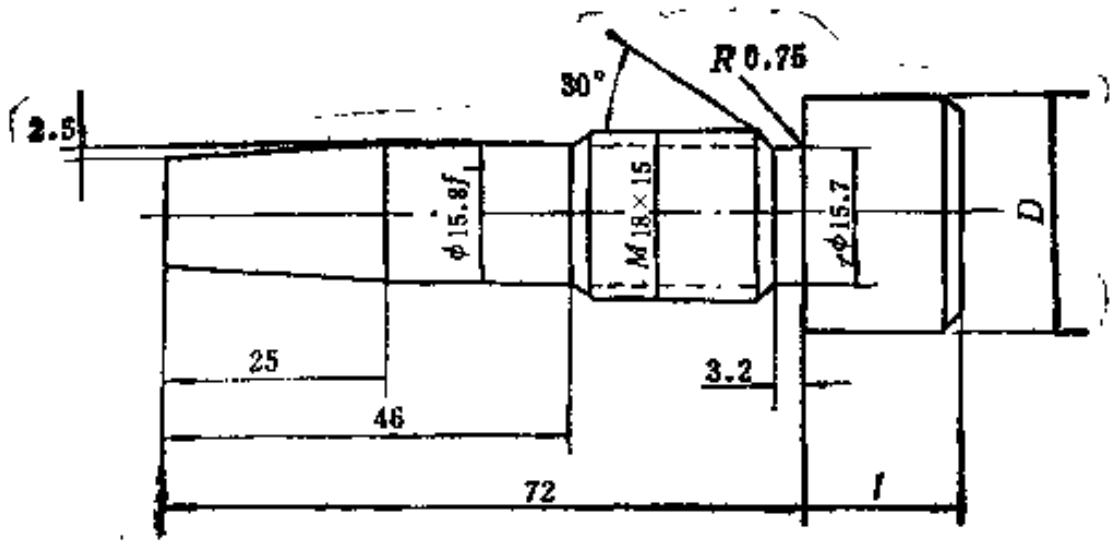


图 1-5-57　φ150挤出机销钉尺寸

表 1-5-18　销钉机筒挤出机的销钉排数与个数

特征 \ 型号	GE90KS	GE120KS	GE150KS	GE200KS	GE250KS	GE300KS
销钉排数	4～8	6～10	8～12	8～16	8～16	8～16
每排销钉个数	6	6	8	8	10	12

销钉的直径按下式计算：

$$d=\frac{8eh+\sqrt{64e^2h^2+32knhbe\sin\theta}}{2\pi nb\sin\theta} \tag{1-5-42}$$

式中　d——销钉直径，mm；

e——螺棱法向宽度，mm；

h——螺纹沟槽深度，mm；

n——销钉个数；

b——销钉插入深度，mm；

θ——螺纹升角，(°)；

k——计算系数，取4～6。

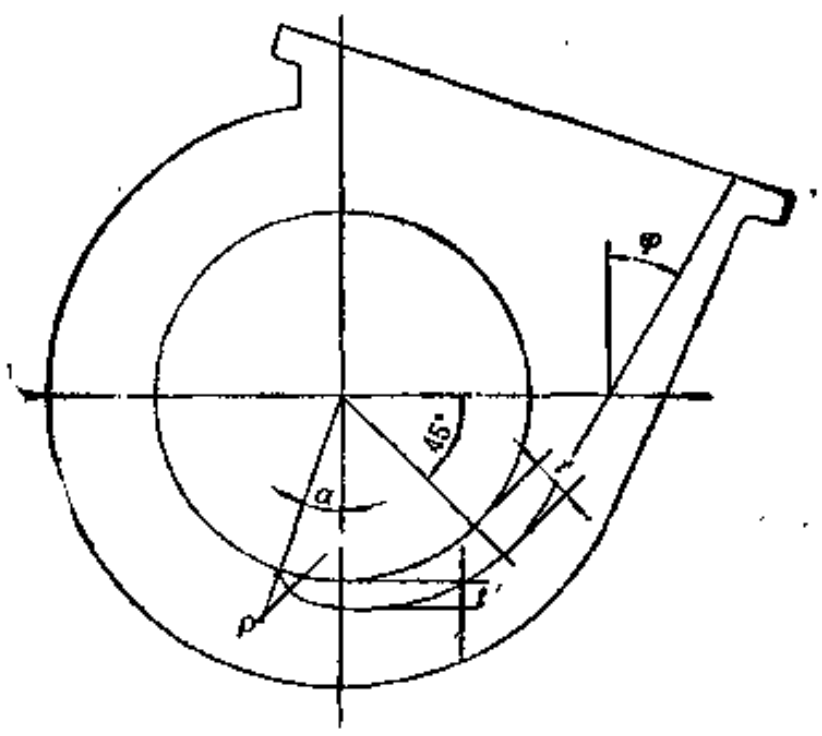


图 1-5-58　不带喂料辊的喂料口

（三）喂料装置

喂料装置的结构与尺寸，对产量的影响很大。喂料口有带喂料辊和不带喂料辊的两种。图1-5-58所示为不带喂料辊的喂料口的结构图。其侧壁倾角φ不超过35°，一般取30°。喂料口在机筒底部呈下凹状，其下凹深度$t=0.1D$。但不超过12mm，下凹范围$\alpha=15\sim30°$，$t'\leqslant t$，$\rho=t$。其喂料口的尺寸见表1-5-19。

带喂料辊的喂料口结构见图1-5-59。喂料辊2由固定在螺杆上的齿轮与齿轮8啮合驱动

表1-5-19　不带喂料辊的喂料口尺寸

螺杆直径，mm		85	115	150	200	250	300
喂料口尺寸，mm	长	125	190	210	280	320	355
	宽	140	180	200	290	285	365

回转。转动的辊筒与胶料产生的摩擦力对胶料施加推力。为防止胶料从喂料辊端面挤进辊筒

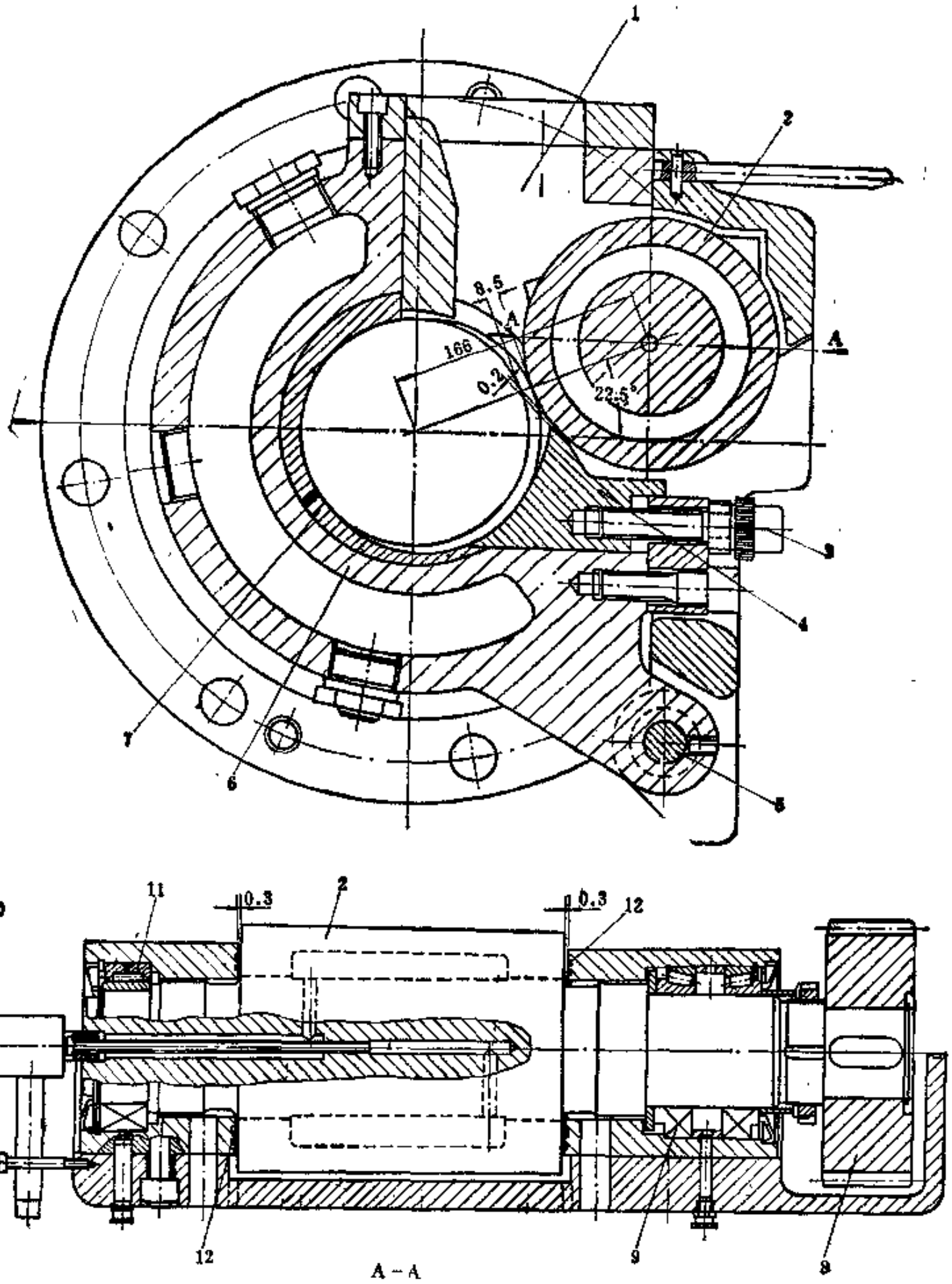


图 1-5-59　φ150冷喂料销钉机筒挤出机带喂料辊的喂料口

1—喂料口；2—喂料辊；3—调整螺栓；4—刮胶刀；5—铰链轴；6—机筒；7—衬套；8—齿轮；9—圆锥滚子轴承；10—回转接头；11—滚针轴承；12—返胶螺纹沟槽

的轴承内，在轴承座的端面加工有返胶螺纹沟槽12。喂料辊 2 的下面装有刮胶刀 4，与喂料辊表面保持0.2mm的间隙，其间隙的大小可用调整螺栓 3 调节。喂料辊在工作时由冷却水冷却，冷却水从回转接头10输入和排出。从喂料辊 2 与刮胶刀 4 之间的间隙漏出的胶料，排出罩壳外。此外，应设有刀片，防止胶边被辊筒重新带入喂料口内。喂料辊的辊面线速度比螺杆外径线速度高约3～10%。

有资料推荐：带喂料辊的喂料口尺寸按图1-5-60选用。

大型排料挤出机喂料口通常采用推料器喂料，见图1-5-61。气缸的活塞杆 5 固定在托座 6 上，碰块11穿过开口 7 固定在推料器上，随推料器作往复移动。气缸 4 的进气方向用接近开关或限位开关切换，控制气缸的往复运动。在气缸 4 向下作用时，把料斗内的胶料挤向螺

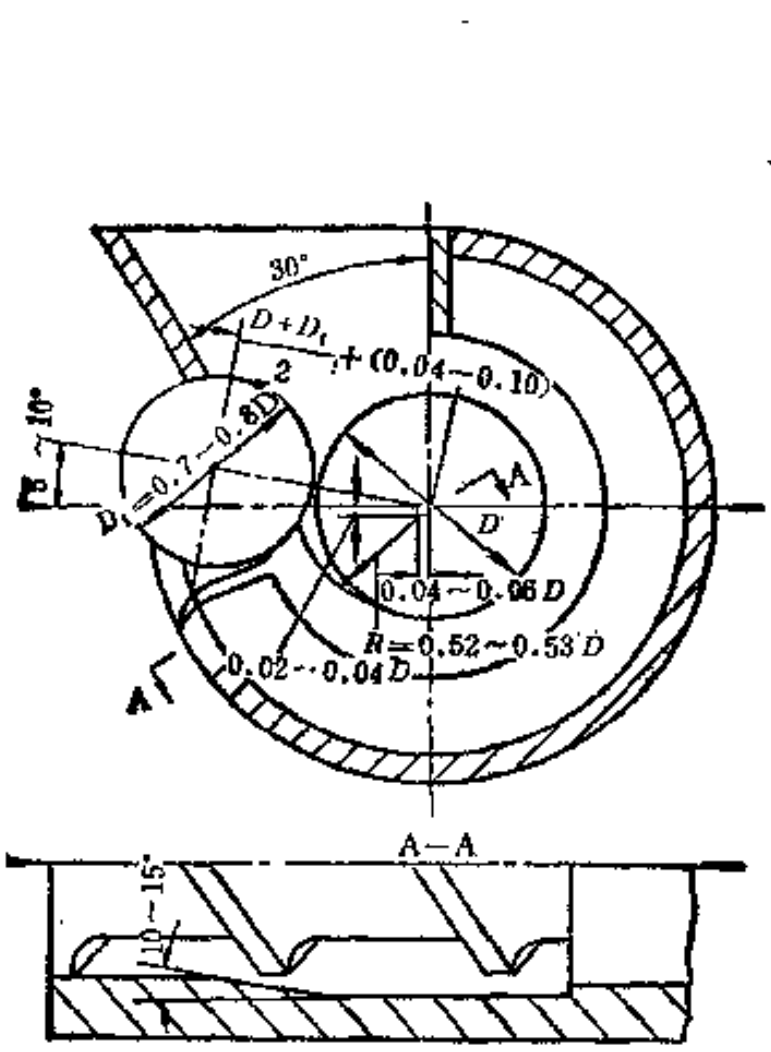


图 1-5-60　带喂料辊的喂料口尺寸

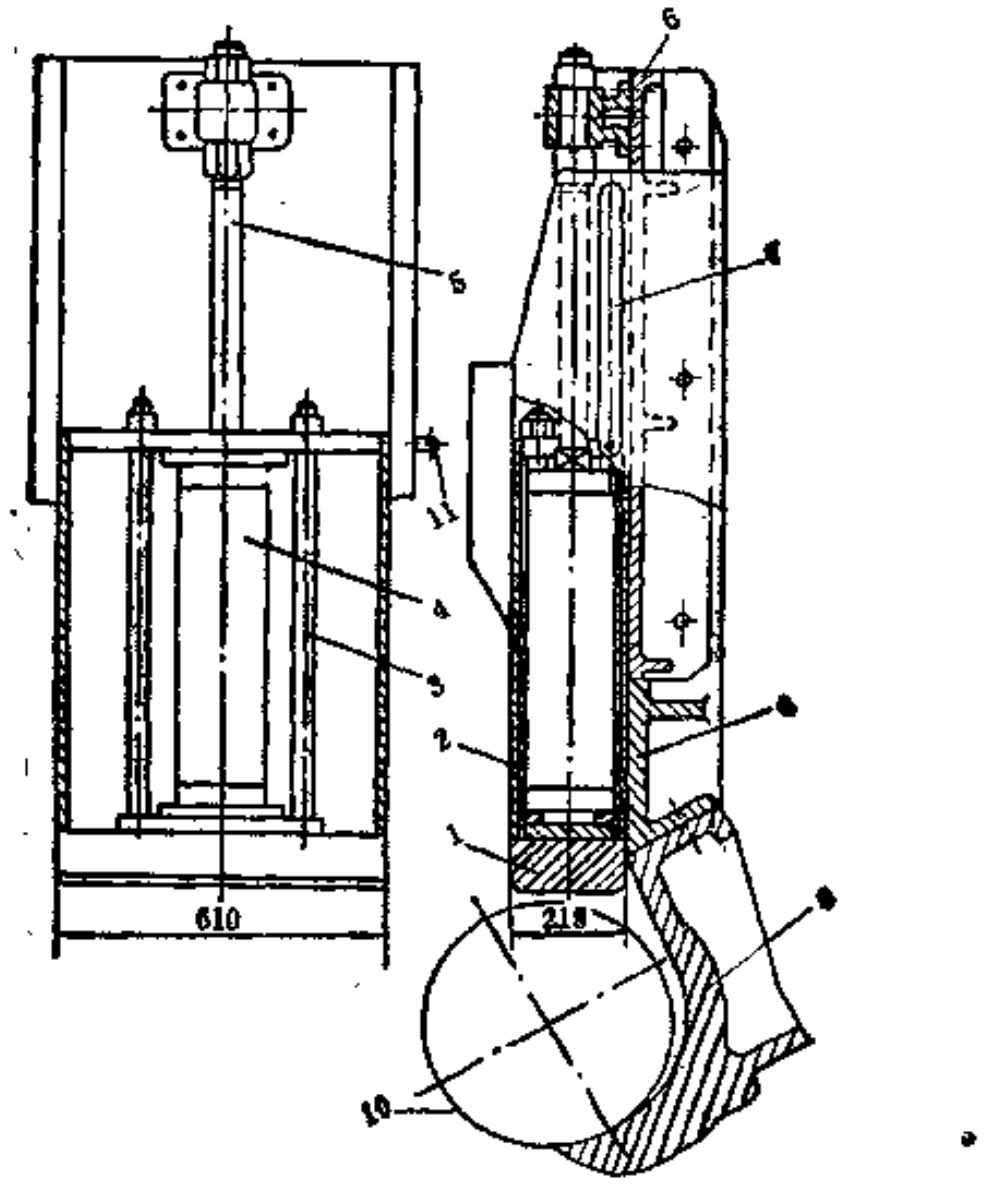


图 1-5-61　带推料器的喂料口

1—推料器头；2—压板；3—螺柱；4—气缸，5—活塞杆
6—托座；7—开口；8—机架；9—喂料口；10—螺杆；
11—碰块

杆，当气缸作用到最低点时，经过接近开关或限位开关切换进气方向，使推料器退回，到达最高位置后，重新切换气缸进气方向，推料器继续推料，这样周而复始地进行工作。

（四）机筒与螺杆、机头的组合设计

1．机筒内壁与螺杆的间隙

机筒衬套内壁与螺棱间的间隙是挤出机的一项重要参数，间隙过小，由于制造和安装的累积误差以及挤出机工作时热变形的影响，会使螺杆在机筒内卡住或产生刮研，使衬套的使用寿命大大减低。如设计时选择较小的间隙，就需要对螺杆和机筒的加工精度和装配精度提出更高的要求。机筒间隙确定时，还应考虑被加工胶料的性质以及螺杆与主轴的连接形式。胶料粘度高时，间隙大些，对漏流的影响不大，胶料的粘度低时，间隙应小些，以免产量下

降过多。螺杆与主轴的连接为浮动结构时，间隙可取小些，若是固定结构，间隙可取大些。

机筒与螺杆之间的间隙，随着使用时间的增加而增加，这是由于磨损而造成的。当间隙达到一定值时，生产能力便大幅度下降，这时，须更换螺杆和衬套，以恢复设计间隙。新、旧挤出机螺杆与机筒之间的间隙见表1-5-20。

表 1-5-20 新、旧挤出机螺杆与机筒之间的直径间隙 单位：mm

螺杆直径	新机器间隙 (2δ)	旧机器间隙 (2δ)	螺杆直径	新机器间隙 (2δ)	旧机器间隙 (2δ)
φ65	0.178～0.228	0.637～0.764	φ150	0.306～0.372	1.270～1.400
φ80	0.203～0.254	0.712～0.839	φ200	0.330～0.407	1.400～1.530
φ90	0.254～0.305	0.764～0.890	φ250	0.432～0.508	1.530～1.650
φ115	0.254～0.305	0.764～0.890	φ300	0.432～0.508	1.530～1.650

2. 机筒与机头的连接

机筒与机头常用法兰连接与齿环连接。用法兰连接，加工容易，机头与机筒的同轴度容易保证，但机头拆卸不便，用齿环连接时，机头拆卸、开启比较容易，但加工比较困难。滤胶机因需经常更换滤网，故常用齿环结构连接，参见图1-5-84。齿环有的用人工有的采用滚压或电机驱动。

近年来，快开式机头的连接结构，越来越受到欢迎，图1-5-62所示为一种连接装置。

同步杠杆 1 保证两个夹子同步运动。螺栓 2 穿过铰接轴 3，用紧定螺钉调整锁紧在夹子14的下面。带螺纹的法兰 5 装在机筒上，连接块 6 用螺栓 7 固定在位，并用螺栓 6 调整。螺栓 2、带螺纹的法兰 5 及螺栓 7 分别用于调整夹子14的夹紧压力。当把搬把11作顺时针转动时，左、右两个夹子14向中心摆动，一直到夹子14上的锥面与机筒及机头的锥面紧紧的吻合，并将其夹紧。锁销12用以保证连杆13及搬把11保持在闭锁位置，并防止夹子突然开启。

快开式机头的连接结构操作方便，可以缩短机头开闭时间，但是，加工精度要求较高，费用较贵。

（五）机筒的强度校核

机筒在工作时，受胶料的内压力、加热或冷却介质的外压力的作用，以及因温度变化而引起的温度应力的作用。内压力 P 即为机头挤出压力，温度应力依挤出机不同的工作条件加以考虑，对于一般的压型挤出机机筒可以不计。

一般挤出机机筒的外套与衬套，其外径与内径之比 $K=\frac{D}{d}>1.1$，故按厚壁圆筒的强度公式计算。又由于机筒结构不同，计算也略有差异。

带衬套的机筒，由于衬套与机筒外套是过盈配合，因此，除了工作应力外，还在结合面上产生装配应力，其强度校核是先计算工作应力，因为衬套与外套采用过盈配合，可视为整体。

衬套内壁处工作应力 σ_r 和 σ_t：

$$\sigma_r=-P \tag{1-5-43}$$

$$\sigma_t=P\frac{R_2^2+R_1^2}{R_2^2-R_1^2} \tag{1-5-44}$$

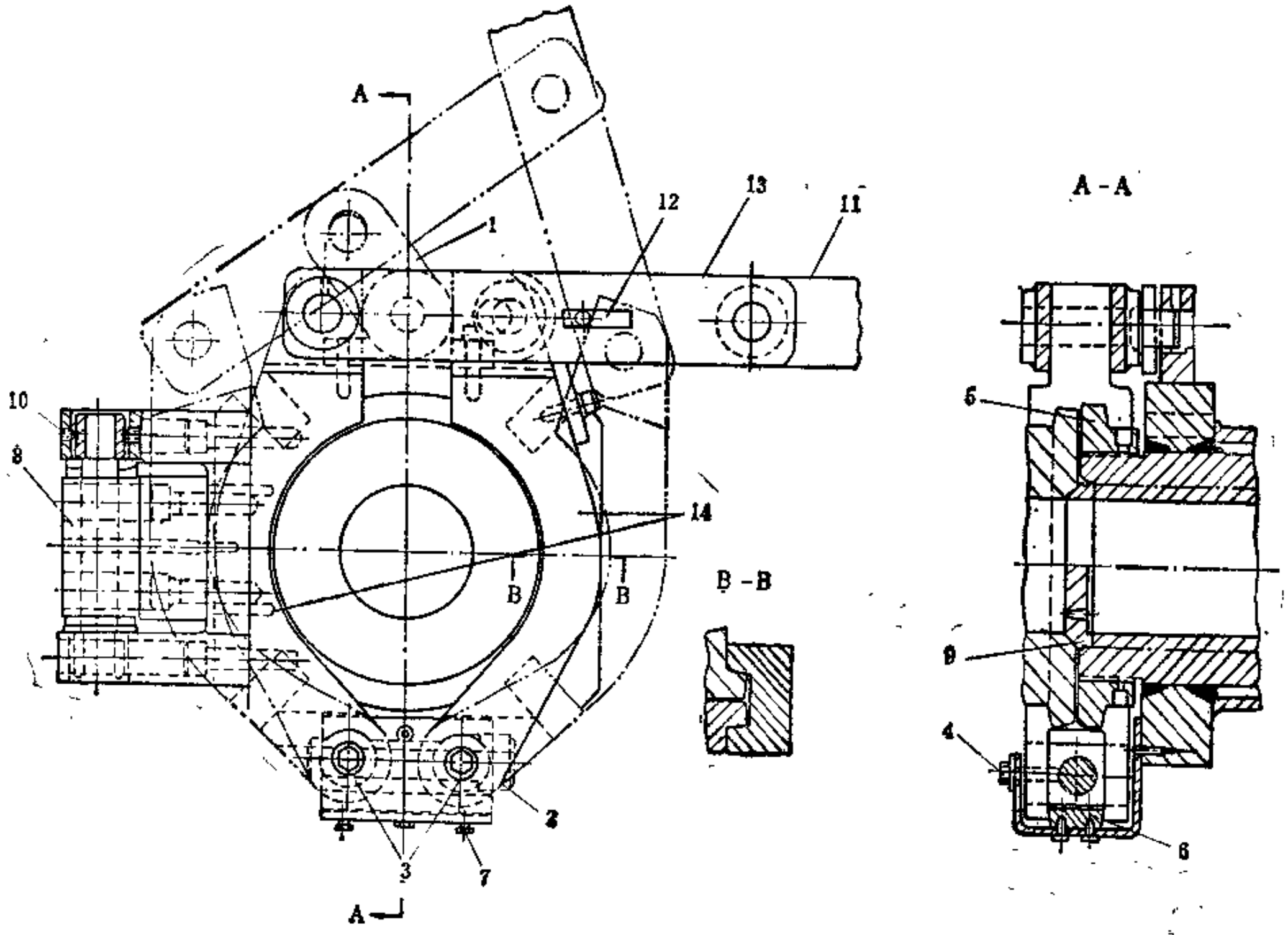


图 1-5-62　快开式机头连接装置示意图

1—同步杠杆；2—螺栓；3—铰接轴；4—紧定螺钉；5—法兰；6—连接块；7—螺栓；8—铰链，9—锥面；10—紧定螺钉，11—搬把；12—锁销；13—连杆；14—夹子

衬套与外套结合面处工作应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = P\frac{R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}\left(1 - \frac{R_2^2}{r^2}\right) \tag{1-5-45}$$

$$\sigma_t = P\frac{R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}\left(1 + \frac{R_2^2}{r^2}\right) \tag{1-5-46}$$

外套外壁处工作应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = 0 \tag{1-5-47}$$

$$\sigma_t = 2P\frac{R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \tag{1-5-48}$$

外套轴向应力● σ_{zt}

$$\sigma_z = P\frac{R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \tag{1-5-49}$$

再计算装配应力：

装配压力P_K(N/mm²)：

$$P_K = \frac{\Delta}{\frac{2r}{E_2}\left(\frac{R_2^2 + r^2}{R_2^2 - r^2} + \mu_2\right) + \frac{2r}{E_1}\left(\frac{r^2 + R_1^2}{r^2 - R_1^2} - \mu_1\right)} \tag{1-5-50}$$

衬套内壁处的装配应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = 0 \tag{1-5-51}$$

$$\sigma_t = -\frac{2r^2}{r^2 - R_1^2} \cdot P_K \tag{1-5-52}$$

衬套外壁处的装配应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = -P_K \tag{1-5-53}$$

$$\sigma_t = -\frac{r^2 + R_1^2}{r^2 - R_1^2} \cdot P_K \tag{1-5-54}$$

外套内壁处的装配应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = -P_K \tag{1-5-55}$$

$$\sigma_t = \frac{R_2^2 + r^2}{R_2^2 - r^2} \cdot P_K \tag{1-5-56}$$

外套外壁处的装配应力σ_r和σ_{tt}

$$\sigma_r = 0 \tag{1-5-57}$$

● 对于图1-5-54 c、d两种机筒来说，机筒的轴向力由机身承受，外套的轴向应力σ_z可不计。

$$\sigma_t = \frac{2r^2}{R_2^2 - r^2} \cdot P_K \qquad (1\text{-}5\text{-}58)$$

将工作应力与装配应力迭加后即得衬套、外套的内壁和外壁的合成应力，其应力分布见图1-5-63。

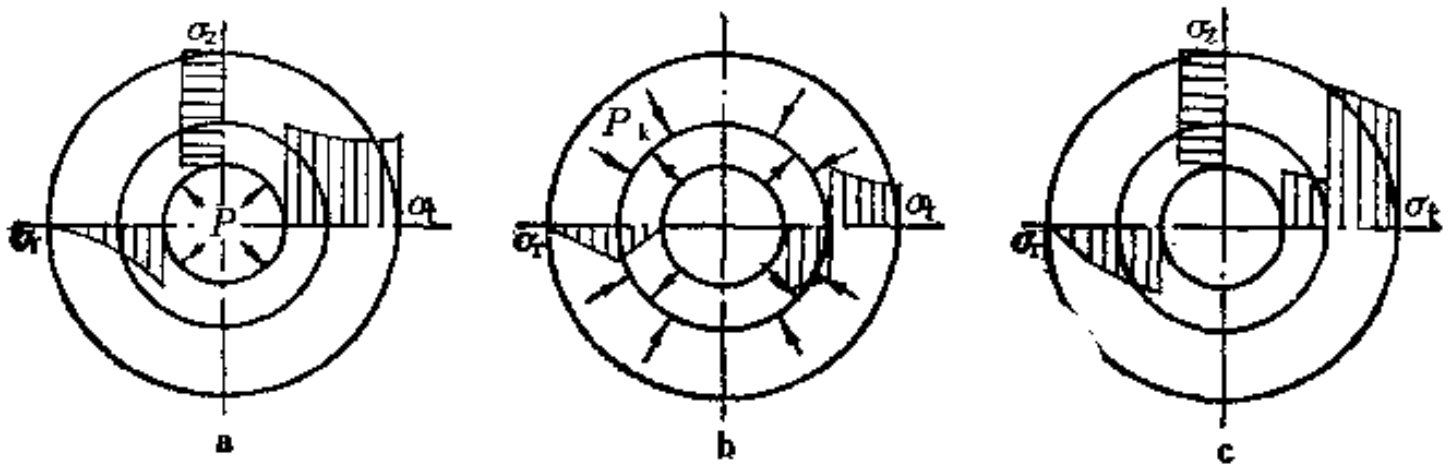


图 1-5-63　带衬套的机筒应力图

a—工作应力；b—装配应力；c—合成应力

在装配压力P_K作用下，衬套及外套的危险点都在各自的内壁，在工作压力作用下，其危险点也在衬套内壁，因此，只要进行衬套及外套内壁强度校核即可。在衬套及外套采用塑性材料时，可按第四强度理论进行校核，相当应力σ_{xd}(N/mm²)为：

$$\sigma_{xd} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_r - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2}} \leqslant [\sigma] \qquad (1\text{-}5\text{-}59)$$

以上诸式中：σ_r——径向应力，N/mm²；

σ_t——周向应力，N/mm²；

σ_z——轴向应力，N/mm²；

Δ——装配时公盈，mm；

r——机筒外套与衬套配合的名义半径，mm；

R_1——衬套的内半径，mm；

R_2——外套的外半径，mm；

E_1——衬套材料弹性模数，N/mm²；

E_2——外套材料弹性模数，N/mm²；

μ_1——衬套材料泊桑比；

μ_2——外套材料泊桑比；

$[\sigma]$——材料的许用应力，N/mm²。

整体式机筒由于清砂困难，传热效果差，已很少采用，可按式(1-5-43)至式(1-5-49)分别计算其工作压力P作用下内套的径向应力、周向应力和轴向应力，然后，按所采用的材料性质进行强度校核。

三、机　　头

机头是挤出机主要的工作部件之一，它的作用是使胶料螺旋运动状态转变为直线运动状态。同时形成必要的压力和一定形状的半制品。

（一）材料与技术要求

机头材料应具备：耐磨损、耐腐蚀；在内压作用下有足够的强度和刚度；在较高的温度下不变形；加工容易。

机头壳体材料一般选用高强度铸铁或铸钢，也可采用碳钢焊接。芯型、口型及芯型支座，应具有良好的耐磨性，常用中碳钢、40Cr钢或T8A工具钢制成。其表面硬度为HRC42～66。有些芯型、口型表面还镀硬铬，以提高其使用寿命。机头内腔的流道，其粗糙度不超过R_a1.25～2.5μm。

（二）机头的设计原则

设计机头与口型、芯型及型板时，一般应遵循如下原则。

（1）胶料流过的机头内腔能保证胶料的均匀流动，不准有急剧的过渡区和停滞区，以便胶料能沿机头的成型部分均匀挤出，防止胶料焦烧，为此，机头内腔应制成流线型，内腔表面要光滑，力求使胶料在机头内各部分的流动阻力均衡。螺杆末端至口型的距离不得超过螺杆直径大小。

（2）机头的定型部分设计与胶坯的形状、加热条件、螺杆形状和挤出速度有关，应有适当的形状和长度。定型部分过长，会增加胶料流动的阻力及机头压力，增加机头的尺寸；过短则定型尺寸不精确，胶坯表面不光滑。筒状机头口型平直的定型部分长度约为4～6mm。中型挤出机机头长度应比螺杆直径大75%，大型挤出机机头长度应比螺杆直径大100%。

（3）圆筒形机头，入口端直径应等于机筒的直径。通常，机头都做成内部为锥孔状，其直径向机头出口方向逐渐减小，使在出口造成压力。有的口型出口端作成渐扩大式的，使挤出直径比螺杆直径稍扩大一些。为保证胶料在机头内压实，口型尺寸与螺杆直径的关系参见表1-5-21。

表 1-5-21　螺杆直径与口型尺寸关系　　单位：mm

螺杆直径	口型尺寸		螺杆直径	口型尺寸	
	实心，圆型半制品最大直径	轮胎胎面胶最大宽度		实心，圆型半制品最大直径	轮胎胎面胶最大宽度
30	>10	—	150	50～100	380
65	30～50	—	200	—	700
85	30～60	—	250	—	800
115	50～75	300			

（4）机头出胶孔的孔型要考虑到胶料的收缩率及挤出速度的影响。

（5）机头加热、冷却夹套的设计，应能满足多种胶料挤出的温度要求，并能实现迅速降温的要求，防止胶料流动速度较低时或者停车时胶料发生早期硫化。

（6）在保证强度的条件下，机头的结构要尽可能的紧凑，装卸要方便，传热要均匀。

为了得到合格的挤出半制品，设计好的机头口型、芯型或口型板，还需要在实践的过程中不断的进行修正。

（三）机头的结构

1．筒（管）状机头

用以制造各种空心制品，如胶管、内胎等。这种机头又有口型调整式和芯型调整式两

种，分别以口型、芯型来调整半成品的厚薄均匀性，如图1-5-64所示。按照工艺要求，一般筒（管）状机头的芯型支座 5 及芯型 2 上有隔离剂通道，通过喷嘴 3 向胶筒内喷隔离剂。

自行车内胎的挤出机头，由于内胎的壁厚很薄，往往采用螺栓顶弯芯型的办法来调整内胎的壁厚，这样调整方法比较简单精确。

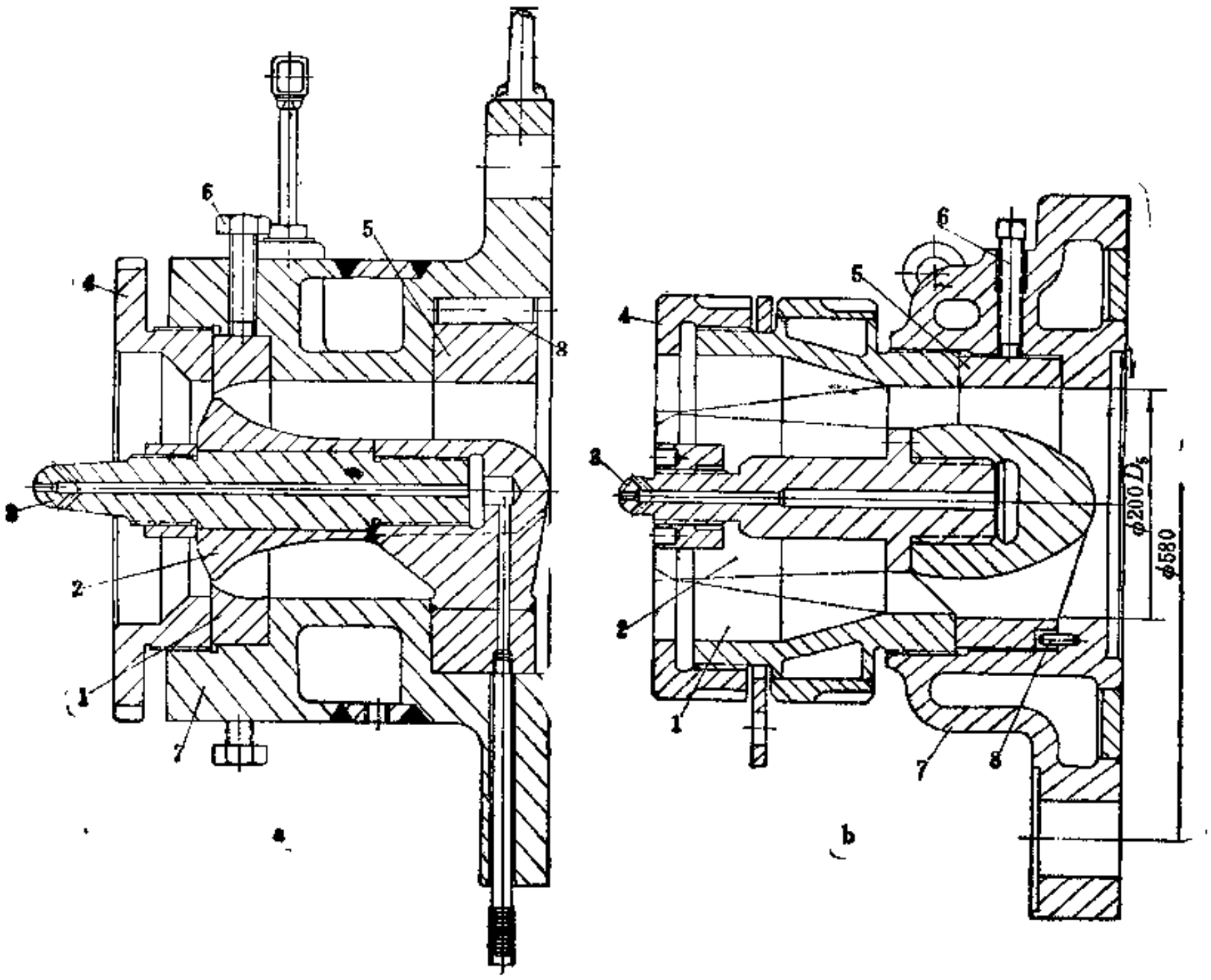


图 1-5-64　筒（管）状机头

a—可调整口型式；　b—可调整芯型式

1—口型；　2—芯型；　3—喷嘴；　4—螺母；　5—芯型支座；　6—调整螺栓；　7—外壳；　8—定位销

2．胎面机头

用于制造各种轮胎的胎面。近年来，胎面机头的结构有很大的发展，主要改进有：①机头采用液压缸闭锁及开启，便于清理机头内的胶料；②机头内的流道可以按挤出半制品的要求进行更换，使得流道曲线能符合挤出半制品要求，保证半制品的尺寸正确。

图1-5-65所示为老式的胎面机头，下型板 5 固定在下部机头 6 上，上型板 4 用楔板 3 卡住。气缸 1 活塞杆上的齿条 9，通过齿轮 8 及与楔板传动杆上的齿条相啮合的齿轮，在气缸活塞的驱动下，使楔板 3 升降。机头上装有测温的热电偶 7 。

为了保证胎面厚薄不一的断面均匀地挤出，胎面机头的流道做成一定的曲线，如图1-5-66所示。

图1-5-66所示为新型的胎面挤出机，上部机头铰接安装，在油缸的驱动下可绕铰支轴开启。上、下机头外壳用左、右两侧的斜楔卡块锁紧，斜楔卡块由油缸驱动，将机头锁紧。上、

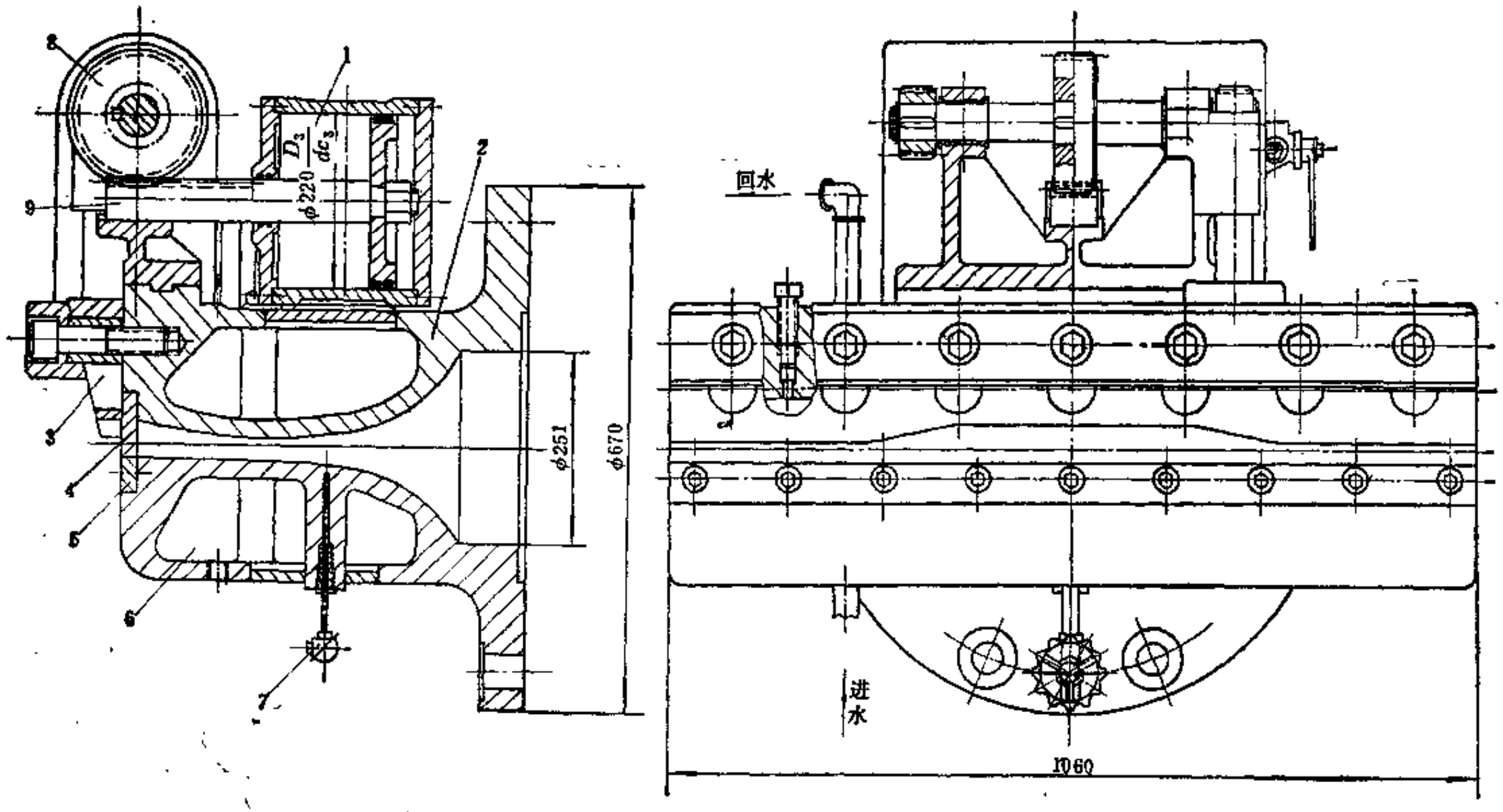


图 1-5-65　老式的胎面机头

1—气缸；2—上部机头；3—模板；4—上型板；5—下型板；6—下部机头；7—热电偶；8—齿轮；9—齿条

下口型板用油缸通过齿轮齿条由楔板将其固定。其流道板用铝合金制成，可按需要更换。

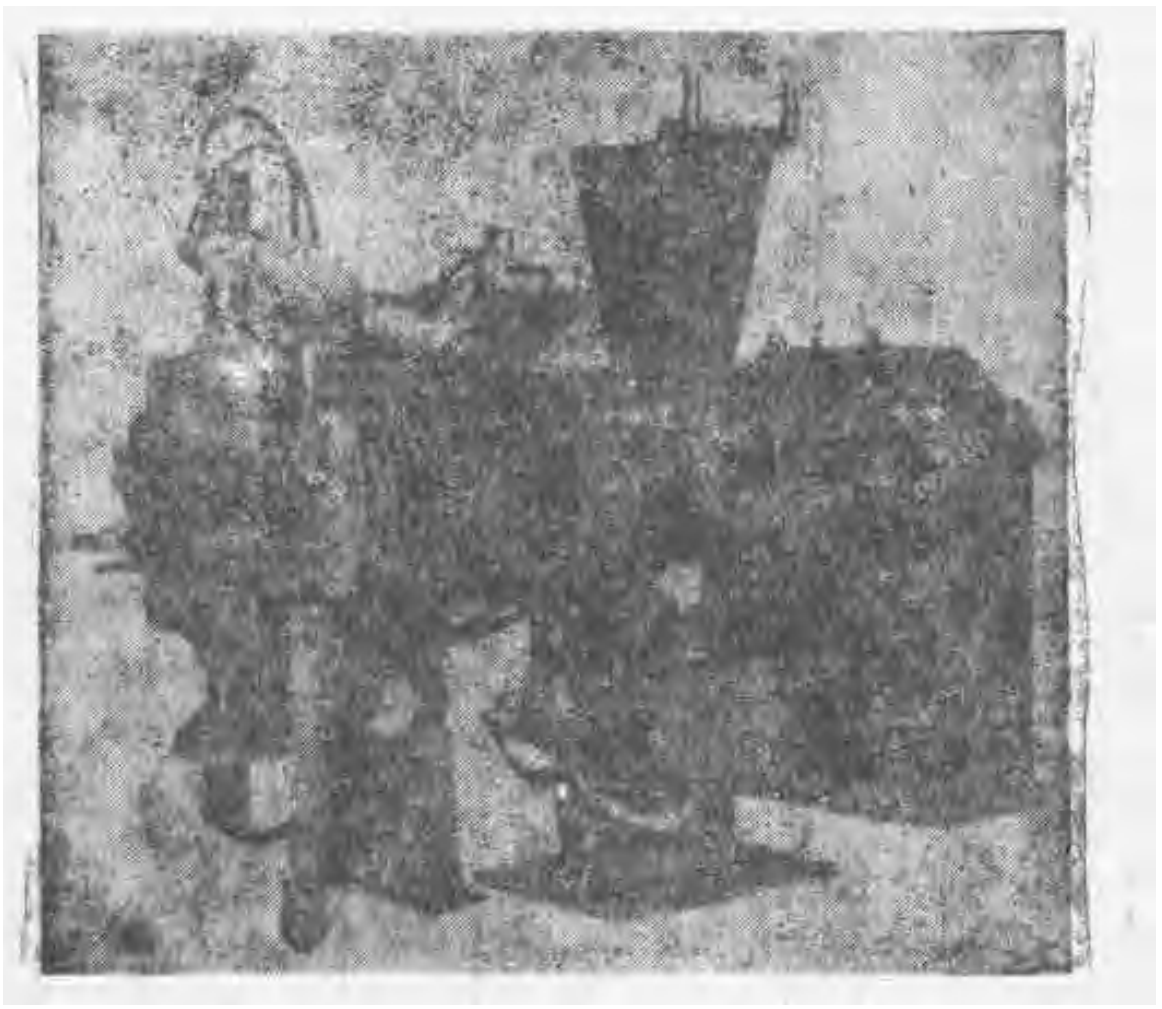


图 1-5-66　新型胎面挤出机

为了发挥各种不同配方胶料的特性，降低成本，现代的轮胎胎面采用多种胶料组成，图1-5-67所示为典型的几种复合胎面断面。



图 1-5-67　几种复合胎面断面

A、B、C—双复合胎面；D—双复合胎侧；E、F—三复合胎面

为了生产多种胶料的复合胎面，可以采用机外复合或者机内复合。所谓机外复合就是根据复合胎面的结构，配备几台带普通胎面机头的挤出机，分别挤出各个部件，然后在联动线上贴合成复合胎面，参见图1-5-103。机内复合就是把两台或者两台以上的挤出机使用一个公共的机头——复合机头挤出复合胎面。采用复合机头生产复合胎面可以使得组成胎面的各个部件贴合良好而且尺寸精确，是机外复合不可比拟的。但是，复合机头的各台挤出机的螺杆转速、温度的控制要求是很严格的，其流道板、预成型板的设计和加工都比较困难。

复合胎面机头，早期是采用对顶式结构，如图1-5-68所示，两台挤出机同轴地相对安装。对顶式机头的缺点是口型板装在机头下面，安装、检查口型板比较困难。另外，挤出的胎面要经过挤出机底座的下面，给操作、检查胎面质量带来困难。机头内胶料的清理与维修都不

够方便。现在已经较少采用对顶式复合机头。

图1-5-69所示为倾角式双复合胎面机头，上面一台为$\phi250\times6D$热喂料挤出机，下面一台为$\phi150\times16D$冷喂料挤出机，分别挤出冠部胶及基部胶。

双复合机头由上、中、下机头壳5、6、7组成，上、下机头壳6、7可由油缸的活塞杆3、10驱动开启，便于清理机头内胶料及更换流道块11、12，工作时，上、下机头壳闭合，由油缸驱动的楔块13、14闭锁，口型板16固定在预成型板15上，预成型板15用油缸驱动的模板17、18夹持在机头上，胶料由螺杆1、2输入机头内、经导向衬套8、9及流道块11、12和预成型板及口型板挤出。

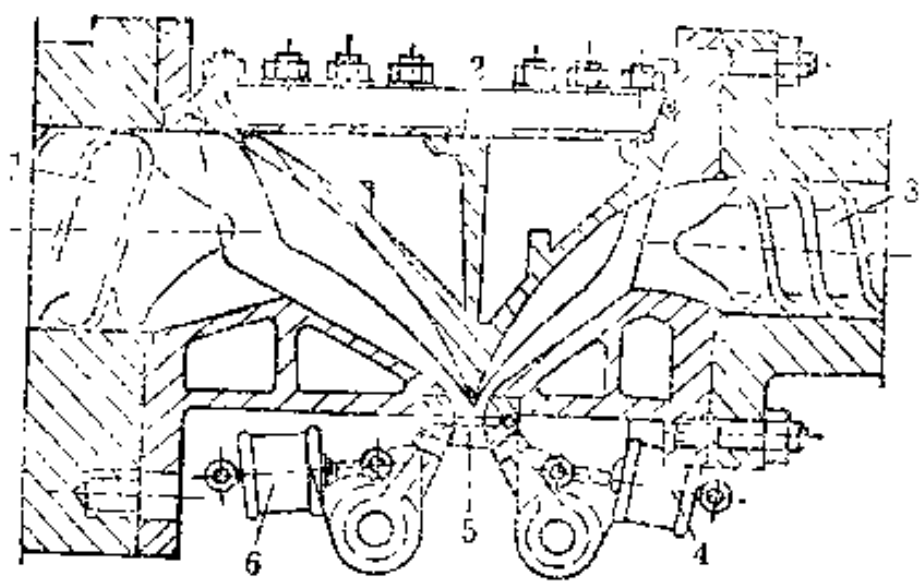


图 1-5-68 对顶式胎面复合机头

1、3—挤出机螺杆；2—机头；4、6—气缸；5—出胶口

上、中、下机头壳5、6、7分别设有加热冷却夹套。预成型板使用专门的电加热装置进行

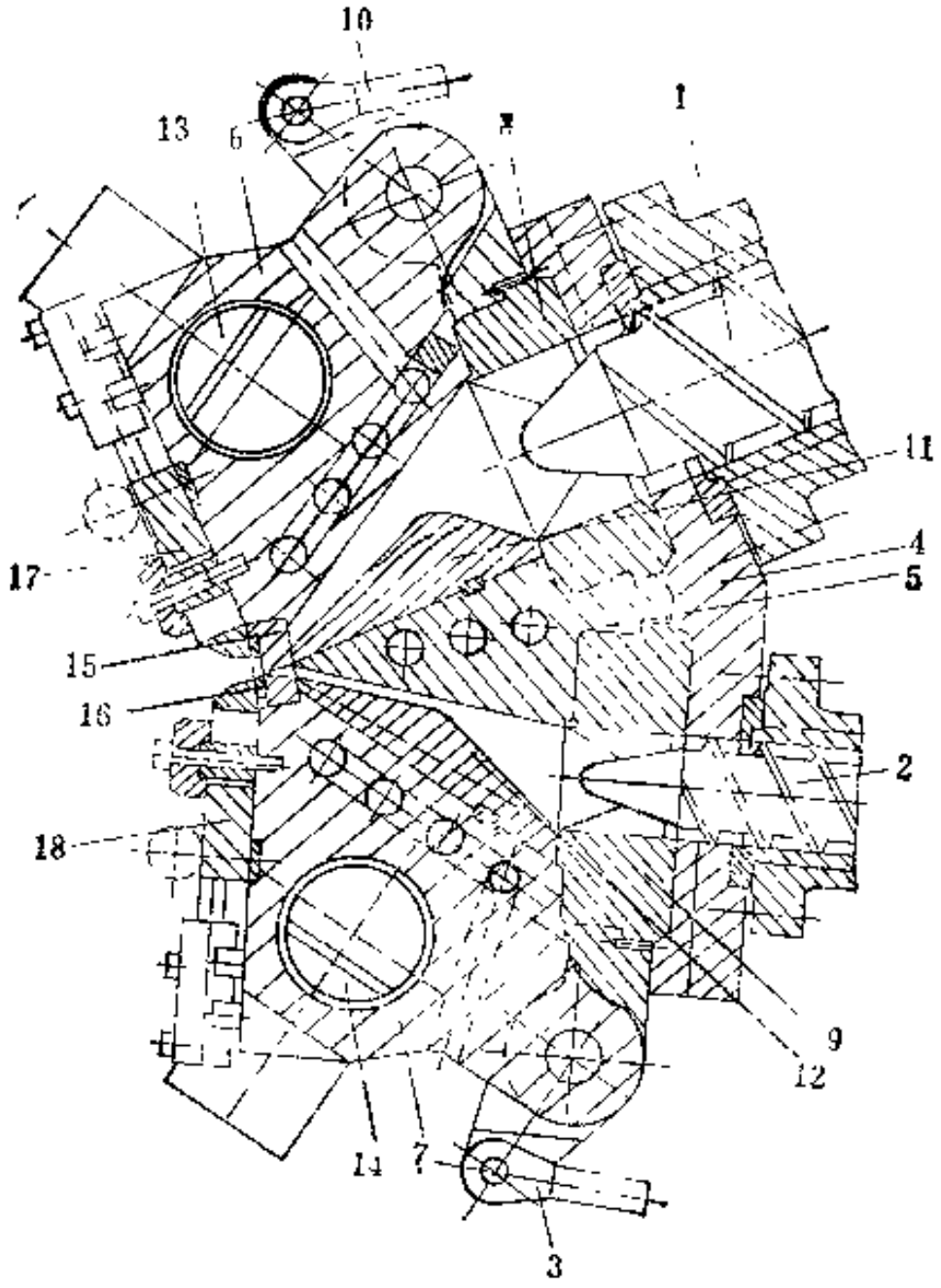


图 1-5-69 双复合胎面机头

1、2—螺杆；3、10—油缸活塞杆；4—法兰；5—中机头壳；6—上机头壳；7—下机头壳；8、9—导向衬套；11、12—流道块；13、14—楔块；15—预成型板；16—口型板；17、18—模板

预热。机头上装有压力传感器可以测量机头内胶料压力，并设有热电偶及温控系统，使机头的温度保持恒定。这种复合机头挤出宽度为400～850mm，操作压力为18MPa。既可用于挤出两种不同的胶料、也可以两台挤出机使用同一种胶料用于挤出断面较宽、断面积较大的胎面。当流道块将其中一台挤出机流道堵塞时，双复合机头可只供一台挤出机使用。

图1-6-70是从双复合机头发展而来的三复合挤出机头。胎冠部分由直径最大的挤出机挤出，其它两台挤出机分别挤出胎翼胶或基部胶，根据胎面结构的用胶量而定。其基本结构与双复合胎面机头相同。

上述两种倾角式复合胎面机头，由于采用液压系统闭锁及开启机头，因此，只需很短的

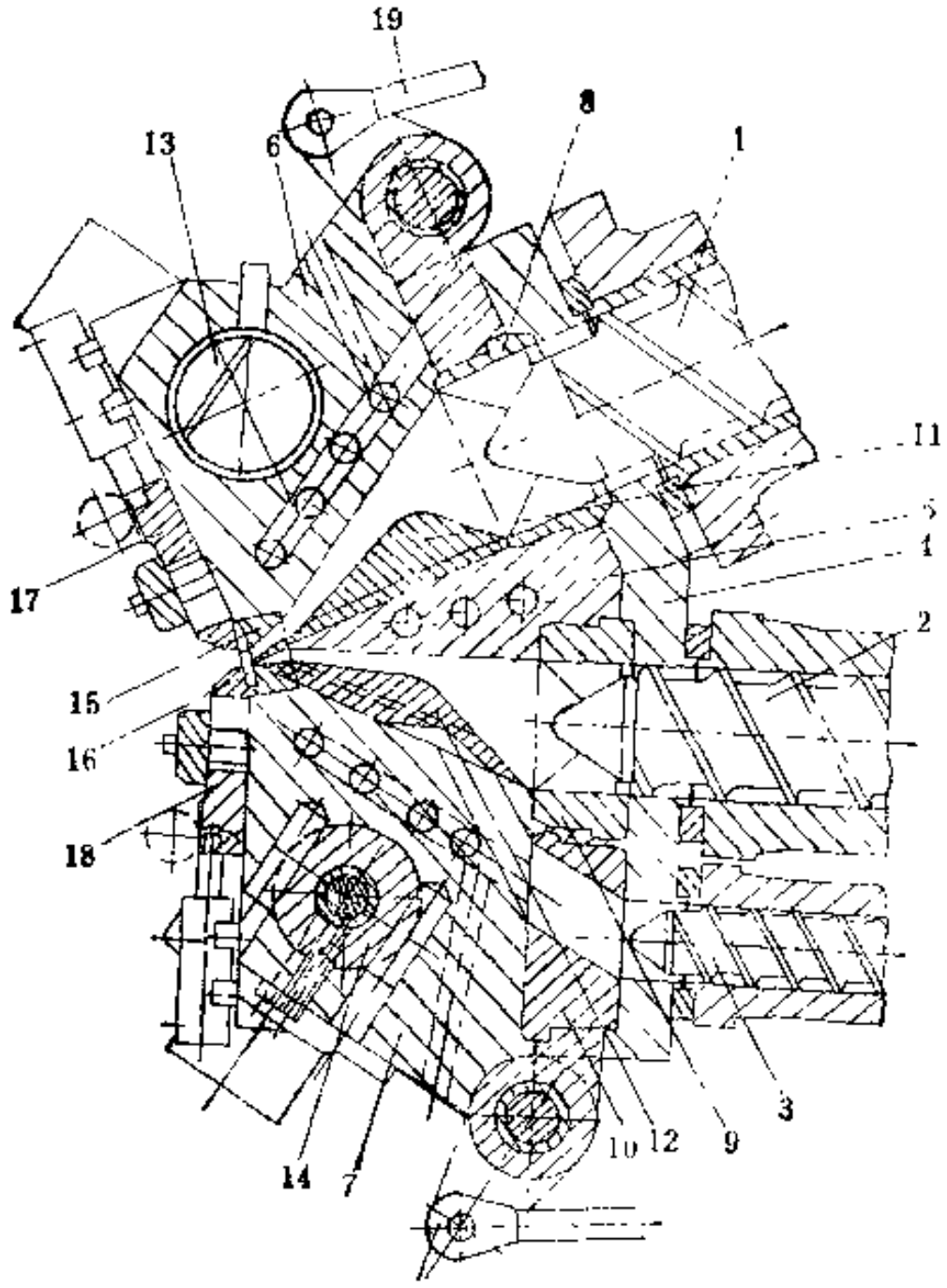


图 1-5-70　三复合胎面机头

1、2、3—螺杆；4—法兰；5—中机头壳；6—上机头壳；7—下机头壳；8、9、10—导向衬套；11、12—流道块；13、14—楔块；15—预成型板；16—口型板；17、18—楔板；19、20—油缸活塞杆

时间便可以完成胶料的清理、规格的改变，在进行上述操作时，机头的温度变化不大，因而缩短了辅助操作时间，提高了生产效率。

3．直角和斜角机头

也称T型和Y型机头，用于胶管、电线、电缆及钢丝的包胶。

图1-5-71所示是一种斜角电缆机头，这种机头的胶料流动阻力较小，但由于没有均压装置，使得机头流道内压力不均，容易造成包胶的厚薄不均。

图1-5-72所示为带均压环分流器的直角机头。用于电缆的包胶，与连续硫化的管道连接

成一体。均压环的内孔支撑着导管4，防止在挤出压力作用下偏移，影响到包胶厚度的均匀性。

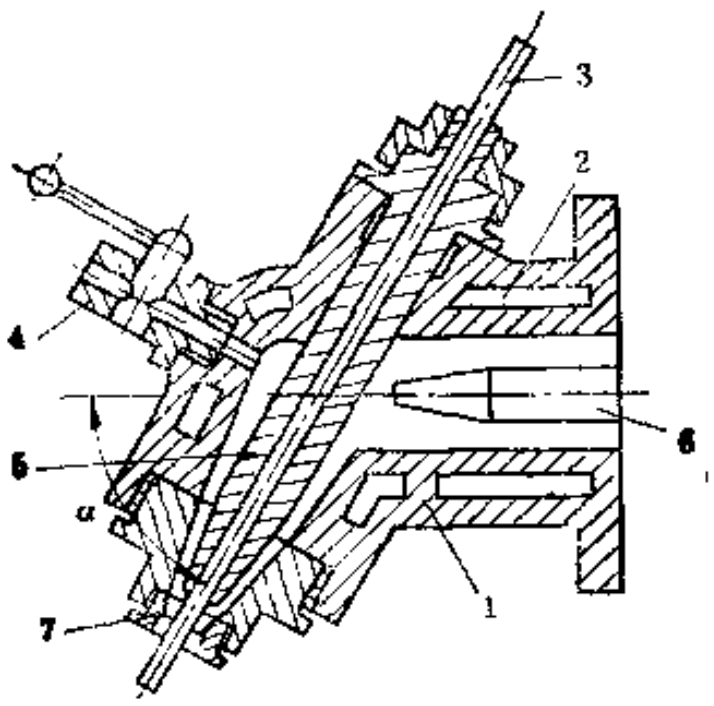


图 1-5-71　斜角电缆机头

1—机头外壳；2—空腔；3—电缆芯；4—溢胶孔；5—芯型；6—螺杆；7—口型

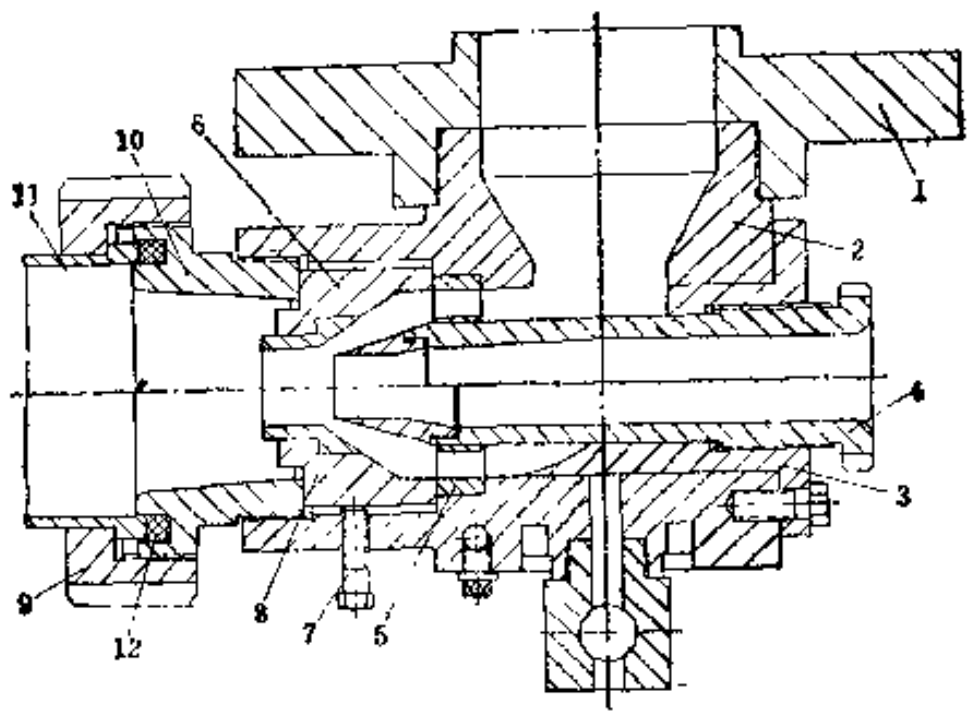


图 1-5-72　带均压环分流器的直角机头

1—法兰；2—机头壳；3—机头腔；4—导管；5—均压环；6—口型座；7—调节螺钉；8—口型；9—螺母；10—连接器；11—接管；12—密封垫

4．滤胶机头

滤胶机头上装有孔板及过滤网，孔板用于支承过滤网，其孔径为4～8mm，为锥形孔，向胶料流动方向扩张。孔板上的小孔总面积约占孔板面积的40～50%。孔板的直径为螺杆直径的1.65～1.8倍。过滤网一般采用钢丝网，其孔目按工艺要求而定，一般采用两层网，一层粗网，一层细网，粗网起着支承细网的作用。

滤胶机头的典型结构如图1-5-73所示。孔板6固定在支承环3上，支承环3可绕铰链开启

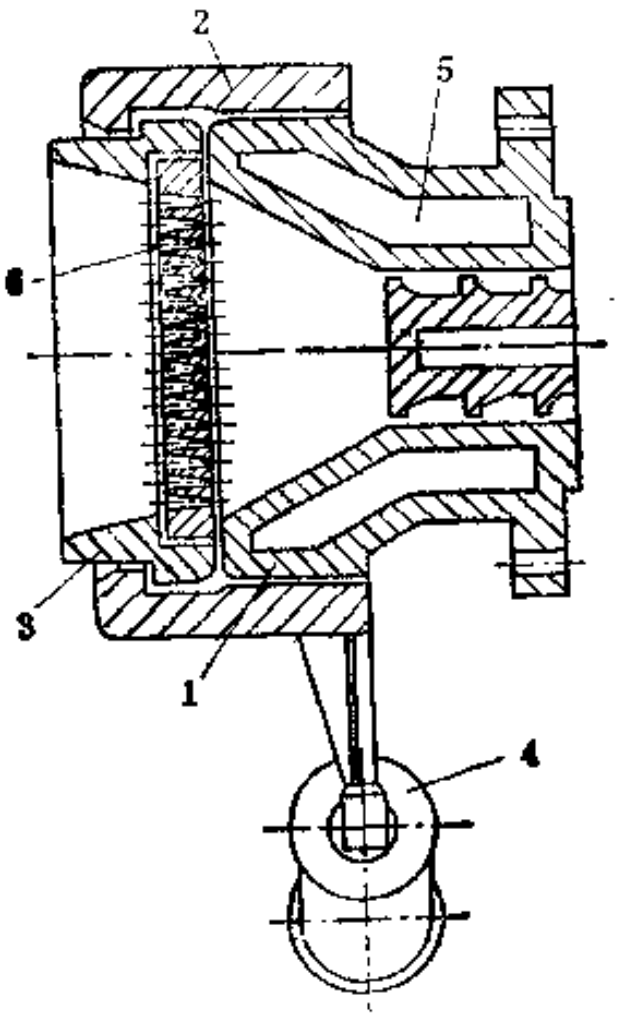


图 1-5-73　滤胶机头示意图

1—机头外壳；2—锯齿环；3—支承环；4—气缸；5—空腔；6—孔板

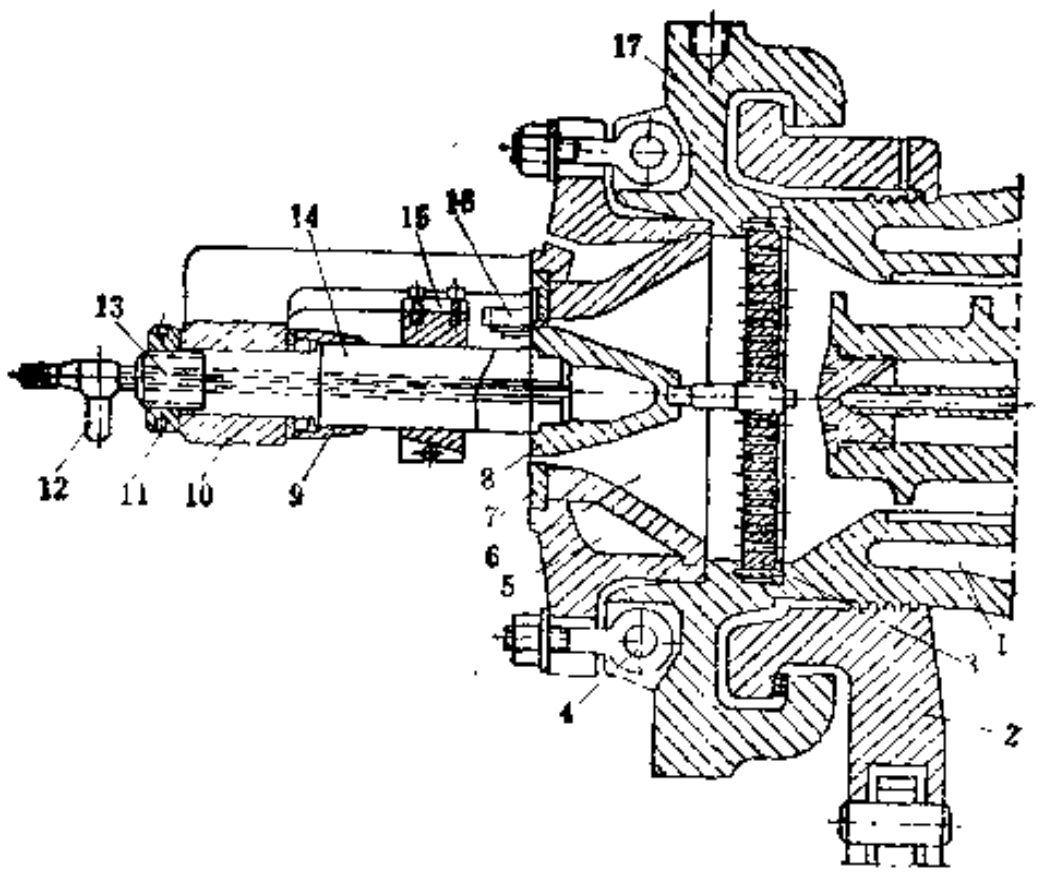


图 1-5-74　滤胶-压片机头

1—机筒；2—锯齿环；3—孔板；4—环首螺栓；5—空腔；6—流道；7—口型；8—芯型；9—套；10—支架；11—螺母；12—冷却水导管；13—孔道；14—轴；15—压板；16—切刀；17—机头外壳

或关闭，齿环2在气缸4的作用下将支承环3闭锁。过滤网装在孔板6与机头外壳1之间。有些滤胶机头上还装有切割装置，将过滤后的胶料切成段状，便于搬运。

为了提高生产效率，有些压型挤出机上装有过滤装置，使过滤后的胶料直接压型挤出，这样可以防止滤胶后的再次污染。图1-5-74所示是一种滤胶-压片机头。过滤后的胶料，经流道6及口型7、芯型8挤压成筒状，然后由切刀16剖开展平成胶片。

在胶管、电缆等挤出机上也经常把滤胶与压型的机头组成一体。但是，滤网要随着过滤下来的杂质增多而被堵塞，这时螺杆头端的挤出压力迅速增高，排胶温度也同时提高，如果不迅速地更换滤网，势必影响到胶料，发生焦烧。

图1-5-75所示是一种快速更换的过滤装置，用于胶管挤出机上。孔板的外形加工成尺寸精密的方形，滤网用压圈固定在孔板上，当螺杆头端挤出压力升高到一定的压力时，控制系统便发出声光报警，这时，将挤出机停车（甚至不停车也行），把一个更换的方形孔板放进导座内，利用装在机头旁边的一个高压油缸，把方形孔板迅速地推进机头内，同时，原来工作的孔板从另一侧的导座上被推出，这样更换一个孔板只需要1～2 s 即可完成，大幅度地节省了更换过滤网的辅助时间。由于孔板的外廓尺寸与导座之间加工十分精密，间隙很小，因此，在正常工作时，从孔板与导座之间漏出的胶料很少。从机头上推出的孔板上的胶料，由人工清除掉，同时更换过滤网，以便下次再用。

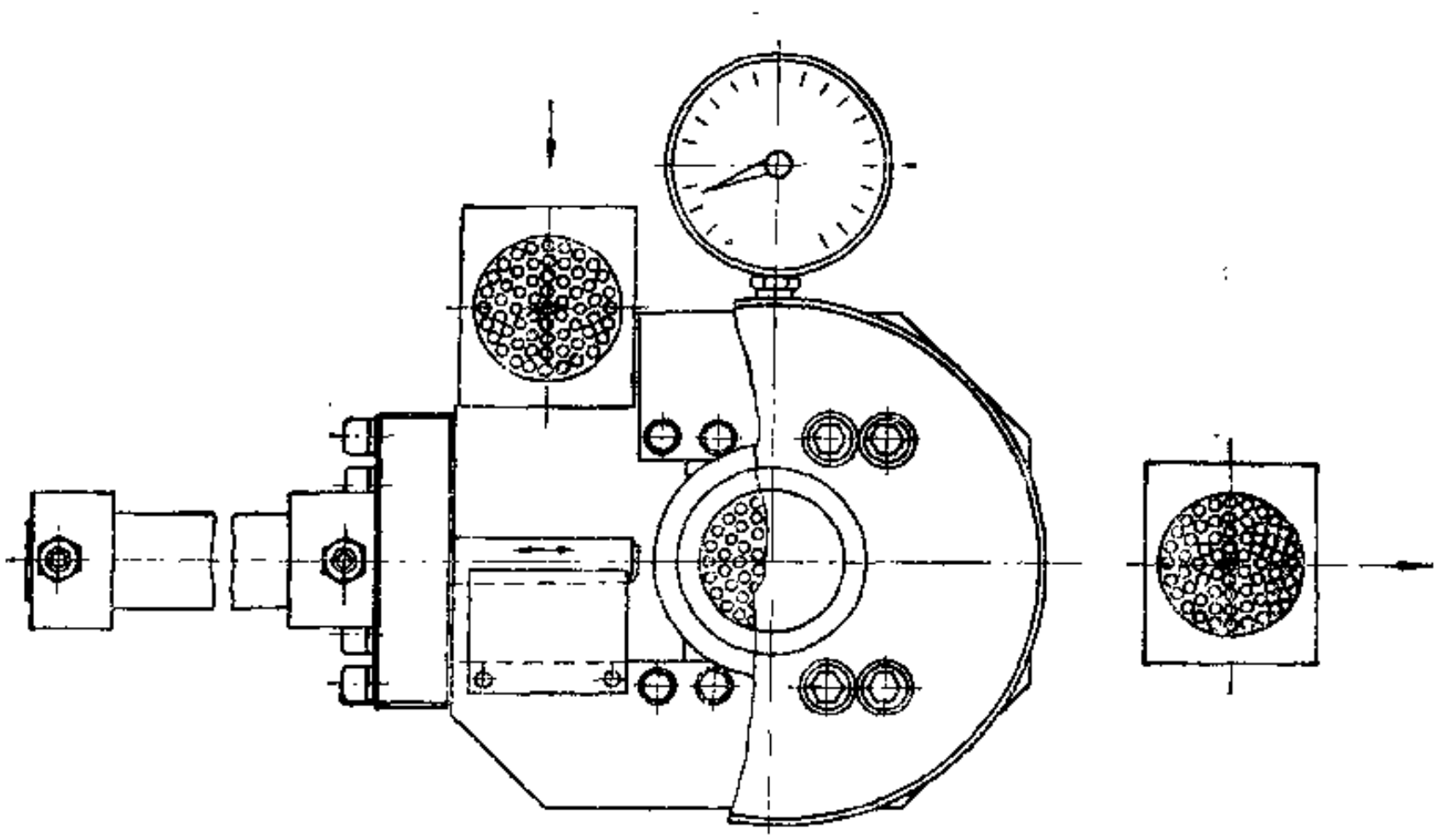


图 1-5-75　快速更换过滤孔板装置

5．造粒机头

从密炼机排出的胶料，用造粒机加工成胶粒，便于胶料的输送、称量，图1-5-76所示为造粒机的机头。胶料从孔板3挤出，由切刀4将其切成粒状，切刀4由传动装置驱动回转。

6．剪切机头

图1-5-77所示为剪切机头的示意图，它利用转动的芯棒5与固定的机筒之间的环形间隙，对由挤出机螺杆输送到机头内的胶料进行剪切，把胶料的温度提高到150～190 ℃，使得通过

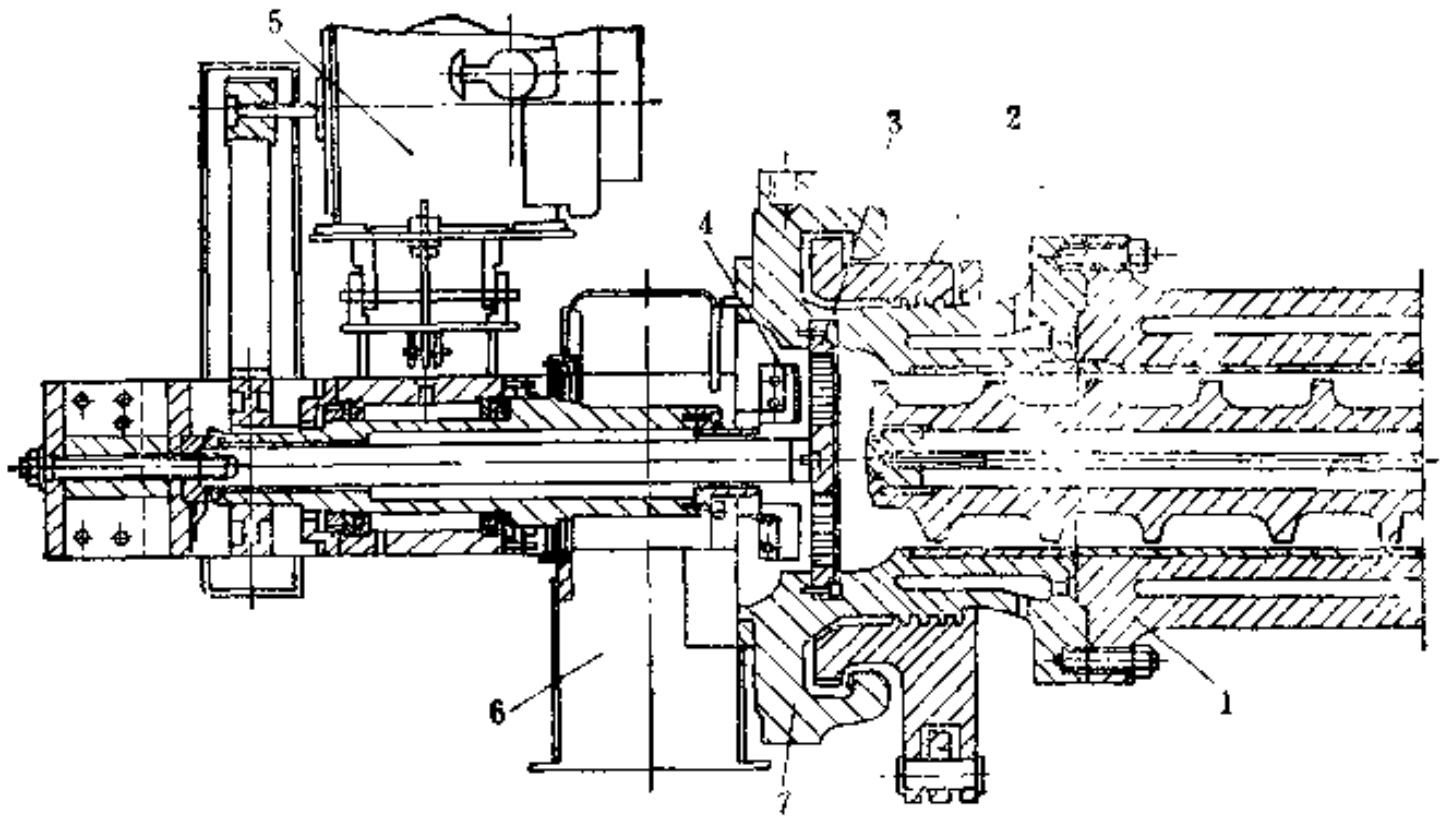


图 1-5-76　造粒机头

1—机筒；2—机头；3—孔板；4—切刀；5—传动装置；6—罩子；7—铰链帽

口型后的胶料已经开始硫化，大约为5～10%，从而使得挤出的半制品的尺寸比较稳定。特别是在连续硫化生产密封嵌条时，不因半制品的厚薄相差较大，而使薄的部分强力不足而损坏，或者厚的部分欠硫。所以，剪切机头一般都与连续硫化配套使用，用于生产橡胶密封嵌条。它的芯棒5由液压马达驱动，可无级调速。其摩擦阻力产生的能量转换的强度，取决于两个剪切表面的相对速度和胶料的粘度。

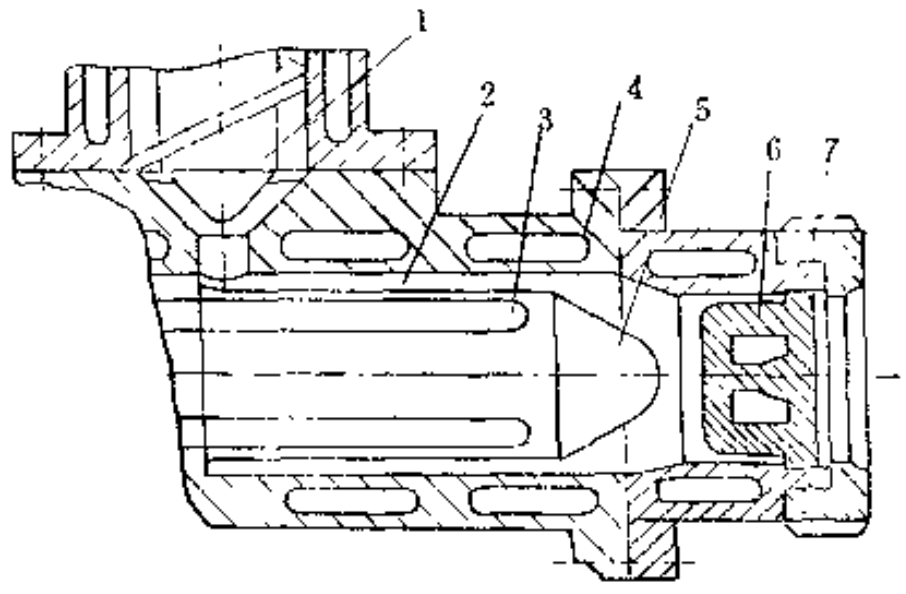


图 1-5-77　剪切机头示意图

1—挤出机；2—剪切间隙；3—芯棒加热/冷却孔；4—夹套加热/冷却；5—芯棒；6—口型；7—压盖

7．辊筒机头

辊筒机头挤出机实际上是将一台两辊压延机与挤出机组合在一起，成为挤出机的一部分。目前，有两种带辊筒机头的挤出机，一种用于密炼机的排料压片，另一种用于压制薄胶片或异型胶片。两种辊筒机头挤出机有类似之处，但并不完全相同，前者主要是将密炼机排出的胶料迅速冷却排出，压成一定宽度与厚度的胶片，而后者是将室温的胶条经过冷喂料挤出机塑化预热以后，经过挤出机头的流道，把一定宽度与厚度的胶片喂入两辊压延机的辊隙内，用压延机压成一定厚度与断面形状的薄胶片。在这种压薄胶片的两辊压延机上，装有轴交叉装置或反弯曲装置，以提高压延胶片的厚度精度。详细结构请见本章第六节及第七节。

四、螺杆轴承部分结构

螺杆轴承部分的结构形式、止推轴承的选择及其布置等，是挤出机设计的一个重要课题。螺杆转动时，胶料对螺杆具有反作用力，其轴向力高达十几吨甚至上百吨，这样螺杆尾部除装有径向轴承外，还必须装止推轴承，以承受轴向力。

（一）螺杆轴承的布置形式

螺杆轴承的布置应使受力合理，把很大的轴向力的影响限制在为数不多的几个零件内，

组成力的封闭系统，使减速器不受或少受轴向力的作用，其次，还要考虑到轴承的安装、维修、润滑等条件。在螺杆尾部的传动部分一般都设有两个径向轴承和一个止推轴承。通常，螺杆轴承的布置形式如图1-5-78所示。图中a的止推轴承安装在与机筒连接的法兰处，轴向力作用于法兰上，不经减速器箱体，因此，减速器箱体可以减薄，而且变形小，对齿轮传动有利。推力轴承在减速器箱体外，便于润滑密封。两个径向轴承的距离小，轴的弯曲变形小。此方案多用于大、中型挤出机上。图中b所示为止推轴承安装在减速器箱体之加固的外伸部分上，轴向力不经过减速器箱体，其轴向力的传递与a类同，但两向心轴承距离增大，减小了主轴的刚性，此外，止推轴承的安装与调整较为困难，此方案多用于大功率挤出机上。图中c所示为止推轴承在螺杆尾部的后端，轴向力的传递通过减速器箱体，为此，增加了箱体的壁厚，且易变形，影响齿轮的啮合，但止推轴承安装调整较方便，并便于安装螺杆轴向力测试装置，此方案多用于小型挤出机或需要测试螺杆轴向力的挤出机上。

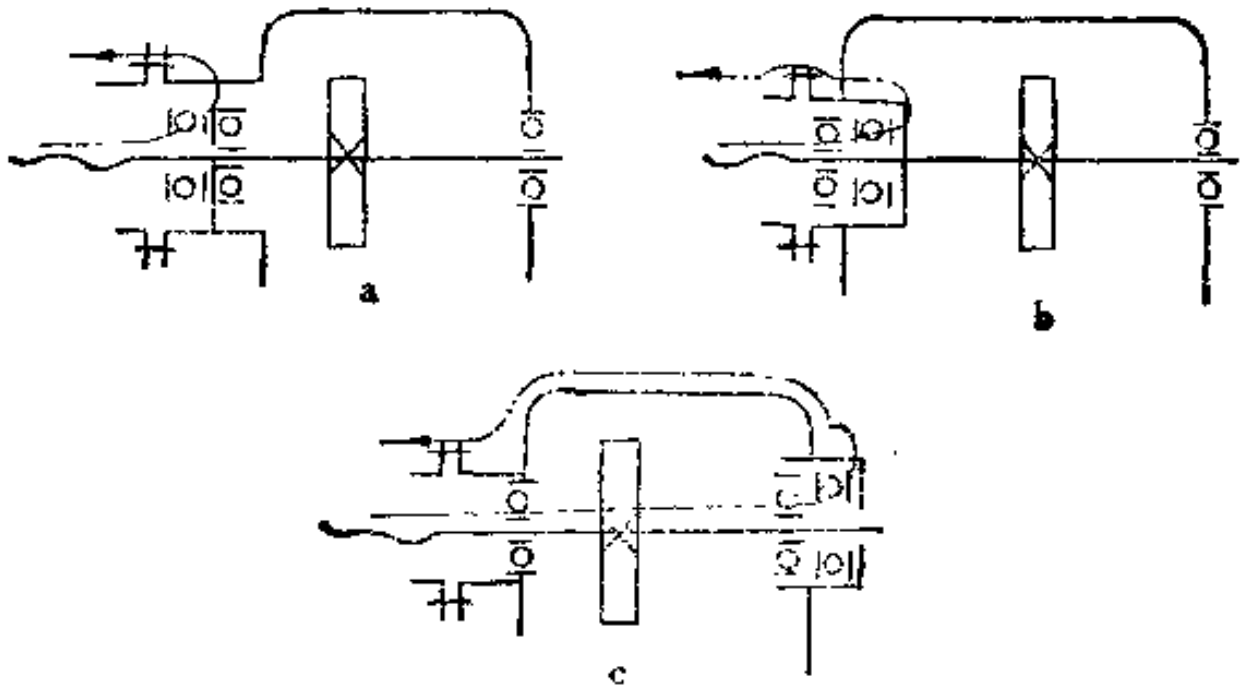


图 1-5-78 螺杆轴承的布置形式

（二）轴承的选择

螺杆主轴上的两个径向轴承因径向负荷较大，在大、中型挤出机上多采用调心滚子轴承。

主轴上的止推轴承一般都选用推力向心球面滚子轴承，它具有承载能力大，使用寿命长等优点。常用的型号有9069000系列、9039000系列和9019000系列三种。前两种系列，其外形尺寸相同，在同样尺寸和工作条件下，9039000系列允许的载荷较大，寿命也长。在国外，9069000系列的产品已淘汰。

（三）推力轴承支承面的强度计算

螺杆的轴向力通过推力轴承传递到减速器箱体的推力轴承支承面上，其受力面为圆环状，如图1-5-79所示。为进行支承面的强度计算，可将均布力简化为集中力，将圆环受力面简化为悬臂梁。在一般情况下，危险断面在45°处，即Ⅰ-Ⅰ截面上。轴向力P作用在环形平面的中点，P可以分解为拉力P_n和切向力P_t，考虑到电机的过载，验算时，轴向力取计算轴向力的1.5倍。

由于$\alpha=46°$，故两个分力P_n、P_t相等：

$$P_n=P_t=P\cdot\cos 15°$$

由于P_n、P_t引起的弯矩M_n和M_t：

$$M_a = P_a \cdot S_1$$

$$M_t = P_t \cdot S_2$$

总弯矩M(N·mm)：

$$M = M_a + M_t = P\cos 45° (S_1 + S_2) \tag{1-5-60}$$

弯曲应力σ(N/mm²)：

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

式中 W——抗弯截面模量，mm³。

抗拉应力σ_1(N/mm²)：

$$\sigma_1 = \frac{P_a}{F}$$

式中 F——Ⅰ-Ⅰ截面面积，mm²。

剪应力τ(N/mm²)：

$$\tau = \frac{P_t}{F}$$

强度条件：

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{(\sigma + \sigma_1)^2 + 4\tau^2} \leqslant [\sigma] \tag{1-5-61}$$

大、中型挤出机减速器的箱体多用铸钢制造，因此，对支承平面的强度用第三强度理论计算。材料的许用应力$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n}$，安全系数$n = 2 \sim 3$。

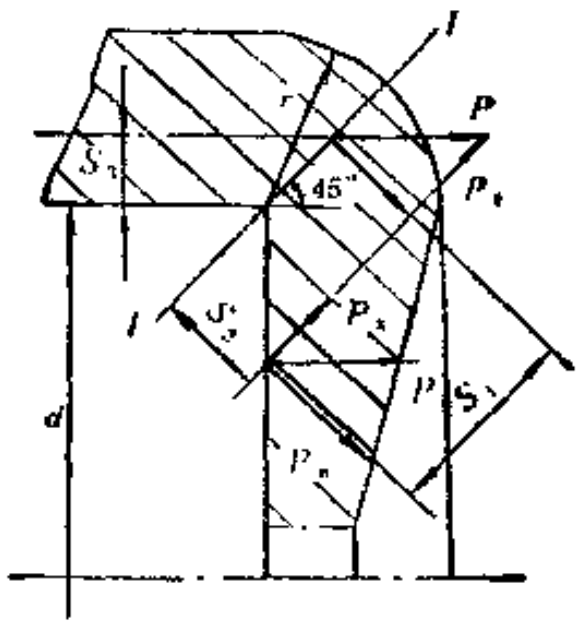


图 1-5-79 推力轴承安装平面受力状态

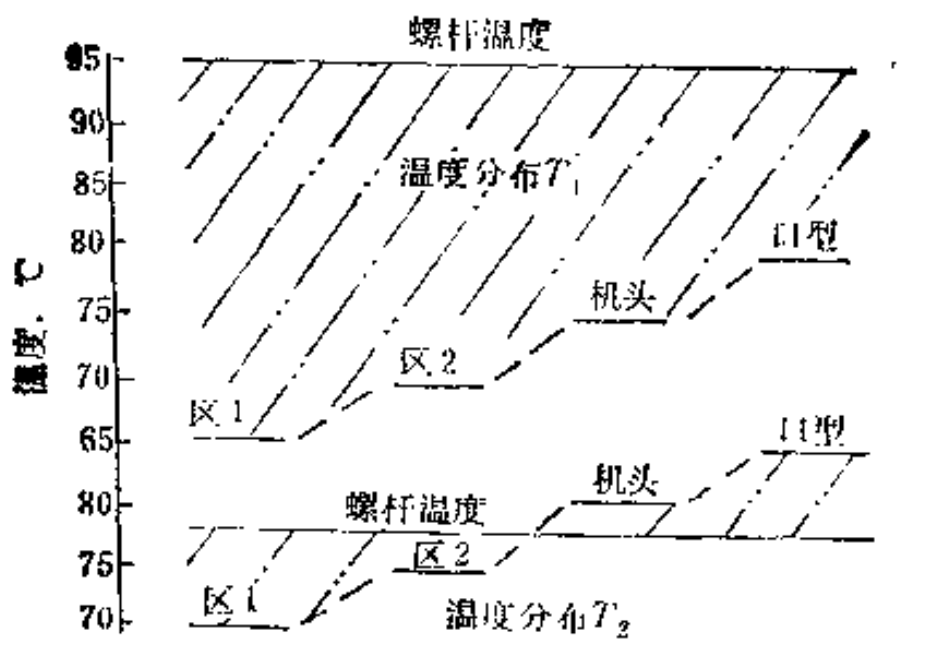


图 1-5-80 挤出机温度分布图

五、温度控制装置

在冷喂料挤出机中，胶料以室温状态喂入，在挤出过程中，胶料受到强烈的剪切作用，产生大量的热量，例如：GS150mm冷喂料挤出机，螺杆长径比为16，螺杆转速为23r/min时，胶料在机筒内停留时间达3.5min，每小时产生的热量高达75600kJ（测定条件：室温15℃，冷却水温11℃），要保证胶料在挤出过程中不产生焦烧，挤出过程中必须进行温度控制。

（一）温控基本要求

单位重量胶料挤出过程中的电能消耗，热喂料挤出机为0.02～0.06kW·h/kg，冷喂料挤出机为0.08～0.22kW·h/kg。这些能量大部分转化为热量，促使胶温升高。为了得到合适的挤出温度和产量，除了选择合理的螺杆参数，降低其生热量外，同时，要强化冷却效果，从外部对挤出过程进行温度的控制。

在选定螺杆的条件下，控制机筒和螺杆的温度分布，是保证挤出半制品质量和产量的重要条件。图1-5-80所示为$L/D=12$的ϕ90冷喂料挤出机加工三元乙丙橡胶胶料时的两种不同温度分布。在温度分布为T_1，螺杆转速为70r/min时，得到365kg/h的产量，但挤出半制品表面不光滑，其断面存在微孔等塑化不均现象。如果温度分布改为T_2，即把机筒温度升高5℃，把螺杆温度降低17℃，那么胶料与机筒粘附摩擦力将降低，而胶料与螺杆的粘附摩擦力增加，最终降低了输送能力，增加了胶料在机筒内的停留时间，改善了塑化质量。这时，挤出温度升高了5℃，产量降低了6%。热喂料挤出机一般有三个温度区域，即机身前段，机身后段和机头。冷喂料挤出机的温度区域一般有四至五个，多者达十二个。用以保证各区段温度的合理分布，以满足挤出工艺要求。

对挤出机温度控制的基本要求。

（1）在挤出段和机头上应有较高的温度，以保证胶料挤出流动，在挤出机的口型部位温度最高，以得到光滑的半制品。GS150mm冷喂料挤出机典型的各区段温度如表1-5-22所示。

表 1-5-22　GS150mm冷喂料挤出机典型的各区段温度

部　位	口　型	机　头	机筒前段	机筒后段	喂料段	螺　杆
温度标准，℃	105	70	60	60	55	40

（2）加快热传导的速度，提高传热效率。挤出机传热系数K一般为350～1160W/(m²·K)，最大可达2320W/(m²·K)。提高传热系数的有效办法是采用强混作用的螺杆，以提高胶料与机筒壁面之间的给热系数α。还可以采用强制循环，加快传热介质流速，和适当提高介质温的办法，提高水与机筒夹套壁面之间的给热系数α'。此外，对传热介质要求采用蒸馏水，减少结垢，提高传热效果。

（3）应满足随时加热、随时冷却的要求，且能实现快速改变温度。为此，要采用大功率的加热器和冷却器，做到短时间内能大幅度地改变区段温度。以GS150mm挤出机为例，每个热循环控制区，配备有交换面积很大的板式热交换器作为冷却器，使用两只1.5kW的电加热器作为加热器。若冷却水温度为17～20℃，GS150mm挤出机在1s内，加热器可提高水温0.013℃，冷却器可降低水温0.024℃。当每个温度区域高于或低于标准温度1℃时，就可迅速调温。这样，反复加热、冷却，使各个温控区的温度自始至终恒定在标准温度范围内。

（1）采用自动控制方式，做到调温准确及时。近年来，挤出机上已有采用微处理机控制各区段的温度。对温度控制有严格要求之处，可采取两个热电偶组成的温度预测系统来简化温度过高、过低的问题。其中一个热电偶装在机筒夹套内，另一个装在衬套上，分别控制加热、冷却介质和胶料温度。前者可在胶料到达机筒之前，即预测到橡胶将得到的加热或冷却情况，根据设备的热传递特性，在适当的时候关闭温度调节器。所谓适当的时候是指保证机筒内胶料获得最佳温度修正值来确定的。

（二）热量平衡与冷却水消耗量计算

挤出机以热能（机筒外部的加热）和机械能（电动机转动螺杆）供给机筒中的胶料，一方面使胶料升温、塑化达到加工要求的温度，另一方面使胶料克服挤出过程中所遇到的阻力而挤出，这两种能量是互相联系的，只要改变一种能量的供给速率，另一种能量的需求就要发生变化。挤出机挤出过程中的热量来源与分配可表达为：

$$Q_1+Q_2+Q_3=Q_4+Q_5+Q_6 \tag{1-5-62}$$

式中 Q_1——螺杆挤出胶料面转化的热量，kJ/h；

Q_2——载热体传给机筒的热量，kJ/h；

Q_3——机头的加热量，kJ/h；

Q_4——挤出半制品带走的热量，kJ/h；

Q_5——冷却水带走的热量，kJ/h；

Q_6——机筒和机头散失的热量，kJ/h。

式（1-5-62）反映了挤出机在挤出过程中热量各因素之间的关系，称之为“热平衡方程式”。

1. 机筒内发热量Q(kJ/h)

$$Q=3600\times N_{电机}\cdot\eta \tag{1-5-63}$$

式中 $N_{电机}$——电机消耗功率，kW/h；

η——传动效率（0.8～0.85）。

2. 载热体传给机筒的热量Q_2(kJ/h)

对蒸汽加热系统：

$$Q_2=G\cdot C(T_2-T_1) \tag{1-5-64}$$

式中 G——蒸汽消耗量，kg/h；

C——蒸汽热容量，kJ/(kg·K)；

T_2——挤出机进汽温度，K；

T_1——挤出机排汽温度，K。

热载体传给机头的热量Q_3按（1-5-64）式计算。

3. 挤出半制品带走的热量Q_4(kJ/h)

$$Q_4=G_{挤}\cdot C_{混}(T_3-T_1) \tag{1-5-65}$$

式中 $G_{挤}$—— 挤出机生产能力，kg/h；

$C_{混}$——混炼胶热容量，kJ/(kg·K)；

T_3——挤出半制品温度，K；

T_1——喂料时混炼胶温度，K。

4. 冷却水带走的热量Q_5(kJ/h)

$$Q_5=G_{水}\cdot C_{水}(T_2-T_1) \tag{1-5-66}$$

式中 $G_{水}$——冷却水消耗量，kg/h；

$C_{水}$—— 水的热容量，kJ/(kg·K)；

T_2——冷却水排出时的温度，K；

T_1——冷却水进水温度，K。

5. 机筒和机头向周围环境散失的热量Q_6(kJ/h)

$$Q_6=Q_{对流}+Q_{辐射}$$

式中 $Q_{对流}$——由于对流散失的热量，kJ/h；

$$Q_{对流}=F\cdot\alpha(T_{机}-T_{介}) \tag{1-5-67}$$

F——机筒与机头的外壳表面积，m^2；

α——自然对流的给热系数，$kJ/(m^2\cdot h\cdot K)$

$T_{机}$——机筒与机头的表面温度，K；

$T_{介}$——周围空气介质温度，K；

$Q_{辐射}$——由于热辐射散失的热量，kJ/h；

$$Q_{辐射}=F\cdot k\left[\left(\frac{T_{机}}{100}\right)^4-\left(\frac{T_{介}}{100}\right)^4\right] \tag{1-5-68}$$

F——辐射面积，m^2；

k——辐射系数，$kJ/(m^2\cdot h\cdot K)$；

$T_{机}$——机筒与机头表面温度，K；

$T_{介}$——周围空气介质温度，K。

冷却水消耗量$G_{水}$(kg/h)的计算：

$$G_{水}=\frac{Q_5}{C_{水}(T_2-T_1)} \tag{1-5-69}$$

式中 Q_5——冷却水带走的热量，kJ；

$$Q_5=Q_1+Q_2+Q_3-Q_4-Q_6$$

$C_{水}$——水的热容量，$kJ/(kg\cdot K)$

T_2-T_1——进出水温差（一般取3～6K）。

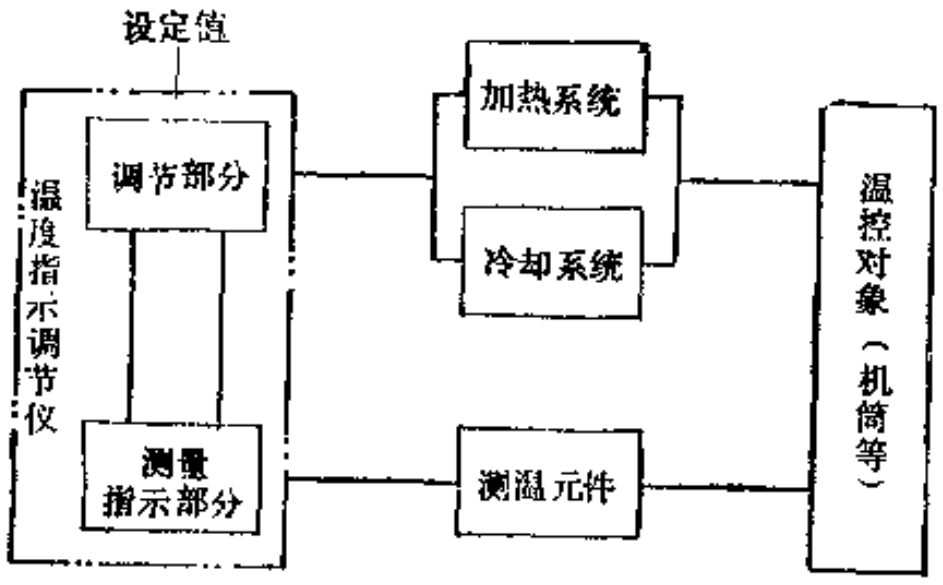


图 1-5-81 温控原理图

（三）温控原理

挤出机的温控方法很多，按温控的加热介质可分为蒸汽加热和电加热两种。按温控的冷却方式可分为直接冷却和间接冷却两种。按温控系统的循环形式可分为开放和闭路两种。按温控方式可分为电动控制和气动控制两种。

温控的原理如图1-5-81所示。

图1-5-82所示为蒸汽间接加热循环型温控原理图。它由循环泵、挤出机水道、热交换器和贮水罐组成。在系统工作时，循环泵使回路的温水循环流动，此时，插入贮水罐的温度检测器将温度转换成电讯号，并输入到控制器，当测得的温度高于设定温度时，控制器发出信号，开启旁接循环回路的电磁阀，同时，关闭进入热交换器蒸汽管路中的电磁阀，使循环回路的水压下降，此时，经过稳压的冷却水便通过单向阀进入回路，使水温下降，当测得的温度低于设定温度时，控制器发出信号，开启蒸汽管道的电磁阀，并关闭旁接循环回路的电磁阀，这样，使循环水温度上升。

图1-5-83所示为电加热-热水循环型温控原理图。该系统分螺杆、机头、机筒前段、机筒后段四个热循环区段，每个区段有单独的一套加热、冷却器件（热循环泵、电加热器、热交换器、热电偶、电磁阀、节流阀、温度指示调节器等），动圈式温度指示调节仪是三位窄带式的，当指示温度低于设定温度时，电加热器通电加热循环水，当达到设定温度时，电加热器断电，如果热惯性使温度上升，超过设定温度时，则电磁阀工作，热交换器中进冷却

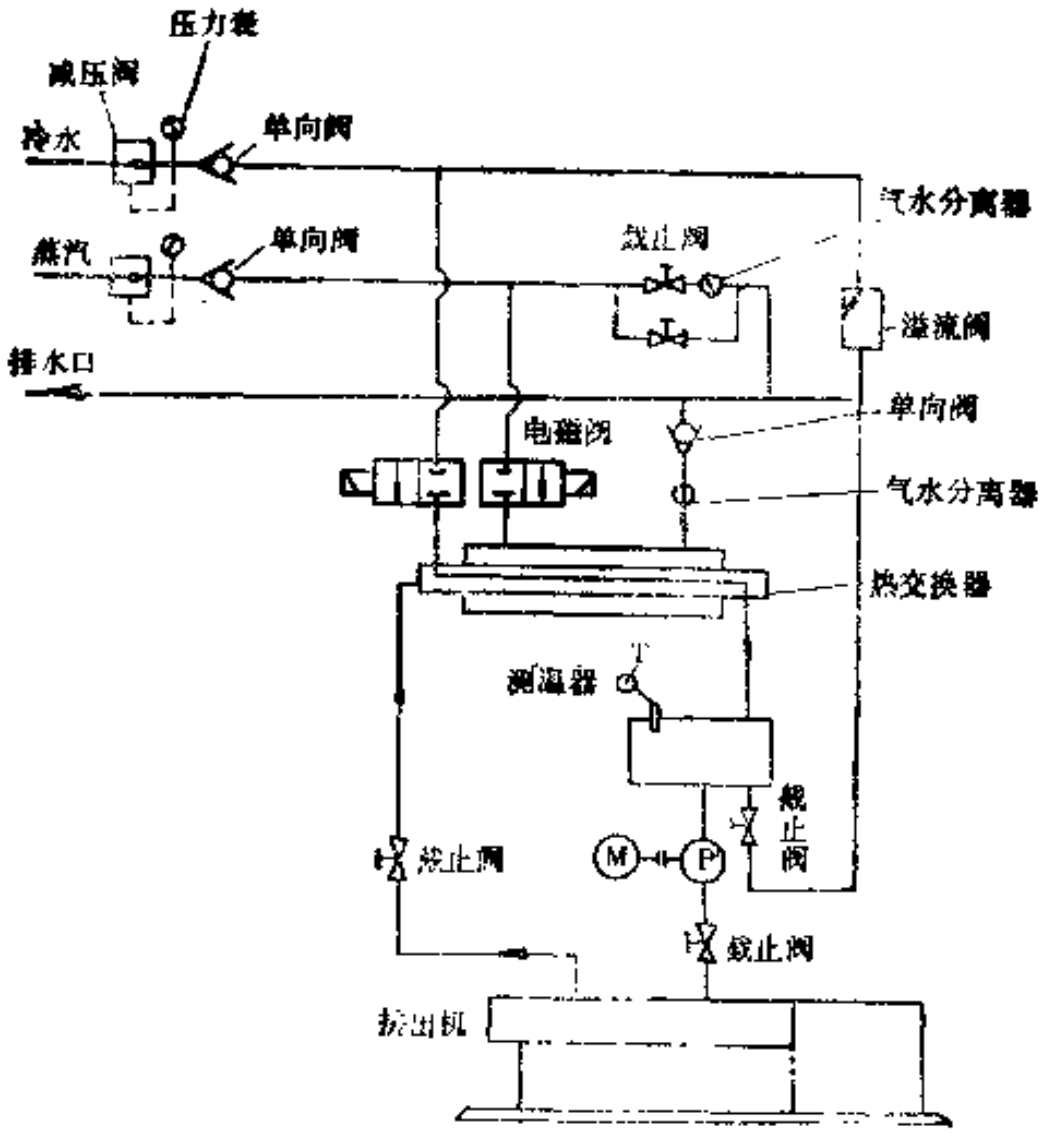


图 1-5-82　蒸汽间接加热循环型温控原理

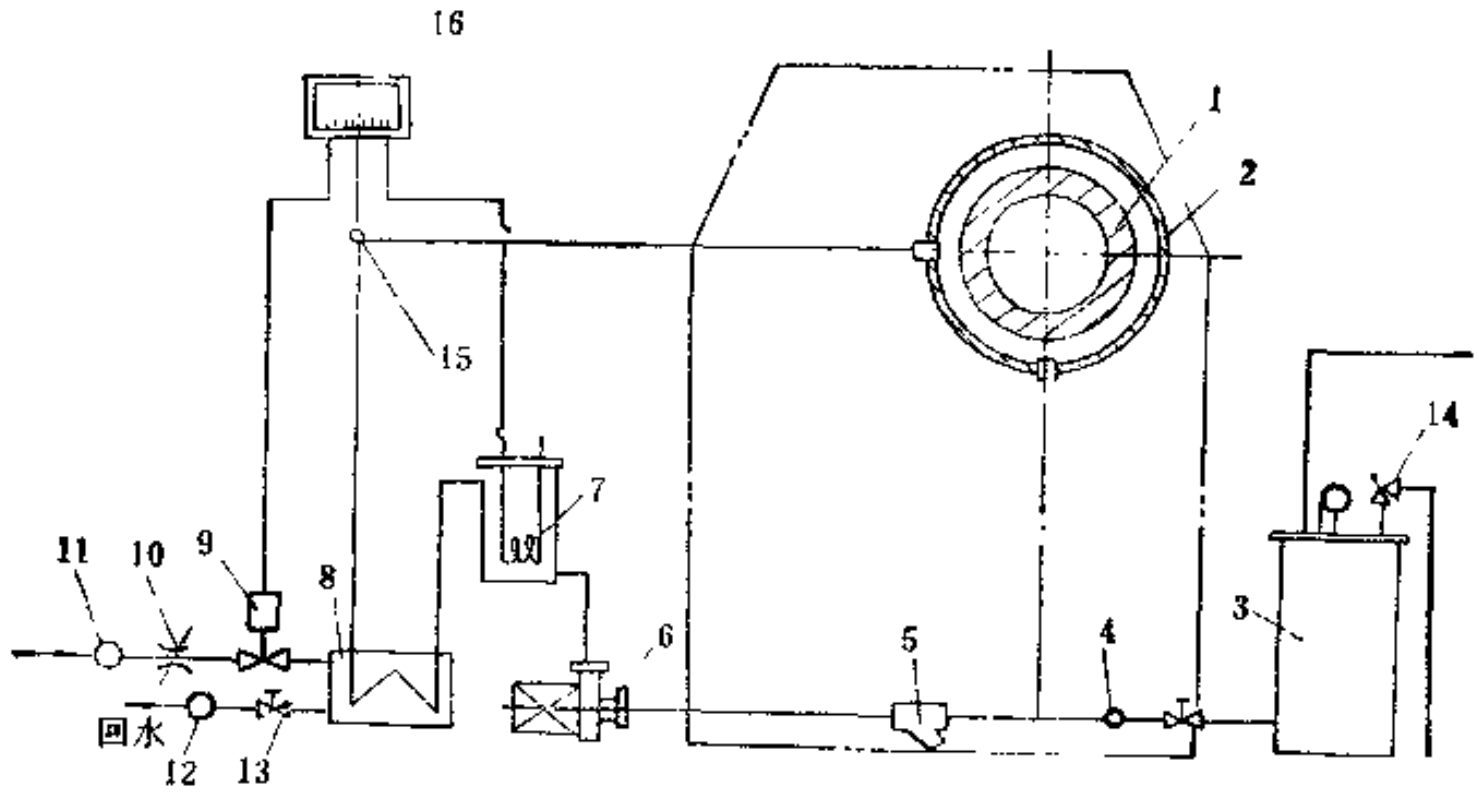


图 1-5-83　电加热-热水循环式温控系统

1—机筒；2—机筒外壳；3—贮水罐；4—单向阀；5—过滤器；6—热循环泵；7—电加热器；8—热交换器；9—电磁阀；10—节流阀；11—冷却水分配管；12—排水管；13—截止阀；14—安全阀；15—热电偶；16—动圈式温度指示调节仪

水，使循环水温度迅速下降。温度带的宽度为全量程的2～10%可以调节。

该装置的特点是：控制简单，精度达±2℃，热介质消耗少，各区段单独控制干扰少。循环水以一定的温度和较高的流速在区段内循环，热传导的效率高。热水循环的优点是可以提高循环水和机筒之间的给热系数，增加循环水带走的热量，又不使机筒壁的温度太低，有

利于胶料的温度均匀。机筒的温度低，从热传导的角度看，虽然增加了温差，但机筒壁到螺纹底槽处胶料的温度梯度增加，橡胶的导热性又差，造成胶料温度不均匀。机筒的温度低，则机筒壁和循环水之间的给热系数降低，循环水带走的热量不一定增加。

现代挤出机，不仅仅冷喂料挤出机采用电加热-热水循环式温控系统，而且有的热喂料挤出机也采用了这种温控系统，以提高挤出质量控制的稳定性。

第六节　其它类型挤出机

一、滤胶挤出机

（一）概述

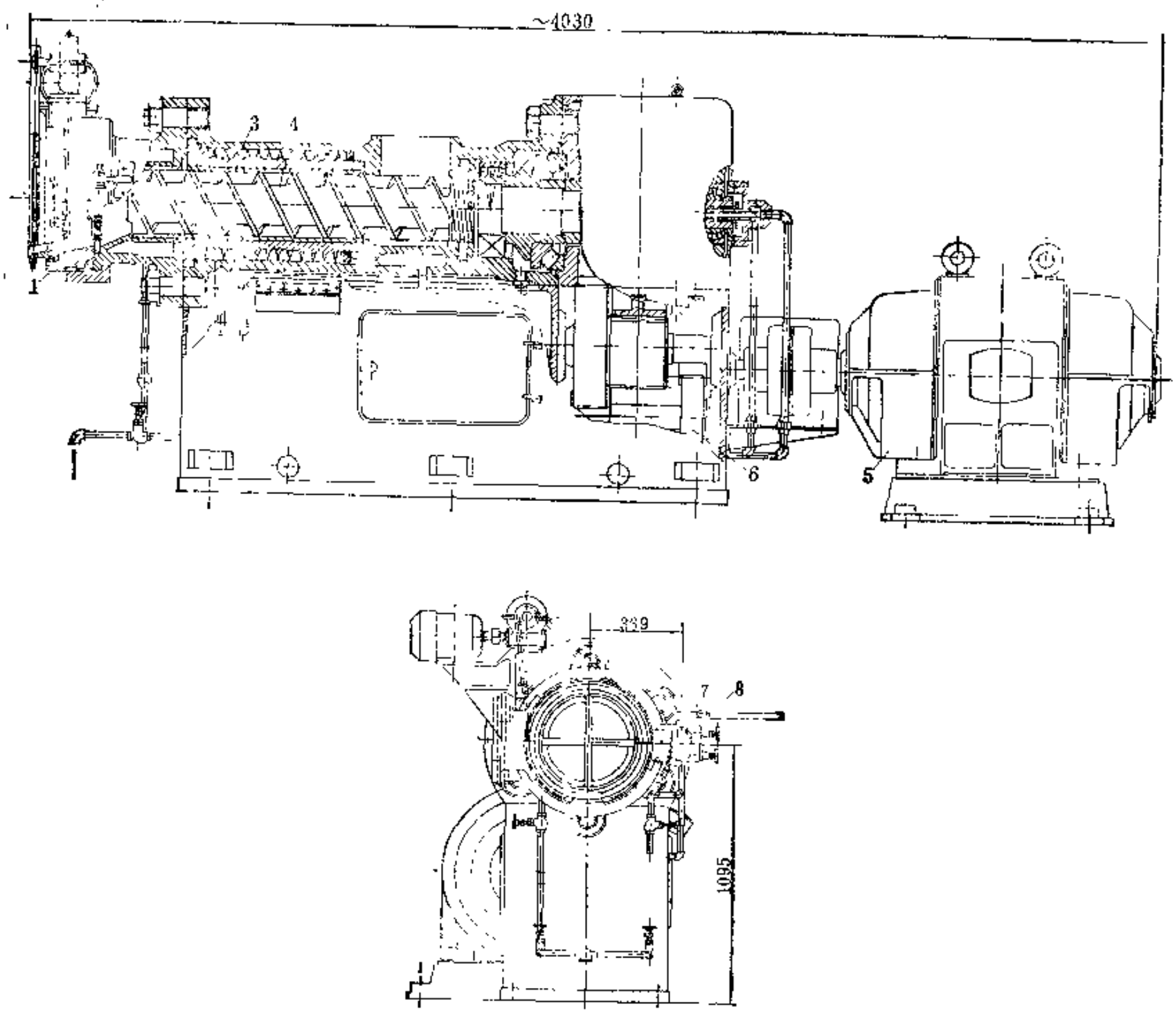


图 I-5-84　φ250滤胶机

1—机头；2—切断装置；3—机筒；4—螺杆；5—电机；6—减速器；7—齿环开关蜗杆；8—手柄杆

滤胶挤出机简称滤胶机，主要用于清除胶料或再生胶内的机械杂质。滤胶机的结构如图 I-5-84所示，除螺杆与机头外，其基本结构与压型挤出机类同。

滤胶机的螺杆一般采用双头、等距、等深的螺纹，长径比 $L/D=5$左右，以提高胶料的

可塑度，便于过滤。滤胶机头的详细说明见本章第五节。切断装置2用于切断胶条。机头前端装有一个回转环，在其径向上固定有一根约ϕ2的钢丝，由电机经蜗轮减速器及链轮减速后驱动。

（二）主要性能参数

见本章第一节表1-5-5。

（三）生产能力及电机功率计算

滤胶机最大估算生产能力Q(kg/h)

$$Q=0.00256D^3\cdot n \tag{1-5-70}$$

式中 D——螺杆外径，cm；

n——螺杆转速，r/min。

对于大于ϕ115规格的滤胶机，其电机功率N(kW)按下式计算：

$$N=0.00365D^2\cdot n \tag{1-5-71}$$

式中 D——螺杆外径，cm；

n——螺杆转速，r/min。

二、螺杆塑炼机

（一）概述

螺杆塑炼机用于生胶塑炼，具有生产能力大、电能消耗小、连续生产、占地面积小等优点。其单位能耗为0.15～0.25kW·h/kg。塑炼时，螺杆对生胶进行强烈剪切，使生胶温度迅速上升，因此，它的加工过程既是机械塑炼又是热塑炼的过程。但是，用螺杆塑炼机塑炼生胶，可塑度不易控制，通常需要用开炼机作补充塑炼，并使塑炼胶迅速冷却，以免高温氧化。塑炼时产生大量的挥发性气体，有害于健康，必须采取排风措施。

螺杆塑炼机结构见图1-5-85。它的螺杆3由两部分组成，一部分在机筒部分工作，另一部分伸入到机头内。在机筒部分的螺杆由三段不同长径比、不同导程、不同螺纹断面的螺纹组成。喂料段螺纹之螺杆外径比名义直径大，螺纹的断面呈不等深的不等腰梯形，由于它的根径较粗，可以承受加料装置的冲压。同时，螺距大而深，容易喂料。第二段是等深变距的三角形螺纹，起塑炼作用，称之塑炼段，其长度约占螺杆的45～55%。在该区段，机筒内衬套9内孔有锯齿状环形沟槽，以增加对生胶的剪切作用，提高塑炼效果。第三段为等深变距不等腰梯形螺纹，称输送段。在塑炼段与输送段衔接的地方装有两把翻胶刀，从机筒外穿过机筒及衬套，对生胶进行搅拌翻动。螺杆延伸的第二部分是断而呈圆棱状的圆锥体，有很大的螺纹升角(60°)，机头2内腔也有圆棱，其螺旋方向与螺杆相反，当生胶由输送段进入机头后，进一步进行塑炼，然后在机头与螺杆轴之间的缝隙挤出，形成胶筒，由装在机头上的切刀将胶筒剖开，成胶片状排出。为了调整塑炼胶的可塑度，机筒4可用螺杆10调节轴向位置，以改变机头2与螺杆锥体部分之间的缝隙。有的螺杆塑炼机采用移动螺杆轴向位置的方法改变机头的缝隙。图1-5-86是螺杆塑炼机的机头详图。

螺杆塑炼机工作时，生胶受到强烈的剪切作用，机筒和螺杆需要充分的冷却。在机筒上，外套与机身的温差很大，产生很大的温度应力，外套上产生很大的压缩应力，机身上产生很大的拉伸应力，甚至能达到使机身断裂的程度。因此，螺杆塑炼机的机筒应进行温度应力的计算，机筒的材料应采用高拉伸强度的铸钢制造，而不宜用铸铁制造。

（二）主要性能参数

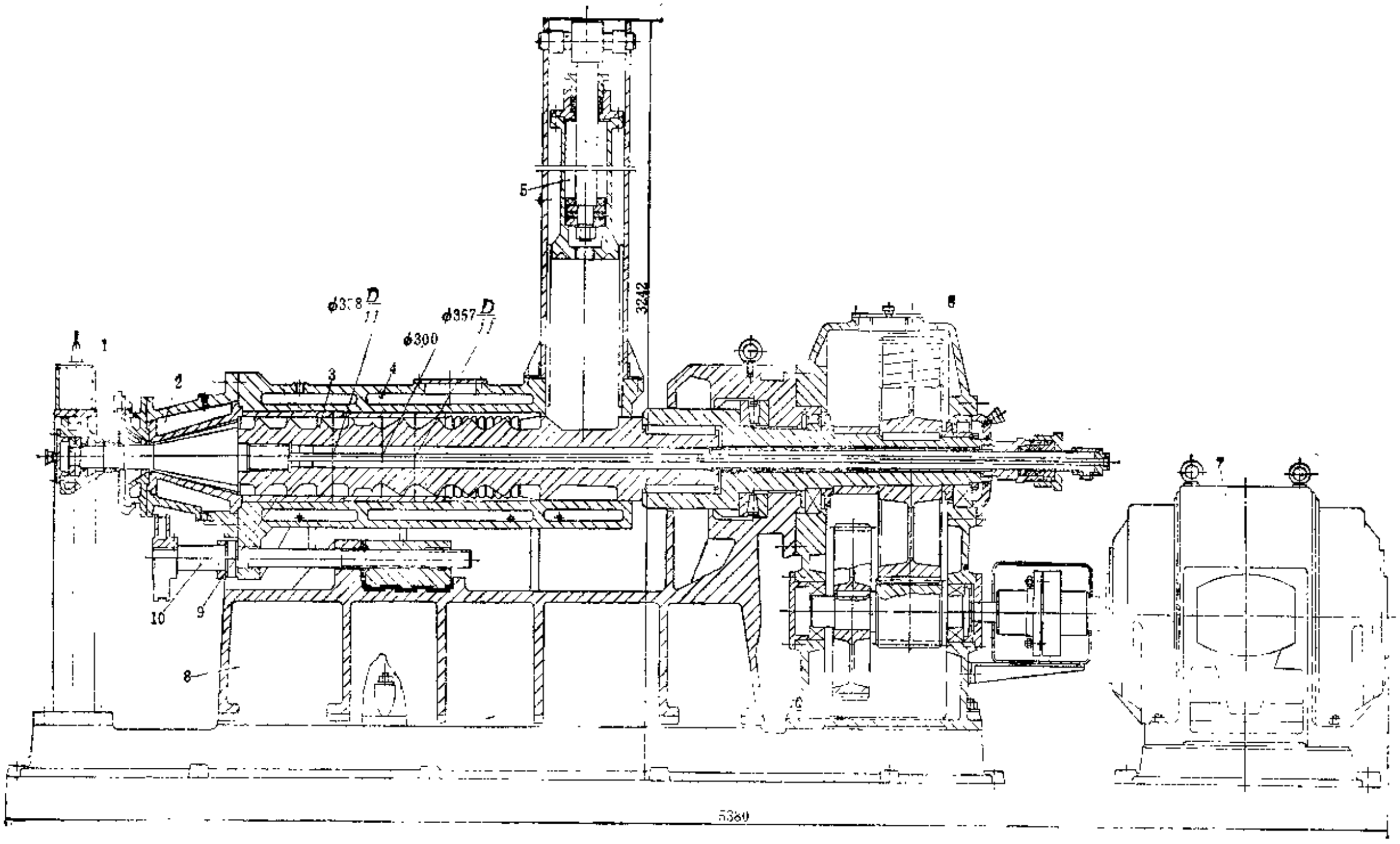


图 1-5-85　ϕ300螺杆塑炼机

1—支架；2—机头；3—螺杆；4—机筒；5—推料气缸；6—减速器；7—电机；8—机座；9—衬套；10—调节螺杆

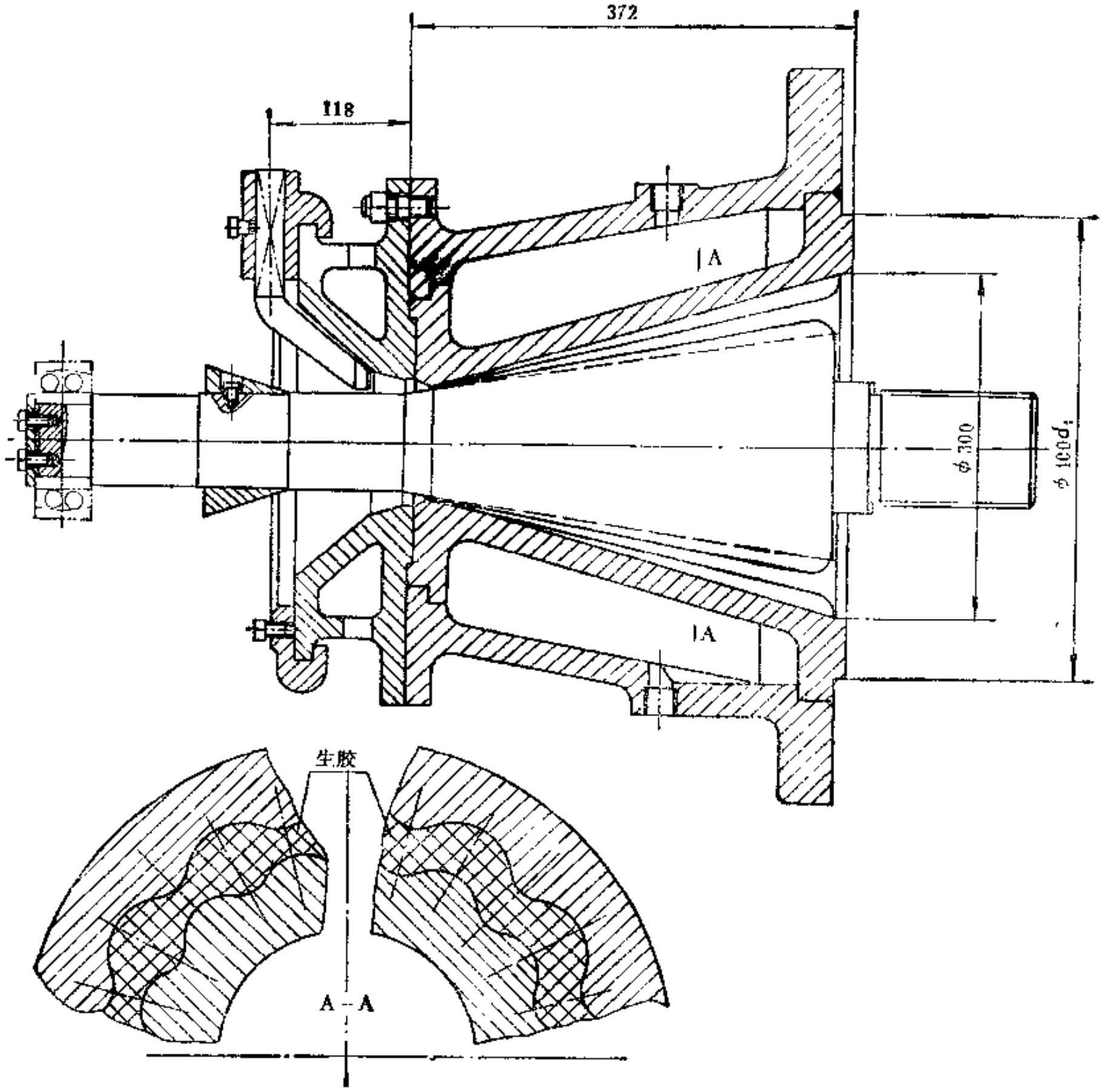


图 1-5-86　螺杆塑炼机机头

螺杆塑炼机的主要性能参数见表1-5-23。

表 1-5-23　螺杆塑炼机主要性能参数

螺杆直径 mm	螺杆转速 r/min	螺杆轴向移动范围 mm	机筒轴向移动范围 mm	机头缝隙调整范围 mm	机筒或螺杆每移动10mm机头缝隙变化值，mm	电机功率 kW	生产能力 kg/h	外形尺寸 mm
380	32.6		40	3～11	2	310	2000～2200	7803×3270×3730
300	41.3		36	1～8	1.94	180	800～1200	5380×1160×3240
250	51	40	—	2～7	1.28	155	500～900	5377×1405×2990
200	60	40	—	2～7	1.25	135	425	6335×1660×2670

三、挡板式混炼挤出机

（一）概述

挡板式混炼挤出机主要用于快速、大容量密炼机的排料，做补充混炼，据介绍，可使密炼机的炼胶周期缩短$\frac{1}{3}$左右，从而强化密炼机组的生产。

挡板式混炼挤出机的主要工作部分是一个带有横向挡板和纵向挡板的多头螺杆，如图1-5-87所示，胶料在挤出过程中多次被螺纹和挡板进行分割、汇合、剪切、搅拌，最终完成混炼过程。横向挡板垂直于相邻两个螺纹间，它阻挡胶料的流动，对胶料产生较大的剪切作用。连接两个螺纹的挡板称纵向挡板，它使胶料产生分流作用，使胶料不断分割、混合，所以塑化的效果较好。纵向与横向挡板的连接点即为分流点。在挤出过程中胶料各质点运动的行程不同，它们经过纵向和横向挡板数却是相同的，因此，机械的剪切作用相同，混合作用相同，混炼的质量均匀。另一方面，最大剪切作用产生在靠机筒处，采取冷却措施方便，胶料升温不大，操作稳定。

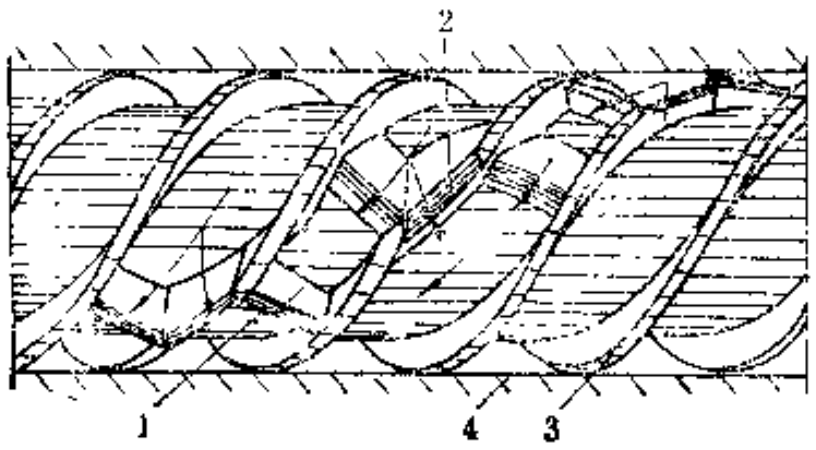


图 1-5-87 挡板式混炼挤出机工作原理
1—横向挡板；2—纵向挡板；3—螺纹；4—机筒

图1-5-88是 ϕ90挡板式混炼挤出机的机身部分图。

（二）挡板螺杆结构参数

1．螺杆形状、长径比、螺纹参数

挡板螺杆多为等深等距圆柱形螺杆，以三头螺纹较多。螺纹头数越多，胶料的分流作用越强、混合作用越好。

螺杆的长径比取决于机器用途，对补充混炼用的螺杆，长径比$L/D=6\sim10$。对热炼或冷喂料挤出用螺杆，长径比$L/D=10\sim14$。对加工粉末橡胶用的螺杆，长径比$L/D=22\sim24$。

螺杆螺纹虽为等距等深，但与一般螺纹不同。就整条螺杆而言，是等距等深的，但在每一扣螺纹中却是不等距的。这是由于安装挡板的需要而形成的。螺纹的导程多为：$S=1.5D$。

2．挡板及其分布

图1-5-89所示是挡板式螺杆的展开图。加料部分是单头螺纹，其余为三头螺纹。箭头方向表示胶料的输送方向。螺纹沟槽的宽窄不同，宽窄槽间用纵向挡板1和横向挡板2连接，纵向挡板与横向挡板组成分流点。相邻螺纹沟槽的分流点是错开的，而在连续相邻的两个分流点之间还有附加挡板3和4。在进料和出料端有的螺纹沟槽也设有附加挡板，如图中的5、6、7和8。

胶料粒子在螺纹沟槽中流经的路程各不相同，但流经的挡板数量要相等，即受到的强烈剪切总次数应当相同，以保证均匀的混炼质量。为此，附加挡板的设置应满足：(1)连续相邻的二分流点间的附加挡板数$z=i-1$（i为螺纹头数）；(2)喂料段第一个分流点前的附加挡板数$z'=k-1$（k为螺纹沟槽在轴向长度上开始有分流点的先后顺序号，如图1-5-89中$k_1=1$，$k_2=2$，$k_3=3$）。

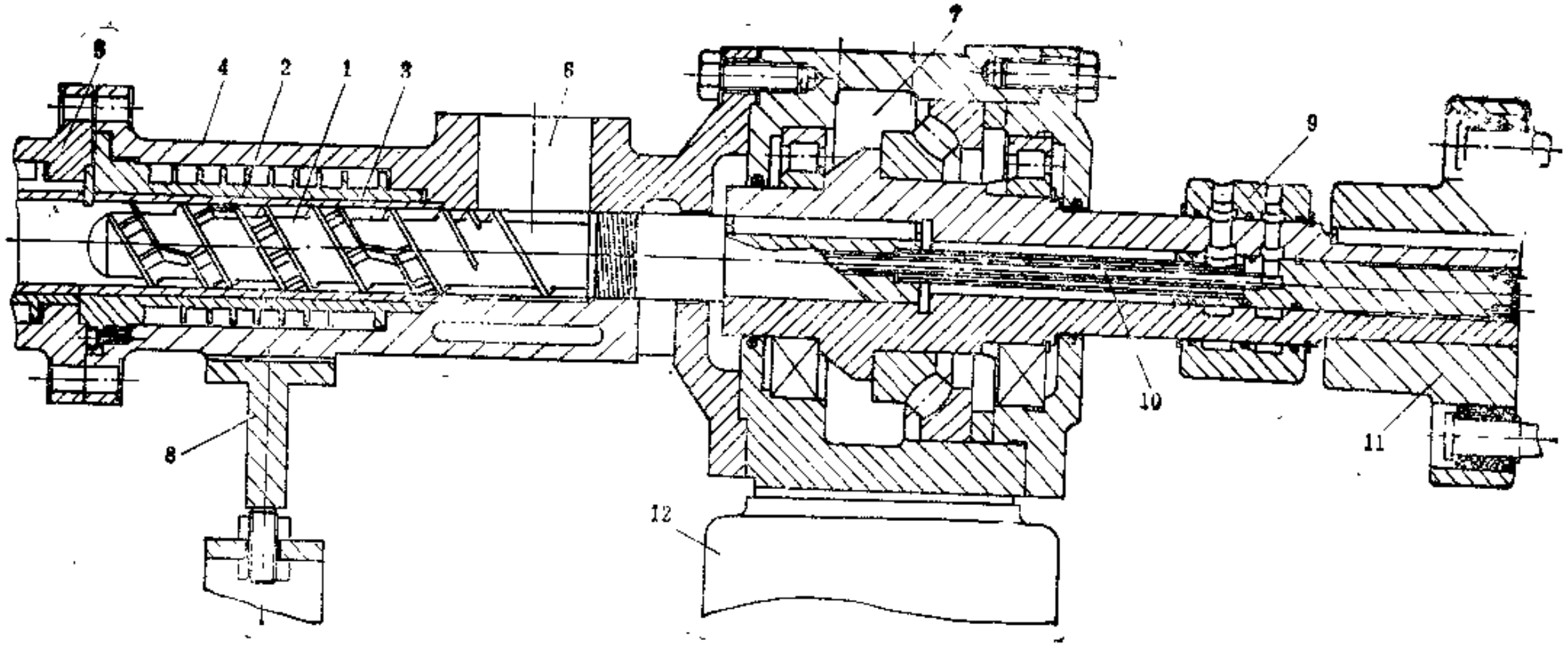


图 1-5-88　φ90挡板式冷炼挤出机机身部分

1—螺杆；2—衬套；3—外套；4—机身；5—机头；6—喂料口；7—机头座；8—支架；9—配水器；10—导管；11—联轴器；12—机座

挡板的结构如图1-5-90所示，挡板的倾角$\alpha=15\sim30°$，最大不超过45°。纵向挡板夹角$\varphi=150°$左右。挡板与机筒间隙既影响混炼效果又影响产量，当螺杆直径$D<150mm$时，$H/h=12/6(mm)$，当螺杆直径$D>150mm$时，$H/h=18/8(mm)$。

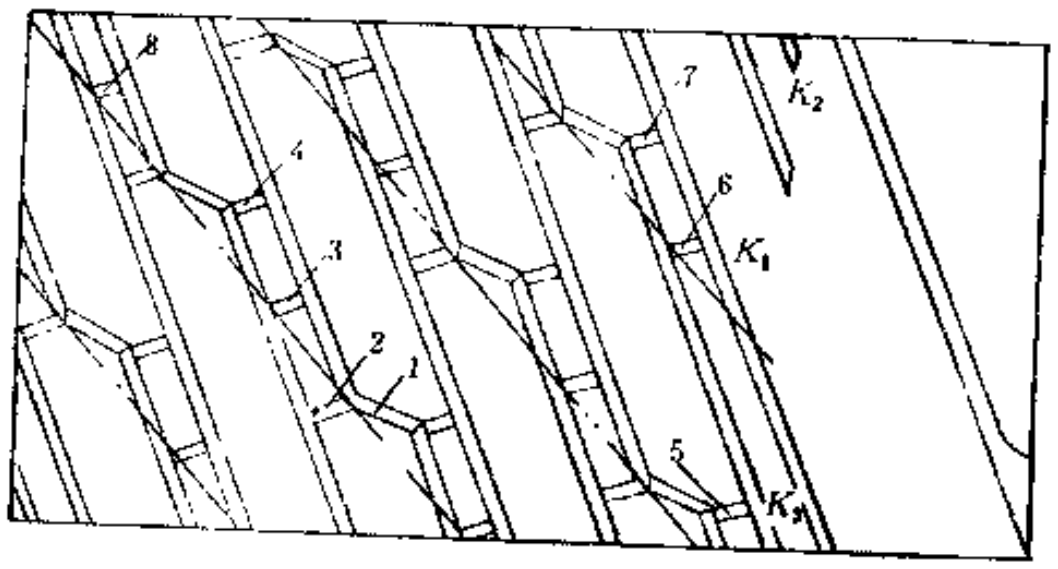


图 1-5-89 挡板式螺杆展开图

1—纵向挡板；2—横向挡板；3、4、5、6、7、8—附加挡板

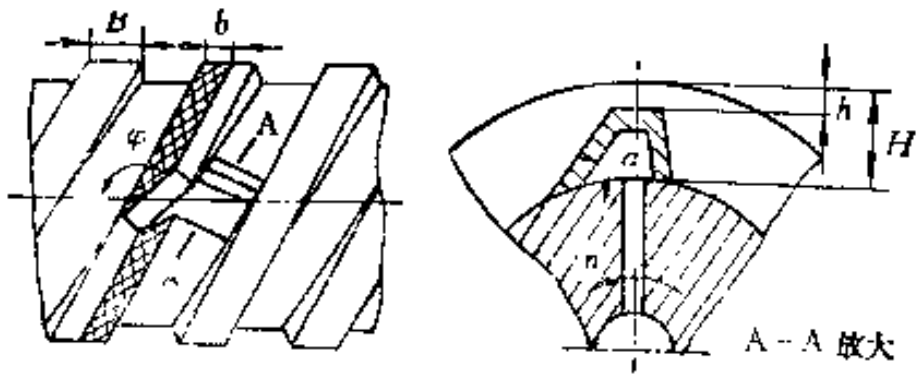


图 1-5-90 挡板

3．分流点及其分布

为使胶料在挤出过程中受到均匀的剪切，螺杆设计时分流点应均匀的分布在螺杆上，应使连续相邻的许多分流点能够构成螺旋线，即图1-5-89中所示的双点划线。显然，代表分流点分布的螺旋线根数总比螺纹头数少一根，即为$i-1$根，此螺旋线在展开图中是相互平行的直线，而这些直线之间沿垂直于轴线方向的距离是$\pi D/i$。分流点数越多，胶料的分流作用越强，混合作用越好。

（三）主要性能参数

挡板混炼挤出机的主要性能参数见表1-5-24。

表 1-5-24 挡板混炼挤出机的主要性能参数

螺杆直径 mm	最大螺杆转速 r/min	最大驱动功率 kW	最大生产能力 kg/h	螺杆直径 mm	最大螺杆转速 r/min	最大驱动功率 kW	最大生产能力 kg/h
200	32	200	2200	500	16	550	8500
300	27	280	3000	600	14	900	15000
400	20	400	5500				

四、传递式混炼挤出机

（一）概述

传递式混炼挤出机又称剪切混炼挤出机，主要用于胶料的补充混炼，或作供料的预热机

用。传递式混炼挤出机是一种螺杆结构特殊的挤出机，其工作原理见图1-5-91。它的螺杆和机筒衬套上都有螺纹沟槽，螺杆上的螺纹沟槽由深变浅，相对应的衬套上的螺纹沟槽由浅变深，这样形成若干区段，螺杆与衬套螺纹沟槽的总容积保持不变，从而可使胶料反复地从螺杆的螺纹沟槽中推挤入衬套的螺纹沟槽内，又从衬套的螺纹沟槽内返回螺杆的螺纹沟槽内，如此往复传递。胶料在传递过程中，沿着输送方向形成若干剪切层。不断变化的剪切面使胶料受到强烈的剪切，达到均匀的混炼效果。现将传递式混炼挤出机结构上的特点介绍如下。

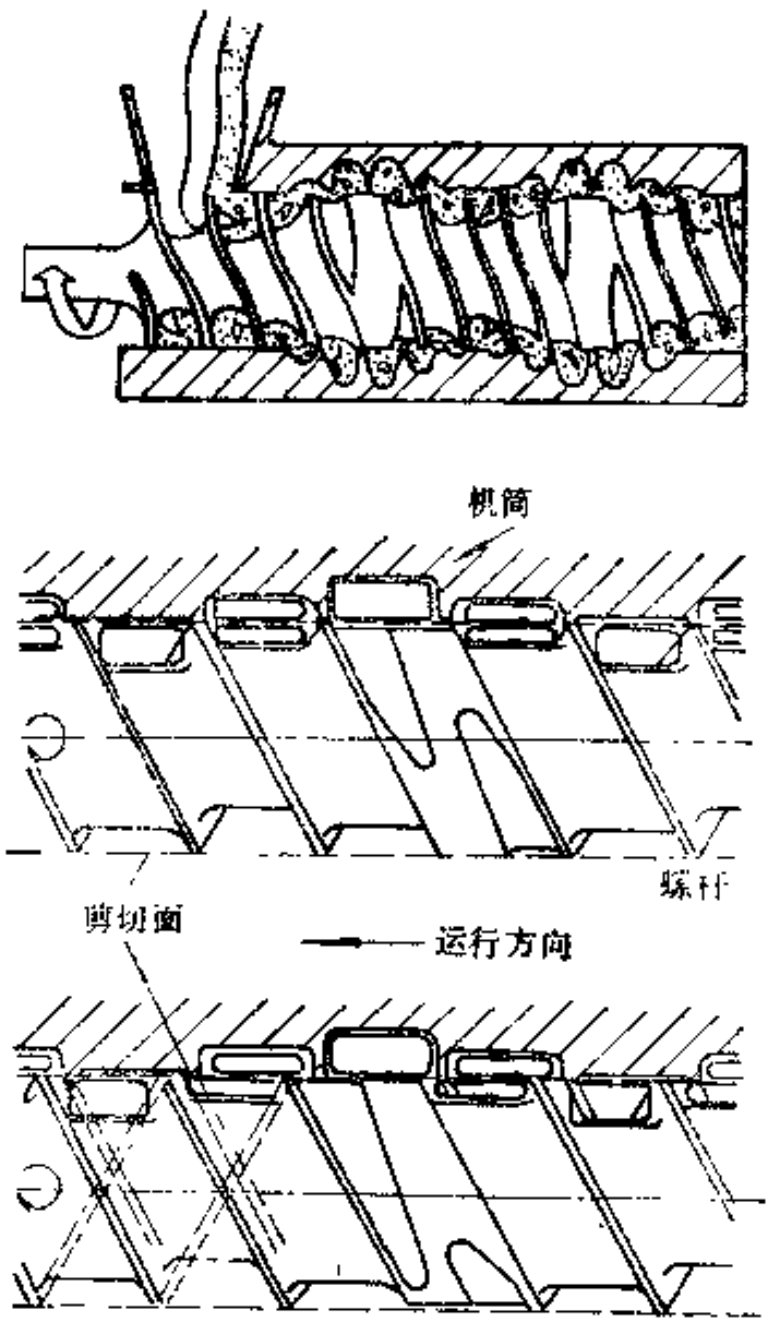


图 1-5-91 传递式混炼挤出机工作原理

（1）螺杆与机筒 螺杆与机筒是用高耐磨特殊钢制造的，并且在机筒和螺杆凸棱上焊有一层钨铬钴合金，以便获得较高的耐磨性。螺杆中空，用以冷却。螺纹升角较一般挤出机小，以便获得较大的轴向压力，但动力消耗也随之增大，胶料升温也高。螺纹升角沿螺杆长度方向上是不同的，螺杆的长径比视不同的用途而定。

机筒制成对开式，便于清理胶料。机筒上设有加热和冷却孔道，在整个机筒长度上分成几个区段，分别进行温度控制。

（2）机头 根据用途的不同，可安装各种不同的机头，如胎面机头、筒状机头、造粒机头等。

（3）装料斗 装料斗的容量远远大于一般挤出机，以适应连续作业的需要。装料斗通常装有两个推料器，通过气缸或油缸将胶料强力喂入螺杆内。

（4）驱动装置 电机多采用直流电机，用齿轮减速器减速后驱动螺杆。

（5）冷却水 对一台φ380传递式混炼挤出机的研究表明，进料温度43℃、排料温度为93℃时，使用30℃的冷却水便可达到工艺要求。

（二）主要性能参数

国外传递式混炼挤出机的主要性能参数见表1-5-25。

表 1-5-25 国外传递式混炼挤出机的主要性能参数

机器规格	螺杆转速 r/min	最大产量 kg/h	电机功率，kW		机器规格	螺杆转速 r/min	最大产量 kg/h	电机功率，kW	
			热喂料	冷喂料				热喂料	冷喂料
50	31	205	15	22	250	31	5100	370	550
82	31	550	45	55	300	26	6300	450	700
115	31	1050	75	110	380	25	9100	600	950
150	31	1870	150	190	530	24	19000	1100	1500
200	31	3300	220	300					

五、造粒挤出机

（一）概述

造粒挤出机用于把从密炼机排出的塑炼胶或混炼胶进行造粒，便于实现输送、称量及加料过程的自动化。一般都把胶粒加工成直径14～20mm，长度15～25mm左右。

造粒机有直接造粒及滤胶-造粒两种，后者胶料先经过过滤，然后再造粒。图1-5-92所示是普通的造粒机。它主要由造粒机头4、机身部分3、推料装置6、液力联轴器8及同步电机9等组成。螺杆由同步电机9经液力联轴器8及减速器7传动。在电机保持恒定转速运转下，使用液力联轴器可以实现机器平稳起动、停车及无级调速。

造粒机头4是一个装有铰链的机头，可随时打开清理胶料。胶料经机头的孔板挤出后，由孔板前回转的切刀把胶条切成胶粒。在螺杆的端头接一段双头螺纹，使胶料排出比较均匀。螺杆中空，通水冷却。图1-5-93是380/450造粒机螺杆。

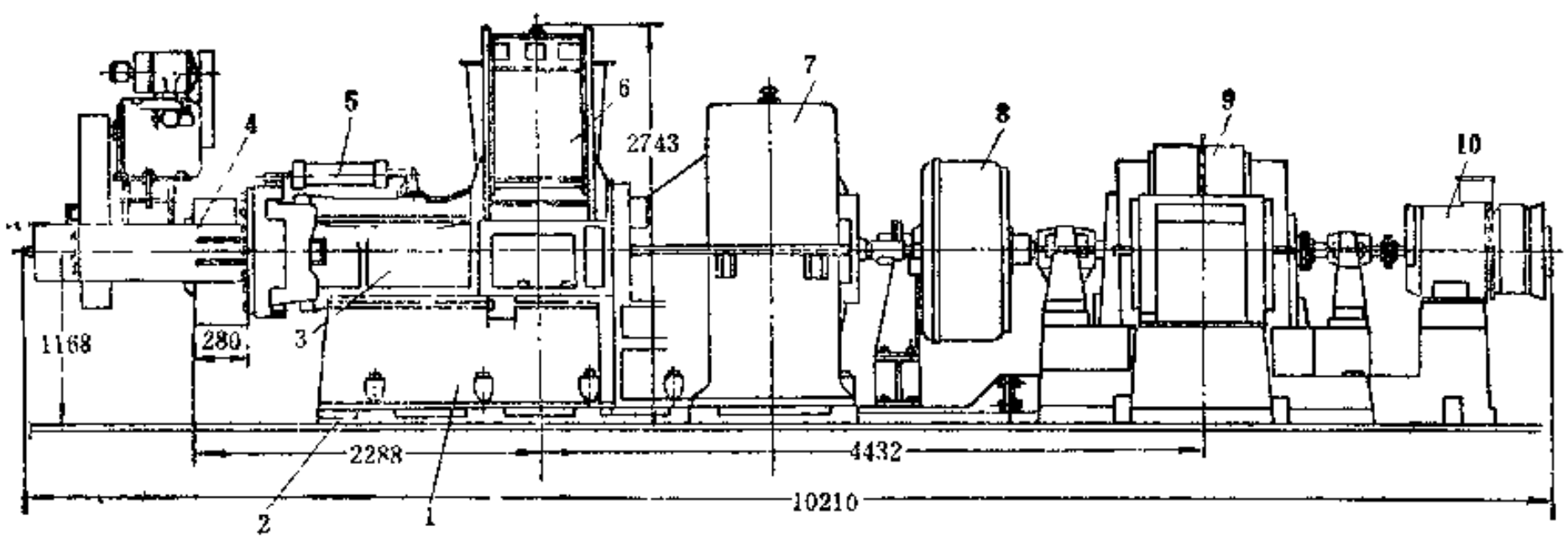


图 1-5-92 造粒机

1—机座；2—底座；3—机身部分；4—造粒机头；5—机头开闭气缸；6—推料装置；7—减速器；8—液力联轴器；9—同步电机；10—通风电机

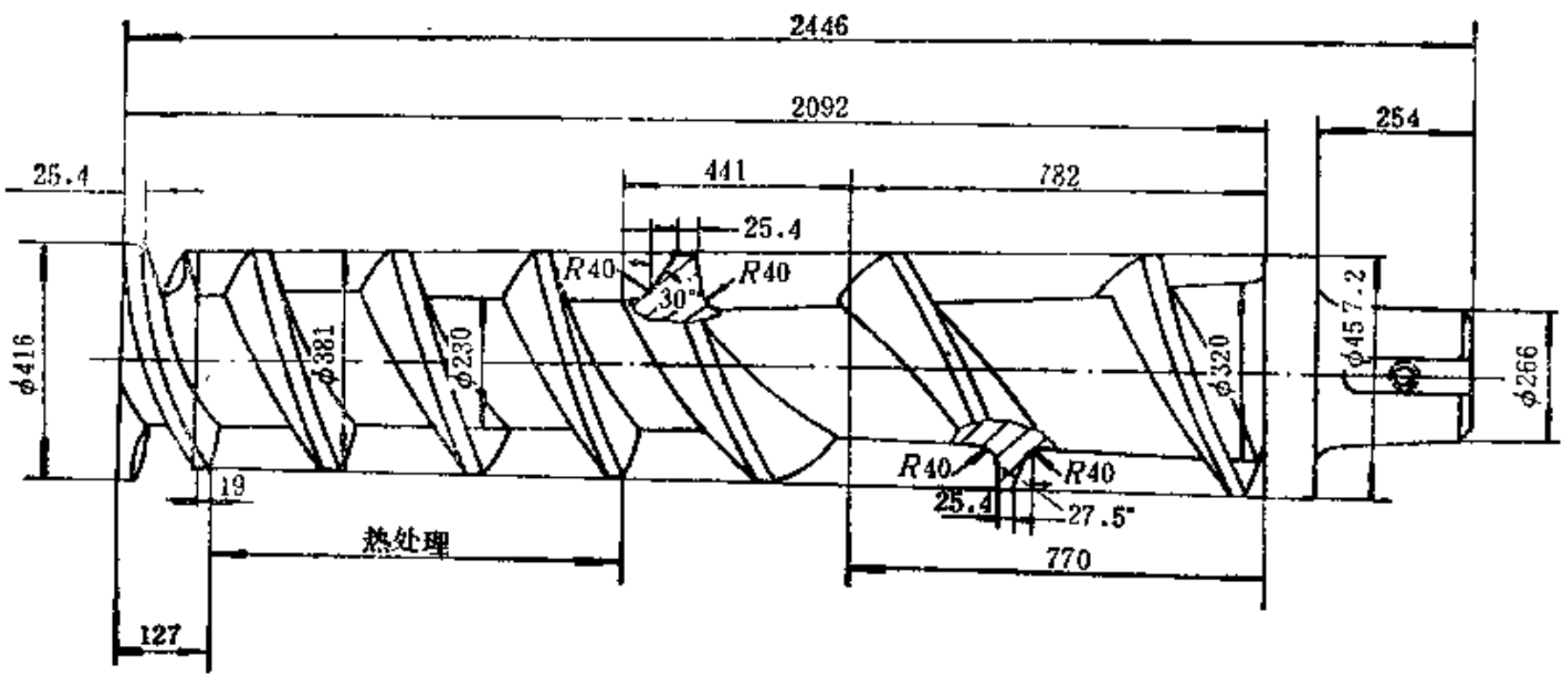


图 1-5-93 造粒机螺杆

（二）主要性能参数

造粒机主要性能参数见表1-5-26。

表 1-5-26　造粒机主要性能参数

参数名称	造 粒 机	滤胶-造粒机
螺杆直径，mm	380/450	380/450
螺杆特征	单螺纹，变螺距，变径	单螺纹，变螺距，变径
螺杆长度，mm	1680	1680
压缩比	2.0	2.0
螺杆转速，r/min	25，无级变速	25，无级变速
主电机		
功率，kW	320	320
转速，r/min	750	750
切刀装置		
切刀数量	2	2
电机功率，kW	5.5 液压无级变速	5.5 液压无级变速
电机转速，r/min	940	940
外形尺寸，mm	8435×3600×3205	9055×3600×3200
重量，t	40	43.7

六、辊筒机头排料压片挤出机

（一）概述

辊筒机头排料压片挤出机简称排料挤出机。它由一台两辊压延机与一台排料挤出机组成。图1-5-94所示为国产 XJY $-\frac{380-460}{450}$ 排料挤出机。它由压片压延机1、料斗2、压料装置3、挤出机4、减速器5、水温控制系统14及液压系统11等组成。

从密炼机排出的胶料进入料斗2，由压料装置3推入到螺杆内，由螺杆输送到压延机1，把胶料压成胶片。压料装置3由气缸驱动，由两个料面检测器控制压料装置运动。料斗2内装有上、下料面检测器，当料斗内料满时，发出料满报警，当胶料低于下料面检测器时，控制并切断排料挤出机及胶片冷却装置生产线。螺杆由直流电机经减速器驱动，其转速可根据排胶量的要求调节，使密炼机、排料挤出机、胶片冷却装置之间保持连续生产。挤出机4喂入压延机1的堆积胶由堆积胶控制装置9控制。当堆积胶超过一定量，胶料的压力升高，把由气缸控制的顶板往上顶起时，触动一个限位开关，立即使压延机辊筒速度提高，把过量的堆积胶迅速排出。待顶板回到规定的工作位置时，压延机辊筒速度重新回到设定速度。

压延机的上、下辊筒是等速运转的。下辊筒设有调距装置，可以根据需要人工调节压延胶片的厚度。压延机安装在一个钢板焊成的滑座7上，松开锁紧装置10以后，滑座7在油缸的驱动下可沿滑轨6移动，使压延机1离开挤出机，以便清理挤出机。一旦清理完毕，在油缸的驱动下，仍可恢复到工作位置。在压延机的调距螺杆与辊筒轴承座之间，装有安全垫片，防止辊筒轴承过载。辊筒由冷硬铸铁制成，冷硬深度为16～22mm，硬度为HS68～70。

压延机辊筒由一台直流电机经蜗轮减速器及齿轮减速后传动。上、下辊筒都装有回转接头，可向辊筒内输送冷却水，并排出回水。经过压延机辊筒压片之后，压出的胶片温度比密炼机排出的胶料温度最少降低5℃。

压延机上还装有绳拉式紧急停车装置。

（二）主要性能参数

国产的辊筒机头排料压片挤出机的主要性能参数如下：

（1）螺杆外径	460×380mm	（8）辊筒结构	圆周钻孔
（2）生产能力	10000kg/h	（9）压延机辊筒转速	最大25r/min
（3）螺杆工作部分长度	1550mm	（10）压出胶片最大宽度	800mm
（4）压缩比	2.5	（11）压延机电机	直流，90kW
（5）螺杆转速	最大25r/min	（12）外形尺寸	9260×4060×3360mm
（6）挤出机电机	直流，功率200kW	（13）重量	37000kg
（7）压延机辊筒规格	450×1000mm		

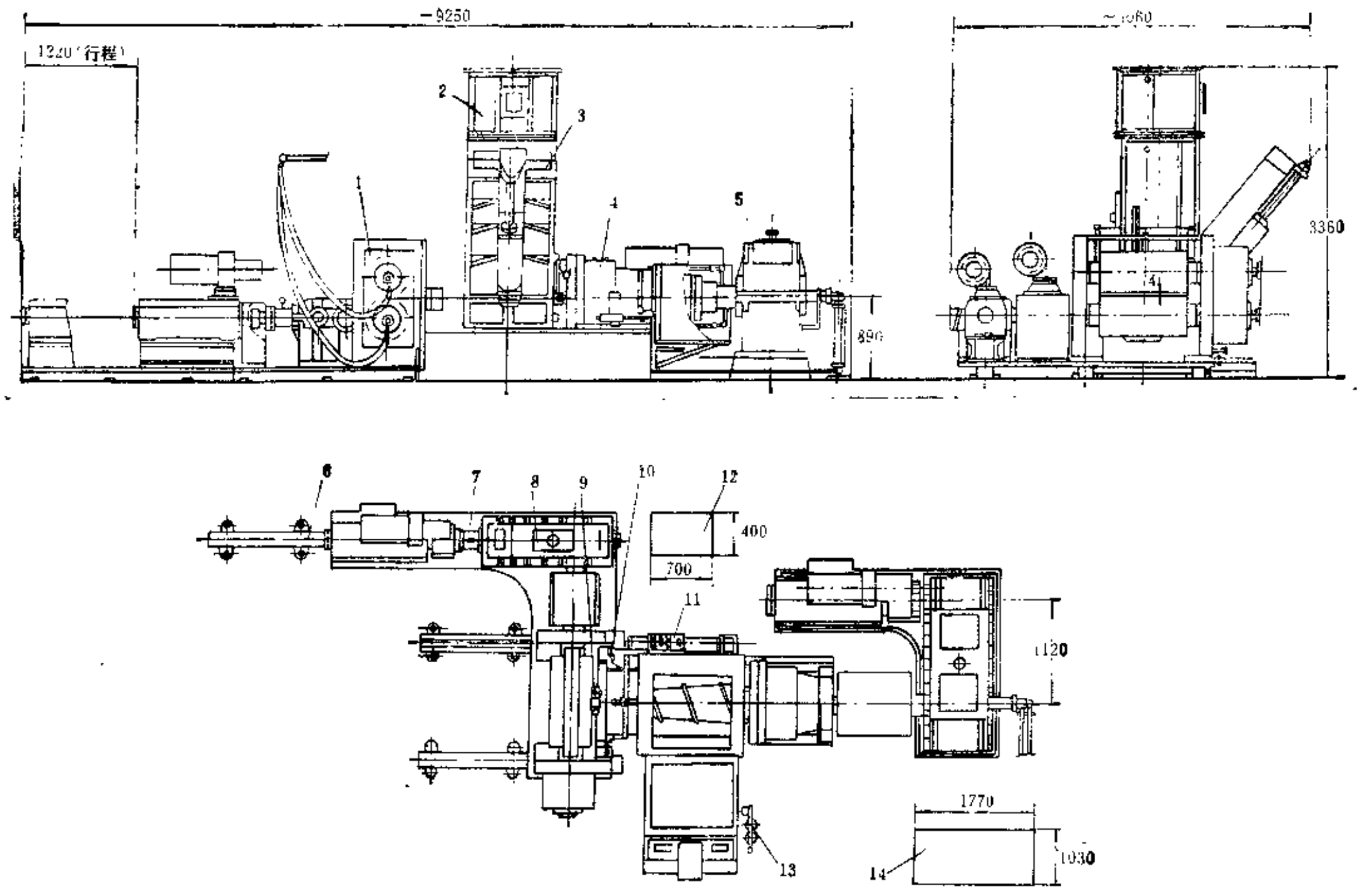


图 1-5-94　辊筒机头排料压片挤出机

1—压延机；2—料斗；3—压料装置；4—挤出机；5—减速器；6—滑轨；7—滑座；8—蜗轮减速器；9—堆积胶控制装置；10—锁紧装置；11—液压系统；12—液压站；13—气控系统；14—水温控制系统

七、冷喂料排气挤出机

（一）概述

冷喂料排气挤出机主要用于常压（或低压）下连续硫化橡胶制品的生产，如电缆、电线、胶管、内胎、异形密封胶条等的生产。

常用的单螺杆冷喂料排气挤出机，一般设一个排气口，特殊需要的，设两个或两个以上的排气口。胶料流经排气段的方式有直接抽气式和旁路抽气式两种。

冷喂料排气挤出机的螺杆，可以看成是冷喂料螺杆与热喂料螺杆的结合，其长径比大，一般 $L/D=15\sim20$。螺杆的螺纹结构复杂，材质要求高，驱动功率大，操作比较复杂，稳定性差。但其劳动生产率高，硫化制品的质量好，可实现连续化生产等。

用冷喂料排气挤出机与盐浴硫化装置配合进行密封胶条生产，与传统的热喂料挤出机挤出，硫化罐硫化的工艺相比较，可节省设备投资18.3%，减少动力消耗37.8%，降低操作费用75%。

单螺杆冷喂料排气挤出机的工作原理如图1-5-95所示。通常冷喂料排气挤出机的螺杆由四部分组成：即喂料段、第一计量级、排气段和第二计量段。

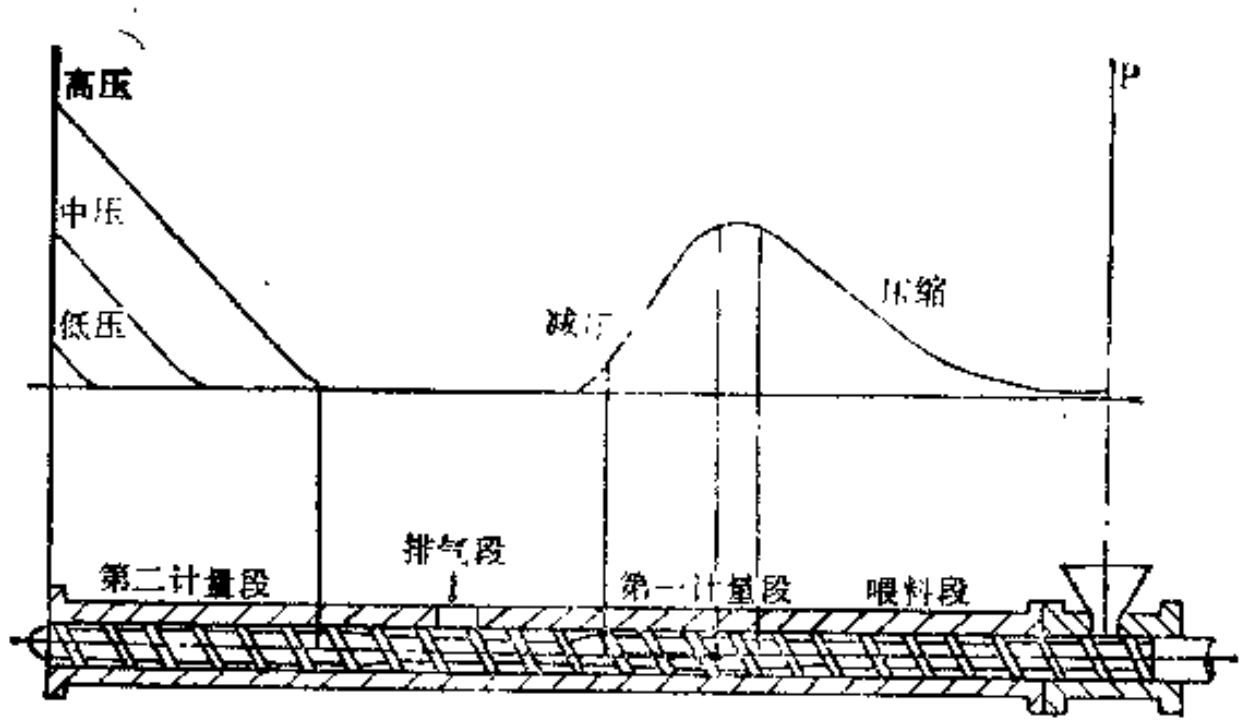


图 1-5-95 排气挤出机工作原理

喂入挤出机的胶料，常带有一部分气体、挥发物及水分，在旋转螺杆的作用下，胶料被搓成团状滚动前进。在喂料段内胶料并不充满螺纹沟槽。当胶料进入第一计量段时，由于该段螺纹沟槽较浅，胶料受到强烈剪切而得到较好的塑炼与混合；胶料的温度与压力逐渐升高，胶料呈现出粘流态进入排气段。排气段的螺纹沟槽容积为第一计量段的2.5～4倍，由于螺纹沟槽容积的突然增大，胶料压力降低，使胶料中所含的气体、水分及挥发物气化、鼓出气泡，在排气螺杆螺棱的切割作用下，气泡被破碎（见图1-5-96所示），气体从排气口抽出。

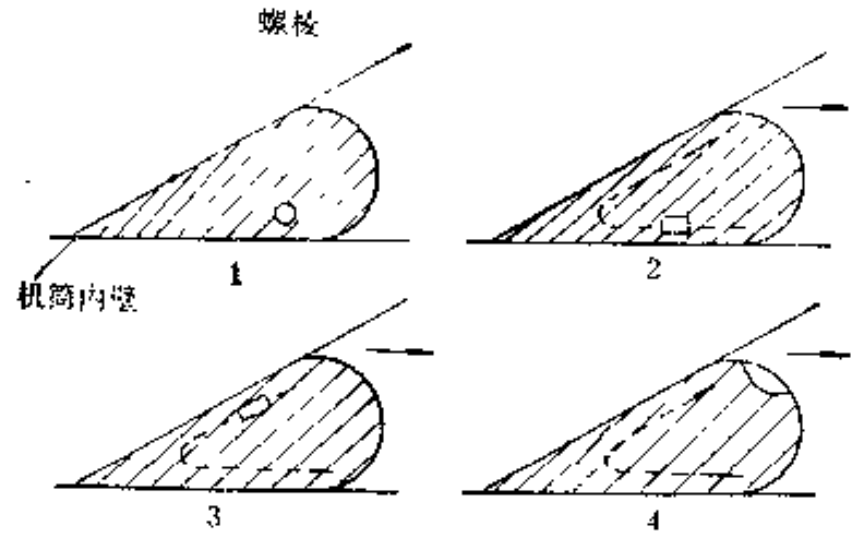


图 1-5-96 气泡破碎过程

抽气口的真空度约为66.7～93.3kPa。抽出的气体经冷凝器冷凝、过滤，以除去有害物质。

排脱气体的胶料被送往第二计量段，作进一步的塑化与混合，在螺杆的挤压作用下，胶料以一定的温度和压力自机头挤出。

为保证机器的正常工作，必须使第一计量段产量Q_1与第二计量段产量Q_2相同，当$Q_1>Q_2$时，胶料要从排气口中溢出，若$Q_1<Q_2$时，挤出之半制品致密性差，产量波动大。为保证$Q_1=Q_2$，要严格控制胶料的压力，而压力的大小，取决于螺纹的螺距与螺纹沟槽深度。

影响排气效率的主要因素如下。

（1）排气段的流量　如图1-5-97所示，流量大效率低，但L/D大时，排气效率增大。

（2）进料度　进料度F指排气段螺纹沟槽内有料部分断面积与螺纹沟槽断面积之比。图1-5-98所示为排气效率与进料度的关系，进料度低，排气效率低，但L/D大，排气效率增大。

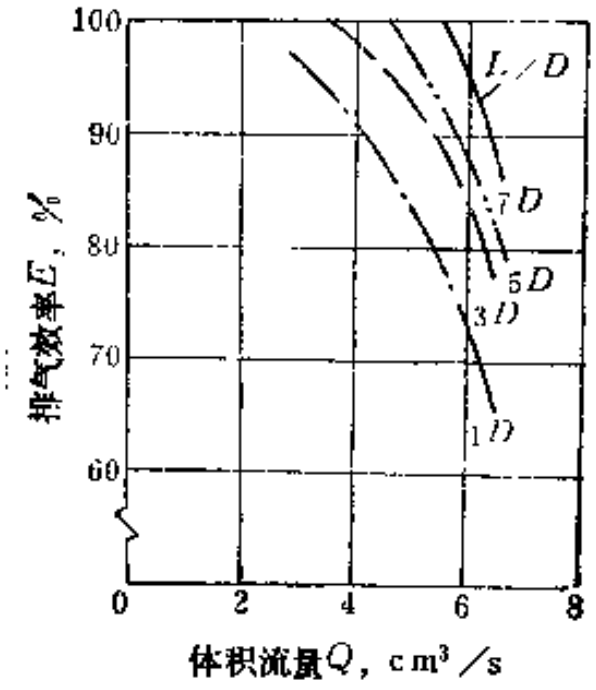


图 1-5-97　排气效率与流量关系

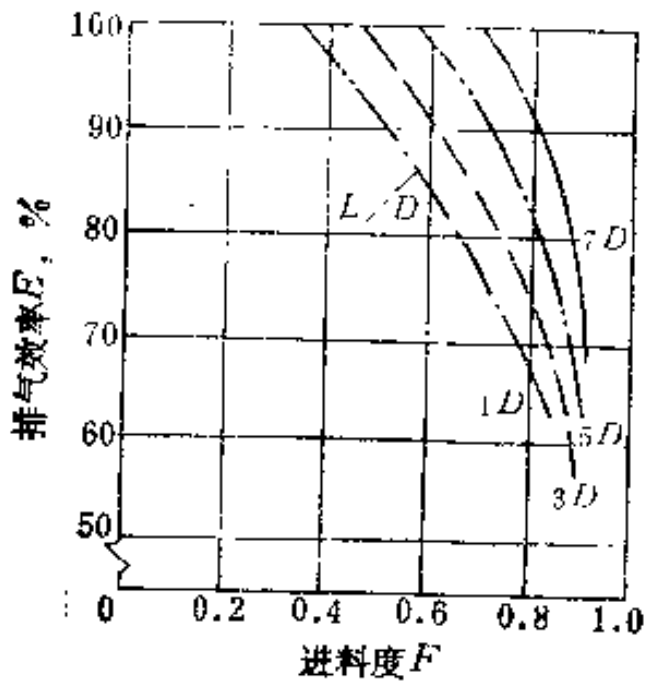


图 1-5-98　排气效率与进料度的关系

（3）停留时间　如图1-5-99所示，胶料在排气段停留时间越长，排气效率越高，同一时间内进料度越小，排气效率越高。

（4）剪切强度　图1-5-100所示为胶料剪切强度与排气效率的关系。剪切强度越大，排气效率越高；进料度越小，排气效率越高，但L/D的影响不大。

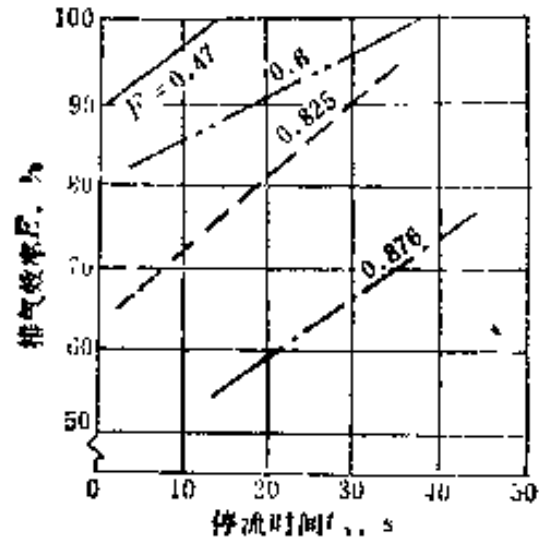


图 1-5-99　排气效率与停留时间的关系
F—进料度

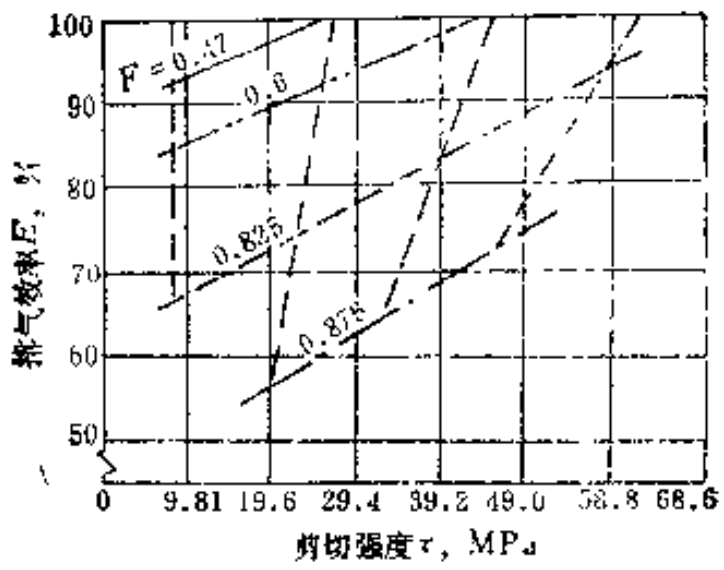


图 1-5-100　排气效率与剪切强度❶的关系

❶ 剪切强度是指在排气段中，由于螺杆的转动使胶料产生剪切作用，单位面积上的剪切力即为剪切强度，它与螺杆的转速成正比，与螺纹深度成反比。图上所指系平均剪切强度。

实现冷喂料排气挤出机稳定挤出的措施。

（1）加料要均匀一致，为此，喂入的胶条厚度与宽度要求均匀，加料口要设喂料辊，实现均匀喂料。

（2）降低螺杆转速，以降低波动敏感程度系数，使挤出稳定。

（3）增加螺杆第二计量段的长度，在保证合理比例条件下，第二计量段采用浅槽螺纹，使挤出稳定。

（4）小口型机头的口型阻力较大，可降低波动敏感系数，使挤出稳定。

（二）结构特点

国产φ75冷喂料排气挤出机如图1-5-6所示。图1-5-101所示为应用较为广泛的二阶串接式螺杆的典型结构。

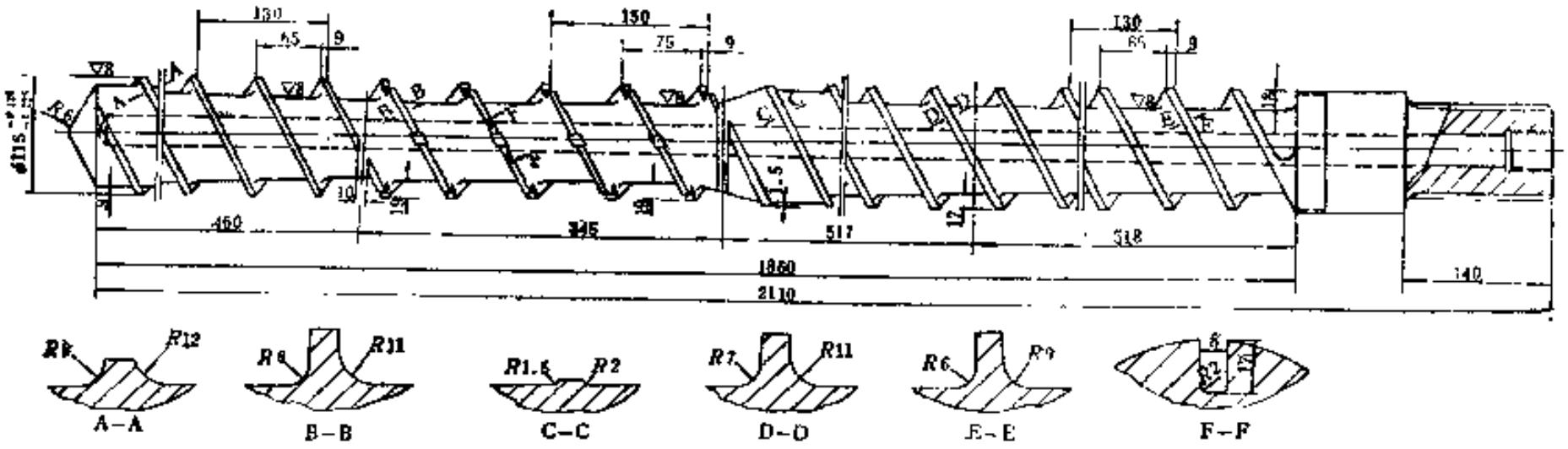


图 1-5-101　φ115二阶串接式螺杆

图1-5-102所示为排气挤出机机筒的排气口构造。为防止胶料堵塞抽气孔，装有取料筒5，从机筒1内漏出的胶料进入取料筒后，打开窥镜3的固定螺栓，就可以把料筒5拉出进行清理。

（三）主要性能参数

国产φ75冷喂料排气挤出机的主要性能参数见表1-5-4。

英国Francis Shaw公司生产的冷喂料排气挤出机主要性能参数见表1-5-27。

表 1-5-27　Francis Shaw公司冷喂料排气挤出机主要性能参数

螺杆直径，mm	60	90	120	150	200
螺杆长径比	20	20	20	20	20
机筒工作压力，MPa	70	70	70	70	70
机筒加热区段	4	4	4	4	4
每个加热区段的热容量，kW	5	7	7	10	12
真空泵能力，m^3/h	25	40	100	160	250
推力轴承动负荷值，MN	480	1112	2144	3069	4417
电机功率，kW	22	63	93	148	259
生产能力，kg/h	85～120	150～280	260～380	440～700	900～1300

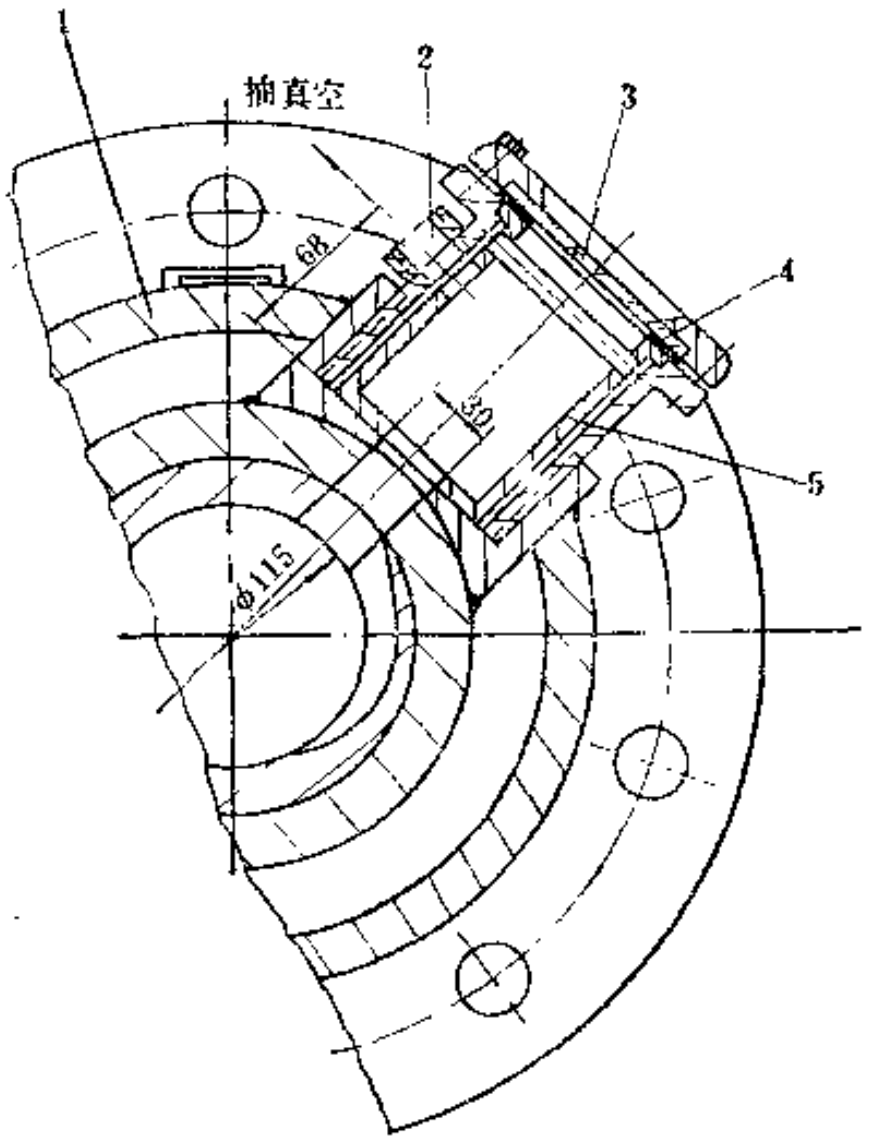


图 1-5-102 排气挤出机机筒的排气口

1—机筒；2—抽气口；3—窥镜；4—密封垫；5—衬料筒

第七节 附 属 机 械

挤出机一般都要配备联动装置，以充分发挥挤出机的作用。

胎面挤出联动装置是挤出机联动装置中较复杂的一种。一般包括：接取运输装置、检测装置（长度与宽度）、收缩辊道、称量装置、冷却水槽、定长切割装置，以及胎面取出辊道等，按照工艺需要进行配备。

内胎挤出联动装置一般包括：接取输送带、冷却水槽、称量装置、打孔装置、装气门嘴装置及运输装置等。

辊筒机头内衬胶片挤出联动装置是生产子午胎的重要设备之一，也可用于斜交胎的生产上，是一种比较现代化的胶片生产、复合的设备。

钢丝帘布挤出、裁断、拼接、包边、卷取生产线的出现，使钢丝帘布的生产设备小型化，可以大幅度地减少投资，提高钢丝帘布生产过程的机械化自动化的水平，也是当前生产子午胎带束层及胎身帘布的一项重要设备。

除了上述设备外，还有许多挤出机的附属设备，分别在有关章节中介绍。

一、胎面挤出联动装置

（一）结构简介

图1-5-103所示的胎面挤出联动装置在国内应用较多。胎面（包括胎冠胶与胎侧胶）分别由两台φ200挤出机1及3挤出。联动装置包括：过桥输送带2、接取运输装置4、前部辊道秤5、上升运输装置7、冷却水槽6、切割装置8、快速运输装置9、辊道秤10及胎面取出装置11等组成。

挤出机可以上、下排列或前、后排列。对于前、后排列的挤出机，由后面的挤出机挤出胎冠，经过过桥输送带2输送到接取运输装置4上。

接取运输装置的结构如图1-5-104所示。是由机架1、输送带2、传动辊3、定中心装置6、多片盘式压辊7、托辊8、胎肩压辊9以及打印装置10等组成。定中心装置6用于引导胎冠胶条的运行方向，胎冠胶条与胎侧胶条经多片盘式压辊7进行压合，压合力为5N/cm。胎肩压辊9对胎面与胎侧粘合的胎肩部分作进一步的滚压，保证其粘合良好。压合后的胎面经打印装置10在胎面上压出规定的标记，然后进行称量。

前部辊道秤5（见图1-5-103）由30根托辊安装在秤架上，胎面每米长度的重量由HGZ-60型字盘显示秤显示。然后，由上升输送带7把胎面提升到冷却水槽6的上层，在冷却水槽内浸泡冷却。冷却水槽共有三层，内装花纹输送带，使胎面与输送带之间的冷却水仍能保持流动，以提高冷却效果。每个冷却水槽长31.2m，每层水槽分别装有输送带的传动装置与整步开关，以保持速度的协调。从冷却水槽出来的胎面由一条输送带送往切割装置8，当胎面

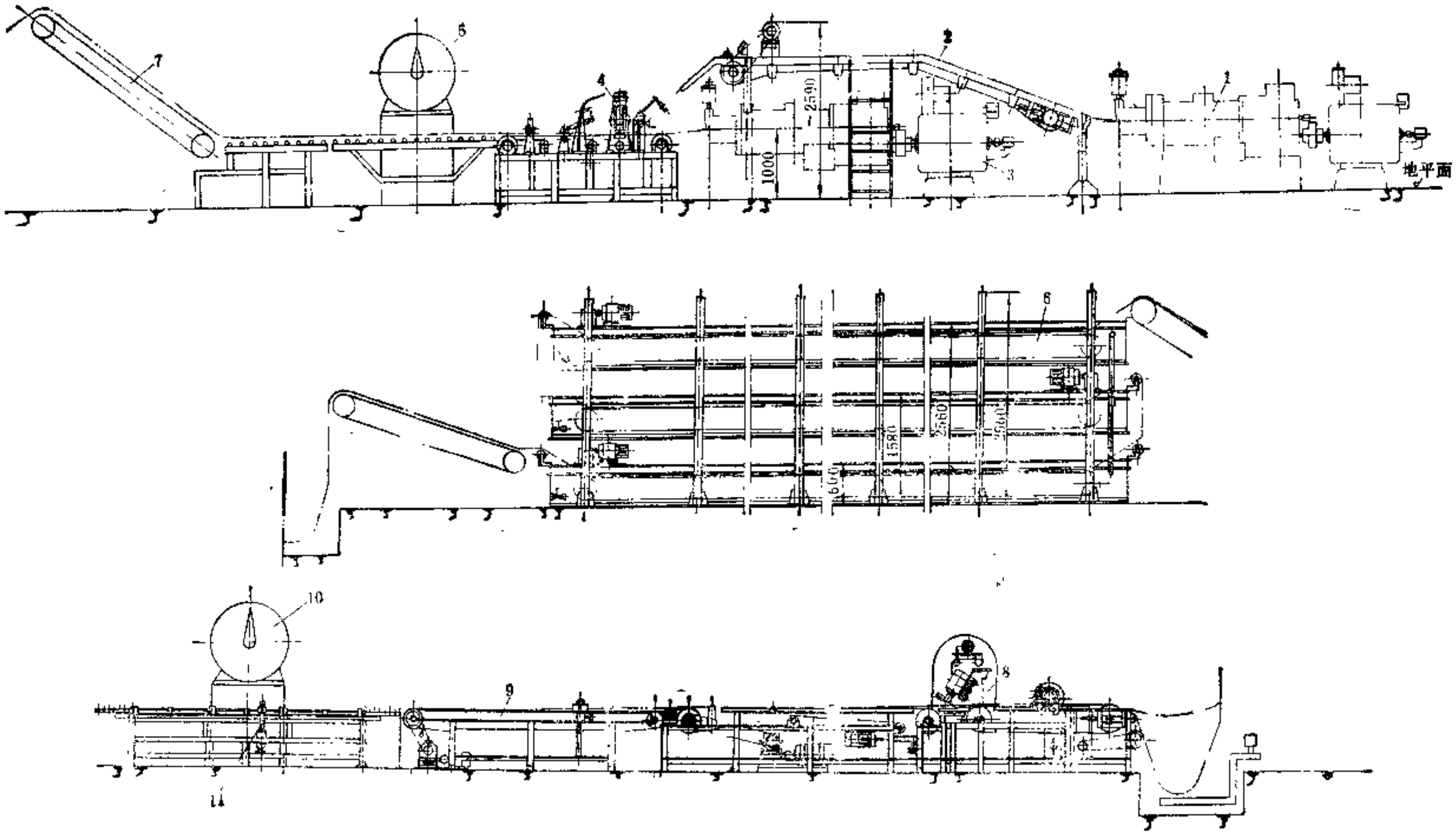


图 1-5-103 掘面转出联动装置

1,3—转出机；2—过桥转运带；4—接取运输装置；5—[illegible]；6—[illegible]大弯；7—上升运输装置；
8—卸载装置；9—快速运输装置；10—掘道秤；11—[illegible]装置

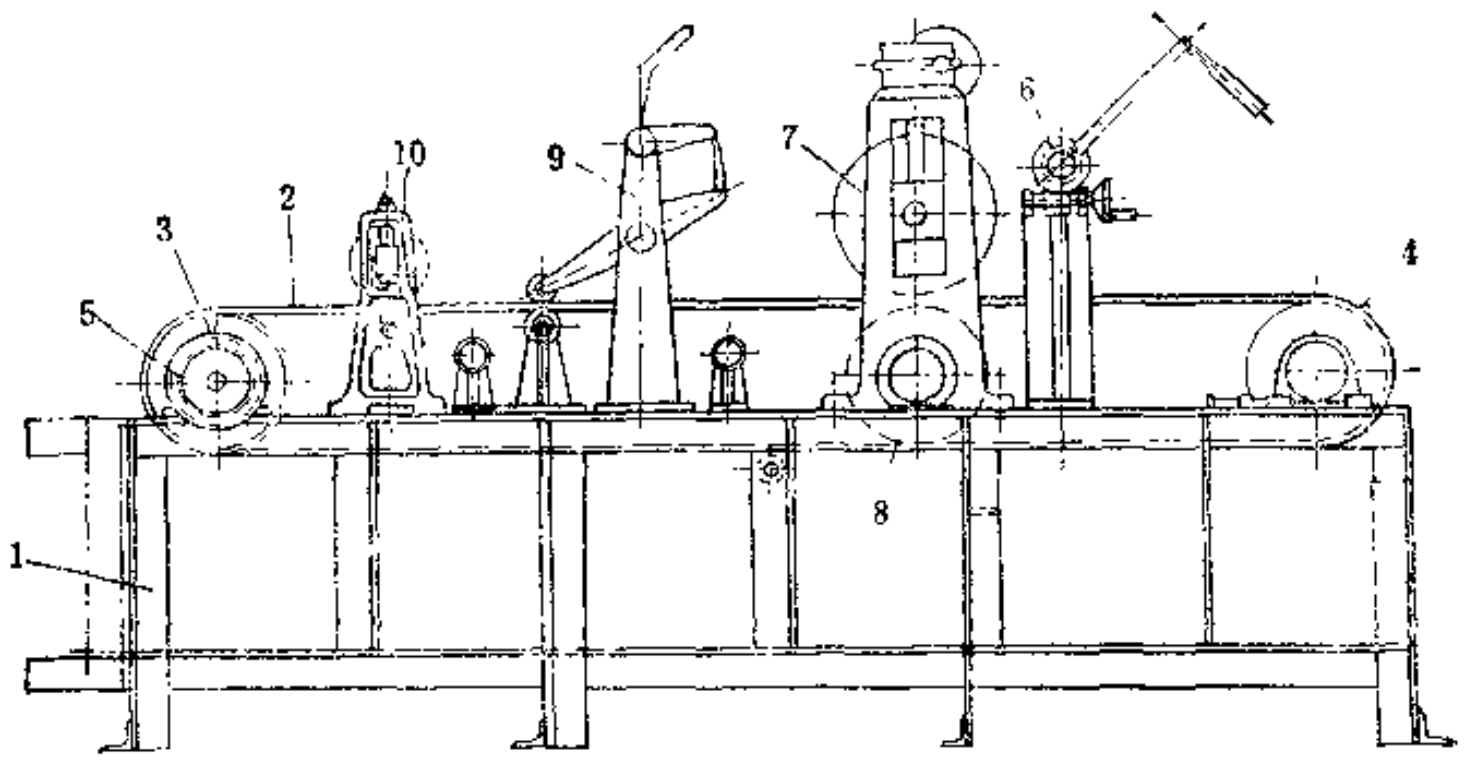


图 1-5-10 拔取运输装置

1—胎坯；2—输送带；3—传动辊；4—导辊；5—链轮；6—定中心装置；7—多片盘式压辊；8—托辊；9—胎肩压辊；10—打印装置

胶的下垂长度触及切割装置前面地坑内的限位开关时，切割装置输送带便开始快速运行。当胎面定长接近到规定长度时，输送带转为爬行状态，圆盘刀电机开始转动，当胎面达到规定长度时，输送带停止运行，切刀移动电机起动，在丝杠的驱动下，圆盘刀将胎面胶按一定的坡度切断。在切刀刀架移动到端头时，压下限位开关，圆盘刀停止转动，同时停止移动。为了防止切割胎面时发生焦烧现象，切刀工作时用水冷却。胎面的长度由编码器的脉冲数确定，胎面每移动1mm发出一个脉冲。切断后的胎面上水珠用吹风管的压缩空气吹干。切断后的胎面由快速运输装置9快速地送到辊道秤10上称量。辊道秤10的结构与前部辊道秤5类同，但有55个托辊，辊道前端还装有一个限位开关，当胎面进入辊道秤10并压下限位开关时，秤上便显示出胎面的实际重量。称好重量的胎面，由胎面取出装置11翻落到存放架上。取出装置由气缸驱动，人工操纵。

（二）主要性能参数

（1）胎面规格范围

最大宽度	1000mm
最大厚度	40mm
最大长度	1300～3700mm

（2）联动装置线速度　3～10m/min

（3）过桥输送带

输送带宽度	650mm
输送带线速度	2.5～10.16m/min
电机功率	1.5kW，直流

（4）接取贴合装置

输送带宽度	1100mm
输送带线速度	2.5～10.16m/min
主电机功率	2.2kW，直流
胎面压辊提升装置电机功率	0.4kW

（5）带式自动秤

最大荷重	24kg
最小荷重	2.4kg
输送带宽度	1100mm
输送带线速度	9.28m/min
电机功率	3kW，直流

（6）冷却装置

水槽长度	9000mm
水槽数量	6个
水槽内输送带宽度	1100mm
输送带线速度	2.5～10.16m/min
冷却水温度	12～15℃
电机功率	1.1kW，直流

（7）刷毛装置

输送辊线速度	9.22m/min
刷毛辊：直径	250mm
转速	720r/min
刷毛辊电机功率	5.5kW
压辊电机功率	0.25kW

（8）切割装置

胎面切割长度范围	1250～3800mm
输送带线速度	2.75～16.5m/min
切刀直径（最大）	300mm
切割角度	30°
切刀电机：功率	3kW
转速	1430r/min
刀架走刀速度	0.28m/s
输送带传动电机功率	4kW，直流
刀架走刀电机功率	1.1kW

（9）链式运输装置

链条线速度	23.7m/min
电机功率	1.5kW

（10）辊道秤

最大荷重	100kg
最小荷重	10kg
（11）压缩空气压力	0.4～0.6MPa
（12）本联动装置适用于	φ200挤出机
（13）外形尺寸	49.5×2.35×2.96m
制造厂	桂林橡胶机械厂

二、三复合胎面挤出联动装置

（一）结构简介

三复合胎面挤出联动装置如图1-5-105所示。两台φ120×14*D*冷喂料销钉机筒挤出机与一台φ150×16*D*冷喂料销钉机筒挤出机共用一个复合机头4，三种胶料在机头内复合成型。由三台喂料装置5分别向挤出机供胶。

胎面挤出后，经接取辊道输送到带式输送装置6上，进行标记打印，它是由一条传送带和一组托辊组成。收缩辊道7由18个辊筒组成，第一个辊筒的直径为φ165.5，以后每个辊筒直径缩小0.75%，以达到人为的使胎面收缩的目的。经过收缩后的胎面在电动式辊道秤8上称量，辊道秤的辊道长度为1m，用于检测每米长的胎面重量。在辊筒秤的前后，分别装有一组辊筒。经过辊道之后，将胎面送到φ400△型三辊压延机10上贴缓冲胶片，贴有缓冲胶片的胎面，经输送装置11在涂胶浆装置12上向胎面底部涂胶浆。为防火起见，在涂胶浆装置上装有二氧化碳灭火装置。涂过胶浆的胎面经倾斜输送带送到冷却水槽13冷却，水槽全长120m。水槽内装有橡胶链条，胎面放置在连接两条橡胶链条的玻璃钢棒上，胎面用冷水喷淋冷却。冷却后的胎面在切割机14上切成要求的长度，并在胎面两端切成一定的坡度，然后，用高压鼓风机15吹掉胎面上的积水。切断的胎面在分离辊道16上快速分离后，进入校核

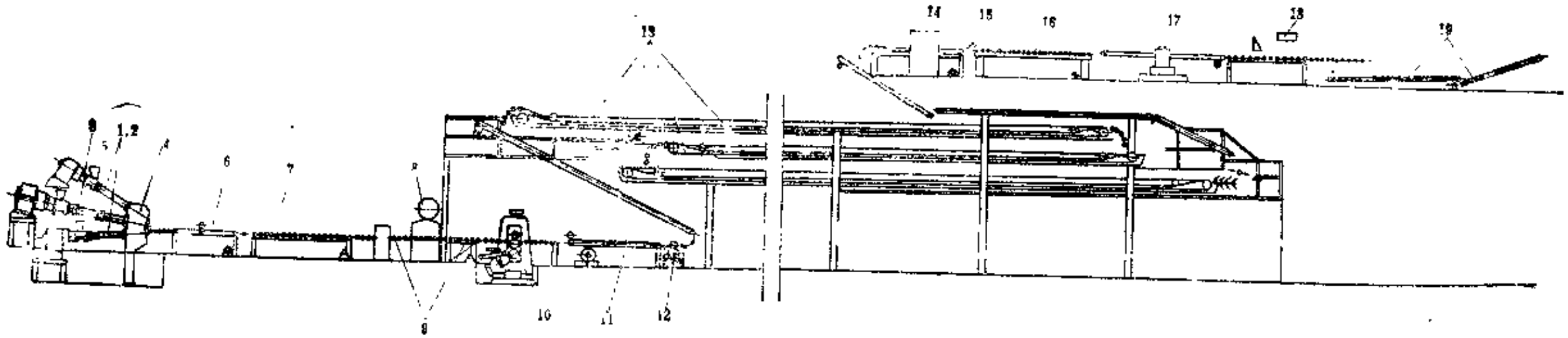


图 1-5-105　三复合胎面挤出联动装置示意图

1、2—ϕ120×14D冷喂料销钉式挤出机；3—ϕ150×16D冷喂料销钉式挤出机筒体；4—复合机头；5—喂料装置；6—[illegible]装置；7—输送辊道；8—辊道秤；9—辊；10—△型三辊压延机；11—输送装置；12—涂胶浆装置；13—冷却水槽；14—切割机；15—吹水装置；16—分离辊道；17—校核秤；18—贴胶浆装置；19—胎面取下运输装置

秤17，该秤配有数字显示装置，并可以在胎面上喷射合格与不合格的胶浆标记。经过重量校核的胎面，在喷胶浆装置18上，在胎面两端喷涂胶浆，最后在胎面取下运输装置19上取下合格胎面。

（二）主要性能参数

（1）胎面规格范围

胎面宽度	255～800mm
胎面厚度	13～36.5mm
胎面长度	最大2900mm

（2）喂料装置

胶片宽度	45～270mm
切割次数	32刀/min
装置上刀片数	2把

（3）ϕ150×16D冷喂料销钉机筒挤出机

螺杆直径	ϕ150
螺杆长径比	16:1
螺杆转速	40r/min
电机功率	直流，在2000r/min时为150kW
加热、冷却区段	4个

（4）ϕ120×14D冷喂料销钉机筒挤出机

螺杆直径	ϕ120
螺杆长径比	14:1
螺杆转速	55r/min
电机功率	直流，在2000r/min时为90kW
加热、冷却区段	3个

（5）三复合胎面挤出机头

规格	160/120/120mm
挤出宽度	最大850mm
重量	约7000kg

（6）带式输送装置

两驱动辊筒之间中心距	约2000mm
输送带宽度	约1000mm
辊筒长度	约1000mm
托辊数量	14个

（7）收缩辊道

辊筒宽度	约1000mm
辊道长度	约3500mm
辊筒直径	第一个辊筒直径为ϕ165.5，以后逐个缩小直径0.75%
收缩辊筒数量	18个
驱动电机功率	1.5kW
辊筒工作速度	最大20m/min

（8）胎面厚度测量装置

测量范围	0～40mm
精确度	±16μm
测量点数目	1

（9）辊道秤

一次称量范围	0～15kg
刻度	0.0～15kg
称量精度	每米重量的±1%
辊筒直径	ϕ50
辊筒长度	900mm段
辊道长度	1000mm

（10）三辊压延机

辊筒排列方式	△型
辊筒直径	ϕ400
辊筒工作长度	1000mm
工作速度	1～20m/min
驱动电机功率	约45kW
重量	约12500kg

（11）输送装置

宽度	1000mm
驱动辊筒中心距	约3500mm

（12）切割机

胎面最大宽度	800mm
胎面最大厚度	40mm
切割角度	18～30°
生产能力	25刀/min
切割长度公差	±3mm
输送最大速度	20m/min

（13）分离辊道

辊筒长度	约1000mm
辊道长度	3500mm
辊筒直径	ϕ40
辊筒间距	76.2mm
分离速度	40m/min

（14）贮料序

称量能力	最大50kg
胎面长度	1000～2900mm
输送带宽度	1000mm
称量刻度	0.05kg
精确度	重量单位的±1%

（15）胎面端部喷胶浆装置

辊筒长度	约1000mm
辊子链长	约3000mm
喷角	90°

三、双复合挤出联动装置

（一）概述

全钢丝子午胎的主要部件：胎面、胎侧、钢丝圈三角胶等，往往采用两种胶料复合而成，这样，可以充分利用各种胶料特性，发挥各自的作用，以提高挤出制品的质量，提高生产效率，降低成本。双复合挤出联动装置除了用于生产子午线轮胎的胎面以外，还用于生产胎侧、三角胶、胎肩垫胶等。

图1-5-106所示为双复合挤出联动装置。它包括：复合挤出机1，接取输送带2，收缩辊道3，打印装置4，连续称量装置5，翻转辊道6，两辊压延机8，两工位聚乙烯薄膜导开装置9，四工位胶条导开装置10，复合输送带11，冷却水槽12、13、14，吹风装置15，涂胶浆装置16，纵向切割辊道17，横向切割机18，自动秤20，打标记装置21，收集辊道22等。

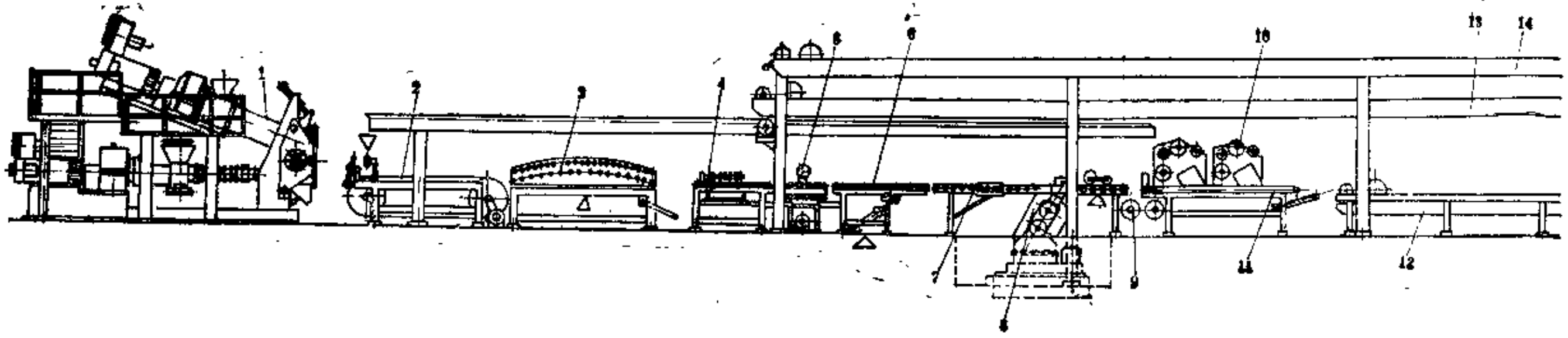
（二）工艺过程及工作原理

两种胶料分别喂入由φ200热喂料挤出机及φ150冷喂料销钉机筒挤出机及复合机头组成的复合挤出机1，挤出组合的胎面及胎侧等橡胶部件。使用一台热喂料挤出机和一台冷喂料挤出机组成复合挤出机，可以在满足挤出制品断面尺寸与质量要求的前提下，节约投资，减少能耗。两种胶料经过复合机头的流道及预成型板汇合，经口型板成型，挤出符合要求的部件。挤出的胶条，由不锈钢带制成的接取输送带2接取，并对其初步冷却。在接取输送带入口起，设有红外线测温装置，检查测量胶条的温度。胶条经过收缩辊道3时，强制性地使部件收缩，以提高制品的定长精度。在通过打印装置4时，可在制品上用5种不同颜色打印上规格标记，用以辨别各种不同规格。部件在通过连续称量装置5时，检查部件的单位长度重量，以便及时调整螺杆、接取输送带的速度。需要在底部贴上缓冲胶片的胎面，通过翻转辊道，然后，经过两辊压延机8上面的辊道。胎面通过辊道时，由定中心装置使胎面保持在辊道的中心，由两辊压延机压出的缓冲胶片在辊道上与胎面复合，并用海绵压辊压实。从导开装置9导出的聚乙烯薄膜，贴在胎面缓冲胶片的下面，以保持其粘着性能，提高轮胎的成型质量。对于胎侧、胎肩垫胶等需要贴缓冲胶片的部件，须在翻转辊道6上翻转180°，然后与从四工位胶条导开装置10导出的、事先加工好的胶片在复合输送带11上完成贴合作业。挤出的橡胶部件经过初步定型后，进入冷却水槽使其冷却。对于一些需要涂胶浆的部件，由辊道拖动，使部件进入涂胶浆槽涂胶浆。对于不需要经冷却水槽12、13、14冷却的部件，可由辊道进入纵向切割辊道17，而经过三层冷却水槽冷却的部件，则经倾斜运输装置送入纵向切割辊道17。在制品离开第三层冷却水槽14时，由吹风装置15将其表面残留的水吹净。挤出的制品经纵向切割辊道后，进入横向切割机18，按规定长度对制品横向裁断，裁断后的制品进入快速辊道19，送到自动秤20，对制品的重量进行检查，凡不合格者，自动秤发出信号，并由打印装置21对制品打上“不合格”标记。合格品则进入倾斜的收集辊道22，然后，由人工将合格制品收集到百页车上待用。

（三）主要单元机台与装置的结构简介

1．复合挤出机

复合挤出机由倾斜安装的φ200热喂料挤出机与水平安装的φ150冷喂料销钉机筒挤出机及复合机头等组成。φ200热喂料挤出机的螺杆螺纹为双头等距，长径比$L/D=8$，螺杆转速5.5～65r/min。机筒与螺杆均为氮化钢制成。φ150冷喂料销钉机筒挤出机螺杆的长径比$L/D=16$，螺杆转速为3～35r/min，销钉共10排，每排8个销钉。复合机头的结构如图1-5-



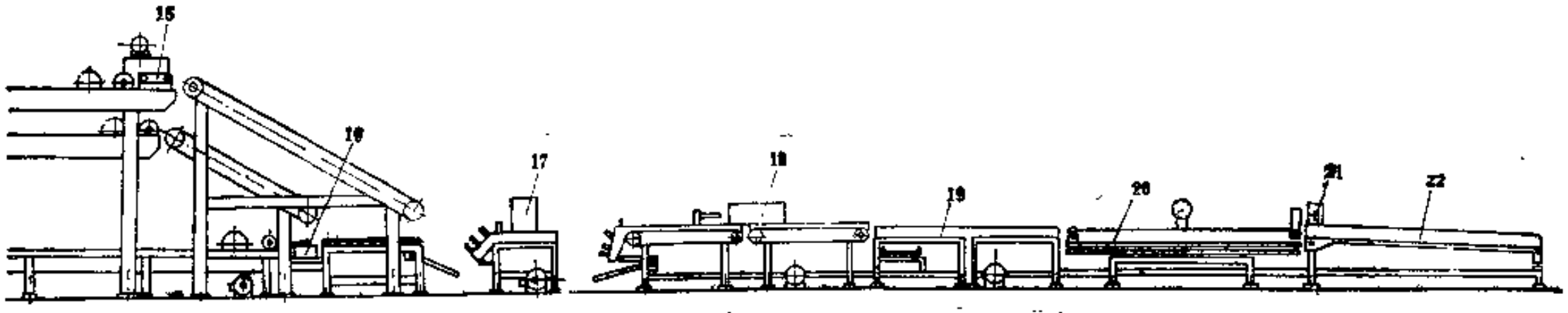


图 1-5-106　双复合挤出联动装置

1—复合挤出机；2—接取输送带；3—收缩辊道；4—打印装置；5—连续称量装置；6—翻转辊道；7—辊道；8—两辊压延机；9—聚乙烯薄膜导开装置；10—四工位胶条导开装置；11—复合输送带；12—第一层冷却水槽；13—第二层冷却水槽；14—第三层冷却水槽；15—吹风装置；16—涂胶浆装置；17—纵向切割辊道；18—横向切割机；19—快速辊道；20—自动秤；21—打标记装置；22—收集辊道

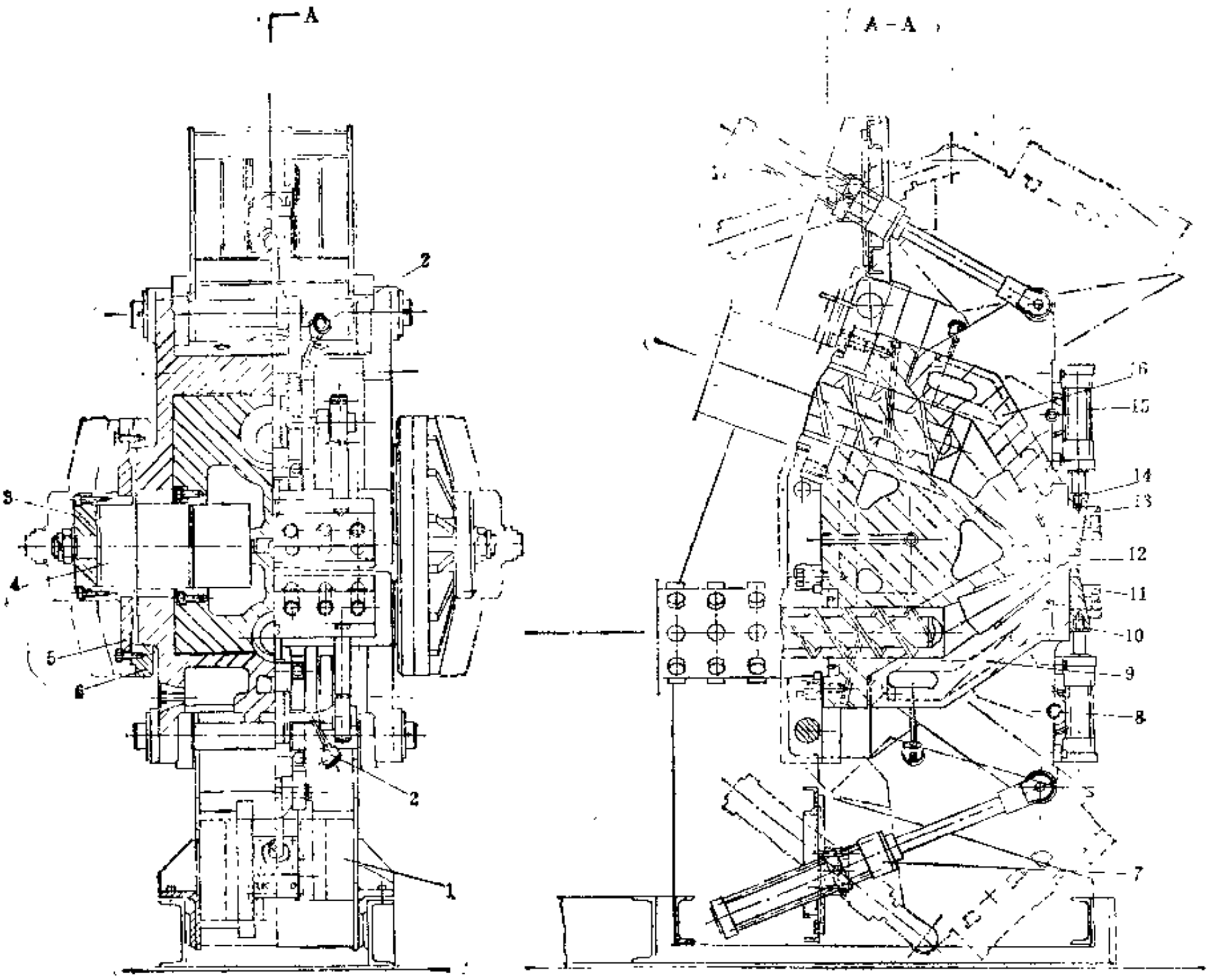


图 1-5-107　复合挤出机头

1—机头座；2—压力传感器；3—油缸法兰；4—锁紧油缸；5—锁紧圈法兰；6—锁紧圈；7—下颚升降油缸；8、15—口型板锁紧油缸；9—下颚；10、14—楔块；11、13—固定块；12—中间部分；16—上颚；17—上颚升降油缸

107所示，由三个主要部分组成。一个连接两台挤出机的中间部分12，一个与φ200热喂料挤出机连接的上颚16，一个与φ150冷喂料销钉机筒挤出机连接的下颚9。机头上、下颚16、9可以用油缸17、7启闭，以便更换和清理流道板等。机头的中间部分12、上、下颚16、9等三个部分，由机头两侧的锁紧圈6和锁紧圈法兰5通过油缸4锁紧成一体。机头内的流道板和预成型板可根据产品的断面更换。预成型板与口型板由油缸8和15锁紧在工作位置，以便快速地更换预成型板与口型板。机头的中间部分、上颚、下颚由铸钢制成，制有夹套，便于加热冷却，都用热水循环加热，保持温度。机头的流道抛光处理。各主要部件之间的运动都互相联锁，确保其动作按一定的程序进行。机头上装有压力传感器2，其量程为0～35MPa，当机头的控制压力超压时，由传感器发出信号，挤出机螺杆停车后反转3转，以减小机头的压力，避免发生事故。

φ150冷喂料销钉机筒挤出机由皮带式供料机供料，皮带宽600mm，最大供胶能力3000 kg/h。

复合挤出机的温控系统分8个区段，φ200热喂料挤出机的两个温控系统，一个用于机筒，另一个用于螺杆。φ150冷喂料销钉机筒挤出机有三个温控系统，两个用于机筒，一个用于螺杆。复合机头的三个温控系统分别用于中间部分、上颚及下颚。各个温控系统均为独立的闭路循环系统，具有自动补水装置。其典型的工作温度是：机头90～100℃，机筒70～80℃，螺杆为50～70℃。温控系统的温度范围为40～120℃，控制温度误差为±1℃，进水温度<25℃，进水压力0.2～0.4MPa*。

2．接取输送带

接取输送带见图1-5-108。用于接取从复合挤出机挤出的橡胶部件，并使之初步冷却。接取输送带是一条环形的镍铬不锈钢带，带宽800mm，厚0.8mm。在输送带的制品入口处，安装有三个腰鼓形辊筒组成的制品摆放装置1，挤出的橡胶制品经过摆放装置进入接取输送带，以防止变形。

制品摆放装置的结构如图1-5-109所示。上凸辊14安装在横梁15上，可以沿输送带垂直

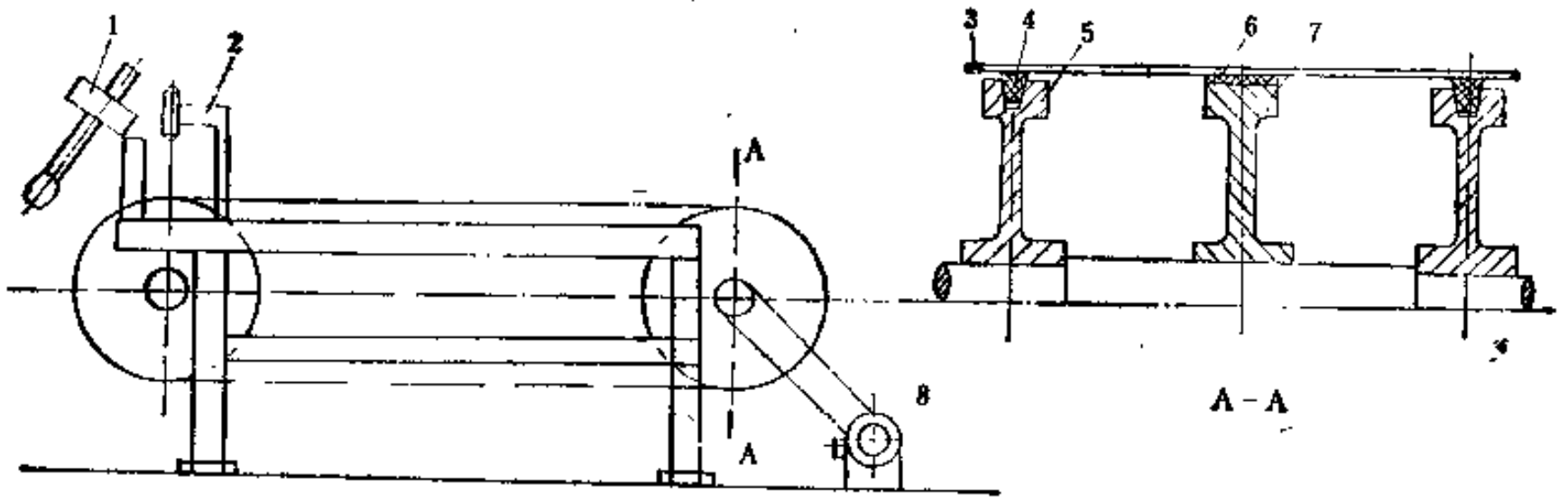


图 1-5-108 接取输送带示意图

1—制品摆放装置；2—红外线测温装置；3—不锈钢带；4—V带；5—V带轮；6—弹性带；7—鼓轮；8—传动装置

方向调节其高度。下凸辊1可任意调节方向。松开锁定螺母17，便可调节上凸辊14的高度，调节好后再将锁定螺母17锁紧。下凸辊的轴向位置的调节，应先松开锁定螺母13，通过手柄16转动丝杠18，支承4中的螺母19带动支承4作轴向移动。下凸辊1、齿轮轴6、小手轮7等部件，整体地随齿条轴9作下凸辊1的轴向移动，从而达到下凸辊1轴向调节的目的。调整后，将螺母13锁紧。下凸辊1在输送带垂直方向的调节，也需松开螺母13。转动大手轮5，使齿轮轴6转动，带动齿条轴9的升降，从而改变下凸辊1的高度位置。转动小手轮7使丝杠8的螺母转动，丝杠8牵动下凸辊的轴3绕铰支轴2摆动，从而调节下凸辊的角度。

接取输送带的不锈钢带的底面（即不与制品接触的一面），粘有两条V带4，用于不锈钢带的传动与导向，避免不锈钢带运行时的偏移，其结构见图1-5-108。弹性带6粘在鼓轮7上，起着支承不锈钢带的作用。接取输送带驱动为1.84kW的直流电机。

接取输送带制品入口处的红外线测温装置，测温范围为50～150℃，测量精度为1℃，测温装置与制品的距离可以调节。在接取输送带的底面装有冷却水的喷嘴及排水管，用以冷却不锈钢带，从而间接地冷却挤出的制品。

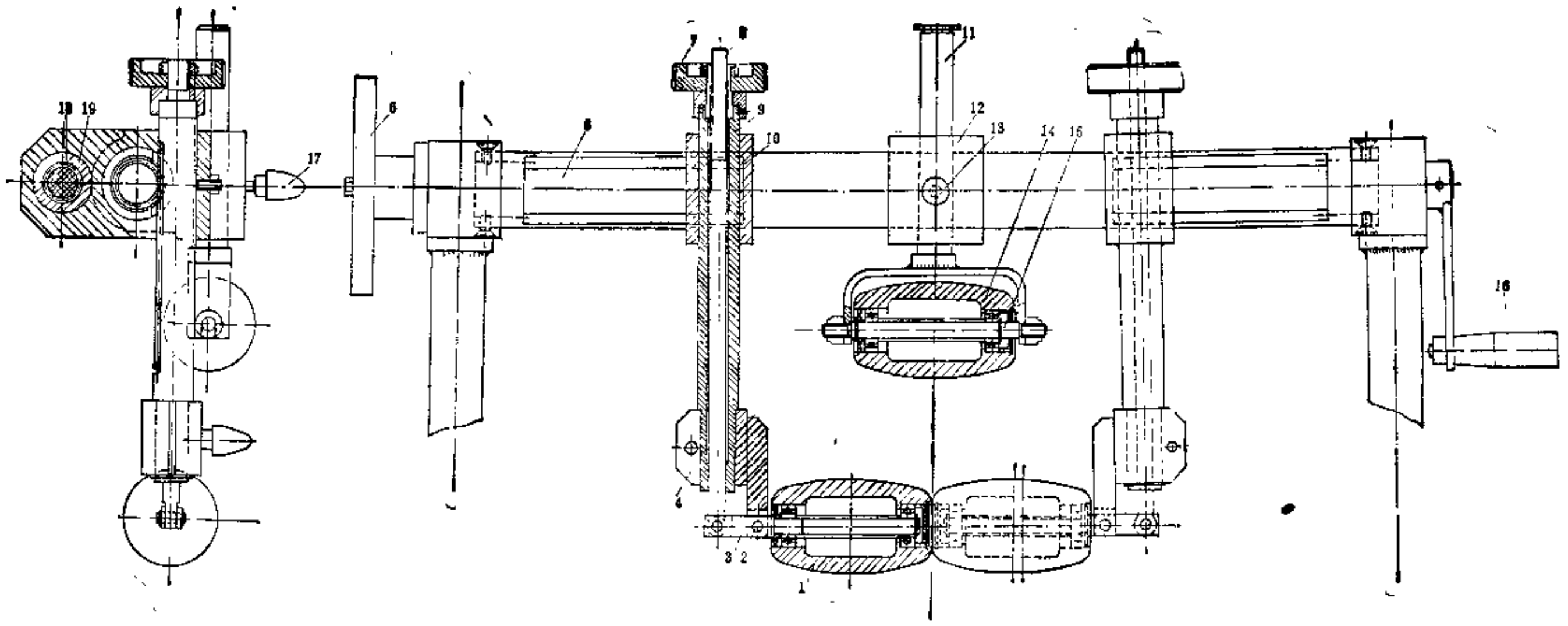


图 1-5-109　制品摆放装置

1—下凸辊；2—铰支轴；3—轴；4—支承；5—大手轮；6—齿轮轴；7—小手轮；8—丝杆；9—齿条轴；10—支承；11—轴；12—支承；13、17—锁定螺母；14—上凸辊；15—横梁；16—手柄；18—丝杆；19—螺母

3．收缩辊道

收缩辊道是一个具有上、下层的弧形辊道，制品在输送过程中通过上层或下层时，受到不同速比的辊筒摩擦而强制收缩。它由一系列不同直径的辊筒组成。收缩辊道的上层安装有28个辊筒，辊径从φ74逐步缩小，收缩率为6.5%。下层也安装有28个辊筒，辊径从φ74逐步缩小，收缩率为13%。一般情况下，胎面通过下层，胎侧通过上层。

4．打印装置

数字打印装置由五种颜色料斗及打印器、辊道、印字装置等组成。五种颜色的料斗及打印器安装在辊道前端，可以在制品上印五种颜色，用以辨认不同规格的制品。打印器后面装有印字轮，用于在制品上印字。打印装置的辊道与称量装置辊道由同一台电机驱动。

5．连续称量装置

连续称量装置由电子传感器秤及辊道组成，称量能力为10kg/m，其称量的动态精度为0.5%，并设有记录装置，当称量超差时，发出信号。

6．翻转辊道

翻转辊道由翻转装置及辊道组成，用于将胎侧翻转180°，以便复合胶片，辊道由打印装置电机驱动。

7．φ355×700两辊压延机

φ355×700倾斜型两辊压延机，上辊与垂直线偏移30°，用于压延缓冲胶片，供与胎面及胎侧贴合使用。压延机的辊筒设有独立的闭路循环温控系统，控制温度为50～120℃，控制精度为1℃，以保持恒温。辊筒升温及降温速度为1℃/min。

压延机上装有切边装置，切边装置包括一个φ200的切边辊及四把气缸驱动的φ100圆盘刀，刀片的距离，可以根据胶片的宽度而调节。

贴好缓冲胶片的胎面与胎侧，用海绵压辊压实。

8．聚乙烯薄膜导开装置(简称薄膜导开装置)

薄膜导开装置有两套，分别交替使用。导开装置的导开轴上装有张力控制装置。导出的聚乙烯薄膜贴在制品的下面，保护制品的粘合面不被污染，从而保护其粘着性能。当一卷薄膜用完之后，便会发出信号，通知操作人员换卷。为了保证制品与薄膜贴牢，设有一个海绵辊，压在制品上，压辊用气缸升降。

9．四工位胶条导开装置

四工位胶条导开装置的工作原理见图1-5-110。四个工位分成两组，每组两套导开装置，交替工作。胶片及垫布卷14放在导开轴上，贴有塑料薄膜的胶片，在牵引辊15的牵引下导出，塑料薄膜在经过导辊12及剥离辊13以后，与胶片分离，塑料薄膜由卷取轴11卷取。胶片经张紧辊9、牵引辊6、导向辊8、7及小压辊4，进入送料辊2，经过倾斜辊道16，及压合辊17与挤出制品1贴合。在导开装置上设有4对光电传感器3，以检测胶片的导开情况，当胶片用完或断头时，发出信号，以便操作人员及时处理。导开装置的牵引辊6、15用0.5kW的直流电机驱动，其速度与联动装置同步。导开装置成对地安装在机架上，其位置可根据挤出制品需要贴合的位置，用手动方式作横向调节。

10．复合输送带

复合输送带用于挤出制品与胶片的复合。它是一条耐热输送带，其工作温度可达120℃，输送带的输出端设有一个摆动辊，其铰支轴与电位计相联，以控制输送带速度。

11．冷却水槽

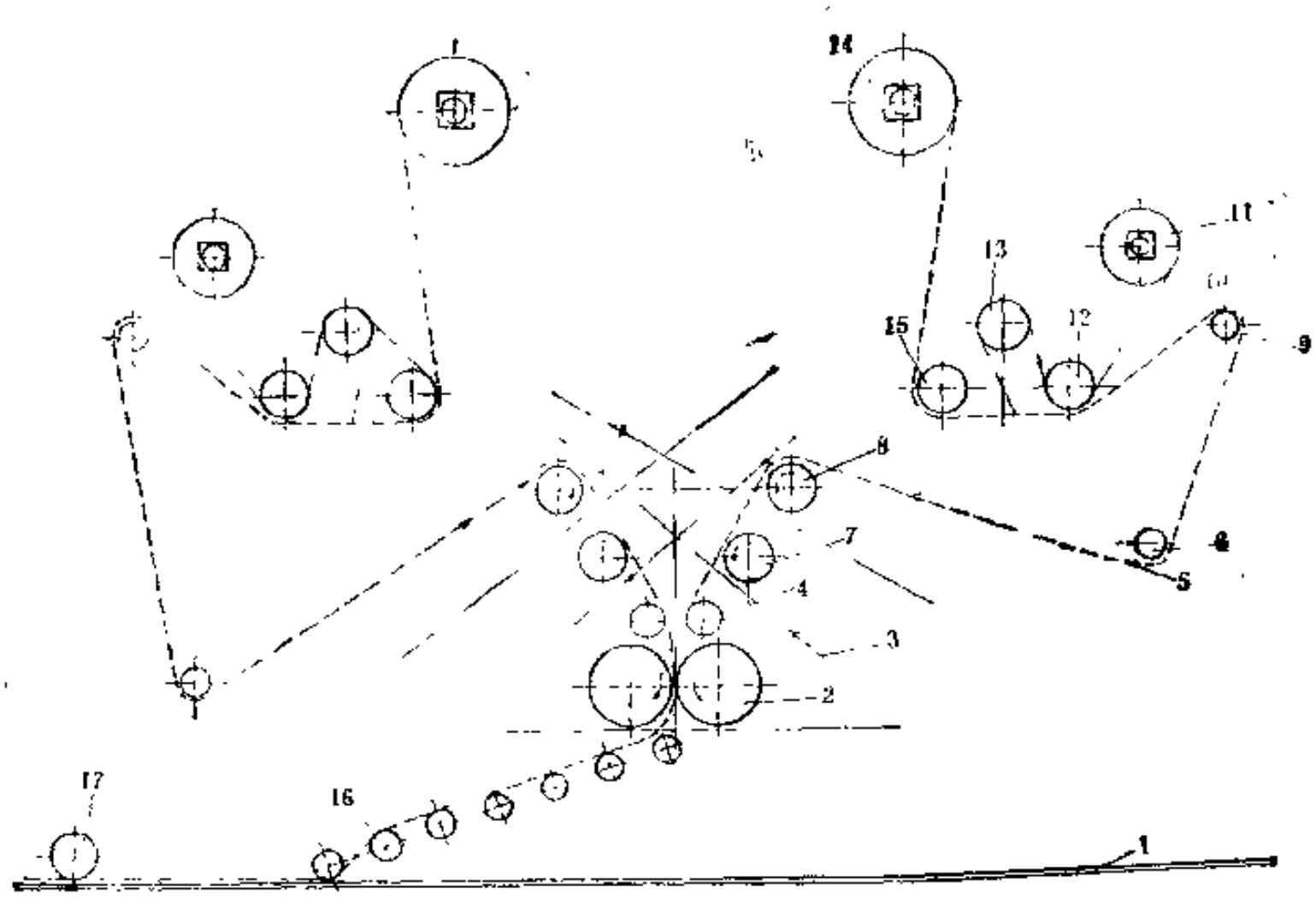


图 1-3-110 四工位胶条导开装置

1—挤出制品；2—送料辊；3—光电传感器；4—小压辊；5—胶片；6、15—牵引辊；7、8、12—导辊；9—张紧辊；10—定料 张辊；11—薄膜卷取轴；13—剥离辊；14—胶片及垫布卷轴；16—倾斜辊道；17—压合辊。

三层冷却水槽，第一层落地安装，长15m，第二、第三层架空安装，每层长25m。冷却水槽由不锈钢板制成。制品浸没在水槽中。每层水槽保持一定的液面高度，三层水槽有独立的排水及冷却水循环系统。水槽内装有两条橡胶链条，由1.84kW的直流电机驱动链条。链条用电位计控制速度，使与生产线同步。两条橡胶链条之间用聚酯棒相连接，挤出制品放置在两条橡胶链条之间的聚酯棒上输送。冷却水槽设有二条倾斜输送带，用于把挤出制品从第一层冷却水槽送到第二层冷却水槽，以及从第三层冷却水槽送到纵向切割辊道。

12. 吹风装置

吹风装置安装在第三层冷却水槽的出口处，用以将制品上的余水吹净。其风源由罗茨鼓风机供给，风量3000m³/h，压力19.6kPa，电机功率20kW。

13. 涂胶浆装置

涂胶浆装置包括浸胶槽、胶浆罐及辊道等。浸胶槽是一个小型不锈钢槽，槽内保持一定的液位，辊道使挤出制品通过浸胶槽，在底面涂上一层胶浆。胶浆罐用于贮存胶浆，其外形尺寸为φ500×700，设有胶浆泵，使胶浆在胶浆罐与浸胶槽之间循环。

14. 纵向切割辊道

纵向切割辊道位于第三层冷却水槽出口的倾斜输送带与82-A型横向切割机之间，它由纵向切割刀与辊道两部分组成。用于把两条一起挤出的钢丝圈三角胶与胎肩垫胶纵向切开。辊道由单独的电机驱动。

15. 横向切割机

82-A型横向切割机用于挤出制品的定长与切割。它包括输送带与切割机两部分。

输送带见图1-5-111（见书后插页）。由同步齿形带组成切割机前、后输送带。前、后输送带由异步电机3经过减速器、链条、齿轮传动。在传动系统中装有差动装置3，使挤出制品在切割之后，后输送带4相对于前输送带1瞬时加速，将切割好的制品与联动线上的制品分离。制品的定长采用数字式定长仪自动定长。

切割机如图1-5-112所示，由切割刀及滑架两部分组成。圆盘刀2由液压马达1驱动回

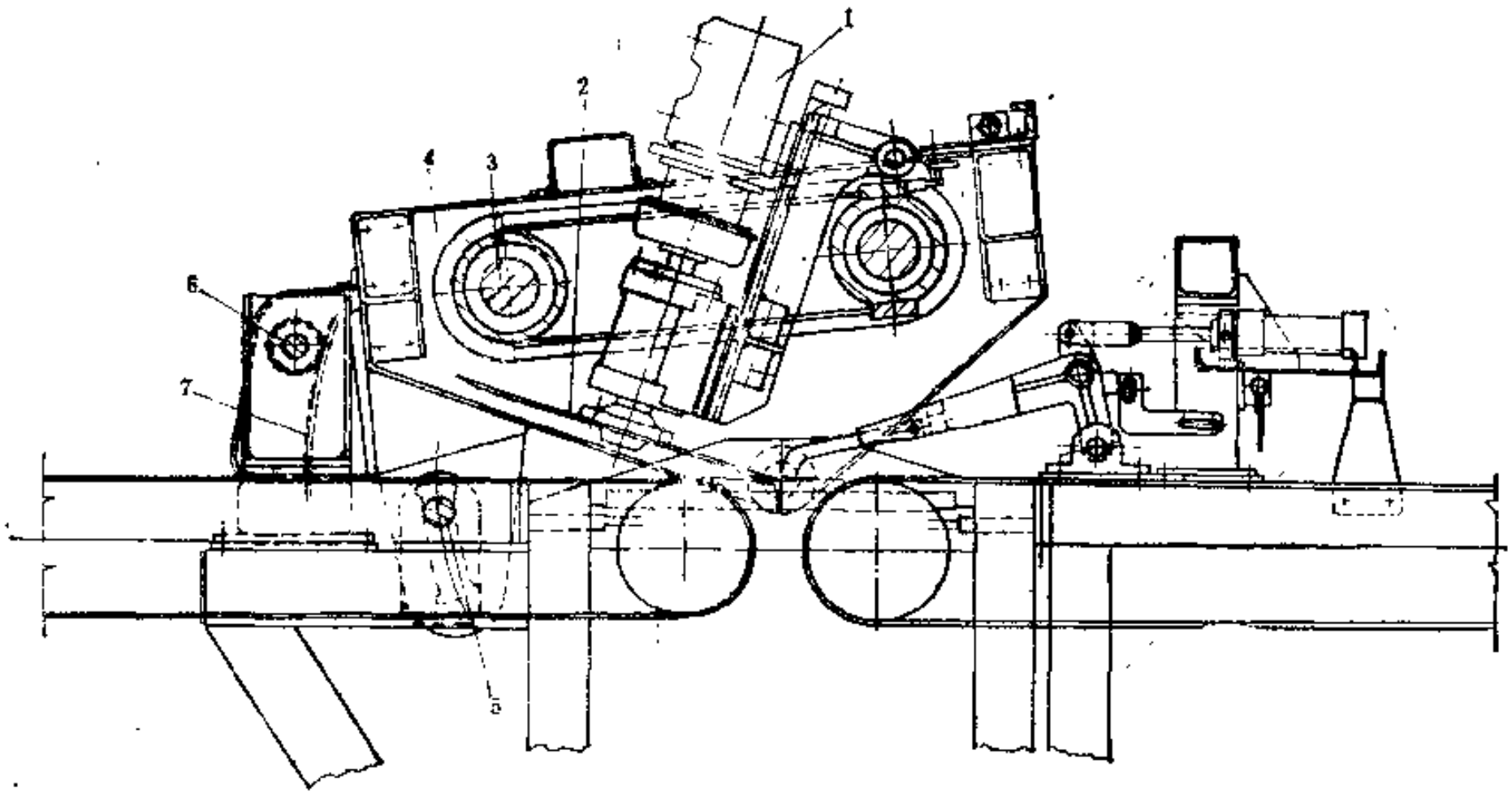


图 1-5-112　切割机

1—液压马达；2—圆盘刀；3—滑架导杆；4—滑架臂；5—铰轴；6—齿轮；7—扇形齿轮

转。切割制品时，圆盘刀用喷雾器喷水润滑并冷却，水量大小可以调节。废水集中在圆盘刀的保护罩内，并由专门的装置抽出排放。圆盘刀的刀架可根据要求调节其切割的角度。其切割角的调节范围为18～38°。为了提高制品的切割精度，设有光电-液压伺服系统的定中心装置，使制品在切割时保持中心位置。圆盘刀的横向移动也是由液压马达驱动的。

横向切割机的喷水及吸水装置的原理图见图1-5-113。

当数字式定长编码器发出信号给电磁阀12、13，它们分别控制气控阀8、9、10，阀8、9的动作，分别使喷水装置17、18喷水，阀10控制吸水泵23的操纵气缸16作往复运动。当吸水泵操纵气缸16往复运动时，带动与它刚性连接的吸水泵23，从而完成吸水过程。

16．快速辊道

快速辊道位于横向切割机后，用于把切割好的制品与联动线上的制品分离，使切割好的制品进入到称量装置。其结构与前述的辊道相同，在辊道前部设有吹风管，将制品上的残留水吹净。

17．自动秤

用于将切割好的单件制品进行称量，并分选出合格品与不合格品，自动秤是一种电子传感器型的电子秤，用数字显示重量，输送带长4000mm，宽800mm。自动秤能发出超差信号，启动超差打标记装置。

18．打标记装置

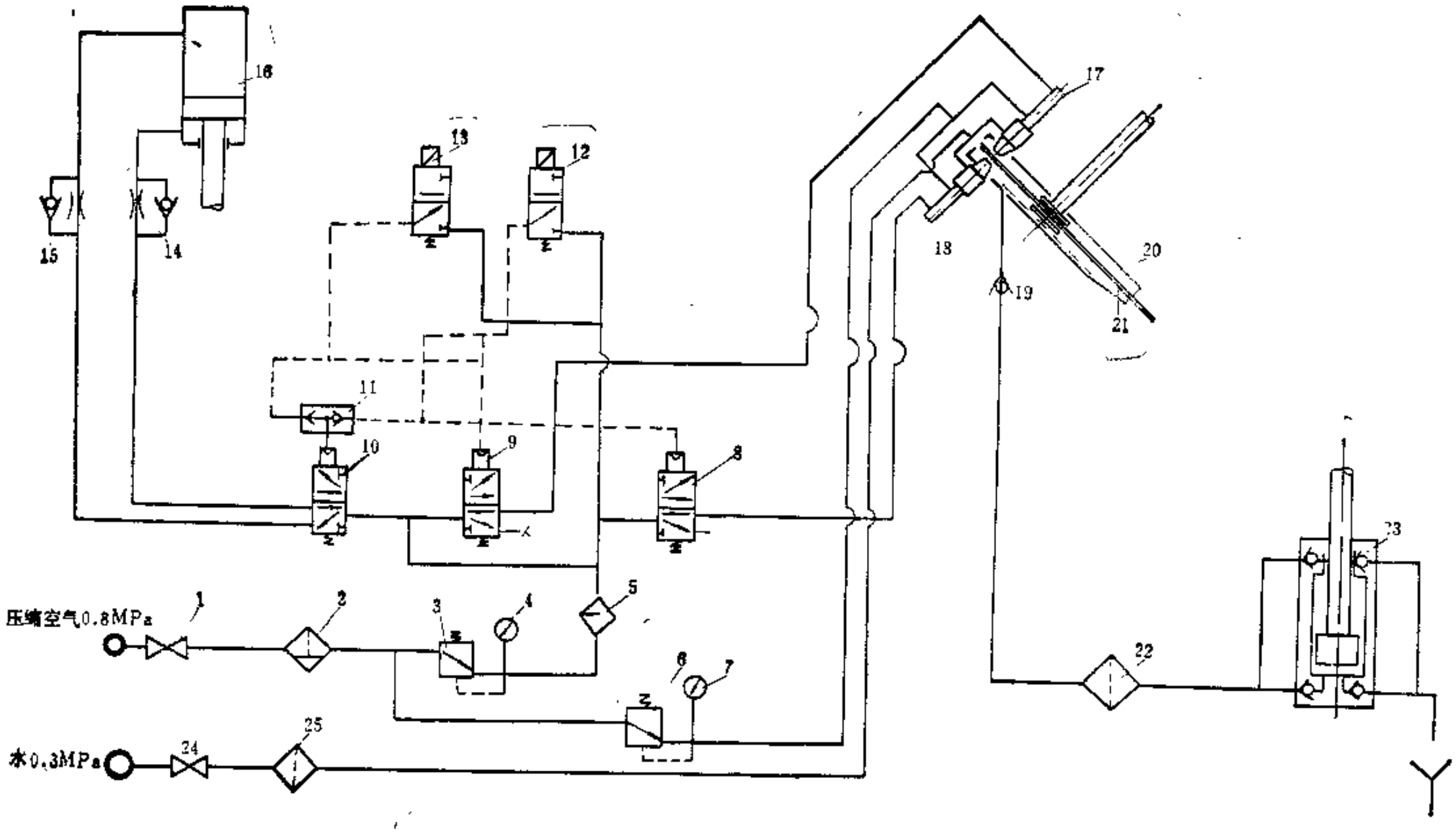


图 1-5-113 横向切割机喷水及吸水装置原理图

1、14、15、24—节流阀；2—过滤器；3、6—减压阀；4、7—压力表；5—油雾器；8、9、10—气控二位四通阀；11—选择阀；12、13—电磁二位四通阀；16—吸水泵操纵气缸；17、18—喷水装置；19—单向阀；20—可靠刀保护罩；21—圆盘刀；22、25—过滤器；23—吸水泵

超差打标记装置用于对超差制品的连续涂色，以便区别。它由打标记装置、打印液槽及喷嘴等组成。

19．成品收集辊道

成品收集辊道为一倾斜的无动力辊道，由自动秤送来的制品，进入到成品收集辊道，然后，由人工放置在百页车上。

（四）主要性能参数

（1）联动装置线速度	3～30m/min
（2）工作宽度	600mm
（3）冷却水槽总长度	65m
（4）收缩辊道收缩率	6.5%；13%
（5）连续称量装置称量能力	10kg/m
（6）复合挤出机	
φ200热喂料挤出机	
螺杆转速	5～65r/min
螺杆长径比	$L/D=8$
主电机功率	150kW，直流
φ150冷喂料销钉机筒挤出机	
螺杆转速	3～38r/min
螺杆长径比	$L/D=16$
电机功率	210kW，直流
机头工作压力	
φ200热喂料挤出机	20MPa
φ150冷喂料销钉机筒挤出机	350MPa
φ150供胶装置	
皮带宽度	800mm
（7）接取输送带	
输送带宽度	800mm
不锈钢输送带厚度	0.8mm
V带轮直径	800mm
冷却水温度	25℃
红外线测温范围	50～150℃
红外线测温精度	1℃
驱动电机功率	1.84kW，直流
（8）收缩辊道	
辊筒宽度	800mm
辊筒数：上层	28个
下层	28个
收缩率：上层	6.5%
下层	13%
（9）打印装置	
辊筒宽度	800mm
辊道长度	1500mm
（10）连续称量装置	
最大称量范围	10kg/m
称量动态精度	10kg/m时0.5%
（11）翻转辊道	
辊筒宽度	800mm
（12）两辊压延机	
辊筒直径	355mm
辊筒工作长度	700mm
辊筒排列	斜上型30°
辊筒线速度	25m/min
辊筒速比	$i=1:1.04$
主电机功率	25kW
（13）聚乙烯薄膜导开装置	
薄膜卷最大直径	450mm
薄膜卷最大宽度	300mm
（14）四工位胶条导开装置	
胶片卷直径	450mm
胶片卷宽度	45～70mm
胶片厚度	1.5～2mm
聚乙烯薄膜厚度	0.1mm
（15）复合输送带	
输送带宽度	800mm
输送带长度	3000mm
（16）冷却水槽	
第一层冷却水槽：长度	15.5m
宽度	600mm
电机功率	1.84kW，直流
第二层冷却水槽：长度	25m
宽度	600mm
电机功率	1.84kW，直流
第三层冷却水槽：长度	25m
宽度	600mm
电机功率	1.84kW，直流
（17）涂胶浆装置	
浸胶槽	400×800mm
胶浆罐	φ500×700mm
辊筒宽度	800mm
辊道长度	1500mm
（18）吹风装置	
罗茨鼓风机：风量	3000m³/h
风压	19.6kPa
电机功率	20kW
（19）纵向切割辊道	
辊筒宽度	800mm

辊道长度	1200mm	辊筒宽度	800mm
(20) 82-A型横向切割机		辊道长度	3000mm
牵引速度	25m/min	驱动电机	1.84kW
圆盘刀最大移动速度	51m/min	(22) 自动秤	
制品最大切割宽度	750mm	最大称量能力	25kg
圆盘刀转速	1100r/min	称量动态精度	25kg时，0.5%
圆盘刀横向移动行程	306～1100mm	称量输送带长度	1000mm
圆盘刀直径	ϕ110～150	称量输送带宽度	800mm
刀倾角	18～38°	(23) 成品收集辊道	
切割能力	11～18次/min	辊筒宽度	800mm
切割的制品厚度	16～26mm	辊道长度	4000mm
(21) 快速辊道			

四、内胎挤出联动装置

用ϕ150～250螺杆挤出机挤出汽车内胎，其联动装置如图1-5-114所示。挤出机挤出的内胎筒由接取输送带接取，输送带上装有连续称量装置3，进行连续称量。以确定胶筒的单位长度重量。重量超出规定指标，灯光信号自动闪亮，由人工调节各挤出参数，使内胎壁厚、宽度、重量达到规定要求。内胎筒经称量后，沿辊道4进入冷却水槽5，在水槽内浸泡及喷淋冷却，然后进入吹风辊道6，用压缩空气将内胎筒上的水吹掉。然后经转向辊7将内胎筒翻转180°，进入到上面输送带上，在涂胶浆装置8上，借助于一组涂胶浆辊，往内胎筒上安放气门嘴胶垫的部位涂胶浆，然后，把内胎筒送入气门嘴打孔装置9打孔。气门嘴打孔装

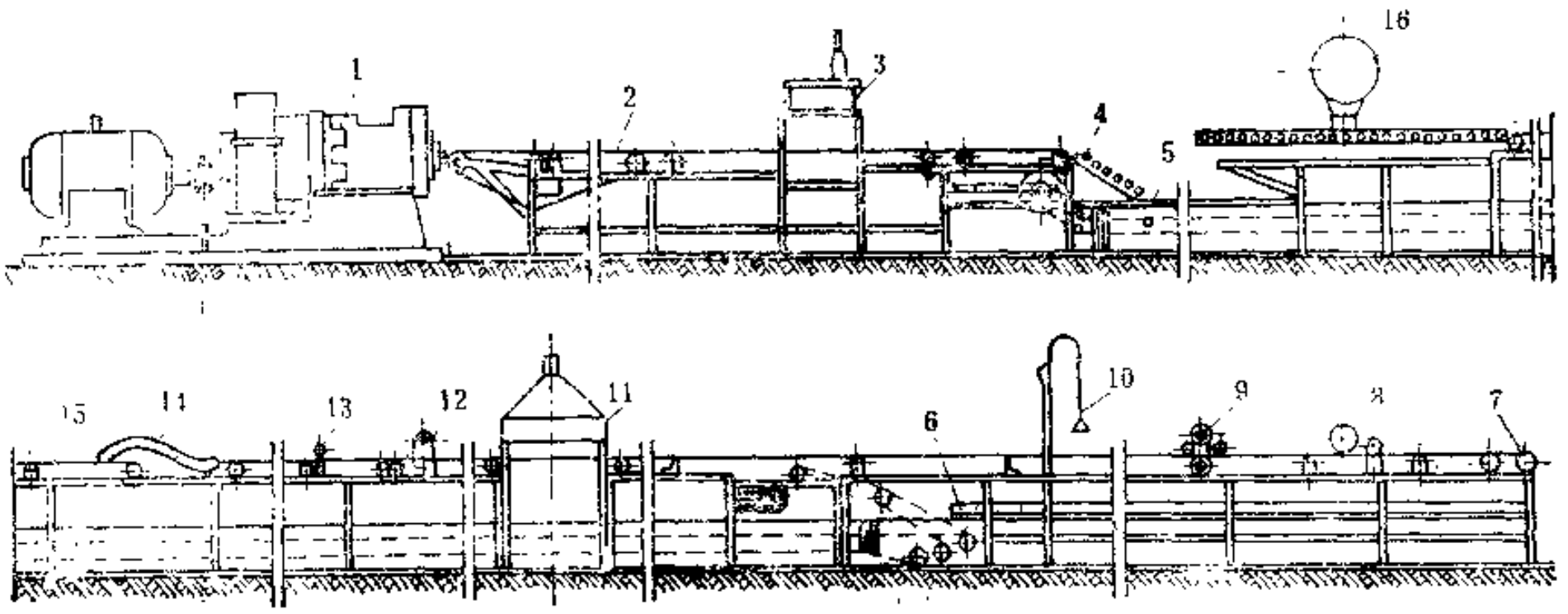


图 1-5-114 内胎挤出联动装置

1—螺杆挤出机；2—接取运输装置；3—连续称量装置；4—辊道；5—冷却水槽；6—吹风辊道；7—转向辊；8—涂胶浆装置；9—气门嘴打孔装置；10—压气门嘴装置；11—涂粉室；12—切刀装置；13—光电装置；14—辊道；15—输送带；16—称量秤

置安装在运动着的内胎筒上方，打孔刀安装在一个回转架上，打孔刀中孔，用电加热，回转架周期性地回转，其回转的间隔时间正好等于内胎筒打孔距离的移动时间。当打孔刀回转到与内胎筒垂直位置时，中孔的打孔刀中心抽真空，内胎筒的上壁被吸住，并迅速被打孔刀打出一个圆孔，打孔刀随回转架转动离开内胎筒后，从内胎筒上吸落的小圆形胶片，用压缩空

气从打孔刀内孔吹出，落在盒内收集。打好孔的内胎筒随输送带送到贴气门嘴工位，由人工将带胶垫的气门嘴安放在涂过胶浆的内胎筒部位，并对准打出的小孔。接着，用压气门嘴装置10对气门嘴胶垫加压，使与内胎筒良好地贴合。也可以在流水线上装一套气门嘴胶垫的滚压装置，对胶垫进行滚压。装好气门嘴的内胎筒在涂粉室11上涂刷滑石粉。然后由切刀装置12将内胎筒切断，其切断的长度，由光电装置13控制。切断后的内胎经辊道14及输送带15进入称量秤16检查重量，然后由人工放置到百页车存放。

国内不少内胎生产厂，内胎的打孔、涂胶浆、安装气门嘴不在挤出联动装置内进行，另用一台专用设备进行打孔、涂胶浆及安装气门嘴，这样，内胎挤出联动装置便大为简化。简易的内胎挤出联动装置的主要性能参数如下：

（1）内胎长度范围	700～2300mm	（6）压缩空气压力	0.3MPa
（2）接取输送带：高度	900mm	（7）接取输送带电机及切断接取输送带电机	功率$N=1.5kW$，转速$n=1200\sim120$ r/min
宽度	500mm		
（3）接取输送带、水槽输送带、切断接取输送带及爬坡输送带线速度	最高速度$v_{max}=0.28m/s$ 最低速度$v_{min}=0.17m/s$	（8）爬坡输送带电机	功率$N=3kW$ 转速$n=1200\sim120$ r/min
（4）冷却水槽长度	14500mm	制造厂：汕头化工橡胶机械厂	
（5）冷却水温度	12℃（自来水18～22℃）		

五、辊筒机头内衬层胶片挤出联动装置

（一）用途与概述

内衬层胶片是子午线轮胎、特别是无内胎轮胎的一个重要的橡胶部件，它是用一种或几种胶料，一层或多层不同断面形状、不同厚度和宽度的薄胶片组成。内衬层胶片可以用普通压延机或挤出机来生产，然后进行贴合，也可以用辊筒机头挤出机来生产，后者具有挤出机、压延机两者的优点。可以根据需要生产等厚的薄胶片，也可以生产中间厚两边薄的胶片。生产出来的胶片气泡少质量好。

（二）生产过程及工作原理

图1-5-115所示为辊筒机头内衬层胶片挤出联动装置（简称型胶挤出联动线）的流程图。混炼胶条用皮带式供料机1喂入到冷喂料销钉机筒挤出机2中，经过螺杆的塑化、搅拌、挤压后，通过扁平机头导入到两辊压延机3的辊缝中。两辊压延机3的上辊筒，可以根据工艺要求，装上不同压延型孔的工作套筒，压出不同断面形状的胶片。从压延机压出的胶片，经过切边装置切边后，传送到接取运输机和辊道4上。接取运输机的上方，装有一台红外线测温仪，胶片的温度用红外线测温仪检测后，在控制台上显示。还装有激光测厚仪及光电宽度测量仪。激光测厚仪有两个激光发射头，将其测到的胶片厚度信号与设定的厚度值进行比较，然后，反馈到压延机辊筒调距装置的控制系统，调节压延机的辊距。光电宽度测量仪将测到的胶片宽度信号与宽度设定值进行比较，然后，反馈到接取运输机的调速系统，调节接取输送带的速度。接着，胶片进入冷却机5冷却。冷却机是由四个$\phi600\times1000mm$的镀铬辊筒组成，由功率为0.18～1.8kW的直流电机驱动。经过冷却的胶片到达皮带运输机7之前，构成两个自由单环，贮存一定量的胶片，单环位置的高低，由光电传感器检测与控制，以协调冷却机5与皮带运输机7的速度。胶片进入检查与卷取工作台9之前，经过一个液压式定中心装置8，由光电传感器检测控制，使胶片卷取之前保持在中心位置。检查与卷取工作台

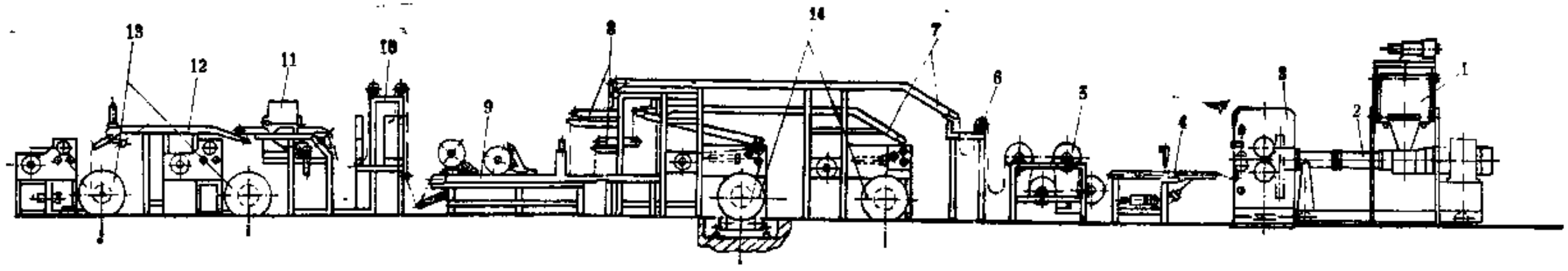


图 1-5-115　辊筒机头内衬层胶片挤出联动装置

1—皮带式供料机；2—冷喂料销钉机筒挤出机；3—两辊压延机；4—接取运输机和辊道；5—冷却机；6—自由单环；7—皮带运输机；8—定中心装置；9—检查与卷取工作台；10—自由单环；11—切割装置；12—皮带运输机；13—卷取装置；14—导开装置

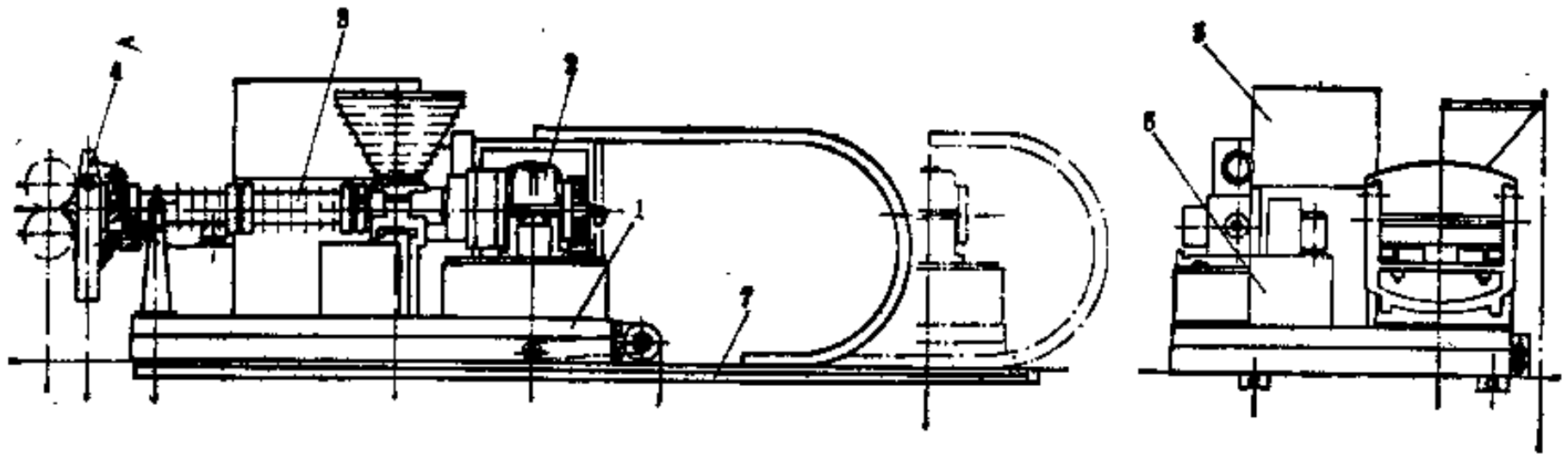


图 1-5-116　装在移动小车上的冷喂料销钉机筒挤出机

1—移动小车；2—减速器；3—机筒；4—扁平机头；5—温控系统；6—液压系统；7—铁轨

上装 9 有胶片复合压辊，在该工作台的输送带上，操作人员可以人工检查胶片的宽度，以及复合后的尺寸。普通的单层薄胶片，可以直接利用工作台上设置的卷取装置进行卷取。卷取心轴靠与工作台上的输送带摩擦传动而回转。在卷取工作台 9 上，还装有计数器，可以计量通过的胶片长度。

需要复合的胶片，它的底层胶片卷放置在导开装置11上，两套导开装置交替工作以保持生产的连续化。从导开装置上导出的胶片经输送带输送到定中心装置，然后到检查卷取工作台 9 的输送带上，与从定中心装置 8 送来的胶片贴合。

复合后的内衬层胶片和缓冲层胶片，再经过自由单环10、切割装置11，进入到卷取装置13中，两套卷取装置交替工作。当第一个工位上的卷轴上卷满胶片时，发出信号，切割装置开始工作，在切断胶片的同时，另一个工位卷取装置开始转动，后续的胶片通过皮带运输机12自动送入到第二工位的卷轴中。需要再次复合的内衬层里胶片和缓冲胶片，从卷取装置13中取出后，送到导开装置14，按照上述顺序，再次与由辊筒机头挤出机挤出的胶片进行贴合。然后，再由卷取装置13卷取。

（三）主要单元机台与装置的结构及性能参数

1．ϕ150冷喂料销钉机筒挤出机

（1）结构简介　辊筒机头挤出机所用的冷喂料销钉机筒挤出机与一般销钉机筒挤出机类似，整台挤出机安装在可沿铁轨移动的小车上。当挤出机开始工作时，启动移动小车的电机，使挤出机沿铁轨向两辊压延机方向移动，小车有快速、慢速两个速度，由一组接近开关控制。当挤出机接近压延机时，移动速度由快速切换成慢速，当挤出机的扁平机头伸进压延机两个辊筒之间，达到正确位置后，小车停止移动，并用压延机机架上的锁紧销将挤出机的扁平机头锁住在机架上，防止工作时由于胶料的压力，使挤出机后退。当挤出机停止工作或清理机头时，挤出机小车向后退出，回到停歇位置。其示意图见图1-5-116。

扁平机头的结构示意图见图1-5-117。它是由下半机头 1 、上半机头 2 、下横梁 3 、下锁紧机构 4 、上锁紧机构 5 等组成。挤出机的机筒与下半机头 1 用法兰联接。上半机头 2 与

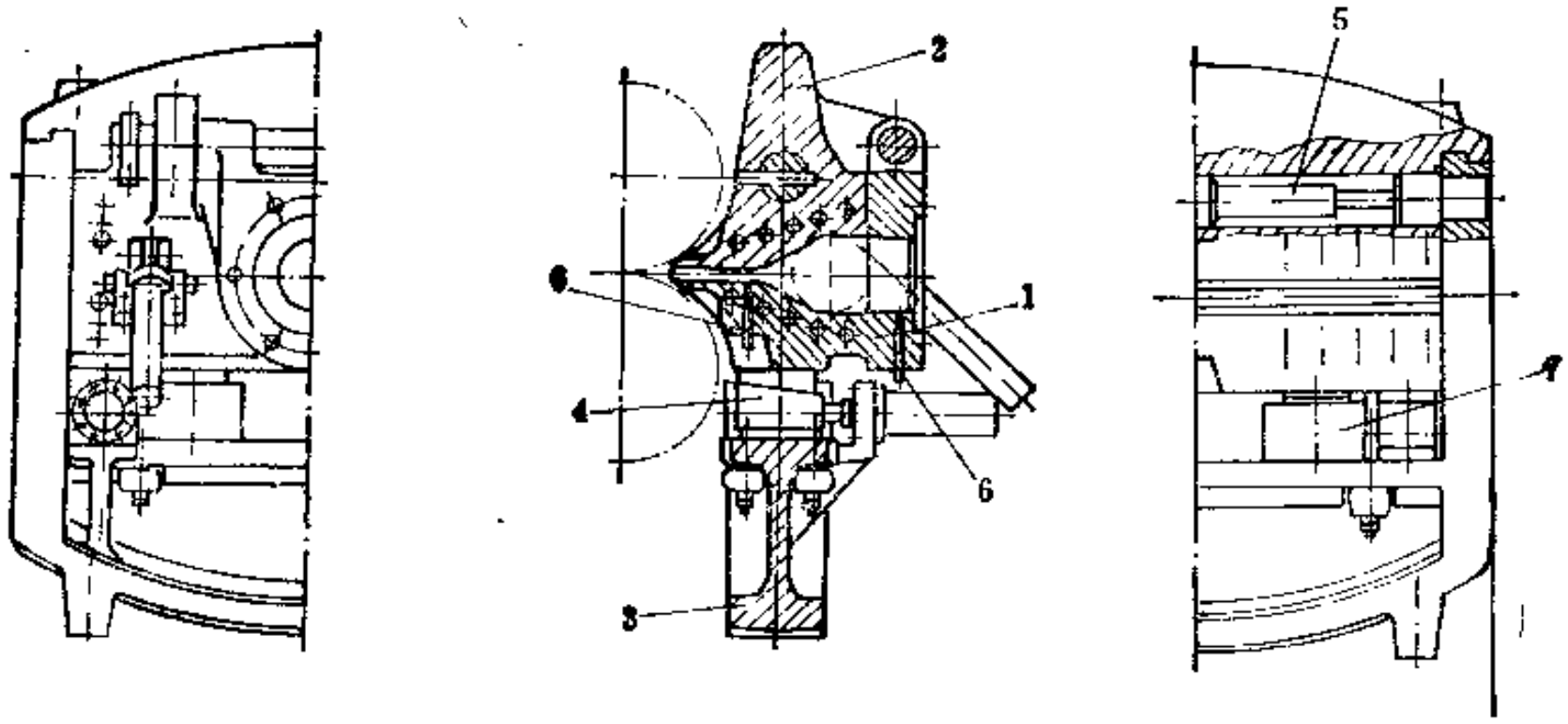


图 1-5-117　扁平机头

1—下半机头；2—上半机头；3—下横梁；4—下锁紧机构；5—上锁紧机构；6—压力传感器；7—油缸

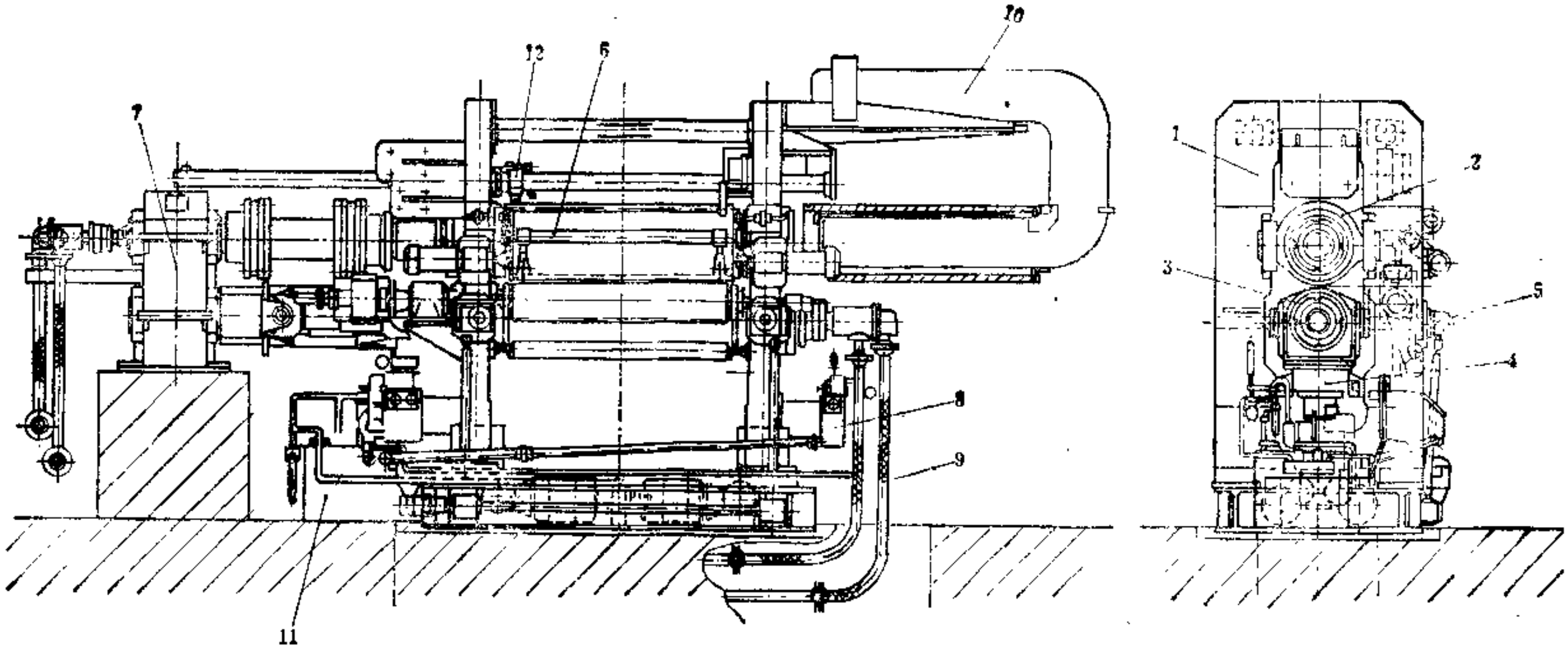


图 1-5-118 ϕ400×1200两辊压延机

1—机架；2—上辊筒；3—下辊筒；4—调距装置；5—轴交叉机构；6—切边装置；7—减速箱；8—润滑系统；9—辊温调节系统；10—更换衬套的专用支架；11—液压系统；12—拉杆

下半机头1是铰接的。上半机头2内装有由油缸驱动的上锁紧机构5，通过上锁紧机构5把上半机头2与下横梁3的立柱连结成一体。然后，油缸7加压，使上、下半机头闭锁，再用下锁紧机构4将其锁紧。上锁紧机构是一个用油缸驱动的圆柱销组成，下锁紧机构是油缸驱动的斜块组成。开启上、下锁紧机构后，上半机头在液压缸的驱动下可以开启，以便于清理机头内的胶料和更换流道。

为了防止机头内胶料压力过大，在扁平机头上装有压力传感器。压力传感器与控制系统相连接，通过改变两辊压延机辊筒的速度，使机头内胶料压力保持在一个恒定值上。一旦机头内压力达到35MPa时，控制系统将切断挤出机的驱动电机电源。

为了提高螺杆的使用寿命，除了螺杆材料采用34CrAlNi7外，还在螺棱的顶端堆焊一层硬质合金，其堆焊的总厚度为2.5mm，第一层堆焊Stellit 6，第二层为Stellit 12，与胶料接触的第三层堆焊Stellit 1。

整台挤出机的温控系统分四个区段，每个区段由循环水泵、电加热器、热交换器、电子温控装置等组成。其温差可以控制在±2℃以内。

挤出机的其余结构参见本章有关小节。

（2）主要性能参数

螺杆直径	φ150	最高产量	1920kg/h
螺杆长径比(L/D)	16:1	螺杆最大转速	40r/min
销钉排数	6～10排，每排8～12个	主电机功率	175kW，直流

2．φ400×1200两辊压延机

（1）结构简介　图1-5-118所示为φ400×1200两辊压延机。该压延机作为与挤出机配套的机器，与普通压延机不同，与排料挤出机的辊筒机头也不同。它由机架1、可更换套筒的上辊筒2、下辊筒3、调距装置4、切边装置6等组成。上辊筒2由芯辊和套筒两部分构成。芯辊由钢制成，采用在芯辊圆周钻孔的热水加热、冷却方式。套筒由冷硬铸铁制成，其表面硬度HV530～560。套筒与芯辊的配合采用间隙配合，在室温下，其配合间隙为0.20mm。根据压延的胶片轮廓形状的要求，套筒表面可以磨削加工成平辊或凹型辊。在套筒的一端，有一插口式凸缘，与芯辊的凹缘吻合，另一端由锁紧装置锁住，防止套筒在工作时与芯辊发生相对运动。其具体结构见图1-5-119。端部锁紧机构如图1-5-119的C-D剖面所示。按箭头“a”方向推动挺杆，锁块弹出，将套筒锁住。按“箭头”b方向推动挺杆，锁块缩回并被夹住，此时为开锁状态，套筒2可从芯辊1上移出。

根据压延的胶片断面形状的不同，套筒2可以更换。套筒用专门的工具进行装卸、更换，从而大幅度地缩短了装卸套筒时间。为了快速地更换套筒，上辊筒的右侧轴承（装卸套筒的一端）设计成铰链滑移式的，如图1-5-120所示。

更换上辊筒套筒的程序如下。

把操纵台上的专用开关拨到“更换套筒”位置，此时，压延机辊筒不能转动。由操作人员将上辊筒铰链滑移式辊筒轴承的锁紧手柄1旋开，双手握住该轴承的拉手2，用力向外拉，使铰链滑移式辊筒轴承从上辊筒的轴颈上滑出后，将其推向一边。然后，用吊车将更换套筒的专用支架（见图1-5-121）吊起来，送到压延机机架上方的滑槽1上，慢慢地被推入到框架中。在专用支架上有一个电源插头，在支架被推入框架时，电源插头便插入压延机机架上的插座上。这时，专用支架上的锥形电磁吸盘3得电，电磁吸盘3便紧紧地吸住在辊筒端头，使支架与上辊筒的相对位置固定。这时，更换套筒用的油缸才能动作。在上辊筒的套筒

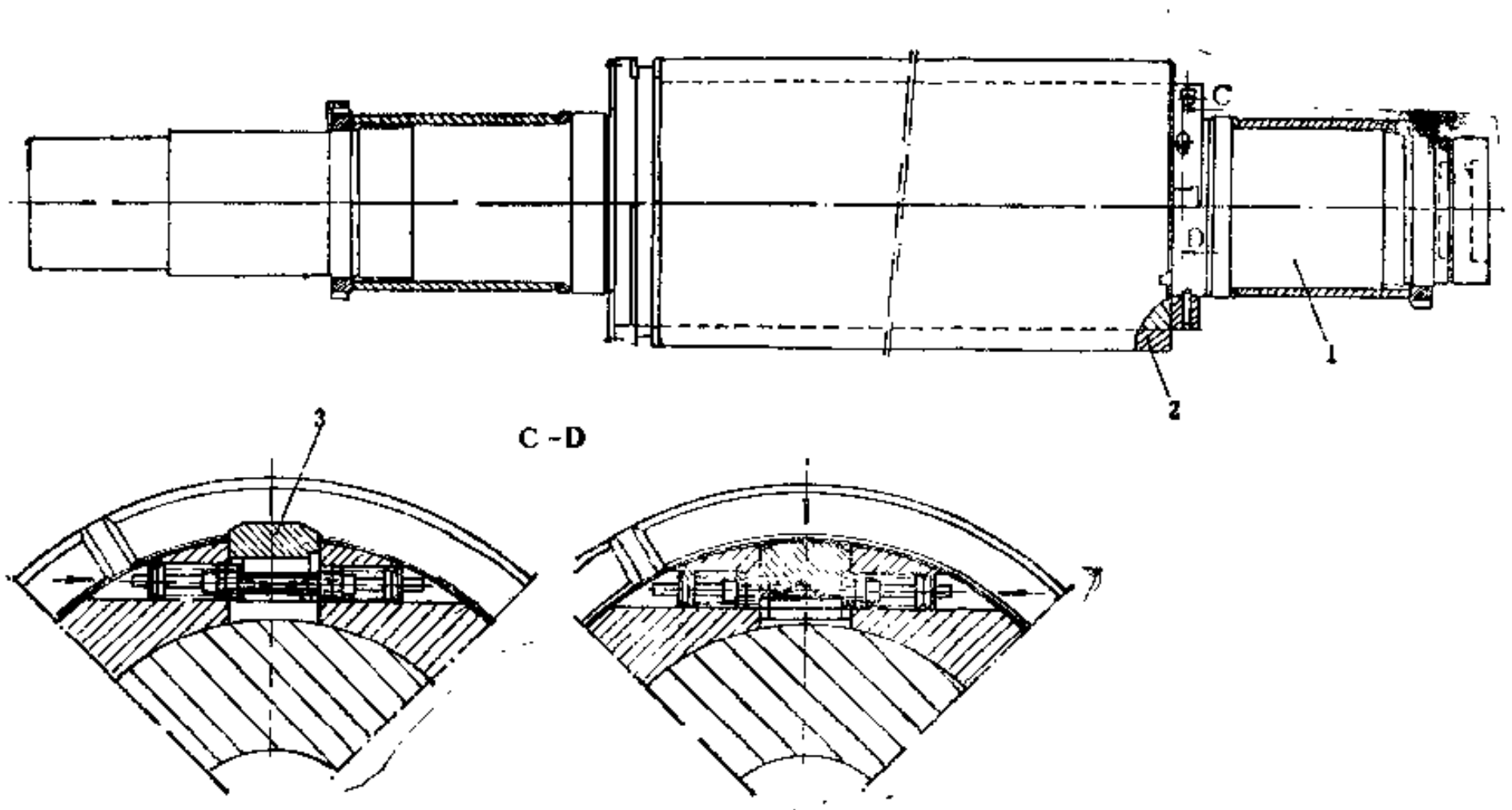


图 1-5-119 上辊筒

1—芯辊；2—套筒；3—端部锁紧机构

锁紧装置解锁之后，更换套筒的油缸便带动拉杆，把套筒从芯辊上拉出，进入到支架的托板4上。托板4是用尼龙制成，防止衬套内表面擦伤。放置在专用支架上的套筒，用定位装置5定位，防止专用支架吊移时，套筒从支架上滑落。在切断电磁吸盘3的电源之后，由操作人员将专用支架及卸下的套筒从框架中拉出，并用吊车将支架吊走。取下刚被卸下来的套筒之后，再装上一个经过预热的套筒，按上述方法送到压延机的滑槽1上，再用油缸驱动的拉杆将套筒拉入芯辊上，待套筒被锁紧之后，再将铰链滑移式轴承推回到上辊筒的轴颈上，然后用锁紧手柄将该轴承锁住，再将操纵台上的专用开关复位，整个套筒更换过程便告结束。一般情况下，更换套筒的过程只需要5～6min。

套筒通常在夹套式预热罐内预热到40℃以上，再送到压延机上去。为了使预热的套筒温度均匀，预热罐内还设有循环风扇。

两辊压延机的调距装置装在下辊筒处，由直流电机经过蜗轮减速器驱动调距装置。辊距调整速度有：0.4mm/min；1mm/min；4mm/min三挡。在下辊筒的轴承上还设有轴交叉装置，以补偿辊筒的挠度。其结构原理与一般压延机的轴交叉装置类同。

切边装置用于将压延机压出的胶片切成一定的宽度。切边刀是圆盘刀，在小气缸的驱动下，可以接近或离开辊筒。切边装置圆盘刀的位置可由电机调节，电机速度有快速与慢速两种，其调节的宽度有标尺显示。

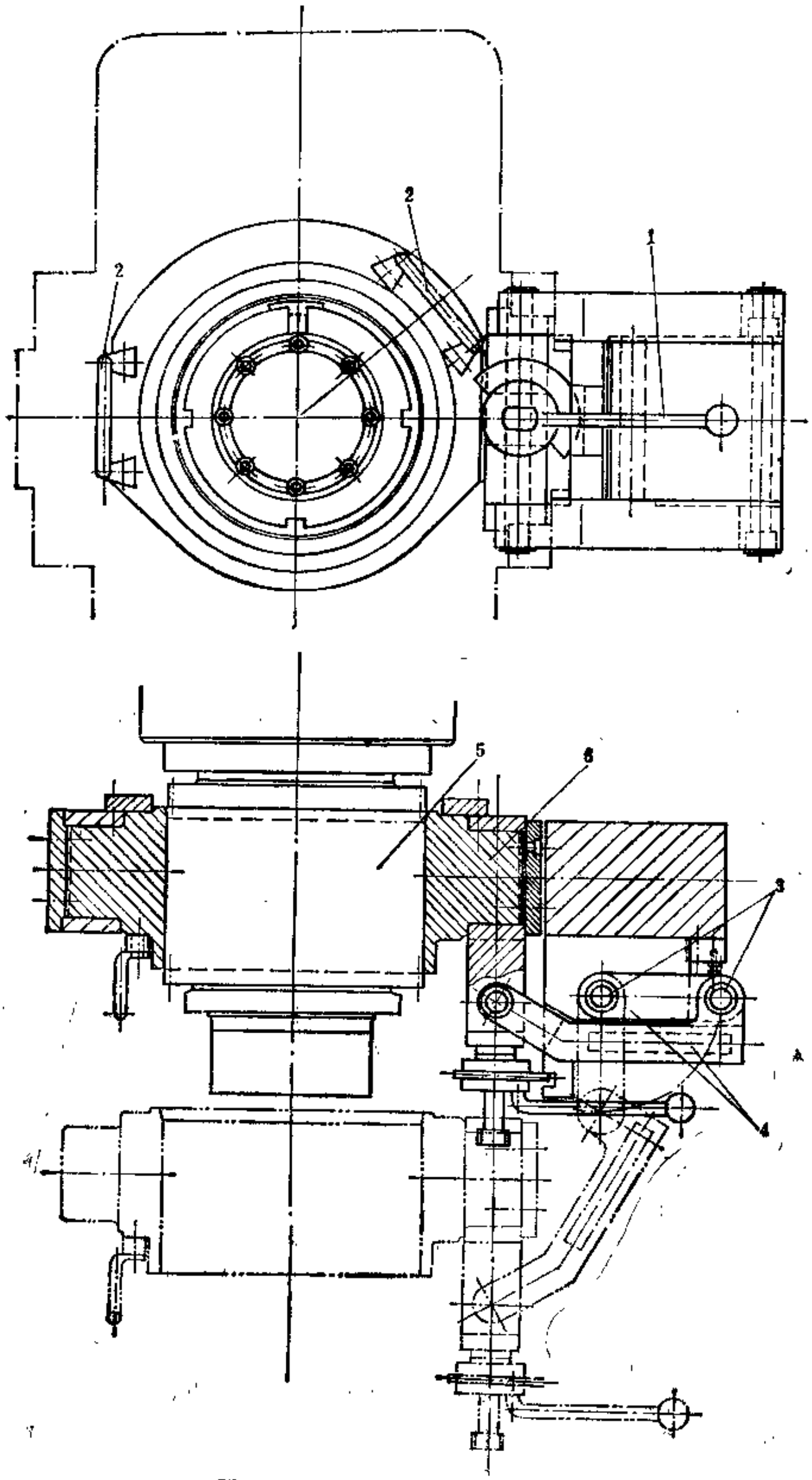


图 1-5-120　铰链滑移式辊筒轴承

1—锁紧手柄；2—轴承拉手；3—铰支点；4—连杆；5—上辊筒；6—辊筒轴承

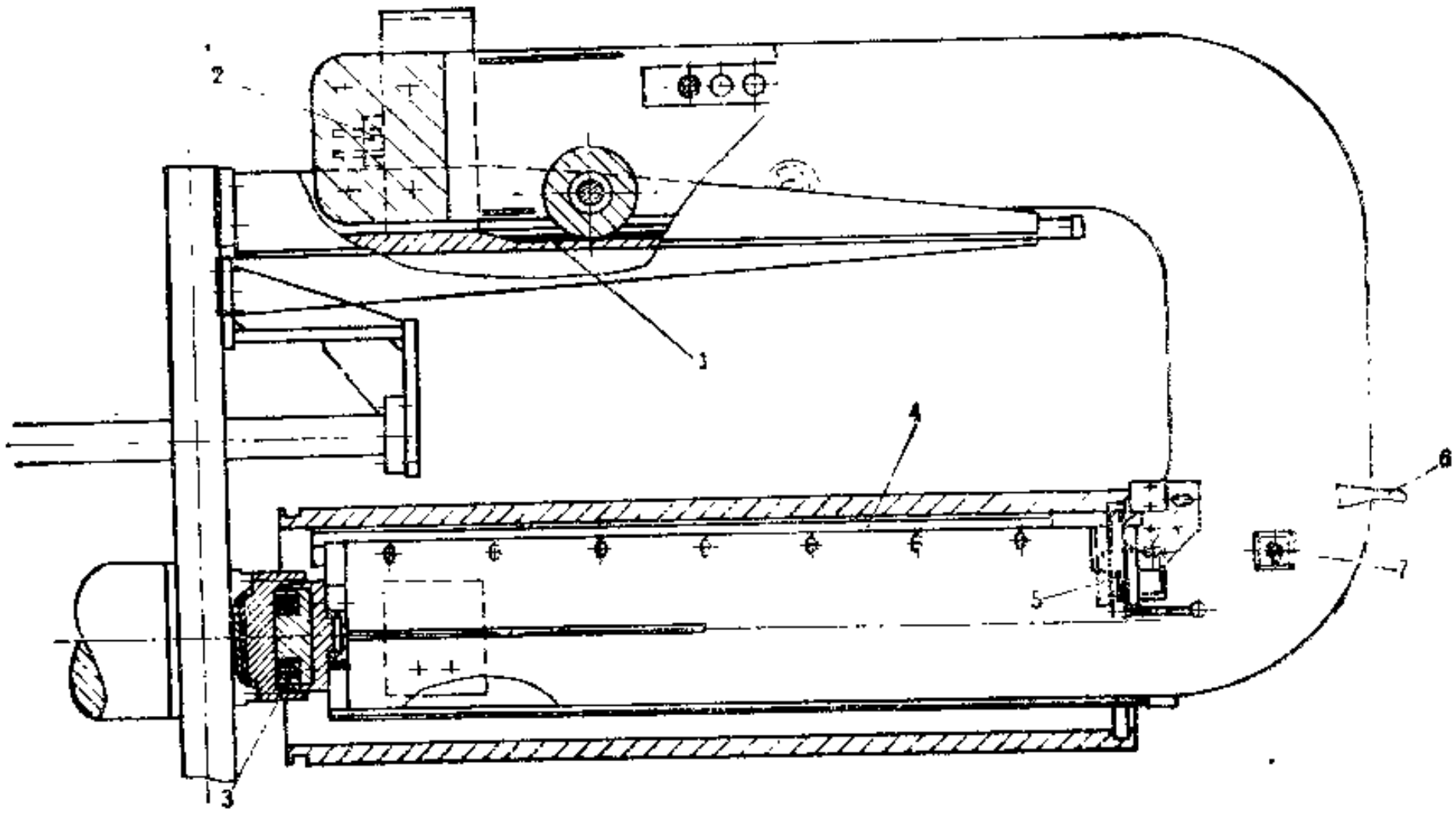


图 1-5-121　专用支架

1—滑槽；2—电源插头；3—电磁吸盘；4—托板；5—定位装置；6—拉手；7—开关

（2）主要性能参数

辊筒直径	φ400	辊筒速度	3～30m/min
辊筒长度	1200mm	主电机功率	35kW，直流
辊筒数量	2个	调距装置电机	1kW，直流
压延胶片最大宽度	850mm	辊筒轴交叉装置电机	0.75kW
压延胶片厚度	5mm		

3．液压定中心装置

在本联动装置上，在需要胶片定中心的部位上都装有液压定中心装置。图1-5-122所示为液压定中心装置系统的示意图。在胶片经过的地方，胶片的上、下两侧装有GL240型双叉式光电装置，当胶片的位置发生偏移时，胶片两侧的光电装置遮光面积产生差异，两个光电池电压的差值和极性，正好表示胶片跑偏的程度和方向，此信号经T18004型控制放大器放大后，控制TR-h9/3 SEU型电液随动伺服阀2，根据伺服阀2开闭的程度控制油缸6的活塞杆伸缩的程度，使铰接安装的皮带运输机7向左或向右偏摆，从而纠正胶片的跑偏。在这套控制系统中，只要胶片发生跑偏，执行机构就开始动作，其移动速度与偏差程度成正比，偏差时间越长，执行机构移动距离越大，具有积分调节特性，所以其调节过程比较平稳。皮带运输机7由0.51kW直流电机驱动。

4．卷取装置与导开装置

卷取装置与导开装置的原理图如图1-5-123所示。图中a为卷取装置，b为导开装置，两者在结构上的差别在于其传动部分。

胶片的导开与卷取都使用法兰式卷轴（有边筒子），法兰式卷轴放置在小车5的地辊6上，导开装置的地辊是被动转动的，而卷取装置的地辊则是主动回转的。小车5在气缸的驱

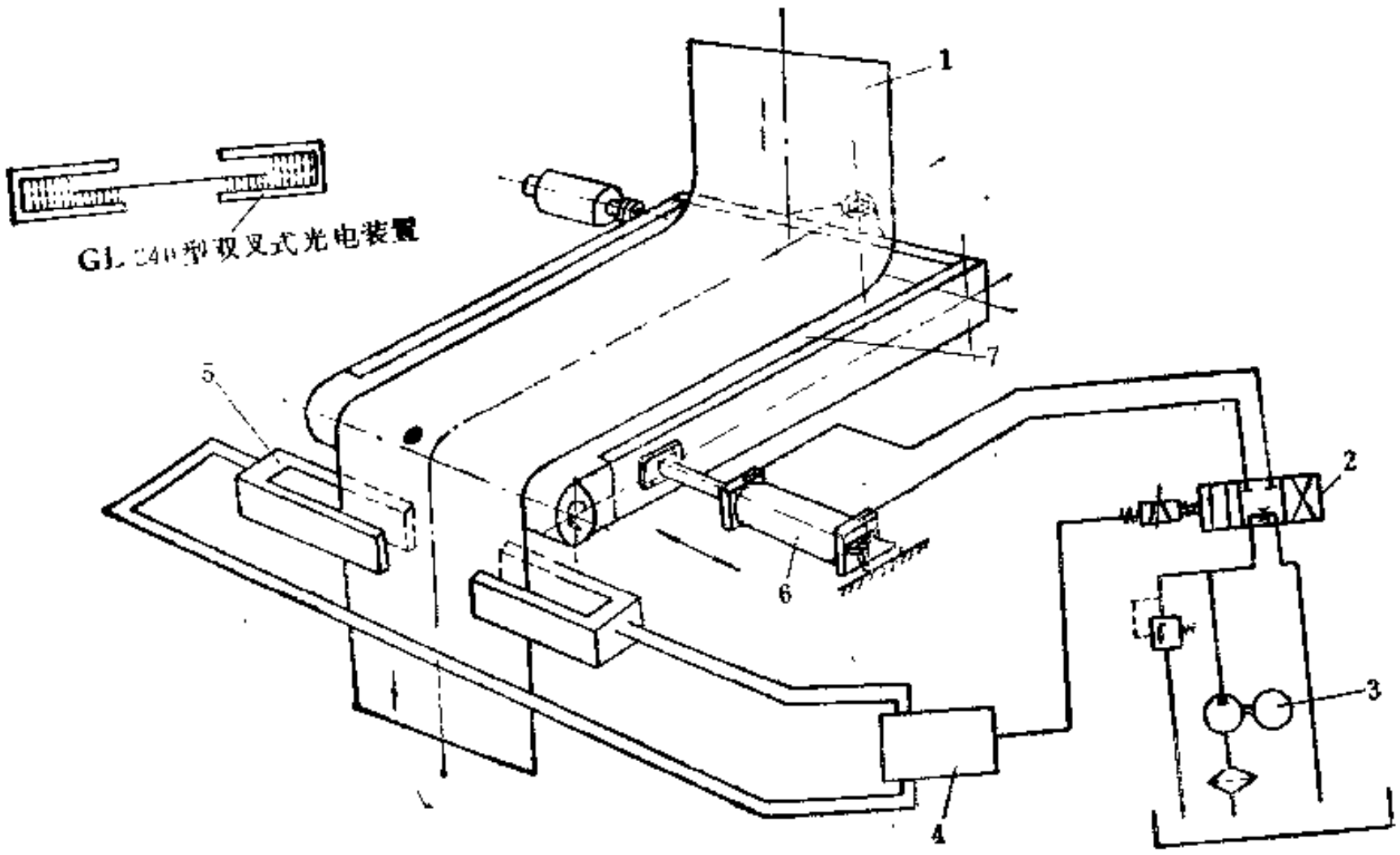


图 1-5-122　液压定中心装置示意图

1—胶片；2—TR-h 9/3 SFU型电液随动伺服阀；3—电机-油泵组；4—T18004控制放大器；5—GL240型双叉式光电装置；6—油缸；7—皮带运输机

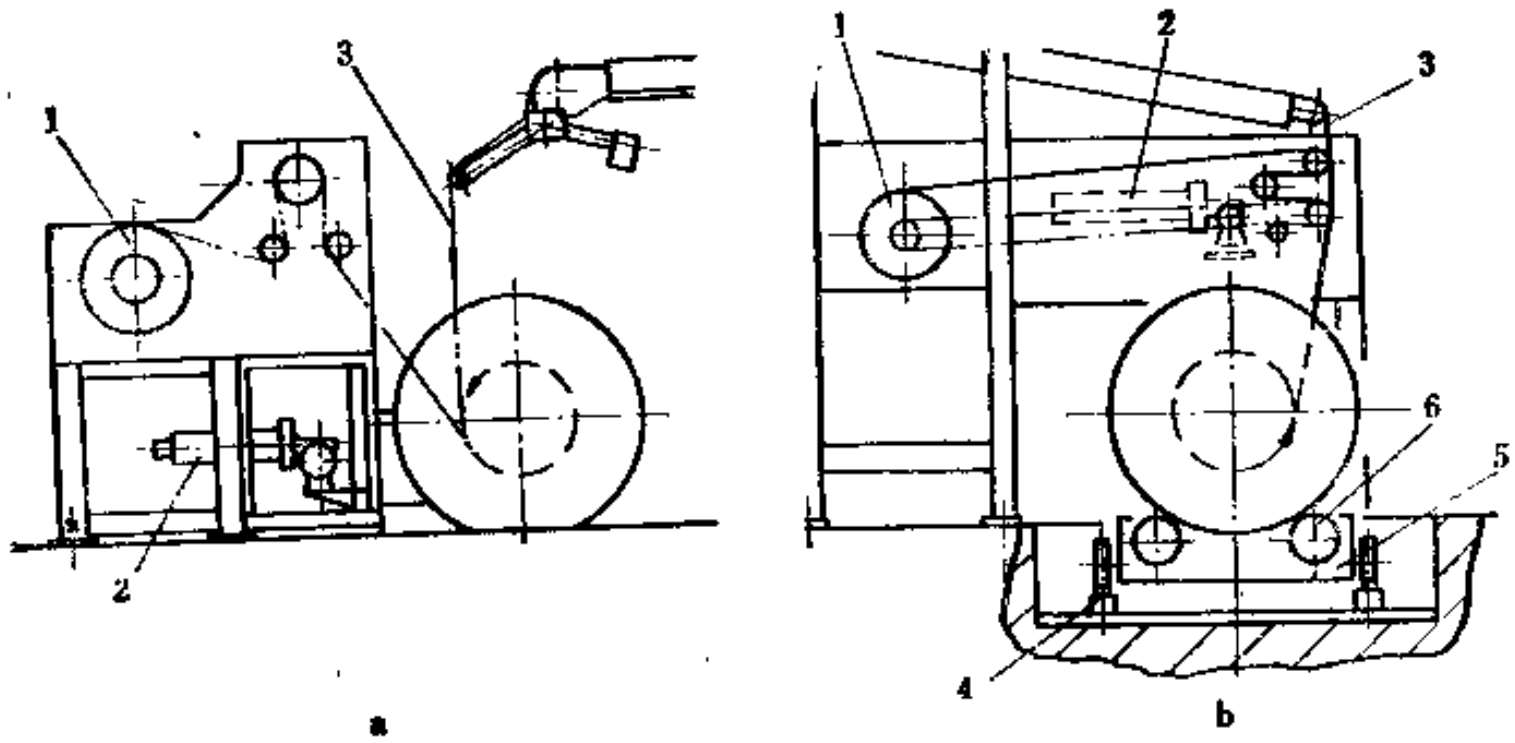


图 1-5-123　卷取装置与导开装置

a—卷取装置；b—导开装置

1—垫布卷轴；2—直流电机；3—胶片；4—导轨；5—小车；6—地辊

动下，可沿导轨作轴向移动，便于装卸胶片的法兰式卷轴。卷取装置在卷取时，在胶片上衬垫上高强度塑料薄膜，垫布卷轴是被动的，但带有摩擦制动器。导开装置的垫布卷轴是主动的，依靠垫布的牵引把胶片导出。为了防止停车时法兰式卷轴的惯性而松卷，在地辊上装有

摩擦制动装置。

导开装置与卷取装置分别由1.1kW的直流电机驱动。

（四）联动装置的主要性能参数

（1）联动装置工作速度　3～30m/min

（2）接取运输机电机功率　81～846W，直流

（3）冷却机电机功率　0.18～1.8kW，直流

（4）皮带运输机电机功率　0.88kW，直流

（5）定中心装置皮带运输机电机功率　0.51kW，直流

（6）导开装置电机功率　1.4kW，直流

（7）检查与卷取工作台电机功率　0.88kW，直流

（8）切割装置　切刀旋转电机功率　0.74kW

切刀移动电机功率　0.74kW

（9）后段皮带运输机电机功率　0.88kW，直流

（10）卷取装置电机功率　1.4kW，直流

六、钢丝帘布挤压、裁断、接头、包边生产线

（一）概述

早在60年代，我国便在生产中使用挤出法生产钢丝帘布。用挤出法生产钢丝帘布，橡胶在较高的机头压力下挤出，能够渗透到钢丝帘线的间隙中去，有利于橡胶与钢丝的结合。但是，钢丝帘线的接头不能通过整径用的梳板，给操作带来困难，另外，梳板的使用寿命较低，因此，使钢丝帘布挤出法的推广受到了影响。

美国Steelastic公司把钢丝帘布的挤出、裁断、接头、包边的生产组成一条自动化的生产线，大幅度地提高了钢丝帘布生产过程的机械化、自动化程度，适用于生产规模比较小的子午线轮胎生产厂使用。该公司生产两种钢丝帘布的生产线：(1)钢丝带束层生产线；(2)钢丝胎身帘布生产线。两种生产线的机器除了裁断接头机外，结构原理是基本相同的。现以钢丝带束层生产线为例作简单的介绍。

图1-5-124（见书后插页）所示是钢丝带束层挤出、裁断、接头、包边生产线示意图。生产线中主要的机台与装置包括：钢丝帘线锭子架、冷喂料挤出机、冷却、牵引机、裁断接头机、包胶边机、X光机及双卷取装置等。

（二）各主要单元设备简介

1．钢丝帘线锭子架

用于放置导出的钢丝帘线筒子，总共可以放置112个筒子。该锭子架与钢丝压延联动线锭子架不同之处在于锭子轴上没有张力装置，钢丝帘线挤出时的张力是由整径辊、整径用的梳板等的摩擦阻力所产生。因此，在生产线突然停车时，钢丝帘线的筒子会产生松卷现象。

钢丝帘线的筒子放置在槽钢焊成的机架两侧。帘线的筒子为标准规格，外径254mm，内径125mm，其宽度有165及330mm两种。钢丝帘线的筒子用专门的吊装工具用吊车吊放到锭子架上。钢丝帘线由冷却牵引机牵引导出。

2．冷喂料挤出机

冷喂料挤出机规格按挤出的钢丝帘布的宽度而定，其螺杆的直径有ϕ63及ϕ89等，挤出机的机筒、机头、螺杆等进行温度控制，以保持恒定的工艺操作条件。喂料口上装有检测报警装置，喂入的胶条一旦断掉或无料供应，便发出报警。冷喂料挤出机的螺杆由直流电机驱动，螺杆的转速能根据设定的机头压力自动调节，当机头压力低于设定值时，螺杆转速自动上升，反之，则自动降低转速。由于机头压力的稳定，从而保证了挤出的钢丝帘布断面厚度的尺寸稳定。

挤出机头是保证钢丝帘布挤出质量的关键部件。机头内的流道，保证胶料均匀地向口型挤出。由于机头压力是被控制的，故不设排余胶口。在钢丝帘线进入口型之前，先要经过整

径的梳板，钢丝帘线在梳板内，按规定的间距排列整齐，然后在口型处，在钢丝帘线上包覆上橡胶。机头的流道上装有压力与温度的传感器。为了便于清理机头内的胶料、更换钢丝帘布的梳板和口型板，机头设计成分离型的。钢丝帘线在进入机头的整径梳板之前，先经过整径辊，使钢丝帘线初步整径排列。挤出后的钢丝帘布用厚度指示仪测量指示帘布厚度，以便根据指示的厚度，适当调节冷却、牵引机的速度。

冷喂料挤出机喂入的胶条，用胶片切条机把宽幅的胶片切成一定宽度的胶条。切条机为圆盘刀型，利用两个圆盘刀的相对回转，把胶片切开。

3.冷却、牵引机

挤出后的钢丝帘布用冷却、牵引机进行冷却和牵引。冷却鼓可以根据要求选用三个冷却鼓的或五个冷却鼓的。冷却鼓鼓径 ϕ406，宽202mm，表面镀铬，由1.1kW的直流电机驱动。冷却鼓的线速度可以调节。冷却鼓由回转接头输入冷却水。

4．裁断接头机

经过冷却的钢丝帘布❶，在冷却、牵引机和裁断接头机之间形成一个自由单环，由光电传感器检测钢丝帘布的贮存量，只有在钢丝帘布的自由单环处于高位与低位的光电传感器之间时，裁断接头机才能开动，以保持冷却、牵引机和裁断接头机之间的速度协调。

裁断接头机在钢丝带束层生产线上是一台斜裁的裁布机，其裁断角可在18～90°范围内调节。它由定长送布、接头、裁断装置等组成。

钢丝帘布的定长送布接头装置具有一个真空吸附板，在数控的直流伺服电机经同步齿形带的驱动下，可沿导轨作往复运动。真空吸附板还可在气缸驱动下作上、下运动，以便把钢丝帘布吸住提起，或者对带束层的首尾接头加压。裁断刀为铡刀式，下刀为固定刀，上刀架在气缸驱动下经过曲柄连杆机构使之作上下往复运动，对帘布进行裁断。下刀前有一个真空吸附装置，利用该装置能把钢丝帘布吸附在下刀之前，以防止裁断时帘布的移位。上刀架有一安全插销，只有在安全插销拔出时，上刀架才能下降。在接头输送带的下面，有一块用5个小气缸支撑的板，作为接头时的一个接头工作台。

当机器处于初始位置时，定长送布接头装置的真空吸附板被气缸提起，上刀架处于上部位置，上刀架的安全插销插入。开始动作时，真空吸附板按设定值向前移动一段距离（即裁断长度），由数控的直流伺服电机准确定位，然后，接头气缸把真空吸附板压下，同时，真空吸附板抽真空，待延迟一瞬间后，真空吸附板把钢丝帘布提起，并由直流伺服电机把真空吸附板移回到初始位置，加压气缸把真空吸附板与钢丝帘布一起再次压下，使带束层的首尾相接，完成接头动作。与此同时，下刀前的真空吸附装置将钢丝帘布吸牢，上刀架的安全插销也自动拔出。接着，裁断气缸驱动上刀架下降，将帘布裁断并回到原位，安全销重新插入，下刀前的真空吸附装置撤除真空。然后，真空吸附板由抽真空切换成吹压缩空气，将带束层吹离真空吸附板，加压气缸同时将真空吸附板提起，准备下一个周期。随后，接头输送带则在数控直流伺服电机驱动下，准确地把带束层向前输送一段设定的距离，为下一周期作好接头准备。

裁断接头机的全部操作程序，用微机控制，其裁断的长度用计数器设定。

为了保证裁断精度和接头位置的正确性，机器上装有钢丝帘布的定位与导向装置，使钢丝帘布沿一定的轨迹向前运动。

---

❶ 为了区别裁断前、后的钢丝帘布，把裁断前的称钢丝帘布，裁断后的则称带束层。

Steelastic公司钢丝帘布挤出生产线，带束层的接头采用台阶式的搭接，而胎身帘布的接头则采用倾斜搭接，如图1-5-25所示。

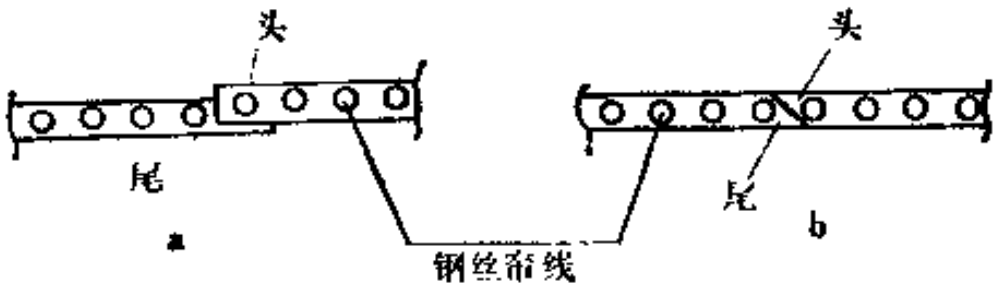


图 1-5-125 钢丝帘布接头型式
a—用于带束层；b—用于胎身帘布

5．包胶边装置

接好头的带束层由包胶边装置上的牵引机向前输送。从裁断接头机输出的带束层，在包胶边装置前形成一个自由单环，由光电传感器检测其高度，以协调两台机器的速度。带束层在进入包胶边装置上的导辊时，由挡辊使带束层定位，牵引辊前也设有挡辊。带束层的各导辊全部用周向和轴向都能转动的小辊组成，从而使带束层能在导辊上自由纠偏定位。牵引机的下辊为主动辊，由直流电机经减速器及同步齿形带驱动。上辊与下辊之间的辊距，可由上辊左、右轴承上的丝杆用手轮调节，以适应不同厚度的带束层及胶片的需要。机器的左右两侧，分别装有φ25的冷喂料螺杆挤出机，挤出包边用的胶条，挤出的胶条成“＜”状，胶条经导辊转90°方向后直接包在带束层两边，然后，用牵引机的牵引辊压合，如图1-5-24所示。左、右包边用的挤出机分别安装在滑座上，其与带束层的中心之间的距离，可用手轮调节，以适应不同宽度的带束层的包边需要。

使用挤出机挤出胶条对带束层进行包边，不仅可以简化包边工艺过程，取消薄胶片的压延，切条，节约了垫布，而且还可以增加包边胶的周部厚度，这是用别的包胶边方法所做不到的。φ25冷喂料挤出机由1.1kW的直流电机驱动，螺杆最高速度为87.5r/min。

6．带电视监视器的X光机

接好头的带束层用X光机进行检查，由电视监视器进行监视。X光机的运输装置由直流电机驱动，X光机的焦点（Focal spot）规格为6mm，60kV。电视监视器具有高的解图能力，其显像管为305mm。

7．双卷取装置

经过X光机检查的带束层，由双卷取装置加上垫布后卷取。两套卷取装置交替工作，使卷取工作不中断。

（三）主要性能参数

钢丝帘布挤出、裁断、接头、包边生产线的主要性能参数：

（1）钢丝帘线锭子数　最多112个

（2）冷喂料挤出机规格
- 螺杆直径　φ89
- 电机功率　55.2kW，直流
- 复胶宽度　最大152mm

（3）牵引、冷却机
- 鼓径　φ406
- 宽度　202mm
- 牵引速度　最大18m/min（实际11～12m/min）
- 电机功率　1.1kW，直流

（4）裁断接头机
- 裁断角度　18～30°
- 裁断次数　30～32次/min
- 裁断宽度误差　±0.5～1mm
- 裁断角度误差　±1/3°

（5）包边装置
- 冷喂料挤出机螺杆直径　φ25
- 螺杆转速　最大87.5r/min
- 螺杆特征　L/D=10.8，单头，等深不等距
- 挤出机电机功率　1.1kW，直流
- 牵引辊电机功率　0.37kW，直流
- 牵引速度　最大15m/min

（6）X光机
- 输送带电机功率　0.37kW

（7）双卷取装置
- 卷取轴转速　13.5r/min
- 卷取电机功率　0.40kW

七、胎面缠贴生产线

汽车轮胎的胎面生产有用单台或多台挤出机挤出胎面。和挤出机挤出一定断面形状的小胶条，用缠贴的方法生产胎面两种方法。缠贴法生产的胎面断面如图1-5-126所示。

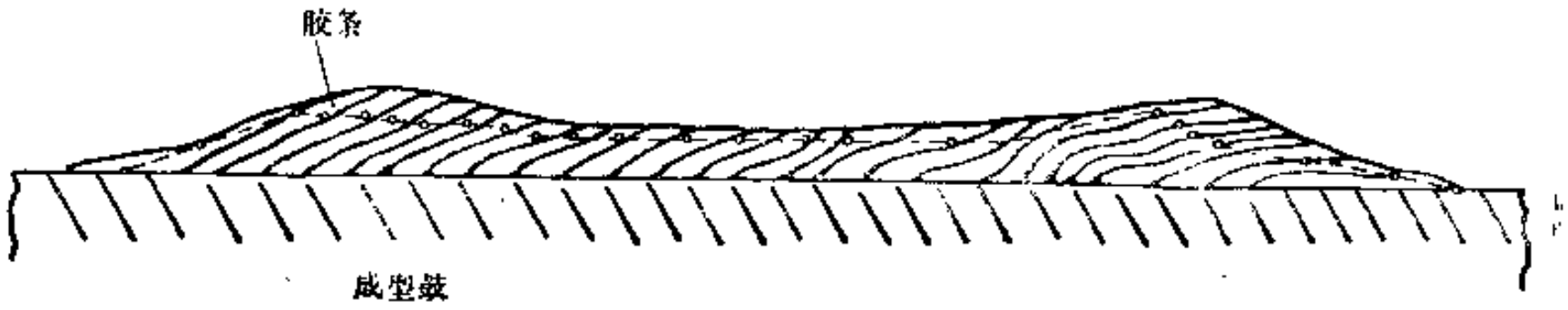


图 1-5-126　缠贴法生产的胎面断面

工程轮胎特别是大型和巨型工程轮胎，其胎面重量从上百千克至上千千克不等，断面的厚度达到100mm，无法用挤出机直接挤出胎面，因此，国内外广泛采用缠贴的方法生产工程轮胎的胎面。在轮胎的翻修行业，我国正在逐步推广采用缠贴法胎面。最近，国内有的轮胎厂在载重车的斜交胎生产上，也采用了缠贴法胎面，开拓了缠贴工艺的新领域，取得了良好的效果。缠贴法胎面还可用于子午胎生产上。用缠贴法生产胎面具有投资少、占地小、胎面致密、粘着好、节省汽油胶浆、平衡性好等优点。

（一）工程轮胎胎面缠贴生产线

1．结构简介

图1-5-127(见书后插页)所示是一种工程轮胎胎面缠贴机生产线的示意图。它由φ150冷喂料销钉机筒挤出机1、冷却鼓2、缠贴机4、轮胎成型机6等组成。切成一定宽度的胶片喂入挤出机1后，经过螺杆的塑化、混合、加热，从辊筒机头7挤出宽度约80mm、厚度4mm的胶条，通过跳动辊9后，在冷却鼓2上呈螺旋状地缠绕6圈，对胶条进行冷却。冷却鼓2用直流电机驱动，可无级调速。跳动辊9的支臂轴上装有电位计，电位计随着跳动辊的上下运动而转动，以调节冷却鼓的速度，使冷却鼓的速度与挤出机的挤出速度保持同步。挤出机辊筒机头7的辊筒用液压马达驱动，可以无级调速，当胶条测宽仪8测出胶条宽度发生变化时，通过伺服阀自动调节液压马达的进油量，从而改变辊筒转速，达到调节宽度的目的。机头辊筒的辊距，一般是不调节的。在缠贴机4与冷却鼓2之间有一段辊道3，用于输送胶条。为了发挥缠贴机的生产能力，一般情况下，一台缠贴机往往与几台轮胎成型机配套使用，因此，经冷却鼓冷却的胶条通过辊道3之后，还要经过一条中间输送带（图上未示），再从中间输送带送到缠贴机4上的跳动辊及折叠输送带，然后，再缠贴到轮胎胎体上。中间输送带的布置，根据厂房平面布置面定，一般与轮胎成型机主轴方向平行。

由于缠贴机4要与几台轮胎成型机配套使用，因此，缠贴机4应可沿成型机主轴轴线方向移动，还应根据成型轮胎的外径大小沿成型机主轴作径向移动。老式的缠贴机是用小车在轨道移动的，而新式的缠贴机则采用气垫方法来移动。在缠贴机的底座5的底面，均布地装有4个橡胶气垫，其结构如图1-5-128所示。当缠贴机需要移动时，压缩空气系统向气垫内输送大量的压缩空气（气压为0.18MPa，每个气垫的压缩空气流量为5.7L/s），在压缩空气泄出

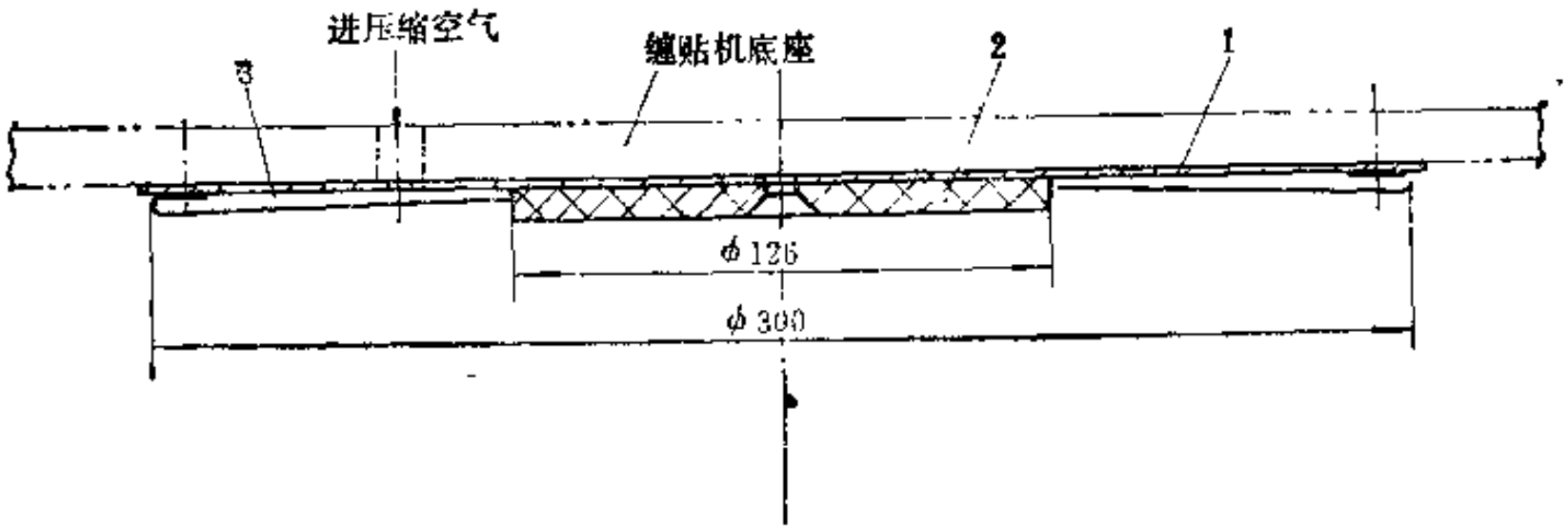


图 1-5-128 气垫

1—底板；2—着地板；3—气垫壳

气垫壳3时，产生约9100N的浮力，使缠贴机底座5（图1-5-127）下面的气垫与地面之间保持一定的气隙，在操作人员的推动下，缠贴机4可较轻松地任意移动。在缠贴机移动到规定位置后，缠贴机上的插销由人工插入地面的销孔内。关闭气阀后，缠贴机便稳当地就位于工作位置。

气垫的底板1材料为铝合金，用螺钉固定在缠贴机底座底面，着地板2为胶木板制成，在气垫不工作时，着地板2与地面接触，支承着缠贴机的全部重量。气垫壳3为丁腈橡胶尼龙挂胶布制成，与底板1硫化成一体。挂胶布的厚度约1.3mm。

利用气垫来移动机器或搬运物品，具有结构简单、没有震动、不损坏地面、操作容易投资少、没有运动机件、维修少等优点。但是，对地面有一定要求，要求地面坚硬、平整、无缝等。最好采用水磨石地面。

缠贴机4（图1-5-127）由胶条传送装置（包括：跳动辊、折叠输送带等）、贴合装置、贴合机架驱动装置、靠模装置、操作盘等组成。由中间输送带送来的胶条，经跳动辊、折叠输送带送到贴合装置。贴合装置的示意图如图1-5-129所示。它由贴合头2、压辊1、传感器头7等组成。传感器辊6的位置是由靠模板（图上未示）控制的，用于控制缠贴的胎面断面形状。传感器头7的尾部有一个滚轮，紧靠在靠模板曲线上，并随着贴合装置的移动而沿着固定在底座上的靠模板曲线移动。一旦传感器辊6因滚轮沿着靠模移动而离开了胎体，断开了传感器的开关，缠贴机便停止作横向移动。当有足够的胶条缠贴到胎体上，压迫传感器辊6，并闭合传感器开关时，缠贴机的横向运动将恢复进行，直到传感器开关重新断开为止。一步一步的连续程序，进行到程序结束为止。贴合头2在贴合装置的上面，它装有11个带滑道的小压辊，用于把贴合好的高低不平的胶条进一步滚压，防止脱层及窝气。每个小压辊的滑道用一个独立的小气缸驱动加压。贴合辊3也是气动控制的。两个电磁阀9分别用于控制压辊1及贴合辊3。

在缠贴机的底座5（图1-5-127）上，装有贴合机架8横向运动的驱动装置。一台1.1kW的直流电机经过减速后，用丝杠驱动贴合机架8，沿成型鼓轴向移动。靠模板也固定在底座5上。

缠贴机是把一条温热的胶条缠贴到胎身上的，其缠贴的厚度取决于相邻两条胶条的重叠程度，胶条重叠的量由传感器头及靠模板预先确定的数值所控制，因此，靠模板的曲线，需

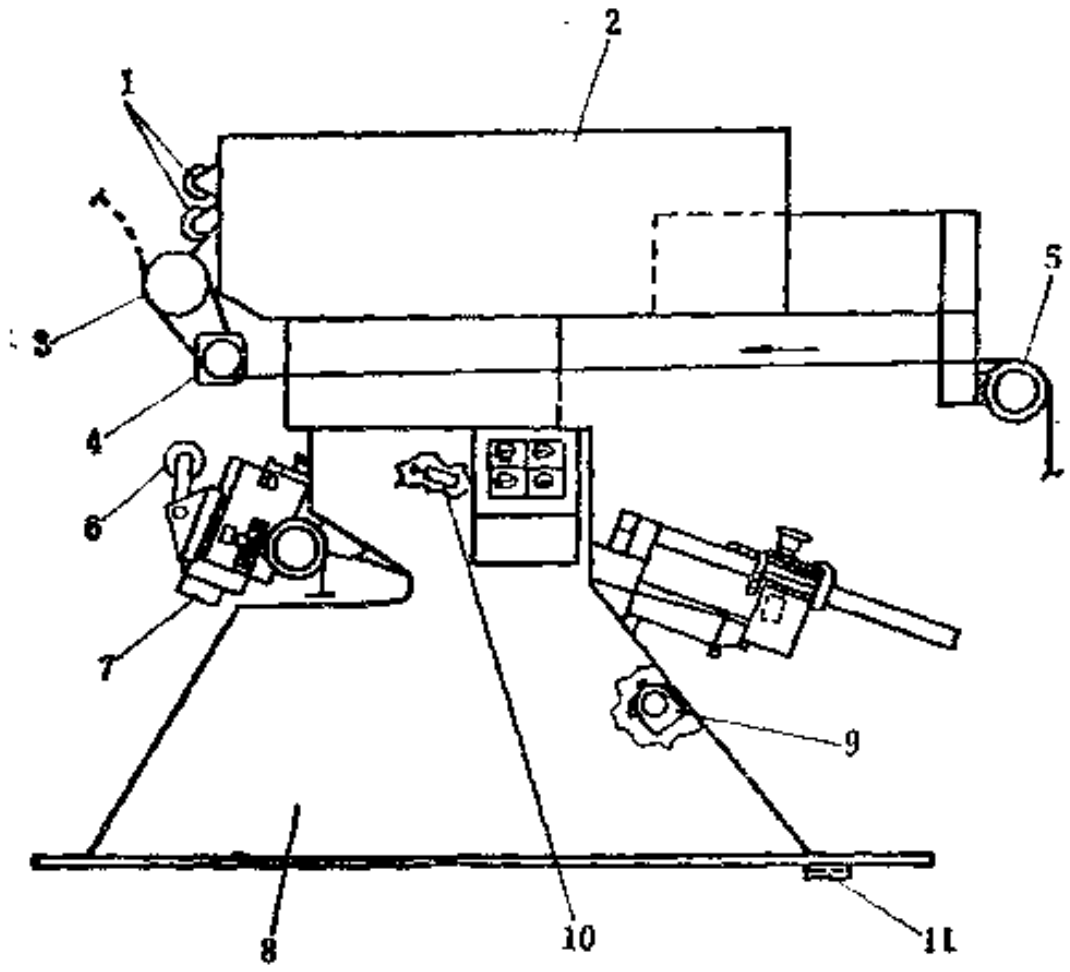


图 1-5-129　贴合装置示意图

1—压辊；2—贴合头；3—贴合辊；4、5—导辊；6—传感器辊；7—传感器头；8—贴合机架；9—电磁阀；10、11—限位开关

要反复缠绕几次试验，经过修正之后才能用于生产。现在有一种用微机控制的缠贴机，使得缠贴机变换胎面尺寸、规格、变得更加简单。

轮胎成型机上的胎体，在缠贴胎面时，一般以较低的速度运转，成型鼓的转速由缠贴机上的跳动辊来调节，使胎体上胶条的缠贴速度与冷却鼓输出的胶条速度保持同步。

2．主要性能参数

胎面缠贴生产线的主要性能参数：

（1）冷喂料销钉机筒挤出机螺杆直径	150mm	（3）缠贴机贴合装置横向移动驱动电机	1.1kW，直流
长径比L/D	16	压缩空气供给压力	0.55～0.8MPa
主电机功率	160kW	气垫用压缩空气压力	0.18MPa
螺杆最大转速	40r/min	每个气垫压缩空气消耗量	5.7L/s
（2）冷却鼓		气垫数量	4个
鼓径	914mm		
鼓宽	914mm		
驱动电机	1.1kW，直流		

（二）载重斜交胎胎面缠贴生产线

1．结构简介

图1-5-130所示为载重车斜交胎胎面缠贴生产线示意图。ϕ80的冷喂料销钉机筒挤出机1挤出圆断面的胶条，由缠贴机3上的两辊压延机（ϕ100×90）6压成梯形断面的胶条，胶条的厚度4～4.5mm，宽度40～50mm。梯形断面的胶条在保温鼓7上螺旋状地绕过4圈，使胶条温度保持在80℃左右，然后经导辊10及贴合辊8缠贴到胎体上。导辊10与贴合辊8为腰鼓形，以保持胶条在辊筒的中心位置。三个工位的贴合鼓4相隔120°安装在回转台5上，其中一个工位为装卸胎工位，缠贴好胎面的轮胎在此工位卸下，并装上胎体，轮胎与胎体的装卸都

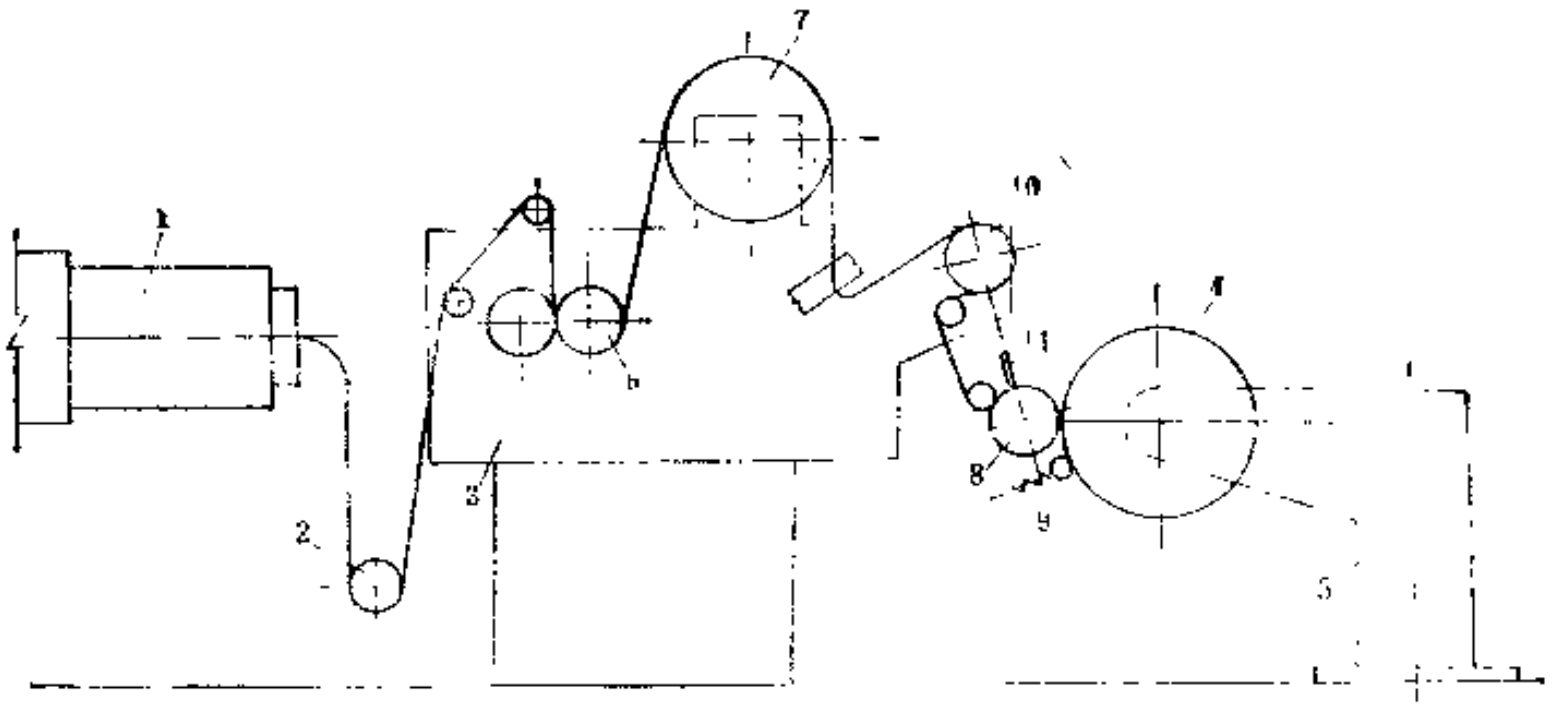


图 1-5-130　载重子午斜交胎胎面缠贴生产线示意图

1—ф80冷喂料销钉机筒挤出机；2—跳动辊；3—缠贴机；4—贴合鼓；5—回转台；6—两辊压延机；7—保温鼓；8—贴合辊；9—小压辊；10—导辊；11—切刀

用品车的装。其余两个工位为缠贴工位，图1-5-130所示为其中一个工位的胎面缠贴生产线示意图。贴合鼓4的中心对准缠贴机，可以根据轮胎胎面的结构要求，在一个工位上完成胎肩及胎面的缠贴，也可以用两个缠贴工位分别完成胎肩及胎面的缠贴。胎侧安排在胎体的成型机上贴合，这样，就可以实现二方三块以及三方五块结构的胎面。

回转台5在液压马达的驱动下可以转动，使贴合鼓4上的胎体回转到各个工位，并有定位销将回转台定位，使贴合鼓固定在正确位置上。贴合鼓4开始运转时，由液压马达（油压4.0～5.0MPa）辅助启动，然后，贴合辊8靠近并压紧胎坯，用贴合辊8摩擦传动胎体，使贴合鼓回转，缠贴胎面，从而保持贴合辊与胎体的线速一致。贴合鼓每转动一周，缠贴机3沿贴合鼓轴线方向的导轨按程序要求移动一定距离，胶条缠贴的重合程度，确定了缠贴的胎面形状和尺寸。其缠贴过程用可编程序控制器及液压伺服系统控制。因此，胎面的缠贴过程除了装卸胎之外，其余过程全部自动进行，自动化程度较高。

压延机混筒速度随着挤出机的挤出速度而变动，由跳动辊2调节，使压延机辊筒速度与挤出速度保持同步。

保温鼓为铝合金夹套式结构，传热较快，使其获得较好的保温效果。

压延机、保温鼓、贴合辊用一台液压马达经链条驱动。

贴合鼓4为胶囊结构，胎体在装到贴合鼓上之前，先在胎体内装上环形橡胶帆布衬套，使贴合鼓胶囊在充气时，仍然能保持鼓面的平坦状态，防止胶囊中间隆起呈腰鼓形，以使胎体形状保持胎体成型时状态，具有良好的重现性。贴合鼓胶囊充气压力为0.15～0.25MPa。在贴合鼓的内侧装有固定突边的法兰，外侧装有气动的三个挡爪，使胎体在贴合鼓上能保持正确的轴向位置。

往胎体上缠贴胶条时，胶条用小气缸驱动的贴合辊8加压，气压0.7MPa，并用两个弹簧加载的小压辊9补充加压。缠贴机的上机架在油缸（油压9MPa）的驱动下，可以径向向贴合鼓伸缩，工作时，向前伸出，工作结束时，向后退出。

胶条缠贴结束时，气动的切刀11在小气缸驱动下，将胶条切断，在贴合辊8离开贴合鼓

后，贴合辊8自动转动约90°，把胶条的端头引出，准备下一次的缠贴。

载重车斜交胎胎面缠贴生产线的优点。

（1）生产能力：以9.00-20轮胎为例，每条轮胎缠贴胎面时间为2min37 s，生产能力约11万条/a（设备利用系数按0.7计）。

（2）同一轮辋直径的轮胎，变换规格方便，只要1～2min。

（3）缠贴机生产线与用于成型胎体的三台2*压辊包边成型机配套，其生产能力接近，无需大量半成品中间存放场地。

（4）设备占地面积小，只需84m²。

（5）电机及电热的电力总装机容量小，只需217kW。无须使用大量的胎面冷却水。

（6）缠贴胎面基本上没有返回胶，投产以来没有发生过焦烧，缠贴的胶条断面尺寸小，胶条致密，微孔少。

（7）胎面是热贴在胎体上，无需刷毛，涂胶浆，可节约大量的汽油胶浆。

（8）胎面的中心贴得正，其偏差为±2mm，远低于部定标准±8mm。

（9）胎面无接头，提高了轮胎的均匀性。

（10）操作人员少，每班仅需4～5人，劳动强度小。

存在问题：

（1）胎面重量公差超出部定标准±2%，实际达到±3～4%；

（2）在缠贴胎面之前，成型好的胎体需从压辊包边成型机上卸下，在胎体内衬上环形帆布胶套，然后，再装到贴合鼓上，在贴合鼓胶囊充气后才能进行缠贴，反复的装卸胎体及环形帆布胶套，增加了操作的辅助时间和劳动。

尽管载重车斜交胎胎面缠贴法生产线存在上述缺点，但是，实践证明，该生产线具有投资少、占地小、质量好、节能、节约原材料等明显优点，十分适合小型轮胎厂以及对均匀性要求特别高的航空胎上使用。

2．主要性能参数

载重车斜交胎胎面缠贴生产线的主要性能参数：

（1）冷喂料销钉机筒挤出机	2台	（3）贴合鼓（三工位）	1台
螺杆直径	80mm	（4）生产线电机装机容量	181kW
螺杆长径比L/D	13	电热器装机容量	36kW
主电机功率	56kW	总装机容量	217kW
螺杆最高转速	75r/min	（5）胶条缠贴线速（实测）	最大60m/min
（2）缠贴机	2台		

第六章　帘布浸胶机及热伸张联动线

第一节　概　　述

一、用途与工艺目的

橡胶制品用的骨架材料品种较多，主要有棉纤维、粘胶纤维、尼龙纤维、涤纶纤维、维纶纤维、B纤维、玻璃纤维以及钢丝等。目前，以棉纤维、粘胶纤维、尼龙纤维和钢丝的应用较多。

为改善各种纤维帘线与橡胶的粘合性能，通常将帘线先进行浸胶处理。浸胶用的材料一般采用水基粘合体系，即使用间苯二酚-甲醛-胶乳（简称间甲胶）为浸渍剂。通过纤维与间甲结合，间甲又与胶乳结合，胶乳再与橡胶结合，最终使纤维与橡胶获得良好的结合。

合成纤维帘线，尤其是尼龙帘线，由于具有热塑性变形和热收缩大的特性，影响橡胶制品（特别是汽车轮胎）在制造和使用过程中的尺寸稳定性，所以尼龙帘布在浸胶的同时还需在一定温度和一定张力条件下，经一定时间的热处理，以减小定负荷延伸率和热收缩率，然后再用于制造橡胶制品，这样就可提高制品尺寸稳定性，延长使用寿命。

合成纤维帘布经拉伸后，使纤维分子排列整齐，强力提高，并使整幅帘布趋向较高的均一性，使橡胶制品经受负荷时全部帘线能同时平均受力。

帘布的热处理工艺过程一般包括热伸张、热定型和冷却三个过程。热伸张过程是帘布热处理的重要过程，温度要选择在比较接近帘线的熔融点，因这时纤维的分子较活泼，拉伸时易使分子重新排列整齐，趋于定向，以得到良好的热伸张效果；热定型过程也称正常化过程，需要有与热伸张过程相当的温度，但张力要比热伸张过程小一些，使热伸张后的帘布有一定的回缩，即使弹性变形部分回复，塑性变形部分固定下来，以消除内应力；冷却过程与热定型过程处在同一张力区段，使帘布在张力下冷却到常温，以免帘布在无张力下冷却时产生热收缩的弊病。

二、工艺流程分类及组成

各种纤维帘布，根据其所用材料的不同，需要采用不同的浸胶、热处理工艺过程，如表1-6-1所示。但同一种纤维帘布也有采用不同浸胶、热处理工艺过程的。还有一种工艺设备，

表 1-6-1　常用纤维帘布的浸胶、热处理工艺过程

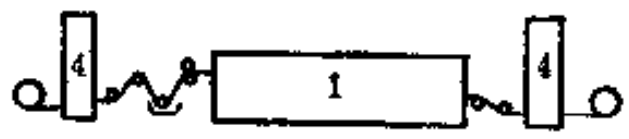
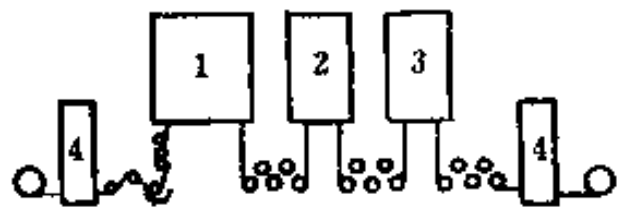
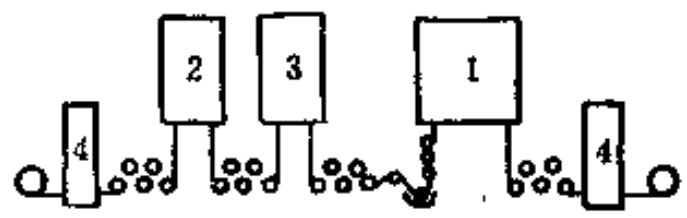
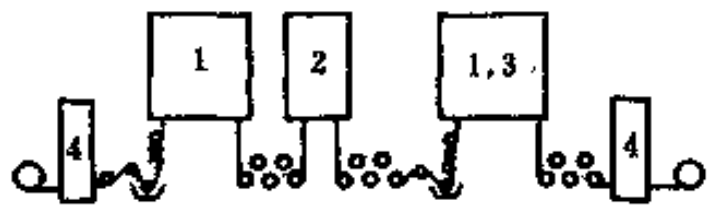
帘布种类	工艺过程						帘布种类	工艺过程					
	一次浸胶	干燥	热伸张	热定型	二次浸胶	干燥		一次浸胶	干燥	热伸张	热定型	二次浸胶	干燥
棉帘布	●	●					尼龙帘布	●	●	●	●		
粘胶帘布	●	●					涤纶帘布①	●	●	●	●	●	●

注：● 表示采用的工艺。

① 也有经改进浸胶液配方，采用一次浸胶的。

可通过调整处理条件而浸胶处理几种纤维帘布。设备按工艺流程分类，归纳起来可列为四种，见表1-6-2。在实际应用中，工艺过程中的单元设备个别则可有所增减。

表 1-6-2 常用浸胶、热处理工艺流程

序号	工艺特点	工艺流程简图	适用处理纤维帘布种类
1	浸胶干燥		棉、粘胶纤维帘布
2	先浸胶后热伸张		尼龙、涤纶、粘胶纤维帘布
3	先热伸张后浸胶		尼龙、涤纶、粘胶纤维帘布
4	通用		涤纶、尼龙、粘胶纤维帘布

注：表中图示 1 为浸胶干燥区，2 为热伸张区，3 为热定型区，4 为贮布装置。

处理尼龙帘布一般选择第2、3种工艺流程，以通过浸胶热伸张处理来提高帘布与橡胶的粘着力，并克服合成纤维材料热塑性变形和热收缩大的缺陷，改善帘布的物理机械性能。第 2 种和第 3 种工艺过程基本一样，只是次序排列不同。第 2 种是先浸胶后热伸张工艺流程应用较多，优点是处理后帘布的附胶量容易达到工艺要求，与橡胶的粘着性能较好，外观色泽较深。第 3 种是先热伸张后浸胶，其优点是帘线疲劳性能较好，手感较软。

处理粘胶帘布可以选择第1、2种或第 3 种工艺流程，以通过浸胶提高帘线与橡胶的粘着力，不需要热伸张、热定型工艺。当选用第 2 种工艺流程，与处理尼龙帘布共用时，可降低热伸张区和热定型区的温度和张力，以替代干燥区的延长。若干燥时间一定，则可相应提高设备工作速度，或者根据需要不用某一加热区段。

处理棉帘布选用第 1 种工艺流程，以进一步改善帘线与橡胶的粘着力。由于棉帘线容易与橡胶粘着，对使用条件要求不高的橡胶制品，可不经浸胶而直接使用。

处理涤纶帘布一般可选用第 4 种工艺流程，通过两次浸胶热处理，解决涤纶帘线与橡胶的粘着力，并进一步改善帘线的性能。也有经改进浸胶液配方而采用第2、3种一次浸胶方法者。

第 4 种工艺流程具有通用性，可以改变处理条件选用不同工艺流程和方法，以适应处理各种帘布，但设备投资较大。

处理与帘布同种纤维材料的帆布，按纤维材料性能可选用与处理帘布同样的工艺流程。由于帆布结构比帘布致密，因此处理帆布时，一般采用比处理帘布时较大的张力、较长的浸胶时间与干燥时间。有时采用降低处理帘布用设备的工作速度来处理帆布。帆布在处理过程

中易引起纬向的严重收缩，一般在处理工艺过程中不采取特殊措施，只是在织布时预先将布幅放宽，或对纬线进行预伸张处理，以减少其收缩量。

三、联动线工作简介

浸胶热处理设备有不同的工艺过程、工艺特点和机械结构，但都系处理帘帆布的一套联动线，有保证连续运行和需经浸胶、干燥或热伸张的工艺共同性。现以尼龙帘布浸胶热伸张联动线为例，简介其工作过程，其工艺流程及设备构成如图1-6-1所示。

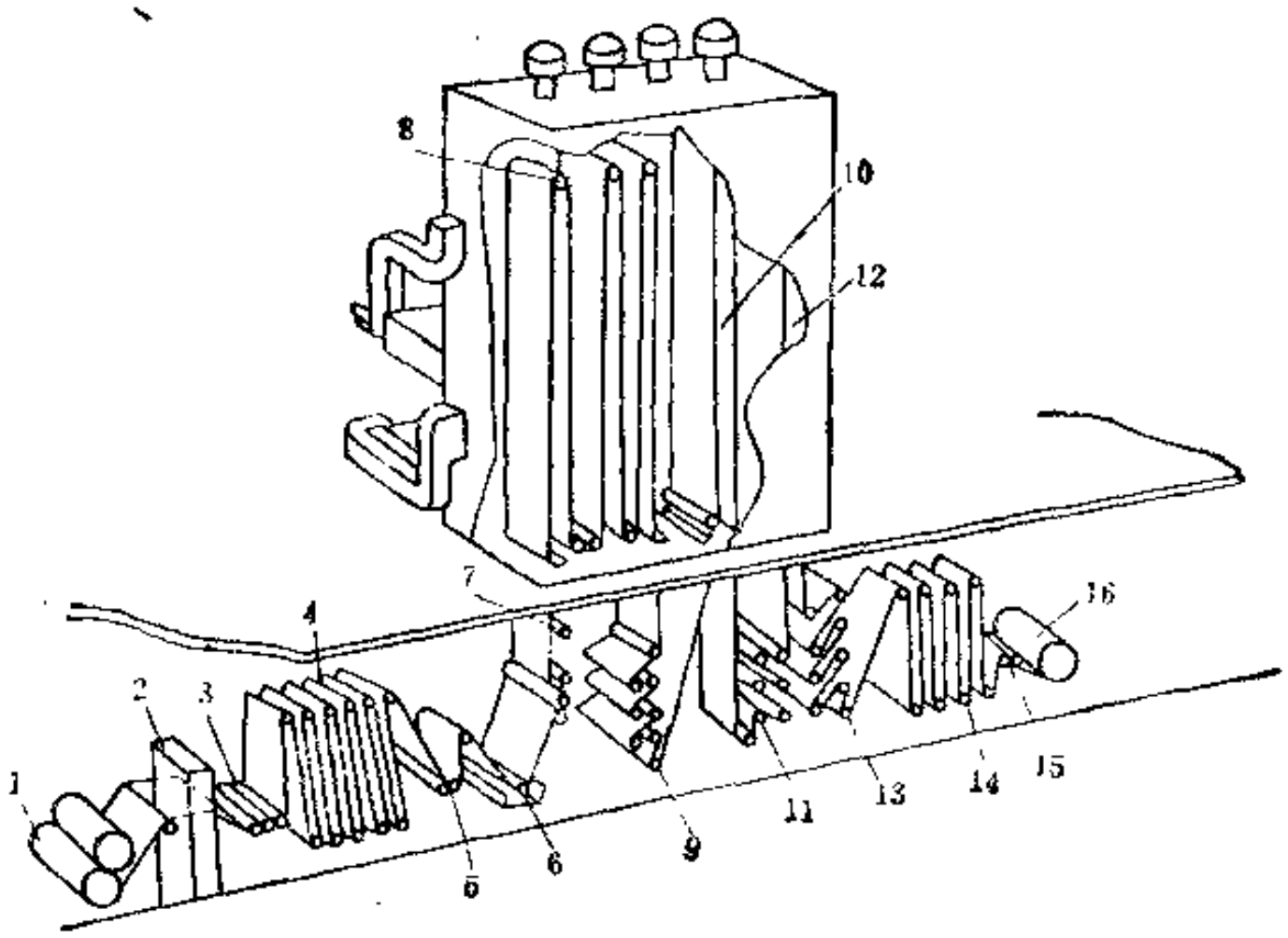


图 1-6-1　尼龙帘布浸胶热伸张联动线

1—导开装置；2—接头机；3—前牵引机；4—前贮布装置；5—中牵引机；6—浸胶装置；7—真空吸胶；8—前、后干燥区；9—1号伸张装置；10—热伸张区；11—2号伸张装置；12—热定型、冷却区；13—3号伸张装置；14—后贮布装置；15—后牵引机；16—卷取装置

白坯帘布卷放置在导开装置1上导开。为使联动线工作连续，当一卷帘布用完时，用接头机2将其布尾与另一卷帘布的布头彼此搭接。前牵引机3将导开装置上的帘布牵引送布，当接头机工作时，前牵引机停止工作并夹持帘布。为使联动线仍能连续运行，将由前贮布装置4预先贮存的帘布引出供料。当接头结束后，前牵引机重新启动，以高于联动线全线速度的若干倍将前贮布装置快速贮满。当前贮布装置贮满后（以备下一次接头时再用），前牵引机再转入正常的全线工作速度。中牵引机5的作用是将前贮布装置的帘布送至浸胶装置6，并与浸胶装置形成张力区。白坯帘布开始进入浸胶装置时，先通过浸胶槽，再经过挤胶装置，挤去多余胶乳并使之渗透均匀。刚浸过胶的帘布经真空吸胶7将多余胶乳吸入离心收集器回收。随后，帘布即进入干燥区8进行干燥。帘布经由1号伸张装置9并与挤压装置形成张力区，以克服帘布在加热干燥过程中引起的热收缩。帘布进入热伸张区10后进行加热和拉伸处理，经由2号伸张装置11并与1号伸张装置形成张力区，以实现热伸张。最后，帘布进入热定型区及冷却区12，进行最终定型处理。帘布经由3号伸张装置13与2号伸张装置形成张力区，以取得定型处理效果。卷取装置16将处理后的帘布卷取，卷至一定长度后裁断。在裁断帘布

时，停止卷取，后牵引机15亦停止工作并夹持帘布。为使联动线连续工作，后贮布装置14将处理后的帘布暂时贮存，当裁断结束又开始卷取时，后牵引机重新启动，以稍高于联动线全线速度将后贮布装置14中的帘布拉空。当后贮布装置贮存的帘布拉空后（以备下一次裁断时再贮布），后牵引机再转入正常的全线工作速度。联动线上装有若干套扩布器和定中心装置，使帘布保持正常宽度和沿联动线的中心线运行。各单元设备工作协调，使整个联动线保持正常、连续工作。

四、主要性能参数

温度、张力和时间是帘布热处理的重要参数，也称“3 t”条件，需要按不同设备的构造、性能及所处理的纤维材料种类及其结构进行调整，选择其最佳值。尼龙6帘布实际使用的热处理条件见表1-6-3。

表 1-6-3 尼龙6帘布热处理条件（1260den/2，1号帘布）

工艺区段	张力，N	温度，℃	时间，s	相对应延伸率，%
干燥区	7500～15000	100～150	120～180	0～2
热拉伸区	25000～50000	185～210	20～40	8～10
热定型区	20000～40000	185～210	20～40	−1～−2

几种常用联动线的主要性能参数如下所述。

（一）棉帘布浸胶机的主要性能参数

工艺流程及设备组成如图1-6-2所示。工艺特点为浸胶干燥。

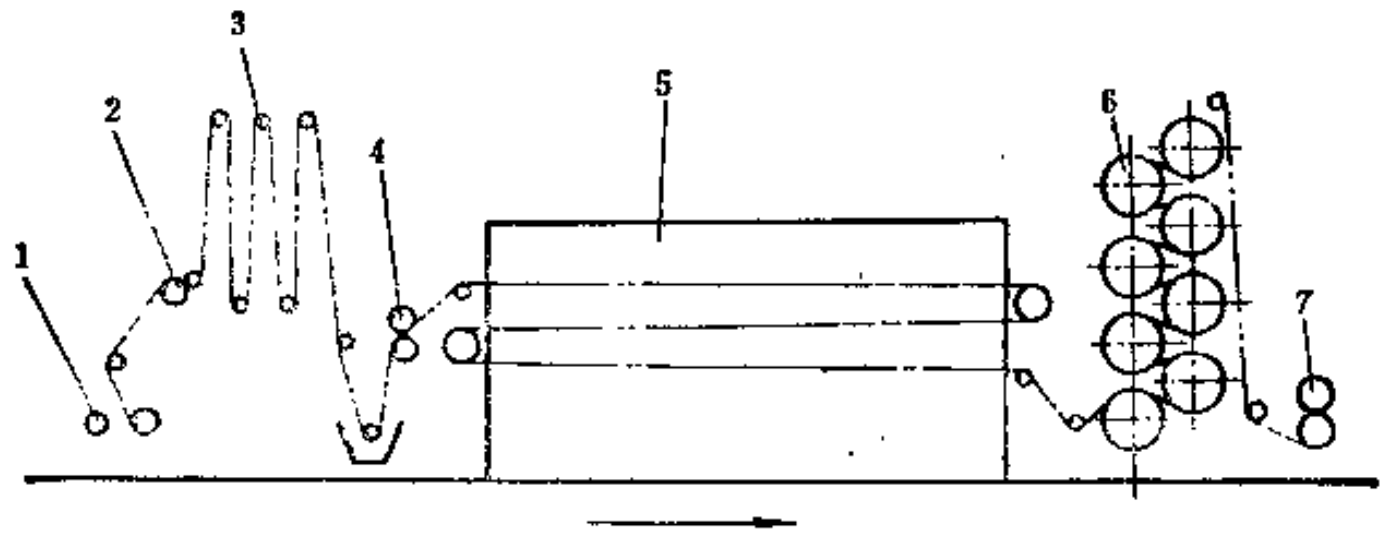


图 1-6-2 棉帘布浸胶机工艺流程

1—导开装置；2—偏心夹持辊；3—贮布装置；4—浸胶装置；5—干燥室；6—八辊干燥装置；7—卷取装置

主要性能参数

（1）工作速度	5m/min	（4）挤胶装置最大挤压力	9400N
（2）适用帘布规格		（5）干燥路程	
帘布最大宽度	1300mm	干燥室	23.5m
帘布卷最大长度	200m	干燥辊	9m
（3）贮布装置贮布量	6.4m	（6）干燥时间	

干燥室	4.7min	干燥室	120℃
干燥辊	1.8min	干燥辊	110℃

（7）干燥温度

（二）粘胶帘布浸胶机的主要性能参数

工艺流程及其设备组成如图1-6-3所示。工艺特点为浸胶干燥。

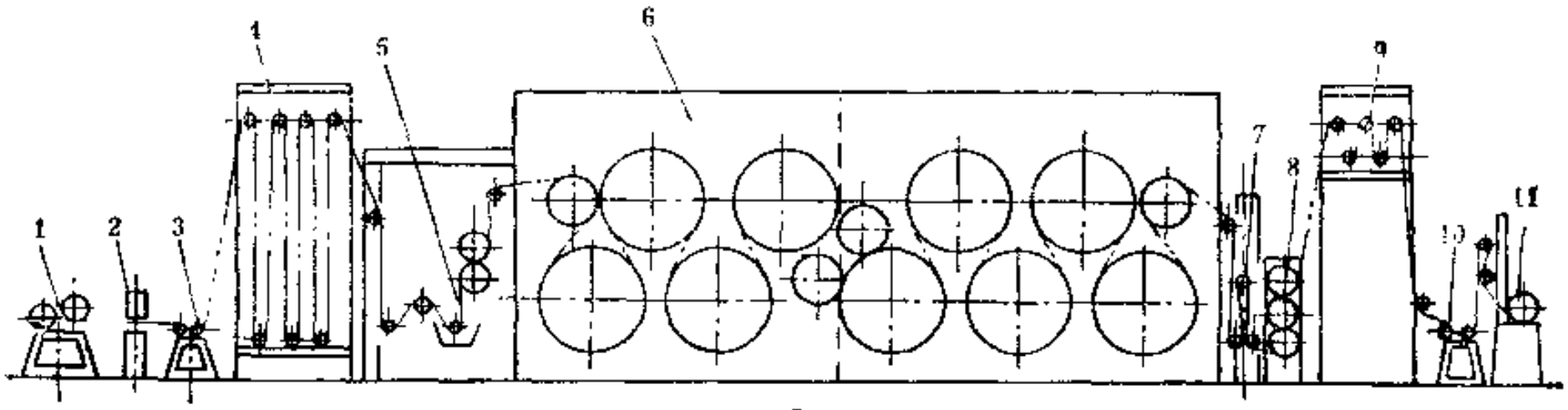


图 1-6-3 粘胶帘布浸胶机工艺流程

1—导开装置；2—平板硫化接头机；3—前牵引机；4—前贮布装置；5—浸胶装置；6—干燥室；7—浮动辊张力调节器；8—伸张装置；9—后贮布装置；10—后牵引机；11—卷取装置

主要性能参数

（1）设备速度	8～32m/min
棉帘布浸胶时工作速度	30m/min
粘胶帘布浸胶时工作速度	12m/min
（2）适用帘布规格	
帘布最大宽度	1500mm
帘布卷最大长度	500m
（3）导开装置	
布卷最大直径	750mm
卷轴直径	125mm
方轴尺寸	30×30或10×40mm
（4）平板硫化接头机	
总压力	460kN
水缸直径（共三个）	每个280mm
水压	2.5MPa
热板尺寸	200×1800mm
热板单位压力	2.14MPa
硫化温度	180～200℃
热板电热器功率	
（上、下各一组）	每组3.4kW
硫化时间	60 s
（5）前牵引机	
辊筒规格	φ150×1700
最大速度	43.7m/min
电机：功率	1.1kW
转速	1400r/min
（6）前贮布装置	
浮动辊环数	8 环
浮动辊规格	φ105×1700
有效贮布量	50m
（7）浸胶装置	
辊筒规格	φ295×1700
最高速度	32m/min
最大挤压力	50000 N
浸胶时间	7.5～45 s
胶浆槽容量	0.7m³
直流电机：功率	3kW
转速	1500r/min
（8）吹风装置	
罗茨风机：型号	LGB-13-3700
风压	15000Pa
风量	900m³/h
电机：功率	10kw
转速	970r/min
（9）干燥区	
干燥温度	150℃
加热干燥路程	55m
干燥时间	1.7～6.8min
蒸汽压力	1MPa
散热器散热面积（两组）	每组300m²
蒸汽消耗量	1650kg/h
循环风机(两组)：型号	Y₄-73-11,10D
风压	830Pa
风量	32600m³/h
排湿风机和紧急排风机（各一组）：	
型号	9-57-101,6C
风压	1080Pa

风量	11200m³/h
干燥鼓风机转速	200r/min
干燥鼓风机电机功率	3kW
(10) 浮动辊张力调节装置	
最大调节张力	12000N
辊筒规格	φ200×1700
浮动辊行程	1000mm
(11) 伸张装置	
辊筒规格	φ295×1700
辊筒数量	3个
最大挤压力	40000N
最大速度	32m/min
直流电机：功率	10kW
转速	1500r/min
(12) 后贮布装置	
浮动辊环数	8环
辊筒规格	φ105×1700
有效贮布量	50m
(13) 后牵引机	
辊筒规格	φ150×1700
最大速度	32m/min
直流电机：功率	2.2kW
转速	1500r/min
(14) 卷取装置	
卷取速度	7～32m/min
卷取张力	250～1700N
布卷最大直径	750mm
直流电机：功率	1.65kW
转速	350～1400r/min
(15) 外形尺寸	33×8×5.6m

（三）尼龙帘布浸胶热伸张联动线的主要性能参数

工艺流程及设备组成如图1-6-4所示。工艺特点为先浸胶后热伸张。

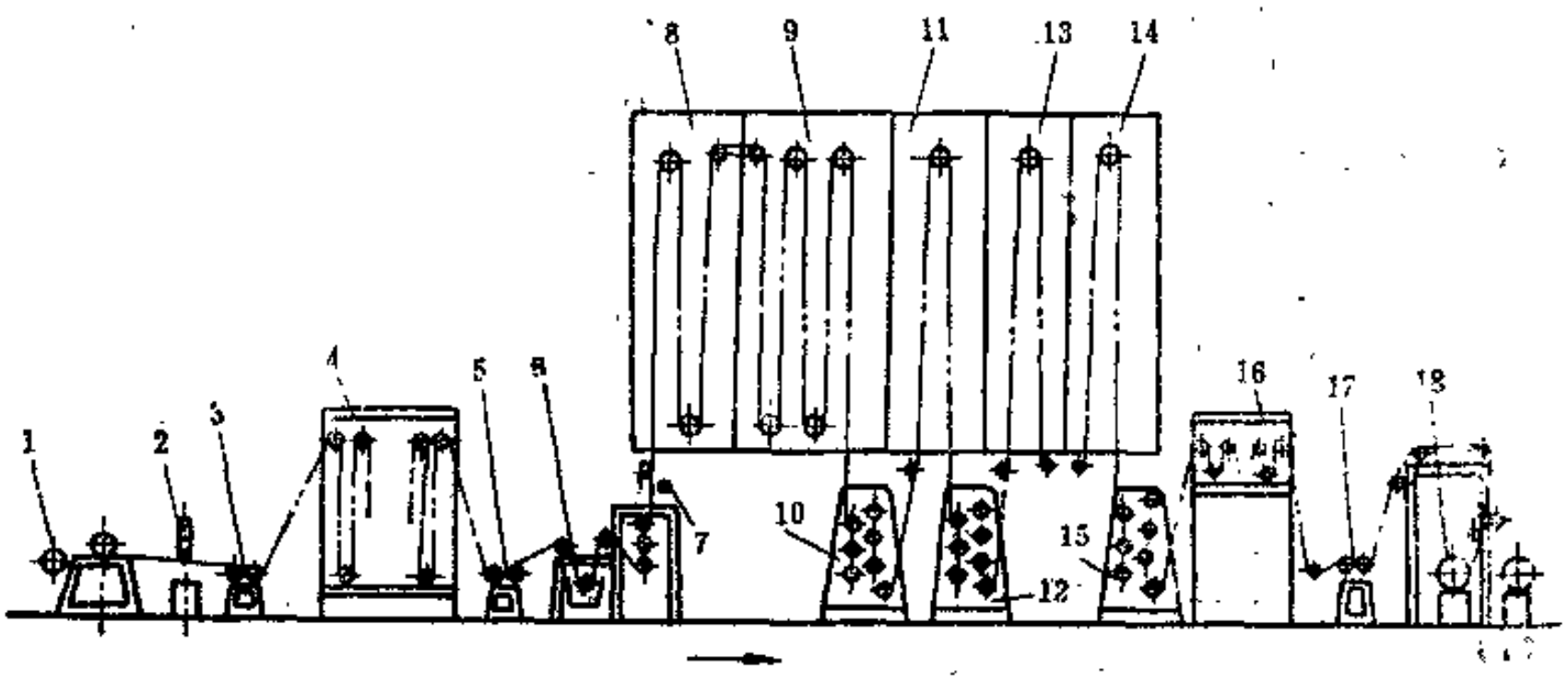


图 1-6-4 尼龙帘布浸胶热伸张联动线流程

1—导开装置；2—缝纫接头机；3—前牵引机；4—前贮布装置；5—中牵引机；6—浸胶装置；7—真空吸胶；8—前干燥区；9—后干燥区；10—1号伸张装置；11—热伸张区；12—2号伸张装置；13—热定型区；14—冷却区；15—3号伸张装置；16—后贮布装置；17—后牵引机；18—卷取装置

主要性能参数

（1）联动线速度	8～32m/min（常用20～30m/min）
（2）适用帘布规格	840～1680den/2
帘布最大宽度	1550mm
帘布卷最大长度	600m
（3）处理能力	3000～4000 t / a
（4）工艺参数	见表1-6-4
（5）导开装置	
帘布卷最大直径	750mm
卷轴直径	125mm
方轴尺寸	30×30或40×40mm
（6）缝纫接头机	
① 龙门式：针数	8个
针号	24号
针距	12mm
针脚允许调节范围	3～5mm
用线规格	32支/3×3

表 1-6-4 联动线工艺参数

区　　段	张力，N	温度，℃	在30～20m/min时的时间，s	相对应延伸率，%
导　　开	500～1300			
前贮布	1300			
浸　　胶	2500～6000			
前干燥区	10000～26000	110	100～150	0～5
后干燥区		140		
热伸张区	30000～80000	180～250	25～37.5	0～20
热定型区	20000～60000	180～250	25～37.5	0～−5
冷 却 区		40		
后贮布	1800			
卷　　取	1500～3000			

涤纶线
龙门跨档 1800mm
单行速度 50～55 s/次

② 悬臂式：针数 8个
针号 22号
针距 6.4mm
针脚允许调节范围 2.1～6.3mm
用线规格 2125den/3 涤纶线
悬臂长度 250mm
单行速度 30～40 s/次

(7) 前牵引机
辊筒规格 φ155×1700
最高速度 95m/min
直流电机：功率 2.5kW
转速 700/2100r/min

(8) 前贮布装置
浮动辊环数 12环
辊筒规格 φ105×1700
有效贮布量 90m

(9) 中牵引机
辊筒规格 φ155×1700
最高速度 83m/min
直流电机：功率 3kW
转速 1500r/min

(10) 浸胶装置
辊筒规格 φ300×1700
最高速度 32m/min
最大挤压力 50000N
浸胶时间 约5 s
浸胶槽容量 350 L
直流电机：功率 17kW
转速 1500r/min

(11) 真空吸胶
真空泵(两组)：型号 水环式SZ-2
出口压力 0.14MPa
流量 3.4m³/min (7600Pa时)
交流电机：功率 10kW
转速 1450r/min

(12) 前干燥区
加热路程 20m
蒸汽压力 1MPa以上
散热器散热面积 250m²
最大热量 2093400kJ/h
循环风机：型号 Y₄-73-11,10D
风压 1780Pa
风量 53500m³/h
排湿风机：型号 Y₄-73-11,8D
风压 1310Pa
风量 16900m³/h

(13) 后干燥区
加热路程 30m
蒸汽压力 1MPa以上
散热器散热面积 250m²
最大热量 1046700kJ/h
循环风机：型号 Y₄-73-11,11D
风压 1960Pa
风量 76400m³/h
排湿风机：型号 Y₄-73-11,8D
风压 1310Pa

风量	16900m³/h
(14) 1号伸张装置	
辊筒规格	φ320×1700
辊筒数量	7个
最高速度	40m/min
直流电机：功率	55kW
转速	1500r/min
(15) 热伸张区	
加热路程	12.5m
电热棒装机容量	370kW
循环风机：型号	Y_4-73-11,10D
风压	1780Pa
风量	53500m³/h
紧急排风机：型号	Y_4-73-11,8D
风压	1310Pa
风量	16900m³/h
(16) 2号伸张装置	
辊筒规格	φ320×1700
辊筒数量	7个
最高速度	40m/min
直流电机：功率	55kW
转速	1500r/min
(17) 热定型区	
加热路程	12.5m
电热棒装机容量	370kW
循环风机：型号	Y_4-73-11,10D
风压	1780Pa
风量	53500m³/h
紧急排风机：型号	Y_4-73-11,8D
风压	1310Pa
风量	16900m³/h
(18) 冷却区	
通风机：型号	4-72-11,8D
风压	1700Pa
风量	26025m³/h
(19) 3号伸张装置	
辊筒规格	φ320×1700
辊筒数量	7个
最高速度	40m/min
直流电机：功率	55kW
转速	1500r/min
(20) 后贮布装置	
浮动辊环数	6环
辊筒规格	φ165×1700
有效贮布量	45m
(21) 后牵引机	
辊筒规格	φ155×1700
最高速度	43m/min
直流电机：功率	3kW
转速	1500r/min
(22) 卷取装置	
卷取速度	43m/min
布卷最大直径	750mm
卷轴直径	125mm
方轴尺寸	30×30或 40×40mm
直流电机：功率	17kW
转速	500r/min
(23) 扩布器	
形式	手动活络弓形和电-电自动调节两种
弓形辊直径	108mm
弦高	80mm
弦长	810mm
(24) 定中心装置	
形式	气动两位和电-气动调节两种
辊筒规格	φ105×170
辊筒间距	135mm
(25) 外形尺寸	30×8×14

（四）尼龙帘布热伸张浸胶定型联动线的主要性能参数

工艺流程及设备组成如图1-6-5所示。工艺特点为先热伸张后浸胶干燥定型。

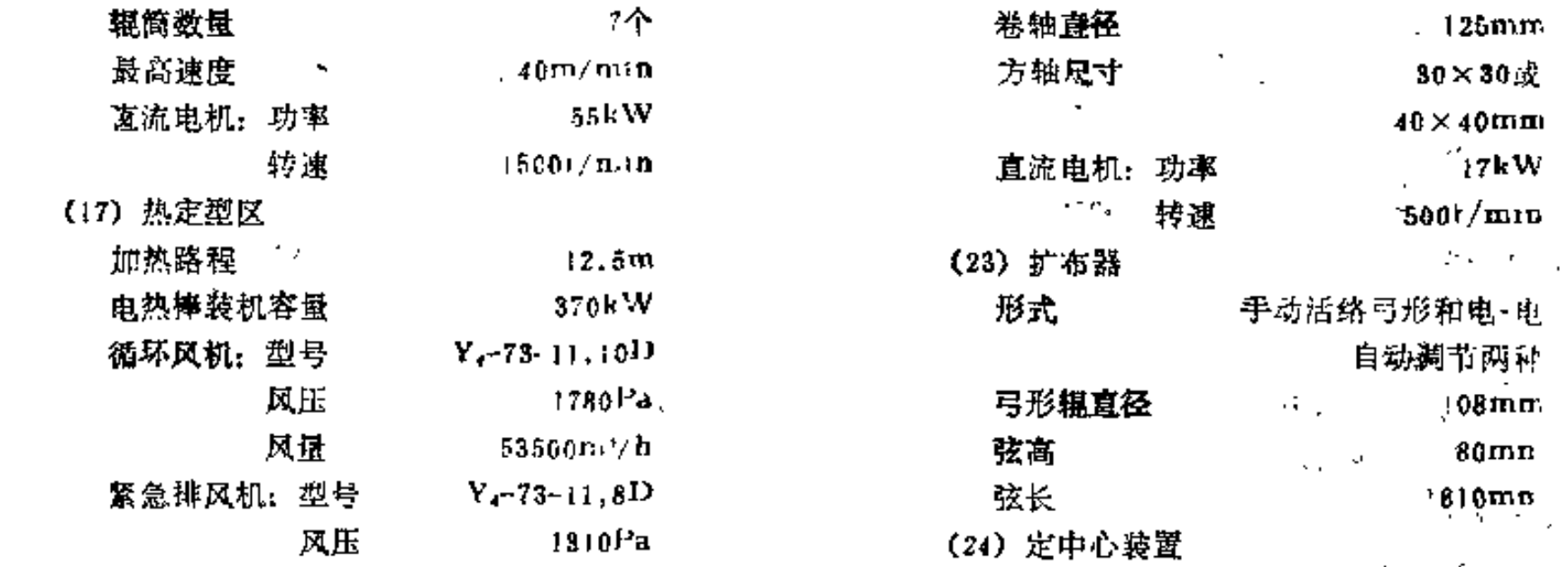


图 1-6-5 尼龙帘布热伸张浸胶定型联动线流程

1—导开装置；2—缝纫接头机；3—前牵引机；4—前贮布装置；5—中牵引机；6—1号伸张装置；7—热伸张区；8—2号伸张装置；9—浸胶装置；10—真空吸胶；11—红外线干燥；12—干燥、定型区；13—3号伸张装置；14—后贮布装置；15—后牵引机；16—卷取装置

主要性能参数

（1）工作速度　6～34m/min（常用工作速度26～28m/min）

（2）适用帘布规格　840～1680den/2

帘布最大宽度　1550mm

帘布卷最大长度　600m

（3）工艺参数　见表1-6-5

表 1-6-5　工艺参数

区　　段	张力，kN	温度，℃	在30～20m/min时的时间，s	相对应延伸率，%
导　　开	0.5～1.5			
前 贮 布	0.8～1.2			
热伸张区	20～60	180～250	30～50	0～20
浸　　胶	20～35	25左右		
干燥、定型	20～35	红外线200～280 热风250	14～21 138～222	0～5
后 贮 布	0.7～1.2			
卷　　取	1.5～3.0			

（4）导开装置

布卷最大直径　800～1000mm

卷轴直径　100mm

方轴尺寸　32×32mm

（5）缝纫接头机

与本节（三）（6）①龙门式缝纫接头机相同。

（6）前牵引机

辊筒规格：橡胶辊　ϕ220×1750

钢辊　ϕ210×1750

最高速度　54m/min

直流电机：功率　4kW

转速　1500r/min

（7）前贮布装置

辊筒规格　ϕ105×1750

浮动辊环数　18环

有效贮布量　128m

（8）中牵引机

辊筒规格：橡胶辊　ϕ220×1750

钢辊　ϕ210×1750

最高速度　34m/min

整流子电机：功率　7.5/15kW

转速　120～1640r/min

（9）1号伸张装置

辊筒规格　ϕ350×1750

辊筒数量　9个

最高速度　34m/min

整流子电机：功率　6/60kW

转速　120～1200r/min

(10) 热伸张区

加热路程　17m

最大热量　1674720kJ/h

循环风机：型号　Y_9-35-1,10*

风压　1630Pa

风量　25600m³/h

紧急排风机：型号　Y_9-35-1,8*

风压　1030Pa

风量　10160m³/h

(11) 2号伸张装置

辊筒规格　ϕ350×1750

辊筒数量　7个

最高速度　36m/min

整流子电机：功率　6/60kW

转速　120～1200r/min

(12) 浸胶装置

辊筒规格：橡胶辊　ϕ300×1750

钢辊　ϕ270×1750

最大挤压力　30～60kN

浸胶时间　16～2.8 s

胶槽容量　400L

(13) 真空吸胶

真空泵：型号　水环式SZ-3

流量　11.5m³/min

真空度　7300Pa

(14) 红外线干燥区

红外线发生器数量　216个

最大热量　2302740kJ/h

干燥路程　7m

(15) 干燥、定型区

加热路程	66m
最大热量	1674720kJ/h
循环风机(两台)：	
型号	Y_9-35-1,10#
风压	1630Pa
风量	25600m³/h
排湿风机(两台)：	
型号	Y_9-35-1,8#
风压	1030Pa
风量	10180m³/h
(16) 3号伸张装置	
辊筒规格	φ350×1750
辊筒数量	7个
最高速度	36m/min
整流子电机：功率	6/60kW
转速	120～1200r/min
(17) 后贮布装置	
辊筒规格	φ105×1750
浮动辊环数	8环
有效贮布量	58m
(18) 后牵引机	
辊筒规格：橡胶辊	φ220×1750
钢辊	φ210×1750
最高速度	64m/min
直流电机：功率	4kW
转速	1500r/min
(19) 卷取装置	
最高速度	64m/min
布卷最大直径	540～800mm
卷轴直径	120mm
方轴尺寸	32×32mm
直流电机：功率	10kW
转速	1500r/min
(20) 扩布器	
形式	手动活络弓形
弓形辊直径	102mm
弦高	60mm
弦长	1895mm
(21) 定中心装置	
形式	气动两位和电动式两种
辊筒规格	φ105×1750
辊筒间距	210mm
(22) 外形尺寸	36.5×8×13.2m

（五）尼龙帘布浸胶热伸张定型联动线的主要性能参数

工艺流程及设备组成如图1-6-6所示。工艺特点为先浸胶后热伸张，工作速度较高。

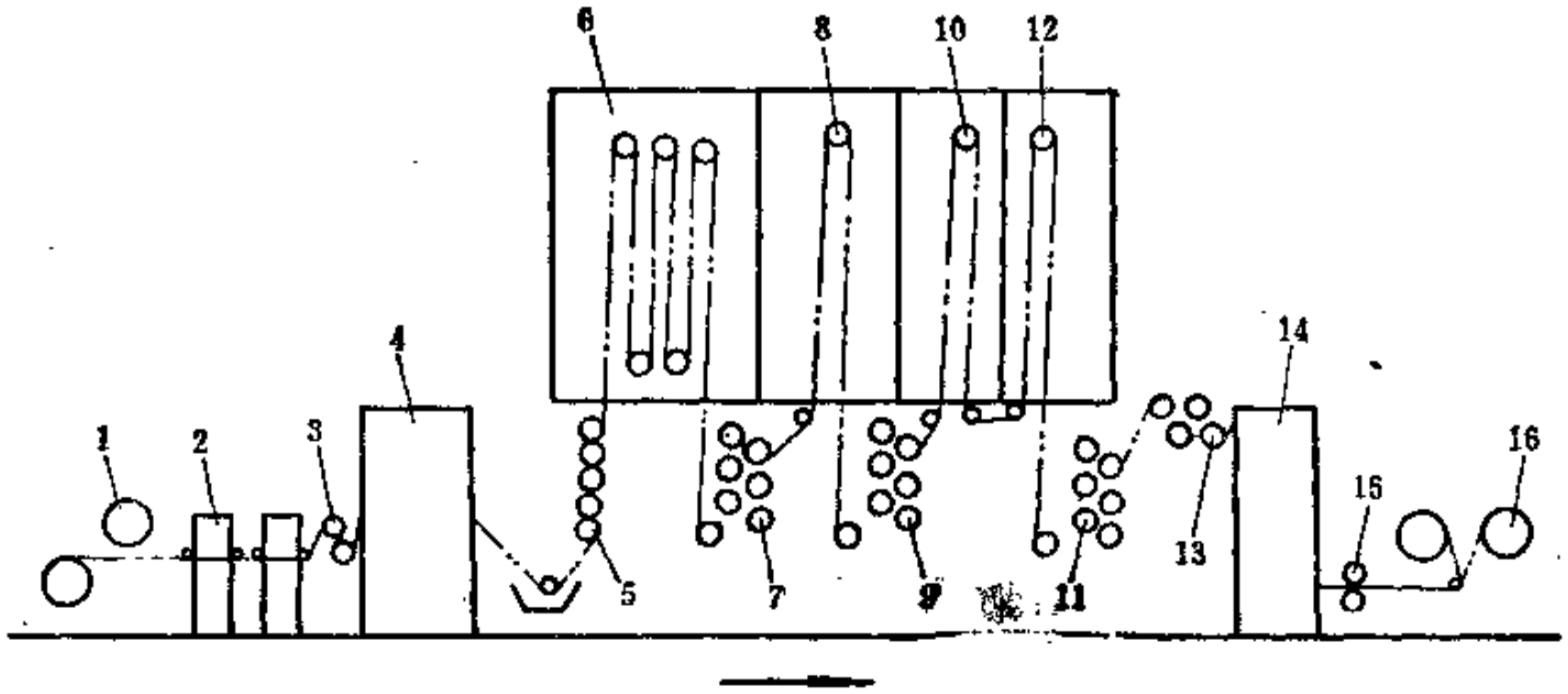


图 1-6-6 尼龙帘布浸胶热伸张定型联动线流程

1—导开装置；2—接头机；3—前牵引机；4—前贮布装置；5—浸胶挤压装置；6—干燥区；7—1号伸张装置；8—热伸张区；9—2号伸张装置；10—热定型区；11—3号伸张装置；12—冷却区；13—4号伸张装置；14—后贮布装置；15—后牵引机；16—卷取装置

主要性能参数

(1) 工作速度	12～98m/min	帘布宽度	1580mm
(2) 适用帘布规格	840～1680den/2	帘布卷最大长度	1200mm

(3) 处理能力　10000 t / a

(4) 工艺参数　如表1-6-6所示

(5) 导开装置

导开速度　12～140m/min

布卷最大直径　1600mm

卷轴直径　178mm

方轴尺寸　50×50mm

(6) 前牵引机电机功率　1kW

(7) 前贮布装置

浮动辊环数　30环

贮布高度　3600mm

贮布量　216m

(8) 浸胶装置

速度范围　12～85m/min

最大挤压力　110kN

电机功率　55kw

(9) 1号、2号和3号伸张装置

辊筒口径　ϕ100×1730

速度范围　12～98m/min

电机功率　1号和2号为90kW，3号为110W

(10) 中牵引机速度　12～105.88m/m.n

(11) 后贮布装置

浮动辊环数　71环

贮存高度　4100mm

贮布量　172m

(12) 后牵引机

速度范围　12～120m/min

电机功率　3.7kW

(13) 卷取装置

帘布宽度　1580mm

帘布卷直径　1200mm

电机功率　11kW

(14) 联动线长度　42m

(六) 尼龙帆布浸胶热伸张定型联动线的主要性能参数

工艺流程及设备组成如图1-6-7所示。工艺特点为先浸胶后热伸张两次浸胶。

表 1-6-6　工艺参数

区　段	张力，kN	区　段	张力，kN
导　开	0.25～3.0	热定型区	6.5～5.6
前贮布	0.50～1.5	冷却区	6.6～5.6
前干燥区	0.50～4.5	过渡区	2.0～4.0
后干燥区	0.50～4.5	后贮布	0.5～1.5
热伸张区	1.0～8.5	卷　取	0.5～3.0

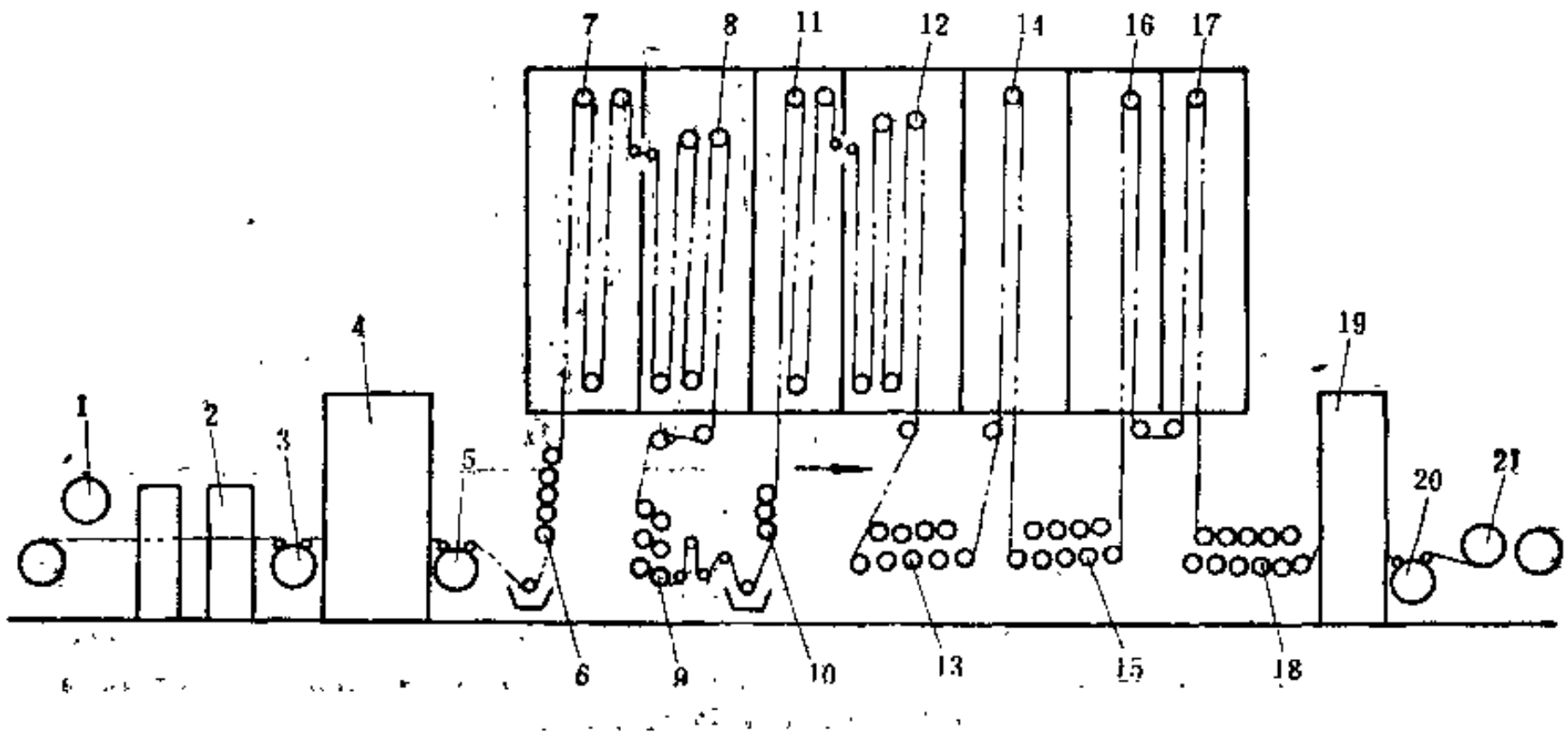


图 1-6-7　尼龙帆布浸胶热伸张定型联动线流程

1—导开装置；2—接头机；3—1号牵引机；4—前贮布装置；5—2号牵引机；6—1号挤压装置；7—1号前干燥区；8—1号后干燥区；9—1号伸张装置；10—2号挤压装置；11—2号前干燥区；12—2号后干燥区；13—2号伸张装置；14—热伸张区；15—3号伸张装置；16—热定型区；17—冷却区；18—4号伸张装置；19—后贮布装置；20—3号牵引机；21—卷取装置

主要性能参数

（1）工作速度
　用于帆布时　8～15m/min
　用于帘布时　8～24m/min
（2）适用布料规格
　布料宽度　800～1500mm
　布料最大长度　500m
（3）处理能力　4000 t / a
（4）各区段的张力和温度　如表1-6-7所示

表 1-6-7　各区段的张力和温度

区　段	张力，kN	温度，℃	区　段	张力，kN	温度，℃
导　开			2号后干燥区	10～40	150
前贮布	0.5～1.5		热伸张区	30～180	250
1号浸胶	2.5～6		热定型区	20～120	250
1号前干燥区	7.5～3.5	110	冷却区	20～120	常温
1号后干燥区	7.5～3.5	150	后贮布	0.5～1.5	
2号浸胶	4.0～10		卷　取	1.6～3.0	
2号前干燥区	10～40	110			

（5）导开装置
　布卷最大直径　750mm
　卷轴直径　125mm
　方轴尺寸　30×30mm
（6）接头机　八针龙门式缝纫机两台
（7）1号、2号牵引机
　最大牵引速度　32m/min
　电机功率　4kW
（8）前贮布装置最
　大贮布量　90m
（9）定中心装置气
　缸气压　0.3～0.6MPa
（10）2号牵引机
　最大牵引速度　24m/min
　电机功率　4kW
（11）1号、2号浸胶
　挤压装置
　浸胶槽容积　350L
　浸胶路程　3.5m
　浸胶槽电机功率　1.1kW
　挤压辊挤压力　50kW
　挤压辊气缸气压　0.4～0.6MPa
　挤压辊电机功率　17kW
（12）1号、2号真空
　吸胶装置
　工作时真空度　8～13.3kPa
　电机功率　30kW
（13）1号、2号前干
　燥区和1号、2号后干燥区
　干燥路程　1号和2号前干燥区约为28m
　1号和2号后干燥区约为35m
　蒸汽压力　1MPa
　引风机：型号　Y_4-73,No11D
　风压　1920Pa
　风量　76400m³/h
　电机功率　75kW
　排湿风机：型号　Y-35-11,No10D
　风压　920Pa
　风量　1510～15450m³/h
　电机功率　10kW
（14）1号伸张装置
　辊筒数　6个
　最大线速度　24m/min
　电机功率　17kW
（15）浮动辊调节装置
　调节行程　1000mm
　气缸气压　0.15～0.4MPa
（16）2号、3号伸张
　装置
　辊筒数　9个
　最大线速度　2号为26m/min，3号为30m/min
　电机功率　75kW
（17）热伸张区，热定
　型区
　路程　约13m
　加热装机功率　400kW
　引风机：型号　Y_4-73,No10D
　风压　1740Pa
　风量　53500m³/h
　电机功率　40kW
　排湿风机：型号　Y_9-35-11,No10D
　风压　920Pa
　风量　15150～15450m³/h
　电机功率　10kW

(18) 冷却区	
路程	约13m
鼓风机：型号	4-72-11,No8D
风压	890～680kg/m²
风量	10730～18560m³/h
电机功率	5.5kW
(19) 4号伸张装置	
辊筒数	11个
最大线速度	30m/min
电机功率	75kW
(20) 后贮布装置	
最大贮布量	60m
(21) 卷取装置	
卷取速度	8～32m/min
布卷最大直径	750mm
卷轴直径	125mm
方轴尺寸	30×30mm
电机功率（两台）	17kW
(22) 外形尺寸	48×10.6×1.48m

第二节　各单元设备结构

一、导开装置

用于放置和导开白坯布卷，当布料被牵引导出时，布卷在由大直径逐渐减到小直径的过程中，必须使布料导出线速度不变，且呈稍张紧状态，以保持布料平稳有序地导出。

导开装置有以下四种结构形式。

（一）自由放置导开装置

布卷借方轴置于导开装置的限定位置上，布料受牵引时，方轴两端圆轴可自由地转动。适用于联动线工作速度较低、布卷直径不大的场合，一般多用于较简单的棉帘布、帆布浸胶机。排列方式有卧式和立式两种，如图1-6-8所示。

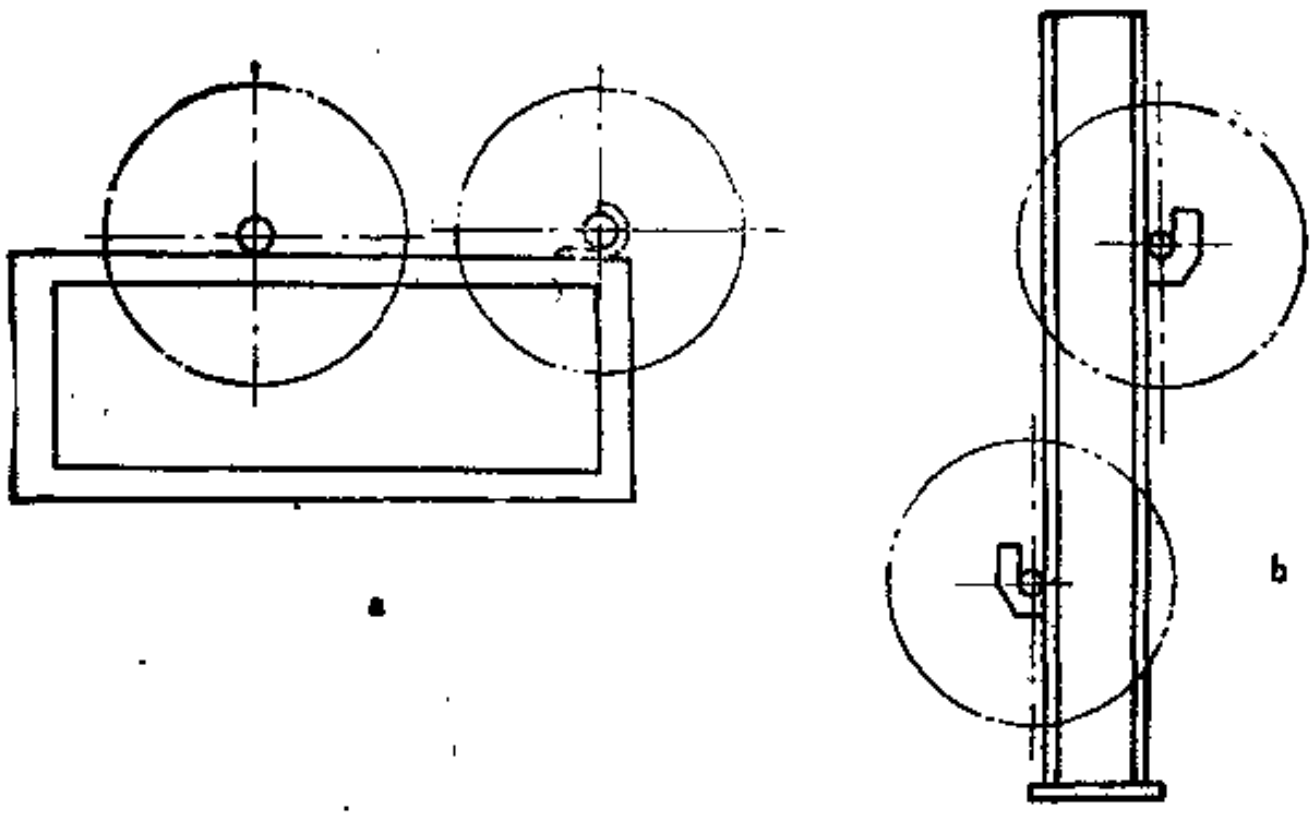


图 1-6-8　自由放置导开装置

a—卧式；b—立式

（二）带式摩擦轮导开装置

这种装置如图1-6-9所示，带式摩擦制动轮设在布卷轴的端部。当布料导出时，轴端的摩擦制动轮1受制动带2的正压力产生摩擦阻力，使布料在张紧状态下导出。手动调节弹簧3可调整制动轮的摩擦阻力。此种结构现应用较少。

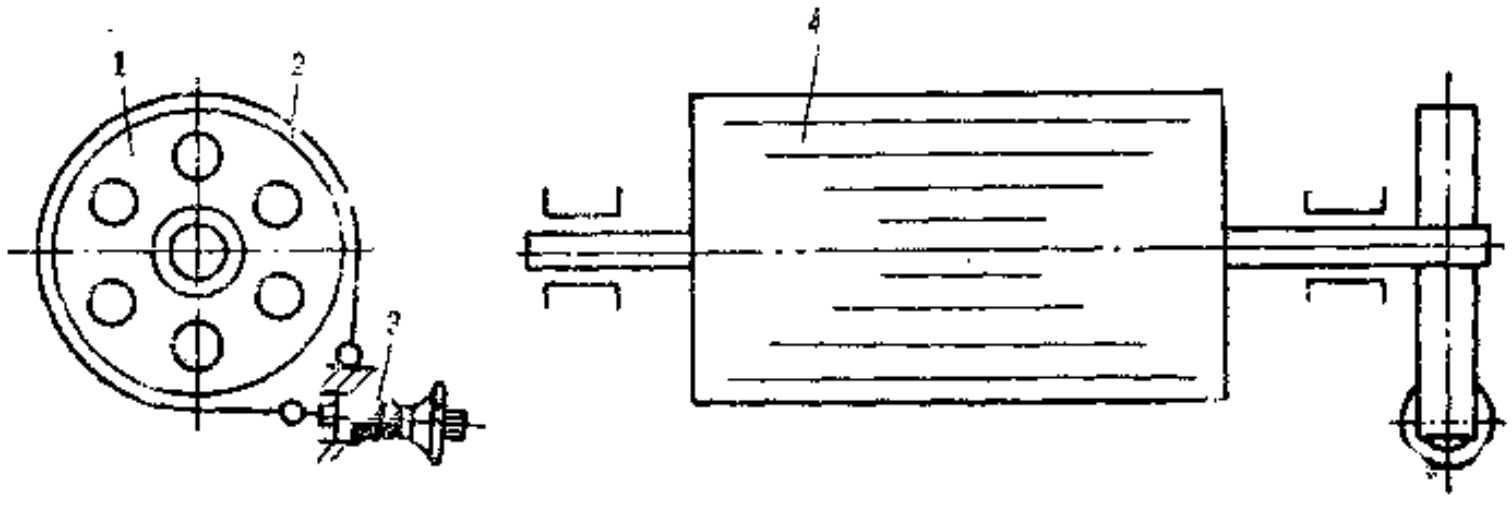


图 1-6-9　带式摩擦轮导开装置

1—摩擦制动轮；2—制动带；3—调节弹簧；4—布卷

（三）平面摩擦盘导开装置

导开装置的布卷轴端装有平面摩擦制动盘，如图1-6-10所示。当布料导出时，受轴端之平面摩擦盘1的压紧力产生摩擦阻力，使布料张紧，当稍超过其摩擦阻力时即行导开，并克服布卷的转动惯量，使布料导开时稍具张力，又能使布料平稳有序地导出。摩擦盘直径约为240～400mm，摩擦片材料一般为牛皮，也有采用毛毡的。平面摩擦盘阻力的大小，按布卷直径的变化用调节手轮2随时加以调整。

图中A－A所示为方轴6的卡头部分，装卸方轴时将卡环4右移，卡环由钢球5定位，防止卡环轴向串移。另一种方轴卡头系利用凸轮定位，导开装置只有遇卡头凹口朝上时，方可使卡环凸轮的凹槽嵌进固定的小滚轮，使卡环移开，以便装卸方轴及布卷，其结构如图1-6-11所示。卡头凹口处于其它角度位置时，卡环被小滚轮挡住而不能脱开。当放置好方轴，布卷开始转动后，在固定小滚轮及卡环凸轮凹槽作用下，卡环即能自动合上卡住，避免方轴或及其布卷因误操作掉落地上而发生意外。

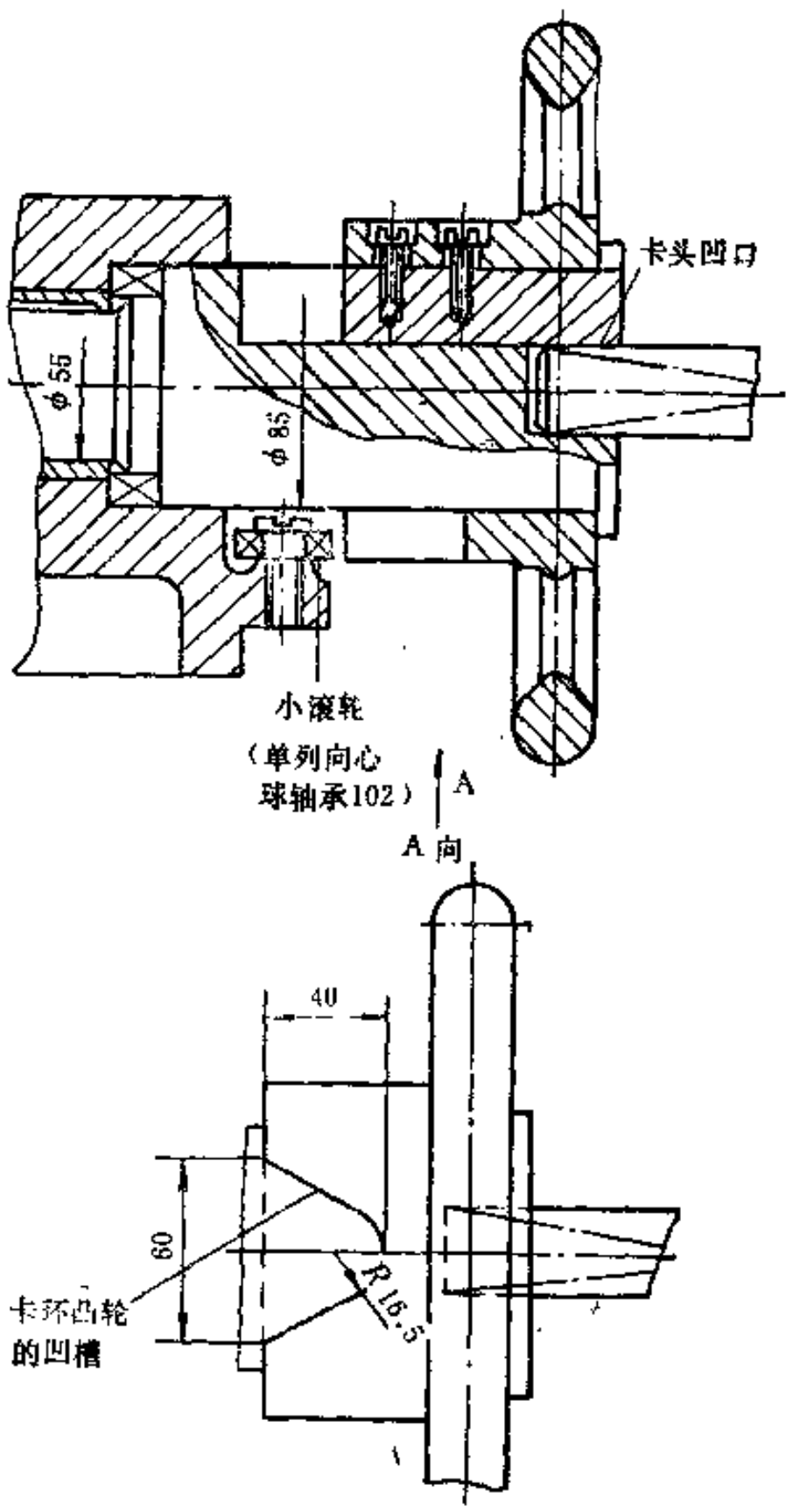


图 1-6-11　凸轮式卡环

（四）气动调节摩擦盘导开装置

导开装置的布卷轴端装有摩擦制动盘，其摩擦阻力的大小，由张力计测量布料张力后转换为相应的气压信

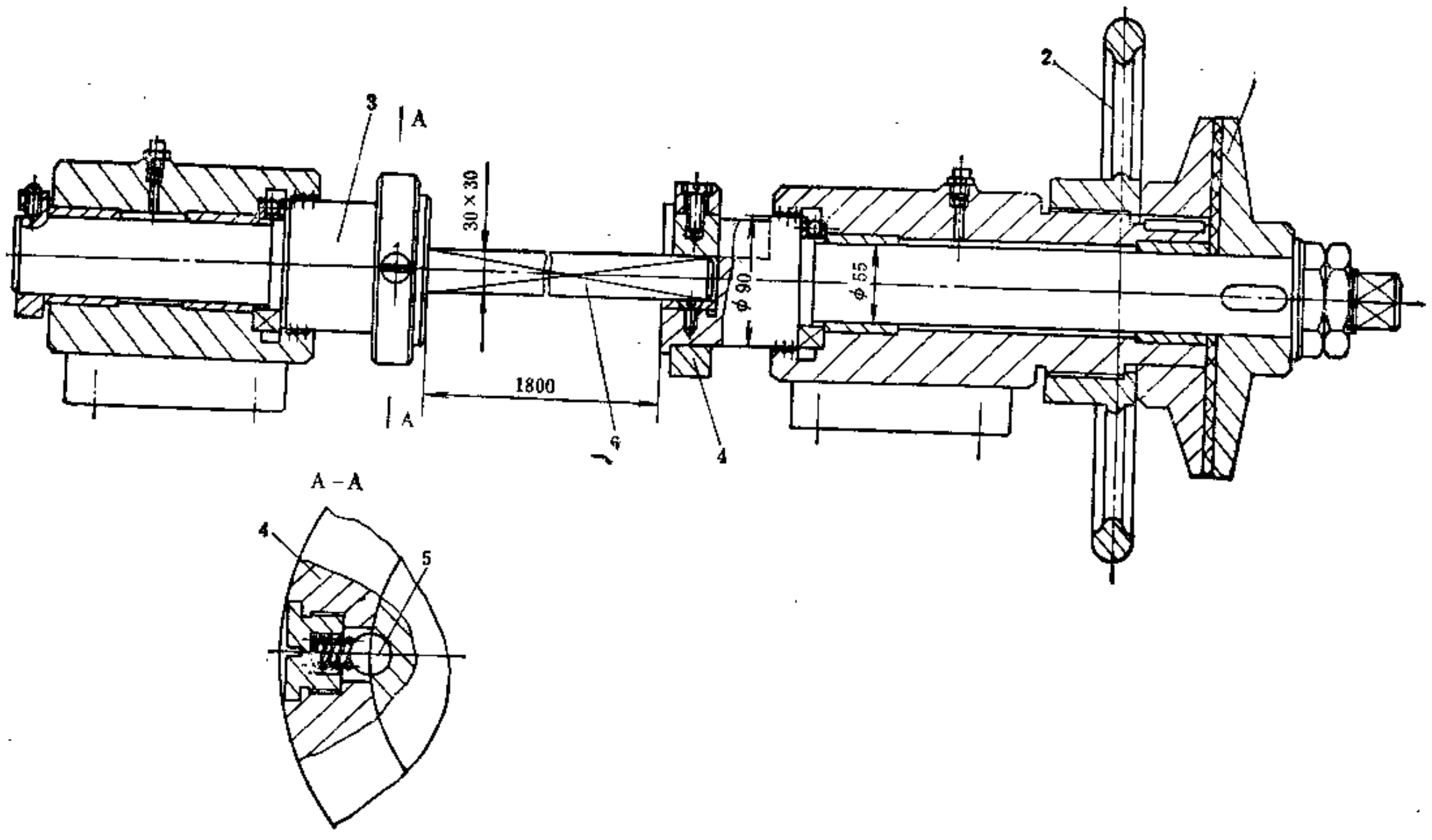


图 1-6-10　平面摩擦盘导开装置

1—平面摩擦盘；2—调节手轮；3—方轴卡头；4—卡环；5—钢球；6—方轴

号，控制隔膜阀，推动夹钳机构使摩擦块压向盘面，产生一定的摩擦阻力，从而实现自动调节布料的导开张力。气动调节摩擦盘导开装置的原理如图1-6-12所示。

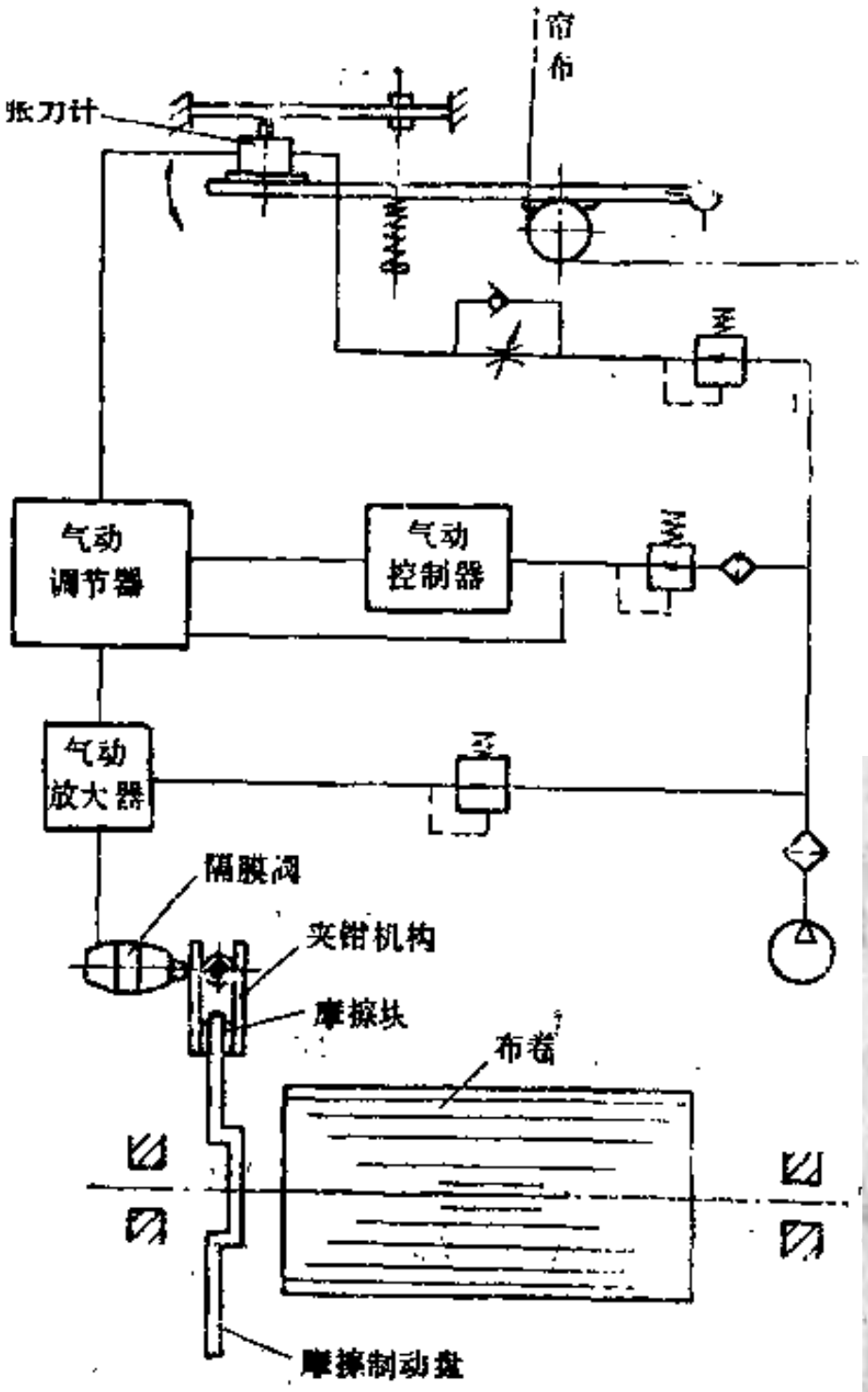


图 1-6-12　气动调节摩擦盘导开装置原理图

二、接　头　机

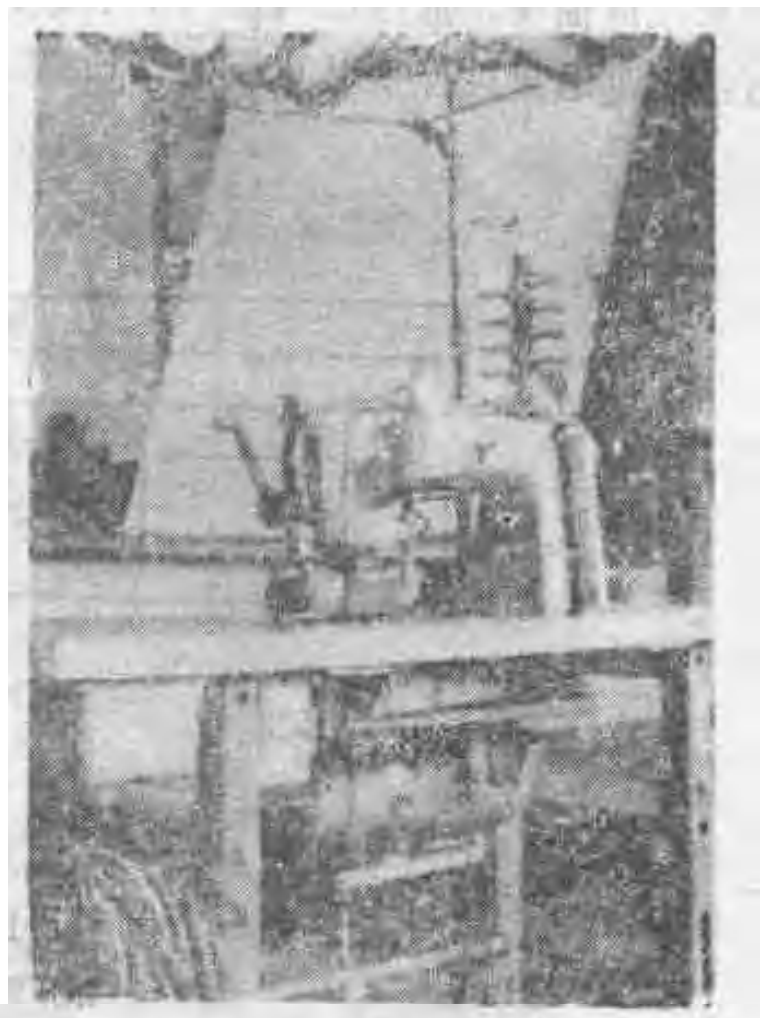


图 1-6-13　悬臂式缝纫机



图 1-6-14　龙门式缝纫机

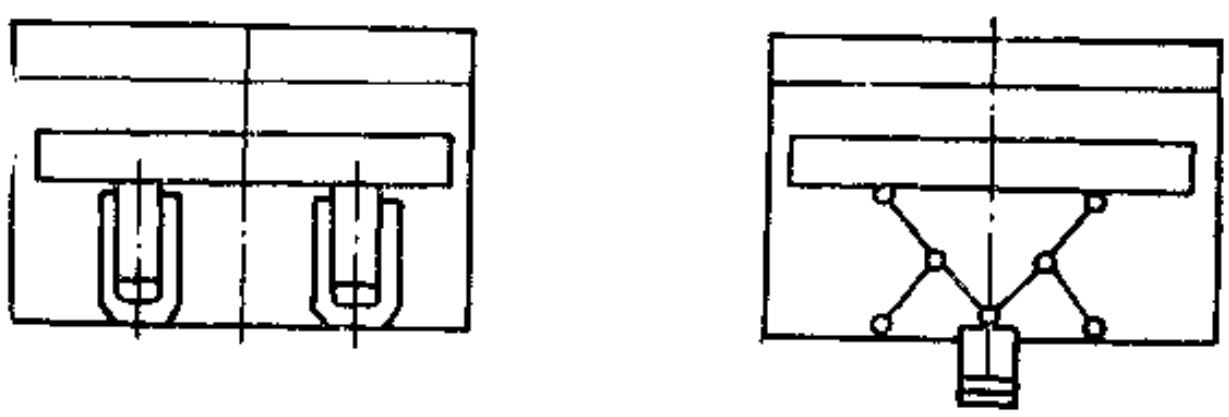
布料的接头要满足工艺过程中温度和张力的要求。接头机主要有下列两种。

（一）缝纫接头机

缝纫接头机实际上是工业用缝纫机，按针数分为2、4和8针等数种，按结构型式分则有悬臂式和龙门式两种。悬臂式缝纫机如图1-6-13所示，其臂长为250mm，操作时布移动机头不动，对接正布头的操作技术要求较高。龙门式缝纫机如图1-6-14所示，跨档为1800mm，操作时布不动机头移动，布头比较容易接正。

（二）平板硫化接头机

平板硫化接头机如图1-6-15所示，由宽度为120～300mm、长度为1800mm左右的上热板和下热板组成。接头时布头之间加入粘接用的胶条，经上下热板加压和加热硫化，即可将布头接牢。热板硫化温度为160～200℃，用蒸汽或电加热，热板压力为1～4MPa左右，多采用水压或油压，液压缸有1～4个不等。一般为液压缸直接带动下热板（如图1-6-15a），也有液压缸通过杠杆推动热板的（如图1-6-15b），但应用很少。



a　　b

图 1-6-15　平板硫化接头机液压机构

a—液压缸直接驱动；b—液压缸杠杆驱动

平板硫化接头机需要液压系统和相应的配套设备，而且橡胶粘着接头不耐高温和高张力，往往可被拉断，而缝纫接头可经受高温高张力，又能在短时间内完成接头操作，故在高温高张力的场合，多采用缝纫接头机接头。

处理粘胶纤维帘布时，可采用总压力500kN左右的平板硫化接头机或2～4针缝纫接头机。

图1-6-16所示为粘胶纤维帘布浸胶机用油压平板硫化接头机，油缸直径200mm，总压力500kN，热板压力2.3MPa，热板尺寸 120×1800mm，热板最大行程 120mm，工作油压8MPa，蒸汽压力1MPa，硫化时间60s。

处理尼龙纤维帘布时，可采用6～8针缝纫接头机或2500～3000kN平板硫化接头机。

棉帘布浸胶机多数由于工作速度较低，张力又较小，一般不设置接头机，而采用一根长度与帘布宽度相当、直径2～3mm左右的钢丝，由人工穿缝在布头上，通过设备全程后，在卷取时将钢丝拆下。

三、牵　引　机

常用于牵引送布，停止时可夹持布料，在联动线中一般配置于导开之后和卷取之前。牵引机有两种基本型式。

（一）两辊牵引机

如图1-6-17所示，由一个主动的固定钢辊 2 和一个可移动的橡胶辊 1 组成，可移动的橡胶辊借助弹簧或气缸紧压于钢辊。辊筒直径可取155～220mm，橡胶辊表面硬度为邵尔65～70。两辊呈水平或垂直排列。

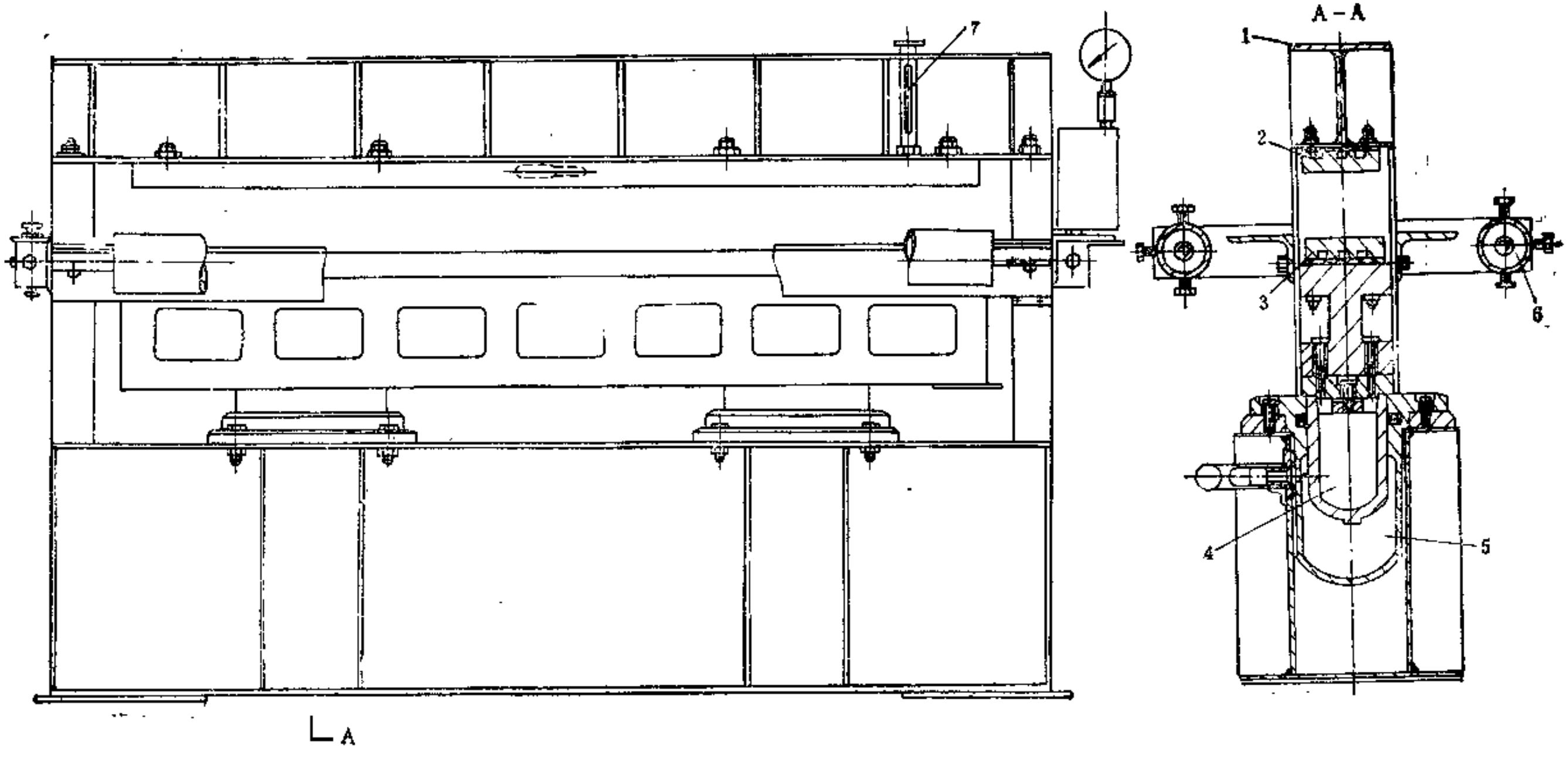


图 1-6-16　平板硫化接头机

1—机架；2—上热板；3—下热板；4—柱塞；5—油缸；6—导辊；7—温度计

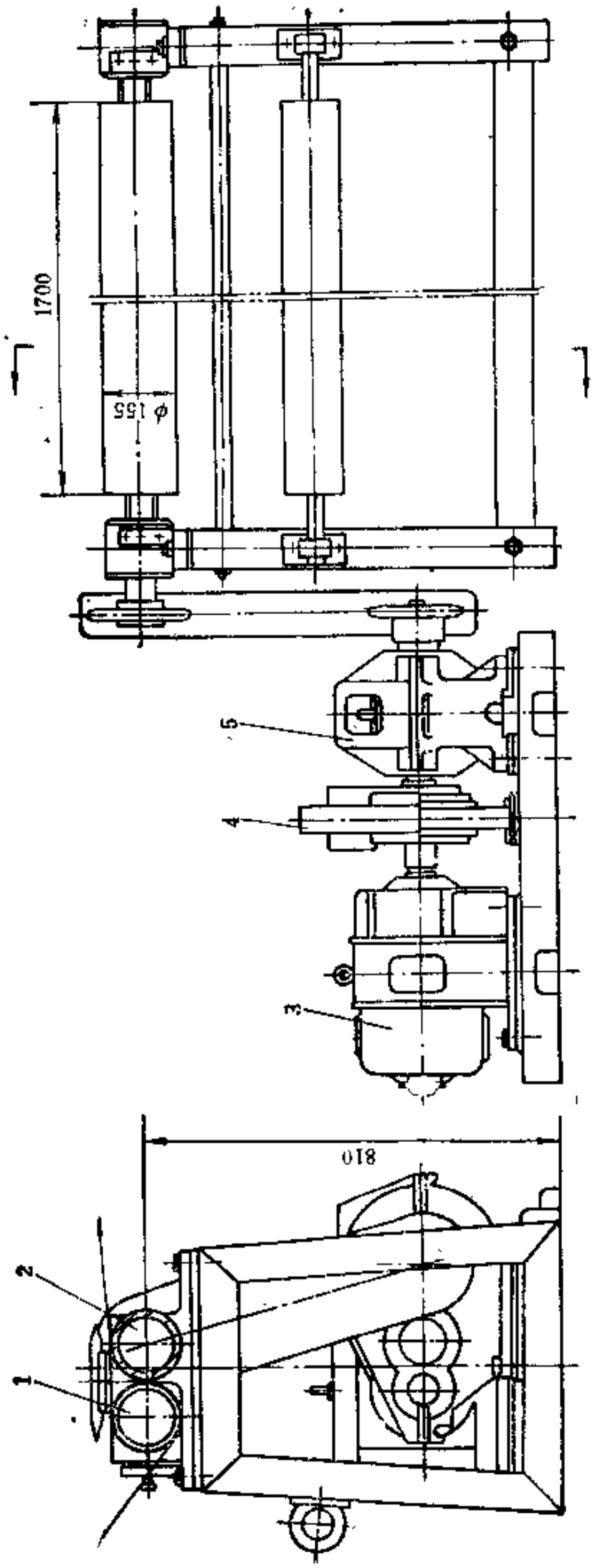


图 1-6-17 两辊牵引机

1—橡胶辊；2—钢辊；3—电机；4—制动器；5—减速器

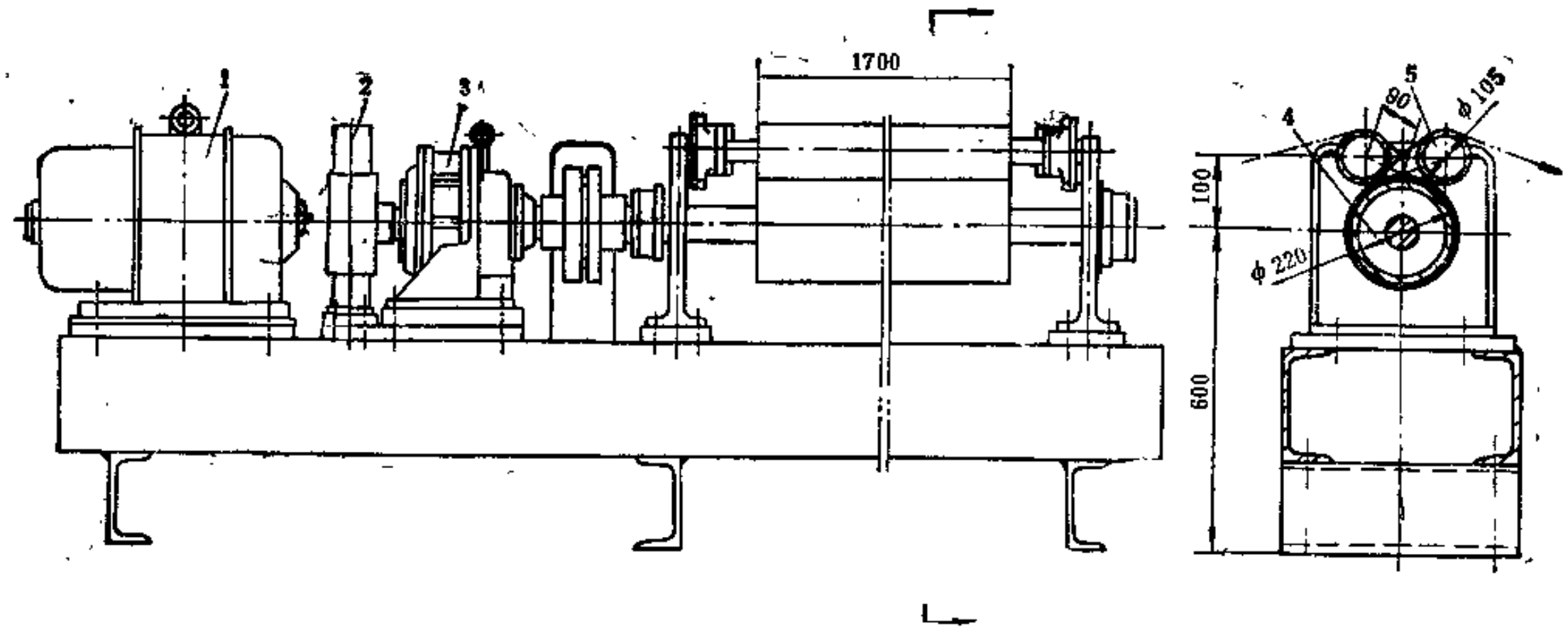


图 1-6-18　三辊牵引机

1—电机；2—制动器；3—减速器；4—橡胶辊；5—钢辊

（二）三辊牵引机

如图1-6-18所示，由一个带动力的橡胶辊 4 和两个借自重（或弹簧）及布料张力紧压的钢辊 5 组成，布料张力愈大则压得愈紧。

当牵引机处于工作区段为定张力电气自动反馈调节系统场合时，牵引机的传动装置忌用蜗轮传动，以免蜗轮传动的自锁特性干扰反馈系统的可靠性，甚至无法实现反馈。

对工作速度较低的棉或粘胶帘布浸胶机来说，当不需牵引送布而只起夹持作用时，只用夹持辊。夹持辊由一个固定辊和一个移动辊组成，不带动力。移动辊设有气缸，起加压夹持作用。也有用偏心辊夹持的，如图1-6-19所示。

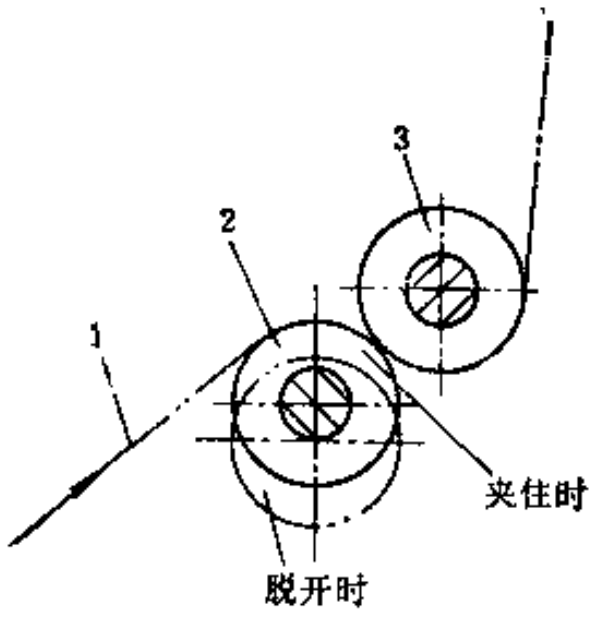


图 1-6-19 偏心夹持辊

1—布料；2—可转动的偏心辊；3—导辊

四、贮 布 装 置

前、后贮布装置的有效贮布量，按帘布接头或卷取裁断操作时间乘以联动线工作速度来确定，一般前贮布装置的贮布时间按2～3min考虑，后贮布装置则按 1～1.5min考虑。贮布装置的结构有两种基本型式。

（一）活动框架在下端的贮布装置

如图1-6-20所示，当贮存布料时，活动框架下移。布料被拉出时，活动框架即上移。布料的张力由活动框架 4 的重力产生。贮布装置上装有四对链轮和两对圆锥齿轮，以使活动框架上下移动时保持同步（参见图 1-6-21 a）。贮布装置上部的四个链轮和两对圆锥齿轮经由三根轴串联相啮合，设计制造时应注意每根轴上各链槽中心线应保持在同一条直线上。为使各轮毂键槽与轮齿之间的位置的一致性，链轮和圆锥齿轮键槽应分类成组一起加工，以保证安装和使用，或采用链条端部的调节环来解决。贮布装置下部的四个链轮作导向用，可不用轴串联而自由回转。另一种使活动框架上下移动时保持同步的方式如图1-6-21 b 所示，即利用链条交叉装置，经链轮导向，使活动框架上部或下部两侧的链条长度，以等量进行变化，从而使活动框架保持同步，这种方式结构简单，工作也可靠。

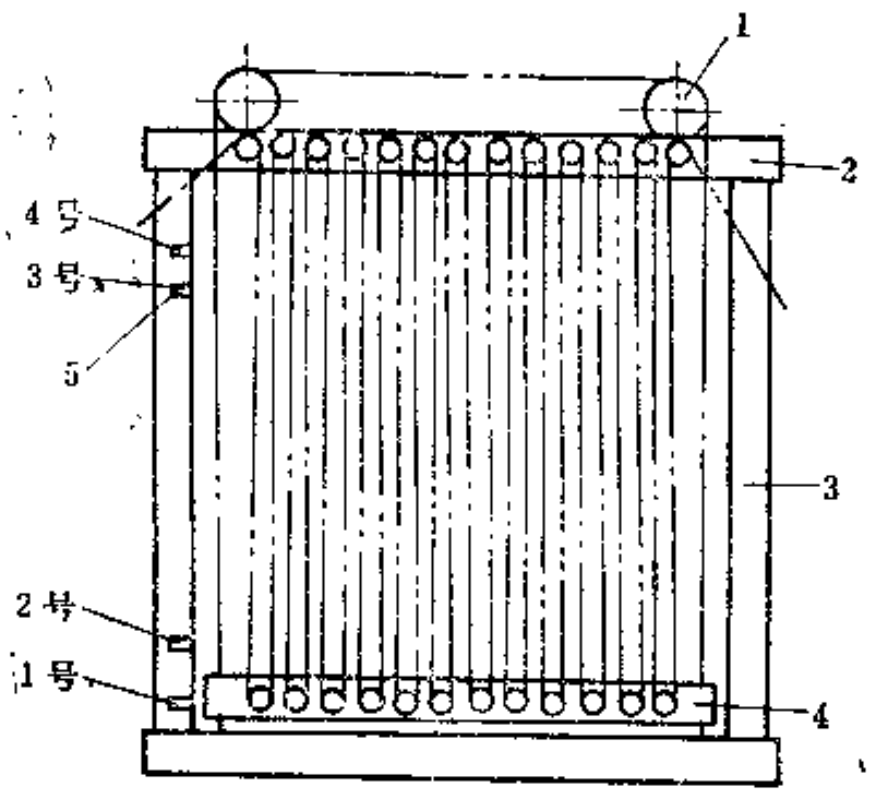
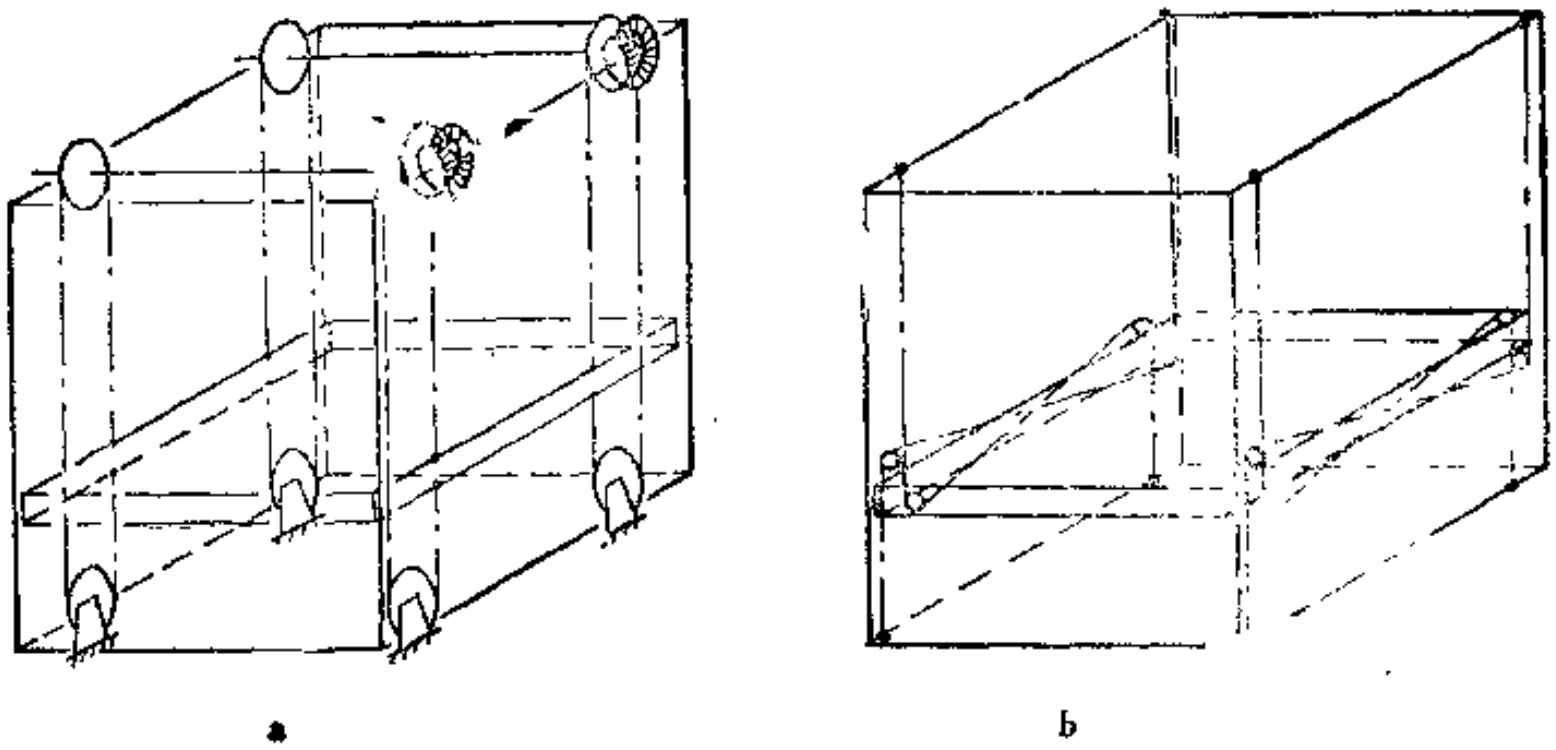


图 1-6-20 活动框架在下端的贮布装置

1—导向链轮；2—固定框架；3—支架；4—活动框架；5—限位开关

前贮布装置上通常设有四个限位开关（见图1-6-20），当导开装置上的一卷白坯帘布快导开完时，使前牵引机停止工作，进行帘布接头，此时布料被拉出，活动框架上移，碰 2 号限位开关时不起作用，碰 3 号限位开关时发出信号，并使全线降速至爬行速度（8m/min以下），碰 4 号限位开关时全线停车。当接头完毕后，起动前牵引机，用高于全线速度2～3倍的速度工作。贮布时活动框架下移，当碰 3 号



a　　b

图 1-6-21　贮布装置同步机构

限位开关时不起作用，碰 2 号限位开关时前牵引机自动转入全线正常速度运行。正常工作时，活动框架在 1 号与 2 号限位开关之间浮动。有的活动框架也可连有变阻器，微量调整前牵引机速度，使与全线速度保持同步运行。当活动框架碰 1 号限位开关时，前牵引机暂时停车。

后贮布装置上也设有四个限位开关，当处理后的帘布卷满一卷时，使后牵引机及卷取装置停止，进行裁断操作，活动框架下移，暂时贮布，当框架下移到 3 号限位开关时不起作用，碰 2 号限位开关时发出信号，至 1 号限位开关时全线停车。当卷取结束后，起动后牵引机及卷取装置，以高于后牵引机前之第 3 号伸张装置10～30%的速度进行工作。布料被拉出时，贮布装置的活动框架就上移，当碰 2 号限位开关时不起作用，碰 3 号限位开关时自动转入当时延伸后的正常工作速度，进行牵引和卷取。正常工作时，活动框架在 3 号和 4 号限位开关之间浮动。有的活动框架也可连有变阻器，微量调整后牵引机速度，使与全线速度保持同步运行。当活动框架碰 4 号限位开关时，后牵引机及卷取装置停车。

（二）活动框架在上端的贮布装置

活动框架在下端的贮布装置由于布料张力由框架自重决定，当要求改变布料张力时，较难实现，而活动框架在上端的贮布装置可以满足各种张力的要求。在框架移到下端位置时，穿布也较方便，其结构如图1-6-22所示。

当布料贮满时，活动框架 4 在上端位置浮动，布料被拉出时，活动框架 4 即下移。链条 9 的一端固定在活动框架 4 上，另一端固定在支架 3 上。油缸 7 的活塞杆上装有活动链轮 10，通过链条 9 使活动框架 4 随链轮10运动，并使布料保持一定张力。当布料从贮布装置导出时，布料的张力克服了油缸 7 的作用力，使活动框架 4 下降。贮布时，在油缸力的作用下，活动框架 4 升起。如同活动框架在下端的贮布装置一样，在支架上可安装若干个限位开关，以实现联动线的连续工作。

贮布装置可以采用自重、液压及气压等方式保持帘布的张力。图1-6-23所示为液压控制张力系统的原理图。

贮布装置帘布张力的计算（各导辊及油缸的摩擦阻力忽略不计）如下所述。

自重式的帘布张力F_1(N)：

$$F_1=\frac{G}{2n}$$

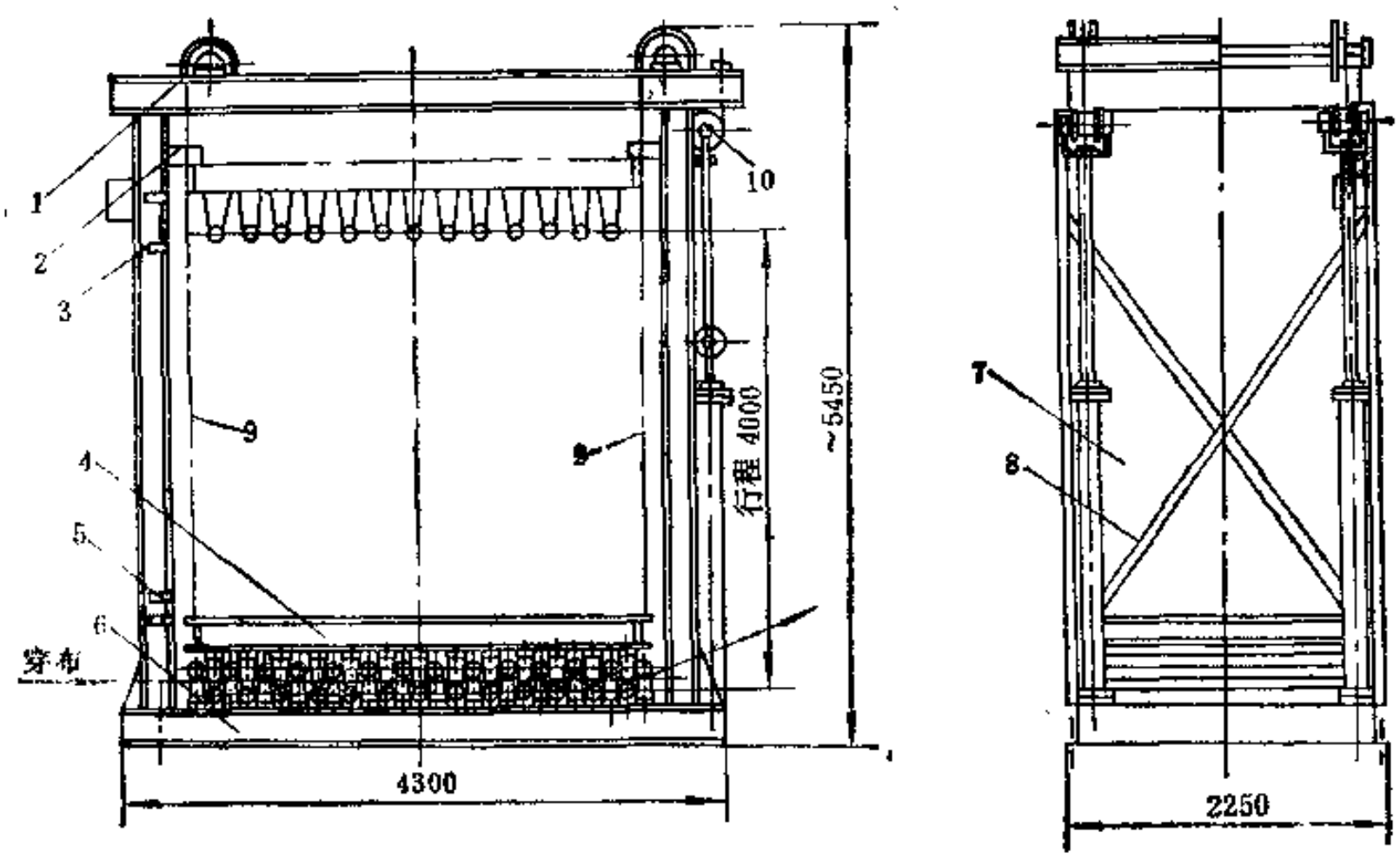


图 1-6-22　活动框架在上端的贮布装置

1—导向链轮；2—缓冲机构；3—支架；4—活动框架；5—限位开关；6—固定框架；7—油缸；8—拉筋；9—链条；10—活动链轮

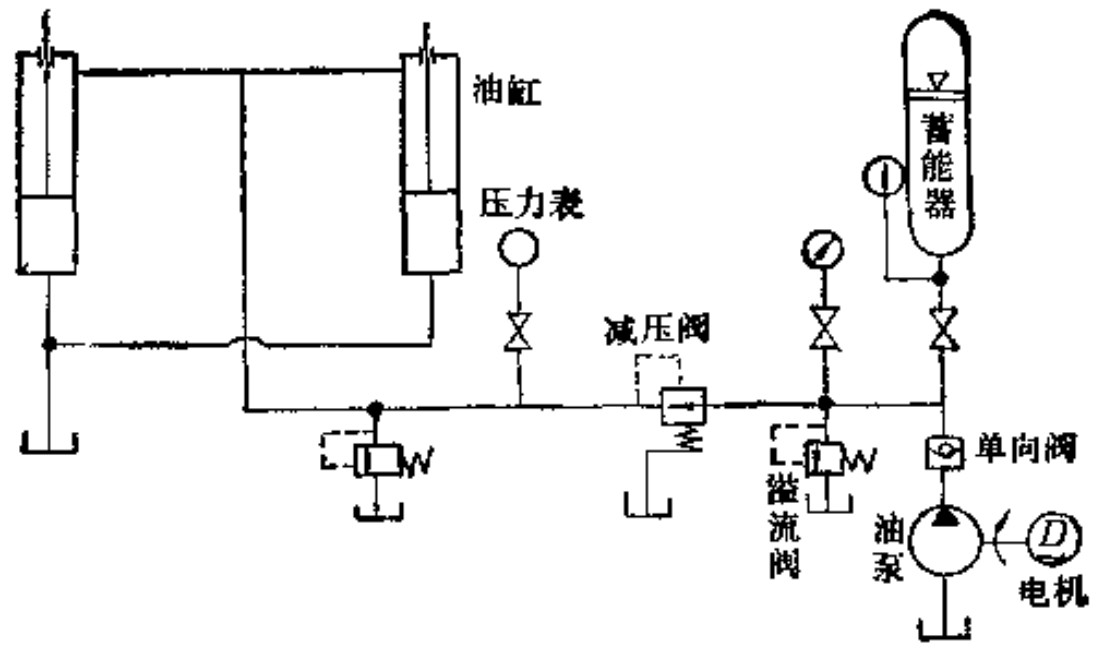


图 1-6-23　液压控制张力系统的原理图

液压式的帘布张力F_2(N)：

$$F_2=\frac{1}{2n}\left[\frac{\pi p(d^2-d_0^2)}{2}-G\right]$$

式中　G——活动框架总重量，N；

p——工作油压，N/mm²；

d——油缸活塞直径，mm；

d_0——油缸活塞杆直径，mm；

n——贮布环数。

五、浸胶装置

浸胶装置包括浸胶槽和挤胶装置两部分。布料先进入浸胶槽内，使胶液渗透和附着于帘布，再经挤胶装置挤去多余胶液，并使胶液渗透更为均匀。

（一）浸胶槽

如图1-6-24所示，有三种基本型式。

（1）单辊浸胶槽（图1-6-24 a） 这种浸胶槽比较深，液面与空气接触的面积较小，但浸胶过程中液面波动较大，往往要用连续滴流供给胶液的方法予以弥补。此种浸胶槽应用较多。

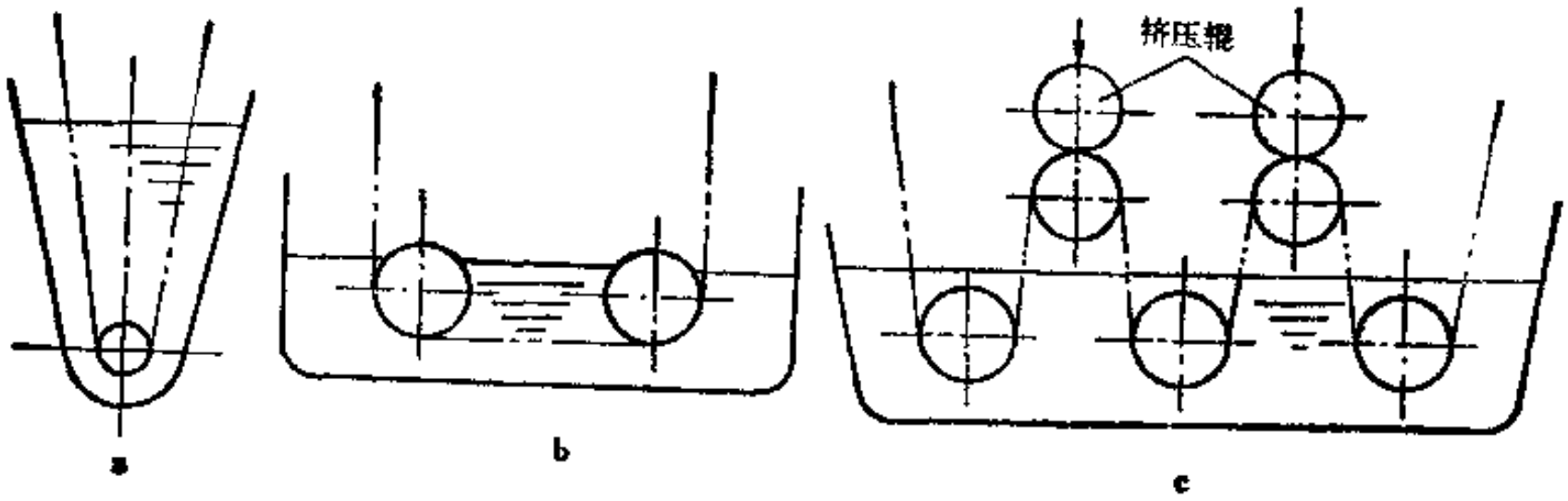


图 1-6-24 浸胶槽型式

（2）两辊浸胶槽（图1-6-24 b） 这种浸胶槽一般较浅，液面与空气接触的面积较大，因面浸胶液受环境污染的机会也多，这对浸胶液的稳定性不利，但浸胶过程中液面波动较小。

（3）三辊浸胶槽（图1-6-24 c） 浸胶槽内设有三个辊子，布料经多次反复浸入槽内，以增加胶液的附着量。在槽的上部有时还增设挤胶装置。这种浸胶槽一般适用于胶液附着量要求多一些的帆布浸胶。

浸胶槽最好用不锈钢板制造，以延长使用寿命。浸胶槽里的辊子，表面宜镀铬。如若采用较大直径的辊子，可使辊子之轴心超出液面，以免浸在胶液内，这样轴承结构可以采用一般形式。采用较小直径的辊子浸在胶液内工作时，其轴承除采用夹布胶木轴套外，还可采用顶针形式。顶针头材料宜用高碳钢经淬火处理，顶针座材料以用铸铁为宜。

（二）挤胶装置

有下列两种基本型式。

（1）两辊挤胶装置 由一个钢辊和一个橡胶辊组成，一般呈垂直排列，如图1-6-25所示。也有呈水平排列的。两辊挤胶装置中的一个辊筒由气缸加压，其结构如图1-6-26所示。这种结构型式的浸胶挤胶装置在棉帘布或粘胶帘布浸胶机上应用较多。

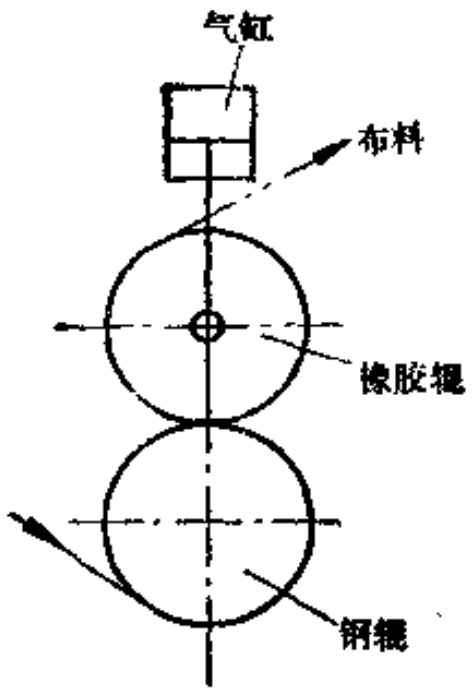


图 1-6-25　两辊挤胶装置示意图

（2）三辊挤胶装置　其原理图如图1-6-27所示，由一个包覆天然橡胶或氯丁橡胶的中间橡胶辊和上、下两个镀铬钢辊组成。三个辊筒由三个齿轮啮合相连。上、下辊筒分别由两个气缸通过杠杆加压。这种型式多用于粘胶帘布浸胶机或尼龙帘布浸胶热伸张联动线。

图1-6-28为用于尼龙帘布浸胶热伸张联动线的浸胶挤胶装置结构图。辊筒规格为$\phi300\times1700$，最大挤压力为50kN，橡胶辊的表面硬度为邵尔75～80，镀铬钢辊的镀层厚度为0.1mm。

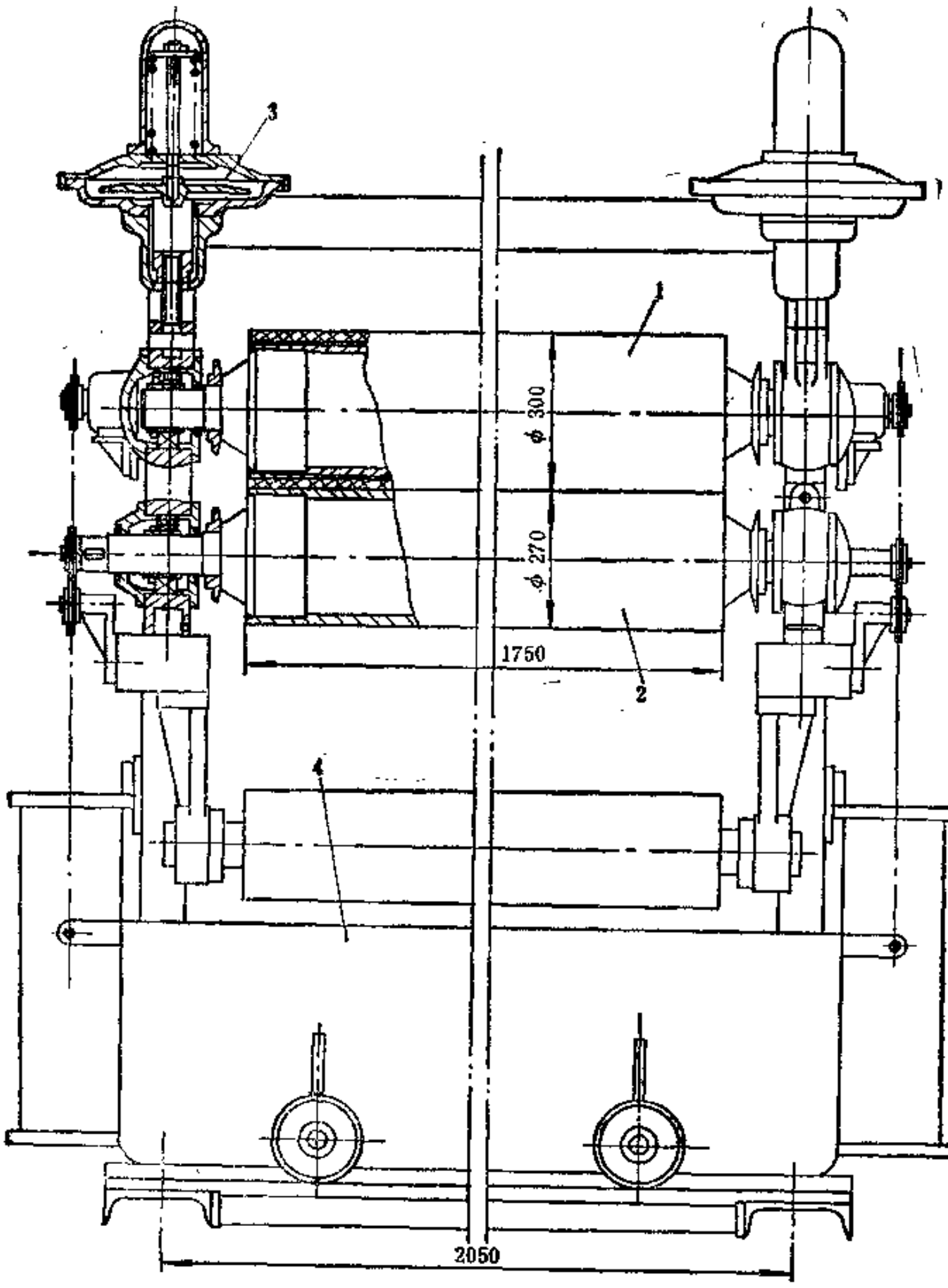


图 1-6-26　两辊浸胶挤胶装置结构图

1—橡胶辊；2—钢辊；3—隔膜；4—浸胶槽

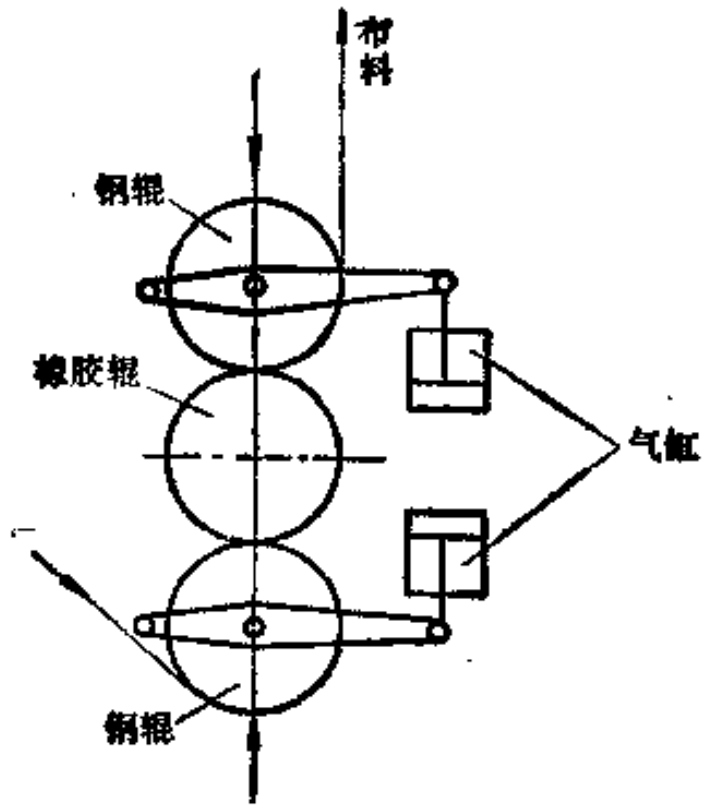


图 1-6-27　三辊挤胶装置示意图

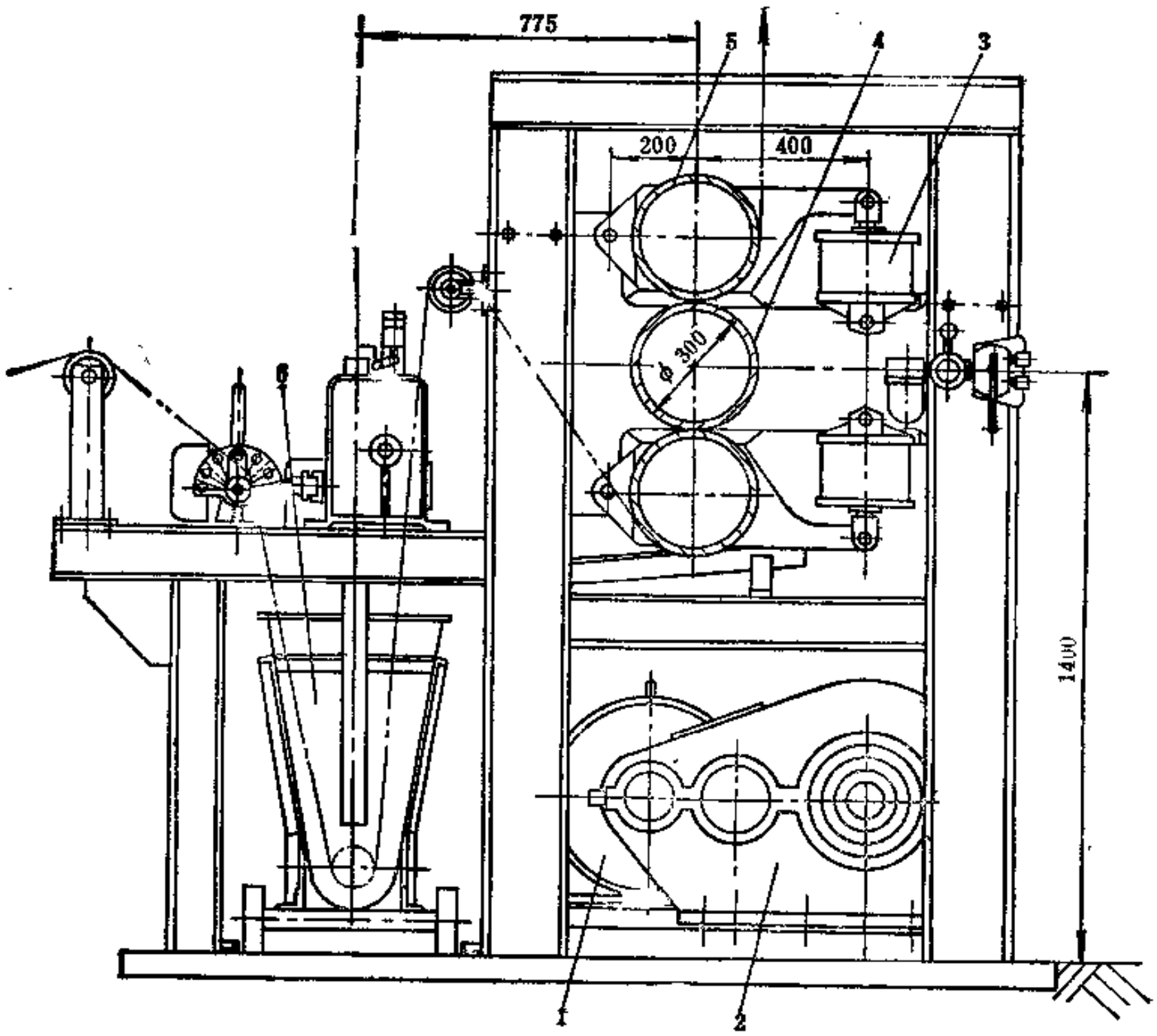


图 1-6-28　尼龙帘布浸胶热伸张联动线的浸胶挤胶装置

1—电机；2—减速器；3—气缸；4—橡胶辊；5—钢辊；6—浸胶槽

六、余胶去除装置

帘布经浸胶、挤胶后，尚留有较多余胶需除去，以保证一定附胶量的要求。去除余胶的余胶去除装置有以下四种。

（一）敲打法（打滴法）余胶去除装置

用一条或两条条钢或竹片横贯于帘布之全幅，其端部装有凸轮机构，以一定频率敲打帘布表面（当帘布速度10m/min时，可取60次/min），将多余胶乳敲打震下。此种办法比较简单，但全幅帘布被敲打时，帘布受力的均一性较差，同时声响也大。一般用于速度较低的简易浸胶机。

（二）辊击法余胶去除装置

如图1-6-29所示，利用带有四条凸棱的辊子的转动（转速为470～1410r/min；当帘布速度为12m/min时，可用800～900r/min）敲击布面，使多余胶乳飞溅落下。此种方法使帘布受击面比较均匀，但对设备制造要求较高，且不便余胶回收。

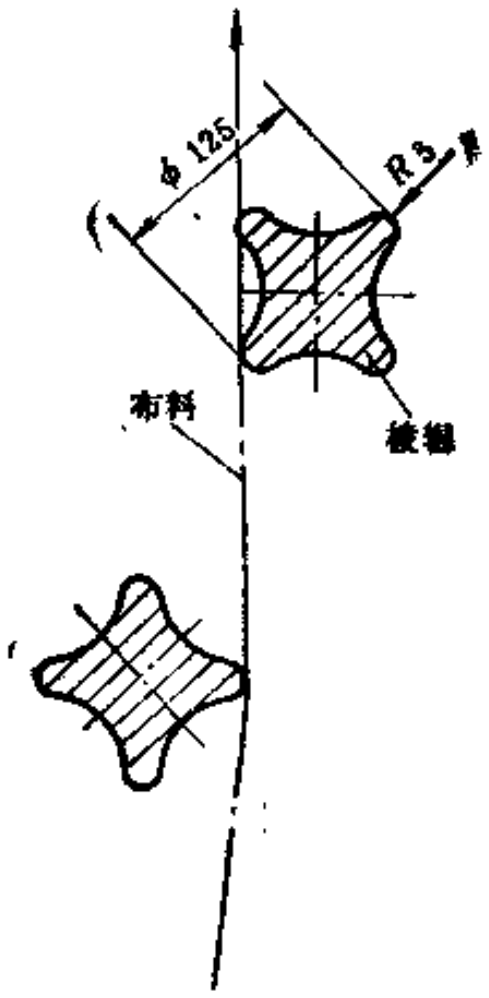


图 1-6-29　辊击法余胶去除装置

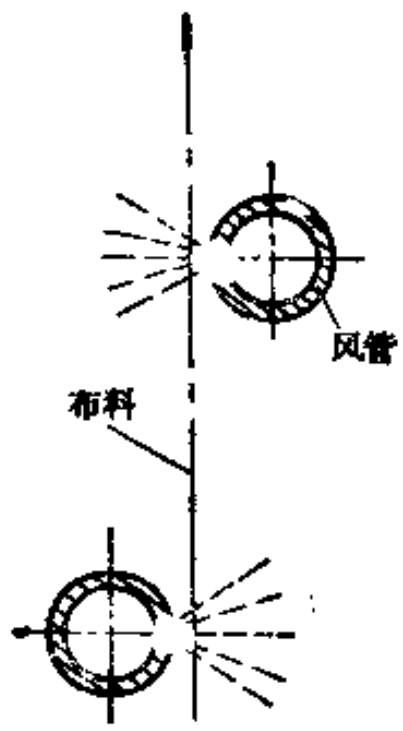


图 1-6-30　吹风法余胶去除装置

（三）吹风法余胶去除装置

如图1-6-30所示，利用开有一排小孔（孔径0.6mm，间距6mm）的管子，横贯于帘布的全幅，管内通入不含水和油的压力为0.2～0.3MPa的压缩空气，通过小孔喷出，吹至帘布表面，吹去多余胶乳。此种方法设备简单，但余胶仍不便回收，且易沾污设备和环境。

（四）真空吸胶装置

借助真空将帘布上多余的胶乳吸掉送入离心收集器回收，其系统如图1-6-31所示，真空系统可用真空泵，也可用高压抽风机。胶乳吸入离心收集器后流入贮胶桶贮存，每隔一定时间（约20min左右），利用压缩空气把胶乳送往高位槽再使用，也可按其吸胶时的真空度，提高离心收集器的装设高度，使回收之胶乳直接自动流入浸胶槽内。吸嘴结构根据真空流量

大小来考虑。图1-6-32为由两台真空度为7.6kPa、流量各为 3.4m³/min 的水环式真空泵并

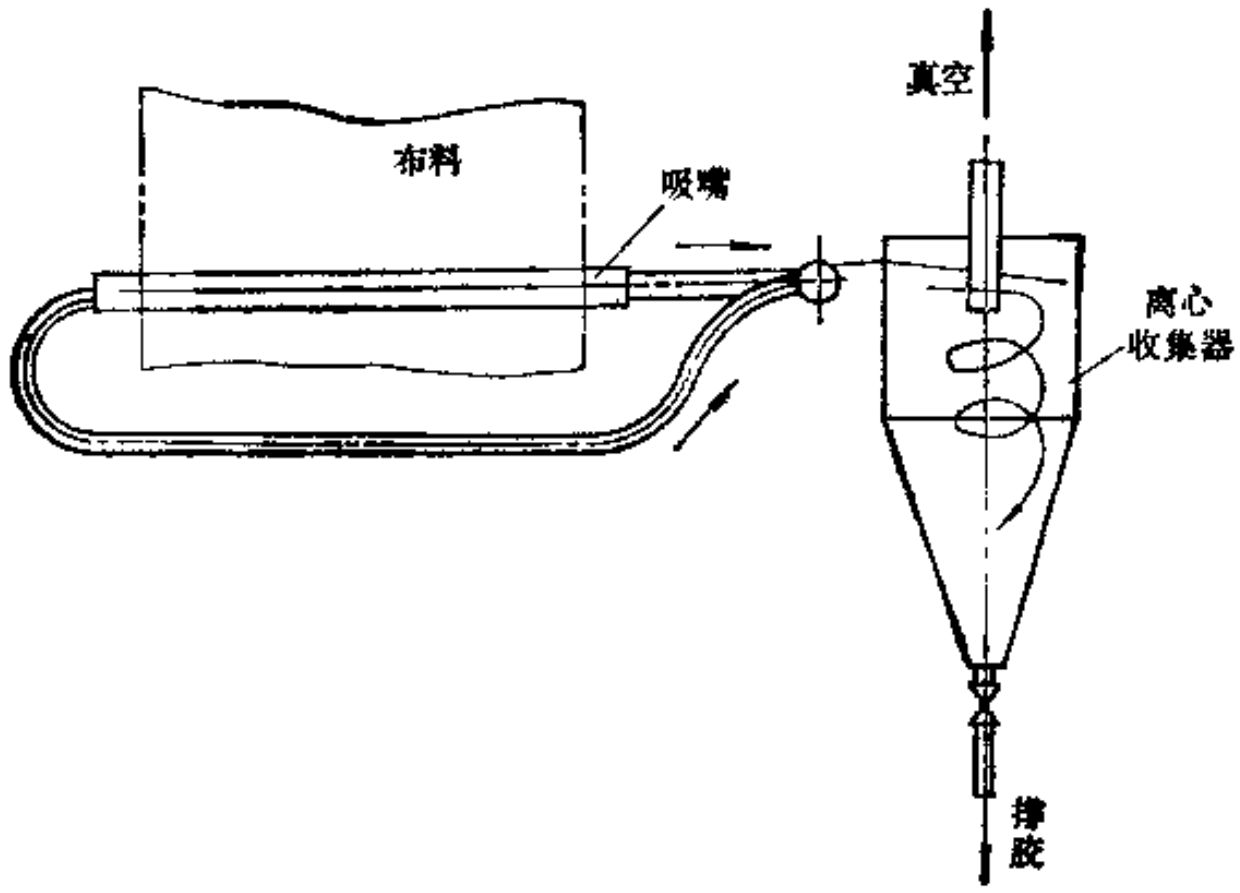


图 1-6-31　真空吸胶系统

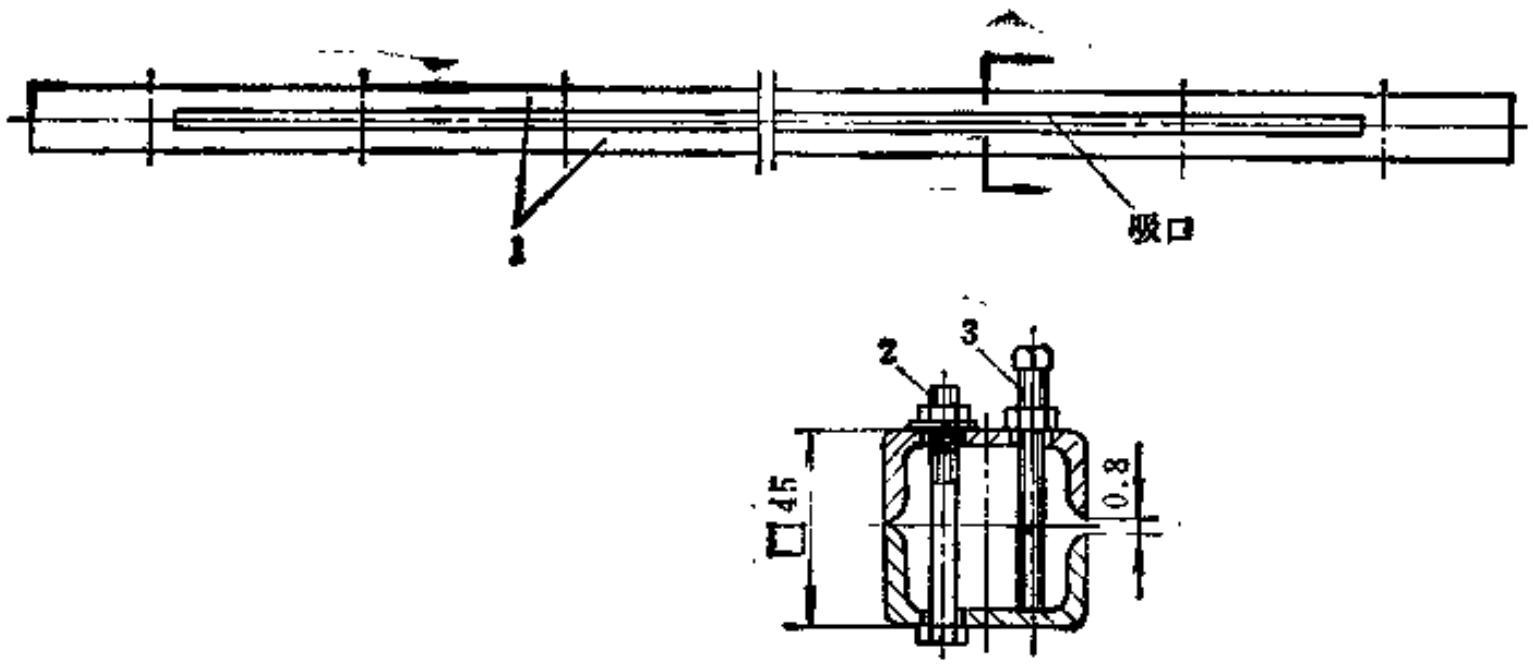


图 1-6-32　真空吸胶之吸嘴

1—槽钢；2—联结螺栓；3—调整螺钉

联使用的吸嘴。吸口尺寸为0.8×1700mm，吸胶时吸口距帘布≤1mm。处理1号帘布时可只用一台真空泵，处理2号，3号帘布时两台并联使用，以增加其流量。吸嘴由两根经加工后的槽钢1对口装配经螺栓2联接而成。吸口大小由调整螺钉3调整。吸嘴对缝处可用塑料胶纸贴封。真空系统容易泄漏的接头等处，用真空密封泥堵封。

真空吸胶装置余胶去除比较均匀，且胶乳能回收，环境也比较清洁。

七、伸 张 装 置

环绕在辊筒上的布料在伸张力的作用下，布料与辊筒之间产生摩擦力，由于伸张装置有

多个辊筒，摩擦力大于布料的伸张力，从而使布料在辊筒上不会产生滑移。利用两组伸张装置的速度差，建立区段间布料的张力，以实现布料被拉伸的目的。

根据伸张装置布料出入端的张力比决定辊筒个数，一般为3～12个。设计时，辊筒间距以满足能手工穿布为原则，尽量取小值（一般可取80～120mm左右），以增大包角（应在180。以上）。根据安装空间的位置，伸张装置可分立式和卧式两种基本型式，如图1-6-33所示。

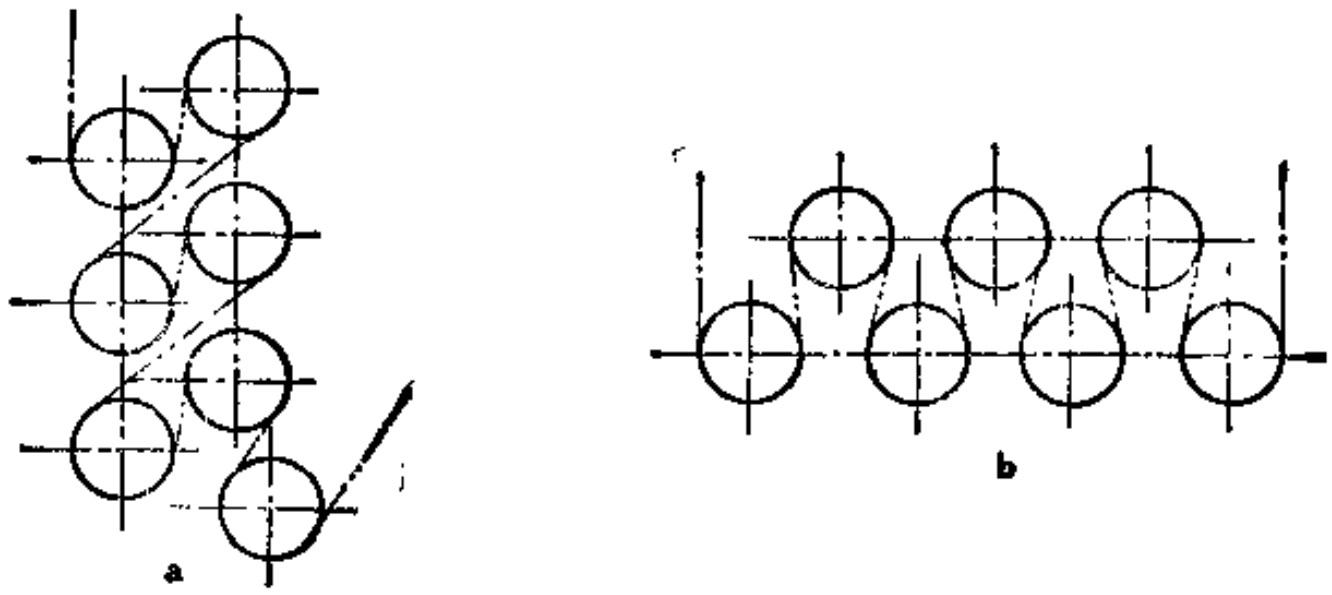


图 1-6-33　伸张装置排列型式

a—立式；b—卧式

图1-6-34为尼龙帘布浸胶热伸张联动线的伸张装置，由7个ϕ320×1700的镀铬钢辊组成。辊筒材料可用20号钢的无缝钢管。辊筒两端轴颈装有双列调心球面滚子轴承及轴承座（参见图1-6-35），并安装在两块由铸铁制成的机架中。设计时，机架上孔的尺寸应稍大于辊筒的直径，以便从机架的侧面装卸各个辊筒。每个辊筒的一端部装有齿轮，彼此相啮合，用电机通过减速器驱动，停车时采用能耗制动。

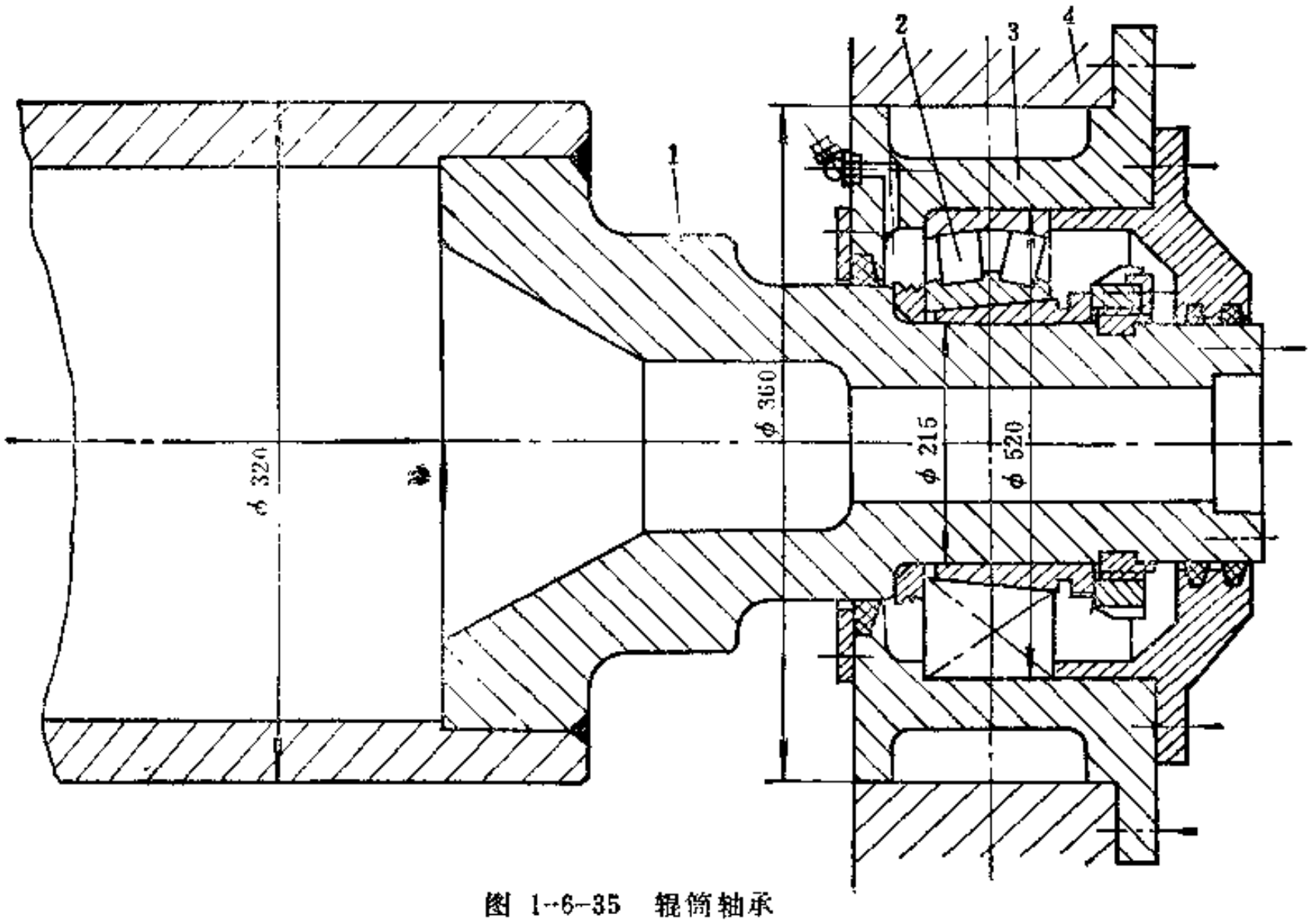


图 1-6-35　辊筒轴承

1—辊筒；2—双列调心球面滚子轴承；3—轴承座；4—机架

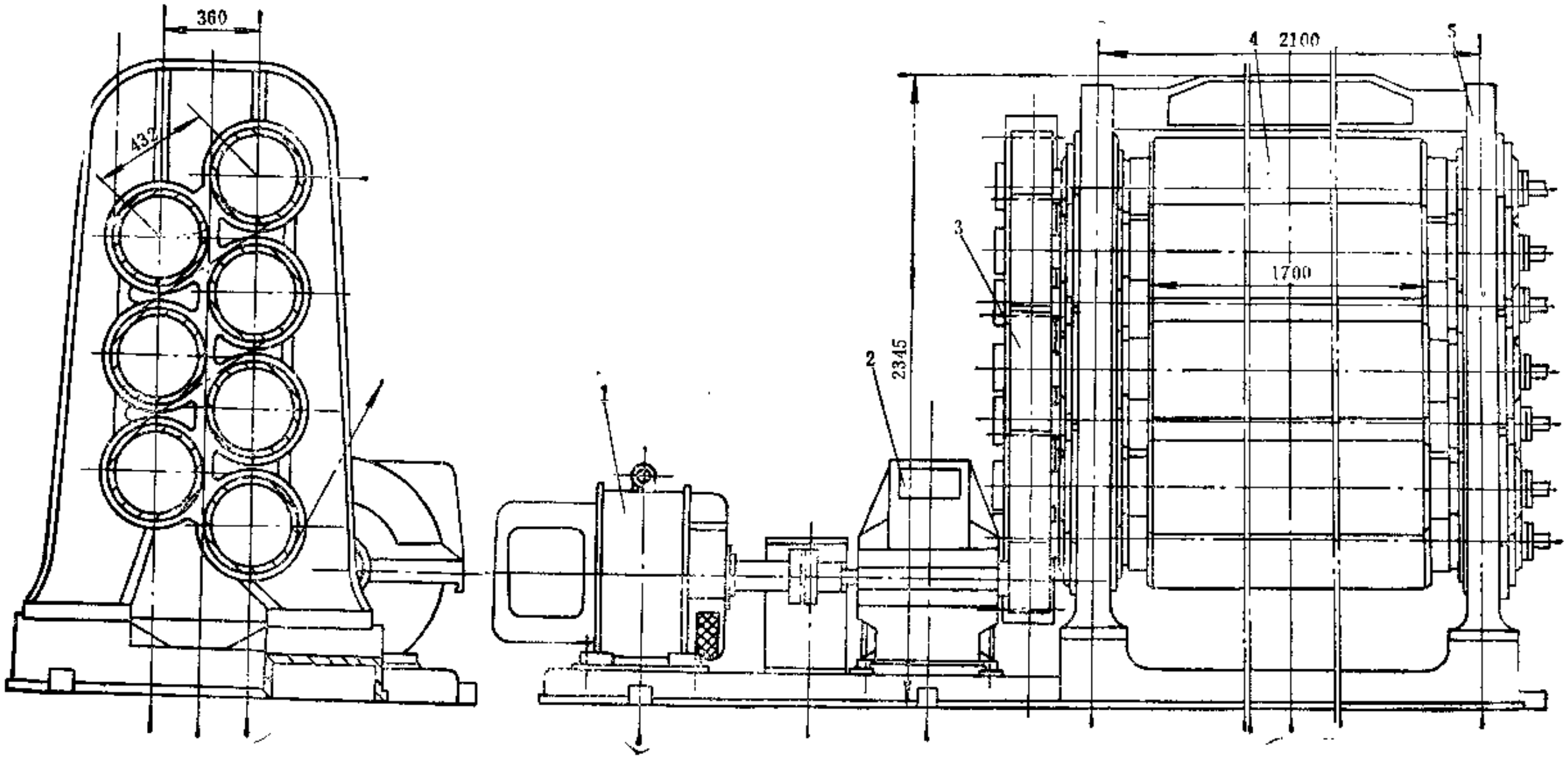


图 1-6-34 伸张装置

1—电机；2—减速器；3—齿轮；4—辊筒；5—机架

处在干燥区段一侧的浸胶装置，亦兼作伸张装置用。

一般除干燥、加热工艺过程结束后的伸张装置可通冷却水冷却外，其余伸张装置可加温（一般在60～70℃以下）。也有不用加温措施的。

八、热风系统与加热室

（一）加热室

借助热空气加热和干燥布料。有三种基本形式。

1．蒸汽排管直接加热室

在加热室穿行布料之间装设散热排管，如图1-6-36所示。此种方式设备结构简单，但加热干燥效率不高，多数需另外增加干燥辊干燥。一般在工作速度较低的棉帘布或粘胶帘布浸胶机上有所应用。

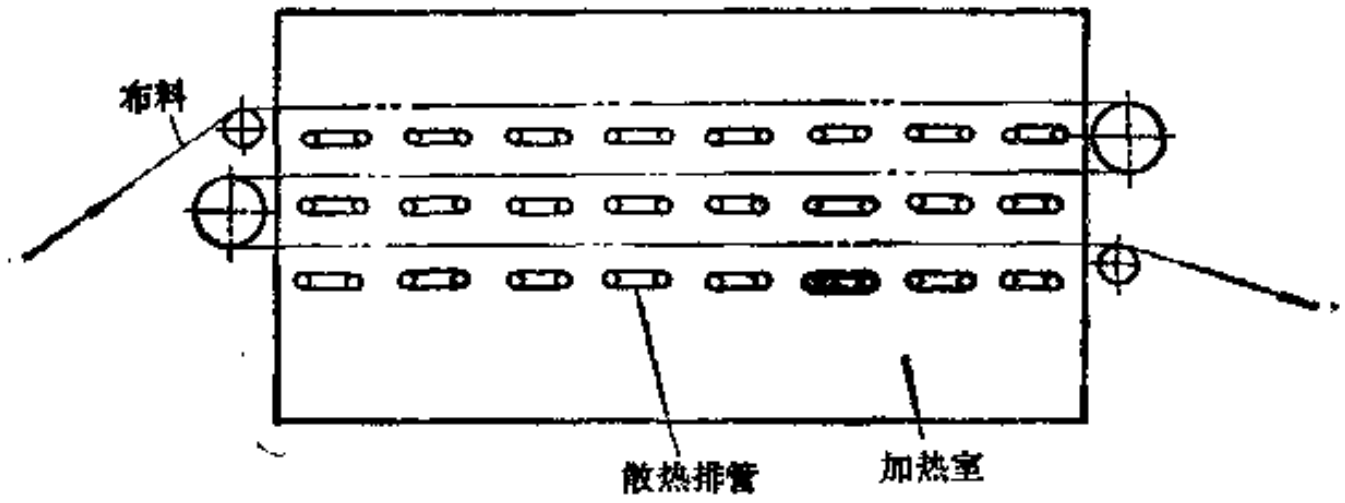


图 1-6-36　蒸汽排管加热室示意图

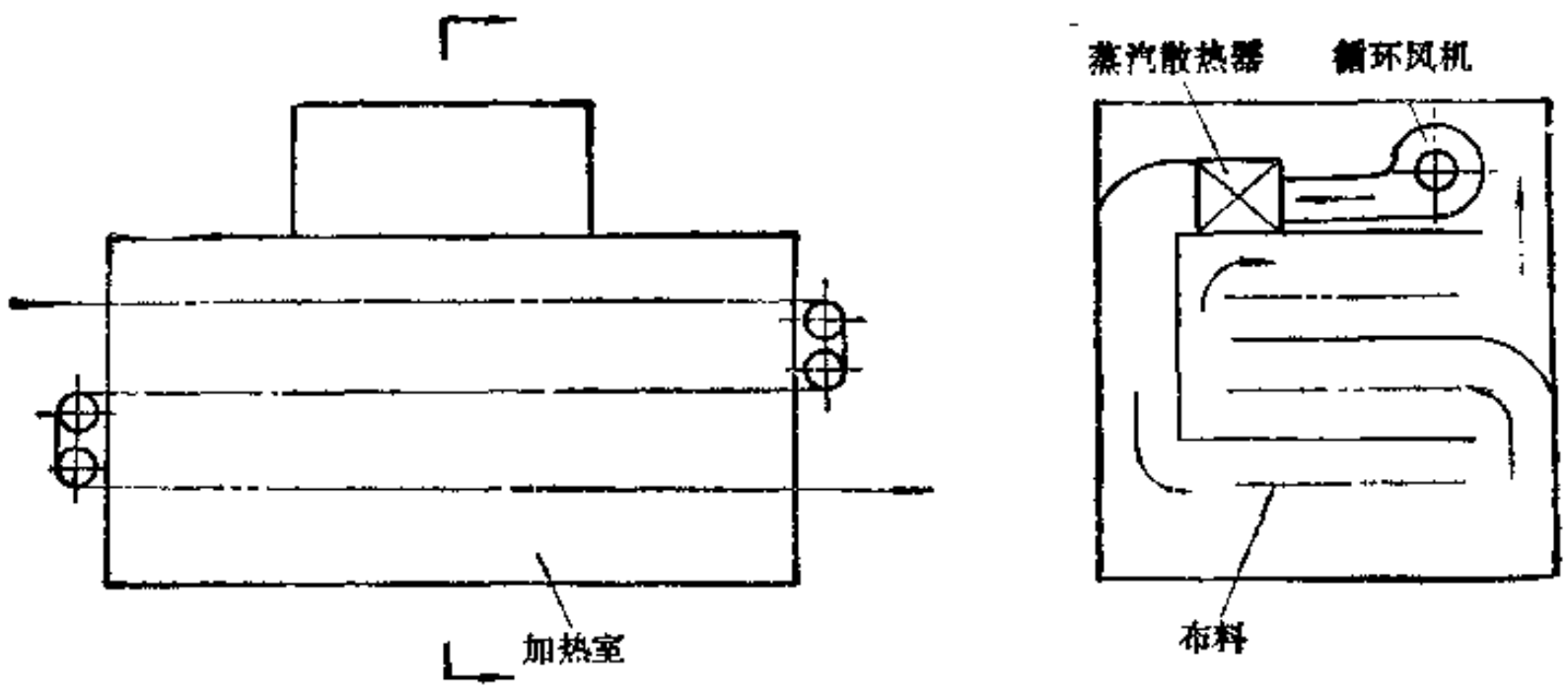


图 1-6-37　热风大循环加热室示意图

2．热风大循环加热室

如图1-6-37所示，这种采用热风循环加热干燥的加热室，用散热器将空气加热，由循环风机将热空气送入加热室内自由流动，再利用回风管把余热空气经散热器再加热，重复使用。此种方式加热室内设置比较简单，但未能充分利用风速干燥，效率还较低。

3．循环热风喷吹布料加热室

如图1-6-38所示，热源经散热器将空气加热，由循环风机、导管和风嘴，把热风喷吹到布料表面，从而达到加热干燥作用。然后将加热室内的热空气经回风管回到散热器再加热重复使用，形成一个循环系统。由于热风喷吹到布料表面的风速较大（约为 10m/s 左右），因此干燥效率较高，在相同温度条件下的加热时间得以缩短。应用此种加热方式已见增多。

风嘴如图1-6-39所示，用薄钢板弯制成槽形板，成排固定在导风管末端。布料两面各有一组风嘴，面对面的错开排列，两组风嘴口的距离为56mm，布料由其中间穿行，布料与风嘴口距离则为风嘴口距离之半。

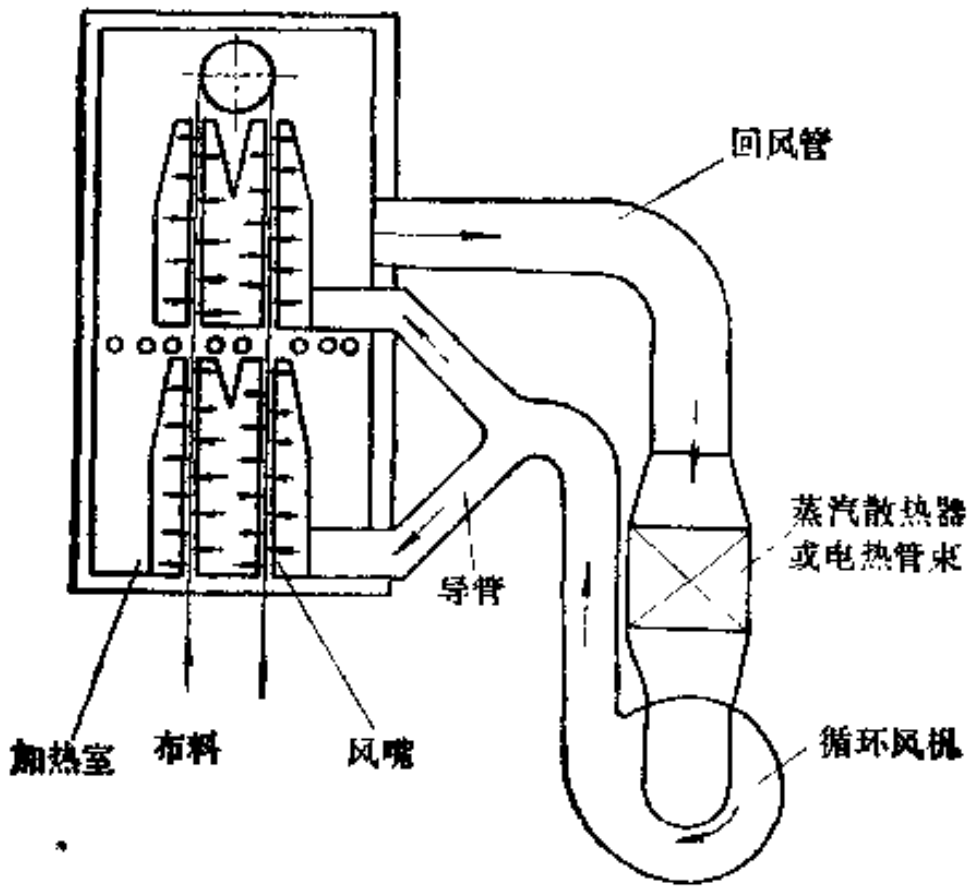


图 1-6-38　循环热风喷吹布料加热室

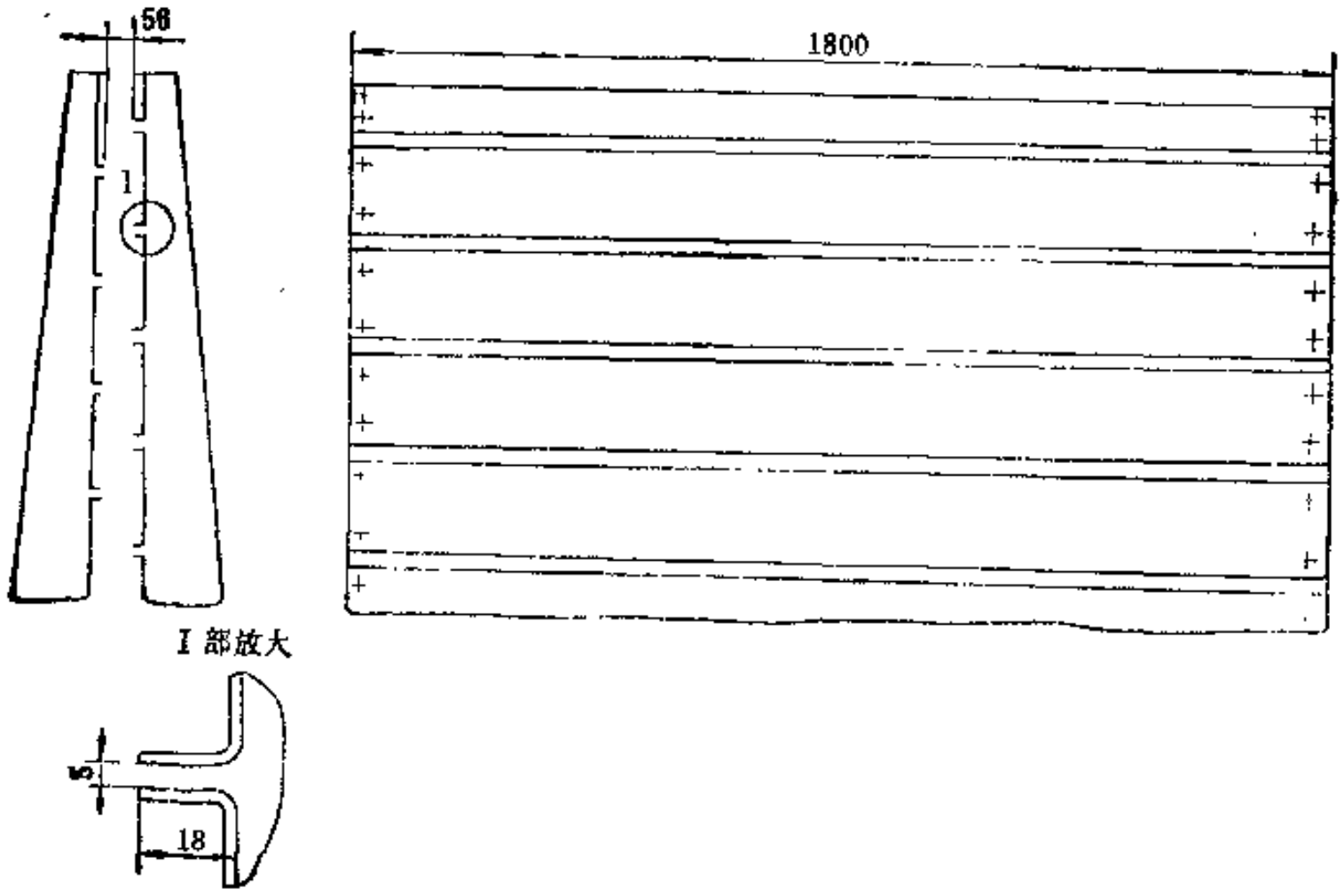


图 1-6-39　风嘴局部图

此外，干燥室还设有排湿风机，以降低加热干燥室的湿度，增强干燥效果。热伸张、热定型室则另设有紧急排风机，以备事故停车时，能在很短时间内将热风排出，降至安全温度，避免帘布受高温时间过长而老化烧焦。

（二）热源

加热热源可有下列四种。

（1）蒸汽加热　利用蒸汽散热设施传热。蒸汽热源取之方便，又较经济，因此一般温度要求不高的加热室常采用蒸汽加热。

（2）煤气加热　煤气经喷嘴喷出，在由耐火砖砌成的燃烧室内燃烧，用风机将热风送

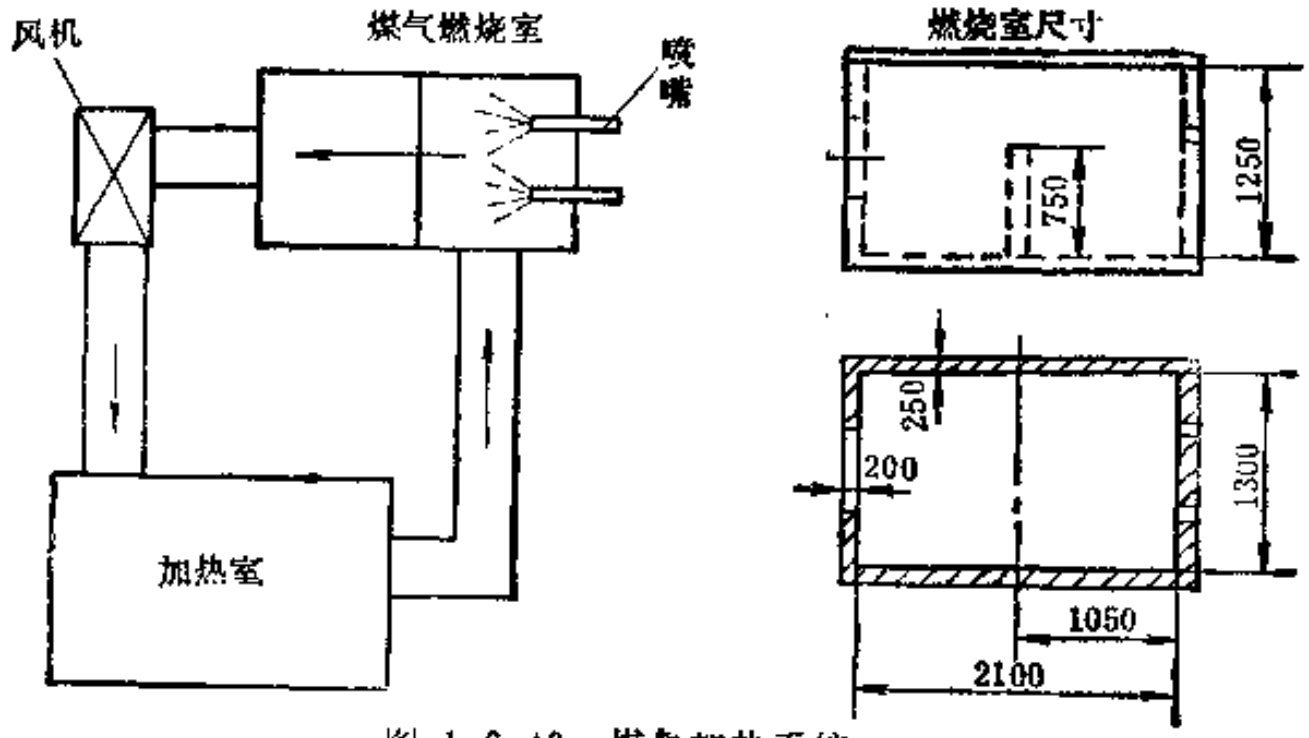


图 1-6-40　煤气加热系统

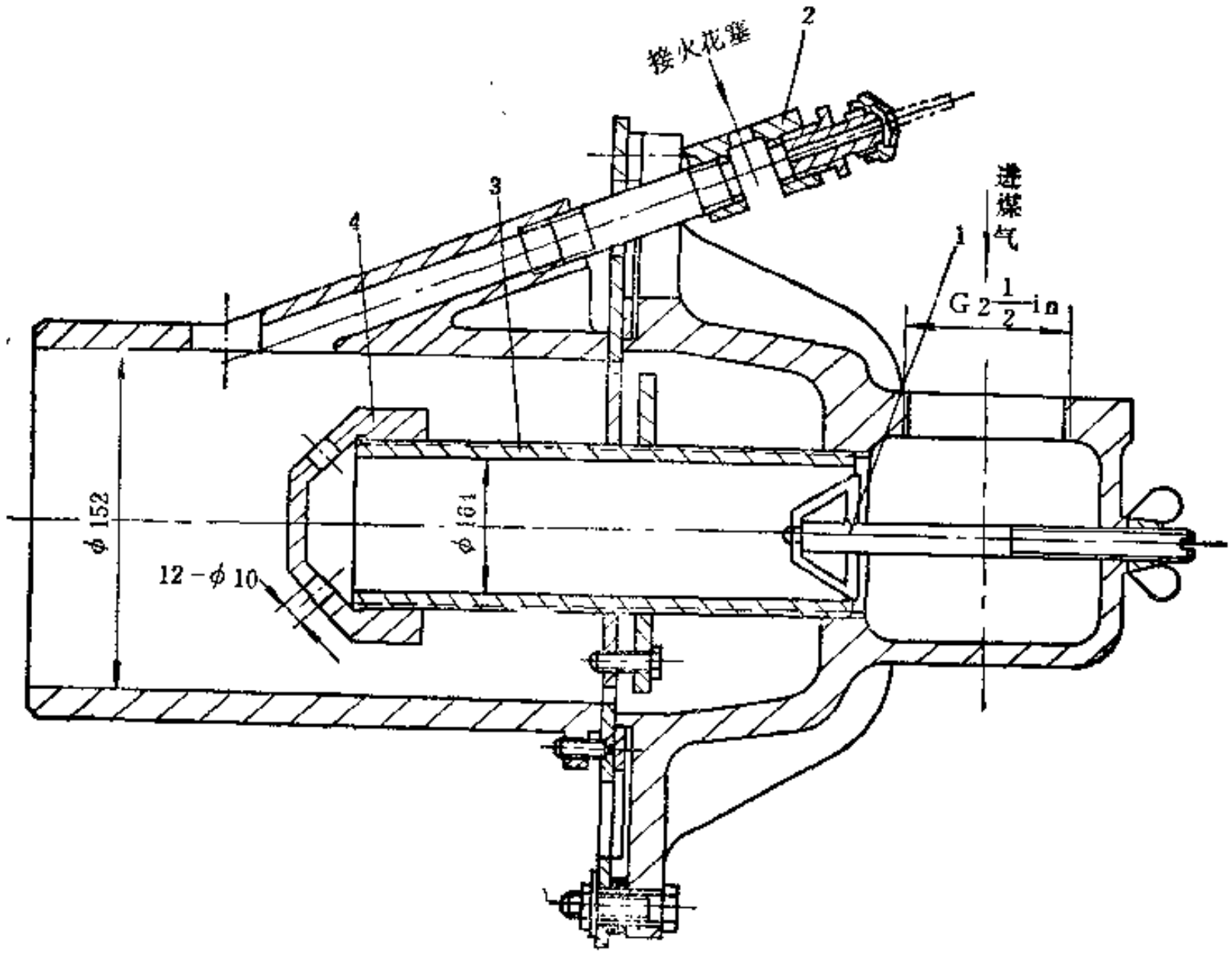


图 1-6-41　煤气喷嘴结构

1—调节阀；2—火花塞座；3—喷管；4—喷头

至加热室，余热经回风管进入燃烧室再加热，其系统如图1-6-40所示。一组系统配有两个煤气喷嘴，最大热量可达1674720kJ/h。煤气喷嘴结构见图1-6-41。

煤气加热比较经济，因此只要控制煤气的含硫量，对环境污染就很少，是一种比较理想的热源。

另外，还有利用煤气红外线干燥的。在被干燥布料的两侧成组装设煤气红外线发生器，发生器与布料之距离可随意调整，因事故停车时，能迅速移开，以免烧焦或起火。这种加热方式之余热不能循环利用，因此热效率较低。

（3）电加热　空气经管状电热棒加热（见图1-6-42），送至加热室。可组成热风循环系统。电加热对环境无污染，较易实现温度控制，但耗电费用较高。

（4）燃油加热　如图1-6-43所示，一般用重油作燃料，经喷嘴喷雾，在燃烧室里燃烧，利用烟气加热耐热钢管管束，空气由管子内部通过而得到加热，热风由风机送到加热室，余热经回风管返回再加热，形成热风循环系统，废烟气由烟囱排至大气。燃油加热成本较低，但存在油的运输、贮存等困难，并增加对环境的污染。

用何种热源为好，按具体情况选用，一般温度不太高时（150℃以下）用蒸汽为好，温度要求较高时以用煤气或电热为宜。

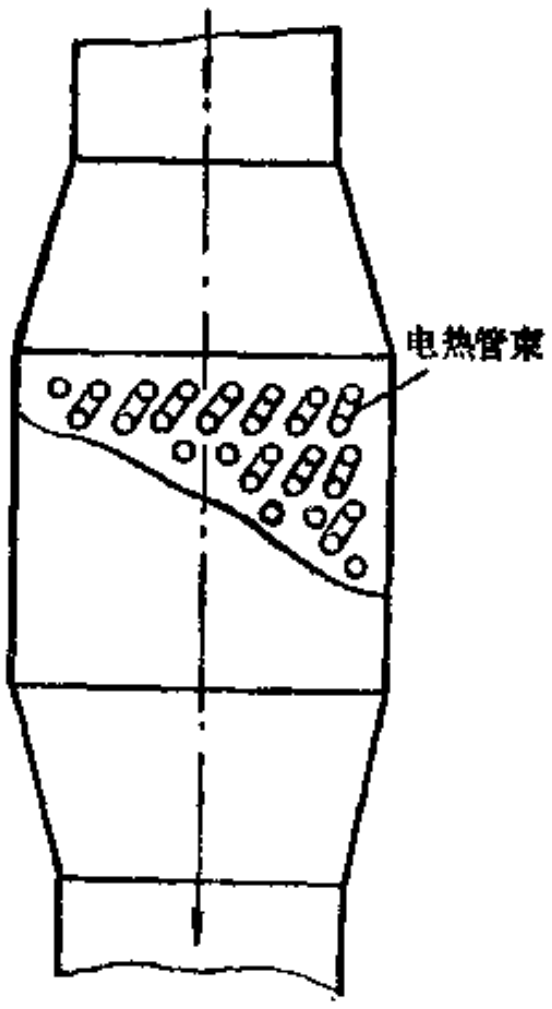


图 1-6-42　电加热器

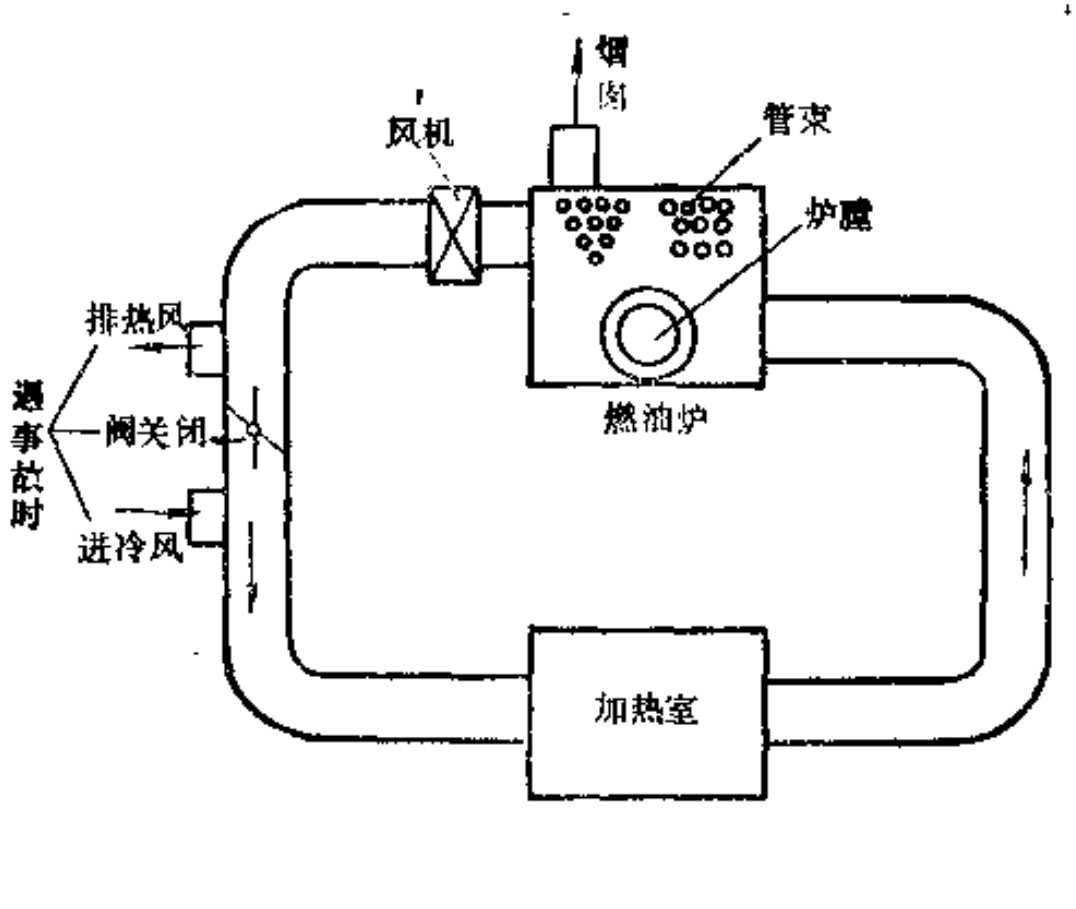


图 1-6-43　燃油加热系统

（三）加热室结构与保温

加热室结构与保温材料种类较多，常用的有：①以型钢为构架，玻璃纤维板外包薄钢板做保温层单元，铺贴于构架上，如图1-6-44所示，构成加热室。这种方法保温效果好，便于拆装迁移，应用较多，但造价较高，制造费时。②以钢筋混凝土柱子和平台做构架，加热室内辊筒座落在工字梁上，工字梁安装在钢筋混凝土柱子的牛腿上，借以承受载荷。保温墙由红砖衬里，加气混凝土作保温材料堆砌于平台上构成，如图1-6-45所示，其外形如图1-6-46所示。此法与①法相比，能节省大量钢材，花钱少，施工快，外壁面温度低，效果较好。但

建成后不能拆迁。温度不太高的棉纤维帘布浸胶机加热室则采用石棉板贴面的简易办法，也可满足保温要求。

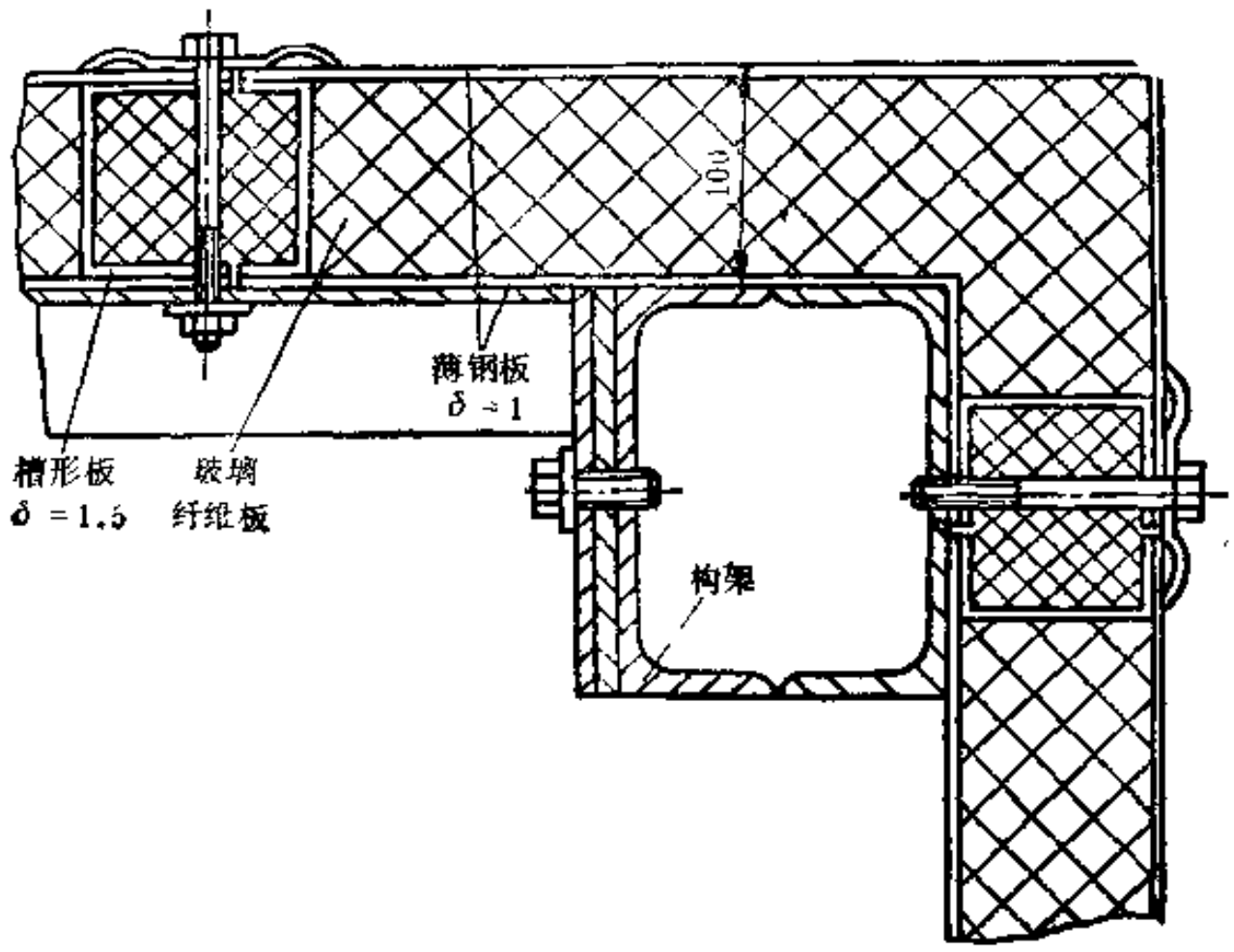


图 1-6-44　铁皮外壳的保温层结构

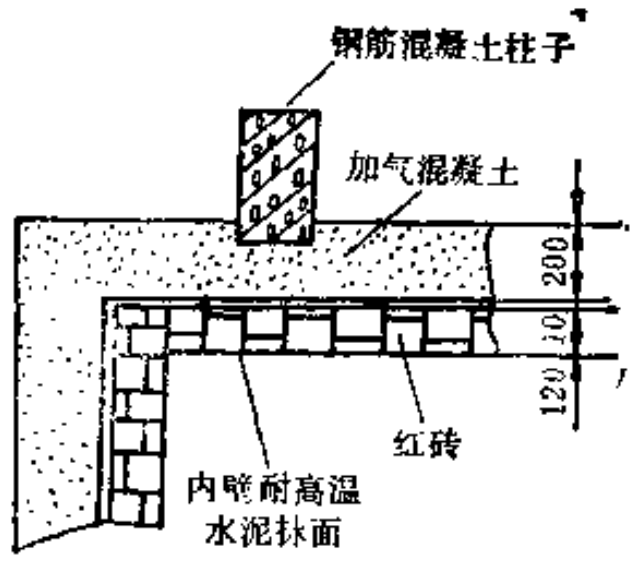


图 1-6-45　加气混凝土保温层结构



图 1-6-46　加气混凝土构成的加热室外形

（四）粘辊问题

刚浸过胶的布料，在未干燥前与加热室导辊接触时，极易粘辊。为避免粘辊，一般采取下列措施。

（1）浸胶后先经过一段干燥路程，然后再与加热室导辊接触，可减轻粘辊程度。

（2）改进加热室导辊表面状况。

①采用镀铬棱形辊筒，其断面如图1-6-47所示，镀层厚度为0.03mm。此法较简单，应用较多，但不能完全避免粘辊现象。

②辊筒表面涂以聚三氟乙烯（适用于150℃以下）或聚四氟乙烯（适用于150℃以上）一类涂层，涂层厚度为0.3mm左右，基本能免除粘辊，但涂层后需进行高温处理。

③干燥鼓表面装设耐热三角形玻璃棒。

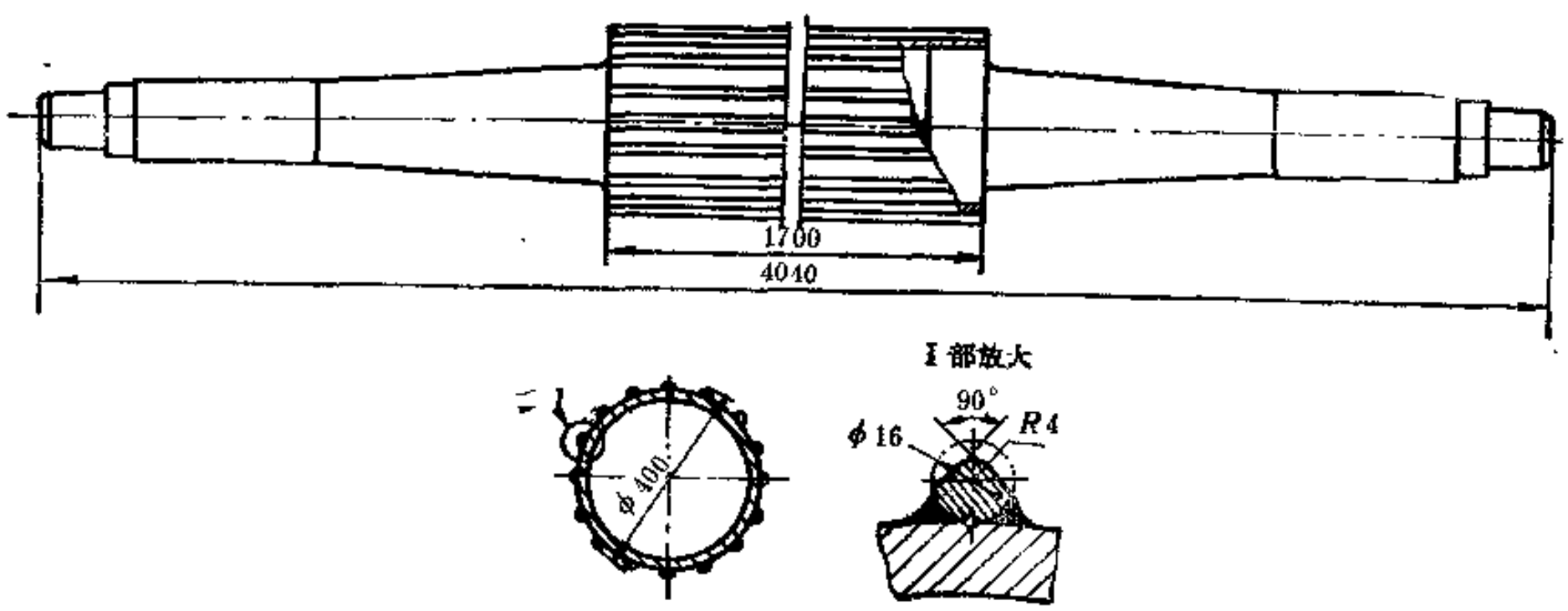


图 1-6-47　棱形辊筒

九、卷 取 装 置

用于将浸胶处理后的布料卷取成卷。通常设置两台卷取装置，交替使用。卷取装置有下列三种型式。

（一）平面摩擦盘卷取装置

卷取装置一端由电机通过平面摩擦盘经摩擦片带动进行卷取（摩擦片一般可用牛皮或石棉刹车片），随着卷径的逐渐增大，通过人工调节摩擦盘手轮，使摩擦盘的正压力逐渐减小，摩擦力也相应减小，产生打滑掉转现象，卷取转速遂逐渐减低，致使布料线速度保持大致相同，其结构见图1-6-48。

（二）滚动摩擦卷取装置

布卷放置在一个（或二个）主动回转的辊筒上，借辊筒与布卷的摩擦力带动布卷回转，布卷直径增大，卷取线速度保持不变。滚动摩擦卷取装置如图1-6-49 a 、 b 所示， a 适用于较小布卷（布长约180m以下）， b 适用于较大布卷（布长约180～500m）。

（三）自动卷取装置

由直流电机通过减速器拖动，设有张力计，自动检测反馈控制调节布料卷取过程中的一定张力，张力可按布卷里紧外松的原则变化，卷径小时张力大些，随着卷径的增大而逐渐减小，以保证卷取质量，其变化斜率可为15%（见图1-6-50），即：终了时张力＝开始时张力（1～15%）。

尼龙帘布浸胶热伸张联动线卷取装置的结构如图1-6-51所示。

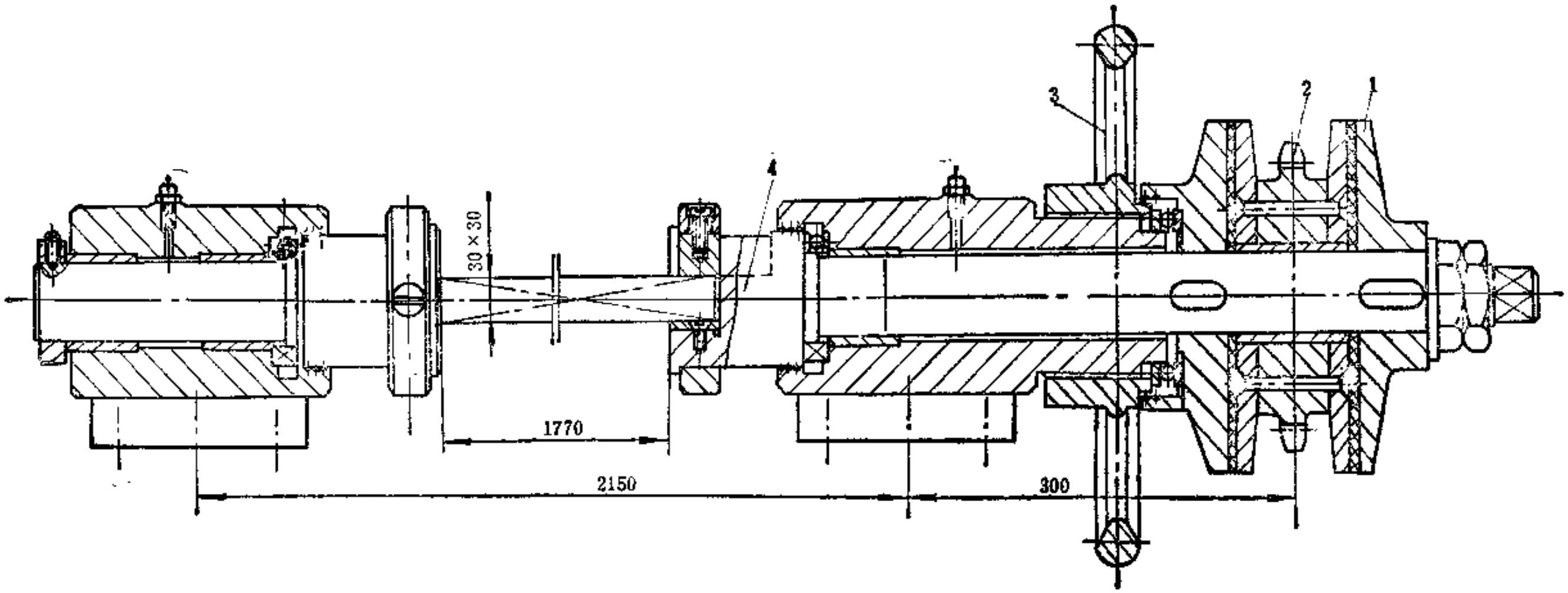


图 1-6-48　平面摩擦盘卷取装置

1—平面摩擦盘；2—传动链轮；3—调节手轮；4—方轴卡头

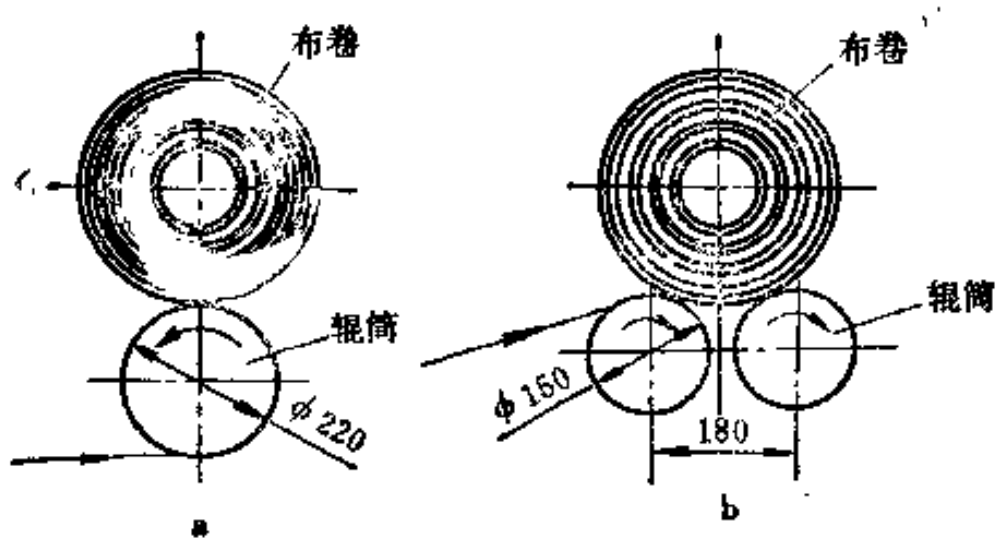


图 1-6-49　滚动摩擦卷取装置示意图

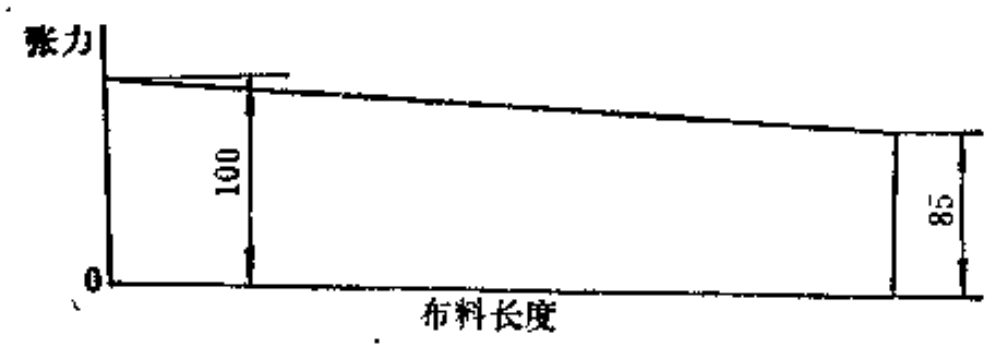


图 1-6-50　卷取张力的变化斜率

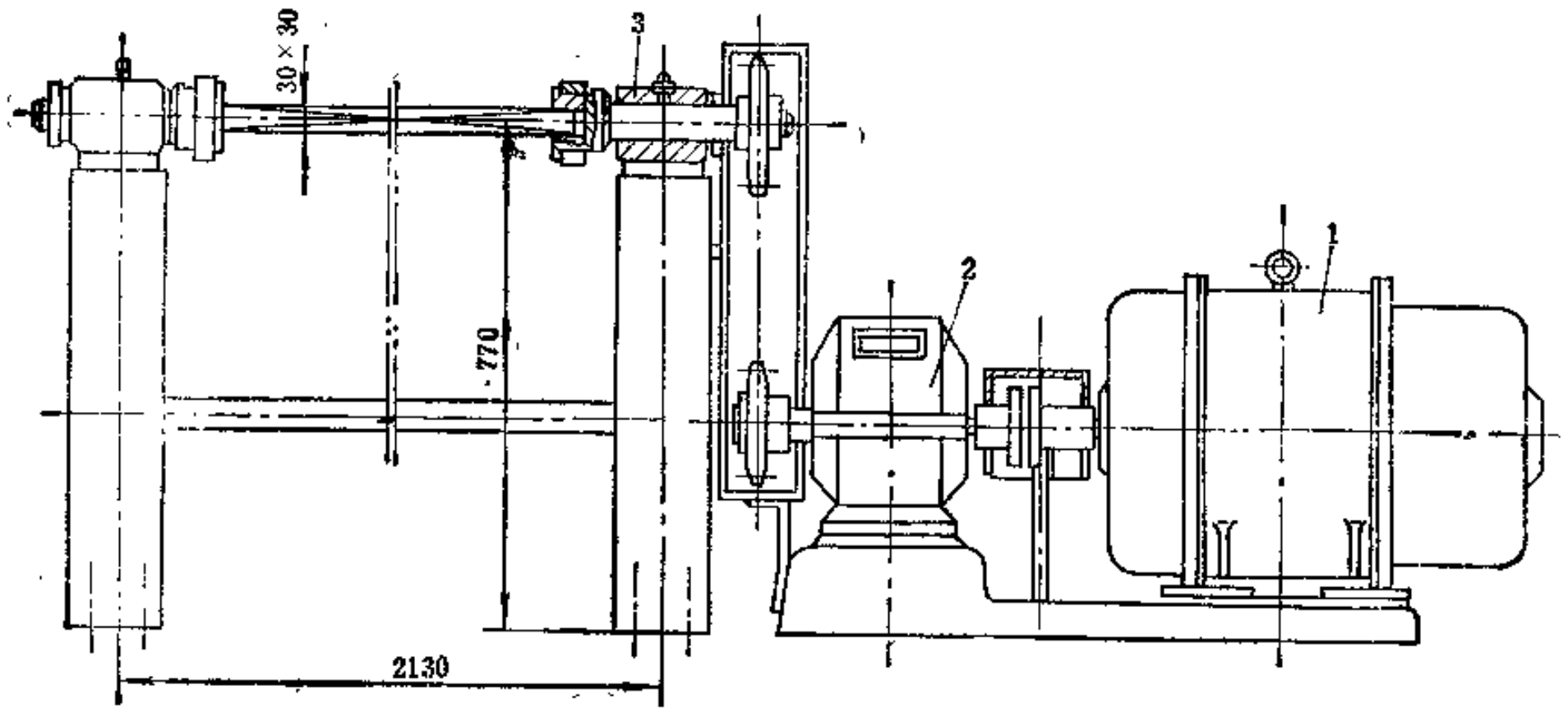


图 1-6-51　自动卷取装置

1—电机；2—减速器；3—卷取架

有的卷取装置装有紧急停车装置和静电消除器，以保护操作人员的安全。

十、定中心装置

布料在浸胶、热伸张及压延等联动线上的运行过程中会产生跑偏现象，需用定中心装置

不断进行纠偏，使布料沿一定位置运行，以保证联动线工作正常，卷取整齐。

（一）定中心装置的组成

定中心装置通常由检测装置、比较放大系统和执行机构三部分组成

1．检测装置

检测装置可以直接检查测量出布料跑偏的方向及其程度，输出相应信号，经比较放大，使执行机构动作。橡胶工业用常见的检测装置有光电式、气流式、微动开关-杠杆式及针形阀-杠杆式等。微动开关-杠杆式及针形阀-杠杆式通常为接触式两位检测，结构比较简单易行，但检测杆与布料边缘有接触，易造成布料卷边的弊病。光电式和气流式为非接触式检测，避免了布料卷边，并可实现比例检测调节。

2．比较放大系统

比较放大系统系将检测装置的实际测量值与给定值进行比较和运算，但由于输出信号较弱，需通过放大器放大，然后带动执行机构。

3．执行机构

执行机构系根据检测机构和放大器输出的信号执行调节指令的机构，使布料定中心运行。执行机构主要由驱动部分和调整辊组成。驱动部分常见的方式有气动薄膜式、气缸式、液压式和电动式等。调整辊常见的有摆动式和游动式两种。

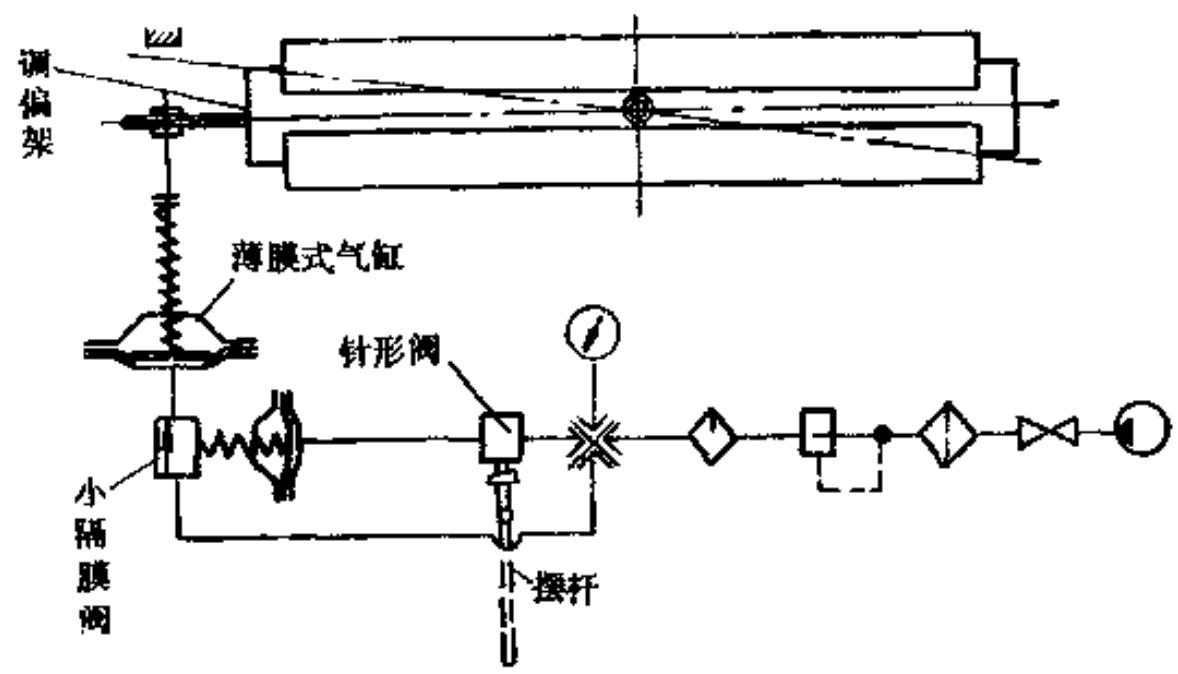


图 1-6-52　气动两位式定中心装置工作原理

摆动式调整辊的工作原理如图1-6-52所示，两个导辊装在可绕中心支轴摆动的架子上，经执行机构-气动薄膜驱动，调整辊绕架子中心支轴摆动，利用布料沿垂直于导辊轴线运动的特性，使布料得以纠偏复位。

游动式调整辊的结构如图1-6-53所示，两个导辊 7 装在转盘 6 上，可以调整布料在导辊 7 上的包角，导辊的支座 5 可绕滑座 4 上的铰支轴转动，在油缸 1 的活塞杆 2 驱动下，滑座 4 可沿导杆 3 移动，使导辊 7 游动。调整辊游动时，使布料迅速得以纠偏，其纠偏过程见图 1-6-54。

（二）游动式调整辊的工作原理

游动式调整辊的调偏工作原理，如图1-6-55所示。当活塞杆移动 $\frac{e}{2}$ 距离时，调整辊由 $\overline{OO}$ 游动到 $\overline{O'O'}$，布料由CC位置到达C′C′位置，即调整辊离原点O有一水平位移 $\frac{e}{2}\cos\alpha$ 及

垂直位移 $-\frac{e}{2}\sin\alpha$。显然，调整辊水平位移 $a=\frac{e}{2}\cos\alpha$，就是布料水平调偏量，其调偏过

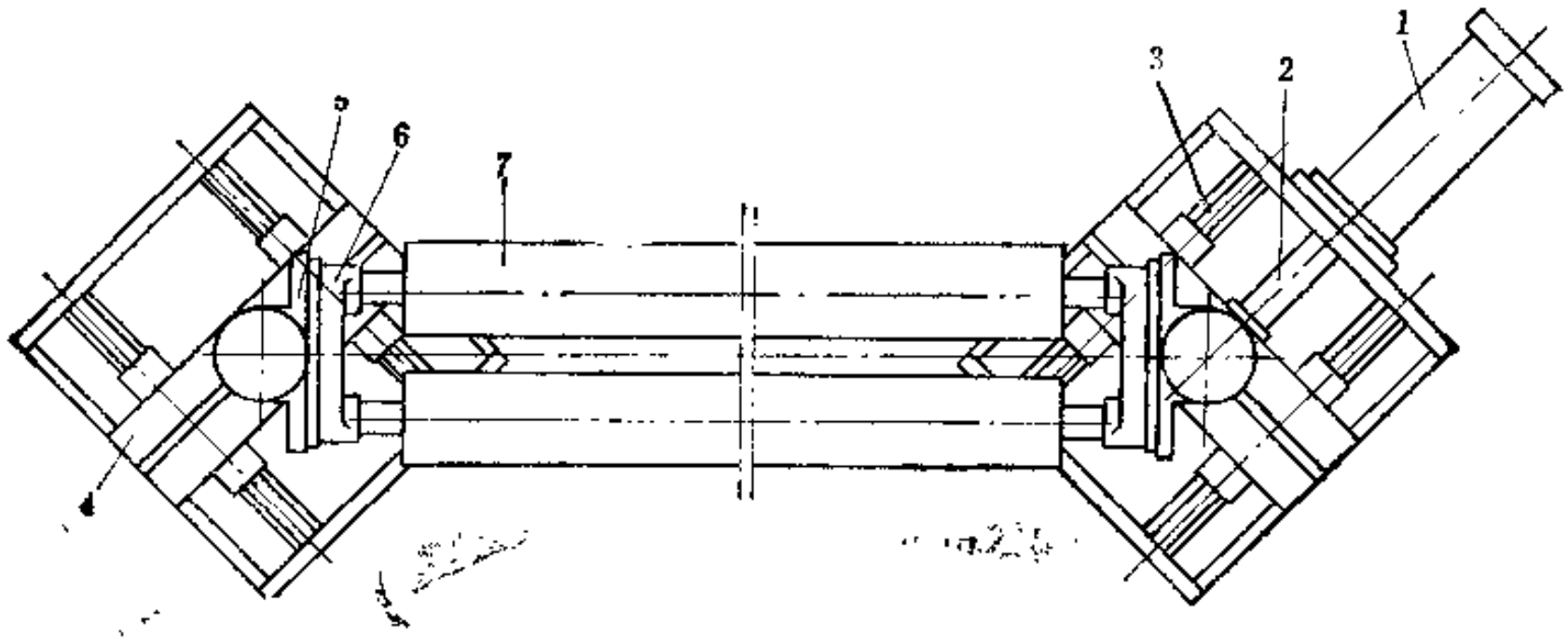


图 1-6-53　游动式调整辊执行机构

1—油缸；2—活塞杆；3—导杆；4—滑座；5—支座，6—转盘；7—导辊

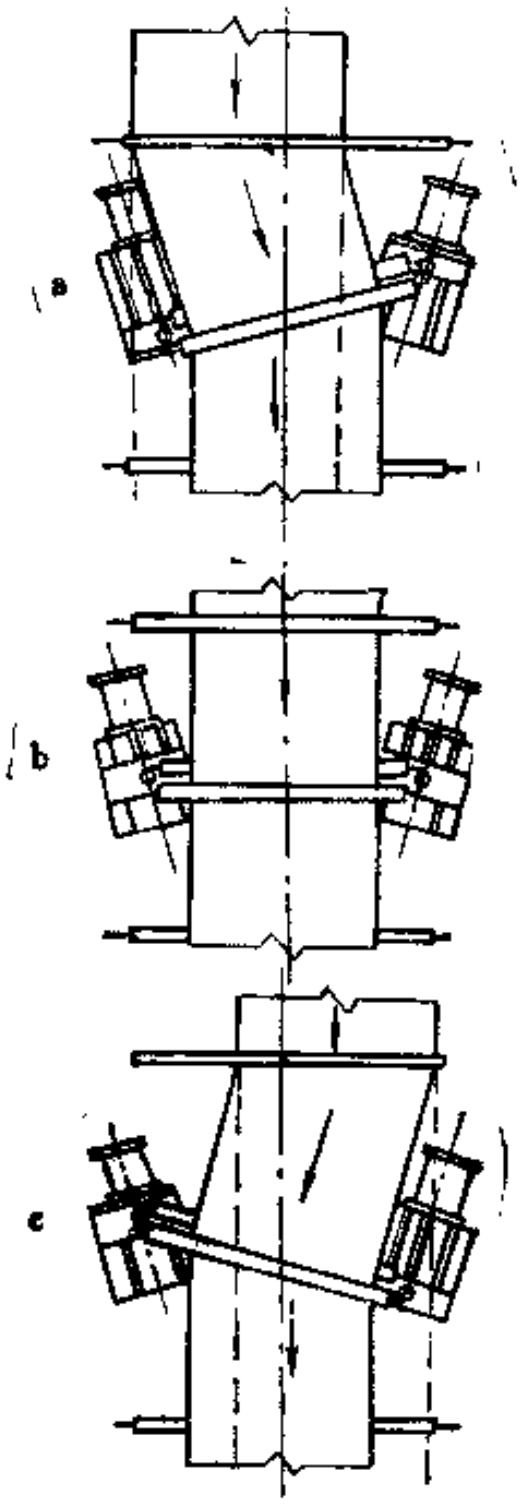


图 1-6-54　游动式调整辊调偏过程

a—布料往左偏，使之恢复正常位置时的调整辊状态；b—布料正常工作位置时的调整辊状态；c—布料往右偏，使之恢复正常位置时的调整辊状态

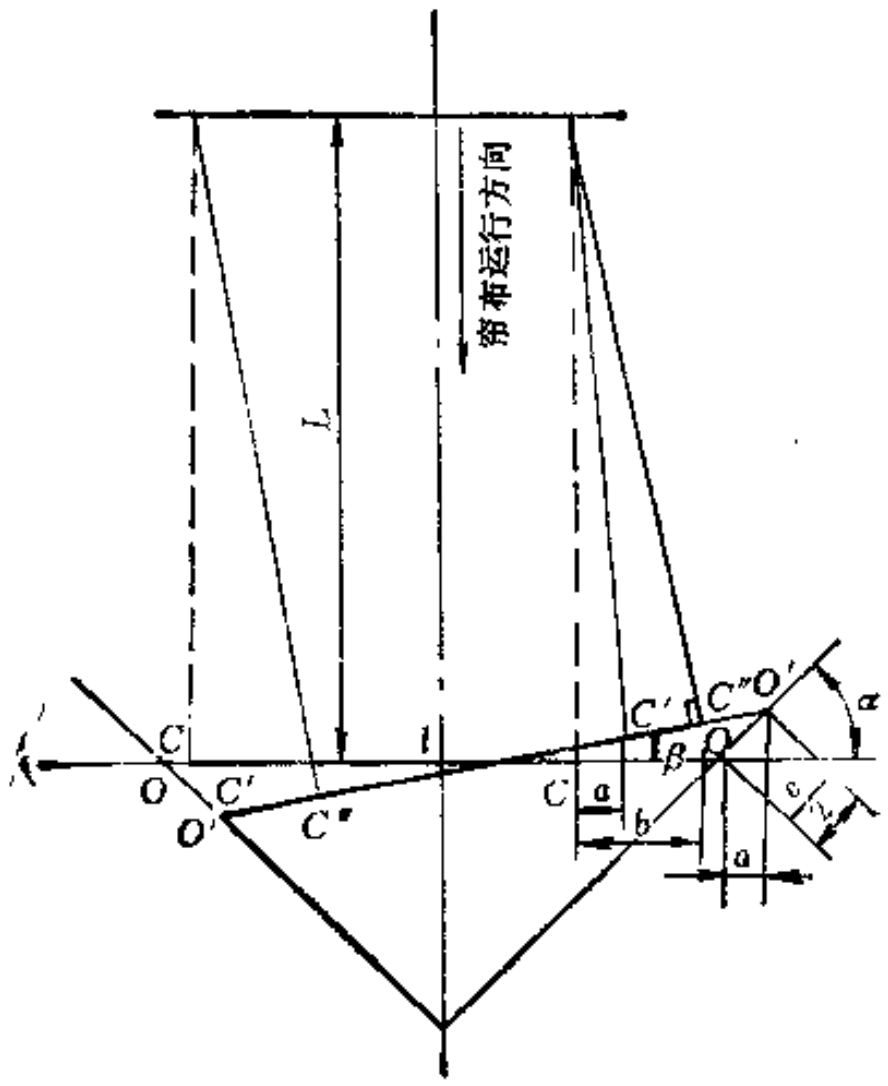


图 1-6-55　游动式调整辊调偏工作原理

a—水平位移的快速调偏量；b—布料沿调整辊爬行的调偏量；e—油缸活塞杆行程；α—油缸活塞杆、导杆与水平线夹角；l—调整辊长度；L—进布方向离调整辊前最近一根导辊的距离；$\overline{OO}$—调整辊滑座铰支点的距离

程比较迅速。另外，调整辊在垂直方向移动，使调整辊倾斜 β 角，由于布料运行轨迹具有逐步趋向并达到垂直于调整辊轴线的特性，布料要沿调整辊爬行，从图中C′C′至C″C″，这个过程较慢，需要调整辊转动若干圈后，才能达到布料垂直于调整辊轴线。其调偏量 $b \approx \frac{eL\sin\alpha}{l}$。

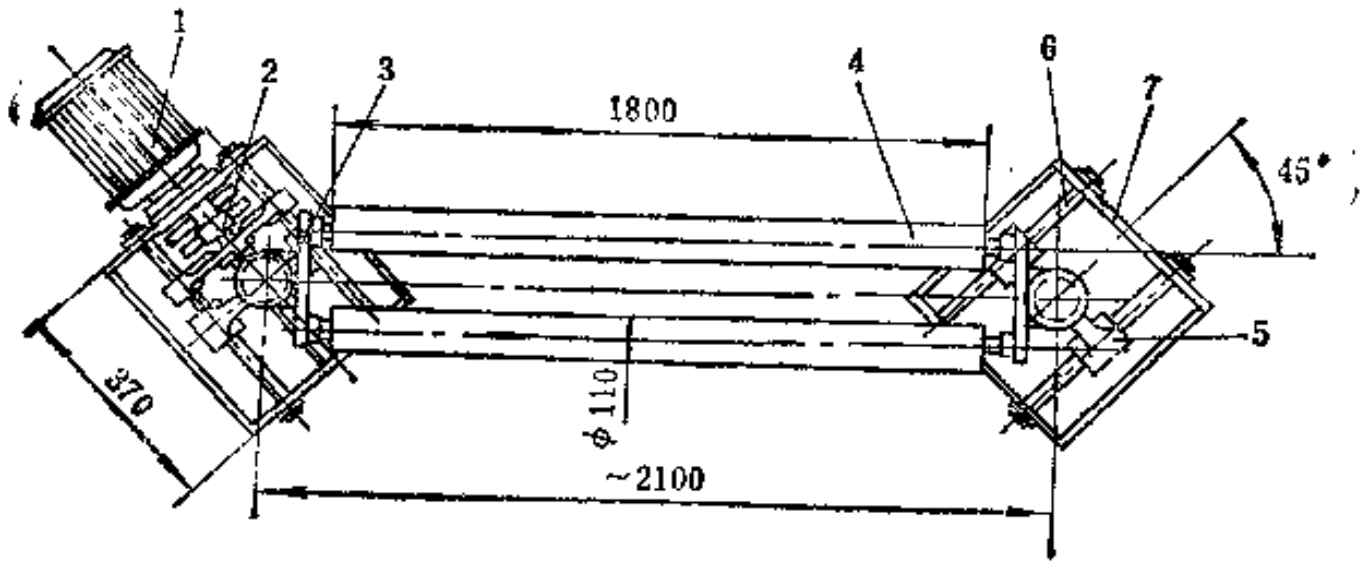
调偏量 a 与 b 的分析。当 $\alpha=0°$ 时，调整辊位移产生的水平调偏量最大，$a=\frac{e}{2}$，由垂直位移产生的调偏量 $b=0$。从图1-6-55分析可知，当 $\alpha=0°$ 时，无显著调偏效果，因为若调整辊向左移，引起布料与调整辊垂直面产生倾斜，布料按调整辊轴线垂直面运行趋势被破坏，布料会向右回调，直到向左的水平调偏量完全被向右的回调抵消。

若 $\alpha=90°$，则 $a=0$，调整辊水平方向位移等于零，由调整辊垂直移动引起的调偏量为最大值，其结果使调整过程缓慢。由上述分析可知：

（1）油缸及导杆最小倾斜角 α 必须保持水平调偏量不再回调，即必须 $b \geqslant a$，得出 $\alpha \geqslant \mathrm{tg}^{-1}\frac{1}{2L}$。常用的 α 为30～45°；

（2）总的实际调偏量就是由调整辊垂直位移所产生的调偏量 b，而水平调偏量 a 只是加快其调偏过程，使布料迅速得到调偏，但必须注意布料走向，如果反了，则效果相反；

（3）总调偏量与 L 成正比，因此，必须注意定中心装置安装位置，一般调整辊距前导辊的距离 $L \geqslant$ 布料宽度 B。根据经验，调整辊距后导辊的距离以取0.5～0.75 B 为好。



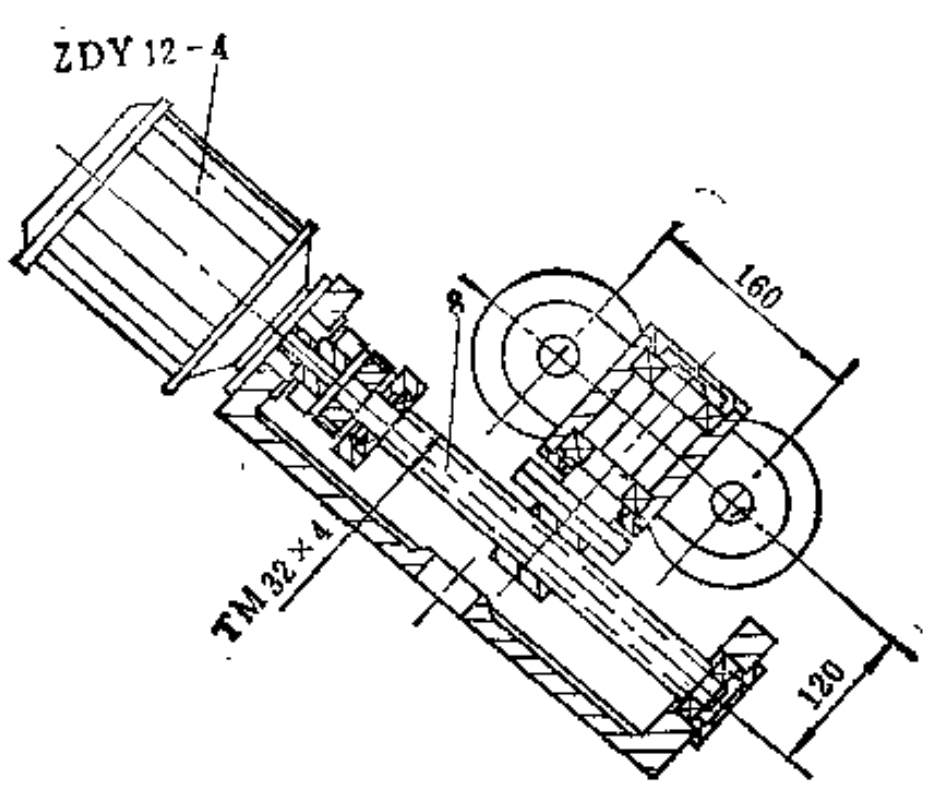


图 1-6-56　电机驱动游动式调整辊

1—电机；2—减速器；3—支座；4—导辊；5—滑座；6—导杆；7—框架；8—传动螺杆

游动式调整辊除了用油缸、气缸驱动外，也有采用电机驱动的，使用效果也很好。图1-6-56所示是一种电机驱动的游动式调整辊，电机型号为ZDY12-4，功率为0.4kW，电机带制动器，螺杆转速281.5r/min。

（三）控制调节方式

定中心装置常见的控制调节方式有两位调节式和比例调节式两种。

1．两位调节式

两位调节式参见图1-6-52，当帘布跑偏至一定量时，布边碰及摆杆，使针形阀打开，经小薄膜阀放大后，推动气动薄膜工作，使调整辊倾斜，从而纠正布料的运行位置，直到布边与摆杆脱开，使气路切断为止。

摆杆只装于布料一侧，所以此装置为一侧布边调整装置。当布料宽度改变时，应相应调整摆杆位置，并且须使调整辊预先有适当偏斜，让布料常向有摆杆一侧跑偏的倾向，使摆杆动作，产生调节作用。

图1-6-57所示为另一种两位式定中心装置的检测调节系统，它采用光电继电器检测布边，利用布边挡光与不挡光而产生电信号，直接控制两位四通电磁阀指令执行气缸动作。电磁阀的进、排气路均设有节流孔，使调偏的动作和缓平稳。执行气缸直径为75mm，行程为100～200mm，压缩空气压力为0.25MPa，节流孔直径为0.5mm，气缸安装倾斜角为 $\alpha=30°$。调整辊为游动式。

除了用光电继电器作检测外，还有采用微动开关取代光电继电器的，这样可使定中心装置的结构更为简单。

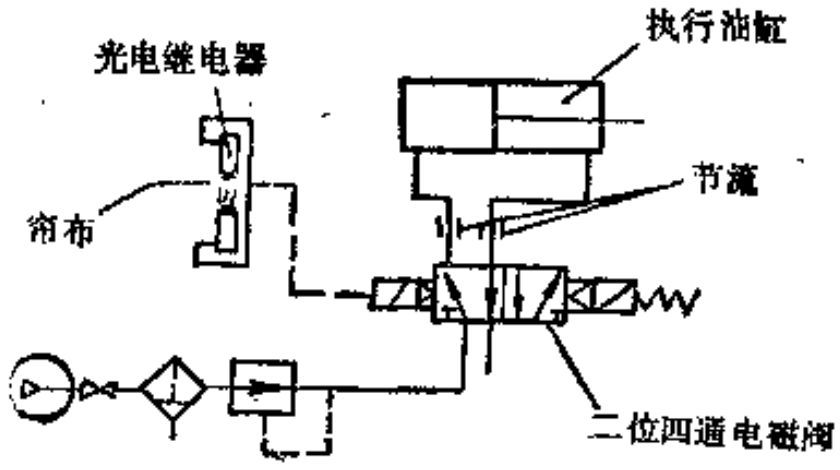


图 1-6-57　光电两位式气动定中心检测调节系统

两位调节式的优点是结构简单可靠，但运行过程中布料总是存在周期性的正反向跑偏现象。当检测机构很灵敏时，该装置动作则很频繁；当检测机构不灵敏时，则布料周期性的正反向跑偏量较大。因此这种控制调节方式不够理想。

2．比例调节式

图1-6-58所示是气-液转换的比例式定中心装置调节器工作原理。当布料处于正常位置时，布边在探头中间位置，喷射管也调整在中间位置，执行油缸不动作。当布料跑偏时，接收头气量发生变化，喷射管偏向一边，使执行油缸动作，直到新的平衡建立为止。气动检测机构也可采用光电形式，如图1-6-59所示，将布料跑偏量变为光通量大小，经光电池或光电阻变成电信号，再用电子放大器变成直流信号，控制喷射管位置，使执行油缸动作，达到调偏目的。

图1-6-60所示为另一种电-液调节系统工作原理。在此系统中，布料两侧装有长条形光源和光电池各一套，布料在此间通过。当布料跑偏时，布料两侧遮光面积产生差异，两光电池电压的差值和极性正好表示布料跑偏的程度和方向，此信号经相敏放大器放大后，控制三位四通电液随动伺服阀，再推动油缸动作，使布料得以调偏。

在比例调节控制方式中，只要布料产生跑偏，执行机构就动作，其移动速度与偏差程度成比例，偏差存在时间越长，执行机构移动距离越大，具有积分调节特性，故其调节过程比

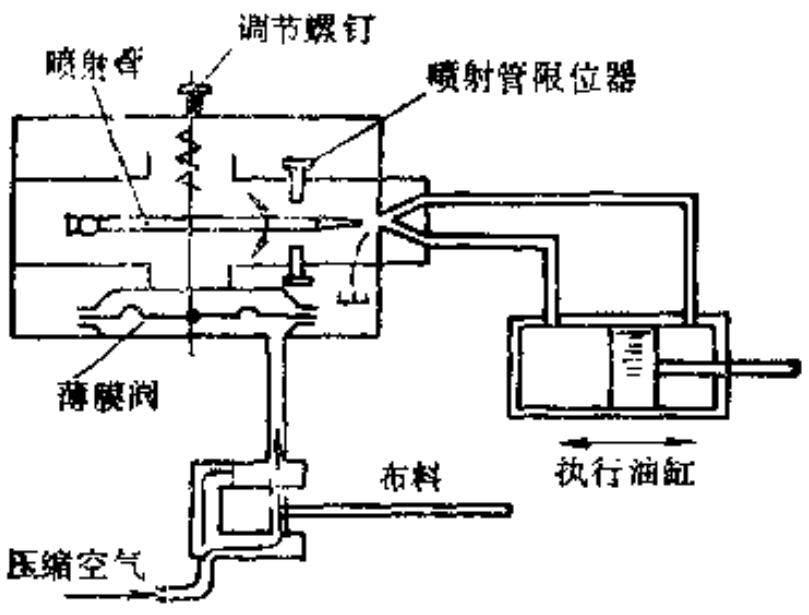


图 1-6-58 气-液转换的喷射管调节器工作原理

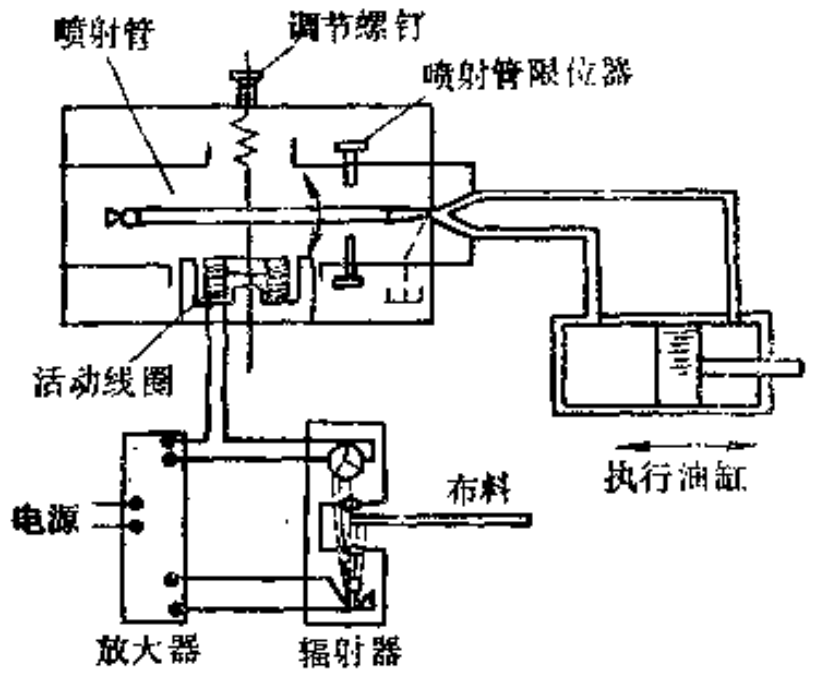


图 1-6-59 电-液转换的喷射管调节器工作原理

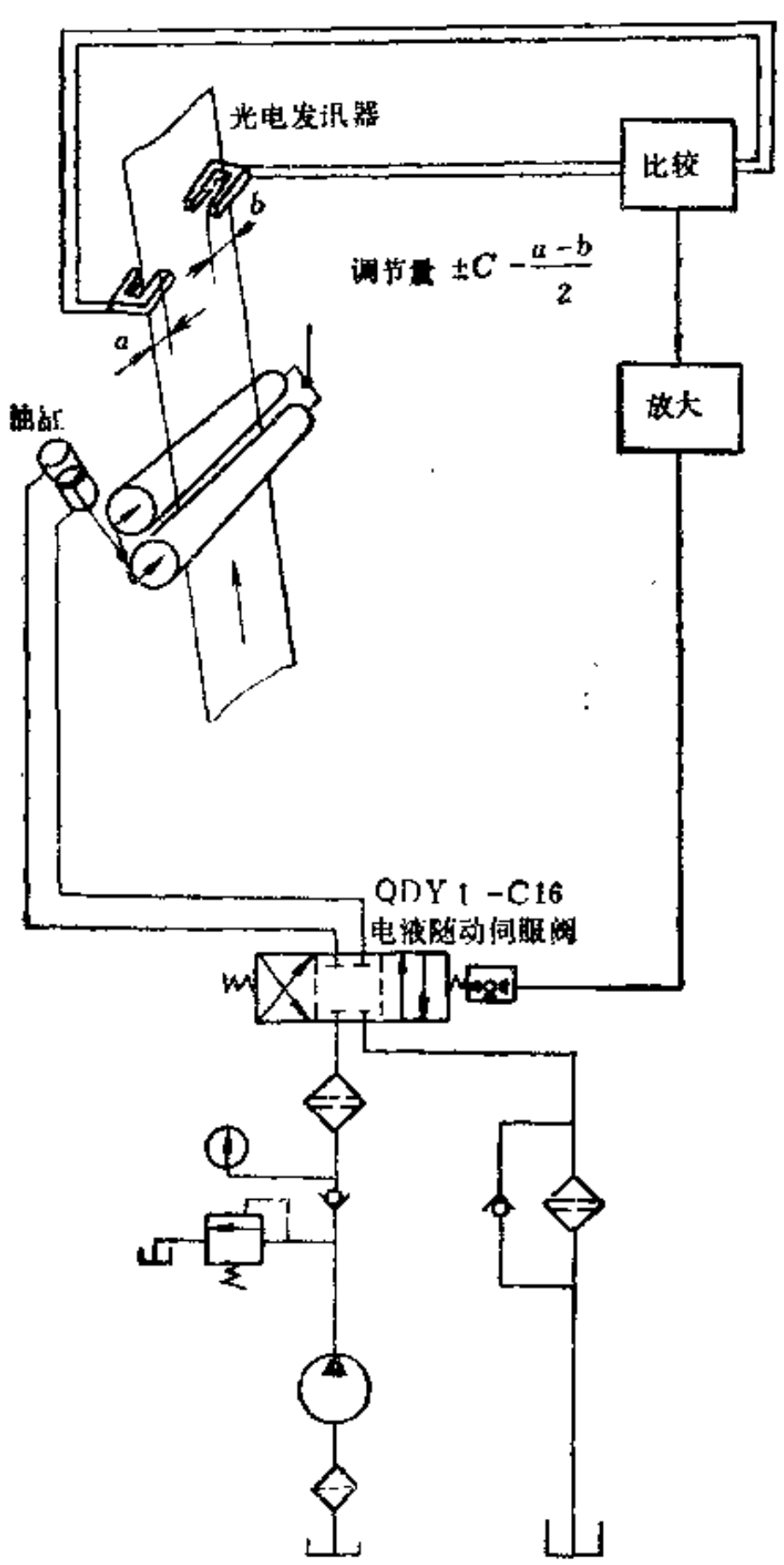


图 1-6-60 电-液调节系统工作原理

较平稳，而两位调节式则始终处于“振荡”状态，因此它是一种比较完善的系统，得到了广泛的应用。

ϕ700×1800S型四辊压延联动线上采用的这种定中心装置的主要性能参数：

（1）执行油缸直径90mm，行程100mm，油压0.6～0.8MPa，调整辊直径135mm，喷射管调节器型号TYFDTK-0.2-1，电-气转换器采用DQ-2型，电磁阀型号为24D$_o$-B10H-T；

（2）执行油缸直径63mm，行程155mm，油压2.5MPa，调整辊直径108mm，电液伺服阀型号SV8。

（四）安装事项

1．执行机构的安装方向

定中心装置执行机构的安装方向与布料的运行方向有关，如果装反，非但不能调偏，反而会加剧布料的跑偏程度。图1-6-61和图1-6-62所示分别为气动薄膜驱动的摆动式定中心装置执行机构和油缸驱动的游动式定中心装置执行机构正确的安装方向。

2．油压系统的清洗

（1）油压系统用外接管段按设计要求焊接或弯制完成后，对管路要严格进行清洗，步骤如下：

a．先以硫酸（浓度20%）灌入停放2～3h；

b．排出硫酸，灌入碱液（浓度10%）中和；

c．以清水灌入冲洗；

d．以压缩空气吹入干燥，或再以氧气吹入使之清洁并充分干燥。

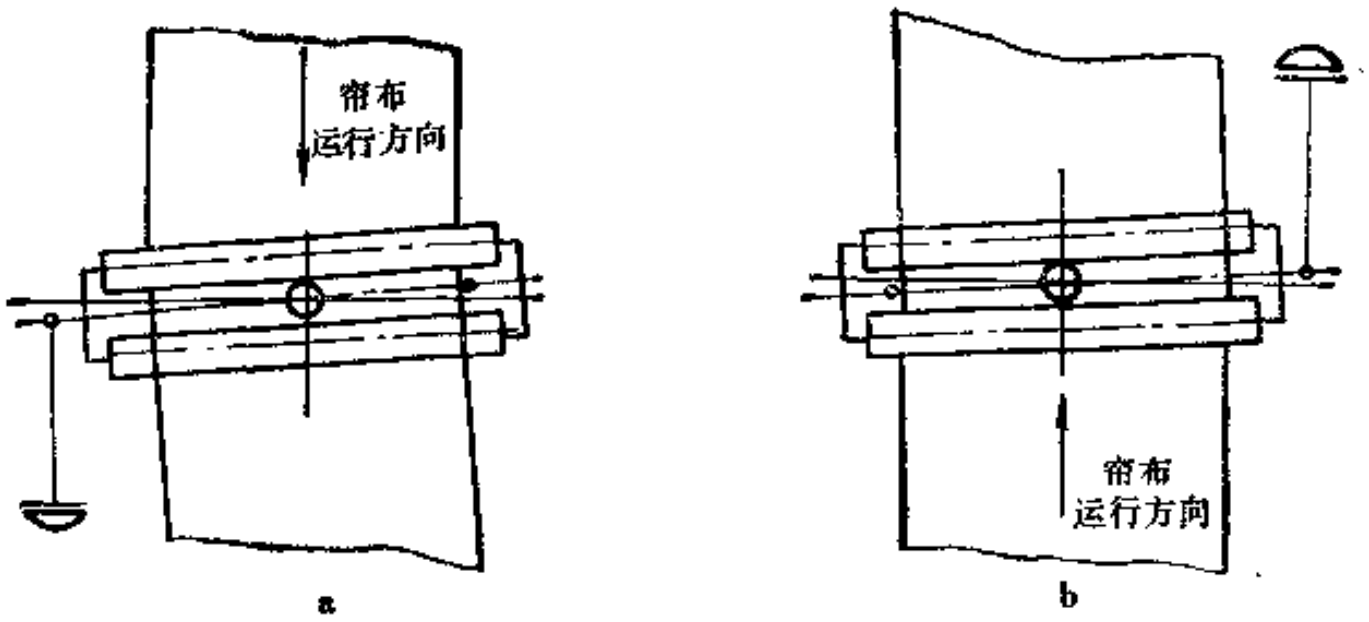


图 1-6-61　气动薄膜驱动、摆动式定中心装置执行机构的安装方向

a—布料由上往下运行；b—布料由下往上运行

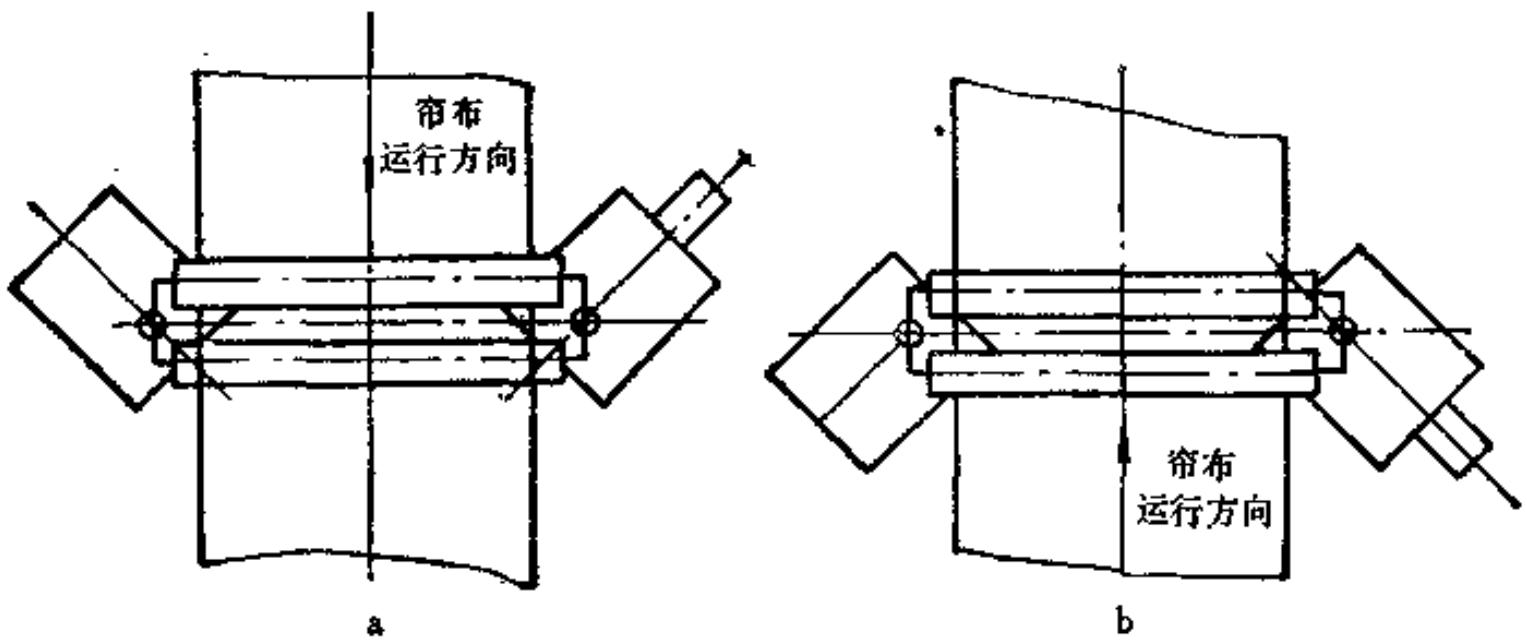


图 1-6-62　油缸驱动、游动式定中心装置执行机构的安装方向

a—布料由上往下运行；b—布料由下往上运行

（2）油压站油要先单独经过严格过滤（一般使用20号液压油）。注意油泵回转方向，不要搞错。使用专用盲板连接油压站内部管路，通液压油2 h 左右。

（3）将清洗好的外接管段与单独过滤过的油压站组装后，再进行过滤。使用专用盲板连接油压系统全部管路，通液压油6～8 h 。过滤精度要求达到40μm以下。

过滤时为空载，除注意油泵回转方向外，液压油压力以0.2MPa左右为宜。清洗和过滤过程中一定要保持绝对清洁，勿使任何微小杂物掺入。

十一、扩　布　器

将帘布整个幅面扩宽的机构称“扩布器”。扩布器多系弓形辊形式，见图1-6-63。辊子在转动时，表面上各点一面转动一面逐渐向外作轴向移动，帘布经过弓形辊被均匀展宽。

扩布器的主要工作部件是弓形活络扩布辊，它由弓形圆钢、装在圆钢上的一排内有滚珠轴承的铝质座圈和套在外面的橡胶套构成。橡胶套直径为100～150mm，橡胶硬度为邵尔60左右。辊子长度为1800mm时，弦高可取60～80mm。弓形辊角度可用插销5或手动蜗轮减速器调节。

为使帘布宽度始终维持一致，保证帘布质量，弓形活络扩布器采用电-电自动调节、电-气自动调节或电-液自动调节等各种方式。电-电自动调节系统原理如图1-6-64所示，帘布两侧各装光源和接受元件（光电池或光电阻）检测系统一套，当通过的帘布宽度大于或小于规定宽度时，会使帘布两侧遮光的长度发生变化，即接受光源电信号发生大小的变化，输出的变化电信号与给定值比较和放大后，由电动执行机构使弓形扩布辊按一定方向回转一定角度。电动执行机构回转动作方向取决于电信号方向，而回转角度的大小则取决于电信号的大小，从而使帘布宽度得到调整。

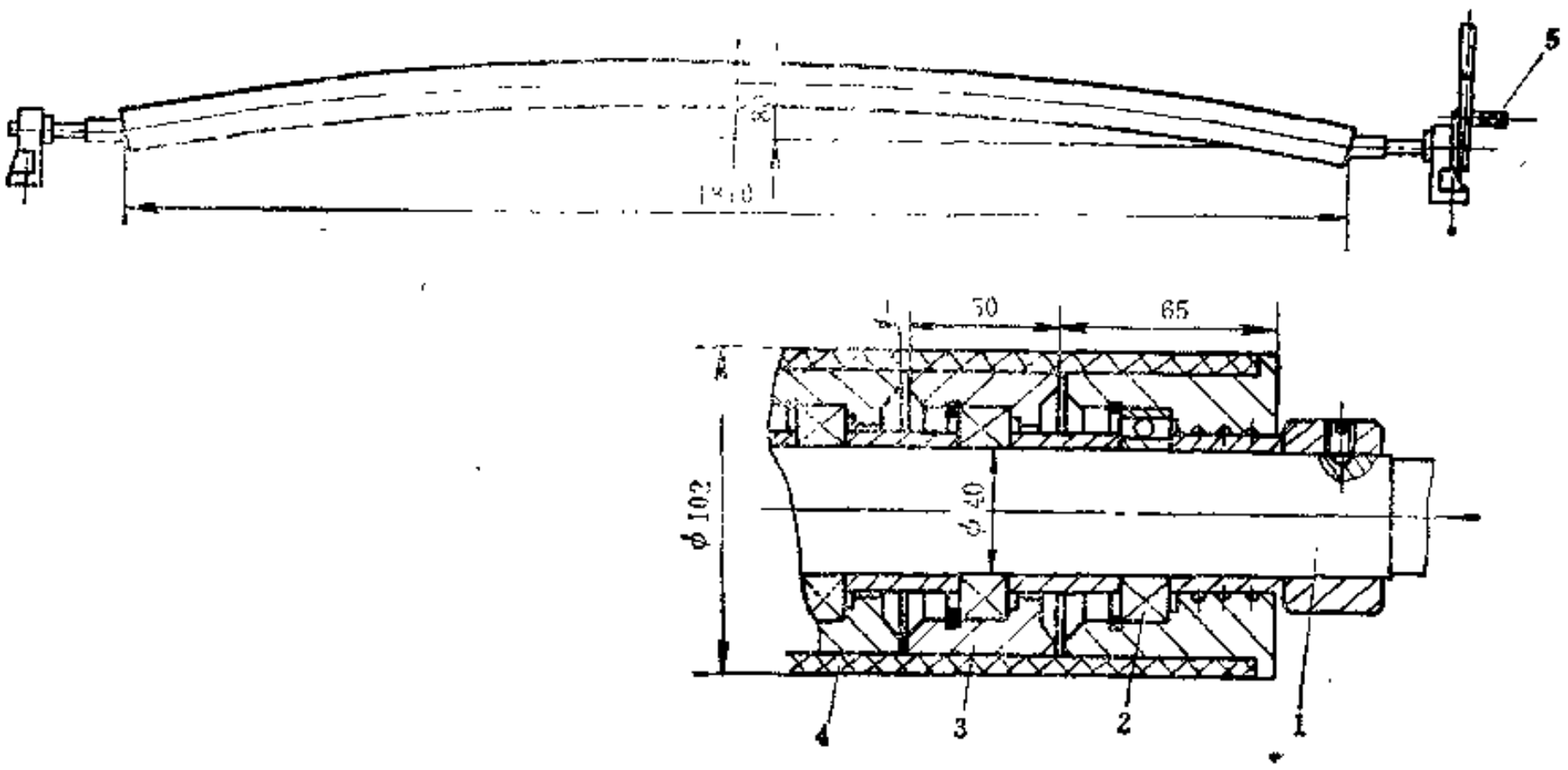


图 1-6-63　手调弓形活络扩布器

1—弓形圆钢；2—滚珠轴承；3—铝质座圈；4—橡胶套；5—插销

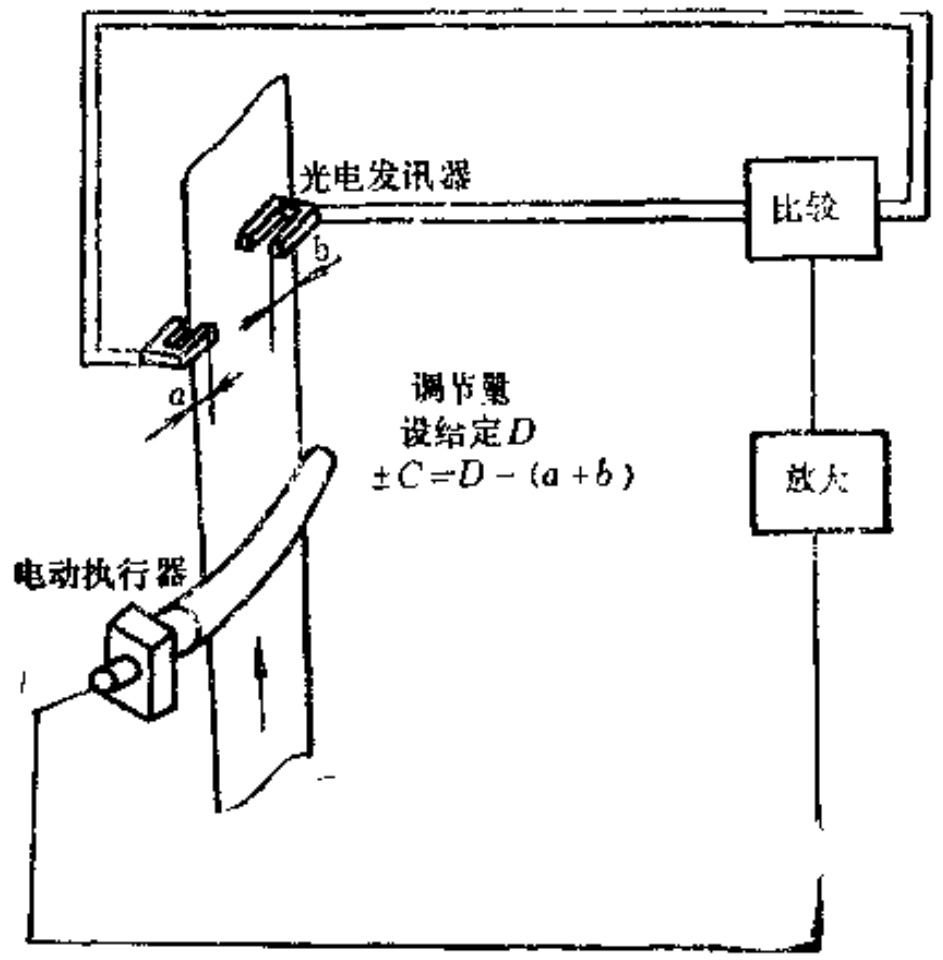


图 1-6-64　电-电自动调节系统原理

也有采用光杆弓形辊来扩布的（用圆钢弯成弧形），同样可以达到扩布效果，但光杆弓形辊与帘布之间的摩擦易损伤帘布。这种扩布辊在简易的浸胶设备及其它设备中有采用。

弓形扩布器的安装方向与帘布运行方向应如图1-6-65所示，接触角 α 以40～100°左右为好，帘布进入点不许超出凹侧，离开点不许超出凸侧。

装设扩布器时，也应注意与相邻导辊的距离，扩布辊与导出导辊之间的间距一般不大于2.5倍导出导辊的直径，而扩布辊与导入导辊之间的间距则至少为 2 倍扩布辊与导出导辊之间的间距。当定中心装置与扩布器相邻装设时，应注意次序，以先定中心装置后扩布器为妥。

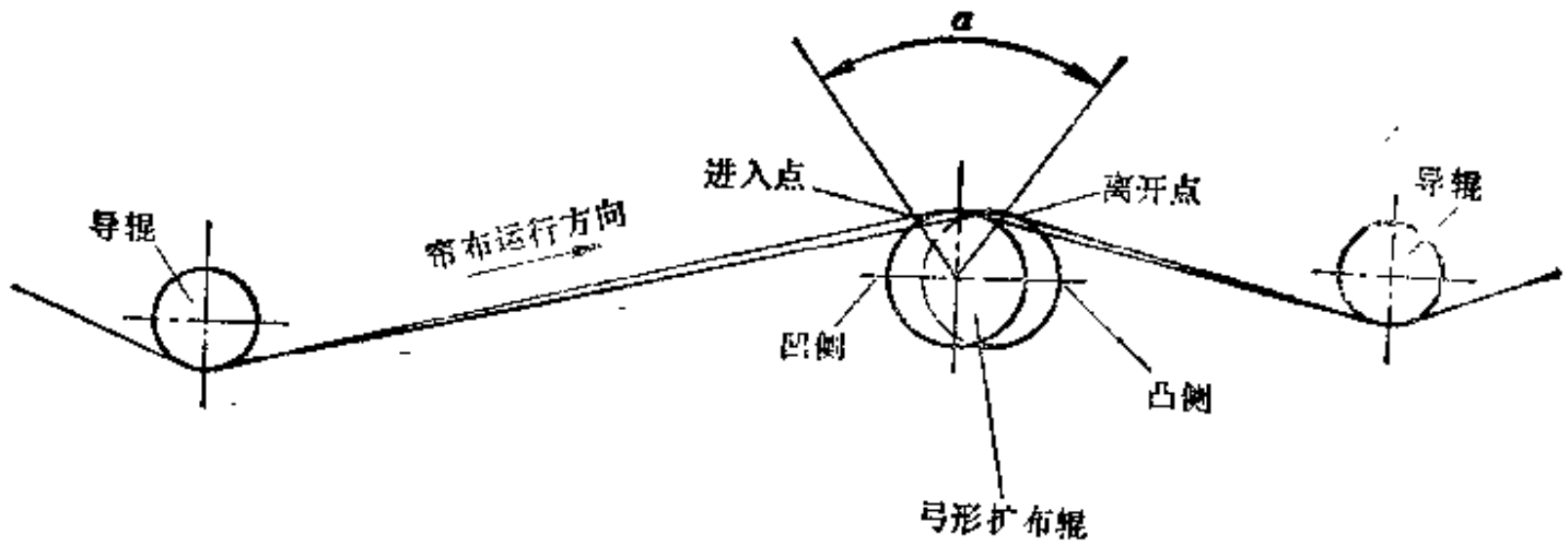


图 1-6-65　弓形扩布器的安装示意图

十二、扩　边　器

将帘布边部过密帘线疏散至正常要求的机构称“扩边器”。目前常用的有锥辊扩边器和

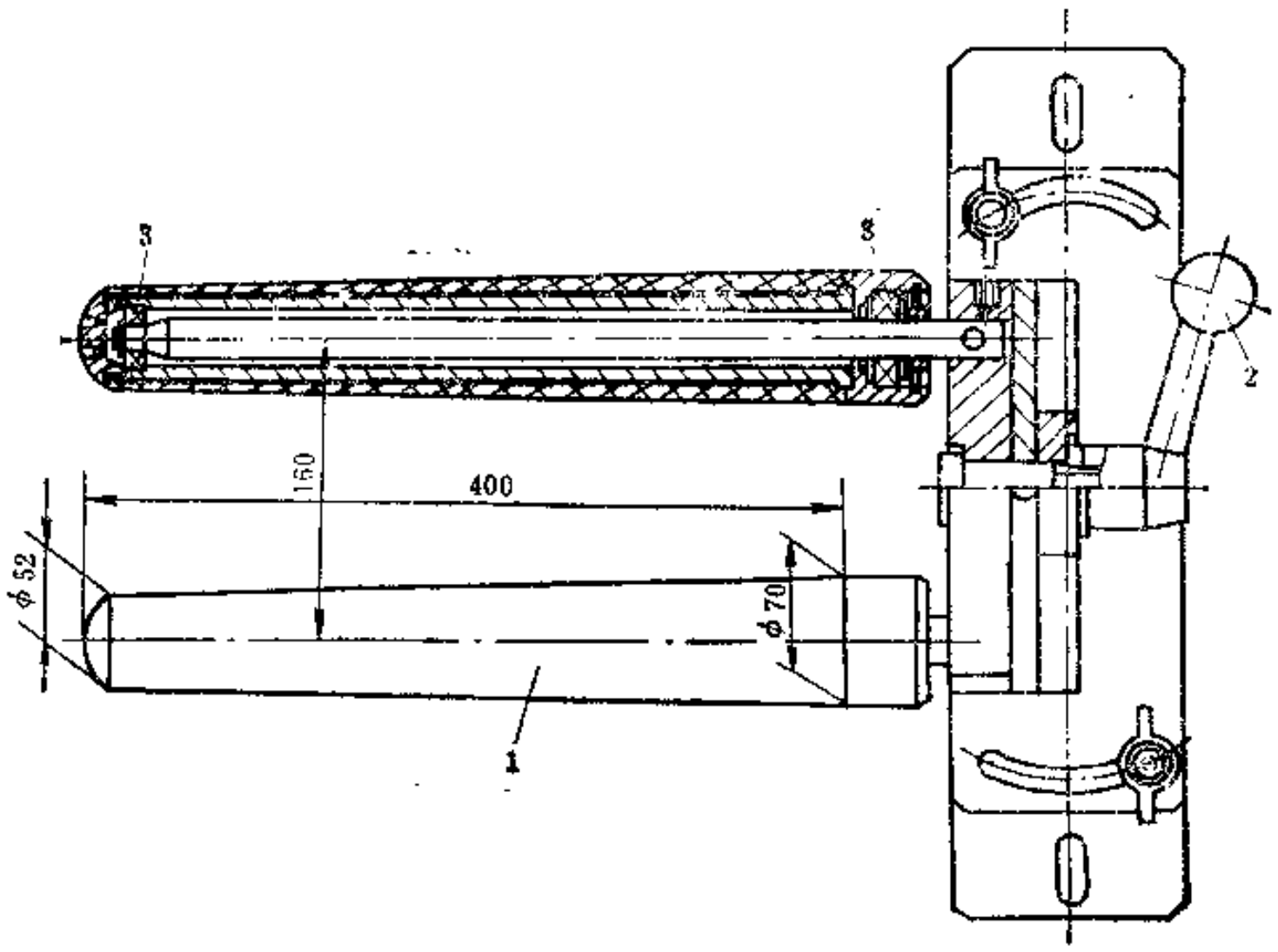


图 1-6-66　双锥辊扩边器

1—锥辊；2—调节手柄；3—轴承

三辊扩边器。

（一）锥辊扩边器

这种扩边器呈锥辊形式，与帘布边部成一角度安装，帘布运行时，边部帘线沿锥辊各点呈径向趋势运动，将边部帘线均匀地向边部疏散。有单锥辊和双锥辊两种结构形式，图1-6-66所示为双锥辊扩边器，锥辊尺寸如图所示，外部包覆硬度为邵尔60左右的胶层。锥辊扩边器的结构较简单。

（二）三辊扩边器

三辊扩边器又称"三指扩边器"，由三根表面包覆橡胶的辊子组成，运动时犹如手指辅助拉布扩边，如图1-6-67所示。当帘布边部密度超过规定要求时，由光电信号经随动阀，推动扩边器油缸动作，经连杆机构使三个辊子相互收拢，同时向布边外侧移动（参见图1-6-68机构原理图），图中1、2、3、4、5实线连杆之连接点按各固定连接点回转，分别位移至虚线连杆之连接点1′、2′、3′、4′、5′，从而拉动布边。由于三个辊子移动的轨迹对布夹紧力往布边外侧方向逐渐增大，从而使帘布边部帘线达到疏散边密的效果，但有时会把纬线拉断。

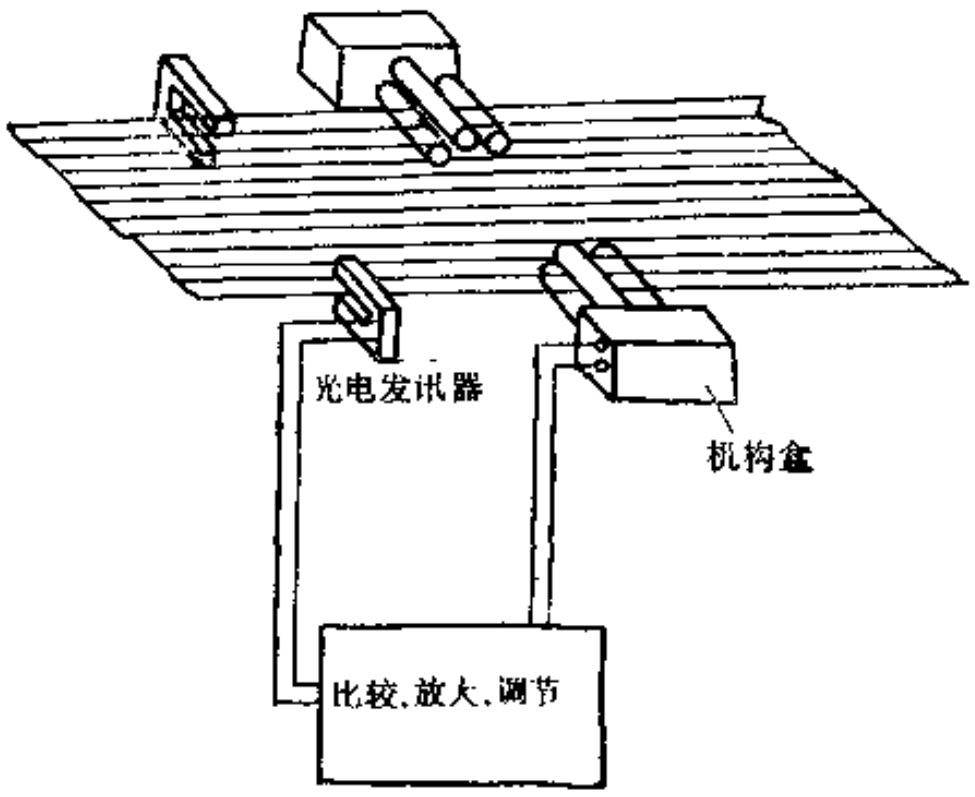


图 1-6-67　三辊扩边器系统原理

目前，在织布时，大都预先将帘布边部密度织得稍疏，而不再使用扩边器。

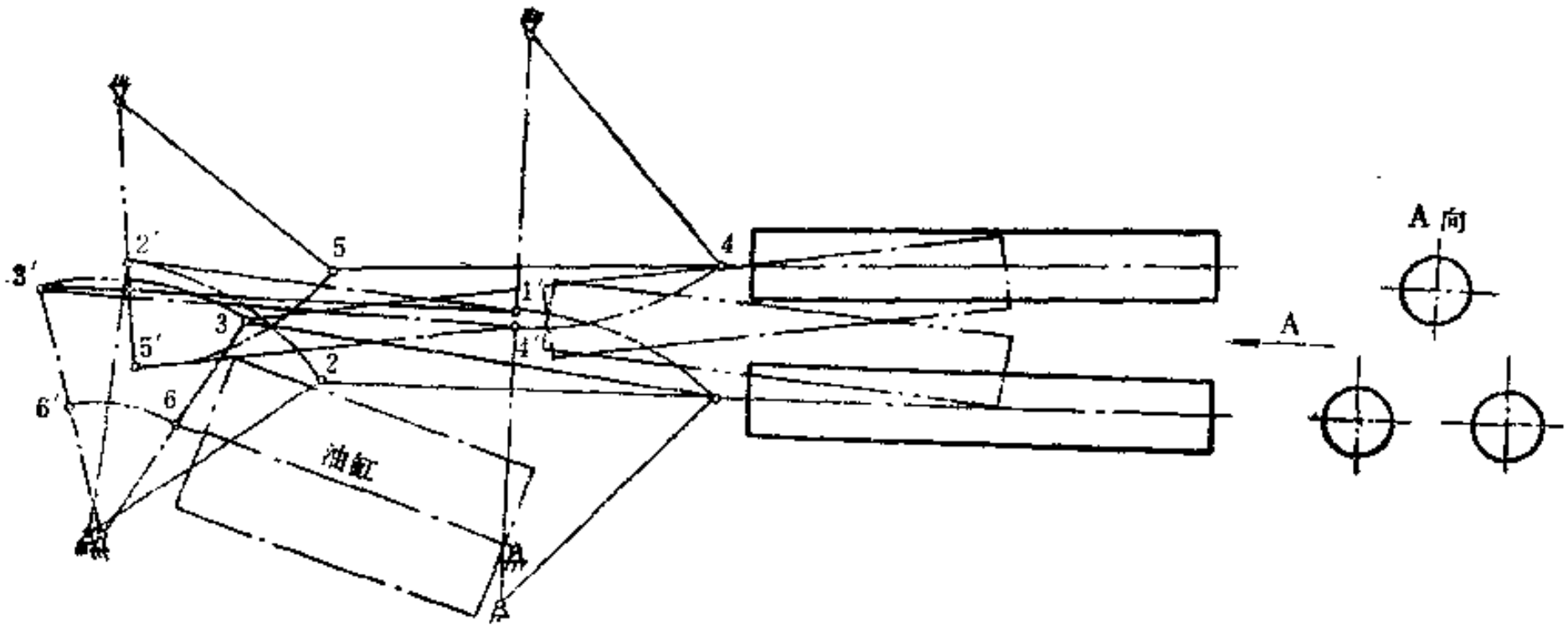


图 1-6-68　三辊扩边器机构原理

十三、螺　旋　辊

螺旋辊主要用于展平布料，防止布料收缩打褶，同时带有一定的扩布作用。螺旋辊的结构如图1-6-69所示，直径约为105mm，通常从辊子中部起向两边分别焊以单头、双头或三头左右螺纹钢丝，钢丝直径为3～5mm。单头的螺距约为70mm左右。螺旋辊由布料运行时被摩擦带动而回转。帘布运行方向与辊子螺纹方向应如图1-6-70所示。

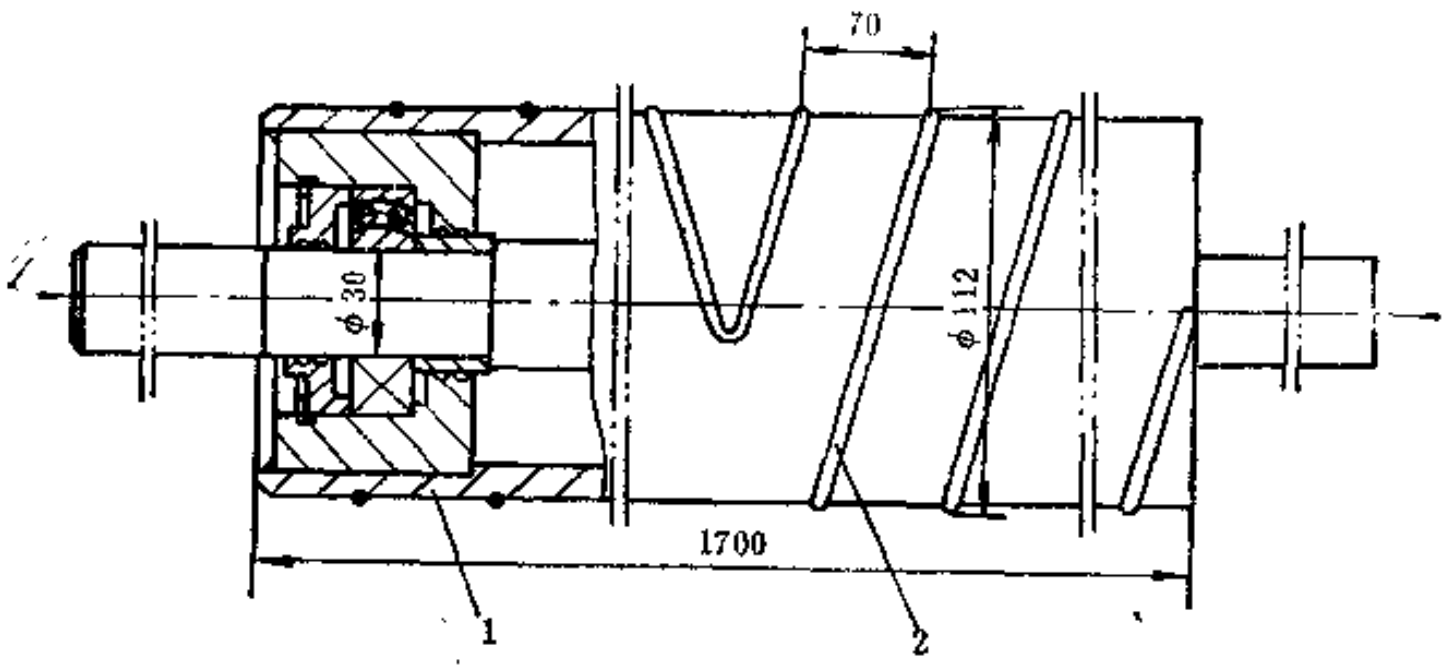


图 1-6-69　螺旋辊

1—辊子；2—钢丝

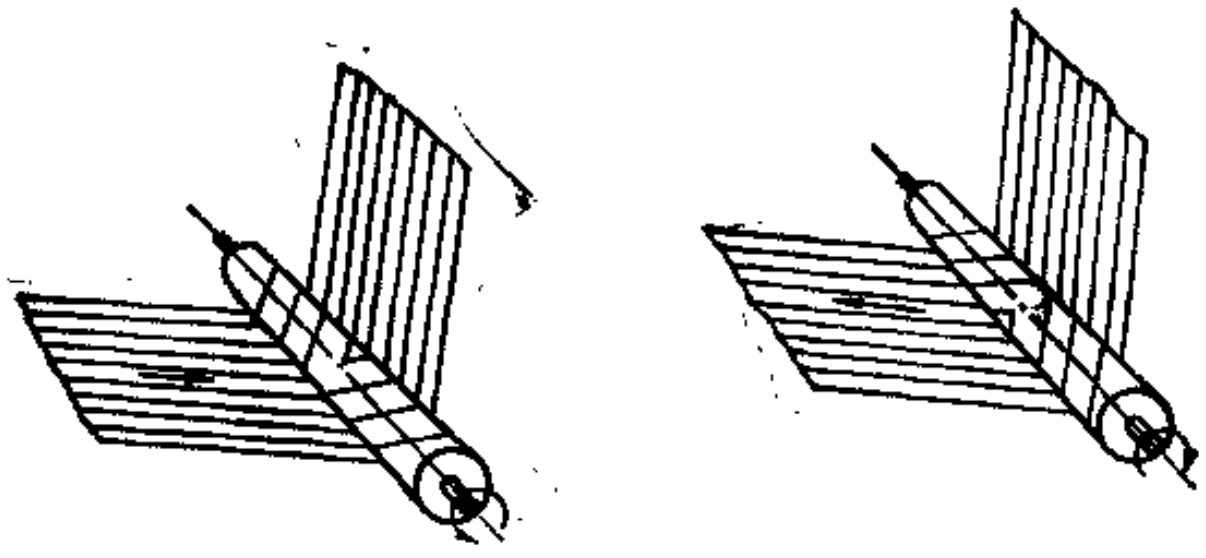


图 1-6-70　螺旋辊的安装方向

十四、张　力　计

用于测定帘、帆布热处理过程中各区段的张力，以使张力自动控制调节系统正常工作。布料在运行中的张力经机构传递至张力计检测，张力计便发出反馈信号送入电气自动调节系统，形成系统的闭环工作，达到并保持布料热处理运行过程中张力的恒定。或者只用作张力检测指示。常用的张力计有下列三种。

（一）电阻式张力计

电阻式张力计是由弹性钢材制成的中空圆棒和在中空圆棒外壁面按一定方位粘贴的电阻应变片组成。在外力（拉力或压力）作用下，中空圆棒发生应变，电阻应变片经桥式回路输出与力成线性关系的电信号。此种张力计适用于环境温度不高的场合。受拉力时的电阻式张

力计的装设方法参见图1-6-71。

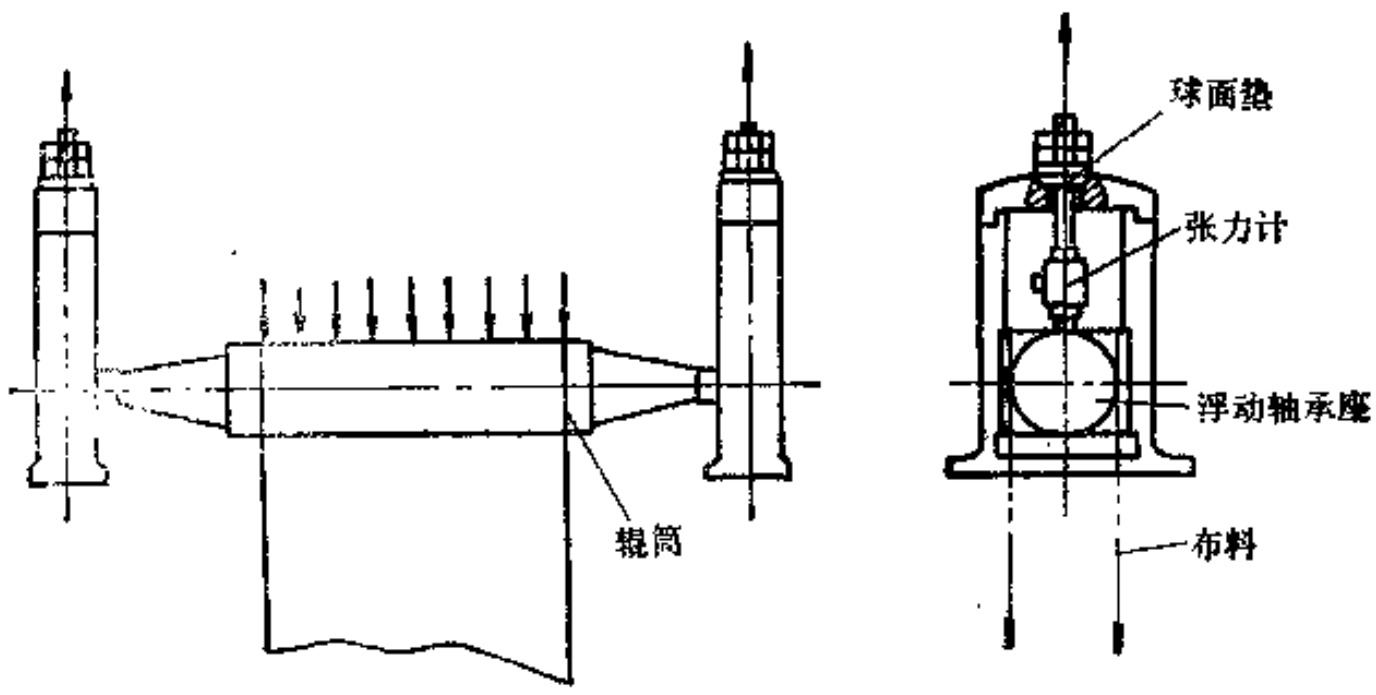


图 1-6-71　电阻式张力计的装设

（二）电感式张力计

电感式张力计如图1-6-72所示，由弹性钢材做成的环体和固定在环体上的活动铁芯以及绕有线圈的上、下铁芯组成。当环体受力后，活动铁芯随着环体的变形而下移，改变间隙 S 的大小，经线圈输出与力成线性关系的电信号。电感式张力计适用于受力较小的场合。尼龙帘布浸胶热伸张装置卷取机用的3kN电感式张力的装设方法如图1-6-73所示。因张力计装设在与帘布成90°角度的辊子下方，所以实际张力要将表值乘以1.4。

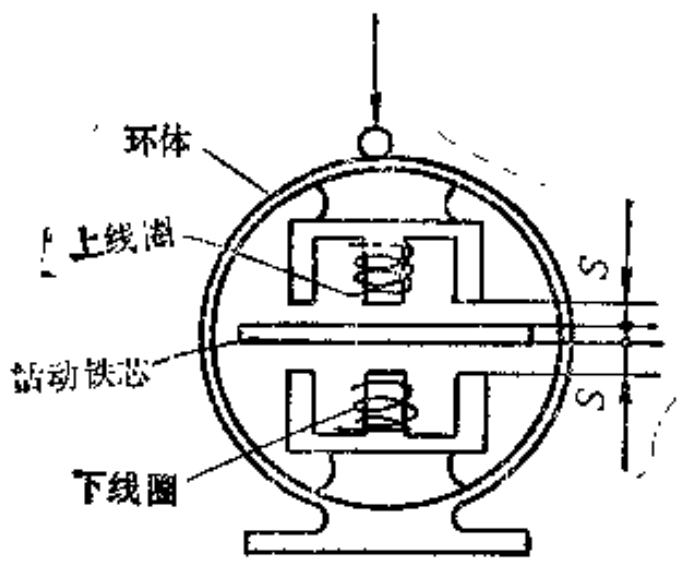


图 1-6-72　电感式张力计

（三）压磁式张力计

压磁式张力计如图1-6-74所示，由一个特制的机架和压磁头组成。机架材料为相当于80号高级弹簧钢。压磁头为选合粘贴至一定厚度的冷轧硅钢片。压磁头装设在机架里。为保证张力计的精度和稳定，压磁头与机架的配合为静配合，以产生一定的预压力。张力计受外力作用时，机架中部因弹性变形而产生挠度，使绝大部分外力作用于压磁头，并相继发生一定的压缩应变量。

设所加外力为 P，作用于机架上、下臂之力为 P_1，作用于压磁头之力为 P_2，则

$$P = P_1 + P_2$$

机架中点挠度（按两端固定梁计算）y(mm)为：

$$y = \frac{P_1 L_1^3}{192 E_1 (J_1 + J_2)} \qquad (1\text{-}6\text{-}1)$$

式中　E_1——机架材料弹性模量，N/mm²；

J_1——机架上臂惯性矩，$J_1 = \frac{bh_1^3}{12}$，mm⁴；

J_2——机架下臂惯性矩，$J_2 = \frac{bh_2^3}{12}$，mm⁴；

b ——机架臂宽，mm。

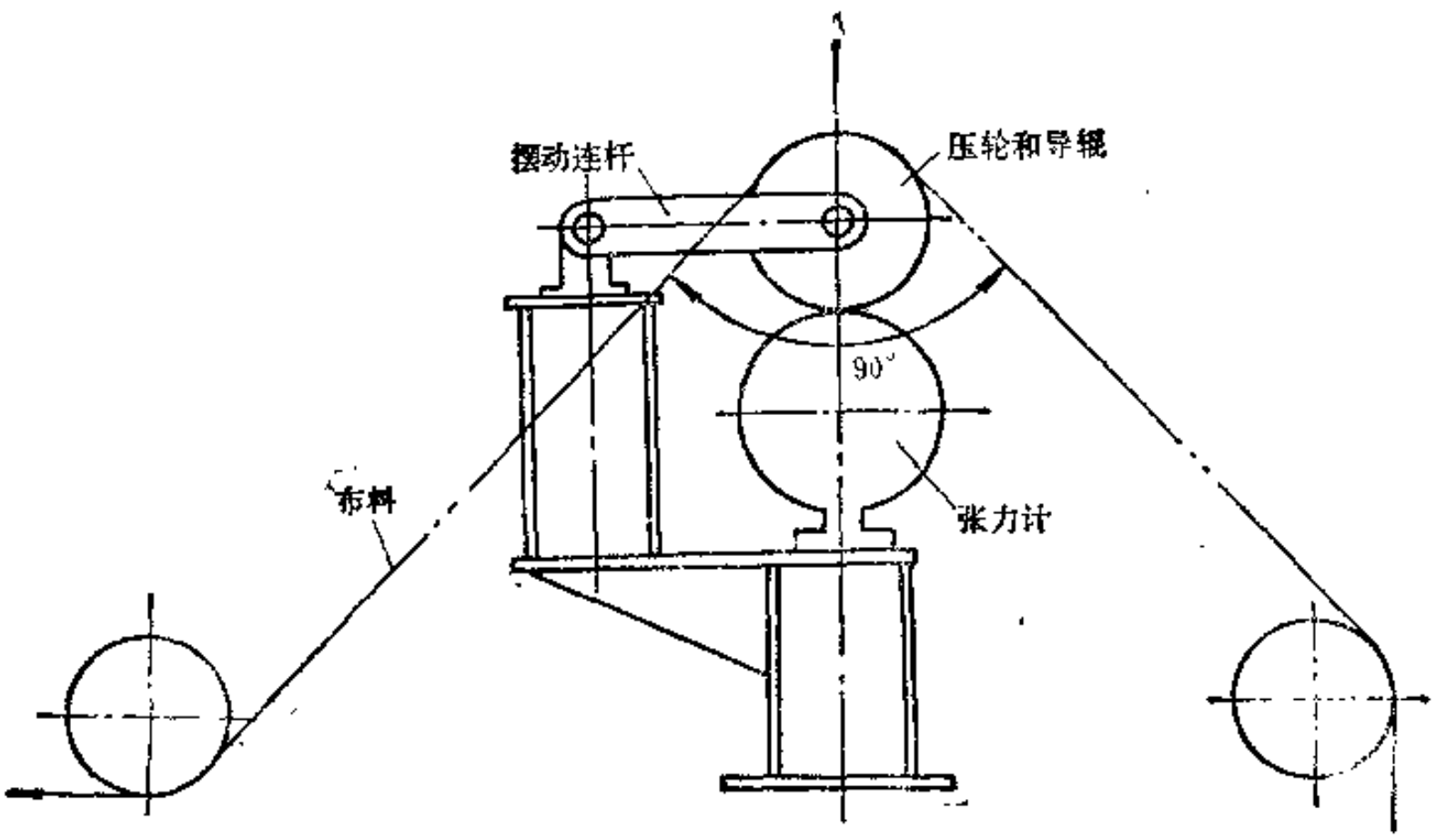


图 1-6-73　电感式张力计的装设

压磁头的压缩应变e(mm)为：

$$\varepsilon=\frac{P_2L_2}{E_2A} \qquad (1\text{-}6\text{-}2)$$

式中　E_2——硅钢片弹性模量，N/mm²；

A——$A=kA'$，mm²；

A'——压磁头截面积，mm²；

k——应力集中系数，$k<1$。

由于$y=\varepsilon$，由式（1-6-1）和式（1-6-2）得：

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{\dfrac{L_2}{E_2A}}{192E_1(J_1+J_2)} \qquad (1\text{-}6\text{-}3)$$

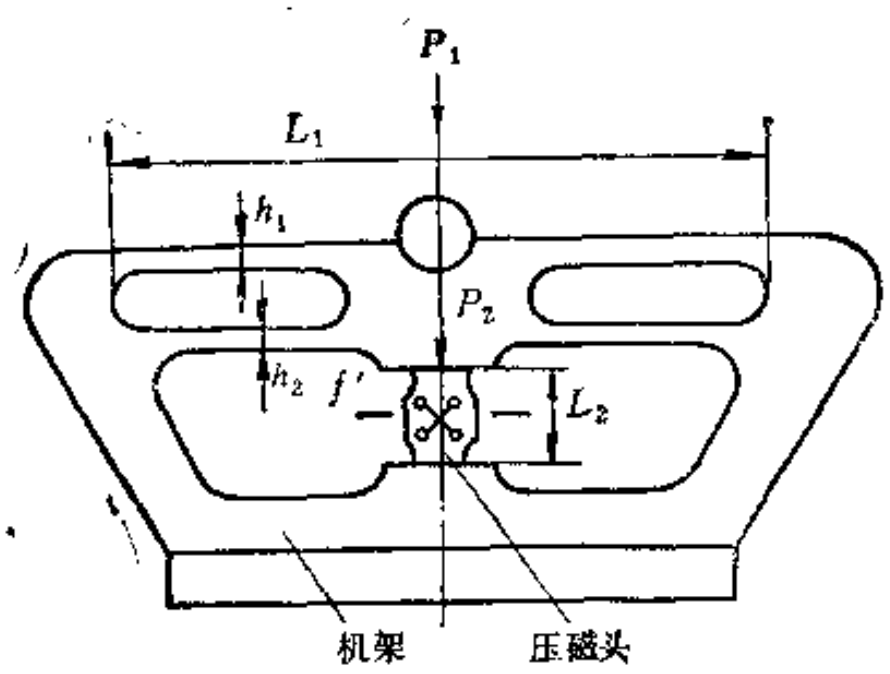


图 1-6-74　压磁式张力计

设计机架时，P_1/P_2值一般以小于1/20为宜。实际上，装配时机架的挠度为上挠，在额定负荷时总的压缩量很小（约为0.05mm左右）。

压磁式张力计是利用磁应力效应（即在外力作用下铁磁体的磁性改变）。将一定形状的硅钢片（如图1-6-75所示）用环氧树脂牢固地粘贴迭合至一定厚度，在两对互成对角线的孔中分别缠上一次和二次线圈，使用时，一次线圈通以一定安匝数的激磁电流。在不受外力的情况下，由于铁磁体磁的宏观各向同性，磁力线将如图1-6-75 a 那样分布，这时二次线圈不与一次线圈所激励的磁通相交链，所以二次线圈中不会感应出电动势，即没有信号输出。当在外力作用下，图中A、B两个区间受有很大的压应力时，导磁率μ就降低，而C、D两个区间受力很小，μ基本不变，于是磁力线扭曲，从而穿过二次线圈感应出信号电势（图1-6-

5b）。力愈大，穿过二次线圈的磁通也愈多，信号电势也成线性关系地增加，这样，再经过电气系统处理，张力反馈和张力指示即可实现。

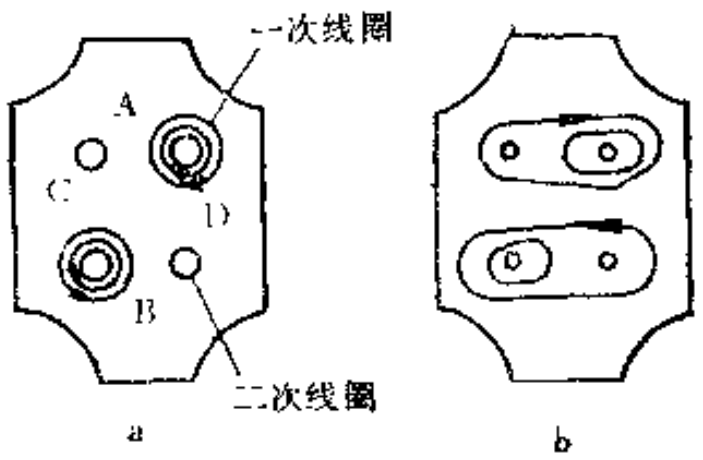


图 1-6-75　硅钢片

压磁式张力计适用于受力较大的场合。其优点是：①坚固可靠，抗干扰能力强；②精度高，线性度好；③能承受冲击负载，允许过载为额定值的3倍；④能在比较恶劣的环境中（有湿气、灰尘和温度等）应用；⑤寿命长，能够长期稳定运行，维护方便。

在尼龙帘布浸胶热伸张联动线每个加热区上部的一组辊筒的浮动轴承座下面，都装有压磁式张力计（干燥区一组为30kN级，热伸张区一组和热定型区一组各为100kN级）。装设方法见图1-6-76。

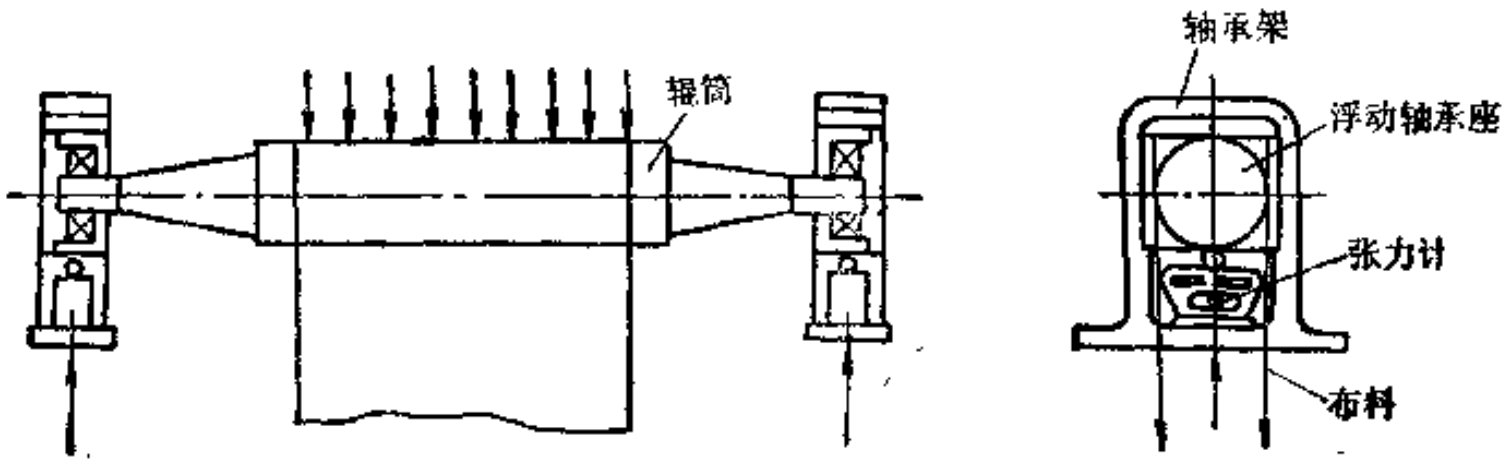


图 1-6-76　压磁式张力计的装设

十五、浸渍液配制系统

浸渍液配制系统如图1-6-77所示，用500 L搪瓷罐进行间甲液的配制，软水和甲醛计量

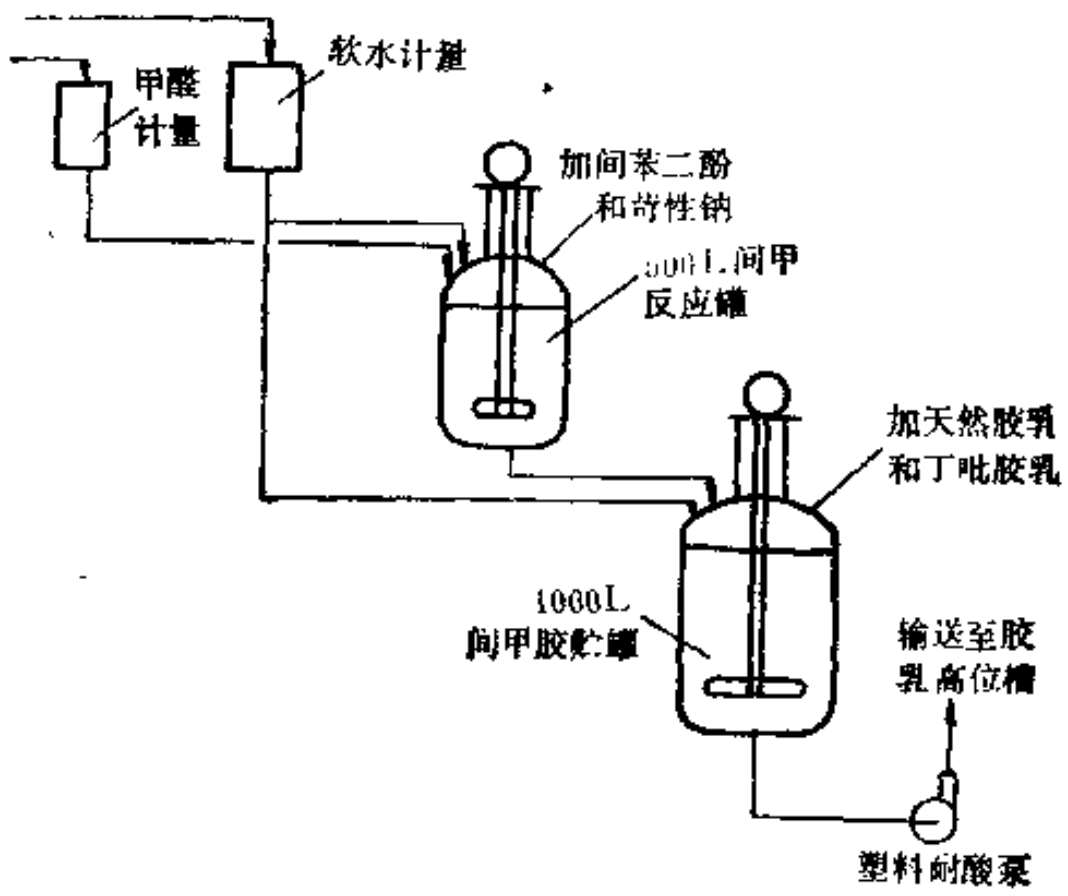


图 1-6-77　浸渍液配制系统

后由管道输入，间苯二酚和苛性钠用手工加入，按配制要求进行搅拌和停放。用1000 L搪瓷罐进行间甲胶浸渍液配制，软水和间甲液按量由管道输入，天然胶乳和丁吡胶乳可借气压由手孔处输入，按配制要求再行搅拌和停放，配制好的浸渍液经一定时间停放熟成后，用塑料耐酸泵输送至胶乳高位槽使用。500 L和1000 L搪瓷罐为一组，根据联动线工作速度和适应连续生产要求来考虑浸渍液配制系统的设置，例如工作速度为30m/min的尼龙帘布浸胶热伸张联动线可设置三组，以便轮流停放和使用。

第三节　主要设计计算

一、单元设备拖动负荷分析及电机功率计算

（一）单元设备负荷作用分析

联动线运行工作中，相邻区段布料张力影响到单元设备的负荷，参见图1-6-78。设2号设备受力P_3向前拖，又受力P_2向后拉，$P_2 > P_3$。为获得一定速度向前运行，2号设备需加入一个推动力$P_2 - P_3 = P$（正值）。再设1号设备受力P_2向前拖，又受力P_1向后拉，$P_2 > P_1$。为获得一定速度向前运行，1号设备需加入一个制动为$P_1 - P_2 = -P$（负值）。

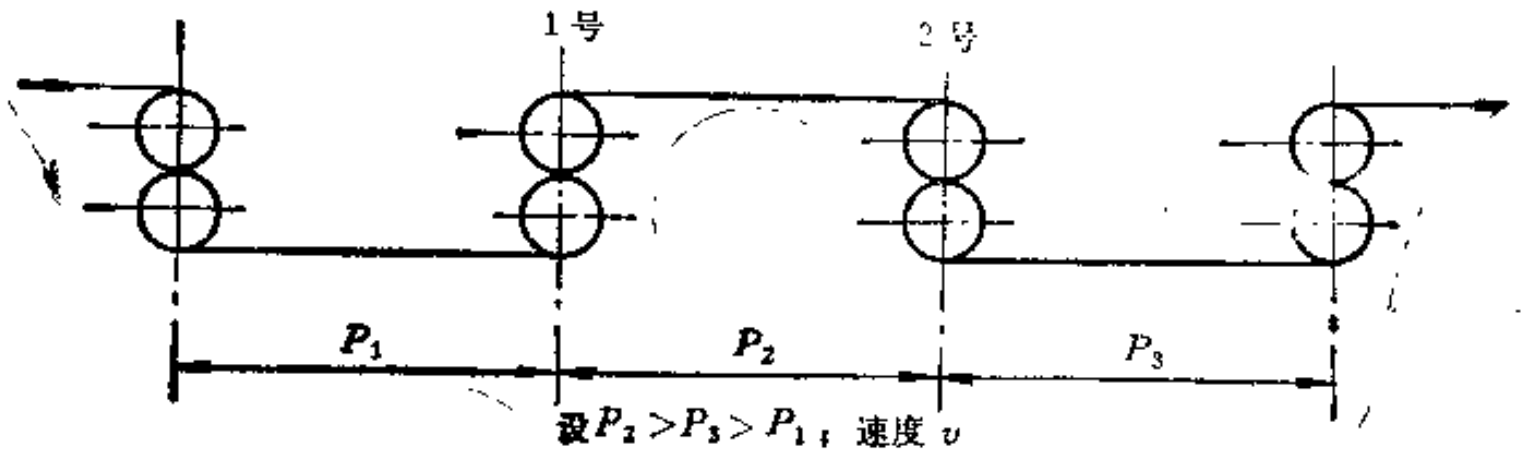


图 1-6-78　机组运行工作简图

（二）单元设备功率计算

参见图1-6-76。

1、2号单元设备功率N(kW)

$$N = \frac{(P_2 - P_3)v}{61200} \cdot (1 + 20\%) \qquad (1\text{-}6\text{-}4)$$

式中　P_2、P_3——分别为单元设备前后布料的张力，$P_2 > P_3$，N；

v——运行工作速度，m/min；

N——表示电机处于电动状态工作。

2、1号单元设备功率

$$-N = \frac{(P_1 - P_2)v}{61200}(1 + 20\%) \qquad (1\text{-}6\text{-}5)$$

式中　P_1、P_2——分别为单元设备前后布料的张力，$P_2 > P_1$，N；

v——运行工作速度，m/min；

$-N$——表示电机处于发电状态工作。

（三）卷取装置功率计算

卷取装置为恒线速、恒功率、变转矩工作方式。卷取装置的回转速度随卷径的增大而降

低，转矩则随卷径的增大而增加。电机装机容量除满足最大卷取张力、最高工作速度外，还应考虑卷取装置在最低转速、最大转矩时产生的许可电流值的情况。为避免电机发热，需增大装机容量，对一般调压方法变速的电机可乘以卷径比$\left(\frac{D}{d}\right)$来解决，又由于无相邻区段张力的影响，故功率可用下式计算：

$$N=\frac{Pv}{61200}\left(\frac{D}{d}\right) \tag{1-6-6}$$

式中 N——卷取功率，kW；

P——卷取张力，N；

v——工作速度，m/min；

D——布卷最大直径，cm；

d——卷轴直径，cm。

对于调磁方法变速的广调速电机，则无需乘$\left(\frac{D}{d}\right)$值，只需乘以（1+20%），即功率计算式为：

$$N=\frac{Pv}{61200}(1+20\%) \tag{1-6-7}$$

二、伸张装置辊筒数量验算

（一）伸张装置工作状态分析

伸张装置要保证区段间张力的建立和维持，因此伸张装置与布料之间不应发生打滑现象。当一组伸张装置介于两个张力区时，如图1-6-79所示，P_1经第一个辊筒，由于布料与辊筒的摩擦力，另一边减小为P_2（即$P_1>P_2$）。经第二个辊筒，另一边又减小为P_3（即$P_2>P_3$）。经第三个辊筒，另一边再变为P_4（即$P_3>P_4$）……依次递减至P_{n+1}。

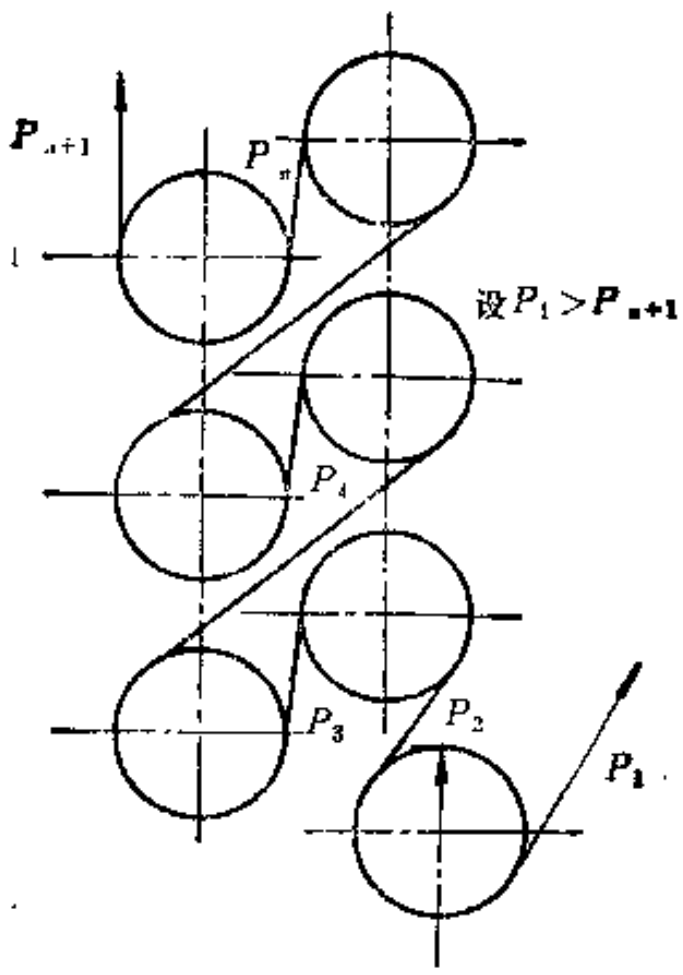


图 1-6-79 伸张装置张力传递示意图

（二）辊筒数量验算

要使布料在伸张装置上不发生打滑现象，则其(P_1-P_2)、(P_2-P_3)、(P_3-P_4)……连续累计传递的力不能超过某一极限值，其关系可用下列式子表示：

$$P_1=P_2e^{f\alpha}$$

$$P_2=P_3e^{f\alpha}$$

$$P_3=P_4e^{f\alpha}$$

……

$$P_n=P_{n+1}e^{f\alpha}$$

当有n个辊筒时：

$$P_1=P_{n+1}(e^{f\alpha})^n$$

改写为张力比验算式：

$$\frac{P_1}{P_{n+1}} \leqslant e^{f\alpha \cdot c} \tag{1-6-8}$$

式中 P_1——高张力，N；

P_{n+1}——低张力，N；

e——自然对数的底，e≈2.718；

f——摩擦系数（辊筒表面镀铬可取0.15）；

α——布料在辊筒上的包角，rad；

n——辊筒数量；

c——工作情况经验系数；

辊筒温度60℃左右，张力10kN以上时，$c=0.3$；

辊筒温度60℃左右，张力10kN以下时，$c=0.5$；

辊筒温度20℃以下，张力10kN以上时，$c=0.8$；

辊筒温度20℃以下，张力10kN以下时，$c=1$。

三、热量及循环风量计算

（一）热量计算

1．布料的吸热量Q_1(J/h)

$$Q=mc(T_2-T_1) \tag{1-6-9}$$

式中 m——进入布料的重量，kg/h；

T_2——加热室内温度，K；

T_1——进入加热室前的布料温度，K；

c——布料比热容，$c=\dfrac{c'(100-W)+W}{100}$，J/(kg·K)；

c'——干燥状态布料的比热容（尼龙取1507.2，人造丝取1256.0，棉取1214.2），J/(kg·K)；

W——布料含水率，%。

2．加热室的散热量Q_2(J/h)

$$Q_2=hA(T_2-T_1) \tag{1-6-10}$$

式中 A——加热室表面积，m^2；

h——加热室外壁传热系数，$h=\dfrac{1}{0.278\times10^{-3}\left(\dfrac{1}{\alpha_1}+\dfrac{\delta_1}{\lambda_1}+\dfrac{\delta_2}{\lambda_2}+\cdots\dfrac{\delta_n}{\lambda_n}+\dfrac{1}{\alpha_2}\right)}$，

J(m²·h·K)；

α_2——设备外壁面的传热系数。当外表面风速为0.2～0.3m/s时，α_2可取11.63W/(m²·K)，当外表面风速较大时，可按表1-6-8采用；

表 1-6-8 α_2值

风速，m/s	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
α_2，W/(m²·K)	14	17	20	22	24	26	28

T_2——加热室内温度，K；

T_1——加热室外温度，K；

a_1——内壁面传热系数，热空气流速 $v \leqslant 5$m/s时，$a_1 = 1.163(5.3 + 3.6v)$，W/(m²·K)；热空气流速>5m/s时，$a_1 = 1.163(6.47v^{0.78})$，W/(m²·K)；

δ_1、δ_2、…δ_n——保温材料各层厚度，m；

λ_1、λ_2、…λ_n——各层保温材料导热系数，W/(m·K)。

如加热室与另一加热室相邻时，该部分加热室外环境温度和加热室表面积须另行计算。

3．排湿量Q_3(J/h)

$$Q_3 = 1000mwc\frac{T_2 - T_1}{d_2 - d_1} \tag{1-6-11}$$

式中 m——进入布料的重量，kg/h；

w——布料含水率，刚浸胶后、干燥前的帘布可按30%左右选取；

d_2——排出空气的含湿率；

d_1——补充空气的含湿率；

c——空气比热容，J/(kg·K)；

T_2——排出空气的温度，K；

T_1——补充空气的温度，K。

排湿量主要指干燥区的排湿量，对于热伸张、热定型区只利用风管自然排出挥发性化学气体时，则Q_3不另计算，可按总耗热量$Q_{总}$增加5%估算之。

4．加热设备所需吸引量Q_4(J/h)

$$Q_4 = mc\frac{T_2 - T_1}{t} \tag{1-6-12}$$

式中 m——加热室内设备重量，kg；

c——设备材料的比热容，J/(kg·K)；

T_2——加热室升温要求温度，K；

T_1——升温前加热室内温度，K；

t——升温设定时间，可按0.5～1 h考虑。

5．热平衡

升温耗热量：$Q_{升} = Q_2 + Q_4$

正常耗热量：$Q_{正} = Q_1 + Q_2 + Q_3$

如$Q_{正} > Q_{升}$时，或$Q_{正} < Q_{升}$时，总耗热量$Q_{总}$按大值选取。

$Q_{总}$有时则近似取：

$$Q_{总} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \tag{1-6-13}$$

考虑到缩短升温时间以及其它未计入的因素，装机容量Q按$Q_{总}$值2～3倍选用，即：

$$Q = (2 \sim 3)Q_{总} \tag{1-6-14}$$

（二）加热室内循环热风所需换气量的计算

$$L_{总} = \frac{Q_{总}}{c\rho(T_2 - T_1)} \tag{1-6-15}$$

式中 $L_{总}$——换气量，m³/h；

$Q_{总}$——总耗热量，J/h；

ρ——热风密度，kg/m³；

c——热风比热容，J/(kg·K)；

T_2——送入热风温度，K；

T_1——吸回热风温度，K。

考虑到尽可能缩短升温时间，增大风速，强化干燥效果，以及其它未计入的因素，装机风量L按$L_{计}$值增大2～3倍选用，即：

$$L=(2\sim3)L_{计} \tag{1-6-16}$$

第四节　设备的控制

一、电力拖动简介

帘、帆布浸胶机及热伸张联动线是多单元设备、多区段恒张力控制，为同步协调运行的连续化设备。

（一）电机选择

联动线在穿引布料、升温操作过程中需低速运转，正常工作时则运行于允许使用的最高速度。进行张力或延伸控制时，需对速度差作微量无级调整。因此，各单元设备的电机必须有一定的（一般单元设备约3～ 10倍，卷取装置则需60倍左右）无级调速范围。为使被处理布料的质量不受负载变动的影响，要求电机有较硬的机械特性。一般可选用直流电机、整流子电机或电磁调速异步电机。

（二）主回路拖动系统

1．可控硅直流系统

（1）公共供电　若干个直流电机由一个公共母线的可控硅供电，如图1-6-80所示。此种方式只需一台可控硅整流器，比较经济。针对浸胶热伸张联动线工作系统的特点，各直流电机有电动工作状态和发电工作状态同时并存，发电状态的电机可经电网馈送能量给电动状态的电机，节省用电。

（2）单独供电　若干个直流电机分别由单独的可控硅供电，如图1-6-81所示。此种单独供电方式比较灵活，但需装设较多数量的可控硅整流器，而且需采用反并联整流回路，以满足电机工作过程中电动状态和发电状态变换的可能，因此控制系统较为复杂。

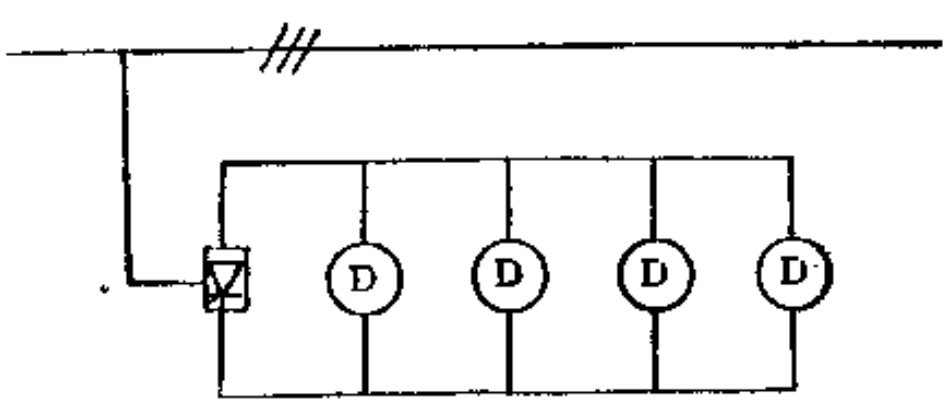


图 1-6-80　可控硅公共供电

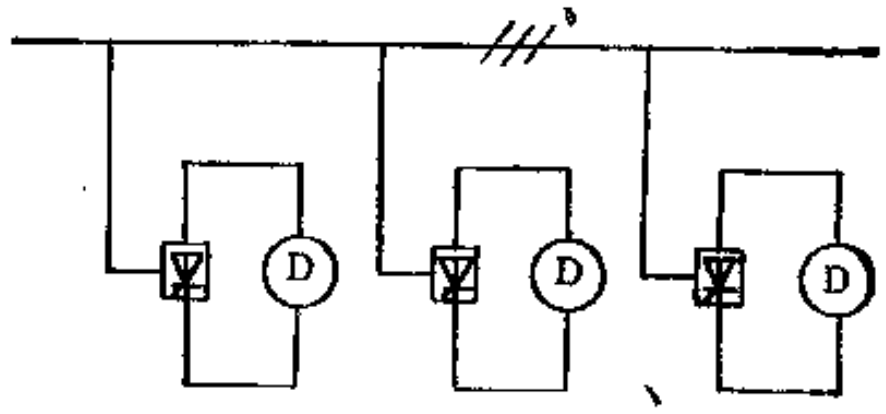


图1-6-81　可控硅单独供电

（3）综合供电　若干个直流电机根据不同要求，一部分采用可控硅公共供电，另一部分采用可控硅单独供电，以满足不同的需要。综合供电方式如图1-6-82所示。此种方式比较符合实际使用情况，故应用较多。

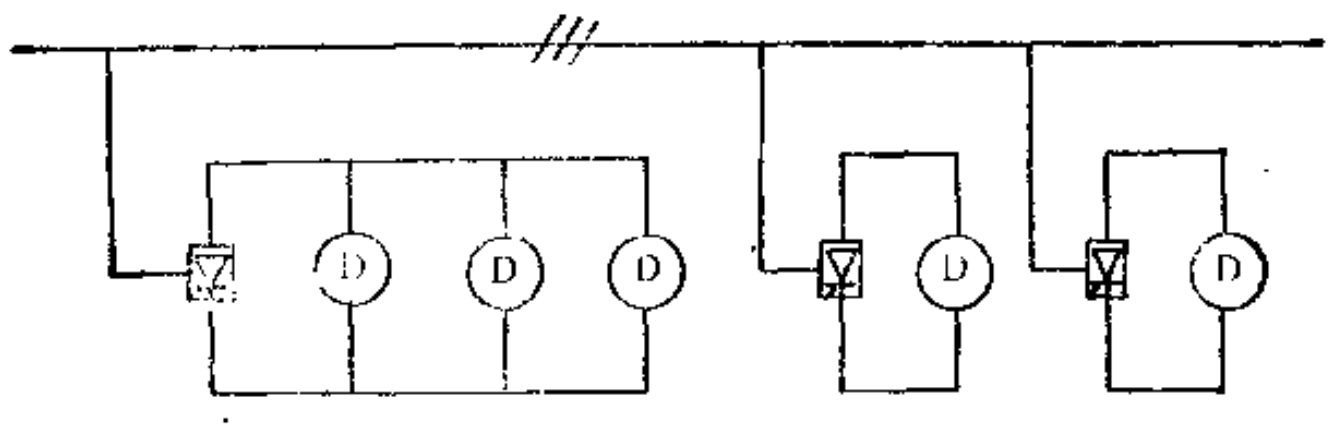


图 1-6-82　可控硅综合供电

2. 发电机-电动机组直流系统

由单独发电机供电，直流电机驱动。由于发电机-电动机组设备体积大、噪音大以及电能损耗大等缺点，正在被可控硅直流系统所代替。

3. 整流子电机交流系统

每一个单元设备分别由一台整流子电机驱动，每一台整流子电机又分别由一个伺服电机调速。整流子电机交流系统比较简单，但调速范围不太大，多单元设备控制操作不太方便，适用于简易的浸胶机。

（三）自动调节系统工作原理

张力调节有如图1-6-83所示的浮动辊方式。浮动辊两端设有荷重（重砣、气缸或油缸等），以浮动辊位移量的信号来控制电机的速差，以保持恒定张力。这种方式控制简单，但精度较差。另一种是电气自动调节方式，利用两伸张装置产生的速差控制调节张力，如图1-6-84所示。

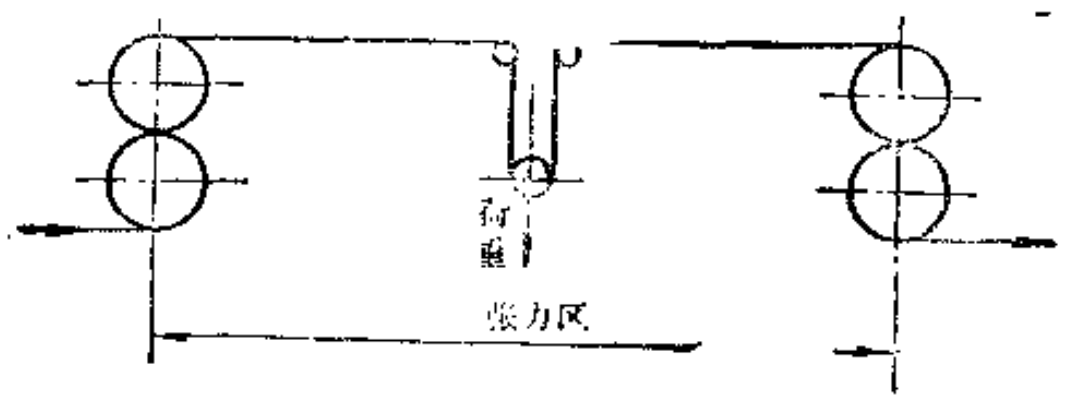


图 1-6-83　浮动辊方式张力自动调节系统示意图

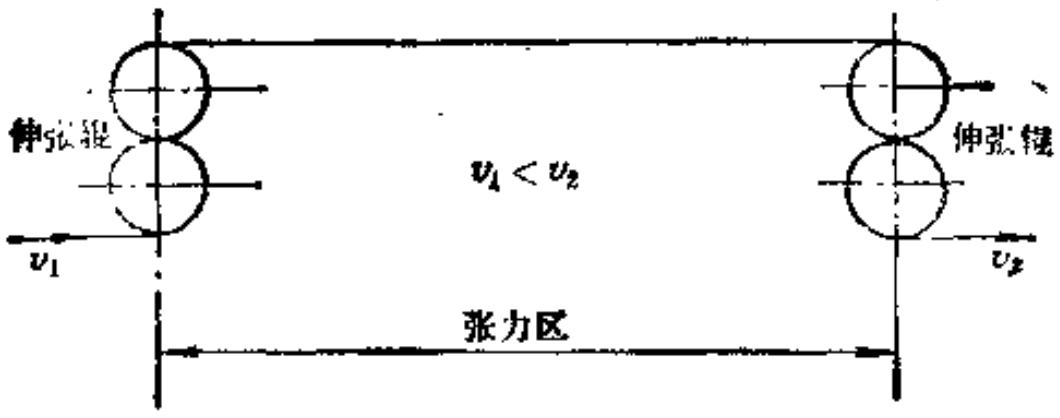


图 1-6-84　电气自动调节方式张力自动调节系统示意图

电气自动调节方式又分下列四种。

1．速度调节系统

由测速电机反馈电信号与速度给定比较，进行速差自动调节，实行延伸控制。有的另设有相应的张力指示。

2．电流调节系统

由电机的负载电流反馈信号与电流给定比较，进行电流调节，实行张力控制，设有相应的张力指示。

3．张力调节系统

由张力计反馈电信号与张力给定比较，实行张力自动调节和指示。有的另设有相应的延伸指示。

4．张力、速度、电流三闭环调节系统

这三种单闭环调节系统比较简单，易于实现，但各有特点。速度调节系统启动过渡过程性能较差，属延伸控制方式，故精度较低；电流调节系统启动性能较好，但在正常运行中，速变稳定性能不如速度调节系统，而且张力控制精度仍比较低；张力调节系统的精度比上述两种调节系统好，但同样存在启动过渡过程性能较差的缺点。为综合上述各调节系统的优点，相互弥补缺点，可采取张力、速度、电流三闭环调节系统。其原理如图1-6-85所示，张力调节器的输入由张力给定和张力负反馈比较后获得，它的输出作为速度调节器的输入，与速度给定及速度负反馈进行比较后，作为速度调节器的输入，速度调节器的输出，作为电流调节器的给定与电流负反馈进行比较，电流调节器的输出经触发装置将可控硅导通，使电机在给定张力下稳定运行。

如果由于某种原因张力区张力减小，偏离了张力的要求，张力计首先把这种张力减小并指示，同时把张力转换成电压信号输出（张力 P 与输出电压成正比关系），张力反馈电压（$U_{F反}$）减小，它与固定不变的张力给定电压（$U_{F给}$）比较，偏差（$+U_{F入}$）增大，经张力调节器放大后变为负的电压输出（$-U_{F出}$），此电压与速度给定（$-U_{S给}$）及速度反馈（$U_{S反}$）

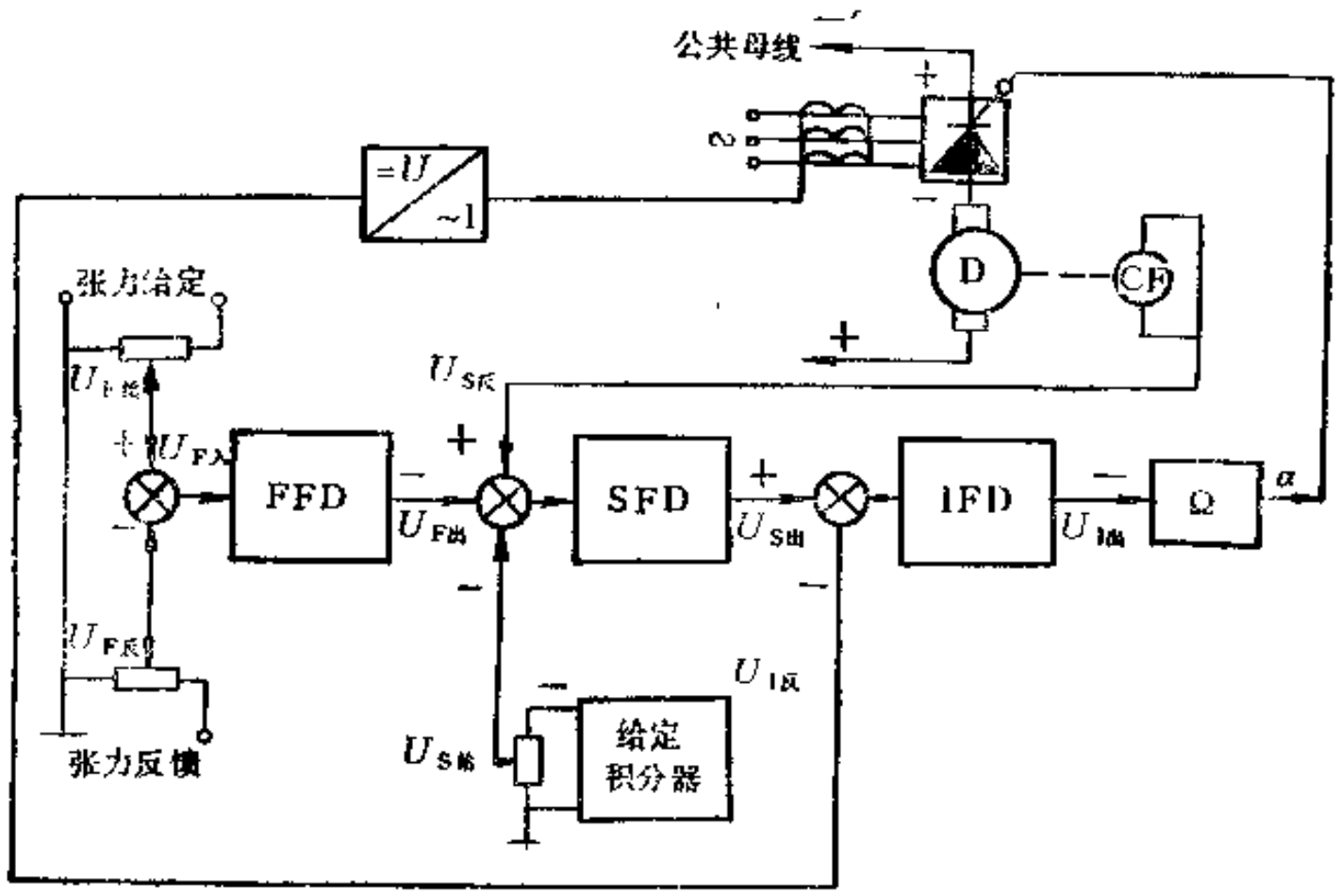


图 1-6-85　三闭环自动调节系统原理

FFD—张力调节器；SFD—速度调节器；IFD—电流调节器

比较，经速度调节器输出（$+U_{s出}$）增大，此值作为电流调节器给定再与电流反馈（$-U_{i反}$）比较，经电流调节器输出（$-U_{i出}$）增大，触发角α下降，电压U增大，电机转速n加快，张力F增加，直至张力恢复到原值，从而达到自动调节张力的目的。

反之，如果张力区张力突然增加，则调节过程与上述相反，力图保持恒张力运行。

（四）其它

卷取装置属恒功率工作方式，除采用上述自动调节系统外，也可以采用电机负载功率反馈系统，实现恒功率自动调节。

卷取装置在卷径比范围较小的场合，也可以采用力矩电机，卷径比为1:2时，能达到恒张力卷取，对于卷径比为1:3、1:4或更大时，在一定程度上也能达到控制张力的要求。

二、热工控制简介

帘、帆布浸胶机及热伸张联动线的干燥、热处理过程中，须要保持恒定温度，实行温度的自动控制调节。

（一）流量调节系统

当热源为蒸汽、煤气或油等介质时，一般采用流量调节方法，在加热室内插入温度测量感受元件，经温度指示调节器，将温度信号转换为电信号，再通过电-气转换器转换为气压信号，送至气动调节阀自动调节流量，或不经电-气转换，直接由电信号带动电动调节流量阀进行调节，以控制温度在给定值附近。当自控系统发生故障时，可转换为手动操纵。有的简易浸胶机可按温度指示，手动操纵阀门加以调节。

（二）电热可控硅调节系统

采用电热棒加热，一般可分两组。一组为固定基本加热量，再分若干档，用手动开关选配组合。另一组为自动调节加热量，用可控硅控制交流电压，如图1-6-86所示，偏差信号U由测温反馈U_f与给定值U_g比较获得，经放大、调节和触发，通过主回路实现交流调压，调节加热棒的温度，力图维持加热室的恒温状态。

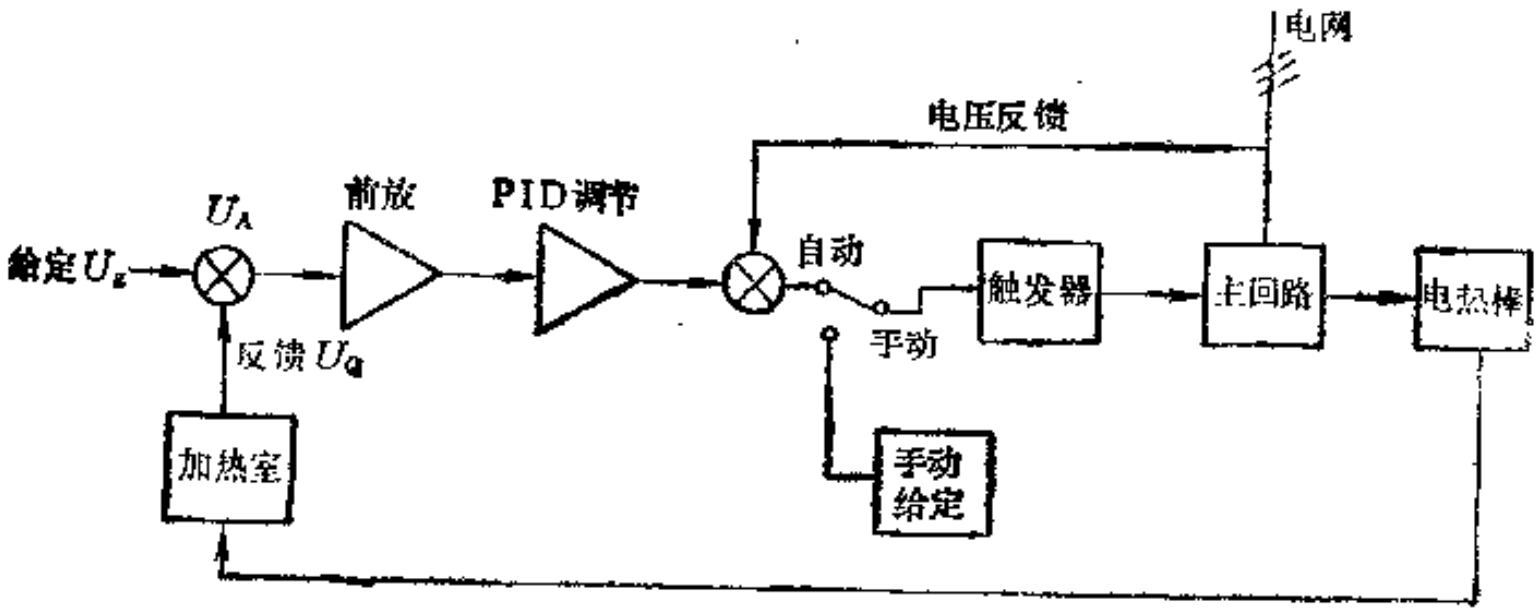


图 1-6-86　电热调节系统原理

三、对自动控制的技术要求

设备总体自动控制的具体技术要求包括拖动和热工两方面的内容。

（一）拖动技术要求

（1）设备用途及运行系统总要求。

（2）设备速度范围。

（3）设备工艺流程简图（包括各区段张力范围、各单元设备电机型号及容量）。

（4）主要区段张力控制水平和精度（张力静态精度可取：干燥区±3～5%，热伸张区和热定型区±0.5～3%）。

（5）卷取装置卷径比及张力控制水平（包括卷取斜率变化，可取15%左右）和精度（张力静态精度可取±4～6%）。

（6）提出操作程序及动作全过程，开车要求事项，连锁动作要求事项及停车要求事项。

（二）热工技术要求

（1）设备用途及温度控制系统的总要求。

（2）设备速度范围。

（3）布料规格及各加热室内尺寸（长×宽×高）。

（4）主要工艺过程、加热方式及加热介质。

（5）各加热室温度范围和最大热量（或装机电热容量）。

（6）主要加热室温度控制水平和精度（温度控制静态精度可取±1%左右）。

（7）连续工作要求事项。

现代浸胶热伸张联动线的控制已达到了相当高的水平，有的规模大的轮胎厂将压延与浸胶热伸张组成一条联动线，并向成套电子计算机控制和更高自动化方向发展。现代浸胶热伸张联动线或压延浸胶热伸张联动线的全套电子计算机控制包含两个方面的内容。

（1）设备运行控制　主要是全部采用可控硅供电系统，由张力反馈闭环调节系统自动调节和保持生产过程张力的恒定；采用温度检测反馈闭环调节系统，保证生产过程中温度的恒定；采用自动定中心闭环调节系统，使帘布在联动线中心连续运行，保证正常生产，减少帘布损耗；压延采用测厚反馈闭环调节系统，自动修正复胶厚度，保证复胶帘布厚度的精度及均一性等。

（2）数据管理　主要是贮存操作参数、工艺规定要求；各参数（如张力、速度、温度、产量、宽度和重量等）实际数值的显示、打印输出和给定；记录最佳操作程序；给定与实际比较及超差报警；操作全过程监控等。

第五节　安装及试车

一、安　　装

布料在整个联动线运行过程中发生跑偏现象的因素很多，但联动线中各辊筒之间的安装偏斜是发生布料跑偏现象的重要因素之一。为使联动线正常工作，应保证安装精度要求。

联动线各单元设备与单元设备的辊筒之间的安装，要求水平度和平行度最大允许误差不超过0.12～0.25/1000。测量仪器和方法如下。

（1）用水平仪测量水平度。

（2）用下列方法测量平行度：①以联动线第一单元设备为准，其它单元设备依次用带百分表的伸缩尺测量。此法积累误差较大。②以联动线中部的一台单元设备为准，其它单元设备按两个方向依次用带百分表的伸缩尺测量。此法仍有积累误差，但比上法小。③以一公

共基准线为准，测量各单元设备与公共基准线的误差。此法误差较小。测量方法如图1-6-87所示，在联动线的中心线上或其外侧设置一条直径0.3mm左右的钢丝，作为公共基准线，再制作一件直角边各长1m的角尺，角尺之一端装一个内径百分尺，另一端由电线联接电池和指示灯泡。当角尺固定在某一单元设备辊筒右侧时，通过内径百分尺调距与钢丝线接通，形成回路，灯泡亮。然后将角尺随辊筒回转180°后，使角尺处在辊筒左侧，再通过内径百分尺调距与钢丝线接通，形成回路，按左右两侧内径百分尺测得的偏差量之差，再乘以 $\frac{1}{L}$，即为平行度。

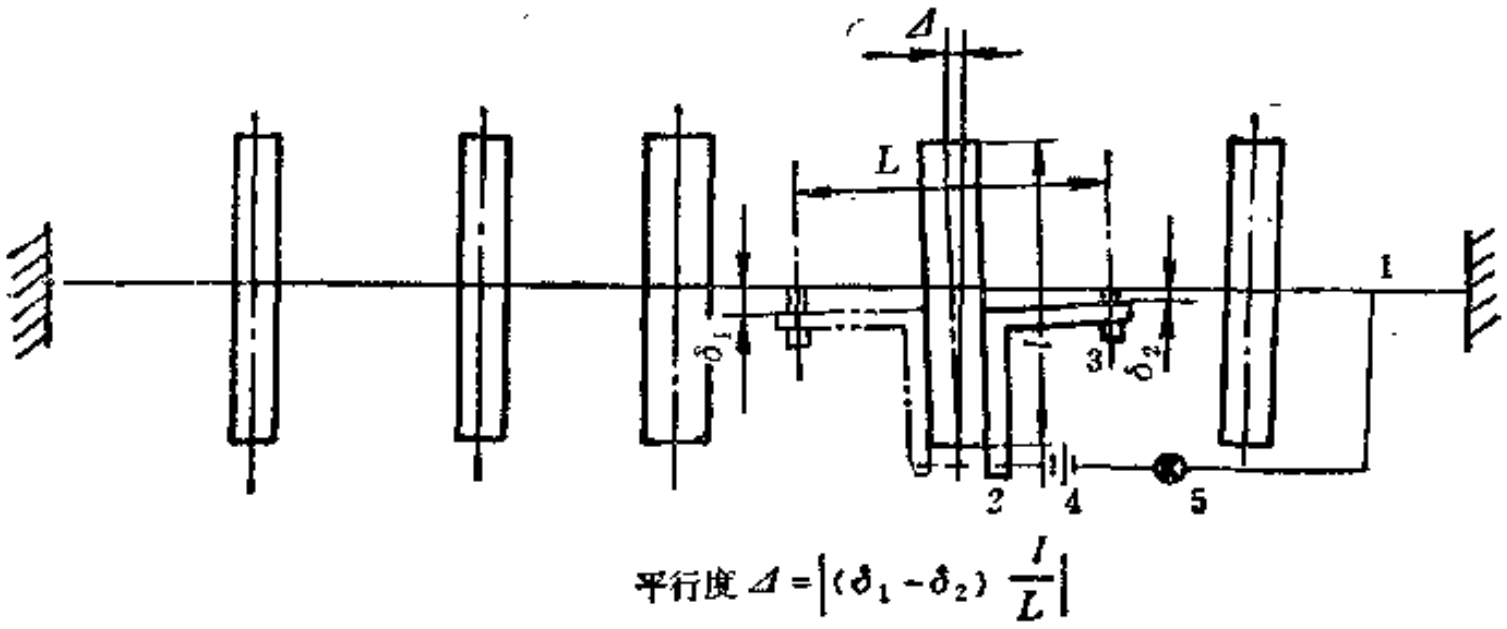


图 1-6-87 采用公共基准线测量方法

1—钢丝线；2—角尺；3—内径百分尺；4—电池；5—灯泡

二、试车要点

（1）试车前的准备按一般规定进行，各转动或滑动部位加注润滑油脂，受热部位轴承应加注耐高温油脂（MoS_2复合钙基润滑脂ZFG-4E或J-3*膨润土润滑脂）。

（2）做好试车准备工作后，方可进行单元设备的空运转试验。

（3）单元设备空运转试验调整合格后，方可进行冷车联动空载同步运转试验。

（4）冷车联动空载同步运转试验合格后，方可进行冷车联动负荷运转试验。

（5）冷车联动负荷运转试验合格后，方可进行热车联动负荷运转试验。

（6）热车联动负荷运转试验经预试合格后，方可进行正式试车。

（7）机械设备部分、电气拖动部分和热工控制部分要经交叉调试、局部结合，以至全面联合试车调整。

（8）试车过程遵循由单元设备到联动，由空载到负载，由冷车到热车，以及速度由慢到快，张力由小到大，温度由低到高的原则顺序进行。

三、关于试车、使用中影响帘布跑偏和卷取质量的因素

1．白坯帘布的质量

（1）整幅白坯帘布要有良好的均一性，加强对白坯帘布的技术质量管理，织造时应使用同一批号（质量均一）的帘线。

（2）织造后的帘布卷应及时密封包装，防止受潮。库存要妥善保管，存放时间不宜过

长，要及时进行浸胶处理（一般以不超过1个月左右为好），以免帘布发生“出兜”、“泡泡纱”或“一边紧一边松”等质量问题。

2．卷取操作过程

（1）布头用手工搭引至卷轴，一开始就应使帘布对正，无歪斜现象，并使帘布稍呈绷紧状态，防止布卷芯部太松，影响整个布卷的质量。

（2）用整根木条将布料嵌入卷轴槽内，使布头定位。木条不宜折段嵌入。

（3）使帘布在低速下（要保持一定张力）先卷取若干圈（10圈左右），使木条包入固定，不致脱出。

（4）上述辅助操作结束后，才能使帘布在高速下进行正常卷取。

3．卷取时应保持一定张力（一般为1200～1500N左右），卷取过程中要求张力稳定，并具有一定斜率变化，使布卷两边整齐，里紧外松，免除布卷出现“梅花状”的不良情况。

全套联动线的定张力控制系统都应保持稳定工作，否则也将干扰卷取的张力稳定。

4．浸胶后帘布的包装

（1）先在卷轴上包以塑料薄膜，避免潮湿空气经卷轴方孔渗入布卷芯部。

（2）卷取成卷后，用黑色聚乙烯塑料薄膜密封遮光包装（内放入适量干燥剂），以免帘布在贮存、运输过程中受潮，同时避免间甲胶受光照射氧化，使帘布质量变坏。

5．帘布用接头机接头时，应使布头接正，不应有歪斜现象。

6．设备安装时应保证所有辊筒（包括卷取、导开方轴）达到规定的水平度和平行度要求。

7．定中心装置和扩布器应具有一定调节精度，以修正由于上述因素所引起的一定范围内的布料跑偏及卷取不齐整等因素引起的一定误差。

第七章　压延机及其联动装置

第一节　概　　述

橡胶压延机及其联动装置是轮胎及其它橡胶制品生产过程中的基本设备之一，属于重型高精度成套设备。

压延机应用于橡胶加工已有100余年的历史。国际上早在19世纪中叶，两辊和三辊压延机已经出现。到了1880年，国外橡胶工业已经开始使用四辊压延机。由于生产的需要，与压延机配套使用的各种联动装置也相继产生。其后，由于橡胶工业发展的需要，压延机及其联动装置不断得到改进和完善，同时各种新型压延机及其联动装置不断涌现，特别是近几十年来，由于汽车工业的发展，高速公路的出现，对轮胎的质量要求日益提高，再加上尼龙帘布、钢丝帘布及其它新型骨架材料的应用，对压延机提出了许多新的要求，促使压延机及其联动装置向着高精度、高效率及高度自动化的方向迅速发展。

1958年国内制成了第一台ϕ610×1730I型四辊压延机。70年代初又设计制造了精密型ϕ700×1800S型四辊压延机和ϕ550×1500新型三辊压延机及其联动装置，同时还设计制造了钢丝帘布压延设备，把国产压延设备的水平提高到了一个新的高度。近几年来，在发展压延机品种、提高质量、节能以及自动控制方面又取得了很大成就，设计生产了具有80年代水平的用微机控制的成套S型四辊压延机及其联动装置。

我国目前生产压延机的主要厂家有：大连橡胶塑料机械厂、上海橡胶机械厂、天津化工机械厂、常州第二轻工机械厂和无锡市橡塑机械厂，各种压延机已形成系列，可基本满足各种橡胶制品生产的需要。

国外生产压延机的主要厂家有：德国Berstorff公司、意大利Comerio Ercole公司和美国Farrel公司等，他们生产压延机的质量和控制水平在国际上有较高的声誉。

一、用途与分类

（一）用途

橡胶压延机主要用于：纺织物（帘布、帆布及细布等）的贴胶与擦胶；钢丝帘布的贴胶；胶料的压片及压型（压花）；帘布贴隔离胶片和多层胶片的贴合等。

（二）分类

橡胶压延机的种类较多，一般按工艺用途、辊筒数量及辊筒排列型式等分类。

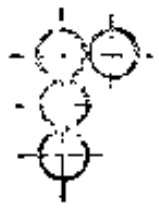
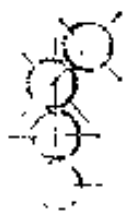
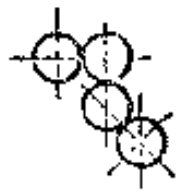
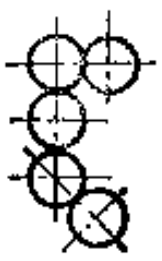
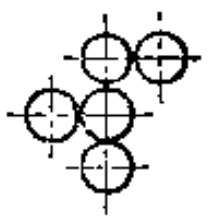
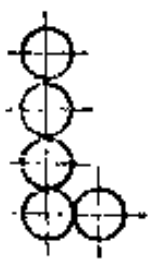
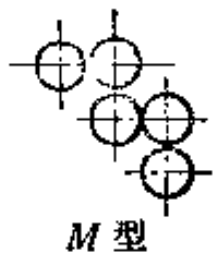
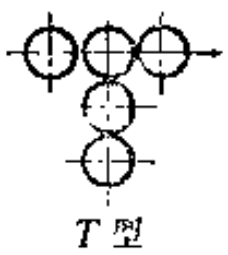
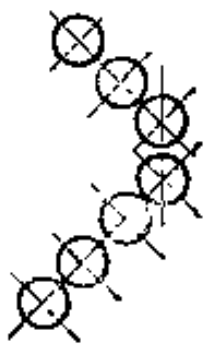
（1）按工艺用途可分为贴胶压延机、擦胶压延机、压片压延机、压型压延机、贴合压延机和试验用压延机等。

（2）按辊筒数量可分为两辊压延机、三辊压延机、四辊压延机、五辊压延机及多辊压延机（如七辊压延机）等。

（3）按辊筒排列形式可分为I型压延机、F型（又称倒L型或F型）压延机、L型压延机、Z型压延机、斜Z型压延机、S型压延机、△型压延机及其它型式的压延机等。

压延机辊筒的主要排列型式见表1-7-1。

表 1-7-1　压延机辊筒排列型式

辊数 \ 排列型式	I	Γ	L	Z	S	其它
2						 水平型  倾斜型
3						 A 型
4				 斜Z型		
		 斜Γ型	 斜L型	 变Z型 		
5	 E 型			 M 型	 M 型	 T 型
7						

二、工作原理

压延机的工作原理与开炼机大致相同。两个相邻辊筒在等速或有速比的情况下相对回转时，将具有一定温度和可塑度的胶料在辊面摩擦力的作用下被拉入辊距中，由于辊距截面的逐渐变小，使胶料逐步受到强烈的挤压与剪切而延展成型，从而完成纺织物覆胶（擦胶或贴胶）、钢丝帘布贴胶、胶片压延或压型，以及多层胶片的贴合。为了使压延前的胶料能得到进一步的混炼、捏合和匀化，通常胶料要预先通过1～2个具有一定速比的配对辊筒的辊距。

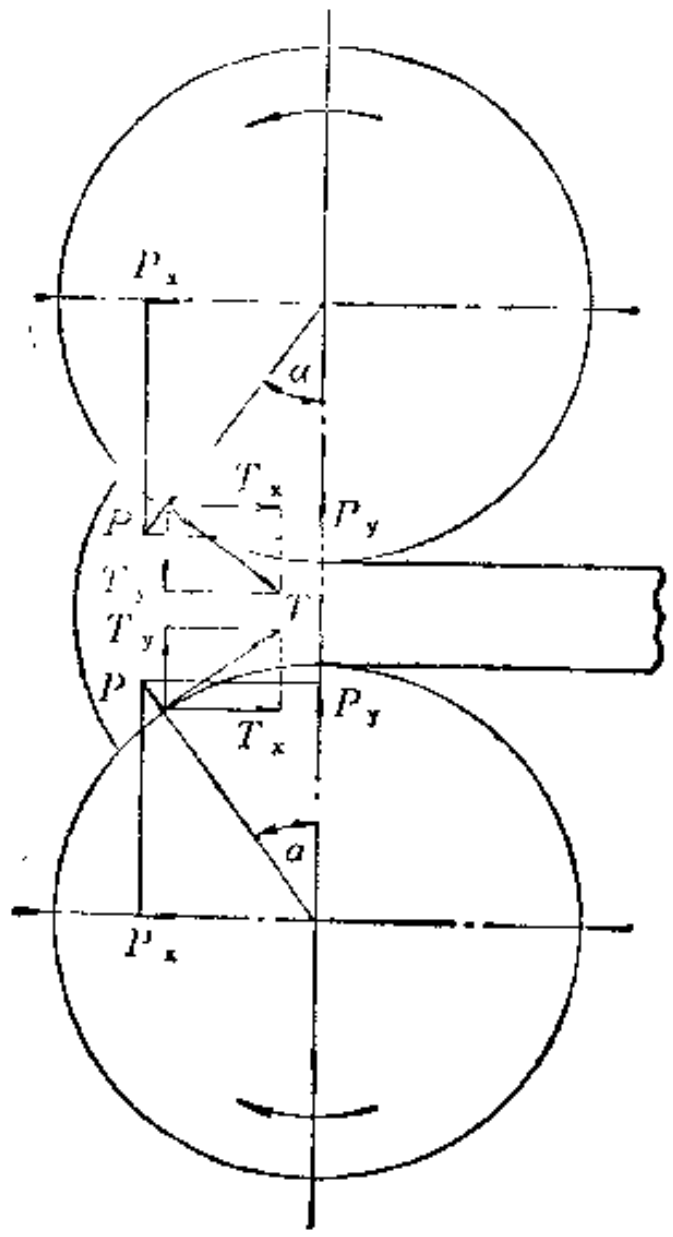


图 1-7-1　胶料在辊距中的受力情况

胶料在压延机两个相邻辊筒辊距内的受力情况如图1-7-1所示。回转的辊筒依靠辊面摩擦力将胶料拉入辊距中，由于辊距截面的不断变小使胶料受到挤压，该挤压力由径向力P（即横压力）和切向力T（即摩擦力）组成。径向力P可分解为力P_x与力P_y，同样，切向力T可分解为力T_x与力T_y。P_y和T_y方向相同，对胶料起压缩作用，而P_x和T_x方向相反，T_x力图将胶料拉进辊距，而P_x则相反，故要使胶料能被拉进辊距压延，必须使$T_x \geqslant P_x$。因此，压延机必要的工作条件如下。

1．胶料与辊筒的摩擦角ρ必须大于胶料与辊筒的接触角α，这样，$T_x > P_x$时，胶料才能拉入辊距。从图1-7-1可知：

$$T = P \cdot f \tag{1-7-1}$$

式中　T——切向作用力（摩擦力）；

P——辊筒对胶料的正压力（径向作用力）；

f——辊筒对胶料的摩擦系数。

由于

$$f = \mathrm{tg}\rho$$

故

$$T = P \cdot \mathrm{tg}\rho \tag{1-7-2}$$

式中　ρ——摩擦角。

由于切向力水平分力T_x为：

$$T_x = T \cdot \cos\alpha = P \cdot \mathrm{tg}\rho \cdot \cos\alpha \tag{1-7-3}$$

径向力水平分力P_x为：

$$P_x = P \cdot \sin\alpha \tag{1-7-4}$$

由于胶料被拉入辊距的必要条件是：

$$T_x \geqslant P_x$$

故而

$$P \cdot \mathrm{tg}\rho \cdot \cos\alpha \geqslant P \cdot \sin\alpha$$

$$P \cdot \mathrm{tg}\rho \geqslant P \cdot \mathrm{tg}\alpha$$

所以 $$\rho \geqslant \alpha$$

铸铁辊筒与胶料的摩擦系数为0.6～0.9，故其摩擦角一般为36～42°。另外，在压延时辊面具有一定温度，且胶料经过热炼后加入，已呈粘流态，同时压延机是连续供料，堆积胶较少，故胶料与辊面的摩擦角较大，而胶料与辊面的接触角则较小。在实际生产中，通常α=3～10°，因此摩擦角ρ远比接触角α大得多。因此，在压延作业中，胶料极易被拉入辊距压延成型。

2．根据压延作业的不同要求，配对辊筒应具有一定的速比，才能保证压延质量。但速比不能过大，否则摩擦生热太多，会使胶料焦烧，过小则匀化效果不好。根据实践经验，在压延成型前的配对辊筒速比一般在1.3～1.5左右为宜。

三、压延机的应用、压延工艺与辊筒排列形式的比较

（一）压延机的应用

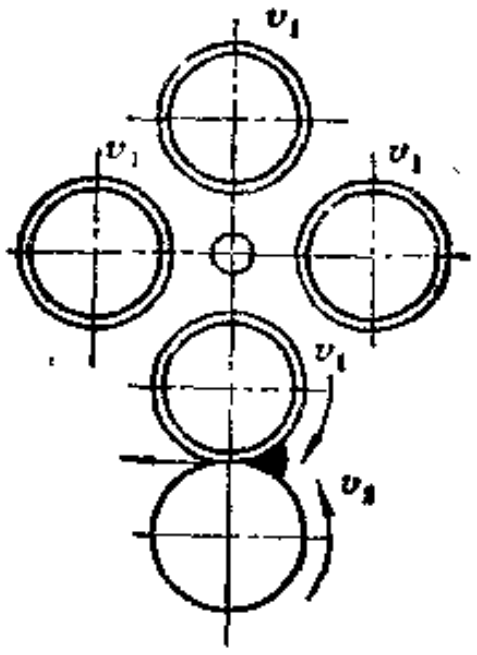
压延机在橡胶工业中的应用情况如表1-7-2所示。

表 1-7-2　压延机的应用情况

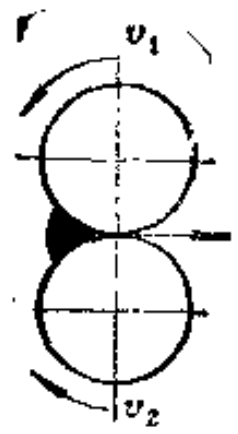
橡胶制品名称	压延机辊筒数量	辊筒排列型式	主　要　用　途
轮胎	四辊、三辊	Γ型、Z型、斜Z型、S型、I型	帘帆布贴胶、擦胶，贴隔离胶片等
力车胎和自行车胎	四辊、三辊、七辊等	Γ型、Z型、斜Z型、S型、I型	帘帆布贴胶、擦胶，双色胎面贴合等
胶管、胶带及杂品	三辊、四辊、两辊等	I型、斜I型、Γ型和S型等	帘帆布擦胶、贴胶，压延胶片及压型等
胶鞋	两辊、三辊、四辊、五辊	I型、Γ型、L型、T型等	胶料压片、压型及贴合等
胶布	三辊、四辊	I型、斜I型、Γ型	擦胶、压片、贴片等

（二）压延工艺

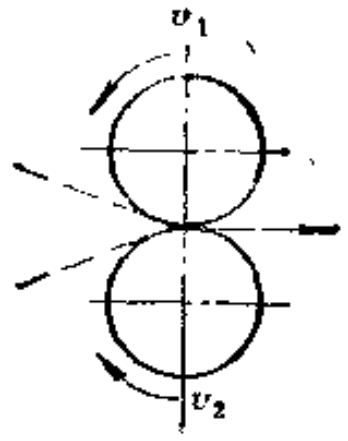
压延机常用的压延工艺如图1-7-2至图1-7-6所示。



压整$v_1=v_2$



压片$v_1>v_2$



贴片 $v_1=v_2$

图 1-7-2　两辊压延机工艺示意图

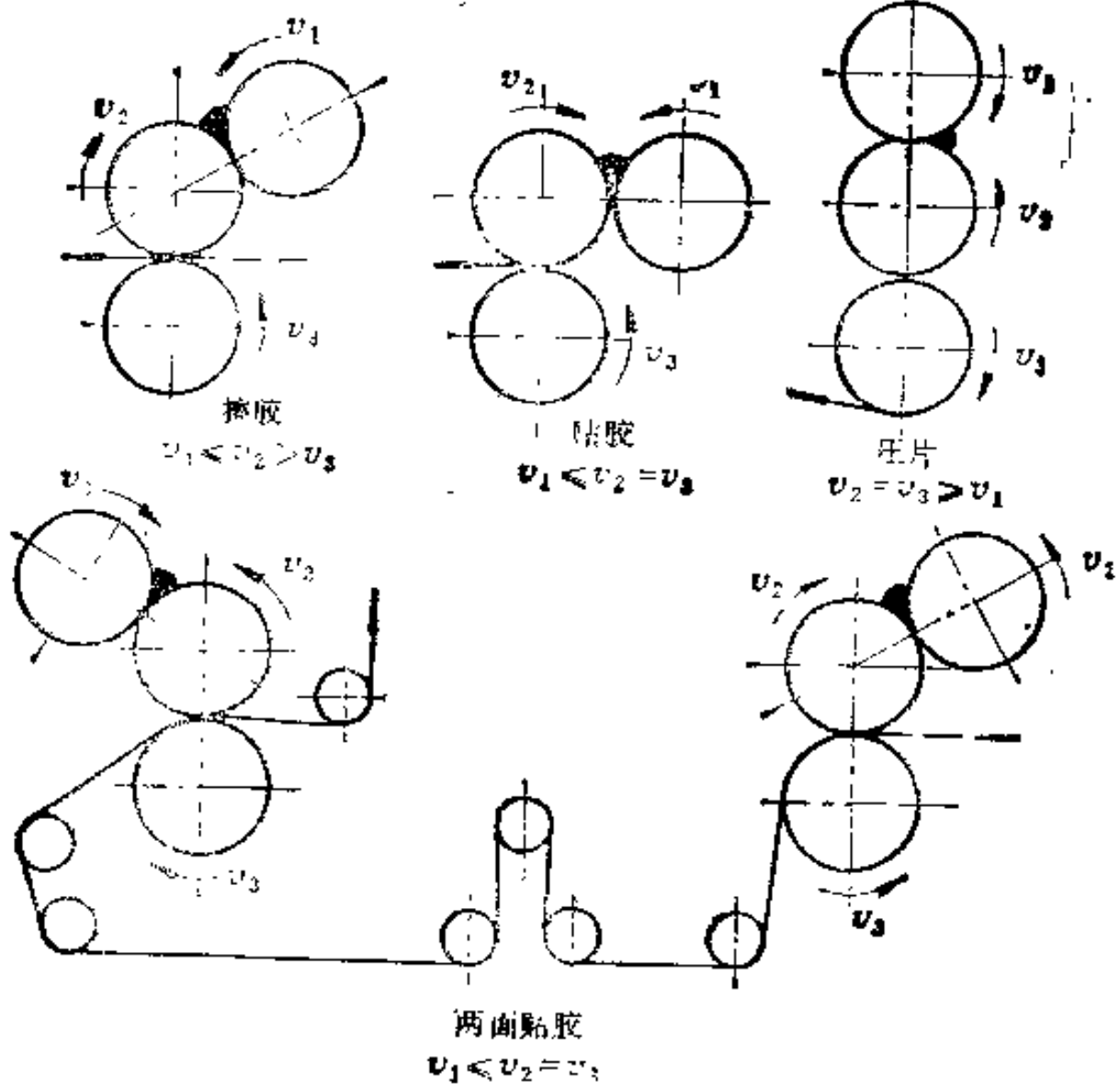


图 1-7-3 三辊压延机工艺示意图

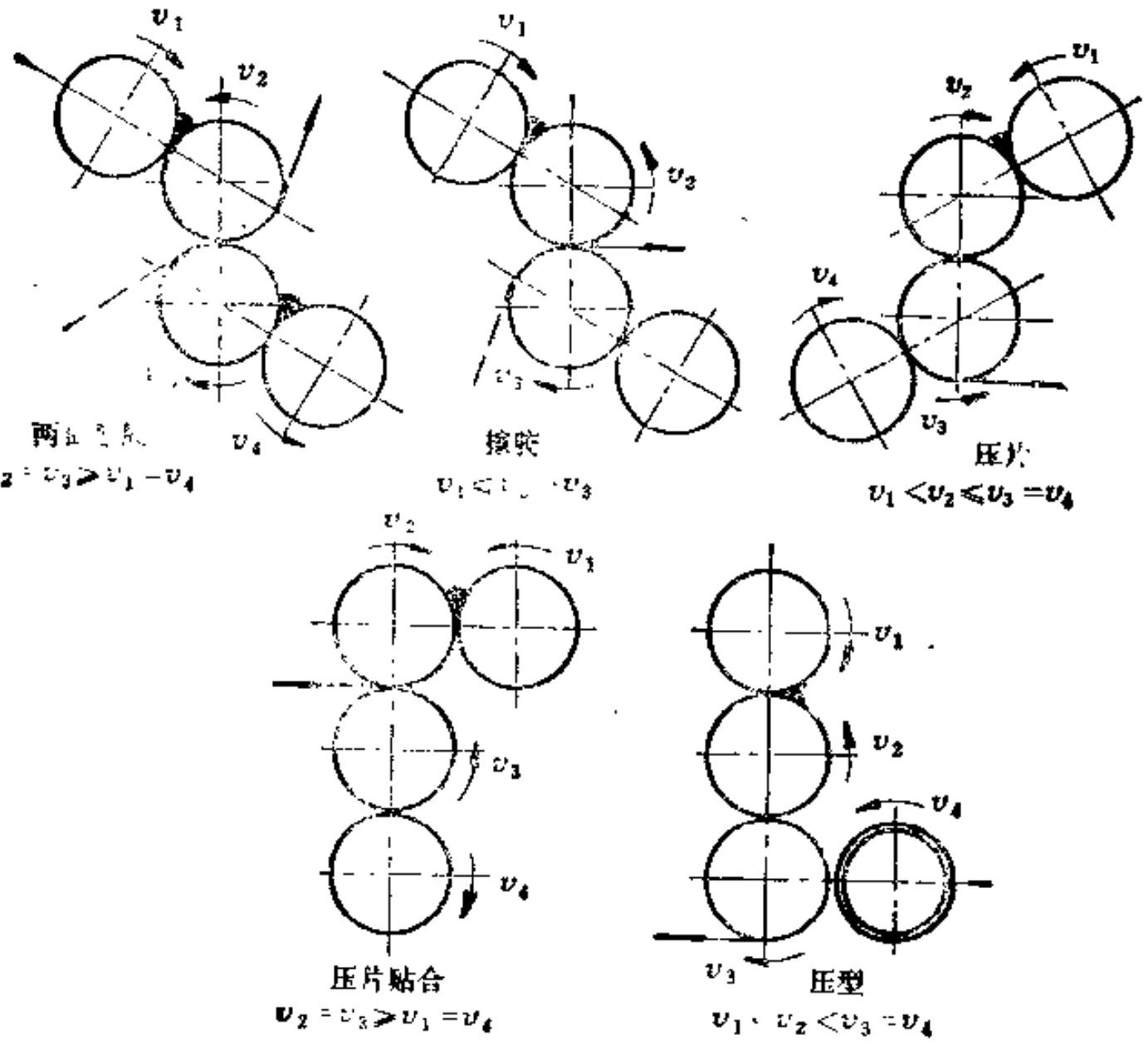
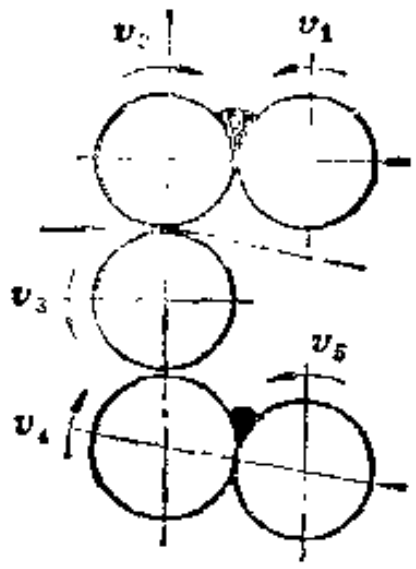
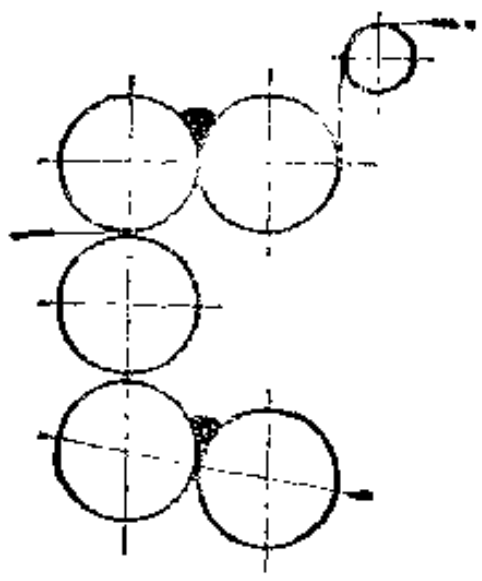


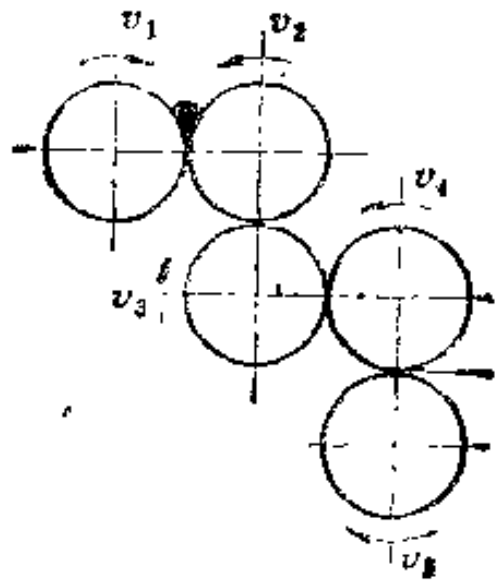
图 1-7-4 四辊压延机工艺示意图



双面贴胶与压片贴合
$v_2=v_3=v_4>v_1=v_5$



压片贴合

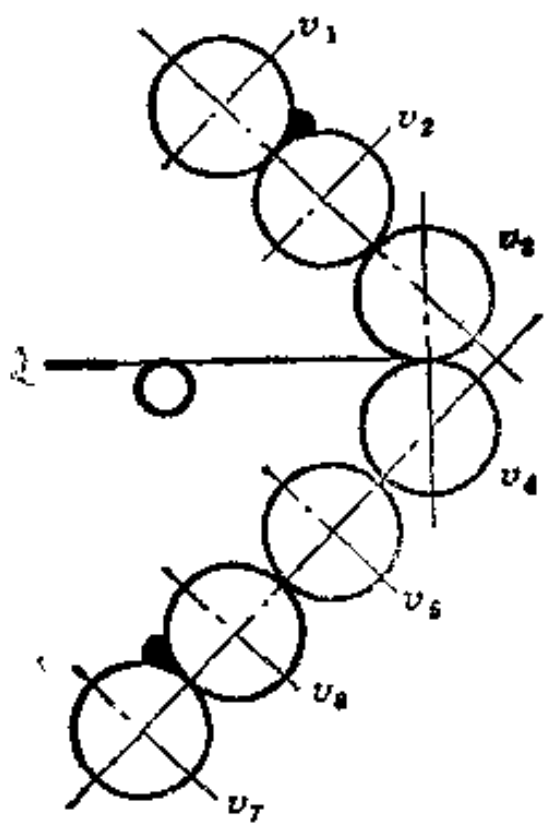


压片成型
$v_5=v_4>v_3<v_2>v_1$

图 1-7-5　五辊压延机工艺示意图

（三）辊筒排列型式的比较

压延机辊筒排列型式有多种多样，主要取决于用途和工艺上的需要、压延精度的要求、操作方便程度、设置测厚和供料等附属装置的需要等诸因素。各种排列型式都有其适用的条件和优缺点。



$v_1<v_2<v_3=v_4>v_5>v_6>v_7$

图 1-7-6　七辊压延机工艺示意图

以常用的四辊压延机辊筒排列的变化为例，最初四个辊筒排列型式大都为Γ型及L型，这种型式制造加工较方便，但在使用上却有缺陷，因为这种排列型式的上、中、下三个辊筒排列在垂直线上，供料辊距与成型辊距在同一个垂直面内，无论在上、中辊之间供料还是在中、下辊之间供料，由于在中、下辊之间或上、中辊之间压延成型，胶料对辊筒产生的横压力，迫使中辊在垂直平面内产生向上或向下的弯曲变形。由于横压力是变化的，因而中辊的弯曲变形也是变化的。与此同时，中辊还在轴承间隙范围内随横压力的变化而浮动。中辊弯曲的变化和中辊的浮动将影响成型辊距的变化，从而使压延制品的横向和纵向厚度都受到影响。当在中、下辊之间供料时，胶料不易吃入，需要人工或导辊引入，这样既增加了操作麻烦和不安全性，又产生冲击负荷，更促使中辊浮动。此外，辊温的变化和辊距的调整，使上、中辊及中、下辊之间的辊距发生相互影响，也使厚度发生变化及增加操作上的困难，产品质量难于控制。

如果将四个辊筒排列成Z型，供料辊距与成型辊距不在同一个平面内，上述相互之间的影响就大为减少。在进行双面贴胶时，上供料辊距与下供料辊距不处在同一平面的水平位置上，而成型辊距则处在两者之间的垂直平面上，由于辊筒的弯曲变形主要发生在水平方向，

对成型辊距的影响极小，且辊筒亦不发生浮动，压延制品精度得以提高。上、下供料辊距都处在水平位置上，便于实现机械化供料。Z型压延机的机器高度也较同规格Γ型或L型压延机的低，方便操作和维修。但是，Z型排列的型式也有缺点，1号辊筒和2号辊筒及3号辊筒和4号辊筒均处于水平位置，因此，如图1-7-7所示，1号辊筒和3号辊筒及2号辊筒和4号辊筒之间的距离H较小，这对装设自动测厚装置、帘线整经辊及除气泡装置等附属装置十分不便。另外，2号和3号辊筒离操作人员的位置L较远，操作不便，尤其是大规格压延机更为明显。同时，3号辊筒上的橡胶包角大于180°，易使胶料焦烧。为了克服上述缺点，又把辊筒排列型式变成斜Z型和S型，如图1-7-8所示。近十几年来，由于在双面贴胶或擦胶作业中，自动测厚装置的广泛采用，这两种辊筒排列型式的压延机发展很快。

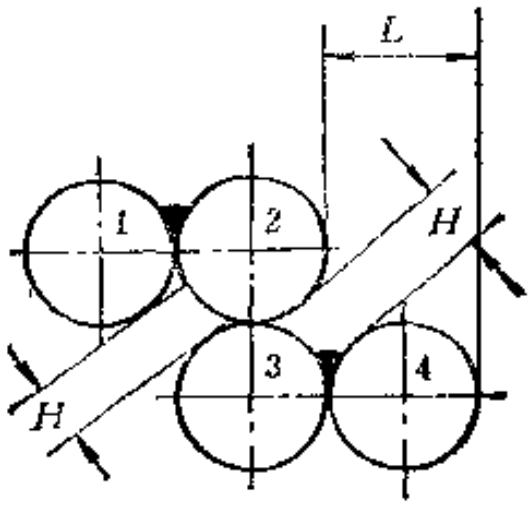


图 1-7-7　Z型压延机辊筒排列

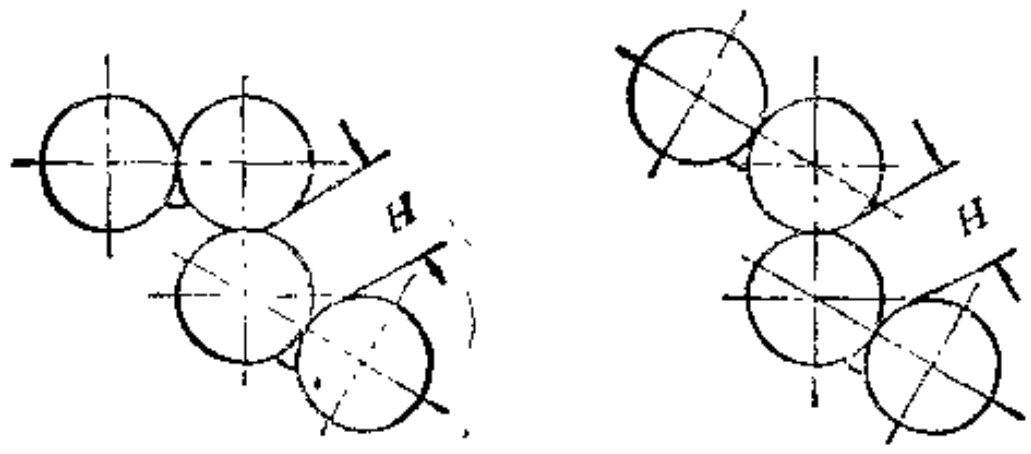


图 1-7-8　斜Z型与S型压延机辊筒排列

虽然辊筒呈斜Z型或S型排列对改善辊筒受力情况，提高压延精度及扩大辊筒附近装设附属装置的空间等方面具有优越性，但也有不足之处，与辊筒呈Γ型和L型排列方式相比，机架承受作用力较大，机架放置轴承体的窗口加宽，因而导至机架体积庞大，加工困难，刚度差，重量大。为了扬长避短，目前在Γ型或L型压延机设计中，采用高精度零间隙滚动轴承代替滑动轴承，解决中辊浮动问题，提高压延精度。

选用何种排列型式为宜，需根据用途和需要而定。

四、基本结构简介

根据压延机结构复杂程度和压延精度高低，大致可分为两种类型，一种是结构较简单、精度较低的普通压延机，另一种是结构较复杂、精度较高的精密压延机。

（一）普通压延机结构简介

压延机主要由辊筒、辊筒轴承、机架、调距装置、传动系统、润滑系统、辊温调节装置、安全装置及控制系统等组成。

图1-7-9所示为普通结构的XY-3I1200三辊压延机，三个辊筒成直线排列成I形，并由装在两侧机架12的滑槽内的滑动轴承5支承。两侧机架12安装在底座15上，上部用横梁14连接。中辊为固定辊，其轴承体固定在机架滑槽内不能移动。上、下辊两端轴承体与调距装置6连接，利用调距装置可使上、下辊的轴承体作上下移动而调整辊距的大小。辊筒的一端装有两组速比齿轮8，通过手动离合器11可变换三个辊筒相互间的工作速比，以适应不同压延作业的需要。三个辊筒由一台电机1通过减速器3及大小驱动齿轮4带动中辊转动，然后再经速比齿轮8带动上、下辊转动。辊筒为中空结构，设有加热冷却装置9。辊筒轴承由润滑

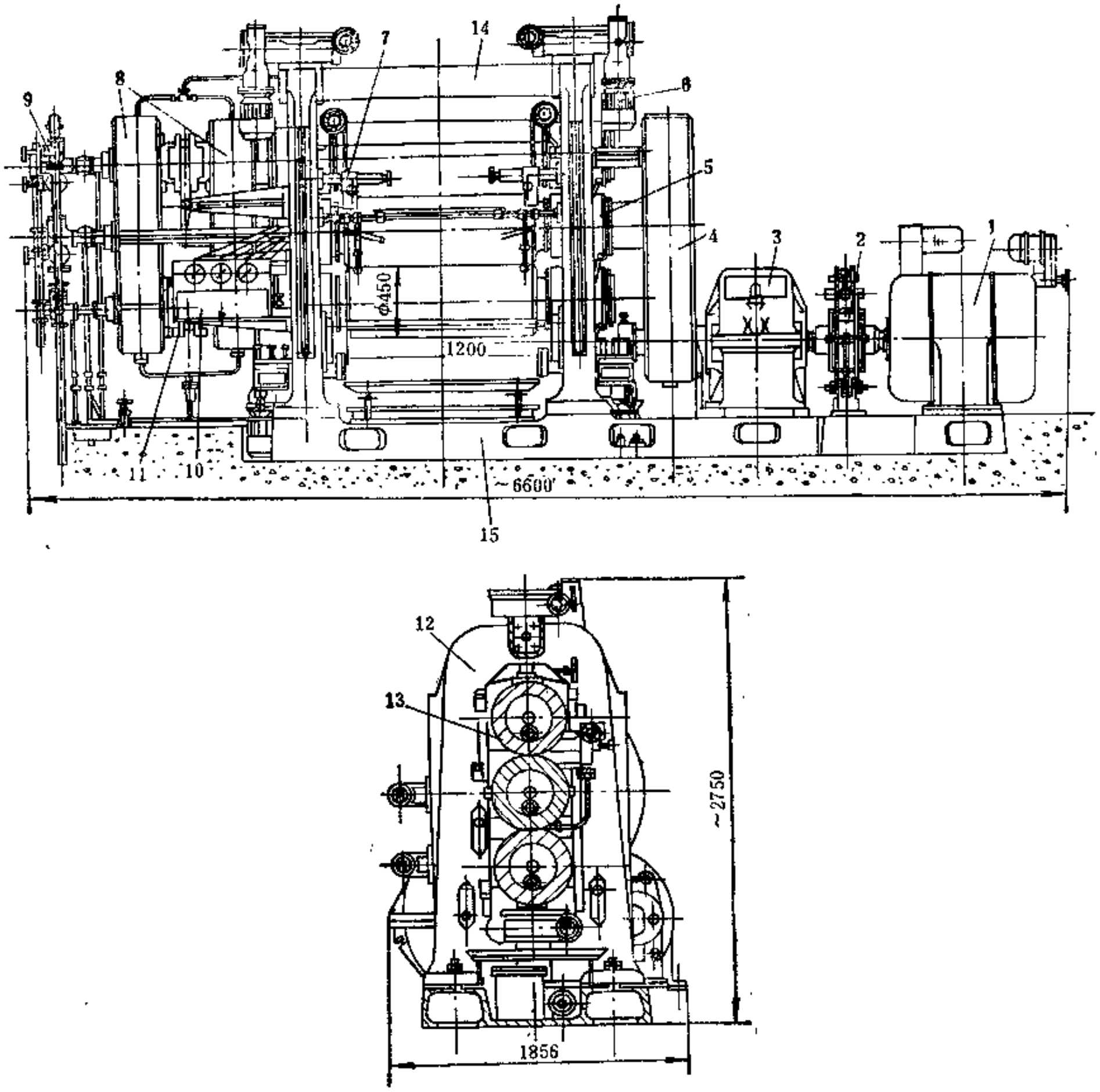


图 1-7-9　XY-3I1200三辊压延机

1—电机；2—制动器；3—减速器；4—驱动齿轮；5—辊筒滑动轴承；6—调距装置；7—挡胶板；8—速比齿轮；9—加热冷却装置；10—润滑装置；11—离合器；12—机架；13—辊筒；14—横梁；15—底座

装置10进行润滑。此外，机器还设有挡胶板、扩布器、切胶边装置等附属装置，并配有电气控制系统，适用于一般的压延作业。

图1-7-10所示为普通结构的XY-4I1730四辊压延机，其基本结构与上述三辊压延机相似，但四个辊筒呈Γ型排列，速比齿轮在辊筒两端各装一组，用拨键的方式使速比齿轮与辊筒结合或分离，以此变换辊筒速比。该机传动装置的电机和减速器的出轴成直角排列，机器占地面积较小。

此外，尚有其它排列型式的各种规格的普通压延机，其构造大致相同。

普通压延机的结构和控制较简单，制造较容易，成本低。缺点是精度较低，生产效率不高，压延制品误差较大。

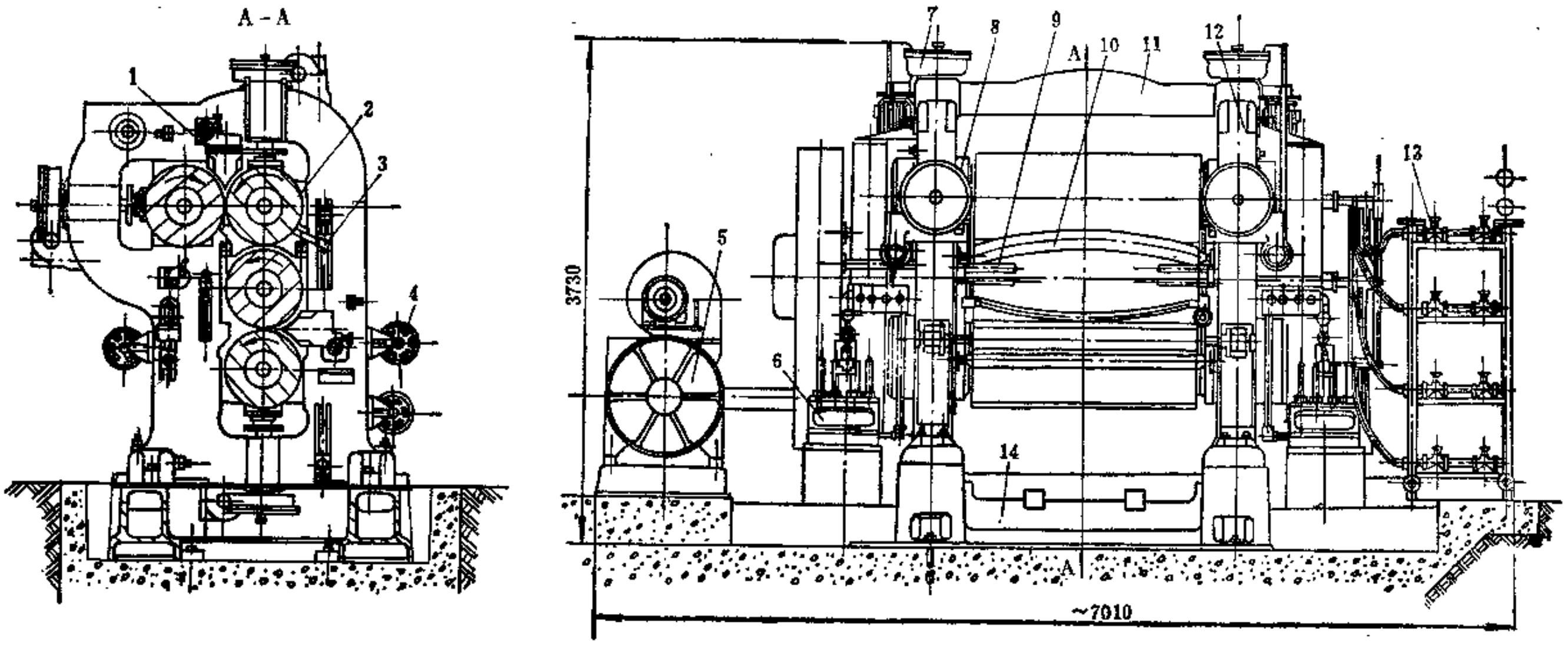


图 1-7-10　XY-4Г1730四辊压延机

1—挡胶板；2—辊筒；3—切胶边装置；4—导开、卷取装置；5—传动装置；6—润滑装置；7—调距装置；8—辊筒轴承；9—扩边装置；10—弓形扩布辊；11—横梁；12—机架；13—加热冷却装置；14—底座

（二）精密压延机结构简介

由于对压延制品质量与尺寸的精确性及对原材料与能源节约等的要求日益提高，普通压延机已不能满足需要，必须发展具有较高压延精度的精密压延机，以适应生产发展的需要。

精密压延机除了具有普通压延机的主要零部件和装置外，增加了一套提高压延精度的装置，改进了传动系统和主要零部件结构，并提高制造精度。例如采用了对提高压延精度有重要影响的占孔辊筒、辊温自动控制系统、辊筒轴交叉装置、预负荷装置（即拉回装置或零间隙装置）以及反弯曲装置等。

图1-7-11为XY-4S1800四辊精密压延机。辊筒 4 由电机经过组合减速箱 1 及万向联轴器 2 带动转动，将普通压延机装于辊筒端部的速比齿轮及驱动齿轮集中于组合减速箱内，消除了齿轮传动对压延制品的影响和变换速比齿轮的困难。由于采用了双电机传动（1 号和 2 号

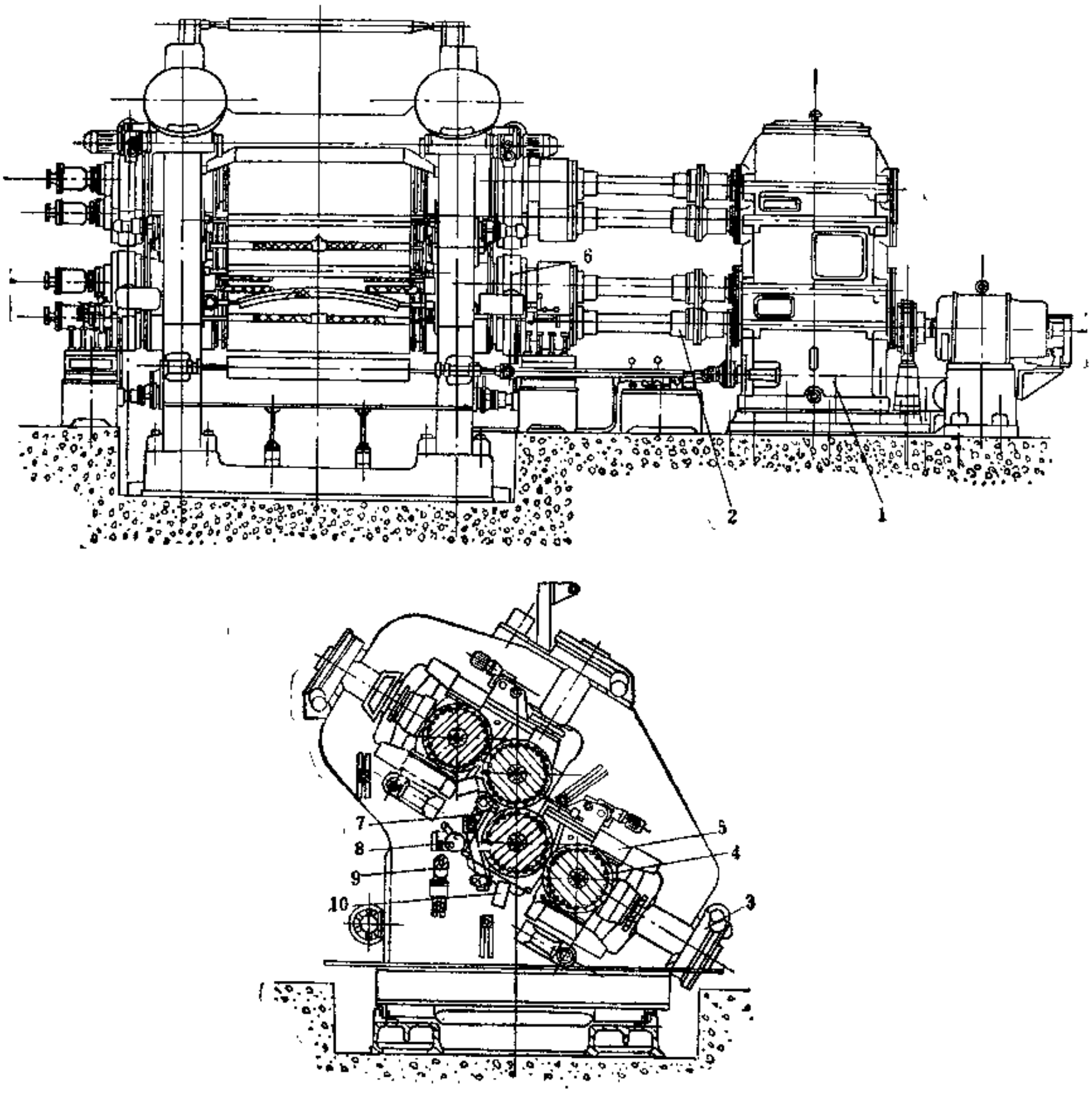


图 1-7-11　XY-4S1800四辊压延机

1—组合减速箱；2—万向联轴器；3—调距装置；4—辊筒；5—轴交叉装置；6—预负荷装置；7—划气泡装置；8—锥辊扩边器；9—弓形扩布器；10—反射式同位素测厚装置

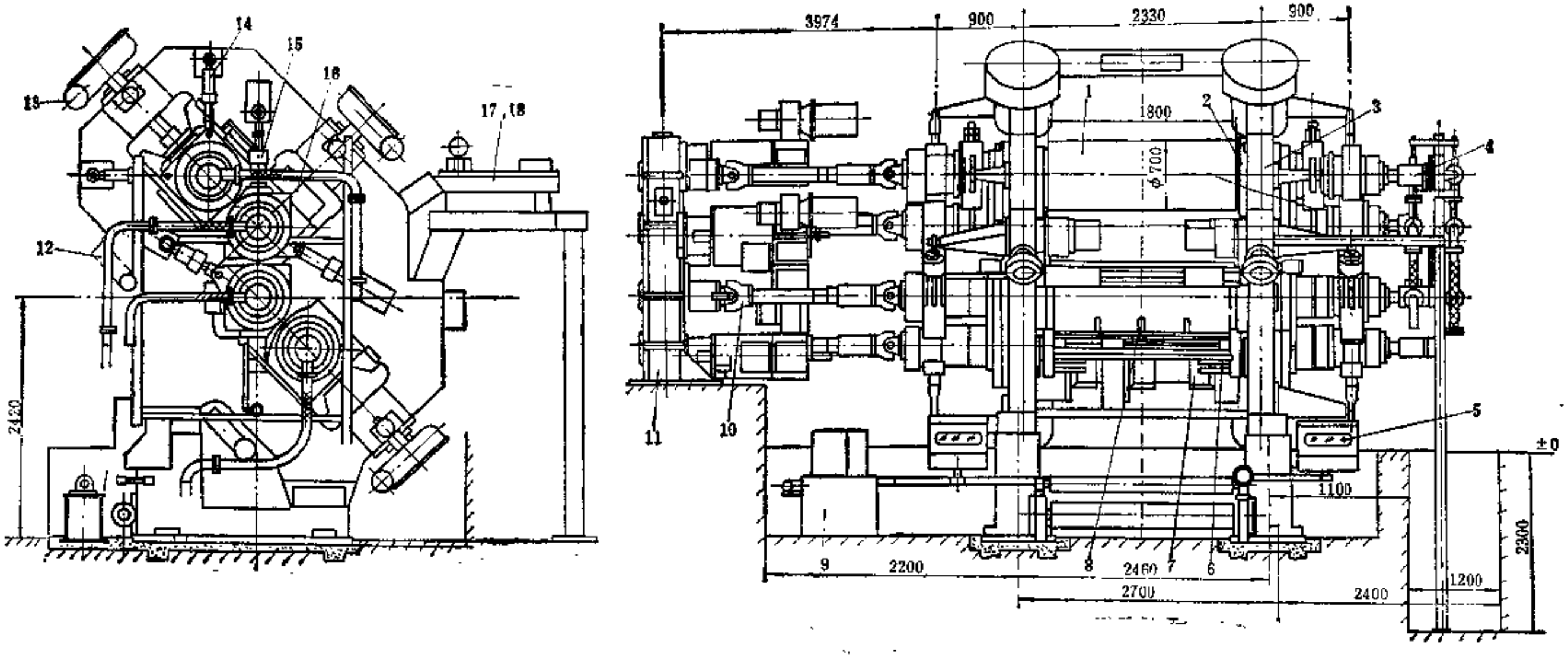


图 1-7-12　XY-4S1800A四辊压延机

1—辊筒；2—轴承；3—机架；4—过热水系统；5—润滑系统；6—三辊扩边器；7—刻痕装置；8—划气泡装置；9—油箱；10—万向联轴器；11—减速器；12—轴交叉装置；13—调距装置；14—预负荷装置；15—反弯曲装置；16—挡胶板；17—前摆动供料装置；18—后摆动供料装置

辊共用一个电机，3号和4号辊共用一个电机），因此可用电机调速的方法来变换速比，且速比的变换在规定范围内是无级的，从而可适应各种工艺要求。在四个辊筒两端轴承座的外侧装有预负荷装置6。另外，在1号和4号辊筒的轴承座上装有一套用液压缸调节的辊筒轴交叉装置5。四个辊筒均为钻孔结构，设有一套过热水循环温控装置，温控介质由旋转接头进入辊筒靠近辊面的钻孔中，可使辊面温差控制在±2℃范围内。为了提高生产效率和控制压延制品精度，压延机上还装有测量胶片厚度的自动测厚装置10、扩边器8、扩布器9等。为使机械化连续供胶和检测金属杂物，还设有带式摆动供胶装置和金属探测仪等。

图1-7-12所示为一种改进型新式四辊压延机，除具有上述S型压延机的特点外，还作了如下几个方面的改进：每个辊筒采用一台直流电机传动，在规定范围内各个辊筒之间的速比可随意变换；辊筒轴承由滑动轴承改为精密滚动轴承；为补偿辊筒挠度除设有轴交叉及预负荷装置外，还设有反弯曲装置（在2号和3号辊筒上）；具有过接头保护装置，帘布接头通过辊距时能自动放大辊距，接头过后恢复原辊距；采用自动测厚反馈调距系统，能按要求自动调节辊距，保证压延厚度均匀一致；采用可编程序微机控制系统对整套生产线进行自动控制，按预定要求和程序进行生产，在保证压延质量前提下，实现高度自动化生产。

精密压延机的特点是压延精度高，质量好，压延厚度误差小（一般其厚度误差变化可控制在额定值的±3%左右），生产效率高，操作方便。虽然由此导致结构复杂，制造难度增大，成本增加，但由于生产效率的提高、原材料的节约和制品质量的提高而取得的经济效益远大于其所增加的投资费用。因此，获得了用户的欢迎。

精密压延机与普通压延机的比较如表1-7-3所示。

表 1-7-3　两类压延机的比较

项　　目	精密压延机	普通压延机
辊筒结构	圆周钻孔结构	中空结构
辊筒轴承	精密滚动轴承	滑动轴承
温控方式	过热水循环温控	蒸汽加热
传动方式	组合减速箱、万向联轴器	大小驱动齿轮、速比齿轮
生产速度	φ700×1800:50～85m/min	φ610×1730:25～50m/min
厚度误差	±3～4%	±6～7%

五、传动与传动形式

压延机的传动系统是为满足压延工艺与操作要求而进行配置，其特点是：能使压延机辊筒在一定范围内变速（或无级调速）；能在慢速或快速条件下工作。其次要求辊筒速比可换，能在有速比或等速条件下工作，以适应擦胶、贴胶、压片等不同工艺要求。

为了满足上述要求，压延机的传动方式有多种，常见的有下列几种。

（一）大小驱动齿轮和速比齿轮传动

采用这种传动方式时，减速器、大小驱动齿轮和速比齿轮的配置如图1-7-13和图1-7-14所示，速比齿轮设在辊筒一端或两端，用切换牙嵌式离合器或拨键方式变换速比。

（二）组合减速器与万向联轴器传动

采用这种传动方式时，用减速器或电机变换速比。这种传动方式又可分为单台电机传动、两台电机传动及多台电机传动，如图1-7-15所示。采用单台电机传动时，电机6通过减

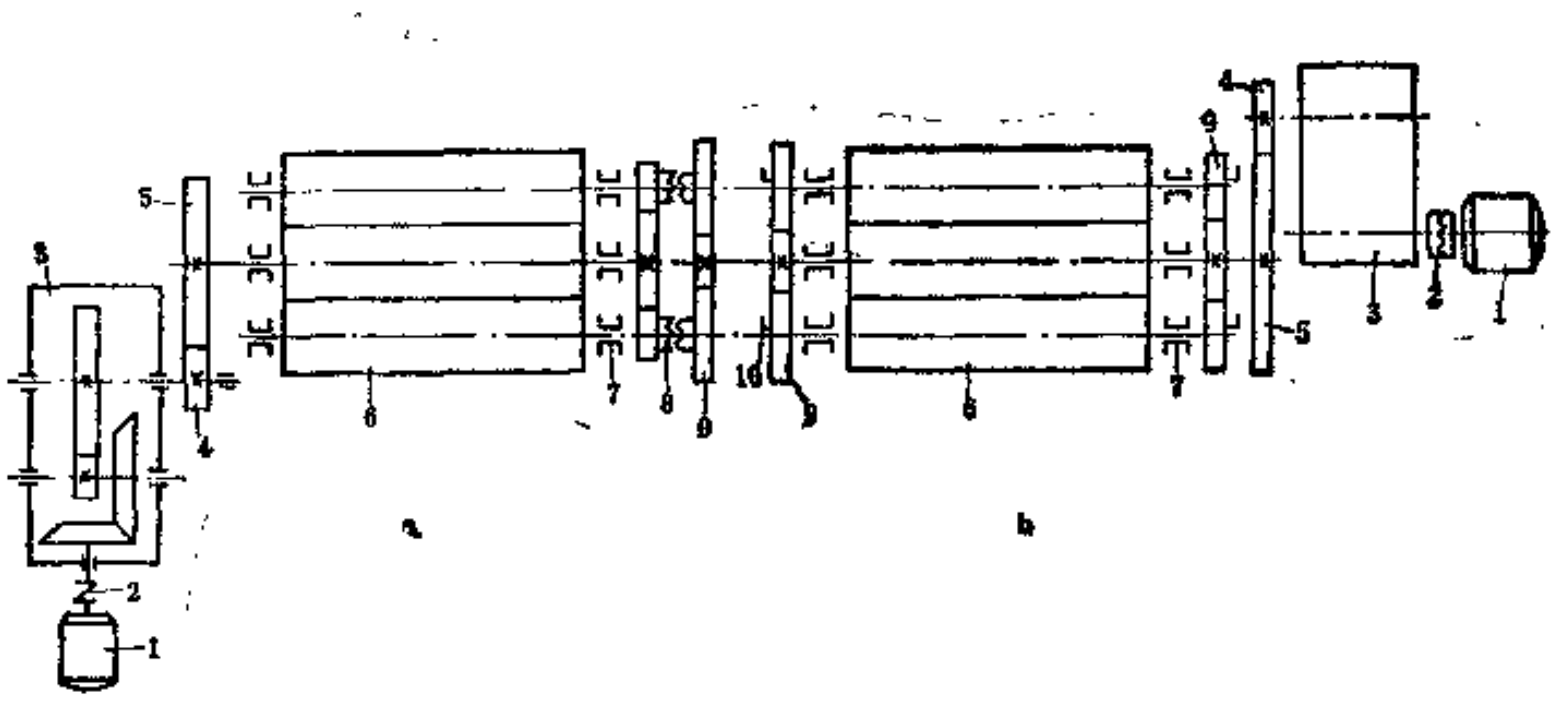


图 1-7-13　三辊压延机传动方式

a—直角传动；b—普通传动

1—电机；2—联轴器；3—减速器；4—小驱动齿轮；5—大驱动齿轮；6—辊筒；7—轴承；8—牙嵌式离合器；9—速比齿轮；10—拔键

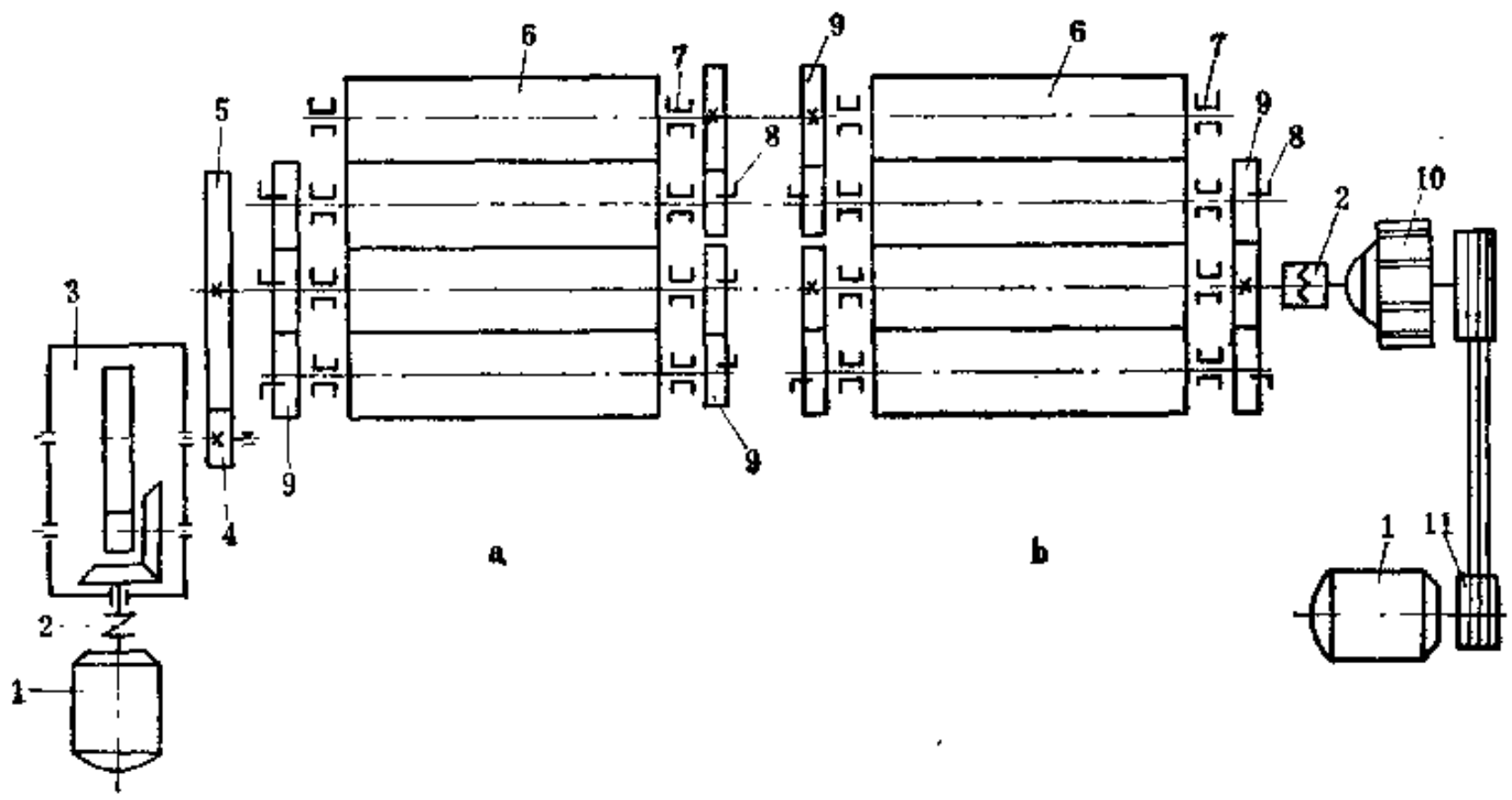


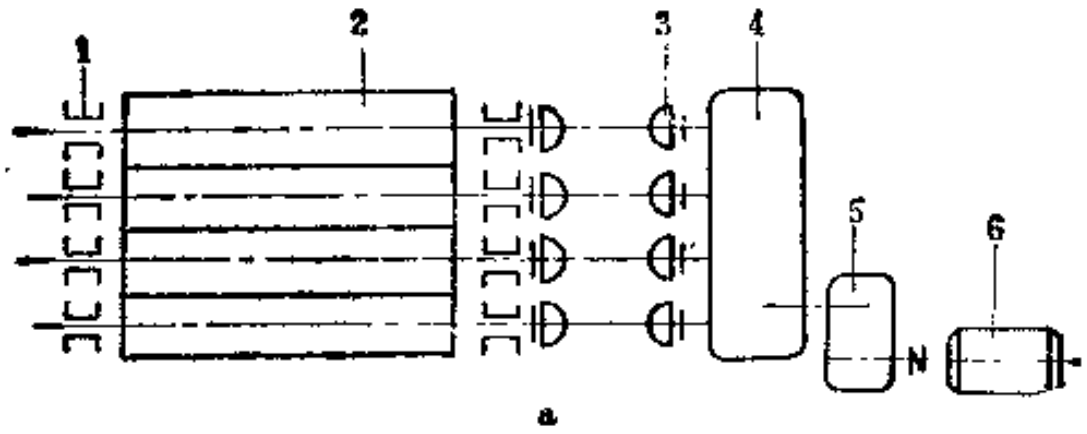
图 1-7-14　四辊压延机传动方式

a—直角传动；b—普通传动

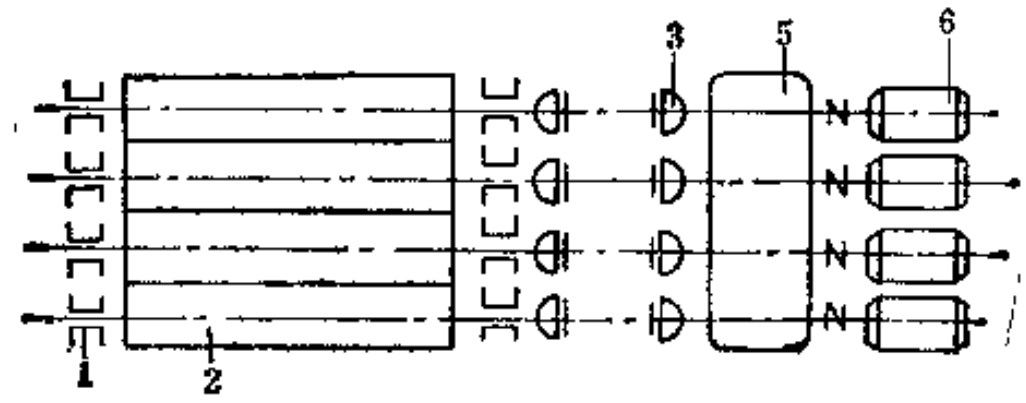
1—电机；2—联轴器；3—减速器；4—小驱动齿轮；5—大驱动齿轮；6—辊筒；7—轴承；8—拨键；9—速比齿轮；10—摆线减速器；11—皮带轮

速器 5 及速比齿轮箱 4 经万向联轴器 3 分别带动四个辊筒 2 。采用多台电机传动时，每个辊筒分别由一台电机通过组合减速器 5 传动。辊筒的速比可调节电机转速而可在规定范围内随意调节，以适应不同工艺操作的需要。当采用两台电机传动的方式时，两台电机通过减速器内两组齿轮和万向联轴器分别传动两组辊筒，每组（两个）辊筒的速比固定不变，但两台电机所传动的两组辊筒之间的速比则可随意调节。

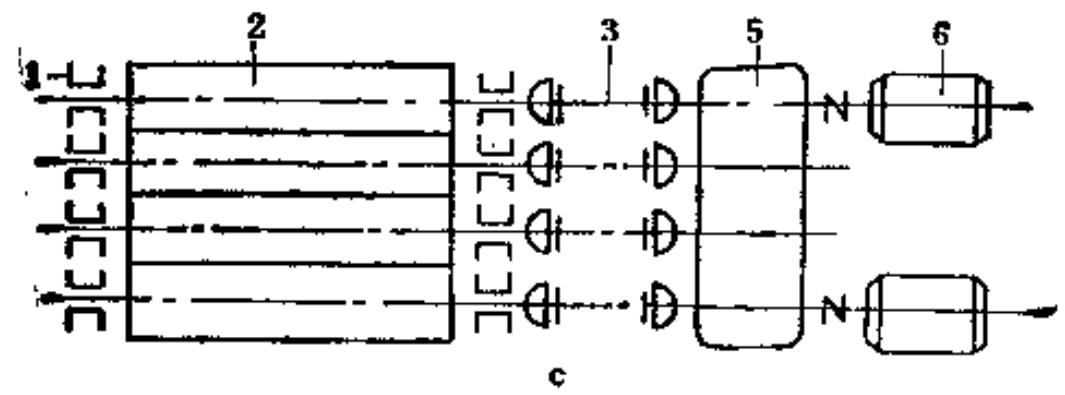
几种传动方式优缺点的比较见表1-7-4。



a



b



c

图 1-7-15 采用组合减速器与万向联轴器的传动方式

a—单台电机传动；b—多台电机传动；c—两台电机传动

1—轴承；2—辊筒；3—万向联轴器；4—速比齿轮箱；5—减速器；6—电机

表 1-7-4 传动方式优缺点比较

传动方式	优点	缺点
大、小驱动齿轮与速比齿轮传动	1.结构简单，制造较方便 2.成本低 3.占地面积小，重量较轻 4.电机功率利用较经济	1.齿轮传动的质量直接影响压延质量 2.变换速比较麻烦，操作不便 3.难于装设辊筒轴交叉及预负荷等辊筒挠度补偿装置 4.速比齿轮润滑条件差，寿命低
单台电机组合减速器及万向联轴器传动	1.传动平稳，压延质量高 2.变换速比方便 3.便于装设辊筒挠度补偿装置，提高压延精度 4.速比齿轮寿命长 5.电机功率利用较好	1.结构较复杂 2.成本高 3.速比固定，种类少，不适应更多工艺要求 4.重量增大，占地面积也增大
多台电机组合减速器及万向联轴器传动	1.同上栏1～4条 2.速比可在规定范围内无级调节，适应多种工艺的要求	1.同上栏1、2、4条 2.电机功率利用有的不充分，总功率较大

第二节　主要性能参数

一、辊筒工作部分直径与长度

辊筒是压延机的主要零件，其工作部分的直径与长度表示机器的规格，也标志机器能够加工制品的最大幅宽及生产能力，与其它性能参数有着密切的关系。

辊筒工作部分长度L与直径D之比L/D称之为长径比。长径比是反映辊筒刚度的一个重要数据。长径比越大，辊筒的刚度越差，挠度增大，影响压延制品的精度。长径比过小，则压延幅宽减小，生产能力受到影响，而增大辊径时，横压力与功率亦相应增大，其关系如图1-7-16所示。

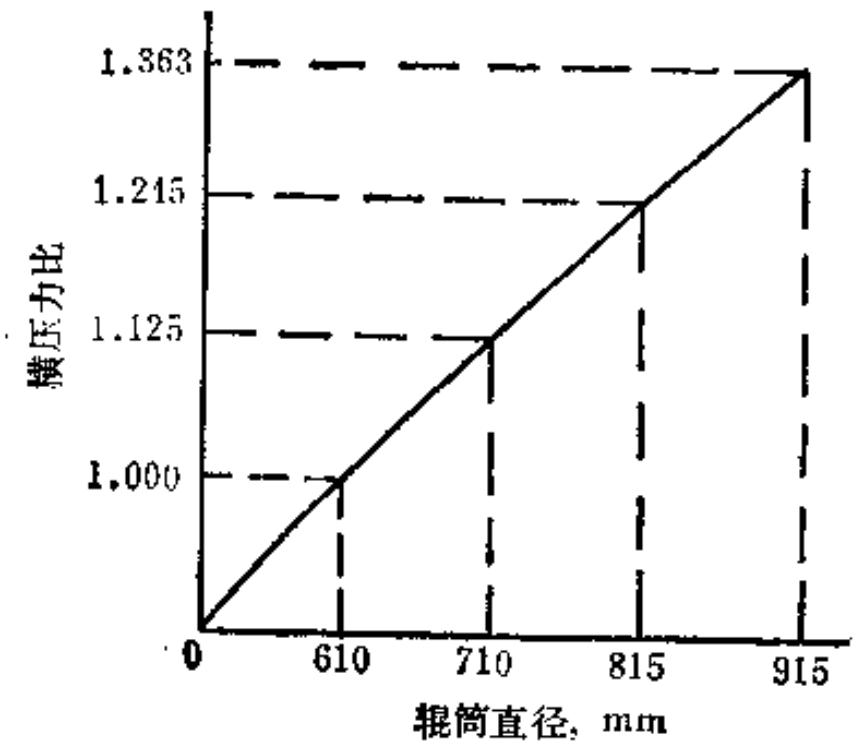


图 1-7-16　辊筒直径与横压力、功率的关系

图1-7-17所示为辊筒直径与刚度的关系，表明在辊径相同时，长径比越大，辊筒刚度比越小。图1-7-18所示为在同一横压力作用下，辊径与挠度比的关系。长径比越大，挠度比也越大。

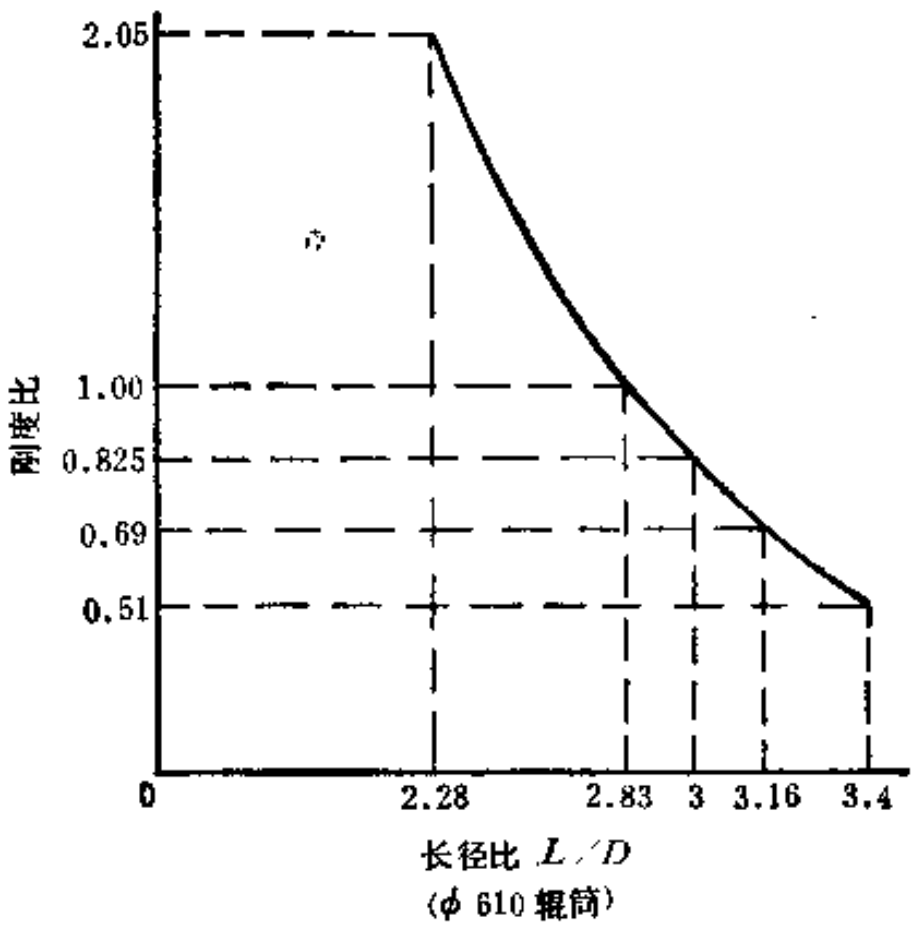


图 1-7-17　长径比与刚度关系

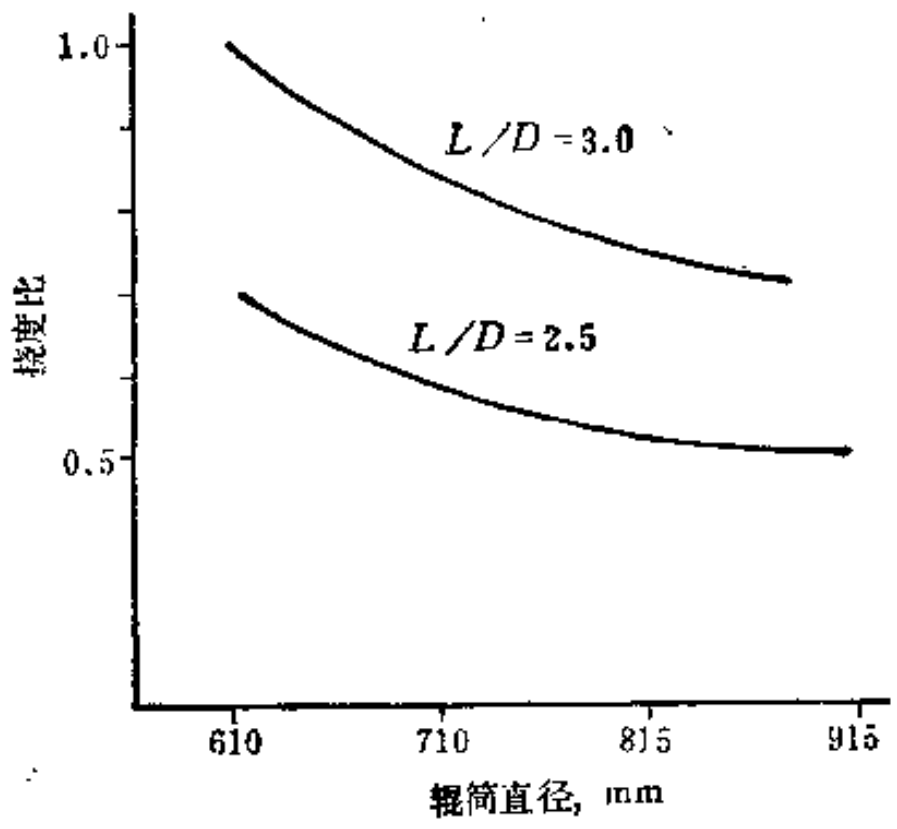


图 1-7-18　长径比与挠度比的关系

表1-7-5列出了辊径相同时不同的长径比在同样的横压力下所产生的不同挠度值。

表 1-7-5 辊筒长径比与挠度关系

辊筒直径，mm	φ610					φ710		
辊筒工作面长度，mm	1397	1727	1829	1930	2108	1880	2057	2819
长径比L/D	2.29	2.83	3.0	3.16	3.46	2.65	2.9	3.97
横压力为3500N/cm时的挠度，mm	0.048	0.097	0.119	0.142	0.9			
横压力为3923N/cm时的挠度，mm						0.092	0.12	0.37

以上表明：选择一个恰当的长径比是很重要的。一般应根据压延制品的幅宽，胶料的种类、性质及可塑度，单位横压力等确定辊筒工作面宽度及合理的长径比，然后再选定符合标准尺寸的辊筒直径。压延制品最大幅宽与辊筒工作部分长度之比值一般为0.8～0.9。辊筒长径比一般为2.5～3。胶料硬度大或单位横压力较大者，长径比应取小值，反之可取大值。表1-7-6列出了国内外压延机所采用的辊筒长径比。

表 1-7-6 压延机辊筒长径比

中国		德国		美国		意大利	
辊筒规格	长径比	辊筒规格	长径比	辊筒规格	长径比	辊筒规格	长径比
φ230×630	2.74	φ300×700	2.33	φ150×330	2.2	φ250×500	2.0
φ360×1120	3.1	φ400×1000	2.5	φ300×610	2.03	φ350×700	2.0
φ450×1200	2.67	φ500×1300	2.6	φ455×1220	2.68	φ450×1200	2.67
φ550×1300	2.36(钢丝)	φ600×1600	2.67	φ610×1730	2.84	φ550×1500	2.73
φ550×1700	3.1 (纤维)	φ700×1900	2.71	φ710×1830	2.57	φ610×1700	2.79
φ610×1730	2.84	φ800×2200	2.75	φ815×2340	2.87	φ710×1900	2.68
φ700×1800	2.57	φ900×2500	2.78	φ910×2540	2.79	φ860×2600	3.0

采用较大辊筒长径比可增大压延幅宽，这对节省能源、减少设备投资、提高经济效益都有好处。但由于受着辊筒刚度的限制，长径比不能太大。而辊筒的刚度除了其结构形式外，还与所用材料有关。表1-7-6中所列举的辊筒长径比，系指辊筒用一般冷硬铸铁制成，其弹性模量平均为$1.1\times10^5N/mm^2$。如为复合浇铸铸铁辊筒（即外层用一般冷硬铸铁，内层用球墨铸铁），则其弹性模量可提高到$1.75\times10^5N/mm^2$，刚度可增大近60%，其它机械性能也比一般的冷硬铸铁优越。因此，长径比就能相应增大。

表1-7-7列出了两种辊筒材料的机械性能对比。

表 1-7-7 两种辊筒材料机械性能对比

项目	普通冷硬铸铁辊筒	复合浇铸冷硬铸铁辊筒	项目	普通冷硬铸铁辊筒	复合浇铸冷硬铸铁辊筒
拉伸强度，N/mm^2	180～220	350～400	弹性模量，N/mm^2	1.1×10^5	1.75×10^5
弯曲强度，N/mm^2	350～400	500～700	抗疲劳强度，N/mm^2	70	200

表1-7-8列出了在横压力相同时，辊筒所产生的挠度基本一致情况下，两种材料所采用的长径比。

表 1-7-8 挠度基本相同时不同材料所采用的长径比

横压力 N/cm	普通冷硬铸铁			复合浇铸冷硬铸铁（芯部为球墨铸铁）		
	辊筒规格	长径比	辊筒挠度 mm	辊筒规格	长径比	辊筒挠度 mm
3000	φ500×1250	2.5	0.013	φ550×1550	3.1	0.081
3400	φ610×1730	2.83	0.122	φ610×2050	3.36	0.132
5000	φ700×1800	2.57	0.125	φ700×2200	3.14	0.132
5700	φ750×2000	2.67	0.157	φ760×2400	3.2	0.157

采用复合浇铸材料制造辊筒是80年代初以来压延机的重要改进之一。这种辊筒的特点如下：

（1）辊径和辊筒挠度相同时，约可增大辊面工作宽度20%，扩大压延制品幅宽；

（2）辊筒工作面长度及辊筒挠度相同时，可以减小辊径，同时可降低辊距间的横压力与驱动功率；

（3）辊筒工作面长度与辊径相同时，可减小辊筒挠度，提高压延制品精度；

（4）铸造工艺复杂，成本提高。

近年来，有不少压延机制造厂采用新的辊筒材料以增大辊筒长径比或减小辊径。德国Berstorff公司将已经标准化了的压延机辊筒规格及其长径比作了适当变更，修改成为新的标准，如表1-7-9所示。

表 1-7-9 压延机辊筒新规格及其长径比

辊筒规格	φ500×1550	φ610×2050	φ700×2200	φ750×2400
长径比	3.1	3.36	3.14	3.2

德国Berstorff公司在1986年生产了一台φ700×3440两辊压延机（两个辊筒各带有一个辅助辊φ300×3440），其长径比达4.9。该机除了采用复合材料浇铸辊筒外，还采用了补偿辊筒挠度的措施，并对所加工胶料的品种也有所限制。这说明目前人们正在采用各种办法来突破原有辊筒长径比的限制，趋向增大长径比，这样做有利于降低功率消耗，避免设备结构大型化和复杂化。

在实际使用中由于各个辊筒工作温度、辊距和辊距间积胶的不同，产生的横压力也不同。为使结构合理，在辊筒挠度允许范围内，受力大的辊筒用大直径，受力小的辊筒用小直径，以利节能和提高压延精度。为此，近年来出现了大、小直径辊筒搭配使用的异径辊压延机，如图1-7-19所示。

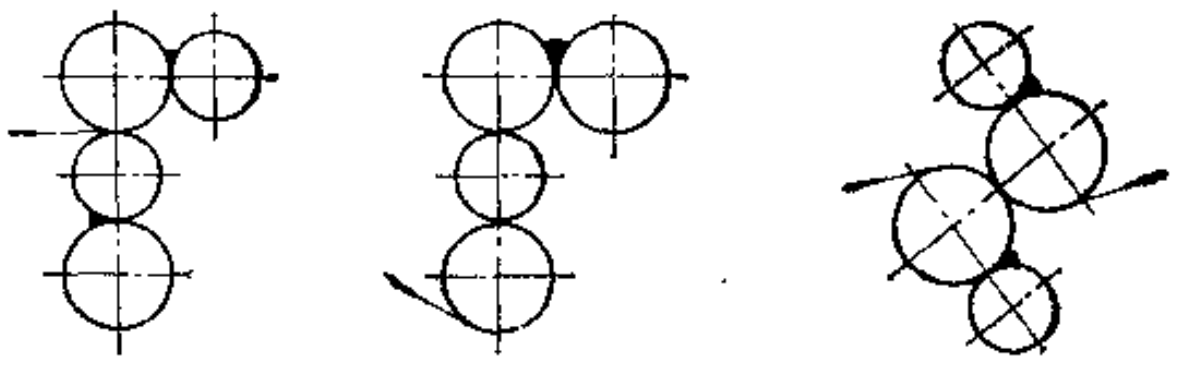
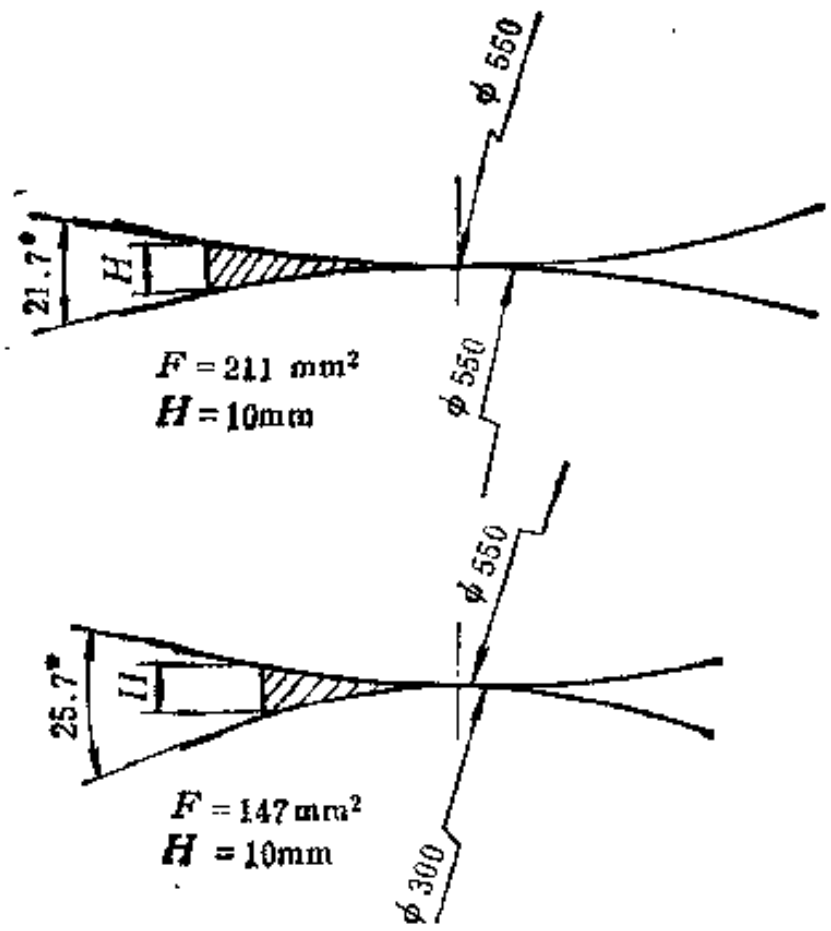
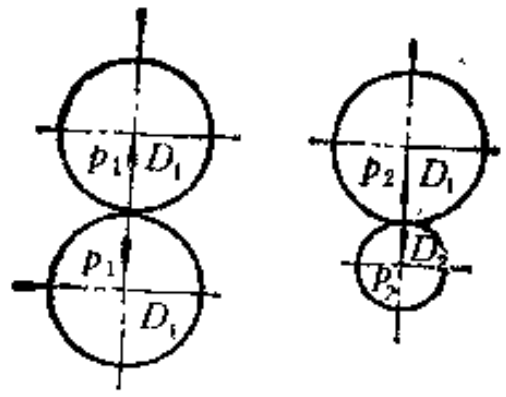


图 1-7-19 大、小辊筒搭配使用的压延机示意图





$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2D_2}{D_1 + D_2}$$

式中：p_1、p_2 – 横压力；
D_1、D_2 – 辊筒直径

图中：F – 任相同堆积胶高度下堆积胶截面积

图 1-7-20　等径与异径辊筒堆积胶接触面积和导入角的比较

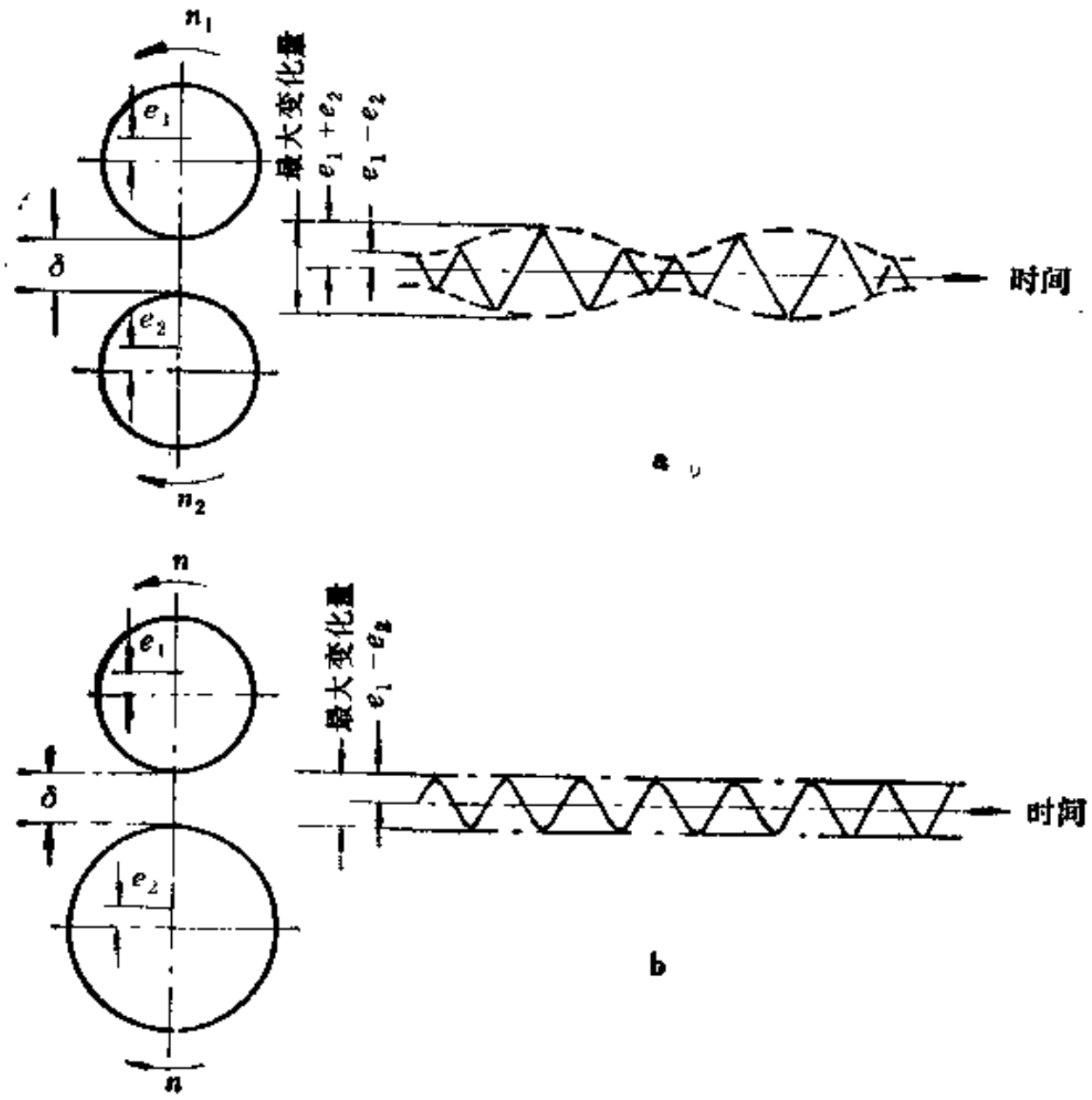


图 1-7-21　普通压延机与异径辊等转速压延机的辊距精度的比较

e_1、e_2—辊筒的偏心量；n、n_1、n_2—辊筒的转速

图1-7-20所示为在堆积胶高度相同的情况下，大、小辊筒直径配对的堆积胶体积，要比两个直径相同辊筒的堆积胶体积少30%，因而辊距间的横压力相应减小，传动功率下降，但

胶料导入角增大，增加了对胶料的挤压力，提高了压延制品的质量。

另外，采用不同直径的辊筒组合在一起使用时，具有一定速比而转速相同的特点，这样由于转速相同，减少了因辊筒偏心（轴颈与工作部分不同心）引起的误差，使辊距变化最小，可保证压延厚度的均匀性，如图1-7-21所示。图中a为两个辊径相同，而辊筒转速不同时辊距对时间的变化；图中b为两个辊径不同，但转速相同的辊距对时间的变化。显然，图中a因辊筒偏心而使两辊筒的偏心差值有时会相叠加而产生大的偏差，而图中b因转速相同，两辊筒的偏心差值不易重叠，可使偏心误差减至最小。

当前，相配合应用的大小直径辊筒已在塑料压延机上得到愈来愈多的应用，而在橡胶压延机上还未付诸应用。

二、辊筒线速度与速比

（一）辊筒线速度

辊筒线速度系指压延机辊筒的圆周速度。由于压延机各辊筒的线速度不同，一般是以压延出制品的辊筒（三辊压延机为中辊或2号辊，四辊压延机为中辊或3号辊）的线速度为准。线速度是衡量压延机生产能力和水平的一个重要参数。根据压延工艺的要求，最低线速度应能满足慢速起动，操作调整的方便与安全（如递布、引头、检测包辊胶片厚度等）的要求，通常在3～8m/min范围内选用。正常工作速度则应能满足生产需要，并应有较大的调速范围，以适应不同压延工艺和制品的需要。通常中小规格压延机的调速范围不小于3，大规格压延机的调速范围不小于10。专用压延机（如鞋底压型压延机等）则可固定几种速度。

压延速度与压延机规格有关，辊筒规格小，速度低，规格大，速度高。另外还与其结构有很大关系，特别是与辊筒本身结构、加热冷却方式及传动方式有关，如普通压延机受大小驱动齿轮传动精度差及中空辊筒加热温差大冷却缓慢等的限制，只有精密压延机的压延速度才能适当提高。

理论上压延速度越高，生产效率也越高，但所需功率也越大，要求自动化水平也越高。所以压延速度通常需通过综合考虑而确定。

压延速度的提高，受到诸多因素的制约，因此尽管国际上压延机的水平近年来有很大提高，但其压延速度却提高不多，如纤维帘布压延机的速度一般为50～80m/min，个别为115m/min，而钢丝帘布压延机的速度通常则在20～50m/min之间。

国内大型压延机的压延速度为：纤维帘布双面贴胶为30～60m/min，钢丝帘布双面贴胶为4～20m/min，帘帆布擦胶或压力贴胶为30～55m/min，细布擦胶或压力贴胶为10～30m/min，压延胶片为10～30m/min。

各种规格压延机的辊筒线速度见表1-7-10。

（二）辊筒速比

辊筒速比系指两相邻辊筒的线速度之比，它与压延工艺、操作方法及胶料性质有关。为了使胶料可塑度均匀和清除胶料中的气泡，通常供料辊筒具有1:1.1～1:1.5的速比。软胶料取小值，硬胶料取大值。对于擦胶作业，为使胶料易于渗入纺织物，擦胶辊筒的速比为1:1.2～1:1.5。速比越大，剪切力越大，擦胶效果越好，但速比过大会损伤纺织物，且易引起胶料焦烧和导致负荷增大，而速比过小则胶料的渗入作用减弱，影响制品质量，故对于质地坚实的厚帆布可选用较大速比，而对薄而强度低的纺织物则可选用1:1.2～1.4的速比。对于压片、压型、贴合、贴胶等作业，常采用速比为1:1的等速压延。

表 1-7-10 压延机辊筒线速度

压延机规格	辊筒线速度，m/min		压延机规格	辊筒线速度，m/min	
	纤维帘布	钢丝帘布		纤维帘布	钢丝帘布
φ230×630	2～10	2.5～7.5	φ550×1700（三辊）	5～50	
φ360×1120	7.3～21.9	4～12	φ610×1730	5.4～54	3～12
φ450×1200（三辊）	9～25		φ700×1800（四辊）	7～70	
φ550×1300（四辊）		4～20			

国内生产用压延机的速比大多为1:1.4～1:1.5，试验用压延机速比则为1:2左右。

为了适应多种工艺的要求，辊筒速比最好能在1:1～1:1.5的范围内无级调节。

纤维帘布或钢丝帘布贴胶时，供胶辊筒的速比一般为1:1.5，而贴合辊筒的速比为1:1。这种速比根据生产实践的检验，认为压延速度≤35m/min时是合适的，如果压延速度提高，达到70m/min以上时，胶料由于摩擦加剧而急剧升温，为工艺所不许。为此，如日本IHI等公司把高速压延时的速比降到1:1.3或以下，把贴合辊的速比由1:1改为1:1.01～1:1.03。实践证明，这样做可减少动力消耗，降低冷却水用量，并能保证压延质量。

三、横 压 力

横压力（又称辊筒分离力）是企图使配对辊筒分离开的被加工胶料的变形阻力，是设计压延机的一个基本数据。有关横压力的概念请参阅本章第一节工作原理部分及本篇第四章开炼机及附属装置的有关部分。这里主要简介压延机横压力的特征、对其影响的主要因素及如何确定横压力等诸问题。

（一）横压力的特征

由压延工作原理可知，当胶料进入两辊筒间的辊距变形区内时，由于辊距截面的逐渐变小，迫使胶料厚度也逐渐变小，从而使胶料不断受到挤压变形，胶料对辊筒的反作用力也小增大。胶料在变形区内各点的运动速度不同，因而在辊距接触角范围内各点的横压力也不相同。由实验得知，横压力最大值不是在辊距最小处，而是在进入辊距最小处的稍前处。

（二）影响横压力的主要因素

在压延过程中，影响横压力的主要因素有：胶料性质和胶料温度、辊筒工作速度和速比、辊筒温度和辊距大小（压延厚度）、辊筒直径和工作长度、加料方式（连续均匀带状加料还是间歇式成卷加料）及工艺操作方法等。

1．胶料性质与横压力的关系

胶料品种不同对辊筒产生的横压力也不同，这是由橡胶的分子链结构不同而引起的。例如，在相同的压延条件下，丁腈橡胶比天然橡胶的横压力要高50%左右。同品种胶料若硬度不同，可塑度和粘度不同，则其横压力也不同，可塑度小粘度大者，则横压力也大。图1-7-22所示为在φ200×450压延机上测定的在相同压延条件下可塑度与横压力的关系。

2．温度与横压力的关系

胶料温度和辊筒工作面温度的变化对胶料的可塑度和加工性质有很大影响。实测证明，温度和横压力成反比关系，温度愈低，横压力愈大，其关系如图1-7-23所示。

3．辊距（压延厚度）与横压力的关系

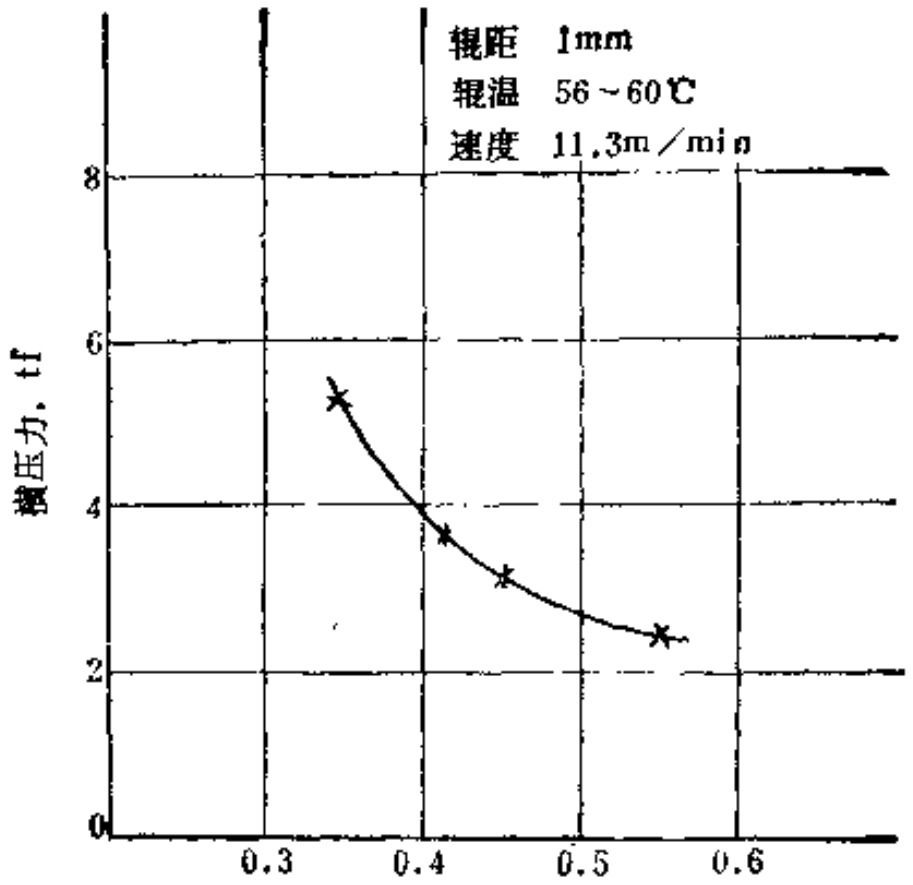


图 1-7-22 可塑度和横压力的关系
(1tf=9.80665×10³N)

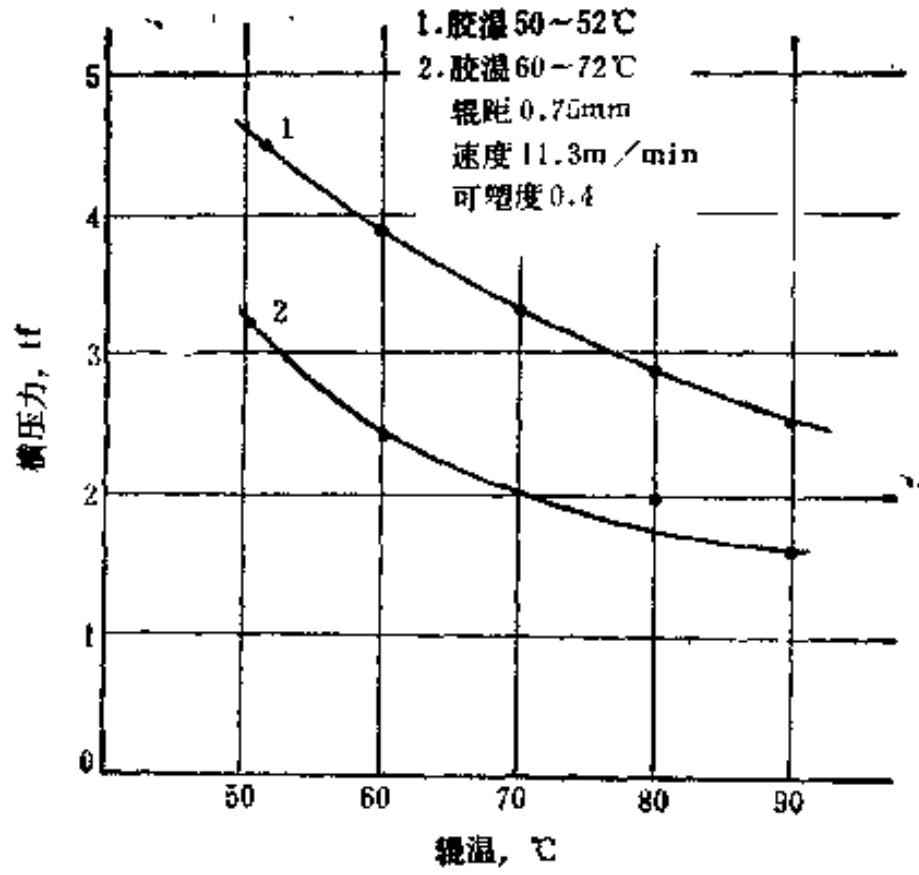


图 1-7-23 温度和横压力的关系
(1tf=9.80665×10³N)

辊距和横压力成反比关系，辊距越小，横压力越大，但当辊距超过某一数值后，变化就不明显了，其关系如图1-7-24所示。

4．辊筒工作速度与横压力的关系

在一般情况下，辊筒工作速度与横压力成正比关系，速度越高，横压力越大，但增大比较缓慢，因速度提高剪切速率也提高，温度随之升高所致，其关系如图1-7-25所示。

5．辊筒直径和工作长度与横压力的关系

辊筒直径和工作长度与横压力正比关系。辊筒直径越大横压力越大，工作长度越长，总

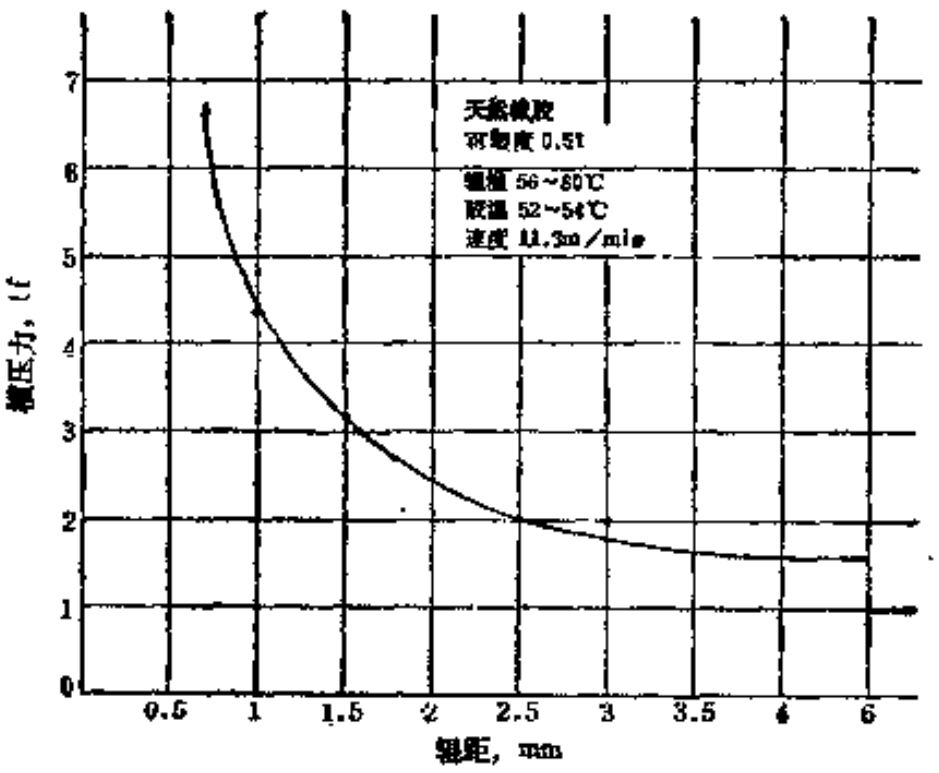


图 1-7-24 辊距和横压力的关系
(1tf=9.80665×10³N)

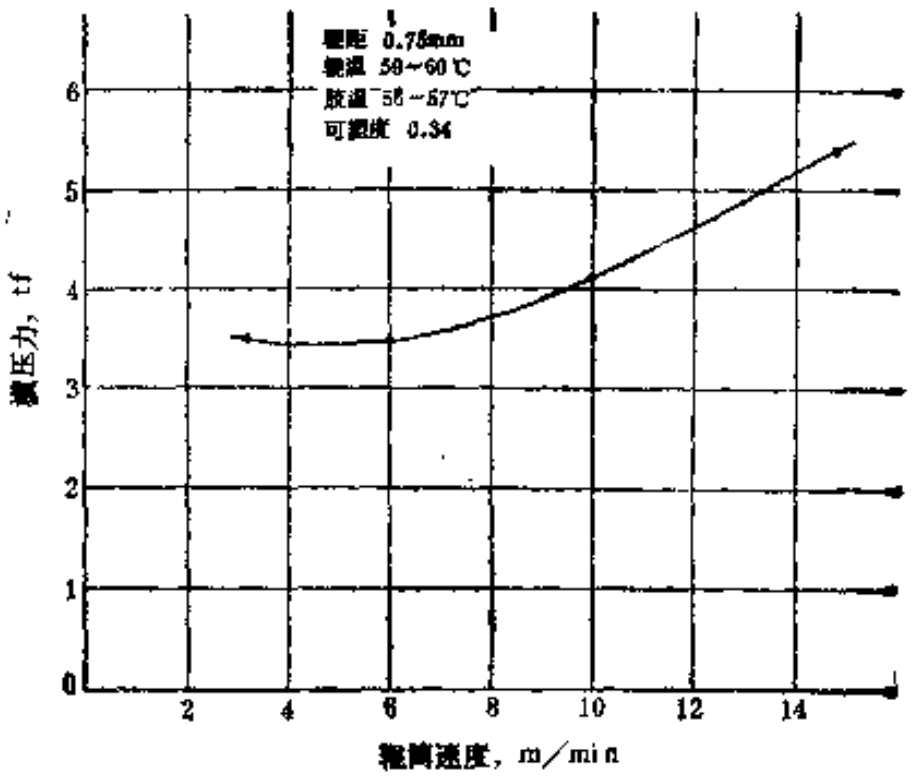


图 1-7-25 辊筒工作速度和横压力的关系
(1tf=9.80665×10³N)

横压力也就越大，其关系见图1-7-16所示。

6．工艺方法和横压力的关系

压延加工工艺方法不同，产生的横压力也不同。在相同加工条件下，擦胶和压力贴胶的横压力比一般贴胶的横压力大，如图1-7-26所示。

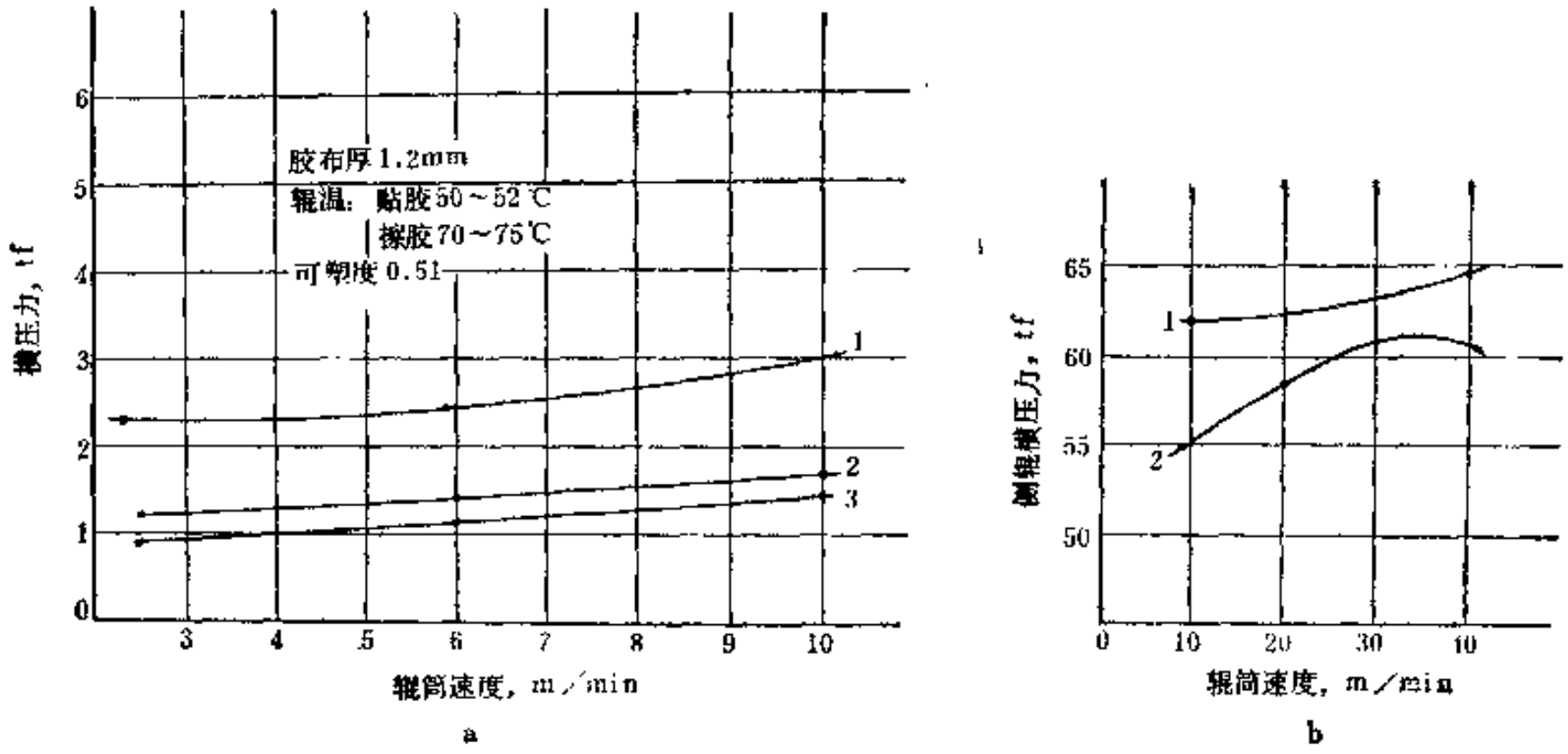


图 1-7-26 工艺方法和横压力的关系

a—在ϕ200×450Γ型四辊压延机上测定

1—压力贴胶；2—贴胶；3—擦胶

b—在ϕ610×1730Γ型四辊压延机上测定

1—帘布贴胶；2—压延胶片

(1tf=9.80665×10³N)

（三）横压力的确定

由于影响横压力的因素较多，相互关系也比较复杂，且有些因素在工作过程中是个变数（如温度和可塑度等）。因此，从理论上准确计算横压力是困难的，现有的计算方法仅供分析和参考。目前横压力的选取主要根据实际测定和经验数据。经验数据按辊筒工作部分单位长度（1cm）上的载荷确定，如表1-7-11所示。这样，辊筒总的横压力可用下式计算：

$$P=p\cdot L \tag{1-7-5}$$

式中 P——辊筒总横压力，N；

p——辊筒单位工作长度的横压力值，N/cm；

L——辊筒工作部分长度，cm。

表 1-7-11 辊筒工作长度上单位横压力值

辊筒工作部分直径，mm	230	360	400	450	550	610	700
横压力经验数据，N/cm	3500～4000	4000～4500	4000～4500	4500～5000	5000～6000	5500～6500	6500～7500

四、生产能力的计算

（一）超前

在压延过程中，胶料通过辊距时的速度会大于辊筒的线速度，这种现象称为超前现象。

超前现象与生产能力有关，在计算时为考虑这种现象而引入超前系数 ρ。超前系数 ρ 与胶料性质及胶料与辊筒的接触角大小有关，一般取 $\rho=1.1$。

（二）生产能力

计算压延机的生产能力一般用两种方法，一是按单位时间内压延制品的重量（kg/h），二是按单位时间内压延制品的长度（m/h）或面积(m^2/h)。

1．按压延制品重量计算的生产能力

$$Q=60\cdot v\cdot h\cdot b\cdot \gamma\cdot \rho\cdot k \qquad (1\text{-}7\text{-}6)$$

式中 Q——生产能力，kg/h；

v——辊筒线速度，m/min；

h——压延制品厚度，m；

b——压延制品宽度，m；

γ——压延制品胶料密度，kg/m^3；

ρ——超前系数，取1.1；

k——压延机利用系数，通常取0.85～0.9。

2．按压延制品长度计算生产能力Q(m/h)

$$Q=60\cdot v\cdot \rho\cdot k \qquad (1\text{-}7\text{-}7)$$

五、主要性能参数表

表 1-7-12 橡胶压延机系列、基本参数(GB)

辊筒尺寸，mm		辊筒	辊筒线速度，m/min		主电机功率	制品最小厚度	制品厚度公差	用途
直径	工作长度	个数	最低≤	最高≥	≤kW	mm	mm	
230	630	2	2	10	7.5	0.5		压延胶鞋鞋底、鞋面沿条等
		3	2	10	15	0.2	±0.02	压延力车胎胎面、胶管和胶带胶片等
		4	4	10	22	0.2	±0.02	压延橡胶
						0.5		压延钢丝帘布
360	1120	2	8	20	30	0.2	±0.02	压延轮胎隔离胶片及一般胶片
		3	8	20	55	0.2	±0.02	幅宽≤950mm胶布的擦胶或贴胶
		4	8	20	60	0.2	±0.02	压延橡胶
			4	12	60	0.5		压延钢丝帘布
450	1200	3	10	25	75	0.2	±0.02	压延橡胶
550	1700	3	5	50	110	0.2	±0.01	压延橡胶
		4	5	50	160	0.2	±0.01	压延橡胶
610	1730	3	6	50	132	0.2	±0.02	压延橡胶
		4	6	50	160	0.2	±0.02	压延橡胶
700	1800	3	6	60	300	0.2	±0.01	压延橡胶
		4	7	60	400	0.2	±0.02	压延橡胶

表 1-7-13 辊筒排列型式(GB)

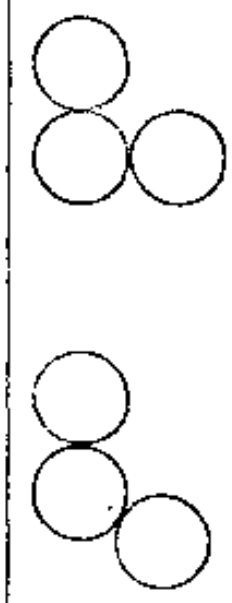
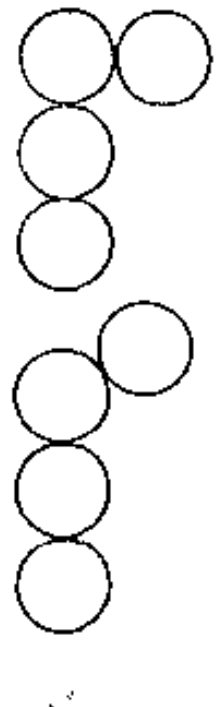
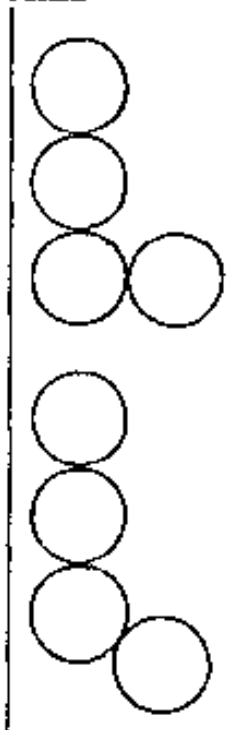
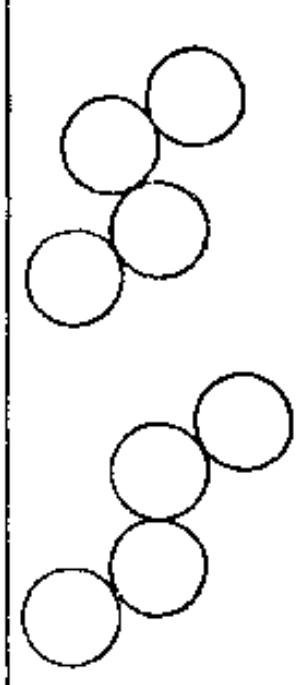
辊筒个数	2	3			4		
辊筒排列型式							
符号	I	Γ	L	I	Γ	L	S

表 1-7-14 国产压延机主要性能参数

型号	辊筒规格 mm	辊筒线速度, m/min	辊筒速比	最小压延厚度, mm	主电机功率, kW	机器重量 t	外形尺寸 m	用途	制造厂
XY-2I 630 CW	φ230×630	1～10	1:1	0.2	5.5	2.5	2.77×0.6×1.35	胶片、胶条	上海橡胶机械厂
XY-3I 630 CW	φ230×630	2～10	1:1:1	0.2	11	3.8	3.15×1×1.74	胶片、织物贴胶	上海橡胶机械厂
XY-3I 630	φ230×630	2～10	1:1:1.21	0.2	11	3.8	3.15×1×1.74	压片、压型	无锡市橡塑机械厂
XY-4Γ630	φ230×630	2.2～6.6	1:1.5:1.5:1	0.2	15	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	无锡市橡塑机械厂
XY-4I 630 CW	φ230×630	2～10	1:1:1:1	0.2	11	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	上海橡胶机械厂
XY-4I.630 CW	φ230×630	2～10	1:1:1:1	0.2	15	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	上海橡胶机械厂
XY-5T700	φ230×700	1～10	1:1	0.5	5.5	3.0	3.6×1.62×1.03	鞋底、围条、靴面	无锡市橡塑机械厂
XY-3F 1120 A	φ360×1120	7.3～22	1:1:1 0.73:1:1	0.2	13.3/40	11	5.5×1.86×2.0	压片、贴胶、擦胶	上海橡胶机械厂
XY-4F 1120 A	φ360×1120	4.2～12.5 6.8～20.3	0.73:1:1: 0.73	0.2	18.3/55	13	5.5×1.86×2.32	钢丝帘布	上海橡胶机械厂
XY-3L 1120	φ360×1120	1.4～27.4	1:1:1	0.2	56	11.2	5.5×1.86×2.0	轮胎缓冲胶片	上海橡胶机械厂
XY-3I 1200	φ450×1200	8.36～25.08	1:1:1 1:1.5:1	0.1	25/75	26	6.6×1.91×2.75	压片、擦胶、贴胶	无津化机厂
SY4Γ- 1200	φ450×1200	4～40	无级	0.1	18.5×2 22×2	35	8×2.5×3.8		常州第二轻工机械厂
XY-45I800	φ550×1300	4～20	1:1.5:1.5:1	0.5	40×2 55×2		7.1×3.7×4.05	钢丝帘布	沈阳橡机厂
XY-3I 1730	φ610×1730	5.4～54	1:1:1 1:1.4:1	0.15	100	52	7.01×3.95×3.73	压片、擦胶、贴胶	大连橡塑机厂
XY-4I 1730	φ610×1730	5.4～54	1:1.4:1.4:1.4 1:1.4:1.4:1	0.15	160	64	7.01×4.105×3.73	帘布双面贴胶、压片、贴合等	大连橡塑机厂
XY-4S 1800 A	φ700×1800	7～70	无级	0.2	90×4	120	8.7×4.3×4.1	帘布双面贴胶等	大连橡塑机厂

橡胶压延机国家标准GB规定的系列、基本参数（主要性能参数）和辊筒排列型式见表1-7-12和表1-7-13。各橡胶机械厂生产的压延机的主要性能参数见表1-7-14。

第三节　传动功率与电机的选择

一、传动功率和有关因素的关系

压延机的传动功率系指驱动辊筒运转所需的功率，其值与被加工胶料的性质、温度、辊距、压延速度、速比和工艺方法有关。在实际生产中，由于被压延的胶料预先经过热炼，加料比较均匀，因此横压力不大，负荷比较稳定，传动电机的运转属于恒扭矩性质。

根据在$\phi 200\times 450$T型四辊压延机及其它压延机上的测定，传动功率与下列因素有关。

1．功率和胶料可塑度的关系

在相同加工条件下，胶料的硬度愈高，可塑度愈小，所消耗的功率则愈大，如图1-7-27所示。

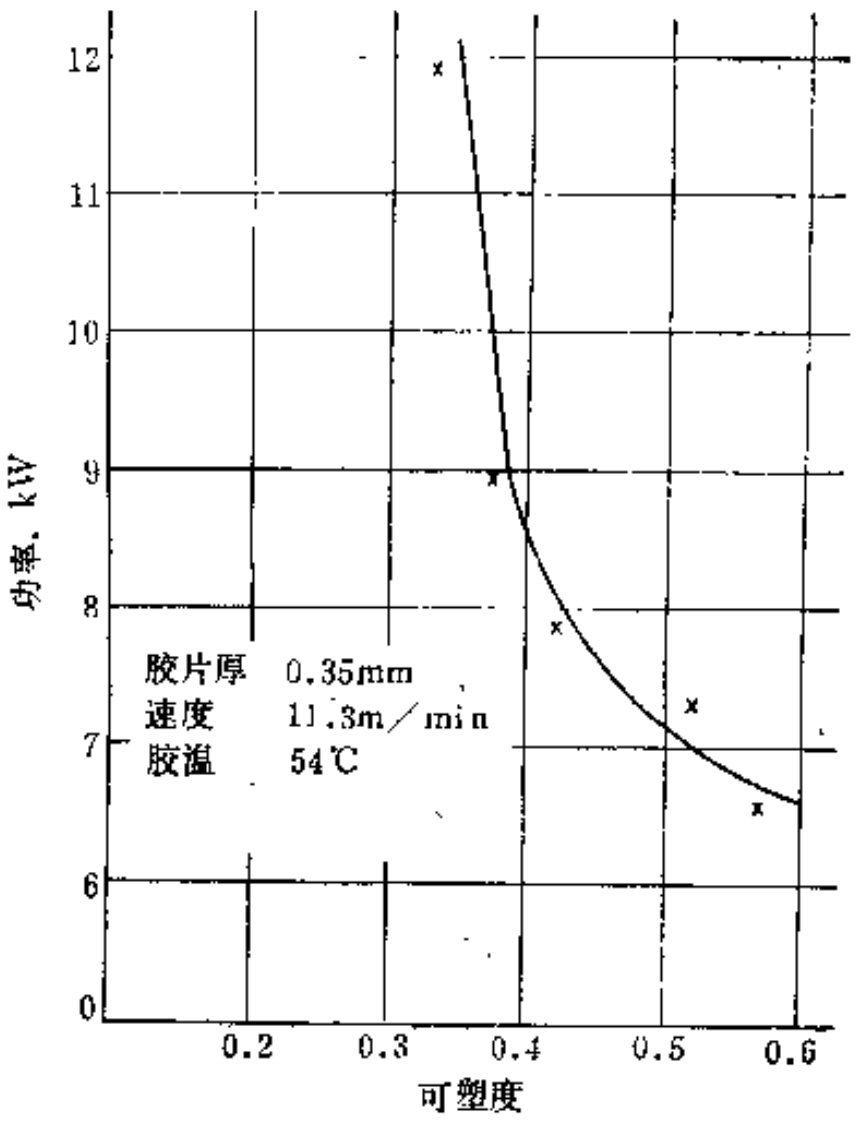


图 1-7-27　功率和可塑度的关系

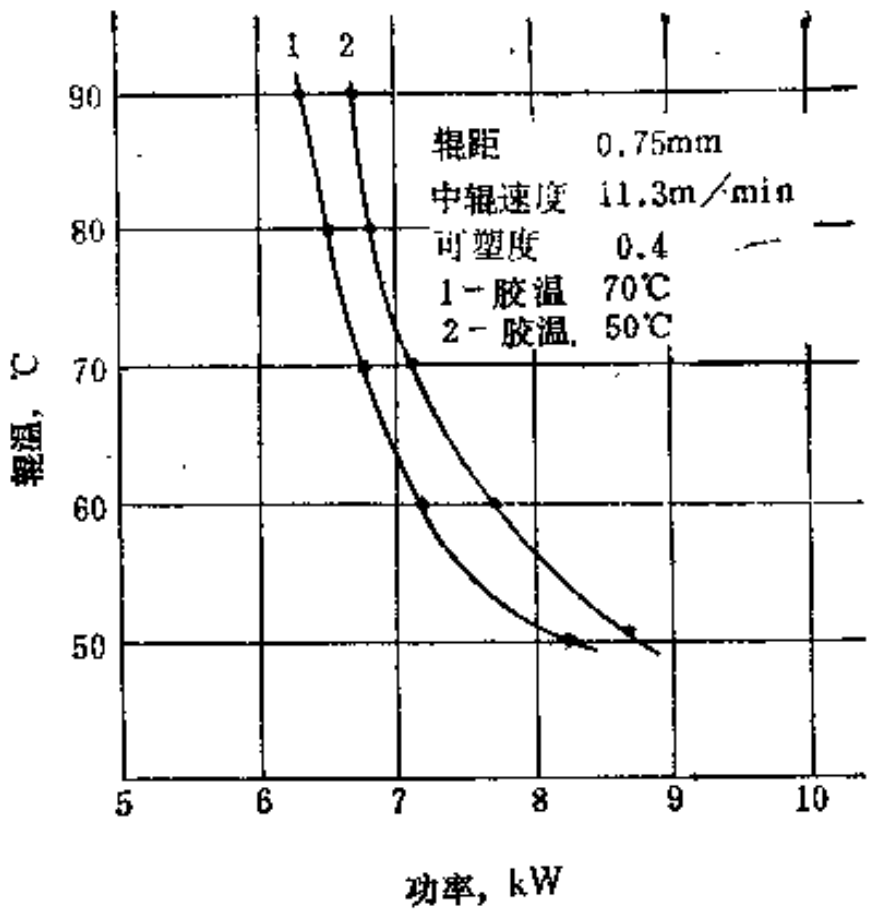


图 1-7-28　功率和温度的关系

2．功率和温度的关系

辊筒或胶料的温度愈低，消耗的功率愈大，如图1-7-28所示。

3．功率和压延速度、工艺方法的关系

压延速度愈高，对胶料的剪切作用增强，则消耗的功率相应增大。工艺方法不同，所消耗的功率也不同，如擦胶消耗的功率一般比贴胶消耗的功率要大，如图1-7-29所示。

4．功率和辊筒直径的关系

辊筒直径愈大，横压力也愈大，轴颈的摩擦阻力矩也增大，所消耗的功率相应增大，且

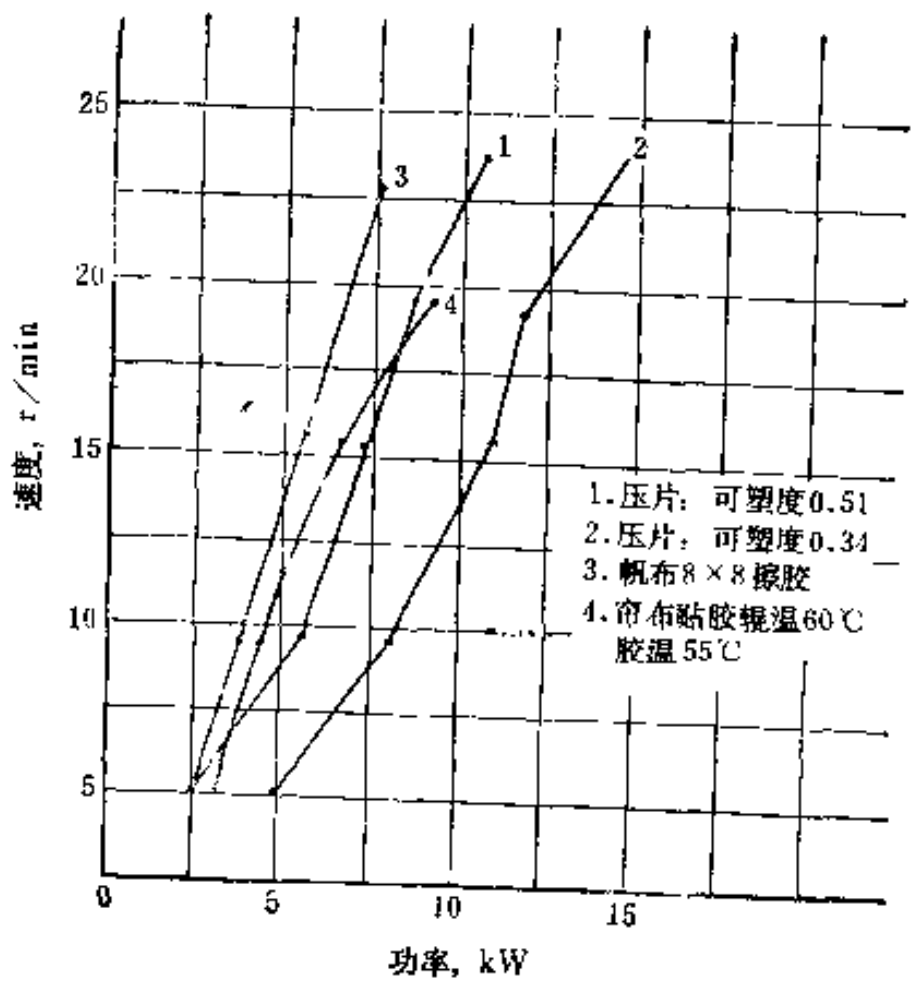


图 1-7-29 功率和压延速度、工艺方法的关系

a—在ϕ200×450Γ型四辊压延机上测定；b—在ϕ710×1800Z型四辊压延机上测定

1—压片可塑度0.51；2—压片可塑度0.34；3—帆布8×8擦胶；4—帘布贴胶

几乎成线性关系，如图1-7-30所示。

5．功率和辊距的关系

压延时辊距不同，消耗的功率也不同。辊距增大，消耗功率降低，辊距减小，消耗功率增加，但不十分明显，如图1-7-31所示。

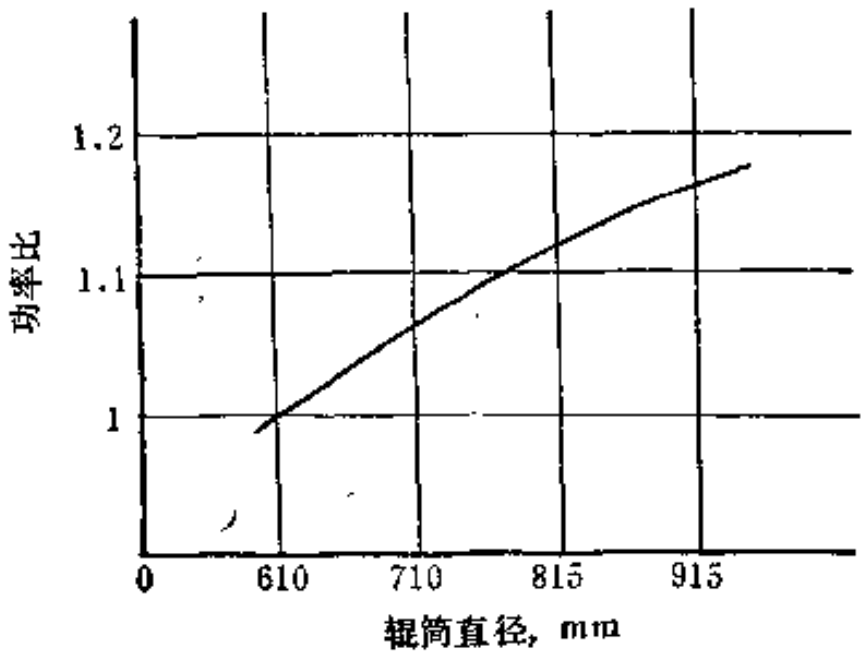


图 1-7-30 功率和辊筒直径的关系

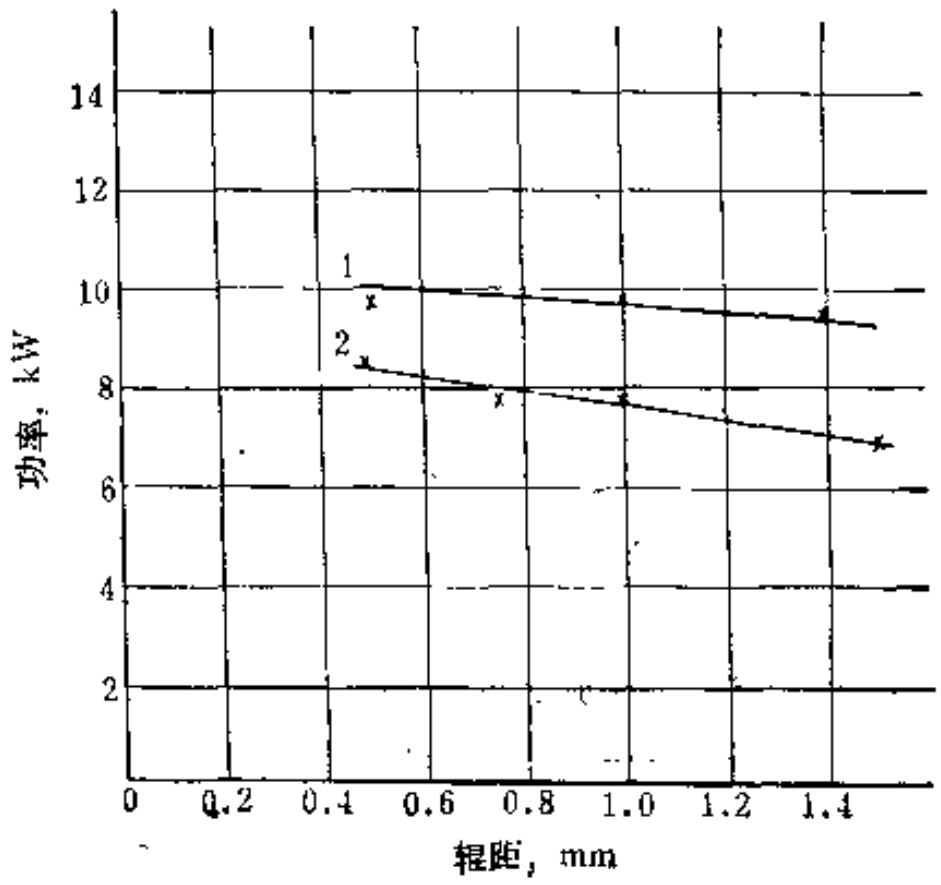


图 1-7-31 功率和辊距的关系

1—可塑度0.42；2—可塑度0.58

6．功率和压延宽度的关系

压延宽度增大，横压力也增大，则消耗功率也就增大。

二、传动功率的计算

如上所述，由于影响传动功率的因素较多，很难用一个理想的理论公式准确求得。目前，压延机的传动功率主要利用经验公式进行近似计算，并用实测数据或类比方法予以确定。

1．单台电机传动时（整台压延机的辊筒用一台电机）的功率N(kW)可按下列经验公式计算：

$$N=0.736\times K\cdot L\cdot n \qquad (1\text{-}7\text{-}8)$$

式中 K——计算系数，与辊筒直径和速度有关，按表1-7-15选取；

L——辊筒工作长度，cm；

n——辊筒数量。

2．多台电机传动功率的计算

由于压延机工艺用途不同，各辊筒所处的位置不同，受力不同，每个辊筒所消耗的功率也不同。一般情况下，擦胶功率比贴胶功率大，加料辊功率比贴合辊功率大。

表 1-7-15 各种规格辊筒的K值

辊筒直径 mm	辊筒线速度 m/min	K 值 三辊压延机	K 值 四辊压延机	辊筒直径 mm	辊筒线速度 m/min	K 值 三辊压延机	K 值 四辊压延机
230	9	0.05	0.06	550	50	0.30～0.32	0.34～0.36
360	21	0.15	0.12～0.13	610	54	0.25～0.28	0.30～0.36
450	27	0.21		700	60	0.40～0.42	0.45～0.48
500		0.145～0.15	0.15～0.155				

此外，压延时辊筒消耗的功率与辊筒线速度成正比。在辊径相同条件下，若两个辊筒的线速度分别为v_1、v_2，功率分别为N_1、N_2，则可得出如下关系：

$$\frac{N_1}{N_2}=\frac{v_1}{v_2}$$

式中 N_1、N_2——1号辊筒和2号辊筒消耗的功率，kW；

v_1、v_2——1号辊筒和2号辊筒的圆周速度，m/min。

根据经验，贴胶时所消耗的功率约为总功率的6％左右，即贴胶辊筒功率为：

$$N_{贴}=0.06\times N_{总}\cdot\eta \qquad (1\text{-}7\text{-}9)$$

式中 $N_{贴}$——贴胶辊筒功率，kW；

$N_{总}$——总有效功率，kW；

η——传动总效率。

对三辊压延机而言，设每个辊筒的功率分别为N_1、N_2和N_3，贴胶辊的功率$N_{贴}=0.06N_{总}$，则加料辊功率为$N_{加}=N_{总}-0.06N_{贴}$。若各辊筒的速度分别为v_1、v_2和v_3，且$v_1=\frac{2}{3}v_2$，$v_2=v_3$，则每个辊筒的功率为：

1 号辊（上辊）的$N_1=\frac{v_1}{v_1+v_2}\cdot N_{供}$

2 号辊（中辊）的$N_2=\frac{v_2}{v_1+v_2}\cdot N_{供}+\frac{v_2}{v_2+v_3}\cdot N_{贴}$

3 号辊（下辊）的$N_3=\frac{v_3}{v_2+v_3}\cdot N_{贴}$

则总功率$N_{总}$为：

$$N_{总}=N_1+N_2+N_3 \tag{1-7-10}$$

对四辊压延机而言，设每个辊筒的功率分别为N_1、N_2、N_3和N_4，每个辊筒的速度为v_1、v_2、v_3和v_4，且$v_1=v_4$，$v_2=v_3$，$v_2>1$，$v_3>v_4$。若贴胶辊的功率为$N_{贴}=0.06N_{总}$时，供料辊的功率$N_{供}$为：$N_{供}=N_{总}-0.06N_{总}$，则每个辊筒的功率的计算如下。

1号和4号辊筒的功率N_1和N_4为：

$$N_1=N_4=\frac{v_1}{v_1+v_2}\cdot\frac{1}{2}N_{供} \tag{1-7-11}$$

2号和3号辊筒的功率N_2和N_3为：

$$N_2=N_3=\frac{v_2}{v_2+v_3}\cdot\frac{1}{2}N_{供}+\frac{1}{2}N_{贴} \tag{1-7-12}$$

三、主传动电机的选择

由于压延机要适应各种压延工艺和压延不同材料的需要，并要和联动装置配合使用，故要求压延速度可调。为此，传动电机应能满足下列基本要求：①转速应能无级调速，调速范围要大；②运转稳定，工作特性较硬；③控制简单，操作方便；④能反转和迅速停止运转。

据此要求，适用于压延机的主传动电机有：整流子电机、直流电机及交流电磁调速电机等。当调速范围较小（1:3～1:6）或与联动装置的速度配合要求不很严，且速度变换的平稳性要求不很高时，可采用整流子电机。小功率的也可采用交流电磁调速电机（其调速范围可达1:10以上）。这两种电机的控制设备较简单，成本低，操作维护比较方便。所以中小型压延机常采用这类电机。但是根据压延机工作特性、运转精度及和联动装置速度匹配的要求而言，以采用直流电机为好，其调速范围可达1:10以上，运转平稳且精度高，压延机与联动装置的工作速度可获得同步升降，操作方便，故目前大型或中型压延机都采用直流电机传动。

近年来，由于硅可控整流技术的发展，半导体器件可靠性的提高，现代压延机的直流电源几乎都用硅可控整流直流电源，大大降低了电源系统的费用，免除了庞大的变流机组与能源上的浪费。

第四节　主要零部件的结构和设计

橡胶压延机的主要零部件为：辊筒、辊筒轴承、机架、传动系统、辊距调节与指示装置、辊筒挠度补偿装置（如辊筒轴交叉、预负荷和反弯曲装置等）、辊筒温度控制系统(加热与冷却)、润滑系统、电气控制系统及附属装置等。设计压延机受力部件时，应根据各部件在机器中所处地位、重要性、损坏后的后果及制造的复杂程度等诸因素综合考虑其安全系数n。根据经验，一般推荐下列数值，作为参考使用，

调距螺母 $n=2$

调距螺杆 $n=2.3\sim2.5$

辊筒 $n=3\sim3.5$

机架 $n=4\sim5$

一、辊　　筒

辊筒是直接压延制品的零件，它直接影响压延制品的质量和生产效率，因而对辊筒的质量要求较严格。辊筒的工作表面必须具有很高的耐磨性和良好的粗糙度，辊筒本体必须具有足够的强度和刚度，较大的传热面积和良好的导热性能。

（一）材料与技术要求

1．辊筒材料

压延机的辊筒材料与开炼机的基本相同，一般均采用表面硬度高、芯部有一定韧性和强度的冷硬铸铁（参见本篇第四章第三节），也可采用铸钢和锻钢（工作表面经硬化处理）及复合材料（外表用硬质钢、芯部用软质钢或外部用冷硬铸铁、芯部用球墨铸铁）。国内目前主要采用冷硬铸铁，其材料化学成分参见表1-4-16。

2．技术要求

（1）辊筒工作表面硬度和白口深度（机械加工后）参见表1-4-15。

（2）辊筒非冷硬层材料的机械性能，抗拉强度不低于200N/mm²，抗弯强度不低于400N/mm²。

（3）辊筒不允许有裂纹。

（4）辊筒工作表面不允许有砂眼、气孔，非工作表面允许有直径2mm以下气孔，砂眼，其数量不得超过三处。

（5）辊筒轴颈表面不允许有气孔、砂眼、缩松和白线等缺陷。

（6）辊筒工作表面及两端轴颈表面粗糙度不大于$R_a1.6$。

（7）辊筒工作表面外径圆柱面素线间平行度公差值为0.02mm。

（8）辊筒工作表面外径的直线度不低于GB 1184—80附表1中3级公差等级的规定。用于压延鞋底、力车胎胎面的小型压延机辊筒，其工作表面外径的直线度则可采用上述标准中4级公差等级加工。

（9）辊筒工作表面对轴颈表面的径向圆跳动公差值为0.01mm。辊筒轴颈的圆柱面素线间平行度公差值为0.02mm。辊筒工作表面的不直度公差不大于0.01mm。

（10）辊筒如采用中空结构，内孔应经机械加工，加工后作水压试验，试验压力为其工作压力的1.25倍，持续10min，不得渗漏。

（二）主要结构与尺寸

压延机辊筒主要有两种结构形式：中空结构和钻孔结构。辊筒工作表面形状除压型等专用辊筒外，一般均为圆柱形光滑表面。

中空辊筒根据制造方式不同又可分整体式和组合式两种。整体式中空辊筒结构如图1-7-32所示，这种辊筒系经一次铸造而成。组合式辊筒的筒体与两端轴颈则分别制造，筒体一般采用冷硬铸铁离心法铸造，而轴颈则用锻钢或铸钢加工后镶装。中空辊筒结构简单，制造容易，成本低，可用简易的加热冷却装置，但这种辊筒的辊壁较厚，传热面积小，导热缓慢，当辊筒线速度高于临界速度时，摩擦热不能及时导走，辊面温差严重不均，有时高达

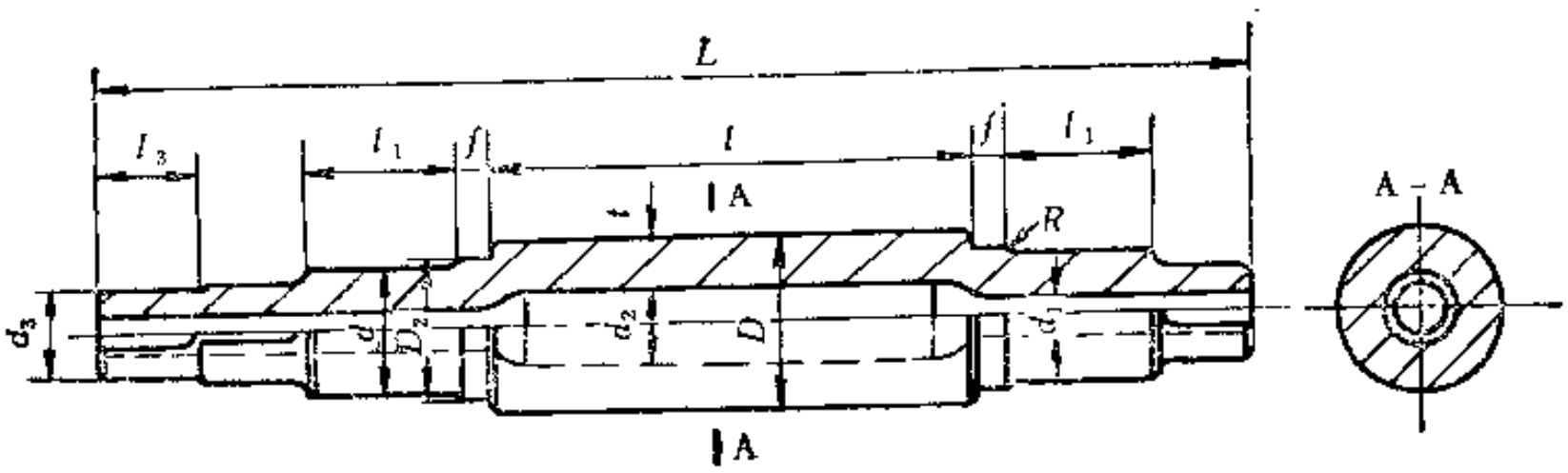


图 1-7-32　整体式中空辊筒

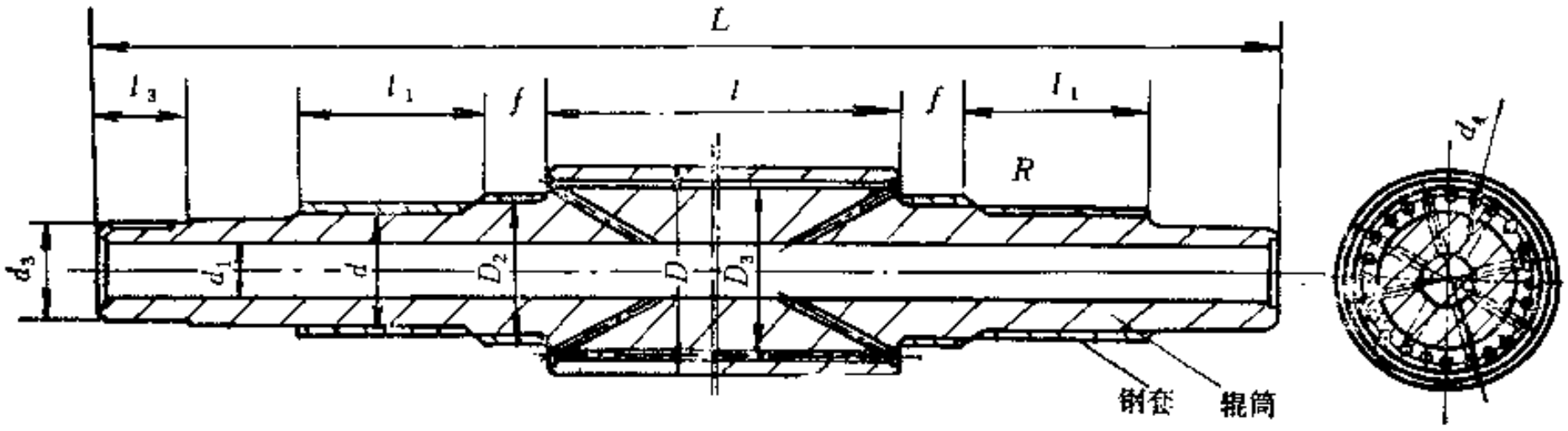


图 1-7-33　钻孔辊筒

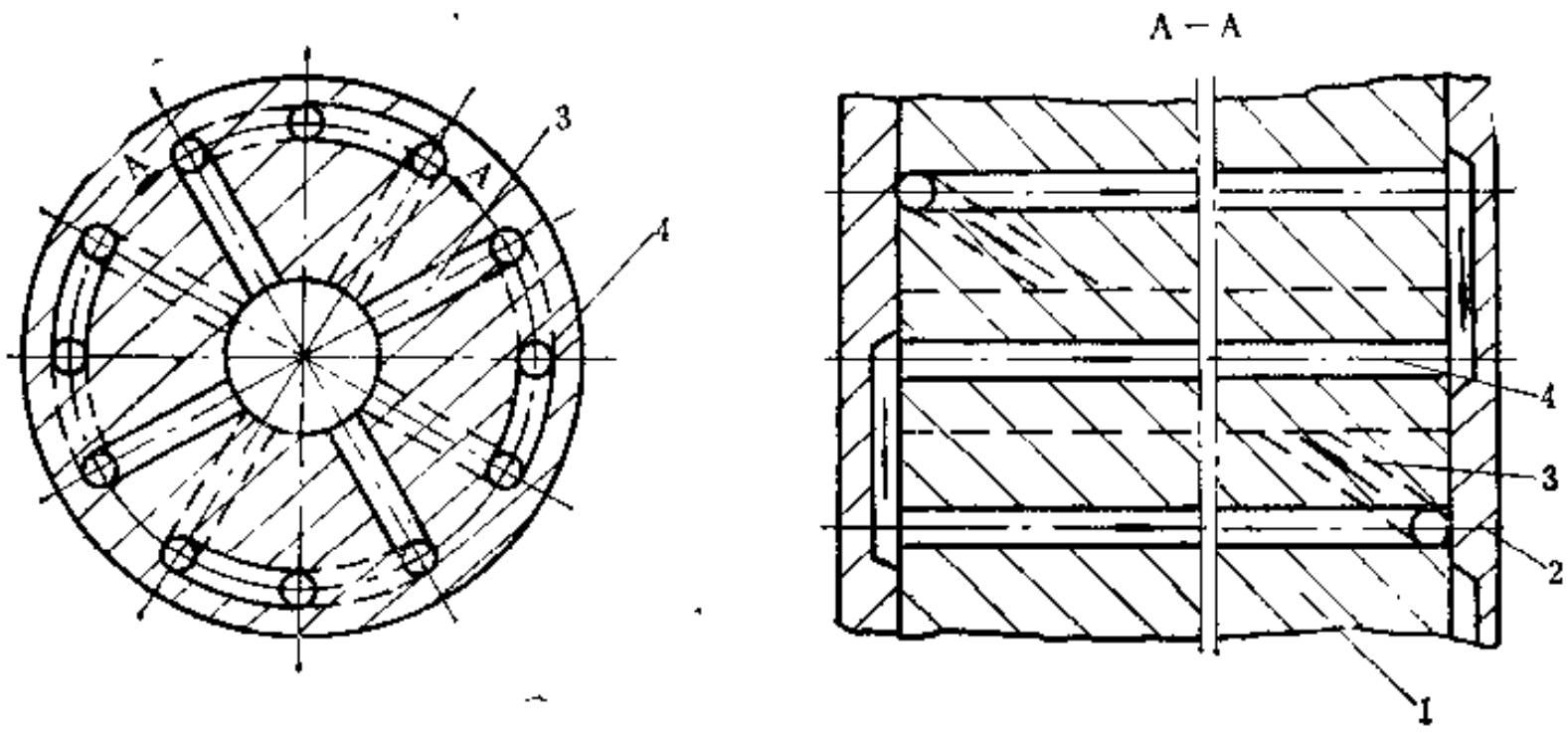


图 1-7-34　钻孔辊筒介质流道示意图
1—辊筒；2—密封端盖；3—斜孔；4—直孔

10℃以上，影响压延质量，故一般只适用于低速或要求不高的压延机。

钻孔辊筒在其工作部分端面冷硬层以下沿圆周钻有多个直孔与斜孔，并与中心孔相通，两端钻孔用密封盖板挡住以形成循环通路。一般由3～5个钻孔组成一个循环组。钻孔辊筒的结构如图1-7-33所示，这种辊筒的传热面积大，温控介质离工作表面近，传热效率高。一般采用热水或热油作为温控介质进行循环加热或冷却，温度升降平缓，辊面温度均匀，温差

可减小至±2℃，甚至更小，易于实现辊筒温度的自动控制。成组钻孔辊筒具有减少辊筒两端斜孔数量，提高加热与冷却介质流速的优点。图1-7-34是成组钻孔辊筒介质流道示意图。另外，近年来又发展斜孔单独密封，可省去辊筒工作部分两端密封端盖，密封性能更好，如图1-7-35所示。

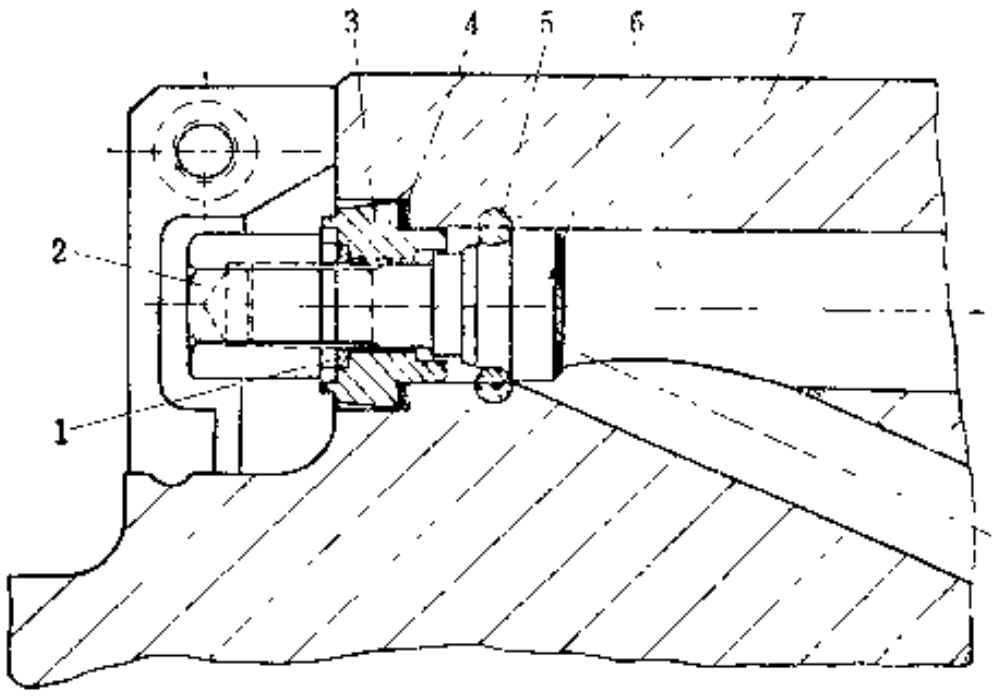


图 1-7-35 钻孔辊筒单独密封结构示意图

1—垫圈；2—螺母；3—座套；4—密封套；5—密封圈；6—塞柱；7—钻孔辊筒

辊筒各部分尺寸因辊筒结构、传动方式、轴承形式和受力情况等不同而异，其主要尺寸关系见表1-7-16，目前常用压延机辊筒尺寸见表1-7-17。

（三）辊筒的计算

为了保证压延精度，压延机辊筒必须具有足够的刚度，在满足刚度的条件下，其强度一般是足够的，故仅对辊筒进行挠度计算。

表 1-7-16 压延机辊筒主要部位尺寸关系（见图1-7-32和图1-7-33）

辊筒部位 \ 辊筒类别	中空辊筒	钻孔辊筒
辊筒工作部分外径D	根据机器规格	根据机器规格
辊筒工作部分长度L	2.5～3.5D	2.5～3.5D
辊筒轴颈直径（滑动轴承）d	0.6～0.7D	0.6～0.7D
辊筒轴颈长度l_1	1.1～1.25d	1.1～1.25d
辊筒壁厚t	0.17～0.26D	—
辊筒工作部分台肩直径D_2	0.7～0.85D	0.7～0.85D
辊筒工作部分台肩宽度f	0.15～0.27D	0.25～0.33D
辊筒连接端直径d_3	0.75～0.85d	0.80～0.85d
辊筒内径d_2	0.25～0.35D	
钻孔中心圆直径D_3		在灰口铁层内
钻孔直径d_4		20～35mm

1．辊筒受力情况

辊筒受力情况根据压延机辊筒排列形式、传动方式及操作工艺不同而异。通常，辊筒受有胶料的径向作用力P（横压力）和圆周作用力F_1和F_2（摩擦力），在成型辊筒处还有使制品成型而施加的挤压贴合力T。另外，辊筒的自重G也将对其合力大小产生一定影响。图1-7-36列出了几种常用的两辊、三辊和四辊压延机的受力情况。辊筒所受作用力可按下列所述计算。

（1）胶料对辊筒的径向作用力（横压力）P(N)

$$P=\frac{p\cdot b}{\cos\alpha} \tag{1-7-13}$$

式中 p——单位横压力，N/cm；

b——辊筒实际工作部分长度，cm；

α——横压力与辊筒轴心连线的夹角，即横压力作用角，一般为3～10°。

表 1-7-17　压延机辊筒主要尺寸（参见图1-7-32和图1-7-33）　　单位：mm

辊筒类别		D	l	d	l_1	t	D_2	f	d_3	l_3	R	L	D_4	d_2	d_4
圆盘压延机	中空辊筒	230	630	140	150	35	160	45	125	310	10	1240		85	
		360	1120	239	305	70	270	80	190	305	20	2415		95	
		450	1200	300	432	100	360	103	230	270	15	3550		125	
		610	1350	430	540	160	490	104	360	318	20	4055		150	
	钻孔辊筒	450	1500	295	465		345	145	230	70	10	2560	385	130	24～ϕ20
		550	1700	360	565		400	143	300	277/245	5	3638	445	140	21～ϕ25
		700	1800	460	620		520	225	350	400	10	4630	575	180	25～ϕ30
横压延机	中空辊筒	410	1730	346.8	323	110	420	167	320	250	20	4050		140	
		650	1800	420	420	150	460	150	360	210	8	3560		170	
	钻孔辊筒	760	1500	465	620		540	230	330	155	4～10	1500		200	30～ϕ25
		815	2200	510	605		640	145	455	320		5160		200	30～ϕ25
		915	2440	615	760		700	260	460		5～10			240	

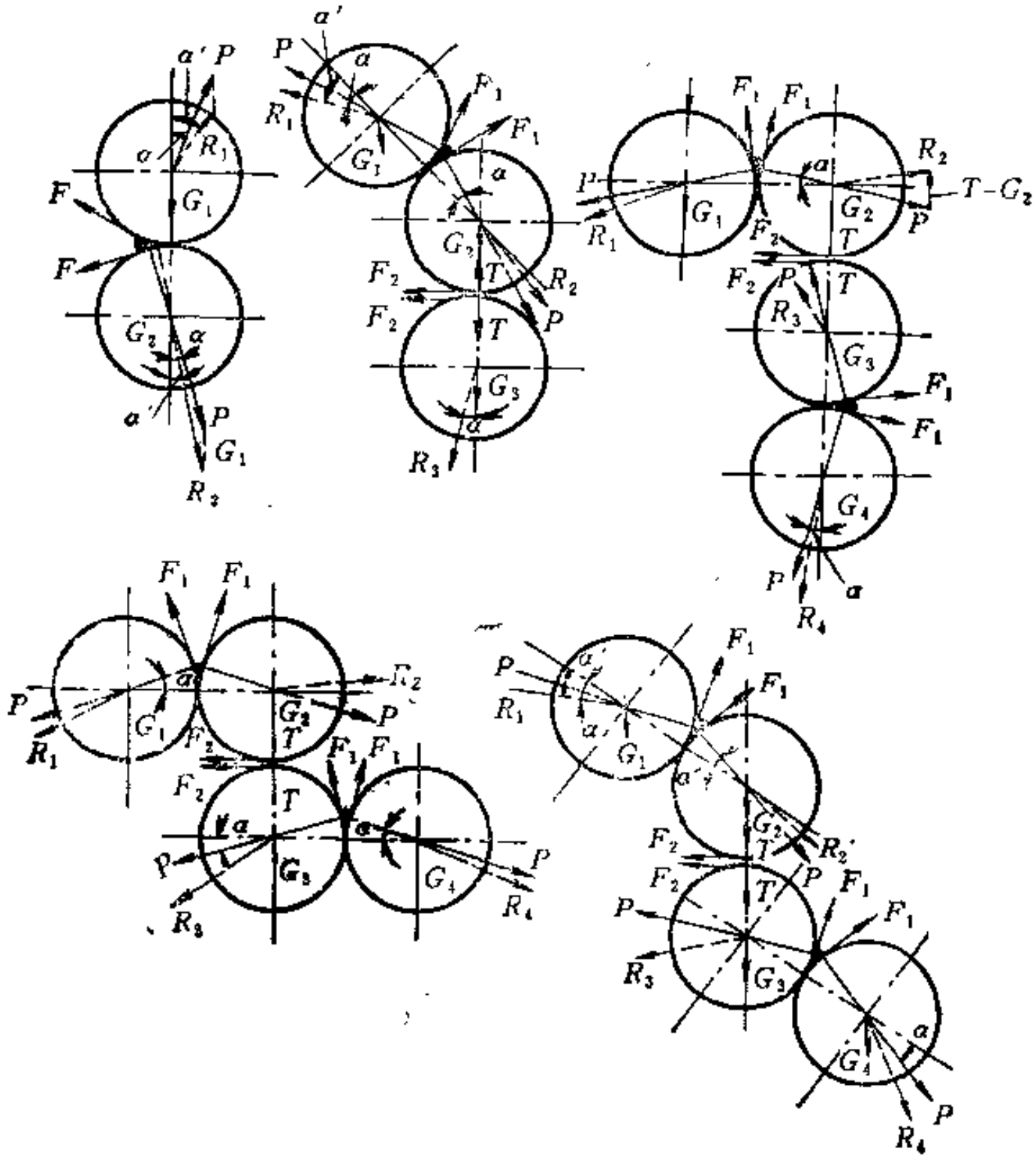


图 1-7-36　几种常见排列型式辊筒受力情况示意图

（2）胶料对辊筒的圆周作用力（摩擦力）F_1(N)

$$F_1=\frac{2000\times M_1}{D}=2000\frac{N_1}{n\cdot D} \tag{1-7-14}$$

式中 M_1——压胶辊筒扭矩，N·m；

D——辊筒工作部分直径，mm；

N_1——辊筒压延胶料实际消耗功率，$N_1=N-N_{空}$，kW；

N——辊筒消耗功率，kW；

$N_{空}$——辊筒空载功率，kW；

n——辊筒转速，r/min。

（3）胶料对辊筒的圆周作用力F_2(N)（胶料第二次压延时对辊筒的摩擦力）

$$F_2=2000\frac{M_2}{D}=2000\frac{N_2}{n\cdot D} \tag{1-7-15}$$

式中 M_2——贴胶辊筒扭矩，N·m；

N_2——胶料第二次压延时（贴胶）辊筒消耗之功率，kW。

（4）贴胶时胶料对辊筒的贴合压力T(N)

$$T=p\cdot b_1 \tag{1-7-16}$$

式中 p——贴胶时的单位压力，根据压延工艺及帘布种类而定，通常帘布贴胶的p=420～530N/cm；

b_1——贴胶帘布的幅宽，cm。

（5）辊筒自重G根据辊筒材料密度和体积计算。

（6）辊筒各作用力的合力R

$$R=\vec{P}+\vec{F_1}+\vec{F_2}+\vec{T}+\vec{G} \tag{1-7-17}$$

2．辊筒挠度计算

辊筒在均布载荷作用下产生的挠度情况如图1-7-37所示，其挠度可用下列微分方程式表示：

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{1}{EJ}\left(M+\frac{\alpha EJ}{AG}\cdot P\right)=\frac{M}{EJ}+\frac{\alpha P}{AG} \tag{1-7-18}$$

根据材料力学可知，辊筒的最大挠度在辊筒的中部，系为由弯矩和剪切力所产生的挠度之和，即：

$$y_{max}=y_M+y_\tau \tag{1-7-19}$$

由弯矩产生的挠度y_M(mm)：

$$y_M=\frac{R}{384EJ}\left[8L^3-4Lb^2+b^3+64C^3\left(\frac{J}{J_1}-1\right)\right] \tag{1-7-20}$$

由剪切力产生的挠度y_τ(mm)：

$$y_\tau=\frac{R}{4GA}\left[L-\frac{b}{2}+2C\left(\frac{A}{A_1}-1\right)\right]\cdot\alpha \tag{1-7-21}$$

辊筒中部的最大挠度y_{max}(mm)：

$$y_{max}=y_M+y_\tau=R\left\{\frac{1}{384EJ}\left[8L^3-4Lb^2+b^3+64C^3\left(\frac{J}{J_1}-1\right)\right]+\right.$$

$$+\frac{a}{4GA}\left\{L-\frac{b}{2}+2C\left(\frac{A}{A_1}-1\right)\right\}\right\} \qquad (1\text{-}7\text{-}22)$$

式中 R——辊筒上各外力的合力，N；

E——辊筒材料的弹性模量，冷硬铸铁的$E=(1.2\sim1.6)\times10^5\text{N/mm}^2$；

G——辊筒材料的剪切弹性模量，铸铁的$G=0.45\cdot10^5\text{N/mm}^2$；

J——辊筒工作部分惯性矩。对于中空辊筒：$J=\frac{\pi}{64}(D^4-d_2^4)$；对于钻孔辊筒：

$$J=\frac{\pi}{64}(D^4-d_1^4)-\Sigma(J_x+nZ_x^2A_2);\quad J_x=\frac{\pi}{64}d_1^4,\ \text{mm}^4;$$

n——在距x轴为Z_1、Z_2、Z_3……Z_x时的钻孔数，参见图1-7-37；

J_1——辊筒轴颈惯性矩；$J_1=\frac{\pi}{64}(d^4-d_1^4)$，$\text{mm}^4$；

A——辊筒工作部分截面积。对于中空辊筒$A=\frac{\pi}{4}(D^2-d_2^2)$；

对于钻孔辊筒$A=\frac{\pi}{4}(D^2-d_1^2)-n_1\frac{\pi}{4}d_1^2$，$\text{mm}^2$；

a——剪切因子系数，$a=\frac{4}{3}\cdot\frac{D^2-D\cdot d_1+d_1^2}{D^2+d_1^2}$；

n_1——辊筒横截面上的钻孔数；

A_1——辊筒轴颈部分截面积，$A_1=\frac{\pi}{4}(d^2-d_1^2)$，$\text{mm}^2$；

A_2——辊筒钻孔面积，$A_2=\frac{\pi}{4}d_1^2$，mm。

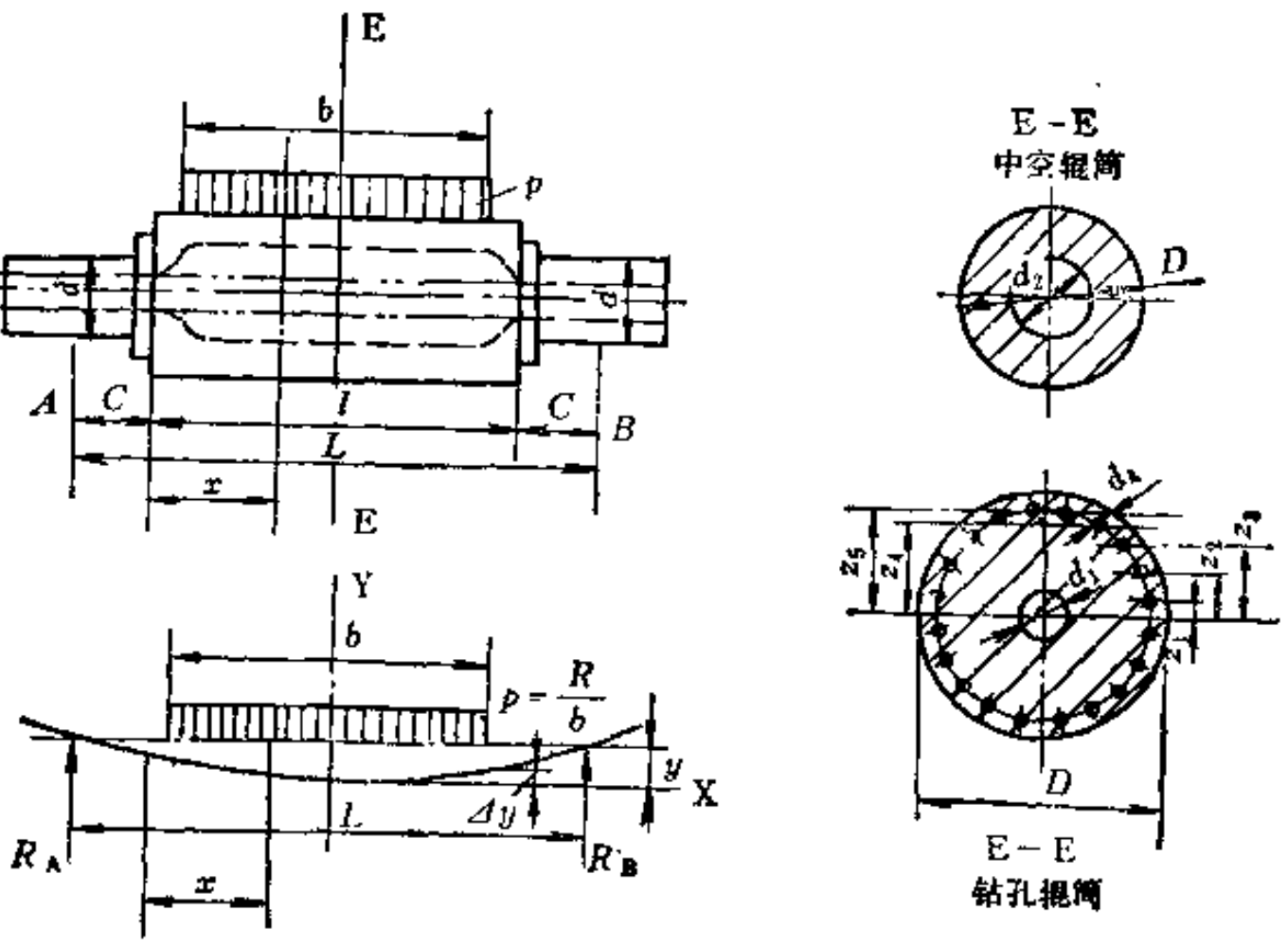


图 1-7-37 辊筒挠度示意图

其它符号：L、b、C、D、d、d_1、d_2、d_3见图1-7-37。

在相同工作条件下，辊筒挠度还与其材料性质有关，即材料的弹性模量E和G不同，产生的挠度也不一样。图1-7-38示出了三种不同材料制成的相同结构尺寸的辊筒在相同工作条件下产生的挠度曲线。

3．辊筒挠度差的计算

由于辊筒产生挠度而使压延制品厚度在全宽上不一致，为了获得厚度均匀的制品，在实际生产中需要采取措施补偿辊筒工作面中部与边缘所产生的最大挠度差Δy_{max}(mm)。辊筒中部的挠度差是由弯矩和剪切力产生的挠度差之和，即：

$$\Delta y_{max} = \Delta yM_{max} + \Delta y\tau_{max} \tag{1-7-23}$$

由弯矩产生的挠度差ΔyM_{max}(mm)：

$$\Delta yM_{max} \doteq \frac{Rb^2(12L-7b)}{384EJ} \tag{1-7-24}$$

由剪切力产生的挠度差$\Delta y\tau_{max}$(mm)：

$$\Delta y\tau_{max} = \frac{Rb\alpha}{8AG} \tag{1-7-25}$$

则总挠度差Δy_{max}(mm)：

$$\Delta y_{max} = \frac{Rb}{8}\left[\frac{b(12L-7b)}{48EJ} + \frac{\alpha}{AG}\right] \tag{1-7-26}$$

式中符号说明同前。

上式挠度差系发生在辊筒工作部分中部，若需求得辊筒工作部分任意一点的挠度y_x(mm)，根据材料力料原理可按下式求出：

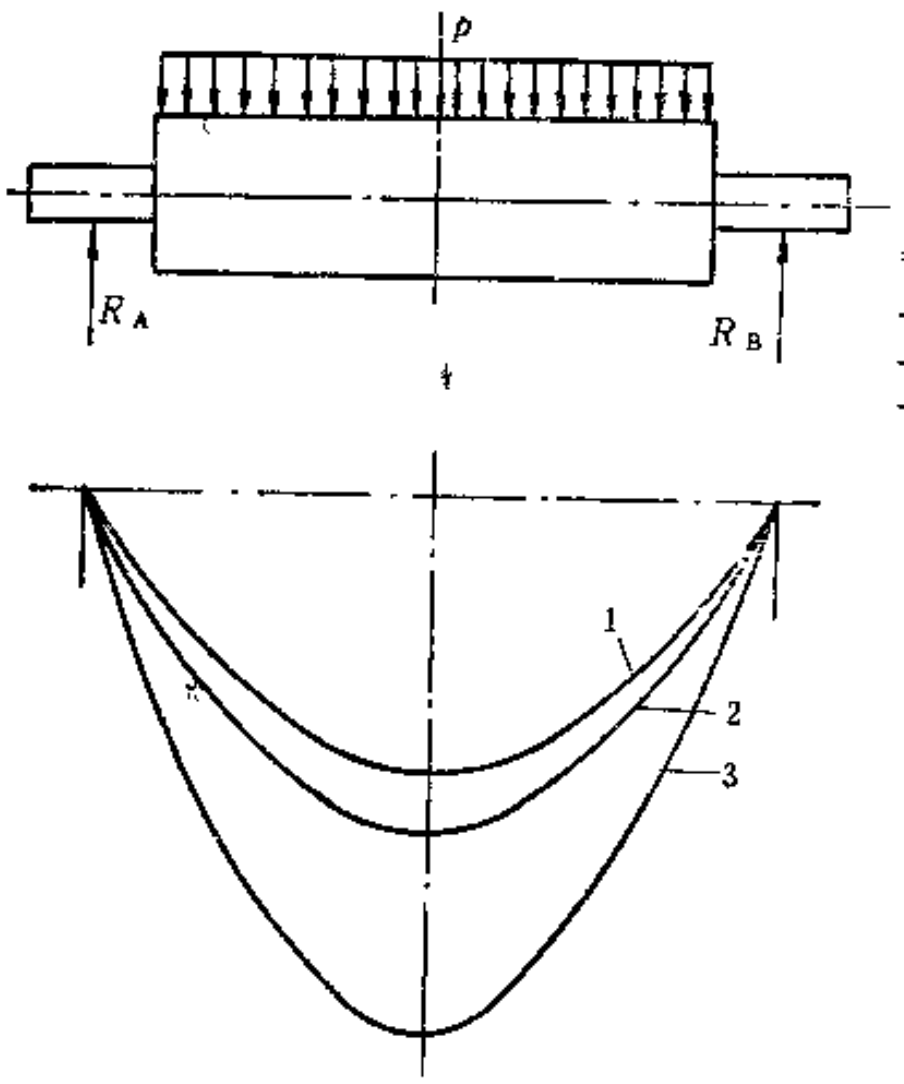


图 1-7-38 不同材料的辊筒挠度曲线

1—钢辊筒，$E=2.1\times10^5$N/mm²；2—双金属铸造辊筒，$E=1.75\times10^5$N/mm²；3—普通冷硬铸铁辊筒，$E=(1.0\sim1.2)\times10^5$N/mm²

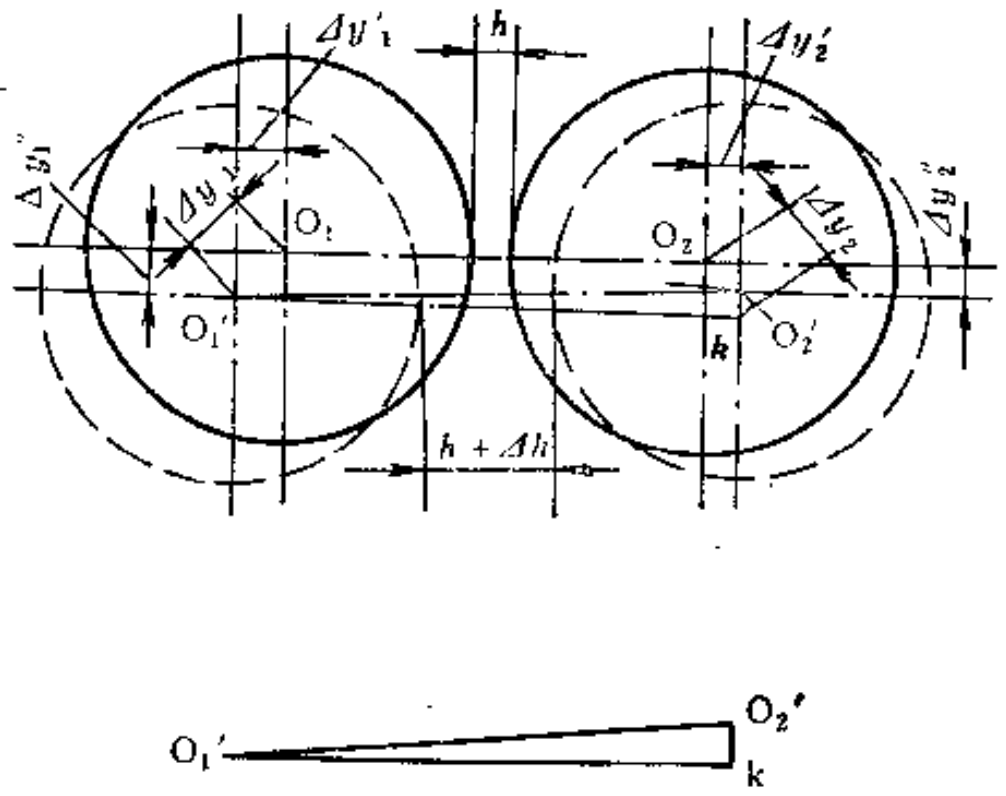


图 1-7-39 辊筒挠度与压延制品厚度偏差的关系

$$y_x=\frac{R}{24EJ}\left(\frac{x^4}{b}-2x^3-6Cx+b^2x+6Chx+4\frac{J}{J_1}C^3+6bC^2+b^2C\right) \quad (1\text{-}7\text{-}27)$$

式中 x——辊筒工作部分任意一点至辊筒工作部分端部的距离，mm。

其余符号同前。

从上式可看出，辊筒的挠度方程为：

$$y_x=Ax^4+Bx^3+Cx^2+Dx+E \quad (1\text{-}7\text{-}28)$$

4．压延制品厚度差的计算

由于辊筒的挠度，使压延制品产生中间薄两边厚的现象，其差值Δh可按下列步骤计算。设两个辊筒的挠度分别为Δy_1和Δy_2，并将其沿x—y方向分解为 $\Delta y_1'$、$\Delta y_2'$ 及 $\Delta y_1''$、$\Delta y_2''$。从图1-7-39则可看出：

$$O_1'K=D+h+\Delta y_1'+\Delta y_2'$$

$$O_2'K=\Delta y_1''-\Delta y_2''$$

$$O_1'O_2'=D+h+\Delta h$$

$$\Delta h=O_1'O_2'-D-h$$

而
$$O_1'O_2'=\sqrt{(O_1'K)^2+(O_2'K)^2}$$

所以
$$\Delta h=\sqrt{(D+h+\Delta y_1'+\Delta y_2')^2+(\Delta y_1''-\Delta y_2'')^2} \quad (1\text{-}7\text{-}29)$$

由于$O_1'K$与$O_1'O_2'$相比相差很小，为方便计算，则可视为：

$$\Delta h=O_1'K-(D+h)=\Delta y_1'+\Delta y_2' \quad (1\text{-}7\text{-}30)$$

（四）辊筒挠度的补偿方法

为了获得厚度均匀的压延制品，需要对辊筒在工作时产生的挠度采取补偿措施，常用的有：中高度（又称腰鼓度），辊筒轴交叉、辊筒反弯曲等方法。每种方法都有其一定的特性，为达到预期补偿效果，常常将上述方法的两种或三种联合使用。

1．中高度法

这是一种最简单，应用最早最广泛的补偿方法，如图1-7-40所示，通常将辊筒工作面加工成两端小中间大的腰鼓形或锥形（锥形应用较少）。其最大直径D'和最小直径D之差值k，称为辊筒中高度值，即$k=D'-D$。

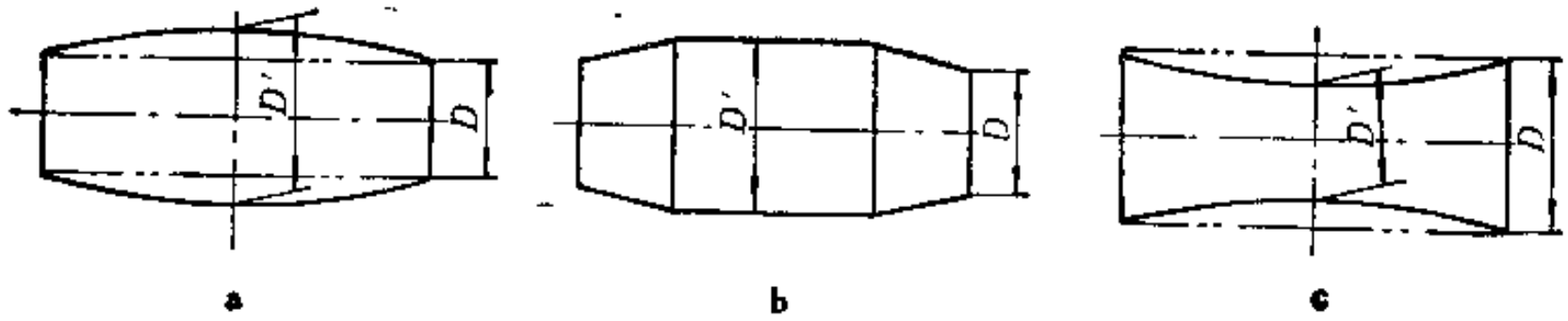


图 1-7-40 辊筒工作表面形状

a—腰鼓形；b—锥形；c—中凹形

采用带有中高度的辊筒作压延加工时，辊筒受载时产生的挠度影响得以局部补偿。

按实际需要，理想的辊筒中高度曲线应是辊筒在负载下的实际变形曲线，但由于机械加工和其它条件所限，目前难以达到。因此，在实际工作中，通常还是采用椭圆、圆弧或准抛物线的一部分作为辊筒中高度的补偿曲线。中高度常见的加工方法是在精磨辊筒工作面时，

逐渐改变磨头（砂轮）与辊筒轴线的相对位置，其工作原理如图1-7-41所示。用这种加工方法形成的辊面曲线是准抛物线。

抛物线方程为$y=ax^2$(参见图 1-7-42a)，以 $y=\frac{k}{2}=\frac{l}{2}(D'-D)$及$x=\frac{l}{2}$ 代入，得：

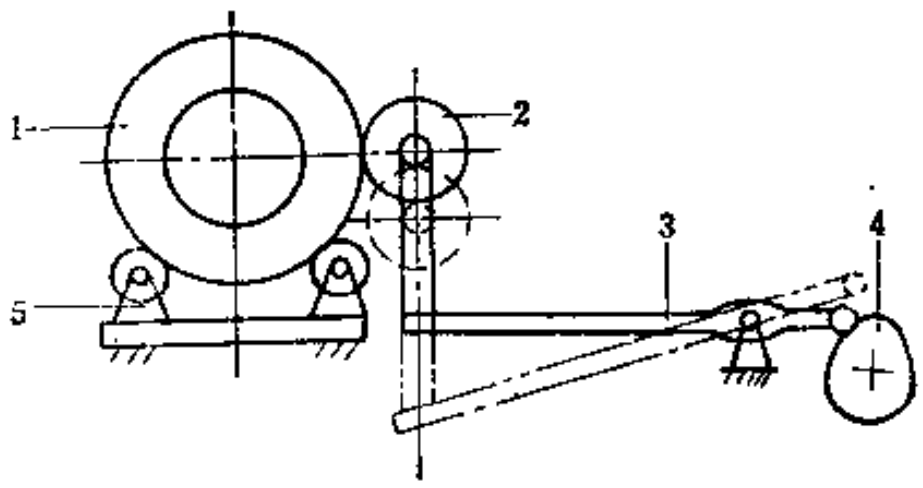


图 1-7-41　中高度加工原理图

1—辊筒；2—磨头；3—连杆；4—凸轮；5—托架

$$\frac{k}{2}=a\left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$a=\frac{2k}{l^2}$$

即
$$y=\frac{2k}{l^2}\cdot x^2 \qquad (1-7-31)$$

因辊筒两端支承点距离为L，最大挠度为y_{max}，当$x=\frac{L}{2}$时：

$$y_{max}=\frac{2k}{l^2}\cdot\left(\frac{L}{2}\right)^2=\frac{kL^2}{2l^2} \qquad (1-7-32)$$

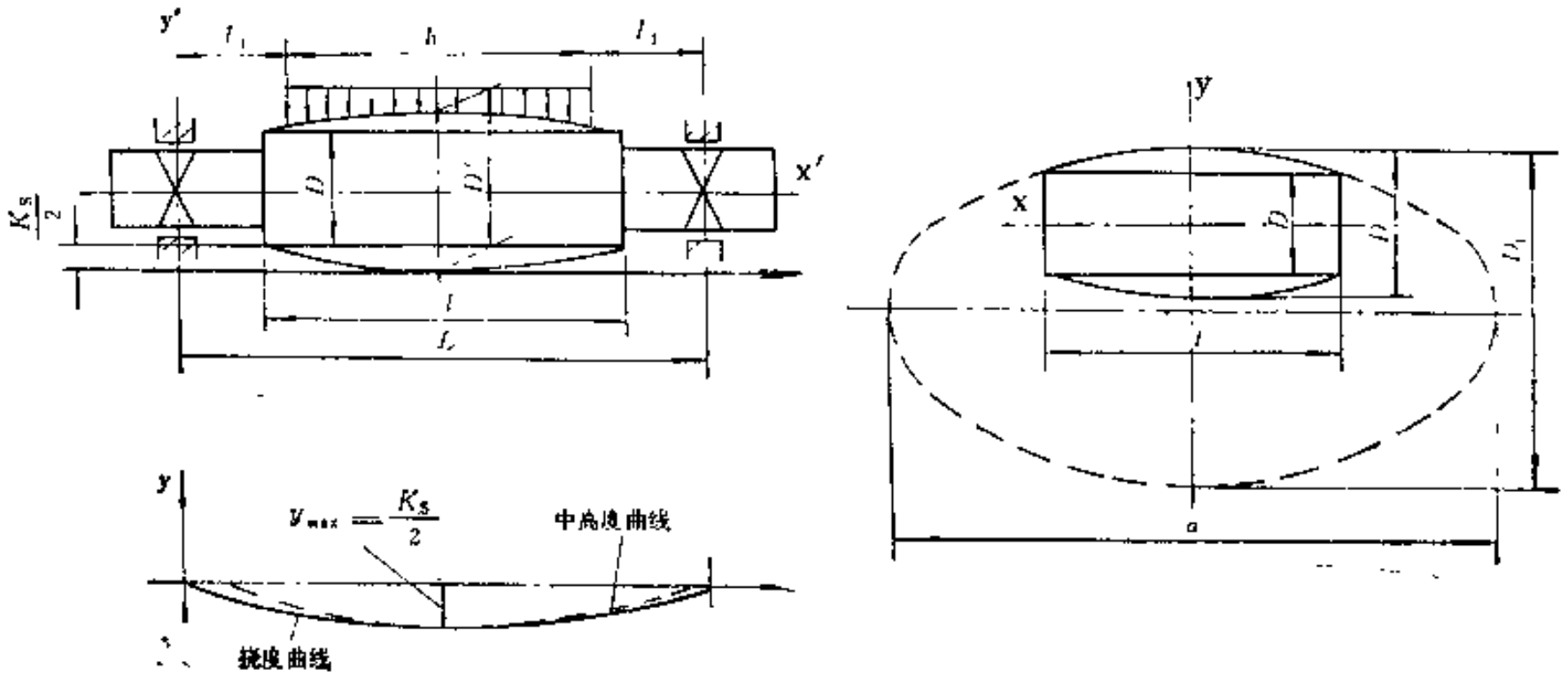


图 1-7-42　中高度曲线

为补偿这一挠度，在辊筒上加工的中高度曲线方程应为：

$$y=\frac{2k}{l^2}\left(x-\frac{l}{2}\right)^2-\frac{kL^2}{2l^2} \qquad (1-7-33)$$

当$x=\frac{L}{2}$时，即在辊筒中部，抛物线出现最大值：

$$y=\frac{2k}{L^2}\left(\frac{L}{2}-\frac{L}{2}\right)-\frac{kL^2}{2l^2}=-\frac{kL^2}{2l^2}=-\frac{k_s}{2} \qquad (1-7-34)$$

若按椭圆曲线加工中高度，其曲线方程为：

$$y=\pm\sqrt{\frac{D_1^2}{4}-\frac{(D'-D)(2D_1-D'+D)\cdot x^2}{l^2}}-\frac{1}{2}(D_1-D')$$

将以上三种加工方法的曲线方程与辊筒挠度曲线方程（1-7-27）比较，不难看出，是不相同的。上述任何一种加工曲线都是两次曲线，而实际变形曲线是四次曲线。因此，理论和实际证明中高度法不能完全补偿辊筒挠度。另外，辊筒的中高度值是固定的，而辊筒挠度值则随制品厚薄、宽窄、辊温、压延速度等工艺条件的不同以及负荷大小的不同而变化。所以中高度补偿挠度的方法有很大的局限性，只适用于某些特定的条件，不能适应多种压延作业的要求。但由于中高度比较简单易行，因而还是普遍被采用，并与其它补偿方法配合使用。

辊筒中高度值应按压延机使用较多的工艺条件、各辊筒在其外力作用下产生的挠度，参照同类压延机实际使用的中高度值进行确定，因而各辊筒的中高度值不一定相同，一般可取0.025～0.3mm。

两面贴胶用四辊压延机的中高度加工在1号和4号辊筒上，三辊压延机的中高度加工在1号辊筒上。目前使用的压延机辊筒中高度值见表1-7-18和表1-7-19。

表 1-7-18 国产压延机辊筒中高度值

单位：mm

型号	排列型式	中高度值				联合采用的其它补偿措施
		1号辊或上侧辊	2号辊或上辊	3号辊或中辊	4号辊或下辊、下侧辊	
XY-3Γ1120	斜Γ	+0.12		0	0	
XY-3I1200	I		+0.17	0	0	
XY-3Γ1700	斜Γ	+0.12～0.14		0	0	轴交叉、预负荷
XY-3I1730	I		+0.17	0	0	
XY-4Γ1120	斜Γ	+0.08	0	0	+0.05	
XY-4S1700	S	+0.16	0	0	+0.16	轴交叉、预负荷
XY-4Γ1730	Γ	+0.17	0	0	+0.17	
XY-4S1800	S	+0.12	0	0	+0.12	轴交叉、预负荷
XY-4S1800A	S	+0.2	−0.03	0	+0.17	轴交叉、预负荷、反弯曲

注：表中"+"为中凸形，"−"为中凹形。

表 1-7-19 国外压延机辊筒中高度值

单位：mm

辊筒规格	辊筒数	排列型式	中高度值				联合采用的其它补偿措施
			上侧辊	上辊	中辊	下辊或下侧辊	
φ500×1250	3	斜Γ		+0.05	0	0	
φ610×1730	3	I		+0.15	0	0	
φ710×1800	3	斜Γ		+0.127	0	+0.25	轴交叉、反弯曲
φ500×1250	4	Γ	+0.04～0.05	0	0	+0.01～0.05	
φ610×1730	4	Γ	+0.15	0	0	+0.15	
φ700×1800	4	Z	+0.22	0	−0.025	+0.25	轴交叉、预负荷、反弯曲
φ710×1800	4	S	+0.127	0	0	+0.127	轴交叉、预负荷、反弯曲
φ700×1800	4	S	+0.2	−0.03	0	+0.17	轴交叉、预负荷、反弯曲

注：表中"+"为中凸形，"−"为中凹形。

2．辊筒轴交叉法

辊筒轴交叉法是采用专门机构，使一个辊筒的轴线与相配辊筒的轴线由平行状态偏移成交叉状态，从而使两个相配辊筒工作表面之间的距离改变（从中间向两端逐渐增大），达到补偿辊筒挠度的目的，其补偿值可达0.3mm左右。

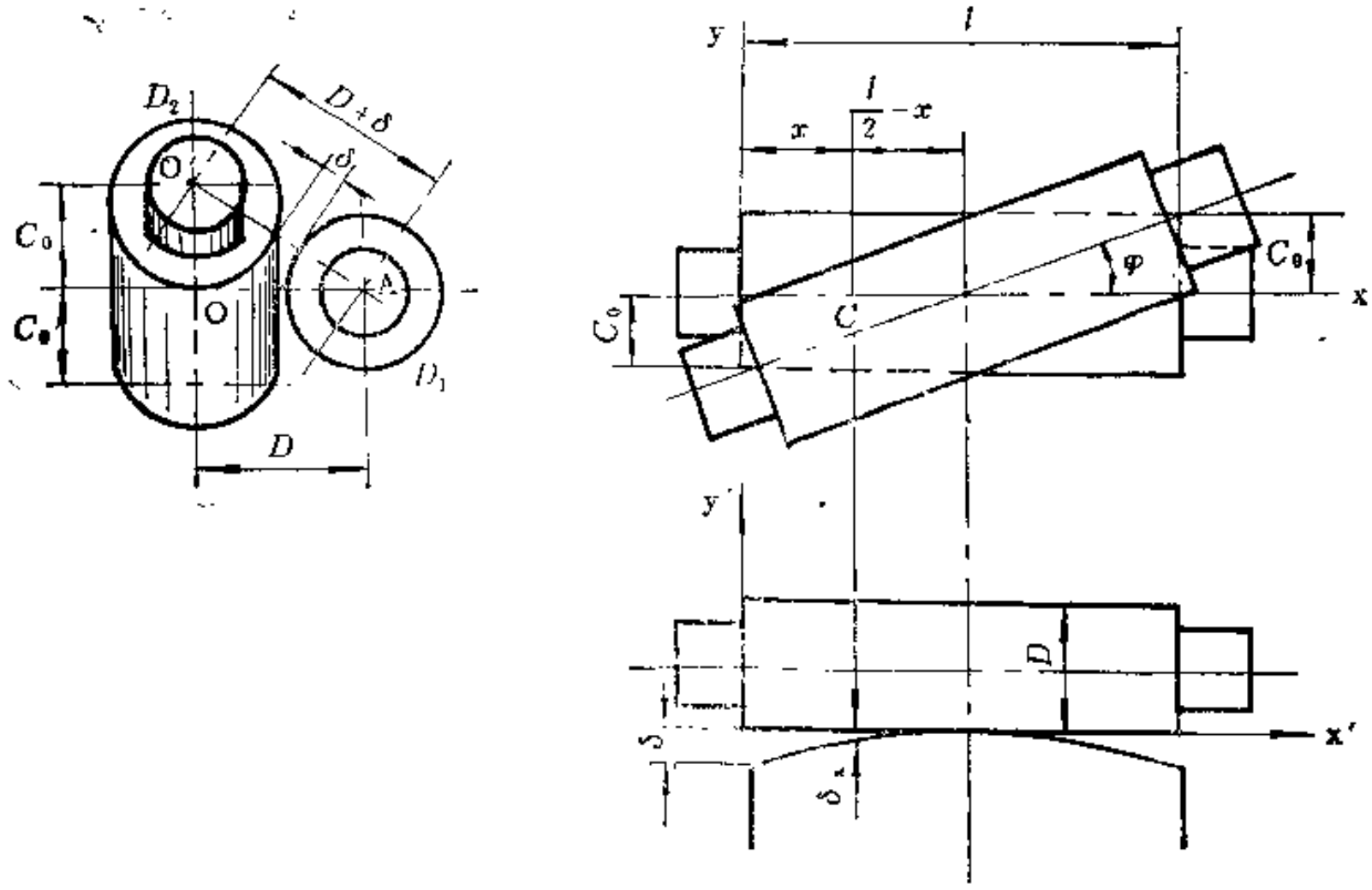


图 1-7-43 轴交叉工作原理

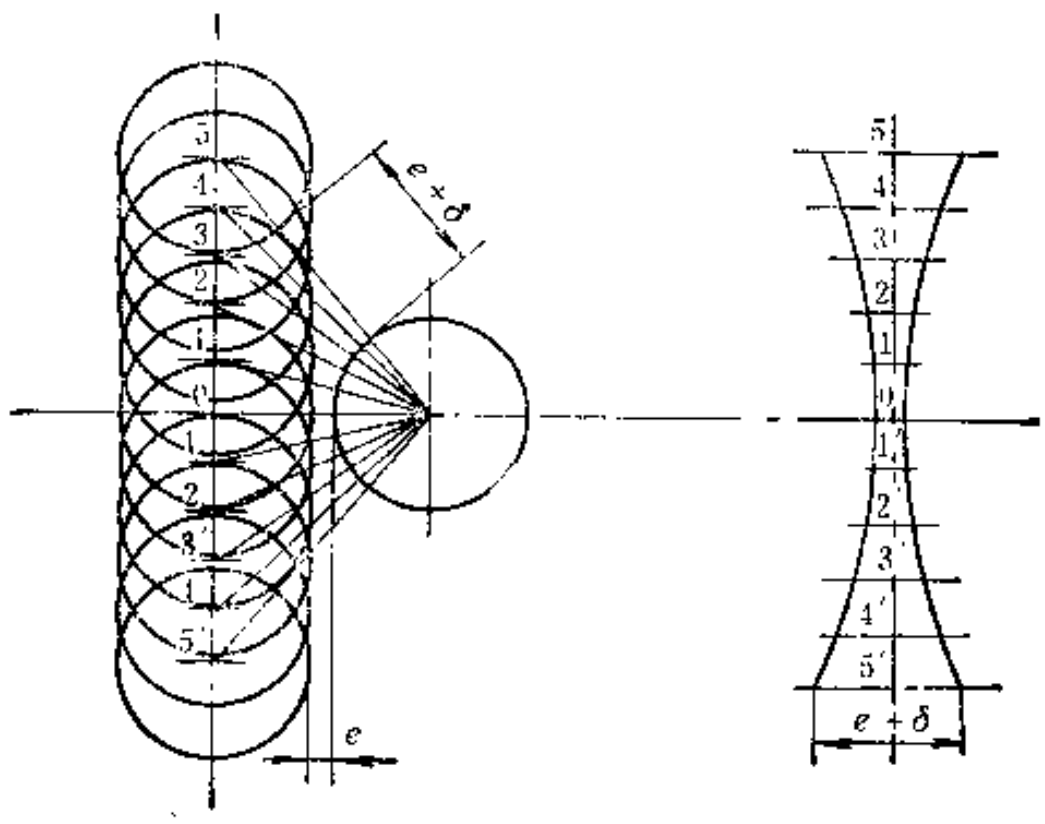


图 1-7-44 辊筒轴交叉时辊距的变化

辊筒轴交叉的工作原理如图1-7-43所示，辊距变化如图1-7-44所示。从图1-7-43可知，如果两个辊筒的轴线以轴线中点为圆心偏移一个微小的角度φ，则偏移角φ与偏移量C_0成正比。偏移角φ的大小按需要补偿的量来确定，一般取0.5～2°。偏移量C_0与偏移角φ的关系如下：

$$C_0 = \frac{l}{2} \cdot \mathrm{tg}\Phi$$

偏移后的辊距增加量为δ，由$\Delta AOO'$关系得：

$$(D+\delta)^2 = C_0^2 + D^2$$

整理后得：

$$\delta = \frac{C_0^2 - \delta^2}{2D} \tag{1-7-35}$$

δ值与辊筒直径D相比很小，δ^2则更小，可略去不计，这样上式变为：

$$\delta = \frac{C_0^2}{2D} \tag{1-7-36}$$

辊距的增加量δ应能补偿辊筒的挠度差Δy_{max}，而$\Delta y_{max} = \Delta y_1' + \Delta y_2'$，故上式可改写为：

$$\Delta y_1' + \Delta y_2' = \frac{C_0^2}{2D} = \frac{C_0^2}{D_1 + D_2} \tag{1-7-37}$$

为补偿辊筒挠度差Δy_{max}，所需辊筒最大交叉量为：

$$C_0 = \sqrt{(\Delta y_1' + \Delta y_2')(D_1 + D_2)} \tag{1-7-38}$$

辊筒上任一点x处的辊距增加量δ_x，可根据相似关系求得：

$$\frac{C_0}{C} = \frac{l}{2} \Big/ \left(\frac{l}{2} - x\right)$$

即，

$$C = \frac{C_0\left(\frac{l}{2} - x\right)}{\frac{l}{2}} = C_0\left(1 - \frac{2x}{l}\right)$$

由三角形关系：$(D+\delta_x)^2 = D^2 + C^2$，整理后为$\delta_x = \sqrt{D^2 + C^2} - D$，将$C$值代入得：

$$\delta_x = \sqrt{C_0^2\left(1 - \frac{2x}{l}\right)^2 + D^2} - D \tag{1-7-39}$$

此处δ_x即为辊筒上任一点的轴交叉挠度补偿值。

若把图1-7-43中x-y坐标转换成x'-y'坐标，则$x = x' + \frac{l}{2}$，$y = y' - \frac{D}{2} - \delta$，因$y = 0$，故$\delta = y' - \frac{D}{2}$，则$\delta_x$值可写成为：

$$(\delta_x + D)^2 = \left(1 - \frac{2x}{l}\right)^2 C_0^2 + D^2$$

将$x = x' + \frac{l}{2}$、$y = y' - \frac{D}{2}$值代入上式得：

$$\left[\left(y - \frac{D}{2}\right) + D\right]^2 = \left[1 - \frac{2\left(x' - \frac{l}{2}\right)}{l}\right]^2 \cdot C_0^2 + D^2$$

$$\left(y' + \frac{D}{2}\right)^2 = \frac{4x'^2}{l^2} \cdot C_0^2 + D^2$$

用D^2除上式整理后得：

$$\frac{\left(y'+\frac{D}{2}\right)^2}{\frac{D^2}{4}}-\frac{\frac{x'^2}{D^2}\cdot l^2}{\frac{1}{4}C_{\text{轴}}^2}=1 \qquad (1\text{-}7\text{-}40)$$

从上式可知，采用辊筒轴交叉法，当辊筒直径D及偏转角φ一定时，离辊筒中心点越远，得到的补偿量越大，辊筒工作部分越长，偏移量越大，获得的补偿量也越大。这种情况符合压延制品补偿的要求。由于偏转角φ可根据需要调节，因而挠度的补偿量也可调节。鉴此，用轴交叉法补偿挠度比中高度法方便，适应性广。

但从以上所述亦可明显看出：两辊筒轴交叉后，相邻两辊筒辊面之间形成的曲线为一双曲线，其补偿量$\delta_x=f(x^2)$，与辊筒实际挠度曲线$\Delta y(x)=f(x^4)$比较也有一定差异。从图1-7-45及表1-7-20所列辊筒实际挠度与用轴交叉法补偿量的比较中可看出，压延制品断面往往出现二高三低的马鞍形情况，即所谓U形效应。交叉量越大，U效应越明显。为避免大的误差及轴承体偏移太大，一般取用偏转角$\varphi<2°$，并与中高度法配合使用。

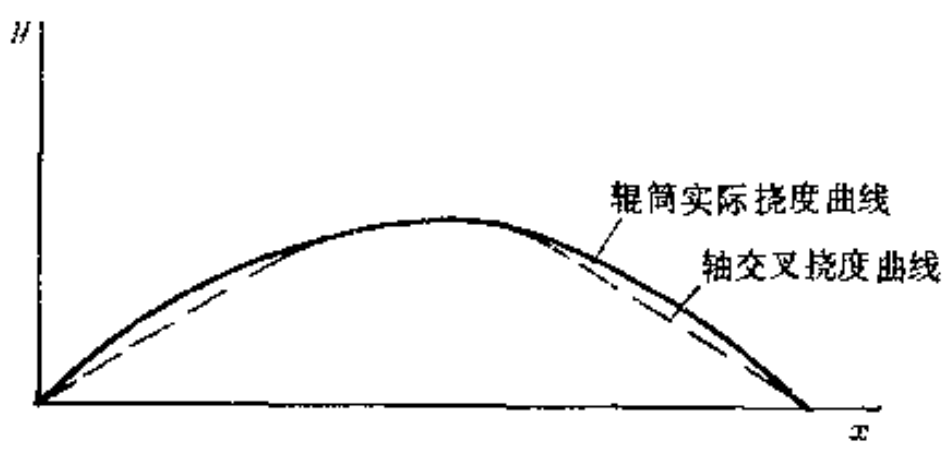


图 1-7-45　辊筒实际挠度曲线与轴交叉挠度曲线

表 1-7-20　辊筒实际挠度与轴交叉补偿量的比较　　单位：mm

从辊筒工作部分中部到两端距离	辊筒工作时的实际挠度	辊筒轴交叉0°56′时的补偿量	两者差异	从辊筒工作部分中部到两端距离	辊筒工作时的实际挠度	辊筒轴交叉0°56′时的补偿量	两者差异
0	0	0	0	600	0.0420	0.0406	+0.00190
150	0.0028	0.00254	+0.00026	750	0.0636	0.0636	0
300	0.0110	0.01040	+0.00060	860	0.0816	0.0815	0
450	0.0243	0.0223	+0.00200				

注：此表数据系国外从$\phi610\times1730$四辊压延机上实测所得。

在实际应用中，一般将轴交叉偏移量C_0和辊距增大量δ绘成坐标曲线，如图1-7-46所示。通常需要的补偿量是辊筒工作部分中部与端部之挠度差，而在实际上为便于观察，辊筒偏移量的指示标牌大多装在机架外侧，故需将该距离考虑进去，并可按下式进行换算（见图1-7-47）：

$$C_{\text{指}}=\frac{a}{b}\cdot\sqrt{(D+\Delta y)^2-D^2} \qquad (1\text{-}7\text{-}41)$$

式中　$C_{\text{指}}$——轴交叉标牌指示偏移量，mm；

a——两机架外侧距离，mm；

b——压延制品幅宽，mm；

D——辊筒工作部分直径，mm；

Δy——挠度补偿量，mm。

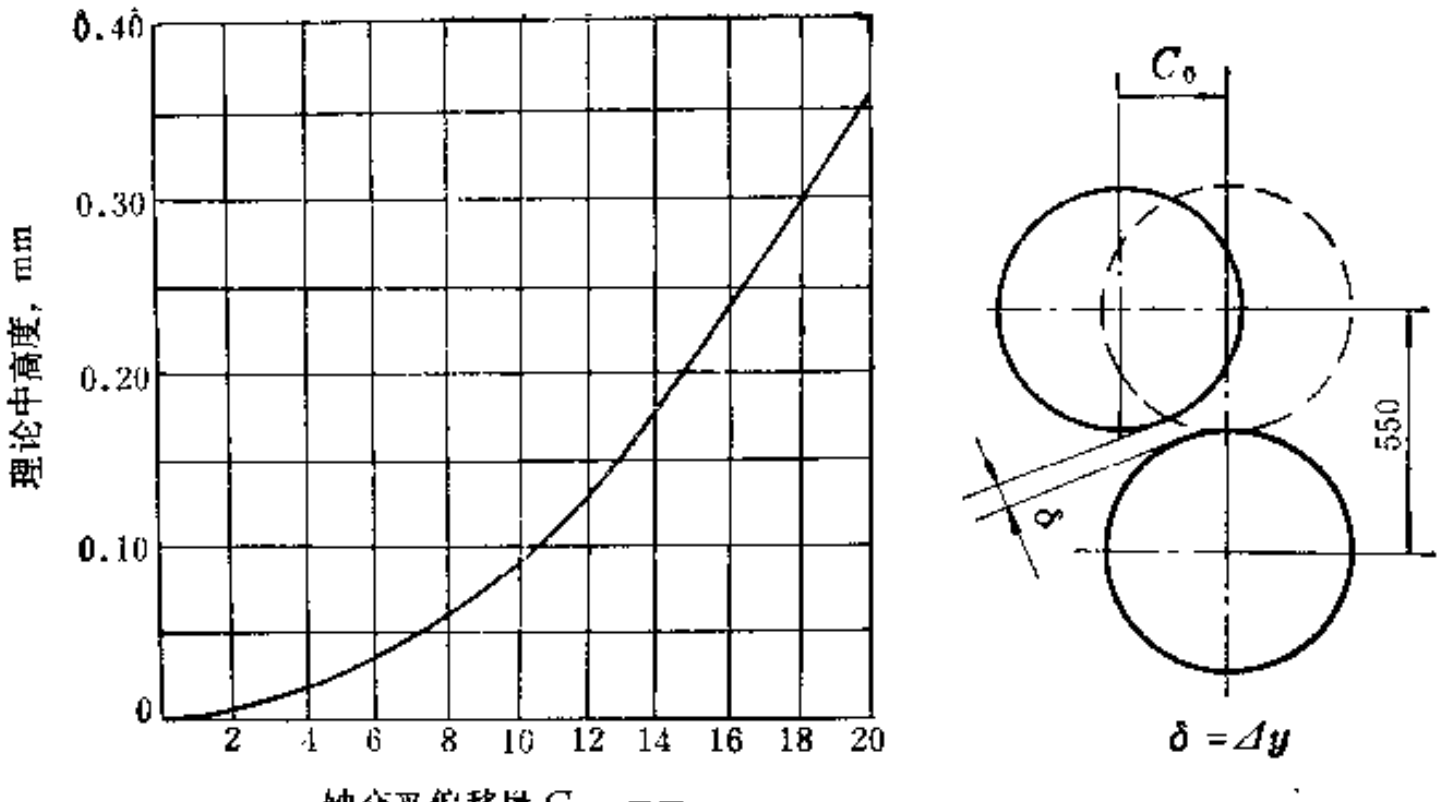


图 1-7-46　轴交叉偏移量与理论补偿量的关系

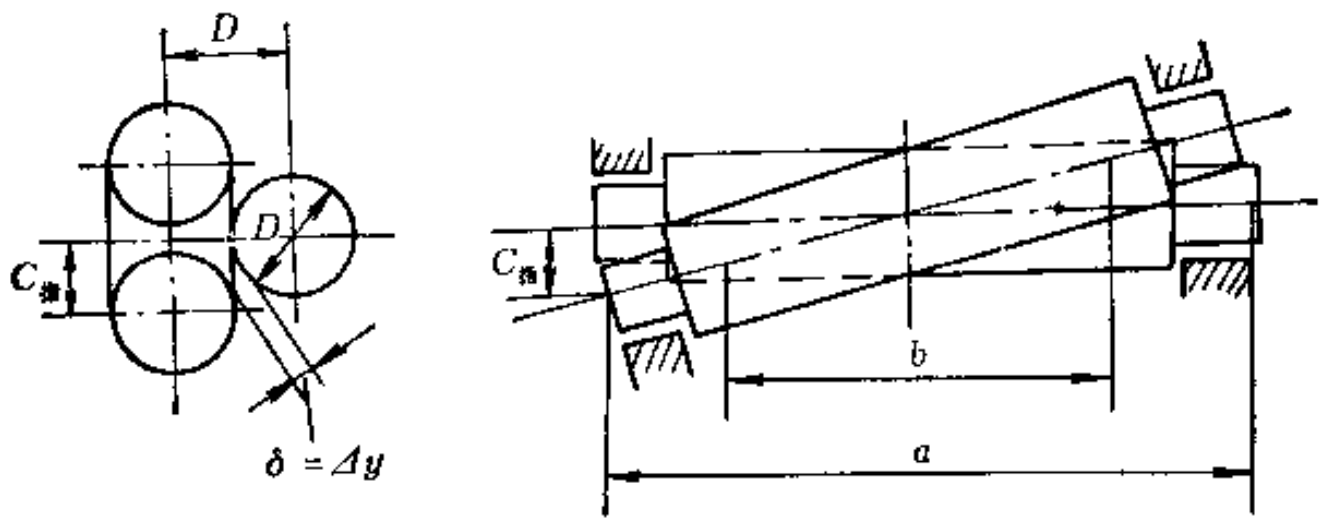


图 1-7-47　轴交叉标牌指示偏移量与补偿量的关系

图1-7-48所示为ϕ700×1800S型四辊压延机轴交叉标牌（装设在机架外侧）指示值与辊筒挠度补偿量的换算图。

辊筒轴交叉补偿的计算步骤如下：

a．按公式（1-7-26）算出配对辊筒的挠度差Δy_1与Δy_2；

b．将挠度差分解为与配对辊筒轴心连线O_1O_2平行与垂直两个方向的厚度差（参见图1-7-39）。由于垂直方向的挠度影响甚微，一般可忽略不计；

c．根据所需补偿量，按式（1-7-41）算出或按表查出辊筒轴交叉量的标牌指示值。

3．辊筒反弯曲法

辊筒反弯曲法又称辊筒预负荷法或预弯曲法，这种方法是预先施力于辊筒两端支承附近，使辊筒产生一定程度的弹性变形，其方向与辊筒在工作载荷下产生变形的方向相反，其工作原理如图1-7-49所示。

辊筒在反弯曲力作用下的挠度曲线方程为：

$$\Delta y_{反} = \frac{F \cdot a}{2E}\left[\frac{x^2}{J} - \frac{cx - \left(\frac{l}{2}\right)^2}{J_1}\right] \qquad (1\text{-}7\text{-}42)$$

式中　$\Delta y_{反}$——辊筒在反弯曲力作用下的挠度，mm；

F ——辊筒一端的反弯曲力，N；

E ——辊筒材料的弹性模量，N/mm²；

a ——反弯曲力作用点至辊筒轴承距离，mm；

J、J_1 ——辊筒工作部分与轴颈部分的惯性矩，mm⁴；

x ——辊筒工作部分端部至辊筒工作表面任一点的距离，mm；

l ——辊筒工作部分长度，mm；

c ——辊筒轴承中部至辊筒工作部分端部的距离，mm。

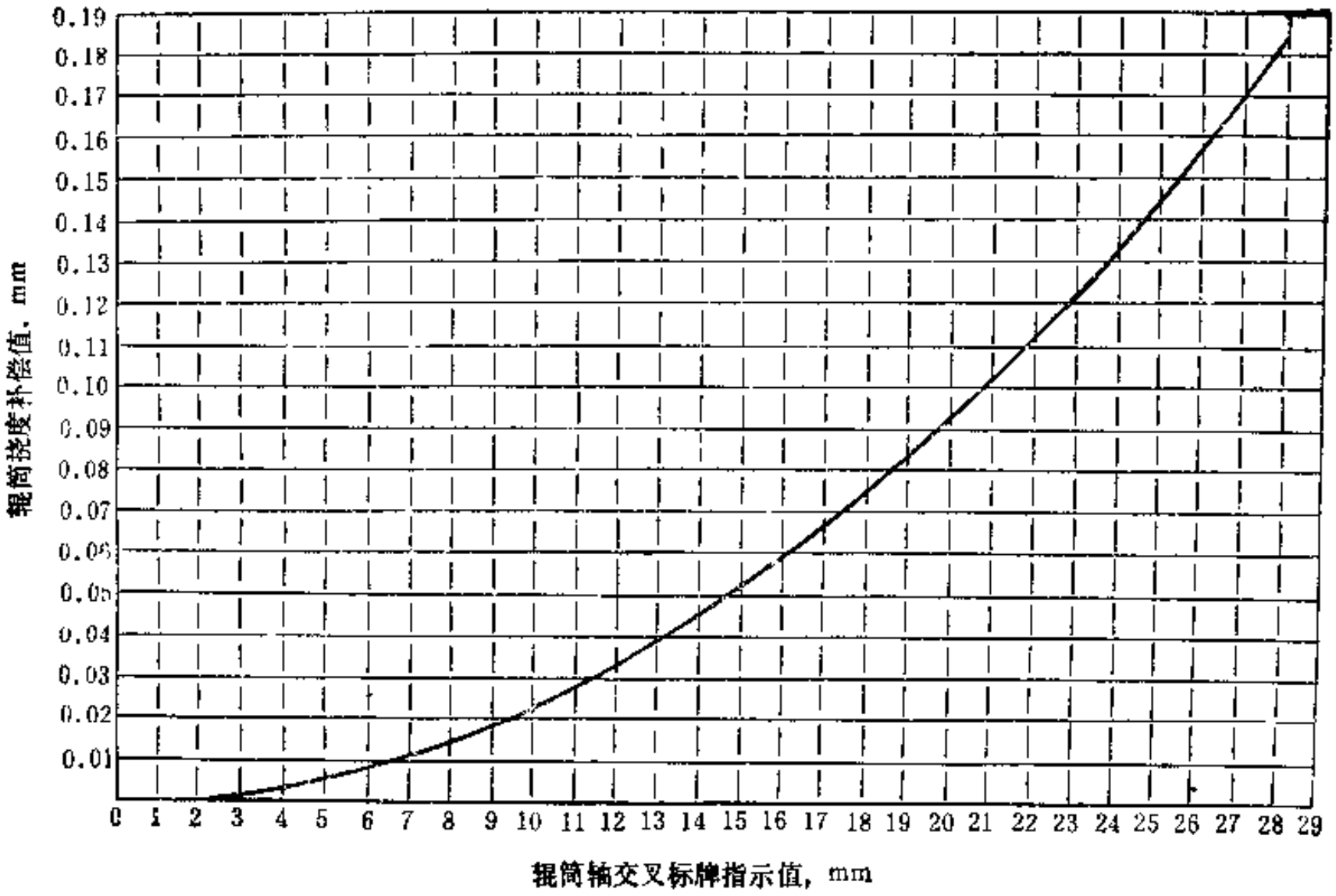


图 1-7-48 ϕ700×1800S型四辊压延机辊筒轴交叉标牌指示值与辊筒挠度补偿量换算图

在反弯曲力的作用下，辊筒中间部位的最大挠度$y'_{反max}$可由下式求得（参见图1-7-50）：

$$y'_{反max}=\frac{F\cdot a\cdot c^2}{2EJ_1}+\frac{F\cdot a}{2EJ}\left[cl+\left(\frac{l}{2}\right)^2\right] \tag{1-7-43}$$

辊筒工作部分上任一点x，由反弯曲力引起的挠度差$\Delta y'_{反x}$为：

$$\Delta y'_{反x}=\frac{F\cdot a\cdot x^2}{2EJ} \tag{1-7-44}$$

辊筒中间与两端由反弯曲力引起的最大挠度差$\left(即\ x=\frac{l}{2}\ 时\right)\Delta y'_{反max}$为：

$$\Delta y'_{反max}=\frac{F\cdot a\cdot l^2}{8EJ} \tag{1-7-45}$$

反弯曲力产生的挠度应补偿辊筒在载荷作用下所产生的挠度，即应达到$\Delta y'_{反max}=\Delta y_{max}$，或：

$$\frac{F \cdot a \cdot l^2}{8EJ} = \frac{Rb^2}{8}\left[\frac{(12l-7b)}{48EJ}\right]$$

令 $b = l$，将上式整理后得辊筒一端所需的反弯曲力 F 为：

$$F = \frac{R(12L-7l)}{48a} \tag{1-7-46}$$

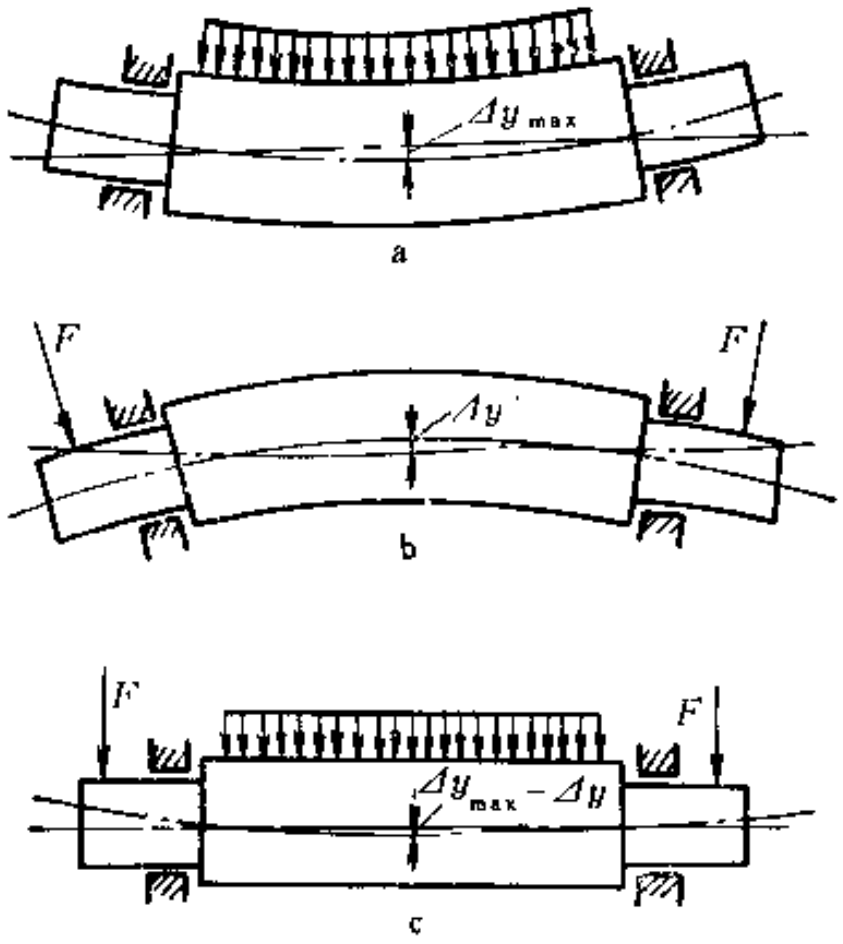


图 1-7-49 辊筒反弯曲工作原理

a—辊筒在工作载荷下的弯曲；b—辊筒在反弯曲力作用下的弯曲；c—辊筒在工作载荷下及反弯曲力的同时作用下

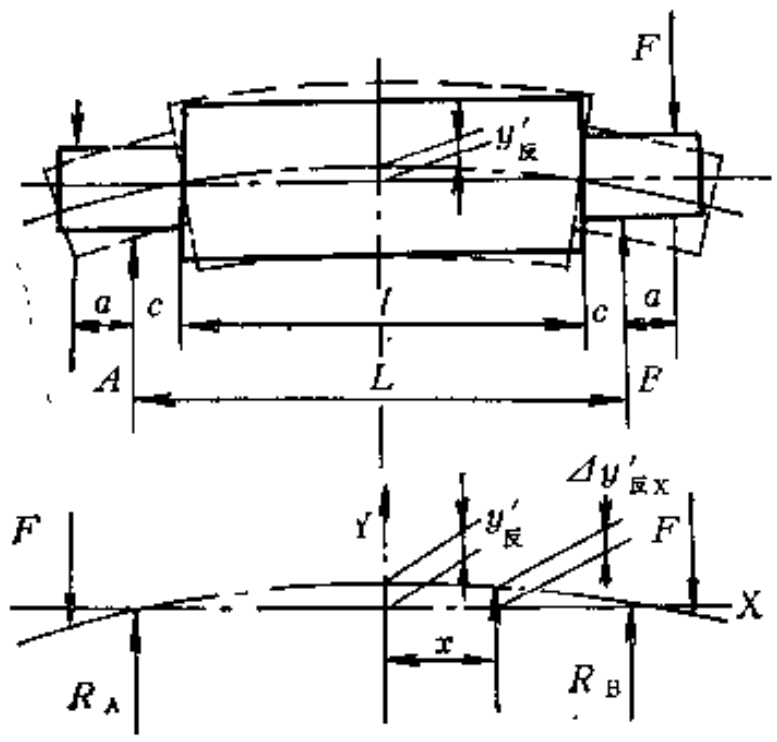


图 1-7-50 反弯曲力形成的挠度

由于作用在辊筒上的载荷是变化的，故反弯曲力应能进行调节，以适应挠度的变化。

表1-7-21及表1-7-22为φ610及φ710压延机辊筒在载荷下的挠度及校正挠度所需的反弯曲力之间的关系。

表 1-7-21 φ610压延机辊筒的挠度与反弯曲力的关系

辊筒工作长度，mm	1397	1727	1829	1930	2108
在横压力3.58kN/cm下辊筒产生的挠度，mm	0.0486	0.097	0.1188	0.142	0.19
校正0.0254mm挠度时所需的反弯曲力①，kN/cm	3.633	2.77	2.68	2.55	2.09

① 指辊筒单位工作长度的反弯曲力。

表 1-7-22 φ710压延机辊筒的挠度与反弯曲力的关系

辊筒工作长度，mm	1880	2058	2820
在横压力4.03kN/cm下，辊筒产生的挠度，mm	0.092	0.12	0.37
校正0.0254mm挠度时，所需的反弯曲力，kN/cm	3.68	3.23	2.01

用反弯曲法所产生的挠度曲线比轴交叉法所产生的挠度曲线更接近于辊筒实际挠度曲线，但仍有一定程度的差异，也存在U型效应。反弯曲法挠度补偿值可根据需要用调整反弯曲力的大小进行调整。采用反弯曲法，可使辊筒轴颈与轴承接触位置固定，避免因负荷变化而引起辊筒浮动，从而有利于压延精度的提高。反弯曲装置占用空间少，安装调节方便，但反弯曲力作用点与轴承距离a较小，故反弯曲力F要选用适当大小，太小不起作用，太大加速轴承磨损。据有关资料介绍，反弯曲法挠度补偿值一般不超过0.1mm。目前，采用滚动轴承的压延机才适于采用反弯曲法，而用滑动轴承的压延机，则依次原理施加较小的力，使辊筒定位并消除调距螺杆及螺母间的间隙，以提高压延精度　此时，这种装置叫做预负荷装置或拉回装置，也叫零间隙装置。

（五）补偿挠度后的压延制品厚度误差

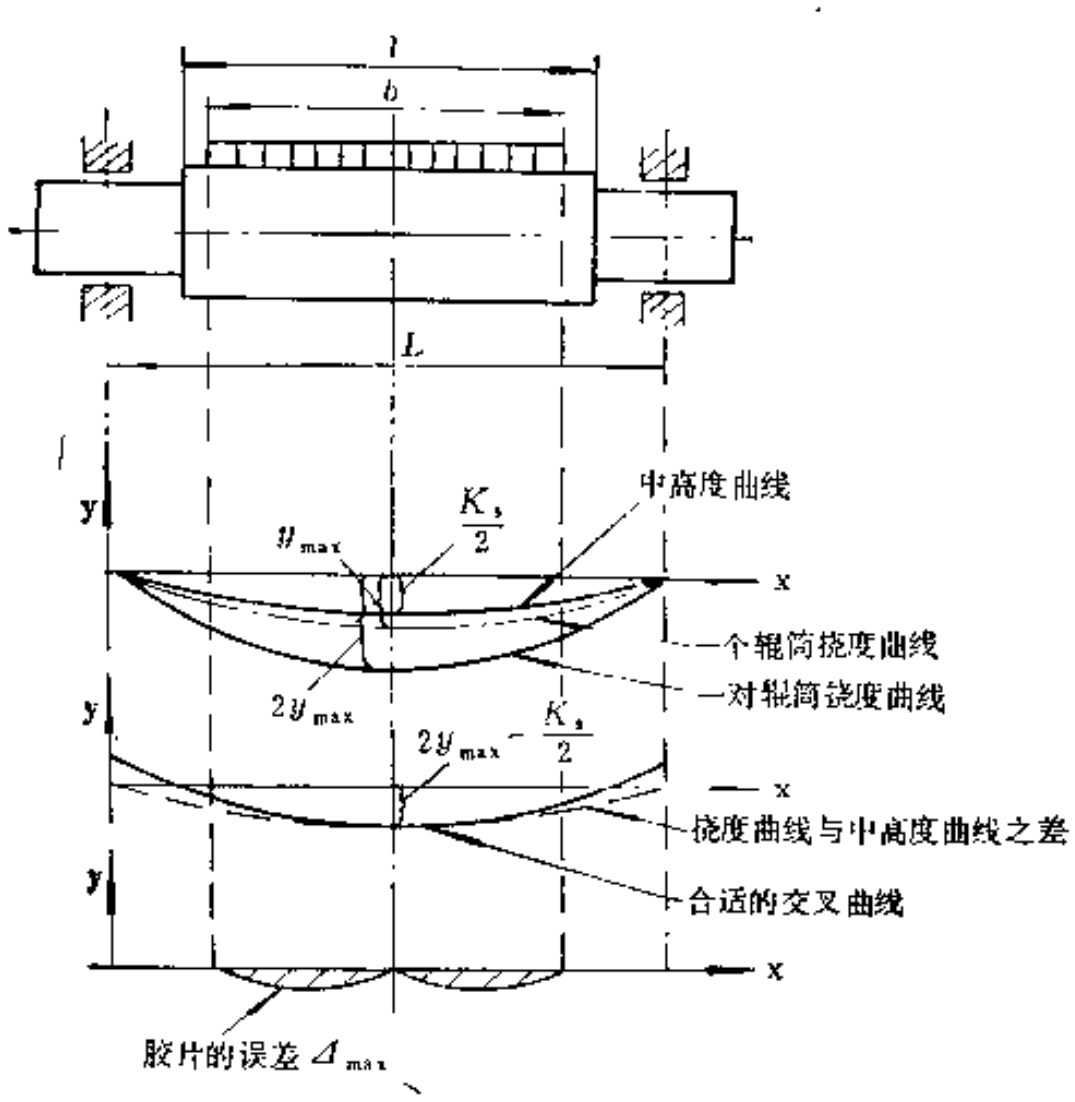


图 1-7-51　挠度曲线与补偿曲线

压延机采用中高度、轴交叉和反弯曲等补偿措施后，由于辊筒挠度而产生的压延制品的厚度误差已大为减小，目前可控制到2～3%。但是，由于辊筒挠度曲线比较特殊，与上述补偿措施所形成的曲线并不完全吻合，尚有差异，如图1-7-51所示。因此，人们正在试验用更理想的方法来补偿辊筒挠度，如液压浮动辊筒等。

二、辊筒轴承

压延机辊筒轴承的工作情况对压延制品精度与压延机正常运转有密切关系，应能满足承载能力大、功率损耗小、传热性能好、工作精度高和维修方便等要求。目前所用辊筒轴承有滑动轴承和滚动轴承两类。滑动轴承结构简单，制造方便，材料易得，成本低，应用较多。滚动轴承精度高，节能。

（一）滑动轴承

1．结构

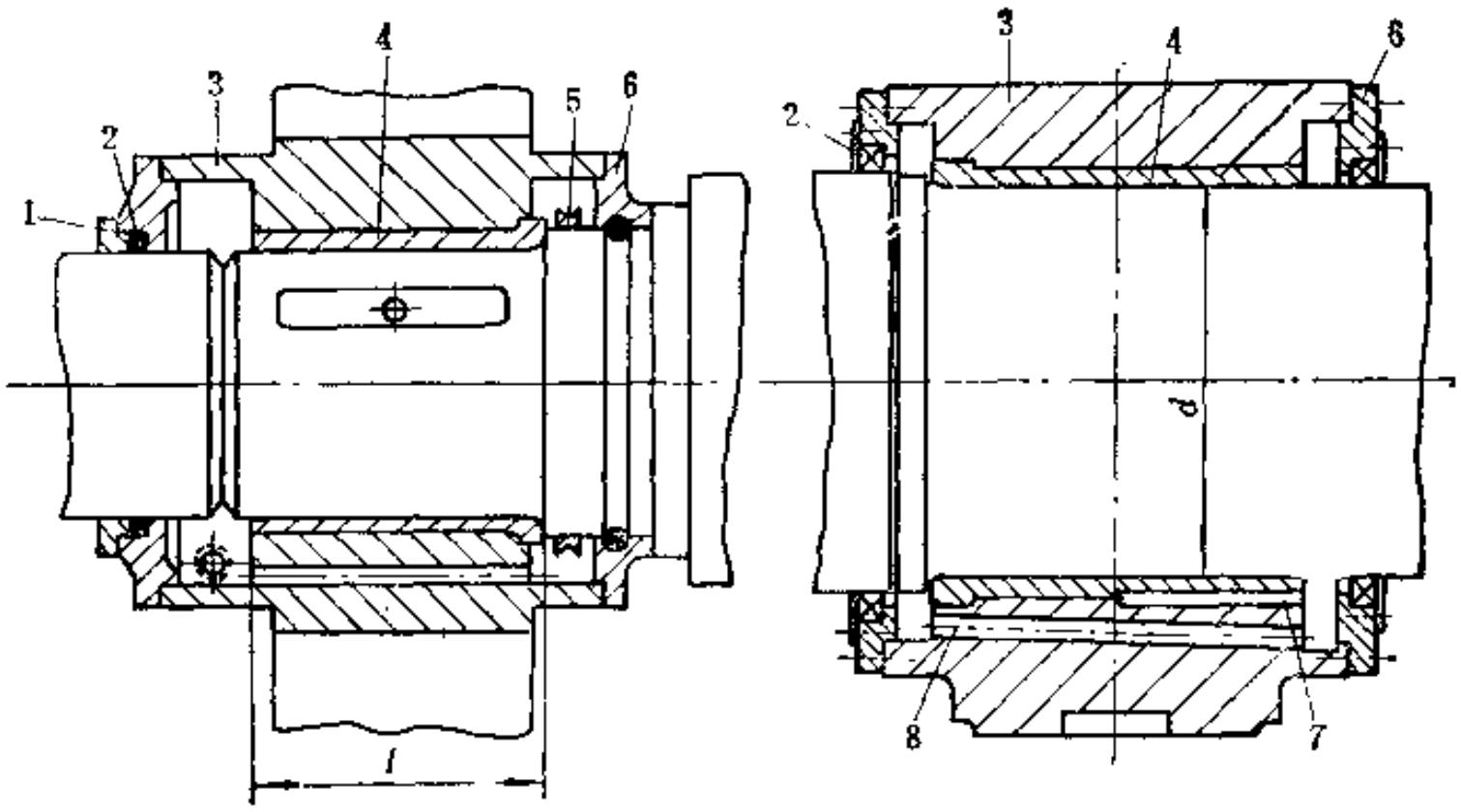


图 1-7-52 辊筒轴承（滑动轴承）

1—密封端盖；2—密封圈；3—轴承体；4—轴瓦；5—挡油环；6—压盖；7—长键；8—回油孔

滑动轴承的结构如图1-7-52所示，其中图 a 为轴瓦热装在轴承体上，而图 b 为轴瓦用长键与轴承体连在一起，并稍有间隙，不影响轴瓦的热膨胀。

滑动轴承一般采用压力循环稀油润滑，为防止泄漏，辊筒轴颈上装有挡油环 5 和密封圈 2。在轴承体 3 上设有集油槽，将经过轴瓦的润滑油聚集，经排油管返回油箱。轴衬 4 要求具有较高的强度和良好的耐磨性。轴瓦通常采用整体结构，偶有采用扇形结构（即仅在轴承负荷区设有轴瓦），轴瓦与轴承体装配后，用骑缝螺钉或键固定。轴瓦内表面有油孔及油沟，油孔与油沟的位置与分布对轴承润滑的好坏关系极大。进油孔与油沟的位置应选择在轴瓦受压区中部前方90～120°的范围内，油沟偏于油孔稍后的位置，如图1-7-53所示。有时考虑在空载及负荷情况下轴瓦承压区位置不同而又能都获得充分的润滑，故在不同的位置设置两个进油孔及油沟，如图1-7-53 b 所示。

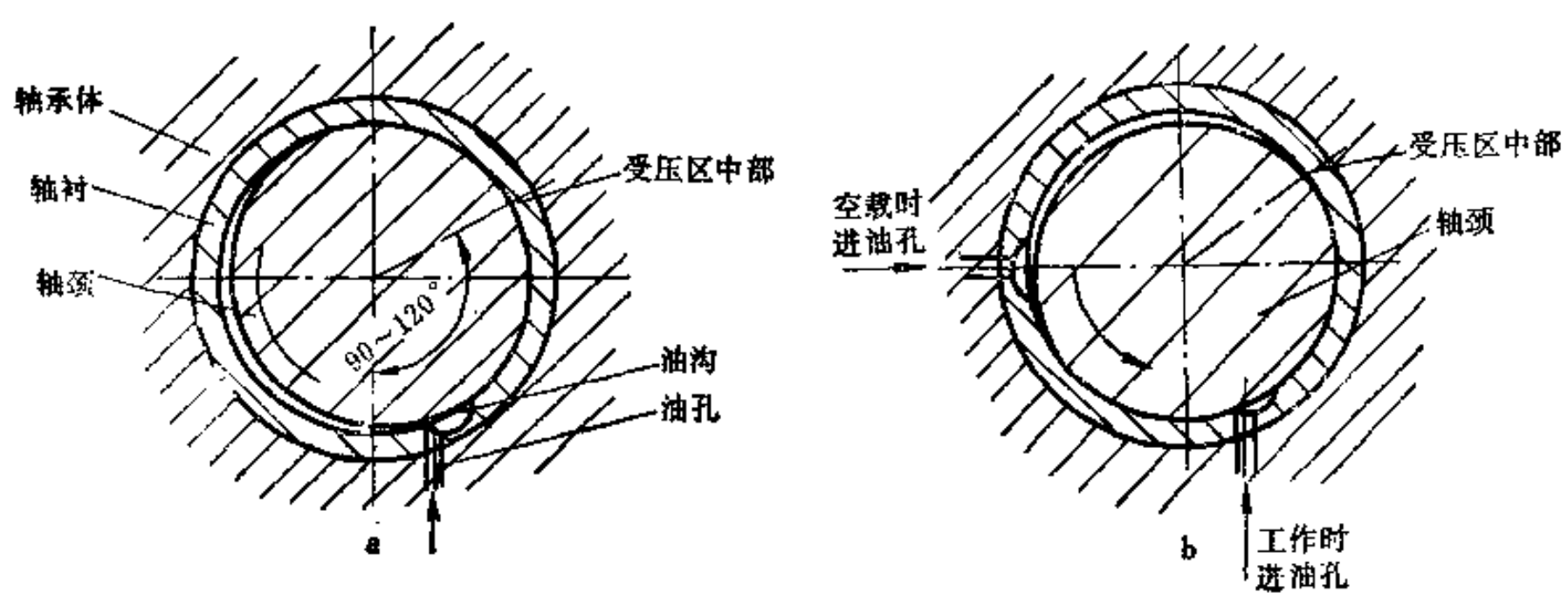


图 1-7-53 辊筒滑动轴承油孔及油沟设置位置

a——一个进油口的滑动轴承；b—两个进油口的滑动轴承

轴瓦在靠辊筒轴肩一面制成凸缘，以承受轴筒的轴向力和轴肩的摩擦。

轴瓦的几何尺寸：内径D的名义尺寸和辊筒轴颈直径d相同，长度通常取1～1.2d，轴瓦厚度根据材料、加工工艺方法和结构而定，一般为0.035～0.06d，轴瓦直径小者取大值，大者取小值。若在轴承体上采用离心浇铸轴瓦，则只需2～3mm厚。

辊筒轴承体一般采用整体式结构，这对轴承体的刚度、密封可靠性及加工制造都有好处。轴承体内孔由轴瓦的外形结构而定，而外形则根据其位置及使用要求而定，它有固定式、移动式和自动调心式等数种。

压延机中辊（四辊压延机为3号辊）一般固定不调距，故其轴承体固定在机架窗口内也不移动，上下用楔块调整定位。四辊压延机的1、2及4号辊筒及三辊压延机的1、3号辊筒因需调距，故轴承体应能在机架窗口内移动，其两侧有平行滑动面，和机架窗口构成动配合。装有轴交叉装置的辊筒轴承体为自动调心式，它既能在机架滑槽内作调距移动，又能相对机架滑槽中心为作轴交叉而转动一个角度。

轴承体与机架窗口的配合宽度，一般需比辊筒工作部分直径大一些，以便辊筒能通过机架窗口装卸。轴承体上下部应比辊筒工作部分半径略小，以便辊距接近零时，轴承体外壳不会相碰。

2．轴瓦与轴颈的间隙

滑动轴承轴瓦与辊筒轴颈的配合间隙除保证润滑需要的工作间隙外，还应考虑轴颈与轴瓦的热膨胀及机械加工误差的影响。径向间隙δ(mm)的计算如下：

$$\delta=\delta_1+\delta_2+\delta_3+\delta_4 \tag{1-7-47}$$

式中 δ_1——保证润滑条件必需的工作间隙，$\delta_1=0.0005d-2(c_1H_{CK1}+c_2H_{CK2})$，mm；

d——辊筒轴颈直径，mm；

c_1、c_2——轴颈与轴瓦表面粗糙度系数，当表面粗糙度为$R_a\leqslant1.6\mu$m时，$c_1=c_2=4$；

H_{CK1}、H_{CK2}——轴颈与轴瓦表面的粗糙度均方根差，当粗糙度R_a为1.6μm时，$H_{CK1}=H_{CK2}$，可取0.0012mm；

δ_2——轴颈的热膨胀量，$\delta_2=\alpha(t_1-t_0)d$，mm；

α——辊筒材料的线膨胀系数，铸铁辊筒的$\alpha=10\times10^{-6}℃^{-1}$，钢辊筒的$\alpha=11.5\times10^{-6}℃^{-1}$；

t_1——辊筒轴颈工作温度，一般取80℃；

t_0——室温，℃；

δ_3——轴承体轴瓦的热膨胀量，根据实际观察与测量得知，轴瓦向内膨胀，即轴瓦孔收缩，故取负值。$\delta_3=\alpha_1(t_2-t_0)d$，mm；

t_2——轴承体轴瓦的工作温度，一般取60～80℃；

α_1——轴瓦的线膨胀系数，对锡青铜为$17.6\times10^{-6}℃^{-1}$；

δ_4——轴颈、轴瓦内孔加工与装配的综合误差，此误差一般在轴颈和轴瓦公差之和范围内。

所以，轴颈和轴瓦之间的最大间隙δ_{max}(mm)为：

$$\delta_{max}=\delta_1+\delta_2-\delta_3+\delta_4$$

最小间隙δ_{min}(mm)为：

$$\delta_{min}=\delta_1+\delta_2-\delta_3$$

为保证辊筒工作时，辊筒工作部分台肩与轴承体和轴瓦端面之间不因热膨胀后产生触磨

或因轴向间隙过大而使辊筒有轴向窜动，故必须选择适当的轴向间隙。轴向间隙Δ(mm)按下式计算：

$$\Delta=\Delta_1+\Delta_2+2\Delta_3+\sqrt{\Delta_4^2+\Delta_5^2+\Delta_6^2} \qquad (1\text{-}7\ 48)$$

式中 Δ_1——辊筒工作部分轴向热膨胀量，$\Delta_1=\alpha(t_3-t_0)l$，mm；

t_3——辊筒工作部分最高温度，一般取$t_3=120$℃；

l——辊筒工作部分长度，mm；

t_0——室温，℃；

Δ_2——轴承体的轴向热膨胀量，$\Delta_2=\alpha(t_2-t_0)\cdot 2l_1$，mm；

t_2——轴承体的工作温度，取$t_2=60\sim80$℃；

l_1——轴承体的宽度，mm；

Δ_3——辊筒与轴瓦端面相对转动时必要的间隙（包括端面与轴线的垂直度误差），可按相当于辊筒工作部分直径的公差$h_8\sim h_9$选取，mm；

Δ_4——辊筒工作部分长度的加工误差，按工作部分长度尺寸的$B_{11}\sim D_{11}$级公差选取，mm；

Δ_5——轴承体及轴瓦宽度加工误差，按宽度尺寸的$B_{11}\sim D_{11}$级基轴制公差选取，mm；

Δ_6——机架内侧面与底面的垂直度偏差与装配误差，按机架高度尺寸的0.1/1000选取，mm。

所以，最大轴向间隙Δ_{max}(mm)为：

$$\Delta_{max}=\Delta_1+\Delta_2+2\Delta_3+\sqrt{\Delta_4^2+\Delta_5^2+\Delta_6^2}$$

最小轴向间隙Δ_{min}(mm)为：

$$\Delta_{min}=\Delta_1+\Delta_2+2\Delta_3$$

根据使用经验，现有压延机的辊筒轴颈与轴瓦的径向间隙及轴向间隙如表1-7-23所示。

表 1-7-23 辊筒轴颈与轴瓦的径向间隙及轴向间隙 单位：mm

间隙 \ 辊筒规格	φ230×630	φ360×1120	φ450×1200	φ550×1700	φ610×1730	φ700×1800
径向间隙	0.16～0.32	0.20～0.44	0.30～0.45	0.35～0.55	0.40～0.64	0.44～0.68
轴向间隙（每边）	0.55～0.80	0.80～1.30	1.0～1.50	1.20～2.00	1.40～2.50	2.00～3.00
轴颈直径	140	230	300	360	430	460

3．材料与技术要求

压延机辊筒轴承由于工作时载荷大、转速低、工作温度高等特点，需要使用强度高、承压能力大、耐磨耗、散热性能好及易于加工的材料。通常采用的轴瓦材料有：ZQSn10-1、ZQSn8-12、ZQSn10-10、ZQSn5-25、ZQSn7-17等铸造锡青铜，其中以ZQSn10-1及ZQSn8-12应用较多，小规格压延机轴承的轴瓦也有采用ZQSn6-6-3青铜的。

轴承体一般采用优质铸铁，如HT200、HT250，或用低碳铸钢经人工时效处理。

轴承两端密封圈采用油浸过的细羊毛毡，再用可调节的压盖压紧。为避免羊毛毡在使用中变硬失去弹性，在装入之前，最好用甲基硅油浸泡。也可使用耐油耐热橡胶或氟橡胶制成的O型密封圈。O型密封圈切开成斜口，切口在上部，装入密封端盖后再用粘结剂粘接。

为防止漏油，除选用合适可靠的密封结构与材料外，还应注意轴承体上排油槽的畅通与合适的位置，排油管要有足够的大小，使回油能及时排出。轴承体最好前后两端都能排油。

4．滑动轴承的计算

滑动轴承根据其润滑状态，一般可分为液体润滑、半液体润滑及边界润滑等数种。根据压延机的工作特点，其辊筒滑动轴承的润滑状态属边界润滑，因此，有时难免产生半干摩擦，故应以边界润滑状态进行轴承的设计计算。

边界润滑状态的设计计算应限制轴承的比压，即限制轴瓦单位面积上的压力。同时，还要限制轴瓦表面的挤压应力及PV值。有关比压 P、挤压应力$\sigma_{压}$及PV值的计算，参见本篇第四章开炼机及其附属装置的有关内容及其它有关资料。

各种规格压延机辊筒滑动轴承的 P 及PV值和有关数据见表1-7-24。

表 1-7-24 辊筒滑动轴承的P、PV值及有关数据

辊筒规格 \ 数据	轴瓦尺寸，mm 内径 d	外径 D	实际工作长度L	轴瓦材料	辊筒最高线速度 m/s	轴颈最高线速度 m/s	一个轴承单位长度作用力 N	一个轴承上的作用力 ($\alpha=20°$) N	轴瓦上的比压P N/mm²	轴瓦上的PV值 N·m/(cm²·s)
ϕ230×630	140	156	150—10	ZQSn6-6-3	10	0.101	3000	97650	4.88	49.5
ϕ360×1120	230	250	220—10	ZQSn10-1	21.9	0.283	4000	238370	4.94	115
ϕ450×1200	300	314	310—15	ZQSn10-1	25.08	0.2787	4500	287330	3.19	89
ϕ550×1700	360	390	400—20	ZQSn10-1	60	0.546	5500	577500	4.22	230.5
ϕ610×1730	430	455	382—30	ZQSn8-12	54	0.634	6000	542730	3.61	228.6
ϕ700×1800	460	490	450—30	ZQSn8-12	60	0.657	7000	770430①	3.98	262
ϕ700×1800 ③	465	505	420—30		80	0.886	7000	870430②	4.68	414.6

① 包括预负荷100000N。
② 包括预负荷200000N。
③ 系德国压延机。

（二）滚动轴承

近年来由于在新型、精密压延机上广泛采用预负荷、反弯曲等辊筒挠度补偿装置，使辊筒轴承的附加载荷大大增加，以及考虑节能及维护方面的因素，愈来愈多地采用滚动轴承取代滑动轴承。采用滚动轴承具有下列优点：

（1）滚动摩擦代替滑动摩擦，摩擦系数小，可节约功率消耗15～20%左右；

（2）承载能力大，使用寿命长，维护简便；

（3）没有轴颈的磨损和拉伤问题，轴颈的表面状况对轴承的使用寿命无甚影响，不必镶钢套；

（4）轴承内圈热装在辊筒轴颈上，并和辊筒一起研磨，因此辊筒和轴承的同心性好，间隙小，运转精度高；

（5）维修简便，更换轴承后不像滑动轴承那样，须经一段时间抱合试车。

缺点是滚动轴承制造困难，要求精度高，批量小，故成本高。在选用时必须考虑在加热膨胀后还需留有必要的间隙，而且同一辊筒两端的滚动轴承间隙要基本一致。

压延机用的滚动轴承大都为径向承载能力大并可承受部分轴向负荷的圆锥滚柱轴承（单列或双列），如图1-7-54所示，也可采用双列径向滚子轴承或双列圆柱滚子轴承，如图1-7-55和图1-7-56所示。

采用滚动轴承时务需注意下列事项。

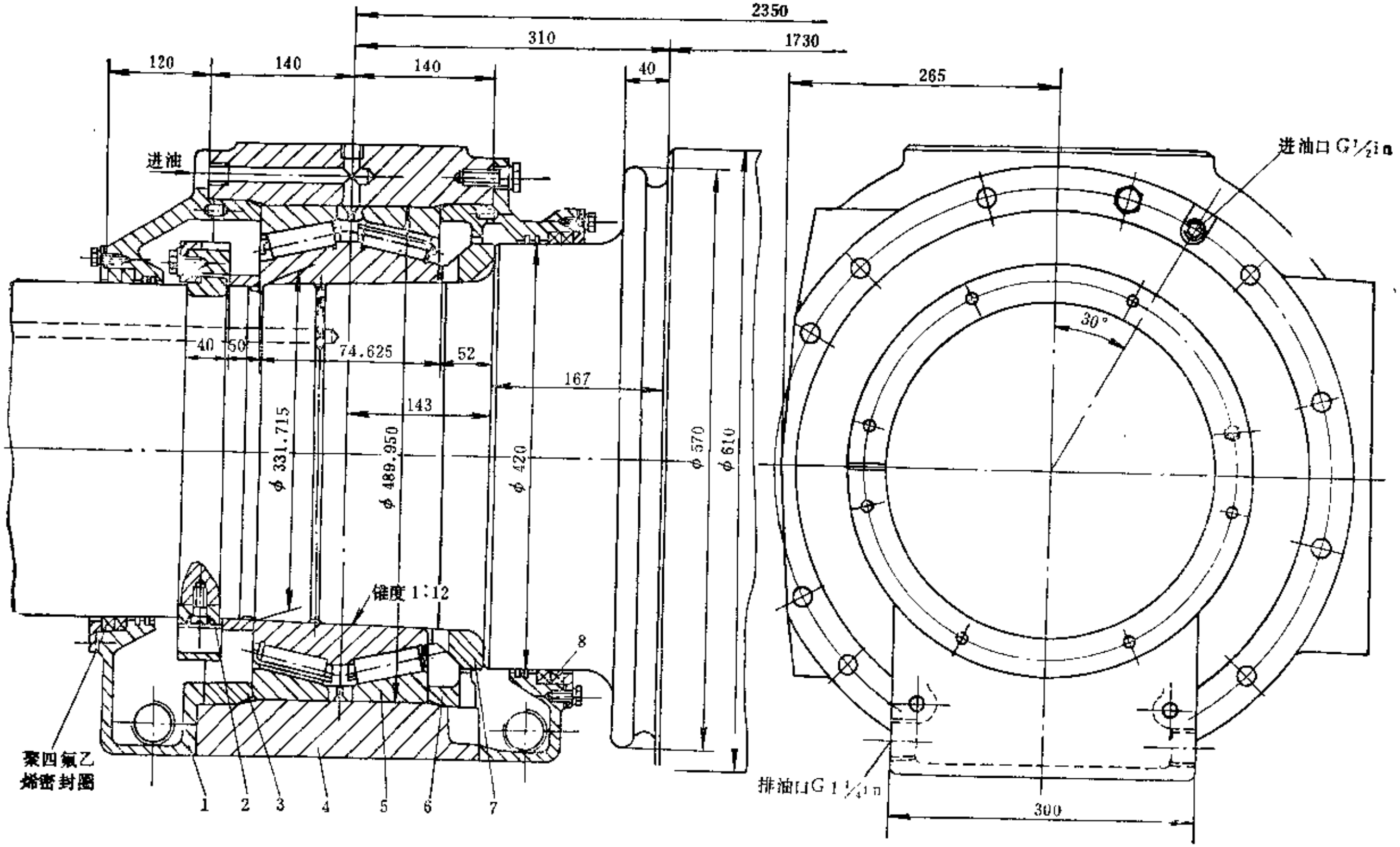


图 1-7-54　双列圆锥滚柱轴承的辊筒轴承

1—油槽；2、3、6、7—挡圈；4—轴承体；5—滚动轴承；8—聚四氟乙烯密封圈

（1）为使辊筒工作面与两端轴承同心，减少径向圆跳动误差，故在轴颈上装配滚动轴承时，轴承内环必须用油或电感应线圈加热到大约150℃左右再装到轴颈上，并适当施加轴向压力直至冷却。冷却后，两端轴承内环应和辊筒工作表面一起精磨，达到相互同心。

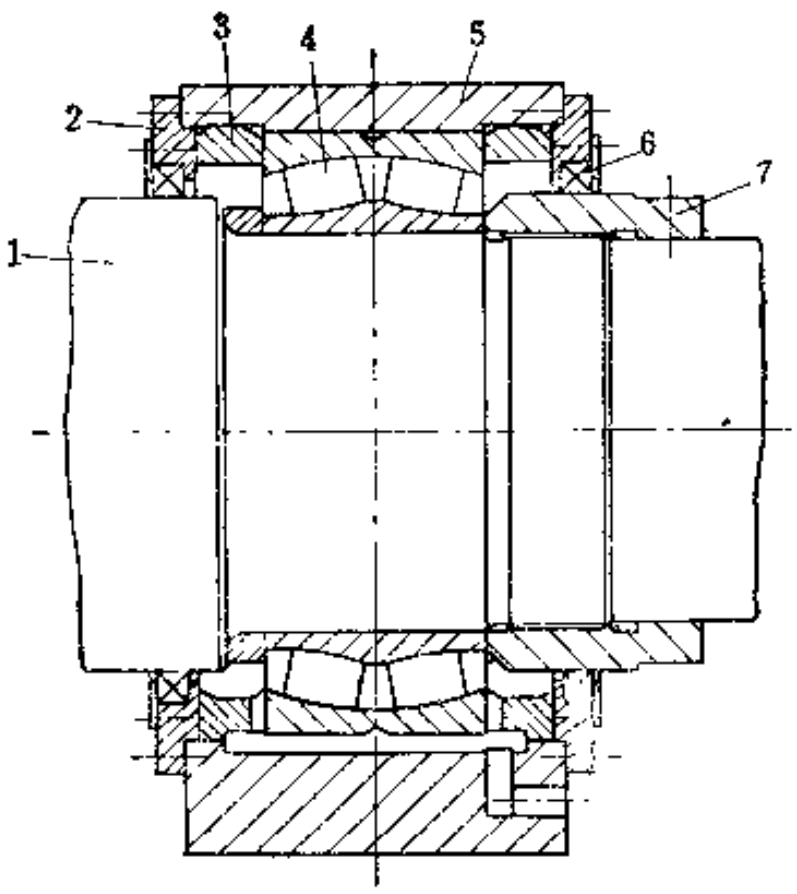


图 1-7-55 双列圆锥滚子轴承的辊筒轴承

1—辊筒；2—端盖；3—定距环；4—双列圆锥滚子轴承；5—轴承体；6—密封圈；7—套

（2）根据工作温度及热膨胀量大小，选择滚动轴承内、外环与滚柱之间的游隙大小，务使热膨胀后有适宜的间隙量，且使两端轴承间隙基本一致。

（3）要有良好的润滑条件，润滑油必须清洁。

（1）应使辊筒两端轴颈工作温度基本相同，特别应注意加热时温度不要过高，以免两端轴承膨胀量相差过大，影响轴承游隙量。

三、机　　架

压延机机架的刚性和稳定性对压延制品的质量与压延机的正常工作影响很大。因此，机架的结构设计与刚性计算必须给予足够的重视。

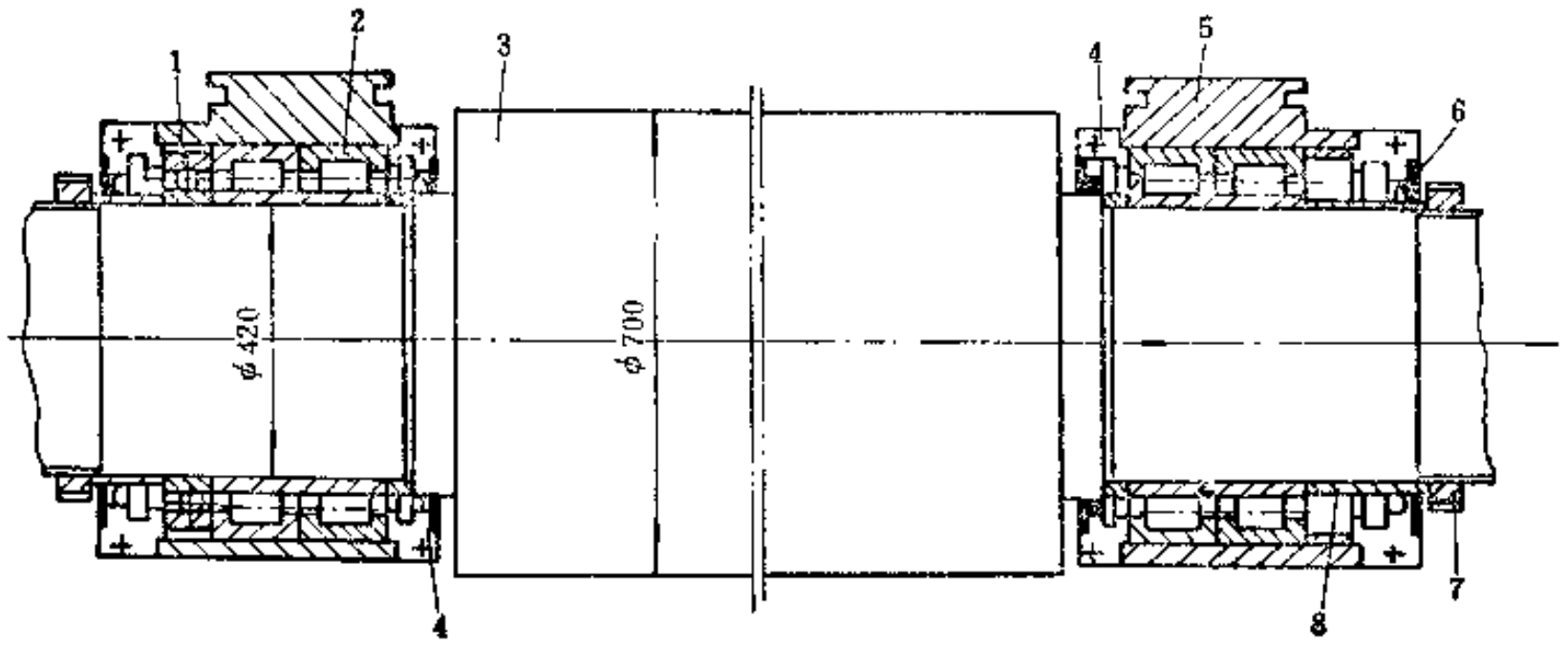


图 1-7-56 双列圆柱滚子轴承的辊筒轴承

1—向心推力轴承；2—双列圆柱滚子轴承；3—辊筒；4—端盖；5—轴承体；6—密封圈；7—圆螺母；8—轴套

（一）结构型式

机架的结构型式根据辊筒数量及排列型式而定。为使机架具有较大的刚性和强度，并减轻重量，各种型式的机架一般均作成封闭式的空心框架，内部再配置加强筋。左右两个机架安装在底座上，上部用横梁连接，构成一个整体。

机架上除了要放置辊筒轴承外，还要装设辊距调节装置、辊筒轴交叉装置、反弯曲装置、预负荷装置及其它附件（如挡胶板、切边刀和扩边器）等，故在结构上较为复杂。

图1-7-57和图1-7-58所示为几种典型的压延机机架结构型式。

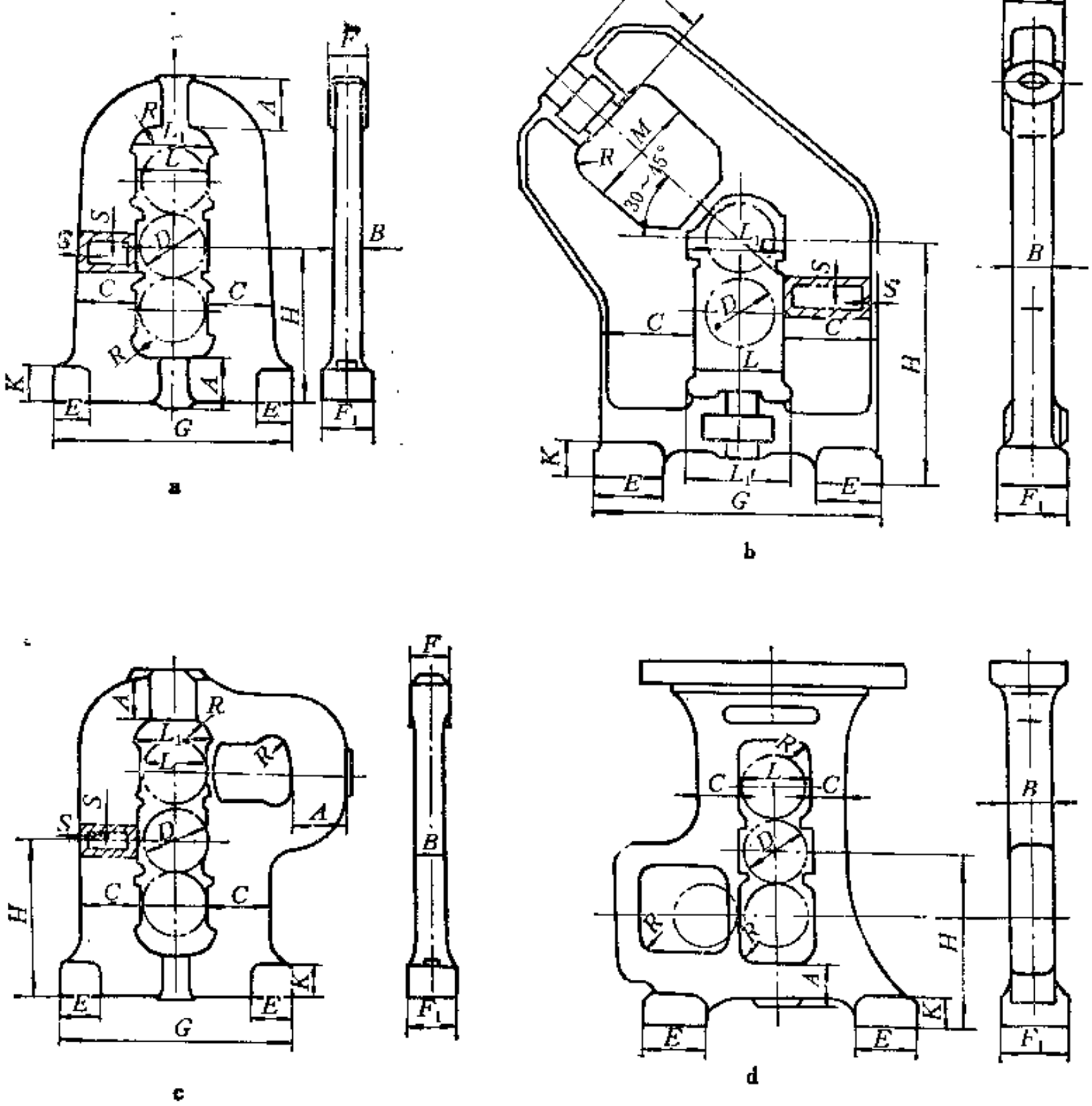


图 1-7-57　压延机机架结构型式

a—Ⅰ型；b—斜Γ型；c—Γ型；d—L型

（二）机架受力情况与各部尺寸

机架由于结构型式和操作工艺的不同，其受力情况差异较大，也比较复杂。图1-7-59所示为几种常见结构型式的机架受力情况粗略分析。图中P表示对机架主要作用力的方向，A-A、B-B、C-C、D-D等表示危险截面。根据对S型压延机机架的应力测定，最大应力发生在机架受力方向的内圆角处（即如图1-7-59 d的1、2、3点处），故机架的内圆角R应尽可能加大，以减少应力集中。

由于机架受力情况比较复杂，目前机架结构和各主要部分尺寸的确定，主要根据经验资料、实测应力分析、结构与制造工艺的需要及和同类型机架的分析对比。随着科学技术的发展和电子计算机的应用，不同型式的结构复杂的机架可采用有限元法分析解决，即把整个机架视为一个连续弹性体，将其划分为若干个单元，并将负荷移置到相应结点上，求出每个单元的劲度矩阵及整个结构的劲度矩阵，得出各结点的位移，并算出每个单元以及整个机架的

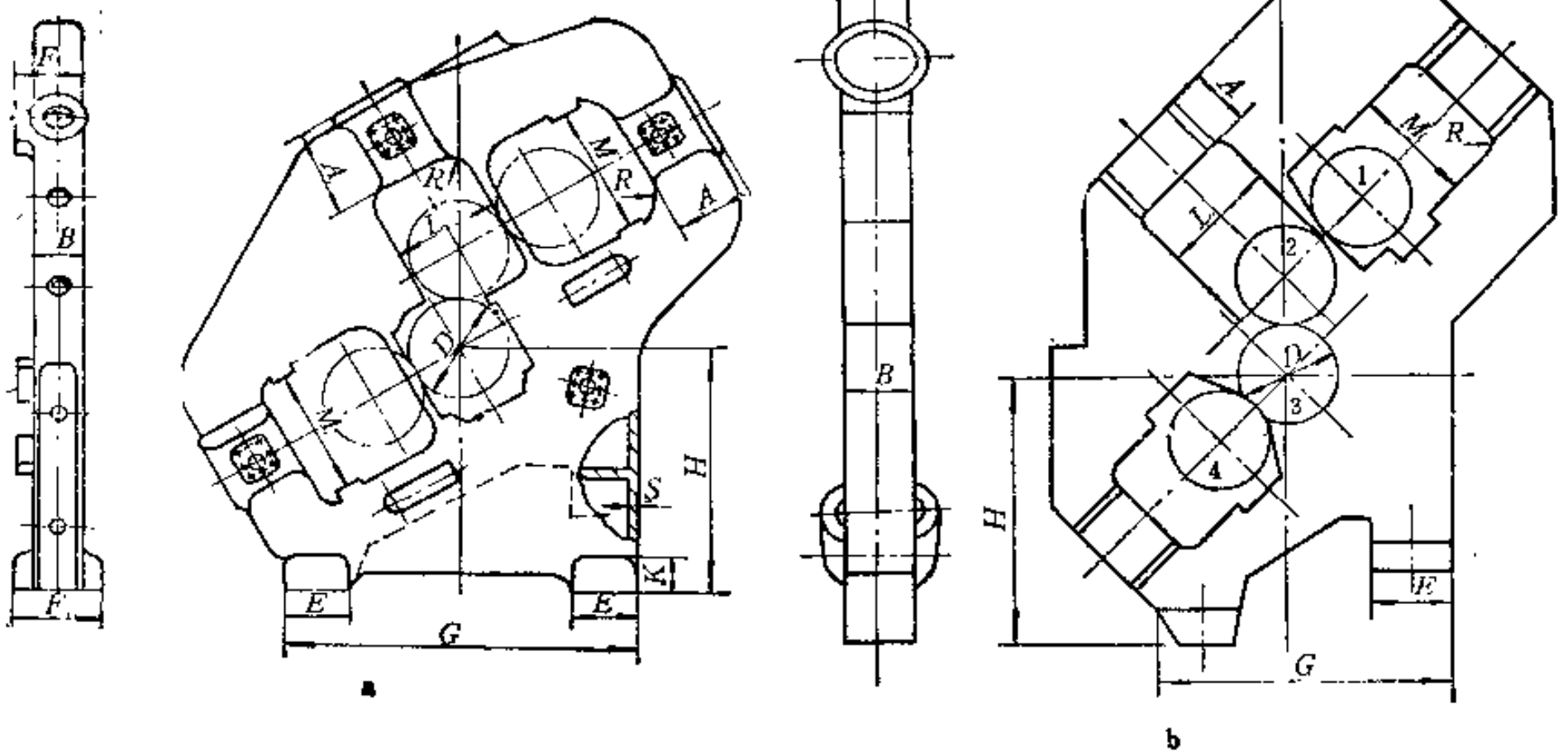
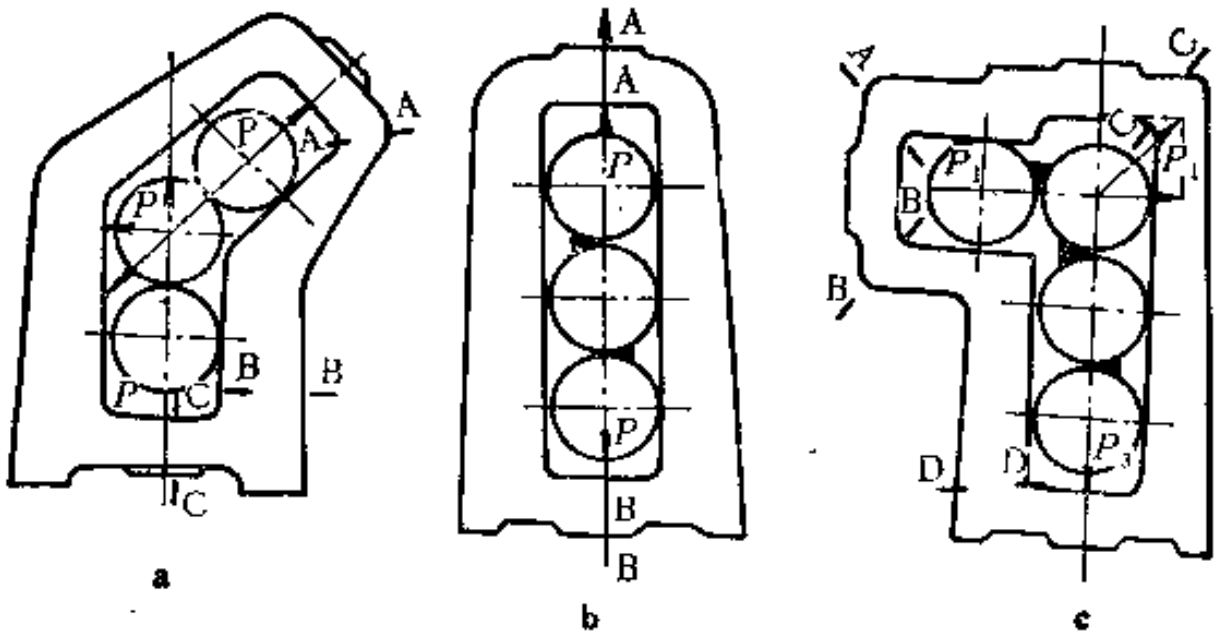


图 1-7-58　S型压延机机架的两种结构型式



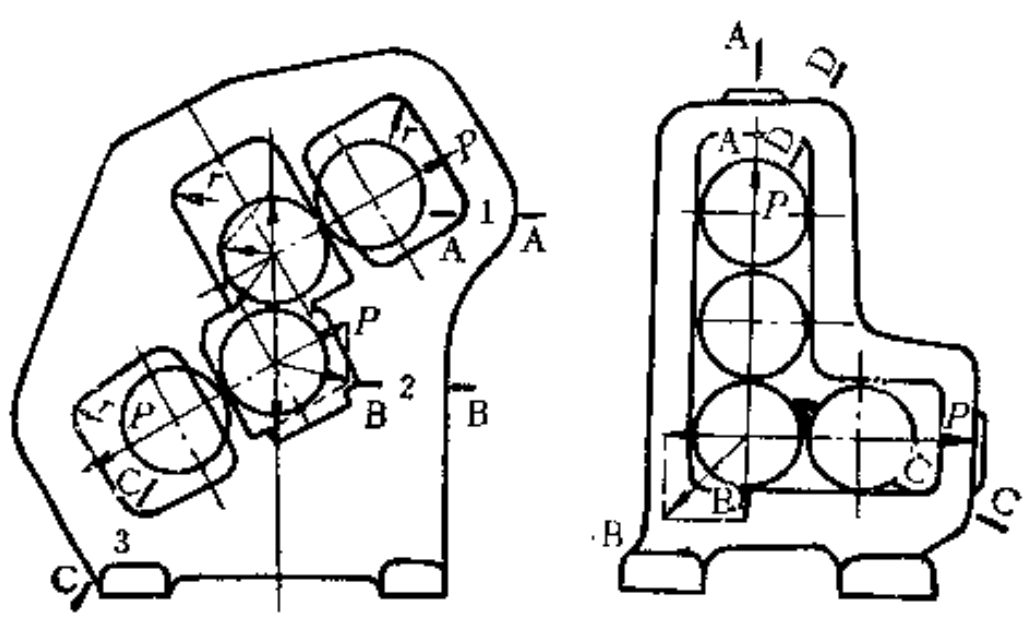


图 1-7-59　机架受力情况及危险截面示意图

应力和应变。

表1-7-25所示为根据辊筒直径D确定压延机机架主要尺寸的关系，可供参考。机架窗口

表 1-7-25　机架主要尺寸和辊筒直径的关系（见图1-7-57和图1-7-58）

尺寸代号	A	B	C	E	F	G	K	L	L_1	R
与D的关系	0.6～0.7D	0.45～0.6D	0.65～0.8D	0.55～0.6D	0.6～0.65D	2.5～3D	0.4～0.5D	1.08～1.1D	1.1～1.5D	≥0.15D

表 1-7-26　压延机机架主要尺寸　　单位：mm

尺寸代号 \ 机器规格	φ230×630 L型 四辊	φ360×1120 倾斜型 三辊	φ360×1120 斜Γ型 三辊	φ450×1200 I型 三辊	φ550×1700 倾斜型 三辊	φ550×1700 5型 四辊	φ610×1730 I型 三辊	φ610×1730 Γ型 四辊	φ700×1800 S型 四辊	φ700×1800* 斜Z型 四辊
D	230	360	360	450	550	550	610	610	700	700
A	130	250	250	240 (265)	390	450	420	420	525	420
B	130	200	200	200 (230)	260	280	310	310	360	330
C	150	270	280	365 (375)	650	-	515	510	—	820
E	200	250	250	400 (455)	440	500	345	345	560	700
F	170	230	230	270 (320)	455	610	400	385	560	575
G	930	1300	1300	1400 (1860)	1920	2015	2000	2000	2620	2600
K	80	150	150	90 (180)	220	120	240	240	270	320
L	240	380	380	470	580	500	630	630	730	740
L_1		400	400	580 (490)	600	—	660	6600	—	—
F_1	240	300	300	100 (420)	455	480	450	450	620	500
R	30	50	50	90 (100)	120	120	125	125	150	120
S	18	35	40	40 (30)	40 50	50	60	70	60 70	65 75
H	610	1000	960	1010 (1200)	1720	1600	1450	1450	1800	1200
M	—	—	—	—	700	800	—	—	930	980
全　重	1335		1980	2265	3160	2600	3020	3020	≈4200	3030
材　料	HT25-47	HT25-47	HT25-47	HT20-40	HT20-40	HT20-40	HT20-40	HT20-40	HT20-40	

注：1.带括弧的尺寸为同规格压延机不同设计的机架尺寸。
2.有＊为德国压延机资料。

尺寸L应比辊筒直径D略大，约大30～60mm，视压延机规格大小而定。

压延机机架的主要尺寸如表1-7-26所示（尺寸代号见图1-7-57和图1-7-58）。

（三）材料

机架材料一般采用强度高、抗震性能好、制造方便的高级铸铁，偶有采用铸钢或球墨铸铁。个别大型特殊用途的压延机机架也有采用厚钢板焊接的，但都必须充分消除内应力，以免使用中变形。常用的灰铸铁牌号有HT200、HT250、HT300等，铸造后需经充分的人工时效处理。

（四）机架的强度与刚度验算

1．强度验算

各种结构型式的机架目前还没有一套完善的强度理论计算公式。以下仅以对称的Ⅰ型框式整体机架为例，作一简要介绍。为简化计算，作如下假设：

（1）机架是由上横梁、下横梁及两侧立柱构成的框式整体结构，横梁和两侧立柱以圆角相互结合，两边对称，并将其各断面中性线组成的平面框架作为一简化模型，从面视作平面问题；

（2）机架受反向等量集中载荷P的作用，且作用在上、下横梁的中部，作用线也是框架对称轴线；

（3）不考虑剪切效应；

（4）机架上、下横梁和两侧立柱都视为等截面梁，即每部分的惯性矩和截面积为常数。

框式机架的危险截面一般是在上、下横梁的中部。因此，在进行强度计算时主要计算上、下横梁的弯矩值，而在刚度验算中主要验算上、下横梁中部的相对位移。

压延机工作时，胶料对辊筒垂直方向产生的横向力（法向力）使辊筒产生弹性弯曲，并通过两端辊筒轴承将力传到西边机架上，此时机架的上、下横梁部分受弯曲作用，而两侧立柱部分受拉伸与弯曲的联合作用，其受力情况如图1-7-60所示。最大弯矩M_w在横梁的中部，可按下式计算：

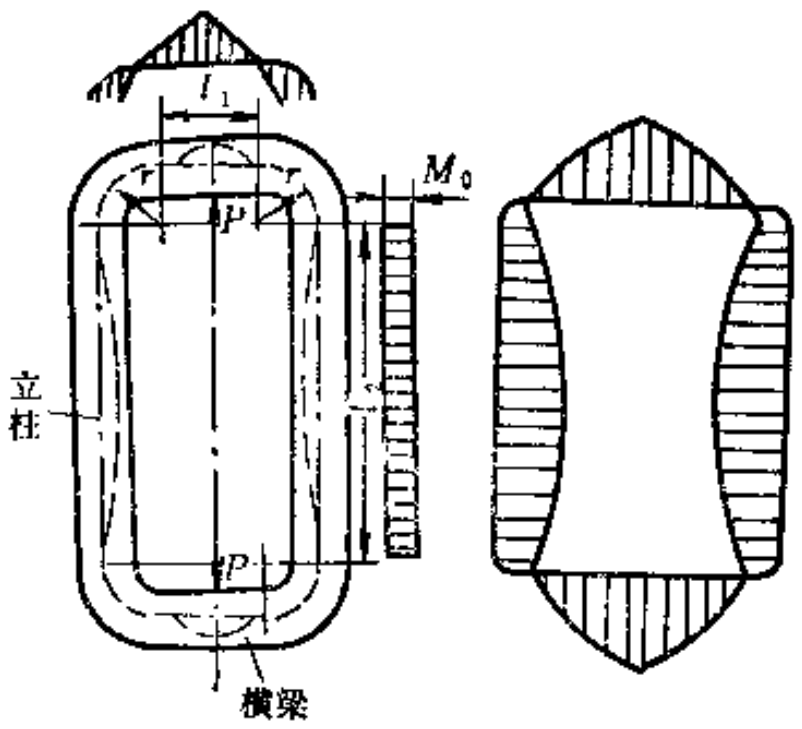


图 1-7-60　Ⅰ型机架受力情况

$$M_w = \frac{P}{2}\left(\frac{l_1}{2} + r\right) - M_0 \qquad (1\text{-}7\text{-}49)$$

式中　M_w——最大弯矩，N·mm；

P——作用于机架上、下横梁上的总作用力，N；

l_1——横梁长度，mm；

r——机架横梁与立柱交接处过渡圆角半径，mm；

M_0——刚性连接圆角的静不定力矩，N·mm。

静不定力矩M_0(N·mm)一般可采用最小功法求得：

$$M_0 = P\,\frac{\frac{l_1^3}{8J_1} + \frac{r^2}{J_3}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) + \frac{l_1 r}{2J_1}}{\frac{l_1}{J_1} + \frac{l_2}{J_2} + \frac{\pi r}{J_3}} \qquad (1\text{-}7\text{-}50)$$

式中 l_2——立柱长度，mm；

J_1——横梁截面惯性矩，mm^4；

J_2——立柱截面惯性矩，mm^4；

J_r——圆角半径 r 处的截面惯性矩，mm^4。

横梁在危险截面处的最大应力σ_w(N/mm^2)为：

$$\sigma_w = \frac{M_w}{W_1} \leqslant [\sigma_0] \tag{1-7-51}$$

立柱在危险截面处的最大应力σ(N/mm^2)为：

$$\sigma = \frac{P}{2A_2} + \frac{M_2}{W_2} \leqslant [\sigma_0] \tag{1-7-52}$$

式中 A_2——立柱的截面积，mm^2；

W_1——横梁抗弯截面模量，mm^3；

W_2——立柱抗弯截面模量，mm^3；

$[\sigma_0]$——机架材料在脉动载荷下的许用应力，N/mm^2。

2. 刚度验算

机架横梁在垂直方向产生的弹性变形会影响压延制品的精度，故机架设计除满足强度要求外，还需满足刚度要求。

由于框式机架由短梁组成，并产生静不定反弯矩，故予考虑剪切效应。机架的总挠度y(mm)可由下式求得：

$$y = y_1 + y_2 + y_1' + y_2' + y_3 \tag{1-7-53}$$

式中 y_1、y_2——分别为上、下横梁中部弯曲挠度，mm；

y_1'、y_2'——分别为上、下横梁的剪切挠度，mm；

y_3——立柱受拉伸作用力时的伸长变形，mm。

为简化计算，假设上、下横梁的几何尺寸相同，即截面积相等；截面惯性矩相同，静不定力矩为M_0，则以上挠度可分别由下式求出：

$$y_1 = y_2 = \frac{Pl_1^3}{48EJ_1} - \frac{M_0 l_1^3}{8EJ_1} = \frac{Pl_1^3}{16EJ_1}\left\{\frac{1}{3} - \frac{1}{4\left(\quad\right] + \frac{l_2 J_1}{l_1 J_2}\right)}\right\} \tag{1-7-54}$$

$$y_1' = y_2' = 1.2\left(\frac{Pl_1}{4GA_1}\right) \tag{1-7-55}$$

$$y_3 = \frac{Pl_2}{2EA_2} \tag{1-7-56}$$

式中 P——作用于机架横梁上垂直方向的总作用力，N；

E——机架材料的弹性模量，N/mm^2；

G——机架材料的抗剪切模量，N/mm^2；

A_1——机架上、下横梁截面积，mm^2；

A_2——立柱截面积，mm^2；

l_1——横梁长度，mm；

l_2——立柱长度，mm；

J_1——横梁截面惯性矩，mm^4；

J_2——立柱截面惯性矩，mm^4。

这样，总挠度y(mm)为：

$$y=2y_1+2y_1'+y_3=\frac{Pl_1^3}{8EJ_1}\left\{\frac{1}{3}-\frac{1}{4\left(1+\frac{l_2J_1}{l_1J_2}\right)}\right\}+1.2\frac{Pl_1}{2GA_1}+\frac{Pl_2}{2EA_2} \tag{1-7-57}$$

由于圆角形机架刚度的验算比较复杂，而且圆角形机架的刚度比矩形机架要大，故一般先用上述矩形机架刚度验算公式进行验算，若能满足，则圆角形机架刚度亦能得到满足。

3．机架最大作用力的确定

机架是压延机的主要大型零件，所取安全系数大于辊筒。在进行机架强度计算时，取辊筒破坏时作用在机架上的负荷作为机架强度计算负荷。为此，需首先计算辊筒的断裂负荷。

辊筒弹性弯曲时的最大应力σ_{max}(N/mm²)为：

$$\sigma_{max}=\frac{MR}{J}=\frac{MR}{\frac{\pi}{4}(R^4-r^4)} \tag{1-7-58}$$

式中 M——辊筒弯矩，N·mm；

J——辊筒截面惯性矩，mm^4；

R——辊筒工作部分外半径，mm；

r——辊筒工作部分中空内半径，mm。

当辊筒所受的应力超过屈服极限后，截面上的应力将按塑性材料重新分配。此时弯矩M(N·mm)计算式为：

$$M=\frac{4}{3}\sigma\cdot R^3 \tag{1-7-59}$$

故最大应力σ_{max}(N/mm²)为：

$$\sigma_{max}=\frac{M}{\frac{4}{3}R^3}=\frac{M}{W'} \tag{1-7-60}$$

式中 W'——塑性弯曲截面模量，mm^3。

弹性弯曲的截面模量W为：

$$W'=\frac{\pi}{4}R^3\ mm^3$$

两者之比为：

$$\frac{W}{W'}=\frac{\frac{4}{3}R^3}{\frac{\pi}{4}R^3}=1.698\approx1.7$$

辊筒环状截面的塑性截面模量W'(mm³)为：

$$W'=\frac{4}{3}\cdot(R^3-r^3)$$

因此，辊筒将在下列条件下被破坏：

$$M\geqslant\sigma_{-1}W'=\frac{4}{3}(R^3-r^3)\sigma_{-1} \tag{1-7-61}$$

式中 σ_{-1}——辊筒材料的抗疲劳强度极限，N/mm²。

若将辊筒工作部分的外半径R和内半径r及轴颈的外半径R_1及内半径r_1分别代入上式，则可得到辊筒工作部分的弯矩M_1与辊颈部分弯矩M_2，根据M_1和M_2即可求得机架上的作用力P（即计算载荷）。

当辊筒工作部分破坏时，作用在机架上的计算载荷P_1(N)为：

$$P_1=\frac{M_1}{b_1}=\frac{4}{3}\cdot\frac{(R^3-r^3)}{b_1}\cdot\sigma_{-1} \tag{1-7-62}$$

式中 R——辊筒工作部分外半径，mm；

r——辊筒工作部分内半径，mm；

b_1——辊筒轴承支承力作用点（一般在轴承中部）至辊筒工作表面破坏截面之间的距离。

当辊筒轴颈破坏时，作用在机架上的计算载荷P_2(N)为：

$$P_2=\frac{M_2}{b_2}=\frac{4}{3}\cdot\frac{(R_1^3-r_1^3)}{b_2}\cdot\sigma_{-1} \tag{1-7-63}$$

式中 R_1——辊筒轴颈的外半径，mm；

r_1——辊筒轴颈的内半径，mm；

b_2——辊筒轴承支承力作用点至轴颈破坏截面之间的距离，mm。

根据上述求得的计算载荷P_1及P_2，其中任何一个超过机架材料的弹性极限时，都不能保证机架所必须的强度。因此，要保持机架在力P_1或P_2的作用下仍有足够强度，就必须使机架在该力作用下的应力在机架材料弹性极限范围内，所以力P_1或P_2（取其小者）为机架的最大作用力。

其它结构型式的机构，如Γ型、L型、S型、Z型等，由于形状不规则，其应力情况更为错综复杂，用一般的材料力学方法难于进行计算，必须利用电子计算机以有限元法进行计算，还需用应力应变的模拟测定予以核实。

四、辊距调节装置

辊距调节装置（简称调距装置）用于调节辊筒之间的距离。根据用途，调距范围有大有小，一般在0.1～20mm之间，个别特殊用途的压延机可达120mm。调距装置装设在左、右机架上，并与辊筒两端的轴承体相连接。调距装置在压延机上一般设有$n-1$组（每组为两套，n为辊筒数）。对调距装置的要求是：操作灵活方便，准确可靠，能进行粗调与细调，结构紧凑和维修方便。装设部位如图1-7-61所示。

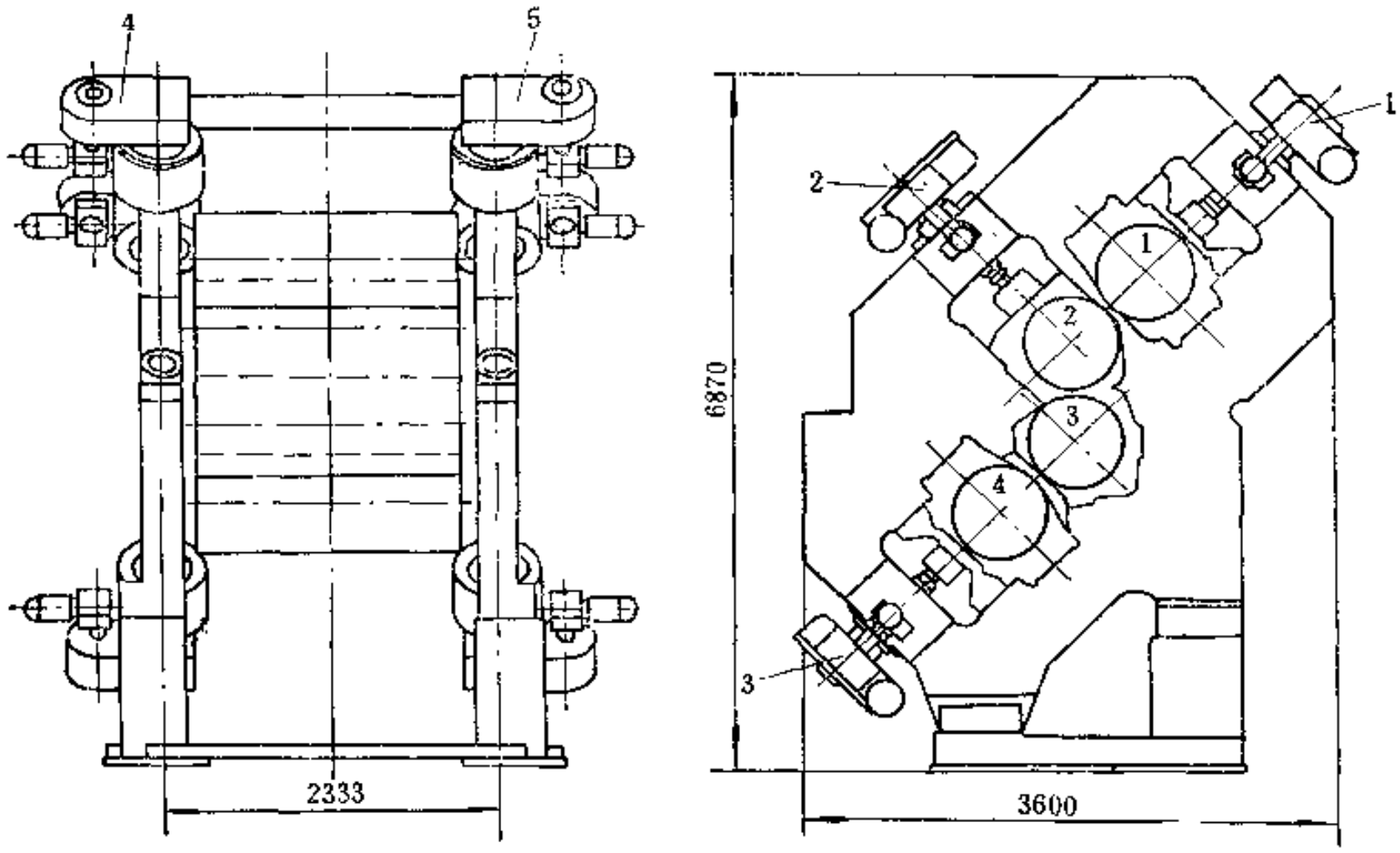


图 1-7-61　调距装置装设位置

1—1号辊筒调距装置；2—2号辊筒调距装置；3—4号辊筒调距装置；4—左端调距装置；5—右端调距装置

（一）结构形式

调距装置的结构根据驱动型式可分为手动机械式，电动机械式和液压式等数种。

1．手动机械式调距装置

这种型式的结构如图1-7-62所示，转动手轮1通过蜗轮蜗杆2及调距螺杆4、螺母5而

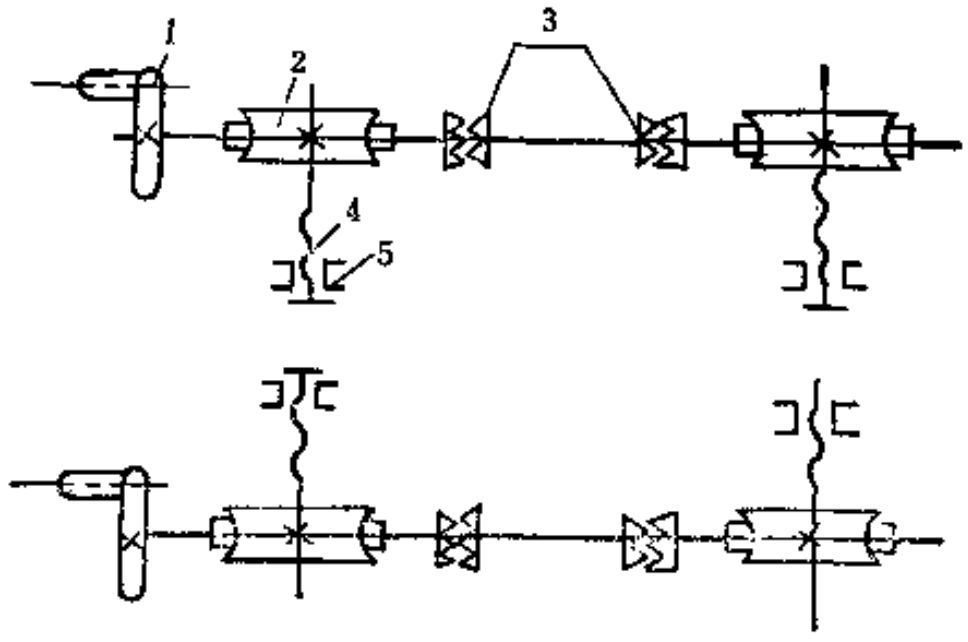


图 1-7-62　手动调距装置示意图

1—手轮；2—蜗轮蜗杆；3—离合器；4—调距螺杆；5—螺母

带动轴承体移动。通过牙嵌式离合器的离合，可实现两侧同时调距或每侧单独调距。

手动调距装置的特点是结构简单，制造容易，成本低，但操作不便，目前仅在小规格一般结构的压延机上使用。

2. 电动机械式调距装置

这是目前压延机上使用最广泛的一种调距装置，根据其传动方式的不同，又可分为集中传动（整台压延机各辊筒的调距采用一套传动装置）和单独传动（每个辊筒两端的调距装置各自配用一套传动装置）两种。

（1）单独传动调距装置　单独传动电动机械式调距装置是当前压延机调距的主要型式，其具体结构有多种多样，图1-7-63所示为一般常用的一种，电机10通过双级蜗轮蜗杆减速后带动调距螺杆4转动。由于调距螺母5固定不动，因而调距螺杆带动辊筒轴承作直线移动而达到辊筒调距目的。调距螺杆的头部作成球形体，以便在螺杆与轴承体不对心或两端调距不一致情况下，能自动调心，使支承面保持良好的接触。此种装置可实现两端轴承分开单调，也可同时调节。配用双速电机，可快速粗调和慢速细调。在调距装置下部装有刻度盘6，以观察粗调情况和调距方向。

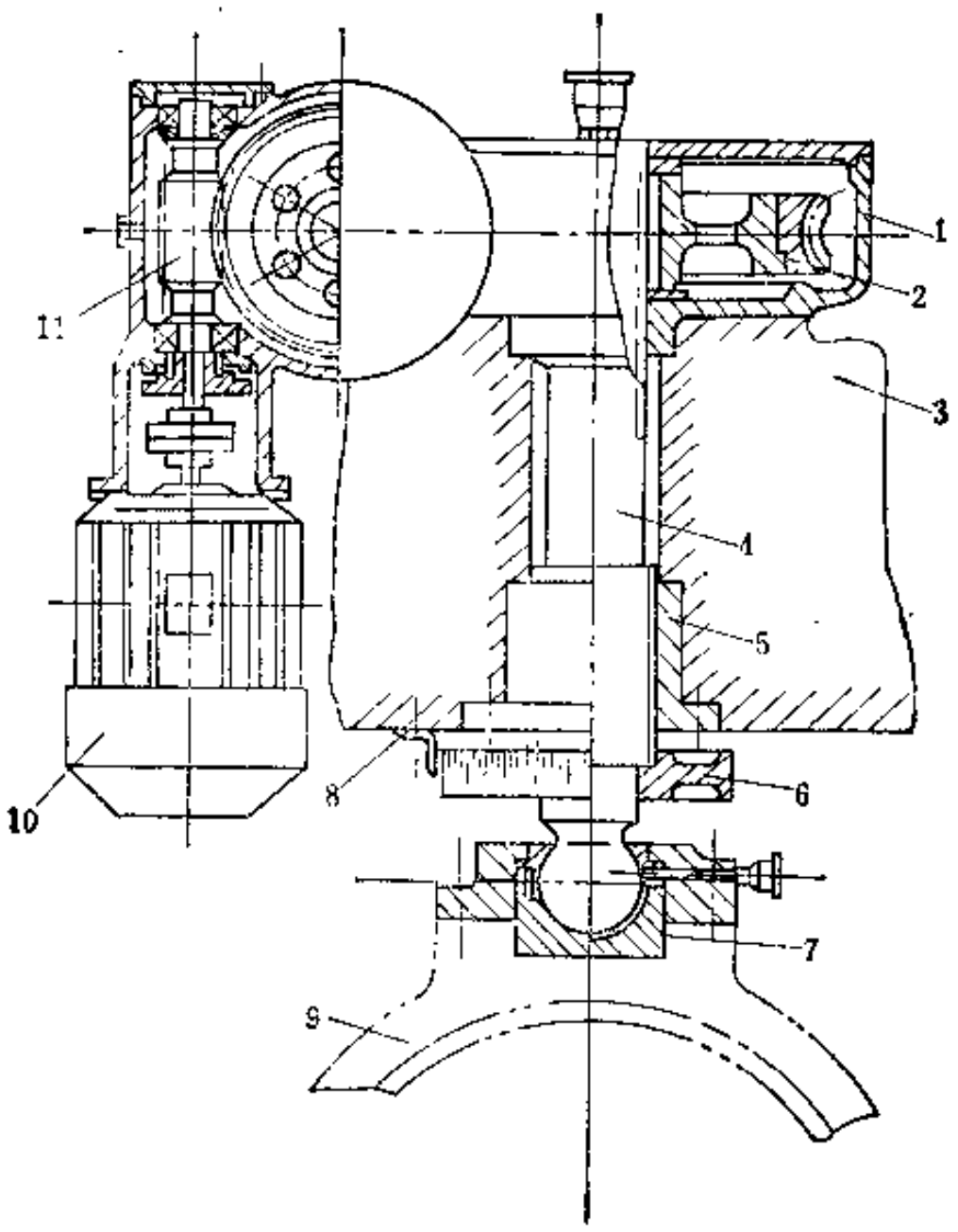


图 1-7-63　单独传动调距装置

1—蜗轮箱体；2—蜗轮；3—机架；4—调距螺杆；5—螺母；6—刻度盘；7—球面垫；8—指针；9—轴承体；10—电机；11—蜗杆

这种调距装置结构简单，调距灵活。但螺杆头部为滑动摩擦，阻力较大，球面头部与球面座易磨损，间隙增大后会影响调距的真实性与两端的不一致性。

图1-7-64所示为采用行星减速器的单独传动的调距装置。电机14通过传动箱13内的电磁

离合器、行星摆线减速器12及蜗轮减速器11而带动调距螺杆 8 转动，从而使轴承体移动，实

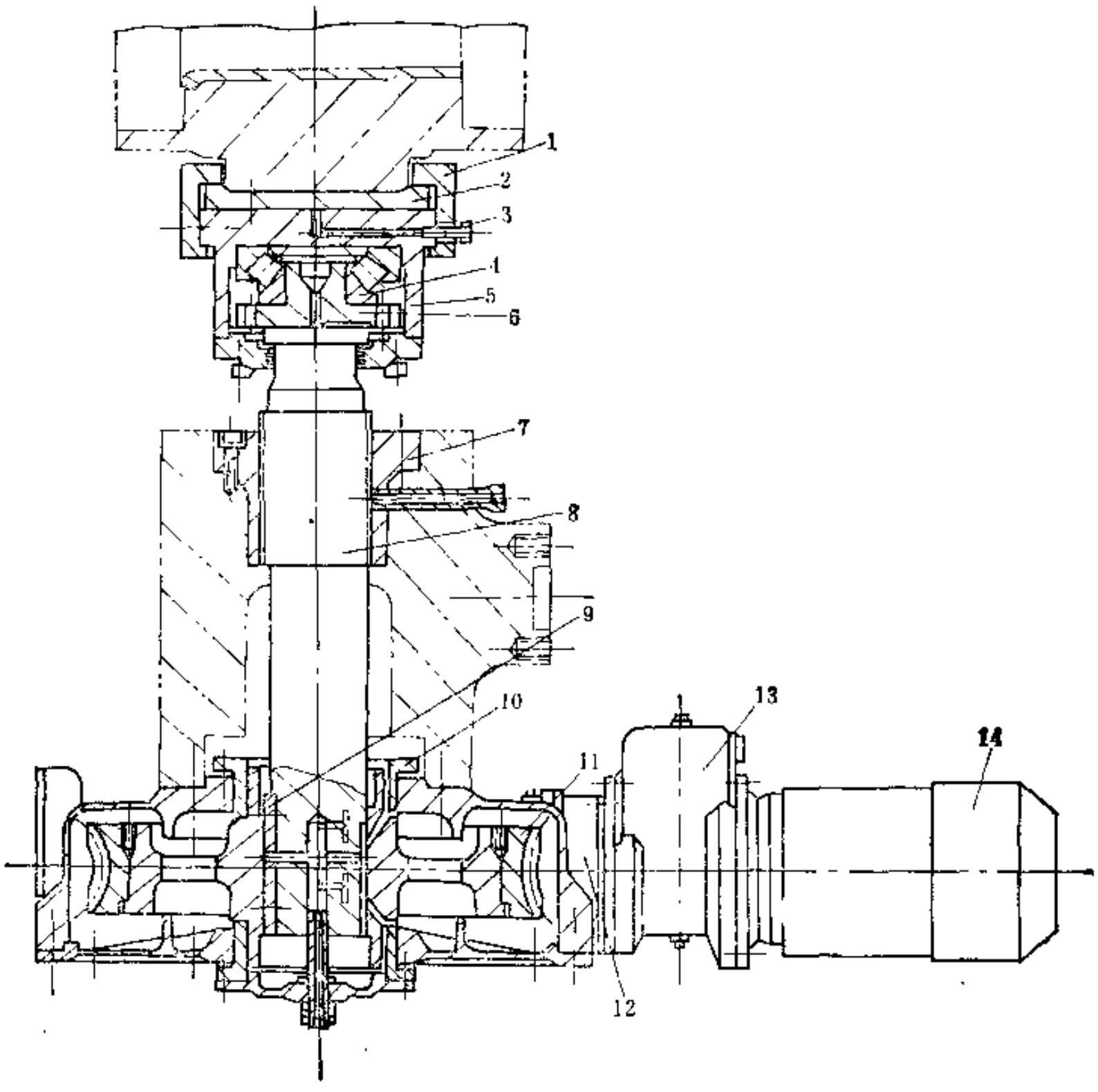


图 1-7-64　行星减速器传动的调距装置

1—夹板；2—连接板；3—加油管；4—推力球面滚子轴承；5—支承架；6—止推块；7—调距螺母；8—调距螺杆；9—键；10—压套；11—蜗轮减速器；12—行星摆线减速器；13—传动箱；14—电机

现调距。螺杆头部装有止推块 6 及推力球面滚子轴承 4 。夹板 1 和连接板 2 将轴承体与支承架 5 连接起来，使轴承体随螺杆来回移动。传动箱13内装有两套电磁离合器，可实现快速或慢速调距，其详细结构见图1-7-65。

该调距装置的特点是在螺杆头部装设了能自动调心的推力轴承 4，因而能避免辊筒两端轴承调距不一致时所造成的憋劲现象，并可大大减少摩擦阻力矩。传动电机采用绕线式结构，两边同时调距时，同步性能好。但是，传动箱13内的电磁离合器摩擦片易打滑和有剩磁等缺点，可影响调距效果，所以在安装电磁离合器时应保持动圈与定圈之间规定的间隙，润滑油要经常检查，不得有铁末杂质，并定期取出过滤或更换。

图1-7-66和图1-7-67所示为两种螺母转动的单独传动调距装置。图1-7-66所示的这种结构比较简单，调距螺母 8 与蜗轮 3 连接在一起。当电机通过减速器带动蜗轮蜗杆转动时，调距螺杆及轴承体就移动。图1-7-67所示结构是采用推力球轴承 9 承受轴向推力。调距螺母 8 和蜗轮10连接在一起，电机12经减速器11带动蜗轮10和调距螺母 8 转动，使螺杆 7 移动，经

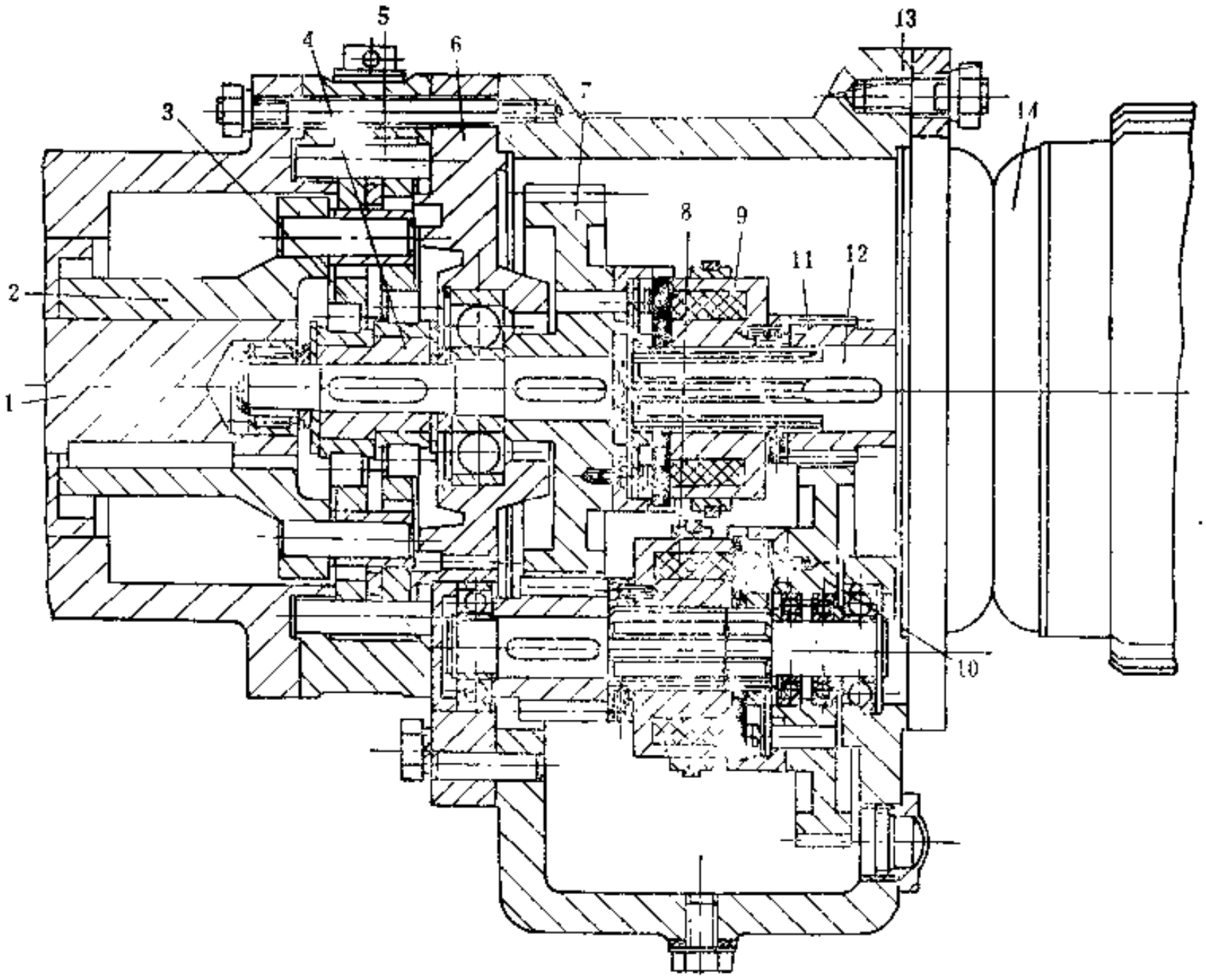


图 1-7-65　传动箱结构

1—蜗杆轴；2—输出轴；3—摆线轮；4—偏心轮；5—针轮；6—连接板；7、10、11—减速齿轮；8、9—电磁离合器；12—花键轴；13—箱体；14—电机

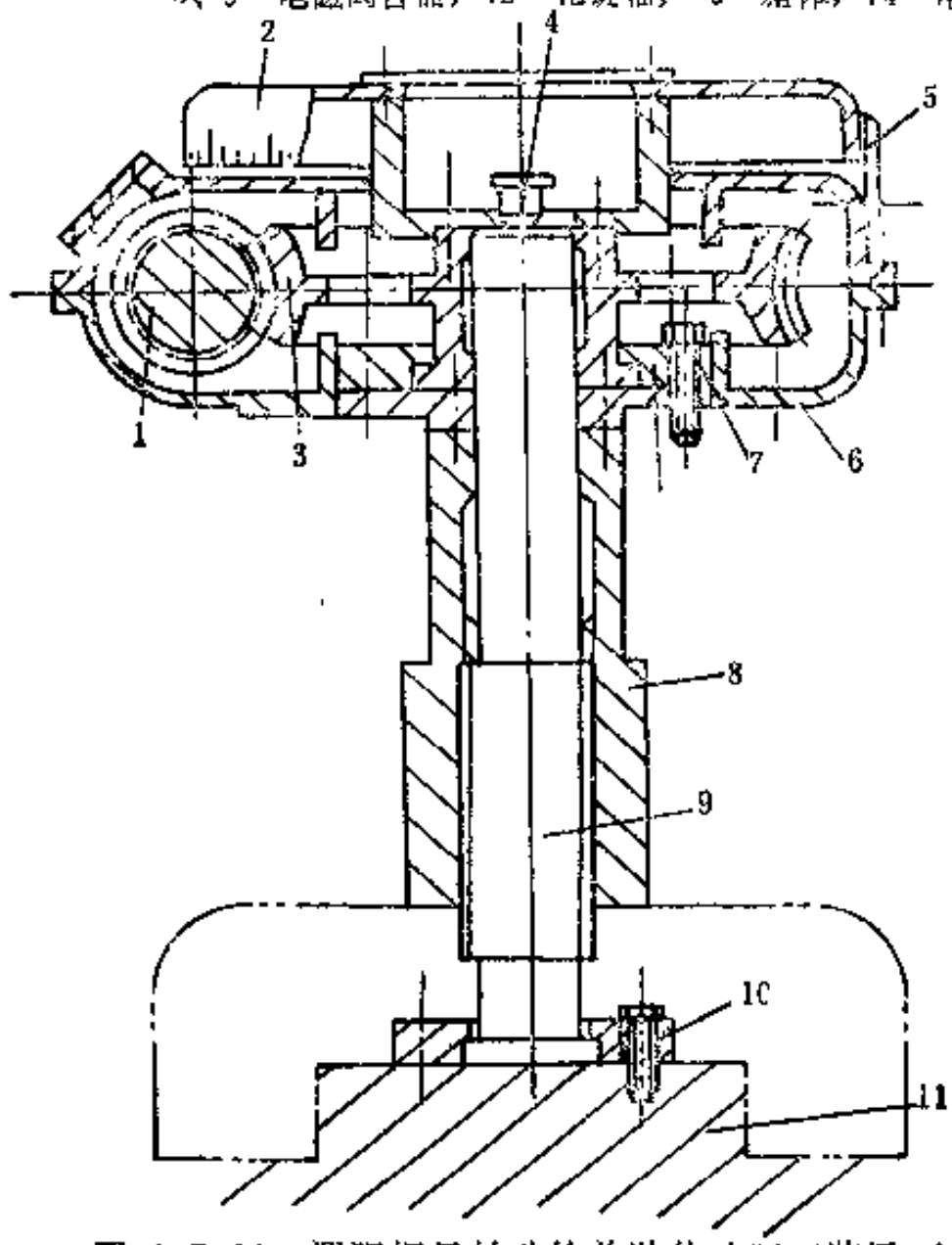


图 1-7-66　调距螺母转动的单独传动调距装置（一）

1—蜗杆；2—调距指示盘；3—蜗轮；4—油杯；5—指针；6—蜗轮箱；7—连板；8—螺母；9—调距螺杆；10—连接板；11—轴承体

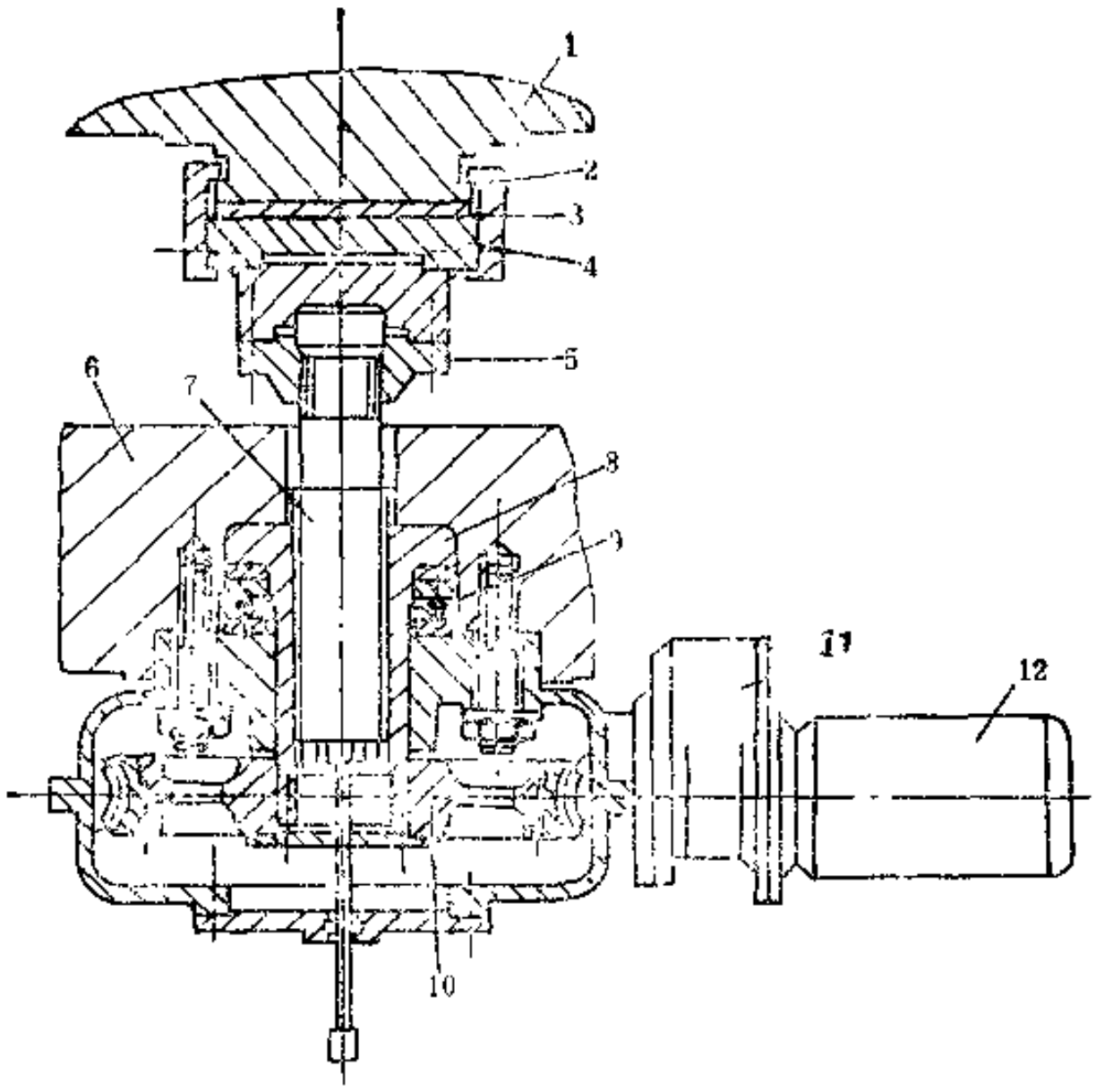


图 1-7-67　调距螺母转动的单独传动调距装置（二）

1—轴承体；2—夹板；3—平板；4—支承架；5—压盖；6—机架；7—调距螺杆；8—调距螺母；9—推力轴承；10—蜗轮；11—减速器；12—电机

过夹板 2 带动轴承体 1 移动而实现调距。

螺母转动的调距装置由于调距螺杆不转动，从而没有螺杆头部的摩擦阻力矩，所以螺母受力较单一。但由于不能自动调心，要求辊筒两端同时调距，否则易憋劲。

图1-7-68所示为另一种结构型式的调距螺母转动的单独传动调距装置。双速电机15经过电磁离合器箱14和行星减速器13带动蜗轮12转动，由于调距螺母10与蜗轮12连接在一起，从而使调距螺杆 9 在螺母10内移动。在调距螺杆前部装有调节螺母 8，当由于螺杆磨损而间隙增大时，拆下内齿圈 5 的固定螺钉，转动调节螺母 8 将间隙调至合适大小，而后再用螺钉将内齿圈 5 和托架 6 固定。此外，在螺杆头部还装有一个过接头（帘布接头）保护装置（又称缓冲装置），它由油缸 1 、活塞 2 及压盖 4 等组成。当帘布接头通过辊距时，由于厚度增加，迫使轴承体后移一个距离，从而油缸 1 内的油压升高，使部分压力油流回油路系统，自动增大辊距，避免因通过接头时厚度的突然增大而增加轴承和调距螺杆的附加载荷，保护机体不受损坏。帘布接头通过后，在油压作用下，使油缸及轴承体又恢复正常工作状态。油缸活塞的行程为5～10mm。油缸内油压可根据压延工艺的要求而调节。德国 ϕ700×1800斜Z型四辊压延机的过接头保护装置的液压系统原理图如图1-7-69所示，其工作油压为11～11.5MPa，每侧油缸压力为350kN，当帘布接头通过辊距时，油缸内的油压增大而被挤出流入球形蓄能器内。帘布接头通过2m左右后，辊距便恢复原状。

（2）集中传动调距装置　如图1-7-70所示，可电动或手动。当用可逆电机 1 传动时，经过一对齿轮 2 及锥形齿轮 6 带动蜗杆蜗轮 8 使调距螺杆10在螺母 9 内移动。由于螺母 9 固

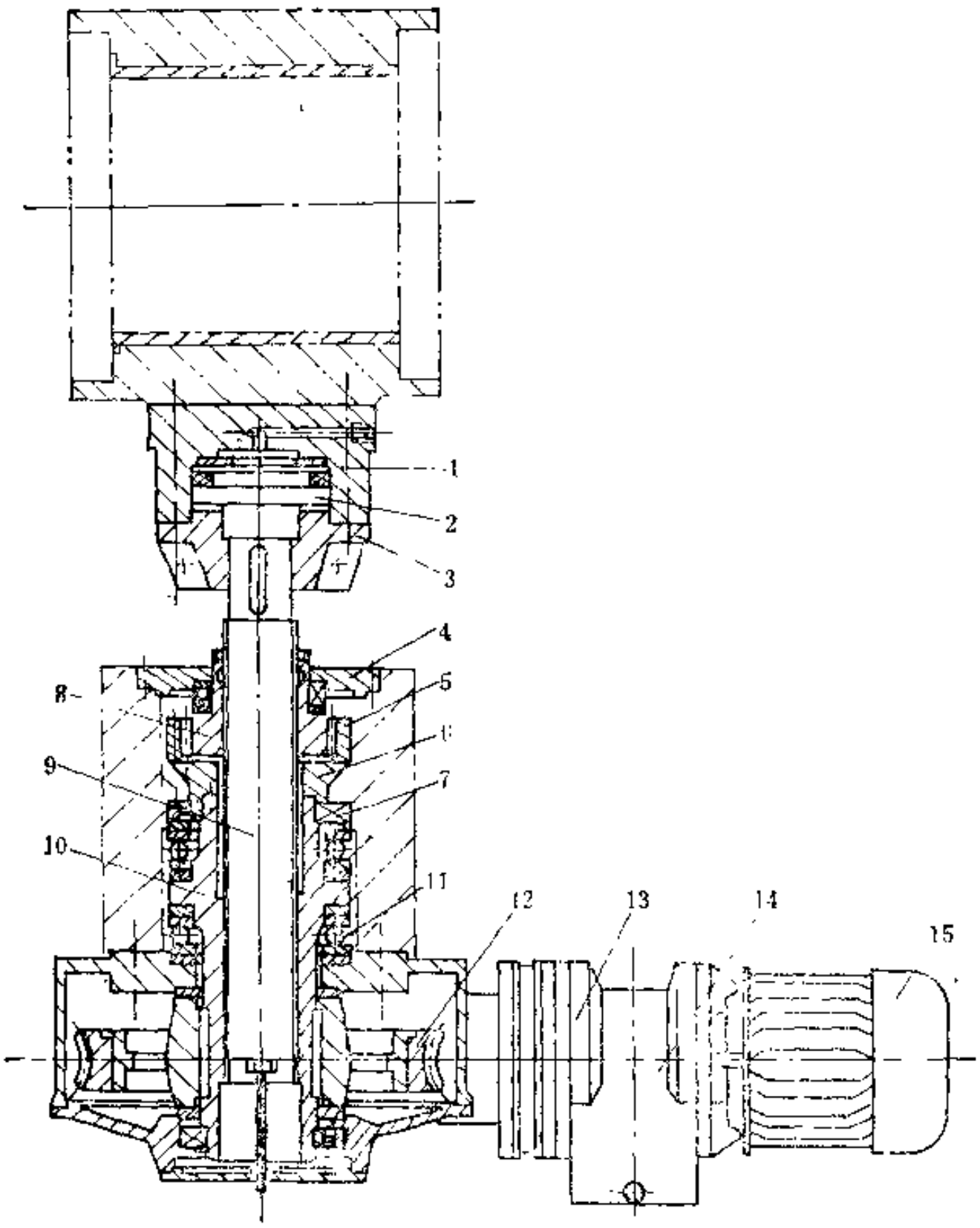


图 1-7-68 行星减速器传动调距螺母转动的调距装置

1—油缸；2—活塞；3—轴套；4—压盖；5—内齿圈；6—托架；7—轴承；8—调节螺母；9—调距螺杆；10—调距螺母；11—止推轴承；12—蜗轮；13—行星摆线针轮减速器；14—电磁离合器箱；15—双速电机

定在机架上，因此调距螺杆10一边转动一边带动轴承体11移动。若需手动或细调，利用手轮3操纵离合器4脱离即可。

上、下辊距的统调与否由离合器5控制，而辊筒左、右侧的辊距则由离合器12控制。

集中传动调距装置的特点是动力集中，采用一个电机，造价低，电动或手动可任意选用。但这种调距型式结构杂而乱，操作不便，特别是难于实现自动调距。因此，除在一些小型或老式压延机上使用外，新设计的压延机已不再采用。

3．带有安全垫片的调距装置

压延机的过载保护除在电气控制系统中进行考虑外，在机械结构上也可予以考虑，通常的做法是调距螺母采用较小的安全系数，使过载时较其它重要零件先行破坏，以保护其它关键零件。但有的压延机为减去拆装调距螺母的麻烦，像开炼机那样，在调距螺杆和轴承体之间装设一个安全垫片，这样过载时可先损坏易换的安全垫片。图1-7-71所示为$\phi450\times1200$三

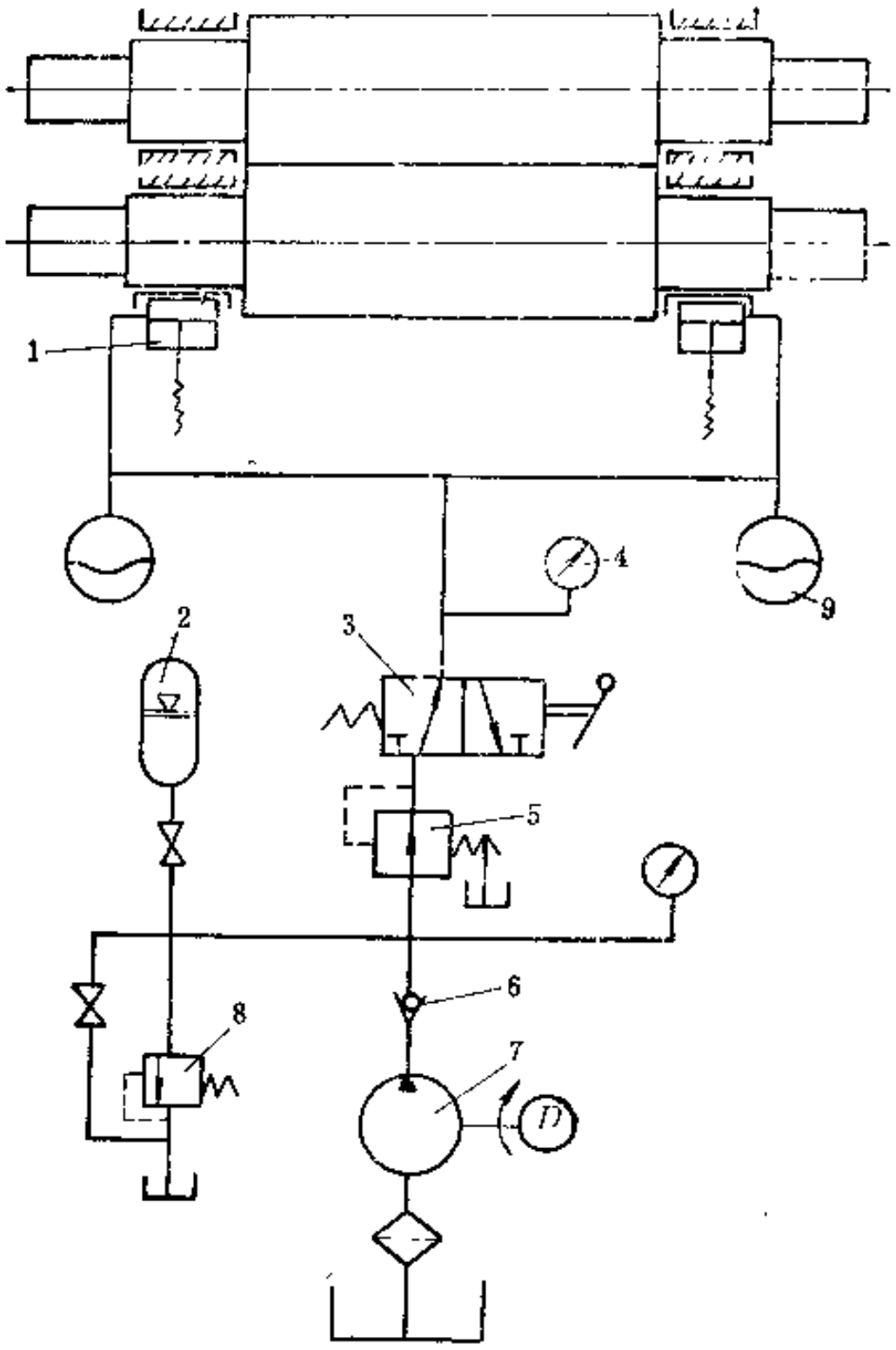


图 1-7-69　过扳头保护装置的液压系统原理图

1—过接头保护装置；2—蓄能器；3—二位三通阀；4—压力表；5—调压阀；6—单向阀；7—油泵；8—溢流阀；9—球形蓄能器

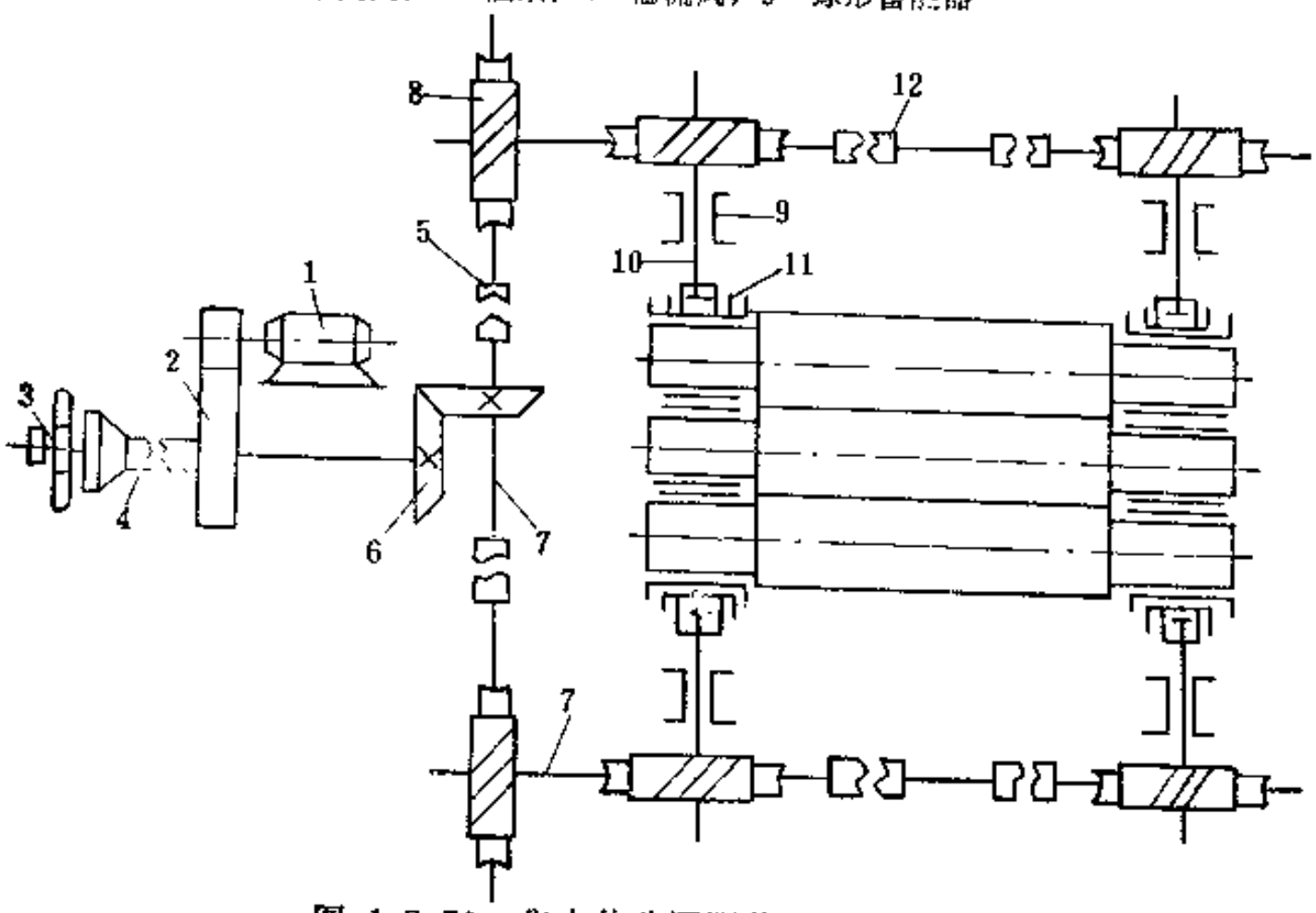


图 1-7-70　集中传动调距装置示意图

1—电机；2—传动齿轮；3—手轮；4、5、12—离合器；6—锥形齿轮；7—传动轴；8—蜗杆丝杠；9—调距螺母；10—调距螺杆；11—轴承体

辊压延机上采用的一种带有安全垫片的调距装置的结构。安全垫片 1 一般用铸铁等脆性材料制成，以辊筒所受最大横压力的一半作为其剪切力，并应对每炉材料进行剪切强度试验，以确定其厚度尺寸。

4．液压调距装置

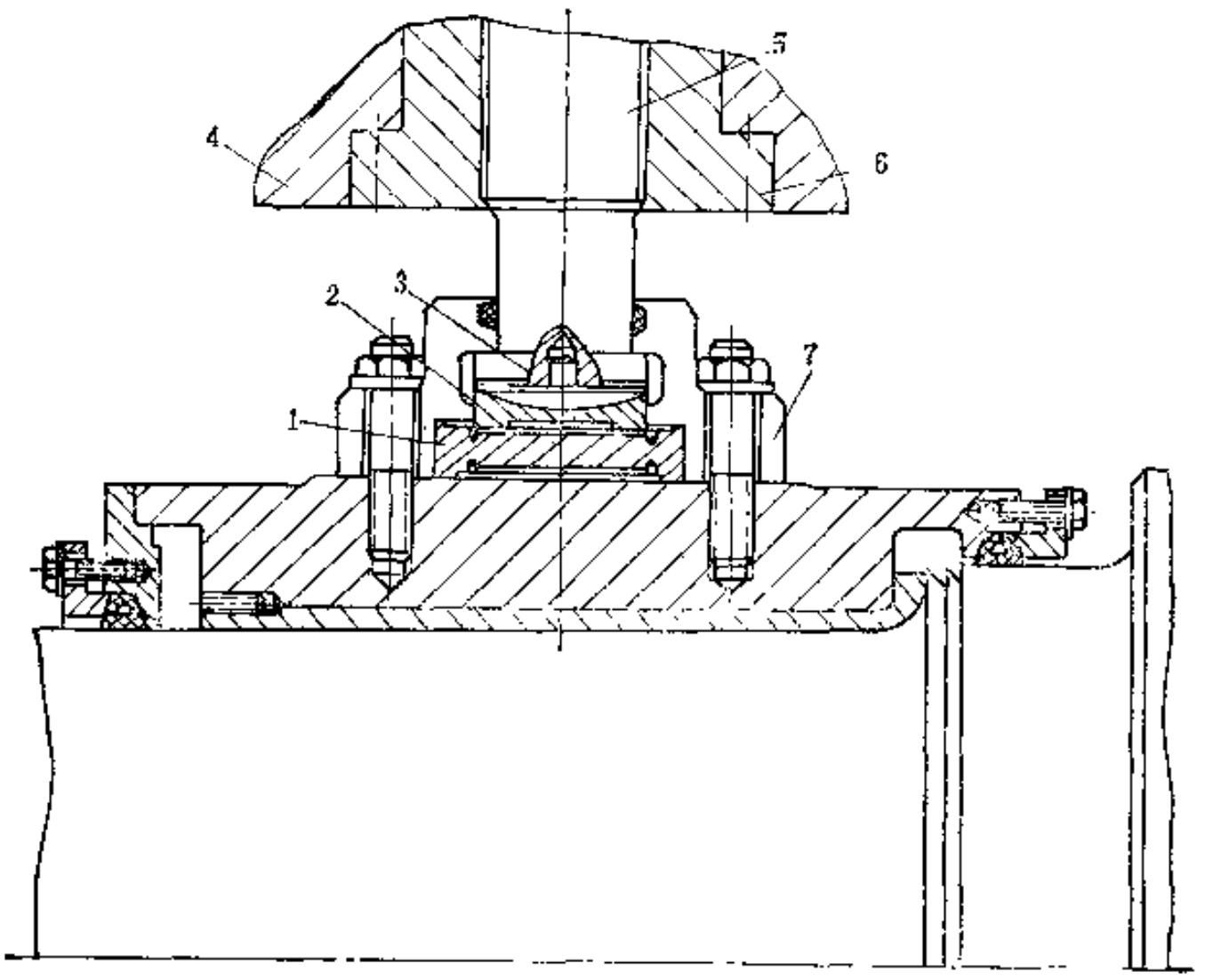


图 1-7-71　带有安全垫片的调距装置

1—安全垫片；2—凹面垫；3—凸面垫；4—机架；5—调距螺杆；6—螺母；7—压盖

液压调距装置的结构如图1-7-72所示，它是一种液压与机械联合作用的新型调距装置，采用这种调距装置，当压力油由进油口11或 3 进入时，可使辊距快速调小或增大。如果需要细调，用步进电机 1 通过减速器 2 带动螺杆10推顶活塞 9 而使轴承体 6 移动。步进电机每发出一个脉冲信号，辊筒便移动0.0025mm，因此可平滑调节辊距。采用液压快速调距时，1s 内可移动9.5mm。这种装置的调节速度比为60:1。该系统内还设有一个测距仪，用以控制最小辊距。当辊筒达到测距仪预定位置时，便发出警报信号，以保证机器安全。步进电机与电气控制系统相连，能根据测厚仪的信号自动平稳调节辊距。

液压调距装置的特点是调距灵活，安全准确，速比范围大，没有蜗轮蜗杆传动中的低效率及过多的机械摩擦损失，但是结构比较复杂，制造精度要求高，密封性能要好。

5．调距电机和减速机构的选择

辊筒调距是压延作业中一项很频繁的操作，由于近代压延机辊筒两端的调距大多采用单独的电机传动，因而在调距时有快调和慢调的要求。为此，调距电机应能满足下列要求：①电机转速可变，能快速运转和慢速运转；②电机同步性能好，两端同时调距时相互间转速误差要小；③电机外型小、重量轻，便于安装使用；④能适应自控调距和反馈调节。

根据上述要求，目前多数调距装置选用变极交流电机（双速、三速及多速等）、或绕线式电机（机械变速）。

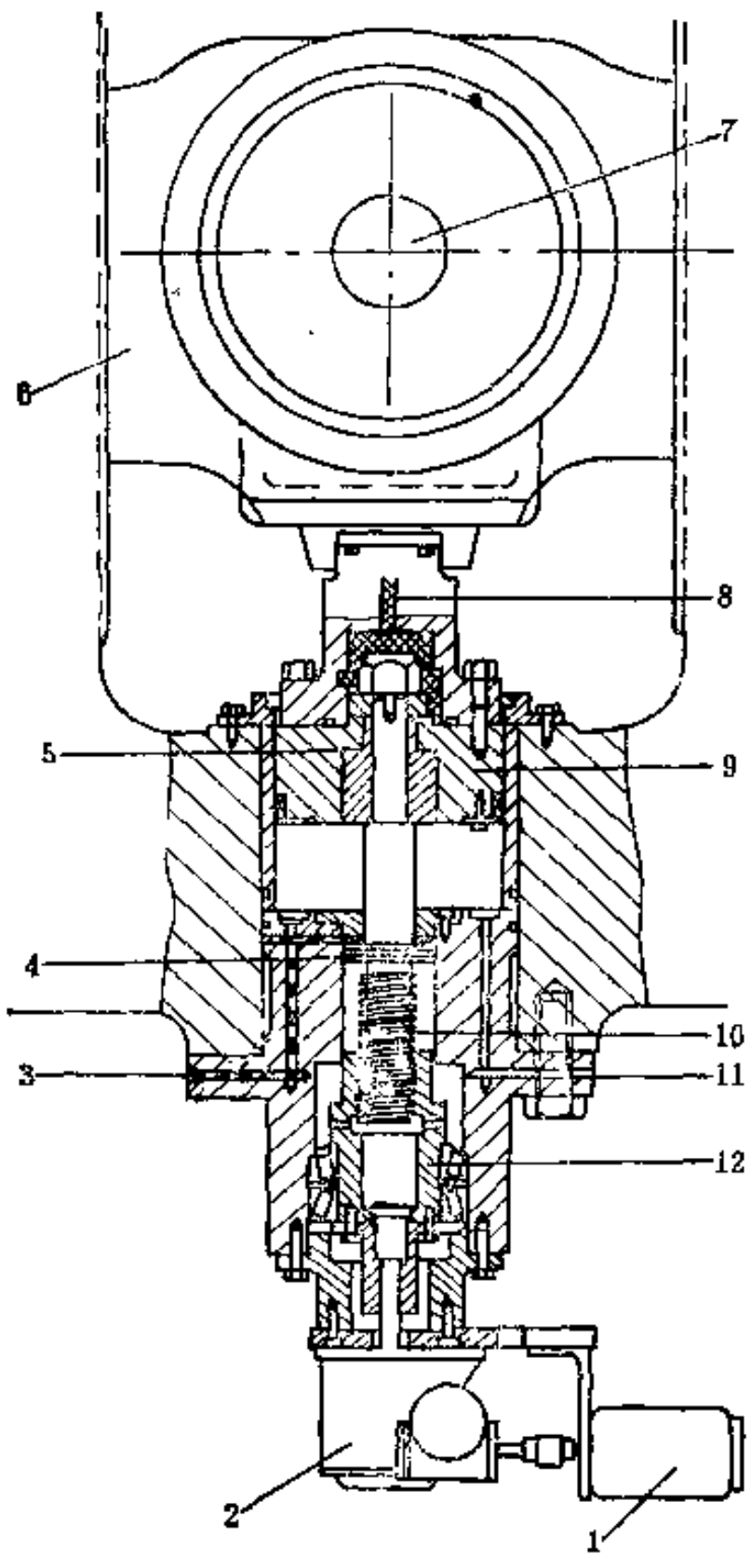


图 1-7-72 液压调距装置

1—步进电机；2—减速器；3—故障用进油口；4—故障时动作的活塞；5—阀座；6—辊筒轴承体；7—辊筒；8—放油口；9—活塞；10—螺杆；11—进油口；12—螺母

调距装置的减速机构通常采用蜗杆蜗轮、行星齿轮及摆线针轮等减速装置，近年来则有采用谐波传动（又名：齿差）减速器作为调距传动机构，使整个调距装置结构更加紧凑。

（二）调距装置的主要性能参数

国内外压延机调距装置的主要性能参数如表1-7-27及表1-7-28所示。

（三）调距装置设计注意事项

（1）为适应压延作业的需要，调距装置必须设有快速粗调和慢速细调两种以上调距速度。

（2）将调距装置视作辊筒和机架的安全保护装置，在调距装置的直接受力零件上设置安全系数远比辊筒、机架安全系数为小的保护环节，例如设置安全垫片（如图1-7-71所示），或用调距螺母为保护件。

（3）调距装置的结构应考虑调距螺杆和调距螺母拆装方便，以便破坏后能较快更换。

（4）为防止调距时超出调距范围而产生事故，在电动调距装置上应设置允许最小调距范围的限位开关。

（5）为使操作者了解实际调距量，应在易见位置设置调距指示装置。

（四）调距装置的计算

这里主要介绍调距电机、调距螺杆和调距螺母的计算。

1．调距电机功率的计算（辊筒一端的调距电机）

$$N = \frac{M \cdot n}{975000 i \cdot \eta} \qquad (1\text{-}7\text{-}64)$$

式中 N——电机功率，kW；

n——电机转速，r/min；

i——从电机至调距螺杆的总减速比；

η——减速装置传动总效率；

M——调距螺杆的总扭矩，$M = M_1 + M_2$，N·cm；

M_1——调距螺杆与调距螺母间的摩擦扭矩，N·cm；

M_2——调距螺杆头部与支承面间的摩擦扭矩（螺杆转动并移动）或螺母与支承面间的摩擦扭矩（螺母转动螺杆移动），N·cm。

表 1-7-27 国产压延机调距装置的主要性能参数

性能参数 \ 机器型号		XY-630	XY-1120	XY-1200	XY-1300	XY-1730	XY-1800	XY-1800A
调距速度 mm/min	慢速	手动	4.35	2.8	0.339～3.39（无级）	2.52	0.46	0.47
	快速					5.04	4.31	0.94/3.7
调距螺杆外径×螺距，mm		T50×8	T70×10	T75×10		T115×12	T160×12	T160×6
调距范围，mm		0.2～6	0.2～10	0～6	0～20	0～20	0～20	0～10
传动结构形式		手轮与蜗杆蜗轮	齿轮与蜗杆蜗轮	双级蜗杆蜗轮		双级蜗杆蜗轮	电磁离合器、摆线减速器和蜗杆蜗轮	齿轮与蜗杆蜗轮
调距电机	功率，kW		0.37	1.5	1.1	1/1.5	1.4	1.5
	转速，r/min		1350	930	1000	975	975	975
辊距指示装置结构		刻度盘	指示盘	指示盘	指示盘	刻度盘	信号灯闪亮辊距测量仪	位移传感器及仪表显示

注：相同规格的三辊和四辊压延机的调距装置数据相同。

表 1-7-28 国外有关压延机调距装置的主要性能参数

性能参数 \ 机器规格		φ360×1100（苏联）	φ500×1250（苏联）	φ710×1800（苏联）	φ700×1800（德国）	φ700×1800（德国）	φ560×1240（日本）
调距速度 mm/min	慢速				0.4/1.0	0.36	0.63
	快速				4.0	3.6	3.54
调距范围，mm		0～10	0～25	0～20	0～10	0～20	0～20
传动结构型式		蜗杆蜗轮	蜗杆蜗轮	双级蜗杆蜗轮	摆线减速器及蜗杆蜗轮	摆线减速器及蜗杆蜗轮	齿轮减速器及蜗杆蜗轮
调距电机	型式				交流三速电机	直流电机	双速电机
	功率，kW	0.4	1.1	2.8	1.5/0.75/0.09	1.5	1.5
调距指示型式					辊距指示仪，数字显示	辊距指示仪，数字显示	自动同步发射接收系统，数字显示

调距螺杆与调距螺母间的摩擦扭矩M_1(N·cm)按下式计算：

$$M_1=\frac{Q'\mathrm{tg}(\alpha+\rho)d_{cp}}{2} \tag{1-7-65}$$

式中 Q'——作用在一个调距螺杆上的轴向力，$Q'=Q'_1+Q'_2+Q'_3$，N；

Q'_1——辊筒横压力在调距轴线上之分力的一半，N；

Q'_2——轴承体与机架的摩擦阻力，$Q'_2=f\cdot G$, N；

f——摩擦系数，铸铁对铸铁，无润滑时 $f=0.2\sim0.3$，有润滑时 $f=0.18$；

G——辊筒和辊筒轴承重量之半的重力， N；

Q'_3——其它附加力（如预负荷或反弯曲力等）， N；

α——调距螺杆螺纹升角，$\mathrm{tg}\alpha=\frac{t}{\pi d_{cp}}$；

d_{cp}——调距螺杆螺纹平均直径，cm；

t——螺纹螺距，cm；

ρ——摩擦角，$\mathrm{tg}\rho=f$，钢对青铜，有润滑时$\rho=5\sim8°$；铜对铸铁，有润滑时$\rho=8\sim10°$。

M_2值的大小与支承面的形状和结构有关。调距螺杆与支承面的接触形式如图1-7-73所示。

M_2值一般可按下列几种情况分别计算。

（1）调距螺杆转动并移动时的M_2(N·cm)值

a．若螺杆头部为球面-球面接触时（如图1-7-73 a 和 b），则：

$$M_2=\frac{1}{3}Q'\cdot f_1\cdot d_0 \tag{1-7-66}$$

式中 Q'——一个轴承上的轴向作用力， N；

f_1——螺杆头部与支承面的摩擦系数，$f_1=0.1\sim0.18$；

d_0——计算直径，$d_0=\sqrt{4h(2R-h)}$，若 h 很小时，则$d_0=\sqrt{8Rh}$，cm；

R——球面半径，cm；

h——球面接触深度，cm。

b．若螺杆头部为球面-平面接触时（如图1-7-73 c），则：

$$M_2=\frac{1}{3}Q'\cdot f_1\cdot d_0 \tag{1-7-67}$$

式中 d_0——计算直径，$d_0=1.75\sqrt[3]{\frac{Q'd}{E}}$，cm；

d——螺杆头部球面直径，cm；

E——螺杆或支承面材料弹性模量（取两个接触件中E值较小的一个），$\mathrm{N/cm^2}$；

c．若螺杆头部为平面-平面接触时（如图1-7-73 e），则：

$$M_2=\frac{1}{3}Q'\cdot f_1\cdot d \tag{1-7-68}$$

式中 d——螺杆头部直径，cm。

d．若螺杆头部安装滚动轴承时（如图1-7-73 d），则M_2值可按下式近似算出：

$$M_2=\frac{1}{2}Q'\cdot d_0\cdot f_2 \tag{1-7-69}$$

式中 d_n——滚动轴承平均接触直径，cm；

f_z——滚动轴承摩擦系数（对推力轴承为$f_z=0.003\sim0.005$）。

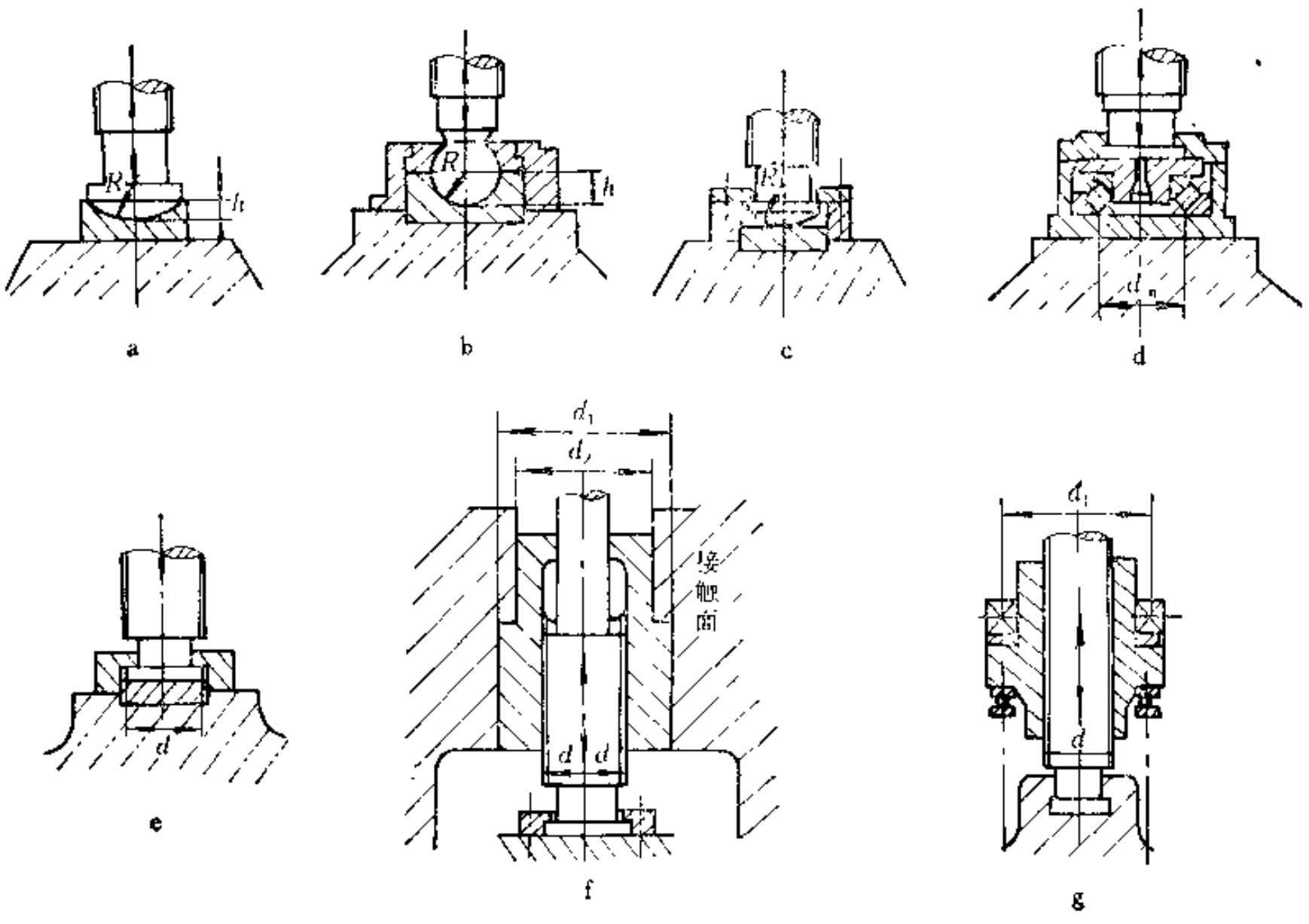


图 1-7-73 调距螺杆与支承面接触形式

（2）调距螺母转动，调距螺杆移动时的M_2(N·cm) 值 若螺母与支承平面为环形平面接触时（如图1-7-73 f），则：

$$M_2=Q'\cdot f\cdot\left(\frac{d_1^3-d_2^3}{d_1^2-d_2^2}\right) \tag{1-7-70}$$

式中 f——滑动摩擦系数，$f=0.1\sim0.18$；

d_1——螺母接触环形面外径，cm；

d_2——螺母接触环形面内径，cm。

若螺母的支承面与滚动轴承相接触时（如图1-7-73 g），则M_2的计算公式为：

$$M_2=\frac{1}{2}Q'\cdot d_1\cdot f_2 \tag{1-7-71}$$

式中 d_1——滚动轴承接触平均直径，cm；

f_2——滚动轴承摩擦系数，推动轴承取$f_2=0.003\sim0.005$。

2. 调距螺杆的强度计算

（1）螺杆强度计算 螺杆在工作时承受负荷Q'产生的轴向挤压应力σ_y(N/mm²) 及转动时扭矩M产生的剪切应力τ(N/mm²)：

$$\sigma_y = \frac{1Q'}{\pi d_1^2}\zeta \tag{1-7-72}$$

$$\tau = \frac{M}{W} = \frac{M_1 + M_2}{0.2d_1^3} \tag{1-7-73}$$

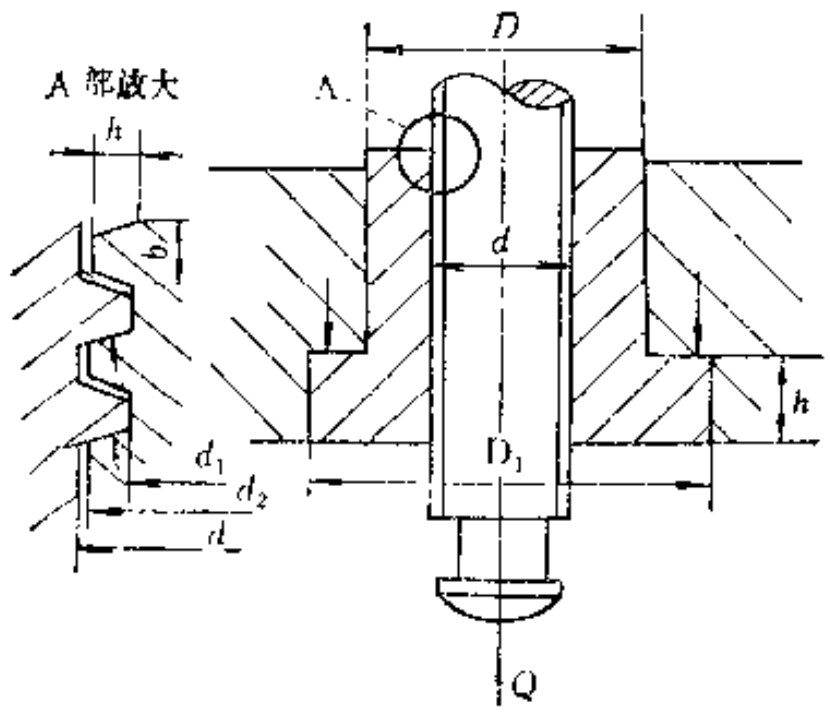


图 1-7-74 调距螺杆与螺母受力简图

式中 Q'——作用在一个轴承上的轴向力，N；

d_1——螺杆底径，mm；

ζ——螺杆材料剪切系数，取 1.2～1.3；

M_1、M_2——见式（1-7-65）至式（1-7-71）。

根据第四强度理论，螺杆的合成应力σ（N/mm²）为：

$$\sigma = \sqrt{\sigma_y^2 + 3\tau^2} \leqslant [\sigma]$$

式中 $[\sigma]$——许用应力，$[\sigma] = \frac{\sigma_0}{n}$，N/mm²；

σ_0——材料脉动载荷耐久限，N/mm²；

n——调距螺杆安全系数，一般取 $n = 1.3 \sim 2.5$。

（2）螺纹强度计算（见图1-7-74）

螺纹弯曲应力σ_w(N/mm²)：

$$\sigma_w = \frac{M_w}{W_w} = \frac{Q' \cdot \frac{h}{2}}{\pi d_1 \cdot \frac{b^2}{6} \cdot Z} = \frac{3Q' \cdot h}{\pi d_1 \cdot b^2 \cdot Z} \leqslant [\sigma_w] \tag{1-7-74}$$

式中 Q'——作用于一个轴承上的轴向力，N；

h——螺纹高度，mm；

b——螺纹根部厚度，mm；

d_1——螺纹根部直径，mm；

Z——螺纹圈数；

$[\sigma_w]$——许用弯曲应力，N/mm²；

W_x——抗弯截面模量，mm³。

螺纹根部的剪切应力τ(N/mm²)：

$$\tau = \frac{Q'}{\pi \cdot d_1 \cdot b \cdot Z} \leqslant [\tau] \tag{1-7-75}$$

式中 $[\tau]$——许用剪切应力，N/mm²。

螺纹表面挤压应力σ_y(N/mm²)：

$$\sigma_y = \frac{4Q'}{\pi(d-d_1)\cdot Z} \leqslant [\sigma_y] \tag{1-7-76}$$

式中 d ——螺杆螺纹外径，mm；

d_1——螺杆螺纹根径，mm；

$[\sigma_y]$——许用挤压应力，N/mm^2。

3．调距螺母的强度计算（见图1-7-74）

（1）螺母螺纹圈数 z 的确定：

$$z = \frac{4Q'}{\pi(d^2-d_1^2)\cdot[q]} \tag{1-7-77}$$

式中 Q'——作用于一个轴承上的轴向力，N；

d ——螺母螺纹外径，mm；

d_1——螺母螺纹内径，mm；

$[q]$——许用比压，按表1-7-29选用。

表 1-7-29 调距螺母许用比压

相配材料	$[q]$，N/mm^2	相配材料	$[q]$，N/mm^2
钢螺杆对铸铁螺母	4.5～6.0	钢螺杆对耐磨铸铁	约10
钢螺杆对青铜螺母	8.0～12	钢螺杆对钢螺母	7～13

由于螺纹传动精度的关系，各圈螺纹所承受的载荷是不均等的，所以螺纹圈数太多，并不有利，故一般应限制在10圈以内。

（2）螺母台肩厚度 h 与宽度 s 的确定（见图1-7-74） 螺母台肩厚度 h(mm)按下式计算：

$$h = \sqrt{\frac{3Q'(D_1-D)}{\pi D[\sigma_w]}} \tag{1-7-78}$$

式中 D_1——螺母台肩外径，mm；

D——螺母台肩根径，mm；

Q'——作用于一个轴承上的轴向力，N

$[\sigma_w]$——许用弯曲应力，$[\sigma_w]=\frac{\sigma_{ow}}{n}$，$N/mm^2$；

σ_{ow}——脉动载荷弯曲耐久限，N/mm^2；

n ——调距螺母安全系数，当不采用过接头保护装置时，调距螺母的安全系数应小于调距螺杆的安全系数，一般取 2 。

螺母台肩宽度 $S=\frac{D_1-D}{2}$，而螺母外径 D_1 一般不要取得太大，依其结构及制造工艺的要求（如固定螺栓的空间等）确定，亦可根据表面挤压应力验算。螺母台肩根径处应作成圆角或加强角，否则易引起严重应力集中。台肩的挤压应力 σ_y(N/mm²) 为：

$$\sigma_y = \frac{1Q'}{\pi(D_1^2 - D)} \leqslant [\sigma_y] \qquad (1\text{-}7\text{-}73)$$

式中 $[\sigma_y]$——许用挤压应力，铸铁$[\sigma_y]=0.25\sim0.3\sigma_b$；青铜$[\sigma_y]=0.2\sim0.25\sigma_b$；钢$[\sigma_y]=0.3\sim0.4\sigma_b$。

五、辊距指示装置

辊距指示装置的结构有机械式和非机械式等数种。

（一）机械式辊距指示装置

机械式辊距指示装置也有多种结构形式，图1-7-63所示为使用较多的一种，在调距螺杆上装有刻度盘6（若螺杆不转动，蜗轮-螺母转动，则刻度盘连接在蜗轮上），并在机架上装有指示刻度的指针8。刻度盘随着调距螺杆（或蜗轮）的转动而转动，从刻度盘对指针的相对移动位置即可看出螺杆的移动量（刻度盘转动一圈的数值即等于螺杆的螺距）。这种结构能直接反映出调距螺杆移动情况，但由于位置关系，刻度盘不可能做得太大，刻度也不能分得很细，故在细调时，刻度盘移动量很小，不易观察。这种调距指示装置结构虽然简单，但由于装在机架之间，观察不便，特别是侧辊与下辊的指示装置，所以有的Γ型四辊压延机上的侧辊调距指示装置，另用齿轮和连杆把螺杆转动情况引至易于观察的位置，如图1-7-75所示。

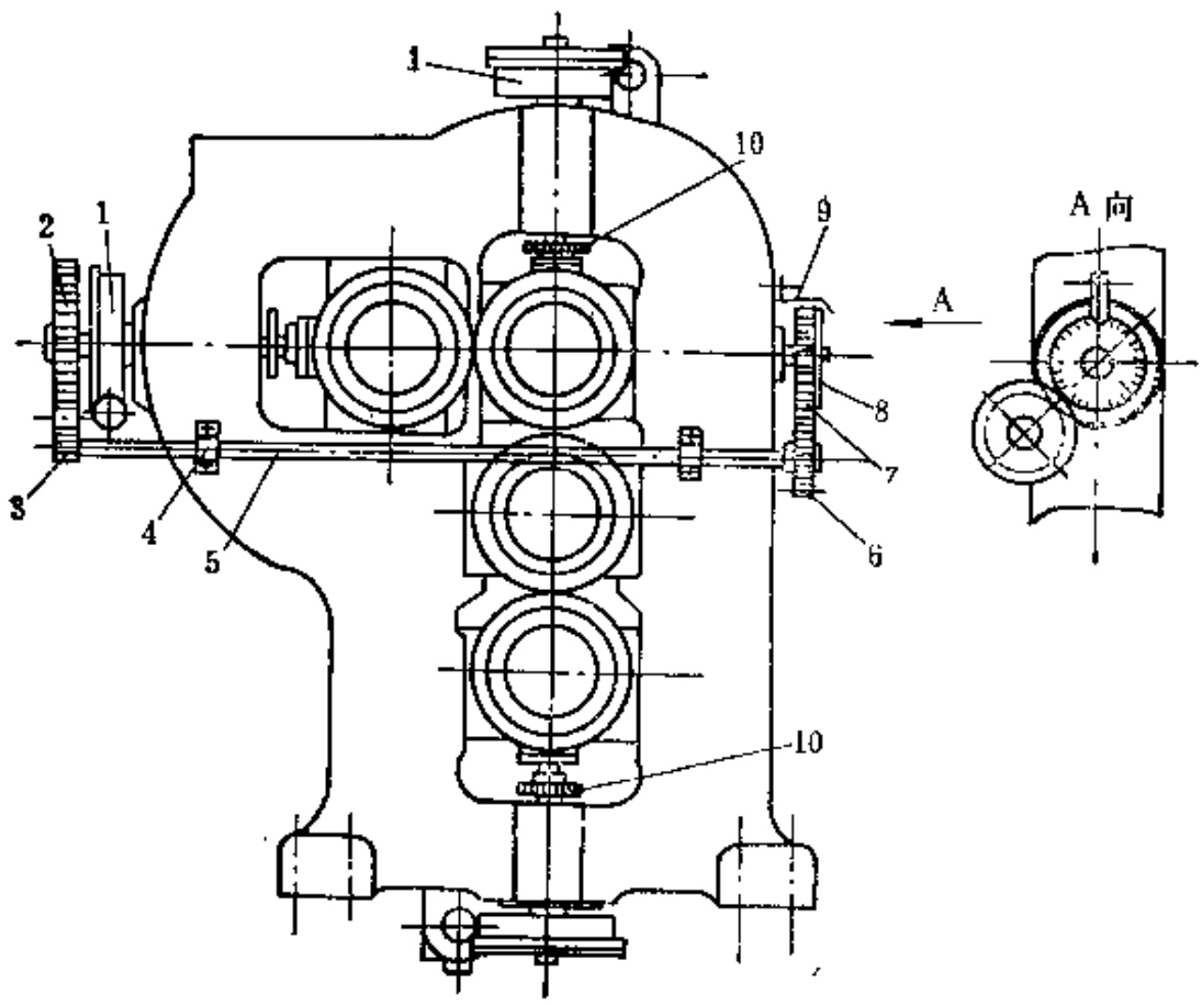


图 1-7-75 侧辊辊距指示装置

1—调距装置；2—大齿轮；3、6—小齿轮；4—支承；5—连杆；7—齿轮；8、10—刻度盘；9—指针

为便于观察调距时的细调情况，图1-7-76所示的机械式辊距指示装置将螺杆移动量按比例放大，并把指示盘6放在较明显的位置。指示盘的刻度盘9固定不动。指针8装在斜齿轮5的轴上，调距时由装在蜗杆11的轴头上的螺杆4带动指针8转动。螺杆4与斜齿轮5的速比为蜗杆11和蜗轮10速比的1/10，由于调距螺杆是由蜗轮10带动的，因而螺杆的移动量反映

到刻度盘上时就扩大了10倍。

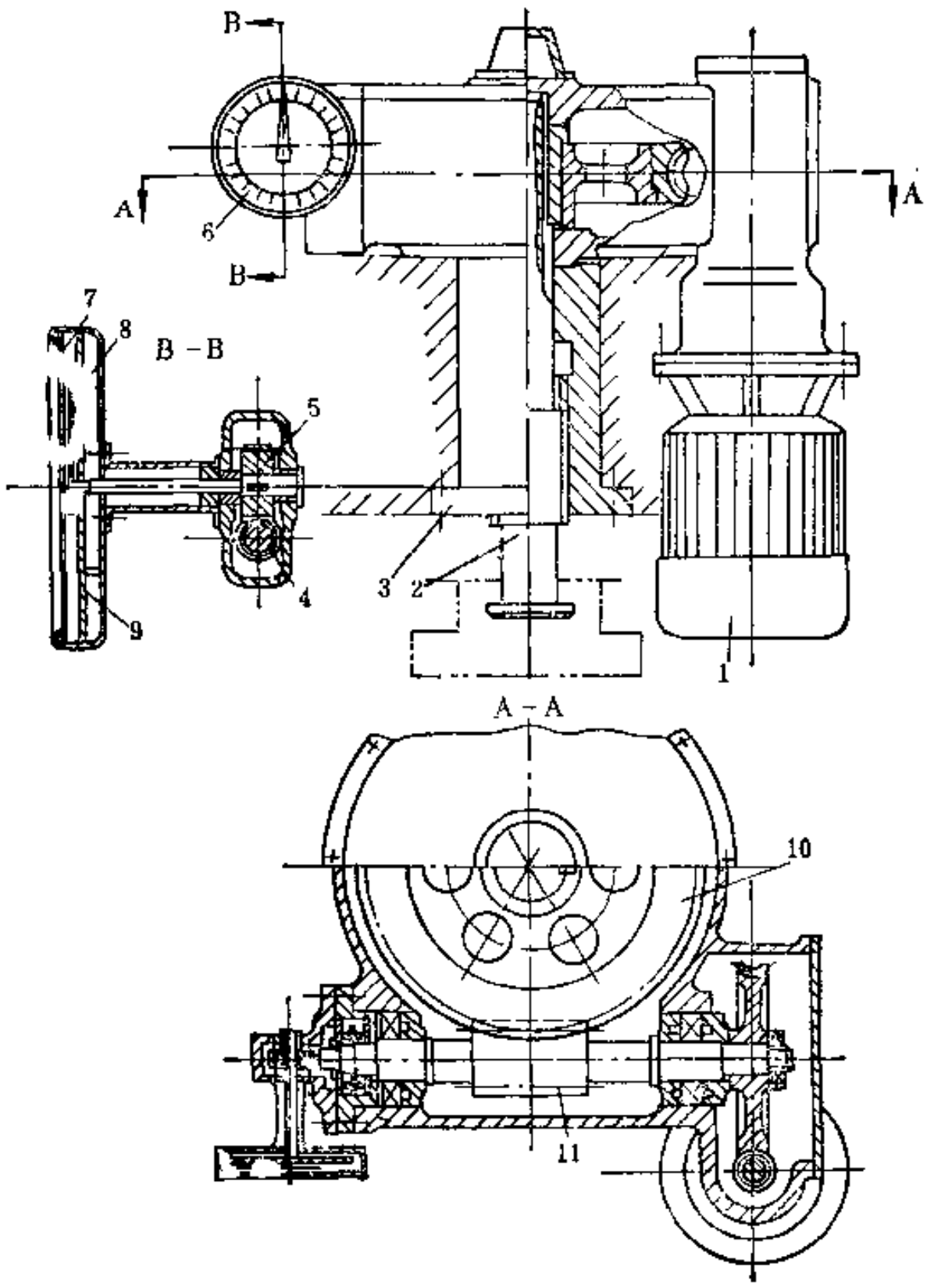


图 1-7-76　带指示盘的辊距指示装置

1—电机；2—调距螺杆；3—螺母；4—螺杆；5—斜齿轮；6—指示盘；7—玻璃片；
8—指针；9—刻度盘；10—蜗轮；11—蜗杆

图1-7-77所示为另一种机械式辊距指示装置，结构类似钟表机构，利用钟表的时针与分针运动原理，在指示盘上装有指示粗调和细调的长短两个指针。轴11和减速器的蜗杆轴10相连接。调距时，蜗杆轴10同时传动轴11转动，通过齿轮 8 和 3 减速后带动短指针 7 转动，在刻度盘 5 上指出每格为1mm的辊筒轴承移动量。通过齿轮 9 、12、13和 2 增速后带动长指针 6 转动，在刻度盘上指出每格为0.01mm的轴承移动量。这样，辊距无论是粗调还是细调均可在刻度盘上由指针示出。

上述几种机械式辊距指示装置有一个共同的问题，即由于传动系统具有一定的间隙和制造上的误差，会影响指示精度，而且使用时间越长，由于磨损而使误差增大。所以人们在寻求更精确的辊距指示方法。图1-7-78所示为一种在中小压延机上用的装有百分表的辊距指示

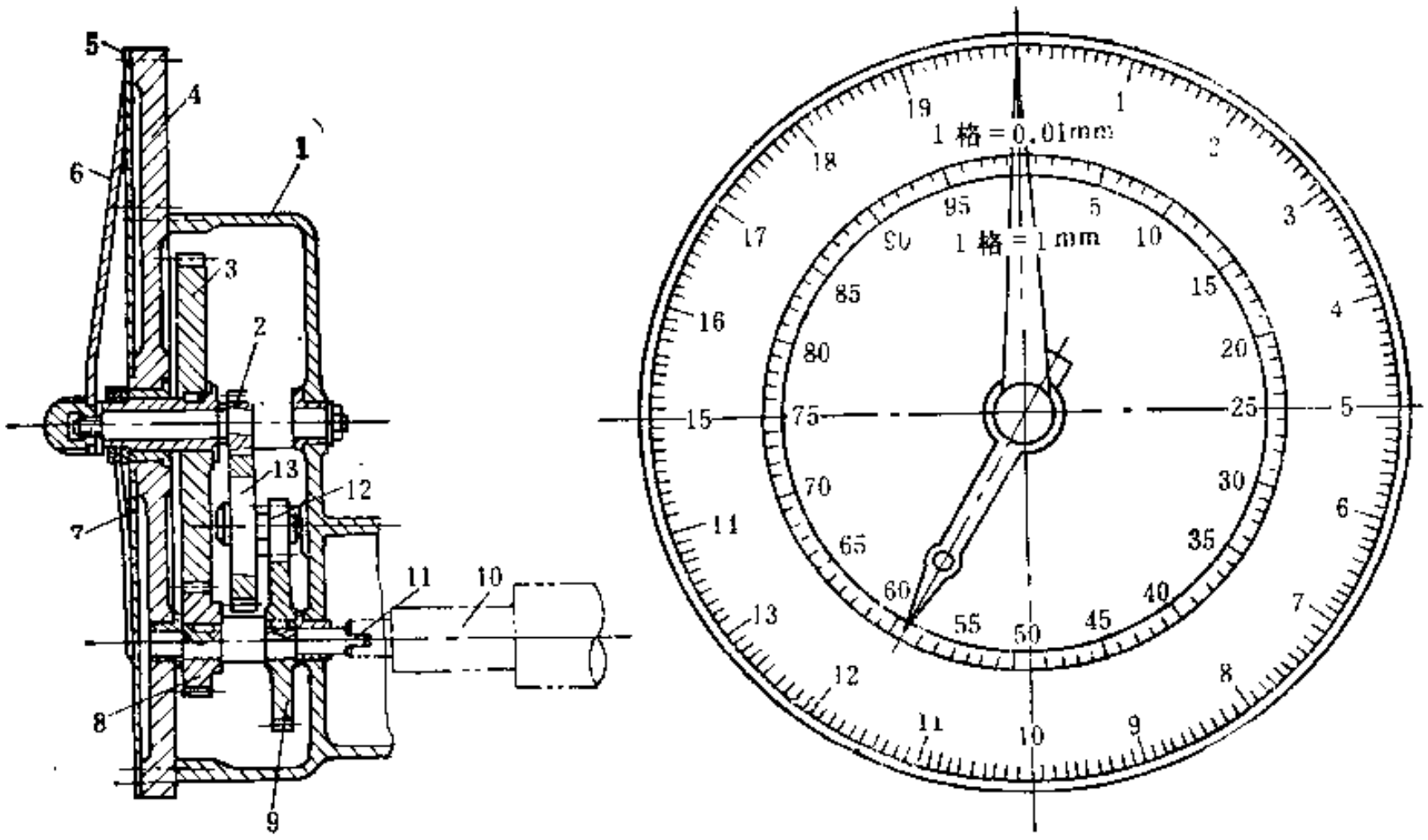


图 1-7-77　带长短指针的辊距指示装置

1—壳体；2—齿轮（$z=16$）；3—齿轮（$z=107$）；4—板；5—刻度盘；6—长指针；7—短指针；8—齿轮（$z=29$）；9—齿轮（$z=64$）；10—蜗杆轴；11—轴；12—齿轮（$z=16$）；13—齿轮（$z=55$）

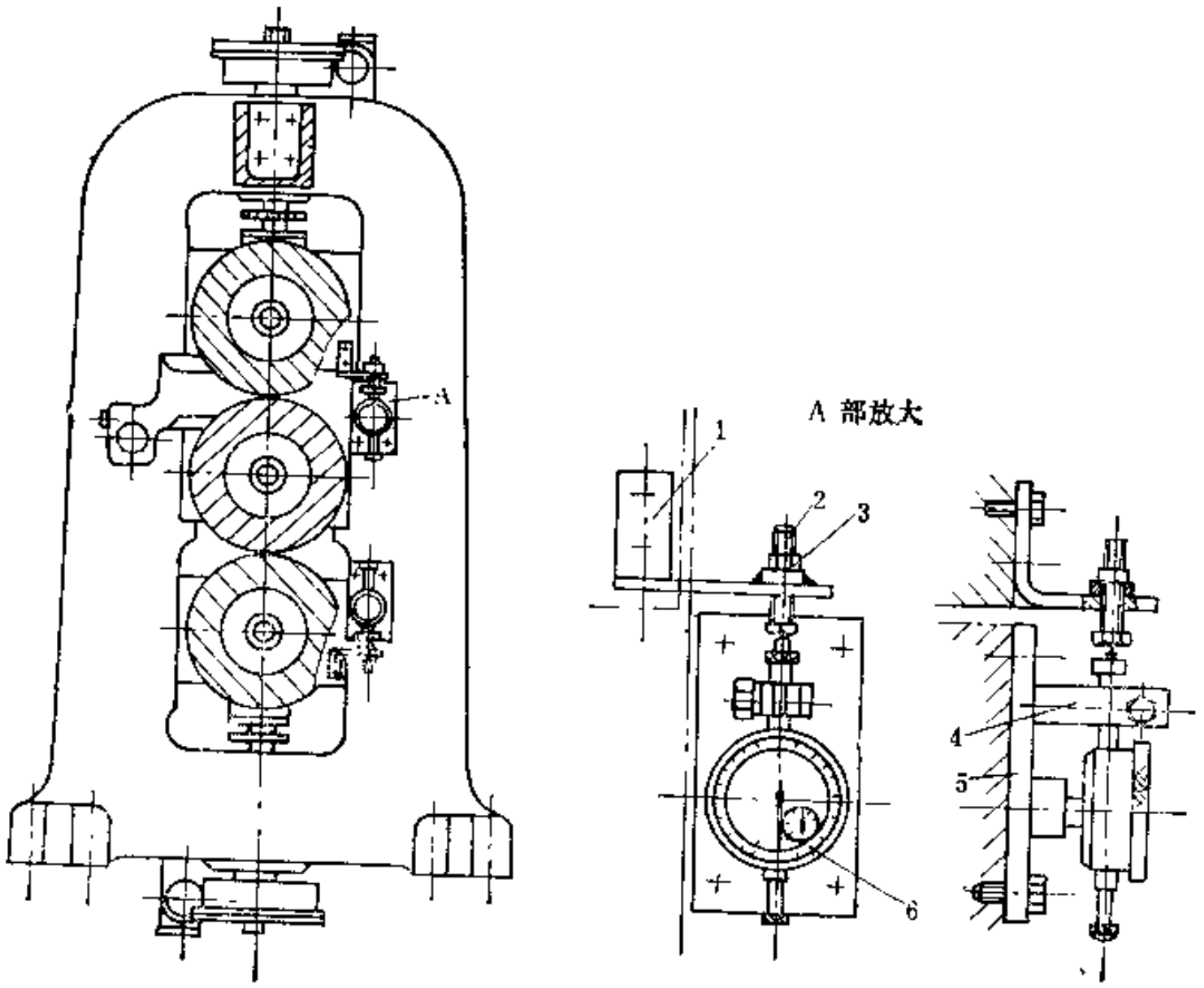


图 1-7-78　百分表式辊距指示装置

1—托板；2—调节螺钉；3—锁紧螺母；4—支板；5—托架；6—百分表

装置。百分表6和托架5固定在左右机架上。装有调节螺钉2的托板1固定在辊筒轴承体上，把辊距调在零时使百分表的指针调压到常用的最大压延厚度上（例如2～3mm），这样，轴承体即使是微小的移动也能在百分表上直接反映出来，从而避免传动系统一系列的误差。但是，这种指示装置由于百分表较小，安设的位置受到限制，观察也不便，使用受到限制。

（二）非机械式辊距指示装置

为了避免机械式辊距指示装置的缺点，近年来开始采用电或光电等非机械方法来传递指示辊距的辊距指示装置，可方便地在操作台或荧光屏上远距离显示和观察调距情况，准确而方便。

图1-7-79所示为一种信号灯辊距指示装置，主要由微动开关8、弹簧片9和齿盘2组成。在带动调距螺杆转动的蜗杆6的轴端，装有一对齿轮4和7。调距时，转动蜗杆6，由齿轮4带动齿轮7转动，装在齿轮7上的齿盘2随之转动，齿盘上的齿则推压弹簧片9，使微动开关8接通，齿过后，弹簧片复位，微动开关断开。这样，微动开关时通时断，发出信号，使指示调距的指示灯时亮时灭。辊距调大或调小分别用红绿两种指示灯指示（红色指示调小，绿色指示调大）。两种颜色指示灯的开关电路和调距电机的电路相联。

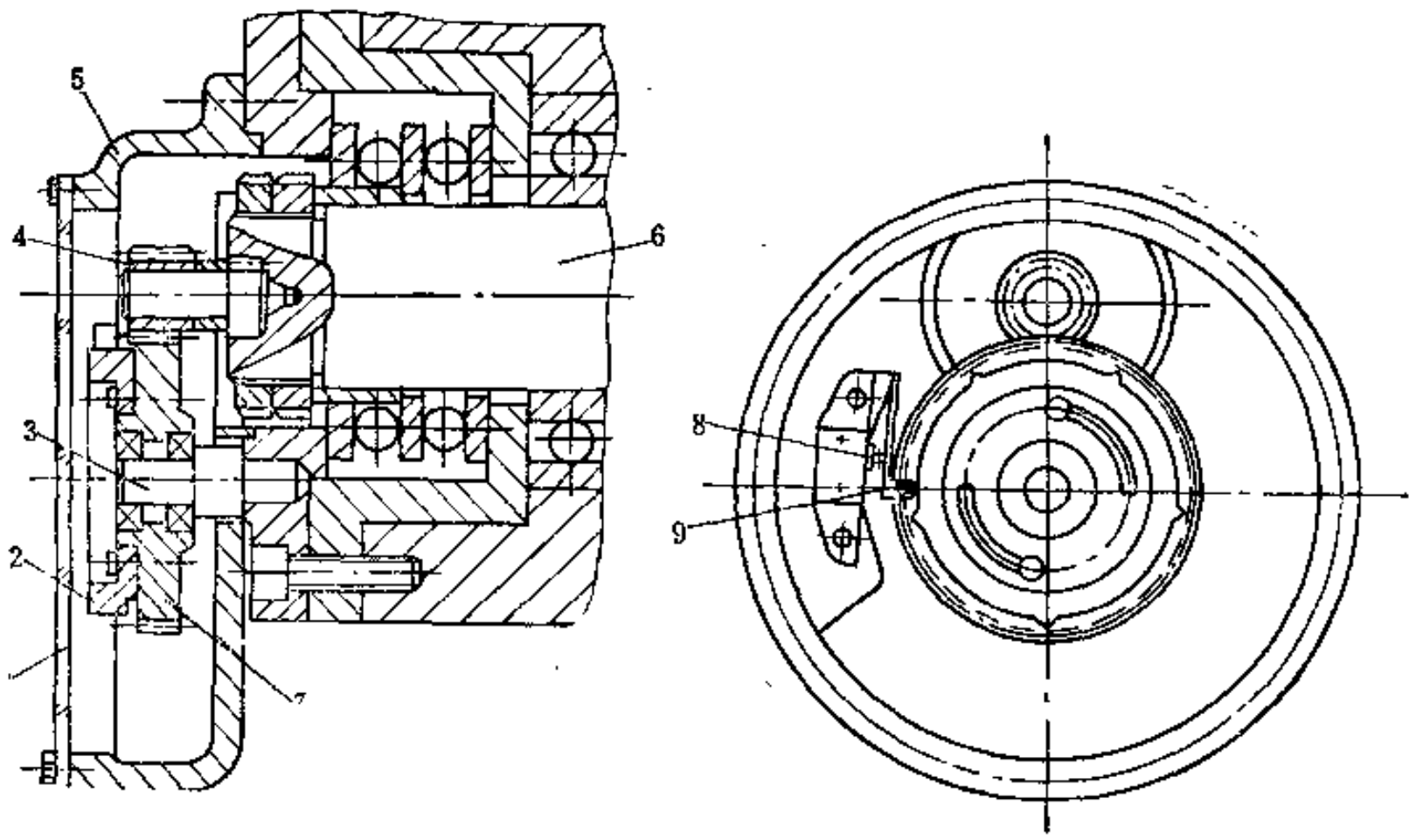


图 1-7-79　信号灯辊距指示装置

1—盖板；2—齿盘；3—小轴；4、7—齿轮；5—外壳；6—蜗杆轴；8—微动开关；9—弹簧片

这种调距指示装置一般只作观察用，若能接以加减计算器，则可用作数字显示。

图1-7-80所示为一种用电信号传递指示辊距调节情况的辊距指示装置。在辊筒轴承附近的两侧机架上各装一个直线位移传感器6（或精密电位器），而在轴承体上则装有支座1，支座上设有调节螺钉2及螺母3，使支座板与传感器芯杆相连。调距时，支座随辊筒轴承体移动而拉动传感器芯杆移动，由于芯杆在传感器内部的位置发生变化而使发出的电感量也随之变化，这种电信号的变化经电气控制系统的处理和放大，最后用数显仪表或其它型式的仪表进行显示，直接读出辊距值。位移传感器亦可用精密电位器代替，芯杆的位移可导致电位器阻值的变化，从而使输出电压相应变化，经放大后由电压表示出辊距值的大小。

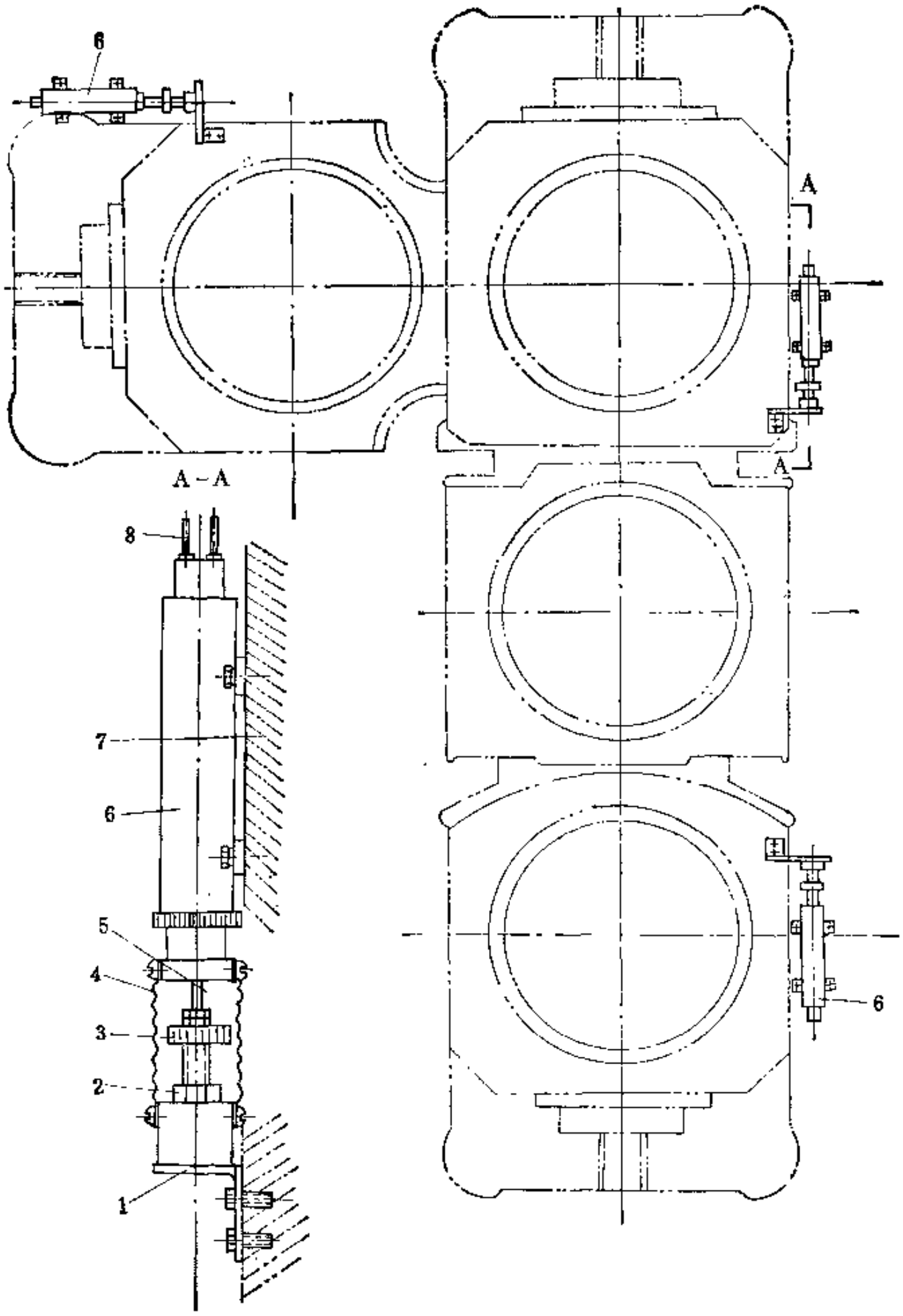


图 1-7-80　带位移传感器（或电位器）的辊距指示装置

1—支座；2—调节螺钉，3—调整螺母；4—护罩；5—芯杆；6—位移传感器（或电位器）；7—机架；8—接线

带位移传感器的辊距指示装置没有机械传动误差，精度与可靠性较高，可远距离操作。但其精度与可靠性取决于传感器或电位器的精度。

六、辊筒轴交叉装置

（一）装设位置

辊筒轴交叉装置装设的位置和交叉方向与压延机辊筒的数量、用途及辊筒排列型式有

关。三辊压延机一般装设在供料辊（1号辊）上，但也有装设在下辊（3号辊）上的。四辊压延机多用于双面贴胶作业，故一般装设在1号和4号辊筒上。有关二辊、三辊和四辊压延机不同辊筒排列型式的轴交叉装置装设位置如图1-7-81所示。

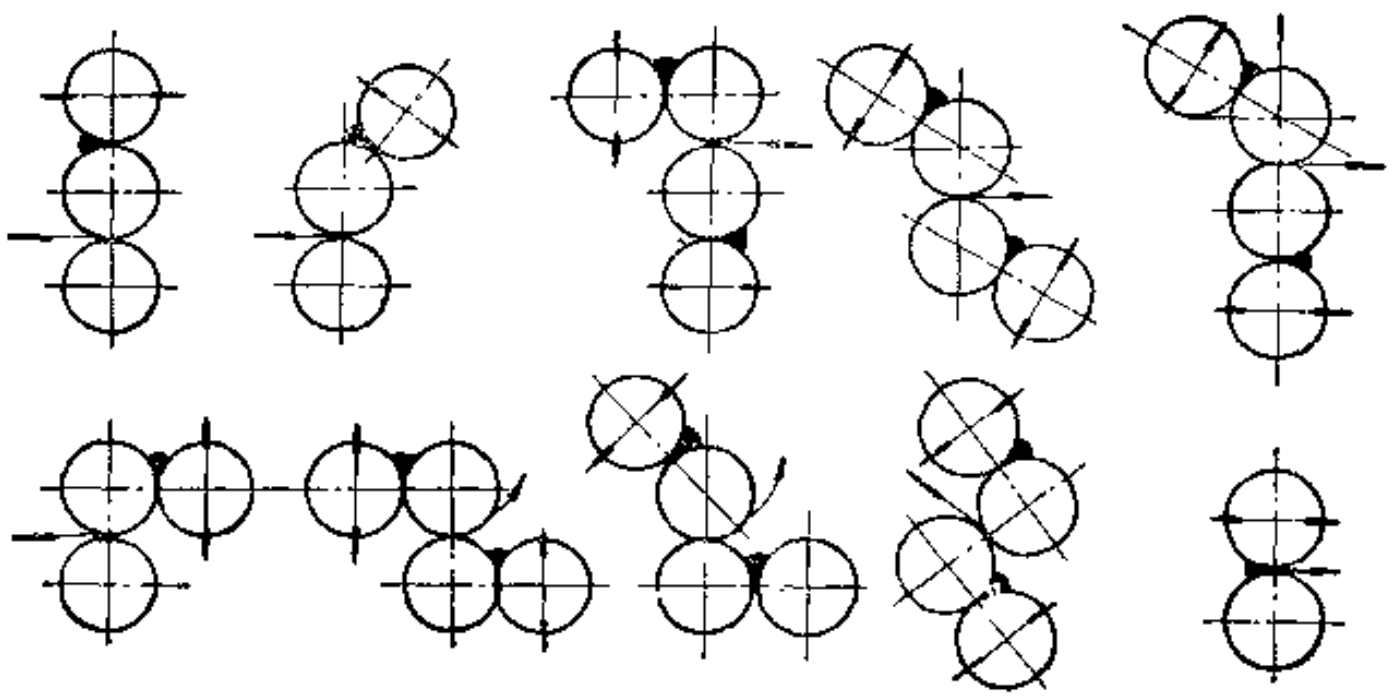


图 1-7-81　轴交叉装置装设位置示意图

（二）结构形式

常用的辊筒轴交叉装置结构形式有：楔块式、液压式、丝杆式和弹簧式等多种。

1．楔块式轴交叉装置

楔块式轴交叉装置又有双楔块式及单楔块式两种。图1-7-82所示为双楔块式轴交叉装置，这种装置在辊筒两端的轴承体上、下部位均装有楔块及其传动装置。工作时由电机3通过蜗轮7和小齿轮2、大齿轮1带动上下螺杆8（带楔块）分别作轴向进退移动（上、下部位螺杆互作相反方向移动），从而使轴承体上下移动。由于两端轴承体互为相反方向移动（一端向上时，另一端向下），从而使辊筒轴线得到偏移，达到与配对辊筒轴线交叉的目的。为适应轴承体交叉位移而产生的偏转，轴承体和垫块5之间必须装有弧面垫块6。

双楔块式轴交叉装置由于要考虑辊筒轴承的热膨胀及移动间隙和制造误差等因素，上楔块与轴承体之间的间隙较大，通常处于不接触状态，因此主要靠下楔块起作用。这种结构的特点是动作可靠，不需加外力便可定位，但传动系统较复杂，楔块的摩擦阻力较大，易磨损。为此，在滑动斜面和螺杆上应有足够的润滑。

图1-7-83所示为单楔块式轴交叉装置。当螺杆6由传动装置带动转动时，楔块7即向前或向后移动，从而使轴承座15向上或向下偏移。同样，两端轴承体移动方向互为相反，以实现轴线交叉。轴承座的移动速度为2～2.5mm/min，移动距离为25～45mm。

2．液压式轴交叉装置

这种轴交叉装置由传动部分、液压部分及自动调心部分组成，其结构如图1-7-84所示。

传动部分的电机18经减速器17带动蜗轮16及装在蜗轮轴内的螺母13转动，从而使螺杆12带动轴承体10上、下移动。

液压部分主要由油缸2、柱塞1、压杆3、轴套5及液压装置等组成。液压部分的作用是与传动部分形成一个平衡力，协助轴承体推移和定位，防止轴承体在轴交叉量调节好后发生位移。轴承体在向上或向下移动时，液压油缸处于泄压状态，而轴交叉调节好后，油缸2

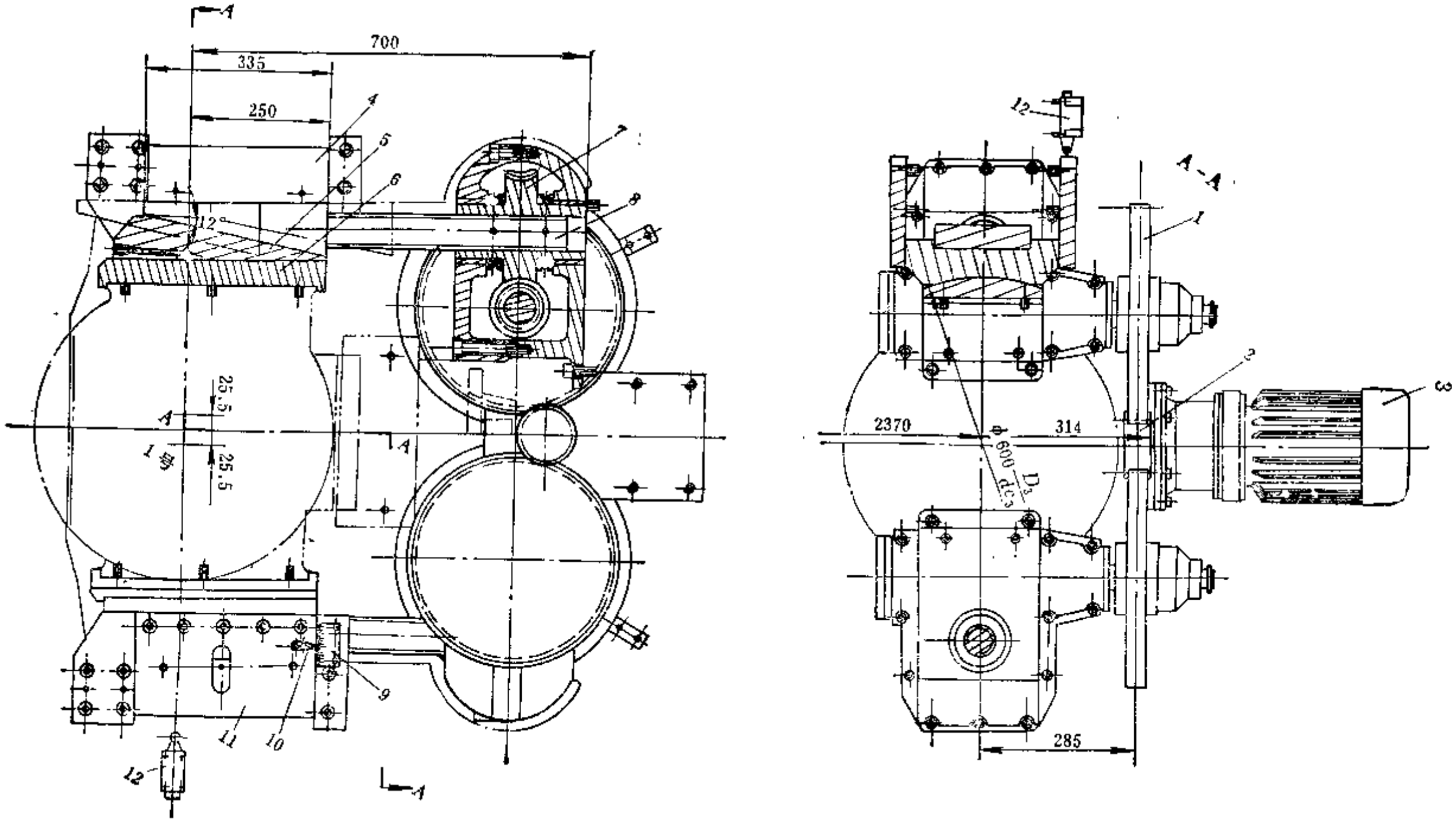


图 1-7-82　双楔块式轴交叉装置

1—大齿轮；2—小齿轮；3—电机；4、11—导向板；5—垫块；6—弧面垫块；7—蜗轮；8—螺杆（带楔块）；9—标尺；10—指针；12—限位开关

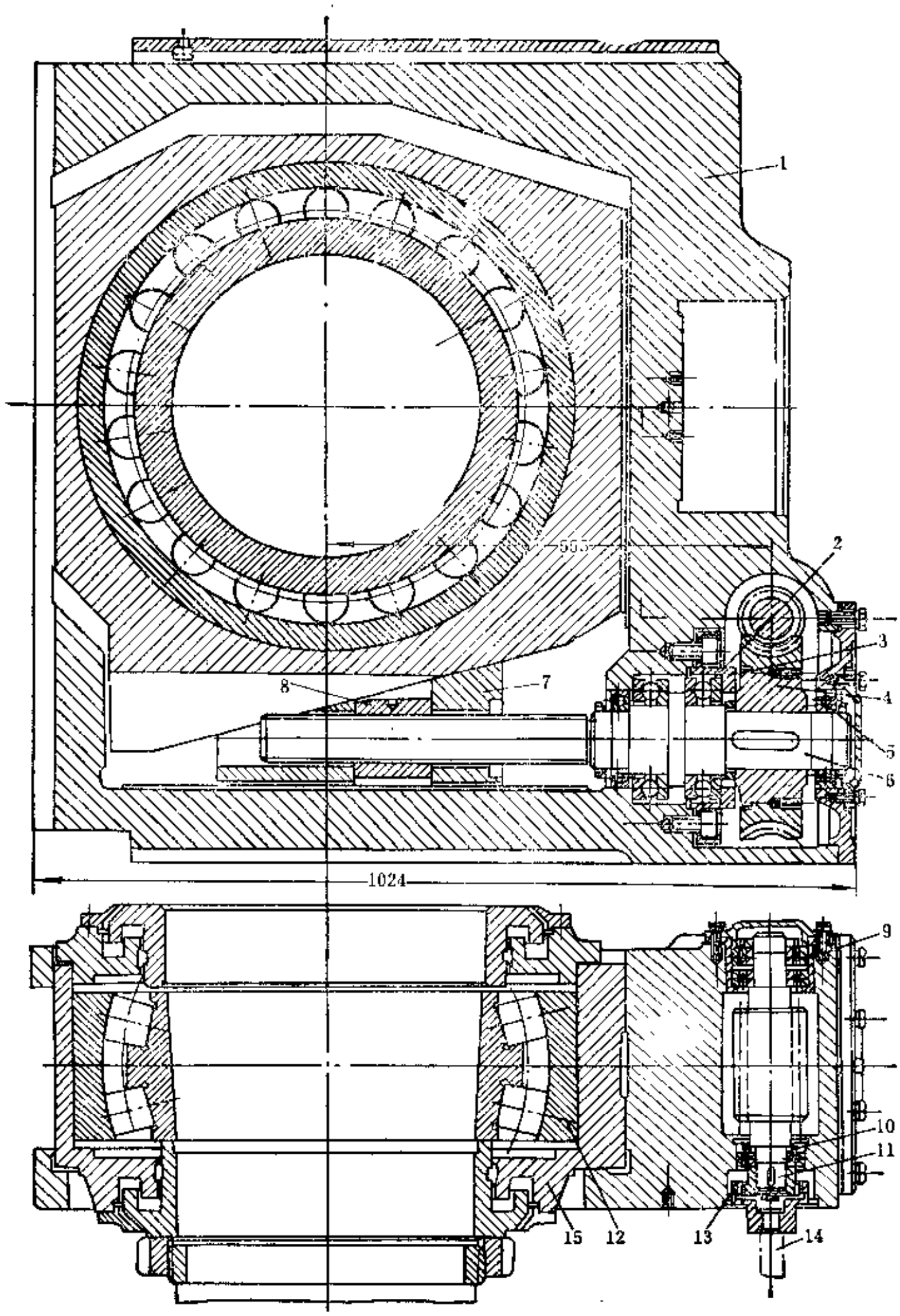


图 1-7-83　单楔块式轴交叉装置

1—轴承体；2—止推轴承；3—止推环；4—蜗轮；5、10—径向轴承；6—螺杆；7—楔块；8—螺母；9—径向止推轴承；11—单头蜗杆；12—双列向心球面滚子轴承；13—齿轮联轴器；14—蜗杆传动轴；15—轴承座

重新充满高压油而把轴承体位置固定。

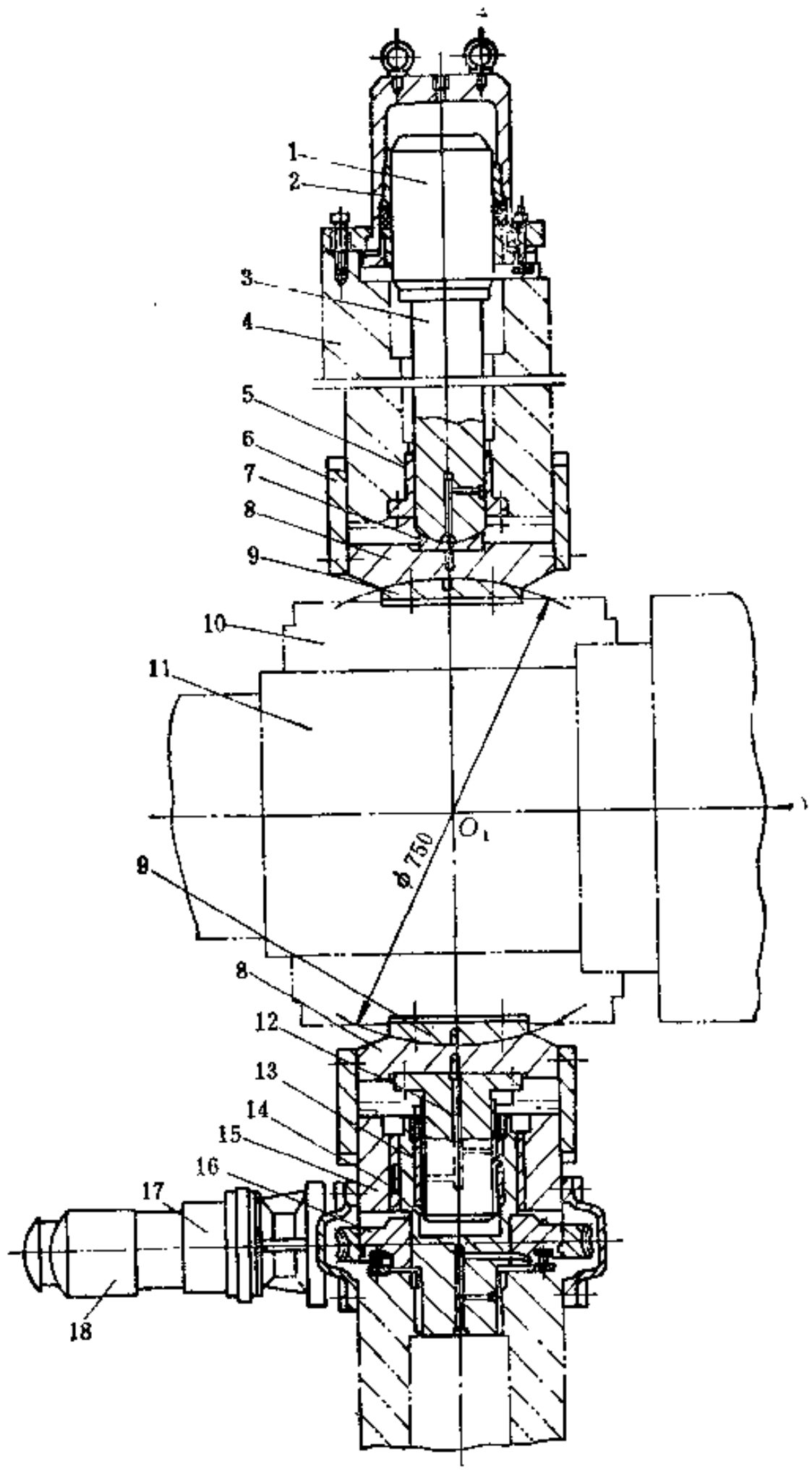


图 1-7-84　液压式轴交叉装置（一）

1—柱塞；2—油缸；3—压杆；4—机架；5—轴套；6—导向板；7—弧面垫；8—弧面支承；9—弧面垫块；10—辊筒轴承体；11—辊筒；12—螺杆；13—螺母；14—铜套；15—蜗轮轴；16—蜗轮；17—摆线减速器；18—电机

为使辊筒轴交叉后辊筒轴颈与轴衬的配合性质保持不变，在轴承体的上、下部位设有由上、下弧面垫块 9 、弧面支承 8 及弧面垫 7 组成的自动调心装置。上弧面垫块 9 用螺钉和轴承体连接在一起，而弧面支承 8 两侧用导向板 6 夹住，在机架槽内移动。当辊筒两端轴承体相向移动时，轴承体能以轴心O_1为圆心偏转，使轴颈与轴衬保持正常接触。

图1-7-85所示为另一种液压式轴交叉装置，用于S型四辊压延机，在1号和4号辊筒的两端各装一套。工作时，启动电机1经蜗杆蜗轮减速器2带动螺杆3转动，从而使螺母套4移动，推动轴承体7在调节块5上摆动。另外，液压缸9顶推柱塞8，当左边螺母套4往右边移动时，则轴承体7往右边摆动，液压缸9则往后退。反之，液压缸往前推时，轴承体则往左边摆动。两端轴交叉装置彼此反相配合动作，使辊筒轴线偏移。

在螺母套4及推顶杆8的外周开有油槽，保持良好润滑，以使移动灵活。

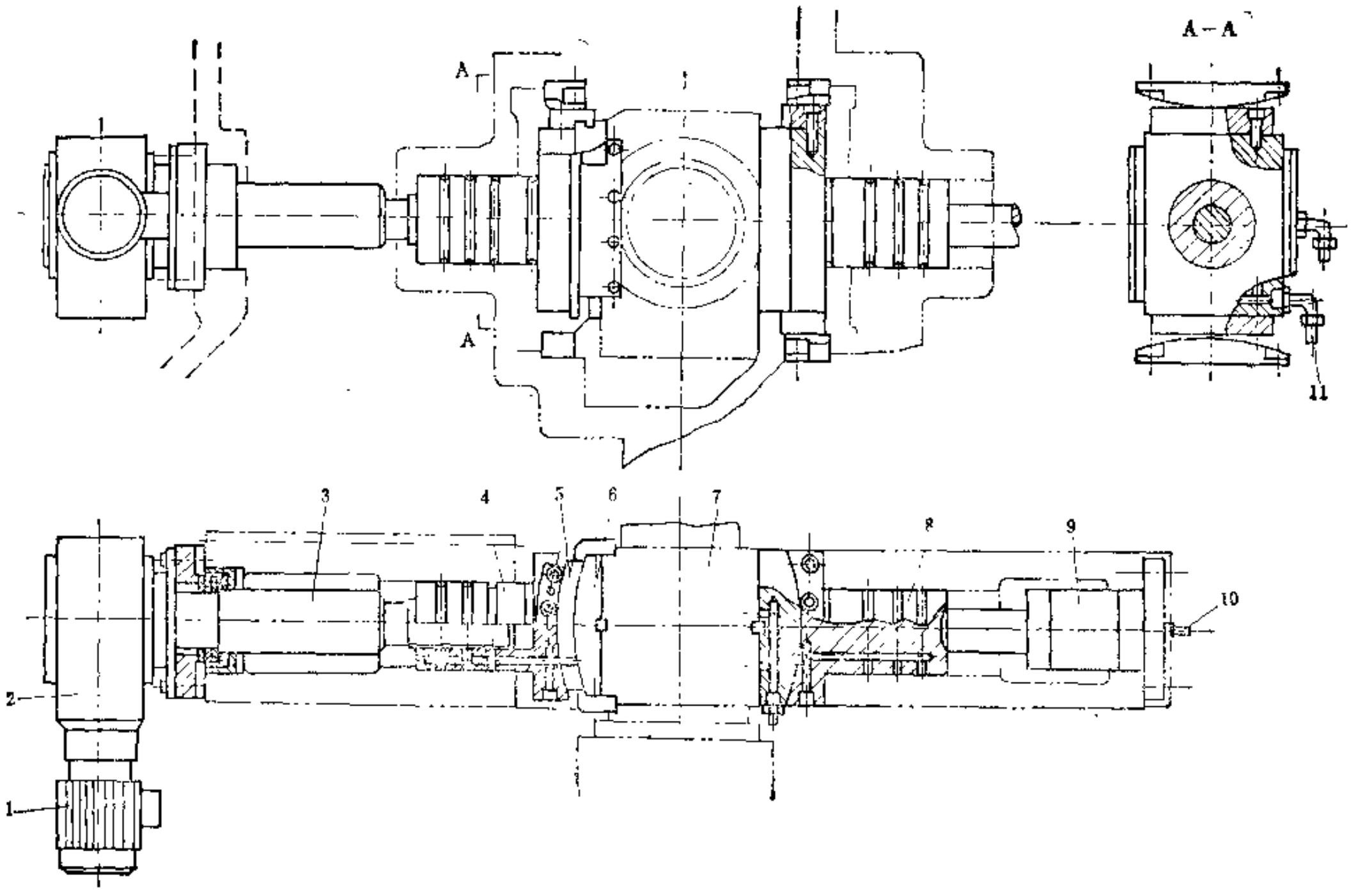


图 1-7-85　液压式轴交叉装置（二）

1—电机；2—蜗轮减速器；3—丝杆；4—螺母套；5—调节块；6—弧面块；7—轴承体；8—推顶杆；9—液压缸；10—液压油管接头；11—润滑油管接头

3．弹簧式轴交叉装置

如图1-7-86所示，与液压式轴交叉装置属同一类型，其交叉动作与原理和液压式相同，只是用碟形弹簧的作用力代替液压缸的作用力。这种结构除具有液压式轴交叉装置的优点外，还省去了一套液压系统。碟形弹簧5的作用力的大小可根据需要用调节螺杆4和调节螺母1调节，但调节不如液压式方便，且压力也不很大，使用时间一久，弹簧易产生永久变形。

（三）轴交叉装置的传动方式

轴交叉装置的传动方式有单独传动与集中传动两种。单独传动如图1-7-82、图1-7-84和图1-7-85所示，辊筒每端的轴交叉装置各自配有一套由电机和减速装置组成的传动系统。集

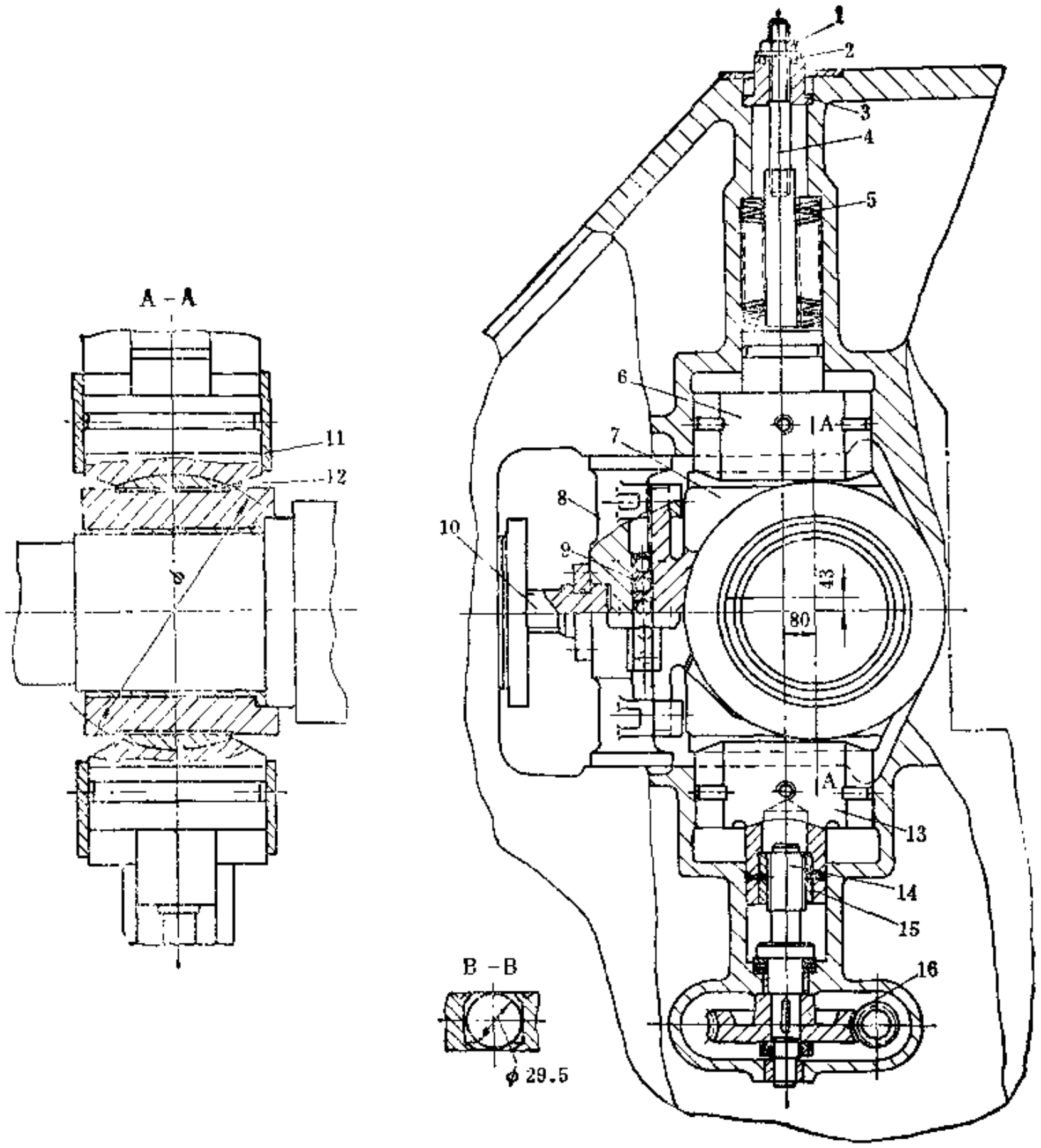


图 1-7-86　弹簧式轴交叉装置

1—调节螺母；2—推力轴承；3—支座；4—调节螺杆；5—蝶形弹簧；6—上支承块；7—轴承体；8—滑块；9—钢球；10—调距螺杆；11—夹板；12—弧面滑块；13—下支承块；14—螺杆；15—轴套；16—蜗轮

中传动如图1-7-87所示，辊筒两端的轴交叉装置共用一套传动装置。这种传动方式在单侧调整时比较麻烦，故现在使用较少。

（四）轴交叉装置的主要性能参数

表1-7-30列出了几种轴交叉装置的主要性能参数，以供使用参考。

（五）轴交叉装置设计注意事项

（1）轴交叉装置与调距装置往往装设在同一辊筒上，而两者的运动方向互为垂直。因此，装有轴交叉装置的辊筒轴承体的结构必须满足能在两个方向运动的要求。

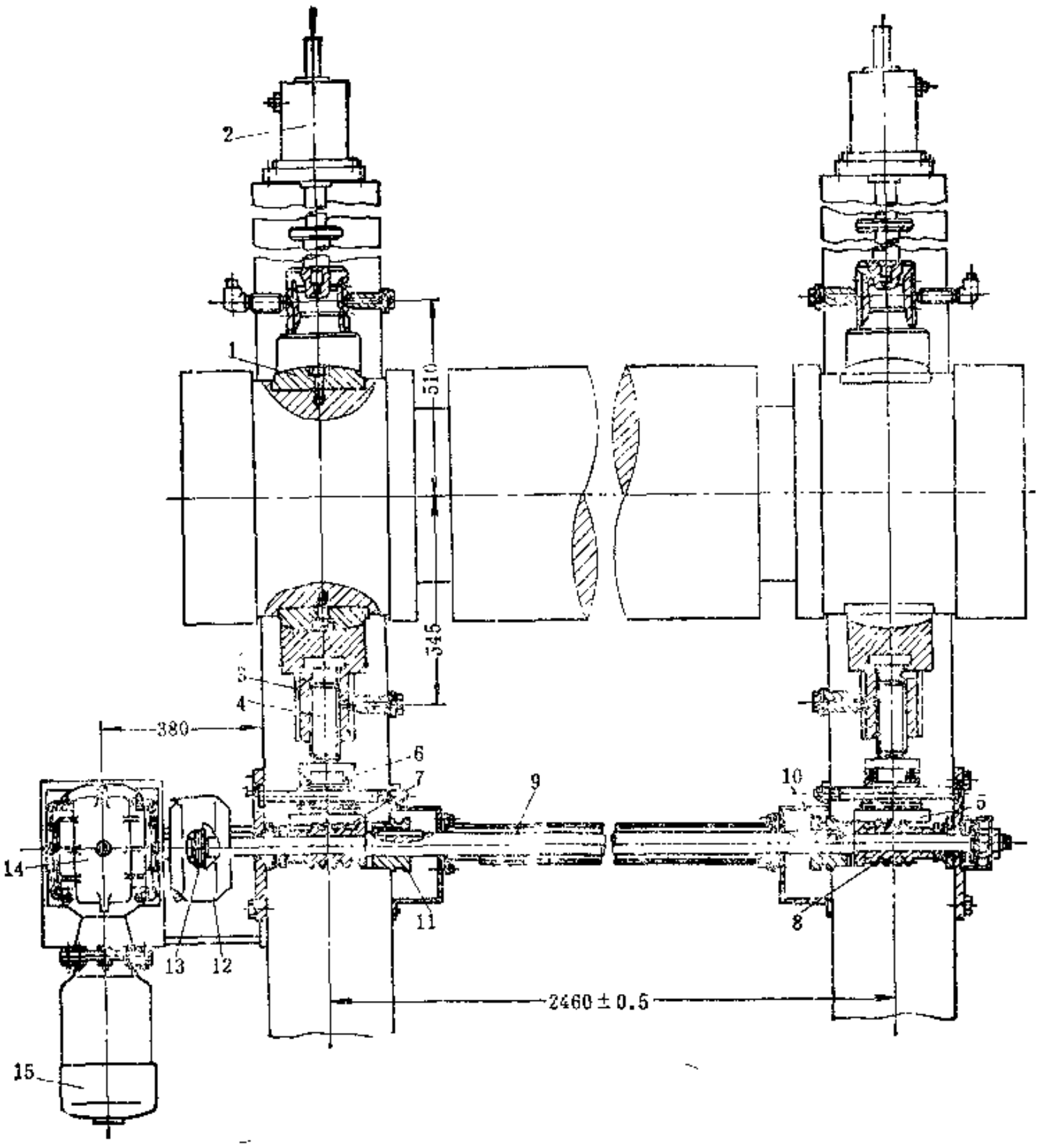


图 1-7-87　轴交叉装置的集中传动装置

1—弧面垫块；2—油缸；3—螺母；4—螺杆；5—蜗轮；6—止推轴承；7、8—蜗杆；9—轴；10、11、13—联轴器；12—液压传动阀门机构；14—蜗轮减速器；15—电机

（2）为保证辊筒轴交叉时轴颈与轴承轴瓦的接触良好，轴承体必须采用弧面垫块或其它可使轴承体偏转的措施，以保证辊筒轴线偏移后轴承体能随轴颈作相应的偏转。

（3）对于有定位压力的轴交叉装置（如液压式和弹簧式），为避免轴承体上弧面垫块受压过大，影响轴承体偏转，因此作轴交叉时宜在没有定位压力的情况下进行（即将油缸或弹簧卸载），交叉到预定值后再施加定位压力。

（4）为了在轴交叉时使辊筒以辊筒轴线中点为圆心偏转，使辊筒两端移动的距离务必相等。在单独传动的情况下，两个电机应同步运转，或采用轴承体位移量刻度指示牌，指示每一侧的轴承体位移量，以掌握其一致。

（5）为避免轴交叉过量而损坏机器零部件，必须装设限位开关或用其它措施对最大轴交叉量进行限制。

表 1-7-30　轴交叉装置主要性能参数

主要参数 \ 机器规格	φ550×1700 斜Γ型 三辊	φ550×1300 S型 四辊	φ700×1800 S型 四辊	φ700×1800（新） S型 四辊
装设位置	1号辊	1号、4号辊	1号、4号辊	1号、4号辊
结构形式	液压		液压	机械与液压
轴交叉最大偏移角度	1°14′		1°02′	
轴交叉最大移动量，mm	25.5	25.5	28	30
中高度效应			0.19	0.38
轴交叉移动速度，mm/min	3.43	3.85	4.15	4.8
轴交叉电机功率，kW	0.8		0.8	0.8
定位油缸顶力，kN	80		100	608

七、预负荷装置和反弯曲装置

（一）预负荷装置

预负荷装置又称拉回装置或零间隙装置。这种装置是在辊筒两端轴承的外侧分别装设一辅助支承（一般为调心滚动轴承），并在此支承上向辊筒受力方向或调距方向施加外力（液压的或机械的），将辊筒拉紧保持在一个固定位置上，并使辊筒轴颈与轴承轴瓦（或滚动轴承）保持稳定接触，消除由于加料不均、调距、变速、温度变化等因素产生的负荷变化而引

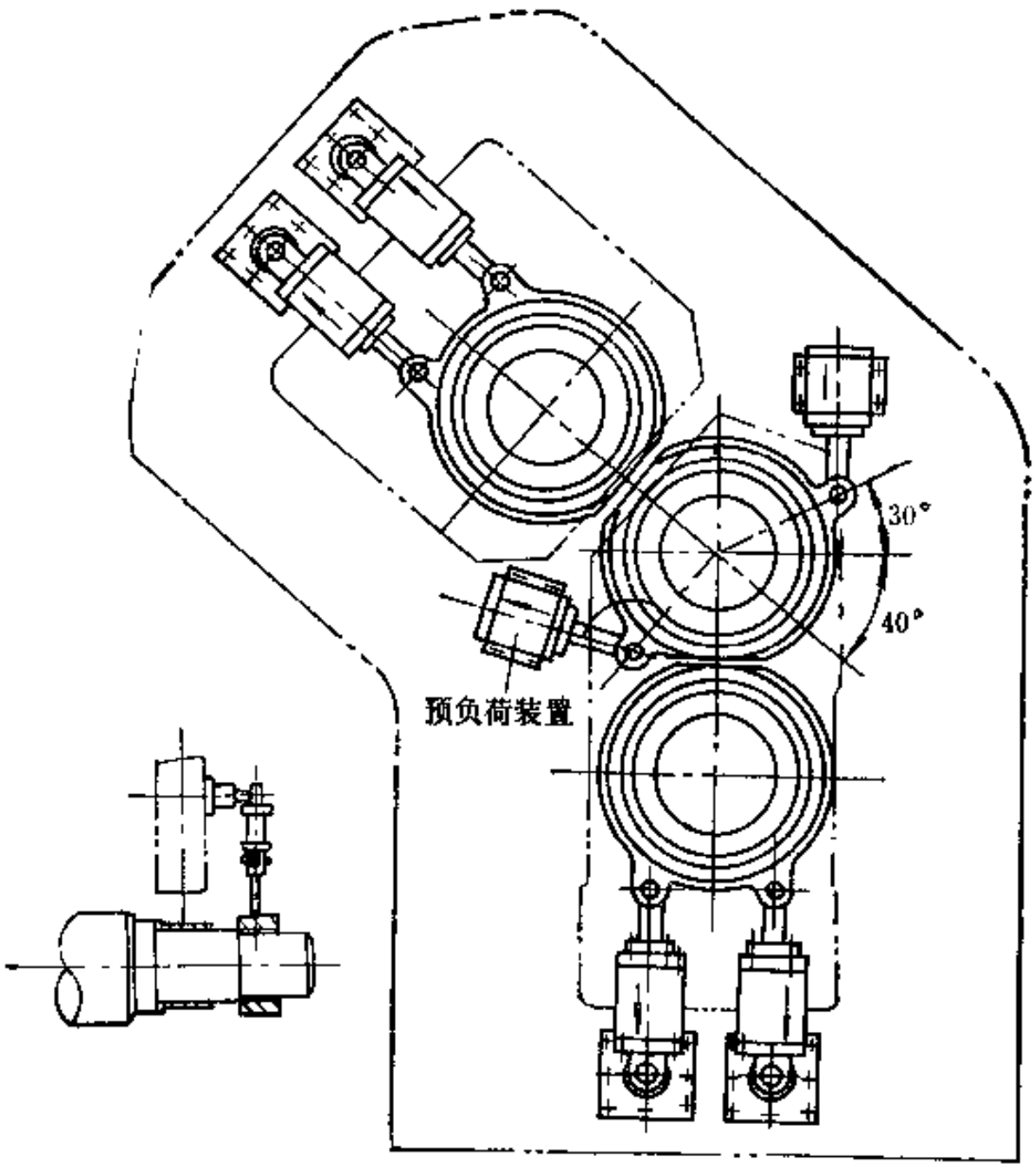


图 1-7-88　预负荷装置在斜Γ型三辊压延机上的布置

起的辊筒浮动或位移，提高压延精度。同时，可消除调距螺杆与螺母的配合间隙，使调距具有较高的真实性和准确性。另外，对滑动轴承而言，还可消除轴颈与轴承轴瓦由于磨损而产生的间隙变化，防止辊距缺料而使辊面相碰。

1．装设位置

预负荷装置一般装设在辊筒的两端，其位置如图1-7-88至图1-7-90所示。对于Ⅰ型、Γ型、斜Γ型等三、四辊压延机，因下辊或1号辊筒的自重与负荷方向一致，可不装设预负荷装置。有的压延机在2号、3号辊筒上装有其它辊筒挠度补偿装置时（如反弯曲装置），则预负荷装置只装设在上辊筒或1号辊筒上。

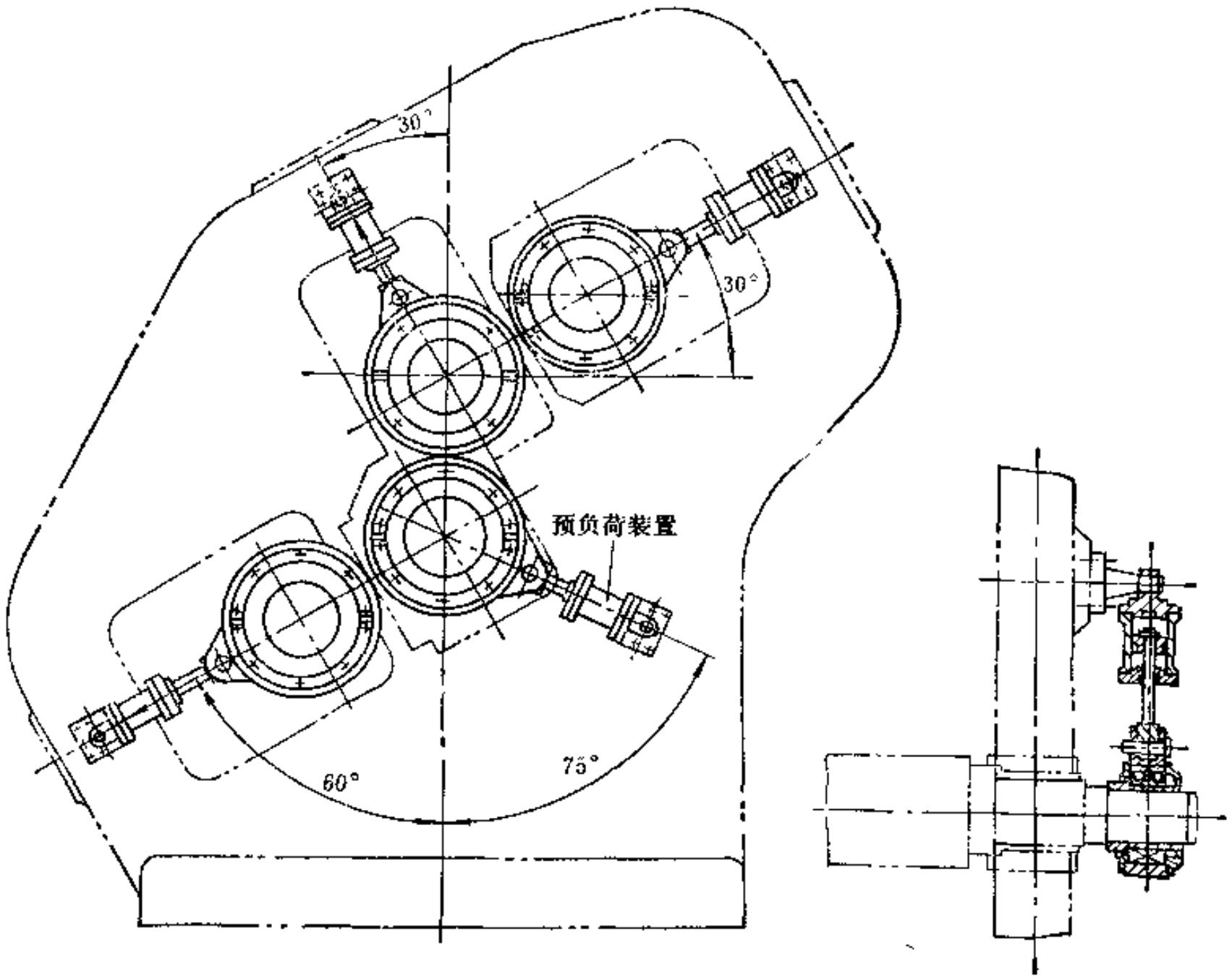


图 1-7-89　预负荷装置在S型四辊压延机上的布置（一）

2．结构型式

常用的预负荷装置有液压式和弹簧式两种。液压式使用较多，按其类型又可分为单缸拉回、双缸拉回和双缸推顶等几种。

图1-7-91和图1-7-92所示分别为单缸和双缸拉回式预负荷装置，两者的结构与工作方式基本相同。以图1-7-91为例，由液压系统供给的压力油进入油缸2中将活塞杆5上提，使辊筒稳定在一个位置运转，并使轴颈紧靠轴承轴衬，不因负荷变化而产生浮动。油缸2通过支承轴1装设在左、右机架上。

图1-7-93所示为双缸推顶式预负荷装置，压力油进入油缸2中，将两端柱塞向相反方向

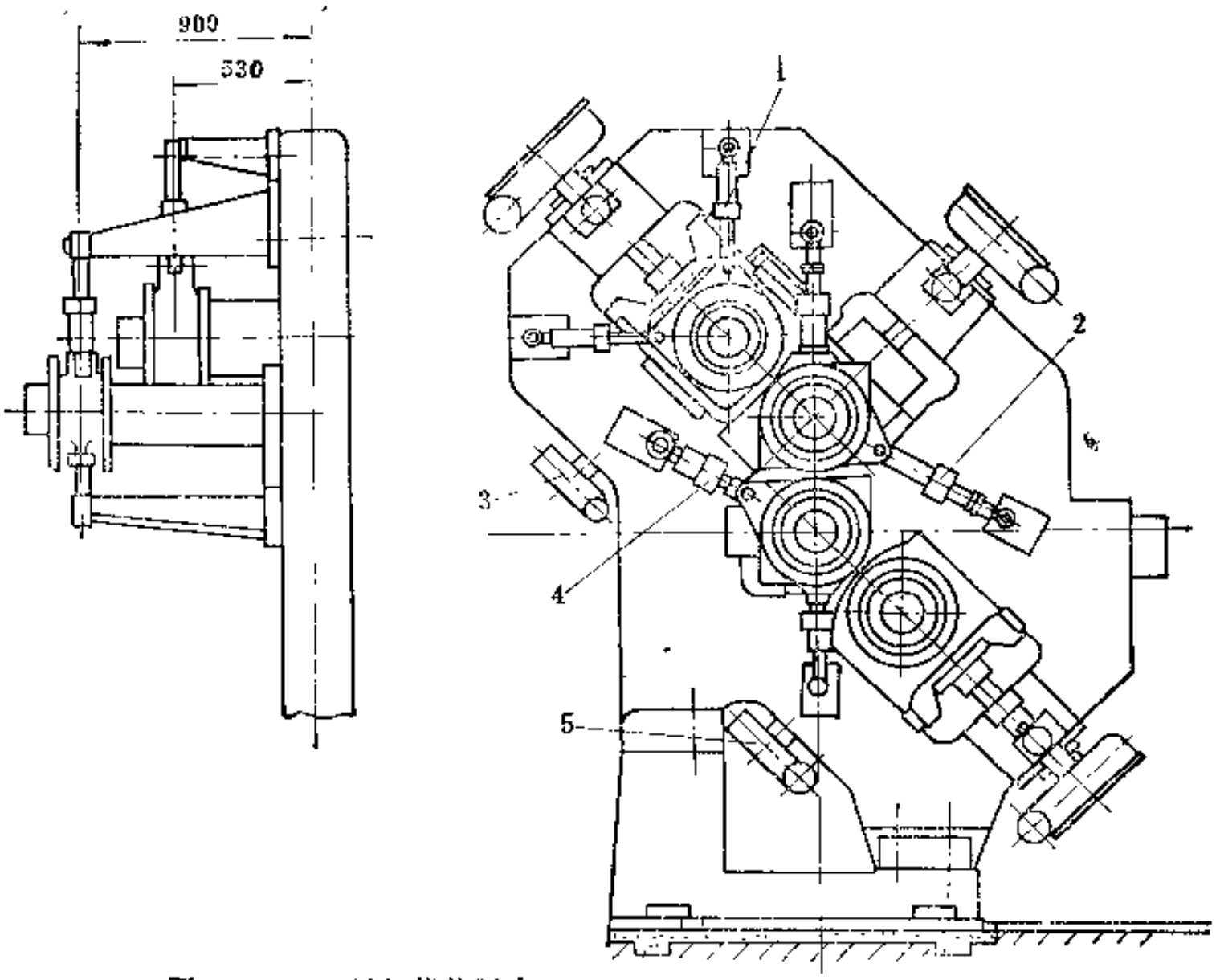


图 1-7-90　预负荷装置在S型四辊压延机上的布置（二）

1—预负荷装置；2、4—反弯曲装置；3、5—轴交叉装置

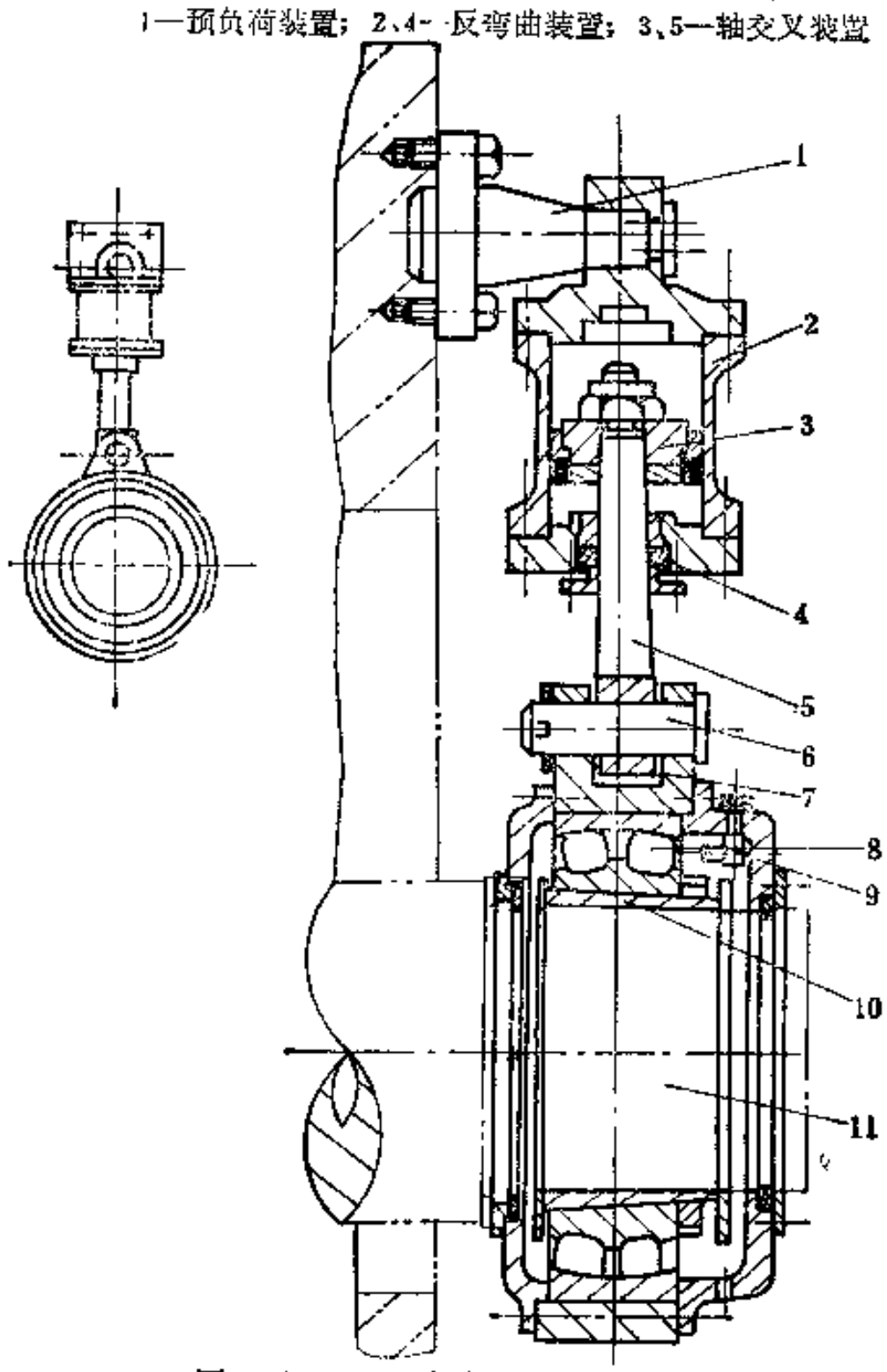


图 1-7-91　单缸拉回式预负荷装置

1—支承轴；2—油缸；3—活塞；4—密封圈；5—活塞杆；6—销轴；7—轴承体；8—轴承；9—油嘴；10—锥套；11—辊筒

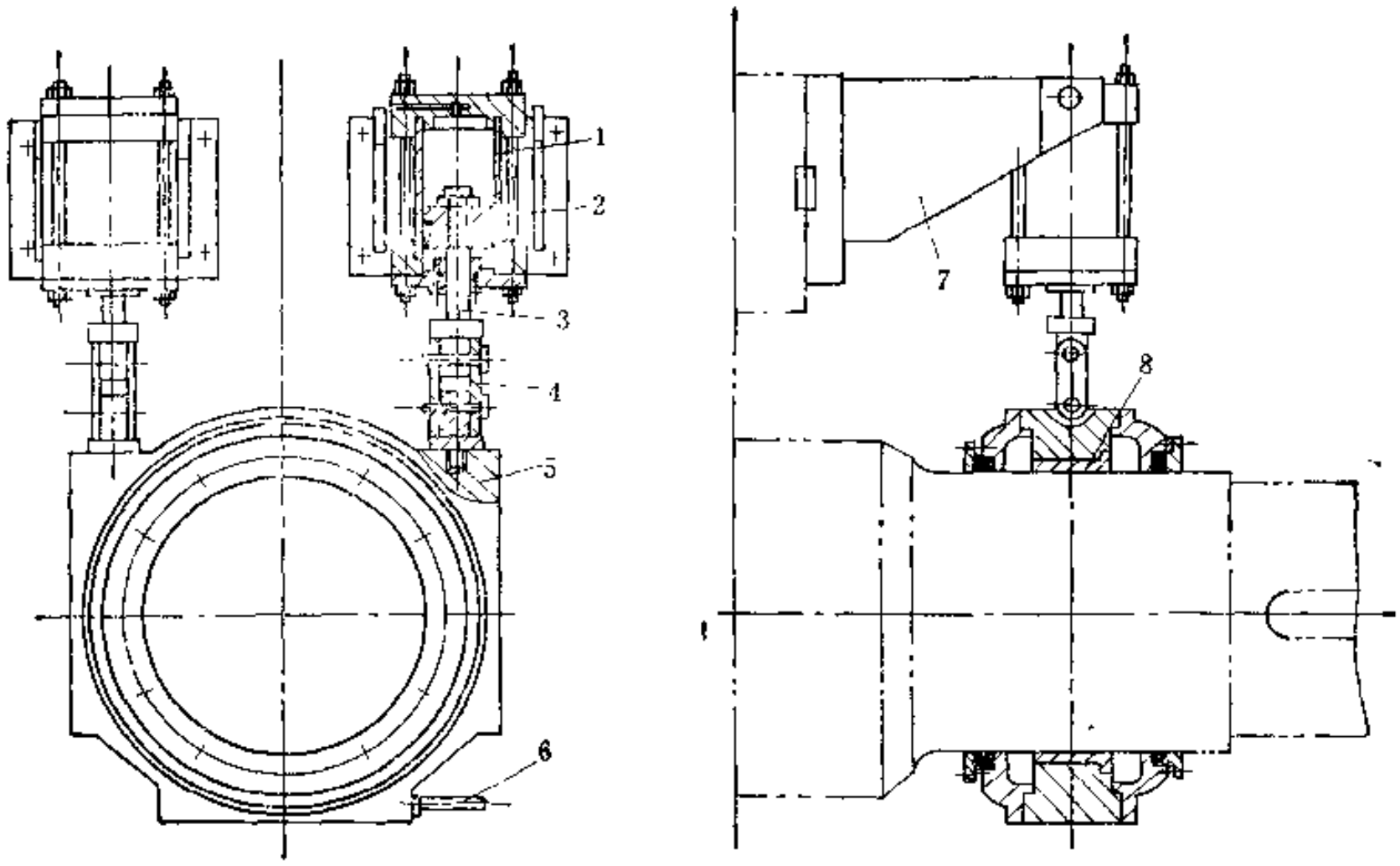


图 1-7-92　双缸拉回式预负荷装置

1—油缸；2—活塞；3—活塞杆；4—连接板；5—拉回装置壳体；6—回油管；7—支撑；8—青铜轴瓦

准移，而两端柱塞分别与上下两个辊筒轴承相连，从而同时推顶两个辊筒，使辊筒稳定在一个固定位置。这种形式的装置一般装设在 2 号和 3 号辊筒或 3 号和 4 号辊筒之间。

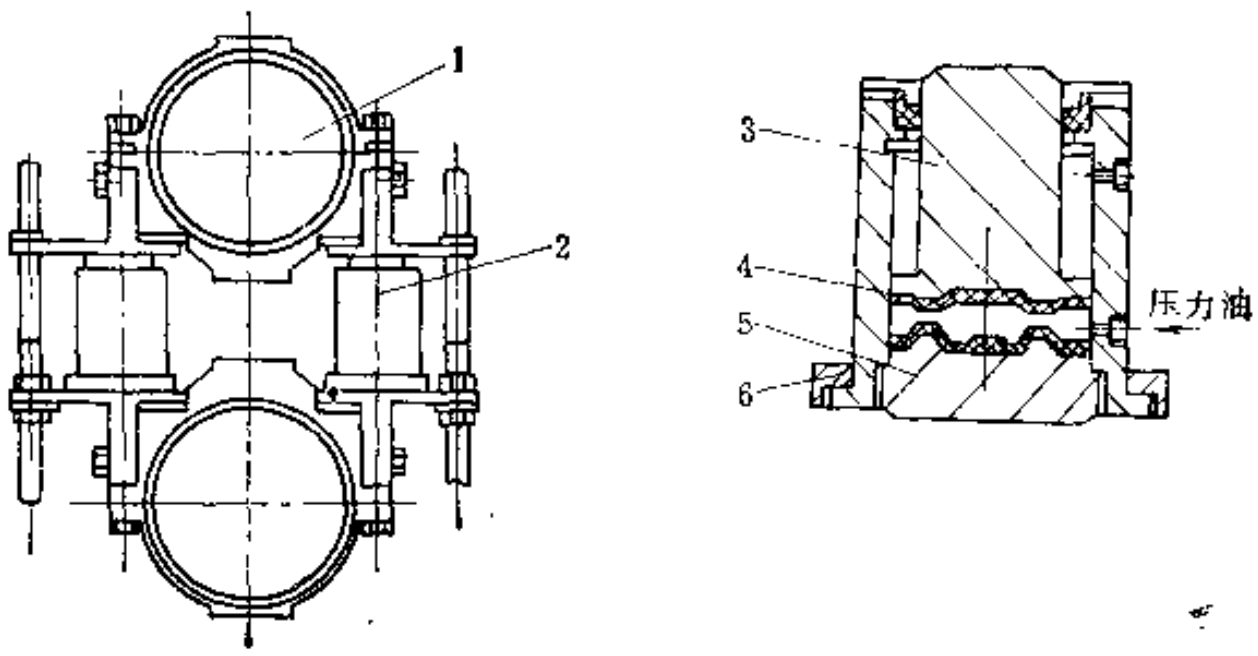


图 1-7-93　双缸推顶式预负荷装置

1—轴颈；2—油缸；3—柱塞；4—密封垫；5—缸盖；6—压盖环

图1-7-94所示为弹簧式预负荷装置示意图，在辊筒每端装设两个弹簧装置，对辊筒轴颈施加预负荷。这种预负荷装置中的弹簧一般采用碟形弹簧。

（二）反弯曲装置

反弯曲装置的结构和预负荷装置的基本相同，但反弯曲装置由于要把辊筒预先进行微量弯曲，以补偿负荷下产生的挠度，故施加于辊筒轴颈上的作用力较预负荷装置的为大，施力

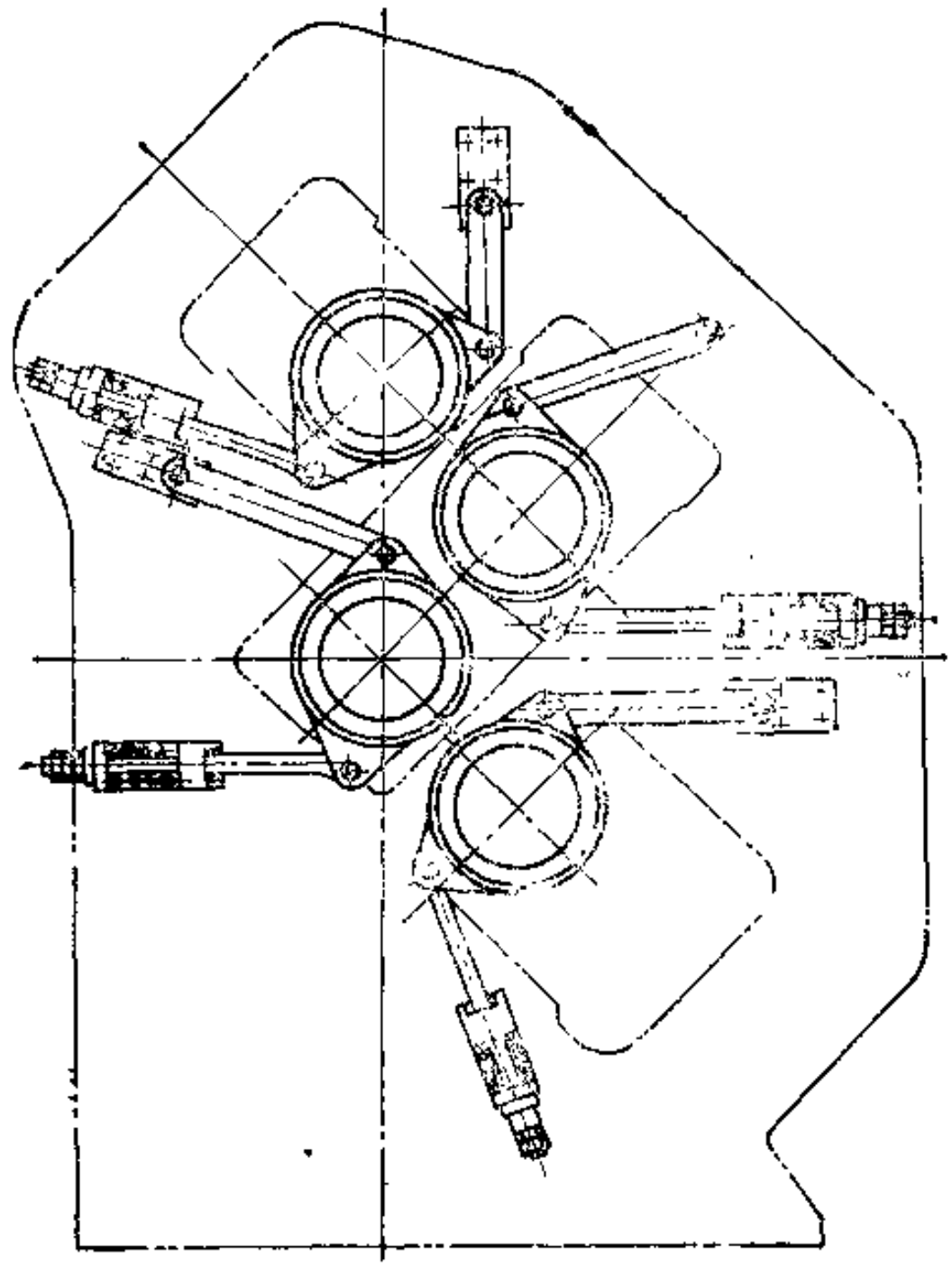


图 1-7-94　弹簧式预应向装置

点距主轴承距离也较远。反弯曲装置的结构常用的为液压式，有单油缸和双油缸两种。单油缸拉杆式反弯曲装置如图1-7-95所示，拉杆 2 将辊筒两端的反弯曲支承杆 3 连在一起，通过油缸 1 的作用，使两个支承杆 3 的一端同时往里或向外移动，在此外力作用下，迫使辊筒产

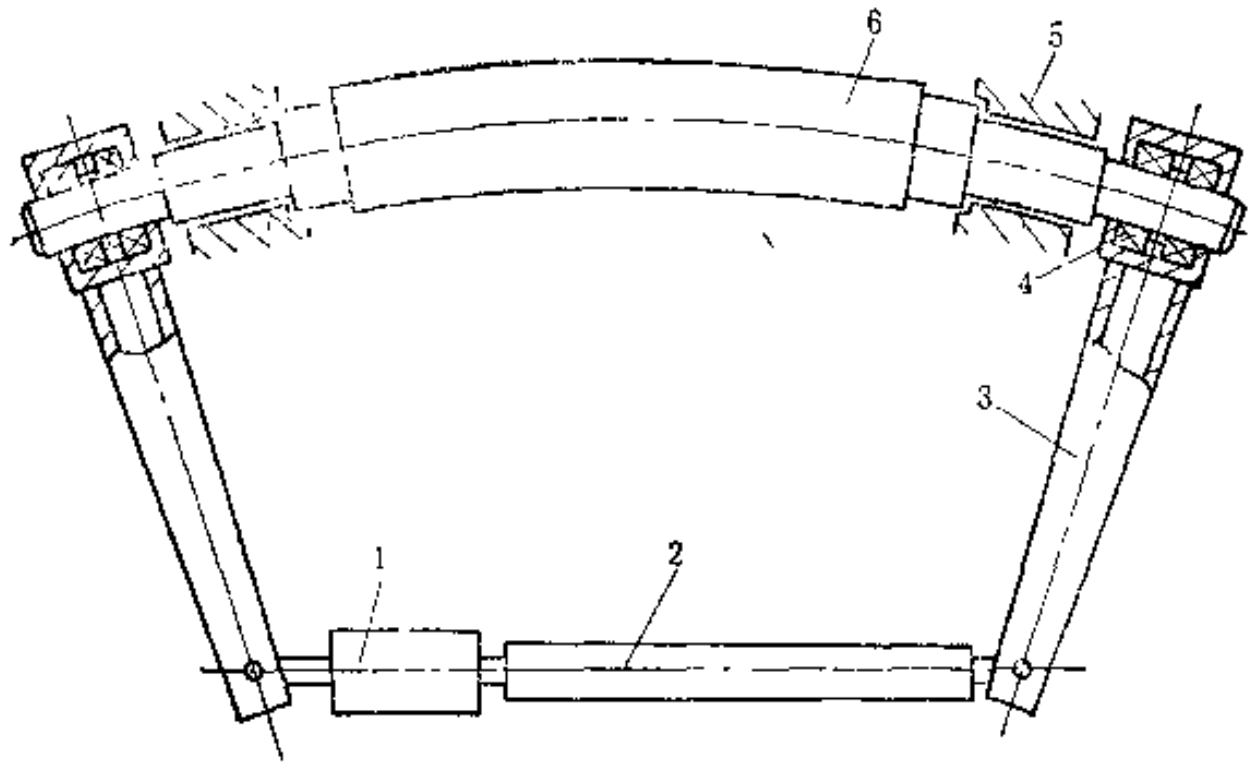


图 1-7-95　单油缸拉杆式反弯曲装置示意图

1—油缸；2—拉杆；3—支承杆；4—反弯曲轴承；5—主轴承；6—辊筒

生微量弯曲。调整油缸 1 的压力，使辊筒产生大小不同的弯曲量，从而获得大小不同的辊筒补偿挠度。

双油缸反弯曲装置如图1-7-96所示，两端油缸 3 装在两侧机架上，并与反弯曲轴承 2 相连接。反弯曲力的大小，同样根据辊筒所需补偿的挠度大小调节油缸 3 的压力进行控制。

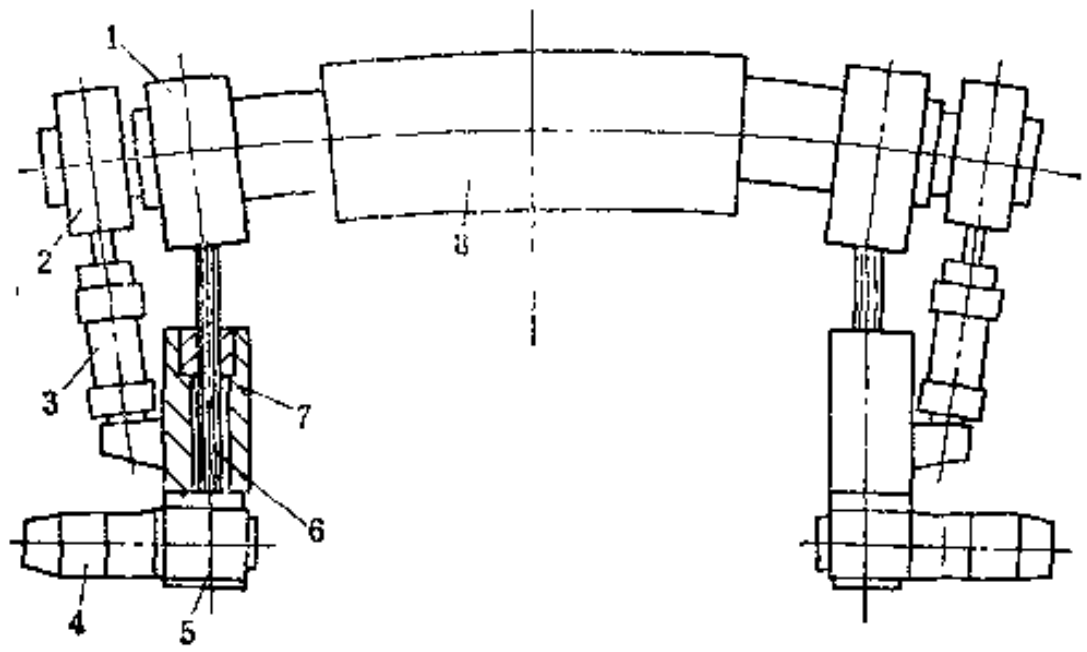


图 1-7-96　双油缸反弯曲装置示意图

1—主轴承；2—反弯曲轴承；3—油缸；4—电机；5—减速器；6—调距螺杆；7—机架；8—辊筒

（三）预负荷装置与反弯曲装置设计注意事项

（1）预负荷作用力的大小，目前主要由经验确定。为了保持辊筒轴颈与轴承轴瓦在接触区域内达到热膨胀后既留有最小的油膜间隙又没有辊筒在受负荷时产生位移的情况，预负荷作用力的取值一般略大于辊筒的自重，或通过试验确定。表1-7-31所列数据可供参考。

（2）预负荷装置采用液压传动时，油缸应密封良好，并应设有当油压降到某一规定值时能自动补压的装置，以免工作时由于没有预负荷而使辊筒位移，造成辊筒互碰。

（3）若在同一辊筒上既装有预负荷装置又装有轴交叉装置时，则预负荷装置的结构务必不要妨碍轴交叉装置的任意调节、其拉回行程的调节范围要适应轴交叉装置的移动。

表 1-7-31　预负荷装置和反弯曲装置的性能参数

性能参数 \ 机器规格	φ550×1700	φ550×1300	φ700×1900	φ700×1900（新）	φ815×2240
辊筒数	3	4	4	4	4
一个辊筒自重，kg	3700	3500	5800	6600	12000
预负荷力，kN	2×80		2×100	2×70	2×160
预负荷油缸压力，MPa		20	3.53	8	
预负荷装设位置	1、2、3号辊两端	1、2、3、4号辊两端	1、2、3、4号辊两端	1号辊两端	1、2、3、4号辊两端
反弯曲力，kW				2×70	
反弯曲油缸压力，MPa				8	
反弯曲装设位置				2、3号辊两端	

（4）为考虑辊筒和轴承的热膨胀及其相对运动，在辊筒轴肩和轴承端面间留有一定的轴向间隙，预负荷装置或反弯曲装置的支承结构应能满足辊筒在轴向间隙内的移动而不受影响。

（5）预负荷装置、反弯曲装置、调距装置和轴承润滑系统应联锁控制，以使调距时免

受调距螺杆与调距螺母间隙的影响，并使轴颈保持在轴承工作区内运转。

八、辊筒温度控制系统

（一）温度控制的要求

各种压延作业都需在一定的温度下进行。辊筒温度的变化和不均匀对压延制品质量有很大影响。不同品种的胶料和不同的工艺方法对辊筒有不同的温度要求，大多数胶料的压延温度在50～120℃之间，个别特殊胶料例外。在压延作业中不仅要设法维持工艺上所需要的辊筒温度，而且应力求辊筒整个工作面温度均匀一致，并能进行准确控制。因此，压延机应设置一套反应灵敏、效果良好和操作方便的加热、冷却装置及其温度控制系统。

（二）辊筒加热、冷却方式及其结构类型

根据辊筒结构，目前常见的辊筒加热冷却方式有：①蒸汽加热水冷却；②电极加热水或油冷却；③蒸汽与电并用加热水冷却；④导热介质循环加热与冷却（过热水或热油）等。前面三种主要用于中空结构的辊筒，后面一种则主要用于钻孔结构的辊筒。

1．蒸汽加热-水冷却装置

如图1-7-97所示，为中空辊筒上采用最广泛的一种加热冷却系统。蒸汽或冷却水通过阀门7和旋转接头5进入装在辊筒1内腔中的长管2内，长管2上开有许多等距离小孔，蒸汽或冷却水由小孔中喷出，以加热或冷却辊筒。泛水则从辊筒内腔经旋转接头5排出。排水管路上

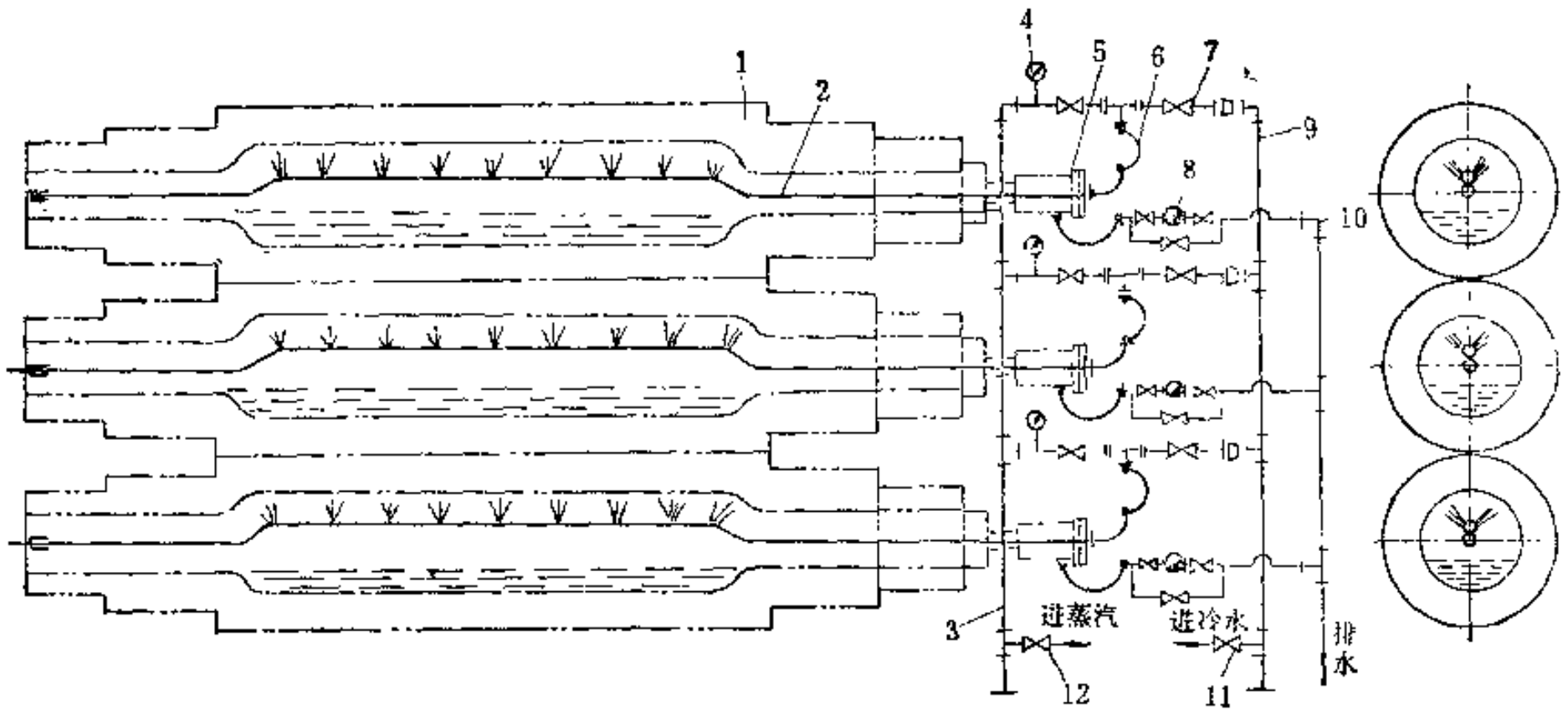


图 1-7-97　蒸汽加热-水冷却装置原理图

1—辊筒辊筒；2—喷水（汽）长管；3—进汽管；4—压力表；5—旋转接头；6—软管；7、11、12—阀门；8—疏水器；9—进水管；10—排水管

装有疏水器8，以防加热时蒸汽逸出。加热辊筒时，将进冷水的阀门11关闭，阀门12开启，冷却时则与此相反。一套管路系统作加热冷却两用。

这种装置结构简单，维护容易，成本低，但调整温度需靠人工，需要较熟炼的操作技术与经验，同时由于辊筒筒壁较厚，导热慢，且有一定的惯性，因而调整温度时反应缓慢，辊面温差大，温度不均匀，不能满足高精度压延作业的要求。

2．电极加热-水冷却装置

这种装置的结构示意图如图1-7-98所示，主要用于中空结构的辊筒。在辊筒空腔中充以水或导热油，并装入电极3和6（或管状电热器），通过集电环2使电极或管状加热器通电，将辊筒内的介质加热，使辊筒升温。同时，辊筒内腔还装有叶片式冷却器，需要时可通入冷却水使辊筒降温。

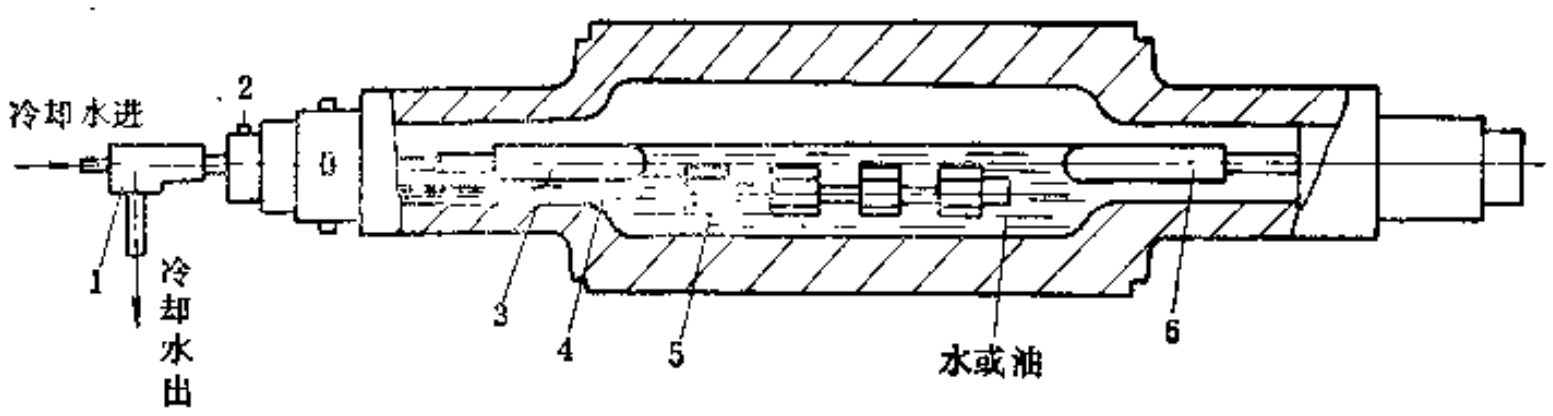


图 1-7-98　电极加热-水冷却装置

1—管接头；2—集电环；3、6—电极（或管状加热器；4—冷却水管；5—叶片式冷却器

电极加热水冷却装置的特点是不用锅炉、蒸汽管路及调节阀等附属设施，结构比较简单，缺点是耗电量大，温度不均匀，调温不便，因而使用较少。

3．蒸汽和电加热并用的温度调节装置

这种装置的结构如图1-7-99所示，可改进单用蒸汽加热辊面温度不均匀的缺点。这种结构的特点是除中空辊筒内腔通入蒸汽加热外，在辊筒工作表面的两端还埋入管状加热器1，

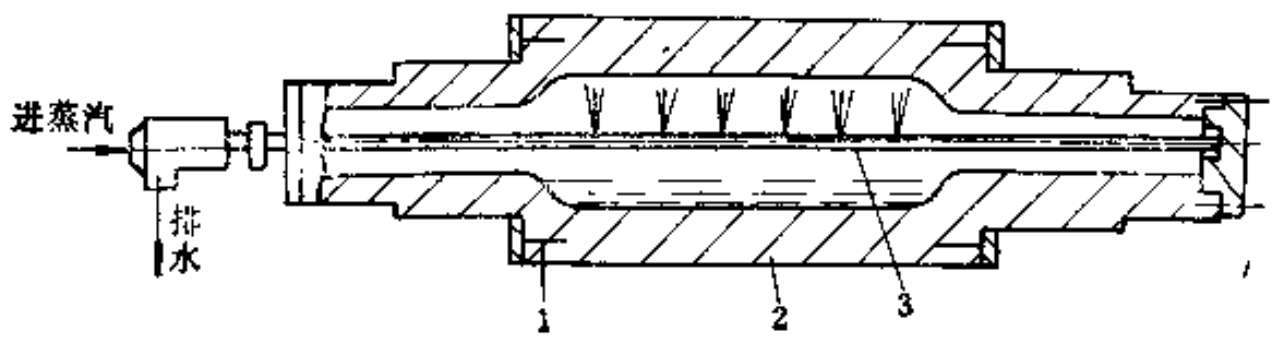


图 1-7-99　蒸汽和电加热并用的加热装置

1—管状加热器；2—辊筒；3—水管

作为对辊筒端部的补充加热，以改善辊面温度的不均匀性，减少辊面温差。温度的控制和调节靠人工进行。

4．导热介质循环加热-冷却装置

现在一般新型压延机均采用钻孔辊筒，而钻孔辊筒均采用导热介质进行循环加热与冷却。常用的导热介质有过热水、导热油及其它热载体（如联苯等），但使用最广的是过热水，其次为导热油。

导热介质循环加热或冷却时，用专门的加热、冷却设备将介质加热或冷却后，用循环泵通过管道、辊筒端部的旋转接头及中心管进入辊筒内腔，介质再沿辊筒内的斜孔流入靠近辊面的孔中，将辊面加热或冷却，而后又通过斜孔及中心管和辊筒内腔之间经旋转接头排出辊

筒重新进入专用加热-冷却装置，根据所需的辊温，再将介质加热或冷却，如此不断循环，把辊筒表面加热或冷却到工艺所需的温度。导热介质在钻孔辊筒内的流向如图1-7-100所示。

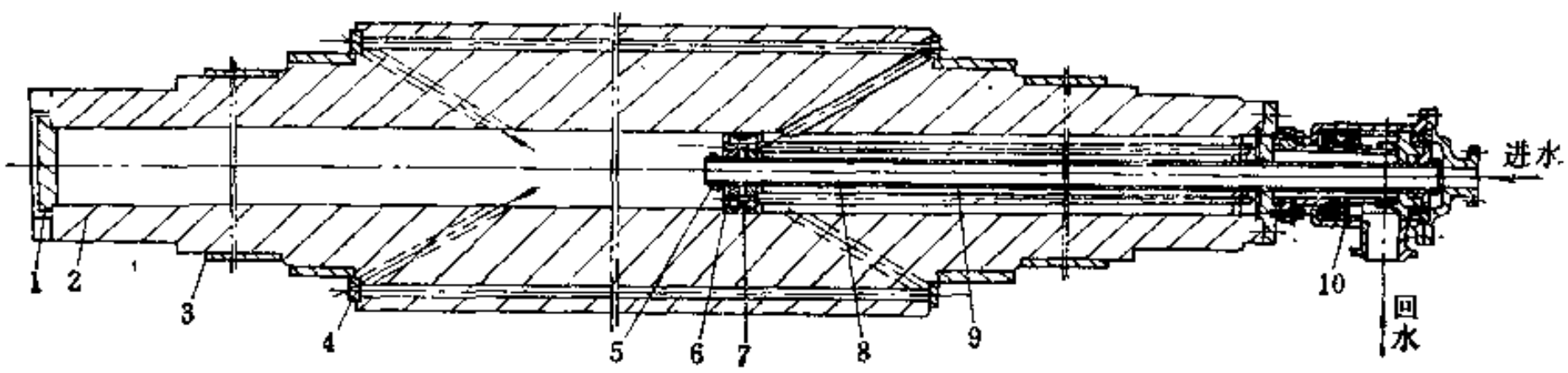


图 1-7-100 钻孔辊筒加热-冷却装置

1—压盖；2—辊筒；3—钢套；4—钻孔封盖；5—固定环；6—可动环；7—密封环；8—调整杆；9—进水管；10—旋转接头

（1）过热水循环加热-冷却系统 根据加热器和冷却器的数量，这种系统可分为单用式（每个辊筒有一组独立的加热-冷却装置及循环系统）和共用式（一台压延机数个辊筒合用一组加热-冷却装置）两种。共用式对辊筒相互之间的加热冷却有影响，不能单独控制，故使用不多。一般采用单用式。

图1-7-101所示为单用式过热水加热-冷却装置系统原理图。每个辊筒配有一套加热器

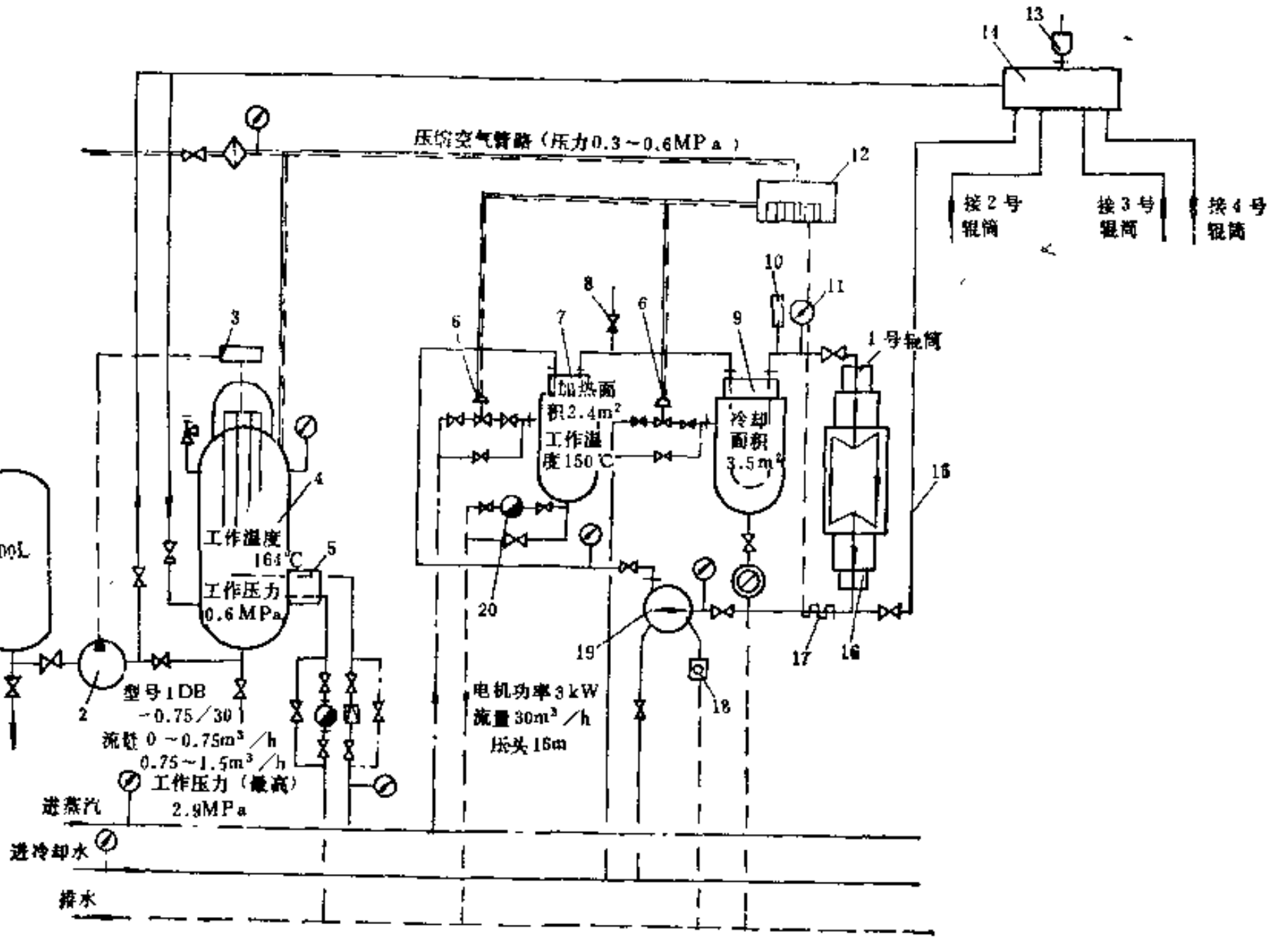


图 1-7-101 过热水加热-冷却循环装置系统图(一)

1—贮水罐；2—补给水泵；3—水位控制器；4—补蓄器（膨胀器）；5—预热器；6—隔膜阀；7—加热器；8—放气阀；9—冷却器；10—温度计；11—压力表；12—温度控制仪；13—自动排气阀；14—分配器；15—进水管；16—辊筒；17—测温元件；18—流量发讯器；19—循环水泵；20—疏水器

7、冷却器9、热水循环泵（一般为离心泵）19和温控系统。整台压延机则配有一套补充水装置及稳压装置（包括一个贮水罐1、一个补给水泵2及补蓄器4等），不断补充系统内损失的水，以保持整个系统工作压力的稳定。加热器和冷却器的结构相类似，一般均为管式换热器。导热介质-过热水从换热器的列管中流过，列管外（换热器筒内）通入蒸汽或冷水进行加热或冷却。通入的蒸汽量或冷水量由隔膜阀6控制，按工艺要求控制过热水温度。经过调温后的过热水由循环泵不断送入钻孔辊筒16的孔道内，迅速将辊筒工作表面加热或冷却。

辊筒工作表面温度的控制和调节是根据压延工艺的要求由温度控制仪12自动进行。在仪表上预先给定所需的温度值，然后通过设在辊筒排水口处或进水口处的测温元件17（测温电阻或热电偶）所测得的辊筒回水或进水温度讯号输入温度控制仪，并与温度控制仪内的设定值进行比较，然后输出比较后的讯号，改变隔膜阀的控制气压，以调整气开式或气闭式隔膜阀开启或关闭的程度，从而控制输入加热介质或是冷却介质，并调节输入的量（当通入蒸汽时，隔膜阀全开启或部分开启，此时通冷却水的隔膜阀则全关闭或部分关闭，反之亦然）。

补蓄器（膨胀器）4用于对各个辊筒的加热-冷却系统不断补充水量和保持整个系统内的压力，使过热水不致超过汽化温度而汽化。若系统内压力超过预定压力时，则补蓄器可起一定的补蓄作用。若超压过大时，补蓄器上的安全阀则自动开启，释放压力，使整个系统维持在安全压力范围内。补蓄器内部装有预热器5（用蒸汽加热）和水位控制器3，当补蓄器内的水位低于所要求的水位时，水位控制器能自动控制补给水泵2给补蓄器及时补水，达到要求水位后即自动停止。

贮水罐1用于贮存洁净的蒸馏水（或经软化处理过的净水），以作补充系统用水。

在整个装置的最高处（位置应比最高的压延机辊筒高）设有分配器14及自动排气阀13，一方面利用位能往系统管路中补充水，另一方面自动排除管路系统中的冷空气，使加热效果更好。

图1-7-102所示为另一种单用式过热水加热冷却循环装置系统图，其工作方式和上述一

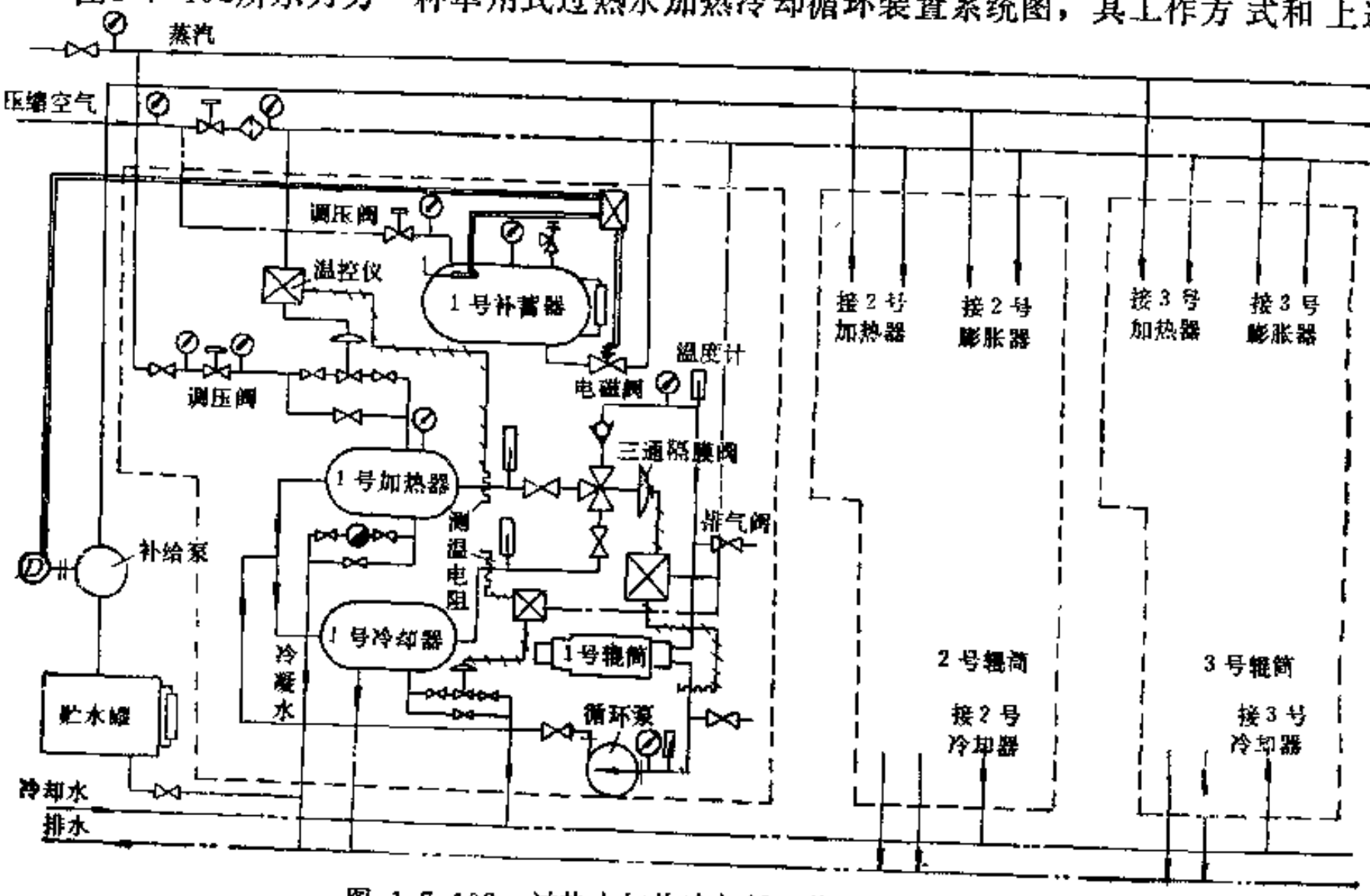


图 1-7-102 过热水加热冷却循环装置系统图（二）

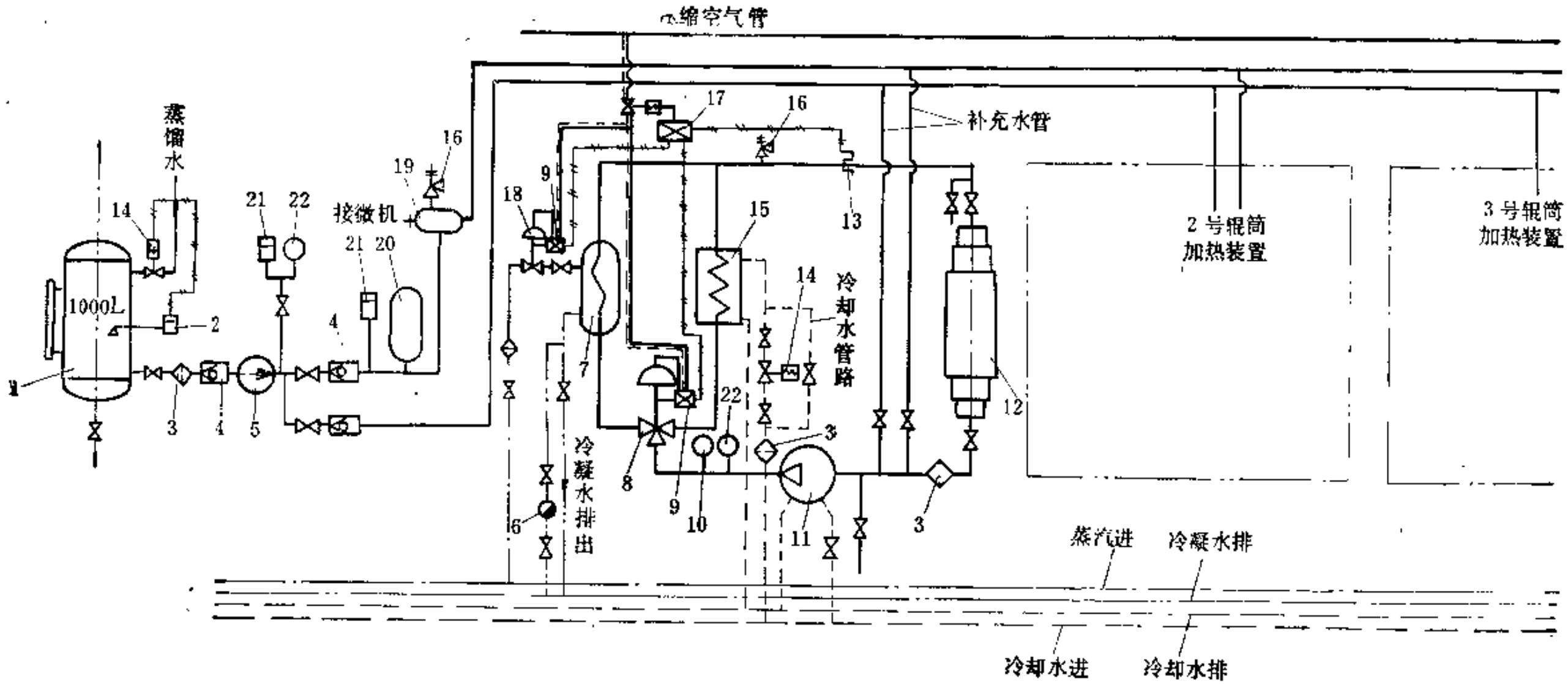


图 1-7-103　过热水加热冷却循环装置原理图(三)

1—贮水罐；2—水位控制器；3—过滤器；4—单向阀；5—补给水泵（旋涡泵）；6—疏水器；7—加热器；8—三通隔膜阀；9—气-电转换器；10、21—压力表；11—循环泵（离心泵）；12—辊筒；13—测温热电偶；14—电磁阀；15—冷却器；16—安全阀；17—温度控制仪；18—两通隔膜阀；19—过渡罐；20—蓄压器；22—温度计

样，所不同的是每个辊筒有单独的补偿器，各辊筒调温时互不影响。

图1-7-103所示为一种经过改进的单用式过热水加热冷却循环装置系统图，其工作情况和图1-7-101与图1-7-102所示一样，但在结构方面有很大的改进和简化，从而结构紧凑，效率更高，成本更低。其主要特点是：①补蓄器（膨胀器）以数个小型的蓄压器代替，并取消其加热装置，节省能源；②提高加热热源-蒸汽的温度，由一般的120～150℃提高到250℃，增加热含量，减小换热器换热面积（约减少一半）。

图1-7-104所示为共用式过热水加热冷却循环装置系统原理图。压延机数个辊筒采用一套补蓄器1（膨胀器）、加热器6和冷却器11，并用一台热水循环泵17对每个辊筒进行加热或冷却。每个辊筒的温度依靠由温度控制仪控制的三通隔膜阀20调节进入辊筒的热水量和冷水量来控制。从辊筒中排出的过热水又分别进入加热器和冷却器，以便循环使用。补蓄器、加热器和冷却器的结构与作用和单用式的基本一样。

共用式的特点是结构比较简单，加热器、冷却器和热水循环泵的数量较少，管路不复杂，设备费用较少。但缺点是各个辊筒的回水汇集混合在一起，不能在原有基础上分别予以加热或冷却。因此，这种形式只适用于各个辊筒工作温度相差不多的情况。

上述各种过热水加热冷却装置中所采用的热源一般为蒸汽或电，由于橡胶厂使用蒸汽场所为多，且压延机工作温度不太高（一般辊筒表面温度为90～120℃），因而所需过热水压力也不高（一般为0.4～0.8MPa），一般低压锅炉蒸汽即能满足要求。因此，橡胶压延机采用蒸汽作热源比较合适。冷水可采用经过处理的自来水或井水。

（2）热油循环加热冷却系统　对于要求较高温度（例如150℃以上）的压延工艺，如果仍然采用过热水作加热介质则需要较高的工作压力，这将给加热冷却系统的结构带来复杂性。因此，采用导热油代替过热水作导热介质可使整个装置在较低的工作压力下运行，即可获得较高的工作温度。目前塑料压延机和一些加工特殊橡胶用的压延机愈来愈多的采用热油循环加热冷却系统。

使用热油循环加热冷却有如下特点：

a．提高温度时不必提高油压（油温为180～220℃时压力仅为0.3～0.5MPa），由于工作压力较低，可方便容器和管路的制造、使用和维修；

b．不需净化水或蒸馏水，可免去水处理设备及水塔堵塞设备和管道之虞；

c．加热冷却反应灵敏，辊面温度比较均匀。

图1-7-105所示为φ610×φ570×2360新式异径辊压延机热油循环加热冷却装置原理图，其原理和构造与过热水加热冷却系统差不多，但必须采用高温不易碳化的专用油（如YD-300）作导热油。此外，整个装置的密封必须良好，且使用一段时间后需换油。

贮油罐7、补蓄器（膨胀器）及冷却器4为四个辊筒所共用，其它为每个辊筒专用一组，但图中仅示出了一个辊筒所用的由循环泵14、加热器9和温度控制仪5等组成的系统，其它三个辊筒的同此。

（三）辊筒端部接头及其密封装置

由于辊筒是在运转条件下进行加热或冷却，所以必须从端部进入和排出蒸汽、热水或冷却水。为此，需要有适应动态工作的密封性能良好的端部接头。常用的端部接头有下列几种。

1．填料式旋转密封接头

这是一种结构简单、使用最早的端部旋转接头，如图1-7-106所示。在辊筒的端部装有一个带法兰的填料套2和进出水管座7。进汽管8和排水管9连接在管座7上，管座7固定不动，

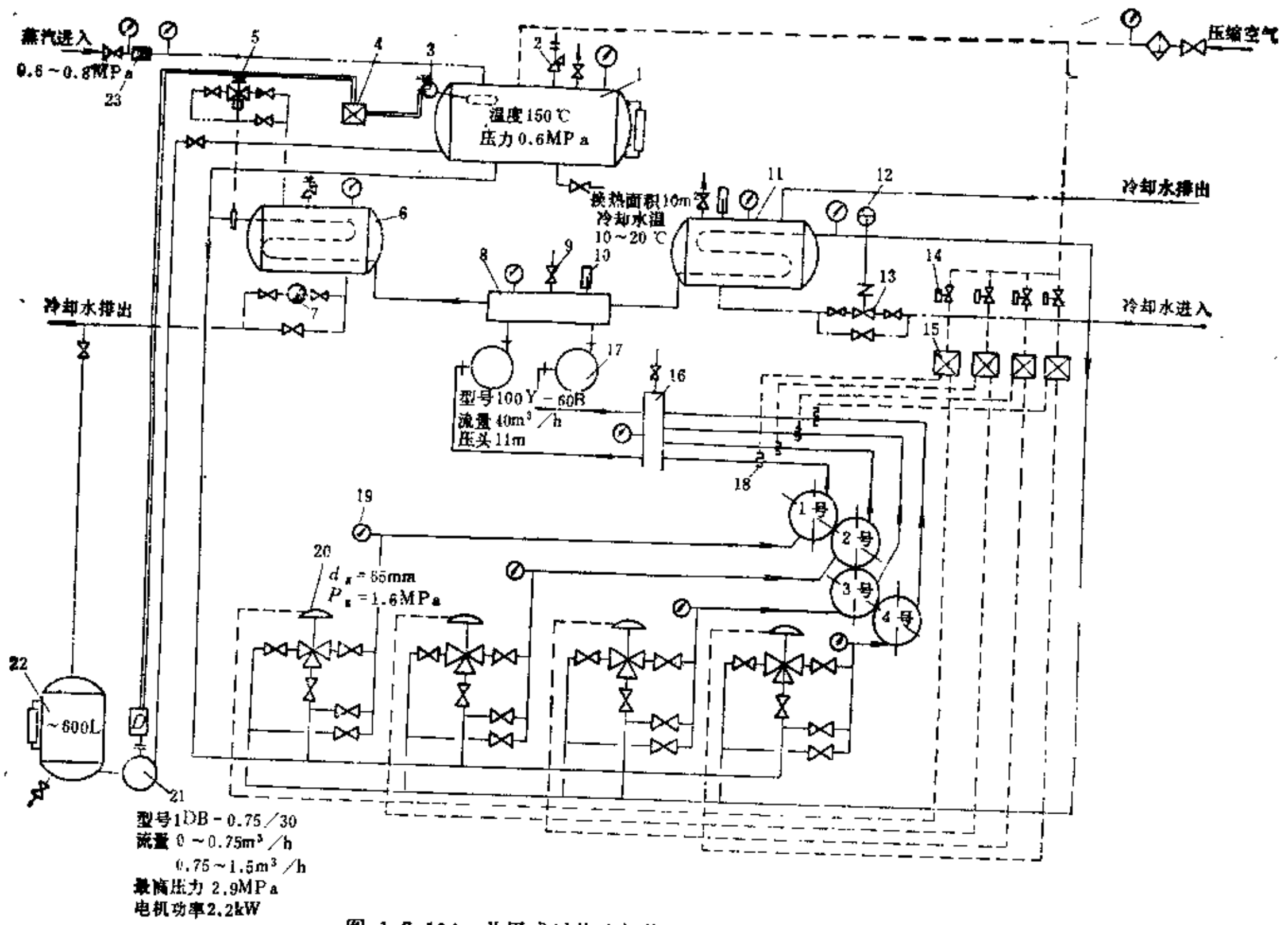


图 1-7-104 共用式过热水加热冷却循环装置系统图

1—补蓄器；2—安全阀；3—水位控制器；4—水位控制仪；5—自控式压力调节器；6—加热器；7—疏水器；8—分配管；9—放气阀；10—温度计；11—冷却器；12—电接点温度计；13—电磁阀；14—压力调节阀；15—温度控制仪；16—汇流管；17—循环泵；18—测温元件；19—压力表；20—三通隔膜阀；21—补给水泵；22—贮水罐；23—减压阀

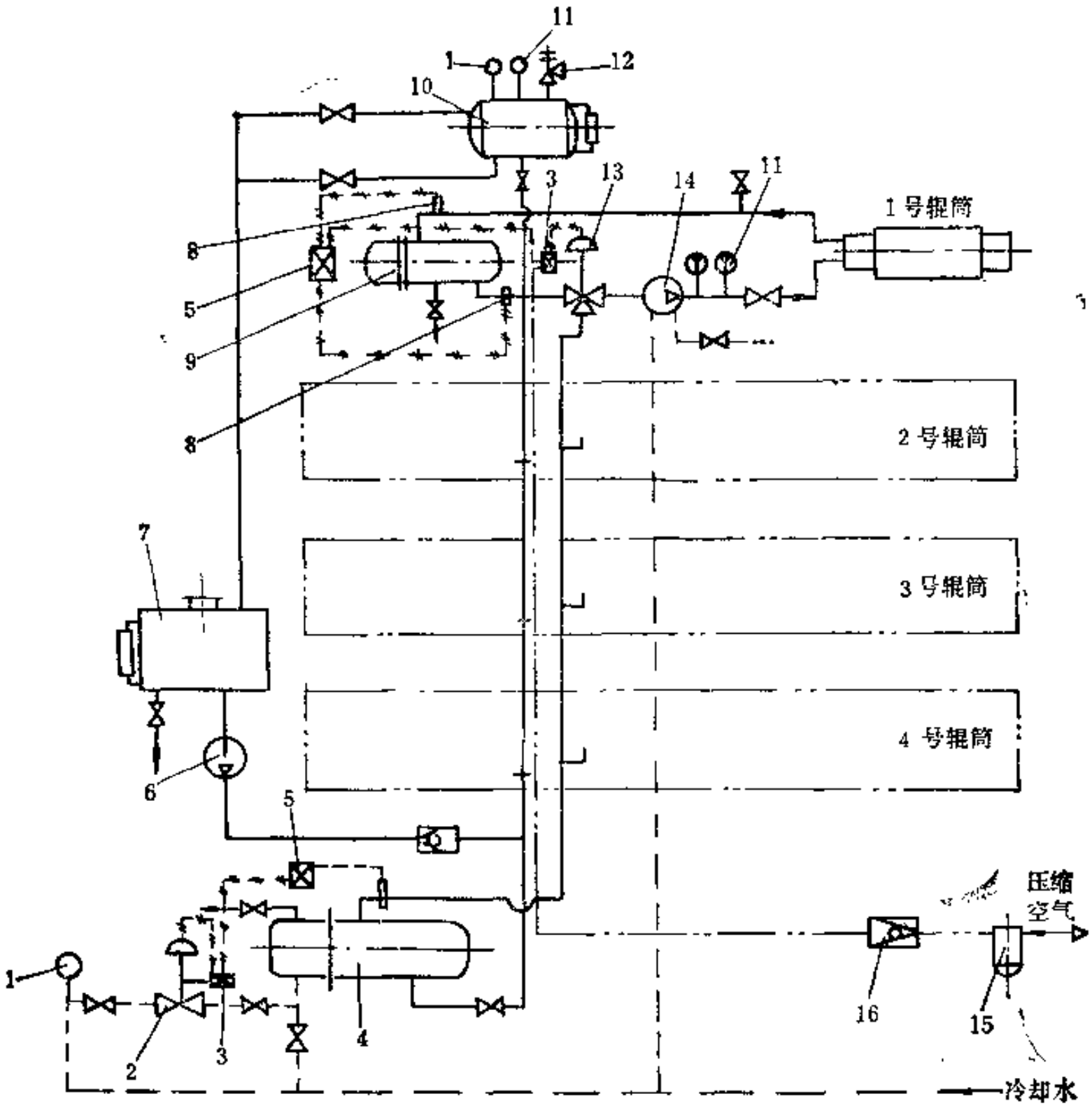


图 1-7-105　热油循环加热冷却装置原理图

1—压力表；2—两通隔膜阀；3—气-电转换器；4—冷却器；5—温度控制仪；6—补给水泵；7—贮油罐；8—测温元件；9—加热器；10—补蓄器（膨胀器）；11—温度计；12—安全阀；13—三通隔膜阀；14—循环泵；15—过滤器；16—止回阀

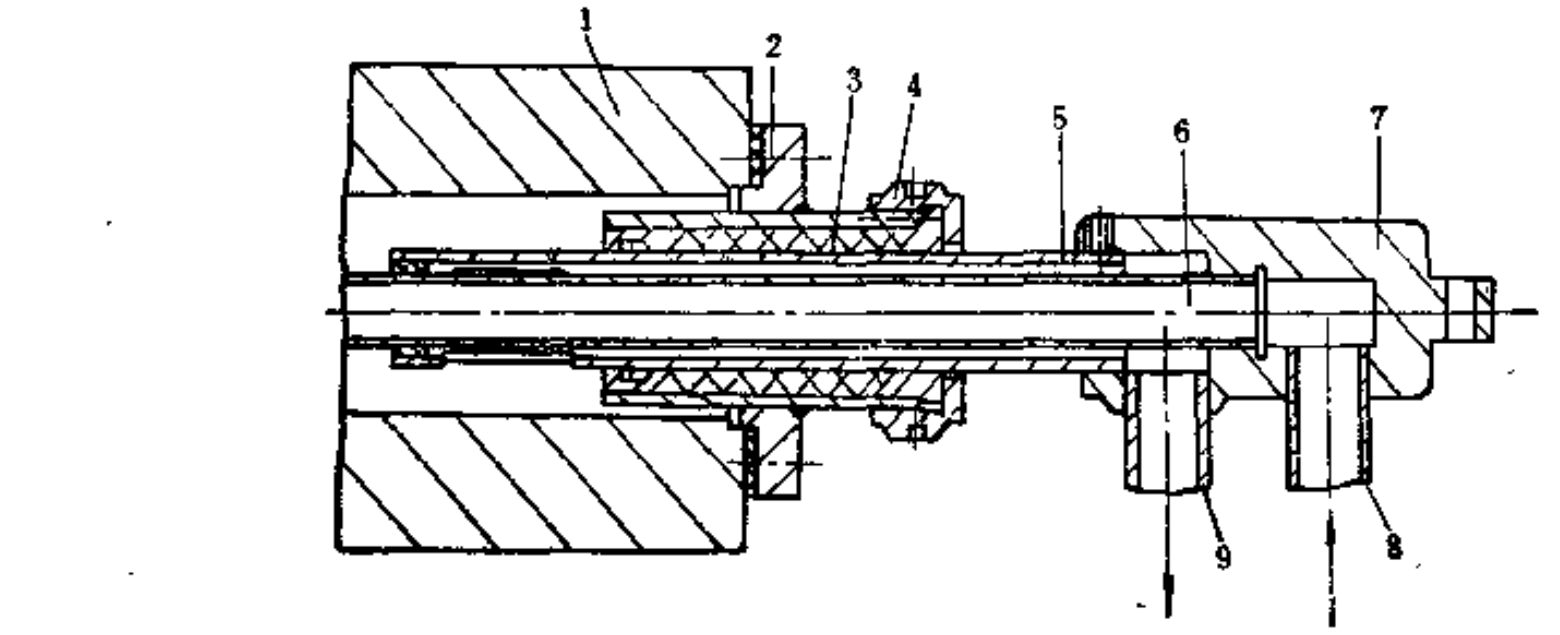


图 1-7-106　填料式旋转密封接头

1—辊筒；2—填料套；3—填料；4—螺母；5—回水管；6—输送管；7—进出水管座；8—进汽管；9—排水管

填料套2随辊筒一起转动。在填料套和排水管之间装有填料3，其所用材料有多种，常用的为石墨石棉绳，也可用填充聚四氟乙烯。后者使用寿命长，耐磨，效果好。这种材料可耐1～2MPa的工作压力，工作温度可达200℃。

2．接触式旋转密封接头

这种密封装置的结构形式有多种，但大同小异，除下列介绍的两种型式外，还可参见图1-7-154所示的结构形式。

图1-7-107所示为一种单球面接触式密封旋转接头，套管2及法兰11连接在辊筒1的端部，与辊筒一起转动。球面密封圈4的凹面和套管2的球面相接触，构成旋转密封面，其底面和壳体3的平面相接触，构成固定密封面。密封面需经研磨加工。支承圈5起支承作用。弹簧7施以密封面一定的预压力，随同工作介质压力一起，压紧密封面，防止泄漏。工作介质从进汽管6进入辊筒内腔，从套管2和进汽管6之间排出。

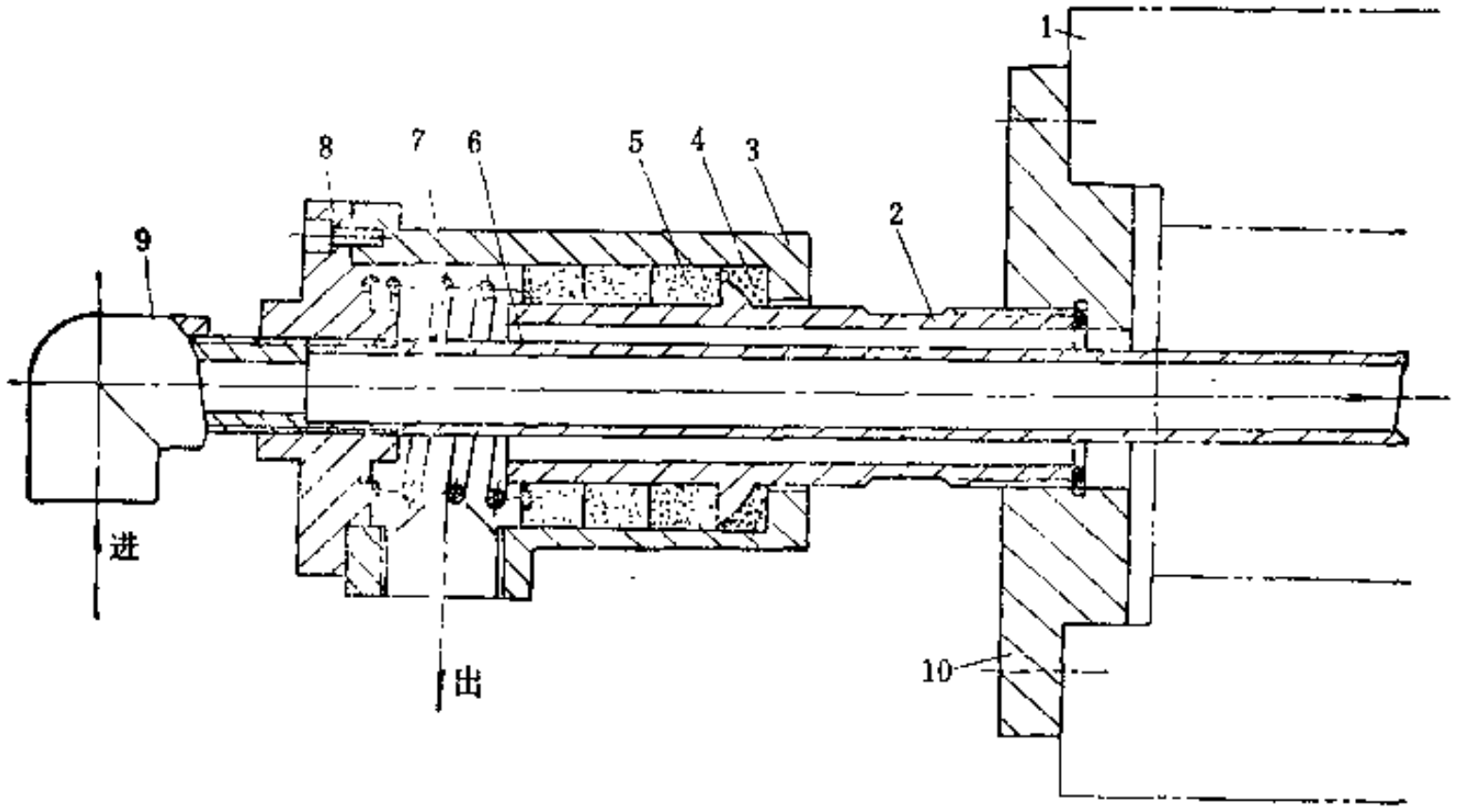


图 1-7-107　单球面接触式密封旋转接头

1—辊筒；2—套管；3—壳体；4—球面密封圈；5—支承圈；6—进汽管；7—弹簧；8—压盖；9—接头；10—法兰

球面密封圈4和支承环5的材料一般采用浸渍石墨或含有石墨的填充聚四氟乙烯。套管2的材料用不锈钢或碳钢（表面镀硬铬）。

单球面接触式密封旋转接头结构简单，密封性能好，且由于密封面系一球面，故允许辊筒有少量偏移而不致产生泄漏，适用于压力不高的蒸汽或水的密封。其缺点是球面配研接触应良好，接触率应大于70%，接触面的单位压力应达到0.3～0.6MPa。

图 1-7-108所示为一种双球面接触式密封旋转接头，能自动调心，密封可靠，广泛用于钻孔辊筒的过热水或热油的加热冷却系统。接头内装有两块球面石墨密封圈 7 和球面金属环 9。密封面呈球面接触，在转动情况下可保持良好的接触。密封圈7的材料为填充石墨，金属环 9 采用表面镀铬的合金钢，并经精细加工。弹簧13给两边密封环的单位压紧力约为1.5～3MPa。

双球面接触式密封旋转接头的工作压力可达3MPa以上。

上述两种旋转接头的密封性能好坏决定于密封面接触压力大小是否合适、摩擦副材料的性能、表面加工情况及接触情况。

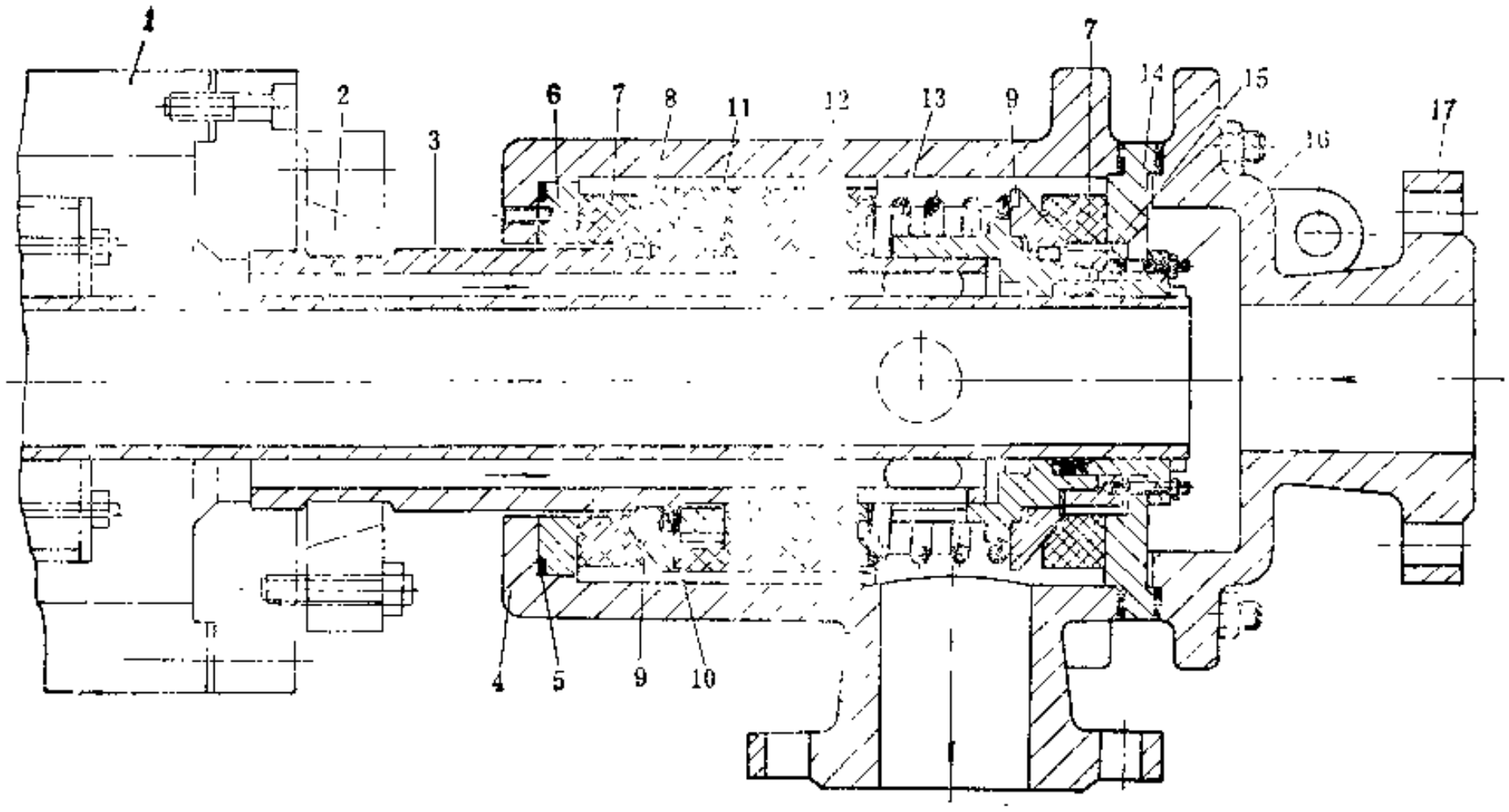


图 1-7-108　双球面接触式密封旋转接头

1—辊筒；2—进汽(水)管；3—排出套管；4—壳体；5—密封垫；6—外静环；7—球面密封圈；8—键；9—球面环；10—密封圈；11—锁紧螺母；12—支承环；13—弹簧；14—内静环；15—密封填料；16—压紧套；17—法兰

（四）辊筒的加热-冷却计算

1．加热计算

压延机主要在下列情况下需要对辊筒进行加热：一是压延机工作开始前，将辊筒从室温预热到工艺所需温度（根据胶料与工艺要求而定，一般在70～120℃范围内）；二是在压延过程中胶料变形产生的热量小于压延过程中物料带走和散失的热量。加热时所需的热量可按下列方法简略计算。

（1）压延机预热时辊筒达到工艺要求所需的总热量Q(kJ/h)

$$Q=n(Q_1+Q_2+2Q_3)+Q_4 \qquad (1\text{-}7\text{-}80)$$

式中　n——辊筒数量；

Q_1——辊筒从室温预热到工艺温度所需热量，$Q_1=\dfrac{G_1\cdot c\cdot(T_2-T_1)}{t}$，kJ/h；

G_1——辊筒重量，kg；

c——辊筒材质比热容，铸铁$c=0.5$kJ/(kg·K)；

T_2——辊筒预热需达到的温度（按工艺要求），K；

T_1——辊筒始温，K；

t——设定升温时间，h；

Q_2——加热过程中，辊面向周围散失的热量，$Q_2=Q_{对流}+Q_{辐射}=3.6(\alpha_K+\alpha_r)\cdot A\cdot(T_{辊}-T_{室气})$，kJ/h；

α_K——对流给热系数，$\alpha_K=1.163\sqrt[4]{\dfrac{T_{辊}-T_{室气}}{D}}$，W/(m²·K)；

$T_{辊}$——辊筒表面温度，K；

$T_{空气}$——辊筒周围空气温度，K；

D——辊筒工作部分直径，m；

α_P——辐射给热系数，$\alpha_P=1.5\ \dfrac{\left(\dfrac{T_{辊}}{100}\right)^4-\left(\dfrac{T_{空气}}{100}\right)^4}{T_{辊}-T_{空气}}$，W/(m²·K)；

A——辊筒工作表面散热面积，$A=\pi DL$，m²；

L——辊筒工作表面长度，m；

Q_3——轴承体与轴瓦带走和散失的热量，kJ/h；

$$Q_3=3.6\left(\frac{\lambda_1+\lambda_2}{2}\right)\cdot\frac{2\pi l}{\ln\dfrac{d_2}{d_1}}(T_{辊}-T_{轴承})$$

λ_1——轴瓦导热系数，青铜为64W/(m²·K)；

λ_2——轴承体导热系数，铸铁为63W/(m²·K)；

l——轴瓦与轴颈的接触长度，m；

d_1——轴瓦内径，m；

d_2——轴瓦外径，m；

$T_{轴承}$——轴承体温度，K；

Q_4——压延机运转时，轴承等处润滑油导走的热量，kJ/h；

$$Q_4=q_{油}\cdot(T_{回油}-T_{进油})\cdot c_1$$

$q_{油}$——润滑油耗量，kg/h；

$T_{回油}$——润滑油回油温度，K；

$T_{进油}$——润滑油进油温度，K；

c_1——润滑油比热容，kJ/(kg·K)。

为简化计算，勿略了压延机运行中轴承所产生的摩擦热。

（2）压延机工作时辊筒所需的加热量　在压延作业中，压延机所消耗的功率除少部分为传动系统摩擦损失外，大部分被转化为压延胶料所需的热能及其有关损耗与自然散失，若转化的热能尚不足以补偿胶料升温要求及各种散失时，则辊筒需加热，若能达成平衡，则可不用加热。如果辊筒转速较高，胶料剪切变形和摩擦生热过多时，则辊筒应冷却，以维持所需辊温。

压延过程中由所耗功率转化成的热量$Q_{功}$(kJ/h)为：

$$Q_{功}=3600\cdot N\cdot\eta \qquad (1\text{-}7\text{-}81)$$

式中　N——压延机实际消耗的功率，kW；

η——传动系统的机械效率，一般为0.8～0.9。

在压延过程中消耗的热量$Q_{耗}$(kJ/h)为：

$$Q_{耗}=Q_{胶}+Q_{空气} \qquad (1\text{-}7\text{-}82)$$

式中　$Q_{胶}$——压延过程中胶料带走的热量，$Q_{胶}=q\cdot c\cdot(T_2-T_1)$，kJ/h；

q——压延机产量，kg/h；

c——胶料比热容，$c=1.38$kJ/(kg·K)；

T_2——压延后胶料温度，K；

T_1——压延前（供料）胶料温度，K；

$Q_{空气}$——辊筒表面及胶层向周围空气散失的热量，kJ/h；

$$Q_{空气}=n(Q_{对}+Q_{辐})=n[(\alpha_K+\alpha_P)\cdot A\cdot(T_{辊}-T_{空气})],$$

n——辊筒数量。

其它符号见式（1-7-80）。

压延过程中所需的总加热量$Q'_{总}$(kJ/h)为：

$$Q'_{总}=Q_{胶}+Q_{空气}-Q_{功} \tag{1-7-83}$$

上述计算中，尚需考虑工作过程中其它方面的损失，如管路损失、机架的散热等，故在考虑所需总加热量时根据计算值增加10～20%。

（3）蒸汽消耗量　若辊筒为中空结构，采用蒸汽加热时，根据热量平衡原则，预热时的蒸汽消耗量$W_{预}$(kg/h)为：

$$W_{预}=n\cdot\frac{Q}{h} \tag{1-7-84}$$

式中　n——辊筒数量；

Q——预热时加热每个辊筒所需的热量，kJ/h；

h——在工作压力下蒸汽之比焓，当蒸汽压力为0.3MPa时，h=2725kJ/kg。

在压延过程中的蒸汽消耗量W_2(kg/h)为：

$$W_2=\frac{Q'_{总}}{h} \tag{1-7-85}$$

2．冷却计算

当压延过程中所消耗的功能（包括胶料摩擦热）转化成热能的量大于胶料吸收带走的热量及各种热耗时，为保持工艺温度，防止胶料焦烧，辊筒必须通冷却水将多余的热量导走。需要导走的热量$Q_{导}$(kJ/h)为：

$$Q_{导}=Q_{功}-Q_{胶}-Q_{空气} \tag{1-7-86}$$

则冷却水的消耗量$W_{水}$(m^3/h)为：

$$W_{水}=\frac{Q_{导}}{c\cdot\Delta T\cdot\gamma} \tag{1-7-87}$$

式中　c——冷却水的比热容，c=4.187kJ/(kg·K)；

ΔT——冷却水进水与排水温差，一般取3～5K；

γ——水的密度，γ=1000kg/m^3。

九、辊筒轴承润滑系统

辊筒轴承无论是采用滑动轴承还是滚动轴承，都必须设有良好的润滑装置，保证润滑油的充分供给与排出，才能获得正常的运转。

压延机辊筒轴承的工作特点是大负荷、低转速、较高的工作温度和要求较高的运转精度。在采用滑动轴承时，轴承处于边界摩擦润滑状态，轴承的摩擦功转化为热能，所以更应

供给足量的是有良好耐热性能的润滑油，将热量导走，使润滑油和轴承温度保持在许可范围内。如果采用滚动轴承，则摩擦热要小得多，润滑油供给量也可相应适当减少。

（一）稀油压力循环润滑装置

这种润滑装置目前用得较多，干油润滑只在个别小型压延机及老式压延机上使用。图1-7-109所示为用于大规格压延机的稀油压力循环润滑装置的润滑系统图。这种装置在压延机两侧的辊筒轴承各设一套。工作时由电机带动的齿轮油泵4从油箱1内将油吸上，经安全阀7、冷却器8、过滤器9送入分配器10后，再分送到各个辊筒轴承。进入辊筒轴承的油再通过

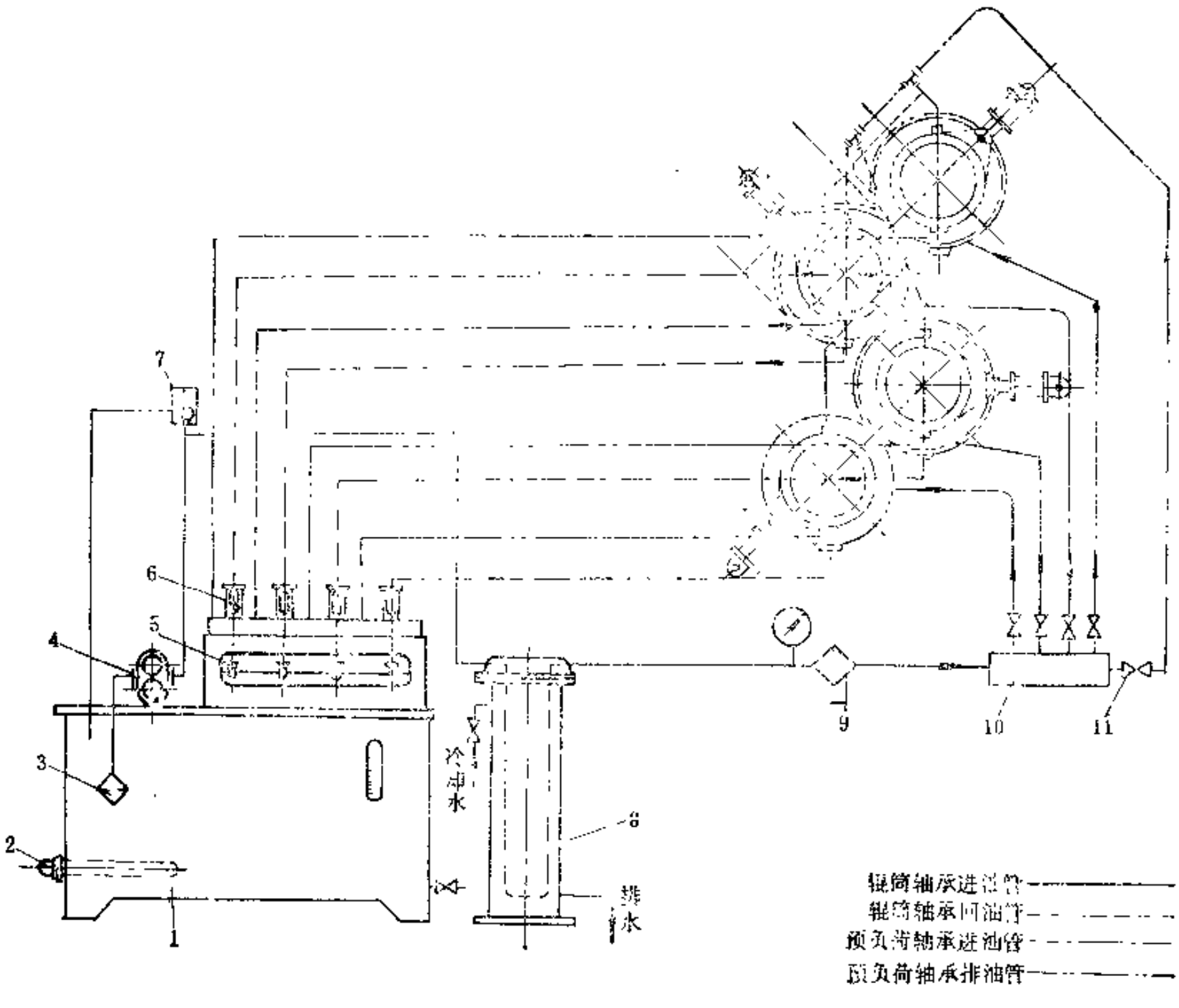


图 1-7-109 稀油压力循环润滑装置系统图

1—油箱；2—电加热器；3—吸油过滤器；4—齿轮油泵；5—报警装置；6—电接点温度计；7—安全阀；8—冷却器；9—过滤器；10—分配器；11—截止阀

每个轴承上的回油管流回油箱，冷却过滤后循环重复使用。油箱上部的回油管路上装有电接点温度计6和报警装置5。当回油温度过低时，回油箱加热，若超过设定回油温度或回油量太少及回油中断时，报警装置则自动发出报警讯号（指示灯亮及喇叭响），提醒操作者迅速排除故障。若在规定的报警时间内（一般为3～5min）不能及时排除故障，则控制箱内的延时时间继电器动作，使压延机整机自动停车，保护机器不受损坏。

润滑油循环系统中一般使用的进油压力为0.2～0.4MPa。调节安全阀7可以调节轴承的

进油压力和进油量。

油箱1内设有加热器2和油位指示器。加热器一般可用管状电阻加热器或蛇形管制成的蒸汽加热器。冷却器8一般为管状换热器，管外部通以冷却水，管内流通润滑油。有的压延机不单独设置冷却器而在油箱内装设蛇形管（见图1-7-111）进行加热或冷却，但效果稍差。

报警装置的原理如图1-7-110所示，系利用杠杆原理构成。在杠杆7的一端装有盛油漏斗2（漏斗下部开有小孔），另一端装有可移动的平衡块6。杠杆上装有碰块5，当回油管中的回

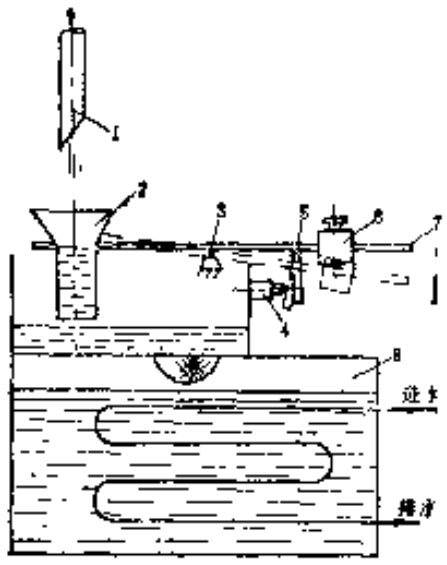


图 1-7-110 报警装置示意图

1—回油管；2—漏斗；3—支承点；4—微动开关；5—碰块；6—平衡块；7—杠杆；8—油箱

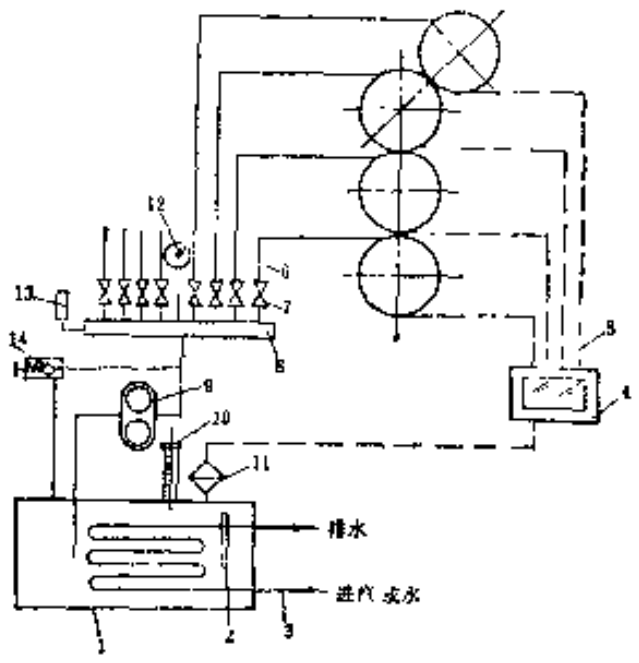


图 1-7-111 中小型规格压延机的润滑系统

1—油箱；2—油位指示器；3—蛇形管；4—回油盒；5—回油管；6—进油管；7—阀门；8—分配器；9—齿轮油泵；10—温度计；11—滤油器；12—压力表；13—高压继电器；14—安全阀

油量大于漏斗小孔的排出量时，漏斗中始终存有一定油量，其重量与平衡块平衡，杠杆保持水平状态，此时杠杆上碰块5与微动开关4保持一定距离。若回油量过小或回油中断，漏斗中存油量不够小孔的流出量时，平衡块将杠杆下压，碰块5碰微动开关4，发出报警讯号。

图1-7-111所示为一种小规格压延机润滑装置的润滑系统，在油箱内装有蛇形管，可通入蒸汽或冷却水对润滑油进行加热或冷却。在进油管路中装有压力继电器13，当进油管路阻塞，进油压力过高时进行报警。

安全阀14用以调节进油压力大小，回油则通过回油盒4流回油箱1。

（二）润滑装置的主要性能参数

各种规格压延机润滑装置的主要性能参数见表1-7-32。

表 1-7-32 润滑装置主要性能参数

性能参数 \ 型号	XY-630	XY-1120	XY-1200	XY-1700	XY-1730	XY-1800	XY-1800A
轴承型式	滑动（铜瓦）	滑动（铜瓦）	滑动（铜瓦）	滑动（铜瓦）	滑动（铜瓦）	滑动（铜瓦）	滚动（滚柱轴承）
每个轴承耗油量 L/min	约0.6	约 1	1.5～2	约 2	2～2.5	2～3	0.5～1
常用油压，MPa	0.1～0.3	0.1～0.3	0.1～0.2	0.2～0.3	0.1～0.3	0.2～0.4	0.2～1.6
润滑油牌号	HG-11饱和汽缸油	HG-11或HG-52饱和汽缸油	HG-38过热汽缸油	HG-38过热汽缸油	HG-52过热汽缸油 HG-38过热汽缸油	HG-52过热汽缸油 HJ3-28轧钢机油	HJ3-28轧钢机油

续表

性能参数 \ 型号		XY-630	XY-1120	XY-1200	XY-1700	XY-1730	XY-1800	XY-1800A
油泵	型式	齿轮泵CB-6	齿轮泵CL-10	齿轮泵CB-18	齿轮泵	齿轮泵	齿轮泵	齿轮泵
	流量，L/min	6	10	18	25	2×18	2×18	25
	电机功率，kW	0.25	0.25	0.6	1.5	0.8	1.1	3
进油管内径，mm		4.5	6	8		10	11	6
回油管内径，mm		13	25	15	26	32	38	42
油加热方式		蒸汽	蒸汽	蒸汽	蒸汽	蒸汽	电热	电热
油冷却方式		油箱内设蛇形管，通水冷却					另设冷却器通水冷却	

（三）润滑装置的计算

1．润滑油量的计算

每个辊筒轴承（指滑动轴承）所需的润滑油量G(L/min)可按下式计算：

$$G=\frac{Q_1-Q_2}{\rho\cdot c\cdot\Delta T\cdot\varphi} \qquad (1\text{-}7\text{-}88)$$

式中 Q_1——辊筒轴颈和轴衬摩擦产生的热量，kJ/min；

Q_2——轴承体散失的热量，kJ/min；

ρ——润滑油密度，取0.9kg/L；

c——润滑油的比热容，kJ/(kg·K)；

ΔT——轴承进油和回油的温差，K；

φ——润滑油利用系数，一般取0.8～0.9。

轴颈和轴瓦摩擦产生的热量Q_1(kJ/min) 为：

$$Q_1=60\times\frac{W\cdot l\cdot d}{427\times1000} \qquad (1\text{-}7\text{-}89)$$

式中 W——单位摩擦功，$W=\frac{P\cdot v\cdot f}{d\cdot l}$，J/(cm²·s)；

P——一个轴承上的作用力，N；

v——轴颈圆周速度，m/s；

f——摩擦系数，铸铁与青铜在半液体摩擦时 $f=0.08\sim0.1$；钢与青铜在 半液体摩擦时 $f=0.07\sim0.1$；

l——轴瓦长度，cm；

d——轴颈直径，cm。

当$W\leqslant12.7$J/(cm²·s) 时，轴承可自然冷却，润滑油量只需满足摩擦副润滑 的需要 而不需用润滑油带走热量。若$W>12.7$J/(cm²·s)时，则应采用强制冷却（用一定量 的润滑油冷却或轴承体通水冷却）。

轴承体散失的热量Q_2(kJ/min) 为：

$$Q_2=60\cdot A\cdot h(T_{轴承}-T_{空气}) \qquad (1\text{-}7\text{-}90)$$

式中 A——轴承体外表散热面积，m²；

h——传热系数（轴承体对周围环境），通风不好时 $h=0.0084\sim0.01$kJ/(s·m²·K)；

通风良好时 $h=0.0138\sim0.0176$kJ/(s·m²·K)；

$T_{轴承}$——工作时轴承外表面温度，K；

$T_{空气}$——轴承周围空气温度，K。

一台压延机所需总的润滑油量$G_{总}$(L/min) 为：

$$G_{总}=2n\cdot G \tag{1-7-91}$$

式中 n——辊筒数量；

G——一个轴承所需的润滑油量，L/min。

若采用滚动轴承时，其所需润滑油量计算方法基本上相同，在计算摩擦功时其摩擦系数f需采用滚动轴承的摩擦系数，对于短圆柱滚子轴承其$f=0.002$，对于长圆柱滚子轴承$f=0.006$，对于双列向心球轴承$f=0.004$。

在实际使用中，采用的强制循环油量一般都较理论计算的大，这主要考虑在实际运行中影响因素较多，情况较复杂，例如油泵效率、管路布置、温度对润滑油粘度及流速的影响等。故一般要留有足够的余量，以保证机器不因润滑不足而产生故障。

2．进油管内径的计算

每个轴承的进油管内径d(mm)可按下式计算：

$$d=4.6\sqrt{\frac{G}{v}} \tag{1-7-92}$$

式中 G——一个轴承的润滑油量（此油量应按所选定油泵的最大流量分配给各轴承的量来考虑)，L/min；

v——润滑油在油管中的流速，视润滑油的粘度而定，当强制润滑时，$v=2\sim5$m/s，自流润滑时$v=0.2\sim0.5$m/s。

十、附属装置

压延机的各种附属装置设在压延机辊筒的附近或机架的前后面，以配合完成压延作业。随压延工艺和机械化程度的不同，附属装置设置的种类也不同。下面介绍几种比较常用的附属装置：挡胶板和刮胶边装置、扩布和扩边装置、切胶边装置、划气泡装置、供胶装置和递布装置等。

（一）挡胶板与刮胶边装置

在供料辊筒工作表面的两侧设有挡胶板与刮胶边装置，使胶料在所要求的宽度范围内加工并阻止胶料跑出辊面。挡胶板要能紧密接触辊面并能按所需宽度沿辊面调节。刮胶边装置则应能把与帘布贴胶后剩余在辊筒上的胶边刮下引入供料辊距重新使用。

挡胶板与刮胶边装置的结构型式有多种，但大同小异。图1-7-112所示为一种应用较普遍的挡胶板与刮胶边装置，它主要由挡胶板1和5及刮胶边刀6组成。挡胶板1和5装在带有燕尾槽的挡胶板座3上，可以上下移动。挡胶板的下部圆弧面与辊面相接触。挡胶板5靠压缩弹簧4保持与调距辊筒工作表面相接触。刮胶边刀6装在挡胶板的一侧，一般是装在胶料进入辊距的一侧，且可在挡胶板座的燕尾槽上人工上下调整，其工作面与辊筒轴线成约45～60°的角度，使刮下的胶边能顺利重新导入辊距中。整个挡胶板用螺母和螺杆8相连接，可根据压延幅宽人工转动螺杆8在导杆7上左右移动面作调整。

这种装置的结构比较简单，但挡胶板与辊面的接触仅靠弹簧的压力，因此与辊面接触不太紧密，当辊距改变时，两挡胶板之间及与辊面之间会有少量间隙。

图1-7-113所示为一种气动式挡胶板和刮胶边装置。挡胶板1和刮胶边刀6装在支座2和5

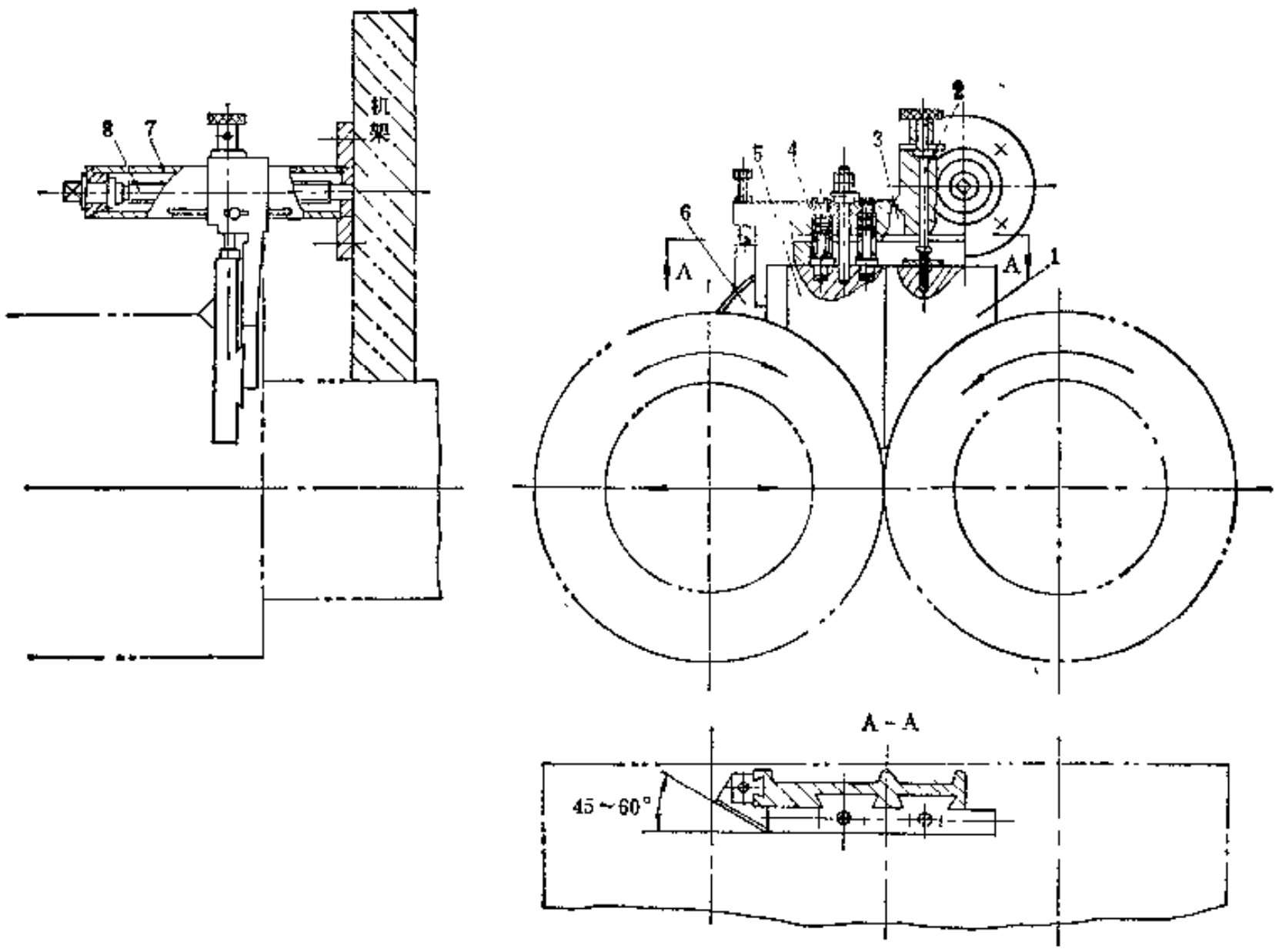


图 1-7-112　挡胶板与刮胶边装置

1、5—挡胶板；2—拉杆；3—挡胶板座；4—压缩弹簧；6—刮胶边刀；7—导杆；8—螺杆

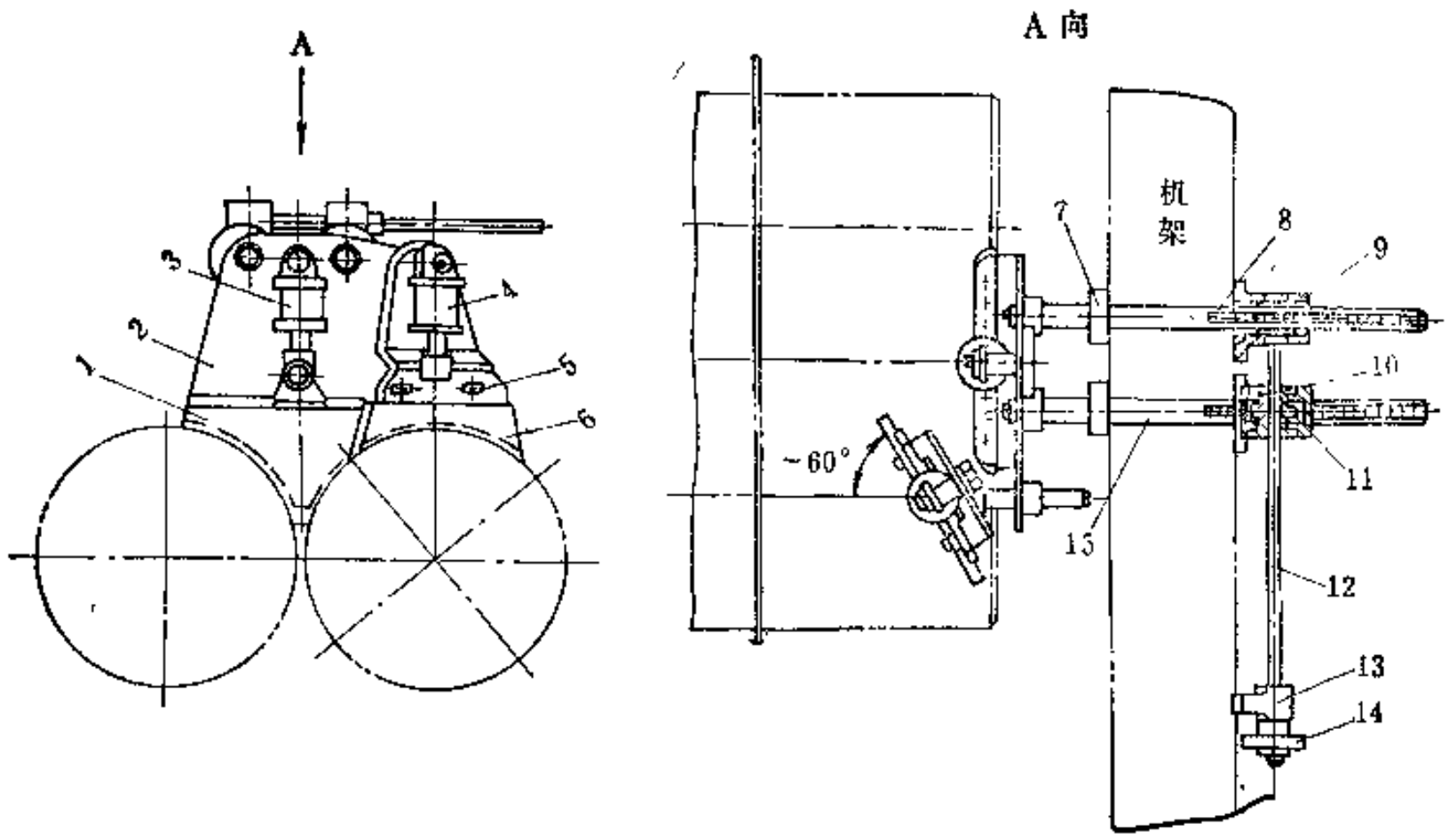


图 1-7-113　气动式挡胶板和刮胶边装置

1—挡胶板；2、5—支座；3、4—气缸；6—刮胶边刀；7—轴承；8、15—齿条导杆；9—支承座；10—压盖；11—齿轮；12—轴；13—轴承座；14—手轮

上，但刮胶边刀装在挡胶板的前方，并与辊筒轴线成60°角。挡胶板和刮胶边刀的上部装有气缸3和4，利用气缸的推力使之紧贴辊面。气缸直径约为70mm，压缩空气压力为0.1～0.3MPa。

挡胶板支座装在一端有齿条的导杆8和15上，人工转动手轮14通过齿轮11和齿条导杆15使整个挡胶板左右移动，以调整所需位置。

挡胶板材料要求强度高和耐磨性好，通常采用酚醛塑料（夹布胶木）、铸型尼龙、青铜或硬木制成。刮胶边刀材料可用锡青铜或铍青铜。

（二）扩布和扩边装置

压延机上采用的扩布和扩边装置种类较多，常用扩布装置有弓形活络式扩布器（根据需要可调节扩布辊弓形曲率半径）、弓形固定式扩布器（扩布辊弓形曲率半径不变）、左右螺纹扩布辊及其它形式的扩布装置等。

扩边装置有单锥辊式、双锥辊式和三辊式等多种，扩布和扩边装置的工作原理及结构请参阅本篇第六章的有关部分，其在压延机上的装设位置情况如图1-7-114和图1-7-115所示。图1-7-115所示的三辊扩边器可根据帘布幅宽转动手轮6在导杆上移动而调整。

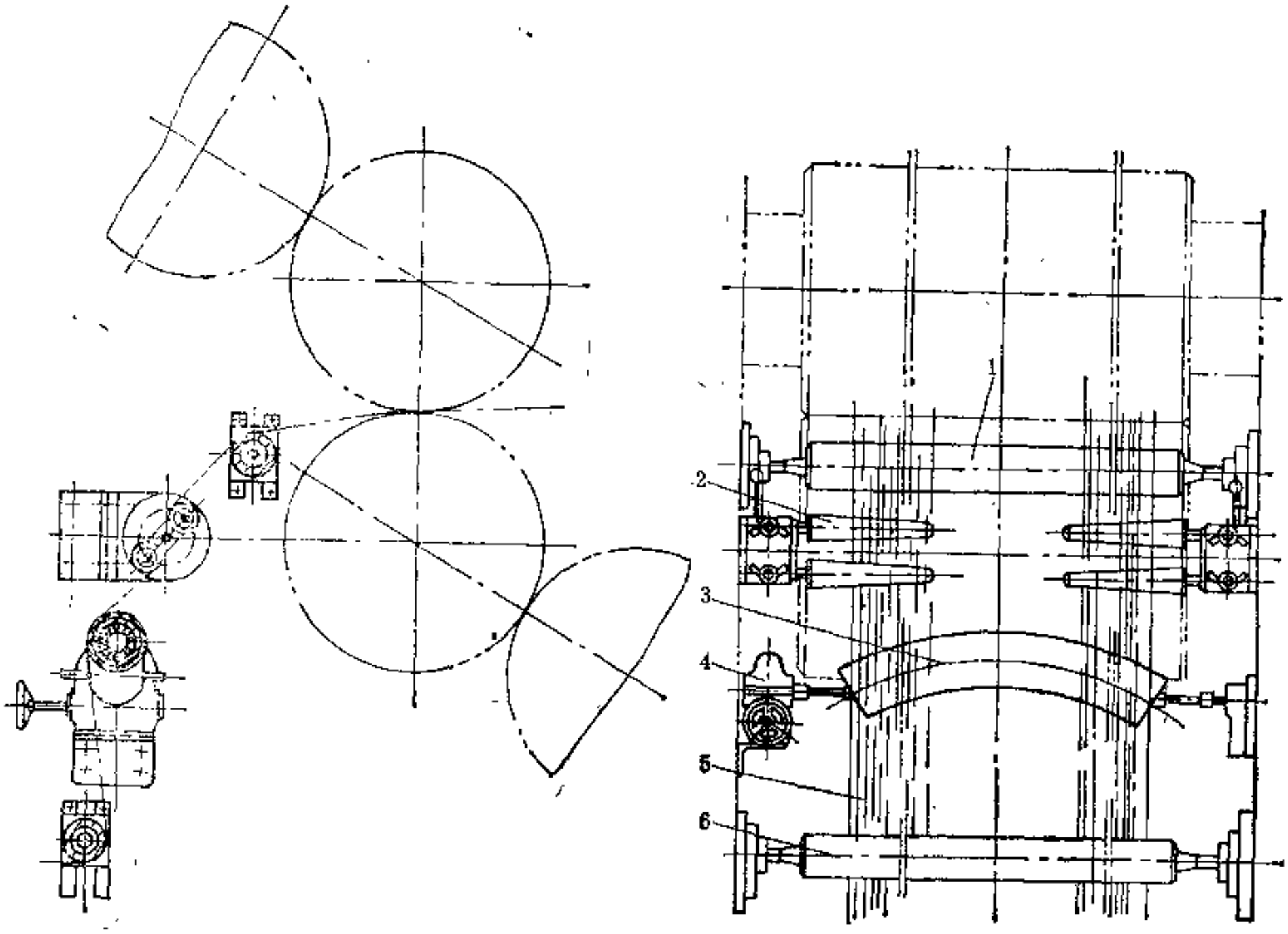


图 1-7-114　扩布和扩边装置在压延机上装设情况

1,6—导辊；2—双锥辊扩边器；3—弓形活络扩布器；4—活络扩布器调节装置；5—帘布

图1-7-116所示是一种经过改进的三辊扩边器，它不仅可根据帘布幅宽的需要在导杆3上左右移动（通过手轮6及锥齿轮7），而且可根据帘布边部密疏情况将三个扩边辊转动一个角

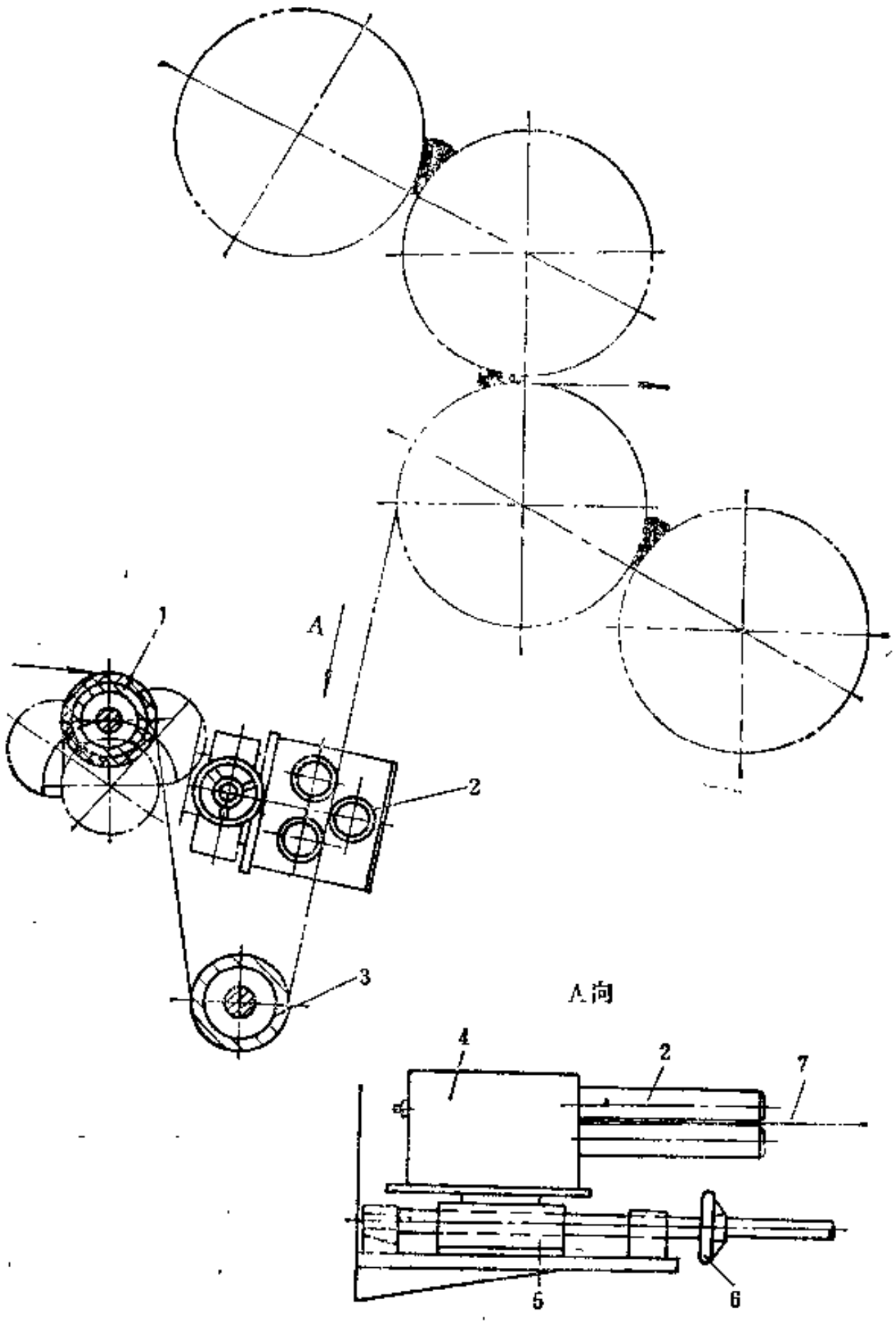


图 1-7-115　三辊扩边器安装示意图

1—扩布器；2—三辊扩边器；3—导辊；4—液压缸；5—支座；6—手轮；7—帘布

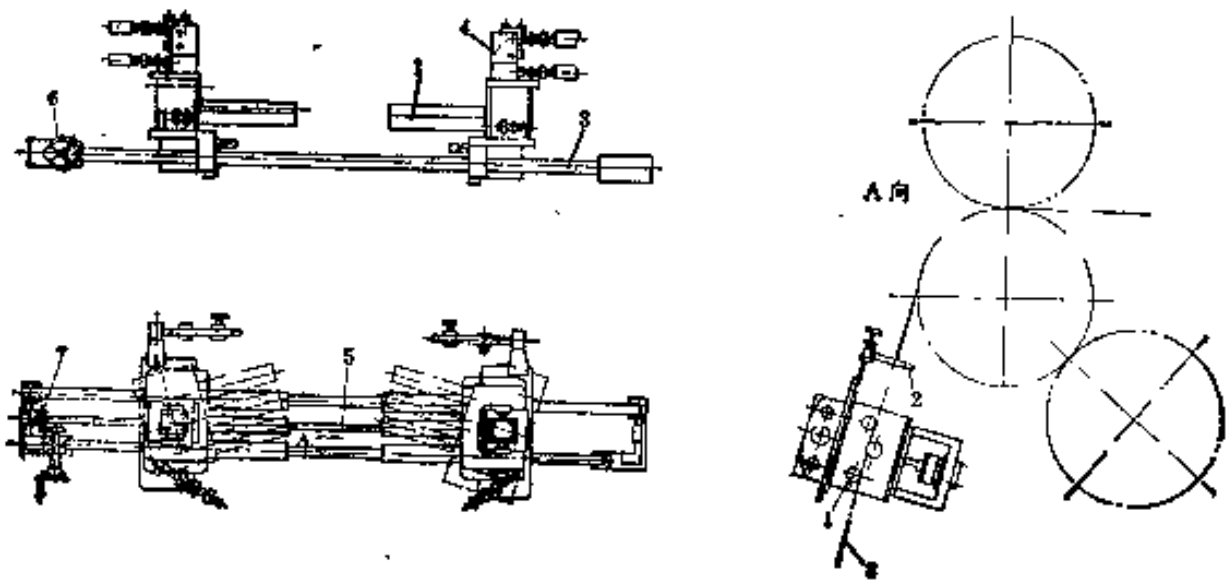


图 1-7-116　三辊扩边器

1—扩边辊；2—光电检测装置；3—导杆；4—液压转台；5—丝杆；6—手轮；7—锥形齿轮；8—帘布

度，同时在其前面还设有一个光电检测装置2，使扩边器能紧随帘布边部并检验帘线边密情况。

（三）切胶边装置

在帘、帆布上挂胶时，压延的胶片宽度通常要比帘、帆布的幅宽大，故帘、帆布挂胶后须将大于其幅宽的不规则胶边切除，使挂胶帘、帆布的两边齐整。为此，在压延机出料辊的两侧设有切胶边装置（如图1 7-117所示）。切胶边装置不仅要在帘、帆布正常运行情况下能顺利切下胶边，而且能在帘、帆布稍有偏移的情况下也能正常工作，做到既要切除胶边又要不损伤胶布。因此要求切胶边装置的切刀既要紧靠帘、帆布边部，又能跟随帘、帆布的偏移而自由移动。

切胶边装置的结构有多种型式，常用的有下列三种：图1-7-117所示为移动式切胶边装置。支架1固定在压延机两边的机架上。刀架3上装有6个滑轮4（内装滚动轴承），可在导轴6上自由移动。利用弹簧5使挡胶边板8紧贴在帘布边沿，并可跟随布边作少量位移。切刀7装在刀杆10上，刀杆上开有长孔，以调节固定切刀的位置。重锤9使切刀紧贴在辊面上。调节螺栓2可使切胶边装置绕支架1的支承轴作少量偏转。

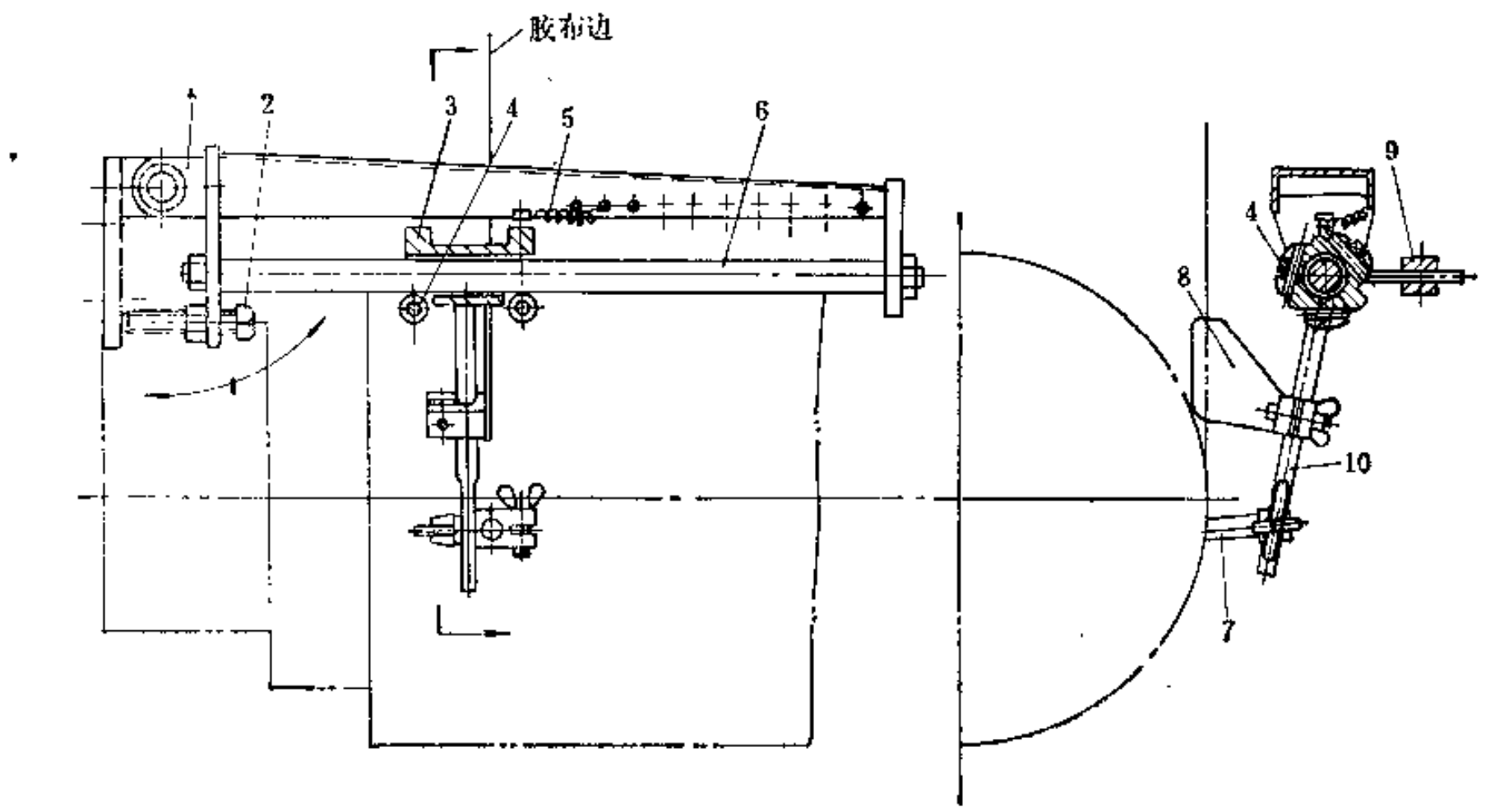


图 1-7-117 切胶边装置（一）

1—支架；2—螺栓；3—刀架；4—滑轮；5—弹簧；6—导轴；7—切刀；8—挡胶边板；9—重锤；10—刀杆

这种切胶边装置灵活好用，广泛应用于帘布贴胶后的切胶边。

图1-7-118所示为另一种常用的切胶边装置。切刀2和刀杆3装在可移动的刀座6上。刀座6和支座5相连接。在刀座6的轴上装有扭转弹簧4及斜齿轮9。扭转弹簧的一端固定在斜齿轮上，另一端固定在刀座上。转动手轮7带动螺杆8和斜齿轮9，靠扭转弹簧压力使切刀紧贴在帘布边沿并可随帘布的偏移而移动。切胶边装置可在导杆1上移动而调整。

图1-7-119所示的切胶边装置是在图1-7-117的基础上改进而成，切刀改成圆盘形，移动的刀架装有直线运动的滚动轴承，使切刀随帘布边的移动更灵活。

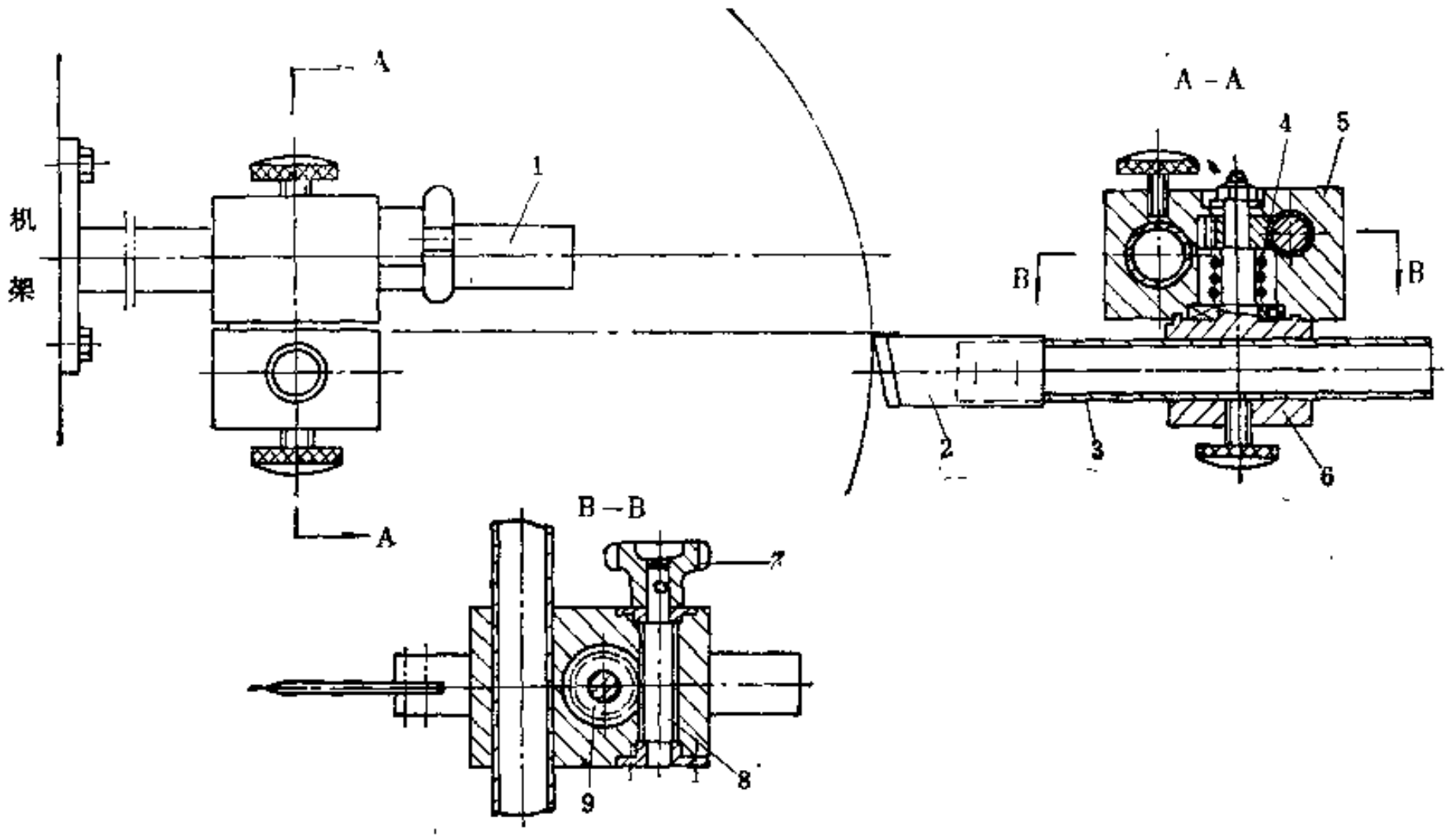


图 1-7-118　切胶边装置（二）

1—导杆；2—切刀；3—刀杆；4—扭转弹簧；5—支座；6—刀座；7—手轮；8—螺杆；9—斜齿轮（$m=0.65$）

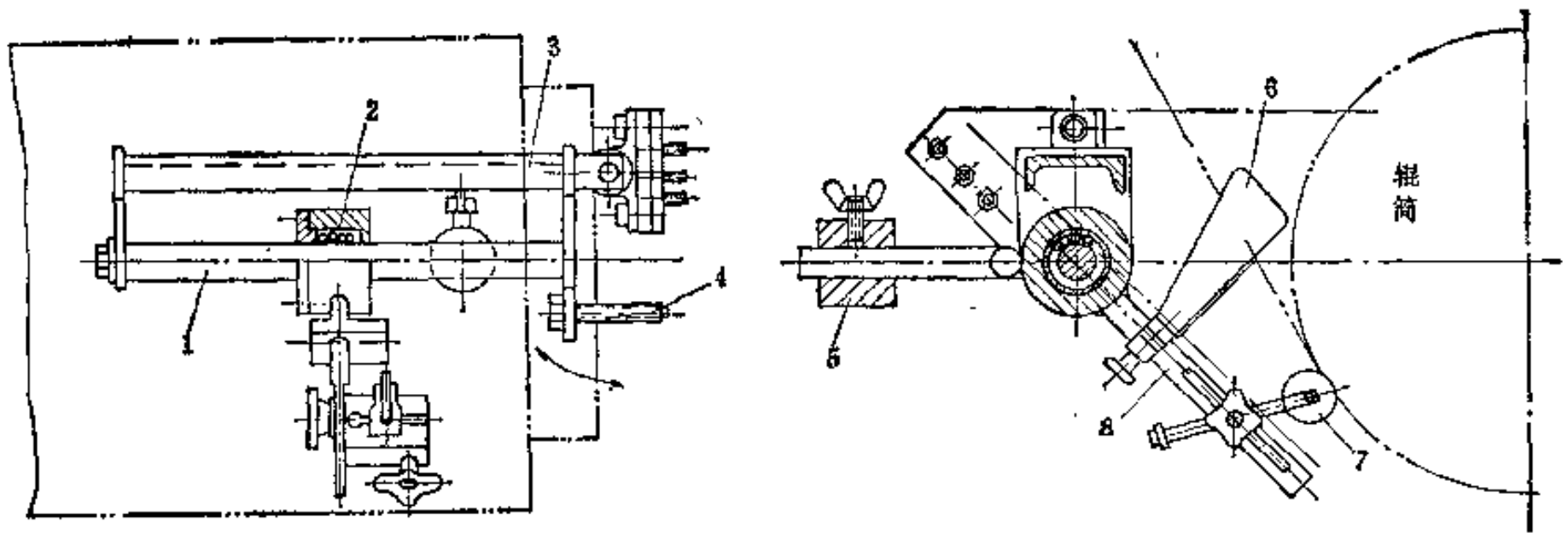


图 1-7-119　切胶边装置（三）

1—导轴；2—滑动刀架；3—支架；4—调节螺钉；5—重锤；6—挡胶边板；7—圆刀片；8—刀杆

切胶边装置的切刀刀刃硬度不宜太高，以免划伤辊面。切刀材料一般可用不锈钢、青铜或低碳钢。

（四）划气泡装置

胶料在压延过程中难免混入空气，遇热膨胀形成气泡，如不及时清除将影响帘布挂胶质量。为消除气泡，一般在压延机的贴合辊上装有划气泡装置，将辊筒上的胶面划破，使气体散出。

图1-7-120所示为一种常用的划气泡装置，它主要由划针10、左右螺纹螺杆4 和滑 座5组成，利用导板1装在左右机架上。通过左右螺纹螺杆4的转动而带动装于滑座5上的 划 针10来

同移动，将辊面上的胶层划破。螺杆4由帘布摩擦带动的导辊通过三角带传动而带动。调节弹簧9的压缩程度可以调整划针对辊面的接触压力。这种结构的划针移动距离不能调节，销轴6容易磨损。辊筒每转两转，划针沿辊面来回移动一次。

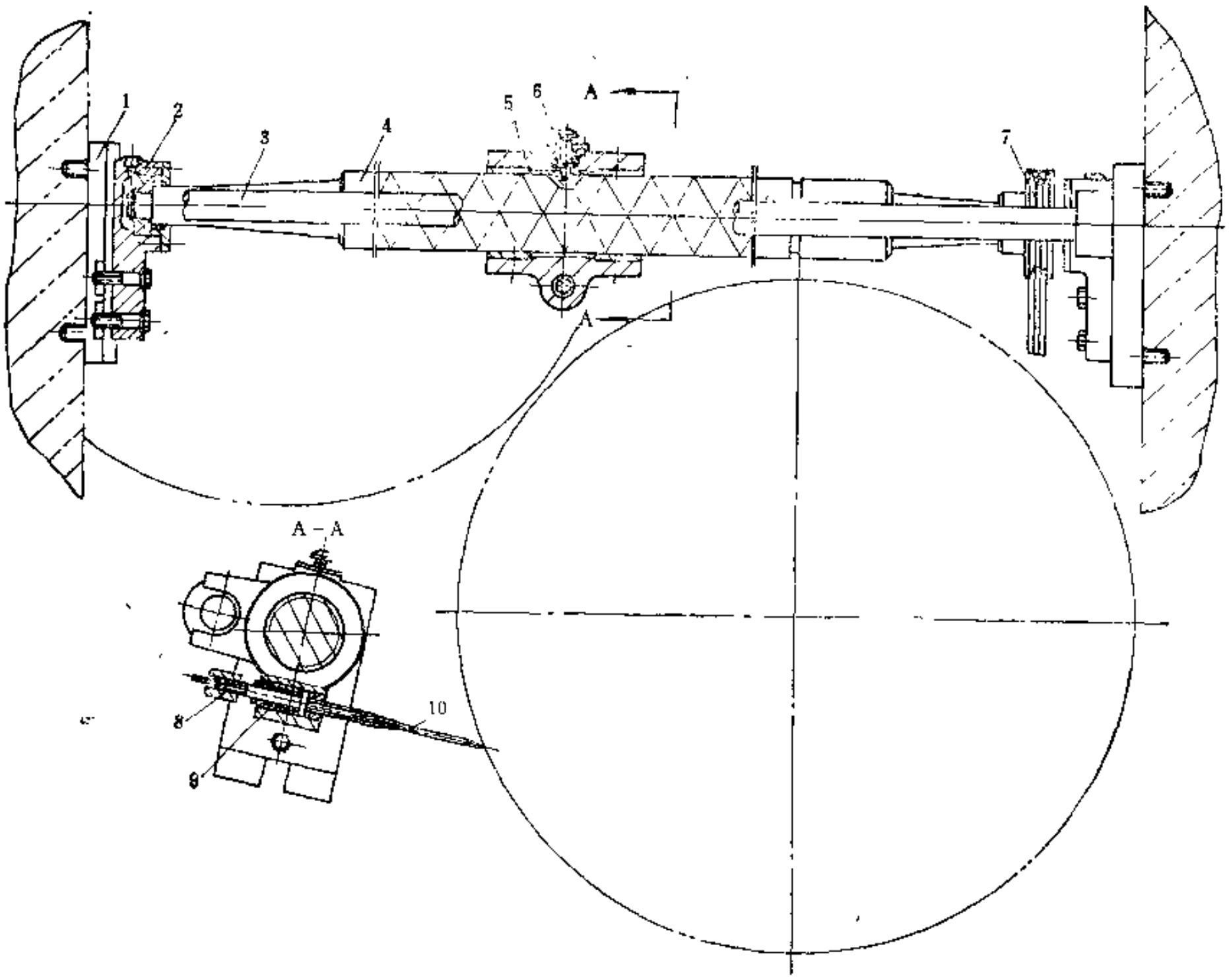


图 1-7-120　划气泡装置

1—导板；2—轴承座；3—导杆；4—左右螺纹螺杆；5—滑座；6—销轴；7—三角带轮；8—针杆；9—弹簧；10—划针

图1-7-121所示为使用圆盘刀划破胶层的划气泡装置，圆盘刀12和刀座11通过小轴10、弹簧9和支座8装在半链轮式换向机构4上（其结构参见后面供胶装置的半链轮式换向机构）。由电机6通过减速器7和传动链2带动换向机构4移动。换向机构移到两边换向板1时便换向向相反方向移动，完成往复移动动作，使圆盘刀在辊面上来回移动，划破胶层。移动换向板1的位置，可调节圆盘刀的移动范围。

这种划气泡装置灵活好用，但换向机构的结构较复杂。

图1 7-122为一种锯齿形圆盘刀划气泡装置。锯齿形圆盘刀3装在刀架2上，与气缸6相连，通入压缩空气后气缸6带动刀架在导轴5上来回移动。刀架座上装有直线轴承，移动灵活。缓冲油缸9可使刀架移到两端时不会发生碰撞。由于工作时辊筒转动而圆盘刀来回移动，其刺孔路线为一螺旋线，圆盘刀的锯齿形刀刃不断将包在辊筒上的胶层刺破形成小洞，使胶

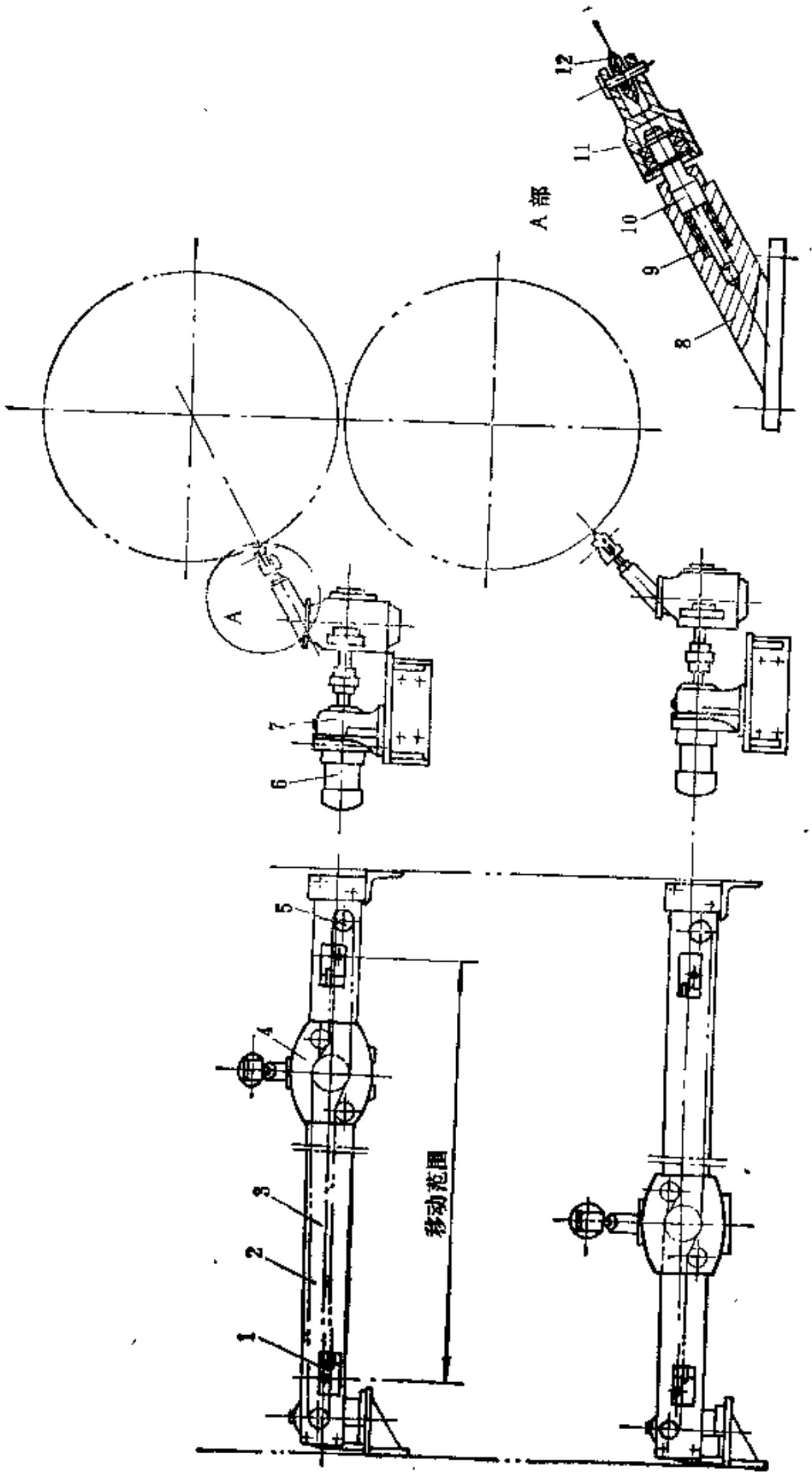


图 1-7-121 圆盘刀划气泡装置

1—换向板；2—链条；3—长导轨；4—半链轮式换向机构；5—链轮；6—电机；7—减速器；8—支座；9—弹簧；10—小轴；11—刀座；12—圆盘刀

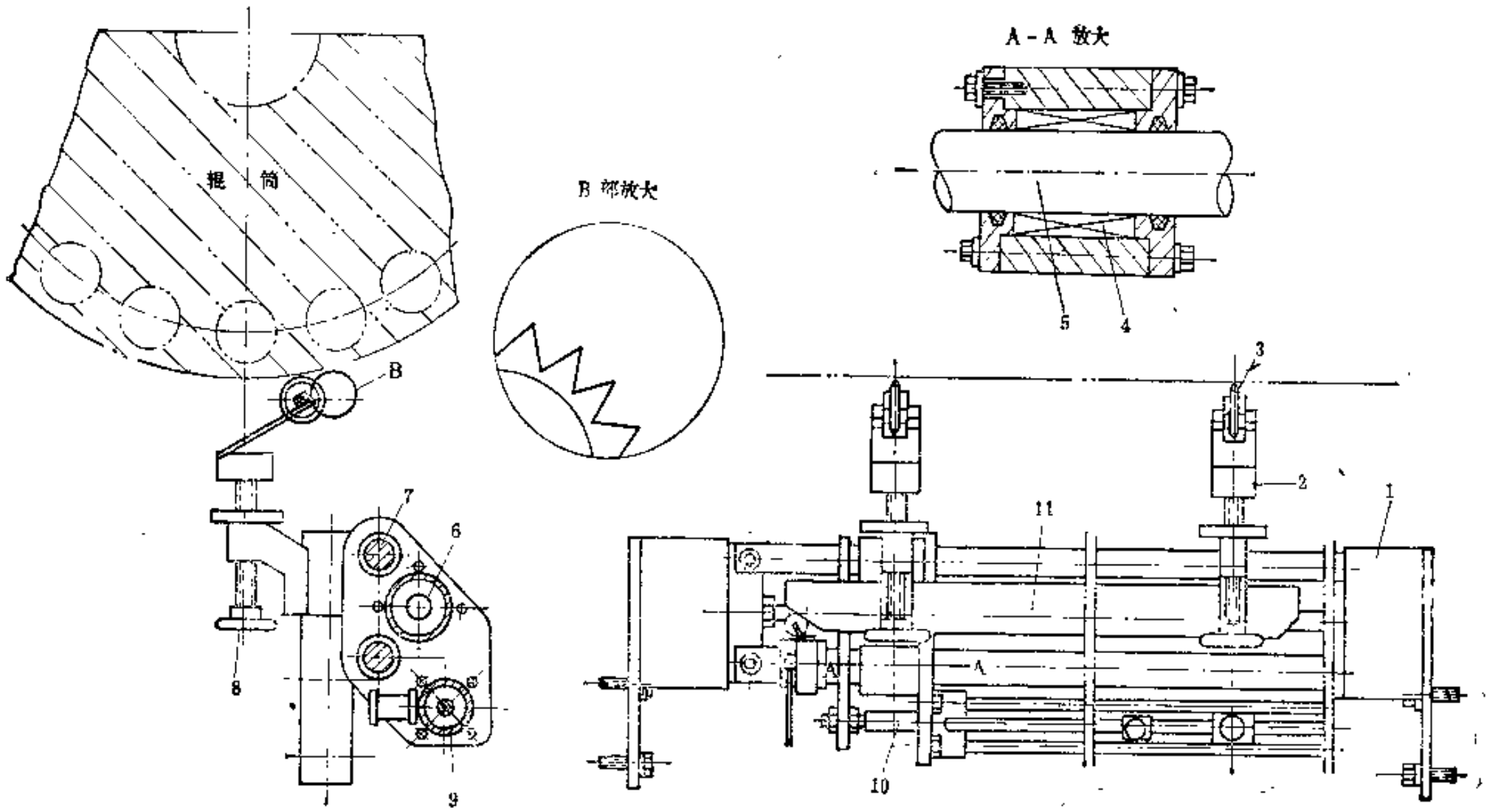


图 1-7-122 锯齿形圆盘划气泡装置

1—支架；2—刀架；3—锯齿形圆盘刀；4—直线轴承；5—导轴；6—气缸；7—导杆；8—手柄与调节螺杆；9—缓冲油缸；10—活塞杆；11—压板

层中气体逸出。

气缸6的直径为63mm，工作气压为0.6MPa，刺泡速度为5～35次/min。

这种划气泡装置灵活好用，可靠，但传动复杂，需气动和液压两套管路。

（五）供胶装置

供胶装置可向压延机进行连续而均匀的供胶，以减少辊筒负荷变化，有助于提高压延质量。

供胶装置有多种结构形式，但都是由输送带、传动装置和摆动换向机构等组成。

图1-7-123所示的供胶装置由胶料输送带3、输送带摆动换向机构12和金属探测仪2等组成。由热炼机或销钉式冷喂料挤出机供给的热炼胶胶条17经输送带运送落在供胶装置的输送带3上，通过金属探测仪2后，沿辊面来回摆动向压延机供料辊供胶。若胶条中夹有金属杂物时，金属探测仪2发出报警讯号，以便人工清除，保护机器免受损坏。探测仪应稳固装设在不受震动的地方，以免影响其灵敏度。

由于压延机工作时速度有高有低，因而要求供胶也能有相应的变化。为此。除可改变供胶胶条尺寸来改变供胶量外，还可应用改变输送带的速度来改变供胶量，故宜采用变速传动装置。常用的有直流电机、电磁调速电机或交流电机配无级变速器等。

为了均匀供胶，输送带以支承轴9为支点，靠换向机构12使其头部往返摆动。输送带的供胶一端由支承轮7支承在平台18上。换向机构由传动电机6及变速器4通过链条而带动。

输送带供胶换向机构的结构有多种型式，常用的有半链轮式、偏心轮式、左右螺纹螺杆与液压旋转油缸等。以下主要介绍半链轮式、左右螺纹螺杆式和液压旋转油缸式三种。

图1-7-123中的B向视图即为半链轮式换向机构。换向机构12装设在长导轨14上，通过链条11与装设在长导轨两端的链轮16相连。传动电机6通过无级变速器4带动链轮16转动，靠链条11的牵引使换向机构12沿长导轨14移动，当移动到换向板10或15后便换向（链条运行方向不变）。移动两端换向板10及15的位置就可改变换向机构的移动范围。

半链轮式换向机构的结构如图1-7-124所示，在壳体1内装有两块导向板3和半链轮4，两者用螺钉连接在一起。半链轮装在主轴11上。上下牵引链条14通过壳体1，并用压链板2压住，以防链条脱离链轮。当换向机构移动时，销轴9依靠弹簧10的作用插入半链轮上的两个孔内。半链轮上有齿的部分和链条相啮合，并按链条运行方向在长导轨上移动。当移动到长导轨一端的换向板10或15时便进行换向，其换向动作如图1-7-125所示。图1-7-125a所示为开始换向时换向机构的位置，换向机构由牵引链条移到一端换向板时，换向板上的导向销轴11进入两块导向板3组成的曲线槽内，使换向机构按曲线轨迹移动，同时换向销6沿换向板2的斜面上升，将插在半链轮孔内的两个销轴9顶起，使半链轮在牵引链条13带动下边移动边沿轴心转动，当转过90°位置后，有齿部分转动一个角度，半链轮与下部链条脱开，而与上部链条相啮合，此时导向销轴11处于导向板槽的中部，如图中b所示。半链轮在链条牵引下继续转动90°后，半链轮上的两个销轴处于换向板上的凹槽及板外的位置。由于弹簧10的作用，将销轴9顶回，使半链轮不能再转动，只能在牵引链条牵引下往前移动，直至导向销轴11离开导向板凹槽。至此，换向结束，如图中c所示。当移动到另一端换向板时，重复上述动作，达到连续往返移动的目的。牵引链条可采用自行车链条。

装有半链轮式换向机构的供胶装置目前主要用于ϕ700×1800S型四辊压延机上，输送带速度为6.4～32m/min，摆动次数为3.5～35次/min。

这种换向机构由于换向时在两端各有一定的停留时间，能弥补两端比中间接料次数少而

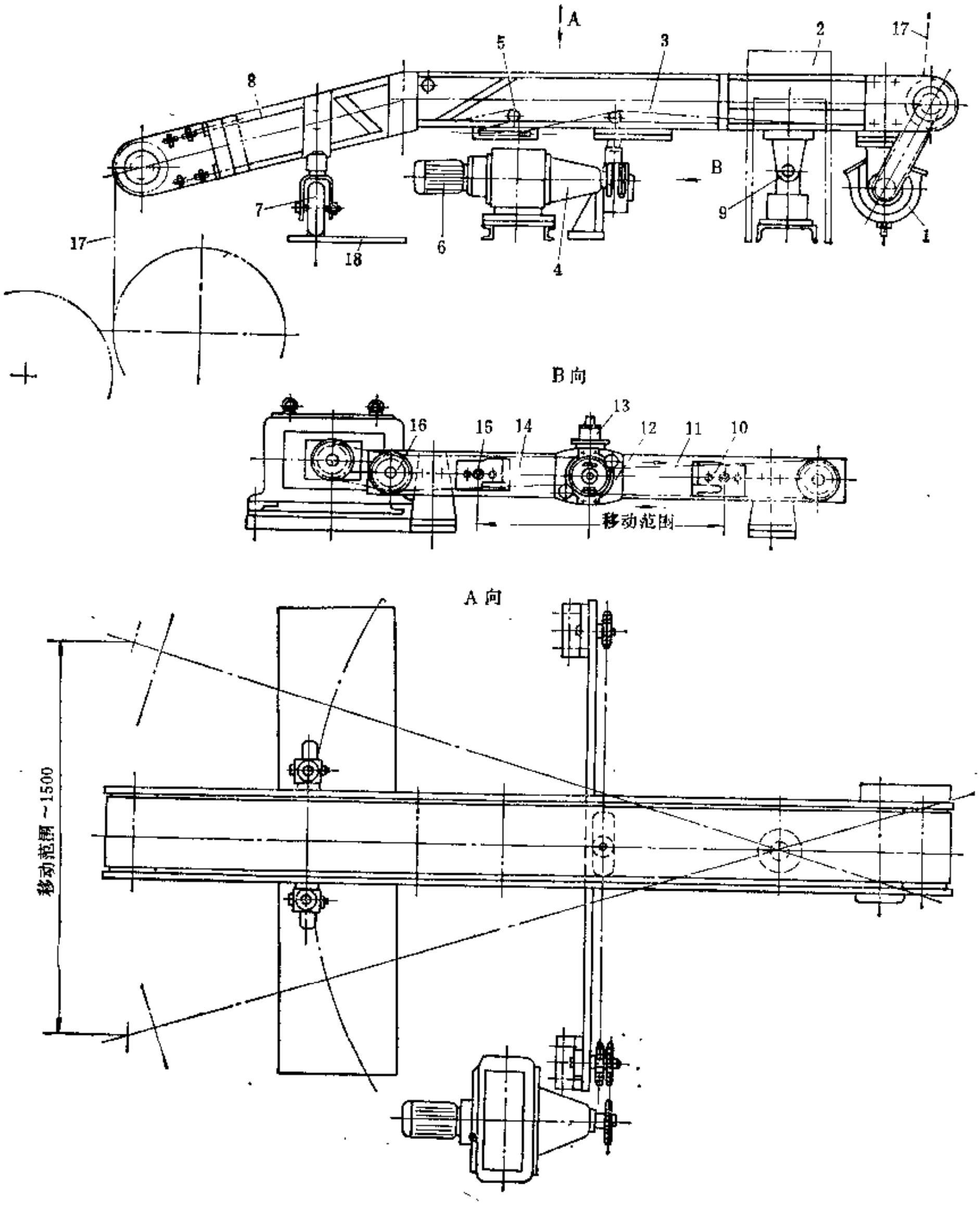


图 1-7-123 供胶装置

1—输送带电机；2—金属探测仪；3—输送带；4—减速与无级变速器；5、16—链轮；6—电机；7—支承轮；8—供料架；9—支承轴；10、15—换向板；11—链条；12—换向机构；13—连接轴；14—长导轨；17—胶条；18—平台

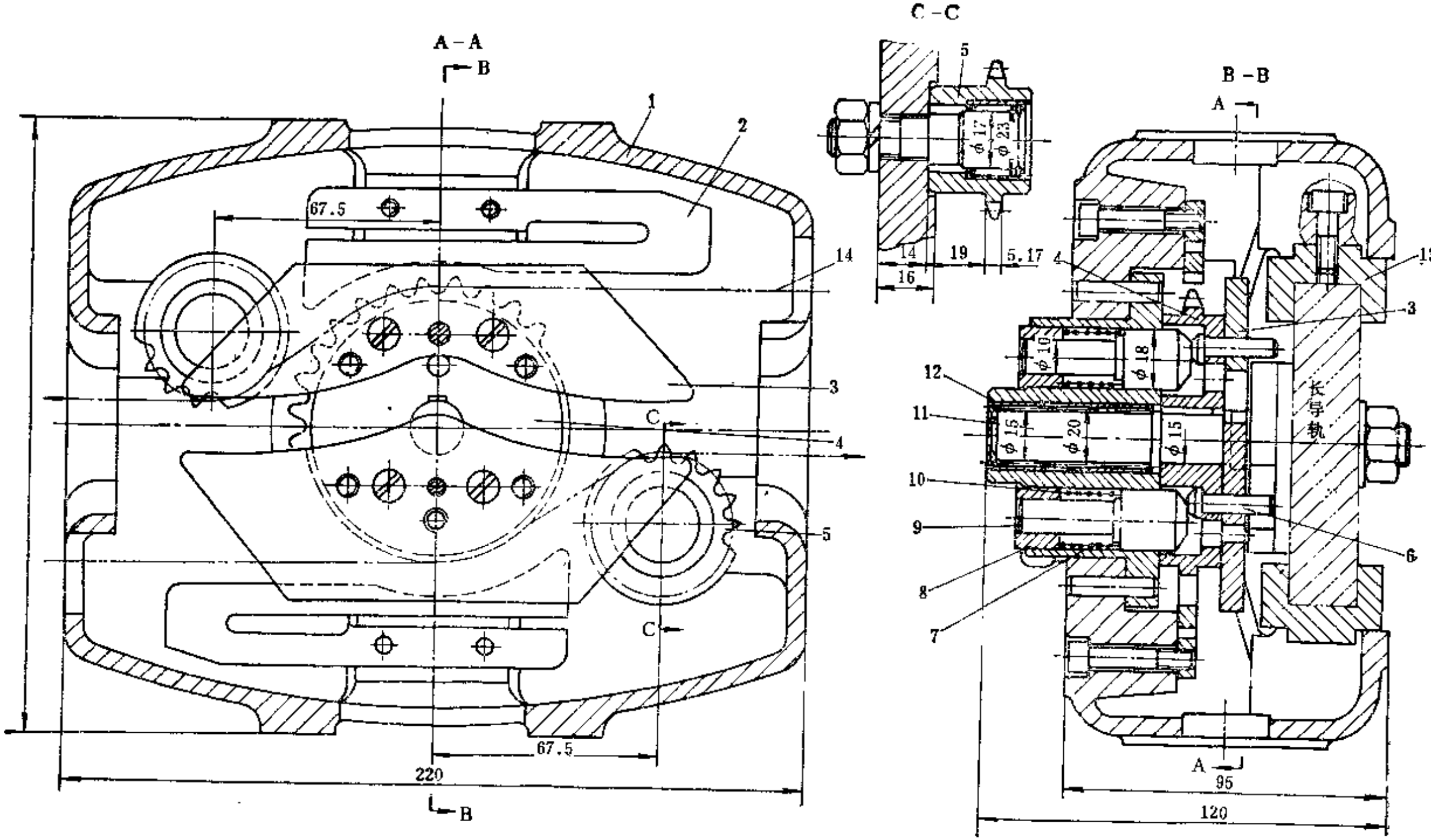


图 1-7-124　半链轮式换向机构

1—壳体；2—压链板；3—导向板；4—半链轮；6—张紧链轮；6—换向销；7—轮盘；8—挡套；9—销轴；10—弹簧；
11—主轴；12—滚针轴承；13—导钣；14—牵引链条

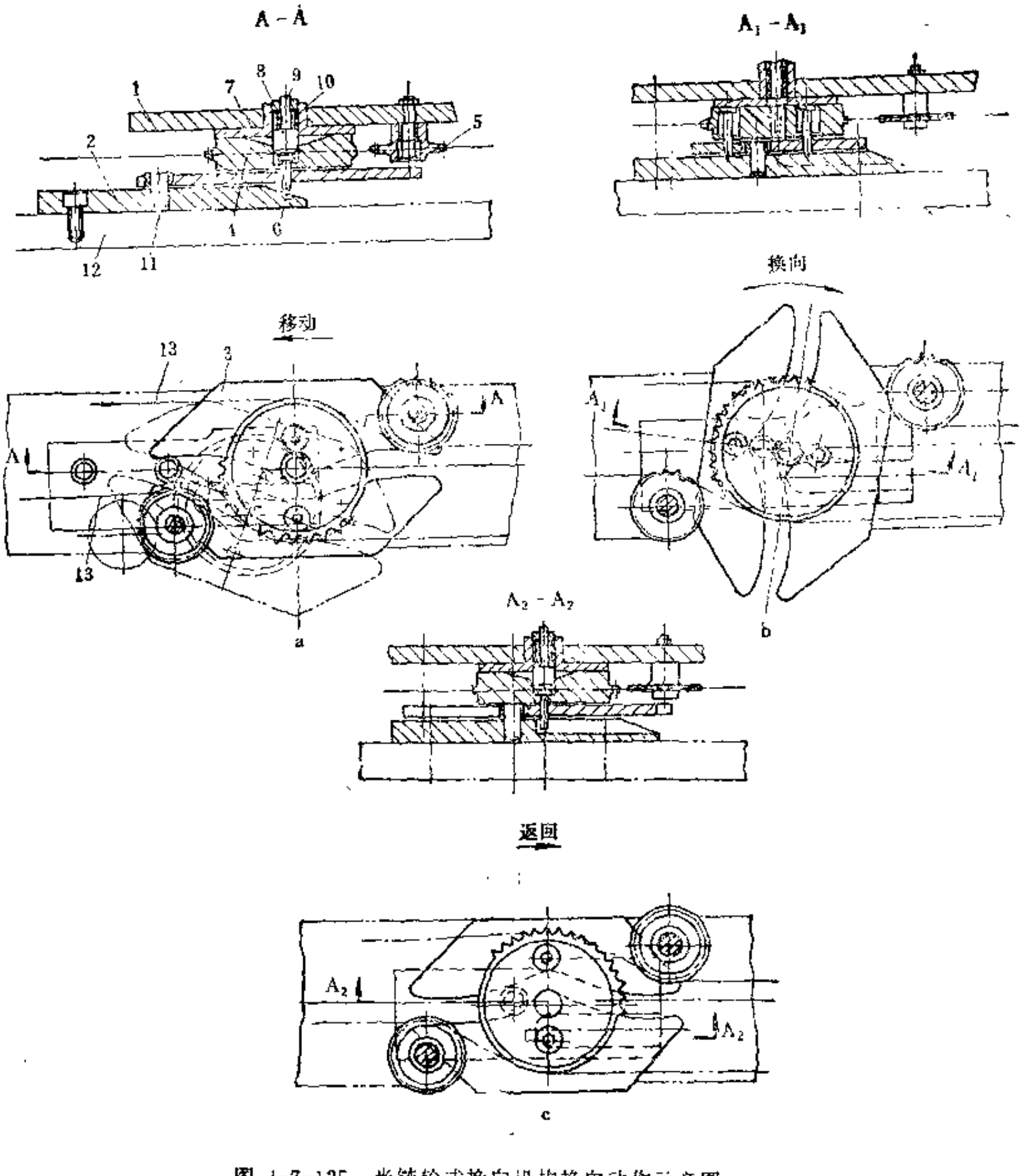


图 1-7-125 半链轮式换向机构换向动作示意图

a—换向开始；b—换向；c—换向结束返回

1—壳体；2—换向板；3—导向板；4—半链轮；5—张紧链轮；6—换向销；7—轮盘；8—挡套；9—销轴；10—弹簧；11—导向销轴；12—长导轨；13—牵引链条

导致供料不均匀的缺点，因而能满足压延机均匀供料的要求。另外，使用方便可靠，调整移动范围简单，但结构比较复杂，制造费用较高。运行时换向机构的方向不可搪反。

左右螺纹螺杆的换向机构如图1-7-126所示，输送带支架10通过小轴8和滑座4相连。滑座4有一导向销6插在左右螺纹螺杆2的螺纹槽中。当螺杆2由传动装置通过链轮7传动时，迫使输送带9随滑座1沿螺杆2的左右螺纹左右移动，达到换向和左右摆动供胶的目的。这种结构摆动次数不能太多，每分钟约为2～16次。

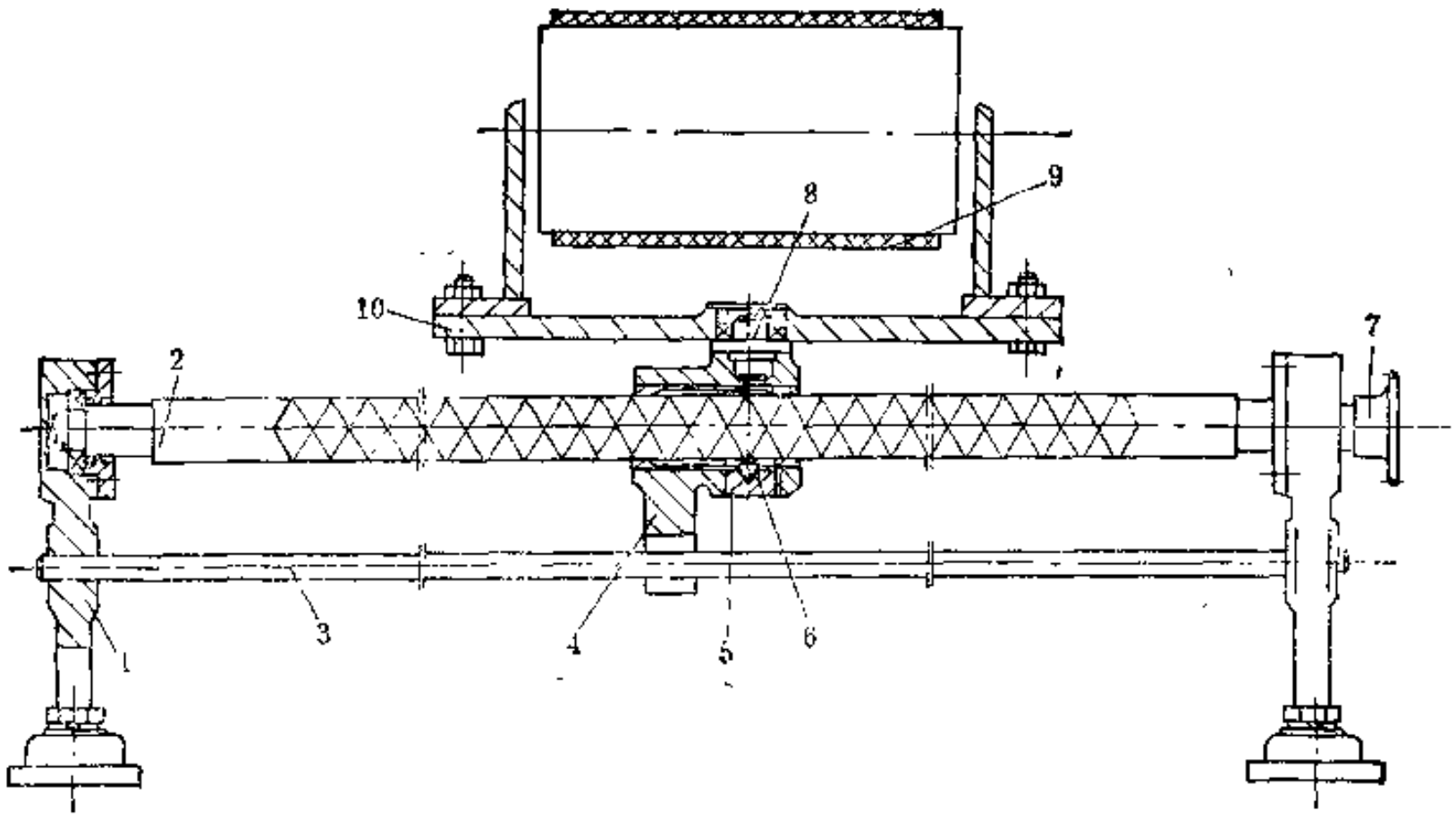


图 1-7-126　左右螺纹螺杆换向机构

1—轴承座；2—左右螺纹螺杆；3—导杆；4—滑座；5—螺栓；6—导向销；7—链轮；8—小轴；9—输送带；10—支架

左右螺纹螺杆换向机构的结构比较简单，制作容易，成本低，维修简便，但供料时由于每一次往返过程中辊筒中部供料两次，两端各一次，从而造成中部供料多两端少，使供料不均。另外，摆动的幅宽由左右螺纹长度所限制，不能随意调整，且导向销6容易磨损。

液压式旋转油缸换向机构如图1-7-127所示，输送带支承在旋转油缸3上，液压油从进、排油口进入或排出（由电磁换向阀控制），使输送带在旋转油缸左右转动下作摆动供胶。摆动范围可改变换向阀的速度而调节。这种换向机构使用方便，但需配备一套液压装置。

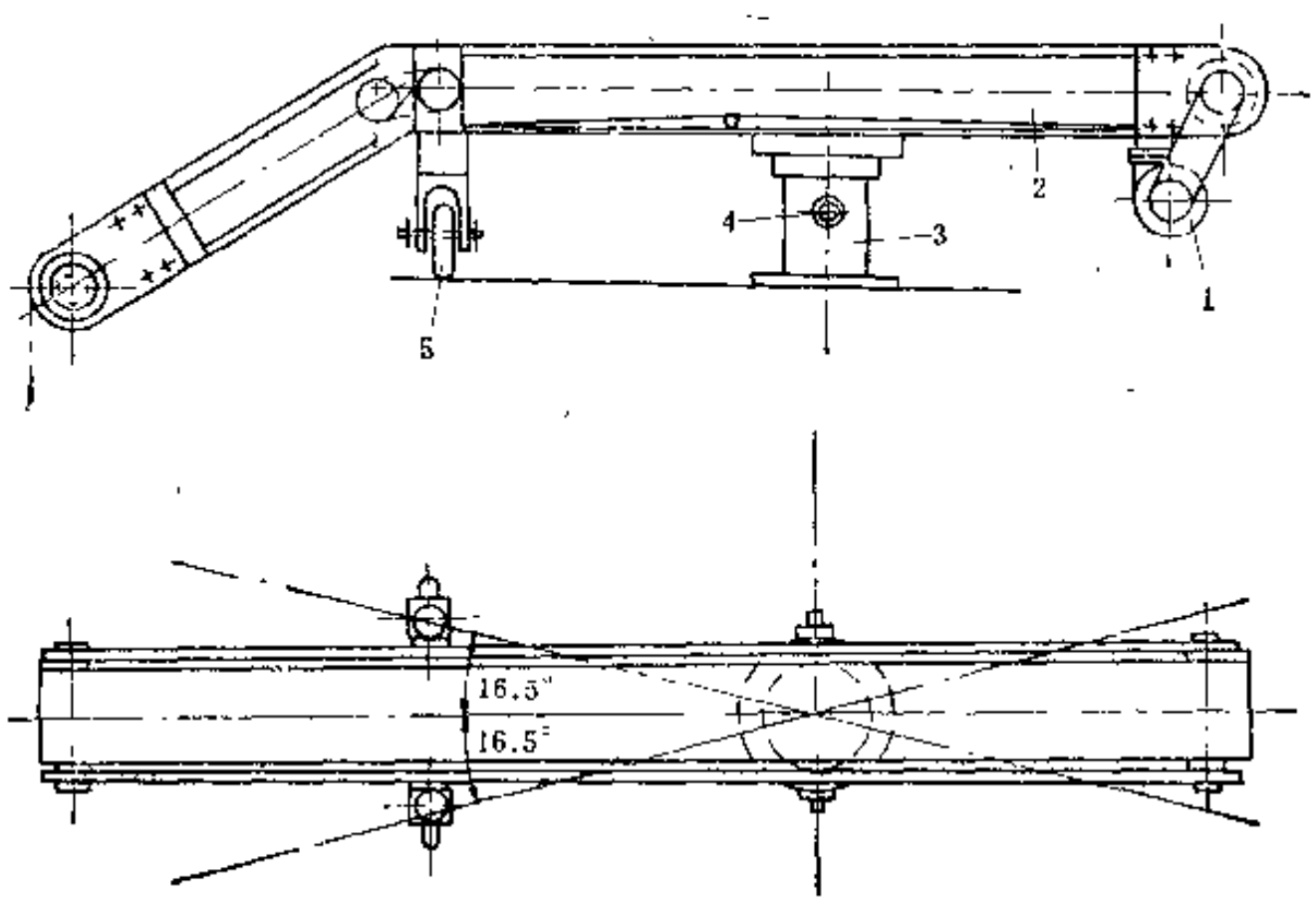


图 1-7-127　液压旋转油缸换向机构示意图

1—电机；2—输送带；3—旋转油缸；4—液压油进出口；5—支承轮

（六）递布与揭布头装置

使用三辊压延机进行帘布单面贴胶、擦胶等作业时，由于系断续性生产，递布和挂胶后揭布头的操作比较频繁，且不安全，因此有必要装设递布和揭布头装置。

1．递布装置

常用的递布装置有气动式和简便式两种。气动式递布装置如图1-7-128所示，递布输送带5绕在递布辊13及导辊18上。上气缸1用于将压辊4下推，把放在输送带上的布头压紧。下气缸17使齿条14上移、带动齿轮10和递布辊13转动，从而使递布输送带5上的布送至辊距中压延挂胶。棘轮9可防止递布辊13倒转。限位开关15用于控制齿条14的行程。

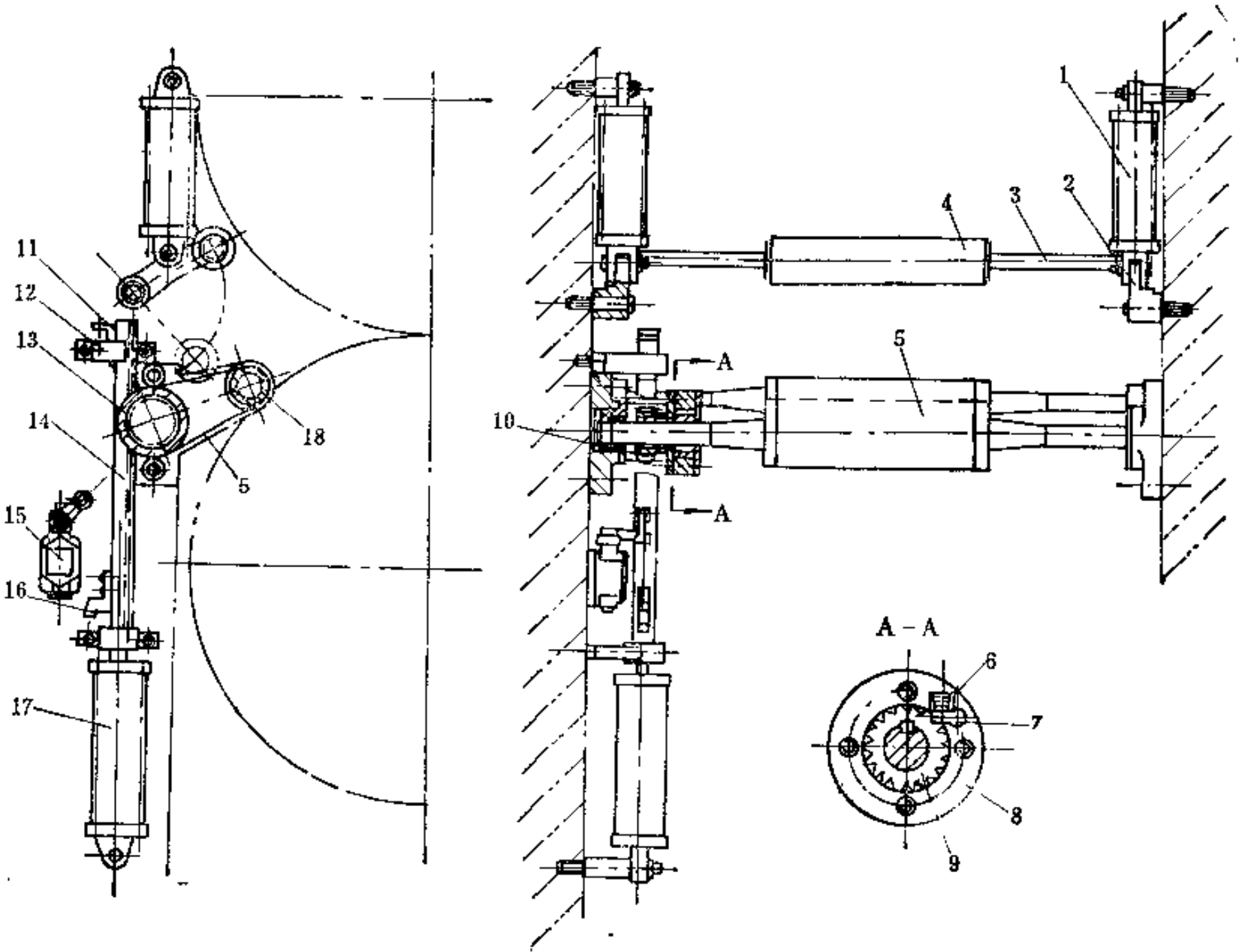


图 1-7-128 气动式递布装置

1—上气缸；2—轴臂；3—轴；4—压辊；5—递布输送带；6—弹簧；7—棘爪；8—棘爪座；9—棘轮；10—齿轮；11—调整斜铁；12—导座；13—递布辊；14—齿条；15—限位开关；16—碰块；17—下气缸；18—导辊

简便式递布装置如图1-7-129所示，绕在导辊3上的输送带4用帆布制成。递布时将布头放在输送带上用人工推送。输送带仅起托布作用，不用时将定位销2拔出，导辊和输送带向外移开，使输送带离开辊距。这种装置结构简单实用。

2．揭布头装置

开始压延时，布头通过辊距贴上胶片后会粘附在辊筒上，因此需利用揭布头装置将布头揭下引出，以便连续工作。揭布头装置的结构如图1-7-130所示。装在刀架3上的多把竹制刮刀4用压板5压住，损坏后可更换。刀架3通过支座7装在两侧机架上，并可用气缸10使刮刀4

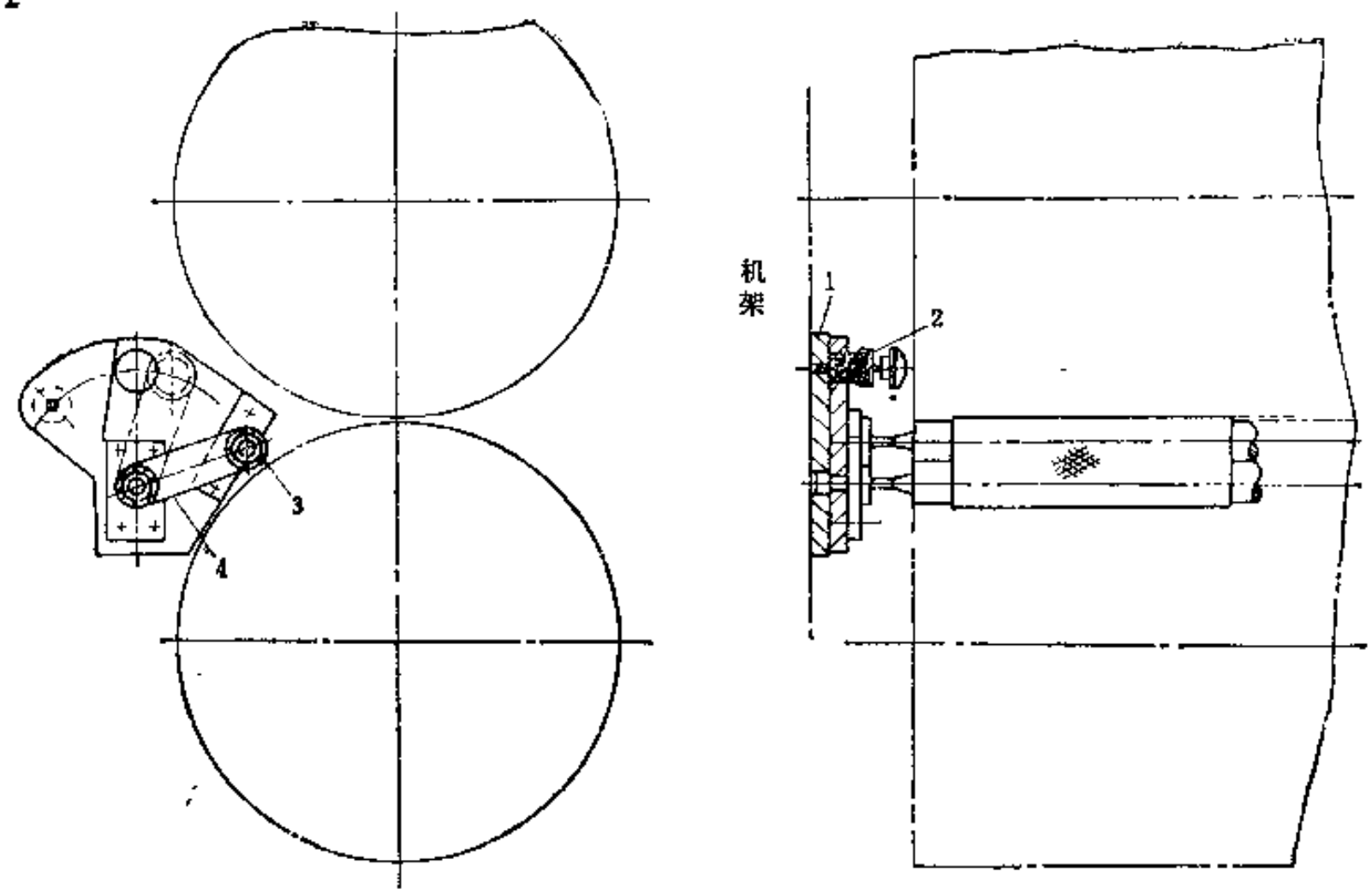


图 1-7-129　简便式递布装置

1—固定板；2—定位销；3—导辊；4—帆布输送带

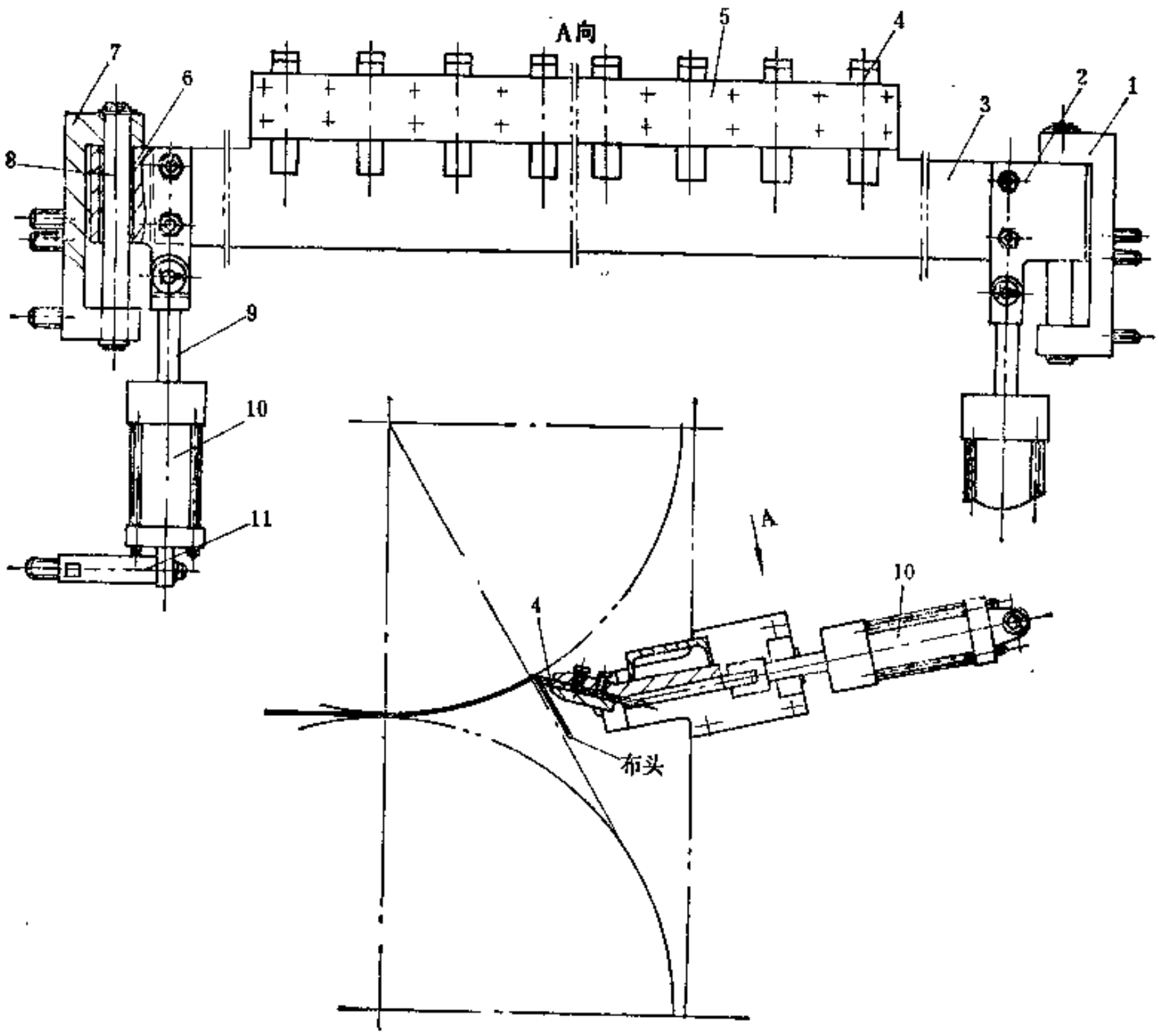


图 1-7-130　揭布头装置

1—支座；2—支承；3—刀架；4—竹刮刀；5—压板；6—轴衬；7—支座；8—轴；9—活塞杆；10—气缸；11—支轴

靠近或离开辊筒。当要揭布头时，将刮刀靠上辊筒，布头揭下后，将刮刀移开辊筒。

第五节　安装、维护保养与检修

一、安　　装

（一）安装顺序与技术要求

根据压延机规格大小、构造选择正确的安装程序。一般应遵循下列要求。

（1）按基础图完成基础作业（压延机与联动装置的基础作业应同时进行），待基础保养期满后，清除杂物，检查地脚螺钉孔深度与相互距离，标明基础的纵横中心线。将地脚螺钉放入相应孔眼内。

（2）安装底座。在地脚螺钉孔附近放上调整用楔铁（垫铁），然后放上机体底座及传动部分底座，并把地脚螺钉穿入底座相应的地脚螺钉孔中，套上垫圈和螺母。在安放底座前，须在底座上划好纵横中心线，在安放时应使底座的中心线与基础的中心线相重合，允差为±1mm。

放好底座后，将地脚螺钉初步拧紧，并用垫铁（最好用带螺纹的可调式垫铁）找正水平，其水平度允差：在轴向应≤0.02/1000mm；在径向应≤0.03/1000mm（对于辊筒轴承采用滚动轴承的压延机，其底座水平度允差可放宽至0.05/1000mm）。

找正水平时，各地脚螺钉的拧紧力应均匀，且不可用拧紧与放松地脚螺钉的办法找正水平。如果采用非可调楔形垫铁时，在找好水平后，用点焊将垫铁位置固定。

底座水平找好后，应在地脚螺钉孔内及楔形垫铁周围灌注混凝土，任其自行干固。

（3）压延机左、右机架、辊筒和辊筒轴承等部件的安装。在安装机架时，按图1-7-131所示进行找正：①首先将左、右机架分别装在底座上，并将左右机架和横梁（或拉杆）初步固定，然后对机架进行找正。先找好两机架内侧的平行度。检查两机架内侧加工面（主要是装辊筒轴承的窗口附近）的平行度时，其允差应≤0.1/1000mm，再检查安装固定辊筒轴承的机架窗口（对三辊压延机一般为中辊或2号辊，对四辊压延机为中辊或3号辊），其轴承体支承面（D面）应在同一平面上，且窗口中心线应相互对准，其水平度允差为0.02/1000mm（采用滚动轴承时，其允差可为0.04/1000mm）。两机架窗口侧面（B面）的平面度允差为不大于0.05/1000mm。两机架还需与底座垂直，在窗口两侧加工面处测量的垂直度允差应≤0.05/1000mm。②将固定辊筒轴承装在两机架的窗口支承面上，检查其水平度允差应≤0.02/1000mm（对于滚动轴承，则需将辊筒与轴承体同时放在机架窗口支承上检测，其水平度允差为0.05/1000mm），并检查轴承体与窗口滑槽两侧是否留有适当的间隙。上述工作完成后，将固定辊筒的轴颈上涂以红丹并装入轴承体内转动1～2周，取下固定辊筒检查轴颈与轴颈的接触率，沿轴线方向应不少于70%，若达不到，则须给予适当修理或延长跑合时间。机架与固定辊筒找正后，拧紧机架与底座的连接螺钉，然后固定好调整垫铁，底座四周与基础之间灌满混凝土。③吊装各辊筒。吊装辊筒时（参见图1-7-132）从安装下辊筒开始，而后中辊、上辊和旁辊，依次将各辊筒及两端轴承装入机架内。当下、中辊装好后，应再次检查中辊的水平度是否符合要求，并检查压延机中心线的高度。各辊筒装好后，应检查轴承体与机架窗口两侧滑槽间的间隙及辊筒轴颈端面与轴衬端面的轴向间隙，其值见表1-7-33。

辊筒吊装好后，根据压延机结构，再分别组装辊筒两端的其它部件，如调距装置、轴交叉装置、预负荷装置或速比齿轮等。

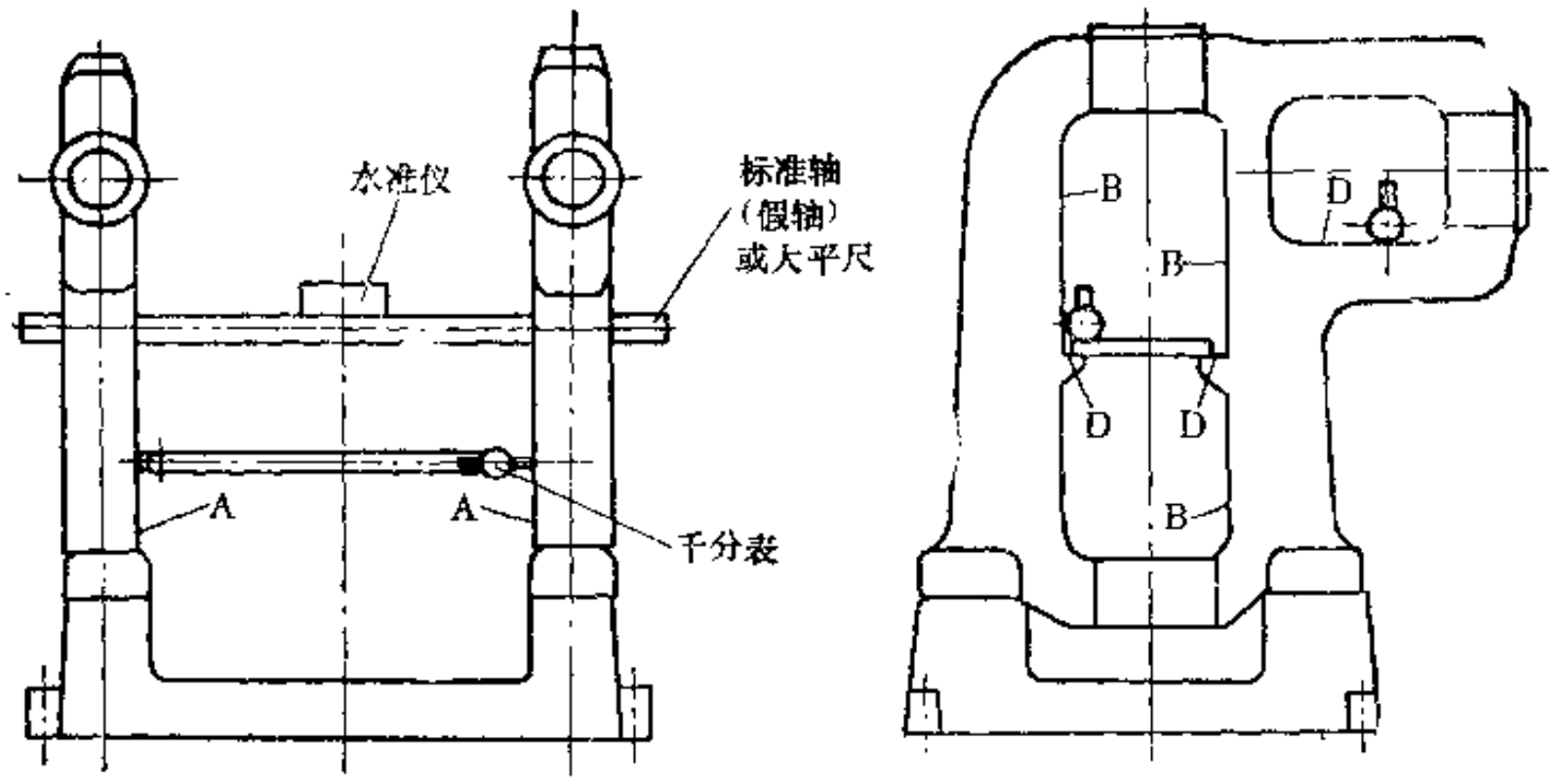


图 1-7-131　压延机机架找正示意图

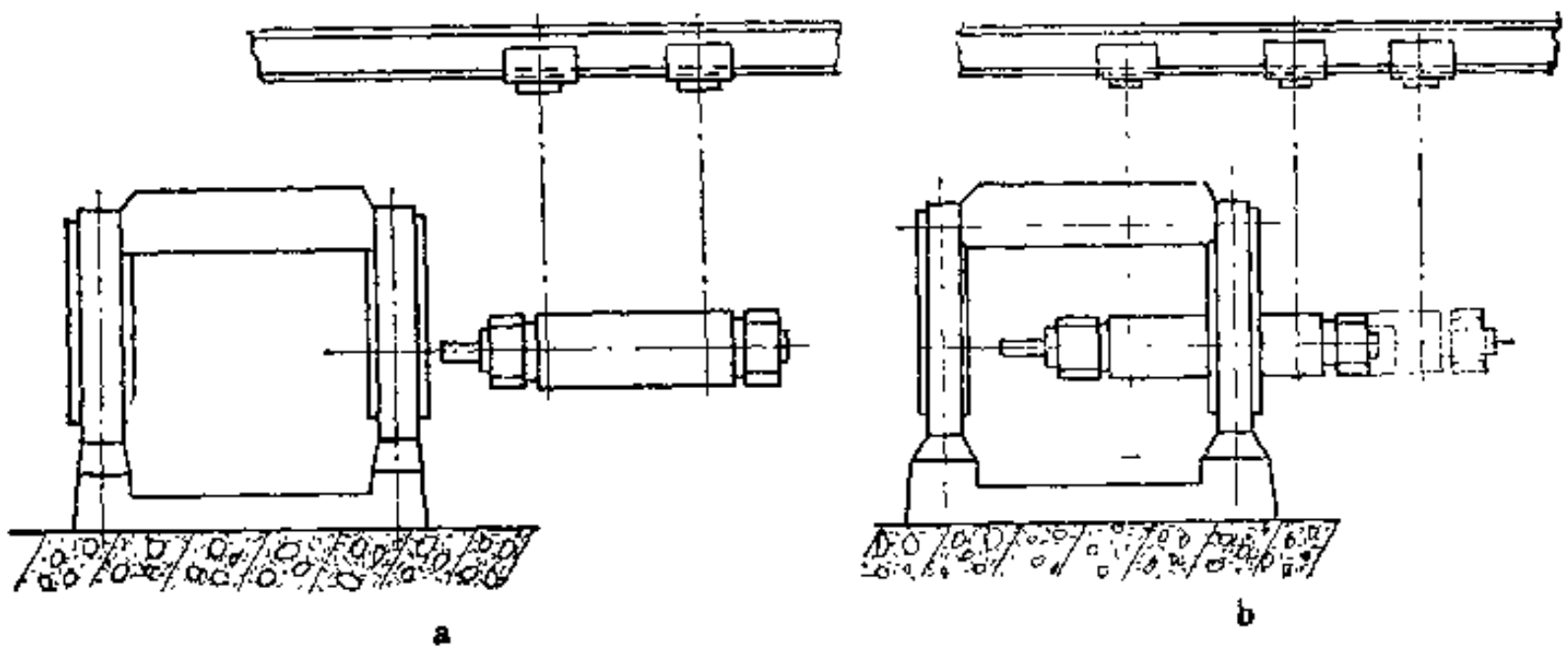


图 1-7-132　辊筒吊装示意图

表 1-7-33　轴承与机架滑槽配合总间隙及辊筒轴颈端面与轴衬端面最小轴向总间隙

单位：mm

辊筒规格	φ230×630	φ360×1120	φ450×1200	φ550×1700	φ610×1730	φ700×1800
轴承与机架滑槽总间隙	0.12～0.30	0.20～0.40	0.25～0.45	0.30～0.50	0.40～0.62	0.50～0.70
轴向最小总间隙①	1.1	1.7	2.0	2.6	3.0	4.0

① 该间隙根据辊筒工作温度120℃考虑。

（4）安装传动系统。压延机主体部分装好后再安装传动系统。先将速比齿轮及大齿轮装于辊筒端部，再将电机与减速器装于传动装置底座上，并将减速器出轴中心与辊筒中心对准。若压延机采用速比齿轮及大小驱动齿轮，则应检验其啮合间隙及齿面接触率，其齿侧间隙应不小于0.25倍的齿轮模数，齿面接触率在齿宽方向应大于60%，齿高方向大于40%。

对减速器输入轴、电机轴及联轴器按照要求进行找正。

近代新式压延机广泛应用一个辊筒一个电机通过组合式减速器及万向联轴器传动。所有传动齿轮装在组合式减速器内，只要将减速器的出轴与辊筒端部对正再用万向联轴器连接即可。

（5）安装各种管路及其它附件。上述安装工作完成后，再安装润滑系统、加热冷却管路、挡胶板及其它附属装置。各管路、阀门及接头安装后应作密封试验，不得渗漏。

（6）在安装压延机主机时，前后联动装置的安装工作应同时进行，联动装置中心线与各导辊水平位置均须以压延机固定辊筒为基准。

（二）主要零部件重量

安装压延机时，为便于准备起重设备和吊装用具，表1-7-34列出了压延机主要零部件的重量。

表 1-7-34　压延机主要零部件重量　　单位：kg

零件名称 \ 机器规格	φ230×630 Γ型四辊	φ360×1120 Γ型三辊 Γ型四辊	φ450×1200 I型三辊	φ610×1730 I型三辊 Γ型四辊	φ700×1800 新S型四辊
辊筒（个）	300	790	1760	4800	6600
辊筒轴承（个）	100	150	240	800	680
机架（个）	280	1725	1820	4800(三辊) 6100(四辊)	9500
机体底座（个）	750	850	1800	3700	2×2000
传动底座（个）		680	600	1620	
主减速器（台）	530	807	1800	2820	7500
大齿轮（个）		520	1200	2040	

二、维 护 保 养

压延机的维护保养工作主要是保持清洁、良好的润滑和定期检查及更换易损件等，具体要求如下。

（1）保持良好的润滑是压延机正常工作的首要条件，有关压延机的一般润滑要求见表1-7-35。

表 1-7-35　压延机的润滑

润滑部位	润滑方式	润滑材料	润滑要求
轴筒轴承	油泵循环润滑	汽缸油HG-24或HG-11轧钢机油HJ3-28	每月检查或补充油一次，每3～6个月检油一次
主传动减速器	油泵喷油或油池飞溅	汽缸油HG-11或机器油HJ-50	每月检查或补充油一次，6～12个月清洗换油一次
调距减速器	油池浸浴或油环	机器油HJ-50，润滑脂ZN-2	每月检查加油一次
调距螺杆	油杯	润滑脂ZN-2	每月检查加油一次
大小驱动齿轮与速比齿轮	油泵汽油或油槽浸浴	齿轮油HL-30	每周检查一次，3～6个月换油一次
调距辊筒轴承座与机架滑槽	油枪注油	汽缸油HG-11	每班注油一次
万向联轴器	油嘴	润滑脂ZN-2	每班加油一次

（2）运行时，应检查各辊筒轴承回油情况与温度，回油温度应不高于70℃。检查速比齿轮、大小驱动齿轮与润滑情况和减速器的温升，不应高于室温50℃。在运行中要控制辊筒的加热速度，不能太快，特别是钻孔辊筒，加热要缓慢，在50～100℃时，每分钟升温约1℃，

100℃以上时，每分钟升温0.5℃。加热要在辊筒转动条件下进行。停机时，辊筒必须继续转动一定时间，待辊温降到80℃以下，方可关机停止转动。

（3）启动机器前，必须先启动油泵电机，待各轴承得到润滑后，方可启动主电机。

（4）压延机启动时必须从低速缓慢升至高速。停机后应将各辊距拉开，较交叉装置恢复原位，并除去预负荷或反弯曲力。

（5）压延机室温不应低于5℃。在冬季室温较低情况下，停机时应将辊筒内部积水排除。

（6）在调节1mm以内辊距时，务必采用低速带胶调距。

三、检　　修

1．辊筒的修理

辊筒使用日久后会磨损，使精度与中高度发生变化，这时需要进行修理。常用的修理方法如下。

（1）将辊筒卸下，放在大型磨床上进行磨削，先粗磨后精磨。若辊筒表面伤疤凹痕较深较严重时（如磨削量超过1mm），则应先在车床上加工后再磨削。对于中高度，可用磨床上的附加装置磨出，或采用升高或降低磨头中心使与辊筒中心不在一个平面内的办法（根据磨床是否具有此种功能而定），也可采用仿形样板磨削。

（2）辊面磨损不很严重或缺陷不大时，也可在压延机上安装简便的研磨装置进行修理。修理时同样先粗磨后精磨。

（3）修理辊筒轴颈时，若轴颈损伤不严重，可在磨床上磨削或车床上精车的方法修复，再配以相应的轴瓦。若磨损过多或拉伤严重，则应把轴颈车削到适当直径，再镶上钢套与辊面一起磨削，达到要求为止。钢套材料用中碳钢或合金钢，表面硬度不低于HB190。

2．辊筒轴承的修理

辊筒滑动轴承的轴瓦长时间使用后，内孔表面若有擦伤或不严重的磨损时，可用刮刀刮研，然后用00号细砂纸或油石打磨平整。若磨损量达到极限值时，则应更换轴瓦。极限磨损量一般为：

$$k=1\sim1.5\delta$$

式中　k——极限磨损量，mm；

δ——轴瓦与轴颈的最初的径向间隙（最大值），mm。

对于滚动轴承，轴承内环导轨或外环导轨径向磨损量不应大于0.3mm，滚珠或滚柱表面也不能有损伤，否则应予更换。

3．齿轮的修理

齿面仅有少量擦伤、点蚀时，可用刮刀或锉刀修理。若齿面严重磨损，超过原齿厚的15～20%时，则应更换。若速比齿轮结构对称时，则一个齿面严重磨损时可成对翻面使用。

第六节　压延联动装置

一、概　　述

压延联动装置是与压延机配合共同完成纤维（或钢丝）帘布贴胶、布类擦胶及胶料压片、贴合、压型等不同工艺过程的工艺设备，是压延作业中不可缺少的重要组成部分，它直

接影响压延制品的质量及机器的自动化程度，也反映整条压延作业线的先进程度。

压延联动装置由各自独立的单元设备所组成。根据压延机的结构特点、工艺过程以及用途，压延联动装置大致可分为以下几种：两辊压延联动装置、三辊压延联动装置、两台三辊压延联动装置、四辊压延联动装置、钢丝帘布压延联动装置、贴隔离胶联动装置、密封胶片压延联动装置、输送带成型压延联动装置、棉或人造丝帘布浸胶或尼龙帘布浸胶热伸张与压延联动装置，以及其它压延联动装置等。

旧式压延联动装置之各单元设备的传动都由压延机通过链条或地轴进行集中拖动，生产速度低，劳动强度大，现在已很少采用。现代压延联动装置中，在提高自动控制水平方面有了较大提高，各单元设备都采用单独传动，在导开、压延主机前后和卷取工作区段均设有测力装置进行张力的测量显示和控制，通过张力自动调节与控制，使压延机与联动装置的运行速度保持互相协调一致。各单元设备的设置，使压延作业中的各项工序一次连续完成。现代压延联动装置还根据压延工艺要求在干燥机出口处设有可连续测量与指示纺织物湿度的测湿仪，干燥辊辊面温度可自动调节。在冷却机上设有胶布刺孔辊、同位素测厚装置；在冷却机出口处设有断纬线装置；在整个压延联动线上还设有帘布、垫布自动定中心装置、自动扩宽装置、自动检测张力装置、定长自动切割装置及自动称量、打印、卸走胶布的卷取装置等。近年来，国外较先进的压延联动装置已采用电子计算机作压延机压延联动线的总体控制，进行整个压延过程的检测和控制，包括速度、张力、湿度、温度、厚度、宽度等、并能将压延全过程的信息量在显示屏上显示出来，亦能将过程数据在打印机上打印输出或存贮，同时对机器的故障能及时显示和报警，且能迅速处理，从而使压延机的操作使用变得十分容易，将生产效率和产品质量等指标提到更高的水平。

随着子午线轮胎的迅速发展，钢丝帘布压延联动装置也在不断改进，其应用日益增多。钢丝帘布一般采用无纬钢丝帘布热贴压延法或冷贴压延法。在热贴压延法中为保持钢丝表面洁净，一般均设有空调锭子房，严格控制锭子房的温度和湿度，并对每根钢丝的张力进行控制，使其保持一致。

二、帘、帆布压延联动装置

（一）用途与分类

根据不同的工艺过程与生产特点，常见的有三辊压延联动装置与四辊压延联动装置。三辊压延联动装置主要用于帘、帆布的擦胶、贴胶、压延胶片及叠片等。常用的压延操作方法见图1-7-133所示。

三辊压延联动装置的灵活性较大，可一机多用，但一般为断续性生产，适用于橡胶制品厂和小型轮胎厂。也有采用两台三辊压延机组成的联动装置，供大型轮胎厂及橡胶制品厂完成帘、帆布一次两面贴胶或一擦一贴等连续作业。

常用的三辊压延联动装置规格有$\phi450\times1200$（图1-7-134）和$\phi610\times1730$（图1-7-135）两种。

图1-7-136为两台三辊压延机组成的联动线生产工艺流程。

四辊压延联动装置主要用于帘布一次两面贴胶的连续化生产，专用性强，生产效率高。此外，也可用于帆布擦胶、胶片贴合、压延胶片等工艺操作。小规格的四辊（L型）压延联动装置主要用于胶料的压型和压片，设备结构较为简单。

常用的四辊压延联动装置规格有$\phi610\times1800$(图1-7-137)和$\phi700\times1800$(图1-7-138)两种。

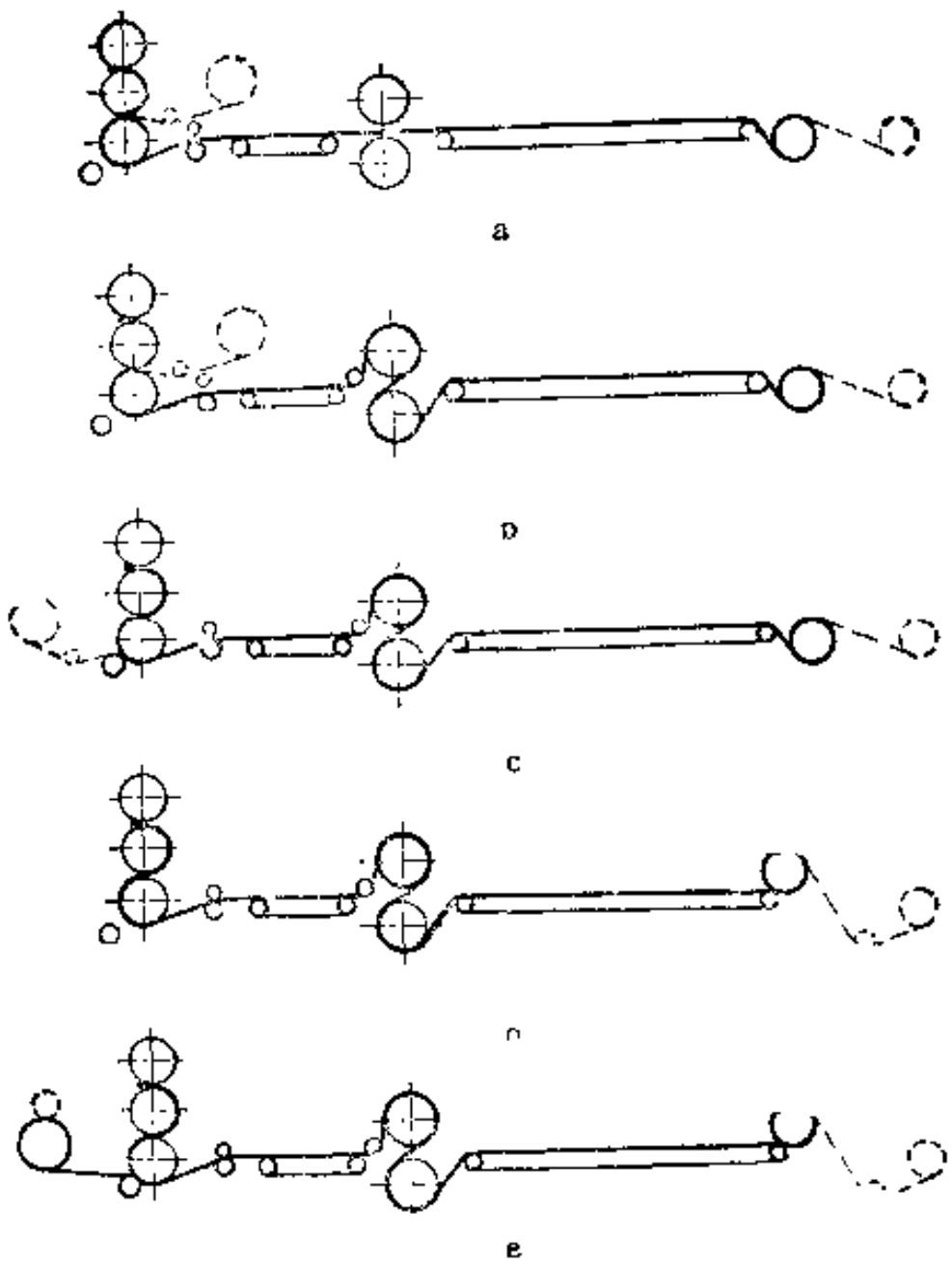


图 1-7-133　常用三辊压延联动装置操作法

a—纺织物擦胶；b—纺织物贴胶；c—薄纱物贴胶；d—压延胶片；e—叠片生产

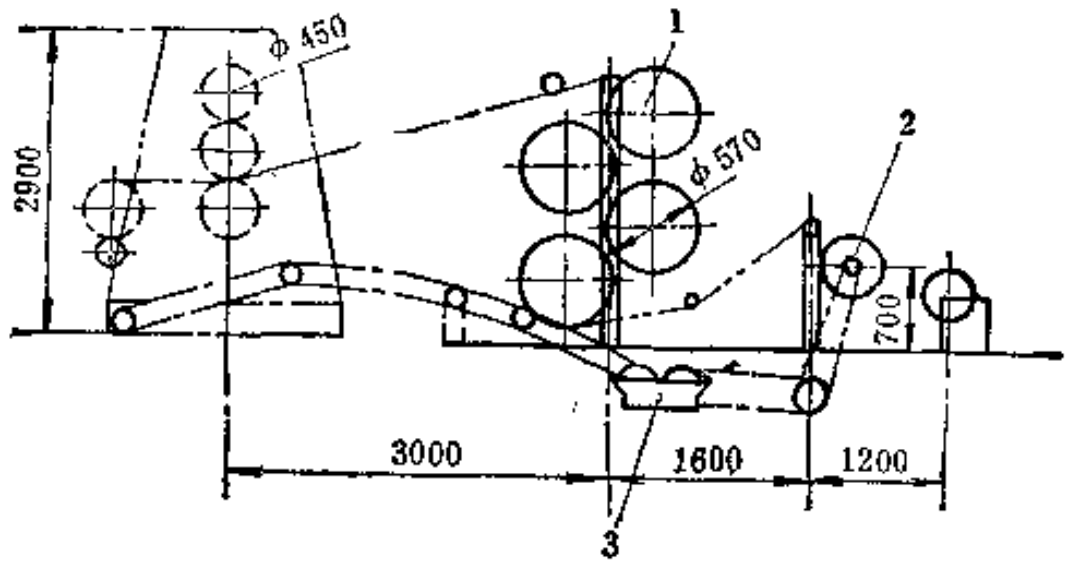


图 1-7-134　φ450×1200三辊压延联动装置

1—冷却装置；2—卷取装置；3—无级变速器

（二）压延联动装置工作过程简介

帘、帆布三辊压延联动装置有不同流程、格规与结构。由于断续作业，其联动装置中一般不设干燥装置，而由前导开卷取装置、冷却装置、后卷取装置等组成。前导开卷取装置可

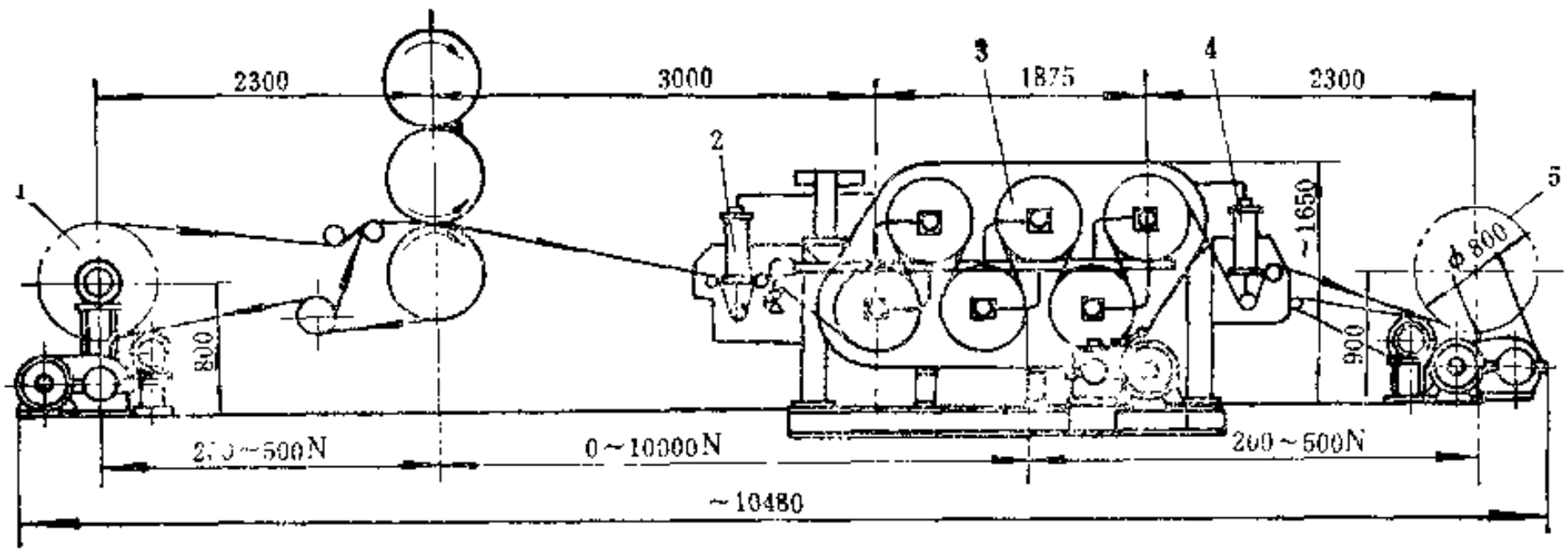


图 1-7-135 φ610×1730三辊压延联动装置

1—前导开卷取装置；2.4—张力调整装置；3—冷却装置；5—后卷取装置

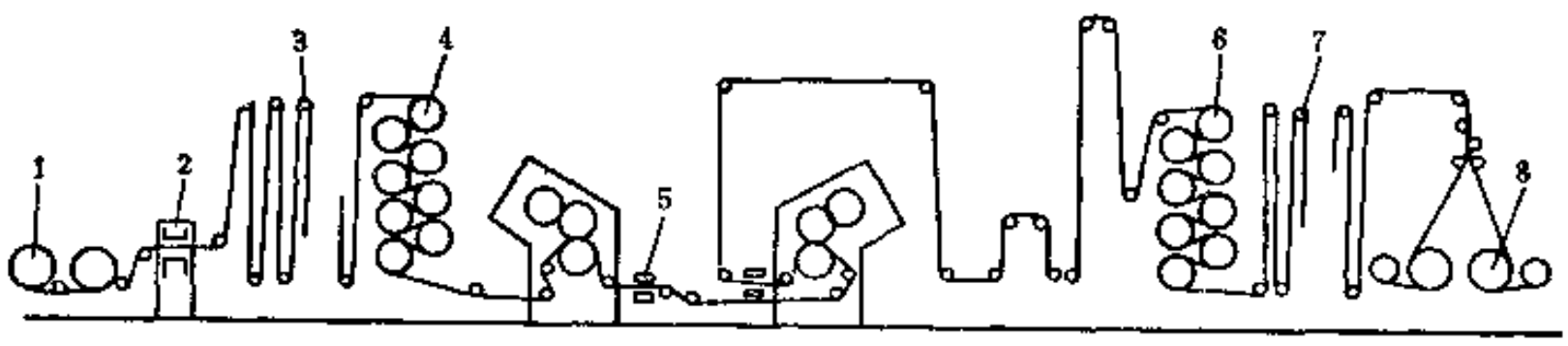


图 1-7-136 两台三辊压延机联动的压延联动线工艺流程

1—导开装置；2—接头硫化机；3—前贮布装置；4—干燥装置；5—β射线测厚装置；6—冷却装置；7—后贮布装置；8—卷取装置

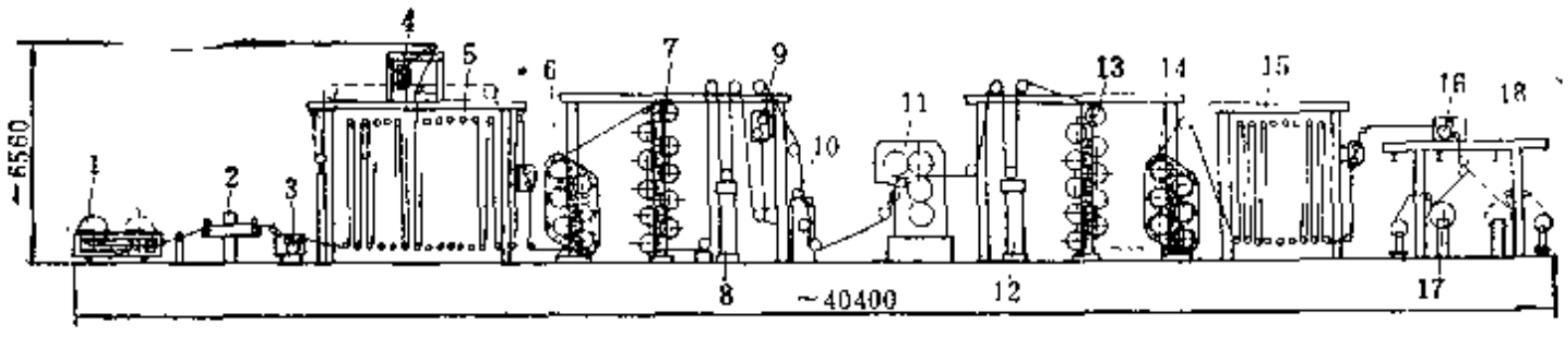


图 1-7-137 φ610×1800Γ型四辊压延联动装置

1—导开架；2—平板硫化接头机；3—前牵引机；4—帘布定中心装置；5—前贮布装置；6—干燥牵引机；7—干燥装置；8—前单环张力调节装置；9—大张力区帘布定中心装置；10—扩幅装置；11—压延机；12—后单环张力调节装置；13—冷却装置；14—冷却牵引机；15—后贮布装置；16—后牵引机；17—双工位卷取装置；18—工作台

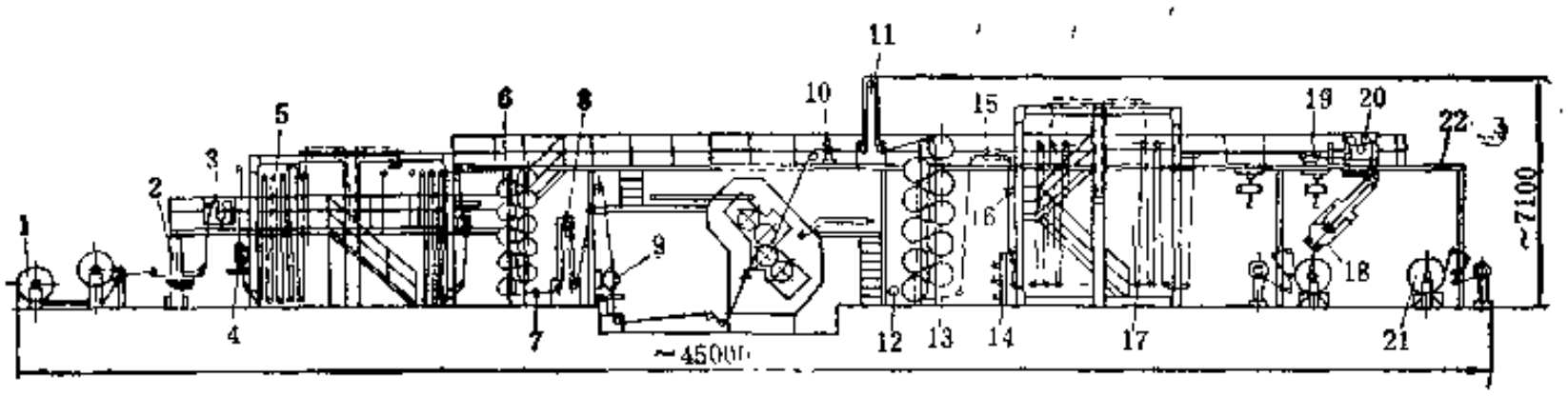


图 1-7-138 φ700×1800 S型四辊压延联动装置

1—导开架；2—平板硫化接头机；3—前牵引机；4—帘布定中心装置；5—前贮布装置；6—干燥装置；7—测湿装置；8—前单环张力调节装置；9—三辊帘布定中心装置；10—穿透式剔序装置；11—后单环张力调节装置；12—打印装置；13—冷却装置；14—导气排线架；15—断纬线装置；16—刺孔辊；17—后贮布装置；18—胶布切割装置；19—胶布定中心装置；20—后牵引机；21—双工位卷取装置

完成帘布导开及胶布卷取作业，卷取张力由速度差而获得，并由力矩电机本身特性而维持。现以ϕ610×1800三辊压延联动装置为例，简介其工作过程，见图1-7-139。

挂胶时，干燥后的帘、帆布放置在前导开卷取装置的导开架上，经压延机第一而贴胶(或擦胶)后，由主机上导开卷取装置卷取（见图1-7-139 a）。在进行第二面贴胶（或擦胶）时，主机上导开卷取装置作导开用。导开张力的大小，用导开轴端部的摩擦盘调节。两面贴胶（或擦胶）完成后，经冷却装置冷却后由卷取装置卷取（见图1-7-139 b）。若需第三而贴

a

b

c

d

图 1-7-139 ϕ610×1800三辊压延联动装置工作过程

a—第一面贴（擦）胶；b—第二面贴（擦）胶；c—第三面贴胶；d—压延胶片

1—帘、帆布导开装置；2—垫布导开装置；3—卷取或导开装置；4、6—张力调节装置；5—冷却装置；7—卷取装置

胶，将卷取好的胶布置于前导开卷取装置上导开使用，力矩电机处在逆转状态，它对卷取轴产生一个阻力矩，从而使胶布导开保持一定张力。经第三面贴胶后经冷却装置冷却，然后卷取（见图1-7-139 c）。当压延胶片时，垫布可放置在主机导开架上(见图1-7-139 d)。在运行过程中，各单机之间速度必须保持协调。为适应三辊压延联动装置断续生产的特点以及方便引布，冷却装置一般采用卧式结构，并设有尼龙带引布装置，将胶布头穿引过冷却装置。

帘、帆布四辊压延联动装置也有各种不同的流程、规格与结构，但都具有保证连续压延

作业所需要的导开架、接头硫化机、前牵引机（喂布装置）、前贮布装置、干燥牵引机、干燥装置、张力调节装置、扩幅装置、冷却装置、冷却牵引机、后贮布装置、后牵引机、卷取装置以及定中心装置、定长装置、测厚装置等。现以φ700×1800四辊压延联动装置为例，简介其两面一次贴胶流程的工作过程，见图1-7-140。

导开架1上可同时放置两卷帘布。为使联动装置连续运行，当一卷帘布导开完后，将其布尾与另一卷帘布的布头互相搭接，中间放一条胶片，用平板硫化接头机2加压加温硫化，连接成一体，使导开架1能保持不断地供给帘布。导开架上的帘布由前牵引机3牵引送布。导开帘布由计长器计数并定长发信号，通知准备接头。当平板硫化接头机工作时，前牵引机3停机，此时导开架1不供布。为使联动线不中断运行，由前贮布装置5继续供给预先贮存的帘布。接头完毕，前牵引机3重新开机，以高于联动线若干倍的速度一方面供联动线正常用布，另一方面将贮布装置快速贮满，以备下次接头时引出使用。此时，前牵引机再转入正常的工作速度。帘布经贮布装置后进入干燥装置6进行预热干燥，以除去帘布中的水分，并获得一定温度。在干燥装置帘布引出处设有测湿装置7，用于检测帘布干燥后的含水率。干燥后的帘

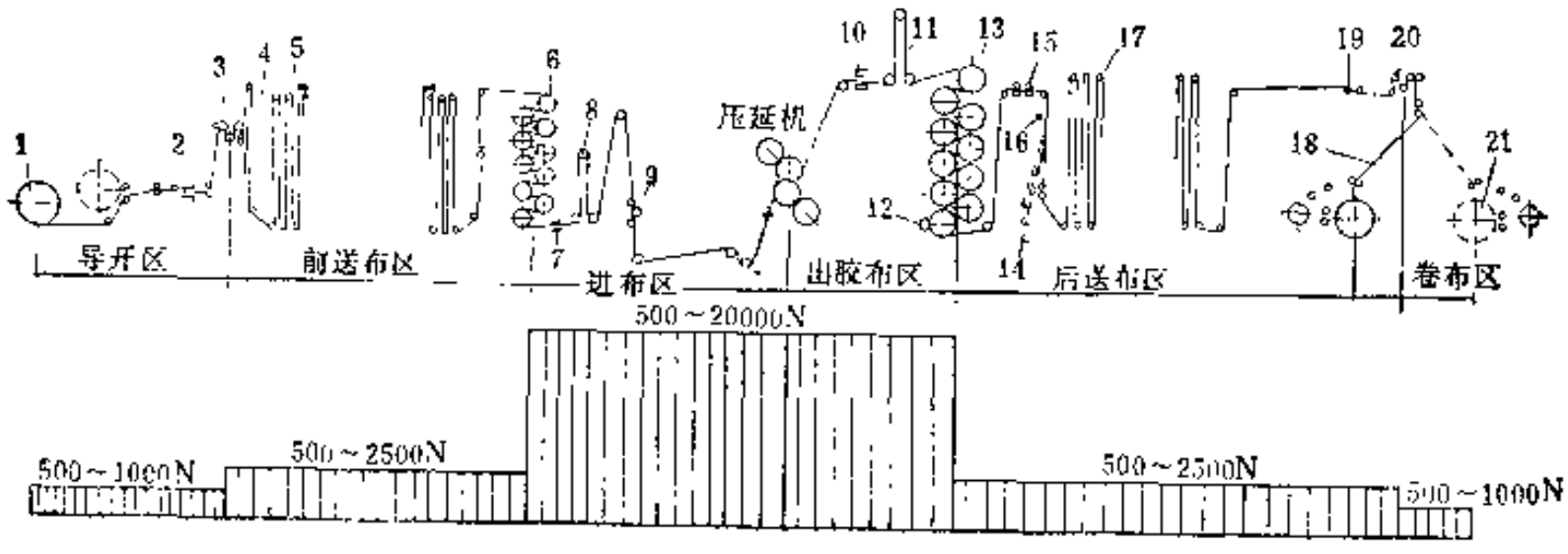


图 1-7-140 φ700×1800S型四辊压延联动装置工艺流程及各区段张力示意图

1—导开架；2—平板硫化接头机；3—前牵引机；4—帘布定中心装置；5—前贮布装置；6—干燥装置；7—测湿装置；8—前单环张力调节装置；9—三辊帘布定中心装置；10—穿透式测厚装置；11—后单环张力调节装置；12—打印装置；13—冷却装置；14—导气排线架；15—断纬线装置；16—刺孔辊；17—后贮布装置；18—胶布切割装置；19—胶布定中心装置；20—后牵引机；21—双工位卷取装置

布经前单环张力调节装置8进入压延机进行贴胶，经压延机贴胶后的帘布经后单环张力调节装置11和冷却装置13，冷却后的胶布由后牵引机20牵引并送到双工位卷取装置21进行卷取。当卷取到一定长度，计长器发出信号，由人工或胶布切割装置18自动进行切割。此时，后牵引机20和卷取装置21停止工作，压延出来的胶布贮入后贮布装置17。当切割完毕，进行第二卷卷取时，后牵引机重新启动，与卷取装置一起共同以高于联动线全线速度若干倍的速度，将后贮布装置中的胶布快速拉空，以备下次切割时再次贮布。此时，后牵引机和卷取装置恢复到联动线正常的工作速度。

整个联动线共分六个张力区段（参见图1-7-140），图中进布区及出胶布区为全线大张力区，目的是克服帘布在压延过程中引起的热收缩变形。导开区、送布区和卷布区等为小张力区，目的是保持帘（胶）布的挺直和不打褶。为使各张力区段的预定张力值恒定不变，在导开区、进布区，出胶布区及卷布区均设有测力轴承，可以直接显示各区段的张力值，并与控制系统配合直接控制各单机的速度，使之协调。在前、后送布区中的帘（胶）布张力，由

布温度过低则要降低胶料与帘布的附着力，易产生脱层。但帘布温度过高会损伤帘线强度，对尼帘布还会产生热收缩变形。按工艺要求，帘布进入压延机辊距前的温度与含水率要求如下：

棉帘布80℃左右，含水率＜2.5%；人造丝帘布80℃左右，含水率＜2%；尼龙帘布80℃左右，含水率＜1%。

帘布的干燥程度取决于干燥温度与干燥时间，而干燥时间则与干燥辊筒的数量、帘布与辊筒的接触面积及线速度有关，应使帘布通过干燥装置后，含水率达到工艺要求。

（6）冷却装置的主要参数　帘布挂胶后需进行冷却定型，防止胶布因温度高而自硫或粘附垫布，以利保证质量和便于存放。胶布的冷却程度取决于冷却温度和冷却时间，而冷却时间则与冷却辊筒的数量、胶布与辊筒的接触面积及线速度有关，应使胶布通过冷却装置后的胶布表面温度降到20～40℃。

（7）各单元设备的电机功率

a．影响电机功率的主要因素　压延联动装置中各单元设备的电机负荷较平稳，其功率消耗与工作速度、帘布的张力有关。$\phi610\times1800$四辊压延联动装置冷却牵引机上的实测结果如图1-7-141所示。

b．各单元设备拖动负荷分析及电机功率的计算　各单元设备负荷作用分析参见本篇第六章第三节。

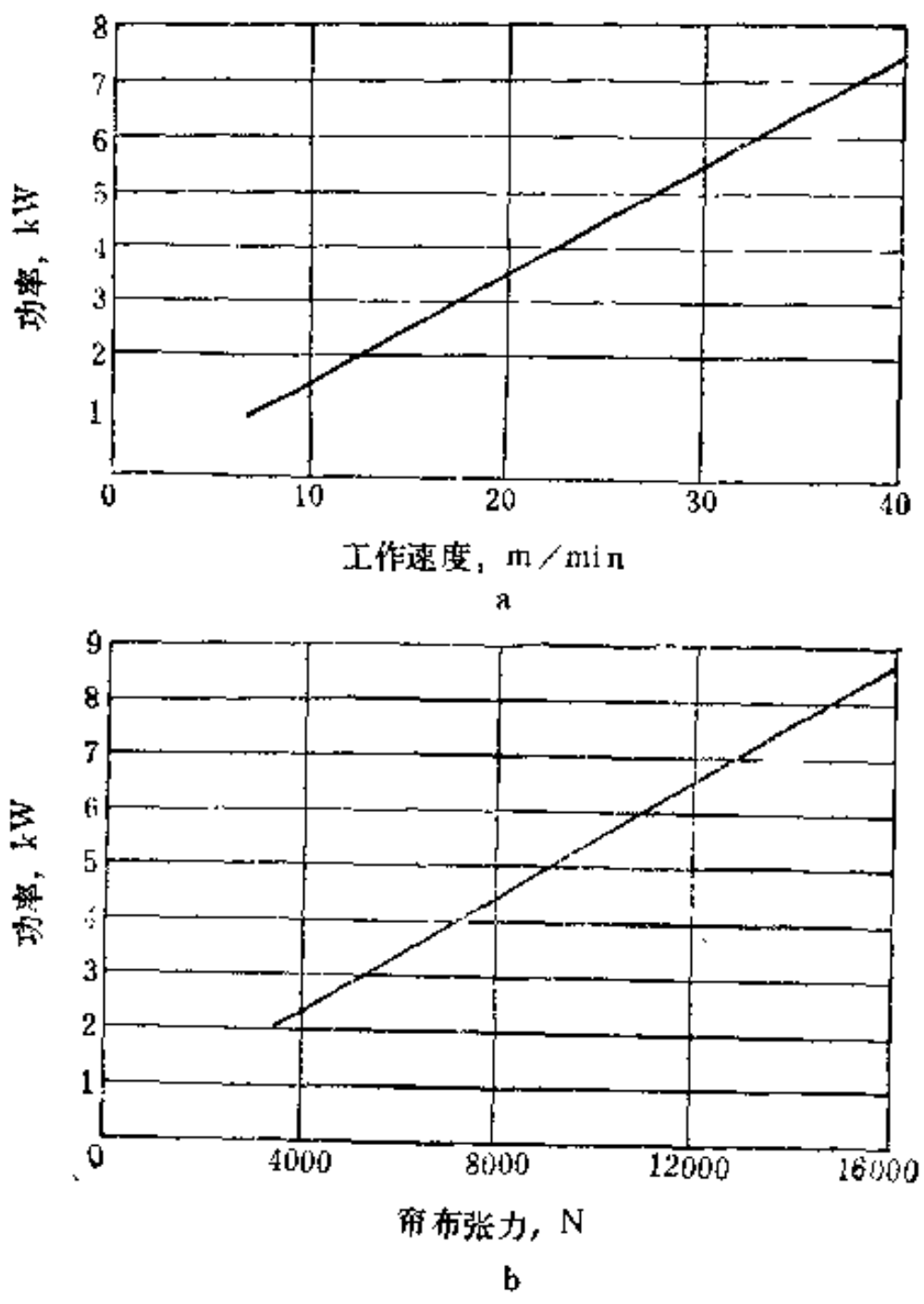


图 1-7-141　单元设备功率与速度、张力的关系

a—功率与工作速度的关系（当胶帘布张力为8000N时）；b—功率与张力的关系（当工作线速度为25m/min时）

电机功率的计算：由压延联动装置各区段张力分布可知，单元设备前后张力差异较大，且张力不大，可不考虑相邻区段张力的影响，这时，电机功率N(kW) 为：

$$N=\frac{Pv}{61200\eta} \qquad (1\text{-}7\text{-}93)$$

式中 P——单元设备前后帘布承受的最大张力，N；

v——工作速度，m/min；

η——传动总效率。

c．卷取装置电机的选用与功率计算 一般，在四辊压延联动装置中采用广调速直流电机，其功率可按式（1-7-93）计算。在三辊压延联动装置中采用三相力矩电机。这种电机具有独特的电气特性，当卷径增加时，由于转矩也随之增加，电机的出轴转速能自动随之降低，使卷径张力基本保持恒定。力矩电机的特性如图1-7-142所示。

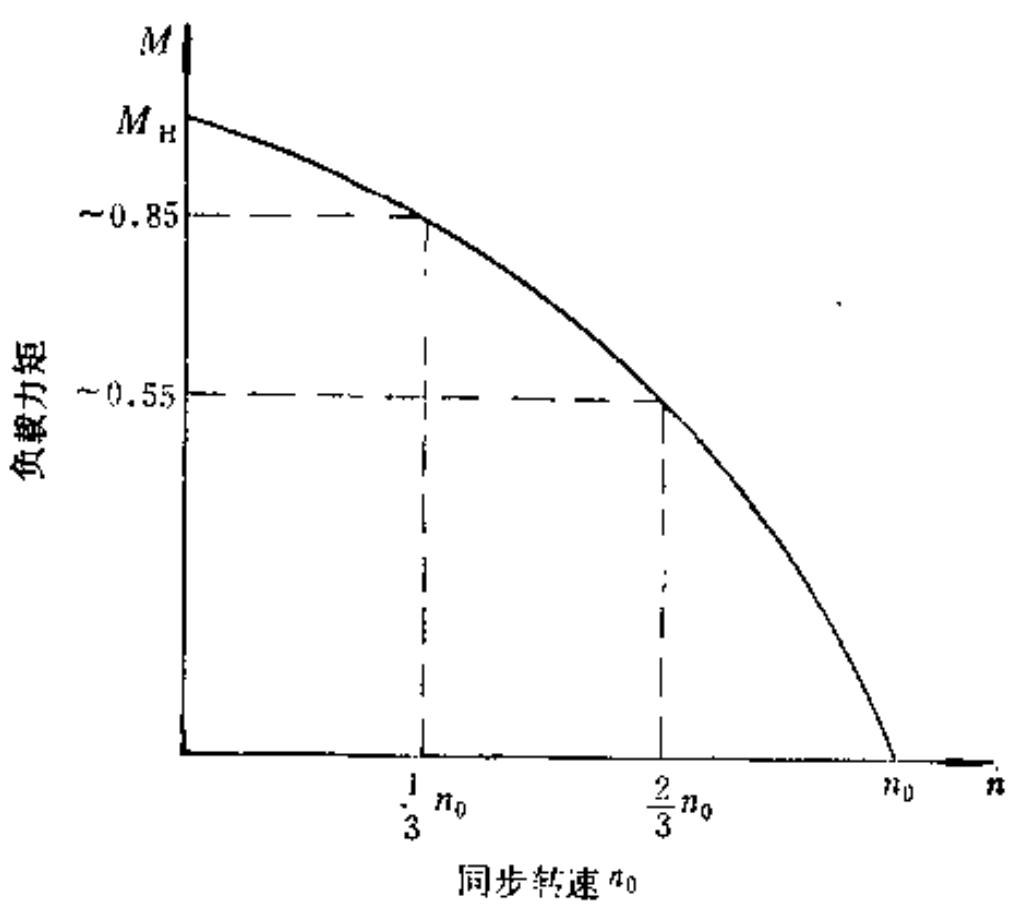


图 1-7-142 力矩电机转矩-转速曲线

n_0——力矩电机同步转速，r/min。

下式可供选择力矩电机输出力矩M(N·m) 的参考：

$$M=P\cdot\frac{D}{2}\cdot\frac{1}{i\cdot\eta\cdot k} \qquad (1\text{-}7\text{-}94)$$

式中 P——最大卷取张力，N；

D——最大卷取直径，m；

i——传动减速比；

η——减速器效率；

k——折算至额定堵转力矩的系数，当转速为$\frac{1}{3}n_0$时，约0.85，$\frac{2}{3}n_0$时，约0.55；

2．主要性能参数表

三辊和四辊压延联动装置的主要性能参数分别见表1-7-37和表1-7-38。

3．与压延有关的联动装置

通常，单八辊干燥联动装置、双八辊干燥联动装置及刷毛八辊干燥联动装置与三辊压延联动线配合使用，亦可单独使用。

（1）单、双八辊干燥联动装置 分别见图1-7-143和图1-7-144，主要用于干燥帘、帆布等织物。这类装置一般主要由干燥装置、导开架和卷取装置组成。

（2）刷毛八辊干燥联动装置 见图1-7-145，主要用于干燥棉、人造丝、尼龙帘布及帆布等织物，它主要由导开架、刷毛装置、干燥装置和卷取装置组成。

各种干燥联动装置的主要性能参数见表1-7-39。

（四）各单元设备的结构与设计

1．导开架

用于放置和导开帘、帆布卷，导开轴本身无动力，由压延机或牵引机拖动。布卷直径在

表 1-7-37　三辊压延联动装置主要性能参数

机器规格 / 性能参数	φ360×1120	φ450×1200	φ610×1730
前导开卷取装置：			
导开卷轴数，个	1	1	2
帘帆布最大宽度，mm	920	1000	1500
布卷最大直径，mm	600		500
干燥装置：			
型式和辊筒数量	卧式四辊	立式六辊	
辊筒规格，mm	φ570×1200	φ570×1300	
辊筒线速度，m/min	8.3～25	9.5～14.5	
电机：			
型号	JZS_2-5H	JDO2521-6/4D2	
功率，kW	1～3	2.8/4.5	
转速，r/min	470～1410	930/1420	
冷却装置：			
型式和辊筒数量	立式或卧式四辊	立式四辊	卧式六辊
辊筒规格，mm	φ570×1200	φ570×1300	φ570×1800
辊筒线速度，m/min	2.26～22.5(8.3～23.1)	9.4～28.2	快挡4.7～47，慢挡3.4～34
电机：			
型号：	JZT_2-41-4		Z_2-51
功率，kW	2.5～4		5.5
转速，r/min	115/1150(470～1410)		2400
后导开卷取装置：			
最大胶布直径，mm	600		800
卷取线速度，m/min	7.7～23.1		5.4～54
电机：			
型号	JLJ132-2.5/6		JLJ160-8/4(力矩电机)
力矩，N·m	25		80
转速，r/min	980		1400
张力测量装置：			
出胶布区段张力，N			300～4000
卷取区段张力，N			200～1500
测力机构			浮动辊及气缸

由大逐渐减小的导开过程中，必须保持适当的张力，以使帘布平整、无折地导出。为此，一般在导开轴端部装有可调摩擦制动盘或磁粉制动器，以产生导开张力。

表 1-7-38　四辊压延联动装置主要性能参数

性能参数 \ 机器规格	Γ型φ610×1730（原型）	Γ型φ610×1730（改进型）	S型φ700×1800
最大主张力，N	4000	15000	20000
工作速度，m/min	5.4～54	8～50	7～70
导开装置：			
导开卷轴数，个	2	2	2
帘布最大宽度，mm	1500	1500	1500
导开卷最大直径，mm	800	800	1000
导开张力，N		250～500	500～1000
张力机构	手动摩擦盘	磁粉离合器	磁粉离合器
方钢规格，mm	30×30	30×30	38×38
平板接头硫化机：			
接头强度，kN	>4	>20	>25
硫化总压力，kN	100	500	900
热板尺寸（长×宽），mm	1720×180	1800×200	1786×220
硫化压力，MPa	0.4	1.4	2.3
硫化温度，℃	180～200	180～200	160～200
电加热器功率，kW	10	18	18
硫化时间，s	20～40	20～40	20～120
前牵引机：			
牵引速度，m/min	6.5～65	9.8～98	7～105
直流电机功率，kW	1.5	3	7.5
直流电机转速，r/min	1500	1500	1500
送布区张力，N		500～2000	500～2500
定中心装置：			
检测机构	微动开关-杠杆及针形阀-杠杆式	光电式	光电式
执行机构	气动薄膜阀	液压缸式（大张力区）电动式（小张力区）	液压缸式
调偏辊	气动两位式	摆动无位式	摆动无位式
前贮布装置：			
调节环数	12	13	20
有效贮布量，m	48	98	140
帘布张力，N	330	500～2000	500～2500
张力控制方式	框架自重	液压	液压
干燥牵引机：			
辊筒规格，mm	φ250×1800	φ570×1800	φ600×1800
辊筒数量，个	2	6	10（其中4个无动力）
蒸汽工作压力，MPa		0.3	0.5
辊面最高温度，℃		130	150
牵引线速度，m/min	5.4～54	8～50	7～70
直流电机功率，kW	7.5	17	30
直流电机转速，r/min	1500	1500	1500
帘布张力，kN		3～15	5～20

续表

机器规格 / 性能参数	Γ型φ610×1730（原型）	Γ型φ610×1730（改进型）	S型φ700×1800
干燥装置(无动力):			
辊筒规格,mm	φ570×1800	φ570×1800	
辊筒数量,个	16	16	
蒸汽工作压力,MPa	0.3	0.3	
单环调节装置:			
浮动辊行程,m	1.2	0.7	1
帘布张力范围,kN	3～1	3～15	5～20
张力测量方式			测力轴承
冷却装置(无动力):			
辊筒规格,mm	φ570×1800	φ570×800	
辊筒数量,个	8	10	
冷却牵引机:			
辊筒规格,mm	φ250×1800	φ570×1800	φ760×800
辊筒数量,个	2	6	10
牵引线速度,m/min	5.4～54	4～30	7～70
直流电机功率,kW	7.5	22	30
直流电机转速,r·min	1500	1500	1500
帘布张力,kN		3～15	5～20
打印装置:			
打印轮直径,mm			300
字头数量,个			26
字头符号间距 mm			35
导线排气架:			
锭子数量，个			60
锭子间距,mm			25
断纬装置:			
断纬辊规格,mm			φ100×1800
断纬辊数量,个			2
刺孔装置:			
刺孔辊规格,mm			φ100×1800
刺孔辊数量,个			1
后贮布装置:			
调节环数,个	4	8	11
有效贮布量，m	25	60	80
帘布张力，N	330	1000～2000	500～2500
张力控制方式	框架自重	液压	液压
切割装置:			
切割输送带速度,m/min			7～105
切割输送带电机功率,kW			1
切割裁断速度,m/s			
切割刀直径,mm			95
切割刀转速,r/min			
切割刀电机功率,kW			0.37

续表

性能参数 \ 机器规格	Γ型φ610×1730(原型)	Γ型φ610×1730(改进型)	S型φ700×1800
后牵引机:			
牵引速度,m/min	6.5～65	9.8～98	7～105
直流电机功率,kW	1.5	3	7.5
直流电机转速,r/min	1500	1500	1500
送布区张力,N		1000～2000	500～2500
卷取装置:			
卷取线速度,m/min	6.4～64	10～55	7～105
布卷最大卷径,mm	800	800	1200
卷取电机功率,kW	3	4	
卷取电机转速,r/min	750～3000	600/2400	
卷取张力,N		500～1000	500～2000

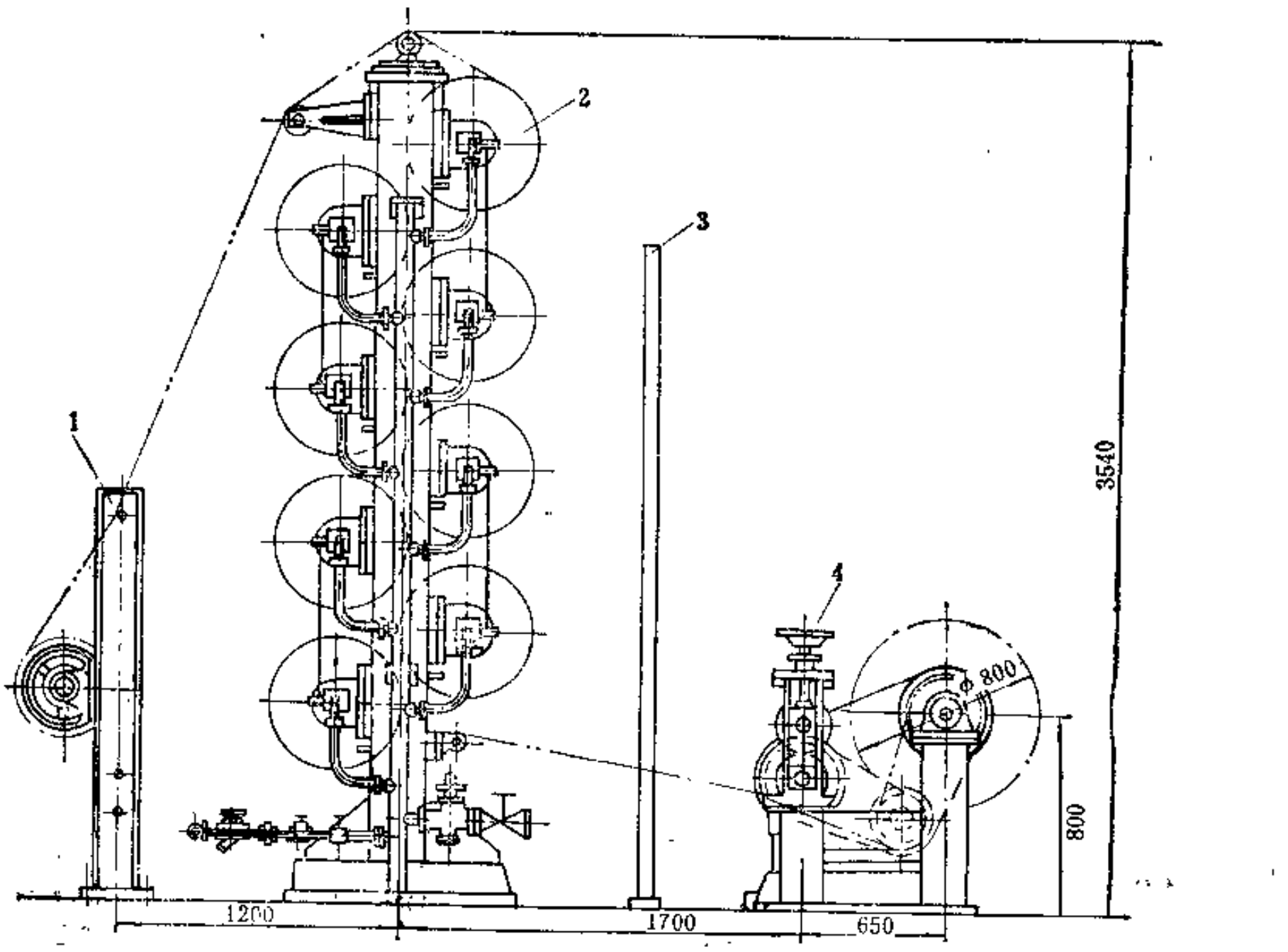


图 1-7-143 单八辊干燥联动装置

1—导开架；2—干燥装置；3—挡板；4—卷取装置

导开张力F(N)：

$$F=2\cdot M_T/D \tag{1-7-95}$$

式中 M_T—— 摩擦制动力矩，N·m；

D——帘布卷直径，m。

上式表明，要维持恒定的张力，制动力矩M_1必须随布卷直径D的变化而相应变化。

导开架的结构形式较多，图1-7-146所示是常用的一种导开架。在导开轴的两端，设有

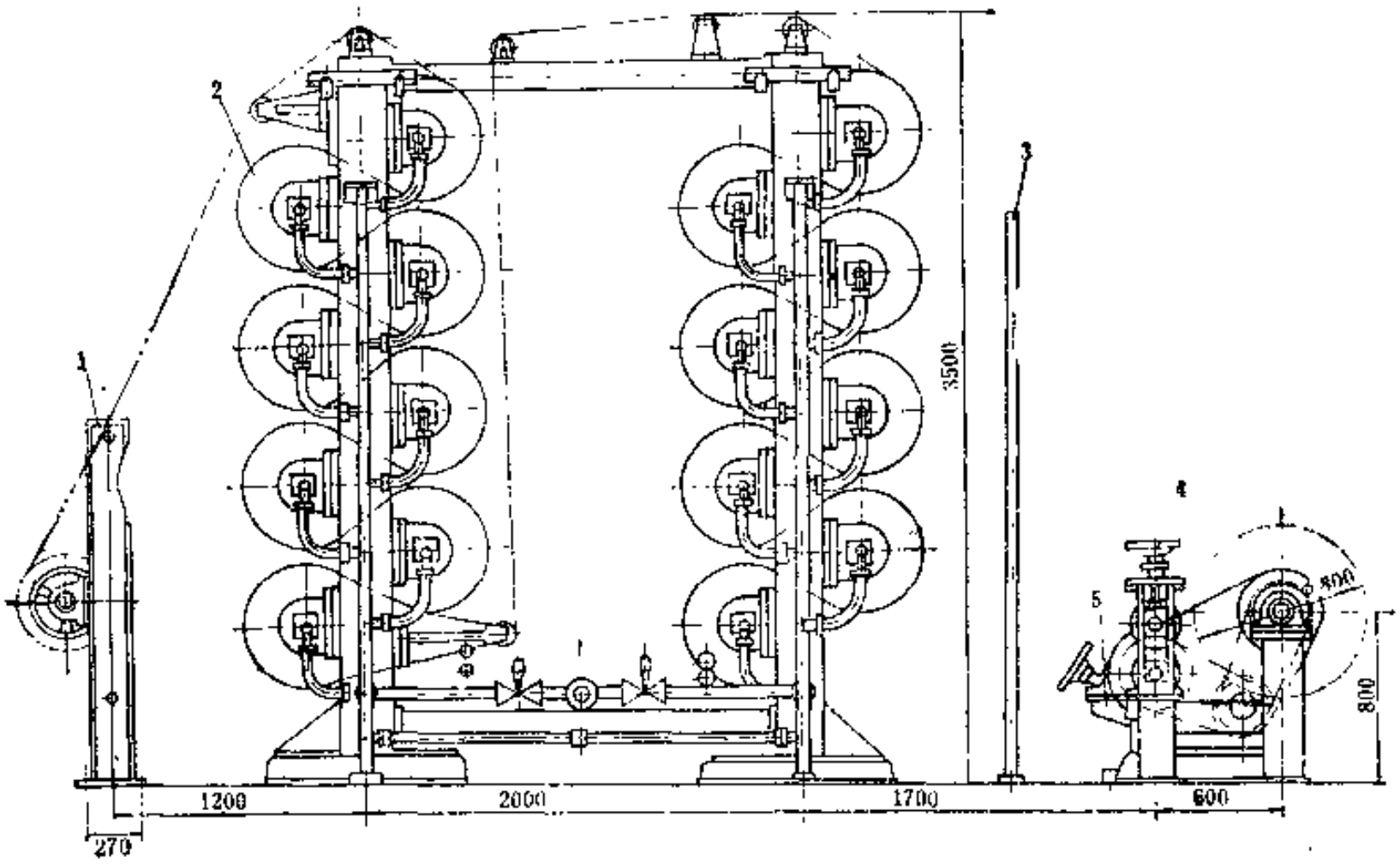


图 1-7-144　双八辊干燥联动装置

1—导开架；2—干燥装置；2—挡板；4—卷取装置；5—传动装置

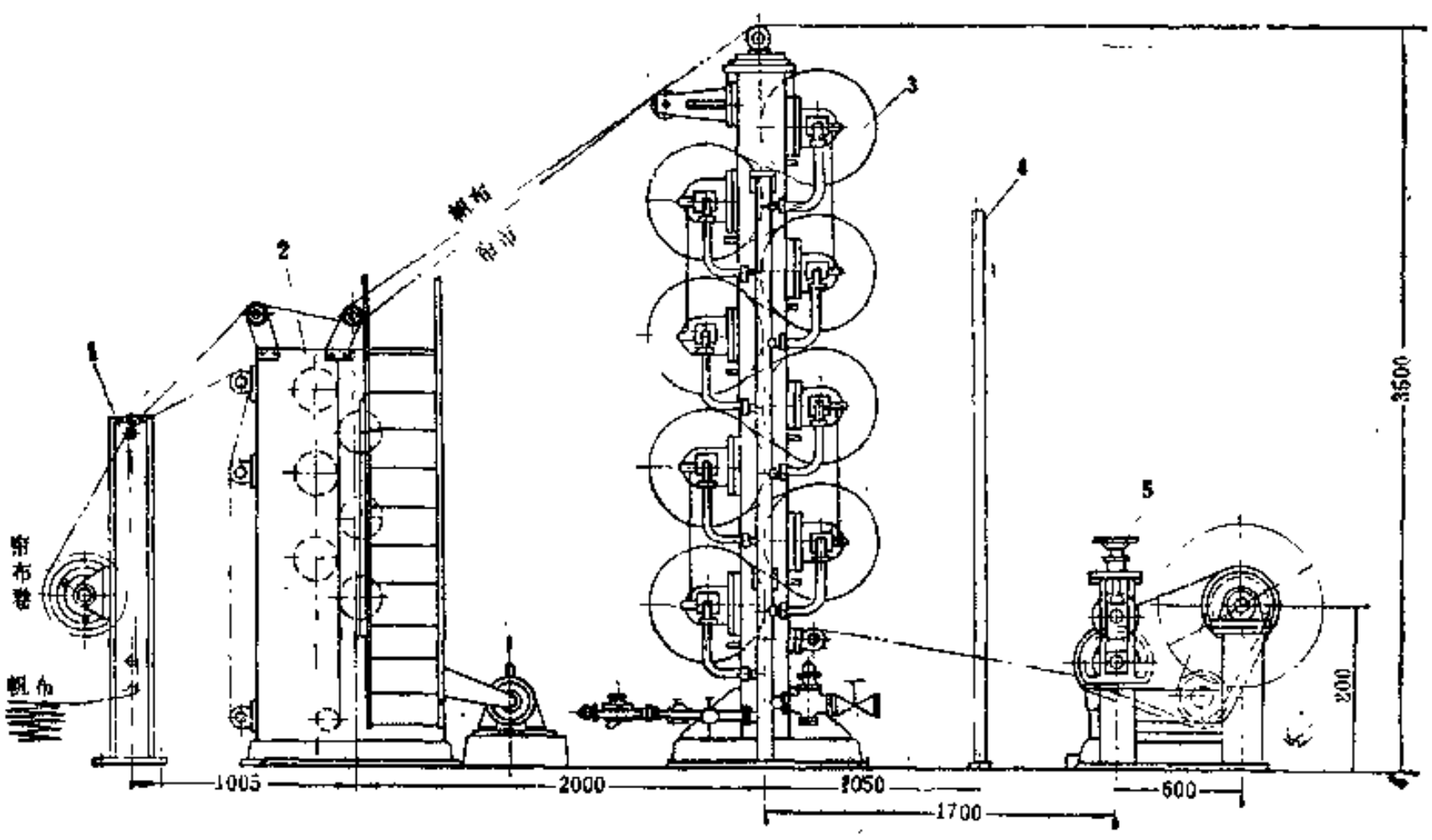


图 1-7-145　刷毛八辊干燥联动装置

1—导开架；2—刷毛装置；3—干燥装置；4—挡板；5—卷取装置

表 1-7-39 干燥联动装置主要性能参数

性能参数 \ 设备名称	单、双八辊干燥联动装置	刷毛八辊干燥联动装置	六辊干燥装置
帘 帆布最大宽度，mm	1500	1500	950
导开装置最大布卷直径，mm	800	800	600
刷毛装置：			
刷毛辊直径，mm		188	
刷毛辊转速，r/min		480	
电机功率，kW		2.2	
电机转速，r/min		940	
干燥装置(无动力)：			
辊筒规格，mm	φ570×1800	φ570×1809	φ570×1200
辊筒数量，个	8(单八辊) 16(双八辊)	8	6
蒸汽工作压力，MPa	0.3	0.3	0.3
辊面最高温度，℃	130	130	130
卷取装置：			
牵引辊规格，mm	φ230×1800	φ230×1800	
卷取线速度，m/min	8.5～25.5	8.5～25.25	8.3～25
最大卷取直径，mm	800	800	600
卷取电机功率，kW	5/1.67	5/1.67	3/1
卷取电机转速，r/min	1410/470	1410/470	1410/470 (与冷却装置同用)

摩擦制动盘10，转动手轮9即可调节摩擦盘的压紧力而产生制动力矩，使帘布在一定张力下导开。摩擦片材料要求耐磨，一般为牛皮，也有采用毛毡者。导开轴上还设有方钢的安全结构，参见图1-6-11。

带有平面摩擦盘的导开架结构简单，操作方便，安全可靠，但导开张力由人工控制不能保持恒定。

图1-7-147所示是由张力轴承测量布料的张力后转换为相应的电信号、控制磁粉制动器产生的制动力矩以实现自动调节，使布料保持恒张力导出。也有如图1-7-148所示利用一杠杆来测量导开帘布卷直径变化，随着布卷直径的变化，杠杆3随着转动，设在杠杆支点处的电位器7也不断随着转动而改变电阻，从而以改变磁粉制动器的制动电流来控制产生的制动力矩，以实现自动调节。其它导开架的结构参见本篇第六章第二节。

2．平板硫化接头机

在压延联动装置中，一般采用平板硫化接头机进行帘布接头，其结构详见本篇第六章第二节。

3．牵引机

用以牵引送布，前牵引机主要把导开架上的帘布送入前贮布装置，并控制贮布装置的贮布量，以保证压延联动装置的连续运转。后牵引机主要在切割裁断完毕后，将后贮布装置中的胶布拉出送到卷取装置进行卷取，并控制后贮布装置的活动框架位置，以保持压延联动装置的连续运转及控制卷取张力。

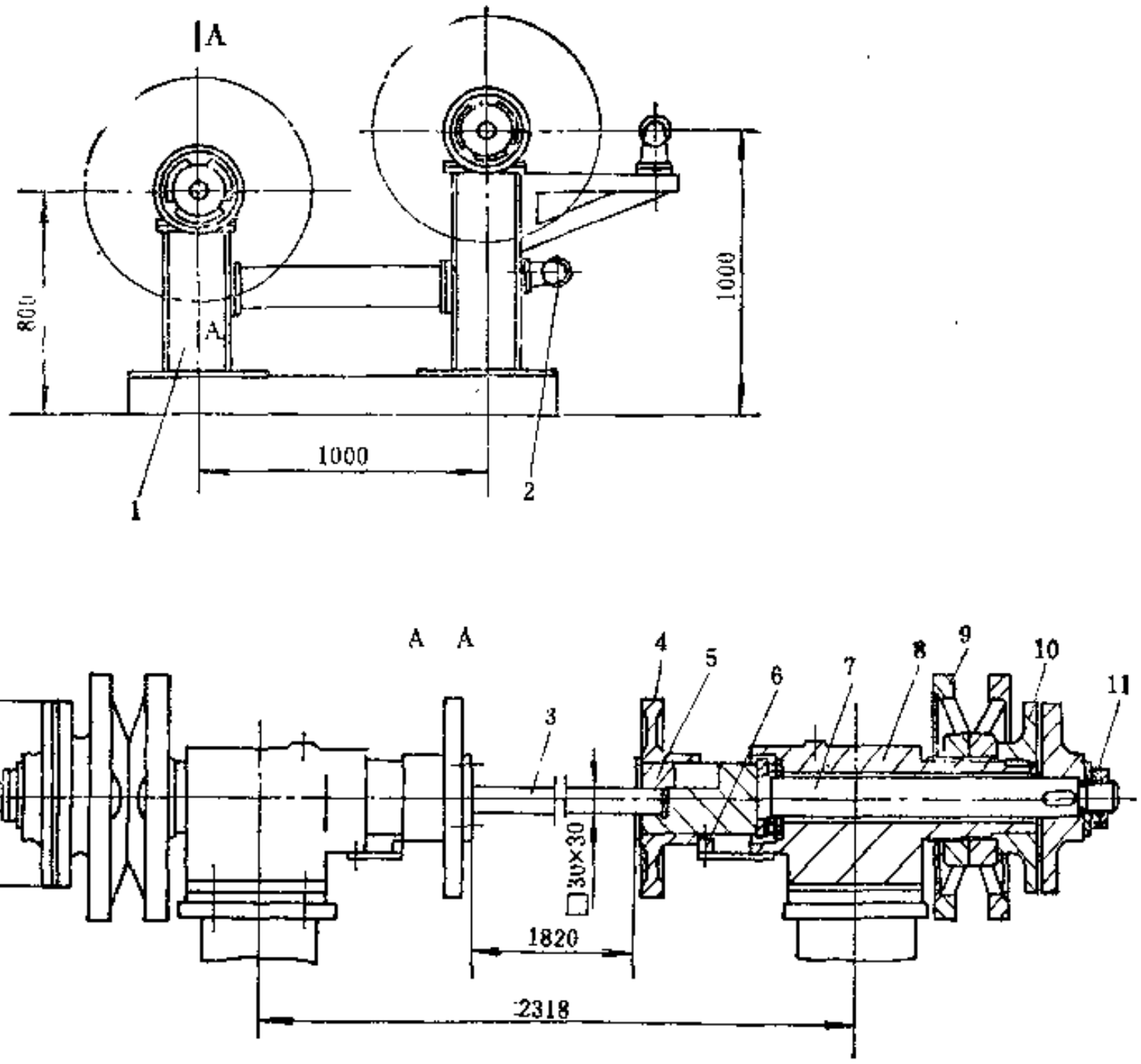


图 1-7-146 导开架

1—机架；2—导辊；3—方钢；4、9—手轮；5—导键；6—滚轮；7—轴；8—轴承座；10—摩擦制动盘；11—螺母

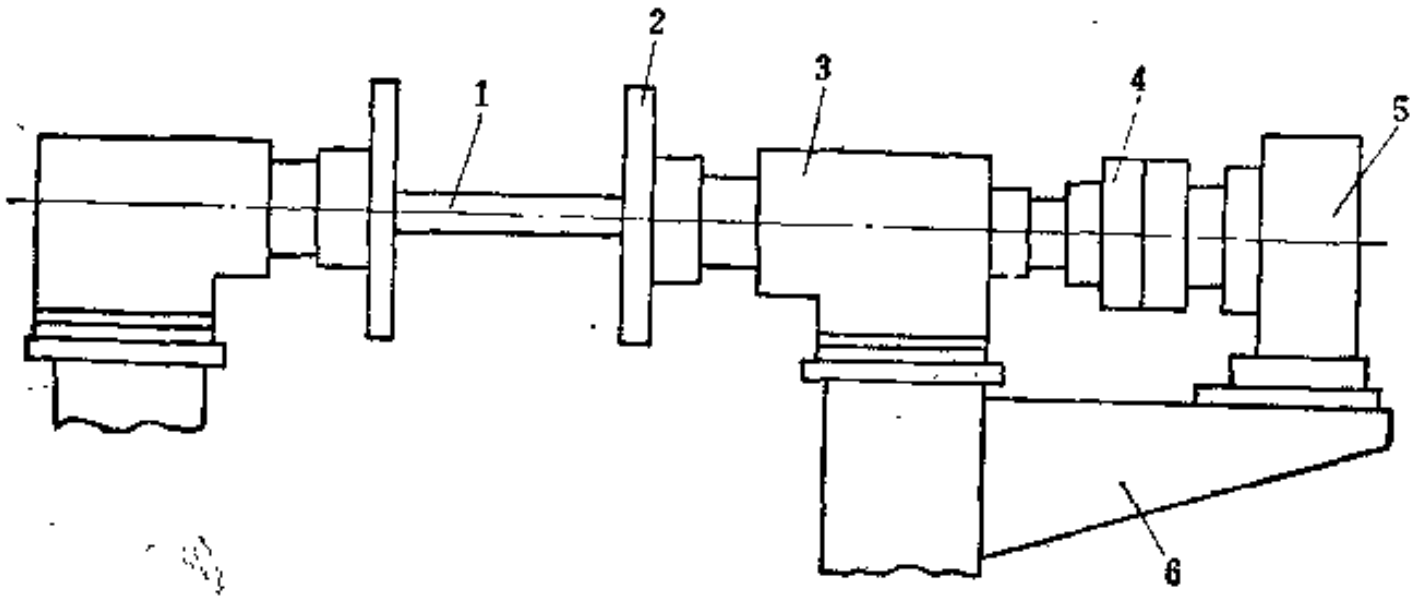


图 1-7-147 磁粉制动器控制的导开架

1—方钢；2—手轮；3—轴承座；4—联轴器；5—磁粉离合器；6—托架

牵引机的结构形式很多，有立式、卧式及两辊、三辊等。图 1-7-149 为三辊牵引机。牵引辊 2 外包橡胶，由直流电机 7 经减速器 4 驱动。为增加牵引辊的帘布包角，装设两个导辊 1 。其它结构形式的牵引机参见本篇第六章第二节。

干燥牵引机和冷却牵引机的作用除牵引送布、干燥布料和冷却胶布外，在电气系统的控

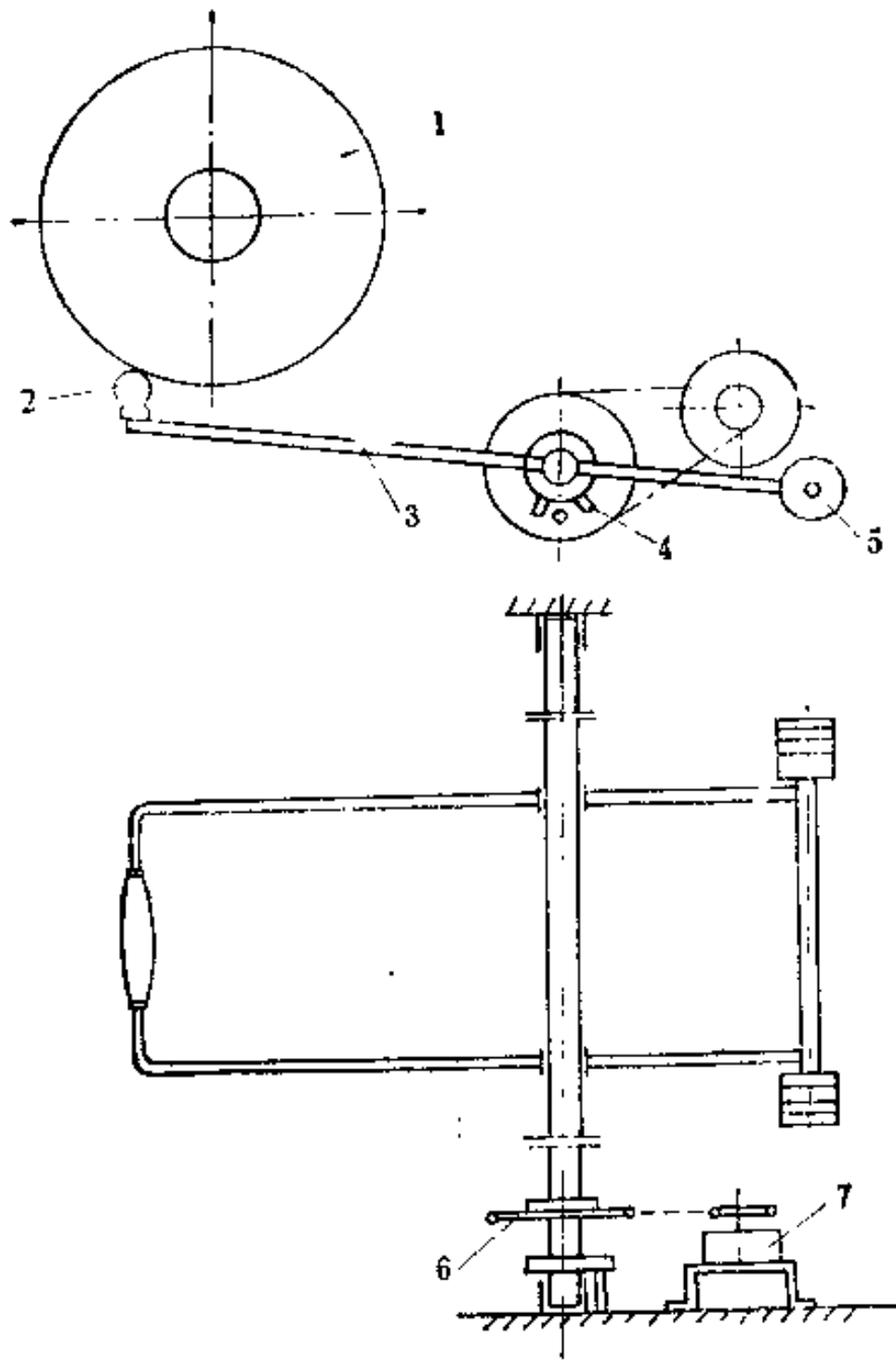


图 1-7-148 卷径测量装置

1—帘布卷；2—滚轮；3—杠杆；4—限位块；5—重锤；6—链轮；7—电位器

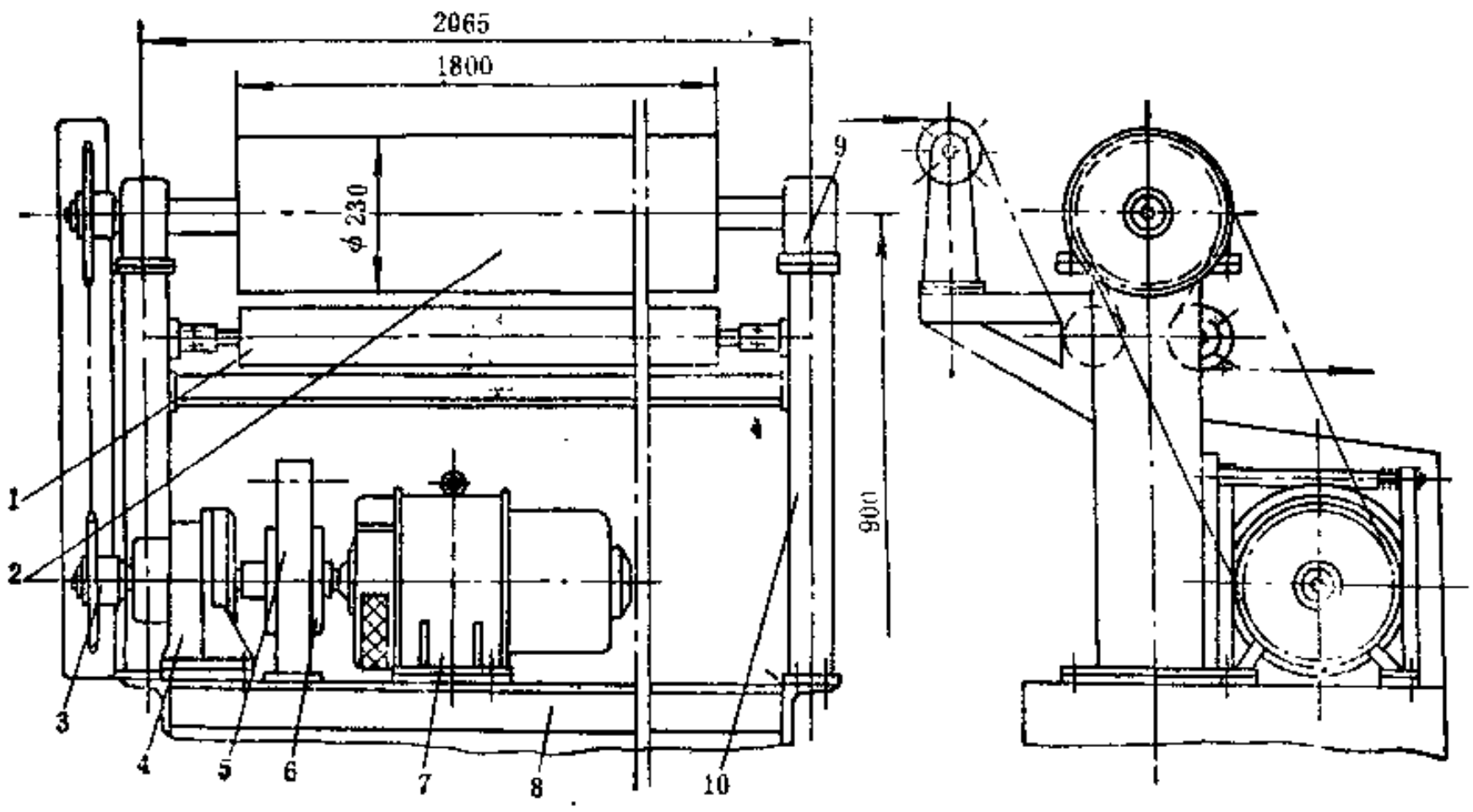


图 1-7-149 牵引机

1—导辊；2—牵引辊；3—链轮；4—减速器；5—制动器；6—联轴器；
7—直流电机；8—底座；9—轴承座；10—支架

制下，能保证进布区段与出布区段的张力恒定，其结构见图1-7-150。它由数个直径相同的辊筒7组成，辊筒通过直流电机1、减速器4、齿轮5传动。传动装置中装有制动器2，以保证张力区的张力。

4．贮布装置

其工作原理及结构参见本篇第六章第二节。

5．干燥装置

压延联动装置中通常采用辊筒式干燥装置，根据辊筒的排列形式可分为立式和卧式两

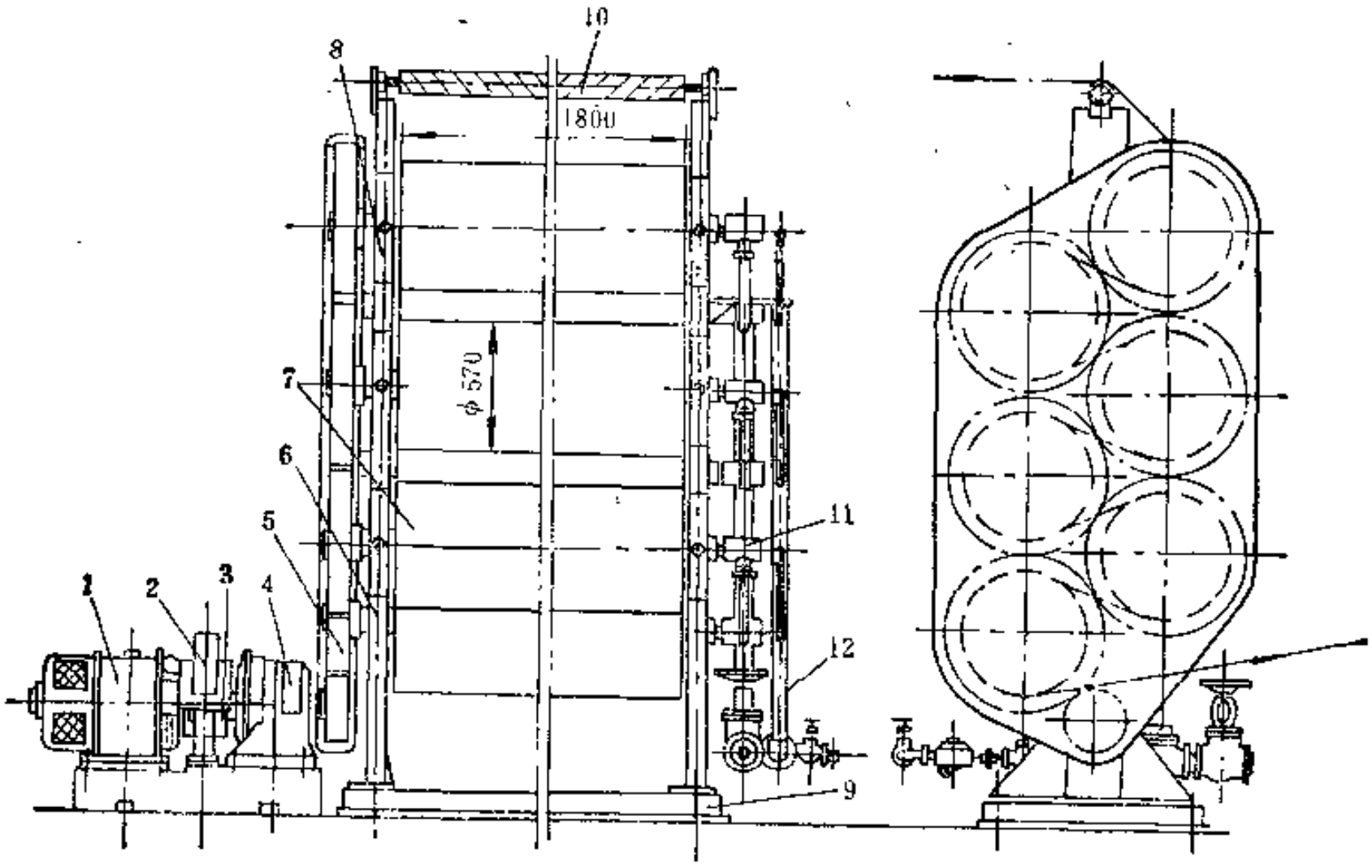


图 1-7-150　干燥、冷却牵引装置

1—直流电机；2—制动器；3—联轴器；4—减速器；5—齿轮；6—机架；7—干燥（或冷却）辊；8—轴承座；9—底座；10—螺旋扩布辊；11—旋转接头；12—蒸汽或进、回水管路

种。立式干燥装置占地面积小，但穿布不便，适用于四辊压延联动装置的连续化生产。卧式干燥装置占地面积大，但有利于水分的排除，干燥效率高，穿布方便，适用于三辊压延联动装置的断续生产。辊筒排列时，应注意帘布所运行的路线，应使之有利于水分的排除，并注意使布料包辊面积尽可能增大，一般接触包角为240～270°，相邻两辊面之间的距离为100mm左右，辊筒直径为570～600mm，辊筒数量为6～16个不等。干燥装置采用蒸汽加热，蒸汽压力为0.2～0.5MPa，根据被干燥材料的不同要求，辊面温度可在100～150℃以内任意调节。

有的干燥装置还设有温度自动控制系统，以实现干燥辊面温度恒定，从而保证帘布压延质量，特别是尼龙帘布，对温度敏感性大，影响帘线的伸缩和张力，因此干燥辊的辊面温度控制尤为重要。有的在干燥装置出口处还设有连续测湿装置，以便更好地控制帘布的湿度。

干燥装置的结构见图1-7-151，它由若干个辊筒2及蒸汽加热管路等组成。干燥辊安装在滚动轴承上，辊筒可以用传动装置驱动，也可以不用传动装置而由运行帘布带动被动转动，也可以采用无动力传动与有动力传动组合在一起的方式。无动力传动的干燥装置结构简

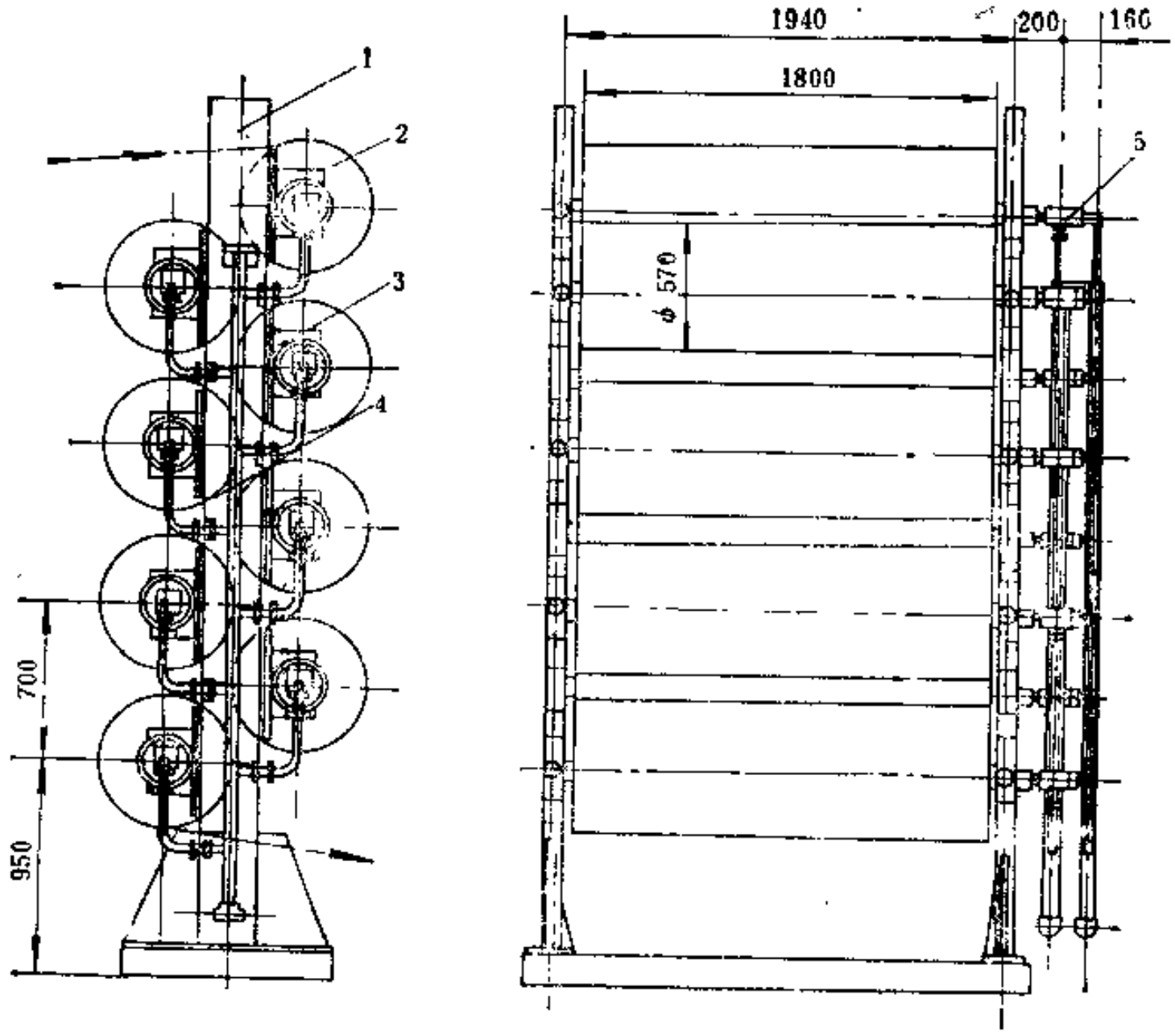


图 1-7-151 干燥装置

1—机架；2—辊筒；3—轴承座；4—管路；5—旋转接头

单，维护容易，已被广泛采用，缺点是帘布容易缩幅，必须有相应的扩幅措施。在联动装置工作张力较小的场合，仍采用有动力传动的干燥装置。有的为节省占地面积，干燥装置可向高处发展，在帘布进口处安装若干个有动力传动的干燥辊，再加若干个无动力传动的干燥辊组合在一起。

为了在加热开始时排除辊筒内的空气并防止辊筒在停机时冷却后产生抽真空现象，在每个干燥辊上都设有排气阀。常用的干燥辊安排除冷凝水的方式分有勺斗式和虹吸管式两种。图1-7-152所示为勺斗式干燥辊。

勺斗式干燥辊由普通钢板卷制焊接而成，辊筒体 2 内焊有加强板 6 及勺斗 1，冷凝水借辊筒旋转流入勺斗，然后，经中心管而排出。这种结构的干燥辊重量较大，且由于积水而易产生偏重，不适用于作无动力干燥装置的干燥辊。

虹吸管式干燥辊的结构见图1-7-153。辊筒体1用厚为3mm的0Cr13或1Cr13不锈钢板卷制，钢板接头处用氩弧焊，焊后退火处理，然后再用专门的辊床进行辗压滚圆。经滚圆后的圆度误差<1.2mm，粗糙度Ra值在 3.2以下。干燥辊需经水压试验及静平衡试验。辊筒的两端封头用普通碳钢制成，辊内冷凝水由虹吸管 2 排出。为便于装拆，虹吸管分两节组成，由接头 3 相连，但必须保证接头处的密封性。

辊筒端部旋转接头常用的结构有软填料密封与端面密封两种，端面密封性能可靠，泄漏

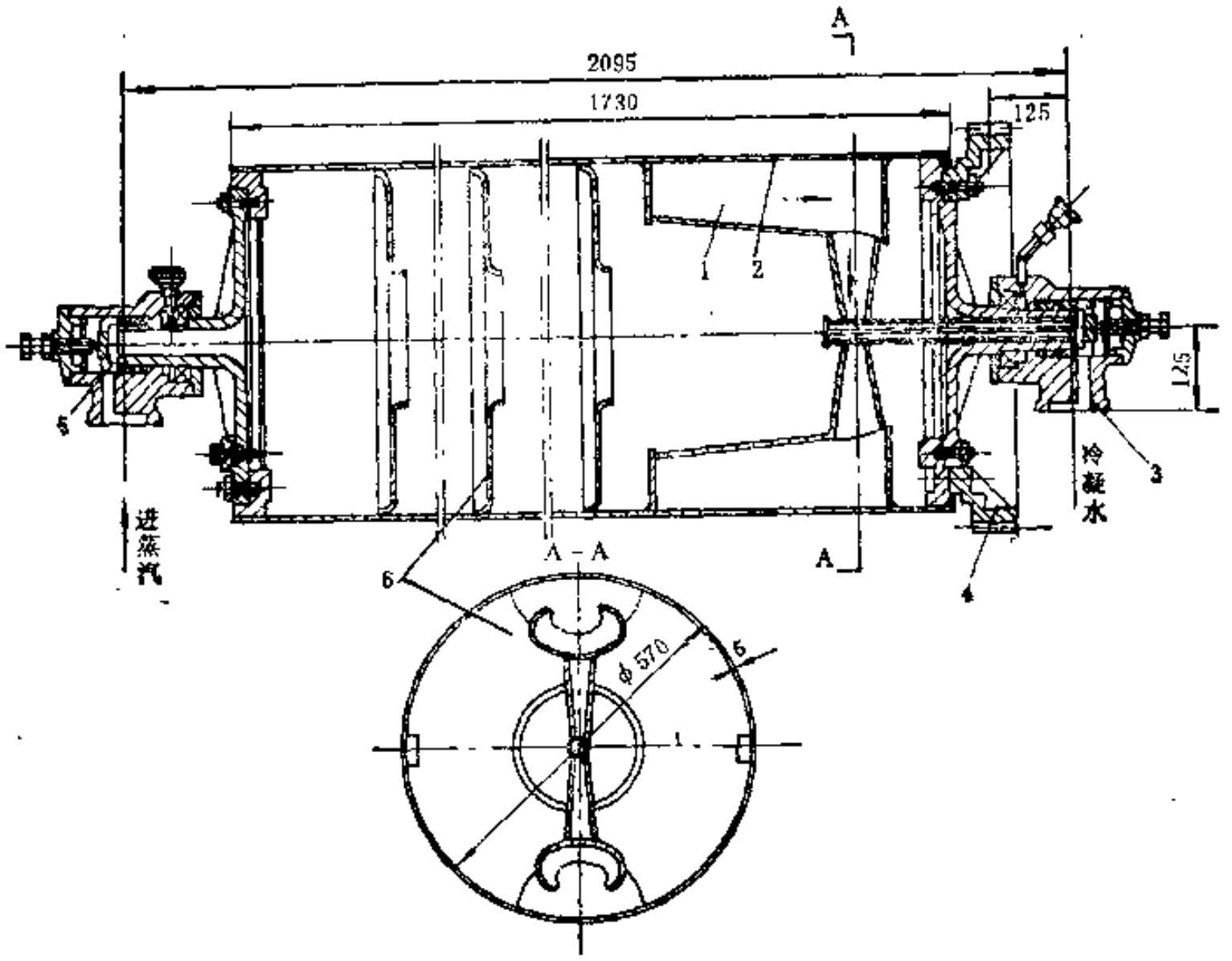


图 1-7-152　勺斗式干燥辊

1—勺斗；2—辊筒体；3—轴承座；4—齿轮；5—填料压盖；6—加强板

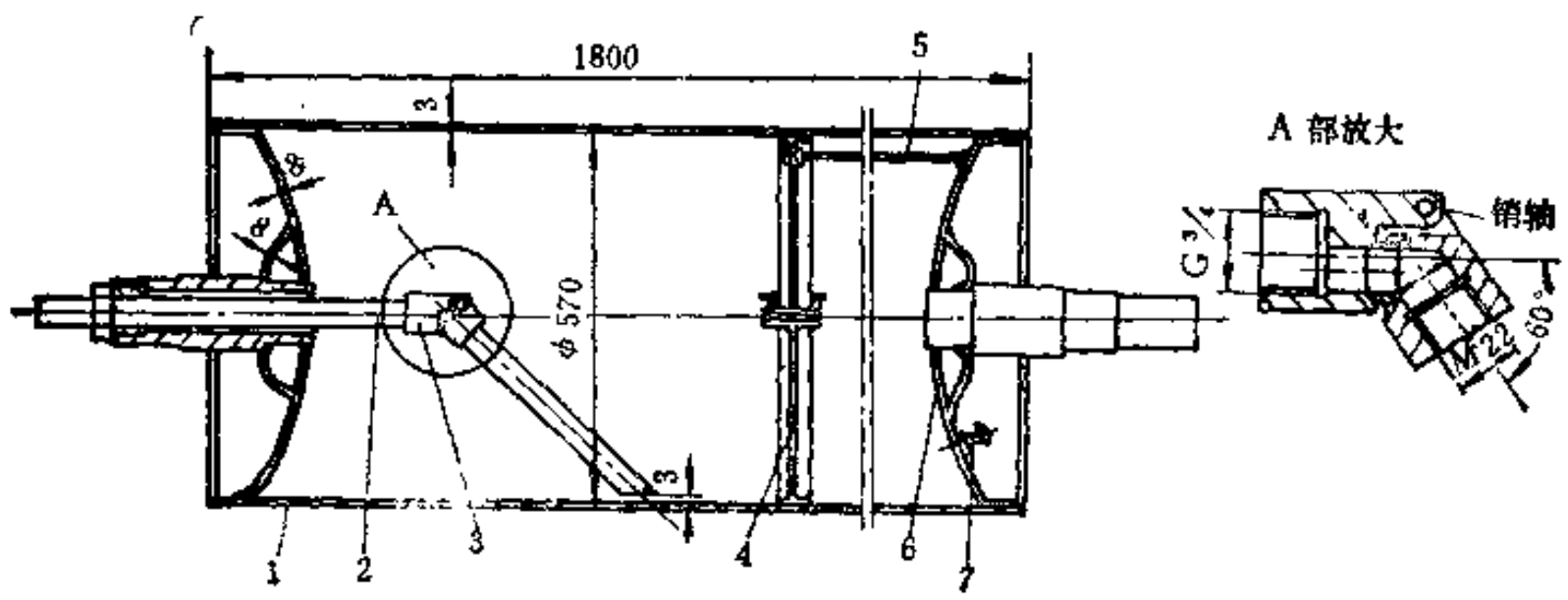


图 1-7-153　虹吸管式干燥辊

1—辊筒体；2—虹吸管；3—接头；4—支撑圈；5—拉杆；6—封头；7—排气阀

量小，使用寿命长，功率损耗少，不需经常维修，图1-7-154所示为几种旋转接头的结构，其型式和压延机辊筒用的旋转接头相似，a、b、c三种结构中，动环5的球面是相对旋转的密封面，依靠弹簧2和工作介质的压力，在动环5和密封圈4的接触端面上产生一适当的比压，使密封面紧密贴合，达到密封目的。密封面之间保持一层流体膜起平衡压力和润滑作用。密封效果的好坏关键是选择合适的端面比压和摩擦副材料。比压过大，易产生摩擦热，磨损大，功率消耗大。比压小易泄漏。图1-7-154 a、b、c所示之三种旋转接头的端面比

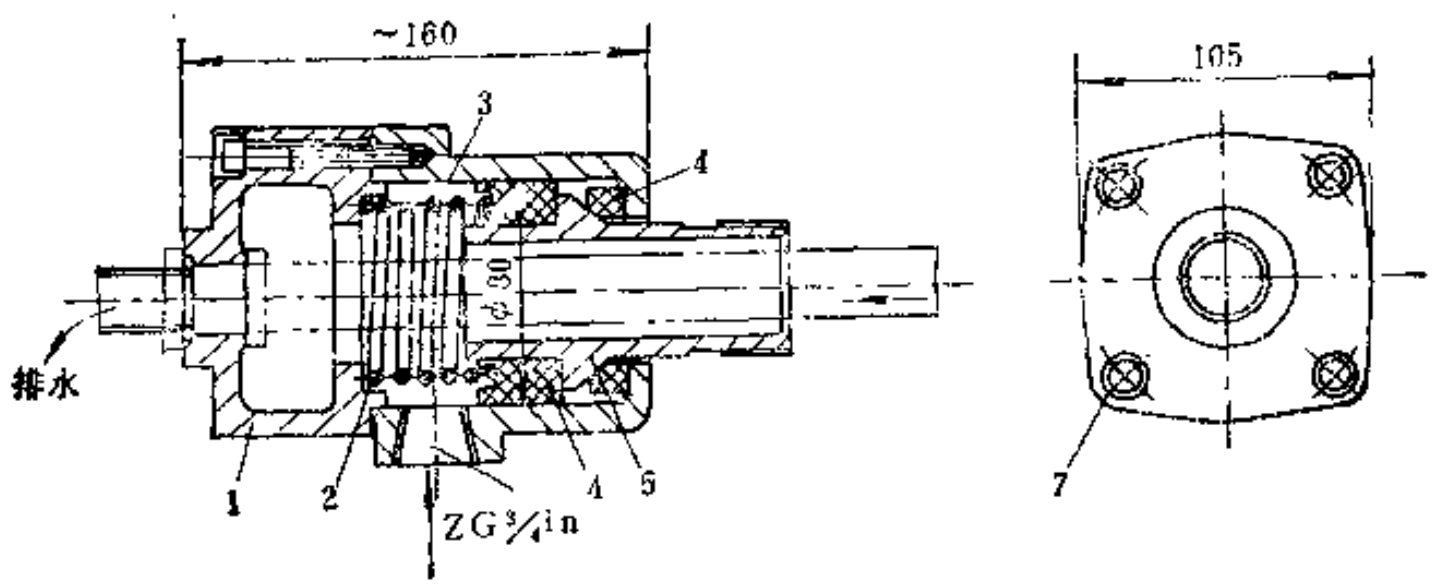


图 1-7-154 旋转接头

a、c、d——侧同时进水（汽）及回水（冷凝水）；b——侧进水（或回水）

1—盖；2—弹簧；3—壳体；4—密封圈；5—动环；6—O形密封圈；7—螺钉

压一般为0.3～0.6MPa，润滑性能好者取大值。摩擦副材料应具有一定强度和耐磨性及润滑性等。同时应根据密封介质性能、工作压力、工作温度等考虑防腐、耐温和耐压等因素。动环5的材料采用不锈钢或45号钢，密封圈4采用填充聚四氟乙烯塑料，其成分与上述压延机辊筒用的旋转接头的相同。要求动环5摩擦端面的粗糙度Ra值在0.8以下，其密封面的球面应研磨。碳钢制动环在研磨后镀硬铬，镀铬层厚度为 0.02～0.03mm。图1-7-154的b、d

两接旋转接头主要用于冷却装置上。目前，已有专业工厂生产旋转接头，可根据使用要求选配。

干燥辊辊面温度的控制原理如图 1-7-155 所示。

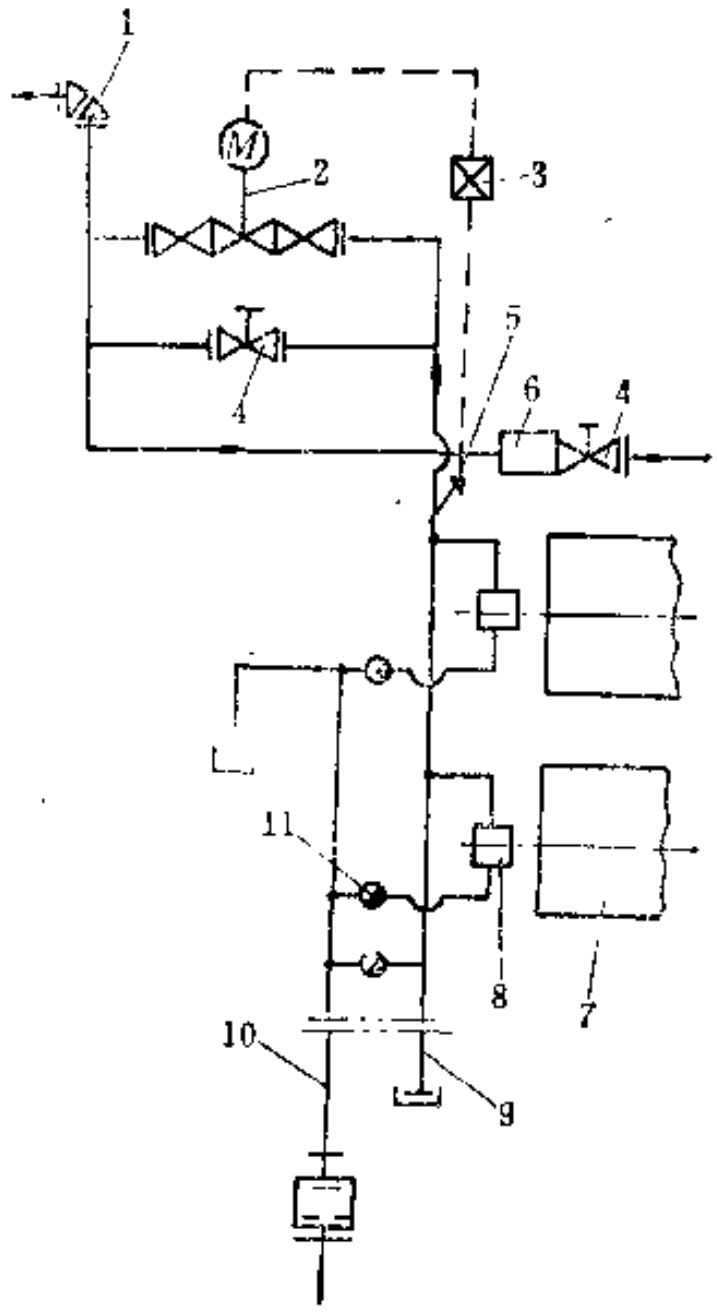


图 1-7-155 干燥辊温度控制原理图

1—安全阀；2—电动直通调节阀；3—电子三相取样数据系统；4—截止阀；5—铂热电阻；6—过滤器；7—干燥辊；8—旋转接头；9—进气管；10—排水管；11—疏水阀

6．冷却装置

压延联动装置中一般采用辊筒式冷却装置，其辊筒排列及整体结构大体与干燥装置相同，不同之处在辊筒结构和冷却水管路。冷却辊的结构类型很多，常见的有单层敞开式、螺旋夹套式及夹套轴流式等。

单层敞开式冷却辊如图 1-7-156 所示，其结构简单，制造容易，但冷却水始终存在于辊筒下半部，影响冷却效果，现较少采用。

螺旋夹套式冷却辊如图 1-7-157 所示，它的特点是冷却水流动速度快，冷却效果好，缺点是辊面进水端和回水端有温差，不便清理水垢，制造较复杂。

另一种螺旋夹套式冷却辊如图 1-7-158 所示，它与图1-7-157的不同点是进、回水管的位置和数量作了变动。从辊筒的中部分三路进水，由辊筒的两端分三路回水，使辊面温差有所改善。

夹套轴流式冷却辊见图 1-7-159 。它有三个进水口，冷却水沿辊筒轴向流动，经三个回水管 6 导出，其冷却效果显著，辊面温度较均匀。夹套 2 可拆卸，以便清除水垢。

辊筒端部采用旋转接头，其结构和密封原理与干燥装置的旋转接头相同。有些冷却辊的进水管与回水管分别装在转轴两端，故需在进水及回水端各装一个旋转接头。

7．张力测量装置

在现代压延联动装置中，一般在每一张力区段内均设有张力测量装置。布料在运行中的张力经张力辊传递到张力计，张力计测出其张力，并产生反馈信号送入电气自动调节系统，控制前后单元设备的工作速度，使整个联动装置的帘布运行速度协调，并保持各工作区段张力恒定。张力测量装置的形式和种类很多，图1-7-160为压磁式张力测量装置，其工作原理及其它结构形式参见本篇第六章第二节。现在也有采用测力轴承直接装在受力导辊轴头上测压张力，并转化成电信号，控制前后单元设备的速度，使之协调。

8．打印装置

为了在胶布上打印生产品种和批号等需要，在现代联动装置中设有打印装置。打印装置位于冷却装置出布处，见图1-7-161。打印轮 5 由气缸 2 驱动移动并施加打印压力。打印轮上镶有可更换的字头，通过色油传递辊 4 把色油带到打印字头上进行打印。打印轮上的字头一般可一次装26个。为使标记清楚，字头间距取35mm左右。

9．导气排线架

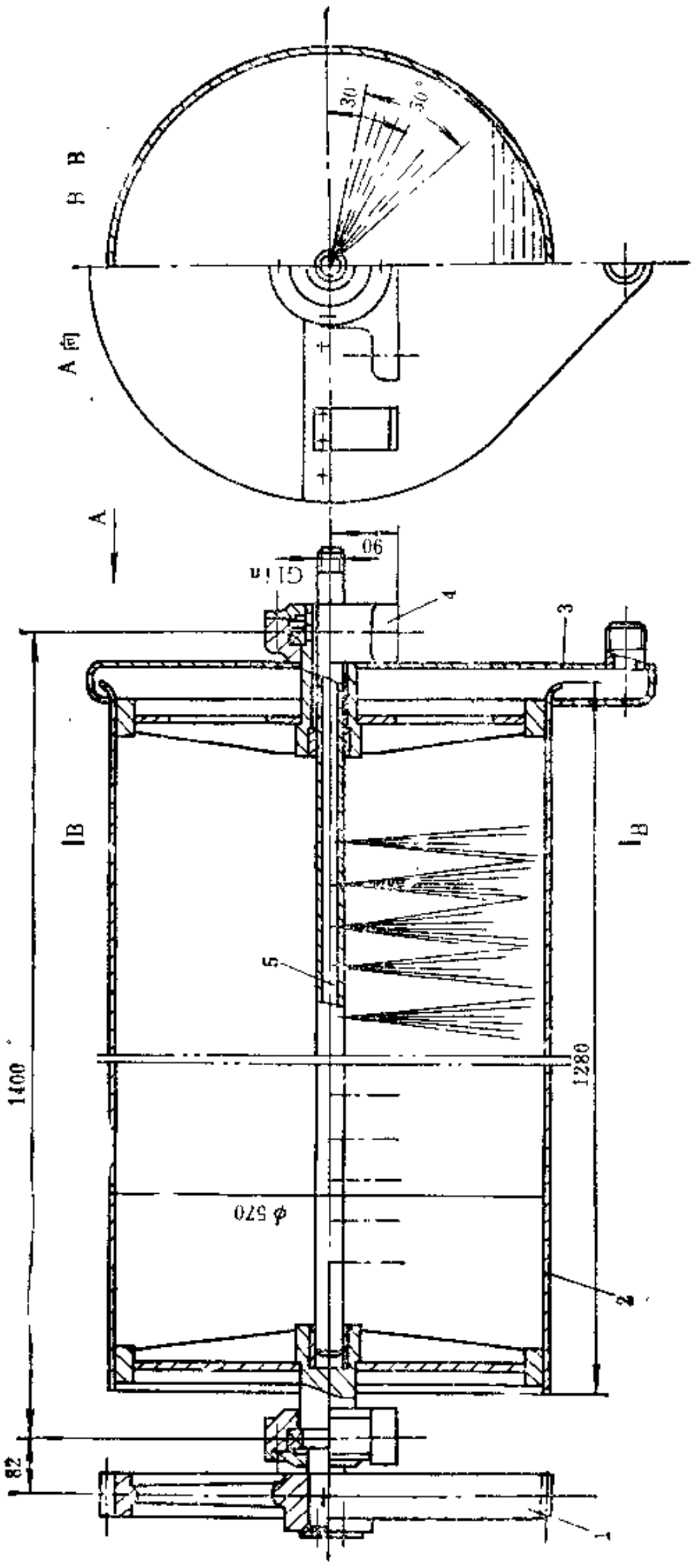


图 1-7-156 单层敞开式冷却塔

1—齿轮；2—塔筒体；3—冷却水斗；4—轴承；5—冷却水管

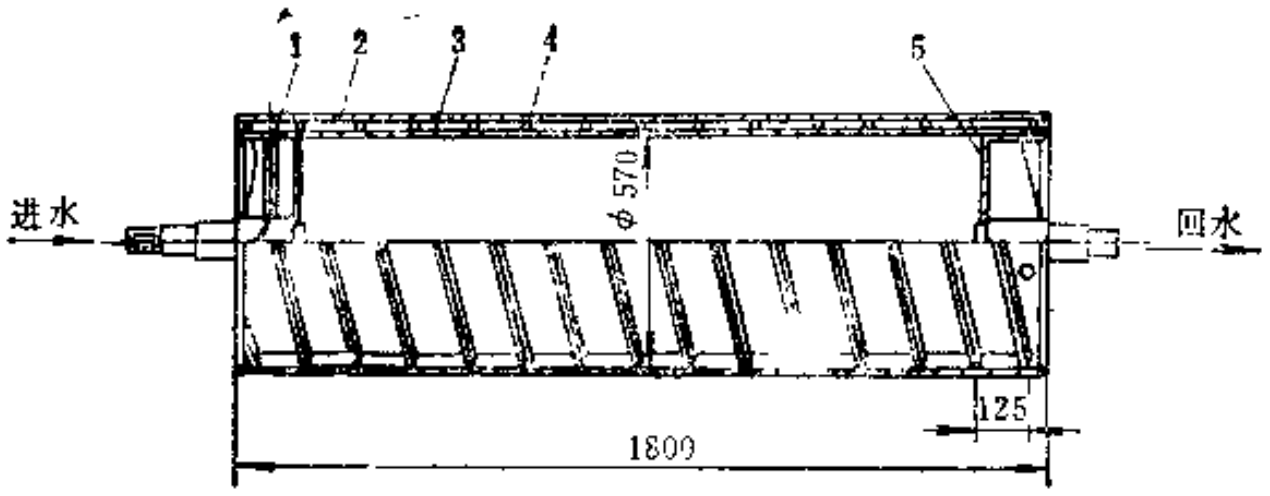


图 1-7-157　螺旋夹套式冷却辊

1—进水管；2—辊筒体；3—夹套；4—螺旋隔板；5—端板

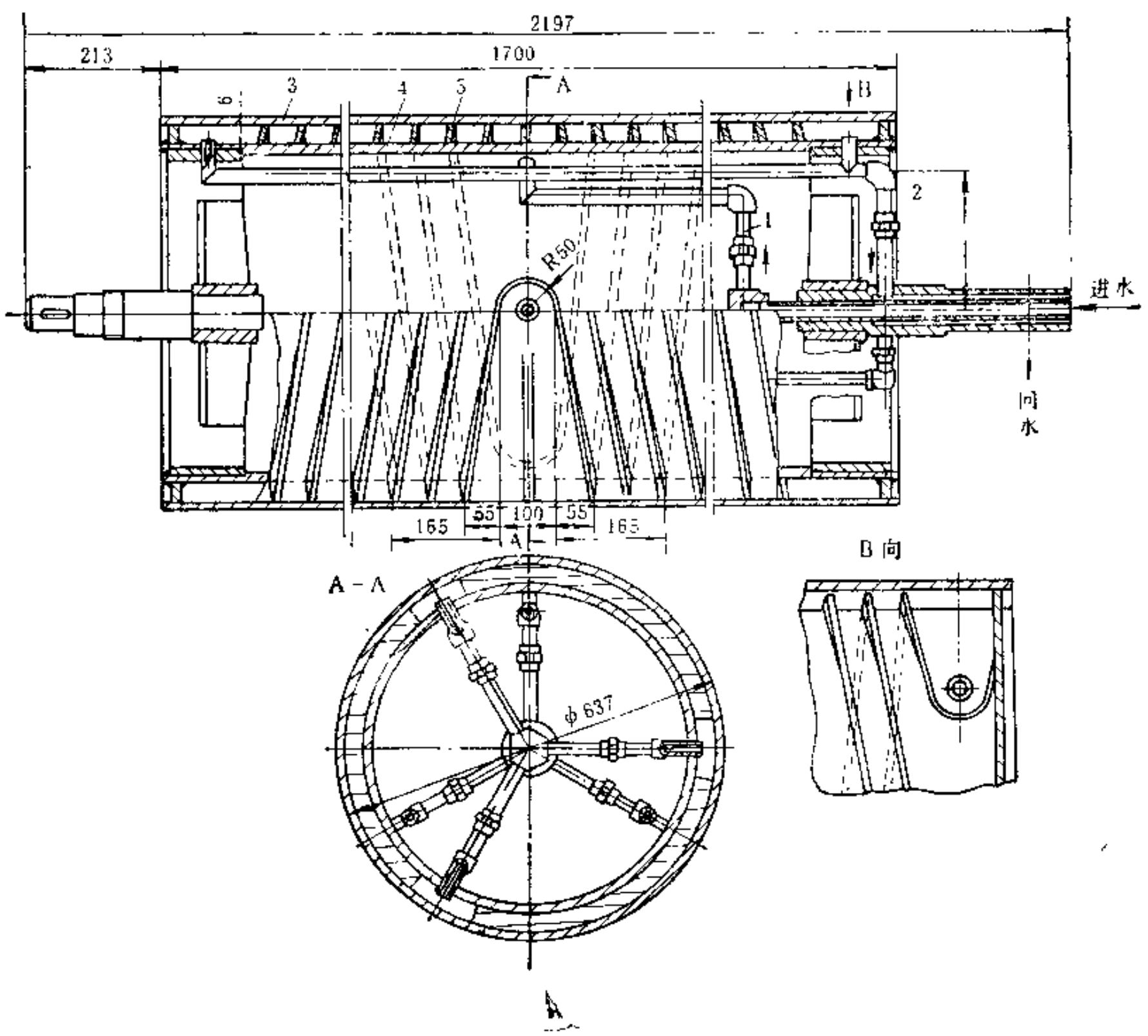


图 1-7-158　左右螺旋夹套式冷却辊

1—进水管；2—回水管；3—辊筒体；4—夹套；5—螺旋隔板

胶布在卷取前，在表面加一层棉纱线，纱线间距一般为25mm，以利胶布贴合时作排气导管用，另外还可用不同的色线作标记。

导气排线架如图1-7-162所示，一般分三层，共有60个锭子座，色线通过引线圈和小轴，

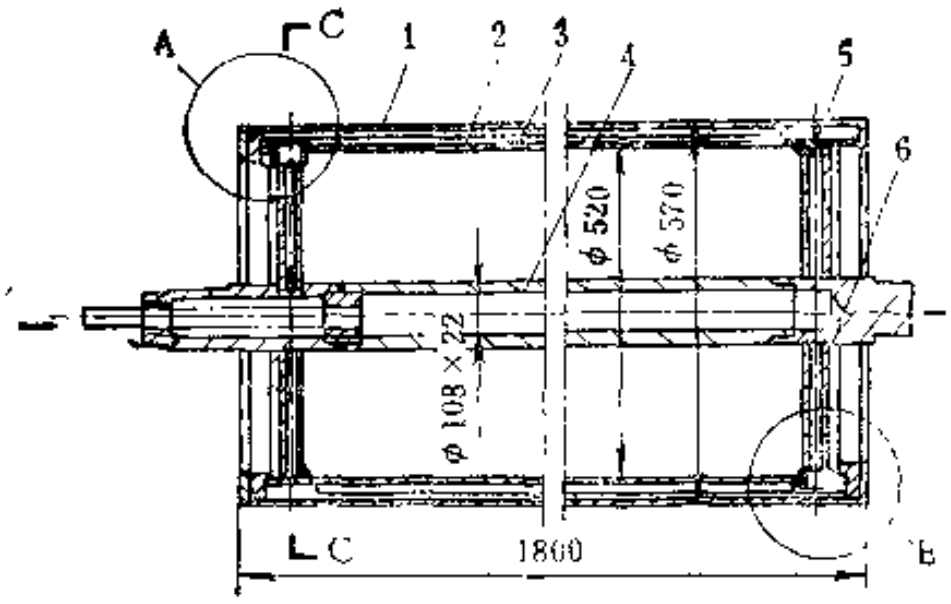


图 1-7-159 夹套轴流式冷却辊

1—辊筒体；2—夹套；3—隔水槽；4—中间轴；5—支撑管；6—回水管；7—胶管；8—螺钉；9—压圈；10—密封圈；11—密封垫；12—固定圈

再经过一个共用的孔眼排线板，使棉纱线铺放在胶布的一个表面上。

10. 断纬线装置

为满足生产子午线轮胎帘布覆胶需要，联动装置应配备断纬线装置，如图1-7-163所示，断纬线装置由两对带有深沟槽的断纬辊筒5、气缸2、杠杆3、偏心轮6及偏心轮调整机构7组成。当帘布通过断纬辊筒时，帘布的纬线在一个辊的沟槽与另一个辊的沟槽之间，在沟槽壁的作用下，纬线被撑断，见图1-7-163中A-A剖面。

断纬辊筒由胶布带动回转，它的正确啮合，可通过手轮8及偏心轮机构7的调整使断纬辊筒在轴向、径向处在正确位置。如果不需要断纬线时，由气缸2操作杠杆3抬起断纬辊筒，帘布经导辊1通向后贮布装置。

断纬辊筒由无缝钢管制成，辊筒直径约100mm，沟槽尺寸可参考图1-7-163。

11. 刺孔辊

为了排除在贴合、成型过程中胶布间的空气，在压延联动装置中还设有刺孔辊，胶布经冷却后通过刺孔辊时，在胶布上布满如棋盘状的针孔，以使在轮胎成型过程中具有良好的排

气性。刺孔辊的结构如图1-7-164所示。刺孔辊由胶布带动回转，用气缸升降起落，一般安装在冷却装置后，钢针之间的距离约50～100mm。钢针排列角α为6～45°。

12. 测厚装置

人工检测压延胶布的厚度时测量频繁，误差大，不能及时纠正，造成质量不稳定和浪费原材料。在现代压延联动装置中均设有自动测厚装置。

测厚装置的种类有电感应测厚仪及同位素测厚仪等，其安装位置见图1-7-202所示。

电感应测厚仪的结构原理及安装位置见图1-7-165。这种测厚仪由可转动的小辊、铁芯及感应线圈等组成，胶布从小辊与导辊之间通过，当胶布厚度发生变化时，小辊就会作微量的上、下移动，从而使电感电流发生变化，电流信号经过放大后，由指示仪反映厚度变化。使用时，应以标准厚度为基准，把厚度指示仪调整到零。当胶布厚度有偏差时，指示仪的指针产生偏摆，根据指针的读数，即可调整胶片厚度。其测量精度可达±0.005mm。

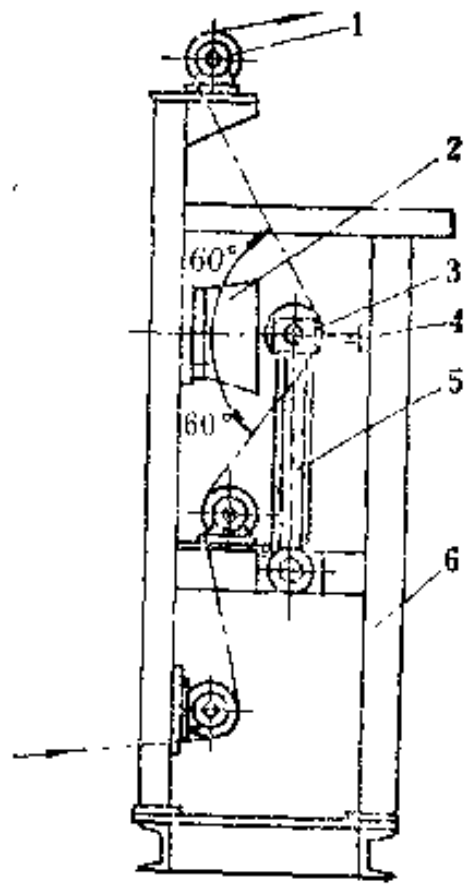


图 1-7-160 压磁式张力测量装置

1—导辊；2—压磁式测力计；3—中间导辊；4—调节支承螺钉；5—连杆；6—支架

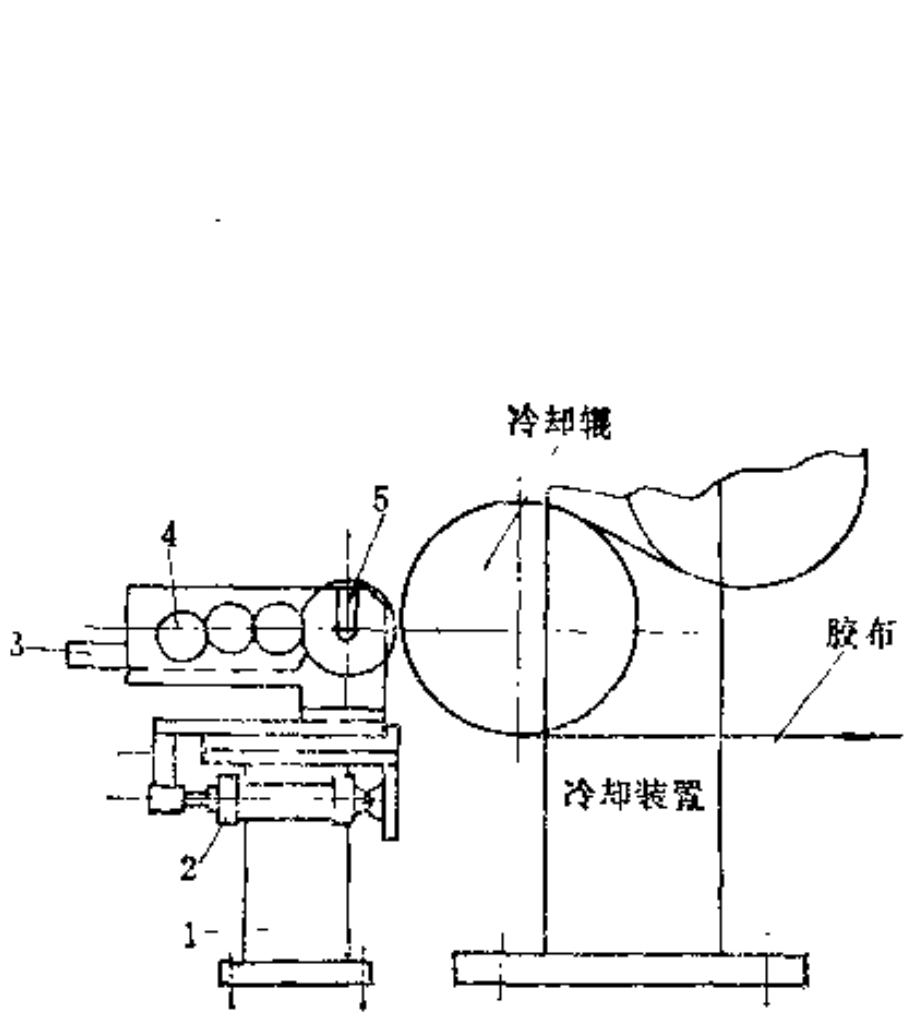


图 1-7-161 打印装置

1—支架；2—气缸；3—色油槽；4—色油传递辊；5—打印轮

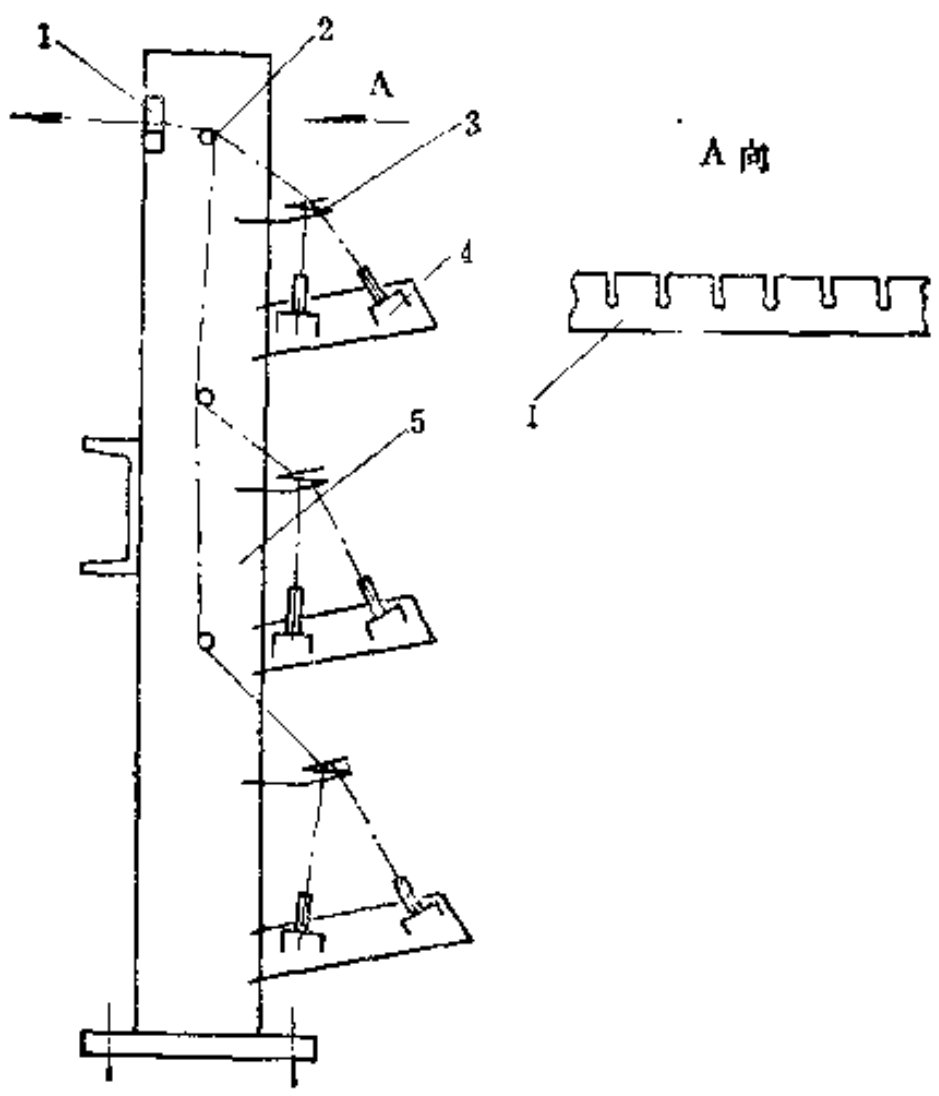


图 1-7-162 导气排线架

1—排线板；2—小轴；3—引线圈；4—铰子座；5—支架

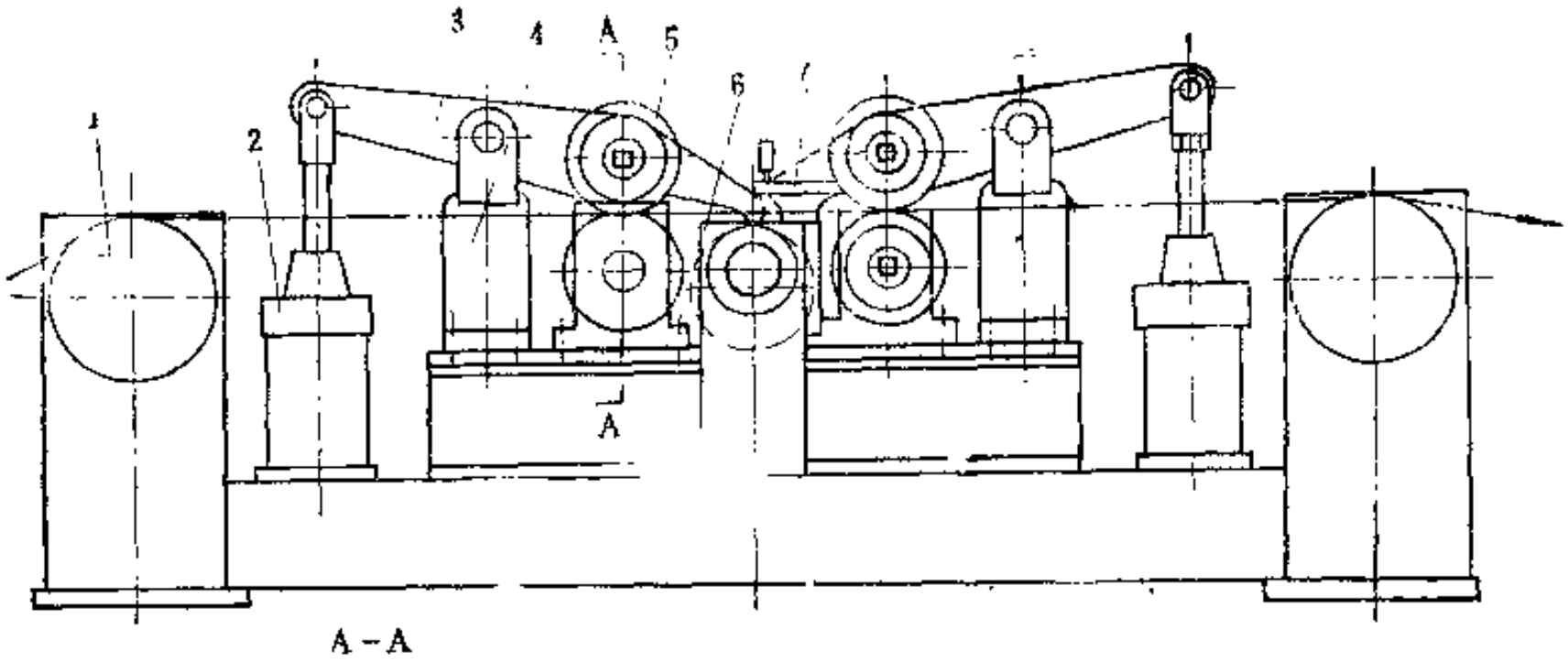


图 1-7-163　断纬线装置

1—导辊；2—气缸；3—杠杆；4—支架；5—断纬辊筒；6—偏心轮；7—偏心轮调整机构；8—手轮

同位素测厚仪利用的是放射性同位素的辐射线具有穿透材料能力的特性的原理制成。工作时，部分射线被材料吸收，部分射线则穿透材料，材料吸收射线的多少，随材料厚度而发生变化，材料厚度增大，被吸收的射线也增加。

被测材料对辐射线的吸收特性按下式关系变化：

$$J_x = J_0 e^{-\mu_m x}$$

式中　J_x——当有被测材料时，检测器测得的辐射强度，粒子数/ s；

J_0——无被测材料时，检测器测得的辐射强度，粒子数/ s；

x——被测材料单位面积的重量，$x=\rho_x \cdot d_x$，g/cm^2；

ρ_x——材料密度，g/cm^3；

d_x——被测材料厚度，cm；

μ_m——吸收系数。

所以，当被测材料的厚度发生变化时，检测器可测得辐射强度的变化量。将辐射强度的变化量送入参量放大器，从而显示出被测材料厚度（即单位面积的重量）的变化值。使用时，应以标准厚度为基础，把厚度指示仪初始值调整至零。当被测材料厚度变化时，指针偏

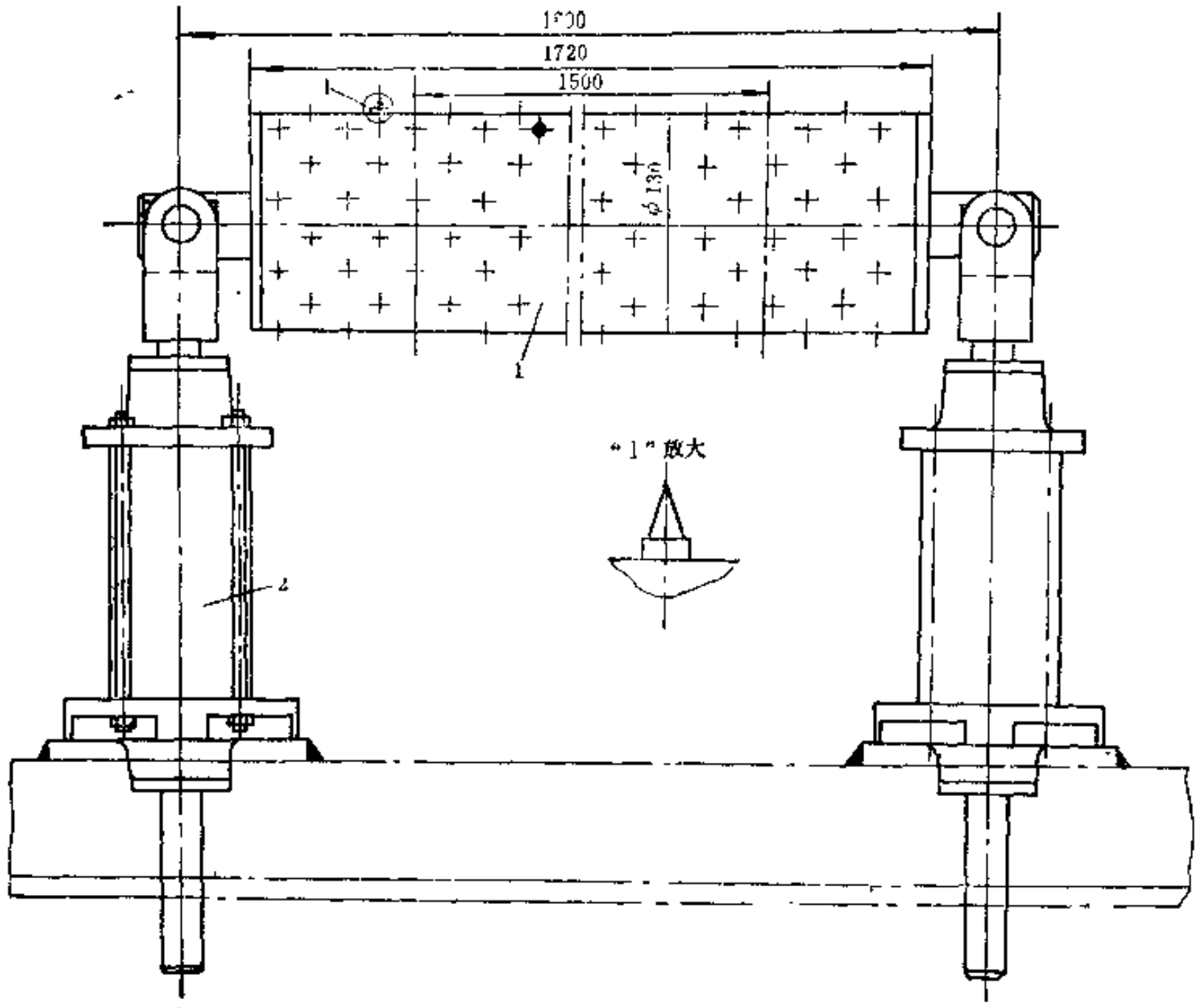


图 1-7-164 刺孔辊

1—刺孔辊；2—气缸

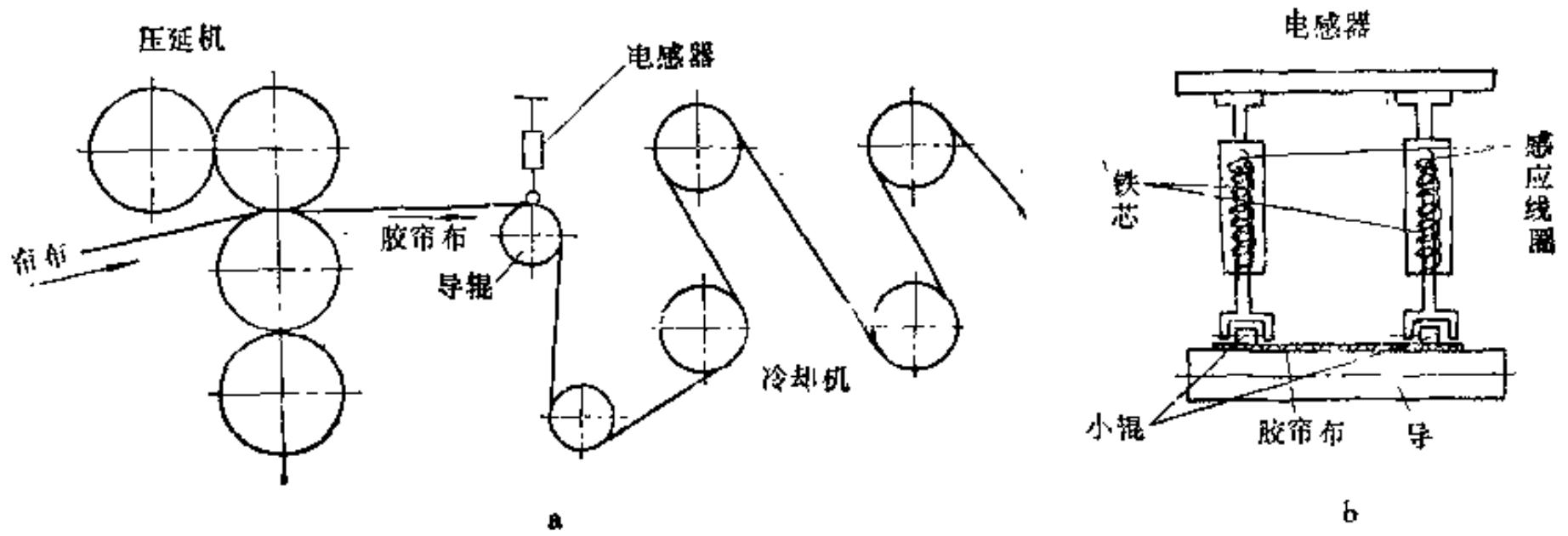


图 1-7-165 电感应测厚仪结构原理和安装位置

a—安装位置；b—结构原理

摆，指示偏厚或偏薄。这种测厚仪测量胶片最小厚度为0.1mm，测量精度为1%。

同位素测厚仪又分为穿透式和反射式两种，图1-7-166所示为穿透式同位素测厚仪工作原理。穿透式测厚仪只能测出挂胶帘布的总厚度。为了严格控制挂胶帘布单面的胶片厚度，需采用反射式同位素测厚仪，分别测量和控制贴于帘布两面的胶片厚度，其工作原理如图1-

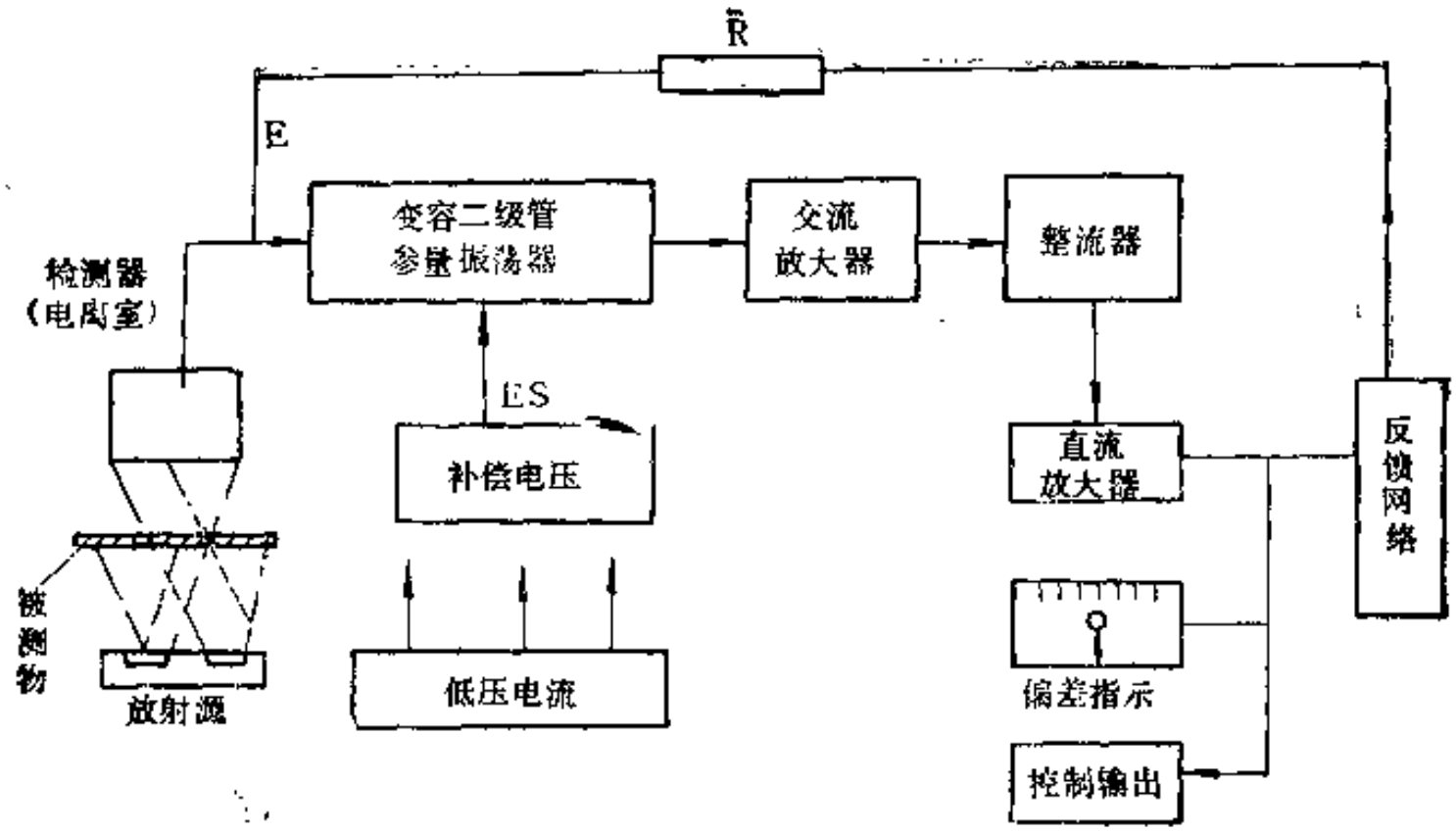


图 1-7-166 穿透式同位素测厚仪工作原理

7-177所示。

反射式同位素测厚仪的测量头（放射源和电离室）1分别装在Ⅰ号和Ⅱ号辊筒处，同位素放射源发出的射线部分被胶片和辊筒表面所吸收，部分反射回电离室，使电离室内的气体产生电离电流，并经高电阻产生电压V_{x1}，将V_{x1}与给定标准电压V_{w1}（反映标准胶片厚度）进行比较，随着胶片厚度的变厚或变薄，电离电流就相应变大或变小，与V_{w1}进行比较的差值经过放大后，偏差电压V_{xw1}送入偏差指示器4和偏差记录仪5，指示和记录其偏差值。偏差电压V_{xw1}送入转换器6和7，根据偏差值“+”或“−”（即胶片偏厚或偏薄），操纵调距电机8正转或反转，通过调距装置9调整Ⅰ号或Ⅳ号辊筒的辊距，从而改变压延胶片的厚度。

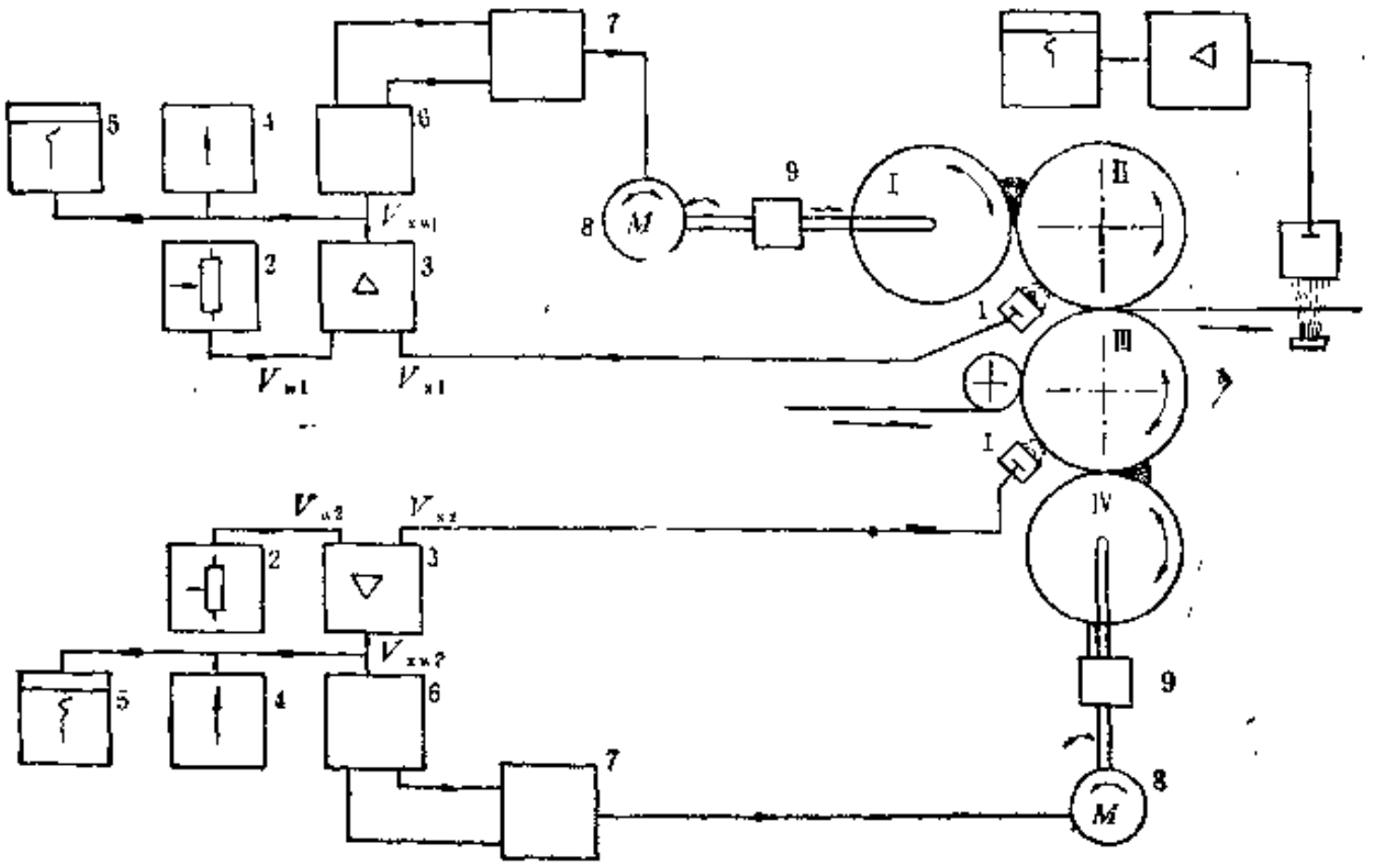


图 1-7-167 反射式同位素测厚仪工作原理

1—测量头（放射源和电离室）；2—给定值；3—放大器；4—偏差指示器；5—记录仪；6、7—转换器；8—调距电机；9—调距装置

现代压延机把测厚仪与计算机一起对压延的帘布厚度进行控制，随着测厚仪测出厚度偏差值的变化，可自动反馈到调距、交叉装置，使压延厚度可靠地达到所设定的最佳值，以节约胶料，提高经济效益。这部分的叙述见控制部分。

13．切割装置

压延胶布的裁断，目前一般采用手动和半自动两种方式，在先进联动线中开始采用自动切割的方式。

目前普遍采用的飞刀切割装置，如图1-7-168所示。该装置为一桥式框架，由横梁15、刀架23及刀架传动部分组成。刀架固定在传动链条13上，切割刀26的下面装有抄脚27，以增加裁刀张力。正常运行过程中，刀架23停靠在传动端，当需要切割时，启动切割电机10，经

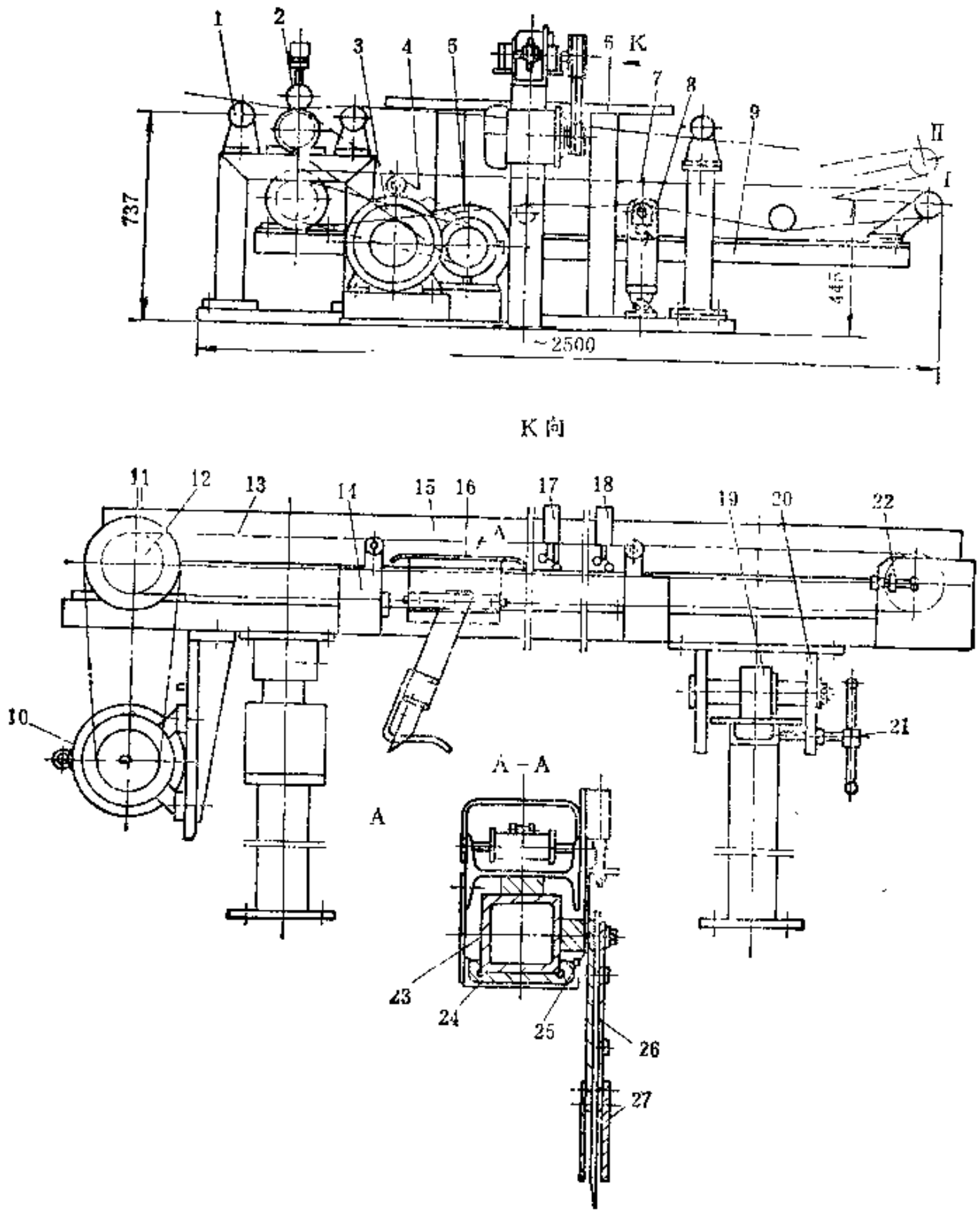


图 1-7-168　切割装置

1—导辊；2—牵引装置；3—电机；4、13—链条；5—减速器；6、9—支架；7—输送带；8—气缸；10—切割电机；11—皮带轮；12—链轮；14—缓冲垫；15—横梁；16—碰块；17、18—限位开关；19—滑轮；20—横梁支架；21—手柄；22—调节螺钉；23—刀架；24—滑槽；25—刀夹；26—切割刀；27—抄脚

链传动带动刀架23顺滑槽24沿帘布幅宽方向快速裁断。在横梁15上装有限位开关17和18，当刀架23碰触限位开关17时，电机10停止运转，刀架23依靠惯性继续切割，直到碰触限位开关18，使电机10反向运转，刀架遂返回。在再次碰触限位开关17时，电机10停转，刀架23依靠惯性继续返回，直至碰到缓冲垫14停止运动，等待下次切割。为了便于调节帘布切割斜度，横梁做成可调的，摆动角度范围为±10°。

刀架23的材料要求耐磨，一般采用青铜或黄铜。切割刀26用高速钢锯片磨制而成。

由于切割装置动作迅速，必须注意安全，应设防护罩。

图1-7-169所示为全自动切割装置，主要由摆动油缸1、导辊传动装置2、1号夹持辊3、2号夹持辊驱动油缸4、切割部分5及2号夹持辊6等组成，构成一个大切割摆动架。

当一个卷取装置正常卷取时，切割摆动架在该卷取装置上方，此时1号夹持辊3、2号夹持辊6松开，各传动导辊与联动线同步，向卷取装置输送胶布。当卷取到预定长度时，1号、2号夹持辊夹紧，然后，后牵引、卷取装置停止，切割刀迅速切割。切割完毕，2号夹持辊6松开，切割摆动架开始摆向另一卷取装置，当摆动架摆到与地面垂直位置时，摆动架

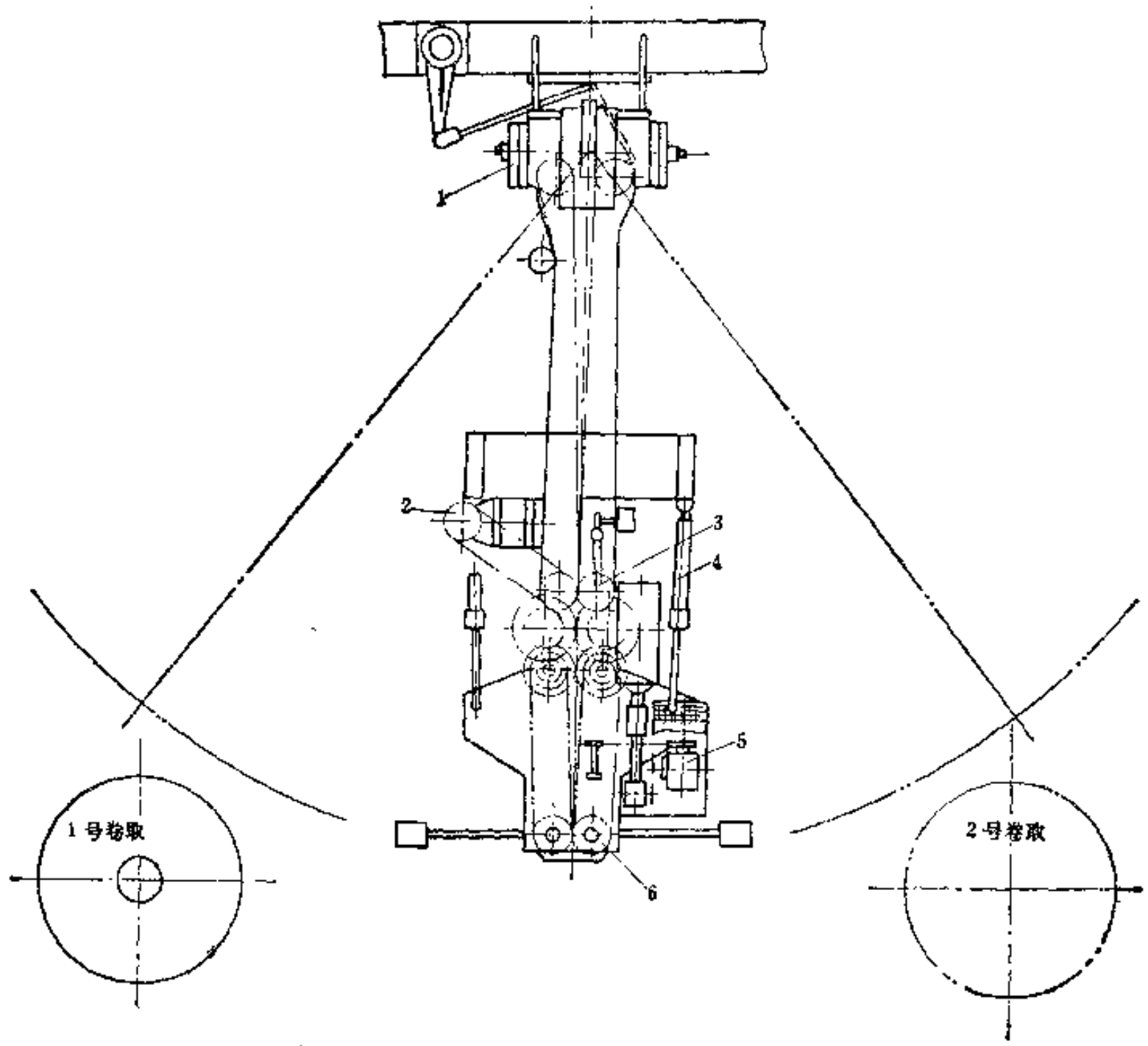


图 1-7-169　自动切割装置

1—摆动油缸；2—导辊传动装置；3—1号夹持辊；4—2号夹持辊驱动油缸；5—切割部分；6—2号夹持辊

暂停，传动导辊及后牵引输送约1m帘布，使布头露出2号夹持辊6外，然后再继续摆到另一卷取装置上方，此时导辊传动装置2继续送布，另一卷取装置开始卷取。

切割摆动架是由液压摆动油缸1驱动，2号夹持辊6也是由液压油缸操纵，导辊传动装

置 2 由一个与联动线保持协调的调速电机带动，切割部分 5 中的横向裁断切割刀架由单独电机和滚珠丝杠传动，在直线滚动导轨上滑动。切割圆片刀装在横向裁断切割刀架上，由专门电机驱动旋转。以上动作自动完成。切割摆动架还设有光障，当两卷取装置中间有人或障碍物时，摆动架不能启动，以保证人身、设备安全。

14．卷取装置

为保持压延联动装置连续运行，通常由两组卷取装置交替工作。卷取装置的结构形式较多，有表面摩擦卷取、平面摩擦卷取及恒张力卷取等，其详细情况参见本篇第六章第二节。

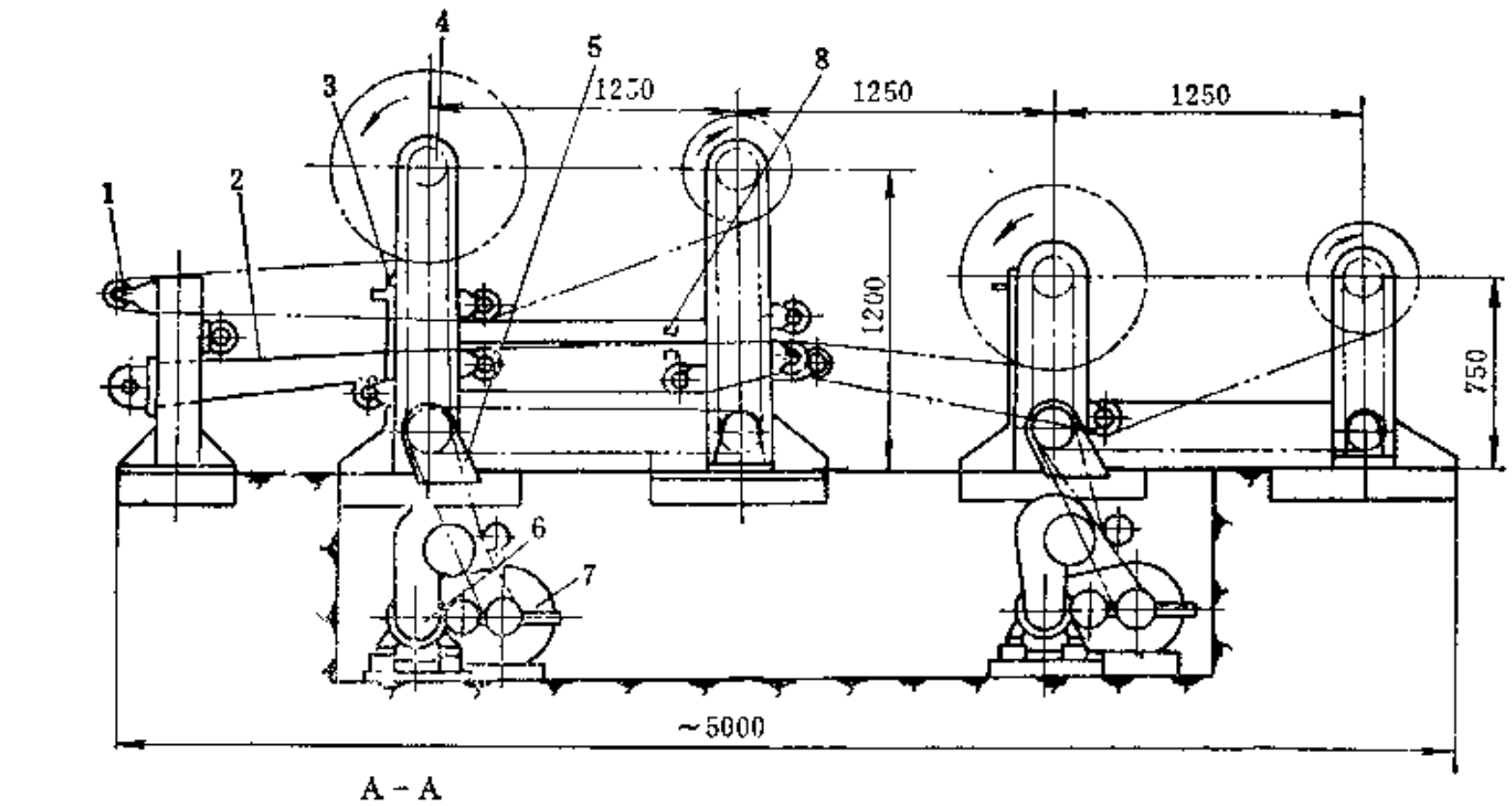


图 1-7-170　卷取装置

1—导辊；2—输送带；3—操作手柄；4—卷轴；5—链条；6—力矩电机；7—减速器；8—切割装置压紧辊光电控制架；9—铜套；10、13—牙嵌链轮；11—牙嵌离合器；12—花键轴；14—链轮

图1-7-170所示是一种革新的卷取装置，利用胶布卷取及垫布导开的传动轴，在其上增加一离合器，使卷布轴与导开轴可以交替工作，垫布导开完毕后的木轴不必取下，只要在导开轴上合上离合器，即可作为下次的卷取轴，其操作过程详见图1-7-171所示。

卷取的操作过程如下：

在卷取装置前，装有可上下升降的递布输送带，开始工作时如图 1-7-171 a 所示，递布输送带向上升起，胶布进入Ⅰ轴卷取，垫布从Ⅱ轴导开，经导辊卷到Ⅰ轴上，Ⅲ轴和Ⅳ轴作

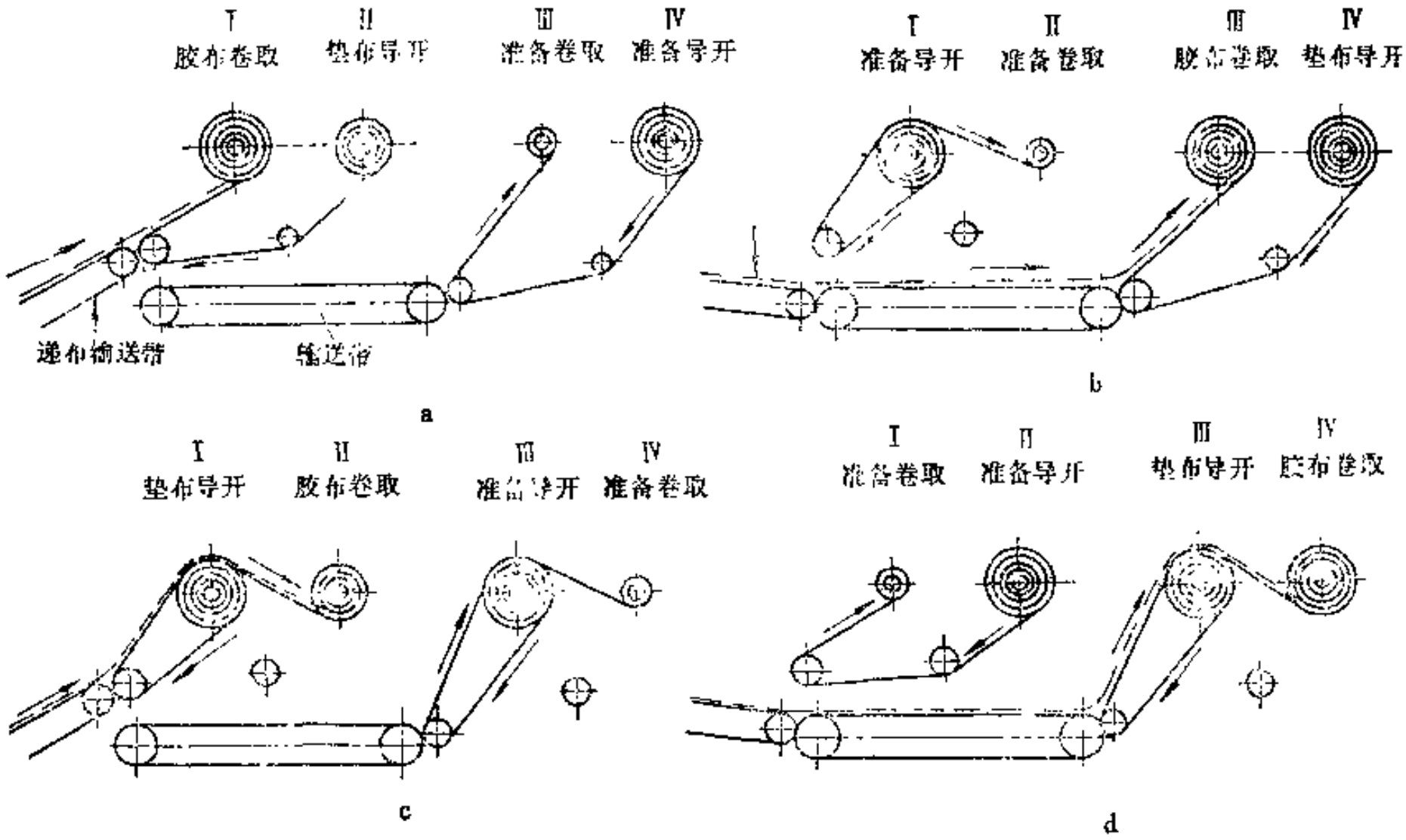


图 1-7-171 卷取装置换卷过程

卷取准备。当Ⅰ轴卷满，胶布自动裁断后，递布输送带下降，胶布经输送带到Ⅲ轴进行卷取，垫布由Ⅳ轴导出，如图1-7-171 b 所示。这时Ⅱ轴合上离合器，Ⅰ轴脱开离合器，为下次卷取作准备。待Ⅲ轴满卷后，裁断胶布，递布输送带上升，由Ⅰ轴进行卷取，Ⅰ轴导开垫布，Ⅱ轴、Ⅳ轴作卷取准备，如图1-7-171 c 所示。用Ⅳ轴卷取的换卷过程与上述类同，如图1-7-171 d 所示。

还有一种卷取装置，垫布导开与胶布卷取轴分别装在独立的机架上，垫布导开架可在油缸驱动下作轴向移动。垫布导出时，由气动探头检测布边，当垫布跑偏时，气动探头接收的气量发生变化，使气-液转换喷射管式液动调节器失去平衡，从而使垫布导开架的驱动油缸动作，导开架作轴向移动，纠正垫布的跑偏。其工作原理与无位式定中心装置控制方式类似，参见本篇第六章第二节。另外，垫布设有吸尘装置。这种卷取装置可以保证垫布卷边缘卷得整齐。

15．张力调整装置

张力调整装置也称单环调节器，它利用浮动辊的重力或气缸、油缸的作用力使帘布保持一定张力。张力的大小，可以通过重力、气压、油压的变化而调整。图1-7-172是一种张力调整装置的工作原理。

帘布的张力由气缸 1 给定，当帘布张力发生变化时，浮动辊 2 的位置发生变化，固定在浮动辊 2 的齿条 3 随之上下运动，带动装在齿轮 4 的轴上的瓷盘变阻器 5 转动，使张力的变化转为电压信号的变化，经电气控制系统使传动电机的励磁电流得到相应的改变，以维持给定的张力。

还有另一种单环张力调整装置，浮动辊位置发生的变化不参与电气控制，仅供张力预设

定标记及变速缓冲。速度与张力恒定由专门测力机构使力的变化转化为反馈电信号，并与给定张力比较，协调干燥装置或冷却装置工作速度，实现张力自动调节，以保持恒定张力。

16．其它装置

在压延联动装置中，还设有防止帘布打折和缩幅的弓形扩布辊、扩边辊，为防止帘布跑偏，在各区段设有定中心装置等，其结构与使用方法见本篇第六章第二节。

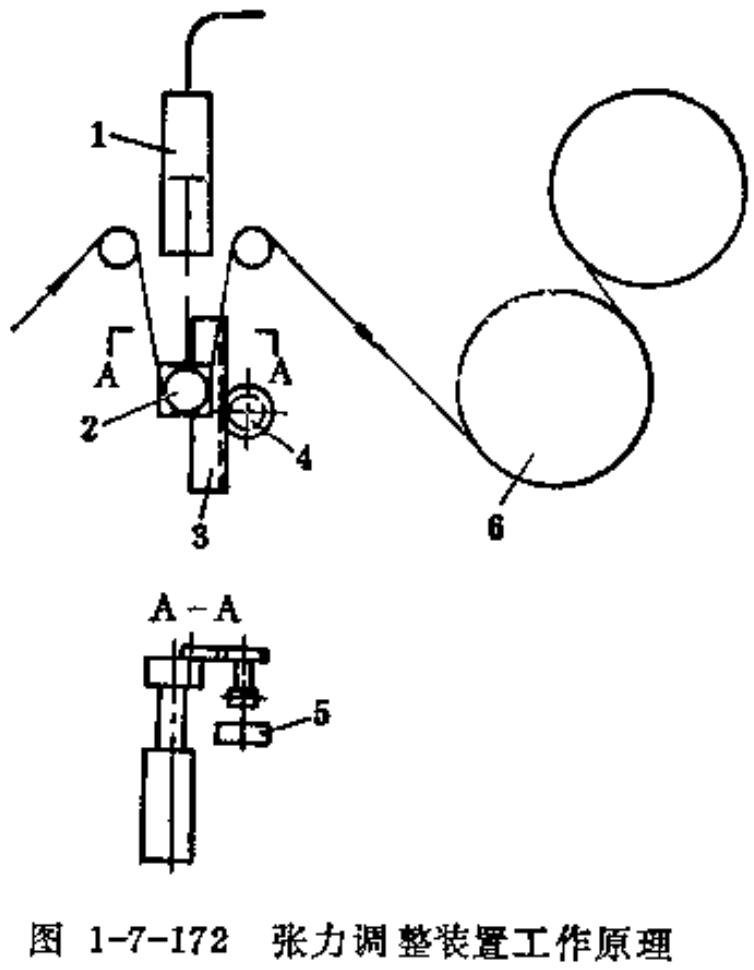


图 1-7-172　张力调整装置工作原理

1—气缸；2—浮动辊；3—齿条；4—齿轮；5—瓷盘变阻器；6—冷却辊

三、钢丝帘布压延联动装置

（一）结构简介

图 1-7-173 所示为钢丝帘布压延联动装置的一种形式，是配合压延机供压延钢丝帘布时进行两面热贴覆胶用的专用设备。绕满钢丝帘线的筒子置于锭子导开架 1 上。锭子导开架有两组，一组处于工作状态时，另一组进行备料，两组互相交替使用，以保持生产的连续性。锭子架上设有数百个排列整齐的锭子座，钢丝帘线由导开架 1 导出，经钢丝排列装置 2 及钢丝导向装置 3 排列成钢丝帘布，钢丝帘布的布头与预先放在引布导出装置 4 上的引布尾端，或前一批钢丝帘布布尾，在接头机 5 上接头硫化，以便牵引通过压延设备。钢丝帘布被引过压延机 7 后，再将每根钢丝按照整径辊 6 的沟槽排列成一定密度，以使整齐地进入四辊压延机 7 进行双面贴胶，此时钢丝的张力应从引布张力 3N/根调整到需要的工作张力，以保持钢丝帘布在一定张力下压延。胶布出压延机后，经过测量张力用的测力辊 8 、测厚装置 9 及过张力保护装置10，使覆胶帘布保持预定的厚度及恒定的张力，然后再经牵引冷却机11冷却定

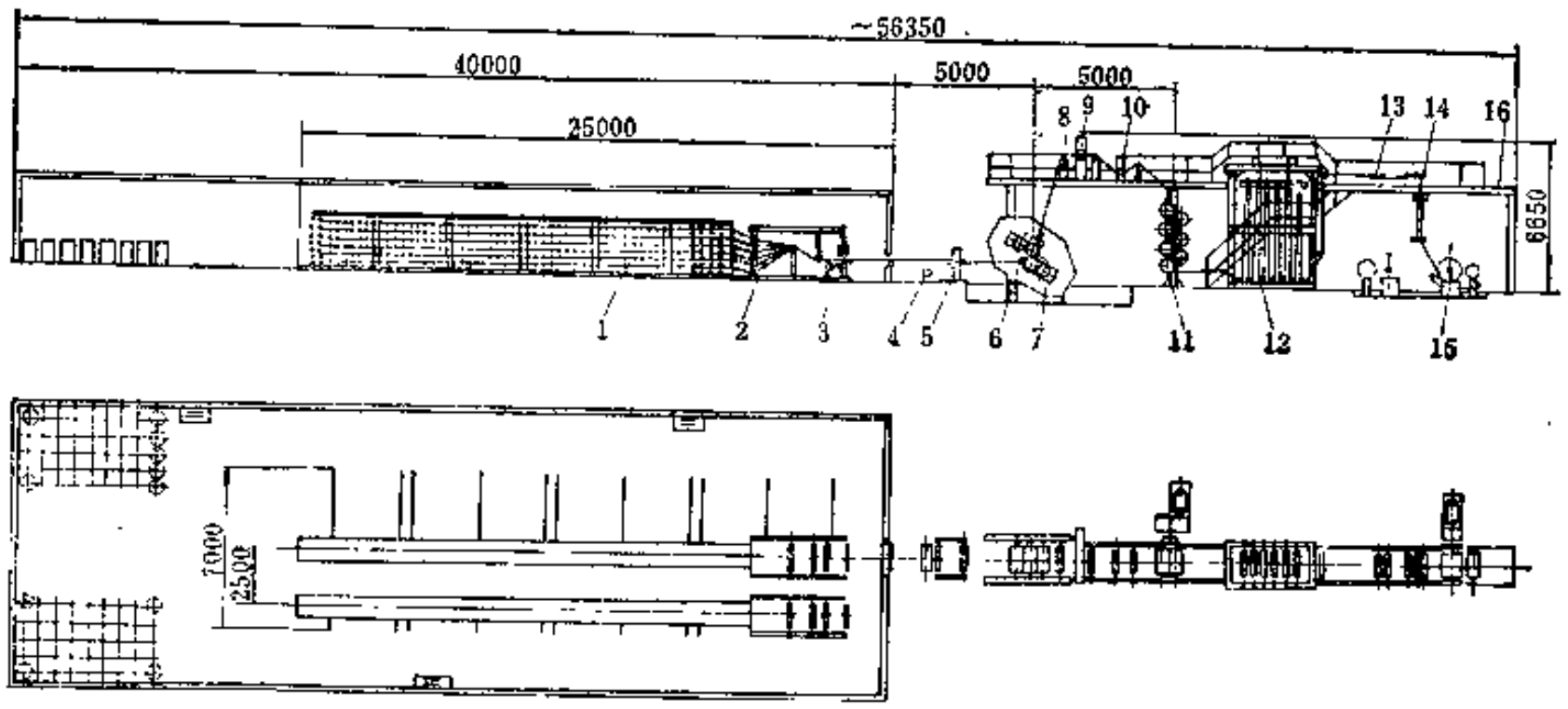


图 1-7-173　钢丝帘布压延联动装置

1—双锭子钢丝导开架；2—钢丝排列装置；3—钢丝导向装置；4—引布导出装置；5—接头机；6—整经辊；7—压延机；8—测力辊；9—测厚装置；10—过张力保护装置；11—冷却牵引机；12—贮布装置；13—定中心装置；14—牵引装置；15—卷取装置；16—操作台

型后送往卷取装置15卷取。为使间断裁布工作与联动线的连续工作协调，在卷取前设有贮布装置12，贮布量为1min的生产量(以压延机最快工作速度计)。在贮布装置之后，设有钢丝帘布定中心装置13。钢丝帘布的裁断用电动剪人工操作裁断。联动装置的速度及各单元设备之间的张力，由电气控制系统自动调节。

德国的一种钢丝压延联动装置（见图1-7-174）在锭子房出口处设有光电照相机，横向扫描测定钢丝的实际数量。为了测定钢丝的额定根数和实际根数，由编码开关或程序控制器预先输入所需数据。钢丝若有中断，由一个警报信号装置发出信号，并可在观察指示器中显示。卷取装置前还设有自动横向裁断装置。

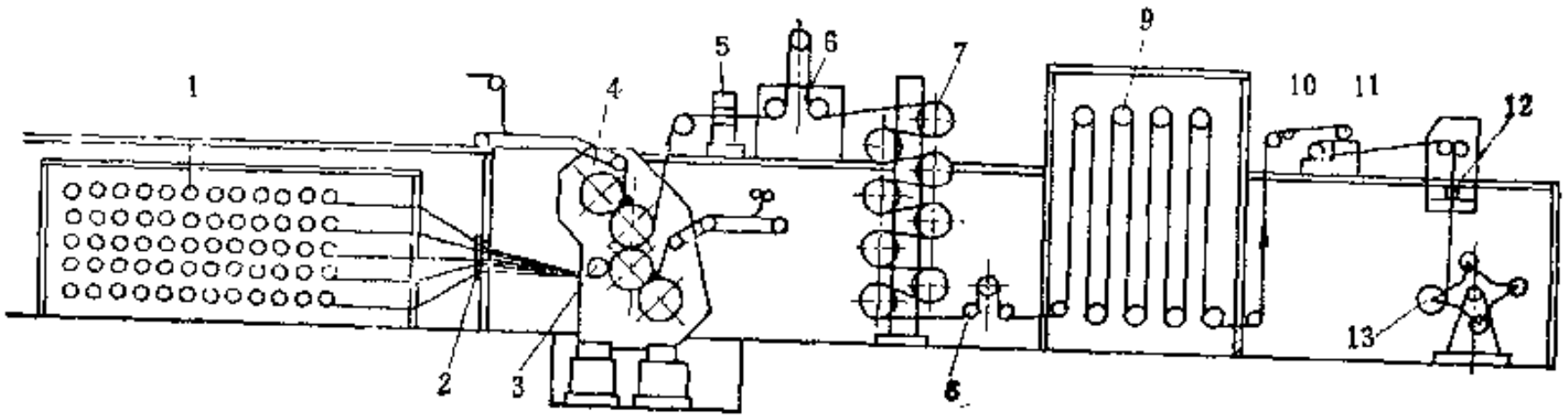


图 1-7-174 德国钢丝压延联动装置

1—钢丝锭子导开架；2—钢丝导向装置（跟孔板）；3—整经装置；4—四辊压延机；5—测厚装置；6—张力调节装置；7—冷却装置；8、11—牵引机；9—贮布装置；10—定中心装置；12—横向裁断装置；13—双工位卷取装置

（二）主要单元设备及部件结构

1．钢丝锭子导开架

由型钢焊成的锭子架、锭子座等组成。锭子座一般有600～900个。为保持钢丝帘线导出时的张力恒定，每个锭子座都设有能自动调节帘线导出张力的制动器。通常，每根钢丝帘线的导开张力为3～22N。

钢丝帘线锭子张力控制机构的种类很多，目前常见的有机械摩擦制动、电磁制动及隔膜式气缸气压控制三种。

图1-7-175是摩擦制动的锭子张力控制装置，由筒子1、锭子2、制动轮5、拉力弹簧6及托辊3等组成。筒子1与制动轮5之间用销子4连接，调节拉力弹簧6即可改变制动力矩的大小，使钢丝帘线在导出时具有一定张力。这种锭子张力控制装置结构虽然简单，但帘线导开张力不能保持恒定，适用于生产速度20m/min以下。

图1-7-176是电磁制动的锭子张力控制装置。锭子座4由铸钢制成，安装面倾斜10°，使锭子1向上倾斜，便于装卸钢丝筒子，防止钢丝帘线导出时筒子掉出。锭子1与传动套2之间用销子相连，传动套2又与衔铁3相连。衔铁上粘有衬垫，与锭子座4的顶面接触，形成摩擦面。线圈7的电压为直流48V，功率为7.62W。每个制动器的制动力矩可在运行中调节，其调节范围为11.5～280N·cm。全幅钢丝帘线分成若干小幅，每小幅不超过200根帘线。每小幅具有一套张力控制系统，分别控制各小幅帘布的张力，其张力控制原理见图1-7-177。利用传感张力的应变传感器控制每小幅中钢丝帘线的张力，使张力稳定在给定值。当其中一个筒子发生夹线等意外情况时，能控制全联动线紧急停车，避免断线或损坏机器。

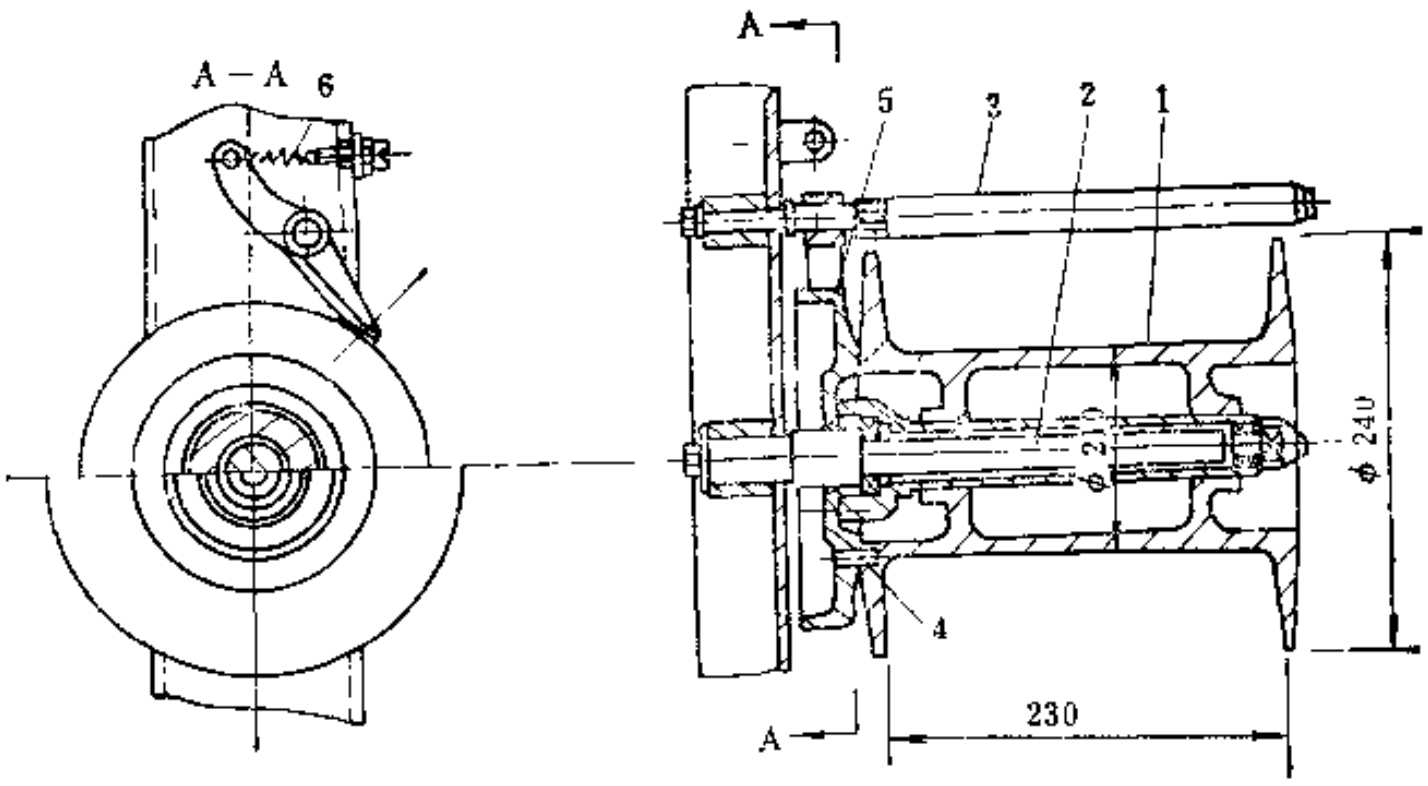


图 1-7-175　摩擦制动锭子张力控制装置

1—筒子；2—锭子；3—托辊；4—销子；5—制动轮；6—拉力弹簧

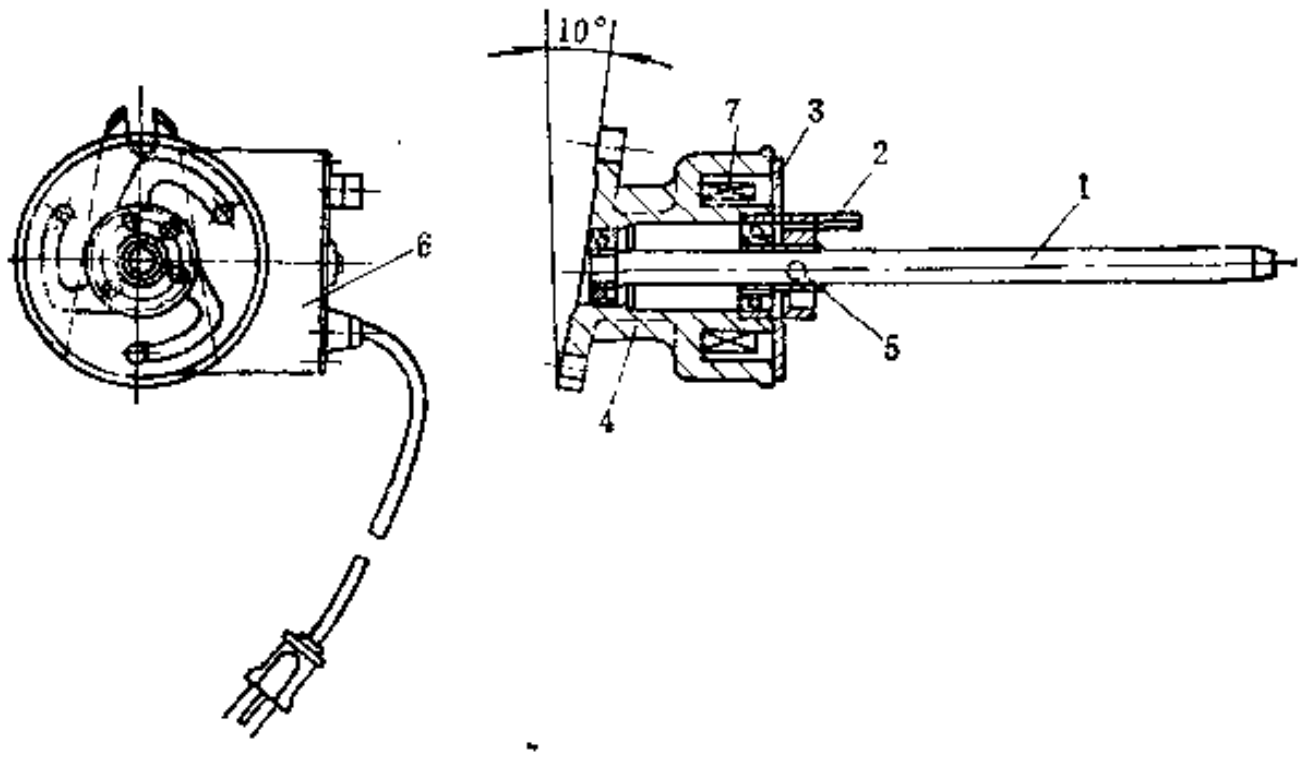


图 1-7-176　电磁制动的锭子张力控制装置

1—锭子；2—传动套；3—衔铁；4—锭子座；5—销子；6—制动调节器；7—线圈

图1-7-178为隔膜式气缸气压控制张力装置，由锭子 1 、导线轮 2 、驱动盘1、钢丝导开支座 5 、摆动杆 6 、隔膜式气缸 7 、制动臂 8 及制动抱闸 9 等组成。

锭子 1 与驱动盘 4 之间用驱动销 3 相连，驱动盘 4 由钢丝锭子上钢丝导出力带动回转。驱动盘下部有制动抱闸 9 ，制动抱闸 9 与摆动杆 6 和制动臂相联接，导线轮2装在摆杆6上，隔膜式气缸7又与制动臂8相接。钢丝正常导开时经导轮 2 后，在牵引力作用下使摆动杆 6 转动，并带动制动臂 8 使制动抱闸 9 松开驱动轮 4 而自由导出。为维持导出张力的恒定，隔膜

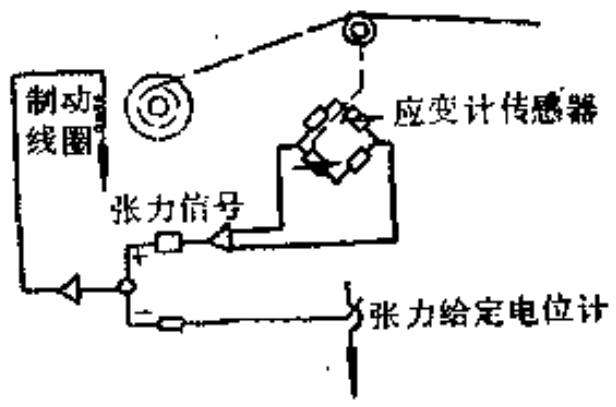


图 1-7-177　传感应变计反馈控制原理

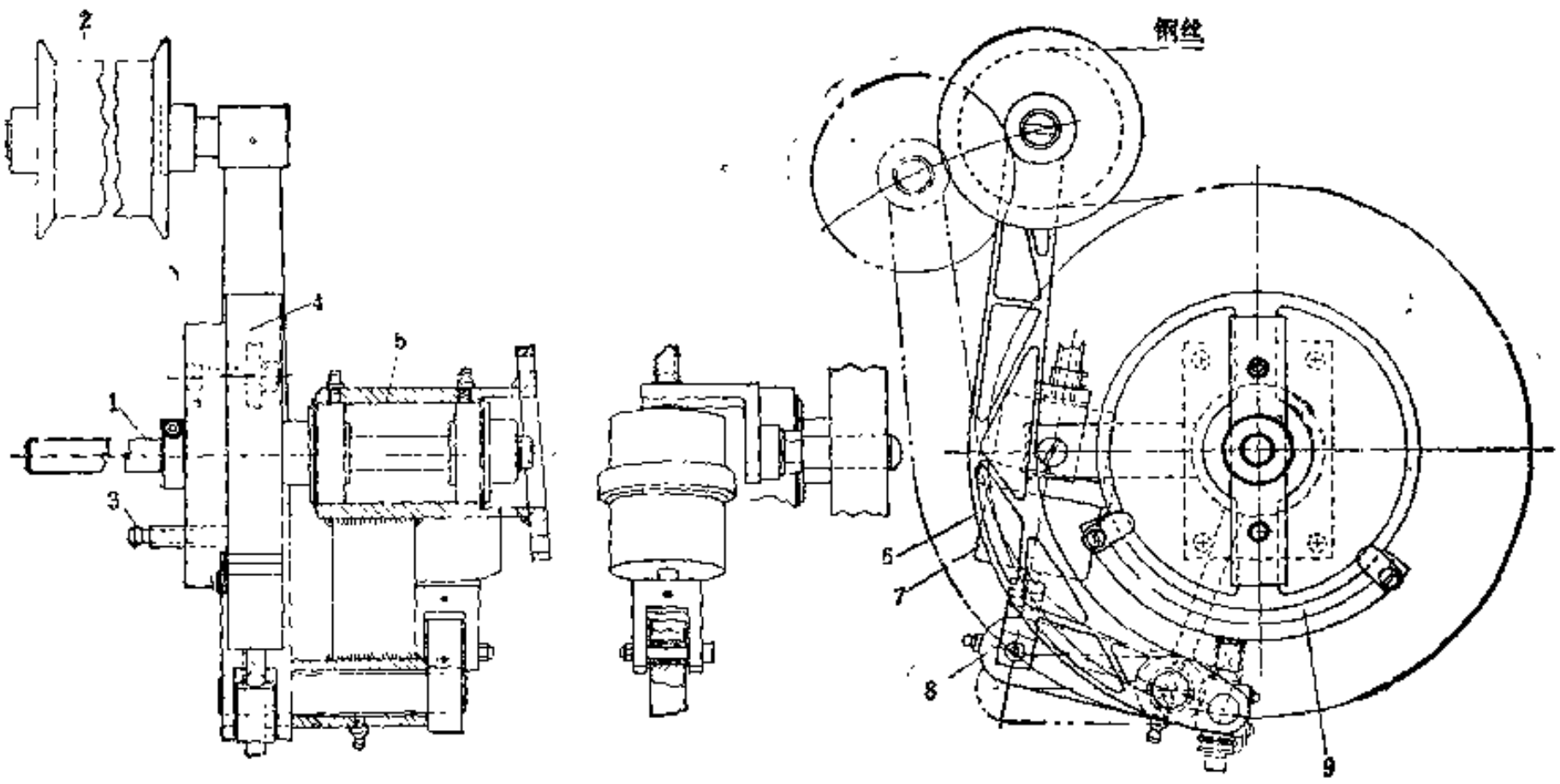


图 1-7-178　隔膜式气缸气压控制张力装置

1—锭子；2—导线轮；3—驱动销；4—驱动盘；5—钢丝导开支座；6—摆动杆；7—隔膜式气缸；8—制动臂；9—制动抱闸

式气缸7在一定气压作用下推动制动臂8向钢丝导出作用力相反方向转动，与钢丝导出张力相抗衡。当钢丝张力松弛或停止导开时，在气缸作用力下制动臂 8 推制动抱闸 9，抱紧驱动轮 4，使钢丝保持在张紧状态。利用管路系统的调压阀调节气缸的气压，就可调节钢丝的导开张力。由于气缸采用隔膜式活塞，其摩擦阻力小且无泄漏，因此导开张力精度高。

钢丝帘线筒子的容量是有限的，一般钢丝长度为3000～9000m，在倒换筒子或改变钢丝帘线规格时，压延机就需停机。为了提高压延机及其联动装置的利用率，一般都配备两组导开架，呈上、下排列或左、右排列，交替使用。现在一般采用两组左、右相邻排列，并安装在可横向移动的底座上，通过电机及传动轴使底座连同锭子导开架一起作横向移动。为避免温度、湿度对钢丝的影响，锭子房应进行空调。空调要求是：室温20～30℃，相对湿度40～45%。

2．钢丝排列装置

由几组沟槽辊组成，钢丝通过沟槽辊排列成数层或两层，目的是使钢丝位置得到调整并防止乱线。沟槽辊的直径一般为80mm左右。

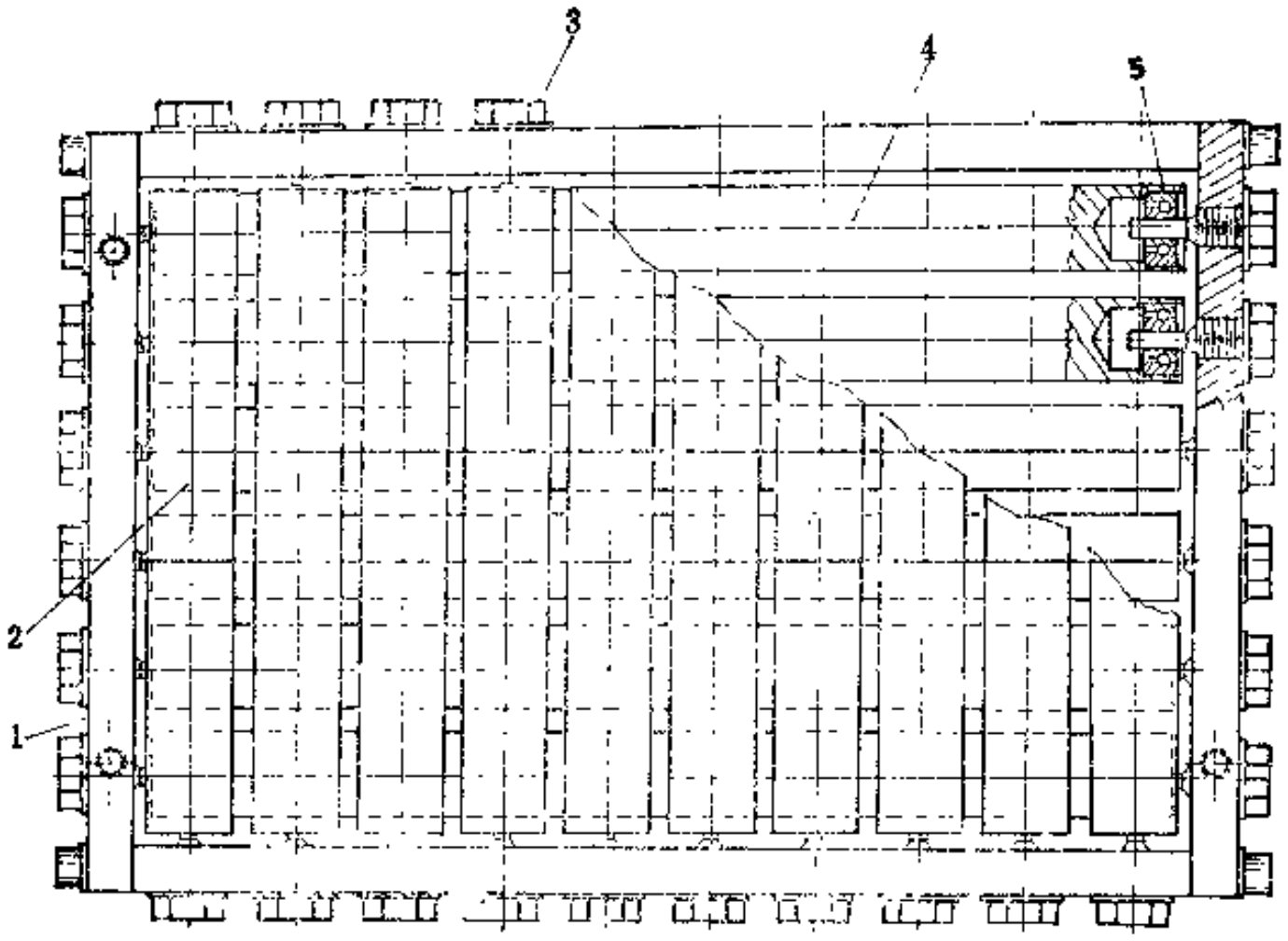
3．钢丝导向装置

由半开口的瓷圈组成，钢丝通过半开口的瓷圈穿孔板，可有序地导出锭子房。

图1-7-179所示的是一种由水平导辊 4 和垂直导辊 2 构成的导辊式导向装置，钢丝帘线在交叉的导辊的间隙中穿过，这样钢丝帘线在导引过程中不会受到很大的摩擦。

4．引头导出装置

用于放置一卷引布卷，自身无动力，由压延机牵引拖动。导开轴端设有可调节的制动装置。导开张力为300～500N。其结构与纤维帘布用三、四辊压延联动装置的导开装置相同。引头导出的目的主要在于钢丝帘布压延结束时，钢丝帘布布尾与引布头相接头，穿在压延机



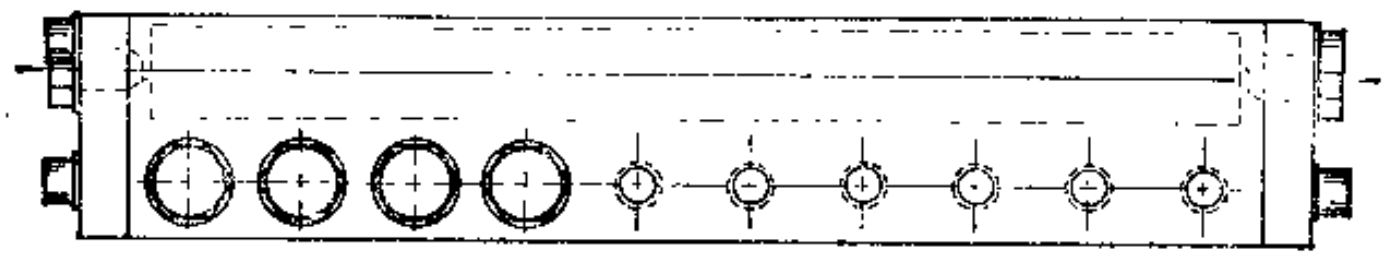


图 1-7-179 导辊式导向装置

1—框架；2—垂直导辊；3—螺旬式支承轴；4—水平导辊；5—向心球轴承

引上，待下次压延时作引布用。

5．接头机

用于引布与钢丝帘布之接头用，其结构见本篇第六章第二节平板硫化接头机。

6．整经装置

如图1-7-180所示。整经装置的作用一是使钢丝帘线按规定的密度排列整齐，二是将钢丝帘线压贴在包胶的压延机中辊上，使帘线定位，保证在压延过程中不错位。

整经装置由两个平行的带沟槽的整经辊 1 及其升降机构组成。整经辊 1 上的沟槽间距 t 视据钢丝帘布的密度而定，不同密度的帘布需要各配一套整经辊。整经辊的工作表面必须耐磨，一般采用38CrMoAl材料制成，并作氮化处理，氮化深度为 0.3～0.7mm，硬度为 HRC 60～65。

整经辊由电机 4 经蜗轮减速器 5 及螺杆 8 带动升降。在穿线或整理帘线时，整经辊升起，使帘线离开压延机的中辊。穿线及整理完毕后整经辊下降，帘线经过整经辊 1 贴在包胶的压延机中辊上，然后开车，进行钢丝帘布的贴胶压延操作。整经辊升降的位置由限位开关 3 控制。

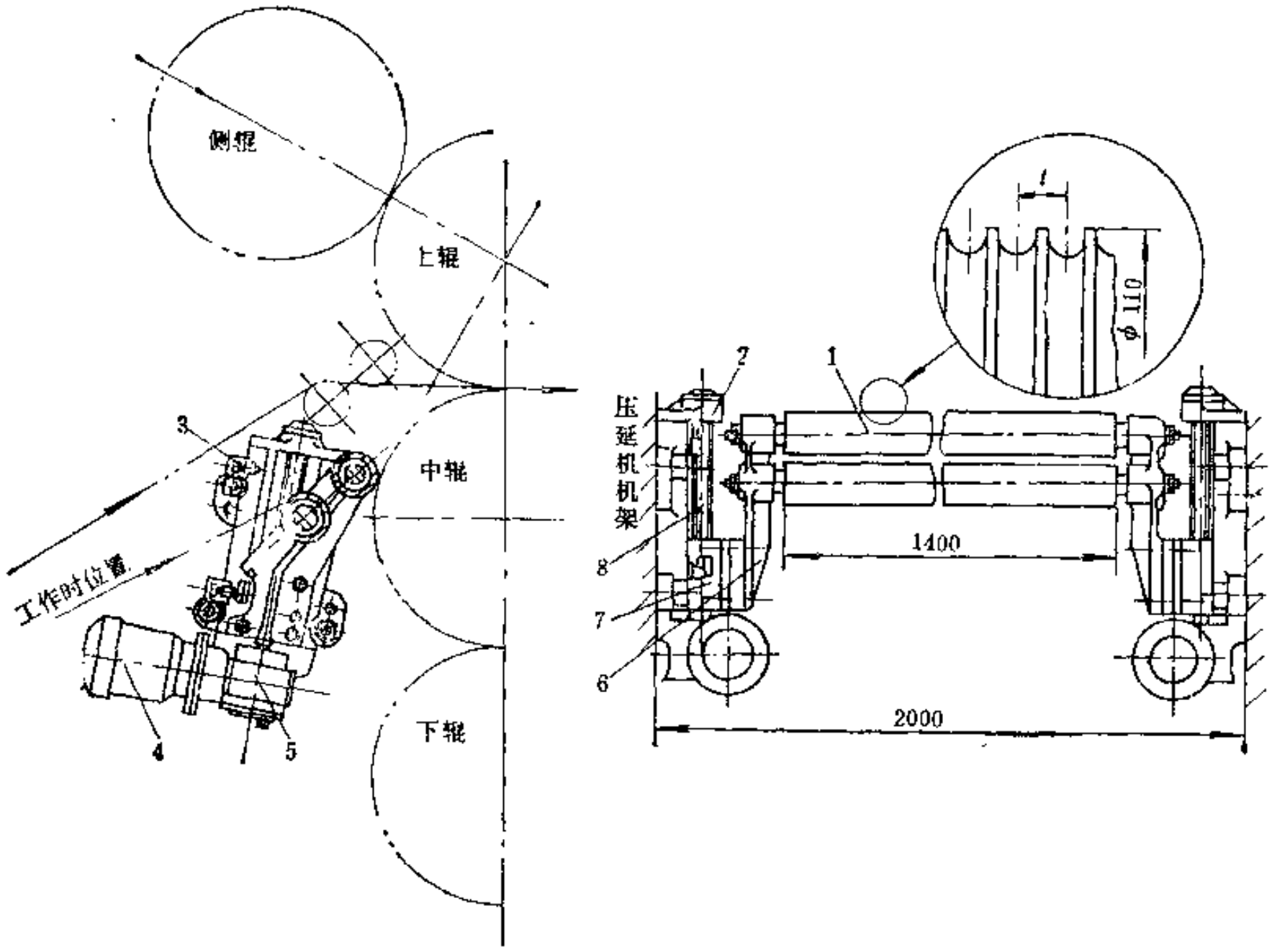


图 1-7-180　整经装置

1—整经辊；2—轴承座；3—限位开关；4—电机；5—蜗轮减速器；6—支架；7—螺母；8—螺杆

现代钢丝帘布压延机的整经辊大都用液压操作，可以保证恒定的压力，进退方便。图1-7-181和图1-7-182分别为液压式整经装置和液压连杆式整经装置。图 1-7-183 为液压整经装置的安装位置。

7．过张力保护装置

过张力保护装置是由两个固定导辊和一个可浮动的浮动辊组成，如图 1-7-184 所示，安

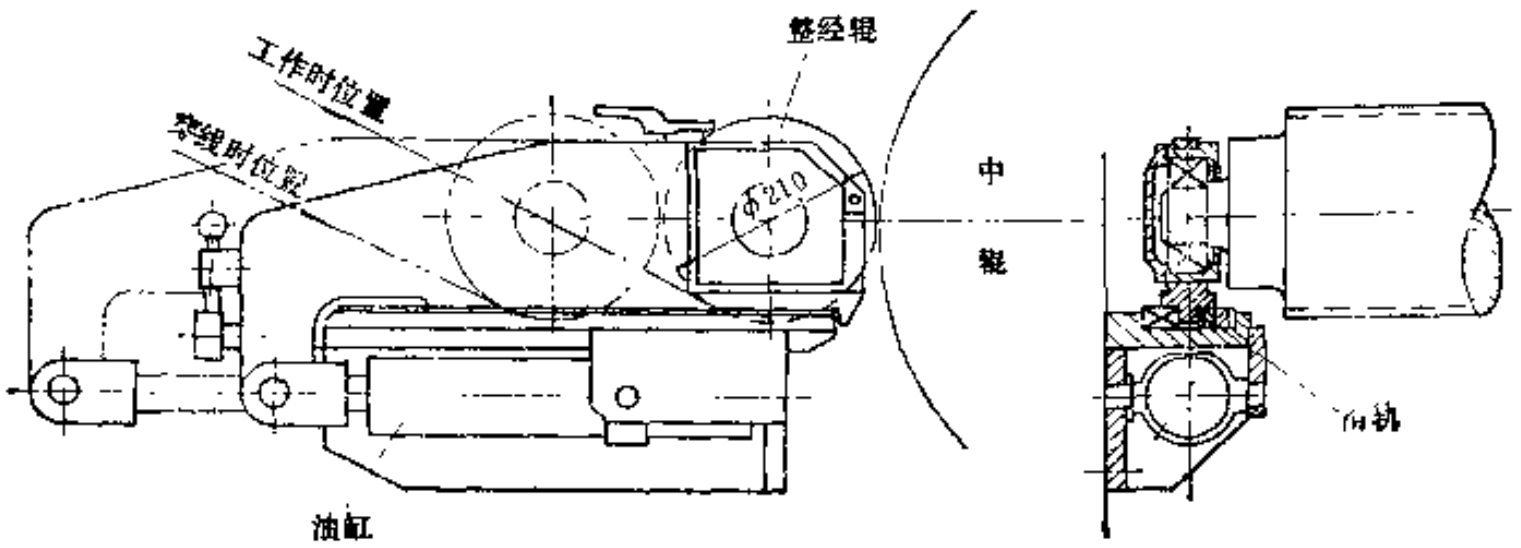


图 1-7-181　液压式整经装置

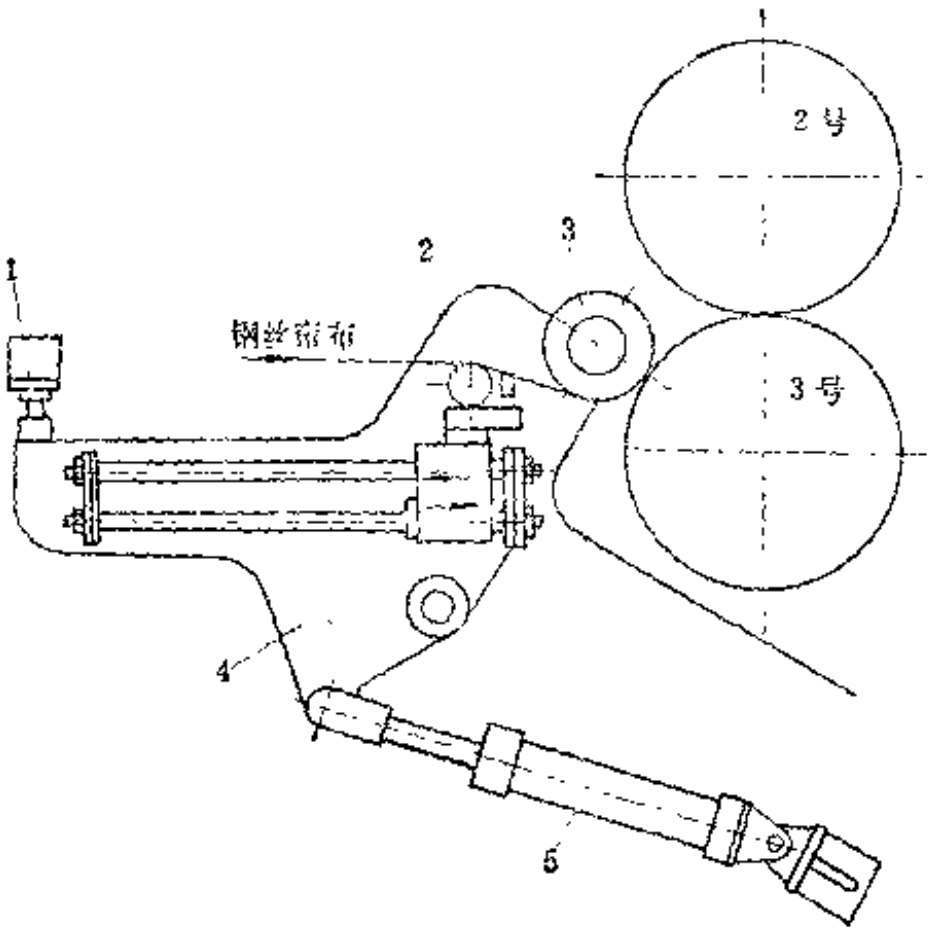


图 1-7-182 液压连杆式整经装置

1—制动器；2—整经辊；3—压辊；4—连杆；5—液压缸

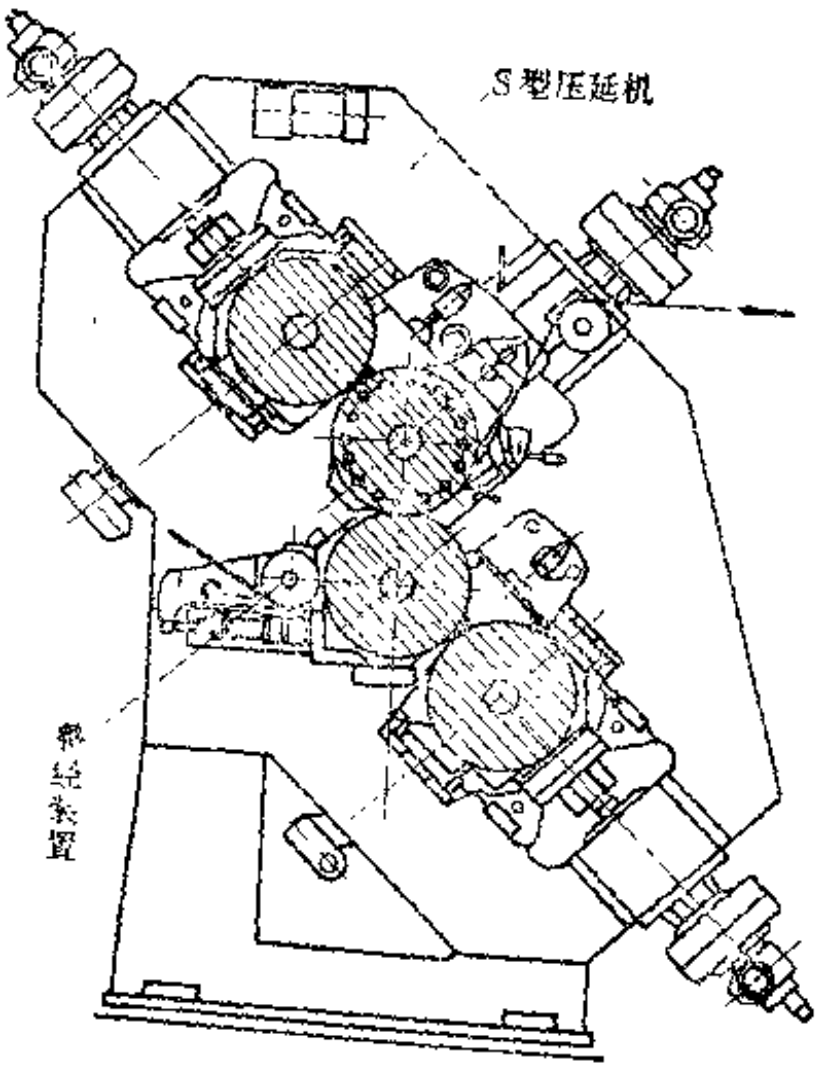


图 1-7-183 液压式整经装置安装位置

装在压延机和冷却装置之间。浮动辊以气压或液压方式预加负荷，以平衡帘布的张力，浮动辊滑道上装有限位开关，当张力超过额定值时，浮动辊上移碰限位开关，联动线就停车。在过保护装置前设有测力辊，有的直接在导辊轴承上设有测力装置，帘布张力由指示器显示，最大张力可达20000N。

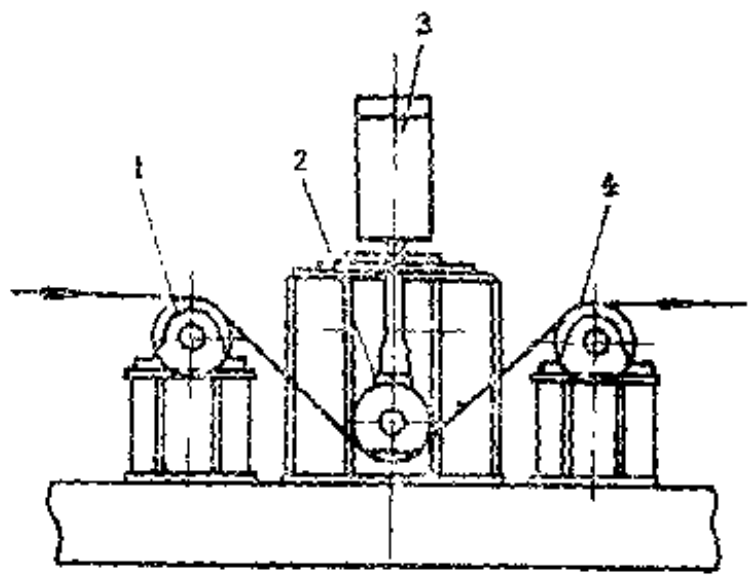


图 1-7-184 过张力保护装置

1、4—导辊；2—浮动辊；3—气缸

8．卷取装置

见图 1-7-185，卷取装置主要由传动装置 3、卷取鼓 4、尾座 6 及测速控制机构 1 等组成。卷取轴由直流电机 2 经减速器和链条传动。尾座 6 上装有一个可自由转动的尾轴，转动侧部的手轮，可使尾轴在尾座上伸缩，以便装卸卷取鼓 4。

卷取鼓的结构见图1-7-186。扳动带偏心轮 2 的手柄 1 可使压板 3 将钢丝帘布胶布头压紧或放松。

9．裁断装置

裁断装置主要由一台剪板机、运输装置、牵引机及光电定长装置等组成，如图1-7-187所示。覆胶钢丝帘布由牵引机 1 及前输送带 3 输送通过剪板机 4，由光电定长装置10定长，然后用人工或电磁铁开动剪板机 4，将钢丝帘布裁断。裁断后的帘布，由后输送带 8 送出。

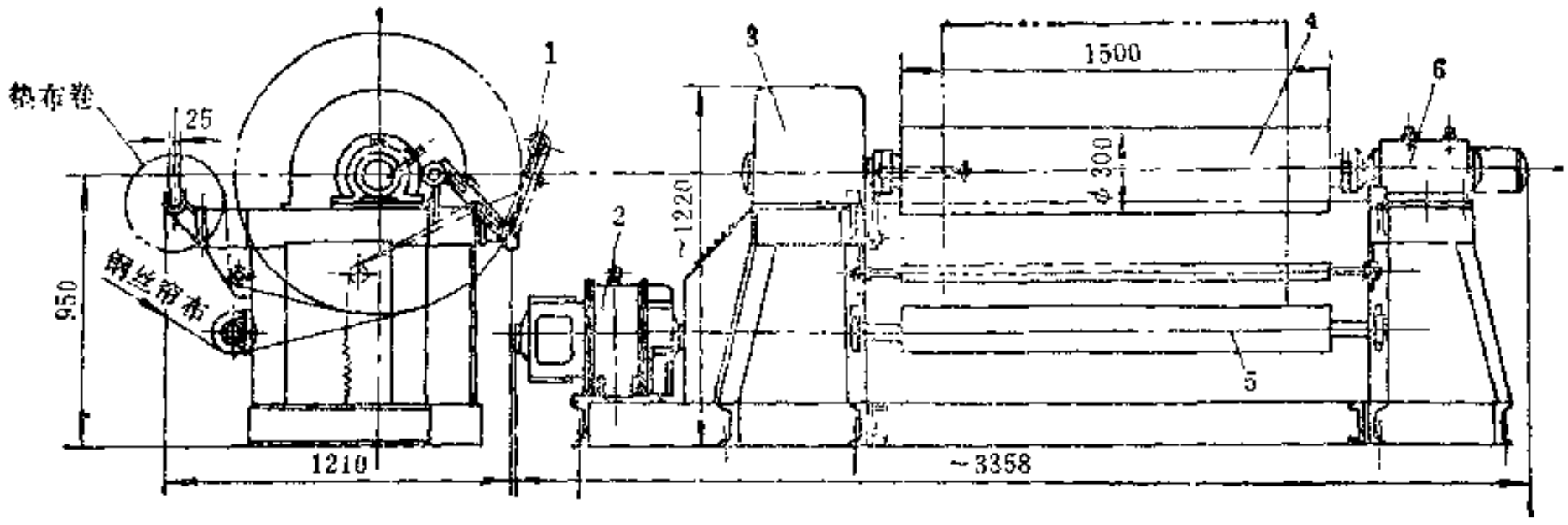


图 1-7-185　卷取装置

1—测速控制机构；2—直流电机；3—传动装置；4—卷取鼓；5—托辊；6—尾座

当剪板机在裁布时，牵引辊 1 起夹持作用，防止钢丝帘布后滑。光电定长装置的原理和结构与卧式裁布机的光电定长装置相同，详见本篇第八章第一节。剪板机的安装角度应视帘布的裁断角而定，如果帘布裁断角是变化的，应将剪板机安装在可以调整角度的转动平台上，以适应需要。裁断装置的自动操作过程如下：由直流电机驱动的牵引机 1 和前输送带 3，将钢丝帘布快速送到光电定长装置上的第一只光电管位置，然后降为慢速送布，到第二只光电管位置时停住，电磁铁 5 得电，推动剪板机踏杆 6，开动剪板机 4 将钢丝帘布裁断。同时，触及限位开关，开动后输送带 8，将裁断后的帘布运出。电磁铁 5 及剪板机 4 复位时，触及限位开关，牵引机 1 及前输送带 3 重新开动进行送布，重复上述过程。现代钢丝压延联动装置中，有采用如同帘、帆布自动裁断装置的，也有采用人工电动剪裁断的。

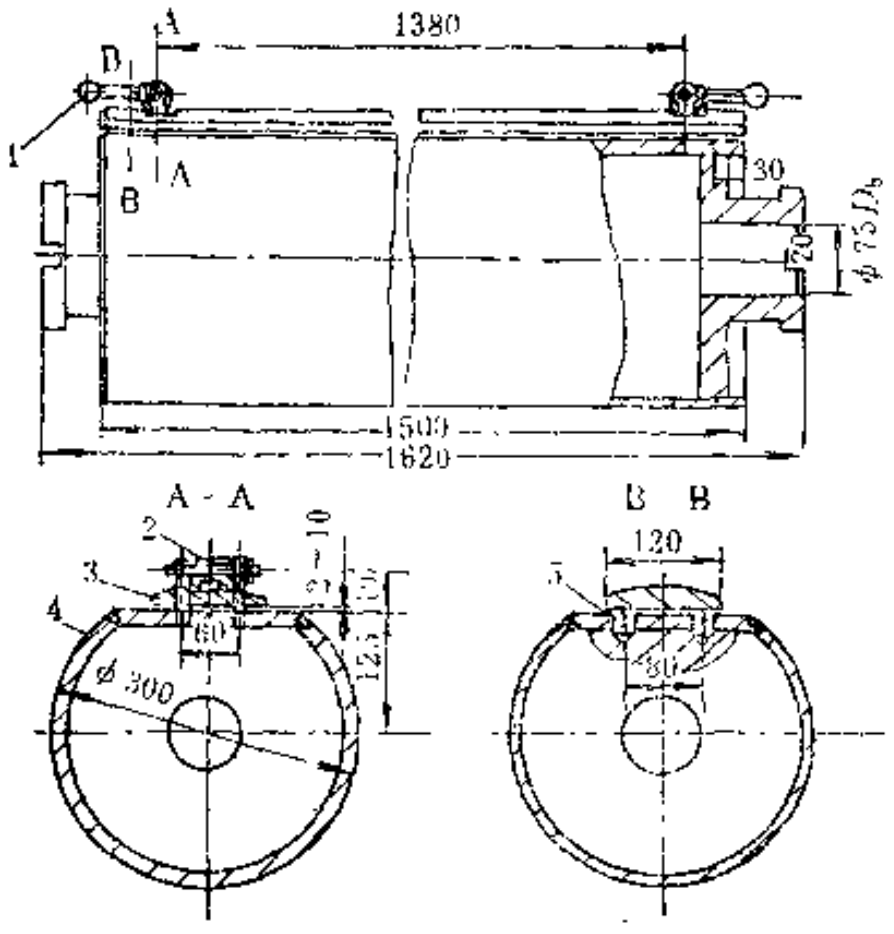


图 1-7-186　卷取鼓

1—手柄；2—偏心轮；3—压板；4—鼓体；5—弹簧

钢丝压延联动装置中的牵引冷却装置、卷取前的贮布装置、帘布定中心装置，其结构与帘、帆布压延联动装置所采用的牵引冷却机及贮布装置、帘布定中心装置类同，详见本篇第六章第二、六节。所不同的是钢丝压延联动装置中要尽量减少钢丝不必要的弯曲，所有导辊直径应大于 250mm。在卷取前的贮布装置中的导辊应防锈，一般导辊表面镀铬。压延粘度高的胶料时，则导辊表面需经涂覆聚四氟乙烯处理，以防粘辊。同时，在现代钢丝帘布压延联动装置中，为保护覆胶钢丝帘布表面的清洁，设有两个塑料垫布导开架，将压延后的帘布的上下两面同时衬以垫布。

（三）主要性能参数

钢丝帘布压延联动装置的主要性能参数见表1-7-40。

（四）冷贴法钢丝帘布压延联动线

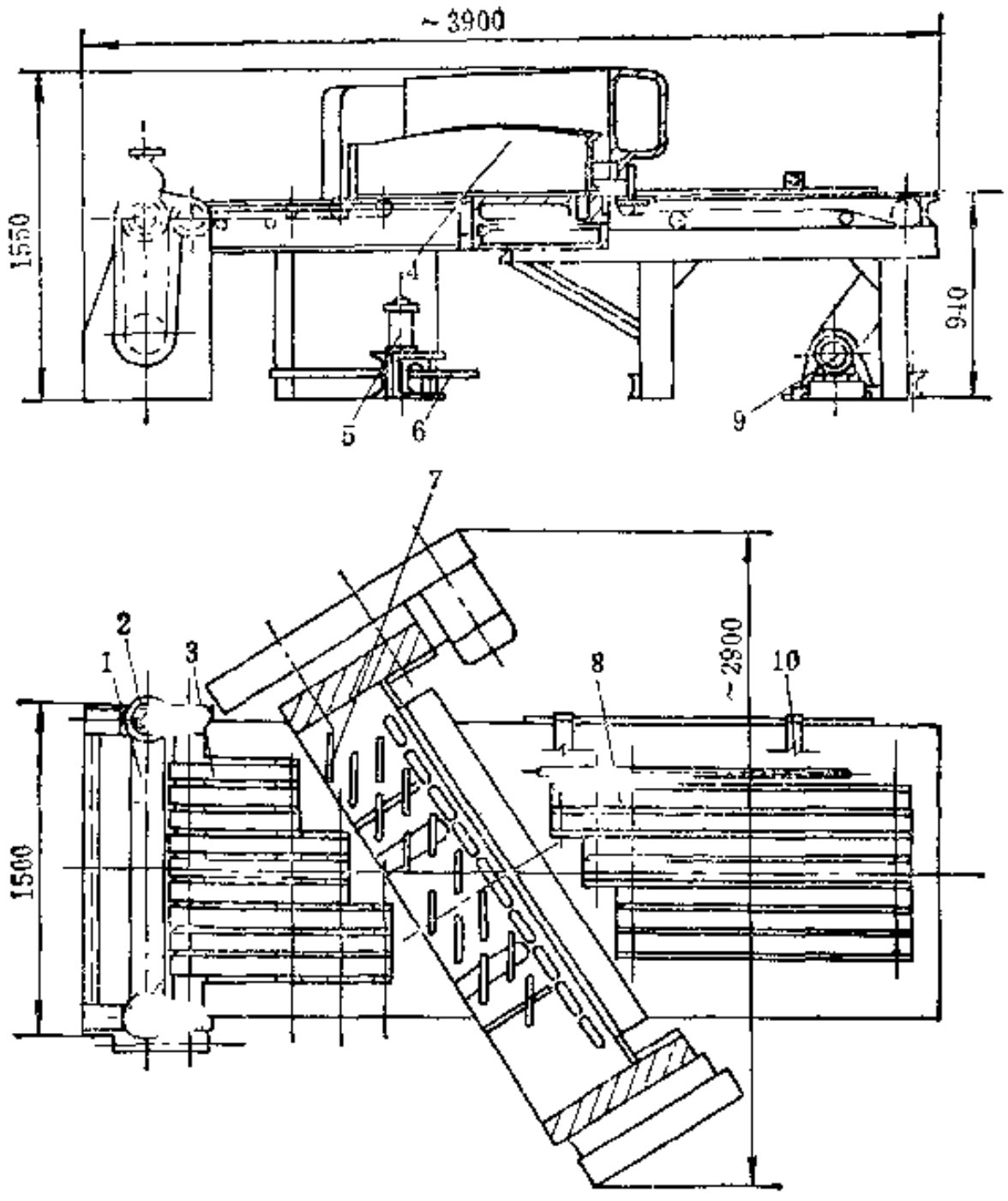


图 1-7-187　裁断装置

1—牵引机；2—手轮；3—前输送带；4—剪板机；5—电磁铁；6—剪板机踏杆；7—托辊；8—后输送带；9—电机；10—光电定长装置

用压延法将处在室温条件下预先制备好的胶片（俗称冷胶片）压贴在钢丝帘线上来制取钢丝帘布的方法称为冷贴法钢丝压延。图1-7-188所示为 $\phi600\times1200$ 立式两辊冷贴法钢丝帘布压延联动线。

这种压延联动线的生产线速度范围为 2～20m/min，可生产1000mm宽的钢丝帘布，整条生产线较紧凑，成本约为四辊压延（热压延法）生产线的40%，适用于规模不大的轮胎厂。

冷贴法压延时，锭子导开架 1 、钢丝导向装置 2 和整经装置 3 均与四辊钢丝压延联动装置（热贴法）相同。冷贴法用的上、下胶片，预先用其它压延机压延后衬以聚乙烯垫布卷成胶片卷，然后放置在导开架 8 上，胶片在室温状态下经两套导辊组 7 及浮动辊 6 输送到压延机 4 上与钢丝帘线贴合。贴合时的压力通常为 2500N/cm，也可增大至 6000N/cm。大多数冷胶片需要与聚乙烯塑料衬布一起经过压延辊距，以防胶料粘在辊筒上。压延后的钢丝帘布经牵引辊10引到双工位卷取装置12，卷取时一个工位把钢丝帘布一侧胶片上的塑料垫布剥离下来进行卷取，另一工位将钢丝帘布与另一侧的塑料垫布一起进行卷取，当卷取到一定长度后，由锯齿型剪刀把钢丝帘布横向裁断。

（五）纤维、钢丝帘布两用压延联动装置

目前国外有一种纤维、钢丝帘布两用压延联动装置，既可用于压延纤维帘布，也可用于

表 1-7-40 钢丝帘布压延联动装置主要性能参数

主要性能参数 \ 联动装置规格	φ360×1120Γ型四辊钢丝帘布压延联动装置	φ550×1300S型四辊钢丝帘布压延联动装置	日本IHIφ560×1240S型四辊钢丝帘布压延联动装置
压延速度，m/min	4～12	4～20	3～30
钢丝帘线最多根数，根	480	612	630
帘布最大宽度，mm	800	1000	900
压延前后最大张力，N	20000	24500	15000
卷取帘布最大张力，N	30	2450	1500
每根钢丝最大导出张力，N		4.4～29.4	3～22
帘线密度，根/cm	6	6～8	4～8
锭子导开架：			
线锭数量，个	480	612	2×630
操作气压，MPa			0.13
接头机：			
热板尺寸，mm		120×1300	150×1200
硫化总压力，kN		500	500
引头导开装置：			
卷轴规格，mm			φ150×1200
方轴规格，mm			□50×1580
导开张力，N			500
过张力保护装置：			
张力检测型式			压力传感器
张力范围，N			1500～15000
浮动辊规格，mm			φ262×1200
操作气压，MPa			0.34
牵引冷却机：			
辊筒数量，个	7	8	7
辊筒规格，mm	φ600×1120	φ700×1300	φ650×1200
电机功率，kW		13	11
贮布装置：			
贮布量，m		40	40
帘布最大张力，N		1500	2450
牵引机：			
牵引速度，m/min		4～25	3～40
电机功率，kW		4	3.7
卷取装置：			
卷取轴规格，mm		φ200×1200	φ310×1200
最大卷取直径，mm	800	1000	1000
最大卷取张力，N		2450	1500
电机功率，kW	25N·m（力矩电机）	10	3.7
裁断装置形式	手动电剪	电动电剪	手动电剪
电机功率，W		330	
裁断速度，m/min		1～2	
外形尺寸，mm		34800×4500×5770	56350×7000×6650

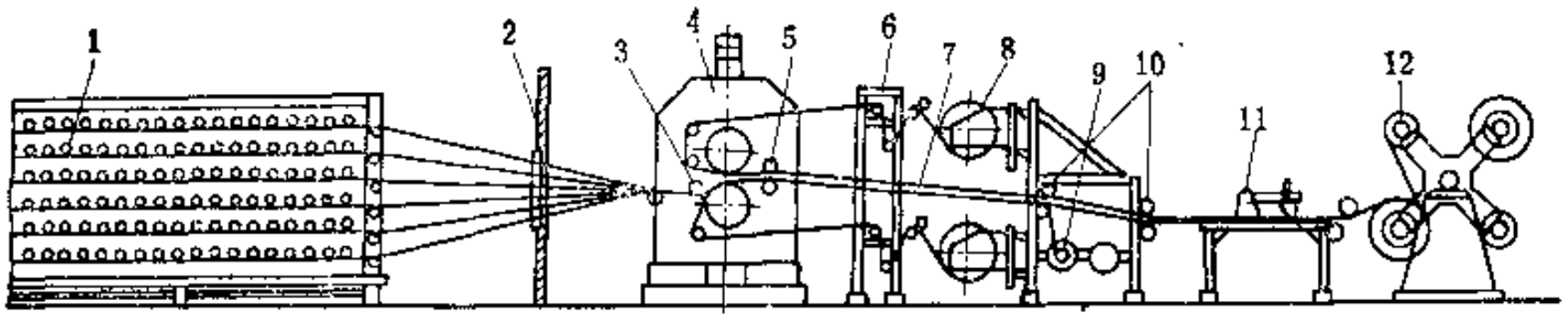


图 1-7-188　ϕ600×1200立式两辊冷粘法钢丝帘布压延联动线

1—锭子导开架；2—钢丝导向孔眼板；3—整经装置；4—两辊压延机；5—修边装置；6—浮动辊；7—导辊组；8—胶片导开架；9—裁边缠绕器；10—牵引辊；11—横向裁断装置；12—双工位卷取装置

压延钢丝帘布，但这种联动装置应用较少。现将两用压延联动装置的流程布置及优缺点介绍如下。

图 1-7 189 所示为纤维、钢丝帘布两用压延联动装置。压延前的各单元设备，分别为压延纤维和钢丝帘布时专用。从压延机开始直至卷取装置为止，为压延纤维和钢丝帘布所共用。这种联动装置可有不同的布置方式，如图 1-7-189 所示的联动装置的前面纤维部分设备布置在地平面上，钢丝部分设备布置在地下。这种布置方式可节省占地空间，但地下工程大。也有的纤维部分设备布置在楼上，而钢丝部分设备则布置在地平面上，这种布置方式需较高的厂房。此外，还有纤维、钢丝部分设备都布置在同一地平面上的，但整条生产线很长，需要较大的占地面积。

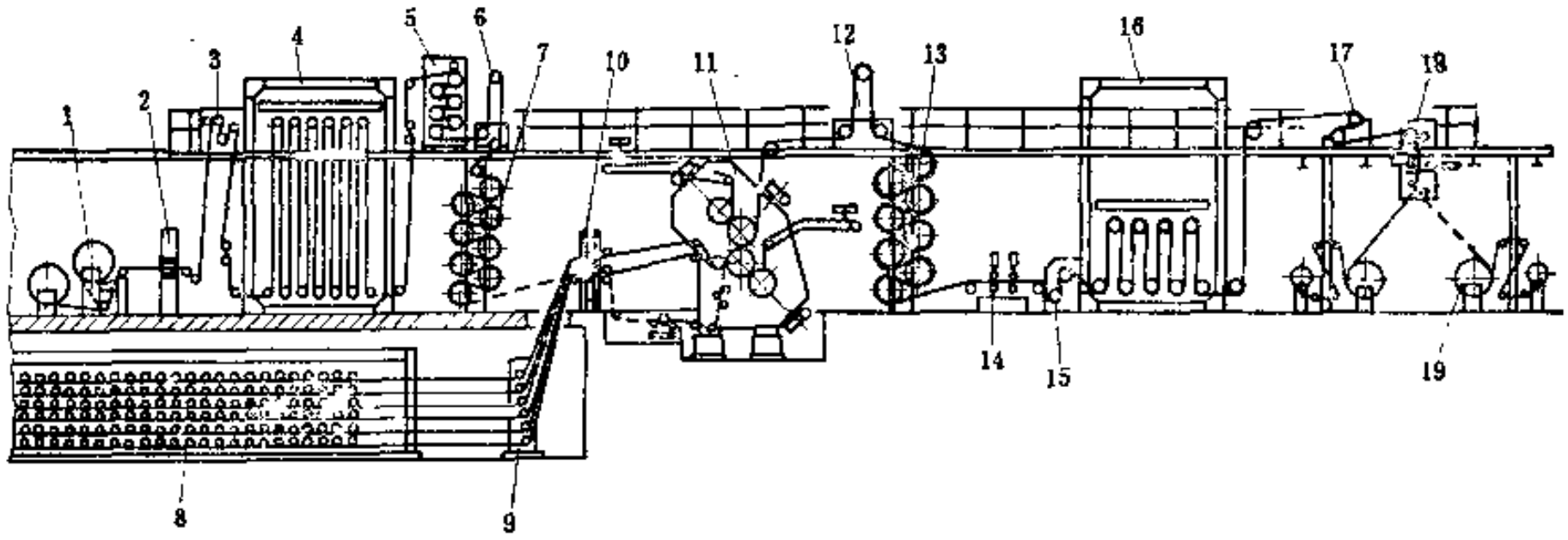


图 1-7-189　纤维、钢丝帘布两用压延联动线

1—导开装置；2—接头机；3—牵引机；4—前贮布装置；5—干燥牵引机；6—单环张力调节器；7—干燥装置；8—锭子导开架；9—钢丝导向装置；10—钢丝帘布接头机；11—压延机；12—单环张力调节器；13—冷却装置；14—断纬线装置；15—牵引辊；16—后贮布装置；17—牵引机；18—横向裁断装置；19—双工位卷取装置

两用压延联动装置的优点为：

（1）钢丝帘布和纤维帘布可交替生产，生产纤维帘布时，可作更换钢丝锭子的准备工作，满足生产品种变化需要；

（2）占地面积是纤维帘布压延联动线和钢丝帘布压延联动线总和的70%；

（3）设备投资费用是两套专用生产线的65%；

（4）所需电源等能源只需一套。

两用压延联动装置的缺点为：

（1）需要较长或较高的厂房；

（2）变换压延品种时操作较麻烦。例如由于压延钢丝帘布和纤维帘布时要求不同的辊面温度，工作时产生的横压力大小不同，各区段张力也不同，从而必须调整辊面温度及辊筒交叉量，以弥补中高度变化等不同情况的要求；

（3）纤维帘布和钢丝帘布的测厚系统需各备一套，不能通用。

（六）贴隔离胶联动装置

贴隔离胶联动装置是轮胎厂的专用设备，它将压延机压延的隔离胶片趁热在输送带上与挂胶帘布进行贴合。这种联动装置的结构形式很多，图 1-7-190 是其中一种。胶片由一台 $\phi360\times1120$三辊压延机压延出片。小卷胶帘布在导开装置 1 的上、下各放一卷，交替导出使用。导出的垫布与胶布一起由输送带 2 向前输送，从三辊压延机上压延的胶片同时放置在胶帘布上，通过贴合辊 3 使胶片与胶帘布贴合。贴合辊 3 可由电磁铁 4 抬起，并装有平衡铊，可调节贴合力的大小。贴好胶片的帘布与垫布一起由输送带 2 进入冷却装置 5，对胶片进行冷却。冷却装置 5 上装有由冷却辊带动的输送带，使胶帘布和垫布能顺利地通过冷却装置进入卷取装置 6。卷取装置 6 由输送带带动，利用辊筒对胶布的摩擦进行卷取。该联动装置不另设传动装置，由压延机经链条驱动。为了保持联动装置的正常工作，其各部分之间的线速比关系如下：

$$v_{贴}=1.23v_{压}$$

$$v_{冷}=v_{卷}=1.024v_{贴}=1.26v_{压}$$

式中 $v_{贴}$——贴合输送带线速度，m/min；

$v_{压}$——压延机下辊线速度，m/min；

$v_{冷}$——冷却装置线速度，m/min；

$v_{卷}$——卷取装置线速度，m/min。

（七）密封层、密封胶片压延联动装置

在子午线轮胎及无内胎轮胎生产中，需要使用密封胶片及密封层，其胶片厚度一般为 1.5～2mm，要求尺寸稳定，不允许有气泡。为防止产生气泡，胶片采用数层 0.5～0.7mm 厚的薄胶片以贴合法制成。图1-7-191 所示为密封层、密封胶片压延联动装置，可供数层压延胶片一次贴合。贴合时，压延机 1 压延出的胶片，经冷却装置 2 由输送带 5 送到环形输送带 7，与此同时，从带垫布卷取的双导开装置 3 导出的胶片，经输送带 4、6 也送到环形输送带 7 上，并在环形输送带上进行贴合。贴合装置 8 由海绵辊加压，数层胶片贴合后则可直接进行卷取。如压延机压延薄胶片，则胶片经冷却后输送到环形输送带上由表面摩擦卷取装置10进行卷取，以提供下次数层胶片贴合用。

为使胶片尺寸稳定，各单元设备及输送带的工作线速度必须配合协调，尤其是环形输送带 7，它既是传送又是贴合、卷取的工作台，因此要求环形输送带无接头，且用刚度、柔度适当的材料特制而成。

另外，也有与挤出压片机配合，采用 V 型排列形式的四辊压延联动装置，其生产流程如图1-7-192所示。

（八）输送带成型压延联动装置

输送带主要由覆盖胶和带芯组成，其结构有叠层式和包层式，叠层式输送带的成型是将

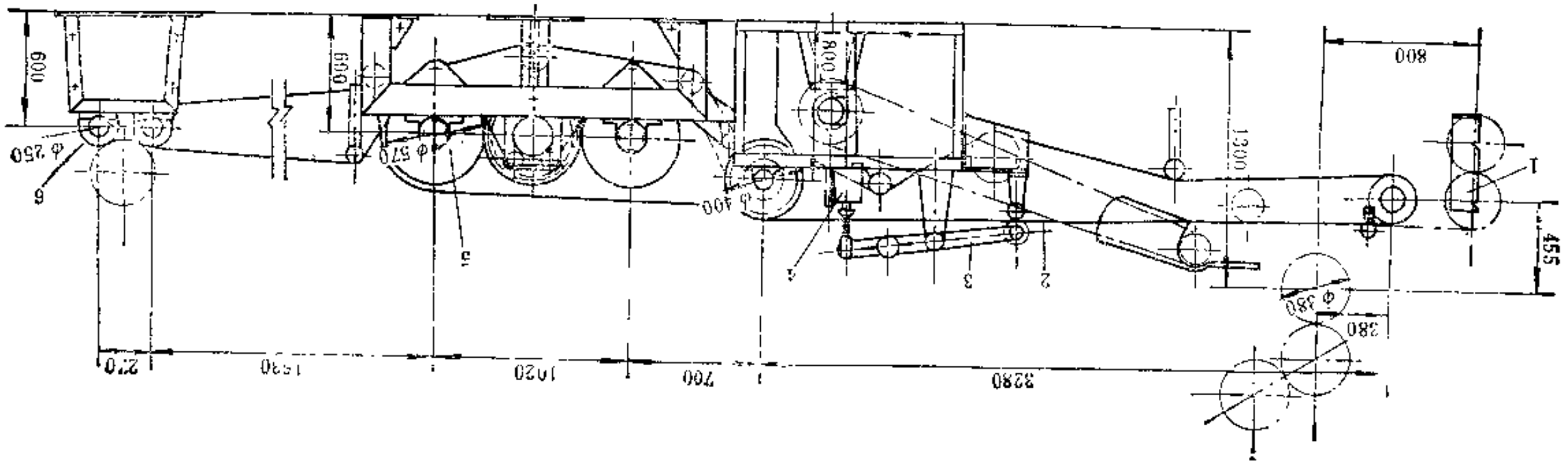


图 1-7-190 地铁隔离降压动车组

1—导开装置；2—输送带；3—贴合辊；4—出膜收卷；5—冷却装置；6—卷取装置

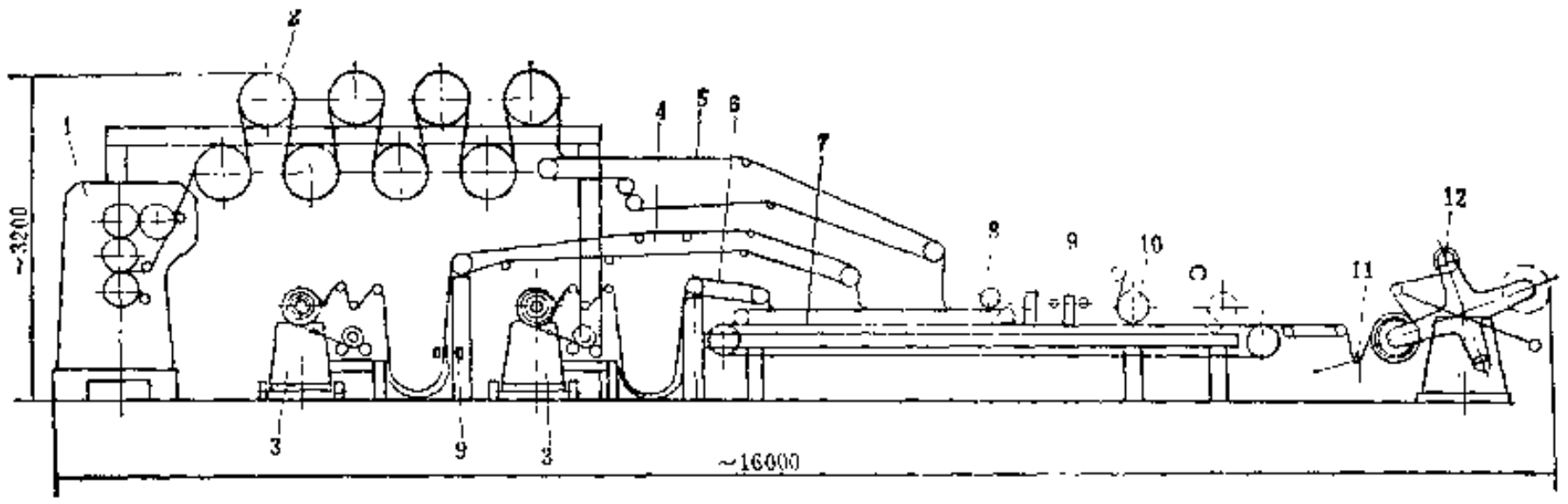


图 1-7-191　密封层、密封胶片压延联动装置

1—四辊压延机；2—冷却装置；3—带垫布卷取的导开装置；4、5、6—输送带；7—环形输送带；8—贴合装置；9—光电定中心装置；10—两工位表面摩擦卷取装置；11—浮动辊；12—两工位带垫布导开的卷取装置

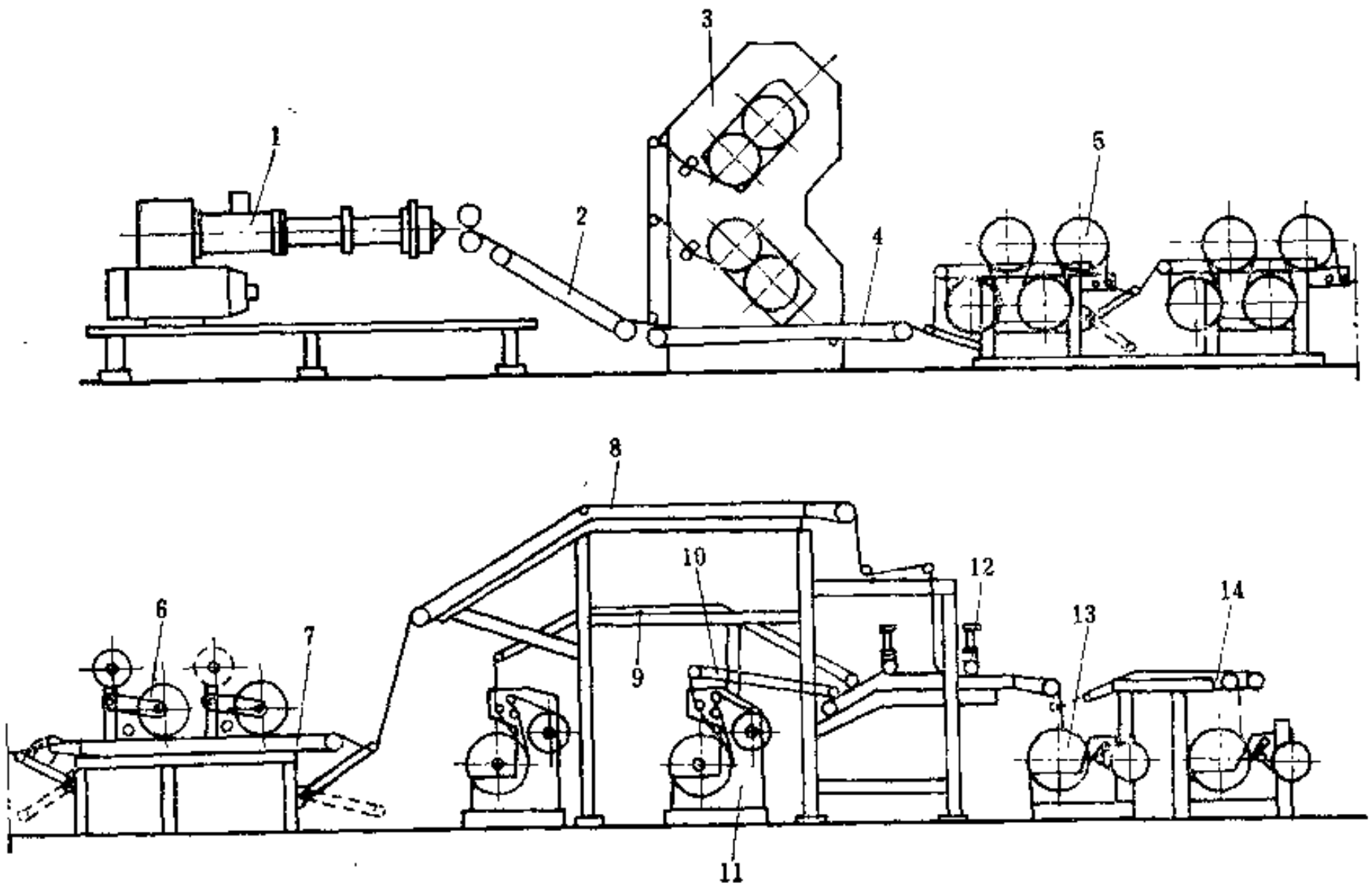


图 1-7-192　密封层胶片压延联动装置

1—挤出压片机；2、4、7、8、9、10、14—输送带；3—V型四辊压延机；5—冷却装置；6—两工位带垫布导开的摩擦卷取装置；11—两组带垫布卷取的导开装置；12—贴合辊；13—两工位带垫布导开的卷取装置

已裁成一定宽度或整幅的胶布通过逐层多次或多层一次贴合成带芯，然后在压延机上贴上覆盖胶。多层一次贴合成型工艺流程见图1-7-193所示。逐层多次叠层工艺流程见图1-7-194所示。若一次贴合的层数不够，可将带芯半成品再次导开，进行贴合，直到达到要求层数为止。

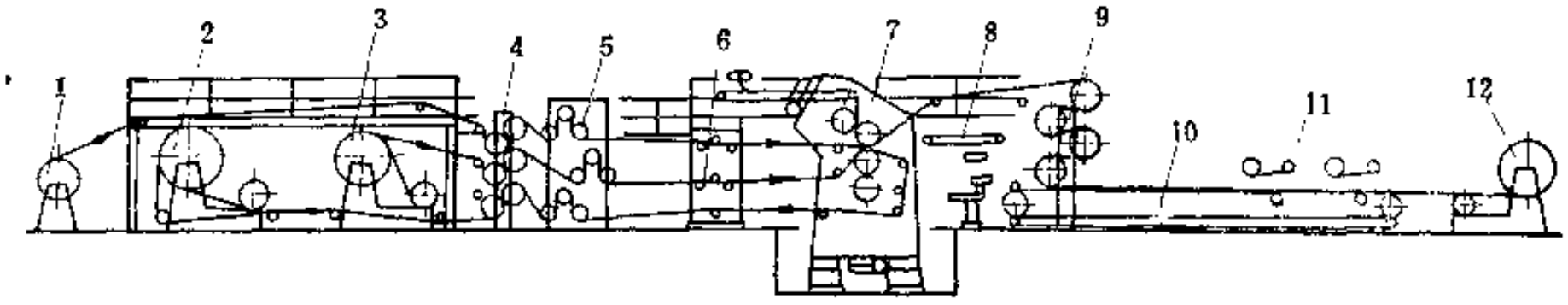


图 1-7-193　逐层多次贴合输送带芯压延联动装置

1—导开装置；2—带垫布导开的卷取装置；3—带垫布卷取的导开装置；4—三组牵引装置；5—三组浮动辊张力控制装置；6—定中心装置；7—四辊压延机；8—输送带；9—冷却装置；10—连续叠片装置；11—双工位表面卷取和垫布导开装置；12—带垫布导开的卷取装置

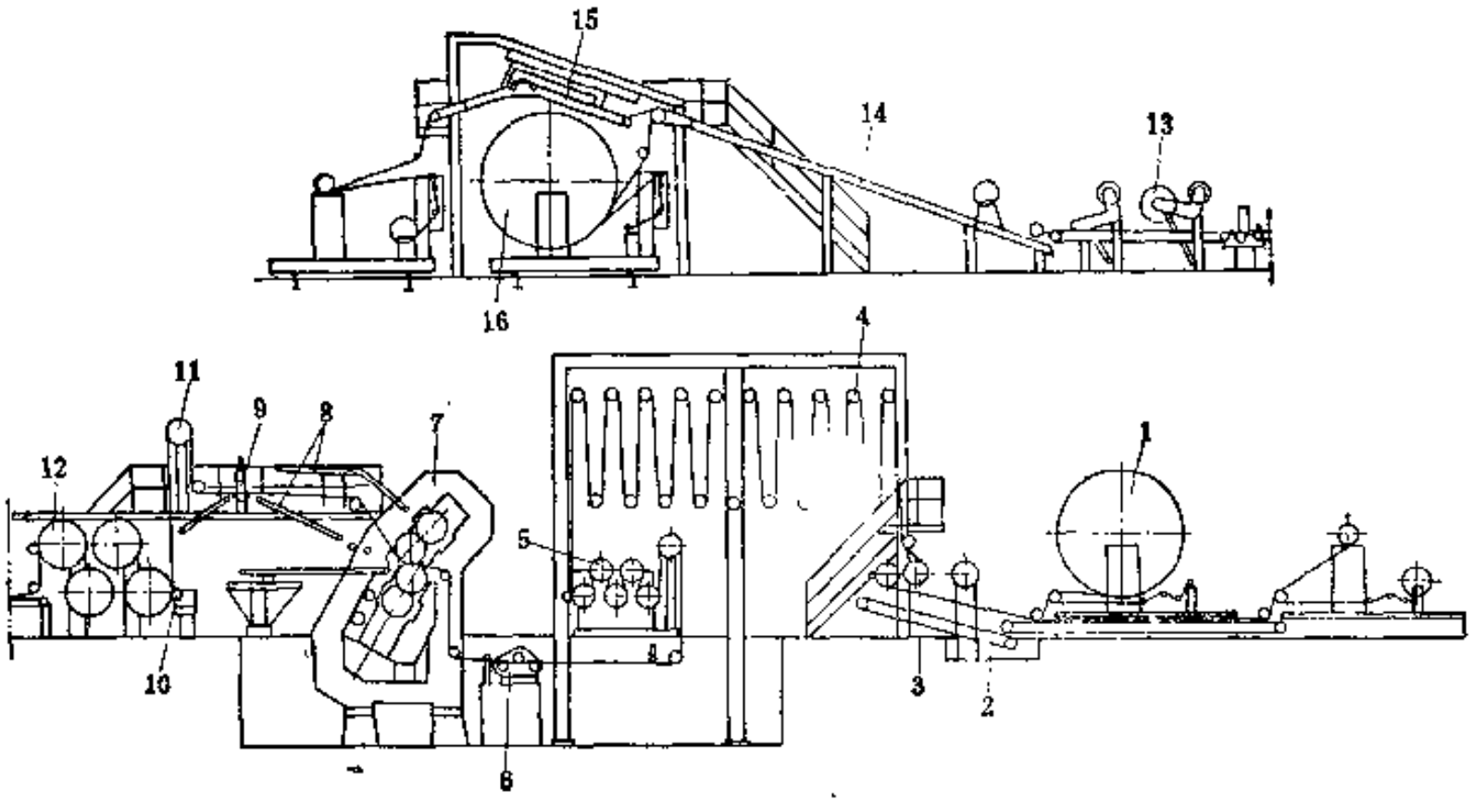


图 1-7-194　多层带芯一次两面预胶成型联动装置

1—双工位带垫布卷取的带芯导开装置；2—输送带；3—牵引装置；4—贮布装置；5—预热装置；6—定中心装置；7—四辊压延机；8—供胶输送带；9—测厚装置；10—打标记装置；11—浮动辊张力调节装置；12—冷却装置；13—带垫布导开的摩擦卷取装置；14、15—可移动的输送带；16—双工位带垫布导开的卷取装置

第七节　自动控制系统

一、概　　述

压延机及其联动装置是由多部分机电设备组成，一般情况下，采用多台直流电机单独传动，其电气传动和自控系统在满足压延工艺的各项要求的同时，力求操作方便，调试简单，运行可靠，自动化程度较高。其控制功能主要是既能实现分部传动系统中多台电机协调运转，又能做到多台电机可单独开停，以便单机调整和处理系统故障。

当压延机与联动装置联动工作时，其控制系统必须保持每台电机有足够的稳速精度，但最为重要的是如何使各单元设备之间的帘布张力在压延过程中始终保持恒定。

二、现代压延机的电气传动与控制系统

为了保证压延质量，电控系统必须满足以下各项技术要求。

（1）压延机及其联动装置各单元设备不仅能单独开停，而且还可以按预先设定的速度比例协调运行。

（2）系统应设有手动与自动两种运行方式。通常是在自动状态下工作，但当系统出现故障时可由自动工作切换到手动工作。这样，一方面故障时可用一定的低速维持继续生产，另一方面可避免因突然停机使压延机各辊筒在工作温度条件下因散热不均而引起的机械故障，从而可起到保护设备安全的作用。

（3）由于各单元设备的机械转动惯量不同，因此在启动或停机制动的过程中会由于机电时间常数不一而产生各单元设备间瞬时不同步现象。为此，在系统设计时应注意通过某种动态补偿方式解决这个问题。使各单元设备具有基本一致的加速度或减速度，即具有相同的速度变化率。只有这样才能消除动态过程中发生帘布张力过大或过小的波动。

（4）在正常运行时，各单元设备速度必须长期保持相对稳定，尤其在干燥装置、压延机和冷却装置三者之间的大张力区，张力的变化将直接影响产品质量。

（5）控制系统应有很强的抗干扰能力，对于电源电压在+10～-15%范围内波动、负载从10%至100%的冲击以及环境温度变化时，各单元设备的速度变化应限制在1%以内。

（6）具有较宽的调速范围，通常起始工作时为低速，正常生产时为高速。帘布覆胶用压延机的工作速度范围为1:10至1:20。钢丝压延机的工作速度范围一般为1:10。

（7）主要保护环节。为了保护人身和设备安全，系统中必须设有故障或误操作引起的事故保护措施。主要有：主电路及控制回路的短路保护；电机的过流、过热保护；失压、失磁保护以及低速起动连锁和主电机与油泵电机的连锁保护等环节。设备的润滑系统则设有缺油、轴承或轴瓦温度过高的报警，反弯曲及预负荷等液压装置的油压、油温和油位等极限参数的报警。

为防止误操作引起的碰辊事故，新型压延机上设有辊距监视仪。这种仪器是由装在辊筒轴承体上的高精度位移传感器与两次数显仪表构成。当出现最小危险辊距时，仪器发出声光报警信号。

电气线路中设有紧急停车制动环节。当发生重大事故时，拉动紧急停机装置，与机械制动装置配合作用，保证在辊筒继续转动1/4至1/3转后停止转动，防止事故进一步扩大。

如果有特殊要求，当按动紧急停机按钮时，各辊距可自动增大。然后手动控制压延机反转。

此外，新型压延机具有微机厚度控制功能和微机生产过程监控和生产数据管理功能。

三、压延机及其联动装置的速度调节系统

为了保持通过压延机及其联动装置各单元设备的帘布线速度相等，则要求各单元设备电气传动系统不仅应有良好的同步运行性能，还必须具有较高精度的硬特性。所谓转速硬特性是指保证各电机的转速不随负载改变而变化。速度的硬特性是实现张力压延调节系统正常工作的必要条件。

为此，压延机及其联动装置的速度控制系统采用了典型的转速、电流双闭环的SCR直流调速系统。因为这种调速系统具有良好的静态与动态特性。

系统中可充分发挥转速和电流这两个PI调节器的各自作用。速度调节器可解决电源电压波动和机载扰动等因素对速度的影响，而电流调节器可在电机的最大允许电流受限制条件下，充分发挥电机的过载能力，因而可实现“时间最佳控制”，获得最快的动态响应。

这种双闭环系统的控制功能基本上可满足压延机对电气传动的要求。调速系统的结构原理如图1-7-195所示。

目前国内一般生产的高精度可控硅直流传动用的控制柜，其调速范围为1:10左右，静态速差为1%至0.5%。上述两项技术指标基本上可以满足压延机主机及其联动装置大部分单元设备（卷取装置除外）的电气传动要求。

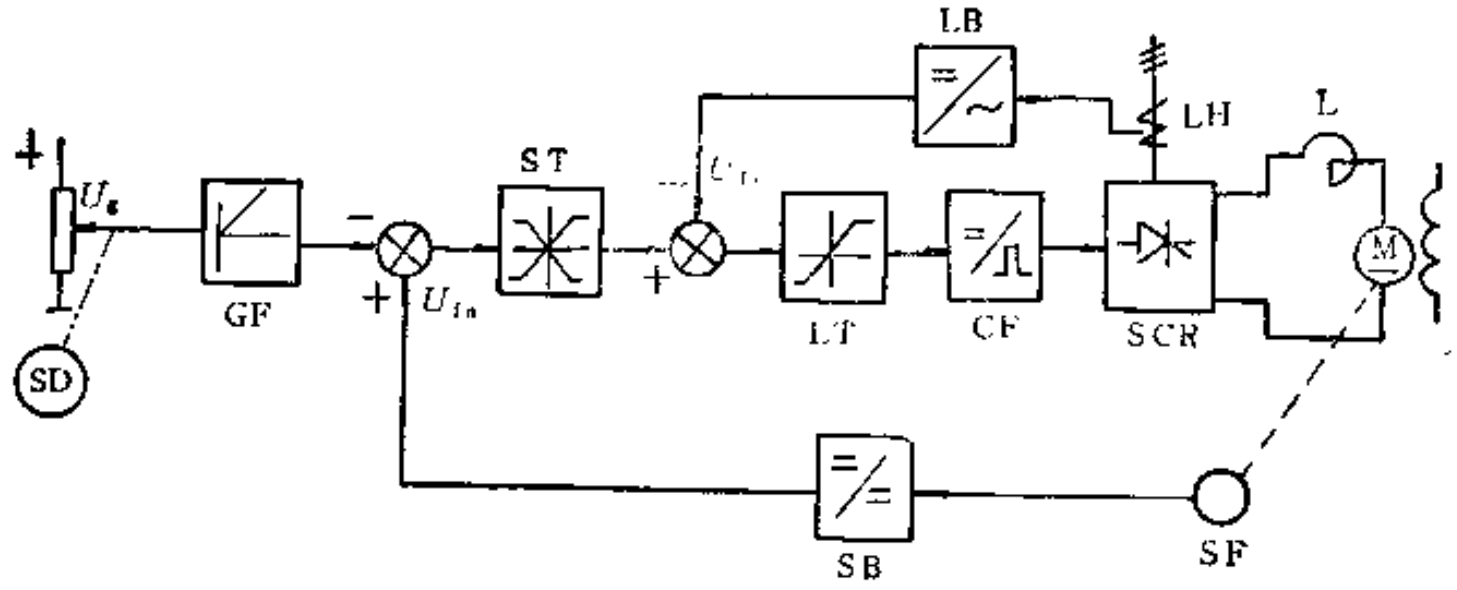


图 1-7-195 转速、电流双闭环调速系统

GF—给定积分器；ST—转速调节器；LT—电流调节器；CF—触发器；SCR—可控硅三相桥式整流装置；SD—给定伺服电机；SF—测速发电机；LH—电流互感器；L—平波电抗器；SB—速度变换器；LB—电流变换器；U_g—给定电压；U_{fn}—转速反馈；U_{fi}—电流反馈

四、压延机及其联动装置电力拖动系统

现代大型压延机及其联动装置是由多台乃至十几台单元设备组成的长达数十米、宽达10m左右的庞大设备，因此其电气传动系统要求多台电机在工艺所需的张力条件下能做到协调运转和稳速运行，除上述要求有很宽的调速范围外，而且在电源波动或负载变化时仍要求工作速度保持高精度稳定运行。

老式压延机均采用直流发电机组和电力放大机供电，也有的联动装置部分采用直流发电机组与磁放大器供电系统，这类拖动装置的缺点是设备庞大，投资高，主电室及控制室占地面积较大，效率低，功耗大，而且变流机组产生很大的振动和噪声。70年代以来，随着可控硅元件及其变流技术的发展，采用可控硅整流装置取代了原来的直流发电机组系统。

采用这种可控硅整流装置的直流调速系统有许多优点：精度高、响应快、效率高、无噪声、节省人力和维修方便。目前，国际上大都采用可控硅直流传动。

随着各种功率的电子器件、集成电路、微处理机及可编程序控制器的迅速发展，使压延机控制系统自动化水平有了很大提高：一是在控制电路的主要方面已实现集成化，在保证控制功能条件下，逐步采用小型化、可靠性高、通用性强、成本低的标准控制单元组成多功能控制系统。二是在控制系统中采用可编程序控制器（PC）。通用型PC可用编程方法实现多种控制功能。各种控制程序在现场调试时容易更改，有很大的灵活性，同时又有继电器系统的直观性。

小型开关量控制系统的PC，具有成本低、抗干扰能力强、可安装在动力设备附近而不必采取特殊屏蔽措施、能直接与过程信号联系、程序设计简单、调试及故障处理方便等优点。此外，还具有简单的数据处理功能、结构坚固、安装方便和操作简单的特点。

五、张力控制系统

帘布压延过程中各区段间的帘布张力的自动控制和实现恒张力压延对于压延质量具有十分重要的意义。图1-7-140和图1-7-196所示为压延机工艺流程及其张力情况，以图1-7-196为例，为使压延机主机及其联动装置各单元设备能连续运转、恒张力控制和同步协调运行，各自具有独立的电气传动分部，每个分部为SCR直流调速系统。各分部传动电机容量根据其工作速度、张力范围及工艺参数而定。

从导开至卷取的流程中，干燥装置、压延机、冷却装置三者之间为大张力区，其余为小张力区。对卷取装置不但要求恒张力卷取，而且还应有一定的张力锥度控制，即在小卷径时卷取张力要大些，随着卷径的增大则张力应逐渐减小。

目前构成各区段之间张力的方法主要有以下两种。

1．借助于气缸或液压缸支持的张力浮动辊，对帘布产生和维持一定的张力，其大小可用调节阀设定。

压延机及其联动装置在统一给定信号条件下使之稳速运转后，再分别整定各单元设备传动电机的转速，形成一定速度差，使帘布产生张力。当生产过程中出现张力变化时，则张力浮动辊便会产生位移，使张力反馈电位器发出相应的张力补偿信号，该反馈信号与设定的速度给定值进行比较，通过电气系统的调节作用改变电机转速，实现张力恒定。

主张力区段的帘布张力调节系统如图1-7-197所示。这部分的张力范围通常≥8000N，最高可达15000～20000N。

根据压延帘布的规格和品种，由于要求的张力范围不同，基本上可以分成小张力和大张力两种工作方式。当选择小张力工作时，压延机、干燥装置、冷却装置的传动电机均工作在电动状态。这时张力控制系统是在速度、电流双闭环基础上加上张力浮动辊的位置信号组成自动调节。

干燥装置、冷却装置与压延机联动工作时，其同步速度给定信号取自系统同一电位器，使这三个部分能协调运转。当帘布张力变化时，通过浮动辊上的电位器（2W1或3W），将位置变化信号转换成张力调节信号，反馈至速度调节器（ST），调整干燥装置或冷却装置电机转速来自动维持帘布张力恒定。

当选择大张力工作时，为使帘布建立起要求的大张力，必须使干燥装置电机成为被动机的工作状态。为此，在开机前，可通过转换开关手动切换干燥装置电机工作条件。此时干燥装置的可控硅供电装置已完成逆变准备工作：主电源接通，整流工作控制继电器（ZJ）释放，干燥装置电机磁场电源极性反向（FC闭合）。由于继电器（ZJ）常闭接点闭合，从电位器1W1取出的负电压经给定积分器（GF）反向放大，输出正信号使移相触发器输出的脉冲控制角$\alpha=180°$(即$\beta=0$)，则可控硅整流器（SCR）输出最高逆变电压。但因可控硅整流器的单向导通特性，此时电枢回路无反向电流产生。

当干燥装置电机在帘布拖动下（此时压延机速度高于干燥装置速度），电机的反电势随之增加，并使之进入发电状态，参见图1-7-198所示。

由于电机的反电势与SCR的逆变电压极性相反，并且小于SCR的最大逆变电压，所以这

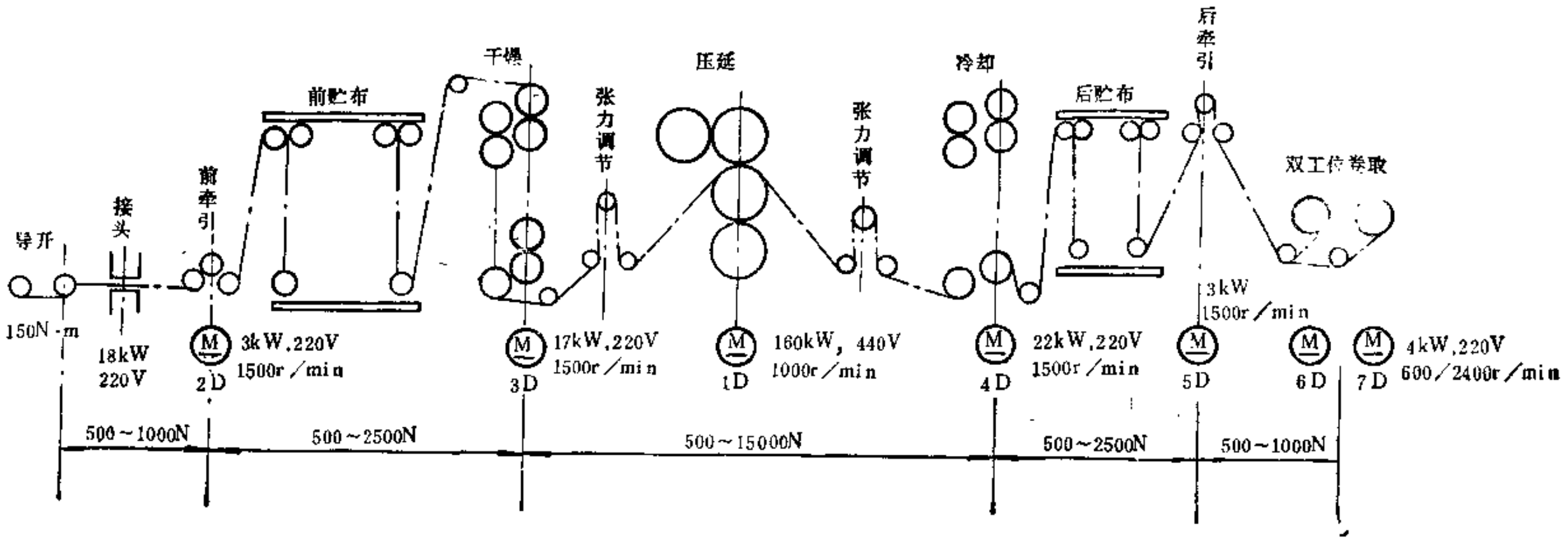


图 1-7-196 Γ型四辊压延机工艺流程及张力示意图

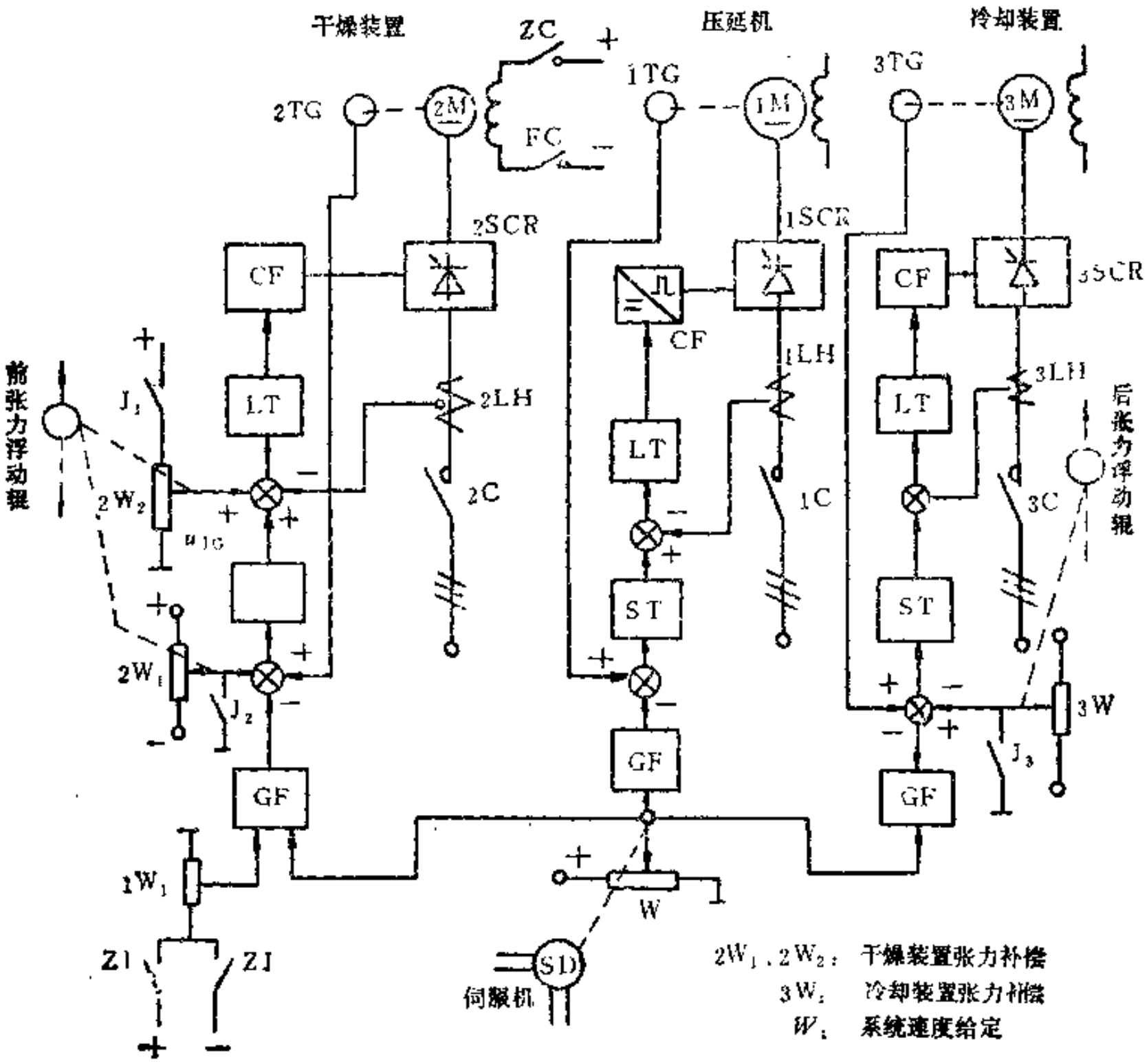


图 1-7-197 主张力区段调节系统原理方框图

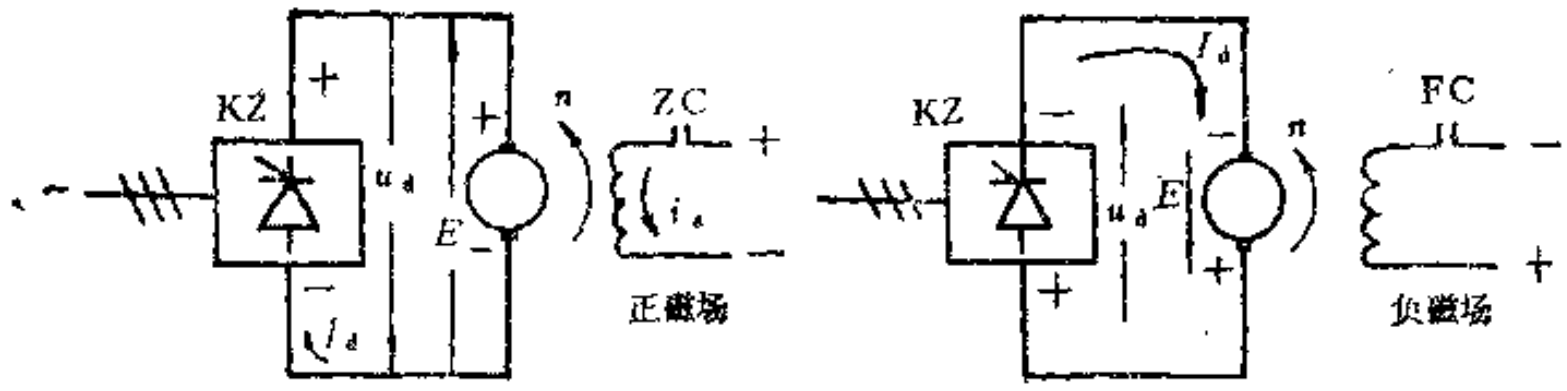


图 1-7-198 整流状态与逆变状态

时不能产生制动电流，只有当继电器J1闭合（与浮动辊位置有关）后，从电位器2W2给出张力电流信号。若U_{ic}大于一定值，则使电流调节器（*LT*）退出饱和输出状态，使SCR逆变角β增大，降低逆变电压。在反电势大于逆变电压时，SCR产生逆变电流，这样就获得了电机

的制动力矩。制动力矩的大小取决于电位器2W2所给出的张力信号。由于浮动辊的调整作用使帘布张力维持恒定。

这种张力控制方案的主要缺点是通过开关或继电器触点，在停机条件下手动转换电机的正转和发电机制动。

如果要获得更大的张力调节范围和更精确的张力控制，最理想的方法是采用两组可控硅的可逆线路，用逻辑切换装置，可以实现运行中无触点的自动转换，更准确地控制电机的电动与制动状态，达到张力自动调节的目的。

2．张力直接反馈控制系统。带有张力计的张力直接反馈控制系统，通常是在转速、电流双闭环调速系统基础上，用张力外环构成三闭环系统，张力测量方法如图1-7-199和图

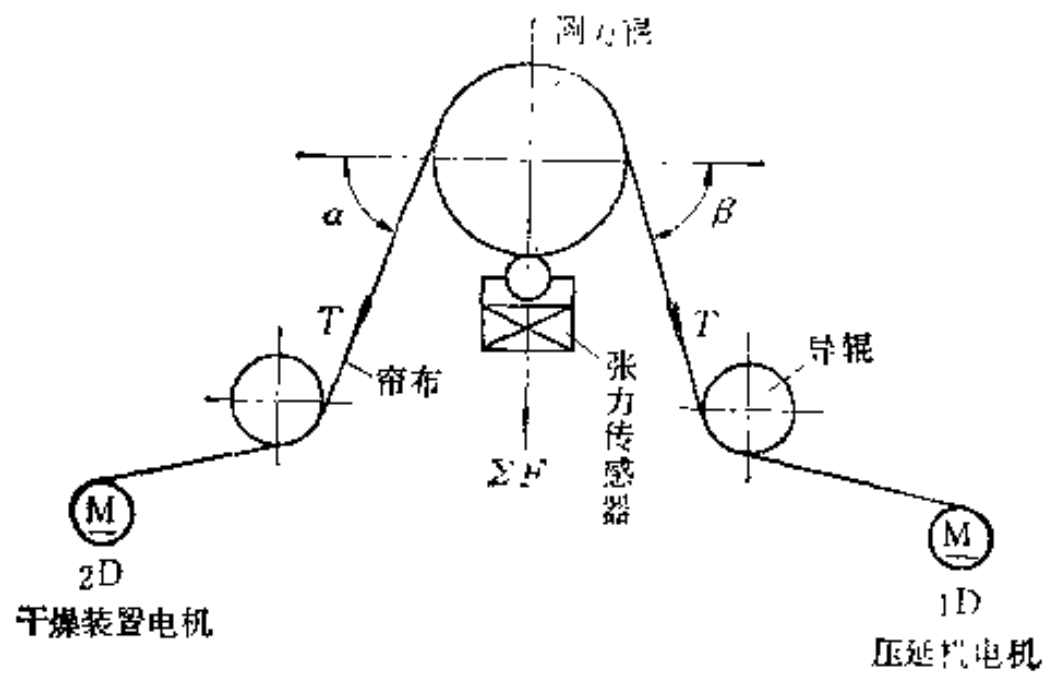


图 1-7-199　张力计张力测量方法

1-6-76及图1-7-160所示。根据图1-7-199所示张力计测得的垂直张力值ΣF(N)：

$$\Sigma F = T\sin\alpha + T\sin\beta + G$$

式中　T——帘布张力，N；

α、β——帘布换向角，(°)；

G——张力辊重力，N。

帘布的张力是由压磁式张力计（参见本篇第六章第二节有关内容）或张力轴承的传感器测得。当换向角一定时，从测量值ΣF中减去G，即为输出信号。此输出信号与帘布张力成比例。张力调节系统的结构如图1-7-200所示，其基本工作原理如下：各传动部分均为直流电机拖动，三相全桥可控硅整流供电。在各张力区段，主要是干燥装置、压延机、冷却装置及后牵引机和卷取装置之间都设有张力传感器。帘布运行时，其张力直接作用于测力辊上，并传递至张力传感器，产生张力反馈信号送至张力调节器与设定张力值进行比较，产生正或负的电压信号，经过速度、电流双闭环调节相应电机转速，这样就可以自动调整帘布张力并在生产过程中保持恒定。

在自动调节系统中，为了提高系统静态控制精度，往往是增大系统放大倍数K，其理由如图1-7-201所示。设：

$$U_0 = K\cdot\Delta U = K(U_g - U_f)$$

式中　$\Delta u = \dfrac{U_0}{K}$，当$K\to\infty$时，$\Delta U\to 0$；

U_g——张力给定值；

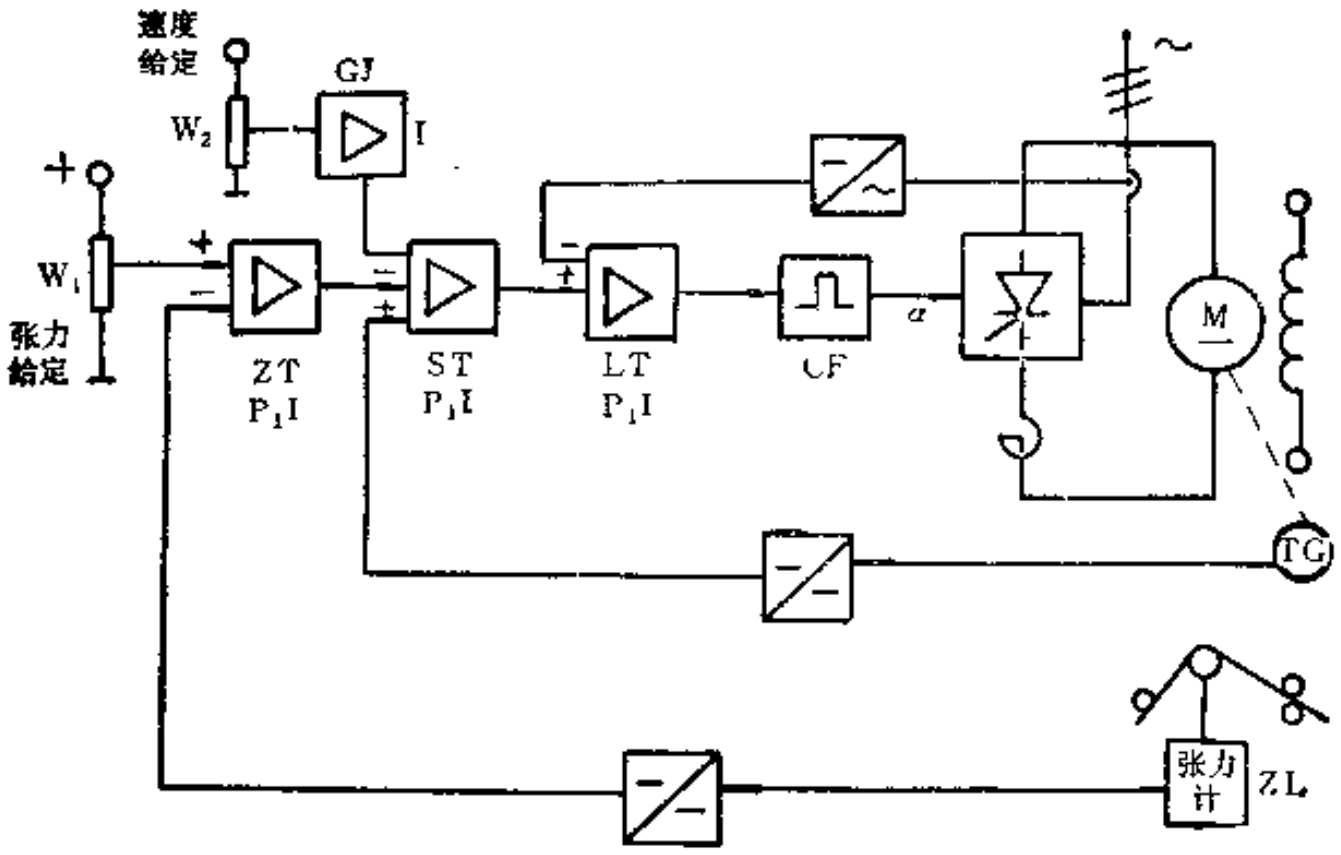


图 1-7-200　张力反馈三闭环恒张力控制系统

GJ—给定积分器；ZT—张力调节器；ST—速度调节器；LT—电流调节器；CF—触发器；ZL—张力计

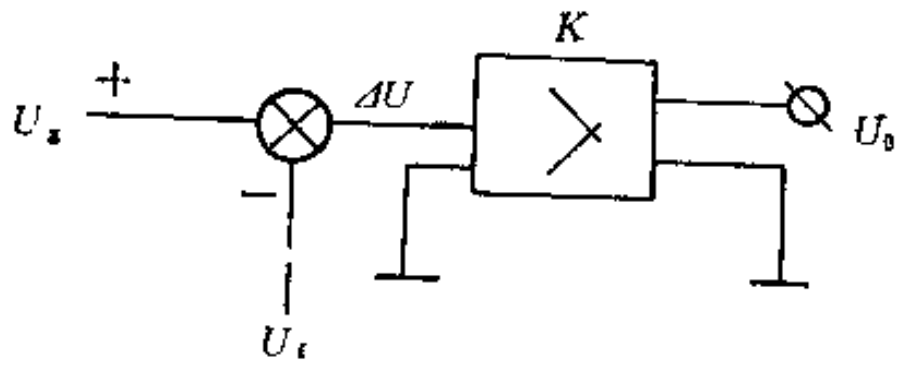


图 1-7-201　系统放大原理图

U_f——张力反馈信号；

U_0——放大器输出值。

众所周知，系统放大倍数过高，易造成系统振荡，使动态品质变坏。

现以冷却装置与压延机之间的张力调整过程为例加以分析。假定系统是在未加张力条件下同步运行。此时$n_冷 = n_+$，该区段张力很小。若突然增加冷却装置张力给定，使冷却装置电机加速，由于冷却装置传动系统存在较大惯性（包括帘布建立张力的滞后时间T_f，电机的机电时间常数T_m，电枢回路的电磁时间常数T_c，压磁式张力计的滞后时间T_s，可控硅的无效时间T_s等），故帘布的张力便不能迅速建立。这时$U_g \gg U_f$，张力调节器ZT的输出$U_t = K$，$\Delta U = -8V$(最大限幅值)，加在冷却装置电机上，电压突然增大，使冷却装置加速，力图最快建立张力。当该区段张力增至给定值时，则$U_g = U_f$，由于系统的惯性作用，张力仍不易稳定在设定张力下运行，将会继续增大，从而会产生正的超调。此时，$U_f > U_g$，ΔU为负偏差，则ZT产生负的调节作用，致使冷却装置电机又降速，造成该区段张力下降。接着$U_g > U_f$，又产生正超调，这样形成了张力振荡现象。

由以上可知，在动态过程中，由于系统的放大倍数太高，冲击过大；又因系统惯性的影响，反馈滞后，造成系统振荡。为此，考虑到系统静态与动态两方面的技术性能，这里采用了比例-积分调节器，也有的像德国Berstorff公司生产的压延机，为了改善张力调节性能，在张力控制系统中设置了独立的P. I. D. 张力调节器，以便对张力反馈信号进行适当的处理。这种P. I. D. 参数连续可调的调节器能满足不同型号、规格、品种的帘布对压延张力的要求，其优点是调整灵活方便，使张力实际值波动限制在工艺要求的范围内。

六、压延厚度的测量与控制

为使压延过程中胶片厚度均匀，保证贴胶后帘布总厚度在工艺条件允许公差范围内，降低耗胶量而设有测厚及其自动调厚控制装置。因此，压延机的厚度自动测量与反馈自动调厚系统是提高覆胶帘布质量、节省胶料、提高经济效益的关键环节。目前常用的反射式和穿透式两种同位素测厚仪的基本工作原理见本章第六节有关内容。

目前，同位素测厚仪与专用计算机组成的厚度自控系统，进一步提高了压延厚度的检测控制水平。计算机存贮有不同胶料配方的各种控制模型，具有屏幕厚度显示设定值、测量值、偏差值和打印记录等功能，控制精度可达0.01mm。在实际使用中可将厚度控制在负偏差，为轮胎轻量化创造了有利条件。

上海工业自动化仪表研究所的同位素测厚仪与微处理机结合，实现了仪表智能化，化工部自动化研究所的反射式 HZ-2151 型 β 射线厚度计及HZ-2131型 β 射线穿透式厚度计的性能良好。这两种测厚仪在测量精度和稳定性方面达到国际同类产品的水平。

同位素测厚仪在S型四辊帘布压延机上的应用情况如下。

1．测厚系统的组成

大型S型四辊帘布压延机通常用 6 台测厚仪和一套工业控制机组成厚度测量控制系统。6台测厚仪的配置位置如图1-7-202所示，其中5台为 β 射线反射式测厚仪，1台为穿透式测厚仪。在2号辊筒的两边各装 1 台反射式测厚仪探头（即4、5号探头），测量上胶片两边厚度，并由微机处理偏差信号，实现对上胶片的厚度控制。在3号辊筒的左、中、右三个位置装设3台反射式测厚仪探头（即1～3号探头），分别测量下胶片两边和中部的厚度，中间探头(即2号探头）测出的厚度偏差信号调节 4 号辊筒的轴交叉装置的轴交叉量。第6台为穿透式测厚仪，配有“O”型扫描架，其探头可作自动横向扫描检测。

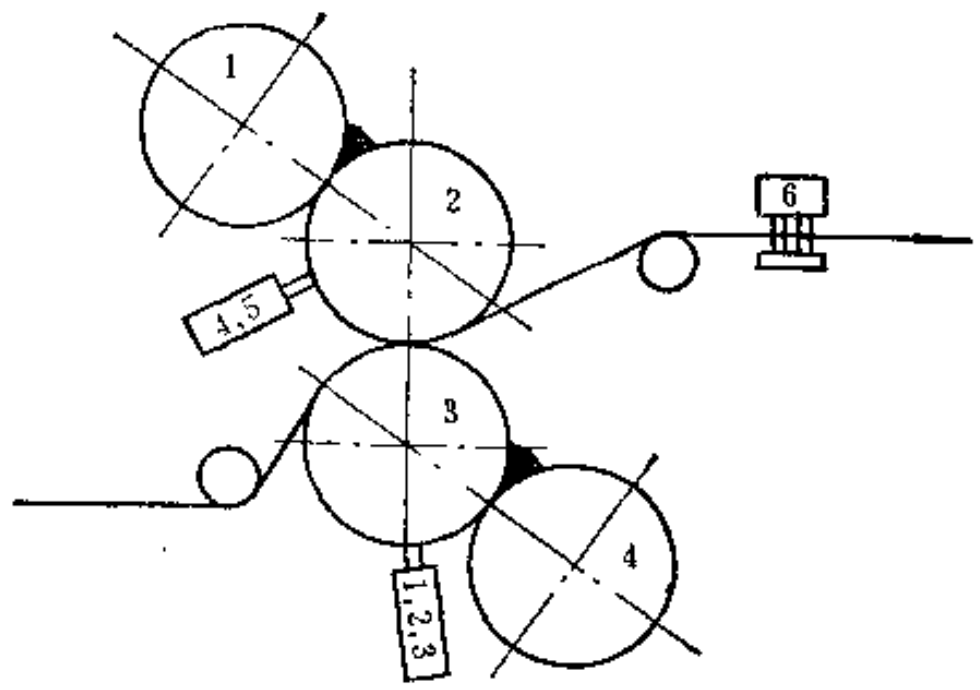


图 1-7-202　测厚仪配置位置示意图

由各测厚仪测得的上、下胶片及总厚的偏差信号，分别送到厚度控制计算机，组成厚度闭环自动调节系统。

2．β 射线测厚仪主要技术参数

（1）反射式测厚仪

型号	FH-46M	采样时间	480ms
测量范围	0～1500g/m²	探头周围温度	+5～+80℃
测量精度	±1.2g/m²	探头冷却方式	水冷
放射源及其活度	^{90}Sr，15mci	测量间隙	20mm
探测器	电离室	探头靠近或离开辊面动力	气动
统计误差(±2σ)	±1.2～±4g/m²		

（2）穿透式测厚仪

型号	FH-46	采样时间	480ms
测量范围	0～2500g/m²	测量间隙	55mm
测量精度	±4g/m²	扫描方式	横向来回扫描
放射源及其活度	90Sr，15mci	探头周围温度	+5～80℃
探测器	电离室	环境相对湿度	<95%
统计误差	±1.6～2.2g/m²		

3．上胶片厚度的测量与控制

在2号辊筒两边所装的两台反射式测厚仪（4、5探头）对上胶片两边进行定点测量。当上胶片厚度超差时，测厚仪测出的偏差信号经微处理机处理后发出调节指示，对1号和2号辊筒的辊距进行调节，实现上胶片厚度偏差的自控。胶片要求厚度可用键盘设定。

4．下胶片厚度测量与控制

在3号辊筒下方装有三台反射式测厚仪(1、2、3探头)，分别对下胶片两边及中间部位进行检测。当压延过程中下胶片两边出现厚度偏差时，偏差信号由探头反馈至微处理机，经运算处理后发出调节信号，调节3号和4号辊筒的辊距，控制下胶片厚度。

5．1号和4号辊筒轴交叉装置交叉量的控制

当下胶片横向中部厚度产生偏差时，根据中间探头(2号）测出的偏差信号，经微理机处理后发出调节指令，对4号辊筒进行交叉量的调整，以保证下胶片横向厚度的均匀性。

上胶片横向中间厚度根据穿透式测厚仪(6探头）在扫描至中间部位时测出的总厚度减去下胶片中间部位厚度，再减去帘布厚度而获得。检测过程中，这些信息经微处理机运算处理后，间接得到上胶片中部厚度偏差，依据该偏差信号的大小与极性，对1号辊筒进行轴交叉量调节。

1号和4号辊筒的最大轴交叉补偿量为0.3mm。

6．胶帘布总厚度偏差控制

利用装在“O”型机架上可作自动横向扫描的穿透式测厚仪(6探头）对胶布总厚度进行周期性检测，然后由微处理机根据厚度偏差信号发出调节指令，对2号和3号辊筒的辊距进行调整，从而可实现总厚度的自动控制。

7．由测厚仪与微处理机组成的厚度反馈自控系统的主要功能

（1）系统有以下几种运行方式：

a．厚度偏差信号参与系统自控，即闭环控制；

b．只采集厚度信息，进行数据处理并显示、打印，即开环控制；

c．手动控制，仅在系统故障时使用。

（2）系统故障状态紧急处理　厚度微处理机对厚度信息和控制状态进行巡检，可防止因错误信号或反常动作引起碰辊事故。当出现异常时，厚度微处理机从上位机自动脱机而转入系统开环控制，以保设备安全。一旦故障联锁被解除，即可自动恢复至上位机联机工作。

（3）辊距预调整功能　根据设定厚度与辊距仪反馈信号可进行辊距预调节，缩短压延操作辅助时间。

（4）自动设定功能　当压下工艺参数键，即可将预先贮存在计算机内的产品编号、配方调出使用，更换压延工艺方便迅速。

（5）周期调节　若在两个调节周期内偏差不能消除时，测厚和自控退出控制状态。

（6）屏幕显示内容　产品规格，上、下胶片厚度设定值，瞬时实测值，胶布总厚度的

设定值与实测值，偏差值，厚度断面变化曲线等。

附　录

一、垫布整理机

（一）用途

用于将使用过的织物垫布进行整理（布面清扫和干燥），以备下次使用。

（二）机器结构

垫布整理机有多种结构形式，图1-7-203所示是目前所使用的一种，它主要由垫布导开架1、导向辊2、毛刷辊11、干燥辊5、一组螺旋扩布辊3、定中心辊9和卷取装置7组成。垫布由导开架导出后通过导向辊、毛刷辊及干燥辊，并经扩布辊和定中心辊后由卷取装置卷取。垫布通过一对毛刷辊和干燥辊时，即可将垫布两面清扫干净和干燥平整，以便下次使用。

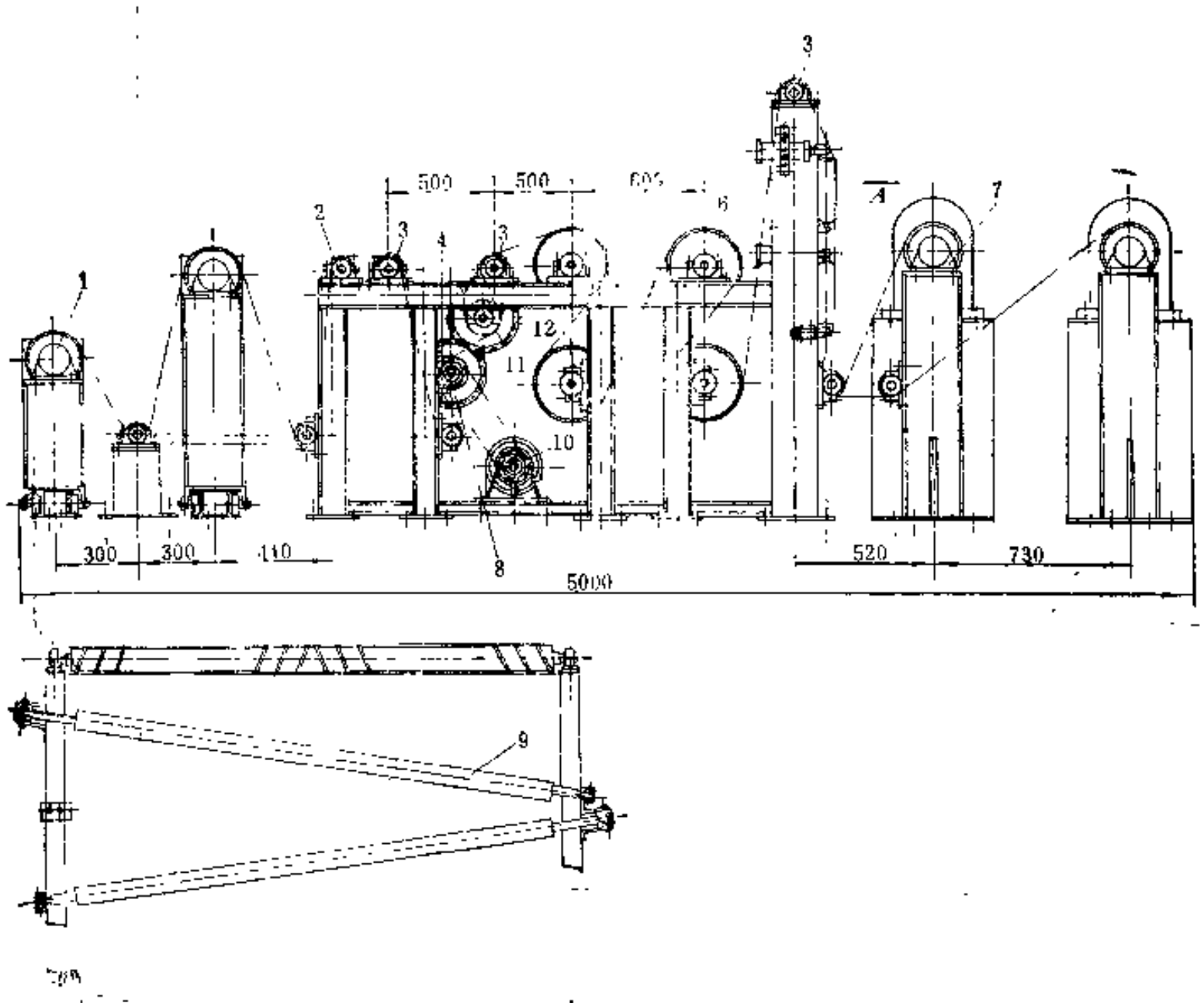


图 1-7-203　垫布整理机

1—导开架；2—导向辊；3—螺旋扩布辊；4—链轮；5—机架；6—干燥辊；7—卷取装置；8、12—齿轮；9—定中心辊；10—电机；11—毛刷辊

导开架设有轮子，可横向移动。导开架的阻尼气缸工作时通入压缩空气，使阻尼片与摩擦片接触，使帘布在清扫整理过程中保持一定张力。此外，当导开架导出的垫布跑偏时，光电控制系统即发出信号，使控制导开架位置的气缸动作，校正导出垫布的中心位置，使垫布保持在中心位置运行。毛刷辊刷下的灰尘由除尘系统排走。

（三）主要性能参数

汕头化工橡胶机械厂生产的垫布整理机的主要性能参数如下：

（1）适用轮布最大宽度	1600mm	（6）卷取装置电机：功率	1.5kW
（2）工作速度	20.6m/min	转速	220r/min
（3）干燥辊尺寸	ϕ296×1800	（7）定中心装置精度	±10mm
（4）干燥温度	180℃	（8）外形尺寸	5×3×1.61m
（5）除尘电机功率	0.6kW		

二、钢丝筒子吊装工具

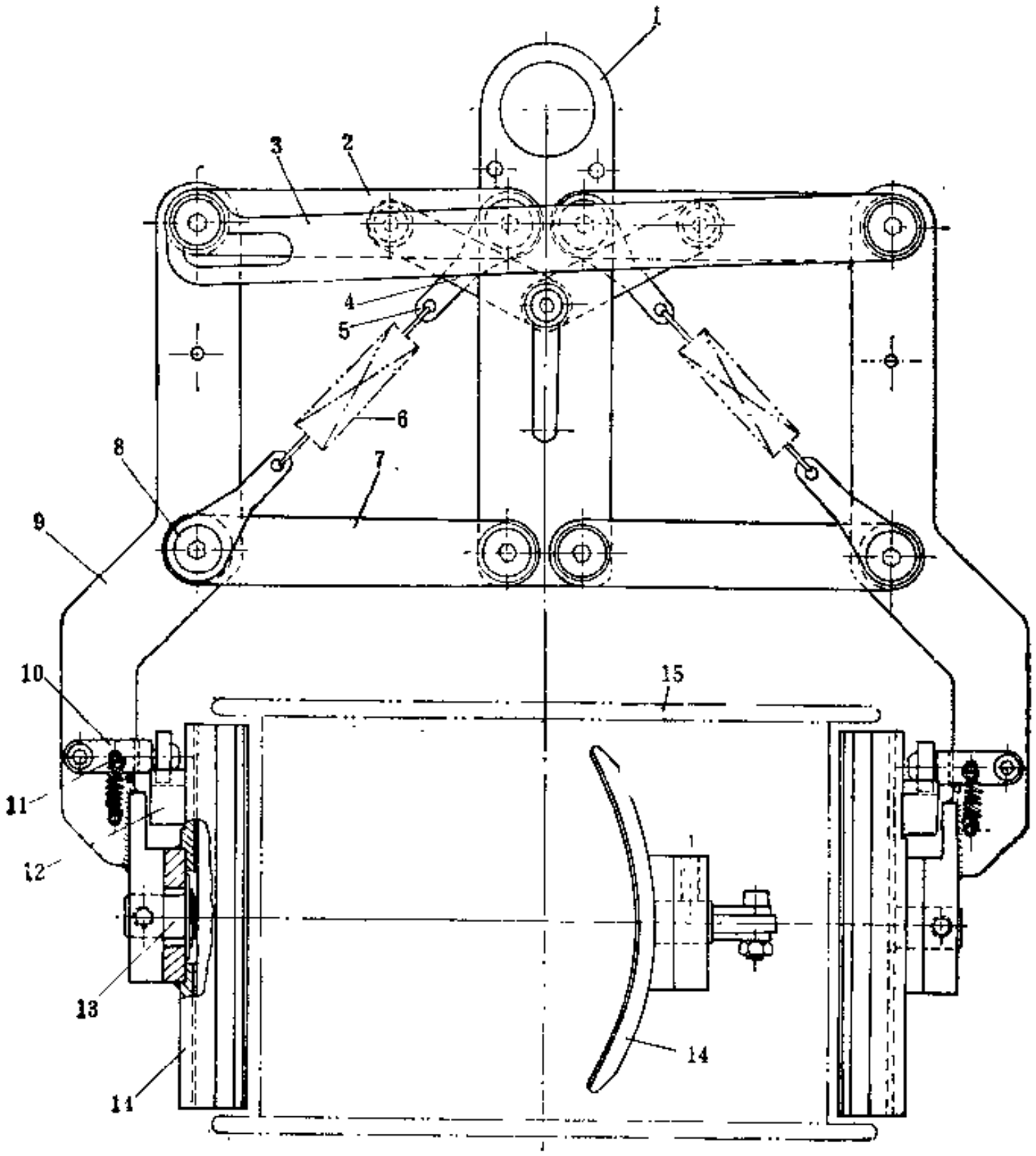


图 1-7-204 钢丝筒子吊装工具

1—吊杆；2、3、4、5、7、8—连杆；6—连接件；9—夹持杆；10—轴；11—弹簧；12—轴座；13—轴；14—夹持板；15—钢丝筒子

用于钢丝帘布压延联动线钢丝筒子架吊装更换钢丝筒子。

钢丝筒子吊装工具的结构如图1-7-204所示，它主要由吊杆1、连杆系统和弧形夹持板14组成。当吊杆1由车间单轨吊车吊起时，两边夹持板14就会抱住钢丝筒子15，放下时则松开。为防止吊装钢丝筒子时绕轴随意转动而设有由轴10、轴座和弹簧11组成的防转装置。

第八章　帘布、帆布、钢丝帘布裁布机及其附属机械

裁布机的用途是将挂胶后的纤维帘布、帆布、细布及钢丝帘布裁成一定的宽度和角度，供成型使用。以下文中未注明布料性质者全系指纤维布。裁布机的种类及用途见表1-8-1。

表 1-8-1　裁布机种类及主要应用范围

机器名称	裁布范围		应用举例
	宽度，mm	角度①，(°)	
卧式裁布机	200～1200	90～45	轮胎、胶管
立式裁布机	50～1000	90～45	轮胎、摩托车胎、力车胎、胶管
窄条布裁布机	最大500	固定不变45或按需要	力车胎、V带
综合裁布机及纵裁机	斜裁布最大宽度720，纵裁布按需要	斜裁45，纵裁0	V带、小型胶管、轮胎包布、钢丝帘布包边胶片
钢丝帘布裁布机			钢丝胎体帘布及带束层帘布

① 即裁布角，又称裁断角，按我国习惯系指帘布经线的垂直线与裁断线的夹角。美、英、法、日各国系指经线与裁断线的夹角，与我国不同。本章的“裁布角”与国内习惯不同，与国际标准统一。

目前，纤维胶布裁布机的导开、送布、定长、裁断基本上实现了半自化操作，但裁断后胶布的手工接头及卷取操作，劳动强度还相当大。钢丝帘布裁断、拼接、包边的生产线已经在生产中应用，使得生产过程基本上实现了机械化和半自动化。

第一节　卧式裁布机

一、结构简介

卧式裁布机如图1-8-1所示。主要有导开装置1、单环贮布器、送布装置3、定长装置4、裁布装置5等组成。胶布及垫布卷安放在导开装置1上。胶布导出时，垫布卷轴是主动的，导出的胶布经过单环贮布器2进入送布装置3。单环贮布器2用以协调导开装置1与送布装置3之间的速度。胶布由送布装置3往前送布，经人工或光电定长装置4定长后，送布停止，在裁布装置5启动的同时，压布器将布边压住，裁刀小车沿导轨运行，由高速旋转的圆盘刀片将胶布裁断。裁布完毕，送布装置3继续送布，裁刀小车退回原位，待胶布定长完毕，进行下一次裁布。裁断后的胶布用人工取走。

二、主要性能参数

卧式裁布机按送布装置的长短不同，有8、10、12m三种规格，其主要性能参数见表1-8-2。

三、主要零部件结构

（一）传动系统

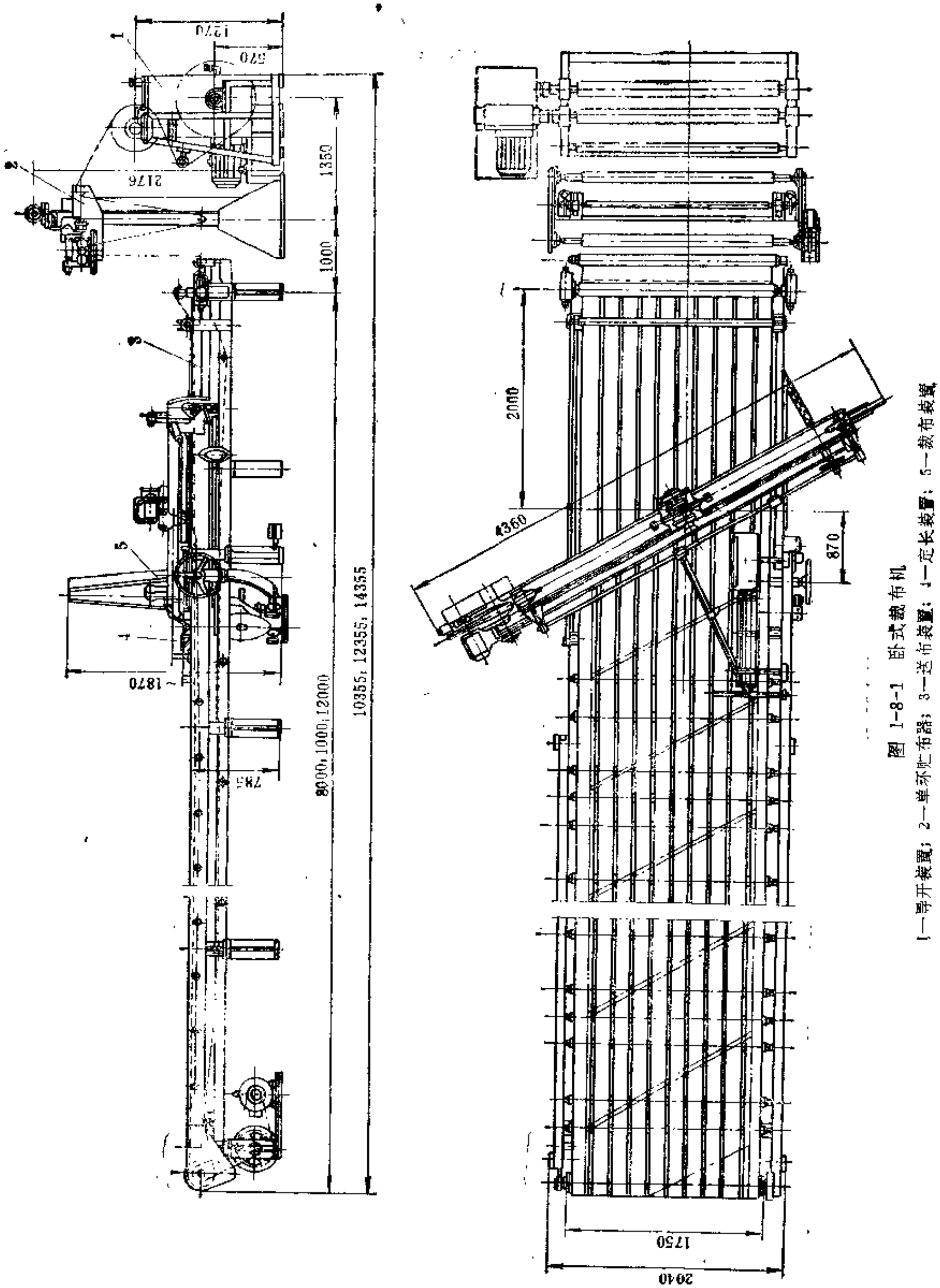


图 1-8-1 卧式裁布机

1—导开装置；2—单环贮布器；3—送布装置；4—定长装置；5—裁布装置

表 1-8-2 卧式裁布机主要性能参数

参数名称	机器规格			8m	10m	12m
每分钟裁布次数，次/min				最大20		
裁布角度，(°)				90～45		
裁布宽度，mm				200～1200		
胶布卷最大尺寸，mm	直径			950		
	宽度			1500		
导开装置转速，r/min	垫布卷	快速		203.5		
		慢速		81.4		
	倒布速度			81.4		
送布装置输送带速度，m/min				高速60,40,20,低速s		
裁刀小车行程，mm				2250		
裁刀小车最大线速，m/min				102.5		
裁刀转速，r/min				4985		
定长方式				人工或光电自动		
电机	导开装置	功率，kW		3.5		
		转速，r/min		900		
	送布装置	功率，kW		1.5（直流）		
		转速，r/min		1000		
	走刀装置	功率，kW		0.6		
		转速，r/min		1380		
	裁刀	功率，kW		0.37		
		转速，r/min		2800		
外形尺寸，mm				10335×4360×2200	12335×4360×2200	14335×4360×2200
重量，t				≈4.5		
制造厂				桂林橡胶机械厂		

图1-8-2所示为卧式裁布机传动系统，导开装置是单工位的。整个传动系统由导开、裁刀、走刀、送布四个传动装置组成。其工作情况在各部分结构中分别予以介绍。

（二）导开装置

图1-8-3是使用较为广泛的一种单工位导开装置。在放置胶布及垫布卷1和垫布卷3轴

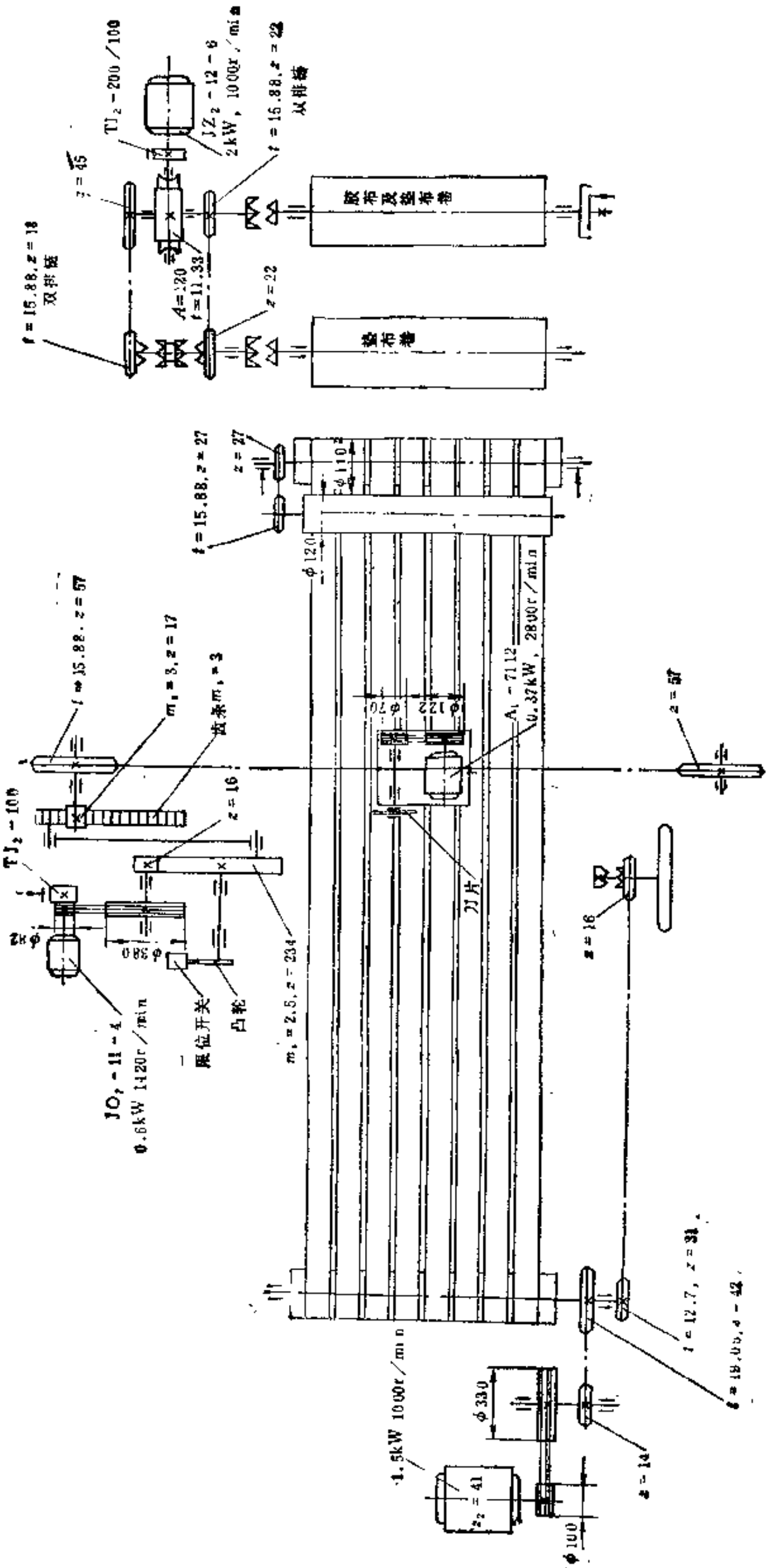


图 1-8-2　卧式裁布机传动系统

端的一侧，分别装有爪形离合器5、7，根据操作需要与传动装置（见图1-8-4）上的离合器分合。在胶布及垫布卷1轴端的另一侧，装有摩擦制动器8，防止胶布导出时松卷。分离导辊4用于防止胶布与垫布的粘着。导开传动装置通过各个爪形离合器的分合，具有两个导开速度、一个倒布速度。快速用于垫布卷头、慢速用于正常工作，在需要将胶布倒回时，采用倒布速度，这时，爪形离合器2直接与胶布垫布轴结合。

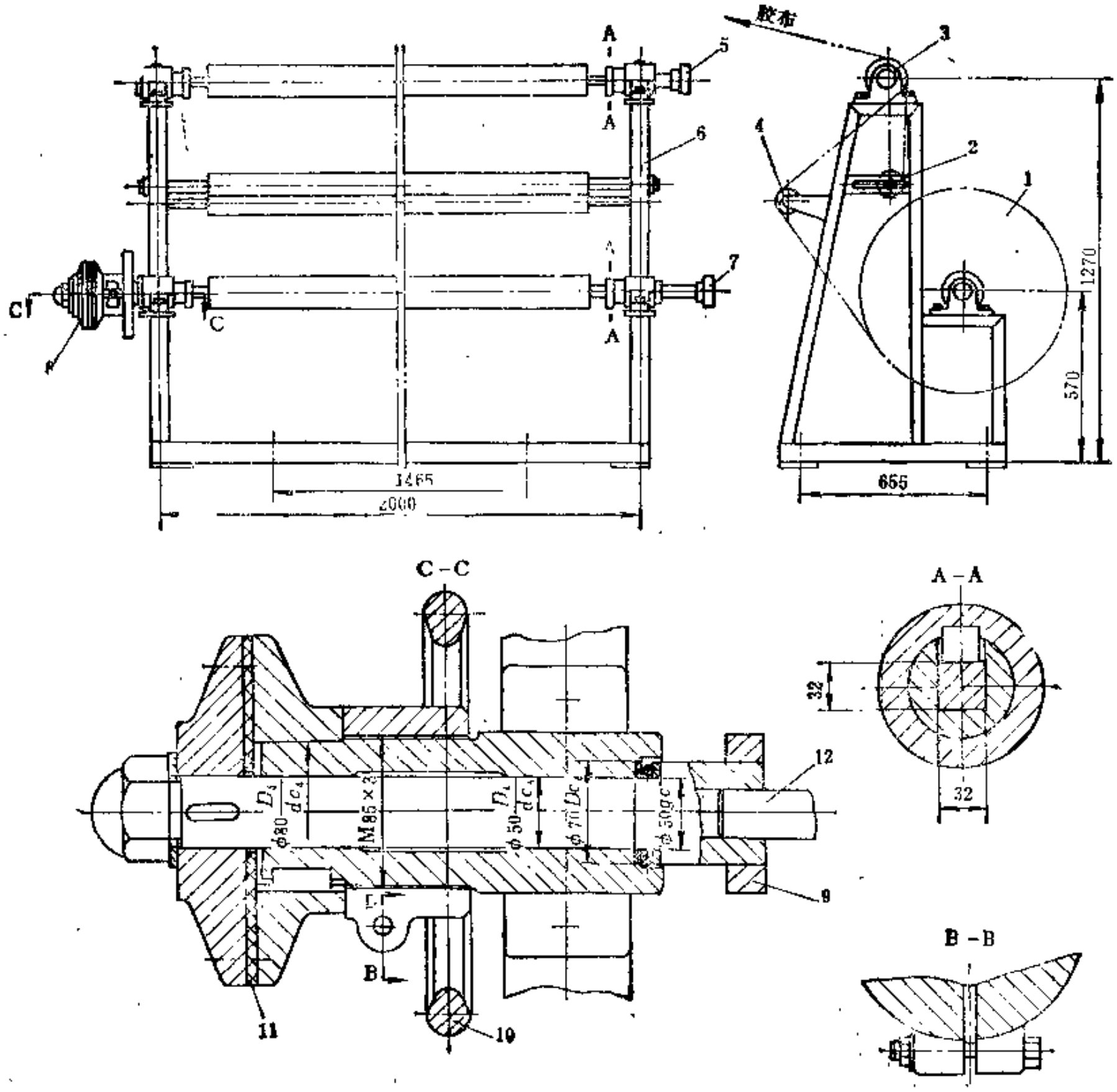


图 1-8-3　单工位导开装置

1—胶布及垫布卷；2—导辊；3—垫布卷；4—分离导辊；5、7—爪形离合器；6—机架；8—摩擦制动器；9—挡圈；10—调节手轮；11—摩擦片；12—方轴

除了单工位导开装置外，生产上还使用双工位及三工位的导开装置，它们分别具有一个或两个备料工位。多工位的导开装置具有换卷时间短、效率高的优点。

（三）单环贮布器

如图1-8-5所示。胶布经螺旋展布辊8进入，通过浮动辊16，由螺旋展布辊4导出。浮动辊16最大行程为900mm，最大贮布量为1800mm。导开装置把胶布导出后，浮动辊16下降，

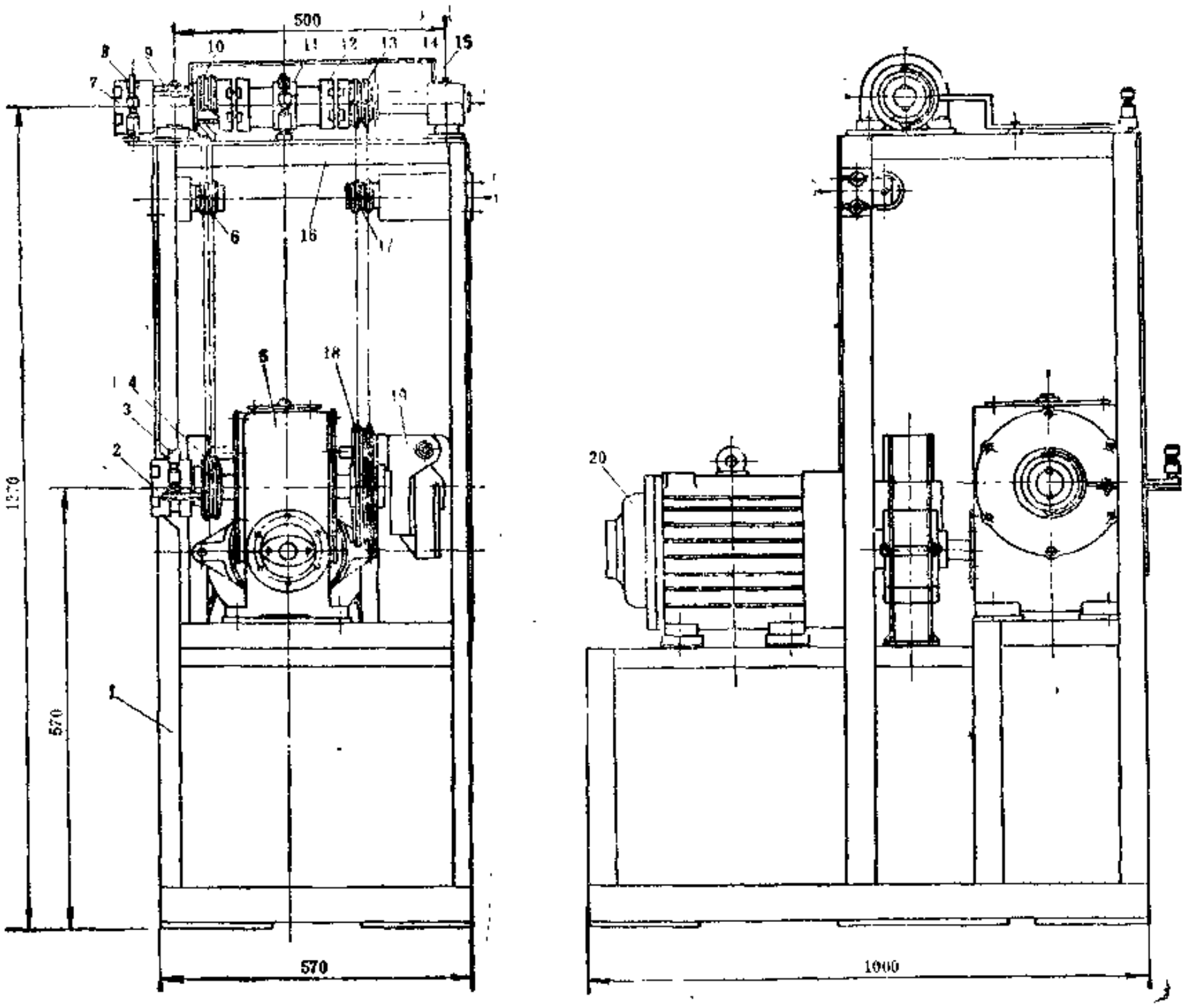


图 1-8-4　单工位导开传动装置

1—机架；2、7、12—爪形离合器；3、8、11—拨叉；4、10、13、18—链轮；5—蜗轮减速器；
6、17—张紧链轮；9—轴承；14—轴；15—安全罩；16—套筒滚子链；19—制动器；20—电机

触及限位开关15，导开装置电机停车，供布停止。送布装置开动后，浮动辊上升，直至触及限位开关14，使导开装置电机重新开动，继续导出胶布。限位开关13作保险之用。当限位开关14失效，浮动辊继续上升到限位开关13时，全机停车。浮动辊16用重锤 7 平衡，使胶布保持适当张力。制动器 3 在定长装置完成一次定长后，将螺旋展布辊 4 制动，防止在浮动辊重力作用下，胶布自动倒退。送布装置工作时，制动器 3 打开。

为消除胶布上的静电，单环贮布器上可安装静电消除器，以确保安全。

在导开装置和单环贮布器上整理垫布和胶布时，必须停机进行，以保障人身安全。

（四）送布装置及定长装置

送布装置（参见图1-8-2）包括输送带及传动装置两部分，输送带由11 条 宽140mm缝合接头的两层帆布胶带组成，厚2.5～3mm，由直流电机经传动装置减速后传动。在机器的操

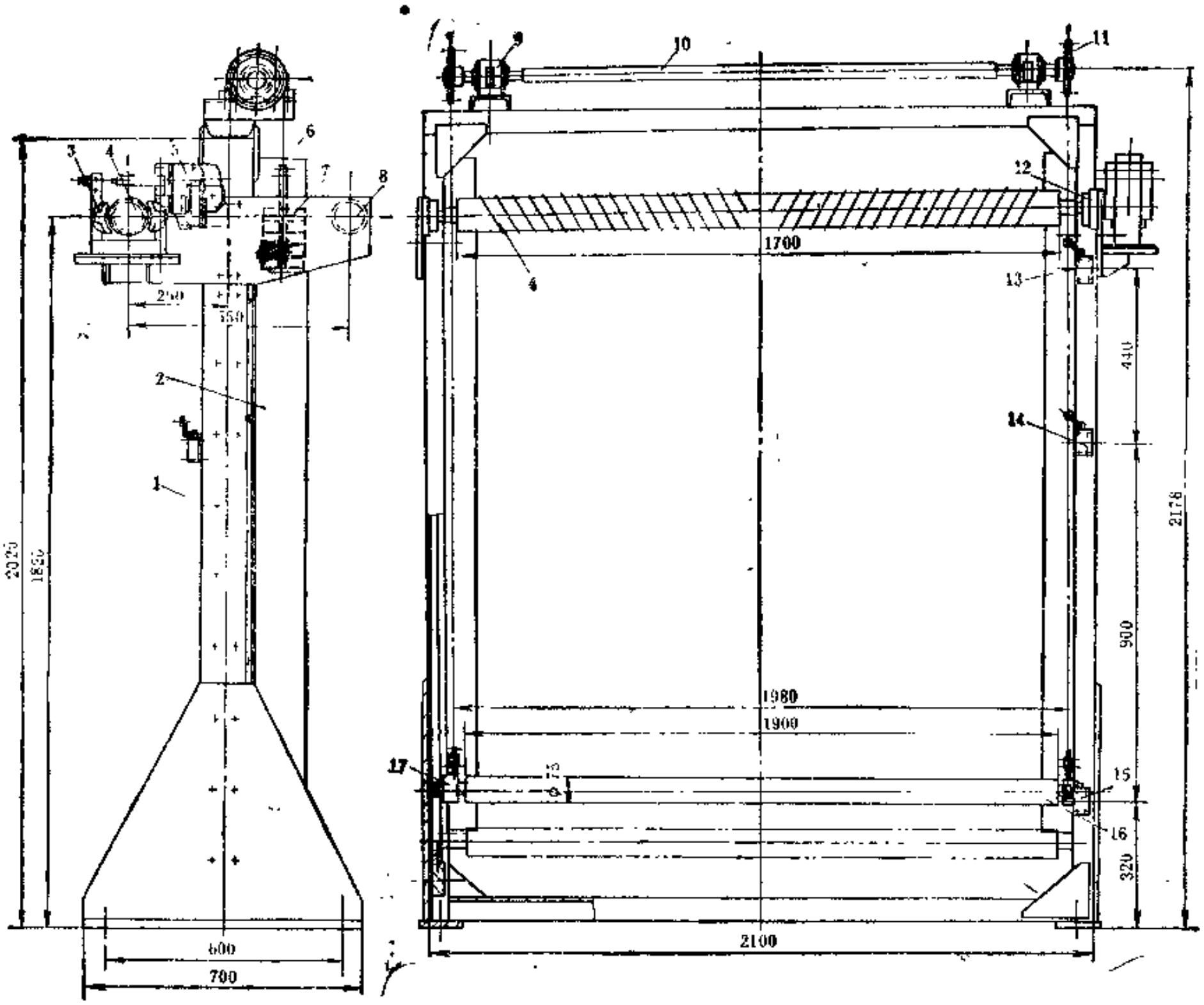


图 1-8-5 单环储布器

1—机架；2—护罩；3—块式制动器；4、8—螺旋展布辊；5—电磁铁；6—链条；7—重锤；9—轴承；10—轴；11—链轮；12—轴承；13、14、15—限位开关；16—浮动辊；17—轴承

作位置上，装有调节手轮，通过爪形离合器及链条传动输送带主动辊。当由人工定长时，可用手轮微量调节裁断宽度，在自动定长时，调节手轮的爪形离合器脱开。输送带的被动辊筒兼作皮带的拉伸辊。

为了提高送布装置的送布定长精度防止皮带打滑，有的卧式裁布机上在每条送布输送带上装有皮带张紧装置，可以避免由于输送带长短和伸长不均造成的皮带打滑现象。

定长装置可进行人工定长和光电自动定长。

在人工定长装置的支架（见图1-8-1）上装有可移动的指针（或集射光源），根据裁布宽度，把它固定在适当的位置，作为裁布宽度的标志。操作时，踏动脚踏开关，送布装置送布，当布的前缘运送到指针（或集射光源）下方附近时，松开脚踏开关，送布停止，再用手轮微调。然后，踏动另一脚踏开关，压布器压布，走刀电机及裁刀电机启动，进行裁布。

常用的光电自动定长有光电反光板定长及光电圆盘数码定长两种。

1．光电反光板定长

如图1-8-6所示。定长装置支架1上装有两个JG-D型光电管4、5（内带光电头），光电

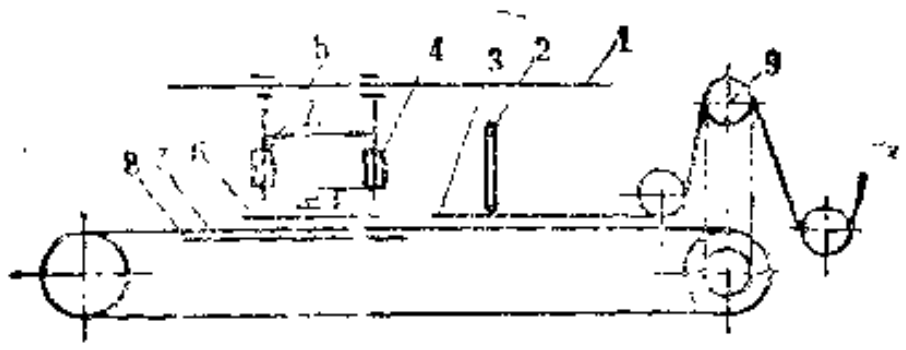


图 1-8-6　光电反光板定长装置示意图

1—支架；2—裁刀；3—待裁胶布头；4、5—光电管；6—裁好的胶布块；7—送布输送带；8—反光板；9—送布导辊

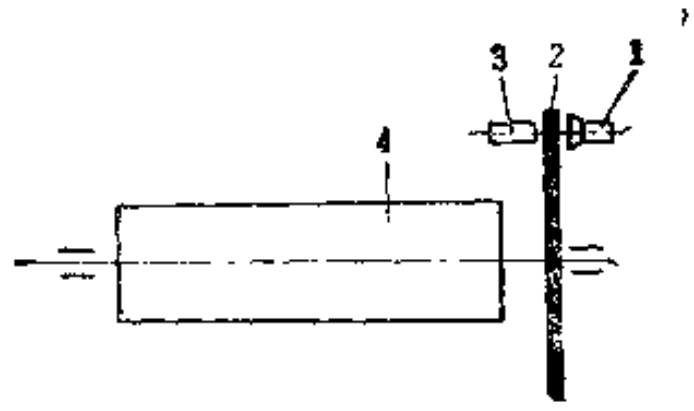


图 1-8-7　光电圆盘数码定长示意图

1—光源；2—圆盘；3—光电管；4—定长辊

管的位置可根据裁布宽度调节，并固定在支架上，在光电管下方的送布输送带下面，装有一块镀铬反光板 8，操作前，先按裁布宽度调整好两个光电管的位置，然后才能进行自动定长。其过程如下：送布输送带 7 的线速度v_1大于送布导辊 9 的线速度v_2（见图1-8-6），其速比$\frac{v_2}{v_1}=1.22$。在送布过程中，已裁好的布块 6 与待裁胶布头 3 之间产生由于速差造成的缝隙，待此缝隙通过光电管 4 被待裁胶布头 3 重新挡光时，经控制回路使送布电机降压、降速运转，送布输送带 7 由高速送布变为低速爬行，直至待裁胶布头 3 挡住光电管 5，此时送布电机停车并能耗制动，输送带停止送布，定长过程完毕。接着走刀装置电机轴上的制动器松开，压布器压布，走刀电机及裁刀电机启动，裁刀小车走刀裁布，裁布完毕，裁刀小车复位，然后，送布电机又启动，重复上述过程。

两个光电管之间的距离 L 的大小影响定长的精度及生产效率。L 大时，定长较精确，但这样爬行的时间就长，生产效率降低。L 值一般比送布电机从高速切换到低速时，送布输送带因惯性所行走的距离（实际测定）大10mm为宜。

光电管的安装高度 h 应使光源聚焦点正好落在反光板上。

2. 光电圆盘数码定长

如图1-8-7所示。胶布绕过定长辊 4 后，进入送布输送带上。胶布在定长辊 4 上的包角应尽量增大（180°以上），以免胶布与辊面产生相对滑移，从而提高裁断精度。在定长辊 4 的轴上装有圆周上开有均布小孔的圆盘 2，圆盘 2 每转过一个小孔，光电管 3 曝光一次，输出一个脉冲信号，每个脉冲相应的送布量l(mm)可用下式计算：

$$l=\frac{2\pi R}{Z}$$

式中　R——胶布在定长辊上包布半径，$R=r+\frac{h}{2}$，mm；

r——定长辊半径，mm；

h——胶布厚度，mm；

Z——光电圆盘圆周上小孔数量，个。

送布量 L 与裁布宽度 W 的关系如下：

$$L=\frac{W}{\sin\alpha}$$

式中 a——裁布角，（°）。

裁布宽度为W时，所需输出的脉冲数为：

$$n = \frac{L}{l} = \frac{W}{l\sin a}$$

式中 l——每个脉冲相应的送布量，mm。

光电圆盘数码定长的控制系统可以输入两个给定的脉冲数，一个给定相当于裁布宽度W的脉冲数，另一个给定送布装置输送带由快速切换成慢速的脉冲数。工作时，光电管发出脉冲数达到一定值时，输送带由快速切换成慢速送布，以提高裁布精度，待达到给定宽度脉冲数时，定长完毕进行裁布。以后又重复这一过程。

减小$\frac{R}{Z}$值，可以提高定长精度。

（五）裁断装置

裁断装置如图1-8-8所示，主要由裁刀小车4、裁刀架8、裁刀传动装置7、角度调整装置2及压布器3等组成。

裁刀小车详细结构见图1-8-9，由裁刀传动装置拖动沿裁刀架导轨作往复运动。机壳9的两侧装有缓冲螺栓，在裁刀小车行走到导轨两端时，与弹簧缓冲器接触，减轻换向时的冲击。为了减轻小车重量及运动时的惯性，机壳9用铝合金制成。提布匙4装在裁布刀6的下面，中间有安放裁布刀的缺口。裁布时，提布匙将胶布抄起，高速旋转的裁布刀将胶布裁断。提布匙在输送带上面的钢带上滑动（参见图1-8-8的件号6），钢带与裁布刀的相对高度可以调节，当裁布刀直径磨小后，钢带需要提升，以保持提布匙适当的工作状态。圆盘裁布刀6系用T10A工具钢制成，经热处理，硬度HRC57～60。图1-8-10是一种裁布刀的结构和尺寸。

裁刀传动装置是驱动裁刀小车的动力，电机经V带及曲柄齿轮传动齿条，使与小齿轮同轴的链轮随齿条的往复运动作正反向回转，链条带动裁刀小车在裁刀架的导轨上作往复运动，进行裁布及退刀。曲柄齿轮轴上的三个凸块与机架上的三个限位开关分别控制裁刀传动装置电机、送布装置电机、压布器以及裁布数量显示装置。裁刀传动装置的传动系统参见图1-8-2。

裁刀传动装置及裁刀小车都装在裁刀架上，可以随裁刀架绕转轴5（见图1-8-8）调整。当转动手轮2时，通过螺杆可调节裁刀架角度，从而改变裁布角度。

图1-8-8所示由曲柄连杆机构驱动的裁断装置，在裁刀小车作换向运动时，由于裁刀小车的惯量大，换向时的冲击和振动很大，甚致出现裁刀小车槽轮跳离导轨的倾向，因此，某些新型的卧式裁布机其裁断装置改用缆绳式气缸驱动裁刀小车作往复运动。在裁刀小车的行程两端装有无触点开关，操纵电磁阀，使气缸活塞换向运动。并在小车行程的末端装有油缓冲器，以减轻裁刀小车的冲击振动。另外，裁刀的驱动电机5（见图1-8-11）安装在裁刀小车的槽轮8下面，从而降低了裁刀小车的重心，使得运动时更加平稳。裁布刀2与提布匙1装在一个微型气缸3带动的摇臂上，当裁刀小车作返回运动时，气缸3将摇臂提起，从而减少了提布匙1与摊布钢带之间的磨损。

如果裁刀小车采用直线电机传动，则其传动系统必将更加简化，并使传动更为稳定。

图1-8-12是压布器的一种，它的结构比较简单，用固定环3及螺钉安装在裁刀架前面宽

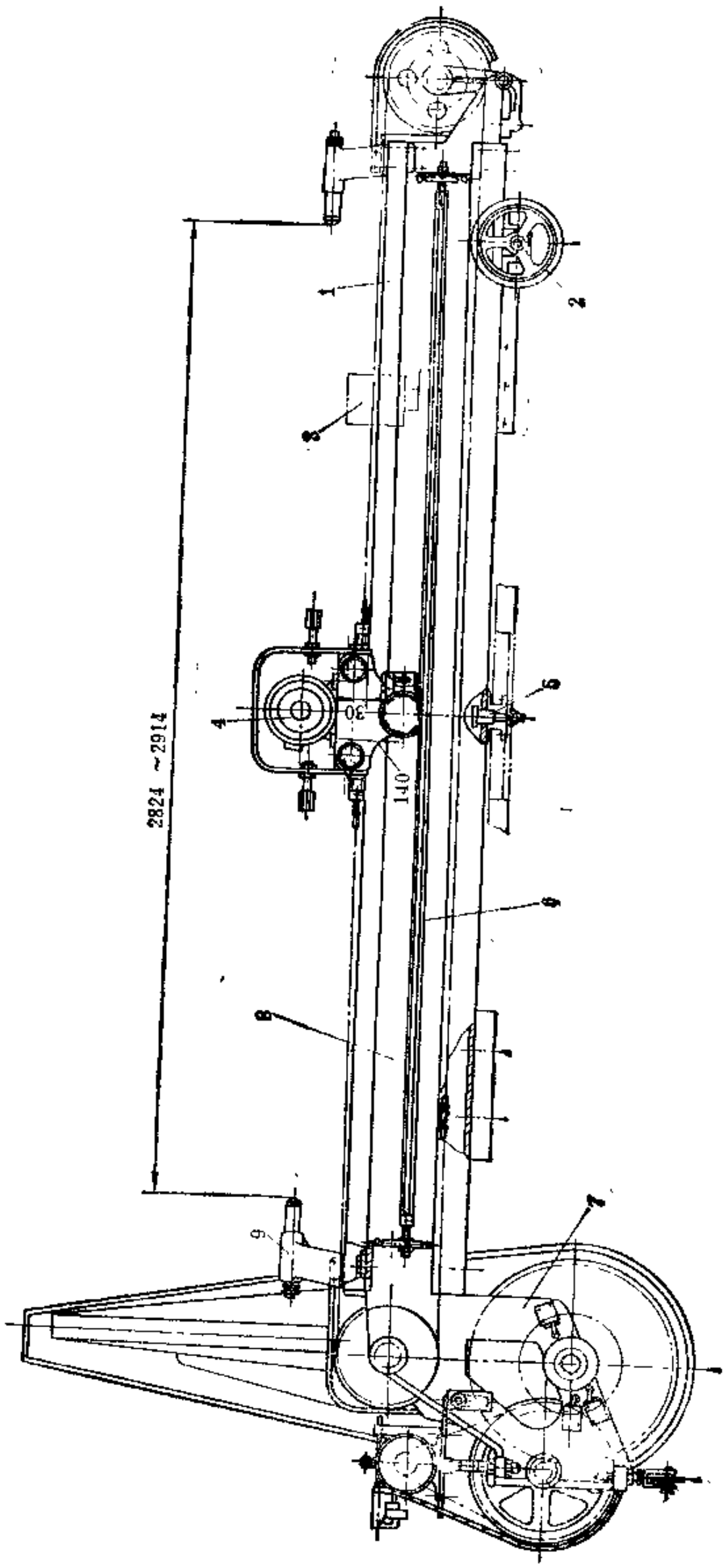


图 1-8-8　裁断装置

1—导轨；2—角度调整装置；3—压布器；4—裁刀小车；5—转轴；6—细带；7—裁刀传动装置；8—裁刀架；9—缓冲器

度指针（灯）固定杆上，其安装高度以在电磁铁 4 得电时压布爪 1 能压住帘布为宜。弹簧 5 可以保证当压布爪 1 压住帘布时电磁铁的衔铁能完全被吸住，避免电磁铁电流过大而烧坏，起到既压紧帘布又能使电磁铁长期正常工作的作用。工作时，电磁铁得电，衔铁牵引杠杆 2 使压布爪 1 压紧布边，断电后在衔铁重力作用下，压布爪离开布边。为提高压布爪对帘布的摩擦力，压布爪可制成齿形。压布器也可采用微形气缸作为驱动装置。而最简单的压布器莫过于用压缩空气喷射了，经过过滤的无油干净压缩空气，从胶布边缘上部用管子喷出，从而使胶布压紧在输送带上。为节省压缩空气，只在裁布时喷出压缩空气，效果良好。

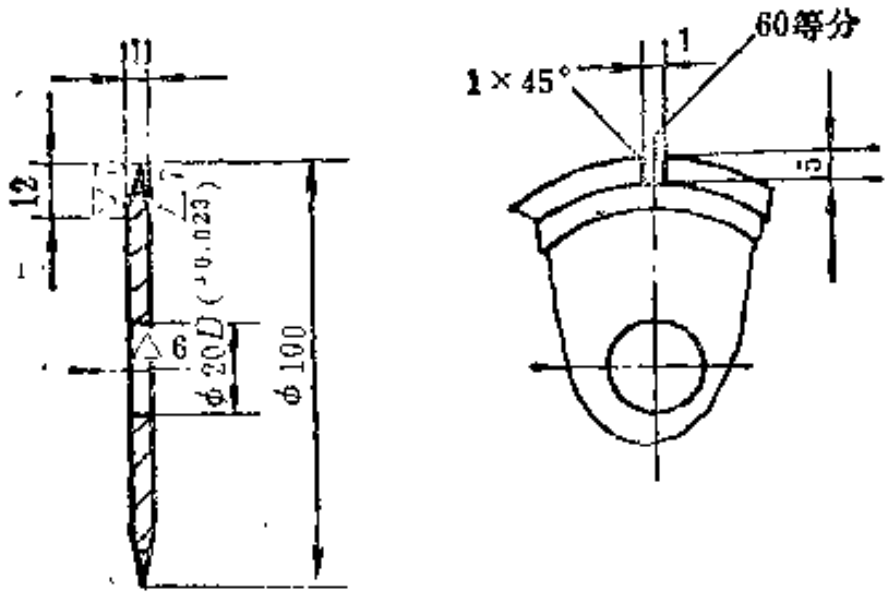


图 1-8-10　裁布刀

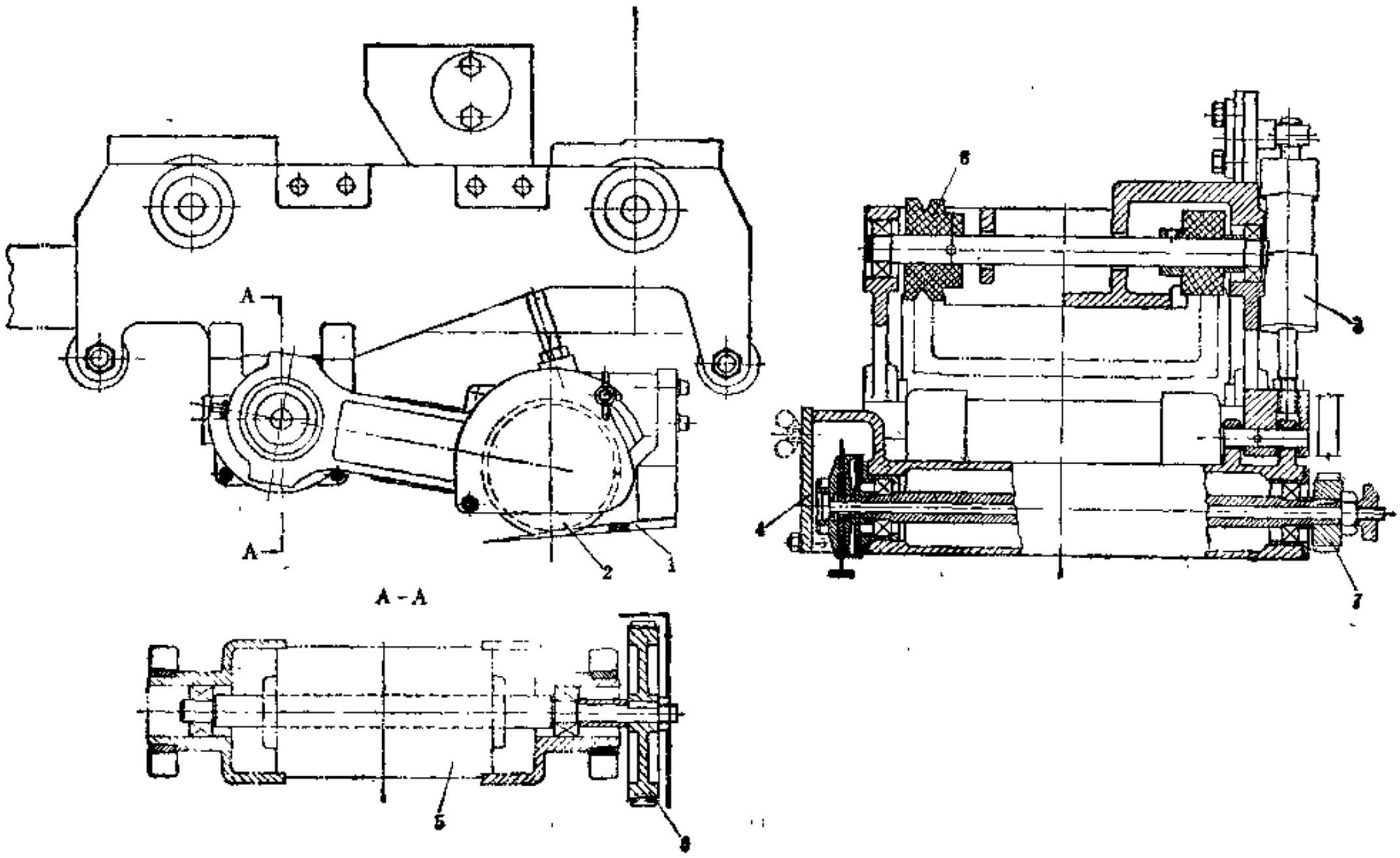


图 1-8-11　新型结构裁刀小车

1—提布匙；2—裁布刀；3—裁布刀提升气缸；4—安全盖；5—电机；6—大皮带轮；7—小皮带轮；8—槽轮

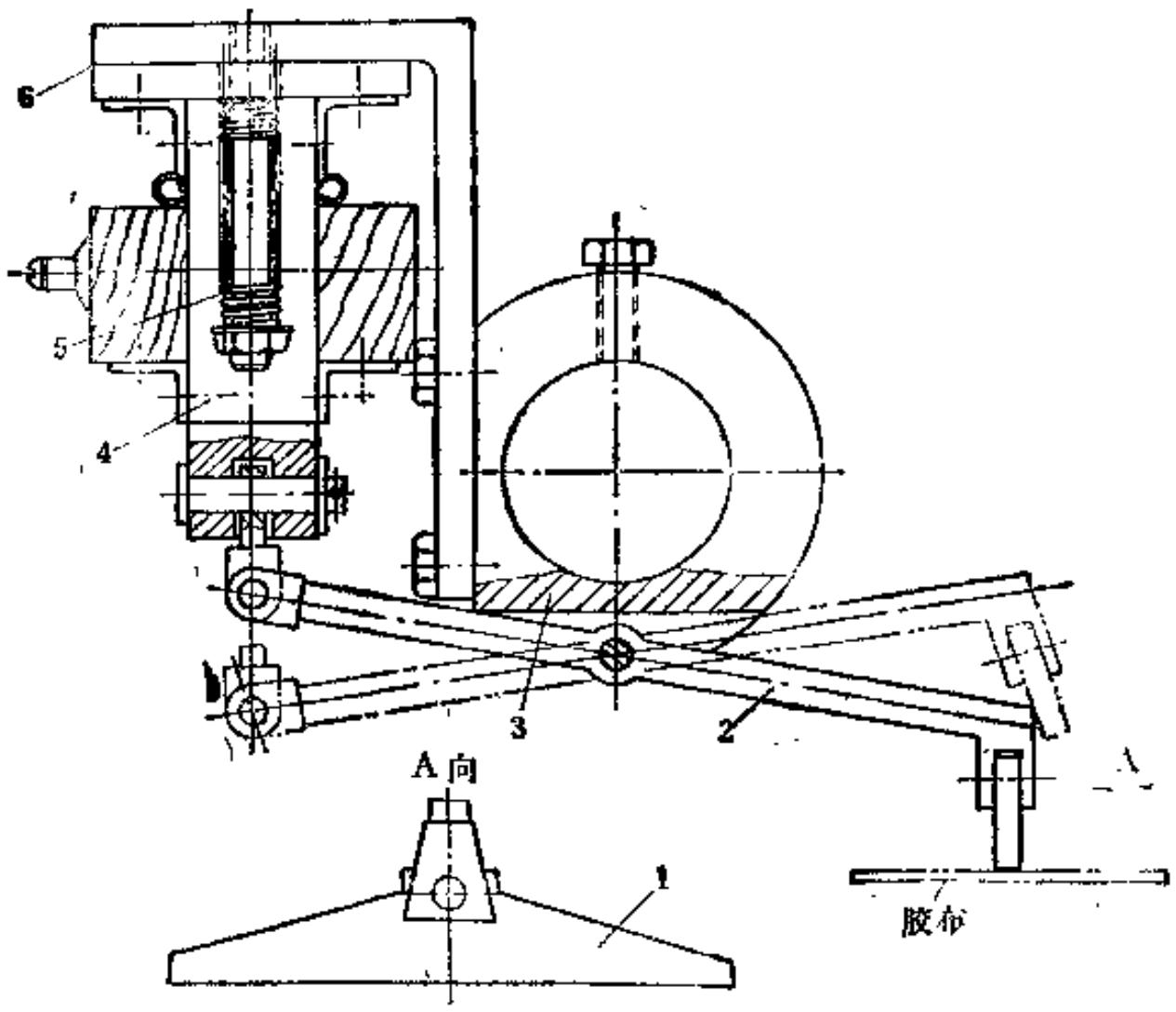


图 1-8-12　压布器

1—压布爪；2—杠杆；3—固定环；4—30N电磁铁；5—弹簧；6—底板

第二节　高工作台卧式裁布机

一、结构简介

高工作台卧式裁布机的基本结构与一般的低台卧式裁布机相同，主要不同点是把裁布机的工作台高度提高1000mm左右，达到1830mm，工作台的尾端作成60°的斜角（与斜交胎的裁布角接近）。工作台的尾端与接头工作台之间用一块圆弧形滑板连接。图1-8-13所示的高工作台裁布机由导开装置1、操作平台2、裁布机3、接头工作台5及卷取装置7等组成。

导开装置1上可以放置两卷待裁的挂胶布及垫布卷，导开架可以绕圆形导轨转动，两套导开装置交替工作。传动装置与导开装置之间用离合器连接。

操作平台2可在其上对挂胶布的首、尾进行粘接。单环贮布器与操作平台的支架构成一体，利用跳动辊筒的上、下浮动，触动机架上的限位开关，使导开装置的电机开停。

裁布机3的结构与低台的卧式裁布机结构基本相同，裁刀为φ100的圆盘刀，转速7000r/min。裁刀小车的往复运动由缆绳气缸驱动，工作行程时，裁刀由微型气缸放下，进行裁布，返回行程时，裁刀由微型气缸提起。高工作台卧式裁布机的送布长度由光电编码器控制，根据帘布的裁断宽度与裁断角换算成光电编码器控制的脉冲数，进行给定。因此，变换裁断宽度时，比较方便，但其控制精度不如光电管直接对裁断的帘布进行检测定长来得准确。裁刀的裁断角度，可按需要进行调节，其调节范围为90～45°。

滑板4是一块经过抛光的铝板或不锈钢板，裁断后的挂胶帘布，沿着滑板的弧面轻轻地滑落到接头工作台5的挡板6前，使挂胶帘布滑落到接近接头的位置，不需要人工搬动裁断

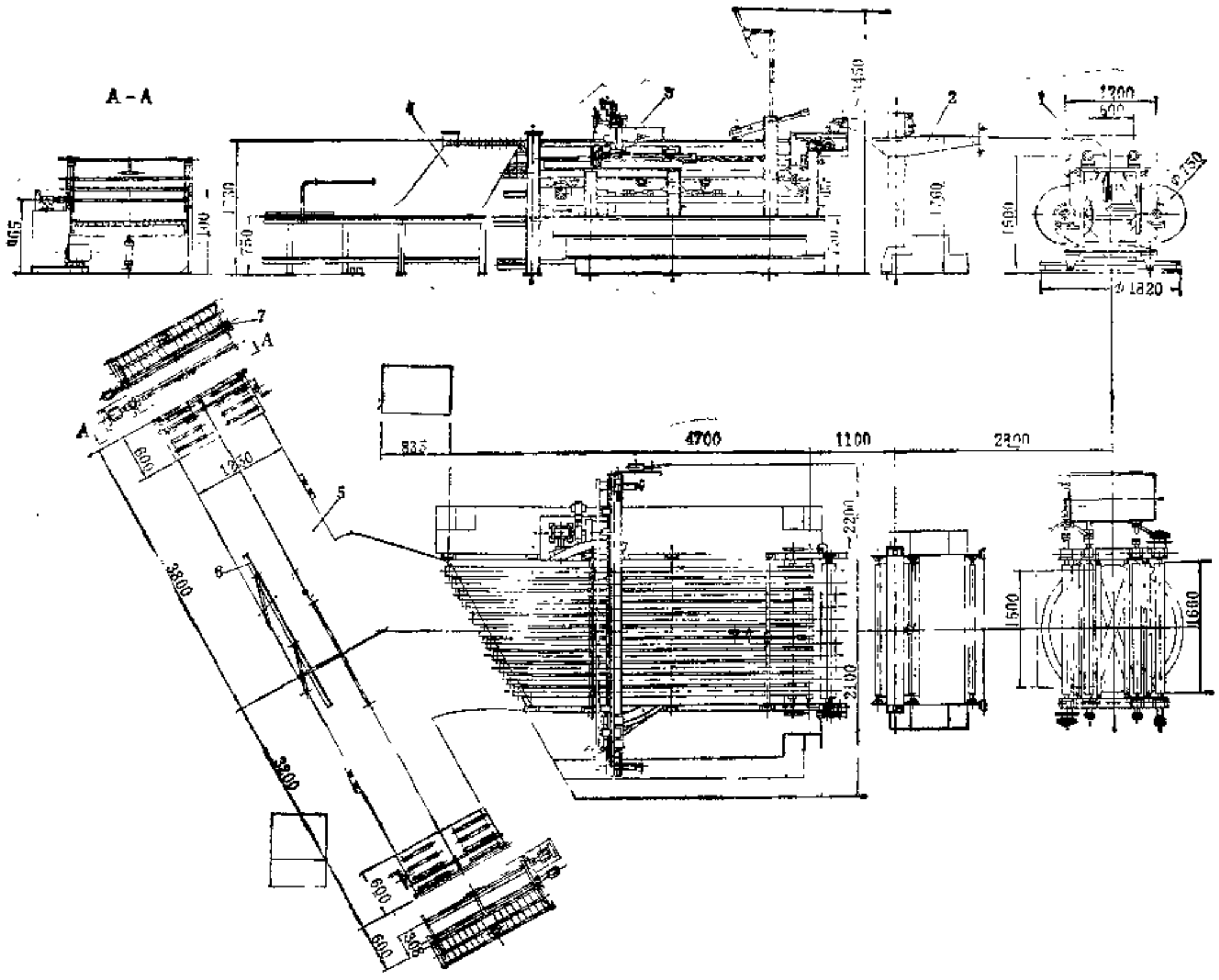


图 1-8-13　高工作台卧式裁布机

1—导开装置；2—操作平台；3—裁布机；4—滑板；5—接头工作台；6—挡板；7—卷取装置

后的挂胶帘布，因此，可以防止帘布撤动所引起的变形，并能减轻接头工作的劳动强度。

在接头工作台的前、后两端，分别装有一套卷取装置，裁断后的帘布，依次分别由两台卷取装置卷取，从而减少了等待卷取的时间，提高了机器的效率。

对于某些粘性大的挂胶帘布，帘布常常滞留在滑板4上不易滑落，为此，需要在滑板上粘贴一层涂有聚四氟乙烯的玻璃纤维布，防止帘布在滑板上的滞留。也可以采用气垫的方法，来解决防粘问题，在滑板4上钻有许多φ1.5的小孔，滑板4的背面装有夹套，空气通过夹套从小孔中吹出，当帘布从滑板上滑落时，便在帘布与滑板之间形成气垫。

高工作台的卧式裁布机比较适用于斜交结构乘用车及载重车轮胎帘布的裁断，对于裁断的帘布太宽的工程轮胎帘布，受到滑板的高度所限，不能充分发挥其优越性，此外，对于纤维子午胎的帘布，在其滑落到接头工作台上后，接头方向与卷取方向不一致，因此，也不甚适宜。

二、主要性能参数

高工作台卧式裁布机的主要性能参数：

（1）挂胶帘布的最大宽度	1500mm	（10）送布输送带电机功率	2.2kW（直流）
（2）帘布及垫布卷最大直径	750mm	（11）裁刀转速	7000r/min
（3）裁断宽度	300～1150mm	（12）裁刀电机功率	0.4kW
（4）裁断角度	90～45°	（13）裁刀小车缆绳气缸	φ50×S3344mm
（5）裁断精度	±1mm，角度±0.5°	（14）卷取装置电机功率	0.6/0.75/1.0kW
（6）裁断次数	最大20次/min	（15）压缩空气压力	0.6～0.8MPa
（7）送布输送带速度	6～60m/min	（16）外形尺寸	14100×8500×3450mm
（8）导开装置电机功率	3.7kW	（17）制造厂	桂林橡胶机械厂
（9）换工位电机功率	1.1kW		

第三节　立式裁布机

一、结构简介

立式裁布机如图1-8-14所示，主要由导开装置1、单环贮布器2、送布定长装置3、裁布装置4及传动装置5、6等组成。其送布定长装置及裁布装置的结构与卧式裁布机不同，系用转轮机构传动供布辊送布定长，并用刀片裁布，刀架的质量小，能作快速的往复运动，因此，立式裁布机每分钟可以达到的裁布次数要比卧式裁布机高，比较适合于裁宽度较窄的胶布。

二、主要性能参数

立式裁布机的主要性能参数：

（1）胶布卷尺寸：直径	900mm	（6）导开装置电机：功率	5kW
宽度	1500mm	转速	938r/min
（2）单环贮布器最大贮布量	2880mm	（7）裁布装置电机：功率	4kW
（3）一次最大送布长度	1000mm	转速	960r/min
（4）裁布角度	90～45°	（8）压缩空气压力	0.4～0.6MPa
（5）每分钟裁布次数	21、29、38次/min	（9）外形尺寸	2910×3070×3325mm
		制造厂	沈阳橡胶机械厂

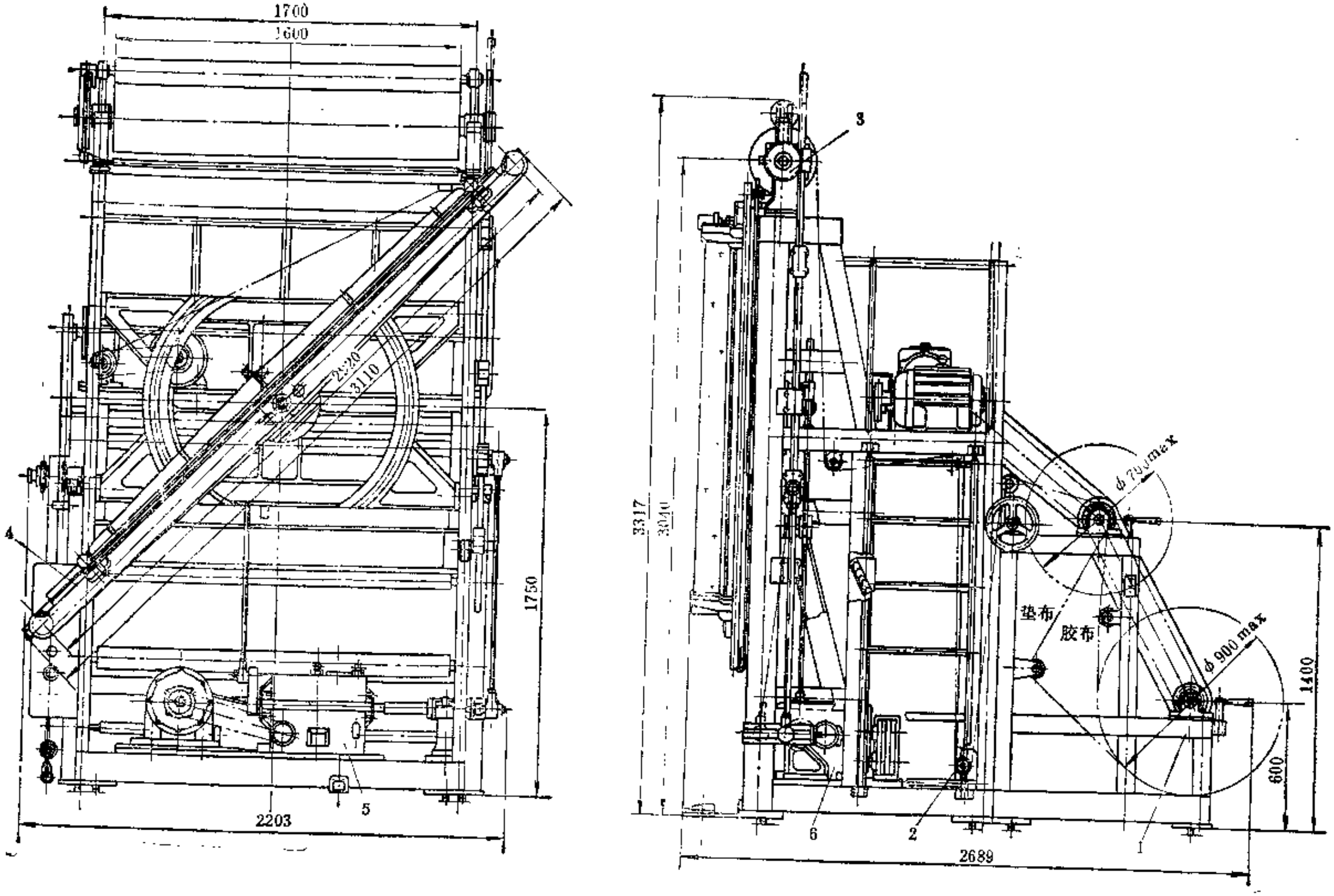


图 1-8-14　立式裁布机

1—导开装置；2—单环贮布器；3—送布定长装置；4—裁布装置；5、6—传动装置

三、主要零部件结构

（一）导开装置与单环贮布器

其基本结构与卧式裁布机类同，现只将不同之点作简要介绍。

导开装置的垫布卷及胶布垫布卷轴的一端，分别装有爪形离合器，由传动装置经链条传动，见图1-8-15。正常工作时，胶布及垫布卷轴上的爪形离合器脱开，由垫布卷轴主动卷布导开。需要倒布时，垫布卷轴上的离合器脱开，胶布及垫布卷轴上的离合器合上，由传动装置将胶布倒卷。两个爪形离合器的拨叉上都装有插销及微动开关，确保离合器处于正常工作位置，不然，导开装置的电机不能启动运转。在胶布进入单环贮布器前，绕过调布辊，它可以由手轮调节移动上、下位置，使胶布经过垫布卷上的包角可按需要调整，保持胶布与垫布线速度一致。当垫布卷过松时，可升高调布辊，减小胶布在垫布卷上的包角，使垫布卷的卷取线速度大于胶布导开线速度，从而使垫布卷紧。然后，再降下调布辊，使其垫布及胶布速度保持一致。调布辊系固定在齿条上，手轮轴一端的小齿轮与齿条啮合，转动手轮，调布辊随齿条上下运动，由棘爪制动定位，松开棘爪即可下降导辊。

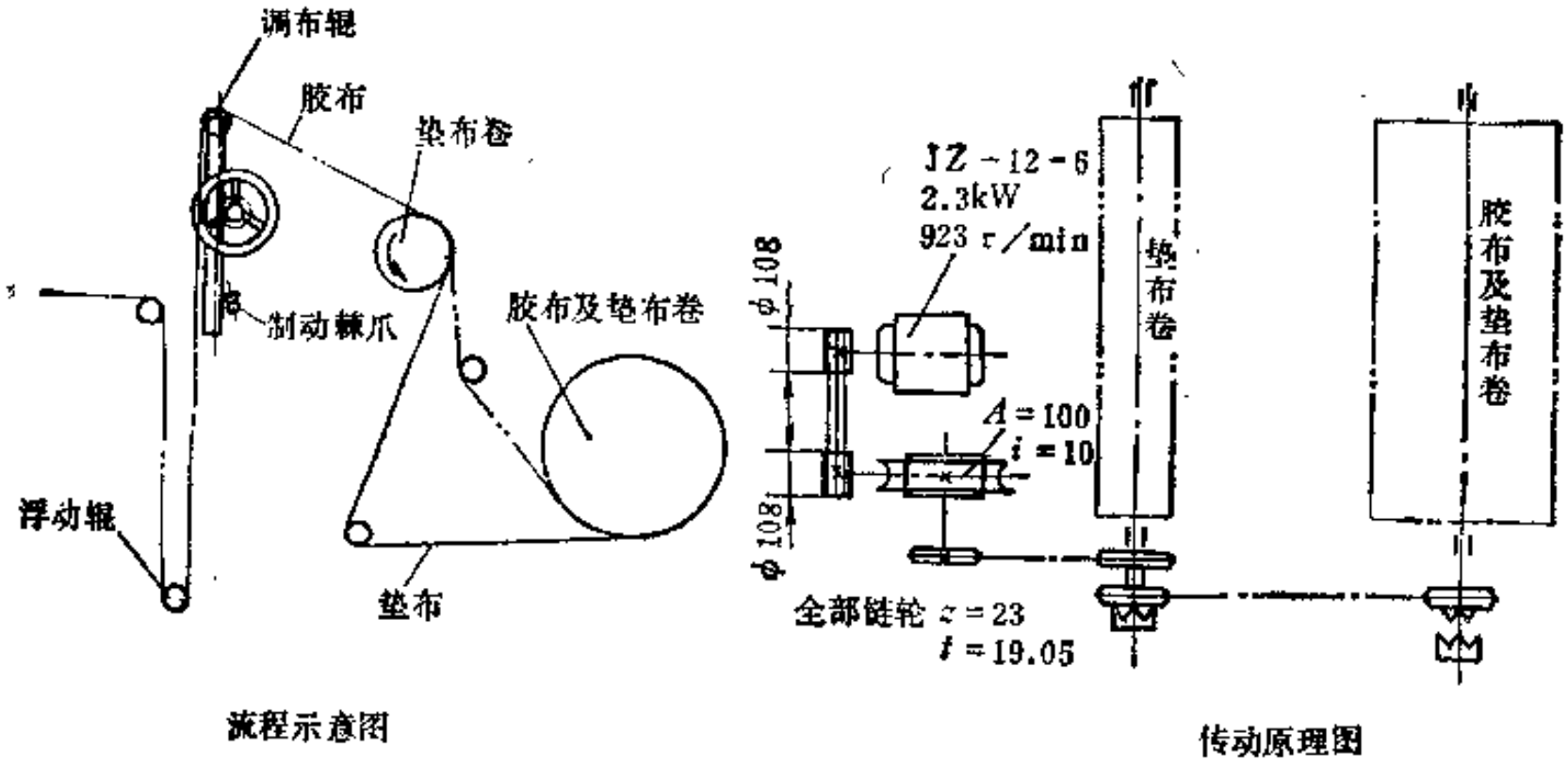


图 1-8-15　导开装置传动原理图及流程示意图

这种导开装置的胶布及垫布卷轴没有摩擦制动器，导开时可能产生松卷现象。

单环贮布器协调导开装置与裁布装置之间的速度，保持胶布适当的张力。在浮动辊轴的两端装有链轮，分别与固定在机架上的链条啮合，以保持浮动辊平行移动。浮动辊导轨上下位置上装有限位开关，控制导开装置电机的运转。

图1-8-15所示为导开装置传动原理及流程示意图。

（二）送布定长及裁布装置传动系统

图1-8-16所示系送布定长及裁布装置传动系统图。在变速箱出轴的两端分别装有送布定长曲柄及裁布曲柄，送布定长曲柄半径可由螺杆调节，以改变裁断的送布宽度。连杆的一端与送布定长曲柄销铰接，另一端与齿条铰接，齿条与供布辊棘轮爪轴上的小齿轮啮合，当曲柄回转齿条往上运动时，齿条带动小齿轮回转，棘爪推动供布辊内的棘轮，使供布辊回转供布。当齿条往下运动时，棘爪打滑，供布辊不动。为防止棘爪打滑时供布辊转动，在供布辊

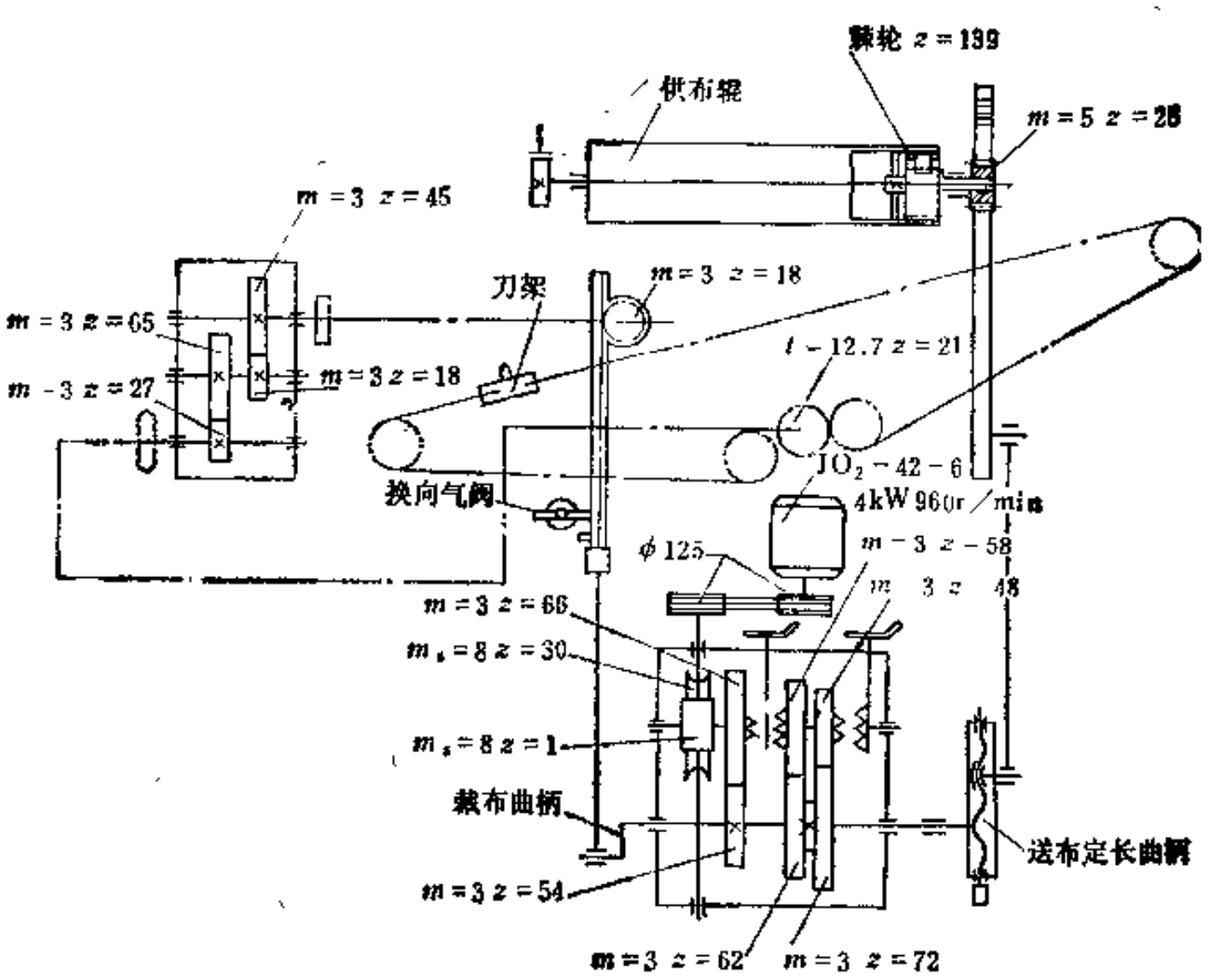


图 1-8-16 送布定长及裁布装置传动系统图

的另一端装有摩擦制动器。

裁布曲柄通过连杆使齿条作往复运动。与齿条啮合的小齿轮经变速齿轮增速后，由链条传动刀架作往复运动，进行裁布及退刀。齿条上装有碰块，操纵压布板气缸的换向阀，当气缸推动压布板时，撬布板同时动作（参见图1-8-18）。

（三）送布定长装置

图1-8-17所示为送布定长装置的供布辊及棘轮机构。

为防止胶布与供布辊打滑，提高定长转度，在低碳钢焊制的供布辊5筒体的外表面上，制成齿形的花纹，花纹的节距4mm，深度1.5mm，齿顶角102°。或者采用木制辊筒体，外缠刺毛铁皮。供布辊筒加工后要求作静平衡试验并配重，以保证送布均匀。棘轮机构3由棘轮7、棘爪10、销轴8及圆盘9等组成。棘轮7有139齿，固定在供布辊5的筒体上，为提高定长精度，两个棘轮相隔半个齿安装，圆盘12上装有销轴12个，其上装有两排棘爪，共24个。供布辊棘轮机构理论送布精度A(mm) 为：

$$A = \frac{\pi D}{2Tn}$$

式中 D——送布辊外径，323.4mm；

T——棘轮齿数，139齿；

n——圆盘上一排棘爪数，12个。

所以：

$$A = \frac{3.1416 \times 323.4}{2 \times 139 \times 12} = 0.305\text{mm}$$

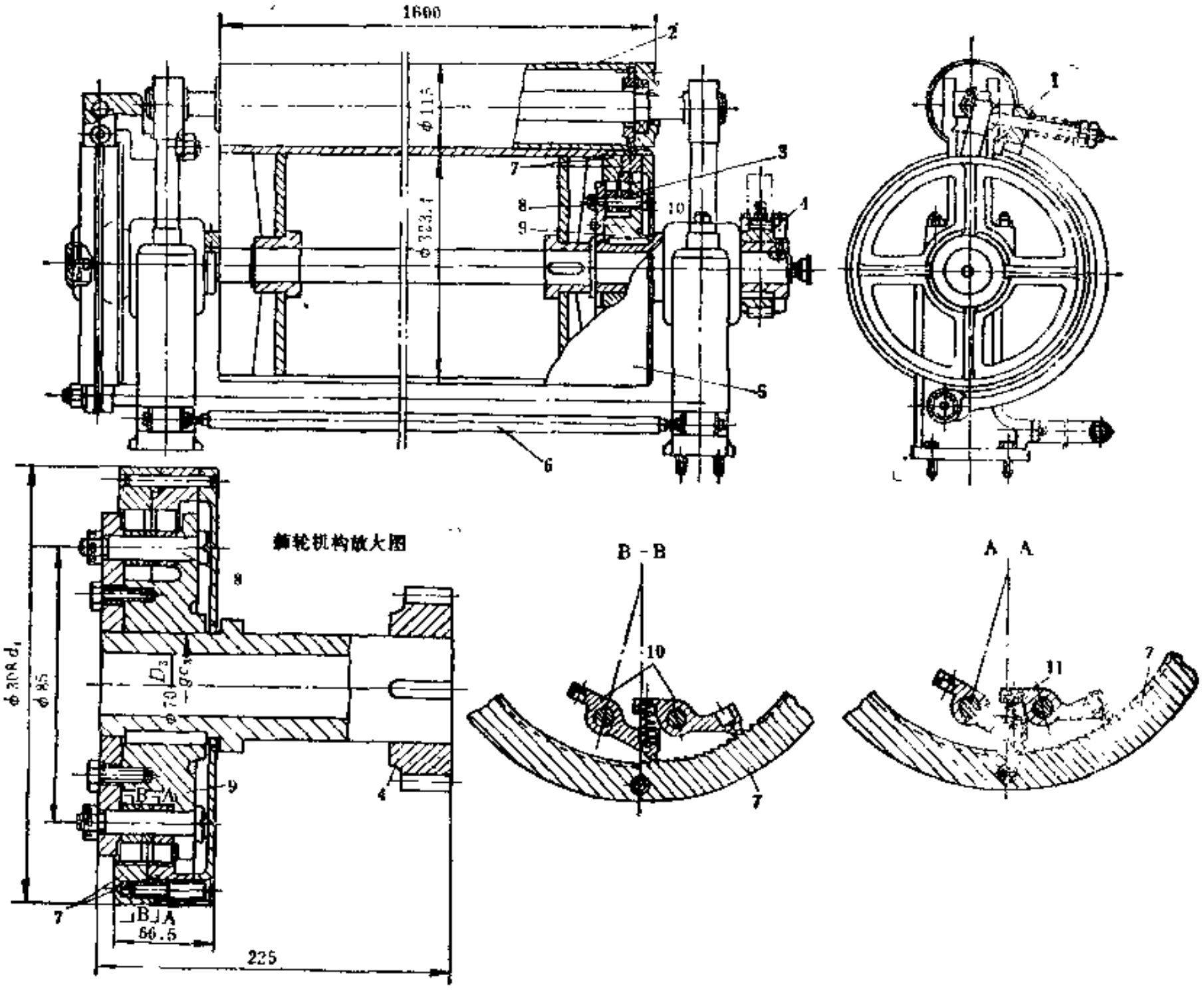


图 1-8-17　供布辊及棘轮机构

1—制动器；2—压布辊；3—棘轮机构；4—小齿轮；5—供布辊；6—导辊；7—棘轮；8—销轴；9—圆盘；10—棘爪；11—弹簧

棘轮及棘爪全部用45号钢制成，棘轮齿部及棘爪的爪尖淬火处理，前者硬度为HRC48～52，后者硬度为HRC50～54。

制动器1的制动力矩可通过调整螺母进行调节。

（四）裁布装置

图1-8-18所示裁布装置，主要由压布板3、撬布板4、导轨6、刀架5、上横梁2、夹布气缸1等组成。

铸铁导轨6用螺栓固定在机器的中心架上，可以根据裁布角度在90～45°范围内任意调节。导轨6的燕尾槽内装有刀架5，在传动系统的链条牵引下，刀架在燕尾槽内作往复运动，进行裁布或退刀。导轨6的两端，分别装有一只直径50mm的气缸1，裁布时，气缸1的活塞杆通过连接器7推动压布板3将胶布夹住。压布板3的端部制有花纹，便于压住胶布，并在中

间开有纵向沟槽，刀片可以伸入，当刀架5移动时，将胶布裁断。为防止胶布与夹布部分粘着，装有撬布板4，它能在导轨上部的角形导板上作上下滑动，当气缸1推动压布板3夹持胶

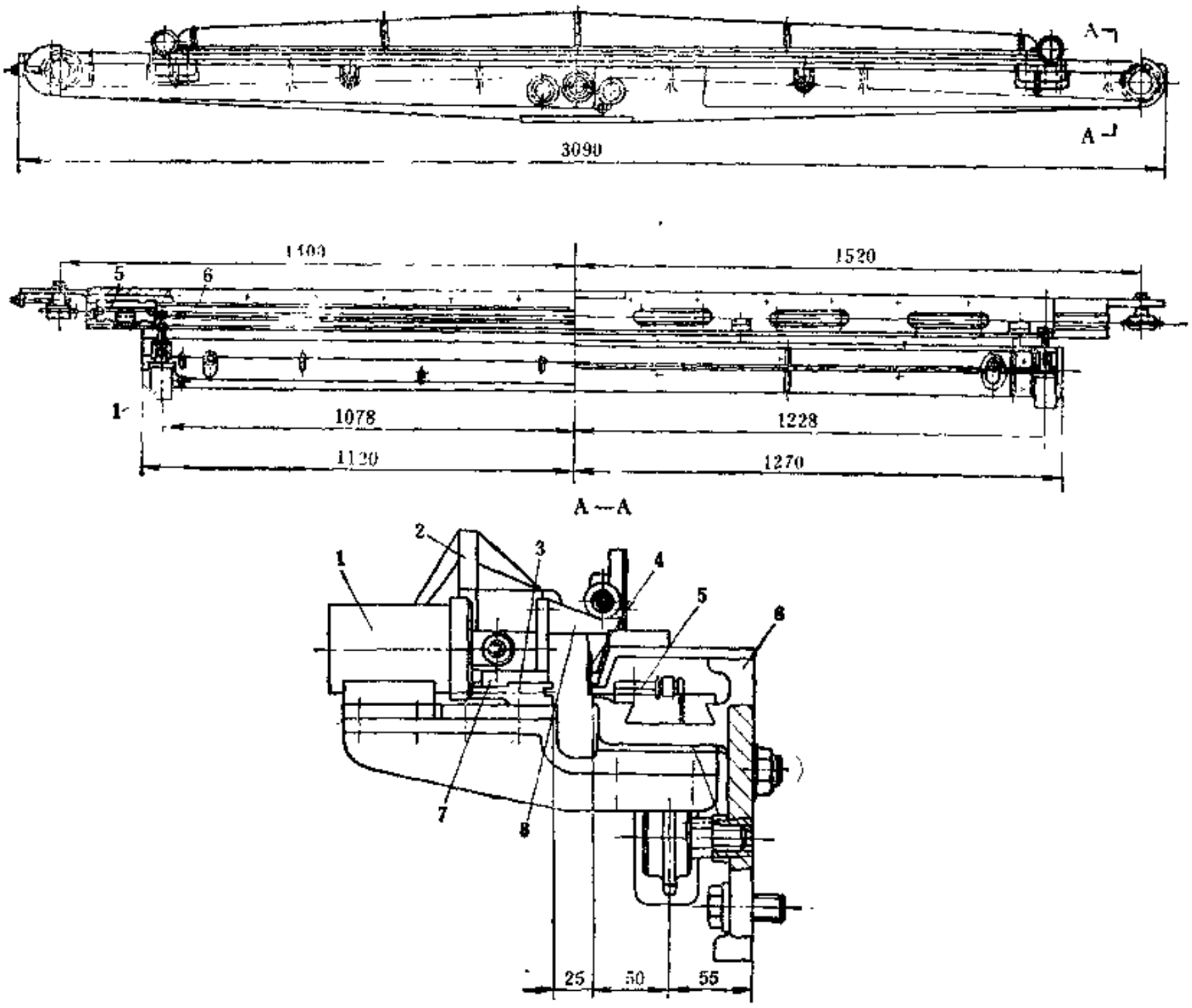


图 1-8-18 裁布装置

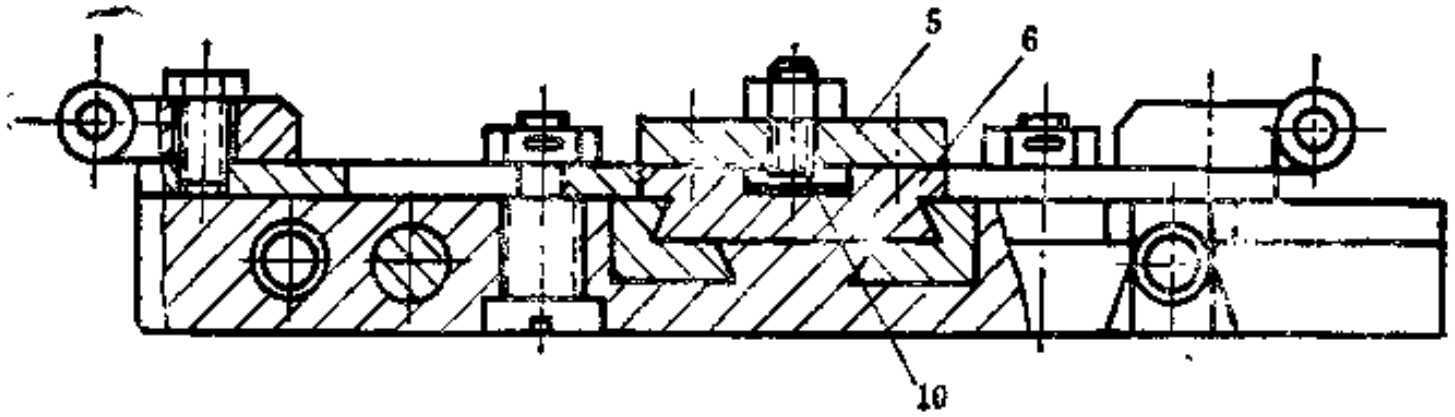
1—气缸；2—上横梁；3—压布板；4—撬布板；5—刀架；6—导轨；7—连接器；8—楔块

布时，固定在连接器7上的楔块8推动撬布板两端的辊轮，将撬布板4抬起，胶布裁断后，气缸1的活塞杆带动压布板3退回的同时，撬布板4在重力作用下，往下运动，使胶布与撬布板4分离。

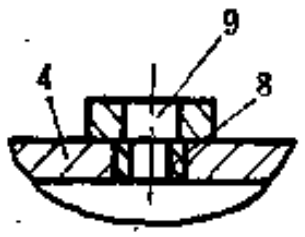
气缸1的压缩空气气源经减压阀调整后，由裁布曲柄上齿条的碰块操纵换向气阀供给（参见图1-8-16）。在机器发生故障需要将压布板3松开时，可用人工操纵换向气阀。

刀架的详细结构见图1-8-19。6-6-3锡青铜制成的纵向滑块1是两片结构，以圆柱销3及弹簧2组合在一起，在导轨中滑动时，在弹簧力的作用下，保持滑块对导轨适当的压力，并自动补偿其磨损。横向滑块6系45号钢制成，可垂直于纵向滑块1滑动，盖板5固定在横向滑块6上，其上装有销轴9及辊子8，辊子8插入拉板4的斜槽内，拉板4与纵向滑块1可沿销轴11相对滑动，刀片12用螺钉10固定在盖板5与横向滑块6之间的刀槽内。

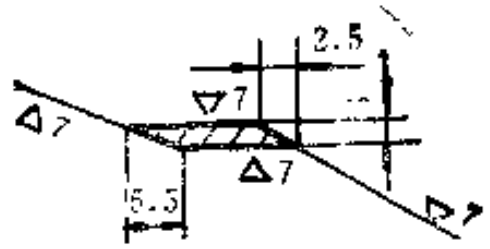
当传动链条通过拉环7牵引拉板4向右运动时，拉板4上的斜槽推动辊子8，使盖板5、横向滑板6及刀片11缩进。接着纵向滑块1沿导轨作退刀运动。在传动链条换向后，则盖板5、

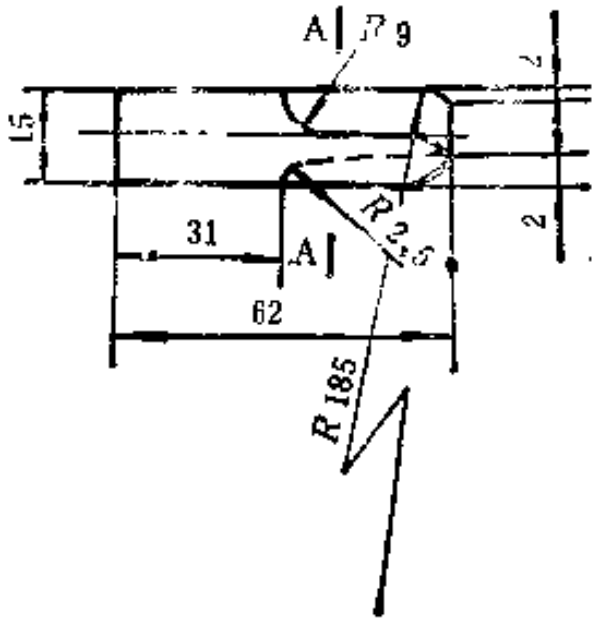


B－B



A－A





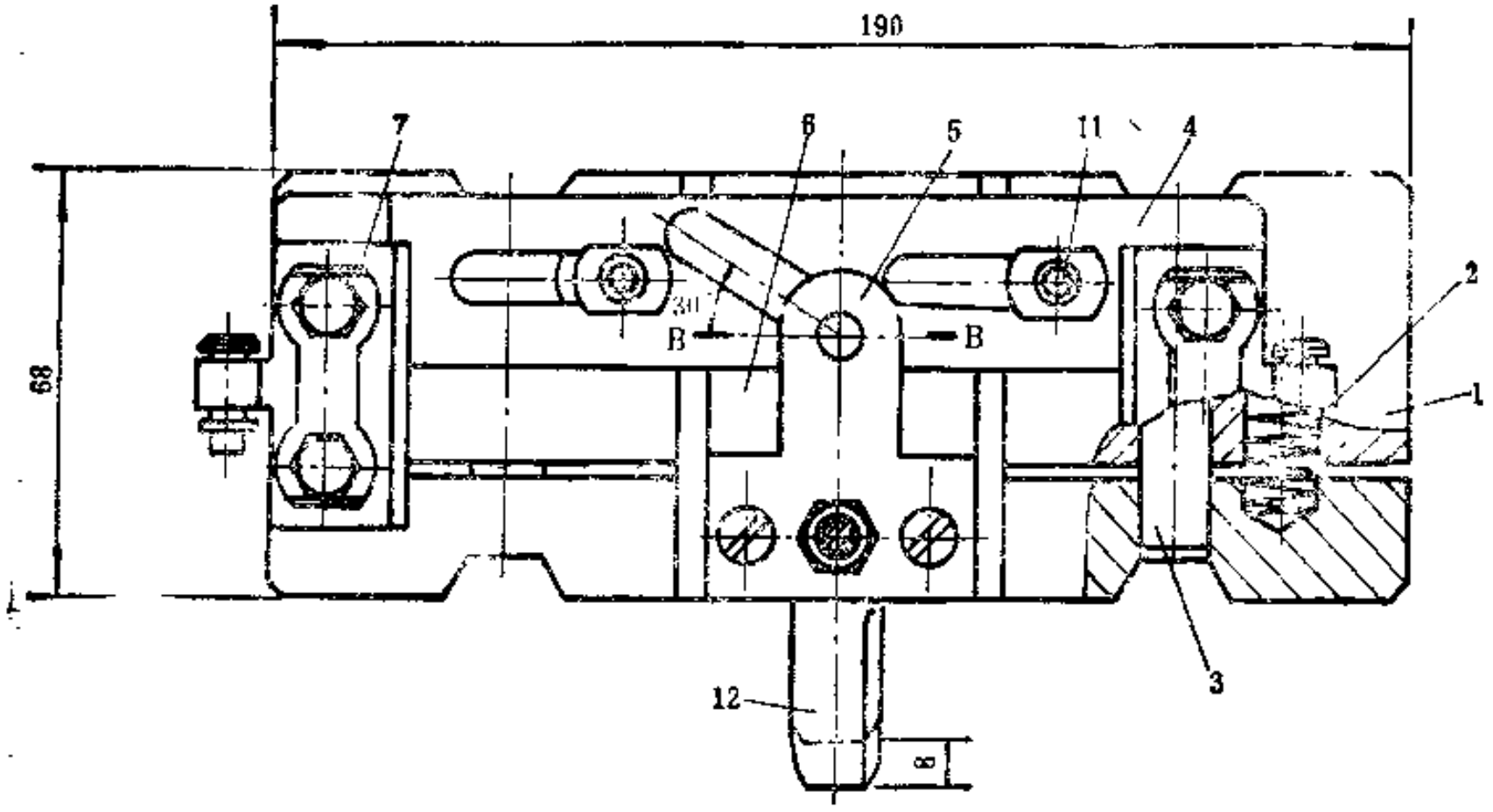


图 1-8-19　刀架与刀片

1—纵向滑块；2—弹簧；3—圆柱销；4—拉板；5—盖板；6—横向滑块；7—拉环；8—辊子；9、11—销轴；10—螺钉；12—刀片

横向滑块6及刀片伸出，接着带动纵向滑块1沿导轨进行裁布运动。

刀片采用T8工具钢制成，或用废锯条代替。其详细尺寸见图1-8-19。

立式裁布机上可以安装类似高工作台卧式裁布机上的弧形滑板，裁断后的胶布块沿弧形滑板滑到接头工作台上，被挡板挡住定位后，由人工接头并卷取。

第四节　挂胶帘布接头机

裁断后的挂胶帘布接头是一项繁重的劳动，因此，国内外都在积极进行接头的机械化自动化研究，已经出现了一些自动化的挂胶帘布的接头机。

按帘布材料的不同，接头机可分为钢丝帘布接头机及纤维帘布接头机。按接头方式不同，可分为对接及搭接两种。本节介绍的是纤维帘布接头机，纤维帘布多采用搭接方式，对于平衡性及均匀性要求较高的高速轮胎帘布来说，也有采用对接方式的。采用自动接头时，对挂胶帘布的质量要求较高，要求帘线伸张均匀、布边整齐，不然难以进行自动接头。

图1-8-20是一种搭接方式的挂胶帘布接头机示意图。

挂胶帘布由高工作台卧式裁布机1裁断后，经滑板2落到振动运输机7上，振动运输机7除沿胶布运动方向倾斜外，还向导板16方向倾斜，因此，在振动运输机7工作时，胶布一侧就沿着导板16前进。振动运输机的平台上，按棋盘状排列钻有许多小气孔18，空气从平台下面的气腔经气孔18吹出，使胶布与平台之间形成气垫，提高了胶布的输送效果。导板16上必须

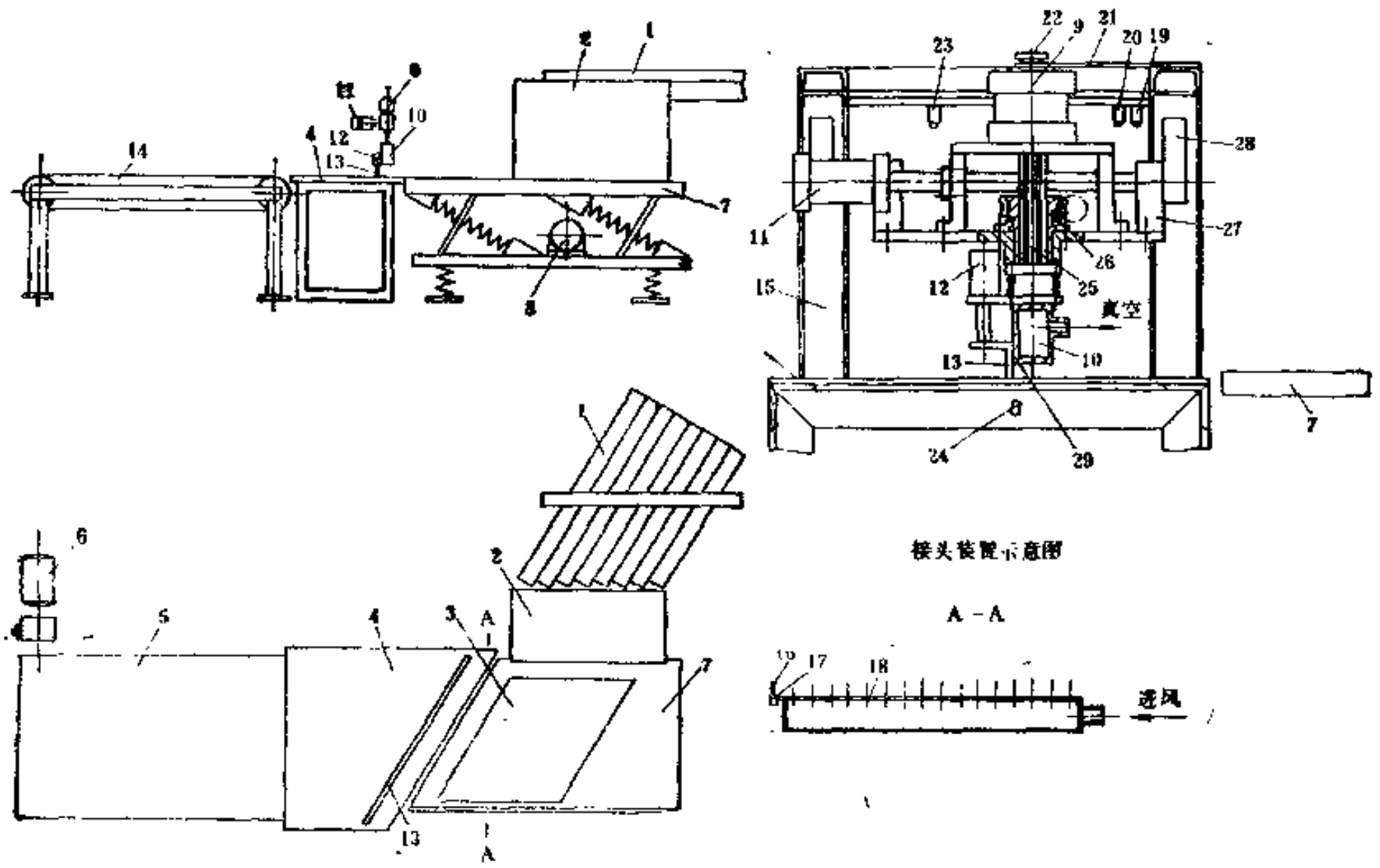


图 1-8-20　挂胶帘布接头机示意图

1—高工作台卧式裁布机；2—滑板；3—帘布；4—接头工作台；5、14—卷取输送带；6—传动装置；7—振动运输机；8—振动器；9、11、12—气缸；10—吸臂；13—挡板；15—机架；16—导板；17—排气孔；18—气孔；19、20、23、29—光电元件；21—限位板；22—限位器；24—光源；25—花键轴；26—蜗轮；27—滑动支承；28—固定支承

开有排气孔17，使胶布下面的空气通过排气孔17泄出，如果空气从帘布边缘泄出时，布边将无法紧靠以及沿着导板16前进。

接头装置主要由吸臂10、挡板13、压头气缸9及移动气缸11等组成。吸臂下面有开口，与真空管路相连，吸臂10通过压缩弹簧与气缸9活塞杆上的花键轴25联接，随活塞上下运动。活塞杆的尾部有限位器22，当活塞下降、限位板21挡住限位器22时，吸臂10与接头工作台4之间保持一小段距离（≤2mm）。挡板13由小气缸12操纵升降。蜗轮26用于按帘布裁布角度调整挡板13及吸臂10的角度（调节手轮及蜗杆，图上未示），气缸11用于移动吸臂10及挡板13，使其沿导杆运动。接头工作台与振动运输机平台保持水平，或者略低，两者距离不超过10mm。吸臂上装有光电元件29，此外还装有可移动的光电元件19、20、23，都有各自的光源。布头通过光电元件20时，振动运输机由高速变为低速运行，在布头与挡板13接触前，由低速喂入。当光源24被布头遮断后，气缸9的活塞杆将吸臂10下降到离工作台≤2mm位置，同时，开启真空阀门，吸臂10上开口处的真空吸力将帘布头吸贴在吸臂底上。吸臂10不能直接压在帘布上，以免胶布粘在吸臂上。当挡板13、吸臂10分别由气缸12、9升起后，气缸11将吸臂移动到前块帘布的尾部位置，这时，活塞杆尾部的限位器22已经离开限位板21，然后，开动气缸9，吸臂10在气缸9活塞的压力下，将两块帘布粘合在一起，接着，切断真空系统，气缸9反向进气，吸臂10连同挡板13提升，并由气缸11返回起始位置。吸臂脱离接好头的胶布后，卷取输送带14高速运转，将接好头的帘布运走，当布尾经过光电元件19时，卷取输送

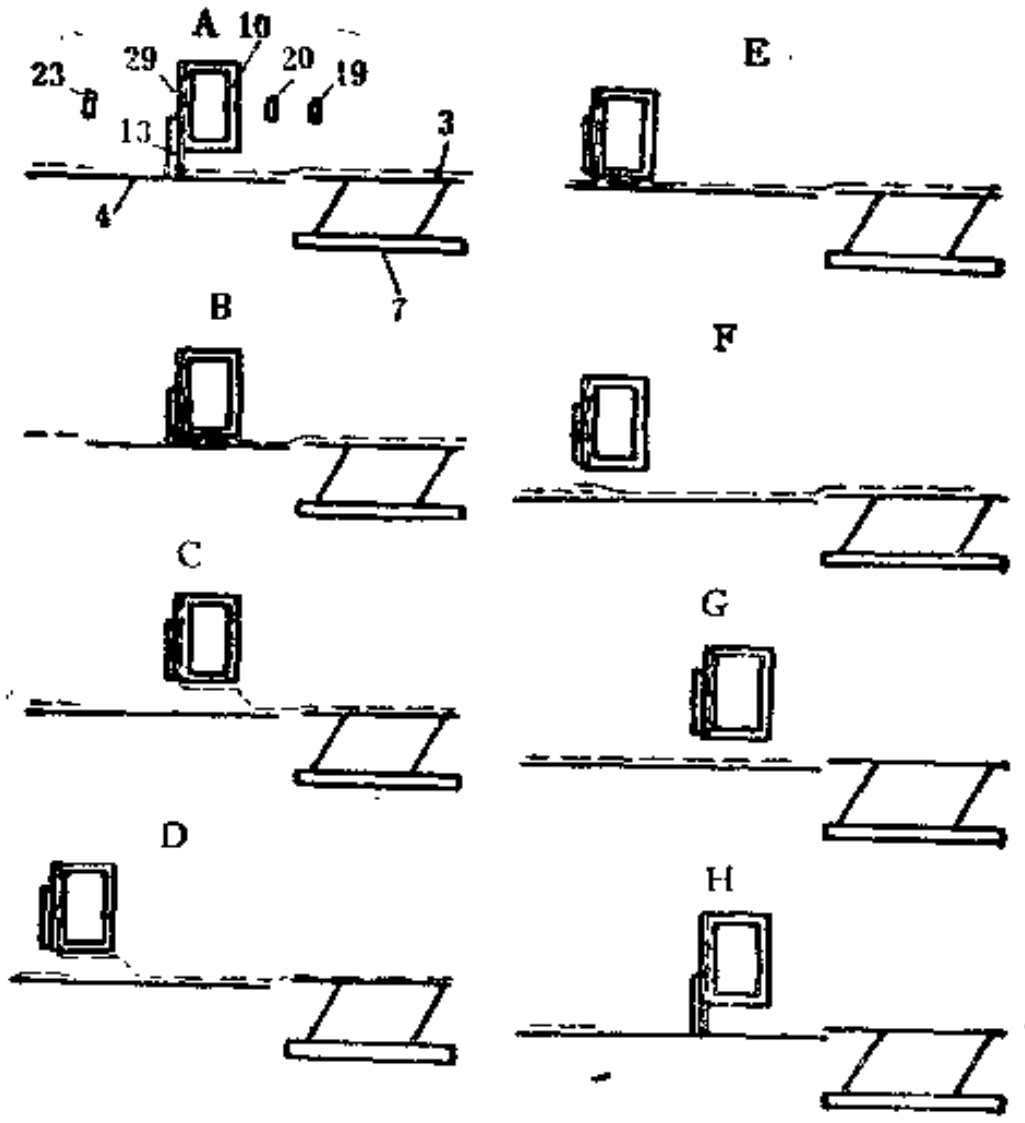


图 1-8-21　挂胶帘布接头机操作程序示意图

（图上件号与图1-8-20相同）

A—前块帘布布尾停在光电元件23接头位置，布头送到挡板13前面；B—吸臂10下降，距工作台约2mm；C—挡板13提升，吸臂10吸住布头上升；D—吸臂10将布头移到接头位置；E—吸臂10下降压头；F—吸臂上升；G—卷取输送带卷取帘布；H—挡板13下降

带转入低速运转，布尾到达光电元件23位置时，卷取输送带就停止运转，布尾停留在接头位置。与此同时，气缸12将挡板13下降，准备下一块帘布的到达。这样，周而复始地完成接头卷取工作。

图1-8-21是挂胶帘布接头机操作程序示意图。

第五节　卷　布　机

一、用途及结构简介

卷布机是卧式或立式裁布机的辅机，裁断后的胶布块经机械或人工接头后，由卷布机衬上垫布卷取，供下工序使用。

卷布机的结构形式很多，图1-8-22所示的卷布机其传动系统见图1-8-23。垫布卷由人工或辅助机械放在上托架上，当单作用的卸卷气缸进气，活塞杆推动下托架，将满卷的垫布及胶布卷从下托架上滚出的同时，经过连杆将上托架抬起，垫布卷借自重滚进卷布机圆盘架的沟槽内。当工作布卷满卷后，开动气阀，气动离合器脱开，定位挡销易位，卷布机的圆盘架在垫布及胶布卷偏重作用下转动60°，满卷的胶布及垫布卷移到卸卷位置，借自重落到下托架上，原来垫布卷的空卷木轴进入卷布位置，气动离合器与其木轴的方杠合上，即可进行卷布。此时，刚放置在圆盘架上的垫布卷进入导开工作位置。裁断后的胶布块由人工放到工作台上后，由一组平带组成的输送带将胶布块送到操作位置，由人工接头后进行卷取。

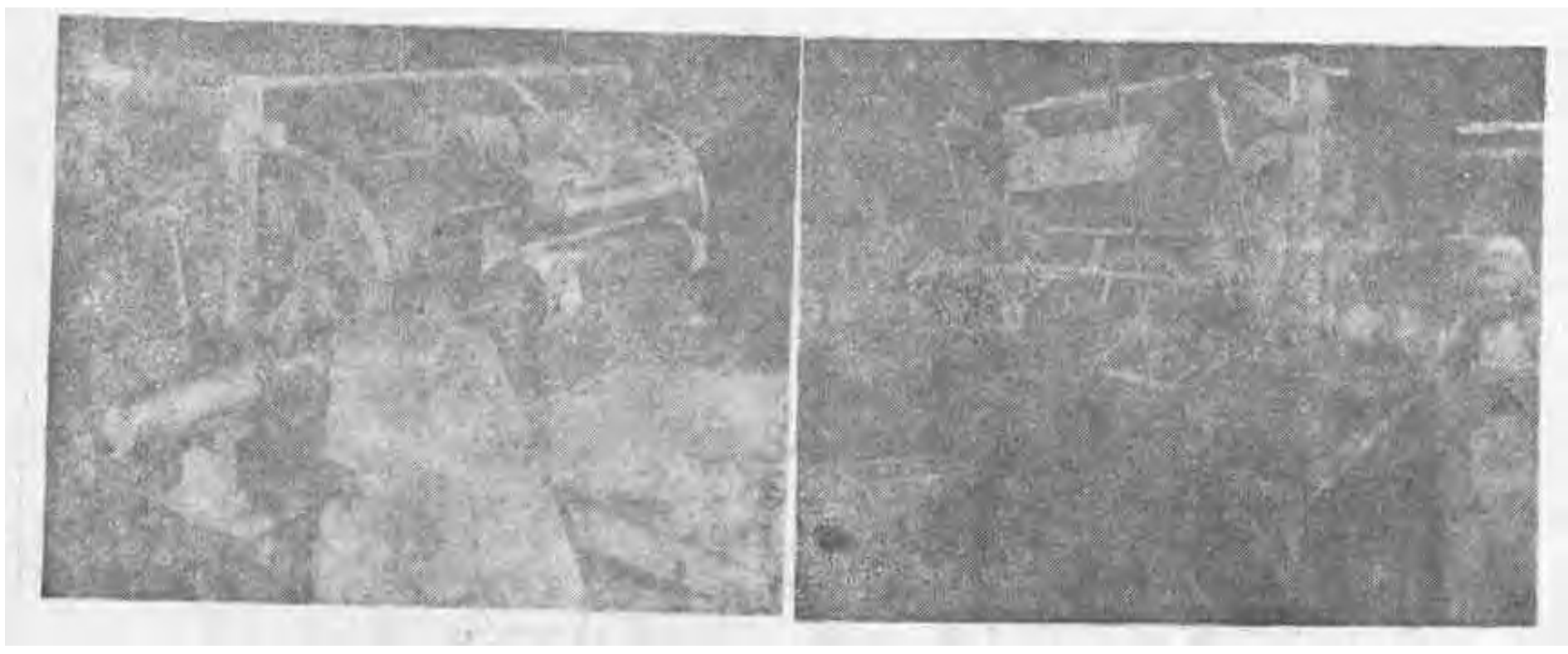


图 1-8-22　卷布机

在卷布机圆盘架上装有挡块，限制圆盘架换布卷时，只能转动60°。为了防止布卷在工作时或换卷时从圆盘架沟槽中掉出，装有窄挡板。

卷布装置及输送带用一台电机驱动，由踏脚操纵锥盘摩擦离合器，分别经V带传动。气动离合器及卸卷气缸由脚踏阀操纵；换卷的定位销易位，由手动阀操纵。

从下托架上滚出的胶布及垫布卷用小车或其它辅助机械取走。

这种卷布机的优点是：①用空的垫布木轴自动进入卷布位置，避免人工搬动；②卸卷方便；③换卷快，减轻劳动强度，提高了卷布效率。

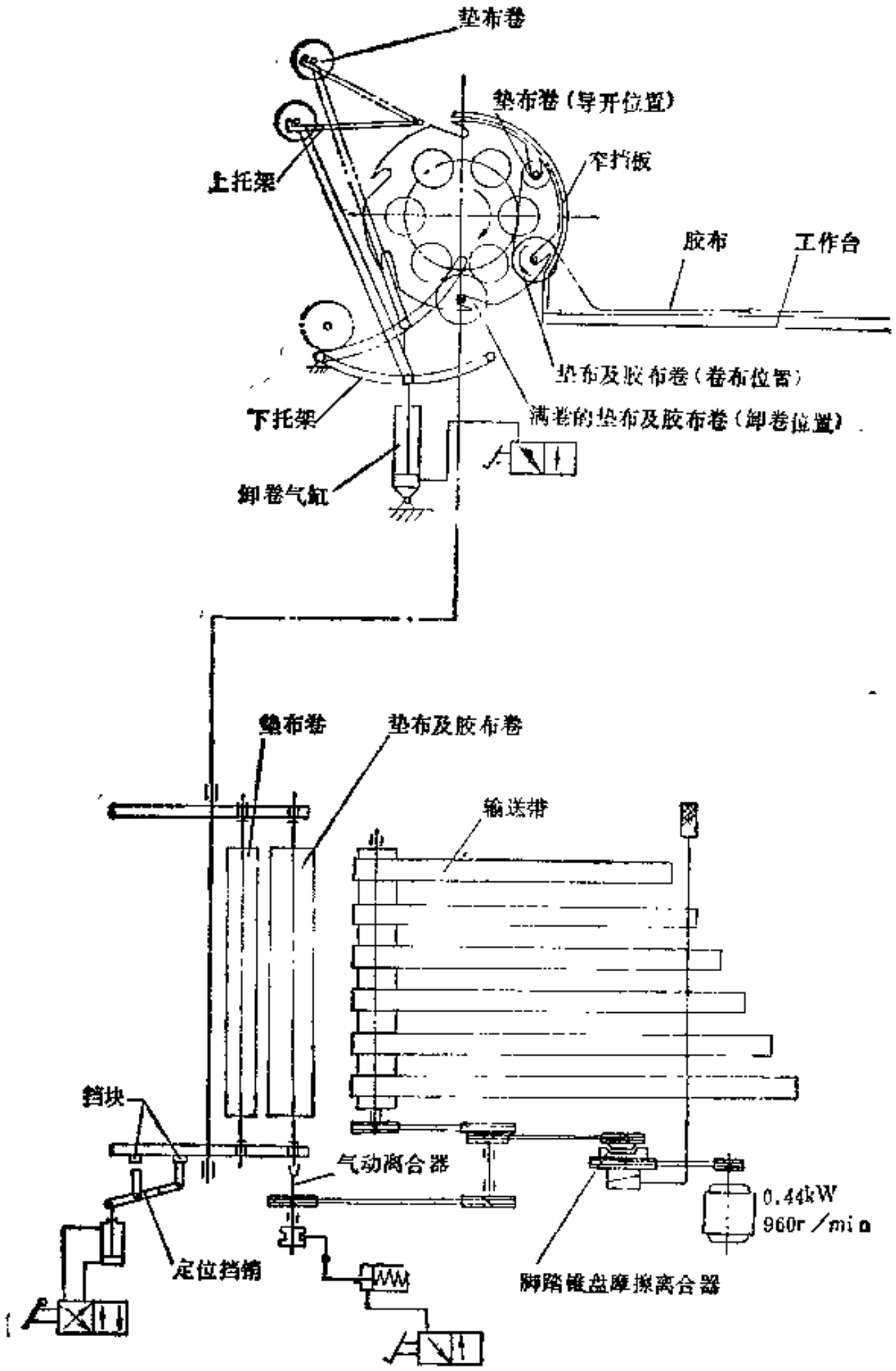


图 1-8-23　卷布机传动系统图

二、主要性能参数

卷布机的主要性能参数：

（1）卷布轴转速	180r/min	（4）卸卷气缸直径	75mm
（2）输送带线速度	125m/min	（5）压缩空气压力	0.4～0.6MPa
（3）电机功率	0.44kW		

第六节　90°帘布接头卷取装置

一、用途及结构简介

随着轮胎精度要求的提高，除了要求提高轮胎的成型精度外，还提高了对各半成品的精

度要求，要求各半成品在加工处理过程中精度高，不变形。帘布的裁断及卷取是轮胎半成品加工的一个重要环节，要求帘布裁断的精度高，卷取过程不变形，卷取整齐。

现代化的轮胎成型机要求提供卷取整齐的帘布垫布卷，以使导出的帘布能够整齐地贴合在成型鼓上。

图1-8-24所示是一种子午胎用的纤维帘布裁断接头卷取装置。

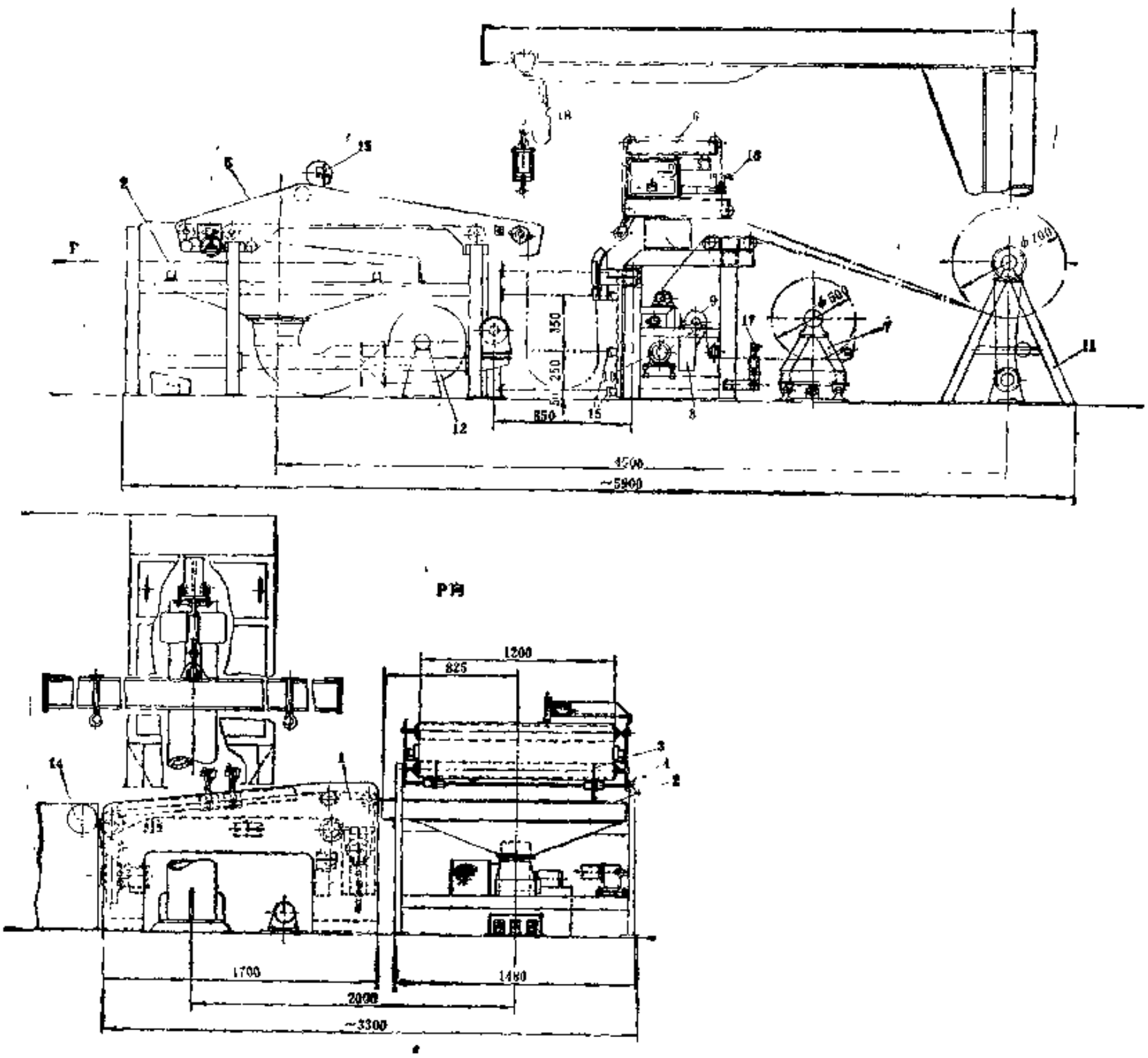


图 1-8-24　90°帘布接头卷取装置

1—接取输送带；2—气垫工作台；3—帘布定边挡板；4—调节手轮；5—接头输送带；6—定中心装置；7—垫布导开架；8—除尘风机；9—毛刷辊；10—毛刷传动装置；11—卷取装置；12—气垫风机；13—压辊；14—卧式裁布机；15、16、17—光电检测装置；18—吊车

裁断后的纤维帘布从卧式裁布机14送到接取输送带1，接取输送带的速度高于卧式裁布机输送带的速度，以便拉开各块裁断帘布之间的距离。接取输送带由接头工作台上的开关控制，在帘布进入气垫工作台2挡住了光电检测装置的光线，同时，帘布被运送到接取输送带1上两个接近开关中的其中一个时，接取输送带便停止送布。一旦光电检测装置上的帘布被取走，接取输送带1自动启动。

气垫工作台2是一个箱形金属平台，上面装有帘布定边挡板3，气垫工作台2的台面上有许多小孔，气垫风机12鼓出的风从小孔内吹出，在帘布与工作台面之间形成气垫，使帘布在工作台面上任意滑动，利用可调节宽度位置的定边挡板3，使帘布停靠在挡板3旁，将帘布定位。然后，在接头输送带5上由人工接头。接取输送带1及接头输送带5上层皮带的下面都垫有木板，从而使输送带具有一个平整的工作面。接头输送带5由脚踏开关操纵运转。接头输送带5先以快速向前送布，然后自动切换成慢速，最后由光电检测装置使其停车，使帘布的尾端保持在一定的位置，便于接头操作。

接好头的帘布通过压辊13滚压后，从接头输送带5的另一端下落，形成一个重力单环，重力单环的高低位置由光电检测装置15检测，从而控制卷取装置11的速度。卷取装置由直流电机驱动，卷取的速度也可由垫布导开装置控制。

帘布从重力单环到卷取装置11，中间经过一个定中心装置6，帘布的位置偏斜与否由光电检测装置16检测。定中心装置6的托辊架根据光电检测装置检测到的信号，由电机-滚珠丝杠驱动，使托辊架向左或向右偏摆，从而使帘布的位置得到纠正。

垫布导开架7装在一个可以作轴向移动的小车上，当光电检测装置17测得导出的垫布中心偏移时，整个垫布导开架的小车在电机-滚珠丝杠的驱动下，作轴向移动，从而调整垫布的中心位置。导出的垫布由毛刷辊9刷净表面纤维、尘土，由除尘风机8排出。毛刷辊9由传动装置10驱动。卷取好的帘布垫布卷由吊车18卸下。

二、主要性能参数

（1）接取输送带：宽度 1700mm；线速度 90m/min；电机功率 1.1kW

（2）接头输送带：皮带宽度 1200mm；帘布宽度 550～1000mm；皮带速度 $v_1=8$m/min，$v_2=71$m/min；电机功率 1.1kW（直流）

（3）气垫鼓风机电机功率 3kW

（4）垫布导开装置：卷取帘布宽度 550～1000mm；垫布卷直径 500mm；毛刷辊直径 ϕ120；除尘风机电机功率3kW；毛刷辊驱动电机功率0.18kW

（6）卷取装置：卷取帘布宽度 550～1000mm；卷取速度 5～25m/min；卷取电机 2.5kW(直流)

第七节 窄条布裁布机

窄条布裁布机的结构型式很多，图1-8-25是其中一种的外形照片。窄条布裁布机多数是一种裁布角度固定、裁刀传动装置连续运转、送布装置间断送布的裁布机。它包括导开、传动、送布、压布、撬布、裁刀等部分。其导开装置与一般裁布机类同，此处不再赘述。



图 1-8-25 窄条布裁布机

图1-8-26是窄条布裁布机的传动系统图。在蜗轮减速器输出轴一端，装有半径可调的曲柄，摆杆两端分别用滑块或滚子与曲柄及送布滑架铰接，蜗轮回转时，通过可调曲柄及摆杆，使送布滑架沿导轨作往复运动，送布滑架上、下分别装有一排铰接及固定的送布爪，胶

窄条布裁布机的主要性能参数：

（1）胶布幅宽	最大900mm	（5）撬布板气缸直径	38mm
（2）裁布宽度	最大80mm	（6）电机：功率	1.1kW
（3）每分钟裁布次数	27刀/min	转速	1410r/min
（4）压布板气缸直径	50mm	（7）压缩空气压力	0.6MPa

第八节　综合裁布机及多用纵裁机

一、胶布综合裁布机

（一）结构简介

综合裁布机由斜裁及纵裁两部分组成，胶布先斜裁成45°宽布块，由人工接头，再纵裁成窄布条，并进行卷取。

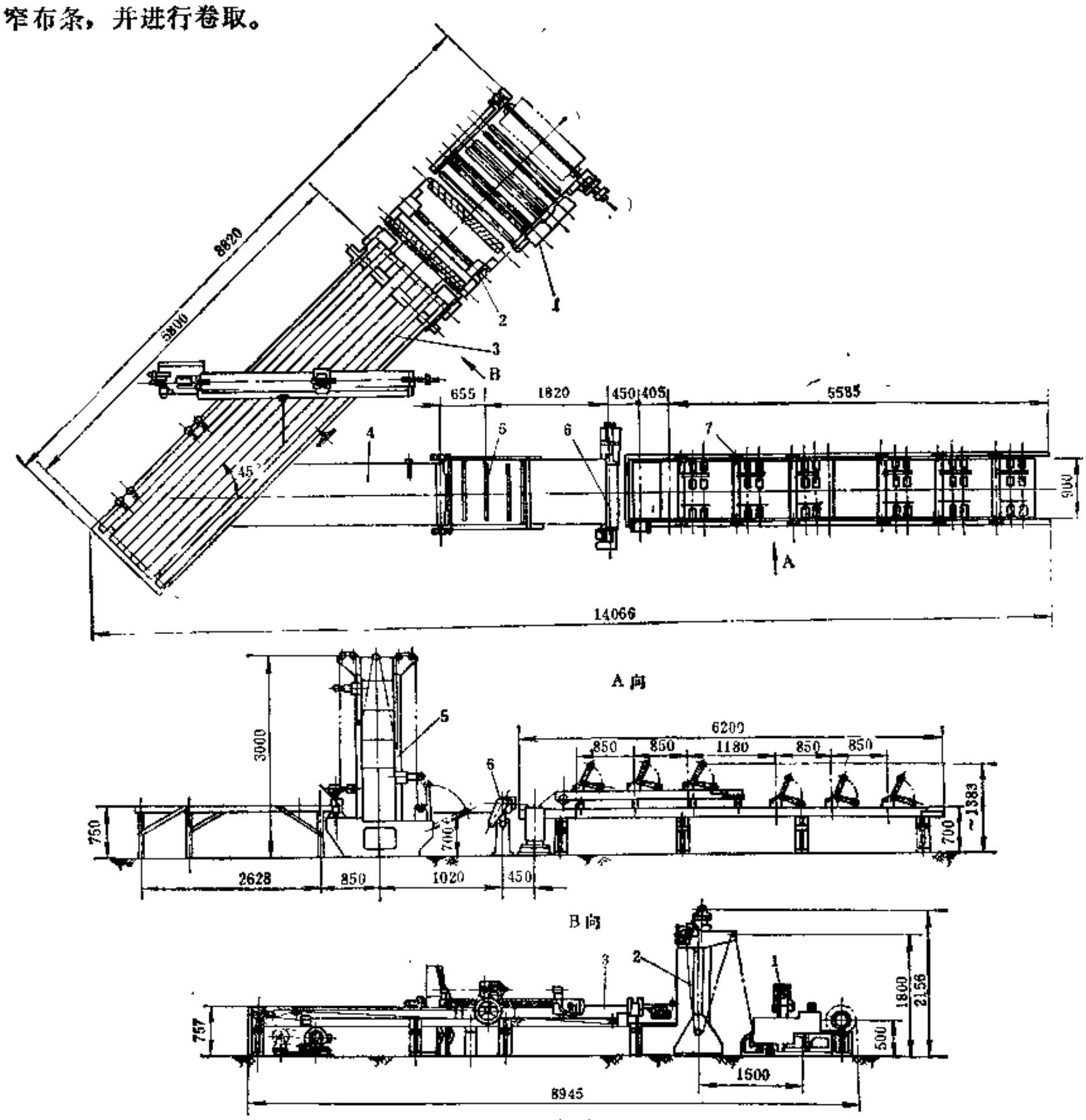


图 1-8-27　综合裁布机

1—导开装置；2—单环贮布器；3—卧式裁布机；4—接头工作台；5—双环贮布器；6—纵裁装置；7—卷取装置

图1-8-27所示为综合裁布机。胶布从导开装置1导出，经单环贮布器2，由卧式裁布机3裁成一定宽度的胶布块。卧式裁布机的裁刀架固定安装，裁布角45°，不能调节，裁布的宽度由光电装置自动或人工定长裁断。裁断后的布块由送布输送带送到第二组光电装置位置时，卧式裁布机停止运转（裁断后的布块向前输送时，由于单环贮布器上导辊用制动器制动，输送带上的压辊被抬起，因此待裁胶布不再向前送布）。然后，由人工将胶布块拿到接头工作台上，与原先的胶布尾用人工接头，再由牵引辊将布经双环贮布器5送到纵裁装置6上，由高速回转的圆盘刀组成的刀排将胶布裁成窄条布，然后，在卷取装置7上，将窄条布衬上垫布进行卷取。

双环贮布器5用以协调人工接头的间断操作与裁纵连续工作之间的关系。

综合裁布机是一种生产效率较高的机器，适用于裁切挂胶的帆布和细布，如V带包布、各种车胎的子口包布等。

（二）主要性能参数

综合裁布机的主要性能参数：

（1）胶布最大宽度	1300mm
（2）胶布及垫布卷最大直径	500mm
（3）导开线速度	10m/min
（4）斜裁角度	45°
（5）斜裁最大宽度	770mm
（6）卧式裁布机送布输送带速度	
快速	46m/min
慢速	4.6m/min
（7）接头后牵引辊速度	24.6m/min
（8）纵裁刀排转速	1405r/min
（9）纵裁后卷取输送带速度	6.28m/min
（10）卷取布卷最大直径	400mm
（11）每次最多卷取数	18卷
（12）卷取筒子尺寸（直径×长度×方孔尺寸）	100×180×32mm
（13）导开装置电机：功率	0.75kW
转速	910r/min
（14）卧式裁布机送布电机：功率	1.5kW（直流）
转速	750r/min
（15）走刀电机：功率	0.55kW
转速	1350r/min
（16）裁刀电机：功率	0.37kW
转速	2770r/min
（17）接头后牵引辊电机：功率	0.25kW
转速	2730r/min
（18）纵裁刀排电机：功率	0.75kW
转速	2770r/min
（19）卷取装置电机：功率	2.2kW（带行星摆线针齿减速器）
出轴转速	25r/min
（20）刀排鼓风机电机：功率	0.12kW
转速	2750r/min
（21）外形尺寸	14066×7234×3000mm

（三）主要单元机台结构

综合裁布机斜裁部分的单环贮布器及卧式裁布机的基本结构原理与本章第一节介绍的基本相同，不再赘述，现只是将其导开装置及纵裁部分作简要介绍。

1．导开装置

其结构见图1-8-28。胶布及垫布卷1的轴端上装有摩擦制动器，防止导开过程及停车时松布。胶布及垫布通过导辊后，经过分布辊6分开，分别经摆辊5，由牵引辊4、7牵引后卷取或送往单环贮布器。牵引辊4、7的主动辊轴颈上装有电磁离合器，由摆辊5控制。摆辊5装在一个带有碰块的摆动架上，当垫布与胶布张力不一致时，摆动架便摆向张力大的一侧，碰块触及侧旁的微动开关，使张力大的牵引辊电磁离合器断电脱开，而张力小的牵引辊继续运转，待摆辊5恢复平衡、碰块触及中间微动开关时，牵引辊4、7的电磁离合器同时接合，恢复正常运转。为了防止一套牵引辊运动、另一套牵引辊电磁离合器脱开时产生牵引辊倒转现象，在牵引辊上装有转轮装置，使牵引辊只能单向运转拉布。

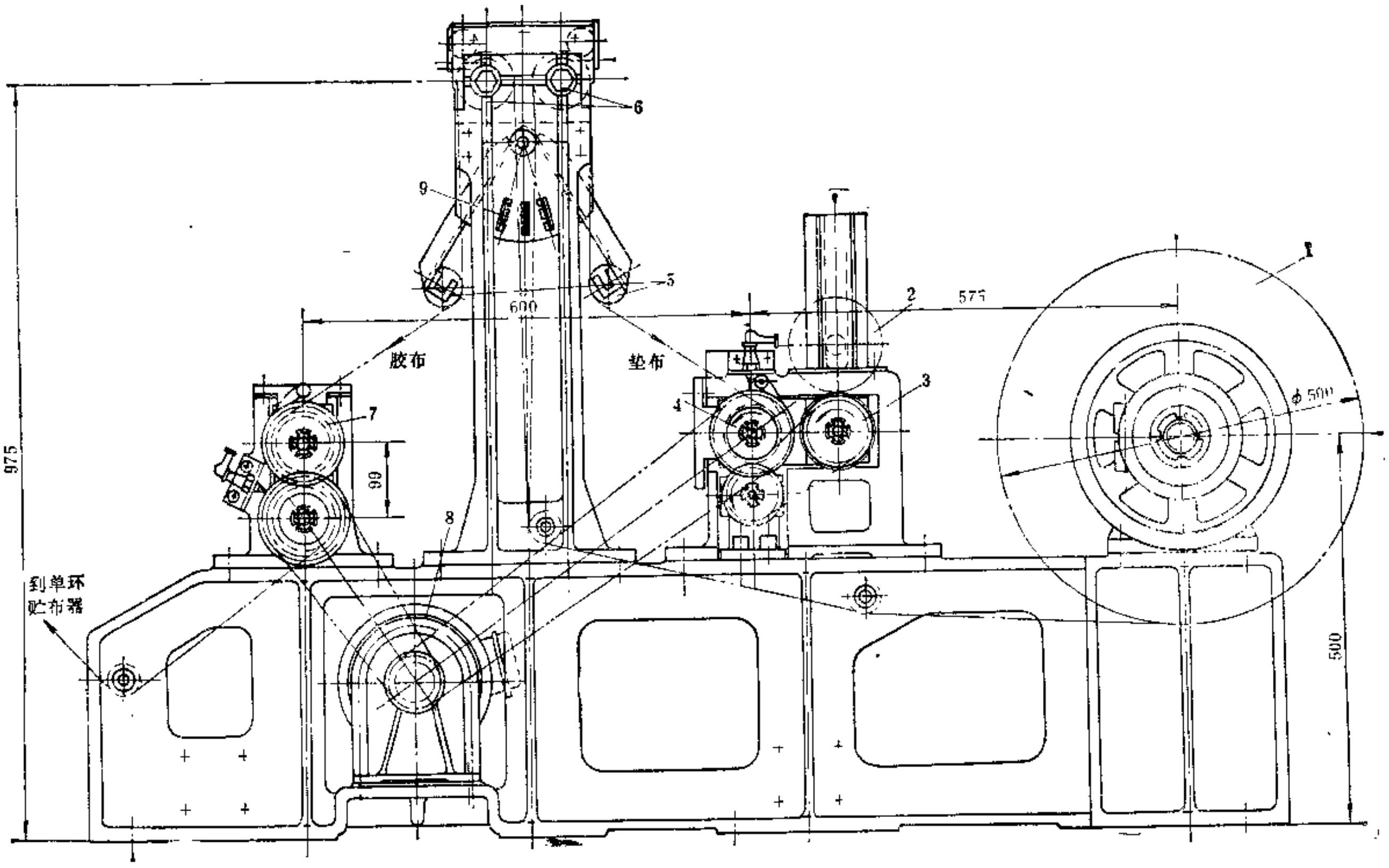


图 1-8-28　导开装置

1—胶布及垫布卷；2—垫布卷；3—垫布卷取装置；4—垫布牵引辊；5—摆辊；6—分布辊；7—胶布牵引辊；
8—传动装置；9—微动开关

这种导开装置可以保证胶布与垫布的分离，不会粘连，但是结构复杂，换布卷的操作比较麻烦。

2．双环贮布器

其结构如图1-8-29所示。牵引辊 1 的上辊由装在机架上的传动装置驱动，下辊轴承由弹簧承托，压下杠杆即可将下辊与上辊脱开，进行穿布。弹簧作用力的大小可用手轮调节。在胶布进行接头时，牵引辊起夹持胶布的作用。浮动辊 2 有两个，一轻一重，其重量差约为3～3.5kg，可随胶布沿导杆自由上下滑动，当胶布从双环贮布器上导出时，轻辊先上升，到顶后，重辊再上升。在机架上装有限位开关，当重辊上升触及上限位开关时，贮布用尽，纵裁部分立即停车。轻辊下降触及下限位开关时，牵引辊 1 停车。当胶布布尾露出牵引机前的光电管时，卧式裁布机自动进行送布裁布。

胶布在进入纵裁之前，布边须保持在正确位置，因而在胶布的两边分别装有一套布边调

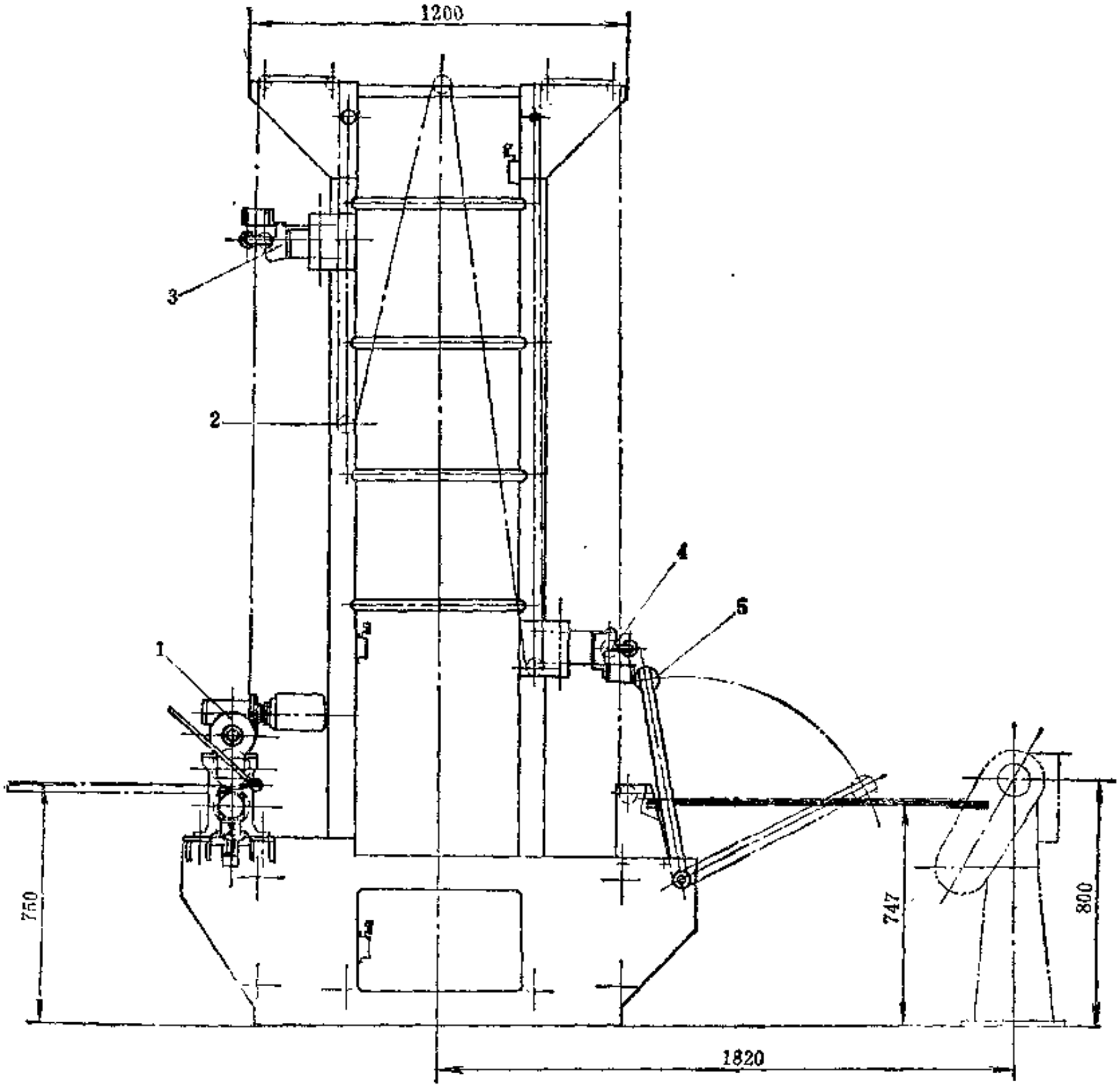


图 1-8-29　双环贮布器

1—牵引辊；2—浮动辊；3、4—布边调整器；5—压布辊

整器3、4。其结构见图1-8-30。

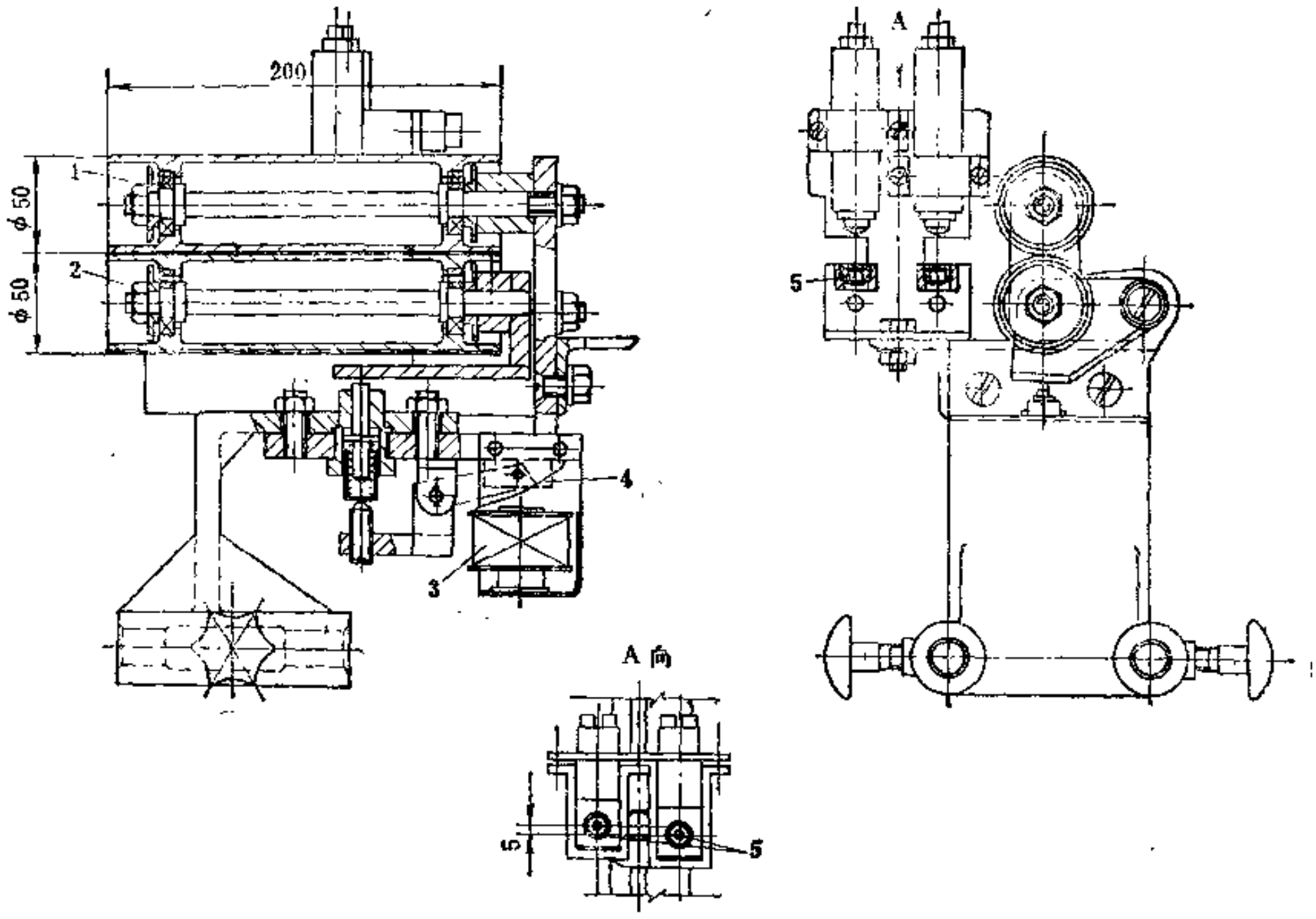


图 1-8-30　布边调整器

1—光辊；2—螺旋辊；3—电磁铁；4—衔铁；5—光电管

布边调整器是成对倾斜安装的，胶布从光辊 1 与螺旋辊 2 之间通过，由光电管 5 检测，正常时，布边在两个光电管之间移动，当布边偏移时，电磁铁 3 得电，吸住衔铁 4，通过杠杆使螺旋辊 2 摆动，与光辊 1 一起把胶布夹住。胶布移动时，带动光辊 1 及螺旋辊 2 回转，在螺旋辊 2 的作用下，布边向外移动到正常位置时，电磁铁 3 失电，衔铁 4 复位，螺旋辊 2 松开。一对布边调整器的螺旋辊 2，它们的螺旋方向应相反，其安装方向应视胶布运动方向而定，要保证螺旋辊工作时把胶布向外扩宽。

3．纵裁装置

见图1-8-31。刀排 1 上装有多片圆盘裁布刀（其形状和尺寸与卧式裁布机的裁布刀类同），圆盘裁布刀之间装有套筒，可以根据所裁的布宽，更换其不同长度的套筒。由于裁布时具有刀缝，卷取时胶布又略有张力，因此，实际裁出的布宽略小于套筒的长度。刀排安装在头架固定顶针和尾架活动顶针之间，由电机 7 经 V 带驱动。摇动尾架上手轮4，可以换装刀排，并用扳手锁紧。胶布在刀排 1 与砧座 2 之间穿过。摇动手轮 5，通过螺杆及斜槽板可使砧座 2 升降。砧座面上有夹布胶木板，砧座 2 上升时将胶布托起，被高速旋转的圆盘裁布刀裁开，换刀排或穿布时，将砧座 2 放下。刀排旁的小型鼓风机 6 的作用是用以冷却圆盘裁布刀。

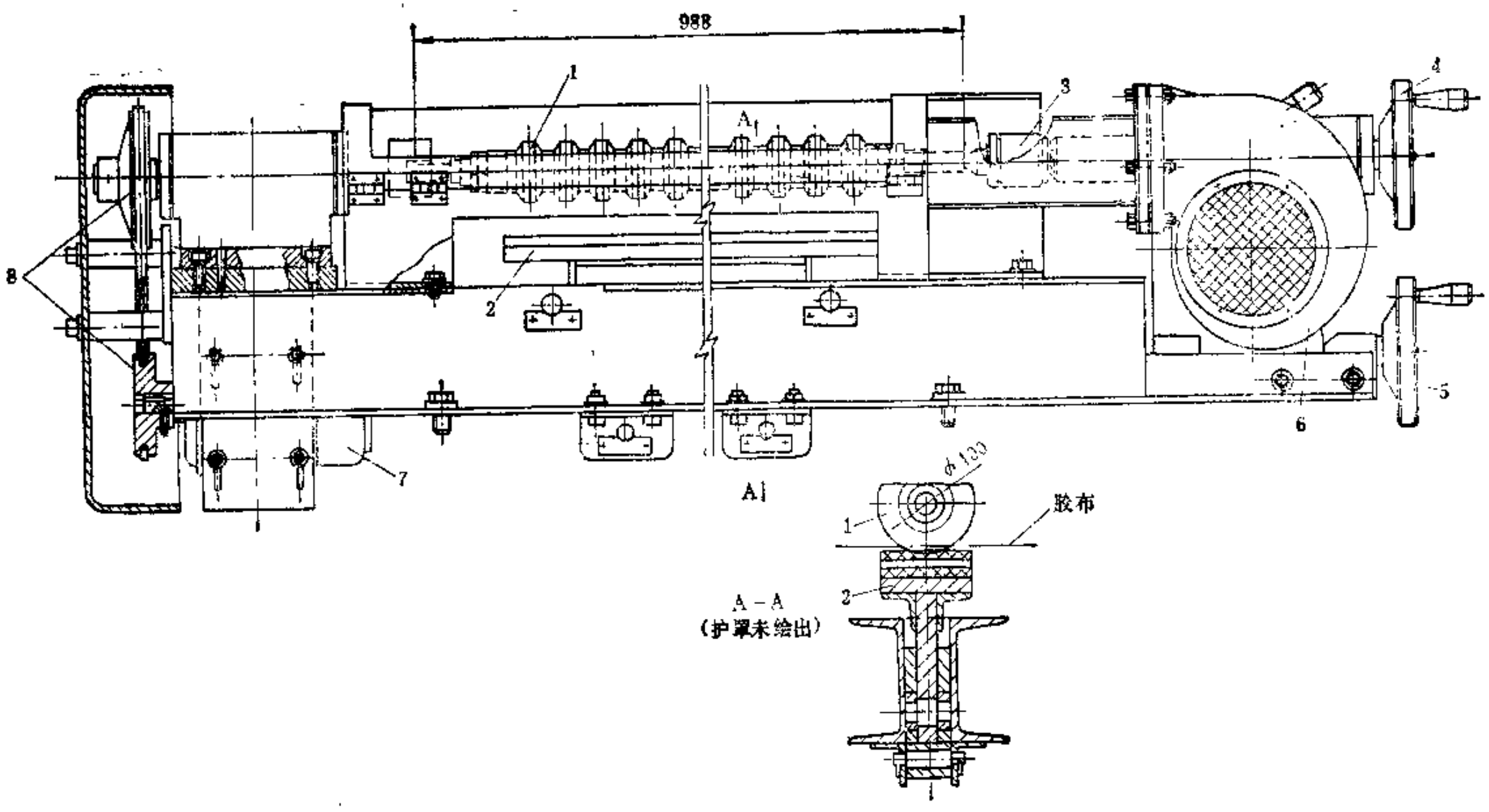


图 1-8-31　纵裁装置

1—刀排；2—砧座；3—活顶针；4、5—手轮；6—鼓风机；7—电机；8—V带轮

4．卷布装置

图1-8-27所示的卷布装置，是一种输送带摩擦传动的卷布装置，卷布架的上轴放置垫布卷，下轴为卷取轴，卷布架可以绕支点摆动，当布卷卷到规定直径时，或者卷布架不工作时，往后放倒，离开输送带，以便更换布卷。卷布装置的上、下两层输送带上，各有9个卷布架，可以同时或交替工作。

二、多用纵裁机

（一）用途及概述

多用纵裁机用于把胶片或覆胶纤维布纵向裁成一定宽度的窄条，是生产V带包布、轮胎子口包布、钢丝圈内包布以及钢丝帘布包边胶条的重要设备。它一次可裁多种宽度的胶片（或胶布）条，并在独立的卷轴上把裁切开的胶片（或胶布）条卷取起来。它的生产效率很高，易于调整裁切的宽度，并且操作方便，裁切后的物料卷取整齐，是一种较先进的纵裁机。

多用纵裁机如图1-8-32所示。主要由供料架1、单环贮布辊2、拼接工作台3、定中心装置4、裁断装置5及卷取装置6等组成。胶片（或胶布）与垫布卷放在供料架1的导开轴

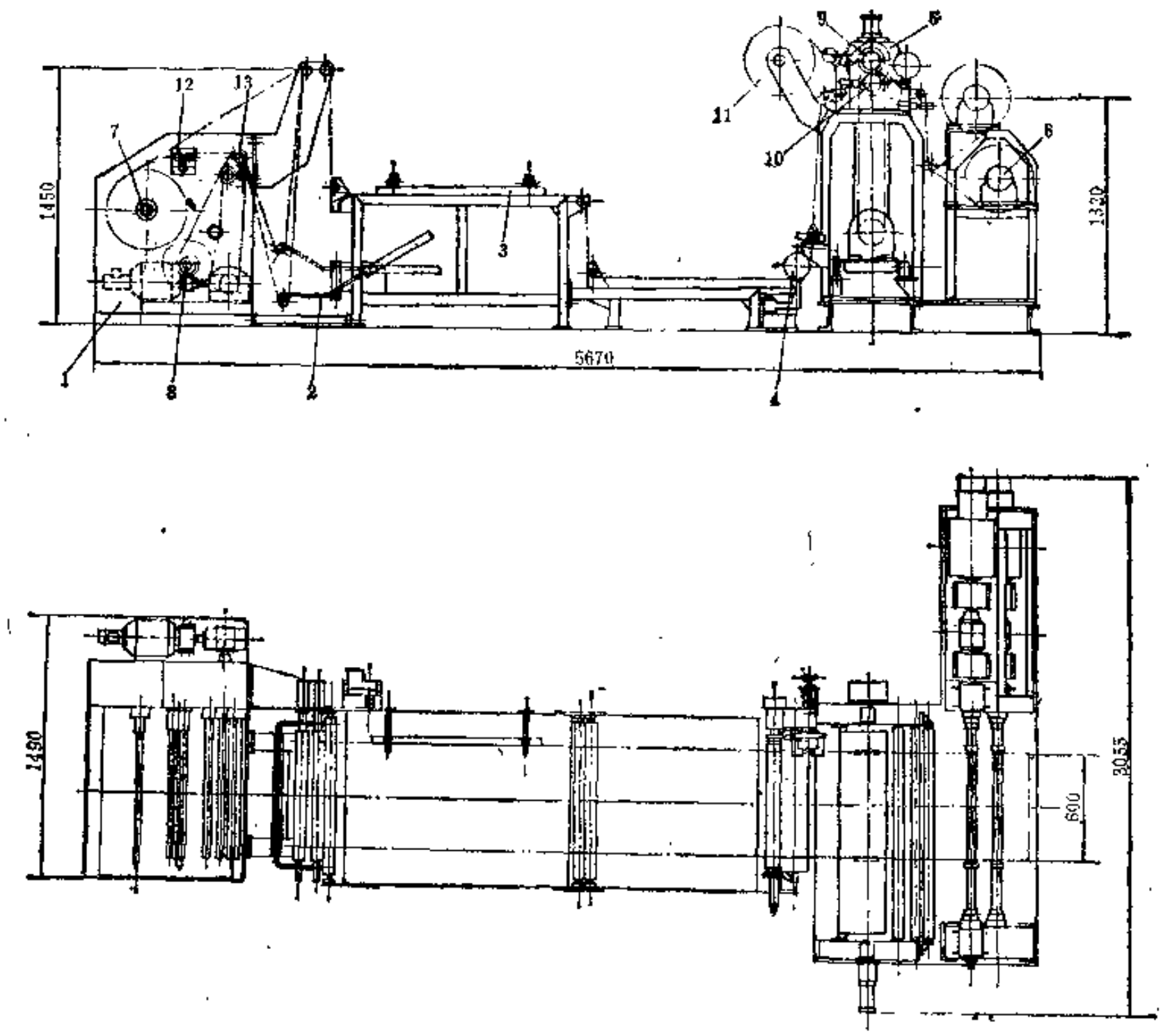


图 1-8-32　多用纵裁机

1—供料架；2—单环贮布辊；3—拼接工作台；4—定中心装置；5—裁断装置；6—卷取装置；7—导开轴；8—垫布轴；9—上刀轴；10—下刀轴；11—垫布卷；12—导辊；13—分离辊

7上。根据不同的物料，其导出的工艺流程各不相同，可使物料与垫布一起导出，也可使物料与垫布分离，垫布经垫布轴8卷取，然后物料单独导出。导出的物料可以通过或不通过单环贮布辊2在拼接工作台3上与原来的料尾首尾拼接，然后经定中心装置4，纠正物料的位置偏移，进入到裁断装置5，将物料裁切成一定的宽度，最后，由卷取装置6上的两根卷取轴间隔地把裁切开的窄胶片（或胶布）条进行卷取。

（二）工作原理及生产过程

多用纵裁机的供料架1向裁断装置5导出并输送物料，其导出的速度与裁断的速度相适应。定中心装置4控制着物料，不断地纠正跑偏的物料位置。裁断装置5上装有上刀轴9与下刀轴10，以一定的速比作相对的高速回转，将物料裁开。它同时可以裁切多条不同宽度的胶片（或胶布）条，上、下刀轴分别最多可同时装16把刀片。

根据裁断的物料不同，它可以采用不同的工艺流程。

1．裁切薄胶片（厚度小于2mm）

由于胶片较薄，导出时的张力不能太大，否则会使胶片伸长变形，为了防止胶片的变形，因而把胶片与聚乙烯薄膜垫布一起导开并被裁切成窄条。料卷从导开轴7导出后，绕到供料架的上部导辊，不经单环贮布辊2直接送到拼接工作台3上的导辊，经定中心装置4进入裁断装置5裁切，由卷取装置6交叉地卷取在上、下卷取轴上。胶片经过的路线如图上点制线所示。

2．裁切厚胶片（厚度大于2.5mm）

如果胶片垫布卷导出时，垫布需要与胶片一起导出，其流程与裁切薄胶片相同。

如果胶片导出时，不需要塑料垫布一起导出，其工艺流程如图1-8-32上的虚线所示。胶布从导开轴7导出后，经过导辊组12及分离辊使胶片与塑料垫布分离，胶片经单环贮布辊2及上部导辊，然后，进入拼接工作台3，经定中心装置4进入裁断装置5，对胶片裁切后，由卷取装置6卷取。而塑料垫布则由垫布轴8卷取。

3．裁切挂胶布

它的工艺流程基本上与裁切厚胶片相同。一般挂胶布卷在导开时，胶布与垫布都要分开，垫布由垫布轴8卷取。然后，在裁断前需重新用垫布卷11的聚乙烯垫布垫入，与挂胶布一起送入裁断装置5，裁切成带聚乙烯垫布的窄条布，防止卷取后胶布之间的粘着。

有些厚胶片在裁切时，也需要重新衬入垫布，防止粘着，其工艺流程如同挂胶帘布。

（三）主要零部件结构

1．供料架

供料架由钢板焊接而成。导开轴7上没有动力，垫布轴8由0.74kW直流电机通过减速器和链条传动，同时，还传动了品字形排列的垫布与胶片（或胶布）的分离辊13。

在裁切薄胶片时，供料架1上的传动系统是不使用的，只有在胶片（或胶布）需要与垫布分离导出时，传动系统才被使用，驱动垫布轴8卷取垫布。

2．单环贮布辊-拼接工作台-定中心装置

单环贮布辊2由导辊、限位辊、摆动臂及电位器等组成。它安装在拼接工作台3的前面。来自供料架1的胶片（或胶布），通过单环贮布辊垂直向上移动，同时，带动摆动臂支轴转动。支轴的一端与电位器相接。当供布速度低时，摆动臂向上移动，支轴的转动使电位器的阻值减小，从而使供布架导开电机速度增大，增加供布速度。供布速度高时，则相反。这样，使供布装置与裁断装置之间的速度保持协调。

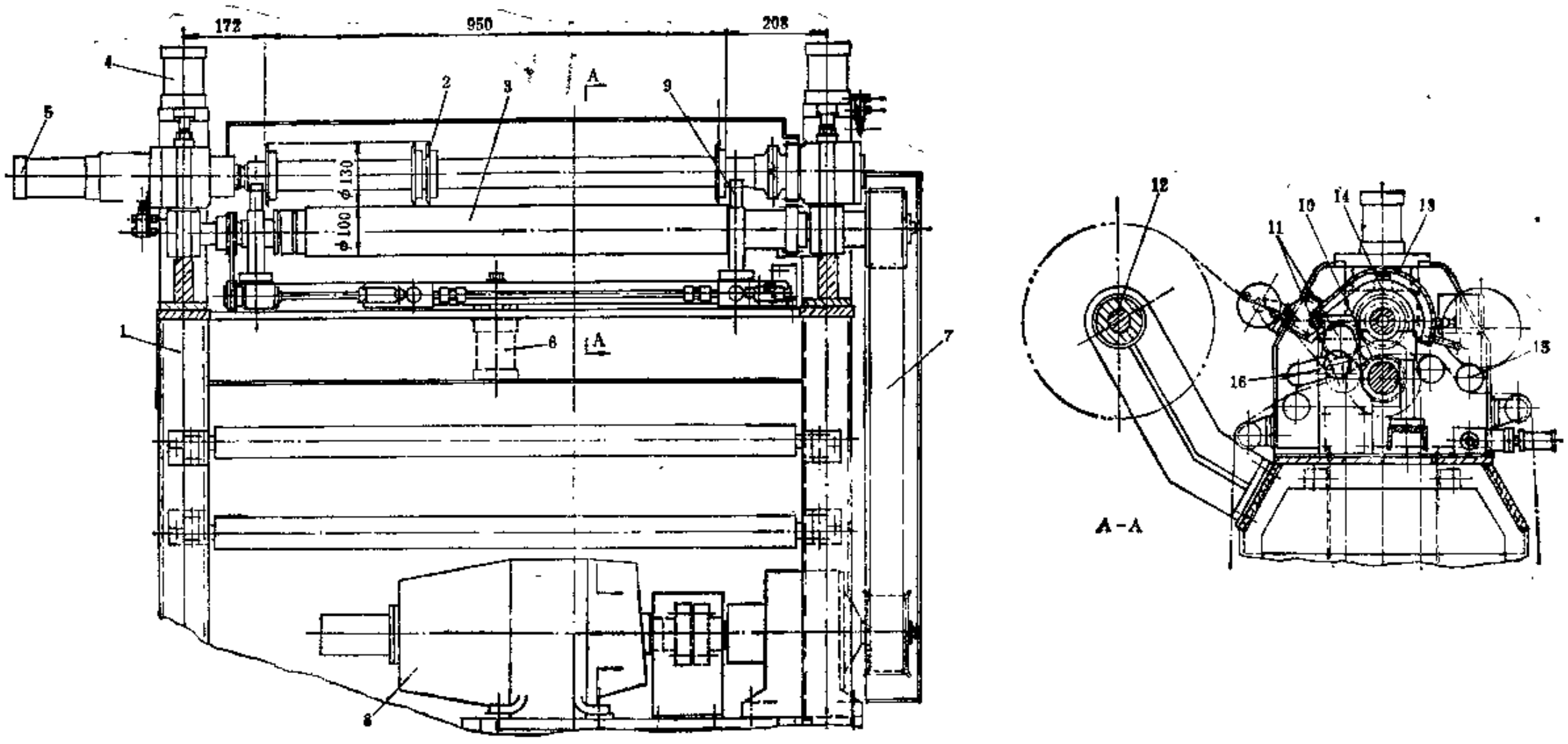


图 1-8-33　裁断装置

1—机架；2—上刀轴；3—下刀轴；4、5、6—气缸；7—同步齿形带；8—传动装置；9—托架；10、14—齿轮；11—中间齿轮；12—聚乙烯垫布导开轴；13—安全罩；15、16—导辊

拼接工作台由型钢及钢板焊接而成。工作台上装有夹持定位器和导辊。夹持定位器由导架、标尺和固定螺钉组成，它可以根据物料的宽度来调整标尺的位置，使物料定边，供接头操作之用，以保证物料拼接保持成直线状。

定中心装置 4 由纠偏辊、油缸及液压系统和光电传感器等组成。它安装在拼接工作台 3 的后面。光电传感器检测着物料的边部，如果物料跑偏，传感器就发出正或负的信号，使液压系统控制油缸，驱动纠偏辊摆动，从而纠正物料的跑偏。光电传感器的位置是可调的，由人工转动带手轮的丝杆，使光电传感器连同导向架一起作横向移动，以适应不同的物料宽度的定中心需要。

3. 裁断装置

裁断装置是多用纵裁机的核心部分，其结构如图1-8-33所示。它主要由上刀轴 2 、下刀轴3、传动装置 8 以及气缸4、5、6等组成。下刀轴 3 由电机经减速器及同步齿形带驱动回转。下刀轴上的齿轮10经过两个中间齿轮11与上刀轴齿轮14相啮合，由下刀轴传动上刀轴作相对转动。上刀轴与下刀轴的速比为1:1.26。

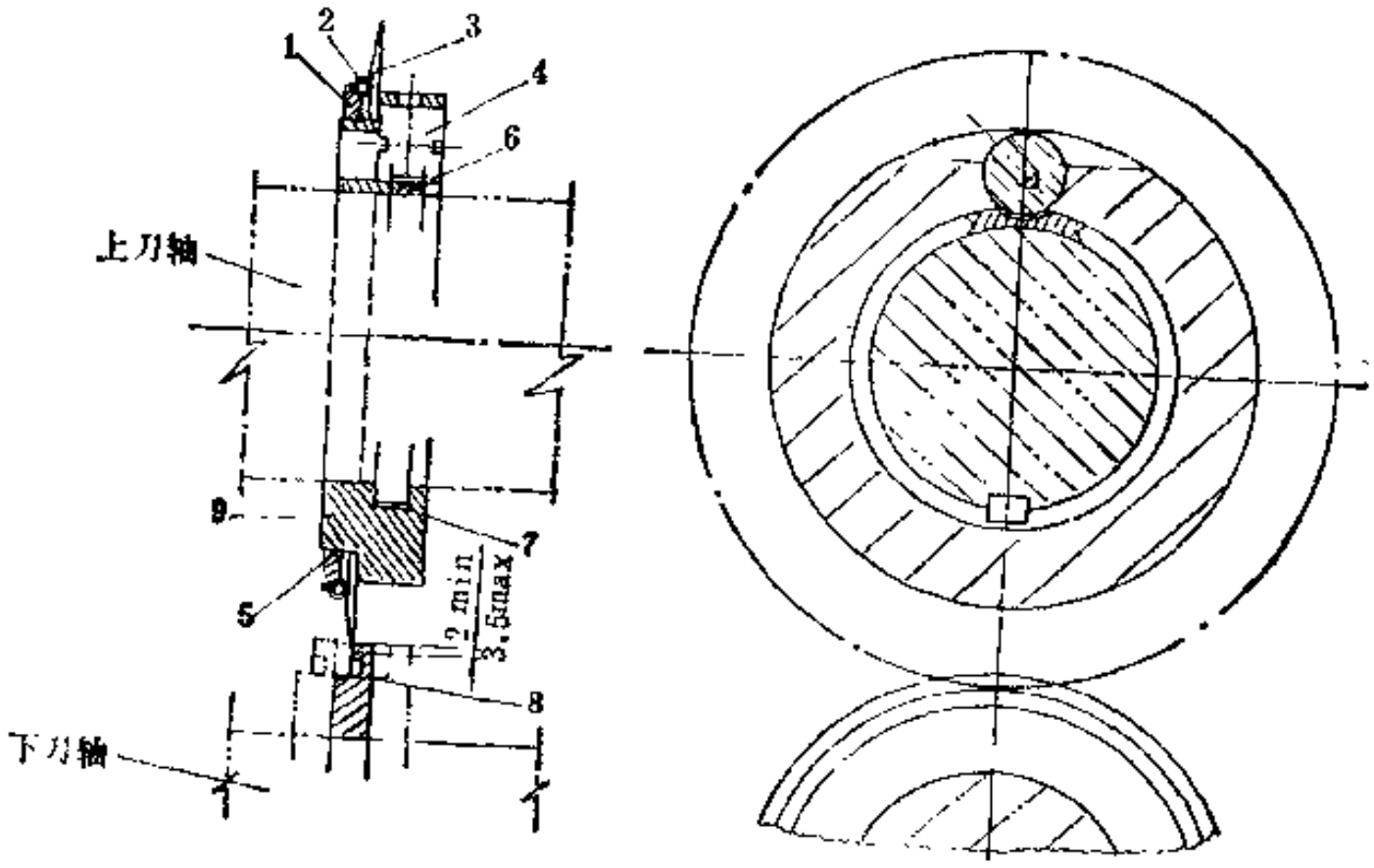


图 1-8-34　上、下刀轴的刀片

1—压环；2—弹簧；3—上刀片；4—偏心锁紧器；5—弹簧挡圈；6—压块；7—开口弹簧圈；8—下刀片；9—套筒

上、下刀轴上的刀片结构如图1-8-34所示。上刀轴由上刀片 3 、套筒 9 、压环 1、弹簧 2、偏心锁紧器4、压块 6 等构成。下刀片 8 轴向位置用螺母固定主心轴上，其刀刃的间距即是下刀片的厚度，一般为5mm，为了保证能把胶片（或胶布）裁切开来，通过环形弹簧 2 使上刀片 3 以一定的轴向力压紧在下刀片上，上刀片 3 的套筒 9 轴向位置，可用偏心锁紧器 4 通过压块 6 固定在心轴上。因此，裁切的胶片（或胶布）可以5mm为级差，任意调节裁切的宽度，如果需要严格的宽度尺寸，则需在下刀片之间垫上适当厚度的垫圈，以满足裁切的宽度要求。由于采用了偏心锁紧器 4 ，只要利用一根插销，插入偏心锁紧器 4 的孔内，摆转锁紧器4，便可方便地把上刀片套筒锁紧或松开在心轴的轴向位置上，从而调节裁切宽度。

上刀轴 2 （见图1-8-33）的心轴一端装有离合器，与齿轮14的传动轴结合，在传动装置 8 的驱动下，经过同步齿形带 7 及齿轮组，可使上刀轴的心轴回转。上刀轴心轴的另一端，由气缸 5 驱动的活顶针将心轴向离合器方向压紧，一方面使离合器结合在一起，另一方面使

上刀片与下刀片能紧密地靠在一起，保证上、下刀片的刀刃接触。气缸的作用力为2260N。

气缸4用于把上刀轴2与气缸5连同齿轮14的传动轴一起提起，使得上刀轴2与下刀轴3的上、下刀片刃口脱离，以便于调节裁切的宽度及上刀片的轴向位置。气缸6用于升降上刀轴2的托架9；只有在托架9被气缸6驱动升起，托住上刀轴时，才允许气缸5的活塞后退，让活顶针脱离上刀轴的心轴，然后，把心轴左移，使心轴与传动轴之间的离合器脱开，取下上刀轴，进行上刀片的修磨或更换刀片。装上刀轴时，也应该把上刀轴放置在托架9上。对准离合器后，再由气缸5将心轴顶紧。为了保证正常的裁切，上、下刀片应重合2～3.5mm左右，即使刀片十分锋利，也要保证其重合度，通过调整上、下刀轴的相对位置，可以调节其重合度。

因为上、下刀片之间有重合度，因此，上刀轴只有在上、下刀片的刀刃离开的情况下，才能由气缸4与6下降到工作位置，然后，由气缸5将上刀轴轴向顶紧。

上刀轴2与下刀轴3的心轴相对位置是要变动的，因此，下刀轴的齿轮10要经过两个中间齿轮与上刀轴的齿轮14相啮合。

4．卷取装置

卷取装置主要由机架、传动系统及卷取轴组成。两套结构相同的传动系统，分别驱动两个卷取轴。其驱动电机为250N·cm的力矩电机。

卷取方轴易于从轴承座的传动轴轴槽中取出与放入。可用两个锁环固定。

上、下布置的两个卷取轴，可以把裁断后的胶片（或胶布）条交叉分开卷取。卷取的心轴宽度，按裁断后的物料宽度选用，将其组合装在方轴上。

（四）主要性能参数

多用纵裁机的主要性能参数：

（1）胶片或胶布的最大宽度	600mm	（7）下刀片直径	100mm
（2）裁切的最小宽度	20mm	（8）安装的刀片数量	16把
（3）最大裁切速度	60m/min	（9）导开电机功率	0.74kW，直流
（4）导开的料卷最大直径	500mm	（10）卷取电机两台，交流力矩电机，	力矩
（5）卷取的料卷最大直径	400mm	250N·cm，	功率1.1kW
（6）上刀片直径	130mm	（11）裁断装置电机功率	2.2kW，直流

第九节　钢丝帘布裁布机及钢丝帘布拼接装置与工具

钢丝帘布裁布机有下列几种：

（1）侧刀式；

（2）圆盘刀-矩形刀式（圆盘刀主动或者被动回转）；

（3）圆盘刀-圆盘刀式。

其中以侧刀式与圆盘刀-矩形刀式最为常见。

侧刀式钢丝帘布裁布机既适用于胎身也适用于带束层钢丝帘布的裁切。由于带束层的裁断角很小(15°)，因此，侧刀式钢丝帘布裁布机除了需要坚固的机座、横梁外，还需要很长的、加工精密的刀片，因而造价比较昂贵。

圆盘刀-矩形刀式钢丝帘布裁布机，由于它的刀片加工、调整简单、从而使造价降低。但是，根据国内的实践，圆盘刀-矩形刀式钢丝帘布裁布机在裁断小角度的带束层时，裁剪的

质量不太理想，但在裁剪胎身帘布时，能获得良好的裁剪质量。

钢丝帘布裁布机一般包括：导开、送料定长、裁断、接取运输、接头、包胶边及卷取等部分，组成一条生产线。不论裁布机采取何种型式，一般都包括上述辅机。

圆盘刀-圆盘刀式钢丝帘布裁布机，在一些国家曾试用过，但是，没有得到广泛的采用。

在国内，有的工厂采用Q11-3-1800剪板机来裁剪胎身及带束层钢丝帘布。为了调整裁剪的角度起见，将剪板机装在一个可转动的底座上。

一、侧刀式钢丝帘布裁布机

（一）结构简介

侧刀式钢丝帘布裁布机就其主机本身来说，实质上是一台裁剪宽度较大的薄钢板剪板机。裁布机的驱动方式有两种，一种是曲柄连杆机构，另一种由油缸驱动上刀，绕支点对下刀作摆剪运动。其辅机部分基本类同，包括导开装置、送料定长装置、接取运输装置、接头装置及包边装置等。

曲柄连杆机构驱动的侧刀式钢丝帘布裁布机，其结构原理见图1-8-35。

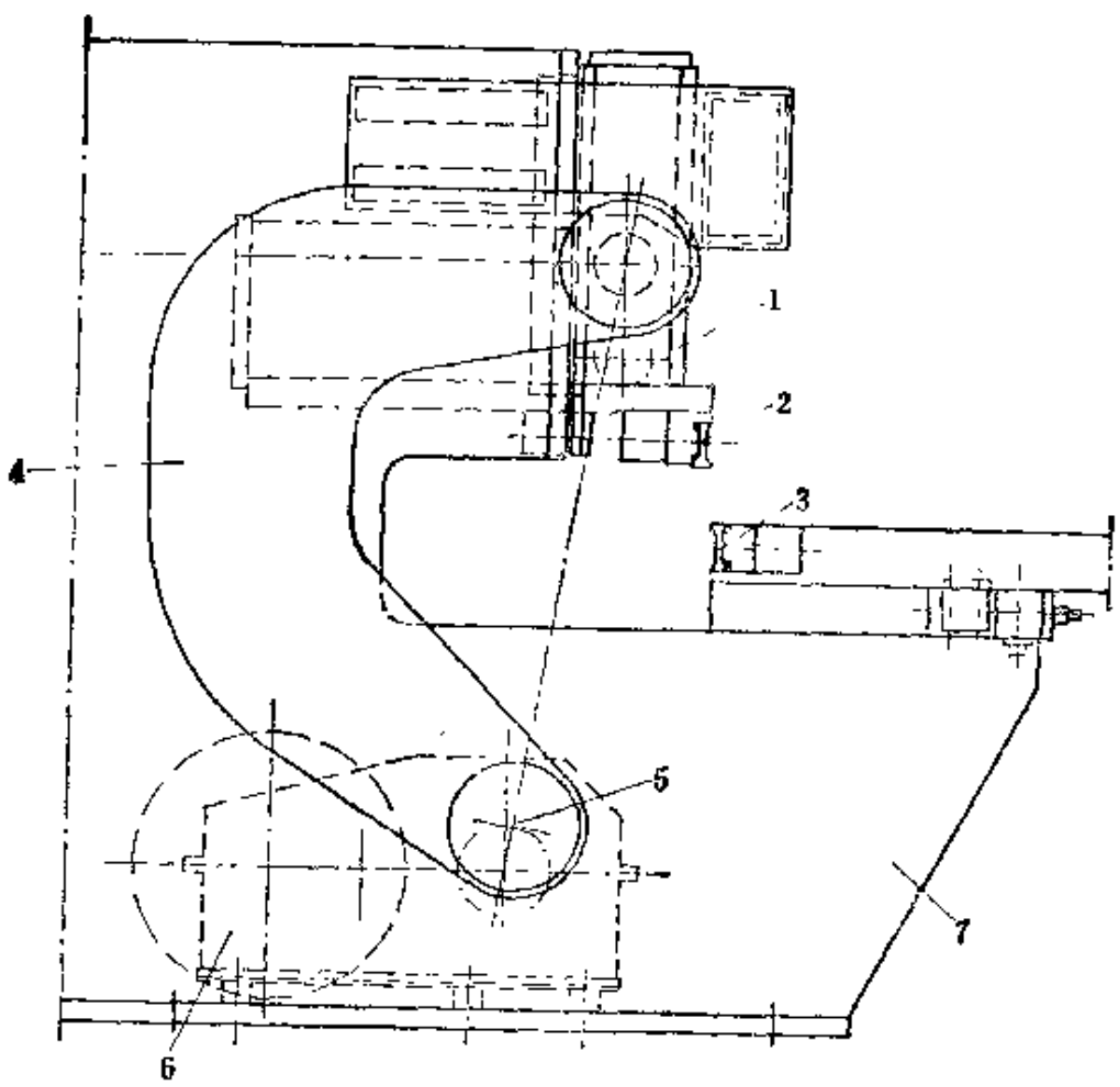


图 1-8-35　侧刀式钢丝帘布裁布机原理图

1—上横梁；2—上刀片；3—下刀片；4—连杆；5—曲柄；6—传动系统；7—机座

曲柄5由电机经传动系统6减速后，用长轴驱动机座两侧的曲柄5，通过弓形的连杆4传动装有上刀片2的上横梁1，使上横梁1沿导轨作上下往复运动，对钢丝帘布进行裁切。上横梁的高精度导轨保证了刀刃对钢丝帘布的良好的裁切。上、下刀片2、3的形状与尺寸完全相同，便于互换。每把刀片，四个刀刃轮番工作，在正常情况下，每个刀刃可以裁切载重车胎钢丝帘布15万次，裁切乘用车胎钢丝帘布30万次。刀片的材料牌号为：DIN×210CrCo

W12，热处理硬度为HRC66。为防止裁切时刀片与钢丝帘布粘着，在刀片的上、下面（与钢丝帘布接触的平面），涂有聚四氟乙烯，其厚度为0.02mm。刀片的断面尺寸如图1-8-36所示。

铡刀式钢丝帘布裁布机的生产线如图1-8-37所示。

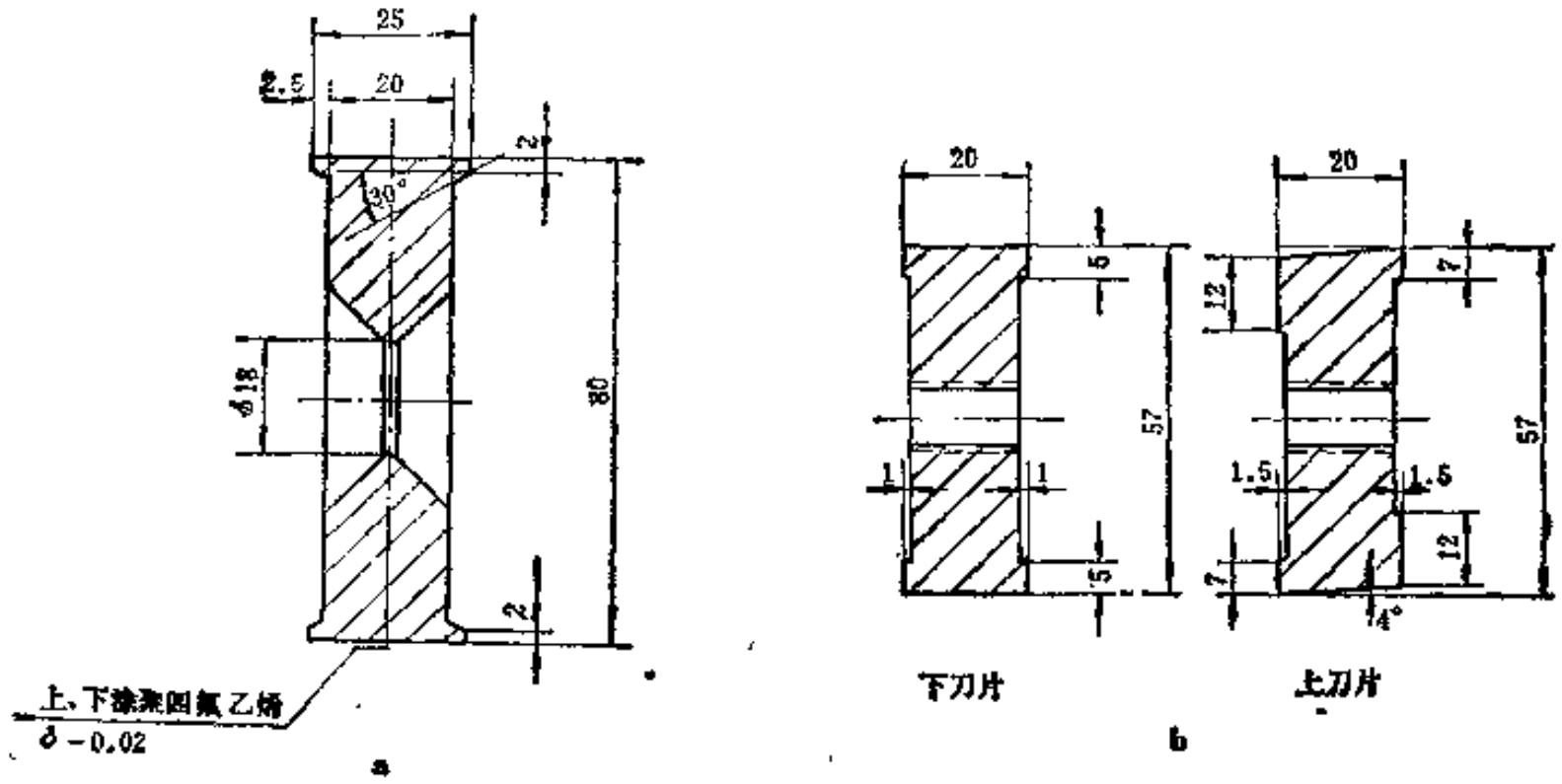


图 1-8-36 铡刀式钢丝帘布裁布机刀片

a—曲柄连杆机构驱动的铡刀式钢丝帘布裁布机刀片；

b—油缸驱动摆动运动的铡刀式钢丝帘布裁布机刀片

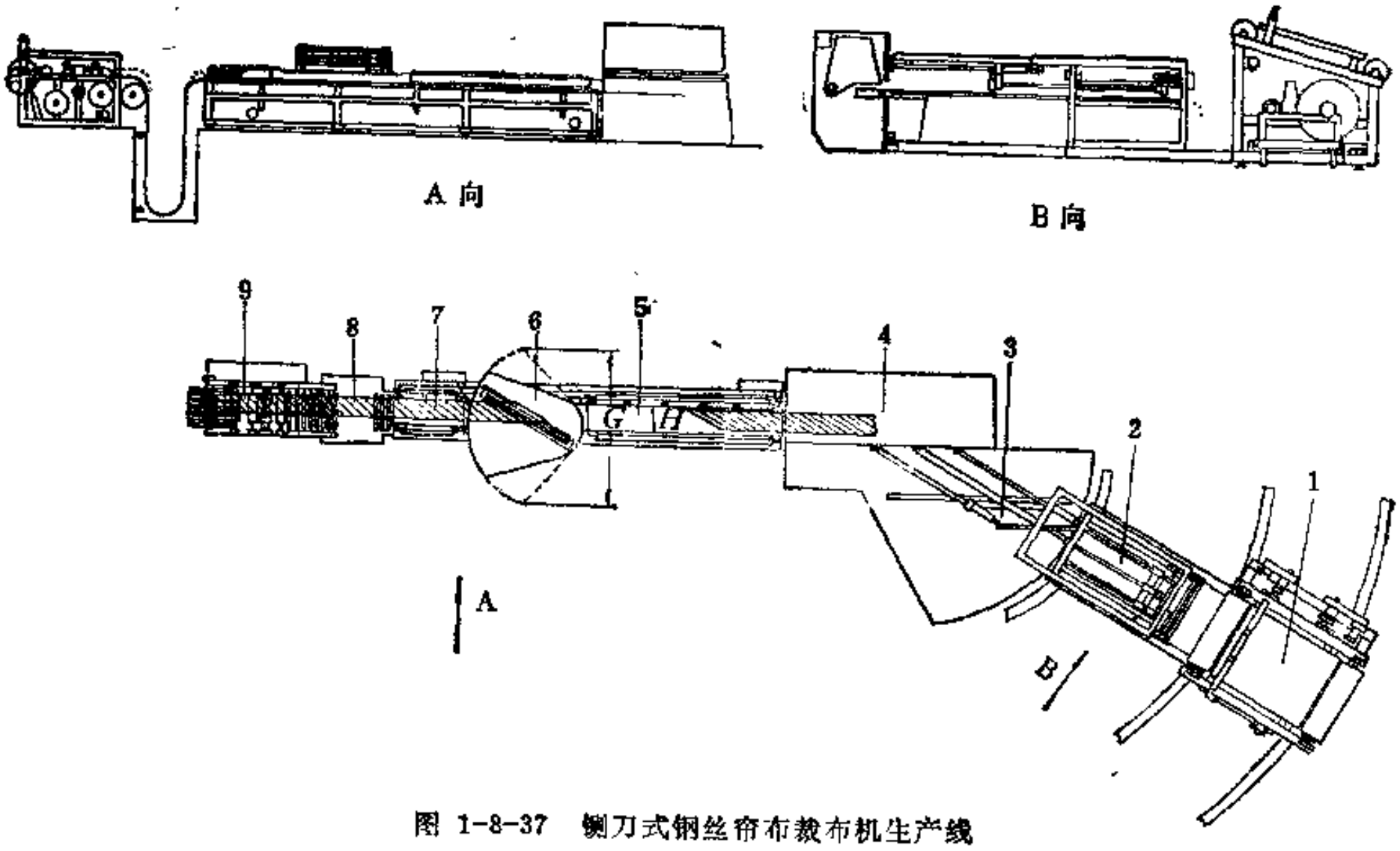


图 1-8-37 铡刀式钢丝帘布裁布机生产线

1—导开装置；2—送料定长机构；3—送料工作台；4—铡刀式裁布机；5—接取输送带；6—带束层接头机；7—输送输送带；8—重力式单环贮布坑；9—包边、卷取装置

导开装置1可以绕裁布机生产线中心线附近的铰支点在18～50°范围内转动（最小可达15°），由电机驱动。其转动的角度按裁断角而定。钢丝帘布及垫布卷装在一辆小车上，小车可由人工推入导开装置1内，小车的位置由4个气动插销提升与定位。然后，导开传动装置的气动离合器与料卷轴结合。当钢丝帘布被导出运输机拉出时，帘布在进入送料定长机构2之前，经过扩布辊输送到重力式单环贮布再送到送料定长机构。料卷轴系统装有制动装置，一旦料卷用完，传感器令整个生产线停车。

导出的钢丝帘布经重力式单环后，被导入送料定长机构下面的导向台，导向台上装有球形支承及淬火过的钢辊，在松动运动的情况下，可各自作横向调整。在液压供料装置供料行程的终端，装有可调节的固定挡块，以调节供料宽度。在供料装置到达挡块之前，供料速度自动降低。钢丝帘布的供料是用一个装有永久磁铁的横杆来实现的，磁铁装在横杆内，在油缸的驱动下，横杆可沿平行于生产线中心线的两根导杆作往复移动。横杆向前时，作供料运动，后退时复位。在供料运动时，横杆内的磁铁在气缸驱动下，压到钢丝帘布上，从而钢丝帘布随横杆作送料运动。送料结束，磁铁在气缸驱动下缩进横杆壳体内，使与钢丝帘布分离，完成送料运动，然后，横杆再由油缸退回到起始位置。导向台上涂有防粘的涂料。供料速度可在液压系统中预调。

在裁切时及供料装置返回时，钢丝帘布的端头在裁刀前由一个真空系统固定住。刀片经过若干次裁切后，由毛毡擦洗一次，其裁切的次数由计数器预调。擦洗时间约5.5s。毛毡的固定架由电机经减速器、链条减速后驱动。经验表明，对于一般的钢丝帘布，擦洗刀片是不必要的，只是在裁切十分粘的钢丝帘布时，大约裁切5000次之后才需要擦洗。

分离输送带安装在裁切刀片的后面，在气缸的驱动下可向后移动，并随着上刀片的下降而下降。裁切完毕时，输送带回到距裁切线5mm处，以避免带束层在输出时与下刀片接触。

在分离输送带的左右两端（也可以根据需要在一端）各装一套接取输送带、接头装置、包边卷取装置（图1-8-37所示只在分离输送带左侧一端安装有关装置），这样，可以在一端进行带束层接头时，裁切下来的带束层可以输向另一端，从而提高了生产线的生产效率。接取输送带的下面装有振动装置，可使输送带在运送带束层的过程中，带束层沿倾斜的输送带横向靠在挡板上，使带束层定边，以便由接头机6自动接头。接头机的压辊如图1-8-38所示。带束层的首、尾由光电管定位后，一对沟槽压辊的支架，可在气缸传动下，沿带束层接缝往复移动。在气缸把压辊支架下降，压辊与帘布接触后，随着支架沿接缝的移动，使压辊在接缝线上转动。每个压辊沟槽分别压住两块帘布首尾的一根钢丝帘线，经过压辊的滚压，将带束层首尾接牢。还有一种接头压辊的压辊上附有伞齿轮，互相啮合，可以保持两个压辊的相对同步回转。

接好头的带束层进入一个光电管控制的重力单环坑，贮存一定长度的带束层，以保持生产线的连续工作。

带束层的接头，还有相当的机器采用人工接头。

根据工艺的要求，有些带束层需要在其两边包以薄胶片，一则是为了保护裁切表面，防止钢丝帘线氧化，二则是为了成型时的操作安全，防止钢丝扎伤操作人员。因此，带束层在卷取之前设有胶片包边装置。

由多用纵裁机裁好的、衬有塑料薄膜的薄胶片，放置在带束层两侧的上面，带束层通过的地方装有包边辊组，衬有薄膜的胶片导出后，分别贴在带束层两边，带束层前进时，经过一组不同形状的包边辊，将薄胶片与薄膜一起包贴在带束层边部，然后，再将塑料薄膜用辊

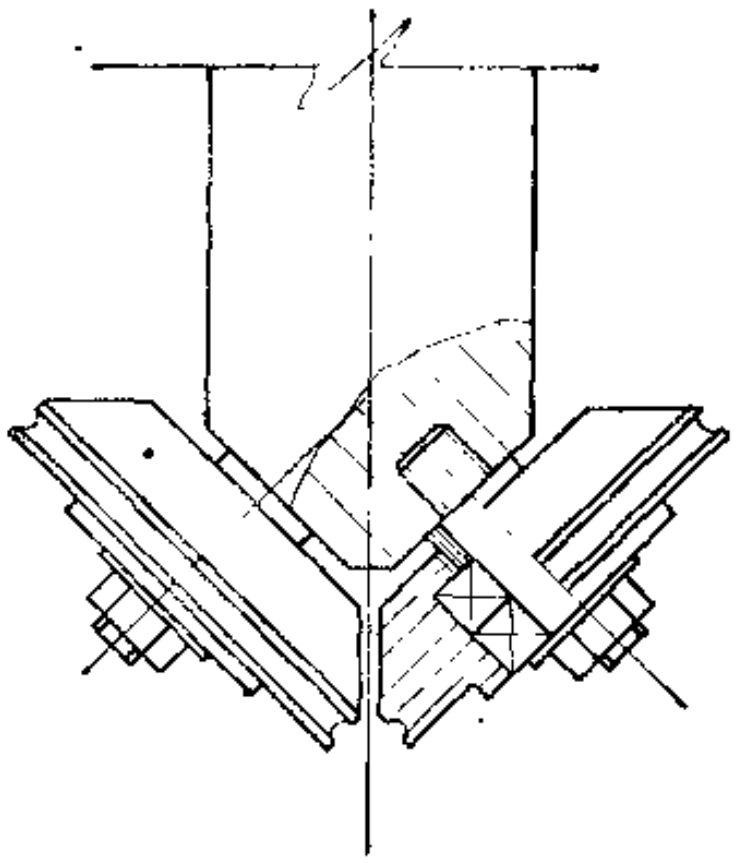


图 1-8-38 接头压辊示意图

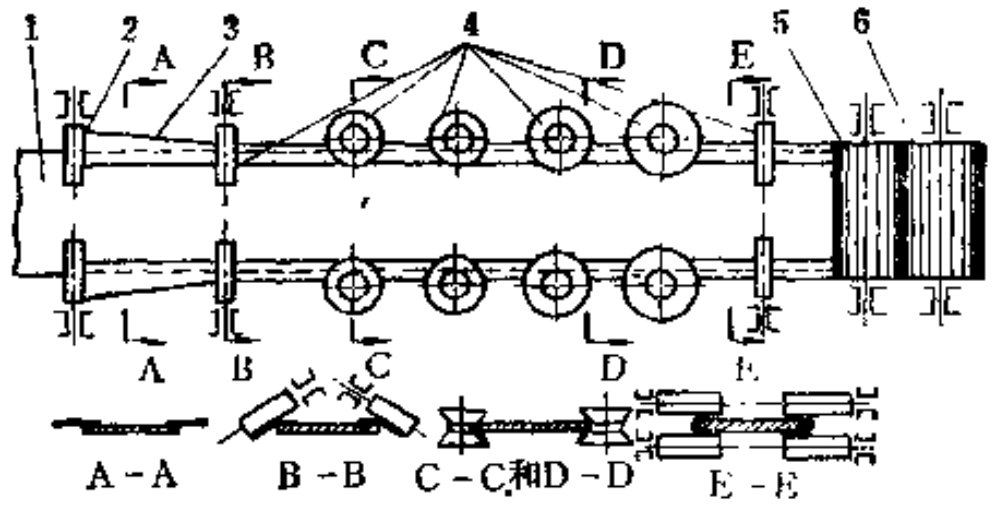


图 1-8-39 钢丝帘布包边过程示意图
1—钢丝帘布；2—胶片卷；3—胶片；
4—包边辊；5—卷取轴；6—垫布轴

子拉掉。或者在胶片导出时先把塑料薄膜分离，然后将胶片贴在带束层上。图1-8-39所示为其包边过程示意图。

采用组合辊子包边的方法，往往发生胶片与带束层脱开现象，胶片没有与裁切边部贴住。影响到带束层贴合时定位的精确性。利用毛刷辊进行带束层的包边，可以使胶片紧贴在裁切边上，提高了包边的质量，其工作示意图见图1-8-40。在包边装置上，薄胶片2先定位贴在带束层1上，然后，用毛刷辊Ⅰ将薄胶片往下折转，使胶片紧贴在带束层的裁切边上，接着，由毛刷辊Ⅱ将薄胶片包在带束层上。毛刷辊是由带束层输送装置经皮带传动主动回转的。

包好胶边的带束层，由在带束层上垫上垫布（塑料薄膜）卷取装置卷取。卷取装置有两套，交叉地进行工作。

（二）主要性能参数

侧刀式钢丝帘布机的主要性能参数：

（1）裁切的钢丝帘布	最大帘布厚度3mm 钢丝帘线最大断裂强度 3000N/mm²	（7）电机驱动的导开架角度调节范围	18～50°
（2）裁断角	18～50°（最小可到15°）	（8）钢丝帘布卷最大重量	2100kg
（3）钢丝帘布最大宽度	1000mm	（9）垫布最大宽度	1200mm
（4）钢丝帘布最大卷径	1000mm	（10）垫布卷最大直径	500mm
（5）带束层宽度	最小70mm 最大406mm，裁断角19°时 最大386mm，裁断角18°时	（11）供料装置供料长度	最小35mm 最大1250mm
		（12）供料装置供料速度	最大900mm/s
		（13）调整精度	0.1mm
（6）裁断精度	最大±0.5mm，带束层宽度的平行度误差	（14）重复性精度	±0.1mm
		（15）裁布机功率	7.5kW
		（16）裁断长度	3200mm

(17) 裁切次数　18次/min，在钢丝帘布宽1000mm供料长度260mm时

(18) 刀片寿命：载重车胎钢丝帘布　约15万次

乘用车胎钢丝帘布　约30万次

(19) 刀片刃口数　4刃

(20) 刀片修磨次数　约10次

(21) 分离输送带：宽度　500mm

速度　200m/min

(22) 接取输送带宽度　500mm

(23) 接头输送带宽度　500mm

(24) 包边胶片厚度　最大0.8mm

(25) 包边胶片：宽度　最大60mm

卷径　最大500mm

(26) 压缩空气供给压力　0.6MPa

(27) 外形尺寸　5600×400×1900mm

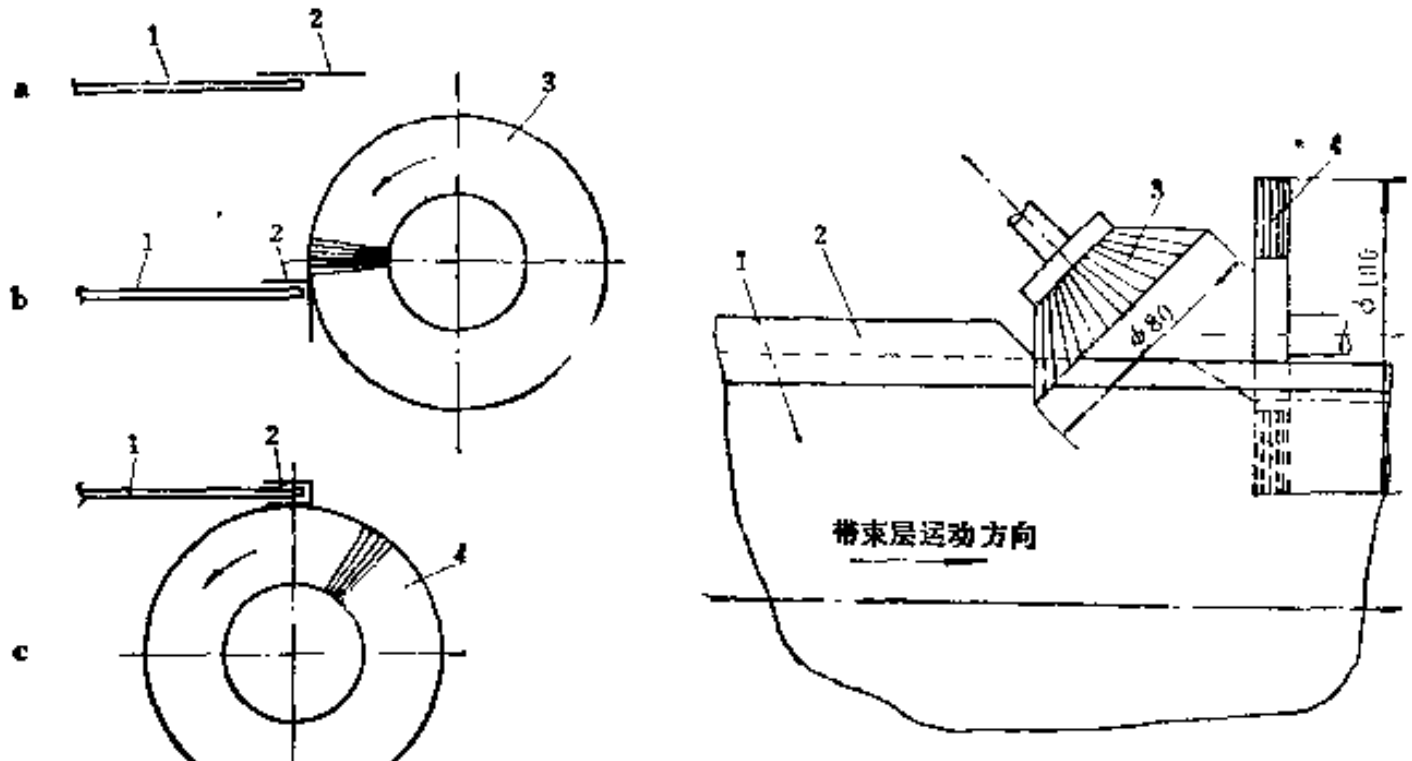


图 1-8-40　用毛刷辊包边示意图

a—在带束层上贴薄胶片；b—毛刷辊Ⅰ将薄胶片往下折转；c—毛刷辊Ⅱ将薄胶片包在带束层上

1—带束层；2—薄胶片；3—毛刷辊Ⅰ；4—毛刷辊Ⅱ

二、90°钢丝帘布裁断、拼接联动装置

90°钢丝帘布裁断拼接联动装置用于钢丝子午胎胎体帘布的裁断与拼接，其裁断角为90°，固定不能变动。裁断装置采用圆盘刀-矩形刀结构。

整个联动装置由导开、裁断及拼接、卷取等部分组成。导开、裁断部分与拼接、卷取部分成直角布置，是一种生产效率、自动化程度很高的机器。

（一）结构简介

90°钢丝帘布裁断、拼接联动装置如图 1-8-41（见书后插页）所示。由导开装置 1 、贮布切边装置 2 、送料定长装置 3 、裁断装置 4 、定位送布装置 5 、拼接装置 6 、贴合及包边装置 7 及卷取装置 8 等组成。

钢丝帘布及垫布卷放置在导开装置 1 上，钢丝帘布由安装在贮布切边装置 2 上的牵引辊导开，贴在钢丝帘布两面的塑料薄膜由卷取轴卷起。导出的钢丝帘布经过贮布切边装置 2 上的单环贮布器及切边装置，把钢丝帘布边部切掉1～2根钢丝帘线，使帘布边缘露出新鲜的表面，以提高帘布拼接的牢固性。单环贮布器用于协调帘布导开与送料定长装置的送料速度。

切过边的钢丝帘布由送料定长装置3上的磁性夹持器吸住，定长地送到裁断装置4的矩形裁刀位置，压布器将帘布压住，然后，圆盘刀压在矩形刀上作横向移动，把钢丝帘布裁断。磁性夹持器由气缸驱动作往复运动，帘布的裁断长度由气缸的行程决定。裁断后的帘布其拼接的区域，在帘布由滚道向前输送过程中，由灯管式红外线加热器加热。经过定位送布装置5定中心后的帘布，在磁铁夹持器的夹持下，被送到拼接装置6。拼接装置6上，在帘布的左、右、上、下各有一对ZIP型的锥形辊拼接器，可沿帘布的接缝，先后分别从帘布中心向两边移动，把经过加热的两块帘布的首尾边缘拼接起来。拼接好后的帘布，由滚道送入贴合及包边装置7，按工艺要求，在裁断的帘布裁切边上包上薄胶片并贴合缓冲胶片，然后，由安放在卷取装置8上的卷取小车的卷取轴卷取。

（二）主要性能参数

90°钢丝帘布裁断、拼接联动装置主要性能参数：

（1）钢丝帘布宽度	750～860mm	（8）拼接速度	4.5次/min
（2）帘布及垫布卷径	最大800mm	（9）拼接帘布宽度	450～1100mm
（3）帘布定长范围	100～1250mm	（10）拼接帘布每卷长度	40m
（4）钢丝帘线最大直径	2mm	（11）圆盘裁刀直径	220～250mm
（5）裁断角度	90°(固定)	（12）红外线加热器功率	2000W
（6）裁断有效长度	最大900mm	（13）定长调节方式	手动
（7）裁断次数	5次/min		

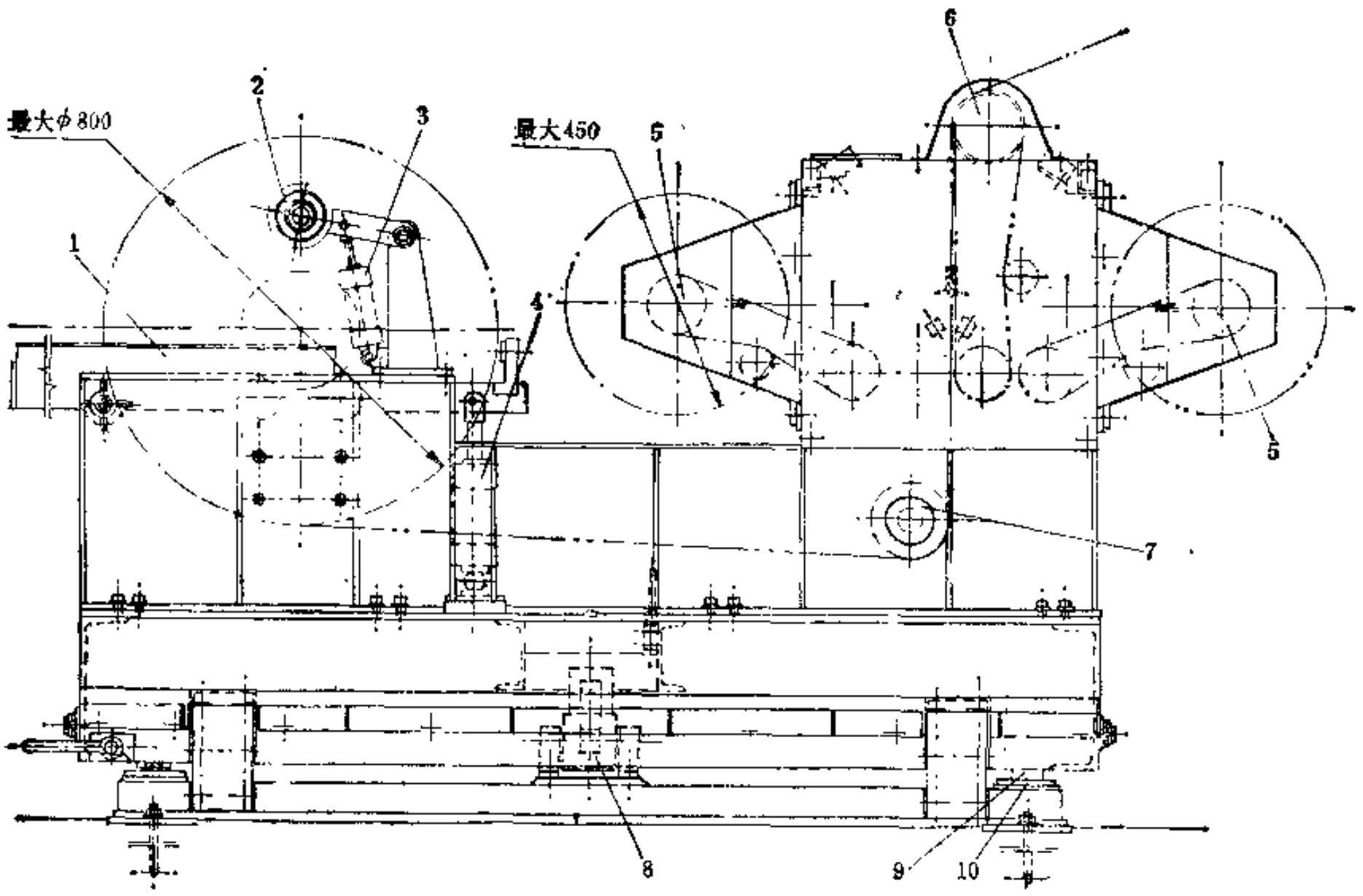


图 1-8-42　导开装置

1—卷轴托架；2—制动盘；3、4—气缸；5—薄膜垫布卷取轴；6—导出辊；7—导辊；8—双活塞杆油缸；9—车轮；10—轨道

（三）主要单元机台结构

1．导开装置

导开装置如图1-8-42所示，整个导开装置安装在一个小车上，在定中心装置的油缸 8 的驱动下，可作轴向移动，以保持导出帘布的中心位置。帘布卷的轴本体上装有支架和支撑轮，工作时，把帘布及垫布卷的卷轴托架 1 放置在V型道轨上，因而卷轴托架 1 不能作轴向窜动，然后，气缸 4 的活塞杆收缩，V型道轨的前端向下倾斜，倾斜的V型道轨使卷轴托架 1 紧靠在道轨前的挡块上，从而使帘布卷定位。制动盘 2 在气缸 3 的驱动下，压在帘布卷卷轴的端面上，使帘布卷上、下方向定位，同时，使帘布导出时，保持一定的张力，并防止导出时松卷。帘布经导辊 7 及导出辊 6 导出，帘布两面的塑料薄膜垫布由卷取轴 5 卷取，卷取轴 5 上装有自动的张力调整装置，使垫布卷取速度与帘布导出速度一致。卷取轴 5 由导出辊 6 的传动系统经链条驱动。

2．贮布切边装置

如图1-8-43所示。帘布由牵引辊 2 牵引，经光电传感器 1 、浮动辊 5 、切边装置 3 后导出。光电传感器 1 用来检测帘布的定中心位置，它有两套独立的光电管，帘布的边缘在光电管①与②之间通过。帘布处于正常位置时，光电管①是导通的，光电管②断开。当帘布向左偏移遮挡住光电管①时，位于导开装置下部的双活塞杆油缸（见图1-8-40件号 8 ）驱动导开装置沿轨道向右移动，使帘布纠偏，重新回到正常位置。反之，帘布向右偏移，使光电管②导通时，导开装置的定中心油缸驱动导开装置向左移动，使帘布恢复正常位置。在帘布导出的过程中，定中心装置不断地纠正帘布的位置偏移，其调偏的范围为±100mm。经过调偏

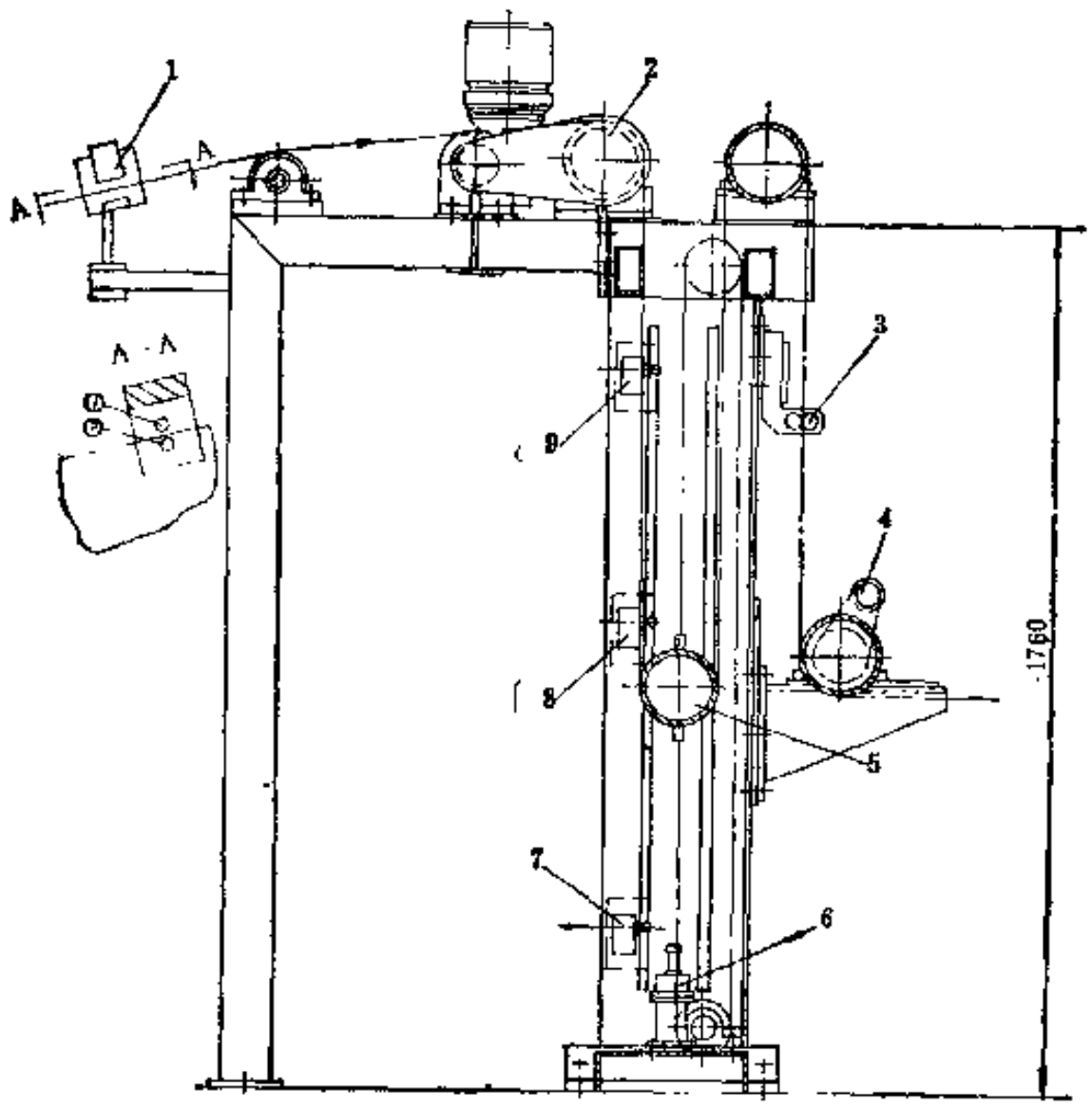


图 1-8-43　贮布切边装置

1—光电传感器；2—牵引辊；3—切边装置；4—卷帘线轴；5—浮动辊；6—缓冲器；7—低位开关；8—高位开关；9—高位紧急开关

之后，帘布的偏移值在±2mm之内。纠偏后的帘布在牵引辊2的牵引下，进入单环贮布装置。浮动辊5不但可以贮存帘布，用于裁断，通过调整浮动辊的重锤，使帘布保持适当的张力。在帘布被送料装置送出时，浮动辊上升，当触及高位开关8时，牵引辊2的电机驱动，从导开装置中导出帘布，浮动辊下降，一直到触及低位开关7时，牵引辊2的电机停转。高位紧急开关9起保护作用，万一高位开关失灵，浮动辊继续上升，触及开关9时，便全机停车。浮动辊的最大行程为1420mm，贮布量为2840mm。钢丝帘布只有在其对接的面保持干净没有被氧化的情况下，才能保证其拼接的强度，为此，须要对钢丝帘布进行切边。切边装置的工作原理如图1-8-44所示。根据帘布的宽度，调距丝杠1可以调整切边刀4在帘布两侧的位置。当帘布向左、右两侧偏移时，平移架2使切边刀4及导轮5能随帘布的偏移而绕支点平移。帘布通过切边刀4时，电机3带动切边刀4，切掉帘布边缘1～2根帘线，使帘布露出新鲜表面，切下的带胶帘线由卷帘线轴6卷起。电机3为直流微型电机，供给电压12V，功率50W。卷帘线轴6通过链条由导辊7传动，为了使缠卷在卷帘线轴6上的帘线速度与导辊保持一致，在卷帘线轴的轴端装有摩擦离合器。

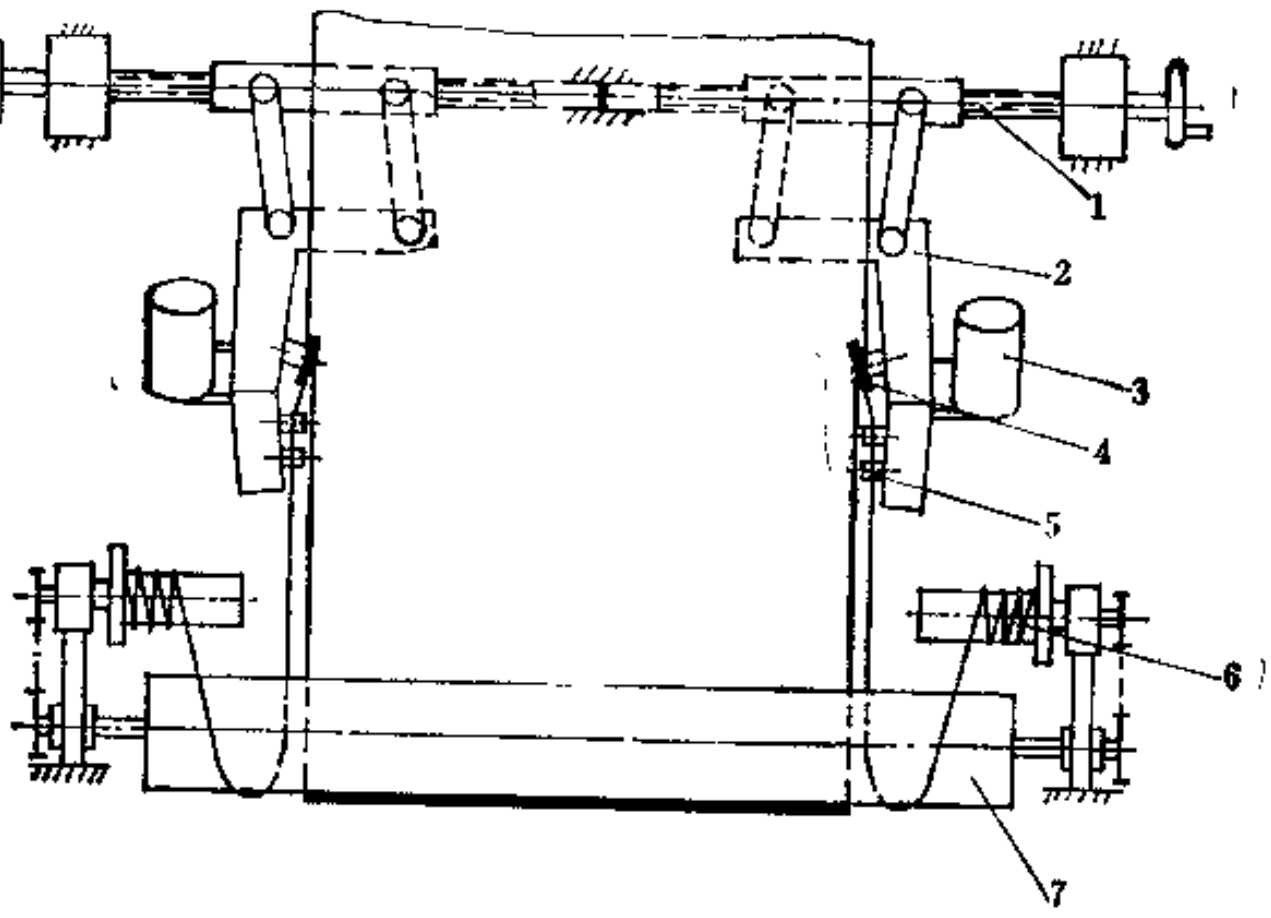


图 1-8-44　切边装置

1—调距丝杠；2—平移架；3—电机；4—切边刀；5—导轮；6—卷帘线轴；7—导辊

切边刀的结构如图1-8-45所示。电机轴上的齿轮3传动齿轮5及传动轴4，使两把切边刀片相对转动，当帘布边缘从两把切边刀片中间通过时，将钢丝帘线之间的橡胶切开。

3．送料定长装置

送料定长装置的原理如图1-8-46所示。它由送布机构与定长机构两部分组成。送布机构包括气缸3、固定齿条4、齿轮7、送布齿条8、导轨9及磁性夹持器10等。齿轮7在气缸3的驱动下，沿固定齿条4运动，使齿轮7回转，从而使与齿轮7啮合的送布齿条8沿导轨9移动，由于齿轮7与齿条4、8的啮合，具有放大的作用，因此，送布齿条8的行程为气缸3活塞杆行程的2倍。磁性夹持器10固定在齿条8上，当磁性夹持器10把钢丝帘布吸住，在气缸3的驱动下朝裁断工位11向前运动时，便实现送布运动。在磁性夹持器10向后移动时，夹持器磁性消失，钢丝帘布脱离夹持器。磁性夹持器回到起始位置后，准备作下一次送布。

定长机构包括：定长调节丝杠2、锁紧机构5及缓冲装置等。当转动定长调节丝杠2的

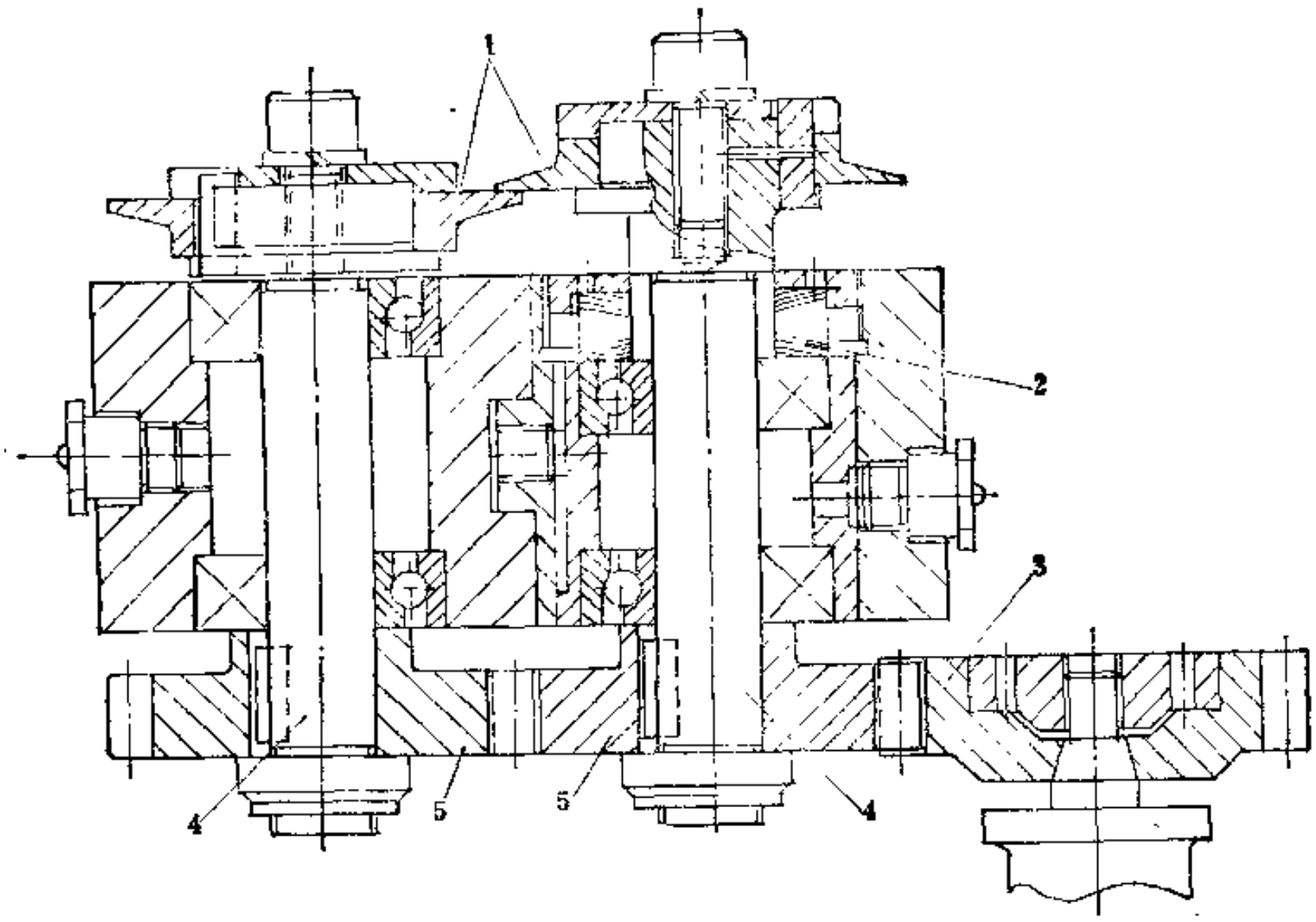


图 1-8-45　切边刀

1—切边刀片；2—碟形弹簧；3—齿轮；4—传动轴；5—齿轮

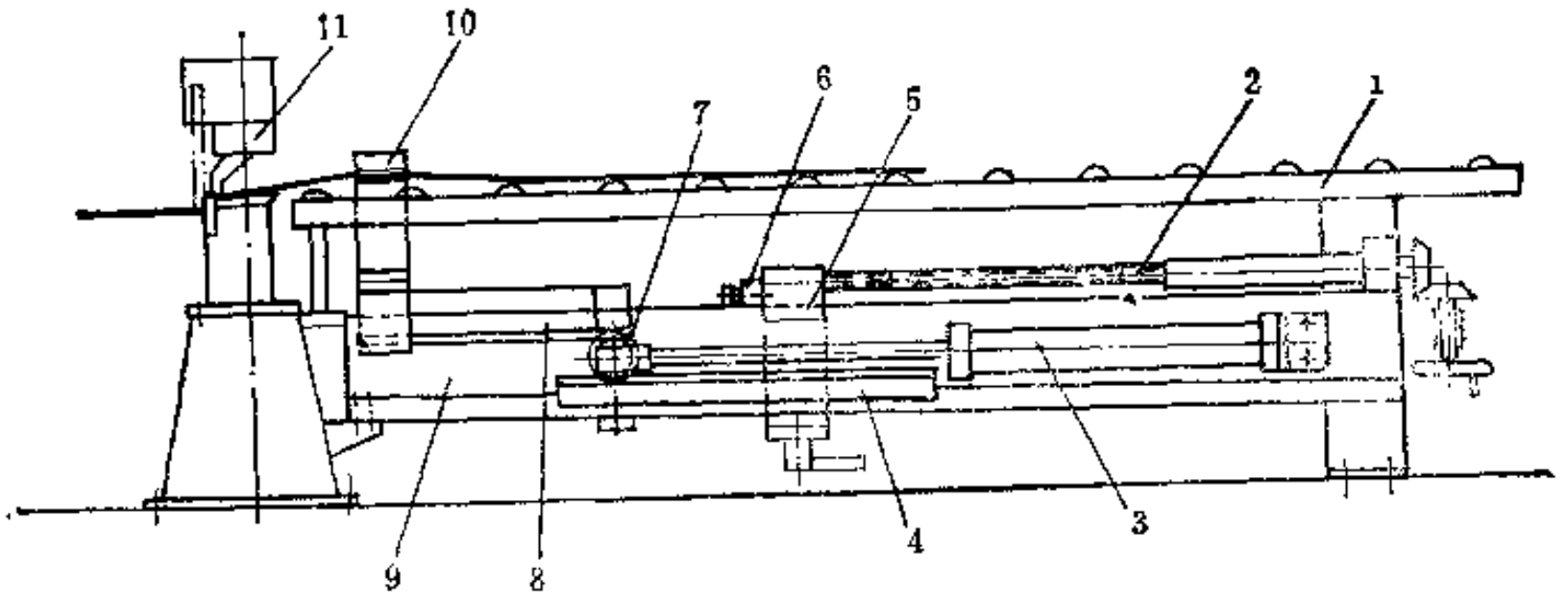


图 1-8-46　送料定长装置原理图

1—滚道；2—定长调节丝杠；3—气缸；4—固定齿条；5—锁紧机构；6—缓冲装置；7—齿轮；8—送布齿条；9—导轨；10—磁性夹持器；11—裁断工位

手轮时，锁紧机构 5 便沿导轨 9 移动到要求的位置，其移动的位置由固定在机架上的标尺指示，然后，把锁紧机构 5 固定锁紧，使送布齿条的行程改变，从而调整了送布长度。

缓冲装置 6 如图1-8-47所示。由油缸 1 、贮油杯 3 及单向阀 4 等组成。它用来缓和磁性夹持器回程时产生的冲击。当送布齿条沿导轨返回碰到油缸 1 的柱塞时，油缸尾腔内的油通过节流阀进入到贮油杯 3 内，贮油杯油面上升，使油面上部的压缩空气压力升高。当送布齿条送布时，离开了油缸 1 的柱塞，贮油杯 3 内的压缩空气迫使油重新回到油缸内。为了保证油缸内充满油，贮油杯内的油面不能过低。通过调整节流阀的螺钉 2 可以调节缓冲装置的缓

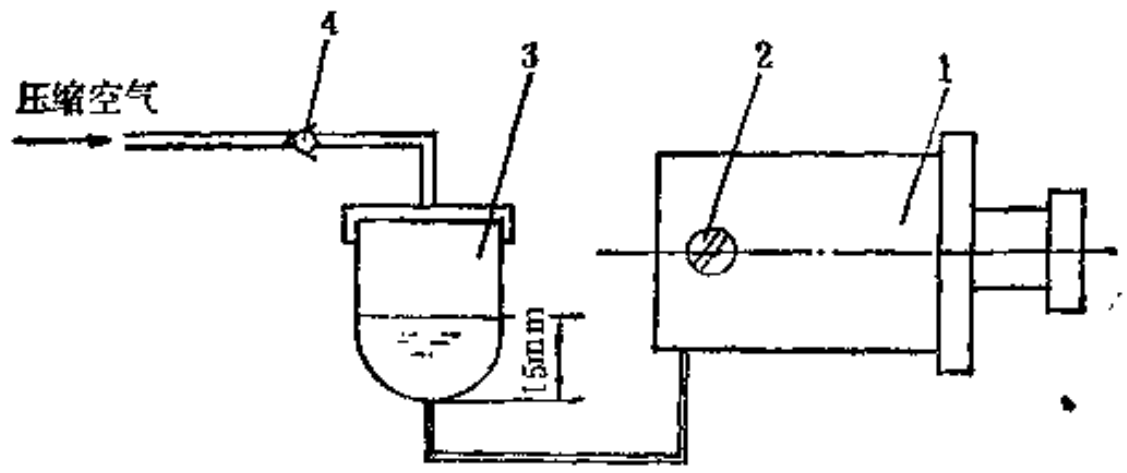


图 1-8-47　缓冲装置

1—油缸；2—调整阀门；3—贮油杯；4—单向阀

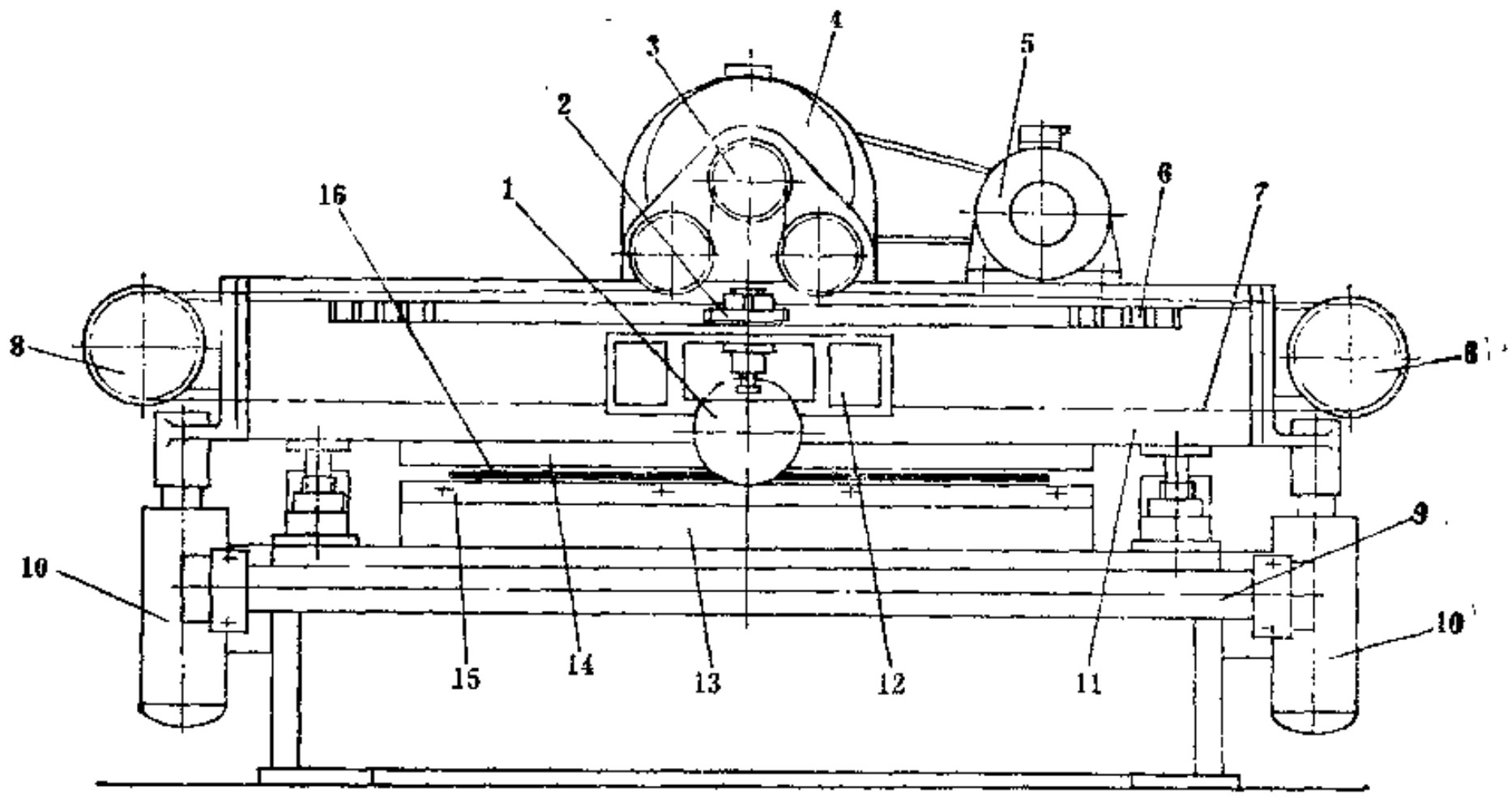


图 1-8-48　裁断装置

1—圆盘刀；2—齿轮；3—主动链轮；4—减速器；5—电机；6—齿条；7—链条；8—链轮；9—同步轴；10—气缸；11—上横梁；12—圆盘刀架；13—机座；14—压板；15—矩形刀；16—钢丝帘布

冲程度。

4．裁断装置

裁断装置是一种圆盘刀-矩形刀式的结构，如图1-8-48所示。主要由圆盘刀1、圆盘刀架12、矩形刀15、上横梁11、机座13、气缸10及传动装置等组成。钢丝帘布16由磁性夹持器定长送到裁断装置。气缸10的柱塞与上横梁11连接在一起，气缸10排气时，上横梁11下降，压板14把帘布压在矩形刀15上。圆盘刀架12由电机5驱动，经过减速器4、主动链轮3及链条7，可使圆盘刀架12沿导轨作横向往复移动。圆盘刀架12上的齿轮2与固定在上横梁11上的齿条6啮合，当圆盘刀架在导轨上移动时，齿轮2便带动轴转动。齿轮2的轴与圆盘刀1的轴之间装有一对伞齿轮，因此，当圆盘刀架12由右向左裁切钢丝帘布时，齿轮2经过伞齿轮副使圆盘刀1转动，使圆盘刀1的刀刃与矩形刀15的刀刃对钢丝帘布进行裁切，另外，在

齿轮 2 的传动轴上还设有一套超越离合器，使得圆盘刀架12在返回行程中，圆盘刀 1 保持不转。

圆盘刀与矩形刀的相对装配如图1-8-49所示。圆盘刀与矩形刀的刀刃如图1-8-50所示。圆盘刀变钝以后，研磨 A 面和 B 面，矩形刀变钝后，研磨 C 面。圆盘刀与矩形刀刀刃的硬度为HRC62～65。

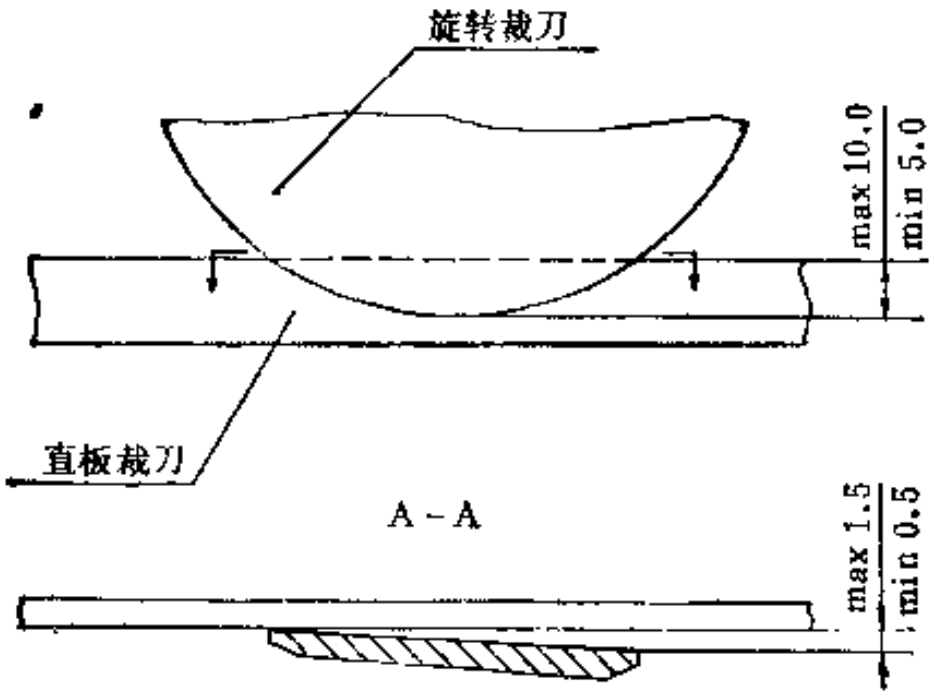


图 1-8-49　圆盘刀与矩形刀的装配

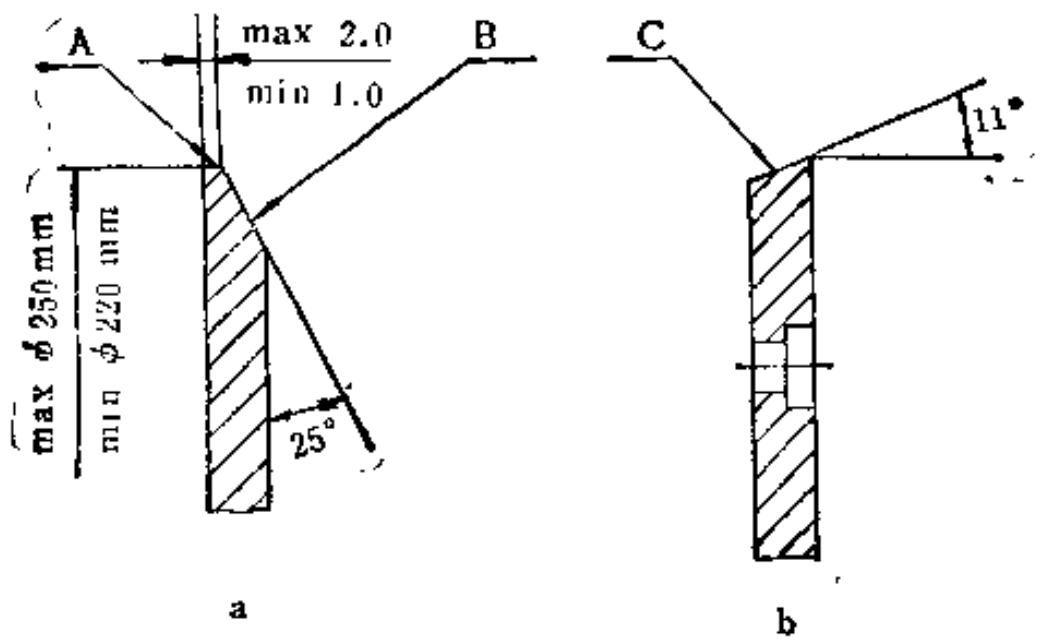


图 1-8-50　圆盘刀与矩形刀的刀刃

a—圆盘刀；b—矩形刀

5．定位送布装置

图1 8-51所示的帘布定位送布装置主要由辊道2、加热器4、磁性夹持器滑架7、定位器9等组成。

裁断后的钢丝帘布由裁断辊道 2 送到定位器 9 。安装在裁断辊道 2 两侧的红外线灯式加热器 4 ，在帘布通过时，加热器 4 通电，对钢丝帘布的拼接边接进行加热，使其温度上升到50℃左右。加热器的功率为2000W。帘布经定位器9定位后，气缸6动作，118 个 φ45 的永久磁铁下降，吸住钢丝帘布，气缸8移动磁性夹持器滑架7，使其沿导轨10向右运动，当帘布被送到拼接辊道11时，磁性夹持器滑架7返回，准备下一次送布，从而使帘布的运动方向转90°，由裁断方向改变为拼接方向运动。拼接辊道11的托辊，由电机驱动，帘布由拼接辊道11送到拼接器12进行拼接。导轨10固定在支架 5 上。

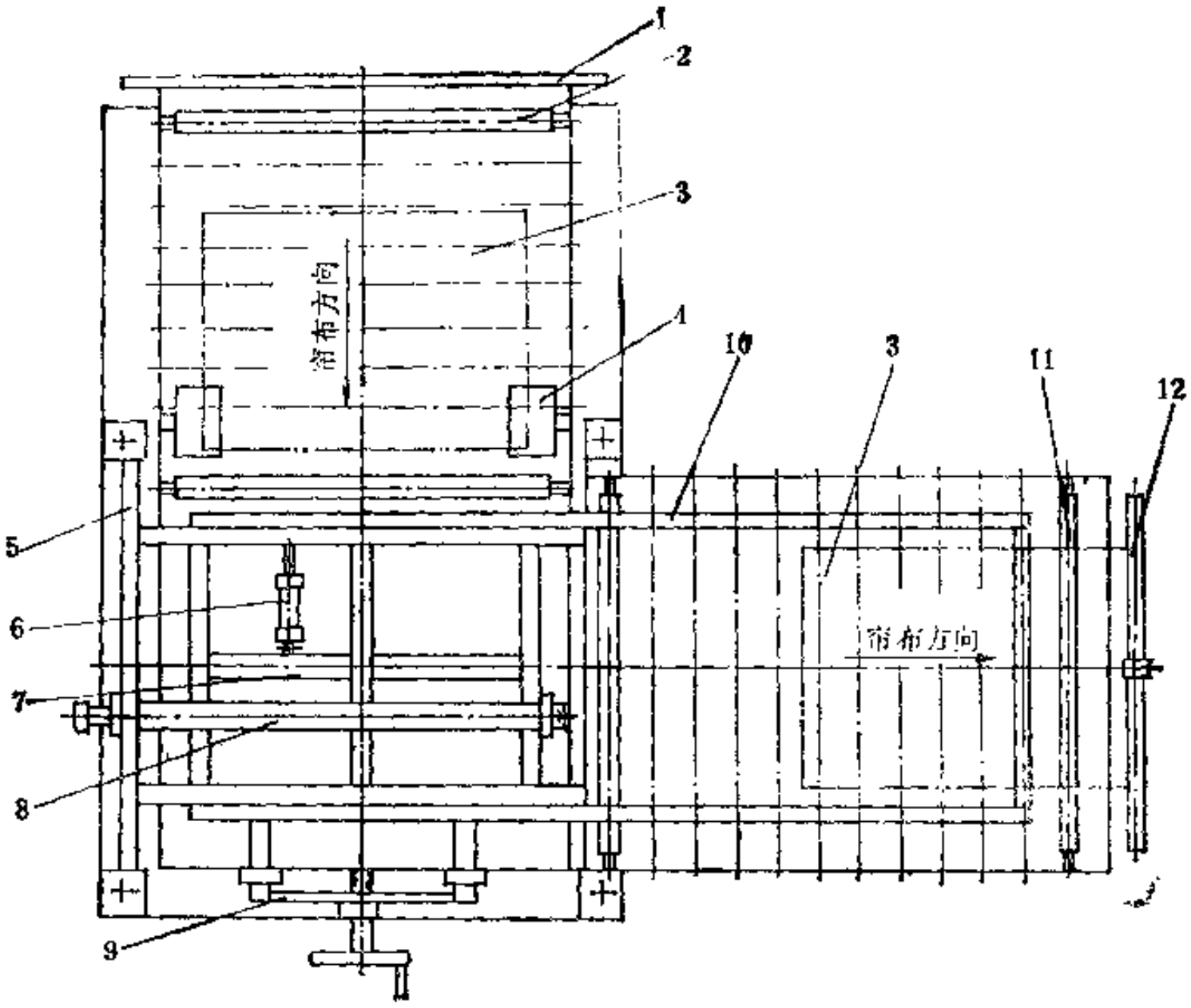


图 1-8-51　定位送布装置示意图

1—矩形刀；2—辊道；3—裁断后的帘布；4—加热器；5—支架；6—气缸；7—磁性夹持器滑架；8—气缸；9—定位器；10—导轨；11—拼接辊道；12—拼接器

6．拼接装置

拼接装置如图1-8-52所示，由拼接辊道A、拼接器B和输出辊道C等组成。拼接辊道A和输出辊道C的结构与传动相同，都是由直流减速电机1、链传动系统、托辊4、压辊9、光电传感器10等组成。在输出辊道C上还装有定中心挡杆12、调宽丝杆13。拼接器支架的导轨11连接到拼接辊道A及输出辊道C的机架上。

钢丝帘布被送到拼接辊道A上后，直流减速电机1启动，链条2带动所有拼接辊道A上的托辊4转动。帘布由托辊4向前输送，帘布的拼接头端通过压辊9后，进入到拼接位置，由光电传感器10检测定位，使帘布的头端靠在拼接器定位板的左侧（参见图1-8-51件号8），原先已经拼接好的帘布尾端，也由光电传感器检测、定位，靠在定位板的右侧。这时，拼接器的左、右，上、下两组拼接滚轮先后由驱动装置传动，从帘布的中心沿导轨11向帘布两侧移动，完成对帘布首、尾拼接。接着，输出辊道C的直流减速电机启动，托辊4带动帘布通过输出辊道C。

输出辊道C的机架上装有两个光电传感器14，用来控制帘布包边装置的操作。当光电传感器14被遮光后，包边装置开始工作。反之则停止。

压杆6、气缸7和定位螺栓8用来调整压辊9的压力。

拼接后的帘布在通过输出辊道C时，可根据帘布的裁断宽度，调节调宽丝杠13，改变定中心挡杆的位置，使帘布保持其运动的位置。

拼接器结构如图1-8-53所示。主要由左拼接器、右拼接器组成。左、右拼接器结构相

同。拼接器包括：永磁式直流电机1、定位板8、气缸9、拼接辊 11、滚珠丝杠 13、滚珠螺母 14，以及限位开关等。上、下拼接辊11一般处于张开状态。左侧拼接器的拼接辊在拼接的帘布中心线左侧160mm处，而右侧拼接器的拼接辊位于拼接帘布中心线左侧的100mm 处。待

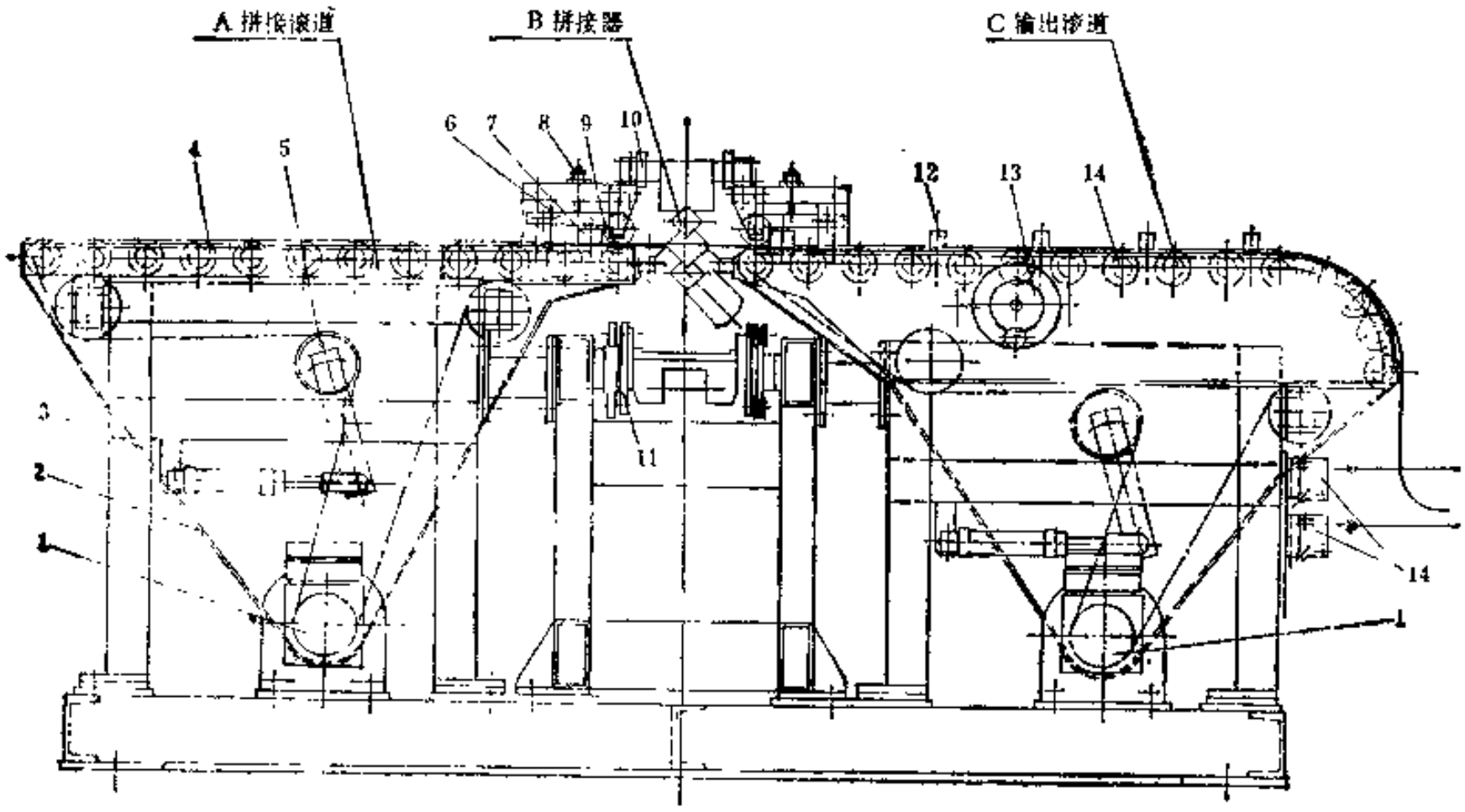


图 1-8-52　拼接装置

1—直流减速电机；2—链条；3—气缸；4—托辊；5—张紧链轮；6—压杆；7—气缸；8—定位螺栓；9—压辊；10—光电传感器；11—导轨；12—定中心挡杆；13—调宽丝杆；14—光电传感器

需要拼接的帘布经过滑板12在定位板 8 两侧定位后，帘布的接缝正好位于下拼接辊上，在右侧拼接器的气缸 9 驱动下，上拼接辊支架10上的拼接辊11压在帘布接缝上，永磁式直流电机起动，经过同步齿形带 3，驱动滚珠丝杠13，由滚珠螺母14带动右侧拼接器向右移动70mm，直到右侧拼接辊的支架7上限位开关碰块3触及限位开关16时，便停止移动。为了避免拼接对帘布接缝的漏压，这时，左侧拼接器向右移动70mm，当左侧拼接器的碰块触及限位开关18时，上部拼接辊在气缸驱动下压下，随后，左、右拼接器同时向两侧移动，进行帘布的拼接滚压。在左、右拼接器的碰块分别触及限位开关20及15时，电机1停止回转，拼接好的帘布从中间通过。限位开关15及20的位置由丝杆4用手柄调节。保护套5用于保护滚珠丝杠13。

7．缓冲胶片贴合及帘布包边装置

拼接后的钢丝帘布，可根据工艺要求，在帘布两侧的裁断边上包薄胶片，并/或在帘布上贴上缓冲胶片。图1-8-54所示为其示意图。

拼接好的钢丝帘布从拼接装置的输出辊道输出，在缓冲胶片贴合及帘布包边装置之间保持一个自由单环，贮存一定量的帘布，使帘布拼接的间断操作与贴合及包边装置连续作业保持协调。自由单环的帘布贮存量由光电传感器控制，当布环处于高位时，贴合及包边装置电机停止运转，处于低位时，起动运转。

经过自由单环的钢丝帘布通过定中心挡杆 1 进入辊道 3 。定中心挡杆的位置，可按帘布的宽度用调节手柄 2 经正、反丝杆对称地调节，使得进入辊道 3 的帘布保持在辊道的中心。缓冲胶片及垫布卷放置在导开轴 6 上，垫布经导辊 5 由卷取轴 7 卷取，胶片随着垫布的卷取

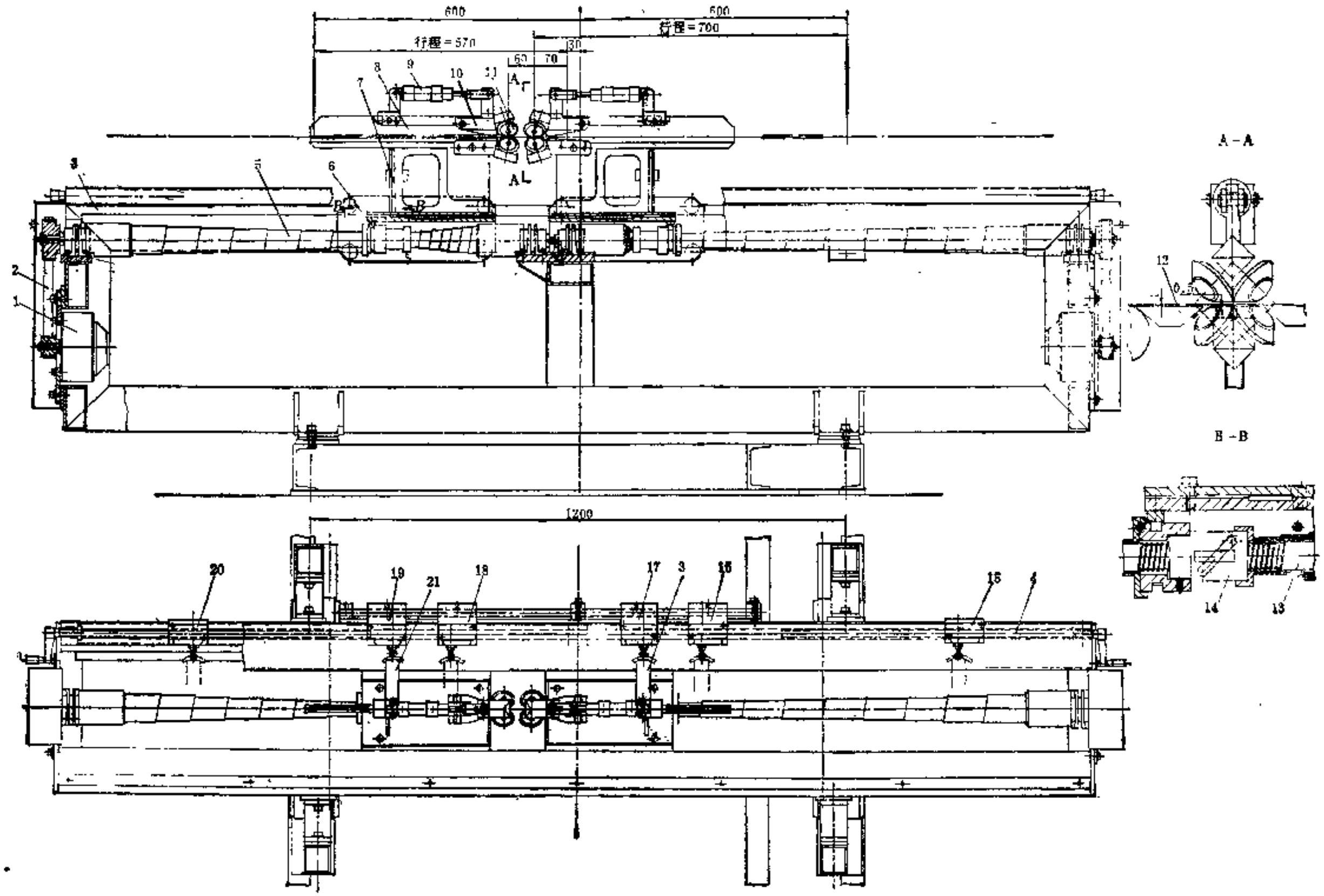


图 1-8-53 拼接器

1—永磁式直流电机；2—同步齿形带；3、21—碰块；4—丝杠；5—保护套；6—滑动卡套；7—支架；8—定位板；9—气缸；10—拼接辊支架；11—拼接辊；12—滑板；13—滚珠丝杠；14—滚珠螺母；15、16、17、18、19、20—限位开关

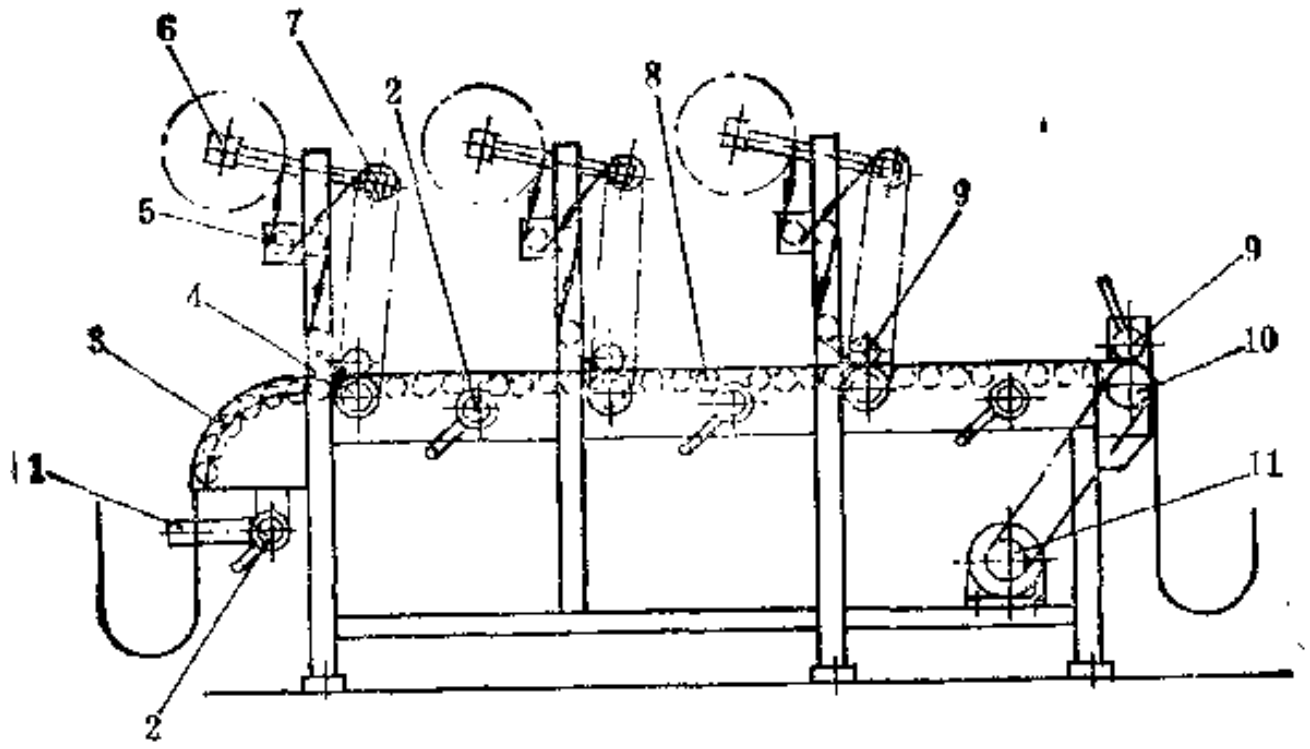


图 1-8-54　缓冲胶片贴合及帘布包边装置示意图

1—定中心挡杆；2—定中心手柄；3—辊道；4—主动辊；5—导辊；6—导开轴；7—垫布卷取轴；8—辊道；9—压辊；10—牵引辊；11—减速电机

导出，经过导辊及压辊 9 与帘布贴合在一起。缓冲层贴合以后，帘布进入包边工位。包边操作是帘布在辊道 8 上的运动过程中连续完成的。所有的主动辊都是由减速电机11 用 链 条 传动。包好边的钢丝帘布由牵引辊10输出。

8．卷取装置

贴好缓冲胶片及包好边的钢丝帘布，从贴合及包边装置的牵引辊输出后，在卷取装置之间形成一个自由单环，贮存一定量的帘布，以协调贴合及包边装置与卷取装置之间的速度。

卷取装置如图1-8-55所示。卷取装置的帘布卷取及垫布导开都在卷取小车 7 上。卷取小车由人工推入卷取装置后，用气缸10驱动的插销定位。然后卷取小车上的卷取心轴 6 与由减速电机 9 驱动的卷取轴 5 结合，对帘布进行卷取。垫布从导开轴 8 导出。

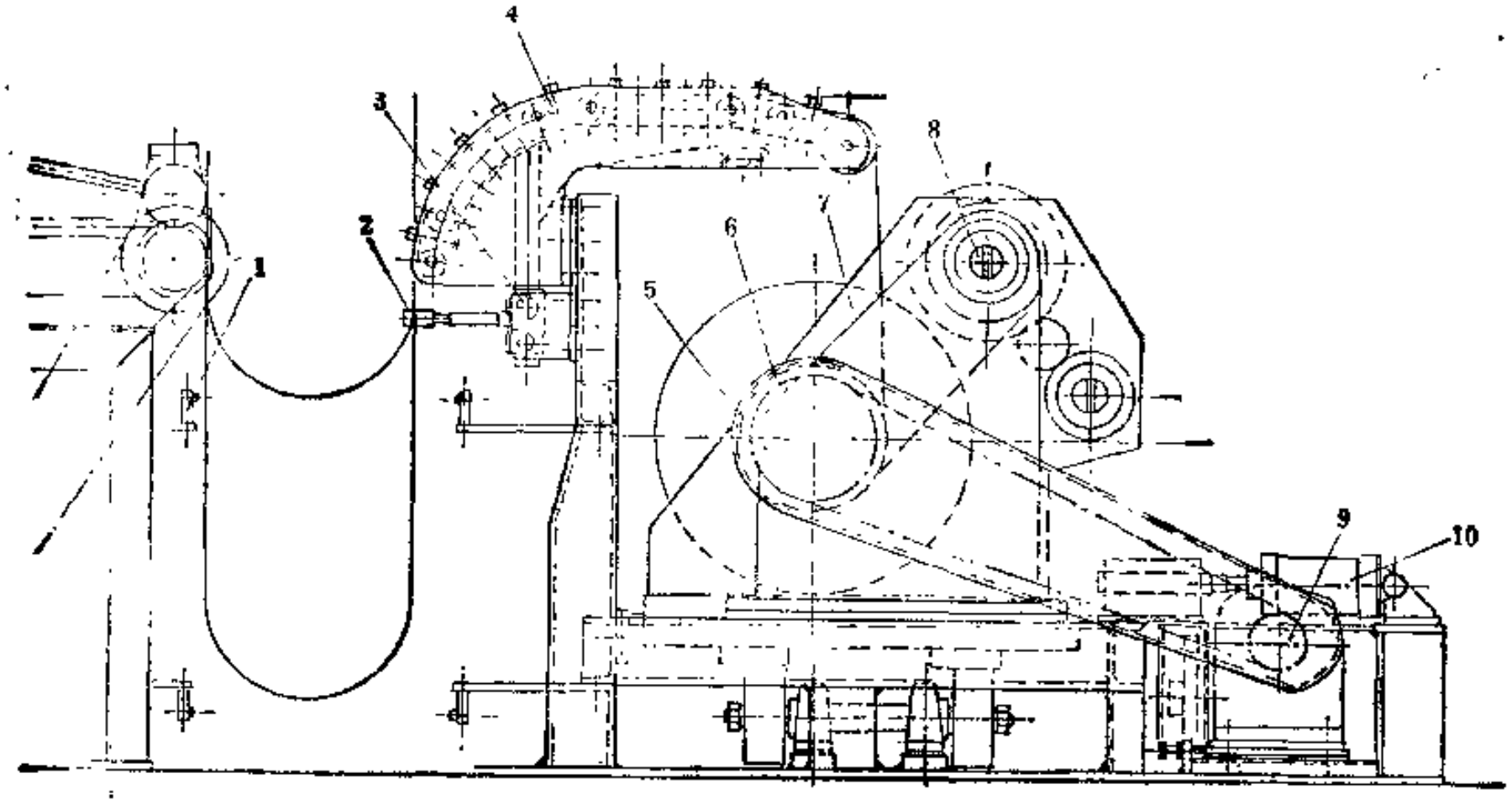


图 1-8-55　卷取装置

1—光电传感器；2—定中心挡杆；3—挡杆调节丝杆；4—辊道；5—卷取轴；6—卷取心轴；7—卷取小车；8—导开轴；9—减速电机；10—气缸

在贴合及包边装置与卷取装置之间帘布的自由单环高度，由光电传感器1检测，当帘布挡住高位光电传感器时，卷取装置电机停止回转，卷取停止，在帘布下垂挡住低位光电传感器时，卷取装置电机起动。

从贴合及包边装置输出的帘布，由定中心挡杆2使帘布保持在中心位置。挡杆的位置可以根据帘布的宽度用调节丝杠3调节。

90°钢丝帘布拼接联动装置除了采用上述的ZIP型拼接辊的方法外，还有采用齿板夹持，对帘布首、尾接缝采用挤压的拼接方法。

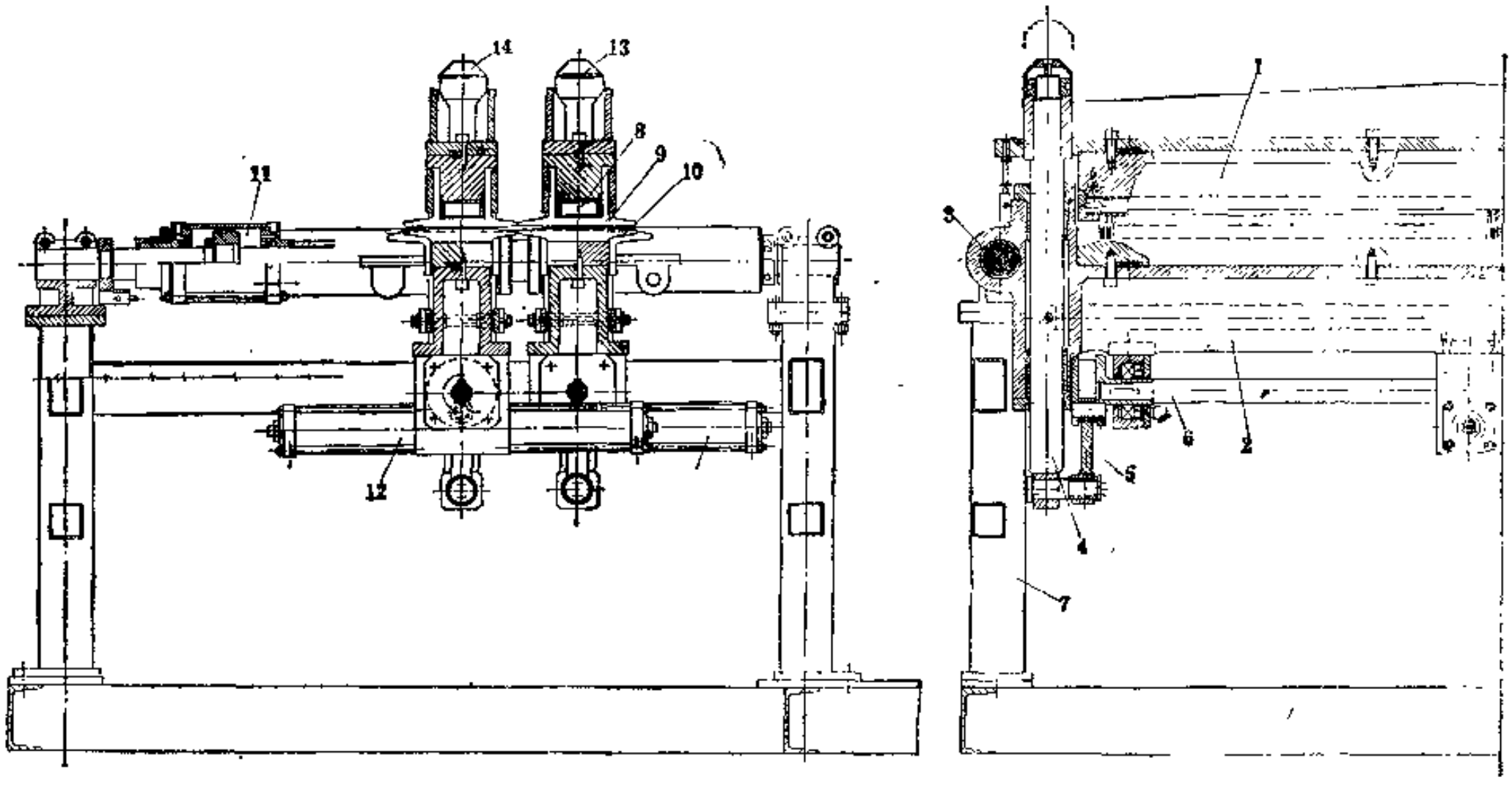


图 1-8-56　齿板式帘布拼接装置

1—上横梁；2—下横梁；3—水平导杆；4—垂直导杆；5—连杆；6—曲柄轴；7—机架；8—气囊；9—上齿板；10—下齿板；11—气缸；12、15—齿轮齿条摆动气缸；13—固定式齿板夹持装置；14—可动式齿板夹持装置

图1-8-56所示为一种齿板式帘布拼接装置。它由固定式齿板夹持装置13与可动式齿板夹持装置14两部分组成。前者下横梁2不可作轴向移动，而后者下横梁2在气缸11的驱动下，可沿水平导杆3作轴向移动。在齿轮齿条摆动气缸12、15的驱动下，通过曲柄轴6及连杆5驱动垂直导杆，可以下降或提升夹持装置13、14的上横梁1。上横梁1内装有上下可动的上齿板9，在气囊8内压缩空气的作用下，在上横梁下降时，可把钢丝帘布夹持在上齿板9与下齿板10之间。下齿板10固定在下横梁2上。上、下齿板9、10的厚度约5mm，按一定的节距，分别镶嵌在上、下横梁内。上、下齿板与帘布的接触面上有齿，使得上、下齿板夹持帘布，对帘布首尾接缝进行挤压时，能紧紧地抓住帘布。夹持装置13、14的齿板互相犬齿交错间隔地安装，使得夹住的帘布能得到良好的挤压。为了防止帘布接缝处粘在齿板上，在齿板的缝隙中装有梳状的推布细杆，在气缸的推动下，可把帘布从齿板上推离。

拼接装置工作时，已经拼接好的帘布由输送辊道输出，待布尾到达固定式齿板夹持装置前的光电传感器检测位置时，停止输送辊道的运行，布尾停留在夹持装置13的下齿板上规定

的位置。然后，裁切好的帘布块，边缘经过红外线灯管加热后，用定位送布装置送到夹持装置14的下齿板上规定位置，接着上横梁1下降，因为气囊8内充有压缩空气，夹持装置13、14的上、下齿板分别把帘布夹紧，夹持装置13在气缸11的驱动下，向夹持装置14挤压，保持若干秒钟后，挤压完成，上横梁1被提升，接缝处的帘布被气动的梳状杆推离齿板后，拼接好的帘布便由输送辊道输出，等待下一个拼接周期。

三、圆盘刀-圆盘刀式钢丝帘布裁布机

图1-8-57是一种圆盘刀-圆盘刀式钢丝帘布裁布机的裁刀部分结构。上、下圆盘刀1由电机经V带轮3及齿轮2传动，其转速为117r/min。圆盘刀直径162mm，厚12mm，系用GCr15或9CrSi钢制成，经热处理，硬度为HRC55～60，刀刃角90°。上、下刀刃口重叠2mm。上、下圆盘刀装在一个悬臂的移动架6上，由链条拖动，使之能沿导轨5作往复运动。在裁刀部分前装有帘布压紧装置。送布定长后，由压紧装置将钢丝帘布压紧，防止裁布时帘布移动。

这种圆盘刀-圆盘刀式钢丝帘布裁布机在裁布过程中，裁刀来回裁出的布宽不同，若要保证其裁布的宽度相同，裁刀只能向一个方向裁断帘布。为了提高生产效率，采用来回交替

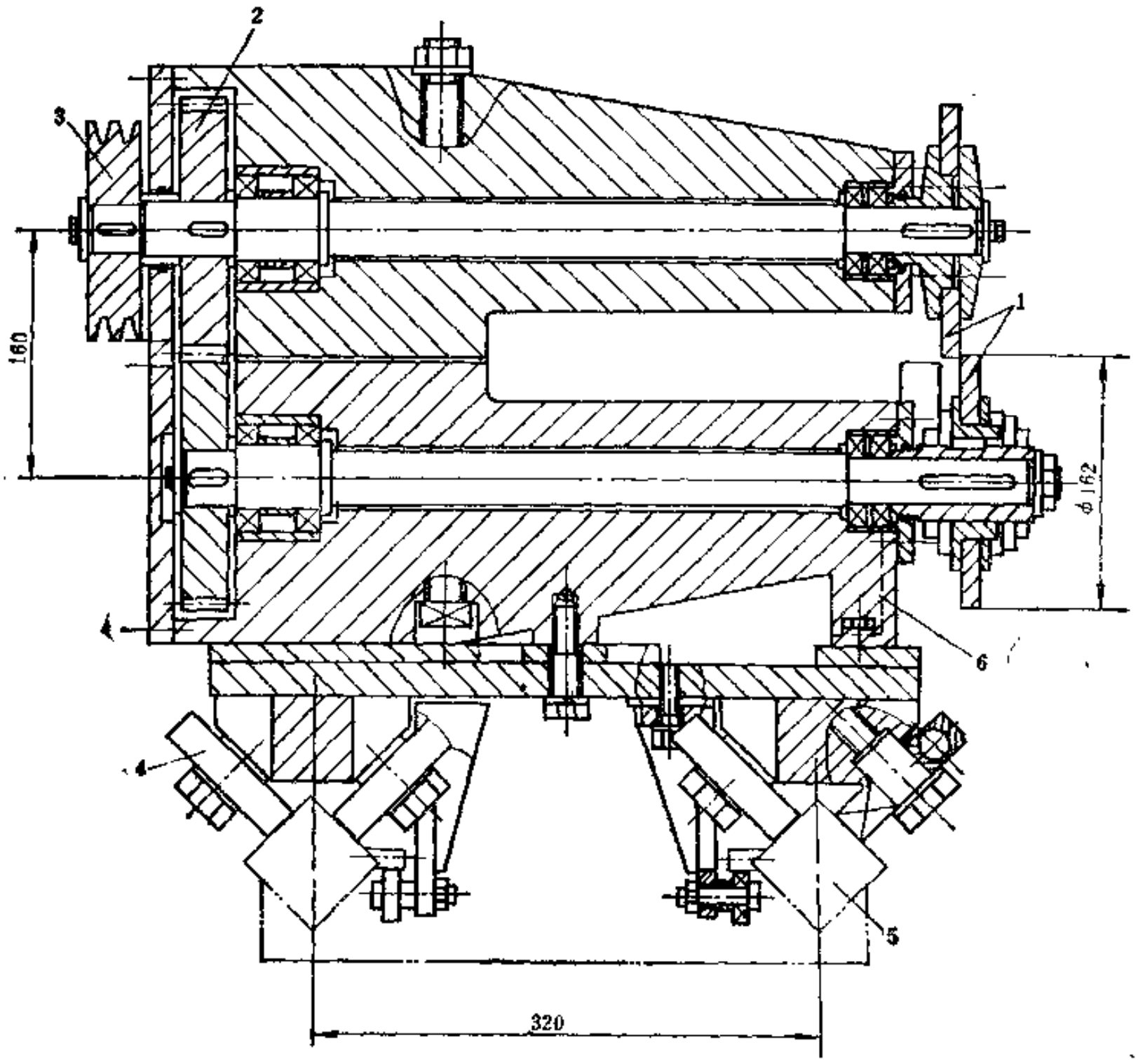


图 1-8-57　圆盘刀-圆盘刀钢丝帘布裁布机裁刀部分

1—圆盘刀；2—齿轮；3—V带轮；4—滚轮；5—导轨；6—移动架

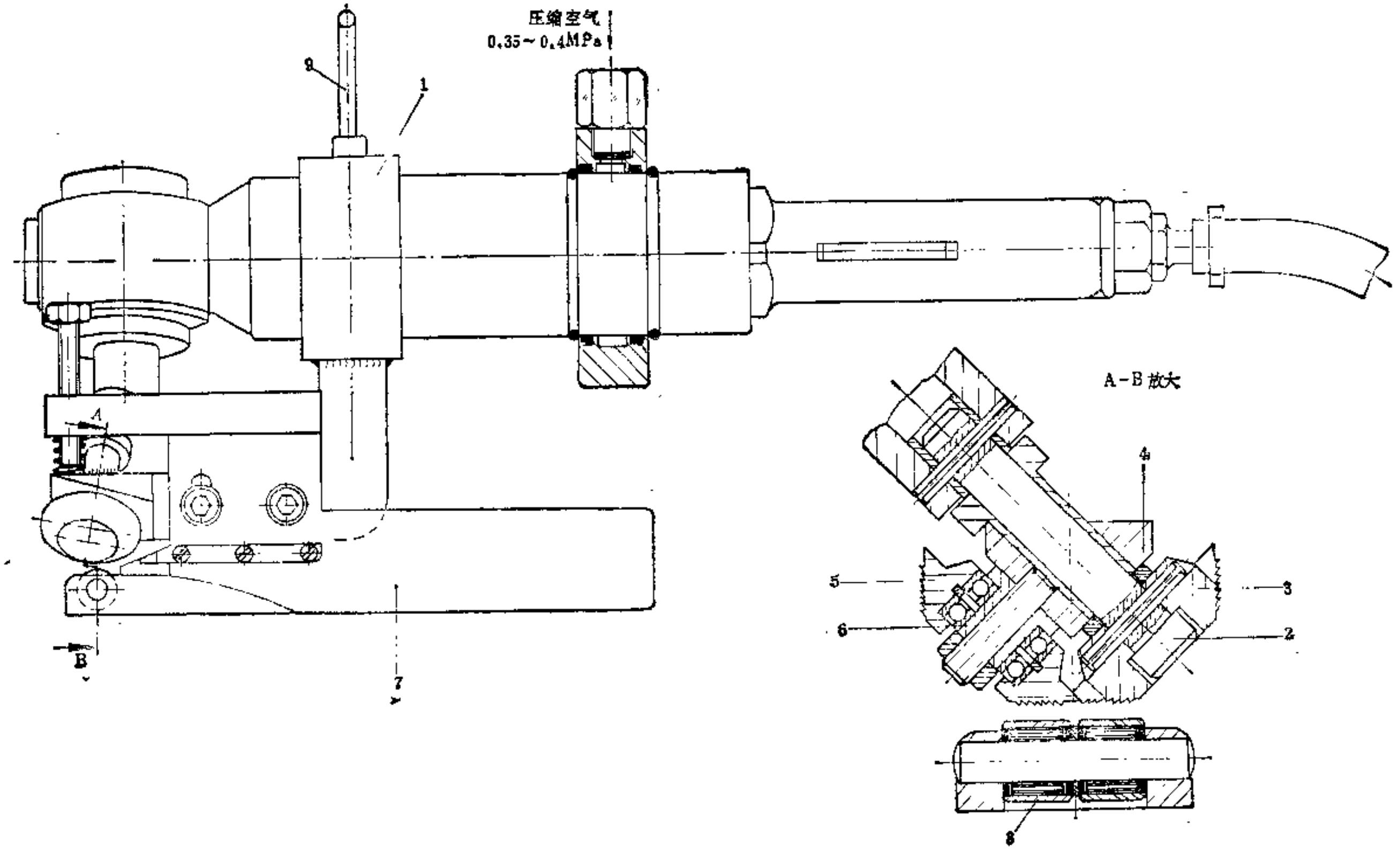


图 1-8-58　钢丝帘布拼接器

1—风动马达；2,6—轴；3,5—拼接压辊；4—垫圈；7—导板；8—托辊；9—吊环

裁断方法时，必须在送布控制方法上采用两种不同给定送布长度交替送布的方法，使裁断后的帘布宽度达到一致。

第十节　钢丝帘布拼接器

钢丝帘布的接头，一般采用对接方法，对于胎身帘布来说，帘布接头质量的好坏，直接影响到轮胎质量。胎身帘布的接头质量不好，在轮胎成型过程中的胎体定型时，由于胎体膨胀剧烈，便会出现帘布接缝裂开现象。特别是在成型时，胎身帘布在成型鼓上用人工接头，更难以达到要求。

图1-8-58所示是一种风动的钢丝帘布拼接器，这种工具在国外得到了广泛的应用。

风动马达1经过齿轮减速后，驱动拼接压辊3，拼接压辊3的背后有伞齿轮，与拼接压辊5的伞齿轮啮合，使拼接压辊3、5相对地转动。拼接压辊3、5锥面的母线上有齿，通过拼接压辊锥面上齿的挤压，将帘布的首、尾拼接起来。工作时帘布拼接的首、尾紧靠在导板7上，拼接压辊3、5的下面，有托辊8将帘布托住，拼接压辊与托辊之间的距离，可以根据帘布的厚度进行调节。拼接帘布时，由人工手持工具，从钢丝帘布一端移到另一端，便将帘布首尾拼接起来。为了减轻劳动强度，钢丝帘布接头工具用一只带平衡配重的吊钩吊挂着吊环9。风动马达使用的压缩空气压力为0.35～0.4MPa。

第二篇　轮胎机械

第一章　轮胎成型机及其附属机械

第一节　概　　述

轮胎成型机用于将帘布、胎圈、包布、胎面等各种部件贴合加工成轮胎的胎坯。

我国的轮胎成型机从60年代中期开始，自行设计制造了具有较高水平的程序控制的压辊包边成型机，现已广泛使用，轮胎成型的效率和质量显著提高，劳动强度也有所降低。从乘用车胎至大型工程轮胎生产用的压辊包边成型机都已经设计制造成功，形成了系列。子午线轮胎成型机的研制已取得一定的成果，正在逐步推广过程中。就轮胎生产的全过程来看，轮胎的成型目前仍然是个薄弱环节，有待于进一步提高机械化自动化水平，提高成型效率，减轻劳动强度。

一、分　　类

轮胎成型机的类型很多，通常按下列四种方法分类：

（1）按成型鼓的轮廓类型分为鼓式、半鼓式、半芯轮式及芯轮式轮胎成型机；

（2）按轮胎的结构型式分为普通轮胎成型机及子午线轮胎成型机❶；

（3）按包边方式分为指形包边（也称机械包边）、压辊包边、胶囊包边轮胎成型机等；

（4）按供料方式分为套筒法及层贴法轮胎成型机。这两种轮胎成型机除了因供料方式不同而增减少数专门零部件外，没有本质上的差别。

除了单机台的轮胎成型机外，尚有多台专用成型机组成的轮胎成型机组。这种成型机组把轮胎成型过程分解成若干环节，每个环节由专用的成型机完成，组成成型流水作业，有利于实现轮胎成型过程的机械化和自动化。

二、结 构 简 介

轮胎成型机的结构种类很多，现以目前国内推广应用、效能较好的压辊包边成型机为例介绍如下。

压辊包边轮胎成型机是一种配用半芯轮式成型鼓的成型机，见图2-1-1。

由机箱1、成型棒装置2、下压辊装置4、后压辊装置5、外扣圈盘及卸胎装置6、帘布筒挂架7、1号帘布筒正包装置3及程序控制装置（图上未示）等组成。成型用的模具——成型鼓（图上未示）装在主轴8上。

---

❶ 本章中凡未标及“子午线轮胎成型机”者皆指普通轮胎成型机。

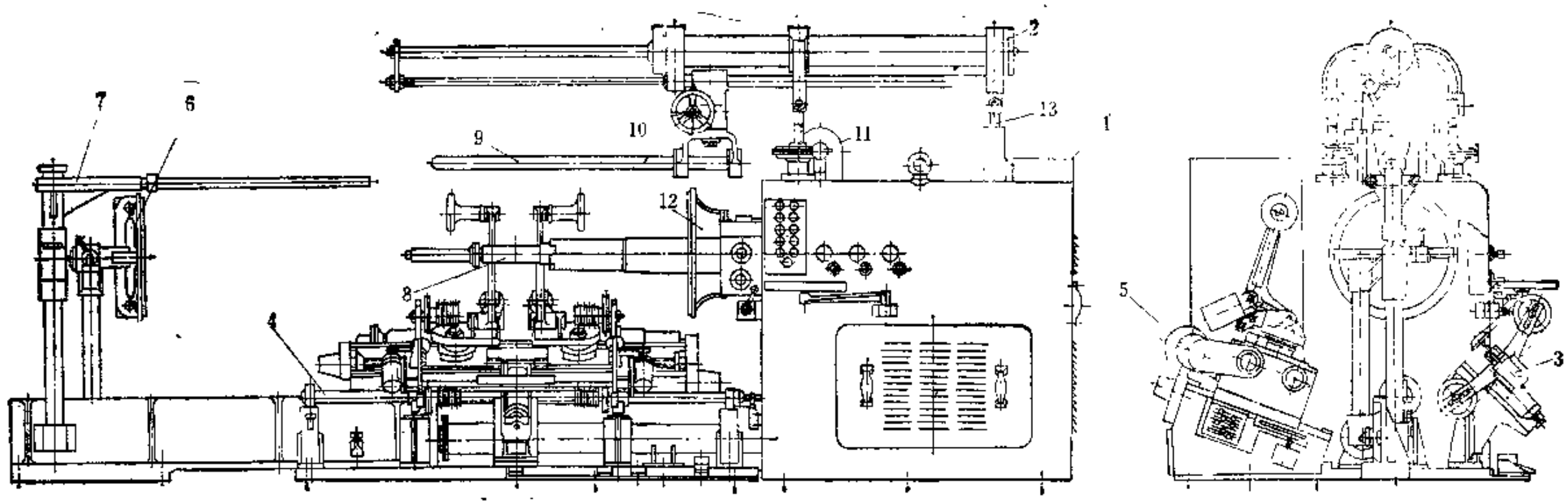


图 2-1-1　压辊包边轮胎成型机

1—机架；2—成型棒装置；3—1号帘布筒正包装置；4—下压辊装置；5—后压辊装置；6—外扣圈盘及卸胎装置；7—帘布筒挂架；8—主轴；9—成型棒；10—手轮；11—蜗轮减速器；12—内扣圈盘；13—支柱

成型前，把胎圈放在内、外扣圈盘12和 6 上。放置在帘布筒挂架 7 上的帘布筒，由人工从左端局部套在成型鼓和成型棒上，然后开动机器，成型棒 9 把帘布筒导入成型鼓上，随后，将成型棒抽出，准备包边。

1 号帘布筒正包装置 3 装在成型鼓两侧鼓肩的下部，包边时，1号帘布筒正包装置 3 升起，在成型鼓转动后，利用正包装置的弹簧带及气动小压辊能迅速地完成 1 号帘布筒的正包操作。内、外扣圈盘12和 6 用气缸驱动，把胎圈❶扣在套于成型鼓上正包好的胎体帘布层上。后压辊装置 5 通过传动系统可使压辊分别实现径向、轴向及回转运动，以完成帘布筒的胎圈包卷（包括正、反包）、滚压胎圈包布、滚压胎侧以及剥离等动作，工作时，由装在辊臂铰链座上的气缸推动辊臂，使压辊对帘布加压。下压辊装置 4 用于滚压帘布层及胎面。

机箱 1 内装有主轴 8 的传动装置，主轴 8 由电机经 V 带传动，带动成型鼓运转。主轴 8 上装有轴套，其一端与成型鼓连接，另一端装有制动盘，用于主轴 8 的制动及成型鼓的折叠。轮胎成型结束后，折叠成型鼓，利用外扣圈盘 6 上的卸胎拉钩，把胎坯从成型鼓上拉出卸下。

三、主要性能参数

压辊包边轮胎成型机的主要性能参数如表2-1-1所示。

表 2-1-1 压辊包边轮胎成型机主要性能参数

参数名称 \ 成型机型号		LCB-1	LCB-2	LCB-3	LCB-4A
适用范围（参考）		6.50-16～7.50-16	7.50-20～10.00-20	11.00-20～14.00-24	
成型鼓尺寸	直径，mm	445～565	635～695	690～850	780～1100
	宽度，mm	300～420	430～550	470～780	550～1200
胎圈直径，mm		310～444	508	457～610	610～960
主　轴	中心高，mm	900	900	970	1250
	转速，r/min	40;150	90;180	70;140	78;164
与成型鼓配合轴径，mm		50	70	75	100
主电机	型号	JDCX-160L-6/12	JDCX-160L-6/12	JPQ3-1801M-12/6	JPQ3-1801M-12/6
	功率，kW	5/3	5/3	6.5/11	6.5/11
	转速，r/min	900/450	900/450	450/940	450/940
成型棒	升降速度，mm/s	3	3.18	2.16	3.0
	电机功率，kW	0.4	0.37	0.75	0.75
1号帘布筒正包装置	传动弹簧带（每侧），根压	3	3	4	5
	倒弹簧带（每侧），根压	1	1	1	1
	倒及传动弹簧带速比	1.6:1	1.7:1	1.73:1	1.8:1

❶ 轮胎钢丝圈、三角胶用包布（胶）组合一起的部件称胎圈。

续表

参数名称	成型机型号	LCB-1	LCB-2	LCB-3	LCB-4A
下压辊装置	传动方式	被动	主动	被动	主动
	电机功率，kW	—	0.45/0.75	—	1.5
	电机转速，r/min		670/1420		
	允许滚压最大宽度，mm	430	580	780	1204
	压辊直径，mm	160	180	180	150
	压辊宽度，mm	10	10	12	14
运动速度	轴向，mm/s	14.4	14.44	18.1	5.55
	径向，mm/s	20.35	20.35	36.3	5.55
	回转，r/min	3.6	3.6	1.62/5.1	1.98
电机	功率，kW	0.6	0.75	1.1	1.5
	转速，r/min	910	910	1000	940
压辊	直径，mm	120,90	156	130,150	150,180
	宽度，mm	6	6	6	10
压缩空气压力，MPa		0.7	0.7	0.7	0.7
外形尺寸，mm		4046×1480×1542	3925×1640×1658	4800×1820×1955	6808×2700×2600
制造厂		沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	益阳橡胶机械厂

指形包边成型机的主要性能参数如表2-1-2所示。

表 2-1-2　指形包边成型机主要性能参数

参数名称	成型机型号	LCY-1型 乘用车胎成型机	80S 乘用车胎成型机
成型鼓尺寸	直径，mm	400～470	330～460
	宽度，mm	340～450	530～590
胎圈直径，in(mm)		13～16(330～406)	13～16(330～406)
成型鼓型式		半鼓式	半鼓式
帘布最大宽度，mm		830	830
主轴	中心高，mm	900	900
	转速，r/min	最大200	280;210;50;6

续表

参数名称	成型机型号		LCY-1型 乘用车胎成型机	80S 乘用车胎成型机
主电机	功率，kW		2.2	2.2/1.5
	转速，r/min			950/700/180
后压辊速度	同软，r/min		4.74	11.65
	轴向，mm/s		8.23	
	径向，mm/s		8.23	
后压辊电机功率，kW			0.55	0.4
供料机	工　位		左、中、右	
	帘布卷	卷数	3	
		直径，mm	最大500	
	胎侧		2	
制造厂			建阳橡胶机械厂	

注：指形包边成型机既可用于斜交胎也可用于子午胎第一段的成型。

第二节　主要零部件结构

一、轮胎成型鼓

成型鼓是轮胎成型用的模具，不同结构和规格的轮胎需要采用不同类型的成型鼓才能高效率地生产出合乎质量要求的轮胎胎坯。常用成型鼓如按外形轮廓可分为下列四种（见

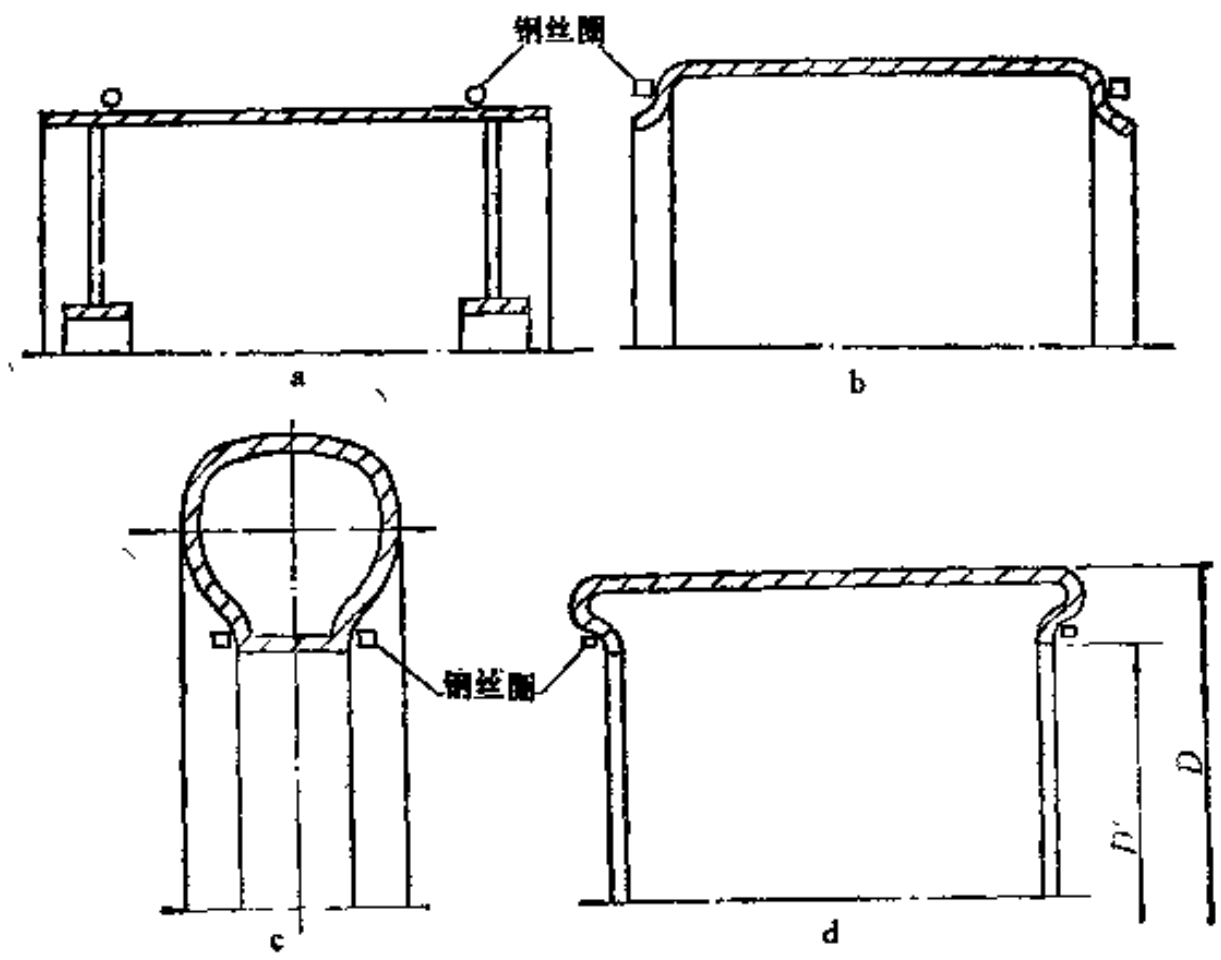


图 2-1-2　成型鼓轮廓的基本类型

a—鼓式；b—半鼓式；c—芯轮式；d—半芯轮式

图2-1-2)。

（一）鼓式成型鼓

鼓式成型鼓是一个可折叠的圆柱状直筒，它的特点是成型鼓的直径小于外胎钢丝圈的内径，成型过程中帘布层不需要正包，可以简化成型机包边装置，提高成型效率，但不能保证钢丝圈沿外胎整个圆周上的距离及位置正确，且用手工反包，反包的效率低质量也差。图2-1-61是一种改进的鼓式成型鼓，它既保留了成型鼓直径小于钢丝圈直径的特点，又克服了用老式的鼓式成型鼓成型时钢丝圈的间距及位置不能固定的缺点，并使反包过程更加容易。

用鼓式成型鼓做成的轮胎胎坯成直筒状，在定型时，胎圈部位的橡胶部件约能翻转90°，见图2-1-3。为了防止在转动过程中钢丝圈包布与钢丝圈之间脱空而产生空隙，必须采用圆断面钢丝圈。鼓式成型鼓只适用于单胎圈和帘布层数较少的轮胎。

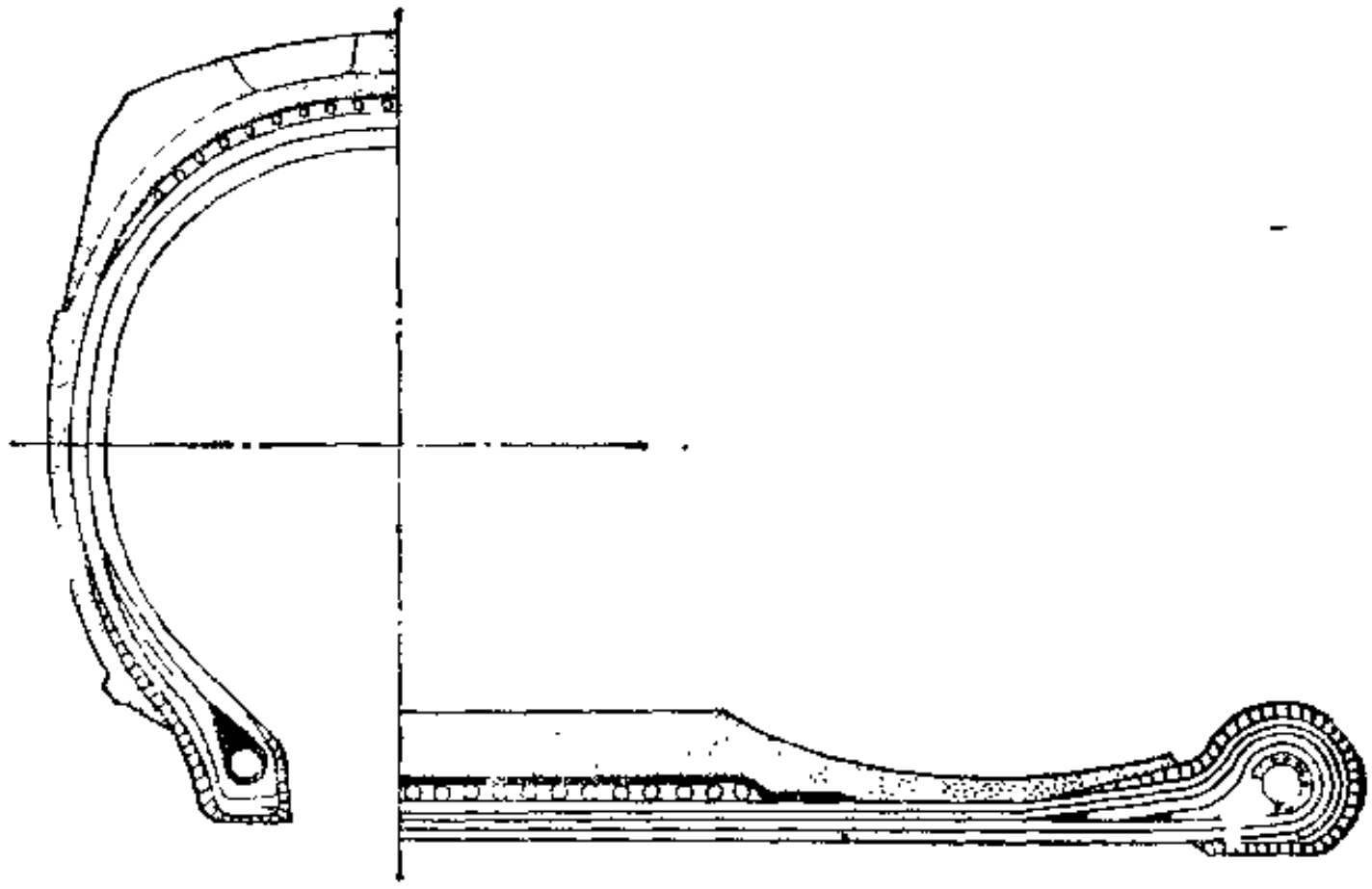


图 2-1-3　用鼓式成型鼓制做的胎坯与成品轮胎物料分布对照

（二）半鼓式成型鼓

半鼓式成型鼓的外径比胎圈直径大，鼓肩较低，成型时正包比较容易，钢丝圈靠鼓肩定位，可保证成型时两个胎圈之间距离一致，成型后的胎坯尺寸比较规整。老式的半鼓式成型鼓的鼓肩上有锥形突台，在用手工正包及扣圈时，可以起定位作用，采用机械化包边及扣圈装置后，锥形突台不仅没有必要，而且影响包边和扣圈。还有一种没有锥形突台的半鼓式成型鼓（参见图2-1-10)。

由于半鼓式成型鼓的外径大于胎圈内径，因而成型鼓的结构必须采取收缩或折拢措施，以便把成型好的胎坯从成型鼓上取下。

图2-1-4是一种膨胀结构的成型鼓。成型鼓靠外层胶套 1 的弹性收缩力使之径向收缩，收拢后的成型鼓外径小于胎圈内径，便于放置胎圈及卸胎。帘布层用层贴法卷贴在收拢后的成型鼓上，然后往内胶囊 3 的气腔内送入压缩空气，内胶囊膨胀，迫使鼓瓦 2 径向膨胀（该

鼓瓦均分为34块)。鼓瓦两端装有限位盘4，保证鼓瓦膨胀及收拢后具有固定的外径尺寸。钢丝

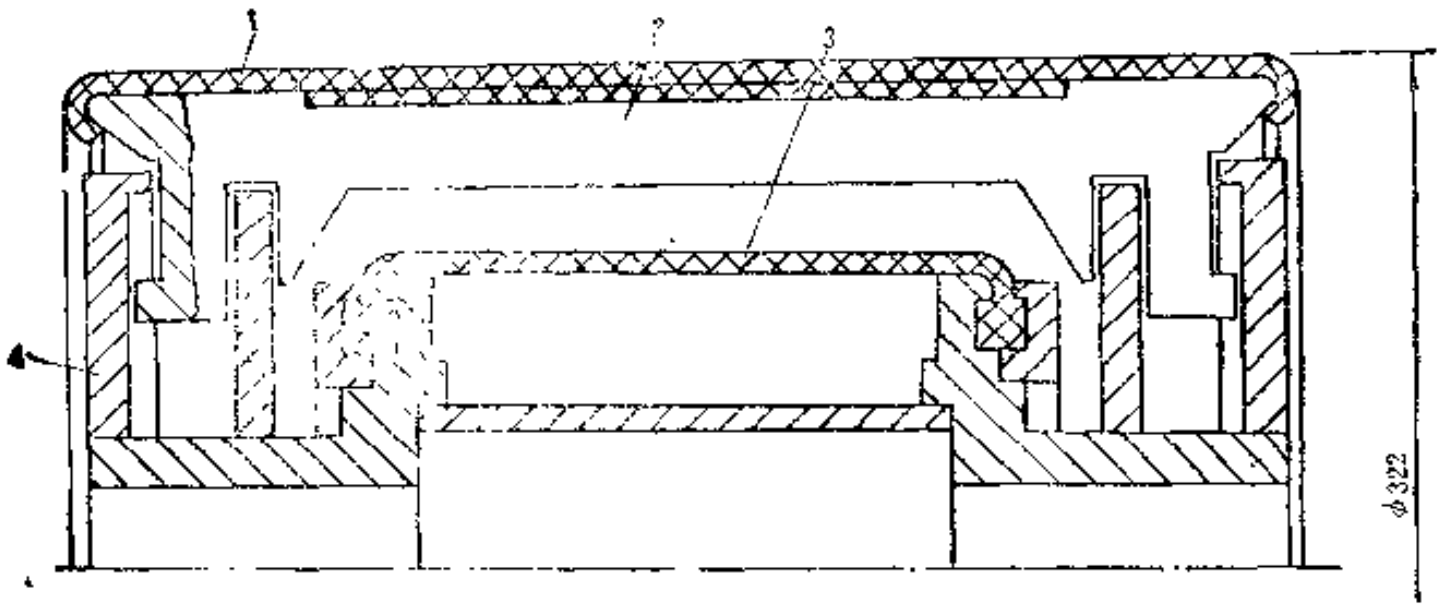


图 2-1-4　6.70-13胶囊膨胀结构成型鼓

1—外层胶套；2—鼓瓦；3—内胶囊；4—限位盘

圈扣在鼓瓦外层胶套1的两端。由于帘布层是在成型鼓收拢后卷贴的，帘布筒直径小于钢丝圈内径，成型时不需要正包，具有鼓式成型鼓的特点，同时，钢丝圈扣在鼓肩两端，保证了胎圈间距及位置正确，又具有半鼓式成型鼓的特点。这种胶囊膨胀结构成型鼓具有结构简单、制造容易、卸胎方便、成型效率高等优点，它的缺点是鼓的宽度不能调整，只能生产一种规格的轮胎。

在定型过程中，采用半鼓式成型鼓成型的轮胎胎坯，其胎圈部位的橡胶部件仍会转动变形，尽管没有鼓式成型那么剧烈，如图2-1-5所示。因而也只宜成型帘布层数较少的单胎圈轮胎。

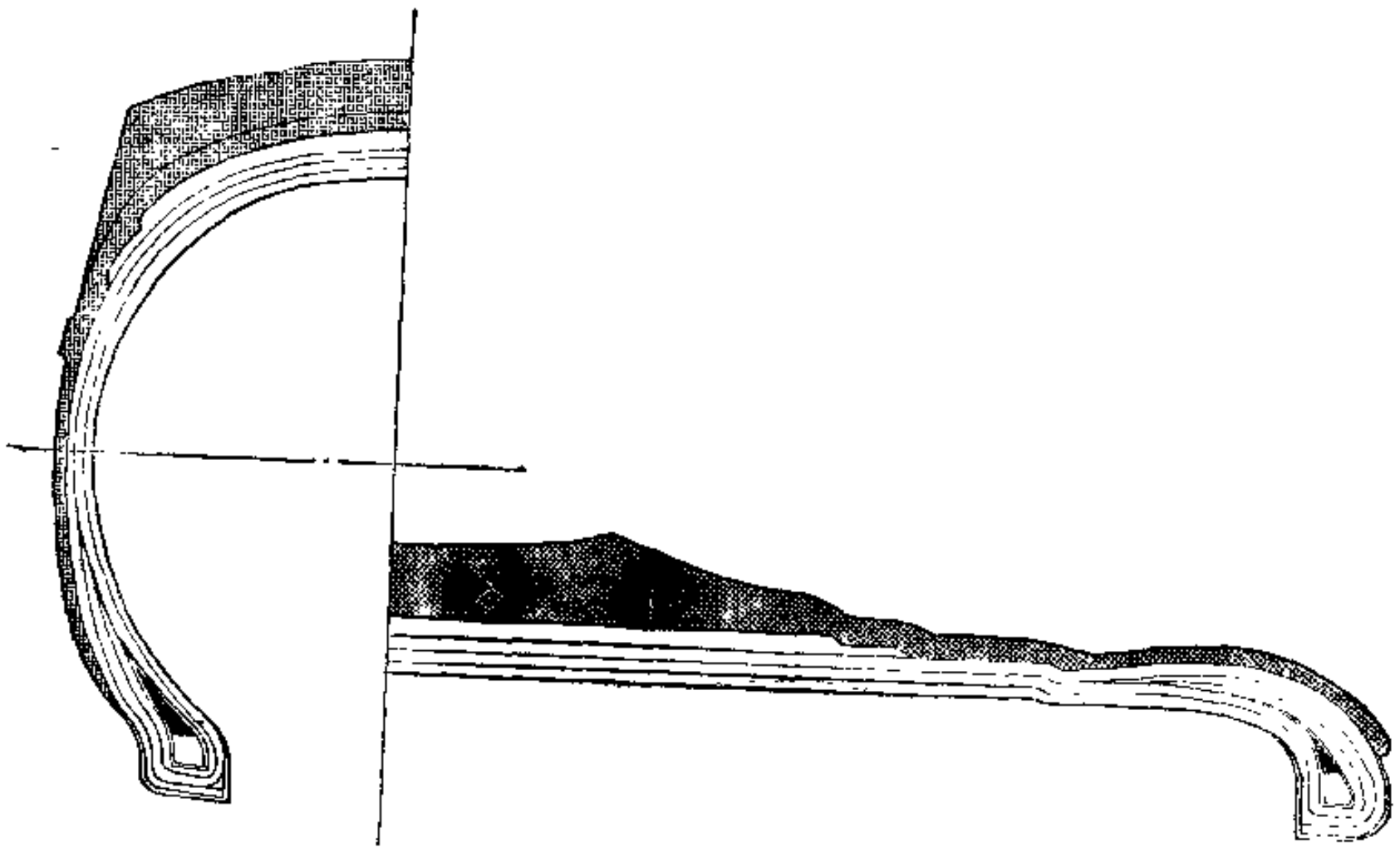


图 2-1-5　用半鼓式成型鼓制做的胎坯与成品轮胎物料分布对照

（三）半芯轮式成型鼓

半芯轮式成型鼓是一种生产两个或两个以上钢丝圈轮胎的成型鼓，成型后的胎坯、胎圈部位的轮廓接近成品，在定型过程中，胎圈变形小。由于半芯轮式成型鼓具有较高而且凹陷的鼓肩，在成型时，正包和反包都比较困难，胎圈部位帘布容易起褶子，特别是工程大胎成型时的褶子更加严重。

半芯轮式成型鼓一般采用折叠结构。通常有四瓦、六瓦、八瓦、十二瓦等型式。四瓦折叠结构半芯轮式成型鼓如图2-1-6所示。成型鼓的主连杆 2 用键固定在成型机主轴上，弹簧定位销 7 和拔销 8 把主连杆 2 与副连杆 9 连接起来，副连杆与成型机主轴的轴套相连。当主轴旋转时，主连杆、副连杆及轴套同时转动，成型鼓便转动起来。折叠成型鼓时，把拔销 8 拉出，切断成型机主电机电源，刹住与轴套连接的制动盘，轴套即停止回转，而成型鼓却在惯性作用下继续转动，使得主连杆与副连杆发生相对运动，推动弯连杆 4 及直连杆3，把分成四块的鼓瓦折拢成椭圆状。将胎坯稍倾斜即可从成型鼓上取下。折拢后的成型鼓反转时，在离心力作用下，鼓瓦撑开，插进拔销8，恢复工作状态。

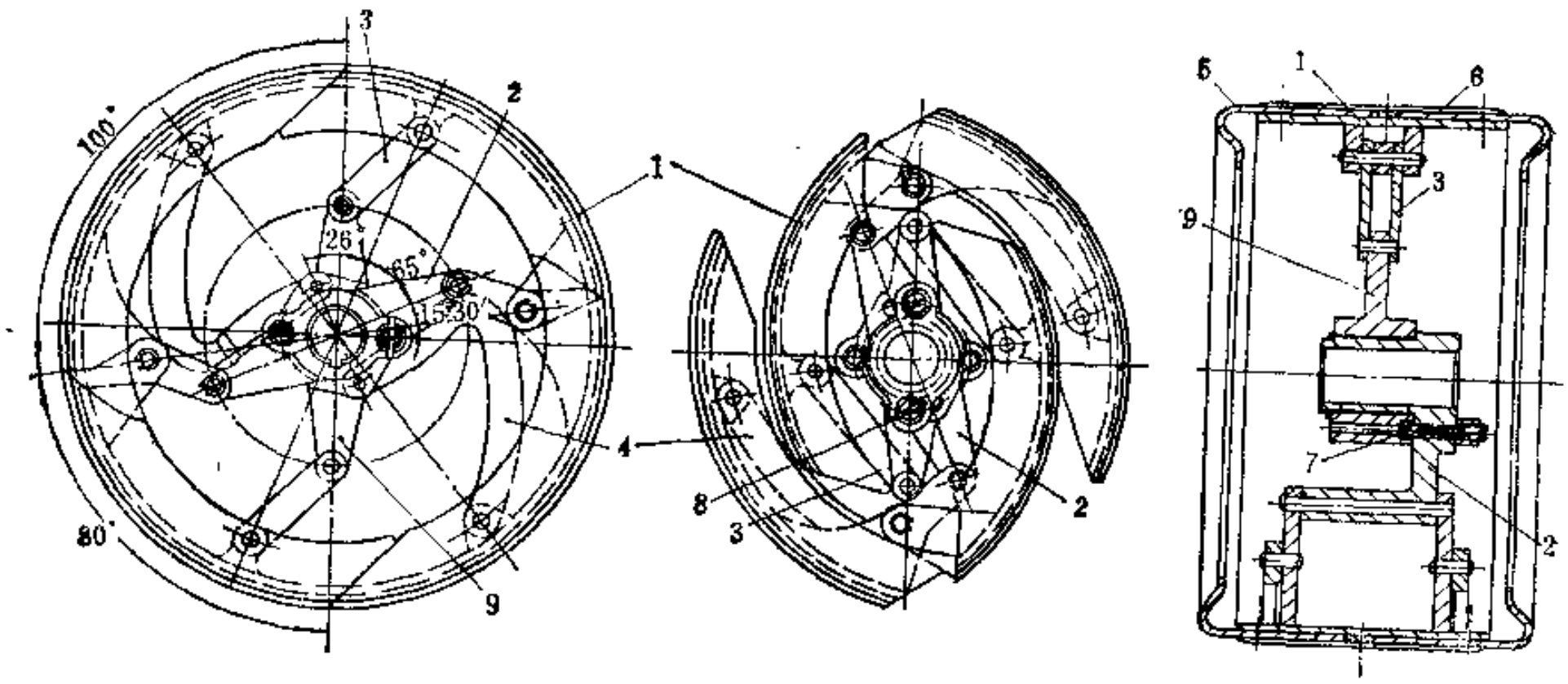


图 2-1-6　四块鼓瓦的折叠结构半芯轮式成型鼓

1—鼓壁；2—主连杆；3—直连杆；4—弯连杆；5—鼓肩；6—盖板；7—弹簧定位销；8—拔销；9—副连杆

当折叠结构的成型鼓外径D与内径D'（参见图2-1-2）达到一定比值时，折拢后的成型鼓外周长过大，胎坯难以从成型鼓上取下，按实践经验，四块瓦的成型鼓在$D/D'\leqslant 1.33$时，可采用全鼓肩折叠结构（图2-1-6），在$D/D'\leqslant 1.42$时，可采用活络鼓肩结构，在$D/D'\leqslant 1.57$时，可采用拆卸鼓肩结构。随着成型鼓结构的改进，D/D'的比值也在不断的提高。

拆卸鼓肩的折叠结构成型鼓如图2-1-7所示，可拆卸的鼓肩 1 有沟槽嵌装在鼓壁上，且有撑杆 2 使四块鼓肩保持成整圆，卸胎时，先要拆卸撑杆 2 及鼓肩1，劳动强度大。

活络鼓肩的折叠结构成型鼓如图2-1-8所示。鼓肩分成上、下两部分，鼓肩下部内侧装有连杆，在成型鼓折叠时，能自动地将鼓肩下部分收缩到上部分的内侧，卸胎时，与全鼓肩折叠结构成型鼓一样进行折叠操作，因而操作简单，劳动强度小，但结构复杂，制造维修较困难。

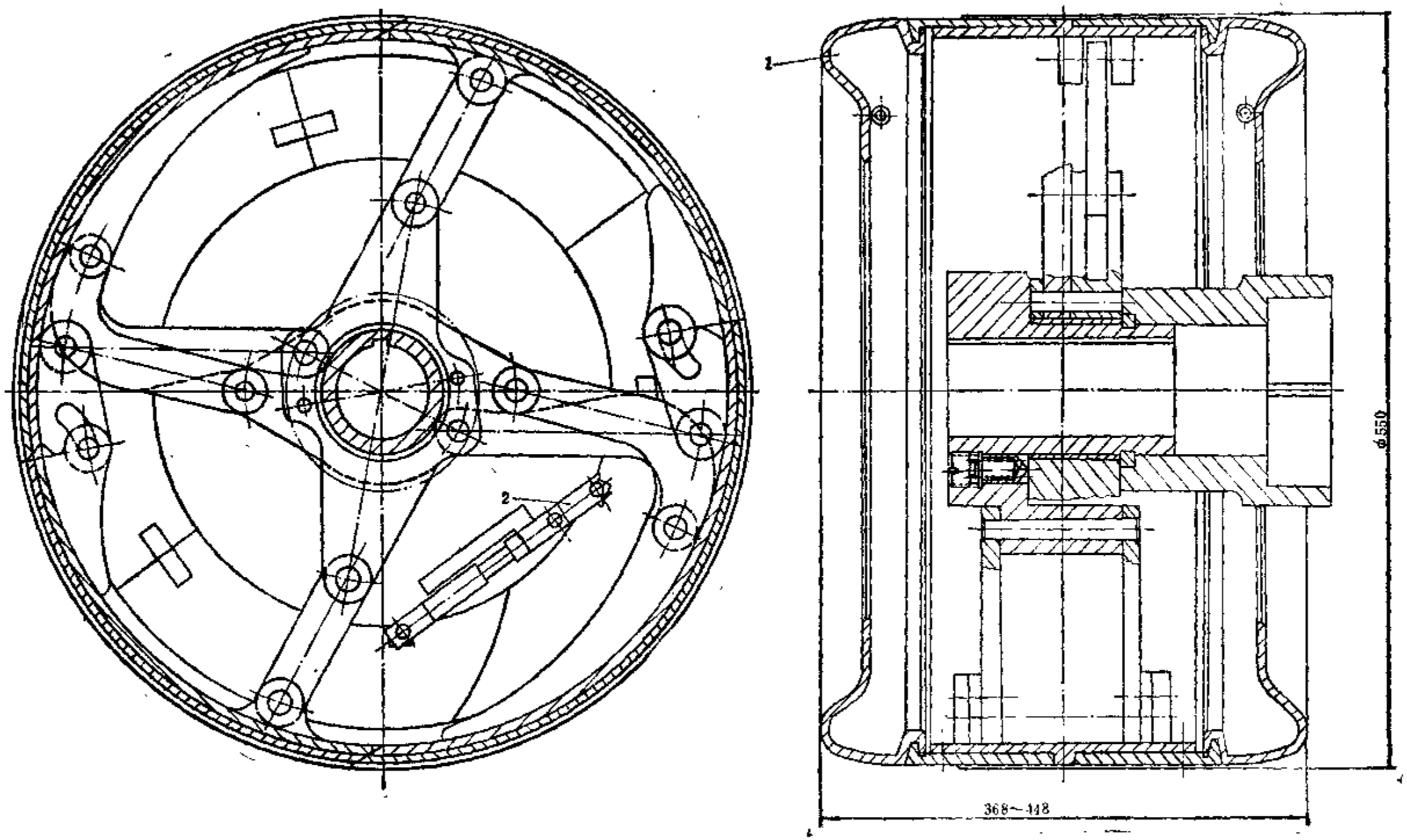


图 2-1-7　拆卸鼓扇的折叠结构成平鼓
1—可拆卸的鼓扇；2—连杆

采用六块鼓瓦折叠结构的成型鼓，可以更加充分地利用叠合空间，以取得更小的叠合周长，图2-1-9所示是一种国内使用较多的六块鼓瓦折叠结构半芯轮式成型鼓。

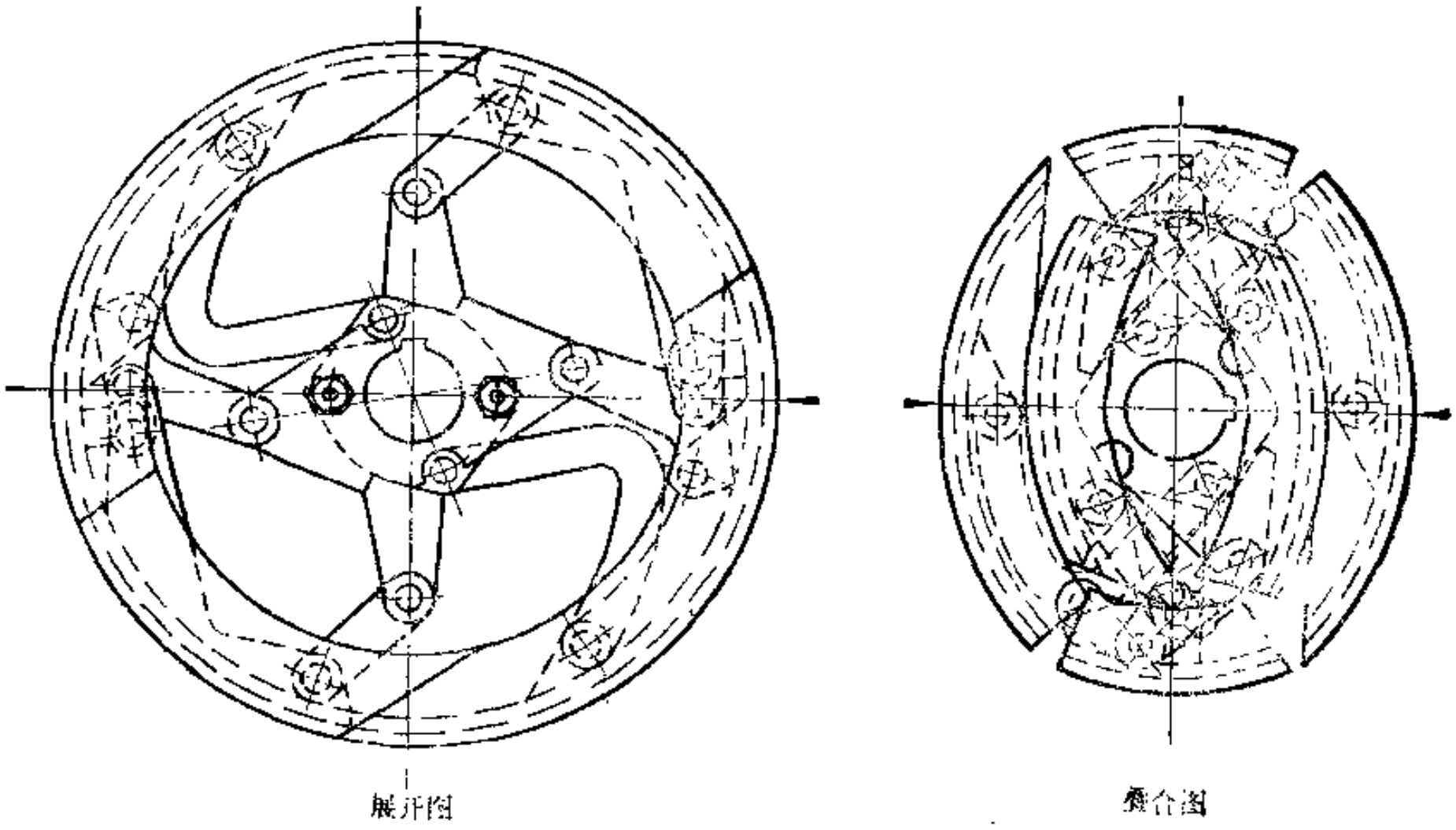


图 2-1-9 六块鼓瓦的折叠结构半芯轮式成型鼓

上述四块、六块鼓瓦的折叠结构成型鼓，折拢后呈桶圆形，其折拢后的长径一般都比轮胎胎圈的着合直径大，卸胎比较困难。现在，在D/D'比值许可的情况下，逐步采用折拢后呈圆形的折叠结构成型鼓，其外切圆直径小于轮胎胎圈的着合直径，因而卸胎比较方便，如图2-1-10所示。

半鼓式成型鼓也可采用折叠结构，除了鼓肩曲线与半芯轮式成型鼓不同之外，其余结构类同。图2-1-10所示为一种六块鼓瓦的折叠结构半鼓式成型鼓。

八块瓦的折叠结构成型鼓，目前在生产上使用还较少，它能比六块瓦的成型鼓取得更大的D/D'值。

十二块鼓瓦的折叠结构成型鼓用于大型工程轮胎，其结构与四块、六块鼓瓦的折叠鼓有明显不同，但其机构原理仍然是类同的。图2-1-11是十二块瓦的折叠结构成型鼓的一种结构型式。

（四）芯轮式成型鼓

芯轮式成型鼓其外轮廓与成品轮胎的内轮廓相似，与水胎的外轮廓接近。由于芯轮式成型鼓的外径与钢丝圈直径的比值很大，成型十分困难，劳动强度大，成型质量差，现基本上已淘汰。用芯轮式成型鼓做成的轮胎胎坯形状与成品轮胎接近，不需要定型，因而轮胎的各橡胶部件在硫化过程不易移位。

二、包 边 装 置

轮胎成型机的包边装置也称胎圈包卷装置，用来完成胎圈部位的帘布层正、反包，以及外包布（胶）的包卷滚压。常用的包边装置结构种类很多，工作原理也各不相同。不同类型的轮胎成型鼓需要配备相应的包边装置才能提高成型的效率。

（一）1号帘布筒正包装置

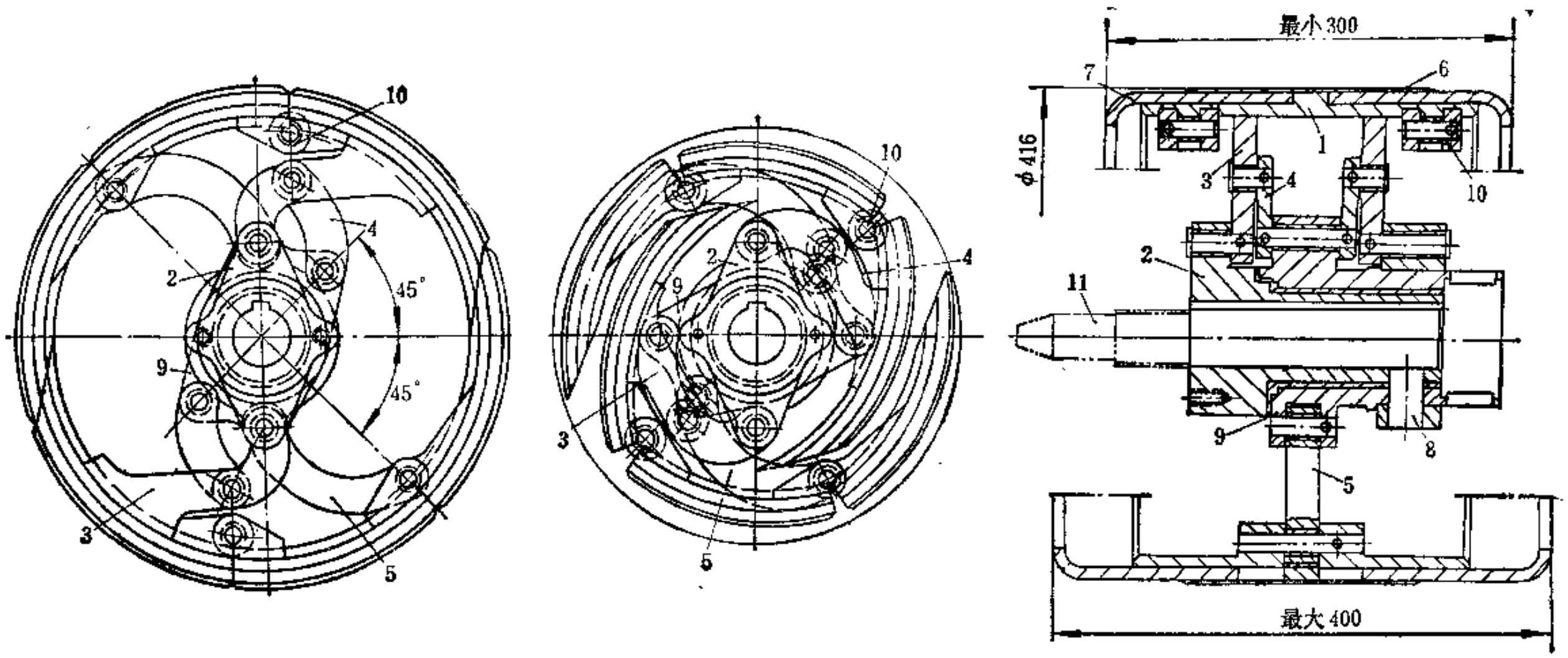
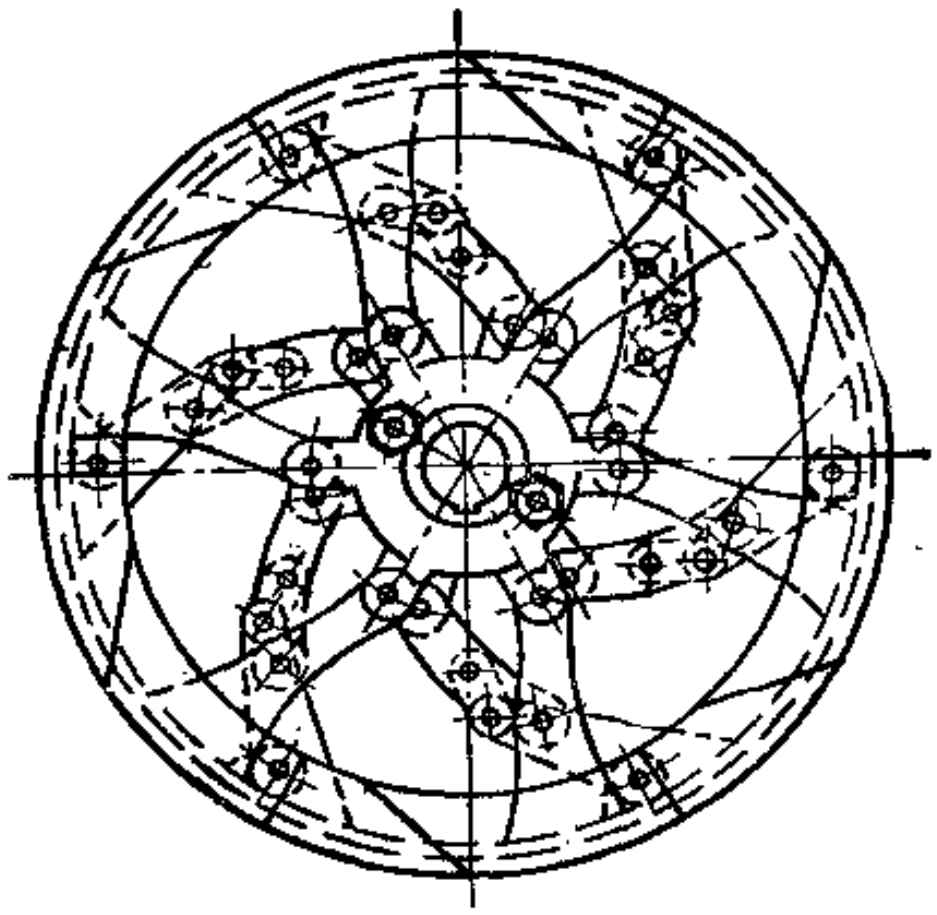
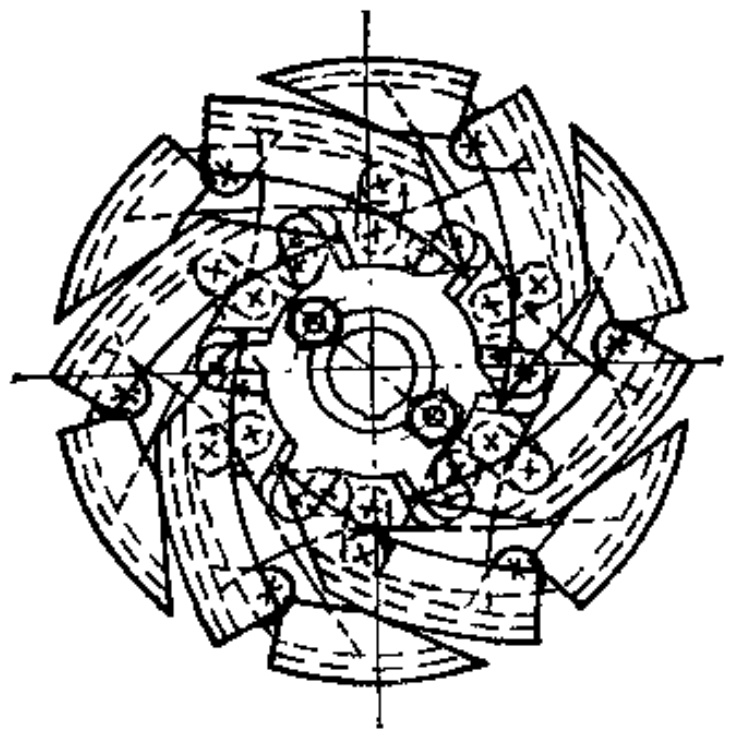


图 2-1-10　六块鼓瓦的折叠结构半鼓式成型鼓

1—鼓壁；2—主连杆；3—连杆；4—弯连杆；5—长弯连杆；6—盖板；7—鼓肩；8—连接轴；9—副连杆；10—铰链；11—主轴



展开图



合图

图 2-1-11　十二块鼓瓦的折叠结构成型鼓

1号帘布筒正包装置可使1号帘布筒的正包操作实现机械化，它的结构如图2-1-12所示。每台轮胎成型机装有两组弹簧带2及压辊5，分别安装在成型鼓两侧下方。在托架7上分别装有大、小弹簧带轮4和3。工作时，气缸1带动托架7向成型鼓径向升起，弹簧带2紧压于套在成型鼓上的1号帘布筒上。大、小弹簧带轮4和3组装成一体，成型鼓回转时，摩擦传动弹簧带，并带动大弹簧带，利用大弹簧带与帘布筒的速差，把成型鼓上外伸帘布不断压倒，并被用气缸6推动的压辊5压贴在成型鼓上，于是，成型鼓回转一周，完成正包过程。1号帘布筒正包装置弹簧带及压辊的工作状况见图2-1-13。

为了防止弹簧带与带轮打滑，在带轮的沟槽底部嵌有橡胶。

安装1号帘布筒正包装置时，应使压辊5的轴线方向通过成型机主轴轴心，并使小弹簧带均匀地压在成型鼓上（见图2-1-12），防止帘布筒与小弹簧带接触时起“拱”。小弹簧带在帘布筒上的包角不宜小于30°，以免打滑。小弹簧带轮不应与帘布接触，避免损伤帘布。调整1号帘布筒包边装置时，把压辊5与成型鼓的接触点位置适当地移向成型鼓外径，可防止或减轻帘布筒包边部位起褶子。压辊5的端面与成型机主轴的夹角推荐以15～20°为宜，见图2-1-13。

采用1号帘布筒正包装置时，应把帘布筒直径做得比成型鼓小6～10%左右，使得正包时帘布筒不易起“拱”或褶子。1号帘布筒正包装置调整得恰当与否与包边质量关系极大，需要精心调好。

弹簧带的接头，推荐采用锥尾相接，如图2-1-14所示，这种接头工作时不易脱开。弹簧带的小头外径比大头内径小1.5mm左右，小头旋入大头内约4～5扣。

1号帘布筒正包装置具有结构简单，效率高等优点，无论新机还是老机改造都可适用。它常用于半芯轮式轮胎成型机上。

国内使用的1号帘布筒正包装置性能参数见表2-1-3。

弹簧带的材料推荐采用T9A弹簧钢丝，进行低温定型回火。

（二）指形包边器及拉出器

指形包边器也称机械包边器，它模仿成型时手工操作的包边动作完成正包、扣圈和反

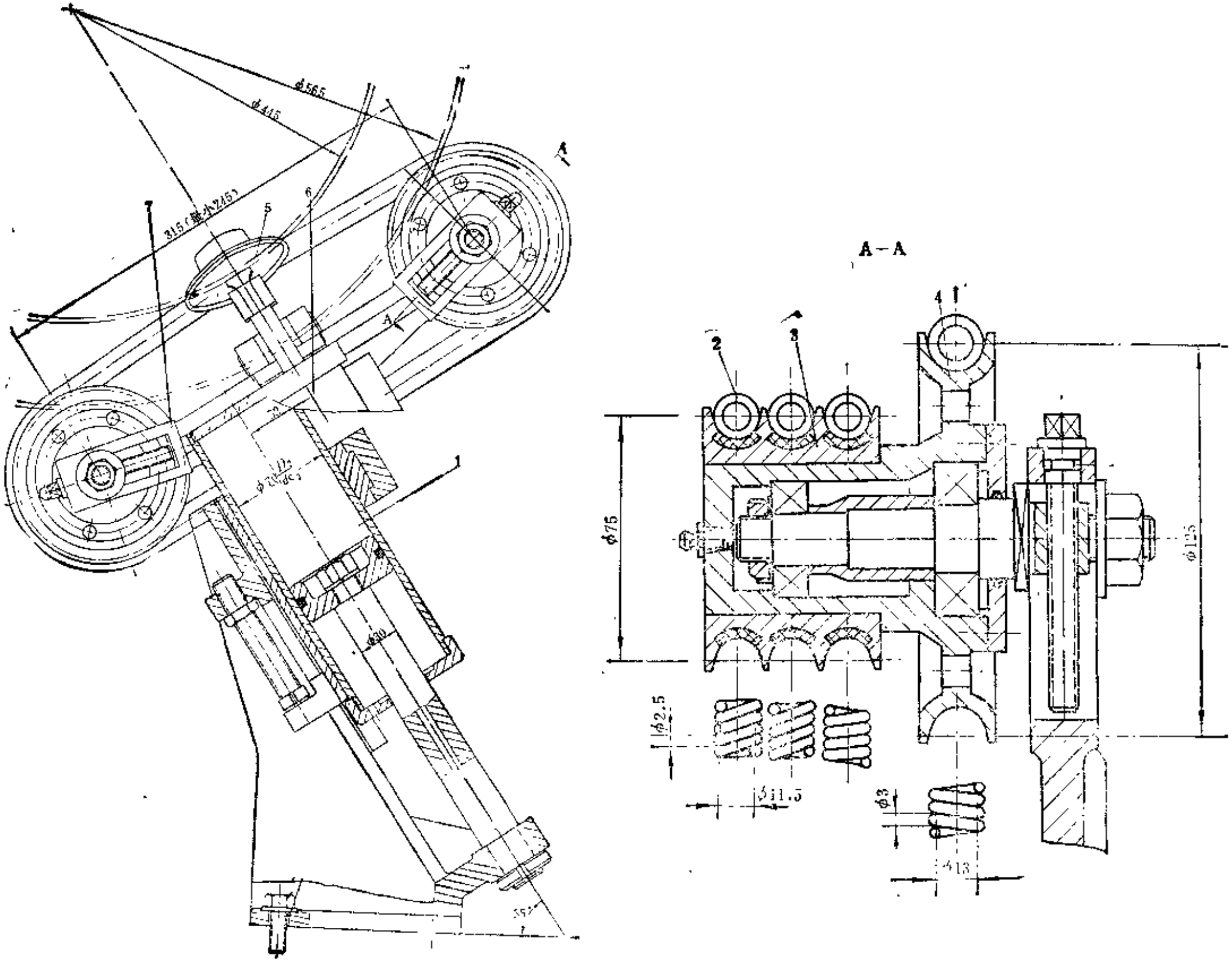


图 2-1-12　1号帘布筒正包装置

1—气缸；2—胎圆带；3—小弹簧带轮；4—大弹簧带轮；5—压辊；6—气缸；7—托架

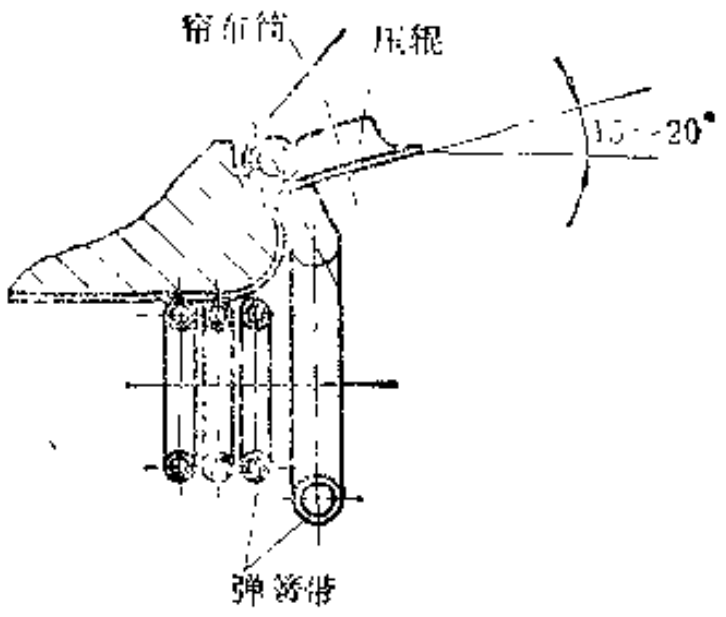


图 2-1-13　1 号帘布筒正包装置工作图



图 2-1-14　弹簧带接头

表 2-1-5　1号帘布筒正包装置性能参数

压辊包边成型机型号	小弹簧带				大弹簧带			
	带轮直径 mm	弹簧外径 mm	钢丝直径 mm	根数	带轮直径 mm	弹簧外径 mm	钢丝直径 mm	根数
1号	75	14	2.5	3	125	16	3	1
2号	85	15	2.5	3	150	19.5	3.5	1
3号	90	18	3	4	165	22	4	1
4A号	92	21.5	3.5	5	180	24	4	1

包，或者只完成其中一部分操作。拉出器用于把正包好的并扣上钢丝圈的外伸帘布翻出，为反包创造条件。

图2-1-15是一种配用于半芯轮式成型鼓的指形包边器。正包手指7（共有30个）在尾部胶圈的作用下径向撑开（参见图2-1-16，2)。反包器3由扇形滑块、同步盘、弹簧带等组成。在胶囊1及杠杆2的推动下，反包器能径向撑开，胶囊1放气后，在弹簧带4的作用下自动收拢。气缸8推动外壳6向前，压下正包手指7，与反包器3一起把外伸帘布夹住，向成型鼓中心收拢完成正包。同时，把放在外壳6上的钢丝圈9扣在成型鼓鼓肩上（参见图2-1-16，3、4)，然后，胶囊5进气，对钢丝圈及三角胶芯加压（参见图2-1-16，5)。接着，外壳6后退，反包器3在气囊1的作用下径向撑开，把外伸帘布反包过来（参见图2-1-16，6)。然后胶囊1放气，反包器3缩拢，外壳6向前，胶囊5进气，对胎圈部位进行加压（参见图2-1-16，7)。第二个帘布筒的操作过程与第一个帘布筒相同。胎圈包布的包卷是用正包手指翻转后，用装在反包器3上的压辊勾进胎里（参见图2-1-16，10、11)。

限位器10用来限定反包器的工作位置。包边器的轴向位置也有限位器定位。胶囊1、5的工作气压为0.4～0.7MPa。反包器3的同步盘结构及工作原理参见图2-1-17。

这种指形包边器的主要缺点是胶囊1的工作寿命较短，极易挤伤损坏，更换胶囊1（特别是右侧指形包边器）比较困难。

为克服图2-1-15中胶囊1容易损坏的缺点，图2-1-17所示的反包器把原来由胶囊、连杆推动的反包器改为直接气缸推动。

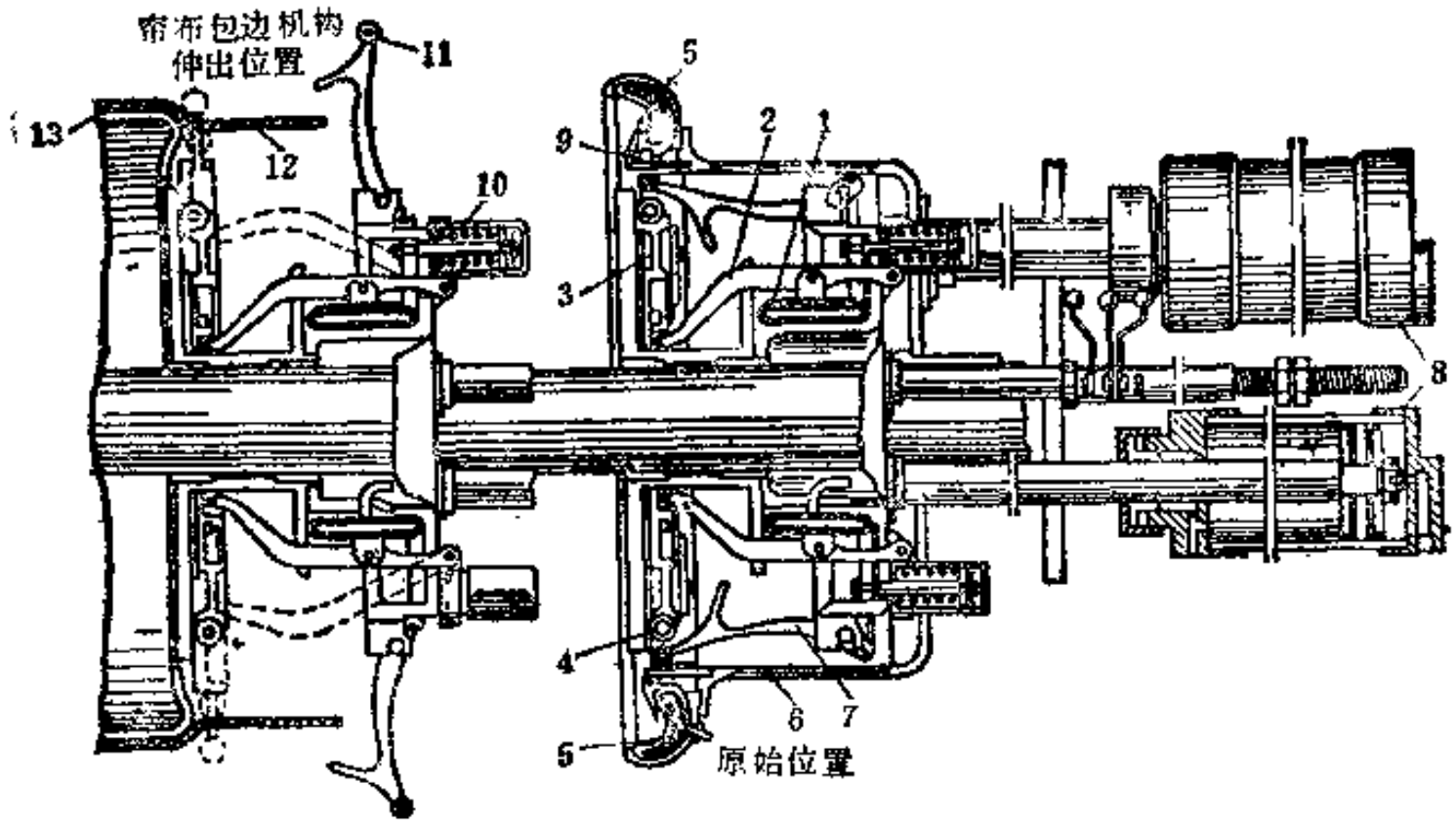


图 2-1-15　半芯轮式指形包边器

1—胶囊；2—杠杆；3—反包器；4—弹簧带；5—胶囊；6—外壳；7—正包手指；8—气缸；9—钢丝圈；10—限位器；11—辊子；12—帘布筒；13—成型鼓

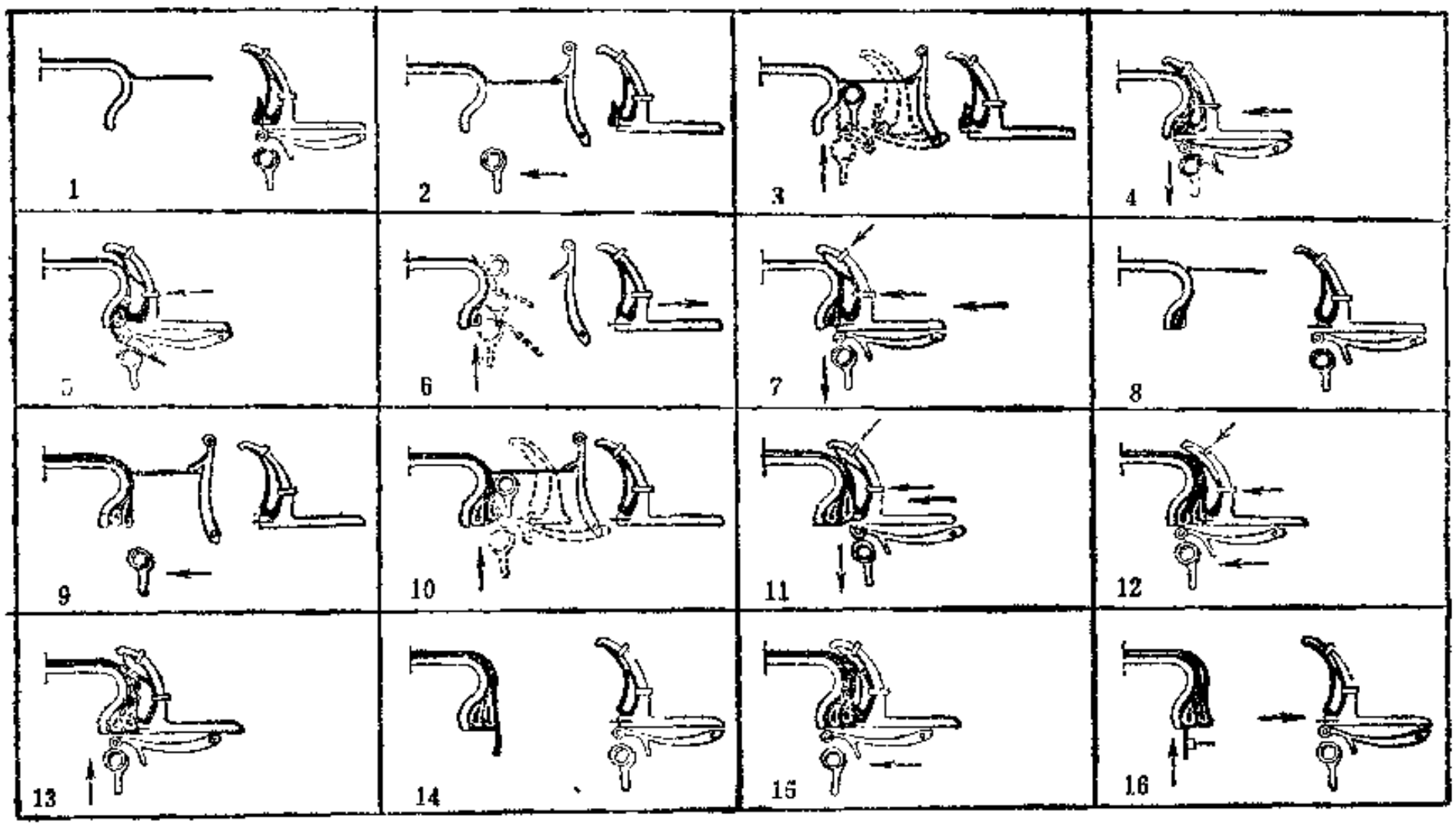


图 2-1-16　半芯轮式指形包边器操作程序图

反包器 1 由八块扇形块组成，通过活塞 4 向气缸内进气，使反包器作径向扩张，由同步盘 3 使八块扇形块保持同步。同步盘 3 上开有 8 个斜槽，每块扇形块上的圆销穿过斜槽，当扇形块作径向运动时，斜槽限制了扇形块上圆销的运动，迫使同步盘转动，从而使各扇形块径向位移保持一致，实现同步运动。扇形块上有径向运动的导槽，使扇形块只能作径向运动而不能转动。气缸放气后，弹簧带 2 迫使反包器收拢。

图2-1-18是半芯轮式指形包边器的另一种改进结构，它用环形活塞13推 动 连杆5、17，使反包器弹簧带18径向撑开，代替图2-1-15中胶囊 1 的作用，克服了胶囊容易破损的缺点，

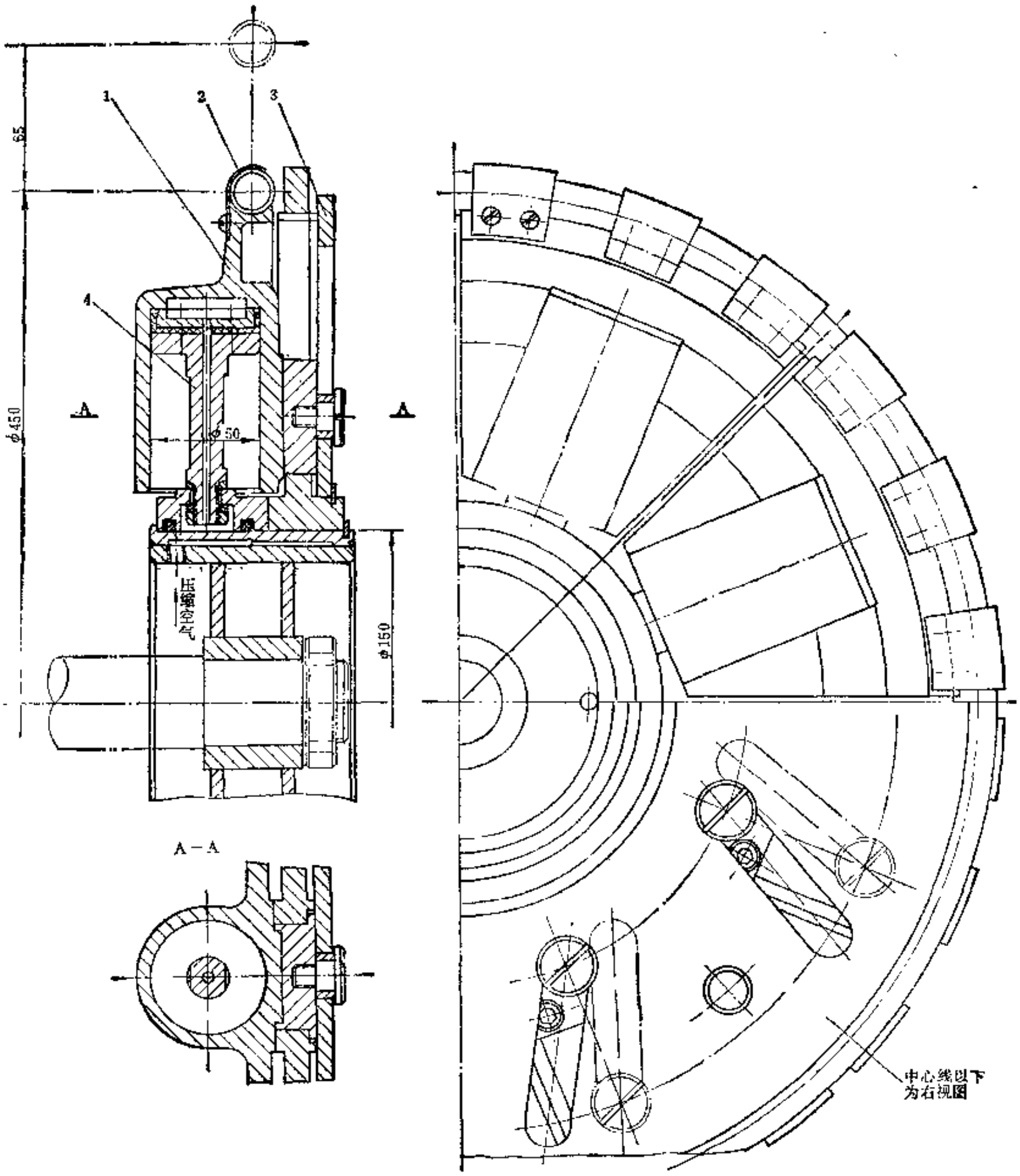


图 2-1-17　反包器

1—反包器；2—弹簧带；3—同步盘；4—活塞

并取消了扇形块、同步盘等零件，简化了结构。

图2-1-19是一种配用于半鼓式成型鼓的指形包边器。

正包指形板 2 由12块铰接的弧形钢板组成，在扭转弹簧作用下能径向张开，支架 6 由电磁铁操纵的闭锁机构 4 的挂钩钩住，把正包指形板 2 与盘式拉出器 1 一起收藏在外壳 7 内。成型鼓上贴好帘布筒后，电磁铁通电，闭锁机构 4 的挂钩脱开，弹簧 9 把支架 6 顶出，盘式拉出器 1 伸出外壳7，正包指形板 2 张开如伞状，准备进行正包。这时，外壳 7 传动气缸

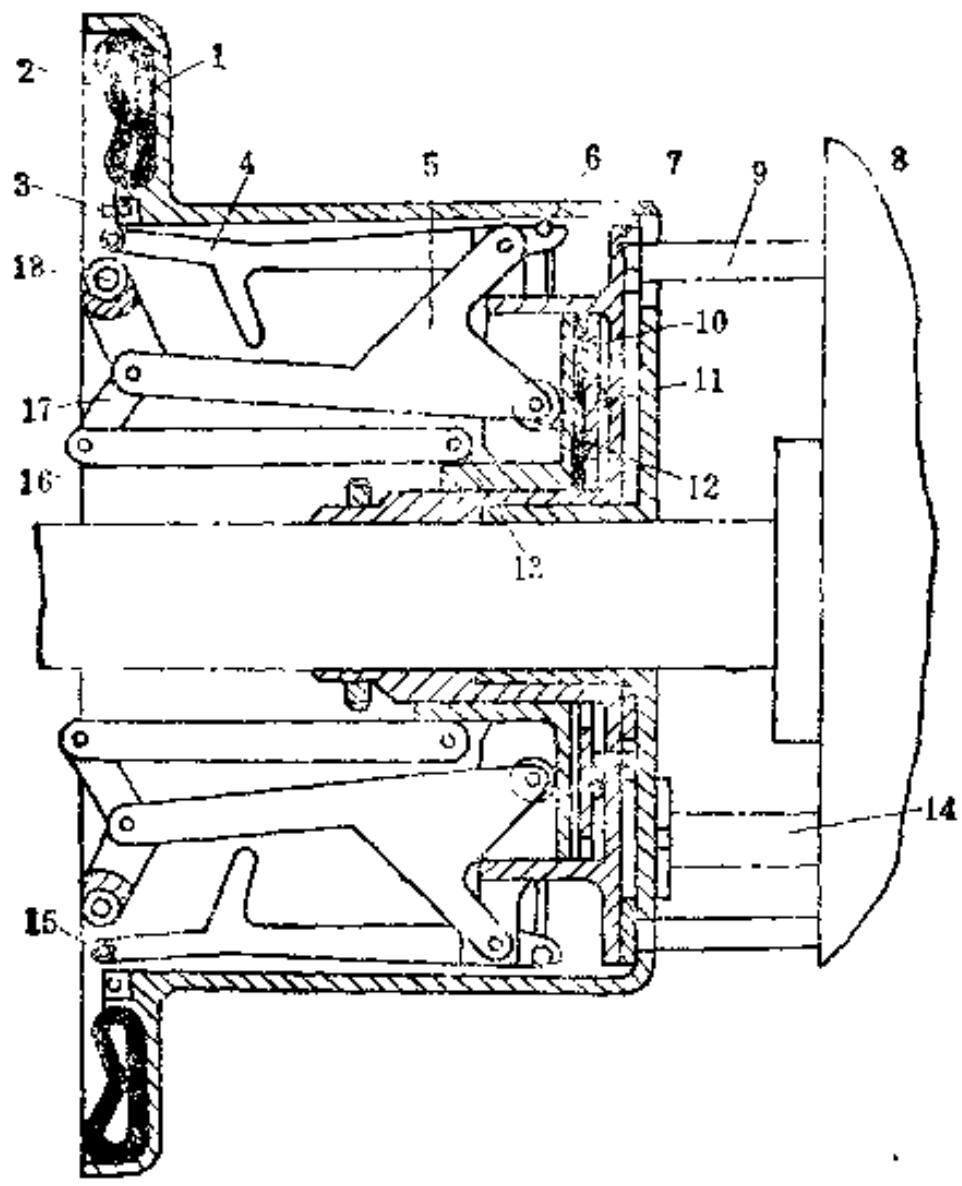


图 2-1-18　半芯轮式指形包边器

1—外壳；2—胶囊；3—钢丝圈；4—正包手指；5—连杆；6—胶圈；7—气缸；8—机架；9、14—活塞杆；10—密封圈；11—环；12、15—辊子；13—环形活塞；16、17—连杆；18—反包器弹簧带

（图上未示）进气，推动外壳 7 靠近成型鼓，支架 6 随外壳 7 一起移动，当支架 6 碰到限位盘10时，停止前进。在盘式拉出器 1 靠到成型鼓侧面后，外壳 7 继续前进，装在外壳 7 上的辊子 8 迫使正包指形板收拢，把外伸帘布包紧在成型鼓上，完成正包操作。同时，钢丝圈放置器 3 把钢丝圈扣在成型鼓鼓肩上。在外壳 7 完成扣圈动作时，闭锁机构 4 的挂钩在弹簧作用下，将支架 6 钩住，随即切换外壳传动气缸的进气方向，全套指形包边器退回，伸入成型鼓内的盘式拉出器便把外伸帘布拉出，其工作状况见图2-1-20。接着，成型鼓高速旋转(转速280r/min)，在离心力作用下把外伸帘布筒周缘撒开，然后用后压辊装置完成反包。

当包卷胎圈的帘布层数较多时，可采用弹簧拉出器，见图2-1-21。环形压缩弹簧 1 的内芯装有支持器 2，在扣圈盘的带动下，能把环形压缩弹簧 1 放置在成型鼓内，扣圈时，成型鼓带动扣圈盘转动，在离心力作用下，装在扣圈盘上的挂钩克服弹簧拉力而撑开，扣圈盘在气缸带动下退出时，把环形压缩弹簧 1 拉出成型鼓上的沟槽，利用环形弹簧的辐射方向作用力把帘布翻出。

图2-1-22所示是一种拉出盘与反包胶囊组合在一起的胶囊拉出反包装置。拉出盘 3 可以在轴承 4 的支承下转动，反包胶囊 2 可按需要随着拉出盘 3 一起作轴向移动，反包时，向胶囊内充入压缩空气（约0.4MPa），利用胶囊内空气的压力对胎圈部位进行挤压反包。这种反包装置只能完成部分的反包作业，还要由后压辊进行滚压，完成全部反包过程。由于胶囊 2 的断面小，可以充入较高压力的压缩空气，使反包的帘布包得更紧。

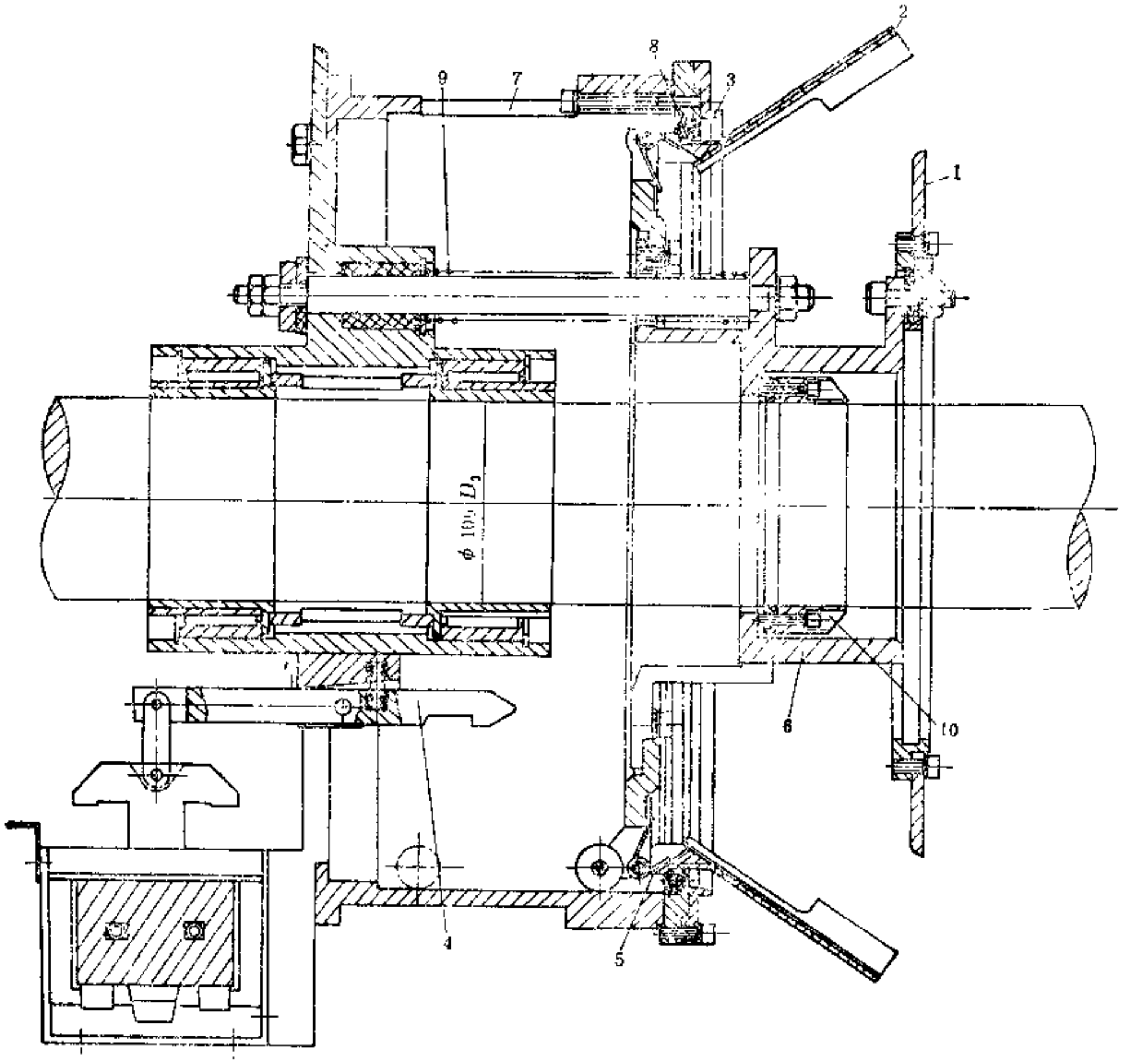


图 2-1-19　半鼓式指示包边器

1—气式拉出器；2—正包指形板；3—钢丝圈放置器；4—闭锁机构；5—弹簧；6—支架；7—外壳；8—辊子；9—弹簧；10—限位盘

巨型工程轮胎的帘布层往往采用粗帘线（1820den），帘布层数也较多，成型包边时的劳动强度很大，一次同时反包4～6层帘布，操作极为困难，图2-1-23所示是一种膨胀式的拉出盘，专门用于巨型工程轮胎成型机上。

拉出盘外壳4用销钉固定在轴套7上，轴套7在油缸的驱动下，可沿成型鼓主轴作轴向移动，当压缩空气输入气室5内时，U型密封圈2膨胀，使扇形块1径向伸出，对胎圈下面的帘布进行挤压，同时拉出盘壳体在轴套7的油缸驱动下，向成型鼓外侧移动，便完成了帘布拉出与部分反包。气室5排气后，在环形弹簧6的作用下，扇形块1收拢。

指形包边器在正包过程中，随着帘线排列角度的变动，线距的缩小，一般来说，斜交胎的正包比较容易实现，而子午胎的帘线需要保持零度，不能改变排列角度，只能减小线距，因此，正包比较困难。为了使在正包过程中的子午胎帘线线距均匀地收缩，国外设计了一种装有把帘布筒分成许多细褶装置的指形包边器，图2-1-24所示即是一种子午胎专用的指形包边器。

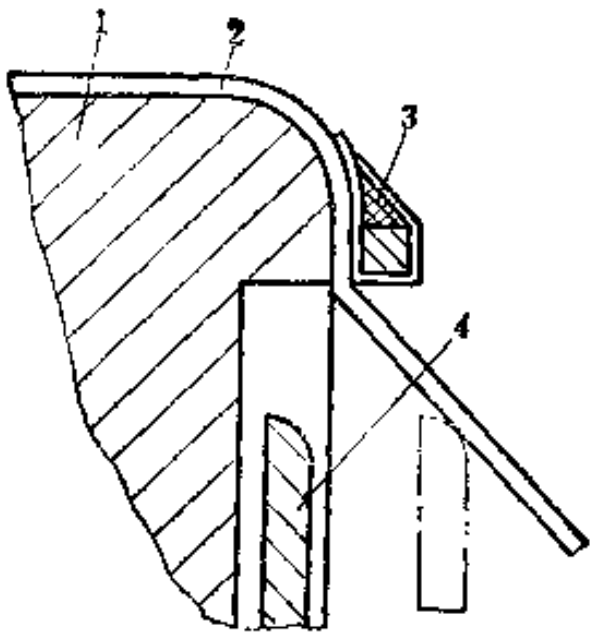


图 2-1-20　盘式拉出器示意图
1—成型鼓；2—帘布筒；3—钢丝圈；4—盘式拉出器

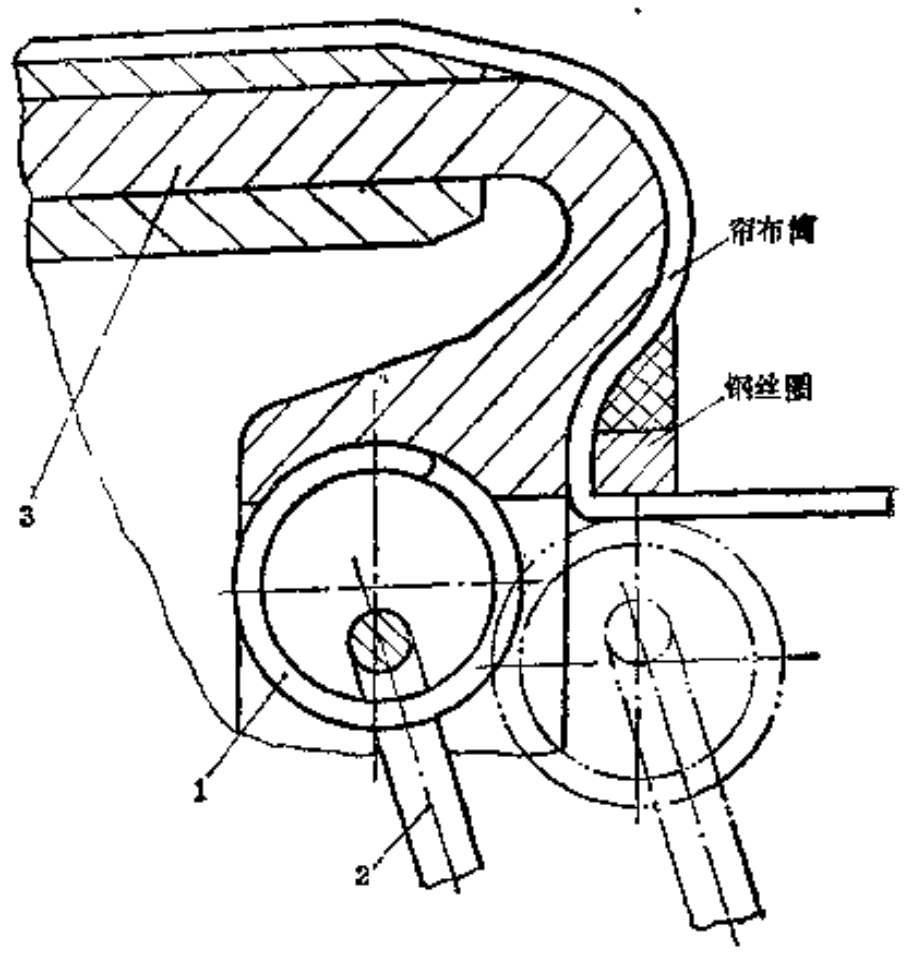


图 2-1-21　弹簧拉出器示意图
1—环形弹簧；2—支持器；3—成型鼓

在正包指形杆4之间，装有辅助连杆3，除了装在连杆2上的反包环形弹簧17外，还有第二只环形弹簧，这只弹簧由若干套在指形杆14上的单个弹簧15组成，指形杆14装在正包指形杆4的端头上。

反包环形弹簧17同安装在正包指形杆4上的正包环形弹簧一样，按径向运动，这样，就能保证在正包帘布的过程中，弹簧间的相对位置几乎是固定不变的，从而能高质量地完成包圈作业。在环形活塞13和连杆2的作用下，环形弹簧沿径向运动。

由于辅助连杆3的销轴7与连杆2连接在一起，因而辅助连杆3随着连杆2一起运动。

各种指形包边器具有包边效率高、质量好等优点，缺点是结构复杂、制造维修困难，当成型鼓及胎圈直径改变时，需要更换相应规格的指形包边装置。

（三）膨胀鼓及胶囊反包器

各种类型膨胀结构的成型鼓都是利用成型鼓的膨胀来实现正包的，参见图2-1-25。这种正包方法，帘布的线距在成型鼓膨胀的过程中逐渐增大，因而胎圈部位的帘布不会产生褶子。

胶囊反包器利用胶囊的气压进行帘布的翻转、胎圈包卷、压贴，完成反包过程。其操作程序见图2-1-25。

三、后压辊装置

压后辊装置也称包圈压辊装置，它的结构形式很多，各种型式压辊可分别用于各种型式的成型鼓。按压辊的加压方式，又可分为气缸（或气囊）加压及辊臂旋转加压等。

半鼓式与半芯轮式后压辊装置除了压辊不同之外，没有本质上的差别，因而，有些后压辊装置只要调换压辊，就能既适用于半鼓式成型鼓，又能适用于半芯轮式成型鼓。

一般的后压辊装置需要有压辊的径向，轴向及回转三套传动系统，以适应不同直径、宽度的成型鼓及操作的需要。图2-1-26是国内使用最广泛的半芯轮式后压辊装置，配用于2号压辊包边成型机上。

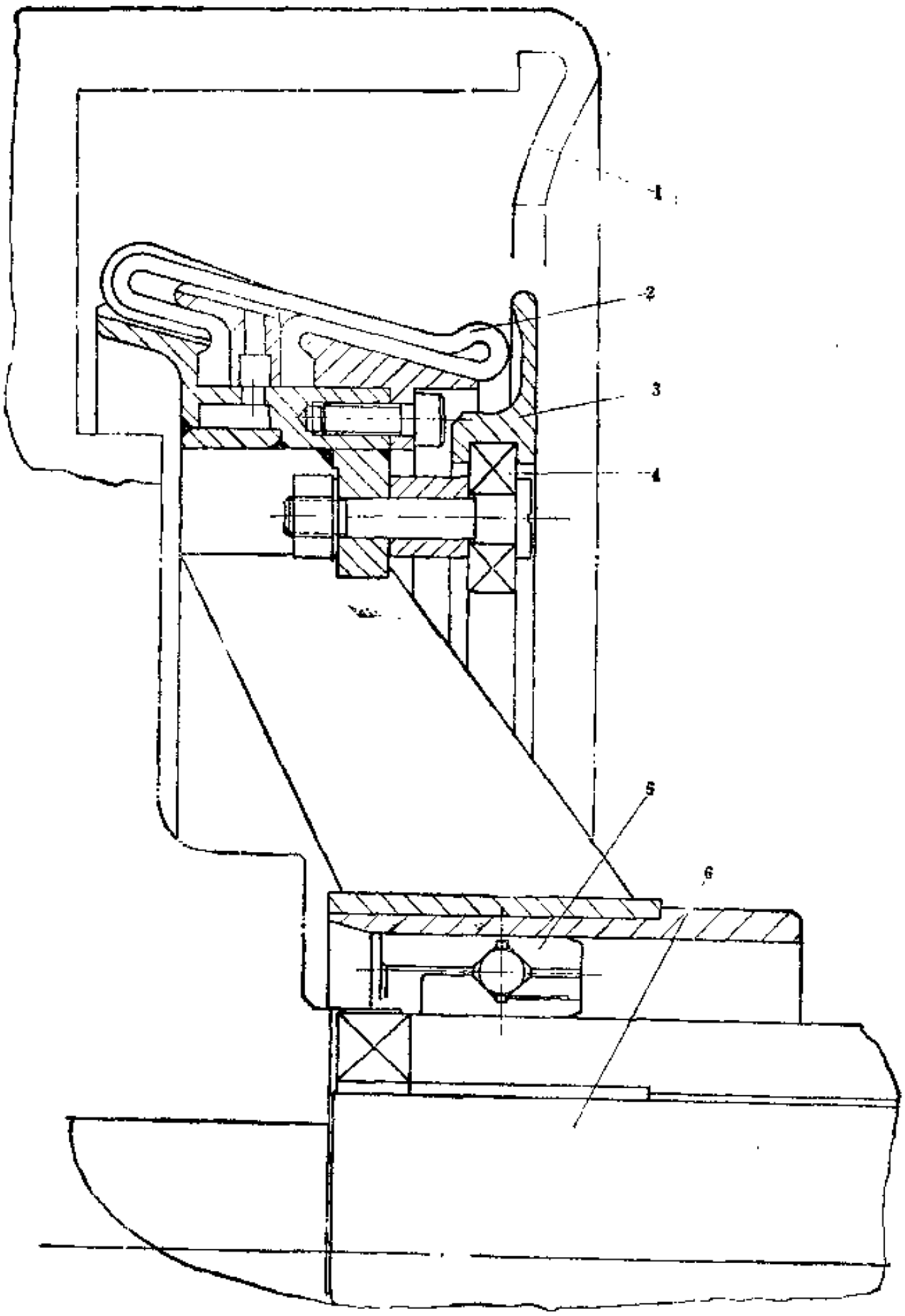


图 2-1-22　胶囊拉出、反包装置

1—成型鼓；2—反包胶囊；3—拉出盘；4、5—轴承；6—成型机主轴

压辊1装在辊臂2上，由气缸4推动对帘布加压。压辊1配有三套传动装置分别实现压辊的径向、轴向及旋转运动。在每套传动装置的链条传动环节上，都装有齿形保险离合器10，过载时，保险离合器10自动脱开。保险离合器10传递的力矩大小可以通过螺母加以调节。切边刀15用于把滚压好的胎侧切割整齐。轴向传动螺杆13和压辊回转传动用的光杆14上装有连接器16，用以调整压辊的轴向和回转位置的对称性。

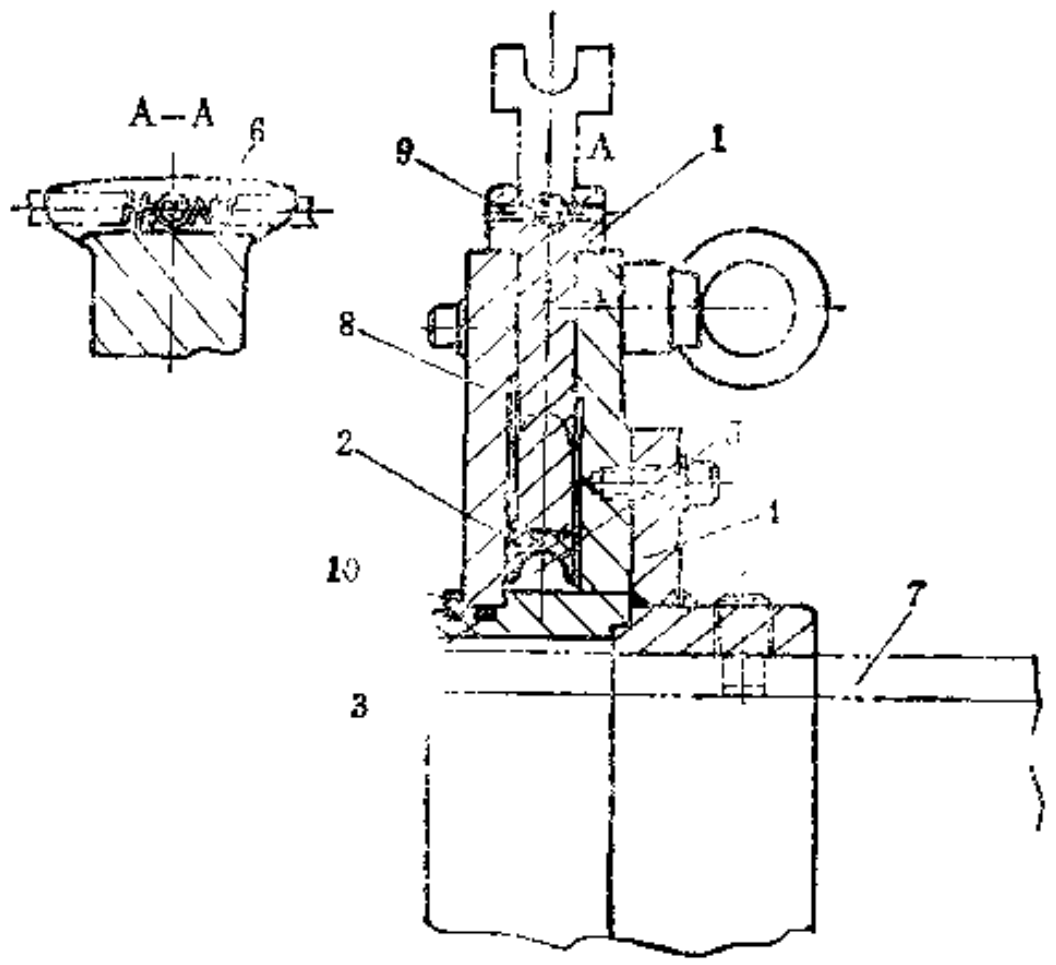


图 2-1-23 膨胀式拉出盘示意图

1—扇形块；2—U型密封圈；3—O形圈；4—拉出盘外壳；5—气室；6—弹簧；7—轴套；8—盖；9—销轴；10—挡圈

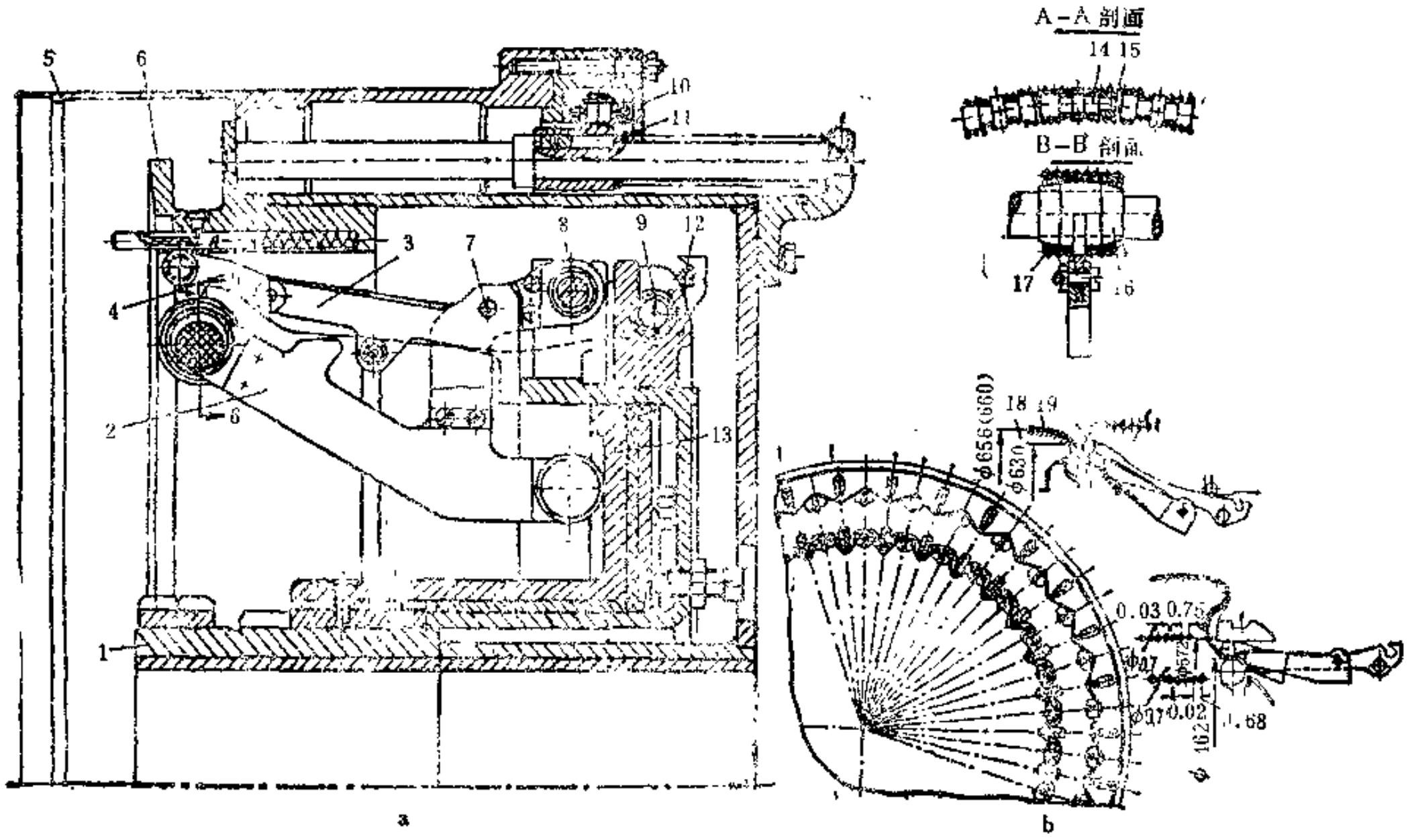


图 2-1-24 子午胎专用指形包边器

a—结构图；b—产生褶子示意图

1—壳体；2—连杆；3—辅助连杆；4—正包指形杆；5—辅助鼓；6—扣圈盘；7、8、9—销轴；10—轴承；11—弹簧；12—胶条；13—环形活塞；14—指形杆；15—环形弹簧；16—弹簧衬套；17—反包环形弹簧；18—成型鼓；19—帘布筒

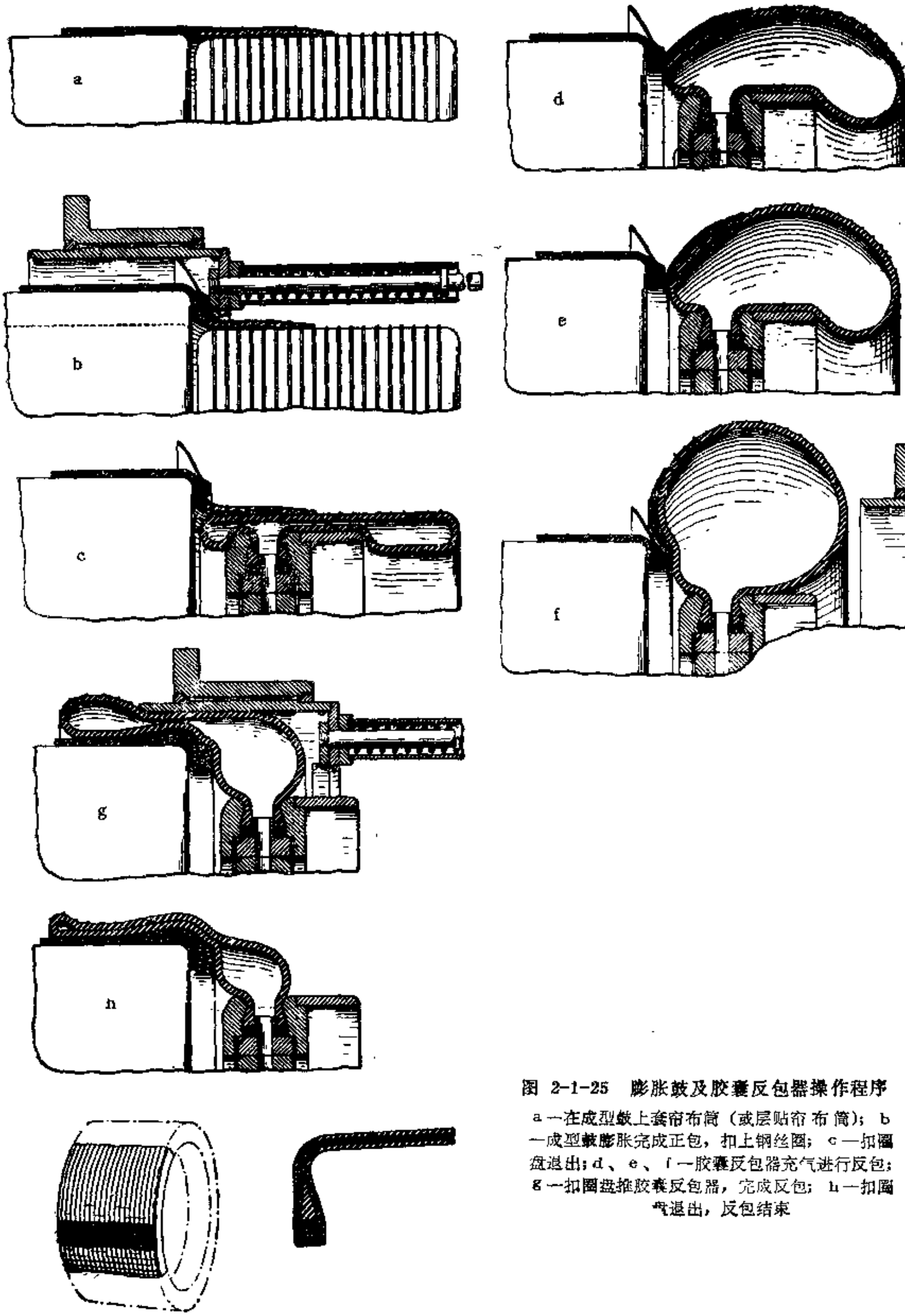
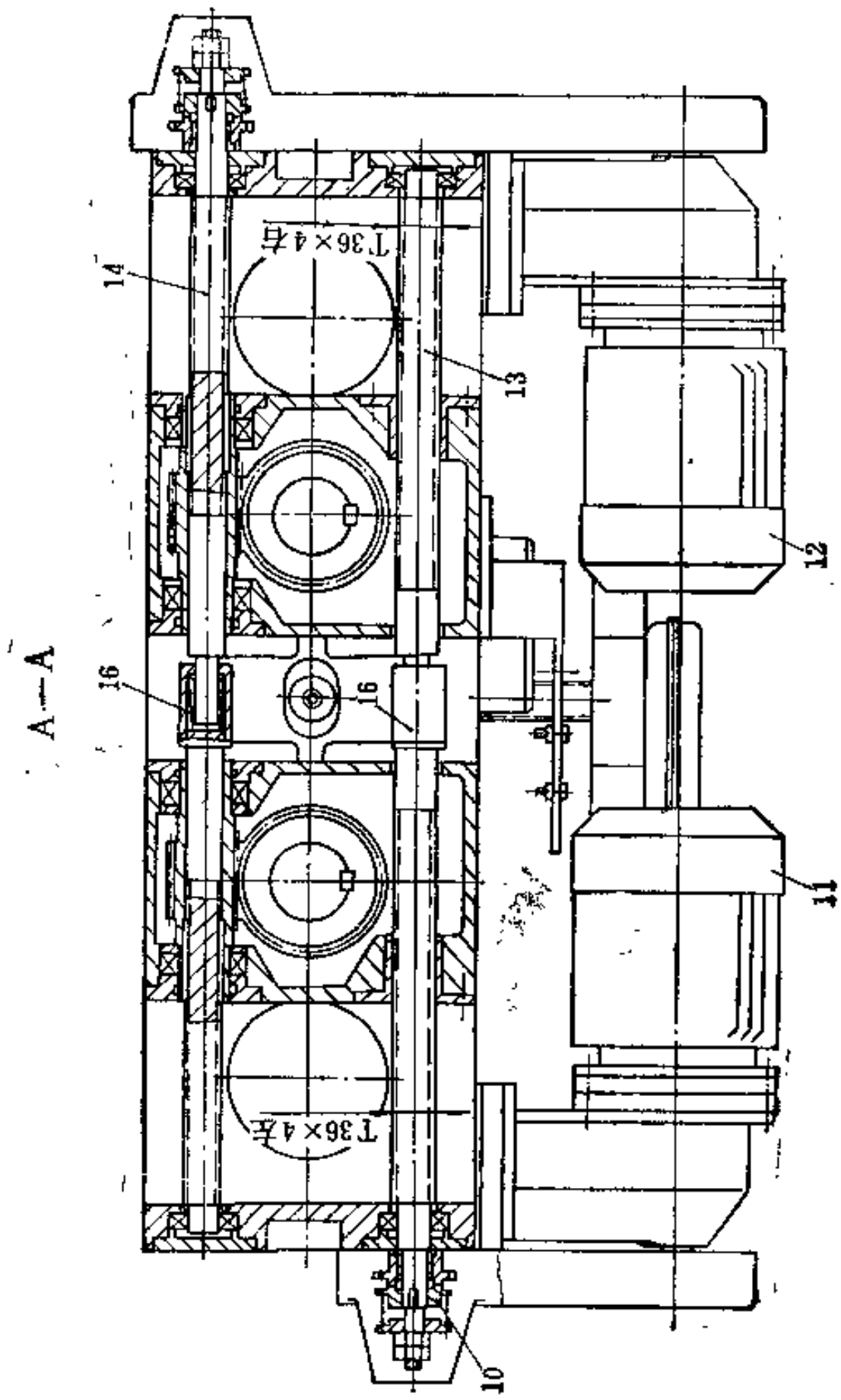


图 2-1-25　膨胀鼓及胶囊反包器操作程序

a—在成型鼓上套帘布筒（或层贴帘布筒）；b—成型鼓膨胀完成正包，扣上钢丝圈；c—扣圈盘退出；d、e、f—胶囊反包器充气进行反包；g—扣圈盘推胶囊反包器，完成反包；h—扣圈气退出，反包结束


A—A
14
T36×4右
13
12
16
16
11
T36×4左
10

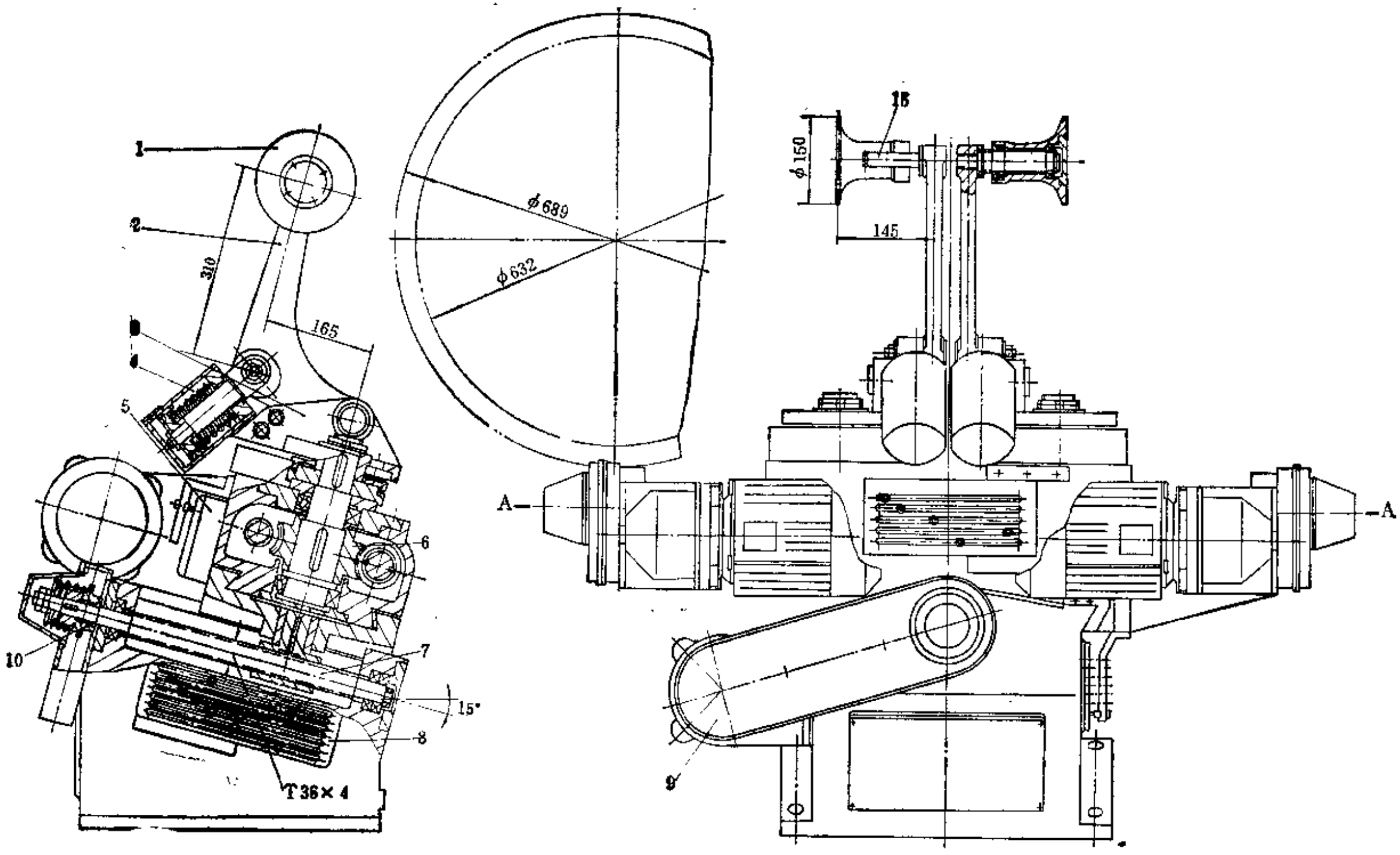


图 2-1-26　后压辊装置

1—压辊；2—辊臂；3—辊臂铰链座；4—气缸；5—开关盒；6—蜗轮减速器；7—径向传动螺杆；8—碰块；
9—径向传动电机；10—保险离合器；11—轴向传动电机；12—回转传动电机；13—轴向传动螺杆；14—光杆；
15—切边刀；16—连接器

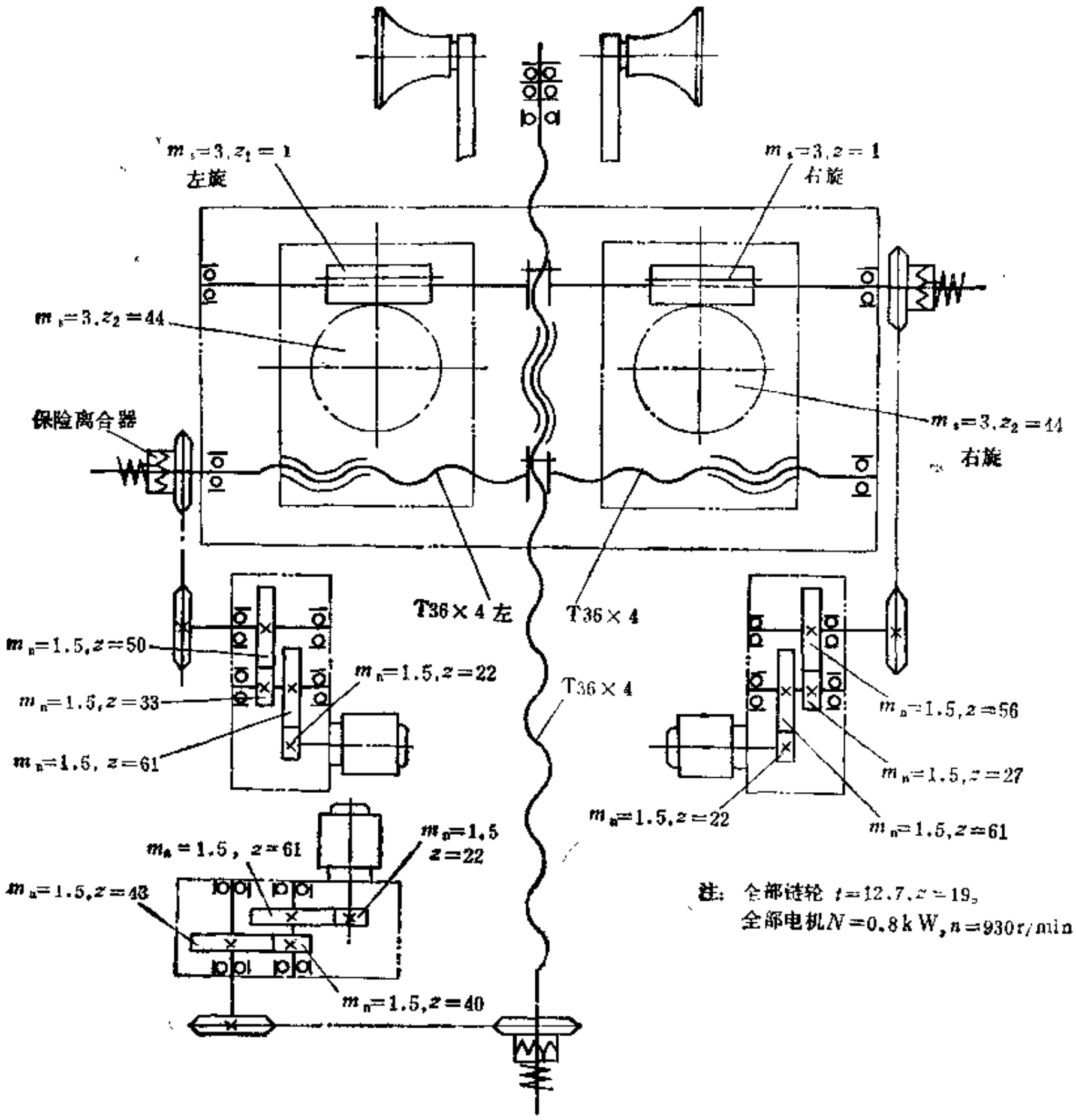


图 2-1-27　2号压辊包边成型机后压辊装置传动系统图

图2-1-27是2号压辊包边成型机后压辊装置的传动系统图。

这种后压辊包边装置，在两个压辊之间的帘布筒无法进行滚压，一般配备下压辊来解决，也可以在辊臂内，外侧分别装一对压辊来解决，见图2-1-28。内侧压辊1用于滚压帘布筒及胎面，外侧压辊3用于完成正反包。

为使反包时胎圈包得更加紧实，有的后压辊装置的压辊上装有辅助压辊，见图2-1-29。辅助压辊3装在活塞1的活塞杆上，反包时，气缸进气，活塞1把辅助压辊3顶出，压辊2及辅助压辊3同时对胎圈部位进行滚压。工作结束，气缸放气，在弹簧作用下，辅助压辊自动缩回。

图2-1-30是一种回转加压的后压辊装置。圆柱形压辊辊臂3的下端装有齿轮5，与气缸4

活塞杆上的齿条啮合，气缸4进气时，辊臂3在齿条及齿轮的推动下转动，使压辊对帘布加压。辊臂的托座在蜗轮减速器6的传动下作正、反回转运动，进行正反包操作。蜗轮减速器转动时，固定在气缸4活塞杆上的辊子沿着固定的凸轮（图上未示）运动，通过齿条及齿轮，迫使压辊2先于蜗轮减速器6回转。在成型胎圈直径较小的轮胎时，这种压辊的运动轨迹避免了压辊与成型机主轴发生干涉。弹簧7用于使压辊2复位。

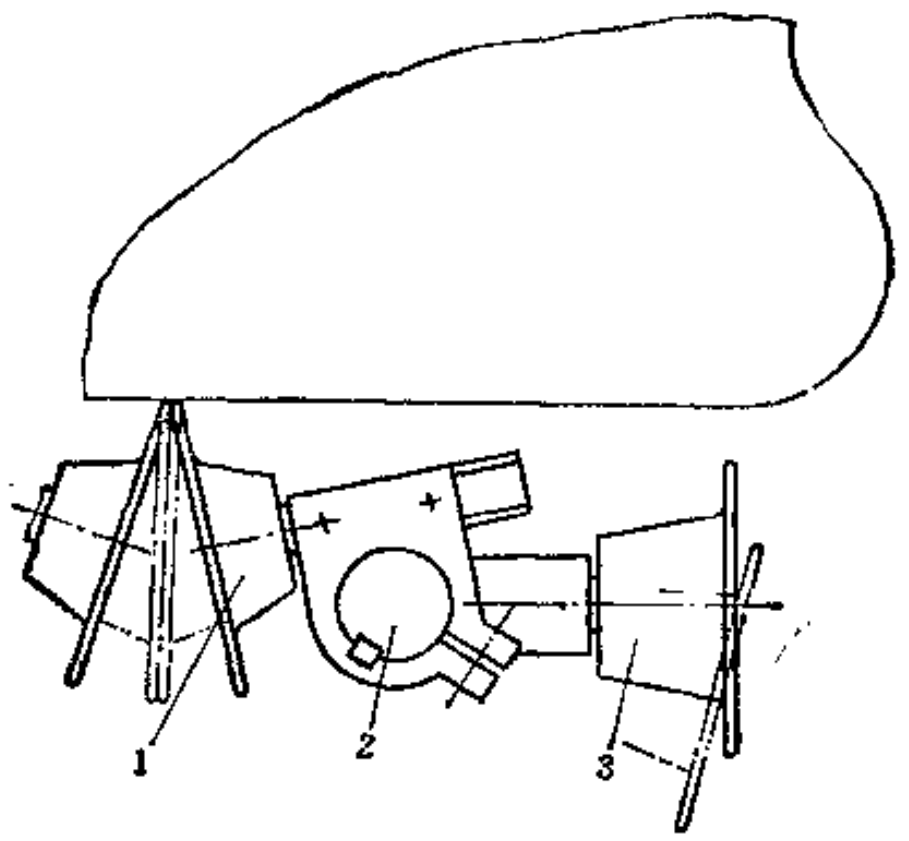


图 2-1-28 具有两对压辊的后压辊装置
1—内侧压辊；2—辊臂；3—外侧压辊

这种后压辊装置轴向运动采用圆柱形导轨，径向运动采用连杆结构，因而制造比较简单。

图2-1-31是一种气囊加压的半鼓式后压辊装置。

装有压辊1的辊臂2装在辊臂铰链座10上，它固定在蜗轮减速器4的轴上，压辊1在电机传动下作回转运动，气囊3进气时（气压0.7MPa）压辊1能绕辊臂铰链座10的铰接点摆动，对帘布加压。辊臂2上装有辊子7，蜗轮减速器外壳上固定有凸轮6，当压辊工作，加压、回转时，辊子7靠在凸轮6上，迫使辊臂2绕辊臂铰链座10的铰接点摆动，避免压辊回转时与成型机主轴发生干涉。压辊1的径向及轴向位置通过螺杆8、9按成型鼓尺寸由手动调整。

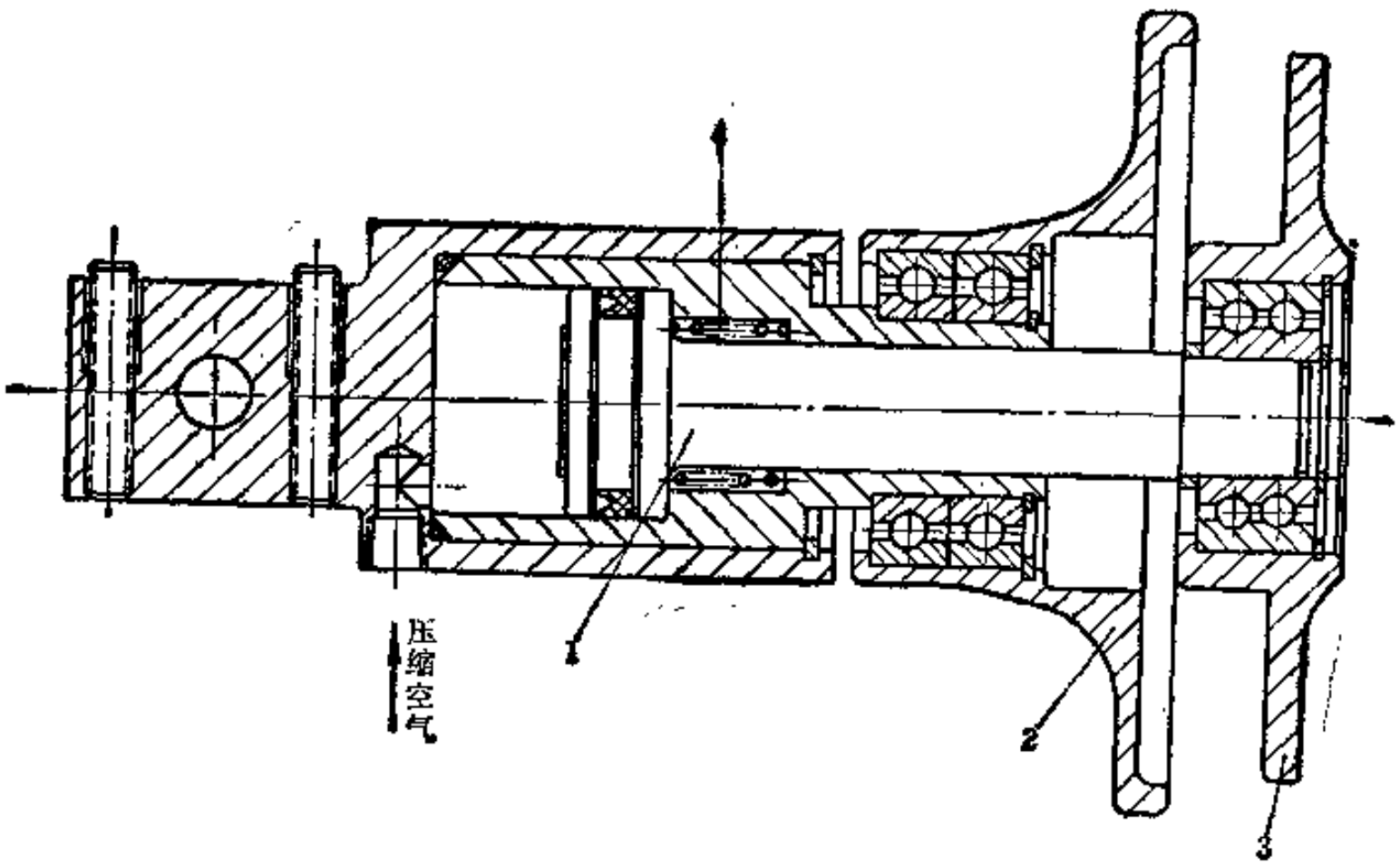


图 2-1-29 装有辅助压辊的后压辊
1—活塞；2—压辊；3—辅助压辊；4—弹簧

半鼓式的压辊如图2-1-32所示，它由耐磨尼龙制成的槽形压辊1及铝合金制成的弧形压辊两部分组成。正、反包时使用槽形压辊1。为了包边的紧实，凹槽的宽度应比包卷的钢丝

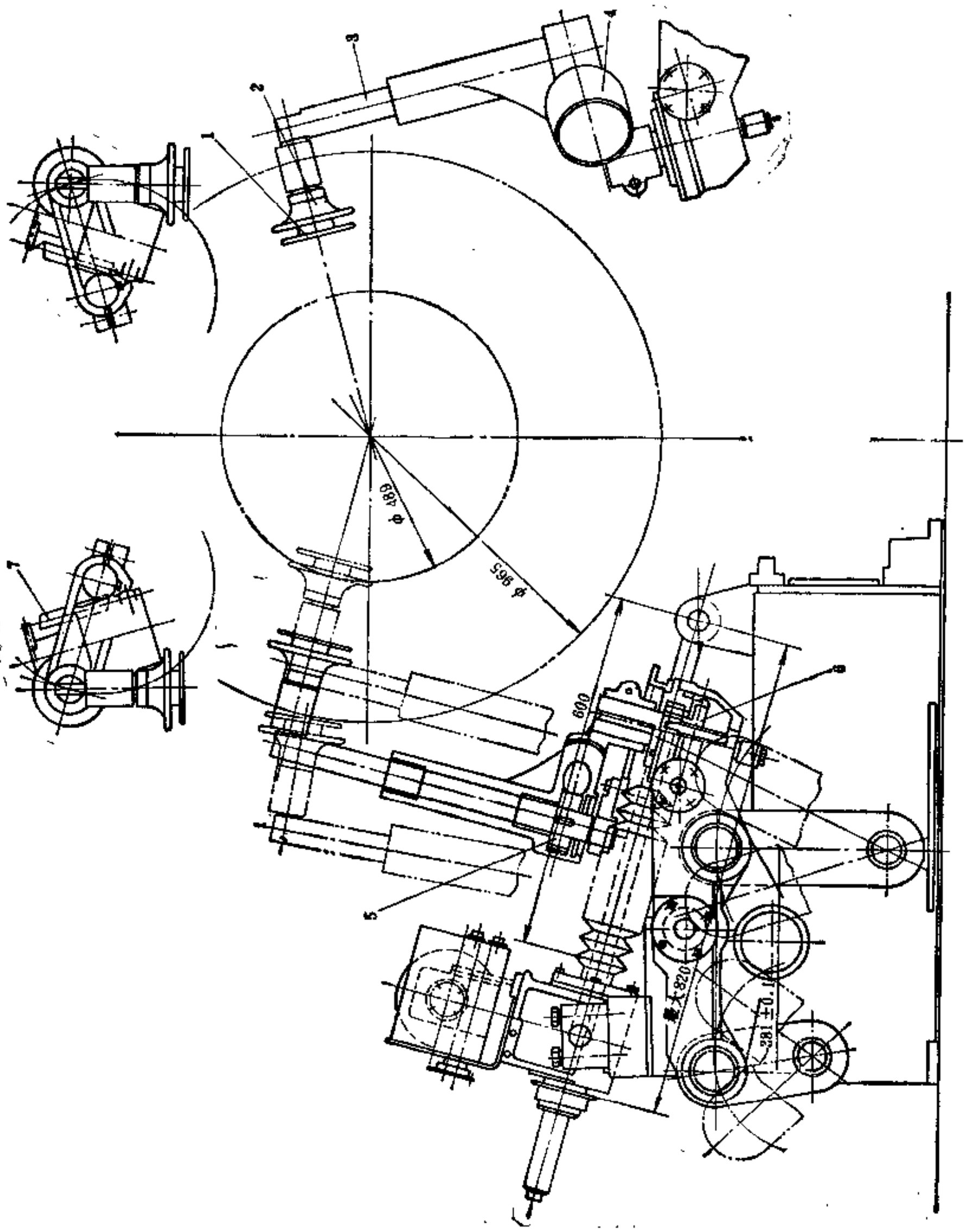


图 2-1-30　回转加压后压辊装置示意图

1—辅助压辊；2—压辊；3—辊臂；4—气缸；5—齿轮；6—蜗轮减速器；7—弹簧

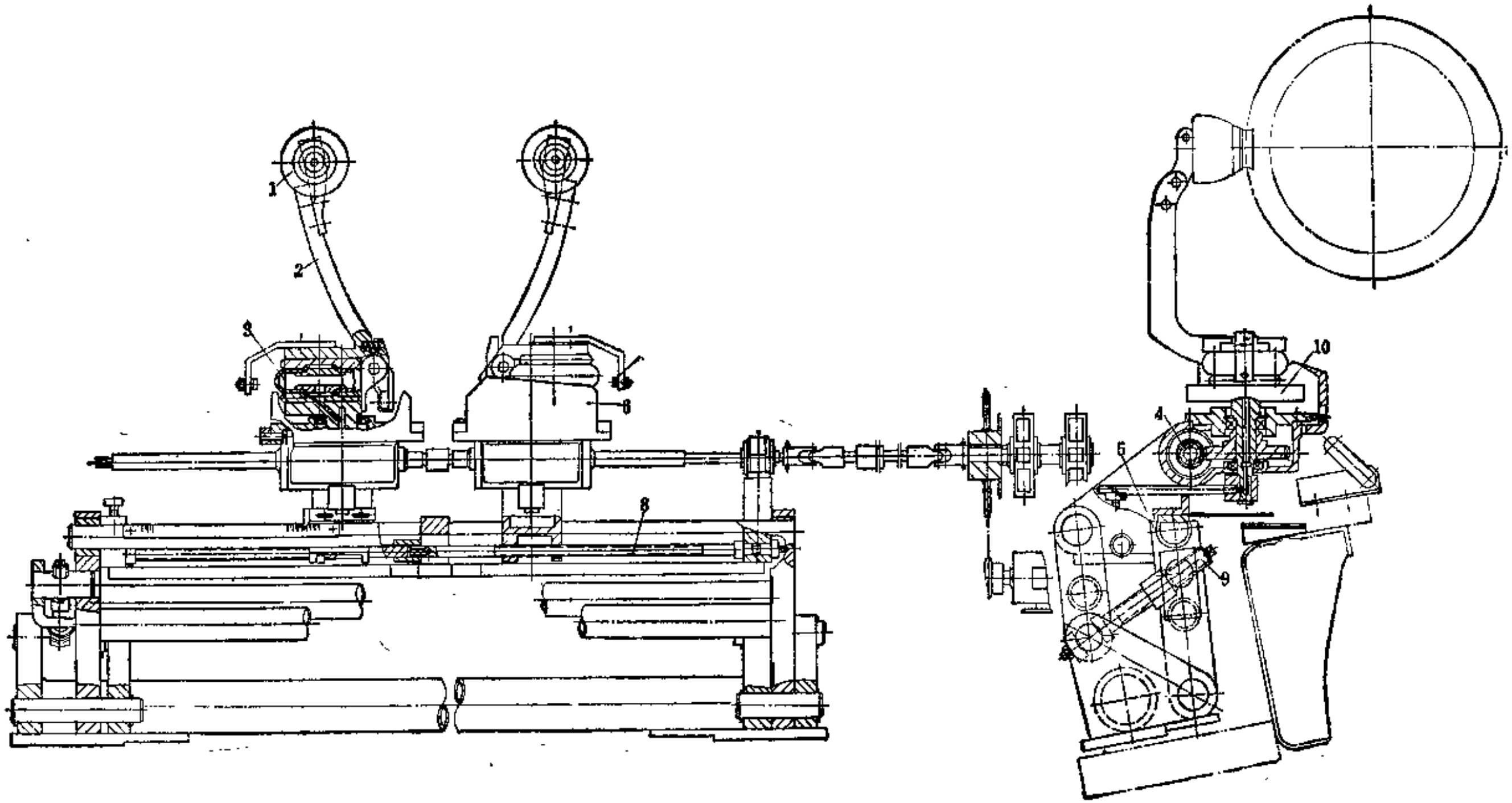


图 2-1-31　气囊加压的半鼓式后压辊装置

1—压辊；2—辊臂；3—气囊；4—蜗轮减速器；5—让杆；6—凸轮；7—辊子；8、9—螺杆；
10—辊臂铰链座

圈及帘布总厚度略小（约2mm），滚压时凹槽两边工作，槽底不接触帘布。反包过来的帘布用弧形压辊2进行滚压，其包边操作程序见图2-1-33。

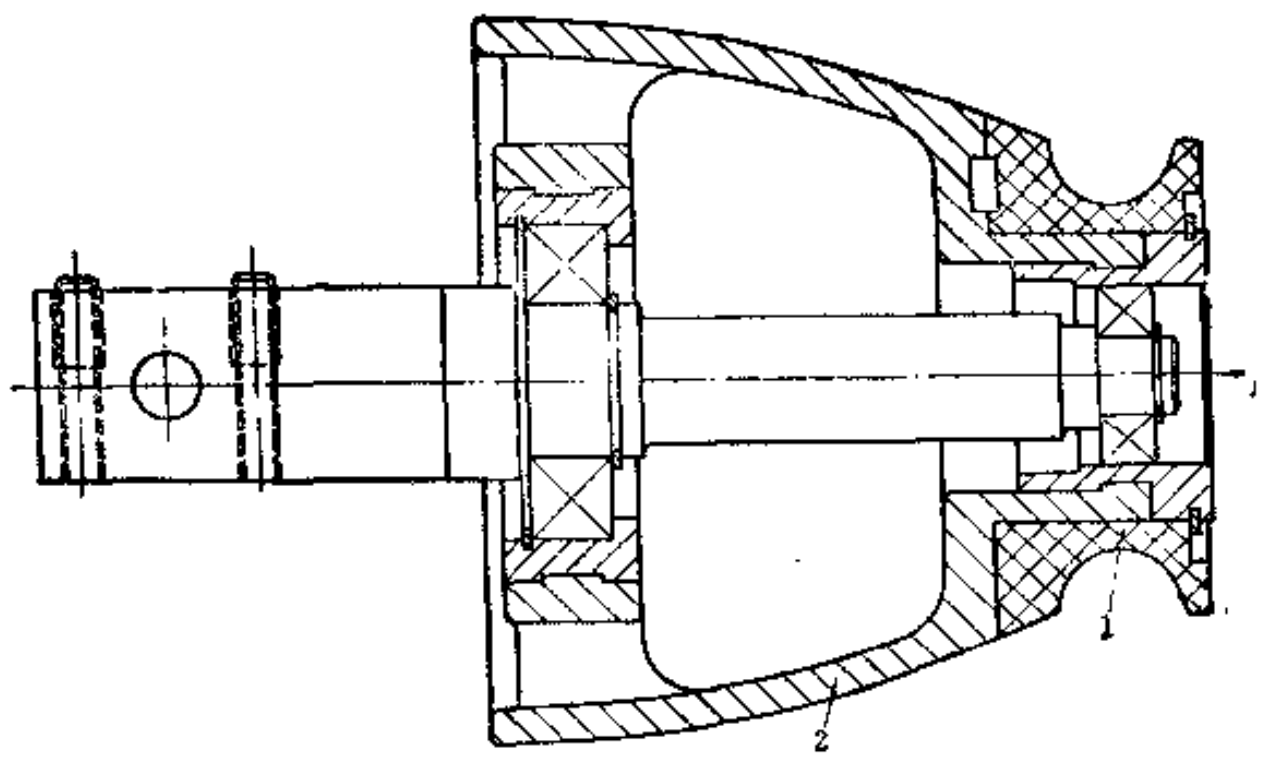


图 2-1-32　半鼓式压辊

1—槽形压辊；2—弧形压辊

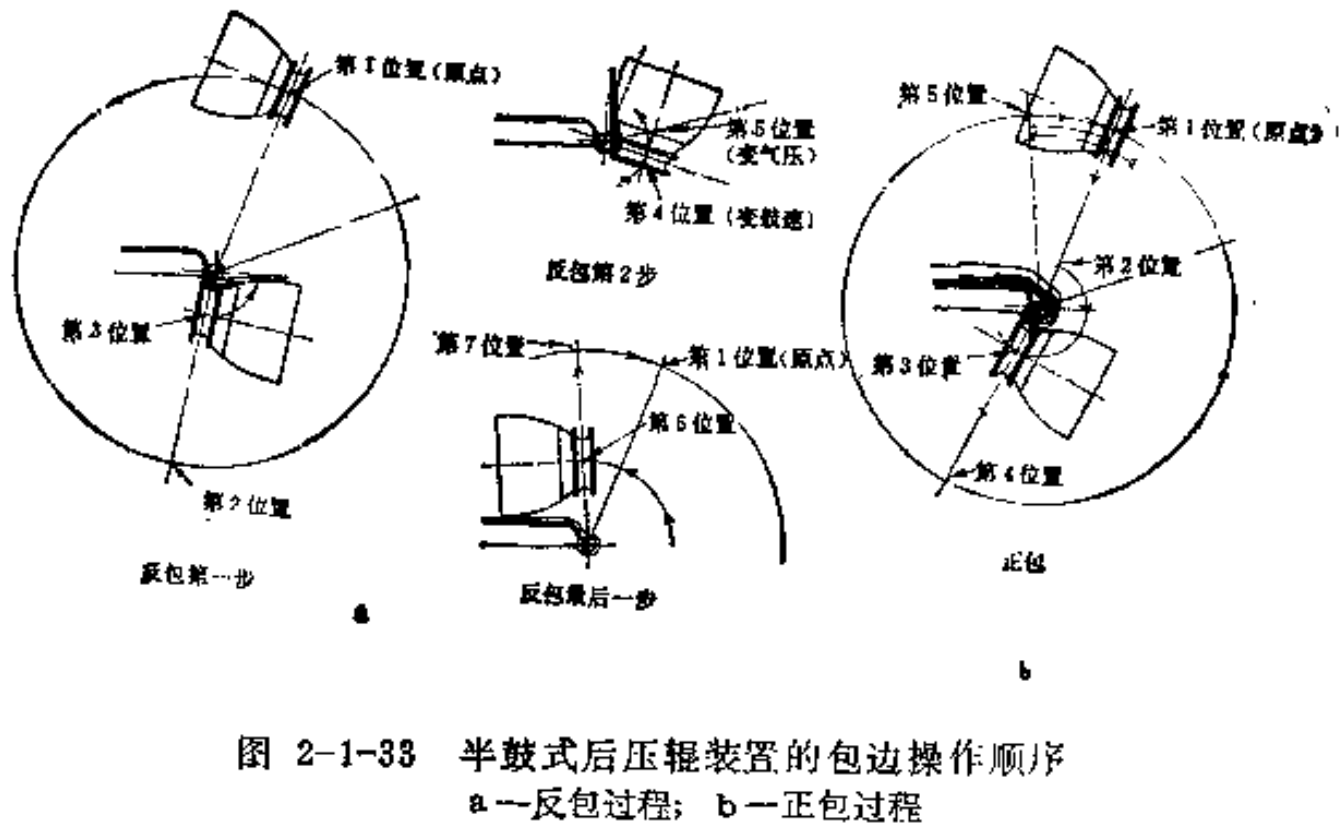


图 2-1-33　半鼓式后压辊装置的包边操作顺序

a—反包过程；b—正包过程

半鼓式后压辊装置正、反包的滚压过程是连续的、不停顿的，因而成型的效率较高。

把图2-1-26所示的后压辊装置，用于子午胎鼓式成型机，成型时很难把钢丝帘布、胎侧等部件反包过来，往往需要由人工先反包好，再用后压辊进行滚压，这样操作的结果，劳动强度大，包圈的质量差。图2-1-34所示是一种专门用于子午胎鼓式成型的反包压辊示意图，用于钢丝帘布、胎侧等部件的反包。它由压辊1与挡辊2组成。压辊1是由两只片状辊组成，可以各自转动，以便滚压高低不平的部件，两个挡辊2由若干滚珠轴承串成，各轴承可以分别转动，挡辊2把需反包的橡胶部件托起，使得压辊1可以进行正常滚压。辊臂7可以沿成型鼓轴向分合，径向进退，还可以旋转，使压辊装置能适应胎体的滚压要求。挡辊2与辊臂1之间的夹角，可以按需要通过三角齿的齿轮3与固定齿板4的相对位置加以调整。这套反包压辊附

装在后压辊上部，随后压辊的轴向、径向运动而运动，辊臂7由附加的一套齿轮齿条摆动气缸驱动转动，结构相当紧凑，是配用于鼓式子午胎成型机的一种重要的滚压装置。

有些子午胎在成型时，三角胶呈水平放置，如图2-1-35所示。其反包时如用一般的后压辊进行，很难完成。图2-1-36所示的组合压辊装置可以完成这种成型方法的子午胎胎圈部分的反包，还能进行平面滚压。

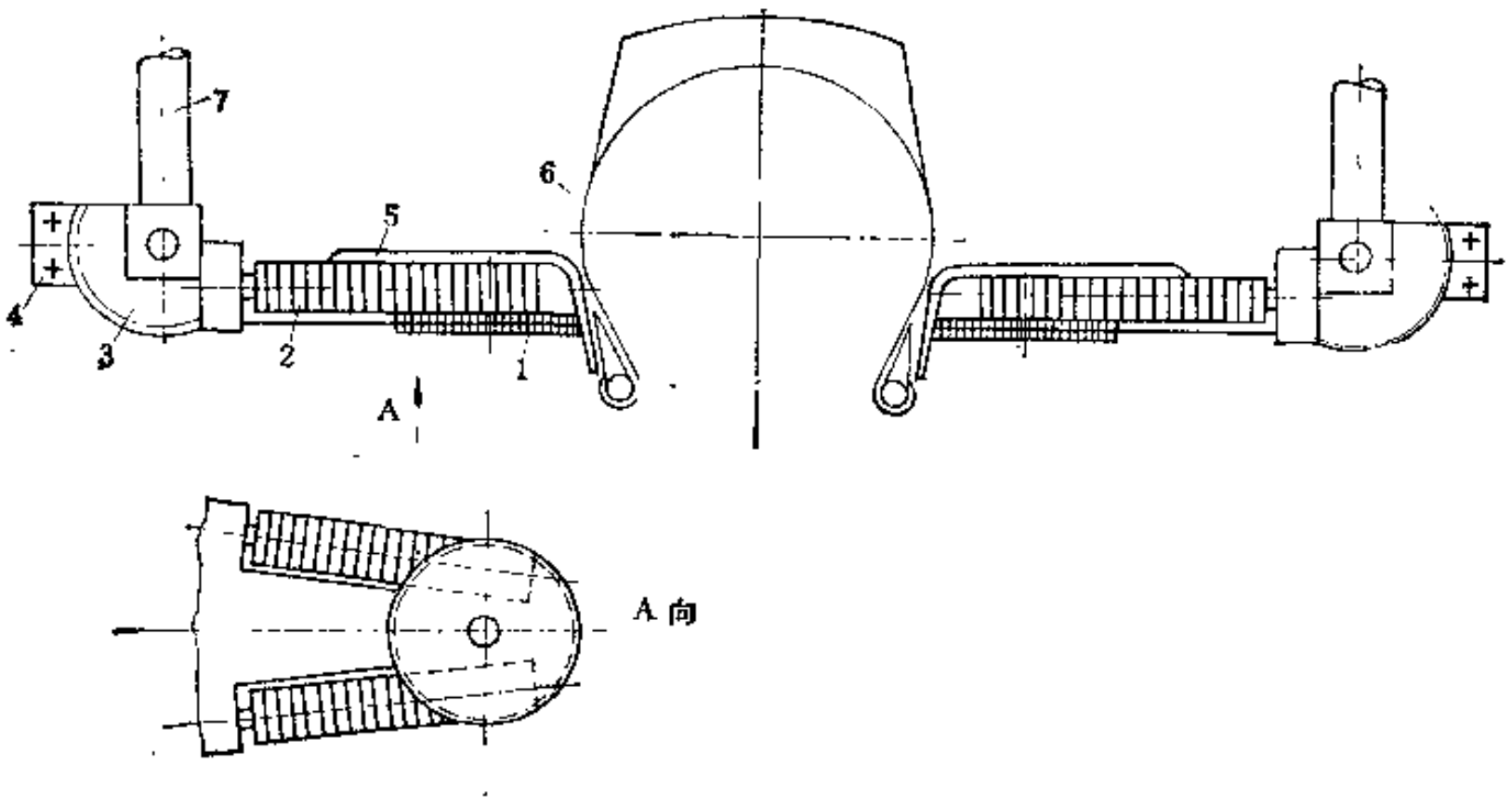


图 2-1-34 反包压辊示意图

1—压辊；2—挡辊；3—三角齿齿轮；4—固定齿板；5—胎侧；6—胎体；7—辊臂

图2-1-36所示的组合压辊装置由盘式压辊1、圆柱压辊2、平面压辊4、辊臂9、压辊回转驱动气缸5、压辊分合正反丝杠6、压辊加压气缸10等组成。左右对称的压辊部分由包圈压辊部分与平面压辊两部分组成。包圈压辊包括圆柱压辊2、3及一个盘式压辊1，类似于图2-1-34的反包压辊。圆柱压辊3的前端呈圆锥状，其轴向位置可按需要进行调节，以便反包时把帘布的边缘挑起，另一个圆柱压辊2把挑起的帘布边缘挡起，由盘式压辊1对反包起来的帘布进行滚压，随着正反丝杠6的转动。成型鼓两端的组合压辊向中心靠拢，逐步完成反包滚压过程，平面压辊4与包圈部分的盘式压辊1相隔一定的角度。气缸5的活塞杆上装有齿条，与辊臂转轴8上的齿轮相啮合。当需要辊臂9转动时，气缸5的尾腔进气，驱动辊臂9转动一定角度。在需要增加辊臂9的转动角度时，气缸5上面那个气缸头腔也进压缩空气，使气缸5的缸体移动，从而增加了活塞杆上齿条的行程。压辊1、2、3到成型鼓的径向距离，可以用丝杆11进行调节。气缸10可以驱动辊臂9绕铰支点作径向摆动，其摆动的范围，可按气缸10其中一个气缸进气还是两个气缸同时进气而定，以满足操作需要。

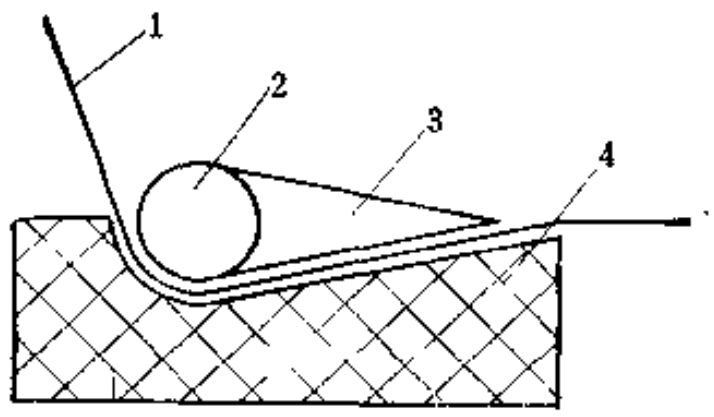


图 2-1-35 三角胶呈水平放置的子午胎胎圈部分结构示意图

1—钢丝帘布；2—钢丝圈；3—三角胶；4—胎圈锁紧环

正反丝杠6由电机经减速后再经同步齿形带驱动，使丝杠实现正反向转动，从而使压辊

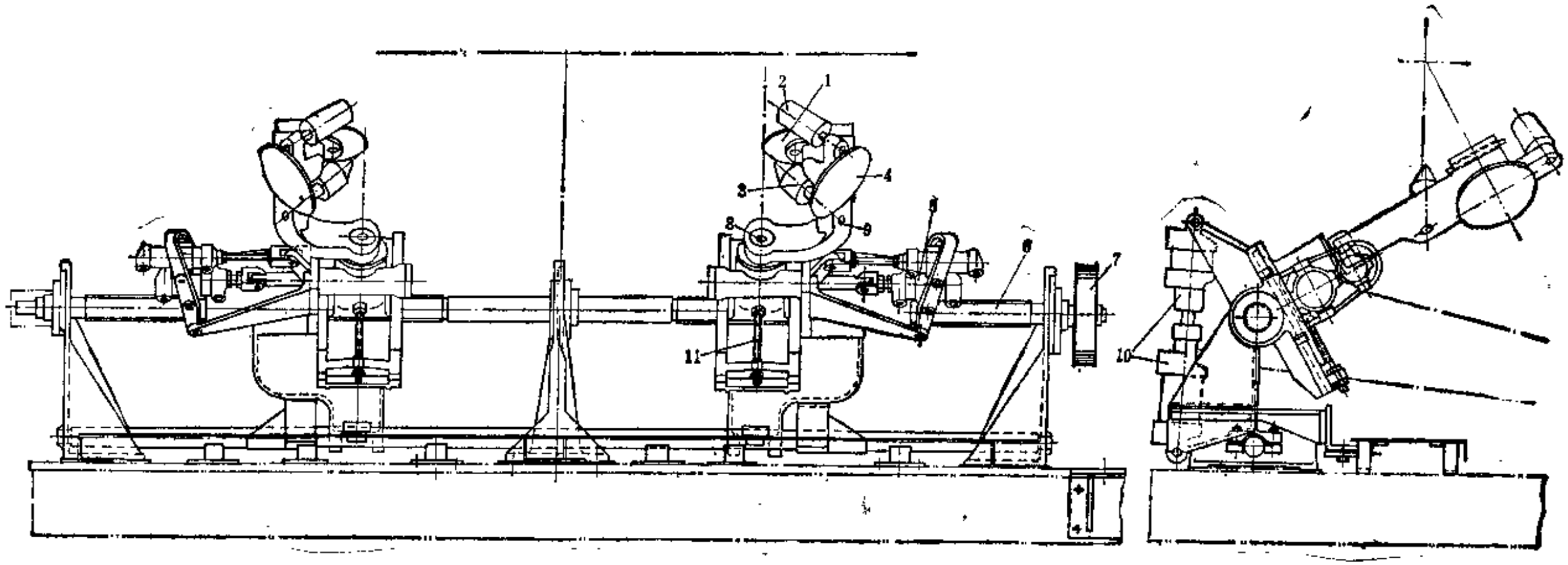


图 2-1-36　一种组合压辊装置

1—盘式压辊；2—圆柱压辊；3—带锥头的圆柱压辊；4—平面压辊；5—压辊回转驱动气缸；6—正反丝杠；7—带轮；8—轴；9—辊臂；10—气缸；11—丝杠

实现轴向的分合运动。

四、机箱及传动部分

普通轮胎成型机的机箱构造比较简单，见图2-1-37。

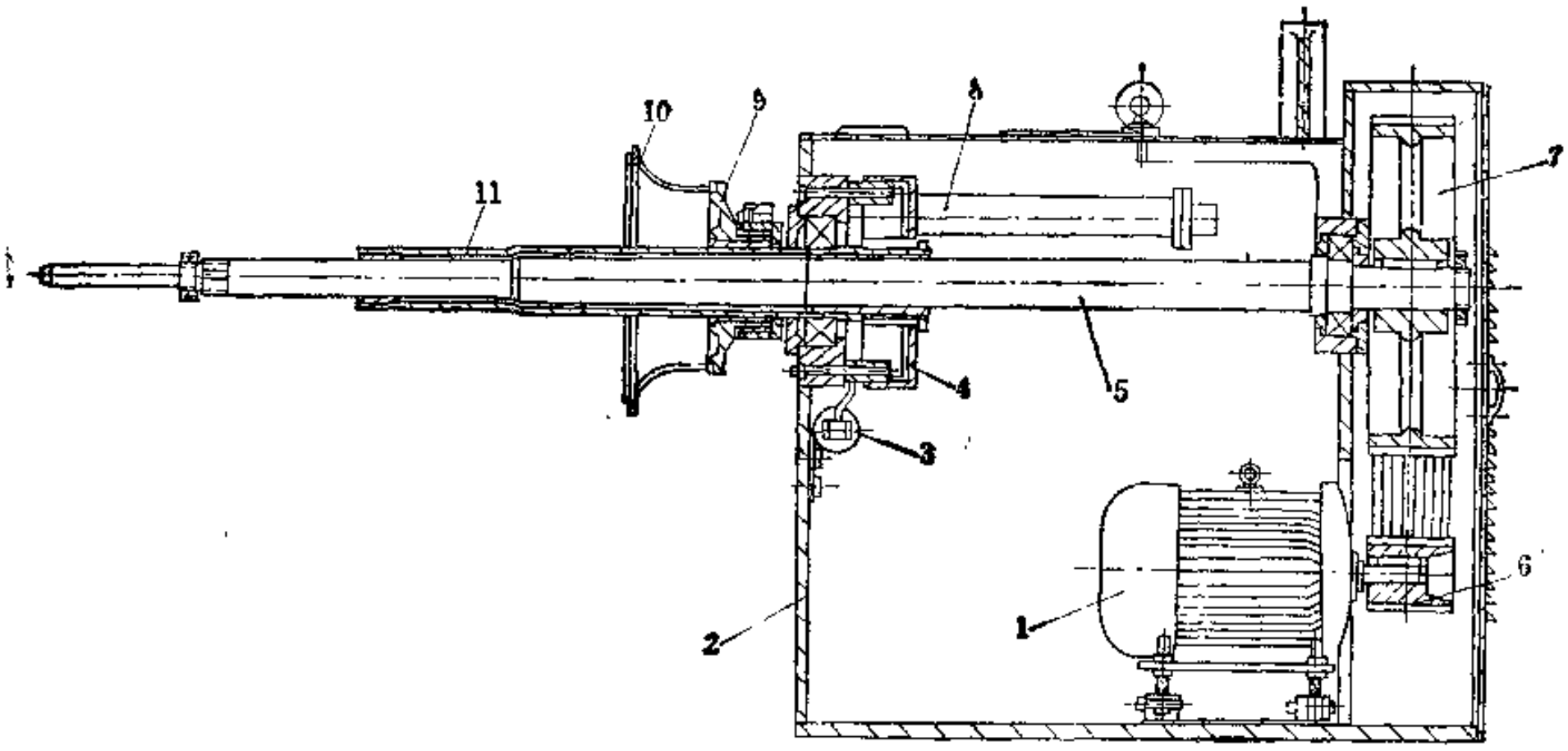


图 2-1-37　轮胎成型机机箱及传动部分

1—电机；2—机箱；3—制动器气缸；4—制动器；5—主轴；6—小V带轮；7—大V带轮；8—扣圈气缸；9—扣圈盘架；10—扣圈盘；11—轴套

一般的机箱主要由传动装置、主轴、制动器、折鼓装置、扣圈装置等组成。

（一）传动装置

1。传动方式

轮胎成型机的主轴5一般由电机1经V带轮6、7传动。采用V带传动具有结构简单、起动平稳、无噪声以及在过载时的打滑起保护作用等优点，因而各种类型、规格的轮胎成型机普遍采用。电机1装在铰接的底座上，可以调节V带的张力。

2。电机功率的确定和选择

（1）主轴功率的确定　对四种型号压辊包边成型机主电机功率的实测表明，在后压辊及下压辊对帘布、胎面进行滚压或包边时，主电机的载荷很小，主电机最大功率出现在用弹簧带包边装置进行1号帘布筒正包时，这时的主电机处于满载起动状态。因此，轮胎成型机主电机选择主要考虑的是克服惯性的起动功率，对于装有弹簧带1号帘布筒正包装置的轮胎成型机主电机来说，还要考虑它的附加载荷。

轮胎成型机起动需要的主轴功率N_q(kW)按下式计算（轴承等摩擦损失不计）：

$$N_q=\frac{A_q}{1020t_q} \tag{2-1-1}$$

式中　A_q——起动成型鼓、胎坯、大皮带轮及电机转子所需的功，$A_q=\frac{1}{2}J\omega^2+\frac{1}{2}J_D\omega_D^2$，

N·m；

J——成型鼓、胎坯及V带轮的转动惯量，$J=mR^2$，N·m·s²；

m——回转体的质量，$m=\frac{G}{98.1}$，N·s²/m；

G——回转体（成型鼓、胎坯及大V带轮）的重力，N；

R——回转体的平均半径，m；

ω——成型机主轴角速度，$\omega=\frac{2\pi n}{60}$，rad/s；

n——主轴转速，r/min；

J_D——电机转子的转动惯量，$J_D=\frac{GD^2}{40g}\approx\frac{GD^2}{400}$，N·m·s²；

GD^2——转子的飞轮矩（查电机样本），N·m²；

g——重力加速度，9.8m/s²；

ω_D——电机角速度，$\omega_D=\frac{2\pi n_D}{60}$，rad/s

n_D——电机转速，r/min；

t_q——启动时间，乘用车胎成型机取0.7 s，载重车胎成型机取1.1～1.25 s，大型工程胎成型机取1.5 s。

成型机带胎起动时，主电机的起动功率虽然较大，但与电机特性有关。起动时间也与选用的电机有关，电机功率大，起动时间短；电机功率小，起动时间长。

选用的电机最大转矩（可查电机样本，一般为额定转矩2倍左右）应大于成型机起动转矩。对于装有弹簧带1号帘布筒正包装置的成型机来说，选用的电机最大转矩应大于1号帘布筒正包时成型机所需要的转矩。但是，1号帘布筒正包装置工作时的摩擦力矩难以计算，根据实测结果，1号帘布筒正包时电机的功率N_B可按$N_B=1.05N_q$考虑。

除了计算之外，成型机主电机功率还应参照生产实际使用的电机类比对照选用。

（2）电机的选择　由于轮胎成型机主电机的工作环境含有汽油蒸气，一般采用封闭式结构的三相异步电机。根据轮胎成型机的工作特点，应该选用频繁起动、起动转矩较大的变速电机。目前，用于国产压辊包边轮胎成型机的电机型号有JPCX-160L-6/12及JPQ3-180M-12/6两种。对于巨型工程轮胎成型机，由于其成型鼓转速变化的范围大，一般选用直流电机。

（二）机箱与主轴

1．机箱

机箱一般采用钢板焊接，亦有采用铸铁铸造。主轴装在机箱的轴承座上，为了安装、更换V带方便起见，大V带轮装在后轴承的外侧，见图2-1-37。大V带轮与主轴配合处采用锥面结合，锥度1:10，便于装卸。

主轴5上的轴套11之前端与折叠结构成型鼓连接，后端装制动鼓，为了便于拆装制动鼓以更换制动器的摩擦片，制动鼓与轴套也采用锥面结合，锥度1:20。主轴5应有足够的强度与刚度，其材料采用50Mn2或40Cr钢，并经调质处理。

图2-1-37所示机箱上的成型鼓，依靠其转动的惯性力而折叠。图2-1-38是一种采用动力折叠成型鼓的机箱。

表面平滑（无槽）的大V带轮1与制动盘8做成一体，装在主轴5上，气囊离合器2的外壳

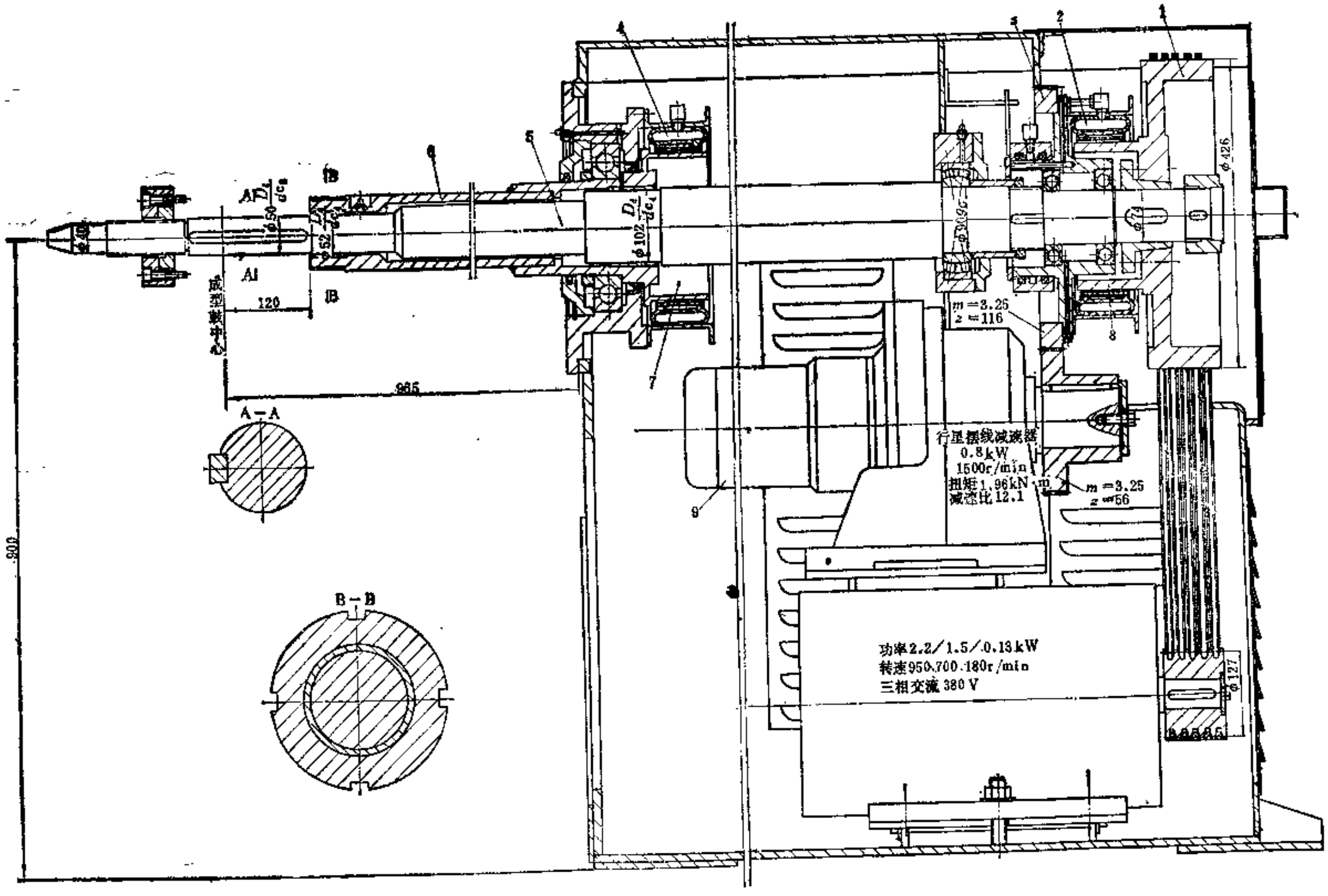


图 2-1-38　动力折叠成型鼓的机箱

1—大V带轮；2、4—气囊离合器；3—齿轮；5—主轴；6—轴套；7、8—制动盘；9—减速电机

与齿轮3结合成一体，可在减速电机9的传动下转动，气囊离合器4的外壳固定在机箱上，当气囊离合器2、4进气时，分别抱住制动盘7、8，使成型鼓制动。在成型鼓制动的情况下，开动减速电机9，经齿轮3、气囊离合器2、制动盘8带动大V带轮1回转（转速59.8r/min），使主轴5与轴套6相对运动，从而折叠成型鼓。减速电机9反转时，成型鼓便恢复工作状态。

除了上述采用减速电机驱动成型鼓的折叠、张开外，也有采用气缸推动气囊离合器2的外壳转动，取代减速电机及齿轮3。

国内广泛使用的压辊包边轮胎成型机的机箱结构，其成型鼓是采用惯性折叠方式，虽然具有结构简单、操作方便、动作迅速的优点，但是，也正是由于折叠速度过快，折叠时，成型鼓的冲击厉害，大大地缩短了成型鼓的使用寿命。而且，鼓瓦和连杆等零件在惯性折叠过程中所受冲击力的大小，往往随操作者的熟练程度和责任心等人为因素而异。估统计，一只新的成型鼓，采用惯性折叠，使用3个月就要检修，严重者，只用1个月，成型鼓的连杆、鼓缘、销轴就产生变形，造成成型鼓外周不圆，轮廓不规整，甚致鼓瓦接缝处张嘴不能吻合。而采用动力折叠成型鼓，其寿命大幅度延长，经过对比试验，采用动力折叠成型鼓，使用了8个月，还未经检修，效果十分明显。

因此，充分利用现有设备，把惯性折叠成型鼓改造成为动力折叠成型鼓是一件十分有意义的工作。图2-1-39所示是2号压辊包边成型机的机箱改造图。

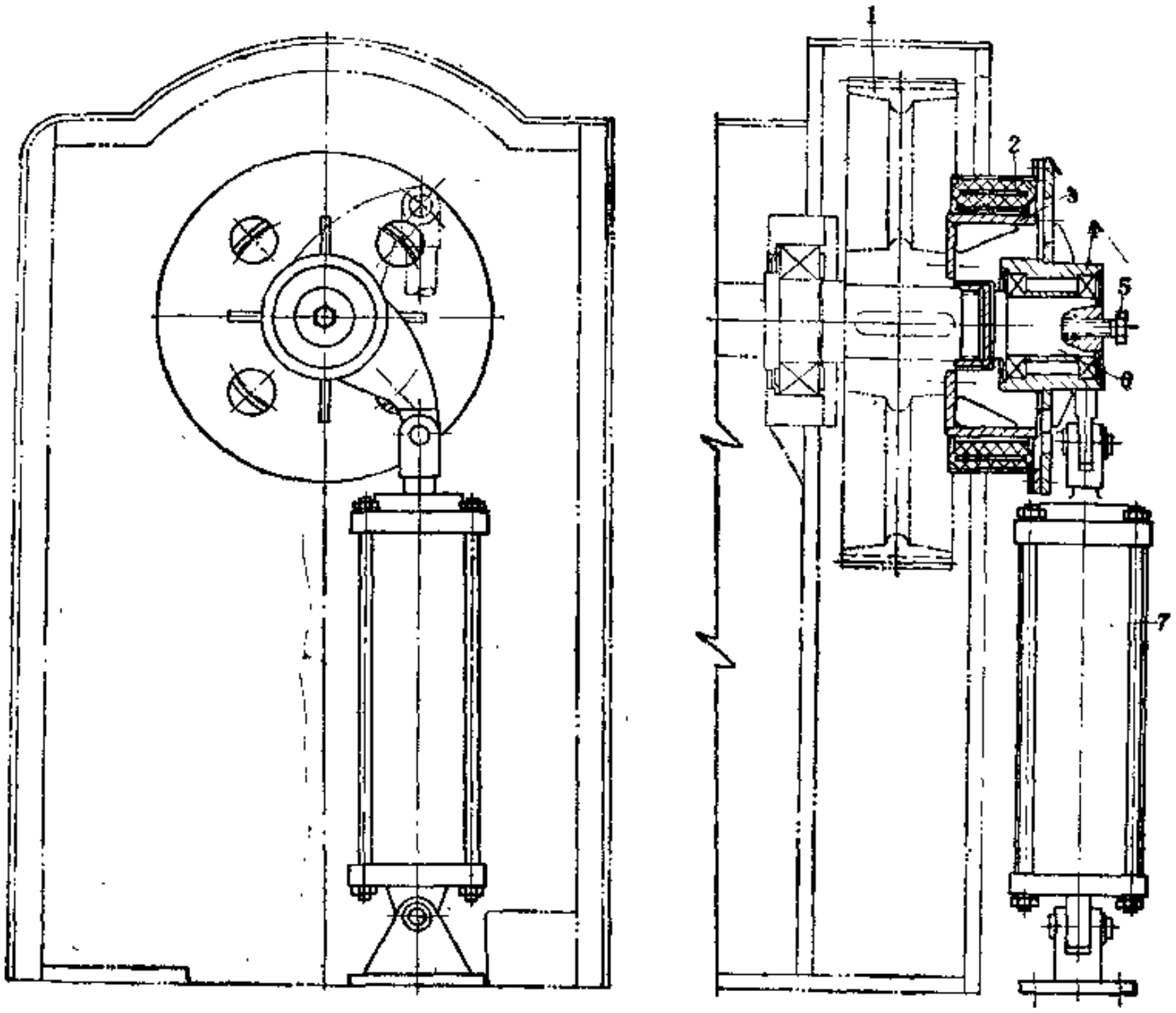


图 2-1-39　2号压辊包边轮胎成型机机箱改造图

1—大V带轮；2—气囊离合器；3—制动盘；4—支承轴承；5—预紧螺杆；6—接轴；7—气缸

图示双点划线是机箱原有零部件。将成型机主轴尾部的圆螺母拆去，加上一根接轴6，为防止连接的螺丝松脱，用预紧螺杆5顶住主轴的末端端面上。气囊离合器2的外壳用法兰及支承轴承4装在接轴6上，制动盘3用螺栓固定在大V带轮1上，在主轴回转时，支承轴承4是不转的。当需要折叠成型鼓时，拔出成型鼓上的手拉销，气囊离合器2与原有的刹车涨闸气缸同时进压缩空气，将主轴与折叠成型鼓的轴套同时抱住，然后，往气缸7尾腔进压缩空气，活塞杆推动支承轴承4上的曲柄，使主轴与轴套相对转动一定的角度，从而把成型鼓折叠。成型鼓需要涨开时，只要气缸7切换成头腔进压缩空气，活塞杆缩回，成型鼓恢复工作状态。为了调节气缸7活塞的运动速度，应在管路上装速度控制阀，其压缩空气管路可按图2-1-40作修改。

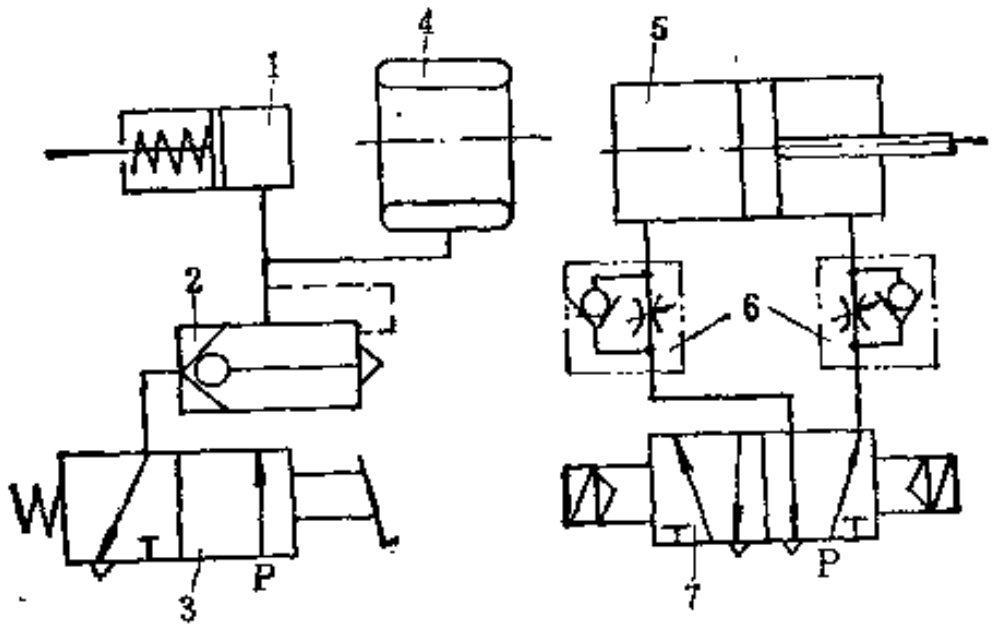


图 2-1-40 机箱改造后刹车部分的压缩空气管路

1—原有刹车涨闸气缸；2—快速排气阀；3—两位三通脚踏气阀；4—气囊离合器；5—折叠成型鼓的驱动气缸；6—速度控制阀；7—二位五通气阀

改造成型机机箱时的注意事项：

（1）采用动力折叠成型鼓，其速度要比惯性折叠方式慢，每动作一次要几秒钟（速度可调），对成型工来说要有一个适应过程；

（2）主轴制动采用定型产品φ300气囊离合器，而轴套的制动仍利用原有的气缸驱动涨闸，两者气容不一致，制动时间可能出现先后，因此，成型鼓上仍应保留圆柱手拉销，避免由于制动时间的差异，引起在刹车时成型鼓自动折叠；

（3）驱动气缸7（图2-1-40）的活塞行程应与成型鼓的叠合角相适应，避免涨闸摩擦片经常处于打滑状态，影响使用寿命，必要时在气缸内加垫块，限制活塞的行程；

（4）预紧螺杆5应拧紧，防止接轴6的连接螺纹松脱，如果主轴原有螺纹过程，无法采用螺纹连接时，需将接轴焊在主轴上。

2. 主轴

主轴是成型机的主要零件之一，其强度与刚度可参照有关资料进行计算。成型机的主轴绝大部分都是在交变载荷下的疲劳破坏，在交变载荷下的材料许用应力，对于50Mn2钢和40Cr钢可以取$[\delta]_m=90MPa$。

（三）扣钢丝圈装置

装有指形包边器的成型机之扣圈盘都与指形包边器外壳做成一体，在包边过程中同时完成扣圈。没有指形包边器的成型机单独装有气动的扣钢丝圈装置。扣圈盘架9（见图2-1-37）上装有滑动轴承，既能绕主轴回转，又能在气缸8的带动下作轴向滑动，扣圈盘10装在扣圈盘架9上，它的尺寸依钢丝圈而定。左扣圈盘装在柱架上，也由气缸作动力带动柱架进行扣圈，参见图2-1-1。

五、轮胎成型机套帘布筒装置

套筒法成型轮胎时，成型机上需要采用把帘布筒导入成型鼓上的装置，最常用的是成型

棒装置。成型棒装置的结构和传动形式很多，但其工作原理是一样的，图2-1-41所示是一种气缸传动的成型棒装置。

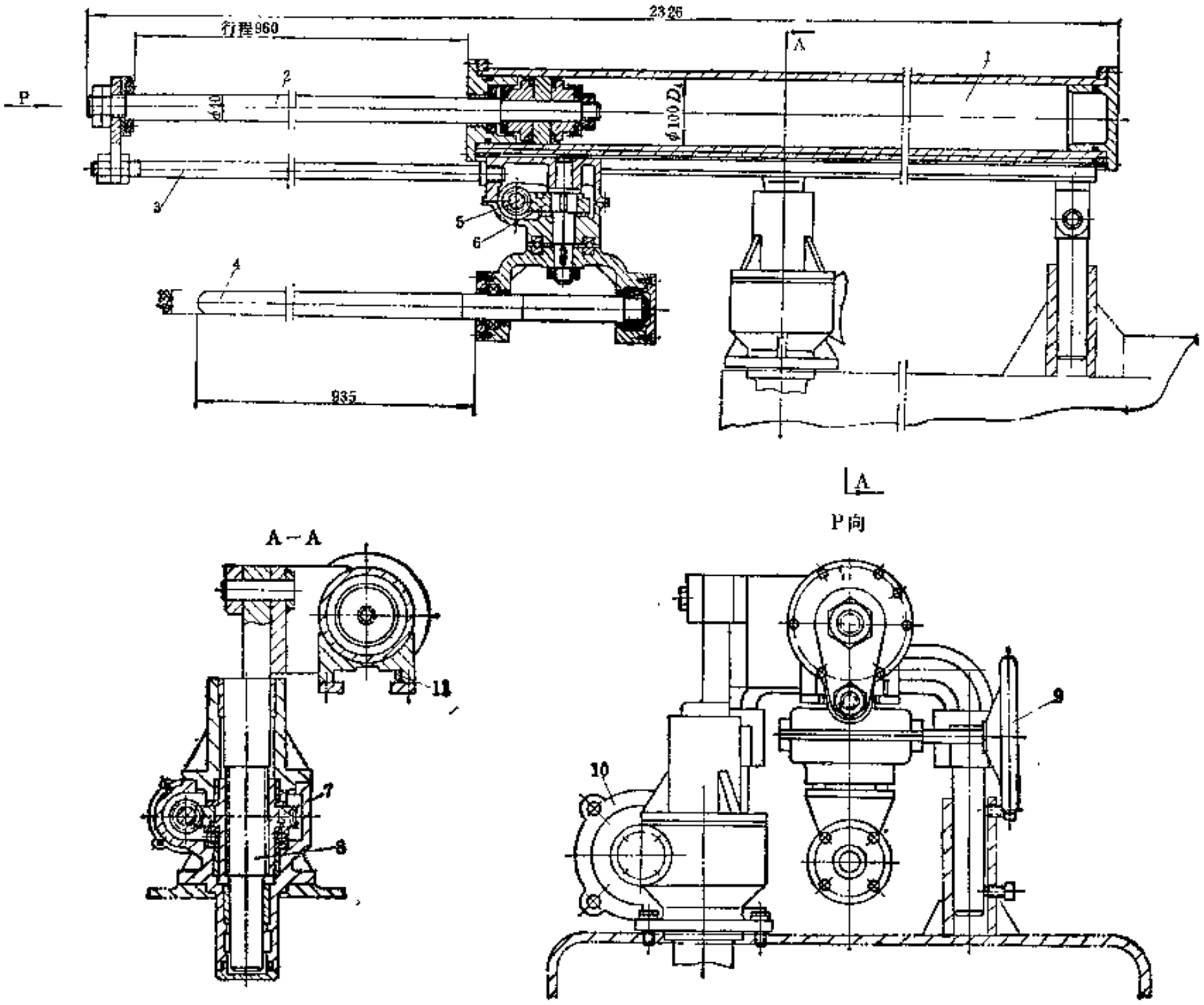


图 2-1-41　成型棒装置

1—气缸；2—活塞杆；3—拉杆；4—成型棒；5—蜗杆；6—扇形蜗轮；7—蜗轮减速器；8—螺杆；9—手轮；10—电机；11—导轨

成型棒 4 在手轮 9 的转动下，经蜗杆 5 及扇形蜗轮 6 可相对于主轴轴线作水平摆动，成型棒尾部固定在滚动轴承上，气缸 1 带动成型棒 4 沿导轨11伸出或退回。为了便于套帘布筒，伸出后的成型棒端头一般超出成型鼓外50mm左右，依操作习惯而定。当成型鼓直径变化或者帘布层数、厚度改变时，成型棒距成型鼓的高度由电机10经蜗轮减速器 7 及螺杆 8 进行调整。气缸 1 的尾部装有常用的空气缓冲器，以减少成型棒运动时的冲击。有的成型棒装置在气缸 1 的管路上还装有快速排气阀，加速成型棒的缩回，减少操作的辅助时间。

成型棒 4 的进出移动也有采用电机经螺杆传动者，电机功率为1kW，螺杆的螺纹为T44×8，螺杆转速1420r/min。

成型棒 4 应该采用刚性好的材料制成，一般用50Mn2或60Si2Mn钢，并经调质处理，以防止使用时成型棒弯曲变形。

用成型棒装置套帘布筒具有操作简单、辅助设备少、适应性好等优点，缺点是在导入帘

布筒过程中帘线排列角度要变化，帘布筒导入成型鼓上后定位不易，在抽棒位置，帘布筒要起“拱”，这些缺点影响轮胎质量，因而，现在有的成型机采用真空吸附方法，把帘布筒导入成型鼓，见图2-1-42。

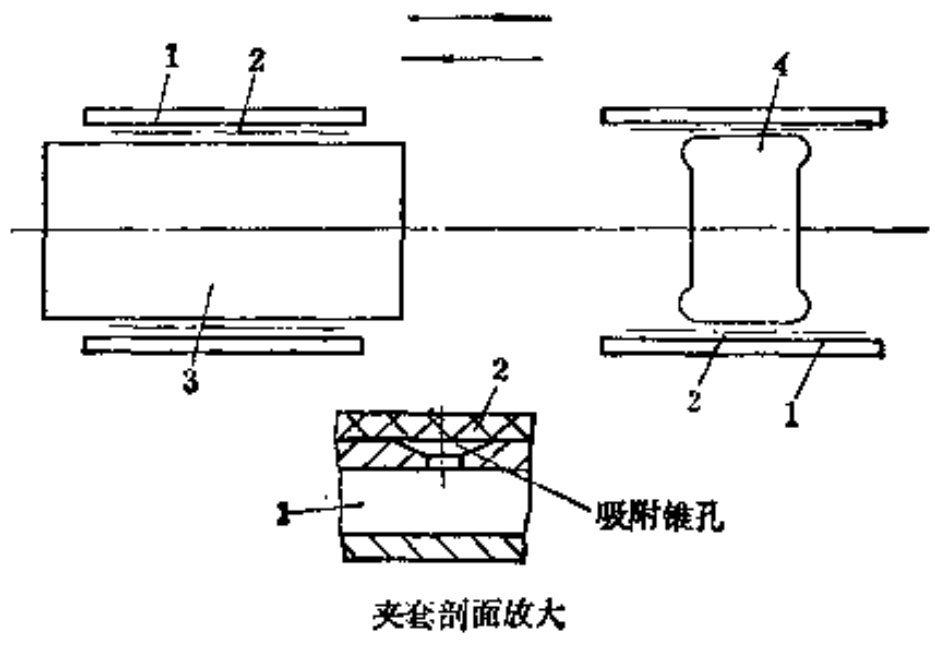


图 2-1-42 真空吸附套帘布筒装置示意图
1—吸附罩；2—帘布筒；3—辅助鼓；4—成型鼓

辅助鼓3是一只径向可以膨胀的胶囊鼓，可以兼作贴合鼓，贴好的帘布筒放置在辅助鼓上。真空吸附罩1是一个环形夹套，内壳上有许多小孔，夹套与真空系统（真空度47～53 kPa）相连。工作时，把吸附罩移到辅助鼓3上，由定位器保证对中，然后，向辅助鼓内通压缩空气，使辅助鼓膨胀，帘布筒随之扩张。当帘布筒与吸附罩内壳接触时，打开真空系统阀门，吸附罩夹套抽真空，便把帘布筒吸附在吸附罩1的内壳上，然后将辅助鼓3排气收缩，在传动装置把吸附罩1传递到成型鼓位置对中后，切断吸附罩1的真空系统，并接通大气，帘布筒在自身弹性作用下抱在成型鼓上。在吸附罩1退出成型鼓后，即可进行下一步操作。

为了提高真空吸附的作用效果，在吸附罩内壳的小孔上，扩钻有锥孔，见图2-1-42夹套剖面放大图。吸附罩内壳的钻孔范围不应超过帘布筒的宽度，以免因真空系统漏气而导致吸附作用失效。

真空吸附套帘布筒装置的优点是在导入帘布筒的过程中，帘线排列角度不会歪斜，膨胀较均匀，帘布筒在成型鼓上定位正确，较适用于子午胎成型，缺点是操作繁琐，操作时间长，辅助装置多。

把帘布筒反转过来套在成型鼓上是一种独特的套帘布筒方法，图2-1-59所示为反转法套帘布筒以及轮胎成型过程的操作程序图。

帘布筒放置在辅助鼓上，帘布筒靠近成型鼓的一端用钢片夹紧并定位，然后辅助鼓上的胶囊充气，使帘布筒膨胀，接着，将套在帘布筒外面的翻转圆筒向成型鼓方向移动，利用胶囊在铜转圆筒内表面的滚动，使帘布筒反转套在成型鼓上，之后，胶囊排气，翻转圆筒返回辅助鼓，使胶囊恢复常态后，反转圆筒再回到非工作位置。

采用反转法套帘布筒，由于帘布筒辅助鼓与成型鼓之间有专门的定位装置，所以帘布筒与成型鼓的对中性良好，套帘布筒过程中，帘线也不容易歪斜变形。由于帘布筒的直径较小，当帘布筒反转套在成型鼓上时，在帘布筒的弹性收缩和胶囊的气压下，使帘布筒在鼓肩上部分地完成了正包作业，只要再用后压辊滚压，即可完成全部正包。因此，采用反转法套帘布筒，不需要专门配备1号帘布筒的正包装置。在套第二个帘布筒时，由于帘布筒在滚动翻转时很容易将布筒间的空气赶走，又经胶囊气压加压，不会产生窝气现象。反转法套帘布筒的缺点是操作繁琐。

六、轮胎成型机下压辊装置

下压辊装置又称平面压辊，用于滚压帘布及胎面。

下压辊装置的结构按其传动方式分为有传动及无传动两类。按压辊加压方式分为气缸及

囊加压两类。

图2-1-43是国内使用较多的无传动的下压辊装置。

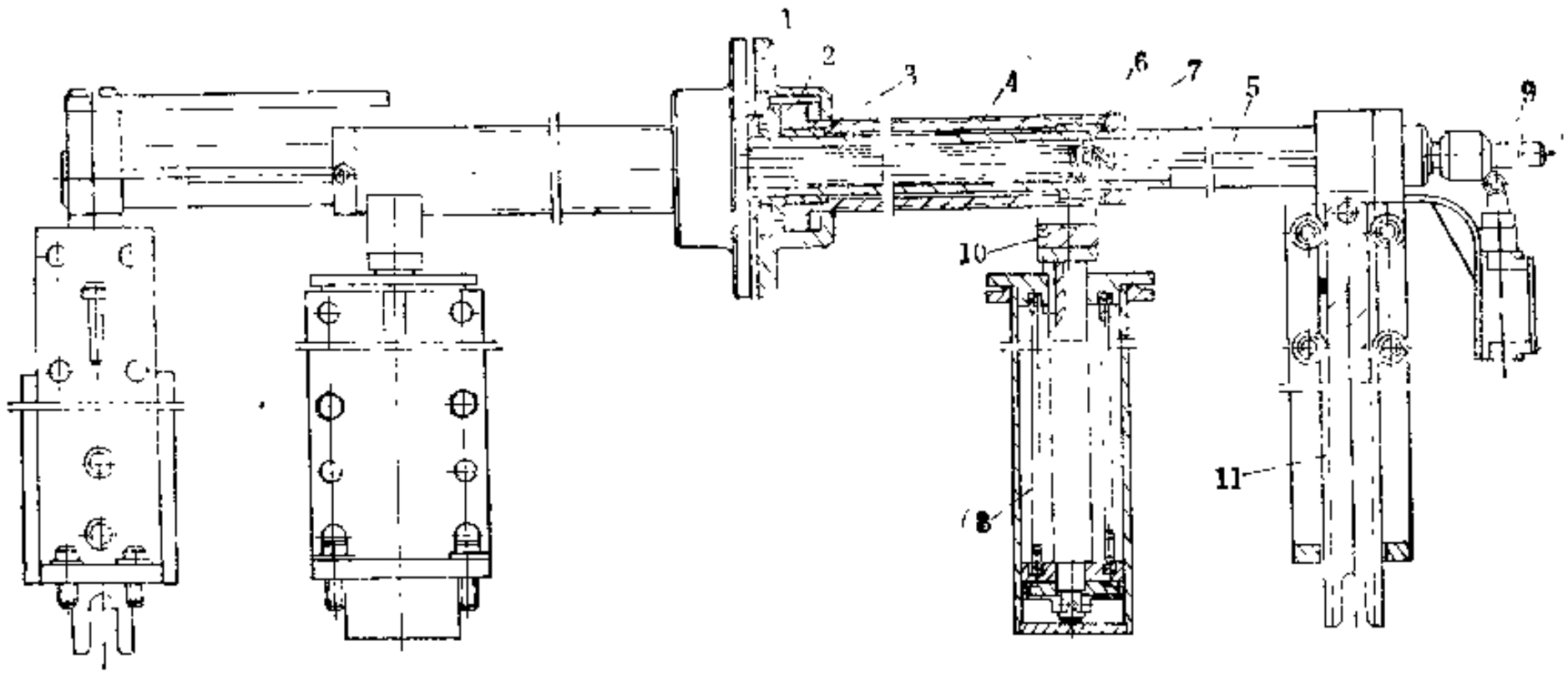


图 2-1-43 无传动的下压辊装置

1—压辊；2—导键；3—衬套；4—正反螺杆；5—导杆；6—弹簧；7—挡圈；8—气缸；9—开关碰杆；10—半螺母；11—导杆

压辊 1 用导键 2 与正反螺杆 4 结合在一起，工作时气缸 8 进气，装在气缸 8 活塞杆上的半螺母便与正反螺杆 4 吻合，并把导杆 5 抬起，将压辊 1 压在成型鼓上。压辊 1 由成型鼓带动回转时，正反螺杆 4 沿半螺母10作轴向运动。正反螺杆 4 的端部挡肩与压辊 1 的壳体间有一定的空隙，因而，只是在正反螺杆分离到它的端部挡肩与压辊壳体接触后，压辊才随之作轴向分离运动，这样，可以避免成型鼓中间的帘布筒及胎面产生漏压。在正反螺杆轴向分离时，推动挡圈 7 移动，中空的导杆 5 上开有长槽，内装弹簧 6，弹簧两端分别拉在左右两个挡圈的圆销上，弹簧 6 随着挡圈 7 的移动而伸长，当挡圈 触 及 开 关碰杆 9，碰到限位开关时，气缸 8 排气，压辊 1 便下降，半螺母10与正反螺杆 4 脱开，弹簧 6 立即拉动挡圈 7，迫使压辊复位。导杆11用于保持导杆 5 平移。

这种无传动装置的下压辊结构简单，制造容易，造价低。它的缺点是：压辊回转及轴向运动是靠成型鼓带动的，因面压辊对帘布筒及胎面的滚压时间随成型鼓直径及转速而变化；压辊滚压时的摩擦阻力大，容易使帘线弯曲；在压辊复位时，两个压辊相碰有噪声；此外，与正反螺杆 4 结合的半螺母10的工作条件较差，容易粘上灰土、胶浆，使用寿命较短。

图2-1-44是一种有传动装置的气囊加压的下压辊装置。压辊 2 装有滚动轴承，可自由转动，由电机 9 经链条传动正反螺杆 6，使压辊轴向分合，压辊 2 由气囊 1 推动平行四连杆机构加压。加压时，压辊的上升高度受气囊 1 行程的限制，因而装有升降螺杆 4，用手柄摇动升降方杆 5，旋转螺旋齿轮 8 使螺杆 4 升降，其调整的高度由标尺 3 指示。气囊 1 随滚压的胎面或帘布层的不同面供给不同的气压。

对有传动装置的下压辊来说，其压辊的分合速度不受成型鼓直径、转速变化的影响，滚压的时间是固定的。此外，正反螺杆可采用较大的螺距，延长了螺母的工作寿命，缺点是结构复杂。

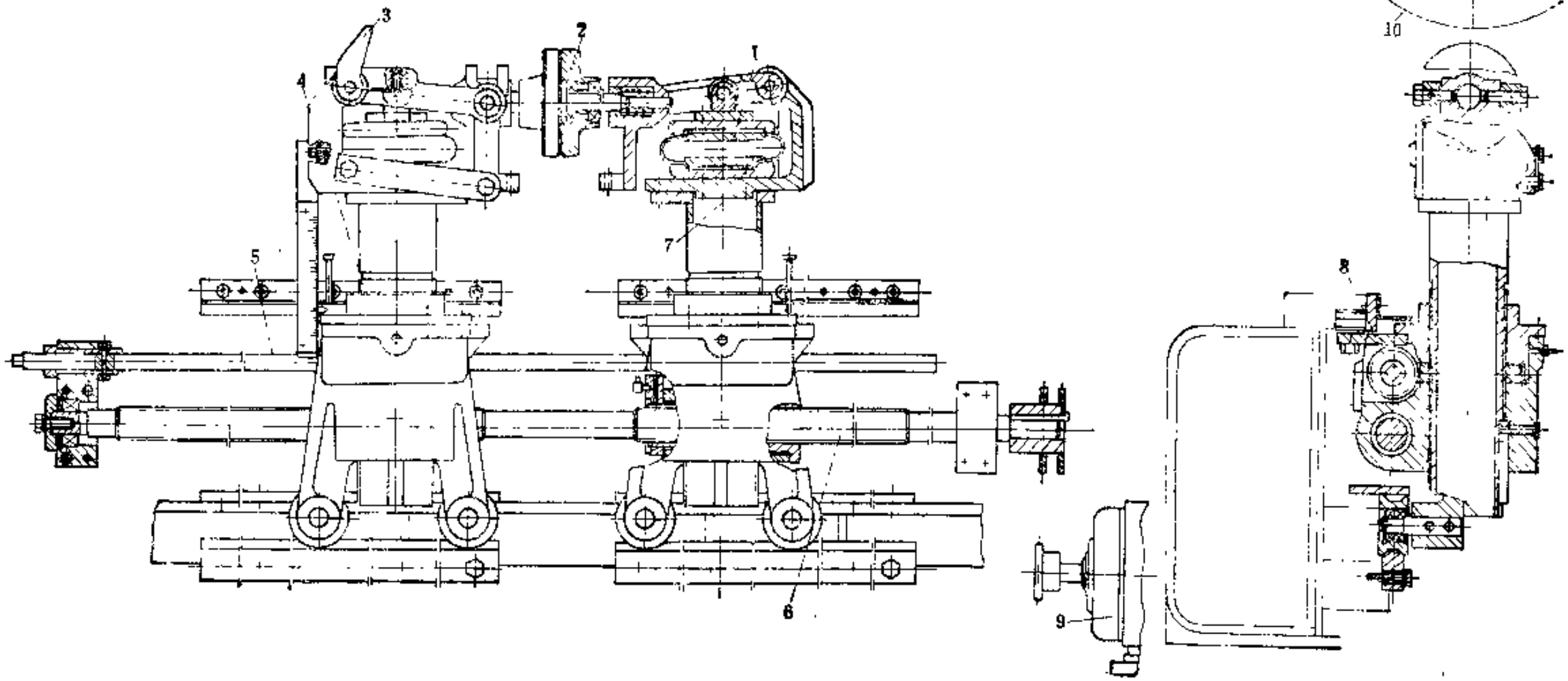


图 2-1-44　有传动的下压辊装置

1—气囊；2—压辊；3—标尺；4—升降螺杆；5—升降方杆；6—正反螺杆；
7—进气孔；8—螺旋齿轮；9—电机；10—成型板

为了保证下压辊装置工作时不漏压，成型鼓每转一周，压辊的轴向位移不得大于压辊的宽度，一般使之重压率在压辊宽度的20%以上。

七、轮胎成型机的尾架

尾架的用途除了用来支承主轴外，还用于安装外侧扣圈装置、指形包边器以及其它辅助装置。

尾架的移动有轴向、旋转、径向、倾倒等各种方案，如图2-1-45所示。尾架移动的动力有电动螺杆、气动、液压等。倾倒的方案不太安全，现已很少采用。

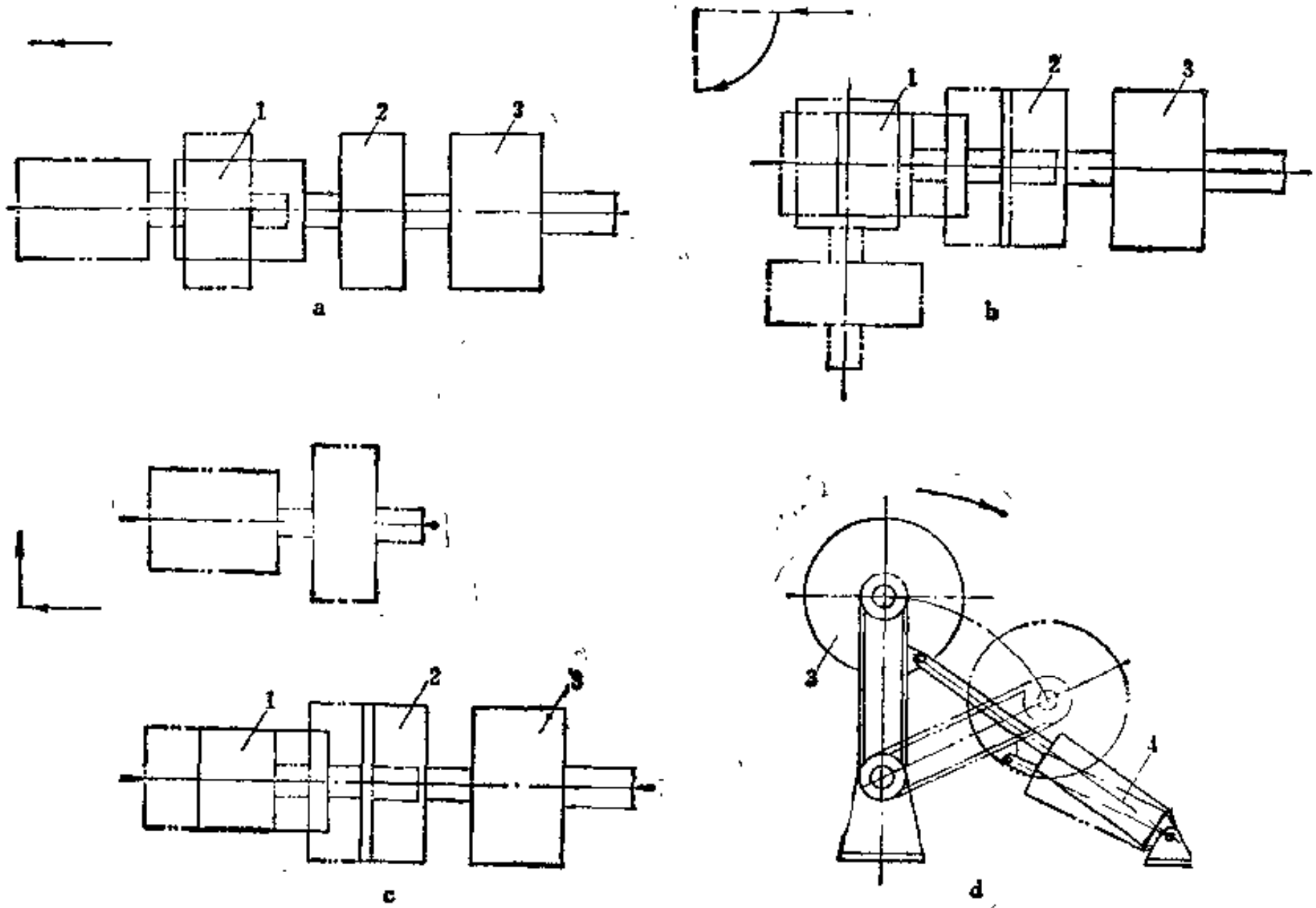


图 2-1-45 轮胎成型机尾架方案

a—轴向移动；b—旋转；c—径向移动；d—倾倒

1—尾架；2—指形包边器或扣圈盘；3—成型鼓；4—气缸

轮胎成型机采用尾架，可提高主轴的刚度，从而提高成型轮胎的精度，但是，对于装有尾架的轮胎成型机在采用套筒法成型工艺时，套帘布筒时必须移开尾架，增加了操作辅助时间，降低了成型效率。

八、一转控制器

一转控制器是层贴法轮胎成型机必须配备的装置，也是提高轮胎均匀性、提高生产效率的一种重要装置。其用途是：①成型鼓转动一周后自动停车，便于帘布、胎面、胶条的贴合接头；②使各层材料的接头位置错开，防止轮胎偏重。

一转控制器的结构如图2-1-46所示。它装在成型机的机箱内，由成型机的主轴通过链条传动（速比1:1），使其上凸轮轴1与成型机主轴同步回转。电磁铁7得电顶起连杆6，使开关5及碰杆11靠近凸轮，上凸轮轴1转动时，凸轮2便顶动碰杆11使开关5动作。在电磁离合器4得电后，齿轮3带动下凸轮轴9转动，凸轮8顶动下面一组碰杆，使开关动作。在电磁离合器4断电与齿轮3脱开后，下凸轮轴9在扭转弹簧10的作用下，自动恢复到起始位

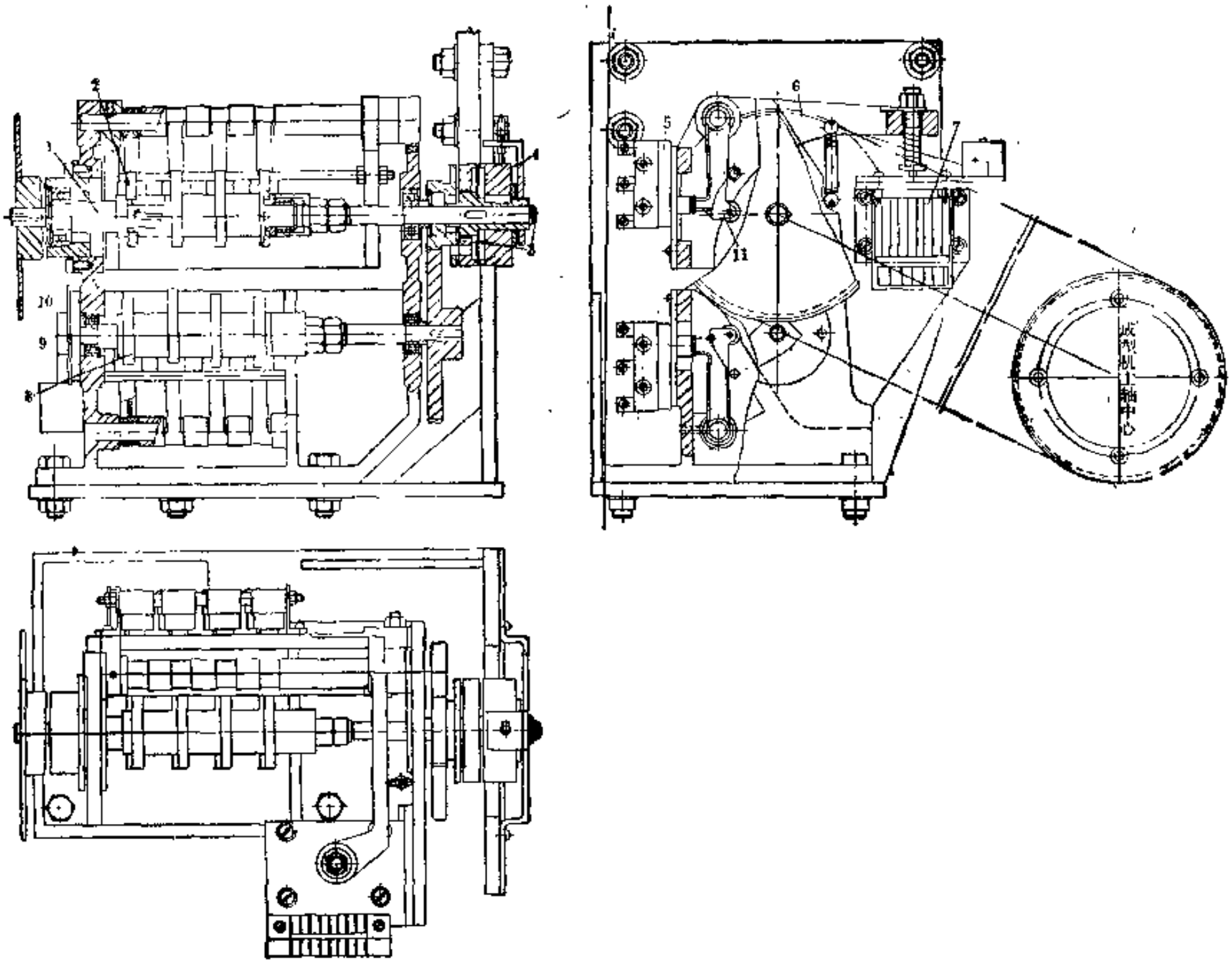


图 2-1-46　一转控制器

1—上凸轮轴；2、8—凸轮；3—齿轮；4—电磁离合器；5—开关；6—连杆；7—电磁铁；9—下凸轮轴；10—扭转弹簧；11—碰杆

置。上凸轮轴1的凸轮用于给定预选的停车位置，使帘布等错开接头位置。下凸轮轴9的凸轮用于实现主轴转动一周自动停车。上、下凸轮轴各有四个凸轮，其相对位置可以调节。

一转控制器也适用于套筒法成型工艺，供贴胎圈包布及胎面时使用。

九、光线指示灯

轮胎成型或帘布筒、胶条贴合时，为了使各部件贴合的位置正确，往往采用光线指示灯，用于指示各部件的贴合位置。光线指示灯的种类很多，有单线与多线两种基本类型。单线的光线指示灯，由光源经光栅射出一条指示光线，经过聚焦投射到成型鼓或帘布筒贴合鼓

上，一台成型机往往需要许多个单线的光线指示灯，以便分别指示各个橡胶部件的贴合位置。各个光线指示灯受成型机的程序控制器控制，需要时，才射出光线。因此，在实际使用时，射出光线的光线指示灯是有限的。多线的光线指示灯利用棱镜、平面镜的折射、反射，用一个光源经过光栅射出几条光线，这样可以减少指示灯的使用数量。但是，多线的光线指示灯，无法根据操作程序的需要，分别射出需要的光线。

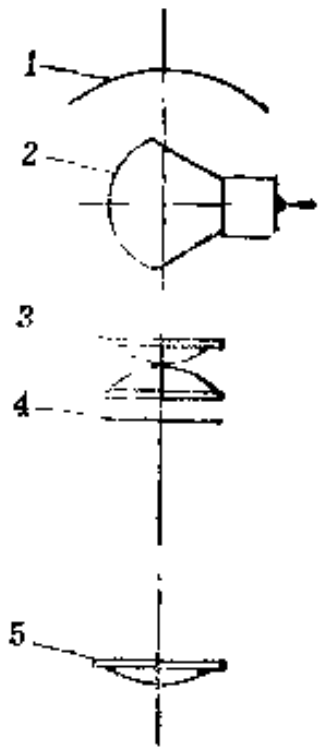


图 2-1-47　单线的光线指示灯原理图

1—反光镜；2—光源；3—聚光镜；4—光栅；5—调焦镜

图 2-1-47 所示为单线的光线指示灯原理图。光源经过反射镜反射，由双聚光镜聚焦产生平行光，穿过光栅，射出狭窄的光束，经过调焦聚光镜，投射在成型鼓上。

图2-1-48所示为多线光线指示灯的原理图。光源 2 经过反射镜 1 反射，由聚光镜 3 聚焦，产生平行光，穿过光栅（图上未示），两侧的光线经左、右三棱镜 4 折射，透镜的聚焦，再由平面镜反射到成型鼓上，平面镜角度可以调节，从而可以调节指示的光线到中心线的距离。

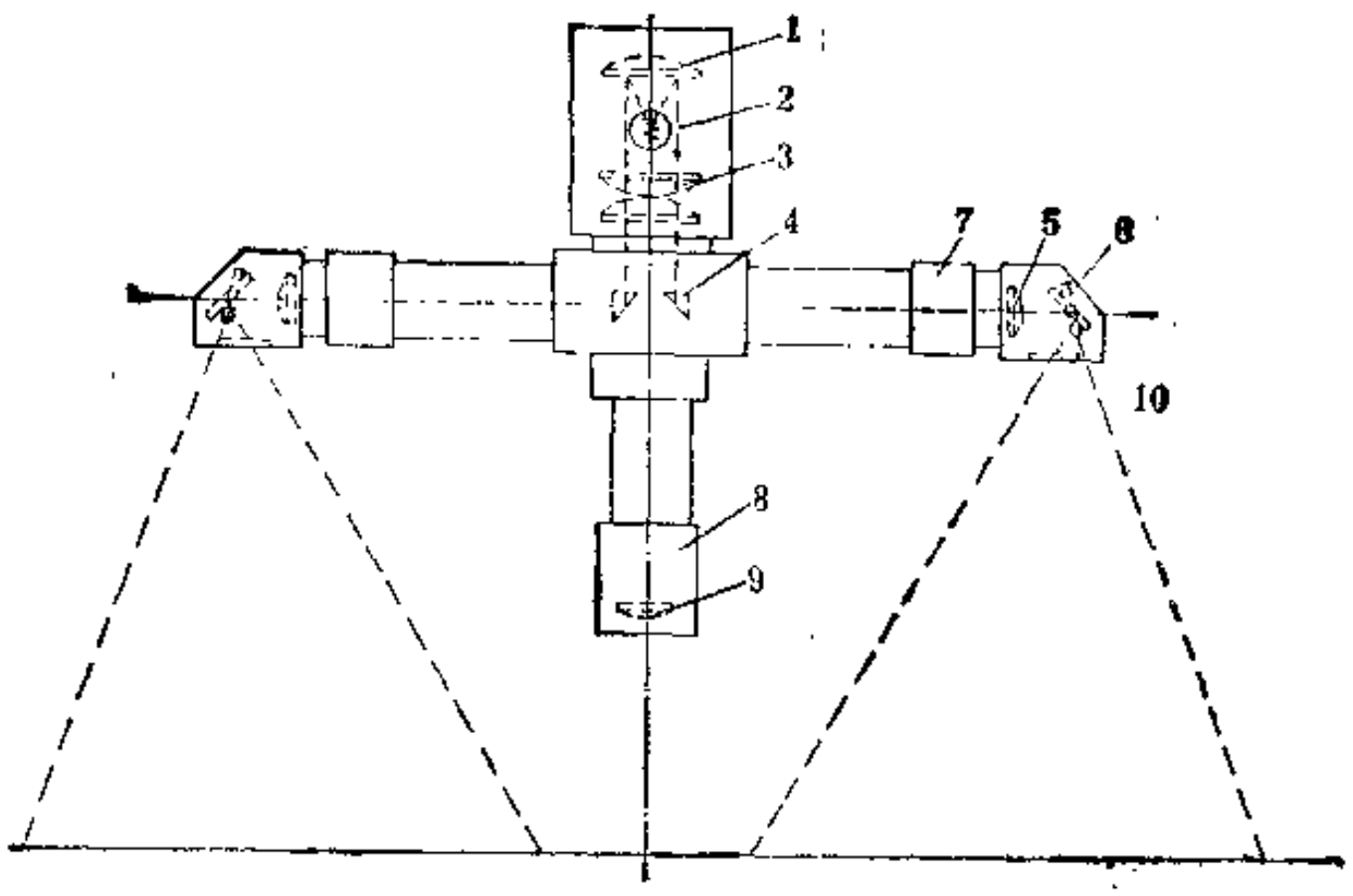


图 2-1-48　多线的光线指示灯原理图

1—反射镜；2—光源；3—聚光镜；4—三棱镜；5、9—物镜；6—可调平面镜；7、8—聚焦装置；10—保护玻璃

经过中心光栅射出的光线，由透镜聚焦后，投射到成型鼓上，指示成型鼓的中心。多线光线指示灯采用石英碘灯，电压12V，功率55W。

第三节　压辊包边轮胎成型机的控制

一、压辊包边轮胎成型机的工艺过程

压辊包边轮胎成型机的结构型式很多，其基本结构见图2-1-1。有的轮胎成型机把下压辊（也称平面压辊）和后压辊（也称包边压辊）装在同一个滑座的辊臂上（参见图2-1-28），其滚压功能不变。平面压辊用来沿成型鼓轴线方向滚压织物层及胎面，包边压辊用于沿鼓肩曲线滚压织物层（即进行正包和反包滚压）。

半芯轮式成型鼓的鼓肩部分是由几组曲率半径不同的圆弧和直线组成，因而在对鼓肩部分进行滚压时，要求包边压辊具有与成型鼓轴线平行的轴向运动、与轴线垂直的径向运动以及沿圆弧曲线旋转的回转运动（参见图2-1-50）。以套筒法成型的9.00-20六层尼龙双胎圈的轮胎为例，压辊包边轮胎成型机成型轮胎的基本工艺过程如表2-1-4所示。

二、轮胎成型机的电力拖动

在同一台轮胎成型机上往往需要成型不同规格尺寸的轮胎，其操作过程又需要频繁的启动、停止成型鼓的转动，为此，要求驱动成型鼓的电机具有频繁起动和变速的性能。在早期的成型机上多采用带有强制通风的交流多速异步电机驱动成型鼓，随着科学技术的发展，近年来有的成型机采用了带有可控硅调速装置的宽调速直流电机驱动成型鼓。包边压辊的轴向、径向、旋转三个方向的运动，也分别由一般的交流异步电机驱动过渡到直流电机和直流伺服电机驱动，以便与成型鼓速度配合，并能更好地实现包边压辊跟踪鼓肩曲线，滚压轮胎的各橡胶部件。

三、轮胎成型机的控制方式

（一）轮胎成型机的系统控制

在传统的控制系统中，一般多采用由继电器组成的程序控制或步进选线器，以满足工艺操作要求。这种控制方式修改程序较难，不易适应不同工艺操作的要求。随着技术水平的不断发展，有的成型机上采用了孔带程序控制器、电子式顺序控制器（简称顺控器）或者可编程序控制器（简称PC控制器）。孔带式程序控制器如图2-1-49所示，由伺服电机通过一个电磁离合器带动辊筒转动，按工艺要求预先打好孔的孔带放置在辊筒上，与辊筒同步回转，在辊筒上方装有若干个固定钢丝刷子，当孔带的孔眼转到刷子位置时，刷子与辊筒构成通路，通过中间转换输出继电器以控制执行机构动作。更换不同孔眼的孔带即可适应不同的工艺操作要求。

电子式顺序控制器是由晶体管或集成电路组成来实现步进功能的，通过改变矩阵板上所焊晶体二极管的位置，便可方便地改变动作程序，其输出可以是继电器接点、晶体管或可控硅等无触点输出。但是，由于其体积大、结构复杂、维护不便，已被下述的可编程序控制器所取代。

可编程序控制器（简称PC）是近年来发展起来的一种新产品，它由主控制器（微处理器、用户内存和电源）、输入/输出控制器以及编程器组成。编程语言采用了传统的继电器符号组成的阶梯图，只要将阶梯图按工艺操作要求编排，由编程器将阶梯图写在只读存储器上，主控制器即可按工艺要求发出输出指令。输出方式可以是继电器接点、晶体管或可控

表 2-1-4　9.00-20轮胎成型工艺程序表（六层尼龙双胎圈）

总步号	分步号	工艺内容	动作1 ①	动作2 ①	跳步信号
1	一	上1号布筒	亮信号灯	反转	按钮
2	二	正包	1号帘布筒正包装置升起	合并	按钮
3	三	上钢圈		前进至5径	按钮
4	四	压钢圈	正转	前进至5径	90°
5	五	压钢圈	加压	后退	4径
6	六	板边	正转	分开至3轴	190°
7	七	板边	后退	分开至3轴	2径
8	八	板边	反转		165°
9	九	板边	合并		1轴
10	十	反包	反转至120°	前进	5径
11	十一	反包	加压	后退	4径
12	十二	反包	加压	反转	0°
13	十三	备用空步		反转	自动跳下
14	一	上2号布筒	亮信号灯	反转	按钮
15	二	压合	下压辊升起	合并	下分
16	三	正包	加压	正转	60°
17	四	正包	加压	前进	5径
18	五	正包	加压	正转	105°
19	六			后退	4径
20	七	上2号钢圈		反转	按钮
21	八	压钢圈	正转	前进至5径	90°
22	九	压钢圈	加压	后退	4径
23	十	板边	正转	分开至5轴	190°
24	十一	板边		后退	3径
25	十二	板边	反转		165°
26	十三	板边	合并	后退	2轴
27	十四	反包	反转		120°
28	十五	反包		前进	4径
29	十六	反包	加压	反转	0°
30	一	上3号布筒	亮信号灯	反转	按钮
31	二	压合	下压辊升起	合并	下分
32	三	正包	加压	正转	60°
33	四	正包	加压	前进	6径
34	五	正包	加压	正转	180°
35	六	剥离	加压	后退	4径
36	七	剥离	加压	分开	4轴
37	八	贴胎圈包布、上缓冲层、缓冲胶片		反转	按钮
38	九	压合	下压辊升起	合并	1轴
39	十	压合	下压辊升起	正转	90°
40	十一	压胎圈包布	加压	前进	6径
41	十二	压胎圈包布	加压	正转	180°
42	十三	剥离	加压	后退	4径
43	十四	剥离	加压	分开	4轴
44	一	上胎面	亮信号灯	反转	按钮
45	二	压合胎面	下压辊升起		下分
46	三	正包胎面	加压	正转	60°
47	四	正包胎面	加压	前进	6径

续表

总步号	分步号	工 艺 内 容	动 作1 ①	动 作2 ①	跳 步 信 号
48	五	正包胎面	加压	正转	90°
49	六			前进	7径
50	七	备用空步			自动跳步
51	八	切边	加压		按钮
52	九	卸胎	分开至2轴	后退	1径

① 除注明者外，都是指后压辊的动作。

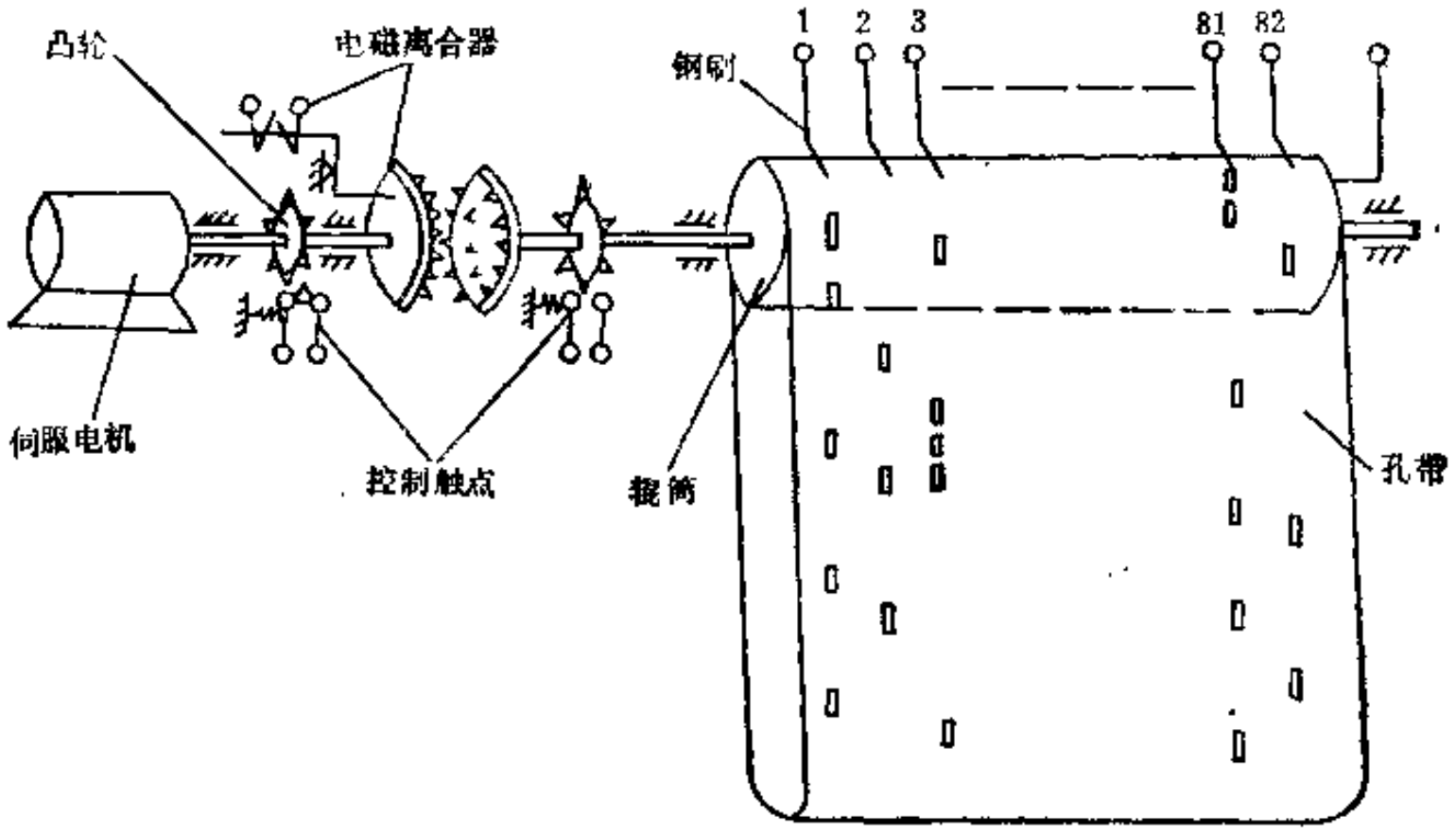


图 4-1-49 孔带式程序控制器结构示意图

硅。由于其修改程序方便，体积小，维护简单，近年来已得到广泛的推广应用。

（二）轮胎包边滚压控制

轮胎是由多层橡胶织物层、胎面等部件组成，其成型质量的好坏与成型过程中橡胶部件之间有无起拱打折、层间是否含有气泡等现象有密切关系。因此，要求轮胎成型过程中，对橡胶部件很好地进行滚压，成型鼓的筒体部分用平面压辊滚压，但是，鼓肩部分是由多个圆弧和直线组成，不同规格的成型鼓其圆弧部分的曲率半径也不相同，为了保证平滑地实现鼓肩部分橡胶织物层的正包和反包滚压，不出现起拱打折等现象，除了要求包边压辊回转的驱动蜗轮中心与鼓肩曲线中心重合外，还要求压辊加压时作用于鼓面的力应通过成型鼓的轴心（参见图2-1-52和图2-1-55）。在传统的控制方式中，采用限位开关检测压辊的运动位置，并用来控制压辊的运动方向，以保证压辊蜗轮回转中心与鼓肩曲线中心重合。图2-1-50示出

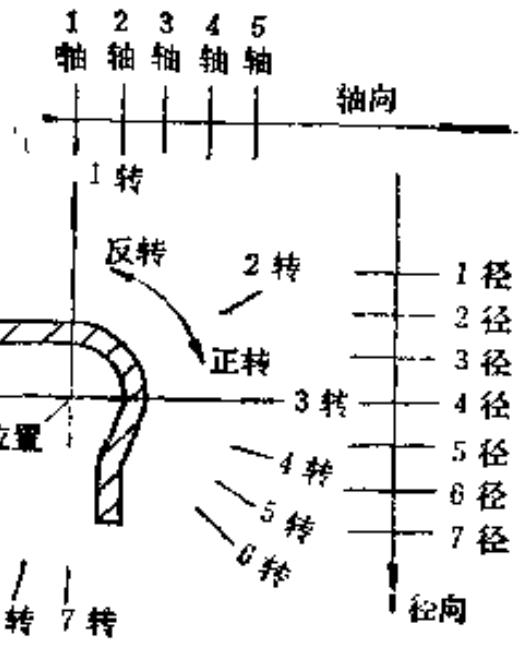


图 2-1-50 限位开关位置图

了限位开关的位置及相对关系。由于包边压辊装置由三台电机驱动，以实现径向前后移动、轴向分合运动以及沿鼓肩曲线正反转运动，因而，压辊的径向运动由“1～7径”七个限位开关控制，它可以停留在七个位置。轴向运动由“1～5轴”五个限位开关控制，它可以停留在五个位置。转动运动由“1～8转”八个限位开关控制，它可以停留在0°、60°、90°、105°、120°、165°、180°、190°八个位置。从表2-1-4的9.00-20轮胎成型工艺程序表中可清楚地看到采用限位开关控制方式的轮胎成型操作滚压过程。

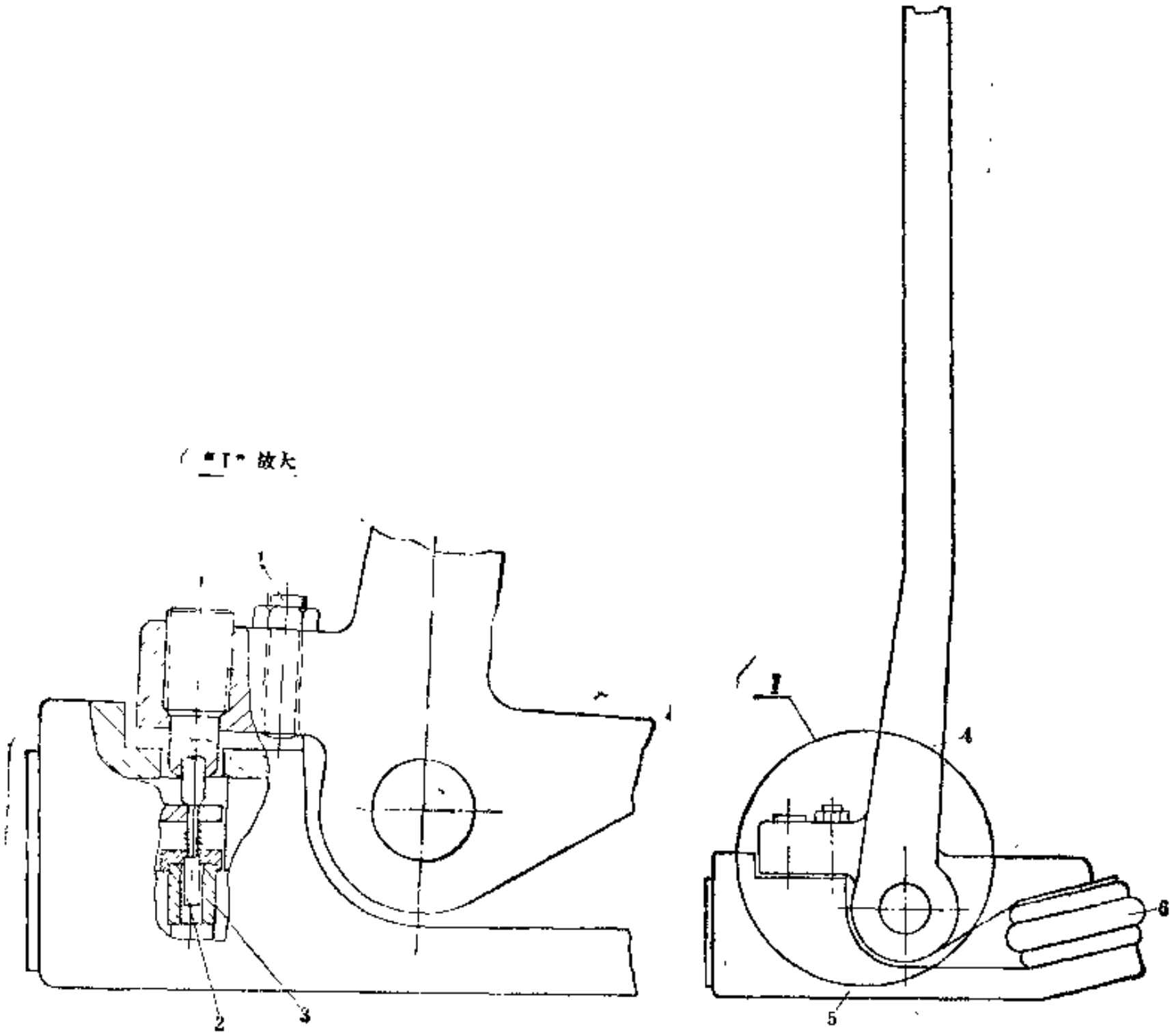


图 2-1-51　装直线位移传感器的压辊装置

1—调整螺钉；2—铁芯；3—直线位移传感器线圈；4—辊臂；5—托座；6—空气弹簧（加压气囊）

除了采用限位开关检测压辊运动位置外，也可采用电位计检测，其方法是在包边压辊三个传动装置的驱动轴上，分别装上一个多圈电位计，各自与装在控制箱内的若干个可调的电位计进行比较，两电位计组成桥路，通过“比较器”而发出“正”或“负”信号，分别控制包边压辊装置三台电机正转或反转。采用上述控制方式虽然通过调整基本能够保证压辊驱动蜗轮的回转中心与鼓肩曲线中心重合，但不易保证在整个滚压期间，压辊作用在橡胶部件上的滚压力始终通过成型鼓轴心，并保持滚压力大小不变。

在比较先进的成型机上，尤其是巨型轮胎成型机上，采用了直线位移传感器和感应同步器以及高灵敏度的直流伺服电机驱动压辊装置的闭环控制系统，能够保证在滚压时压辊始终

跟踪成型鼓表面运动，并且滚压力不变。直线位移传感器装在压辊托座上的压辊臂下面，见图2-1-51，调整螺钉1用来调整直线位移传感器的零点位置，压辊过紧或过松地压在成型鼓表面上时，直线位移传感器将发出偏差信号，指出滚压力过大或过小，此信号电压输入到驱动压辊运动的伺服电机的三套控制系统，指挥压辊是更靠近成型鼓表面还是稍偏离成型鼓表面，从而使直线位移传感器恢复到零点位置，保持滚压力不变。为了检测压辊在鼓肩部分的转动角度，以配合直线位移传感器发出的信号，在不同的曲线阶段，辨别轴向、径向、转动三台伺服电机作正转还是反转运动，在压辊旋转驱动装置出轴上装有感应同步器，它是由定子和转子两部分组成，定子绕组分为A、B两组，两绕组之间相差90°电角度，分别为正弦绕组和余弦绕组，其输出电压是电角度θ的正弦或余弦函数，即：

$$E_A = E_m \sin\theta \sin\omega t$$

$$E_B = E_m \cos\theta \sin\omega t$$

式中 E_m——定子绕组中感应电势的最大值；

θ——相对零位的电气转角；

ω——激磁电源电压的角速度。

正弦和余弦绕组的电压随转角θ的大小而变化，其值经过处理，与直线位移传感器的输出信号电压进行综合后，就可以控制轴向、径向、转动三台电机的正转或反转，使压辊紧紧地跟踪成型鼓表面，并保持滚压力的方向、大小不变。

四、压辊包边轮胎成型机后压辊装置的调整

压辊包边轮胎成型机是国内广泛使用的一种成型机，如何正确地调整好它的后压辊装置，是能否顺利地完成胎圈包边和发挥效率的关键。

（一）后压辊装置的包边作业

压辊包边轮胎成型机的后压辊装置是利用气缸作用力及压辊的轴向、径向、旋转运动来进行胎圈的包边、滚压胎圈包布及胎侧等操作的。后压辊装置要平滑地实现正包及反包操作，其关键是：要使压辊的旋转蜗轮中心在其正交平面上，与成型鼓鼓肩的圆弧中心重合，见图2-1-52。只有在这样情况下，才能在正反包的操作过程中，不易使帘布、包布等出现褶子。

（二）后压辊装置的调整

后压辊装置的旋转蜗轮轴心与成型鼓鼓肩圆弧中心是在空间重合的，不易直接测量，可按下述步骤间接测量调整。

1．检查调整压辊的轴向位置

压辊的轴向中心位置必须与装在主轴上的成型鼓对准，见图2-1-53。将压辊轴向分开到成型鼓边缘，如两只压辊端面与成型鼓两侧都能对齐，说明压辊与成型鼓轴向中心位置已对准。如不能对齐，需要拆开压辊轴向分合螺杆上的联接器，调整螺杆，使两只压辊与成型鼓左右对称。有些成型机分合螺杆上的螺母是可调整的，也可通过调整螺母调整，使压辊对称于成型鼓。然后将压辊轴向合拢到成型鼓鼓肩圆弧中心的位置，即确定了压辊旋转蜗轮的轴向工作位置。

2．检查调整压辊的径向位置

将压辊旋转90°，开动压辊径向电机，眼测压辊端面位置接近鼓肩圆弧中心时，压辊气缸进气加压，让压辊靠在成型鼓上，再仔细调整压辊的径向位置，使其对准成型鼓鼓肩圆弧中心，见图2-1-54。如果检查发现左右两只压辊的距离“A”不一致，说明辊臂弯曲不直，

或者辊臂铰链座等零件加工不良。辊臂不直可以矫直，其它零件加工不良则需修理或更换。辊臂矫直后，轴向位置要重新校正。

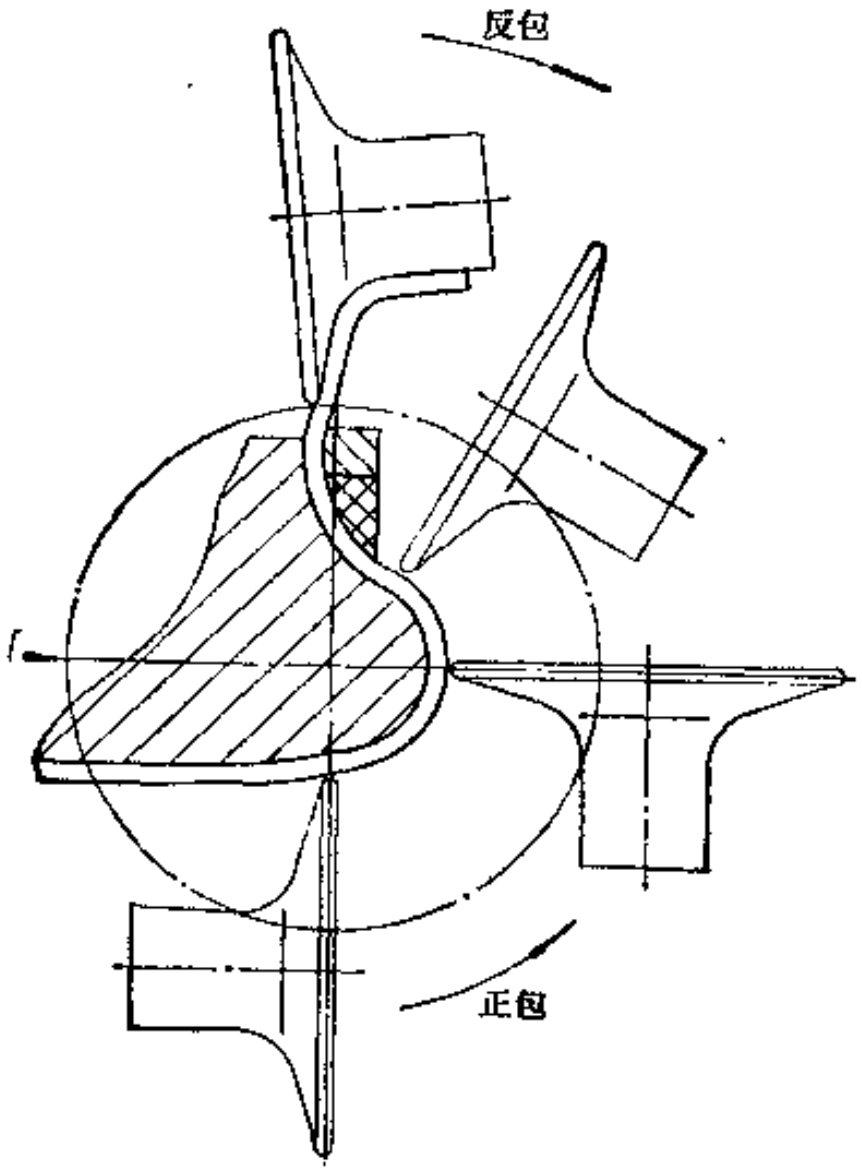


图 2-1-52　压辊包边轮胎成型机后压辊装置工作原理

压辊径向位置调整正确的话，压辊加压时的作用力应通过成型鼓轴心，如图2-1-55所示。否则，在滚压过程帘布要出现起“拱”现象。

3．检查、调整180°时压辊轴向位置

在一般情况下，经过轴向和径向位置的检查调整，旋转蜗轮的轴心位置已经可以确定，为了确保反包时压辊工作良好，还应检查压辊旋转180°时的轴向位置，见图2-1-56。将压辊

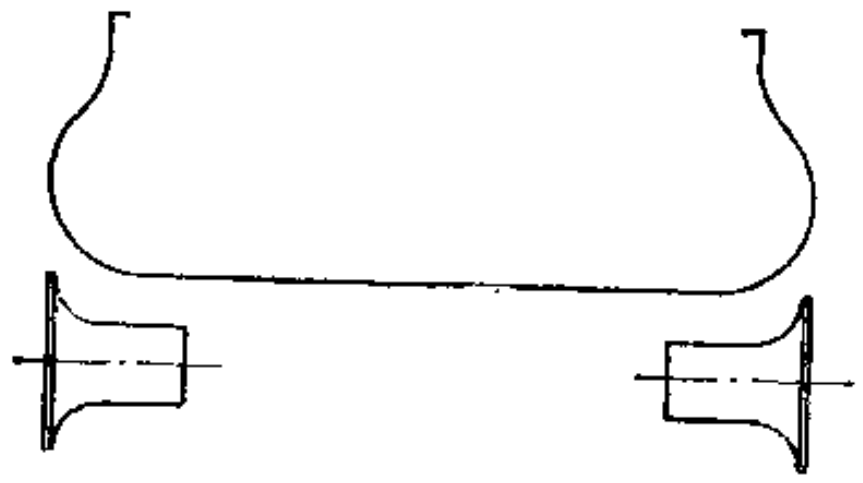


图 2-1-53　检查调整压辊与成型鼓的轴向位置

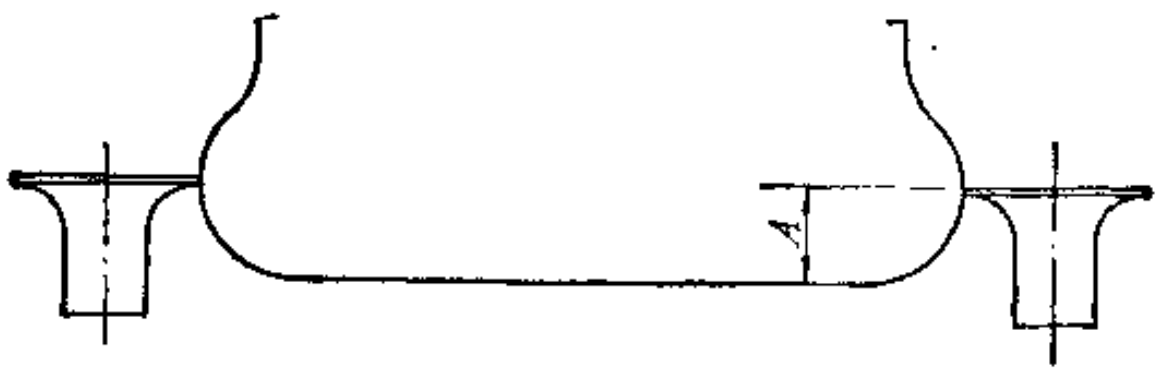


图 2-1-54　检查调整压辊与成型鼓的径向位置

转到180°位置后，再轴向合拢到成型鼓凹槽边缘（必要时径向位置也要移动），检查压辊位置对称与否。如不对称，说明：①压辊的轴向位置尚未调整好；②压辊的辊臂弯曲尚未校直，宜再校正矫直。

除了检查调整压辊的位置外，使用前还应该检查压辊的辊臂摆动，注意转动间隙不能过大，否则在反包时压辊动作不良而不易包好胎圈。造成辊臂轴向摆动过大的原因：①辊臂与辊臂铰链座的铰接处间隙太大；②辊臂铰链座与蜗轮轴配合太松；③径向、轴向运动的导轨太松；④蜗轮轴承松动；⑤轴向分合螺杆与螺母间隙过大等。造成辊臂转动间隙过大的原因：①蜗轮副侧向间隙太大；②辊臂铰链座与蜗轮轴及键的配合太松等。当蜗轮副磨损侧向间隙太大时，可将蜗轮反过来使用（即键槽转180°）。最好采用变厚蜗杆，当蜗轮副磨损，侧向间隙过大时，只要调整变厚蜗杆的轴向位置，即可消除间隙。

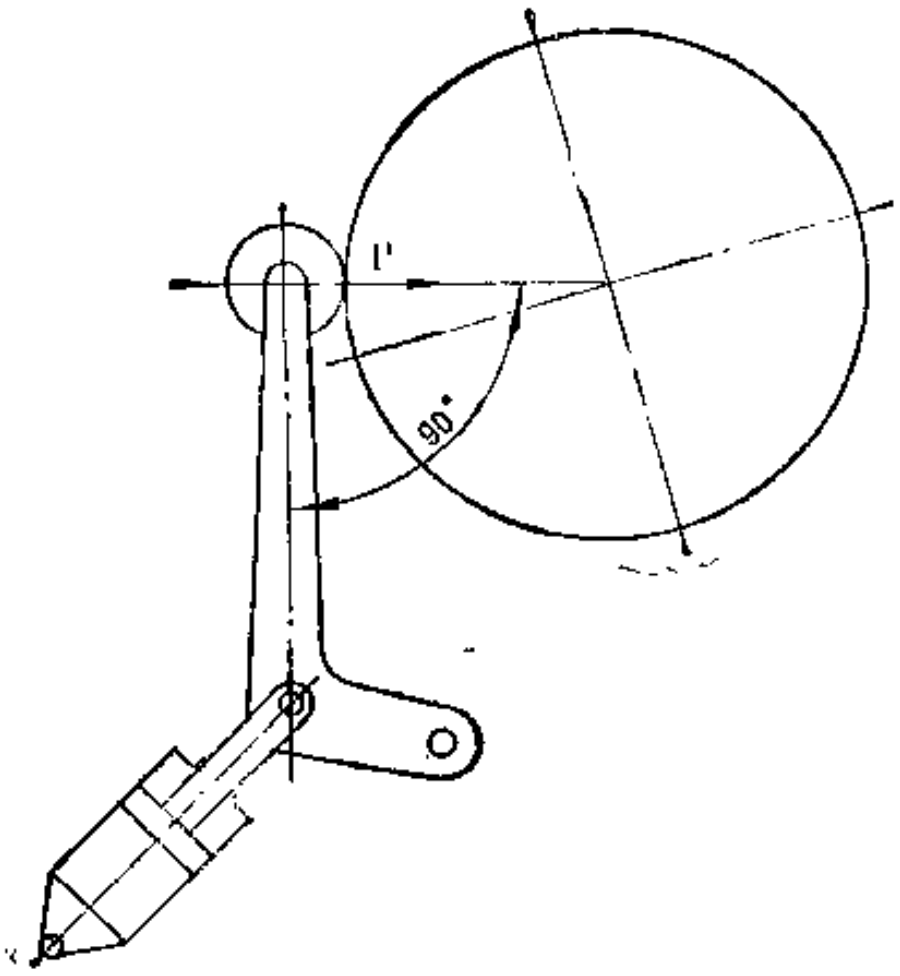


图 2-1-55　压辊作用力示意图

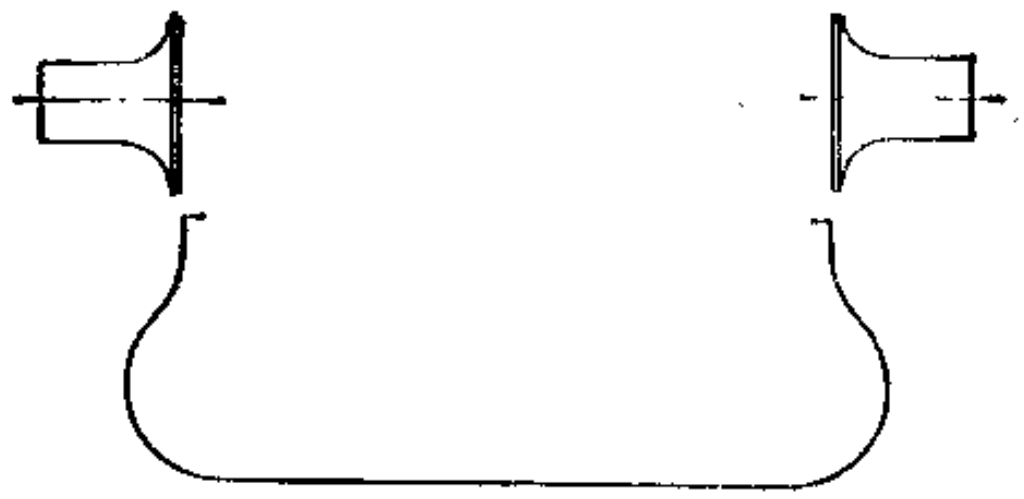


图 2-1-56　检查调整180°时的压辊轴向位置

五、轮胎设计与压辊包边的关系

一个轮胎的结构设计既要考虑其使用性能、结构合理等产品方面的问题，也应考虑轮胎结构设计如何为提高成型工艺的机械化、自动化创造条件。在保证胎体强度的前提下，尽量采用直径较小的成型鼓以利于正包及反包，减轻劳动强度，提高成型效率。特别是既要注意轮胎胎圈部位的结构要合理，又要为实现机械化操作创造条件。以12.00-20十二层的载重车胎为例，如果轮胎由2-4-4-2四个帘布筒组成，轮胎成型过程的反包就十分困难，如图2-1-57所示。

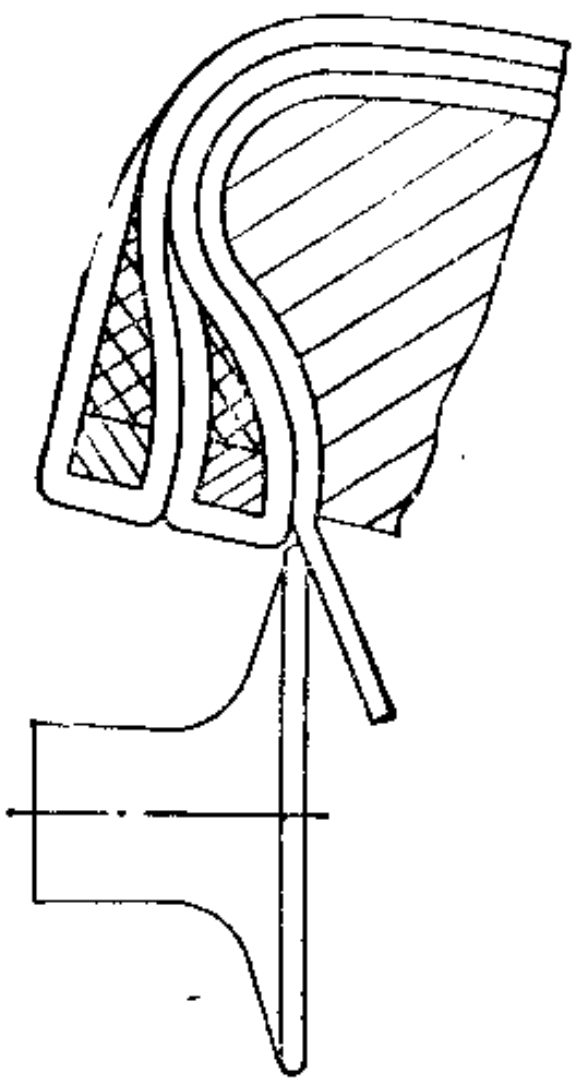


图 2-1-57　轮胎结构与压辊工作位置的关系

第一号帘布筒正包完成后，帘布筒既不拉出又不反包，帘布筒的边缘留在成型鼓内，在第二号帘布筒完成正包及扣圈后，用后压辊正反包，在压辊进入185～190°位置时，便与第一号帘布筒发生干涉，容易把第一号帘布筒边缘打折粘住，甚致压坏，在第三号帘布筒反包时，会出现同样情况。因而 2-4-4-2 包圈结构的轮胎难以用后压辊完成反包，只能用手工操作反包。如果把轮胎结构改为 5-5-2 三个帘布筒结构，就不会出现类似情况。因此，改进轮胎结构对提高成型的机械化、自动化水平，减少手工操作，关系重大，应予以足够重视。

第四节　子午线轮胎成型机

一、概　　述

子午线轮胎简称子午胎，是一种新型结构的轮胎，它的胎体帘线排列约为零度，钢丝带束层排列与胎体帘线接近正交。子午胎具有耐磨、耐穿刺、节油、缓冲性能及通过性能好等优点，因而发展十分迅速。

子午胎结构上的特点使其成型采用了特殊的方法。开始发展子午胎时，采用两次成型的方法，即用普通轮胎成型机成型子午胎的胎体，再把成型好的胎体移到另一台成型机上，将胎体膨胀定型到接近成品尺寸，然后贴带束层及胎面，完成整个子午胎的成型过程。成型胎体的成型机称之第一段成型机，完成带束层及胎面贴合的成型机称之第二段成型机。当轮胎厂由普通轮胎转到子午胎生产时，采用子午胎两段成型法可以充分利用原有轮胎成型机，在改变轮胎的生产规格时，也比较容易一些，因而，目前仍然是生产子午胎的主要方法之一。

但是，子午胎两段成型法需要用两台成型机成型一条轮胎，从第一段成型机上卸下胎坯，又要重新装到第二段成型机上，这种额外的辅助劳动，降低了生产效率。另外，胎体在搬移过程中容易变形，影响成品的规正及均匀性，因而促使人们对子午胎一次成型法的研究，即用一台成型机完成子午胎成型的全过程，现在已经研制出若干种规格的子午胎一次法成型机，简称一次成型机。一次成型机要完成两段成型机的操作，因而结构比较复杂。

二、两段法成型机

（一）子午胎第一段成型机结构简介

如上所述，子午胎第一段成型机可以采用普通斜交胎的成型机，但是，在选型时要注意到子午胎的特点，即在套帘布筒（或贴合帘布层）及包边过程中要保证轮胎帘线不歪曲，能沿着成型鼓辐射方向均匀排列，以确保帘线受力均匀合理。下面介绍几种子午胎第一段成型机。

1．P80/A 轮胎成型机

P80/A 轮胎成型机用于纤维子午胎胎体的生产，它具有独特的套帘布筒方法，以及胎圈部位帘布的拉出、反包方法。它虽然使用半芯轮式成型鼓，却不需要专门的帘布筒正包装置即可完成正包作业。

图2-1-58（见书后插页）所示为 P80/A 轮胎成型机的外形图。它是由机箱部分 1 、帘布筒翻转圆筒 2 、后压辊部分 3 、成型鼓 4 、拉出、反包装置 5 、辅助鼓 6 、光线指示灯 7 、移动小车 8 、胎侧和垫胶供料架 9 和扣圈装置10等组成。

机箱 1 内装有成型鼓的驱动电机、成型鼓折叠用的气缸以及气囊制动器等，并设有一转控制装置。拉出、反包装置 5 及扣圈装置10装在同一轴上，左侧的拉出、反包装置的轴固定在尾架的立柱上。辅助鼓 6 的轴，其一端也固定在立柱上，与拉出、反包装置 5 相隔90°。在电机的驱动下，尾架可绕立柱作正转或反转，使拉出、反包装置 5 或辅助鼓 6 进入或退出工作位置。辅助鼓 6 是一只铝合金制成的圆筒，上面装有双层夹布的胶囊，胶囊开口处的两个胶圈固定在辅助鼓的外端。辅助鼓右侧的最外端有一只具有锥形内孔的环，可由气缸驱动作轴向运动，当锥形内孔的环离开辅助鼓时，被锥形内孔压倒的钢片在弹性力的作用下成辐射状张开，放置在辅助鼓上的帘布筒端边靠在钢片上，当锥形内孔环被气缸拉动时，帘布筒

的端头便被钢片夹牢。辅助鼓端部离成型鼓中心的距离，可按需要由电机-丝杠驱动，使辅助鼓作轴向运动进行调整，其移动的距离由编码器调节控制，以保证翻转到成型鼓上的帘布筒与成型鼓对准中心。辅助鼓的芯轴在气缸驱动下可以伸出插入成型鼓主轴的轴端，使与成型鼓主轴对中，以避免辅助鼓的轴心因自重下垂而与成型鼓主轴轴心偏离。

在辅助鼓 6 上的胶囊充气之前，帘布筒的翻转圆筒 2 在移动小车 8 的电机驱动下，穿过成型鼓到达辅助鼓位置停位。然后，胶囊充气，套在胶囊外面的帘布筒随着胶囊的膨胀均匀地扩大，直到与翻转圆筒 2 的内壁接触，这时，翻转圆筒 2 在移动小车 8 的电机驱动下，向机箱 1 方向移动，使辅助鼓上的胶囊在翻转圆筒内翻转滚动，从而把帘布筒翻转套到成型鼓上。这时，翻转圆筒再向辅助鼓 6 的立柱方向移动，同时，胶囊快速排气，使胶囊恢复到起始状态。为了加速胶囊的排气作用，还使用真空系统抽吸。之后，翻转圆筒再回到机箱边的停歇位置，等待下一个帘布筒的操作。翻转圆筒是一个钻有许多小孔的钢板圆筒，一方面可以减轻重量，另一方面可以看到帘布与胶囊的翻转情况，在翻转圆筒的端部装有安全杆，一旦在移动中与人或物接触，整个机器立即停止工作。辅助鼓系由电机经摩擦轮传动，可以转动，以便帘布筒套入辅助鼓时回转辅助鼓，检查帘布筒的位置情况并进行整理。辅助鼓在轮胎规格改变时，需要更换。

钢丝圈及钢丝包布放置在扣圈装置10上，扣圈盘在轴承的支承下可以转动。扣圈盘上有弹簧卡子，将钢丝圈撑住，后面有法兰，使钢丝圈定位，扣圈盘在气缸的驱动下，可将钢丝圈扣在成型鼓的鼓肩上。左侧扣圈装置10及拉出、反包装置 5 的芯轴也由气缸驱动，可以伸出插入成型鼓主轴的端孔，以保持与主轴同心，使得扣圈时钢丝圈能保持与成型鼓同心。拉出、反包装置 5 的轴向移动也由电机-丝杠驱动，其位置用编码器调节控制。随着胎圈轴向位置的变化，该装置也需要逐步向外移动。拉出装置是一个可以转动的圆盘，工作时，将扣好钢丝圈的帘布筒边缘大致上拉出到准备反包的位置，然后，反包胶囊充气，将拉出的帘布边缘紧包在钢丝圈上。由于反包胶囊的断面较小，无法完成全部的反包过程，因此，需要用后压辊结束反包过程。

在 P 80/A 成型机上，后压辊部分的压辊是由两对压辊组成，一对压辊用于成型鼓鼓面的平面滚压，可以滚压如带束层垫胶之类的部件，另一对压辊用于滚压鼓肩部位，用于完成胎圈部位帘布、胎侧胶及包布之类部件的正包及反包作业。压辊的位置由编码器控制。

图2-1-59所示为 P 80/A 轮胎成型机的操作顺序图。

其操作顺序简要说明如下：

Ⅰ．辅助鼓上套上帘布筒，将辅助鼓回转90°，并轴向移动进入工作位置；

Ⅱ．翻转圆筒进入辅助鼓位置，胶囊充气膨胀；

Ⅲ．翻转圆筒向成型鼓方向移动，胶囊不断地滚翻，将帘布筒翻转套在成型鼓上；

Ⅳ．翻转圆筒向辅助鼓方向移动，胶囊排气，使胶囊复位。接着翻转圆筒移到机箱前的停留位置；

Ⅴ．用包圈压辊完成正包作业；

Ⅵ．在鼓肩上扣上钢丝圈及三角胶；

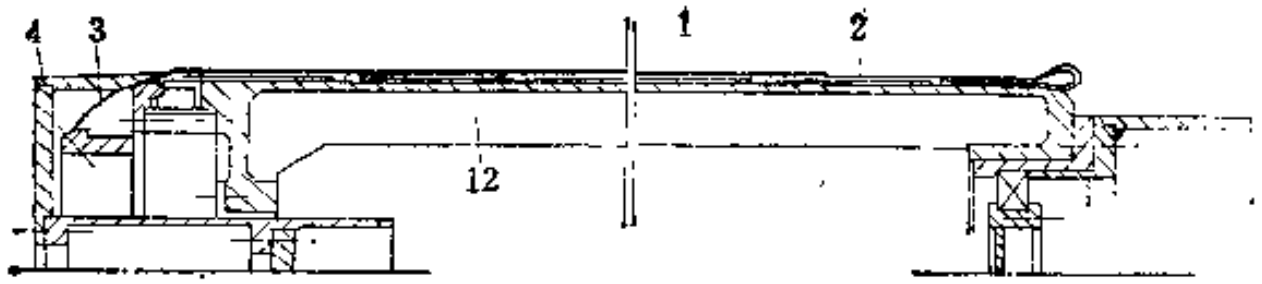
Ⅶ．包圈压辊对钢丝圈、三角胶进行滚压；

Ⅷ．拉出、反包装置将帘布拉出，同时用胶囊进行反包；

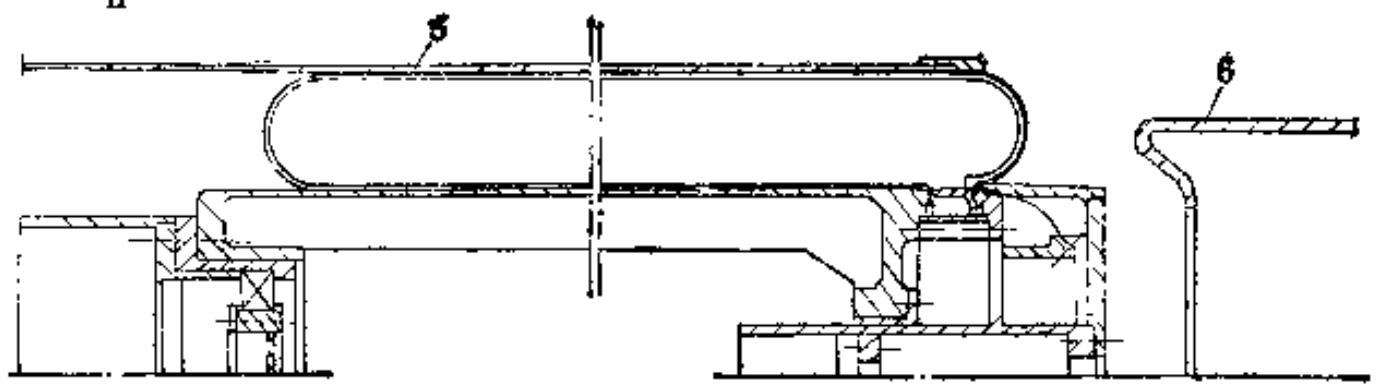
Ⅸ．用包圈压辊结束反包；

Ⅹ．按第Ⅰ～Ⅸ步完成第二个帘布筒的包圈操作；

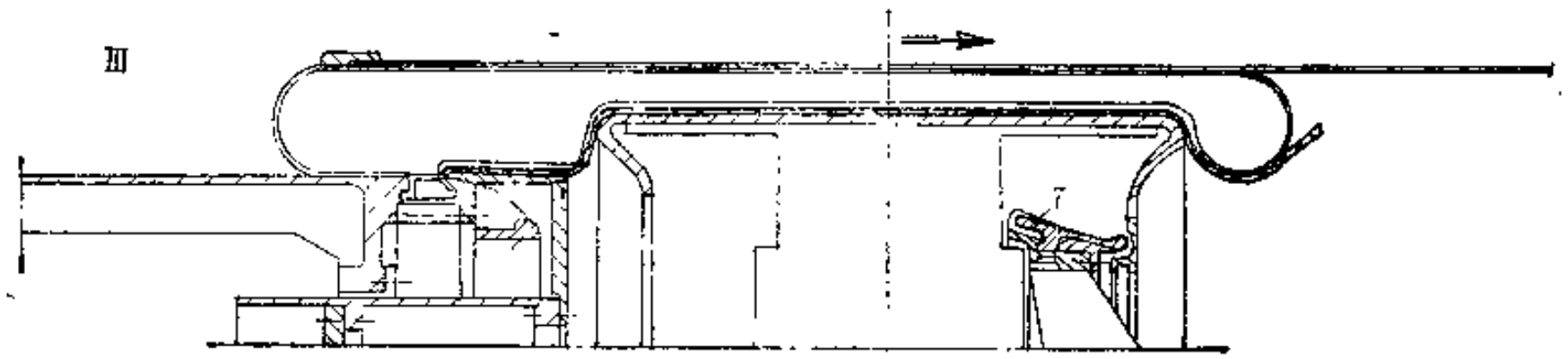
I



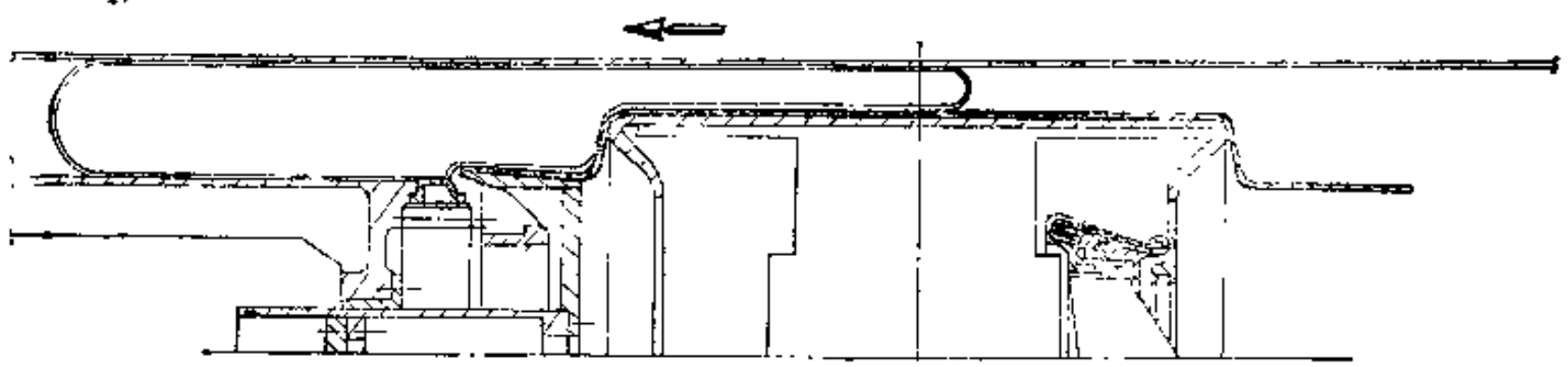
II

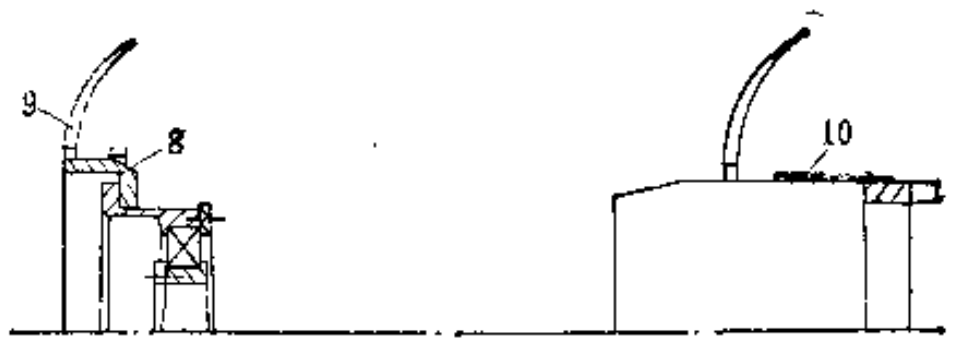


III

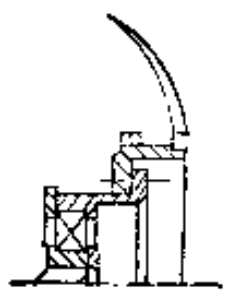


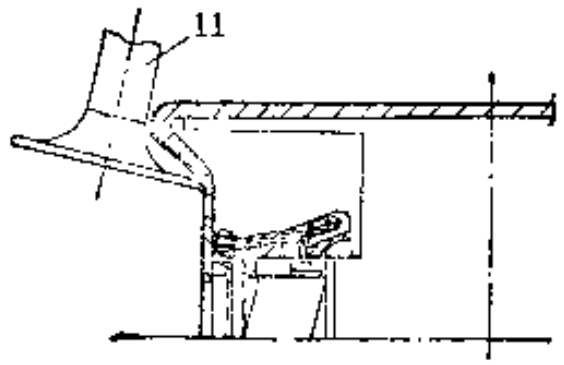
IV



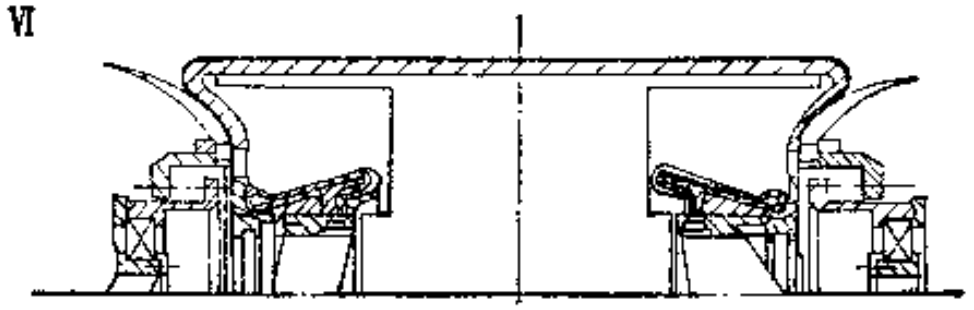


V





VI



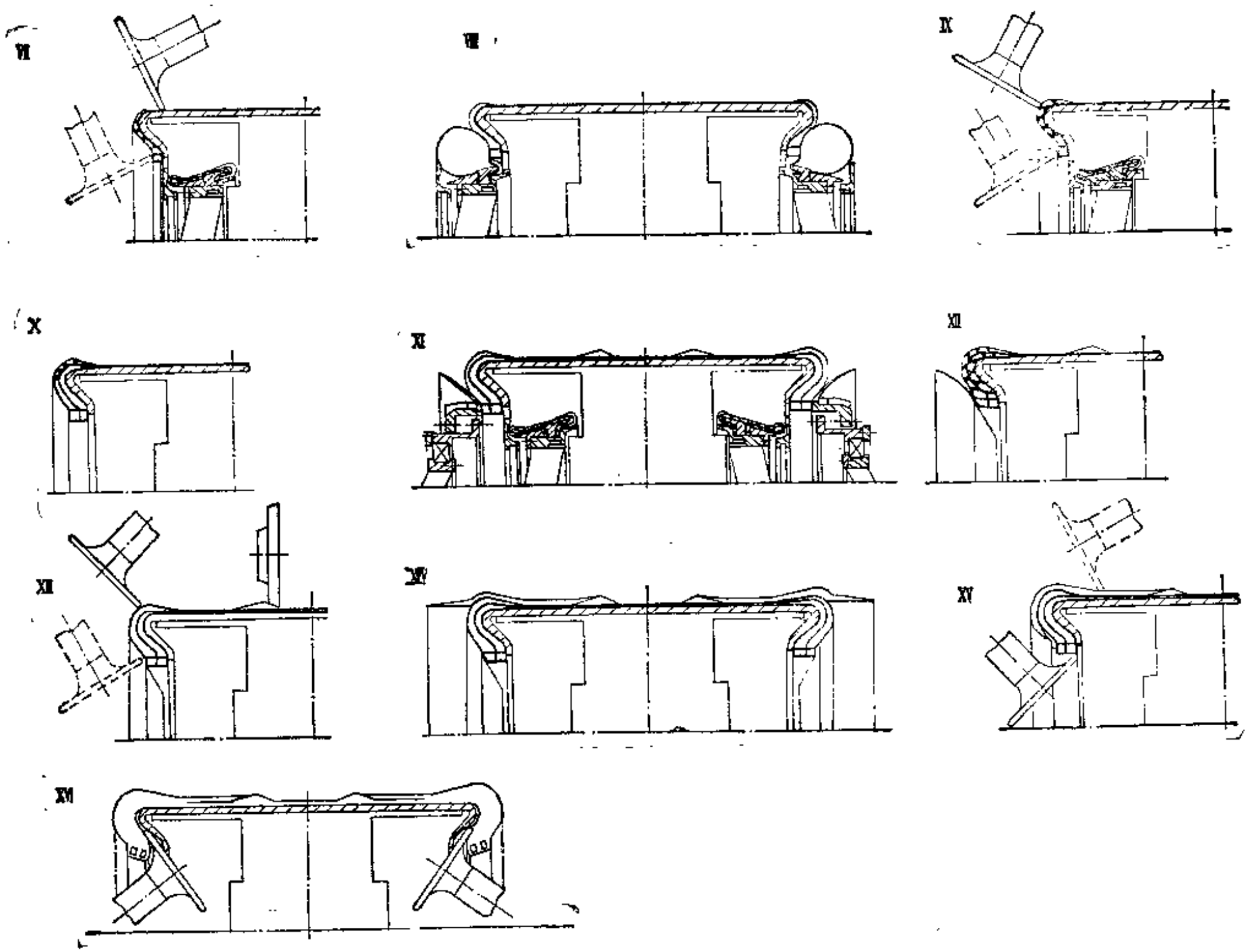


图 2-1-59　P 80/A 轮胎成型机操作顺序图

1—帘布筒；2—胶囊；3—钢片；4—锥形内孔环；5—翻转圆筒；6—成型鼓；7—反包胶囊；8—扣圈盘；9—钢丝圈及三角胶；10—钢丝包布；11—后压辊（包圈压辊）；12—辅助鼓

XI．用扣圈盘扣上钢丝包布❶，并贴上带束层垫胶；

XII．从钢丝包布上拉开纤维包布的布边；

XIII．用后压辊的平面压辊滚压带束层垫胶，包圈压辊完成钢丝包布的反包；

XIV．贴好胎侧；

XV．用包圈压辊完成胎侧滚压和纤维包布的正包操作；

XIV．用包圈压辊将胎圈部位与成型鼓剥离、卸胎。

P80/A成型机的特点是：①采用翻转法套帘布筒，可以保持帘线不歪曲、倾斜并使帘布筒之间不窝气；②不用专门的正包装置便可完成正包作业；③具有拉出、反包功能，可以提高胎圈部位的包圈质量、减轻劳动强度。

P80/A成型机的主要性能参数：

（1）成型轮胎的胎圈直径	20～22in	（9）后压辊移动速度：轴向	最大1.2m/min
（2）成型鼓宽度	380～600mm	径向	最大1.2m/min
（3）帘布筒宽度	600～1000mm	（10）后压辊回转速度	最大5r/min
（4）成型鼓转速	最大150r/min	（11）成型鼓驱动电机	直流，功率N=5.1kW
（5）反包胶囊移动速度	最大3.67m/min	辅助鼓回转驱动电机	直流，功率N=4.4kW
（6）辅助鼓轴向移动速度	最大3.67m/min	辅助鼓轴向移动电机	扭矩T=7.5N·m
（7）辅助鼓转速	250r/min	反包胶囊轴向移动电机	扭矩T=7.5N·m
（8）帘布筒翻转圆筒移动速度	慢速15m/min	立柱转动电机	功率N=4.0/2.6kW
	快速30m/min	后压辊电机	直流，功率N=1kW
		（12）压缩空气供给压力	0.7MPa

2．GR-6轮胎成型机

图2-1-60所示为生产钢丝子午胎的GR-6第一段成型机的成型鼓示意图。

GR-6成型机用于生产三角胶呈水平放置（如图2-1-35所示）的钢丝子午胎，它是一种使用鼓式成型鼓的轮胎成型机。它的成型鼓是由胎圈锁紧圈2、扇形块3、膨胀胶囊4、胶圈1等组成。在金属扇形块3构成的鼓瓦外面，套有纯橡胶制成的胶圈1，与胎圈锁紧圈2一起构成成型鼓的工作面。胎圈锁紧圈2系由聚氨酯橡胶制成，具有耐油的性质。当胶囊4内充入压缩空气（约0.45MPa）时，扇形块3、胶圈1及胎圈锁紧圈2一起向外膨胀，将钢丝圈锁紧，其包边作业用后压辊装置的包圈压辊（见图2-1-36）和手工具来完成。

GR-6第一段成型机的特点是：①变换规格比较方便，只要更换胶圈1的宽度即可改变钢丝圈之间的距离；②结构简单，由于采用胎圈锁紧圈，两个钢丝圈之间的帘线可以在成型过程中保持平直，不会歪曲、倾斜。它的缺点是：成型时三角胶是水平放置的，成型好的胎体在第二段定型过程中三角胶会绕钢丝圈转动90°左右，改变了半成品的贴合状态，对轮胎的成型质量，特别是胎圈部位的质量会带来不利的影响。另外，胎圈锁紧圈2在膨胀时，两个锁紧圈之间的距离会略有变动，影响轮胎的成型精度。

GR-6第一段轮胎成型机主要性能参数：

（1）成型轮胎的规格	8.25R20～12.00R20	（3）成型鼓转速	150；13.4r/min
（2）成型鼓驱动电机	功率N=3.8kW	（4）后压辊驱动电机	功率N=1.1kW

3．SFE轮胎成型机

图2-1-61所示为SFE无内胎钢丝子午胎第一段成型机用的成型鼓。它由金属套1、胎圈

❶ 钢丝包布与其它部件一起预先成型成胎圈状。

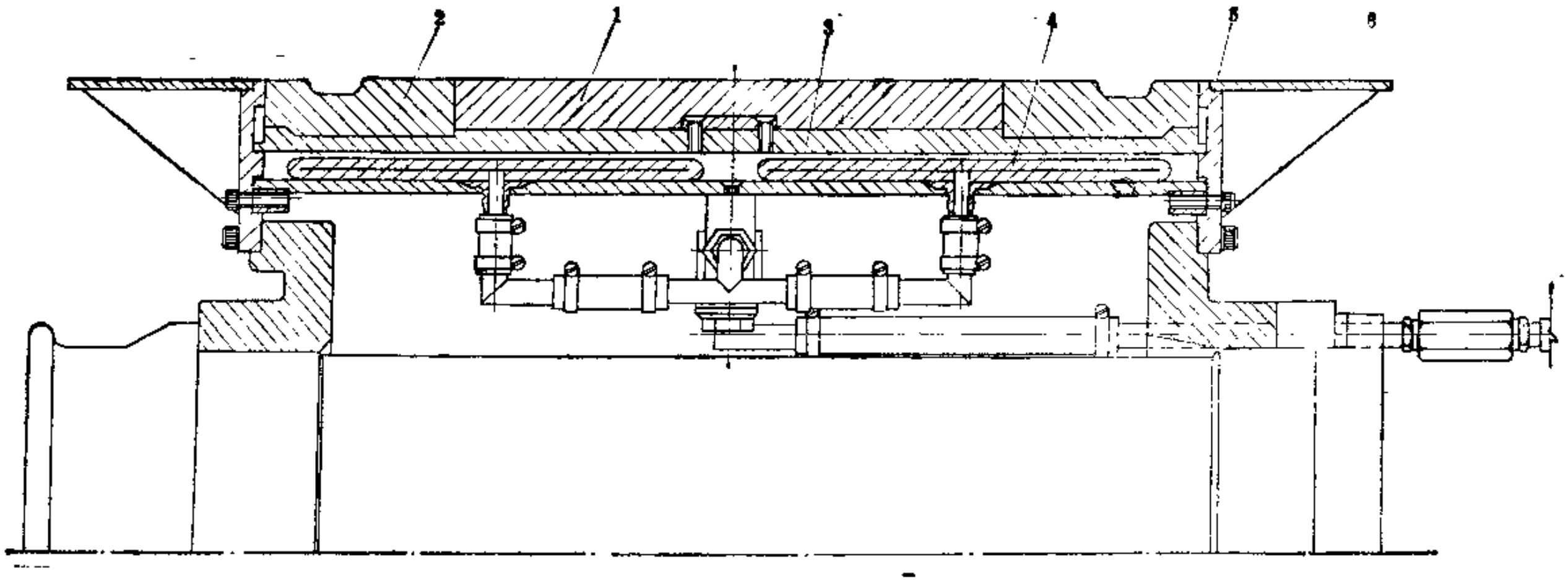
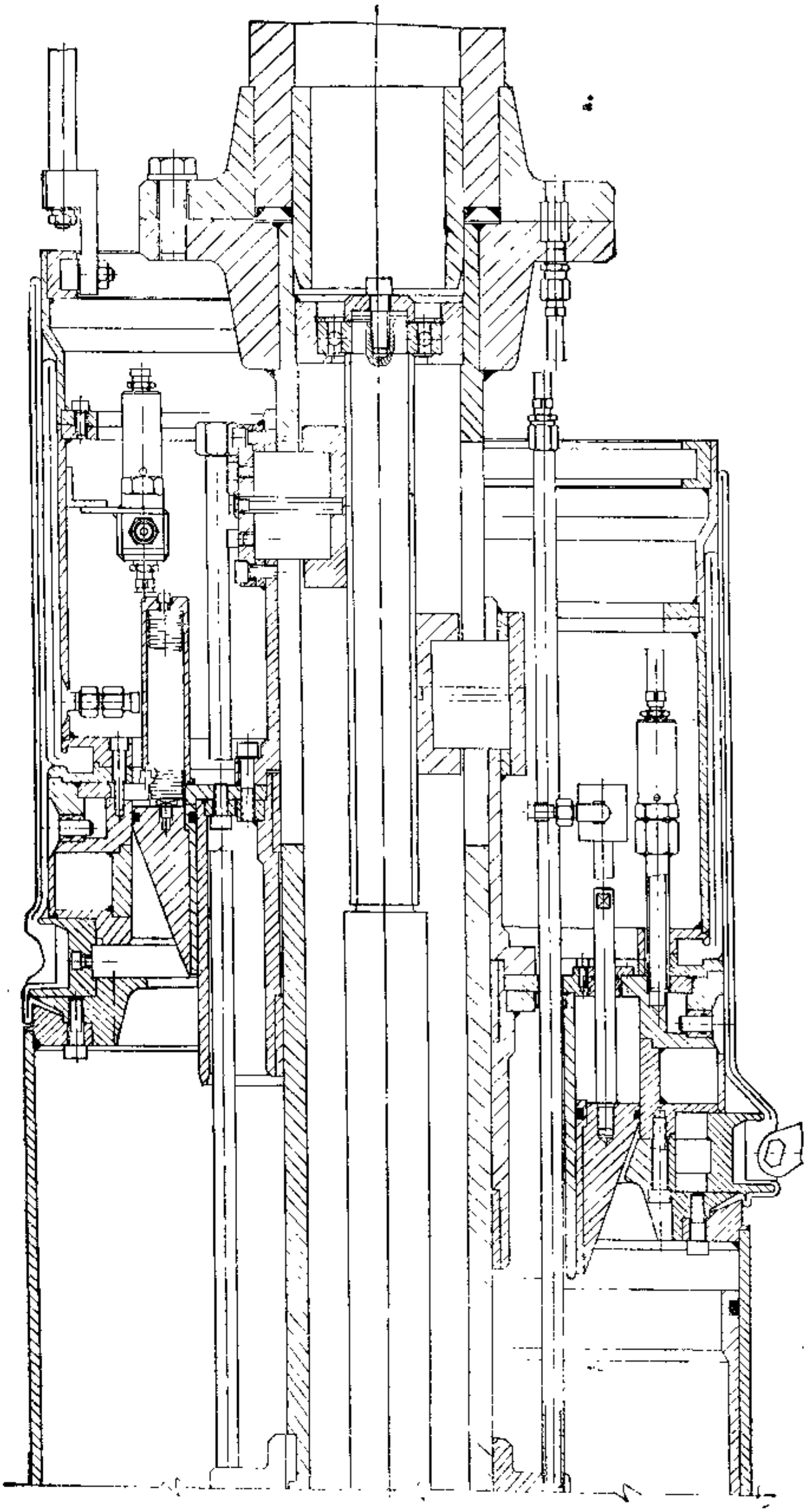


图 2-1-60　GR-6钢丝子午胎第一段成型鼓示意图

1—胶圈；2—胎圈钢紧圈；3—扇形块；4—膨胀胶囊；5—限位盘；6—辅助鼓



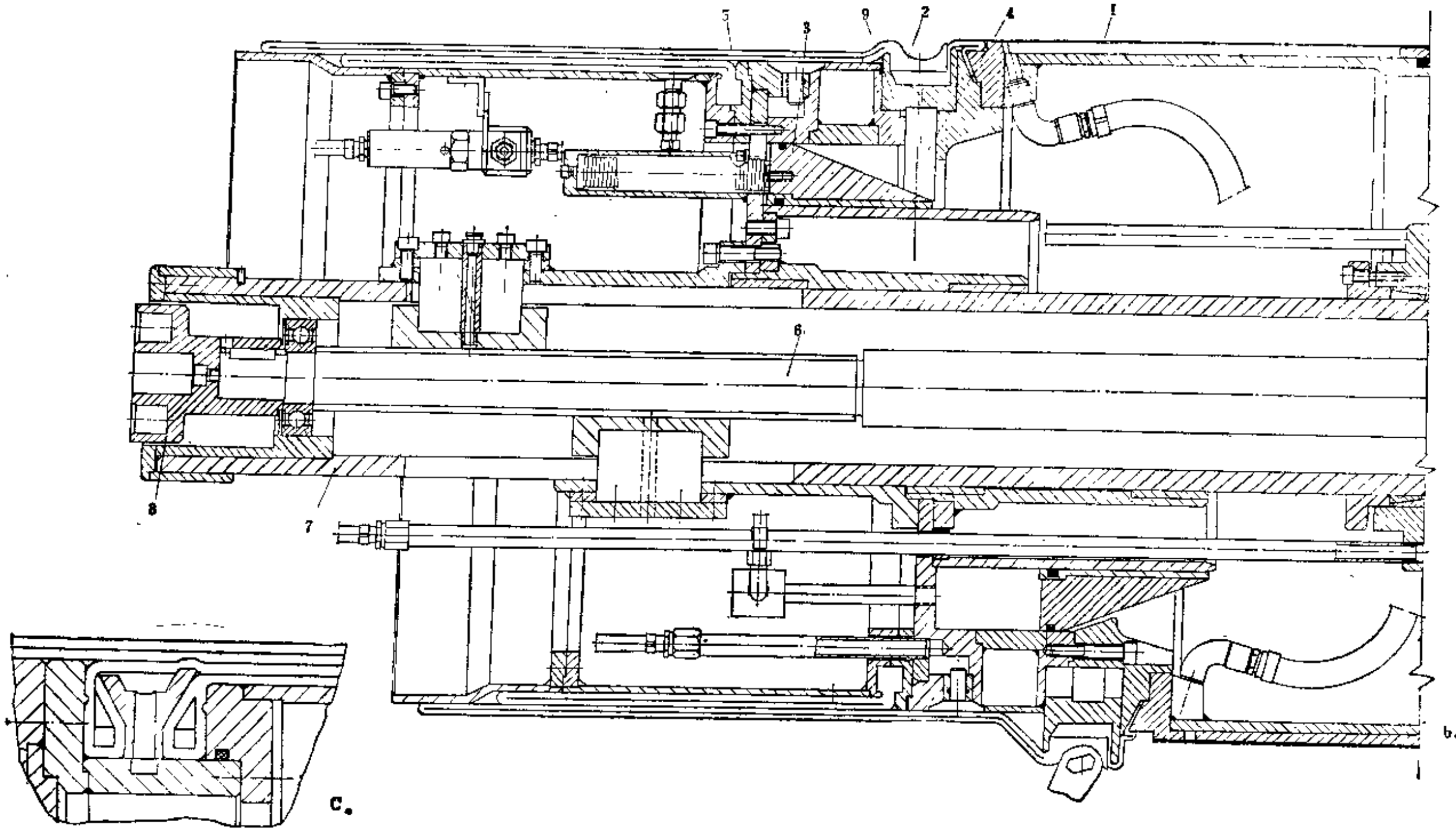


图 2-1-61 SFE无内胎钢丝子午胎第一段成型鼓

1—可伸缩的金属套；2—胎圈锁紧圈；3—环形活塞；4—柱销；5—反包胶囊；6—正反丝杆；7—主轴；8—联轴器；9—扇形块

锁紧圈2、环形活塞3、柱销4、反包胶囊5、正反丝杠6、主轴7、扇形块9等组成。鼓的中部是由可以伸缩的金属套1组成，使得各橡胶部件在贴合过程中具有坚硬的金属鼓面。鼓面金属套1的伸缩功能目的是：①可以方便地改变成型鼓宽度，更换成型轮胎的规格；②在反包时，成型鼓可以适当地收窄，胎体可以充气膨胀。

钢丝圈及三角胶由胎圈夹持器送到胎圈锁紧圈2的位置，在环形气缸充气后，利用环形活塞3上的锥体推动柱销4使扇形块9膨胀，从而将胎圈锁紧并密封。在胎圈锁紧后，向成型鼓内充以低压的压缩空气，同时，通过正反丝杠6使胎圈锁紧圈2靠拢，将成型鼓宽度减小到规定宽度。为了保持并限制充气后胎体的直径，在胎体外套一个可随成型鼓回转的圆筒。然后，反包胶囊5将胎侧、子口包胶、钢丝包布、胎身钢丝帘布等部件进行反包作业。反包胶囊5与胎圈锁紧圈2制成一体。胎圈锁紧圈2上沟槽的尺寸与六角形钢丝圈结构的胎趾部分吻合。在反包胶囊5的下面还有一个胶囊，在上、下两个胶囊分别进压缩空气时，下胶囊可以推动上胶囊向成型鼓中心方向移动，从而完成反包作业。下胶囊的结构既可以是封闭式的（如图2-1-61a、b），也可以是开口式的（如图2-1-61c）。成型结束后，胎体随圆筒一起从成型鼓向外移出。

SFE第一段成型机的最大特点是：三角胶是垂直放置的，成型好的胎体胎圈部位与成品轮胎的形状与尺寸接近，因此，在第二段定型过程中，胎圈部位的部件不会变动位置。

SFE第一段轮胎成型机的主要性能参数：

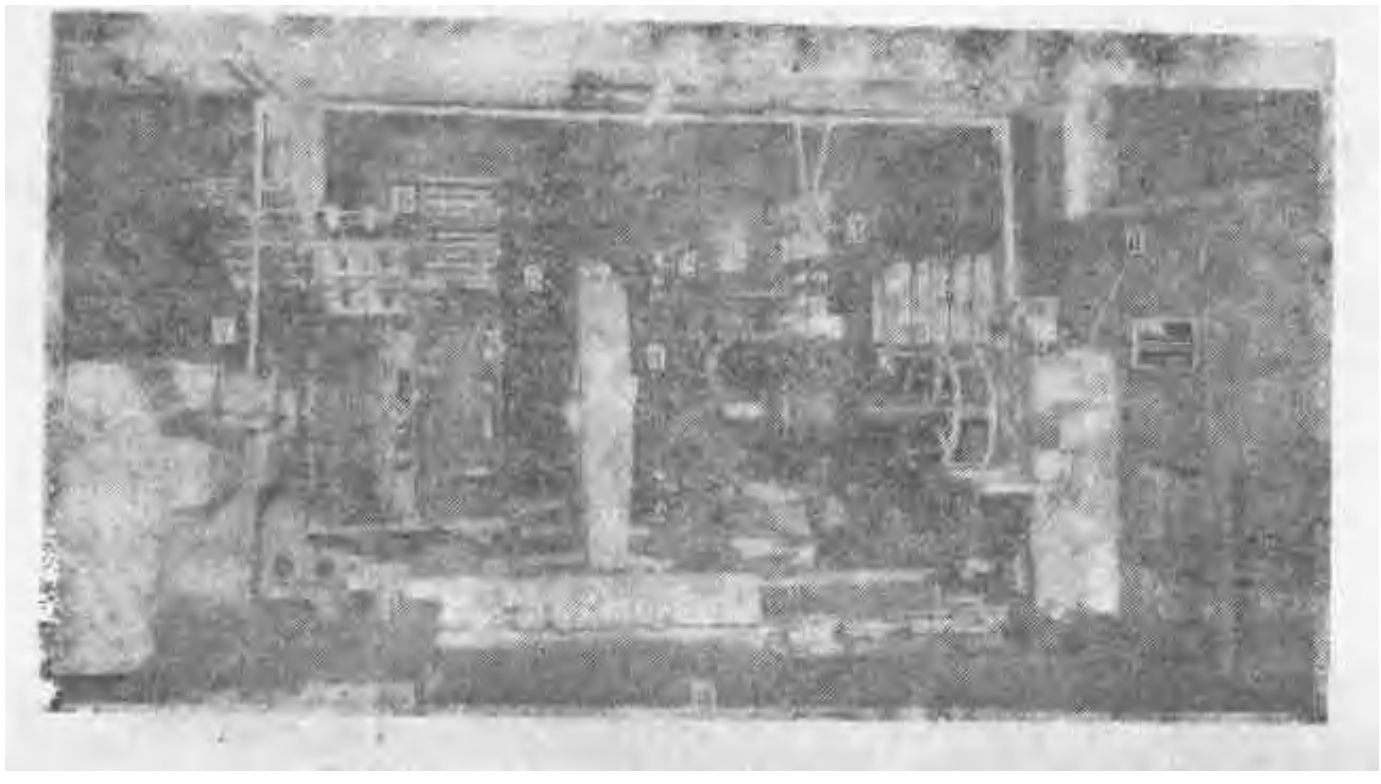
（1）成型轮胎的规格　10.00R20～12.00R20
（2）成型鼓驱动电机　功率N=6.4/0.64kW，直流
（3）成型鼓转速　153～15.3r/min
（4）后压辊驱动电机　0.55kW

（二）子午胎第二段成型机结构简介

子午胎第二段成型机在结构上与第一段成型机有很大的不同，它一般包括：机箱、成型鼓、后压辊装置、带束层贴合装置以及带束层的传递装置或者带束层贴合定位盘等组成。近年来，国外子午胎第二段成型机发展很快，已经出现了机械化自动化程度很高的乘用车胎第二段成型机，除了贴胎面需要由人工辅助操作外，其余生产过程包括装卸胎坯已经实现了全部机械化自动化。

图2-1-62所示是国产的载重车胎第二段成型机，它由机箱1、成型鼓2、胎面架3、后压辊装置4、传递环5、带束层贴合装置7等组成。

第二段成型机的成型鼓有三种基本结构型式：①金属膨胀鼓；②胶皮鼓（或称胶囊鼓）；③空胶囊鼓。



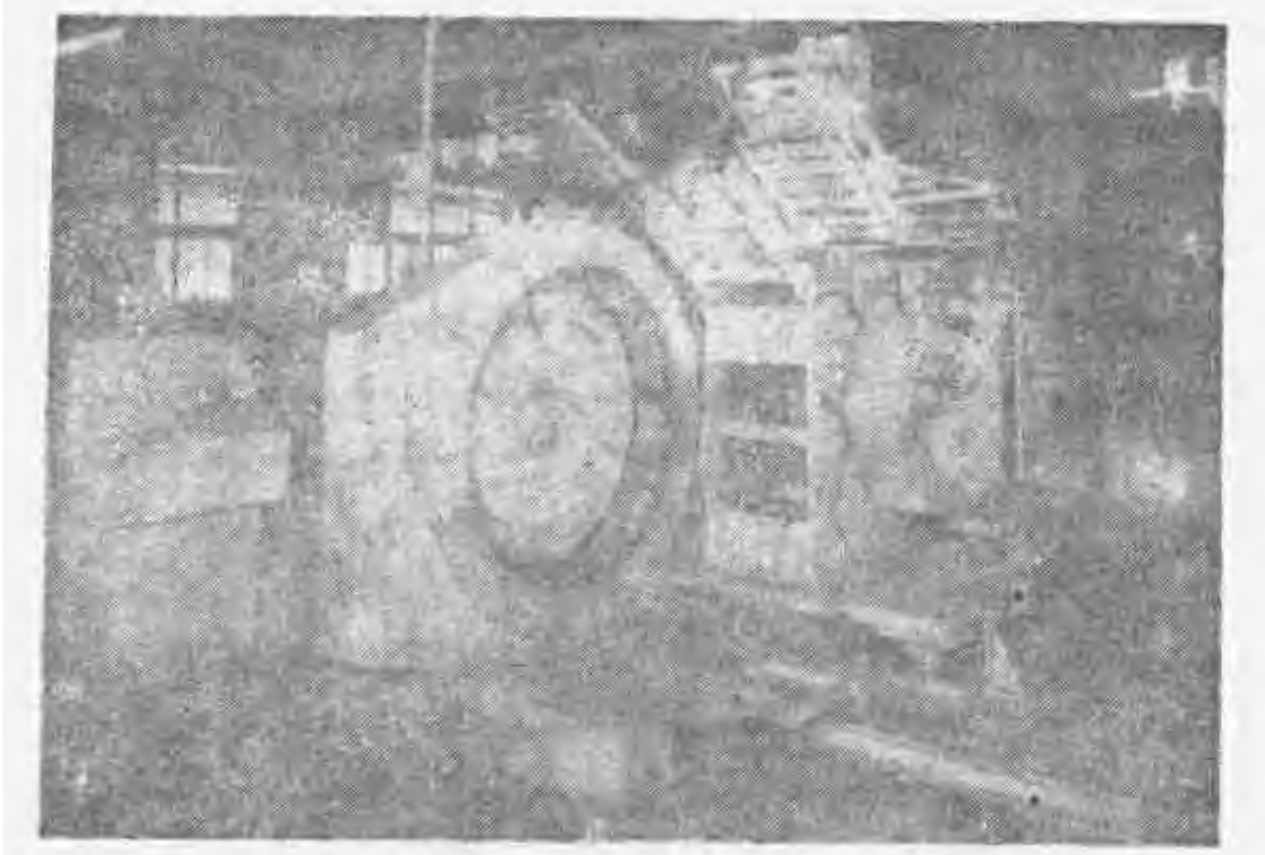


图 2-1-62　子午胎第二段成型机

a—子午胎第二段成型机；b—传递环、贴合鼓及带束层供料机部分

1—机箱；2—成型鼓；3—胎面供料架；4—后压辊装置；5—传递环；6—带束层供料机；7—带束层贴合鼓

图2-1-63所示是一种金属膨胀鼓，它由许多连杆驱动定型装置5，使胎坯膨胀定型。这种成型鼓成型的轮胎质量高，尺寸的重复性好，但是结构复杂、制造、维修困难，因此，很少在生产厂中使用。

图2-1-64所示是一种子午胎第二段成型机的胶皮鼓型成型鼓，也称为胶囊鼓。成型鼓的左、右两个法兰由空心主轴12内的正、反丝杠 9 经过螺母 1 、柱销 2 驱动，在正、反丝杠 9

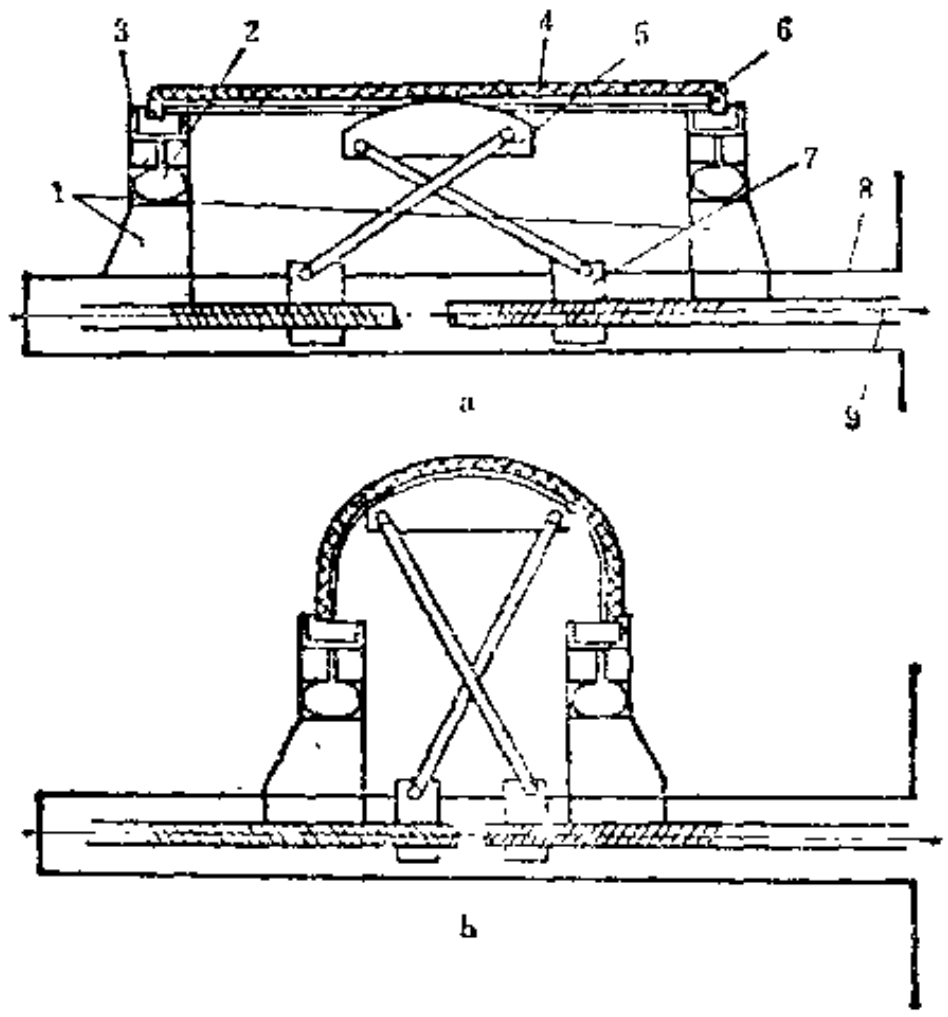
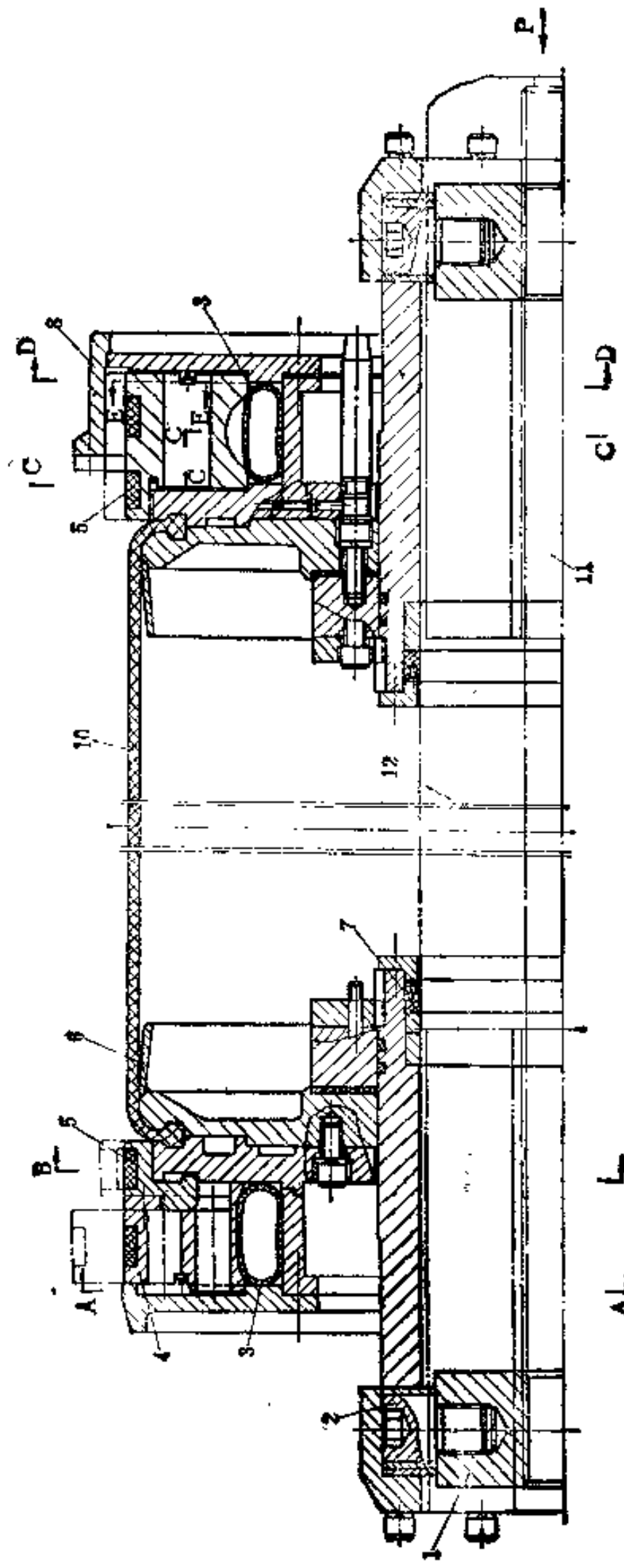


图 2-1-63　子午胎第二段成型用金属膨胀鼓

1—成型鼓法兰；2—气囊；3—扇形块；4—金属片；5—定型装置；6—胶囊；7—螺母；8—主轴轴套；9—正、反丝杠


p
D
C
E
C
B
A
1
2
3
4
5
6
7
8
10
11
12

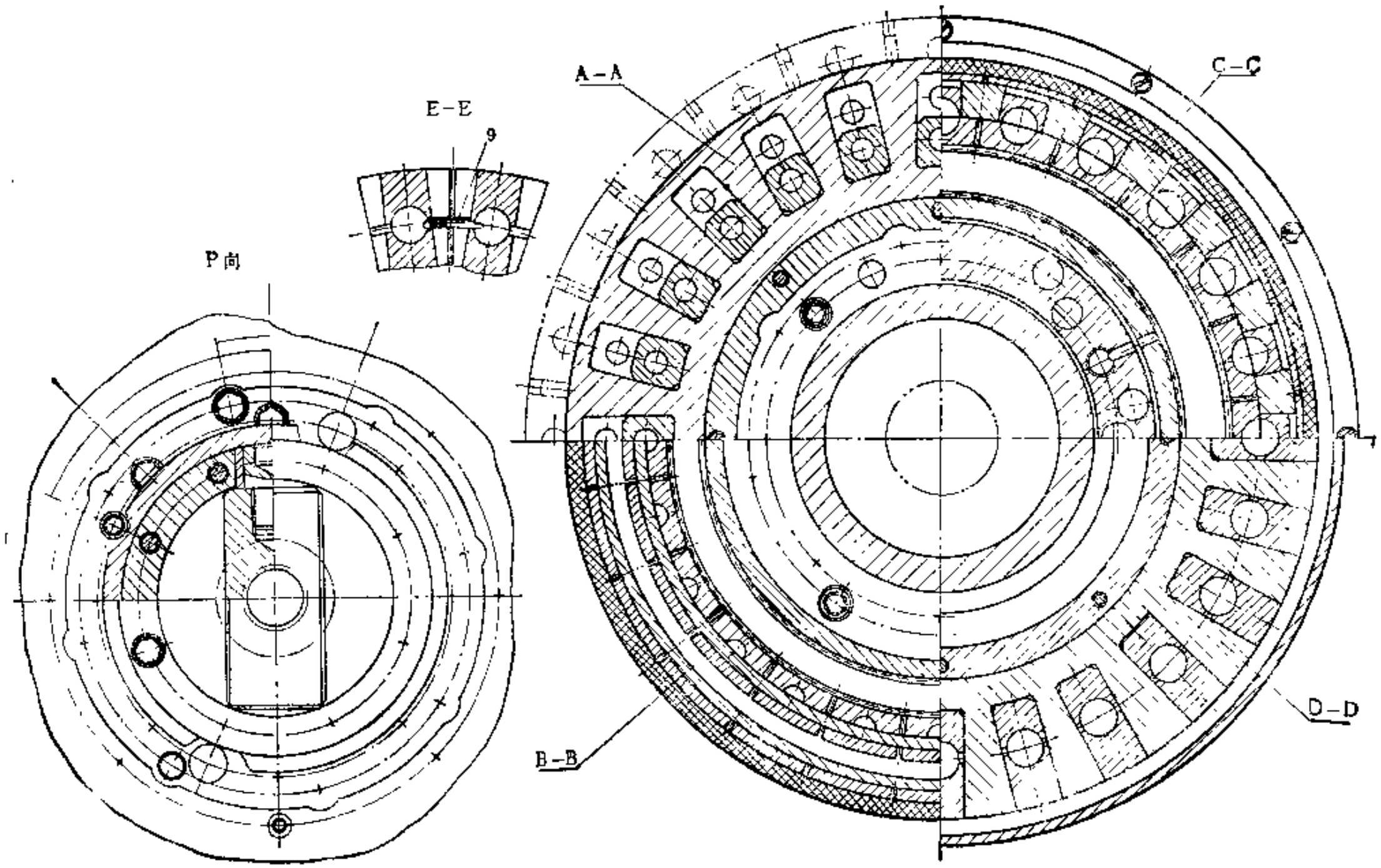


图 2-1-64　子午胎第二段成型机的成型鼓

1—螺母；2—柱销；3—小胶囊；4—活动挡环；5—锁紧环；6—内衬环；7—密封圈；8—固定挡环；9—同步销；
10—胶皮鼓；11—正、反丝杠；12—主轴

的驱动下，成型鼓可以实现宽、窄的调整。成型鼓的右法兰上装有固定挡环 8，在胎体装到成型鼓上后，右侧的胎圈紧靠在固定挡环 8 上，左侧胎圈在小胶囊 3 充气膨胀、使锁紧环 5 将胎圈锁紧的同时，活动挡环 4 也膨胀，挡住左侧胎圈，从而使胎体正确地定位于成型鼓上。随着胶皮鼓10内慢慢充入压缩空气，转动正、反丝杠11，使胎体逐步膨胀定型。为了保证胎体在定型过程中均匀地膨胀，胶皮鼓10内充气压力不能过大，充气速度不能过快，成型鼓宽度调窄的速度也要适当，不能过快。密封圈 7 用于防止胶皮鼓内压的泄漏，内衬环 6 用于防止装卸胎时胎体或轮胎落入成型鼓的中间。锁紧环 5 由24块扇形块组成，活动挡环 4 也是由24块扇形块组成。锁紧环的扇形块与活动挡环的扇形块可以相对滑动，因此，当小胶囊 3 充气时，活动挡环的扇形块先往外扩张，然后，再带动锁紧环扇形块向外扩张，直至将胎圈锁紧为止。为了实现活动挡环扇形块的同步向外扩张，在相邻的扇形块之间装有同步销 9，使各扇形块之间互相约束，实现同步扩张和收缩。从而提高胎体与成型鼓主轴的同轴度。

对于胶皮鼓式的子午胎第二段成型鼓，胶皮鼓的性能与质量，直接影响到轮胎的成型质量，因此，人们研究采取各种措施来提高胶皮鼓充气后的精度。采用带骨架的胶皮鼓便是其中的措施之一，其骨架材料有钢丝帘布、纤维帘布等。带有骨架材料的胶皮鼓，可以显著地提高充气以后胶皮鼓的精度，使其径向、端面的跳动量显著减小。此外，为了提高胶皮鼓的制造精度，在胶皮鼓硫化以后进行精磨，以提高其厚度的均匀性。提高胶料的均匀性，降低胶囊硫化温度的不均匀度等等，都是提高胶皮鼓质量的有效途径。

胶皮鼓在定型过程中，已把轮胎胎体与胶皮鼓之间的空气排除殆尽，可是，在卸胎时，如果胶皮鼓内定型用的压缩空气排放得过快，胎体与胶皮鼓之间来不及补充空气，成型好的胎坯会随着胶皮鼓一起收缩，使胎坯发生严重变形，因此，防止卸胎时在胎坯与胶皮鼓之间出现抽真空现象，也是子午胎成型机胶皮鼓的研究课题之一。为了使空气能进入胶皮鼓与胎体之间，有的在胶皮鼓表面硫化出各种沟槽，有的在胶皮鼓表面硫化成各种花纹，还有在胶皮鼓表面粘一层高弹性的针织尼龙布等，后者，在针织尼龙布与胶皮鼓的粘合工艺上比较困难，容易产生脱层。

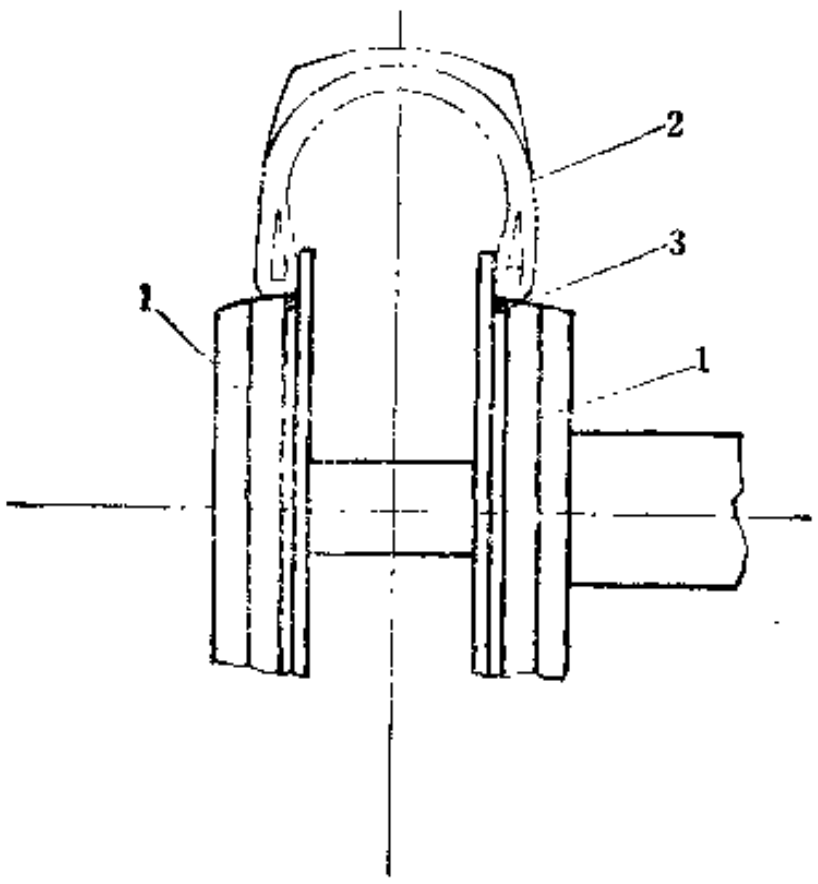


图 2-1-65　无胶囊成型鼓示意图
1—轮辋；2—胎体；3—密封圈

胶皮鼓的使用寿命受其疲劳寿命的限制，当胶皮鼓的残余变形超过规定要求时，即应更换。

无胶囊成型鼓的结构比较简单，最简单的一种只有两个装胎坯的法兰式轮辋，左、右两个轮辋分别装在成型机主轴的内、外轴套上，见图2-1-65。胎坯在轮辋的着合部位装有“O”型密封圈，防止定型时的压缩空气泄漏。无胶囊成型鼓由于没有胶囊，从根本上排除了由于胶皮鼓的制造质量所带来影响成型质量的各种毛病。但是，无胶囊成型鼓也存在定型内压漏气的可能性。目前，生产无内胎采用车子午胎使用无胶囊的成型鼓较多。

子午胎第二段成型机的机箱与普通轮胎成型机不同，由于第二段成型机具有胎体的定型

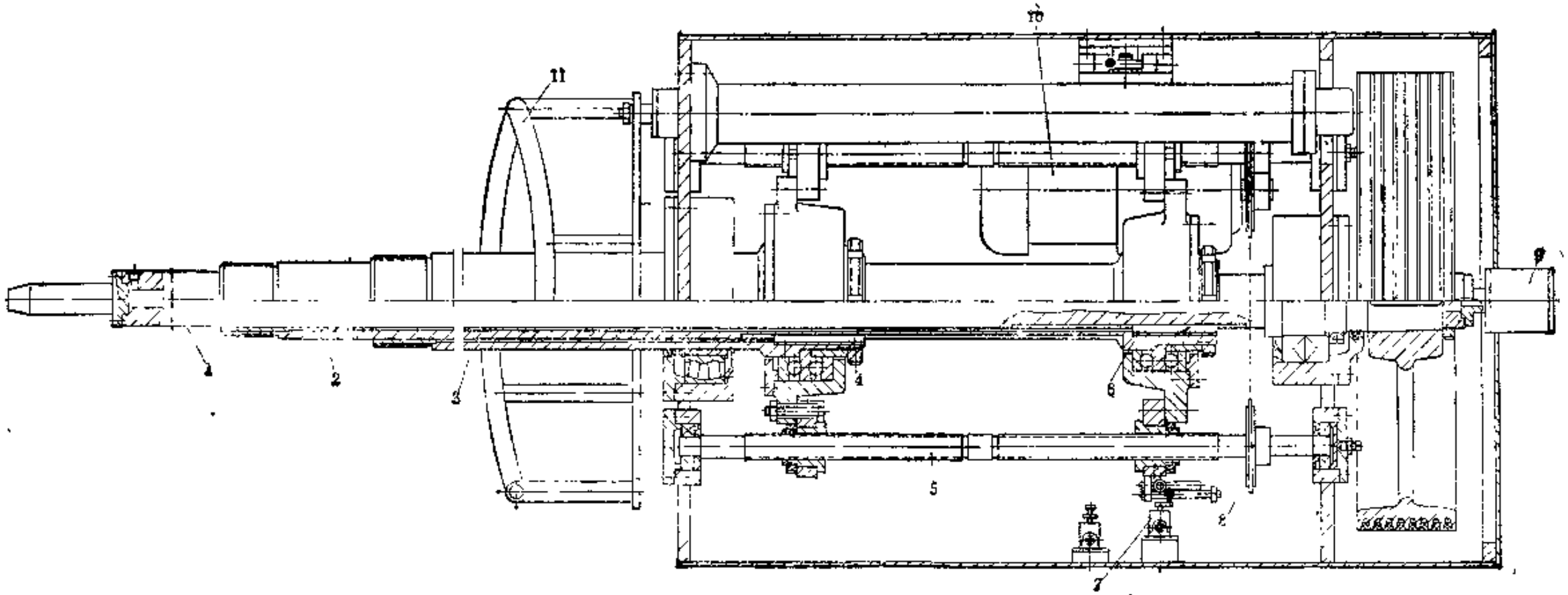


图 2-1-66　子午胎第二段成型机机箱

1—主轴；2—内套筒；3—外套筒；4～6—导键；5—正反螺杆；7—限位开关；8—链轮；9—回转接头；10—成型鼓宽度调节传动装置；11—卸胎装置

过程，成型鼓在定型时宽度需要收窄，因此，各种第二段成型机都必须具有成型鼓宽度调节装置。图2-1-66所示是一种第二段成型机的机箱。

主轴1上装有内、外套筒2、3，内、外套筒的一端安装成型鼓的法兰，另一端装有使内、外套筒沿导键4和6作轴向运动的传动装置，使成型鼓的宽度可以按需要调节。成型鼓的宽度由限位开关7控制（也可采用编码器控制）。主轴1中空，胶皮鼓内定型用的压缩空气由主轴尾部回转接头9输入，主轴由主电机（图上未示）经V带传动，并能用能耗制动方式制动。卸胎装置11由气缸驱动，在轮胎成型好后，用卸胎装置把胎坯从成型鼓上推落由人工取走。

子午胎第二段成型机的后压辊装置作用只是滚压带束层、胎面及胎侧，因此，对后压辊装置的运动要求比较简单，一般只要求后压辊能绕成型轮胎断面的中心点回转即可。或者再增加压辊的径向运动的传动装置，一般不需要压辊轴向运动传动装置。

图2-1-67所示是一种第二段成型机的后压辊。压辊1由气缸2对胎体进行加压，辊臂6铰接在托座5上，回转装置4带动托座5作相反方向回转，使压辊沿胎坯外轮廓运动。

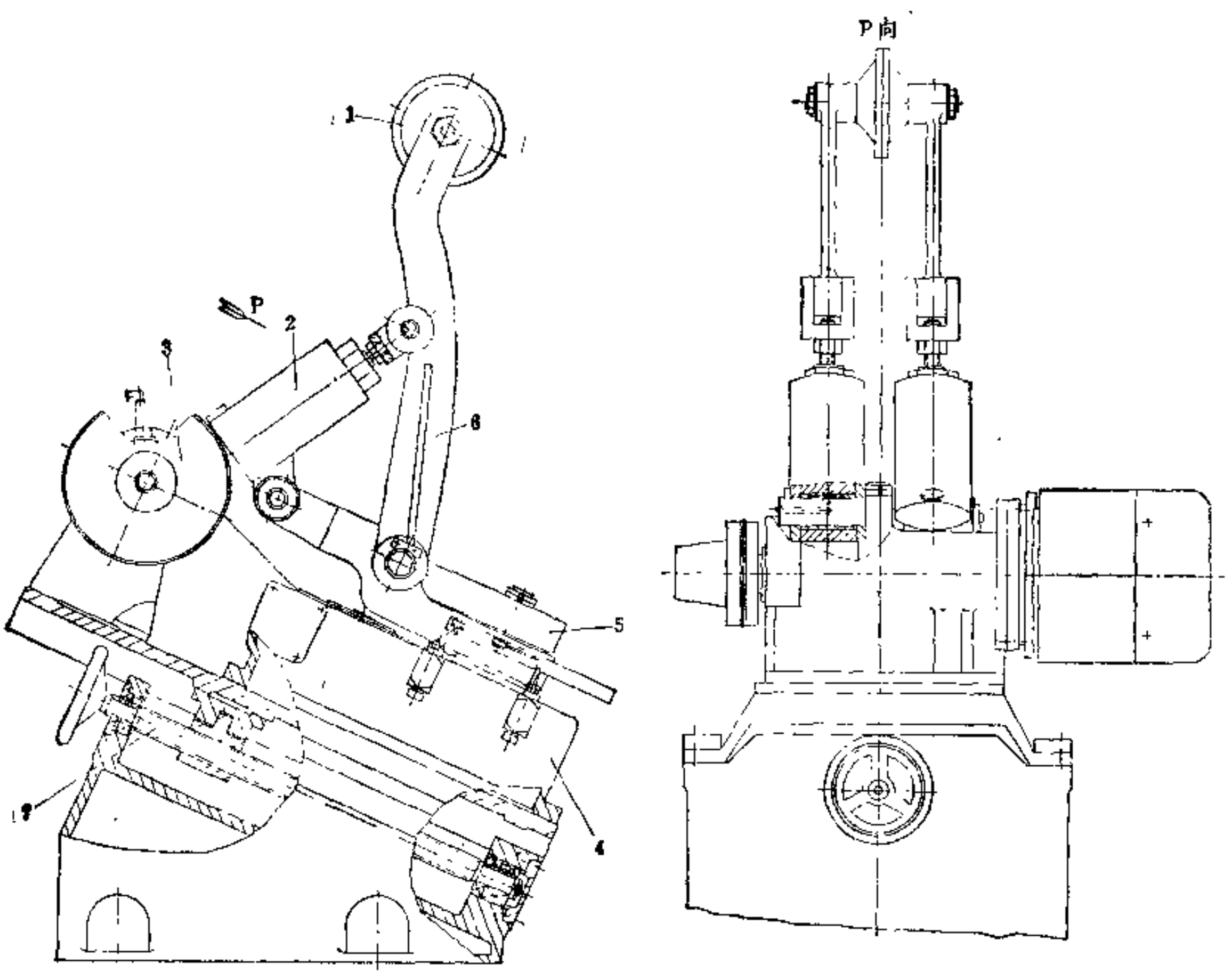


图 2-1-67　子午胎第二段成型机后压辊装置

1—压辊；2—气缸；3—双速减速器；4—回转装置；5—托座；6—辊臂；7—径向位置调节螺杆

回转装置的详细结构如图2-1-68所示。压辊的上、下托座 1 和 2 分别固定在轴 7 及带套筒的齿轮 8 上。装在蜗轮轴上的齿轮13与齿轮 8 啮合，齿轮12经过桥齿轮11与固定在轴7上的齿轮10啮合。当后压辊装置电机 6 经双速减速器 5 及链条传动蜗轮 9 回转时，齿轮12、13分别传动上、下托座相对回转。蜗杆轴上装有保险离合器 4，压辊过载时，离合器打滑。保险离合器 4 传递的力矩大小可调节。

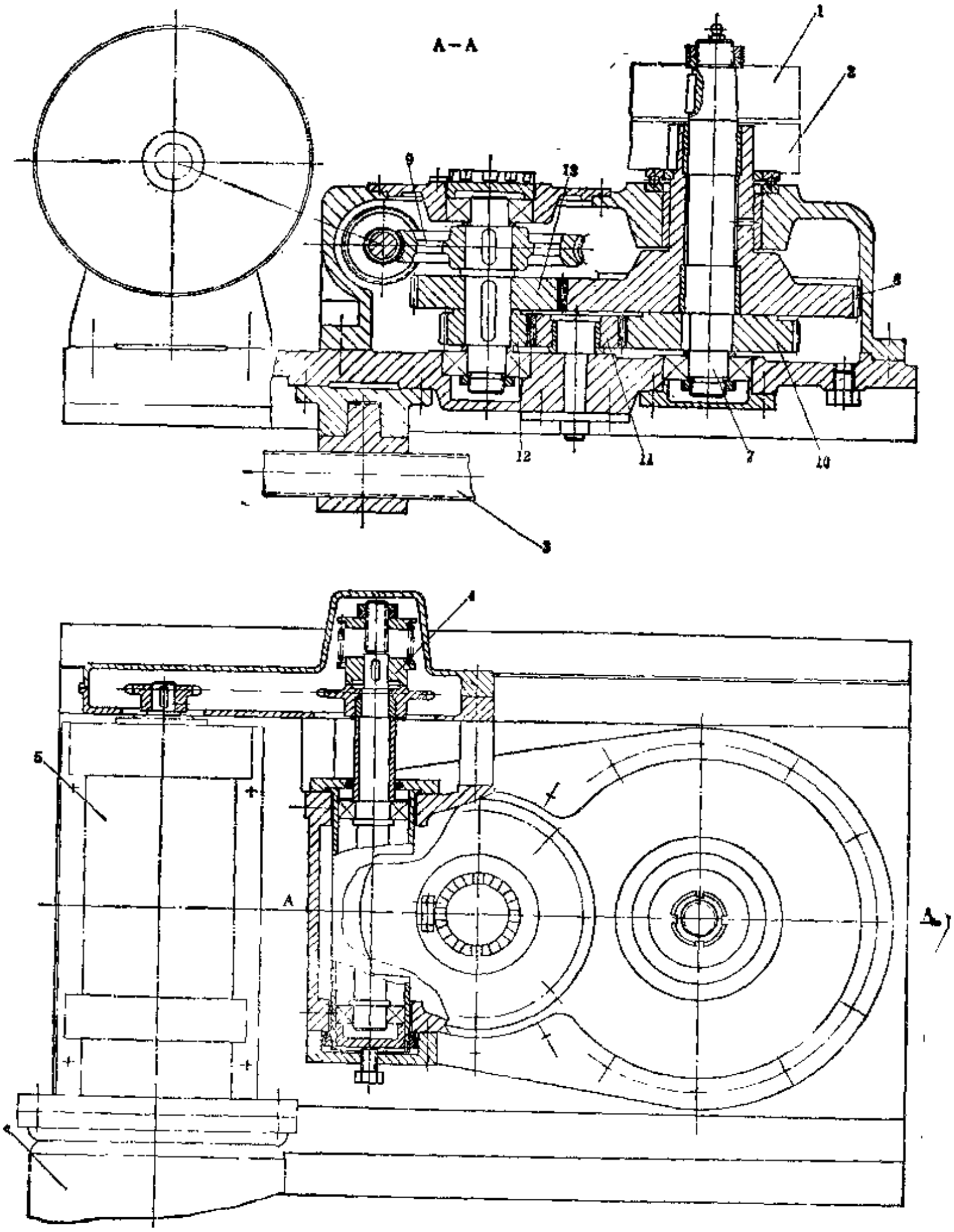


图 2-1-68　回转装置

1—压辊下托座；2—压辊下托座；3—径向位置调节螺杆；4—保险离合器；5—双速减速器；6—电机；7—轴；8、10、11、12、13—齿轮；9—蜗轮

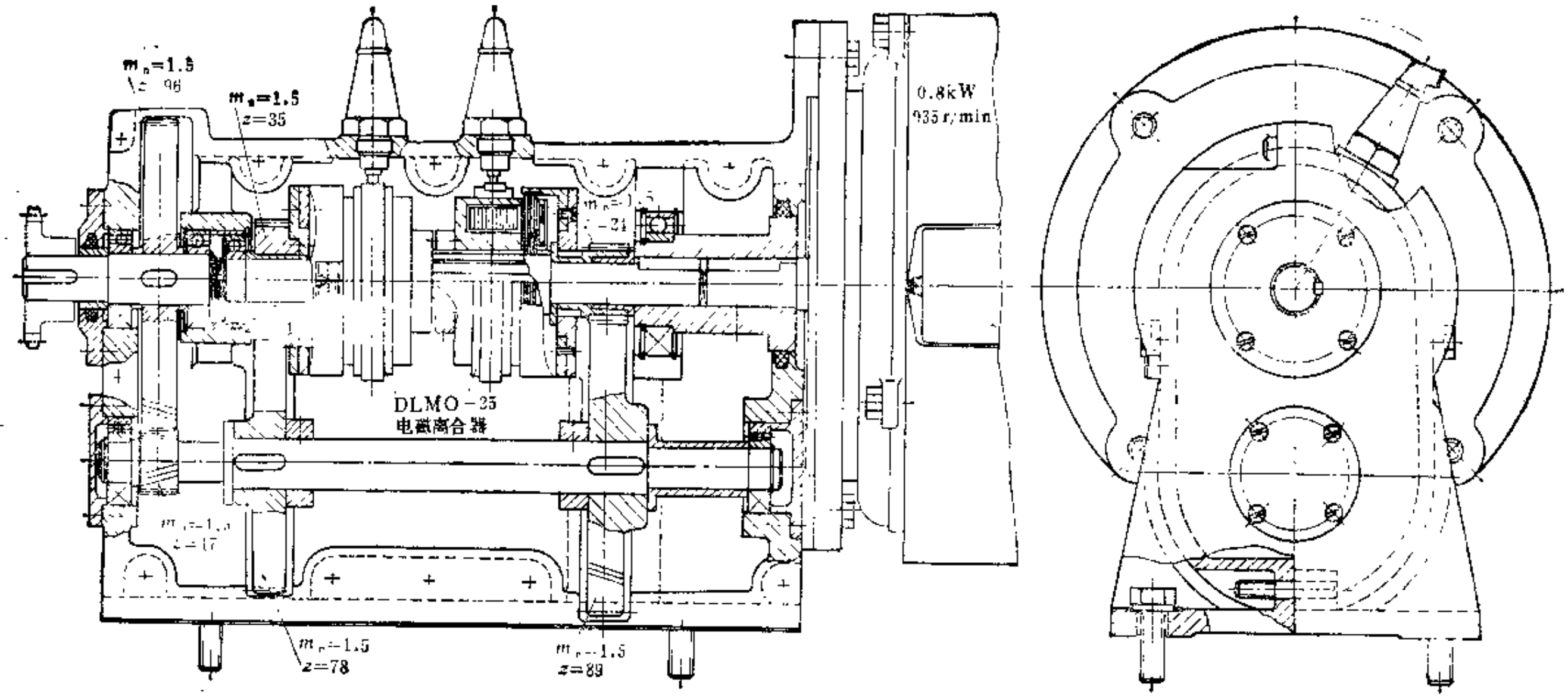

m_n=1.5
z=96
m_n=1.5
z=35
0.8kW
935r/min
DLMO-35
电磁离合器
m_n=1.5
z=17
m_n=1.5
z=78
m_n=1.5
z=89

图 2-1-69　双速减速器

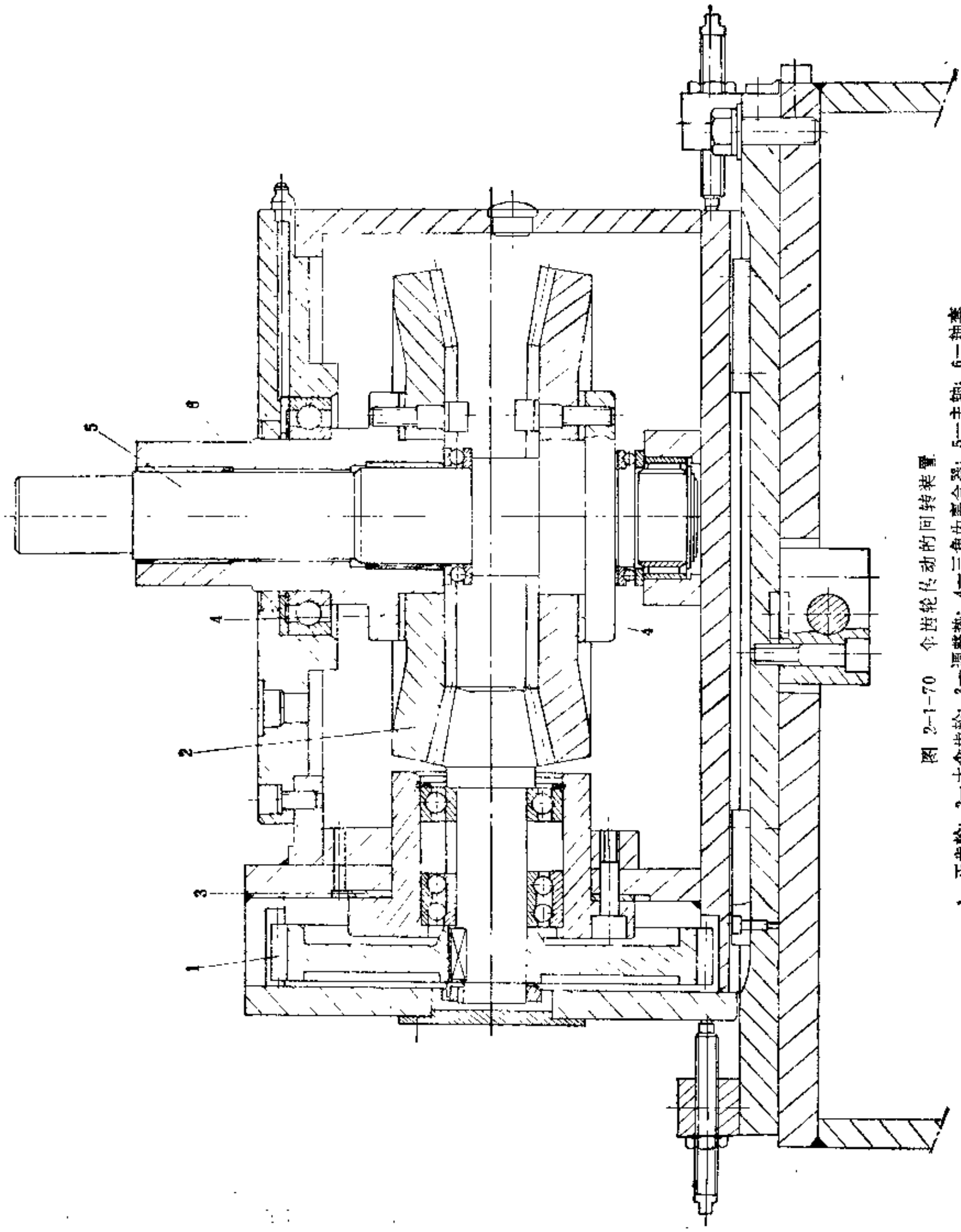


图 2-1-70　伞齿轮传动的回转装置

1—正齿轮；2—大伞齿轮；3—调整垫；4—三角齿离合器；5—主轴；6—轴套

双速减速器具有两种输出速度，其输出轴上装有链轮，用链条传动回转装置。工作时以慢速进行滚压，滚压完毕快速返回。速度的变换由电磁离合器实现。双速减速器的结构见图2-1-69。

图2-1-68所示的后压辊回转装置，由于齿轮之间的齿侧间隙无法消除和补偿，造成压辊辊臂的摆动，使滚压的精度受到影响。图2-1-70所示为伞齿轮传动的回转装置。其第一级由正齿轮减速，第二级由伞齿轮传动。伞齿轮的齿侧间隙通过调整垫3调节小伞齿轮的轴向位置，从而使齿侧间隙减小到最少限度，压辊对轮胎的滚压精度也相应地提高。为了调节两个压辊的相对位置，在大伞齿轮2与主轴5、轴套6之间的联接处，都装有三角齿离合器。

现在越来越多的子午胎第二段成型机装有带束层贴合鼓，带束层在贴合鼓上先贴合成一个圆筒，有的还把胎面与带束层一起贴合成一个圆筒，然后，再用传递环把带束层的圆筒或带束层、胎面圆筒传送到成型鼓上，待胎体充气膨胀定型时，与胎体粘合在一起。因此，贴合鼓、带束层传递环现在成了子午胎第二段成型机的基本部件之一。采用贴合鼓与传递环，可以提高成型轮胎的精度，提高生产效率。

带束层贴合鼓是一种直径可以伸缩的鼓，当贴合鼓膨胀时，带束层在鼓面上进行贴合，多层的带束层贴合完成后，传递环进入贴合鼓位置，将贴合鼓上的带束层夹住，然后贴合鼓收缩，传递环使将带束层送到成型鼓。贴合鼓的工作直径，在一定的范围内可以调节，以适应多种轮胎规格的需要。贴合鼓的鼓面上镶嵌有若干块永久磁铁（或磁性橡胶），使钢丝带束层的端头能被永久磁铁吸住在贴合鼓的鼓面上，便于贴合第一层带束层。对于非金属骨架的带束层，则在贴合鼓上有抽真空的小孔，将带束层的端头吸住。贴合鼓上面装有光线指示灯，使带束层能在贴合鼓的中心位置上贴合，以便传递环能正确地把带束层传送到成型鼓的中心。贴合鼓与成型鼓的主轴轴心成直线状安装，便于传递环的移动。

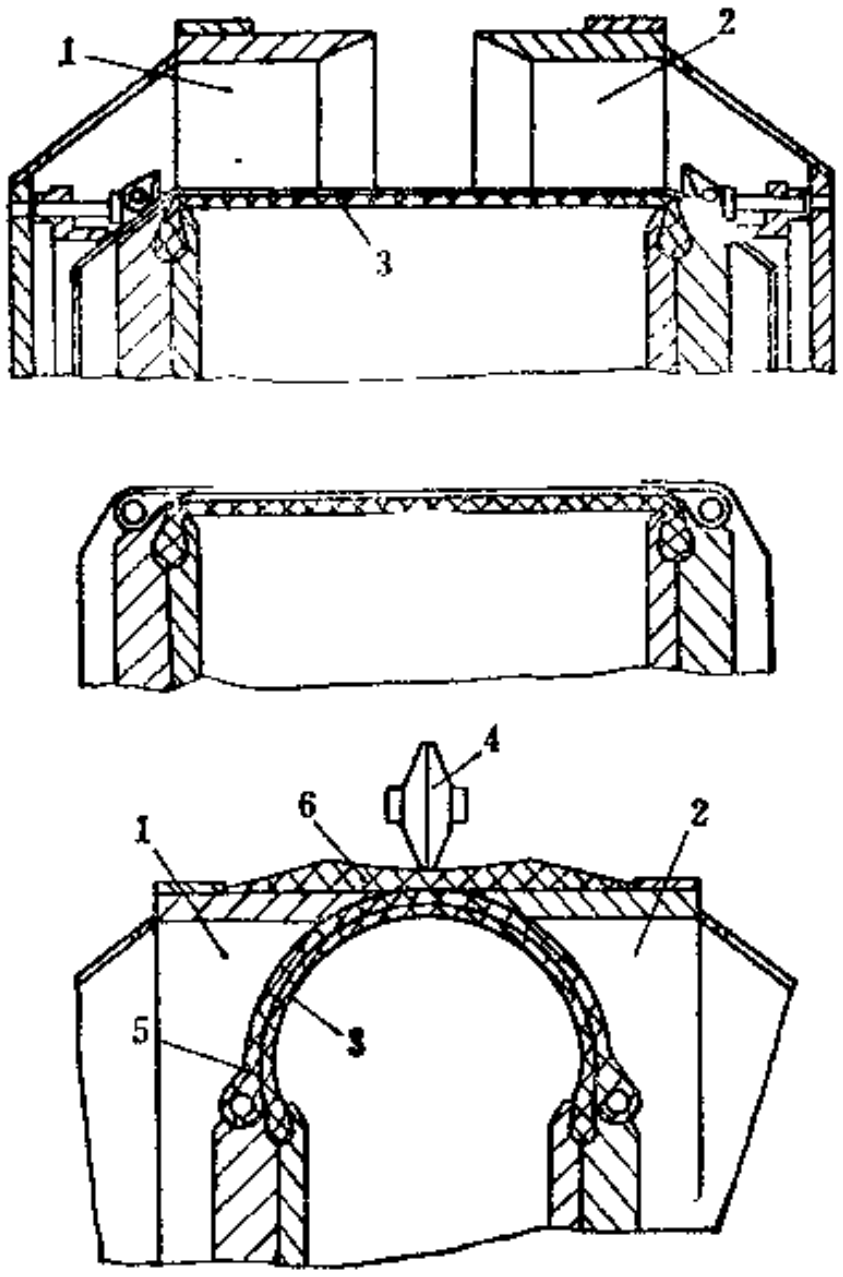


图 2-1-71　定位盘示意图

1、2—定位盘；3—胶皮鼓；4—压辊；5—胎体；6—胎面

传递环是一个内径可以收拢的夹持环，由若干扇形块组成，扇形块的伸缩有用连杆、气囊以及凸轮槽等驱动，各扇形块的运动应保持同步。因此，传递环上装有同步装置。传递环的移动有专门的驱动装置，有的架空装在横梁上，有的在地面导轨上移动。在其驱动装置上必须装有定位装置，以确保传递环能正确地对准成型鼓中心，使带束层能正确地安放在成型鼓中心上。传递环由电机经链条或丝杠驱动。

有些子午胎第二段成型机其带束层的贴合采用定位盘在成型鼓上进行，如图2-1-71所示。定位盘的用途是：①限定胎体的膨胀直径，使得胎体充气后的直径能保持一致；②固定带束层及胎面的贴合位置，防止歪斜。定位盘的支承轴套装在成型机的主轴及尾架轴上，由气缸驱动，使定位盘分开或合拢。

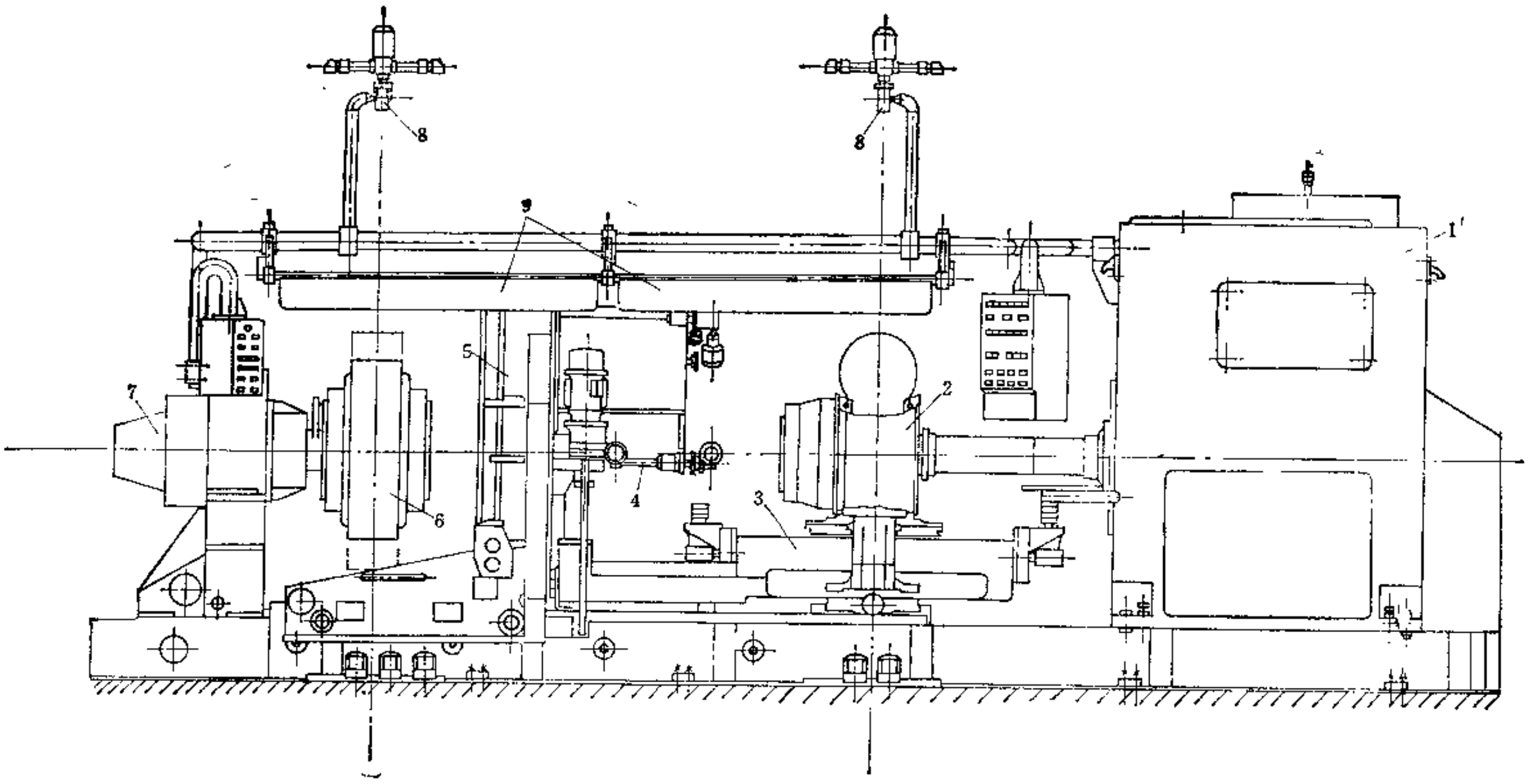


图 2-1-72　TR6子午胎第二段成型机

1—机箱；2—成型鼓；3—后压紧装置；4—装胎及卸胎装置；5—传送环；6—带束层贴合鼓；7—贴合鼓机架；
8—光线指示灯；9—安全板

不论定位盘还是贴合鼓-传递环装置，它们对于实现胎体膨胀直径一致，确保带束层与胎面在胎体上贴合位置的正确，都具有一定的效果。

1．TR6子午胎第二段成型机

图2-1-72所示是一种结构比较完善的TR6第二段成型机，它由机箱1、成型鼓2、后压辊装置3、装胎及卸胎装置4、带束层贴合鼓6、传递环5等组成。

机箱1的主轴由两根同轴心装配的、可作轴向移动的空心轴套以及既可以与外轴承作相对轴向滑动，又可在轴承上回转的短套所构成。两个空心轴套分别与成型鼓的左右法兰连接。在电机及丝杠的驱动下，空心轴套可带动成型鼓法兰作轴向移动，从而改变成型鼓的宽度，满足成型以及改变轮胎规格的需要。这种主轴的结构，使机箱主轴部分的加工装配大为简化，也减轻了机器的重量。

TR6成型鼓的结构如图2-1-73所示。成型鼓的两侧法兰1、3分别装在从机箱内伸出的内、外空心轴套9上，其距离在空心轴套9的移动下可以改变。成型鼓右侧的轮辋10的直径是固定的，左侧的轮辋是由若干扇形块4组成。扇形块的直径可以伸缩。当环形气缸内进入压缩空气时，环形活塞7向右移动，其锥面推压杠杆6端头上的滚轮，使扇形块4向外扩张，当环形气缸内的压缩空气排出时，环形活塞7在弹簧8的作用下向左复位，扇形块4在

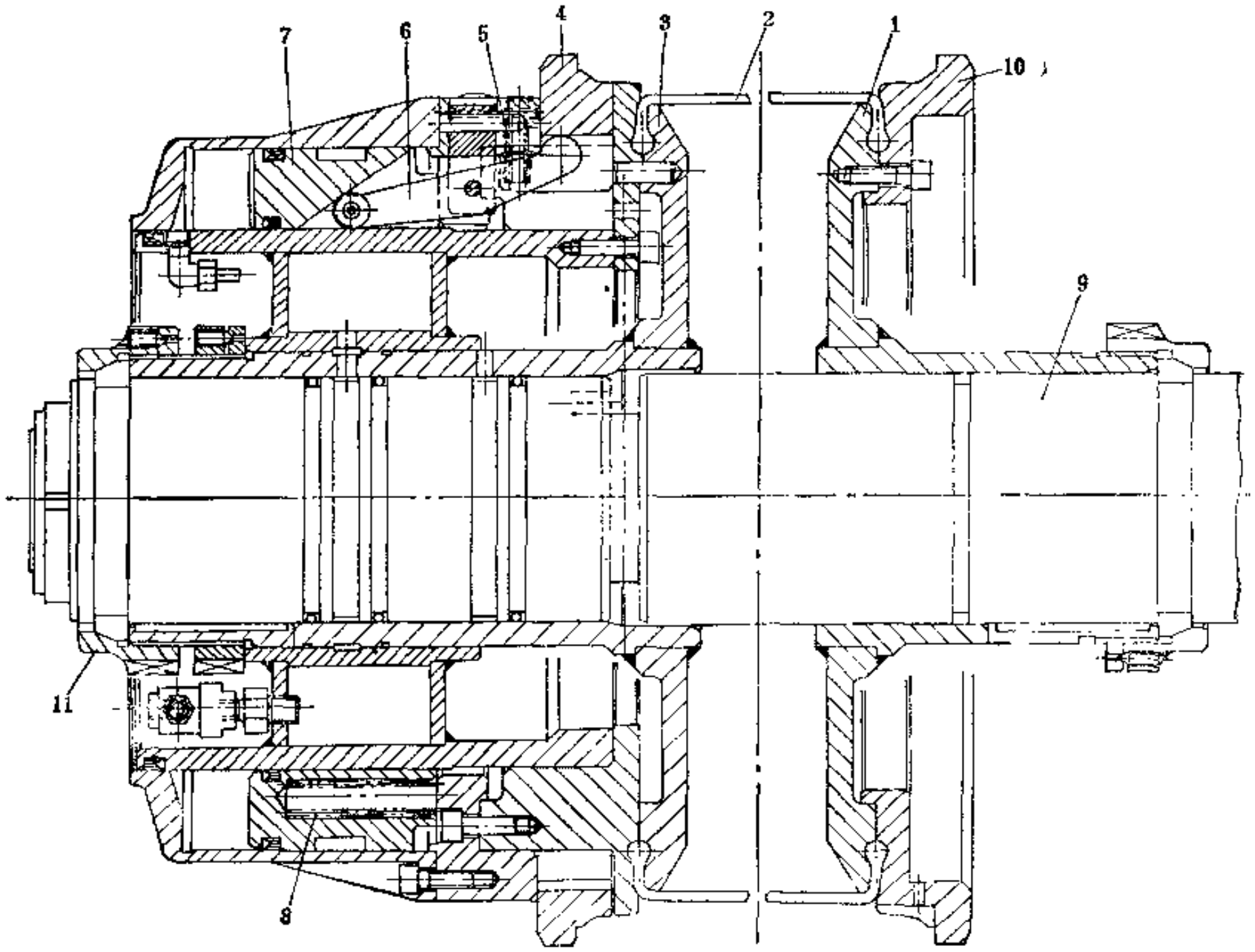


图 2-1-73　TR6成型机的成型鼓

1、3—法兰；2—胶皮鼓；4—扇形块；5、8—弹簧；6—杠杆；7—环形活塞；9—轴套；10—轮辋；11—螺母

弹簧 5 的作用下缩拢。环形气缸的压缩空气从空心轴套 9 内输入及排出。由于扇形块 4 的扩张是由环形活塞 7 的锥面驱动的，因此，扇形块扩张的同步性好，提高了成型鼓上的胎体与主轴的同轴度，从面提高了成型精度。拧开螺母11，环形气缸、扇形块等可以整体拆除，极大地方便了更换胶皮鼓 2 。

TR6带束层贴合鼓的结构如图2-1-74所示。它由组成鼓面的扇形块 1 、连杆 2 、齿轮 3 、环形气缸 4 、调节丝杠 5 等组成。

组成鼓面的扇形块共有12块，12块扇形块之间犬齿交叉，形成鼓面，鼓面上镶嵌有永久磁铁，用于固定第一层的钢丝带束层的端头。每块扇形块用连杆 2 与环形气缸 4 连接。环形活塞上有螺母与正反螺纹的调节丝杠 5 结合，转动调节丝杠 5 时，就可以改变贴合鼓的工作直径，以适应不同规格轮胎的需要。当环形气缸 4 内通入压缩空气时，环形气缸便向贴合鼓中心方向移动，通过连杆 2 使贴合鼓直径膨胀，以便进行带束层的贴合。压缩空气排出后，环形气缸 4 在弹簧 6 的作用下复位，在连杆 2 的牵引下使贴合鼓直径缩小。连杆 2 在扇形块 1 的铰支轴上装有齿轮 3 ，两个齿轮互相啮合，以保持扇形块 1 径向平移。环形气缸 4 进、排气使贴合鼓直径的变化，只用于贴合及从贴合鼓上卸下带束层，面调节丝杠 5 的作用是为了改变贴合鼓的工作直径。在调节丝杠 5 的一端装有同步齿形带轮，用一条同步齿形带使几根调节丝杠工作时保持同步。

TR6装胎及卸胎装置装在传递环的右侧，利用传递环的移动小车，把胎体送到成型鼓上，也把成型好的生胎从成型鼓上卸下。胎体放置在传递环右侧的平台上，由电机将平台提升起来，便于向成型鼓上放置。成型好的生胎利用传递环上右侧的几只托辊，把生胎从成型鼓上拉落在传递环的平台上，然后，由人工取走。

在传递环的两侧装有安全环，传递环移动时一旦触及人或物时，立即停车。在成型机的上方也设有安全板，只要触动安全板，机器立即停止工作，确保操作安全。

2．GR-6第二段成型机

GR-6第二段成型机是装有无胶囊成型鼓的一种载重车子午胎第二段成型机。它的成型鼓的结构如图2-1-75所示。

成型鼓的左右轮辋3、4的法兰分别固定在成型机主轴的轴套上，可随轴套移动。右轮辋是一个固定的轮辋，左轮辋 3 上装有锗齿环，当胎体装到成型鼓上后，由人工将左轮辋 3 装上，并用锗齿环锁住。胎体在成型鼓上就位后，在支撑胶囊 1 内充入压缩空气，将胎体的胎趾部分夹紧，使胎体在成型鼓上保持正确的位置，防止帘线在定型过程中上抽，还可起到对胎趾部分的密封作用，防止定型的压缩空气泄漏。接着向胎体内充入低压压缩空气，同时将成型鼓收窄，使胎体定型。支撑条形板 2 可以方便胎坯的装卸。

由于无胶囊成型鼓系利用胎体本身作为一个膨胀元件，直接向胎体内充压缩空气，使胎体膨胀定型，从而使成型鼓结构简化，也排除了由于胶皮鼓本身的制造质量问题所带来的弊病。

GR-6第二段成型机轮胎的定型尺寸，完全依靠成型鼓的宽度与鼓内充气压力来控制的，既没有带束层的贴合鼓及传递环，也没有带束层、胎面的定位盘，凭借着光线指示灯的指示，把带束层及胎面贴在胎体上，因此，其成型精度取决于工人操作水平，成型质量难以保证。

3．VRP-148-2乘用车子午胎第二段成型机

VRP-148-2乘用车子午胎第二段成型机是一种传递环型的成型机。带束层及胎面在贴

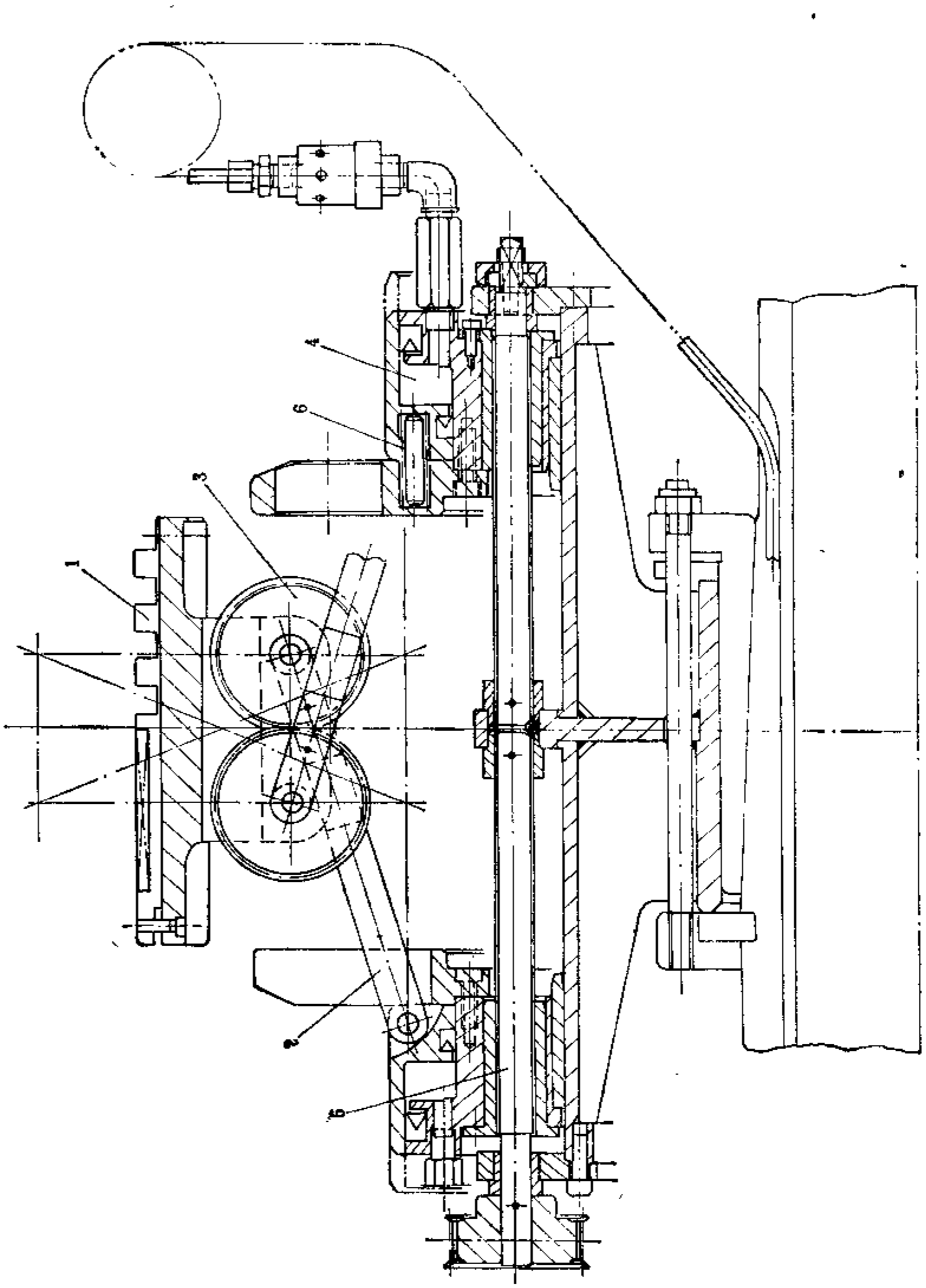


图 2-1-74 TK6钻床层站合鼓

1—扇形块；2—连杆；3—齿轮；4—环形气缸；5—调节丝杠；6—弹簧

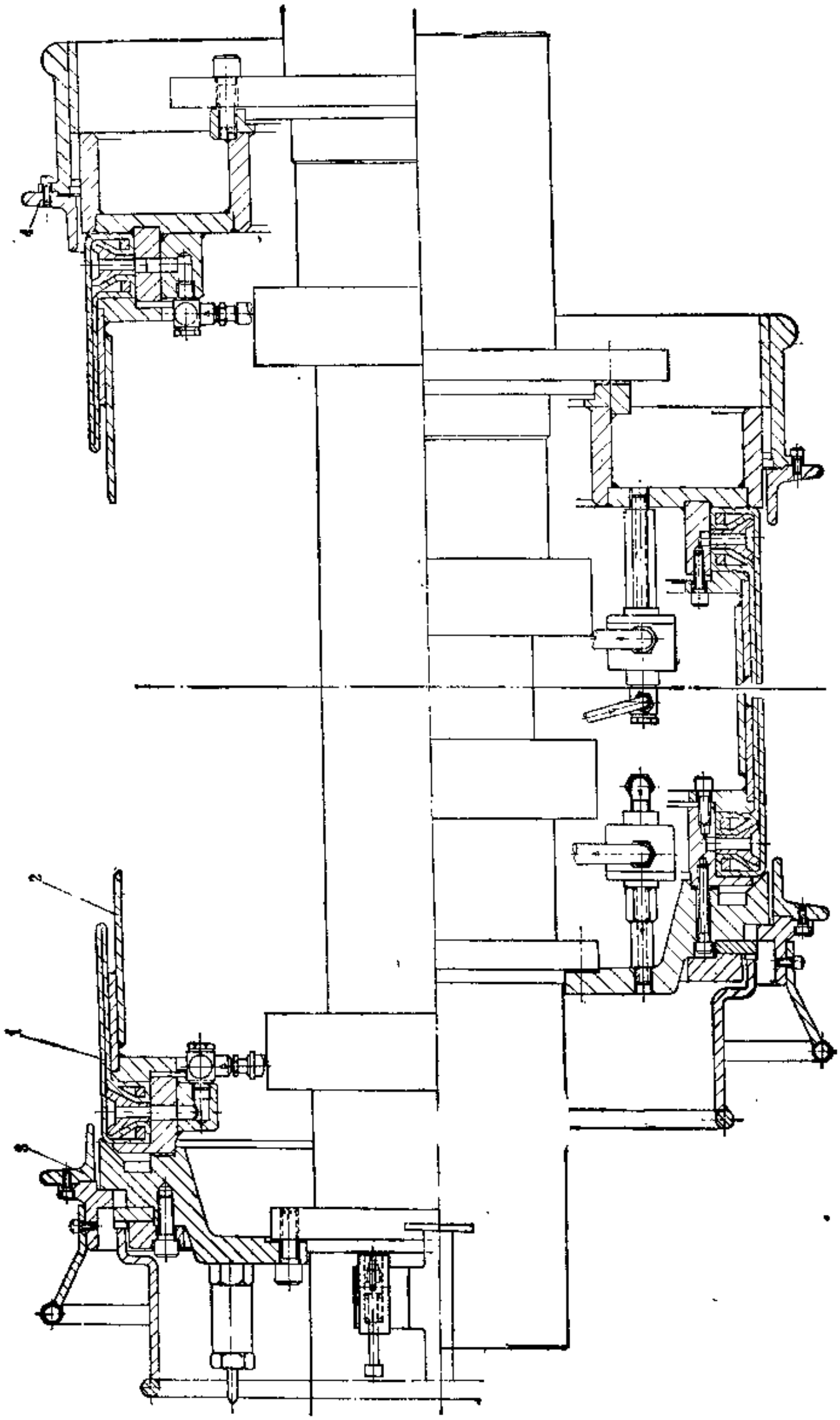


图 2-1-75 GR-6子午胎二段成型机无胶囊成型鼓

1—支撑胶囊；2—支撑条形板；3—左轮辋；4—右轮辋

合鼓上贴合，胎体在成型鼓上定型膨胀，用传递环把带束层及胎面传送到成型鼓中心，与胎体一起贴合，完成轮胎成型过程。该成型机具有较高的成型效率。

VRP-148-2子午胎成型机采用无胶囊成型鼓，其结构如图2-1-76所示。成型鼓上设有胎圈锁紧环1，锁紧环为橡胶制成。在胎体装到成型鼓上后，当成型周期开始时，成型鼓先放宽（参见图2-1-77），金属扇形块2在弹簧7的作用下径向伸出，随着成型鼓的逐渐放宽，涨开的扇形块2把胎圈轴向向外移动到设定的位置，并使胎圈正确定位。当带束层及胎面部件被送到成型鼓中心时，胎圈锁紧环1膨胀，将胎圈锁紧在成型鼓上，然后，胎体充气定型，滚压带束层及胎面。待传递环把成型好的生胎夹住之后，胎圈锁紧环放气，成型鼓收窄，金属扇形块2下部的斜面在中心环8的约束下，克服弹簧7的作用，使扇形块2收缩，传递环便把生胎卸下。

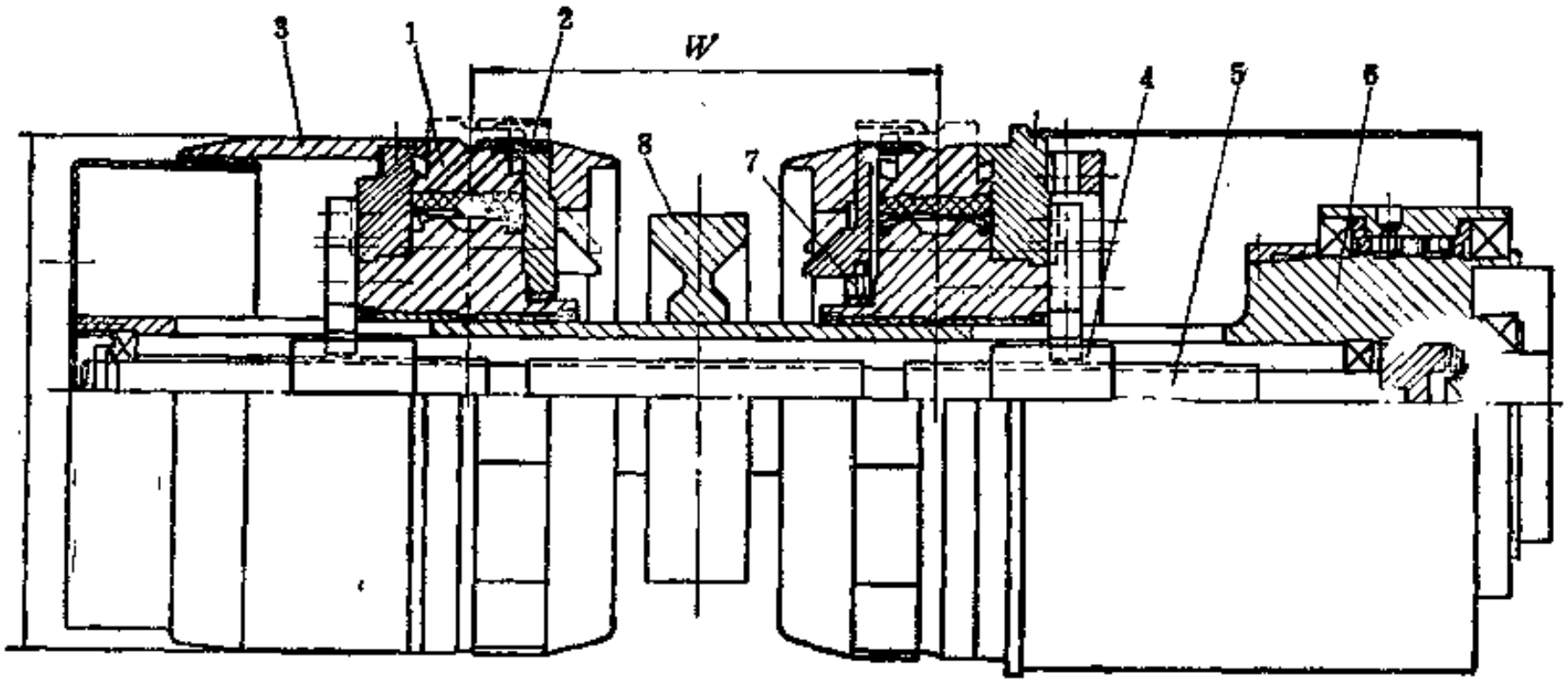


图 2-1-76　VRP-148-2子午胎无胶囊成型鼓

1—胎圈锁紧环；2—金属扇形块；3—导套；4—螺母；5—正反丝杠；6—主轴；7—弹簧；8—中心环

VRP-148-2子午胎成型机的操作顺序如图2-1-77所示。其操作顺序见图上说明。

VRP-148-2的成型鼓特点是：成型鼓采用锁紧环，可以保持胎体的胎圈之间的平行度；无胶囊式的成型鼓，排除了胶囊鼓本身的制造质量面带来的不均匀性；成型鼓的外侧（即左侧）没有胎圈的挡环，使得胎体装卸容易，为自动装卸胎创造了条件；由于采用可以膨胀的金属扇形块，能自动地把胎圈定位于胎圈锁紧环的沟槽上面。

带束层及胎面贴合鼓，其贴合直径采用机械膨胀及刚性的盖板结构，贴合盖板由24块扇形块组成，其中14块配有磁性表面，用于钢丝带束层的固定，如果采用非金属骨架材料的带束层，则贴合鼓上的带束层固定，采用真空系统，在7块扇形块上有真空固定装置。贴合鼓的膨胀系采用气压移动的锥芯，使扇形块膨胀到设定的贴合直径，这个直径根据轮胎规格的需要可以调节。其收缩用橡胶环来实现。贴合鼓膨胀时，在鼓上贴合带束层及胎面。由传递环从贴合鼓上卸下带束层及胎面时，贴合鼓直径收缩。为了满足某些工艺要求，带束层及胎面贴合鼓上装有一个伸张装置，使带束层贴合完成之后，在贴胎面之前，把带束层从贴合直径膨胀到一个更大的直径，这样，减少了在轮胎硫化模型内带束层必要的伸张。

成型鼓及带束层胎面贴合鼓分别由直流电机驱动。

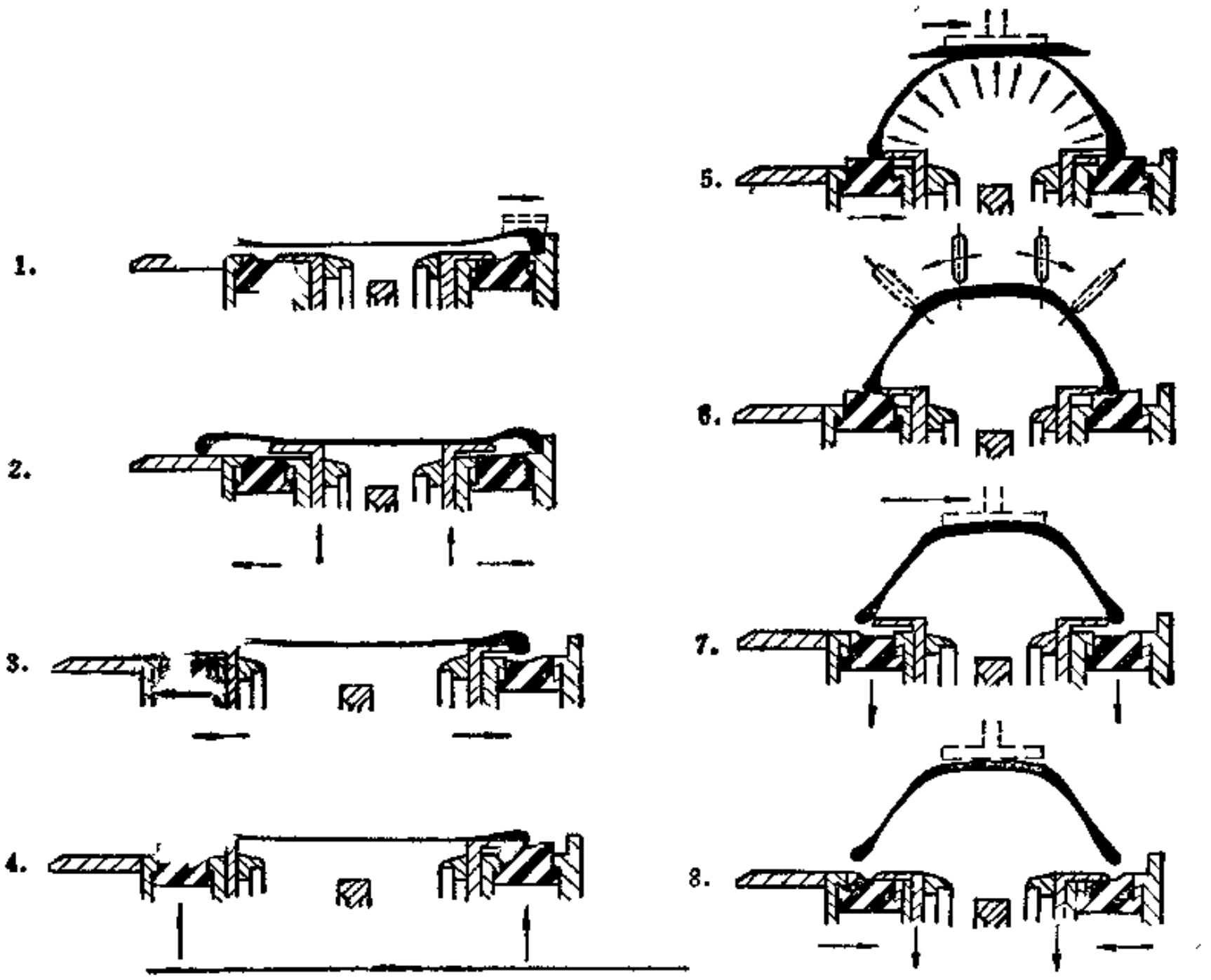


图 2-1-77　VRP-148-2子午胎成型机的操作顺序图

1—装胎体；2—金属扇形块由弹簧径向撑开；3—胎体定位完毕；4—胎圈锁紧；5—带束层及胎面由传递环送到成型鼓就位，定型胎体；6—胎面滚压；7—传递环进入，胎圈锁紧环释放；8—金属扇形块收缩，轮胎由传递环卸下

传递环为铸铝结构，在传递环的外壳上装有6个气缸，分别操纵夹持扇形块。扇形块有两根导杆。夹持扇形块的气缸有一个专门的锁紧装置，当扇形块与贴合鼓上的胎面表面以一个预定的压力接触时，它就工作。借助于这个装置，传递环的扇形块按照胎面的厚度及胎面的不同外径自动调节。从抱住带束层及胎面部件起，气缸保持锁紧状态，直到带束层及胎面部件装到定型好的胎体上，开始释放。这就保证了部件在整个传递操作过程中的同轴度。

传递环安装在直线运动的滚珠轴承导轨上。在成型鼓及贴合鼓的位置上，设有传递环的定位装置，保证传递环与成型鼓及贴合鼓的中心线对中。并设有液压缓冲器，使传递环到位时平稳地减慢速度。传递环的两侧装有接触环式安全装置。

带束层与胎面在胎体上就位后，用靠模的后压辊装置进行滚压。压辊在胎面上的滚压角度和压合的轮廓，由两个可快速更换的靠模所控制。

该成型机还可以选用一种静态内压合装置，用于带束层及胎面在胎体上的滚压。当一个特制的传递环保持在胎体成型鼓位置上时，静态内压合装置的压辊和压盘允许穿过传递环上的“窗口”进行操作。在胎体定型与带束层及胎面环接触后，传递环的夹持扇形块缩回，释放带束层及胎面，然后，压辊和压盘穿过传递环上的“窗口”对胎面及带束层进行滚压，滚压结束后，传递环的扇形块把成型好的轮胎夹住，待成型鼓的胎圈锁紧环释放后，传递环把

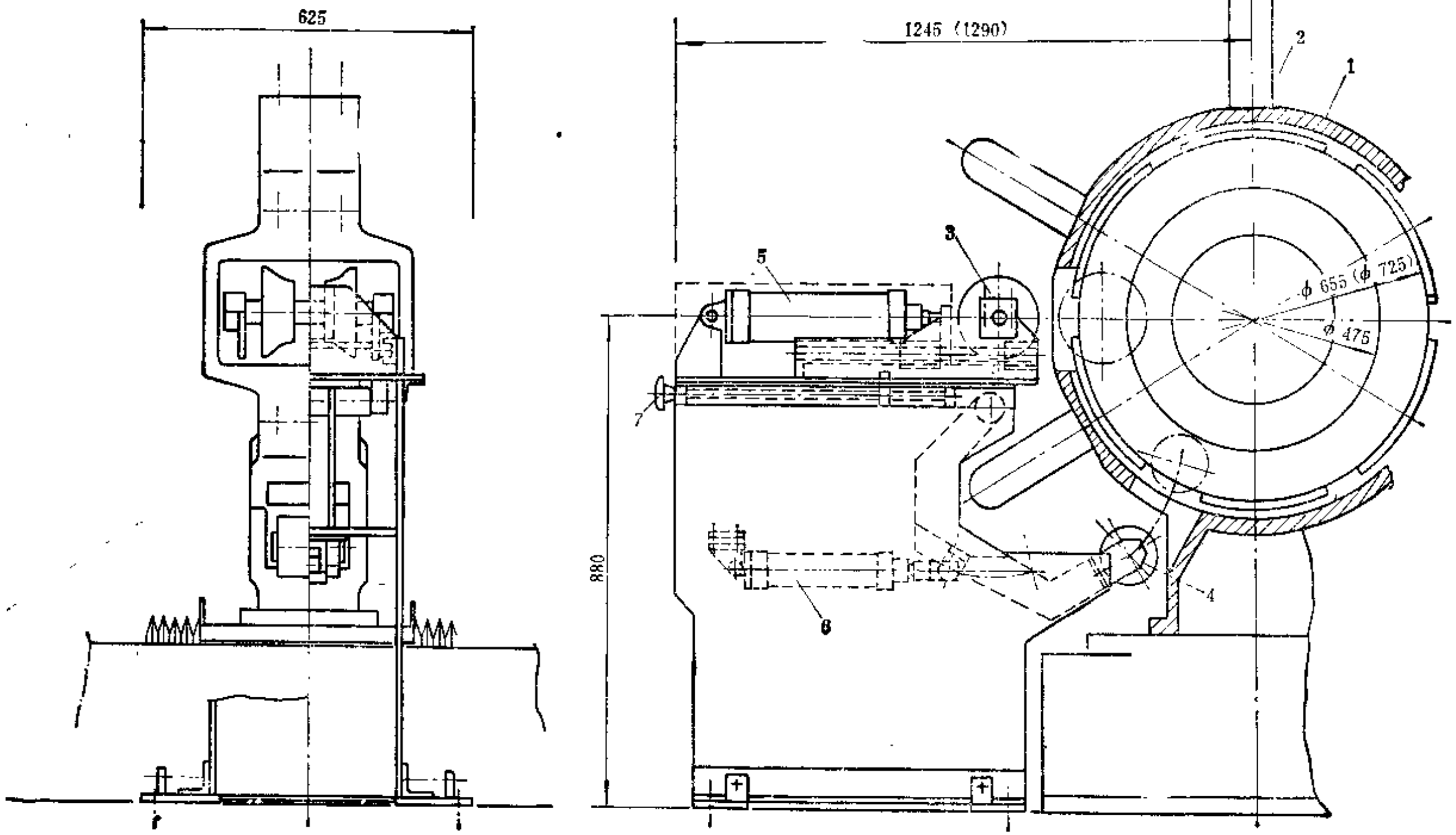


图 2-1-78 静态内压合装置示意图

1—传递环；2—扇形块；3—压盘；4—压辊；5、6—气缸；7—行程调节手轮

生胎从成型鼓上卸下。静态内压合装置的结构示意图如图2-1-78所示。采用静态内压合装置，据称可以缩短成型周期10 s。

VRP-148-2子午胎成型机还可以配备一套带卸胎运输机的供胎体机，见图 2-1-79。它包括：机架 1 、装胎运输机 2 、抓胎及放胎装置 3 、装胎体机 4 、卸胎运输机 5 等。

主机架 1 用钢材焊制，由装胎及卸胎运输机两部分构成。

供胎体机的装胎运输机 2 有两条链条，链条之间装有托辊，链条在主机架上运动，由减速电机驱动。装胎运输机上装有活动板条，胎体对着板条放置，以保证胎体正确对正。

抓胎及放胎装置 3 装在主机架 1 上，由两条臂组成，臂上装有机械手，能向内及向外运动。机械手能够从装胎运输机 2 上抓取胎体，然后摆动一个规定的角度，这样，胎体便悬挂在正确的位置，准备下一步动作。

装胎体机 4 位于成型机机箱的上部，它包括两个直线运动的部件及夹持爪。夹持爪可以

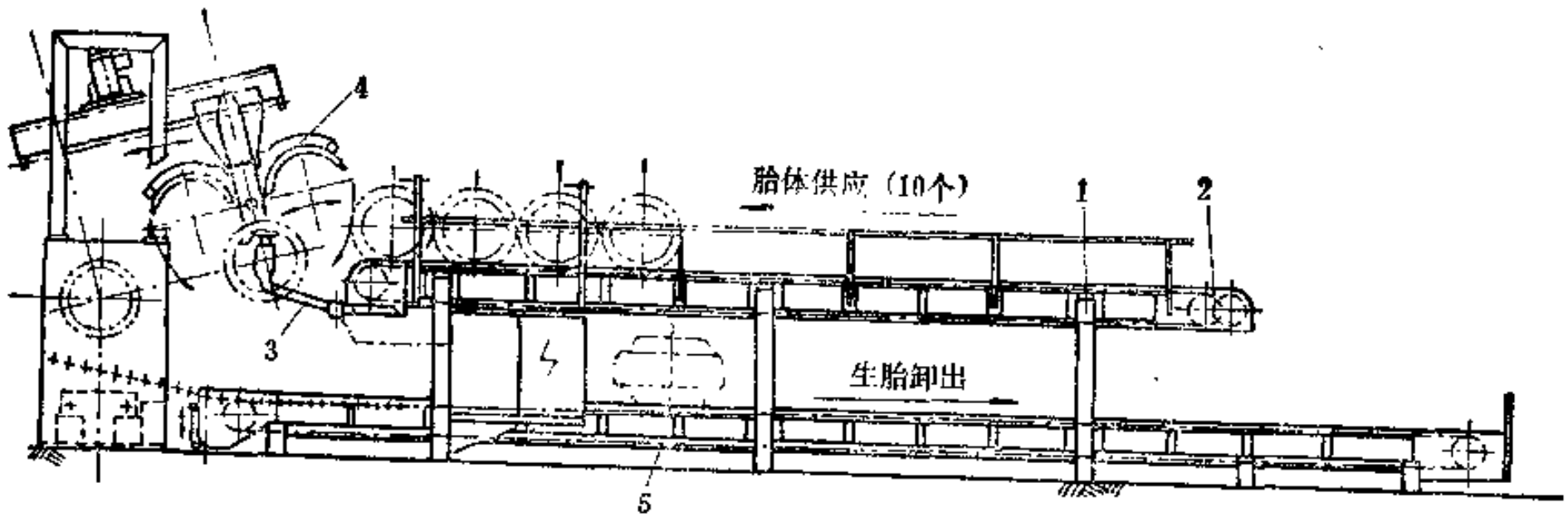


图 2-1-79 供胎体机

1—机架；2—装胎运输机；3—抓胎及放胎装置；4—装胎体机；5—卸胎运输机

开合，当它抓住胎体后，沿直线导轨送到成型鼓轴心位置，然后，再沿成型鼓轴线方向把胎体送到成型鼓上。

卸胎运输机 5 也有两根链条，链条之间装有托辊，链条由减速电机驱动。一个安装在传递环上的摩擦辊筒实施卸胎装置的运动。

胎体由人工放置在装胎运输机 2 的托辊之间，一共放10个胎体，胎体所放的位置在链条上用红色条纹标记出来。胎体被一步一步地向成型机输送，如果在运输机上只剩下三个胎体，便发出要求补充胎体的信号。轮胎成型完毕后，生胎从成型鼓上卸下，然后一个推胎器把生胎推落在连接在传递环的一个小运输机上，小运输机的皮带辊筒，由装在与卸胎运输机之间的一个摩擦辊传动。这样，生胎便被送到卸胎运输机上。当运输机上装满生胎时，便发出信号，由人工将卸胎运输机上的生胎搬走。

VRP-148-2乘用车子午胎成型机的主要性能参数：

(1)成型鼓型式	无胶囊，胎圈锁紧	(7)后压辊装置每个压辊的压合力	最大700N
(2)成型轮胎胎圈直径	305～331mm	压辊直径	150mm
(3)胎圈之间中心距	最小195mm	驱动电机	0.37kW
	最大500mm	(8)成型鼓主轴驱动电机功率	4.7kW，直流
(4)胎圈锁紧压缩空气	高压0.4MPa	传动装置	同步齿形带
	低压0.2MPa	(9)带束层及胎面贴合鼓驱动电机功率	2.2kW，直流
(5)胎体定型压缩空气	最大0.08～0.1MPa	传动装置	同步齿形带
(6)带束层及胎面贴合鼓		(10)传递环传动装置驱动电机	0.3/1.3kW
直径范围：Ⅰ型	450～525mm	(11)成型鼓转速	最大130r/min
Ⅱ型	500～575mm	(12)带束层及胎面贴合鼓转速	最大30r/min
Ⅲ型	560～635mm		
扇形块宽度	267mm		

4．LCE-1型乘用车子午胎第二段成型机

LCE-1型子午胎第二段成型机是一种国产的传递环式的成型机，成型鼓是胶囊式的。带束层及胎面在贴合鼓上贴合后，由传递环送到成型鼓，与放置在成型鼓上的胎体在膨胀定型后贴合，并用后压辊进行滚压。

胎体采用LCY-1型成型机成型，因此，LCE-1型第二段成型机可以与LCY-1型成型机配套使用。

LCE-1型乘用车子午胎第二段成型机的主要性能参数：

(1)生产的轮胎轮辋规格	14～16in	(6)传递环夹持直径	720～764mm
(2)主电机功率	2.2/1.5/0.3kW	(7)带束层贴合鼓直径	650～694mm
(3)主轴转速	119/88/22r/min	转速	慢速12r/min
(4)成型鼓鼓肩胶囊压缩空气	低压0.03MPa		快速24r/min
	高压0.15～0.2MPa	驱动电机功率	0.9/1.5kW
(5)后压辊电机功率	0.37/0.75kW	(8)带束层供料机供料层数	2层
压辊回转速度：	慢速0.3r/min	(9)外形尺寸	4640×4460×2368mm
	快速0.6r/min		

制造厂：建阳橡胶机械厂

三、子午胎一次法成型机

一次法成型机系用一台机器完成子午胎成型的全过程，该成型机的主要关键部件是成型鼓，它既要完成胎体的成型过程，又要完成定型及贴合带束层及胎面过程。此外，一个轮胎需要的全部橡胶部件，要用供料机供给，增加了供料机的复杂程度。正因为如此，也增加了操作的困难，这样，影响了子午胎一次法成型机的推广。但是，一次法成型排除了二段法成型时胎体的卸装搬动，提高了轮胎的成型精度和生产效率，因而仍然受到人们的高度重视。

图2-1-80所示是TRG/B子午胎一次法成型机，它由机箱1、后压辊装置2、胎侧及垫肩胶条供料架3、光线指示灯4、传递环5、带束层贴合鼓6及成型鼓7等组成。

机箱1的主轴上安装成型鼓，由主轴及轴套传动成型鼓的回转及轴向收缩、成型鼓上所需的压缩空气从主轴尾部的回转接头输入，由主轴的内孔经管子接到各处。主轴由电机经同步齿形带驱动。主轴与轴套的尾端分别装有一个相同的齿轮，与一个特宽的齿轮啮合，使得主轴与轴套作轴向相对移动时，仍能保持一起运动，而不发生相对转动。主轴与轴套轴向相对移动，是由电机经链条传动正、反丝杠回转，使固定在主轴和轴套上的螺母作轴向移动，带动主轴与轴套作轴向相对移动。其轴向的移动距离，也就是成型鼓宽度收缩变化的范围，

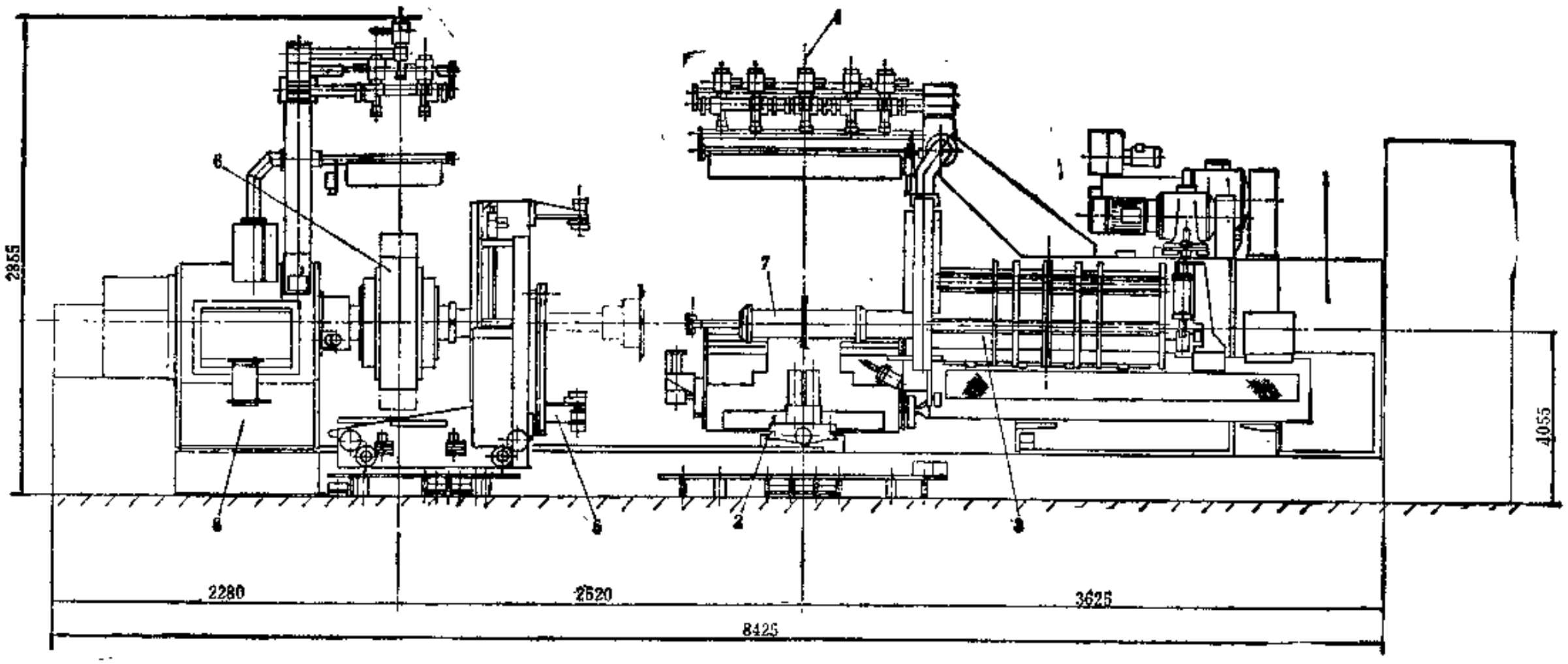


图 2-1-80 TRG/B子午胎一次法成型机

1—机箱；2—后压辊装置；3—胎侧及垫内胶供料架；4—光线指示灯；5—传递环；6—带束层贴合鼓；7—成型鼓（图上未示）；8—贴合鼓机架

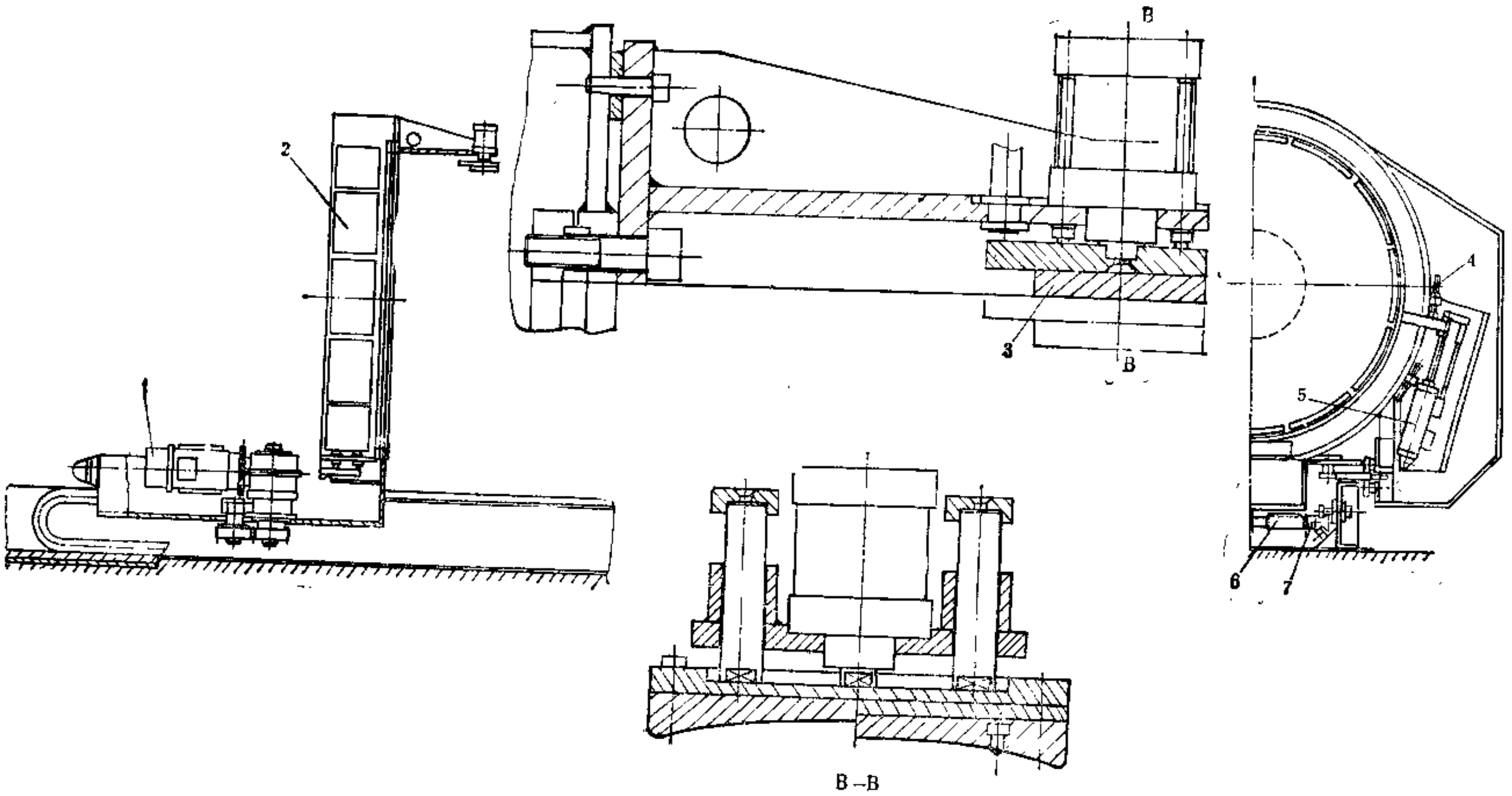


图 2-1-81　传递环装置

1—传递环移动驱动装置；2—夹持环；3—卸胎夹持爪；4—调节螺栓；5—气缸；6—齿轮；7—齿条

由机箱顶部的凸轮-开关控制和调整。

左、右扣圈盘分别安装在带束层贴合鼓 6 的主轴和机箱的主轴上，扣圈盘可自由转动，在气缸的驱动之下作轴向移动。扣圈盘上装有气动的胎圈定中心爪以及气动的胎圈夹持爪，在成型鼓的胎圈锁紧环膨胀把胎圈锁紧定位之前，放置在定中心爪上的胎圈先由夹持爪夹住，然后，定中心爪在气缸的驱动下退出，从而保持胎圈与成型鼓的同轴度。

光线指示灯 4 及安全板装在成型鼓顶部，固定在机箱上，用光线指示灯来检查某些橡胶部件在成型鼓上的贴合位置。发生事故时，只要一触动安全板，成型机全机停车，以保障安全。

成型机的帘布、内衬层供料机（图上未示）的供料，由成型机主轴上的链轮用链条传动，以保持供料速度与成型鼓的速度保持同步。当成型鼓直径改变时，需变换其传动环节上的齿轮副。

传递环（参见图2-1-81）具有两个功能，一是把带束层贴合鼓上已经贴合好的带束层与胎面夹持之后，移送到已经成型好的子午胎胎体中心，在胎体定型膨胀与带束层贴合一起以后，释放胎面与带束层的夹持环，再返回到停留位置；另一个功能是成型完毕的轮胎由气动的卸胎夹持爪 3 把生胎抱住，在成型鼓排气复位之后，把生胎从成型鼓上移出，然后，再由人工取走。传递环的夹持直径，可由螺栓 4 调节，由螺栓 4 限制驱动夹持环 2 直径伸、缩的气缸 5 的行程，实现夹持环的直径调节。传递环由驱动装置 1 的电机驱动，经过齿轮减速后，减速箱出轴的齿轮与固定在导轨上的齿条啮合，当电机启动时，便可沿齿条及导轨作轴向移动。其移动的位置由限位开关控制。在传递环移动的两端极限位置处装有油压减震器，使传递环停车时得到缓冲。

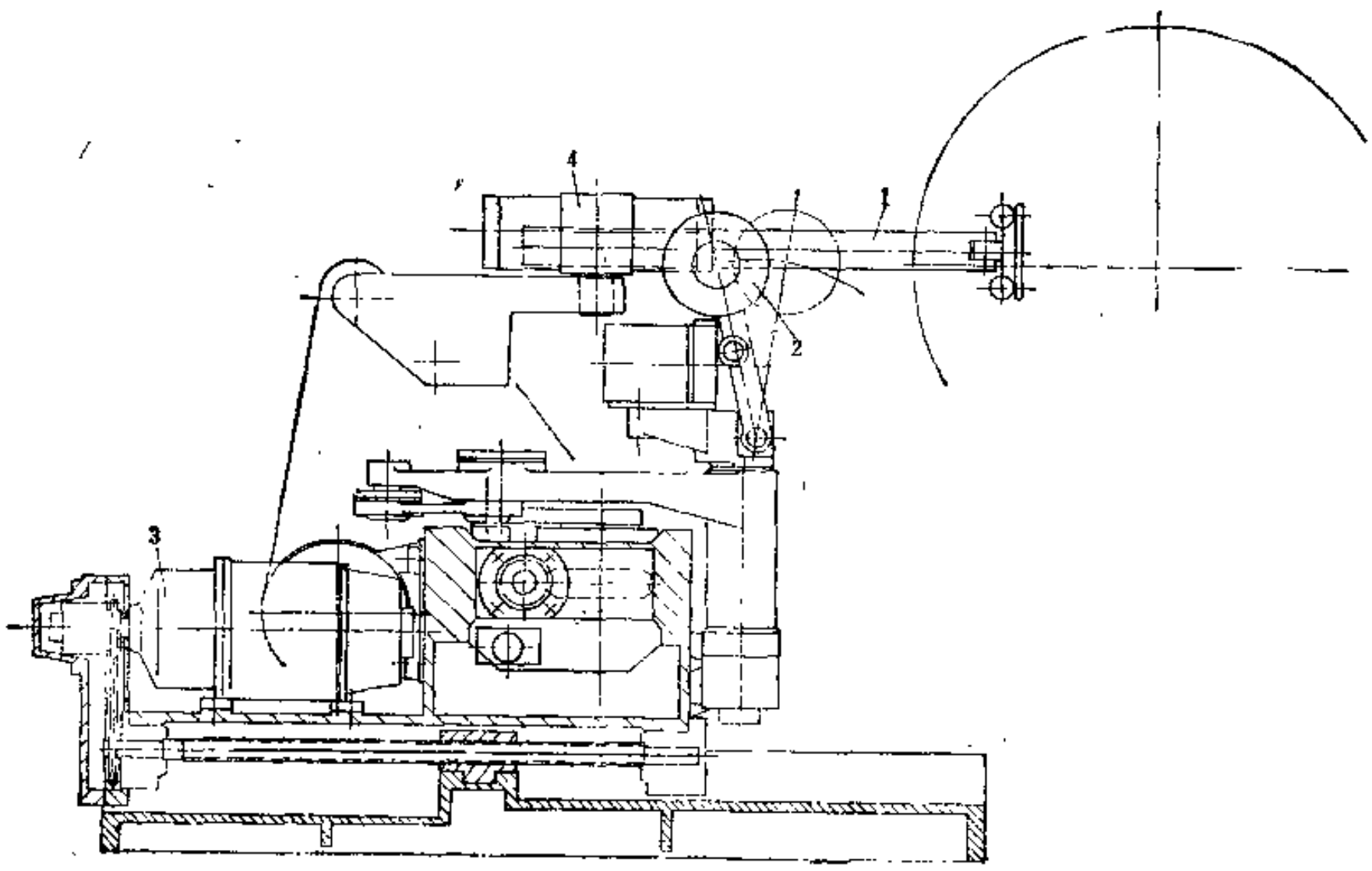


图 2-1-82　TRG/B钢丝子午胎成型机后压辊装置

1—反包组合压辊；2—平面压辊；3—传动装置；4—齿轮齿条摆动气缸

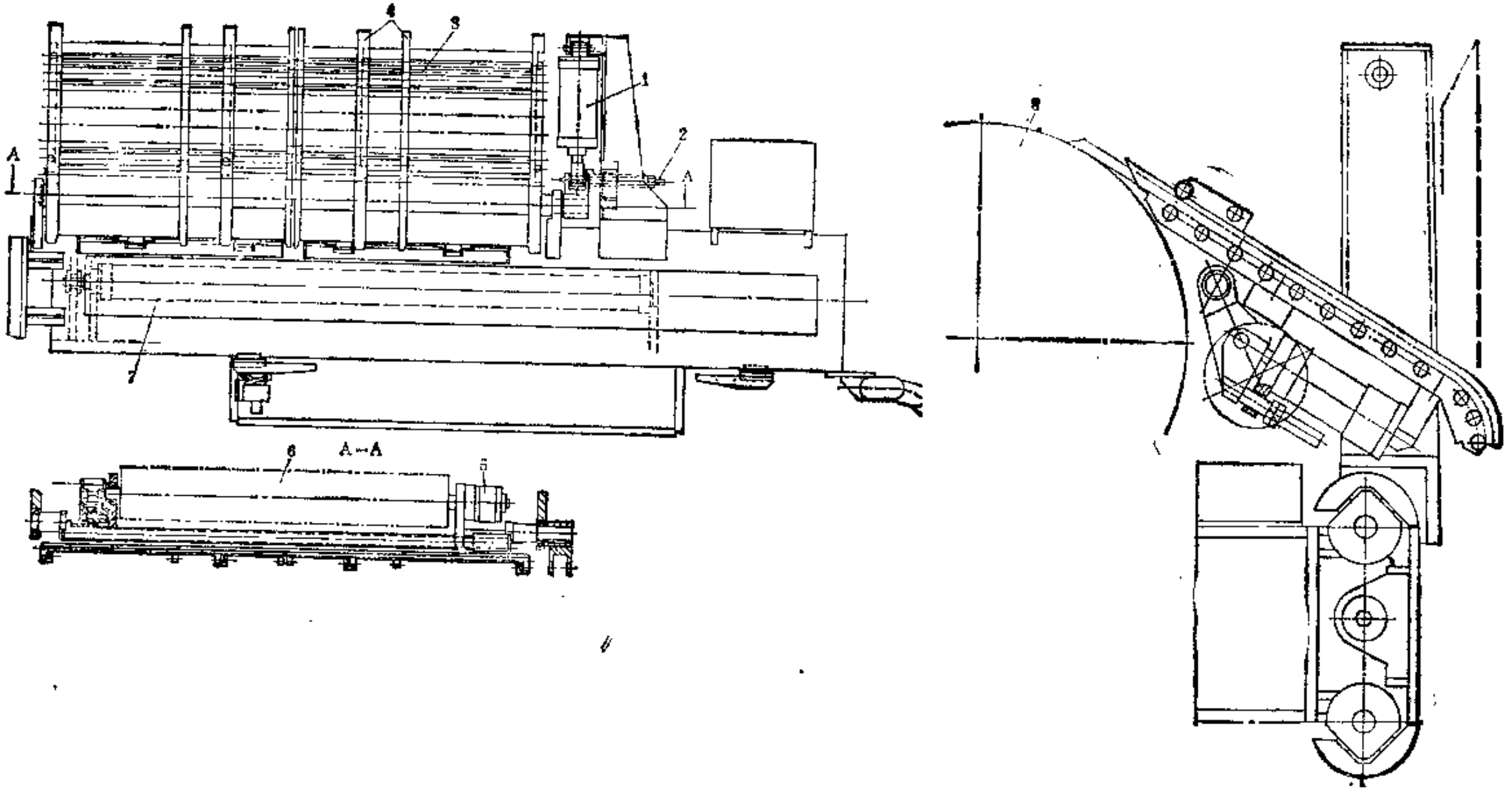
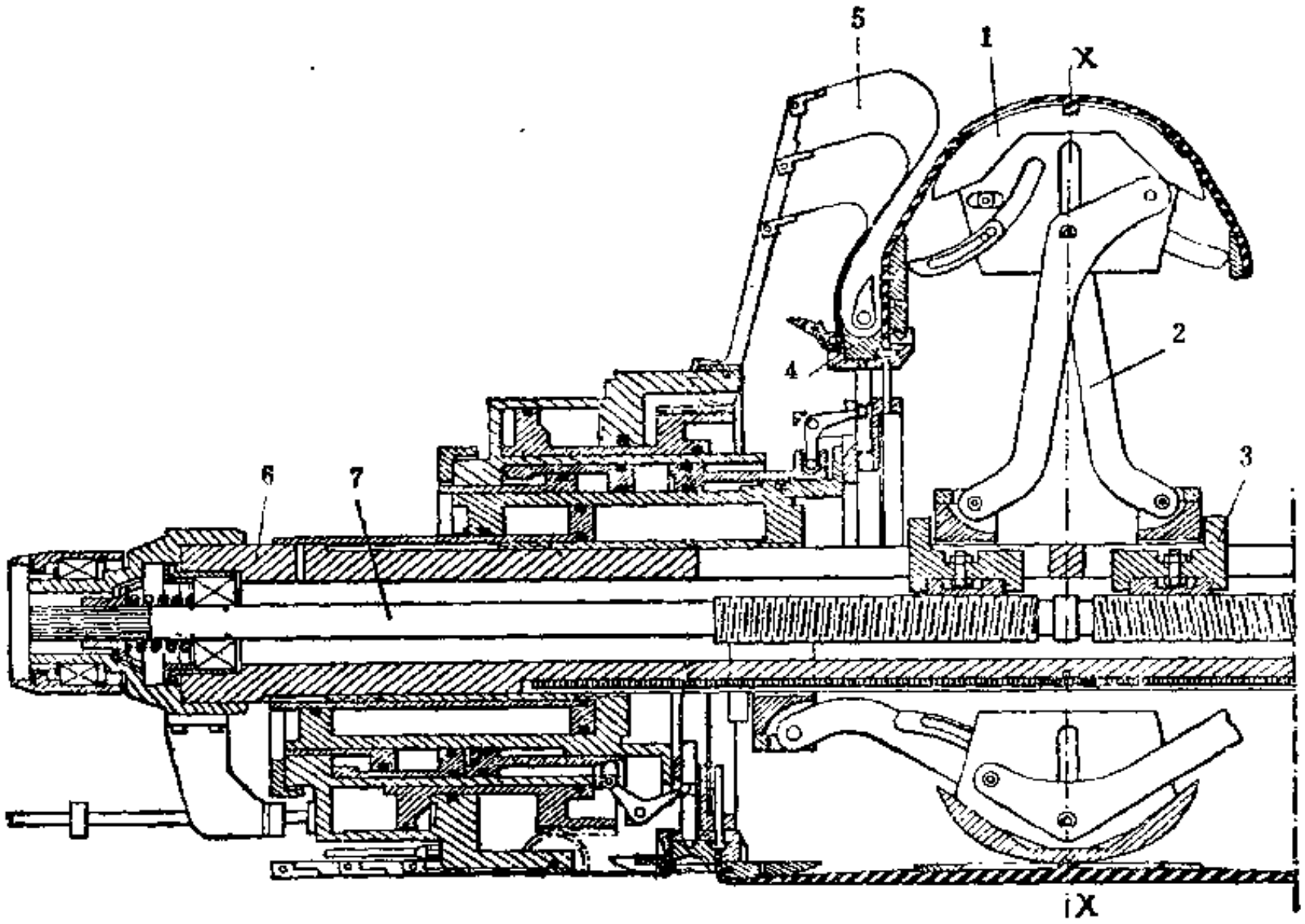


图 2-1-83　胎侧及垫肩胶供料架

1,7—气缸；2—调节螺栓；3—供料架；4—导向板；5—风动马达；6—打点辊；8—成型鼓



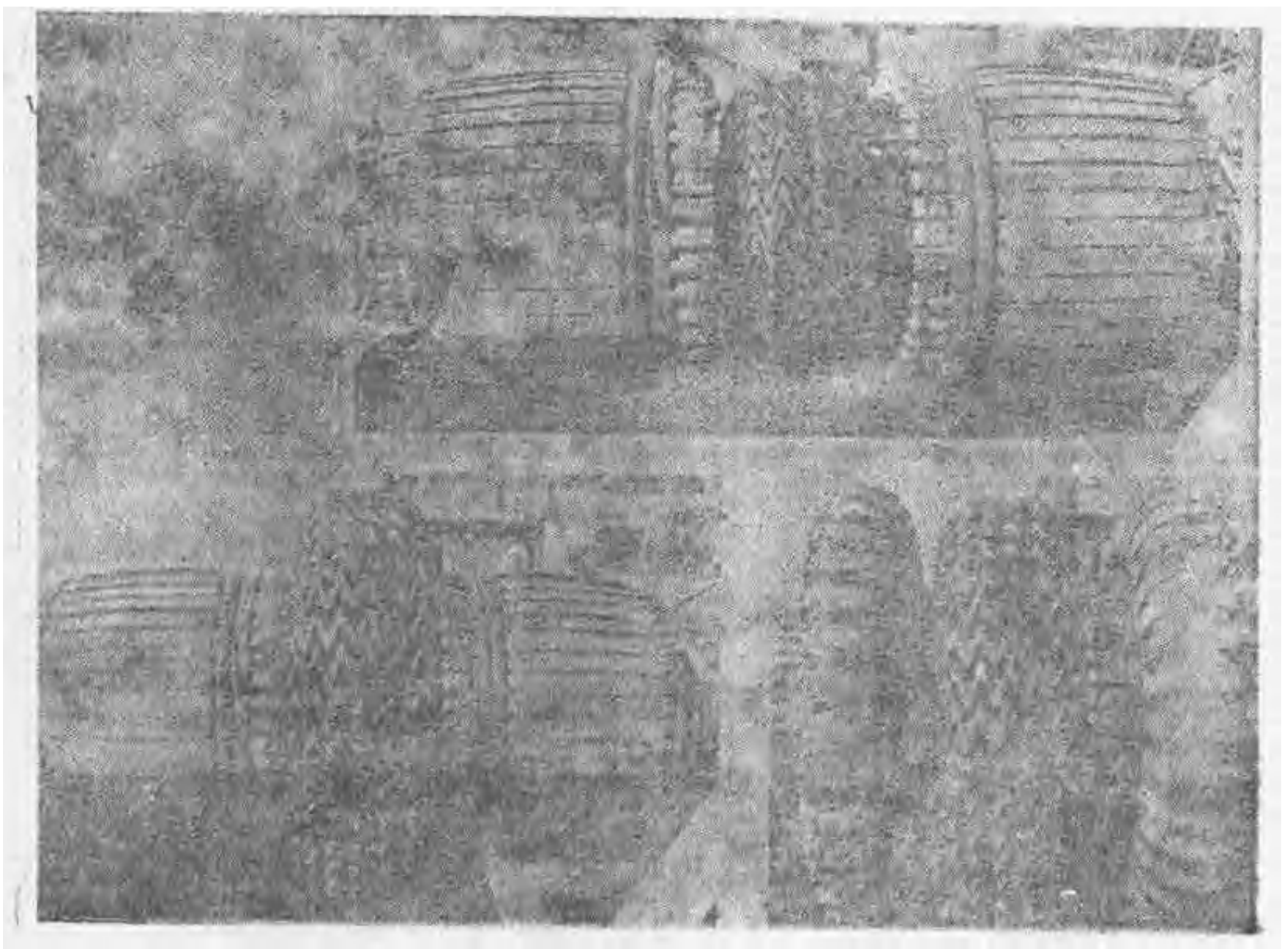
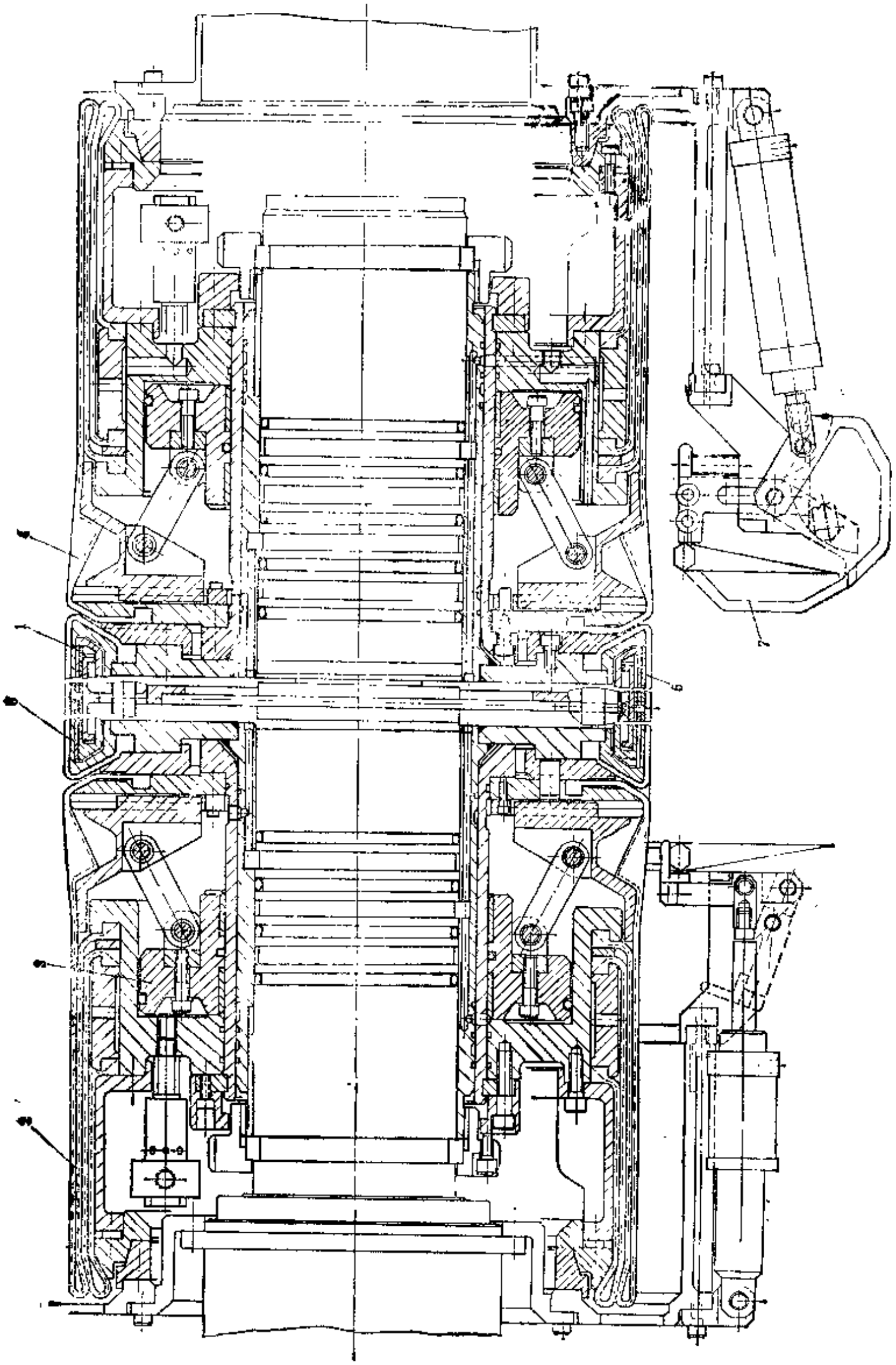
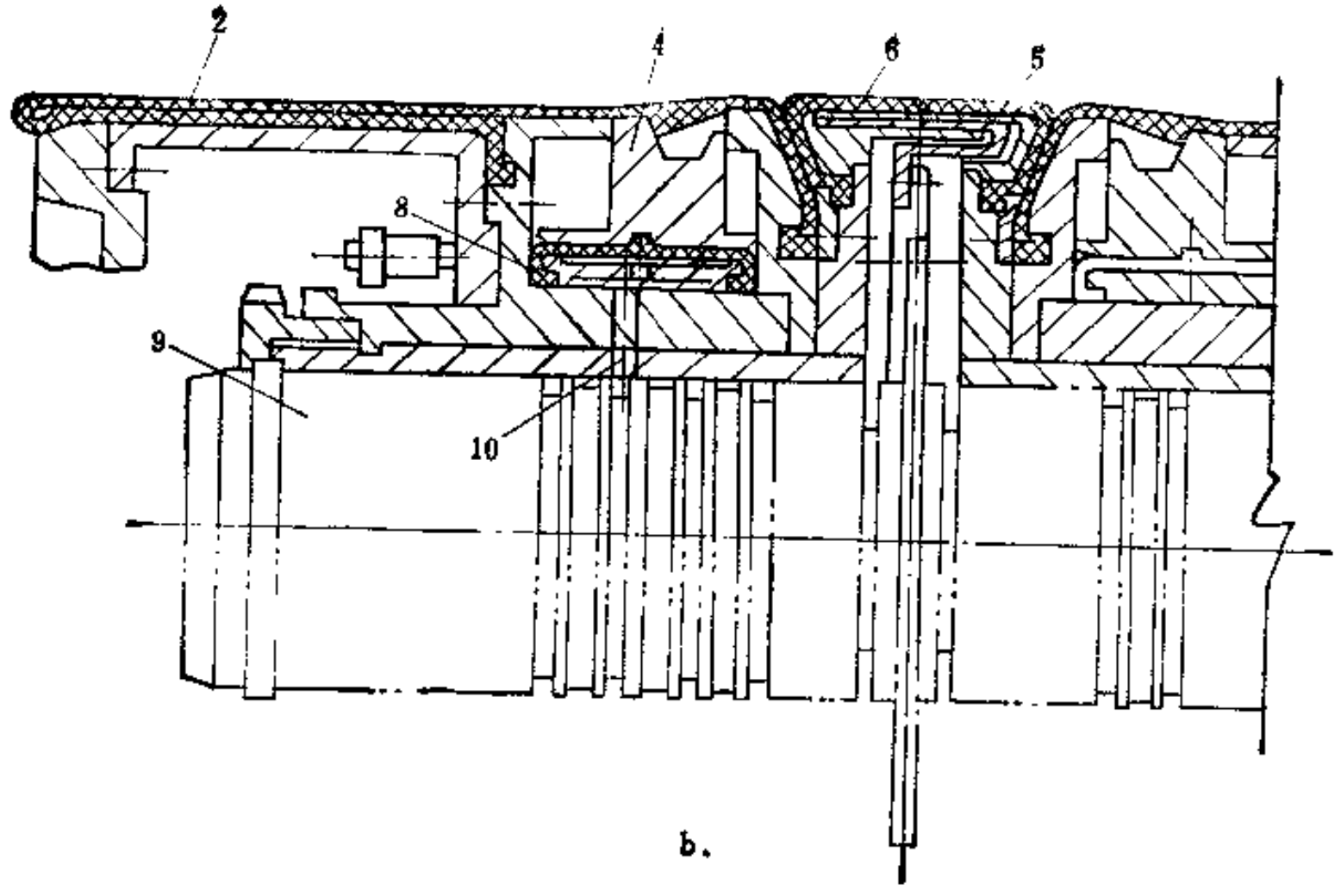


图 2-1-84　PLM全扇膨胀鼓

1—扇形块；2—连杆；3—左、右螺母；4—胎圈锁紧圈；5—反包钢带；6—主轴；7—正反丝杆


6
7



b.

图 2-1-85 TRG/B成型鼓

a—双反包胶囊成型鼓；b—单反包胶囊成型鼓

1—成型鼓；2—反包胶囊；3—环形气缸；4—胎圈锁紧环；5—支承环；6—胶皮鼓；7—扣圈装置；8—膨胀胶囊；9—主轴；10—进气孔

TRG/B钢丝子午胎成型机的后压辊装置如图2-1-82所示。它具有两组压辊，一组为面对面的平面压辊 2，用于各部件贴合后的滚压，另一组为反包组合压辊 1，用于把胎侧及钢丝帘布等进行反包。平面压辊的回转机构有一组连杆，在传动装置的驱动下，可以保证压辊的回转角度与压辊传动蜗轮保持同步，除了压辊可以回转外，压辊还可以实现径向、轴向移动。反包组合压辊的结构原理参见图2-1-34。它安装在平面压辊的上面，由齿轮齿条摆动气缸 1 驱动铰支轴，使反包组合压辊进入或退出反包工作位置，反包组合压辊可随平面压辊的滑座作径向移动，不能作轴向分合，但反包组合压辊工作位置相对于成型鼓轴心的角度，可以调节。

后压辊装置的轴向、径向、回转的位置分别由其传动装置上的凸轮-开关组控制。

带束层贴合鼓用于贴合带束层及胎面，其结构与图2-1-74相同。

胎侧与垫肩胶供料架的具体结构见图2-1-83。

供料架 3 在不工作时，停留在机箱前面，在气缸 7 的驱动下，可沿导轨作轴向移动，使其与成型鼓中心对准。在气缸 1 的驱动下，供料架 3 向成型鼓摆动靠近，与成型鼓圆周相切，其摆动的角度大小可由螺栓 2 调节。供料架 3 上有若干导辊，其导向板 4 的位置，可按胎侧及垫肩胶的宽度尺寸及贴合位置进行调节。定长的胎侧及垫肩胶事先由人工放置在供料架 3 上，有压头装置将其压住，不致下落。把胎侧及垫肩胶的头贴在成型鼓上之后，驱动成型鼓的一转控制，便将胎侧及垫肩胶缠贴在成型鼓上了。打点辊 6 固定在供料架 3 的框架上，可随供料架 3 作轴向移动，打点辊 6 由风动马达 5 驱动，以高速回转，利用弹性圈的离心力对各贴合的橡胶部件进行敲击滚压，这种滚压的方法，可以防止在滚压过程中的橡胶部件变形与移位（其详细结构原理参见图2-1-99）。

一次法成型机的成型鼓有金属膨胀鼓、无胶囊鼓及胶囊鼓三种基本类型。金属膨胀鼓具有轮胎成型精度高、重复性好的优点，但是结构复杂，制造维修困难。无胶囊鼓结构较简单，还可排除胶囊制造质量对轮胎成型质量的影响，较多的用于无内胎子午胎的生产。在实际生产中，一次法成型机以使用无胶囊鼓及胶囊鼓为主。

（一）金属膨胀鼓

图2-1-84所示是PLM载重子午胎金属膨胀鼓，它是由若干块具有波纹状的鼓瓦扇形块 1、连杆 2、左、右螺母 3、胎圈锁紧圈 4、反包钢带 5、正反丝杠 7 及主轴 6 等构成。在波纹状的鼓瓦外装有胶套 8，以形成一个平滑的表面。当电机驱动正反丝杆 7 时，左、右螺母 3 推动连杆 2 使扇形块 1 作径向膨胀或收缩。可以伸缩的胎圈锁紧圈 4 将轮胎的胎圈部位夹紧，并使胎坯作轴向定型运动。挠性的反包钢带 5 用弹簧钢制成，用于包卷胎圈及胎侧，其表面硫化有若干胶钉，防止在反包过程中胎侧与钢带发生相对滑动。各个气缸的压缩空气由主轴的法兰通入。金属膨胀鼓上的反包钢带容易变形，使用寿命短，维修比较困难。

（二）胶皮鼓式成型鼓

图2-1-85所示为TRG/B钢丝子午胎一次成型鼓。它有单反包胶囊及双反包胶囊两种，前者主要用于生产8.25R20、9.00R20全钢丝子午胎，后者主要用于10.00R20以上规格全钢丝子午胎。它由成型鼓 1、反包胶囊 2、环形气缸 3 或膨胀胶囊 8 及胎圈锁紧环 4 等构成。

成型鼓 1 的外面装有胶皮鼓 6，供定型时充气密封之用。胶皮鼓 6 内装有支承环 5，使得在贴油皮胶、帘布等部件时，具有坚硬的鼓面，支承环的数量为3～5个不等，根据轮胎各部件贴合时成型鼓的宽度和定型时成型鼓的宽度要求而定。胎圈锁紧环 4 由若干扇形块组成，可沿滑道运动，由环形气缸 3 的活塞推动连杆使其伸缩，或者由膨胀胶囊 8 内充气，使

胎圈锁紧环 4 伸张。扇形块的沟槽内放入反包胶囊的胎圈锁紧支承部分，当扇形块扩张时，通过反包胶囊的胎圈锁紧支承部分把胎圈锁紧。

在双反包胶囊成型鼓（图2-1-85 a）反包胶囊 2 的下面，有一只推压胶囊，其充气压力比反包胶囊稍高，推压气囊在反包胶囊包边过程中，把它推向轮胎中心，从而完成胎侧的反包作业。而单反包胶囊的成型鼓（图2-1-85 b）只有一只反包胶囊，这时，胎侧在用反包胶囊略为反包后，再用反包压辊（参见图2-1-34）完成反包作业。

胶皮鼓式一次成型鼓，其成型精度虽然不及金属膨胀鼓，但是，维修简单，因此，仍然受到人们的重视，是一次成型鼓主要结构型式之一。

（三）VRP-148-S乘用车子午胎一次法成型机的无胶囊成型鼓

子午胎一次法成型机的无胶囊成型鼓的结构比较简单，图2-1-86是其中的一种。成型机的空心主轴 5 内，装有正反丝杠 4，丝杠上的螺母 6 通过插销与成型鼓的两个法兰连接。在

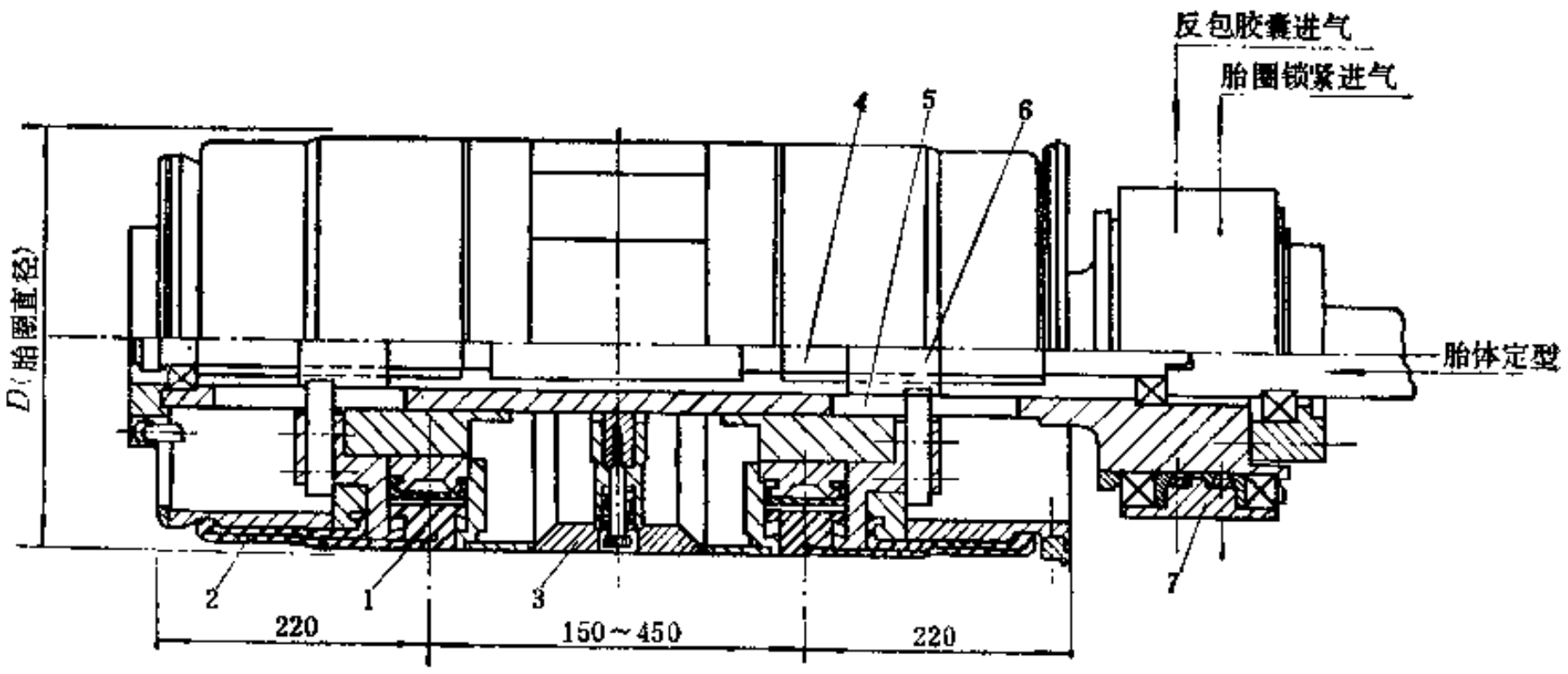


图 2-1-86 VRP-148-S子午胎一次法成型机无胶囊成型鼓

1—胎圈锁紧环；2—反包胶囊；3—扇形块；4—正反丝杠；5—主轴；6—螺母；7—回转接头

正反丝杠 4 的驱动下，由螺母 6 带动成型鼓法兰作轴向移动，从而改变成型鼓的宽度。胎圈锁紧环 1 与反包胶囊 2 制成一体，由胎圈锁紧环下面的气囊将其膨胀锁紧胎圈。成型鼓的中间部分有六块平的、尼龙制的成型鼓中心扇形块 3，它锁紧在位，以成型胎体。当定型胎体时，胎圈部分向内移动，这些扇形块便径向向外移动。扇形块的宽度根据胎圈到胎圈的距离大小而更换。

成型鼓的回转以及胎圈锁紧环的轴向移动，由装在机箱内的电机、刹车及离合器系统实现。成型鼓上所需要的不同压力的压缩空气，由回转接头 7 输入。其胎圈锁紧环气囊压力为最大0.4MPa，胎体定型压力最大0.09MPa，反包胶囊的压力0.05MPa。

VRP-148-S乘用车子午胎一次法成型机的操作过程如图2-1-87所示。

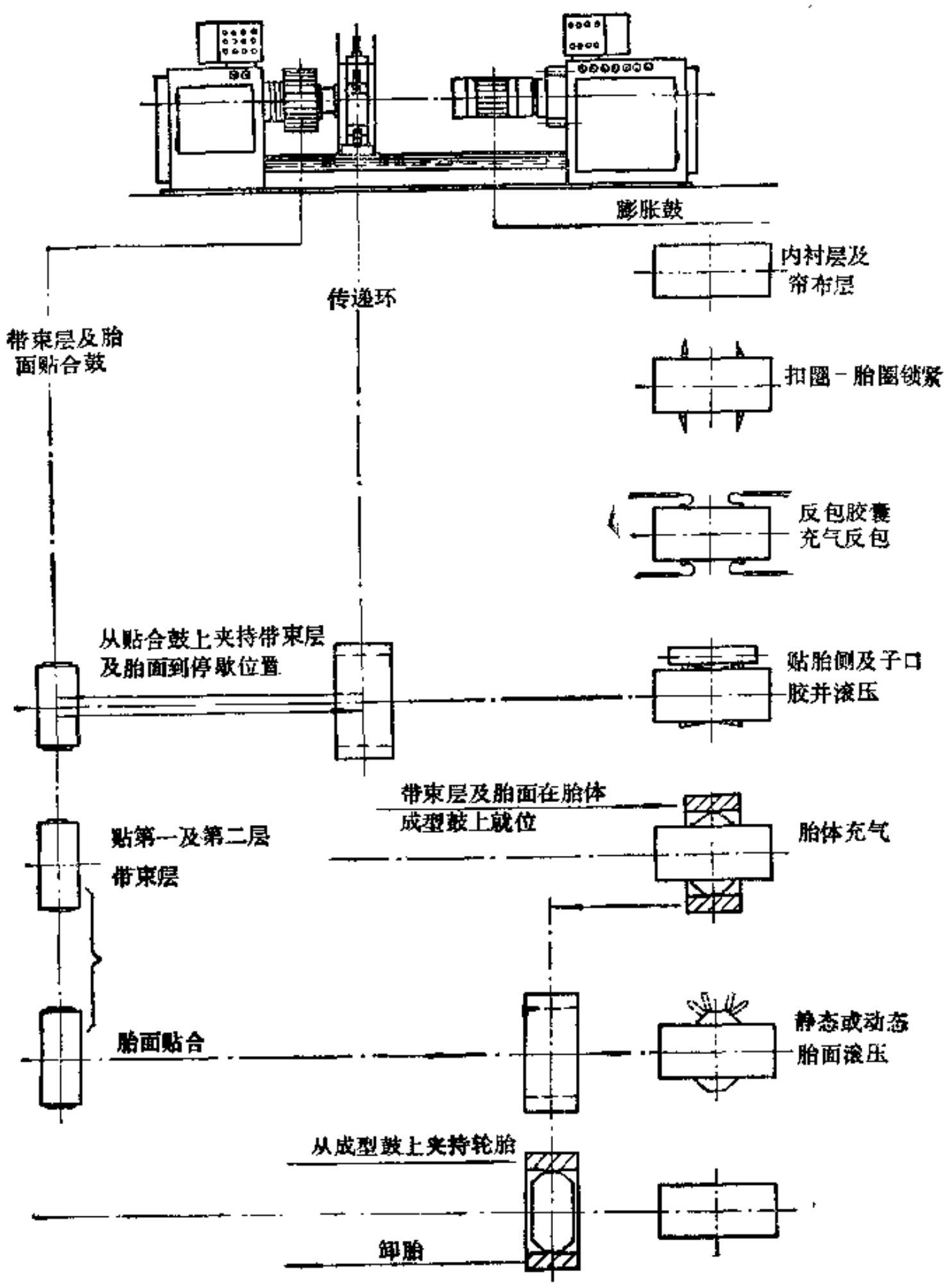


图 2-1-87　VRP-148-S乘用车子午胎一次法成型机操作顺序图

第五节　工程轮胎成型机

工程轮胎尺寸大、帘布层数多，巨型工程轮胎帘布的宽度可以达到5m以上，因此，其成型机就十分庞大，操作时的劳动强度也很大。

工程轮胎成型机除了套帘布筒装置外，其基本结构与载重轮胎的压辊包边成型机类似。由机箱部分、后压辊装置、扣圈装置等组成。图2-1-88所示是一种帘布宽度达3500mm的工程轮胎成型机的透视示意图。

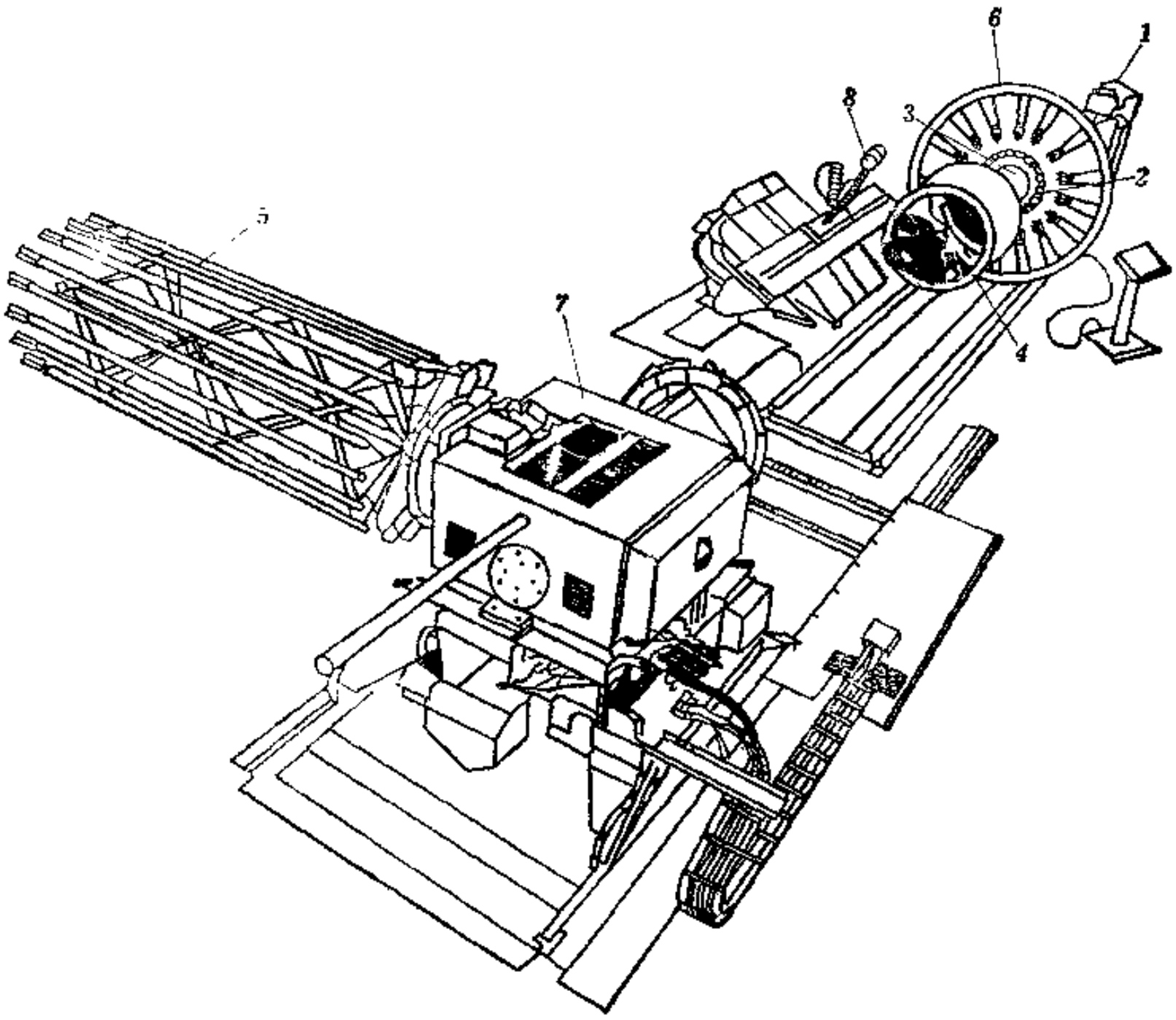


图 2-1-88　工程轮胎成型机透视示意图

1—机箱；2—扣圈装置；3—主轴；4—成型鼓；5—伞式扩布器；6—拉入环；7—尾架；8—后压辊

成型鼓 4 安装在机箱1的主轴3上，由直流电机驱动，由于工程轮胎的直径范围变动较大，再加上胎面用缠绕法在成型机上缠绕，因此，选用直流变速电机，以获得适当的操作速度，其调速范围要求达到20:1甚致更大。有的工程轮胎成型机选用液压马达驱动。主轴 3 上装有折叠成型鼓用的套筒，折叠成型鼓时，由气囊离合器将轴套抱住，然后，由主电机缓缓驱动主轴，使成型鼓上的弹簧销退出，轴套与主轴之间发生相对运动，从而将成型鼓折叠起来，不另采用专门的折鼓电机或气缸。

后压辊 8 的辊臂上分别装有两对压辊，内侧的一对压辊用于平面滚压，如滚压帘布筒及胎面，外侧的一对压辊用于胎圈部位的正包和反包作业。后压辊的径向、轴向和回转运动全部采用直流伺服电机驱动，使后压辊的工作速度能与成型鼓的转速适应。

在一个辊臂内外分别安装一个平面压辊及

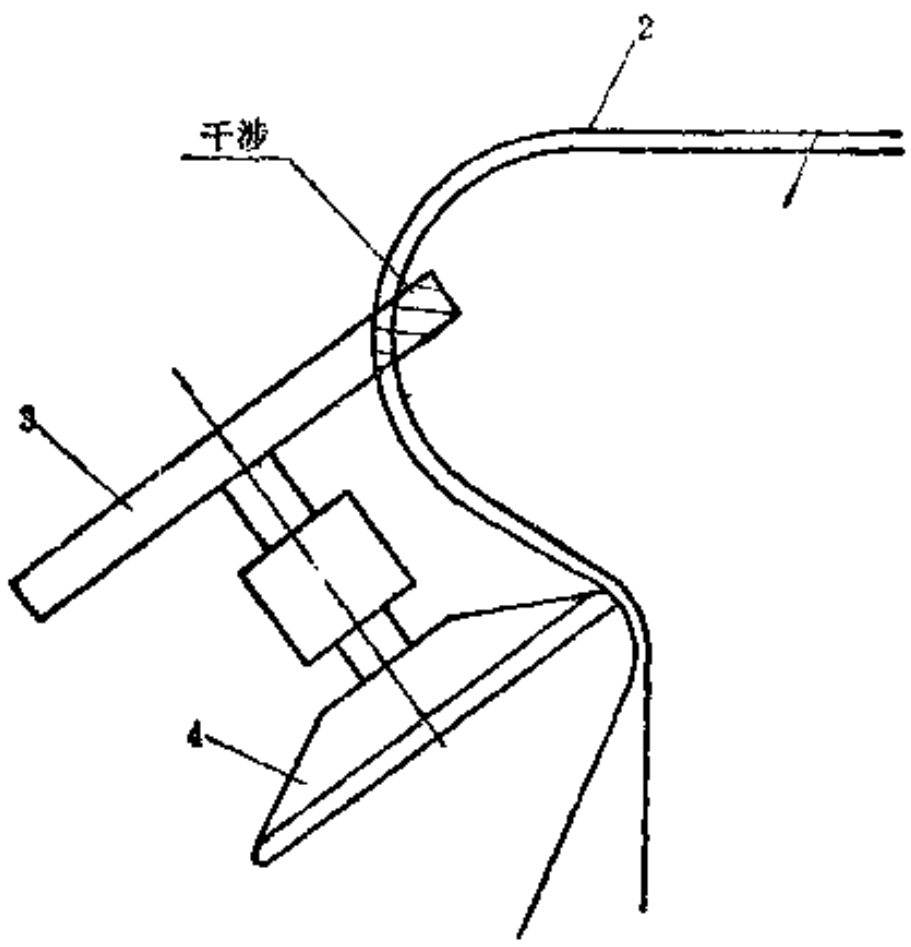


图 2-1-89　压辊与成型鼓干涉示意图

1—成型鼓；2—帘布筒；3—平面压辊；4—包圈压辊

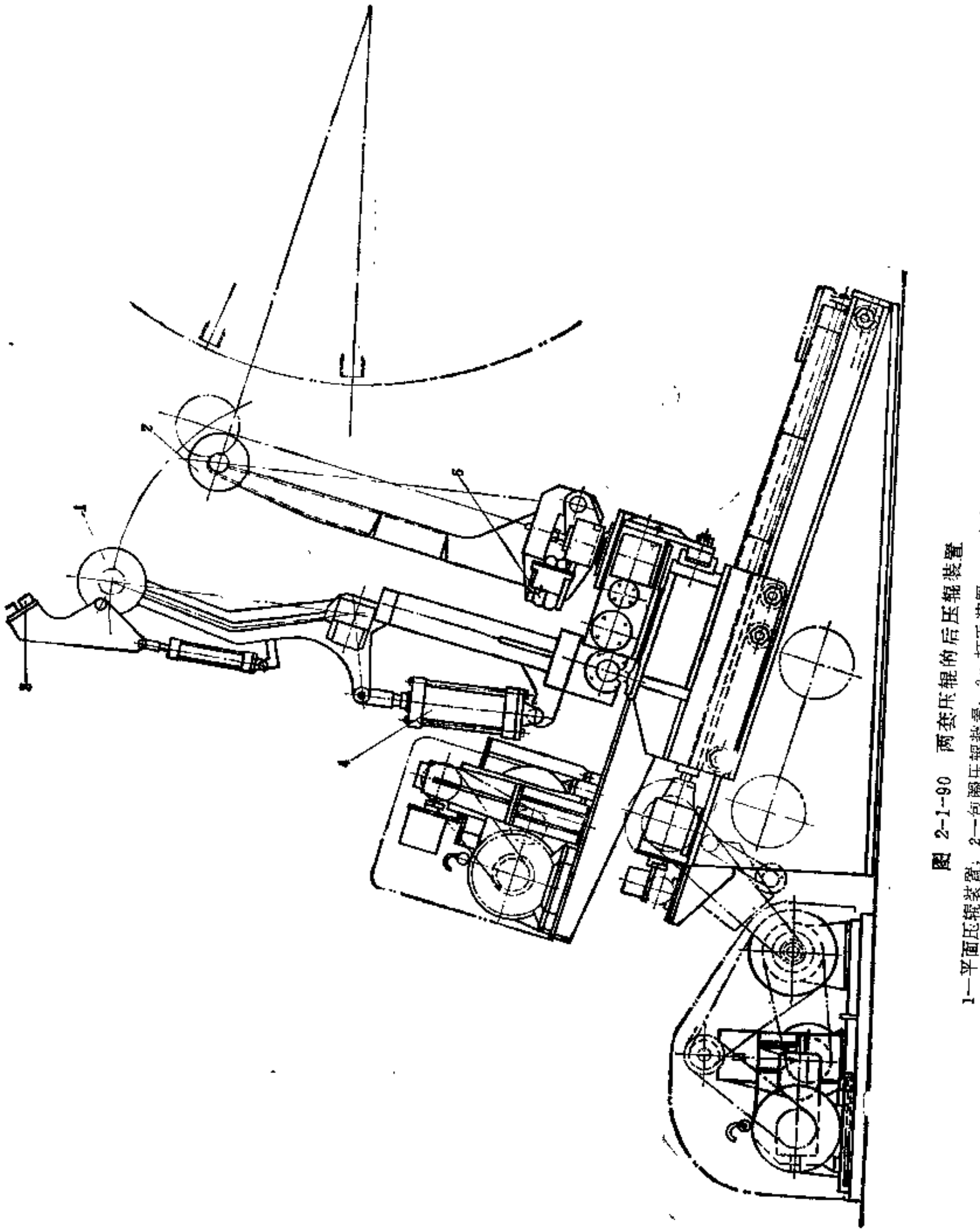


图 2-1-90 两套压辊的后压辊装置

1—平面压辊装置；2—包胶压辊装置；3—打毛装置；4—气缸；5—空气弹簧

包圈压辊，其优点是结构简单，其缺点是当某种规格工程轮胎成型时，由于鼓肩曲线下凹的深度过大，在用包圈压辊进行滚压或反包时，有可能发生平面压辊与成型鼓发生干涉，如图2-1-89所示。因此，有些工程轮胎成型机采用两套后压辊装置，一套为平面压辊装置，另一套为包圈压辊装置，每套压辊装置有各自的加压装置，如气缸、空气弹簧等，这样就可以避免压辊在工作时的互相干涉。如图 2-1-90 所示。

工程轮胎的帘布筒通常用真空吸附法（或称圆筒法）或伞式扩布器-拉入环法套到成型鼓上，某些规格较小的工程轮胎，也有采用层贴法的。真空吸附法套帘布筒的示意图见图2-1-91

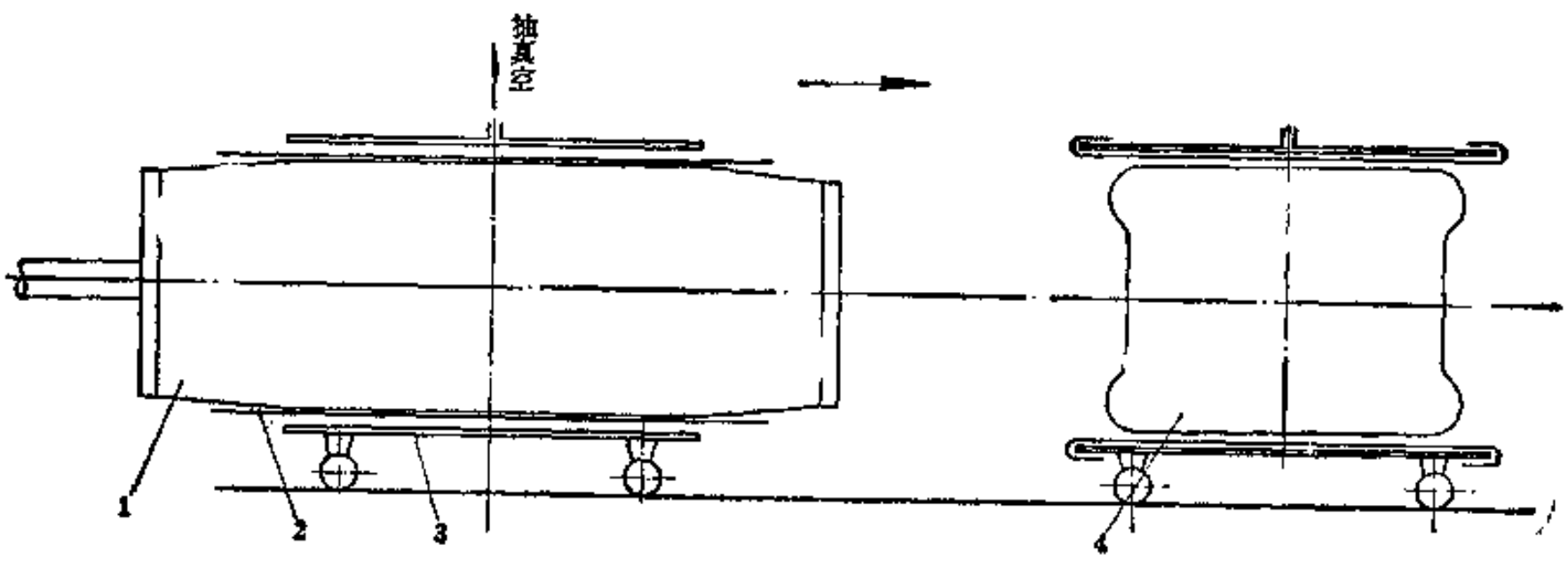


图 2-1-91　真空吸附法套帘布筒示意图

1—辅助胶囊鼓；2—帘布筒；3—圆筒；4—成型鼓

帘布筒2先套在辅助胶囊鼓1上，将圆筒 3 移到帘布筒 2 的外面，接着胶囊鼓充气，使帘布筒扩张，与圆筒 3 内面接触，然后，把帘布筒边缘翻折到圆筒3的外面。圆筒3是夹套状的圆筒，其内面有许多小孔，当圆筒上的真空管抽真空时，通过圆筒3内面的小孔便把帘布筒吸附在圆筒上，类似于图2-1-42。然后，将带帘布筒的圆筒3移到成型鼓中心位置，把帘布筒边缘翻下，让帘布筒与圆筒内壁之间进入空气，在帘布筒自身的弹性作用下，将帘布筒套在成型鼓上。

真空吸附法套帘布筒的缺点是存在着帘布筒扩张过大的倾向，增加了正包操作的困难，另外，当成型鼓直径变化时，或帘布筒宽度的变化过大时，圆筒需要相应地更换。但设备简单，是其优点。

伞式扩布器是用连杆机构将帘布筒扩张，然后，再用拉入环将帘布筒拉到成型鼓上。图2-1-92所示为伞式扩布器及拉入环工作示意图。

帘布筒4由人工套在伞式扩布器的扩张支臂3上，支臂上装有成排的球形支承14，使帘布筒能较轻便地在支臂上移动，然后，驱动尾架的回转装置，使伞式扩布器转到与成型鼓主轴对中的工作位置，接着向成型鼓靠拢，到规定位置后停住。在风动马达的驱动下，正反丝杠 1 转动，连杆 2 逐步伸直，支臂 3 向外扩张，将帘布筒扩大，待超过成型鼓直径后（有标尺指示），拉入环5可在油缸7的驱动下，穿过成型鼓进入夹持帘布筒的工作位置。夹持环的圆周上排列有若干小气缸驱动的夹钳6，在输入压缩空气后，各夹钳沿圆周方向将帘布筒边缘夹紧，在油缸7开始把拉入环拉向右侧移动的同时，支臂3上的吹风口8喷出干净无油的压缩空气，在帘布筒内层与成型鼓鼓面之间形成气垫，减少摩擦，便于帘布筒的拉入。必要时，

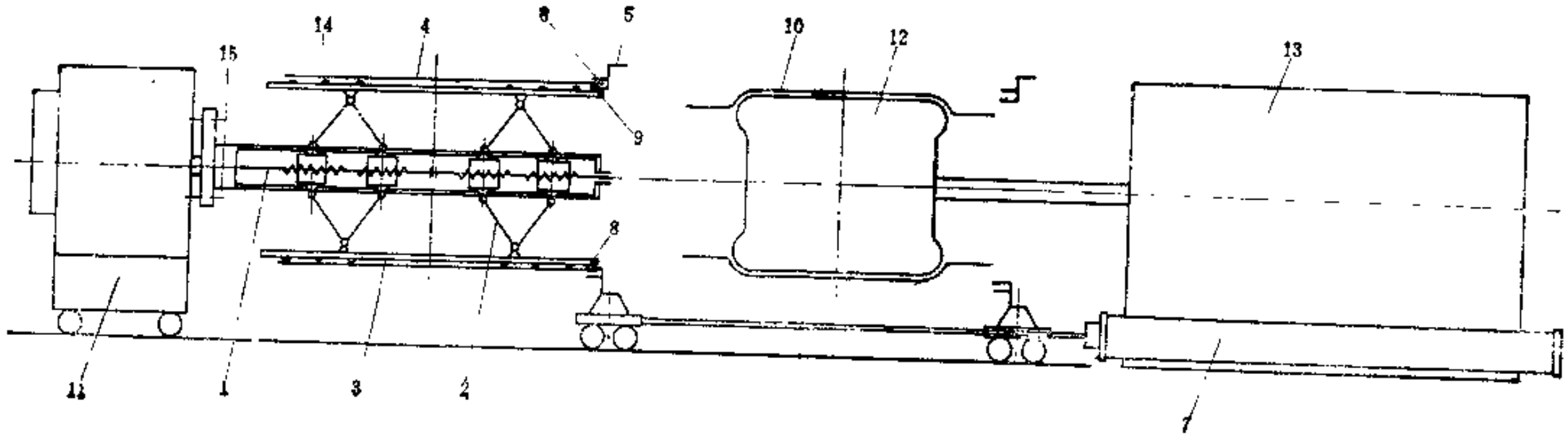


图 2-1-92　伞式扩布器及拉入环示意图

1—正、反丝杠；2—连杆；3—扩张支臂；4—帘布筒；5—拉入环；6—夹钳；7—油缸；8—吹风口；9—拉入环吹风口；10—已套在成型鼓上的帘布筒；11—尾架；12—成型鼓；13—机箱；14—球形支承；15—主轴挠度补偿调节螺栓

拉入环夹销端部也可从吹风口9喷出压缩空气。帘布筒与成型鼓的对中是按照成型鼓上方的光线指示灯由人工控制的。伞式扩布器的主轴必须与成型鼓的主轴保持同心，在伞式扩布器主轴的支承板上，装有主轴挠度补偿调节螺栓15，使伞式扩布器主轴的挠度得以补偿。

工程轮胎的钢丝圈尺寸范规较大，为了使扣圈装置能适用于一定范围的钢丝圈，因而其扣圈装置与一般的轮胎成型机不同，是由若干个曲柄托辊所构成，见图2-1-93，曲柄的角度可由人工调节，以适应不同的钢丝圈直径需要。通过手动或者风动转动蜗轮副，使大齿轮5及小齿轮3转动，从而使曲柄7随小齿轮3转动，使托辊6的外切圆直径符合钢丝圈尺寸要求。

工程轮胎由于成型鼓的鼓径大、鼓肩较高，正包操作比较困难，到目前为止，工程轮胎成型机的正包主要依靠手工作业，并用后压辊辅助滚压，劳动强度很大。对于反包作业，有

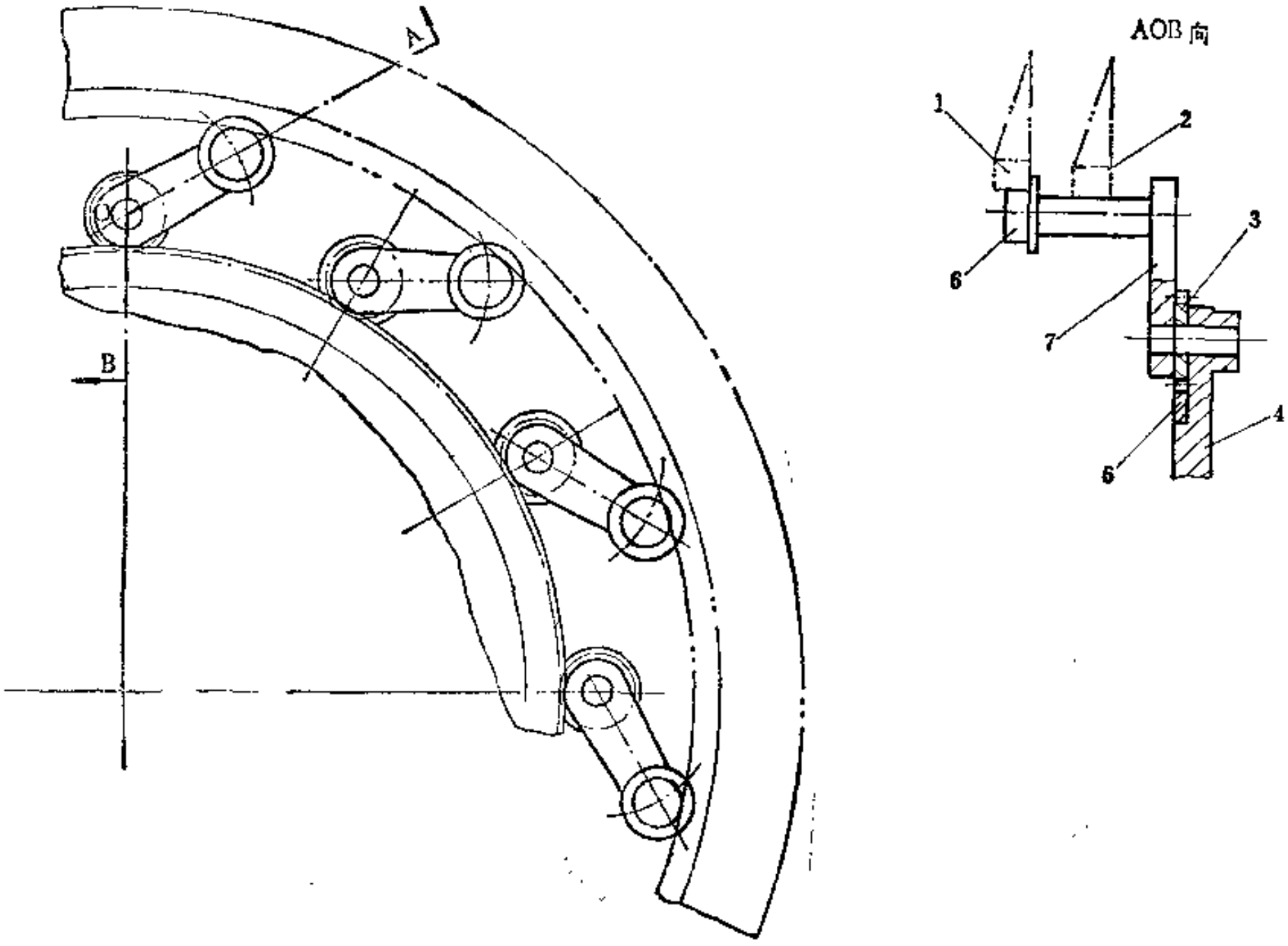


图 2-1-93　工程轮胎扣圈装置示意图

1—钢丝圈；2—存放的钢丝圈；3—小齿轮；4—支承盘；5—大齿轮；6—托辊；7—曲柄

些工程轮胎成型机上配备有膨胀式拉出盘装置，其结构如图2-1-23所示。可以适当减轻反包作业的劳动强度。

还有一种类似于图2-1-22所示的反包装置，也可考虑用于工程轮胎成型机上，它把盘式拉出装置与反包胶囊结合在一起，在正包良好的情况下，可以取得一定的反包效果。反包胶囊预先放置在成型鼓内，工作时，由驱动装置把胶囊向外移出，对帘布进行拉出及反包。由于成型鼓内有各种连杆，限制了反包胶囊的宽度，因此，这种胶囊反包装置只能部分地将帘

布翻起，须用后压辊最终完成其反包作业。

阿克隆标准公司的工程轮胎成型机的主要性能参数见表2-1-5。

表 2-1-5　阿克隆标准公司工程轮胎成型机性能参数

序号	性能参数 \ 机器型号	482	442	424	332
1	成型鼓中心高度到地面的距离	1422	1270	1270	990.6
2	成型鼓中心到机箱的距离	3734	2540	2718	1889
3	成型机主电机功率，kW		18	15	11
4	主轴转速，r/min	2～60	1.5～100	1.5～80	2～150
5	胎圈直径范围	990～1600	838～1245	635～875	508～737
6	生胎最大外径	2438	2190	1676	1168
7	帘布最大宽度	5207	3505	2794	2159
8	成型鼓直径范围	1219～2006	1067～1778	864～1270	648～990
9	成型鼓宽度范围	978～3429	1232～2032	1016～1651	558～1143
10	成型鼓曲线最大下凹深度	127	127	127	127
11	成型鼓轴直径	165.1	127～178	127～152.4	76.3～114.3
12	轮胎和成型鼓最大重量，kg	10000	5443	3636	1818
13	后压辊轴向滚压范围	3810	3150	2794	1956
14	压辊直径：				
	平面压辊	304.8	279.4	254	203
	包圈压辊	228.6	203.2	178	152
15	后压辊径向行程	1117	1092	1092	813
16	后压辊压力，kg	45～181	45～181	45～181	45～141

第六节　轮胎成型机组

轮胎成型机组又称轮胎生产流水线，它用多台专用的机器，分别完成轮胎成型过程中各个工序的操作，使成型操作的机械化程序及劳动生产率大大提高。图2-1-94是生产普通轮胎

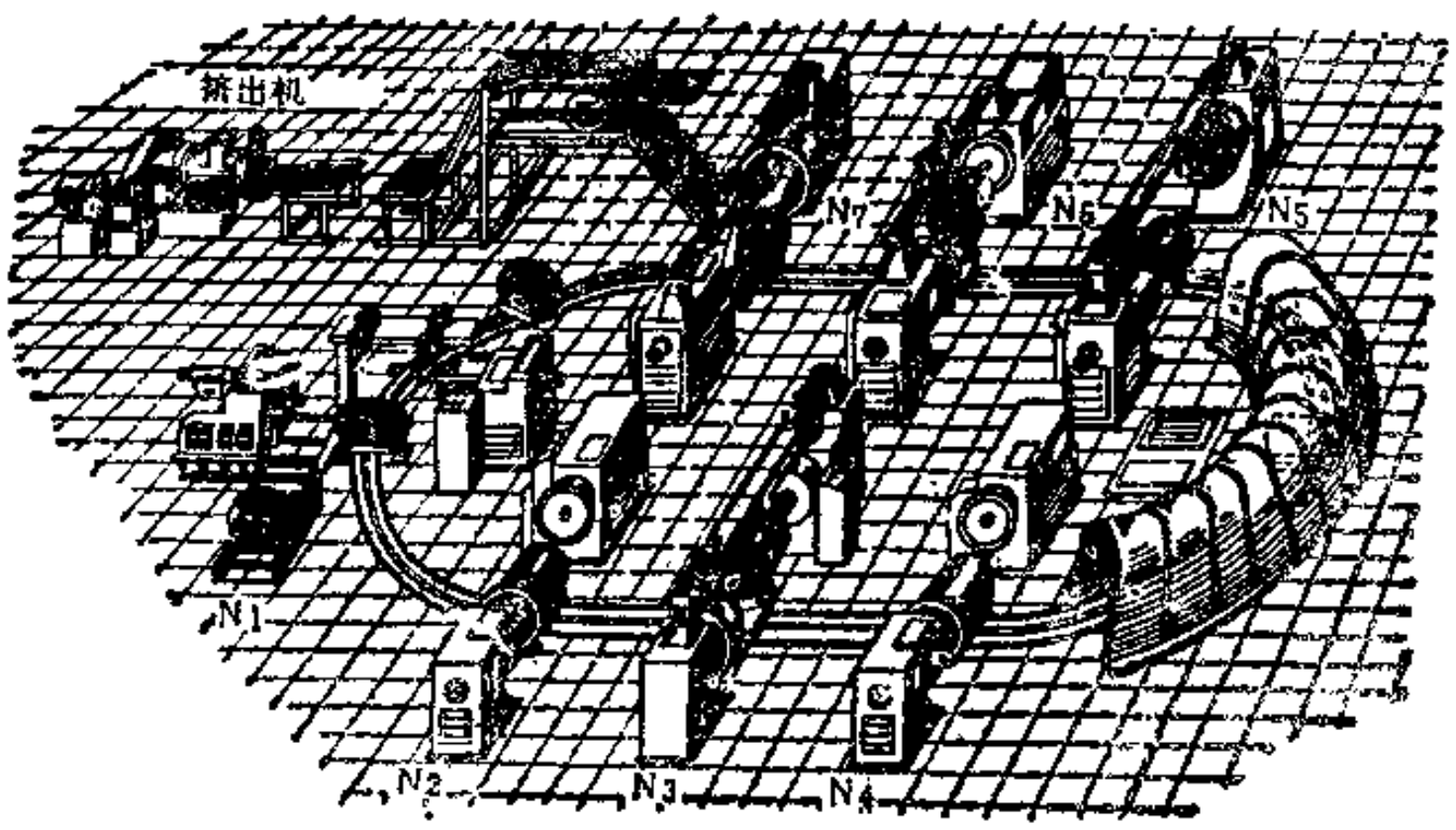


图 2-1-94　普通轮胎成型机组

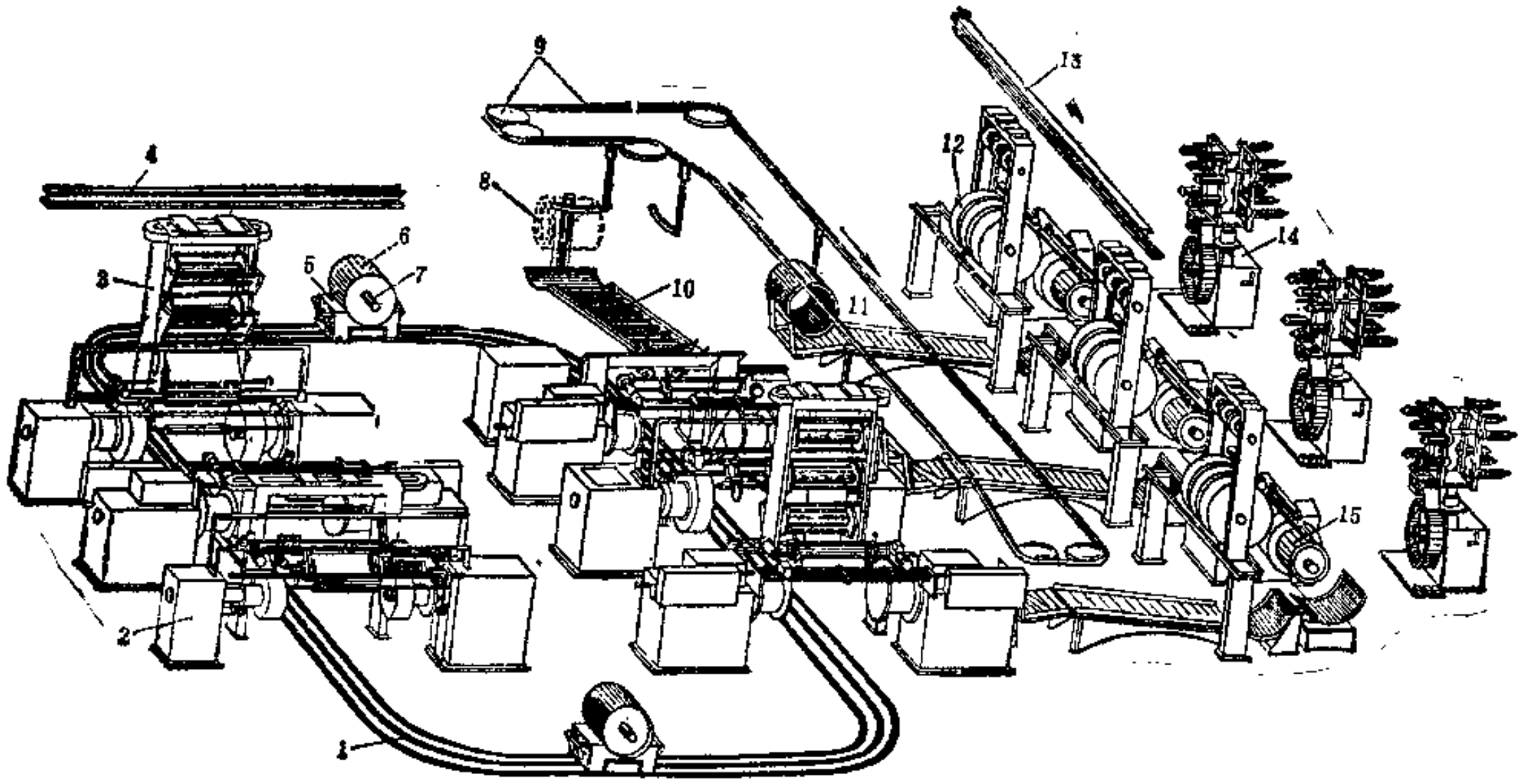


图 2-1-95　子午胎成型机组

1—轨道；2—第一段成型机；3—供布架；4—供料运输系统的轨道；5—小车；6—成型鼓；7—成型鼓轴；8—胎体；9—胎体运输系统；10—从成型鼓上自动取下胎体的接取辊道；11—将胎体运输到第二段成型机的辊道；12—热胎面供料装置；13—运输系统轨道；14—缓冲层贴合机；15—第二段成型机

的成型机组。轮胎的成型过程在七台专用机器上进行，各机台之间用环形轨道连接。装载成型鼓的小车由轨道槽内的链条带动，由一个机台移到另一机台。每台机器装有装卸成型鼓的机构，两台机器之间能容纳放个带橡胶部件的成型鼓，以保证机器相互之间独立操作。成型用的半成品部件由供料机供给。

例如十二层帘布的12.00-20轮胎的生产是由八台专用机器组成的成型机组来进行的，各机台的工艺操作顺序见表2-1-6。

表 2-1-6　12.00-20成型机组工艺操作顺序

机台号	操　作　项　目	机台号	操　作　项　目
1	贴1～5层帘布	6	贴11，12层帘布及1、2层缓冲层
2	扣第一钢丝圈	6	包边，贴子口包布，并滚压
3	贴6～10层帘布	7	贴胎面并压实
4	扣第二钢丝圈	8	滚压胎侧，折叠成型鼓，卸胎

成型机组也用来生产子午胎，如图2-1-95所示。胎体 8 在第一段成型 机2 上成型，由供

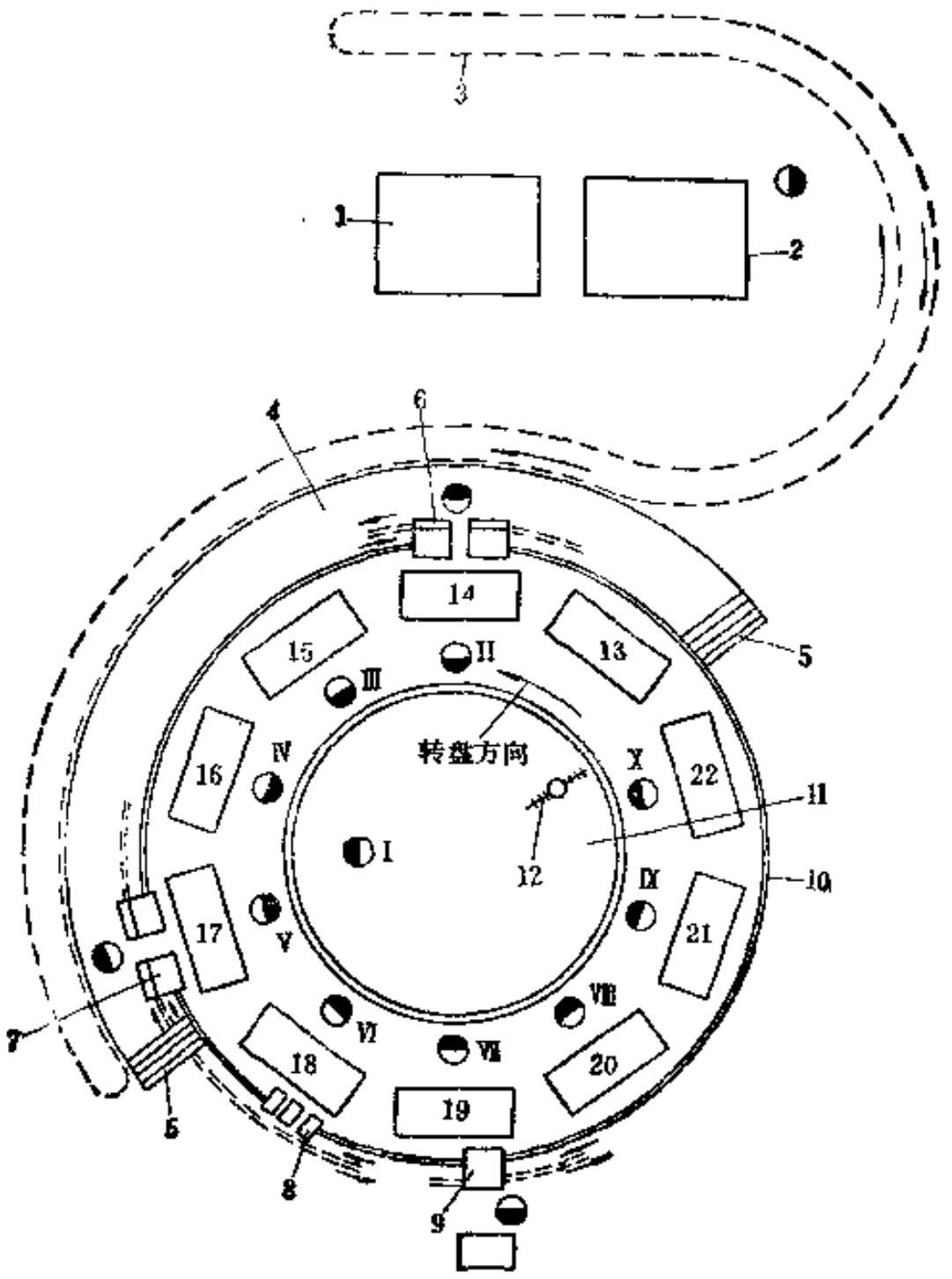


图 2-1-96　转盘式成型机组

1—导开装置；2—斜裁裁断机；3—帘布运输链；4、11—固定平台；5—阶梯；6—第一、二层帘布供料装置；7—第三、四层帘布供料装置；8—缓冲层和胎圈包布供料装置；9—胎面供料装置；10—转盘；12—钢丝圈支架；13～22—半鼓式成型机；Ⅰ～Ⅹ—操作人员位置

布架3供给帘布。装在小车5上的成型鼓6按顺序在各台第一段成型机上完成各种作业。成型好的胎体8由辊道10取下，用运输链9送到第二段成型机15上贴缓冲层及胎面。缓冲层在缓冲层贴合机14上预先贴合好。卸下胎体的成型鼓沿轨道1返回第一段成型机继续成型胎体。

图2-1-96是转盘式成型机示意图。十台成型机装在由电机传动的圆形平台上，在转盘的四周装有四台帘布供料装置、一台缓冲层和胎圈包布供料装置及一台胎面供料装置。帘布供料装置的框架沿转盘外侧的轨道运行，供料装置和转盘之间有连接装置，所以在整个操作过程中与转盘一起转动。操作结束后，供料装置与转盘分开，而与另一台机器连接，于是过程又重新开始。这套成型机组用来生产6.00-16四层帘布的轮胎。

第七节　帘布筒贴合机

采用套筒法的成型工艺，可以缩短轮胎的成型时间，相当一部分的载重轮胎及工程轮胎都采用套筒法成型工艺。帘布筒贴合机是用来将帘布贴合成帘布筒的专用设备。

常用的帘布筒贴合机有：

（1）通用型的帘布筒贴合机；

（2）鼓式帘布筒贴合机；

（3）皮带式帘布筒贴合机。

一、通用型帘布筒贴合机

通用型的帘布筒贴合机的结构型式很多，但一般都包括定长装置、压合辊及传动部分。常用的帘布筒贴合机如图2-1-97所示。主动辊2由电机经蜗轮减速器及链条传动，需要贴合的帘布环绕在主动辊2、导辊9及定长辊10上，人工接头后，再贴第二层、第三层帘布，一直到所需要的层数。开动脚踏气阀5，气缸3把弹性压辊1压下，对帘布筒加压。弹性压辊1的结构是在其轴上装有星形胶芯，并在胶芯的外面套有圆环片组，圆环片组由厚度2mm的环形钢片组成。加压时弹性压辊可按帘布筒的差级起伏均匀地对帘布筒加压。主动辊2的驱动电

表 2-1-7　通用型的帘布筒贴合机主要性能参数

性能参数 \ 机器型号	LT-650	LT-800	LT-1100	LT-1300	LTC-1100	LTC-1100(B)	LTC-800	LTC-600
帘布筒周长范围，mm	1000～1145	1100～1500	1650～2300	1700～2415	1650～2300	1800～2300	1000～1500	700～1500
工作辊筒直径，mm	156	156	210	210	200	200	164	120
长度，mm	700	800	1100	1300	1100	1100	800	600
线速，m/min	44	44	46	31.5	42.7	42.7	60	60
转速，r/min	90	90	70	47.7	68	68	120	160
弹性压辊规格，mm	φ100×650	φ100×750	φ100×1100	φ100×1300	φ110×1100	φ110×1100	φ100×800	φ92×600
数量	单辊	单辊	双辊	双辊	单辊	单辊	单辊	单辊
工作辊筒中心离地面高度，mm	900	900	900	900	900	830	900	850
电机功率，kW	0.75	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1
压缩空气压力，MPa	0.4～0.6	0.4～0.6	0.4～0.6	0.4～0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
外形尺寸，mm	1180×870×1370	1280×870×1370	1650×860×1530	2560×1060×1575	1925×750×1645	1925×800×1645	1520×580×1570	1200×400×1400
制造厂	建阳橡胶机械厂	建阳橡胶机械厂	建阳橡胶机械厂	建阳橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂

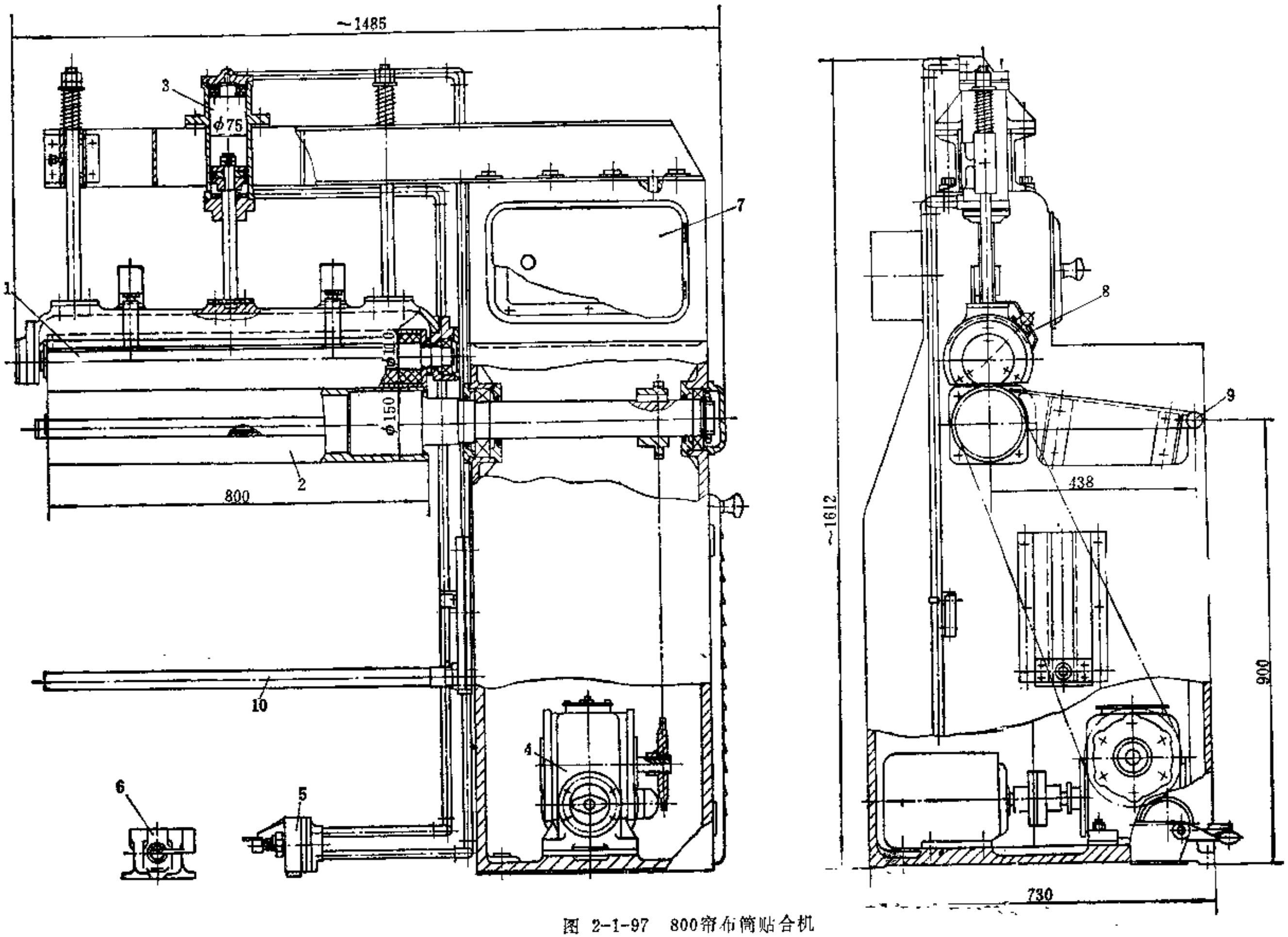


图 2-1-97　800帘布筒贴合机

1—弹性压辊；2—主动辊；3—气缸；4—传动部分；5—脚踏气阀；6—脚踏开关；7—工具箱；8—安全挡板；9—导辊；10—定长辊

机由脚踏开关 6 操纵，定长辊10的上下位置可沿燕尾槽调节，使帘布筒周长附合要求。在弹性压辊 1 前有安全挡板8，一旦操作者将手触及安全板8时，即推动限位开关，传动电机反转，防止手被压进压辊内。

弹性压辊加工比较困难，制造费用高，可以用软质胶辊代替弹性压辊，经使用效果良好。它的结构与一般胶辊相同，在带沟槽的金属辊外表上，先包一层5mm的硬质胶，增加橡胶和金属的附着力，然后再包一层硬度Hs55±2的软质橡胶，厚度约20mm，硫化后的表面磨光，为了防止胶辊粘帘布，须在胶辊的表面粘一层经过浸渍处理的垫布。

最近，有的通用型帘布筒贴合机上增加了帘布筒划中心线装置，便于在成型机上套帘布筒时，使帘布筒能与成型鼓中心对准。为了达到上述目的，在层布贴合机的工作台上装有帘布的挡边定位装置，划线小滚的位置可以根据标尺移动，使中心线正确地划在帘布筒上。

通用型的帘布筒贴合机性能参数见表2-1-7。

二、鼓式帘布筒贴合机

鼓式帘布筒贴合机适用于贴合的帘布筒周长不经常改变的情况下，它有简易型的和复杂型的。简易型的鼓式帘布筒贴合机只有一个可折叠的贴合鼓，装在一个机箱的主轴上，贴合鼓由电机经减速后驱动回转，另有一个弹性压辊，用以排除帘布层间的气泡。复杂型的鼓式帘布筒贴合机除了有加工精密的贴合鼓外，还有许多保证帘布筒贴合精度、提高机械化程度的装置。

图2-1-98(见书后插页)所示的鼓式贴合鼓是一种带有帘布、胶片供料机的现代化的帘布筒贴合机，它的贴合鼓可以实现等宽帘布的左、中、右错位贴合，使帘布卷的规格和数量减少 2/3，非常适合纤维子午胎或斜交胎的帘布筒贴合使用。它由贴合鼓 1、机箱 2、打点辊 3、胶片供料机 4 、帘布供料机5、帘布托盘6、贴合辊7等组成。

贴合鼓 1 是一只直径可以伸缩的鼓，直径扩张时，用于贴合帘布筒，缩拢时，直径减小，可以取下贴合好的帘布筒。在气动机构的驱动下，贴合鼓可以作轴向左、中、右三个位置的移动，即可作等宽帘布的错位贴合，又可作常规的非等宽帘布的差级贴合。贴合鼓的表面有一排小孔，与真空管路相连，当第一层帘布（或胶片）的端头贴合在贴合鼓上时，打开真空阀门，小孔与真空管道接通，使帘布（或胶片）端头吸住在贴合鼓上，接着，贴合鼓的一转装置使贴合鼓转动360°，由人工用经加热器 8 加热的割刀，将帘布切断，并将帘布首尾搭接贴合。贴第二层帘布时，贴合鼓按工艺要求作轴向移动，然后再按贴第一层帘布方法贴合第二层，其端头直接贴在第一层帘布上。按照工艺要求贴合好几层帘布（包括胶片），经打点辊排气压实后，成型鼓缩拢，从贴合鼓吸帘布端头的小孔内吹出压缩空气，便于取出帘布筒。在第一层帘布筒贴合以后，贴第二层帘布筒时，贴合鼓自动将帘布头的贴合位置转动一个角度，使帘布接头的位置错开，防止成型后的轮胎偏重。

打点辊的结构如图2-1-99所示。

打点辊是一只高速转动的笼形辊筒，工程塑料制成的片状辊架3与支杆2一起构成笼形辊筒，塑料的弹性圈 1 套在支杆 2 上，当轴4带动辊架3、支杆2一起转动时，塑料弹性圈1在离心力作用下，向外飞出，打在帘布筒上，密集的点状打击，把帘布层之间的空气赶出。这种排气的方法，可以防止用普通压辊滚压时发生帘线弯曲的弊端。打点辊用气缸升降。

在鼓式贴合机的机箱 2 上（见图2-1-98），装有贴合鼓的传动系统，还装有贴合鼓的轴向移动气缸、压缩空气及真空管路的回转接头，及装有贴合鼓一转控制器及选位装置。贴合

鼓由2.8kW的直流电机驱动，其工作速度可按需要调节。

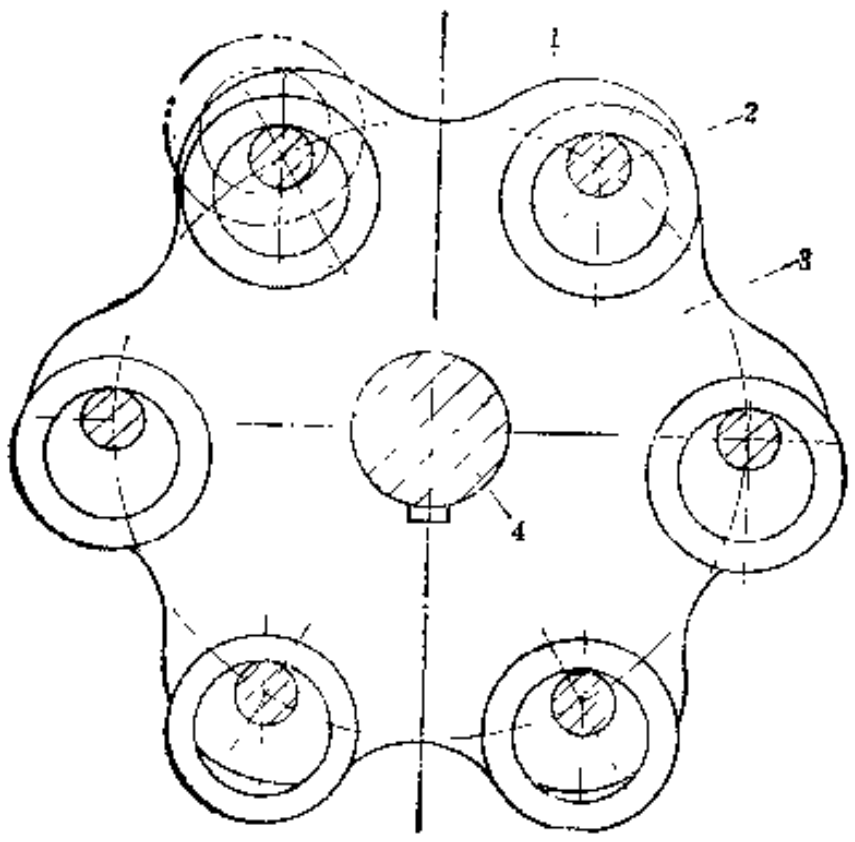


图 2-1-99 打点辊示意图

1—塑料弹性圈；2—支杆；3—辊架；4—轴

胶片供料机 4 是一辆可以沿贴合鼓轴向移动的小车，装在帘布贴合机的前面，更换胶片卷时，小车拉出机外。在胶片导出时，贴合辊 7 向前伸出，与贴合鼓接触。胶片随化纤垫布一起导出，经过跳动辊及贴合辊后，垫布折回卷取轴卷取，胶片则贴在贴合鼓上。贴合鼓的线速度与胶片的导出速度通过跳动辊上的接近开关使其保持同步。胶片的尾部用贴合辊上面的一把电热刀将其切断，其切断的位置保证胶片的首尾相接。

帘布供料机 5 上可以放置两卷帘布，由于采用等宽错位贴合的方式，可以满足相当于非等宽错位贴合的六种不同宽度的帘布需要。帘布卷的导开架上都装有摩擦盘，可以控制帘布卷导出时的张力。垫布与帘布一起导出后，由垫布卷取轴卷取，帘布经跳动辊后，经过滚道进入托盘6，托盘6上装有挡板，使帘布保持一定的位置。托盘6可由气缸驱动升降，供布时降下，不用时升起。当贴合机的整个贴合过程用程序控制器自动控制时，这些程序全部自动进行。

鼓式贴合机的性能参数如下：

（1）贴合鼓直径范围	400～665mm	（5）电机：	
鼓宽	1200mm	贴合鼓电机 直流	2.8kW，2000r/min
（2）贴合的差级宽度	15mm之内	打点辊电机 交流	0.55kW，1380r/min
（3）帘布卷：		帘布导开电机 交流	1.1kW，1400r/min
垫布最大宽度	1200mm	胶片导开电机 交流	1.5kW，1410r/min
帘布最大宽度	210～1100mm	（6）胶片切断用电热刀功率	300W
垫布卷最大直径	760mm	（7）帘布割刀加热电炉功率	75W
帘布卷最大直径	400mm	（8）压缩空气供给压力	0.8MPa
（4）胶布卷：		（9）真空管路	47～53kPa
垫布最大宽度	1200mm	（10）外形尺寸	7000×5000×2350mm
胶片宽度范围	210～1100mm		
胶片及垫布卷最大直径	550mm		
垫布卷最大直径	350mm		

某些工程轮胎用的鼓式贴合机，它的贴合鼓直径可以根据帘布筒的贴合周长，在一定范围内调节贴合鼓的直径。这样可以减少换鼓的麻烦。

由于工程轮胎的胎合周长很长，如采用单鼓式的贴合鼓，贴合操作不便，因此，有的贴合机就采用双鼓贴合，改变两个贴合鼓的上、下中心距离，即可调节其贴合周长。

三、皮带式帘布筒贴合机

工程轮胎的帘布筒宽度与周长尺寸都较大，特别是巨型轮胎，采用上述二种形式的贴合机，就难以操作。图2-1-100所示的皮带贴合机具有操作方便，卸帘布筒容易，变换帘布筒

贴合周长简单的优点。

贴合皮带 4 是内面擦胶、外表面为粗纹棉帆布的薄型输送带，待贴合的帘布放在贴合皮带上后，随贴合皮带的移动，环绕主动辊1、固定辊11及定长辊8一周，进行定长。定长辊 8 与导辊 9 固定在一个支架上，支架可以用手轮经丝杠调节移动，从而可调节贴合周长，而贴合皮带的周长保持不变。贴合皮带的上部起到承托输送帘布的作用。采用棉布骨架输送带其目的是防止产生静电。贴合皮带的下面装有抱紧皮带，抱紧皮带的支架在气缸的驱动下可以升降，在帘布筒的贴合过程中，上升的抱紧皮带一方面可起到承托帘布的重量防止下垂的作用，另一方面起到对帘布层加压，排除帘布层间的空气。在开始贴第一层帘布时，起到往回输送帘布的作用。

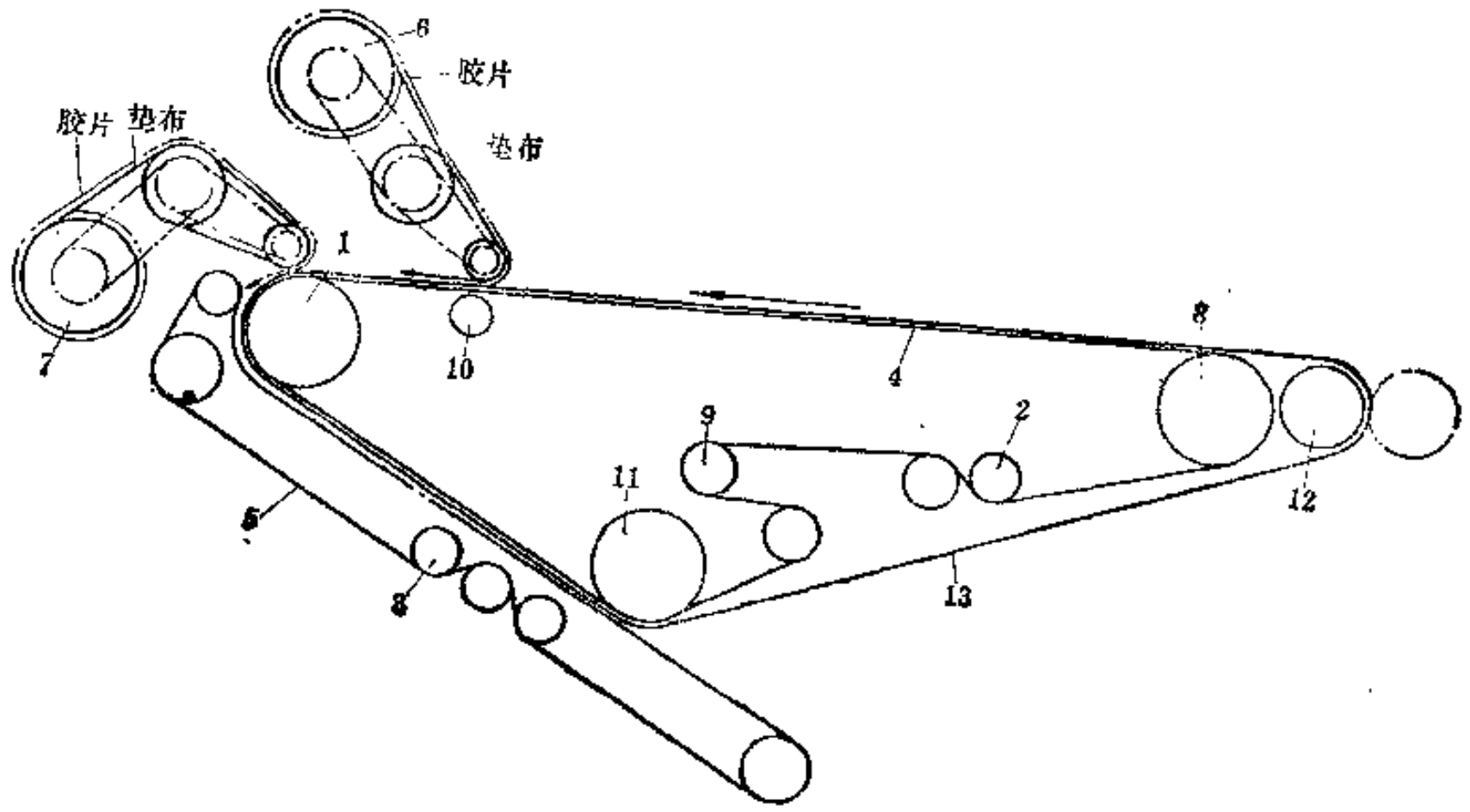


图 2-1-100　皮带式帘布筒贴合机示意图

1—主动辊；2—双辊式皮带调偏装置；3—三辊式皮带调偏装置；4—贴合皮带；5—抱紧皮带；6—上贴胶片装置；7—后贴胶片装置；8—定长辊；9—导辊；10—托辊；11—固定辊；12—托辊；13—帘布筒

定长辊 8 及导辊 9 的位置，可通过机架右侧的手轮和丝杠进行调节，机架上有标尺示出其贴合的周长，通过气缸的驱动，可以移动定长辊 8 及导辊 9 的支架，使定长辊 8 及导辊 9 缩拢，便于从贴合皮带上取下贴好的帘布筒。在气缸驱动支架复位后，贴合皮带也随之复位，保持给定的贴合周长。由于定长辊 8 及导辊 9 装在一个支架上，因此当转动手轮调节贴合周长时，贴合皮带工作面上增减的长度，恰好等于导辊 9 的贴合皮带减增的长度，从面使贴合皮带的周长保持不变。在定长辊 8 的附近有一根吹风管，取出帘布筒时，吹风管沿着贴合皮带的宽度方向喷出干净无油的压缩空气，使帘布筒与贴合皮带之间产生气垫作用，沉重的帘布筒在人工、卷扬机或者专门机器的牵引下，渐渐离开贴合皮带。在左侧的机架上还装有球形支承和小托辊，以减少帘布筒取出时的摩擦阻力。

在定长辊 8 的旁边，还装有一根托辊12，当贴合周长经过调节还不能满足需要时，帘布筒可从托辊12上绕过，可以适当增加帘布筒的周长。托辊12可根据增加的贴合长度要求，移动位置。

宽阔的贴合皮带4及抱紧皮带5装在悬臂的各个辊筒上，辊筒的支承刚度很差，皮带在运转的过程中极易跑偏，因此，贴合皮带和抱紧皮带分别装有皮带调偏装置2及3，以纠正皮带的位置。在皮带的一侧装有检测杆，在皮带跑偏时，检测杆摆动，由控制阀操纵调偏装置的气缸，使皮带导辊摆动，从而纠正皮带的运动轨迹。

在皮带贴合机上，还可以根据需要加装胶片贴合装置6、7，以供贴合无内胎轮胎的密封层胶片和隔离胶片。

RJS公司的皮带贴合机具有A、B、C、D四种型号，每种型号有几种不同的皮带宽度与贴合长度系列，其规格参数如表2-1-8所示。

表 2-1-8　皮带贴合机规格参数

型　　号 (贴合皮带宽度系列)	最小缩拢长度 (卸帘布筒时) mm	最小贴合周长 mm	最大贴合周长 mm	延伸托辊后的 极限贴合周长 mm
A　型 (1200;1350; 1500)	① 1125	1200	1625	1875
	1425	1500	2100	2350
	1575	1675	2375	2625
	1750	1875	2750	3000
B　型 (1800;2400; 3100)	② 1600	1700	2325	2575
	1750	1875	2750	3000
	1925	2050	3050	3300
	2150	2250	3500	3750
	2250	2375	3750	4000
	2375	2500	4000	4250
C　型 (3300;3750; 4375)	2150	2250	3300	3550
	2250	2350	3500	3800
	2375	2500	3750	4000
	2875	3000	4675	4925
	3125	3250	5375	5625
	4125	4250	6000	6250
D型 5000	3500	3625	5375	5625

① 只适用于宽度为1200及1350mm的周长范围。
② 只适用于宽度为1800mm的周长。

第八节　帘布供料架

与帘布筒贴合机配套使用的帘布供料架，一般随轮胎的帘布层数的不同及各生产厂的操作习惯而异，除了常用的四方、六方形的供布架外，有些轮胎厂为了减轻贴合劳动强度，设计制造了各种帘布供料架。

图2-1-101是一种移动式供料架，帘布及垫布卷2按轮胎帘布层数分别存放在存料架3的左、右侧，帘布及垫布卷从存料架3后面放入，沿斜坡向前滚向操作位置，垫布卷1在帘布导出时，由帘布带动自动卷取。用完的帘布卷轴，从存料架侧面取出。存料架在移动传动装置4的驱动下，可沿导轨5左右移动，以供给贴合需要的帘布。存料架3有的采用气缸移动。

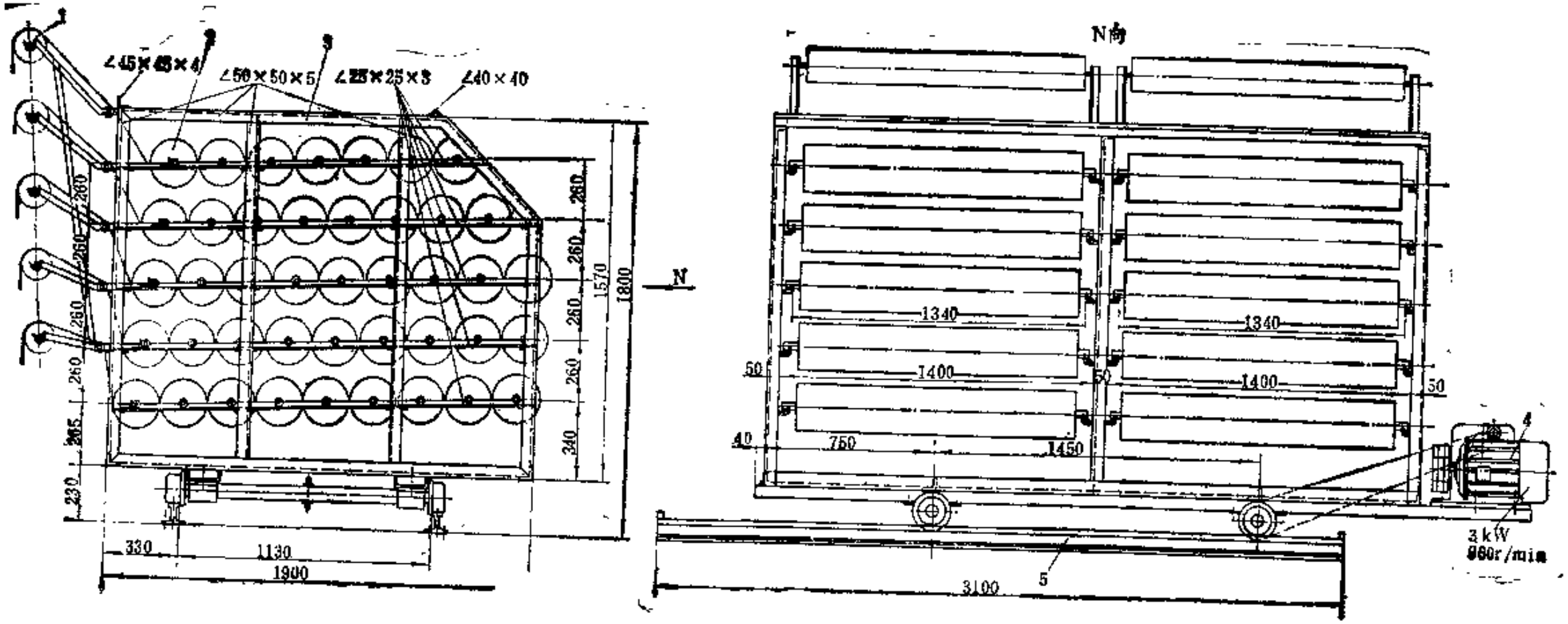


图 2-1-101　移动式供料架

1—垫布卷；2—帘布及垫布卷；3—存料架；4—移动传动装置；5—轨道

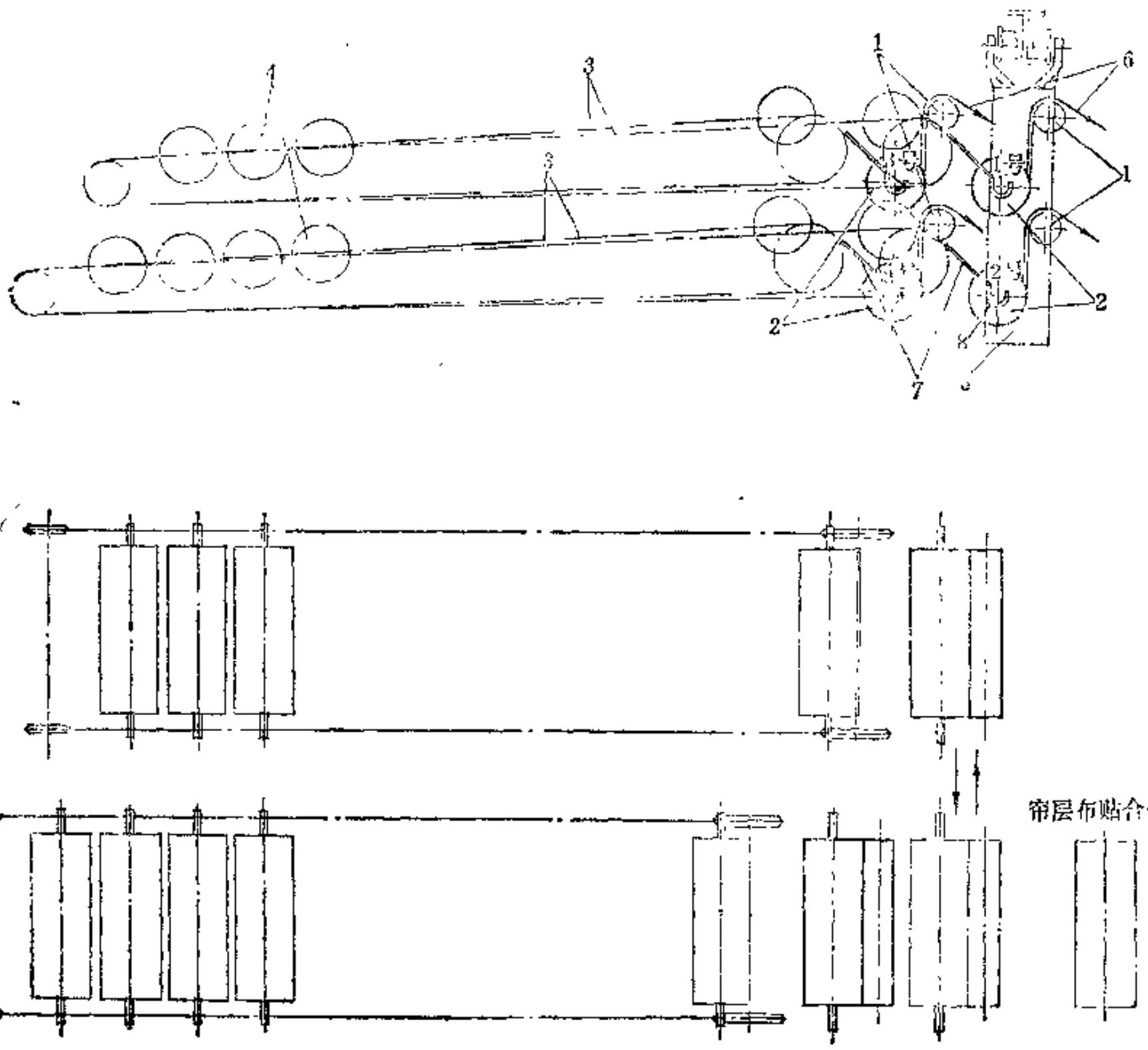


图 2-1-102　移门式供料架示意图

1—垫布卷；2—工作的帘布和垫布卷；3—布卷运输链；4—帘布和垫布卷；5—移动门；6—胶帘布；7—挡板；8—挂钩

图2-1-102是一种移门式供料架示意图。机架两侧分上下两层，共有四组布卷运输链，帘布及垫布卷 2 的芯轴两端放置在这四组布卷运输链 3 上。开动传动装置，各组运输链 3 可以分别向前输送布卷，送出的布卷经挡板 7 滑入机架的挂钩 8 上。运输链 3 每移动一个布卷位置，即由限位开关控制自动停止运行。垫布卷 1 有传动装置驱动，一面卷取垫布一面导出胶帘布。四个工作布卷 2 分别由按钮开关控制供布。1 号、2 号工作布卷装在移动门 5 上，由运输链 3 供给布卷后，移到帘布筒贴合机位置进行供布。装在固定机架上的 3 号、4 号工作布卷供布时，1 号、2 号工作布卷又移到供布卷的位置。移动门由传动装置用钢丝绳牵引移动。为防止布卷运输链 3 荷重太大而下垂，在承载布卷的链条下面装有导轨。图上各传动装置未示出。

移门式供料架的优点是：①可以存放较多的帘布和垫布卷；②减轻搬运布卷的劳动强度；③垫布采用动力卷取，减少帘布导开时的变形。

移门式供料架的主要性能参数：

（1）布卷最大宽度	1000mm	（4）运输链规格	节距31.7mm
（2）布卷运输链线速度	13m/min	（5）移门速度	18m/min
（3）运输链上布卷存放量		（6）垫布卷卷取速度	131.5r/min
上层	13卷	（7）垫布卷传动电机功率	0.6kW
下层	14卷	（8）主传动电机功率	1.5kW

第九节　轮胎成型机的供料机

一、用途与分类

现代的轮胎成型机都配备各种半制品的供料机，如胶片、帘布、包布、胎侧、胎面、填充胶条等的供料机，以提高成型效率。其中以帘布（包括胶片）供料机使用最多。帘布供料机通常有三种基本型式：①塔式供料机；②移动式（梭动式）供料机；③固定式供料机。不论帘布、胶片、胶条、包布、胎侧供料机，其半成品的导出都有传动装备，使得导出的半成品变形较小。近年来，为了提高轮胎的成型精度（特别是子午胎），对供料机导出的半成品，采取了各种定位措施，使各种半成品贴合的位置更加精确。胎面供料装置一般只是一种辊式存放架，但是，近年来某些乘用车胎的胎面存放架也装有传动装置，以提高成型效率，减轻劳动强度。此外，新型的供料机上广泛地装有半成品定长、切断装置以及自动送头装置，从而使得轮胎成型的机械化、自动化水平有了很大的提高。

二、塔式供料机

塔式供料机的构造如图2-1-103所示，主要由供料辊2、加料传动装置7、帘布头自动缩回的弧形导轨4、链条传动装置9及胎圈包布导开装置（图上未示）等组成。每台塔式供料机有前、后两组供料辊，前组供料辊向成型鼓供料时，由专用的加料车(参见图2-1-105)通过加料传动装置7向用完了帘布的后组供料辊加料。

供料辊2用链条1带动，每组供料辊按轮胎帘布及缓冲层的需要有若干套供料辊，每套供料辊包括有一个帘布及垫布辊和一个垫布辊，其结构见图2-1-104。

垫片辊1的一端装有带摩擦片7的齿轮4，与帘布及垫布辊2轴上的齿轮3啮合。齿轮3的轴上装有超越离合器8，从帘布及垫布辊2上导出帘布时，齿轮3带动齿轮4转动，把垫布卷到垫布辊1上，当需要更换帘布卷时，开动链条传动装置，把供料辊转位。在供料辊转位的过程中，原先导出帘布的帘布及垫布辊2上的摩擦轮5与固定在机架上的弧形导轨接触（见图2-1-103)。导轨上装有弹簧，保证摩擦轮5靠着弧形导轨回转，使帘布及垫布辊2反向回转，自动缩回帘布头。

由于超越离合器的空转，齿轮3不动，而垫布辊1在垫布的牵引下转动，把缩回的帘布头衬上垫布。装在齿轮4内的摩擦片打滑，与齿轮3啮合的齿轮4仍然不转动。

供料辊的转位链条由链板9及套筒滚子链10组成。链板9用以保证齿轮3、4的正常啮合。为使链板9及套筒滚子链10在链轮上能够正常啮合，在垫布辊的六角块11上开有长槽，使得链板9能顺利地通过链轮。

当一组供料辊上的帘布消耗完后，按下手柄（参见图2-1-103件号6），拔出定位销，推动机器水平回转180°，把用空的一组供料辊转到加料位置，小气缸把主动摩擦轮（参见图2-1-103件号8）压在摩擦轮6上，开动加料传动装置，便可向供料辊加料。一套供料辊料满时，链条转位，给下一套供料辊加料，直到一组供料辊全部料满为止。加料时，帘布及垫

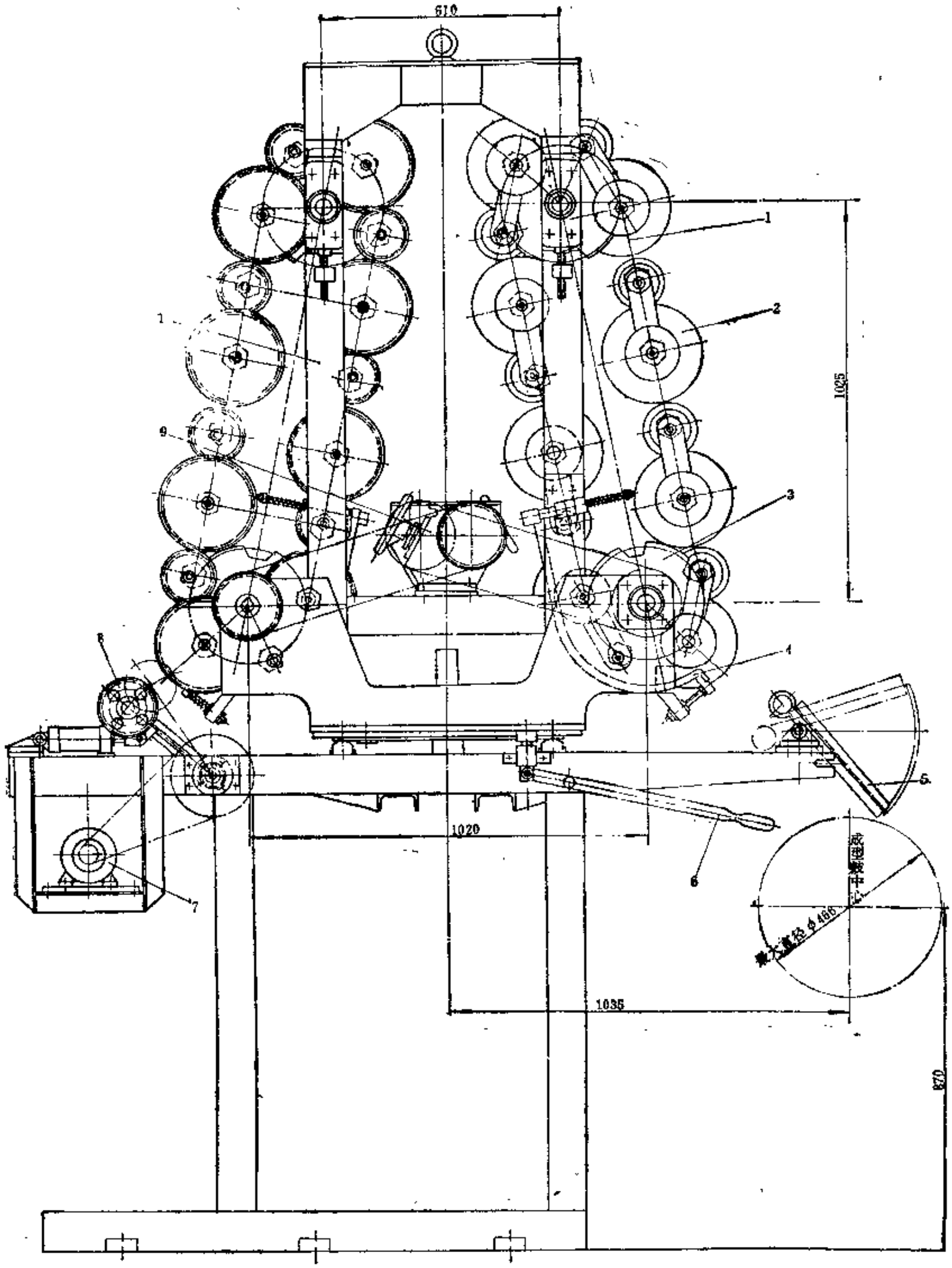
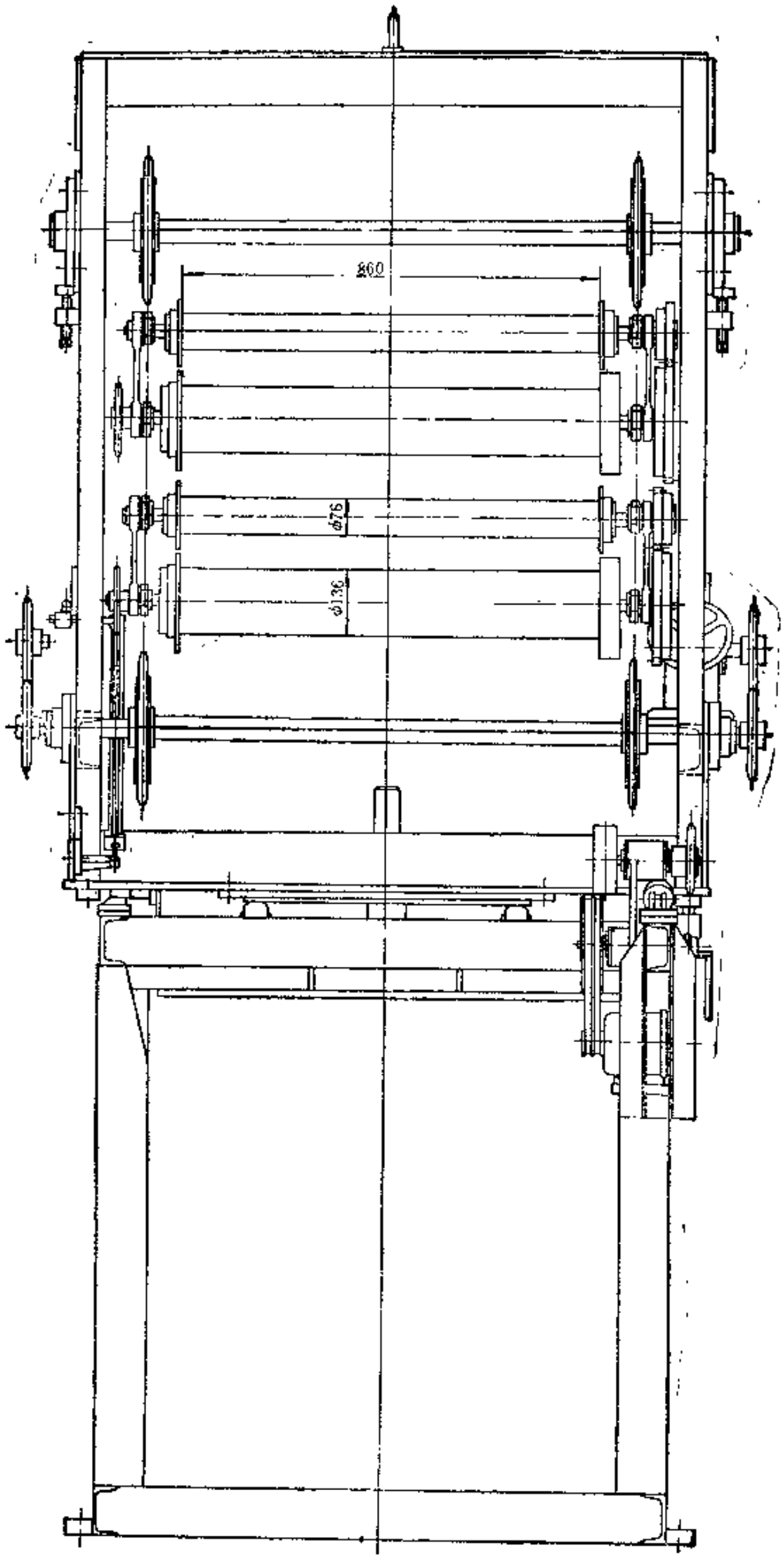


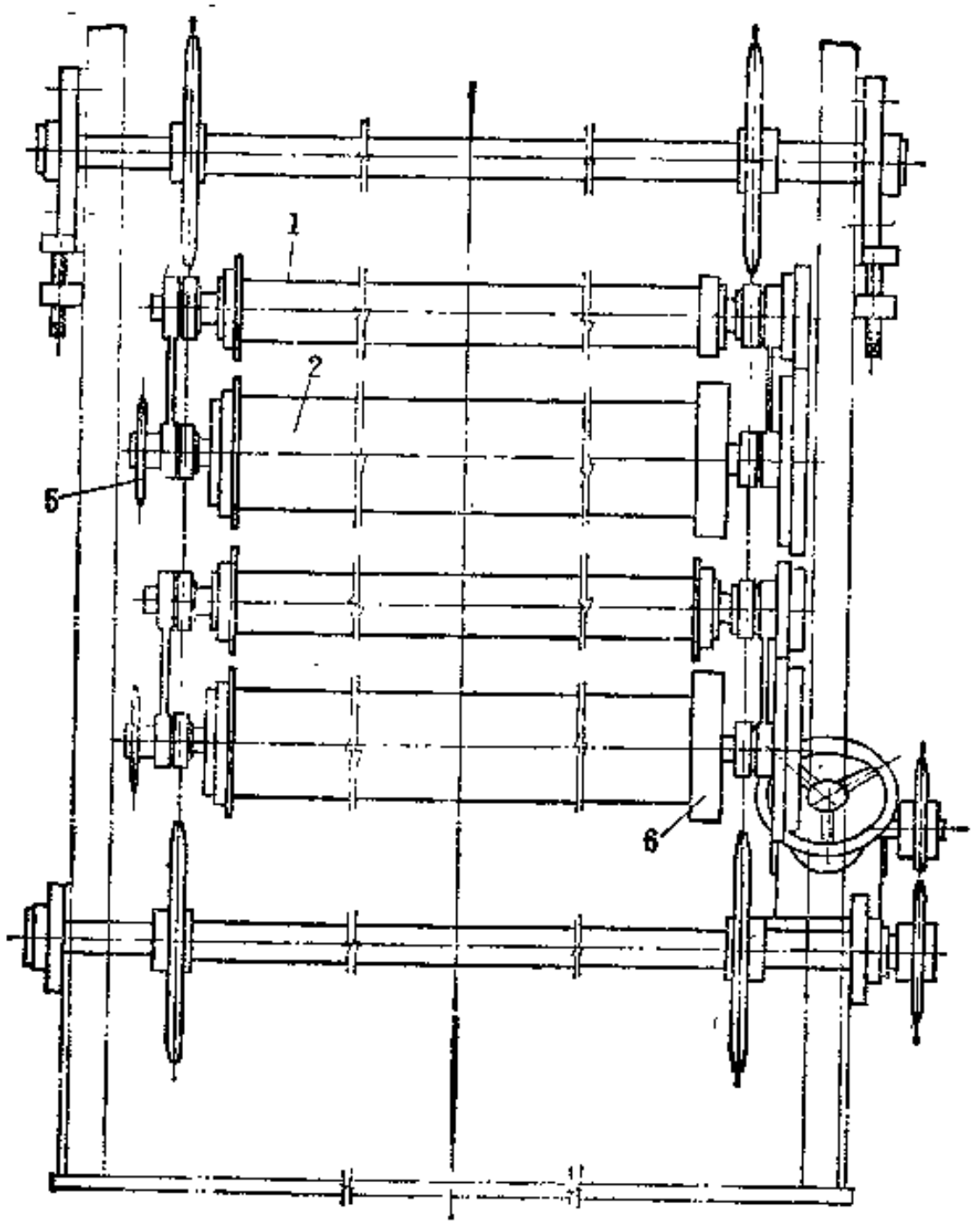
图 2-1-103

1—链条；2—供料辊；3—链轮；4—导轨；5—帘布托板；6—定位

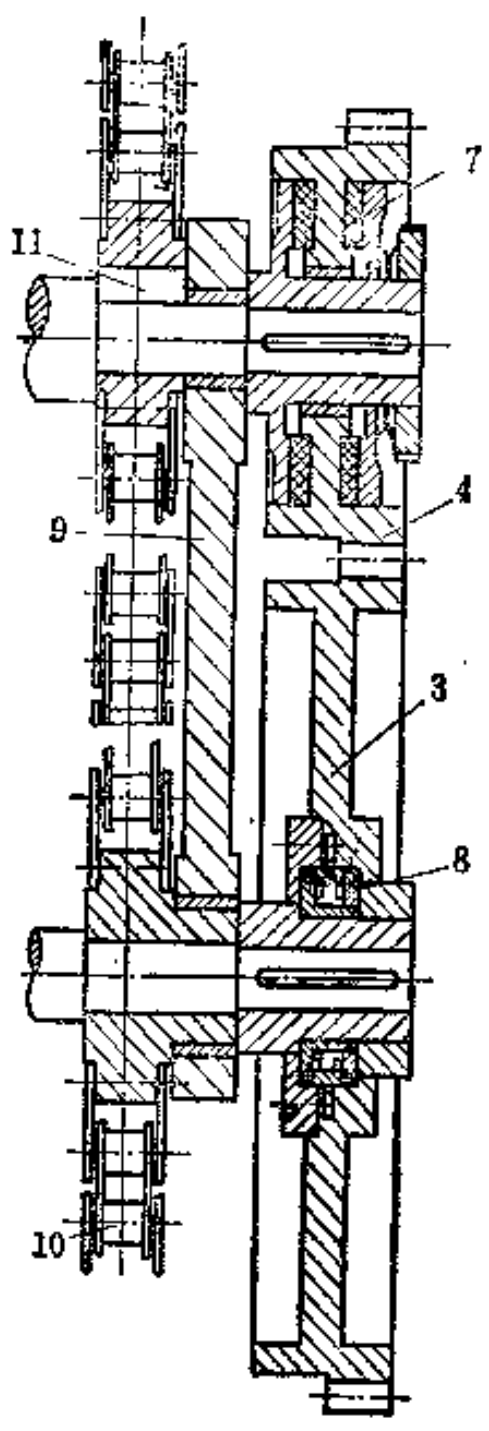


塔式供料机

销子柄；7—加料传动装置；8—摩擦轮；9—链条传动装置；10—机架



A－A放大



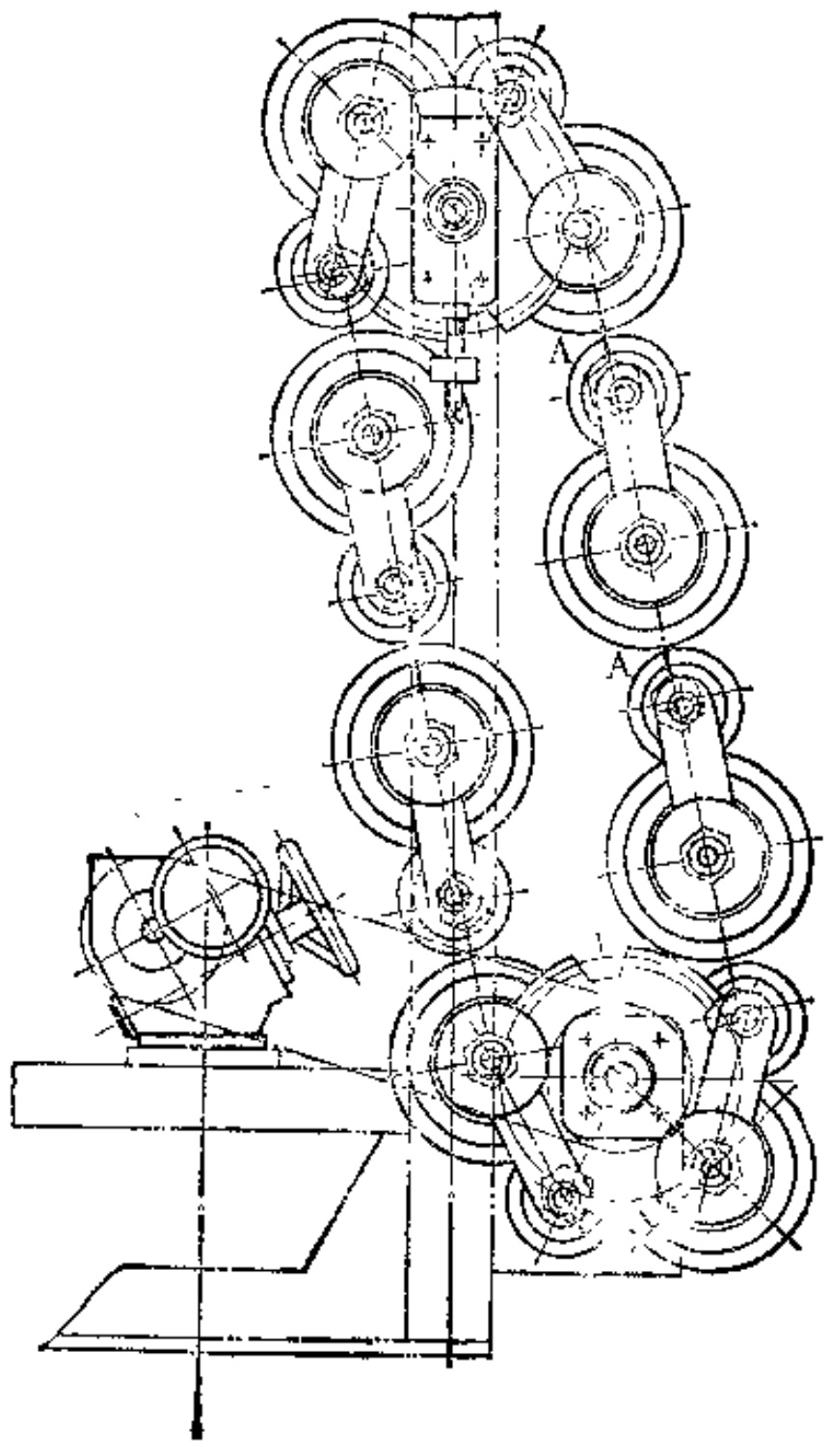


图 2-1-104　塔式供料机的一组供料辊

1—垫布辊；2—帘布及垫布辊；3、4—齿轮；5、6—摩擦轮；7—摩擦片；8—单向离合器；9—链板；
10—滚筒滚子轮；11—六角块

布辊 2 和垫布辊 1 转动，而齿轮 3 、 4 不动。

胎圈包布供料机一般装在塔式供料机机架下面左右两侧，成卷的衬有垫布的胎圈包布，经胎圈包布供料机导出后，转90°方向向成型鼓供料，其结构参见下述移动式供料机的胎圈包布供料机。

乘用车胎塔式供料机的主要性能如下：

（1）供料辊数量	16套，8套一组	（4）帘布及垫布卷最大直径	245mm
（2）加料传动装置 电机功率	0.35kW	（5）可卷帘布长度	12.5m
主动摩擦辊直径	135mm	（6）供料辊传动电机功率	0.27kW
（3）平均加料速度	43m/min	（7）供料辊换辊时间	2.1s

为了向塔式供料机加料，采用专用的加料车，图2-1-105是加料车的一种。

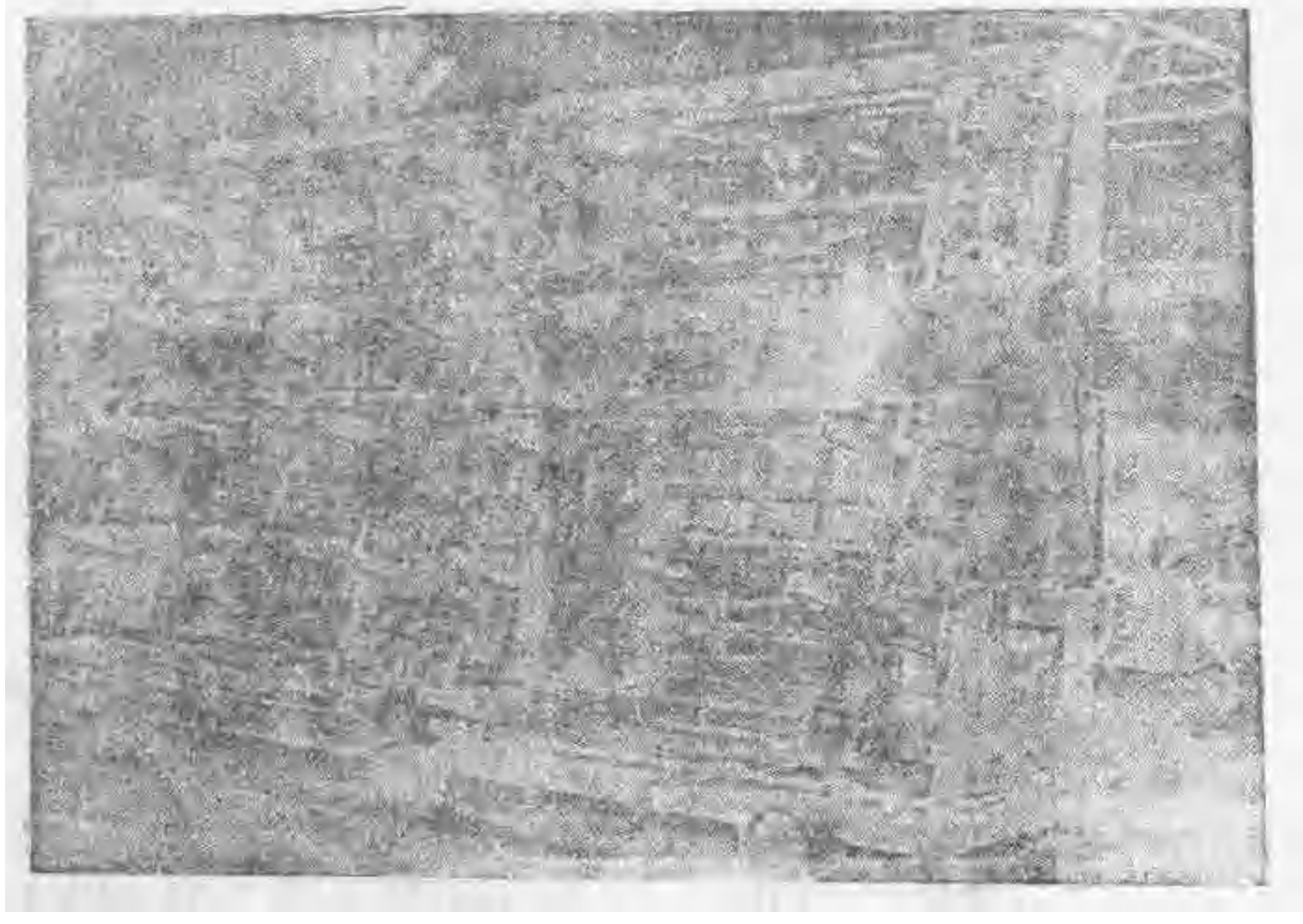


图 2-1-105 供料机加料车

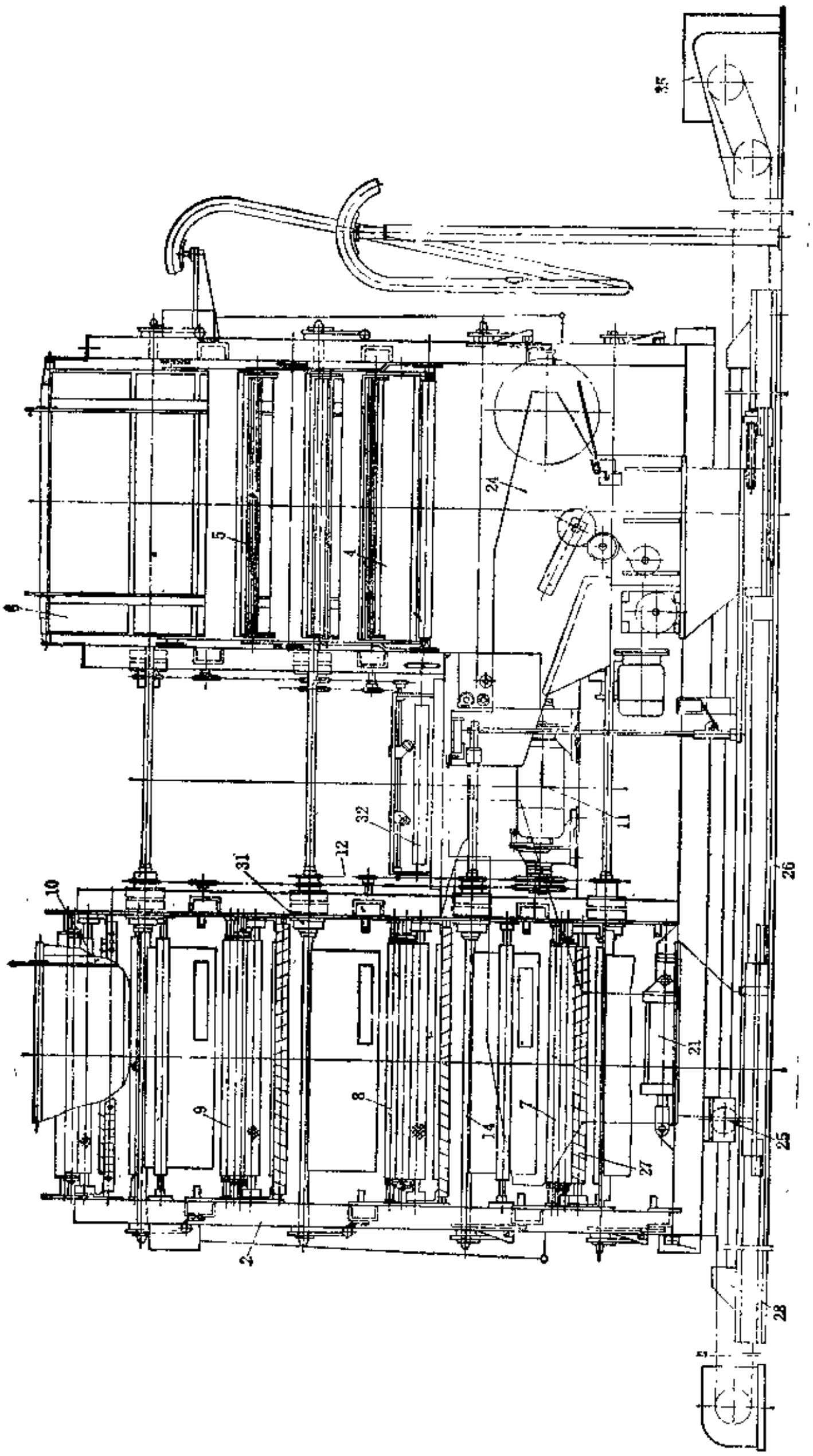
三、移动式供料机

这里所指的移动式供料机是指移动式帘布供料机。移动式供料机主要用于供给帘布层较多的场合。塔式供料机虽然也能用于多层帘布的供料，但是，由于加料不太方便，现在已经用得很少了。

移动式供料机如图2-1-106所示，它主要由机架移动传动装置35、定位装置21、帘布或缓冲层供料装置、白胎侧供料装置33（根据需要）、胎面架32、胎圈包布供料装置24等组成。

移动式供料机有左、中、右三个操作工位，左右工位供给帘布及缓冲层，中间工位供给胎面、白胎侧及胎圈包布。

在机架 2 的左右两侧各装有四套帘布或缓冲层的供给装置，分别用一套传动装置11导出


35
24
5
4
6
32
11
12
31
10
26
21
8
9
14
7
27
25
2
28

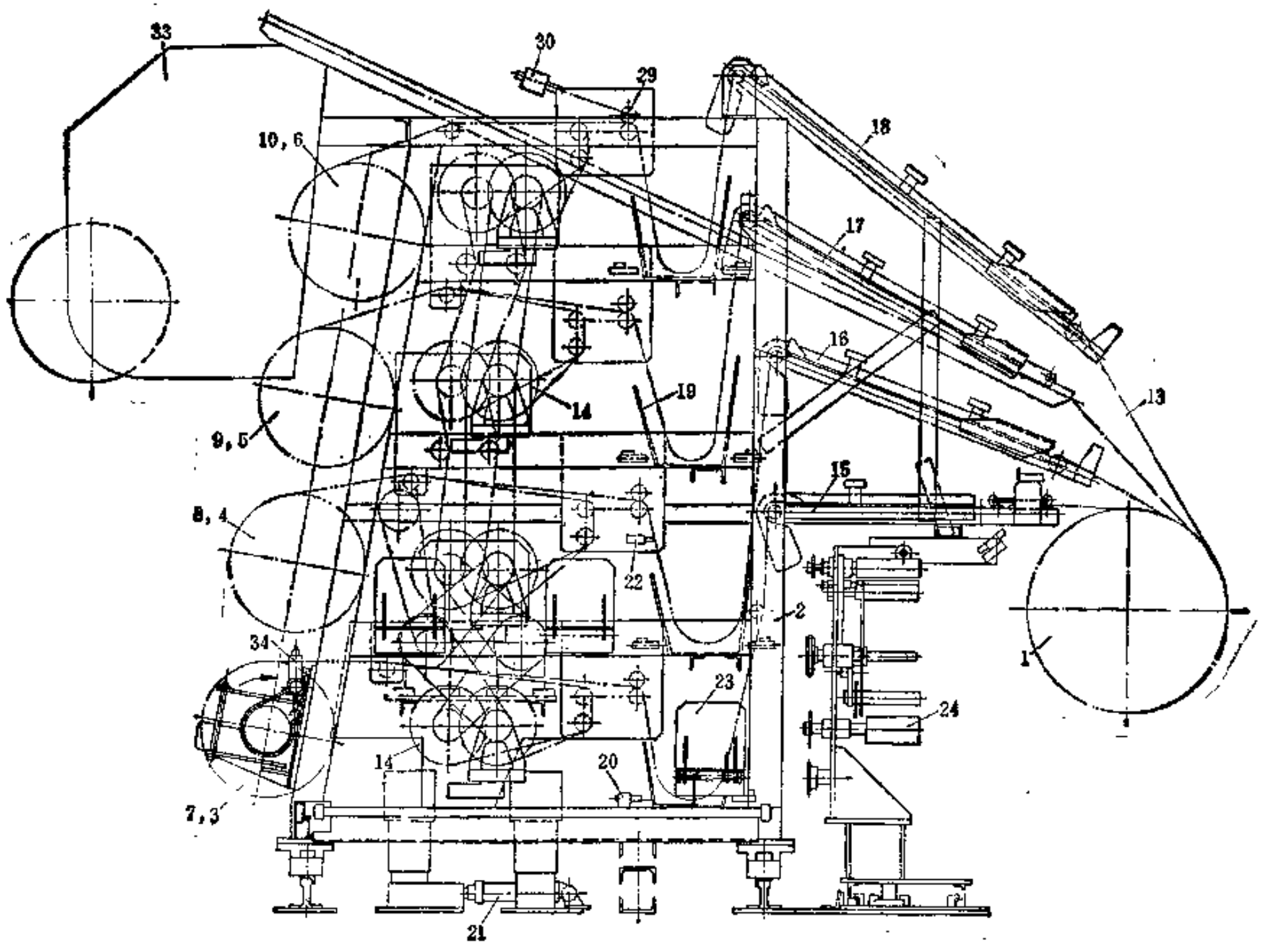


图 2-1-106　移动式供料机

1—成型鼓；2—机架；3～8—帘布及垫布卷；9、10—缓冲层及垫布卷；11—导开传动装置；12—链条；13—帘布或缓冲层；14—垫布卷；15～18—导向板；19—贮布槽；20—光电装置；21—定位装置；22—静电刷；23—踏脚；24—胎圈包布供给装置；25—滚轮；26—轨道；27—螺旋扩布辊；28—定位挡块；29—压辊；30—重锤；31—电磁离合器；32—胎面架；33—白边侧供给装置；34—制动带；35—机架移动传动装置

帘布或缓冲层。帘布及垫布卷 3 ～ 8 和缓冲层及垫布卷 9 、10的一端，装有制动带34，以克服料卷导出时的惯性。传动装置11经链条12及电磁离合器31分别传动各供应装置的垫布卷14。在卷取垫布时，把帘布及缓冲层导出，帘布通过导辊及静电刷22消除静电后，进入贮布槽19。贮布槽前后装有光电装置20的发送及接收器，导出的帘布或缓冲层遮断光源后，电磁离合器31便脱开，垫布卷停转，帘布或缓冲层停止导出。在静电刷22前的导辊附近，装有带探棒的限位开关，用以检查有无帘布。当帘布用完后，压在帘布上的探棒在弹簧作用下摆动，触动限位开关，使控制柜发出声光信号。导出的帘布或缓冲层13在松弛状态下，以很小的张力经导向板15～18缠贴到成型鼓上。导向板15～18上装有可调节的挡板，使帘布或缓冲层能对准成型鼓中心。贮布槽内帘布导出后，光电装置20导通，电磁离合器又合上，垫片卷继续运转，向贮布槽供料，直到料满遮断光源为止。八个帘布或缓冲层供给装置结构完全一致。帘布及垫布卷用完调换料卷时，在电磁离合器脱开情况下，垫布卷布头可用手柄摇卷。

移动式供料机机架下装有滚轮25，在传动装置35及链条驱动下，可沿轨道26向成型机轴向作往复运动。传动装置35的电机经减速器及电磁离合器传动双排套筒滚子链($t=1$in)带动机架 2 。这个电磁离合器的作用是：①便于利用气动定位装置使供料机对准成型鼓中心；②当出现故障，机架无法移动时，电磁离合器打滑，防止机件损坏，起安全保护作用。

移动式供料机的自重和料卷的重量较大，往复移动时的惯性也就较大。为了确保供料机与成型鼓的相对位置正确，采用了气动定位装置21。气动定位装置由定位挡块、定位夹持器等组成。定位挡块有左、中、右三个，装在机器底座上。为了使定位夹持器能通过“中”位定位挡块，“中”位挡块可在气缸带动下，沿轨道垂直方向的滑槽上移动。定位夹持器由固定臂及气缸带动的活动臂组成。当供料机移到规定位置前触及限位开关时，机架移动传动装置的电机停转，电磁离合器脱开，供料机停在给定位置前几毫米处，接着，气缸推动夹持器活动臂，与固定臂一起像类钳一般将定位挡块夹住，使供料机作少量移动，停在准确位置上。当供料机要移到“中”位时，需要将定位挡块由气缸移到工作位置，工作完毕再缩回。气动定位装置定位准确，而且工作时没有冲击。

在供料机机架两侧，下部装有安全挡板，上部装有安全绳（图上未示），分别连接着限位开关。当供料机移动，有人或物触及安全挡板时，供料机便立即停止运动。操作人员在换料卷过程中，如遇到意外情况，拉动安全绳，供料机便立即停止全部运动。

胎圈包布供给装置24有两套，分别装在供料机前面和成型鼓的左右两侧，其结构如图 2-1-107所示。

胎圈包布及垫布卷 1 的轴上，装有弹簧制动带 2 ，防止布卷导出时松开。胎圈包布及垫布绕过导出辊 7 后，垫布由摩擦辊 4 带动垫布卷 3 卷取，胎圈包布经贮布辊10及转向导辊 9 导出，供给成型鼓。断面呈“十”字形的分离辊 8 ，由导出辊 7 经链条传动，将胎圈包布与垫布分开。胎圈包布导出时，贮布辊10被拉起，限位开关碰杆11升起，传动装置 6 的电机随即开动，导出胎圈包布。胎圈包布停止供料后，贮存辊10下降，触及限位开关碰杆11，电机停转。当胎圈包布及垫布卷 1 将消耗完时，限位开关碰杆13上升，操作台上发出加料信号，更换料卷。胎圈包布距成型鼓的中心位置可由螺杆12进行调节。

移动式供料机上的胎面架是一组导辊，如图 2-1-108(见书后插页) 所示。辊道上有四个相隔一定间距、表面滚有网纹的主动辊，由帘布及缓冲层供给装置的传动装置经链条带动。主动辊的链轮上装有电磁离合器，需要胎面时，合上电磁离合器，放置在胎面架上的胎面，经侧向导辊 2 进入成型鼓前供料。侧向导辊 2 使胎面对准成型鼓。侧向导辊的宽度可由正反丝

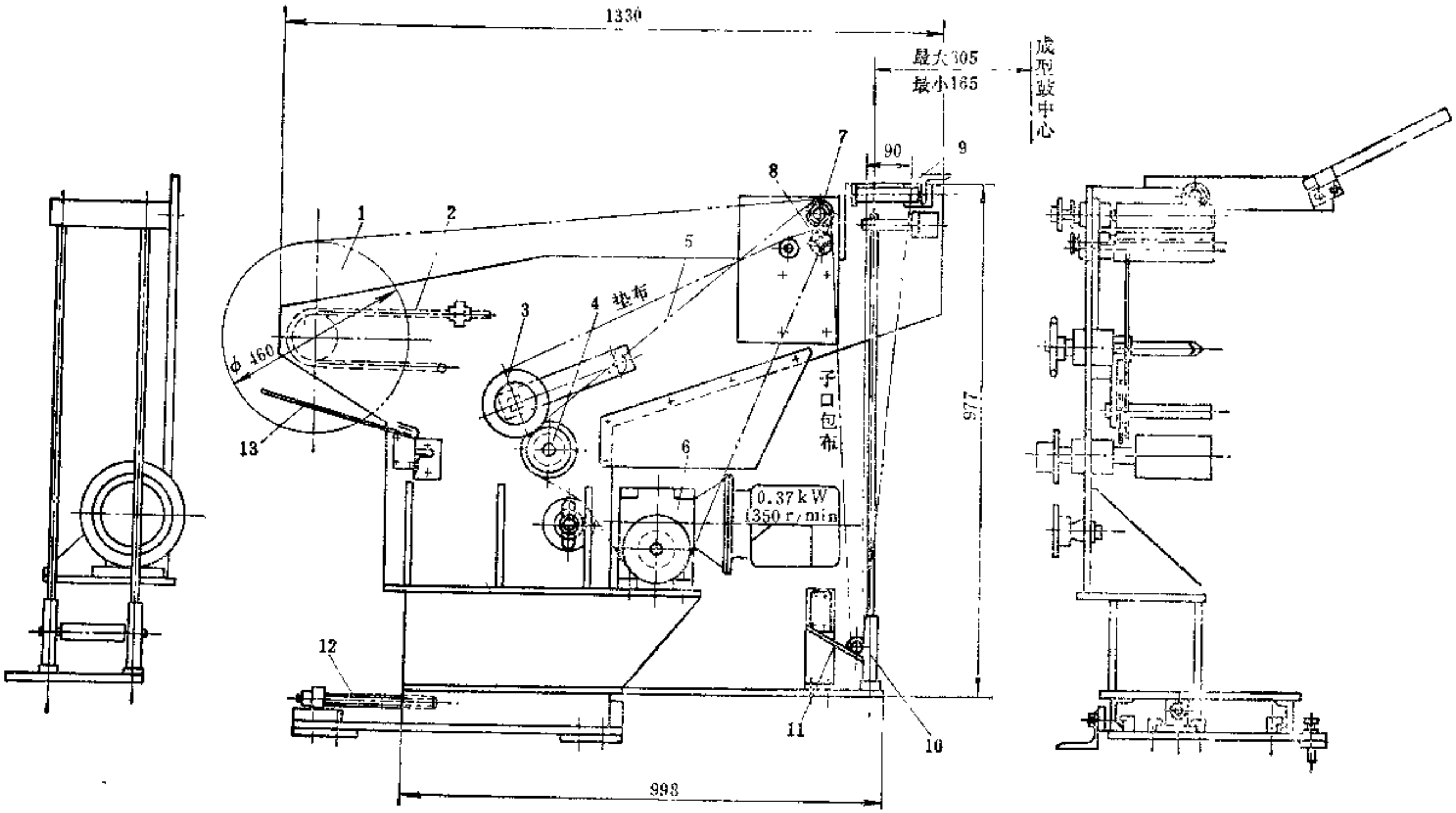


图 2-1-107　胎圈包布供给装置

1—胎圈包布及垫布卷；2—弹簧制动带；3—垫布卷；4—摩擦辊；5—链条；6—传动装置；7—导向架；8—分离辊；9—转向导辊；10—贮存辊；11、13—限位开关碰杆；12—张力螺杆

杆 3 的手轮调整，以适应不同宽度的胎面。为了使胎面易于移位调整，在胎面架前端装有五个调整导辊，如图 2-1-108A-A 剖面所示。辊筒 6 上装有尼龙轴承 5，两侧装有弹簧 4，胎面需要向一侧移动时，辊筒 6 便随胎面一起移动。

在胎面架的下面，可根据需要安装红外线加热器，预热胎面。

白胎侧供给装置的结构原理与胎圈包布供给装置类同，安装在供料机的中间。

乘用车胎移动式供料机的主要性能参数如下：

（1）帘布层数	6 层	夹持气缸：直径	125mm
缓冲层数	2 层	行程	210mm
（2）帘布及缓冲层料卷最大直径	400mm	"中"位挡块移动气缸：直径	50mm
帘布最大宽度	830mm	行程	140mm
（3）胎圈包布料卷最大直径	460mm	（7）帘布及缓冲层供给装置	
胎圈包布最大宽度	90mm	帘布导出：最大速度	3m/s
（4）白胎侧料卷最大直径	460mm	最低速度	1.32m/s
白胎侧最大宽度	145mm	传动装置电机功率	1.1kW
（5）机架移动传动装置电机功率	1.5kW	（8）白胎侧供给装置电机功率	0.4kW
减速器出轴转速	24r/min	摩擦辊线速度	0.215m/s
机架移动速度	9.8m/min	（9）胎圈包布供给装置电机功率	0.4kW
移动位置	3 工位	摩擦辊线速度	0.215m/s
移动行程	970mm	（10）压缩空气压力	0.7MPa
（6）定位装置（三个）			

四、固定式供料机

图2-1-109所示为配用于TRG/B钢丝子午胎一次法成型机的供料机，它向成型机供给密封层胶片、钢丝帘布及钢丝包布三种轮胎部件。

密封层胶片与垫布卷的筒子 1 放置在导开托辊上，托辊上装有制动装置，通过改变输入的气压调整其制动力矩。垫布卷轴在电机 3（0.9kW）的驱动下，将密封层胶片导出，垫布在张力下卷取，而胶片导出时没有张力，防止胶片伸长变形。导出的胶片形成一个单环 4，随着单环的升降，由光电管控制电机 3 的开和关。当胶片卷的胶片用完，也由光电管发出信号。输送带 5 是由多条窄条的夹布聚氯乙烯带组成，将导出的胶片向前输送。经光电管 6 定长后，由圆盘刀 7 将其切断。光电管 6 的位置可调。圆盘刀部分的结构见图2-1-110。

圆盘刀12的上、下游分别装有输送带，在两条输送带之间装有一个用气缸驱动的摆动减摩平台 9，减摩平台 9 摆动的角度可用螺钉调节。在输送胶片时，摆动减摩平台呈水平状态，切割胶片时，平台撬起，使胶片离开下游输送带。圆盘刀的切断坡度与轴向位置都可以调整。在切割过程中有一小压辊可防止胶片拱起。待切断后的胶片送到辊道式托盘 8（见图 2-1-109）上后，由人工将胶片头取下，贴在成型鼓上，工作完毕，辊道式托盘由气缸提升。

钢丝帘布及垫布卷12放置在一辆小车上（见图2-1-109），其导开轴上装有气动制动器，垫布卷轴是主动轴，其动力从成型机主轴经多级齿轮及链条减速后传动，使导出后的钢丝帘布速度与成型鼓线速度保持同步。在传动环节上装有电磁离合器，钢丝帘布卷不供料时，电磁离合器脱开，成型机不带动供料机工作。

为了提高导出的钢丝帘布与成型鼓对中的精度，有的供料机上带有钢丝帘布的定中心装置，由传感器检测帘布的歪斜，然后，由执行机构纠正偏离中心的帘布位置。

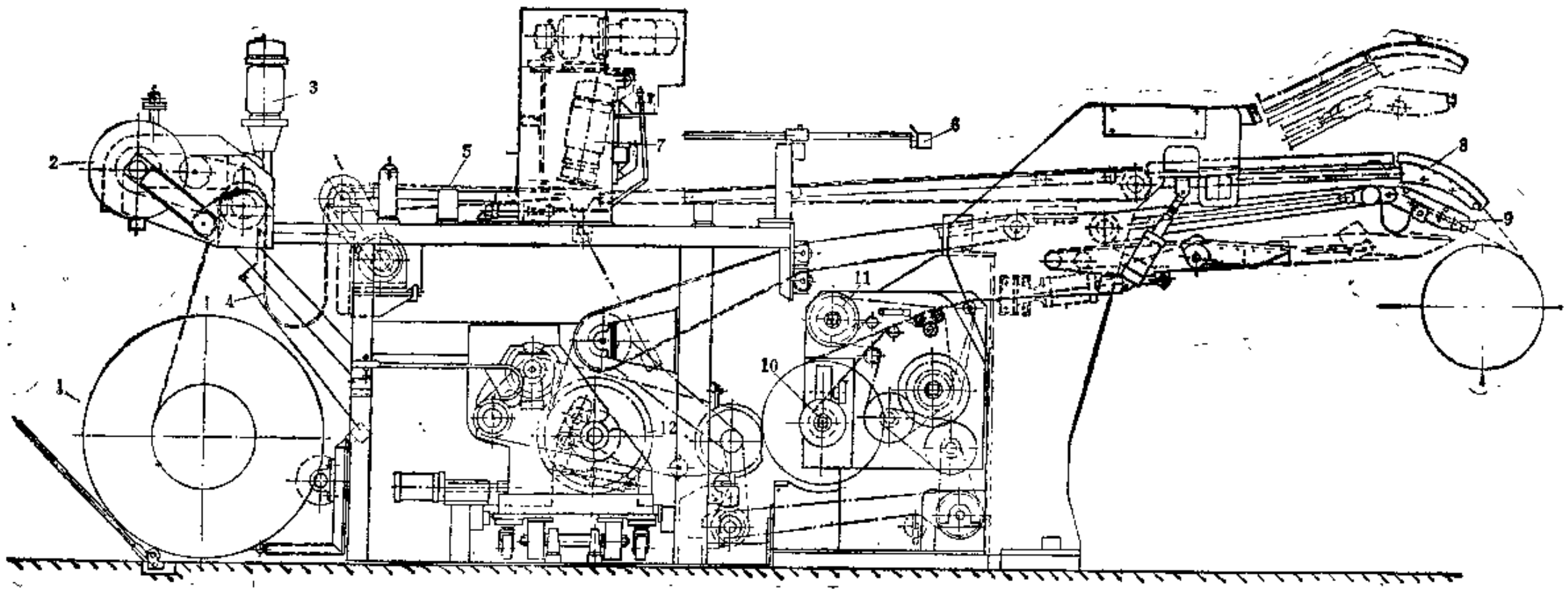


图 2-1-10 固定式供料机

1—密封层胶片及垫布卷；2—垫布卷轴；3—电机；4—单环；5—输送带；6—光电管；7—圆盘刀；
8、9—托盘；10—钢丝包布导开轴；11—塑料薄膜卷取轴；12—钢丝帘布及垫布卷

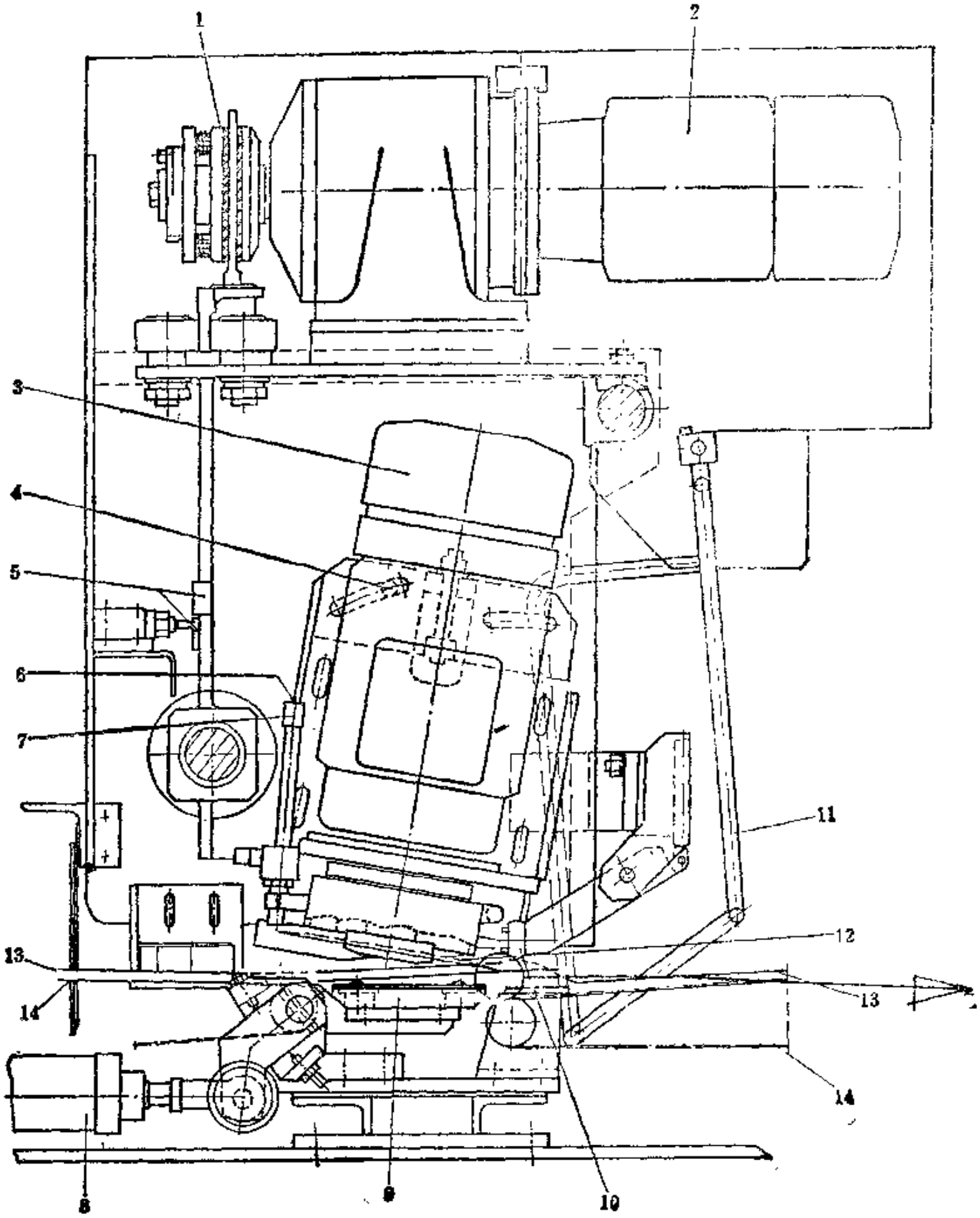


图 2-1-110 圆盘刀部分

1—保险联轴器；2—切刀小车行走电机；3—切刀电机；4—切割角调整螺钉；5—圆盘刀行程开关碰块；6—冷却器调节；7—冷却器；8—气缸；9—摆动减摩平台；10—压辊；11—安全装置；12—圆盘刀；13—胶片；14—输送带

钢丝帘布的输送装置包括输送带、辊道及立辊导向装置。辊道位于立辊导向装置的下面，其辊筒可作轴向移动，以便钢丝帘布与成型鼓对中。立辊起到钢丝帘布的导向定中心作用。在输送带与托盘 9 （图2-1-109）之间，有一个单环，以防止成型鼓起动时帘布的伸长。供料机上还装有毛刷辊，使帘布导出时保持平整。

钢丝帘布导出后由人工用电热刀割断，其端头由钢丝帘布导向装置上的永久磁铁吸住。然后托盘由气缸升起。托盘与成型鼓之间的位置高低，可通过调节气缸的行程限位杆来实现。

钢丝包布也是从成型机主轴经过链条、齿轮等减速驱动。钢丝包布的导开轴上装有制动器，由气缸调节其制动力矩。导出的钢丝包布其垫布经过三个橡胶张力辊，使其卷取时具有一定的张力。如果钢丝包布上垫有塑料薄膜，可由卷取轴11（图2-1-109）卷取。在钢丝包布导开装置的传动环节上也装有齿形电磁离合器，当离合器脱开时，钢丝包布停止导出。

钢丝包布的支架上装有定中心导轨，固定在供料机的机架上，带导辊的可移动定中心滑板在它的侧面，钢丝包布的供给装置装在它的前面，由气缸带动向前输送。操作精度由装在可动滑板上的导轨保证。钢丝包布对成型鼓的对齐，是靠装在供料装置内侧的永久磁铁定位，并用来防止停车时钢丝包布后退。

钢丝包布共两套，分别装在机器的两侧，由手轮及丝杠对称地调节其工作位置。

五、带束层供料机

对于子午胎的第二段成型机以及一次法成型机，需要配备带束层供料机。一般的载重子午胎（包括：钢丝、纤维材料为胎体骨架材料的），其带束层有四层，乘用子午胎一般为二层，随轮胎结构而异。

图2-1-111所示为配用于TR6子午胎第二段成型机的四层带束层供料机。它由机架1、带束层及垫布卷2、垫布卷取轴3、导开装置4、跳动辊5、接近开关6、气缸7、料盘8、送头装置9、带束层翻转磁性头10等组成。在机架的左、右两侧各有两组带束层的导开装置，当第1、2层带束层供料完毕，在气缸的驱动下，机架沿导轨作轴向移动，在第3、4层带束层供料中心与贴合鼓中心对齐之后，向贴合鼓供给第3、4层带束层。

托盘8是铸铝制成，上面有许多辊筒组成的平面辊道，还有一组垂直挡辊用于带束层的定位及导向。平面辊道上的带束层定位及导向部分的托辊可作轴向移动，使带束层能自动定中心。垂直挡辊有两个调节装置，一个可以调节其中心位置，另一个用于按带束层宽度调节。送头装置9是一个由气缸驱动的小辊，用于带束层开始贴合时的定位及导向，其向贴合鼓方向伸出的距离可以调节，它应与贴合鼓成切线方向伸出。当带束层供料长度达到后，送头装置导辊缩回，以便切断带束层。切断后的端头，放置在铰支的永久磁铁上。托盘8在气缸驱动下可以摆动，其工作位置与停留位置都可以调节。

带束层及垫布卷2的导开轴具有制动装置，使料卷在导出时有一定张力。导出的垫布经过拉曲辊12由垫布卷取轴3卷取。带束层经过跳动辊5后，经过托辊及托盘导出。跳动辊5的上、下位置上设有接近开关，控制导开传动装置4的电机，使导出的带束层与贴合鼓的速度保持同步而避免带束层的伸长。

机架1在由气缸7作轴向移动时，为了使带束层与贴合鼓中心对中，在机架1的往返行程两端，装有调节螺栓，使机架1的定位准确。

机架1左、右两侧的四组带束层导开装置结构完全相同。

TR6带束层供料机的主要性能参数：

（1）带束层宽度范围	85～270mm	（4）带束层容量范围	30～10mm
（2）带束层及垫布卷最大直径	450mm	（5）导开电机功率	0.37kW
（3）芯轴直径	125mm		

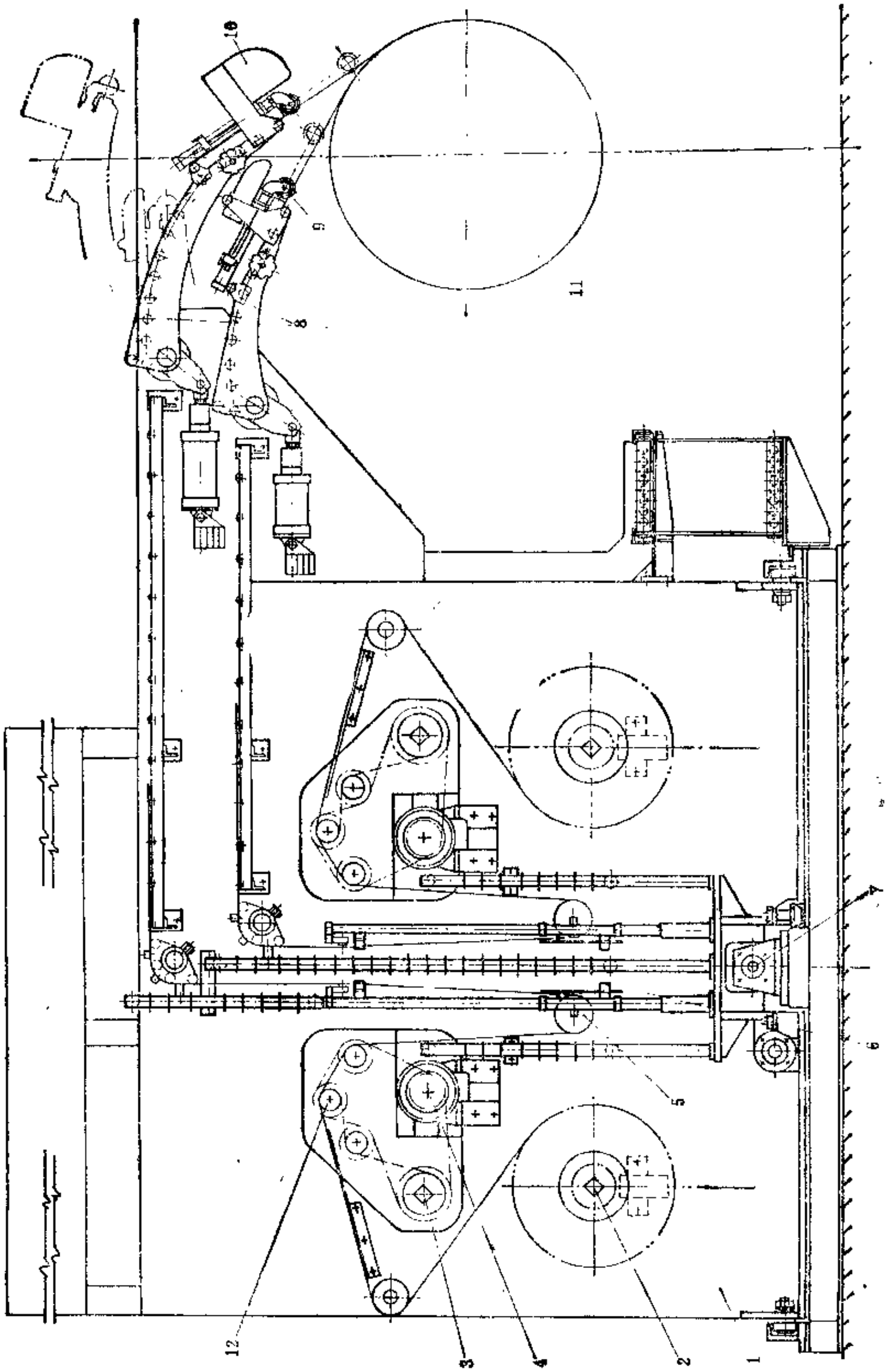


图 2-1-111 带束层供料机

1—机架；2—带束层及垫布卷；3—垫布卷轴；4—导开传动装置；5—跳动辊；6—接近开关；7—气缸；8—挡臂；9—送头装置；10—带束层翻转缓性头；11—贴合鼓；12—拉出辊

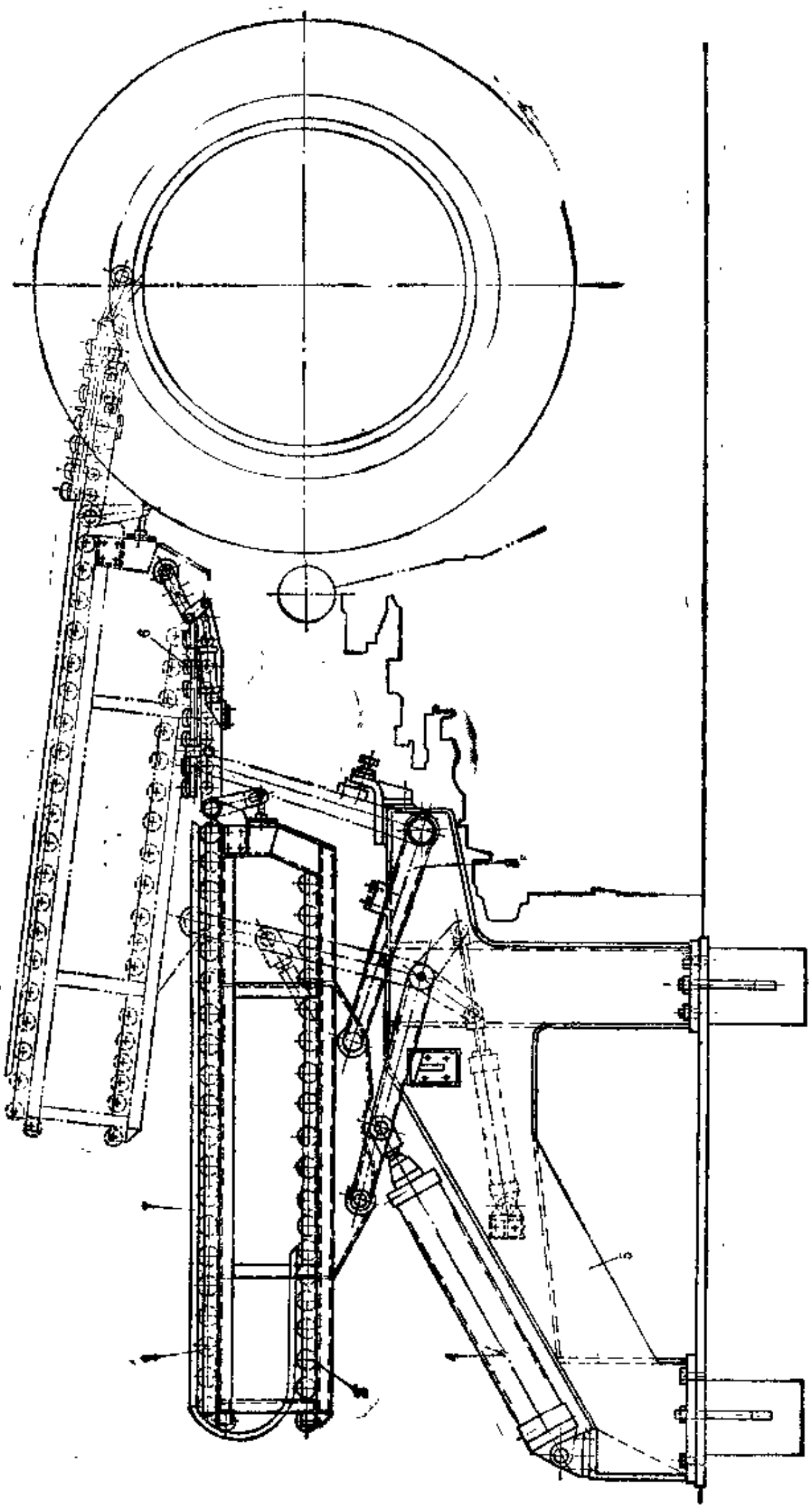


图 2-1-112 胎面供料架

1—上层辊道；2—下层辊道；3—走行；4—气缸；5—定位挡；6—支架；7—轮面

六、胎面供料架

子午胎的胎面比较长，一般的载重车胎的胎面长达3000mm左右，为了缩短胎面供料架的长度，通常把载重车胎的胎面折叠起来放置在胎面供料架上，下层的辊道上，而乘用车胎的胎面较短，就直接放在单层的胎面供料架上，如图2-1-108所示。

图2-1-112所示为TR6轮胎成型机用的胎面供料架。它由上层辊道1、下层辊道2、连杆3、气缸4、底座5、定位辊6等组成。胎面折叠放置在上、下层辊道1、2上，为了避免传递环及后压辊装置的干涉，在不工作时，供料架离开贴合鼓（或成型鼓）的距离较远。需要胎面时，上、下层辊道1、2在气缸4的驱动下，通过连杆3将胎面送到接近贴合鼓（或成型鼓，对于TR6成型机为贴合鼓）的位置，以便于操作。上层辊道1的前端装有定位辊6，用若干对小辊顶住胎面肩部的斜面上。定位辊下面的导辊可作轴向移动，使得胎面在导出时能自动定中心。气缸的头端及尾端都装有速度控制阀，使得供料架的上、下辊道起落比较平稳。

为了使胎面接头部位能接得更好，在某些供料架上还装有胎面端头的热风加热装置。

TR6成型机胎面供料架的主要性能参数：

（1）胎面最大宽度　　330mm　　（2）胎面最大长度　　3300mm

对于条状供给的胎侧，也可采用类似图2-1-112所示的胎面供料架来供料，但其辊道需按胎侧的需要同时供给两条胎侧。

附录　轮胎成型鼓设计

一、折叠式成型鼓的设计原理与机构分析

（一）折叠式成型鼓机构的设计原理

折叠式轮胎成型鼓是目前应用最广泛的一种成型鼓，尽管其种类很多，但其主体机构几乎都采用平面连杆机构。作为折叠式成型鼓主要构件的鼓瓦，虽然有时在机构中并未独立称"杆"，但由于鼓瓦均与机构的某连杆固联，其运动规律完全依附于该连杆本体。因此，折叠式成型鼓设计的本质是平面连杆机构设计，其设计原理应属于"机构综合学"。

（二）折叠式成型鼓机构分析

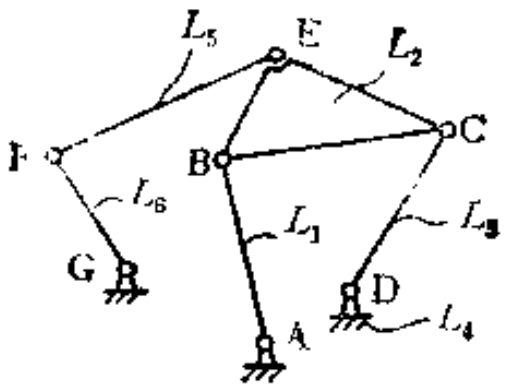
1．机构的结构分析

（1）机构的简图　由于旋转折叠式成型鼓的每一组内、外瓦及连接它们的杆组系统，相对于成型鼓的回转中心都具有完整的对称性，因此，可以根据这种结构特征，从整体机构中抽象出单元的机构简图，并以此为研究对象来简化对整体机构的研究。

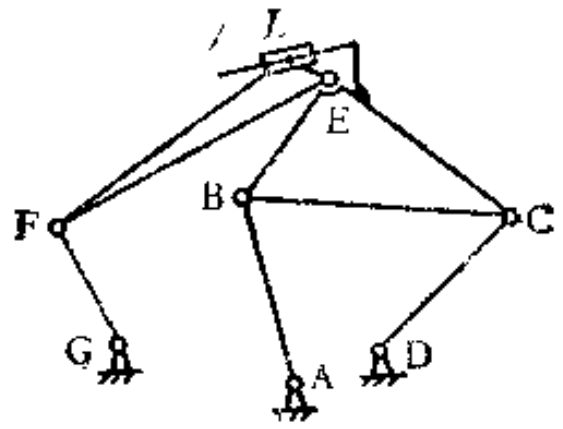
图2-1-113所示为几种常见的折叠式成型鼓的单元机构简图。从这些机构简图可看出，它们都是在一组平面四杆机构上再附加上一组或两组二级杆所构成。作机构分析时，先从含有起始构件的第一组平面四杆机构入手，再依次对其它平面四杆机构逐一进行分析。

（2）机构的机架　图2-1-113中L_4（各简图中的"DG"、"DF"、"D"或"E"），均由成鼓的副连杆抽象简化而来。副连杆是与成型机刹车系统固联的，在成型鼓的开合运动中，刹车系统的惯性力和制动力会使其与成型机保持相对静止的趋势。虽然副连杆在成型鼓开合过程中相对于成型机也有转动，但就其相对静止的趋势而言，可视其为机构的机架。确认机架的目的，是为研究机构其它构件运动时的一个固定参照系。

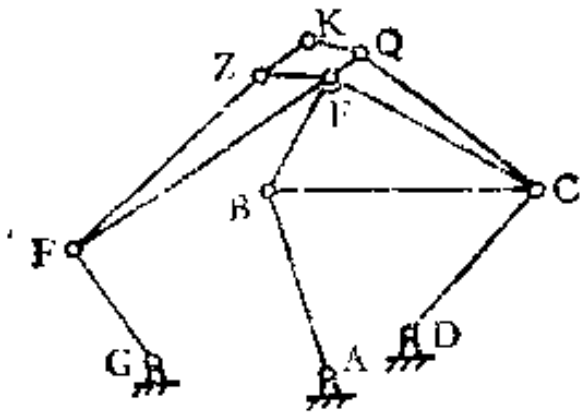
（3）机构的主动杆　图2-1-113中的L_1（各简图中"AB"杆），由成型鼓的主连杆抽象



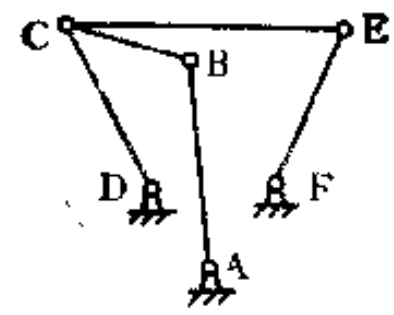
a.



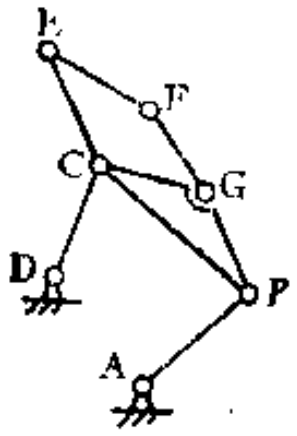
b.



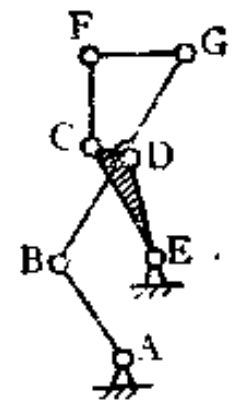
c.



d.



e.



f.

图 2-1-113　几种常见的折叠式成型鼓单元机构简图

a —四瓦鼓机构简图；b —六瓦鼓机构简图之一；c —六瓦鼓机构简图之二；d —六瓦、八瓦圆形结构鼓机构简图；e —十二瓦鼓机构简图之一；f —十二瓦鼓机构简图之二

简化而来。成型鼓的主连杆与成型机的主轴传动系统同联。在成型鼓折叠时，成型机主轴传动系统的惯性力使主连杆顺时针转动，引起机构的运动而实现成型鼓的叠合。在成型鼓展开时，主轴的传动力又使主连杆逆时针转动，引起机构的运动而实现成型鼓的展开，故主连杆为机构的主动杆。主连杆在鼓瓦运动到极限位置时，受限位装置的作用，停止与其它杆件产生相对运动，在鼓的整个开合运动中摆动幅度不大，动作时间极短。尽管鼓瓦在开合运动中的惯性力和惯性力矩也会作用到主连杆上，但在一般情况下，远不及主轴传动系统的惯性力或主轴的传动力，故可忽略不计，否则问题就复杂多了。主连杆作为机构的起始构件，其角速

度可由成型机主轴的转速求得。

（4）机构的自由度　折叠式成型鼓的使用要求对它的机构系统提出了以下基本要求：

a．成型鼓在开合时，鼓瓦和与其连接的机构必须能够实现互不干扰的确定运动；

b．成型鼓在制作轮胎时，支承圆筒形模体的连杆系统，必须成为刚性的桁架。

折叠式成型鼓机构能否满足上述要求，可根据机构的自由度来判断。平面机构的自由度可由契贝谢夫公式求得：

$$F = 3n - 2P_L - P_H \qquad (2\text{-}1\text{-}2)$$

式中　n——动杆数；

P_L——低副数；

P_H——高副数。

以四瓦成型鼓的机构为例，其自由度为：

$$\begin{aligned} F &= 3n - 2P_L - P_H \\ &= 3\times 5 - 2\times 7 - 0 \\ &= 1 \end{aligned}$$

其它各种折叠式成型鼓机构的自由度，用此公式计算结果均为“1”。机构的自由度为“1”，与主动杆的数目相等，这就满足了机构具有确定运动的条件。至于如何避免构件间的运动干扰，将在“机构综合”里予以讨论。

折叠式成型鼓展开后，安装在主连杆上的拉、滑销受弹簧的作用，被压入到副连杆的销座中，这时主连杆与副连杆合二为一，机构的动杆数减少了一个。而这时的铰链“A”又成了铰链“B”和“C”的绝对瞬心，应用拆副法，可将“A”从转动副的数目中去掉，则机构的低副数也减少了一个。显然，机构的自由度也随之变化。仍以四瓦鼓机构为例，此时自由度为：

$$\begin{aligned} F &= 3n - 2P_L - P_H \\ &= 3\times 4 - 2\times 6 - 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

机构的自由度为“零”，原来可以运动的机构就变成了固定的桁架。

这里还有两种特殊情况需要说明。

a．有的折叠式成型鼓为了操作方便，只采用滑销定位，而取消了拉销定位，这时，机构的自由度则随机构的受力情况而变化。引起主、副连杆产生位置变化的各种力，最后都传递到滑销与滑销座的接触面上。当推动滑销产生脱离销座的力小于弹簧对它的压力时，定位有效，主、副连杆合二为一，机构的自由度就为“零”。反之，定位失效，主、副连杆各自称杆，机构的自由度则为“1”。因此，只采用滑销定位的必要条件是：制作轮胎时，传递到滑销上使其产生位移的各种力的合力应小于弹簧对它的压力。需要折叠成型鼓时，则相反。

b．为什么有的折叠式成型鼓（如卸肩的成型鼓），拉、滑销均被拆除仍能照常工作？这是因为引起折叠式成型鼓机构作展开运动的各种力的合力大于导致折叠式成型鼓作叠合运动的各种力的合力，此时，机构的自由度虽为“1”，但机构在成型鼓展开位置时，受限位装置的约束，不能再作运动，故仍然只起桁架作用。

在计算机构的自由度时，如果遇到复合铰链，转动副数目应以实际情况确定。例如：圆形结构的六瓦、八瓦成型鼓机构的铰链C（见图2-1-113）就是复合铰链，该处转动副的数目实际上不是“1”而是“2”。

2. 机构的运动分析

折叠式成型鼓机构运动分析的任务是：按照已知起始构件的运动规律确定从动件的位置、构件上点的轨迹、速度和加速度，使这些构件的运动能够满足设计和生产上的要求。

机构的运动分析有两种方法：一种是图解法，一种是解析法。图解法容易掌握，结果直观，但是，作图起来比较麻烦；另一种是解析法，它比较复杂，需要编写大量的数学模型和求解这些数学问题的计算机软件，但是结果相当精确。对于基本结构相同而尺寸不同的一类机构来说，借助于电子计算机的帮助，便会十分方便。

（1）确定构件的位置和构件上点的轨迹　图2-1-114是四瓦成型鼓机构的运动图。设θ为主连杆L_1由鼓展开位置到叠合位置的摆角。因L_1、L_3、L_6都是连架杆，故B、C、F点的轨迹分别在以A、D、G点为圆心，以$\overline{AB}$、$\overline{DC}$、$\overline{GF}$为半径的圆A、圆D、圆G上。设B′点为B点的终止位置，将圆弧$\overset{\frown}{BB'}$按θ_0度等分若干份，得B_1'、B_2'……点。依次以B_1'、B_2'……B点为圆心，以$\overline{BC}$为半径画弧交圆D得C_1'、C_2'……C′点。C′点就是C点的终止位置。再分别以B_1'、B_2'……B′点为圆心、以$\overline{BE}$为半径画弧，与分别以C_1'、C_2'……C′点为圆心、以$\overline{CE}$为半径的弧相交，得E_1'、E_2'……E′点。E′点就是E点的终止位置。再以E_1'、E_2'……E′点为圆心，以$\overline{EF}$为半径画弧交圆G得F_1'、F_2'……F点。F′点就是F点的终止位置。按照各构

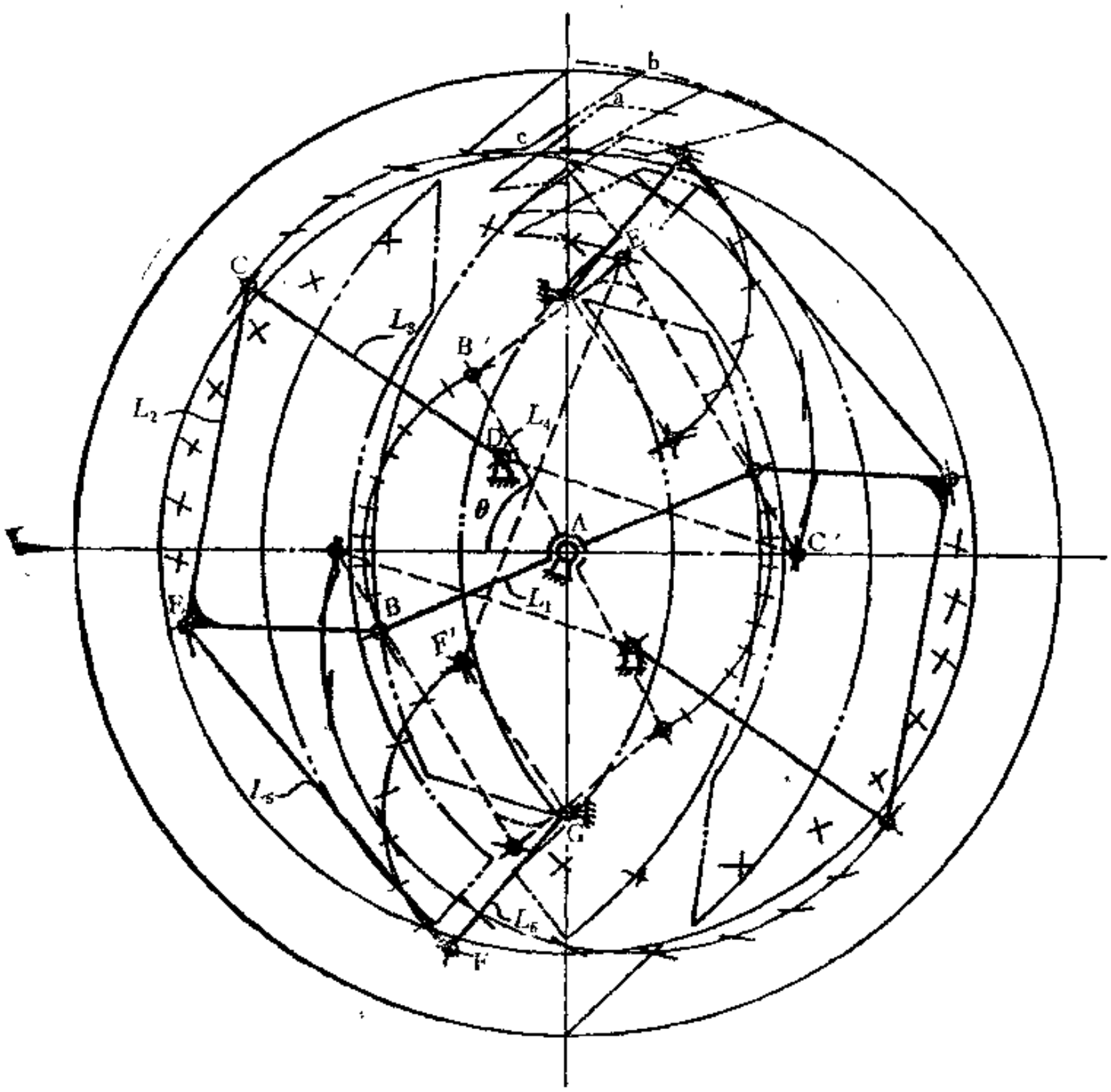


图 2-1-114　四瓦成型鼓机构的运动图

件的连接关系，依次将各转动副中心连接起来，就是机构的各运动位置简图。至于求解构件上某点的运动位置，只要根据该点相对它所在连杆上两个转动副中心的距离，就可以依次得到。作折叠式成型鼓机构的运动分析，一般需要判断两组相邻的单元机构上的内、外瓦的接口处是否会发生运动干扰，这时，只要选择任一内瓦上的外端点a和与其相对应的另一组单元机构中的外瓦边缘b点和c点，再依次检查a点的运动位置是否与bc连线的运动位置重影或超过bc段就可以了。

将上述图解过程写成数学模型，然后求解未知量，则是折叠式成型鼓机构运动分析的一种解析法。

已知机构的初始位置，以A点为原点，建立直角坐标系XAY，各转动副中心的运动轨迹如下：

a．B点的运动轨迹是以θ_0为自变量的如下方程组之解：

$$\begin{cases} \sqrt{X_B^2 + Y_B^2} = |AB| \\ Y_B = X_B + g(\angle XAB + \theta_0) \qquad (\theta_0 \geq 0) \end{cases} \tag{2-1-3}$$

b．C点的运动轨迹是以X_B、Y_B为自变量的如下方程组之解：

$$\begin{cases} \sqrt{(X_C - X_D)^2 + (Y_C - Y_D)^2} = |CD| \\ \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2} = |BC| \end{cases} \tag{2-1-4}$$

c．E点的运动轨迹是以X_B、Y_B和X_C、Y_C为自变量的如下方程组之解：

$$\begin{cases} \sqrt{(X_E - X_B)^2 + (Y_E - Y_B)^2} = |BE| \\ \sqrt{(X_E - X_C)^2 + (Y_E - Y_C)^2} = |CE| \end{cases} \tag{2-1-5}$$

d．F点的运动轨迹是以X_E、Y_E为自变量的如下方程组之解：

$$\begin{cases} \sqrt{(X_E - X_F)^2 + (Y_E - Y_F)^2} = |EF| \\ \sqrt{(X_F - X_G)^2 + (Y_F + Y_G)^2} = |FG| \end{cases} \tag{2-1-6}$$

构件上其它点的运动轨迹也可以建立类似的方程组求解。上述方程组均为非线性方程组，求解时需要依据运动的连续性确定其中的一组解。作机构的运动分析，还可以利用向量运算、复数运算、刚体的位移矩阵等解析法进行。图2-1-115是应用电子计算机所作的鼓瓦运动分析图。

（2）确定构件的速度和加速度　以十二瓦成型鼓机构为例，应用向量运算法来求解机构的位置、速度和加速度。

如图2-1-116作机构的封闭向量多边形，各向量与X轴夹角如图所示。

先以“L_1-L_2-L_3-L_4”这组四杆机构为研究对象。设$AB = L_1$，$BC = L_2$，$CD = L_3$，$AD = L_4$，该组机构的封闭向量方程为：

$$\overrightarrow{L_1} + \overrightarrow{L_2} = \overrightarrow{L_3} + \overrightarrow{L_4}$$

将其投影在X、Y轴上得：

$$\begin{cases} L_1\cos\varphi_1 + L_2\cos\varphi_2 = L_4\cos\varphi_4 + L_3\cos\varphi_3 \\ L_1\sin\varphi_1 + L_2\sin\varphi_2 = L_4\sin\varphi_4 + L_3\sin\varphi_3 \end{cases} \tag{2-1-7}$$

令　$L_4\cos\varphi_4 - L_1\cos\varphi_1 = a$

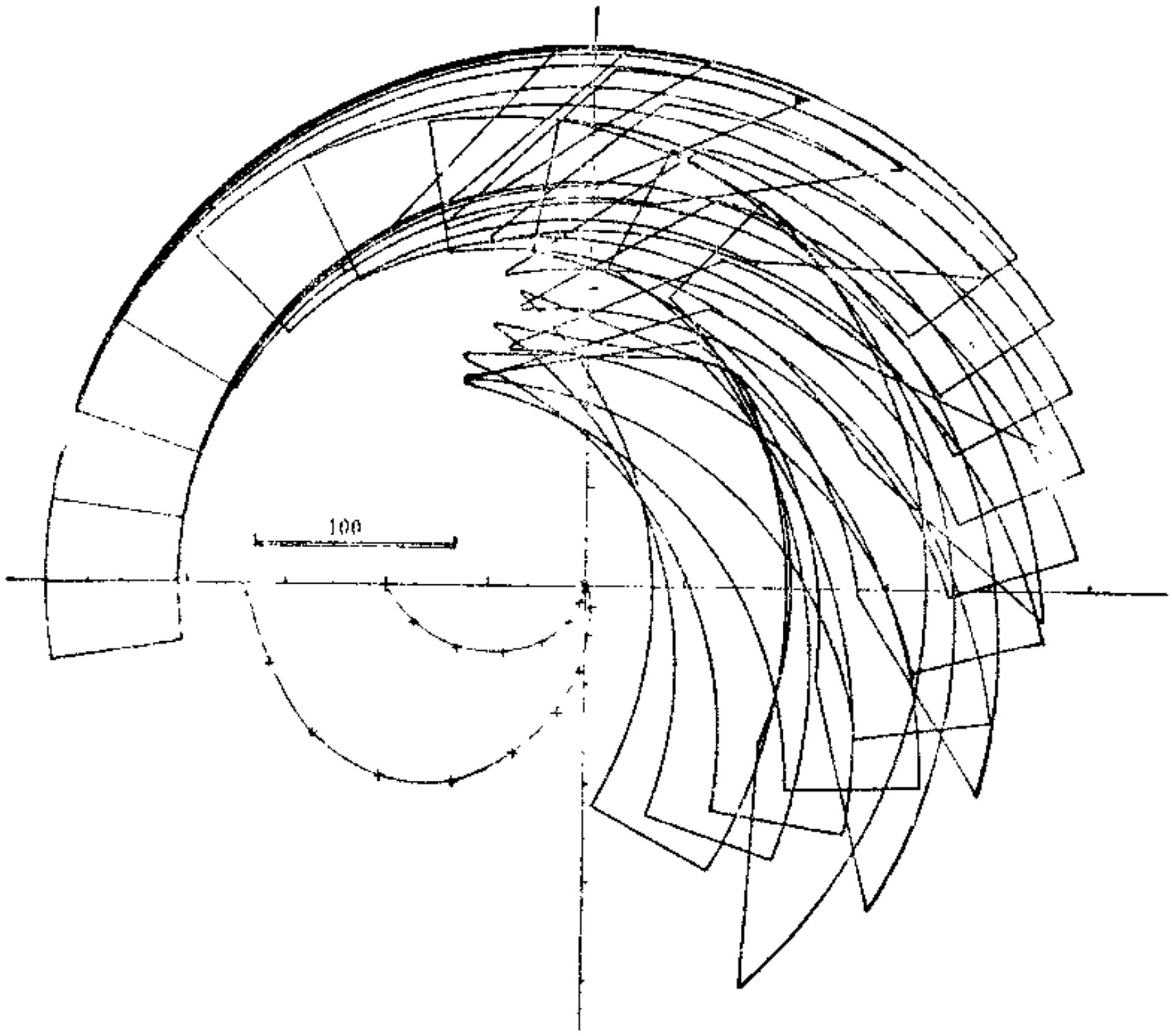


图 2-1-115　用电子计算机所作的鼓风运动分析图

$$L_4\sin\varphi_4 - L_1\sin\varphi_1 = b$$

则
$$\begin{cases} L_4\cos\varphi_2 = a + L_3\cos\varphi_3 \\ L_2\sin\varphi_2 = b + L_3\sin\varphi_3 \end{cases} \qquad (2\text{-}1\text{-}8)$$

两边平方后相加得：

$$L_1^2 = (a + L_3\cos\varphi_3)^2 + (b + L_3\sin\varphi_3)^2$$

$$(\because \sin^2\varphi - \cos^2\varphi = 1)$$

$$= a^2 + b^2 + L_3^2 + 2aL_3\cos\varphi_3 + 2bL_3\sin\varphi_3$$

将上式移项整理，令

$$A = \frac{a^2 + b^2 + L_3^2 - L_1^2}{2aL_3}, \quad B = \frac{b}{a}$$

则
$$\cos\varphi_3 + B\sin\varphi_3 + A = 0$$

$$(\because \sin\varphi_3 = \pm\sqrt{1 - \cos^2\varphi_3})$$

即
$$A + \cos\varphi_3 = -B\sqrt{1 - \cos^2\varphi_3}$$

两边平方后整理得：

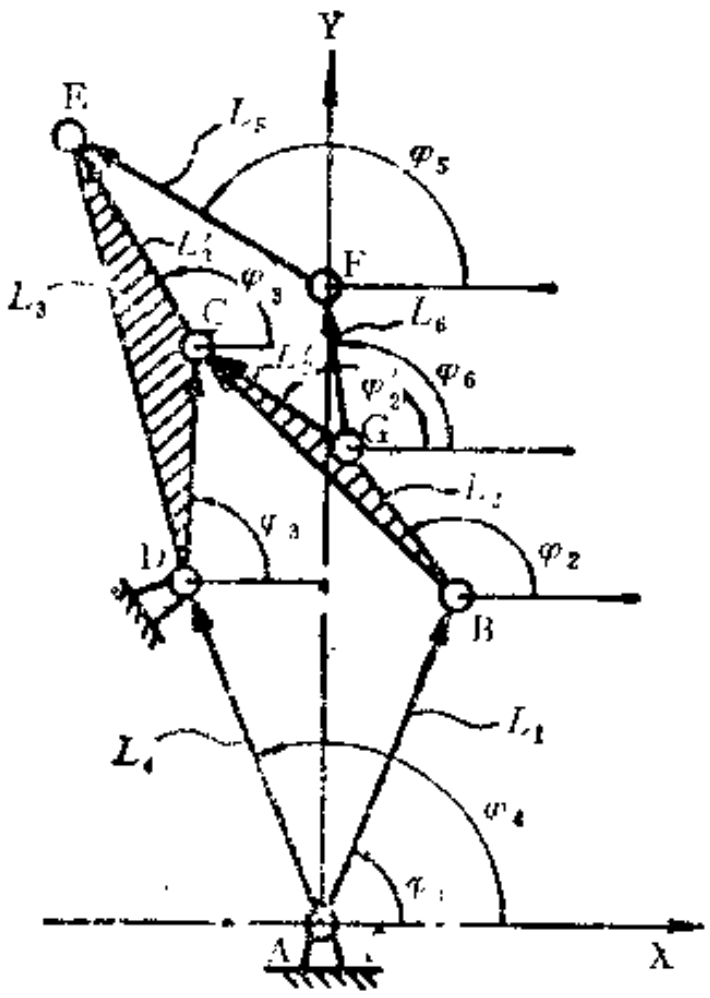


图 2-1-116　十[illegible]成型鼓机构封闭向量多边形

$$(1+B^2)\cos^2\varphi_3+2A\cos\varphi_3+(A^2-B^2)=0$$

由求根公式解得：
$$\cos\varphi_3=\frac{-2A\pm\sqrt{4A^2-4(1+B^2)(A^2-B^2)}}{2(1+B^2)}$$

$$=-\frac{1}{1+B^2}\left(A\pm\sqrt{1-A^2+B^2}\right) \tag{2-1-9}$$

其中
$$A=\frac{a^2+b^2+L_3^2-L_2^2}{2aL_3}$$

$$=\frac{(L_4\cos\varphi_4-L_1\cos\varphi_1)^2+(L_4\sin\varphi_4-L_1\sin\varphi_1)^2+L_3^2-L_2^2}{2L_3(L_4\cos\varphi_4-L_1\cos\varphi_1)}$$

$$=\frac{L_1^2+L_3^2+L_4^2-L_2^2-2L_1L_4\cos(\varphi_1-\varphi_4)}{2L_3(L_4\cos\varphi_4-L_1\cos\varphi_1)}$$

$$B=\frac{b}{a}=\frac{L_4\sin\varphi_4-L_1\sin\varphi_1}{L_4\cos\varphi_4-L_1\cos\varphi_1}$$

由式（2-1-8）的第一式得：

$$\cos\varphi_2=\frac{a+L_3\cos\varphi_3}{L_2} \tag{2-1-10}$$

$$=\frac{L_4\cos\varphi_4-L_1\cos\varphi_1+L_3\cos\varphi_3}{L_2} \tag{2-1-11}$$

将式（2-1-7）的第一式对时间求导得：

$$L_1\omega_1\sin\varphi_1+L_2\omega_2\sin\varphi_2=L_3\omega_3\sin\varphi_3 \tag{2-1-12}$$

将XAY坐标系绕A点分别转φ_3、φ_2，则式（2-1-12）得：

$$L_1\omega_1\sin(\varphi_1-\varphi_3)+L_2\omega_2\sin(\varphi_2-\varphi_3)=0$$

$$\therefore\quad \omega_2=-\frac{L_1\sin(\varphi_1-\varphi_3)}{L_2\sin(\varphi_2-\varphi_3)}\omega_1 \tag{2-1-13}$$

$$L_1\omega_1\sin(\varphi_1-\varphi_2)=L_3\omega_3\sin(\varphi_3-\varphi_2)$$

$$\therefore\quad \omega_3=\frac{L_1\sin(\varphi_1-\varphi_2)}{L_3\sin(\varphi_3-\varphi_2)}\omega_1 \tag{2-1-14}$$

将式（2-1-12）再对时间求导得：

$$L_1\omega_1^2\cos\varphi_1+L_2\varepsilon_2\sin\varphi_2+L_2\omega_2^2\cos\varphi_2=L_3\varepsilon_3\sin\varphi_3+L_3\omega_3^2\cos\varphi_3$$

将XAY坐标系绕A点分别转φ_3、φ_2，则上式得：

$$L_1\omega_1^2\cos(\varphi_1-\varphi_3)+L_2\varepsilon_2\sin(\varphi_2-\varphi_3)+L_2\omega^2\cos(\varphi_2-\varphi_3)=L_3\omega_3^2$$

$$\therefore\quad \varepsilon_2=\frac{L_3\omega_3^2-L_1\omega_1^2\cos(\varphi_1-\varphi_3)-L_2\omega_2^2\cos(\varphi_2-\varphi_3)}{L_2\sin(\varphi_2-\varphi_3)} \tag{2-1-15}$$

$$L_1\omega^2\cos(\varphi_1-\varphi_2)+L_2\omega_2^2=L_3\varepsilon_3\sin(\varphi_3-\varphi_2)+L_3\omega_3^2\cos(\varphi_3-\varphi_2)$$

$$\therefore\quad \varepsilon_3=\frac{L_2\omega_2^2+L_1\omega_1^2\cos(\varphi_1-\varphi_2)-L_3\omega_3^2\cos(\varphi_3-\varphi_2)}{L_3\sin(\varphi_3-\varphi_2)} \tag{2-1-16}$$

再以“L_2-L_3-L_5-L_6”这组四杆机构为研究对象。设CG=L_2'、CE=L_3'、EF=L_5、FG=L_6。该组机构的封闭向量方程为：

$$\vec{L}_2' + \vec{L}_3' = \vec{L}_5 + \vec{L}_6$$

将其投影在X，Y轴上得：

$$\begin{cases} L_2'\cos\varphi_2' + L_3'\cos\varphi_3' = L_5\cos\varphi_5 + L_6\cos\varphi_6 \\ L_2'\sin\varphi_2' + L_3'\sin\varphi_3' = L_5\sin\varphi_5 + L_6\sin\varphi_6 \end{cases} \tag{2-1-17}$$

其中φ_2'、φ_3'已由前面求出的φ_2、φ_3确定。

继续应用前面的方法，可解得：

$$\cos\varphi_6 = \frac{1}{1+D^2}(C \pm D\sqrt{1-C^2+D^2}) \tag{2-1-18}$$

其中

$$C = \frac{L_2'^2 + L_3'^2 + L_6^2 - L_5^2 - 2L_2'L_3'\cos(\varphi_2' - \varphi_3')}{2L_6(L_2'\cos\varphi_2' + L_3'\cos\varphi_3')}$$

$$D = \frac{L_2'\sin\varphi_2' + L_3'\sin\varphi_3'}{L_2'\cos\varphi_2' + L_3'\cos\varphi_3'}$$

$$\cos\varphi_5 = \frac{L_2'\cos\varphi_2' + L_3'\cos\varphi_3' - L_6\cos\varphi_6}{L_5} \tag{2-1-19}$$

$$\omega_6 = \frac{L_2'\omega_2\sin(\varphi_2' - \varphi_6) + L_3'\omega_3\sin(\varphi_3' - \varphi_6)}{L_5\sin(\varphi_5 - \varphi_6)} \tag{2-1-20}$$

$$\omega_5 = \frac{L_2'\omega_2\sin(\varphi_2' - \varphi_5) + L_3'\omega_3\sin(\varphi_3' - \varphi_5)}{L_6\sin(\varphi_6 - \varphi_5)} \tag{2-1-21}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_6 = \frac{1}{L_5\sin(\varphi_5 - \varphi_6)}[&L_2'\varepsilon_2\sin(\varphi_2' - \varphi_6) + L_2'\omega_2^2\cos(\varphi_2' - \varphi_6) \\ &+ L_3'\varepsilon_3\sin(\varphi_3' - \varphi_6) + L_3'\omega_3^2\cos(\varphi_3' - \varphi_6) \\ &- L_5\omega_5^2\cos(\varphi_5 - \varphi_6) - L_6\omega_6^2] \end{aligned} \tag{2-1-22}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_5 = \frac{1}{L_6\sin(\varphi_6 - \varphi_5)}[&L_2'\varepsilon_2\sin(\varphi_2' - \varphi_5) + L_2'\omega_2^2\cos(\varphi_2' - \varphi_5) \\ &+ L_3'\varepsilon_3\sin(\varphi_3' - \varphi_5) + L_3'\omega_3^2\cos(\varphi_3' - \varphi_5) \\ &- L_6\omega_6^2(\varphi_6 - \varphi_5) - L_5\omega_5^2] \end{aligned} \tag{2-1-23}$$

求解折叠式成型鼓机构的速度和加速度也可用图解法进行，即通过绘制平面机构构件的速度图和加速度图求解。

3．机构受力分析

机构受力分析的主要任务是求解各运动副中的反力，作为计算构件强度的依据。

折叠式成型鼓机构受力情况是比较复杂的，其中一些力目前还难以作出精确的定量分析，但是，已经从定性分析中得出这样的结论：与折叠式成型鼓构件强度设计有关的最主要的力是鼓瓦在开合运动中产生的惯性力和因速度突变而产生的冲击力。按此结论分析时，假设机构的质量都集中在鼓瓦上，即忽略了其它构件的质量，而且，每一鼓瓦作为机构的从动件，都独立地作刚体平面运动。

应用机构动态静力分析的方法，其惯性力$\vec{G}$和惯性力矩$\vec{M}$可按如下力学公式确定：

$$\vec{G} = -m\vec{a}_s \tag{2-1-24}$$

$$\vec{M} = -J_s\vec{\varepsilon} \tag{2-1-25}$$

式中 m——鼓瓦的质量；

$\vec{a}_s$——鼓瓦质心加速度向量；

J_s——鼓瓦对通过质心S且垂直运动平面轴线的转动惯量；

$\vec{\varepsilon}$——鼓瓦的角加速度向量。

$\vec{a}_s$和$\vec{\varepsilon}$可在加速度分析中求得。鼓瓦质心S的坐标X_s、Y_s和转动惯量J_s可按如下公式确定：

$$X_s = \frac{M_y}{m} = \frac{\iint_{(\sigma)} x\rho(x, y)\mathrm{d}\sigma}{\iint_{(\sigma)} \rho(x, y)\mathrm{d}\sigma} \tag{2-1-26}$$

$$Y_s = \frac{M_x}{m} = \frac{\iint_{(\sigma)} y\rho(x, y)\mathrm{d}\sigma}{\iint_{(\sigma)} \rho(x, y)\mathrm{d}\sigma} \tag{2-1-27}$$

$$J_s = \iint_{(\sigma)} (x^2 + y^2)\rho(x, y)\mathrm{d}\sigma \tag{2-1-28}$$

式中 σ——鼓瓦在运动平面上的投影区域；

ρ——面密度（ρ在成型鼓外直径、鼓壁外直径、鼓壁内直径和鼓肩圈口内直径围成的三个小区域内各为一常量）。

式（2-1-27）成立于以S为原心的XSX坐标系。

成型鼓鼓瓦冲击力的大小，可根据鼓瓦质心在开合运动中的末速度，应用动能定理来衡量：

$$W = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{2}m(K\omega)^2$$

式中 K——质心回转半径；

ω——质心角速度；

m——质量。

显然，受力构件的强度或刚度校核，应该用构件的变形能来衡量。

二、典型折叠式成型鼓的机构综合

由于每一种成型鼓模体部分的几何尺寸不同，而且成型工艺对其叠合状态以及与成型机配合尺寸的要求不同，即使同一种机构的结构，为了满足运动上的要求，机构的尺寸也必须重新设计。这个问题称为机构的尺寸综合，如果还要考虑机构的动力特性，则为动力综合。

折叠式成型鼓机构综合通常分三步进行：第一步根据给定的条件选择机构的结构；第二步确定鼓瓦的初始和终止的位置；第三步在满足运动和受力条件下，求解各运动副的中心位置，以完成简图的设计。第一步主要参考前面介绍过的判定参数i来确定。第二步和第三步

习惯称为“布瓦”和“布点”。下面以八瓦成型鼓为例，介绍机构综合的基本步骤与方法。

（一）布瓦

参照图2-1-117得知，要使成型鼓鼓瓦能够从组成圆环的展开状态无碰撞地收拢到一个理想的叠合状态，“布瓦”就是确定鼓瓦理想的叠合状态。因为鼓瓦的展开位置与某些运动副的位置关联，所以鼓瓦的展开位置要与“布点”同时进行。

（1）确定叠合图形的外接圆直径D_w

$$D_w = d_g - h_1 \tag{2-1-29}$$

式中 d_g——适用成型轮胎的胎圈阔口直径；

h_1——应留间隙值。

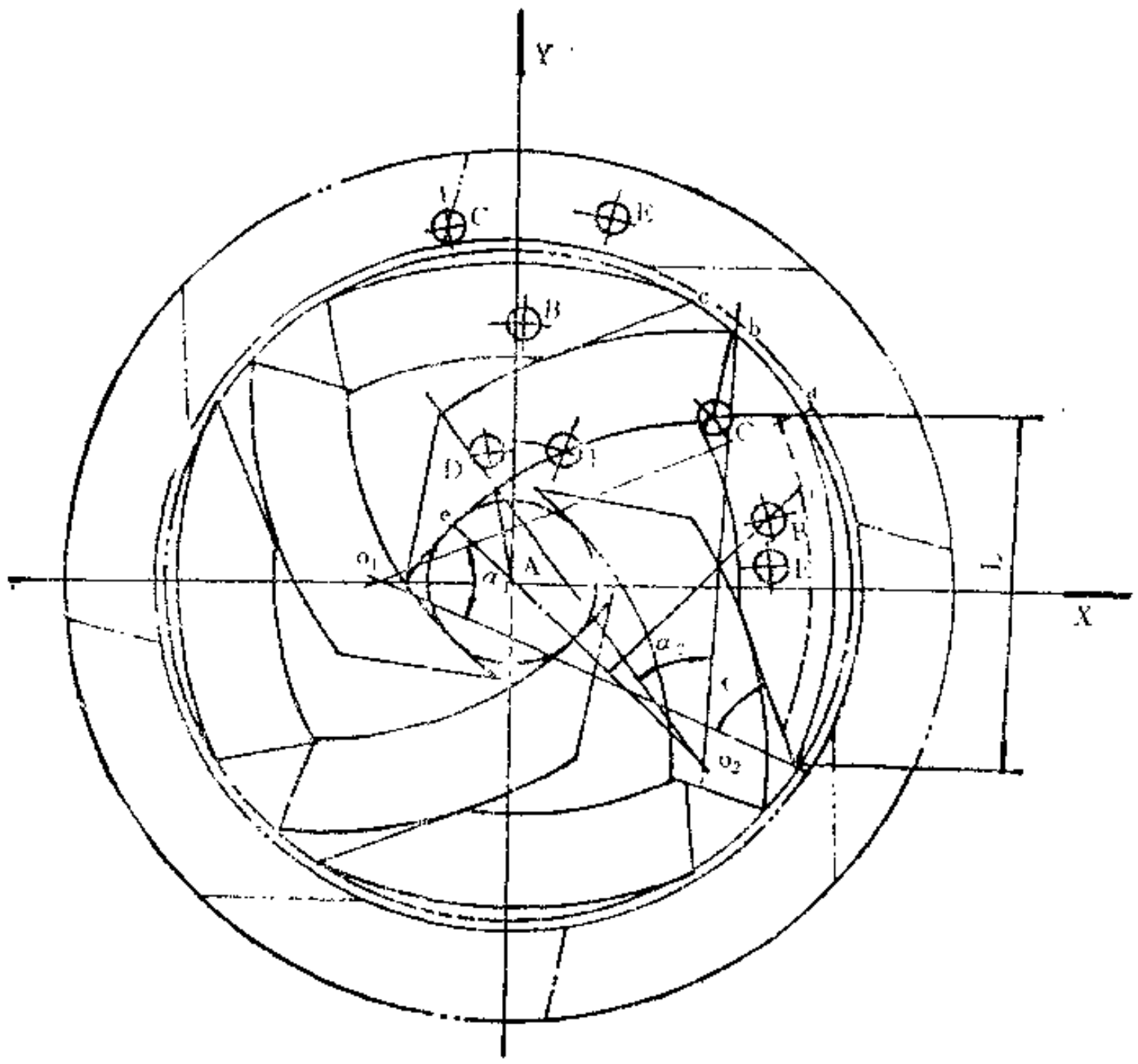


图 2-1-117 成型鼓叠合状态图

显然，h_1值越大，卸胎会越方便，而布瓦则越困难。h_1值的选取与瓦环厚度相关。

（2）确定叠合图形的内切圆直径D_N

$$D_N = D_r \tag{2-1-30}$$

式中 D_r——一般取成型机刹车用的轴套外径。

（3）以两圆的公共圆心为原点，建立直角坐标系XAY，显然，这两个圆之间的空间，则为布瓦的有限空间。

（1）设外瓦外圆弧所对应的圆心角为α_1，内瓦外圆弧所对应的圆心角为α_2，则：

$$a_1 + a_2 = \frac{1}{4} \times 360^\circ \tag{2-1-31}$$

由于内瓦要受外瓦包容，故a_1应大于a_2，但a_1过大，不仅会浪费外瓦与外接圆之间的有限空间，而且会增加内瓦摆布的难度，故a_1又不宜过大。一般a_1取50°左右。

（5）计算外瓦圆弧所对应的弦长L

$$L = D \cdot \sin \frac{a_1}{2} \tag{2-1-32}$$

式中 D——成型鼓外直径。

（6）作$X = \pm \frac{L}{2}$和$Y = \pm \frac{L}{2}$四条直线交D_w圆，得外瓦的八个顶点。设处于第Ⅰ象限的两个外瓦的相邻顶点分别为a和c，求其坐标值：

$$\begin{cases} X_a = \sqrt{\left(\frac{D_w}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \\ Y_a = \frac{L}{2} \end{cases} \tag{2-1-33}$$

X_a、Y_a均为正值。

显然，$X_c = Y_a$；$Y_c = X_a$。

（7）求处于第Ⅰ、Ⅳ象限的外瓦叠合中心O_1的坐标值，并暂定外瓦雏形。

因为，该瓦的两个顶点是关于X轴的对称，且与O_1的距离相等，所以O_1必在X轴上，则有$Y_{o1} = 0$，而X_{o1}是如下方程之解：

$$\operatorname{tg} \frac{a_1}{2} = \frac{Y_a}{X_a - X_{o1}} \tag{2-1-34}$$

其它外瓦中心，依据其与原点对称性取得。以各外瓦中心为圆心，以$\frac{D}{2}$和$\frac{d}{2}$（d为瓦环内径）为半径，画四块外瓦的内外圆弧，并以各圆心和其相对应的外瓦顶点的连线初定分瓦边缘线。

以处于第Ⅰ、Ⅳ象限的外瓦为例，其下边缘如果像初定的那样，肯定会与相邻的内瓦发生运动干扰。因此，必须将其割去一部分，并将其填补到相邻的内瓦上去。把过该顶点的半径线与割线的交角称为擦角，用γ表示，其值的大小与瓦环的厚度及内瓦的摆布等相关，要在下面的程序中确定。

（8）确定内瓦叠合中心O_2的位置。

以处于第Ⅰ、Ⅱ象限的内瓦为例，其叠合中心必在第Ⅳ象限内。在未确定O_2的位置之前，该点具有4个自由度，同时，也受四个方面的约束。向上会增大擦角γ，致使内瓦开放端尖角变锐；向下受刹车轴套外径的限制，同时会缩小确定转动副D外廓的空间；向左会使该瓦左端与相邻内瓦产生或增大重影；向右会使该瓦右端与相邻外瓦产生或增大重影。将上述趋势与约束分别用数学模型表达出来，可以求解出O_2的可行区域，并确定其位置。但在一般设计条件下，也可以找一些比较简单的途径来解决问题。比如当瓦环的厚度较大时，可以这样做：①使O_2的X、Y坐标的绝对值相等，即$|X_{o2}| = |Y_{o2}|$，使它既不偏左也不偏右；②

使该瓦环内圆与D_N圆相切(当瓦环的厚度较小时，则应先确定外瓦擦角γ，然后使内瓦外圆趋近于与擦角边缘相切)。根据以上两个条件建立并求解如下方程组：

a．求该瓦环内圆与D_N圆切点e的坐标值：

$$\begin{cases} X_e^2 + Y_e^2 = \left(\frac{D_N}{2}\right)^2 \\ Y_e = -X_e \end{cases} \tag{2-1-35}$$

式中$Y_e = -X_e$，是因为切点e必在O_2点和A点的连线上，而该连线的方程为$Y_{o2} = -X_{o2}$的原故。依据e点所处的象限，取X_e为负值，Y_e为正值。

b．列以e点为圆心，以$\frac{d}{2}$为半径的圆和过e点、O_2点的直线方程，联立求解，得第Ⅳ象限O_2的坐标值：

$$\begin{cases} (X_{o2} - X_e)^2 + (Y_{o2} - Y_e)^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \\ Y_{o2} = -X_{o2} \end{cases} \tag{1-2-36}$$

X_{o2}取正值，Y_{o2}取负值。

（9）求该内瓦外圆与D_w圆交点b的坐标值：

列两圆的方程，联立求解，得b点坐标值：

$$\begin{cases} X_b^2 + Y_b^2 = \left(\frac{D_w}{2}\right)^2 \\ (X_b - X_{o2})^2 + (Y_b - Y_{o2})^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \end{cases} \tag{2-1-37}$$

取第Ⅰ象限一组解。

令b点为该内瓦外圆的一个顶点，依据内瓦外圆所对应的圆心角α_2，就可以确定内瓦外圆的另一个顶点。

(10) 过外瓦顶点c作相邻内瓦外圆的切线，得擦角γ及该外瓦此端边缘线。前面曾提到过，角γ是为防止内、外瓦发生运动干扰而设的，其值大小与瓦环的厚度有关。一般γ应大于45°，虽然，这对一些瓦环厚度较小的成型鼓来说显得大了一些，但并无多大害处。

(11) 将外瓦切割下来的部分，移置到相应的内瓦上去，就完成了这一对应的内、外瓦边缘的处理。而内、外瓦另一对应边缘的确定，要等铰链点c′定下来以后，连接$\overline{c'a}$、$\overline{c'b}$才能得到。

位于其它象限的瓦块，可以根据中心对称的原则取得。需要指出：布瓦过程中，因不得已而产生的瓦环局部重影，允许做相应的抠挖，但不能因过大的抠挖而影响成型鼓的工艺性能。

（二）布点

（1）确定叠合图上内、外瓦铰链点c′的位置：

〔分析〕 因该点既是内瓦上的点，又是外瓦上的点，所以无论内、外瓦的相对位置如何，它与两瓦中心的距离总是相等的。该点又是a、b两点的回转中心，而且a、b两点在鼓展开时是要重合到一起的，所以该点到a、b两点的距离也总是相等的。根据与两个定点距离相等的点的轨迹是这两点连线的中垂线定理，可以通过求这两条中垂线的交点得c′点。

〔计算〕 列下述方程组，联立求解，即得c′点的坐标值：

$$\begin{cases} Y'_C - \dfrac{Y_{o1}+Y_{o2}}{2} = -\dfrac{X_{o2}-X_{o1}}{Y_{o2}-Y_{o1}}\left(X'_C - \dfrac{X_{o1}+X_{o2}}{2}\right) \\ Y'_C - \dfrac{Y_a+Y_b}{2} = -\dfrac{X_b-X_a}{Y_b-Y_a}\left(X_{C'} - \dfrac{X_a+X_b}{2}\right) \end{cases} \tag{2-1-38}$$

再依据$X_{C'}$、$Y_{C'}$求下列各项：

a．求O_1到C′的距离：

$$|O_1C'| = \sqrt{(X_{C'}-X_{o1})^2+(Y_{C'}-Y_{o1})^2} \tag{2-1-39}$$

显然，$|O_1C'| = |AC|$

b．求$\overline{O_1C'}$与X轴夹角：

$$\angle XO_1C' = \operatorname{arctg}\frac{Y'_C}{X_{C'}-X_{o1}} \tag{2-1-40}$$

c．求$\overline{O_1C'}$与$\overline{O_1a}$的夹角：

$$\angle aO_1C' = \angle XO_1C' - \frac{\alpha_1}{2} \tag{2-1-41}$$

（2）确定副连杆上铰链点D的位置：

〔分析〕

a．D点位置的确定，主要与C′点的展开位置相关。为了改善公共连杆（两组四杆机构的公用杆）的受力条件和提高其对鼓瓦的支撑性能，一般取∠CAD为1～3°。

b．主连杆的摆角θ值越大，鼓瓦在径向的开合冲击力就越小。为了提高构件的寿命，应尽量增大θ角。

c．D点与A点的距离越小，公共连杆就会越长；而公共连杆越长，D点就会越逆时针偏离Y轴。因此，适当地缩小$\overline{AD}$既可以取得较大的θ角，又可以减少转动副D外端与内瓦鼓架内壁重影的可能性。

d．但缩小$\overline{AD}$会受到主连杆套筒直径和副连杆筒壁的限制。

〔计算〕

a．求A点到D点的距离

$$|AD| = \frac{1}{2}D_z + t_1 + t_2 + \frac{1}{2}D_D + k_2 \tag{2-1-42}$$

式中 D_z——主连杆套筒直径；

t_1——副连杆套筒壁厚；

t_2——副连杆铜套壁厚；

D_D——转动副D处销轴直径；

k_2——应留间隙。

b．求公共连杆的长度

$$|CD| = \sqrt{|AC|^2+|AD|^2-2|AC|\cdot|AD|\cdot\cos\angle CAD} \tag{1-2-43}$$

c．以A点为圆心，以$\overline{AD}$为半径的圆，和以C′点为圆心，以$\overline{CD}$为半径的圆的交点就是D点。列如下方程组，联立求解，得D的坐标值：

$$\begin{cases} X_D^2 + Y_D^2 = |AD|^2 \\ (X_D - X_{C'})^2 + (Y_D - Y_{C'})^2 = |CD|^2 \end{cases} \tag{2-1-44}$$

取第Ⅱ象限的一组解。

d．求$\overline{AD}$与Y轴夹角：

$$\angle YAD = \operatorname{arctg} \frac{|X_D|}{Y_D} \tag{2-1-45}$$

（3）确定C点的展开位置C点，并画出瓦环的展开画。

〔分析〕 C点是以A点为圆心，以$\overline{AC}$为半径的圆，和$\overline{AC}$方向线的交点。C点确定以后，根据C点与鼓瓦分口线的位置（已由$\angle aO_1C'$值确定），可确定鼓瓦的展开位置。

〔计算〕 求$\overline{AC}$与X轴夹角：

$$\angle XAC = 90° + \angle YAD - \angle CAD \tag{2-1-46}$$

列如下方程组，联立求解，得C点坐标值：

$$\begin{cases} Y_C = X_C \operatorname{tg} \angle XAC \\ X_C^2 + Y_C^2 = |AC|^2 \end{cases} \tag{2-1-47}$$

取第Ⅰ象限的一组解。

〔作图〕 以A点为圆心，以$D/2$（D为成型鼓外径）和$d/2$（d为鼓引圈口直径）为半径画瓦环的展开图。再依据C点与内、外瓦的相对关系，将分瓦线反映到展开图上来。

（4）确定叠合图上主连杆与内瓦支脚的铰链B′点位置：

〔分析〕 因B′点是主连杆上的点，又是内瓦上的点，故B′点一定在线段$\overline{AO_2}$的中垂线上。同时，考虑增大B′点到A点的距离，会加快内瓦叠合初期的下落速度和减慢内瓦展开初期的伸张速度，这样，可以避免内、外瓦的运动干扰；而且，增大$|AB'|$还可以减小该转动副外廓与内瓦外廓发生重影的趋势。但$|AB'|$的增大，又受外瓦鼓架内壁的限制。

〔计算〕 列如下方程组，联立求解，得B′点坐标值：

$$\begin{cases} Y_{B'} - \dfrac{Y_A + Y_{o2}}{2} = -\dfrac{X_{o2} - X_A}{Y_{o2} - Y_A}\left(X_{B'} - \dfrac{X_A + X_{o2}}{2}\right) \\ (X_{B'} - X_{o1})^2 + Y_{B'}^2 = \left(\dfrac{D}{2} - t_3 - R_1 - k_3\right)^2 \end{cases} \tag{2-1-43}$$

式中 D——成型鼓外径；

t_1——鼓架内壁与鼓瓦外圆之间的厚度；

R_1——B′点转动副外廓圆弧半径；

k_3——B′点转动副外廓与鼓架内壁之间的应留间隙。

取该方程第Ⅰ象限的一组解。

再依据$X_{B'}$、$Y_{B'}$求下列各值：

a．求B点到C点的距离：

$$|BC| = |B'C'| = \sqrt{(X_{C'} - X_{B'})^2 + (Y_{C'} - Y_{B'})^2} \tag{2-1-49}$$

b．求A点到B点的距离：

$$|AB| = |A'B'| = \sqrt{X_{B'}^2 + Y_{B'}^2} \tag{2-1-50}$$

c．求∠XAB′的值：

$$\angle XAB' = \text{arctg}\frac{Y_{B'}}{X_{B'}} \tag{2-1-51}$$

（5）确定B′点的展开位置B点，并计算主连杆摆角θ值：

〔分析〕 B点在以A点为圆心，以$\overline{AB}$为半径的圆，与以C点为圆心，以$\overline{BC}$为半径的圆的交点上。

〔计算〕

$$\begin{cases} X_B^2 + Y_B^2 = |AB|^2 \\ (X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2 = |BC|^2 \end{cases} \tag{2-1-52}$$

取较大的一组解。

再依据X_B、Y_B求下列各值：

a．求∠XAB的值：

$$\angle XAB = \text{arctg}\frac{Y_B}{X_B} \tag{2-1-53}$$

b．求θ值：

$$\theta = \angle XAB - \angle XAB' \tag{2-1-54}$$

c．求∠BAC的值：

$$\angle XAC = 180° + \text{arctg}\frac{Y_C}{X_C} \tag{2-1-55}$$

$$\angle BAC = \angle XAC - \angle XAB \tag{2-1-56}$$

（6）确定叠合图上外瓦连杆与外瓦的铰链点E′的位置：

〔分析〕 当成型鼓展开时，E点越偏离C点，外瓦连杆对外瓦的支撑性能就越好。而当成型鼓叠合时，E′点越偏离C′点，外瓦连杆的弯度就需越大，该杆的受力情况就会越差。故E′点一般选择在外瓦的中部，且$\angle E'O_1a < \frac{\alpha}{2}$。

〔计算〕

a．求E′点到O_1点的距离：

$$|O_1E'| = \frac{D}{2} - t_3 - k_4 - R_2 \tag{2-1-57}$$

式中 k_4——应留间隙；

R_2——E点转动副外廓圆弧半径。

b．求$\angle XO_1E'$的值：

$$\angle XO_1E' = \frac{\alpha}{2} - \angle E'O_1a \tag{2-1-58}$$

c．求$\angle E'O_1C'$的值：

$$\angle E'O_1C' = \angle XO_1C' - \angle XO_1E' \tag{2-1-59}$$

d．求E′点的坐标值：

列如下方程组，并求解：

$$\begin{cases}(X_{E'}-X_{O_1})^2+(Y_{E'}-Y_{O_1})^2=|O_1E'|^2\\ Y_{E'}=(X_{E'}-X_{O_1})\cdot\mathrm{tg}\angle XO_1E'\end{cases}\tag{2-1-60}$$

取第Ⅰ象限的一组解。

（7）确定E′点的展开位置E点：

〔计算〕

因为 $$\angle XOE=\angle XOC-\angle E'O_1C'$$

又 $$|AE|=|O_1E'|$$

故 $$\begin{cases}X_E=|AE|\cdot\cos\angle XOE\\ Y_E=|AE|\cdot\sin\angle XOE\end{cases}\tag{2-1-61}$$

（8）求外瓦连杆与副连杆铰链点F的位置：

〔分析〕

a．E点绕F点回转到E′点，故F点一定在线段$\overline{EE'}$的中垂线上。

b．一般$\overline{AF}$与$\overline{AE}$在鼓的叠合方向上应该存在一个夹角λ，称外撑角。它的作用是：在E点绕F点回转到$\overline{AF}$的延长线方向之前，可使外瓦开放端向外撑起，而为相邻内瓦向里折叠创造条件。λ角的大小与被成型胎坯的厚度及E点的位置相关，一般取λ＜5°。

〔计算〕

$$\angle XAF=\angle XAE-\lambda\tag{2-1-62}$$

列二直线方程，联立求解，得F点坐标值：

$$\begin{cases}Y_F-\dfrac{Y_E+Y_{E'}}{2}=-\dfrac{X_{E'}-X_E}{Y_{E'}-Y_E}\left(X_F-\dfrac{X_E+X_{E'}}{2}\right)\\ Y_F=X_F\cdot\mathrm{tg}\angle XAF\end{cases}\tag{2-1-63}$$

求A点到F点的距离：

$$|AF|=\sqrt{X_F^2+Y_F^2}\tag{2-1-64}$$

至此，已取得了八瓦成型鼓叠合与展开两位置机构简图及主要构件的全部设计参数。在以上布瓦、布点的基础上，绘制叠合图，确定各构件的外形与轴向尺寸，经运动轨迹校验后，转入机械零件设计。

三、折叠式成型鼓机构的优化设计

本节以六瓦成型鼓为例，介绍应用最优化技术，进行折叠式轮胎成型鼓机构优化设计的方法。

（一）数学模型的建立

图2-1-118所示是六瓦成型鼓的机构简图。为了便于分析，将组成六瓦成型鼓的大瓦、小瓦和中瓦分别用构件Ⅰ、构件Ⅱ和构件Ⅲ来表示。称六瓦成型鼓在叠合状态时的位置为“位置一”或“第一位置”，在展开状态时的位置为“位置二”或第二位置。曲柄A_0A_1的角度用H_1表示，当$H_1=\phi_1$时，代表六瓦成型鼓的叠合状态；当$H_1=\phi_2$时，代表六瓦成型鼓的展开状态。六瓦成型鼓是由两对称的八杆导向机构组成，它对机构的要求有下列四个方面：

（1）紧凑性　六构件在位置一时形成封闭形的外形轮廓周长F，必须小于某一特定值

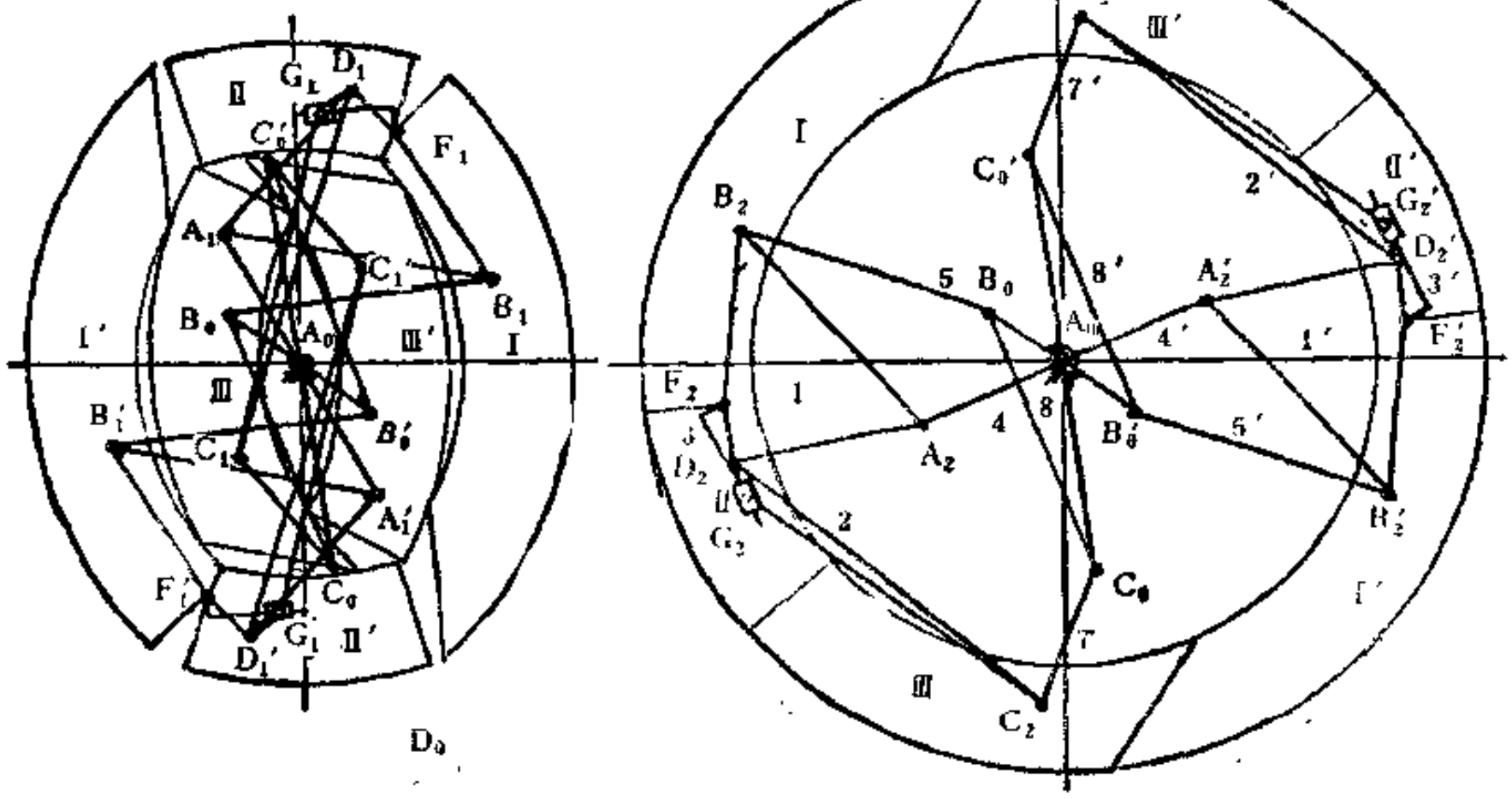


图 2-1-118　六瓦成型鼓机构简图

长F_0，与六构件固联的两对称八杆导向机构必须布置在这个封闭形之内，且各杆尺度和运动副坐标应满足工艺上的要求。

（2）稳定性　两对称八杆导向机构在位置二时，导引杆接近死点位置，传动角的补角α、$\beta \to \pi$。

（3）位置要求　两对称八杆导向机构引导六构件实现确定的两个位置。在位置二时，六构件组成一个内径D_1外径D_0的刚性圆环，在位置一时，六构件的布置应满足紧凑性要求。

（4）不干涉要求　两对称八杆导向机构在引导六构件由位置一到位置二的中间过程中，各构件不能发生碰撞、产生干涉现象。

建立六瓦成型鼓的数学模型有两个主要内容：确定六构件的位置一和设计两对称的八杆导向机构。确定六构件的第一位置内容包括：在外形轮廓周长有限的封闭形内，合理地确定各构件的几何形状和位置，使得六构件在位置一形成的封闭形外形轮廓周长F取极小值。而后是设计一个最佳的八杆导向机构，在不发生干涉的情况下引导六构件实现位置一和位置二，在位置二时，机构传动角的补角α、$\beta \to \pi$。

1．确定最佳的第一位置

如图2-1-119所示，在位置一时，构件Ⅲ（Ⅲ′）在由构件Ⅰ(Ⅰ′)和构件Ⅱ(Ⅱ′)围成的封闭形之内。封闭形外形轮廓周长F等于构件Ⅰ外圆弧长与构件Ⅱ外圆弧长之和的2倍，即$F=2(\cdot(X(1)+U_2)$。显然，如果各构件的几何形状和位置能使得构件Ⅲ(Ⅲ′)充分利用由构件Ⅰ(Ⅰ′)和构件Ⅱ(Ⅱ′)围成的封闭形空间，那么在相同条件下，该封闭形的外形轮廓周长最小。其数学表达式为：

$$\begin{cases}(P_{10x}-O_{1x})^2+(P_{10y}-O_{1y})^2=R_s^2\\(-P_{1x}-X(4))^2+(-P_{1y}-X(5))^2=R^2\\(P_{11x}+O_{2x})^2+(P_{11y}+O_{2y})^2=R_s^2\\P_{9x}\cdot 2C(4)+P_{9y}\cdot X(5)=0\\(P_{6y}-P_{9y})(P_{6x}-P_{9x})-(P_{6y}-P_{9y})(P_{4x}-P_{9x})=0\end{cases}\qquad(2\text{-}1\text{-}65)$$

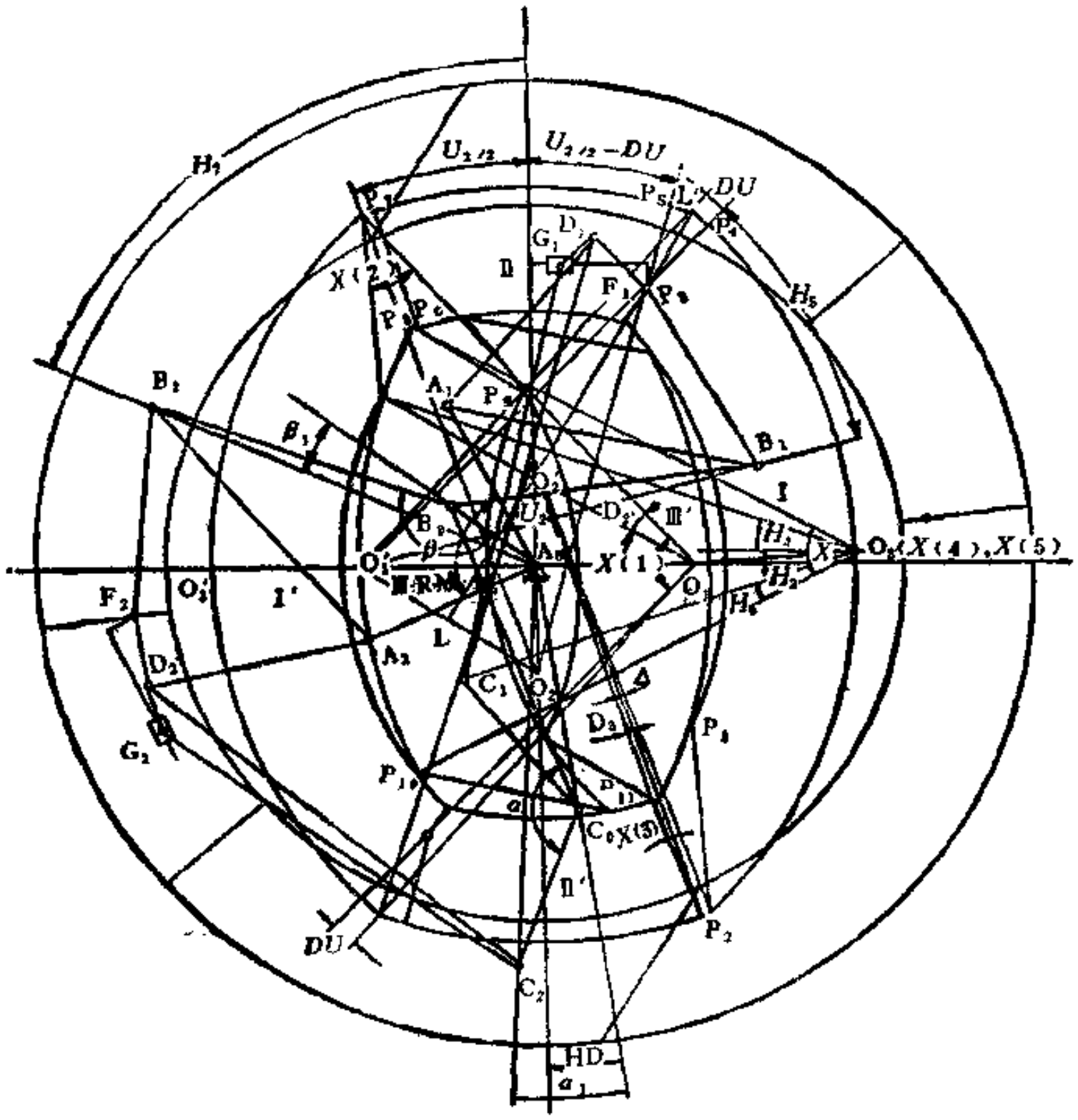


图 2-1-119 六瓦成型鼓模型示意图

确定六构件几何形状和位置的参数共有6个：$X(1)$、$X(2)$、$X(3)$、$X(4)$、$X(5)$、X，按最佳条件可以列出五个非线性方程，组成方程组（2-1-65）。这样，确定最佳位置一的问题归结为求解六个变量、五个约束方程的非线性规划问题：

$$\begin{cases}\min F=2R(X(11)+U_2) & \vec{X}\epsilon R^6\\S.t.\ h_V(\vec{X})=0 & V=1,\cdots\cdots 5\\\vec{X}=(X(1)、X(2)、X(3)、X(4)、X(5)、X)\end{cases}$$

解决这个非线性规划问题的方法很多，本节采用的是一维搜索方法。令X沿坐标方向作一维搜索，对于每一个X值，利用牛顿方法求解(2-1-65)得出$X(1)-X(5)$的值，由$F=2R\cdot(X(1)+U_2)$式计算折叠周长F，并由此确定下一步的步长。最后确定一个最佳的X^*点，

使 $F=2R\cdot(X(1)+U_2)$ 极小。

2. 确定第二位置和设计八杆机构

六构件的最佳第一位置确定后，六构件的第二位置需要由两对称的八杆导向机构来确定。为了建模方便，用广义坐标来表示八杆导向机构各运动副的坐标，并将广义坐标划分为基坐标Y_B和非基坐标Y_N。

$$Y=\{Y_B,\ Y_N\}^T$$

$$Y_B=\{R_B、\ R_C、\ D_{1x}、\ D_{1y}、\ G_{1x}、\ G_{1y}\}^T \qquad Y_B\in R^6$$

$$Y_N=\{L_0、\ L_1、\ L_2、\ \alpha_1、\ \beta_1、\ HD、\ H_4、\ H_5\}^T \quad Y_N\in R^8$$

L_0、R_B、R_C分别表示A_1点、B_0点和C_0点到A_0点的距离，D_{1x}、D_{1y}和G_{1x}、G_{1y}分别表示D_1点和G_1点的X、Y方向坐标值，L_1、L_2分别表示B_1点到O_1'点的距离及C_1点到O_3点的距离。α_1和β_1分别为下落角和外撑角。其它广义坐标的意义如图2-1-119所示。Y_N中的α_1是用于确定第二位置的参数。绝对坐标的原点取在A_0点，X、Y轴分别与叠合状态的两个对称轴重合，下面用广义坐标Y_N和Y_B来表示各运动副的坐标。

A_1点应在O_1'和A_0点的垂直平分线上：

$$A_{1x}=-\frac{O_{1x}}{2};\quad A_{1y}=\sqrt{L_1^2-\left(\frac{O_{1x}}{2}\right)^2}$$

$$C_{1x}=X(4)-L_2\cdot\cos(H_4+2H_3-H_5)$$

$$C_{1y}=X(5)-L_2\cdot\sin(H_4+2H_3-H_5)$$

$$C_{0x}=R_C\cdot\sin(HD),\quad C_{0y}=-R_C\cdot\cos(HD)$$

$$B_{1x}=L_1\cdot\cos\left(\frac{X_{(1)}}{2}-DU-H_5\right)-O_{1x}$$

$$B_{1y}=L_1\cdot\sin\left(\frac{X_{(1)}}{2}-DU-H_5\right)$$

$$B_{0x}=-R_B\cdot\sin(H_1-\beta_1);\quad B_{0y}=R_B\cdot\cos(H_1-\beta_1)$$

$$F_{1x}=P_{3x};\quad F_{1y}=P_{3y}$$

其中：$H_7=X_{(1)}-DU-H_5+HD+H_6-\alpha_1$

$$C_{2x}=-L_2\cdot\sin(\alpha_1-HD);\quad C_{2y}=-L_2\cdot\cos(\alpha_1-HD)$$

$$B_{2x}=-L_1\cdot\sin(H_7);\quad B_{2y}=L_1\cdot\cos(H_7)$$

a．计算构件Ⅰ的位移矩阵：

$$|A_1B_2|=\sqrt{(A_{1x}-B_{2x})^2+(A_{1y}-B_{2y})^2}$$

$$\angle A_1A_0B_2=\cos^{-1}\left[\frac{L_0^2+L_1^2-|A_1B_2|^2}{2L_1\cdot L_0}\right]$$

$$|A_1B_1|=\sqrt{(A_{1x}-B_{1x})^2+(A_{1y}-B_{1y})^2}$$

$$\angle B_2A_0A_2=\cos^{-1}\left[\frac{L_0^2+L_1^2-|A_1B_1|^2}{2L_0L_1}\right]$$

曲柄A_0A_1由位置一到位置二的转角为RM，

$$RM=\angle A_1A_0B_2+\angle B_2A_1A_2 \qquad (2\text{-}1\text{-}66)$$

$$\vec{A_2} = [R_{RM}]\vec{A_1}$$

构件Ⅰ的位移矩阵$[D_{12}]_1$由A_1B_1和A_2B_2确定，用Z_1表示构件Ⅰ由位置一到位置二的角位移，则：

$$Z_1 = \cos^{-1}\left\{\frac{(\vec{B_1}-\vec{A_1})^T(\vec{B_2}-\vec{A_2})}{(\vec{B_1}-\vec{A_1})^T(\vec{B_2}-\vec{A_1})}\right\}$$

$$[D_{12}]_1 = \begin{cases} \cos(Z_1) & -\sin(Z_1) & B_{2x}-B_{1x}\cdot\cos(Z_1)+B_{1y}\cdot\sin(Z_1) \\ \sin(Z_1) & \cos(Z_1) & B_{2y}-B_{1x}\cdot\sin(Z_1)-B_{1y}\cdot\cos(Z_1) \\ 0 & 0 & 1 \end{cases} \quad (2\text{-}1\text{-}67)$$

因F_1、D_1在构件Ⅰ上，故有：

$$\vec{F_2} = [D_{12}]_1\vec{F_1}$$

$$\vec{D_2} = [D_{12}]_1\vec{D_1}$$

b．构件Ⅱ的位移矩阵　构件Ⅱ的圆心在位置二时与A_0点重合，F_2点是构件Ⅰ、Ⅱ在位置二时的铰接点。由F_1、F_2、A_0、O_2可以确定构件Ⅱ的位移矩阵$[D_{12}]_2$。用Z_2表示构件Ⅱ由位置二的角位移，则：

$$Z_2 = \cos^{-1}\left[\frac{\vec{F_2}\cdot(\vec{F_1}-\vec{O_2})}{R_F^2}\right]$$

$$[D_{12}]_2 = \begin{cases} \cos(Z_2) & -\sin(Z_2) & F_{2x}-F_{1x}\cdot\cos(Z_2)+F_{1y}\cdot\sin(Z_2) \\ \sin(Z_2) & \cos(Z_2) & F_{2y}-F_{1x}\cdot\sin(Z_2)-F_{1y}\cdot\cos(Z_2) \\ 0 & 0 & 1 \end{cases} \quad (2\text{-}1\text{-}68)$$

c．构件Ⅲ的位移矩阵　构件Ⅲ的圆心在位置二时与A_0点重合，D_2点为构件Ⅰ、Ⅲ在位置二时的铰链点。由D_1、D_2、A_0和O_3可以确定构件Ⅲ的位移矩阵$[D_{12}]_3$。用Z_3表示构件Ⅲ的角位移，则：

$$Z_3 = \cos^{-1}\left[\frac{\vec{D_2}\cdot(\vec{D_1}-\vec{O_3})}{(\vec{D_1}-\vec{O_3})^T(\vec{D_1}-\vec{O_3})}\right]$$

$$[D_{12}]_3 = \begin{cases} \cos(Z_3) & -\sin(Z_3) & D_{2x}-D_{1x}\cos(Z_3)+D_{1y}\cdot\sin(Z_3) \\ \sin(Z_3) & \cos(Z_3) & D_{2y}-D_{1x}\sin(Z_3)-D_{1y}\cos(Z_3) \\ 0 & 0 & 1 \end{cases} \quad (2\text{-}1\text{-}69)$$

d．约束方程　由六瓦成型鼓的几何特性得约束方程：

$$(\vec{D_1}+\vec{O_1})^T(\vec{D_1}+\vec{O_1}) = (\vec{D_1}-\vec{O_3})^T(\vec{D_1}-\vec{O_3}) \quad (2\text{-}1\text{-}70)$$

$$(\vec{P_8}-\vec{O_3})^T(\vec{G}-\vec{O_3}) = (\vec{P_7''}-\vec{A_0})^T(\vec{G_2}-\vec{A_0}) \quad (2\text{-}1\text{-}71)$$

式（2-1-71）中P_7''表示P_7点的第二位置坐标点，与P_8点的第二位置P_7''重合。

由八杆导向机构实现两个位置的导向问题，得约束方程：

$$(\vec{B_2}-\vec{B_0})^T(\vec{B_2}-\vec{B_0}) = (\vec{B_1}-\vec{B_0})^T(\vec{B_1}-\vec{B_0}) \quad (2\text{-}1\text{-}72)$$

$$(\vec{C_2}-\vec{C_0})^T(\vec{C_2}-\vec{C_0}) = (\vec{C_1}-\vec{C_0})^T(\vec{C_1}-\vec{C_0}) \quad (2\text{-}1\text{-}73)$$

$$(\vec{D}_2-\vec{C}_2)^T(\vec{D}_2-\vec{C}_2)=(\vec{D}_1-\vec{C}_1)^T(\vec{D}_1-\vec{C}_1) \tag{2-1-74}$$

$$(\vec{F}_2-\vec{G}_2)(e^{j\cdot\frac{\pi}{2}}\cdot\vec{R}_2)=(\vec{F}_1-\vec{G}_1)\cdot(e^{j\cdot\frac{\pi}{2}}\cdot\vec{R}_1) \tag{2-1-75}$$

其中$\vec{R}_2=[R_{Z2}]\cdot\vec{R}_1$，$e^{j\cdot\frac{\pi}{2}}$表示$\vec{R}_1$向量逆时针旋转90°。

图2-1-119所示的八杆导向机构共有17个未知参数。在确定最佳第一位置后得到$F_{1x}=P_{2x}$，$F_{1y}=P_{2y}$及$A_{1x}=-\frac{O_{1x}}{2}$三个参数，如果再给定在位置一时移动副的导路方向余弦$\vec{R}_1=(-1,0)^T$，那么再有13个参数便可以唯一确定该机构。在广义坐标下，确定该机构的参数共有14个，其中参数a_1是用于确定第二位置的，因此，广义坐标$Y=\{Y_B, Y_N\}^T$可以作为确定该机构的设计变量。有一个Y，就有一个八杆机构与之对应，同时八杆机构的第二位置也唯一确定。式(2-1-70)～式(2-1-75)是该机构的6个约束方程。假定非基变量Y_N已知，利用这6个等式约束方程，可以求出基变量Y_B的一组解。由隐函定理，可以把Y_B写成Y_N的复合函数：

$$Y_B=F[Y_N]$$

用$Y=\{Y_B, Y_N\}^T$来表示一组八杆机构，把$Y_B=F[Y_N]$的关系代入$Y=[Y_B, Y_N]^T$，得：

$$Y=\{F[Y_N], Y_N\}^T \tag{2-1-76}$$

式（2-1-76）中，Y只与Y_N有关，有一个Y_N，就有一个Y与之对应，因而也就确定了一组八杆机构与第二位置。

各构件的第二位置由位移矩阵（2-1-67)、(2-1-68）和（2-1-69）式确定。

$$\vec{P}''_1=[D_{12}]_1\cdot\vec{P}_1,\qquad \vec{P}''_2=[D_{12}]_1\vec{P}_2$$
$$\vec{P}''_3=[D_{12}]_1\cdot\vec{P}_3,\qquad \vec{P}''_4=[D_{12}]_1\cdot\vec{P}_4$$
$$\vec{P}''_5=[D_{12}]_2\cdot\vec{P}_5,\qquad \vec{P}''_6=[D_{12}]_2\cdot\vec{P}_6$$
$$\vec{P}''_7=[D_{12}]_2\cdot\vec{P}_7$$
$$\vec{P}''_8=[D_{12}]_3\cdot\vec{P}_8,\qquad \vec{P}''_9=[D_{12}]_3\cdot\vec{P}_9$$
$$\vec{P}''_{10}=[D_{12}]_3\cdot\vec{P}_{10},\qquad \vec{P}_{11}=[D_{12}]_3\cdot\vec{P}_{11}$$

（二）机构最优综合

机构最优综合的目的是：引导构件Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和构件Ⅰ′、Ⅱ′、Ⅲ′实现确定的位置一和位置二；由位置一到位置二的中间过程中，构件Ⅰ和构件Ⅲ′不能发生碰撞、产生干涉现象；在位置二时，机构传动角的补角α、$\beta\longrightarrow\pi$。

1．干涉判别式的推导

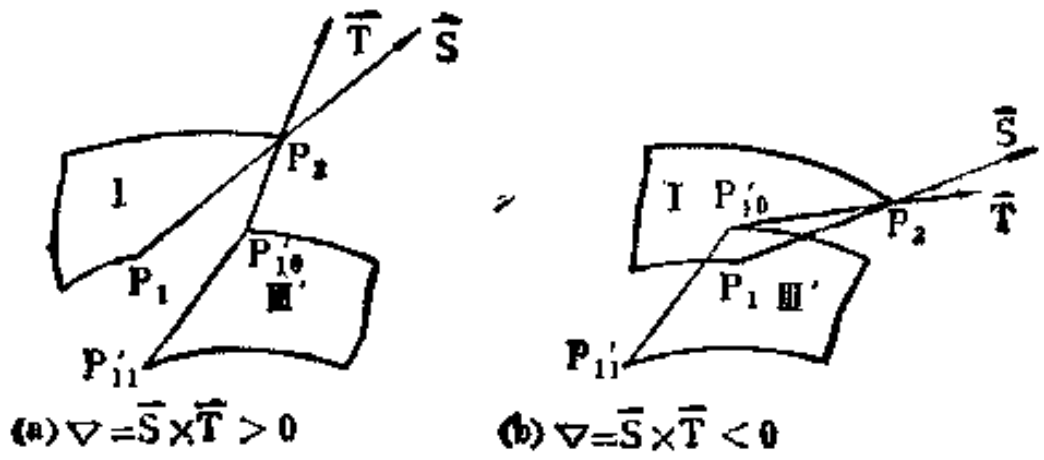


图 2-1-120　干涉判别式意义

当曲柄A_0A的角位移$H_1=\phi_1$时，成型鼓处于叠合状态，当$H_1=\phi_2$时，成型鼓处于展开状态。构件Ⅰ和构件Ⅱ′发生干涉的原因是由于构件Ⅱ′上的P'_{10}点进入到以P_1P_2为边的构件Ⅰ实体之内。

干涉数学模型

令 $\vec{S}=\vec{P_2}-\vec{P_1}$，$\vec{T}=\vec{P_2}-\vec{P'_{10}}$

令 $\nabla=\vec{S}\times\vec{T}$ 作为构件Ⅰ、构件Ⅱ′的干涉判别准则。如 $\nabla=\vec{S}\times\vec{T}\geqslant 0$，则不发生干涉，如 $\nabla=\vec{S}\times\vec{T}<0$，则发生干涉。如图2-1-120所示。$\nabla$称为构件Ⅰ和构件Ⅱ′的干涉判别式，简称干涉判别式。

∇的数学表达式为：

$$\nabla=2\cdot L_0\cdot\sin(H_1-Z_1-\zeta)+a_1\cdot\sin(\eta_1-\zeta)+a_2\cdot\sin(\eta_2-\zeta)+a_3\cdot\sin(\eta_3+Z_3-Z_1-\zeta) \tag{2-1-77}$$

式中：

$$\zeta=\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{2y}-P_{1y}}{P_{2x}-P_{1x}}\right]$$

$$a_1=|\vec{P_2}-\vec{A_1}|,\quad \eta_1=\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{2y}-A_{1y}}{P_{2x}-A_{1x}}\right]$$

$$a_2=|\vec{D_1}-\vec{A_1}|,\quad \eta_2=\operatorname{arctg}\left[\frac{D_{1y}-A_{1y}}{D_{1x}-A_{1x}}\right]$$

$$a_3=|\vec{P_{10}}-D_1|,\quad \eta_3=\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{10y}-D_{1y}}{P_{10x}-D_{1x}}\right]$$

$$L_1^2=\vec{A}^T\vec{A},\qquad \vec{A}=L_0\cdot e^{j\cdot H_1}$$

2．干涉判别式的分析

由连续函数的性质，在$H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]$的区间内可以求得∇的极小值∇_{min}。如果$\nabla_{min}\geqslant 0$，则在$H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]$的区间内，干涉判别式一致大于零。图2-1-121为不同的$\begin{cases}\nabla_{min}\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$与$\alpha_1$、$\beta_1$之间的关系。图中有三条曲线1、2、3，分别代表$\begin{cases}\nabla_{min}=1\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$、$\begin{cases}\nabla_{min}>0\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$和$\begin{cases}\nabla_{min}=-1\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$与$\alpha_1$、$\beta_1$的关系。

在$\begin{cases}\nabla_{min}=0\\ H\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$的曲线上，$\alpha_1$和$\beta_1$的取值能够使得在$H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]$的区间内干涉判别式$\nabla\geqslant 0$，其中在该区间内必有一点$H_1^*\in[\phi_1,\ \phi_2]$，使得$\nabla=0$等式成立。该点是构件Ⅰ(Ⅰ′)与构件Ⅱ′(Ⅱ)不发生干涉的临界点，其它各点的∇值均大于零。所以称$\begin{cases}\nabla_{min}=0\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$曲线为不发生干涉的临界曲线，简称临界曲线。在$\begin{cases}\nabla_{min}=-1\\ H_1\in[\phi_1,\ \phi_2]\end{cases}$的曲线上，$\alpha_1$、$\beta_1$的值使得在

$H_1\in[\phi_1, \phi_2]$内的一个子区间内$\nabla<0$，构件Ⅰ(Ⅰ′)和构件Ⅱ′(Ⅱ)发生干涉。在$\begin{cases}\nabla_{min}=1\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$的曲线上，$\alpha_1$、$\beta_1$的取值能够使得$\nabla>0$恒成立，构件Ⅰ(Ⅰ′)和构件Ⅱ′(Ⅱ)不会发生干涉。

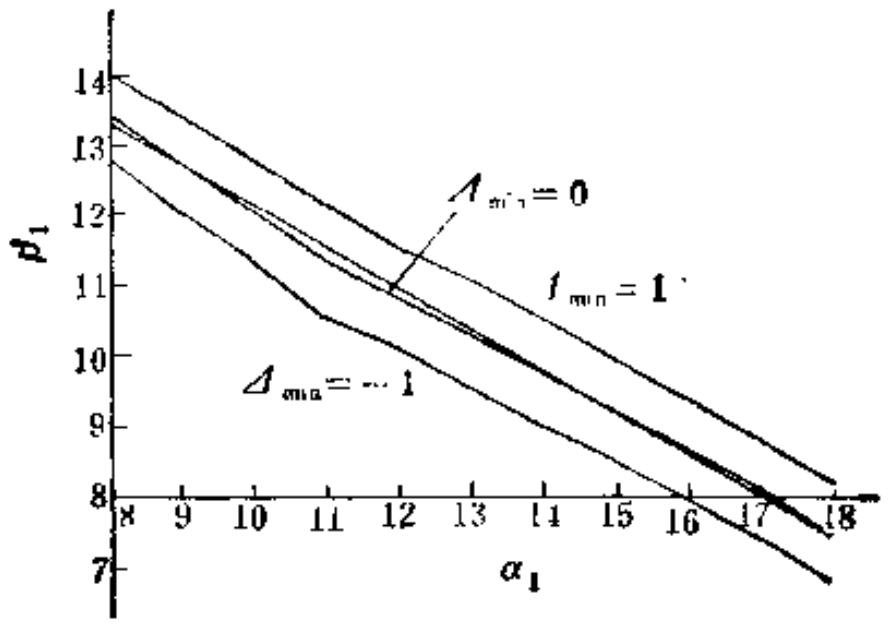


图 2-1-121 不同的$\begin{cases}\nabla_{min}\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$与$\alpha_1$、$\beta_1$的关系

但是$\begin{cases}\nabla_{min}=1\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$曲线在$\begin{cases}\nabla_{min}=0\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$曲线之上，在相同条件下，其$\alpha_1$(或$\beta_1$)的取值比临界曲线上$\alpha_1$(或$\beta_1$)的取值要大。因此，在不发生干涉$\nabla\geqslant 0$要求的条件下，临界曲线上$\alpha_1$和$\beta_1$取极小值，相应$\alpha$、$\beta$取极大值。如果设计的机构使得$\begin{cases}\nabla_{min}=0\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$，那么在$\nabla\geqslant 0$的条件下，机构的稳定性最佳。用最佳逼近方法求得临界曲线的近似方程为$\beta_1=-0.578\alpha_1+17.82$。

3．机构最优综合

机构最优综合的方法是：把机构几何特性要求和位置要求作为等式约束，干涉判别式∇的极小值$\begin{cases}\nabla_{min}\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}$的平方项作为目标函数，逼近$\nabla_{min}=0$的临界点，从而机构既可以满足不干涉$\nabla\geqslant 0$的要求，又可以满足稳定性最佳的要求。

设计变量：$Y=\{Y_B, Y_N\}^T \quad Y\in R^{14}$

$$Y_B=\{R_8, R_C, D_{1x}, D_{1y}, G_{1x}, G_{1y}\}^T \quad Y_B\in R^6$$

$$Y_N=\{L_0, L_1, L_2, \alpha_1, \beta_1, HD, H_1, H_1\}^T \quad Y_N\in R^8$$

$$\varepsilon^B\leqslant Y_B\leqslant\delta^B \quad \varepsilon^B\leqslant Y_N\leqslant\delta^N$$

等式约束：

$$h_1(Y)=(\vec{D}_1+\vec{O}_1)^T(\vec{D}_1+\vec{O}_1)-(\vec{D}_1-\vec{O}_3)^T(\vec{D}_1-\vec{O}_3)$$

$$h_2(Y)=(\vec{P}_8-\vec{O}_3)^T(\vec{G}_1-\vec{O}_3)-(\vec{P}_7''-\vec{A}_0)^T(\vec{G}_2-\vec{A}_0)$$

$$h_3(Y)=(\vec{B}_2-\vec{B}_0)^T(\vec{B}_2-\vec{B}_0)-(\vec{B}_1-\vec{B}_2)^T(\vec{B}_1-\vec{B}_0)$$

$$h_4(Y)=(\vec{D}_2-\vec{C}_2)^T(\vec{D}_2-\vec{C}_2)-(\vec{D}_1-\vec{C}_1)^T(\vec{D}_1-\vec{C}_1)$$

$$h_5(Y)=(\vec{C}_2-\vec{C}_0)^T(\vec{C}_2-\vec{C}_0)-(\vec{C}_1-\vec{C}_0)^T(\vec{C}_1-\vec{C}_0)$$

$$h_6(Y)=(\vec{F}_2-\vec{G}_2)\cdot(e^{i\cdot\frac{\pi}{2}}\cdot\vec{R}_2)-(\vec{F}_1-\vec{G}_1)\cdot(e^{i\cdot\frac{\pi}{2}}\cdot\vec{R}_1)$$

目标函数：

$$F(Y)=\left[\begin{cases}\nabla_{min}\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}\right]^2$$

其中：

$$\begin{cases}\nabla_{min}\\ H_1\in[\phi_1, \phi_2]\end{cases}=\min_{H_1\in(\phi_1,\phi_2)}[2\cdot L_0\cdot\sin(H_1-Z_1-\zeta)$$

$$+a_1\cdot\sin(\eta_1-\xi)+a_2\sin(\eta_2-\xi)+a_3\cdot\sin(Z_3+\eta_3-Z_4-\xi)]$$

$$=\xi\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{2y}-P_{1y}}{P_{2x}-P_{1x}}\right]$$

$$\eta_1=\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{2y}-A_{1y}}{P_{3x}-A_{1x}}\right],\ a_1=(\overrightarrow{P_2}-\overrightarrow{A_1})^T(\overrightarrow{P_2}-\overrightarrow{A_1})$$

$$\eta_2=\operatorname{arctg}\left[\frac{D_{1y}-A_{1y}}{D_{1x}-A_{1x}}\right],\ a_2=(\overrightarrow{D_1}-\overrightarrow{A_1})^T(\overrightarrow{D_1}-\overrightarrow{A_1})$$

$$\eta_3=\operatorname{arctg}\left[\frac{P_{10y}-D_{1y}}{P_{10x}-D_{1x}}\right],\ a_3=(\overrightarrow{P_{10}}-\overrightarrow{D_1})^T(\overrightarrow{P_{10}}-\overrightarrow{D_1})$$

六瓦成型鼓优化设计框图如图2-1-121所示。该框图是由最佳确定六 构件第一位置 和最

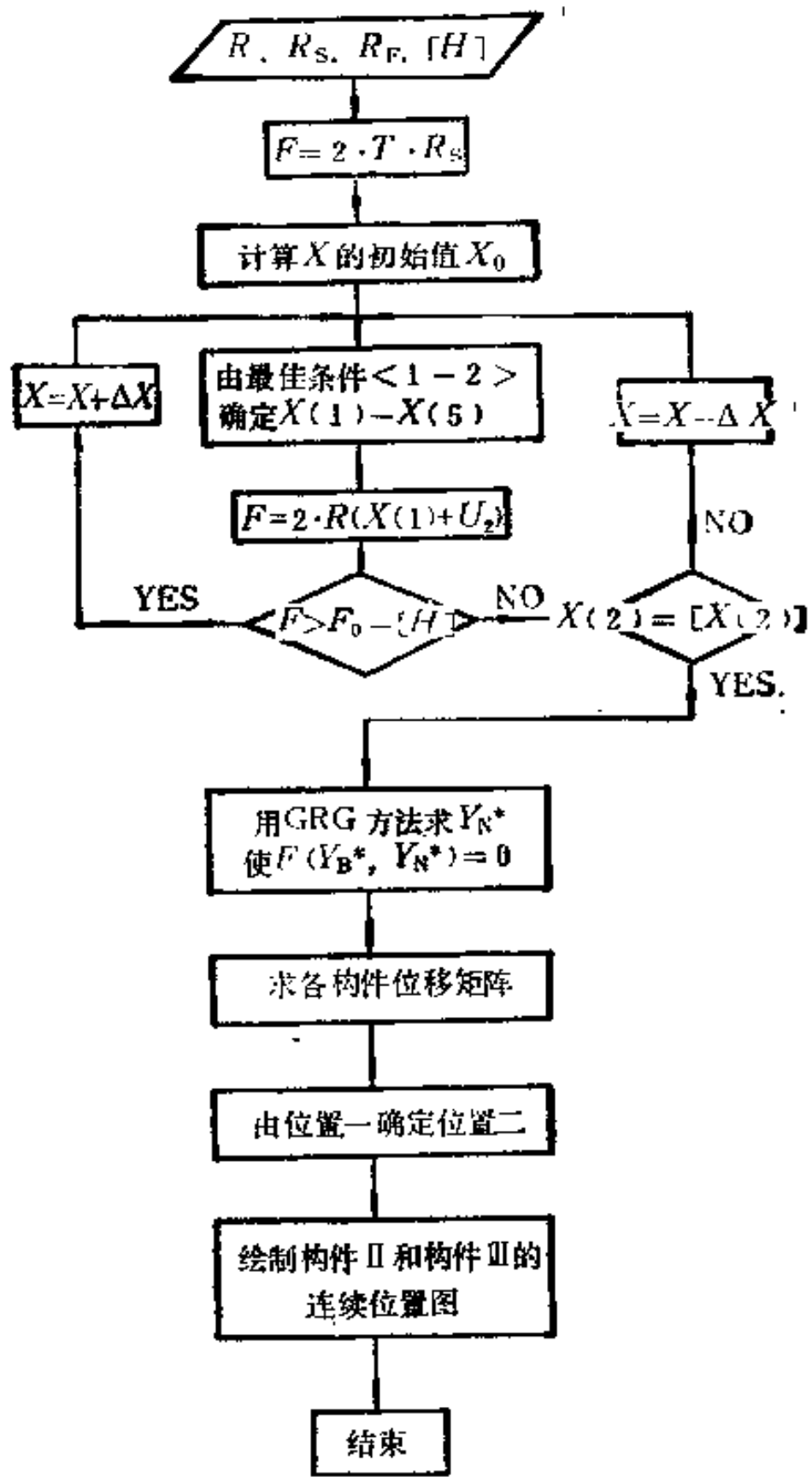


图 2-1-122 六瓦成型鼓优化设计框图

机头内半径	$R_0=202.5$mm
机头外半径	$R=270$mm
铰接半径 $[F_1O_1]$	$R_F=215$mm
周长减小量	$[H]=30$mm
导路方向余弦	$R_1=(-1,0)^T$

优综合两对称八杆导向机构组成的。框图中〔$x(2)$〕表示干涉角$x(2)$的取值范围，一般〔$x(2)$〕=42～46°。

4. 计算实例

本节以全折叠式六瓦成型鼓540×16－A为例，最佳确定六构件的第一位置和最优综合两对称八杆导向机构。

已知参数：

最佳确定六构件第一位置后得：

$$F=1240\text{mm}$$
$$X(1)=90.13°$$
$$X(2)=44.62°$$
$$X(3)=8.796°$$
$$X(4)=162.9°$$
$$X(5)=18.30°$$
$$X=55.71°$$

八杆机构尺度最优综合的参数：

$A_{1x}=-47.52$，　$A_{1y}=115.61$

$B_{0x}=-33.53$，　$B_{0y}=53.37$

$B_{1x}=133.17$，　$B_{1y}=28.60$

$C_{0x}=2.30$，　$C_{0y}=-154.50$

$C_{1x}=-44.86$，　$C_{1y}=-90.23$

$D_{1x}=21.85$，　$D_{1y}=179.89$

$F_{1x}=64.97$，　$F_{1y}=143.59$

$G_{1x}=-3.90$，　$G_{1y}=143.59$

优化后六瓦成型鼓的结构简图如图2-1-123所示。

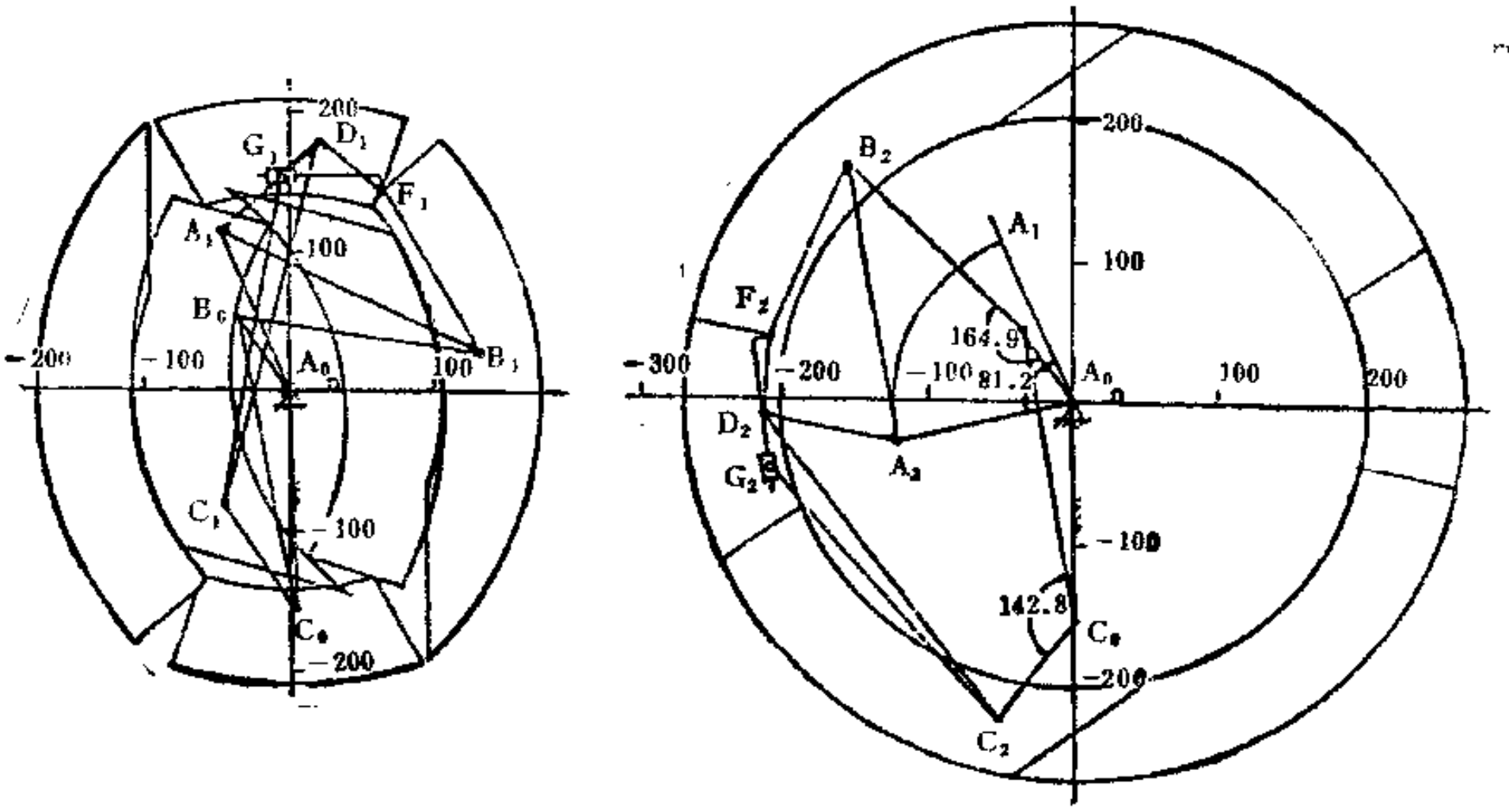


图 2-1-123　优化后六瓦成型鼓结构简图

由于取构件Ⅰ和构件Ⅲ′的干涉判别式∇_{min}的平方项作为目标函数，优化的结果已保证$\nabla \geqslant 0$成立，因此，不需要再作构件Ⅰ、Ⅲ′的连续位置图。构件Ⅱ和构件Ⅲ的干涉是难免的，但对机构的影响并不大。如果在P_0点附近适当削去一些实体，便可以避免干涉。为了便于设计，给出了构件Ⅱ和构件Ⅲ的连续位置图，如图2-1-124所示。

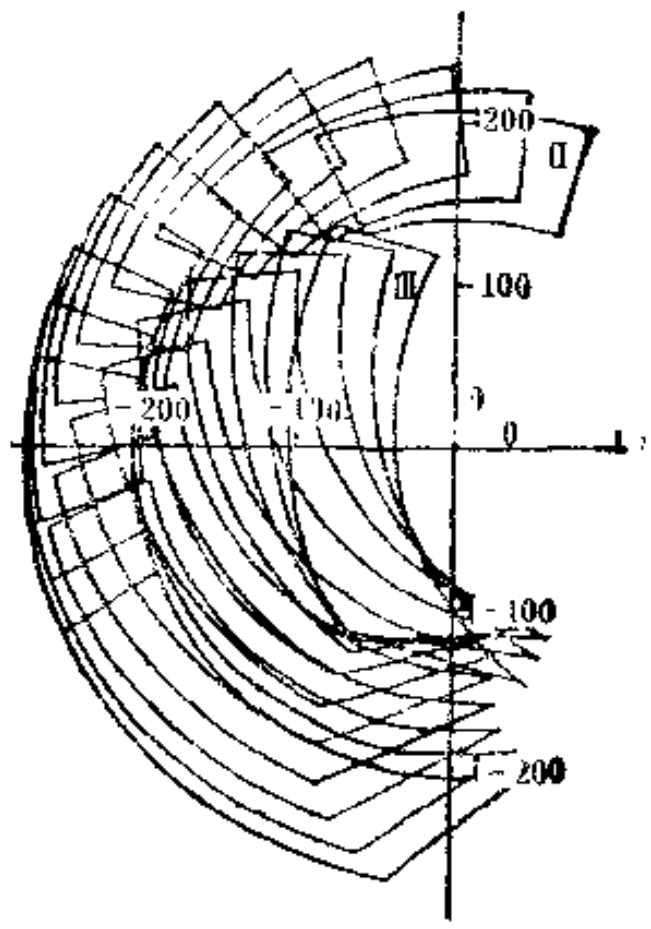


图 2-1-124 构件Ⅱ、Ⅲ的连续位置图

由于六瓦成型鼓设计很复杂，设计者难以把各参数都考虑周全，为了减少设计工作的反复次数，往往把α_1、β_1的值取得较大，降低了机构的稳定性。如果α_1取为18°，按临界曲线近似方程$\beta_1 = -0.578\alpha_1 + 17.82$求出$\beta_1 = 7.4°$，而工程实际中$\beta_1 = 13°$。因此，机构有足够的裕量来防止机构发生干涉，不过，这种裕量是在牺牲机头稳定性的前提下获得的。如果设计者在确定六构件第一位置后有$X(2) \geqslant 45°$的关系存在，按临界曲线近似方程确定下落角α_1和外撑角β_1的值，把计算结果向上限取整，那么所得的方案最佳。

优化前后的性能参数比较见下表。

单位：mm

	位置一							位置二				
	近似椭圆			削去量			叠合周长	KM	α	α	β	β
	长径	短径	径比	径向	圆周	位置						
优化前	208	175	1.188	13	74	6	1246	73	18	134	13	162
优化后	206	175	1.177	4	24	2	1240	81.282	13.8	142.64	10.941	164.9

四、国产成型鼓的型号与规格

（一）成型鼓的型号表示方法

根据化学工业部1978年全国轮胎成型鼓统一设计规定，折叠式成型鼓的型号表示方法如下：

折叠形式　外直径尺寸 × 圈口直径尺寸 —— 宽度挡位　曲线形式

（1）折叠形式：对于全折叠成型鼓，不用字母表示，此处空白。对于缩肩鼓用“S”表示。对于卸肩鼓用“X”表示。

（2）外直径尺寸：用阿拉伯数字表示，单位mm。

（3）圈口直径尺寸：用阿拉伯数字表示，单位in。

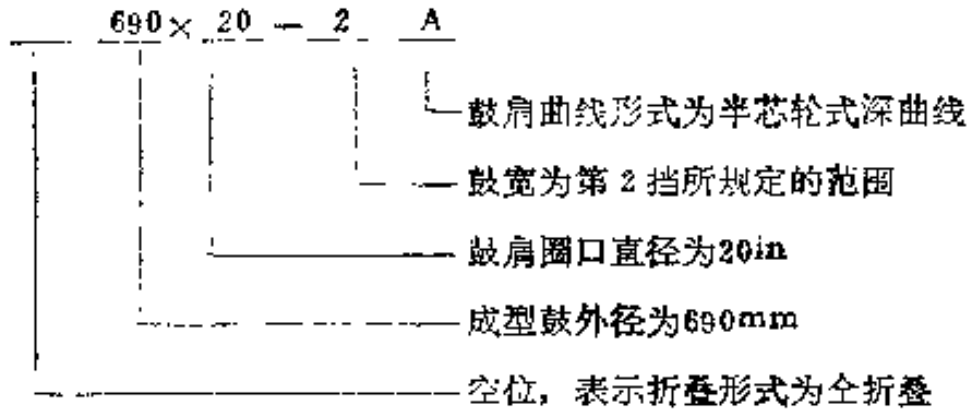
（4）宽度挡位：指同一直径的成型鼓，不同宽度范围的挡次，用阿拉伯数字表示。

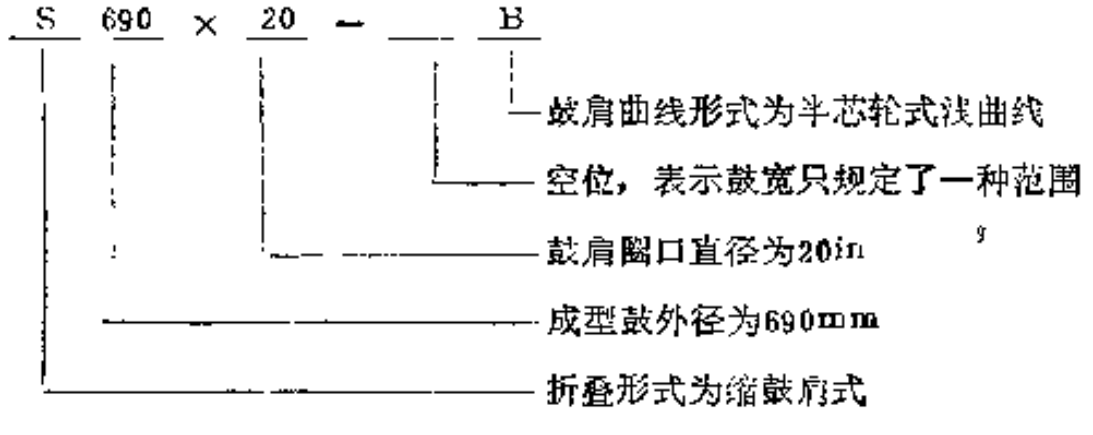
（5）曲线形式：用A表示半芯轮曲线，或半芯轮深曲线。

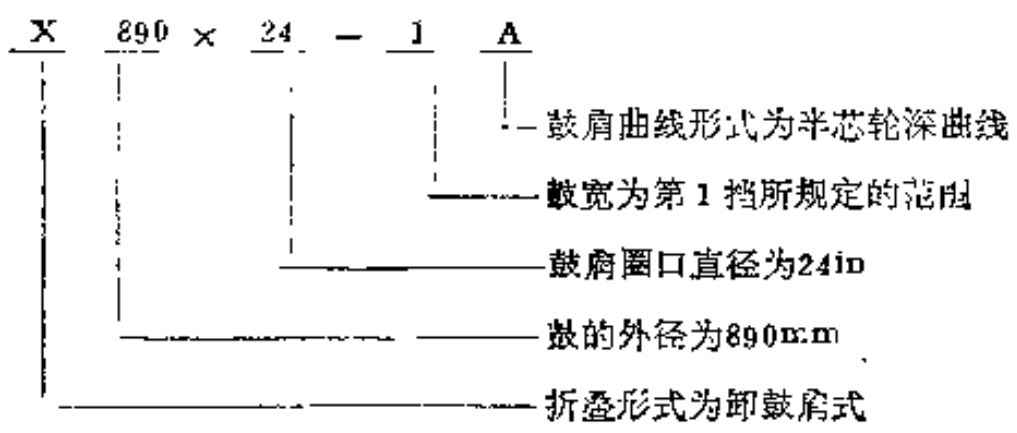
用B表示半芯轮浅曲线。

用C表示半鼓式曲线。

举例说明：







（二）成型鼓规格

国产成型鼓的主要规格见表2-1-9至表2-1-11。

表 2-1-9　吉林化学工业公司橡机厂生产的轮胎成型鼓主要型号与规格

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
1	1090×38-A	11-38,12-38	4	12	735×22-A	12.00-22	3
2	1070×36-A	9.00-36	4	13	X746×20-A	13.00/14.00-20 12/12.5-20	3
3	X1100×33-A	18.00-33	5	14	X724×20-A	1100×330	3
4	985×32-A	13.6-32,11-32	4	15	S690×20-A/B	12.00/11.00-20 10.00-20 9.00-20	3.2
5	950×28-A	11.00-28	4	16	690×20-A	12.00-20 11.00/10.00-20	3.2
6	X922×25-A	23.5-25	4	17	680×20-A/B	9.00-20, 10.00-20	3.2
7	X890×25-A	20.5-25	4	18	660×20-A/B	9.00-20, 8.25-20	2
8	805×25-A	17.5-25	4	19	650×20-A	9.00-20, 8.25-20	2
9	X830×24-A	14.00-24	3				
10	800×24-A	12.00/14.00-24 16.00/18.00-24	3				
11	790—24-A/B	12.00-24, 11.25-24	3				

续表

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
20	635×20-A	7.50-20; 6.50-20 32×6	2	37	490×15-A	7.50-15,7.00-15	1
				38	465×15-C	7.50-15,7.00-15	1
21	620×20-A	6.50-20, 6.00-20	2	39	435×15-C	7.00/6.70-15 6.25/6.24-15	1
22	600×20-A	8.30-20	2	40	462×14-A	6.00-14	1
23	X700×18-A	12.00-18	2.3	41	440×14-$\frac{A}{C}$	7.35-14	1
24	600×18-A	9.75-18	2	42	415×14-C	6.95-14	1
25	560×18-A	8.50×200	1	43	400×14-C	4.00-14	1
26	560×17-A	7.50-17	1	44	390×13-$\frac{A}{C}$	5.50-13 6.70/6.00-13	0
27	540×16-A	8.25-16	2.1	45	400×12-A	7.00-12	0
28	525×16-A	7.50-16,7.00-16	1	46	380×12-C	6.00-12	0
29	510×16-A	7.00-16,6.50-16	1	47	362×12-C	4.50-12 4.00-12	0
30	500×16-$\frac{A}{C}$	6.50-16	1	48	345×12-C	4.00-12	0
31	490×16-C	7.00-16,6.50-16	1	49	335×10-C	6.95×230	1.0
32	465×16-C	6.50-16,6.00-16	1	50	325×10-A	5.00-10	0
33	445×16-C	4.50-16,4.00-16	1	51	300×10-A	3.50-10	1.0
34	X530×15-A	10.00-15	2	52	386×9-C	6.00-9	0
35	510×15-A	8.25-15	1	53	256×8-C	4.00-8	0
36	500×15-A	7.50-15	1				

表 2-1-10 青岛橡胶机械厂生产的轮胎成型鼓主要型号与规格

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
1	1090×38-A(4)①	11-38,12-38	4	22	415×14	6.00-14	0
2	1100×36-A(4)	9-36	4	23	610×16-A(4)	6.50-16	1
3	1070×36-A(4)	9-36	4	24	345×12-C	4.50-12	(38)②
4	985×32-A(4)	11-32	4	25	450×14-C	6.00-14	(50)
5	900×28-A(4)	14-28	4	26	527×19-C	4.00-19	(50)
6	875×28-A(4)	13-28	4	27	654×20-A	9.00-20	(70)
7	820×28-A(4)	10-28	3	28	415.5×14-A	6.95-14	(38)
8	790×24-A(4)	12-24	3	29	644×20	7.50-20	(70)
9	790×24-B(4)	11.25-24	3	30	490×15-A	7.00-15	(50)
10	635×20-A(4)	7.50-20,6.50-20 32×6	2	31	500×15-A	7.00-15	(50)
11	620×20-A(4)	6.50-20,6-20	2	32	735×22-A(6)	12-22	3
12	600×18-A(4)	9.75-18	2	33	690×20-1A(6) -2A(6)	12.00-20 11.00-20	2.3
13	525×16-A(4)	7.50-16,7.00-16	1	34	680×20-A(6) B(6)	10.00-20,9.00-20	2
14	500×16-C(4)	6.50-16	1	35	660×20-A(6) B(6)	9.00-20,8.25-20	2
15	465×16-C(4)	6.50-16,6.00-16	1	36	540×16-A(6)	9.00-16	2
16	445×16-C(4)	6.00-16	1	37	800×24	14.00-24	(75)
17	465×15-C(4)	7.00-15,7.00-15	1	38	650-20-A	9.00-20,8.25-20	(70)
18	435×15-C(4)	6.25-15,640-15	1	39	735×24-A(△)②	10-24	2
19	440×14-C(4)	6.00-14	0	40	600×2-A(△)	8.30-20	2
20	380×12-C(4)	6.00-12	0				
21	400×13(4)	5.60-13	0				

续表

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
41	500×16-C (△)	6.50-16	1	64	X415×12-A	7.00-12	0
42	465×16-C (△)	4.50-16, 600-16 6.50-16	1	65	X356×24-A	12.00-24	(70)
				66	X922×25-A	23.5-25	(100)
43	445×16-C (△)	4.00-16, 4.50-16 6.00-16		67	475×15-C (8)	7.00-15	1
44	435×15 C (△)	6.25-15, 6.40-15	1	68	525×16-A (8)	7.00-16, 7.50-16	1
45	415×14-C (△)	6.00-14	1	69	635×20-A (8)	7.50-20, 7.00-20 6.50-20, 32×6	2
46	380×12-C (△)	6.00-12	0			②	
47	360×12-C (△)	6.00-12	0	70	365×13-C (R6)	6.70R13	
48	345×12-C (△)	4.00-12	0	71	465×16-C (R6)	6.50R16	
49	620×20-C	7.00-20	(70)	72	525×16-A (R6)	7.50R16	
50	523×19-C	3.75-19	(40)	73	660×20-A (R8)	8.25R20 9.00R20	
51	385×13-C	5.50-13	(40)	74	660×20-3 A (R8)	7.50R20	
52	490—17-C	5.50-17	(50)	75	650×20-A (R8)	8.25R20 9.00R20	
53	390×13-1/2	5.50-13	(50)	76	372×13-C (R6)	6.70R13	
54	300×10-C	5.00-10	(40)	70	660×20-A (8)	9.00-20, 8.25-20	2
55	635×2-A	7.50-20	(70)	71	815×25-A (8)		4
56	372×13	6.70R13	(49.21)	72	650×20-A	8.25-20, 9.00-20	2
57	444×16-C	3.25-16	(50)	73	680×20-A (9)	9.00-20, 10.00-20	2
58	535×19-C	3.75-19	(50)	74	690×20-A (9)	10.00-20, 11.00-20 12.00-20	2
5	X920×25-A	21-25, 23.5-25 24-25	4.5	75	825×24-A (9)	14.4-24	3
60	X890×25-A	18.00-25, 20.5-25 23.5-25	4.5	76	735×22-A (10)	12.00-22	2
61	X710×20-A	12.5-20, 13.00-20 14.00-20	2	77	920×25-A (12)	21-25 23.5-25 24-25	4
62	X700×17-A	12.00-18	2	78	X1765×51 A (12)		
63	X550×15-A	10.00-15	1				

① （4）表示敞瓦数。

② （△）表示三角形六瓦全折叠成型鼓。

③ "R"表示子午胎成型鼓。该鼓采用动力折鼓，成型鼓叠合角小，叠合后成圆形。

④ 括弧内系指主连杆内孔直径，单位mm。

表 2-1-11　建阳橡胶机械厂生产的轮胎成型鼓主要型号与规格

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
1	① CTG380×300	5.00-12, 6.00-12	0, 1	10	CTL780×610	9.50-24	3
	②			11	CTL820×670	10-24	3
2	CTL400×300	7.00-12	1	12	CTL400×300	8.25-12	1
3	CTG465×400	6.00-16	1	13	CTG380×300	5.00-12	0
4	CTL510×400	6.50-16	1	14	CTL754×600	16/20-24	3, 4
5	CTG500×400	6.50-16-C	1	15	CTL770×630	15.5-25	3, 4
6	CTL522×400	7.00-16	1	16	CTL735×600	9.50-24	3
7	CTL525×400	7.50-16	1	17	CTL820×670	11-24	3
8	CTL635×500	7.50-20, 32×6	2	18	CTL650×640	20.5-25	4
9	CTL660×500	8.25-20	2	19	CTG310×248.5	5.00-10	0

续表

序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号	序号	型号与规格	适用成型轮胎规格	适用的成型机型号
20	CTG465×385	4.50-16,600-16	1	27	CTL485×375	7.00-15,7.50-15	1
21	CTL875×700	12.4/11-28	3	28	CTL490×378	8.25-15	1
22	CTG524×460	3.75-19	1	29	CTL472×375	6.00-15	1
23	CTG345—300	4.00-12	1	30	CTG430×	3.25-16	0
24	CTG444×400	3.25-16,400-16	1	31	CTG630×520	900R20	
25	CTG390×320	6.70-13	1	32	CTG480×414	6.50R16	
26	CTL460×360	6.00-14	1				

① CTL系指按ZBG 95001—87标准生产的半芯轮式成型鼓。

② CTG系指按ZBG 95001—87标准生产的半鼓式成型鼓。

第二章　轮胎钢丝圈机械

第一节　钢丝圈挤出缠卷联动装置

一、普通钢丝圈挤出缠卷联动装置

（一）用途

普通钢丝圈挤出缠卷联动装置用以生产断面为方形或长方形的轮胎钢丝圈，用在斜交胎以及纤维子午胎上。

（二）结构简介

普通钢丝圈挤出缠卷联动装置的型式很多，图2-2-1所示是目前国内使用较多的一种。它由钢丝导开装置1、前牵引机2、酸洗槽3、螺杆挤出机5、后牵引机及贮存架7、裁断刀8、缠卷机9等多台单机组成。

导开装置1由多个存放钢丝的导开架组成。导开装置1上的钢丝经前牵引机2牵引导出后，进入酸洗槽3酸洗去污，以提高橡胶与钢丝的粘着力。然后经热水槽4清洗，再用压缩空气吹干，通过螺杆挤出机5的“T”形机头进行包胶。包胶后的钢丝呈窄带状，由后牵引机及贮存架7牵引，经冷却水槽6送到缠卷机9，缠卷到规定的钢丝圈层数后即自动停车。然后开动裁断刀8，将包胶钢丝带裁断，由人工缩拢钢丝圈缠卷盘，进行卸圈、夹头等操作后，继续进行缠卷。

在操作过程中，前后牵引机2、7和挤出机5的工作是连续的，而缠卷机缠卷钢丝圈的工作是断续的，为了协调这几台单机之间的工作，设置有贮存架7。在缠卷机停止缠卷时，经由挤出机连续挤出包胶的钢丝带贮存在贮存架7中，而当缠卷机9启动缠卷钢丝圈时，以大于牵引机的牵引速度工作，将贮存架7中贮存的包胶钢丝带引出，缠卷在缠卷机的缠卷盘上。

后牵引机和贮存架一般组装成一体，构成后牵引机及贮存架7。

（三）主要性能参数

普通钢丝圈挤出缠卷联动装置的主要性能参数见表2-1-1。

（四）主要零件结构

1。钢丝圈导开装置

其数量按钢丝圈需要的钢丝根数而定。导开架的结构型式很多，图2-2-2所示是一种可调直径的钢丝卷导开架，它能适用于不同卷径的钢丝卷。

这种导开架由托盘5、立轴1和连杆4、8等组成。托盘5由三块弧形板组成呈120°角均布。待导开的钢丝卷套装在托盘5上，当需要调整托盘5的直径时，可盘动手轮2，由手轮上的螺母带动移动圈3沿立轴1上端的螺杆上下移动，从而通过和移动圈3相铰接的连杆4带动托盘5径向增大或缩小。托盘5的弧形板、立柱1和连杆8构成平行四边形机构。托盘5的下面装有气动带式制动器7，制动器的制动气缸由电磁气阀控制，与联动线电源连锁。当挤出机及牵引机停车时，气动带式制动器自动将导开架制动，防止钢丝在惯性作用下松出，以免钢丝卷紊乱。

图2-2-2所示的可调直径的钢丝卷导开架，在钢丝导出时，其张力是不可控制的，使得

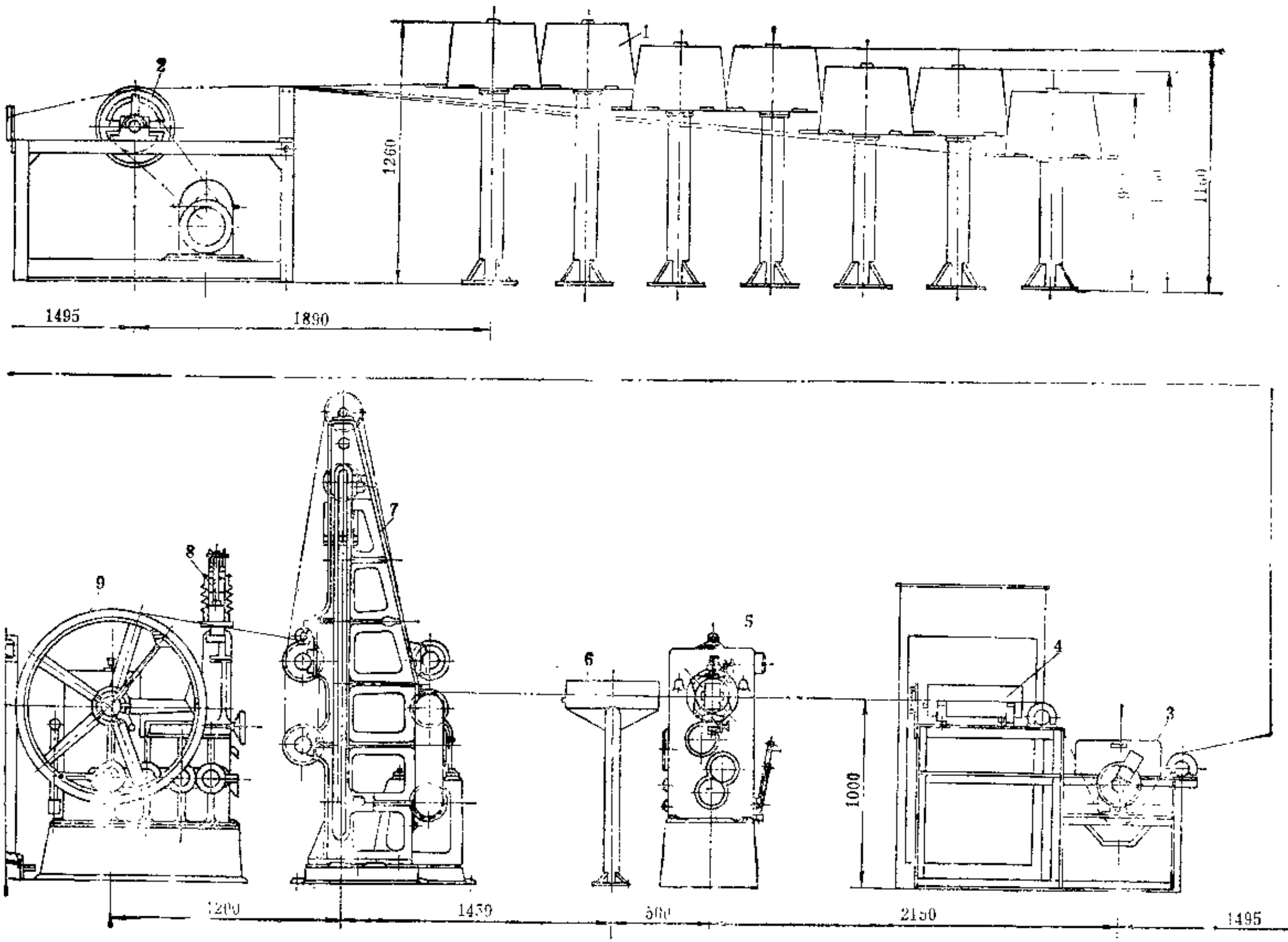


图 2-2-1　钢丝圈挤出缠卷联动装置

1—导开装置；2—预牵引机；3—张紧辊；4—热水槽；5—螺杆挤出机；6—冷却水槽；7—后牵引机及贮线架；
8—成断刀；9—缠卷机；10—按钮开关架；11—脚踏开关

表 2-1-1　普通钢丝圈挤出缠卷联动装置主要性能参数

性能参数 \ 机器型号	10-38	LRG-10/20	LRG10/24
钢丝圈直径范围，in	10～38	10～20	10～24
导开架适用的钢丝卷内径，mm	480～530	300～530	300～530
导开架数量，个	7	8	8
前牵引辊直径，mm	410	—	—
线速，m/min	32.2		
钢丝酸洗时间，s	0.6	最大1.2	最大1.2
挤出机			
螺杆直径，mm	65	65（用户自备）	65（用户自备）
长径比	4	4	4
螺杆转速，r/min	20,27,35,47	20,27,35,47	20,27,35,47
电机功率，kW	7.5	7.5	7.5
牵引机			
牵引辊直径，mm	162	210	210
牵引辊线速，m/min	29.9	约20～40	约20～40
电机功率，kW	1	2.2（直流）	2.2（直流）
贮存架最大贮存量，m	15	20	20
缠卷机			
主轴转速，r/min	15,18,28,36	20,30,40,60	20,30,,40,60
电机功率，kW	1.1	1.1（直流）	1.5（直流）
裁断刀			
电磁铁牵引力，N	250		250
驱动气缸直径，mm		100	
自动定圈层数范围，层	5～9	4～8	10
压缩空气压力，MPa	0.4	0.4	0.5
制造厂	呼和浩特市橡胶塑料机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂

注：1in=0.0254m。

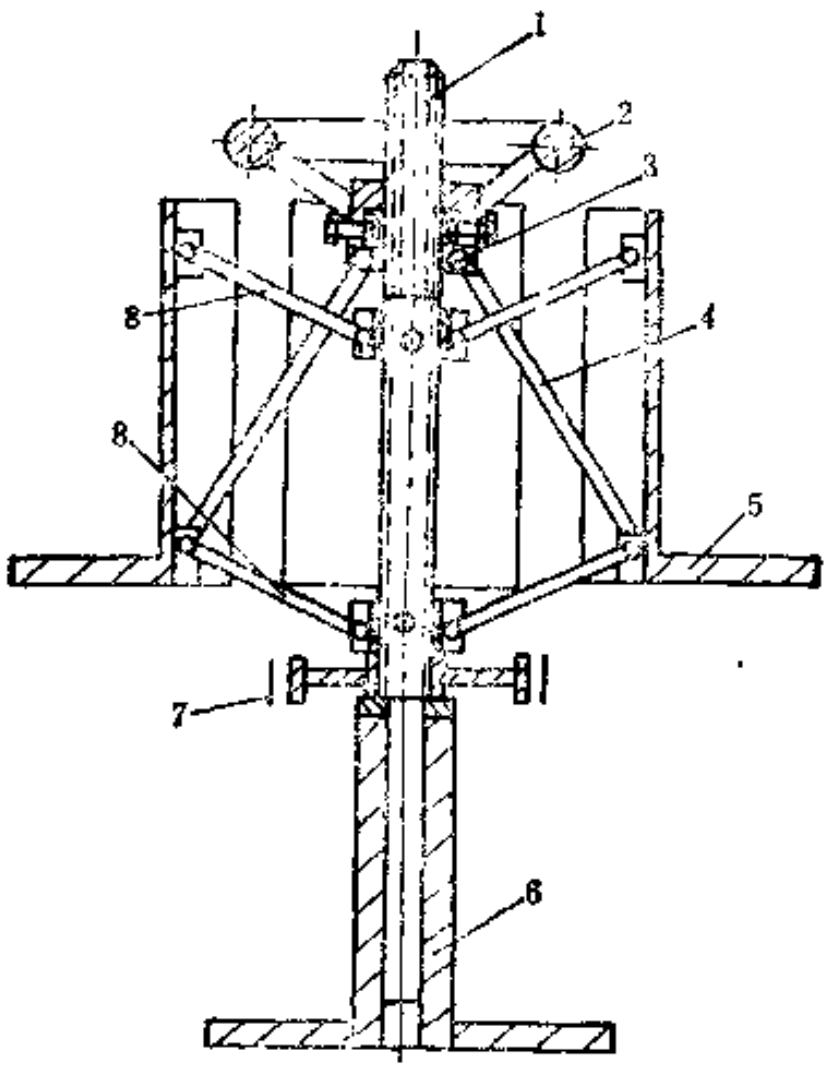


图 2-2-2　可调直径的钢丝卷导开架
1—立轴；2—调节手轮；3—移动圈；4、8—连杆；5—挡盘；6—底座；7—带式制动器

钢丝在包胶时，张力不均，造成钢丝圈在轮胎内每根钢丝受力不均。图2-2-3所示是一种钢丝张力可以调节、控制的导开架。

钢丝卷装在一种标准的有边筒子1内，钢丝筒子1的轴上装有制动轮2，制动轮2上有两只销钉插入钢丝筒子1的挡边上，随着钢丝的导开，筒子1转动时，带动制动轮及轴转动。钢丝经固定的导轮6、8及摆动导轮10导出，随着钢丝张力的变化，导轮10作上、下摆动，通过铰支轴9上的导轮臂，使制动带5的制动力矩发生变化，从而使钢丝的张力得到调节与控制。为了减轻钢丝张力的波动，在铰支轴9的另一个短臂上装有缓冲器3，并且装有气缸4，以便在钢丝引头时，由气缸4把短支臂抬起，取消制动带5的制动力矩，使钢丝的张力减小，从而减轻钢丝引头时的劳动强度，引头结束，气缸4排气，张力调节、控制装置开始正常工

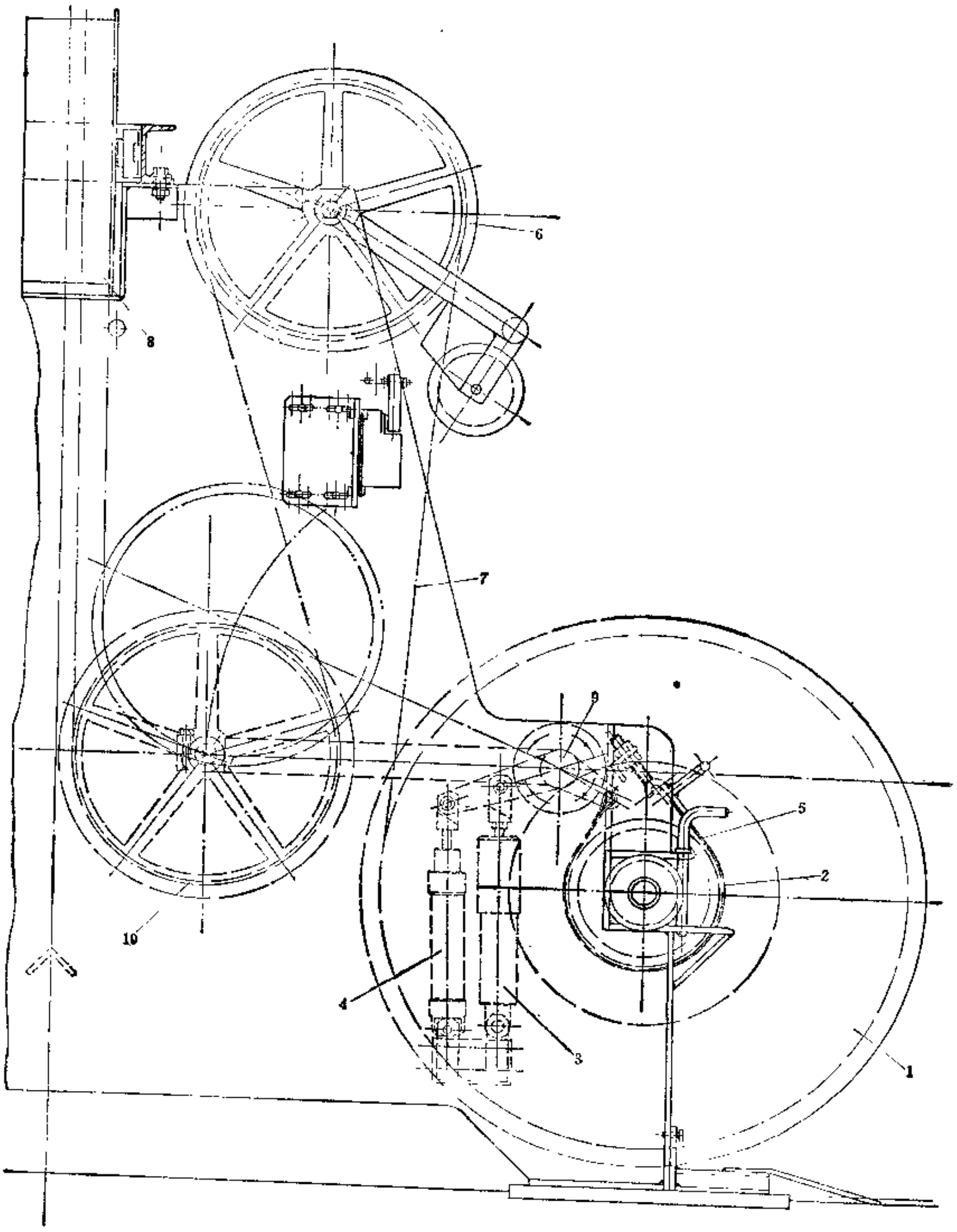


图 2-2-3　钢丝张力可调节、控制的导开架

1—钢丝筒子；2—制动轮；3—缓冲器；4—气缸；5—制动带；6、8、10—导轮；7—钢丝；9—铰支轴

作。导开装置的调节、控制的钢丝最大张力可达100N，装在有边筒子内的钢丝卷最大重量可达500kg。

上述的钢丝导开架，可按需要的钢丝根数确定其数量，并成对地组合起来。

钢丝筒子是一种可拆卸的结构，其尺寸按使用的钢丝卷尺寸而异。筒子的两个挡边用钢板制成，挡边上面开有供吊装用的开口，还有几条从中心向外辐射的沟槽，其位置与钢丝卷上的打包钢带一致，以便抽出剪断的打包钢带。把钢丝卷组装到筒子内后，用螺栓将筒子的挡边对钢丝卷夹紧，防止钢丝卷松散。

2．前牵引机

能起到降低后牵引机的电机负载作用，当钢丝卷直径过小时，前牵引机还起校直钢丝的作用，防止缠卷后的钢丝圈扭曲。

前牵引机的结构简单（参见图2-2-1的件号2），其主要工作部件是一个由动力传动的直径为110mm、工作长度为650mm的牵引辊。从钢丝导开装置导出的多根钢丝经梳板整径后，即在此辊上绕一圈后引出，然后再用梳板整径送往后一工序。牵引辊用铸铁制成。

3．酸洗槽

酸洗钢丝上油污的清洗液采用稀释的盐酸或硫酸，其组成是：盐酸10份，水90份；或者硫酸25份，水100份。为此，盛酸槽应用不锈钢或硬聚氯乙烯板制成，以防腐蚀，为使钢丝浸在酸液中通过，酸洗槽内装有压辊（参见图2-2-1的件号3），压辊同样宜用耐酸材料制做，如花岗岩、陶瓷、不锈钢或耐酸铸铁等。压辊浸入酸槽的位置可调整，以便穿引钢丝或调整浸酸深度。

由于钢丝通过酸槽的时间极短（<1 s），钢丝上的铁锈不易清除干净，主要用于清除油污。

酸槽应使用硬聚氯乙烯板或其它耐酸材料做成密闭外壳，以免酸液蒸气逸出，影响环境及工人健康，并用排风管排出车间外。

4．热水槽

可用长520mm的5in水煤气管制成。中间存以热水，经过酸洗的钢丝通过热水槽进行清洗。清洗后的钢丝表面的水分，在热水槽出口处用压缩空气喷嘴吹掉。

5．钢丝包胶用挤出机

钢丝包胶挤出机常用直径65mm双头等深收敛式螺杆，螺杆长径比$L/D=4$。其机头与一般的挤出机头不同，图2-2-4所示是钢丝包胶用挤出机头的一种。

机头腔6、9以及口型7、导丝板都是两片结构，用夹钳3及螺杆2夹紧。钢丝由导丝板8排列整齐，经过机头腔6、9构成的内腔及口型7包覆橡胶。机头内多余的胶料经排胶螺钉座5上的出胶孔排出，排胶量通过螺钉4调节。导丝板8通常用45号钢或工具钢制造，两端经表面淬火，或在导丝板两端加焊硬质合金，以增加使用寿命，口型7原用中碳钢制造，极易磨损，最好改用镶焊YG6硬质合金，使用寿命可大大提高，口型7的型腔用电火花机床加工或用金刚砂轮磨削。

6．后牵引机及贮存架

其结构如图2-2-5所示，后牵引机由减速电机6及上、下牵引轮7组成，下牵引轮由上牵引轮通过链条8传动。贮存架由定滑轮1、动滑轮3、机架2及各导轮组成。动滑轮3下面装有重锤4使包胶钢丝带保持一定的张力，偏心的棘轮5靠重力压在绕在导轮上的包胶钢丝带上，防止包胶钢丝带后滑。钢丝圈缠卷机以比牵引机约快1倍的线速度卷取。在机架上动滑轮滑槽的

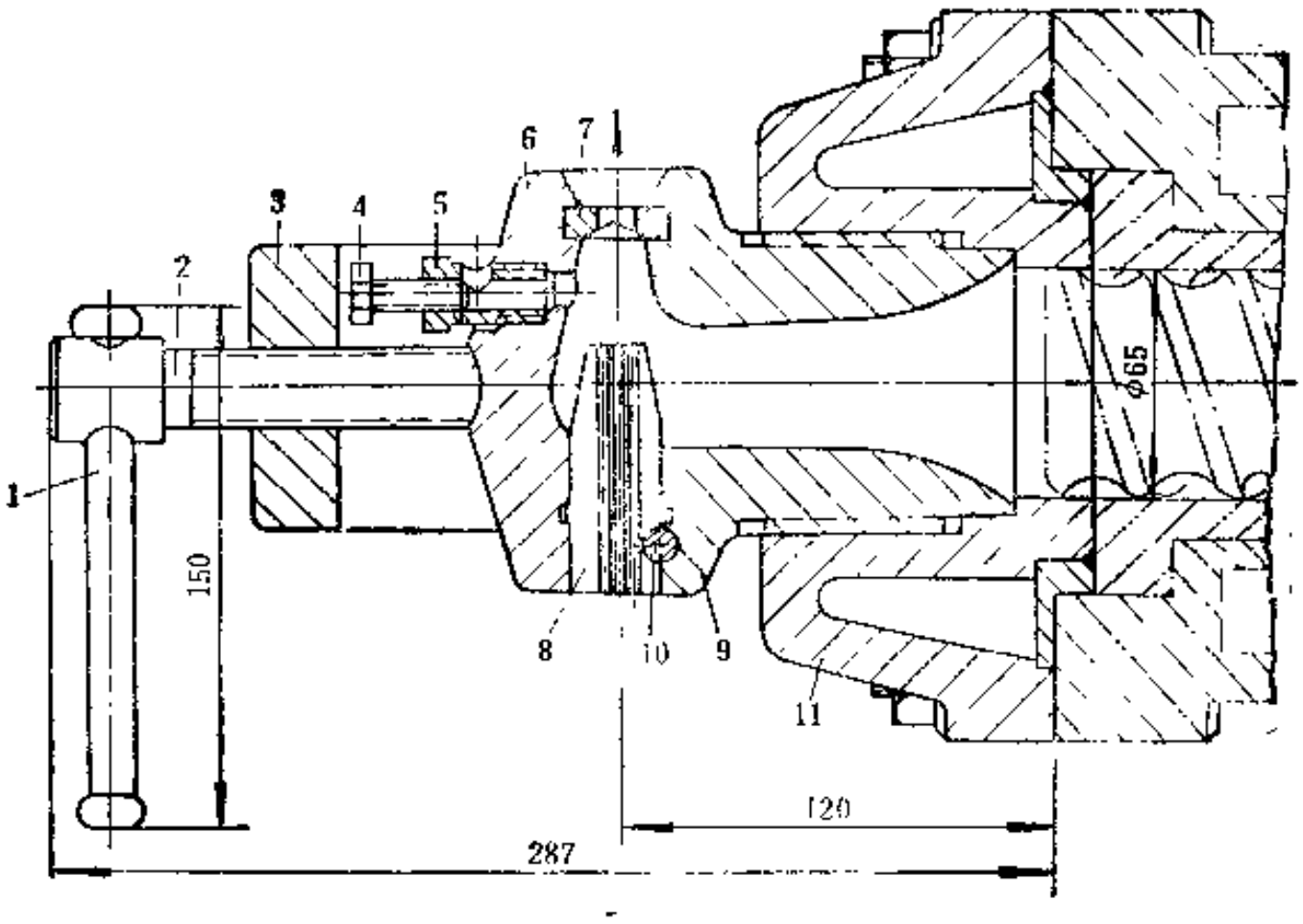


图 2-2-4　钢丝包胶用挤出机头

1—手柄；2—螺杆；3—夹钳；4—排胶螺钉；5—螺钉座；6、9—机头腔；7—口型；8—导丝板；10—定位销；11—机头套

上、下端各装有一个限位开关，当动滑轮触及上限位开关时，钢丝圈缠卷机停车，触及下限位开关时，前、后牵引机及挤出机停车，以保证联动装置连续工作。

图2-2-5所示的牵引机及贮存架，包胶钢丝带是以螺旋状缠绕在后牵引机上的上、下牵引轮及贮存架的定滑轮和动滑轮上的，而它们的轴线都是互相平行的，因此，当钢丝带在高速运行时，会造成钢丝带的重叠现象，或者跳出贮存架的滑轮槽，甚至磨坏钢丝带的边部。

后牵引机的上、下牵引轮之间的轴线，以及贮存架定滑轮与动滑轮之间的轴线，正确的设计，应该是相互偏置一定的角度，使钢丝带能自然地按螺旋线状运行，从而克服上述的缺点。

7．钢丝圈缠卷机

包括缠卷机及裁断刀两部分，其结构见图2-2-6。

缠卷盘1是一只可折叠的圆盘，可按钢丝圈的规格调换。缠卷盘装在缠卷机的主轴上，主轴上装有气动摩擦离合器2，由电磁阀4控制。当缠卷盘1上缠到规定的钢丝层数时，计数器5上的凸轮触及限位开关，电磁阀4切换方向，通过气缸3使气动摩擦离合器2脱开，缠卷盘1停止转动。当人工推动包胶钢丝，触及裁断刀旁的微动开关时，裁断刀9在电磁铁吸力的作用下，将包胶钢丝带裁断，然后进行卸圈、夹头等操作。缠卷盘的转速，可由四速变速器7调速。

计数器5是一只可换速的塔式齿轮变速器，装在缠卷机主轴的尾端，变速器的输出轴上装有凸轮，当凸轮回转一周时，触及限位开关，便起计数作用。计数器可在常用的5～9钢丝层范围内调节。

钢丝裁断刀（见图2-2-7）由牵引力250N的电磁铁10作动力，通过杠杆5将钢丝裁断，裁断刀靠弹簧7复位。裁断刀的刀片9采用硬质合金钢制成。裁断刀与缠卷盘要保持适当的位置，以便于操作，因而，裁断刀的位置可由手轮8（参见图2-2-6）调节。调节螺钉6（图2-

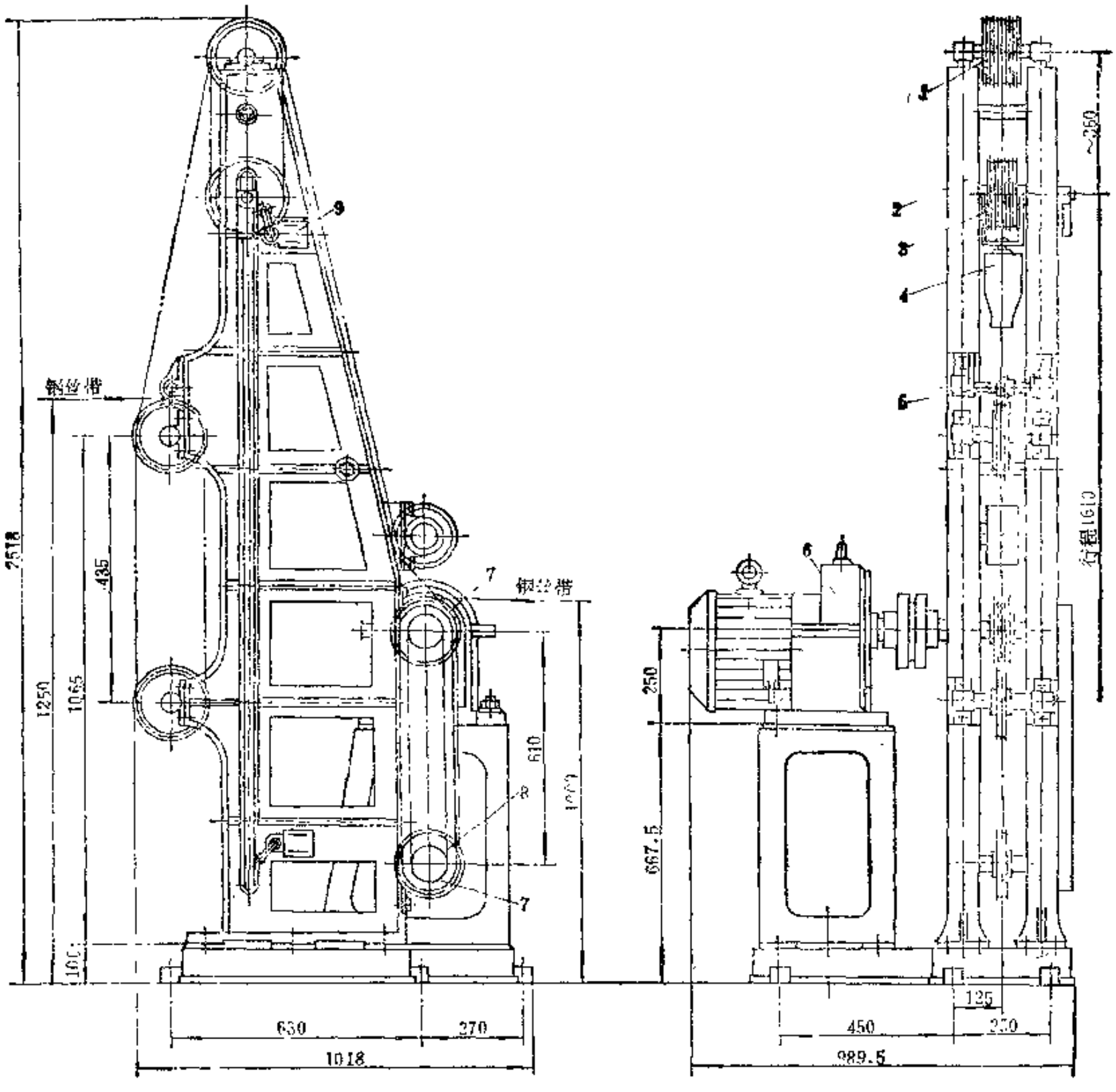


图 2-2-5　后牵引机及贮存架

1—定滑轮；2—机架；3—动滑轮；4—重锤；5—棘轮；6—减速电机；7—牵引轮；8—链条；9—限位开关

2-7）用于调整刀片9开口的大小。

为了提高钢丝圈挤出联动装置的生产效率，除了提高前、后牵引机线速度外，还可以进行双排钢丝圈挤出包胶、缠卷、切断。或者将一排钢丝经挤出包胶后，用刀分切成双排或三排，然后再行缠卷切断。

把裁断后的包胶钢丝带的端头送到缠卷盘上是一项繁重的劳动，图2-2-8所示是一种钢丝送头装置。

包胶钢丝带缠卷时，气缸活塞杆3处于缩回状态，套筒5、6、7及滑动套管8、9、都随之缩回，处于准备送头位置。棘轮13在活塞杆向前送头时，夹住包胶钢丝防止后滑，而在退缩时、包胶钢丝带可以自由通过。当缠卷盘上钢丝圈切断取下后，开动气阀，活塞杆3向前，把钢丝带头送到缠卷盘附近，便于操作者将钢丝带头夹在缠卷盘上进行缠卷。钢丝送头装置气缸直径50mm，活塞行程500mm，压缩空气气压0.4MPa。

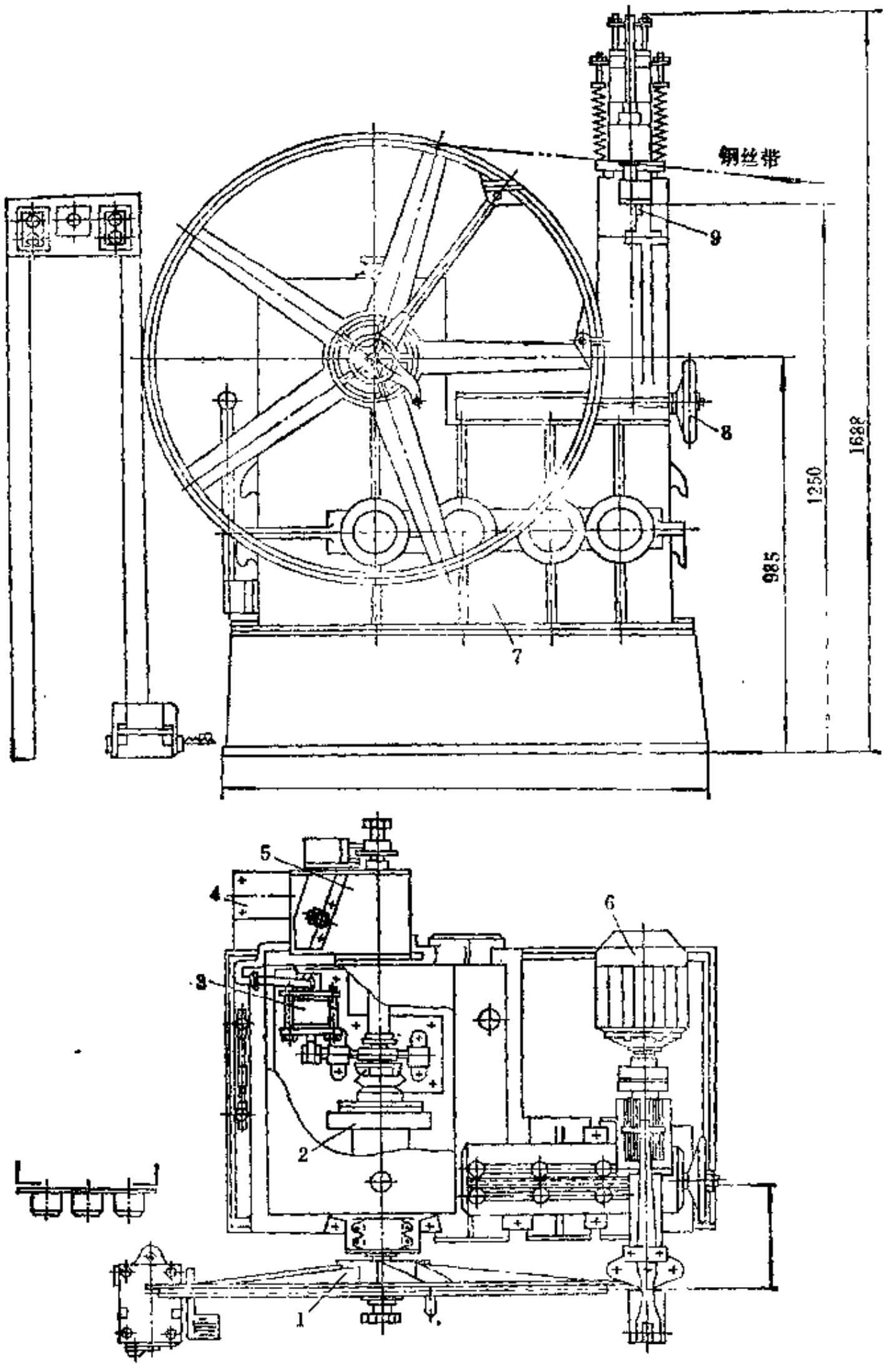


图 2-2-6　钢丝圈缠卷机

1—缠卷盘；2—气动摩擦离合器；3—气缸；4—电磁阀；5—计数器；6—电机；7—变速器；8—裁断机构调节手轮；9—裁断刀

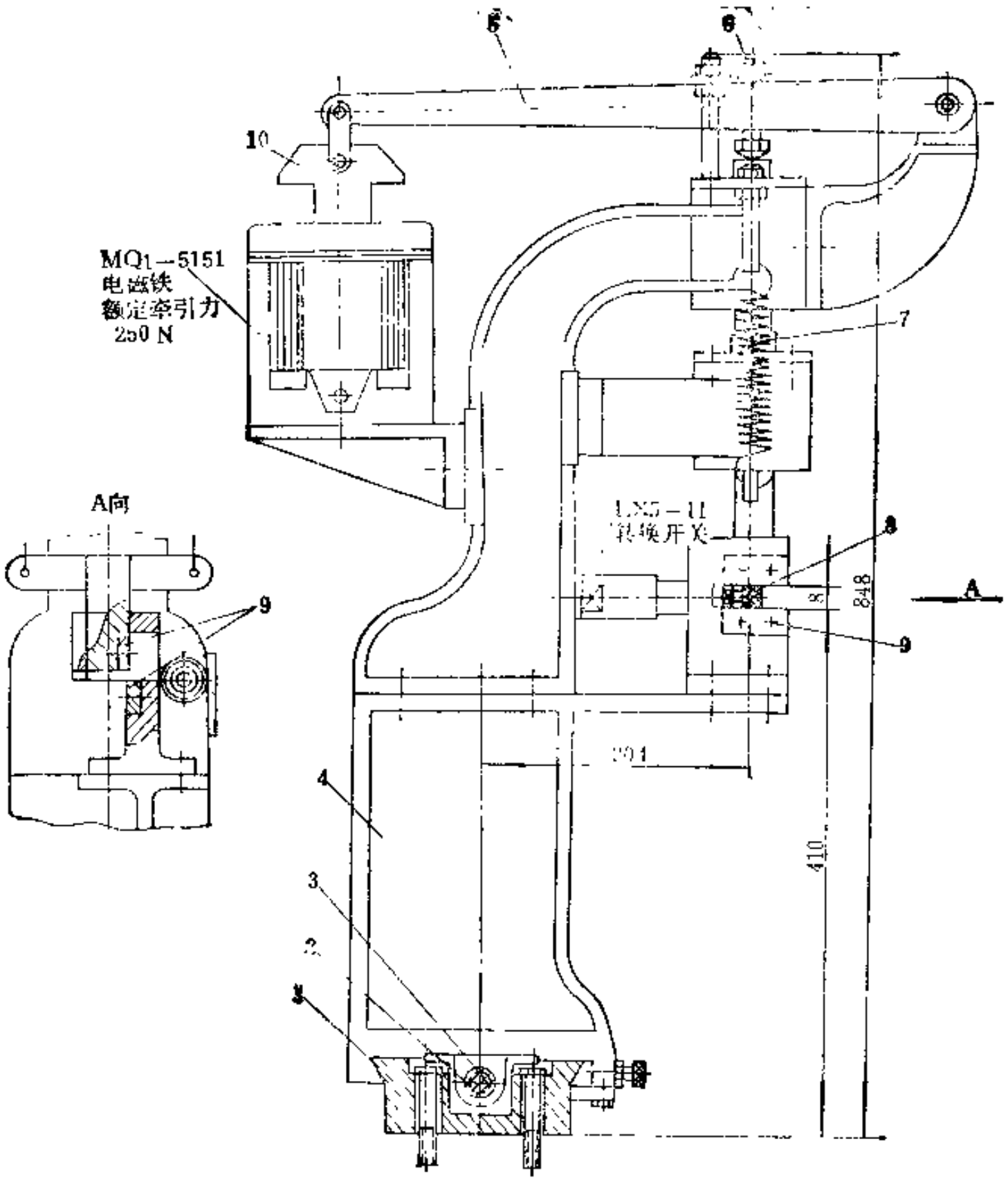


图 2-2-7 钢丝裁断刀

1—导轨；2—螺母；3—调节螺杆；4—机架；5—杠杆；6—调节螺钉；7—弹簧；8—微动开关触杆；9—刀片；10—电磁铁

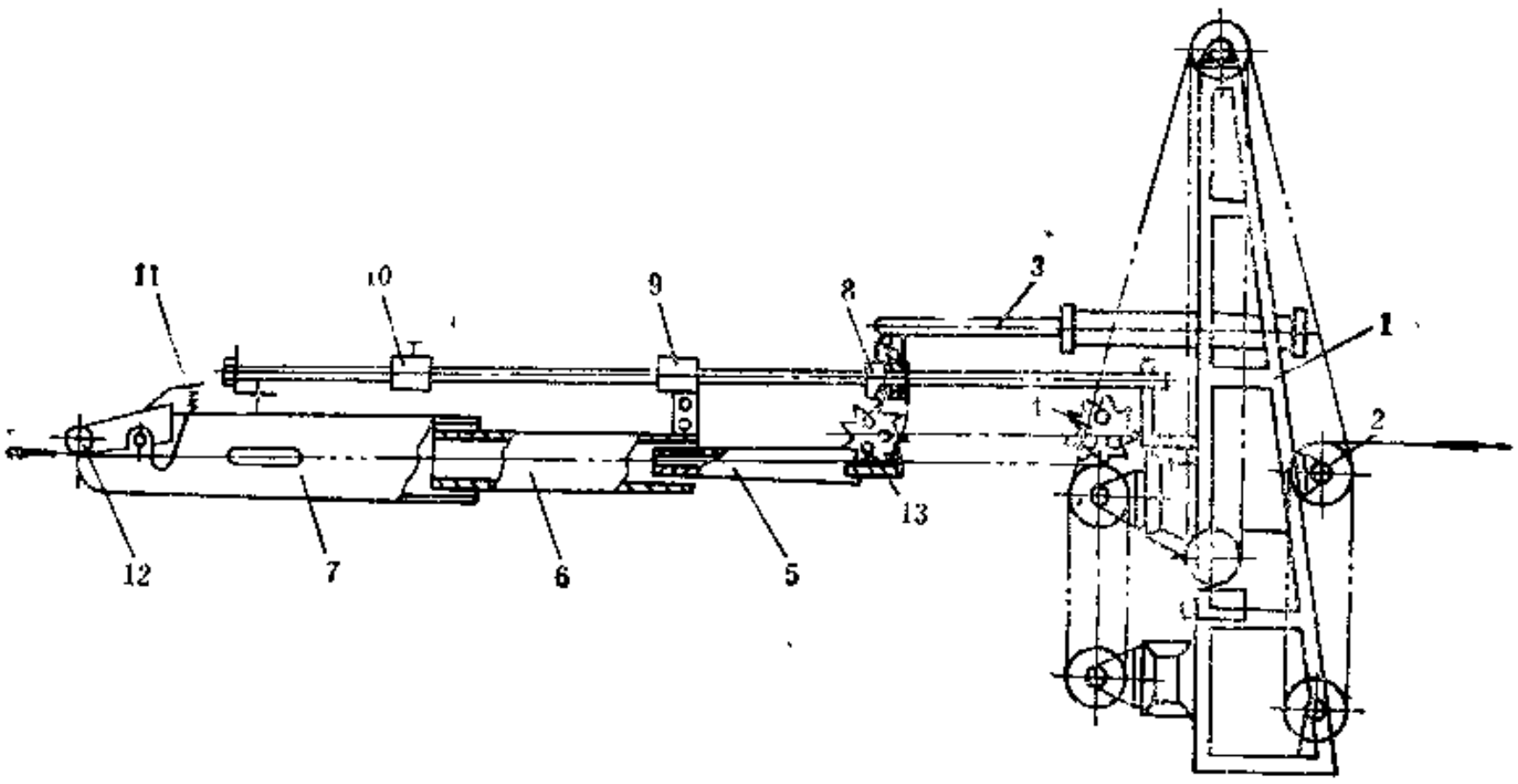


图 2-2-8 钢丝圈挤出联动装置钢丝送头装置示意图

1—贮存架；2—后牵引机；3—活塞杆；4、13—棘轮；5、6、7—套筒；8、9—滑动套管；10—固定套管；11—弹簧；12—小压辊

二、全自动钢丝圈缠卷机

（一）结构

钢丝圈缠卷机的送头、夹头、卸圈操作是一项繁重而紧张的劳动。图2-2-9是一种能实现供料送头、夹头、缠卷、计层、切断、卸圈自动化的钢丝圈缠卷机。

包好胶的钢丝带，从贮存架上导出后，经供料辊1，由送头装置3送往钢丝圈缠卷盘6，夹头装置7把钢丝带的端头夹住后，即开始缠卷，边缠边由压辊8滚压，缠卷到规定层数后，缠卷盘停在固定位置。切断装置2把钢丝带切断，接头松开夹头装置7，缠卷盘6稍微缩小直径，与钢丝圈脱开后，由卸圈装置5把钢丝圈从缠卷盘6上推落掉在挂钩10上。

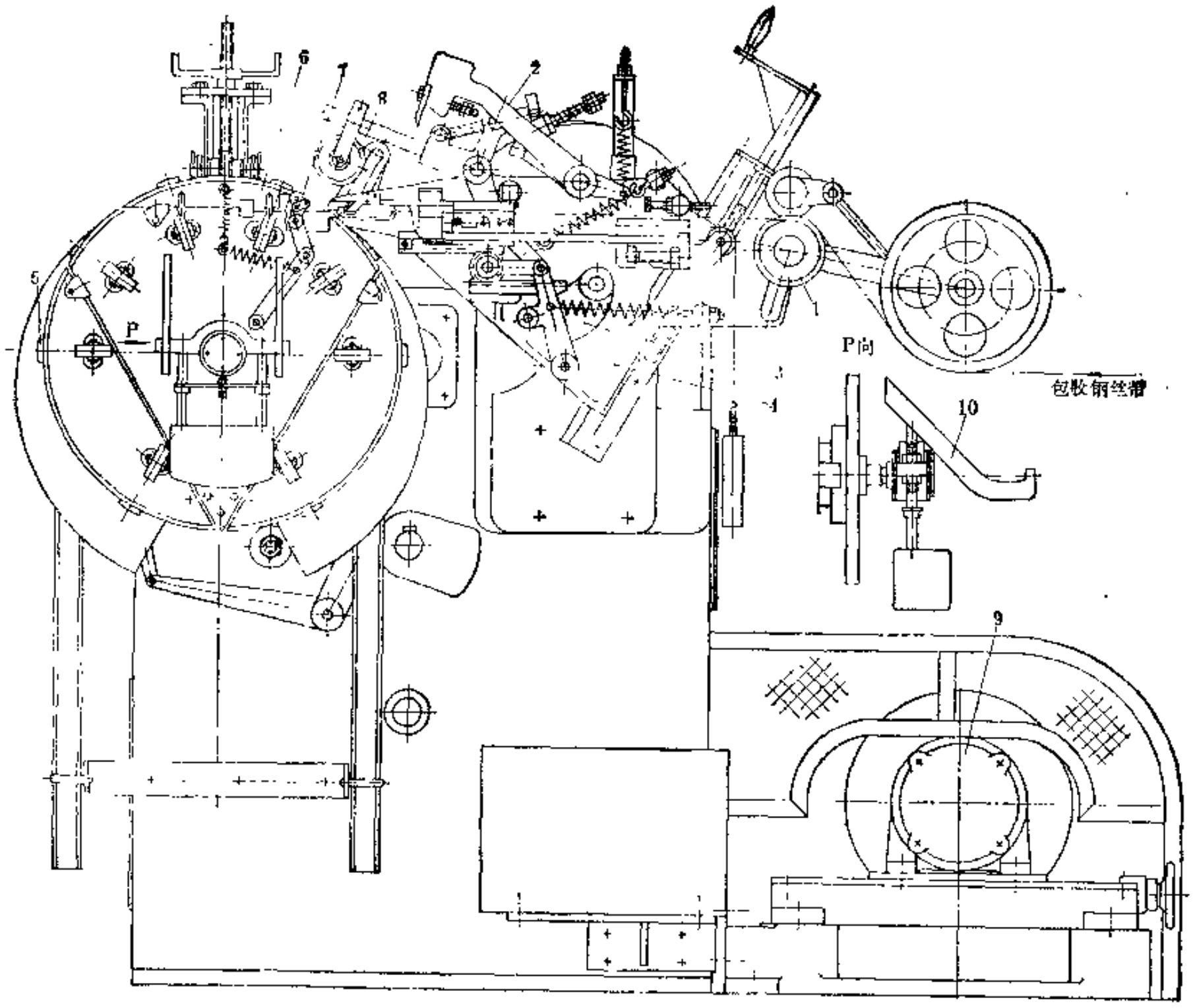


图 2-2-9　全自动钢丝圈缠卷机

1—供料辊；2—切断装置；3—送头装置；4—移动架；5—卸圈装置；6—钢丝圈缠卷盘；7—夹头装置；8—压辊；9—传动系统；10—挂钩

供料辊1是一只槽形辊；包胶钢丝带在槽内，由上而一只压辊压住。槽形辊的内芯装有超越离合器，使包胶钢丝带只能向前不能后退，切断装置2的举刀及切断动作由凸轮操纵。当钢丝圈缠卷到规定层数后，凸轮将切刀锁紧机构脱开，切刀在弹簧作用下，将钢丝切断，然后，由另一凸轮将切刀举起，接着，锁紧机构将切刀锁住，等待下一次切断。送头装置的详

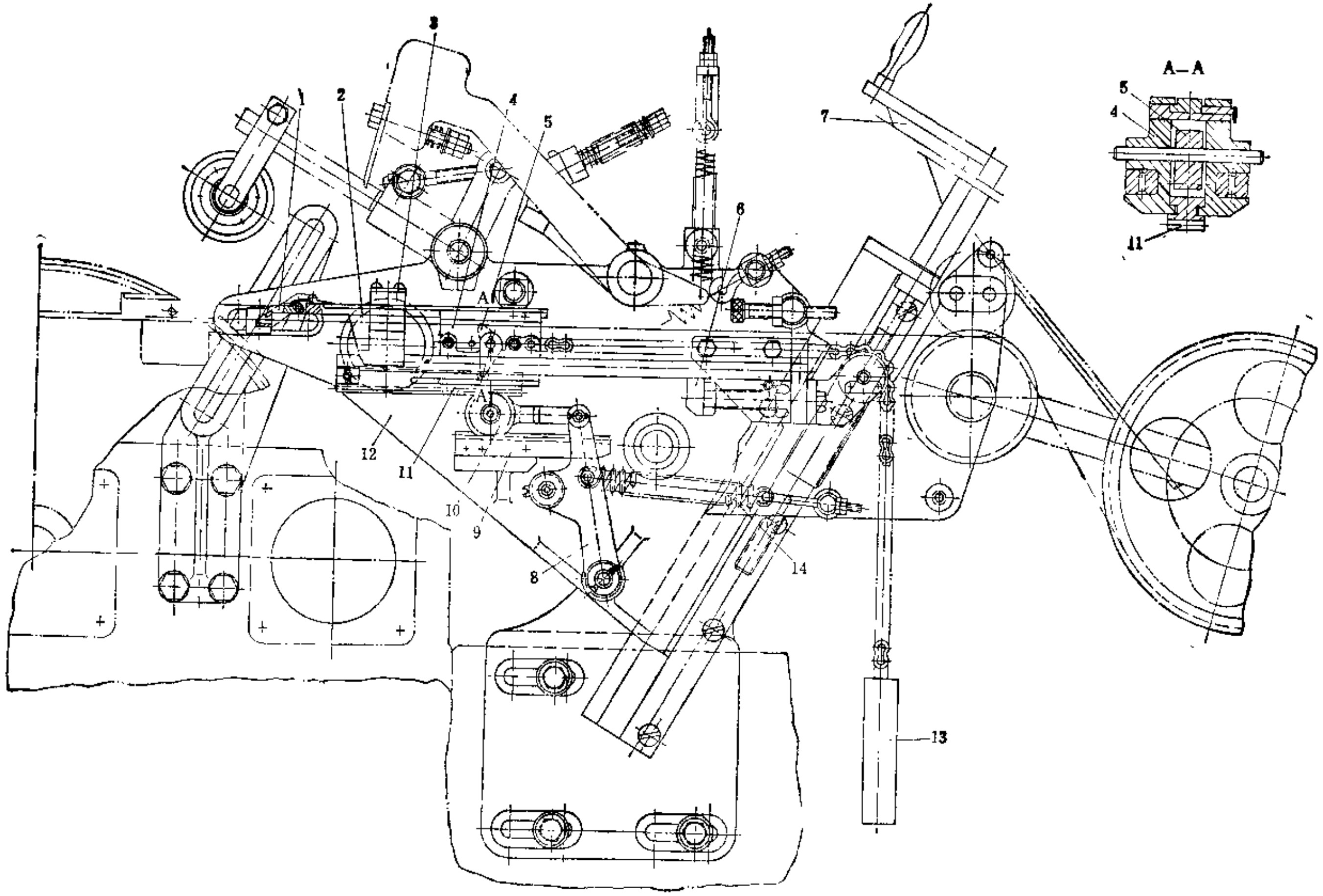


图 2-2-10　送头装置

1—夹子；2—下刀座；3—切刀缓冲胶垫；4—滑块；5—逆止爪；6—限位块；7—调节手柄；8—摆杆；9—固定齿条；10—齿轮；11—滑动齿条；12—移动架；13—重锤；14—弹簧

细结构见图2-2-10。

夹子1固定在滑块4上，可随滑块4往复运动，夹子上装有弹簧用以夹持包胶钢丝带。滑块中间装有逆止爪5，逆止爪5的下端嵌在滑动齿条11的凹槽内，当滑动齿条11往后移动时，凹槽迫使逆止爪5作反时针方向摆动，使逆止爪上端松开包胶钢丝带，滑块4在重锤作用下往后移动，一直到与限位块6接触为止。其后移的距离，按包胶钢丝带送头的长度需要，调节限位块6的位置而改变。滑动齿条的后移是由齿轮10传动的，齿轮10装在连杆上，连杆与摆杆8铰接，摆杆8在送头凸轮（图上未示，参见图2-2-12）及弹簧14作用下可左右摆动。当摆杆8向右摆动时，滑动齿条往后运动。待包胶钢丝切断后，送头凸轮把摆杆推向左摆动，在齿轮10的传动下，滑动齿条11向前运动，推动逆止爪5作顺时针方向摆动，逆止爪上端把包胶钢丝带卡住在滑块上，带动滑块一起向前运动，把包胶钢丝带的头送进缠卷盘的夹头装置内。

图2-2-11是钢丝圈缠卷盘的结构详图。钢丝缠卷盘上有夹头装置1，夹头时，连杆6由传动装置的凸轮顶起后，送头装置把包胶钢丝送入，连杆6下降，夹头装置的刀口8把包胶钢丝夹夹住。同时，连杆7上的辊子9把活动块5抬起，使缠卷盘形成整圆，包胶钢丝带缠到规定层数切断后，在传动凸轮的作用下，连杆6及7把刀口8抬起，辊子9下降，活动块5在弹簧10

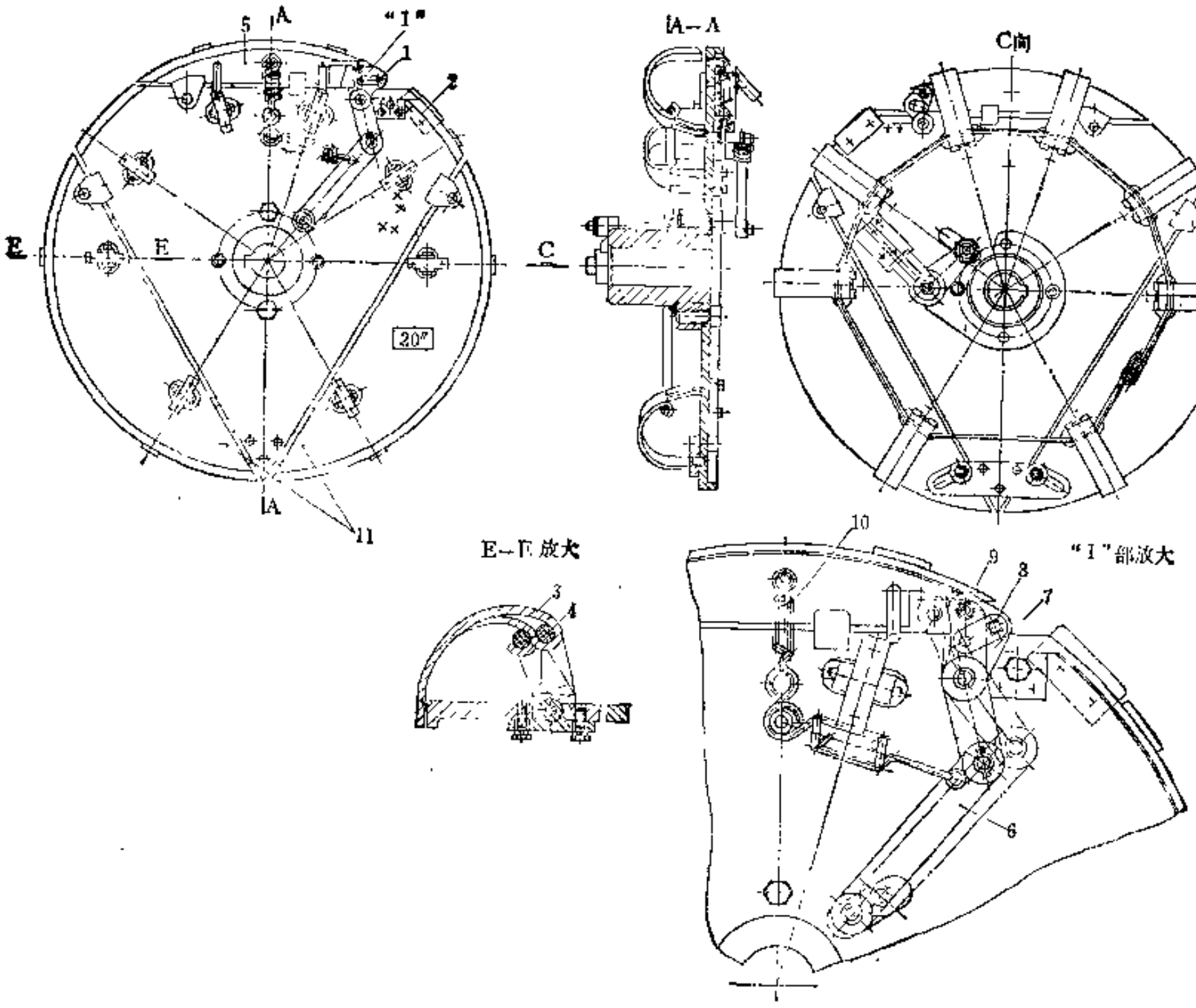


图 2-2-11 钢丝圈缠卷盘

1—夹头装置；2—缠卷盘；3—推圈爪；4—胶条；5—活动块；6,7—连杆；8—刀口；9—辊子；10—弹簧；11—螺栓

作用下收拢，与钢丝圈脱开，推圈爪3在卸圈装置（参见图2-2-12）的推动下，把钢丝圈从缠卷盘上推落。卸圈装置退回后，推圈爪3在胶条4的作用下复位。

每种规格的钢丝圈缠卷盘直径可少量调整，以满足工艺要求。螺栓11用于调节缠卷盘直径。

钢丝圈缠卷盘的传动装置上装有定位装置（参见图2-2-12），保证钢丝圈缠卷盘停在固定的位置，便于送头装置把包胶钢丝带送到缠卷盘的夹头装置上。

卸圈装置装在钢丝圈缠卷盘与机箱之间（见图2-2-9）。带缺口的环形圆板上端装有传动杆，一端与环形圆板铰接，另一端与活动辊子轴铰接。当传动装置的凸轮通过连杆将链条往下拉时，活动辊子向右通过传动杆及环形板，推动推圈爪把钢丝圈从缠卷盘上推落，然后，靠弹簧作用力将环形圆板复位。

挂钩10（见图2-2-9）装在缠卷盘主轴上。为保持挂钩的位置，挂钩下设有重锤。

全自动钢丝圈缠卷机的传动系统比较复杂，见图2-2-12(见书后插页)。全机用交流电机传动，由宽V带无级变速器调速。传动轴Ⅰ的一端装有电磁闸块式制动器，一俟电机断电，全机立即制动停车。凸轮轴Ⅳ上装有夹头凸轮A、缠卷盘制动定位凸轮B及卸圈凸轮C，在Ⅳ轴上还装有曲柄滑块机构的可调曲柄，调节曲柄半径，即可改变缠卷的包胶钢丝带层数。在凸轮轴与曲柄轴之间，装有可调相对位置的联轴器，使各凸轮的运动与缠卷盘的运动协调起来。缠卷盘的轴Ⅵ，由摆动的扇形齿轮、经中间轴Ⅴ上的齿轮传动。在轴Ⅵ的齿轮上装有超越离合器，使扇形齿轮在曲柄滑块机构传动下作左右摆动时，轴Ⅵ只向缠卷方向转动，轴Ⅴ反转时，轴Ⅳ上的齿轮空转。轴Ⅵ上的摩擦制动器，使缠卷盘在超越离合器空转时保持不动。送料、切刀轴Ⅷ由套筒辊子链从凸轮轴Ⅳ经中间轴传动。中间轴是浮动的，使得送料切刀轴Ⅷ在改变钢丝圈规格时，随移动架移动。在送料、切刀轴Ⅷ上装有送头凸轮D，压辊凸轮E，举刀凸轮K及切刀脱钩凸轮N。各凸轮的工作原理见图2-2-12左边的示意图。

这种全自动缠卷机全部采用机械传动，因此，结构比较复杂，制造比较困难，但工作比较可靠。

有些全自动缠卷机上设有钢丝预弯曲装置，在把钢丝头送到缠卷盘之前，用三只小辊对钢丝进行预弯曲，经过预弯曲处理之后，切断的钢丝圈的头尾的曲率与成圈的钢丝一致，因此，缠成的钢丝圈尾端比较平整。

（二）主要性能参数

（1）钢丝圈规格	16～24in	（4）电机功率	1kW
（2）缠卷层数	2～8层	（5）生产能力	7～20个/min
（3）钢丝圈最大宽度	16mm		

第二节　圆断面钢丝圈缠绕机及六角形钢丝圈挤出缠卷联动装置

随着钢丝子午胎的发展，开发了各种新型结构的钢丝圈，如圆断面钢丝圈，正六角形钢丝圈、斜底六角形钢丝圈以及U型钢丝圈等，以满足轮胎结构设计的需要。

圆断面钢丝圈具有强度高、弹性好、断面小等优点。但是，它的生产过程复杂，生产效率比较低，现在有逐渐被六角形钢丝圈取代的可能。在同样的钢丝用量的条件下，六角形钢丝圈的承载能力比矩形钢丝圈提高25%，而生产成本仅为圆断面钢丝圈的1/6。斜底六角形钢丝圈用于无内胎子午胎。U型钢丝圈用于半芯轮成型鼓生产的子午胎。

一、圆断面钢丝圈缠绕机

（一）概述

圆断面钢丝圈的结构见图2-2-13。它是由φ3的内芯和φ1.5的三层钢丝缠绕而成。内芯钢丝经定长裁断机裁断后，由碰焊机对焊成圈（其生产用的机械与力车胎钢丝圈机械结构类似）。然后，用圆断面钢丝圈缠绕机缠绕外层钢丝。

圆断面钢丝圈适合于鼓式成型工艺的钢丝子午胎使用。

（二）结构

图2-2-14所示钢丝圈缠绕机主要由传动装置1、钢丝圈夹持运转机构2及钢丝缠绕机构3三部分组成。

圆断面钢丝圈的三层外层钢丝在横断面上各层排列的数量，第一层为9根，第二层为15根，第三层为21根。每一层钢丝要在内芯上缠8周，各层钢丝的缠绕的螺旋方向相反。圆断面钢丝圈的结构要求，使得缠绕机的传动系统变得比较复杂。它的传动装置示意图见图2-2-15。传动系统由一台直流电机1分别传动缠绕机构的转盘8与钢丝圈夹持运转机构13。转盘8与内齿轮6结合成一体，由电机1经链条2、换向机构3、伞齿轮4、小齿轮5传动。换向机构用于变换钢丝缠绕的方向。内齿轮6在滑座7内转动。钢丝圈夹持运转机构13由电机1经齿链式无级变速器9、蜗轮减速器10及链条11传动夹持运转机构上的链轮12，使之运转，缠绕机构与夹持运转机构之间的速比，通过齿链式无级变速器9加以调节，缠绕机的工作速度可由直流电机的转速调节。

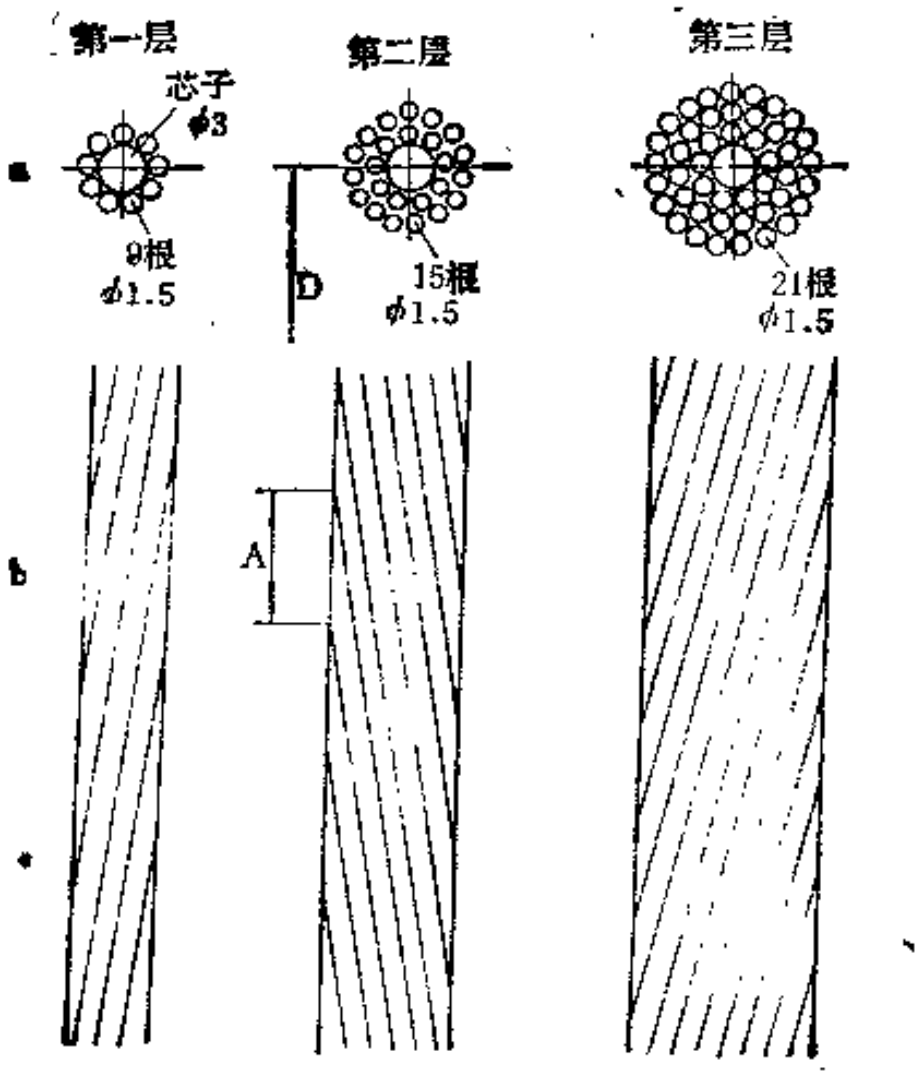


图 2-2-13　圆断面钢丝圈结构

a—断面；b—外层钢丝排列

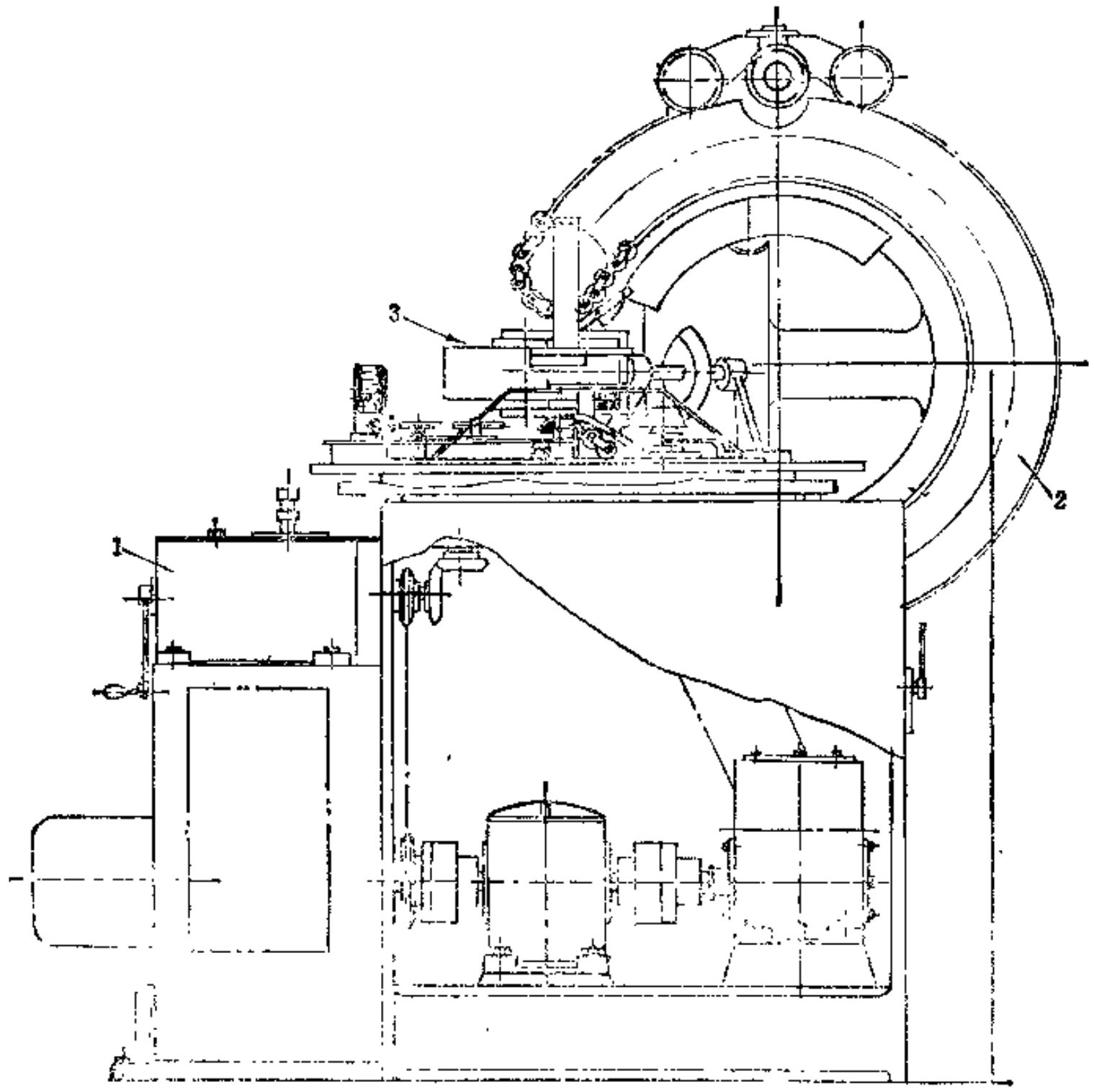


图 2-2-14　钢丝圈缠绕机

1—传动装置；2—钢丝圈夹持运转机构；3—钢丝缠绕机构

在向钢丝圈内芯上缠绕外层钢丝的过程中，由于排列在其断面上的钢丝逐次递进一根外层钢丝的距离，排列在前一根钢丝后面（或前面），因此，缠绕机构与夹持运转机构之间的速比，并不等于其缠绕的周数的整数值，其计算方法如下：

外层钢丝的名义导程：

$$t = \frac{\pi D}{z}$$

式中　D——钢丝圈中心直径；

z——外层钢丝缠绕周数（目前取8周）。

缠绕时外层钢丝偏移的距离：

$$A = \frac{t}{n} = \frac{\pi D}{zn}$$

式中　n——钢丝圈横断面上每一层钢丝的根数。

缠绕机构与夹持运转机构的名义速比：

$$i_{名义}=\frac{\pi D}{t}=z$$

而实际速比应为：

$$i=\frac{\pi D}{t\pm A}=\frac{\pi D}{\frac{\pi D}{z}\pm\frac{\pi D}{z\cdot n}}=\frac{\pi D}{\frac{\pi Dn\pm\pi D}{z\cdot n}}=\frac{zn}{n\pm1}$$

式中正值表示缠绕的钢丝排列在前根钢丝之后，负值排列在前根钢丝之前，操作时任意选择。

钢丝圈夹持运转机构是一个由链条、导轨及指形钩等组成的一个开口圆环，见图2-2-16。在圆环开口的两端各有一个链轮，下链轮3是主动链轮，由传动装置传动，使链条运转。链条5沿导板16作圆弧运转。链条5的侧面装有指形钩6，上装有橡胶套19，由调节螺钉7调整指形钩6的位置，靠指形钩上扭转弹簧17的作用力，把钢丝圈或内芯1夹持在指形钩上。指形钩6连接有一个弯柄10，当气缸11的活塞杆12带动扇形板13缩回时，迫使部分指形钩6的弯柄10向下摆动，便于装卸钢丝圈或内芯。活塞杆12伸出时，指形钩6在扭转弹簧作用下复位，夹持住钢丝圈或内芯。为了防止钢丝圈或内芯在运转过程中与指形钩6干涉，装有曲杆8、9使指形钩摆动，避开与钢丝圈或内芯干涉。链条5的松紧，由张紧链轮15通过螺栓2加以调节。

钢丝缠绕机构的示意图如图2-2-17所示。钢丝缠绕机构由锭子退捻部分、引线部分和排线部分等组成。其中锭子退捻部分和引线部分安装在传动装置的转盘上，排线部分的壳体安

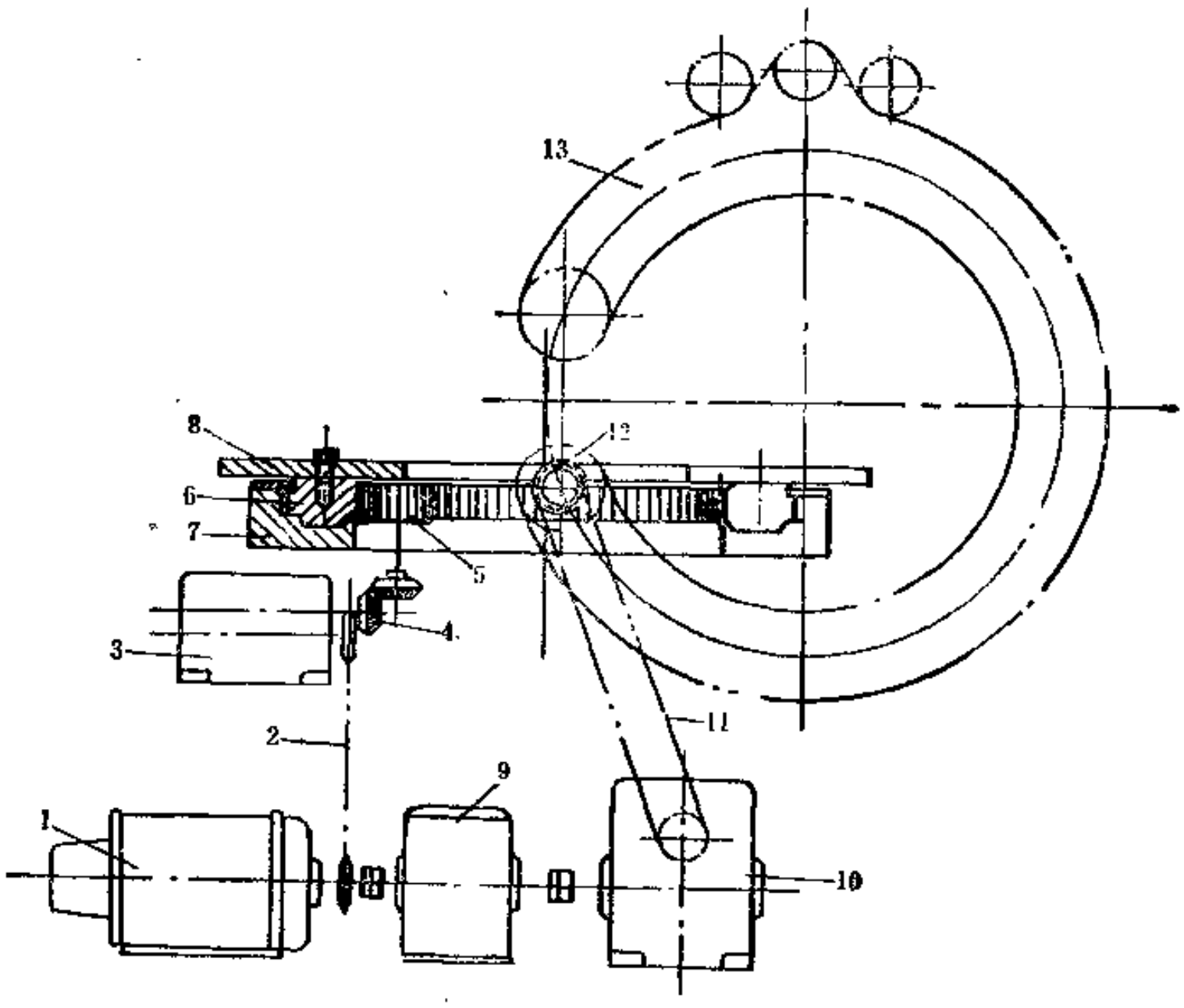
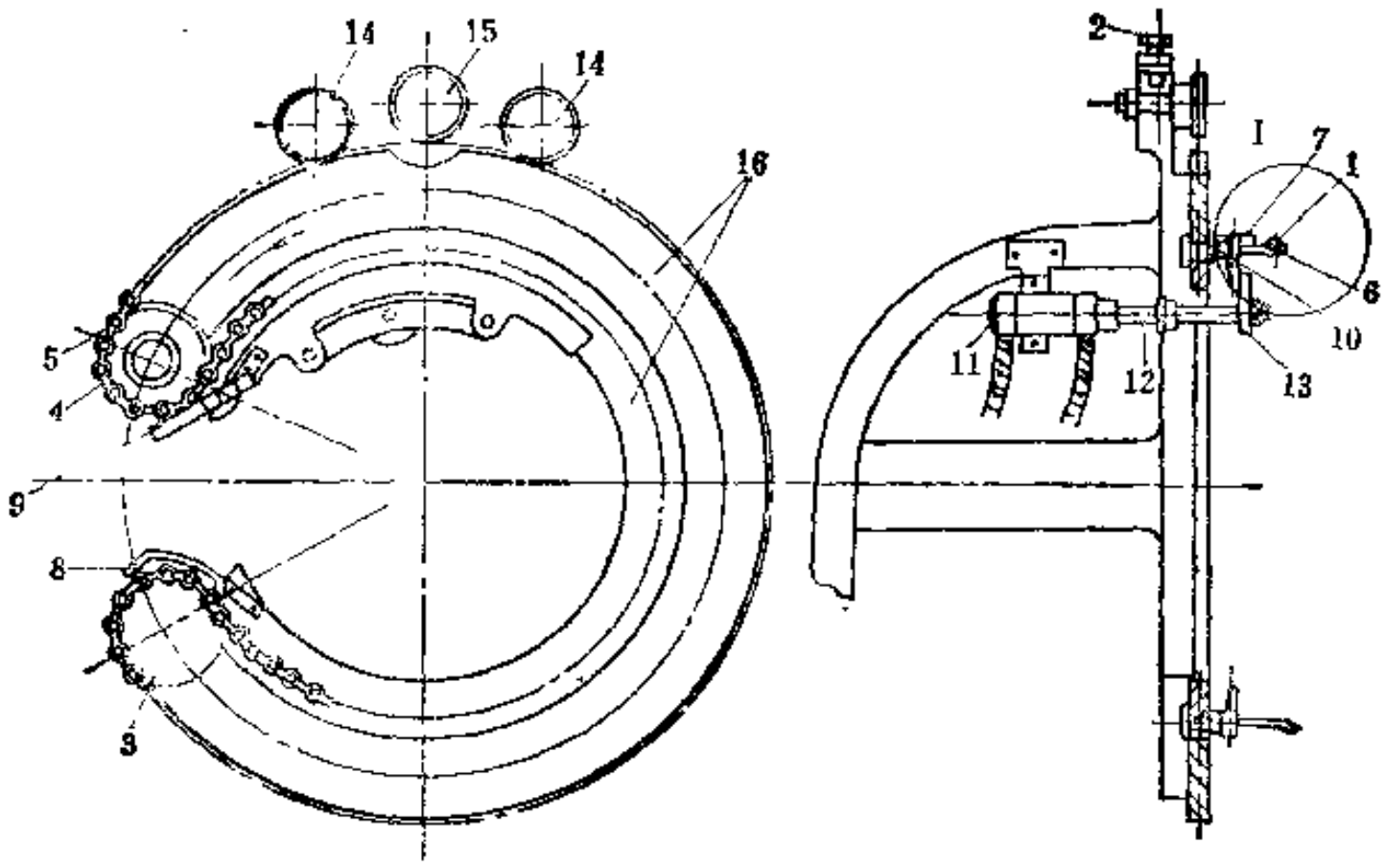


图 2-2-15 传动装置示意图

1—直流电机；2、11—链条；3—换向机构；4—伞齿轮；5—小齿轮；6—内齿轮；7—滑座；8—转盘；9—齿链式无级变速器；10—蜗轮减速器；12—链轮；13—钢丝圈夹持运转机构



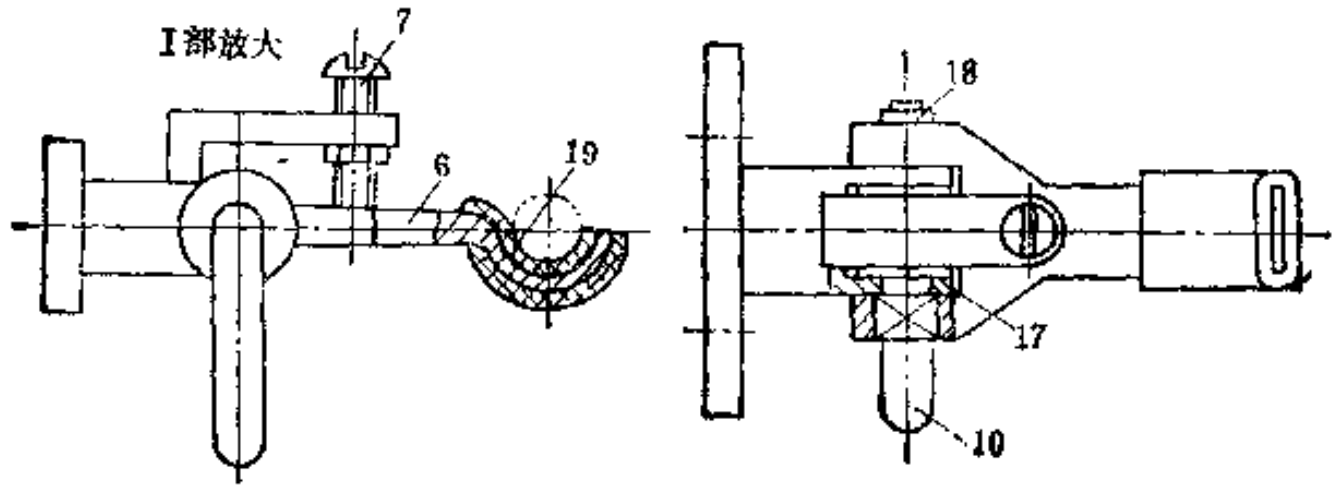


图 2-2-16　夹持运转机构

1—钢丝圈或内芯；2—链条张紧调节螺栓；3、4—链轮；5—链条；6—指形钩；7—调节螺钉；8、9—曲杆；10—弯柄；11—气缸；12—活塞杆；13—扇形板；14、15—张紧链轮；16—导板；17—扭转弹簧；18—挡圈；19—橡胶套管

装在夹持装置的外导板上部，其排线转盘20通过三角架固定在转盘上（三角架图上未示）。这三个部分都随转盘一起旋转，把钢丝缠在内芯上。钢丝锭子1是可换的，装在拨叉2上，用销钉3防止锭子脱出。拨叉2经伞齿轮4及齿轮5传动。齿轮5是一个随着转盘沿固定齿轮6运转的行星齿轮，同时，齿轮5还自转，公转与自转的速比 $i=1$。当转盘转一周时，拨叉2和锭子1也自转一周，达到钢丝退捻消除扭劲现象。钢丝从锭子引出后，进入引线部分，经过导线辊7、8、9、10、11、12 及导辊 19，再通过排线转盘20上的小孔，使钢丝缠绕在内芯上。由于装钢丝圈内芯的夹持运转机构也在运转，钢丝便按一定的螺旋角缠绕在内芯上。导线辊 9 的轴上装有行星齿轮13，随转盘转动时，沿固定齿轮 6 既公转又自转，同时又通过齿轮14、15、16使导线辊10转动，因而导线辊9、10起着牵引导出钢丝的作用。缠绕机构与夹持运转机构的速比，虽然是由理论计算确定的，但是，在实际操作时，还要仔细调整，才能达到预期目的。另外，导线辊11、12、导轮17、18和导辊19的位置，要按钢丝的弹性不同在试车时作适当调整。

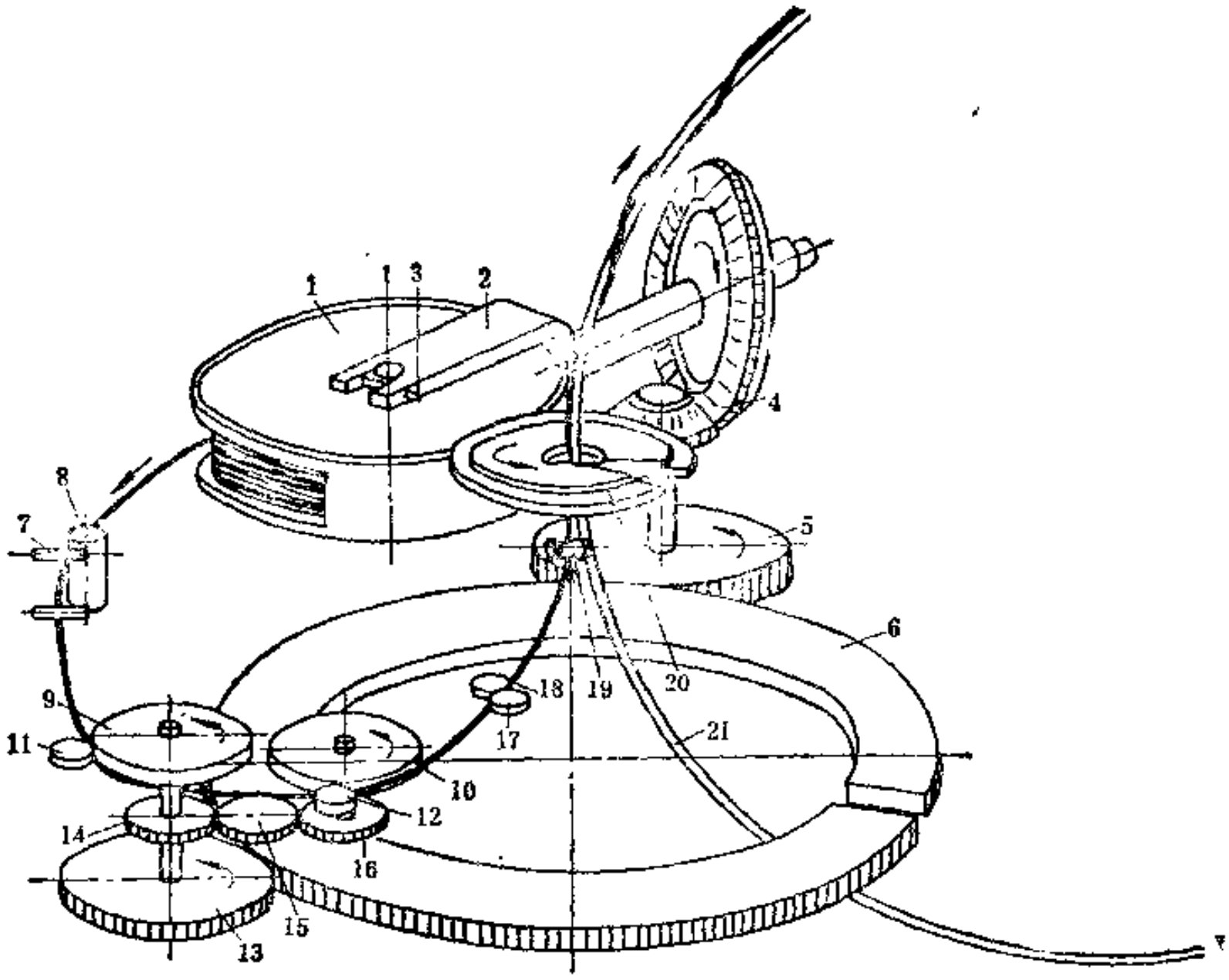


图 2-2-17　钢丝缠绕机构示意图

1—钢丝锭；2—拨叉；3—销钉；4—伞齿轮；5—齿轮；6—固定齿轮；7、8、9、10、11、12—导线辊；13—行星齿轮；14、15、16—齿轮；17、18—导轮；19—导辊；20—排线转盘；21—钢丝圈内芯

为了使内芯及钢丝圈能够从缠绕装置中心放置和取出，所以传动装置上的转盘、固定齿轮 6 及排线转盘20都开有缺口。同时，在转盘及机架上装有磁钢及干式舌簧管，用计数继电器自动控制缠绕的圈数，并控制在停车时使转盘、固定齿轮6及排线转盘上的缺口 在 同一位置，以便于取放钢丝圈及内芯。钢丝圈的外层钢丝每层钢丝根数及缠绕的角度各不相同，为了减少调整时间，不宜用一台机器连续完成三层钢丝的缠绕，要采取分层缠绕的方法，或者用三台机器分别完成每一层的缠绕，每层钢丝开始缠绕时，钢丝头用胶布固定在内芯上，待一层钢丝缠绕结束后，将首尾钢丝头用黄铜套管套住。

（三）主要性能参数

（1）适用钢丝圈规格	20in	（5）电机功率	0.8kW
（2）钢丝圈中心直径	542mm	（6）压缩空气压力	0.4MPa
（3）内芯钢丝直径	3mm	（7）外形尺寸	1440×960×1535mm
（4）外层钢丝直径	1.5mm	（8）生产效率	约10条/h（不包括辅助时间） 约6条/h（包括辅助时间）

二、六角形钢丝圈挤出缠卷联动装置

（一）概述

六角形钢丝圈是由单根包胶的钢丝缠卷而成，它的断面如图2-2-18所示。

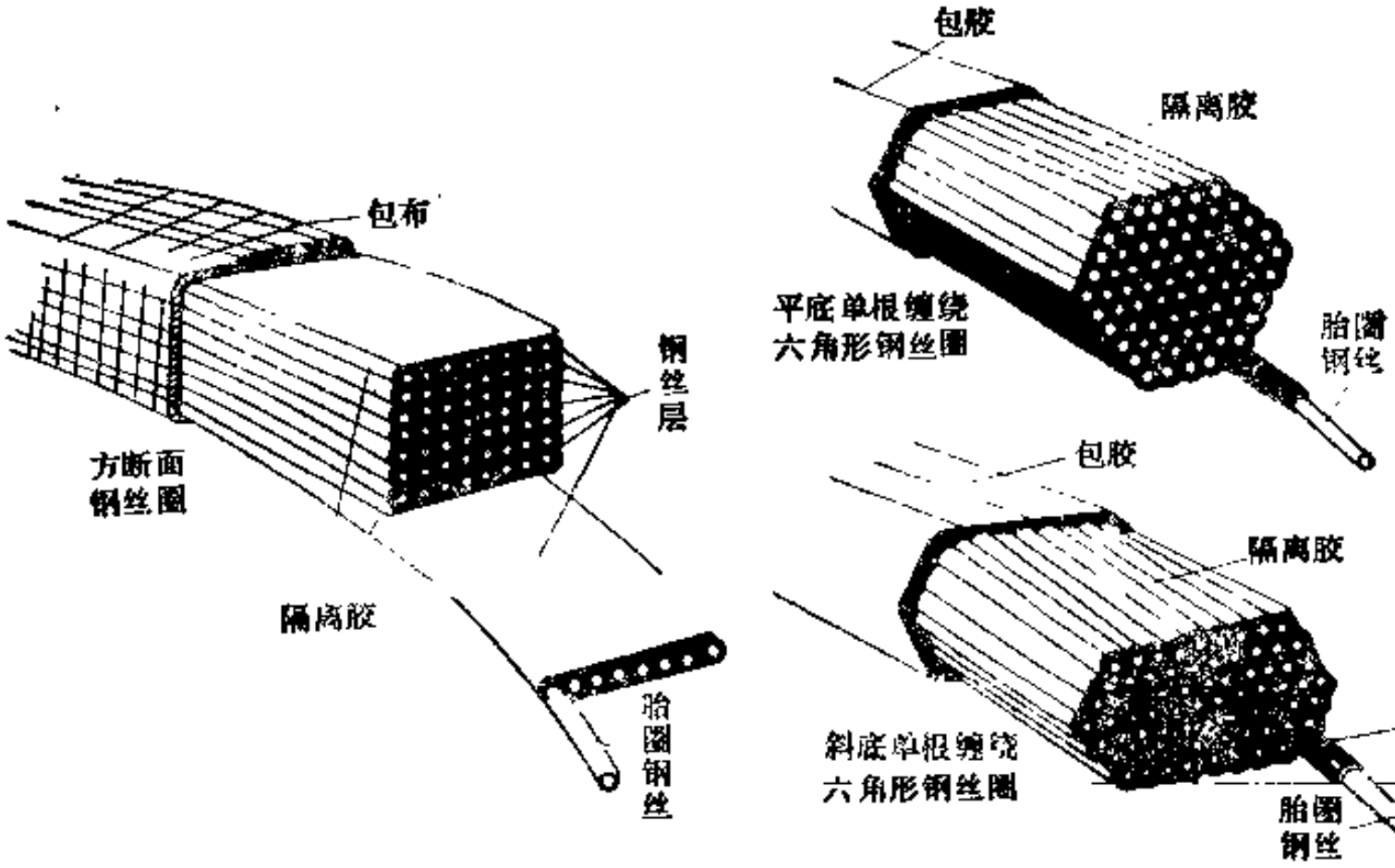


图 2-2-18 钢丝圈结构图

（二）结构

六角形钢丝圈挤出、缠卷联动装置如图2-2-19所示。它包括：钢丝导开架1、钢丝预热器2、包胶用冷喂料挤出机3、牵引机及贮存架4及缠卷机5等。

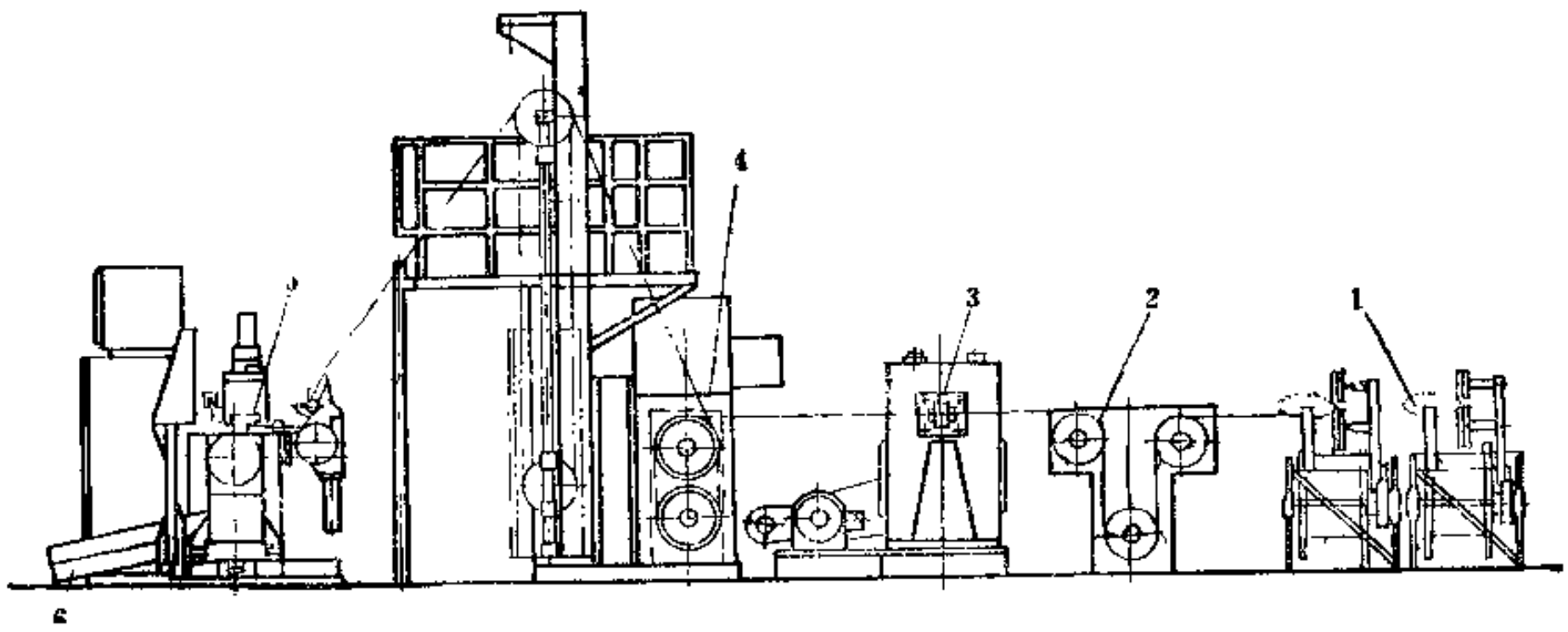


图 2-2-19 六角形钢丝圈挤出缠卷联动装置

1—导开架；2—钢丝预热器；3—冷喂料挤出机；4—牵引机及贮存架；5—缠卷机；6—滑槽

导开架1有2个，交替使用。每个导开架可以放置450kg 左右的钢丝卷。导开架上装有张力控制装置，使钢丝导出时具有一定张力，其张力可达100 N/根。其结构类似于图2-2-3。钢丝预热器是利用钢丝自身的电阻通电加热，可用调压器调节钢丝的预热温度。钢丝加热的温度一般低于50℃，以增加包胶时橡胶与钢丝的附着力。

钢丝包胶采用直流电机驱动的、带T型机头的冷喂料挤出机，钢丝通过T型机头后，将橡胶包覆在钢丝上。

牵引机由直流电机驱动，牵引轮为中空，可通冷却水，使包胶钢丝得到冷却。贮存架可以贮存180m长的包胶钢丝。在动滑轮下装有重砣，使钢丝导出时保持一定的张力。牵引机的下牵引轮及贮存架的动滑轮，其轴线在水平面上分别与上牵引轮及定滑轮的轴线交叉一定的角度，使包胶钢丝在高速下能正常的通过。贮存架的动滑轮上、下运动时，带动侧面的链条，使链轮转动，同经过同步齿形带驱动旋转式开关箱的凸轮轴，当动滑轮处于不同的高度位置时，分别接触四个限位开关，从而控制牵引机及缠卷机电机的运转。当动滑轮处于下极限位置前100mm时，牵引机停止运转，当处于极限位置前355mm前时，牵引机减速，在动滑轮上升到1676mm时，牵引机加速，使贮存架具有足够的贮存量，以供缠卷机使用。继续上升到1880mm时，缠卷机停止运转。

国外使用较多的PH-Ⅱ型六角形钢丝圈缠卷机主要由缠卷盘、排线机构及电控部分等组成，图2-2-20所示为六角形钢丝圈缠卷盘。它由内盘1、底盘2及外盘3构成。外盘3及底盘2分别由气缸驱动，可作轴向移动，并可绕各自的轴转动。钢丝圈六角形断面的下部由内盘1、外盘3及底盘2的盘缘所形成。

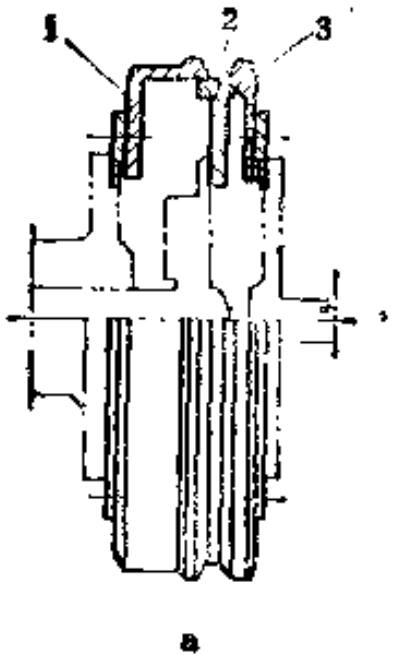


图 2-2-20 六角形钢丝缠卷盘

a—缠卷盘工作状态；b—缠卷盘卸圈状态
1—内盘；2—底盘；3—外盘

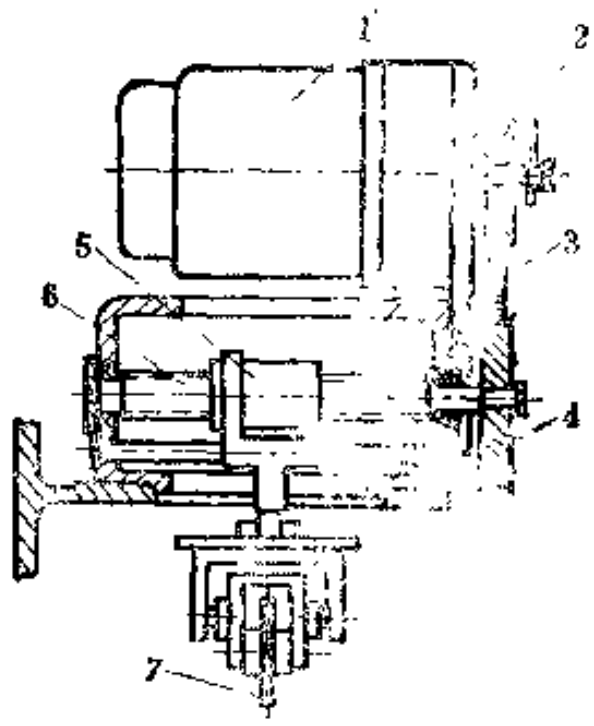


图 2-2-21 排线机构

1—步进电机；2、4—皮带轮；3—同步齿形带；5—滚珠螺母；6—滚珠丝杠；7—排线头

开始工作时，送头机构自动将包胶钢丝的端头递送到缠卷盘内，然后，缠卷盘的底盘伸出，直径增大，外盘合拢，将钢丝端头夹住，随即进行自动排线缠卷。待缠卷结束后，缠卷盘停止回转，排线头上升，切断器将钢丝切断，缠卷盘开启，钢丝圈即自动卸出，并落入成品槽内。

缠卷盘的主轴由直流电机经同步齿形带减速后驱动，主轴的最大转速300r/min。主轴是由空心轴和内轴组成，内轴插在空心轴中构成气缸，在压缩空气作用下可作轴向伸缩，主轴回转时，空心轴带动内轴一起旋转。缠卷盘的内盘1装在空心轴上，底盘装在内轴上。在主轴的后部装有盘式制动器，能使主轴在固定的周向位置上停止回转，便于钢丝送头。钢丝

送头装置具有单向、逆止作用，能防止钢丝退回，并装有一个传感器，可检查出钢丝断线或其它故障。

对于不同规格、结构的六角形钢丝圈，需要配备相应的缠卷盘。

排线机构如图2-2-21所示。步进电机1通过同步齿形带3驱动滚珠丝杠6，使排线头7作步进排线。排线程序是由专用的微型电子计算机控制，能确定缠卷的层数和每层的缠卷根数和排线的方向。步进排线使钢丝缠卷在预定的位置上，即在前一层的两根钢丝之间，使钢丝排列整齐紧密。

步进电机的步距角为7.5°，即每一脉冲讯号使步进电机光轴旋转7.5°。为保证六角形钢丝圈的成型，缠卷盘主轴每转一周发出的脉冲信号，经电子计算机处理后，只能输出2、4、6个脉冲讯号，由三种脉冲量、皮带轮2、4和滚珠丝杠导程不同传动比的组合，缠卷盘主轴旋转一周(360°)，排线头的移动具有六个基本步进值，即 0.792； 1.057； 1.588； 2.116； 2.383； 3.178mm。

如将滚珠丝杠与排线导轮之间调整到一定的夹角，不仅可减小滚珠丝杠传动间隙对排线节距的影响，而且使排线导向轮的横向移动量能改变，可以适应不同包胶钢丝直径的需要。如图2-2-22所示。

整个排线机构可以根据六角形钢丝圈的直径而调整升降，由交流电机驱动。

在缠卷斜底六角形钢丝圈时，还需要调整排线机构的转角，如图2-2-23所示，使排线机构的转角等于六角形钢丝圈底部的倾角。

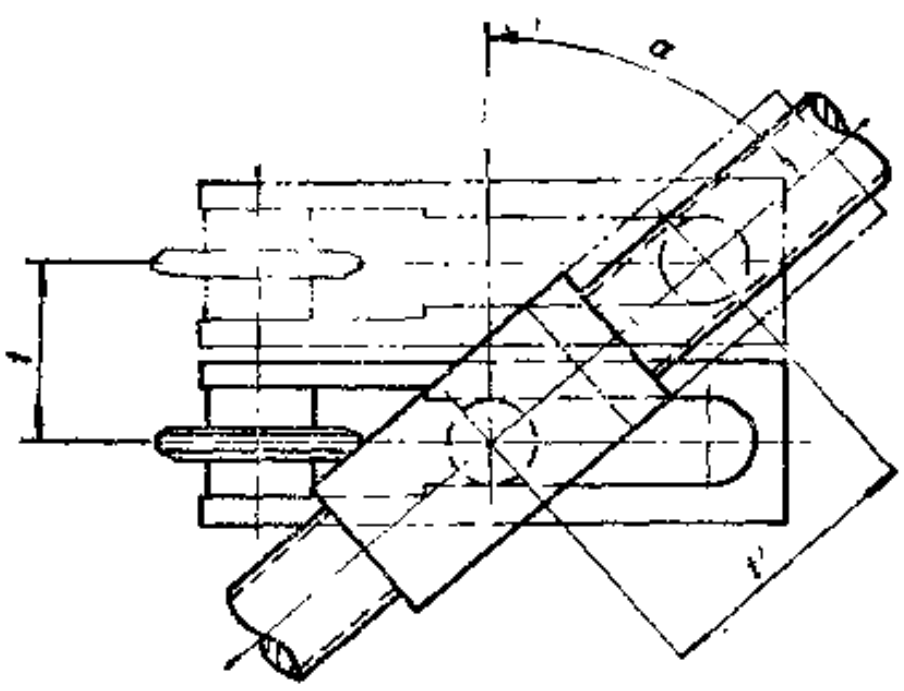


图 2-2-22 转角机构示意图

α—滚珠丝杠转角；l'—螺母移动量；l—排线头横向移动量

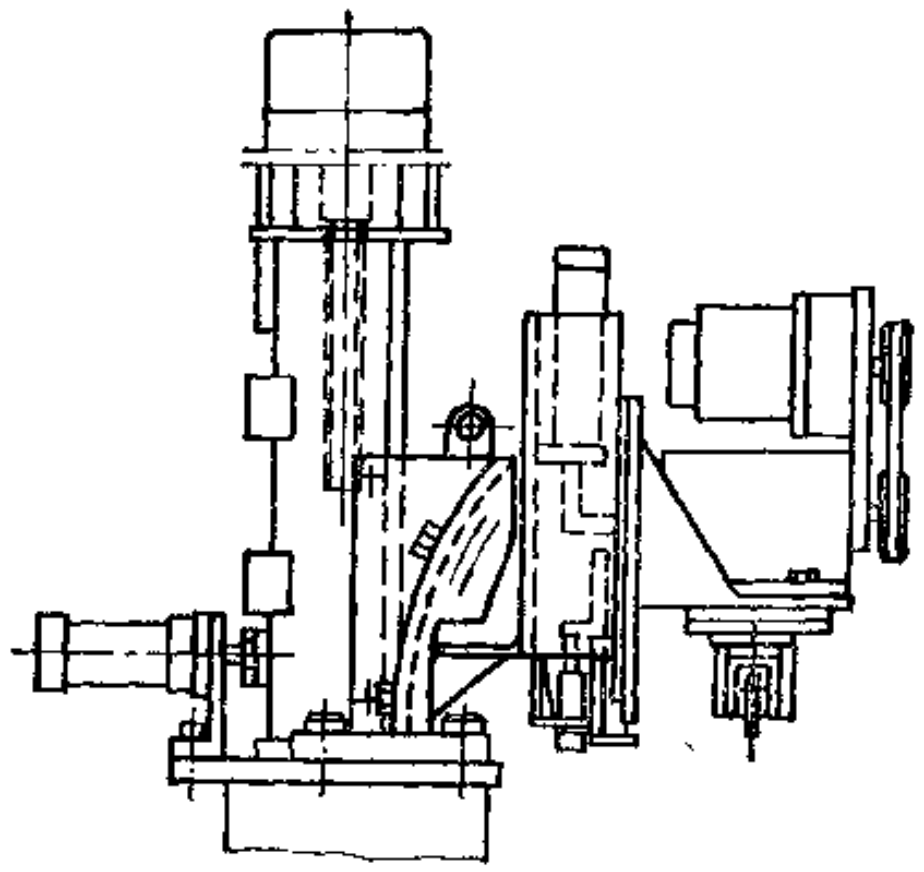


图 2-2-23 排线机构转角的调整

这种用微机控制的六角形钢丝圈缠卷机，除了可以生产正六角形、斜底六角形钢丝圈外，还可以根据需要缠卷方形及U型钢丝圈。

国外还使用一次能同时挤出、缠卷多根六角形钢丝圈的机器，大大地提高了机器的生产

效率。

（三）主要性能参数

（1）钢丝圈规格　12～24.5in
　　钢丝圈宽度　最大31.8mm
　　钢丝圈层数　最大12层
　　钢丝直径　最粗1.78mm
（2）钢丝导开架
　　数量　2个
　　钢丝卷直径　最大762mm
　　钢丝卷宽度　最大100mm
（3）冷喂料挤出机
　　螺杆直径　64mm
　　螺杆长径比(L/D)　15
　　螺杆转速　最大35r/min
　　电机功率　直流，11kW
（4）牵引机
　　牵引轮沟槽间距　16mm
　　牵引速度　最大300m/min
　　牵引电机　直流，1.5kW
（5）贮存架
　　贮存量　180m
（6）pH-Ⅱ型六角形钢丝圈缠卷机
　　主轴转速　最大300r/min
　　缠卷速度　最大300m/min
　　缠卷电机　直流，3.7kW

六角形钢丝圈缠卷机的钢丝排列方法，除了采用微机控制外，还有采用凸轮机构方法进行排列。排线轮在排线机构凸轮的控制下，将钢丝有规则地缠卷在缠卷盘上，一种断面规格的钢丝圈，需要相应的一个排线凸轮，因此，在操作使用上与制造上带来麻烦。

采用凸轮机构方法排线的六角形钢丝圈缠卷机联动装置的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈规格　20～25in
　　钢丝圈宽度　最大25mm
　　钢丝圈层数　最大12层
　　钢丝圈底部倾斜角　0～15°
　　断面钢丝总根数　50～115根
（2）包胶后钢丝直径　1.4～1.8mm
（3）缠卷机主轴转速　20～120r/min
（4）缠卷机电机额定扭矩　7.2N·m
（5）贮存架
　　贮存量　30m
　　重锭重量　300～800N/根钢丝
（6）牵引机
　　牵引速度　30～250m/min
　　牵引电机额定扭矩　9.6N·m
（7）外形尺寸　5000×2000×2500mm

第三节　钢丝圈包布机

一、用　途

钢丝圈包布机用于对钢丝圈挤出缠卷联动装置所生产的钢丝圈贴上三角填充胶条和包贴钢丝圈的包布，并使包布的边缘保持一定的差级。

二、结　构

为适应不同钢丝圈直径的需要，钢丝圈包布机有多种规格，其基本结构类似。主要由机座、曲臂、机体以及传动系统等四部分组成。兹以2号钢丝圈包布机为例，将各部分结构概述于后，其外形如图2-2-24所示。

在铸铁机座2的上面安装着机体11，下面设有操纵圆盘摩擦离合器12的脚踏机构1。机座前部靠右侧处装有铸铁托架13，上面安装有电机3和工具盘。

曲臂部分系由曲臂8、锥辊9、包布器7及圆周有三角形沟槽的槽轮6等部件组成。曲臂8的材料为ZG35，其下端与工作气缸18的活塞杆铰接，通过气缸18可使曲臂8绕固定在机体11上的支点O摆动。槽轮6安装在与曲臂铰接的支臂上，支臂设有弧形的长轴孔，可使槽轮6的

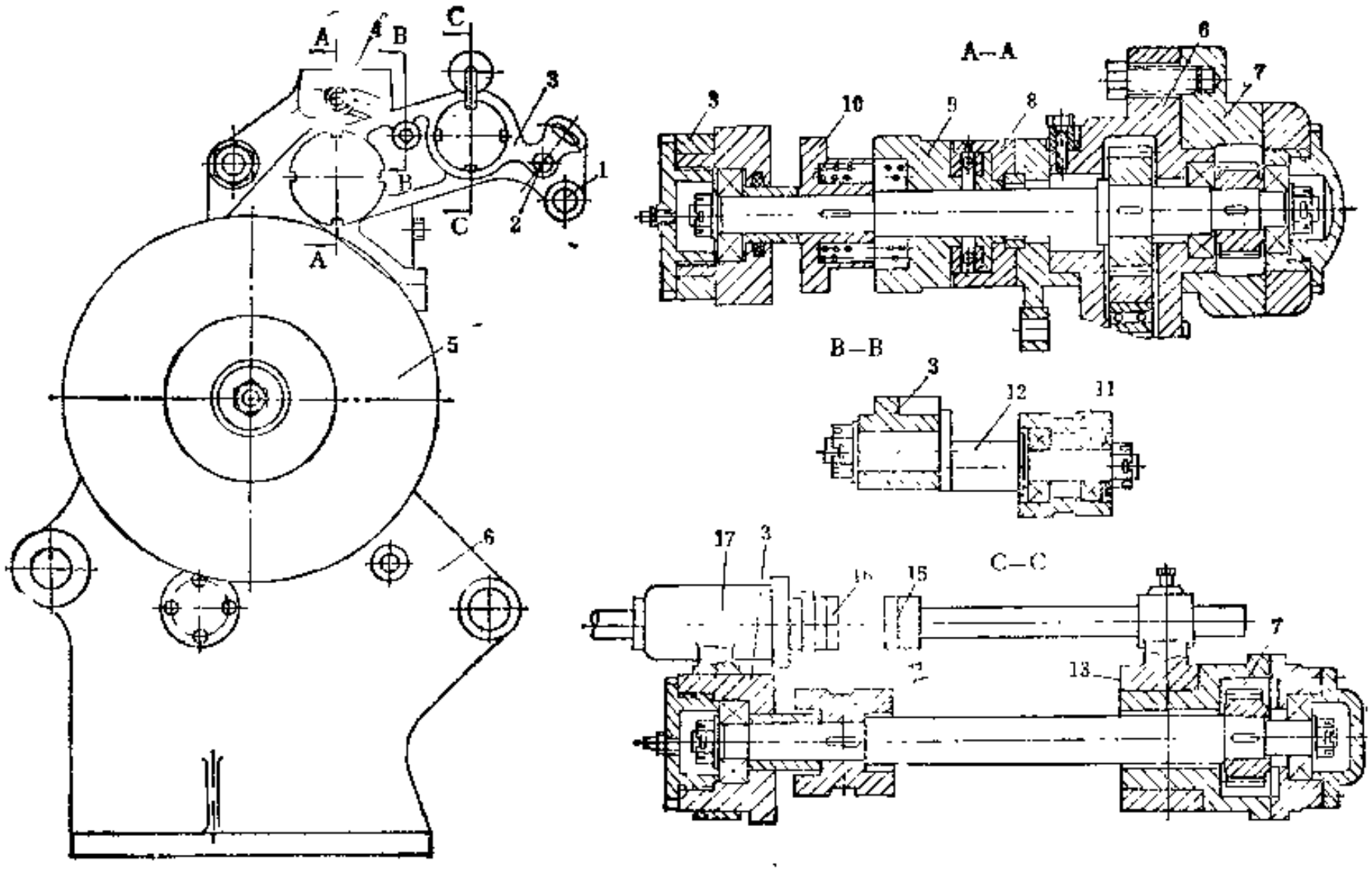


图 2-2-25　机头

1—手柄连杆机构轴孔；2—工作台板轴孔；3—轴承架；4—调位螺钉；5—包布盘；6—机体框架；7—齿轮箱；8—爪轮；9—压盘；10—压盘座；11—过轮；12—曲轴；13—刀顶架；14—送布辊；15—刀顶；16—切刀；17—切割气缸

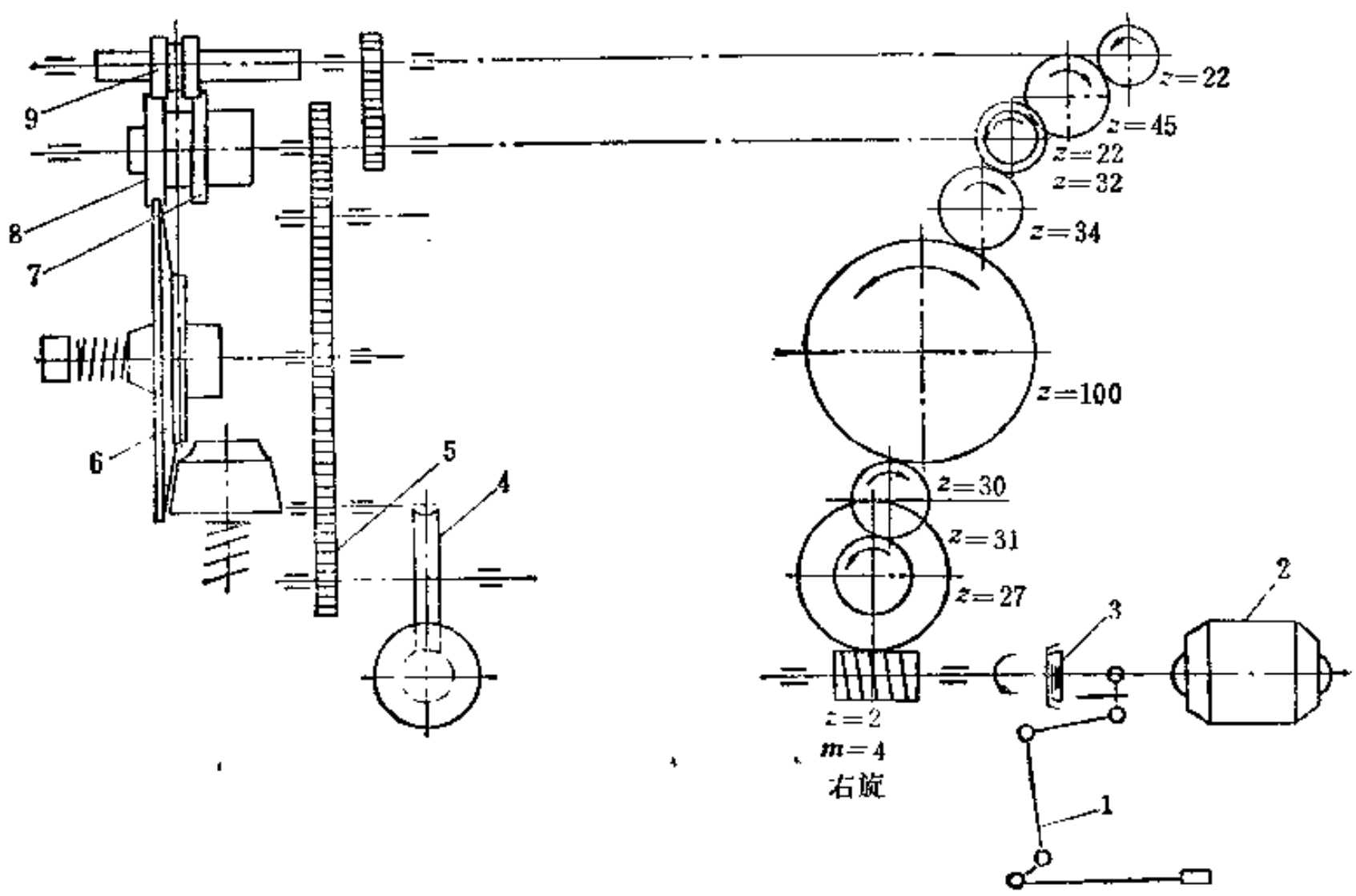


图 2-2-26　钢丝圈包布机传动系统图

1—脚踏机构；2—电机；3—圆盘摩擦离合器；4—蜗轮减速器；5—齿轮系；6—包布盘；7—压盘；8—压盘座；9—送布辊

轴，通过调位螺钉4可在约40°角度的范围内调整，使送布辊14和工作台板等部件在一定范围内升降，借以适应不同直径钢丝圈的要求。包布限位板17与滑辊15（见图2-2-24）的作用是将包布与钢丝圈按一定的位置输入，使钢丝圈包布保持一定的差级。爪轮8的基本功用是通过手柄连杆机构上（见图2-2-12)将一对爪轮相对转动一定角度时，使压盘9向压盘座10轴向靠近，包布时达最狭位置，使钢丝圈运转过程不能串动，包布后返回到原来位置，以便取出包好的钢丝圈，同时放入待包布的钢丝圈。

传动部分如图2-2-26所示，系由脚踏机构1、电机2、圆盘摩擦离合器3、蜗轮减速器4以及齿轮系5等组成。正常工作时电机2常开，借脚踏机构1操纵圆盘摩擦离合器4，使机器进行工作或短时停歇。蜗轮减速器4固定在机体上。机器的传动通过蜗轮减速器4与齿轮系5，分别带动包动盘6、压盘7与压盘座8及送布辊9等同向回转。齿轮系5设置在框形结构的机体11中（参见图2-2-24）。

52

三、主要性能参数

0号、1号及2号三种规格钢丝圈包布机的主要性能参数见表2-2-2。

表 2-2-2 钢丝圈包布机主要性能参数

参数名称 \ 机器规格	0 号	1 号	2 号
适用的钢丝圈直径，mm	230～330	330～540	400～950
包布宽度，mm	60～80	60～100	90～150
包布盘转速，r/min	57.7	62	32.3
送布速度，m/min	14.5	22	16.9
电机功率，kW	0.4	0.6	1.1
工作气缸			
直径，mm	65	65	90
行程，mm	55	86	115
压缩空气压力，MPa	0.4～0.6	0.4～0.6	0.4～0.6
送布辊中心高，mm	1250	1250	1250
蜗轮减速器			
速比		11.33	13.5
中心距，mm		80	80
生产能力，个/班			900
外形尺寸，mm			
长	1264	860	930
宽	680	545	580
高	1730	1560	1500
总重量，t	0.7	1	2

第四节　钢丝圈缠布机

一、用　　途

根据轮胎结构的需要，有些钢丝圈在缠卷之后，需要在整个钢丝圈上缠一层浸过胶浆的尼龙网格布条（或帘布），有的钢丝圈只要求在钢丝圈裁断搭接的位置缠一段尼龙网格布条，防止钢丝圈松散以及钢丝头部的刺出。

二、结 构 简 介

图2-2-27所示为钢丝圈缠布机。它主要由布卷回转齿轮3、钢丝圈传动压滚5两大部分组成。尼龙网格布条卷1装在回转齿轮3上，随齿轮3一起回转，回转齿轮3上还装有尼龙网格布条卷的配重2。回转齿轮3上开有缺口，以便装卸钢丝圈。回转齿轮与两个传动齿轮啮合，当其缺口进入到其中一个传动齿轮的啮合位置时，另一个传动齿轮仍正常地与驱动齿轮3上的齿啮合着，从而使驱动齿轮的缺口能够顺利地通过传动齿轮。钢丝圈由一对传动压滚5传动回转，在踏脚6被踩下时，通过杠杆系统，传动压滚5可以分开，同时，安全罩也打开，以便装卸钢丝圈，当脚移开踏脚6后，在弹簧的作用下，一对传动压滚5将钢丝圈夹住，在传动系统的驱动下，可以带动钢丝圈回转，安全罩恢复到工作位置。在钢丝圈回转的传动系统中装有无级变速器7，调节无级变速器可以使钢丝圈以不同的转速转动，从而使网格布条在钢丝圈上可以缠出重叠、不重叠、间隔的螺旋。钢丝圈的回转以及齿轮3的回转都由电机8通过V带驱动，使回转齿轮3与钢丝圈传动压滚5之间保持一定的速比。踩动脚踏电气开关，使电机8转动。

尼龙网格布条的头由人工缠到钢丝圈上，缠绕结束的布尾也由人工剪断整理好。

更换钢丝圈压滚5的沟槽截面形状，该机即能适用于方断面钢丝圈，也可适用于六角形断面钢丝圈。

三、主要性能参数

钢丝圈缠布机的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈直径	12～38in	（3）回转齿轮转速	350r/min
（2）尼龙网格布条卷最大直径	120mm	（4）钢丝圈压滚转速	17～90r/min
宽度	9～20mm	（5）电机功率	0.5kW
厚度	0.5～1.6mm		

第五节　钢丝圈内包布机

一、用　　途

根据轮胎结构设计的需要，有的钢丝圈需要在上面包上一层内包布，然后，再与三角胶等组合在一起。

二、结 构 简 介

图2-2-28所示为一种钢丝圈内包布机。

钢丝圈驱动盘1由传动装置2驱动回转，钢丝圈由人工放置在驱动盘1的沟槽内，由挡

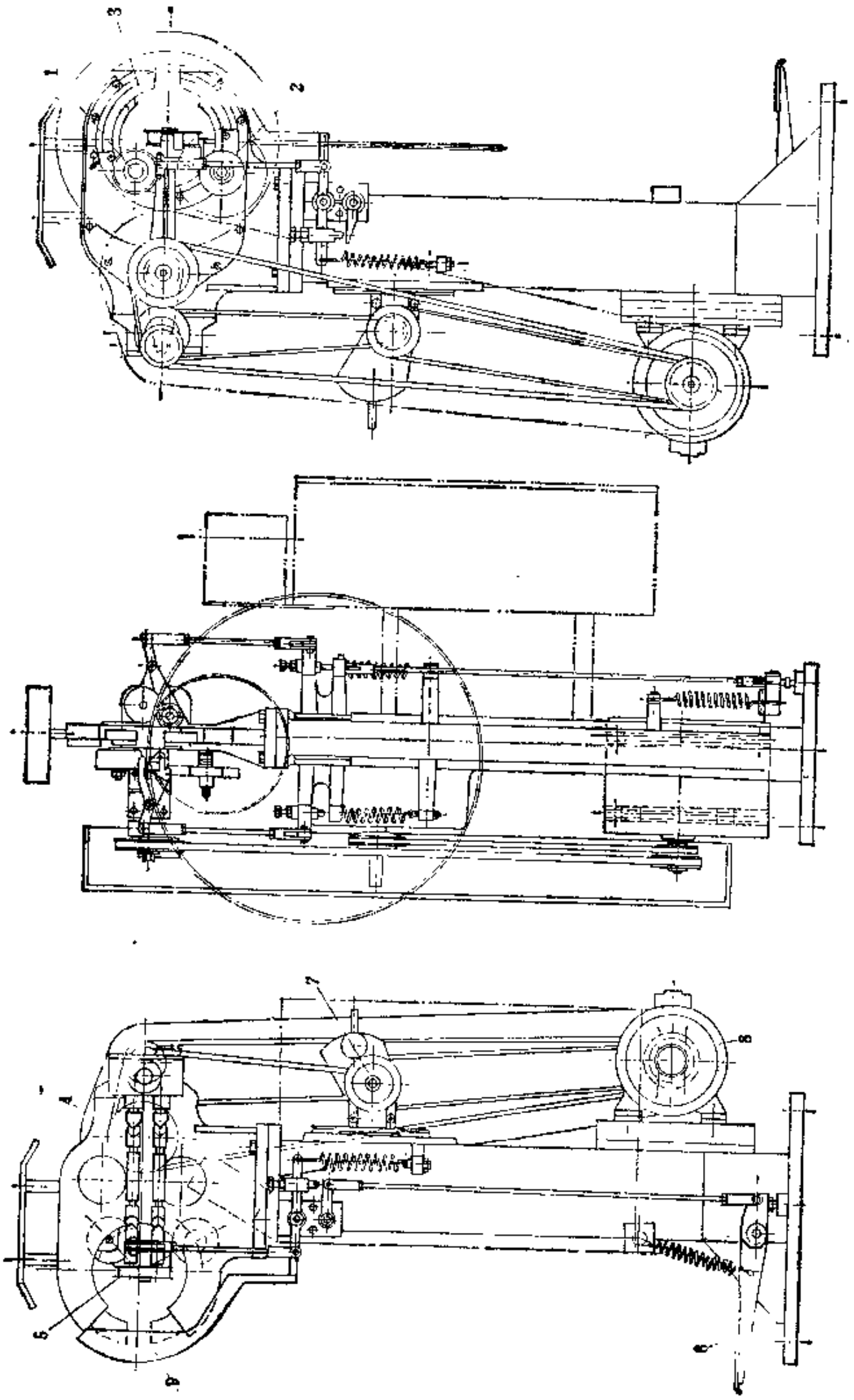


图 2-2-27 钢丝圈缠布机

1—尼龙网格布条卷；2—配重；3—回转齿轮；4—万向轴节；5—钌丝圈传动压滚；6—踏脚；7—无级变速器；8—电机；9—安全罩

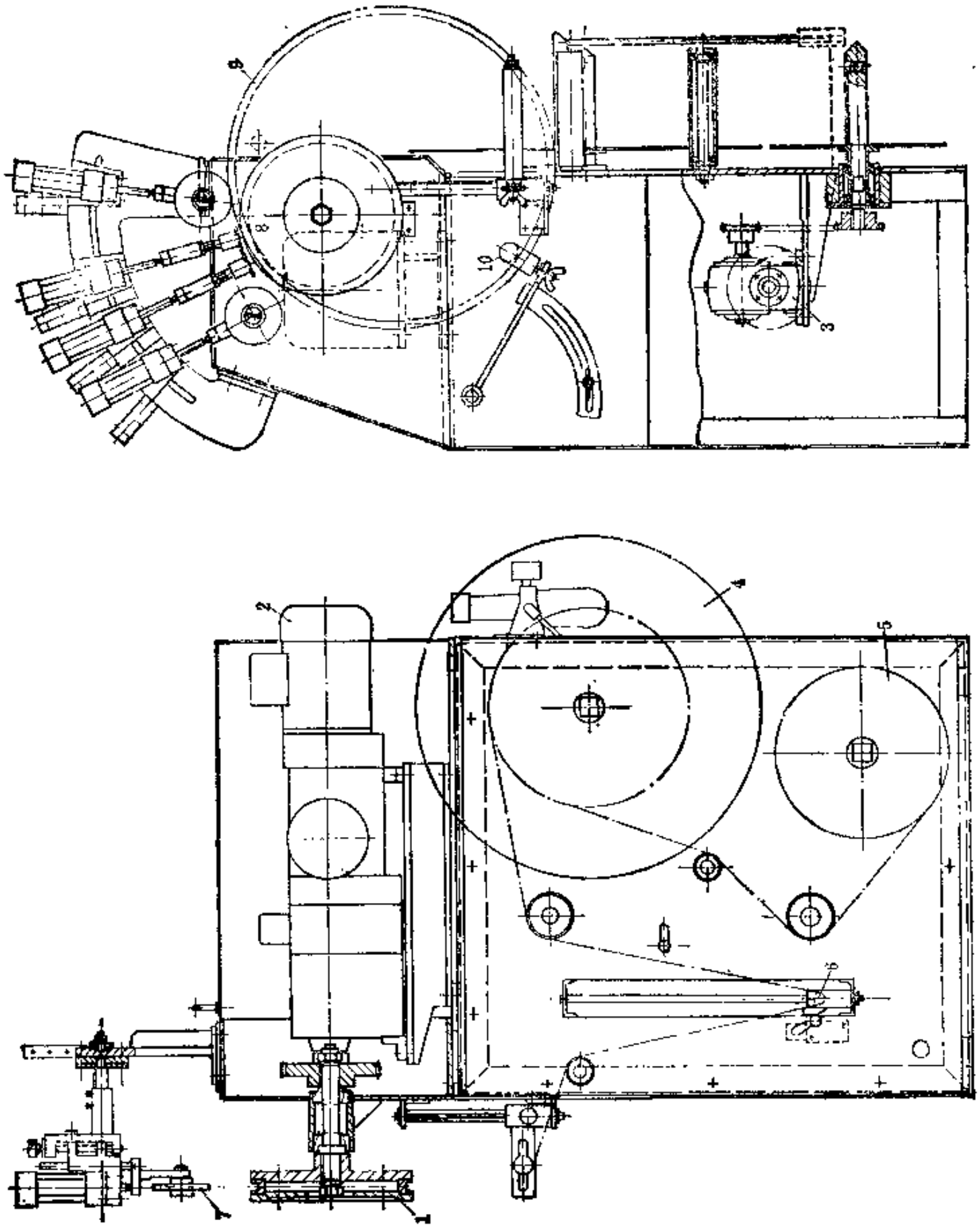


图 2-2-28 钢丝圈内包布机

1—钢丝圈驱动盘；2—传动装置；3—包布导开传动装置；4—包布及垫布卷；5—垫布卷；6—跳动辊；7—压辊；8—包边辊；9—钢丝圈；10—挡辊

辊10把钢丝圈扶正。驱动盘的沟槽宽狭可以按钢丝圈的尺寸要求更换芯环进行调整。更换不同断面形状的芯环可适用于方断面或六角形断面的钢丝圈包布需要。包布从包布及垫布卷4导出，垫布卷5由传动装置3驱动将垫布卷在芯轴上。包布经跳动辊6后导出。跳动辊旁上、下装有限位开关，用于控制包布导开传动装置3的开停。

导出的包布头由人工送到钢丝圈9与驱动盘1之间，将布头由人工包好，开动压辊7及包边辊8的驱动气缸气阀，使压辊7及包边辊8进入包布位置，然后，由脚踏开关（图上未示）开动传动装置2，使驱动盘1转动，随着驱动盘的转动，将包布包在钢丝圈上，包好一周之后，剪断包布，取下钢丝圈，便完成了一个钢丝圈的包圈作业。

三、主要性能参数

钢丝圈内包布机的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈的规格范围	18～24in	（4）驱动轮的电机功率	0.55kW
（2）驱动轮的线速度	约6～54m/min	（5）包布导开装置的电机功率	0.37kW
（3）包布的宽度范围	45～80mm		

第六节　钢丝圈上三角胶机

包好内包布或缠好浸过胶浆的尼龙网格布（或帘布）的钢丝圈，用钢丝圈上三角胶机把钢丝圈与三角胶组合在一起。钢丝圈上三角胶机有两种。一种是回转工作台式的，钢丝圈用卡盘定位，卡盘直径可以改变，以适合于不同规格的钢丝圈的需要。另一种是鼓式的，其成型鼓的直径是固定的，变换钢丝圈规格时，成型鼓需作相应的更换。现分别介绍如下。

一、回转工作台式钢丝圈上三角胶机

（一）结构简介

图2-2-29(见书后插页)所示的回转工作台式钢丝圈上三角胶芯机，由钢丝圈卡盘1、压辊2、回转工作台3及传动装置等组成。方形或六角形钢丝圈放置在回转工作台3上，用钢丝圈卡盘1卡紧并定中心，通过φ80的气缸带动连杆，可使卡盘直径变化。回转工作台3由电机减速后驱动回转。卡盘1及回转工作台3的驱动装置都装在机座8内。压辊2的轴向位置可由手轮7调节，以适应不同直径及规格的钢丝圈需要。并装有锁紧装置，防止压辊位置的松动。压辊2可在气缸6的驱动下抬起。

定长切断后的三角胶放在放置台4上，放置台的挡边与钢丝圈成切线方向布置，三角胶从钢丝圈的切线方向喂入。

有的钢丝圈上三角胶芯机除了具有压辊2之外，还有一个用小气缸加压的薄型小齿滚，对着与钢丝圈结合的三角胶根部进行滚压，使三角胶与钢丝圈粘得更牢。为了防止压辊2压手，还装有安全挡板，一旦手指触及挡板，机器立即停车。

（二）主要性能参数

钢丝圈上三角胶芯机的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈规格范围	18～24in	（4）回转台电机功率	1.1/0.55kW
（2）适用的钢丝圈断面	方形，六角形	（5）卡盘驱动气缸	φ800×S100mm
（3）回转台转速	47/27r/min	（6）压缩空气压力	0.66MPa

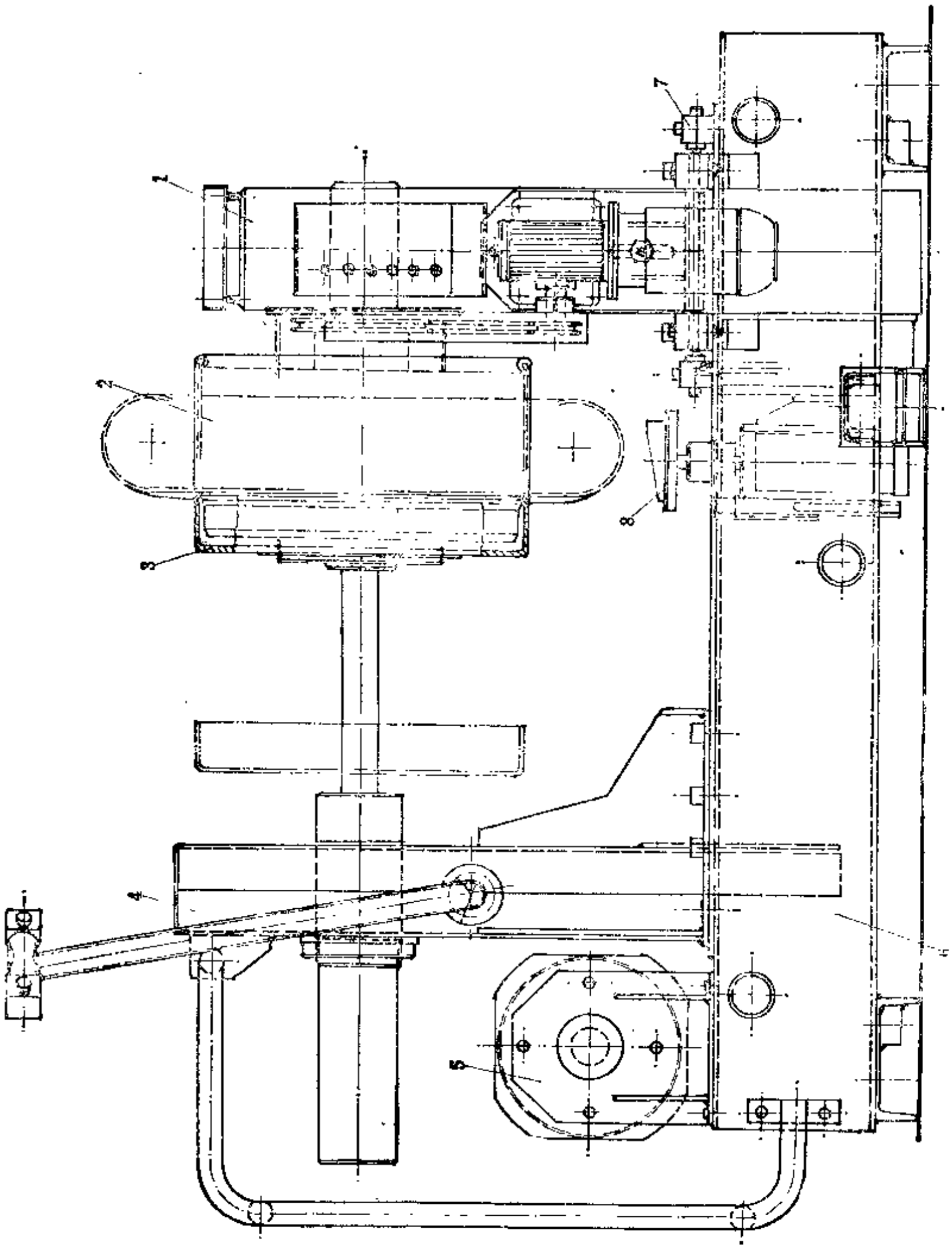


图 2-2-30　鼓式钢丝圈卷三角胶机

1—机箱；2—成型鼓；3—钢丝圈夹持环；4—尾架；5—贮气筒；6—底座；7—机箱调整装置；8—法兰加压装置

二、鼓式钢丝圈上三角胶机

鼓式钢丝圈上三角胶机是一种专门用于六角形钢丝圈上三角胶的机器，它与回转工作台式上三角胶机在工艺上不同的是三角胶条以水平方式在一个成型鼓上贴合、接头，然后，用胶囊把三角胶翻转90°，使其附合轮胎成型的要求。

（一）结构简介

图2-2-30所示的鼓式钢丝圈上三角胶机由机箱1、成型鼓2、钢丝圈夹持环3、尾架4、机箱位置调整装置7、贮气筒 5 等组成。

三角胶条在贴合之前，其长度必须按规定的尺寸公差切断，六角形钢丝圈应进行半硫化。

成型鼓 2 安装在机箱 1 上，由减速电机经链条驱动回转，成型鼓的转速为12.3r/min，驱动电机的功率为0.36kW。成型鼓的结构如图2-2-31所示，由鼓 筒1、胶囊2、定位环 4 等组成。夹持环 5 由安装在尾架 4 （见图2-2-30）上的气缸驱动，可沿成型鼓的轴心作轴向移动，气缸的行程为360mm，以便于装卸钢丝圈。

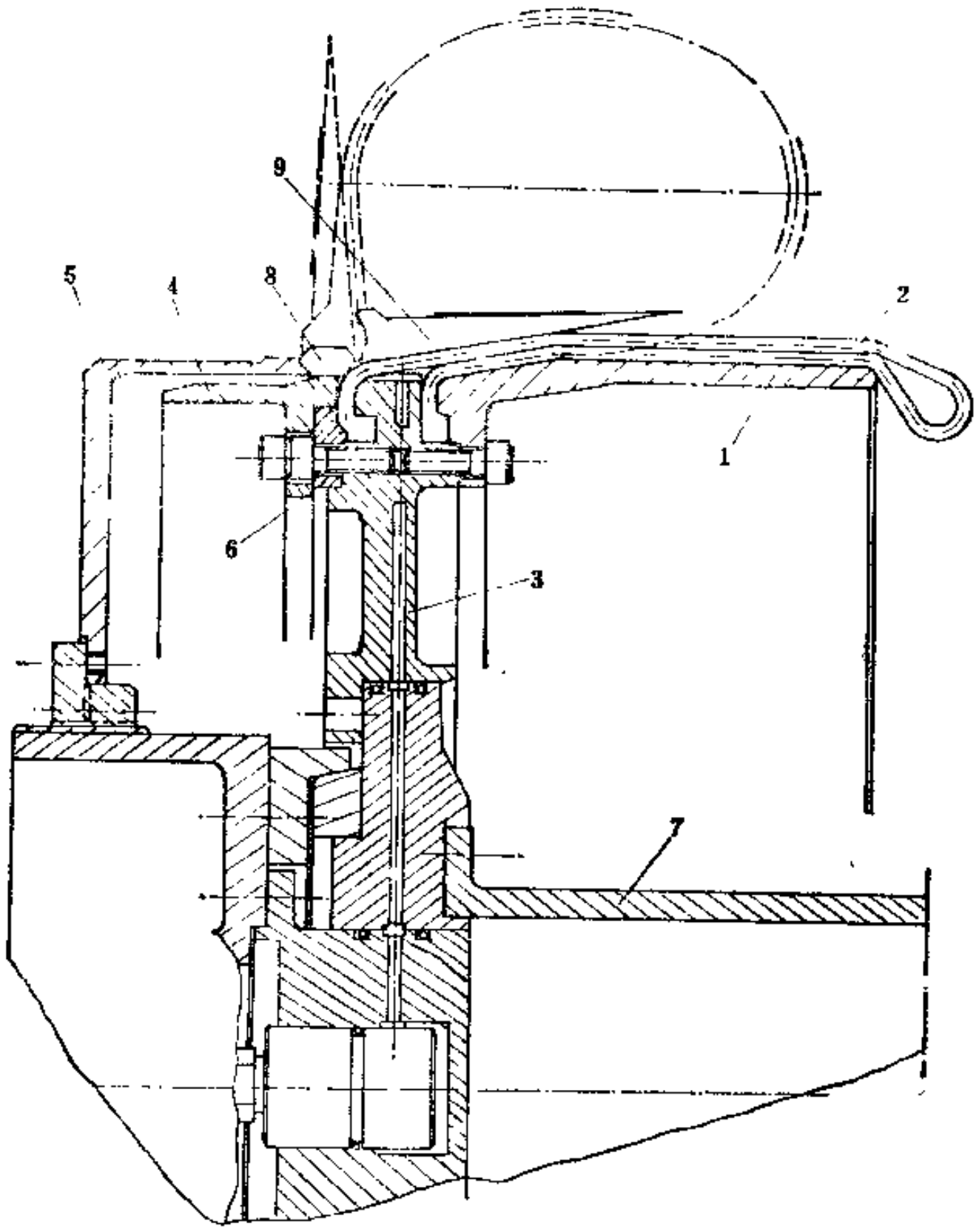


图 2-2-31　成型鼓

1—鼓筒；2—胶囊；3—中间圆盘；4—定位环；5—夹持环；6—胶囊夹紧环；7—主轴；8—六角形钢丝圈；9—三角胶

工作时，六角形钢丝圈放置在定位环 4 上，然后，由气缸驱动的夹持环 5 将六角形钢丝圈 8 在成型鼓上定位夹紧，接着将三角胶 9 等橡胶部件在成型鼓的胶囊 2 上贴合，将其接头用手工滚压接牢。用脚踏开关使成型鼓转动，经检查三角胶贴合位置之后，按动“回转”按钮，在接近开关的控制下，使成型鼓上三角胶的接头位置自动地回转进入到接头加压装置 8（见图2-2-30）的对应位置，加压装置的压块 1（见图2-2-32）在气缸作用下升起，把三角胶接头压实，以保证在三角胶翻转时接头不会脱开。接头加压装置是由程序按钮控制。当钢丝圈直径改变规格时，成型鼓要相应的更换，接头加压装置的气缸 4 高度位置需要用丝杠 5 进行调节。

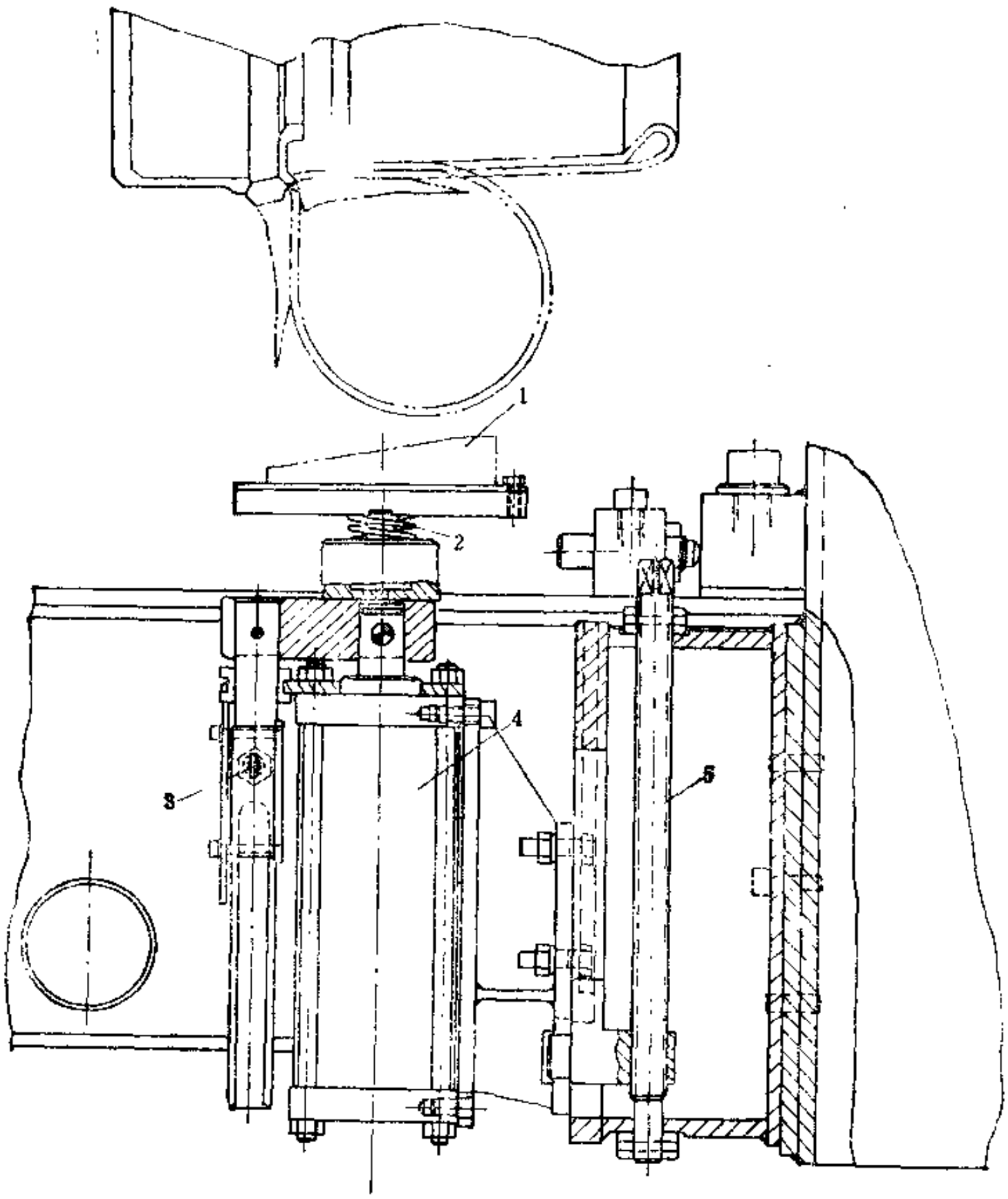


图 2-2-32　接头加压装置

1—压块；2—缓冲弹簧；3—限位开关；4—气缸；5—调节丝杠

接头完成后，向胶囊 2 （见图2-2-31）充以压缩空气，使胶囊膨胀，三角胶在胶囊的翻转之下，由水平状态翻转90°成直立状态。然后，由人工对三角胶与钢丝圈结合处用压辊滚压，使其紧密地结合在一起。胶囊充气的最高压力为0.3MPa，从尾架上夹持环的轴孔内输入，见图2-2-31。成型完毕，胶囊 2 排气，夹持环 5 在气缸的驱动下退出工作位置，由人工从定位环 4 上取下已经上好三角胶的钢丝圈。

为了防止成型鼓上的胶囊充气压力过大，造成胶囊爆破，在成型鼓的气路上设一个过压快速排气阀，一旦发生超压，气囊便迅速地泄压，其设定压力为0.2MPa。胶囊内含有一层纤维帘布骨架。

在机器的左面有一个贮气罐，见图2-2-33。转动手轮 1 可以改变活塞 2 的轴向位置及贮气罐的容积，从而提高或降低贮气罐内压缩空气的压力，起到调节气囊充气压力、迅速使胶囊膨胀的作用，在调节手轮的丝杠上开有排气沟槽，使活塞左腔与大气接通。贮气罐的充气用一时间继电器控制电磁阀，通常仅需1～2 s 即可完成充气。

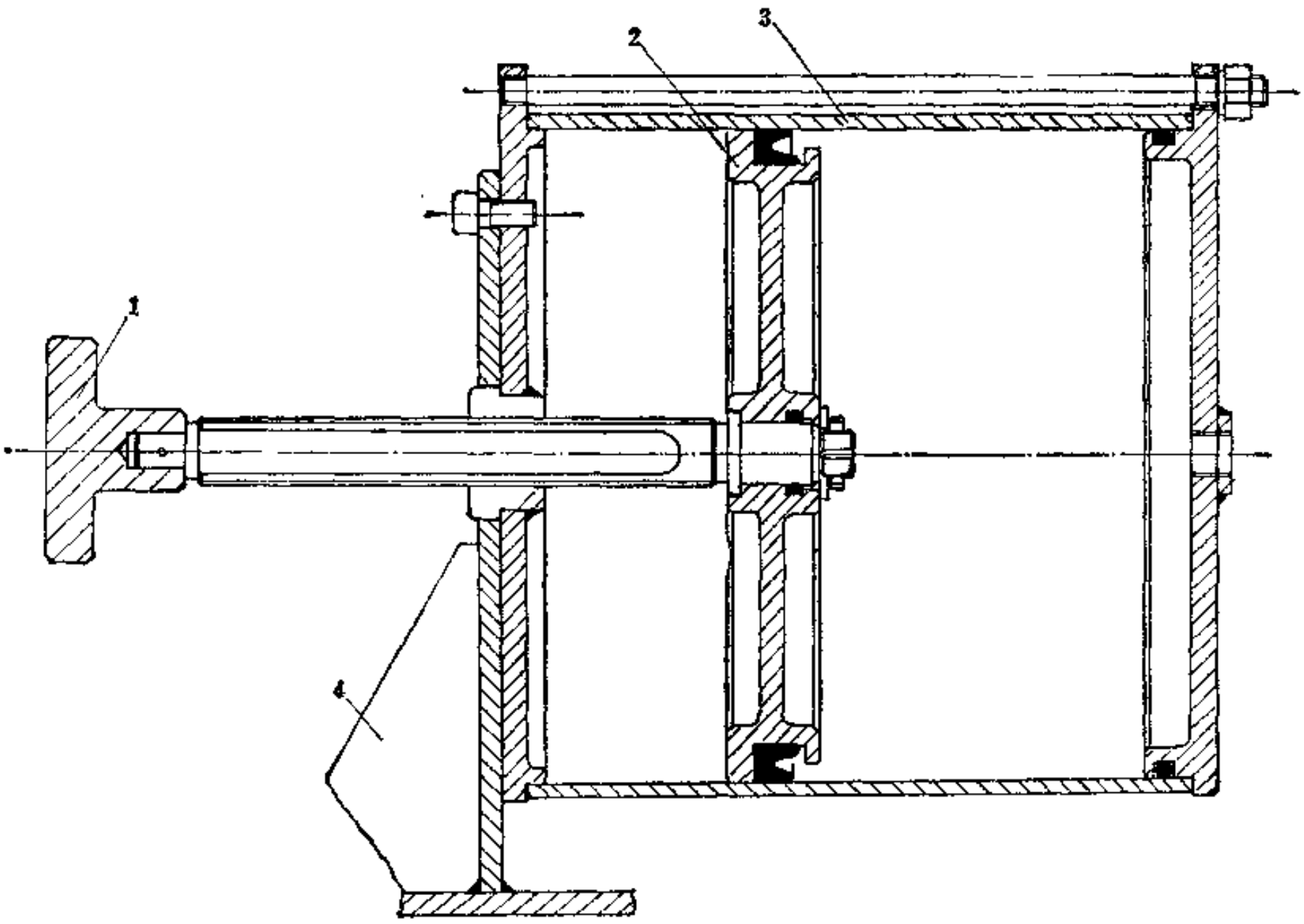


图 2-2-33　贮气罐

1—调节手轮；2—活塞；3—罐体；4—支架

（二）主要性能参数

鼓式钢丝圈上三角胶机的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈规格范围　15～24in

（2）三角胶最大宽度　115mm

（3）成型鼓中心高度　900mm

（4）成型鼓转速　12.3r/min

（5）成型鼓驱动电机功率	0.36kW	（7）接头加压气缸	ϕ80×S160mm
（6）夹持环驱动气缸	ϕ120×S360mm	（8）压缩空气压力	0.7MPa

第七节　钢丝包布成型机

一、用　　途

有些子午胎，特别是纤维子午胎的胎圈加强部分的结构比较复杂，除了钢丝圈、三角胶以外，还有胶条、钢丝包布加强层以及子口包布。为了进一步提高胎圈部位的刚性，又将钢丝包布的加强层折叠成双层，与胶条、子口包布等在钢丝包布成型机上组合在一起，成为一个组件，然后，拿到轮胎成型机上使用，以提高轮胎成型质量及生产效率。

二、结 构 简 介

钢丝包布成型机由两部分组成，一部分为贴合工作台，另一部分为成型机。各橡胶部件在贴合工作台上按结构尺寸的需要定长贴合，然后，在成型机的胶囊鼓上接头，贴成环状，再在其上放置钢丝圈，接着，胶囊鼓内的扇形块膨胀，将钢丝圈锁紧定位。在安全罩进入工作位置后，胶囊充气膨胀，把钢丝帘布、子口包布、胶条等一起翻转折拢过来，紧紧地包在钢丝圈及三角胶上。待用气压挤压若干秒钟后（约30 s），胶囊放气，并抽真空以加速排气进程，排气结束，胶囊复位，安全罩退出，由人工取下成型好的部件。

图2-2-34所示为贴合工作台，它由工作台1、钢丝包布导开装置2、子口包布导开装置3、定长刻度装置4等组成。工作台上设有挡板5作为贴合的基准，磁铁6用于钢丝包布的定位，防止在贴合过程中钢丝包布的移动。钢丝包布导开装置2上有垫布卷取轴，钢丝包布的垫布由垫布卷取轴卷取。钢丝包布导开装置的上面还设有一个塑料薄膜导开架7，导出的塑料薄膜衬在子口包布上（系工艺上的需要）。子口包布的导开装置3在贴合工作台1的右边，其结构与钢丝包布导开装置类似。定长刻度尺用于各橡胶部件的定长，可按需要调节其位置。

图2-2-35所示为钢丝包布成型机，它由机箱1、胶囊鼓2、安全罩3、钢丝圈定位装置4等组成。机箱1内装有主轴的回转驱动装置，胶囊鼓2的主轴由电机经V带减速后驱动。钢丝圈定位装置的移动气缸也装在机箱内。主轴的尾部装有回转接头，通过主轴的中心孔可向胶囊鼓内通入胶囊膨胀用的以及钢丝圈锁紧，定位用的压缩空气。

胶囊鼓2是一只外面套有胶囊的金属鼓，鼓的中央有扇形块，每个扇形块上具有推杆，推杆的端部装有滚轮，与主轴上环形气缸的锥体相接触，当环形气缸进压缩空气作轴向移动时，锥体推动推杆上的滚轮，使胶囊鼓下面的扇形块向外扩张，将钢丝圈锁紧、定位。环形气缸排出压缩空气时，扇形块在弹簧作用下复位收缩。胶囊的两端固紧在法兰上。当压缩空气向胶囊与金属鼓之间通入时，胶囊膨胀，把放置在钢丝圈下面的各橡胶部件向钢丝圈及三角胶翻转、折拢及挤压。

为了保证胶囊充气时的安全，胶囊充气前，须将安全罩3移到胶囊鼓的外面。安全罩3装在滑轨上，在气缸驱动下，安全罩可作轴向移动，安全罩上装有锁紧装置10，在气缸驱动下，当安全罩到达工作位置时，可以把安全罩锁紧在主轴端部的环槽内，确保胶囊充气时的安全。

钢丝圈定位装置4由六组气缸驱动的杠杆组成，杠杆的端部装有磁铁，在小气缸驱动

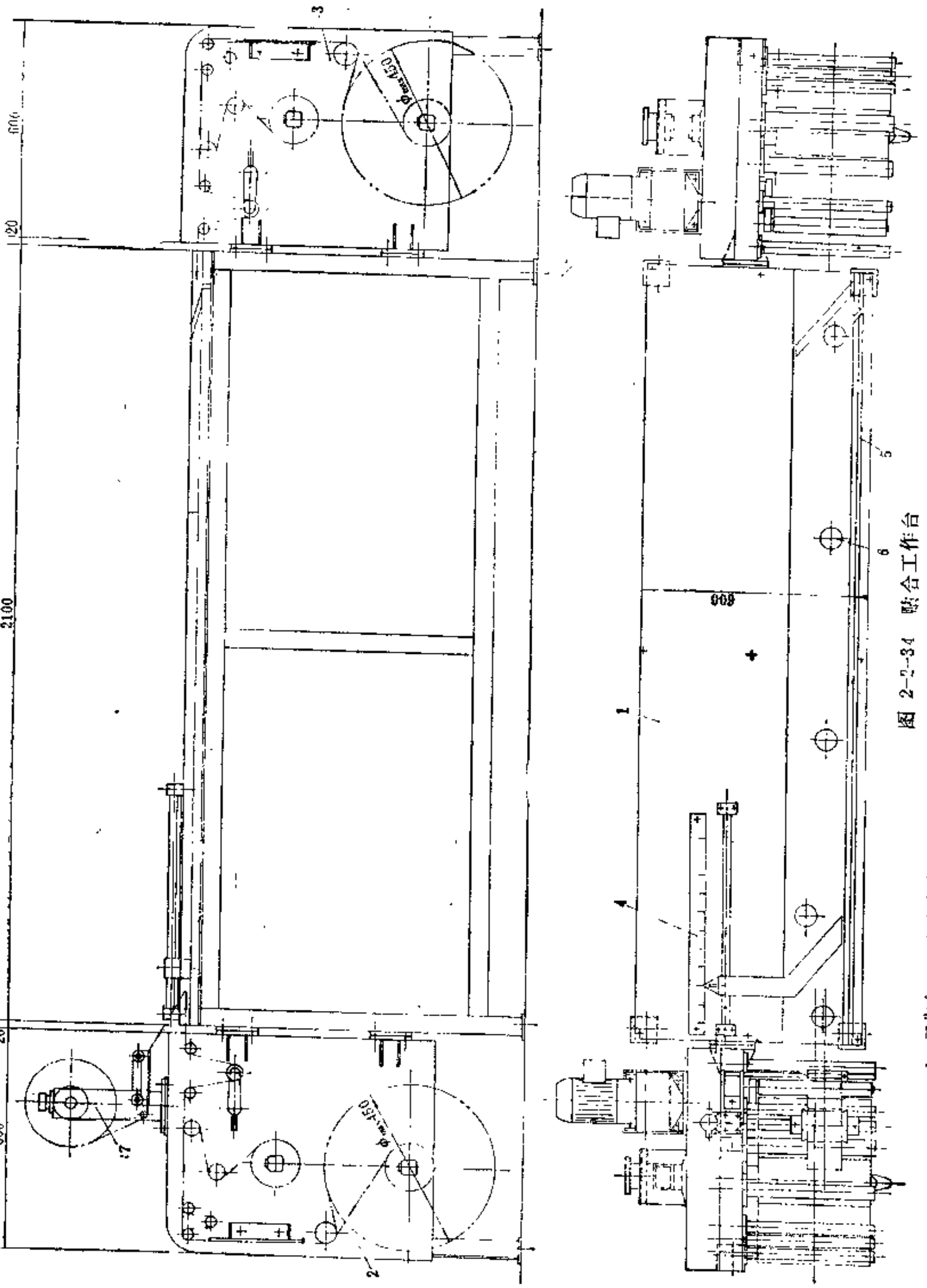

2100
600
120
20
600
1
2
3
4
5
6
600
1—工作台；2—斜丝包布导开装置；3—手口包布导开装置；4—定长测速尺；5—档板；6—磁铁；7—型料滑板
号片架

图 2-2-34 贴合工作台

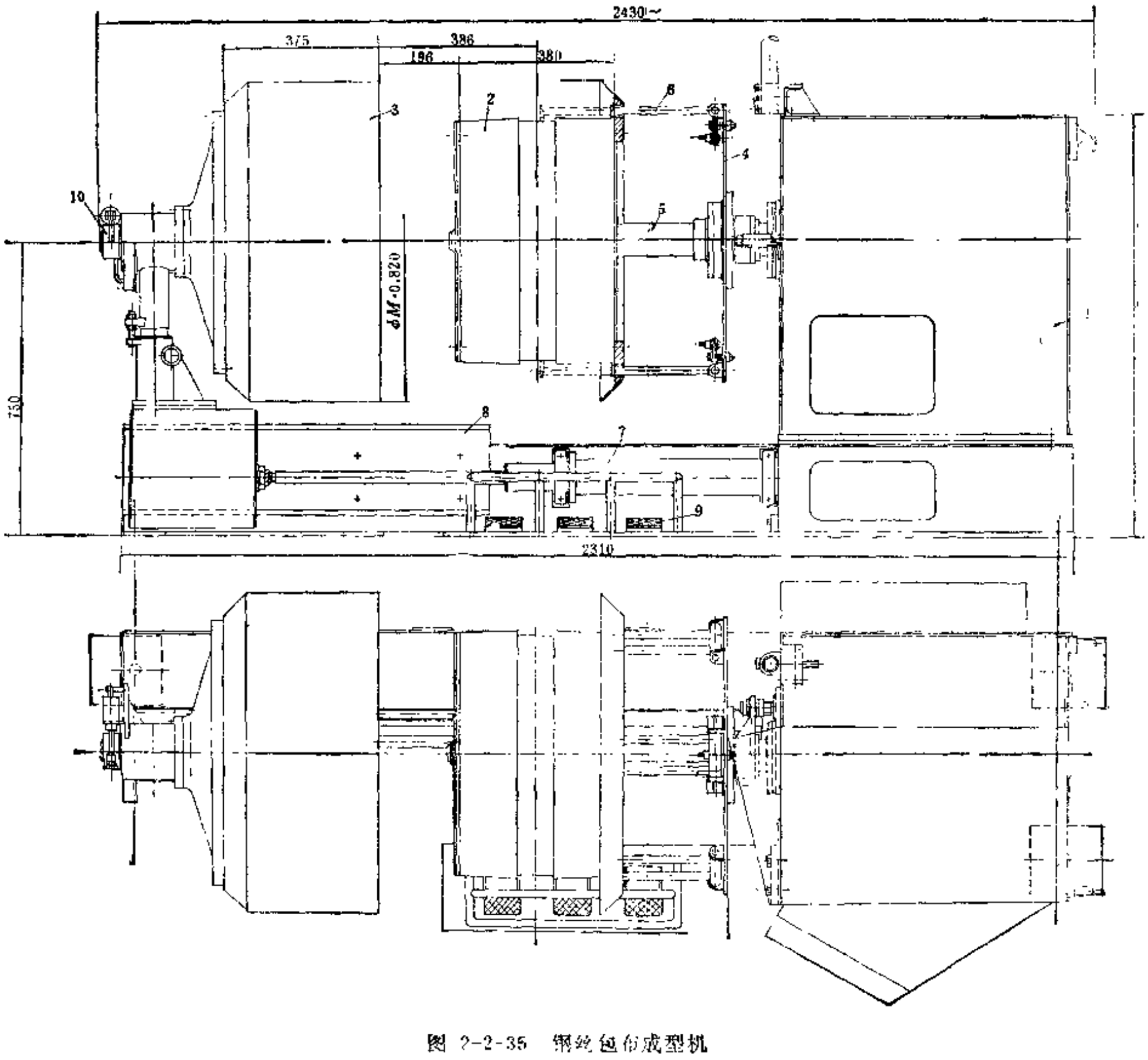


图 2-2-35　钢丝包布成型机

1—机箱；2—胶囊鼓；3—安全罩；4—钢丝圈定位装置；5—主轴；6—加圈装置杠杆；7—安全罩驱动气缸；8—滑轨；9—脚踏开关；10—安全罩锁紧装置

下，杠杆可对胶囊鼓作径向摆动，放置钢丝圈时，杠杆向胶囊鼓鼓面收拢，放置在胶囊鼓上的钢丝圈被杠杆端部的磁铁吸住。在机箱内的气缸驱动下，定位装置 4 把钢丝圈送到胶囊鼓中间定位，当胶囊鼓内的扇形块将钢丝圈锁紧后，小气缸排气，钢丝圈定位杠杆在弹簧作用下张开，然后，在机箱内的气缸驱动下，退回到停歇位置。

胶囊鼓充气时，充气压力约0.2MPa，排气时抽真空，真空度约53kPa。

为了钢丝包布及子口包布、胶条等在胶囊鼓上定位的方便，胶囊鼓上做有一个凹槽，胶囊鼓的上方还装有光线指示灯。

三、主要性能参数

钢丝包布成型机的主要性能参数如下：

（1）钢丝圈的直径	16～22.5in	（6）贴合工作台导开装置电机	0.37kW
（2）钢丝帘布的宽度	90～110mm	（7）压缩空气压力	0.7MPa
（3）胶囊内压	最大0.25MPa	（8）真空系统真空度	53kPa
（4）主轴转速	最大35r/min	（9）成型机外形尺寸	1156×2500×2300mm
（5）成型鼓驱动电机	0.55kW	（10）贴合工作台外形尺寸	890×3340×890mm

第三章　轮胎定型及硫化准备设备

第一节　轮胎空气定型机

一、用　　途

用于筒状外胎胎坯的定型，使胎坯成为类似成品外胎的轮廓，并在定型过程中将水胎装入外胎内腔。采用定型硫化机或者胶囊定型装置就不必采用轮胎空气定型机。

二、结　　构

轮胎空气定型机在国内已成系列，用于定型采用车胎、载重车胎以及中小型工程轮胎。其基本结构主要由底座、机架、气缸及空气管路等组成。现以LDK-540空气定型机为例，将各部分结构分述如下（参见图2-3-1）。

底座1呈圆筒形，用铸铁HT150制成，它与机架5相邻的一侧为平面，以便用螺栓和平键与机架5固接。在底座1的上部固定有下定型盘2，下定型盘2的中部为一矩形凹孔，以便水胎筒14下降时容纳水胎挂钩16，凹孔的下部设有进气孔，可输入低压压缩空气使外胎胎坯均匀膨胀定型。定型时外胎胎坯放置在下定型盘2和定型圈3上。为使水胎在定型过程中往外胎内腔伸展，下定型盘2、定型圈3以及上定型盘4等部件同外胎相接触的表面，需制成向外倾斜4～5°的锥面。定型盘所用的材料为ZG35，定型圈一般采用ZG25。

机架5是用钢板焊接制成的框形颚式支柱，在机架5上部的垂直平面上，装有主气缸9、两个返回气缸10、拉水胎气缸11以及水胎筒14等部件，下部则与底座1相连。

主气缸9与两侧返回气缸10用HT200制成一体，构成一个三联气缸。主气缸9为单作用气缸，它的活塞和双作用的拉水胎气缸11的缸体结合在一起，并通过滑套12与水胎筒14组装成一体。水胎筒14材料为HT200，其大小可根据外胎、水胎的规格不同更换。水胎筒14的下端装有上定型盘4，上定型盘4和水胎筒下端法兰之间可以加装垫片，以适应不同规格外胎的定型需要。在活塞杆8的下端，装有推盘15和水胎挂钩16。工作时，水胎挂在挂钩上，由气缸11的活塞将水胎拉入水胎筒14中，然后，主气缸9和返回气缸10同时进气，使上定型盘4压向放置在下定型盘3上的胎坯，并将水胎从水胎筒中推入胎坯内腔。在拉水胎气缸11的尾部装有压缩空气导管，通过中空的活塞杆8及水胎挂钩16上的导气孔向水胎充气。在水胎筒14内壁的对称位置，装有两根导轨，推盘15的外周开有两个相应的凹槽与导轨相配合，防止水胎挂钩16上下移动时转动。水胎筒中部凸台，通过大法兰13用螺栓与两侧返回气缸10的活塞杆相连，水胎筒14和上定型盘4等部件依靠两侧返回气缸10向上提升到原位，以减少压缩空气的消耗。对于LDK-350、LDK-450空气定型机，主气缸设计成双作用结构，从而取消了两侧的返回气缸。为了防止水胎筒在运动过程中的偏转，在主气缸两侧安装两根导向杆。

对于LDK-540及LDK-640空气定型机，配备有提升外胎装置7和提升水胎装置6。提升外胎装置的支柱上部装有单作用气缸，进气时，活塞杆牵引提升架上升，把放在带有辊子的提升架上的外胎胎坯提升到工作台面的高度。关闭阀门后，升降架靠自重自行下降。提升水

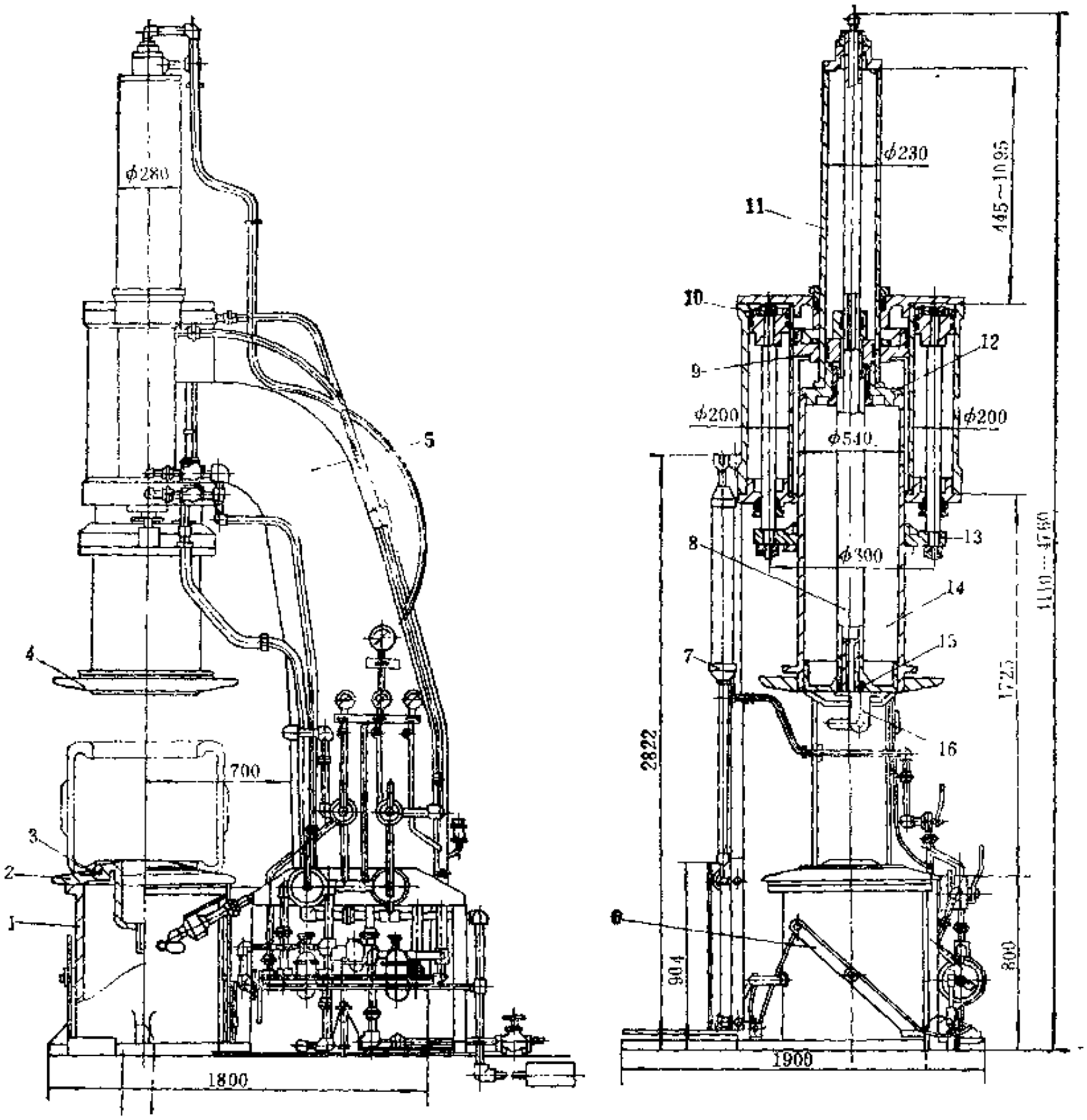


图 2-3-1 LDK-540轮胎空气定型机

1—底座；2—下定型盘；3—定型圈；4—上定型盘；5—机架；6—提升水胎装置；7—提升外胎装置；8—活塞杆；9—主气缸；10—返回气缸；11—拉水胎气缸；12—滑套；13—大法兰；14—水胎筒；15—滑盘；16—水胎挂钩

胎装置为一杠杆式升胎器。中部的支点装在底座 1 上，顶端用胶绳与外胎升降架相连。当升降架上升将胶绳拉紧时，放在杠杆下端托板上的水胎即被提升到工作台面的高度。

由于LDK-820空气定型机所定型的外胎规格较大，需将底座 1 安装在地坑中，使下定型盘 2 的高度与地平面一致，以便于操作。并以电动吊车代替升胎装置，将外胎胎坯和水胎运往下定型盘上。

三、主要性能参数及基本参数的确定

（一）轮胎空气定型机的主要性能参数

轮胎空气定型机的主要性能参数列于表2-3-1。

表 2-3-1 轮胎空气定型机的主要性能参数

参数名称 \ 机器型号 新型号	LDK-350	LDK-450	LDK-540	LDK-640	LDK-820
旧型号	00号	0 型	1 号	2 号	3 号
定型总压力，kN	58	70	150	210	350
定型胎坯胎圈直径，in	<12	9～16	15～20	20～24	24～32
主气缸直径，mm	350	450	540	640	820
行程，mm	450	550	650	800	1255
返回气缸直径，mm	—	—	200	250	280
行程，mm	—	—	650	800	1255
拉水胎气缸直径，mm	100	200	230	250	350
行程，mm	800	900	1200	1350	2100
升胎气缸直径，mm	—	—	100	156	—
行程，mm	—	—	830	830	—
水胎筒规格		Ⅰ型，Ⅱ型，Ⅲ型	20in	24in	32in
内径，mm		330，250，230	470	570	740
长度，mm		1032	1400	1550	上筒长1352+下筒长993+2345
上、下定型盘					
外径，mm	580	700	900	1000	1750
最大间距，mm	550	650	835	1020	1575
最小间距，mm	50	100	185	220	320
工作台面高度，mm		800	800	800	—
压缩空气压力，MPa					
总管路	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6
主气缸和返回气缸	0.5～0.6	0.5～0.6	0.3～0.6	0.3～0.6	0.3～0.6
拉水胎气缸	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6	0.5～0.6
升胎装置气缸	—	—	5～6	5～6	—
水胎充气	0.1～0.2	0.1～0.2	0.1～0.3	0.15～0.35	0.15～0.35
外胎充气	0.07～0.15	0.07～0.15	0.07～0.2	0.1～0.3	0.1～0.3
外形尺寸，mm	1350×850×3030	1400×920×3750	2150×1900×4760	2150×2110×5200	3260×2800×7343
重量，kg			5050	4980	
制造厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	汕头市化工橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	益阳橡胶机械厂

注：1in=0.0254m。

（二）基本参数的确定

轮胎空气定型机的基本参数是定型总压力，而定型总压力P主要根据定型外胎的规格和充入外胎内腔的压缩空气压力而定。此外，尚需克服主气缸与返回气缸的活塞环对气缸壁的摩擦力，主气缸上盖与拉水胎气缸之间密封填料的摩擦力以及返回气缸活塞杆密封填料的摩

擦力ΣF。主气缸与返回气缸中可动部件，包括活塞、活塞杆、拉水胎气缸以及装有定型盘的水胎筒等的重量ΣW，协同主气缸和返回气缸的作用力对外胎施加压力。上述各作用力可用力的平衡方程式表示：

$$P + \Sigma W = (P_0 + \Sigma F)k \tag{2-3-1}$$

或

$$P = (P_0 + \Sigma F)k - \Sigma W$$

式中 P——定型总压力，即主气缸和返回气缸活塞压力的和，N；

P_0——在工作范围内，定型最大规格的外胎时所产生的反压力，N；

k——为使定型压力适当大于外胎反压力和摩擦阻力的系数，一般取1.1～1.15。

定型总压力P(N)按下式求得：

$$P = p_1 \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_3^2) + 2p_1 \frac{\pi}{4} D_3^2 \tag{2-3-2}$$

式中 p_1——充入气缸的压缩空气压力，MPa；

D_1——主气缸内径，mm；

D_2——返回气缸内径，mm；

D_3——拉水胎气缸外径，mm。

反压力P_0(N)按下式计算：

$$P_0 = p_2 \frac{\pi}{4} D^2 \tag{2-3-3}$$

式中 p_2——充入外胎胎坯内腔的压缩空气压力，MPa；

D——定型的外胎胎体内径，一般按成品外胎外径的0.9取值，mm。

摩擦力总和ΣF(N)按下式计算：

$$\Sigma F = F_1 + 2F_2 + F_3 + 2F_4 \tag{2-3-4}$$

式中 F_1——主气缸活塞环对气缸壁的摩擦力，N；

F_2——返回气缸活塞环对气缸壁的摩擦力，N；

F_3——拉水胎气缸与三联气缸上盖之间密封填料的摩擦力，N；

F_4——返回气缸活塞杆与密封填料的摩擦力，N。

F_1与F_2可按下式求得：

$$F_1(\text{或}F_2) = f \cdot p_3 \cdot n \cdot \pi D_0 \cdot h \tag{2-3-5}$$

式中 f——活塞环与气缸之间的摩擦系数，一般为0.07～0.15；

p_3——活塞环单位面积所承受的径向压力，一般取0.04～0.08N/mm²；

n——活塞环环数，一般为3～6个；

D_0——活塞环外径（可取各有关气缸内径），mm；

h——活塞环高度，mm。

F_3与F_4可按下式计算：

$$F_3(\text{或}F_4) = f_1 \cdot p_4 \cdot \pi D_4 \cdot h_1 \tag{2-3-6}$$

式中 f_1——密封填料对活塞杆的摩擦系数，当采用浸渍润滑油脂的线绳作填料时，取0.1～0.2；

p_4——密封填料压紧时，对活塞杆的单位压力，$\leqslant 0.015p_1$，N/mm²；

D_4——活塞杆直径，mm；

h_1——密封填料的高度。

当定型总压力确定后，应计算各可动部件的总重量及摩擦力，然后分配主气缸与返回气缸的作用力，确定其直径，以保证各可动部件能顺利地运动。

四、主要零部件结构

空气定型机的机械结构比较简单。由于空气定型机现在已经逐步淘汰，因此，只作简单的介绍。

机架是用钢板焊成，为空心结构，工作时承受定型总压力。

气缸的活塞环，一般采用低铬铜合金耐磨铸铁或低铬钼铜合金铸铁制造。其化学成分如表2-3-2所示。

表 2-3-2　活塞环合金铸铁化学成分(%)

活塞环直径，mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	W
>160	3～3.3	1.8～2.2	0.7～1.2	0.3～0.65	<0.12	0.25～0.5	0.7～1	—	≈0.4
<160	2.9～3.3	2～2.4	0.8～1.2	0.3～0.65	<0.12	0.2～0.5	0.9～1.4	0.35～0.6	

活塞环的锁口形式有平叠式、斜搭式及垂面对接式三种。前二种使用效果较好，应用也较普遍。活塞环的径向宽度 b 因其直径大小和采用的材质不同而异。在活塞环直径一定的条件下，宽度 b 增加时，它对气缸壁的单位压力也随之增大。为避免活塞环对气缸壁产生较大的摩擦阻力，压力不宜过高，一般为0.04～0.1N/mm²。活塞环径向宽度 b 与工作直径 D 的比值为：

$$b/D=0.04\sim0.029$$

每个活塞的活塞环数量一般为3～6根，因此，活塞环的高度 h 对活塞工作时的漏气影响是较小的。但由于空气定型机气缸的活塞运行速度较慢，所以活塞环的高度 h 与径向宽度 b 的比值取为：

$$h/b=0.7\sim1.2$$

活塞环工作时会因温度上升而膨胀，锁口处必须留有间隙 f_0，间隙的大小与工作直径之间比值，可按下式计算：

$$f_0/D=0.006\sim0.0075$$

直径大者取大值。

近几年来，有的单位采用充填聚四氟乙烯塑料制做空气定型机的活塞环，取得了良好的效果，延长了活塞环的使用寿命。

五、空气管路系统

轮胎空气定型机的空气管路系统如图2-3-2所示。

在其操纵板上装有三个手动盘式三通阀 4（A、B、C），一个手动盘式五通阀 5，三个减压阀 2（D、E、F，分别用来调节不同的压力）以及两个脚踏阀6、9。各个阀门的作用如表2-3-3所示。

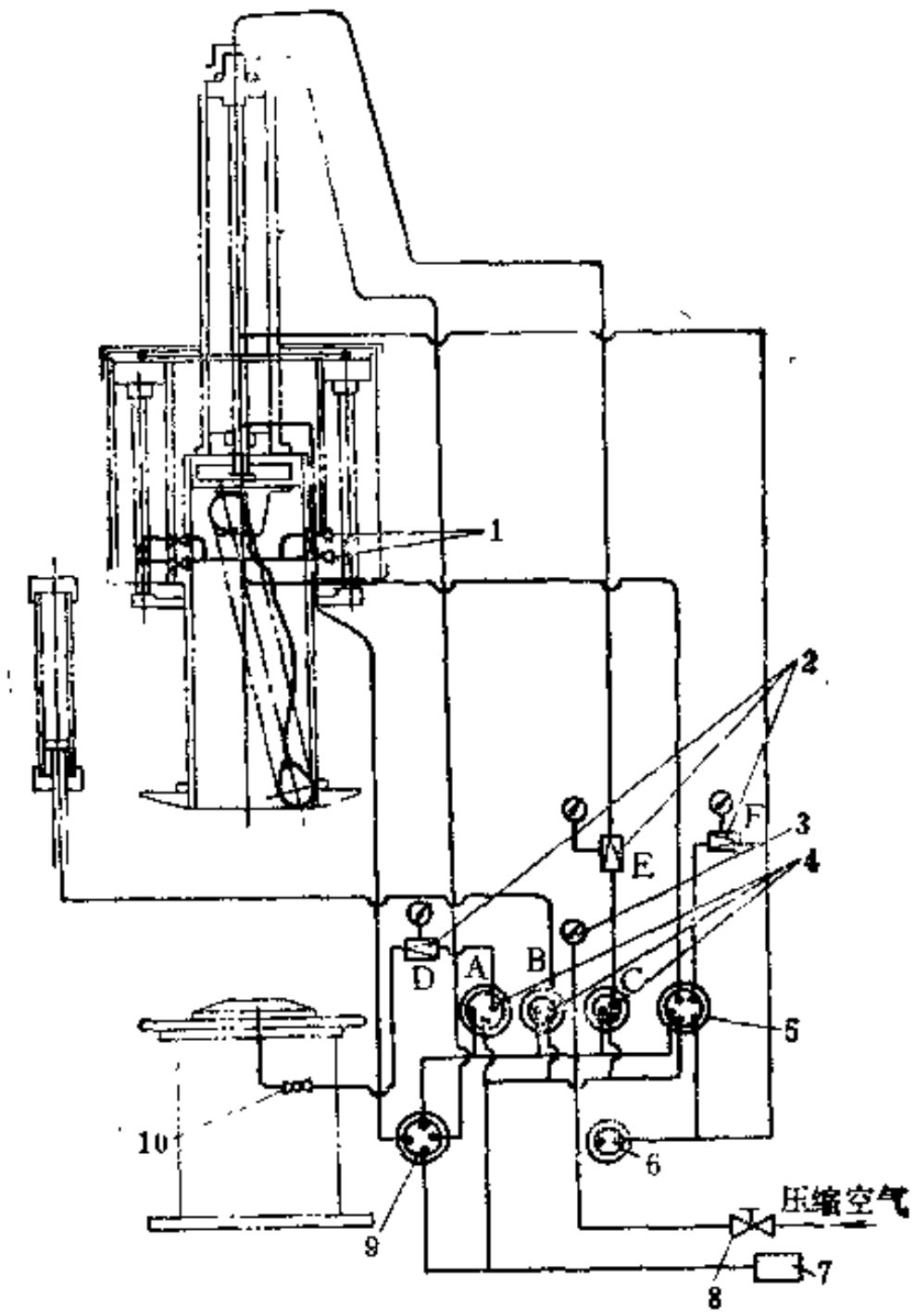


图 2-3-2　轮胎空气定型机空气管路原理图

1—升降式止回阀；2—减压阀（带压力表）；3—压力表；4—盘式三通阀；5—盘式五通阀；6—脚踏气阀；7—消声器；8—总截止阀；9—脚踏四通阀；10—内螺纹旋塞

六、安装使用及维护

（一）安装技术要求

（1）定型盘中心与主气缸中心应保持重合，其偏差应小于1.0mm。

（2）定型盘要求保持水平，其端面水平允差不大于0.2mm/m。

（3）活塞环锁口位置必须相互错开，并且不能放在气缸的进气、排气孔处。

（4）压缩空气总管路宜设专用管路，以保证压力的稳定。

（5）当拉水胎气缸处于下部位置时，不得有压缩空气渗漏到通往水胎内腔的管路中，以免拉入水胎筒内的水胎过早充气膨胀而卡在水胎筒内不能推出。

（6）脚踏气阀6应设置防护罩，以确保操作人员人身安全。

（二）维护

对各运动部件的润滑情况和气缸、活塞、阀门以及管路等的密封情况应经常检查。轮胎空气定型机的润滑规范列于表2-3-4。

表 2-3-3　空气定型机各阀门的作用

件　号	名　　称	作　　用	备　　注
9	脚踏四通阀	控制拉水胎气缸活塞杆的升降，以完成水胎的拉入或推出	
4	盘式三通阀A	用以向外胎内腔充气或排气	
	盘式三通阀B	用以操纵外胎提升装置	
	盘式三通阀C	用以向水胎内腔充气或排气	
5	盘式五通阀	操纵三联气缸升降，输入和排出压缩空气	活塞慢速行程
6	脚踏空气阀	操纵三联气缸下降，从上部输入压缩空气	活塞快速行程
2	减压阀D	用以控制输入外胎内腔的压缩空气压力	
	减压阀E	用以控制输入水胎内腔的压缩空气压力	
	减压阀F	用以控制输入三联气缸上部的压缩空气压力	活塞慢速行程
1	升降式止回阀	在返回气缸活塞向下运动时起缓冲装置作用	

表 2-3-4　轮胎空气定型机的润滑规范

序　号	润　滑　部　位	润　滑　周　期	润　滑　方　法	润　滑　剂
1	三联气缸	每班加油一次	油杯注入	24号汽缸油
2	拉水胎气缸	每班加油一次	油杯注入	24号汽缸油
3	升胎装置杠杆轴	每班加油一次	油壶注入	24号汽缸油
4	升胎装置气缸	每班加油一次	油孔加入	24号汽缸油
5	升胎装置导轨	每天一次	毛刷涂敷	2号钙基润滑脂
6	升胎装置绳轮	每季一次	涂　敷	2号钙基润滑脂

第二节　胶囊定型装置

一、用途与概述

胶囊定型装置是生产巨型工程机械轮胎的一种专用设备，它的作用类似B型定型硫化机的中心机构，利用胶囊代替水胎，可完成生胎的装胶囊、定型及取出胶囊等操作。

胶囊定型装置有如下特点：

（1）在定型过程中可使上、下钢圈对正，胎圈不易歪偏；

（2）利用胶囊定型，不需要定型机及拉水胎机。定型后，胶囊内保持定型压力，使生

胎处于充压状态；

（3）胶囊厚度比水胎薄，传热快而均匀，可以缩短硫化时间；

（4）硫化后，残存在胶囊内的硫化介质，不需要人工排出，在定型装置上取出胶囊时，即可排净；

（5）操作麻烦；

（6）上、下钢圈的锁紧装置结构比较复杂。

二、结　构

胶囊定型装置的结构示意图如图2-3-3所示。上胶囊夹持盘组13用定心盘1及U形键2固定在活塞6的活塞杆上。定心盘1为长圆形结构，其外圆有错齿结构，与上胶囊夹持盘组13的内齿圈结合。活塞6的活塞杆上端有环槽，用U型键2使活塞杆与定心盘1结合在一起。罩盖3的内齿圈与定心盘1也用错齿结构结合，在罩盖的外圆上装有O型密封圈，用以在轮胎定型时保持定型压力。当上、下胶囊夹持盘组13、12合拢，用锁紧装置5锁紧时，定型介质便被密封圈11隔离，不能再进入胶囊内，胶囊内的定型介质也不能排出，从而使定型好的轮胎能够保持一定的内压。定型完毕后，罩盖3可以取下，准备把定型好的轮胎从定型装置上卸下。在定型时，用活塞6上液压产生的拉力克服定型内压所产生的作用力。

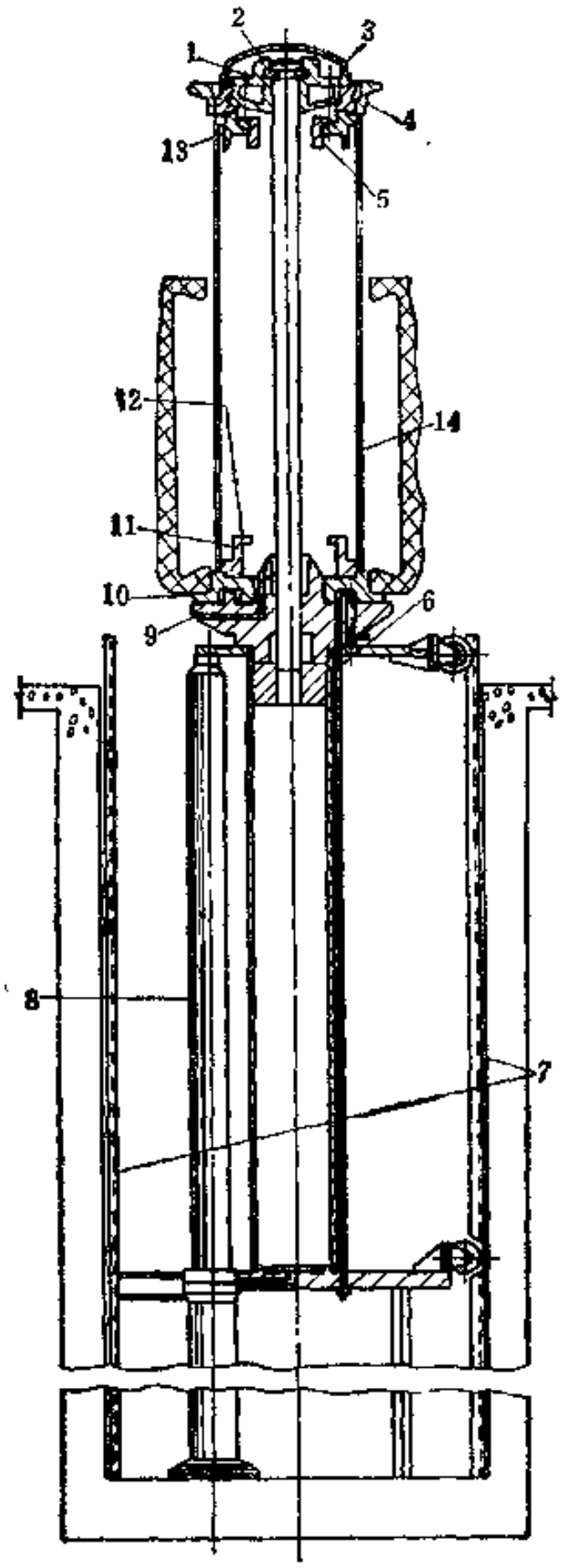


图 2-3-3　胶囊定型装置

1—定心盘；2—U形键；3—罩盖；4—上钢圈；5—锁紧装置；6—活塞；7—导轨；8—升降水缸柱塞；9—定型介质进口；10—下钢圈；11—密封圈；12—下胶囊夹持盘组；13—上胶囊夹持盘组；14—胶囊

工作开始时，胶囊14在活塞6的作用下处于伸直状态，两个升降水缸排水，把定型装置下降到地坑内，在把生胎放在操作平台上后，升降水缸进低压水(1.75MPa)，把定型装置升起，胶囊穿过生胎上升到便于安装上钢圈4及罩盖3时稍停，在上胶囊夹持盘组13上安装上钢圈及罩盖后，再上升到最高位置，准备定型。上钢圈4用一个错齿锁紧环锁住在上胶囊夹持盘组13上。为安全起见，错齿环用一个插销定位，其结构详图见图2-3-4。

定型时，上钢圈4（图2-3-3）逐步下降到大约1/3、1/2和2/3的高度，定型压力也随之逐步升高，使胎体帘线均匀地位移。定型压力最大不超过0.33MPa，定型介质采用压缩空气或者CO_2气。当上、下钢圈6、7（图2-3-4）合拢，上胶囊夹持盘组5被拉到最低位置时，密封圈8把定型介质密封在胶囊内，使生胎保持

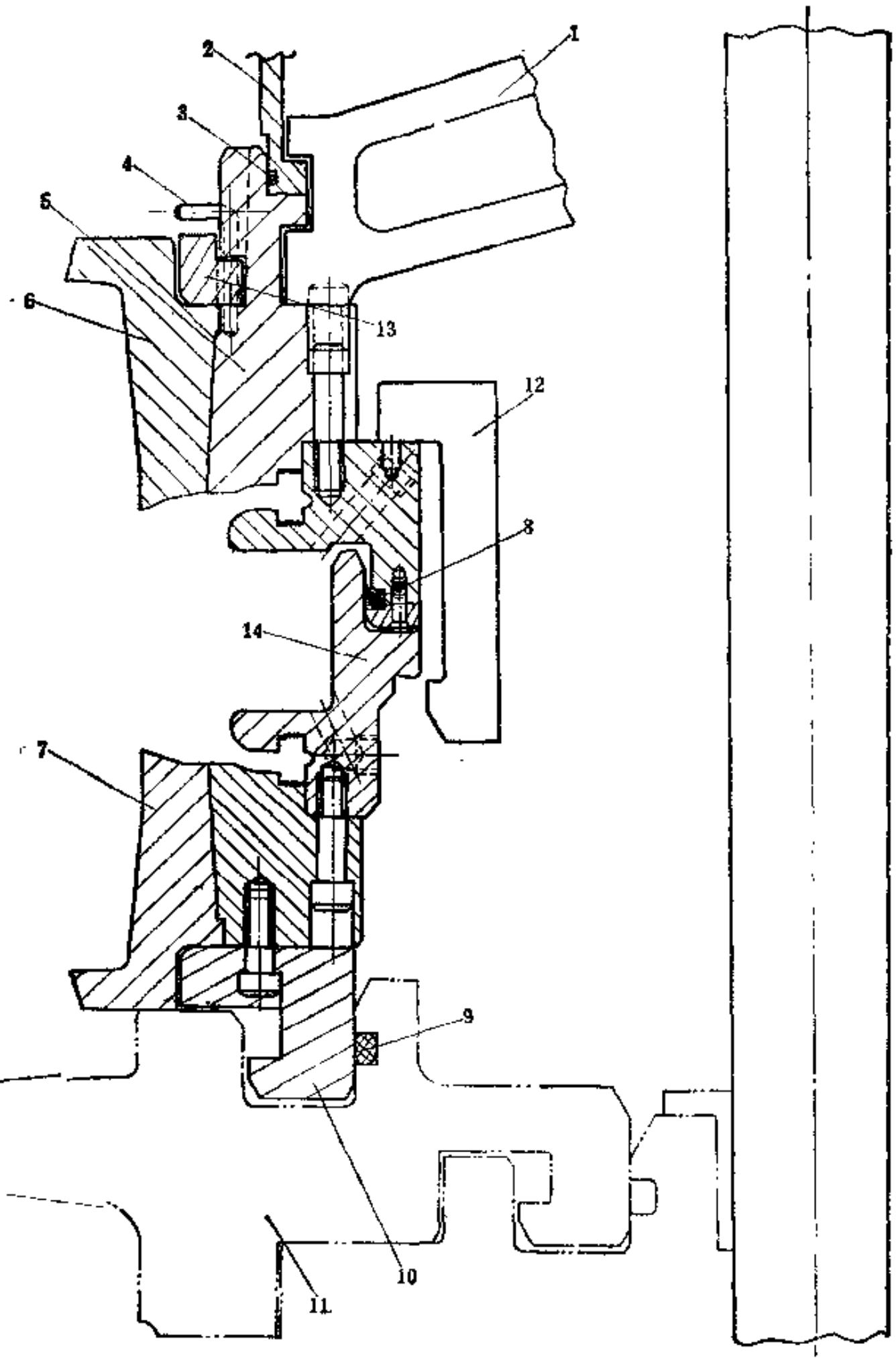
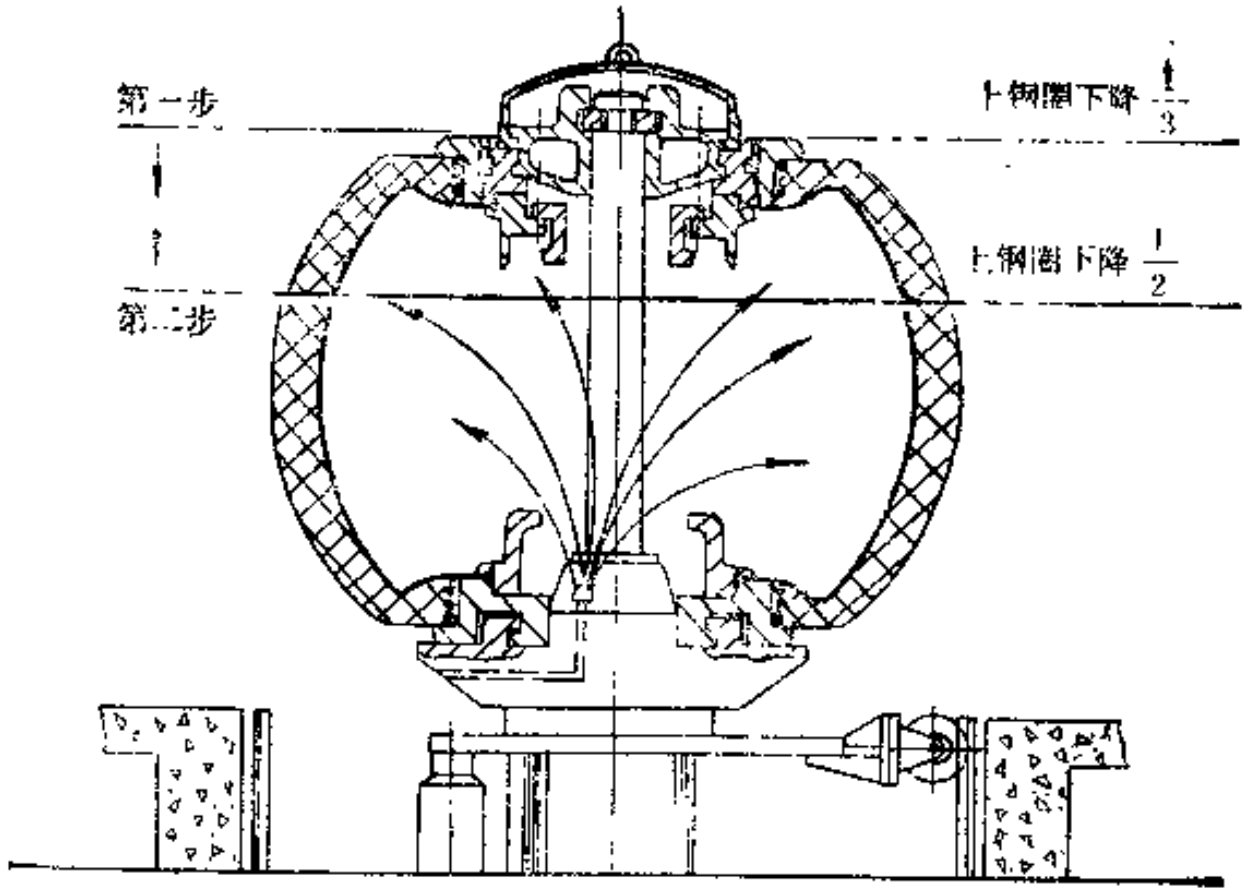


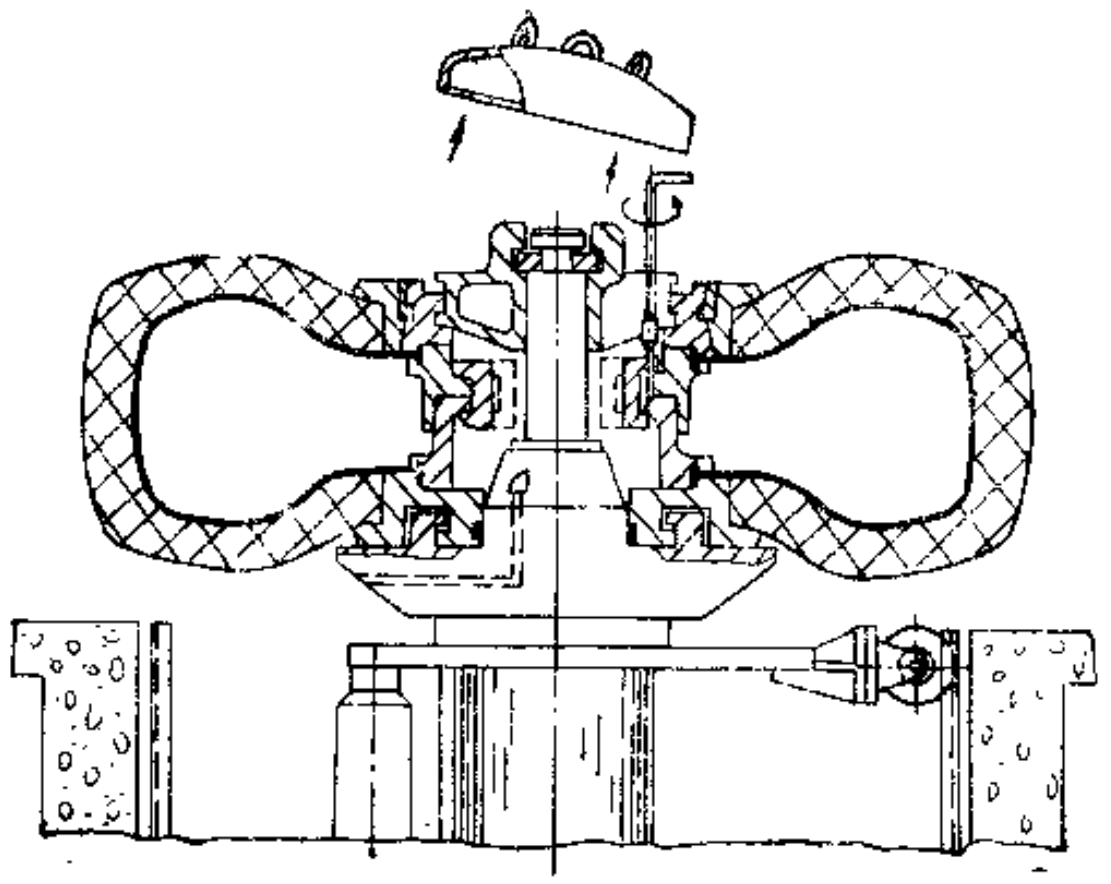
图 2-3-4　胶囊夹持盘部分详图

1—定心盘；2—罩盖；3—O型密封圈；4—插销；5—上胶囊夹持盘组；6—上钢圈；7—下钢圈；8、9—密封圈；10—锁环；11—连接盘；12—锁紧装置；13—锯齿锁紧环；14—下胶囊夹持盘组

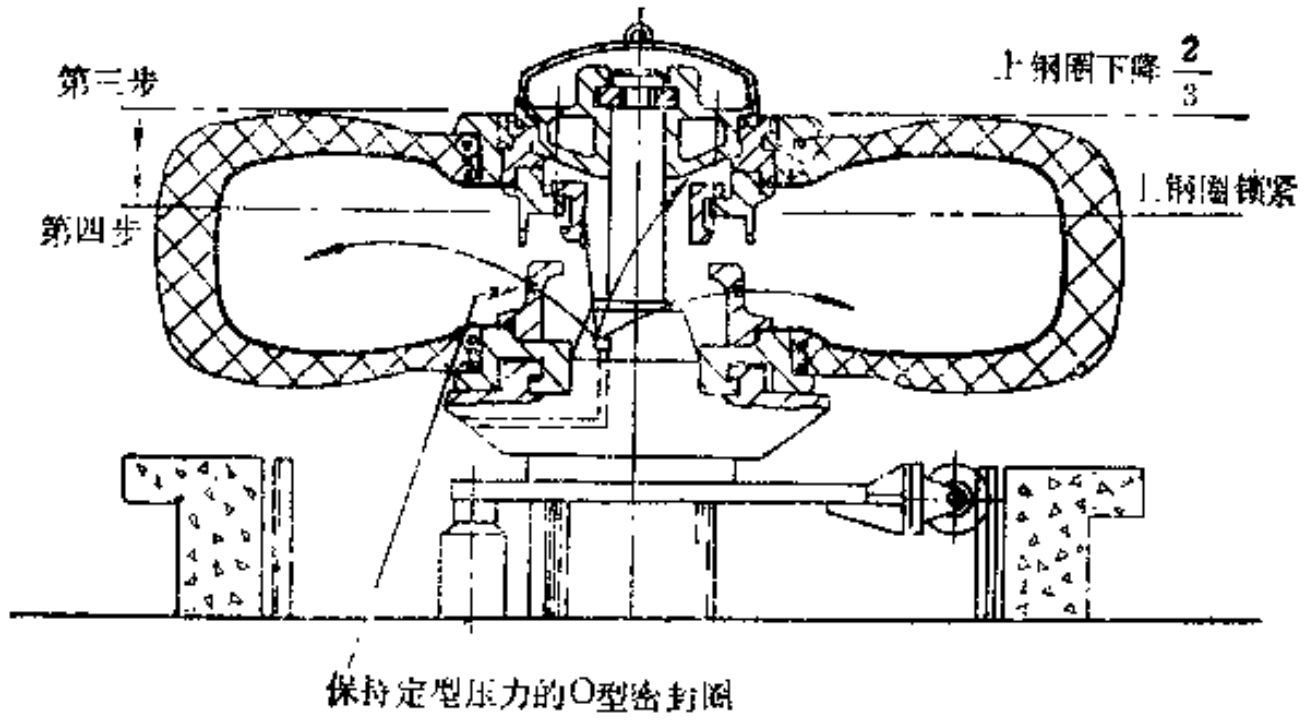
充压状态。然后打开罩盖上的手阀，泄放罩盖及上、下钢圈内腔里的定型压力。接着卸掉罩盖，拧动锁紧装置12的搬手，使扇形块移到锁紧位置，将上、下胶囊夹持盘组5、14锁住，从而也就锁住了上、下钢圈6、7。待上、下钢圈锁紧后，卸下U形键及定心盘，使上胶囊夹持盘组13与定型水缸的活塞杆脱开。下钢圈夹持装置挂钩（图上未示）把下钢圈从定型装置上松开，然后，升降水缸排水，将定型装置下降到地坑内，定型好的生胎连同上、下钢圈、



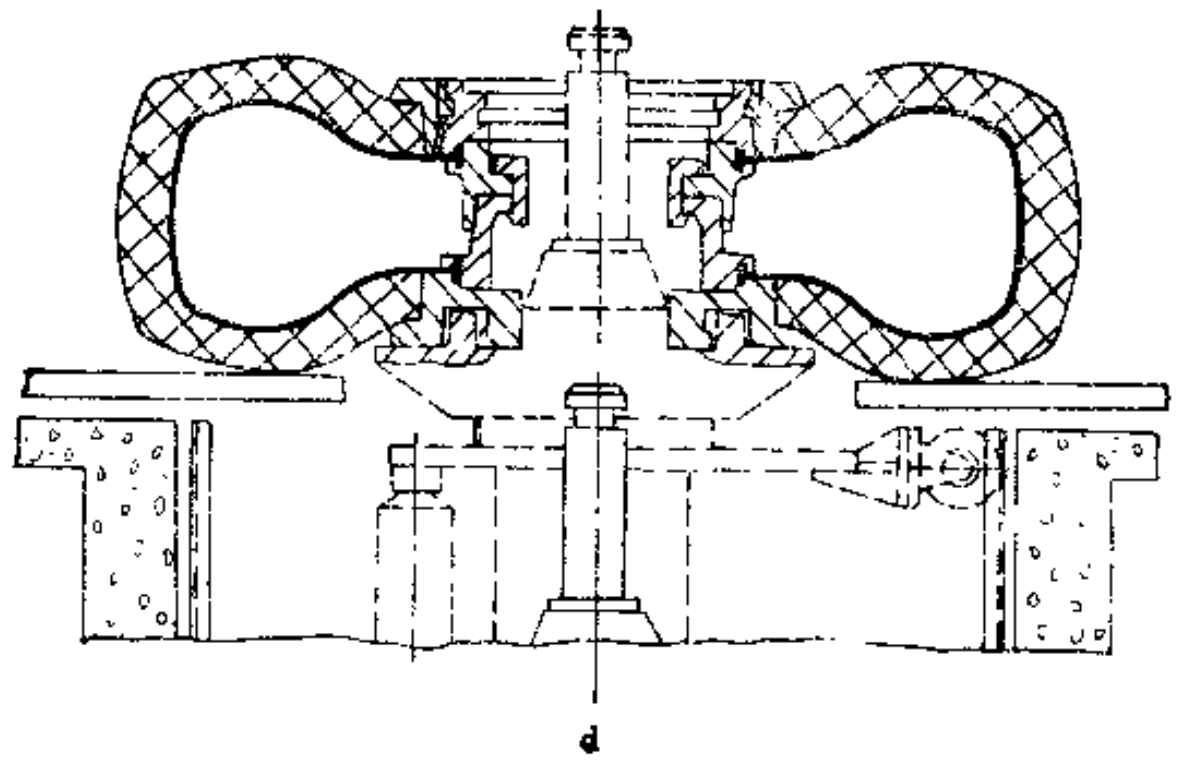
a



c



b



d

图 2-3-5　胶囊定型装置操作过程示意图

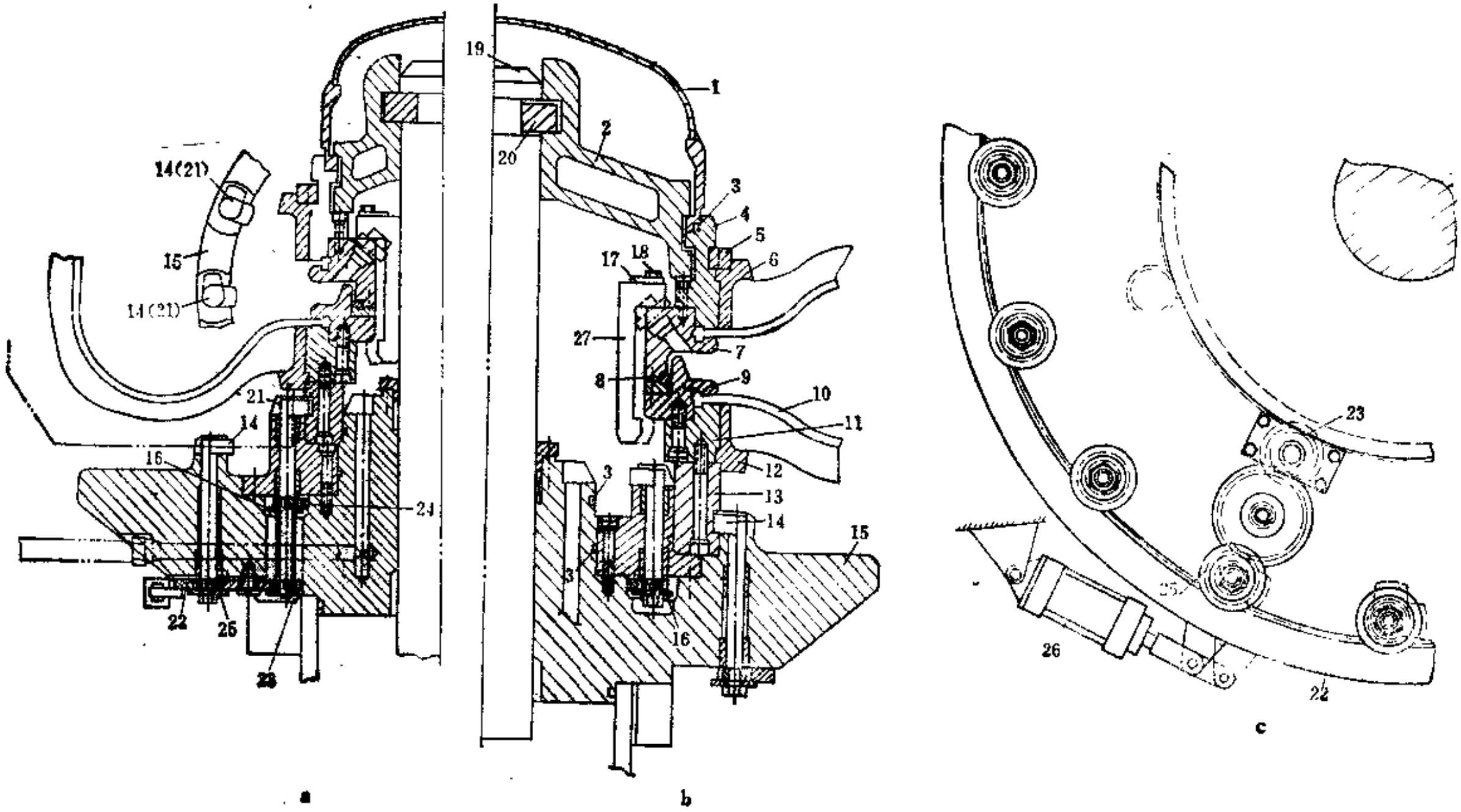


图 2-3-6　胶囊定型装置胶囊部分结构图

a—用于定型小胎圈直径轮胎；b—用于定型大胎圈直径轮胎；c—挂钩14、21的传动装置

1—罩盖；2—定心盘；3、8—密封圈；4—锥齿环；5—锁紧圈；6—上钢圈；7—上夹持盘；9—下夹持盘；10—胶囊；11—夹持环；12—下钢圈；13—垫圈；14、21—挂钩；15—底盘；16、23、25—齿轮；17—凸轮；18—螺栓；19—活塞杆；20—U型键；22—内齿环；24—外齿环；26—气缸；27—锁紧卡

胶囊等则留在操作平台上，用吊车送往硫化机或硫化罐硫化。

从硫化好的轮胎里拉出胶囊时，按上述过程倒过来操作。把硫化好的轮胎下钢圈用夹持装置挂钩锁紧在定型装置上，定型水缸的活塞杆伸进轮胎中心，把定心盘、U形键装上，松开上、下胶囊夹持盘组的锁紧装置，再装上罩盖，这时，下胎侧部位胶囊内还留下约充满水量时的30%，活塞杆慢慢升起上钢圈，把胶囊从硫化好的轮胎中拉出，待胶囊拉直后，胶囊内抽真空，把残余的硫化介质排出。然后，拆除上钢圈的安全插销、锁紧环及上钢圈，再把定型装置降到地坑内，硫化好的轮胎便留在操作平台上，用吊车运走。

胶囊定型装置的操作过程见图2-3-5。

定型时定型水缸最高水压为16.9MPa。

图2-3-6所示是另一种胶囊定型装置的胶囊部分结构。它的特点是：既能用于小胎圈直径的轮胎，又能用于大胎圈直径轮胎。分别用挂钩14、21固定胶囊部分，使垫圈13等胶囊夹持零件重量减轻，便于操作。图2-3-6a用于小胎圈直径的轮胎，图2-3-6b用于大胎圈直径的轮胎。

在底盘15的外圈上装有16个挂钩14，内圈装有8个挂钩21，全部均布。挂钩14、21可同时驱动，必要时也可分别驱动。气缸26的活塞杆与内齿环22的连杆铰接，可驱动内齿环22的正、反向转动。内齿环22与挂钩14下面的齿轮25啮合，内齿环22转动时，通过齿轮25，使挂钩14转动，从而使胶囊部分的垫圈13锁住或松脱。挂钩21其中的一个，其轴加长（见图2-3-6a），轴端装有齿轮23，当气缸26驱动内齿环22，传动齿轮25转动时，通过中间齿轮，使齿轮23及挂钩21转动。挂钩21的中部全部装有齿轮16，与外齿环24啮合，轴加长的挂钩21转动时，通过齿轮16与外齿环24使全部挂钩21转动。驱动气缸26共有三套，均布在内齿环22的外周。

胶囊部分的错齿环4、上夹持盘7、下夹持盘9、夹持环11、下钢圈12与垫圈13，用螺栓事先把胶囊夹紧，组成胶囊部分可拆装的结合件。

罩盖1与定心盘2、错齿环4是以错齿结构结合的，使得拆装容易。定心盘2与错齿环4先组成一体，罩盖1、上钢圈6与锁紧圈5在胎坯装进胶囊装置后再安装起来。当胎坯定型结束，上、下夹持盘7、9合拢时，内压由密封圈8密封，然后拧动螺栓18，凸轮17使圆周上的三个锁紧卡27径向移动，把上、下夹持盘7、9锁紧。为了便于操作，在定心盘2上开了三个相应的操作孔。这种胶囊定型装置的操作程序与图2-3-5类同。

三、主要性能参数

胶囊定型装置的主要性能参数见表2-3-5及表2-3-6。

表 2-3-5　国外胶囊定型装置主要性能参数

型　号	活塞拉力		活塞行程	胎圈直径，in		
	总拉力，kN	压力水单位压力，MPa	mm	最小	最大	带连接盘时
161-280-24-67	1610	16.9	2800	24	45	67
	1480	15.5				
	1340	14.1				
	1210	12.7				
	1010	10.5				
386-335-33-72	3860	14.1	3350	33	72	
386-396-33-72	3860	14.1	3960	33	72	
726-457-44-81	7260	16.9	4570	44	81	

注：1in＝0.0254m。

表 2-3-6　国产胶囊定型装置主要性能参数

参数名称 \ 型号	LDA-20	LDA-51	参数名称 \ 型号	LDA-20	LDA-51
定型轮胎胎圈直径，in	20	29～51	升降水缸柱塞行程，mm		4000
定型水缸最大定型下拉力，kN	110	2000	最大定型压力，MPa	0.3	0.4
定型水缸胶囊伸直推力，kN（可调）		最大400	动力水压力，MPa	2.7	2.2
定型水缸活塞行程，mm		3000	压缩空气压力，MPa	0.5～0.7	0.5～0.7
升降水缸柱塞上推力，kN		400	外形尺寸，m	1.2×1.2×3.54	7.15×5.44×13.14
			重量，t	4	31

① 1in＝0.0254。

第三节　生胎喷涂隔离剂装置

一、用　途

成型好的轮胎在硫化之前，或者在定型装水胎之前，须对生胎胎里或者生胎内、外表面喷涂或者涂刷隔离剂，以便轮胎在定型时，让硫化机的胶囊（或水胎）能在生胎内自由伸展，防止胶囊（或水胎）打折，使胎体与胶囊对中，在生胎外表面上喷涂隔离剂，有助于生胎与模型之间的空气容易逸出，并使轮胎硫化后脱模容易。这是轮胎生产过程的一个重要环节。

有的轮胎厂在子午胎第一段胎体成型结束后，就在胎体的内腔喷涂隔离剂，在第二段成型时，免除了在二段成型鼓表面涂润滑剂的工序。

二、结 构 简 介

根据生产规模的不同，生胎喷涂隔离剂装置有多种型式，对于生产规模较大的轮胎厂，一般采用自动化的喷涂装置，而对生产规模较小的轮胎厂，则可以采用人工喷涂装置。

图2-3-7所示为一种自动化的生胎喷涂隔离剂装置。它由接取辊道1、生胎定中心装置2、生胎夹持爪4、生胎回转装置5、喷枪升降装置6、卸胎辊道7、控制系统及灭火系统（图上未示）等组成。

接取辊道1由一个双作用气缸驱动，在气缸驱动下可以升降。由外部运输装置送来的生胎，在接取辊道上每次可以接取一个生胎。在接取辊道上装有气缸驱动的胎坯定中心装置2，到达接取辊道1上的胎坯由定中心装置2使其定位并保持在机器的中心线上。检测器3用于检测辊道1上有无胎坯。定位后的胎坯由气缸驱动的小车移动到机器的中心准备喷涂的位置，与此同时，喷涂好、卸落在小车上的胎坯从机器的中心喷涂位置移到卸胎辊道7上。小车在两根水平的轨道上移动。接着生胎夹持爪4在气缸驱动下下降，抓住生胎后上升，在回转装置5的电机驱动下，使生胎回转。这时，生胎内腔的隔离剂喷枪升降装置6在气缸驱动下把两个喷枪上升，伸进生胎的中心，喷涂结束后，喷枪下降，位置低于运胎小车，以便小车移动卸胎。外表面喷涂用的三个喷枪，固定在一根立柱上，便于调整喷枪的位置。在喷涂内腔隔离剂的同时，喷涂外表面隔离剂。喷涂完毕后，生胎夹持爪下降，把生胎卸落在移动小车上，送往卸胎辊道7，同时，待喷涂的生胎又从接取辊道用小车送到机器中心，准备喷涂，已经喷涂好的生胎，在气缸驱动下把卸胎辊道倾斜升起，靠重力滑落到机外的运输装

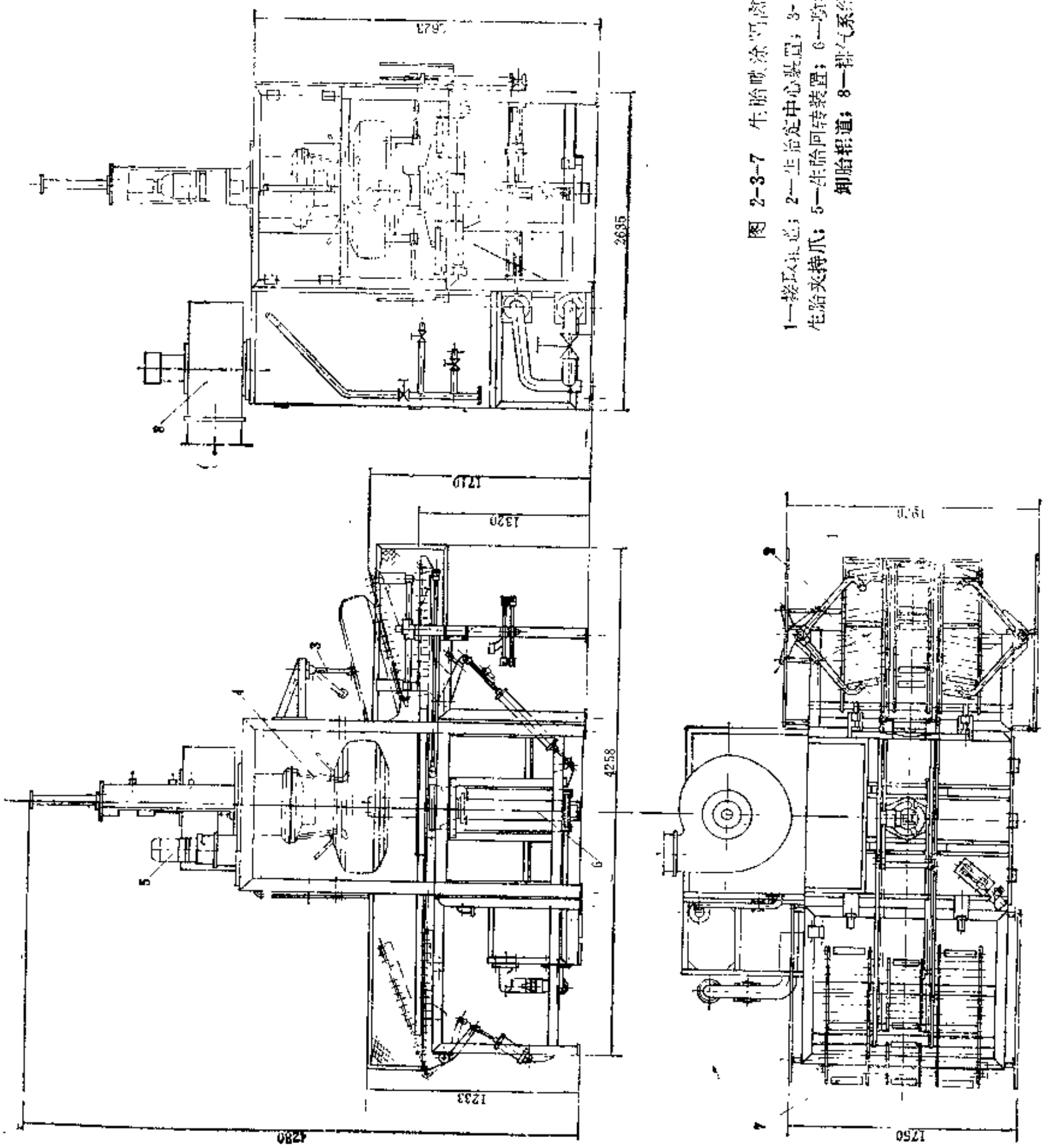


图 2-3-7 生胎喷涂隔离剂机

置上运走。轮胎卸掉后，卸胎辊道恢复水平状态，这样完成一个喷涂的周期。整个工作周期由气动控制系统自动控制。

对着喷涂枪的喷涂室墙壁，在工作时用水幕冲洗，冲洗用水闭路循环，经过滤后重复使用。

内、外喷涂用的隔离剂有些配方使用了大量的有机溶剂 其闪点为－40～－10℃，喷涂室内充满着溶剂蒸气，因此，防火、防爆问题至关重要，一般采用CO_2自动灭火，当温度传感器的检测点温度达到某一温度（例如55℃时），自动喷出CO_2灭火。喷涂隔离剂装置上所使用的电机、控制元件都应采用防爆型的，或者将控制设备远离现场。最好采用气动设备和气动控制系统。

隔离剂的输送系统使用气动泵，其工作压力为10.5～21MPa。喷枪采用无空气喷枪。所谓无空气喷枪是一种利用液体本身的压力，通过喷枪的喷嘴达到雾化的一种喷枪，而不使用压缩空气使隔离剂雾化。典型的气动泵为美国Novdson公司生产的108C型，气/液压力比为16:1。

为了防止隔离剂系统在不工作时由于溶剂挥发而沉淀，而使喷枪管道、气动泵、过滤器、喷嘴等的堵塞，系统内应考虑清洗的可能性，将残余的隔离剂用清水冲掉。

喷涂室内必须用风机排风，使喷涂室内产生负压，防止溶剂蒸气的溢出，并将喷涂室内的溶剂蒸气排放。其风速应达到70m/min。当用CO_2灭火时，在火熄灭后，也需用风机排出CO_2。

三、主要性能参数

生胎喷涂隔离剂装置的主要性能参数：

（1）生胎胎圈直径范围	16～26in	（6）供水压力	0.3MPa
（2）生胎最大外径	1200mm	（7）风机的风量	
（3）生胎回转电机功率	1.5kW	功率	4kW
（4）生胎转速	120r/min	转速	1410r/min
（5）压缩空气压力	0.7MPa	（8）外形尺寸	4260×2635×4280mm

第四节 胎坯刺孔机

一、用 途

轮胎在成型过程中，在帘布层之间、胎面与帘布层之间，往往滚压不实，不能将其窝藏的空气及挥发物排除干净，特别是在胎冠的肩部更为严重，常常使硫化后的轮胎肩部脱空。因此，用胎坯刺孔机把成型好的生胎胎体刺孔，以排除生胎胎体内的空气及挥发物。胎坯刺孔是轮胎硫化前生产过程的一个重要环节。

二、结 构 简 介

胎坯刺孔机的型式很多，图2-3-8所示是国内使用较广的一种胎坯刺孔机，它由翻胎装置10、生胎定位装置1、压胎装置5、转鼓6、托胎座7、分度装置2等组成。

托胎座7的底板下装有轴承，在气缸12的驱动下，可带动托胎座7作轴向移动。待刺孔的胎坯由操作工从斜坡板8上把胎坯滚入托胎座7内，气缸12把胎坯向右拉入，套在转鼓6上。对于直径较大、胎体很软无法由操作工从斜坡8滚入托胎座7的轮胎，由人工把胎坯翻

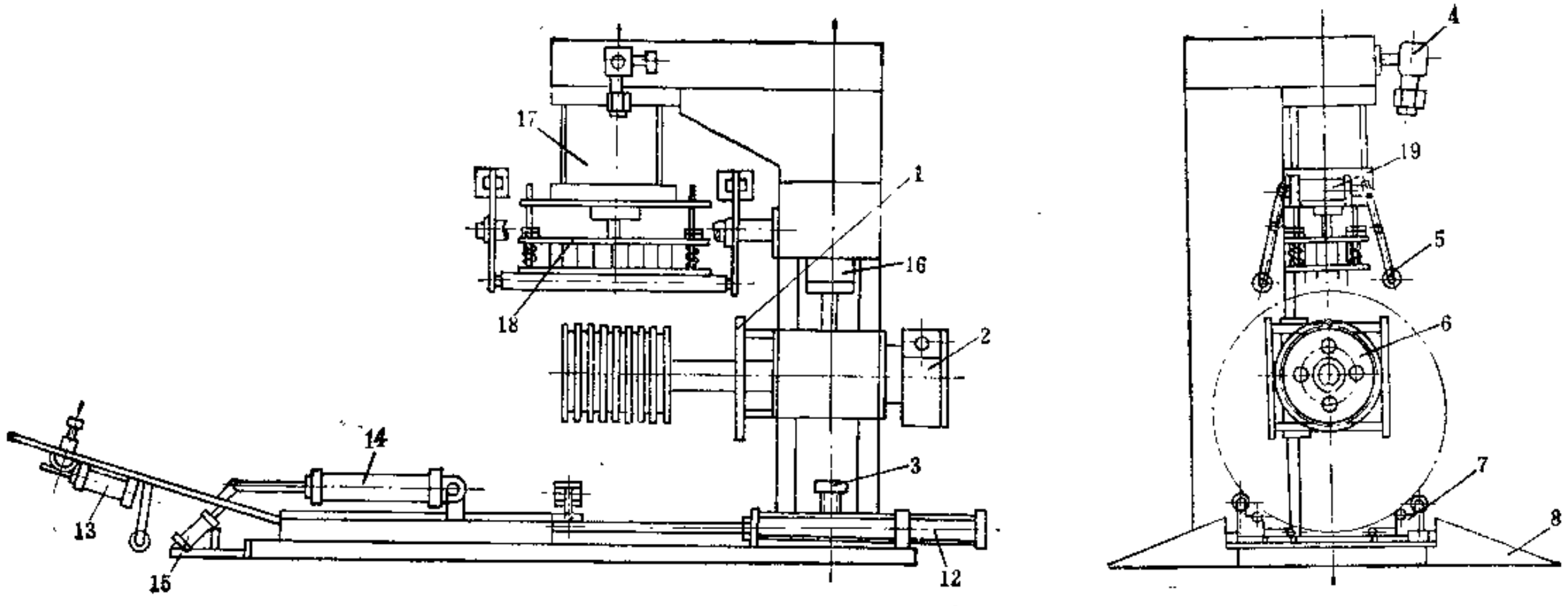


图 2-3-8　胎坯刺孔机

1—生胎定位装置；2—分度装置；3—定位螺栓；4—光线指示灯；5—压胎装置；6—转鼓；7—托胎座；8—斜坡板；9—挂胎轴；10—翻胎装置；11—推胎装置；12、13、14、15、16、17、19—气缸；18—刺孔装置

入到翻胎装置10上。翻胎装置10是一块与托胎座7铰接的翻板，翻板上装有挂胎轴9，轮胎的子口挂在挂胎轴9上，挂胎轴9在气缸13的驱动下，可摆动。翻板在气缸15及14的驱动下，可绕铰支点翻转90°，把挂在挂胎轴9上的胎坯竖起，气缸12把托胎座7向右拉入，使胎坯套在转鼓6上。

胎坯套入转鼓之后，由提升气缸16把胎坯提升，与托胎座7脱离，然后，锁紧气缸（图上未示）把转鼓的箱体锁住，压胎装置5由气缸19驱动把胎坯抱紧在转鼓上，使胎坯只能随转鼓而转动。接着，气缸17带动刺孔装置18，将胎坯刺穿后，马上提起。刺孔装置由导向杆、刺针、导向板及弹簧组成。刺针5排，其间距可根据所需的距离进行调整。弹簧的作用是使刺针扎入胎坯后，不致因刺针的拔出而把胎坯提起。刺针扎入的深度可根据胎坯厚度不同而调节。调节刺针板上的限位开关位置，即可调节刺孔的深度。

待刺孔装置18提升把刺针拔出后，分度装置2在气缸（图上未示）的驱动下，将转鼓6转动一定的角度，从而使胎坯也相应地转动一个角度，刺孔装置18再次下降，对胎坯进行刺孔，这样，周而复始地工作，直到把胎坯圆周上全部刺完毕为止。

分度装置2是一个气缸驱动的棘轮机构，在气缸的推动下，转鼓只能按一定的方向转动一定的角度。

胎坯刺孔完毕后，锁紧装置退出，压胎装置5在气缸19驱动下复位，气缸16把转鼓6下降，胎坯降落在托胎座7上，气缸12把刺好孔的胎坯向左推出转鼓6外，挂胎轴9由气缸退回，推胎装置11把胎坯从托胎座7上推出，滚落在机外。

转鼓6下降时的高度位置，根据胎坯及胎圈尺寸而定，通过定位螺栓3进行调整。

由于各种规格轮胎的胎坯宽度尺寸不同，为了保证刺孔位置的对中，可以根据光线指示灯4所示的胎坯中心位置，适当调节生胎定位装置1的位置，使胎坯中心与光线指示灯的中心线重合。

胎坯刺孔机的工作过程，由可编程序控制器控制，自动进行。

三、主要性能参数

胎坯刺孔机的主要性能参数：

（1）适用轮胎规格：	9.5-24～12-38	（5）压缩空气压力	＞0.5MPa
更换转鼓可适用于9.00-20以下各种规格		（6）机器外形尺寸	3750×1700×2200mm
（2）胎坯圆周方向刺孔间距	45～90mm	（7）重量	约2500kg
（3）胎坯轴线方向刺孔间距	15～450mm	制造厂：	天津橡胶机械厂
（4）刺针直径	6mm		

第四章　轮胎定型硫化机

第一节　概　　述

一、用　　途

轮胎定型硫化机主要用于汽车外胎、飞机外胎、工程外胎及拖拉机外胎等充气轮胎的硫化。

二、轮胎定型硫化机的发展及现状

（一）轮胎定型硫化机的发展

1845年R. W. Thompson发明了空气轮胎，1888年英国人J. B. Dunlop发明了充气轮胎，并获得了专利权。1895年出现汽车，开始了充气轮胎新的应用。随之，1900年开始用硫化罐硫化轮胎，那时的轮胎胎面没有花纹块。1920年开始采用硫化模型并出现了自动硫化罐。同一时候，开始采用水胎定型硫化。1925～1930年出现了个体硫化机。1935年个体硫化机得到了较大改进。1945～1950年已用定型硫化机硫化轮胎。60年代出现了成型、硫化流水生产线，外胎在模外充气冷却，定型硫化机已有一定的机械化自动化水平。由于尼龙材料在轮胎中的应用，后充气冷却装置开始在硫化机上应用。1965年出现了轮胎硫化自动生产线，达到了相当高的机械化自动化水平。

定型硫化机的出现简化了轮胎硫化的工艺过程，在同一机台上可完成装胎、定型、硫化、卸胎及后充气冷却，使轮胎硫化过程实现完全机械化和自动化。近代轮胎定型硫化机，一般对内温、内压、蒸汽室温度均能测量、记录和控制，配有自动控制系统、模型清洁和涂隔离剂等装置。生产中配以自动化运输和电子计算机控制，可使轮胎硫化作业完全实现自动化。由于定型硫化机生产效率高，产品质量好，劳动强度低，因此，在现代轮胎工厂中获得了广泛的应用。

（二）国外轮胎定型硫化机现状

国际上具有代表性的定型硫化机主要有以下几种：

（1）以美国McNeil公司为代表的Bag-O-Matic型，我国习惯称之谓B型；

（2）以美国NRM公司为代表的Autoform型，我国习惯称为A型；

（3）以德国Krupp公司和Herbrt公司为代表的液压传动型。

以上几种型式的定型硫化机各有其优缺点，各代表厂家都在尽力改进自己的产品。因此，取长补短，相互渗透，已成为当前定型硫化机发展的总趋势。

B型定型硫化机传动方式属机械连杆结构。开模时，横梁和上模先作垂直上升运动，再作后移翻转运动，称为“后翻式”。中心机构位于机台下部，为一双作用水缸，胶囊上部和下部均开口，口径大小相同，用上下卡盘分别固定，上卡盘固定在中心机构的中心活塞杆上。

B型硫化机的最大特点是对中性好，定型正确，所以在各轮胎厂中应用较广。1400以上定型硫化机占有很大比重，尤其在1900以上硫化机几乎全部采用B型。

近年来，B型硫化机作了不少改进，装胎器的升降传动装置由原来链条传动改为水缸升降或滚珠丝杆传动。机械手改为螺旋槽式平移展开；两个装胎器能同时转进转出；简化了卸胎装置的结构；提升机构的操作水缸从机台内搬到机台外部，便于修理；为防止动力水和过热水互相串通，已在1070中心机构中改进了密封系统，其它规格的中心机构也作了相应的改进；1900以上定型硫化机由双传动系统改为单传动系统等。为适应子午胎的硫化正在进一步提高精度，开发新的机构。A型定型硫化机的传动方式也属机械连杆结构，开模时横梁和上模先作垂直上升运动，然后以水平方向向后移动，称为“后移式”。采用热板硫化时，能很好地保持热板温度的均匀性，同时有利于活络模的安装。

A型胶囊只有下部开口，上部呈柑桔形，操作机构由机台下部的囊筒和装在横梁上的推顶器组成。用压缩空气作动力，维修工作量小，不需要抽真空。硫化介质从囊筒内圆周排列的喷嘴斜向喷入，有利于硫化介质的循环和提高加热效率，胶囊更换方便，适宜于热板式硫化机硫化乘用胎和轻卡胎。因此1170以下规格的A型定型硫化机在轮胎厂应用越来越多。

由于A型硫化机胶囊只下端固定，轮胎定型时不能精确对正中心，在硫化较大规格的轮胎时较为明显，从而影响轮胎质量。同时囊筒的耗能较大，因此1450以上A型定型硫化机的应用受到影响，难与B型硫化机竞争。

近年来美国NRM公司和日本三菱重工在原来A型胶囊的基础上吸收了B型胶囊的一些优点，进行了改造，分别研制成功了立柱型（Post）中心机构和RIB翻入型胶囊中心机构。两种机构的共同特点是：胶囊下子口的结构形式及装夹方式和A型相似，但胶囊上部开有一个小孔，中间增加一根立柱，用螺钉和压板将胶囊上部固定在中间立柱上，从而达到定型对中正确的目的。同时革去了大的囊筒，减少了能耗。

立柱型中心机构的胶囊始终在机台上部，与B型相似，需要抽真空。当外胎硫化完毕开模时，在脱模过程中，胶囊从外胎下部拉出与B型硫化机脱模胶囊拉出方向相反，与国内1400硫化机完全相同，轮胎被粘附在上模上，这种胶囊寿命长。NRM立柱型的主要优点是：①由于没有像A型那样大的囊筒故热量损耗少；②因为胶囊有中心立柱支承并定中心，因此轮胎定型时对中性较好；③胶囊易于制造，更换胶囊容易，但机台下部有一水缸和两个气缸，给安装基础及维修增加了工作量及费用。因为安装基础必须要考虑机台下部水缸及气缸在维修时的空间，此种硫化机最好安装在专门设计的基础上。

RIB胶囊翻入型中心机构不需要抽真空，当轮胎硫化结束后，中心立柱连同夹持压板由下部气缸驱动，将胶囊从轮胎中拉入导向筒体内。这种结构首先用在1450和1575轮胎定型硫化机上，目前已逐步推广使用，增强了与B型硫化机的竞争能力。但这种结构对1170以下硫化机优点不如大规格硫化机那么突出，同时结构比较复杂，价格也贵10%左右。这种机型的中心机构经使用证明：胶囊使用寿命长，取消了属于压力容器检验规程的囊筒，并减少了热能消耗。胶囊顶部凹槽由中心支撑，可保证生胎定型准确。横梁上的推顶器较短小简单，克服了A型硫化机的一些缺点。总的说来，RIB型综合了A型、B型硫化机的一些特点，具有缩短硫化作业周期，提高生产效率，节约能源，生胎定型均匀，稳定性好等优点。

德国Herbert公司生产的硫化机，其中心机构的胶囊上端和下端都开口。但上口小于下口，用上下卡盘分别固定，下卡盘固定不动。这种胶囊型式可称C型，它综合了A型和B型的一些主要优点，加之硫化机开合模采用液压驱动，取消了机械传动方式的一整套沉重的运动机构，驱动功率也较少，使机台具有较多优点，因而在西欧一些国家的轮胎厂中正在逐步推广使用。随着液压技术的发展，这种传动形式在不断完善，引起各国轮胎工业的重视，美

国、日本等都在研制和发展液压结构的新型定型硫化机。美国NRM公司与 Good Year 公司合作新研制的950Auto-Lock型硫化机代表了这一动向。该机的胶囊及其操纵机构为中心展开型，类似德国C型，但作了新的改进，增加下卡盘升降动作。当胎坯定型时，胶囊上下卡盘靠在一起升入胎坯中心面，然后上下卡盘分别作上下运动使胶囊从胎坯中心面上下展开。据有关资料介绍，该机综合了A型、B型和C型的特点，优点较多，很适于子午线轮胎的硫化。

苏联60年代研制成功的轮胎定型硫化机组，一个机组可装20多个硫化模型，每个模型各带一套中心机构和合模机构，以及相应的后充气装置，但只有一套公用的可移动的开合模和装胎操作小车，依次对各模型进行装胎、定型、开合模及卸胎。据介绍1台硫化机组最多可取代14台B型双模轮胎定型硫化机，克服了上述几种单台硫化机在外胎一个硫化周期中部分零部件利用率低的缺点，而且占地面积、设备投资、材料消耗等均大大减少，经济效益突出，很适用于少品种、大批量生产的大型轮胎厂。

（三）国内轮胎定型硫化机发展概况

我国轮胎定型硫化机的发展始于1958年，经过30余年的发展，已经形成了系列，根据GB规定按蒸汽室或护罩公称内径的系列有：860、910、1030、1050、1170、1310、1400、1525、1900、2160、2500十一个规格，在结构形式上有A型、B型和RIB型等多种，可以安装使用两半模和活络模，结构性能正在不断改进和提高。目前我国生产轮胎定型硫化机的主要厂家有：桂林橡胶机械厂、湛江机械厂、三明化工机械厂、益阳橡胶机械厂、上海轮胎机械厂和天津橡胶机械厂，这些工厂所生产的各种规格的轮胎定型硫化机，基本上可以满足国内各轮胎厂的需要，而且还有一定数量的出口。

（四）活络模应用和惰性气体硫化

1．活络模的应用

随着子午线轮胎的发展，轮胎定型硫化机大都需要具有装用活络模的功能。目前，在硫化全钢丝或纤维胎体钢丝带束层子午线载重胎时，都趋向使用活络模，硫化乘用胎时也是如此，特别是硫化H级和V级子午线乘用胎时更应使用活络模，但对于S级子午线乘用胎则可用可不用，因这类轮胎行驶速度较低，对其质量要求也可较低，因此使用两半模仍可满足要求。

2．惰性气体硫化

采用惰性气体硫化是一种新的硫化方法，将1.4MPa 的饱和蒸汽先送入胶囊，然后再通入2.1～2.8MPa的常温惰性气体（主要是N_2+CO_2），使胶囊内保持2.1MPa或更高的内压进行硫化。此法的主要优点：①动力消耗少，节约能源；②过热水在输送时有热损耗，压力降大，而气体输送则没有热损失，阻力小；③气体发生装置的设备费用比过热水设备费用约少50%，设备动力消耗也较少。但气体硫化必须保持配管严密不漏，否则会引起压力及温度下降。另外，中心机构的进气环节要相应改装。气体硫化所追求的是提高经济效益。这种硫化方法，目前在国外尚在试用中。

（五）使用轮胎定型硫化机的意义

采用硫化罐硫化轮胎时，手工操作多，劳动强度大，生产效率低，产品质量不稳定、不均匀，还会影响到操作工人的身体健康。而采用轮胎定型硫化机硫化，能有效地解决上述存在的问题。但是，大型工程轮胎和拖拉机胎，目前仍基本上用硫化罐硫化。

轮胎定型硫化机与水压硫化罐相比有下列优点。

1．提高轮胎硫化质量

硫化罐硫化轮胎时罐内有一定的温差，水胎壁厚不均匀，影响轮胎硫化质量。硫化罐操作工序前后衔接不上，尼龙轮胎硫化出罐后一般要15～20min才能进行后充气，时间太长，起不到充气冷却的作用。而硫化机没有这些问题，提高了轮胎质量。实际里程试验结果表明，硫化机硫化的尼龙轮胎，行驶里程较硫化罐硫化同类轮胎大约可提高15%左右。台1400轮胎定型硫化机每年可生产8层9.00-20尼龙轮胎12000条，由于行驶里程提高15%，相当于多增产1700条轮胎。

2．节约能源

由于操作上的原因，硫化罐采用冷模硫化，而硫化机采用热模硫化，从而可节约大量能源。据测定一台1170硫化机比硫化罐可节约蒸汽约30%。

3．节约生胶

硫化罐使用厚而重的水胎，硫化机则使用薄而轻的胶囊。据国外统计资料，使用胶囊可减少30～45%的用胶量。

4．提高劳动生产率

硫化罐生产工序多，用人多，而硫化机生产工序少，用人少。按照每人看管5台硫化机情况相比，硫化机生产工人的劳动生产率是硫化罐的3倍。如果按国外每人看管20台左右的水平相比，则可提高10倍以上。

5．减少生产工序、缩短工艺流程

用硫化罐硫化轮胎要经过装水胎、抓胎装胎、合模、吊模进罐、硫化、冷却、吊模出罐、揭模、取胎、充气排水及拨水胎等工序。工序多、劳动条件差。轮胎定型硫化机可完成装胎、定型、硫化和后充气冷却等各工序，因此可大大简化生产工序，减少辅助设备，缩短工艺流程。

6．减少模具损耗

硫化罐生产模具损坏较快，一付新模具平均使用3个月就要大修。硫化机生产模具固定在机器上，使用寿命大大提高，可节省大量的模具费用。

7．消除噪音公害、消除笨重体力劳动

硫化罐生产，空气定型机的气噪声，压缩空气吹模的呼啸声，对工人刺激很大，采用定型硫化机生产，可以消除噪音，而且劳动强度低。

8．有利于发展子午线轮胎、尼龙帘线轮胎

子午线轮胎和尼龙帘线轮胎是目前优先发展的轮胎，子午线轮胎要求使用活络模硫化，尼龙帘线轮胎要求硫化后立即进行充气冷却，硫化机可以满足要求。

轮胎定型硫化机与水压硫化罐相比有下列缺点：

（1）设备价格较贵，一次投资费用较多；

（2）占地面积较大。

三、分类和型号的表示方法

（一）分类

轮胎定型硫化机按采用的胶囊形式分为四种类型。

（1）A型（或称AFV型） 胶囊从轮胎外胎中脱出时，胶囊在推顶器的作用下，往下翻入下模下方的囊筒内。开模方式一般为升降平移型。

（2）B型（或称BOM型） 胶囊从外胎中脱出时，胶囊在中心机构的操纵下，待抽真空收缩后向上拉直。开模方式有升降型、升降平移型和升降翻转型。

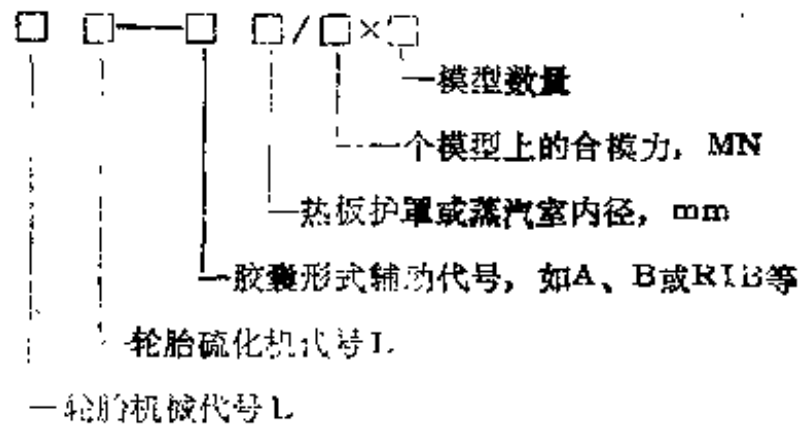
（3）AB型（AUBO型） 胶囊从外胎中脱出时，胶囊在胶囊操纵机构和囊筒作用下，上半部作翻转而整个胶囊由囊筒向上移动收藏起来。开模方式有升降型和升降翻转型。

（4）RIB型（Rolling in Bladder Type） 为适应子午线轮胎的需要，在A型硫化机的基础上，综合A型和B型硫化机的优点而开发的一种新机型。目的是提高定型时的对中性，解决A型定型时对中性差，采用囊筒耗能多的缺点，并使胶囊寿命延长，作业周期缩短。结构型式类似AB型，但不需要抽真空。开模方式为升降平移型。

轮胎定型硫化机按传动方式可分为连杆式定型硫化机和液压式定型硫化机。液压式B型定型硫化机的开模方式为升降型。按加热方式可分为蒸汽蒸锅式、夹套式和热板式定型硫化机。按用途可分为普通轮胎定型硫化机和子午线轮胎定型硫化机。自动化程度较高的定型硫化机，普通轮胎和子午线轮胎可通用。按整体结构又可分为定型硫化机和定型硫化机组。

（二）型号表示方法

轮胎定型硫化机型号表示方法常以硫化机的热板护罩或蒸汽室的名义内径、模型数量及一个模型上的合模力表示，胶囊形式作为辅助代号，具体表示形式如下：



例如：LL-B1050/1.37×2，表示B型轮胎定型硫化机，护罩内径为1050mm，双模，一个模型上的合模力为1.37MN。

国外轮胎定型硫化机的型号表示方法参见表2-4-1。

表 2-4-1 国外常见的型号表示方法

内容 / 型号表示方法	合模力 klbf	蒸汽室或护罩内径，in	模型调节高度，in	模型番号	型号说明	备注
430-48M2A	430	48	—	M2A	BOM型定型硫化机	英国
AFV-40.5/300	300	40.5	—	—	AFV型定型硫化机	日本
450-55-16DT	450	55	16（最大）	—	DT-双模蒸汽室加热	英国
BΦ200-1300/350	200t	1300mm	350mm	—	BΦ定型硫化机	苏联

注：1lbf=4.44822N，1in=25.4mm。

四、基本结构

（一）A型轮胎定型硫化机

A型轮胎定型硫化机的胶囊在开模时通过推顶器向下推顶，使胶囊贮存在囊筒中。借助

推顶器的夹具板卸胎、脱模。这种硫化机结构简单，没有复杂的中心机构和驱动中心机构的压力水缸及收缩胶囊的真空系统。维护简单，操纵方便。卸胎和装胎可同时进行，可缩短硫化作业时间，提高工效。

最初出现的A型定型硫化机，其开模方式为升降型，操作空间窄小，给自动化操作带来一定困难。经修改后的升降平移型开合模A型定型硫化机，操作比较方便。但这种硫化机由于结构上的原因，胎坯在定型时下子口随着胶囊的充气会向上移动，造成胶囊输入不均匀、尤其硫化大型轮胎时容易产生一边大一边小的歪斜现象，影响产品质量，且耗能较多。图2-4-1为LL-A1170/1.75×2型轮胎定型硫化机，它主要由曲柄齿轮2、连杆3和横梁16组成的升降机构，上、下加热板6、11及上、下模10、7组成的蒸汽室、推顶器17、夹具板24、囊筒4、装胎机械手22、主电机31和减速器32组成的传动系统、后充气装置29、热工管路系统、润滑系统和电控装置等组成。

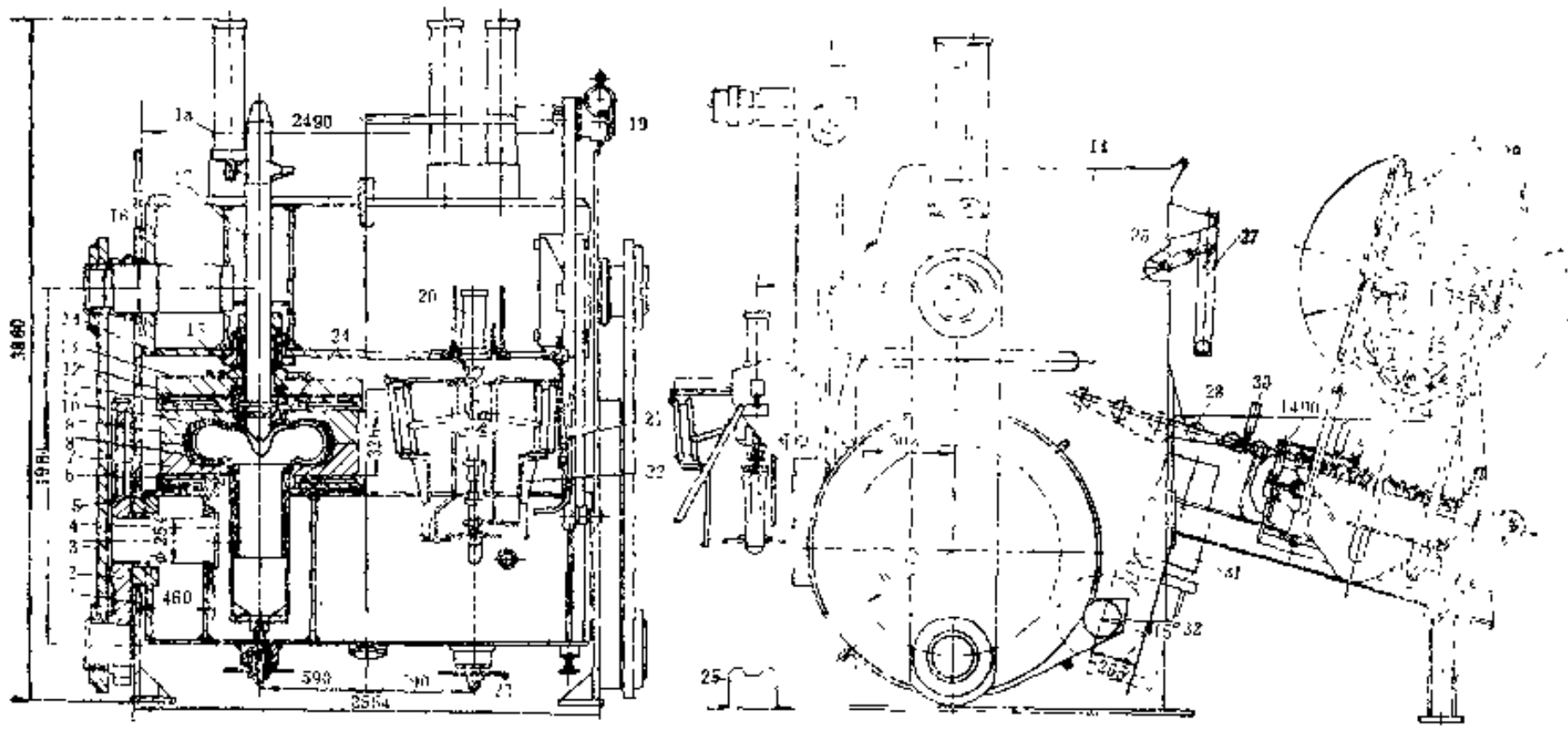


图 2-4-1 LL-A1170/1.75×2定型硫化机

1—底座；2—曲柄齿轮；3—连杆；4—囊筒；5、12—绝热板；6—下加热板；7—下模；8—轮胎；9—胶囊；10—上模；11—上加热板；13—托板；14—墙板；15—调模机构；16—横梁；17—推顶器；18—推顶气缸；19—装胎器传动装置；20—机械手气缸；21—安全杆；22—机械手；23—囊筒升降传动装置；24—夹具板；25—存胎器；26—卸胎杆气缸；27—卸胎杆；28—卸胎辊道；29—后充气装置；30—挡胎杆；31—主电机；32—减速器

硫化机在升降机构的作用下，使横梁16沿着墙板14的轨道作开模或闭模运动。开模时，带有硫化轮胎8的上模10随横梁16上升和向后平移到卸胎辊道28的上方，将轮胎卸下，留在卸胎辊道上运出或送到后充气装置29进行充气冷却。挡胎杆30用于防止轮胎滑到辊道上而掉地。卸胎用的卸胎机构比较简单，卸胎程序根据工艺要求可以调节。两半模采用“两重推顶”比较有利（详见本章第四节）。活络模卸胎与两半模有些不同，已脱模的轮胎挂在夹具板24上，而不是粘在上模钢圈上，并且不用卸胎杆。这种卸胎方法方便可靠，有利于缩短操作周期。

蒸汽室有热板式和蒸锅式两种。小规格硫化机采用热板式，大规格的硫化机采用蒸锅式。这里采用热板式，上模10和下模7分别装在上热板11上及下热板6上。

推顶器装置由推顶器17、推顶器气缸18及夹具板24组成。推顶器本体又由球鼻升降气缸、闭锁气缸及球鼻构成。囊筒4用于贮藏胶囊和胶囊翻转导向用。囊筒4有一套囊筒升降

传动装置23，可使囊筒上升或下降，用风动扳手可方便地更换胶囊。

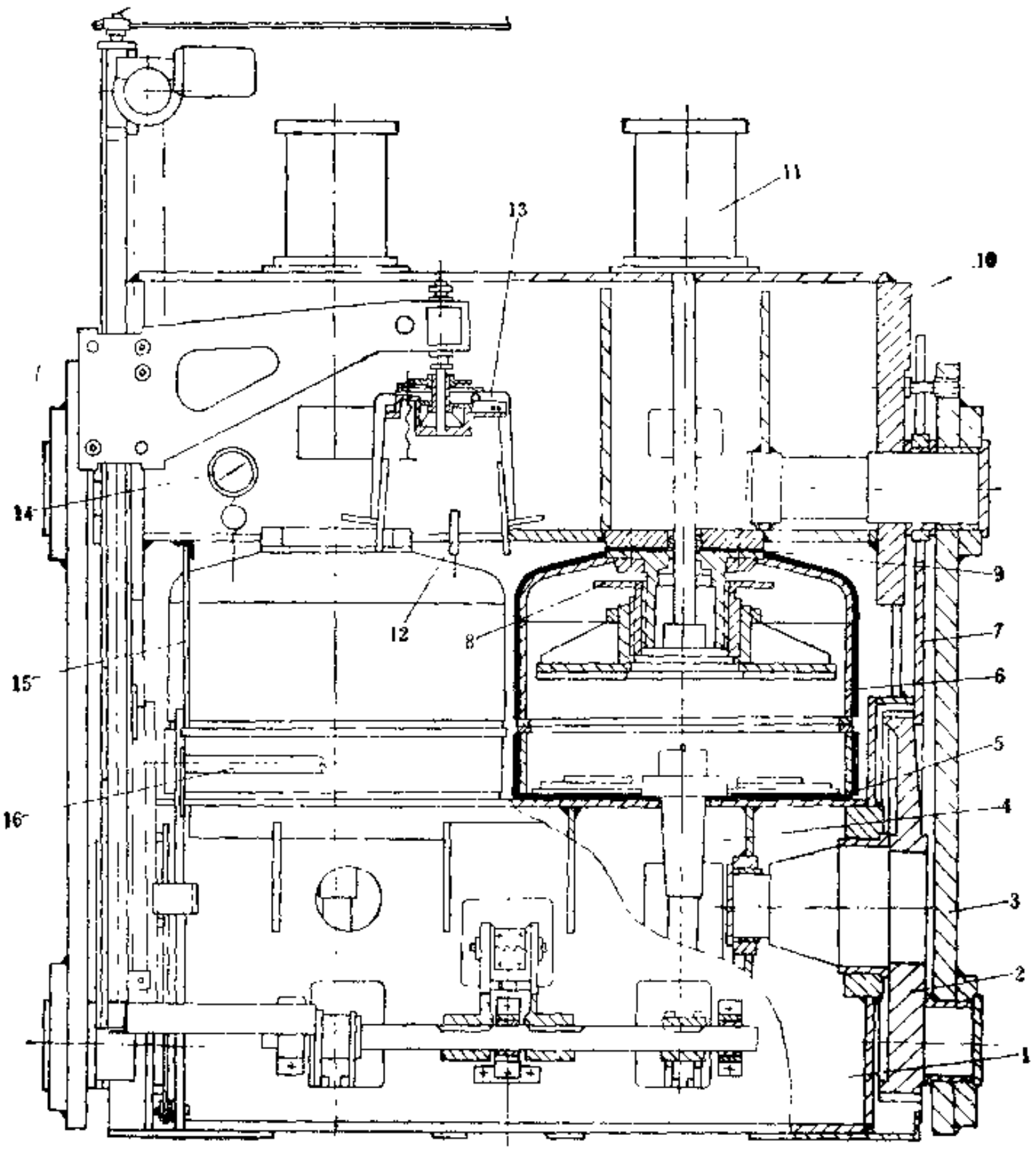
装胎机构固定在硫化机的横梁16上，横梁16与机械手22保持一定距离。装胎机械手22随横梁移动至开模终点时，机械手22刚好处于下模7 的上方。当机械手释放胎坯时能准确地与下模对中。

调模机构15安装在蒸汽室上部，在更换模型时，作调模之用，同时也可调整预紧力的大小。硫化机可使用两半模，也可使用活络模。使用活络模时，在蒸汽室上面需安装气缸作动力。两半模多用于硫化普通斜交胎，活络模多用于硫化子午胎。

硫化机在左右连杆上装有合模力指示器，用以指示硫化机工作时的合模压力。

（二）B型轮胎定型硫化机

B型轮胎定型硫化机和A型轮胎定型硫化机的主要区别在于采用了不同结构的胶囊，从而使操纵胶囊的中心机构不同。B型轮胎定型硫化机的胶囊由上、下夹持盘固定。目前B型定型硫化机较A型定型硫化机的使用更为广泛，尤其适用于大规格的载重轮胎和工程轮胎的硫化。B型轮胎定型硫化机目前有连杆式和液压式两类。



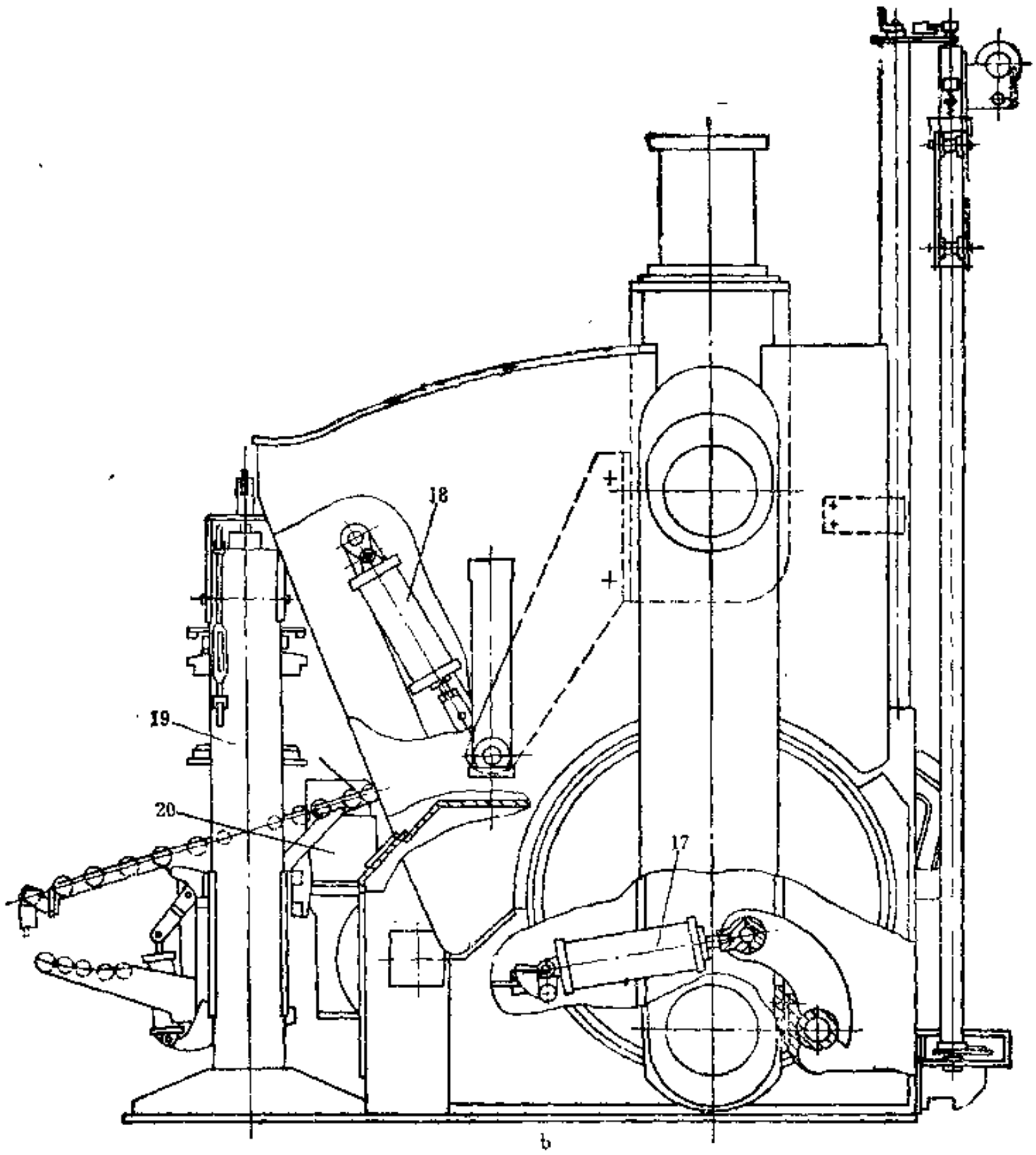


图 2-4-2 LL-B1525/4.3×2型定型硫化机

1—底座；2—曲柄齿轮；3—连杆；4—中心机构；5—下蒸汽室；6—上蒸汽室；7—墙板；8—调模机构；9—调整垫；10—横梁；11—活络模气缸；12—安全阀；13—机械手；14—压力表；15—安全杆；16—卸胎杆；17—脱胎水缸；18—卸胎水缸；19—后充气装置；20—传动装置

a—正视图；b—侧视图

1．连杆式B型轮胎定型硫化机

连杆式B型轮胎定型硫化机的形式较多，但工作原理基本相同，结构也基本相似，某些机构（如传动系统、升降机构、蒸汽室等）与A型定型硫化机也相似。

连杆式B型轮胎定型硫化机按上模运动方式区分，有升降型、升降平移型和升降翻转型。在翻转型中又分间接翻转型、直接翻转型及双套传动的杠杆翻转型。

图2-4-2是LL-B1525/4.3×2型定型硫化机，上模运动方式属升降翻转型，目前大多数的连杆式定型硫化机均采用这一种形式。

操纵胶囊用的中心机构4是B型定型硫化机区别于A型定型硫化机的主要部件之一。它由胶囊操纵水缸、脱胎水缸、胶囊夹持盘等组成。胶囊操纵水缸控制胶囊的伸直或收缩动作，

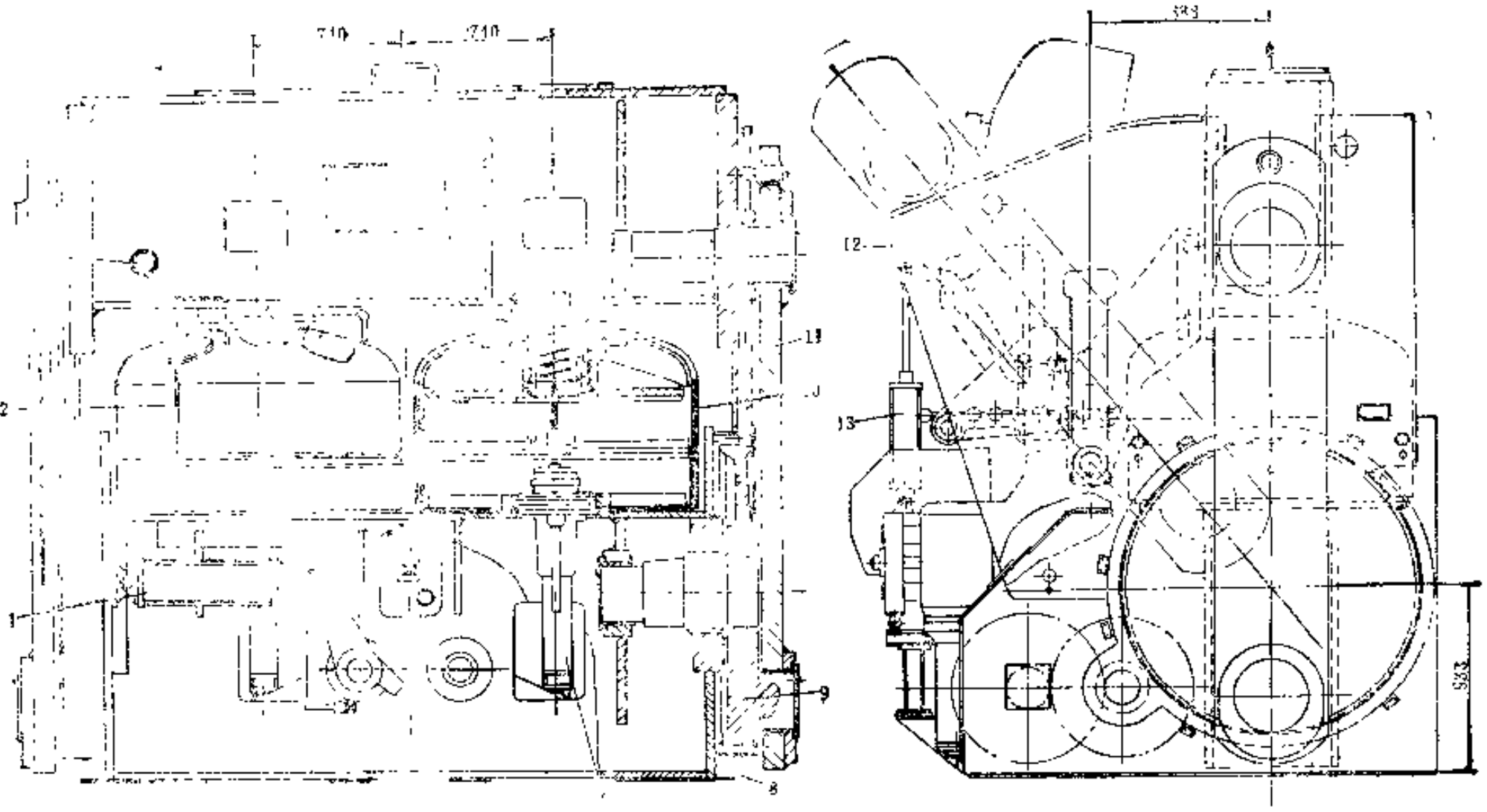
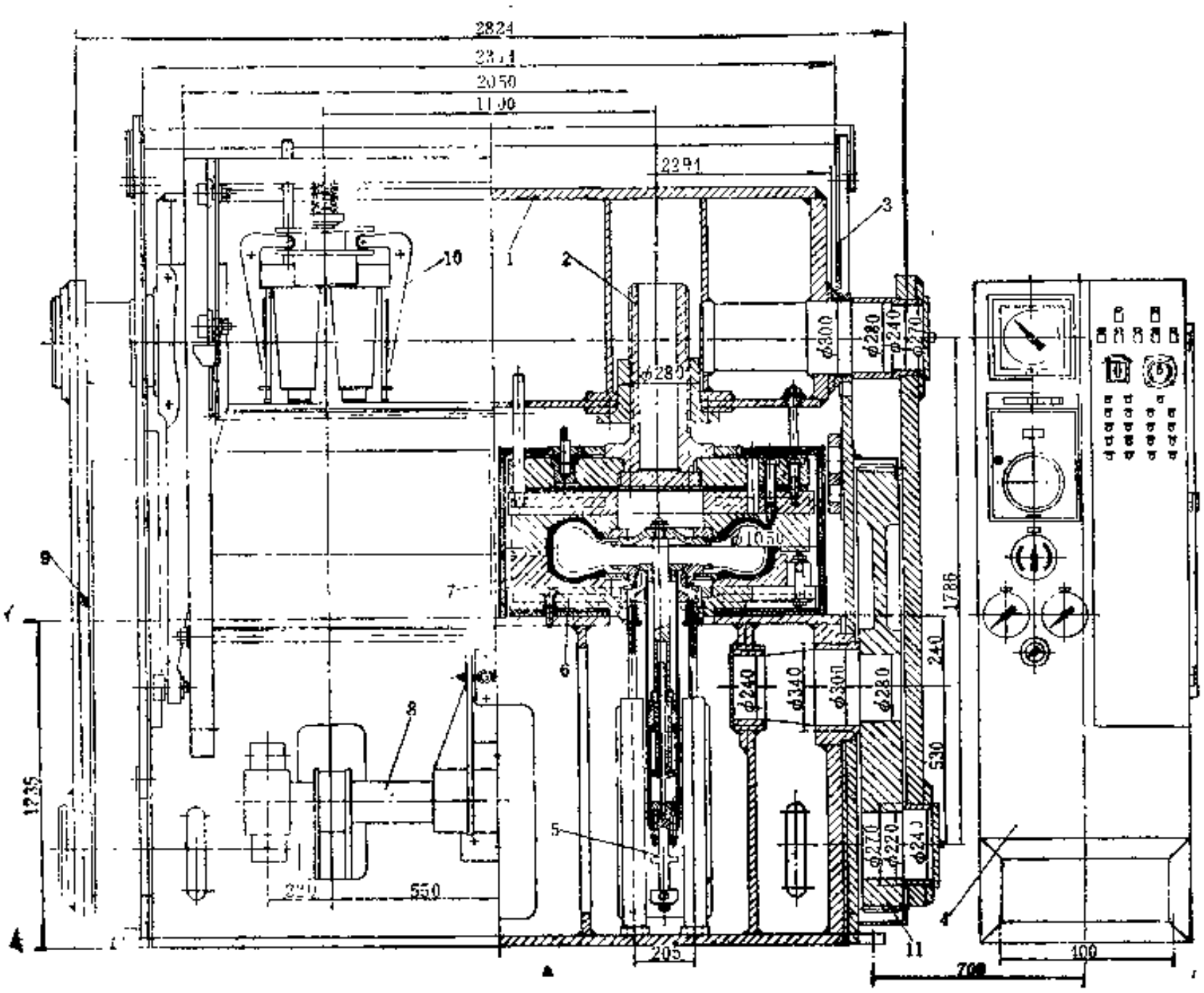


图 2-4-3 LL-B1310(Ⅱ)/2.95×2轮胎定型硫化机

1—轮胎水缸；2—安全门；3—吨位表；4—蒸汽室压力表；5—横梁；6—安全阀；7—中心机构；8—机座；9—曲轴齿轮；10—蒸汽室；11—连杆；12—墙板；13—卸胎机构



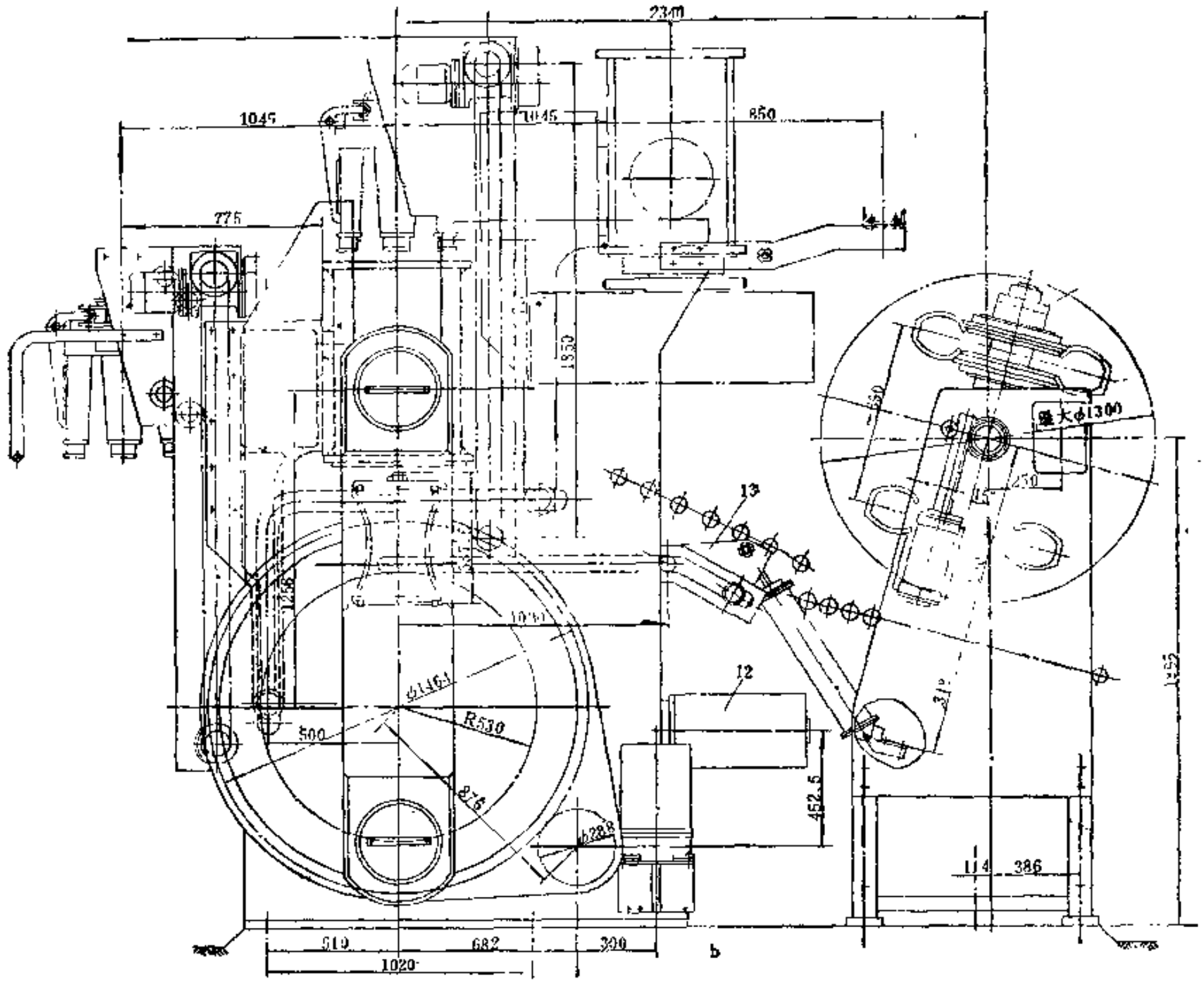


图 2-4-4 LL-B1050/1.37×2定型硫化机

1—横梁；2—调模机构；3—机架（墙板）；4—电气装置；5—中心机构；6—加热板；7—模型；8—脱模机构；9—连杆；10—装胎机构；11—曲柄齿轮；12—主传动装置；13—卸胎机构；14—后充气装置

a—正视图；b—侧视图

脱胎水缸17用于从模型脱胎。脱胎水缸17工作时，通过杠杆系统操纵左右两个轮胎的脱模，但脱模动作不同步，粘着力小的先脱出，而后同时动作，以减小水缸的总作用力。通过管道向胶囊内输入加热或冷却介质或抽真空。

蒸汽室由上蒸汽室 6 和下蒸汽室 5 组成，调模机构 8 和模型装在蒸汽室内。工作时，蒸汽室内通入蒸汽加热模型硫化轮胎。调模机构 8 在蒸汽室内同样受到蒸汽的加热，与图2-4-1的LL-A1170/1.75×2型定型硫化机的调模机构相比，较易受到锈蚀。

卸胎水缸18操纵卸胎杆16，将承托在中心机构胶囊夹持盘上的轮胎卸出，送到后充气装置19上进行充气冷却，或通过机台后面的辊道直接卸到成品输送带上运走。

两个装胎机械手13装在左右两根立柱上。工作时交叉转入硫化机下模上方装胎。

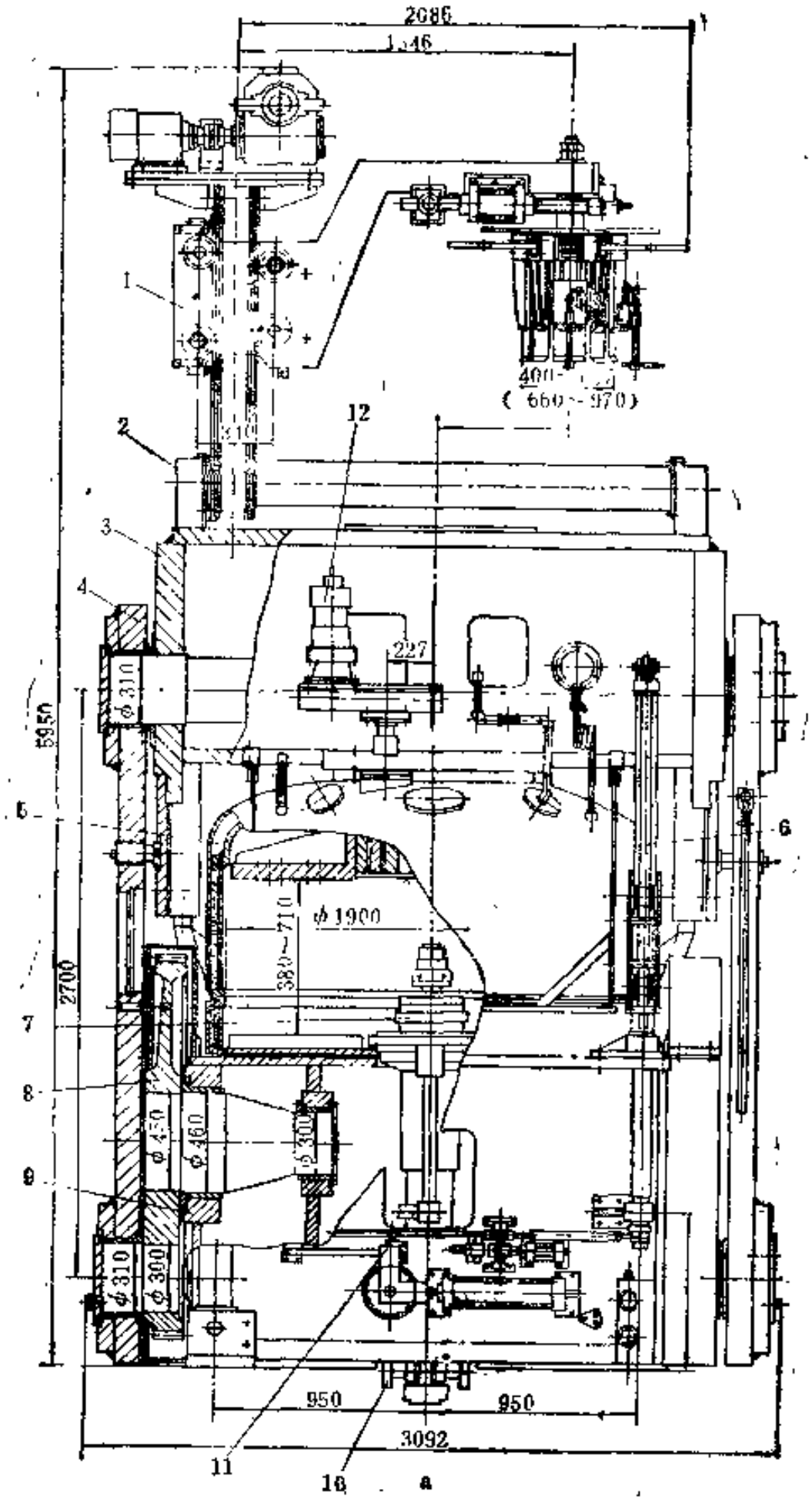
左右两根连杆 3 的上部和 A 型轮胎定型硫化机一样，同样装有合模力指示器。

图2-4-3所示是LL-B1310(Ⅱ)/2.95×2轮胎定型硫化机，这种硫化机与图2-4-2 所示的硫化机的不同之处在于将操纵中心机构的脱胎水缸 1 装在底座的前面，相对而言，有利于维修。另外，利用由卸胎辊道组成的卸胎机构13代替了利用钢丝绳牵动的卸胎杆，使卸胎机构

结构简化，操作安全。硫化机的机械手采用了液压升降机构，利用控制阀可使机械手停止在任意位置，同时机械手利用气缸操纵螺旋槽导盘的转动来控制抓胎爪的张开或缩拢，抓胎动作平稳可靠。

图2-4-4是LL-B1050/1.37×2定型硫化机，开模方式属于升降平移型。该硫化机的特点是中心机构5较同类B型定型硫化机有一些改进，取消了定型套筒，而由浮动活塞控制定型高度。装胎机构10与A型定型硫化机相似，整体安装在横梁1上，装胎定位准确可靠，硫化机卸胎利用开模后的空间，采用平行插入的卸胎机构13，简化了卸胎机构和操作程序。主机的其余部分与图2-4-2大同小异，而后充气装置与图2-4-1的基本相同。

近代对大型工程轮胎的需要促进了大型B型轮胎定型硫化机的发展。目前除1900、2160、2500、3300硫化机外，还有更大的巨型轮胎硫化机，其蒸锅直径达4.2m，总合模力达28.1MN。由于大型轮胎定型硫化机的总合模力很大，往往制成单模。



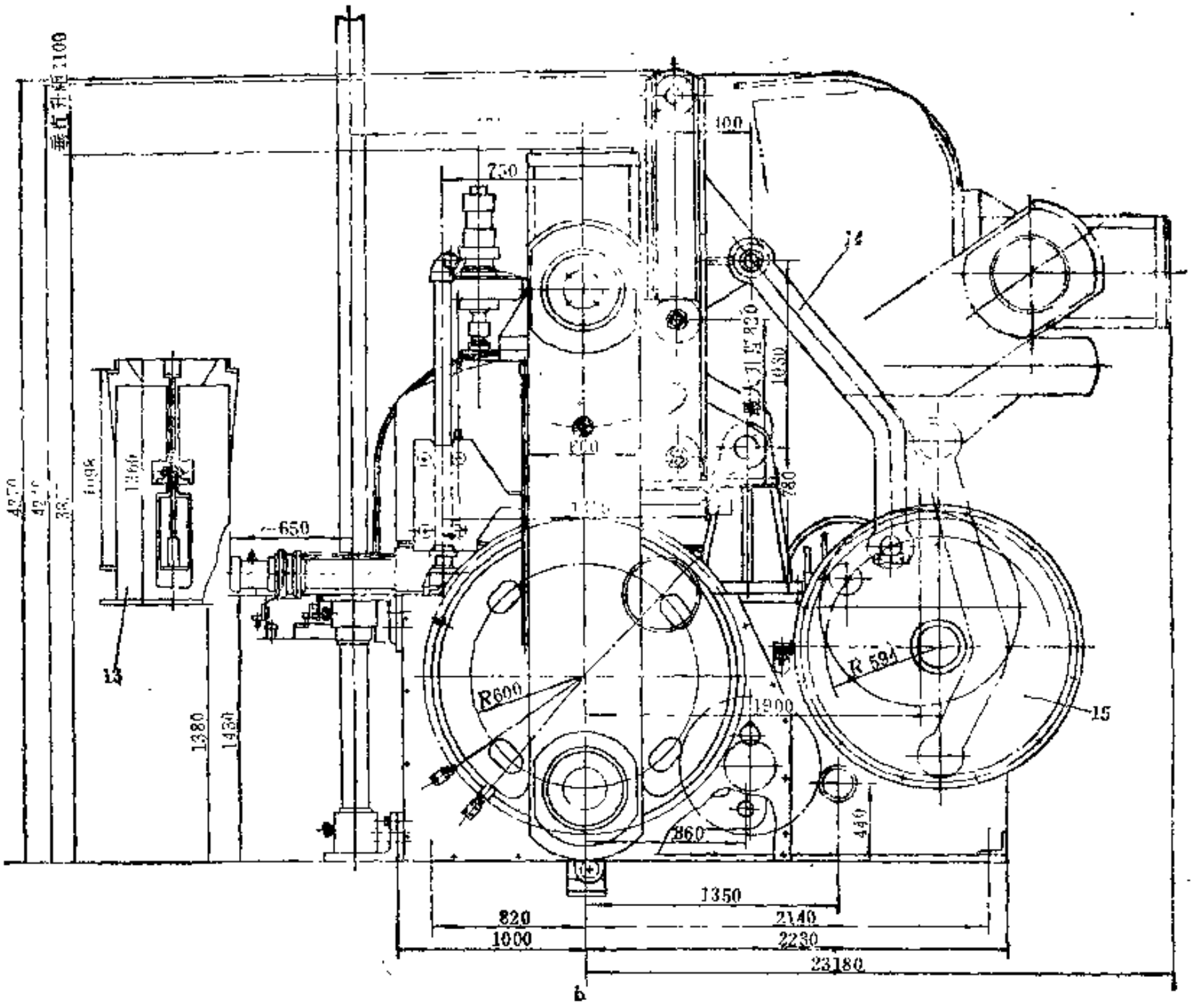


图 2-4-5 LL-B1900/6.6定型硫化机

1—装卸机构；2—翻转传动装置；3—横梁；4—连杆；5—蒸汽室；6—卸胎机构；7—中心机构；8、15—曲柄齿轮；9—底座；10—提升机构；11—管路系统；12—调模装置；13—存胎器；14—弯连杆

大型轮胎定型硫化机，在工作原理方面与中小型硫化机有许多相似的地方，但在结构上与中小型硫化机有较大的差异。图2-4-5为LL-B1900/6.6定型硫化机。它主要由装胎机构1、翻转传动装置2、横梁3、连杆4、蒸汽室5、卸胎机构6、中心机构7等组成。

该硫化机的开模方式为升降翻转型，由两套机械传动装置来实现，其中一套用于垂直升降，另一套用于翻转。这种传动方式使开模或闭模时速度较慢，有利于提高成品率及减少动力消耗。横梁翻转后接近垂直，便于装胎作业及检修及清理模型。闭模时翻转至终点，弯连杆14和曲柄齿轮15的三支点成一直线，能保证上、下模型较好地对中。两套传动装置使整个机器结构较紧凑。

上蒸汽室的上升与翻转或前翻与下降动作是互相连锁的。在蒸汽室关闭的过程中，翻转传动装置是不能开动的。蒸汽室翻转时，升降传动装置也不能开动。除用电气限位开关实现连锁外，还用机械碰块限位，这就充分地防止了机械事故的发生。

图2-4-6为又一种硫化工程轮胎的LL-B2160/8.6定型硫化机，与图2-4-5LL-B1900/6.6的不同之处为采用墙板导向升降-翻转型轨道，用一个电机单套传动，较采用两套传动形式

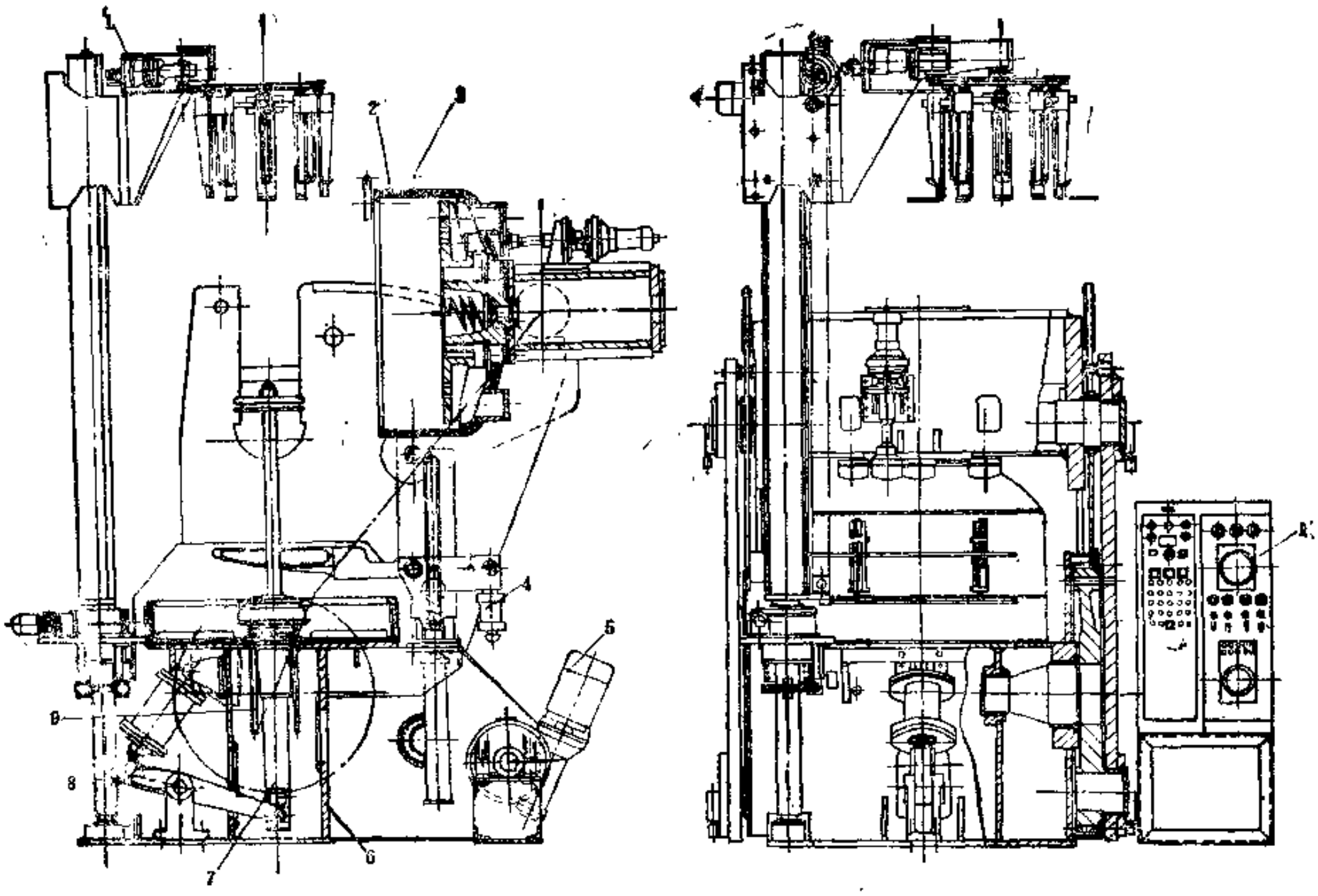


图 2-4-6　LL-B2160/8.3轮胎定型硫化机

1—抓胎装置；2—蒸汽室；3—安全装置；4—卸胎装置；5—传动机构；6—机架；7—中心机构；8—托胎机构；9—热工管路；10—电气控气柜

要简单可靠。这种硫化机仍为B型单模四联杆结构。该机由抓胎装置1、蒸汽室2、安全装置3、卸胎装置4、传动机构5、机架6、中心机构7、托胎机构8、热工管路9、电气控制柜10组成。这种采用墙板导向上升、后移最后翻转90°角的形式与其它B型硫化机开模方式一样。由于蒸汽室内径大，开模时间必须要慢一些，有利于机械设计的安排及操作。

目前国内设计的2500B型定型硫化机与上述1900及2160硫化机基本相同。

图2-4-7为国外4190巨型轮胎硫化机，它与3300硫化机为同一类型，用于硫化巨型工程轮胎。这种巨型轮胎硫化机结构比较简单，中心机构采用一种可卸出机外的“胶囊定型装置”（详见本篇第三章）。在机外装好胶囊定型完毕后，用专用吊车将此装置吊进硫化机。胶囊定型装置（连同定型好的胎坯）的胎圈在中心机构的油缸支承下，座落在下模下钢圈定位，然后硫化机合模硫化。在硫化完毕开模时，为防止轮胎粘于上模，中心机构的上端设有一夹持装置，如图2-4-8所示。在气缸的驱动下，四连杆使卡爪作径向运动，使轮胎粘于下模。待开模后再用专用吊车将轮胎卸出硫化机外。其结构由中心机构（油缸）、防止轮胎粘上模的夹持装置、调模装置、合模力自动调节装置、油压装置（每4台硫化机用一套油压系统）、操纵控制系统等组成。同时设有支承上蒸汽室和模型的支柱及平台，在硫化机开模后清理模型。

由于巨型硫化机的模型很重，不易对中，故可采用在蒸汽室外四个高压油缸（单位压力

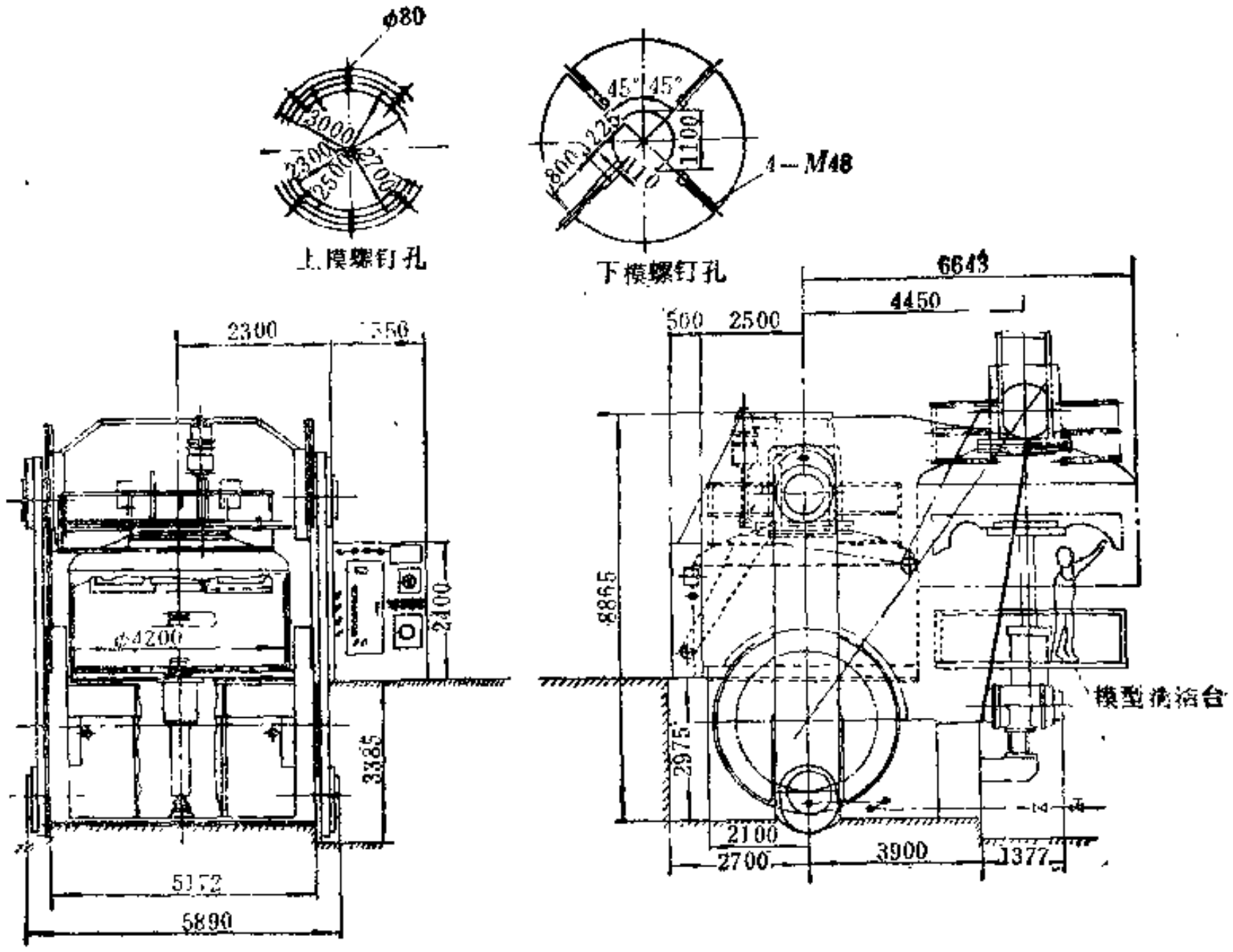


图 2-4-7　巨型轮胎硫化机

在20MPa以上）拉紧下模内径的办法进行模型的对中（见图2-4-9）。

巨型轮胎硫化机的操作过程如图2-4-10所示。

2．液压式B型轮胎定型硫化机

液压式B型轮胎定型硫化机在胶囊工作原理方面与连杆式B型轮胎定型硫化机相同，机器主要由升降机构、蒸汽室、底座、锁模装置、中心机构、装胎装置、存胎装置，液压系统、管路及电气控制等组成。该机蒸汽室可自锁，硫化时采用压力补偿器将模型锁紧，因此机台轻便。

（三）AB型轮胎定型硫化机

AB型轮胎定型硫化机的中心机构与A型、B型轮胎定型硫化机的中心机构有较大的差异，兼有这两种硫化机中心机构的特点，其它部分则基本类同。图2-4-11所示为德国60RAB型轮胎定型硫化机。中心机构由胶囊操纵缸3、囊筒2、囊筒升降操纵缸1及上下夹持盘5、4等组成。当轮胎脱模时，囊筒通过升降操纵缸1向上升起，上夹盘5不动，硫化好的轮胎在囊筒上升时，从下模脱出。胶囊则被收入囊筒内。当装胎时，装胎机构10将胎坯的下子口放在囊筒2的子口上后，囊筒开始下降，并通过齿轮齿条实现与装胎机构同步下降，使胎坯易于对中和定型。囊筒在下降过程中，胶囊进入定型蒸汽，上夹盘5向上升起，胶囊被压入胎坯内腔，合模定型硫化。这种硫化机的卸胎采用卸胎小车8平行插入，将轮胎卸出进入后充气冷却装置。

（四）RIB型轮胎定型硫化机

RIB型轮胎定型硫化机是在综合A型、B型硫化机的基础上发展起来的一种新的机型，

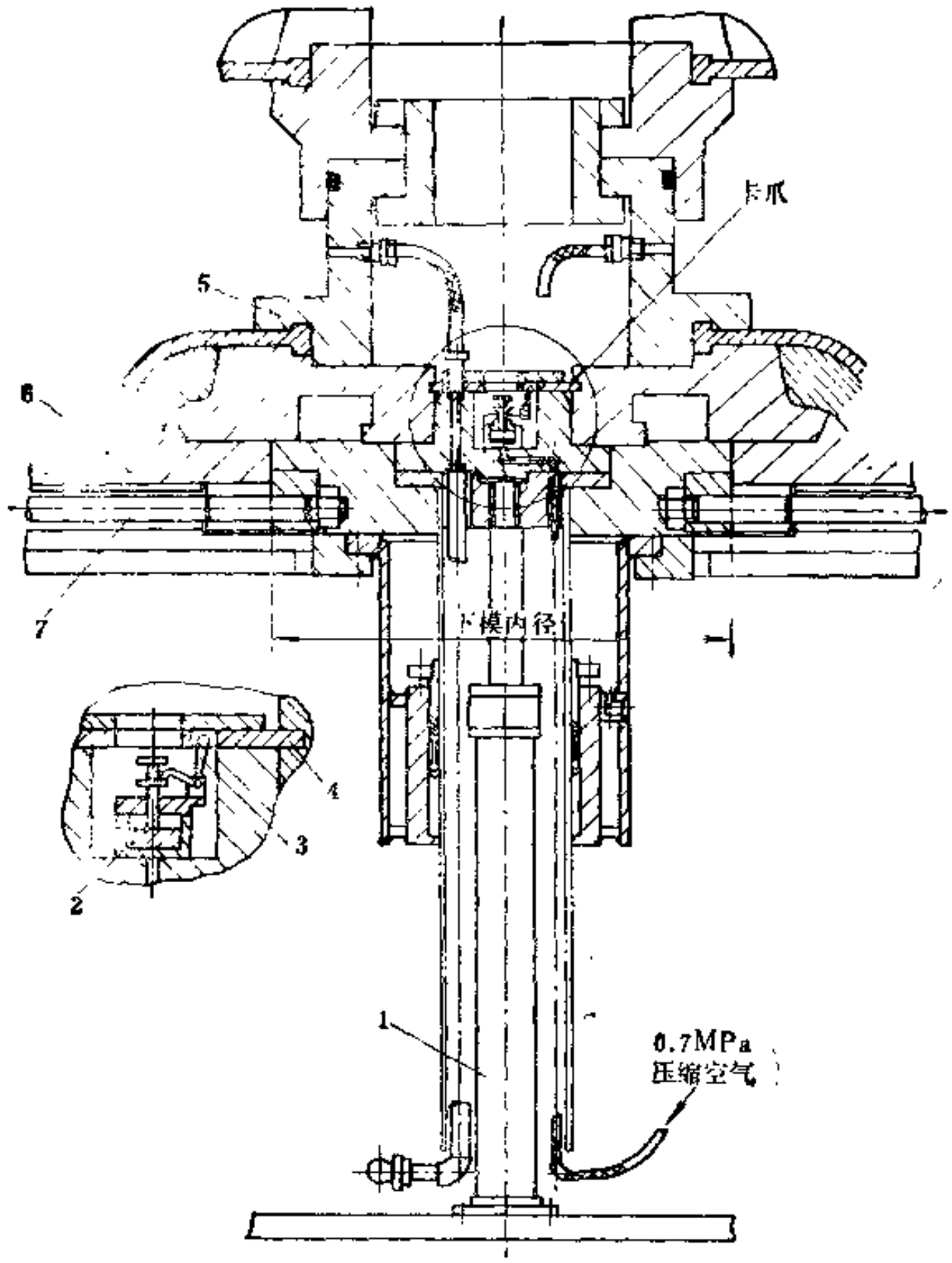


图 2-4-8　巨型轮胎硫化机的揭模油缸及夹持装置

1—揭模油缸；2—气缸活塞；3—控制卡爪径向移动的四连杆机构；4—卡爪；5—胶囊定型装置；6—下模；7—模型定位油缸的活塞杆

如图2-4-12所示。A型硫化机中心机构是用囊筒、两半环夹紧胶囊子口，但胶囊顶端呈自由状态，靠胶囊内充压大小控制其定型。上部用推顶器上的柱塞球鼻将胶囊从硫化好的轮胎压入囊筒内。RIB型硫化机与A型硫化机的主要区别是中心机构在A型基础上增设有一中心杆，将胶囊从硫化好的轮胎中拉入囊筒，使胶囊上半部翻转藏入囊筒内，以提高胎坯定型时的对中性。与B型硫化机比较，可降低硫化机的总高度。这种硫化机具有下列主要优点：

（1）胶囊使用寿命长，因为RIB型胶囊膨胀时需要的力小，比较容易舒展在生胎内；

（2）胶囊顶端由中心杆支撑，可保证生胎定型准确；

（3）RIB型胶囊囊筒容积小，不属于被监察的压力容器范围，且可减少热能消耗；

（4）不用抽真空，不用动力水，中心机构（推顶器和中心杆等）采用压缩空气驱动，容易密封，一旦空气泄漏，对硫化机的操作没有什么大的影响，检修方便；

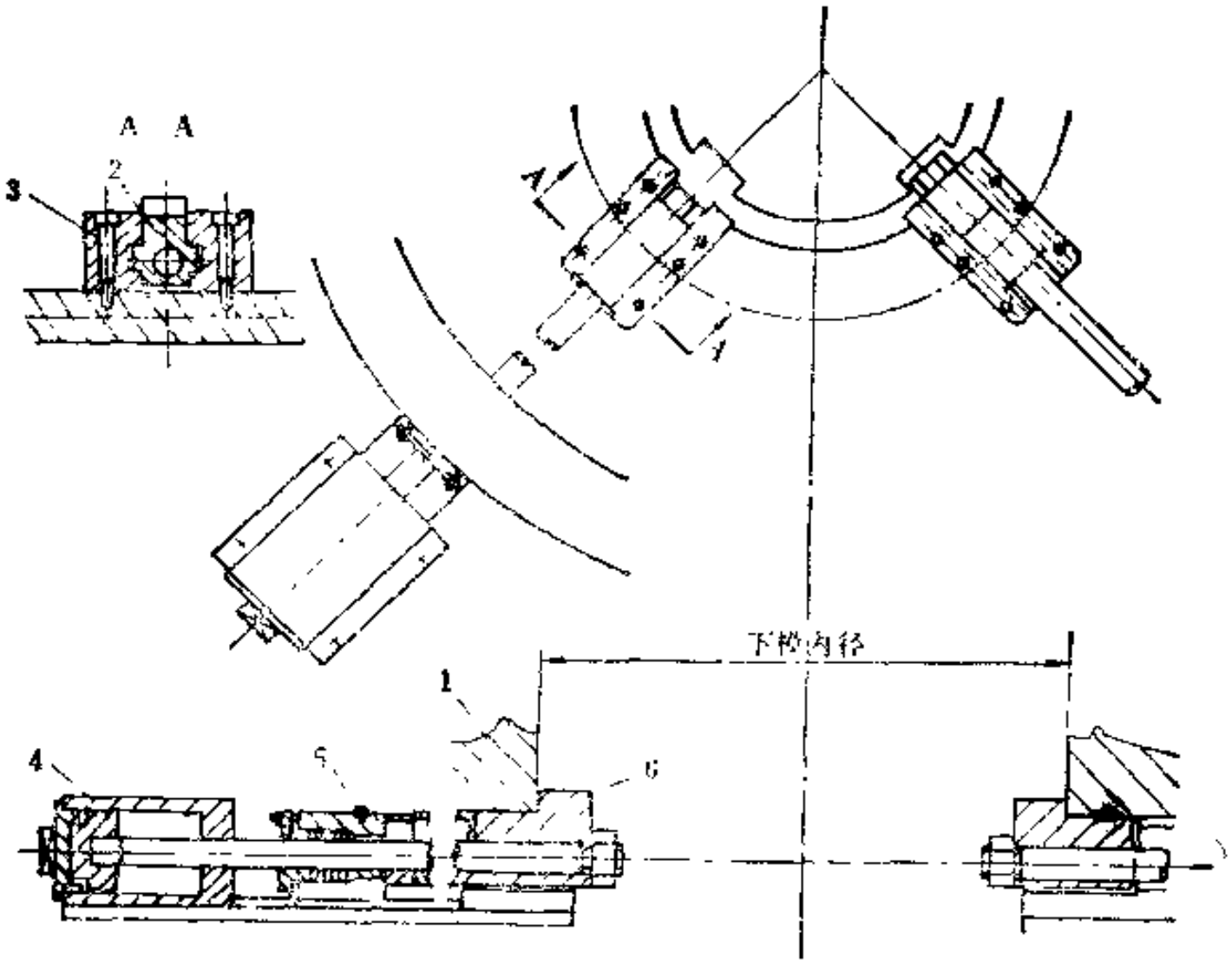


图 2-4-9 下钢圈对中装置

1—下钢圈；2—T形滑块；3—导向槽；4—高压油缸；5—蒸汽室密封圈；6—定位块

表 2-4-2 各种轮胎定型硫化机的优缺点

B型及A1型轮胎定型硫化机	A型轮胎定型硫化机	R1B型轮胎定型硫化机
胶囊不翻转，寿命较长	胶囊翻转弯曲大，使用寿命较B型短	胶囊使用寿命较A型长，但较B型短
蒸汽过热水消耗量较少	蒸汽、过热水消耗量较大	蒸汽、过热水消耗量较A型少
胶囊充水时间短，较易冷却	胶囊充水时间长，冷却时间长	胶囊充水时间较A型短
中心机构动力为压力水，密封装置较多，泄漏可能性大	推顶器动力为压缩空气，密封装置较少，密封性能好	推顶器动力为压缩空气，密封装置较少，密封性能好
需要抽真空系统	不需要抽真空系统	不需要抽真空系统
中心机构较复杂	囊筒简单，推顶器结构复杂	推顶器简单，但下部控制胶囊机构复杂
更换胶囊较困难，时间较长	更换胶囊方便，时间短	更换胶囊方便，时间短
定型时生胎内壁与胶囊之间易残存空气	定型时生胎内壁与胶囊之间残存空气少	定型时生胎内壁与胶囊之间残存空气少
总体结构较为庞大	总体结构比较紧凑	总体结构仍较复杂
胎坯定型时，对中性与稳定性好	胎坯定型时对中性与稳定性较差	胎坯定型时对中性与稳定性较好
装胎时不能同时进行，机械手旋转进入机内对中性差，装胎时间长	装胎可同时进行，装胎时机械手一次装胎，时间短	装胎可同时进行，装胎时机械手一次装胎，时间短
适用于大、中、小轮胎硫化，尤其适用于大型轮胎硫化	适用于中小型轮胎的硫化	适用于大、中、小轮胎硫化

（5）横梁上的推顶器结构较A型简单。

（五）各种轮胎定型硫化机的优缺点

B型、AB型与A型、RIB型轮胎定型硫化机的优缺点详见表2-4-2所示。

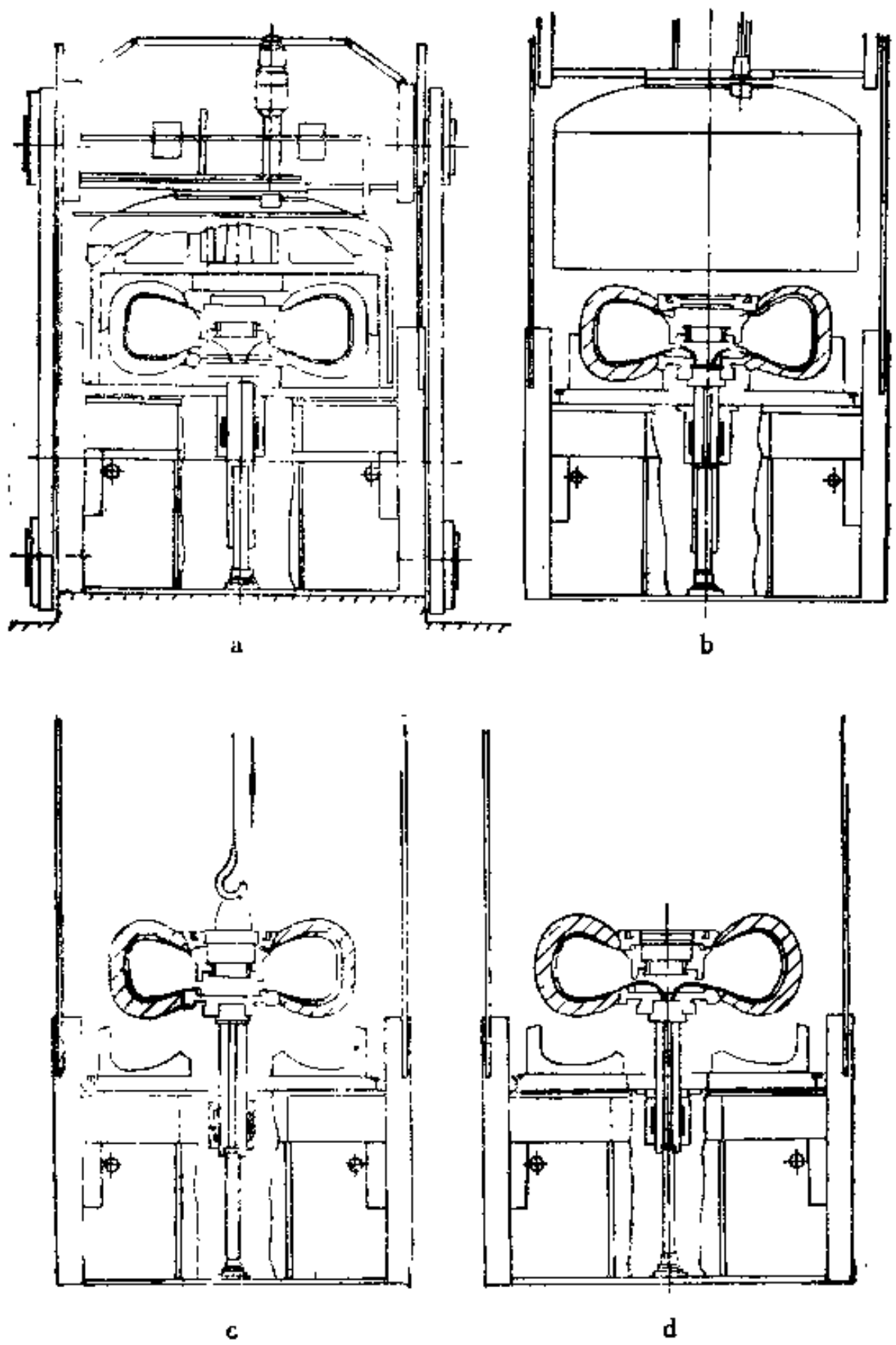
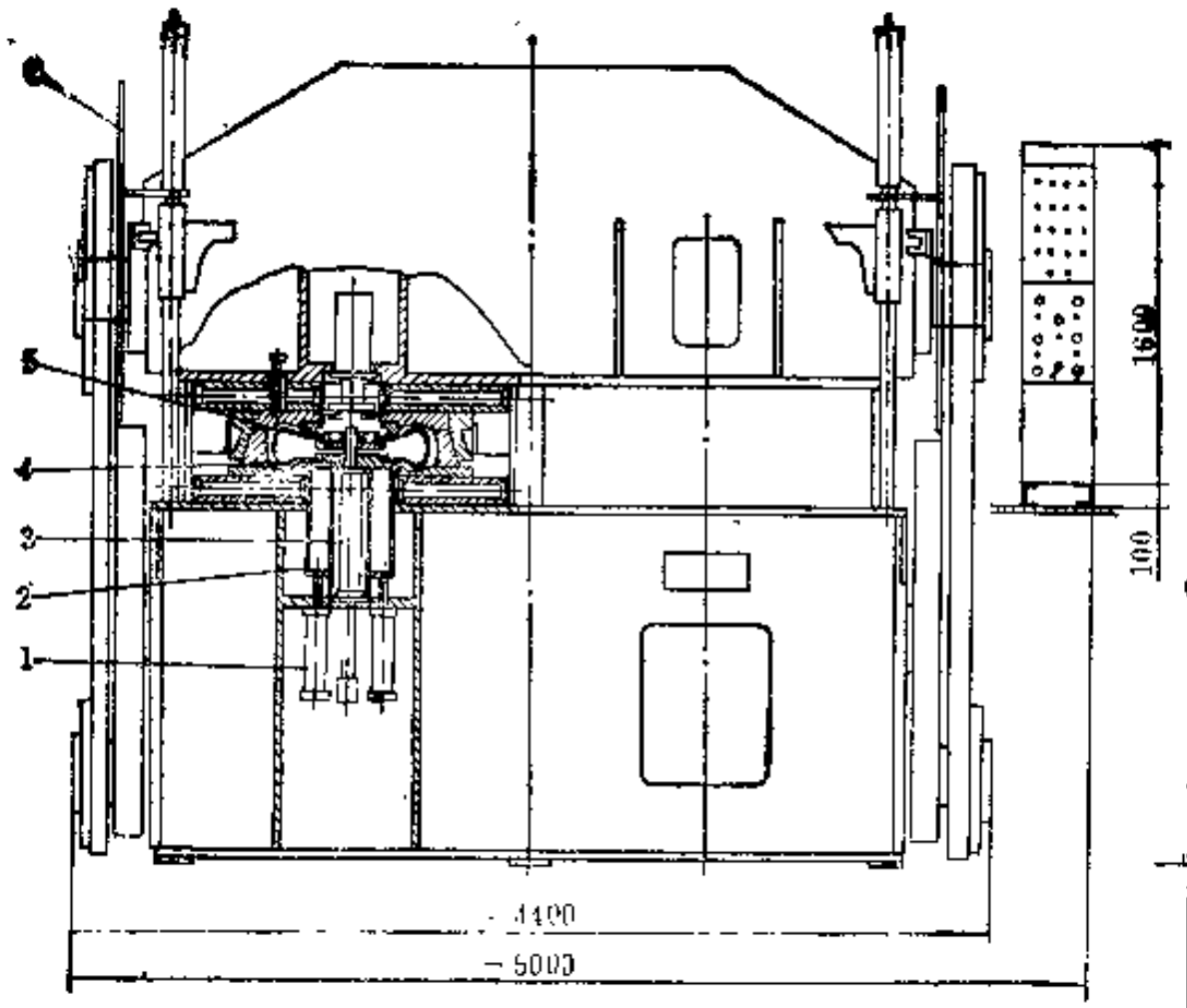


图 2-4-10　巨型轮胎硫化机的操作过程

a—合模硫化；b—开模；c—夹持装置收缩，下钢圈上升，卸胎；d—生胎就位，连接内管，夹持装置张开并卸胎



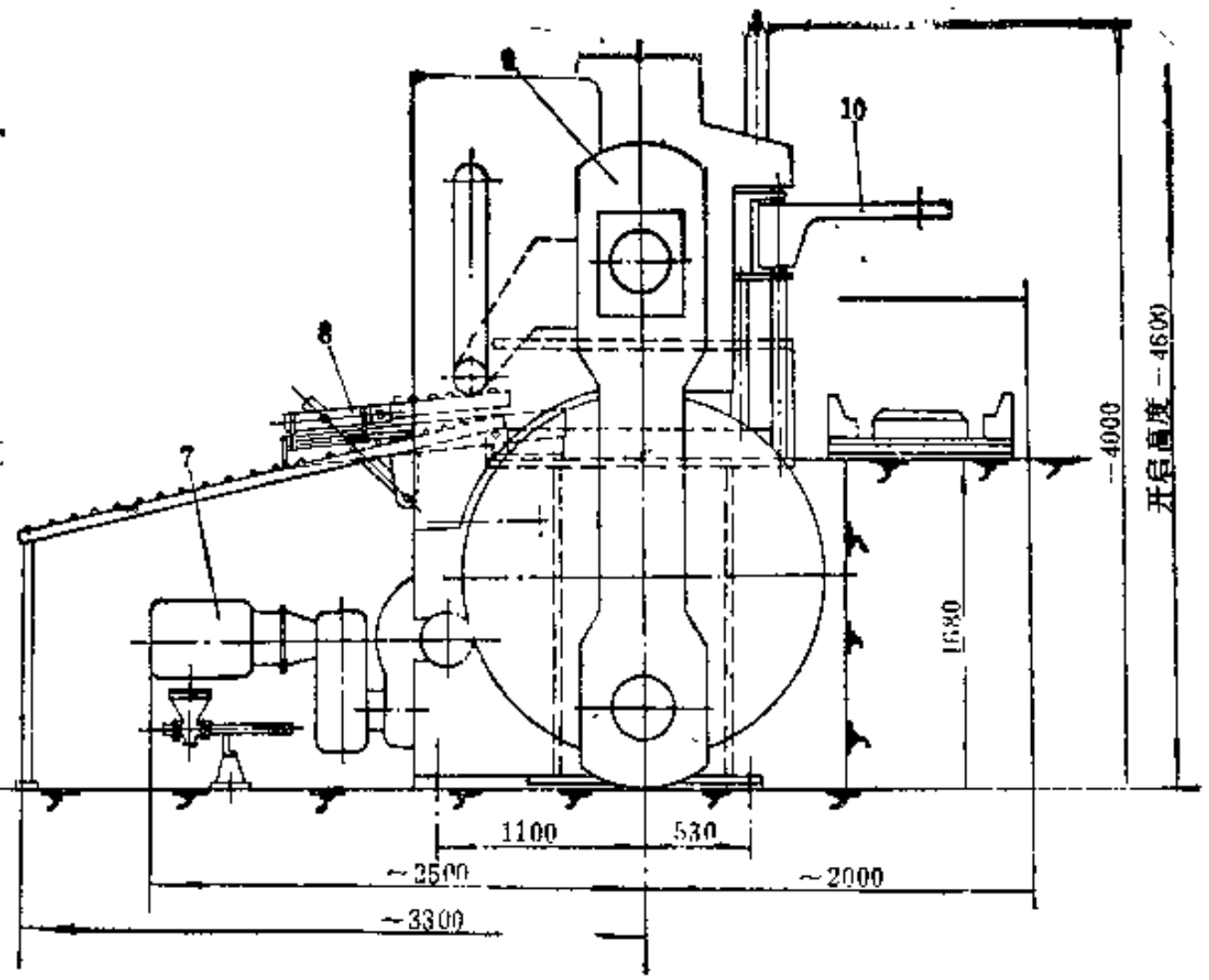


图 2-4-11　AB型轮胎定型硫化机

1—囊筒升降操纵缸；2—囊筒；3—胶囊操纵缸；4—下夹盘；5—上夹盘；6—墙板；7—传动装置；8—卸胎小车；9—连杆；10—装胎机构

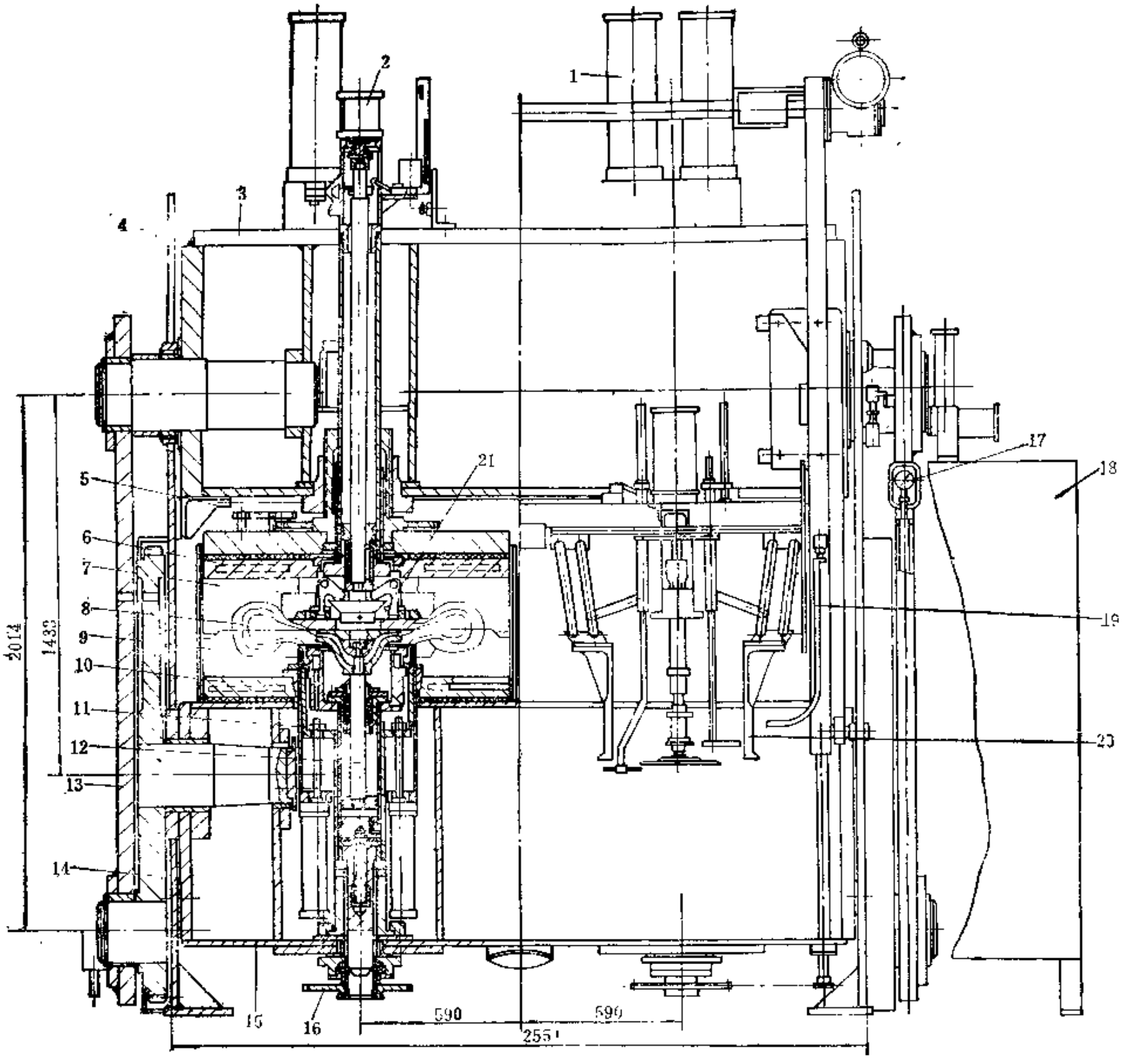


图 2-4-12 RIB型轮胎定型硫化机

1—推顶气缸；2—推顶器；3—横架；4—墙板；5—调模机构；6—上热板；7—上模；8—胶 囊；9—下 模；10—下热板；11—囊筒；12—中心杆；13—连杆；14—曲柄齿轮；15—底座；16—囊筒升降装置；17—吨位表；18—电器柜；19—安全杆；20—机械手；21—杠杆

第二节 主要性能参数

一、张模力、合模力和总压力

（一）张模力

轮胎定型硫化机的张模力是在硫化机硫化时，轮胎模型内、外工作介质压力的作用而使模型在分型面法向分开的力。张模力是定型硫化机的主要性能参数之一，是确定机台功率及

设计零部件的原始数据。

采用蒸汽室结构时，张模力P(N)可由下式计算（参见图2-4-13)：

$$P=\frac{\pi}{4}[D^2p_{内}+(D_{室}^2-D^2)p_{外}] \tag{2-4-1}$$

式中 D——胎模内腔的外径，即近似为轮胎的最大外径，mm；

$D_{室}$——蒸汽室密封圈的平均直径，在设计中常用蒸汽室的内径，mm；

$p_{内}$——胶囊内工作介质最大单位压力，N/mm^2；

$p_{外}$——蒸汽室中蒸汽的最大单位压力，N/mm^2。

采用夹套式或热板式结构时，张模力P则可由下式求得：

$$P=\frac{\pi}{4}D^2p_{内} \tag{2-4-2}$$

对于普通轮胎在定型时的张模力$P_{定}$(N)(见图2-4-14)，建议采用如下公式计算：

$$P_{定}=\frac{\pi}{12}(D_{定}^2+D_{定}d+d^2)p_{定汽} \tag{2-4-3}$$

式中 $D_{定}$——定型蒸汽作用直径，其值为$D_{定}=d+1.7B$(B为轮胎断面宽度，参见图2-4-13和图2-4-14)；mm；

d——轮胎子口直径，mm；

$p_{定汽}$——定型蒸汽压力，N/mm^2。

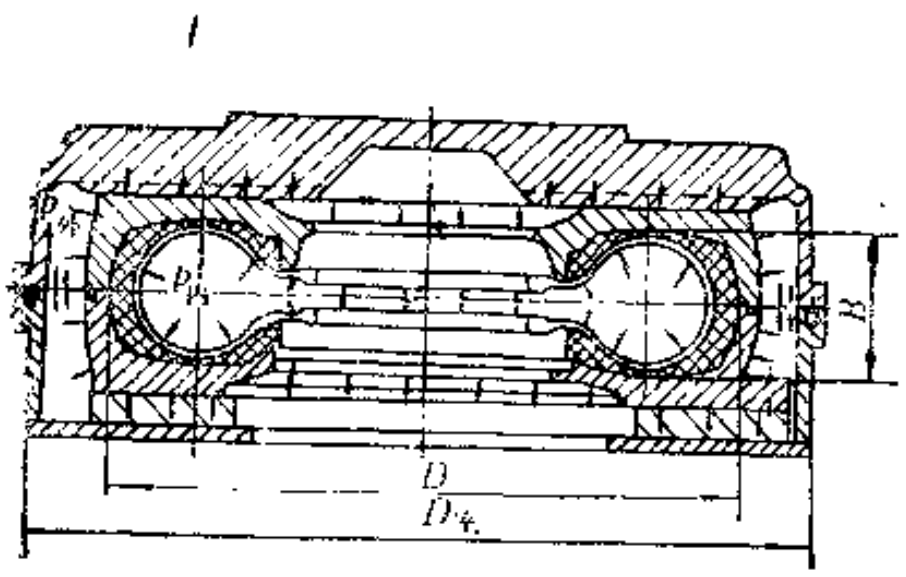


图 2-4-13 张模力计算示意图

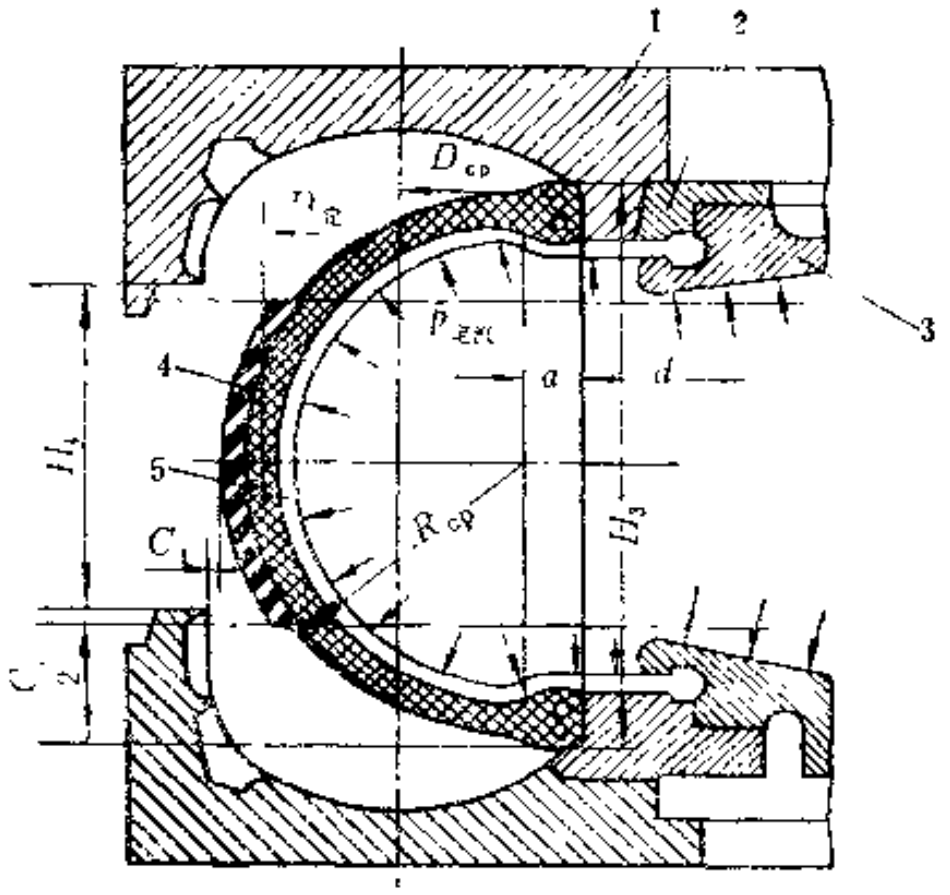


图 2-4-14 定型时胎坯与硫化模型

1—模型；2—上夹持盘；3—下夹持盘；4—胎坯；5—胶囊

（二）合模力

轮胎定型硫化机为了保持模型闭合，合模时在无张模力时通过传动系统使加压机构与模型产生弹性变形而压紧模型的力。

图2-4-15所示为硫化机的合模力-变形示意图。该图表明，在同一硫化机中，当合模力Q等于张模力（即$Q=P$）时，两模型的接触面之间仍有一定的残余变形，此时模型接触面的间隙仍不为零，当合模力Q小于张模力P($Q<P$)时，则两模型接触面之间就不存在残余

合模力，也就不存在残余变形，此时两模型接触的间隙大于零，轮胎即会产生流失胶边，同时机台受力情况和变形情况变得恶劣；当合模力大于张模力时（即$Q>P$），两模型接触面之间的残余合模力相当大，其残余变形也相当大，此时轮胎虽没有流失胶边，但功率消耗将大大增加，这是不合理的。机台随张模力的增加，合模力则相应增加。一般合模力等于硫化轮胎时的张模力，即$Q=P$。

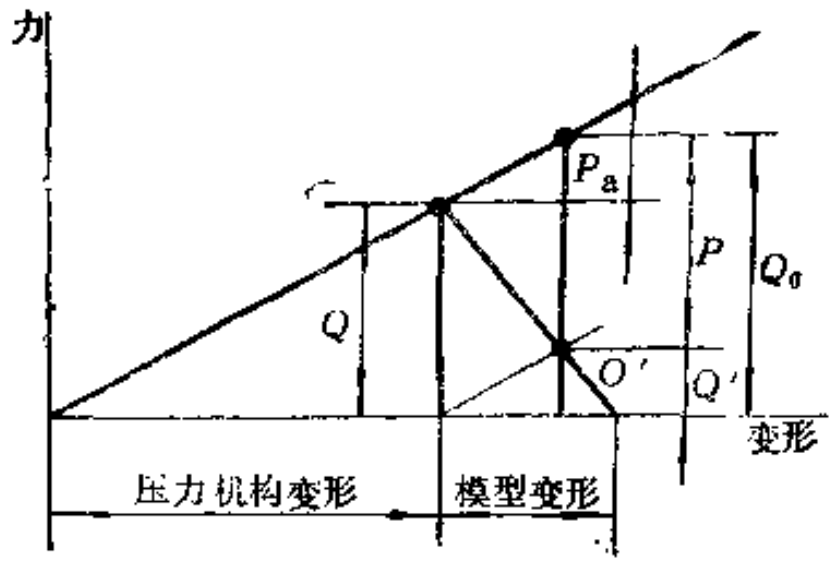


图 2-4-15 合模力-变形图

（三）总压力

总压力即是机台压紧模型的最大作用力。总压力是连杆式轮胎定型硫化机确定电机功率和设计新机台零部件的主要参数。总压力$Q_总$(N)可根据图2-4-15合模力-变形图求得：

$$Q_总=P+Q' \tag{2-4-4}$$

或

$$Q_总=Q+P_a \tag{2-4-5}$$

式中 Q——合模力，N；

Q'——残余合模力，N；

P_a——张模力的增量，N；

P——紧模力，N。

将式(2-4-5)的张模力增量写成与张模力的关系式时，则：

$$Q_总=Q+k\cdot P \tag{2-4-6}$$

式中 k——压力机构与模型连接的外载荷系数。

影响外载荷系数的主要因素是压力机构和模型环节的刚性。随着压力机构刚性的增加（或相对模型刚性的减小），压力机构所受的总压力随着增加，相反则减少。

通常情况下，定型硫化机的k值在额定张模力的条件下，其值为0.05～0.15。在设计中为了计算方便，往往采用下式计算硫化机总压力：

$$Q_总=k_0\cdot P \tag{2-4-7}$$

式中 P——机台额定张模力，N；

k_0——一般取1～1.15。

现将几种定型硫化机的k_0值列于表2-4-3。

表 2-4-3 几种定型硫化机的k_0值

型号 / 参数	LL-A1030 /1.36×2	LL-B1050 /1.4×2	LL-A1170 /1.76×2	LL-AB1400 /3×2	LL-B1310 /2.95×2	LL-B1524 /4.3×2	1300-75M7	LL-B 1900/6.6	1900-85M8
张模力 kN	1185	1280	1680	2740	2790	3940	5780	6320	8190
总压力 kN	1330	1370	1730	2940	2890	4200	5780	6470	8430
k_0	1.122	1.070	1.029	1.073	1.036	1.066	1	1.024	1.029

二、锁模时扭矩和功率的计算及电机选择

近年来，定型硫化机锁模时扭矩和功率的计算方法很多，但都是以曲柄齿轮在机台额定合模力作用下的最大扭矩为原始依据的。在锁模过程中，由于硫化机的连杆、横梁、调模机构，模型和底座等零部件要产生弹性变形，所以通过实验和理论分析，找出合模力与机台变形量的变化规律，可推导出曲柄齿轮最大扭矩与额定合模力（即总压力）的关系。并依此确定电机的功率和选择电机。必须指出，以下介绍的计算方法在生产实践中考验的时间还不够长，它们的计算相互稍有出入，但由于硫化机电机的超载特性，根据下述方法计算的扭矩值选择电机也能够符合硫化机工作特性的要求。

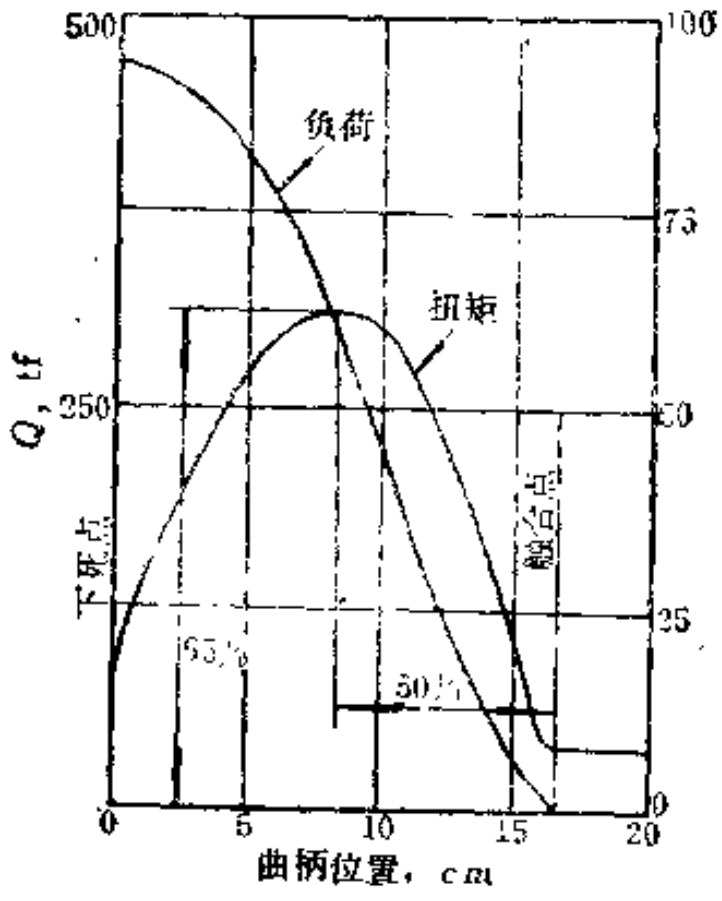


图 2-4-16 负荷和曲柄位置的关系
($1tf=9.80665\times10^3N$)

（一）曲柄齿轮的最大扭矩

曲柄齿轮的最大扭矩由两部分组成：①连杆的反力矩；②曲柄齿轮轴承和连杆轴承的摩擦力矩。目前推荐采用以下两种计算方法。

1. 经验计算式

据试验资料介绍，曲柄齿轮转动所需的最大扭矩M_{max}，大致发生在触合点(曲柄在硫化机合模时上下模相接触之点）到下死点间连线的中点（见图2-4-16），M_{max}(N·m)可按下式计算：

$$M_{max}=\frac{1}{2}\times0.65Q_{max}[0.05(d_A+d_B+2d_C)+H] \qquad (2\text{-}4\text{-}8)$$

式中 Q_{max}——每根连杆的额定预紧力，N；

d_A、d_B、d_C——曲柄齿轮轴承和连杆轴承的直径，m；

H——触合距离，即曲柄在触合点与下死点之间的距离，m。$H=Ra_0$，即$\overset{\frown}{AC}$（见图2-4-17）；

R——曲柄半径，m；

a_0——始锁角，即曲柄齿轮从触合点到下死点的转角，rad。

2. 理论计算

如图2-4-17所示的曲柄连杆机构，设曲柄齿轮转到A点，a_0为始锁角时，模型开始产生预紧力Q，若曲柄齿轮继续转动至B点，a为终锁角（即硫化机合模终点，曲柄至下死点的角度），而硫化机有关零部件发生的弹性变形为ΔS_m。可见，连杆的反力矩$M_C=Q\cdot h$；各轴承d_A、d_B、d_C(见图2-4-18)摩擦力矩之和$M_f=M_A+M_B+M_C$；经理论推导得曲柄齿轮最大扭矩M_{max}(N·m)的近似计算式为：

$$M_{max}=Q_{max}\left(1-\frac{a^2}{a_0^2}\right)\left[R\left(1-\frac{R}{L}\right)a+Af\right] \qquad (2\text{-}4\text{-}9)$$

式中 Q_{max}——每根连杆的额定预紧力，N；

$$A=\frac{1}{2}\left[\frac{l_2}{l_1}d_A+\left(1+\frac{l_2}{l_1}\right)d_B+d_C\right],\ \text{m};$$

l_1、l_2——曲柄齿轮内侧轴承、连杆轴承与曲柄齿轮外侧轴承的距离，m；

d_A、d_B、d_C——与公式(2-4-8)同；

α——曲柄最大扭矩时产生的角度，rad；

$$\alpha=\frac{\sqrt{(Af)^2+3\left[K\left(1-\frac{R}{L}\right)\alpha_0\right]^2}-Af}{3K\left(1-\frac{R}{L}\right)}$$

α_0——始锁角的弧度，一般取$\alpha_0=10\sim12°$的弧度值；

K——曲柄半径，m；

L——连杆长度，m；

f——摩擦系数，一般取0.03～0.05。

新设计硫化机时，为计算方便，曲柄齿轮最大扭矩M_{max}以$\alpha=4°$、$\alpha_0=8.9°$时代入式(2-4-9)，得下列简化计算式：

$$M_{max}=0.8Q_{max}\left[0.07K\left(1-\frac{R}{L}\right)+Af\right] \qquad (2\text{-}4\text{-}10)$$

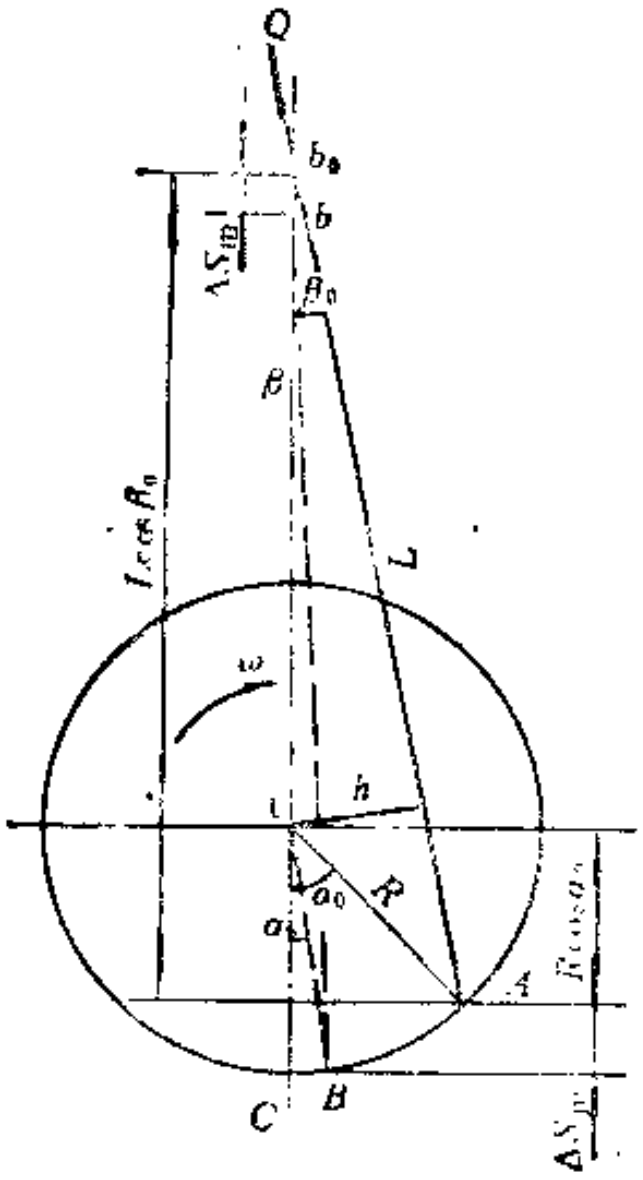


图 2-4-17　曲柄连杆机构扭矩计算图

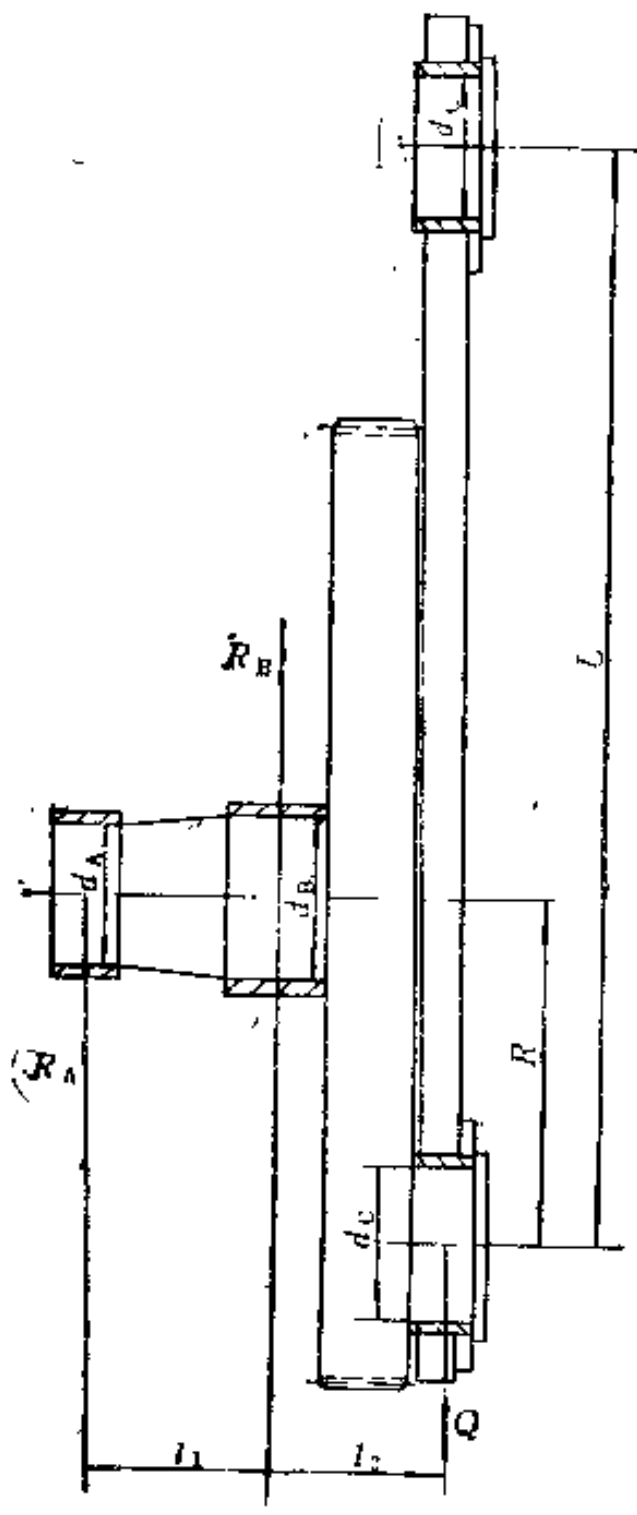


图 2-4-18　连杆和曲柄齿轮

（二）电机力矩的确定及电机选择

由于硫化机的专用电机在不同力矩下转速变化很大。同时，当力矩最大时，其功率不一定是最大值。因此，按力矩选择电机较为简便可靠，只要电机最大力矩$M_{启}$(即电机启动力矩)大于计算所得的电机轴承受的最大扭矩M_{1max}即能满足要求：

$$M_{1max}=\frac{2M_{max}}{i\eta} \tag{2-4-11}$$

$$M_{启}\geqslant kM_{1max}=\frac{2kM_{1max}}{i\eta} \tag{2-4-12}$$

式中 i——总传动比；

η——总效率，$\eta=\eta_1\cdot\eta_2\cdot\eta_3$；

η_1——减速器效率；

η_2——各级齿轮副效率；

η_3——各轴承效率；

k——考虑计算误差及电压波动等影响的附加系数，取1.2～1.5。

根据硫化机的负荷特性及工作环境，对电机的要求是：①具有较高的启动力矩，其运行速度越低，输出力矩越大，从低速到接近同步速度都能稳定运行，而且启动力矩（也是最大力矩）与额定力矩的比值较大，一般为3.5～4；②重复短期工作制并可逆运行；③带制动装置，使硫化机能在任意位置准确停车；④密封性能良好，能适应高温、高湿的工作条件。

国产硫化机用JQLX系列三相异步电机的性能参数列于表2-4-4。

表 2-4-4 JQLX系列超高启动转矩三相异步电机参数

型号	额定功率 kW	额定电流 A	额定转速 r/min	额定转矩 N·m	堵转转矩 N·m	堵转电流/额定电流	工作定额 %	允许堵转时间 s	效率	功率因素	直流电磁制动器 额定制动矩 N·m	直流电磁制动器 额定电流 A	直流电磁制动器 激磁线组直流电阻(75℃)Ω	重量 kg
21-6	2.2	5.79	925	29.6	112.6	5.5	15	5	0.79	0.72	87	1.4	81.5	90
22-6	3.5	8.91	914	37.3	142	5.5	15	5	0.79	0.75	106	1.4	81.5	97
23-6	5	12.74	903	54	205	5	15	5	0.79	0.76	106	1.4	81.5	101
31-6	7.5	18.5	880	85	340	5	15	5	0.78	0.78	200	1.83	60.26	195
32-6	11	26	880	122	520	5	15	5	0.81	0.78	200	1.83	60.26	215
41-8	11	31	660	162	620	4.5	15	5	0.80	0.65	380	6.1	17.93	300
42-8	16	45	660	237	907	4.5	15	5	0.80	0.65	380	6.1	17.93	330

（三）电机的功率

按曲柄齿轮的最大扭矩也可以换算为额定扭矩M_1(N·m)及额定功率N_1(kW)来选择电机功率N(kW)：

$$M_1=\frac{kM_{1max}}{k_n}=\frac{2kM_{max}}{k_ni\eta} \tag{2-4-13}$$

$$N_1=\frac{2kM_{max}\cdot n}{9550i\eta k_n}\leqslant N \tag{2-4-14}$$

式中 k_n——系数，为电机最大力矩和额定力矩的比值，JQLX系列电机为3.5～4；

n——电机额定转速，r/min。

表 2-4-5　轮胎定型硫化机系列与基本参数

蒸汽室或护罩公称内径，mm	合模力　kN	模型数量	模型加热方式	调模高度 mm	适用胎圈直径 in
860	1030	2	平板	140～200	8～13
910	1030	2	平板	150～300	8～14
1030	1330	2	平板	155～300	12～16
1050	1370	2	平板	180～300	13～16
1170	1960 2160	2	平板	155～330	13～20
1310	2890	2	蒸汽室	245～400	16～20
1400	2940	2	蒸汽室	250～400	16～20
1525	4220	2	蒸汽室	255～635	16～24
1900	6470	1	蒸汽室	380～710	18～38
2160	8430	1	蒸汽室	550～920	20～38
2500	12750	1	蒸汽室	600～960	24～42

注：蒸汽室或护罩实际内径允许增加公称内径的 2 %。

表 2-4-6　国产轮胎定型硫化机主要性能参数

型号 / 主要参数		LL-B 900/1 ×2	LL-B 950/1.35 ×2	LL-A 1030/1.65×2	LL-RIB 1030/1.36×2	LL-AB 1030/1.36×2	LL-B 1050/1.4 ×2	LL-AB 1170/2.2×2	LL-A 1170① /1.76×2	LL-A 1170② /2.18×2P	LL-A 1170③ /2×2-A
蒸汽室或护罩内径，mm		900	950	1030	1030	1030	1050	1170	1170	1170	1170
最大合模力，MN		1	1.35	1.65	1.36	1.36	1.40	2.2	1.76	2.18	2.16
蒸汽压力，MPa				0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	1.0	1.0	1.0
热水压力，MPa				2.8	2.8	2.8	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8
模型高度 mm	最大	300	290	300	300	355	270	380		330	326
	最小	150	140	155	155	155		155		155	155
胎圈直径，in		10～14	8～16	12～16	12～16	12～16	13～16	13～20	13～20	15～20	13～20
硫化轮胎最大外径，mm	两半模	700	6.50-16	906	820	907		1030		970	980
	活络模				680						760
主电机	型号				JQL×41-8		JZ_2-H-41-8			JZ_2-H-41-8	JQL×41-8
	功率，kW	7.5	7.5	11	11	11	11	11		11	11
	转速，r/min				660		687			687	660
外形尺寸 mm	长度	2200	2470	4100	4095	3282	4300	3706	4668	4568	4585
	宽度	2650	2630	3440	3439	4048	3650	4163	3100	4333	4148
	高度	3100	3280	3230	3232	4038	4300	4772	4791	4851	3731

续表

主要参数 \ 型号	LL-B 900/1×2	LL-B 950/1.35×2	LL-A 1030/1.65×2	LL-RIB 1030/1.36×2	LL-AB 1030/1.36×2	LL-B 1050/1.4×2	LL-AB 1170/2.2×2	LL-A 1170① /1.76×2	LL-A 1170② /2.18×2P₁	LL-A 1170③ /2×2-A
机器重量，t			22	28	19	25	25.5	32	32	32
制造厂	湛江机械厂	湛江机械厂	湛江机械厂 天津化工机械厂	桂林橡胶机械厂	三明化工机械厂	上海轮胎机械厂	三明化工机械厂	天津橡胶机械厂	上海轮胎机械厂	益阳橡胶机械厂

主要参数 \ 型号		LL-RIB 1170/2.2×2	LL-B 1310④ /2.95×2	LL-B 1310(Ⅱ) /2.95×2	LL-AB 1400/3×2	LL-B 1525⑤ (Ⅱ)/4.3×2	LL-B1900 /6.6	LL-B2160 /8.6	LL-B2500 /13
蒸汽室或护罩内径，mm		1170	1310	1310	1400	1525	1900	2160	2500
最大合模力，MN		2.2	2.95	2.95	3.0	4.3	6.6	8.6	13
蒸汽压力，MPa		1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
热水压力，MPa		2.8	2.5	2.5	2.5	2.8	2.8	2.5	3.0
模型高度 mm	最大	380	406	445	400	635	710	920	960
	最小	155	254	245	300	255	380	550	600
胎圈直径，in		15～20	16～20	16～20	20	16～24	24～38	20～38	24～25
硫化轮胎最大外径，mm	两半模	1030	1097	1180		1270	1625	1880	
	活络模		1018	1013		1135			
主电机	型号	JQL×41-8	JQL×31-6	JQL×31-8	Ⅱ	JQL×32-6	JQL×32-6	JQL×42-8	25×2
	功率，kW	11	7.5	7.5		11	11（升降） 7（翻转）	16	
	转速，r/min	660	880	880		880	880	660	
外形尺寸 mm	长度	4668	5370	6108	5600	7000	4940	5330	7430
	宽度	3710	5190	5380	5950	5520	3915	5034	6600
	高度	3881	4664	5590	5100	5940	4160	7300	8860
机器重量，t		32	50	50		60	50	88	128
制造厂		桂林橡胶机械厂	益阳橡胶机械厂 三明化工机械厂	桂林橡胶机械厂	湛江机械厂	桂林橡胶机械厂 三明化工机械厂	桂林橡胶机械厂 三明化工机械厂	益阳橡胶机械厂	大连橡塑机械厂

① 天津橡机厂可提供1.76MN和2MN两种机型。

② 上海轮胎机械厂还可提供LL-RIB1170/2.18×2硫化机，其参数与LL-A1170/2.18×2P₁硫化机相同，但外形尺寸为4580×4110×4835mm。

③ 益阳橡胶机械厂还生产 LL-R1B1170/2×2-A 硫化机，其参数与 LL-A1170/2×2-A 相同，但最大模型高度为380mm。

④ 三明化工机械厂还生产LL-B1310/2.95×2-Ⅱ硫化机，其参数和LL-B1310/2.95×2相同。

⑤ 三明化工机械厂产品型号为 LL-B1525/4.3×2A。桂林橡机厂还生产 LL-B1525(ⅡS)/4.3×2 和 LL-B1525(ⅡSP)/4.3×2两种型号，前者配有液压缸升降的装胎器，四工位后充气装置，后者配有液压缸升降的装胎器，下移式机械手，四工位后充气装置。

1in＝0.0254m。

（四）锁模时电机的功率消耗

硫化机在锁模时的运行速度随着扭矩的增加而下降，要准确确定比较困难，因此电机消耗功率N(kW)的计算有一定误差，但可供机台测试时参考：

$$N=\frac{2M_{max}\cdot n_1}{9550\eta} \tag{2-4-15}$$

式中 n_1——电机在曲柄齿轮最大扭矩M_{max}时的实际转速，r/min，经对几种硫化机进行实测得$n_1=n-kn$；

k——系数，一般取0.1～0.15；

n——电机额定转速，r/min；

M_{max}、i、η——见公式(2-1-11)。

三、各种规格轮胎定型硫化机的主要性能参数

目前国内外生产轮胎定型硫化机的主要厂家有：中国的桂林橡胶机械厂、湛江机械厂、三明化工机械厂、益阳橡胶机械厂、上海轮胎机械厂、天津化工机械厂和天津橡胶机械厂；日本的神户制钢和三菱重工；美国的Mc Neil和NRM公司、德国的Krupp和 Herbert 公司等。各种轮胎定型硫化机的主要性能参数见表2-1-5至表2-4-11。

表 2-4-7 日本B型轮胎定型硫化机主要性能参数

型号 / 主要参数	350-42M16A	350-45M16A	436-48 M2A	650-55 M13	950-63-½ M5	1300-75M7	1900-86M8	2700-100 M8
模型数	2	2	2	2	2	1	1	1
加热方式	热板	热板	热板	蒸汽室	蒸汽室	蒸汽室	蒸汽室	蒸汽室
最大合模力，kN	1350	1600	1950	2930	4300	5900	8600	12250
蒸汽压力，MPa	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
过热水压力，MPa				2.1～2.8	2.8			
蒸汽室内护圈直径，mm	1030	1092	1180	1308	1524	1798	2050	2438
模型高度，mm								
最大	381	343	457	406	635	711	914	1066
最小	178	152	203	254	254	381	558	610
轮辋直径，in	12～16		20	16～20	16～24	20～38	20～38	24～42
硫化轮胎最大规格或外径，mm								
两半模	9.15～15	975	9.00-20	1180	1270	18.00-24	23.1-34	29.5-35
活络模		750		1016	1135			
开（合）模时间，s								
开模				87	86	84	96	126
合模				87	86	84	96	126
主电机功率，kW	5.5			7.5	10	215N·m	215N·m	215N·m
外形尺寸，mm								
长度	2776①	2978①		3850①	4432①	2890①		
宽度	1641	2556		2773	3162	3450		
高度	2448	2559		3350	4096	3894		
机器重量，t					57			

① 为主机尺寸，不包括机械手、控制箱和存贮器的尺寸。

1in＝0.0254m。

表 2-4-8 日本A型轮胎定型硫化机主要性能参数

主要参数			型号	40.5/230	40.5/300	46/385	57/675	60/750	62/1000	72/1350
模型数量				2	2	2	2	2	2	2
模型加热方式				热板	热板	热板	蒸汽室	蒸汽室	蒸汽室	蒸汽室
护环或蒸汽室内径，mm				1030	1030	1170	1350	1524	1575	1821
每个模型合模力，kN				1040	1360	1770	3000	3400	4530	6120
两半轮胎	模型厚度，mm		最大	330	300(312)	330(368)	445	635	635	712
			最小	152	155	155	235	254	254	305
	胎圈直径，in		最大	16	16	20	24.5	28	28	36
			最小	12(8)	8	12	15	17	17	20
	合模最大高度，mm			760	760	860	775	1070	1070	1220
轮胎定型	轮胎最大尺寸	$p_{外}=0.5$MPa	最大外径，mm		966	1080	1350	1470	—	—
		$p_{内}=2.1$MPa	规格		7.50-16	8.25-20	12.00-24	14.00-24	—	—
		$p_{外}=0.5$MPa	最大外径，mm		764	892	1135	1170	1400	1420
		$p_{内}=2.1$MPa	规格		6.50-16	6.50-20	11.00-20	12.00-20	14.00-20	—
活络模型	模型尺寸	模型厚度，mm			280	320	330	380	380	—
		轮胎最大外径，mm			730	810	1170	1288	1350	—
		扇形块径向行程，mm			42	50	75	85	87	—
	轮胎最大尺寸	$p_{外}=0.5$ MPa	轮胎外径，mm		686	750	1050	1140	1193	—
		$p_{内}=2.8$ MPa	规格		7.00-11	6.50-16	10.00-20	12.00-20	12.00-20	—
最小胎圈直径，in					12	14	15	17	17	—
从机器底板至地面高度，mm				1060	1120	1260	1480	1575	1778	1626
配套鼓筒	8型（胎圈直径7～8in）			○	△	—	—	—	—	—
	10型（胎圈直径7～10in）			○	△	—	—	—	—	—
	12/13型（胎圈直径7～12in）			□	□	○	—	—	—	—
	15型（胎圈直径15in）			—	○	○	△	—	—	—
	17型（胎圈直径17in）			—	—	□	□	○	○	—
	19型（胎圈直径19in）			—	—	—	○	□	□	—
	20型（胎圈直径20in）			—	—	—	○	○	○	□
动力源	电机	主电机，kW		AC7.5/3.7	AC10/5.5	AC11	AC11	AC11	AC11	AC11
		装胎器电机，kW		AC0.75	AC0.75	AC1.5	AC1.5	AC2.2	AC2.2	AC2.2
		后充气电机，kW		AC1.2	AC1.2	AC1.2	AC1.2	AC1.2	AC1.2	—
	压缩空气	气缸用，MPa		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
		控制气压，MPa		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
		后充气装置，MPa		0.7	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4	—
		活络模操作气缸，MPa		—	0.7	0.7	1.4	1.4	1.4	—
容许压力 MPa		热板（蒸汽室）		0.7	1	1	1	1	1	0.7
		鼓筒		2.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

续表

主要参数 \ 型号	40.5/230	40.5/300	46/385	57/675	60/750	62/1000	72/1350
开（合）模时间，s	24.9	24.9	28.5				

注：□——标准；○——半标准；△ —可采用。

1in＝0.0254m。

表 2-4-9 Herbert公司轮胎定型硫化机主要性能参数

主要参数 \ 型号	AUBO16	AUBO25-6	AUBO30	AUBO40-K	AUBO46-K	AUBO52-K	AUBO60-K
硫化轮胎品种	自行车胎小型摩托胎	自行车胎、小型摩托胎、小桥车胎	自行车胎、小型摩托胎、小桥车胎	汽车胎	汽车胎	汽车胎	汽车胎
最大合模力，kN	360	500	700	1350	1700	2800	3500
胎圈直径，in	3～8	8～12	8～15				
最大轮胎外径，mm	450	560	670				
轮胎宽度，mm	150	200	200				
蒸汽室或护罩内径，mm				1020	1180	1320	1525
生胎高度，mm					750	1050	1130
外形尺寸，mm 长度				3400	3650	4100	4500
宽度				3400	3400	4600	5000
开模高度				3850	4440	4300	4600
闭模高度				3000	3400	3700	4000
产量，条/h	160～190	160～190	130～190				
机器重量，t	0.43	6	8	11	19	28	36

注：1in＝0.0254m。

表 2-4-10 Krupp公司液压式轮胎定型硫化机主要性能参数

主要参数 \ 型号	4529RH	5565H	6495H	7513H	8520H
护罩或蒸汽室内径，mm	1100	1397	1625	1800	2060
模型高度，mm	190～370	254～508	254～635	305～635	558～914
最大合模力，kN	1360	3000	4300	6000	9000
胎圈直径，in	12～16	15～20	17～24/20～28	20～38	20～38
最大内压，MPa	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
蒸汽压力，MPa	1.6(热板)	0.8	0.8	0.8	0.8
最大生胎高度，mm	370	762	1066	1220	1600
工作周期，s	45	120	150	240	300
机器重量，t	10	32	46	35	55

注：1in＝0.025 1m。

表 2-4-11 巨型轮胎硫化机的主要性能参数

型号 \ 主要参数	合模力 kN	蒸汽室内径，mm	模型高度 mm	蒸汽室蒸汽压力，MPa	内 压 MPa	开合模时间，s	胎圈直径 in	备 注
3700-130GTP$_2$	16800	3300	1250～700	0.6	2.8		24～49	日本资料
6200-165GTP$_1$	28100	4200	1650～850	0.6	2.8	155	46～57	日本资料

注：1in＝0.0254m。

第三节　传动系统和运动轨迹

一、传动系统及特点

轮胎定型硫化机的传动方式分为两大类：一类是机械传动系统；另一类为液压传动系统。后者模型的下半部固定在底座上，上半部由油缸驱动开模、合模及产生锁模力，同时可省去调模机构。硫化时产生的张模力，通过模型及上、下热板，上、下托板，油缸和固定框架等组成封闭力系。目前各种硫化机的机械传动系统分为单套传动系统和双套传动系统两种。机械传动系统在生产中使用面较广。

单套传动系统有两种形式。一种是一级蜗轮传动带一级齿轮传动，如图2-4-19 a 所示。它由带电机的蜗杆5、蜗轮4、小齿轮3、曲柄齿轮2以及由横梁连接着的连杆1所组成。目前，910、1030、1170及LL-B1050/1.4×2硫化机均采用这种形式。另一种是一级蜗轮传动带两

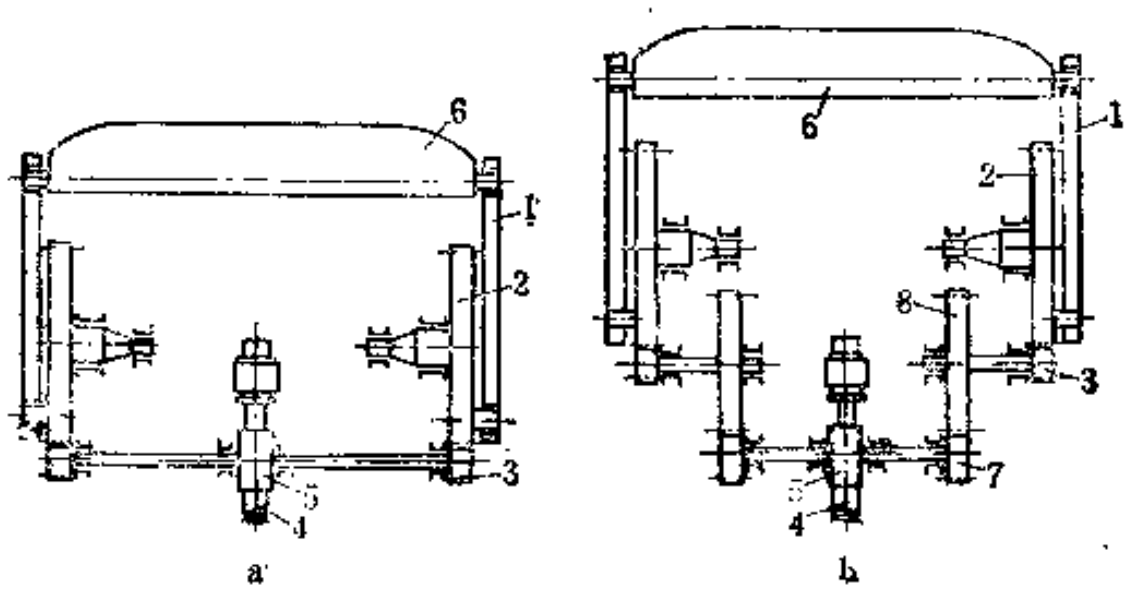


图 2-4-19　单套传动系统

1—连杆；2—曲柄齿轮；3、7—小齿轮；4—蜗轮；5—蜗杆；6—横梁；8—大齿轮

级齿轮传动，如图2-4-19 b 所示，中间加了一对齿轮7和8。目前，1310、1525、1830、3300及4190的硫化机采用这种形式。

双套传动系统如图2-4-20所示，其中一套用于上模升降，其传动路线为电机→蜗轮减速器→小齿轮3→大齿轮8→小齿轮7→曲柄齿轮2→连杆1→横梁6并通过辊子沿导向槽升降。另一套用于上模梁的翻转，其传动路线为电机→蜗轮减速器→小齿轮→曲柄齿轮→连杆到导向槽，通过辊子使横梁和模型作翻转运动。采用双套传动系统可使机器结构紧凑，尤其对大规格的硫化机，能保证操作空间，同时机器运转也比较平稳。双套传动系统并没有引起功率消耗的增加，因其中一套只装设小功率电机，补偿了在启动周期中的能量消耗。但双套传动系统结构复杂，合模时上、下模对中性的调试要求较高。这种传动系统目前用于1900、2160

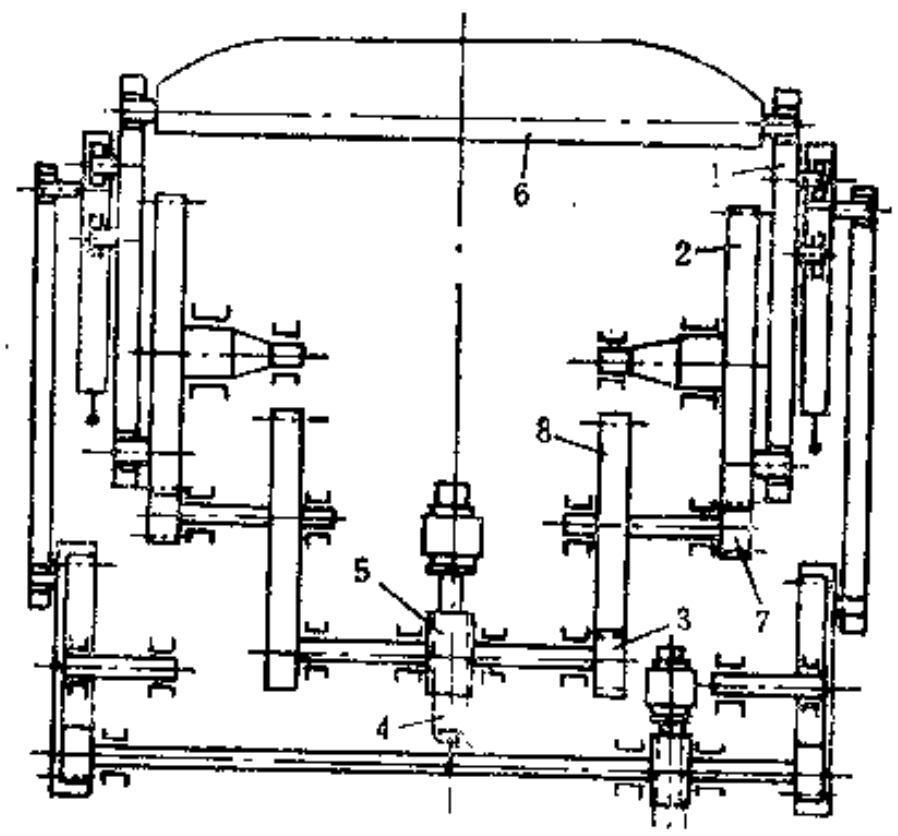


图 2-4-20　双套传动系统

1—连杆；2—曲柄齿轮；3、7—小齿轮；4—蜗轮；5—蜗杆；6—横梁；8—大齿轮

及2500硫化机。

二、减 速 器

轮胎定型硫化机一般采用蜗轮减速器。在硫化机开模、提升及合模时，减速器负担较大的力矩，这样对减速器的蜗轮蜗杆就提出了较高的要求：要有足够的强度、刚性、较大的传动比、较高的效率和良好的自锁性能。硫化机在开模或闭模时要求能准确地停在任一位置，因此，自锁是硫化机传动装置必不可少的条件。

过去各种国产轮胎定型硫化机的蜗轮减速器，几乎都采用阿基米德蜗杆。由于阿基米德蜗杆副油膜形成的条件较差，接触面小，效率低，因此承载能力也低。圆弧蜗杆副油膜形成的条件好，其承载能力及效率也较高，虽已逐渐推广应用，但对定型硫化机一般仍不能满足使用要求，因为硫化机用减速器传动比大，螺旋升角小，以及硫化机合模、开模时尖峰负荷大，蜗杆转速急速降低，造成摩擦损失增加，传动效率大为降低，使主电机电流骤增，甚至发生堵转现象。当合模力达不到工艺要求时，可使轮胎流失胶增厚，硫化质量降低。

由于硫化机的迅速发展对减速器的效率要求越来越高，目前已将冶金工业上用的输出效率较高的平面二次包络弧面蜗杆传动减速器，成功地应用在轮胎定型硫化机上。平面二次包络弧面蜗杆传动的主要优点是：具有双线接触，啮合齿数多，接触线与滑动速度的夹角大，齿面的综合曲率半径大，可进行完全符合啮合原理的精确加工，工装通用性好，齿面硬度和光洁度高，因而动压油膜形成条件好，啮合性能优越，承载能力大，传动效率高，使用寿命长，加工性能好。

平面二次包络弧面蜗轮副在形成原理上，区别于普通直线齿弧面蜗轮副，其蜗杆的螺旋齿面是以一平面为母面，按一定的相对运动规律（一定的中心距和速比）的包络原理形成的（这一过程称为第一次包络过程）；蜗轮齿面是以上述的蜗杆齿面为母面通过另一次包络运动形成的包络曲面，即由理论上与该蜗杆一致的滚刀展成。构成这一传动副需经过二次包络运动，因此称为“平面二次包络弧面蜗杆传动”。

由这种蜗杆传动的接触方程式可计算出在齿面上同时得到两条瞬时接触线，故称为“双线接触”。目前已经制造使用获得成功的几种平面二次包络弧面蜗轮减速机，已编制为化学工业部标准HG 5—1614—86，此标准上的减速机已用在各种硫化机上，但是这种蜗轮副自锁性能稍差一些，可以在主电机的主轴安装刹车来克服。根据机器的工作条件，减速器要求严格密封，防止各种介质落入。

1．减速器的结构

轮胎定型硫化机的减速器，按安装方式分为立式、斜式和卧式三种。按电机连接方式分为整体式和分离式两种。通常采用立式或斜式减速器，和电机的连接方式为分离式。立式和斜式减速器便于电机轴对润滑油的密封，有利于整体结构的布置。图 2-4-21 为 LL-A1170/1.76×2轮胎定型硫化机的斜式安装的圆弧齿圆柱蜗杆减速器，传动系统中和两个曲柄齿轮相啮合的两个小传动齿轮装在蜗轮轴4的两端。图2-4-22所示为LL-B1900/6.6轮胎定型硫化机的普通圆柱蜗杆减速器，安装方式与图2-4-21一样，但蜗轮轴 6 的两端的支承用滑动轴承。图2-4-23所示为带齿轮传动的蜗轮减速器，结构比较紧凑，减速器两侧出轴。图2-4-24所示为整体式蜗轮减速器，其特点是蜗杆轴与电机轴制成一体，结构紧凑，但检修较困难，很少采用。图2-4-25所示平面二次包络弧面蜗轮减速器。这种减速器电机通过联轴器与蜗杆直接连接，蜗轮为一通轴，轴的两端安装左、右传动小齿轮，与上述其它几种减速器一样，

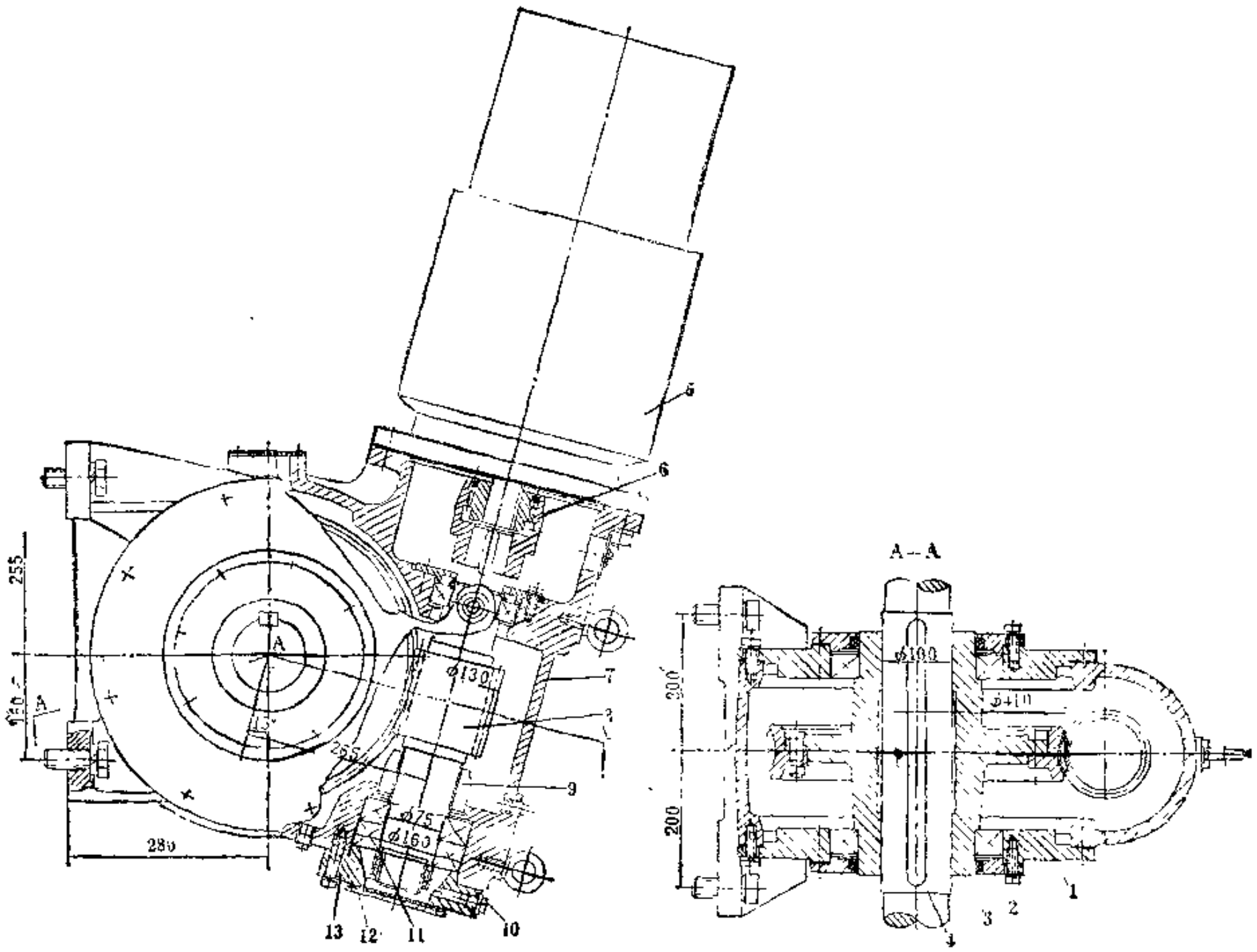


图 2-4-21 LL-A1170/1.76×2轮胎定型硫化机斜式蜗轮减速器

1—箱盖；2—压盖；3—蜗轮；4—蜗轮轴；5—电机；6—齿轮联轴器；7—箱体；8—端盖；9—挡油器；10—螺塞；11—垫圈；12—盖；13—压盖

仍采用全密封。

2. 减速器的主要性能参数

几种国产轮胎定型硫化机减速器的主要性能参数见表2-4-12至表2-4-14。

三、齿 轮 传 动

轮胎定型硫化机的齿轮传动用于减速和传递扭矩，一般采用一级或两级直齿圆柱齿轮开式传动。硫化机工作时，开合模的速度较慢，通常都在2～5m/min以内。因此，要求齿轮传动具有较大速比，尤其是末级齿轮传动速比要求更大，这将使齿轮副中的小齿轮的齿数大大减少。当少于17齿时就会发生根切现象，使齿根变薄，强度降低，所以要求对齿轮进行修正。为提高齿轮强度，在一些机台中，小齿轮齿数即使大于17齿，也采用修正齿轮。末级齿轮副大多采用短齿。齿轮传动的设计计算可按一般机械设计方法进行。

几种轮胎定型硫化机齿轮传动的性能参数见表2-4-15所示。

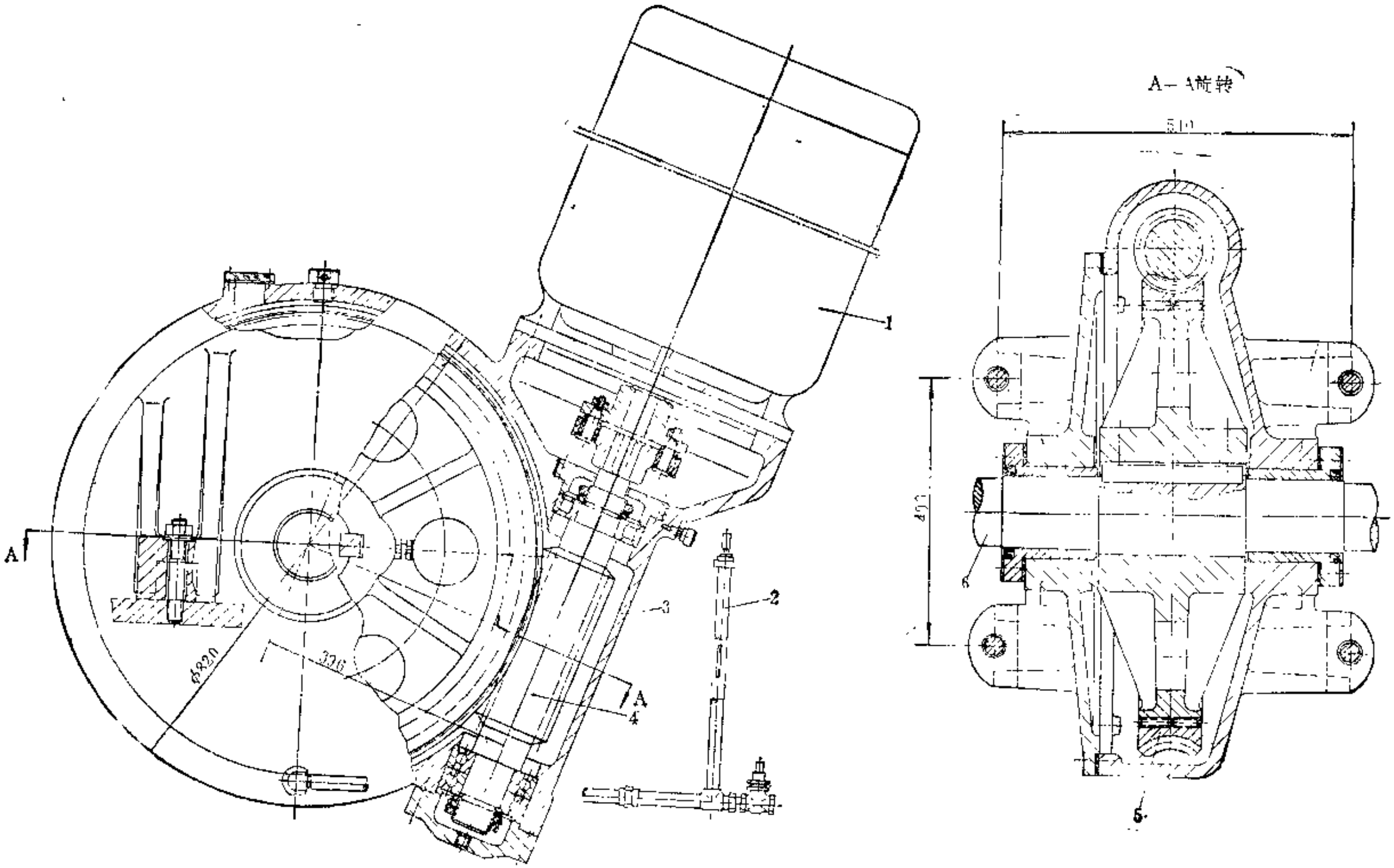


图 2-4-22 LL-B1900/6.6轮胎定型硫化机斜式安装的普通圆柱蜗杆减速器

1—电机；2—油标；3—箱体；4—蜗杆；5—蜗轮；6—蜗轮轴

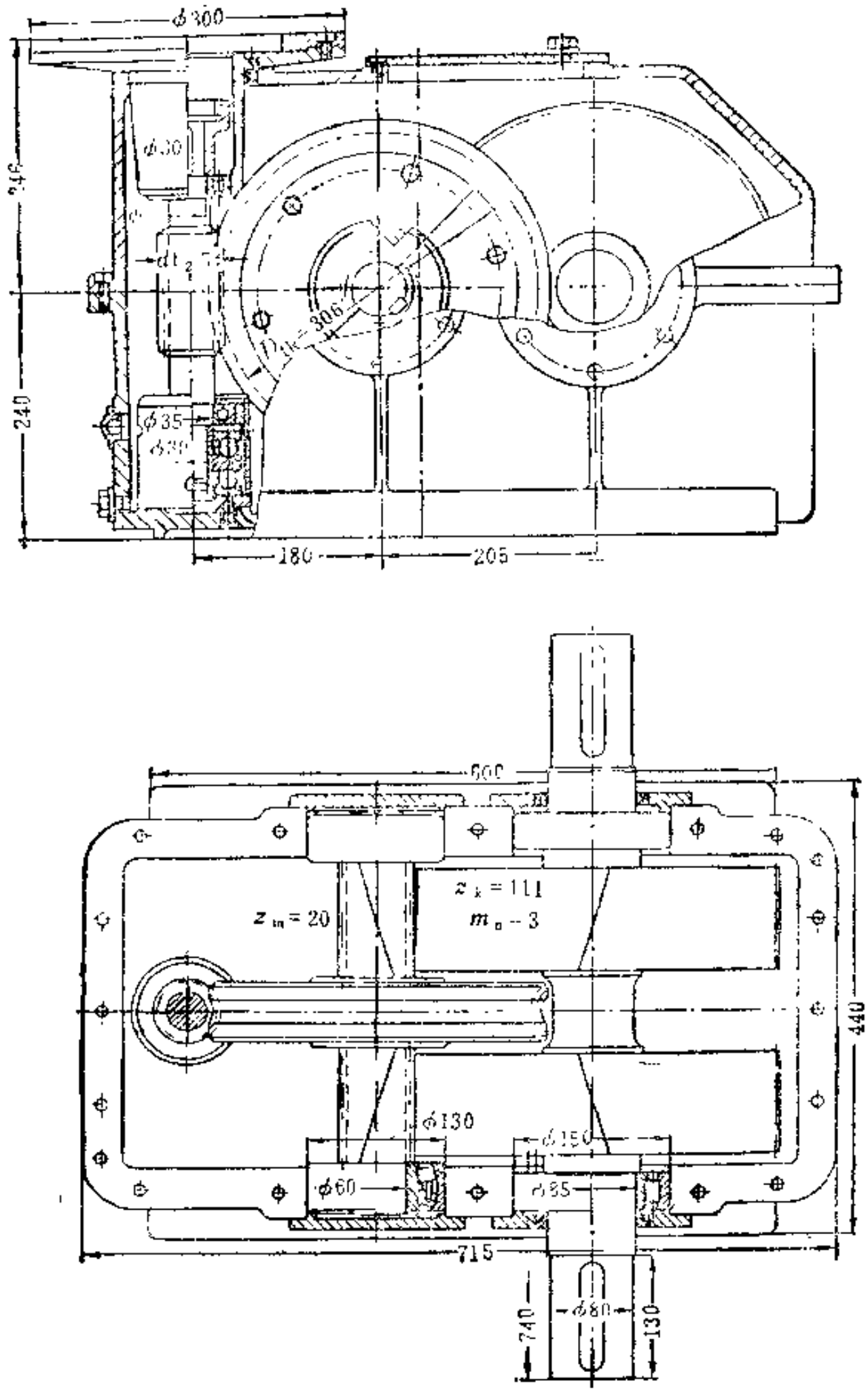


图 2-4-23　带齿轮传动的910轮胎定型硫化机蜗轮减速器

四、运 动 轨 迹

（一）运动轨迹的分类

轮胎定型硫化机的运动轨迹，主要是指横梁和上模运动所走过的路线，其形式可分为升降型轨迹、升降-平移型轨迹和升降-翻转型轨迹。

升降型轨迹，在开模过程中横梁和上模作垂直上升运动，合模过程则作垂直下降运动，实现的方法有曲柄连杆机构通过导柱和液压传动的柱塞导向。这种轨迹的形式比较简单，可

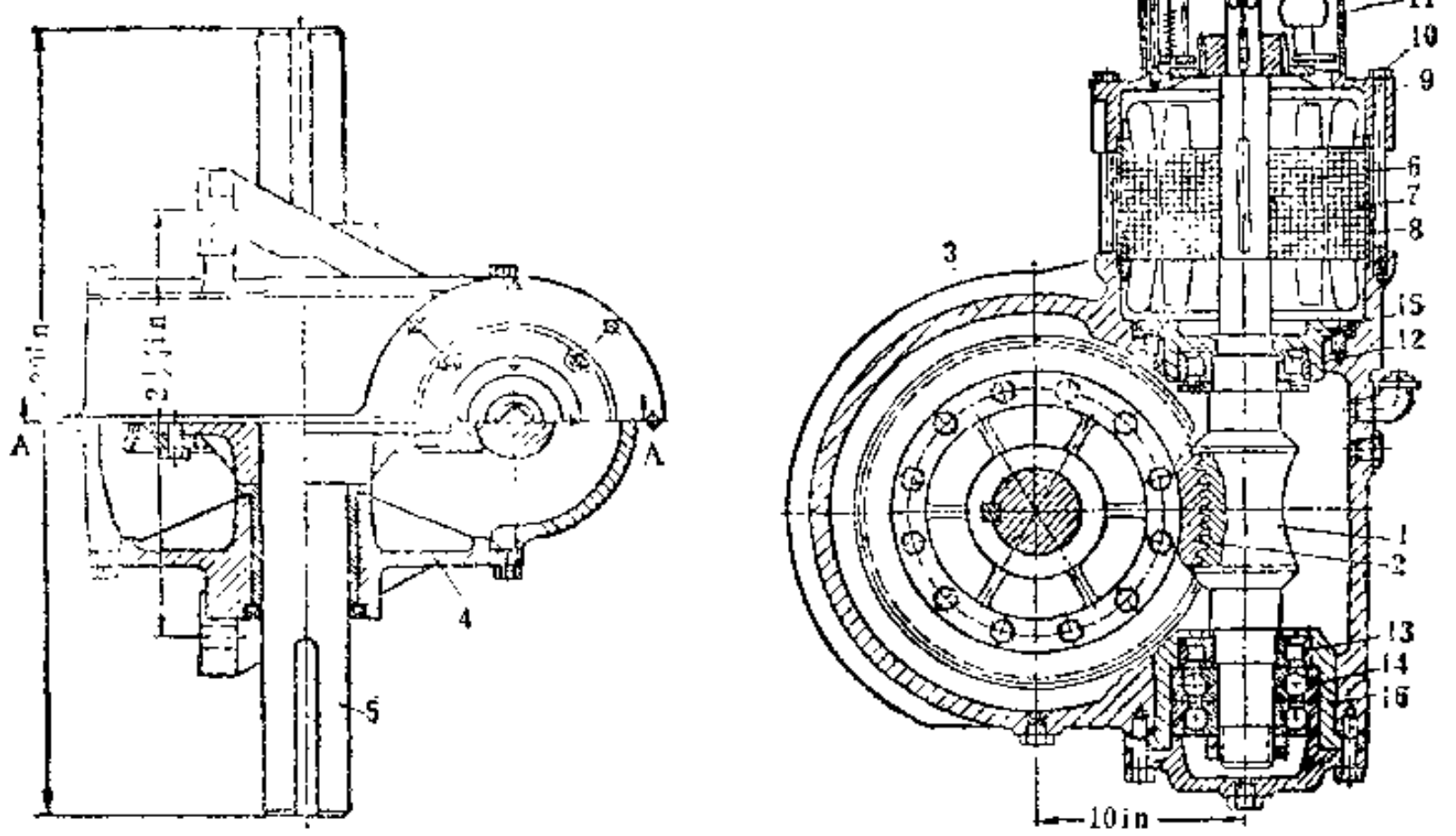


图 2-4-24　整体式蜗轮减速器

1—蜗杆；2—蜗轮；3—箱体；4—压盖；5—蜗轮轴；6—转子；7—定子；8—电机壳；9—电机盖；10—螺栓；11—电磁制动器；12、13、14—轴承；15、16—义承

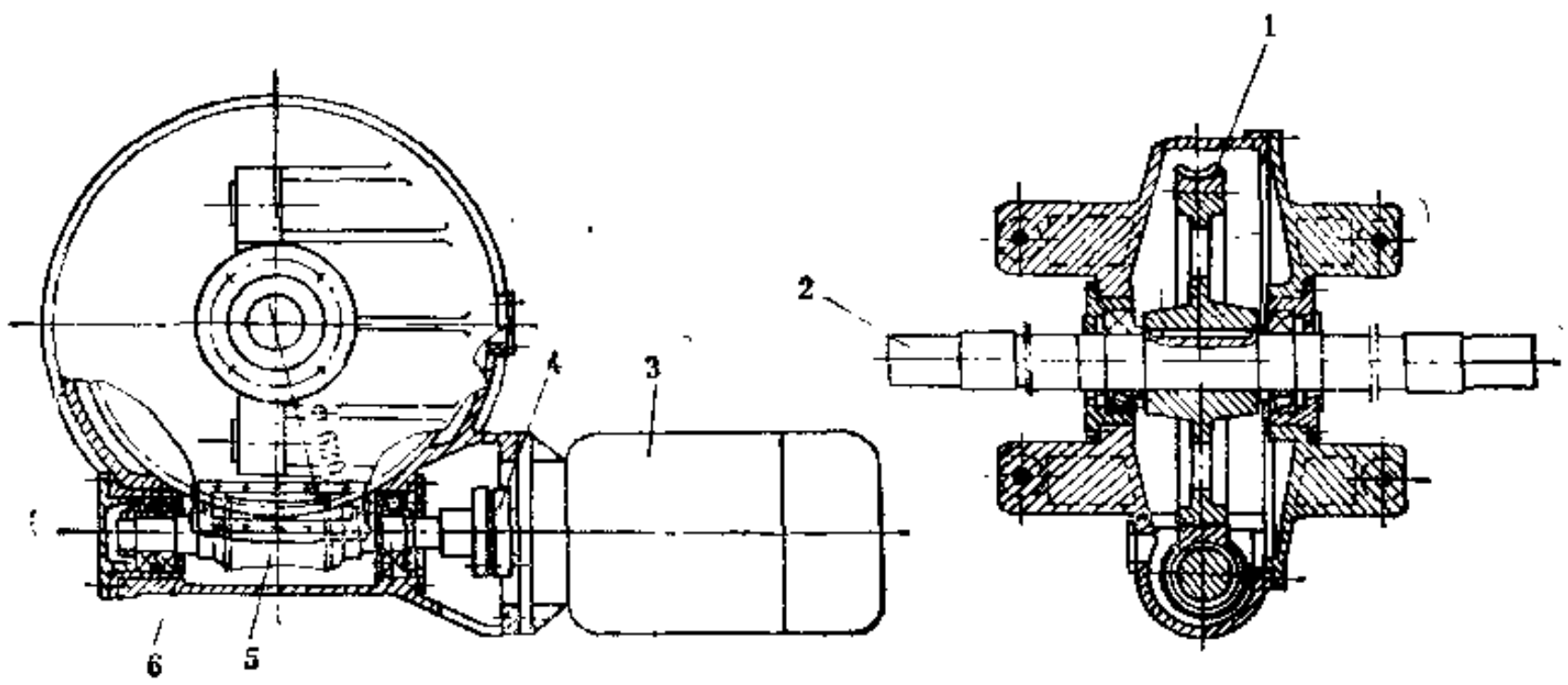


图 2-4-25　平面二次包络弧面蜗轮减速器

1—蜗轮；2—蜗轮轴；3—电机；4—联轴器；5—蜗杆；6—箱体

简化机械结构，但腾出的操作空间较小，在某种程度上有碍于硫化过程的自动化，一般用于小规格的硫化机。

升降-平移型轨迹，在开模过程中横梁和上模先作垂直上升，随后按水平或以一微小倾斜角度向后移动，而模型始终接近与水平平行，闭模过程则相反。实现的方法一般采用曲柄连杆机构通过“Γ”型开式导槽和“Γ”型闭式导槽导向。这种轨迹在A型和B型轮胎定型硫化机上均有采用，结构也较简单，且可腾出足够的操作空间。近年来国内设计的硫化机多

表 2-4-12 减速器主要性能参数表

主参数 \ 型号	LL-A1030 /1.36×2	LL-A1170 /1.76×2	LL-B1310 /2.95×2	LL-AB1400 /3×2	LL-B1525 /4.3×2	LL-B1900/6.6 升降	LL-B1900/6.6 翻转
中心距 a, mm	225	265	381.5	360	371	396	330
传动比 i	70	70	96	79	93	76	98
蜗杆转速, r/min	660	660	880	930	880	660	880
轴向模数 m_x, mm	5	6	7	8	7	9	6
蜗杆螺纹头数 z_1	1	1	1	1	1	1	1
蜗轮齿数 z_2	70	70	96	79	93	76	98
蜗杆节圆直径 d_1, mm	100	120	91	88	91	108	72
蜗轮节圆直径 d_2, mm	350	410	672	632	651	684	583
蜗杆特性系数 q	20	20	13	11	13	12	12
蜗杆节圆柱上的螺旋导角 λ	2°51′46″	2°52′	4°23′55″	5°11′40″	4°23′55″	4°45′49″	4°45′19″
蜗杆轴向剖面齿形角 α_x	22°	22°	25°	20°	20°	20°	20°
蜗杆螺旋方向	右	右	右	右	右	右	右
蜗杆类型	圆弧齿	圆弧齿	阿基米德	阿基米德	阿基米德	阿基米德	阿基米德
精度等级(JB162-60)	8级	8级	8级	8级	8级	8级	8级
材料：蜗杆	40Cr调质	40Cr调质	40Cr调质	40Cr调质	40Cr调质	40Cr调质	40Cr调质
蜗轮冠	ZQSn10-1	ZQSn10-1	ZQAl10-4-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl10-4-4	ZQl10-4-4

表 2-4-13 平面二次包络蜗轮减速器规格 (HG 5—1614—86)

减速器		适用于轮胎定型硫化机	
中心距 a, mm	传动比	规格, mm	最大合模力, kN
265	70	1030	1324
		1170	1716
320	80	1050	1373
		1170	1961
360	93	1310	2893
		1525	4217
	79	1400	2942
		1900	6472
		2160	8434
		2500	翻转传动用
450	65	2500	12749

采用这种轨迹。

升降-翻转型轨迹，在开模过程中横梁和上模先作垂直上升，随后以弧线向后翻转。闭模过程则相反。实现的方法主要有：双槽墙板斜面间接导向、双槽墙板斜面直接导向和单槽杠杆导向三种。这几种轨迹在B型轮胎定型硫化机中用得最为广泛，它能最大限度地提供操作空间，工作比较平稳，便于组织自动化生产。但轨迹比较复杂，相应的结构也比较复杂。在三种升降-翻转型轨迹中，双槽墙板斜面间接导向的轨迹多用于较小规格的硫化机；双槽墙板斜面直接导向的轨迹多用于1400和1525硫化机，而单槽杠杆导向的轨迹则多用1900和2500硫化机。

表 2-4-14 平面二次包络蜗轮减速器主要参数 (HG 5—1614—86)

中心距 a mm	传动比	蜗杆头数	蜗轮齿数	蜗杆分度圆直径 mm	减速器电机① 转速 r/min	减速器电机① 功率 kW	安装型式	主要安装尺寸（图2-4-26），mm h	L_1	L_2	L_3	L_4	孔径 d_1	孔径 d_2	b	$d+t_1$
265	70	1	70	110	660	11	卧式	280	200	200	150	255	32	100	28	106.4
320	40	1	80	110	660	11	侧式	320	200	200	260	300	32	105	28	111.4
360	93	1	93	95	880	7.5	立式	75	270	270	205	205	26	96	25	91.4
					880	11										
	79	1	79	100	880	11	立式	75	300	300	200	200	26	96	28	102.4
					660	11										
					660	16								112	32	125
					750	16										
450	65	1	65	126.5	750	25	立式	350	280	280	240	240	39	132	36	140.4

① 轮胎定型硫化机专用电机，采用JLX型或JZ$_2$-H型。

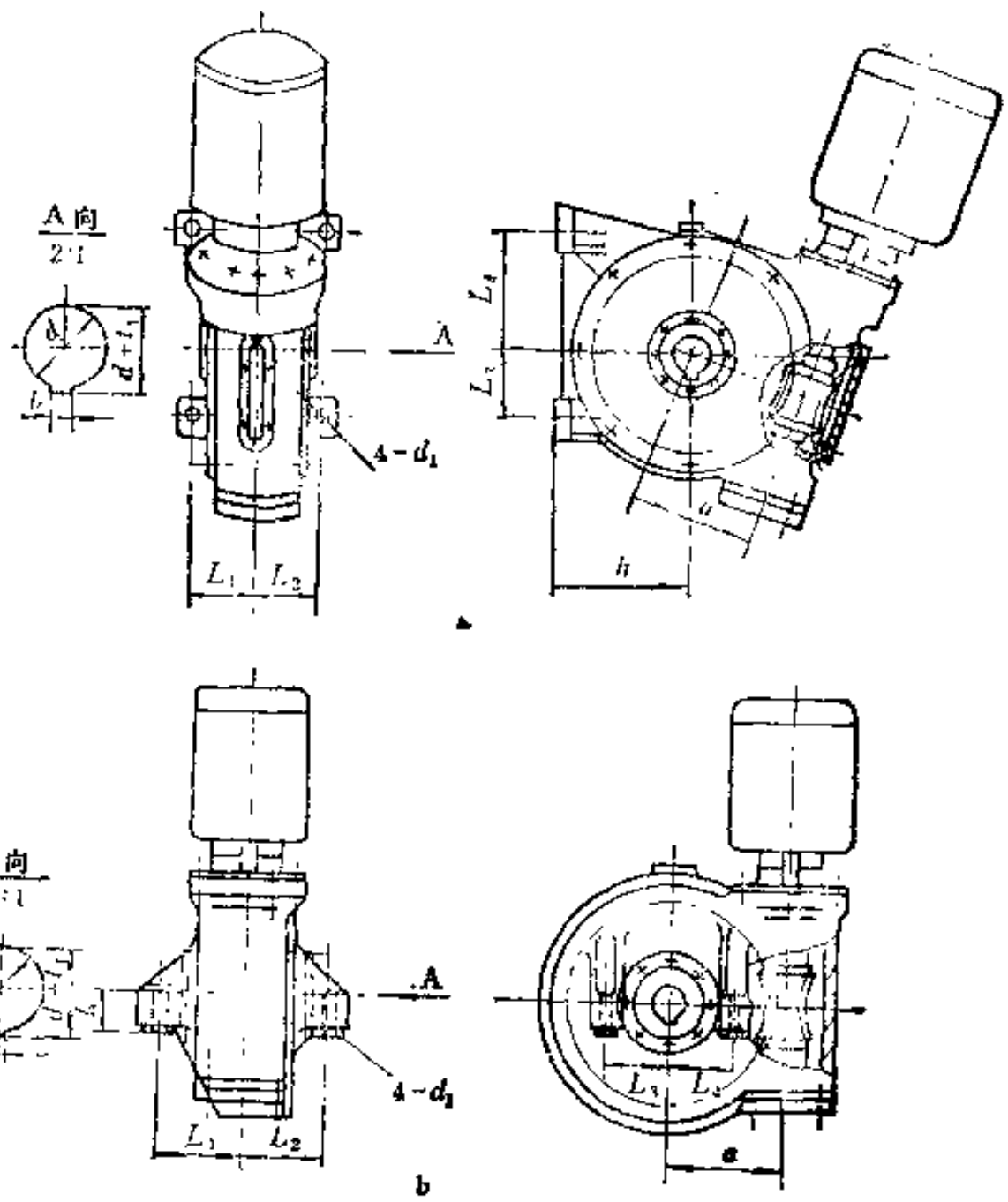


图 2-4-26 平面二次包络弧面蜗轮减速器外形尺寸
a—侧式结构；b—立式结构。

（二）运动轨迹图及其作法

1．升降-平移型轨迹

图2-4-27所示为这种类型轨迹的轨迹图。铰链1和4分别为曲柄齿轮和横梁与连杆的连接点。小辊3安装在横梁的小连杆上。在移动曲柄0—1到 α 角时，由于小连杆与连杆的作用，

表 2-4-15 齿轮传动的性能参数

主要参数		规格	LL-A1030 /1.36×2	LL-B1050 /1.4×2	LL-A1170 /1.76×2	LL-B1310 /2.95×2	LL-AB 1400/3×2	LL-B1525 /4.3×2	LL-B1900/6.6 升降	LL-B1900/6.6 翻转
首级齿轮传动	中心距A_1，mm		—	—	—	460	480	535	540	—
	齿数	z_1	—	—	—	20	20	20	22	—
		z_2	—	—	—	72	76	87	86	—
	传动比		—	—	—	3.6	3.8	4.35	3.91	—
	模数m		—	—	—	10	10	10	10	—
	分度圆直径 mm	d_1	—	—	—	200	200	200	220	—
		d_2	—	—	—	720	760	870	860	—
	修正系数	ξ_1	—	—	—	+0.344	0	0.617	0	—
		ξ_2	—	—	—	−0.344	0	0	0	—
	齿宽 mm	B_1	—	—	—		110	108	130	—
		B_2	—	—	—	80	110	95	120	—
	齿形角，(°)		—	—	—	20	20	20	20	—
	精度等级 (JB179—60)		—	—	—	9-9-8Db	9-9-8Dc	8-Dc	9-9-8Dc	—
	材料	小齿轮	—	—	—	45	40Cr	40Cr调质 HB 220～250	40Cr调质 HB 220～250 齿面淬火 HRC 40～50	—
		大齿轮	—	—	—	ZG35 Ⅱ	ZG45 Ⅱ	ZG15 Ⅱ	ZG45 Ⅱ	—
末级齿轮传动	中心距A_2，mm		825	876	403.5	896	1054	1071	1000	620
	齿数	z_3	20	24	15	18	22	19	18	19
		z_4	145	122	124	109	130	101	107	174
	传动比		7.25	5.083	8.266	6.05	5.9	5.611	5.94	9.15
	模数m_2		10	12	13	14	14	18	16	8
	分度圆直径 mm	d_3	200	288	195	252	308	324	288	152
		d_4	1450	1464	1612	1526	1820	1818	1712	1392
	修正系数	ξ_3	—	—	—	0.5144	—	0.5	—	—
		ξ_4	—	—	—	0	—	0.015	—	—
	齿宽，mm	B_3	108	130	111	—	157	148	168	100
		B_4	102	90	105	140	157	140	158	98

续下

主要参数 \ 型号		LL-A1030 /1.36×2	LL-B1070 /1.4×2	LL-A1170 /1.76×2	LL-B1310 /2.95×2	LL-AB1400/3×2	LL-B1525 /4.3×2	LL-B1900 /6 升降	平移
齿形角，(°)		20	20	20	20	20	20	20	20
精度等级(JB179-60)		9-8-8Dc	8-7-7Dc	8-7-7Dc	9-9-8Dc	9-9-8Dc	8-Dc	9-8-8Dc	9-8-8Dc
开式齿轮传动 材料	小齿轮	40Cr调质 HB 240～270 齿面淬火 HRC45	50SiMn 调质 HB250	40Cr 齿面淬火 HRC 45～55	45	40Cr调质 HB 230～260 齿面淬火 HRC 45～50	40Cr	40Cr调质 HB 220～250 齿面淬火 HRC 45～50	40Cr调质 HB 220～250 齿面淬火 HRC 45～50
	齿轮	ZG45	ZG45Ⅱ	ZG45	ZG45Ⅱ	ZG45Ⅱ	ZG25	ZG45Ⅱ	ZG45Ⅱ

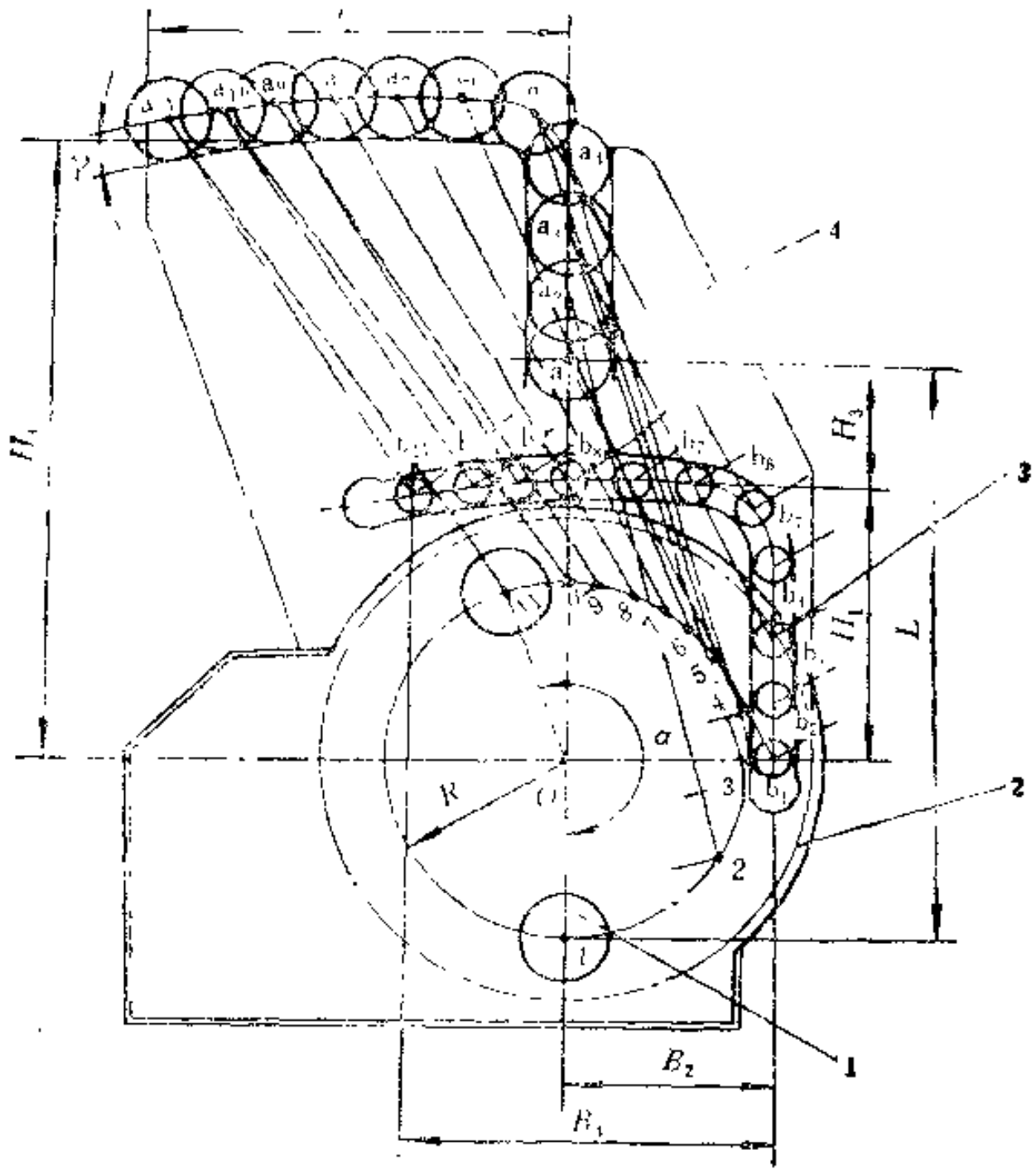


图 2-4-27 升降-平移型轨迹

1、4—铰链；2—曲柄齿轮；3—小辊

横梁与上半模一起先沿墙板切口作上升运动，然后向后作水平移动。

轨迹的作图方法如下：①在墙板切口中心线取a_1……a_{11}；②以a……a_{11}为圆心，以a_1b_1为半径作弧分别交"Γ"型槽于b_1……b_{11}，则b_1……为a_1……a_{11}相对应的运动位置；③以a_1……a_{11}为圆心，以连杆长度为半径作弧分别交曲柄节圆1……11，则1……11为a_1……a_{11}相对应的运动位置；④a_1b_1……$a_{11}b_{11}$相平行，则横梁和上模始终与水平平行。

2．升降-翻转型轨迹

（1）间接导向的升降-翻转型轨迹　如图2-4-28所示，铰链1和3分别为曲柄齿轮和横梁与连杆的连接点。小辊4和5安装在横梁的小连杆上，在转动曲柄0—1到 α 角时，小辊5沿着窗口运动，小辊4沿墙板切口运动。由于小连杆与连杆的作用，横梁与上模一起先沿墙板切口垂直地作上升运动，然后向后作翻转运动。

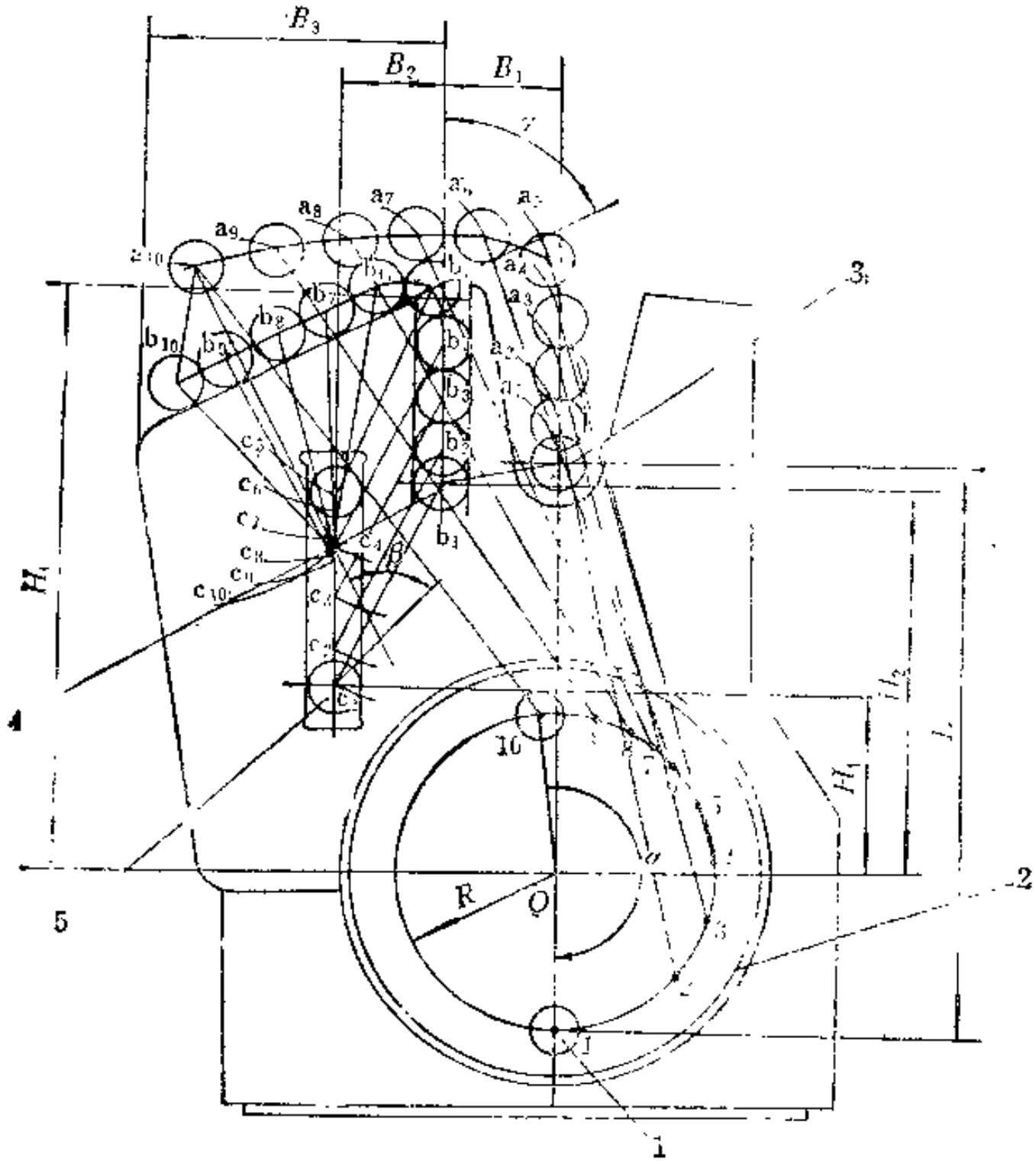


图 2-4-28　间接导向的升降-翻转型轨迹

1、3—铰链；2—曲柄齿轮；4、5—小辊

轨迹的作图方法如下：①在墙板切口中心线取点b_1……b_{10}；②分别以b_1……b_{10}为圆心，以a_1b_1为半径作弧$\overset{\frown}{a_1}$…$\overset{\frown}{a_{10}}$和以b_1c_1为半径作弧交于c_1……c_{10}；③再以c_1……c_{10}为圆心，以a_1c_1为半径作弧$\overset{\frown}{a_1c_1}$……$\overset{\frown}{a_{10}c_{10}}$分别交弧$\overset{\frown}{a_1}$……$\overset{\frown}{a_{10}}$于点$a_1$……$a_{10}$；④将$a_1$……$a_{10}$连接起来，则$a_1$……$a_{10}$为所求的运动轨迹；⑤分别以$a_1$……$a_{10}$为圆心，以连杆长度为半径作弧交曲柄节圆于1……10，则为曲柄在轨迹相应点的位置。

（2）直接导向的升降-翻转型轨迹　如图2-4-29所示，铰链1和3分别为曲柄齿轮和横梁与连杆的连接点。小辊4安装在横梁的小连杆上，在转动曲柄0—1到 α 角时，小辊4沿窗口运动。由于小连杆与连杆的作用，横梁与上模一起先沿墙板切口垂直地作上升运动，然后翻转。

轨迹作图方法如下：①在墙板切口中心线取a_1……a_{12}；②分别以a_1……a_{12}为圆心，以a_1b_1为半径作弧，交立槽中心线于b_1……b_{12}，则b_1……b_{12}为a_1……a_{12}相对应的运动位置；③以a_1……a_{12}为圆心，以连杆长度为半径作弧分别交曲柄节圆于1……12，则1……12为a_1……a_{12}相对应的运动位置；④a_1b_1与$a_{12}b_{12}$延长线所交的夹角为横梁和上模所翻转的角度。

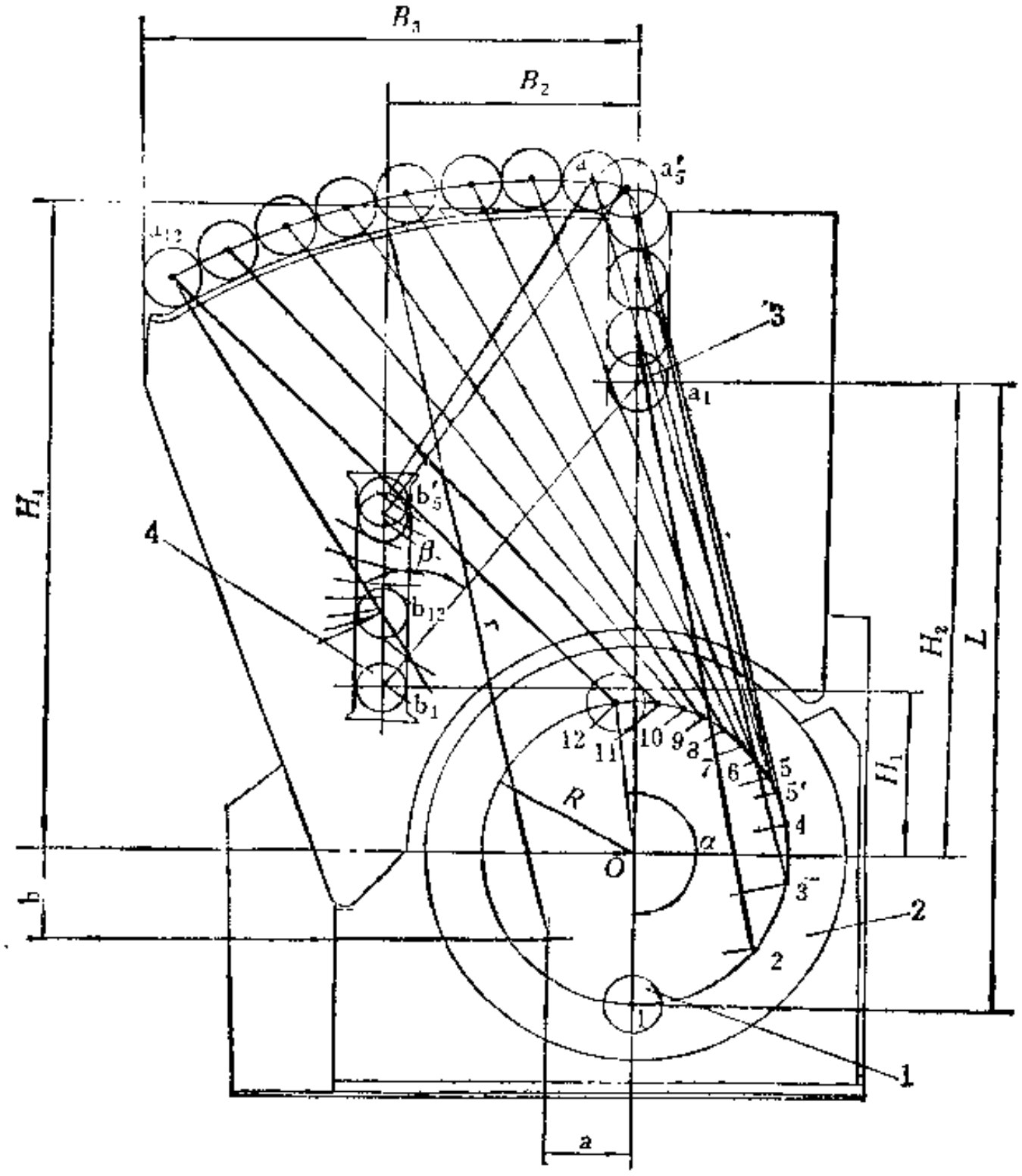


图 2-4-29　直接导向的升降-翻转型轨迹

1、3—铰链；2—曲柄齿轮；4—小辊

（3）单槽杠杆导向的升降-翻转型轨迹　如图2-1-30所示，铰链1和6分别为曲柄齿轮和横梁与连杆的连接点，小辊5和7安装在横梁的小连杆上。导向柱的定位是由铰链4、8、6实现的。当横梁和上模在连杆2的作用下作上升运动，导辊5和7也沿着导槽上升，上升至一定位置，由曲柄内齿轮转动弯连杆到α_2角，则铰链8围绕铰链4作翻转运动。

轨迹的作图方法如下。

①　在导槽中心线取b_1……b_6，分别以b_1……b_6为圆心，b_1a_1为半径作弧交连杆轴线于a_1……a_6，则a_1……a_6为横梁和上模的升降轨迹。

②　以a_1……a_6为圆心，连杆长度为半径作弧，交曲柄节圆于1……6，则1……6为a_1……a_6相应的运动轨迹。

③　以6为圆心，连杆长度为半径作圆弧线$\overset{\frown}{a_6a_{12}}$，则此圆弧线为横梁翻转运动的轨

迹。

④ 以O为圆心，Oc_6为半径作圆弧，取点c_6……c_{12}。以O为圆心，O至横梁中心线距离（B_1+B_5）为半径作圆弧及以c_6……c_{12}为圆心，c_6至横梁中心线距离（B_1+B_5）为半径作圆弧，并作此两弧的外切线，则此切线为横梁运动相应位置的中心线，它与$\overset{\frown}{a_6a_{12}}$的交点为$a_7$……$a_{12}$，则$a_7$……$a_{12}$为铰链从$c_6$……$c_{12}$时横梁中心运动的相应位置。

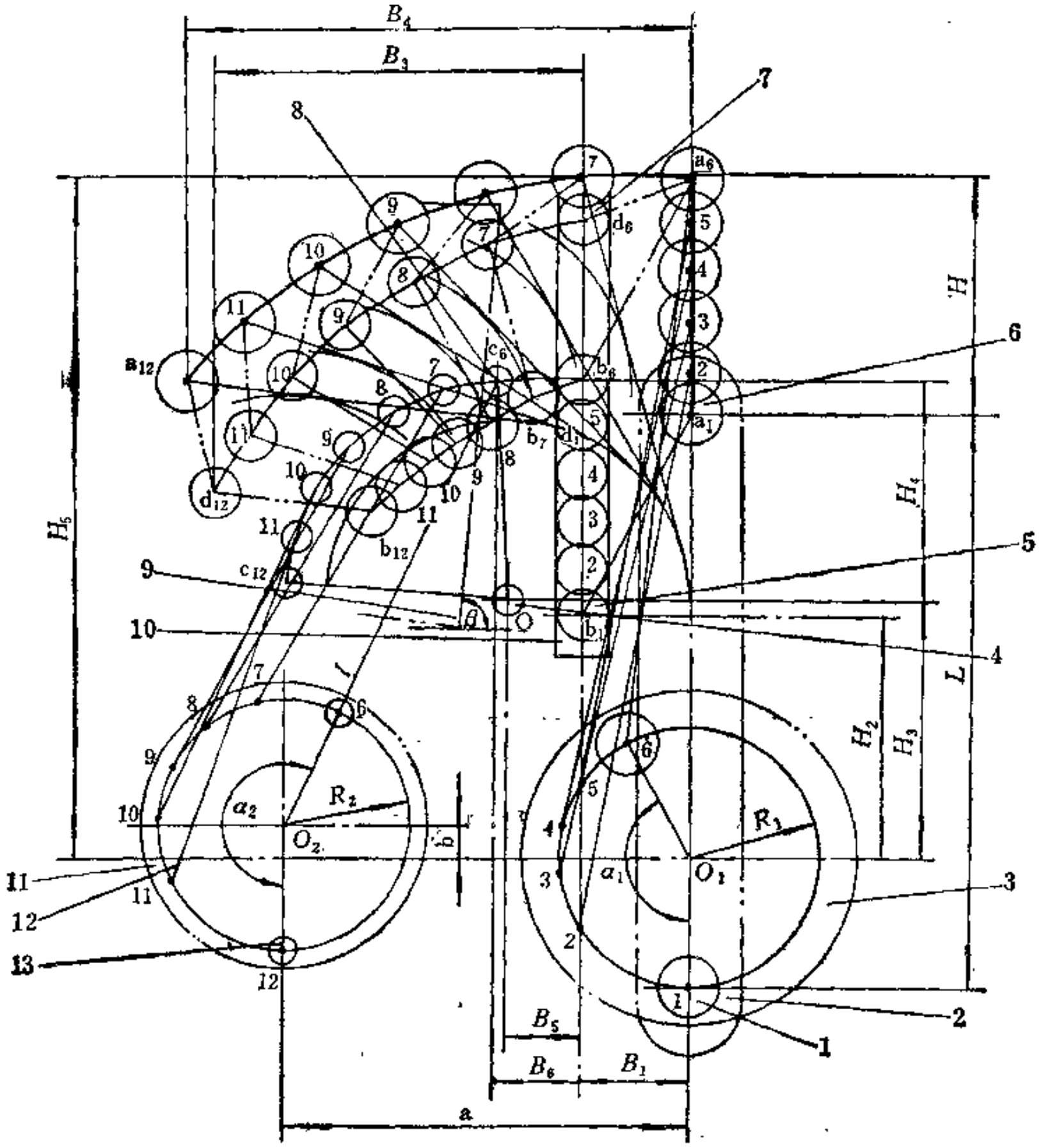


图 2-4-30 单槽横杆导向升降-翻转型轨迹

1、4、6、8、13—铰链；2—连杆；3—曲柄齿轮；5—下导辊；7—导辊；9—上模；10—导槽；11—曲柄内齿轮；12—弯连杆

⑤ 在a_7……a_{12}各点，以B_1的距离作横梁中心线的平行线（即导槽中心线，并以a_7……a_{12}为圆心，a_6d_6及a_6b_6为半径作弧交平行线于d_7……d_{12}及b_7……b_{12}，则d_7……d_{12}为上导辊运动的相应位置，b_7……b_{12}为下导辊运动的相应位置。

⑥ 以c_6……c_{12}为圆心，弯连杆长度为半径作弧交曲柄节圆O_2于7……11，则7……11为c_7……c_{12}相应的运动位置。

⑦ 作出上模翻转位置，它和水平线的夹角β为开模角，也是横梁所翻转的角度。

（三）运动轨迹的主要尺寸

几种轮胎定型硫化机运动轨迹的主要尺寸见表2-4-16。

表 2-4-16 运动轨迹主要尺寸 单位：mm

尺寸名称及代号 \ 轨迹类型及机器型号		升降-平移型轨迹				升降-翻转型轨迹			
		LL-A1030/1.36×2	LL-B1050/1.4×2	LL-A1170/1.76×2	LL-AB 1400/3×2	间接导向	直接导向		单槽杠杆导向
						275×2-1350	LL-B1310/2.95×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1900/6.6
曲柄半径R		508	530	581	660	650	540	635	660/594
连杆长度L		1791	1786	1984	2160	2050	2128	2648	2700/1713.9
切口位置	B_1	—	—	—	—	400	—	0	500
	H_2	353	—	—	—	1100	1588	2013	1170
窗口位置	H_1	879	826	1065	1020	800	550	695	—
	B_2	481	500	608	750	520	890	1053.5	—
	B_4	966	1095	1138	1300	—	—	—	—
墙板斜面位置或曲柄内齿轮及铰链位置	B_3、H_3	965	1200	1165	1500	1150	1745	2187	1210
	H_4	1944	1901	2157	2290	1868	2184	2724	1030
	a	—	—	—	—	—	—	300.5	1900
	b	—	—	—	—	—	—	670	160
	γ、B_5	—	—	—	—	—	—	3390	370
	$\gamma°$、B_6	6°30′	0°	0°	10°	24°	—	—	1030
曲柄旋转角度$\alpha(\alpha_1/\alpha_2)$		194°30′	203°	198°30′	193°	202°	218.7°	213°	147°/205°40′36″
上模翻转角度β		0	0	0	0	~78°	70°	74°	84°30′

注：表中尺寸代号见图2-4-27至图2-4-30。

第四节 主要零部件的结构和计算

一、蒸 汽 室

（一）蒸汽室的形式

蒸汽室按模型的加热方法及结构形式通常可分为下列几种。

（1）蒸锅式蒸汽室：①普通蒸锅式蒸汽室；②带锁环蒸汽室；③带调模装置的蒸锅式蒸汽室。

（2）夹套式蒸汽室：①带锁环夹套式蒸汽室；②带调模装置的夹套式蒸汽室。

（3）热板式蒸汽室：①普通热板式蒸汽室；②带调模装置的热板式蒸汽室。

（二）蒸汽室的结构

1．蒸锅式蒸汽室

（1）普通蒸锅式蒸汽室 图2-4-31所示为LL-AB1400/3×2轮胎定型硫化机普通蒸锅式蒸汽室的结构。它是由上、下两半蒸汽室4和1组成。下蒸汽室1固定在机台上，上蒸汽室4固定在横梁下缘。两半蒸汽室靠耐热橡胶密封圈3密封。下蒸汽室可由铸钢制成一个整体或由钢板焊接而成，其底部有凸起的T形槽，用于用螺钉固定下半模。T形槽有利于模型底部的加热与冷凝水的收集和导出。为减少下蒸汽室与机台平面间的热传导，设有隔热石棉橡胶

板10。上蒸汽室有由铸钢制成整体的，也有由铸钢顶盖和钢板筒体焊接的。顶盖上开有1～4组螺栓孔，按不同规格的模型使用其中一组。螺栓孔的上部螺孔均需用塞堵住。为减少蒸汽室热量散失，蒸汽室周围和顶盖均包有玻璃纤维或石棉，并围以保温罩2和5。蒸汽室上面装有安全阀6、压力表9和温度计8。下蒸汽室后方装有蒸汽进口管接头、底部冷凝水排出口等。这种蒸汽室较少采用。

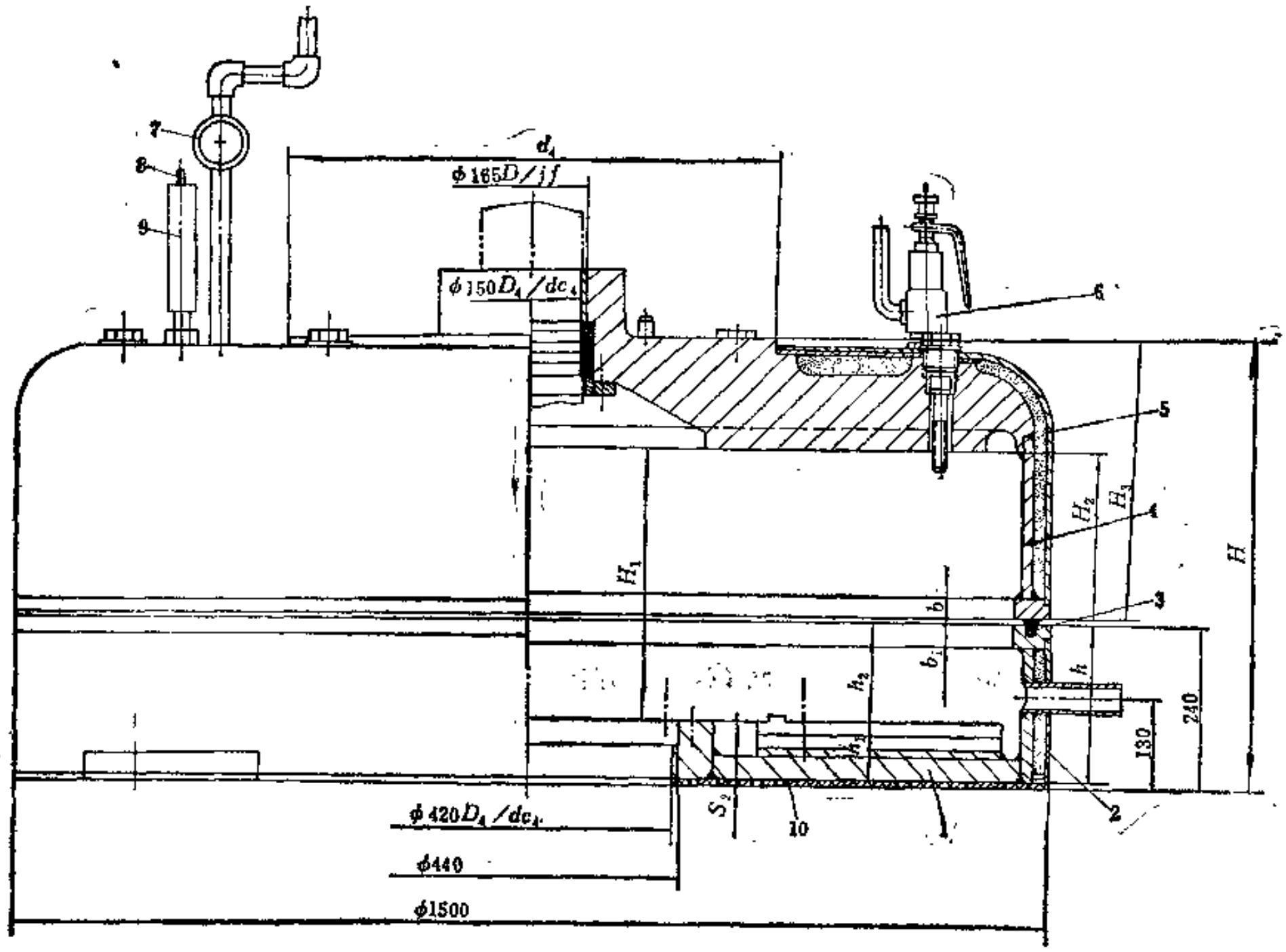


图 2-4-31　普通蒸锅式蒸汽室

1—下蒸汽室；2—下保温罩；3—密封圈；4—上蒸汽室；6—上保温罩；6—安全阀；7—截止阀；8—温度计；9—压力表；10—石棉橡胶板

（2）带锁环蒸锅式蒸汽室　图2-4-32为一种液压式B型硫化机带锁环的蒸锅式蒸汽室。它以可转动的平面锁环2将上下蒸汽室锁紧并由锁环承担锁模力，因此，在硫化时机台传动系统的各构件如连杆、横梁不受力（或受力很小）。为了将硫化模型压紧，在下蒸汽室的底部装有压力补偿器7（为一块橡胶板）。当通入低压过热水时，橡胶板向上膨胀，抬起活动模座6，把模型顶紧，防止轮胎产生流失胶边。这种蒸汽室很少采用。

（3）带调模装置的蒸锅式蒸汽室　图2-4-33为LL-B1310/2.95×2及LL-B1525/4.3×2定型硫化机带调模装置的蒸锅式蒸汽室。它的上、下两半蒸汽室3和1均为钢板卷焊制成。上半模用螺钉固定在花盘4上，花盘4拧在调模螺套5上。调模螺套内外表面均有梯形螺纹，内螺纹与法兰螺套7相配。调模螺套的外螺纹为右旋，内螺纹为左旋，这样当小齿轮6带动大齿轮9转动时，调模螺套也跟着转动，使花盘连同上模一道沿着导向板12上升或下降。当大齿轮转动一圈时，其升降距离为调模螺套内外螺纹螺距之和，从而调整不同规格模型的高低

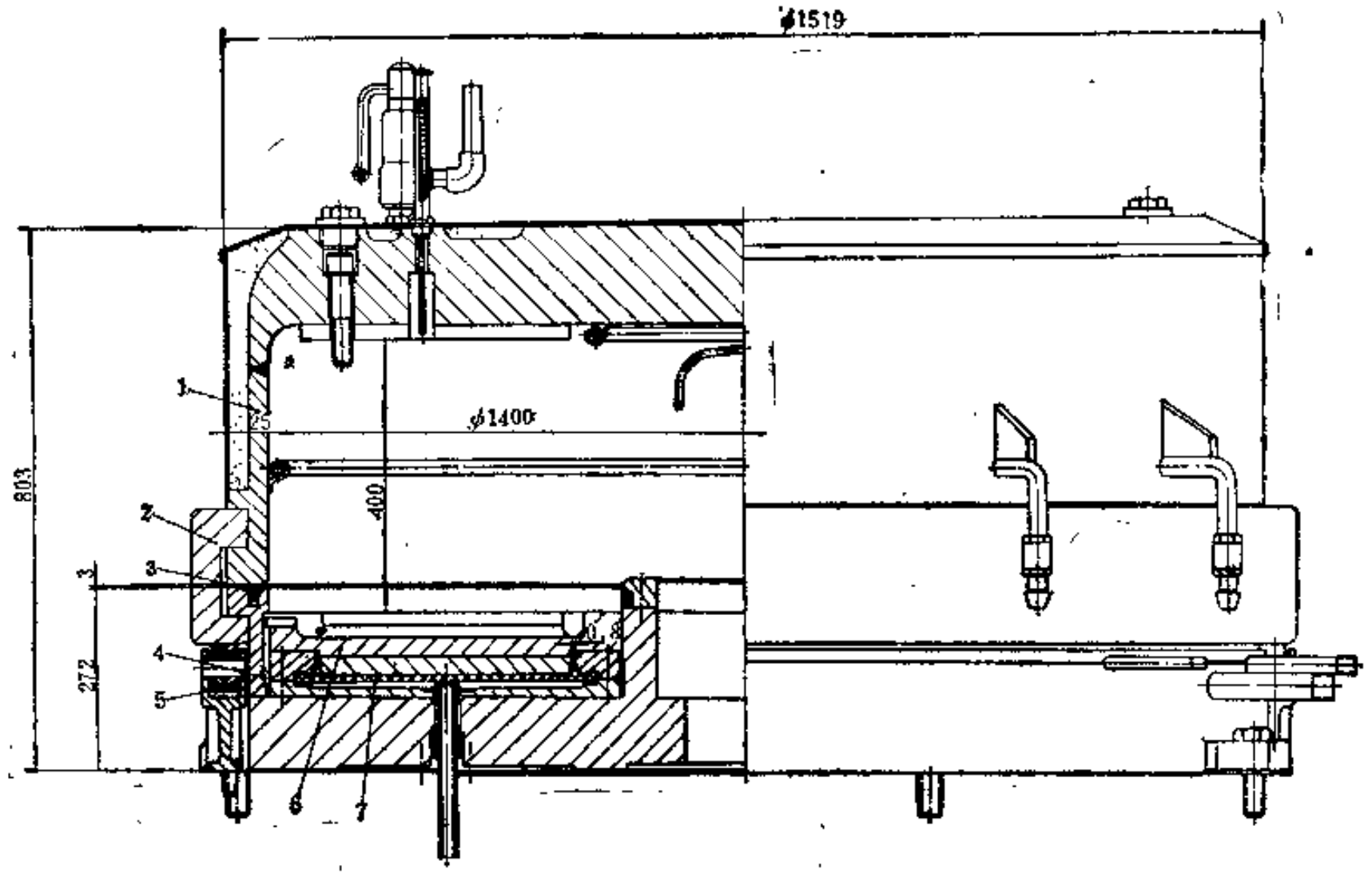


图 2-4-32　带锁环的蒸钢式蒸汽室

1—上蒸汽室；2—锁环；3—密封圈；4—下蒸汽室；5—托辊；6—活动模座；7—压力补偿器

位置。

在法兰螺套7的中央有一抽水管13，用于硫化过程中抽出胶囊夹持盘上的冷凝水。

在蒸汽室法兰螺套7的上部和横梁之间安装着一组调整隔热垫8，它由厚度不等的多孔钢片（LL-B1310/2.95×2硫化机为0.8～1mm；LL-B1525/4.3×2硫化机为1.1～1.6mm）和实心钢片（LL-B1310/2.95×2硫化机为0.3～0.4mm；LL-B1525/4.3×2硫化机为1.6～1.48mm）交替重叠组成，其总数约为9～10片。为保证良好的平面接触，垫片的两个面需经磨削加工。由于多孔钢片和实心钢片间形成了许多不流动空气的空腔而造成热阻力，所以垫片除作调节用外，尚起绝热作用。

垫在下蒸汽室1底部的隔热板11由石棉橡胶制成。为防止工作时的永久变形，石棉板需经整形、加压处理。

（4）蒸汽室T型槽和密封圈沟槽的结构和尺寸　蒸汽室一般采用“Π”形橡胶圈密封，当调节模型锁紧时，上、下蒸汽室应留有1.5～3mm的间隙，以利于密封圈对蒸汽室的密封。图2-4-34为T型槽及密封圈沟槽结构，其尺寸见表2-4-17。

2．夹套式蒸汽室

图2-4-35所示为国产轮胎定型硫化机组的带锁环夹套式蒸汽室。它由上、下两半夹套模组成。通常加热夹套的空腔和模型是直接铸造出来的，但为了加工方便，有的做成敞口的空腔，经加工后，再焊上钢板将敞口封闭。上下模的加热气腔，在合模后通过焊在上模的接嘴和密封圈4而相互接通。为了在硫化时使胎坯和模型间残存的空气顺利排出，用多根管子9直接从模型引出空气。夹套式蒸汽室的锁环有平面和斜面两种，前者需用压力补偿器消

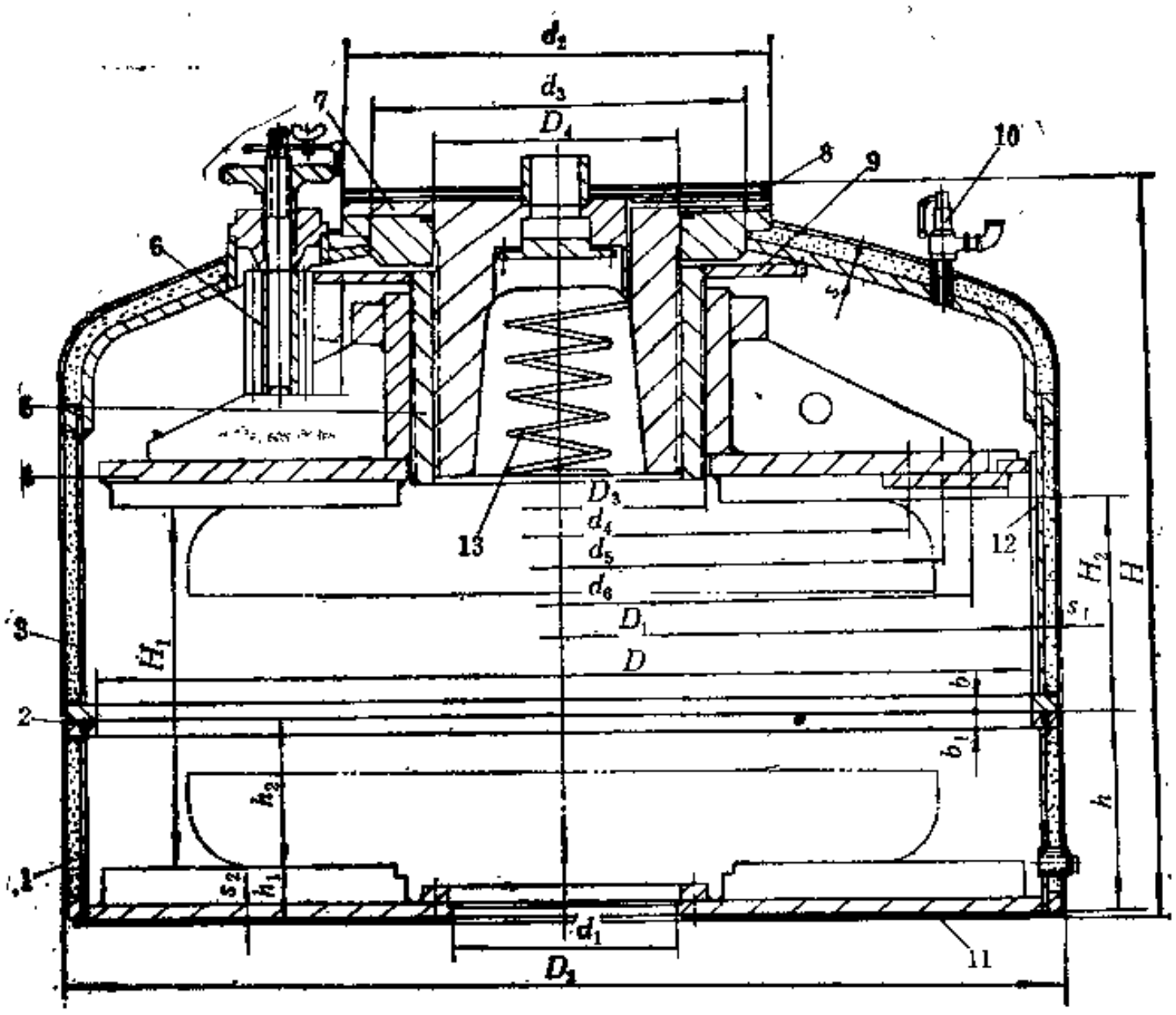


图 2-4-33　LL-B1310/2.95×2和LL-B1525/4.3×2硫化机带调模装置的蒸汽室结构

1—下蒸汽室；2—密封圈；3—上蒸汽室；4—花盘；5—调模螺套；6—小齿轮；7—法兰螺套；8—调整隔热垫；9—大齿轮；10—安全阀；11—隔热板；12—导向板；13—抽水管

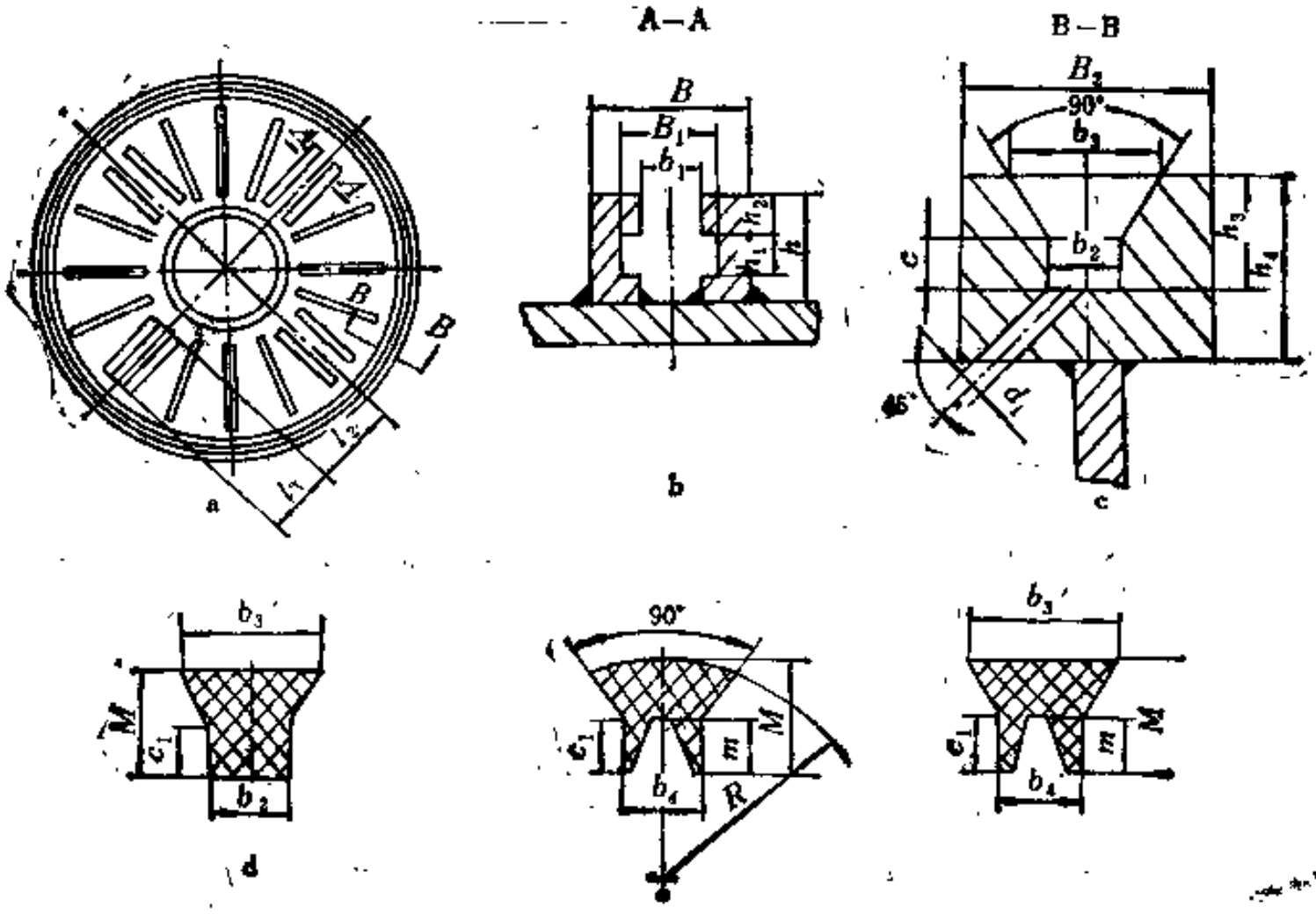


图 2-4-34　T型槽及密封圈沟槽

a、b—T型槽；c—密封圈沟槽；d、e、f—密封圈形式

表 2-4-17　T型槽及密封沟槽主要尺寸　　单位：mm

尺寸 \ 机器型号		40"	LL-B1310/2.95×2	LL-AB1400/3×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1900/6.6
T型槽	l_1	—	374	338	550	600
	l_2	—	256	332	370	320
	B	89	100	80	98	100
	B_1	53	60	46	100	60
	b_1	25	36	28	34	34
	h			51	56	65
	h_1	28	28	29	26	30
	h_2	13.5	13.5	10	15	20
密封圈沟槽	B_2	36	38	50	—	50
	b_2	14	14	13	14	13
	b_3	—	—	27	27	27
	C	11	10	15	13	22
	h_3	18	18	20	18	27
	h_4	30	20	35	45	45
	d_1	—	—	9-ϕ6	8-ϕ6	ϕ10
密封圈	b_4	14	15	16	—	16
	b'_2	—	—	—	13.8	—
	b'_3	—	—	27	27	28
	C_1	10	10	11.5	11	16
	M	21	21	21.5	20	22
	m	12	12	11	—	11
	R	50	50	—	—	—

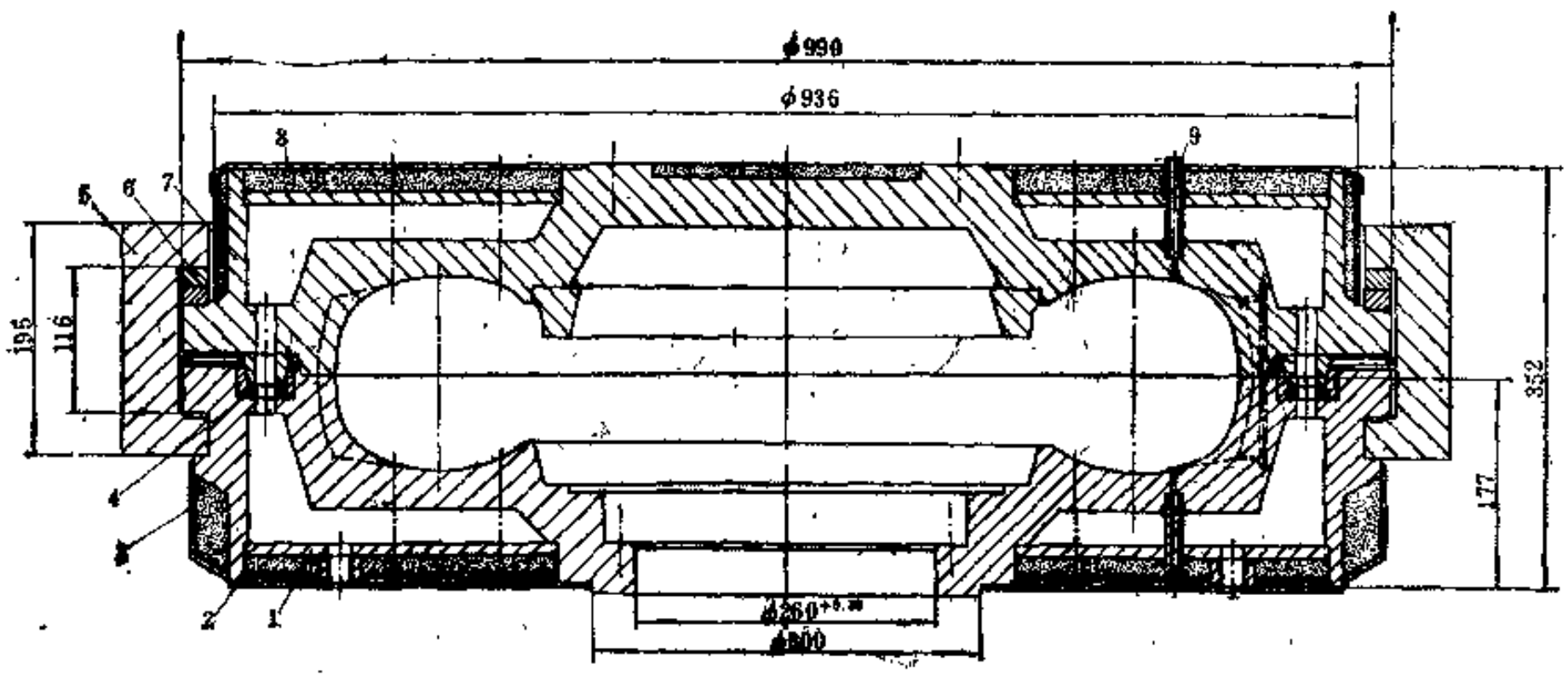


图 2-4-35　夹套式蒸汽室

1—下夹套模；2—隔热板；3—下保温罩；4—密封圈；5—锁环；6—调整垫；7—上夹套模；8—上保温罩；9—管子

除机构的间隙，后者可直接由锁环机构实现锁模。当夹套式蒸汽室用在连杆式轮胎定型硫化机中时，往往带有调模装置。带有调模装置的夹套式蒸汽室此处从略。

3．热板式蒸汽室

图2-4-36为LL-A1170/1.76×2定型硫化机带调模装置的热板式蒸汽室。它由上加热板4、下加热板2、调模装置及保温罩3等组成，而调模装置则由调模齿轮10、调模螺套8和调模螺纹套座9组成。上下加热板均为焊接件，其材料选用相同的低碳钢，使焊接后的收缩率一致，不然会造成慢性漏气。托板6和上下热板皆设有石棉隔热板1和5。调模装置在热板式蒸汽室的上部，不易受蒸汽的锈蚀，易于润滑，调模方便，这是热板式蒸汽室的优点。

普通热板式蒸汽室的结构与上述带调模装置的热板式蒸汽室相似，区别只是不设调模装置。

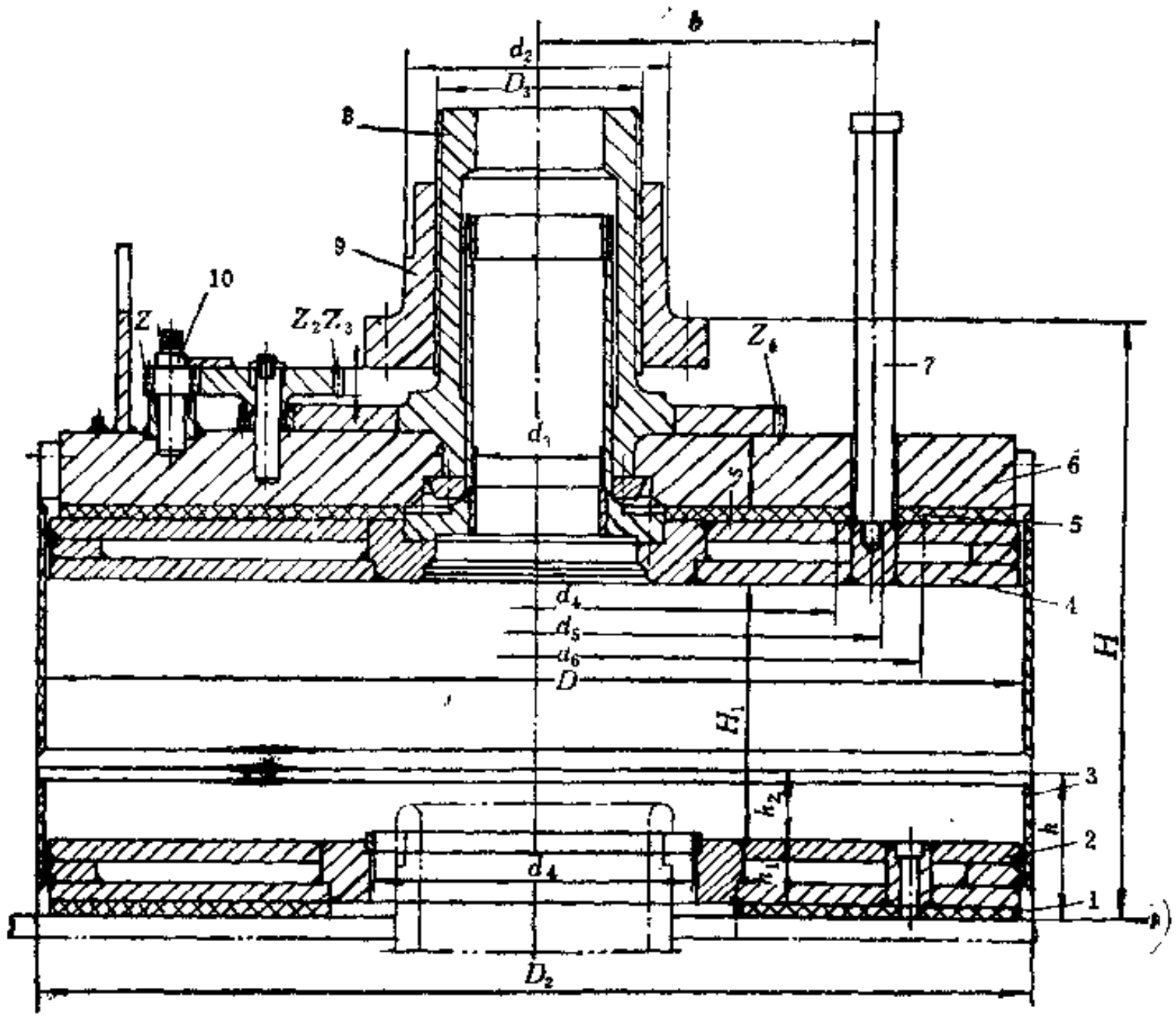


图 2-4-36 带调模装置的热板式蒸汽室

1、5—隔热板；2—下加热板；3—保温罩；4—上加热板；6—托板；7—导向杆；8—调模螺纹套；9—调模螺纹套座；10—调模齿轮

（三）蒸汽室的主要尺寸

各种蒸汽室的主要尺寸见表2-4-18。

（四）各种蒸汽室的优缺点

各种蒸汽室的优缺点见表2-4-19。

（五）蒸汽室的计算

根据国家劳动总局关于“压力容器安全监察规程”的规定，硫化机蒸汽室属于低压一类压力容器，故应遵守“压力容器的安全监察规程”及“钢制焊接石油化工压力容器设计规定”的有关规定进行设计计算和制造。

表 2-4-18 蒸汽室主要尺寸 单位：mm

尺寸代号 \ 蒸汽室形式		热板式（见图2-4-36）				蒸锅式（见图2-4-33）			
		40"	LL-A1030/1.36×2	LL-B1050/1.4×2	LL-A1170/1.76×2	LL-B1310/2.95×2	LL-AB1400/3×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1900/6.6
上蒸汽室	D	926	1030	1050	1170	1310	1400	1525	1900
	D_1	938	—	—	—	1328	1440	1550	1920
	H	641	705	733	717	902	640	1207	1265
	H_2	264	—	—	249	366	279	495	640
	S	18	95	100	90	24	—	20	30
	S_1	10	—	—	—	10	15	10	15
	b	18	360	—	400	26	30	25	35
	d_2	330	295	280	305	520	710	750	900
	d_3	—	120	—	152	520	—	620	800
下蒸汽室	D_2	—	1077	1090	1190	1410	1500	1610	2000
	d_5	—	314	293	382	380	420	380	480
	h	166	150	230	165	230	235	330	250
	h_1	80	61	75	76	80	85	85	88
	h_2	86	69	135	77	150	160	150	162
	S_3	25	—	—	—	25	34	21	23
	b_1	—	—	—	—	15	35	28	45
	D_3	T240右	M230×6	T220×20	M244×6	T330右	—	T482右	T620右
	D_4	T190左	—	—	—	T265左	—	T407 左	T500左
调校机构	z_1	8	$z_1=15$, $z_3=16$	20	$z_1=14$, $z_3=42$	12	—	6	9
	z_2	68	$z_2=44$, $z_4=133$	120	$z_2=15$, $z_4=145$	88	—	58	90
	m	8	4	5	4	8	—	14	12
	l	55	145	110	175	110	—	230	210
安装模型尺寸	H_1最大	264	300	—	326	406	400	635	710
	H_1最小	—	165	—	165	254	—	245	380
	d_4	610	610	610	710	814	1180	814, 916	1025, 1175
	d_5	710	710	710	812	914	—	1018, 1120	1325
	d_6	—	812	812	914	1014	—	1276, 1424	1475, 1625
介质接管进出口	进口	G1in	1in		1in	G1 1/4in	G1 1/4in	G1 1/4in	G1 1/4in
	出口	G1 1/4in	1 1/4in		1 1/4in	G1 1/4in	G2 in	G2 in	G2 in

1. 蒸汽室顶盖的计算

蒸汽室的顶盖常用的形式有：椭圆形盖、拱形盖及平板盖三种，其中椭圆形盖受力情况较好，但实际上因结构的关系拱形盖使用较为普遍。顶盖常用的材料有A_3R、16MnR、20g，平板盖则可用ZG35、ZG45等

（1）椭圆形盖的计算 椭圆形盖如图2-4-37所示，壁厚S(mm)按下式计算：

$$S=\frac{p\cdot D_H\cdot k\cdot n}{2[\sigma]^t\cdot\phi-0.5p}+c \qquad (2\text{-}4\text{-}16)$$

式中 p——蒸汽压力，计算时通常取0.7N/mm²；

D_H——顶盖外径，mm；

k ——校正系数，按图2-4-38取用，图中h_H为椭圆形盖的高度，单位为mm，椭圆的两半轴之比不应超过2.6；

n ——刚性系数，可取2.3；根据资料统计，国内采用$n=2\sim2.6$，国外采用$n=2.7\sim3.4$；

$[\sigma]^t$——设计温度下材料的许用应力，N/mm^2；$\frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$之比值最高不大于1.8；

$[\sigma]$——试验温度下材料的许用应力，N/mm^2；

ϕ ——焊接系数，用整块钢板模压的盖的$\phi=1$，用两块钢板焊接而成的$\phi=0.8$；

c ——壁厚附加量，其值为1～4mm，常用2～3mm。

表 2-4-19 各种蒸汽室优缺点的比较

类型	优缺点	优点		缺点	
蒸锅式蒸汽室	普通的	结构简单，制造容易	1.蒸汽直接加热模型，加热温度容易达到一致，有利于产品质量提高； 2.便于更换不同规格的模型； 3.适用于各种规格轮胎，特别适用于大规格的轮胎	调模和调节预紧力较困难	1.蒸汽直接接触模型和其它附件，易被锈蚀； 2.构造较复杂，密封较多，增加维修量； 3.制造较困难
	带锁环的	有利于改善压力机构的受力条件，可节约钢材		维护较困难	
	带调模装置的	1.便于调整不同厚度的模型 2.便于调节锁模预紧力的大小		1.维护较困难 2.构造较复杂	
夹套式蒸汽室		1.能节约冷、热介质；2.有利于热模硫化；3.可缩短硫化时间；4.改善劳动条件；5.便于维修		1.温度较难达到一致；2.夹套制造困难，造价高；更换模型困难	
热板式蒸汽室		1.能节约冷、热介质；2.有利于热模硫化；3.可缩短硫化时间；4.改善劳动条件；5.便于制造和维修		1.温度难达到一致；2.目前；3.适用于中小型规格轮胎的硫化	

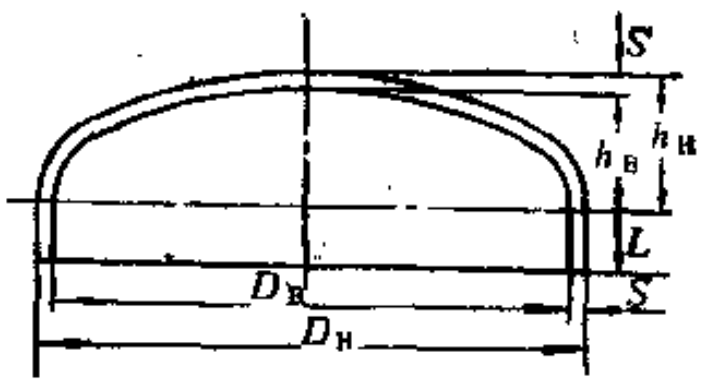


图 2-4-37 椭圆形盖

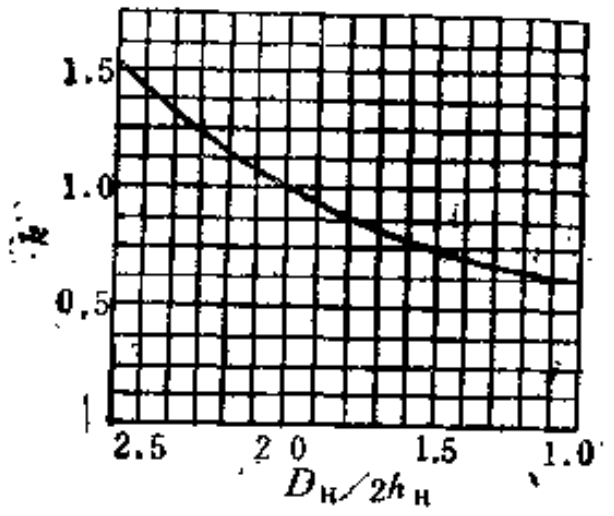


图 2-4-38 椭圆形盖的校正系数k

壁厚S(mm)还可以用经验公式计算：

$$S=kD_H \tag{2-4-17}$$

式中 k ——系数，可取0.015～0.019，大规格时取小值，小规格时取大值。

椭圆形封头的许用压力按下式计算：

$$[p]=\frac{2(S-c)[\sigma]^t\phi}{kD_H+0.5(s-c)} \tag{2-4-18}$$

式中 $[p]$——许用压力，N/mm^2。

（2）拱形盖的计算　拱形盖如图2-4-39所示，其壁厚s(mm)可按下式计算：

$$s=\frac{p\cdot D_H\cdot y\cdot n}{2[\sigma]^t\phi-0.5p}+c \tag{2-4-19}$$

式中　y——形状系数，与盖的形状及盖上开孔的大小有关，根据比值$\frac{r}{R_H}$（或用$\frac{h_H}{D_H}$）和$\frac{e+d}{D_H}$从表2-4-20中查出；

n——刚性系数，目前设计采用1.5～2.5。

表 2-4-20　拱形盖的形状系数y

比值 $\frac{r}{R_H}$	比值 $\frac{h_H}{D_H}$	没有孔的盖	带孔的盖 $\frac{e+d}{D_H}$						
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0.06	0.2	2.0	2.05	2.20	2.40	2.60	2.75	2.90	3.10
0.10	0.22	1.65	1.80	2.0	2.15	2.30	2.50	2.70	2.85
0.15	0.24	1.40	1.60	1.75	1.95	2.10	2.30	2.60	2.65
0.20	0.25	1.30	1.50	1.65	1.85	2.05	2.20	2.40	2.60
0.22	0.26	1.25	1.40	1.60	1.75	1.95	2.15	2.30	2.50
0.24	0.28	1.10	1.30	1.45	1.60	1.80	2.0	2.20	2.40
0.25	0.30	1.0	1.15	1.35	1.50	1.70	1.90	2.05	2.25

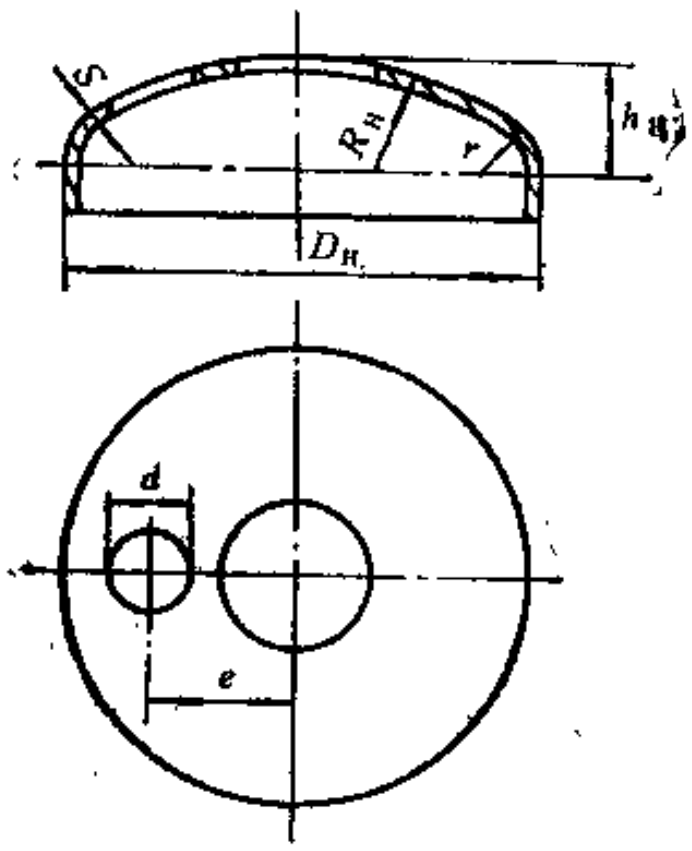


图 2-4-39　拱形盖

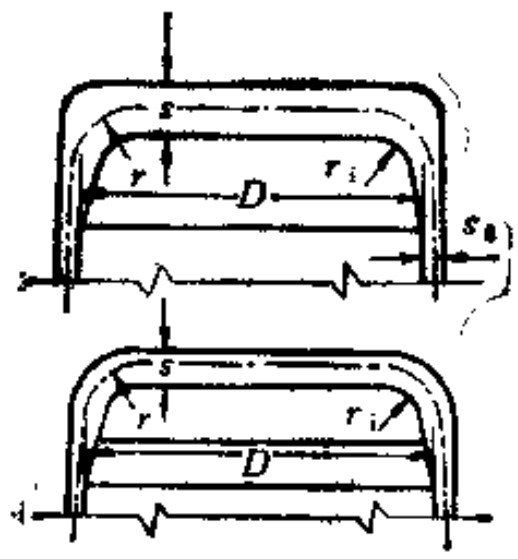


图 2-4-40　平板盖

拱形盖的许用压力按下式计算：

$$[p]=\frac{2[\sigma]^t\phi(s-c)}{D_Hyn+0.5(s-c)} \tag{2-4-20}$$

（3）平板盖的计算　如图2-4-40所示，其壁厚s(mm)可按下式计算：

$$s=\left[\left(\frac{D}{2}-r\right)\sqrt{\frac{p}{[\sigma]}}+\frac{pr}{2[\sigma]}\right]n+c \qquad (2\text{-}4\text{-}21)$$

式中　D——平盖内径，mm；

r——平盖与筒体中心线的过渡半径，mm；

n——刚性系数，采用1.5～2.5。

上述计算公式适用于靠横梁和蒸锅密封圈的压力来构成蒸汽室的密封，故必须考虑刚性系数，如用锁环来构成密封，则 $n=1$。

2．蒸汽室筒体（包括上盖的筒体部分及下蒸汽室的筒体部分）的壁厚计算

参见图2-4-37，其壁厚s(mm)可按下式计算：

$$s=\frac{pD_H}{2[\sigma]^t\phi-p}+c \qquad (2\text{-}4\text{-}22)$$

二、升降机构

（一）升降机构的类型

升降机构也叫压力机构，用于上模的开启和闭合，并承担硫化过程的张模力，其类型有下列几种。

（1）曲柄连杆式升降机构：①升降型升降机构；②升降-平移型升降机构；③升降-翻转型升降机构。

（2）液压式升降机构：①单缸式升降机构；②双缸式升降机构。

曲柄连杆式升降机构广泛用于A型、B型及AB型轮胎定型硫化机，单缸式升降机构用于带锁环的液压硫化机，双缸式升降机构用于B20C-1450硫化机组。

（二）升降机构的结构

1．曲柄连杆式升降机构

曲柄连杆式升降机构仅介绍升降-平移型和升降-翻转型两种结构型式，其运动轨迹参阅本章第三节。图2-4-41为LL-A1170/1.76×2硫化机曲柄连杆式升降-平移型机构。它主要由横梁1、连杆2、曲柄齿轮5和副臂3等组成。

左右两个副臂3固定在横梁上，副臂3的下端设有副辊4。当电机6通过蜗轮减速器7和长轴12上的小齿轮传动曲柄齿轮5时，连杆2带动横梁1作开合模运动。横梁两侧端轴上的主辊1_4和副臂3的副辊4在墙板15的槽内运动。曲柄齿轮5的半轴11支承在底座的轴承上。为使合模准确，横梁1的下复板左右各装有一个定位块9，并和墙板上的定位块相配合。定位块9的位置可用调节螺栓10调节。测力机构8安装在连杆2上。

图2-4-42为B型定型硫化机普遍使用的曲柄连杆式升降-翻转型机构。它主要由电机1、蜗轮减速器2、齿轮3、4、5、6、曲柄齿轮7、连杆8、横梁10和副连杆滑块12等组成。机构开模时的升起翻转及合模时的翻转下降，其前后定位靠墙板11的开口槽和窗口，左右定位靠连杆8上部的定位销9来实现。由于副连杆滑块12在墙板11的窗口上下滑动使上蒸汽室翻转。

2．液压式升降机构

图2-4-43所示为定型硫化机单缸式液压升降机构。它主要由油缸1、活塞杆2、横梁3和导架4等组成。左右导架4由拉杆5连接成一体，并靠底座支承。机构由液压系统提供动力，当机构工作时，油缸的活塞杆2带动横梁3和装有滑轮的蒸汽室沿着导架的轨道上下运动，以

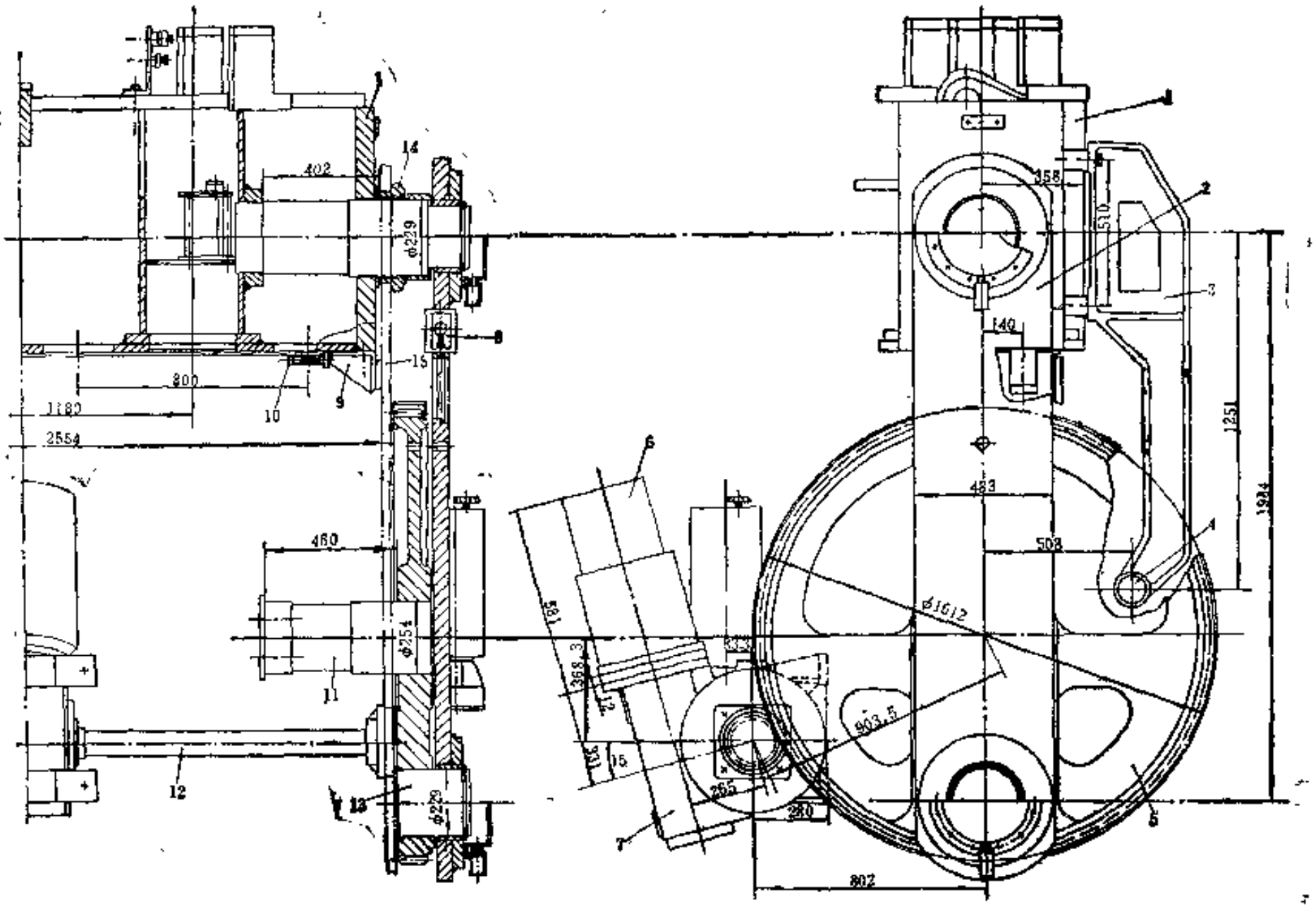


图 2-4-41　曲柄连杆升降-平移型机构

1—横梁；2—连杆；3—副臂；4—副辊；5—曲柄齿轮；6—电机；7—蜗轮减速器；8—测力机构；9—定位块；10—调节螺栓；11—半轴；12—长轴；13—锁轴；14—主辊；15—墙板

达到开合模的目的。合模后，由锁环8将模型锁住。

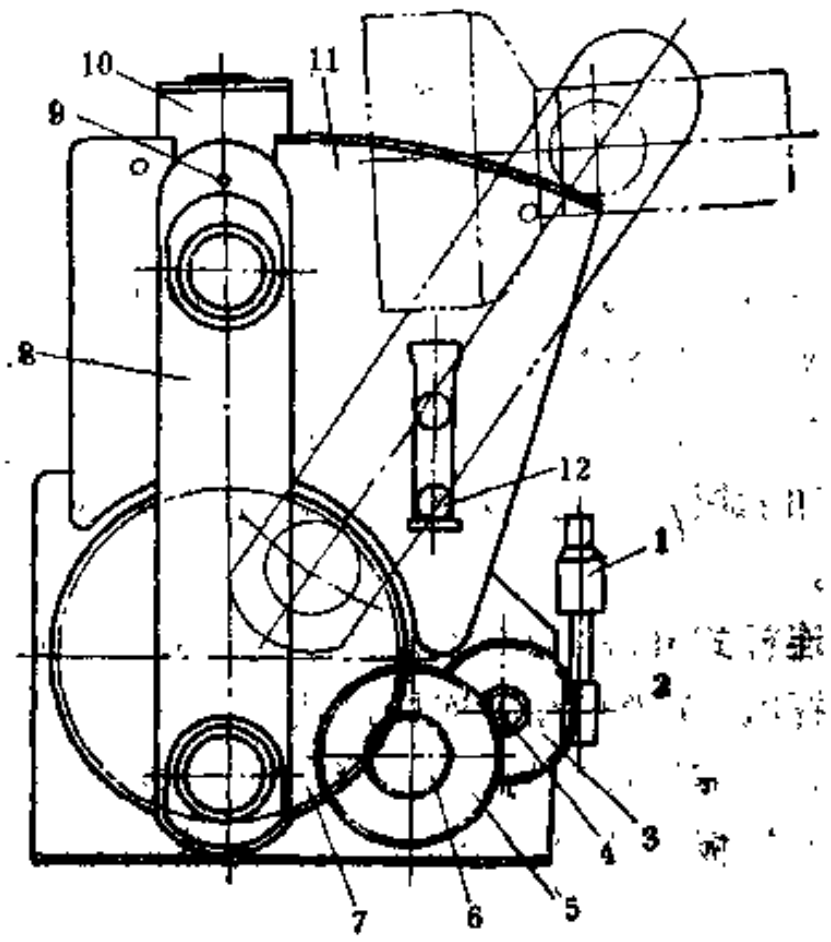


图 2-4-42　曲柄连杆式升降-翻转型机构

1—电机；2—蜗轮减速器；3、4、5、6—齿轮；7—齿柄轮；8—连杆；9—定位销；10—横梁；11—墙板；12—副连杆滑块

双缸式液压升降机构，参见图2-4-106。

（三）升降机构的主要零部件

1．横梁

（1）横梁的结构与尺寸　横梁结构如图2-4-44所示，按其截面的形状可分为工字梁和矩形梁两种。通常工字梁用铸钢制成，常用材料为ZG35、ZG45；矩形梁用钢板焊接制成，其主体材料常用20、25、及30号钢，轴采用45Cr或45号钢。

横梁的长度 l 与高度 H 之比一般在2.36～4.5之间，属于较典型的变截面短梁。工字梁的主体和端轴铸成一整体，矩形梁的主体和端轴在压装后焊接而成。

横梁是主要受力件之一，要求具有足够的刚性和强度，因此梁截面的高度要大于宽度，其比值为1.3～2.4。梁内设置加强筋板并要合理布置。在开孔或有较大应力集中的位置，要

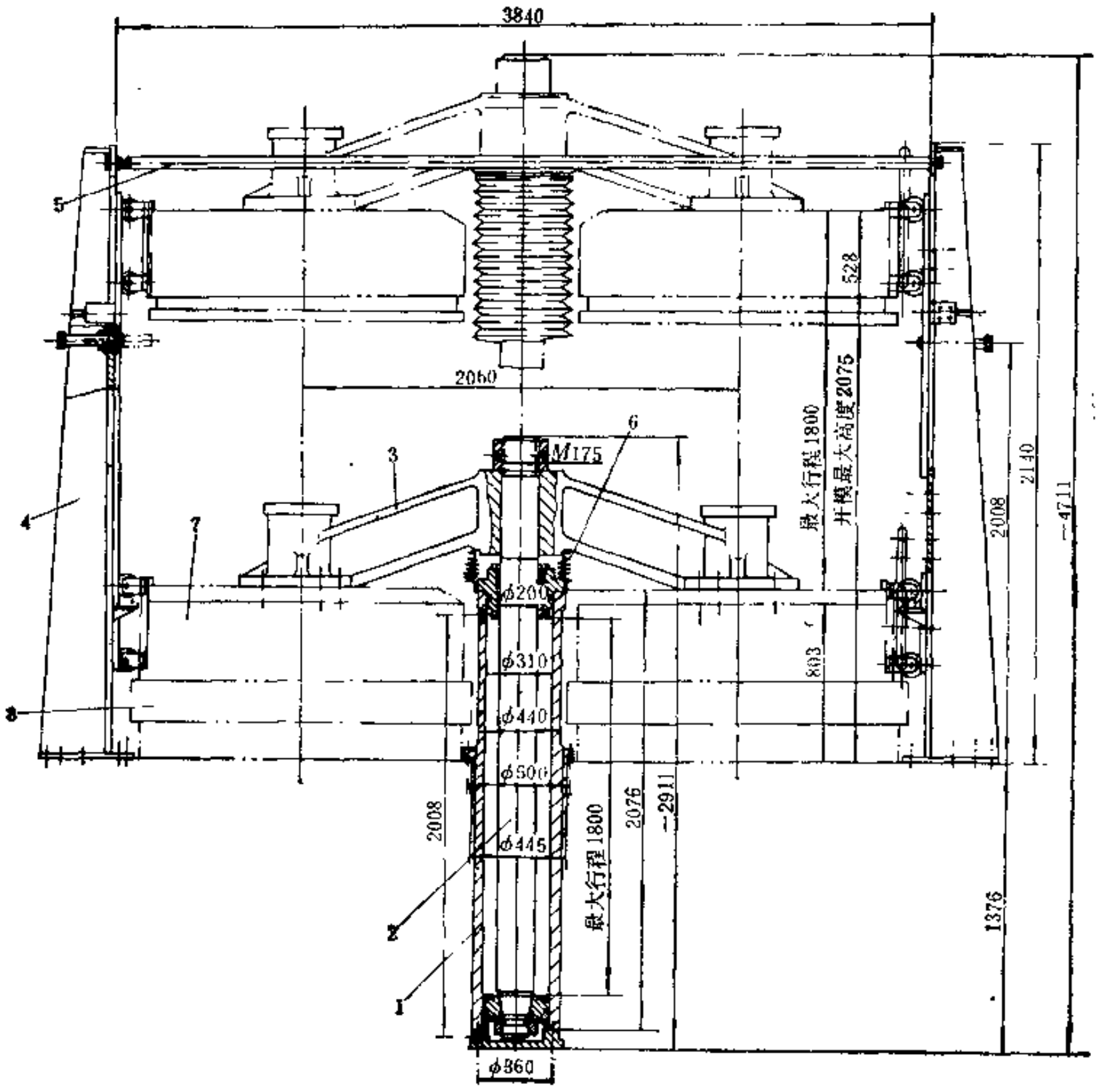


图 2-4-43　定型硫化机的液压升降机构

1—油缸；2—活塞杆；3—横架；4—导架；5—拉杆；6—保护罩；7—上模；8—模型锁环

有补强板。矩形梁的端轴支板受挤压、剪切的作用易产生变形，所以支板需要较大的厚度。

几种国产轮胎定型硫化机横梁的主要尺寸列于表2-4-21。

（2）横梁的计算　横梁主要承受弯曲和剪切应力及温差应力。硫化机的横梁为变截面结构，为了计算方便，简化成等截面集中载荷的双支点自由梁。梁的受力情况如图2-4-44所示。

a．弯曲应力σ_w　对于双模轮胎定型硫化机的横梁的σ_w(N/mm²)为：

$$\sigma_w = \frac{Ql_1}{W} \tag{2-4-23}$$

对于单模轮胎定型硫化机的横梁的σ_w(N/mm²)为：

$$\sigma_w = \frac{Ql}{4W} \tag{2-4-24}$$

式中 Q——一个模型上的合模力，N；

W——梁的截面模量，$W=\dfrac{BH^3-bh^3}{6H}$，mm^3；对于图 2-4-45 所示 c 图，则$b=B-2s_1$；

l_1——模型中心到梁支点的距离，mm；

l——梁两支点的距离，mm；

B、H、b、h、s_1——见图2-4-44，mm。

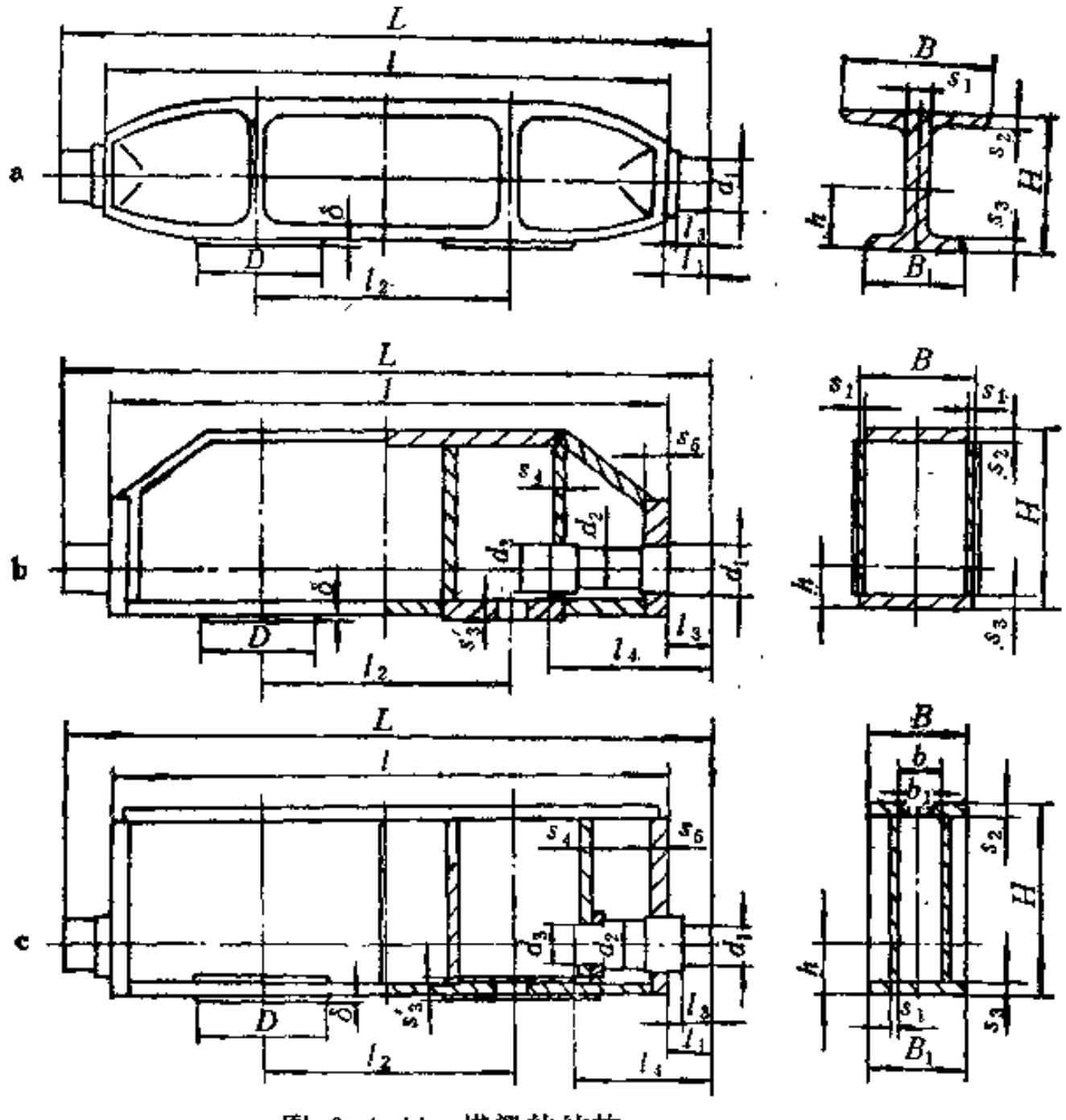


图 2-4-44 横梁的结构

a—工字架；b、c—矩形梁

b．温差应力 横梁的上缘和下缘有一定的温度差，下复板由于热膨胀面受压缩，其温差应力σ_t(N/mm²)为：

$$\sigma_t=\frac{E\alpha\Delta t}{2} \tag{2-4-25}$$

式中 E——材料弹性模量，$E=(2\sim2.1)\times10^5 N/mm^2$；

α——材料线膨胀系数，$\alpha=12\times10^{-6}℃^{-1}$；

Δt——横梁上、下缘之温度差，一般取25～35℃。

c．总应力 由于横梁上复板上缘和下复板下缘的剪切应力为零，故得上复板的拉应力σ_1(N/mm²)为：

$$\sigma_1=\sigma_W\leqslant[\sigma] \tag{2-4-26}$$

下复板的压应力σ_2(N/mm²)为：

$$\sigma_2=\sigma_W+\sigma_t\leqslant[\sigma] \tag{2-4-27}$$

表 2-4-21　横梁的主要尺寸（尺寸代号见图2-4-44）　　单位：mm

型号与图号 / 尺寸代号	LL-A1030/1.36×2	LL-B1050/1.4×2	LL-A1170/1.76×2	276×2-1350	LL-B1310/2.95×2	LL-AB 1400/3×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1900/6.6
	c	c	c	a	b	c	b	c
l/H	2.7	2.87	2.68	4.2	2.88	3.05	2.88	2.36
H/B	1.33	1.43	1.27	1.34	2.2	2.4	1.71	1.84
L	2748	2924	3060	3722	3744	3883	4336	2986
l	2200	2294	2476	3362	3260	3360	3728	2610
H	815	800	926	800	1130	1100	1307	1165
B	613	560	728	600	560	540	763	600
B_1	613	560	715	400	560	540	713	900
b	444	480	508	—	510	340	646	500
b_1	301	0	308	—	0	0	0	0
l_2	1040	1100	1180	1450	1416	1520	1640	0
D	—	ϕ500	—	ϕ750	640×515	ϕ750	710	1090
h	324	290	412	373	266	300	298	328
S_1	20	25	25	80	25	30	38	40
S_2	50	30	50	80	54	60	39	80
S_3	34	40	34	80	52	60	50	60
S'_3	64	70	69	80	68	80	87	85
S_4	25	25	25	—	50	60	50	60
S_5	78	100	78	—	125	100	140.5	135
l_1	274	315	292	268	242	261.5	304	188
l_3	121	105	127	180	242	176.5	294.5	—
l_4	720	809	800	—	905	800	1050	1040
d_1	ϕ203	ϕ240	ϕ229	ϕ300	ϕ292	ϕ310	ϕ356	ϕ310
d_2	ϕ255	ϕ310	ϕ267	—	ϕ290	—	ϕ354	ϕ309
d_3	ϕ253	ϕ308	ϕ265	—	ϕ291	ϕ360	ϕ355	ϕ306
d	0	10	0	10	16	20	37	25

许用应力〔σ〕一般取100～120N/mm²。

d．横梁的挠度　硫化机的横梁均属短梁，在计算其挠度时，既要考虑由于弯曲引起的变形，也要考虑由于剪切引起的变形。

对于单模轮胎定型硫化机的矩形梁或工字梁，其挠度计算如下：

弯曲挠度y_w(mm)：

$$y_w = \frac{Ql^3}{48EJ} \tag{2-4-28}$$

剪切挠度y_r(mm)：

$$y_r = \frac{12a_1EJ}{GAl^2} \cdot y_w \tag{2-4-29}$$

最大挠度y_{max}(mm)为弯曲挠度和剪切挠度之和：

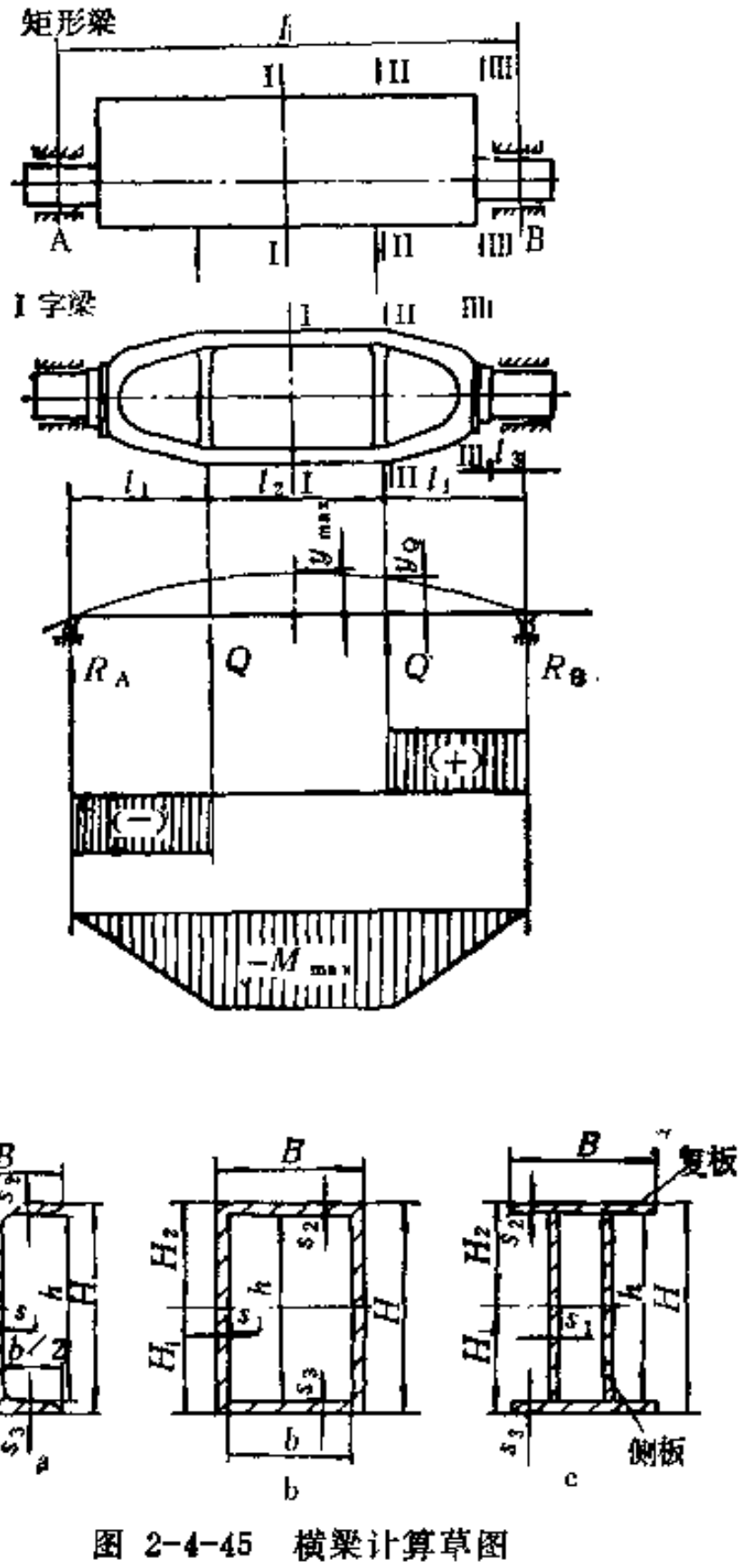
$$y_{max} = \frac{Ql^3}{48EJ}\left(1 + \frac{12a_1EJ}{GAl^2}\right) \tag{2-4-30}$$

对于双模轮胎定型硫化机的矩形梁或工字梁，其挠度计算如下：

模型力点的弯曲挠度y_w(mm)：

$$y_w = \frac{Ql_1^2}{3EJ}\left(l_1 + \frac{3}{2}l_2\right) \qquad (2\text{-}4\text{-}31)$$

模型力点的剪切挠度y_r(mm)：



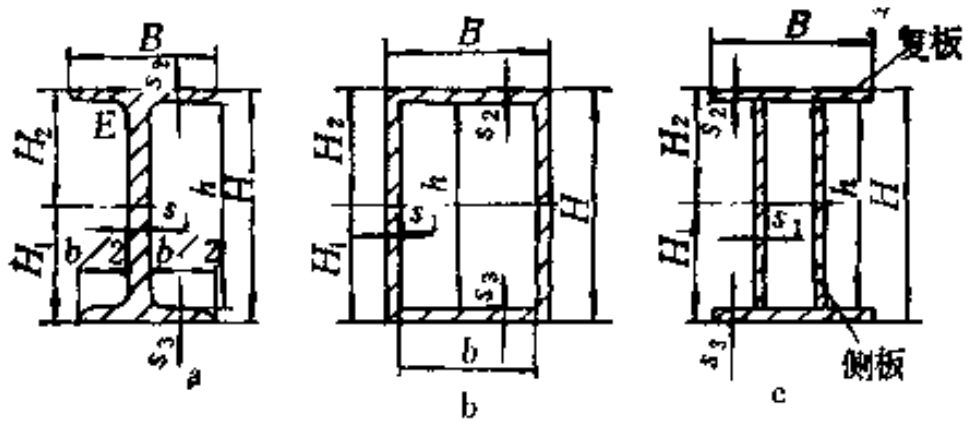


图 2-4-45 横梁计算草图

$$y_r = \frac{a_s Ql_1}{GA} \qquad (2\text{-}4\text{-}32)$$

模型力点总挠度y_Q(mm)，应是弯曲挠度和剪切挠度之和：

$$y_Q = \frac{Ql_1^2}{3EJ}\left(l_1 + \frac{3}{2}l_2\right)$$

$$+ \frac{a_s Ql_1}{GA} \qquad (2\text{-}4\text{-}33)$$

梁中点的弯曲挠度 y_w(mm)：

$$y_w = \frac{Ql_1}{24EJ}(3l^2 - 4l_1^2)$$

(2-4-34)

梁中点的最大挠度 y_{max} (mm)：

$$y_{max} = \frac{Ql_1}{24EJ}(3l^2 - 4l_1^2) + \frac{a_s Ql_1}{GA}$$

(2-4-35)

式中 G——材料剪切弹性模量，碳钢 $G = 8.1 \times 10^4$N/mm²；

E——材料弹性模量，E = (2.0～2.1)×10⁵N/mm²；

J——惯性矩，J = $\frac{BH^3 - bh^3}{12}$，mm⁴；

a_s——形式系数，$a_s = \frac{A}{A_{web}}$，硫化机的梁一般在1.5～3的范围内；

A——梁的截面积，mm²；

A_{web}——梁的侧板截面积，mm²。

几种国产轮胎定型硫化机的A、A_{web}、a_s以及梁的变形计算结果列于表2-4-22。

e．梁轴头的弯曲应力σ_w(N/mm²)如图2-4-45所示，Ⅱ-Ⅱ截面处的弯曲应力σ_w可按下式计算：

$$\sigma_{\text{Ⅲ}}=\frac{M_{\text{Ⅲ}}}{W}\leqslant[\sigma] \tag{2-4-36}$$

式中 $M_{\text{Ⅲ}}$——弯矩，单模的$M_{\text{Ⅲ}}=\frac{Q}{2}l_3$，双模的$M_{\text{Ⅲ}}=Ql_3$，N·mm；

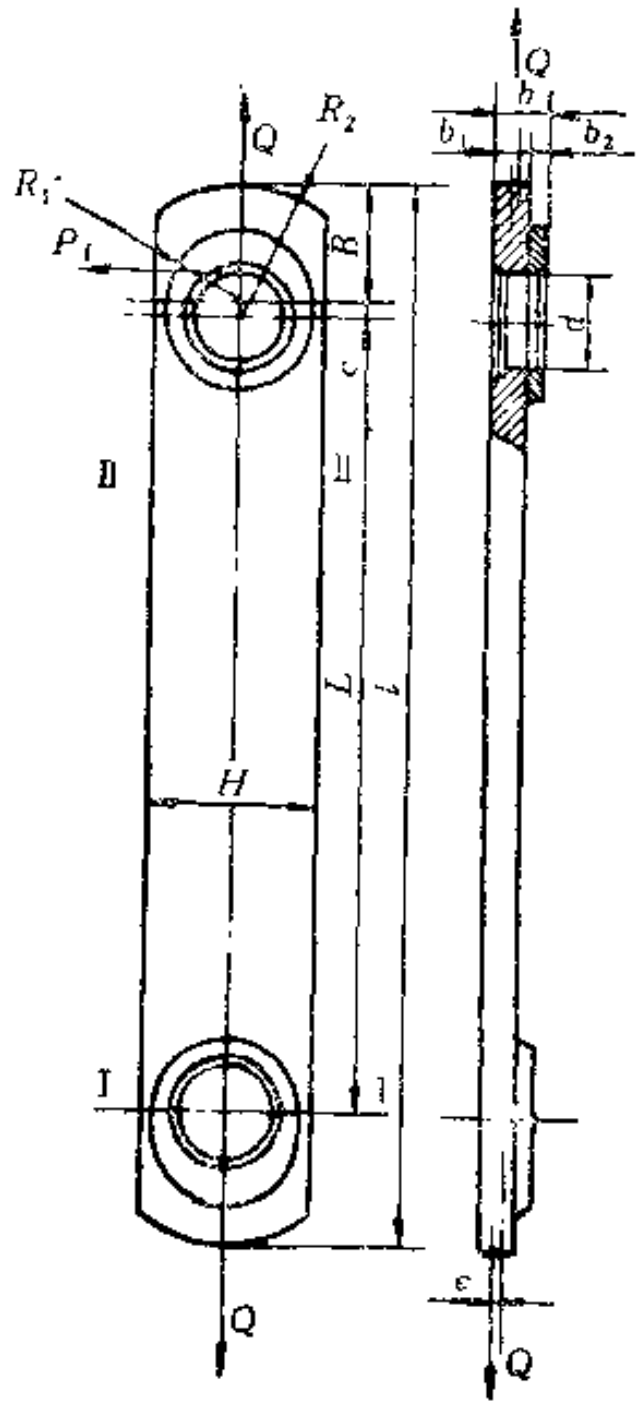


图 2-4-46 连杆的结构

W——截面模量，$W=\frac{\pi d^3}{32}$，mm³；

d——轴头直径，mm；

$[\sigma]$——许用应力，$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{n_s}$，

N/mm²；n_s取4～5。

2．连杆

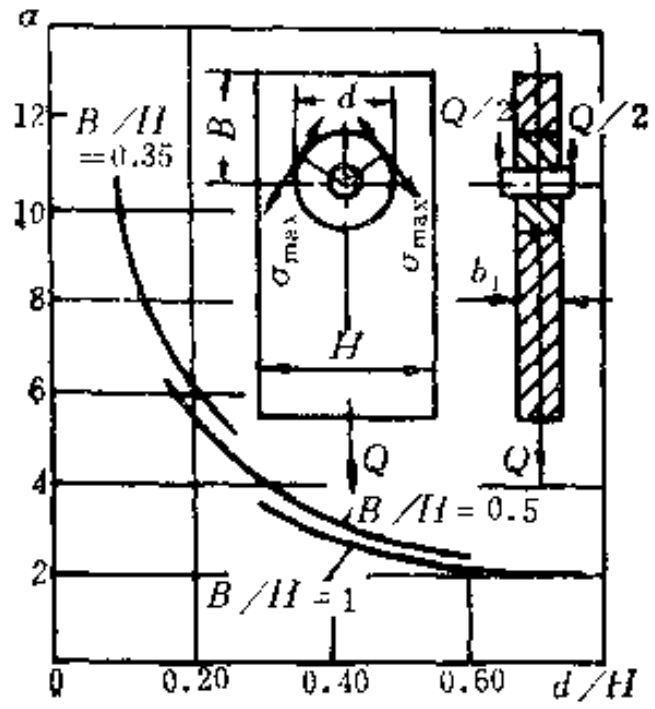


图 2-4-47 连杆的应力集中系数

表 2-4-22 几种定型硫化机的A、A_{web}、α_s及y值

机器型号 \ 参数	A① mm²	A_{web} mm²	α_s	力点挠度（Ⅱ-Ⅱ截面处）mm			中点挠度（Ⅰ-Ⅰ截面处）mm			
				y_J	y_W	y_T	y_{max}	y_W	y_T	实测值②
LL-A1030/1.36×2	80700	29200	2.76	0.922	0.457	0.465	1.055	0.598	0.457	—
LL-B1050/1.4×2	75200	36500	2.06	0.962	0.557	0.405	1.237	0.67	0.557	1.24
LL-A1170/1.76×2	91800	42800	2.14	1.068	0.653	0.415	1.449	0.796	0.653	1.24
275×2-1350	131200	51200	2.57	1.332	0.642	0.69	1.48	0.79	0.69	—
LL-B1310/2.95×2	110800	51500	2.15	1.546	0.778	0.768	1.731	0.963	0.768	—
LL-AB1400/3×2	182500	117500	1.54	1.165	0.824	0.341	1.361	1.02	0.341	2.33
LL-B1525/4.3×2	111700	46200	2.52	2.43	0.937	1.49	2.81	1.32	1.49	3
LL-B1900/6.6	174200	72200	2.42	—	—	—	1.526	0.61	0.916	—

① 忽略开孔及补强板，皆以整板进行计算。

② 此实测值是机台还未达到总合模力的测定值，供参考。

（1）连杆的结构与尺寸　连杆的结构如图2-4-46所示，连杆一般由连杆体和加强环组成，为减少加强环引起附加弯矩对连杆体的影响，加强环不宜做得太厚，或在加强环的一侧减小与横梁端轴的接触面长度。连杆的常用材料为25、30、35和45号钢。几种国产定型硫化机连杆的主要尺寸见表2-4-23。

表 2-4-23　连杆的主要尺寸（见图2-4-46）　　单位：mm

尺寸代号 / 机器型号	L	l	H	b	b_1	b_2	d	e	R_1	R_2
LL-A1030/1.36×2	1791	2271	413	87	55	32	ϕ233	50	190	315
LL-B1050/1.4×2	1786	2286	420	100	60	40	ϕ270	0		250
LL-A1170/1.76×2	1984	2538	483	94	56	38	ϕ259	0	229	277
LL-B1310/2.95×2	2128	3025	560	160	115	45	ϕ320	72	250	420
LL-AB1400/3×2	2150	2810	560	180	120	60	ϕ340	50	260	330
LL-B1525/4.3×2	2648	3678	684	200	115	85	ϕ381	上237 下70	325	上385 下415
LL-B1900/6.6	2700	3470	600	180	120	60	ϕ340	40	300	385

（2）连杆的计算　连杆是定型硫化机的主要受力件之一，它在锁模与硫化过程承受拉应力和附加弯矩的作用，在锁模最后瞬间，截面Ⅰ-Ⅰ还受摩擦力的作用。受力情况如图2-4-46所示。连杆需校核Ⅰ-Ⅰ截面和Ⅱ-Ⅱ截面的应力$\sigma_{\text{Ⅰ}}$和$\sigma_{\text{Ⅱ}}$。Ⅰ-Ⅰ截面的应力$\sigma_{\text{Ⅰ}}$(N/mm²) 为：

$$\sigma_{\text{Ⅰ}}=\frac{Q+P_f}{F_1}\cdot a\leqslant\sigma_s \tag{2-4-37}$$

式中　Q——一根连杆的额定预紧力，N；

P_f——摩擦力，$P_f=Q\cdot f$，N；

f——滑动摩擦系数，青铜对铜$f=0.03\sim0.05$；

F_1——连杆在Ⅰ-Ⅰ的截面积，mm²；

a——应力集中系数，由图2-4-47查取；

σ_s——连杆材料的屈服强度，N/mm²。

Ⅱ-Ⅱ截面的应力$\sigma_{\text{Ⅱ}}$(N/mm²)为：

$$\sigma_{\text{Ⅱ}}=\frac{Q}{F_{\text{Ⅱ}}}+\frac{M}{W_{\text{Ⅱ}}} \tag{2-4-38}$$

式中　$F_{\text{Ⅱ}}$——连杆在Ⅱ-Ⅱ处的截面积，mm²；

M——连杆由于结构等原因，影响作用力偏移而产生的附加弯矩，$M=Q\cdot e$，N·mm；

e——力Q偏移中心的距离，mm；

$W_{\text{Ⅱ}}$——连杆在Ⅱ-Ⅱ截面的抗弯截面模量，$W_{\text{Ⅱ}}=\frac{Hb_1^2}{6}$，mm³。

影响连杆附加弯矩的因素是复杂的，它与连杆的结构以及与其相配合零部件的刚度以至材料性质等有关，目前仍不易作定量计算。考虑到附加弯矩影响是局部的，而且连杆体较长，产生的绝对变形较大，因此在设计时可只计算纯拉伸应力。为协调弯曲应力，对材料的许用应力给予适当的考虑。连杆Ⅱ-Ⅱ截面的强度条件为：

$$\sigma_{\text{Ⅱ}}=\frac{Q}{F_{\text{Ⅱ}}}\leqslant[\sigma_{\text{Ⅱ}}] \tag{2-4-39}$$

截面Ⅱ-Ⅱ的许用应力通常取$[\sigma_{\text{Ⅱ}}]=55\sim65$N/mm²。

表2-4-24是几种国产定型硫化机连杆颈部和腰部的工作应力情况，可供参考。

表 2-4-24 连杆工作应力　　单位：N/mm²

机器型号 / 连杆部位	LL-A1030/1.36×2	LL-B1050/1.4×2	LL-A1170/1.76×2	LL-AB1400/3×2	LL-B1310/2.95×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1900/6.6
连杆颈部Ⅰ-Ⅰ	215	230	212	184	172	178	174
连杆腰部Ⅱ-Ⅱ	596	555	650	446	460	547	457

连杆工作时的最大伸长，一般为0.3～0.7mm，连杆较短的其值较小，连杆较长的其值较大。连杆最大伸长量ΔL(mm)由下式求得：

$$\Delta L=\frac{\sigma_{\text{Ⅱ}}\cdot L}{E} \tag{2-4-40}$$

式中　L——连杆两轴孔的距离，mm；

E——材料弹性模量，$E=(2.0\sim2.1)\times10^5$N/mm²；

$\sigma_{\text{Ⅱ}}$——截面Ⅱ-Ⅱ处的工作应力，N/mm²。

（3）测力机构　左右连杆上的测力机构用作测量硫化机在锁模、正硫化时的张模力及调节预紧力的大小。图2-4-48为各种硫化机所用的测力机构，由吨位表1、调节螺钉2、测长杆3、套7及固定螺钉8等组成。由于连杆的应力分布和弯曲应力影响，仪表的显示值与连杆在中央部位用应变仪测出的读数不一致，所以安装时要注意校正，同时需调节螺钉2使吨位表的指针转过3圈后对准零位，以减小测量误差。

根据公式(2-4-40)，连杆的弹性伸长ΔL与连杆的长度L成正比关系，可求得测力机构的定位长度l(mm)为：

$$l=\frac{EFa\delta}{360Q} \tag{2-4-41}$$

式中　E——连杆材料弹性模量，N/mm²；

F——连杆截面积，mm²；

a——吨位表指针从0至总合模力所转的角度，(°)；

δ——吨位表指针转一圈触头的行程，mm；

Q——一根连杆的额定预紧力，N。

3．曲柄齿轮

（1）曲柄齿轮的结构与尺寸　曲柄齿轮的结构如图2-4-49所示，一般由轮体1、半轴2及销轴3三部分组成。半轴通常压装在轮体的轴孔中，也有通过与轴承动配合装在轮体中的，这时，曲柄齿轮运转时，半轴不转动。销轴有直接压装在曲柄齿轮轴孔中的，也有用轮体铸成一体的。

曲柄齿轮的轮体材料常用ZG45，而销轴和半轴的材料常用中碳钢锻造或用40Cr等合金钢，这主要由承载负荷的大小而定。几种国产定型硫化机曲柄齿轮的主要尺寸列于表2-4-25。

（2）曲柄齿轮的计算

a．曲柄齿轮轴的弯曲及扭转应力　曲柄齿轮受力情况如图2-4-50所示。在运转中，曲柄齿轮半轴的危险截面Ⅰ-Ⅰ处受到弯曲应力和摩擦引起的扭转应力的作用。

弯曲应力σ_w(N/mm²)由下式计算：

$$\sigma_w = \frac{32M_{max}}{\pi d_B^3} \tag{2-4-42}$$

式中 M_{max}——截面I-I处的最大弯矩，$M_{max}=Q\cdot l_2$，N·mm；

Q——连杆的作用力，通常取合模力，N；

l_2——连杆作用力到支承B的距离，mm；

d_B——支承B处的轴颈，mm。

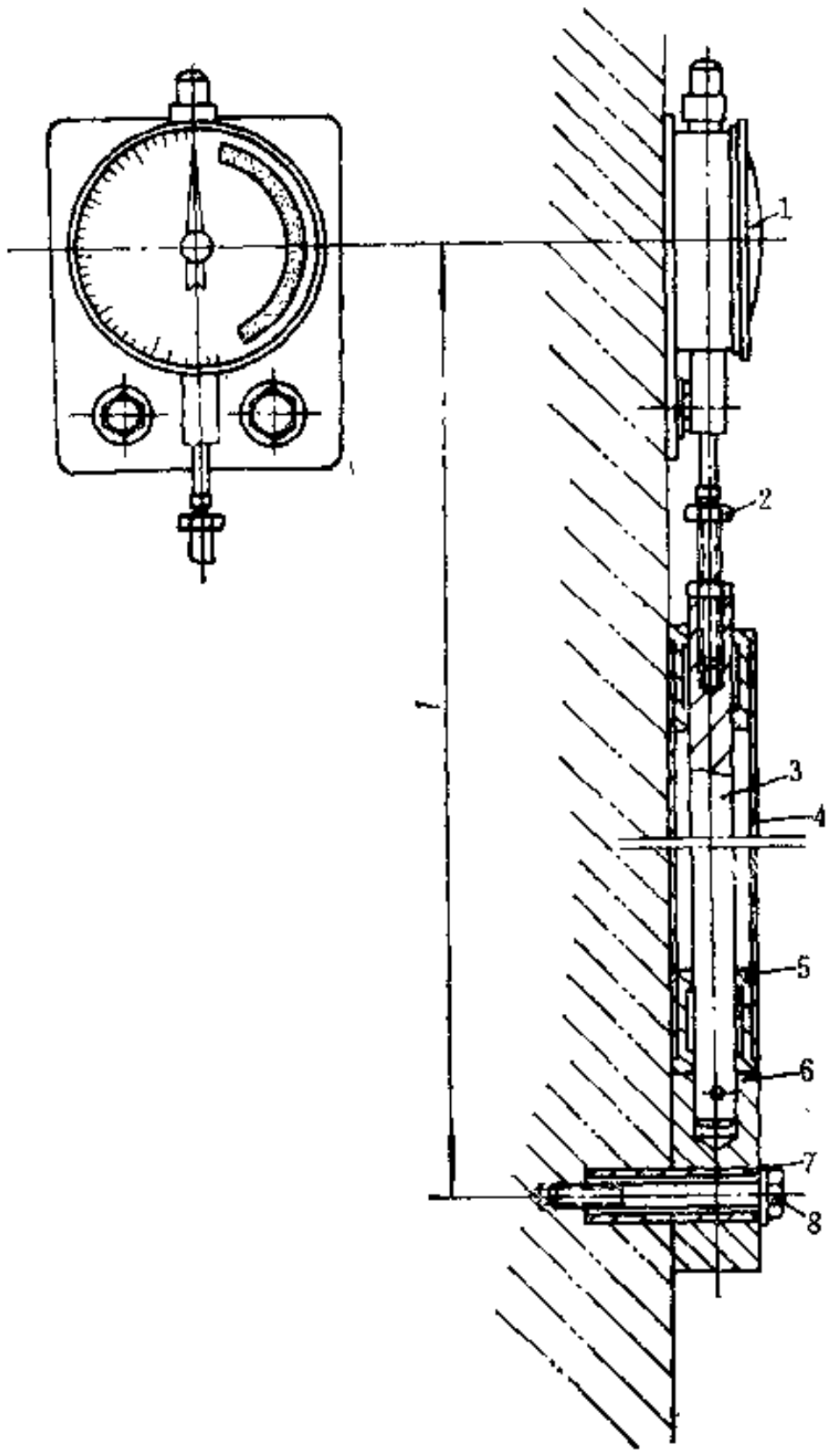


图 2-4-48 测力机构

1—吨位表；2—调节螺钉；3—测长杆；4—护罩；5—衬套；6—轴；7—套；8—调节螺钉

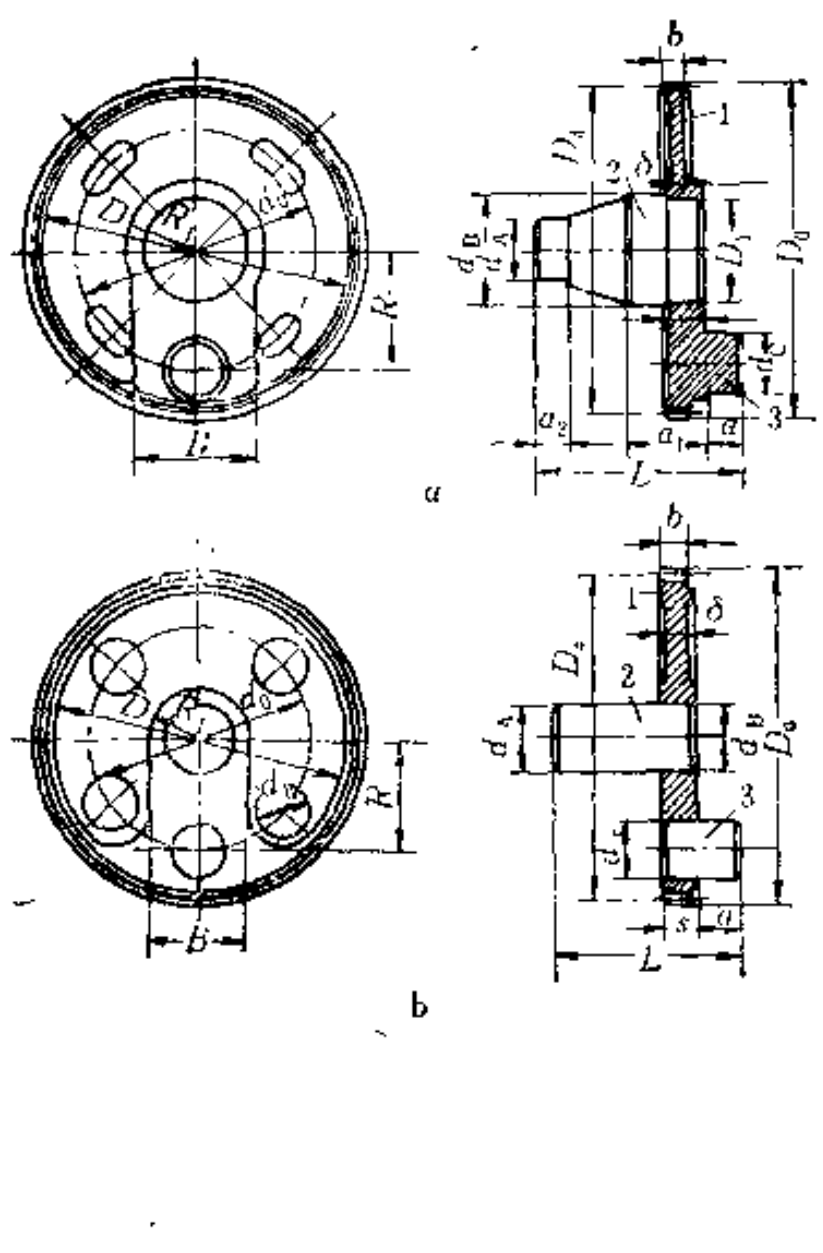


图 2-4-49 曲柄齿轮结构

1—轮体；2—半轴；3—销轴

a—销轴与轮体铆成整体的曲柄齿轮；

b—销轴压装于轮体的曲柄齿轮

扭转应力τ(N/mm²)由下式计算：

$$\tau = \frac{16M_n}{\pi d_B^3} \tag{2-4-43}$$

式中 M_n——摩擦扭矩，$M_n=\frac{1}{2}(R_A d_A + R_B d_B)f$，N·mm；

R_A、R_B——支点A、B的反力，$R_B=\frac{(l_1+l_2)Q}{l_1}$，$R_A=R_B-Q$，N；

l_1、l_2——见图2-4-50，mm；

d_A、d_B——见图2-4-50，mm；

f——摩擦系数，青铜对钢，$f=0.03\sim0.05$。

危险截面I-I处的总应力σ(N/mm²)为：

$$\sigma=\sqrt{\sigma_w^2+4\tau^2}\leqslant[\sigma] \tag{2-4-44}$$

式中 $[\sigma]$——材料许用应力，取$[\sigma]=(0.5\sim0.65)\sigma_s$，N/mm²；

σ_s——材料屈服强度，N/mm²。

b．曲柄齿轮曲柄的校核　曲柄在工作过程中承受压、弯应力的联合作用，其受力情况如图2-4-51所示，将力Q向曲柄中性平面简化，截面Ⅱ-Ⅱ处$\left(\text{曲柄半径}\frac{1}{2}\text{位置}\right)$受力$Q$压缩和力$Q$由于偏心距所产生力矩的作用，也受连杆的附加弯矩的作用。前两项是主要的，作为计算依据。截面I-I处有孔，截面系数小，也需进行校核，此处主要受弯曲作用，略去压缩。

截面I-I处内侧的拉力或外侧的压力σ_1(N/mm²)由下式计算：

$$\sigma_1=\frac{M}{W_I}\leqslant[\sigma] \tag{2-4-45}$$

式中 M——连杆作用力所产生的弯矩，$M=Q\cdot C$，N·mm；

Q——连杆的作用力，通常取合模力，N；

C——连杆力点到曲柄中性面的力臂，mm；

W_I——截面I-I处的抗弯截面模量，$W_I=\dfrac{(A_1+C_1)h^2+B_1h_2^2}{3}$，mm³；

$[\sigma]$——材料许用应力，$[\sigma]=(0.5\sim0.65)\sigma_s$，N/mm²。

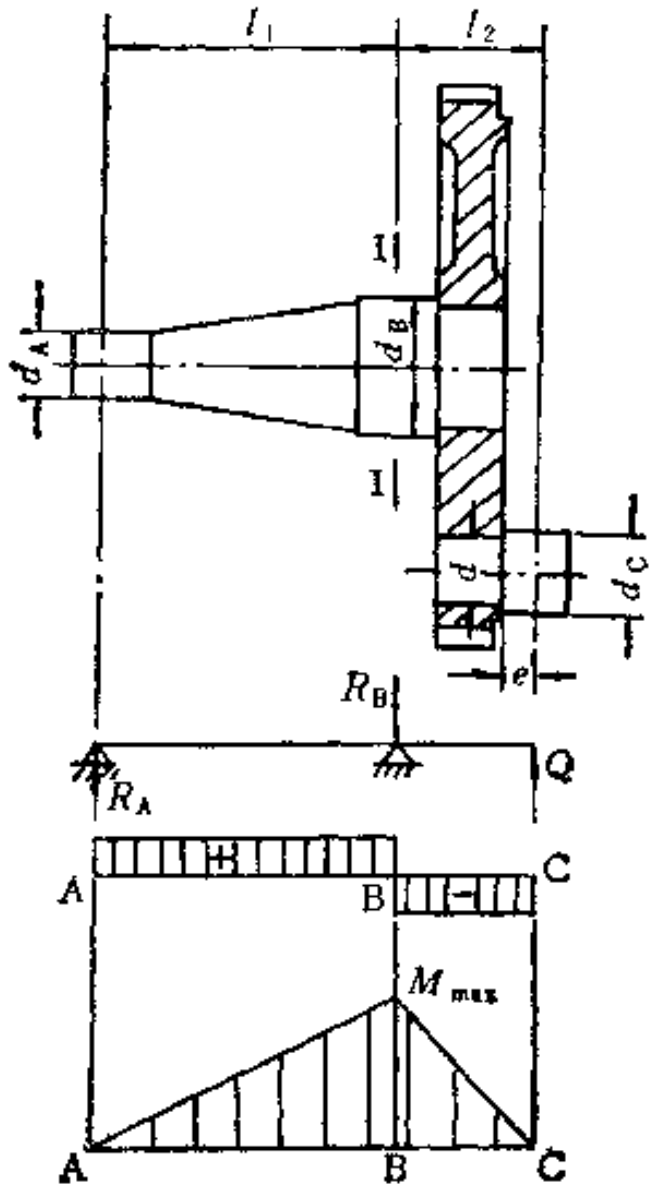


图 2-4-50　曲柄齿轮计算草图

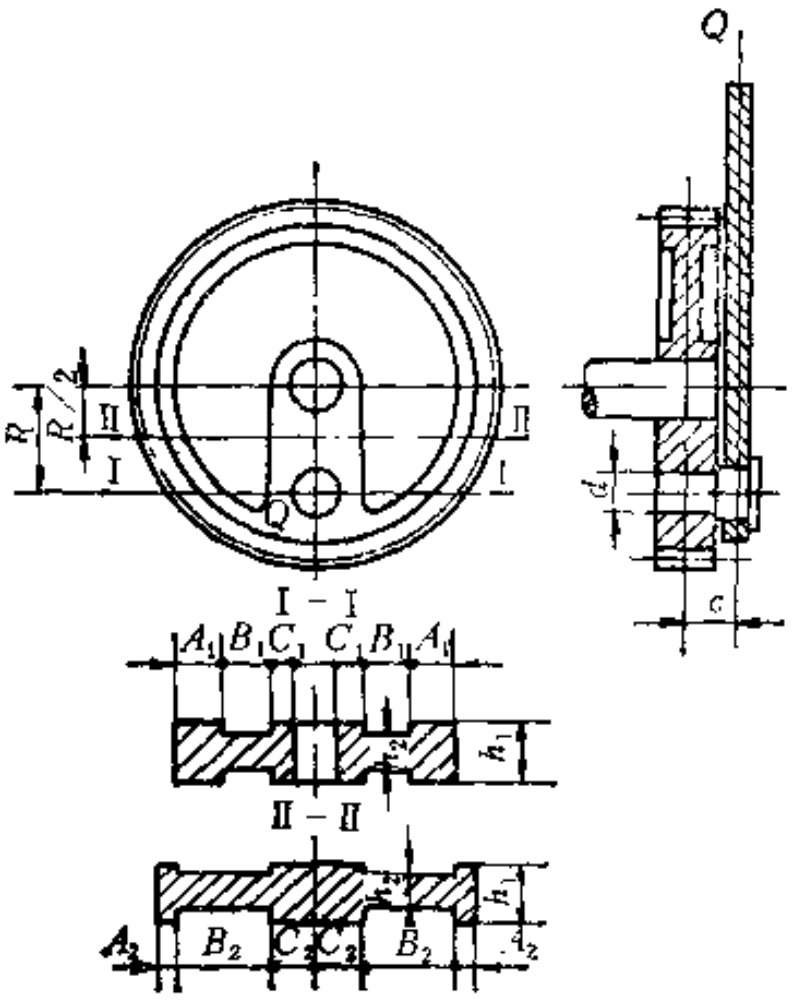


图 2-4-51　曲柄的计算草图

表 2-4-25　曲柄齿轮的主要尺寸（见图2-4-49）

单位：mm

尺寸代号 \ 机器型号	LL-A 1030/1.36×2	LL-B 1050/1.4×2	LL-A 1170/1.76×2	LL-B 1310/2.95×2	LL-AB 1400/3×2	LL-B 1525/4.3×2	LL-B 1900/6.6
R	508	530	581	540	660	635	600
B	460	420	507	510	650	660	640
S	124	140	130	166	170	196	210
L	662	685	688	937	960	1131	1057
a	90	105	94	167	191	212.5	185
a_1	—	306	—		370	407.5	390
a_2	—	120	—		155	170	170
d_A	235	240	254	292	310	330	300
d_B	235	300	254	380	380	584	460
d_C	203	240	229	292	310	356	310
D_1	295	280	254	370	370	574	450
D_0	1466	1488	1632.8	1553.6	1848	1846.85	1737.6
b	102	130	100	140	157	140	158
δ	42	60	52		70	123	75
D	1375	1300	1490		1640	1660	1550
R_1	230	210	253.5	270	325	380	320
d_0	—	1040	—	1060	1100	1260	1140
d_1	R520 R625	ϕ250	R577 R636	140/100	250	200/110	200/120

截面Ⅱ-Ⅱ内侧的拉应力$\sigma_{\text{Ⅱ}1}$(N/mm²)和外侧的压应力$\sigma_{\text{Ⅱ}y}$(N/mm²)由下列两式求得：

$$\sigma_{\text{Ⅱ}1}=\frac{M}{W_{\text{Ⅱ}}}-\frac{Q}{F}\leqslant[\sigma] \tag{2-4-46}$$

$$\sigma_{\text{Ⅱ}y}=\frac{M}{W_{\text{Ⅱ}}}+\frac{Q}{F}\leqslant[\sigma] \tag{2-4-47}$$

式中　$W_{\text{Ⅱ}}$——截面Ⅱ-Ⅱ处的抗弯截面模量，$W_{\text{Ⅱ}}=\dfrac{(A_2+C_2)h_1^2+B_2h_2^2}{3}$，mm³；

F——截面Ⅱ-Ⅱ的面积，$F=2C_2h_1$，mm²。

现将某些机台曲柄点轮的曲柄在截面Ⅱ-Ⅱ处的工作应力列于表2-4-26，供参考。

表 2-4-26　曲柄工作应力　　单位：N/mm²

应力位置 \ 机器型号	LL-A 1030/1.36×2	LL-A 1170/1.76×2	LL-B 1400/3×2	LL-B 1310/2.95×2	LL-B 1525/4.3×2	LL-B 1900/6.6
内侧拉应力	147.5	172	153	163.5	148.5	111
外侧压应力	174	201	180	197.8	168	127

c．销轴的计算　如图2-4-50所示，销轴在连杆拉力Q的作用下，主要承受弯曲应力和剪切应力。弯曲应力σ(N/mm²)为：

$$\sigma = \frac{M}{W} \leqslant [\sigma] \qquad (2\text{-}4\text{-}48)$$

式中 M——弯矩，$M=Q\cdot e$，N·mm；

e——连杆力点的力臂，mm；

W——抗弯截面模量，$W=\frac{\pi d^3}{32}$，mm^3；

d——销轴直径，mm；

$[\sigma]$——材料许用应力，当采用40Cr调质处理时，$[\sigma]=200N/mm^2$。

对销轴横截面中性处的最大剪切应力τ(N/mm^2)为：

$$\tau = \frac{4Q}{3F} \leqslant [\sigma] \qquad (2\text{-}4\ 49)$$

式中 F——截面积，$F=\frac{\pi d^2}{4}$，mm^2。

4．轴承的计算

硫化机的曲柄齿轮和连杆的轴承承受很大的载荷，其结构一般采用滑动轴承，轴瓦材料用ZQAl9-4或ZQSn8-12。滑动轴承工作速度低，比压高，油膜不易形成。因此，轴承的计算以比压为依据，其平均比压$p_{均}$(N/mm^2)为：

$$p_{均} = \frac{Q}{d_c \cdot a} \leqslant [p] \qquad (2\text{-}4\text{-}50)$$

式中 Q——作用于轴承上的力，N；

d_c、a——见图2-4-49，mm；

$[p]$——轴承许用比压，一般取60～100N/mm^2。

正确选择轴承的配合对硫化机运转有较大影响，据资料推荐，轴承间隙每英寸直径为0.001～0.0015in(0.025～0.038mm)，通常可采用动配合H_9/d_{10}或H_9/e_9。轴承磨损后间隙增大，当每英寸直径超过0.003～0.005in(0.075～0.127mm)时，应进行修理更换。

几种轮胎定型硫化机轴承的主要尺寸及选用材料见表2-4-27。

三、中心机构

(一) B型和AB型定型硫化机的中心机构

中心机构也叫胶囊操纵机构，是定型硫化机的重要组成部分。它的作用是硫化前把胶囊装入胎坯、定型，硫化后将胶囊从轮胎中拔出，在脱模机构的配合下，使轮胎脱离下模并与胎圈剥离，最后再从外胎中把胶囊退出。

图2-4-52是B型轮胎定型硫化机用得较普遍的中心机构，安装在下蒸汽室的中央。夹持胶囊的上夹盘固定在活塞杆6的上部，下夹盘通过螺牙纹旋在环座14上。水缸3内装有上活塞5和下活塞9，穿过上、下活塞的中心有一个铜套7，下活塞套在活塞杆外，它的上面有控制胶囊拉直高度的调整套8。当压力水从接管口C进水时，下活塞上升，后来推着上活塞一起上升，使胶囊伸直。上活塞的上面有控制胎坯定型高度的定型套筒2，当压力水从接管口A通过铜套进入水缸时，胶囊随下活塞下降而收缩，至胶囊上夹盘与定型套筒接触时，下活塞停止运动，这时上活塞因受压力水的作用不能下降，这就控制了胎坯的定型高度。其后，上、下活塞在上半模型的压力下同时下降，直到硫化机闭合。水缸的上部与环座14连接。胶囊

表 2-4-27　轴承的尺寸(mm)及材料

轴承尺寸 \ 机器型号			LL-A 1030/1.36×2	LL-B 1050/1.4×2	LL-A 1170/1.76×2	LL-AB 1400/3×2	LL-B 1310/2.95×2	LL-B 1525/4.3×2	LL-B 1900/6.6
曲柄齿轮	内侧	内径d_A	235	240	254	310	292	330	300
		外径D_A	265	270	284	350	320	356	330
		宽度b_A	145	120	80	150	112	147	145
		材料	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQSn8-12	ZQSn8-12	ZQSn8-12
轴承	外侧	内径d_B	235	300	254	380	380	584	460
		外径D_B	267	340	284	440	410	665	500
		宽度b_B	67	145	150	200	190	205	190
		材料	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQSn8-12	ZQSn8-12	ZQSn8-12
连杆轴承		内径d_C	203	240	229	310	292	356	310
		外径D_C	233	270	259	340	320	381	340
		宽度b_C	87	100	94	175	169	上191 下205	185
		材料	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQAl9-4	ZQSn8-12	ZQSn8-12	ZQSn8-12

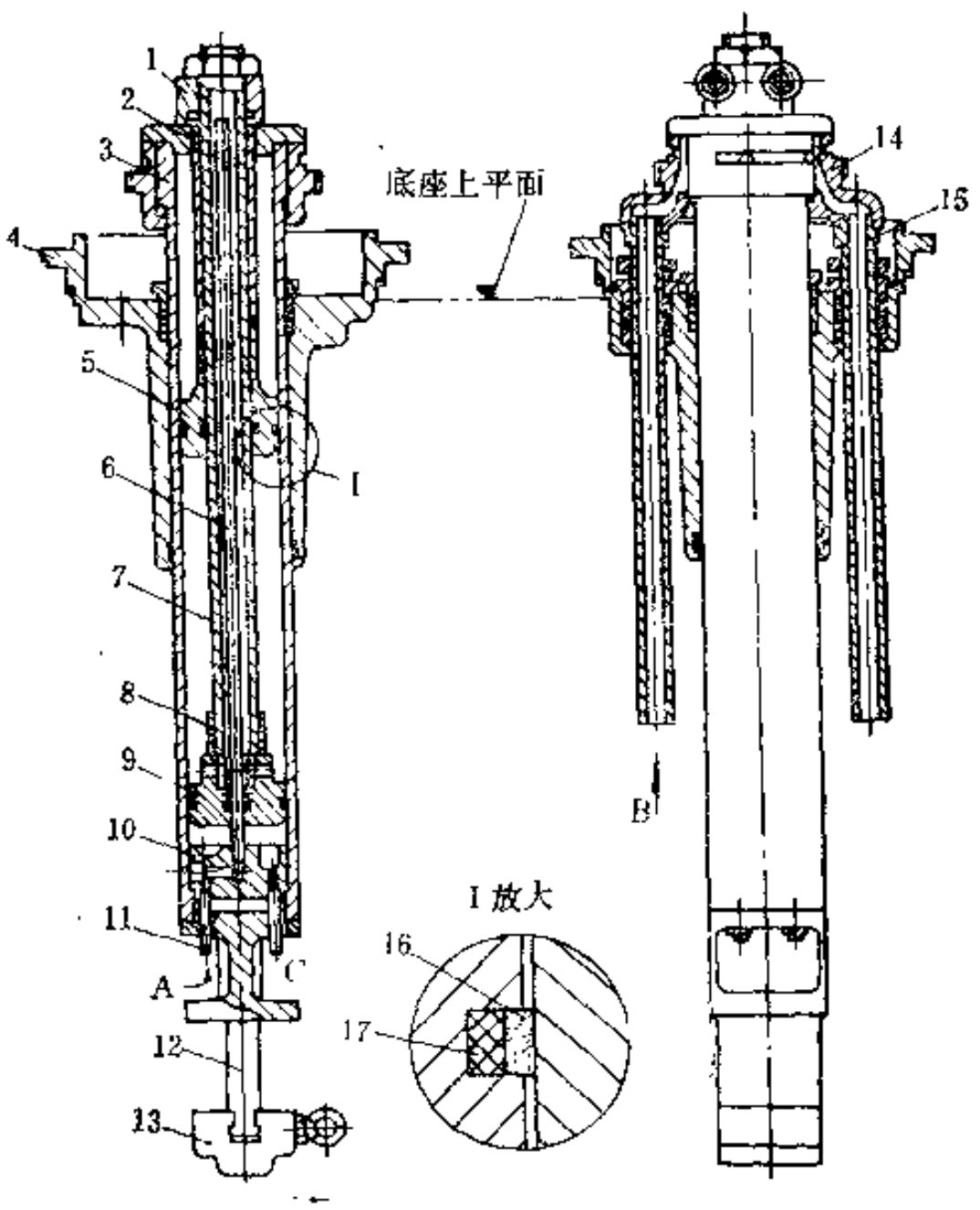


图 2-4-52　B型轮胎定型硫化机中心机构

1—夹环；2—定型套筒；3—水缸；4—活塞导套；5—上活塞；6—活塞杆；7—铜套；8—调整套；9—下活塞；10—挡块；11—接管；12—缸座；13—滑块；14—环座；15—导管；16—密封环；17—密封圈

的各种工作介质通过环座14下部的导管15和缸盖上部带有一定角度的圆孔使介质喷入胶囊内造成涡流，增加热效应，使胎内的温度均匀并延长胶囊使用寿命。这种结构更换定型套筒及调整套较方便，但活塞的工作条件较差，对密封材料的要求较高。密封装置由密封环16和密封圈17组成。密封环15是含玻璃纤维和铜粉的聚四氟乙烯，密封圈17则用耐热橡胶制成，具有较好的耐热性和耐磨性。接管口B用于往胶囊里输入工作介质。

图2-4-53是国产LL-B1050/1.4×2轮胎定型硫化机的中心机构（国产LL-AB1400/3×2轮胎定型硫化机与此类同）。这种中心机构的特点是采用了浮动活塞（即活塞4与活塞杆3的连接是浮动的）。此活塞下部的定位长度可以调节。当一次定型完成后，合模时再将浮动的定位长度部分压下去，同时控制胎坯定型高度的调整环6放在水缸5内，这样可使结构简单，活塞工作条件较好，减少了密封环节及维修工作量，但调整环更换不便。为了防止冲击，管路上装有定压阀，使机构运行稳定。

几种B型轮胎定型硫化机中心机构水缸的主要参数及胶囊最大拉直高度见表2-4-28。

表 2-4-28　中心机构水缸的性能参数及胶囊最大拉直高度

机器型号 \ 性能参数	硫化最大轮胎规格	胶囊拉直高度 mm	定型套筒长度 mm	水缸		推力		动力水压力，MPa
				直径，mm	行程，mm	上抵力，kN	下拉力，kN	
LL-B1050/1.4×2	7.50-16	460	235	95	355	17.5	13	2.5
LL-AB1400/3×2	11.00-20	660～700	288	130	372	33	30	2.5
LL-B1310/2.95×2	11.00-20	731	310	127	705	31.8	24	2.5
LL-B1525/4.3×2	12.00-24	约895	404	127	1112	31.8	24	2.5
LL-B1900/6.6	18.00-25	1220	853	190	1175	69.4	61.2	2.5

图2-4-54及图2-4-55是国外生产的两种定型硫化机的中心机构。图2-4-54所示的中心机构用于生产普通轮胎，水缸采用胶球密封结构和定型套筒。机台左右两个中心机构的升降，采用齿轮齿条传动达到同步运行。图2-4-55是经改进后的AB型的中心机构。在卸胎时，胶囊连同夹盘一起藏入囊筒内，这时胶囊需部分翻转。装胎时机械手与囊筒的下降采用齿轮齿条传动，使之正确定位并保证胶囊的正常伸展。装有这种中心机构的硫化机特别适用于硫化子午线轮胎。

上述几种B型硫化机中心机构的水缸材料，一般采用1Cr18Ni9Ti或者1Cr13。也有采用普通材质的无缝钢管加工后内表面镀铬的。

（二）推顶器及囊筒升降机构

A型轮胎定型硫化机的胶囊装入胎坯、定型和从轮胎中拔出是用推顶器和囊筒升降机构配合完成的，人们已习惯地称之谓A型定型硫化机的中心机构。

1．推顶器及夹具板

图2-4-56是LL-A1170/1.76×2轮胎定型硫化机的推顶器，由球鼻1、球鼻上升气缸2、球鼻下降气缸3、推顶器座4、闩锁气缸5及推顶器气缸6等组成。球鼻升降气缸2、3是用来固定球鼻和使它升降的，推顶器的球鼻1在定型时与胶囊顶部中心的“U”形槽相吻合，使胎坯

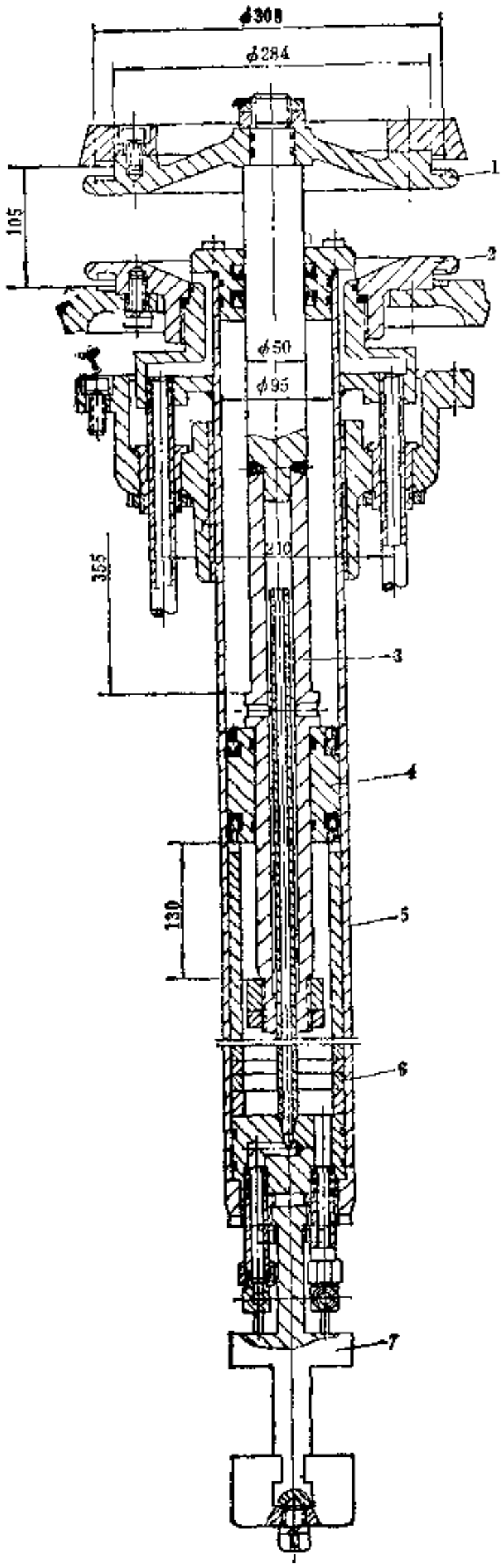


图 2-4-53 LI-B1050/1.4×2定型硫化机中心机构
1—胶囊上夹盘；2—胶囊下夹盘；3—活塞杆；4—活塞；5—水缸；6—调整环；7—滑块

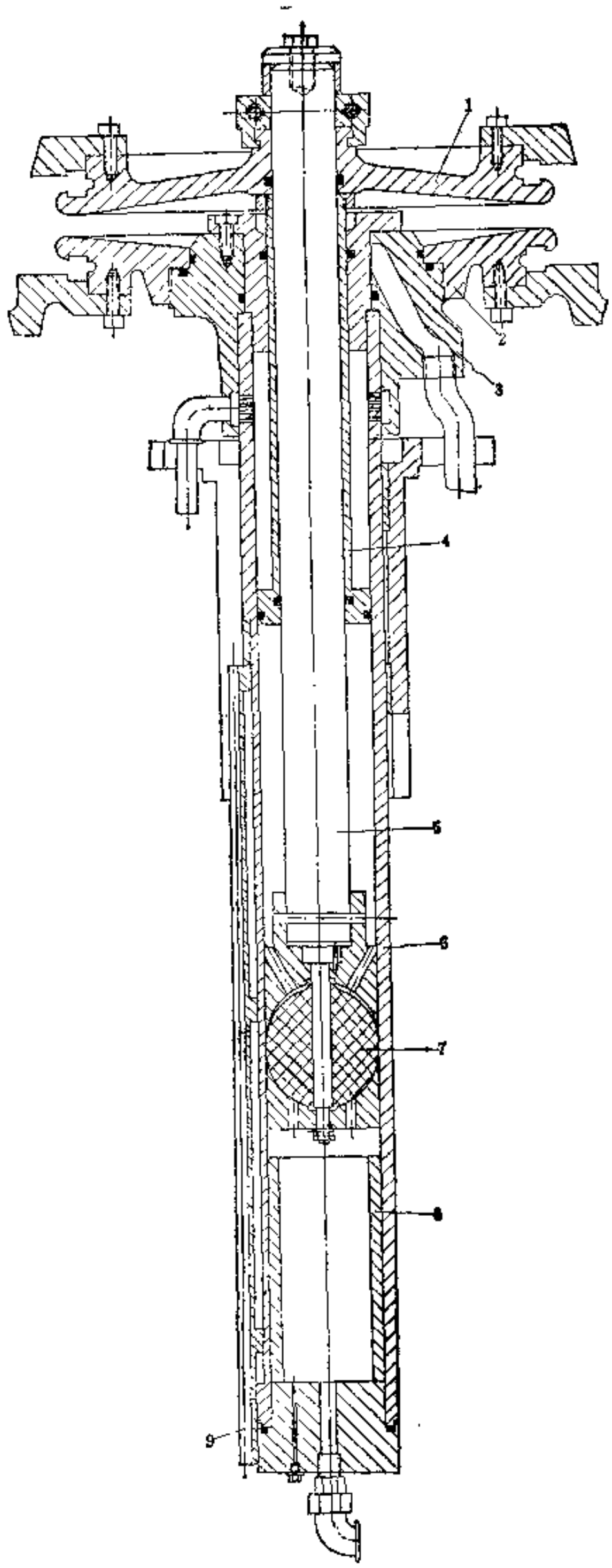


图 2-4-54 AB型普通轮胎定型硫化机中心机构(一)
1—胶囊上夹盘；2—胶囊下夹盘；3—环座；4—定型套筒；5—活塞杆；6—水缸；7—密封胶球；8—调节套筒；9—齿轮齿条

能较好地对中，硫化完毕球鼻下降将胶囊从轮胎中顶出，并推顶胶囊进入囊筒，同时使夹具板张开（见图2-4-57）。在卸胎前，闩锁气缸5使夹具板保持张开伸入轮胎上子口下面。两个

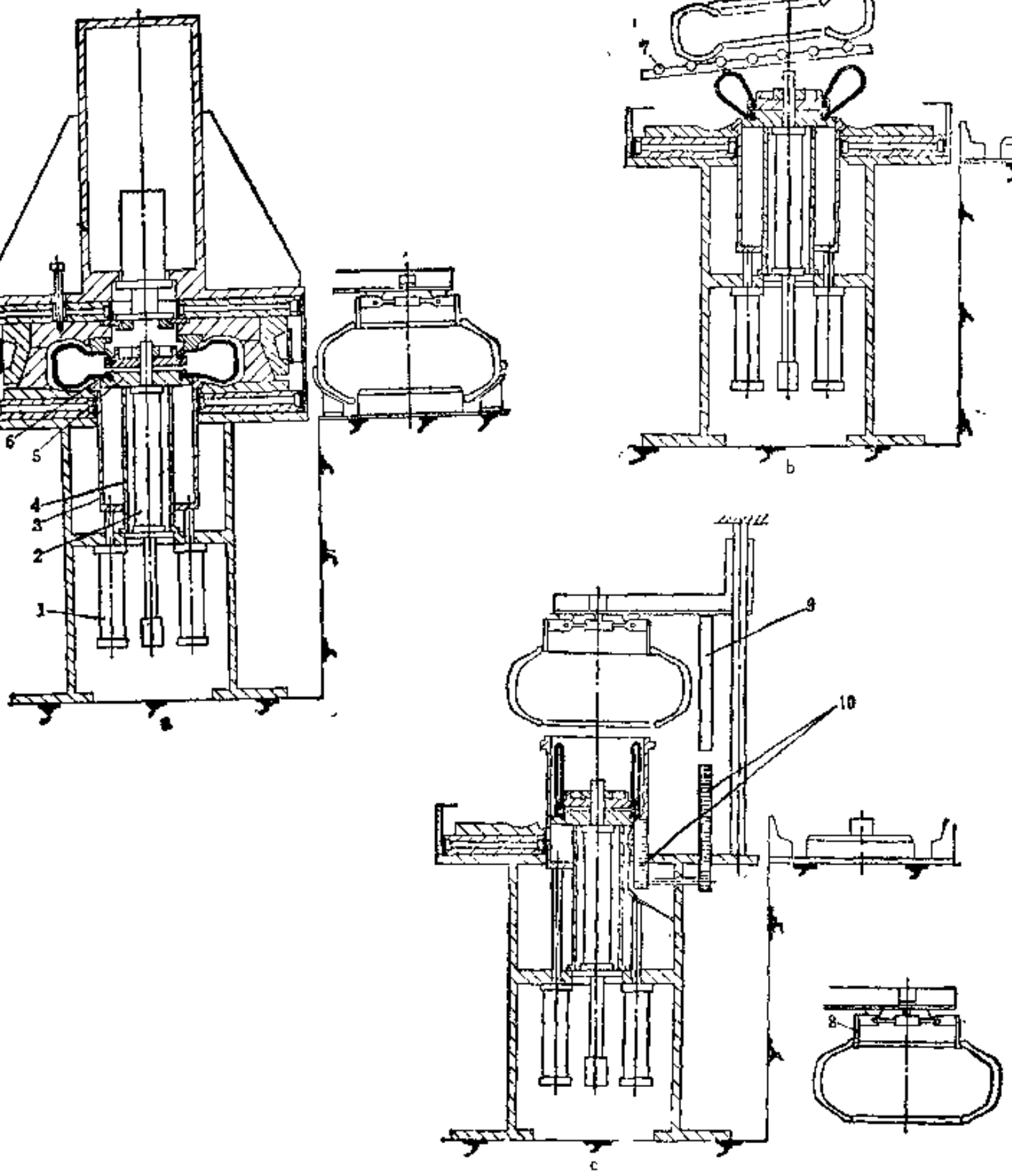


图 2-4-55　AB型定型硫化机中心机构(二)

a—正硫化；b—胶囊从轮胎脱出，中心机构使轮胎脱模；c—准备装胎
1—升降水缸；2—胶囊操纵水缸；3—囊筒；4—衬套；5—胶囊下夹盘；6—胶囊上夹盘；7—卸胎小车；8—机械手；9—顶杆；10—齿轮齿条

推顶气缸6为卸胎而设置，使整个推顶器竖向运动。推顶器座4装在硫化机的横梁上。活塞杆7的上部是螺纹，顶端为方形，可用来调节球鼻的行程。

几种规格A型轮胎定型硫化机推顶器气缸的主要性能参数见表2-4-29。几种夹具板张开和合拢的尺寸，如表2-4-30所示。

图2-4-57是A型定型硫化机的夹具板。它的作用是在卸胎作业中保证轮胎粘在上半模的钢圈上或在夹具板上。夹具板主要由扇形板1、滑块2、杠杆3、辊轮4、卡盘5等零件组成。夹具板通过其卡盘5与推顶器连在一起，并用销钉加以固定。当推顶器球鼻下降时触动辊轮4，通过杠杆3、滑块2使扇形板1张开。当球鼻上升时，辊轮落入球鼻的凹槽，扇形板1合拢。

推顶器和夹具板配合使用，在活络模和两半模操作时略有差别，但基本作用是一样的。下面仅以两半模的“双重推顶”动作为例简述其用途。

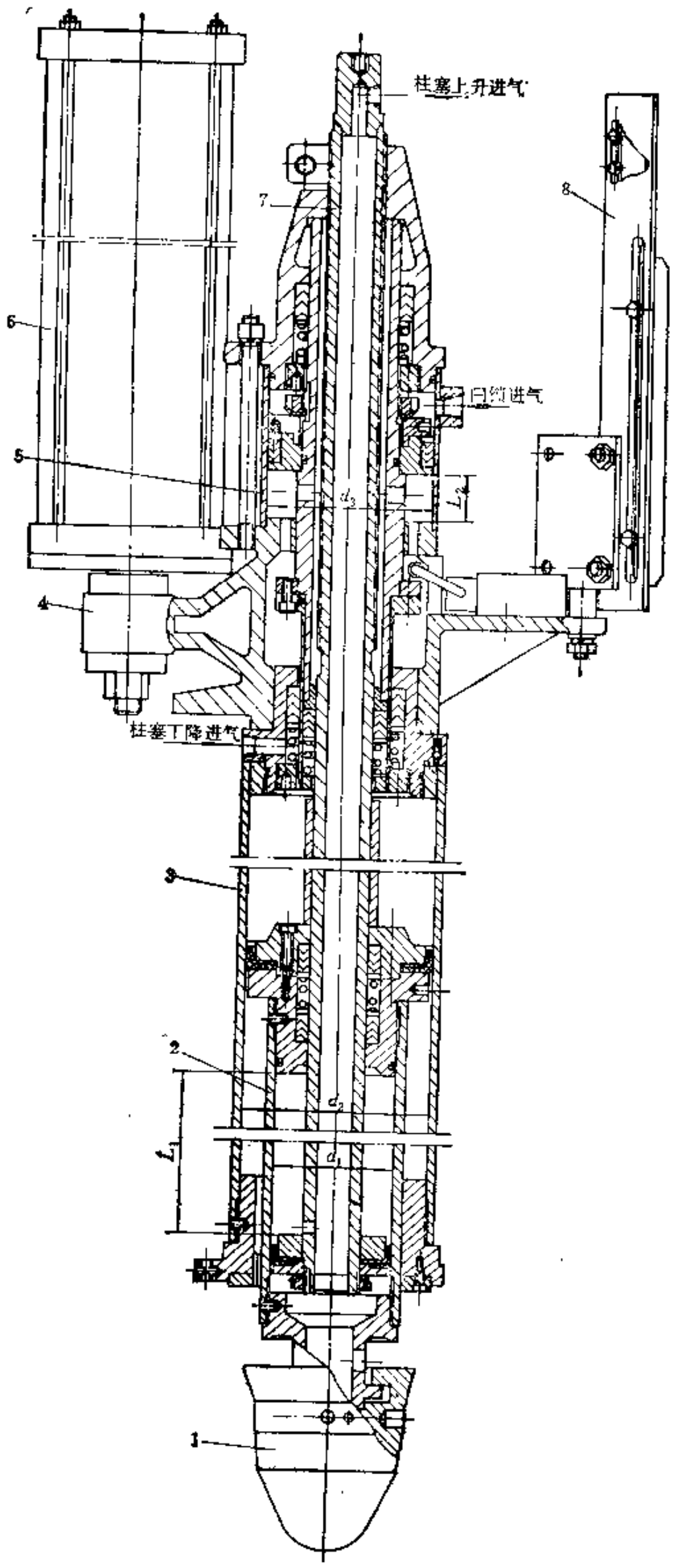


图 2-4-56　推顶器

1—推顶器球鼻；2—球鼻上升气缸；3—球鼻下降气缸；4—推顶器座；5—闩销气缸；6—推顶器气缸；7—活塞杆；8—碰块调节板

表 2-4-29　推顶器气缸的主要性能参数

性能参数 / 机器型号	球鼻升降气缸，mm			闩锁气缸，mm		推顶气缸，mm	
	d_1	d_2	L_1	d_3	L_2	直径	行程
LL-A 1030/1.36×2	90		1400～750	40①	40	160	380
LL-A 1170/1.76×2	90	140	445～790	125	35	160	650

① 为榜推式的闩锁气缸。

表中尺寸代号见图2-4-56。

表 2-4-30　几种夹具板参数

夹具板尺寸 / 机器型号	适用胎圈尺寸，in	合拢时最小尺寸，mm	张开时最大尺寸，mm
LL-A 1030/1.36×2	13	236	288
	14	337	387
LL-A 1170/1.76×2	15	365	415
	16	390	440
	20	484	534

注：1in＝0.025₄m。

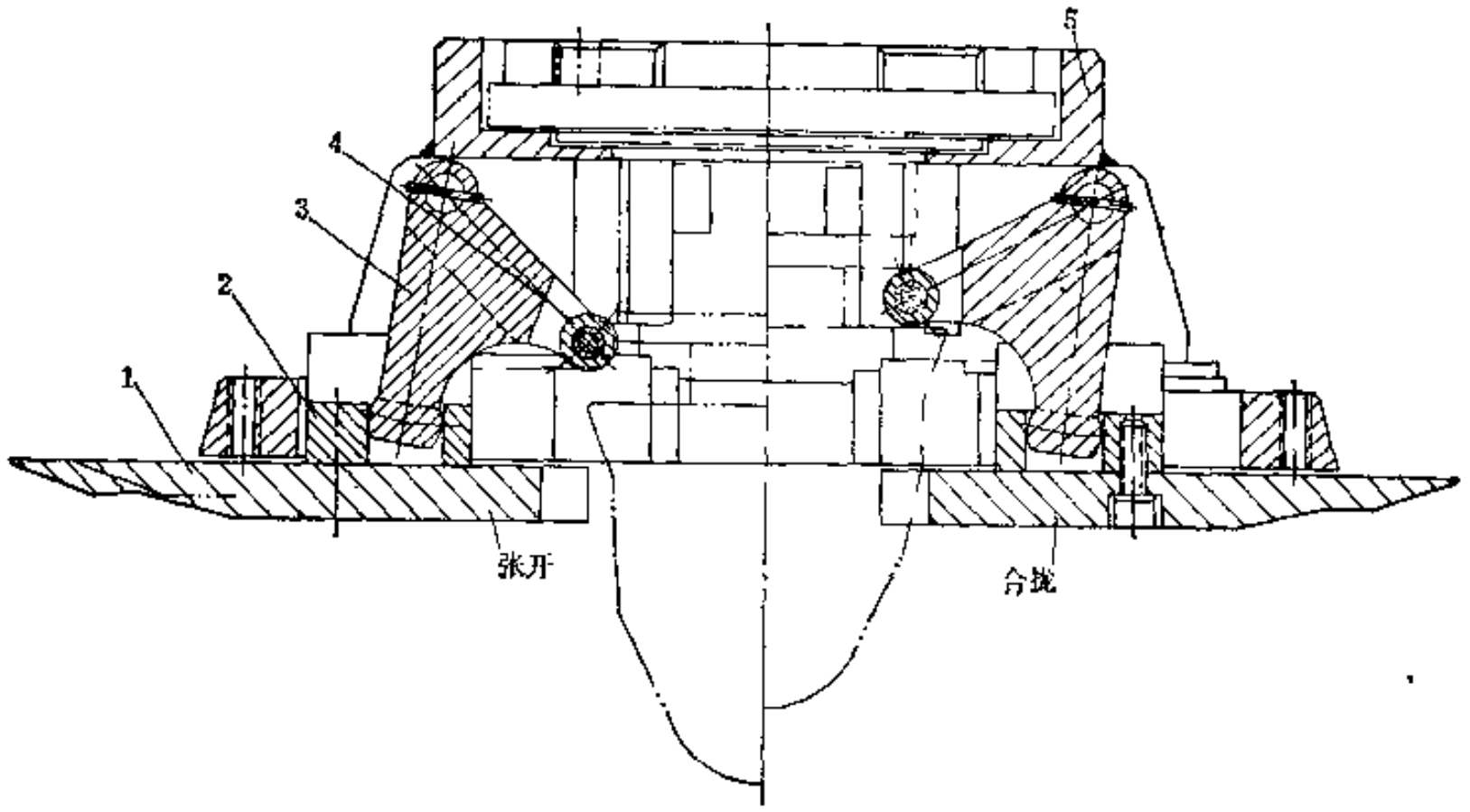


图 2-4-57　夹具板

1—扇形板；2—滑块；3—杠杆；4—辊轮；5—卡盘

当轮胎正硫化完毕内压排空后，球鼻向下将胶囊推入囊筒，这时辊轮离开凹槽，扇形板张开。推顶气缸向下，使扇形板压住轮胎下胎圈，硫化机开模，轮胎与上模脱开，但轮胎上胎圈仍粘在钢圈上。然后推顶器气缸上升，在正常情况下，扇形板在上胎圈的下面5mm处，如果上胎圈与钢圈脱离，则挂在扇形板上。硫化机继续开模，轮胎与下模脱开。开模至横移

时，球鼻回升进入闩锁行程，辊轮仍在凹槽外，扇形板仍张开。开模至终点，推顶气缸向下，使推顶器再次下降，(即“双重推顶”)。将轮胎推至卸胎位置，卸胎杆进入，闩锁气缸压力排出，辊轮进入凹槽，扇形板合拢。推顶器再次向上，轮胎掉下经卸辊道进入后充气装置。

2．囊筒及囊筒升降机构

图2-4-58是LL-A1170/1.76×2硫化机的囊筒(15in)升降机构。它由囊筒1、两半环2、过滤网3、轴承4、链轮5及轴6等组成。囊筒呈夹套式结构，是存放胶囊的容器，各种介质也通过它输入胶囊。其内壁上部和下部各有一个直径3～5mm的小孔，当囊筒通入定型蒸汽将胶囊翻出时，有利于减小胶囊和囊筒壁的摩擦。在更换胶囊时，用风动搬手旋转轴6，通过链传动，使囊筒上升或下降，就可方便地把旧胶囊取下或装上新胶囊。

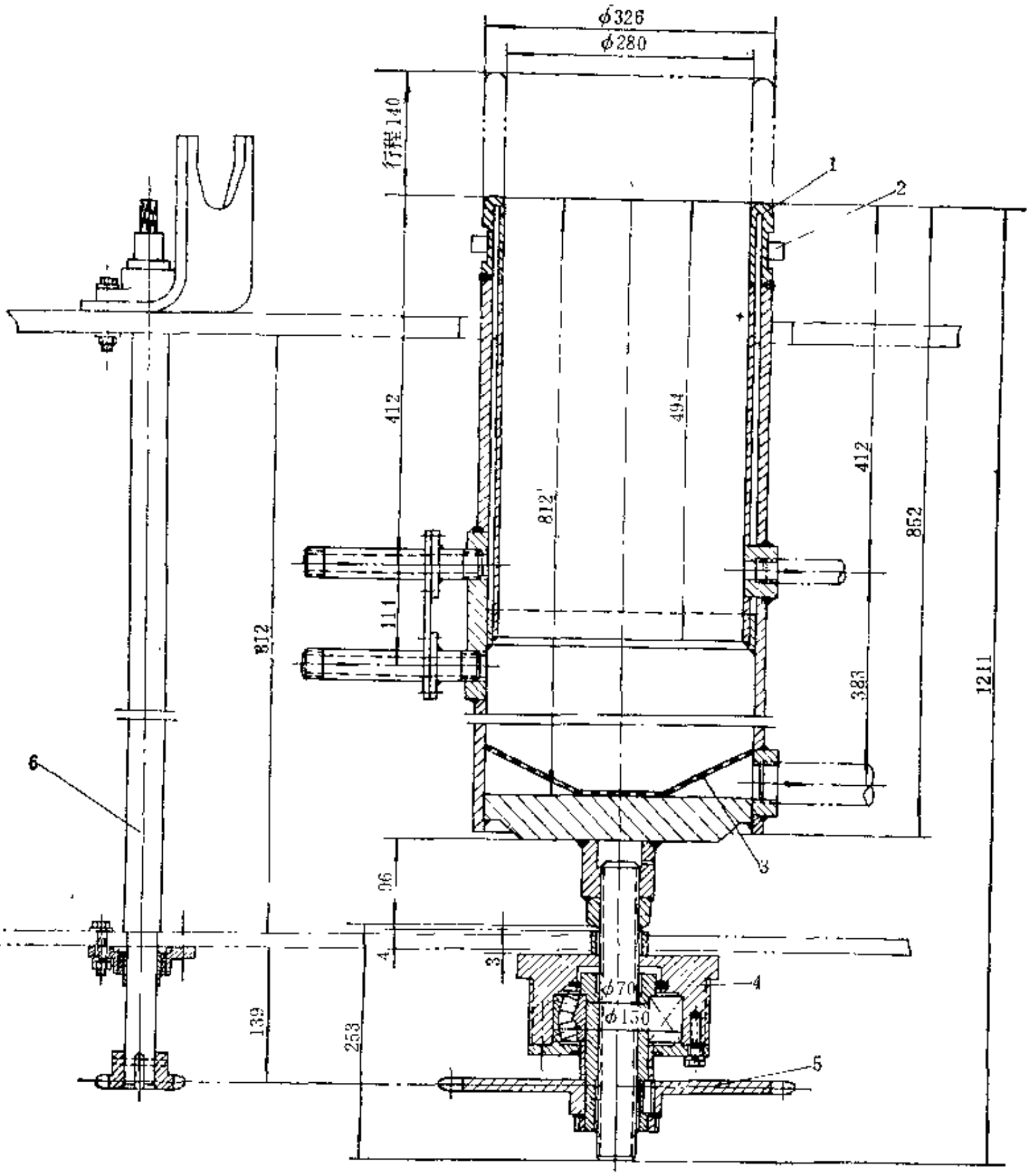


图 2-4-58 LL-A1170/1.76×2硫化机的囊筒升降机构

1—囊筒；2—两半环；3—过滤网；4—轴承座；5—链轮；6—轴

胶囊子口与囊筒的连接要求密封良好，其装配关系如图2-4-59所示。

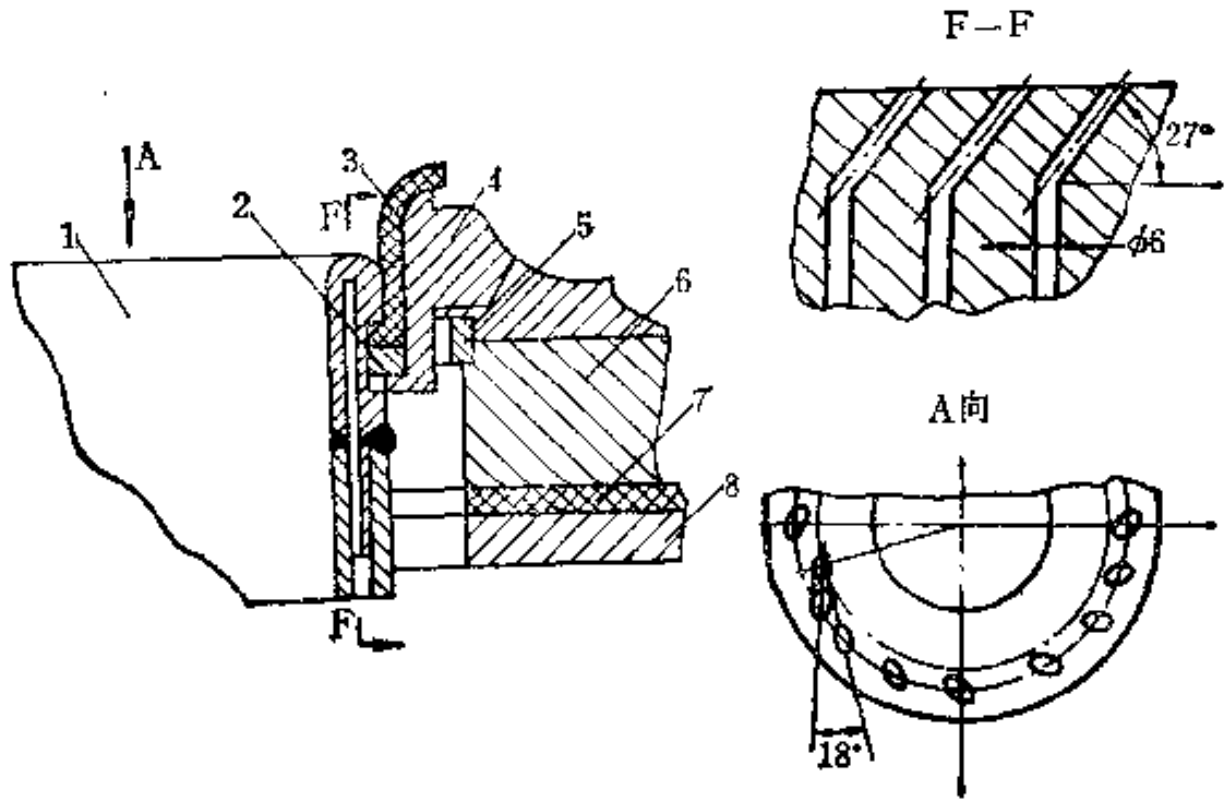


图 2-4-59　囊筒端部结构

1—筒筒；2—两半环；3—胶囊；4—钢圈；5—套；6—模型加热板；7—隔热板；8—底座

囊筒端部喷出口是倾斜的，这样使热水、蒸汽等喷出呈环形流动，以提高热效果，有利于缩短硫化时间及温度的均匀分布。介质进入胶囊的正确位置，应是冲击轮胎的上侧壁，但由于喷出口角度不合理等原因，介质有可能冲击胶囊内面相应于轮胎上、下胎圈部分而会产生紊流，从而影响胶囊寿命，必须加以注意。

图2-4-60及图2-4-61是RIB型中心机构。A型硫化机定型时对中性差，不稳定（随定型

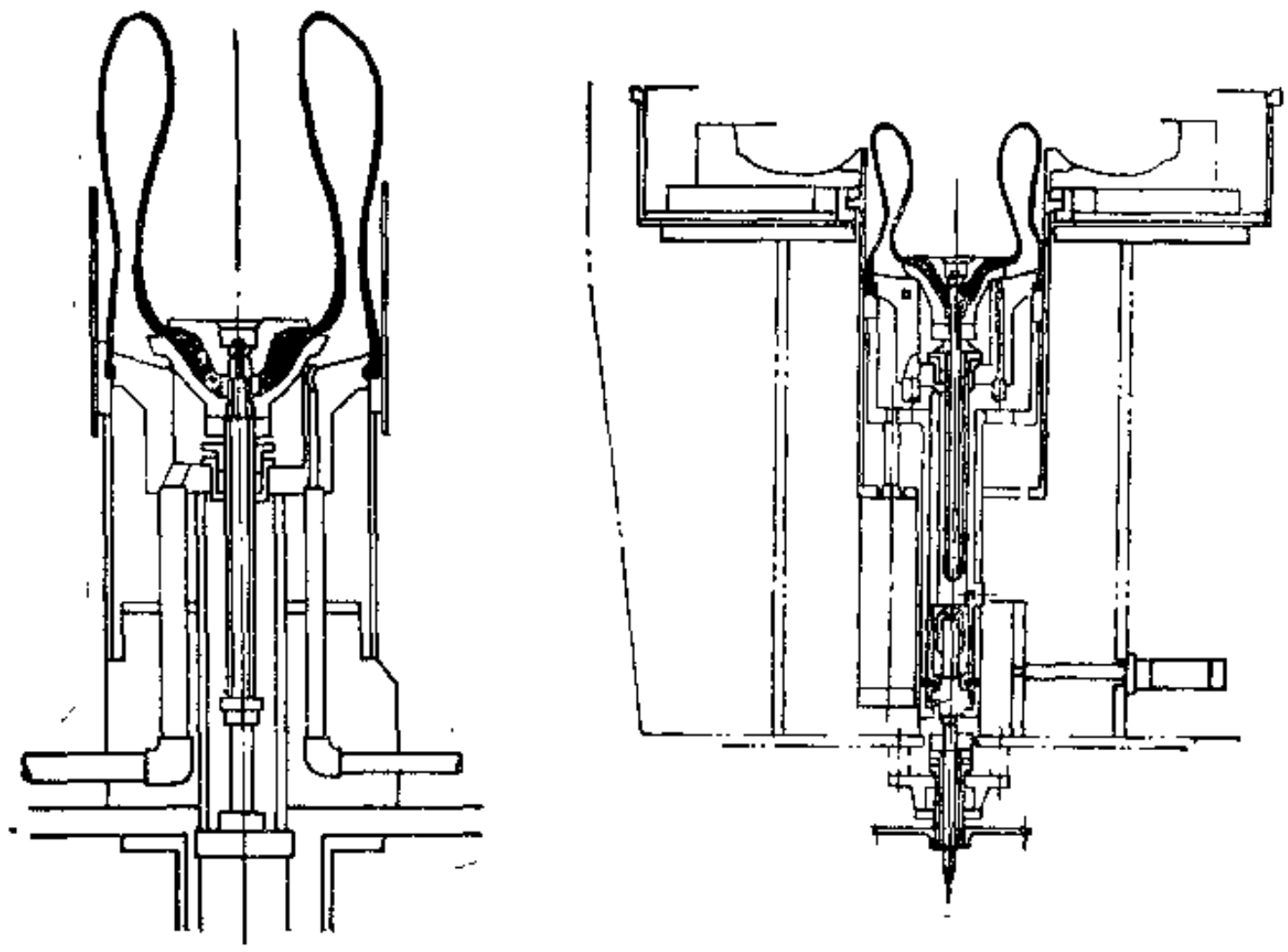


图 2-4-60　RIB型硫化机中心机构示意图

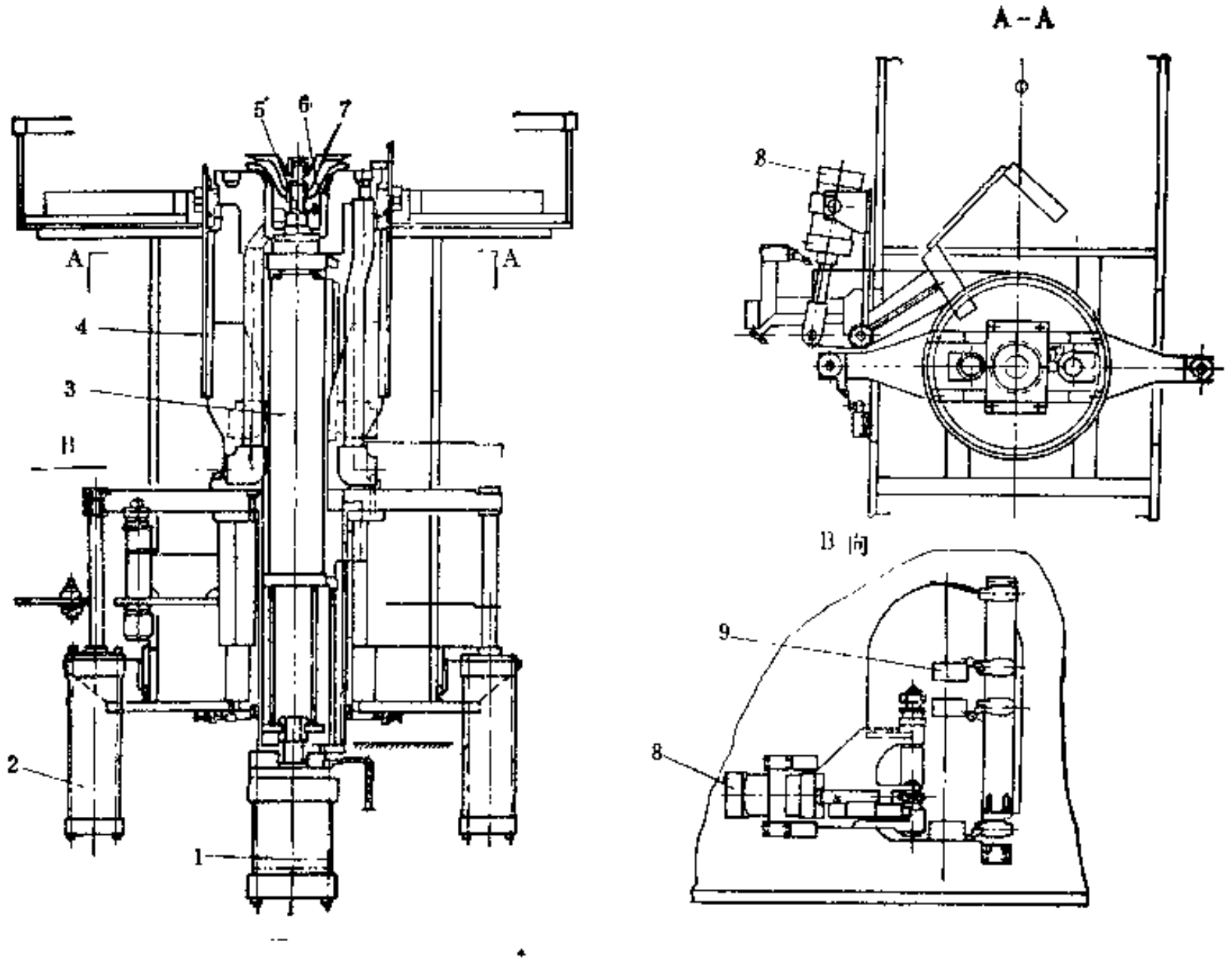


图 2-4-61 RIB型硫化机中心机构

1—卸胶囊气缸；2—囊筒升降气缸；3—活塞杆升降气缸；4—囊筒；5—活塞中心杆；6—下夹盘；7—上夹盘；8—活塞杆上下定位气缸；9—囊筒升降高度调节碰块

气压大小而变化），特别在硫化大规格轮胎时尤为突出。RIB型中心机构，针对A型中心机构的弱点并吸取了B型、AB型硫化机的优点，也保留了A型硫化机更换胶囊方便等特点。这种中心机构实质上是由A型中心机构向B型硫化机中心机构靠近，采用活塞中心杆来提高定型时的对中性及稳定性。但经改进后，原A型上部的推顶器顶胶囊入囊筒成了多余的动作，因而可简化上部推顶器的结构。

（三）中心机构的定型高度及定型压力的确定

正确调节各种定型硫化机定型高度和定型压力，是获得合格轮胎的前题。B型轮胎定型硫化机中心机构水缸的行程、胶囊拉直和定型高度是根据该机构能硫化的最大轮胎规格来确定的，同时可以在一定范围内任意调节。其一次定型高度根据轮胎规格而定，由更换定型套筒高度来适应。而A型轮胎定型硫化机的胶囊藏入囊筒的深度，则以该机构能硫化最大规格轮胎的胶囊在翻转后的拉直长度来确定。保持定型（又叫预定型）是在机械手球鼻对中的条件下进行充气定型、舒展胶囊和排除空气的。A型硫化机一、二次定型高度和B型硫化机的二次定型高度均由硫化机合模暂停高度来控制。各种轮胎的结构不同，要求初定型的蒸汽压力大小也不相同，需要在操作中摸索决定。目前国内各厂采用的定型高度及定型压力列于表2-4-31，以供参考。

表 2-4-31 部分轮胎的定型高度和定型压力

性能参数 / 机器型号	轮胎规格	保持定型压力 MPa	一次定型		二次定型		轮胎结构
			压力，MPa	高度，mm	压力，MPa	高度，mm	
LL-B1050/1.4×2	7.50 16	0.03～0.04	0.07～0.12	300	0.1～0.15	220	普通胎
		0.21～0.02	0.03～0.06	300	0.1～0.15	220	子午胎
LL-A1030/1.36×2	7.50-14	0.03～0.04	0.07～0.1	300	0.12～0.15	230	普通胎
		0.01～0.02	0.03～0.06	300	0.1～0.15	230	子午胎
	7.00-15	0.03～0.04	0.07～0.1	200	0.1～0.15	140	普通胎
		0 01～0.02	0.03～0.06	200	0.1～0.15	140	子午胎
LL-A1170/1.76×2	8.25-15	0.04～0.05	0.1～0.15	290	0.22	270	普通胎
LL-B1310/2.95×2	9.00-20	0.08～0.1	0.1～0.18	300	0.22	280	普通胎
LL-B1525/4.3×2	12.00-18	0.08～0.1	0.12～0.15	350	0.2～0.22	340	普通胎
	12.00-20	0.03～0.1	0.12～0.15	400	0.22～0.25	380	普通胎

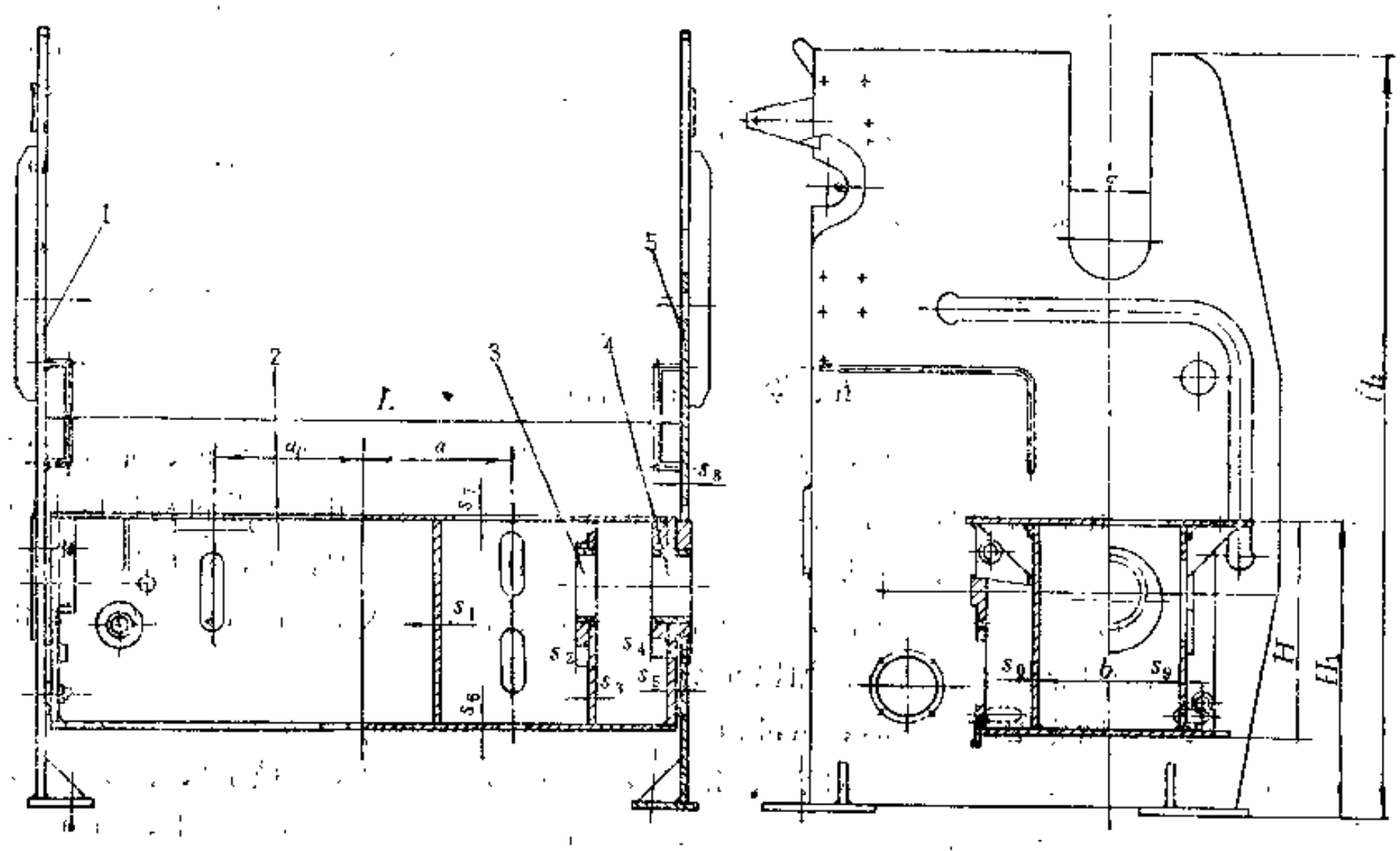


图 2-4-62 机架

1—左墙板；2—底座；3—内侧轴承；4—外侧轴承；5—右墙板

四、机　　架

机架是硫化机的主体，由底座、左右墙板等组成，一般采用焊接结构，个别也有采用铸造加焊接的。图2-4-62是A型轮胎定型硫化机的机架，B型轮胎定型硫化机的机架与此类同。左右墙板与底座的连接有的采用在调整后用螺钉固定，也有采用分段焊成一整体机架。

底座要求有足够的刚性，因而设有加强筋板。底座的前后筋板因工艺操作和检修需要而开有孔洞，其开孔处必须补强。底座的焊接工艺最好能采用定向应力焊接，而应力的方向必须与作用于机台的总压力相反，即机台的焊接带有不同焊缝高度，使机台台面钢板的上平面受拉伸应力，而钢板的下平面受压缩应力。表2-4-32列出国产几种轮胎定型硫化机机架的主要尺寸。

表 2-4-32 机架的主要尺寸（见图2-4-62）

单位：mm

机架尺寸 \ 机器型号	LL-B 1050/1.4×2	LL-A 1030/1.36×2	LL-A 1170/1.76×2	LL-B 1030/2.95×2	LL-A B 1400/3×2	LL-B 1525-/4.3×2	LL-B 1900/6.6
H	1200	751	851	1292	1375	1524	1450
H_1	1235	1041	1176	1314	1390	1562	—
H_2	2820	2771	3053	3078	3290	3780	—
L	2334	2208	2490	3328	3400	3728	2540
a	550	520	590	708	740	820	0
b	560	508	564	584	540	660	680
c	330	304	318	459	440	508	—
S_1	16	18	25	—	25	20	0
S_2	118	67	80	118	150	121	130
S_3	15	22	25	45	50	32	45
S_4	145	145	150	169	200	184.5	170
S_5	52	32	40	45	50	45	50
S_6	30	16	16	—	30	32	40
S_7	30	25	25	32	30	32	40
S_8	30	28	32	32	32	32	—
S_9	20	18	18	32	30	32	40

五、装胎机构和存胎器

轮胎定型硫化机装胎机构的用途是将生胎从存胎器上提起送至下模上定位、充气定型。其结构形式较多，比较新型的装胎机构都考虑了普通胎及子午胎两用。装胎机构机械手的设计针对胎坯形状，使其在抓胎时能形成一筒形钩爪，在中心机构的配合下，能够防止胶囊外逃和给予胶囊导向，使胶囊一边下降，一边充气膨胀，顺利地输入生胎内腔，进行装胎和预定型。现就下列两种常用的装胎机构加以介绍。

（一）A型轮胎定型硫化机的装胎机构

A型轮胎定型硫化机装胎机构的结构如图2-4-63所示，它主要由机械手1、传动装置7、8和19、机械手球鼻14、导轨10及气缸3等组成。整个机构安装在硫化机横梁上，通过链条5传动机械手1，借上、下两对辊子6沿着导轨10上下移动。机械手1由四瓣钩胎爪组成，用一双作用气缸3驱动，使钩胎爪张开或缩拢，其尺寸见表2-4-31。

在使用过程中，如果压缩空气气源中断，机械手上挂着的胎坯不会脱落，因为连杆11在张开时接近一字形，足以撑住钩胎爪挂着轮胎的重量。四瓣钩胎爪成一圆锥形体，对偏心放置25～125mm和变形下塌偏角达15°的胎坯照样可以抓起。图2-4-64所示为LL-A1170/1.76×2及LL-A1030/1.36×2轮胎定型硫化机装胎机构机械手能适应三种不同规格胎坯的偏心情况。

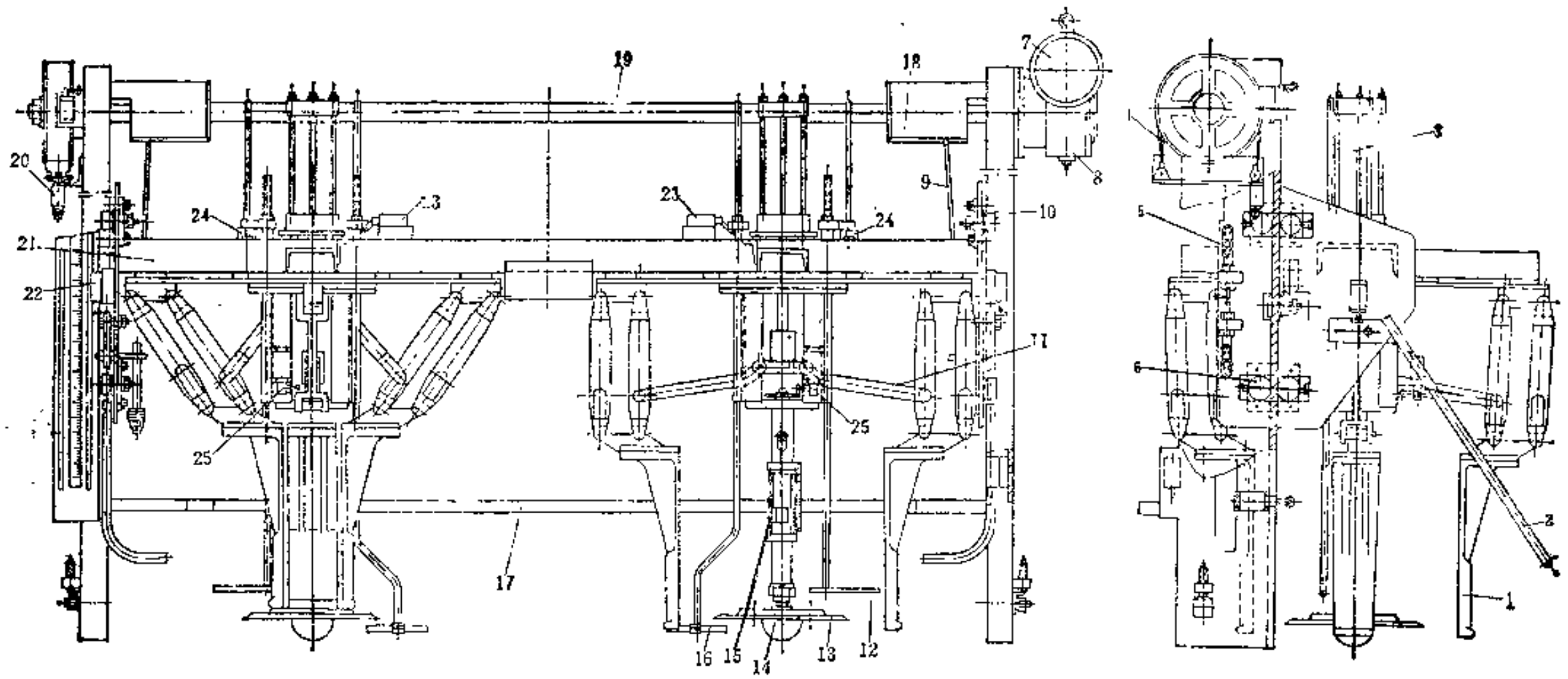


图2－4－63 A型轮胎定型硫化机装胎机构

1—机械手；2—机械手安全杆；3—机械手驱动气缸；4—带式制动装置；5—传动链条；6—辊子；7—电机；8—蜗轮减速器；9—钢丝绳；10—导轨；11—机械手连杆；12—胶囊探测杆；13—定型盘；14—机械手球鼻；15—定型弹簧；16—触胎杆；17—主机安全杆；18—绳轮；19—轴；20—滑套；21—拨架；22，23，24，25—限位开关

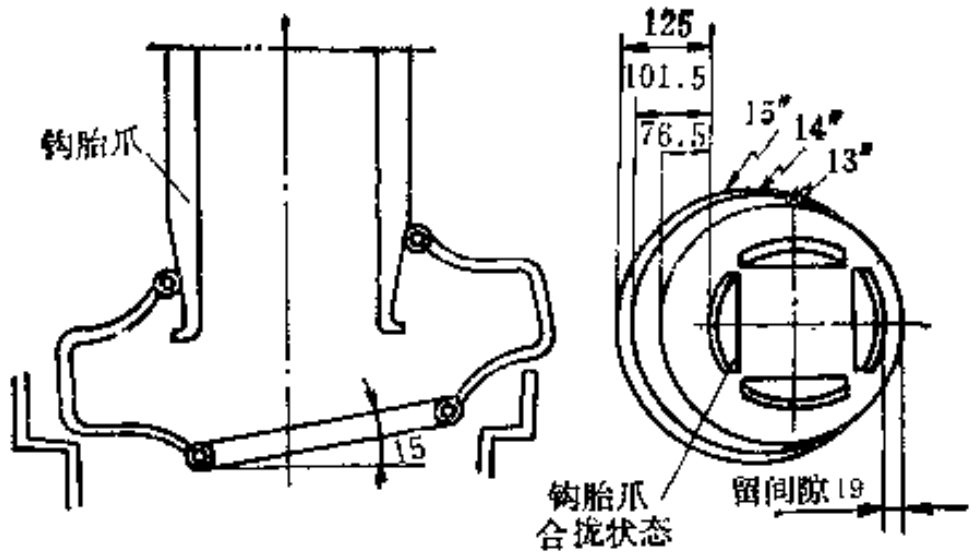


图 2-4-64 机械手对偏心放置的胎坯的适应情况

装胎机构传动装置电机7带有制动装置，蜗轮减速器8能自锁。在轴19上装有两个安全用的绳轮18，每一绳轮上装有钢丝绳9，绳的另一端固定在横架21上。如果操作中由于电气系统误发讯号或机械手调整不当，致使链条5发生断脱时，钢丝绳就会系住横梁21及机械手1不至掉落。

带式制动装置4安装在轴19的左端。刹车带由钢带及石棉摩擦片构成，调节压缩弹簧20即可调节刹车力矩的大小。此制动装置在检修装胎机构时使用，平时刹车带应松开。

机械手球鼻14用于装胎时的预定型及定位（保持定型）。定型弹簧15给预定型盘13的压力可根据轮胎规格在一定范围内调节。当胶囊受到定型内压（相当于一次定型压力）从囊筒翻出进入胎坯时，胶囊的"U"形凹槽与球鼻的球面自动投合。当内压继续增加，球鼻14及定型盘13受压上升。预定型压力达到规定值时，碰到限位开关25，发出讯号，胶囊内压降为保持定型压力，机械手返回。

主机安全杆17用于紧急情况时使硫化机反车开模。机械手安全杆2同样在紧急情况时使用。当上推安全杆2碰限位开关22时，机械手即上升返回，放开时主机停车。触胎杆16用于探测存胎器上是否装有胎坯。当有胎时，则杆上升碰限位开关23，机械手自动抓胎；无胎时，机械手自动返回。胶囊探测杆12用于在机械手装胎时探测胶囊的位置是否正确。如胶囊发生外逃和偏移时，探测杆则上升，碰限位开关24，使机械手返回重新装胎。

（二）B型轮胎定型硫化机的装胎机构

B型轮胎定型硫化机的一种装胎机构如图2-4-65所示，由机械手、横臂、传动部分及支座等组成。对双模硫化机，每一机台配备两套装胎机构，装于机台左右两侧，工作时依次转入和转出，以免相碰。

机械手1根据胎圈直径不同，可通过调节或更换相应规格的钩胎爪来适应。当压缩空气进入气缸7时，活塞8推动导向板4向上运动，通过导轮3使沿圆周均匀分布的6～8个钩胎爪分别以小座2上的销轴为支点摆动，钩胎爪收缩进入胎圈内，而后气缸7排气，钩胎爪在弹簧9的作用下张开，将胎坯胎圈撑住。在小座2上有两个孔，用来调整钩胎爪张开的尺寸。冲程螺母6可用来调节钩胎爪收缩的尺寸。

横臂10的升降靠电机14经蜗轮减速器13及链条19带动。平衡锤15用于调节机械手的平衡。平常，使用碰块16处于限位开关17和18的中间位置，使机械手钩胎爪下降碰到胎坯时，碰块16碰限位开关17，切断气缸7的气源，钩胎爪撑开。当提起胎坯时，由于胎坯重量使碰块

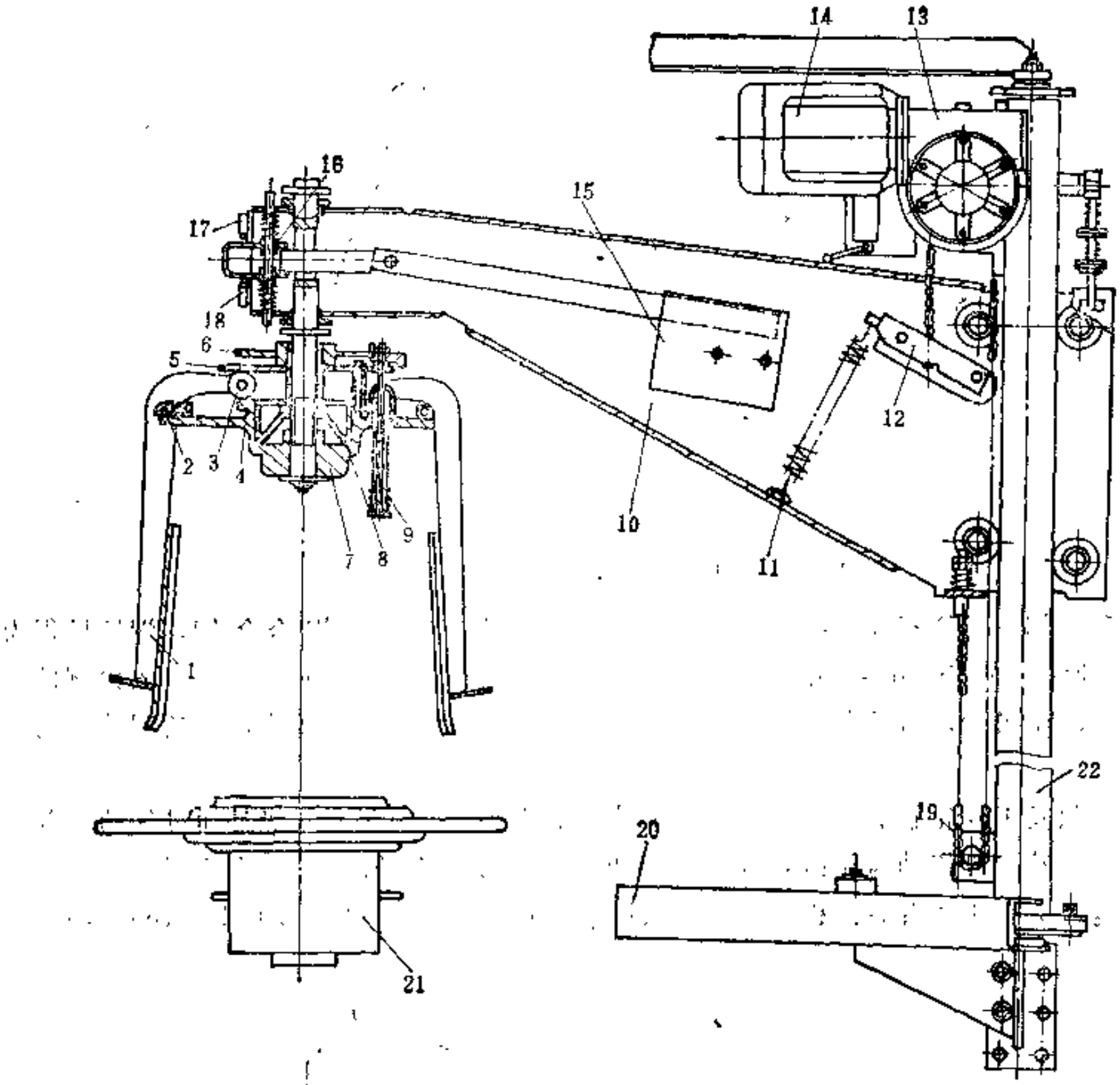


图 2-4-65　B型轮胎定型硫化机的装胎机构

1—机械手；2—小臂；3—导轮；4—导向板；5—后导向板；6—冲程螺母；7—气缸；8—活塞；9、11—弹簧；10—横臂；12—安全装置；13—蜗轮减速器；14—电机；15—平衡锤；16—碰块；17、18—限位开关；19—链条；20—支座；21—存胎器；22—方柱

16碰到限位开关18，机械手提升。

安全装置12用于横臂升降时的保险。当链条19发生断脱时，弹簧11就拉动安全装置12，其上的牙齿就紧紧咬住方柱22，横臂经下滑动很短的距离后便停止不动。

横臂的转入和转出靠支座20上的水缸推动一四连杆机构来实现，如图2-4-66所示。当水缸1通入压力水后活塞杆便推动连杆2，使摇杆3绕C点转动，同时带动装在摇杆3上的方柱和横臂一起转动。由于机构本身的特点，使摇杆3作非匀速运动，起始和终止时的速度较慢，在中间位置的速度较大，从而使横臂平稳启动和停止。其转动的极限位置根据存胎器中心和中心机构中心而定。

为了提高提升生胎的稳定性及安全性，目前LL-B1310/2.95×2及LL-B1525/4.3×2硫化机装胎机构的升降传动由链条结构改为液压缸结构。近期又采用一种滚珠丝杆传动（Ball Screw）装置作为装胎机构的升降系统。滚珠丝杆传动装置是由带滚珠的螺杆和螺母组成。螺母带动抓胎器沿导杆升降。由于螺纹之间采用滚珠接触和力的传递，所以摩擦阻力减少，

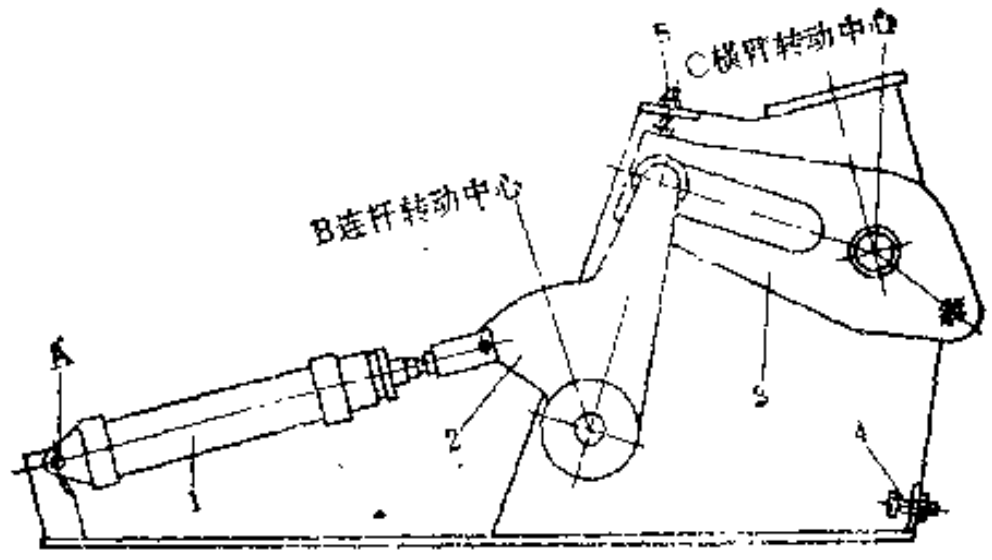


图 2-4-66　横臂旋转机构

1—水缸；2—连杆；3—摇杆；4、5—限位螺钉

运动可靠平稳。据有关资料介绍：螺杆材质为中碳钢，螺母为铬铝合金钢，螺纹导程为16mm，升降速度126.7mm/s。由于在螺杆底部安装有角度传感器，转动讯号输入检测控制器内进行存贮，微机处理后控制电机的启动和停止。因此抓胎器的升降高度可达到精确的控制。

硫化卡车胎及工程轮胎的定型硫化机的机械手爪片的收缩与张开一般是通过气动或者电动（一般是电机减速机传动齿轮齿条），使带放射螺旋槽的转盘匀速运动来达到。不同规格的轮胎可通过调节气压或者更换相应规格的爪片来适应，如图2-4-67为LL-B 2160/8.6硫化

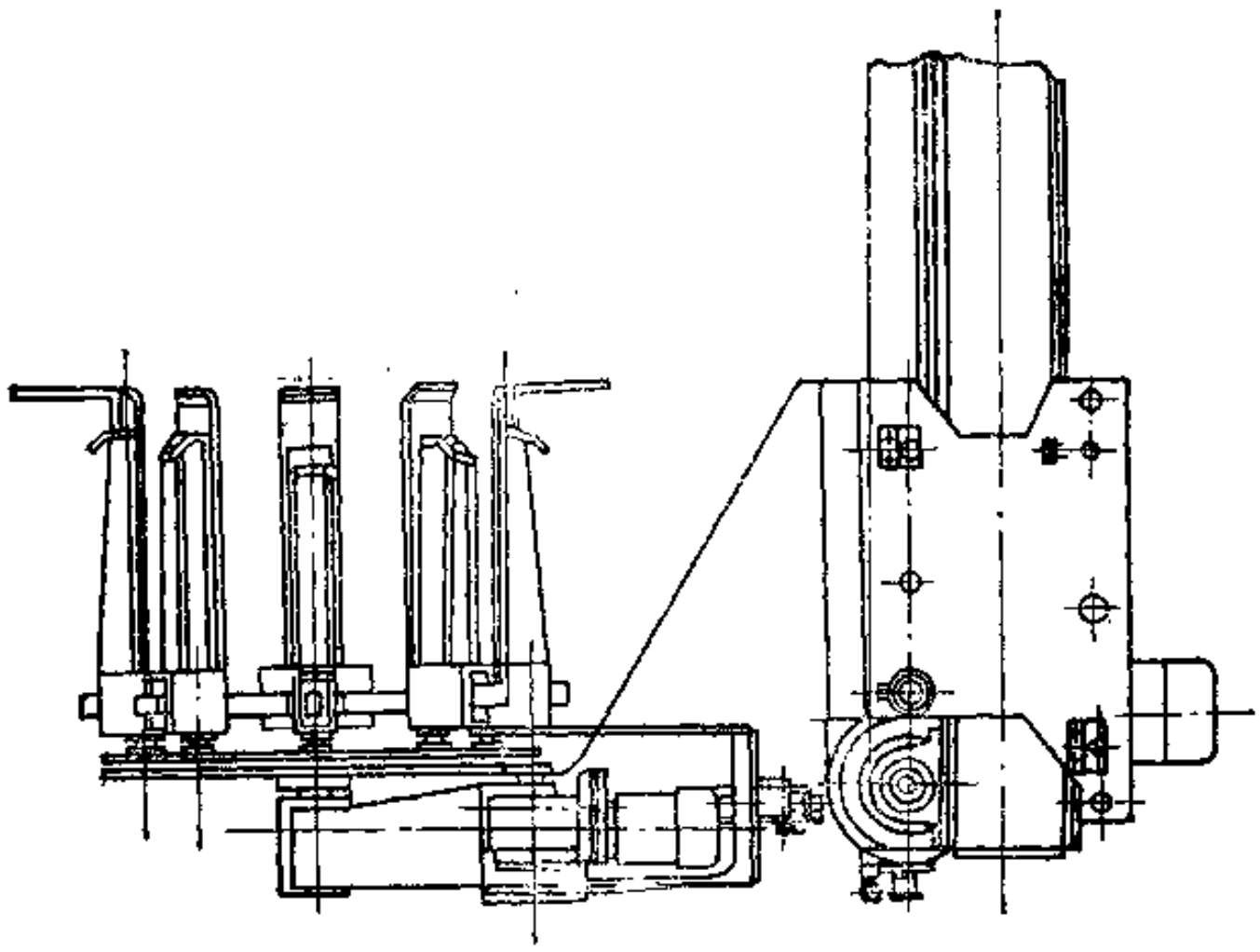


图 2-4-67　LJ-B2160/8.6轮胎定型硫化机的机械手

机的机械手，通过电机-减速机传动使转盘旋转，当转盘旋转时，由于导轮和螺旋槽之间的凸轮作用，可使抓胎爪片沿着螺旋槽作径向移动，从而使抓胎爪片张开或闭合，以适应各种

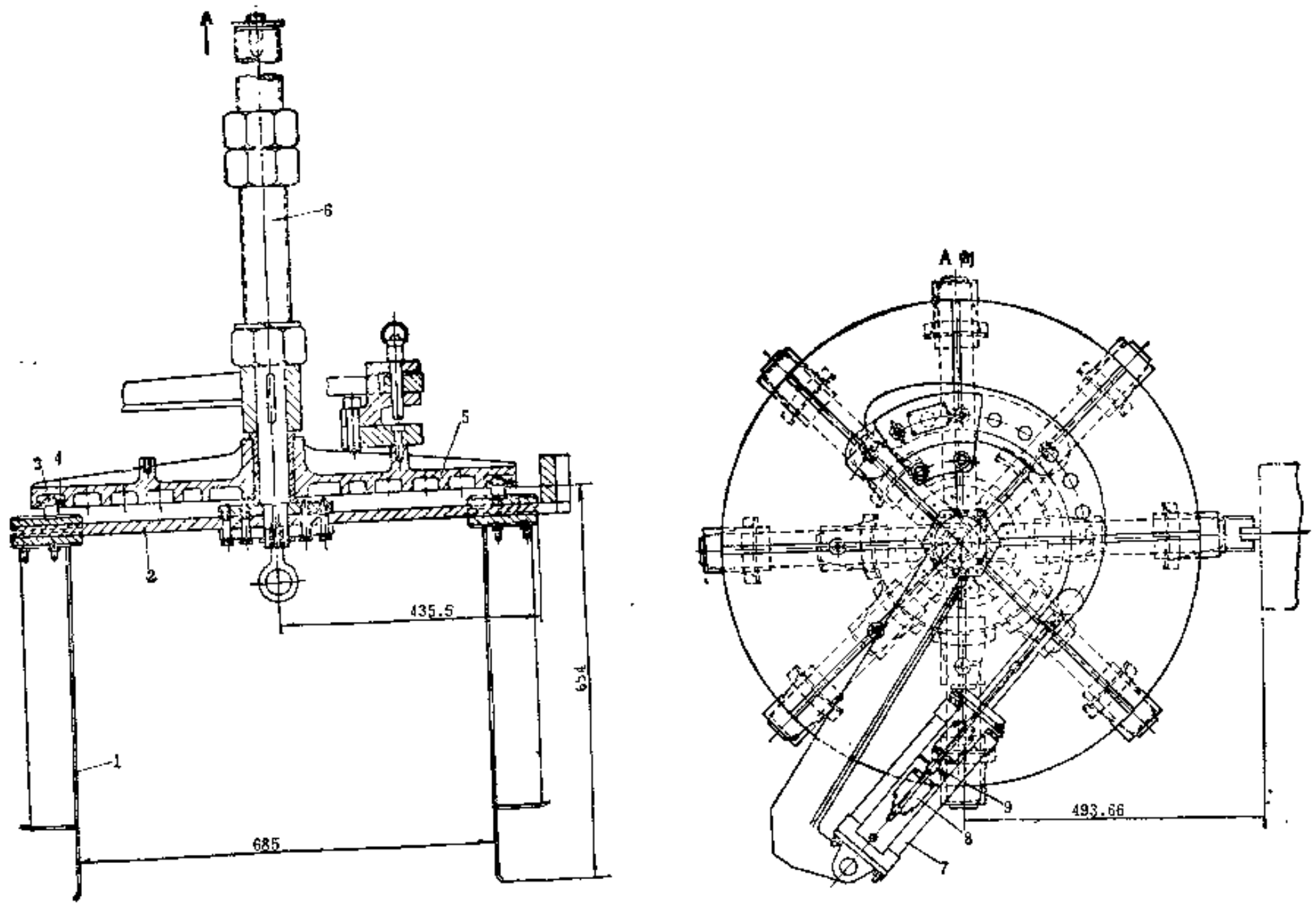


图 2-4-68　气缸驱动的机械手

1—抓胎爪；2—抓胎爪导轨；3—小轴；4—向心球轴承；5—导盘；6—支柱；7—气缸；8—限位开关；9—限位开关撞块

规格的胎圈尺寸要求，支承这种机械手的摇背上还装有传动和调距装置，调距装置的弹簧可满足不同重量的轮胎需要不同抓着力的要求，并保证爪片对轮胎子口保持稳定的径向压力。近期抓胎器采用带短爪的环形连杆式夹盘结构，抓胎装置以短爪代替长爪，机械爪的动作由螺旋形运动轨迹改为直线运动轨迹，由于加工精度提高，所以运动更加平稳和精确。同时由于机械爪缩小，B型胶囊伸直后与夹盘相碰，为此在夹盘中部开孔，称为环形连杆式夹盘结构。

图2-4-68所示为机械手具体结构的一种，与上述结构不同，它由气缸7控制抓胎爪1作径向伸缩运动。每个抓胎爪1的上端设有球轴承4，而球轴承4在导盘5的阿基米德螺旋槽内运动。导盘5上螺旋槽的数量与抓胎爪1的数量相同。导盘5由气缸7推动转动，从而可使抓胎爪1沿导轨2作径向伸缩。气缸7的行程可用设在导盘上的限位开关和挡块调节，以适应抓取不同胎圈直径的生胎的要求。这种机械手的特点是导盘螺旋槽加工比较容易，使用安全方便，变换抓胎直径容易。

几种国产轮胎定型硫化机装胎机构的主要性能参数见表2-4-33。

表 2-4-33　装胎机构的主要性能参数

性能参数 / 机器型号	胎圈最小直径 in	胎圈最大直径 in	钩胎爪张开时最大直径, mm	钩胎爪收缩时最小直径, mm	驱动气缸 直径 mm	驱动气缸 行程 mm	机械手升降速度 m/min	电机功率 kW
LL-A1030/1.36×2	8	16	470	220	80	155	9.35	0.8
LL-B1050/1.4×2	13	16	416	355	180	10	9.4	1
LL-A1170/1.76×2	12	20	586	220—250	80	203	10.8	1.5
LL-AB1400/3×2	18	20	530	430	200	10	9.6	1.5
LL-B1310/2.95×2	16	22	660	400	203	30	6.05	0.75
LL-B1525/4.3×2	16	22	610	345	203	30	9.15	1.5
	16	24	680	420	203	30	9.15	1.5
LL-B1900/6.6	20	28	637	400	125	103	9.3	2.2
	30	38	970	660	125	103	9.3	2.2
LL-B2160/8.6	20	38	990	440	—	—		

注：1in=0.0254m。

（三）存胎器

存胎器结构常用的有下列几种型式。一种如图2-4-65所示的件号21，系盘状存胎器，用尼龙或铸铁制成，适用于存放呈筒状的普通轮胎胎坯。另一种如图2-4-69所示为目前配用于A型轮胎定型硫化机的存胎器，其支架2可径向调节，因此可存放各种不同规格轮胎的胎坯，托盘1如图示安装，用于存放子午线轮胎胎坯，如图示假想线安装，则用于存放普通轮胎胎坯。还有一种如图2-4-70所示的存胎器，同样用于存放子午线轮胎胎坯。托板3的上方装有一重锤，当无胎坯时，托板上端在重锤作用下向里收缩，当放上胎坯时，则在胎坯重量作用下迫使托板下部收缩，而托板上部张开将胎坯吊挂。通过螺杆1可调节杠杆4的径向位

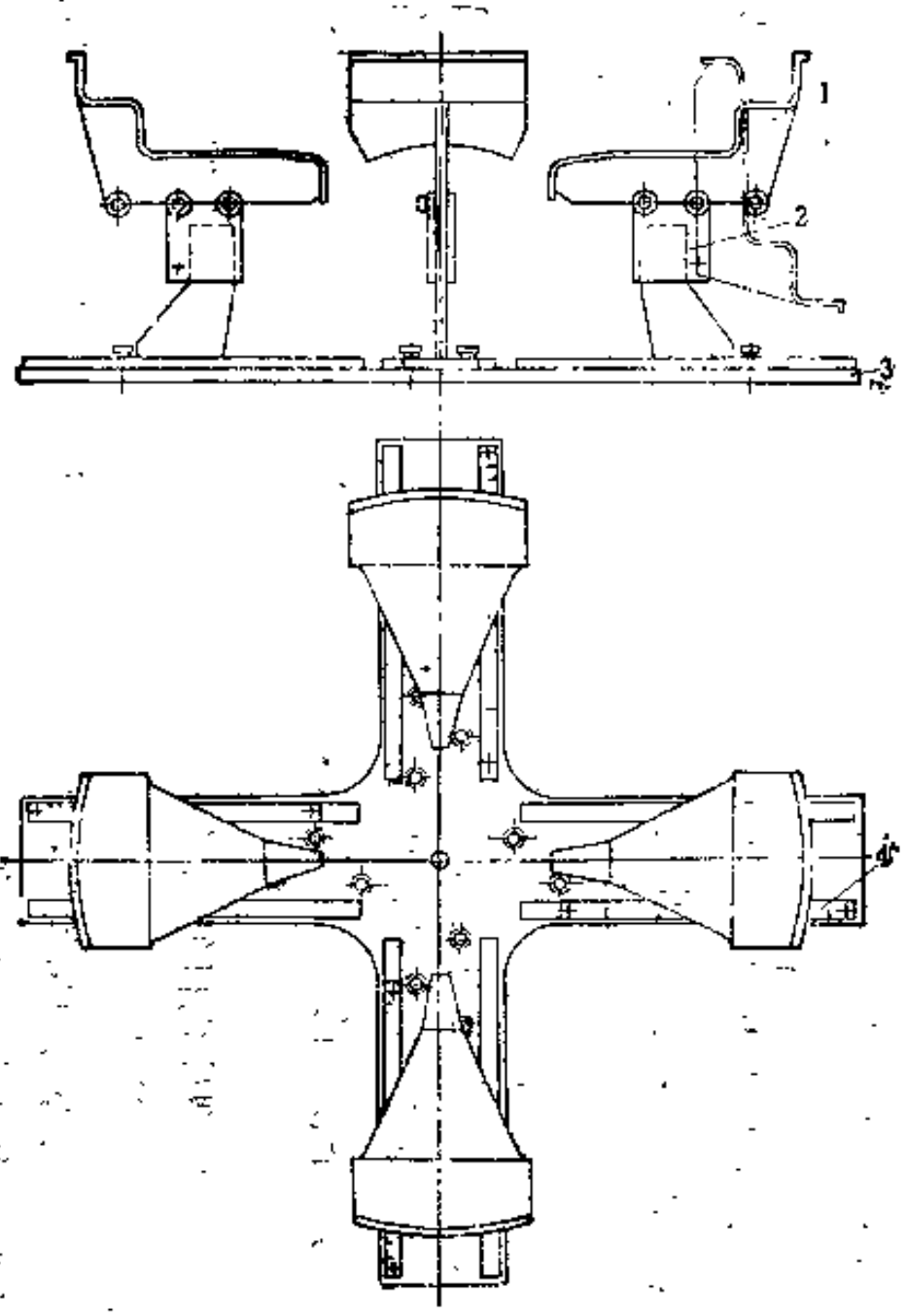


图 2-4-69 存胎器

1—托盘；2—支架；3—底盘；4—标尺

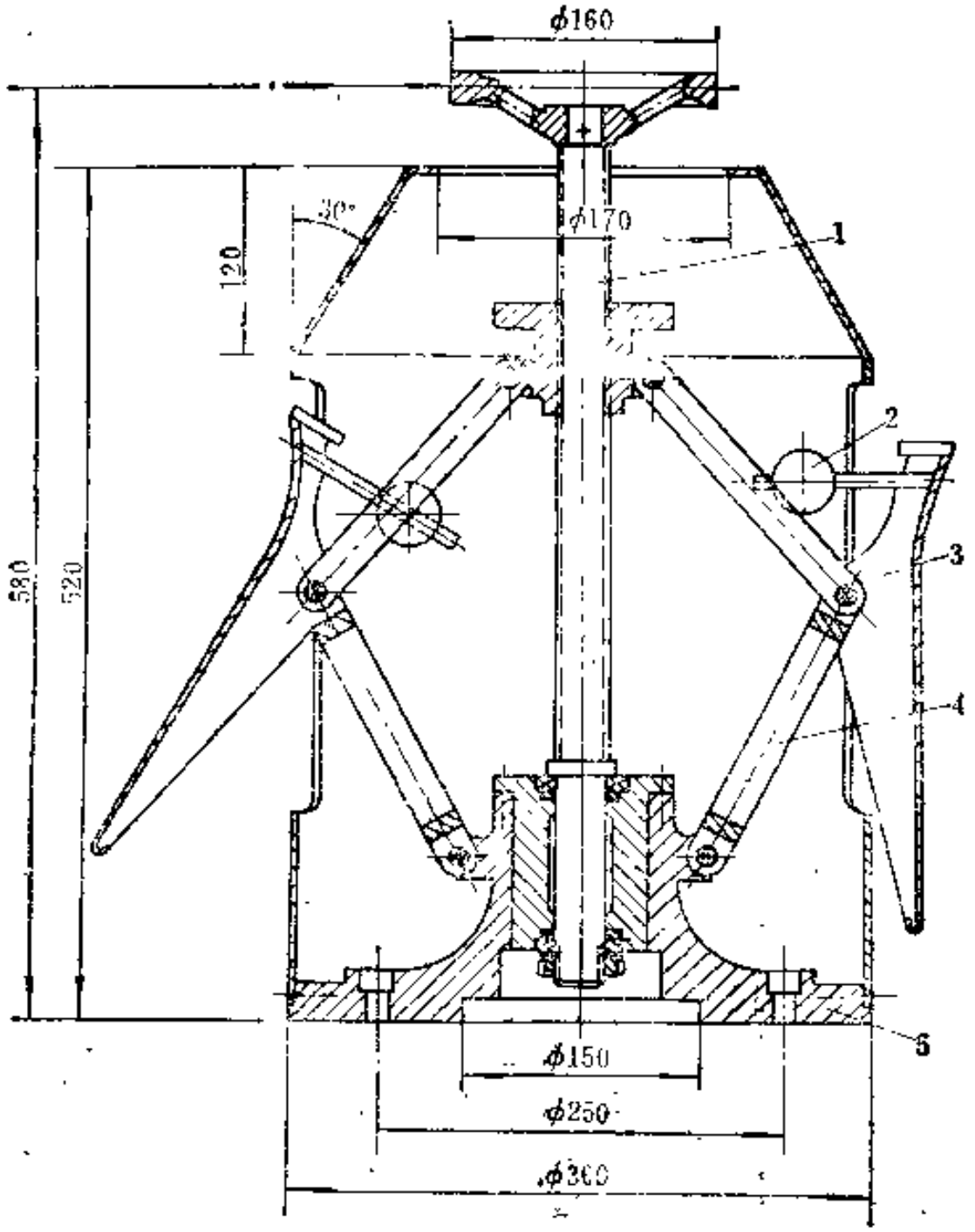


图 2-4-70 子午线轮胎胎坯存胎器

1—螺杆；2—重锤；3—托板；4—杠杆；5—底座

置，使托板的张缩具有不同尺寸，以适应不同规格胎坯的存放。

子午线轮胎胎体较薄，刚性较差，最好以吊挂形式存放，否则容易变形。

六、卸胎机构和脱模机构

（一）曲线型卸胎机构和脱模机构

1.、曲线型卸胎机构

卸胎机构用来将已硫化好的外胎在脱模机构的配合下，从中心机构的下钢圈脱出，借助辊道卸到机器后边运走。

图2-4-71所示为LJ-B1310/2.95×2轮胎定型硫化机的曲线型卸胎机构。前卸胎杆24位于硫化机前面，卸胎长、短辊子14和15位于后面。当水缸11活塞通入压力水后，活塞杆便伸出，推动杠杆12，通过连杆18使卸胎转架17转动，从而使短辊子15上升。同时滑轮臂19亦向后转动，拉动钢丝绳21，使左右凸轮臂23上升，沿一特定轨迹运动，安装在左右凸轮臂23上的前卸胎杆24亦随之上升。配合中心机构的升降把外胎从下钢圈脱出、升起和翻转，最后沿转架17上的长辊子14及短辊子15和其它辊道滑向机器后部的后充气装置或由输送带运走。

当卸胎完毕后，水缸1头腔进水，尾腔排水，机构恢复原位，卸胎转架17及长短辊14和15各两套分设于左右。前卸胎杆24可按硫化轮胎胎圈直径的大小而调节在左右凸轮臂23上的位置。

近年来，对此卸胎机构作了改进，利用两个水缸来完成卸胎动作，其结构如图2-4-72所示。卸胎时，水缸5将卸胎辊道1移到由中心机构托起的轮胎的下方，利用水缸13将转架11和托着轮胎的卸胎辊道1先作水平上升而后倾斜滑下轮胎的运动。卸下轮胎后，水缸13反向动作，使转架和卸胎辊道复位，并用水缸5使其向后退出卸胎位置。卸胎辊道共有两套，每套两组，两组之间的距离可调，以适应不同直径轮胎的需要。每组辊道由一组短辊子构成。卸胎辊道装在转轴12上。限位开关7和14及15和18分别用于控制水缸13和水缸5的动作。这种卸胎机构结构简单，工作可靠，使用安全。

2．脱模机构

有各种形式，但基本上都采用压力水缸作为脱模动作机构，水缸的布置也多种多样，图2-4-71所示是其中一种，它主要由脱模水缸2、推缸臂3、左右转轴4和7、左右臂5和6等组成。脱模机构使中心机构的水缸连同胶囊下夹盘一起提升将轮胎脱离下模。此机构中的球轴9和球轴承副8通过左臂5和右臂6的端面上的凸块传动与左、右分开的转轴连接。它们之间有一定的间隙，使两轴能相对转动一定角度。左右臂通过球轴9与水缸2的活塞杆相连，这样就可以使一臂稍超前另一臂运动，从而保证能先把其中一个粘着力较小的外胎脱离模型，然后再全力脱开另一个模型的外胎。因此，这样就能减小脱模水缸的总脱模力，使脱模水缸及结构尺寸减小。

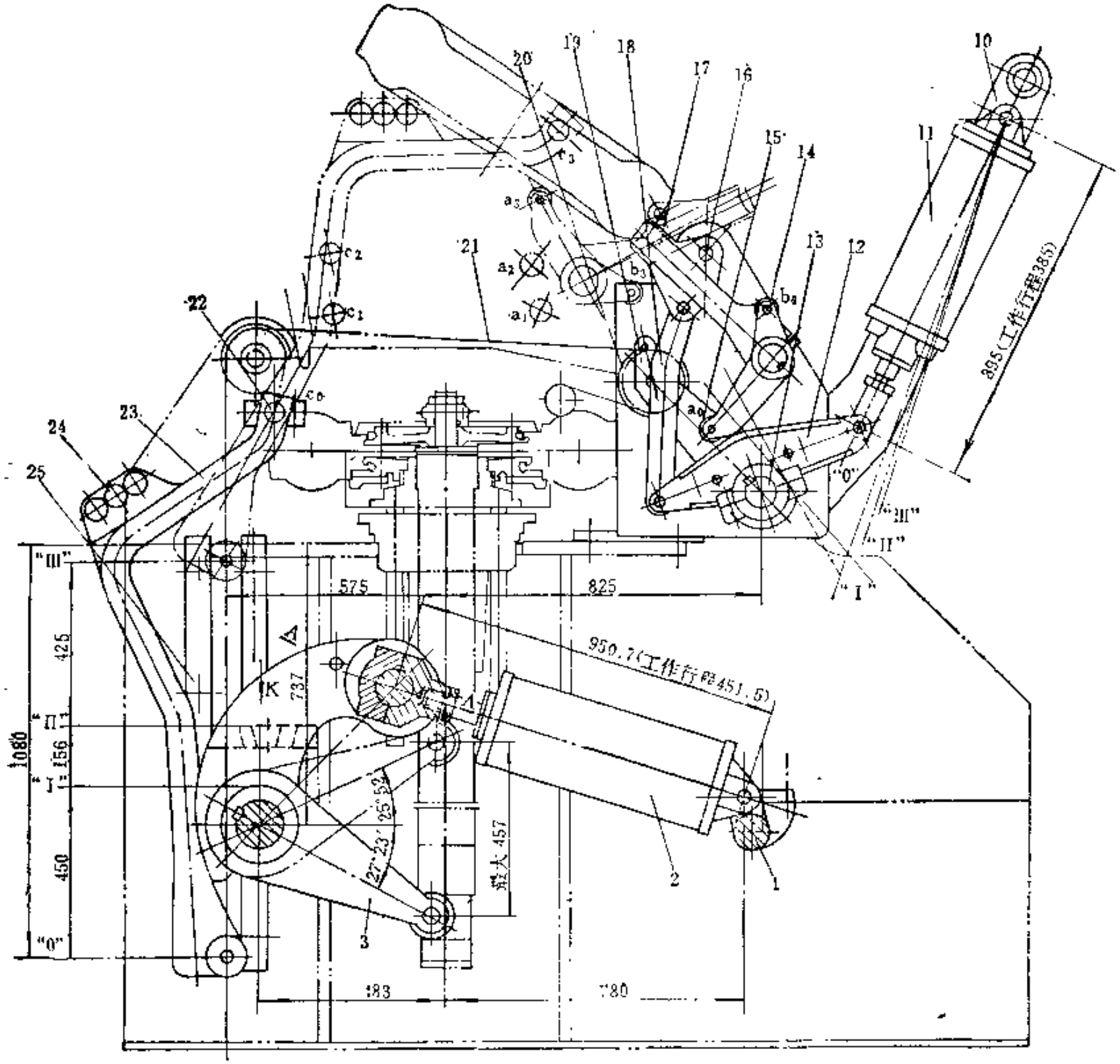
几种B型轮胎定型硫化机卸胎及脱膜水缸的主要参数列于表2-4-34。

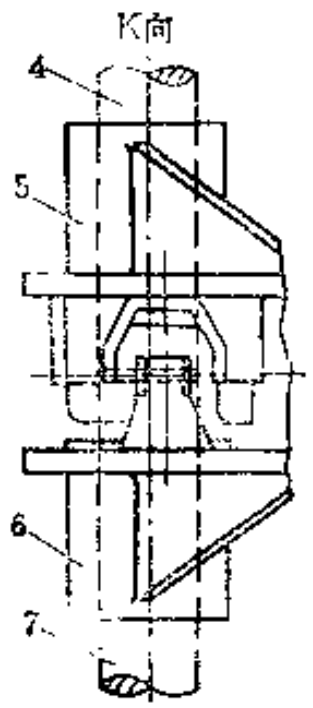
3．外胎脱模力的计算

为了将硫化好的外胎脱出模型，需要一定的脱模力，以克服外胎和模型的粘着力。但要准确计算这个脱模力是比较困难的。目前常用的计算方法有下列两种，可供设计时参考。

（1）根据外胎和模型的粘着力确定　采用两半模时每个外胎的脱模力P可按下式计算（见图2-4-73）：

$$P=\frac{\pi}{4}\left[p_1(D_1^2-d_1^2)+p_2(D_2^2-D_1^2)\right] \qquad (2\text{-}4\text{-}51)$$





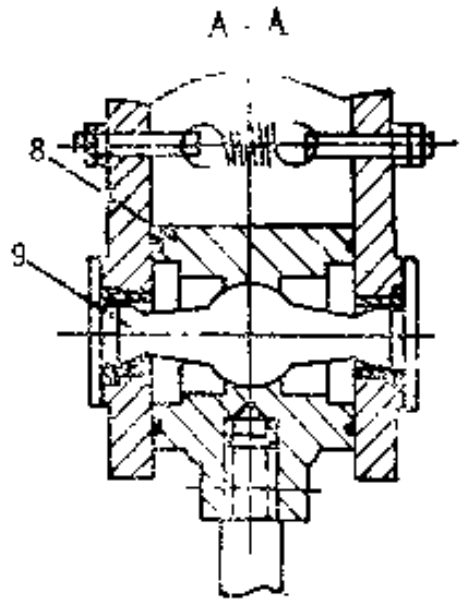


图 2-4-71 LL-B1310/2.95×2轮胎定型硫化机的卸胎机构及脱模机构

1—水缸支座；2—脱模水缸；3—推缸臂；4—左转轴；5—左臂；6—右臂；7—右转轴；8—球轴承副；9—球轴；10—后托架；11—卸胎水缸；12—杠杆；13、16—转轴；14—长辊子；15—短辊子；17—转架；18—连杆；19—滑轮臂；20—滑轮；21—钢丝绳；22—固定滑轮；23—左、右轮臂；24—前卸胎杆；25—导板

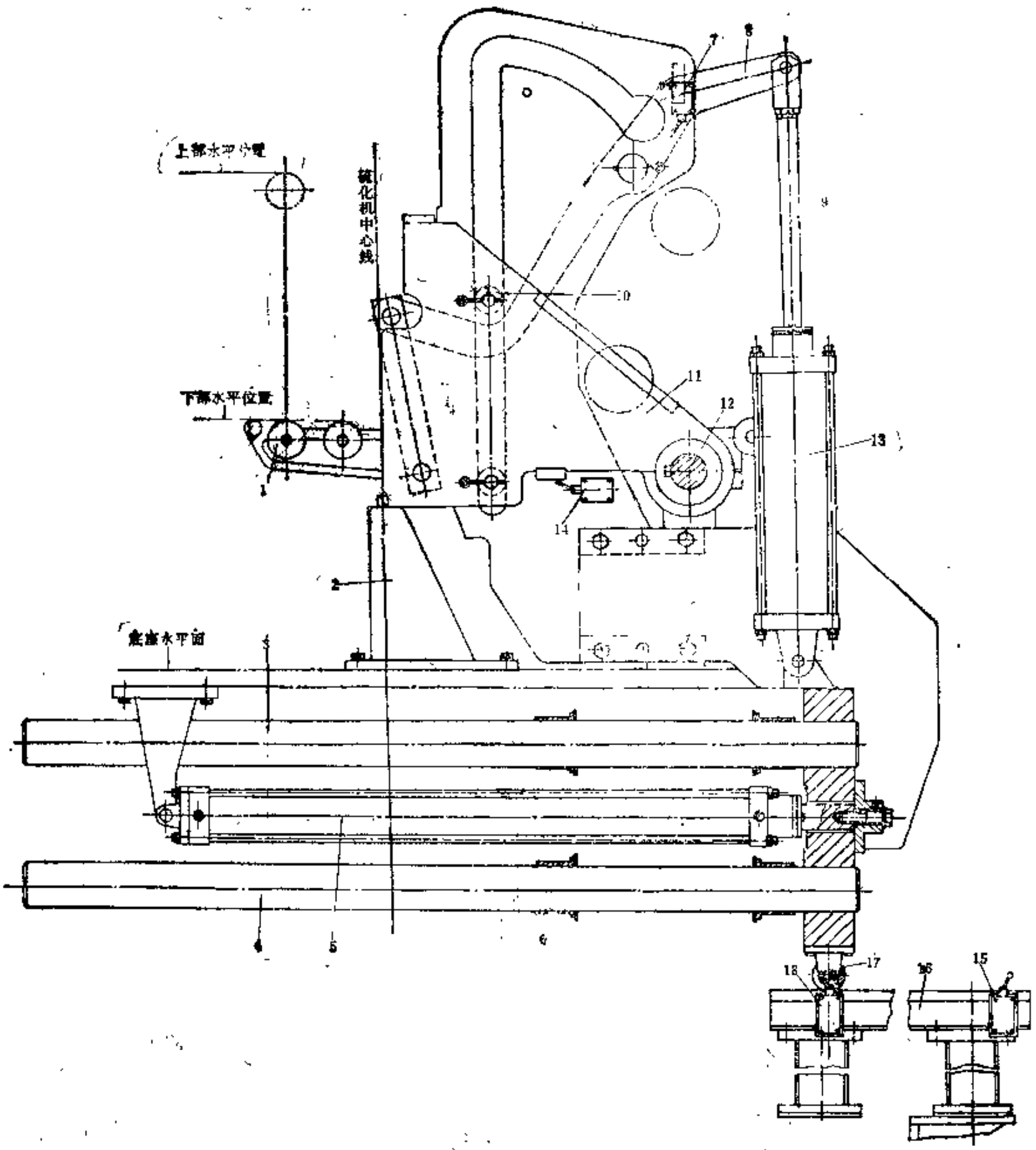


图 2-4-72 双水缸卸胎机构

1—卸胎辊道；2—支座；3、4—导轨；5—转架移动水缸；6—导套；7、14、15、18—限位开关；8—连杆；9—活塞杆；10—导辊；11—转架；12—转轴；13—卸胎水缸；16—铁轨；17—支承滚轮

表 2-4-34 卸胎及脱模水缸的主要参数

主要参数 / 机器型号	卸胎水缸		脱模水缸		
	直径，mm	行程，mm	直径，mm	行程，mm	脱模高度 mm
LL-B1050/1.4×2	—	—	160	563	570
LL-AB1400/3×2	280	220	180	272	300
LL-B1310/2.95×2	205	420	230	450	457
LL-B1525/4.3×2	230	470	230	513	620
LL-B1900/6.6	110	410	320	350	600

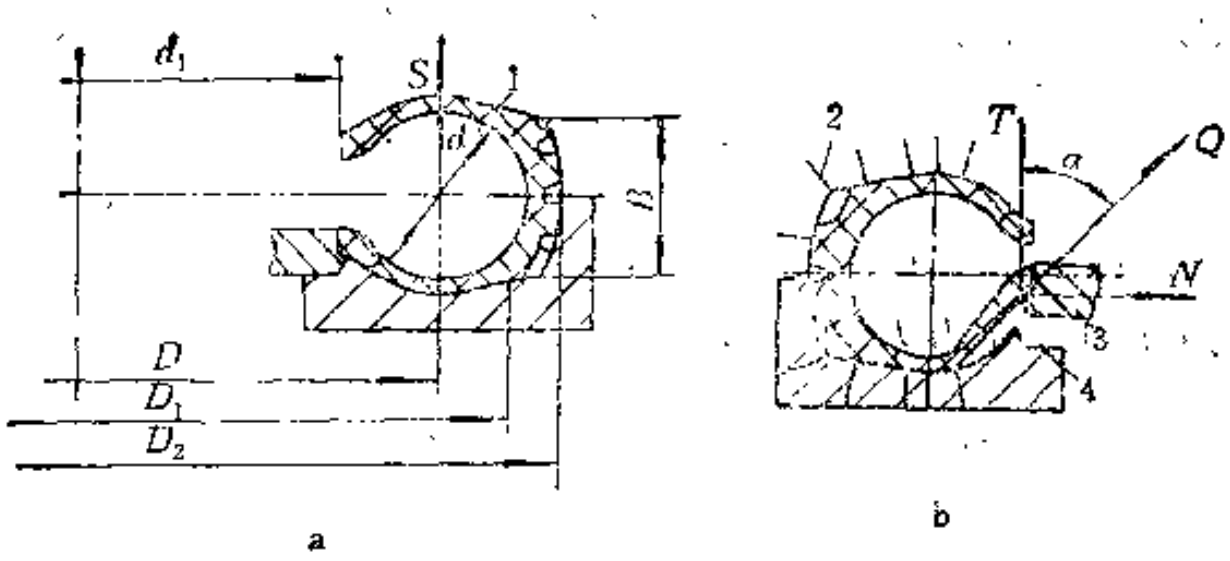


图 2-4-73　外胎脱模力计算单图

a—硫化时状态；b—脱模时状态

1—外胎；2—气孔流失胶；3—钢圈；4—下半模

式中　P——脱模力，N；

p_1——外胎无花纹部分所需的单位脱模力，乘用轮胎取 0.05N/mm²，载重轮胎和工程轮胎取0.1N/mm²；

p_2——外胎有花纹部分所需的单位脱模力，乘用轮胎取0.08～0.1N/mm²，轻型载重轮胎取0.1～0.12N/mm²，载重轮胎和工程轮胎取0.15N/mm²；

d_1——外胎胎圈直径，mm；

D_1——外胎胎侧光滑部分直径，mm；

D_2——外胎外径，mm。

实际上，双模轮胎定型硫化机脱模机构在脱模时的动作是一先一后，因此总脱模力大于每个外胎的脱模力，而小于两个外胎的脱模力之和。即$P_总=(1.6\sim1.8)P$，单模轮胎定型硫化机脱模机构设计的脱模力比计算脱模力小，这是因为外胎脱开上模时会引起与下模的部分脱离，而减小脱模力。

采用活络模型时推胎气缸的推力 P(N)按下式计算：

$$P=\pi\cdot D_2\cdot B\cdot p \tag{2-4-52}$$

式中　D_1——外胎外径，mm；

B——外胎胎面宽度，mm；

p——外胎有花纹部分的单位脱模力，各种轮胎的 p 值与公式（2-4-51）相同。

（2）根据外胎帘布层确定许用应力　在脱模时，作用于外胎帘布层的应力，不应大于外胎正常使用中的工作应力。把外胎断面视为一个内径为 d、壁厚为 s 的圆环（这里的壁厚 s 仅计算帘布层的厚度），在内压 p 的作用下，帘布层的工作应力 σ(N/mm²)为（参见图2-4-73）：

$$\sigma=\frac{pd}{2s} \tag{2-4-53}$$

式中　p——充气外胎的正常内压，乘用轮胎取0.17～0.21N/mm²，轻型载重轮胎取0.3～0.5N/mm²，载重轮胎取0.5～0.7N/mm²；

s ——帘布层厚度，mm；

d ——断面内径，mm。

把帘布层断面积乘以该应力，则得垂直作用于帘布层断面的最大许用作用力Q（N）：

$$Q=\frac{1}{2}\pi\cdot D\cdot p\cdot d \qquad (2\text{-}4\text{-}54)$$

式中 D——帘布层最小厚度处最小直径，mm。

脱模机构的许用上推力T（N）为：

$$T=Q\cos\alpha=\frac{1}{2}\pi\cdot D\cdot p\cdot d\cdot\cos\alpha \qquad (2\text{-}4\text{-}55)$$

式中 α——为T与Q的夹角，$\alpha=40\sim45°$。

在设计中一般采用第一种方法计算，而用第二种方法校核。脱模机构的上推力（即脱模力）不应超过允许数值，否则引起帘布与橡胶脱层，影响轮胎质量。所以，如果出现许用上推力不够的情况下，必须采取其它措施加以解决，如提高模型光洁度，选择适宜的润滑条件和改进模型的结构等，使脱模力减小。

（二）镰刀型、V型和直线型卸胎机构

小规格的B型轮胎定型硫化机（如国外45in和48in硫化机）采用如图2-4-74所示的镰刀型卸胎机构，水缸1驱动卸胎辊道3按镰刀型的轨道2运动。

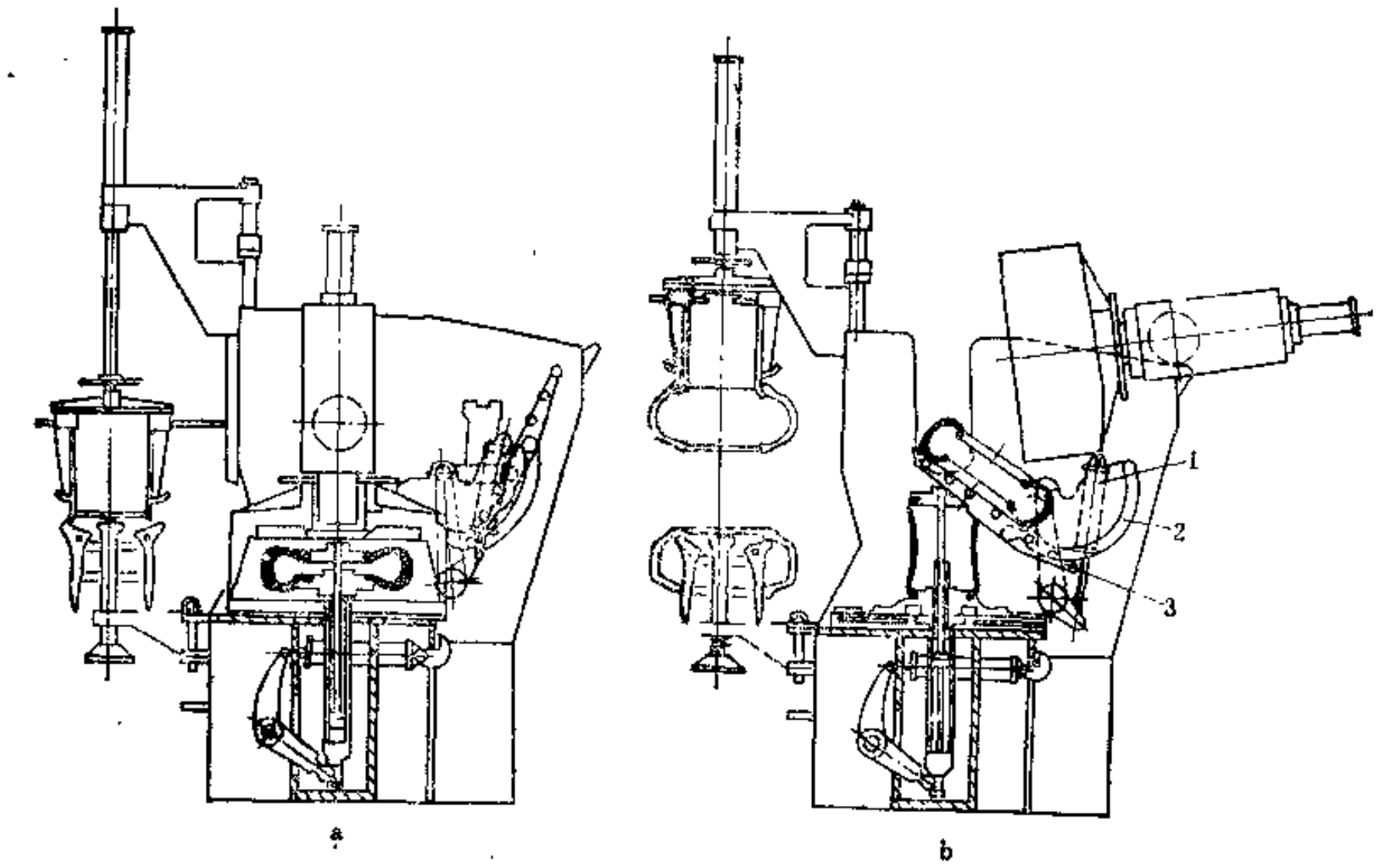


图 2-4-74 镰刀型卸胎机构

a—卸胎机构非工作位置；b—卸胎机构工作位置

1—水缸；2—卸胎辊道运动轨道；3—卸胎辊道

V型卸胎机构如图2-4-75所示，目前主要用于国外B型42in硫化机上。机构由电机传动，卸胎辊道按V型轨道运动。

直线型卸胎机构如图2-4-76所示，目前用于LL-B1900/6.6、LL-B2160/8.6、LL-



图 2-4-75　V型卸胎机构

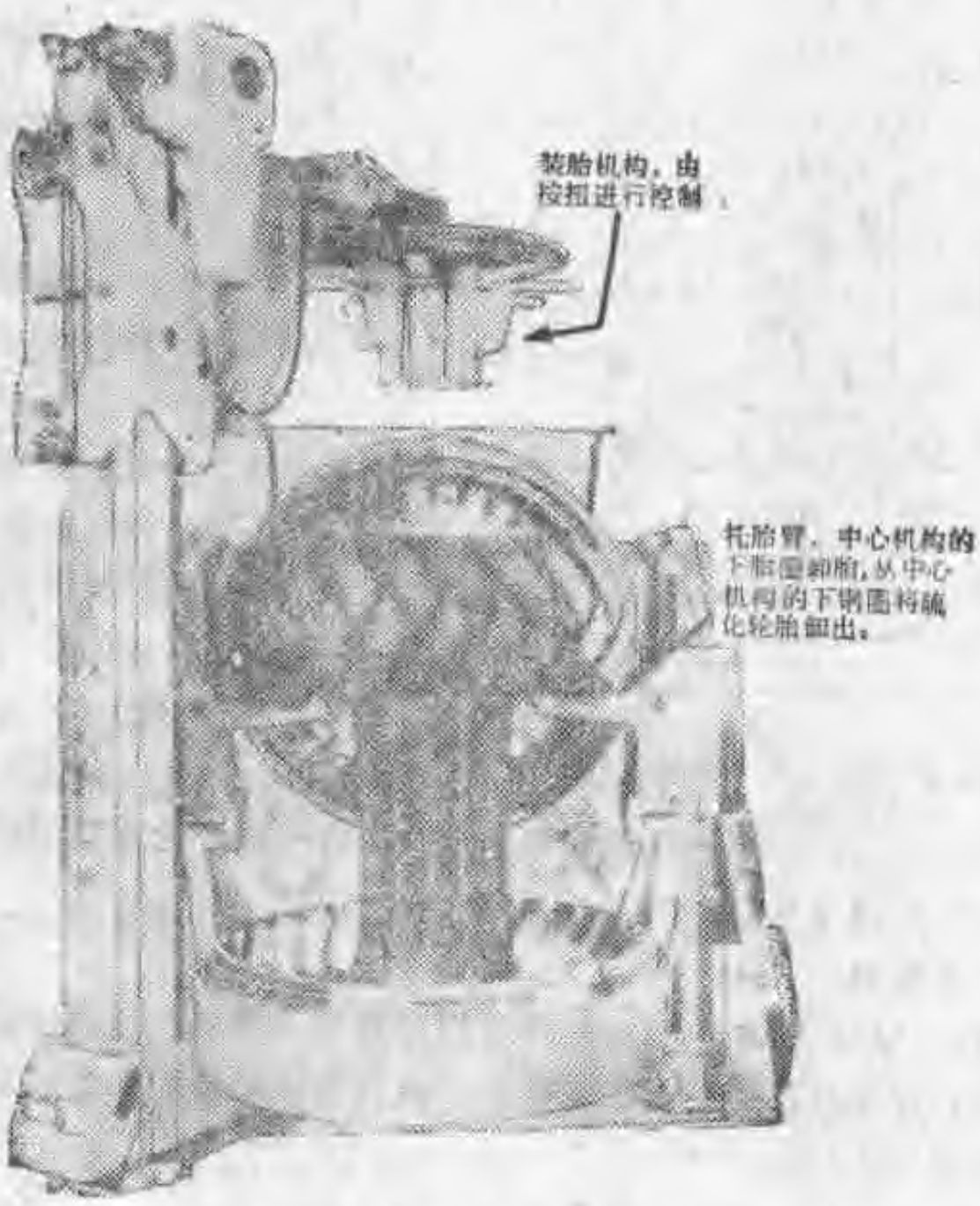


图 2-4-76　直线型卸胎机构

B2500/13轮胎定型硫化机上。由于工程轮胎重量大，采用机械手、中心机构和脱胎臂联动卸胎，从机台前面卸出。

（三）A型轮胎定型硫化机的卸胎

A型轮胎定型硫化机的卸胎机构（即推顶器和卸胎杆）比较简单，但卸胎的操作比较复杂。使用两半模型时采用“双重推顶”的卸胎动作如上述。当使用活络模型时，活络模型总是先脱胎面滑块，再脱上侧模，而后脱下侧模。包脱模的外胎挂在夹具板上，而不是粘在上钢圈上。当硫化机开模停止时，球鼻上升，夹具板缩拢，外胎掉在卸胎辊道上，进入后充气装置或卸出。

七、模　　型

（一）两半模型

模型的内轮廓决定着外胎成品的几何形状和参数，而内轮廓尺寸是根据外胎材料分布图确定的。普通轮胎多用两半模型硫化，子午线轮胎除普通级乘用轮胎采用两半模型硫化外，其它多采用活络模型硫化。

两半模型有做成夹套式和直接加热的两种。材料一般用铸钢铸造或钢板焊接。图2-4-77为两半模型的一种。在设计新模型时，通常是以上壁厚度及冠部模型分型面受压宽度为基础。

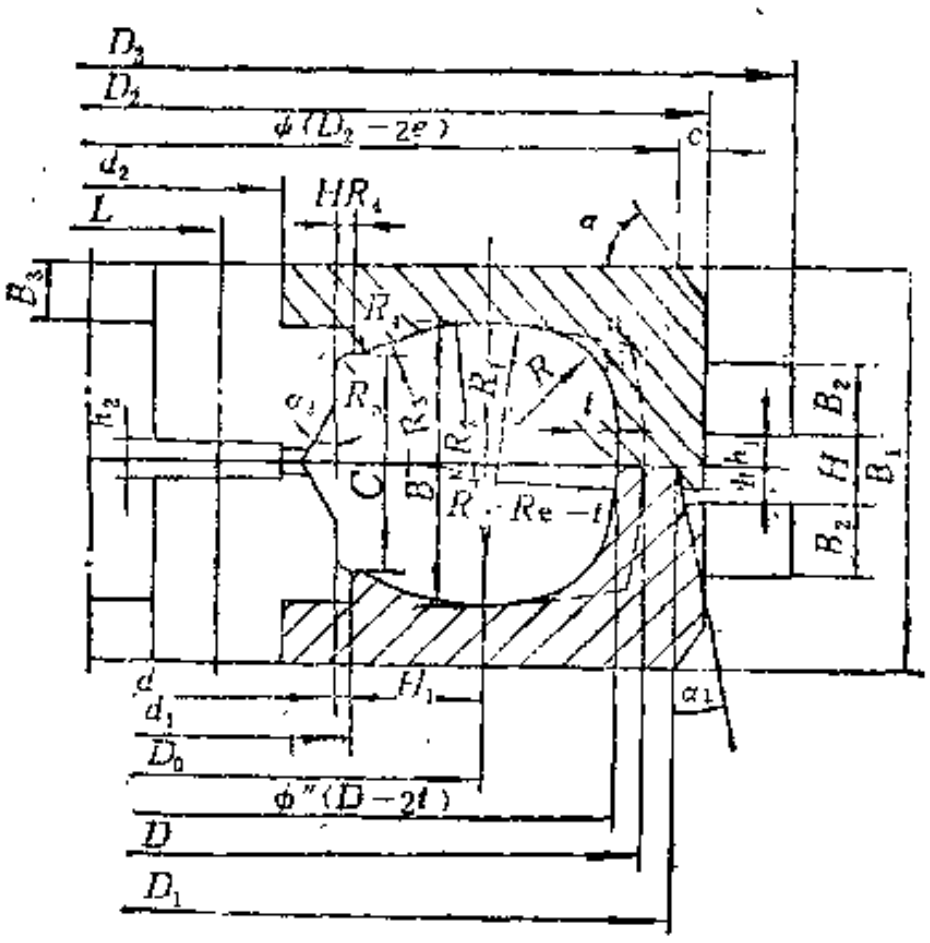


图 2-4-77　两半模型

模型分型面受压应力σ(N/mm²)按下式计算：

$$\sigma=\frac{P}{\frac{\pi}{4}[(D_1+2h\mathrm{tg}\alpha_1)^2-D^2]}\leqslant[\sigma] \tag{2-4 56}$$

式中　P——一个模型上的锁模力，N；

D_1——受压平面的外径，mm；

D——外胎外径，mm；

h——受压斜面高度，mm；

α_1——受压斜面角度，一般为15℃；

$[\sigma]$——材料许用应力，一般取100N/mm²。

上下模壁的厚度，乘用轮胎或轻型载重轮胎为25～35mm，载重轮胎为35～45mm，工程轮胎为45～90mm。为便于模具专业化生产，有一部分轮胎模型已实行统一设计。常用的两半模型毛坯统一尺寸见表2-4-35。

（二）活络模型

活络模型是60年代研究成功的一种新型外胎硫化模型，适用于带束层角度较大、在定型和硫化时胎坯直径不易膨胀的子午线轮胎。但目前活络模型结构复杂，造价昂贵，维修困难，尚需继续改进。

活络模型一般是根据轮胎花纹不同等分的情况，分成若干扇形块。各扇形块在驱动气缸的作用下，可沿导环上一定斜度的导向沟槽上下滑动和径向伸缩。被合拢后与上下胎侧模构

表 2-4-35　两半模型毛坯统一尺寸(见图2-4-77)

单位：mm

模型尺寸 \ 模型规格	12.00-20	11.00-20	10.00-20	9.00-20	8.25-20	7.50-20	32×6	7.50-16	6.50-16	6.00-16	14.00-24	12.00-24	9.75-18	6.00-12	12-38	11-38	11-32	9.5-24
外直径D	1120	1080	1055	1016	965	950	890	800	766	730	1360	1220	980	642	1574	1539	1360	1050
内直径d	509	509	509	509	509	509	509	406	406	406	614	614	418	305	970	970	818	615
断面宽B	265	250	240	218	200	187	170	185	160	150	343	270	232	166	322	294	298	235
胎趾距离c	190	190	180	152	140	127	110	140	127	102	254	210	152	127	279	254	254	203
花纹深t	25	19	17	17	16	15	10	13	14	15	35	22	20	24	33	33	34	30
H_1	144	132	129	120	112	100	88	90	80	70	161	141	120	60	120	100	110	90
$R_c=R_e-t$	270	260	280	290	200	200	100	195	156	93	520	280	220	235	390	195	266	190
R_1	242	235	230	185	175	155	125	199	144	120	370	260	210	155	310	310	300	200
R_2	242	235	270	185	160	155	125	200	144	120	300	285	166	155	310	310	300	200
R_3	70	70	60	65	60	60	50	50	35	50	70	90	70	30	80	45	40	70
R_4	26	26	26	21	18	18	18	13	14	14	27	26	21	13.5	11	11	11	11
R_5	9	9	9	4	8	8	7	7	5	6.5	9	9	8	6.5	7	8	7	7
R	65	60	80	70	50	50	50	70	55	50	160	100	90	54	100	91	70	70
HR_4	17	16	16	14.5	13	—	9	13	5.5	6	215	17	14.5	5.5	13	13	13	12
d_1	543	541	541	538	535	535	527	535	520	515	552	543	538	520	535	535	535	533
d_2	430	430	430	430	430	430	430	—	—	—	(565) (430)	430	430	—	665	665	665	430

续表

模型规格 / 尺寸	12.00-20	11.00-20	10.00-20	9.00-20	8.25-20	7.50-20	32×6	7.50-16	6.50-16	6.00-16	14.00-24	12.00-24	9.75-18	6.00-12	12-38	11-38	11-32	9.5-24
D_0	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$	$d+2H_1$
D_1	1180	1140	1115	1070	1010	995	930	840	805	770	1420	1280	1030	680	1650	1620	1420	1110
D_2	1220	1180	1155	1110	1050	1035	970	880	845	810	1460	1320	1070	720	1690	1660	1460	1150
D_3	1360	1320	1275	1230	1170	1165	1090	1000	965	930	1600	1460	1190	840	1830	1800	1605	1290
α_1	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°
α_2	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	30°	20°	20°	20°	20°
α_3	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°	45°
B_1	350	330	310	290	270	250	230	250	210	200	440	350	310	220	470	390	390	310
B_2	50	50	50	50	50	50	45	40	40	40	55	55	45	40	60	60	60	55
B_3	60	50	45	40	45	41.5	40	35	21.5	29	73	50	59	26.5	45.5	48	48	33.5
H	60	60	60	60	60	60	50	50	50	50	80	60	60	50	60	60	60	50
h	30	30	30	30	30	30	25	25	25	25	30	30	30	25	30	30	30	30
h_1	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	25	25	25	20	25	25	25	25
h_2	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
L	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	(540)305	305	305	—	540	540	540	305
e	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

成一完整模腔。

活络模型的驱动机构有的采用气缸和弹簧，也有的利用驱动导环与模型之间形成的上、下空腔加以密封，向上腔与下腔输入压缩空气或其它介质，把导环充当活塞，使它上下移动而驱动扇形块径向移动。这几种驱动机构各有优缺点，国内的活络模型以采用气缸为主。

驱动导环与活络模型的导向面间的滑动及配合条件，是研究、设计活络模型的重点，其结构形式也较多，有圆锥形导向、圆筒形导向、平面导向等。锥面导向的活络模型的导向面在相对滑动中不能经常保持面接触，而只呈线性接触。滑动面间的润滑要充分重视，如果措施不当，导向面易锈蚀将导致磨损及配合不良，使动作不灵。

目前平面导向的活络模型已应用于工业生产，它的优点是滑动面接触良好，杂物不易侵入，当衬垫磨损后易于更换。以下主要介绍平面导向的活络模型结构。

图2-4-78为适应蒸锅式蒸汽室的LL-B1310/2.95×2定型硫化机平面导向的活络模型，

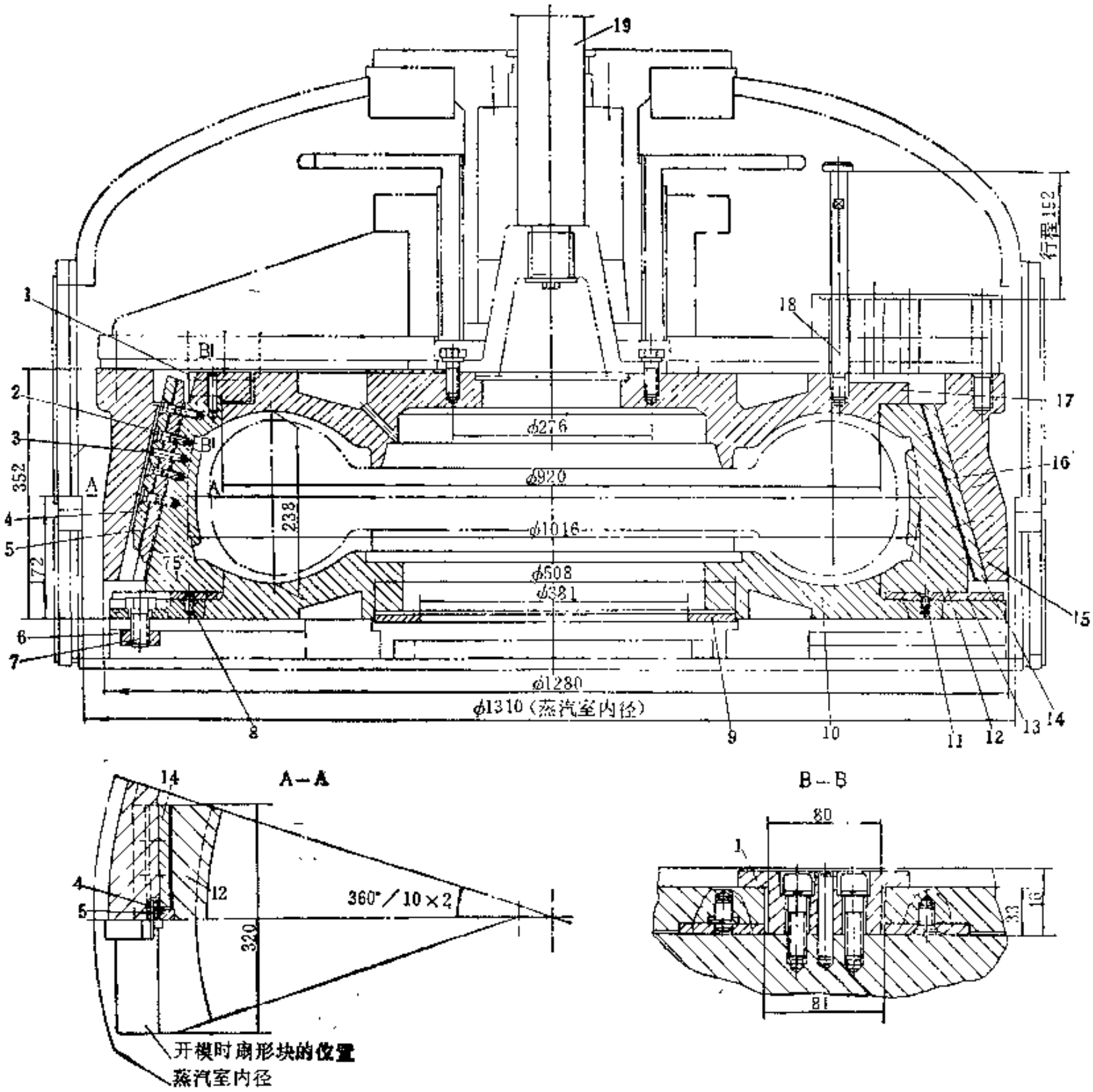


图 2-4-78 LL-B1310/2.95×2定型硫化机平面导向活络模型

1—T型块；2、11—螺钉；3—圆销；4—板；5—导条；6—螺母；7—螺栓；8—柱销；9—定位圈；10—下胎侧模；12—扇形块；13—垫板；14—导板；15—导环；16—衬垫；17—上胎侧模；18—限位杆；19—气缸活塞杆

它由数块扇形块12及上、下圆盘状的胎侧模17、10构成一环状模腔。每块扇形块的内侧刻有轮胎花纹，外面有一定角度的倾斜平面，此面与环状的导环15的倾斜平面配合，由气缸活塞杆19驱动。导环15和扇形块12作相对垂直移动。使扇形块径向张开或合拢。固定在导环15内侧斜面的导板14和固定扇形块外侧斜面的板 4 皆装有衬垫16。衬垫材料为含有适量铜粉和二硫化钼等填料的聚四氟乙烯，它具有良好的防锈、耐热、耐磨性能而不需润滑。衬垫也有采用氟塑料金属的，同样起到无油润滑的作用。T形块 1 固定在扇形块12上，可沿上胎侧模17的导槽径向移动，限位杆18用以控制扇形块行程。当硫化机开模翻转时，活络模的驱动气缸反抽，使扇形块上移合拢。

图2-4-79为用于LL-A1030/1.36×2轮胎定型硫化机的平面导向活络模型、适用于硫化乘用子午线轮胎及普通轮胎。其上、下胎侧模及扇形块12分别由上、下热板和带夹套的导环6加热。用两个气缸14驱动，使扇形块12径向张开或合拢。导环6的滑动面中央设有控制扇形块径向移动的导槽。固定在扇形块上的板7的端部装有止动螺栓3，用以将张开的扇形块吊挂在导环上，衬垫13同样采用含有铜粉和二硫化钼等填料的聚四氟乙烯制成。

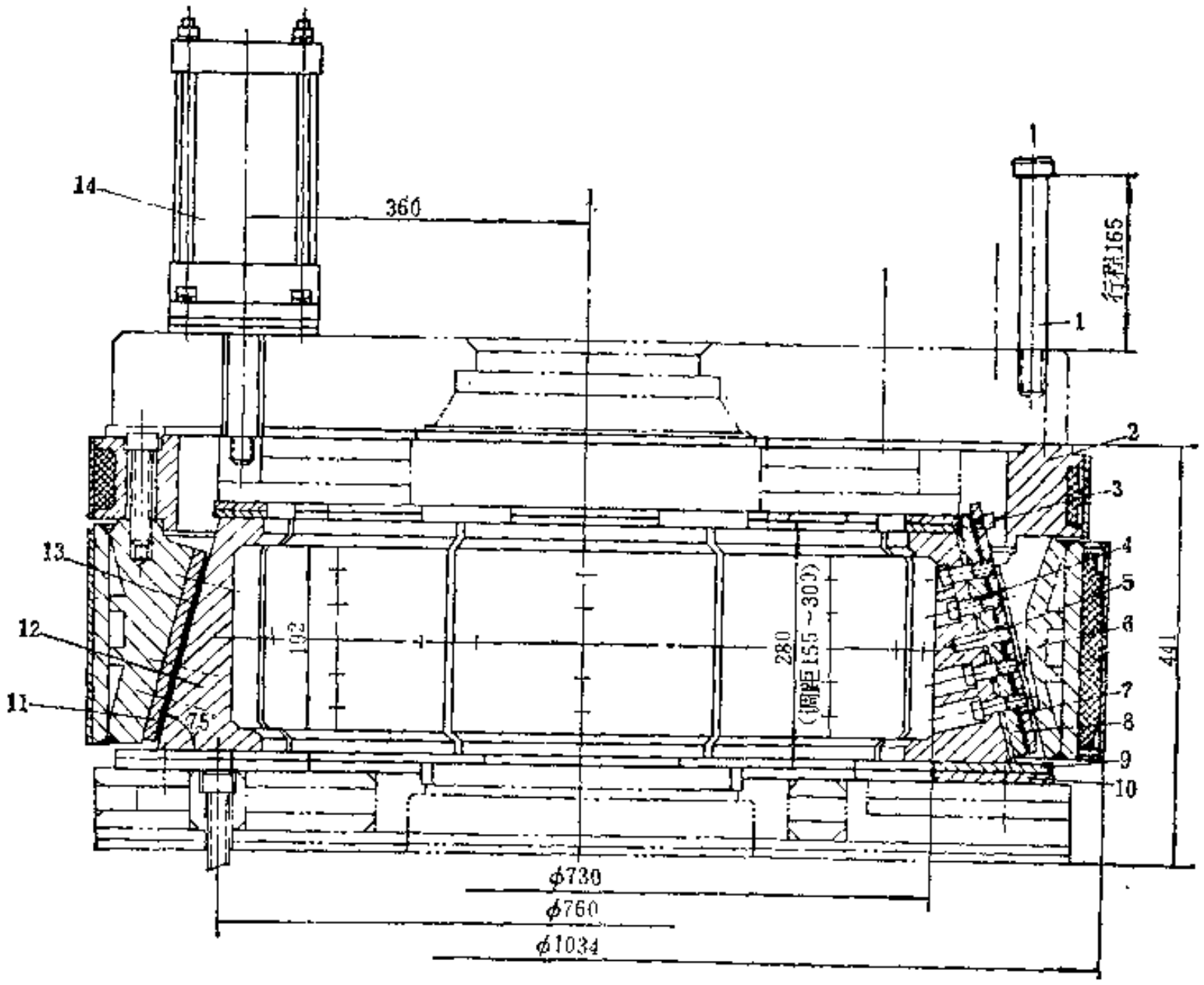


图 2-4-79　LL-A1030/1.36×2定型硫化机平面导向活络模型

1—限位杆；2—垫环；3—止动螺栓；4—螺钉；5—圆销；6—导环；7—板；8—导条板；9、10—垫板；11—导板；12—扇形块；13—衬垫；14—气缸

图2-4 80所示是广东揭阳县轮胎模具厂生产的带支承块倾斜平面导向机构的活络模型，这种模型由于设计有支承块，模具合拢时气缸推力由支承块传至底座，可有效地降底扇形花纹块径向伸缩时的摩擦阻力，活络性能好。良好的导向定位机构，可保证轮胎硫化质量。滑动面上的摩擦片磨损后可以更换。该模型适用于硫化9.00R20～12.00R20子午线轮胎，工作缸推力80～150kN，活塞杆行程不小于170mm。

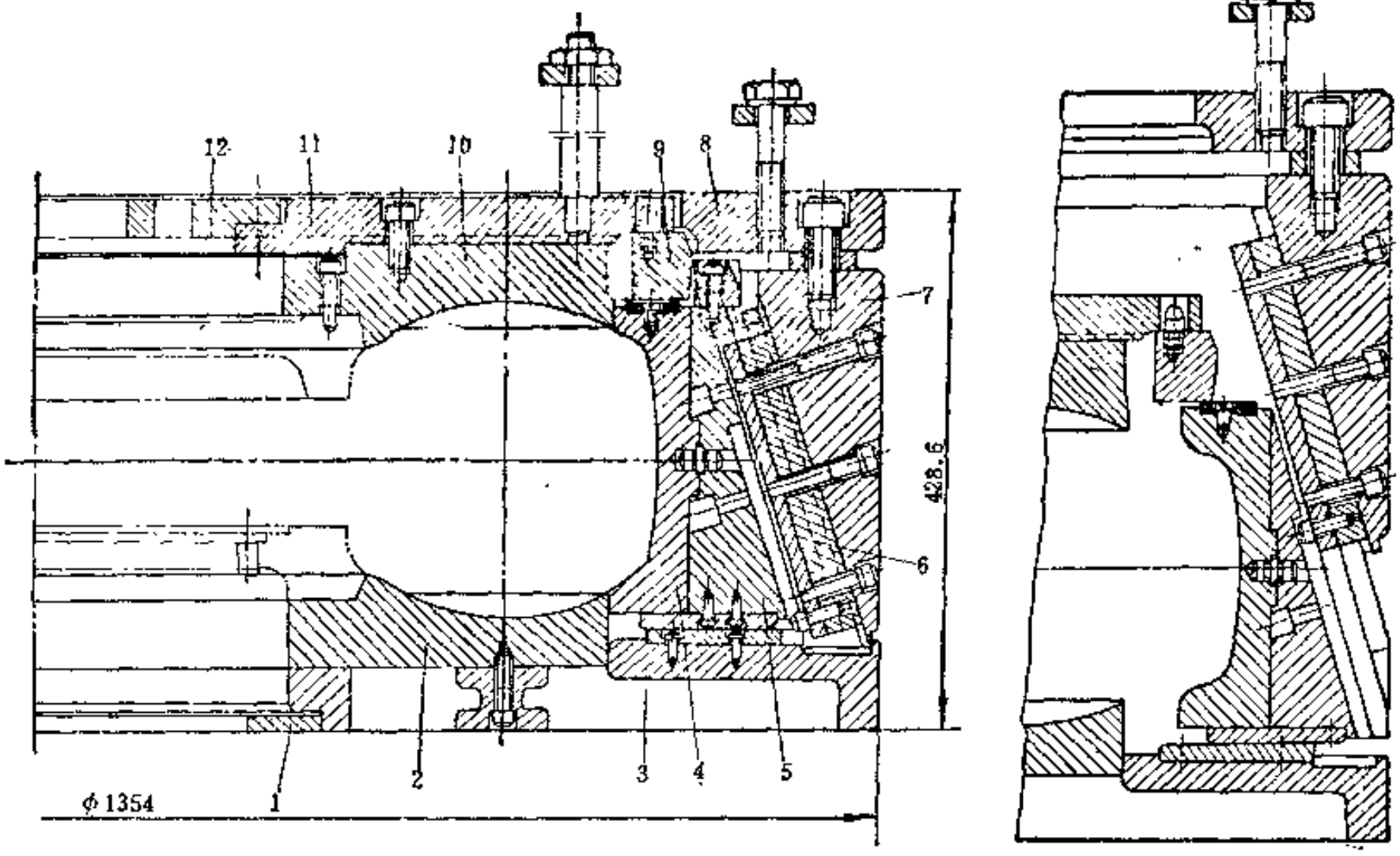


图 2-4-80 带支承块倾斜平面导向机构的活络模型

1—定位环；2—下模；3—底座；4—扇形花纹块；5—滑块；6—T型导向槽；7—中模套；8—上环；9—滑环；10—上模；11—上盖；12—法兰

几种轮胎定型硫化机配备的活络模型的主要性能参数如表2-4-36所示。

表 2-4-36 几种活络模型的主要性能参数 单位：mm

最大轮胎外径		680	750	1000	1016	1100	1140
花纹圈外径		730	810	1000	1016		1181
花纹块宽度		192	230	275		320	310
导环外径		1077	1194	1310	1280	1490	1500
模型高度		280	326	400	352	502	480
扇形块数量		8	8	6	10	14	14
扇形块径向行程		42	50	48	51.5	88	95
扇形块竖向行程		165	188	178	192	297	327
导向型式		平面	平面	锥面	平面	平面	平面
导向面斜角		15°	15°	15°(20°)	15°	17°	17°
安装机台	机器型号	LL-A1030/1.36×2	LL-A1170/1.76×2	LL-AB1400/3×2	LL-B1310/2.95×2	LL-B1525/4.3×2	LL-B1525/4.3×2
	驱动气缸直径	140	190	280	340	450	450
	驱动气缸行程	170	205	220	300	500	500
	驱动气缸数量	2	2	1	1	1	1

第五节　后充气装置

一、用　　途

尼龙或聚酯纤维的帘线都是轮胎的优越骨架材料，但它们都有弹性模数小，伸长率较大的缺点。轮胎在使用过程中，往往易导致胎体胀大现象。同时，由于尼龙或聚酯纤维的热收缩特性，当轮胎硫化启模后，胎体温度较高，如在自然状态下冷却，使帘线与橡胶二者的收缩率增大，会造成轮胎胎面下凹和胎圈变形等缺陷，影响轮胎质量。所以轮胎硫化启模后，必须及时在充气压状态下逐渐冷却，借以减小轮胎胎体的永久变形。尼龙轮胎充气冷却时的充气压力应大于使用时的充气压力。

二、后充气装置的主要性能参数

国产轮胎定型硫化机后充气装置的主要性能参数见表2-4-37。

表 2-4-37　后充气装置的主要性能参数

性能参数 / 机器型号	适用轮胎胎圈范围 in	通路高度 mm	可调轮辋宽度 mm	轮胎最大外径 mm	充气压力 MPa	卸胎角度 (°)	机架回转直径 mm	可同时充气轮胎个数
LL-A1030/1.65×2	12～16	340	76～165	925	0.7	15	1340	4
LL-A1170/1.76×2	15～20	434	152～232	1005	0.7	15	1498	4
LL-B1060/1.4×2	13～16	410	40～140	580～800	0.6	15	1350	4
LL-AB1400/3×2	约20	510	约240	1120	1.05	13	1870	4
LL-B1310/2.95×2	约20	510	约240	1120	1.05	13	1870	4
LL-B1525/4.3×2	16～24	～766	152～406	762～1270	1.0	15	—	2
LL-B1900/6.6	20～38	—	210～340	1220～1625	0.6—1.4	13	—	1
LL-B2160/8.6	20～38	—	235～635	约1880	0.8	14°10′	—	1

注：1in=0.0254m。

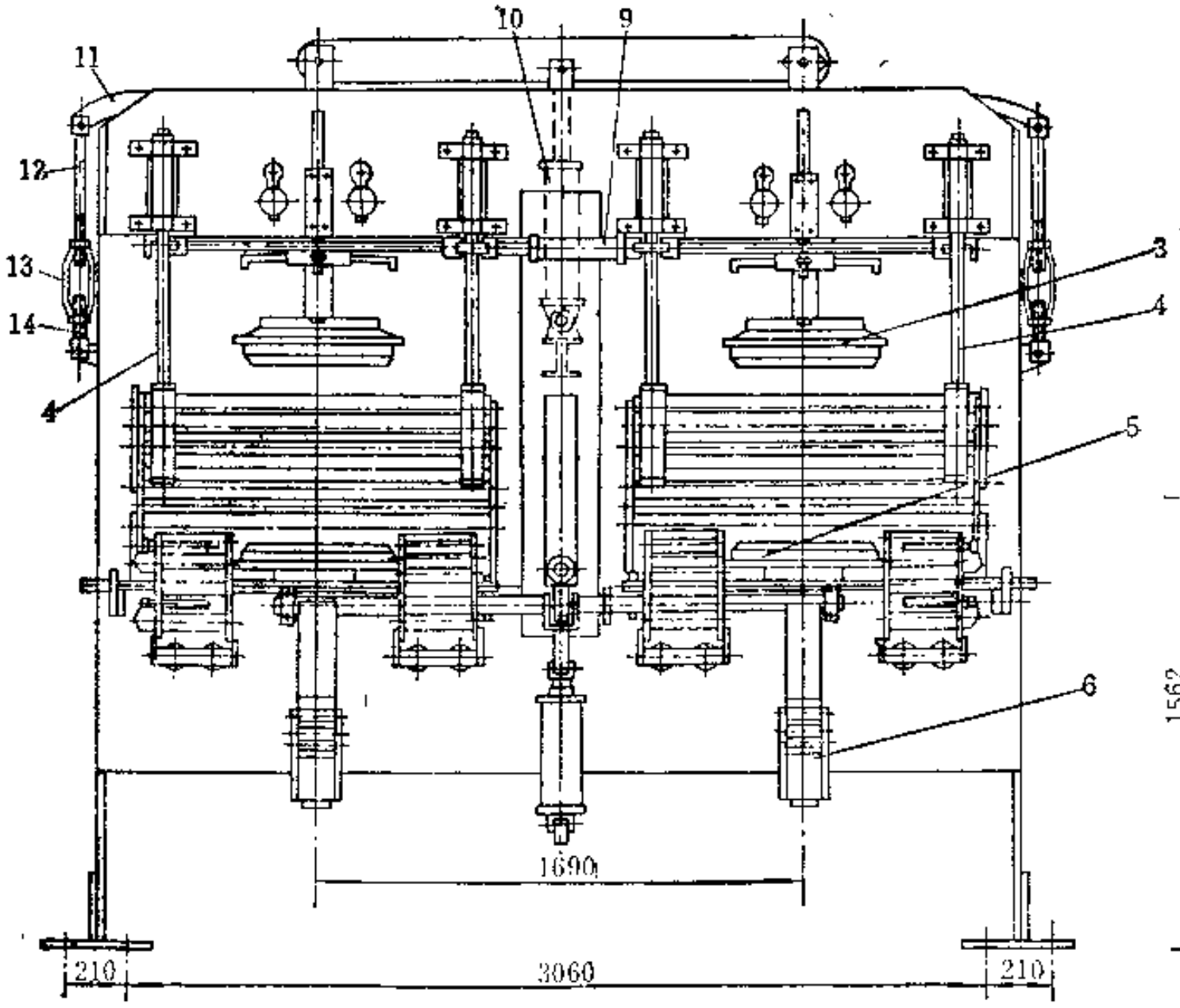
三、结 构 形 式

中小型轮胎定型硫化机配置两工位或四工位的后充气装置，与主机联用。工程轮胎配用单工位后充气装置（又称单体式后充气装置）与主机分开使用。两工位的充气冷却时间接近于硫化周期，四工位的充气冷却时间接近于2倍硫化周期。后充气装置按工作方式分类，可分为单循环式（两工位）和双循环式（四工位）。按运动方式分类，可分为翻转型和升降型。翻转型又有液压驱动和电动两种。现择常用的几种后充气装置分述如下。

（一）两工位升降型后充气装置

如图2-4-81所示为两工位升降型后充气装置。主要有机架1、辊道2、上夹盘3、前挡胎辊4、下夹盘5及后挡胎辊6等组成。机架1由钢板焊接而成。输送辊道2由焊接机架和若干两端装有滚动轴承的辊子组成。辊道一般与水平成15°倾斜角，以使轮胎自由滑下。上夹盘3和下夹盘5用于夹持充气冷却的轮胎。轮胎在辊道2上的左右位置由前挡胎辊4限位。前挡胎辊开关的距离是可以调节的（见图2-4-81），用具有双向螺纹的调整螺母13通过调节上、下调整杆12和14使调整臂11固定在需要的位置上，而臂的下端有一缺口卡住前挡胎辊4的横臂，使前挡胎辊在一定范围内摆动。后挡胎辊6的升降是由后挡胎辊气缸8推动转臂7来实现的。

夹盘的结构如图2-4-82所示。上夹盘1用压盘11固定在进气杆7的下端，上连板8由装在机架中间的水缸来推动，使进气杆7上、下运动。螺杆5与调节盘2相连接，转动调节盘2时，



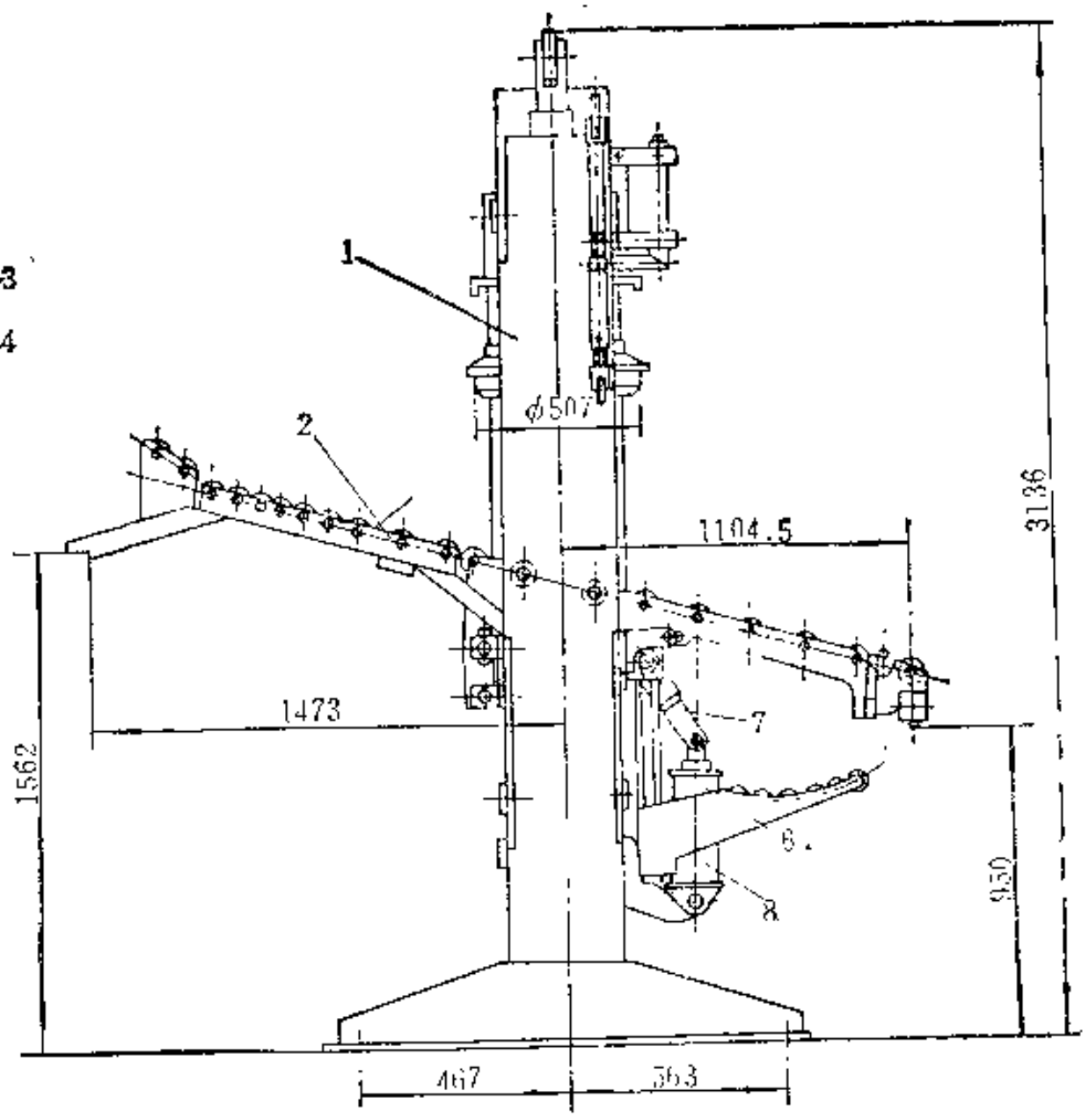


图 2-4-81　两工位升降型后充气装置

1—机架；2—辊道；3—上夹盘；4—前挡胎辊；5—下夹盘；6—后挡胎辊；7—转臂；8—后挡胎辊气缸；
9—前挡胎辊开关机构；10—水缸；11—调整臂；12—上调整杆；13—调整螺母；14—下调整杆

则螺杆5可上升或下降，这样可以调节上、下夹盘之间的不同距离，以适应不同规格的轮胎。而螺母4和相连的螺母座10用两根轴3固定在机架的上方。在螺母座10与机架前后板内壁之间装有垫片组，以便调整夹盘中心位置。

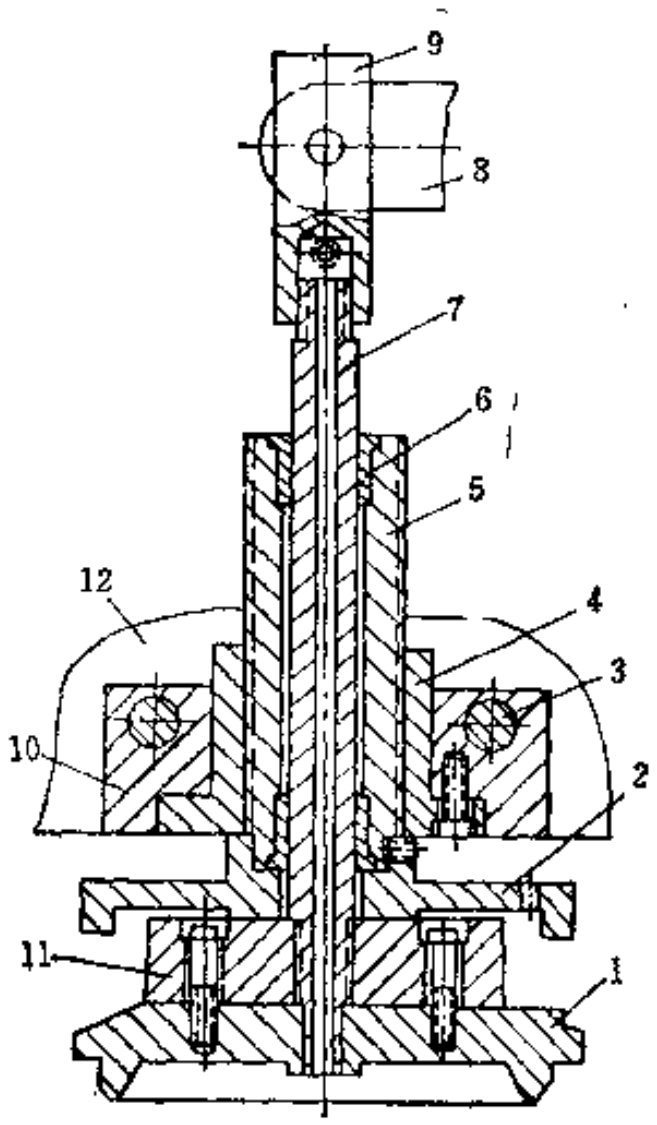


图 2-4-82　上夹盘结构简图

1—上夹盘；2—调节盘；3—轴；4—螺母；5—螺杆；6—铜套；7—进气杆；8—上连板；9—接头；10—螺母座；11—压盘；12—机架

下夹盘的动作示意图如图2-4-83所示，两个下夹盘4分别装在托架3的两端，在托架3的中间装有一对辊轮2，可沿机架中间的导槽上下运动，以保证两夹盘4垂直平行升降。下夹盘的升降是由下水缸1推动下连杆7和上连杆5来实现的。下水缸的上升距离必须保证使七部连杆5尾部与装在下部连杆7的限位销6相接触。

前挡胎辊开关机构9（图2-4-81）的动作示意图如图2-4-84所示。在轮胎进入前（即主机中心机构下夹盘托胎升起时），后挡胎辊上升，同时中间气缸6的一端进气，活塞杆收缩，使前挡胎辊1、2分别绕轴3、5的中心摆动而关闭。轮胎在辊道下滑的作用力下冲开前挡胎辊而进入下夹盘位置，而后下夹盘上升，同时上夹盘下降，将轮胎夹持好。通过上夹盘的进气杆进行充气冷却。这时，后挡胎辊下降，中间气缸6从另一端进气，活塞杆伸出，使前挡胎辊1、2开启。

（二）四工位翻转型后充气装置

图2-4-85所示为配用于中小型轮胎定型硫化机的四工位翻转型后充气装置。为区别起见，该装置的两根活动梁14分别漆以黄色和绿色标记，并分别与一个活动梁气缸18的缸体及其活塞杆相连接。活动梁气缸18为单作用。这

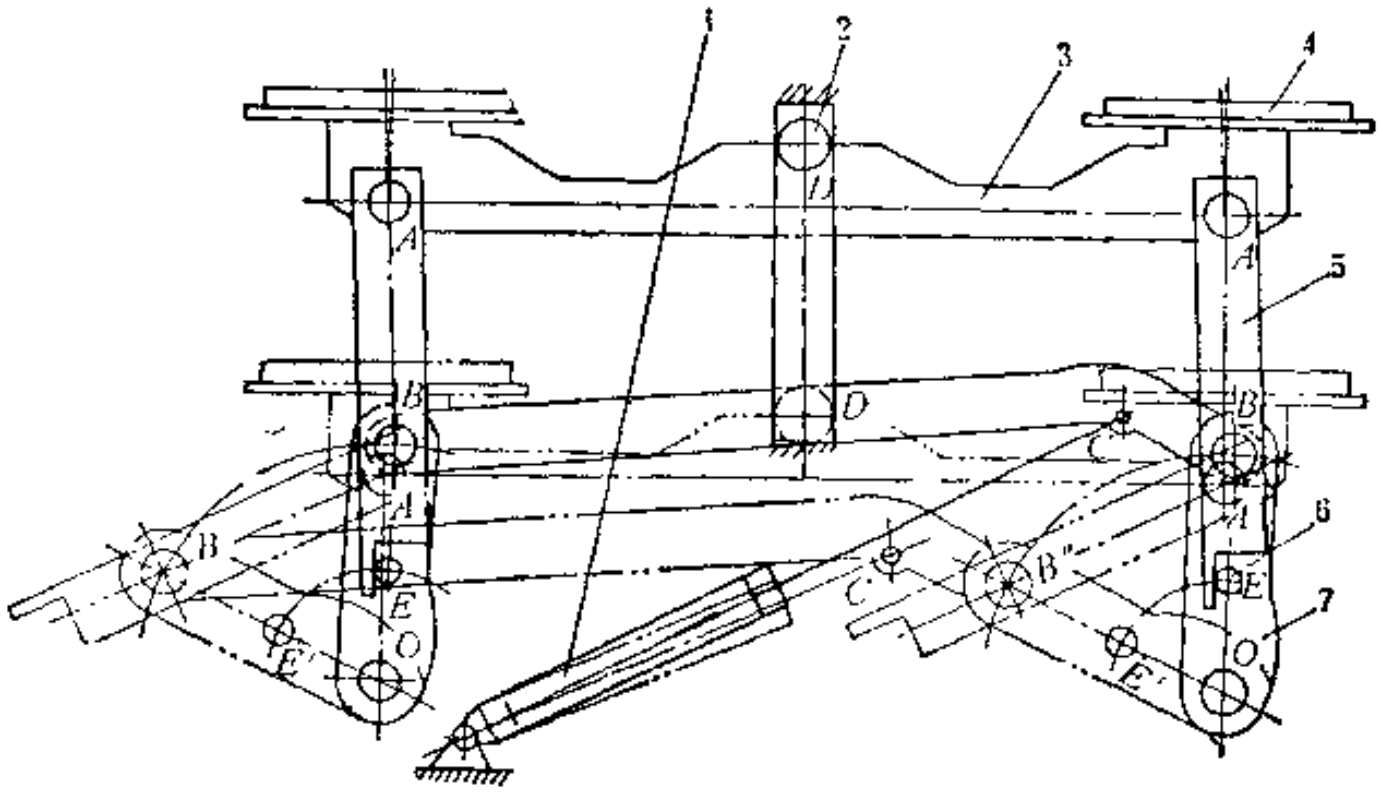


图 2-4-83　下夹盘动作示意图

1—下水缸；2—辊轮；3—托架；4—下夹盘；5—上连杆；6—限位销；7—下连杆

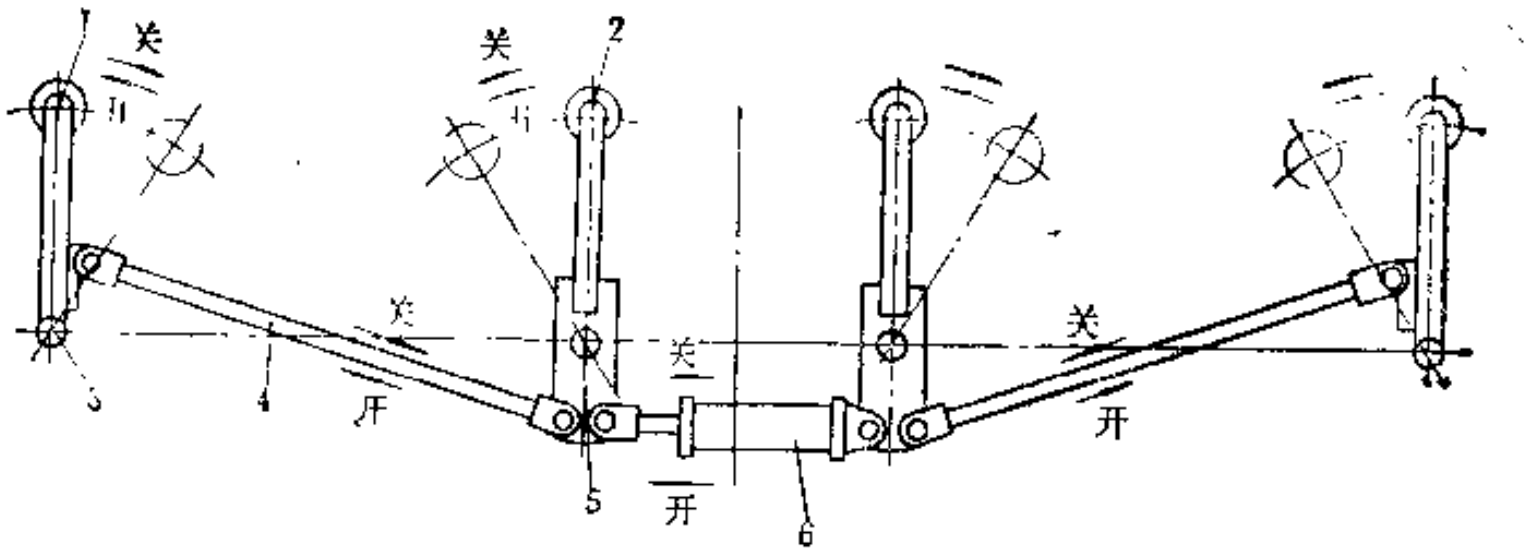


图 2-4-84　前挡胎辊开关机构动作示意图

1、2—前挡胎辊；3、5—轴；4—连杆；6—中间气缸

样当绿色活动梁处于下方气缸进气时，气缸体保持不动，而活塞杆带动绿色活动梁上提夹持轮胎。当横梁17翻转后，绿色活动梁转到上方，黄色活动梁转到下方，此时气缸18进气时，活塞杆保持不动，而缸体带动黄色活动梁上提夹持轮胎。当轮胎充气冷却完毕时，气缸18排气，活动梁靠其自重下降至卸胎位置。

活动梁14利用前后两组导向杆15和22导向，因此上下移动时比较平稳。

锁环机构16是后充气装置的核心部分。工作时轮胎由活动梁气缸18提起，夹持在上、下夹盘21和8之间，由轴套13的接管进气，使锁轴7沿着空心轴12下压，将上下夹盘均布交错的牙齿咬合。外胎子口和夹盘的钢圈部分能够紧密吻合，而后，进行锁环的锁紧。锁紧时的动作见图2-4-86。由锁环气缸1推动转臂3旋转，将锁环机构锁紧，并碰机动阀6和限位开关8，使压缩空气从上托盘19（图2-4-85）的进气口充入外胎内。当轮胎内腔总压力大于 锁轴7 中小气缸的压力时，则上夹盘21缓慢地张开至轮辋宽度所要求的位置，并由碰块触动限位开关11，通过传动机构使横梁17的轴转动。

锁环机构采用机动阀和零压开关等装置作为连锁保护措施。当锁环机构锁住轮胎后，机动阀切断锁环气缸的气源，零压开关在轮胎内腔有压力时，使之不能打开锁环机构卸胎。轮胎充气完毕也由锁环气缸将锁紧机构打开。挡胎杆4（图2-4-85）由气缸25操纵而下降，轮胎即可卸出。上下夹盘21、8间的距离可用垫圈20和锁环5上的螺纹进行调节。传动机构9是吊挂式的。下部由一双层弹簧减震机构所支承，因此横梁转动时无噪音、平稳。当横梁翻转时，有一安全钩26靠自重可将上活梁钩牢。

左右侧调距机构2由手柄、轴、锥齿轮、螺杆、滑套、移动架及限位辊等组成，其作用是改变挡胎杆和两旁限位辊23的位置，以适应各种规格的轮胎，并使之准确地进入后充气装置。辊道24同样呈倾斜安装，可使轮胎借重力自行卸出。

上述四工位翻转型后充气装置动作程序见图2-4-87。

图2-4-88是四工位翻转型后充气装置的另一种结构型式，安装在LL-B1310/2.95×2和LL-AB1400/3×2型轮胎定型硫化机上，其结构由锁环机构1、活动梁2、转动支架3、升降气缸7、辊道9、挡胎器11及钢丝绳10等组成。它与前述后充气装置的不同点是用水缸4驱动齿条12及配合齿轮使活动支架3翻转。用升降气缸7与钢丝绳10牵引活动梁2的提升或下降。活动梁2上的辊子5被提升进入转动支架3的凹槽后外胎进入充气位置充气，同时活动梁才可

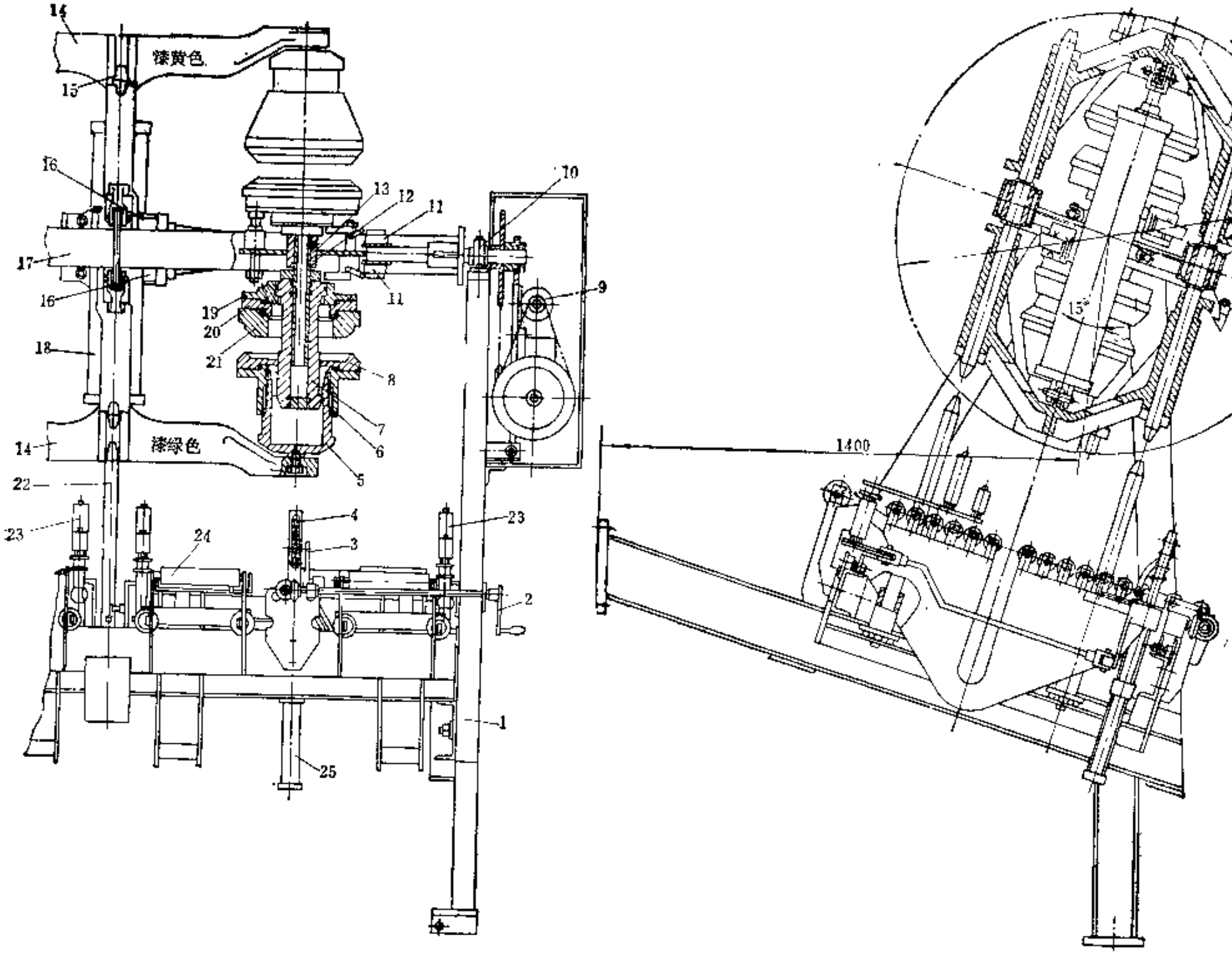


图 2-4-85 四工位翻转型后充气装置（一）

1—机架；2—挡胎杆调距机构；3—限位开关；4—挡胎杆；5—锁环；6—下托盘；7—锁轴；8—下夹盘；9—传动机构；10—轴承座；11—限位开关；12—空心轴；13—轴套；14—活动梁；15、22—导向杆；16—锁环机构；17—横梁；18—活动梁气缸；19—上托盘；20—垫圈；21—上夹盘；23—限位辊；24—辊道；25—气缸；26—安全钩

翻转。当辊子5下降脱离凹槽后，外胎才可就位。

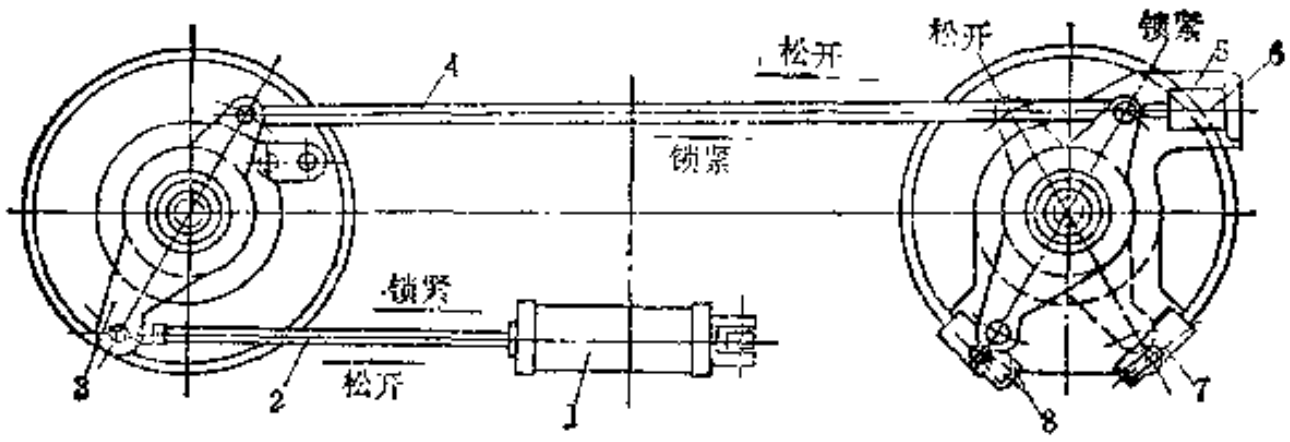


图 2-4-86　锁环机构动作示意图

1—锁环气缸；2、4—连杆；3—转臂；5—开关板；6—机动辊；7、8—限位开关

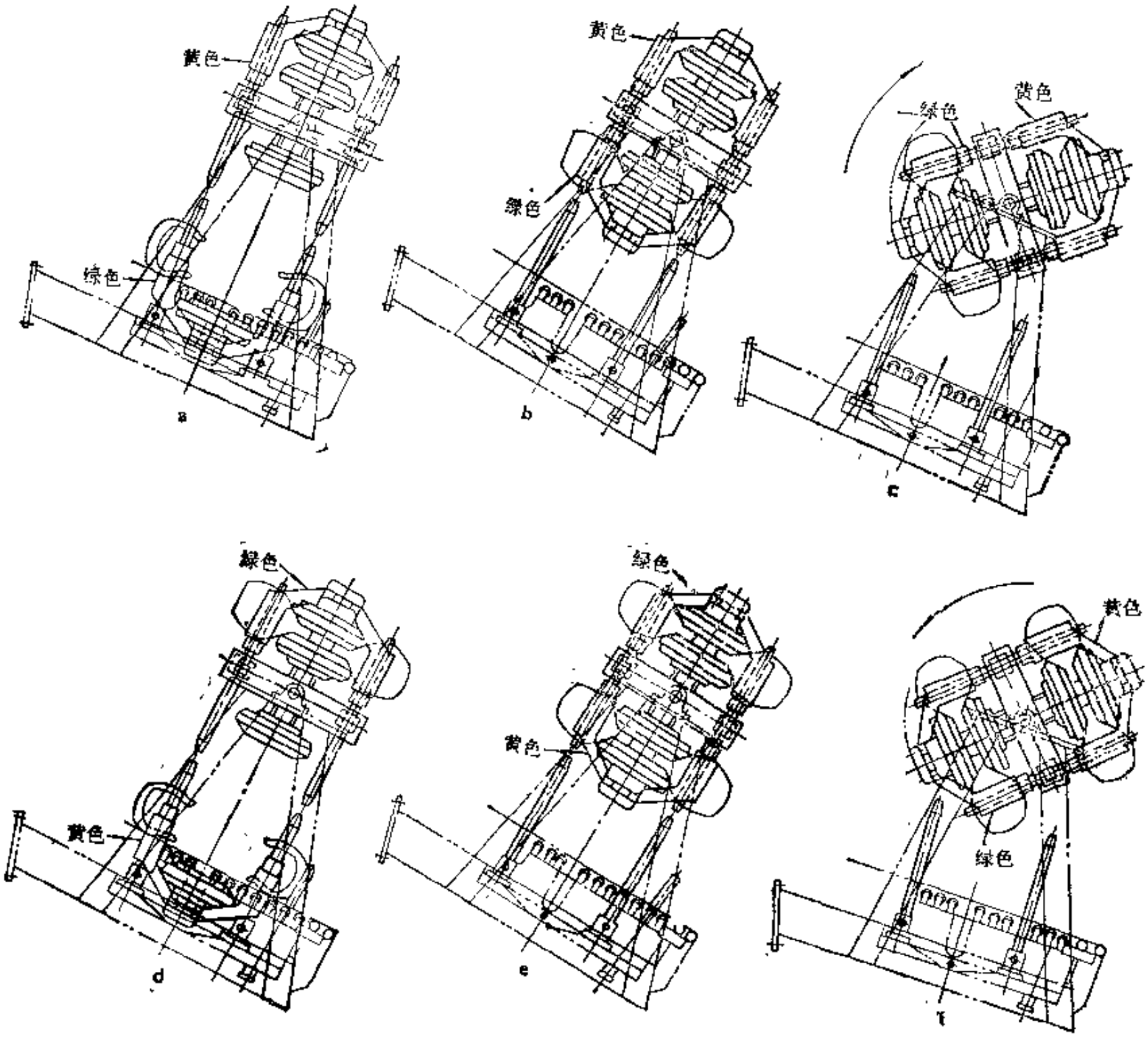


图 2-4-87　四工位翻转型后充气装置动作程序示意图

a—后充气装置空着、绿色活动梁开着、外胎就位；b—绿色活动梁闭合，锁紧充气；c—活动梁翻转；d—黄色活动梁开着，外胎就位；e—黄色活动梁闭合，锁紧充气；f—后充气装置翻转至1位置，绿色活动梁的外胎放气，释放充气冷却完毕的外胎

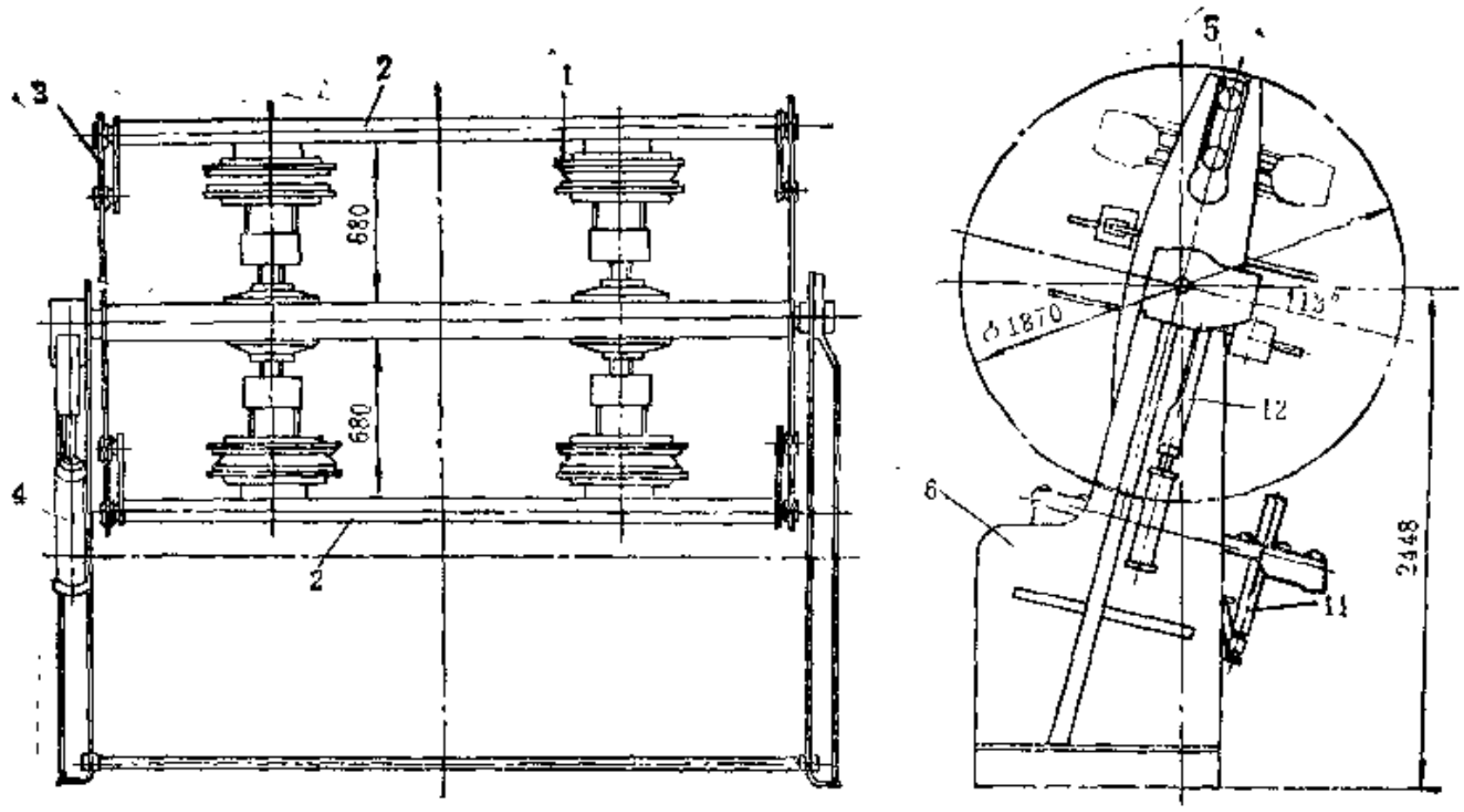


图 2-4-88 四工位翻转型后充气装置（二）

1—锁环机构；2—活动梁；3—转动支架；4—水缸；5—辊子；6—墙板；7—升降气缸；8—横梁钢丝拉杆；9—辊道；10—钢丝绳；11—挡胎器；12—齿条

（三）单工位后充气装置

单工位后充气装置适用于尼龙帘线工程轮胎的充气冷却。图 2-4-89所 示 为LL-B2160/8.6轮胎定型硫化机配套的单工位后充气装置。这种充气冷却装置呈升降式，主要由 夹持 机构、左右挡胎臂、后挡胎臂、辊道支架、气缸、活动辊道、前后辊道和上下夹盘等组成。

夹持机构安装在主机架的中部，由上下夹盘6和8、压紧气缸5和传动装置7等组成。由电机经两级斜齿轮减速器通过三角皮带传动T型螺杆，可使下夹盘8升降。螺杆上设有 碰 杆，固定在碰杆上的上下碰块的位置可以调整。当下夹盘8上升至预定位置时，下碰块触 动 限位开关发出信号，使电机停止，从而控制上、下夹盘之间的距离，以适应各种规格轮胎的轮辋间距。上夹盘6由安装在主机架顶端的压紧气缸5通过连杆推动。当上、下夹盘合拢时，可迫使胎圈与夹盘轮辋部位吻合，保证轮胎的对中及密封。这时，由固定在连杆上的碰块触动限位开关发出信号，压缩空气从连杆中心孔导入轮胎内腔充气。充气时，随着胎内总压力的增大，当其值大于压紧气缸的下推力时，把上夹盘6顶到主机架的框板上，以使在胎圈间 距 恒定条件下充气冷却。

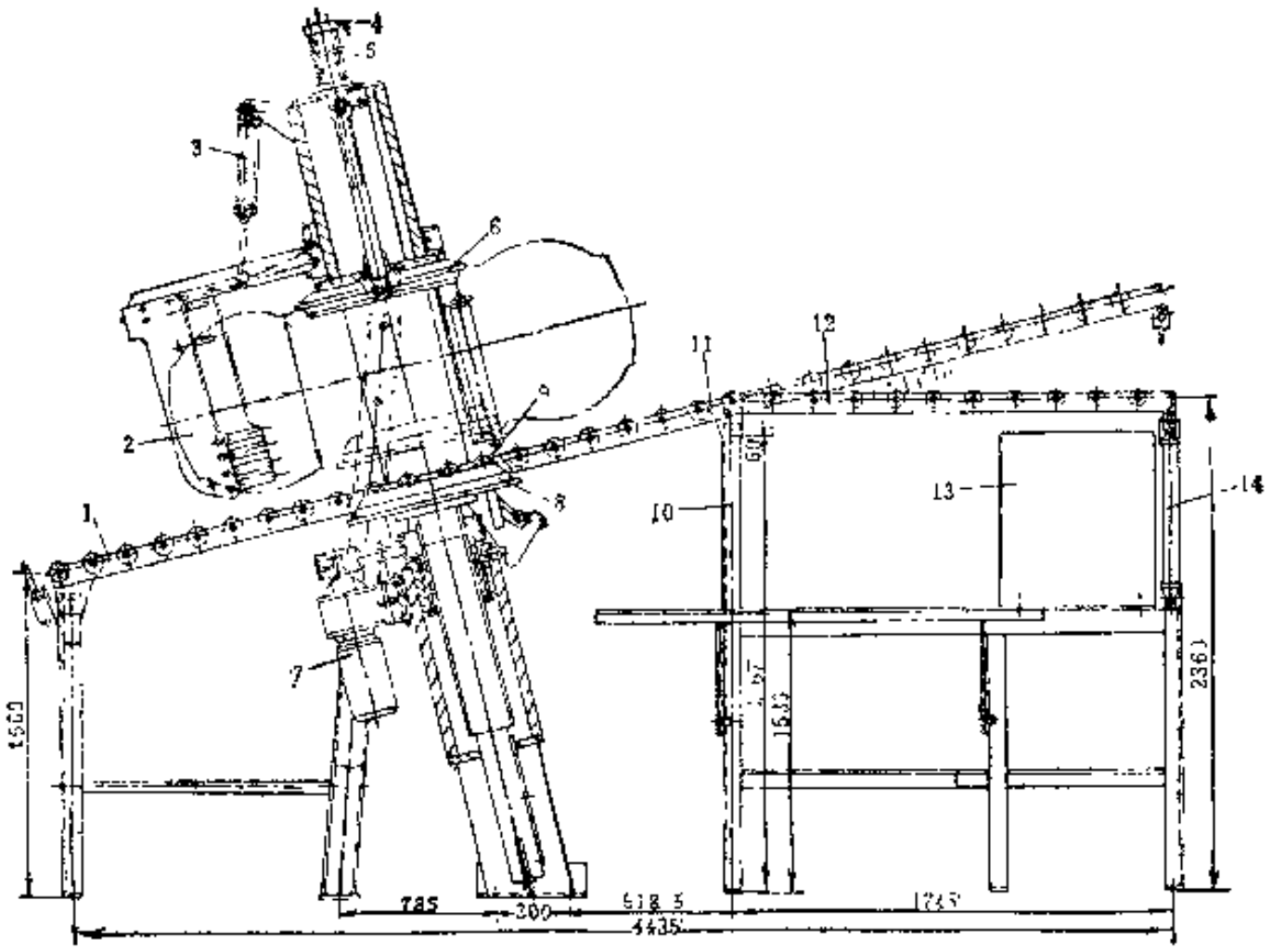


图 2-4-89　单工位后充气装置

1—后辊道；2—后挡胎臂；3—后挡胎臂气缸；4—管路；5—上夹盘压紧气缸；6—上夹盘；7—下夹盘传动装置；8—下夹盘；9—小辊道架；10—辊道支架；11—前辊道；12—活动辊道；13—电控柜；14—活动辊道操纵气缸

这种充气冷却装置还设有左右挡胎臂，分别安装在主机架上部前框板上，它由左、右挡胎架、竖辊和轴等构成。后挡胎臂2安装在主机架上部后框板上，它由后挡胎架、挡臂、辊筒和轴等组成。后挡胎臂的两个挡臂向后伸出时与中心线成一定角度，LL-B1900/6.6硫化机为45°，LL-B2160/8.6硫化机为41°。左、右挡胎臂和后挡胎臂所形成的四点式挡胎位置可以调节，以适应不同外径的轮胎，使轮胎基本对中。当轮胎充气时，后挡胎臂操纵气缸3动作，使整个臂上提，让胎冠处于自由状态。

主机架是该装置的受力部件，承受轮胎充气时的全部作用力。它由厚钢板焊接成整体框架，具有足够的强度和刚度，保证轮胎充气冷却过程的正常进行。主机架呈倾斜安装。前后辊道、小辊道架和活动辊道组成辊道输送系统，用于将刚硫化好的轮胎送入后充气装置中心位置，并将充气冷却好的轮胎顺利滚出，其结构系由焊接的辊道架和若干个辊筒组成。前后辊道固定在辊道支架上，两对小辊道架用螺栓压紧在主机下部框板上。辊道辊筒外圆切线呈约14°10′倾斜角。活动辊道呈水平设置，其一端与前辊道架铰接，另一端设有单作用气缸。当主机机械手将轮胎放在活动辊道12上之后，机械手上升一段距离碰限位开关并发出信号，使气缸14上推活动辊道呈一倾角，轮胎靠自重作用滚入后充气装置中心，之后活动辊道靠自重下降复位。安装在主机架前框板右侧的小辊道架上设有一个带重锤的活动辊筒，当轮胎进入后充气装置中心时，压下活动辊筒碰限位开关并发出信号，启动电机使下夹盘托着轮胎上升。

单工位后充气装置的主要性能参数如表2-4-38所示。

表 2-4-38　单工位后充气冷却装置主要性能参数

主要参数 \ 机器型号	LL-B1900/6.6	LL-B2160/8.6	主要参数 \ 机器型号	LL-B1900/6.6	LL-B2160/8.6
适用轮胎胎圈范围，in	最大38	20～38	下夹盘升降速度 mm/s	约40	约29
适用轮胎最大外径 mm	1630	1880	卸胎辊运动角度	约13°40′	约14°10′
轮胎充气压力，MPa	1.4	0.8	电机：功率，kW	2.2	3
操作气缸用压力，MPa	0.6	0.6	转速，r/min	940	710
讯号用压力，MPa	0.35	0.35			

注：1in＝0.0254m。

第六节　润滑装置和模型隔离剂喷雾器

轮胎定型硫化机用的润滑油除减速器用稀油外，其余部位皆用润滑脂。润滑系统采用自动润滑和手工润滑相结合。自动润滑系统由柱塞式干油泵、回流阀及干油分配器等组成。A型和B型轮胎定型硫化机自动润滑系统的润滑部位分别见图2-4-90和图2-4-91。

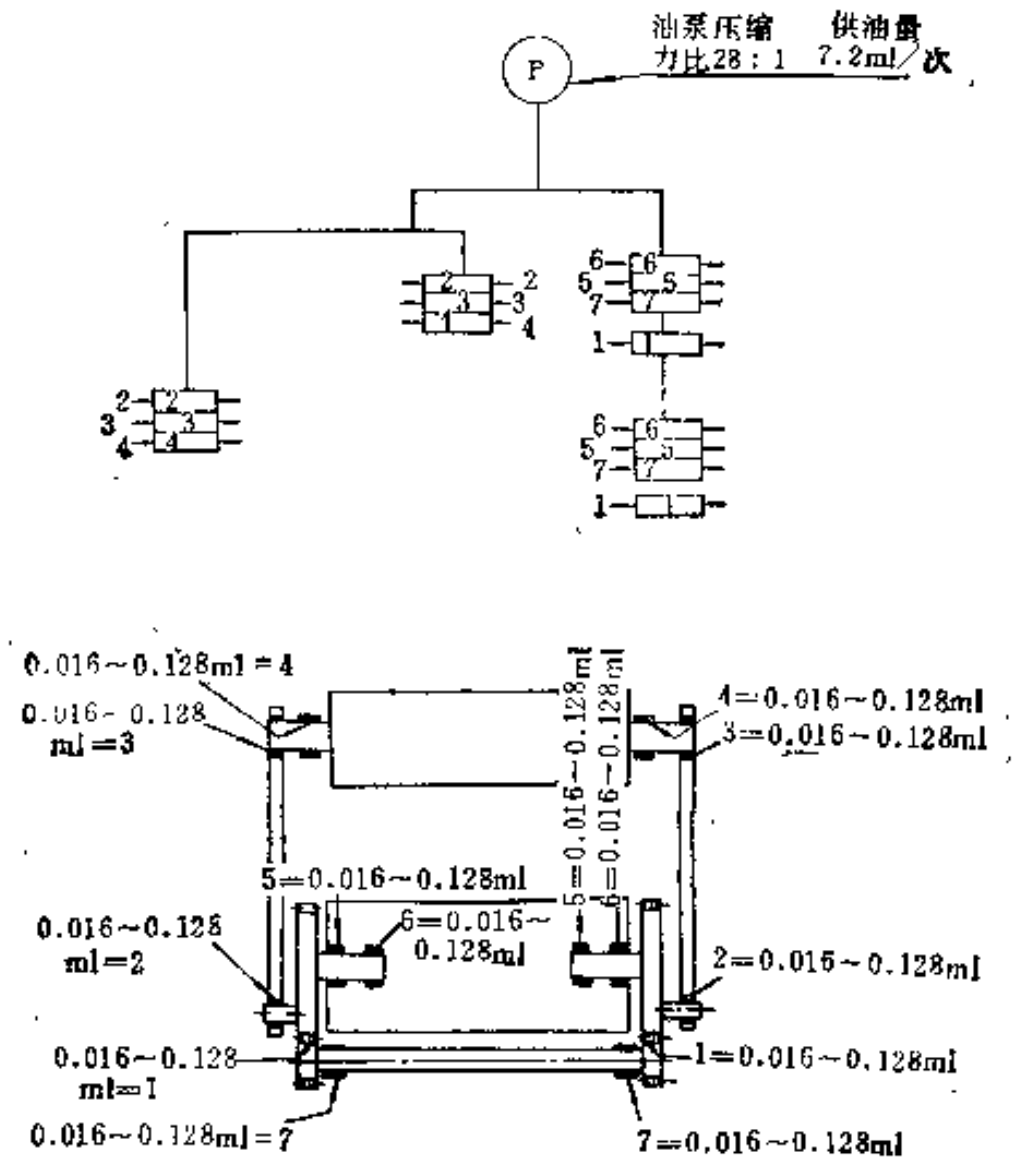


图 2-4-90　A型轮胎定型硫化机润滑部位

1—曲柄齿轮副；2—连杆下轴承，3—连杆上轴承；4—导轮；5—曲柄轴承外侧轴承；6—曲柄轴承内侧轴承；7—小齿轮轴轴承

一、柱塞式干油泵

柱塞式干油泵有立式和卧式两种形式，而卧式柱塞干油泵也有两种结构形式，如图2-4-92和图2-4-93所示，两者均由浙江玉环县机械配件厂生产。以图2-4-92为例，主要由气缸1、

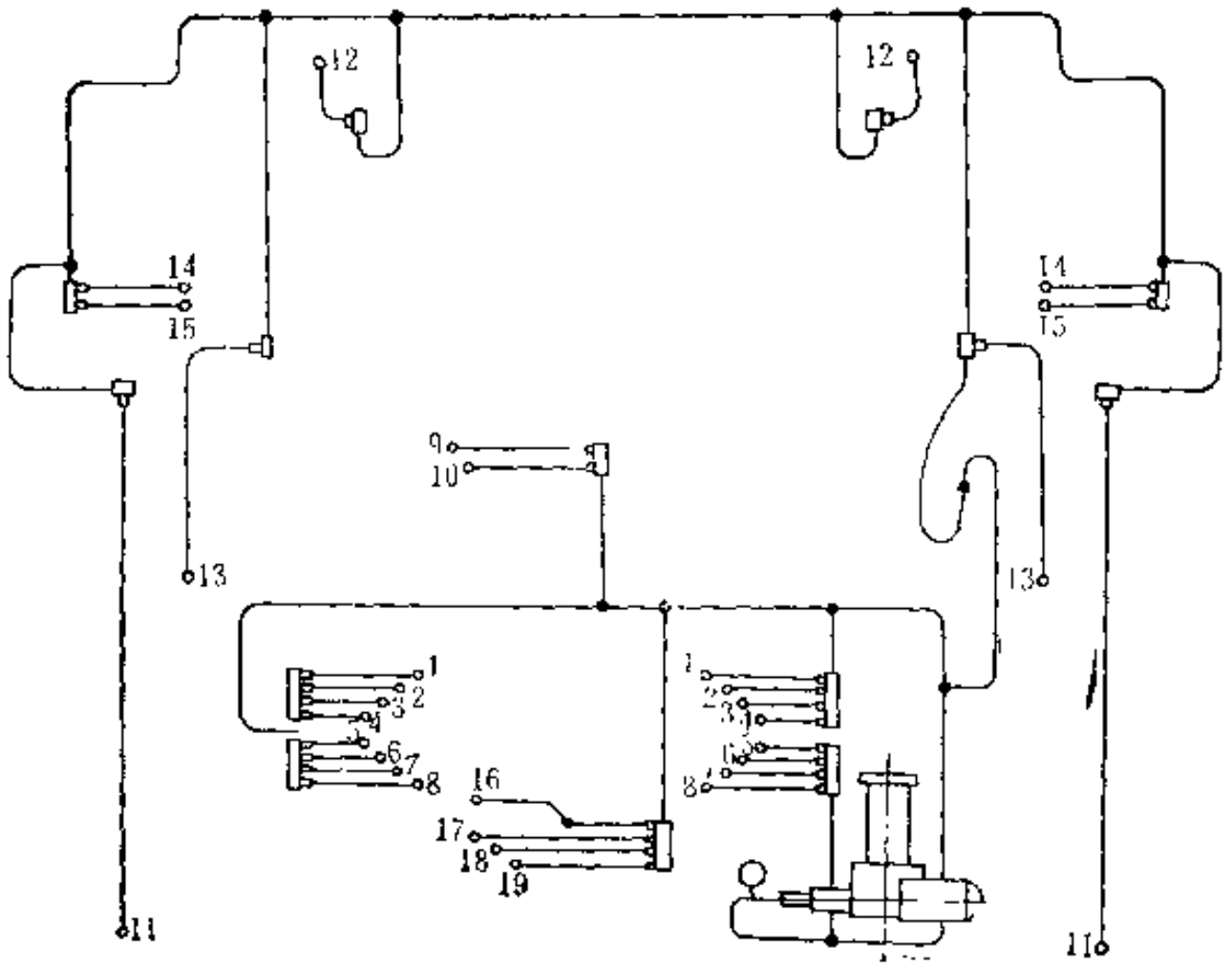


图 2-4-91　B 型轮胎定型硫化机润滑部位

1—曲柄轮轴外侧轴承；2—曲柄轮轴内侧轴承；3—传动齿轮中间轴外端轴承；4—传动齿轮中间轴内端轴承；6—蜗轮轴左右轴承；6—卸胎臂轴左右轴承；7—曲柄齿轮副；8—传动齿轮中间大齿轮副；9—卸胎臂中间右轴承；10—卸胎臂中间左轴承；11—连杆下轴承；12—左右连杆与上横梁端面间垫圈；13—左右小拉杆导轮；14—上横梁左右轴颈导轮；15—连杆上轴承；16—球形轴；17—推缸臂右轴承；18—推缸臂中间轴承；19—推缸臂左轴承

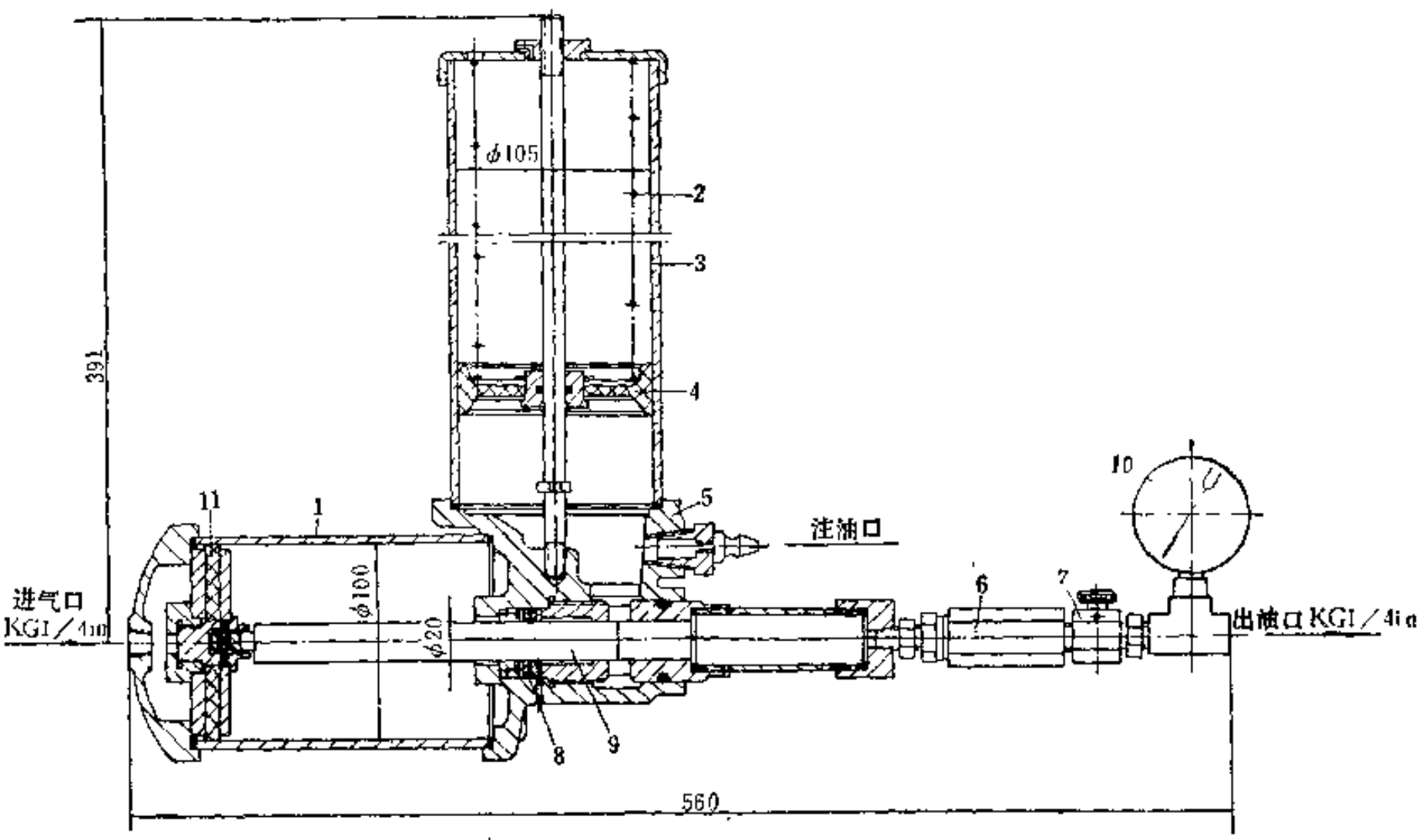


图 2-4-92　QYB-20气动卧式柱塞式干油泵

1—气缸；2—弹簧；3—贮油筒；4—活塞；5—泵体；6—回流阀；7—放油阀；8—密封圈；9—柱塞；10—压力表；11—气缸活塞

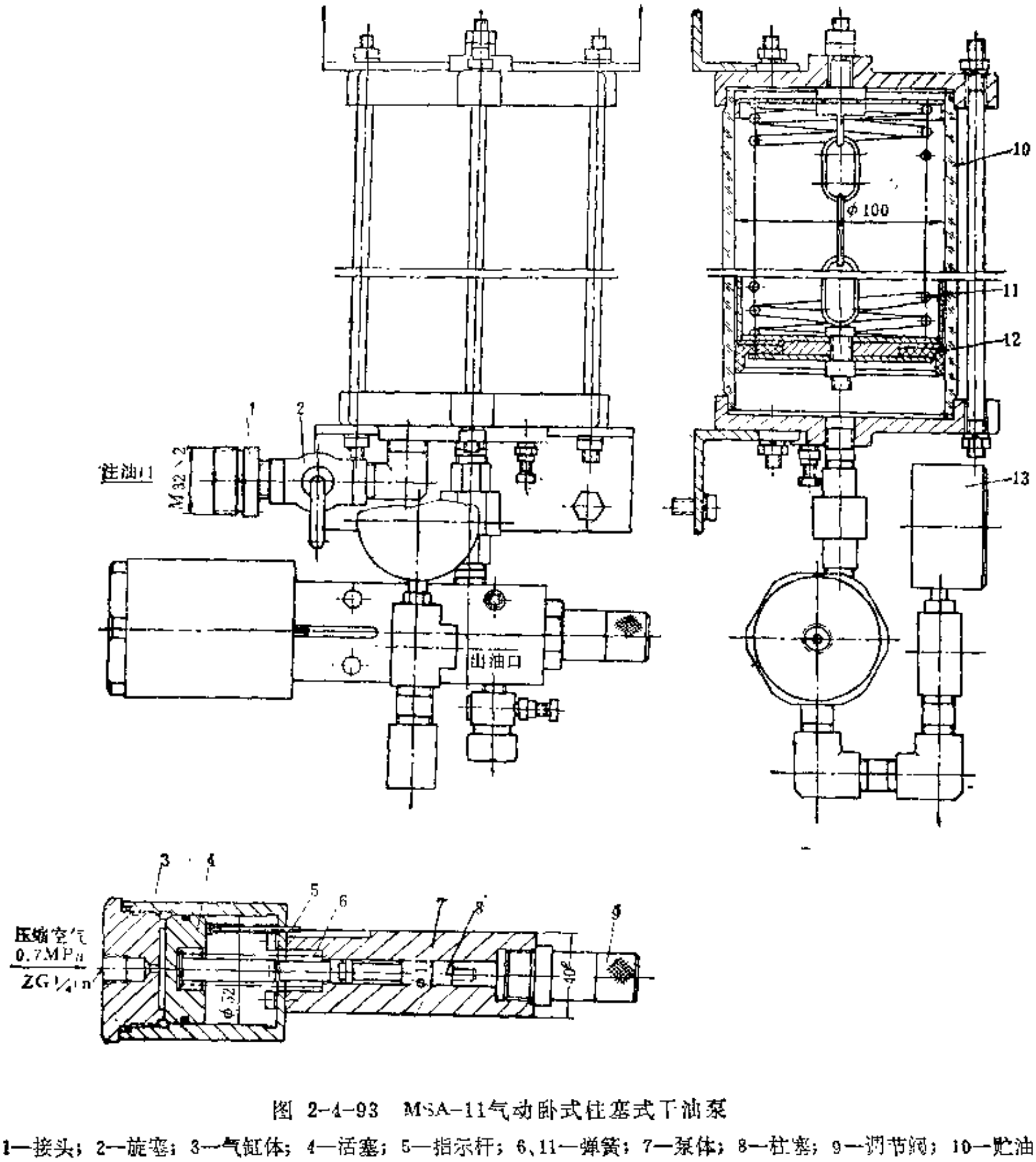


图 2-4-93　MSA-11气动卧式柱塞式干油泵

1—接头；2—旋塞；3—气缸体；4—活塞；5—指示杆；6、11—弹簧；7—泵体；8—柱塞；9—调节阀；10—贮油筒；12—皮碗；13—压力表

贮油筒3、活塞4、柱塞9、油缸座5、弹簧2、回流阀6和放油阀7等组成。用注油枪人工向贮油筒3注入润滑脂，在弹簧2和活塞4的压缩下，注入油缸座5和油泵泵腔。当气缸1的尾部通入压缩空气时，气缸活塞11推动活塞9将泵腔内的润滑脂通过回流阀6和放油阀7压入润滑系统的干油分配器，最后润滑脂从分配器进入各润滑部位。回流阀6用于保证油路系统正常工作。放油阀7用于排除油泵内残存的空气

硫化机每开动一次，主令控制器发出一个信号，气缸1的活塞11动作一次，油泵输出一次润滑脂。油泵属间歇式供油。润滑脂的一次输出量为42ml，通过干油分配器到达每个润滑部位的一次给油量约为0.11～0.15ml。必要时，可手动操作主令控制器，油泵按需要进行给油。

卧式柱塞式干油泵的气缸活塞11和柱塞9的面积比为25:1，这样当气缸通入0.6～0.7

MPa的压缩空气时，可使输出油压达到15～17.5MPa。为保证硫化机各润滑部位正常给油，要求油泵输出压力不低于14MPa，分配器的注油压力不低于8.5MPa。这种油泵的活塞11用0.25～0.3MPa压缩空气退回，当密封圈8的密封性能差时，空气容易进入油路系统，影响给油。

MSA-11干油泵的结构和QYB 20干油泵相似，但一次出油量要小得多，因此在使用时必须配用能顺序依次给油的M·35T和MJ-10T分配器。

卧式柱塞式干油泵的主要性能参数如表2-4·39所示。

表 2-4-39 卧式柱塞式干油泵的主要性能参数

主要参数 \ 油泵型号	QYB-20	MSA-11	主要参数 \ 油泵型号	QYB-20	MSA-11
最大输出压力，MPa	17.5	21	柱塞直径，mm	20	11
最小输出压力，MPa	12.5	8	柱塞行程，mm		10.2～21.3
压缩空气压力，MPa	0.5～0.7	0.42～1.05	柱塞往复一次最大给油量，cm^3	42	0.6～1.12
气缸直径，mm	100	52			

图2-4-94为立式柱塞式干油泵，工作原理和图2-4-92基本相同。工作时气缸通入压缩空气，活塞7推动柱塞9，润滑脂在压力下涨开密封圈8而送往润滑系统。活塞7由弹簧6复位。这种结构空气不易渗入油泵，因此不需安装放油阀。气缸活塞7和柱塞9的面积比为28:1，出油压力为16～19MPa。每开动一次的出油量为7.2ml。

二、手动加油泵

SJB 34手动加油泵用于给上述干油泵加油，其结构如图2-4-95所示。当手柄3往下压时，活塞杆5带着活塞向上运动，套管6下腔内的滑片4被吸引向上抬起，存贮在罐体1内的润滑脂从罐体下端的进油孔吸入活塞的下方。当手柄3向上提起时，活塞杆5带着活塞向下运动，套管6下腔内的滑片下落堵住罐体1下端的进油孔，从而将具有一定压力的润滑脂顶开受弹簧压住的钢球而进入活塞的上方，并通过过滤器7达到出油口。上下往复压动手柄3就能达到向油泵加油的目的。

浙江玉环县机械配件厂制造的SJB-34手动加油泵的油罐容量为0.06m^3，注油活塞直径34mm，活塞行程30mm，每次行程的出油量为17.8cm^3。

三、干油分配器

干油分配器有GF系列和M系列两类，分别见图2-4-96至图2-4-98。GF系列分配器分一点、两点、三点和四点四种。图2-4-96所示是一种两点式干油分配器的结构图。由油泵送来的润滑脂，通过连接器1进入柱塞体2，这时润滑脂的压力≤17.5MPa。润滑脂把柱塞3推向前进，分配器腔中的润滑脂先进入阀体4的限位套阀活塞7的内腔中贮藏着。柱塞3再次推进时，润滑脂把钢球5推开进入管接头12，随后通过管道进入润滑部位。柱塞3推顶到极限位置时，从油泵来的润滑脂进入限位套阀将活塞往上推移，指示杆8露出螺母11。当干油泵活塞退回时，弹簧9把柱塞3推回原处，弹簧10把活塞7往下压，将润滑脂送入分配器阀体4的贮油腔。这时钢球5被弹簧片6弹回，堵塞输出油路。当干油泵活塞前进和退回时，上述动作重复

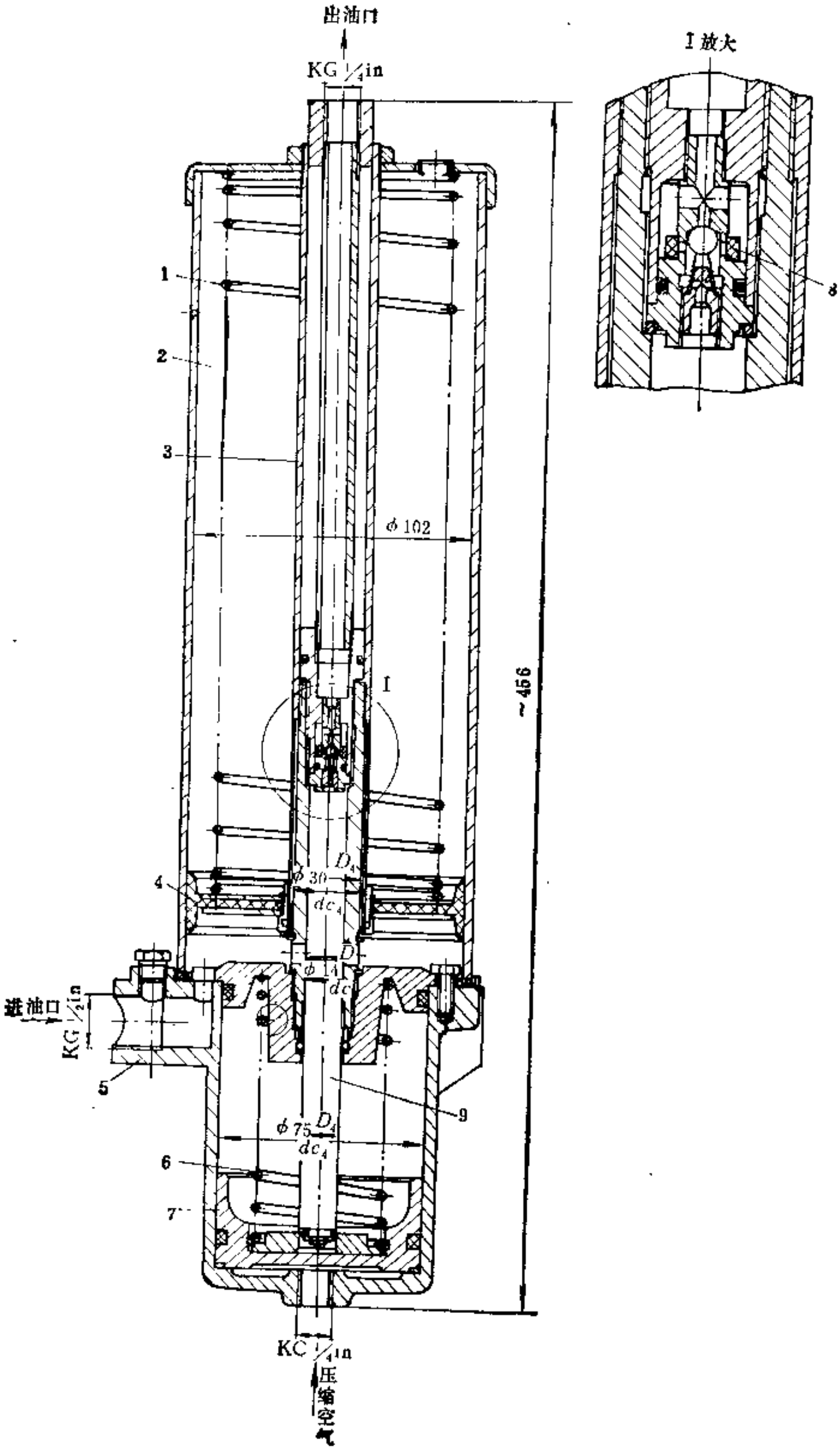


图 2-4-94 立式柱塞式手油泵

1、6—弹簧；2—贮油筒；3—活塞杆；4—活塞；5—泵体；7—气缸活塞；8—密封圈；9—柱塞

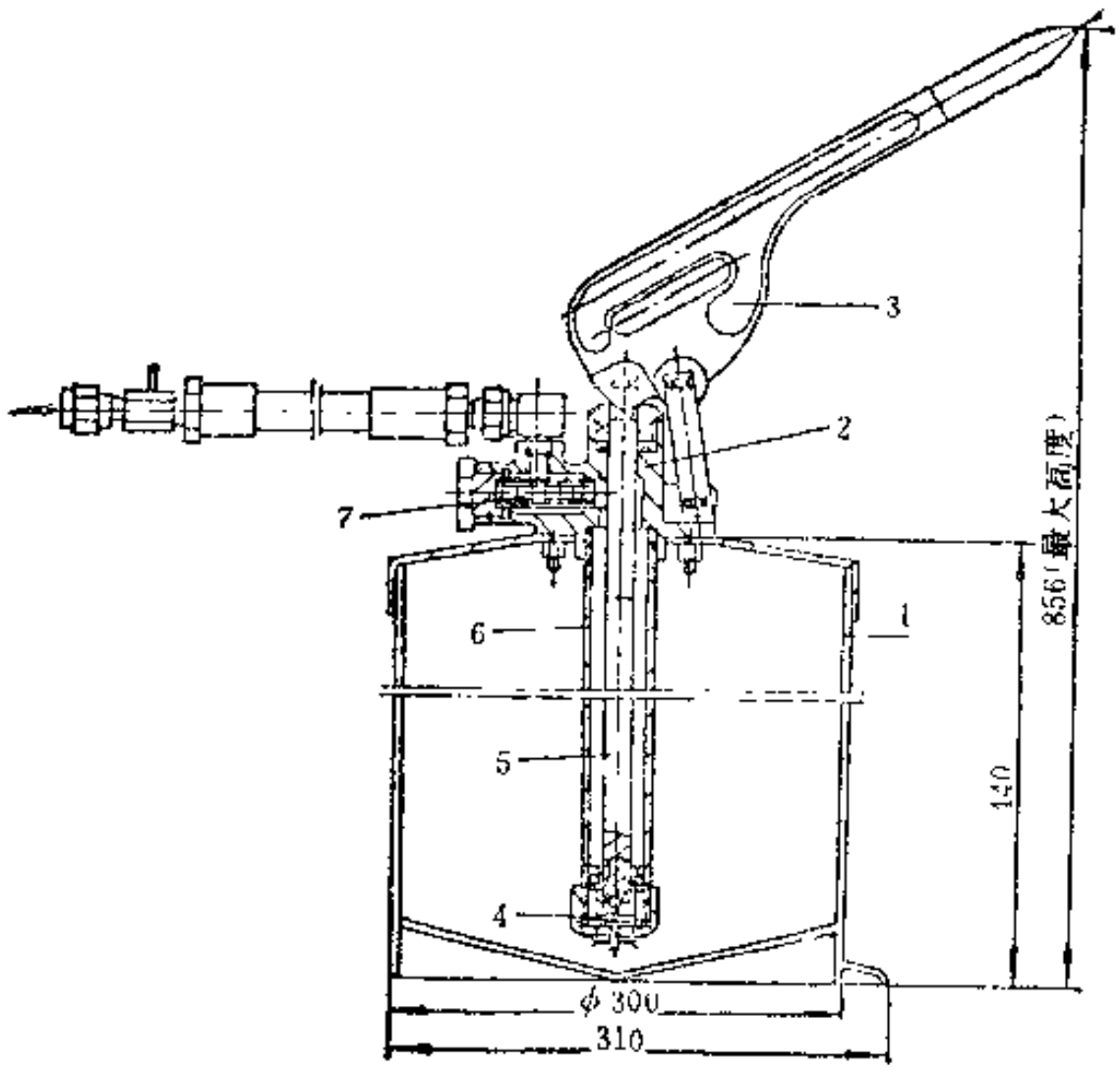
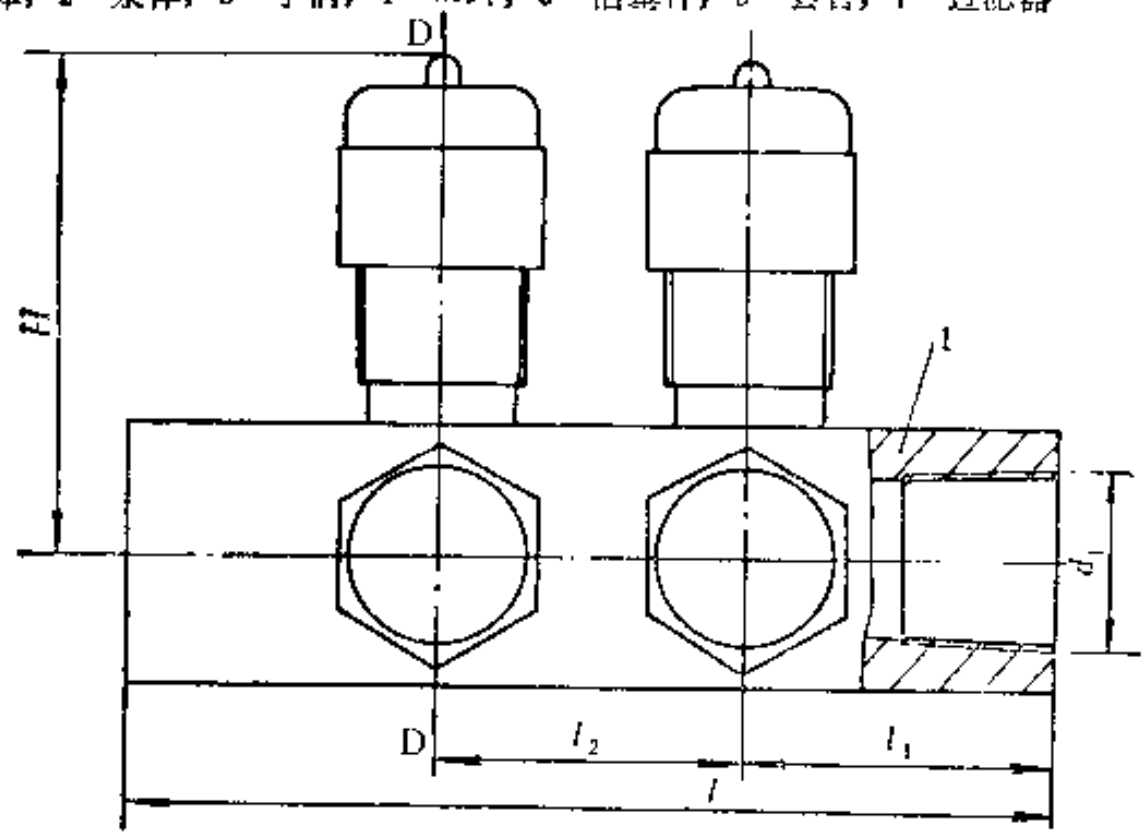


图 2-4-95 SJB-34手动加油泵

1—罐体；2—泵体；3—手柄；4—滑片；5—活塞杆；6—套管；7—过滤器



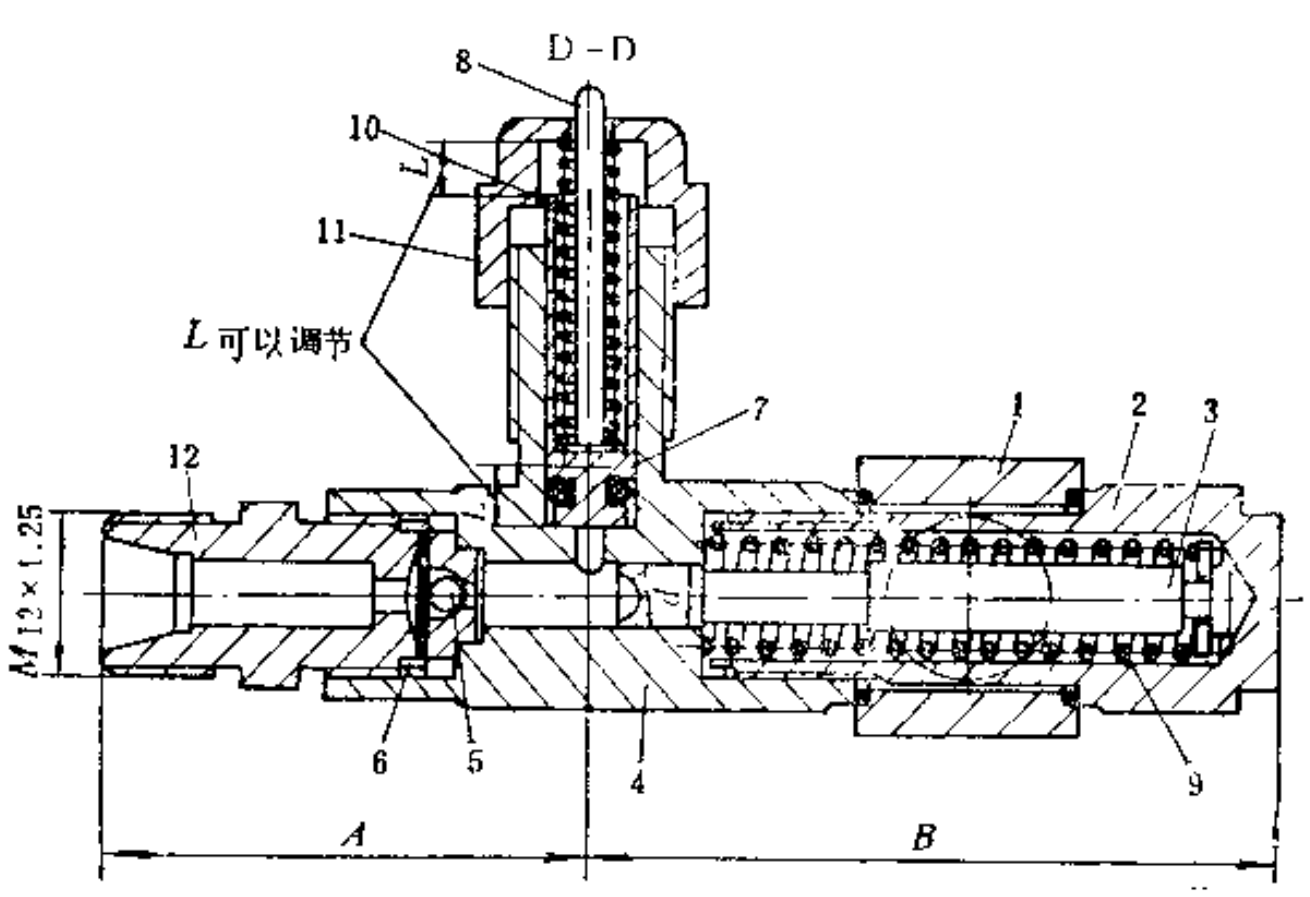


图 2-4-96 GF干油分配器

1—连接器；2—柱塞体；3—柱塞；4—阀体；5—钢球；6—弹簧片；7—限位套阀活塞；8—指示杆；9、10—弹簧；11—螺母；12—管接头

表 2-4-40 GF干油分配器主要性能参数（图2-4-96）

主要参数 \ 型号		GF5-1	GF5-2	GF5-3	GF5-4	GF4-1	GF4-2	GF4-3	GF4-4
柱塞直径，mm		5	5	5	5	4	4	4	4
柱塞往复一次每个润滑部位最大注油量，mL		0.123	0.15	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.11
最大注油压力，MPa		17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
分配器给油点数		1	2	3	4	1	2	3	4
主要尺寸，mm	A	39.3	39.3	39.3	39.3	44.5	44.5	44.5	44.5
	B	49.5	49.5	49.5	49.5	30.5	30.5	30.5	30.5
	H	36	36	36	36	28.2	28.2	28.2	28.2
	l	48	72	96	120	44	66	88	110
	l_1	24	24	24	24	22	22	22	22
	l_2	24	24	24	24	2	22	22	22
	d_1	ZG1/4in	ZG1/4in	ZG1/4in	ZG1/4in	ZG1/8in	ZG1/8in	ZG1/8in	ZG1/8in

注：表中所列为浙江玉环县机械配件厂产品数据。

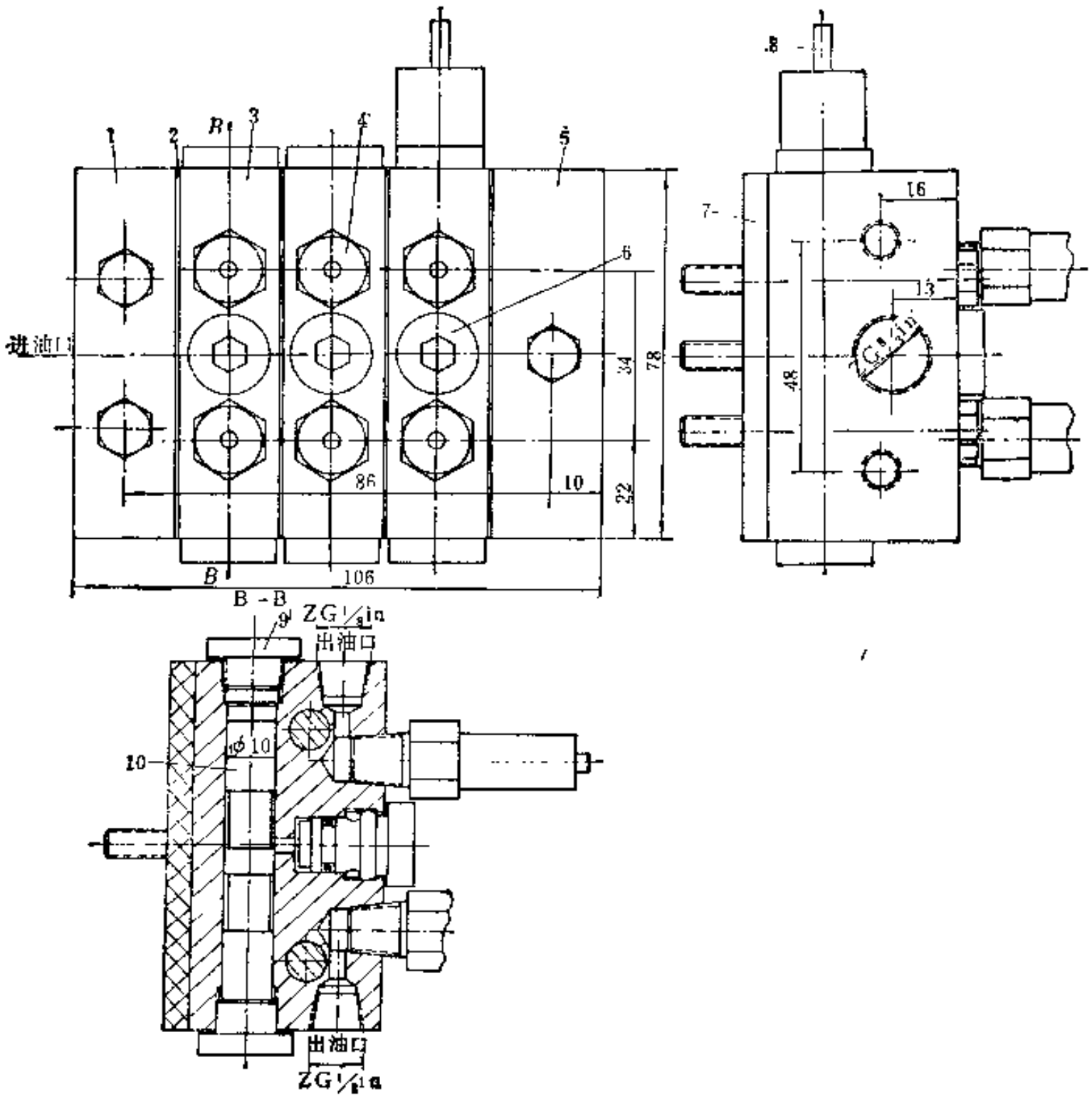


图 2-4-97 M-35T主分配器

1—前端板；2—垫板；3—中间板；4—指示器；5—后端板；6—螺塞；7—板；8—指示杆；9—丝堵；10—柱塞

进行。螺母11用来调节活塞7的行程L的大小，使一次注油量在0.11～0.15ml范围内调节。在使用中如果指示杆8不动，说明分配器有故障。

一点、三点和四点干油分配器的结构与二点干油分配器的一样，只是在连接器上所装的分配器数不同而已。干油分配器的主要性能参数见表2-4-40。

M系列分配器分主分配器（图2-4-97）和次分配器（图2-4-98），其型号分别为MJ-10T和M-35T，均为浙江玉环县机械配件厂产品。这两种分配器组合在一起，可在很低的压力条件下良好工作，依次向各润滑点给油。一个单独的组件可以润滑3～16个润滑点。主分配器上设有指示杆，能显示正常工作信号。此外，主分配器上的指示器能显示管路堵塞情况，并能自动卸除润滑脂，让正常的分配器工作。主分配器将油泵供给的油按比例顺序分给通向各润滑点的次分配器，实现不重复不遗漏润滑。主分配器和次分配器组合使用的安装示意图如图2-4-99所示。

这两种分配器组件的每个出油口都带有单向阀，能防止润滑脂回流。MJ-10T的柱塞直径为6.6mm，每次排油量为0.164ml，M-35T的柱塞直径为10mm，每次排油量为0.575ml。出油压力均为8～21MPa。

四、回　流　阀

回流阀的结构见图2-4-100，它由两个单向阀倒装组合而成。当润滑脂在压力下由KG1/4 in进油口进来时，密封圈8和螺栓7受力压缩弹簧2，回流阀打开，润滑脂进入油路系统。当润滑脂输出以后，柱塞式干油泵压力消失，但油路系统尚会有一定的压力，这个压力顶开钢球4，润滑脂少量倒流，油路系统卸压，使干油分配器的柱塞和活塞在弹簧作用下容易恢复原位，作好下一次的供油准备。不装回流阀，难以保证油路系统的正常工作。

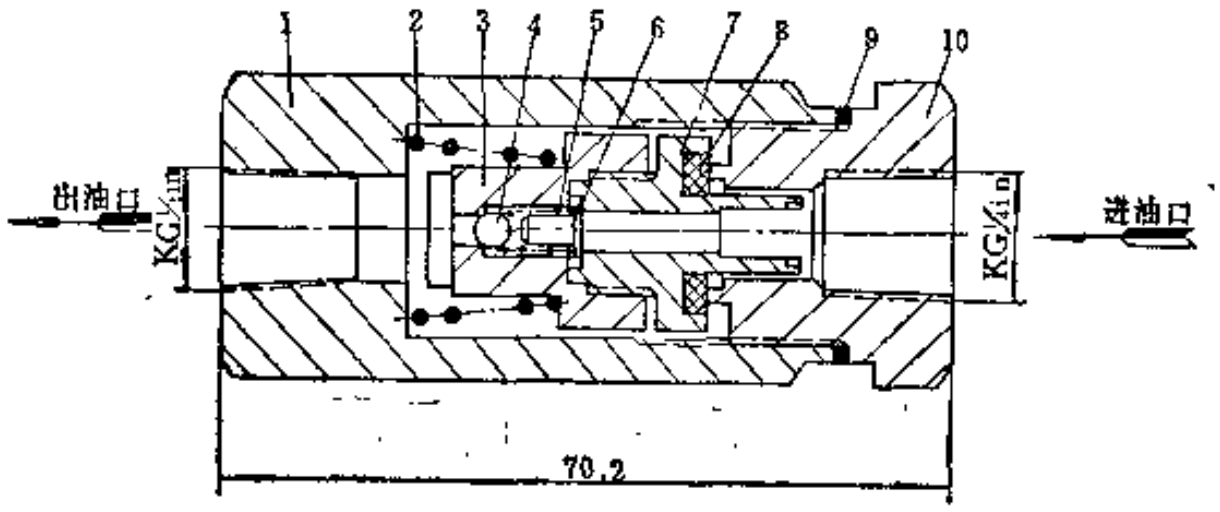


图 2-4-100　回流阀

1—阀座；2、5—弹簧；3、6—弹簧座；4—钢球；7、10—螺栓；8—密封圈；9—垫圈

五、自动润滑系统

自动润滑系统的润滑脂，系采用复合铝基脂ZFU-1，滴点≥250℃，针入度310～350mm$\left(\frac{1}{10}\text{mm}\right)$。在没有异物混入油路系统的情况下，一般不会堵塞管路。使用中，润滑系统的故障，往往是油泵贮油筒及管路系统内有残留空气所造成。当油泵贮油筒无油时，应立即停泵，用油枪注油，并打开油泵输出管路上的放油阀，开动油泵将混入贮油筒内的空气排除。如果管路系统内混进了空气，则应将分配器出口连接的管道卸下，排掉空气，直到润滑脂从最远点的支管上的出油口正常出油为止。

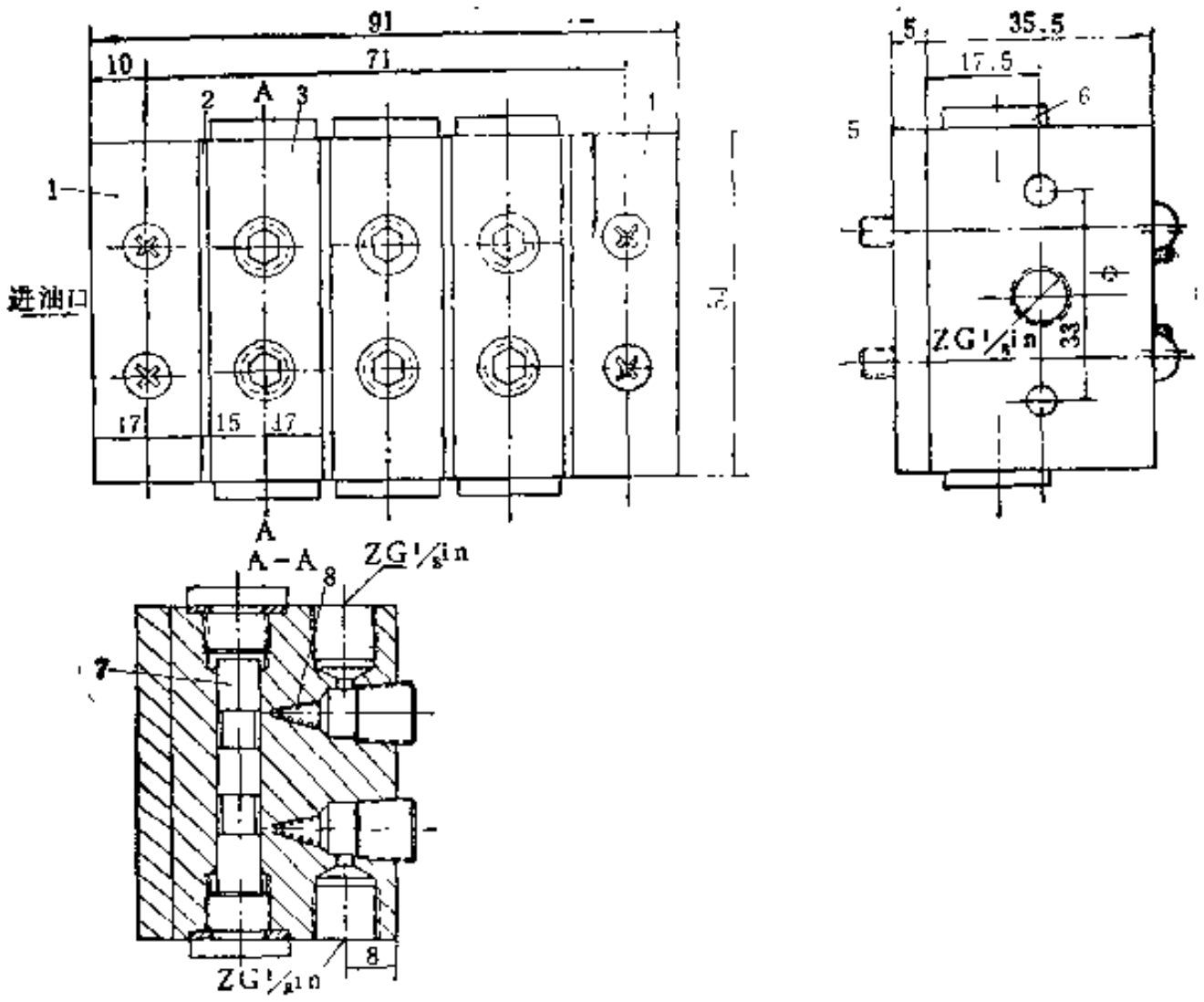


图 2-4-98 MJ-10T次分配器

1—前端板；2—垫板；3—中间板；4—后端板；5—垫板；6—堵头；7—柱塞；8—弹簧

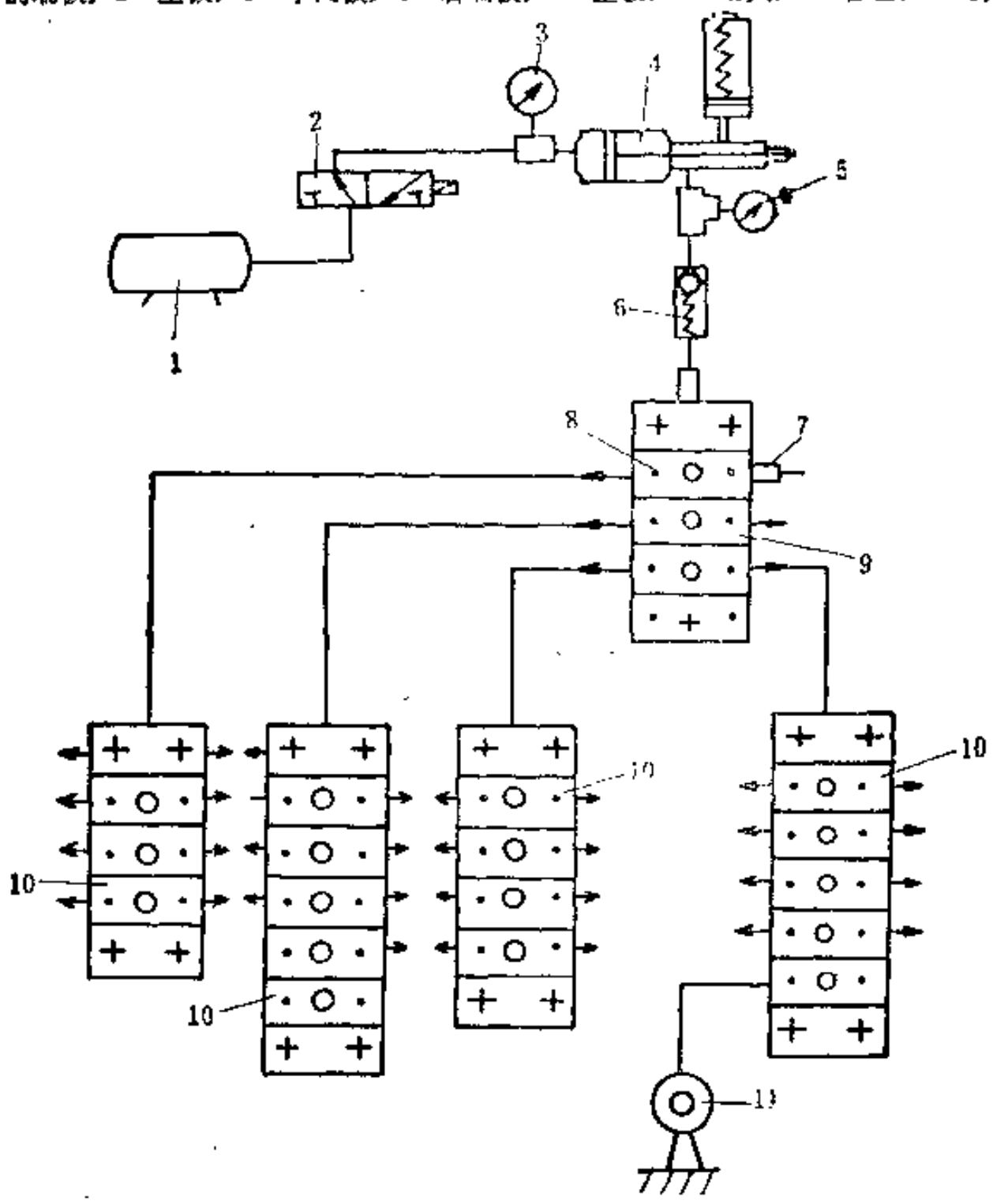


图 2-4-99 主分配器和次分配器组合安装示意图

1—气泵；2—电磁阀；3—压力表；4—油泵；5—出油压力表；6—单向阀；7—周期指示杆；8—指示器；9—主分配器；10—次分配器；11—轴承

六、手工润滑系统

轮胎定型硫化机采用手工定期加油润滑的部位及规则如表2-4-41所示。

表 2-4-41 手工定期加油润滑部位及润滑规则

润滑部位	润滑剂名称	标准及牌号	加油周期	加油方式	备注
蜗轮减速器	齿轮油	SYB1103—62S HL20(冬) HL30(夏)	6个月	换油	
曲柄齿轮	压延机脂	GB493—65 ZGN40-1	每周一次	手工	
横梁轴端辊轮滑块及稳定凸轮	石墨钙基润滑脂	SY1405—65 ZG-S	每周一次	手工	
调模螺栓、上托板、下加热板	MoS_2复合钙基润滑脂	ZFG-1E	1～2月一次	手工	注意上托板加油要适量
囊筒传动	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	
装胎链条及辊子	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	
空气管路油雾器	高速机械油	GB486—65 HJ-5	每周一次	手工	注意调节每秒一滴
卸胎及机械手钢球绳	钢丝脂		每周一次	手工	
齿轮联轴器	石墨钙基润滑脂	SY1405—65 ZG-S	每月一次	手工	
推卸臂轴轴承	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	
中心机构升降机构轴承	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	
后充气装置翻转轴承	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	
时序控制器	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每月一次	手工	
装胎装置有关位置	钙钠基润滑脂	SYB1403—62 ZGN-2	每季一次	手工	

七、模型隔离剂喷雾器

模型隔离剂喷雾器用于向模型喷射硅油乳化液，使轮胎容易脱模。图 2-4-101 为A型轮胎定型硫化机的隔离剂喷雾器，它由阀杆7、活塞8、弹簧13、调节螺栓15、器体6、阀座4、喷雾罩1和气缸9等组成。当0.7MPa的压缩空气进入喷雾器时，气源分两路：一路推动气缸

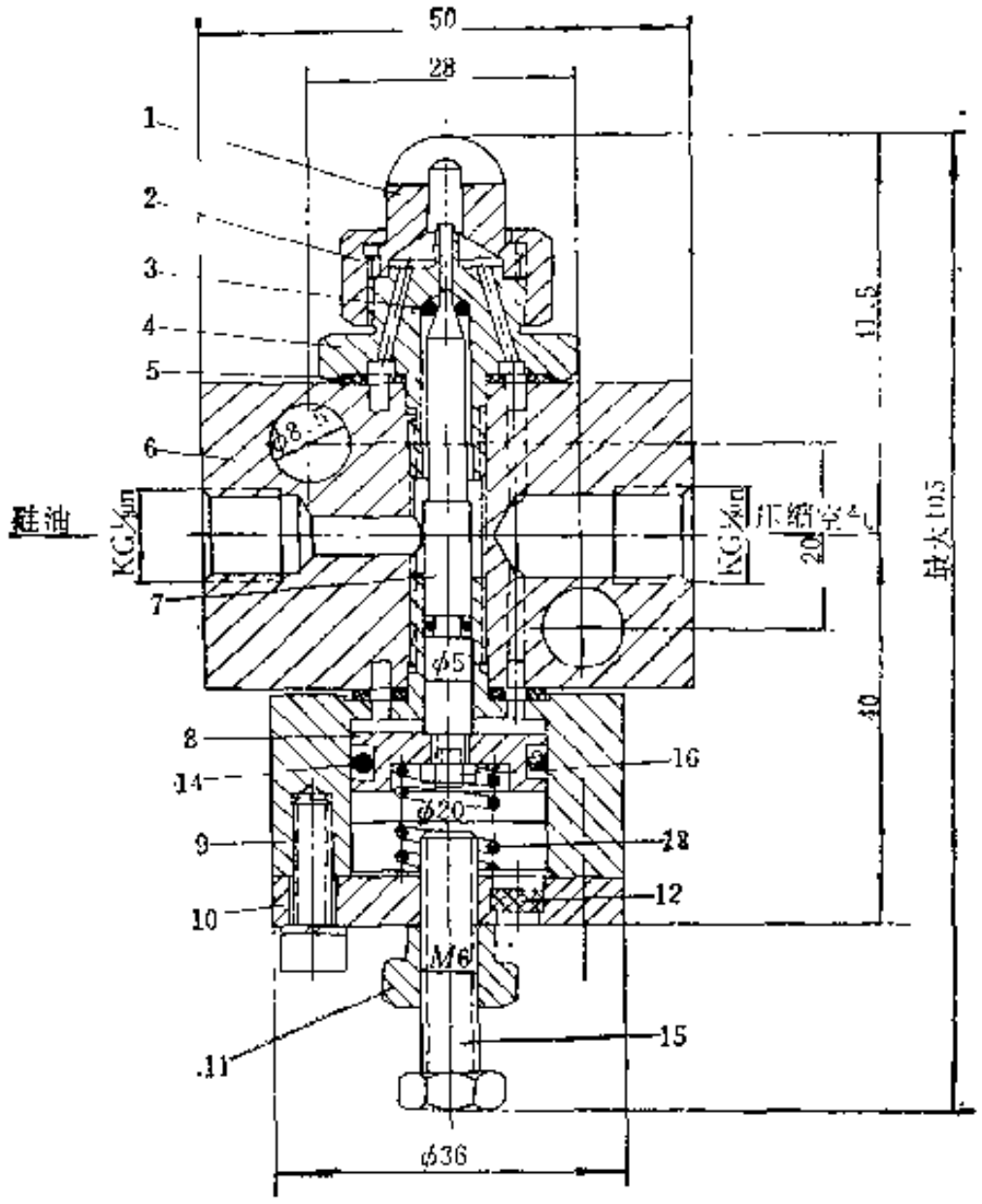


图 2-4-101 喷雾器(一)

1—喷雾罩；2、16—螺母；3、14—O形密封圈；4—阀座；5—垫片；6—器体；7—阀杆；8—活塞；9—气缸；10—气缸盖；11—锁紧螺母；12—过滤块；13—弹簧；15—螺栓

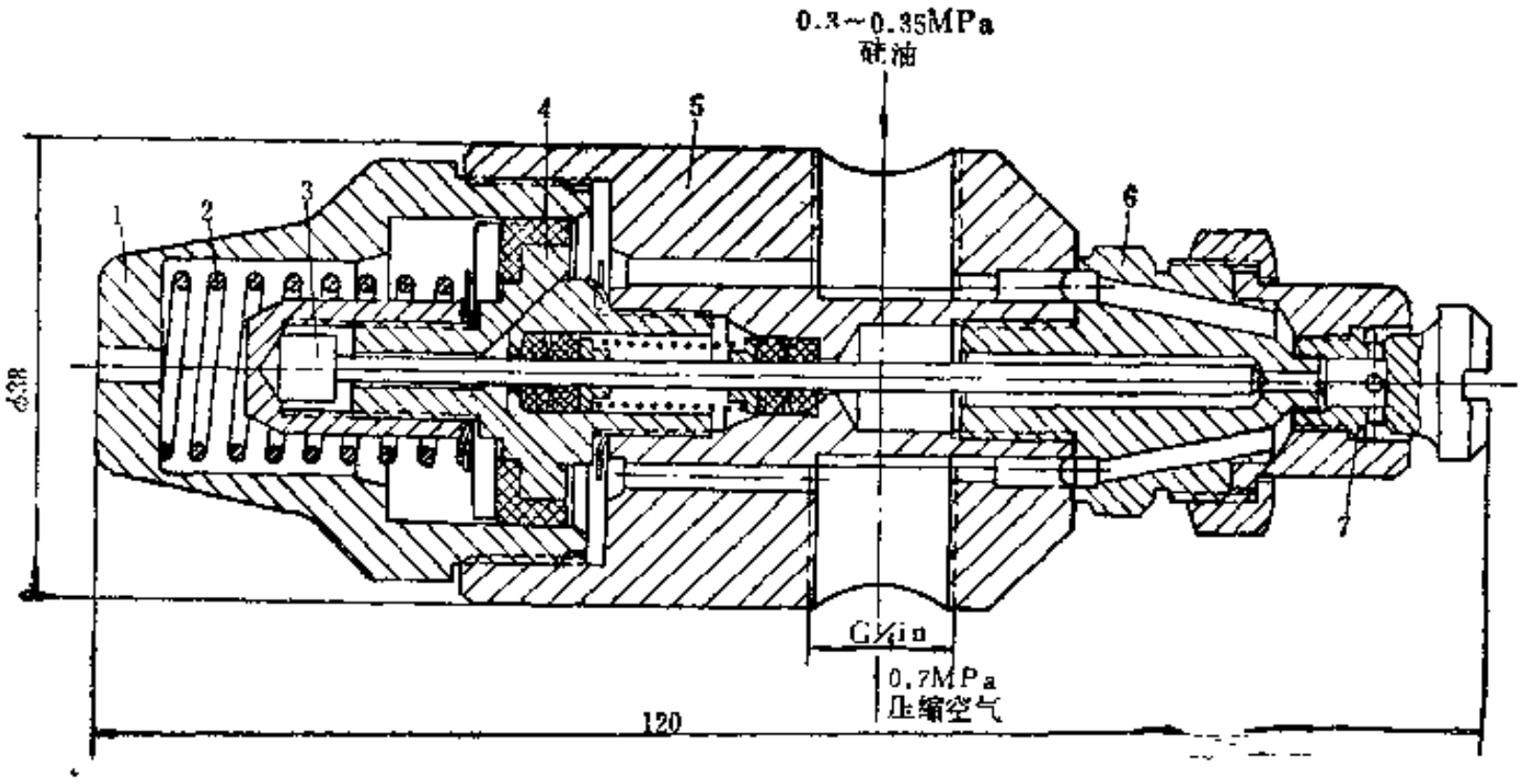


图 2-4-102 喷雾器（二）

1—喷雾器盖；2—弹簧；3—阀杆；4—活塞；5—阀体；6—针阀座；7—喷嘴

活塞8和阀杆7，打开阀座4中间的小孔；另一路进入阀座4通向喷雾罩1。与此同时，压力为0.3～0.35MPa的硅油乳化液通过阀座4中间的小孔送往喷雾罩1，在阀座4中心小孔外周的小孔喷出的压缩空气作用下，使其成雾状喷射到模型上。

喷射量大小，可以通过螺钉15调节压缩弹簧13来调节。关闭压缩空气时，弹簧13使活塞8和阀杆7复位，闭塞喷射孔，停止喷射。

图2-4-102是B型轮胎定型硫化机上的隔离剂喷雾器，其结构与图2-4-101有些差异，但工作原理基本相同，不再赘述。

第七节　轮胎定型硫化机组

一、概　　述

轮胎定型硫化机组是近年来在轮胎定型硫化机的基础上发展起来的一种效率较高的轮胎定型硫化设备。各种定型硫化机功能较全，且自动化、机械化水平较高。虽然如此，但从全面分析来看，它们还存在着一些共同的缺点，如硫化机上不少零部件没有得到充分的利用，像传动装置、装卸胎机构等。载重汽车轮胎一个硫化周期为45～90min，而上述机构工作时间只有2～3min，加之在硫化时巨大的合模力由机器的整个框架承担。由于这些原因，按单位时间产量计算则采用硫化机具有设备费用高、占地面积大以及整机重量大等缺点。为了克服这些缺点，在定型硫化机的基础上发展成为一种新型的定型硫化机组。一个机组具有数个乃至数十个固定的硫化工位，但只用一套可移动的公用开合模和装卸胎机构。每个硫化工位各带有一套中心机构、胎模及锁合模机构。可移动的公用机构依次对每个工位进行装胎，定型和开合上模并卸下硫化好的轮船。工位的多少可以这样确定：当依次对每个工位进行卸胎装胎直到最后一个工位卸胎，装胎完毕开始硫化时，第一个工位已接近硫化结束，公用机构即快速回到第一工位卸胎和装上待硫化的生胎，然后再按工位依次进行装卸胎作业。

所有的硫化单体、操作主机、工作台以及各工位的仪表、管路、阀门等组合成为一台一机多模的轮胎定型硫化机组。

机组可拥有的硫化单体数量 n 可按下式计算：

$$n = n_1\left(\frac{t + t_1 - t_2}{t_1}\right) + z \qquad (2\text{-}4\text{-}57)$$

式中　n_1——一个工位的硫化单体数，个；

t——轮胎硫化周期，min；

t_1——主机在一个工位操作时间（包括进至下一工位的时间），min；

t_2——主机由末工位返回首工位所需的时间，min；

z——机组备用硫化单体数量，个。

硫化时模型的张模力由硫化单体的锁环承受，结构比较简单轻便。

综上所述，与轮胎定型硫化机相比较，在相同生产能力的情况下，机组的钢材及机电配套产品的用量、机械加工及装配工作量、占地面积等都显著减少。

机组一般适用于单一规格产品的大批量生产，其灵活性不如轮胎定型硫化机。同时，由于机组发展时间较短，目前只适用于乘用轮胎及载重轮胎的硫化，并且设备尚不完善，有待进一步改进和提高。

70年代初国内曾设计了轿车轮胎及载重汽车轮胎两种定型硫化机组。定型硫化机组经过试用证明确具有优越性，但也暴露出很多问题，例如维修量大，公用机构一旦有故障，所有硫化工位均要停产，且只适用于大批量单一规格的生产条件，不适用于在一台机组上硫化二种以上规格轮胎，更换硫化轮胎的规格时，颇锁费事，因此在推广使用上受到一定的限制。

二、结构简介与动作程序

B20C-1450机组如图2-4-103所示，它由排列于混凝土（或机架）工作台1上的十个工位的模型，分别在工作台1上下移动作业的主机14、辅机17、仪表控制室5、十套工位阀门组件20等组成。在硫化尼龙帘线轮胎时，可在工作台侧面配置后充气装置（图中未示出）。每一个工位包括有一个铸铁底座及两套由模型2、锁模机构4和中心机构3等组成的硫化单体。主机14上装有一套开合模型用的横梁13，一套生胎贮存和自动供给装置15，一套装胎机构10，一套卸胎机构16，一台将轮胎送出主机的卸胎传送带12，一套电气控制系统，一套油压系统以及主机机架等。辅机17上装有一套分别操作各工位中心机构3的油压机构，其上的胶囊操纵油缸18能带动中心机构3内的胶囊杆伸缩。中心升降油缸19则带动中心机构3上的下胎圈把已硫化好的轮胎从下模中推出并举到一定的高度。

仪表控制室5设有控制硫化过程用的6801型时间程序控制器（每一工位配备一台），一台调节模型外温的XQG-500中型圆图温度自动平衡记录调节仪，一台显示胶囊内介质温度的XZG-101动圈式温度指示仪，一个显示胶囊内压并与锁模机构安全连锁的电接点压力表，三个分别控制抽真空和充放定型蒸汽的两位三通电磁气阀，两个记录胶囊使用次数的电动记数器。

机组按如下程序操作。设主机14和辅机17预先停靠在第一号工位，当该工位硫化结束时，它的6801型时间程序控制器向主机发出硫化结束信号。主机接受信号后，横梁13下降将两副模型压紧，与此同时装胎机构10上的抓胎机械手9下降并抓取位于生胎贮存和自动供给装置15上最前部的两条生胎，之后机械手复位。生胎贮存和自动供给装置15上余下的生胎自动进位。横梁13压紧模型后，斜面错齿锁模机构4上的锁环在油缸的推动下旋转错齿。解除对上下模型的闭锁，之后横梁13上升揭起上模，已硫化好的轮胎留在下模。这时主机14退至0号工位(如图2-4-103所示)。辅机17上的胶囊操纵油缸18将胶囊8从轮胎中抽出。中心升降油缸19将轮胎从下模中推出并举到一定的高度。卸胎机构16上的托胎架6向下翻转成水平位置并降至轮胎的下面，架上的四只辊筒7两两分别向两副模型中心合拢托住轮胎。之后，中心升降油缸19下降，将轮胎留在托胎架的辊筒7上，这时托胎架6上升并向上翻转把轮胎送到输送带12上送出主机或送至后充气装置。最后各工位的成品轮胎由安装在机组侧面的一条输送带送往成品检验仓库。托胎架6上升翻转后，机械手9移至下模上方并下降将生胎套到胶囊8上，之后胶囊收缩至一次定型高度，向胶囊内充入一次定型蒸汽，抓胎机械手9松开生胎并上升和复原位。此时主机14移回1号工位，横梁13带着上模下降压迫生胎和胶囊至二次定型高度，排放胶囊内的一次定型蒸汽并充入二次定型蒸汽，这样可以促进胶囊在生胎内舒展并排除其间的空气。横梁13继续下降直至上下模合拢。模型合拢后锁模机构4上的油缸推动锁环旋转并借助于斜面将上下模型锁紧。这时主机的控制系统向1号工位反馈一个信号，启动该工位的6801型时间程序控制器，该工位的自动硫化过程开始进行。此时横梁13上升约20mm，主机在1号工位的操作过程便告结束。之后，主机14与辅机17一起向前移至2号工位。若2号工位停止使用时，主机和辅机可进至任一指定工位。

主、辅机在下一工位重复1号工位的操作循环，之后再继续进位，直至最末的10号工位操作完毕后，主辅机返回一号工位，这时新的一轮操作又告开始。

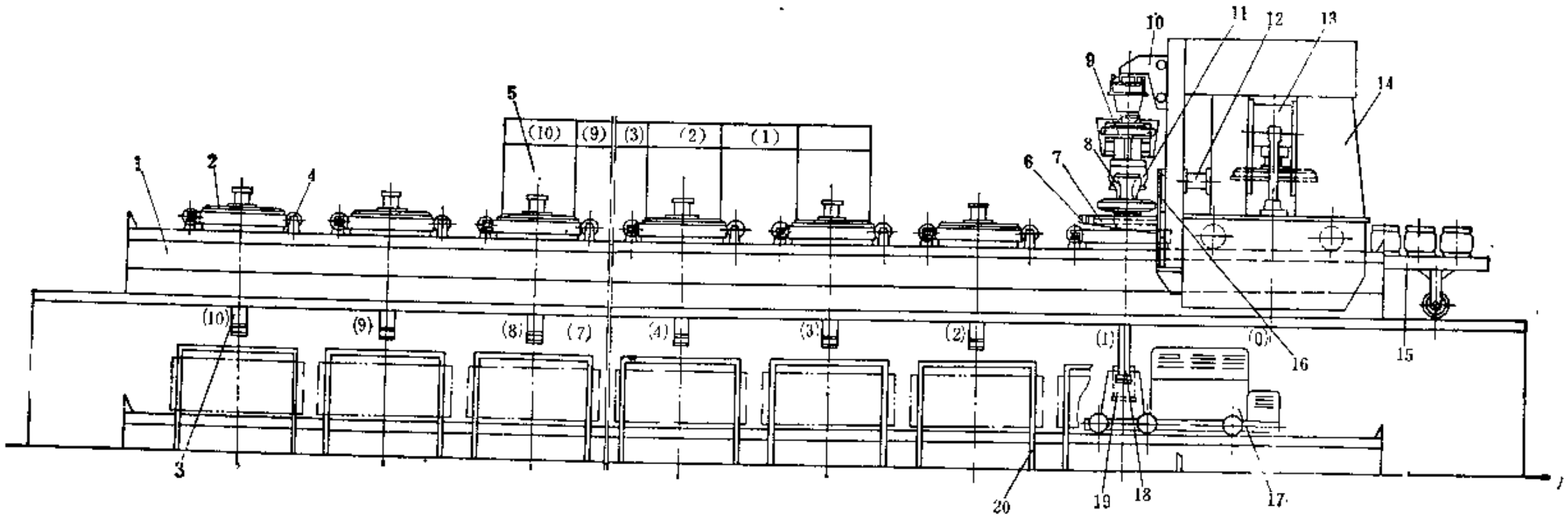


图 2-4-103　B20C-1450轮胎定型硫化机组

1—混凝土工作平台；2—硫化模型；3—中心机构；4—斜面锥齿锁模机构；5—仪表控制室；6—托胎架；7—托胎辊筒；8—胶囊；9—抓胎机械手；10—装胎机构；11—生胎；12—卸胎输送带；13—横 梁；14—主机；15—生胎贮存和自动供给装置；16—卸胎机构；17—辅机；18—胶囊操纵油缸；19—中心升降油缸；20—工位阀门组件

三、主要性能参数

B20C-1450硫化机组的主要性能参数如下：

硫化轮胎规格	最大7.50—20普通轮胎和子午胎	工作介质：	蒸汽	0.6MPa
工位模型数	10工位20副模型		循环热水	2.5MPa
工位间距	2000mm		内压冷却水	2.5MPa
工位模型间距	1450mm		压缩空气	0.6MPa
胶囊形式	B型		真空度	46～53kPa
主机横梁合模力	230kN	电机总功率		38.5kW
主机横梁揭模力	300kN	生产效率		24条外胎/h
关闭锁环油缸推力	230kN	外形尺寸(包括服务区)		30×12×8m(包括后充气和输送带)
松开锁环油缸推力	270kN	重量		约65 t （包括20副模型）
模型加热方式	夹套模型蒸汽加热			

四、主要零部件结构

（一）斜面错齿锁模机构

机组一机多模的结构特点是使所有的模型在硫化时总与主机是分开的。为了克服硫化时内压产生的张模力，设计了一套如图2-4-104所示的斜面错齿锁模机构。锁环7的上部和上模4的模口处，加工有一圈相互对应的齿，齿上分别配焊了上斜块5和下斜块6。在装胎、定型和上下模型合拢后，油缸2推动锁环7旋转，使锁环齿部上的上斜块5与上模齿部上的下斜块6相互旋合挤紧。由于斜面间的相互挤压产生了一个作用在上下模型间的压紧力。这个压紧力设计为大于硫化时的张模力，加之锁环与模型的受力部分具有足够高的强度和刚度，斜块的倾斜角小于机构的自锁角，因此，该机构便能可靠地将上下模型锁紧。目前国内已有的斜面错齿锁模机构中，斜块的倾斜角取4～7°。

轮胎硫化结束后，油缸2推动锁环7转回原来的位置，其齿部与上模4的齿部正好相互错开，便可揭起上模。

这种机构国内曾用于硫化6.50-16和11.00-32两种规格的轮胎。为改进该机构，如图2-4-113可在龙门架上加一公用锁环，驱动锁环的油缸也装在龙门架上，则斜面错齿锁模机构的油缸可以大大减少，不需要在每一锁环上设置两个油缸。

在装配和使用这种机构时应注意如下事项。

（1）为了简化机械加工同时又能使上下模受到的压紧力在整个圆周上趋于一致，在装配上下斜块时，应先将上下模和锁环装好并使之处于锁紧后的位置，之后用大体相同的力量，将上下叠在一起的一组斜块分别打入圆周上各个锁环与上模齿间的间隙中去，最后分别将上下斜块焊到锁环和上模齿部上。

（2）机构在长期使用过程中，其相对运动的摩擦面将逐步磨损。为了保证锁环始终都能锁紧模型，油缸的锁紧行程应留有充分的裕量，以便对上述磨损予以补偿。

（3）由于机构相对运动的接触面的比压较大，应考虑设置高温润滑脂的自动供油系统来保证其正常润滑。

（二）主机龙门架

主机龙门架是支承主机各部件的骨架。它装有一套传动主机来回移动的机械传动系统，一套控制各部件液压缸动作的油压系统。此外，如图2-4-105所示，在龙门架的两侧还设有

四个水平轮3、两个油压V形定位锁4和四个支反力油缸5。

四个水平轮3分别紧贴于支承车轮2的钢轨两侧，它有效地保证了主机在移动中横向位置的准确性。

主机移动时的纵向停车和定位是由限位开关和V形定位销来控制的。当主机即将到达预定工位时，其上的限位开关碰到工位上的开关碰块，主机即行停车并初步定位。之后主机后侧的两个V形定位销4在油缸的推动下，分别插入工作台两侧预先调定的定位销座的V形槽中，使主机最后准确定位。

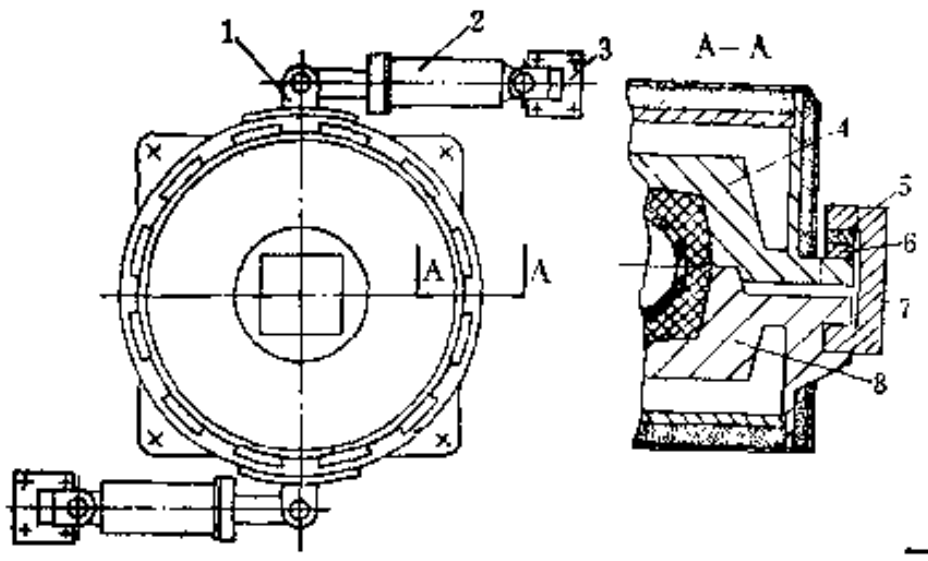


图 2-4-104 斜面锯齿锁模机构

1—支承架；2—油缸；3—支座；4—上模；5—上斜块；6—下斜块；7—锁环；8—下模

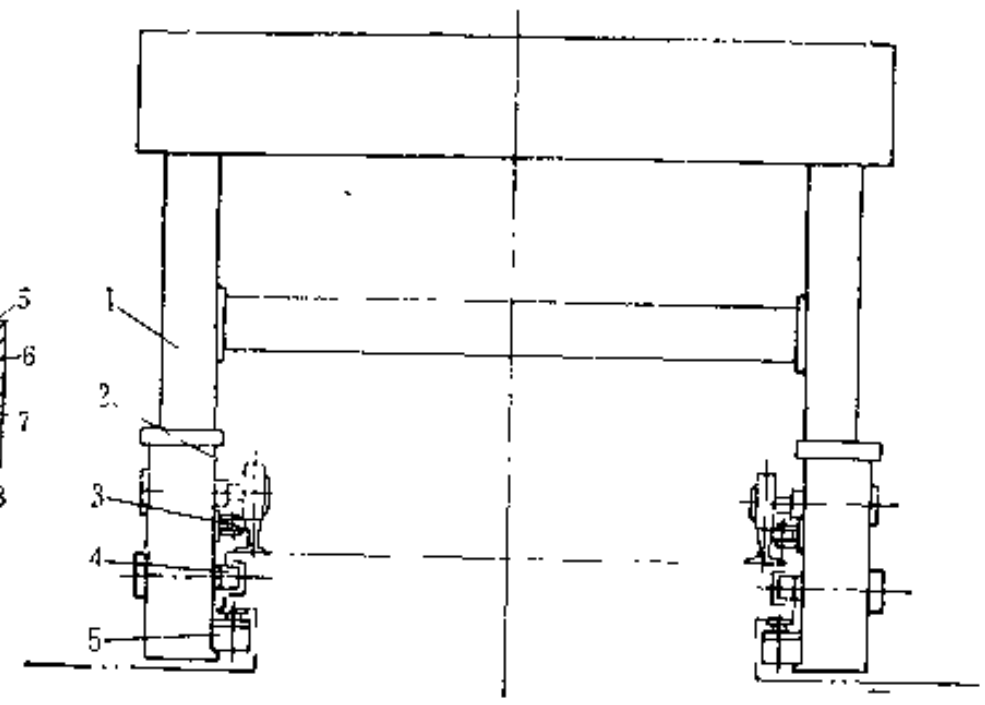


图 2-4-105 主机龙门架

1—机架；2—车轮；3—水平轮；4—V形定位销；5—支反力油缸

主机在合模压紧模型时，要承受一个向上的模型的反作用力，这个力量一般均比主机的自重要大。因此，为了保证主机不致升离钢轨，固定在龙门架底部的四个支反力油缸5的活塞杆同时向上伸出并顶到机组工作平台的下部突缘上，将主机往下拉。这个拉力加上主机的

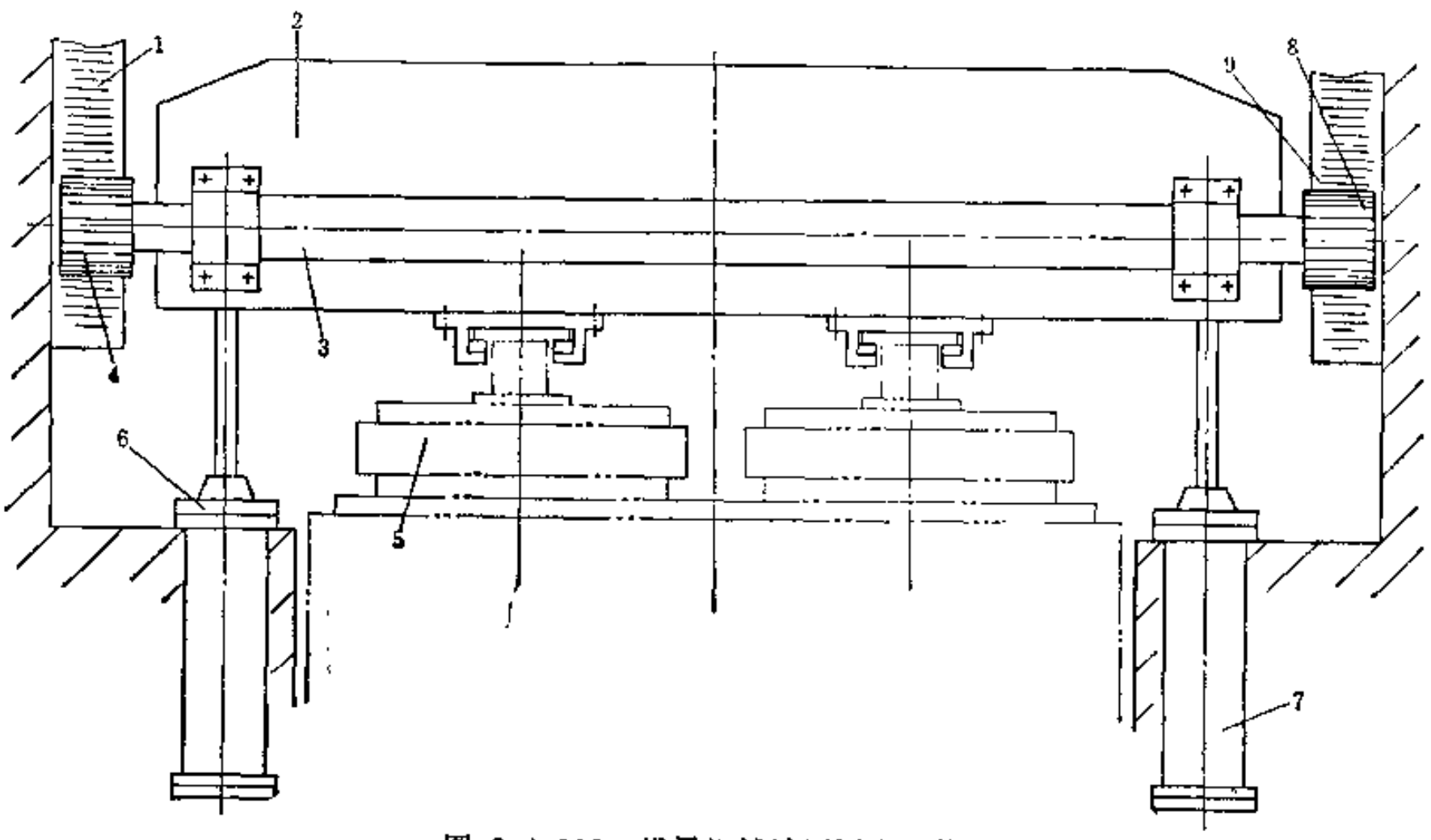


图 2-4-106 横梁机械油压同步机构

1,9—齿条；2—横梁；3—长轴；4,8—齿轮；5—模型；6,7—油缸

自重，远大于上述模型的反作用力，因此主机便不会升离钢轨支承面。

（三）主机横梁升降机械油压同步装置

主机横梁在开模和合模时，要求它作用于同一工位两副模型上的力应大致相等。为此，采用如图2-4-106所示的一套机械油压同步装置，使横梁在升降过程中始终保持水平位置。横梁2由油缸6和7推动升降。装在长轴3的两端的齿轮4和8与齿条1和9相啮合，使横梁同步上下。齿条1和9固定在主机龙门架的两侧。

（四）主机与工位模型的活络连接

机组一机多模的特点，要求主机在空程时能自由地跨越所有工位的模型，而当主机停靠在某一工位进行操作时，又要求它与该工位的模型能可靠地连接为一体。

图2-4-107 a 所示为主机空程时的情况，安装于模型7上的套架6处于主机横梁吊架2的中间，两者没有牵连；图中 b 为主机在该工位操作时的情况，当横梁1通过吊架2向下压紧模型套架6时，气缸3推动垫铁5塞入吊架2与套架6的间隙中。垫铁5的前部加工成斜面，它与焊在套架四个角上的斜块4相互挤合，这样便将主机横梁与模型连成一个整体。当模型合拢并锁紧后，气缸3将垫铁5抽回。横梁1上升至图中 a 所示位置，主机便可移至其它工位。

（五）分离式中心机构——中心装置和移动式中心操纵机构

分离式中心机构如图2-4-108所示，它由固定在各工位下模上的下模推杆2和胶囊杆3组成的中心机构及在工作台下面往复移动的中心操纵机构7（即图2-4-103中的辅机17）组成。后者受机组主机的控制，跟随和配合主机在各工位驱动其中心机构。胶囊杆3由油缸5控制，

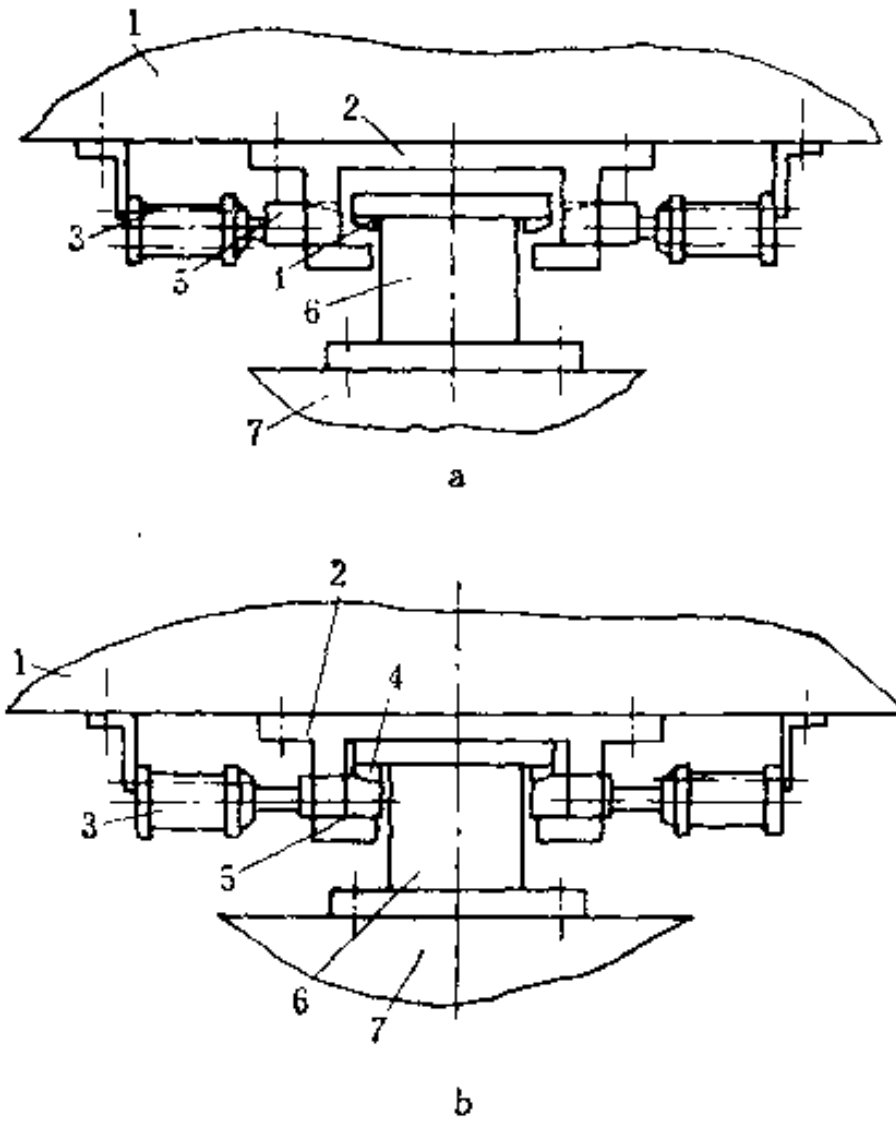


图 2-4-107 主机与模型的活络连接

1—主机横梁；2—吊架；3—气缸；4—斜块；5—垫铁；6—模型套架；7—上半模型

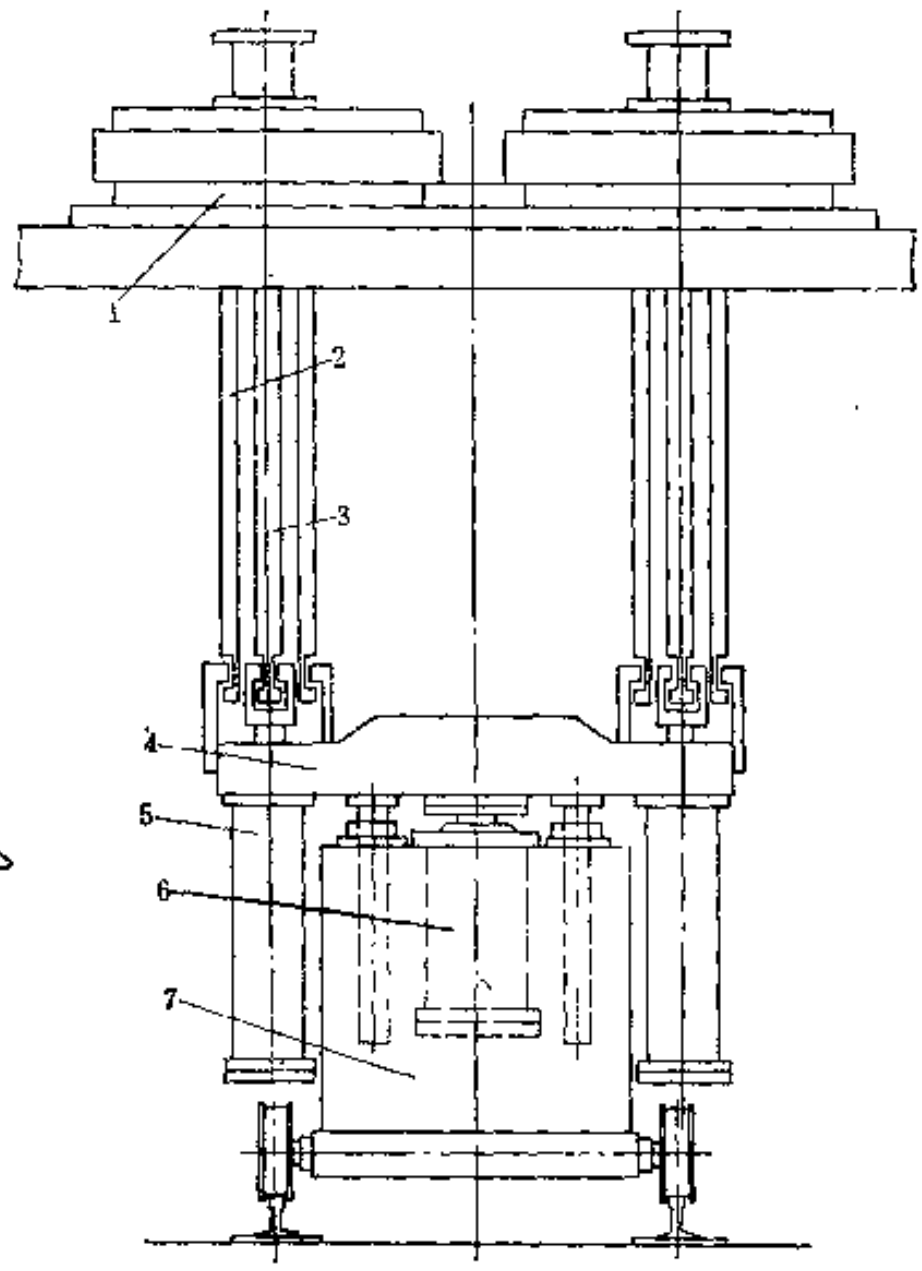


图 2-4-108 分离式中心机构

1—模型；2—下横推杆；3—胶囊杆；4—小横梁；5—胶囊操纵油缸；6—中心升降油缸；7—中心操纵机构

以操纵胶囊的伸缩。下模推杆2由油缸6控制，用以将轮胎推出下模。这种结构在机械加工、配管、控制及维护保养上都比较简单。

中心操纵机构7在各工位的定位和主机定位一样，由限位开关和油压V形销来实现，其停靠位置和主机连锁并在仪表盘面上用指示灯显示。

中心机构的结构如图2-4-109所示，胶囊杆23和下模推杆13的动作和用途前已述及。内压热水由进水管9引入。各密封部位均用耐高温的聚四氟乙烯或硅氟橡胶密封圈密封。

这种分离式中心机构和移动式中心操纵机构，适用于B型胶囊。如果用于A型胶囊、只需在龙门架上装上推顶器而在下模装一套筒，即可大大简化中心机构，也可取消移动式中心操纵机构。

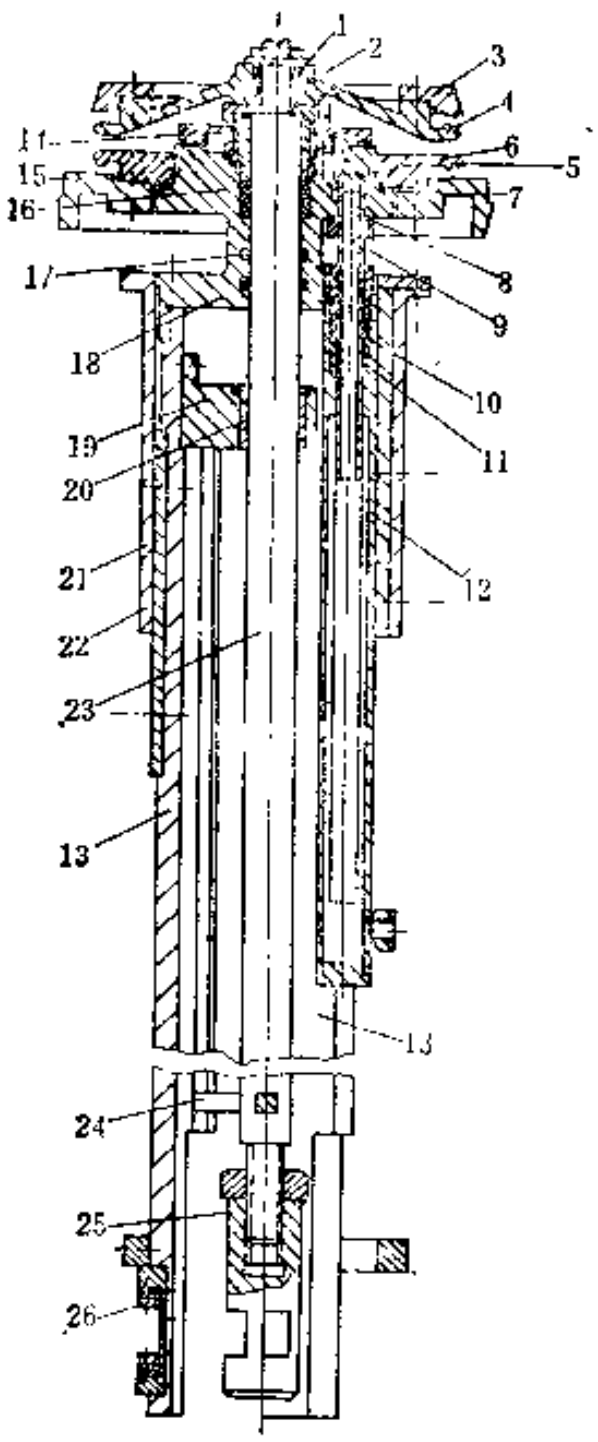


图 2-4-109 中心机构

1、8—密封圈；2、6、7、17—O形密封圈；3—上夹盘；4—上压盘；5—下压盘；9—进水管；10、16—密封圈组；11—弹簧；12—进水套；13—下模推杆；14—分水盘；15—下环；18—进水盘；19—导向套；20—铜套；21—导向键；22—导向筒；23—胶囊杆；24—键；25—调距帽；26—调距垫铁组

（六）硫化模型

图2-4-110所示为曾经用过的几种硫化模型的结构，其中a系用水压硫化罐用的模型加以改制后的情形，结构简单，易于制作，但是由于模型的排气孔直通汽室，容易造成产品的外观缺陷。在预热模型时，大量的冷凝水会由汽室经排气孔溢入模腔，给模型清理造成困难。图中b为专门设计的夹汽套模型，所有的排气孔均有各自的通道直排大气，但加工比较困难。以上两种模型结构在更换产品规格时，必须连同夹汽套一起更换。c为一种组合结构，小范围内更换产品规格时，只需调换模型的里衬。这种结构也有排气孔直通汽室带来的麻烦。

目前有的工厂使用了加热平板与普通模型相组合的结构，可以克服以上各种结构的毛病，但应注意与工艺条件的合理配合。为了保证揭模时将轮胎留在下模，以利于卸胎操作，有资料介绍将模型的分型面取在略高于轮胎水平中心线的地方，如图2-4-110c所示。

五、轮胎定型硫化机组的发展概况

轮胎定型硫化机组在一些国家一直是作为研究发展的对象，目前已出现了多种规格、多种结构形式的机组。根据模型排列形式分，主要有单列式和双列式两种。

国内除研制B20C-1450机组外，还曾研制硫化子午线轮胎的B24C-1800机组，工艺布局如图2-4-111所示，其主要结构特征如下。

（1）硫化模型1成单列排列，主机2横向移动，每次操作两副模型。这样的工艺布局与目前使用的双模硫化机的硫化车间工艺布局大体相似，但比双列排列形式占地面积要大一些。

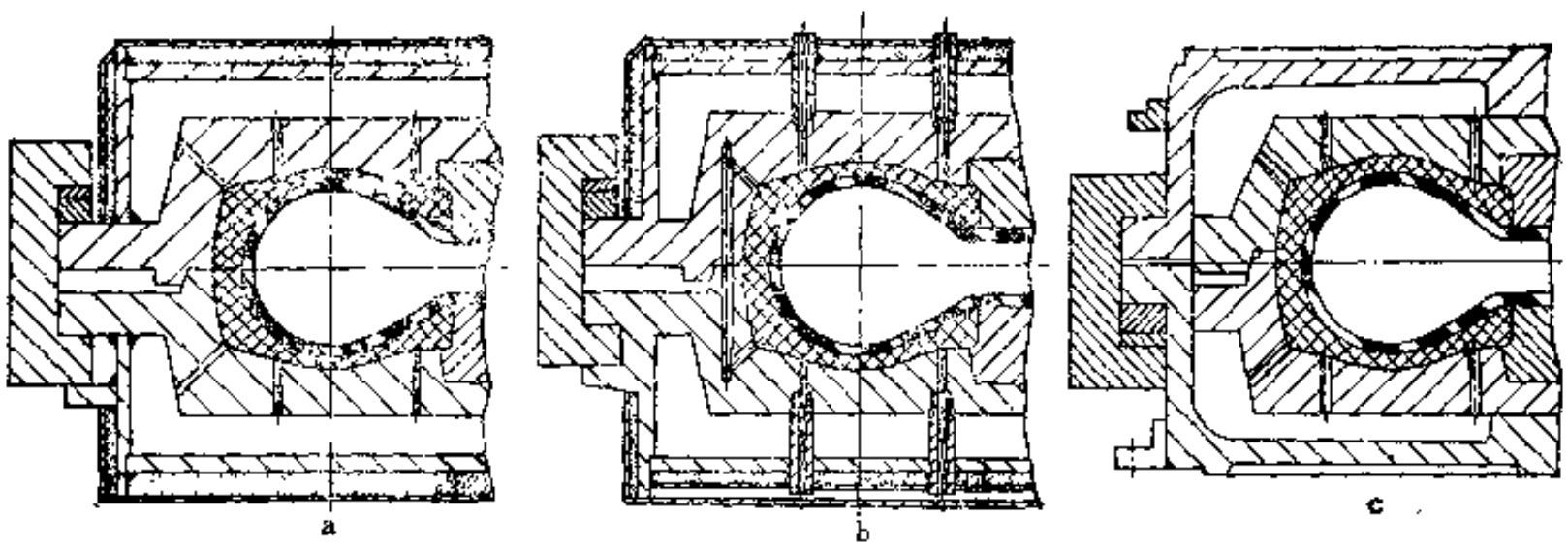


图 2-4-110　几种硫化模型的结构

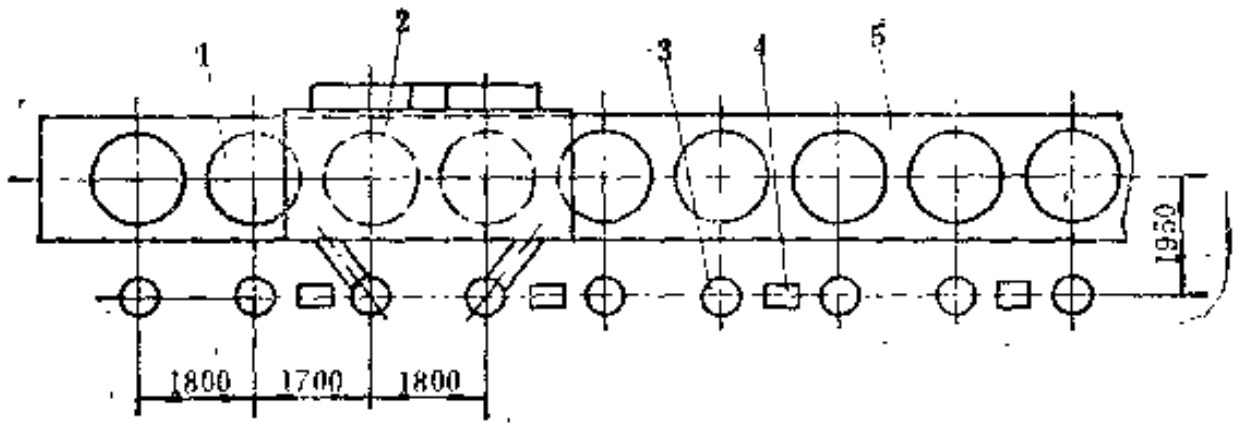


图 2-4-111　B24C-1800机组工艺布局

1—硫化模型；2—移动式装卸胎主机；3—存胎器；4—控制柜；5—工作台

（2）中心机构和普通双模定型硫化机相同，为每一工位及模型所单独拥有。

（3）硫化时模型张模力的闭锁是由一橡胶板配合平面错齿锁模机构来实现的（见图2-4-112）。合模后平面锁环8错齿将上夹套模9和支承座4锁闭，这种锁闭不能对硫化模型产生预紧力。模型的锁紧是在向胶囊充内压水前，先由进水管1向橡胶板5下面充入压力

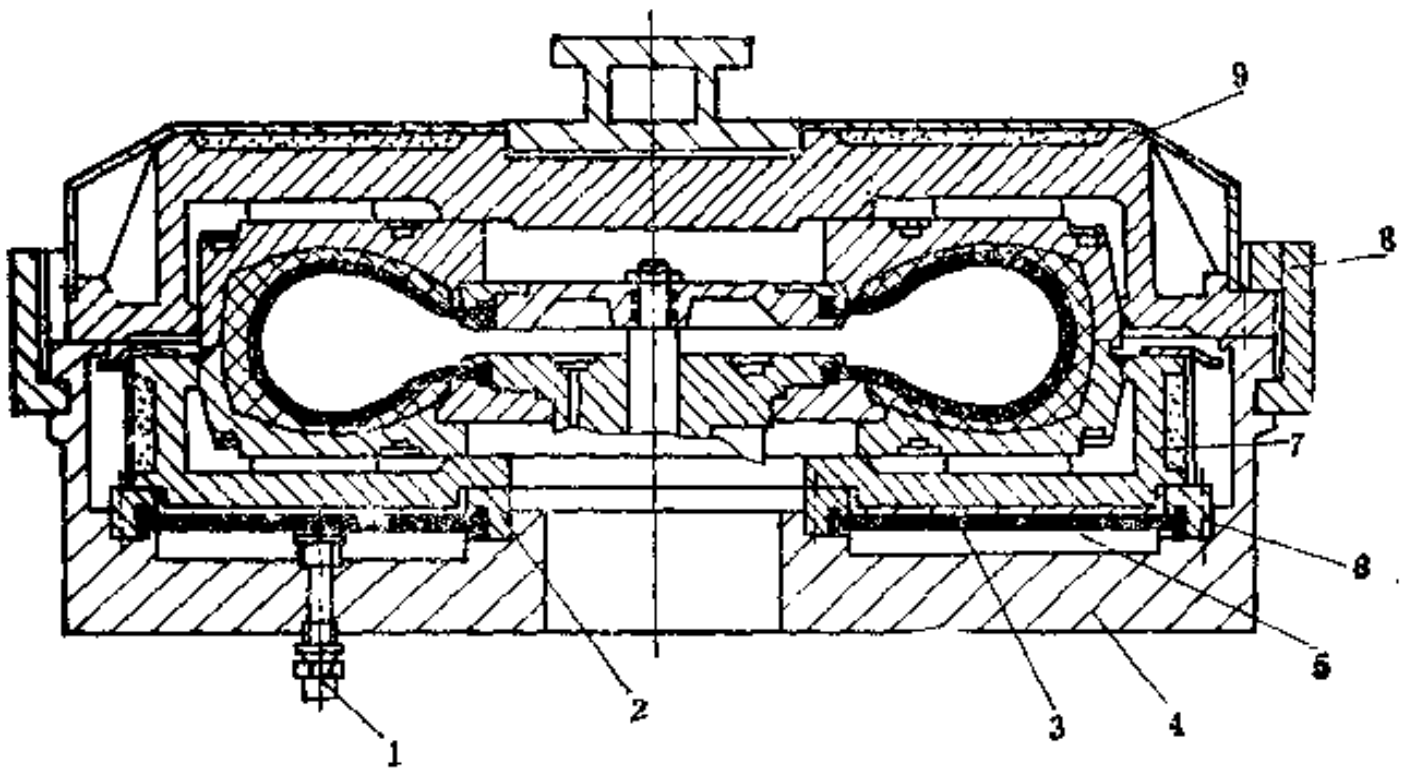


图 2-4-112　B24C-1800机组硫化模型

1—进水管；2—内压环；3—垫板；4—支承座；5—橡胶板；6—外压环；7—下夹套模；8—锁环；9—上夹套模

水，橡胶板向上膨胀将上下模型7和9压紧，这个压力必须大于硫化时模型的张模力。这种结构在松锁环前橡胶板先行卸压，所以松环容易，缺点是结构比较复杂，用料较多，胶板寿命不够长。

苏联研制的轮胎定型硫化机组已成系列，并已投入工业化生产，其有关性能参数如表2-4-42所示。苏联的硫化机组除用于硫化普通斜交轮胎外，还用于硫化子午线轮胎。

表 2-4-42　苏联轮胎定型硫化机组主要性能参数

主要参数 \ 机器型号	BIIM-2-100	BIIM-2-200	BIIM-2-300
硫化轮胎规格	6.15-13至6.95-13	200-508至260-508	280-508至320-508
生产能力，个/h	120(6.15-13)	60(260-508)	20(320-508)
工作模型数，个	18	36	20
模型最大外径，mm	770	1140	1370
模型高度，mm	216	308	340
一个模型上的最大压力，kN	1000	2000	3000
加热方式	普通模型和热板组合	可换衬里和汽套组合	可换衬里和汽套组合
定型蒸汽压力，MPa	0.07～0.2	0.15～0.2	0.15～0.25
蒸汽室最大蒸汽压力，MPa	0.8	0.8	0.8
胶囊加热蒸汽压力，MPa	1.2～1.6	1.2～1.6	1.2～1.6
胶囊过热水压力，MPa	2.5	2.5	2.5
胶囊形式	A型	B型	A型
备用模型数	2	6	2
模型装卸时间，min	2.5	4	6
装卸胎装置移动速度，m/min	14	12.5	13.6
模型中心距离，mm	1200	2000	2300
外型尺寸，m	58×7.4×3.8	101.75×6.8×10.33	79×8×7.955
重量（不包括模型），t	131	475	280

国外硫化机组多数为模型成双列排列形式，但也有单列排列形式，其主要发展趋势如下。

（1）尽可能将一些复杂的部件和动作放到操作主机上去进行，为各工位所共用。如图

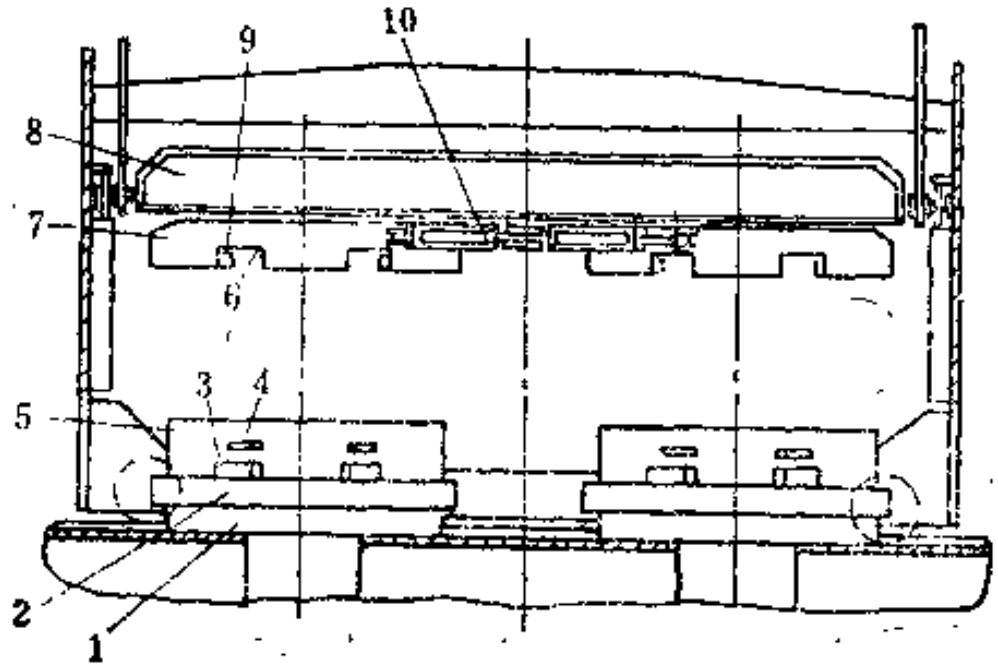


图 2-4-113　一种斜面错齿锁模机构

1—下夹套模；2—锁环；3—锁环齿块；4—上模吊钩；5—上夹套模；6—套环卡口；7—套环；8—横梁；9—套环揭模面；10—油缸

2-4-113所示的斜面错齿锁模机构中，锁环2的开闭是由主机横梁8上的油缸10推动套环7旋转来实现的。横梁8下降时，套环7上的卡口6卡入锁环2上的齿块3，套环7旋转时借助齿块3即可推动锁环2一起旋转。与此同时，套环7的揭模面9也旋入上模吊钩4的下面，这样当锁环完全松开后，横梁8就可带动上模一起上升揭模。

在硫化小规格轮胎时有采用A型胶囊的机组。如前所述，这样每一副硫化模型处，只需配备一个简单的贮囊筒，结构比较复杂的推囊机构（推顶器）装在主机横梁上，为各工位所公用，以简化机器结构。

（2）尽可能将主机的各种动作的时间缩短或重叠到一起去进行，以缩短主机在一个工位的操作时间，增加主机的工位数，提高机组的生产效率。苏联的BIIM-2-100型机组的主机在一工位的操作时间仅为2.5 min。

（3）比较重视组织生胎和成品胎的机械化运输，有的轮胎硫化机组的生胎是由主机上方的运输链自动供给的，这样不仅有利于生胎的预处理和存放，而且可显著减少机组的占地面积和有利于组织文明生产。

第八节　工艺管路及其控制

目前轮胎定型硫化机的结构型式很多，工艺管路及其控制亦各不相同。本节仅以传统结构的A型和B型轮胎定型硫化机为例，各选择一种工艺管路及其控制予以介绍。

一、工 艺 程 序

A型及B型轮胎定型硫化机的工艺程序分别见图2-4-114至图2-4-116。

二、控 制 方 式

轮胎定型硫化机的生产工艺控制由程序控制、温度控制、轮胎硫化过程控制几部分组成。程序控制主要控制硫化机装卸胎和开合模过程的各种机械动作；温度控制主要控制硫化机合模以后，轮胎在一定的模温和内压内温条件下，橡胶分子由线型结构变成网状结构的交联过程（即轮胎硫化过程），实现轮胎硫化过程控制的传统方法均采用单独的时序控制器来完成，根据预定的硫化工艺要求，在保持一定的硫化模模温的条件下按照时间程序向胶囊依次送入过热水、冷却水等各种介质，使轮胎在规定的温度、时间、压力条件下进行硫化。这种方法在硫化过程中受外界因素影响较多，如生胎的初始温度、胶囊内过热水的温度、模温以及传热面的导热性能等都有不同程度的波动，因此，实际生产中总是按照条件较差的情况来确定硫化时间，通常乘用轮胎比理想的硫化时间增加20%，工程轮胎则增加30%，以确保轮胎完全硫化。采用这种传统方式控制轮胎硫化既浪费了能源又降低了生产率，也影响了轮胎质量。

1971年美国McNeil公司提出采用硫化积分仪控制轮胎的硫化，并成功地用在Goodyear等轮胎厂的80余台硫化机上，其方法是将1～1.6mm（乘用轮胎）或6～9mm（工程轮胎）的测温探针插入轮胎硫化的最慢部位（胎肩部位）测量其温度，并将其测量值送入计算机，计算机根据预先所给定的程序按照阿累尼乌斯公式将探针所测的温度对时间进行积分。阿累尼乌斯公式如下：

$$\text{等效硫化值}=\int_0^t e^{\sigma}\left(\frac{1}{T^0}-\frac{1}{T^{(\sigma)}}\right)dt$$

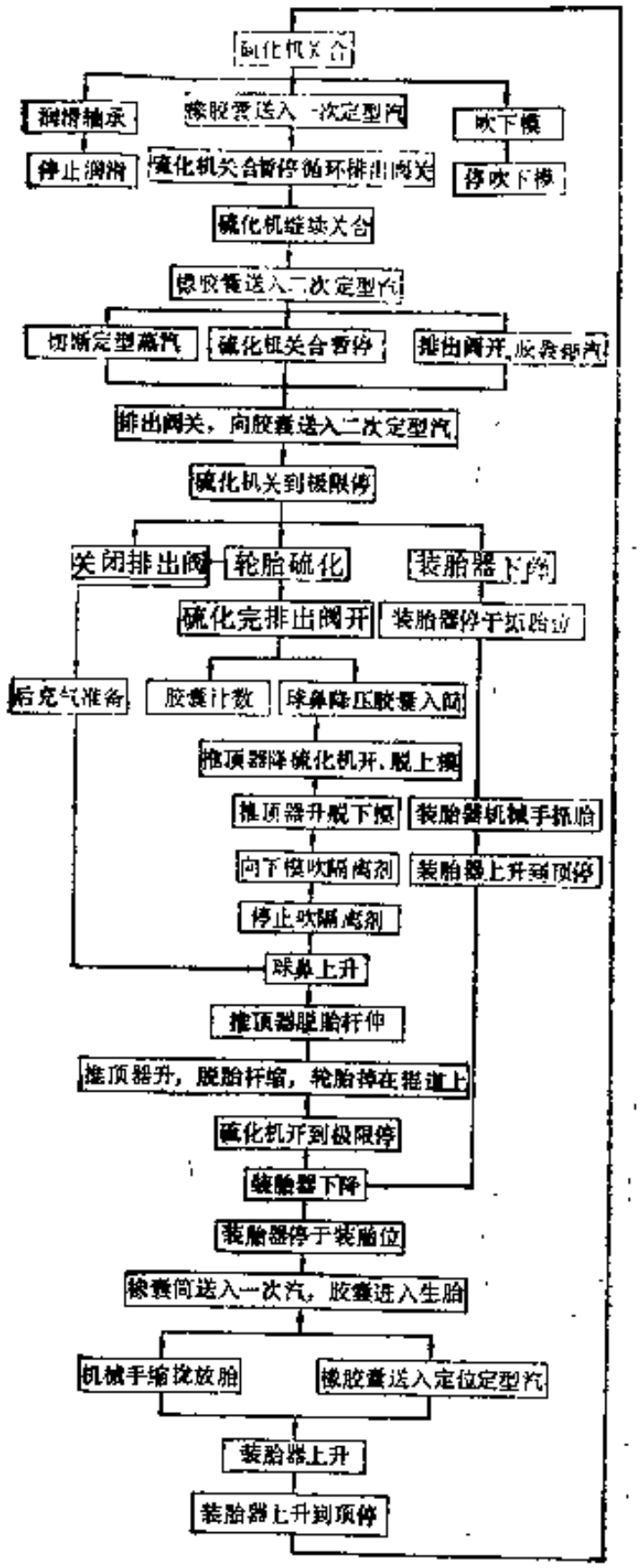


图 2-4-114　A型定型硫化机两半模操作工艺程序

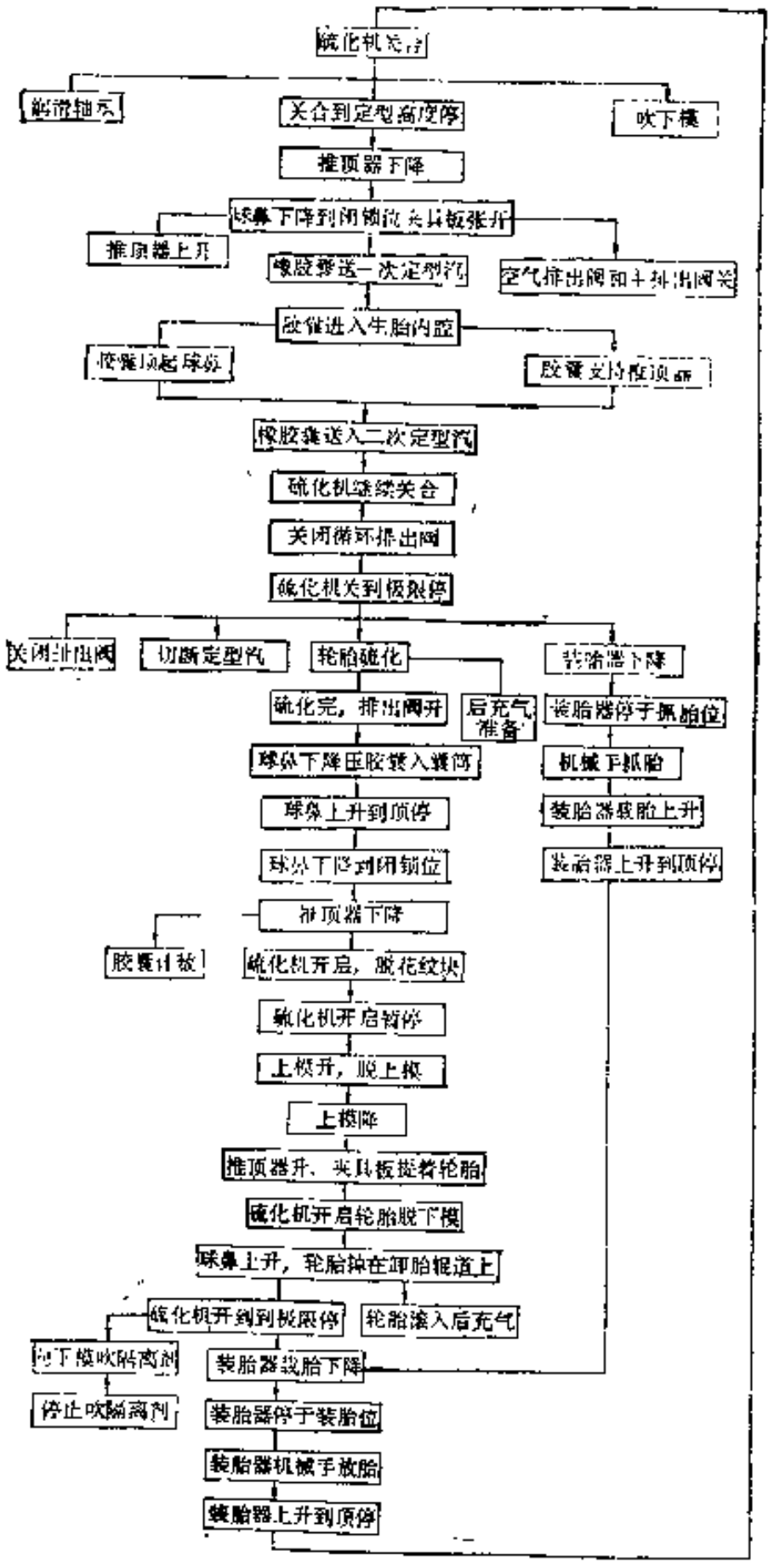


图 2-4-115　A型定型硫化机活络模操作工艺程序

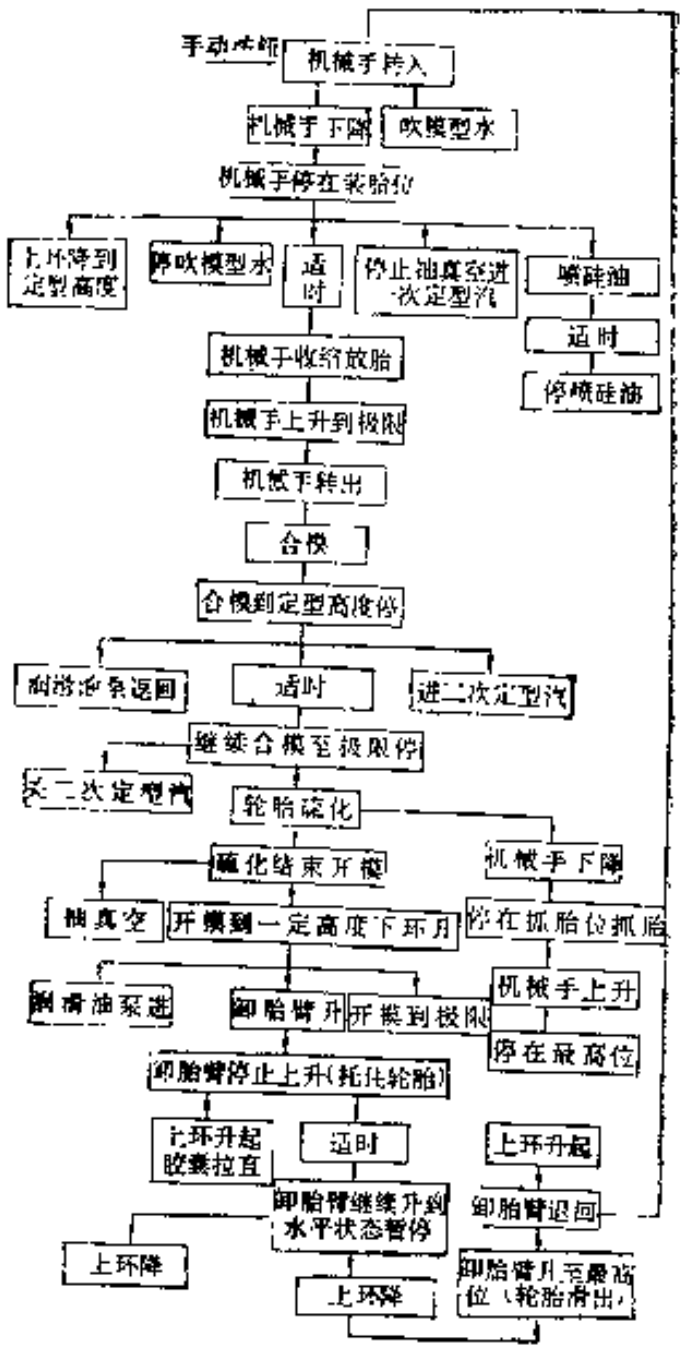


图 2-4-116　B型定型硫化机操作工艺程序

式中 α——活化能除以气体常数；

T^0——基准温度；

$T^{(t)}$——探针所测温度；

t——硫化时间。

根据具体的轮胎规格及其配方，预先确定等效硫化值、α值和T^0值，将其存入计算机建立相应的程序，当探针所测的温度$T^{(t)}$对时间积分后达到等效硫化值时，计算机发出硫化完毕和开模信号。采用这种控制方法可缩短硫化时间，节约能源。一般乘用轮胎可增产5～10%，工程轮胎可增产10～20%。由于计算机存贮量大，除了能够控制轮胎硫化外，还可以对硫化机进行程序控制和温度控制，并可实行多机台群控。

采用上述控制方式的控制系统方框图如图2-4-117所示。对于双模硫化机，开模指令通常以硫化效应较慢的一侧为依据。

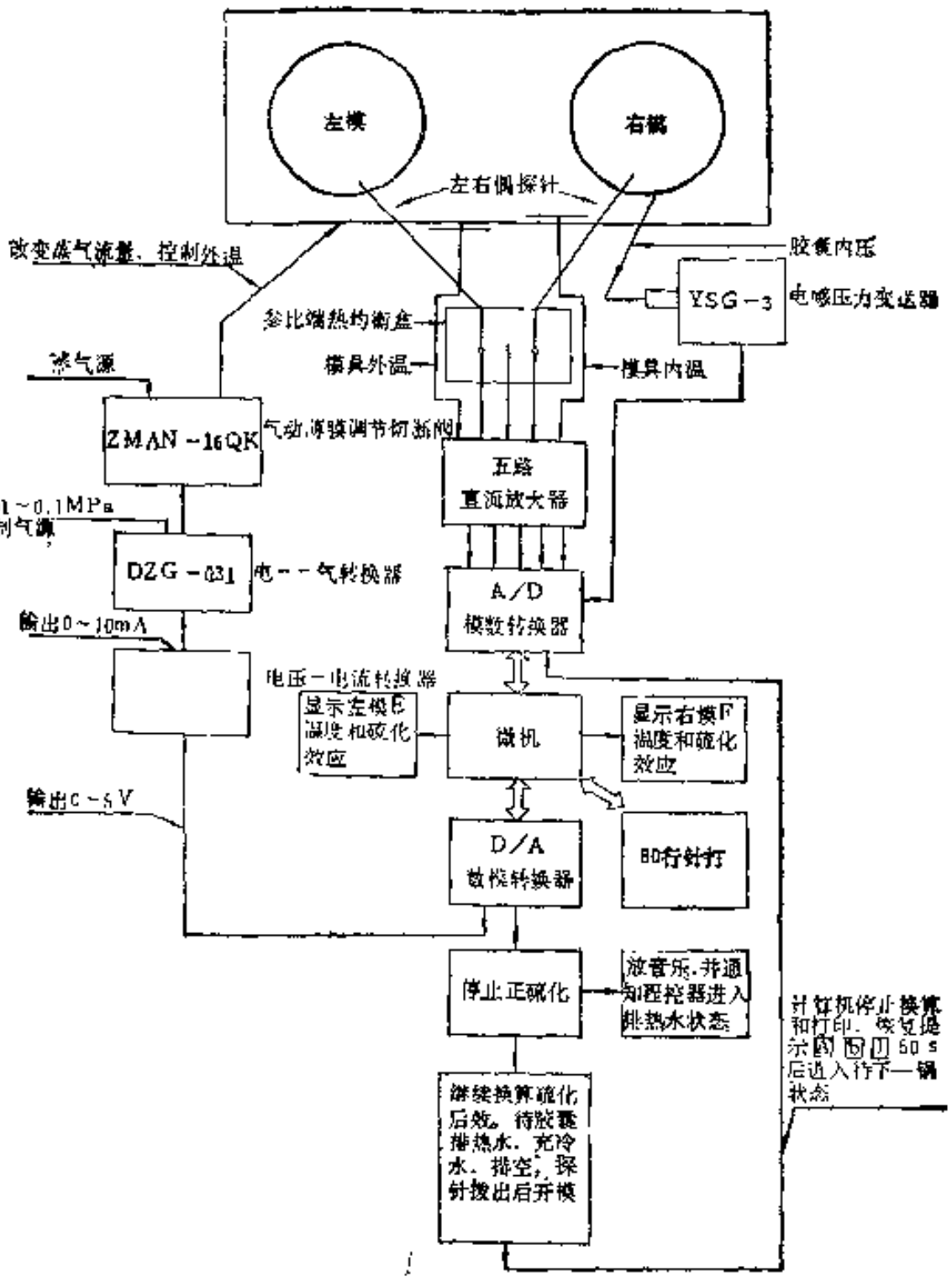


图 2-4-117 微机等效硫化控制系统方框图

为使微机控制等效硫化更为完善，可利用图2-4-118所示的方框图，除可等效控制轮胎硫化外，还可取代硫化机的三针记录仪。

目前硫化机采用的程序控制大致有如下几种：① 继电连锁线路；② 步进选线器加继电

器；③可编程序控制器（简称PC）。

温度控制大都采用基地式温度调节仪控制硫化模的温度。

三、管路系统

（一）B型轮胎定型硫化机的管路系统

B型轮胎定型硫化机的管路系统如图2-4-119所示。为了叙述方便可分成装胎机械手控制、卸胎机构控制、中心机构控制、抽真空控制、定型控制、胶囊内压控制以及蒸汽室温度控制等八个部分，现分别介绍如下。

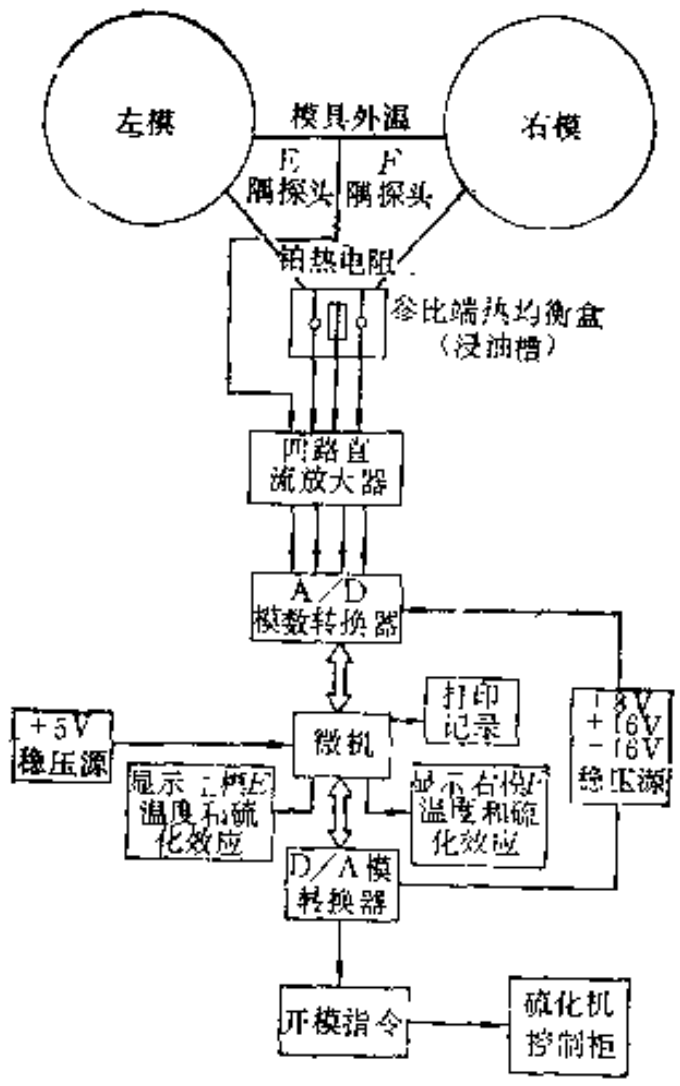


图 2-4-118 可取代三针记录仪的微机控制等效硫化控制系统方框图

1．装胎机械手控制

机械手的张开和收缩是由电磁阀18DF（19DF）控制，当18DF(19DF）通电时，机械手缩拢，断电时，机械手则靠弹簧张力张开把生胎抓住。由于机械手张开或缩拢的行程很小，而且行程大小还不固定，很难用限位开关作为已经张开或缩拢的信号，所以在管路上装以压力开关8YJ、10YJ(7YJ、9YJ)作为信号装置。压力大于0.5MPa表示已经完全缩拢，压力小于0.08MPa表示已经完全张开。

机械手转入模型上方装胎位置或转出是靠水缸推动的。水缸则由气动二位四通滑阀1GM（2GM）来控制。1GM(2GM）是由电磁阀20DF、22DF（21DF、23DF）控制。1SZ(2SZ)为手动三位四通阀，在必要时用以手动控制机械手的转入或转出。两个选择阀1×Z、2×Z（3×Z、4×Z）则是使手动操作与自动操作互不干扰。

为了防止机械手与主机相碰，机械手必须升到最高位置时才允许转动，故机械手顶端装有机械阀2JK(3JK)。只有机械手上升到极限位置，触动机动阀后，控制转动的阀门的气源才予以接通，此时机械手方能转动。

2．卸胎机构控制

卸胎支臂水缸的升降由气动二位四通滑阀3GM控制。在卸胎臂升起进行卸胎动作过程中，要有两次暂停上升，因此，在排水回路上装有气动切断阀2HS，在上升过程中只有关断排水管路，卸胎水缸就能停在中间位置不动。水缸的升降由电磁阀7DF控制。暂停上升动作由电磁阀8DF控制。在空气管路中装有单向节流阀1SK、2SK，能够使气动阀3GM、2HS缓慢地动作，以减缓卸胎机构动作的冲击。3SC是手动三通阀，可以在必要情况下，手动停止卸胎机构上升。

3．中心机构控制

整个中心机构的升降水缸由气动二位四通滑阀4GM控制，4GM受电磁阀3DF、4DF控制，由于两个中心机构在机械上是连在一起的，所以两个中心机构在上升和下降过程中可以保证同步。

上环可以相对下环作上下升降，把胶囊拉直或者缩短以便装胎或卸胎。当电磁阀1DF动作时使气动切断阀1HS动作，上环上升把胶囊拉直。当电磁阀2DF动作时，使气动切断阀

图 2-4-119 B型轮胎定型硫化机管路系统

3HS动作，上环则下降，把胶囊缩短。但由于此水缸内装有定位套，限制胶囊只能缩到定型高度为止。在气动切断阀4HS的排水口上装有调压阀TY，使水缸下部始终保持一定压力(一般为0.35MPa)，这样可以保证上环在任意位置停留，而不会因自重落下来影响正常操作。胶囊进一步收缩是靠主机的上模压下来的，为了防止此时阀门失灵，可能造成管路内压力过高而损坏设备，所以在此管路上装有安全头AQ，当压力超过 10.5MPa 时，安全头的膜片破裂，排除高压，保护设备安全。在排水管路上还装有气动切断阀5HS，在硫化期间由时序控制器发出气动信号，使其动作，切断排水回路，从而保证在硫化期间上环不能再动作。

4．抽真空装置

B型硫化机在硫化结束开始开模时，需要对胶囊抽真空，持续抽至新的生胎装上，并开始一次定型时止。抽真空原理见图9-4-135。

胶囊抽真空是靠喷射器来工作的，抽真空时常开式电磁阀10DF 不通 电，0.35MPa压缩空气使气动三通切断阀12HS、15HS、21HS打开，而将18HS关断，0.7MPa 蒸 汽 从21HS进入。通过节流阀JL从喷射器的喷嘴中高速喷出，造成喷嘴周围 负压，将胶 囊 内介质抽出，胶囊随之收缩，便于装胎或卸胎。节流阀JL是一种针形阀，用以 调节 蒸 汽流量，以改变真空度。在抽真空时，气动三通切断阀12HS打开，使胶囊内腔经直径为 3mm的小孔与大气连通，这样可以防止因真空度过高而损坏胶囊。5SC是手动三通阀，可以 在必要时手动停止抽真空。

5．定型控制

B型硫化机可分几次定型，现以二次定型为例进行说明。第一次定型压力的大小由调压阀1QFY、3QFY来确定，第二次定型压力的大小由调压阀2QFY、4QFY 来确 定。定型压力大小由电磁阀13DF、14DF来切换。定型时电磁阀9DF通电，气动三 通 切断阀 8HS、10HS、9HS、11HS动作，定型蒸汽经自力式压力调节阀1PH、2PH减 压 后，送入胶 囊内使生胎定型。由于自力式压力调节阀1PH、2PH是一种非溢流式调节阀，当胶囊内压力过高时，必须由另外的出口溢出，所以在胶囊的另一出口处装有气动三通切断阀10HS、11HS，经过直径为6mm的小孔通大气，这样就可以稳定地控制胶囊定型时的压力。4SC是手动三通阀，必要时可以手动停止定型。

6．胶囊内压控制

轮胎硫化时进入胶囊内的介质有蒸汽（或一次热水）、循环热水和 冷却 水等，这些介质的循环顺序、进入及排出时间的长短是由时 序控 制器 CK 发出气动 信 号，通过气动切断阀13HS、14HS、16HS、17HS、19HS、20HS进行控制的。时序控制器则应按硫化工艺过程的要求来进行调整。时序控制器的气源由机动阀1JK控制，因此只有当 合 模 完 毕，压动机动阀后，时序控制器才有气源，这样就可以保证只有在合模状态胶囊内才可以进这些介质。

在内压管路中还装有零压开关3YJ、4YJ，只有当胶囊内的压力 低 于 15kPa时，3YJ和4YJ才接通，硫化机才可开模，从而确保设备和人身的安全。

7．模型温度控制

由测温元件（温包或热电阻）测得加热模型的蒸汽室温度信号，送至温度记录调节器，与给定值作比较，其差值经调节器作比例（或积分、微分）运算后的气动信号送到气动薄膜调节阀QBT，对进入蒸汽室的蒸气流量进行控制，使蒸汽室的温度保持恒定，同时将整个硫化过程的温度变化情况记录下来。在硫化过程中，蒸汽室的冷凝水经气动 三通 切断阀7HS，从疏水器SQF中排出。硫化结束时，气动三通切断阀7HS打开，蒸汽室内 的残留蒸汽及冷凝

水就很快地直接排出去。

在硫化过程中，上环上部积存的冷凝水若不及时排除，就会使模型局部温度降低，影响硫化质量，因此设有由时序控制器控制的气动切断阀6HS。当需要排除上环上部的冷凝水时，6HS打开，在蒸汽室内压的作用下把冷凝水排掉。

零压开关1YJ、2YJ的作用是使蒸汽室内蒸汽压力低于15kPa时才能开模，保证设备和人身的安全。

8．活络模上模的升降及其它控制

活络模上模的升降由气动三通切断阀22HS、23HS控制，而切断阀22HS、23HS则受电磁阀16DF、17DF操纵。16DF通电时，活络模张开。17DF通电时，活络模收拢。单向节流阀SK可使活络模缓慢地张开，以减少机械冲击。

电磁阀5DF、6DF是控制润滑油泵用的。当5DF通电时，油泵活塞后退吸油，当6DF通电时油泵活塞把润滑油注入油路分配器。为了得到较高的注油压力，所以电磁阀6DF接以0.7MPa气源。

电磁阀25DF(26DF)是控制喷隔离剂用的。当机械手转入模型上方的装胎位置时，装在机械手上面的喷雾器刚好对准上模，此时电磁阀25DF(26DF)通电，压缩空气通过电磁阀从喷雾器喷出，即可把隔离剂（硅油）吸入并雾化后喷到上模上。

（二）A型轮胎定型硫化机的管路系统

A型轮胎定型硫化机的管路系统如图2-4-120(见书后插页)所示。它由装胎器机械手、活络模上模升降、球鼻闭锁及升降、定型控制、胶囊介质控制、下模吹风清理以及向上模或下模吹隔离剂、胶囊漏失、外模温度调节等几个控制部分组成。

1．装胎器机械手控制

它由油雾器2YW，空气调压阀4KT、电磁阀3DF1、3DF2、速度调节阀5DJ、6DJ组成。装胎器机械手爪子的撑开（抓胎）和缩拢（放胎）是由电磁阀3DF1和3DF2控制的。当电磁阀3DF1得电工作时，则机械手爪子缩拢（放胎），而当电磁阀3DF2得电工作时，机械手爪子撑开（抓胎）。空气调压阀4KT用于调节抓胎爪子的撑力，在机械手抓了生胎上升时，保证生胎的自重可以沿着撑开的抓胎爪子下滑，以克服由于存胎器上生胎放置不平而引起生胎在机械手上的偏心。速度调节阀5DJ、6DJ用于调节机械手放胎的速度。油雾器ZYW是将润滑油经压缩空气雾化后送往电磁阀3DF1、3DF2和机械手撑开、缩拢气缸作润滑用的。

2．活络模上模升降控制

电磁阀1DF用来控制活络模上模的升降。当电磁阀1DF得电工作时，上模升起；而当电磁阀1DF失电复位时，上膜下降。速度调节阀1DJ、2DJ是用来调节上模下降速度，以防止上模由于快速下降对硫化轮胎产生不必要的冲击。

3．推顶器球鼻升降及脱胎杆伸缩控制

控制系统由手动阀3SD及电磁阀16DF1、16DF2和15DF等组成。在两半模操作时，为了克服轮胎硫化完毕，在开模过程推顶时引起的轮胎变形，采用了脱胎杆的伸出与缩回的所谓“双重推顶”。将手动阀3SD置于“1”位，则脱胎杆的伸缩与推顶器的升降运动同步运行，完成双重推顶动作。其工艺过程是：当轮胎硫化完毕，球鼻下降将胶囊压入囊筒，使轮胎与胶囊剥离，然后硫化机开始打开，推顶器下降，张开的夹具板压在硫化轮胎的下胎圈上，使轮胎与上模脱离。硫化机继续开启，推顶器上升，轮胎由张开的夹具板提着，当横梁离硫化机完全开启位置还有约350～400mm距离时，电磁阀16DF2得电，推顶器下降，同时

脱胎杆进入（此时球鼻上升，让张开的夹具板缩拢）。当球鼻上升到顶后，16DF2失电，16DF1得电，推顶器上升，脱胎杆退出，这样就使硫化轮胎的上胎圈与推顶器上的上钢圈脱离，轮胎掉在卸胎辊道上。

活络模操作时，轮胎的定型是由推顶器进行的。将手动阀3SD置于“中”位，则脱胎杆不投入工作。当生胎装在下半模上之后，硫化机关合到离下钢圈顶部L_1+6mm的地方时（见图2-4-121），硫化机关合暂停，电磁阀16DF2得电工作，推顶器下降（当推顶器下降到一定距离后球鼻下降到闭锁位置）。然后16DF2停止工作，16DF1得电工作，推顶器由下降转为上升，推顶器通过张开的夹具板提着生胎的上胎圈，此时胶囊从囊筒被套出并进入生胎内腔。当胶囊舒展在生胎内腔后，电磁阀15DF得电工作，于是将电磁阀16DF1气源切断，推顶器靠自重落在充气的胶囊上由充气胶囊支持，数秒钟后，电磁阀15DF断电，推顶器由于电磁

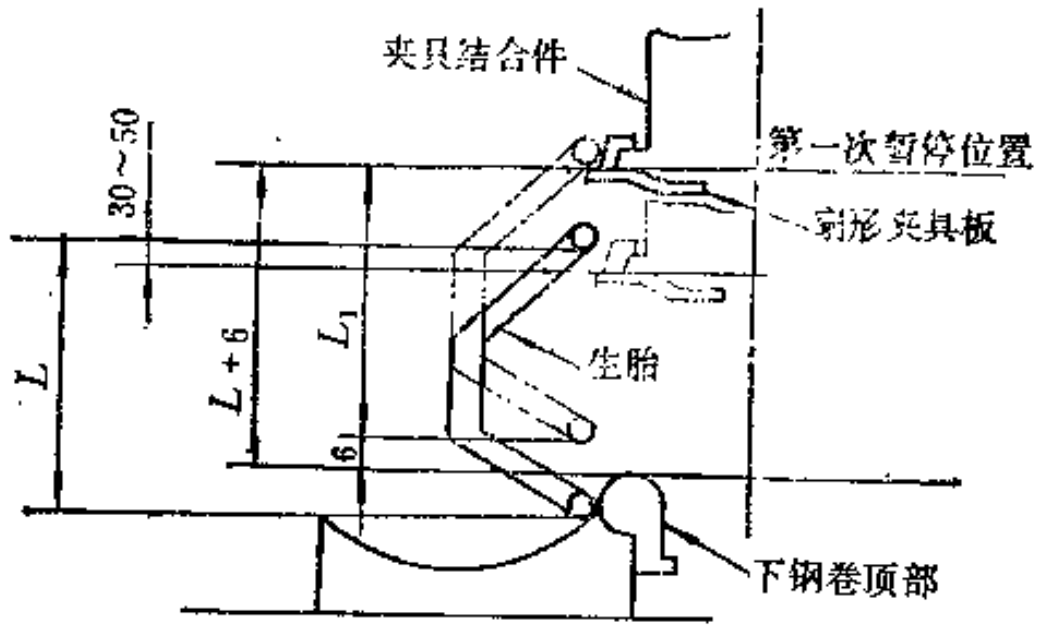


图 2-4-121 活络模操作时上模第一次暂停定型位置

阀16DF1得气而将推顶器从胶囊上卸走。定型完毕，硫化机继续关合。如充气的胶囊没有舒展在生胎内腔，不能将推顶器顶起，也即定型没有正常进行，则通过电磁阀15DF一会儿得电工作，一会儿失电复位，使得推顶器一上一下地通过张开的夹具板拍打没有舒展开的胶囊进行整理，直至定型正常为止。

调速阀3DJ、4DJ用于调整推顶器下降速度。推顶器上升或下降时，气缸的排气是通过快速排气阀4KX、5KX、6KX、7KX，而不是通过漫长的管路系统，以达到快速排气目的的。为了使排气速度可调，在快速排气阀的排气口处还装有节流器4JL、5JL、6JL和7JL。

4．球鼻闭锁及升降控制

电磁阀17DF与18DF1及18DF2相互配合，控制球鼻处于闭锁位置、上升或下降到极限位置。当电磁阀18DF1得电工作时，球鼻下降气缸和球鼻闭锁气缸进气，球鼻下降到下限，同时夹具板张开。当电磁阀18DF2得电工作时，球鼻上升到极限，此时夹具板收缩。如电磁阀18DF2与17DF同时得电工作，则球鼻只能上升到闭锁位置，此时夹具板张开。选择阀5XZ是用来当电磁阀18DF1或17DF得电工作时，球鼻闭锁气缸均能得气，而又不互相干扰。快速排气阀2KX、3KX、10KX的作用与4KX～7KX相同。

5．定型控制

分左右胶囊两部分，由自力式压力调节阀1ZT、2ZT、三通切断阀11QQ、10QQ和二位三通电磁阀7DF～12DF、空气调压阀6KT～11KT等组成。空气调压阀6KT～11KT用来分别给定一次定型、二次定型、保持定型蒸汽压力值。当电磁阀6DF、7DF、8DF得电工作

时，11QQ、12QQ开启，作用于自力式压力调节阀1ZT、2ZT膜头上的信号压力为6KT、11KT的输出值，此时通过1ZT、2ZT送往胶囊内的蒸汽为一次定型压力。当电磁阀6DF、11DF、7DF、12DF、8DF得电工作时，11QQ、10QQ开启，作用于自力式调节阀1ZT、2ZT膜头上的信号为7KT、10KT的输出给定值，此时通过1ZT、2ZT送往胶囊内蒸汽为二次定型压力。当电磁阀6DF、9DF、7DF、10DF、8DF得电时，11QQ、10QQ开启，作用于自力式压力调节阀1ZT、2ZT膜头上的信号为8KT、9KT的输出给定压力，此时通过12T、2ZT送往胶囊内的蒸汽为保持定型压力。单向阀5DX、6DX是防止胶囊管道系统内高压介质窜入定型蒸汽回路。往胶囊内送入定型蒸汽时，电磁阀14DF得电，循环排出阀6QQ开启泄流，以保证胶囊内定型蒸汽为所希望的固定压力值。

6．胶囊介质控制

这部分由分水滤气器2FL、调压阀5KT、手动阀2SD、机动阀JD、活塞式二通切断阀（气动二位切断阀）1QQ、2AQQ、2BOO、3QQ、4QQ、5QQ、6QQ、7QQ、8QQ、9QQ等组成。在硫化机合模后开始硫化轮胎时，根据工艺要求，由程序控制器CK启闭各切断阀，其动作程序参见表2-4-43至表2-4-45，在硫化机合模之前和开模以后，空气排出阀2AQQ、2BQQ、主要排出阀1QQ和循环排出阀6QQ分别受电磁阀13DF、14DF和手动切断阀2SD控制，程序控制器的气源受机动阀JD控制，只有当硫化机关合到下极限位置，横梁上的碰块压动机动阀JD时，程序控制器CK通过手动阀2SD和JD取得气源方能投入工作。手动阀2SD

表 2-4-43 蒸汽硫化阀门动作表（普通轮胎）

阀门名称 / 程序步骤	主要排出 1QQ	空气排出 2AQQ 2BQQ	定型蒸汽入 10QQ 11QQ	硫化蒸汽 3QQ	循环冷水 4QQ	循环热水 5QQ	循环排出 6QQ	充热水热水回 7QQ	补充冷水 8QQ	延长硫化	后充气准备	球鼻下降
硫化蒸汽				○								
充冷水									○			
循环冷水					○				○			
冷水放出	○			○								
球鼻下降	○											○
空气排出	○	○										○
硫化机开启	○	○										○

注：“○”表示阀门开启。

表 2-4-44 热水循环硫化阀门动作表（普通轮胎）

阀门名称 / 程序步骤	主要排出 1QQ	空气排出 2AQQ 2BQQ	定型蒸汽入 10QQ 11QQ	硫化蒸汽 3QQ	循环冷水 4QQ	循环热水 5QQ	循环排出 6QQ	充热水热水回 7QQ	补充冷水 8QQ	延长硫化	后充气准备	球鼻下降
升温				○								
充热水				○				○				
循环热水						○		○				
冷却水					○							
循环冷水					○				○			
冷水放出	○			○								
球鼻下降	○											○
空气排出	○	○										○
硫化机开启	○	○										○

注：“○”表示阀门开启。

有工作、停用、切断三个选择位置，硫化机工作时将2SD置于工作位置。为了安全和保护胶囊，在硫化机停用时，应将手动阀2SD置于停用位置，这时主要排出阀1QQ、空气排出阀2AQQ、2BQQ开启，防止由于胶囊管路上其它介质阀门漏失，压力介质窜入胶囊引起胶囊爆破。

表 2-4-45 热水单嘴硫化阀门动作表（普通轮胎）

阀门名称 / 程序步骤	主要排出 1QQ	空气排出 2AQQ 2BQQ	定型蒸汽入 10QQ 11QQ	硫化蒸汽 3QQ	循环冷水 4QQ	循环热水 5QQ	循环排出 6QQ	充热水 热水回 7QQ	补充冷水 8QQ	球鼻下降
升温				○						
充热水				○				○		
单嘴								○		
冷却水					○					
循环冷水					○				○	
冷水放出	○			○						
球鼻下降	○									○
空气排出	○	○								○
硫化机开启	○	○								○

注："○"表示阀门开启。

空气调压阀5KT是用来将车间引来的压缩空气降低到程序控制器CK及其它各阀门所要求的数值。分水滤气器2FL是用来将压缩空气内的水分过滤干净。

装于胶囊排出口处的零压开关1LK、2LK的动作压力为23kPa左右，释放压力为15kPa。当胶囊内压在15kPa以上时，零压开关1LK、2LK不释放，硫化机不能开启，以确保人身安全。

7. 向下模吹气清理控制

压力为0.7MPa的压缩空气由分水滤气器过滤干净后，经电磁阀5DF，通过吹气嘴11PJ～16PJ向下模吹气，将下模上的灰尘及细小杂物吹走。

8. 向上模或下模喷隔离剂控制

为了使硫化轮胎较容易与模型脱离，采用了向模型喷隔离剂装置。活络模操作时向上模喷隔离剂；两半模操作时向下模喷隔离剂。压力为0.7MPa的压缩空气经过空气调压阀3KT减压后；通过电磁阀19DF或21DF，与经由电磁阀20DF来的隔离剂同时送往喷雾嘴1PJ～10PJ，经喷雾嘴雾化后的隔离剂喷在上模或下模上。

9. 胶囊漏失及其它控制

由安全阀1AQ、2AQ和零压开关3LK、4LK组成胶囊检漏控制。在轮胎硫化过程中，胶囊因故损坏，胶囊内高压介质经夹具板、加热板、上托板等流入安全阀1AQ、2AQ和零压开关3LK、4LK，如压力超过安全阀所规定的数值，高压介质从安全阀溢出。零压开关的动作压力为23kPa左右，当胶囊损坏后带有压力的介质流入零压开关，使零压开关动作，发出胶囊漏损信号。

当轮胎硫化完毕，硫化机开启之前，球鼻下降将胶囊打入囊筒，使胶囊与硫化轮胎内壁逐步剥离时，大气从单向阀7DX、8DX进入胶囊与硫化轮胎内壁之间，防止产生真空，以便

于胶囊与轮胎易于剥离。

10. 外模温度调节及胶囊内温内压记录

硫化机采用热板方式硫化轮胎时，热板系连续加热，温度记录调节仪BWJS对热板的温度进行记录调节，对胶囊内压内温进行记录。感温元件2PW检测到的热板温度送到温度记录调节仪与给定值比较后，偏差信号作用在气动薄膜调节阀QT上，使QT开度减小或增大，以改变流入上下加热板蒸汽的流量，从而达到调节热板温度的目的。

感温元件1PW检测胶囊内温送入温度记录调节仪BWJS进行单纯记录，内压取自单向阀1DX、2DX之间，也即从胶囊排出口经隔热装置GR引入三笔温度压力记录调节仪BWJS。

空气过滤减压阀JGJ将车间送来的0.35MPa仪表用干燥空气经过再一次过滤减压到0.14MPa供给温度压力记录调节仪作气源用。

四、后充气装置工艺程序

后充气装置通常分二位式和四位式两种，其工艺程序见图2-4-122和图2-4-123。

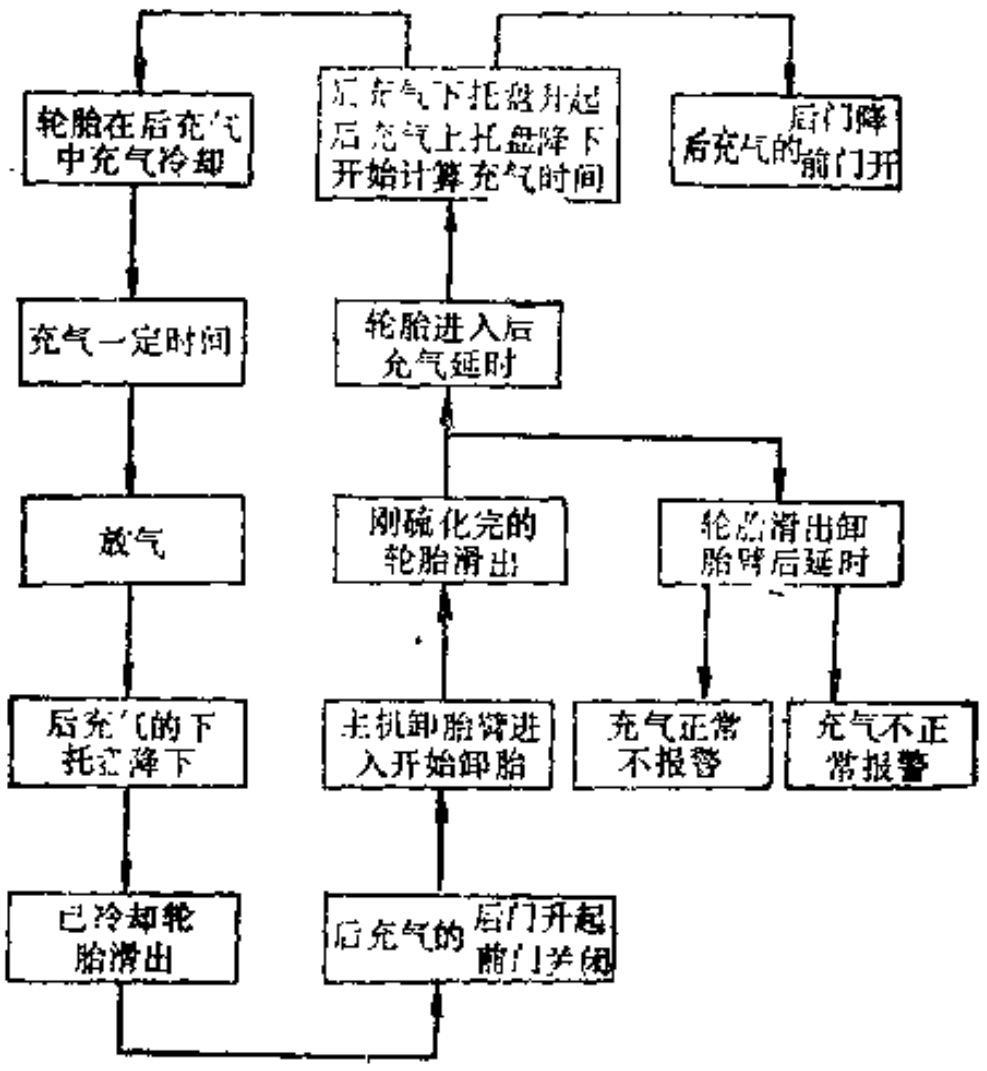


图 2-4-122 二位式后充气装置工艺程序

五、后充气装置的管路控制系统

（一）二位式后充气装置的管路控制系统

二位式后充气装置的管路控制系统如图2-4-124所示。后充气装置的下夹盘由水缸XGG推动曲柄连杆机构来升降，由于曲柄连杆在伸直时有自锁作用，所以不需要单独的锁紧机构。当下夹盘上升把待充气的轮胎托起时，上水缸SGG推动上夹盘压紧两个钢圈，从而使得轮胎充气时不容易漏气。当胎内充气后，依靠胎内压力将上夹盘推起，使得在充气过程中的轮胎尺寸保持准确。上下水缸的动作是由双向气动二位四通滑阀5GM通过电磁阀32DF、30DF来控制的。

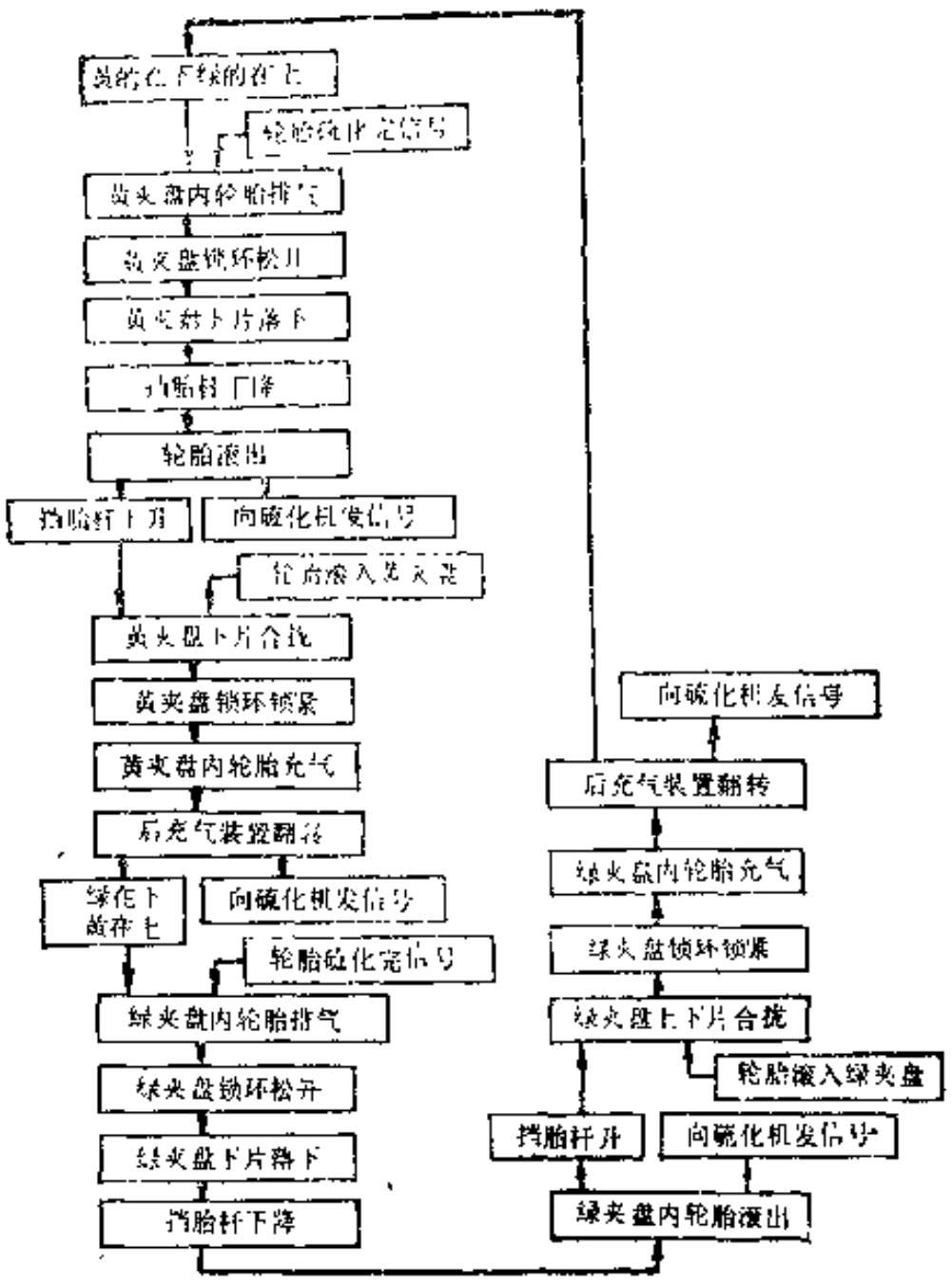


图 2-4-123 四位式后充气装置工艺程序

后充气装置的后门和前门的气缸用来操作待充气轮胎的进入、定位和把已充气的轮胎送出，它分别由电磁阀27DF、28DF、29DF直接控制 零压开关11YJ和差压开关1CYJ、2CYJ的作用与下述四位式后充气装置相同。

（二）四位式后充气装置（翻转式）管路控制系统

四位式后充气装置管路控制系统如图2-4-125所示。它由活动梁升降、夹盘锁紧和松开、夹盘内轮胎充气、挡胎杆升降等部分组成。

1．活动梁升降控制

压力为0.7MPa的压缩空气通过分水滤气器1FL、空气调压阀1KT和手动四通阀1SD、油雾器1YW和电磁阀32DFA进入活动梁上升气缸，使活动梁上升，从而带动黄色夹盘或绿色夹盘上升合拢。如电磁阀32DFA切断，32DFB工作时，上升的活动梁则由于自重而逐渐下降，从而使黄色或绿色夹盘落下。

2．夹盘锁紧与松开控制

硫化完毕的轮胎进入漆有黄、绿颜色标记的夹盘后，活动梁上升将夹盘合拢，锁环应该锁紧，以便向轮胎充气。压力为0.7MPa的压缩空气经由1FL、1KT、1SD、1YW和电磁阀33DFA(34DFA)进入锁紧气缸，使得夹盘上的锁环锁紧。当锁环锁紧，推杆压动机动阀1JD(2JD)后，电磁阀33DFB(35DFB)才能取得气源。

当轮胎充气冷却完毕，内压排除以后，电磁阀36DFA(34DFA)切断，36DFB(34DFB)

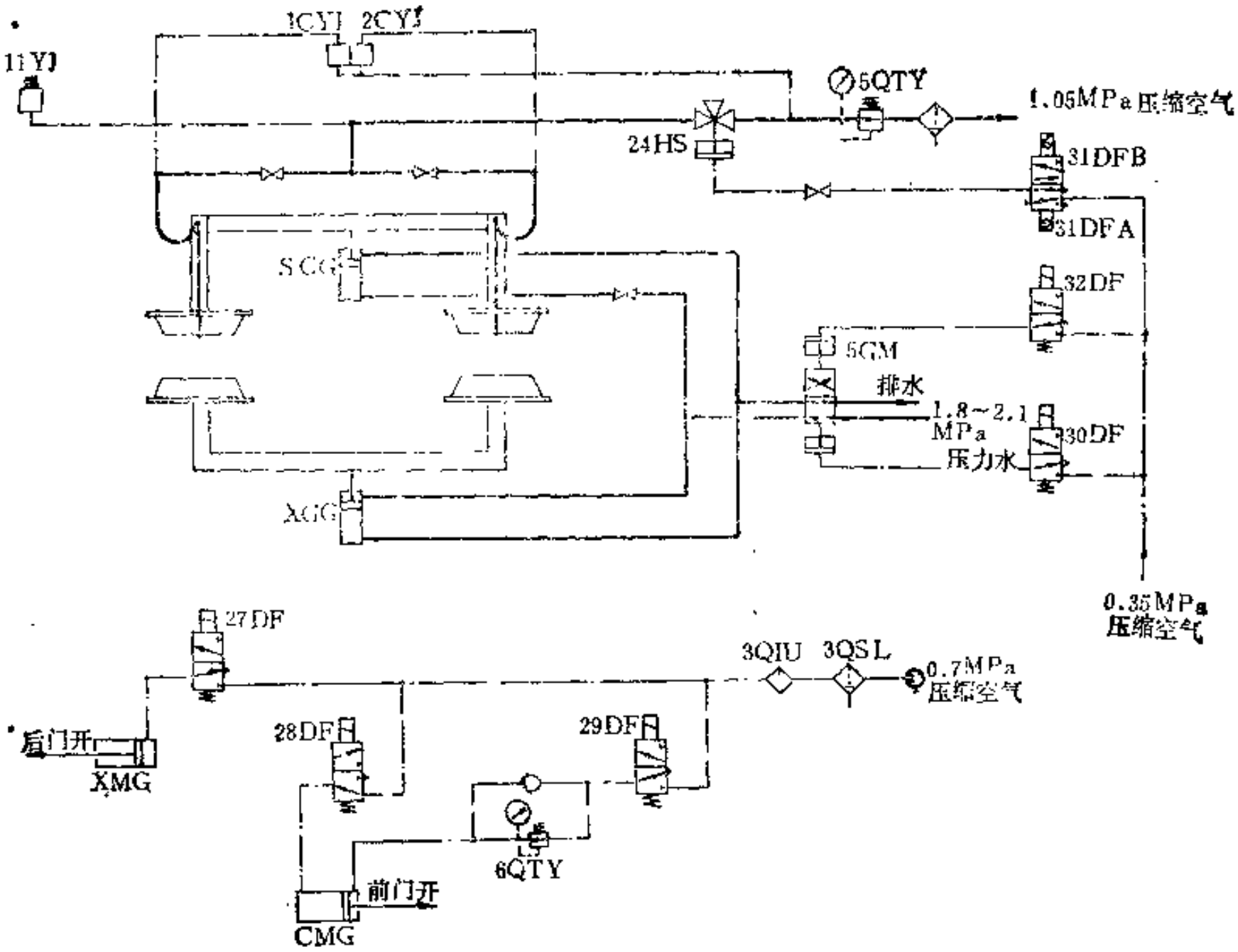


图 2-4-124　二位式后充气装置管路控制系统图

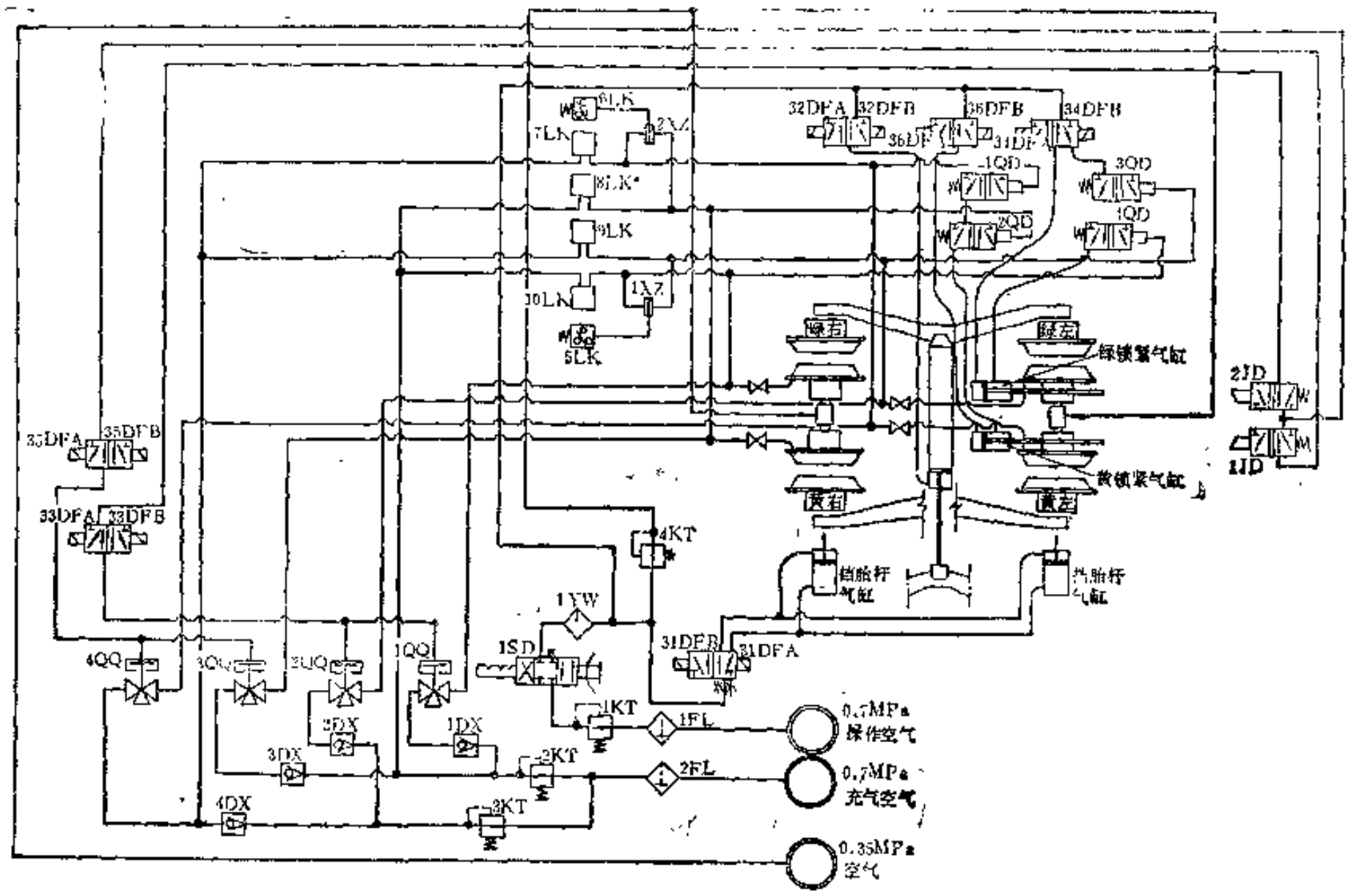


图 2-4-125　四位翻转式后充气装置管路控制系统

工作，则压缩空气经过36DFB(34DFB)和气动阀1QD、2QD(3QD、4QD) 进入锁环松开气缸，使锁环松开。假如夹盘内充气轮胎内压没有降低到安全数值以下时，轮胎内的气压作用于气动阀1QD、2QD(3QD、4QD)膜头上，使气动阀动作，将通往锁环松开的气源切断，锁环不能松开，轮胎内的压力气体不能喷出，以保证人身和设备的安全。

3．夹盘内轮胎充气控制

压力为0.7MPa的压缩空气经分水滤气器2FL、调压阀3KT、2KT、单向阀3DX、4DX(1DX、4DX) 和气动三通切断阀4QQ、3QQ(1QQ、2QQ)进入锁紧夹盘夹持的轮胎中。切断阀的启闭是由电磁阀35DFA、35DFB(33DFA、33DFB)控制的。只有当锁环锁紧，推杆压住机动阀1JD、2JD时，电磁阀35DF、33DF才能获得气源允许向轮胎充气。

零压开关5LK、6LK作安全保护用，只有当夹盘内轮胎充气压力接近零值时，才允许锁环松开。

差压开关7LK～10LK是用来反映夹盘内充气轮胎压力是否与要求压力相近的。由于充气管路系统漏损或夹盘装胎位置不正引起漏气，使轮胎充气压力低于要求值时，则差压开关发出警报信号。

4．挡胎杆升降控制

压力为0.7MPa的压缩空气从1FL、1KT、1SD、1YW经由电磁阀31DFA进入挡胎杆气缸，挡胎杆上升，使硫化完毕进入后充气装置的轮胎能够定位于夹盘之中。当轮胎充气冷却完毕，排除内压，松开锁环，活动梁下降使夹盘松开后，电磁阀31DFA断电，31DFB工作，压缩空气进入挡胎杆气缸的上部，使挡胎杆下降，轮胎顺利地从夹盘内滑走。

5．其它控制

取自调压阀4KT，送入黄（绿）上夹盘压紧气缸的压缩空气，其作用是当轮胎进入夹盘锁紧后，上夹盘向下使轮胎的上、下胎圈与夹盘上的上、下钢圈吻合，保证充气时压力不会从胎圈部分逸出。当轮胎充气后，由于轮胎充气压力大于上夹盘压紧气缸的向下压力，使上夹盘上升到轮胎的充气高度。

第九节　常用控制元件

在定型硫化机的自动控制系统中，各种元件和执行机构工作的稳定性和可靠性，是决定定型硫化机自动化程度高低、机修周期长短的重要环节。各种定型硫化机常用的控制元件、执行元件和气控元件简介如下。

一、控 制 元 件

（一）时间时序控制器

在传统的控制方式中，硫化过程中各种工作介质和硫化时间的自动控制，采用时间时序控制器来完成。目前用于定型硫化机上的时序控制器为机械式和数字式两种。

1．机械式时序控制器

这种控制器具有体积小、结构紧凑、调整方便、维修容易等特点。目前已定型的产品有6801型和TDS型，这两种产品原理相同，结构大同小异。

TDS型时序控制器输出分气电复合式和纯气式两种，前者有9个气路（气阀）输出，3个电路输出，每个电路开关容量为交流380V、3A；后者最多有12个输出气路（气阀），当气源压力为0.1MPa时，气阀的流量不小于2000L/h。时序控制器的气源压力为0.1～0.35MPa，

最大循环周期有30min、60min和120min等几种。

2. 数字式时序控制器

用于定型硫化机上的8681型数字式时序控制器具有功能广、输出通道多、时间范围大等特点。

（1）主要性能特点

a．气源压力为0.15～0.7MPa。

b．能连续显示循环步数和每步的给定时间，以及该步已走过的时间。

c．最多有24步，每步有1～12个输出，电、气信号可任意组合。用于硫化机上一般多采用9个气阀，3个电开关。

d．每步给定时间为0.1～99.9min，如设定的时间超过99.9min，可以两步串联使用，

图 2-4-126 数字式控制器原理方框图

计时精度为±0.5s。由于每步的计时都是从零开始，所以更改某步的设定时间，无需对其它步进行调整。

e．用于硫化机时，由于采用了专用的联锁线路，保证在硫化机合模之前，时序控制器不计时，而在时序结束后计时停止，不再进行循环工作。

（2）结构原理及组成　它由时间给定单元、时间发生器、输出控制单元、步进装置和跳步开关等组成，如图2-4-126所示。

a．时间给定单元　包括时间鼓、干簧开关、时间凸轮和控制步进的凸轮及其开关。在时间鼓的周围可以固定24个杆，改变三个时间凸轮在杆上的位置，可在0～99.9min的范围内调整每步的设定时间，设定的时间由时间凸轮和干簧开关转换成电信号。

b．时间发生器和步进装置　由计数器、比较器、转换器、检测回路和发光二极管、步进电机等组成。计数器将电源频率(50Hz或60Hz)转换成1Hz的时钟脉冲作为每步的时间进行计数，并将其转换成BCD码用数码管显示，同时还将其送到比较器与时间凸轮设定的时间进行比较，当给定的时间与已走的时间相等时，ACR继电器得电控制步进电机带动时间鼓向前转动一步，开关C动作，使继电器BCR得电，以切断ACR的电源，从而步进电机停转。

c．输出控制单元　由功能鼓、功能凸轮及气阀和开关组成。功能鼓与时间鼓通过同步齿形带同步运行。根据工艺要求预先移动功能鼓上的凸轮，使其在相应的步序上去驱动气阀或电开关，以发出控制信号。

如在时序控制器工作过程中需要跳越某一步或几步继续工作时，可按下跳步开关，使时序控制器跳越所需的步序。

（二）零压开关

在硫化机开模过程中作零压保护用。压力感受元件结构原理如图2-4-127所示。压力介质进入工作气腔9，鼓起膜片8，顶起芯子1，推动压在芯子上的微动开关，使其动作，发出信号。调节螺钉2可以改变推动微动开关的压力值。一般用于零压保护时，微动开关的动作压力调整在25kPa左右。当胶囊内压降低到15kPa以后，硫化机方能打开，以保证人身安全。工作介质压力可达4.0MPa。

（三）主令控制器

目前有LK4系列及18组或10组旋转凸轮和微动开关组成的主令控制器。在硫化机开启或合模过程中，由硫化机主传动驱动，通过旋转凸轮压合或者断开微动开关发出信号，使电气连锁线路按操作要求动作，以实现硫化机在开启或合模过程中各种动作程序。

LK4系列主令控制器系老产品，体积大，调整不便，运行可靠性差。18组及10组主令控制器结构如图2-4-128所示。该产品调整较容易，动作可靠，但接线不太方便。工作时通过硫化机主传动带动齿轮4和锥形齿轮6以及轴2和凸轮3旋转。凸轮3的凸凹边压动或者释放辊轮10，推动杠杆8绕轴7摆动，杠杆8的触头使微动开关9动作。调整凸轮3的位置，就可改变硫化机在开合模过程中对受控动作发出电气信号的时间程序，以进行连锁控制。

（四）差压开关

用于轮胎硫化完毕后进入后充气装置进行冷却时，防止轮胎产生质量事故。在后充气装置的充气管路上安装差压开关后，当轮胎充气压力稍低于给定值时差压开关就发出信号，引起操作人员注意，及时处理事故，以确保轮胎质量。

差压开关的结构如图2-4-129所示，其工作原理为：设P_1为高压端压力(也即为给定的标准压力)，P_2为低压端压力（也即为轮胎充气压力)。压力通过膜片2和5作用于芯子4上的向

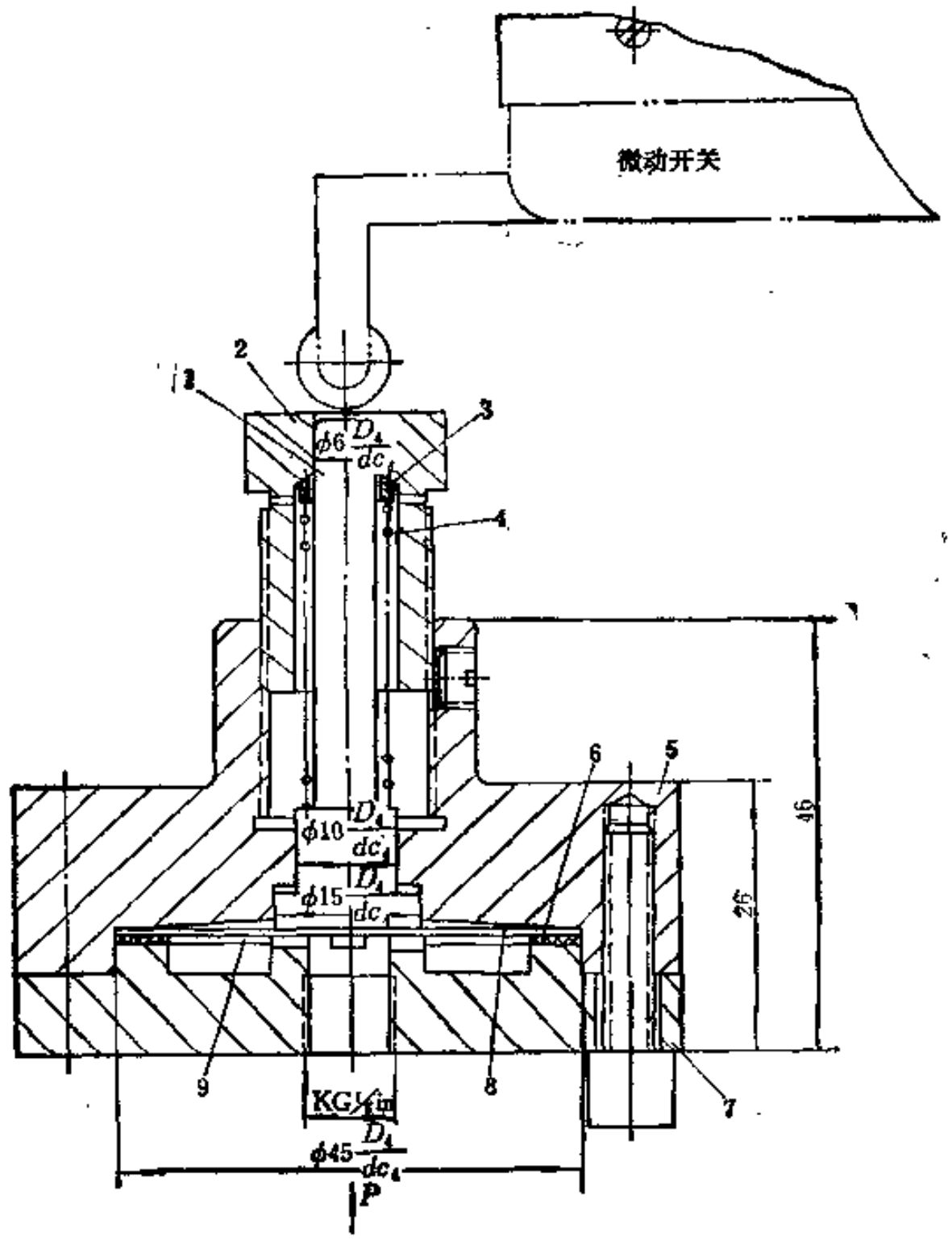


图 2-4-127 零压开关

1—芯子；2—调节螺钉；3—垫圈；4—弹簧；5—压盖；6—垫片；7—底座；8—膜片；9—工作气腔

下推力为F_1，作用于芯子4上的向上推力F_2，则

$$F_1=\frac{\pi D_1^2}{4}\cdot p_1 \tag{2-4-58}$$

$$F_2=\frac{\pi D_2^2}{4}\cdot p_2 \tag{2-4-59}$$

式中 D_1——芯子上端直径；

D_2——芯子下端直径。

由于$D_2>D_1$，因此当$p_1=p_2$时，$F_2>F_1$，作用于芯子4的上下推力差为$\Delta F=F_2-F_1$。ΔF使芯子4向上移动，推动触杆1上移，通过导杆7使微动开关9受压动作，发出轮胎正常充气信号。如果p_2下降Δp_2，则作用于微动开关9上的推力ΔF亦将下降。当ΔF值下降过大时，微动开关复位，随即发出轮胎充气不足的信号。

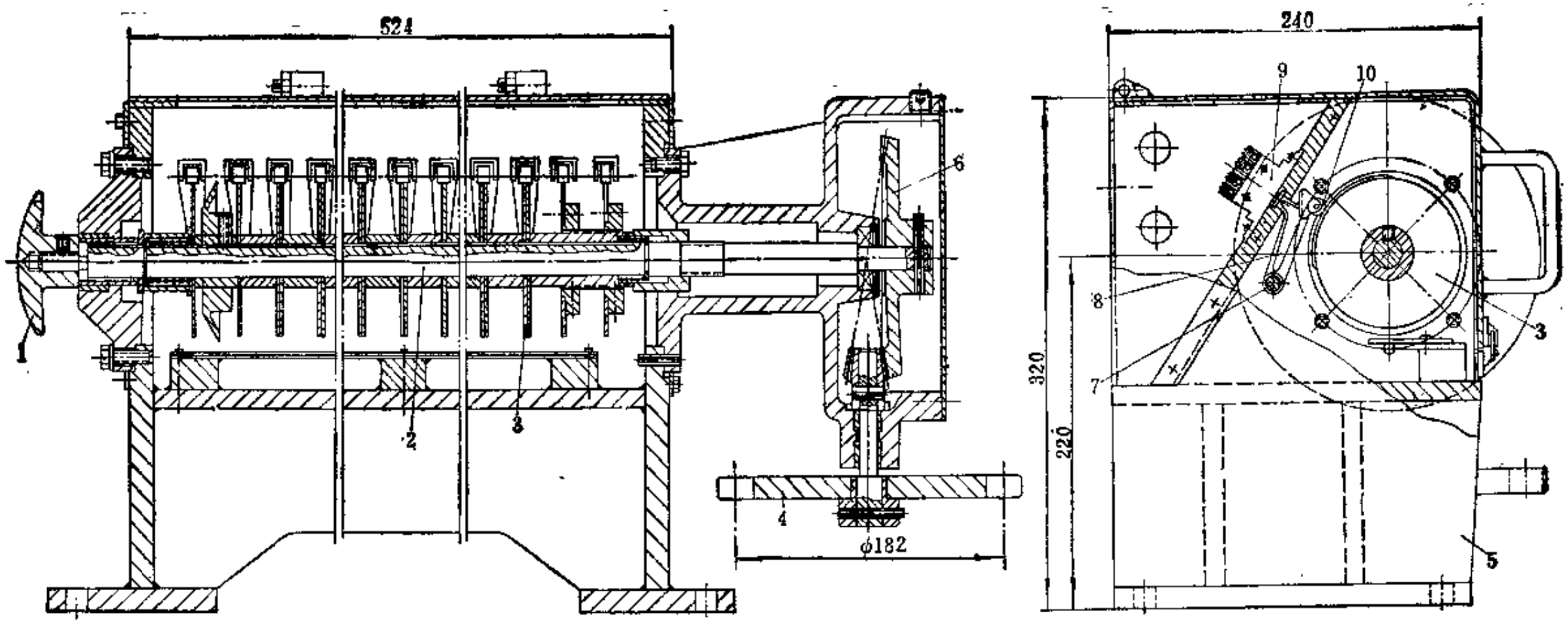


图 2-4-128　主令控制器

1—旋转凸轮手柄；2、7—轴；3—凸轮；4—齿轮；5—箱体；6—锥形齿轮；8—杠杆；9—微动开关；10—辊轮

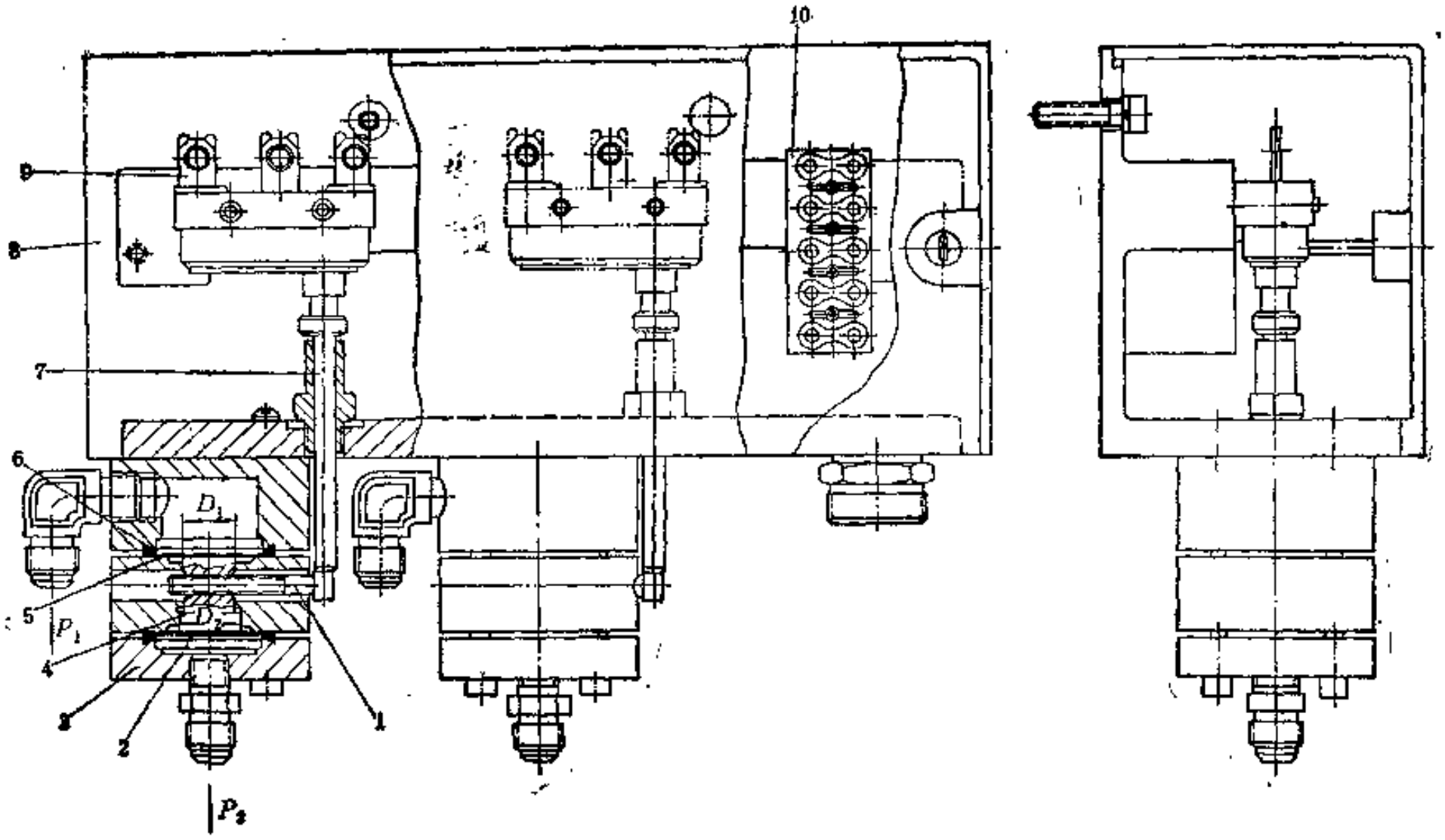


图 2-4-129　差压开关

1—触杆；2、5—膜片；3—端盖；4—芯子；6—胶垫；7—导杆；8—盒体；9—微动开关；10—接线板

二、执 行 元 件

（一）气动薄膜套筒式调节阀

气动薄膜套筒式调节阀是气动单元组合仪表中的执行器，利用控制讯号的变化，达到对压力、流量、温度和液位等工艺参数自动调节和远距离控制。在轮胎定型硫化机上主要用于加热轮胎硫化模型的蒸汽的流量调节，以控制硫化模型的温度。

气动薄膜套筒式调节阀的结构如图2-4-130所示，有气闭式和气开式两种。该阀的特点为采用平衡型阀芯结构，不平衡力很小，允许压差大，稳定性好，阀芯和套筒侧面导向，可改善由于涡流和冲击所引起的振荡，噪音降低，此外流通能力大。

广东中山调节阀厂的ZMSM气动薄膜套筒式调节阀的主要性能参数和外形尺寸见表2-4-46和表2-4-47。这种调节阀的允许泄漏量符合GB 4213—84气动调节阀通用技术条件双座调节阀泄漏量的规定。

（二）气动两位切断阀

气动切断阀是工业生产过程自动化元件之一，是气动单元组合仪表中的执行机构。它按照控制仪表供给的信号，开启或切断管道中的流动介质（液体、气体和蒸汽）。由于该阀采用气动活塞代替橡胶薄膜和阀芯、阀座采用软密封型式，因此具有较严密的切断性能（泄漏极少，甚至为零）。这种气动切断阀的结构简单，密封可靠，维修方便。

气动两位切断阀由气动活塞式执行机构和切断阀两部分组成，其结构如图2-4-131所示，由缸盖1、支架3和活塞5构成气缸。当气缸无信号输入时，活塞式执行机构由于弹簧6的初始预紧力，使阀芯11关闭上阀座14。当有≤0.35MPa压缩空气信号输入时，活塞5向下运动，阀

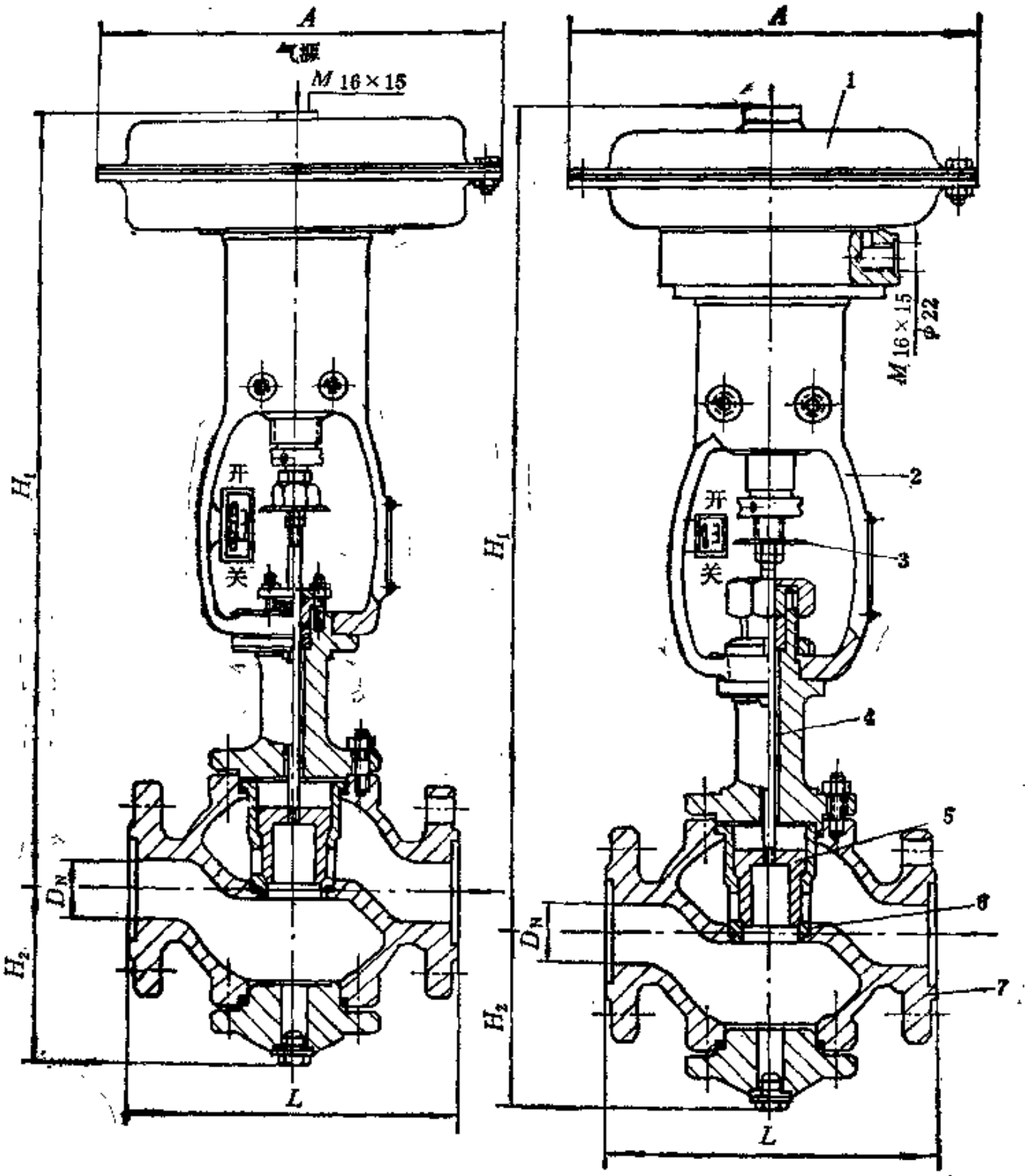


图 2-4-130 气动薄膜套筒式调节阀

1—膜头；2—支架；3—启闭指示器；4—阀杆；5—阀芯；6—阀座；7—阀体

芯11离开阀座14，并闭合接管12的排出口，使输送管道中的介质接通。阀芯上下密封面的材料为聚四氟乙烯。切断阀有三通和两通两种。如果把三通切断阀的接管12堵死，即可作两通切断阀用。

气动二位切断阀的主要性能参数见表2-4-48。

（三）气动两位四通滑阀

气动两位四通滑阀和气动两位切断阀一样，用来切换输送管道中的流动介质（水、蒸汽和压缩空气等），或对输出管道中的介质切换排空。它与气动或电动单元组合仪表、电控气阀、程序控制器等配合使用。在轮胎定型硫化机中用于控制装胎器和卸胎机构液压缸的动作。

表 2-4-46 ZM_B^AM气动薄膜套筒调节阀主要参数

公称通径D_N, mm	25	32	40	50	65	80
公称压力, MPa	1.6;4.0;6.4					
流量等性	直线,等百分比					
温度范围, ℃	普通型−20～+250;热片型−20～+450					
作用型式	气闭式; 气开式					
额定流量系数c	10	16	25	40	63	100
配用执行机构型号	ZM_B^A -2		ZM_B^A -3		ZM_B^A -4	
膜片有效面积, cm^2	280		400		630	
额定行程, mm	16		25		40	

表 2-4-47 ZM_B^AM气动薄膜套筒调节阀外形尺寸

公称通径D_N mm	L, mm			H_1, mm				H_2 mm	A mm
				ZMAM		ZMBM			
	P_N16	P_N40	P_N64	普通型	热片型	普通型	热片型		
25	185	190	200	561	697	600	736	112	280
32	200	210	210	567	703	606	742	118	280
40	220	230	235	633	767	691	825	129	325
50	250	255	265	648	782	706	840	144	325
65	275	285	295	869	1032	934	1097	178	410
80	300	310	320	872	1035	937	1100	191	410

表 2-4-48 ZSQ-40;RⅢ型气动二位切断阀性能参数

公称通径D_N, mm	G$\frac{1}{2}$in	20、25	32、40	50
阀座通径, mm	12	25	38	48
活塞直径, mm	90	140	180	220
活塞行程, mm	12	20	25	32
额定流量系数C		6.4	14.2	
公称压力, MPa	4			
信号压力, MPa	0.35			
工作温度, ℃	−20～+200			

注: 表中数据为广东中山调节阀厂产品参数。

气动两位四通滑阀分单向和双向两种结构形式，如图2-4-132所示，由膜片式执行机构和两位四通滑阀组成。当膜头通入信号气压时，由推杆3推动阀杆6，切换工作介质通道，改变工作机构运动方向。阀杆材料用1Cr18Ni9，阀体材料用ZHMn58-2-2。

单向滑阀和双向滑阀的结构基本一样，其区别在于单向滑阀只有一端有膜头，另一端设有弹簧8，当膜头信号压力除去时，靠弹簧8的作用力使阀杆6复位。

广东中山调节阀厂的ZMH-25$\frac{A}{S}$气动两位四通滑阀的主要性能参数如表2-4-49所示。

（四）自力式压力调节阀

自力式压力调节阀是一种由调节系统给定的信号压力来控制和调节工作介质的工作压力的减压阀。它在定型硫化机上用于控制胶囊的定型蒸汽压力。

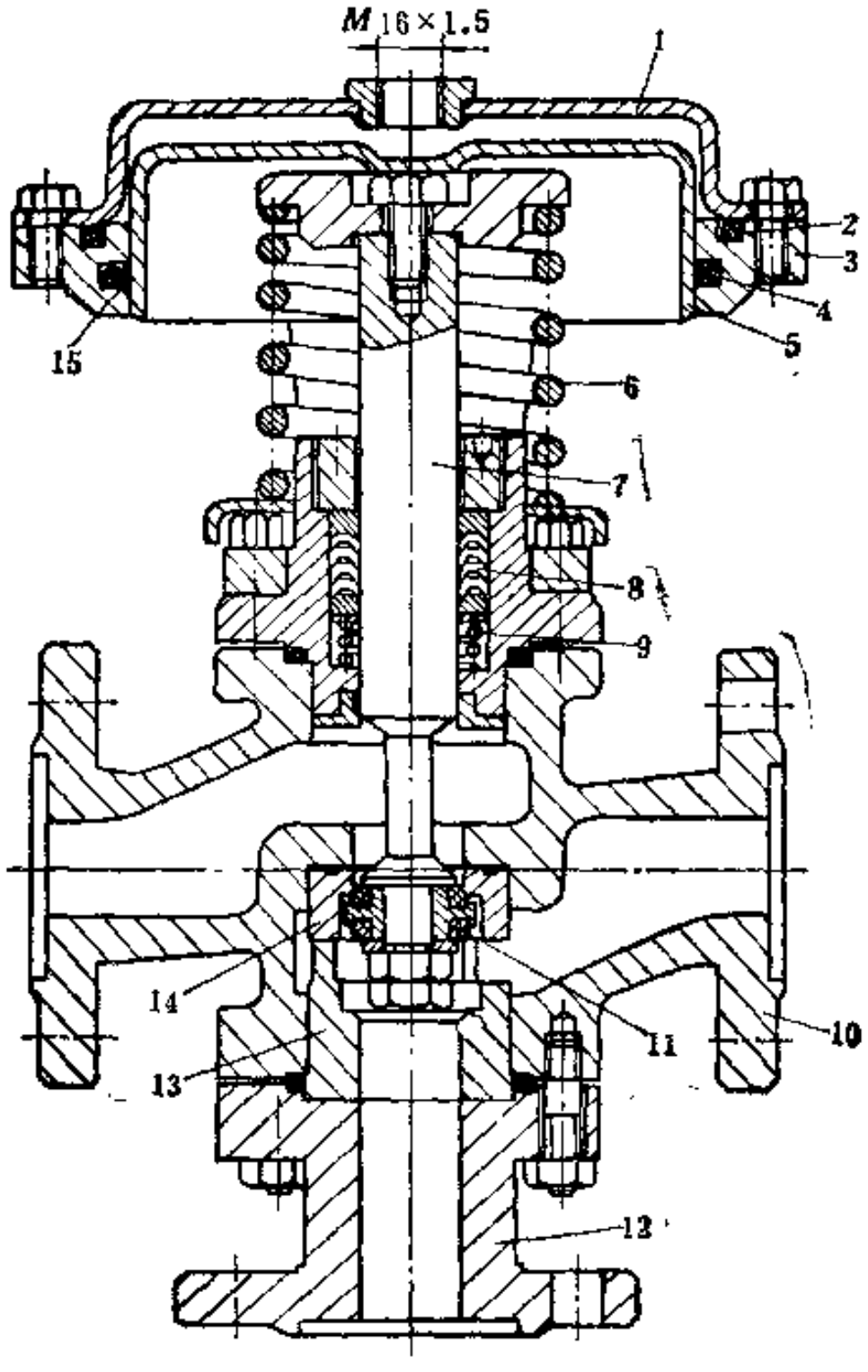


图 2-4-131 气动二位切断阀

1—缸盖；2、4—O形密封圈；3—支架；5—活塞；6、9—弹簧；7—阀杆；8—密封圈；10—阀体；11—阀芯；12—接管；13—下阀座；14—上阀座；15—矩形密封圈

自力式压力调节阀的结构如图2-4-133所示。当给定压力的压缩空气进入膜片1上方的上模室时，使金属膜片1产生向下推力，推动阀杆5，阀门打开。当阀输出口产生压力后，输出压力通过反馈管路（见图2-4-134）进入膜片1下方的下膜室。此时由于工作介质输出压力作用在托盘3上，使托盘3受有输出压力产生的上推力和弹簧9的作用力，局部平衡3信号压力作用在上膜室金属膜片上的向下推力，使阀门开度减少，同时输出压力也随之减小。当反馈输出压力产生的向上推力与弹簧作用力之和小于或等于信号压力产生的向上推力时，阀保持平衡，处于某一开度。当输出压力随外界干扰的影响而产生变化（或负荷变化）时，能通过反馈系统改变阀门的开启度，从而使输出压力稳定在与信号压力相应的某一数值上。输出压力的大小决定于信号压力的大小，因此用空气调压器1（见图2-4-134）调整信号压力即可调节输出压力。信号压力和输出压力各用压力表2和5指示。

当反馈信号进入膜片的下膜室时，为了防止工作介质（蒸汽）冲击膜片，反馈信号管路应制成有圈数达20余圈的螺旋管，以起缓冲作用。

广东中山调节阀厂的TZY-02型自力式压力调节阀的主要性能参数如下：

（1）公称通径：TZY-02 ⅡR　ZG3/4in
TZY-02　DN32

（2）公称压力　1MPa

（3）压力调节范围　20～600kPa

（4）信号压力范围　30～620kPa

（5）压力特性　$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} \leqslant 2.9\%$

（6）工作介质　蒸汽

（7）允许泄漏量：TZY-02

ⅡRZG $\frac{3}{4}$	22.2ml/min
TZY-02 DN32	37.3ml/min

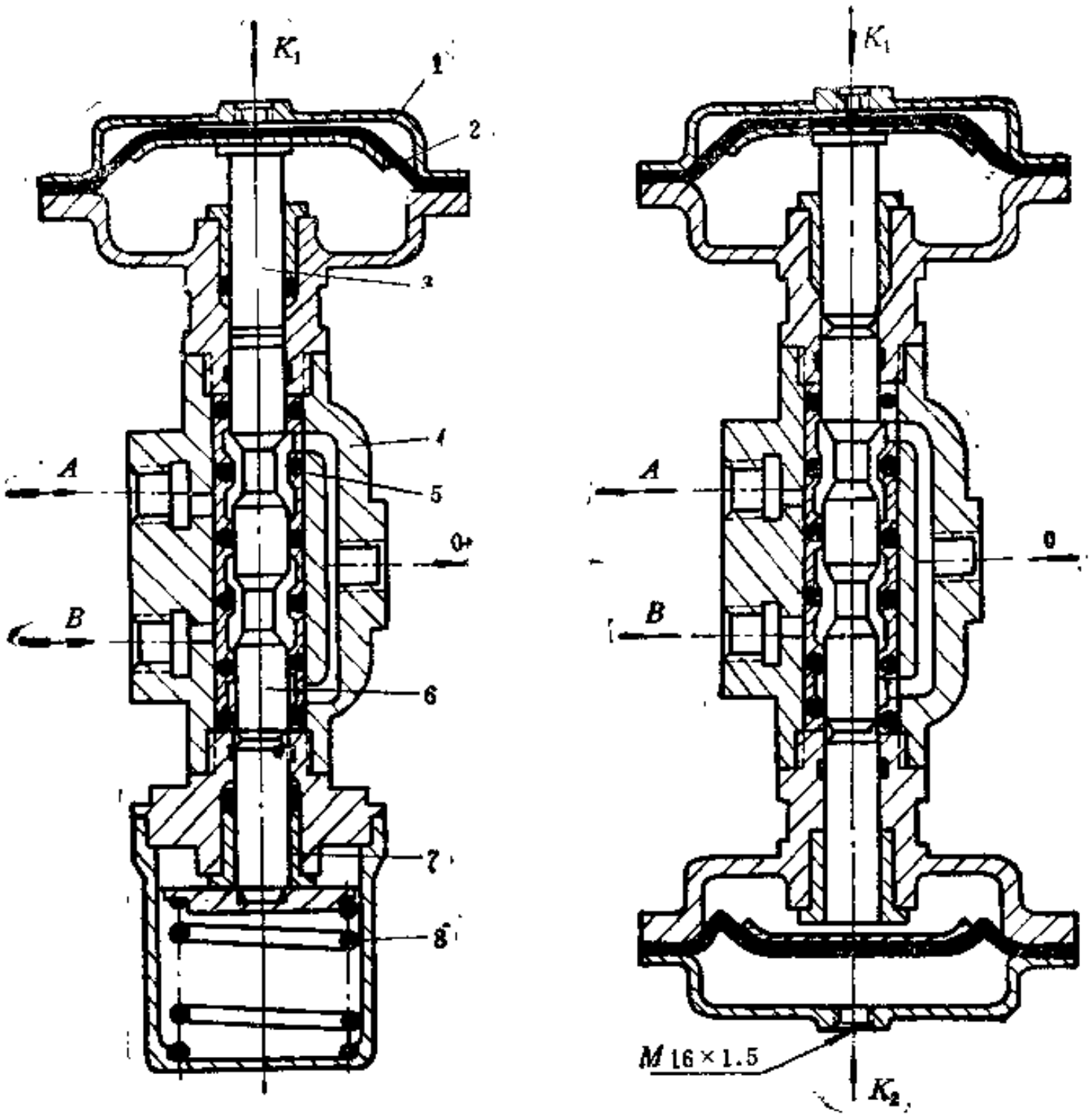


图 2-4-132 气动两位四通滑阀

1—膜盖；2—波纹膜片；3—推杆；4—阀体；5—O形密封圈；6—阀杆；7—衬套；8—弹簧

表 2-4-49 气动两位四通滑阀主要性能参数

公称通径 D_N	膜片面积 cm^2	允许泄漏量 NL/min	工作行程 mm	公称压力 MPa	额定信号压力 MPa	工作温度，℃
A $\frac{3}{4}$ in S $\frac{3}{4}$ in	130	0.25	30	2.5	0.35	0～60
A $\frac{1}{2}$ in S $\frac{1}{2}$ in	66	0.12	20			
A $\frac{1}{4}$ in S $\frac{1}{4}$ in	66	0.05	15			

注：A为单向，S为双向。

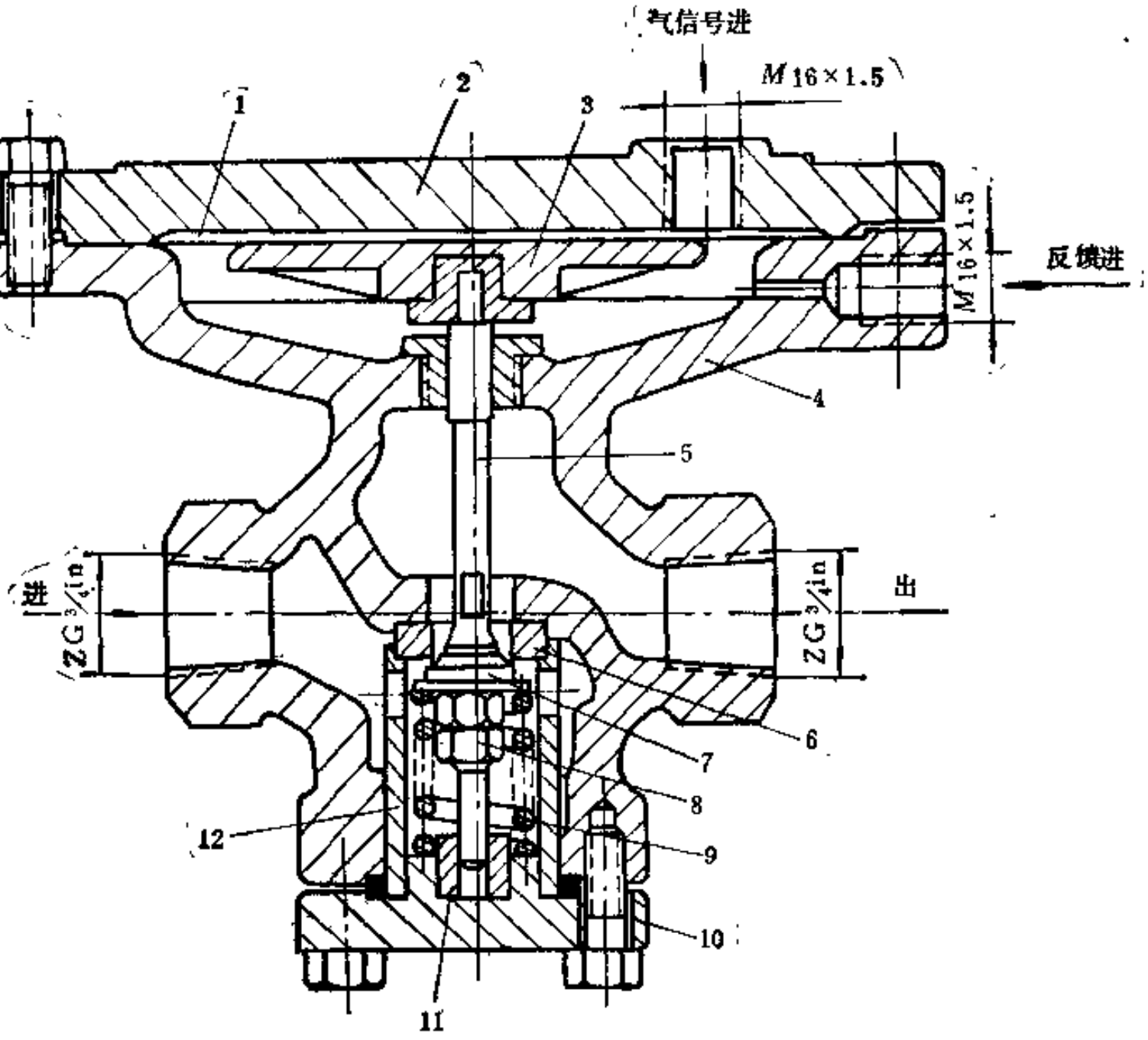


图 2-4-133　自力式压力调节阀

1—膜片；2—膜盖；3—托盘；4—阀体；5—阀杆；6—阀座；7—阀芯；8—螺母；9—弹簧；10—阀盖；11—导套；12—套筒

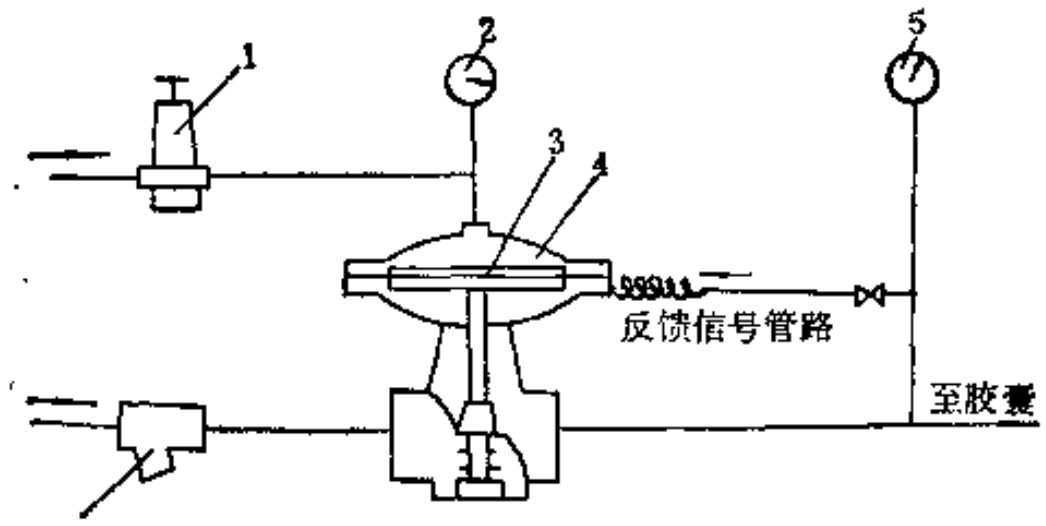


图 2-4-134　自力式压力调节阀管路系统

1—信号压力调节器；2、5—压力表；3—金属膜片；4—自力式压力调节阀；6—过滤器

（五）喷射器

喷射器用在B型定型硫化机中代替真空泵作胶囊的抽真空，结构简单，使用方便。喷射器的结构如图2-4-135所示，它由喷嘴1和扩散管2组成。喷射器的动力源用蒸汽或压力水。喷嘴 1 是个渐缩管。当蒸汽或压力水通入喷嘴1时，以很高流速从喷嘴1的喷射口喷射出来。在

喷嘴出口处位能变成动能，压力降低，速度提高，形成负压，将胶囊中的工作介质抽入扩散混合室内和工作蒸汽（或压力水）混合。随着工作蒸汽（或压力水）进入扩散管喉部，向外扩散泄出，促使胶囊内的介质不断被抽出而处于真空状态，胶囊随即收缩，便于卸胎和装胎。

喷嘴和扩散管均用铸铜制造。喷射器在定型硫化机中的应用示例如图2-4-136所示。喷射器对胶囊抽真空的性能，其试验数据如表2-4-50和表2-4-51所示。

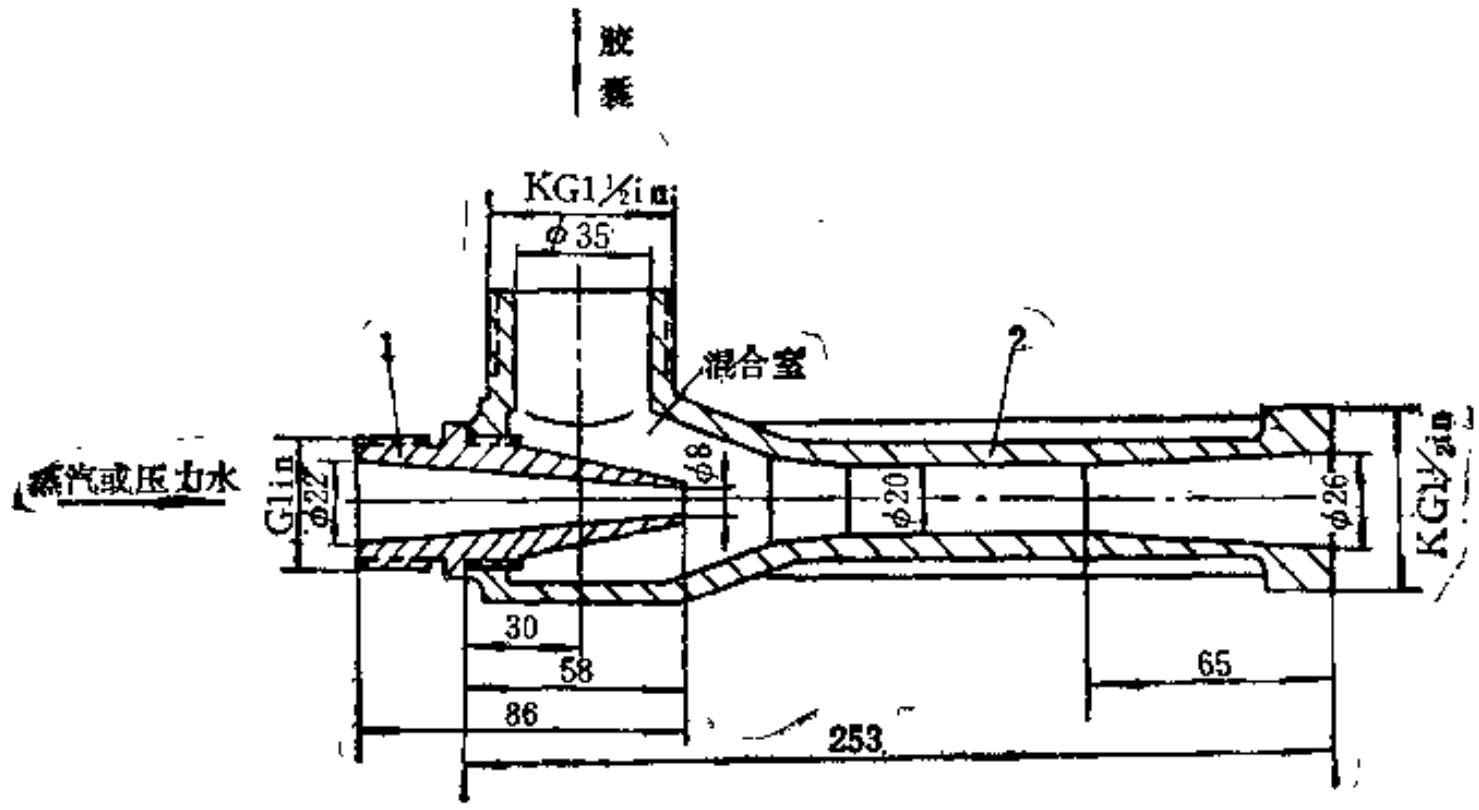


图 2-4-135　喷射器

1—喷嘴；2—扩散管

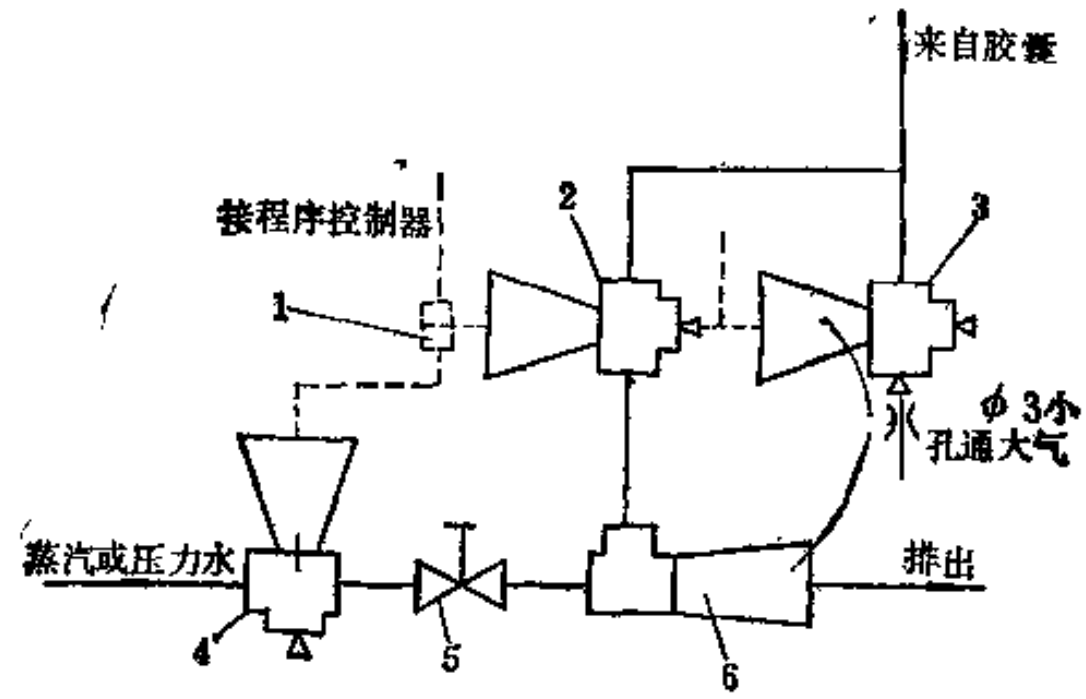


图 2-4-136　喷射器应用示例

1—选择阀；2、3、4—气动切断阀；5—针形阀；6—喷射器

从表2-4-50和表2-4-51中可以看出，当用压力水作动力源时，在管路系统中加装开有直径为3mm小孔的（小孔通大气）气动切断阀3是必要的，可防止过高的真空度损坏胶囊。此外，当用压力水作动力源时，采用针形阀调节流量很不稳定(尤其是当压力小于0.5MPa时)。采用蒸汽作动力源时，有无气动切断阀3对真空度的变化影响不大。

表 2-4-50　用压力水作动力源的试验结果

水压 MPa	打开φ3小孔时的真空度，kPa	堵死φ3小孔时的真空度，kPa	水压 MPa	打开φ3小孔时的真空度，kPa	堵死φ3小孔时的真空度，kPa
0.25	—	40	0.7	40	—
0.5	26.7	64	0.9	53	—
0.6	—	85.3			

表 2-4-51　用蒸汽作动力源的试验结果

蒸汽压力 MPa	打开φ3小孔时的真空度，kPa	堵死φ3小孔时的真空度，kPa	蒸汽压力 MPa	打开φ3小孔时的真空度，kPa	堵死φ3小孔时的真空度，kPa
0.05	14.7	14.7	0.3	52	53.3
0.1	21.3	24	0.35	54.7	55.3
0.15	30.7	32	0.40	54.7	56
0.2	38.7	40	0.45	56	—
0.25	45.3	46.7			

实际使用中，真空度过高，胶囊在拉真时紧抱活塞杆，会影响胶囊寿命。经验证明，真空度达 16kPa，就可达到胶囊抽真空的使用要求。

（六）针形阀

针形阀又名节流阀，在硫化机上用于胶囊抽真空时调节喷射器蒸汽流量和压力，控制胶囊内的真空度和抽真空的速度。也可用于压缩空气管路上作压缩空气的节流。其结构如图2-4-137所示，由阀体 1 、阀芯 2 及手轮 7 等组成。目前在轮胎定型硫化机上使用的有表2-4-52所列的几种规格。

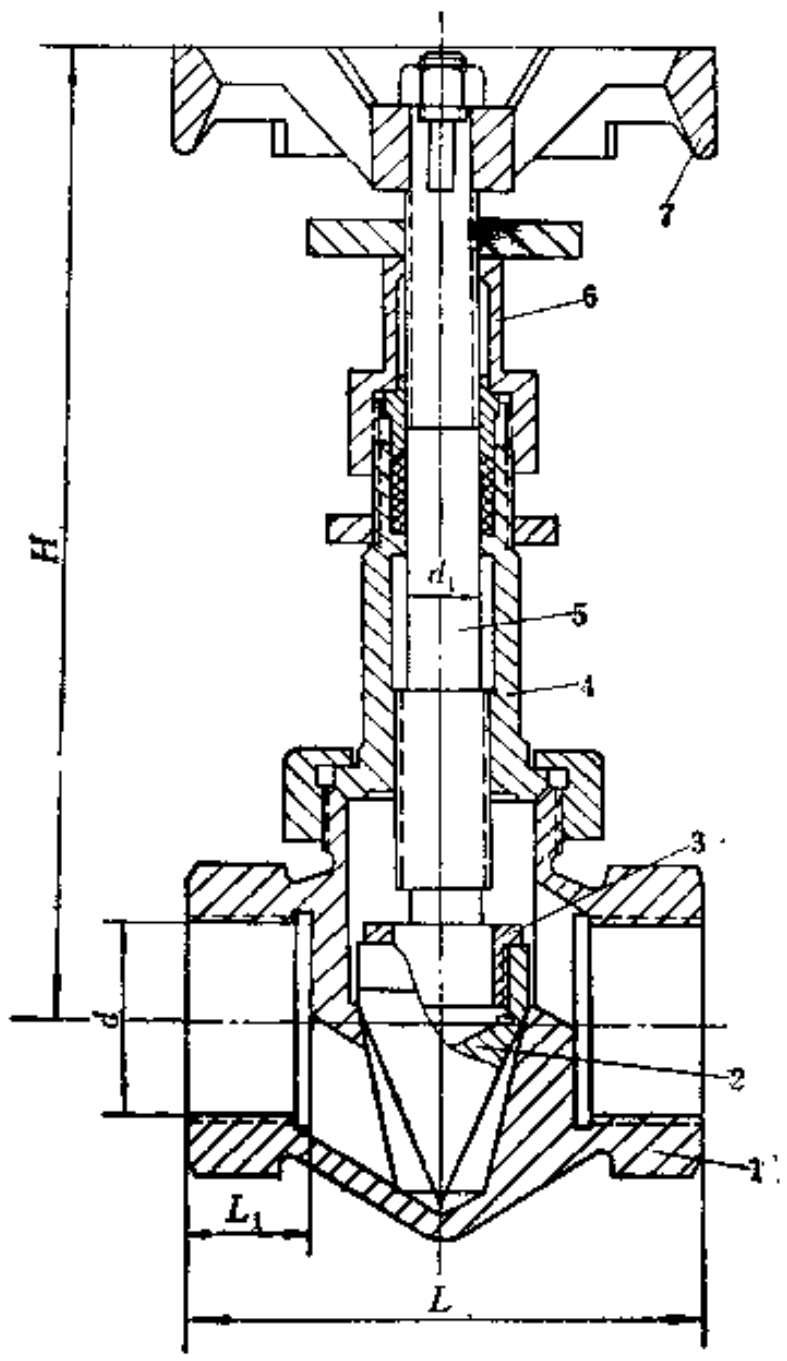


图 2-4-137　针形阀

1—阀体；2—阀芯；3—螺栓；4—套管；5—阀杆；6—螺母；7—手轮

（七）过滤器

为保证定型硫化机热控执行元件（如自力式压力调节阀、气动薄膜调节阀、疏水器等）的使用可靠，必须在热控执行元件的介质输入管路上安装过滤器。过滤器的结构如图2-4-138所示。护管 5 用无缝钢管制作。目前用在各种硫化机上的过滤器按工作压力分有1MPa 和4MPa两种，结构一样。工作压力为1MPa的是蒸汽过滤器，器体 3 的材料为铸铁。工作压力为 4MPa 的是过热水过滤器，器体 3 的材料则为可锻铸铁或铸钢。

过滤器的主要尺寸见表2-4-53。

（八）旋启式止回阀

旋启式止回阀主要用在定型硫化机的定型蒸汽管路系统中。由于定型蒸汽使用压力小，

表 2-4-52 针形阀规格和主要尺寸（见图2-4-137） 单位：mm

规格 \ 尺寸	d	d_1	L	L_1	H
$\frac{1}{4}$ in	G $\frac{1}{4}$ in	7	40	—	43
$\frac{3}{8}$ in	G $\frac{3}{8}$ in	10	70	17	118
$\frac{1}{2}$ in	KG $\frac{1}{2}$ in	10	70	17	123
$\frac{3}{4}$ in	KG $\frac{3}{4}$ in	10	70	17	123
1 in	KG 1 in	12	89	20	164

注：1in＝0.0254m

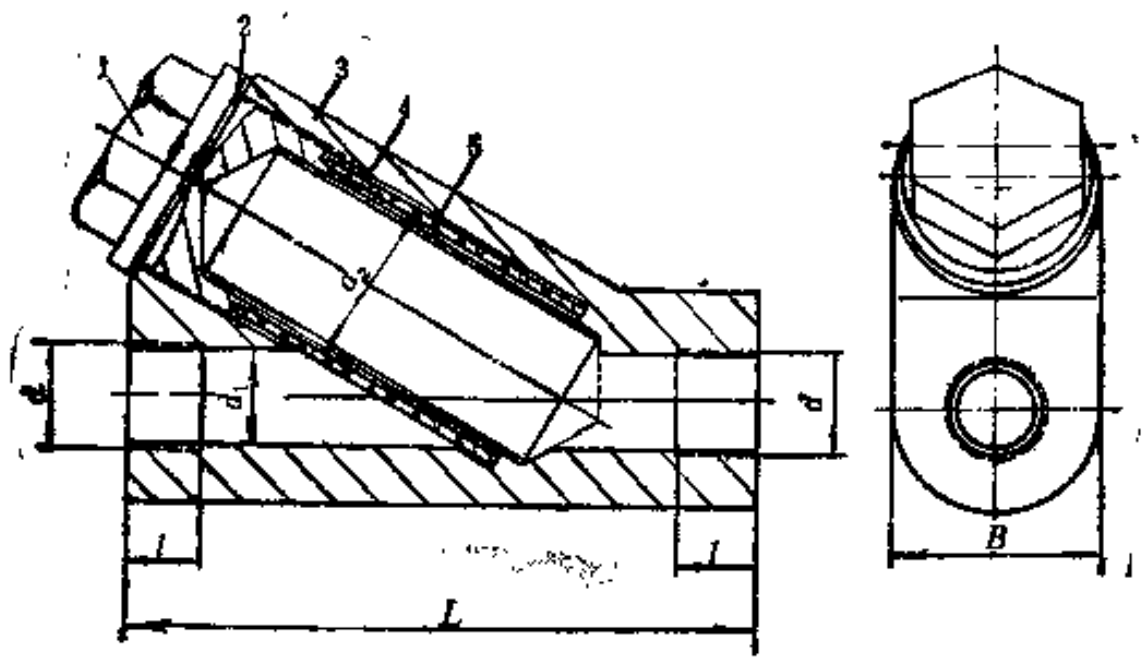


图 2-4-138 过滤器

1—螺塞；2—垫片；3—器体；4—滤网；5—护管

表 2-4-53 过滤器的主要尺寸（见图2-4-138） 单位：mm

规格 \ 尺寸	d	d_1	d_2	B	l	L
$\frac{1}{2}$ in	KG $\frac{1}{2}$ in	15	36.5	45	15	125
$\frac{3}{4}$ in	KG $\frac{3}{4}$ in	20	36.5	45	17	125
1 in	KG 1 in	25	50	60	—	160

所以要求该阀阻力小，反应灵敏。图2-4-139是旋启式止回阀的结构图。由阀体 3 、阀座4、阀盖 5 等组成。阀盖 5 的密封面要求与阀座 4 的配合面研磨，加工精度要求较高。由于该阀有阻力小的特点，也可用在定型硫化机胶囊检漏装置上。旋启式止回阀的主要尺寸和有关数据见表2-4-54。

三、气 控 元 件

这里介绍的几种气控元件，有的用于执行机构的管路系统中，有的用于信号控制管路中。

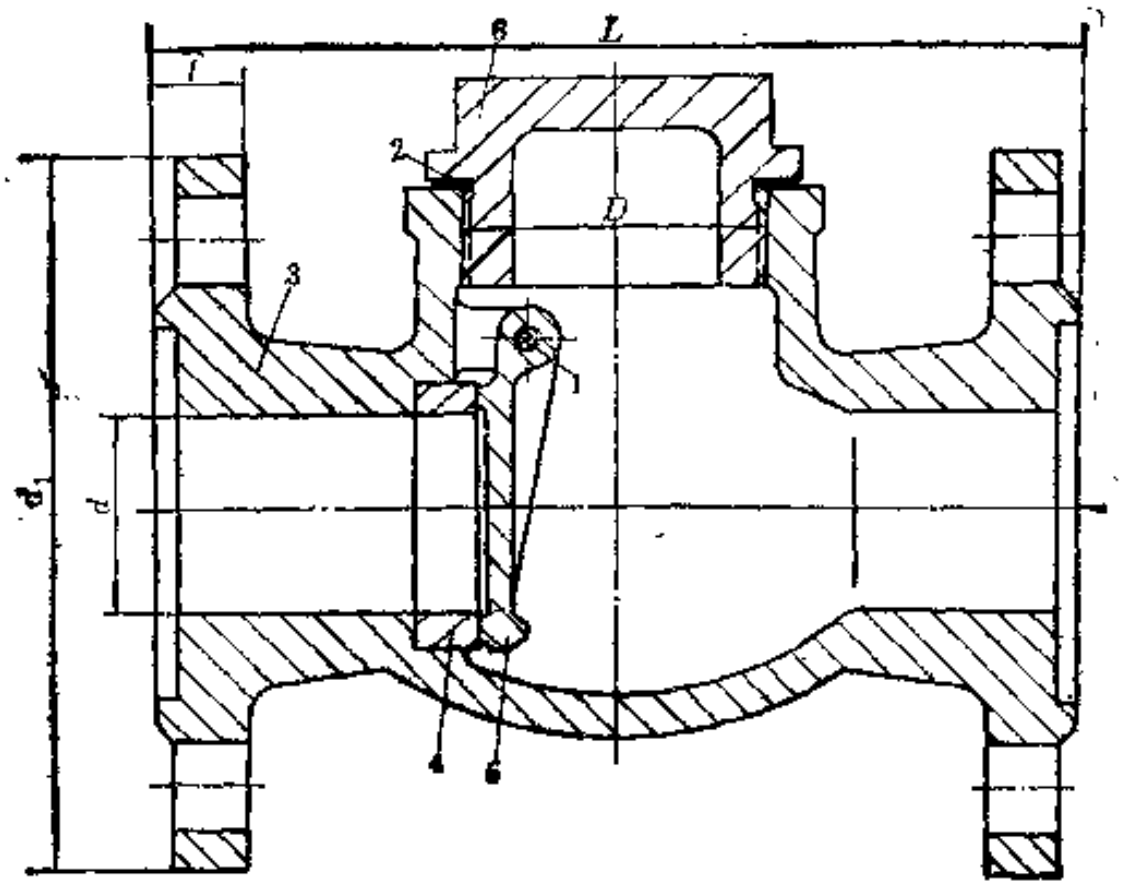


图 2-4-139 旋启式止回阀

1—轴；2—垫圈；3—阀体；4—阀座；5—阀盖；6—螺塞；

表 2-4-54 旋启式止回阀的主要尺寸和性能参数

（见图2-4-139） 单位：mm

参数 / 规格	d	d_1	D	L	l	H	使用压力 MPa	工作介质	使用温度 ℃
G-$\frac{1}{2}$ in	G $\frac{1}{2}$ in	32×36.9	G1″	95	15	65	2.5	水、蒸汽	≤200
ϕ25	KG1in	46×53	G1$\frac{1}{2}$″	100	14	69	2.5	水、蒸汽，油	≤200
ϕ40	40	145	M60×2	180	18	88	4.0	水、蒸汽、油	≤200

（一）单向节流阀

单向节流阀又名速度控制器，是单向阀和节流阀并联而成的组合式流量控制阀。用于气压信号的延时控制和气缸等执行元件的运动速度控制，例如双作用气缸的活塞，去程快回程慢时，则在气路中需接入该阀。

图2-4-140是单向节流阀的基本形式之一，它主要由阀杆 2 、阀座 3 、阀体 4 、导向座 7 、弹簧 9 和阀芯10等组成。当压缩空气气流从阀右端通入时，将阀芯10顶开，通过导向座 7 上的孔而导出。当右端切断气源时，阀芯10随即关闭阀孔，压缩空气只能通过阀杆 2 的下端头部和阀体 4 之间所调节的孔隙缓慢排出，以减缓执行机构的动作。

节流阀流量的大小可由人工调节针形阀杆 2 来控制。

KLJA系列单向节流阀在0.5MPa气源压力下的公称使用流量如表2-4-55所示。

另一种单向节流阀的结构如图2-4-141和图2-4-142所示，其结构和动作原理与图2-4-140所示相类似。该阀已系列化，其主要尺寸见表 2-4-56。图2-4-142 所示的单向节流阀，由于

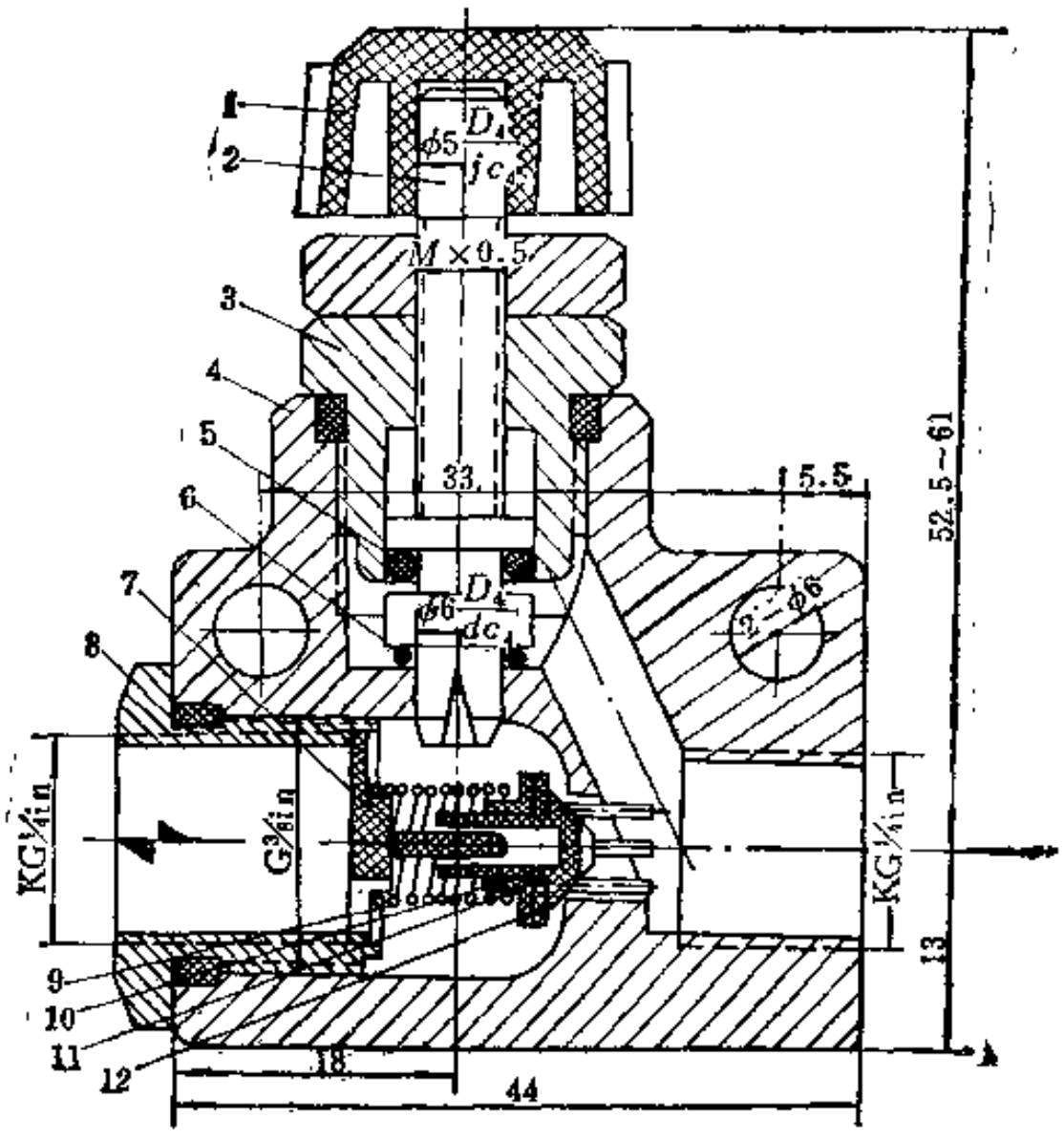


图 2-4-140 KG1/4in单向节流阀

1—手柄；2—阀杆；3—阀座；4—阀体；5、6—O型密封圈；7—导向座；8—螺母；9—弹簧；10—阀芯；11—压圈；12—胶圈

表 2-4-55 KLJA系列单向节流阀的流量

参数 \ 型号	KLJA-L6G	KLJA-L15G	KLJA-L20G	KLJA-L40G
公称通径，mm	6	15	20	40
最大流量，m^3/h	2.5	10	20	70

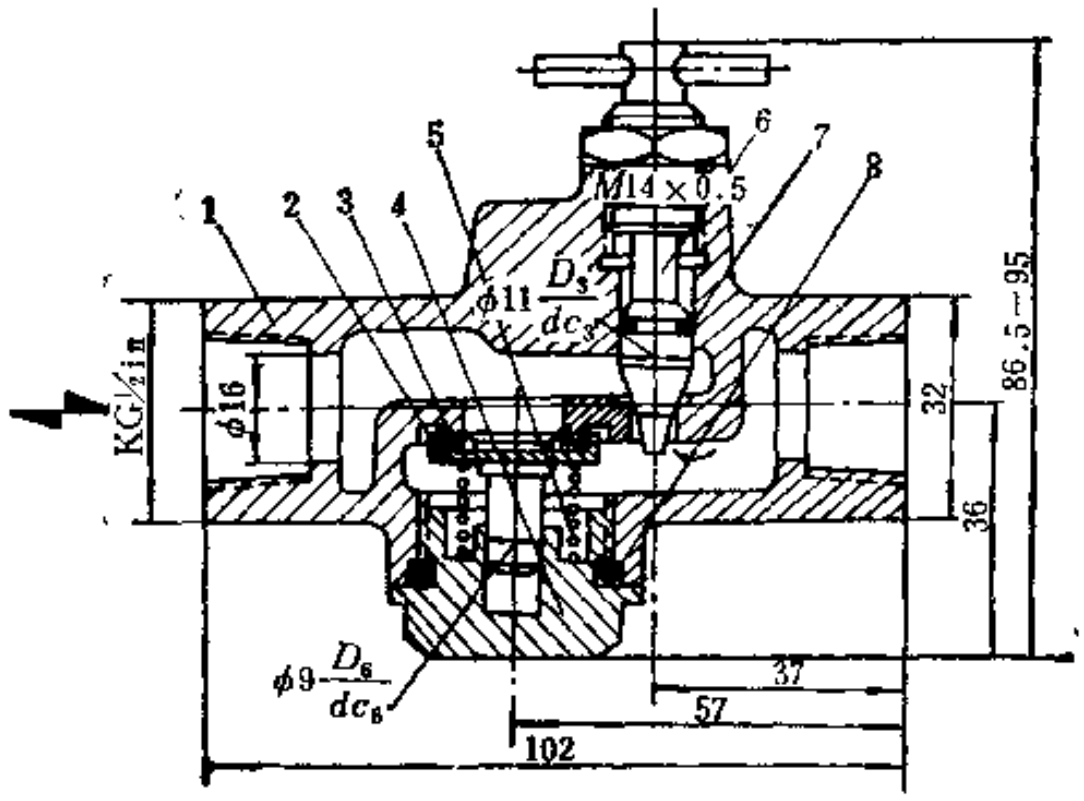


图 2-4-141 1/4～1/2in单向节流阀

1—阀体；2—阀芯；3—密封圈；4—螺塞；5—弹簧；6—阀杆；7、8—O形密封圈

规格较大，利用调节杆进一步调节回气量的大小，以控制执行机构的回程速度。

使用时单向节流阀座设在气缸和换向阀之间。图2-4-143a为在一般情况下作节流排气的连接方法，图2-4-143b为节流供气的连接方法。上述单向节流阀的工作介质均为压缩空气，使用压力为0.8MPa。

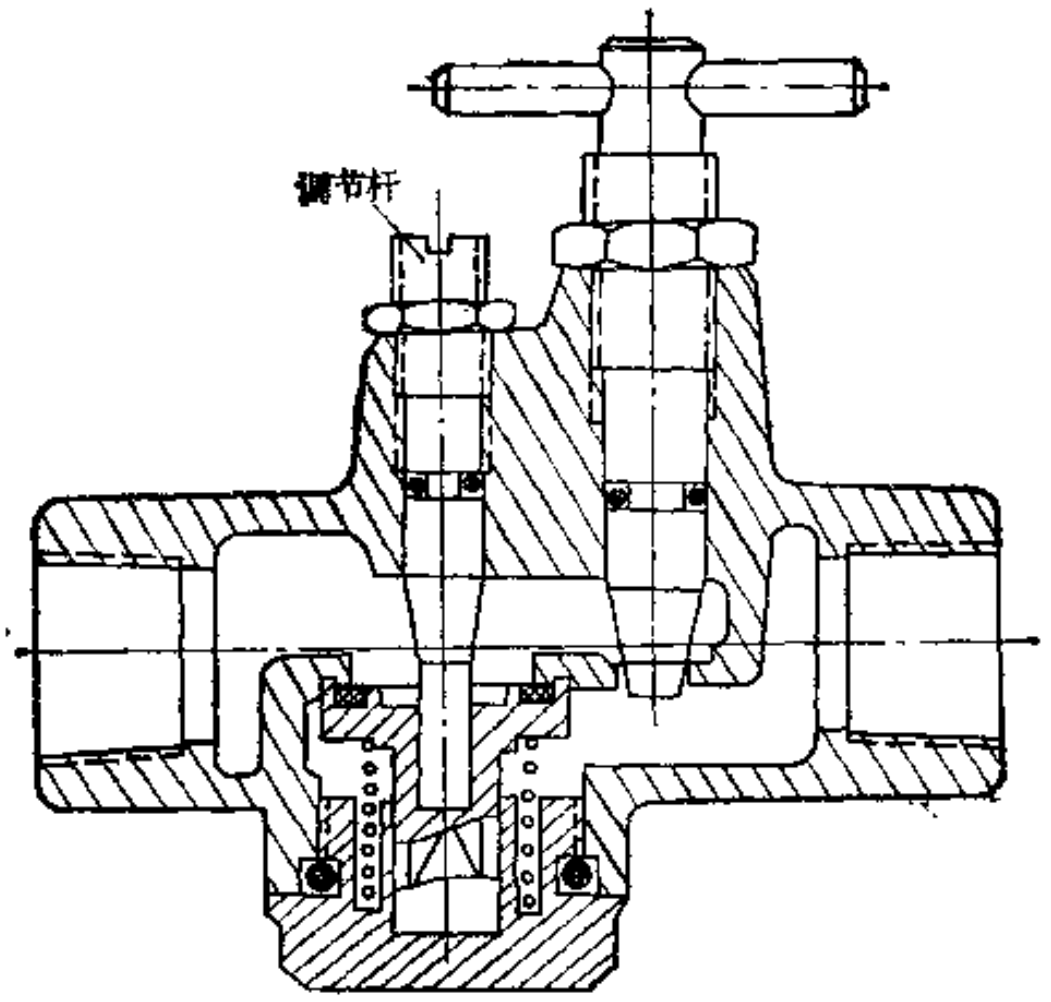


图 2-4-142　3/4～1½in单向节流阀

表 2-4-56　单向节流阀主要尺寸　　单位：mm

规格＼尺寸	A	B	C	D	E	F	G	H	图例
KG 1/4 in	76	26	66	26	23	43	29	28	
KG 3/8 in	102	37	87.5	36	32	57	37	32	
KG 1/2 in	102	37	87.5	36	32	57	37	32	
KG 3/4 in	115	42	108.6	40.5	38	66	41	38	
KG 1 in	130	52	133	52	48	74	44	48	
KG1 1/4 in	155	64	155	60	60	89	51	60	
KG1 1/2 in	190	76	178	70	68	113	67	68	

（二）单向阀

图2-4-144所示是一种1/2in单向阀，结构简单，制造方便，密封性好，适用于空气管路中。外壳1和阀座5的材料为铸铝，可用硬模压铸，工作介质为压缩空气，使用压力为0.8MPa。

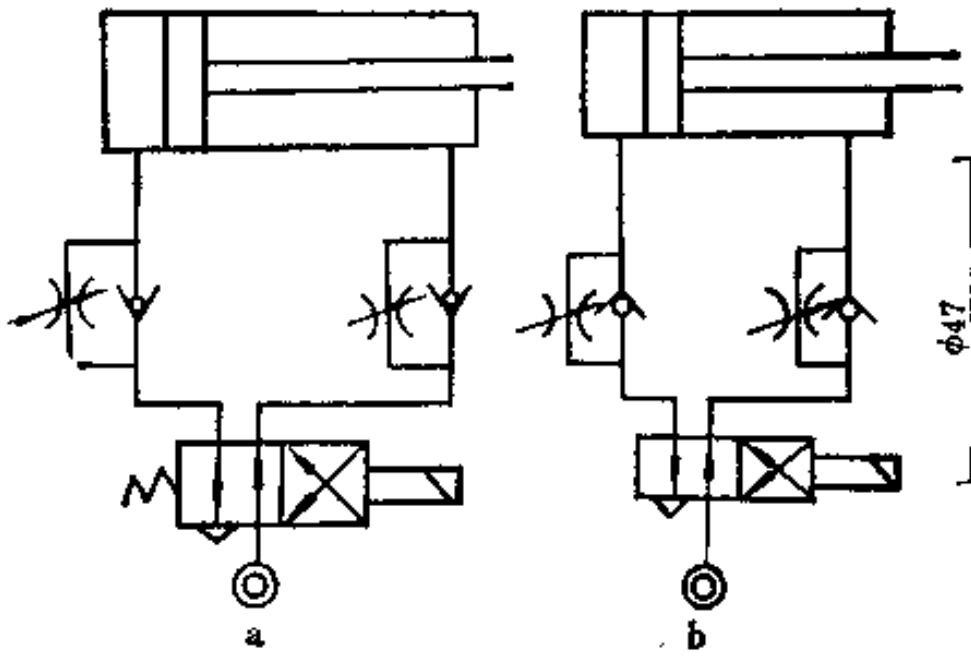


图 2-4-143 单向节流阀的安装方法

a—采用节流阀排气的连接方法；b—采用节流阀供气的连接方法

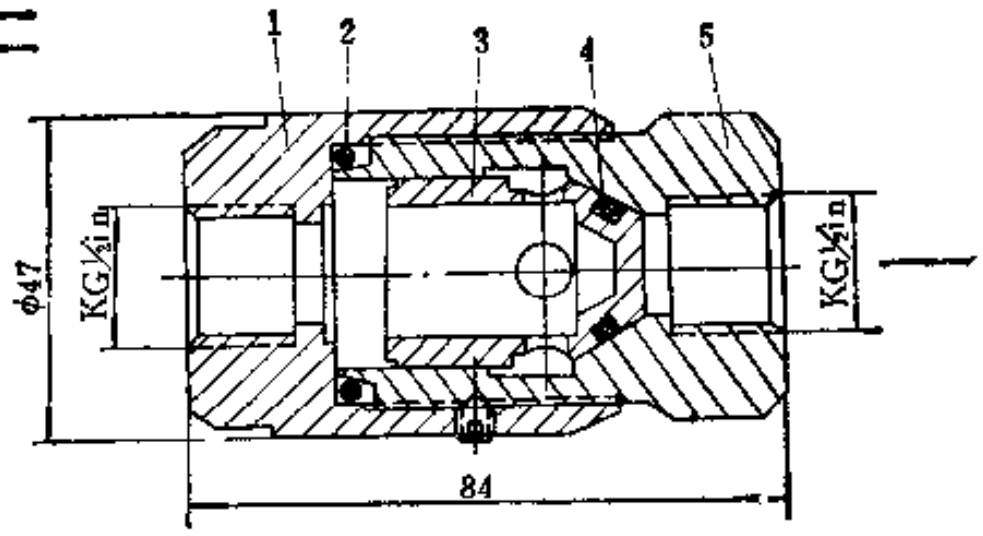


图 2-4-144 1/2in单向阀

1—外壳；2、4—O形密封圈；3—阀芯；5—阀座

（三）快泄阀

快泄阀主要用于执行机构（如气缸）管路系统中当进气管路不能排气或要求快速排除回气的场合，以加速执行机构的回程动作。

快泄阀的结构如图2-4-145所示。这种阀当右端进入压缩空气时，密封片 2 将阀 体 1 的排泄口堵住，压缩空气进入工作气缸。当切断气源时，工作气缸的乏气反推密封片 2 堵住阀体 4 的进气口，乏气从排泄口排出。该阀工作灵敏，使用压力为0.35～0.7MPa。

阀体材料为铸铝，硬模压铸。密封片 2 的材料为夹布塑料。为了控制该阀的泄气速度，一般可配用如图2-4-146所示的节流器。节流器的规格尺寸如表2-4-57所示。

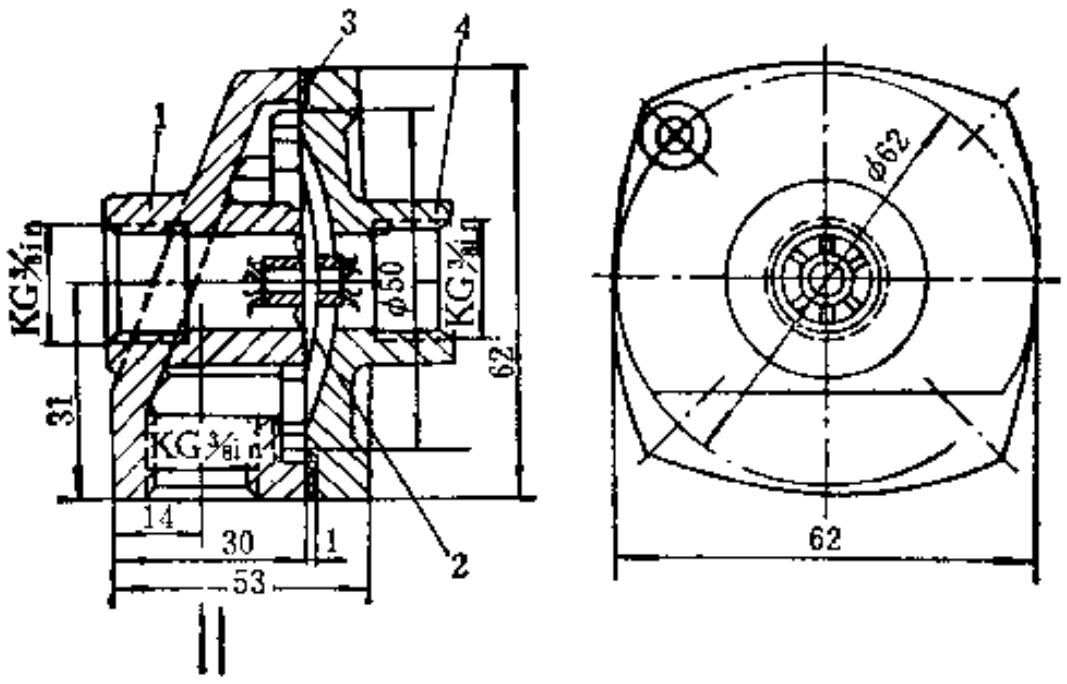


图 2-4-145 3/8in快泄阀

1、4—阀体；2—密封片；3—垫

（四）选择阀

选择阀可由两路信号气源分别控制一个执行机构。阀的结构如图2-4-147所示。阀体 材料为铸铝，硬模压铸。工作介质为压缩空气，使用压力为50～700kPa。

（五）手动四通阀

手动四通阀在气路系统中用于气源的启闭或切换，使用压力为0.8MPa。手动四通阀 的

表 2-4-57　节流器的主要尺寸（见图2-4-146）　　单位：mm

d	L_{max}	d_1	d_2	s_1	l	H	B
KG $\frac{1}{4}$ in	47.5	6	M10	3	11	17	19.6
KG $\frac{3}{8}$ in	50	10	M14	4	14	22	25.4
KG $\frac{1}{2}$ in	56	13	M16	5	15	24	27.7

结构如图2-4-148所示，它具有结构简单、安装方便、操作力小的特点。阀座圈15磨损后可更换，不用更换阀座1，因而维修方便。这种控制阀可广泛用在各种橡胶设备上。目前，在硫化机主机及后充气装置上使用$\frac{1}{4}$in及$\frac{1}{2}$in两种规格。

阀体4的材料为铝镁合金，阀座1及阀盖3的材料采用ZL16。由于气阀的上顶力大，为减小摩擦，在阀体4与定位孔板13之间设置特制的滚针轴承5。接通与切断气源时通过手柄14转换阀体4，由于操作力小，手柄可短一些。阀体4通过钢球7定位。手动四通阀采用O形密封圈密封。

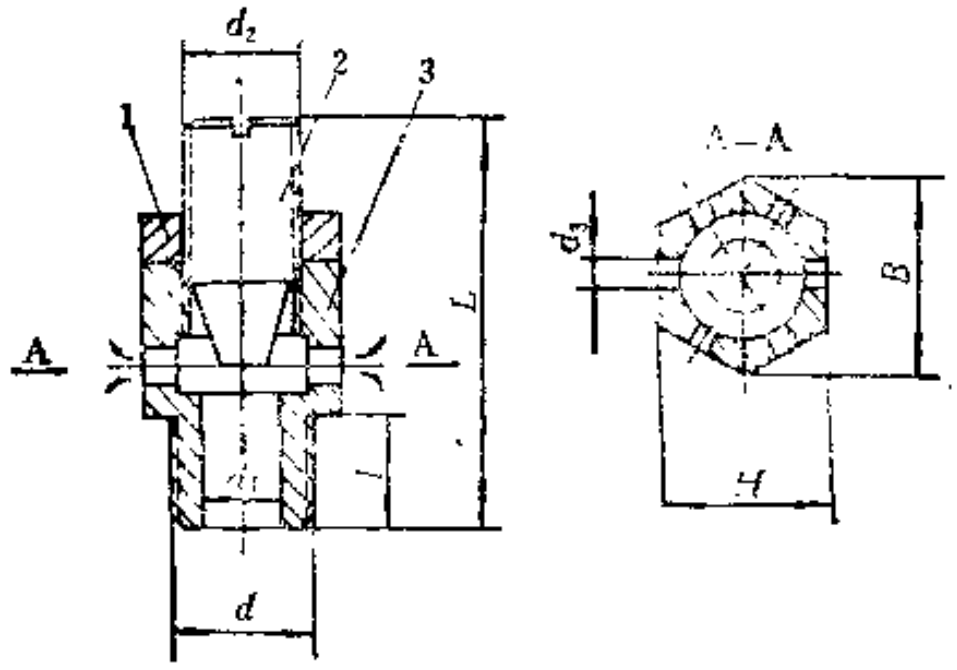


图 2-4-146　节流器

1—螺母；2—螺钉；3—阀体

手动四通阀的主要尺寸列于表2-4-58。

表 2-4-58　手动四通阀的主要尺寸（见图2-4-147）　　单位：mm

规格 \ 尺寸	E	F	H	d	d_1	L	L_1	L_2	L_3
$\frac{1}{4}$ in	64	24	50	12	$\frac{1}{4}$ in	26	90	~117	13
$\frac{1}{2}$ in	94	38	76	20	$\frac{1}{2}$ in	45	130	~160	20

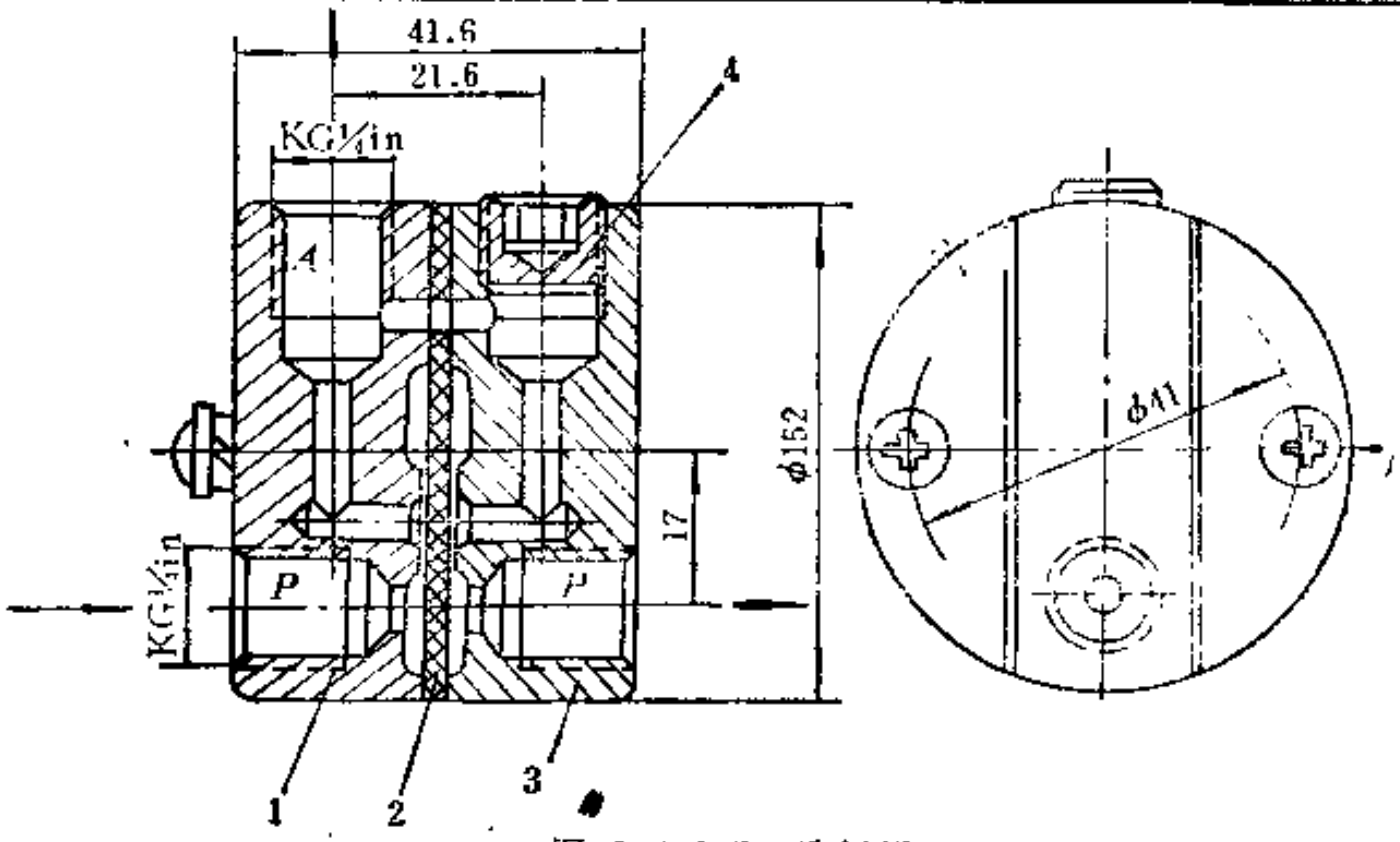


图 2-4-147　选择阀

1—左阀体；2—膜片；3—右阀体；4—螺塞

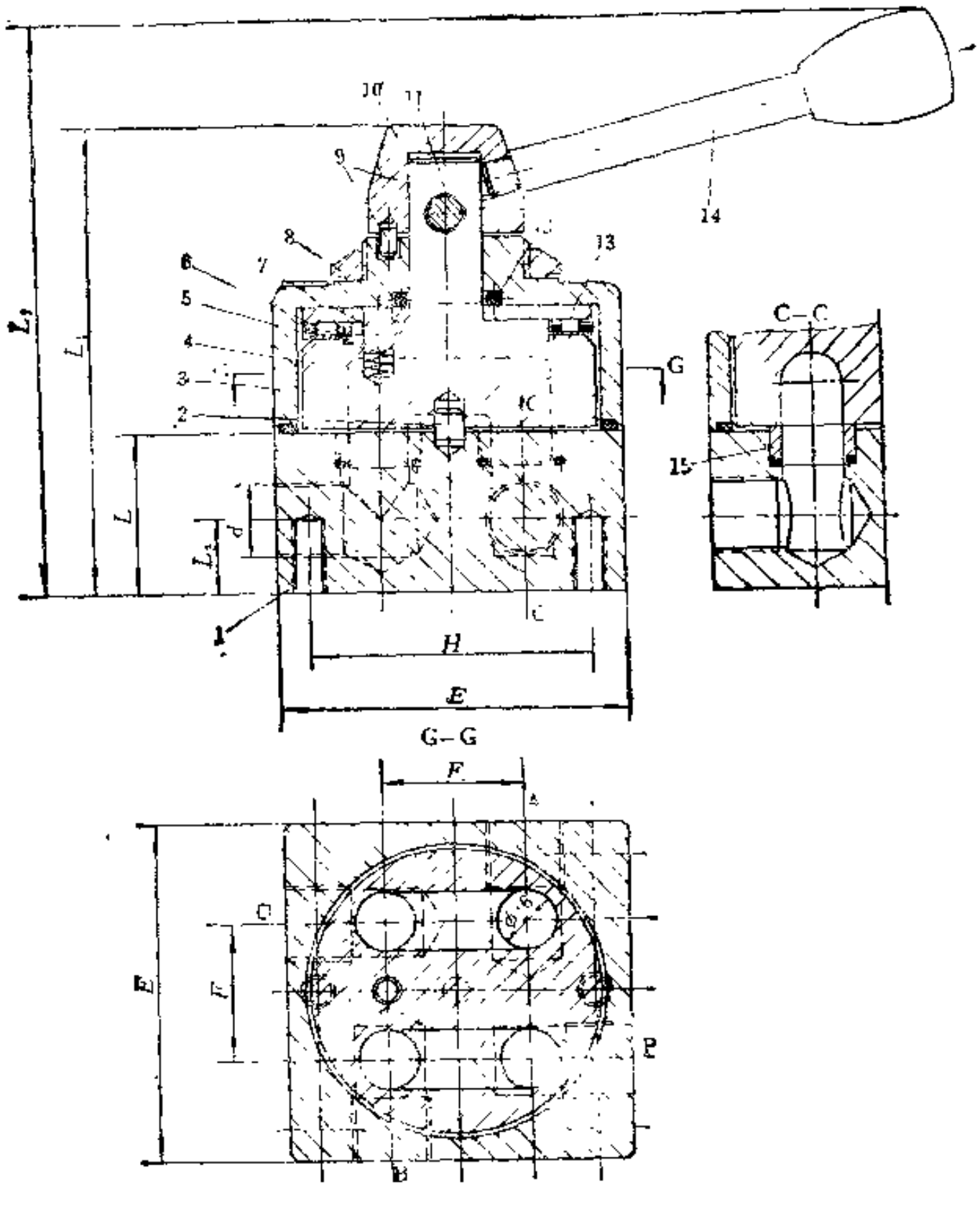


图 2-4-148　手动四通阀

1—阀座；2—定位销；3—阀盖；4—阀体；5—滚针；6—弹簧；7—钢球；8—螺母；9、11—销轴；10—手柄座；12—O形密封圈；13—定位孔板；14—手柄；15—阀座圈

（六）机械阀

机械阀又名机动阀，主要用于行程程序控制系统中与电气控制元件连锁，作为安全及信号使用。通过撞块或其它机械作用力，推动阀杆以切换气流方向。定型硫化机主机及后充气装置中采用机械阀作为安全操作而设置。当硫化机未合严（或后充气装置未锁紧）时，控制胶囊（或充气轮胎）工作介质的各种阀门的控制气源不能接通。当硫化机已合严（或后充气装置的锁紧轴头已锁紧）时压住按钮，才接通各控制气源，防止工作介质在未合模（或后充气锁紧装置未锁紧）时意外进入胶囊（或轮胎）内造成事故。

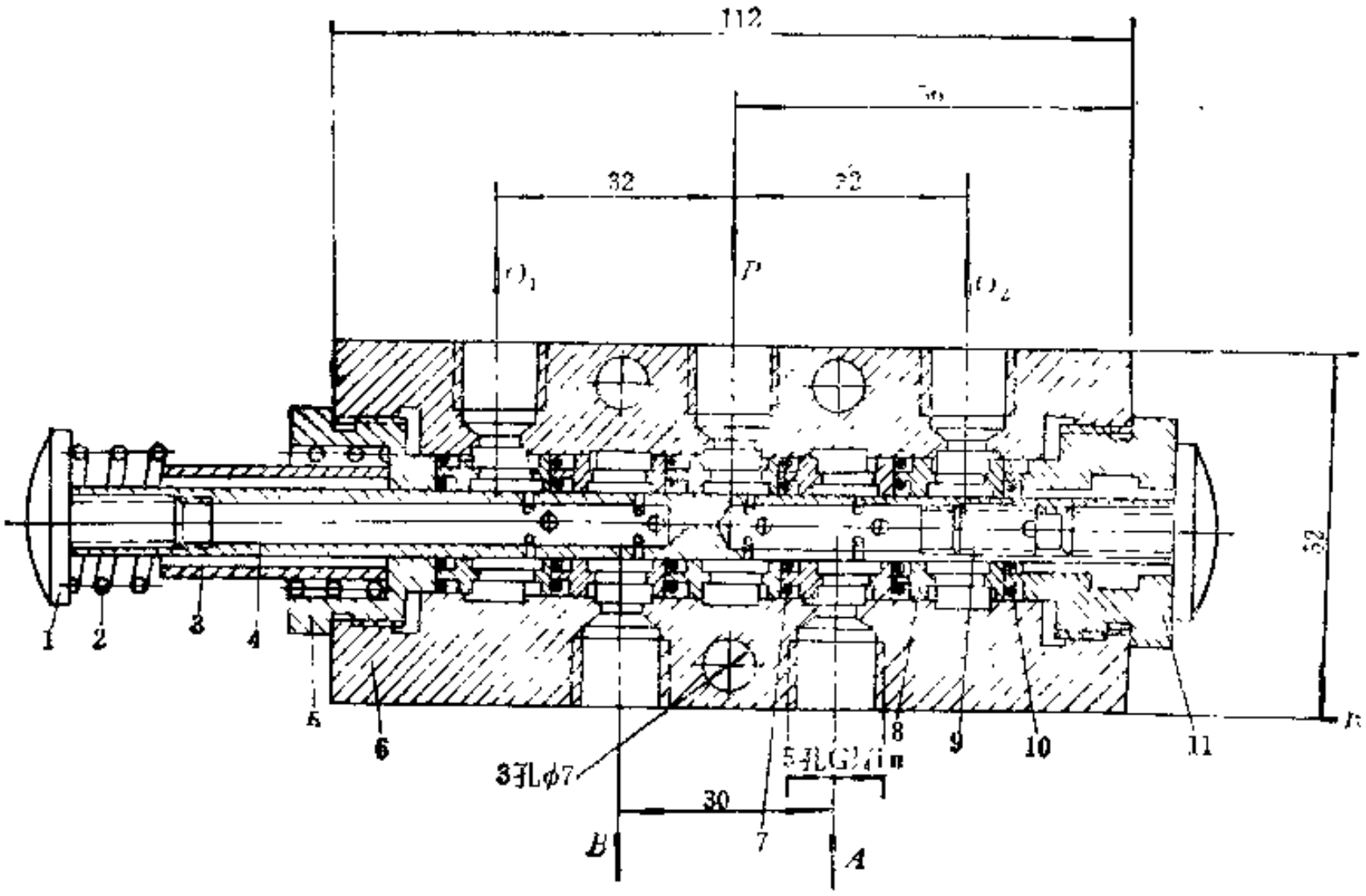


图 2-4-149 软密封机械阀

1—按钮；2—复位弹簧；3—套筒；4—阀杆；5—压帽；6—阀体；7、10—O形密封圈；8—阀套；9—螺栓；11—压盖

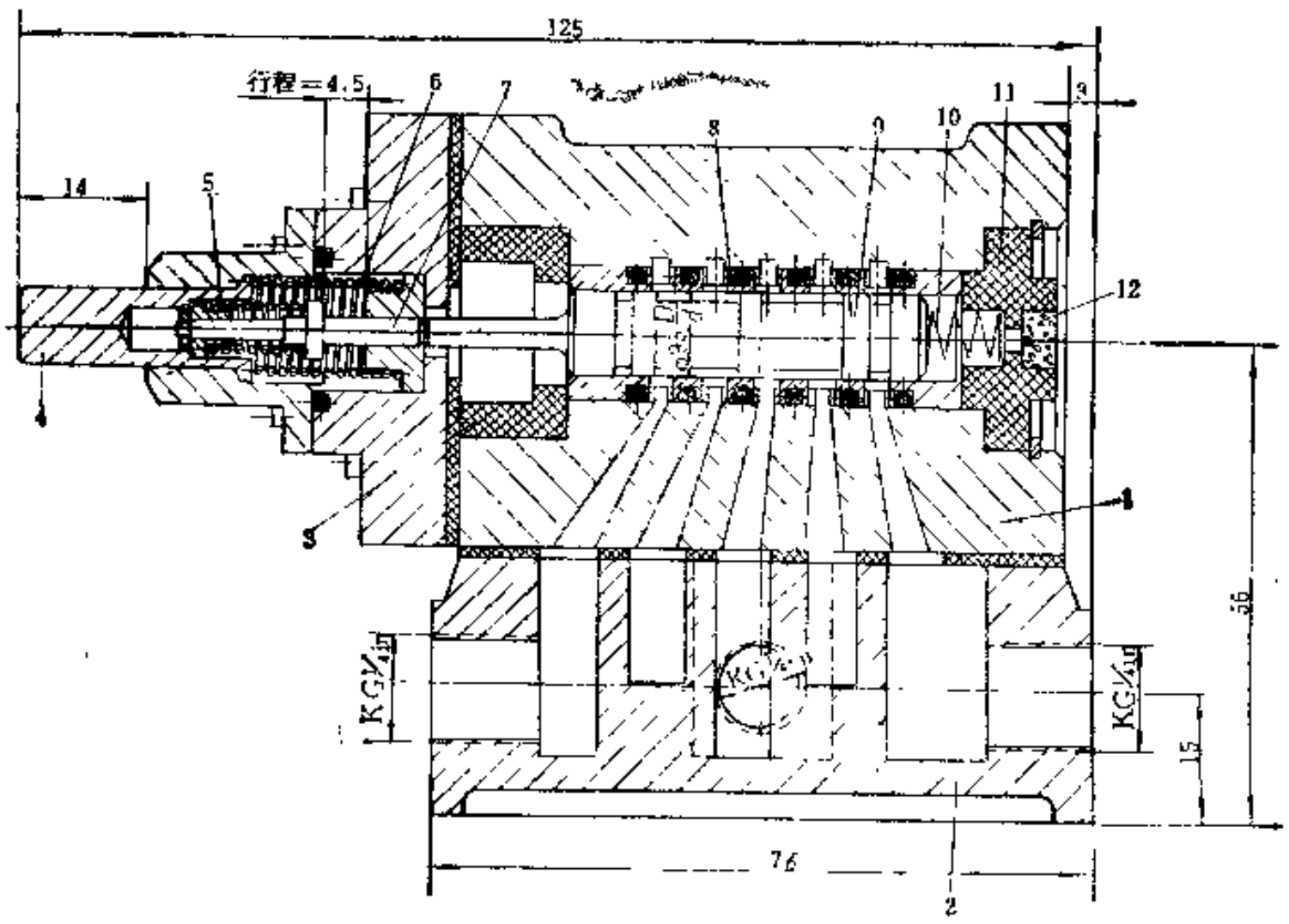


图 2-4-150 硬密封机械阀

1—阀座；2—底座；3—密封圈；4—按钮；5、6、10—弹簧；7—小轴；8—阀套；9—阀芯；11—过滤板；12—过滤器

机械阀的种类很多，图2-4-149是一种采用软密封的机械阀。当没有外力推动阀杆4时，阀杆4在弹簧2作用下，使P→A腔相通，B→O_1腔相通，即A腔进气，B腔排气。当外力作用时，阀杆在外力作用下产生位移，使P→B腔相通，A→O_2排气，从而改变原来的气流流向。

这种阀的工作压力为0～0.7MPa，通径为6mm，工作行程为16mm。

图2-4-150是采用硬密封形式的机械阀，工作可靠，维修量少，但加工困难，其结构与图2-4-148不同，但作用原理基本相同，故不另详细介绍。

（七）气动阀

气动阀在后充气装置的空气管路系统中作安全保护用。图2-4-151是该阀的结构图。胶膜进气孔（KG1/4in）与后充气冷却轮胎的内压管路相接。当后充气装置锁环锁紧，轮胎充气时气动阀胶膜6的信号压力与充气内压相等，阀芯10在胶膜气压作用下向右推移，切断锁环气缸气源，使锁环在轮胎充压状态下无法打开，以保安全。当轮胎充气冷却完毕后卸压至20kPa以下时，阀芯10借弹簧13的作用复位，这时锁环才能打开，卸下轮胎。

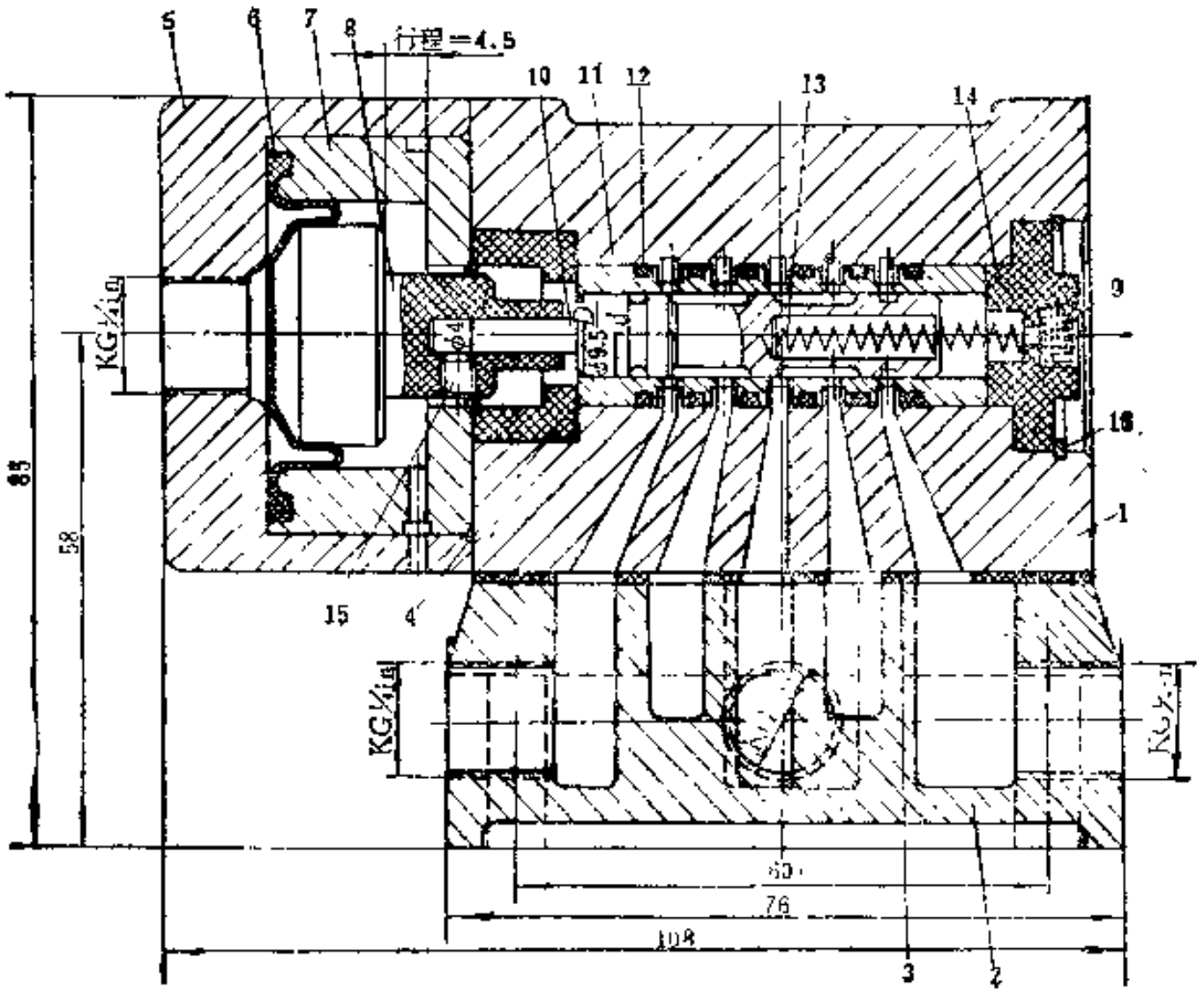


图 2-4-151 $\frac{1}{4}$in气动阀

1—阀座；2—底座；3—垫板；4—密封环；5—压盖；6—胶膜；7—气缸；8—阀头；9—过滤器；10—阀芯；11—阀套；12—O形密封圈；13—弹簧；14—过滤板；15—螺钉；16—挡圈

阀芯10和阀套11采用硬配合密封，使用寿命长，但加工精度要求高。过滤器9用微孔材料制作，防止灰尘吸入阀内。密封环4和阀头8用聚四氟乙烯制作，耐磨、密封性好。

该阀为二位五通阀，口径KG—$\frac{1}{4}$ in，行程4.5mm，使用压力为20～800kPa。

第十节　轮胎定型硫化机的安装、调整与维护

国内外各轮胎厂普遍使用的硫化机就其数量而言，仍是以B型和A型居多。对这类硫化机的正确安装、调整与维护，将有利于轮胎的硫化质量，提高设备利用率，延长设备使用寿命，降低维修费用和安全生产。

一、硫化机的安装

硫化机的安装基础，以中心线作为基准线，确定基础地脚螺栓孔的位置。基础大小和深度根据安装基础图确定，一般地脚螺栓孔深度在350～450mm。安装时可以放置调整垫铁，以供调整硫化机水平。安装基础面要有3/1000的坡度，以利顺利排水。

由于运输和安装过程会引起部分零件松动，在装好试车之前，必须彻底检查所有螺纹接头和紧固件的牢固性。两次灌浆12～15 d后方可空车启动试机，并检查地脚螺栓是否松动。

存胎器必须找正，方便机械手能在正确位置抓住生胎。

二、硫化机工作介质的要求

轮胎定型硫化机用有关工作介质必须经过处理，否则将影响硫化机的正常运转。特别是对水质要进行软化处理，过热水除氧处理和仪表用压缩空气净化处理。使用未经除氧处理的过热水，水中的溶解氧在高温高压下会游离出来依附在系统的内壁上，使管路和工作介质控制元件造成点状腐蚀，同时胶囊内壁在高温氧化作用下会进行氧化还原作用，形成一层糊状物，使胶囊壁厚减薄，缩短使用寿命。同时糊状物脱落，随过热水流动，堵塞管路和阀门，尤其是B型硫化机，糊状物会包住中心机构活塞杆，影响中心机构的正常动作，增加维修工作量。对过热水进行除氧处理后，A型胶囊使用寿命最高可达800次，平均为400次左右。用坏了的胶囊，其内壁仍光滑如故，机台维修量减少。

化工部橡胶司提出的硫化机补给水水质标准(相当于GB 1576—79低压锅炉水水质标准)如下：

溶解氧（比色法）	≤0.05mg/L	含油量	≤2mg/L
总硬度	≤0.04mg当量/L	pH值（25℃）	7
悬浮物	≤5mg/L		

胶囊内压冷却水的水质标准除不测溶解氧以外，其它指标同上。

国外某些轮胎厂使用的水质标准如表2-4-59所示。

表 2-4-59　轮胎硫化机用水的水质标准

项目 \ 水质标准	水质	O_2 ml/L	Cl ppm	Fe ppm	Mg	Ca	pH值	水色
动力水	软化水	1	<10	<10	微量	微量	7	清
过热水	软化水	0.005g/L	<10	<10	微量	微量	7	清
冷却水	软化水	0.005g/L	<10	<10	微量	微量	7	清

对于过热水的水质处理，可以采用直接接触式加热除氧器，这是一种热力除氧设备，将水和加热蒸汽直接接触，使水中的溶解氧吸到气相中而达到水中除氧的目的。直接接触式除

氧器的上部设有环形喷雾器，补充的冷水经泵送至喷雾器，使水成雾状喷入加热器和通入的1.3～2.5MPa表压的蒸汽直接接触，除去水中氧分，产生180℃的1.5MPa的含氧量少于0.005 ml/l的过热水，再用循环泵加压至2.1～2.8MPa供给硫化机使用。过热水的回水返回加热器中，将使用过程中产生的氧气再次除去，整个系统采用自动控制，如自动控制温度、水位和溢流排放等。

近年来国内一些机械厂在除氧技术的开发和应用方面进展很快，可为轮胎厂硫化车间提供成套过热水加热除氧设备。广东湛江机械厂利用美国Envirex公司专有技术制造的AY型淋盘式热水除氧设备的系统图如图2-4-152所示，经过软化处理后的补给水和其它回水均贮存于补给水罐3内，由补给水泵5加压输入除氧加热罐1，在集气室内，由喷射分配管向上喷射形成雾状降落，喷淋在加热塔盘和除氧塔盘上，与从下而上升腾的蒸汽逆流接触，进行充分的传热和除氧。由硫化机出来的热水回水则经除氧加热罐中部进入罐内，直接流经除氧塔盘，与上面加热塔盘流下的水混合。在此除氧过程中，水温不断升高，水中的溶解氧、二氧化碳等气体被分离出来，由顶部排气通道排出罐外，从而达到除氧目的。

除氧后的热水积集贮存于热水贮罐2内。热水由热水循环泵6加压至硫化工艺所要求的压力后，送往硫化机使用。在硫化过程中，热水循环使用。

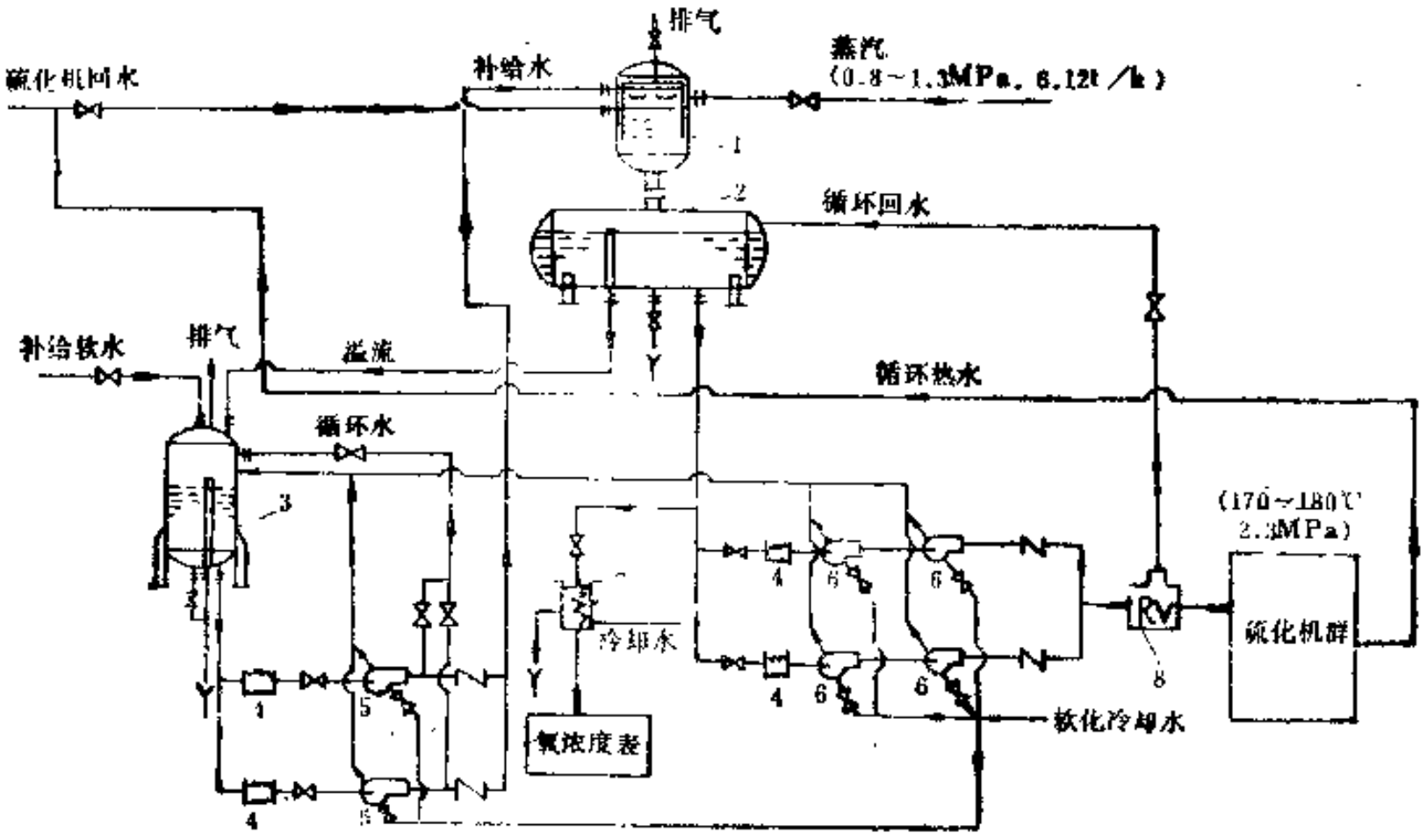


图 2-4-152 热水除氧系统示意图

1—除氧加热罐；2—热水贮罐；3—补给水罐；4—波纹减震器；5—补给水泵；6—热水循环泵；7—抽样冷却器；8—自动回流阀

广东湛江机械厂的AY型喷射淋盘式热水除氧系统的主要工艺性能参数见表2-4-60所示。

喷射淋盘式热水除氧系统具有下列特点。

（1）除氧和加热过程在由不锈钢制造的集气室内完成，只有入射的蒸汽和除氧后的热水才与碳钢制成的罐体内壁接触，这样可大大降低水对设备的氧化腐蚀程度，延长使用寿命。

（2）喷射分配管不会堵塞，装拆方便。加热塔盘和除氧塔盘均采用分体式结构，易于

表 2-4-60　AY型喷射淋盘式热水除氧系统工艺性能参数

项　目	参数名称	参数数值			
补给水	总硬度，ppm	≤2			
	悬浮物，mg/L	≤5			
	含油量，mg/L	≤2			
	pH值	7～9			
硫化机用过热水	热水温度，℃	170		180	
	最大流量，m^3/h	133.8		135.4	
	热水压力，MPa	2.8		2.8	
	含氧量，mg/L	≤0.05		≤0.05	
蒸　汽	压力，MPa	0.4	1.3	0.9	1.3
	温度，℃	174.7	194.4	189	194.4
	热焓，kJ/kg	2775	2792	2781	2792
	耗用量(最大)，t/h	6.09	6.12	6.11	6.12
	排放量(最大)，t/h	0.12	0.12	0.12	0.12
除氧器运行	压力，MPa	0.7		0.9	
	温度，℃	170		180	

拆装清洗，并用不锈钢制造。

（3）该系统的塔盘设计能使水获得较大的比表面积，且使蒸汽流动获得最大的通道。与类似传统塔盘比较，其比表面积大50%，蒸汽通道大100%。

（4）水处理量大，生产能力在一定范围内可任意调节，除氧效果和加热效率不受含氧量和负荷变化的影响。

（5）蒸汽从下而上高速升腾，给水自上而下降落，这种逆流操作，增强了设备的除氧、加热效能，有利于传热和除氧。

（6）除氧加热罐集除氧、加热等设备的功能于一体，结构紧凑，占地面积少，减少了系统中的管线和有关控制，便于管理和维修。

（7）热容量大、热稳定性好，能避免硫化工艺过程中过热水的压力和温度波动，尤其是对硫化机群而言，在规定范围内，不会受到硫化机机台数量多少的影响。

（8）补给水与蒸汽直接进行接触热交换，无冷凝水排放而造成热损失，热效率高。同时，对由硫化机出来的热水进行循环使用，减少了蒸汽的消耗量，具有节能效果。

实践证明：使用热水除氧设备可延长硫化胶囊的使用寿命，保护机件、管路、阀门、仪表以及整个过热水系统的正常运行。

仪表用压缩空气压力一般为0.35MPa，应经彻底净化处理，达到无水无油，防止仪表及阀门的锈蚀、堵塞而失灵。化工部橡胶司提出的仪表用压缩空气的质量指标为：颗粒度＜20μm，含油量＜15ppm，含尘量≤5mg/m^3，露点低于仪表环境温度10℃。

三、轮胎定型硫化机的轴承间隙

所谓轴承间隙是指硫化机中左右曲柄齿轮内侧与外侧轴瓦和轴的间隙及左右连杆上下轴瓦和轴的间隙。轴承间隙根据轴的直径而定，如表2-4-61所示，可供维修时参考。

当轴瓦磨损到一定值时，就需要更换维修。表2-4-62所示为轴瓦更换间隙值，可供在维修B型或A型硫化机时参考。

表 2-4-61　轴承间隙　　单位：mm

配合直径	≤200	>200～400	>400～600
间隙值	0.12～0.40	0.15～0.50	0.20～0.60

表 2-4-62　轴瓦更换间隙值　　单位：mm

曲柄齿轮轴瓦				连杆轴瓦	
内　侧		外　侧		名义直径	更换间隙
名义直径	更换间隙	名义直径	更换间隙		
90	0.50	127	0.50	162～180	0.85
140～155	0.75	254	1.00	205～242	1.10
178	0.85	280～330	1.10	254	1.25
210～330	1.00	380～565	1.25	280～292	1.35
				315	1.5
				330	1.65
				430	1.75

四、轮胎定型硫化机的润滑

如前所述，硫化机的润滑分自动润滑系统和手动润滑两部分。LL-1030/1.36×2、LL-A1170/1.76×2硫化机有14个自动润滑点，LL-B1310/2.95×2、LL-B1525/4.3×2 硫化机有33个润滑点，参见图2-4-90和图2-4-91。

LL-B1310/2.95×2和LL-B1525/4.3×2硫化机的自动润滑点及其所 配分配器如表2-4-63所示。

表 2-4-63　自动润滑点及其分配器

润滑点	分配器	润滑点	分配器
蜗轮轴外轴承 卸胎轴承(外侧) 曲柄小齿轮 中间小齿轮	GF4-4 (左侧)	蜗轮轴外轴承 卸胎轴承(外侧) 曲柄小齿轮 中间小齿轮	GF4-4 (右侧)
曲柄齿轮轴承(外侧) 曲柄齿轮轴承(内侧) 小齿轮轴承(外侧) 小齿轮轴承(内侧)	GF5-4 (左侧)	曲柄齿轮轴承(外侧) 曲柄齿轮轴承(内侧) 小齿轮轴承(外侧) 小齿轮轴承(内侧)	GF5-4 (右侧)
横梁大滚外圈 横梁端面滑块 横梁小滚轴承	GF4-3 (左侧)	横梁大滚外圈 横梁端面滑块 横梁小滚轴承	GF4-3 (右侧)
横梁大滚轴承 连杆上轴承	GF5-2 (左侧)	横梁大滚轴承 连杆上轴承	GF5-2 (右侧)
脱模球轴承 脱模右轴承 脱模中间轴承 脱模左轴承	GF4-4	左连杆下轴承 右连杆下轴承	GF5-1
		卸胎轴承(内侧)	GF4-2

A型轮胎定型硫化机的手动润滑部位、加换油周期见表2-4-64及图2-4-90。B型轮胎定型硫化机的手动润滑情况可参考此表和图2-4-91。

表 2-4-64　A型硫化机手动润滑要求

润　滑　部　位	润滑点数量	润滑油(脂)牌号	加油(脂)数量	加换油周期
调模螺纹套及上托板	4	J-1号膨润土润滑脂	适量	半个月加油一次
副臂上的辊子	2	钙基润滑脂ZG-3	适量	半个月加油一次
装胎器辊子	10	钙基润滑脂ZG-3	适量	1个月加油一次
囊筒升降机构	4	钙基润滑脂ZG-3	适量	半年加油一次
主传动减速器齿轮联轴器	1	钙基润滑脂ZG-3	适量	1个月加油一次
后充气横梁轴承	2	钙基润滑脂ZG-3	适量	1个月加油一次
后充气轮胎调距螺纹	2	J-1号膨润土润滑脂	适量	半年换油一次
后充气调距机构丝轴	2	J-1号膨润土润滑脂	适量	半年换油一次
卸胎滚道调距丝杆	2	J-1号膨润土润滑脂	适量	半年换油一次
主传动减速器	1	200号工业齿轮油	到油标线	每年换油一次
装胎器传动减速器	1	200号工业齿轮油	到油标线	每年换油一次
后充气传动减速器	1	200号工业齿轮油	到油标线	每年换油一次
装胎器链条(或滚珠丝杆及导向杆)	2	机械油	适量	半个月加油一次
后充气链条	1	HJ 10	适量	半个月加油一次
油雾器	3	HJ-10	加满	半个月加油一次

所用滑润油必须清洁。润滑脂润滑系统的贮油筒、油缸和输油管内不应进入空气，贮油筒内的油位切勿下降到低位指示器以下，否则将进入空气。一旦进入空气，将油阀旋塞打开，使油缸活塞作往复运动，将混有空气的润滑脂全部挤出后再装上旋塞，并将贮油筒装满油脂。

开始时，将分配器接到终端润滑部位的接头打开，手动操作油泵，直到润滑脂从终端接头处开始渗出为止，然后再接好接头。

当油泵输出的油压达不到所需压力时（一般要求不低于15MPa），应检查各密封件和易损件是否损坏，并检查压缩空气压力是否低于0.5MPa。

五、轮胎定型硫化机的调节

（一）压力指示器（吨位表）的调节

压力指示器的调整程序如下（参见图2-4-48）：

（1）硫化机处于无负荷状态，即模型未合拢状态；

（2）松开锁紧螺母及螺钉，使螺钉头及吨位表顶头之间出现一定的间隙（当吨位表头缓慢地加压或释放时，吨位表的指针大约有5圈的自由运动）；

（3）转动螺钉，使螺钉头与吨位表的顶头接触，再继续转动，直到吨位表指针转动3整圈，停在竖直向上的位置（零位）；

（4）用螺母锁紧螺钉；

（5）转动吨位表的罩及刻度作微量“零位”调整；

（6）经过几次硫化后，重新校正“零位”；

（7）将应力测定所得出的数据与吨位表指示数作比较，最后校正吨位表读数。

（二）合模力的调节

如前所述，通常合模力是张模力的1～1.1倍。

张模力从上下模型相接触那点起，以正弦曲线而逐渐增大，连杆到下死点时增大到最大值。这时产生很大的摩擦力，电机负载也最大。因此，在使用中连杆在到达下死点前一点停车。硫化机标准一般定为4～30mm处，这对合模力和稳定性没有什么影响，而开动硫化机时能降低电机的负荷，有利于开机揭模。

合模力的大小是通过调模齿轮使螺纹套上下移动，相应调整模型高低而获得，它的大小可通过连杆上的测力机构的吨位表读出。

调整合模力时，主要是消除轴承及有关零部件的间隙和零部件的弹性变形，为此要在热模情况下进行调整，调至额定合模力值时为止。

各种蒸汽室结构的轮胎定型硫化机，可用垫片调整上蒸汽室和下蒸汽室的距离。在硫化机全负荷和蒸汽室内有最大蒸汽压力的情况下，上、下蒸汽室之间的间隙应为2～3mm。

（三）主电机制动盘的调节

硫化机在使用前必须对主电机制动盘进行维护和调节，这对硫化机的使用很重要，其调节要求如下。

（1）如图2-4-153所示，制动盘闸的间隙必须保持在0.5～1.5mm之间，切不可超过1.5mm，否则将使制动失灵。但也不能过小，若间隙过小，在工作过程中摩擦生热而产生热膨胀，使开合模运动过程也处于制动状态而使电机电流增大。

（2）调节间隙时，要求主电机制动后，上横梁在惯性作用下的移动量不大于30mm。

（3）制动盘闸磨损的堆积物，在每次定期检查时务必清除干净。

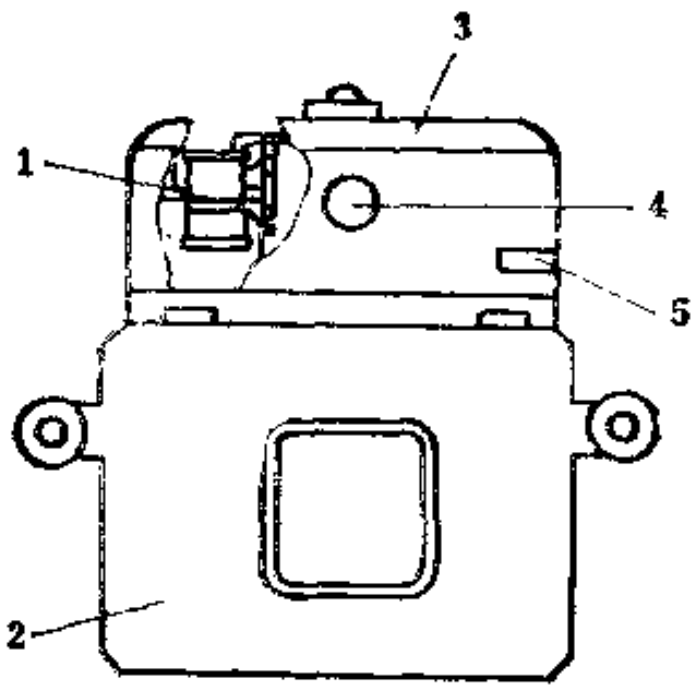


图 2-4-153　主电机制动盘的调节
1—缝隙；2—电机；3—制动闸；4—缝隙检查口；5—清除口；

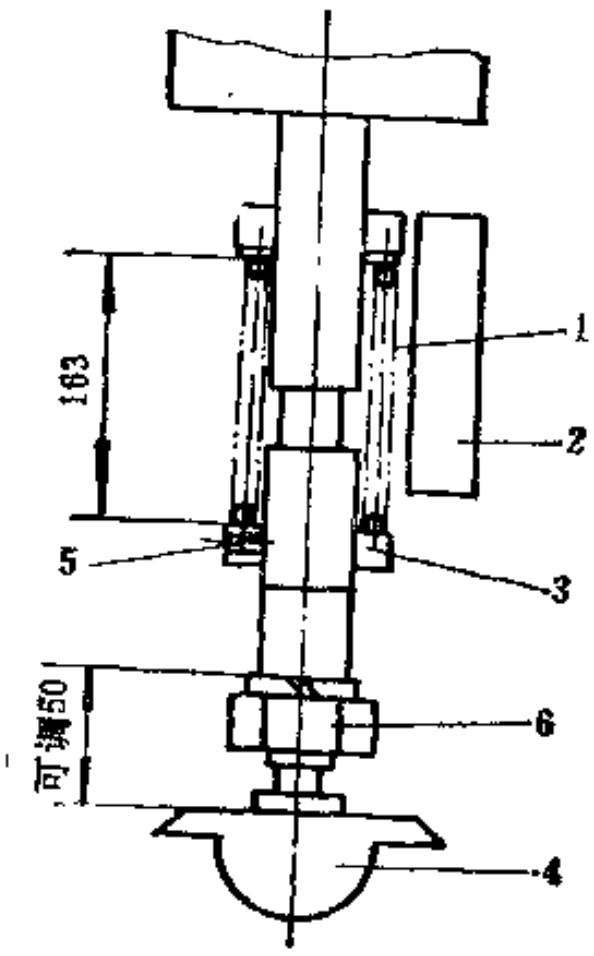


图 2-4-154　机械手球鼻和定型弹簧的高度调节
1—弹簧；2—刻度；3—螺母；4—球鼻；5—定位螺钉；6—球鼻高度调节拧紧螺母

（四）机械手气压的调节

机械手气压的调节尽可能低，低到能抓起生胎为止，一般为50～100kPa左右，使生胎在机械手上依其自身重量而下落，以取得正确定位，有利于定型，同时可避免由于机械手撑开

时用力过大而产生胎圈变形。

（五）A型硫化机的调节

1.装胎器的调节

（1）按生胎高度和模型高度确定机械手的抓胎和装胎的停止位置，以调整限位开关碰块的行程。

（2）调整机械手球鼻和定型弹簧的高度。通常定型弹簧的调节范围为143～163mm，即调节量为50mm，当弹簧达到最大调节量（即143mm）时，对定型盘的总推力为1.75kN。用于硫化子午线轮胎时，弹簧须压缩至143mm，用于普通轮胎时，弹簧应放松至163mm，见图2-4-154所示。

（3）胶囊探测杆的垂直位置按图2-4-155所示进行调节（两半模）。

（4）触胎杆的垂直位置按生胎高度进行调整，见图2-4-156所示。

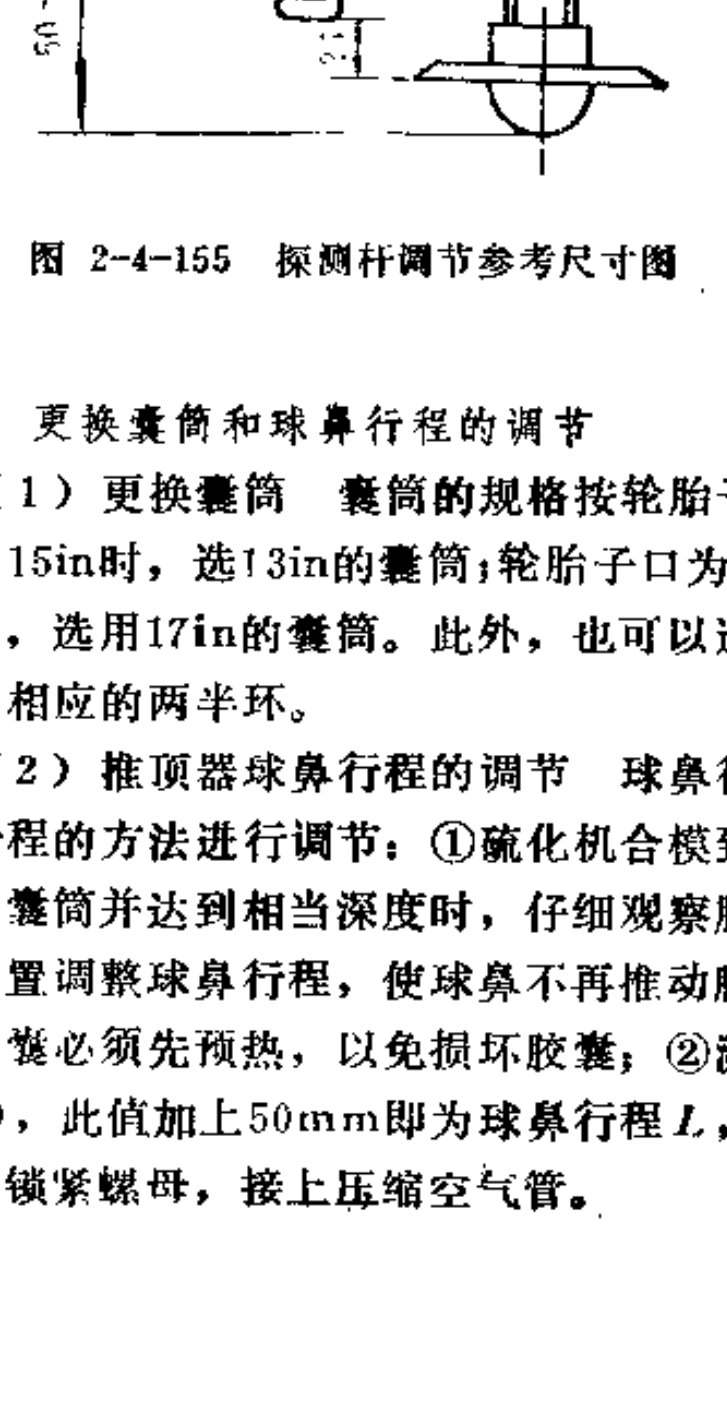


图 2-4-155 探测杆调节参考尺寸图

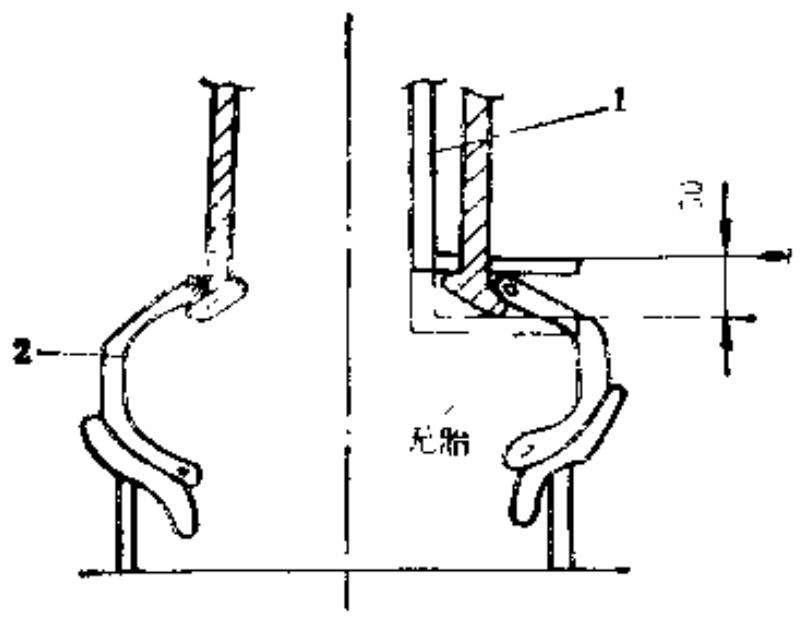


图 2-4-156 触胎杆位置的调整
1—触胎杆；2—生胎

2. 更换囊筒和球鼻行程的调节

（1）更换囊筒 囊筒的规格按轮胎子口直径选用较小直径的为好，例如：轮胎子口为14in、15in时，选13in的囊筒；轮胎子口为16in、17in时，选用15in的囊筒；轮胎子口为18～20in时，选用17in的囊筒。此外，也可以选用与轮胎子口直径相同的囊筒。不同直径的囊筒需选用相应的两半环。

（2）推顶器球鼻行程的调节 球鼻行程的调节根据具体情况而定，可以按照以下两种确定行程的方法进行调节：①硫化机合模到极限位置，使推顶器向上，球鼻下降，当胶囊被推入到囊筒并达到相当深度时，仔细观察胶囊在安装子口处应是松松的，但可以装上生胎。按此位置调整球鼻行程，使球鼻不再推动胶囊即可。但是必须注意，用此法调节球鼻行程时，胶囊必须先预热，以免损坏胶囊；②测量胶囊外表面从顶部中心至底边的曲线长度l(mm)，此值加上50mm即为球鼻行程L，即：$L=l+50\text{mm}$。球鼻行程调节后，务必拧紧上部锁紧螺母，接上压缩空气管。

3．更换夹具

按轮胎子口直径选用相应尺寸的夹具。装卸夹具于更换模型时进行。

4．更换模型

（1）更换两半模　拆卸模型时，先将硫化机置于手动位置，开启硫化机，卸下球鼻和夹具，升起囊筒卸去两半环和胶囊，合模后卸去上半模固定螺栓，开启硫化机，卸下下半模固定螺栓，取出两半模型。

安装模型时，将模型放在定位环上，按换上的模型高度通过调模机构调节上加热板距离。合模，拧进上半模固定螺栓，但仍留3～5mm间隙。开模，拧进下半模固定螺栓，也留一定间隙，装球鼻、夹具和上钢圈。

然后使推顶器上下移动，对正上钢圈。合模，拧紧上半模固定螺栓，直至上下模型对准。开模，拧紧下半模固定螺栓，装两半环和胶囊，使囊筒下降入位。

（2）更换活络模（参见图2-4-15）　安装活络模时，先卸下两半模用的上加热板，换上与活络模相对应的（小直径）上加热板，将上下垫板（a、b及c、d）分别装在上下加热板上。

将上模放在下加热板的工具架上，合上硫化机，当上模与加热板接触时，用螺栓松松拧上上模。

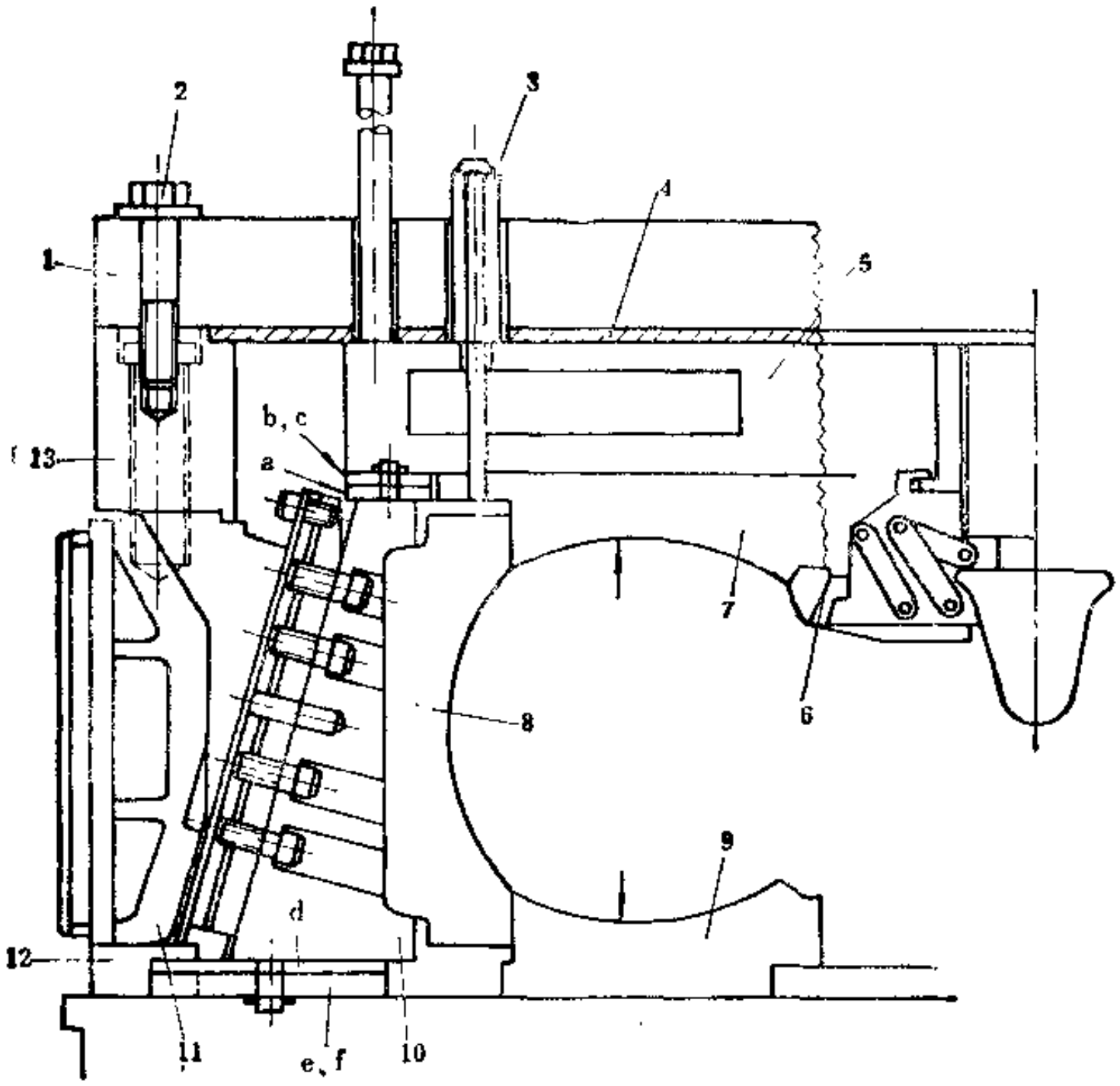


图 2-4-157　活络模安装示意图

1—上托盘；2—垫环固定螺栓；3—上模固定螺栓；4—隔热材料；5—上加热板；6—钢圈；7—上侧模；8—花纹板；9—下侧模；10—扇形块；11—模外套；12—垫木；13—垫环

将花纹板装在扇形块上，将导板对准模外套沟槽缓缓插入。然后开启硫化机，移去工具架，将模外套（包括花纹板和扇形块）吊到下加热板上（外套下要垫垫木）。这时要求模外套中心与囊筒中心的偏移不得超过5mm。

把垫环固定在模外套上，合上硫化机，当垫环与上托板接触时，用螺栓松松拧上。

开启硫化机，移去垫木，把下模装在下加热板上，松松拧上螺栓，这时要求上下模与花纹板的接触面之间要有空隙（装上球鼻、夹具和钢圈）。再合上硫化机，施加合模力300～400kN，牢固拧紧上模及垫环的螺栓，然后打开硫化机，拧紧下模的螺栓，装上两半环和胶囊。

模型安装完毕后，应进行充分的预热。

在安装时，通常要在垫板a、b及c、d之间加0.2mm的垫片，以保证花纹板与上下模在接触面对齐，并要注意调节。若花纹板较模型（包括上下模）凸出时，则应取消垫片，相反若模型较花纹板凸出时，则应加垫片。

当硫化机完全闭合时，若花纹板仍未完全接触好，则应在上托板和垫环之间加垫片，使其能良好接触为止。垫片的厚度为0.25、0.5及1mm三种。

拆卸活络模时，开启硫化机，卸下上钢圈、球鼻和夹具，再卸下下模，合上硫化机，将模外套放在垫木上，卸下垫环螺栓，再开启硫化机，扇形块和花纹板留在下加热板上，将垫环取出。

卸下上下垫板（a、b及c、d），在下加热板上放上工具架，合上硫化机直到上模放在架上，松开上模及上加热板的螺栓，即可全部取出。

5．主令控制器的调整

主令控制器由18组旋转凸轮和微动开关组成（其速比为1:6），在硫化机开启或关闭过程中，由主传动装置驱动，通过旋转凸轮去压合或断开微动开关以发出讯号，使电气联锁线路按操作要求动作，以实现硫化机在开闭过程中的各种动作程序，如控制硫化机停止在启开或闭合极限、推顶器动作、柱塞式干油泵的动作、循环排水以及轮胎定型等。硫化不同规格的轮胎时，主令控制器要作某些相应的调整，即主要调整首次暂停、二次暂停等的旋转凸轮，以适应不同规格轮胎暂停高度的要求。主令控制器调整后，要求18组凸轮要与开合模动作严格吻合，其主轴锥齿轮不得任意转动。

（六）B型硫化机的调节

1．装胎器的调节

（1）按生胎高度和模型高度确定机械手的抓胎和装胎的停止位置，以调整限位开关碰块的行程。

（2）调整机械手进出时定中心的正确性，调整好并锁紧定位螺栓。

（3）调整好压力水的流量控制，防止机械手进出时到终点摆动过大。

（4）根据生胎规格，调整好触胎杆的位置。

2．胶囊和夹盘的更换

卸去上夹盘和上压盘的紧固螺栓，卸去上压盘，利用脱模机构将中心机构的水缸连同胶囊下夹盘提升，卸去下夹盘和上压盘的紧固螺栓，卸去下压盘，即可取下旧胶囊并将新胶囊装上，装下压盘拧紧螺栓，降下中心机构，装上压盘，拧紧螺栓，进行预热。

当更换不同规格的轮胎及模具时，按照轮胎规格尺寸选择好相应的胶囊，按上述办法，卸下旧胶囊，同时卸下原来的上夹盘和下夹盘，选用相应尺寸规格的上下夹盘和上下压盘，

将下夹盘通过螺纹旋在中心机构环座上，上夹盘装在活塞杆上，换上相应的胶囊，装上下压盘，拧紧螺栓，进行预热。

3．中心机构的调节及上夹盘位置的确定（见图2-4-158）

为保持中心机构尺寸的正确性，必须仔细地确定夹盘位置，因为活塞杆从下夹盘及环座部分伸出长度，超过水缸的有效行程很多，上夹盘可以装得很高，当硫化机在垂直关闭时，驱动中心机构活塞位移，超出其安全限度，导致水缸严重损坏，在装新胶囊及夹盘的组合件之前，要反复测量活塞杆全部下降到全部升起时的尺寸，确定有效行程，正确更换中心机构内的定位套筒（有效行程即为水缸总行程减去限制活塞杆伸出用的定位套筒长度），为安全起见，将有效行程减少25mm，防止硫化机在垂直关闭时损坏水缸。

为保证这些尺寸，在活塞杆及夹紧胶囊的上夹盘部件全部伸出后，关闭硫化机，直到上模刚刚接触到上夹盘部件为止，测量上、下模型分型面之间的距离，这个尺寸不得超过中心机构水缸的有效行程减25mm。

有些B型硫化机的中心机构，上夹盘是固定在活塞杆上的一个固定位置，这样硫化不同规格尺寸的轮胎时要更换与之相适应的定位套筒（即调整环）。

胶囊的伸直高度是根据不同规格尺寸的生胎高度而定的，胶囊的伸长率一般为：乘用轮胎胶囊105～120%，载重轮胎胶囊115%。

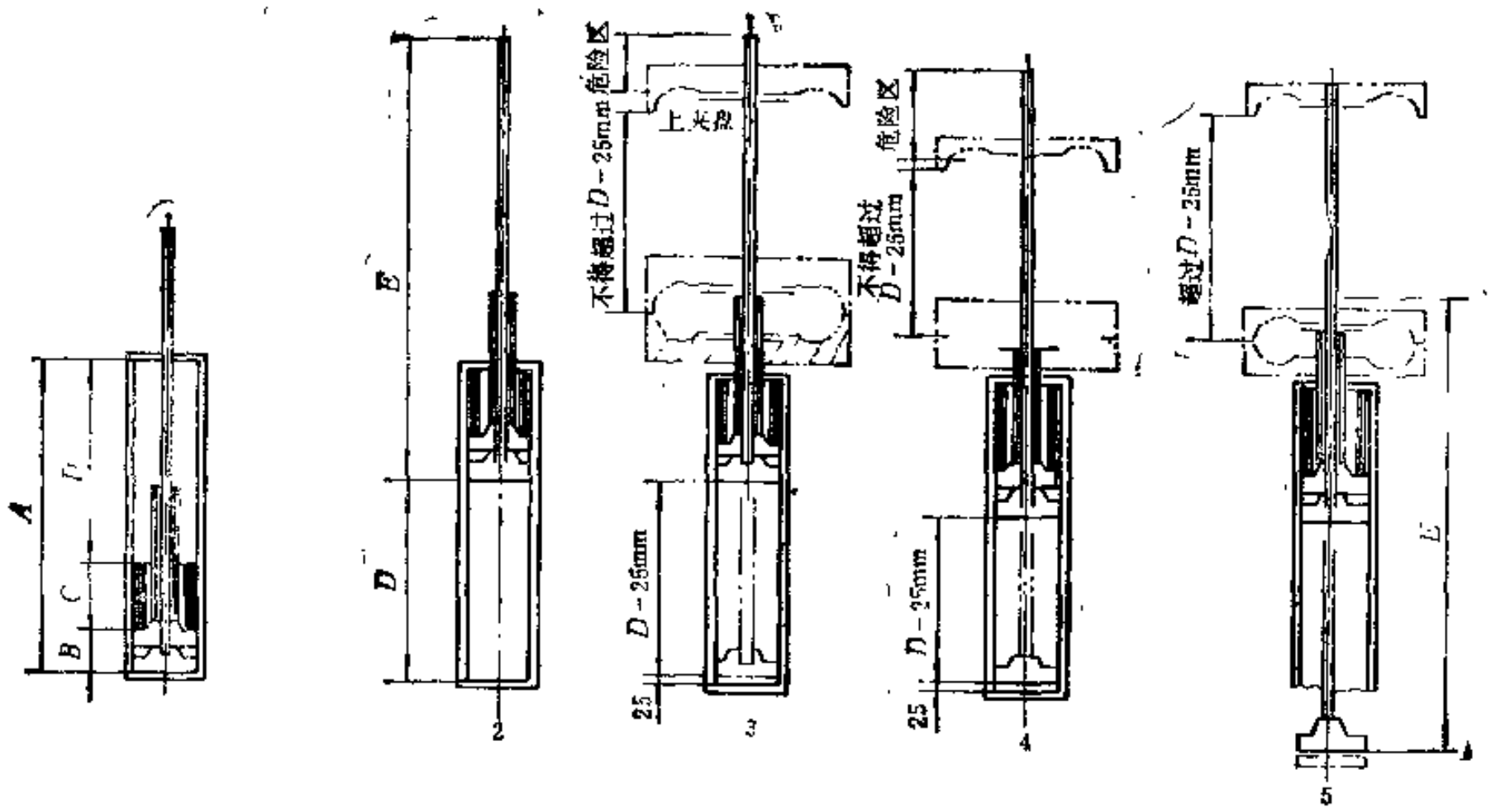


图 2-4-158　中心机构的调节及上夹盘位置确定参考图

1—活塞有效行程及活塞杆总长；2—活塞、活塞杆及上活塞的上限位置由外套筒限位；3—宽轮辋厚模型，上环夹持在活塞杆上限位置，没有超过尺寸D—25mm；4—窄轮辋薄模型，上环夹持在活塞杆上限位置，没有超过尺寸D—25mm；5—类似图注4，但上环装得硫化机迫使活塞位移超过尺寸D，导致水缸损坏

硫化轮胎的定型高度也是根据不同规格尺寸的轮胎而变化，因面在中心机构中要更换与之相适应的定型套筒。

4．两半模的安装

(1)卸下上、下压盘、胶囊及上、下夹盘。

(2)将下模放在下蒸汽室内或平板上，将下模的螺栓孔与蒸汽室内的“T”型槽或十字板上的孔对齐，插入下模固定螺栓，但不拧紧。

(3)将相应规格的下钢圈装在中心机构的环座上，使模型与下钢圈对中，在全周上至少有0.05mm的间隙。

(4)拧紧下模固定螺栓，并取走下钢圈。

(5)将上模放置在下模上。

(6)调整好蒸汽室内的平板或上平板的高度，在硫化机关闭时，超过模型的净高，然后调整好平板接触上模，使平板上的孔与模型上的孔对准，装上并拧紧螺栓。

(7)装上上、下夹盘、胶囊及上、下压盘，用螺栓紧固。

(8)在硫化第一锅轮胎后，各模型的螺栓必须重新拧紧。

5. 活络模的安装与拆卸（见图2-4-159）

(1)将活络模水缸的V形密封圈及其压盖3装到硫化机上。

(2)上模5装在内板上，扇形块6装到滑块上，并将各零件组装好。

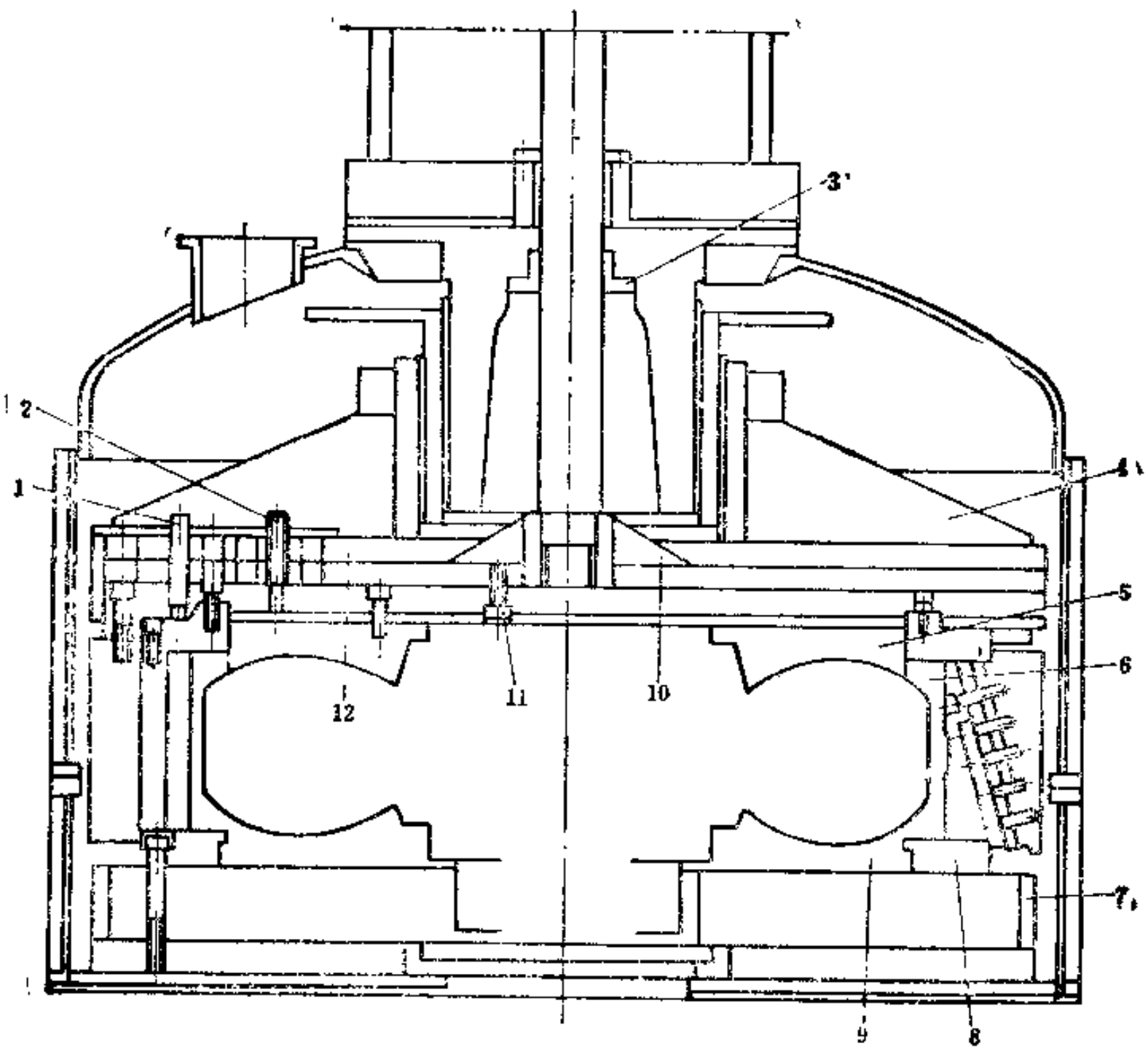


图 2-4-159　活络模的安装与拆卸示意图

1、2—螺栓；3—压盖；4—平板座；5—上模；6—扇形模；7—挡圈；8—下滑环；9—下模；10—连接器；11—螺钉；12—吊装板

表 2-4-65　轮胎硫化机的故障及其排除方法

序号	故　障	故　障　原　因	故障排除方法
1	合模力不够	1.调模螺丝、螺母及主要轴承间隙太大 2.上模托座下调的扭距不足 3.主令开关内“硫化机闭合”开关凸轮给定位置不当，造成硫化机不能完全闭合 4.上蒸汽室垫片垫得太厚	1.增加上模托座下调的扭矩或者更换已磨损的零件 2.用扭矩板子检验上模托座下调的扭矩 3.纠正“硫化机闭合”限位开关凸轮给定位置 4.减少垫片数量，使在最大合模力时，上、下蒸汽室之间有2～3mm间隙
2	硫化机电机在完全合模前失速停车	1.起动前用人工泵注润滑脂周期不足 2.硫化机合模力给定超过规定 3.蜗轮减速器齿面损坏，引起蜗轮副效率太低 4.曲柄齿轮轴端和轴承座端面之间间隙太小 5.电压降太大 6.主要轴和轴瓦咬死 7.蜗轮减速器蜗轮副传动效率因润滑油陈旧及油中有水而降低或润滑油极压特性不足	1.起动前周期地由人工泵注润滑脂 2.将合模力给定在说明书规定的最大值内 3.检查蜗轮副齿面，必要时更换之 4.在曲柄齿轮轴端和轴端盖之间加垫片 5.检查电机的实际电压，并予纠正 6.修理轴和轴瓦 7.换油
3	曲柄齿轮连杆轴瓦咬死	1.干油泵贮油筒润滑脂失效 2.分配器或油管堵塞 3.压缩空气没有供到油泵 4.贮油筒重新加油时混入空气 5.压缩空气压力不足	1.定期检查调整分配器动作及润滑脂贮油筒 2.拆洗清洁或更换 3.检查压缩空气管路及其控制电磁阀工作是否正常 4.加油时防止混入空气，一旦混入予以排除 5.按照要求调整到工作压力
4	硫化时上、下模分型面出胶边	1.合模力不足 2.给定在左、右模型上的合模力不平衡 3.下蒸汽室平面与上模托座的下平面之间平行度差（从前面到后面） 4.模型分型面不平	1.重新给定合模力，达到足够的吨位表指示值 2.重新给定合模力，使左右模型吨位表指示值一样 3.转动副连杆上的调整导辊，纠正平行度 4.修理模型分型面
5	上模托座与下蒸汽室之间出现偏心妨碍模型安装	1.调模螺丝磨损松动 2.上横梁和上蒸汽室之间的连接螺栓松动 3.主连杆端盖螺栓松动	1.调整及锁紧磨损的调模螺丝 2.在硫化试验后拧紧螺栓 3.拧紧螺栓
6	上模托盘与下蒸汽室之间平行度差	1.由于不正常操作造成上下蒸汽室变形 2.副连杆导辊偏心轴调整不当 3.上横梁与上蒸汽室之间有多余的东西 4.左、右传动机构对中性差	1.必要时进行检查纠正 2.在硫化机完全闭合位置进行调整 3.将多余东西清除再拧紧螺栓 4.当重新组装硫化机时，在完全合模位置，硫化机左、右两侧将φ25的长圆销钉穿过主连杆，曲柄齿轮及底座
7	硫化机运转时强烈震动	各齿轮与轴接合的键配合松动	更换键
8	硫化机运转时有不正常声响	1.各齿轮与轴配合的键配合松动 2.啮合的齿侧间隙过大 3.蜗轮轴轴瓦及中间轴轴瓦间隙过大	1.更换键 2.检查各齿轮及轴瓦，必要时更换之 3.检查磨损的轴瓦，必要时更换之

续表

序号	故　障	故　障　原　因	故障排除方法
9	硫化机运动时蜗轮减速器有不正常声响	蜗轮减速器球轴承损坏	更换球轴承
10	蒸汽室式定型硫化机上模调整困难	1.耐高温润滑脂已耗尽 2.螺纹粘有铁锈及外来杂物	1.拆洗调模螺丝、螺母及上模托座，然后再涂耐高温润滑脂 2.从调模螺丝上部注入轻油，然后将上模托盘上下调整多次
11	热板式定型硫化机上模调整困难	1.调模螺丝底面粘住在上热板托盘上 2.螺纹粘有铁锈及其它东西	1.在调模螺丝底面上加工油槽 2.从调模螺丝上部注入轻油，然后将上平托座作上下调整多次。必要时，将调模螺丝拆洗并涂耐高温润滑脂
12	硫化机在完全闭模位置不能恰好停车	1.电机刹车片磨损需要调整 2.电机刹车摩擦盘严重磨损或破碎 3.刹车片污染或受潮 4.“闭模”限位开关失灵	1.按照有关说明调整刹车 2.更换摩擦盘 3.清洗刹车片 4.必要时检查更换“闭模”限位开关
13	硫化机开模时蒸汽室密封圈从沟槽中滑出	1.当硫化机开始开启时，蒸汽室内还有压力 2.蒸汽室密封圈断面形状不对 3.密封圈下面沟槽排泄孔堵塞，造成硫化机开模前密封圈下面的蒸汽压力不能消除 4.在硫化机开始开模时，蒸汽室出现真空现象 5.蒸汽室密封圈太大	1.检查蒸汽室压力开关给定的压力值，必要时作调整 2.采用外形合适的密封圈 3.清理钻孔 4.检查蒸汽室顶部是否有单向阀，必要时清洗之 5.使用直径正确的密封圈
14	上蒸汽室与调模螺丝之间的密封圈漏汽	1.上蒸汽室密封圈破损 2.上横梁与上蒸汽室之间连接螺栓松动	1.更换密封圈 2.硫化机装配完以后，在最大合模力下拧紧螺栓
15	蒸汽从上、下蒸汽室之间密封圈漏出	1.由于上横梁与调模螺丝之间的垫片垫得不够，造成上、下蒸汽室之间的间隙太大 2.上蒸汽室下平面变形过大 3.密封圈沟槽的钻孔堵塞 4.蒸汽室密封圈断面不正确	1.在上横梁及调模螺丝之间加垫片，使硫化机在完全闭模位置的最大合模力的情况下保持上、下蒸汽室之间的空隙为2～3mm 2.必要时修正下平面 3.清理钻孔 4.使用形状正确的密封圈
16	蒸汽室密封圈寿命太短	1.上横梁与调模螺丝之间垫片垫得太厚，可能压缩或压坏密封圈的唇口 2.密封圈材料和断面形状不当	1.重新调整垫片厚度 2.检查所用材料和选用外形正确的密封圈
17	B型硫化机下蒸汽室与中心机构水缸套之间漏汽	1.螺栓松动，密封圈压缩不够 2.密封圈破损	1.在初次硫化后拧紧螺栓 2.检查密封圈，必要时更换之
18	由于胶囊过度定型造成胶囊爆破	1.定型控制盘及阀门控制失灵 2.B型硫化机由于“卸胎支臂下降”限位开关失灵，在定型开始后，硫化机不能启动闭模 3.电气线路接触不良 4.由于“机械手进-出”限位开关动作失灵，硫化机不能启动闭模	1.进行检查和修理 2.检查调整“卸胎支臂下降”限位开关，检查卸胎支臂水缸水压是否超过2MPa 3.检查并修复电气线路 4.调整“机械手进-出”限位开关，以获得充分的超行程
19	左、右吨位表指示值差别太大	1.合模力给定不平衡 2.“零”点没有调好 3.吨位表定位螺钉松动	1.把两边合模力调整均匀 2.重新调整吨位表的“零”点 3.拧紧定位螺钉

续表

序号	故　　障	故　障　原　因	故障排除方法
20	胶囊内表面老化	1.胶囊内热水或冷水含有空气，含氧量过高 2.抽真空过度，胶囊粘抱活塞杆 3.胶囊材料不当 4.硫化后冷却水循环不足	1.进行水质处理，降低含氧量至规定要求 2.抽真空适度，防止胶囊粘抱活塞杆 3.采用合适的胶囊材料 4.检查循环水
21	A型硫化机推顶器球鼻下降推胶囊不到位（过多留在囊筒外）	1.推顶器球鼻行程不够 2.压缩空气压力不够 3.密封圈破损而漏气	1.按前述调节行程的方法正确调节行程 2.检查并纠正压缩空气压力在0.6～0.7 MPa 3.更换密封圈
22	A型硫化机开模过程中推顶器球鼻与囊筒或模型碰撞	1.限位开关失灵，使推顶器气缸不向上动作 2.压缩空气气压不够 3.密封圈破损而漏气	1.检查限位开关 2.检查并纠正气压及管路系统 3.更换密封圈
23	机械手进出动作太快，引起振动	1.通入机械手回水缸的导管破裂 2.液压管路中节流阻尼孔太大	1.更换输水导管 2.适当缩小节流阻尼孔
24	机械手进出动作失灵	1.滑阀有故障 2.机械手水缸管路堵塞 3.转动轴咬住 4.电磁阀失灵	1.拆下检查修理 2.拆开清洗管道 3.修理和更换轴瓦，并加油 4.检查和修理电磁阀
25	机械上升到位不停，造成事故	1.机械手升降继电器、接触器铁芯和接点粘滞 2.机械手电机抱闸太松 3.限位开关位置不当	1.擦洗、修理中间继电器及接触器的铁芯和接点，必要时更换 2.调整抱闸，使制动合适 3.正确调整限位开关位置
26	自动定型时生胎位置不正	1.机械手对中不好 2.生胎胎圈太小，不圆 3.机械手松胎时间配合不当 4.定型压力（特别是一次压力）控制不当 5.定型高度选择不当 6.胶囊壁厚不均（特别是A型胶囊）	1.调整机械手对中性 2.选用胎圈尺寸正确的生胎，生胎胎圈应能进入模型钢圈的主高度 3.正确调整松胎时间 4.选用合适的定型压力 5.选择合适的定型高度 6.选用壁厚均匀的胶囊
27	预定型后胶囊冲得太高（A型胶囊）	1.保持定型压力太大 2.切换成保持定型后，主要排出阀没有开启 3.机械手延时上升继电器时间定得太短	1.适当降低保持定型压力 2.检查主要排出阀，使之开启 3.调整机械手延时上升继电器，使之有足够时间排出一部分压力
28	硫化结束开模时胶囊爆破	1.内压未排尽，带压开模 2.内冷不够，胶囊内剩水汽化，内压增高 3.内压介质阀门泄漏	1.检查并重新调整压力开关，使复位压力≤0.03MPa 2.适当延长冷却时间，并整定压力开关的动作压力为0.04MPa 3.检查内压介质阀门，修理或更换
29	硫化结束开模后（或停用时），胶囊从囊筒内翻出甚至爆破（A型胶囊）	1.主排出系统的单向阀泄漏 2.停用时未将控制柜上的三位四通手动阀转到“停用”位置，至使主排和囊筒排出切断阀未开启，当有内压介质阀泄漏时，就会造成胶囊爆破	1.调换单向阀 2.停用时必须将控制柜上的三位四通阀转到“停用”位置。同时检查内压介质阀并排除内泄漏现象
30	预定型时，上环向上浮动（拉不住）	1.定型压力过高 2.中心水缸下活塞泄漏	1.适当降低定型压力 2.检查下活塞密封圈，必要时更换

续表

序号	故　　障	故　障　原　因	故障排除方法
31	后充气下横梁升不上	1.空气压力过低 2.横梁上升电磁阀故障 3.顶盘未收缩	1.提高压缩空气压力 2.检查、修理电磁阀 3.检查顶盘气缸密封圈及相应电磁阀
32	后充气锁环锁不上	1.下横梁未到位 2.闭锁气缸泄漏 3.锁环闭锁电磁阀故障	1.排除方法同第31条 2.检查和修理闭锁气缸 3.检查和修理电磁阀
33	后充气充气充不上或不充气	1.锁环未锁上，限位开关或行程气阀未动作，无法充气 2.充气系统电磁阀或气动切断阀故障 3.顶盘未伸张，气充不上 4.轮胎已经冷却收缩，气充不上 5.轮胎未能在后充气钢圈上放正而漏气	1.检查锁环是否锁好，限位开关和行程气阀是否动作 2.检查和修理该系统的电磁阀和切断阀 3.检查修理顶盘气缸及电磁阀 4.硫化好的轮胎及时进入后充气冷却 5.校正定中心装置及挡胎杆位置
34	后充气误翻转	1.在Ⅱ位时，突然停水 2.后充气翻转气按钮失灵 3.翻转滑阀泄漏	1.在Ⅱ位时，注意不得停水 2.检查并修理气按钮 3.检查并修理滑阀

（3）调整平板座，使其尽量升高，以使在硫化机完全闭合时与活络模相接触。

（4）完全开启硫化机，将调整垫圈7固定在下蒸汽室上，并把下模9固定在垫圈上，并调整对中。将下滑环8装在下模周围，用内六角螺钉拧紧。

（5）将吊装板12装在活络模上，然后将活络模放在硫化机上，进行调整对中下模，注意活络模上的标记。调整结束后，取下吊装板12，将驱动用连接器10装到驱动水缸活塞杆端头上。

（6）关闭硫化机，注意此时调整平板座 4 不能与活络模接触，在硫化机达到完全关闭位置时，慢慢下降调整平板座，直到与活络模接触。用螺栓1和2将调整平板座与活络模固定在一起（螺栓 2 在活络模安装后要卸下，使内板可以移动）。

（7）再次开启硫化机，用内六角螺钉11将连接器与内板固定在一起。

（8）关闭硫化机，卸下螺栓 2 。

从硫化机上卸下活络模的程序与上述安装程序相反。

6. 主令控制器的调整

B型轮胎硫化机的主令控制器由10组旋转凸轮和微动开关组成（其速比为1:5），根据轮胎规格及是两半模或是活络模调整主令控制器。

六、轮胎硫化机的故障及其排除方法

轮胎硫化机常见的故障及其排除方法见表2-4-65。

第五章　水压硫化罐及其附属设备

第一节　概　　述

一、用　　途

主要用于硫化以棉纤维为主胎体骨架材料的斜交结构汽车轮胎、农用轮胎以及其它要求不高的轮胎或特殊轮胎。

每种规格水压硫化罐可装的硫化模型数量（即每次硫化轮胎的数量）视所硫化轮胎的规格而异。

采用水压硫化罐硫化轮胎，由于功能上的限制，将日趋减少。对于工程轮胎及巨型轮胎，目前国内外仍主要采用水压硫化罐硫化。

二、结　　构

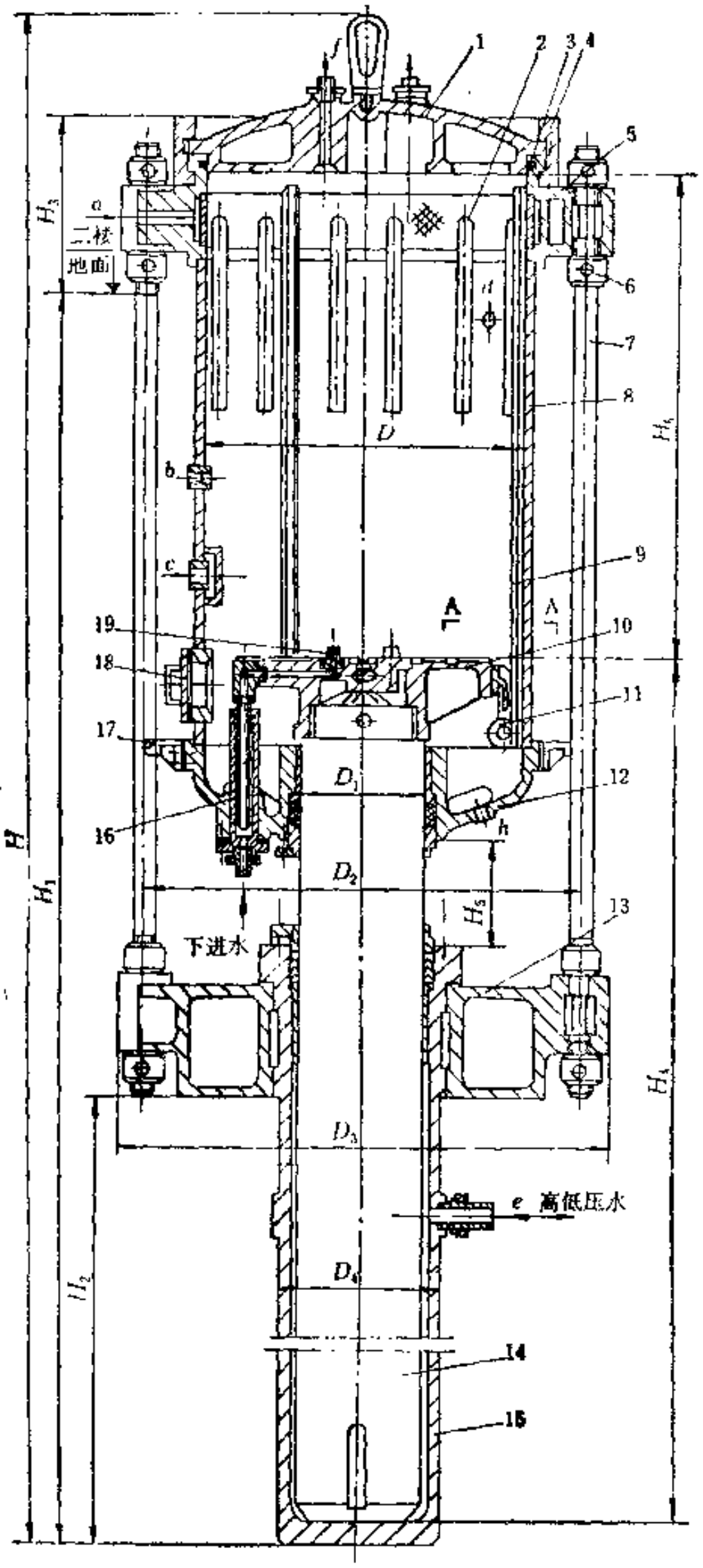
水压硫化罐由液压机和硫化罐两部分组成，其结构如图2-5-1所示。液压机由工作缸15和柱塞14组成。柱塞14的上端设有平台10，硫化时叠置在平台10上的轮胎模型可随柱塞上下升降。为了减小硫化罐内过热水的上下温度，平台10装有过热水下进水装置16和接嘴19。下进水装置可设置在罐体内部，也可设置在罐体外部。

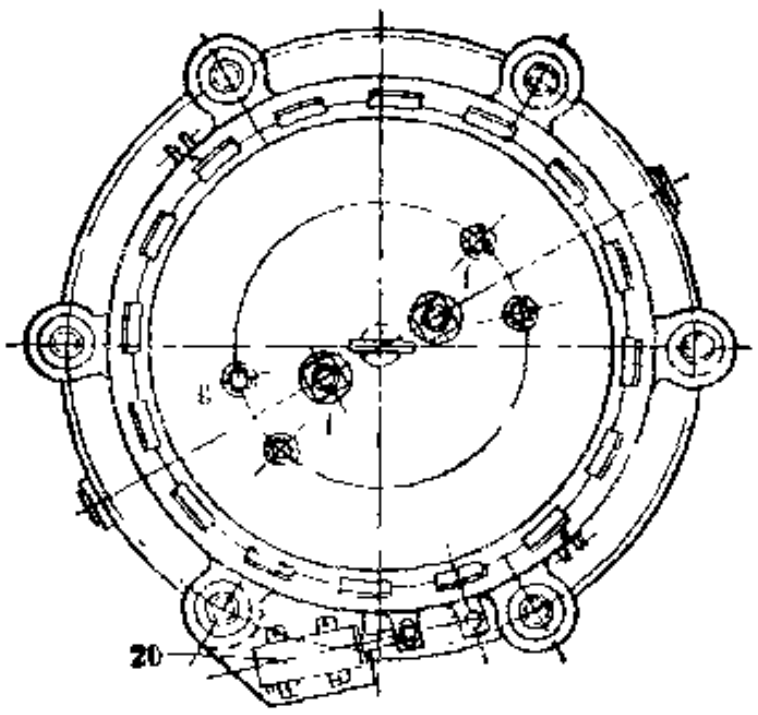
硫化罐部分系一立式压力容器，由罐体8、罐底12、上横梁5和罐盖1组成。罐体8、罐底12和上横梁5焊接成一个整体。罐盖的圆周部分有矩形齿，与可转动的错齿环4相互配合，利用液压缸20使错齿环4转动（转过一个齿宽的距离）时，完成罐盖1的开闭。罐内蒸汽由密封圈3密封。罐体8的内侧圆周按等分焊有三根导轨9，固定在平台10上的导轮11沿导轨上下移动，以免晃动和卡住。罐底12的外周与立柱7相对应装有托架17。上横梁5和底座13用立柱7和螺母6连成一体。罐内蒸汽和硫化内压对罐盖产生的作用力和液压机柱塞对模型产生的压紧力由上述三部件承受。冷却水管2用于当硫化终了时向罐内充放冷却水。

用于硫化工程轮胎、巨型轮胎的大型水压硫化罐，可采用如图2-5-2所示的结构，这种硫化罐与图2-5-1所示硫化罐的主要区别在于高度较小和用6个小液压缸5代替一个大液压缸。6个液压缸的行程较短，一般为250～300mm。液压缸安装在罐内底盘上，而平台4则置于6个液压缸5的柱塞上。在平台4的下面装有平衡机构8，以保持平台4移动时的水平，并使模型受压均匀。平衡机构由齿轮齿条和万向接头构成，呈六角形连接。硫化轮胎用的内压水管7从罐底引入，在平台中心孔伸出，用快速接头及金属软管与胶囊钢圈接嘴相连。这种结构形式的硫化罐的罐盖高度较高，安装硫化罐的凹坑较浅，吊装模型时可在地面以上操作。这种硫化罐的缺点是由于液压缸数量多，因而保养维护点也多。

三、主要性能参数

标志水压硫化罐主要性能参数的是罐体内径和液压机产生的最大公称工作压力，其惯用表示方法为罐体内径(m)×使用高度(m)/公称工作压力（MN)。液压机柱塞施加于模型的





A—A

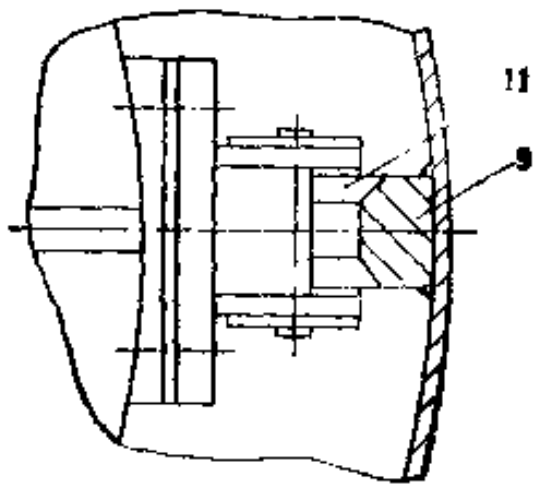


图 2-5-1 水压硫化罐

1—罐盖；2—冷却水管；3—密封圈；4—转动锴齿环；5—上横梁；6—螺母；7—立柱；8—罐体；9—导轨；10—平台；11—导轮；12—罐底；13—底座；14—柱塞；15—工作缸；16—过热水下进水装置；17—托架；18—人孔盖；19—过热水接嘴；20—开闭锴齿罐盖用的液压缸

最大压紧力必须大于硫化时水胎内（或胶囊内）过热水压力（即内压）对模型的张模力。要求液压机产生的最大公称压力根据图2-5-3按下式计算：

$$P = k(P_{内} - P_{外}) + nW_1 + W_2 + F \qquad (2\text{-}5\text{-}1)$$

式中 P——最大公称压力，N

$P_{内}$——由水胎（或胶囊）内压对模型产生的张模力，N；

$$P_{内} = p_{内} \cdot \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$$

k——模型预紧系数，取1.30～1.50；

$p_{内}$——硫化内压，一般取2.5～3.5N/mm²；

D——轮胎外径，mm；

d——模型胎圈直径，mm；

W_1——模型重力，包括外胎、水胎和水胎中水的重力，N；

n——装入硫化罐的模型数量；

$P_{外}$——外压蒸汽对模型的压紧力，N；

$$P_{外} = p_{外} \cdot \pi \frac{D_1^2 - d_1^2}{4}，\ \text{N}；$$

$p_{外}$——罐内外压蒸汽压力，N/mm²；

D_1、d_1——模型尺寸（见图2-5-3），mm；

W_2——柱塞和平台的重力，N；

F——柱塞密封装置的摩擦力，N。

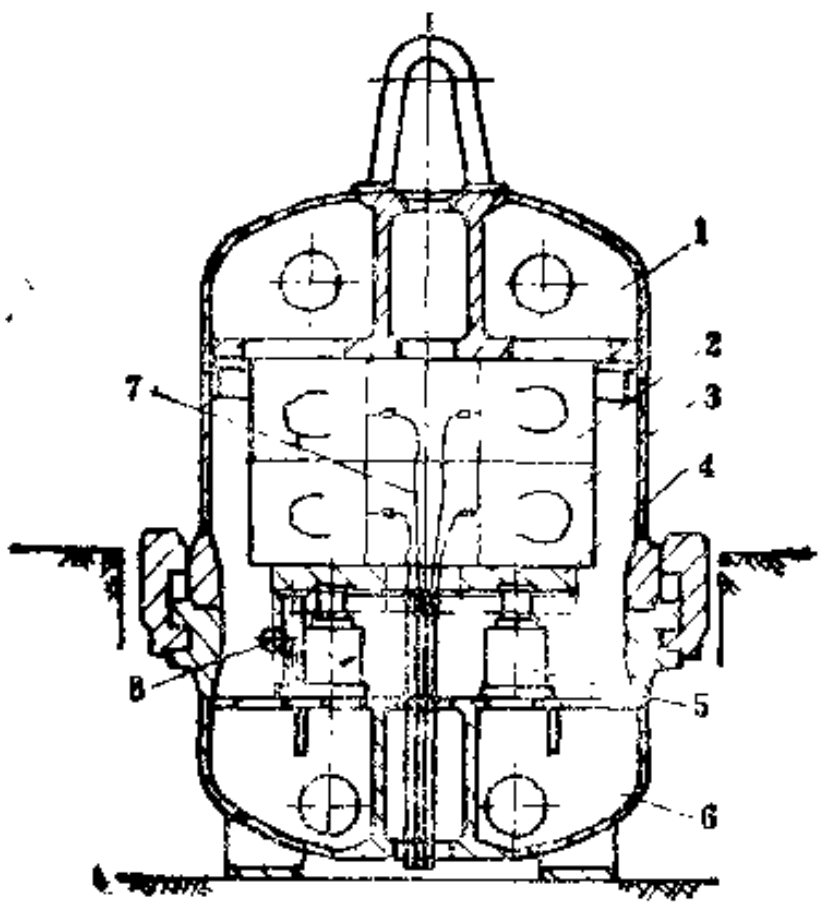


图 2-5-2 巨型水压硫化罐

1—罐盖；2、3—轮胎硫化模型；4—平台；5—液压缸；6—罐底；7—内压水管；8—平衡机构

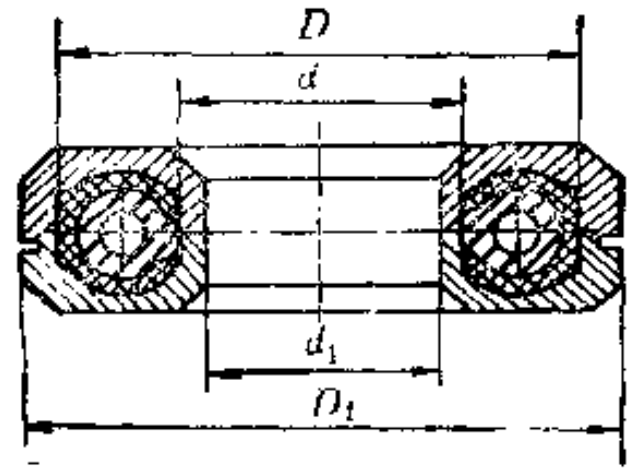


图 2-5-3 计算内压张模力的模型尺寸

柱塞密封装置的摩擦力F(N)由柱塞和液压缸密封装置的摩擦力 F_1(N) 及柱塞和罐体密封装置的摩擦力F_2(N)两部分组成，其值按下列两式求得：

$$F_1 = \pi D h p f \qquad (2\text{-}5\text{-}2)$$

$$F_2 = 0.47 D h p_{外} f_1 \qquad (2\text{-}5\text{-}3)$$

式中 D——柱塞直径，mm；

h——密封圈或填料与柱塞的接触高度，mm；

p——液压缸高压水压力，N/mm^2；

$p_{外}$——硫化罐外压蒸汽压力，N/mm^2；

f——橡胶密封圈与钢柱塞的摩擦系数，取0.05～0.10；

f_1——填料与钢柱塞的摩擦系数，取0.2。

目前，要求液压机产生的最大工作压力已经标准化，并和硫化罐内径相对应设计成系列产品。标准中的最大工作压力即为高压水压力和柱塞截面积乘积的名义值，圆整到以"MN"表示。

表 2-5-1 水压硫化罐主要性能参数

规格	公称压力 MN	罐内径 m	罐使用高度，mm	适用模型最大直径 mm	低压水压力，MPa	高压水压力，MPa	罐内蒸汽压力 MPa	过热水压力，MPa	柱塞一次行程耗水量，L	重量 t
1.4×4.4/3.3	3.3	1.4	4.4	1150	2.5	13.5	0.6	2.5	1220	38
1.6×4.4/3.3	3.3	1.6	4.4	1350	2.5	13.5	0.6	2.5	1220	40
1.6×4.4/4.5	4.5	1.6	4.4	1350	2.5	13.5	0.6	3.5	1470	46
1.8×3.6/5.3	5.3	1.8	3.6	1550	2.5	13.5	0.6	2.5	1550	54
2×3.6/8.5	8.5	2.0	3.6	1700	2.5	13.5	0.6	2.5	2700	76
2.2×4.2/8.5	8.5	2.2	4.2	1900	2.5	13.5	0.6	2.5	2900	73
2.8×2/10	10	2.8	2	2500	2.5	13.5	0.6	2.5	1570	112
3.4×2.4/18	18	3.4	2.4	3100	2.5	13.5	0.6	3.0	2920	157
4×2.6/32	32	4.0	2.6	3500	2.5	13.5	0.6	3.0	6250	271

表 2-5-2 水压硫化罐主要尺寸(参见图2-5-1)　　单位：mm

硫化罐规格	H	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	D	D_1	D_2	D_3	D_4
1.4×4.4/3.3	12140	11080	5095	800	6860	565	4400	1400	560	1940	2185	730
1.6×4.4/3.3	12347	11103	5095	800	6885	465	4400	1600	560	2125	2370	730
1.6×4.4/4.5	12315	11020	4830	800	7030	550	4400	1600	630	2200	2450	800
1.8×3.6/5.3	10910	9535	4020	800	5965	600	3600	1800	720	2400	2768	970
2×3.6/8.5	11830	10240	4320	800	6600	500	3850	2000	900	2600	2920	1110
2.2×4.2/8.5	8100	6490	2420	800	4750	550	2000	2200	900	2800	3120	1110
2.8×2/10		—				—	2000	2800	980	—	—	
3.4×2.4/18	8992	—	2090			—	2400	3400	1500	—	—	1580
4×2.6/32		—				—	3000	4000	1750	—	—	

表 2-5-3 水压硫化罐开孔尺寸、用途及连接方式

开孔代号(图2-5-1)	用途	连接方式	开孔尺寸，mm					
			1.4×4.4/3.3	1.6×4.4/3.3, 1.6×4.4/4.5		1.8×3.6/5.3	2×3.6/8.5	2.2×4.2/8.5
a	冷却水入口	法兰	φ80	φ80	φ80	φ50(3孔)	φ100(2孔)	φ100(2孔)
b	热电偶接口	螺纹	KG1in	KG1in	KG1in	KG1in	KG1in	KG1in
c	外压蒸汽入口	法兰	φ50	φ50	φ50	φ50(2孔)	φ50(孔)	φ70
d ①	外压蒸汽排空接口	法兰	φ80	φ80	φ80		φ100	φ100
e	液压缸高低压水进出口	法兰	φ56	φ56	φ78	φ48	φ90	φ90
f	内压过热水进出口	法兰	φ22	φ26	φ26	φ26	φ26	φ21
g	压力表、温度计接口	螺纹	G1$\frac{1}{4}$in	G1$\frac{1}{4}$in	KG$\frac{3}{8}$in、KG1in	G1$\frac{1}{4}$in	G1$\frac{1}{4}$in	G1$\frac{1}{4}$in
h	冷却水排水接口	法兰	φ100	φ100	φ80	φ100	φ125	φ125

① 也可开在罐盖上，但多数开在上横梁上。

水压硫化罐的主要性能参数和主要尺寸分别列于表2-5-1和表2-5-2。

水压硫化罐的开孔尺寸、用途及连接方式见表2-5-3。外压蒸汽排空接口 d 也可不开设，硫化结束时外压蒸汽不排空，将冷却水直接注入罐内，在冷却模型的同时，将蒸汽冷凝降压。

第二节　主要零部件结构

一、罐　　体

立式水压硫化罐体为受内压作用的低压薄壁容器，属一类容器。罐体材料一般用15g或20g锅炉钢板。制造时，由于罐体的高度较高，一般采用分段卷制焊接制成。焊接装配后，需作水压试验。罐体的壁厚 δ 按一般薄壁容器壁厚计算公式进行计算，但根据硫化罐的使用条件，附加壁厚取4～5mm。

二、罐　　盖

罐盖的结构如图2-5-4所示，其顶部呈球面形，底部呈平面（工作时与模型面接触），中间以辐射状配置加强筋，圆周具有矩形截面的牙齿，它与上横梁4和齿环2构成主要受力零件，因此必须具有足够的强度。

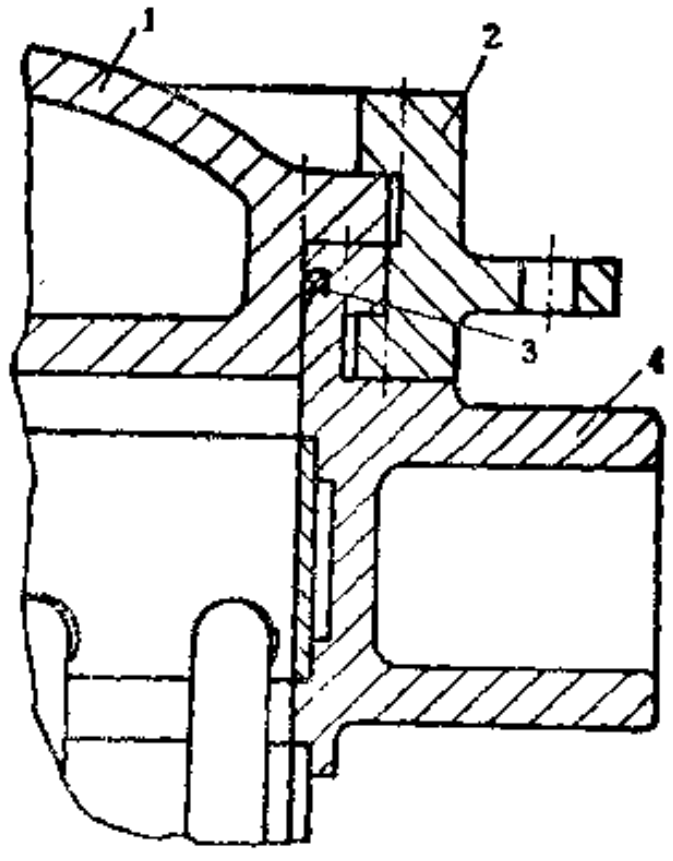


图 2-5-4　罐盖

1—罐盖；2—活动齿环；3—密封圈；4—上横梁

齿环2呈对开结构，可方便装卸。齿环下部的内周凸环和上横梁4的环形沟槽相配合。其外周的凸耳和推动齿环转动的液压缸活塞杆相连。

罐盖1和罐体上部的上横梁4的配合面采用耐热橡胶密封圈3密封。密封圈及其装配沟槽的形状和尺寸如图2-5-5所示。

罐盖、齿环和上横梁的材料一般采用ZG35铸钢。

三、立　　柱

立柱是水压硫化罐构成封闭力系的主要受力部件之一。每台硫化罐一般有6根立柱，均布于罐体外周，将上横梁和底座联成一体。

立柱按受拉应力的直杆进行计算，材料通常用45号钢，调质处理。

在安装硫化罐时，由于各立柱的预紧和拉紧程度很难做到完全一致，从而会使各立柱受力不均。因此，计算强度时取用较低的许用应力值，以保安全。许用应力值一般取60～70N/mm^2。

立柱的螺纹一般用3～4级细牙螺纹，对于大规格硫化罐则用锯齿形螺纹。螺母可制成整体的或两半的。螺母材料用45号钢。

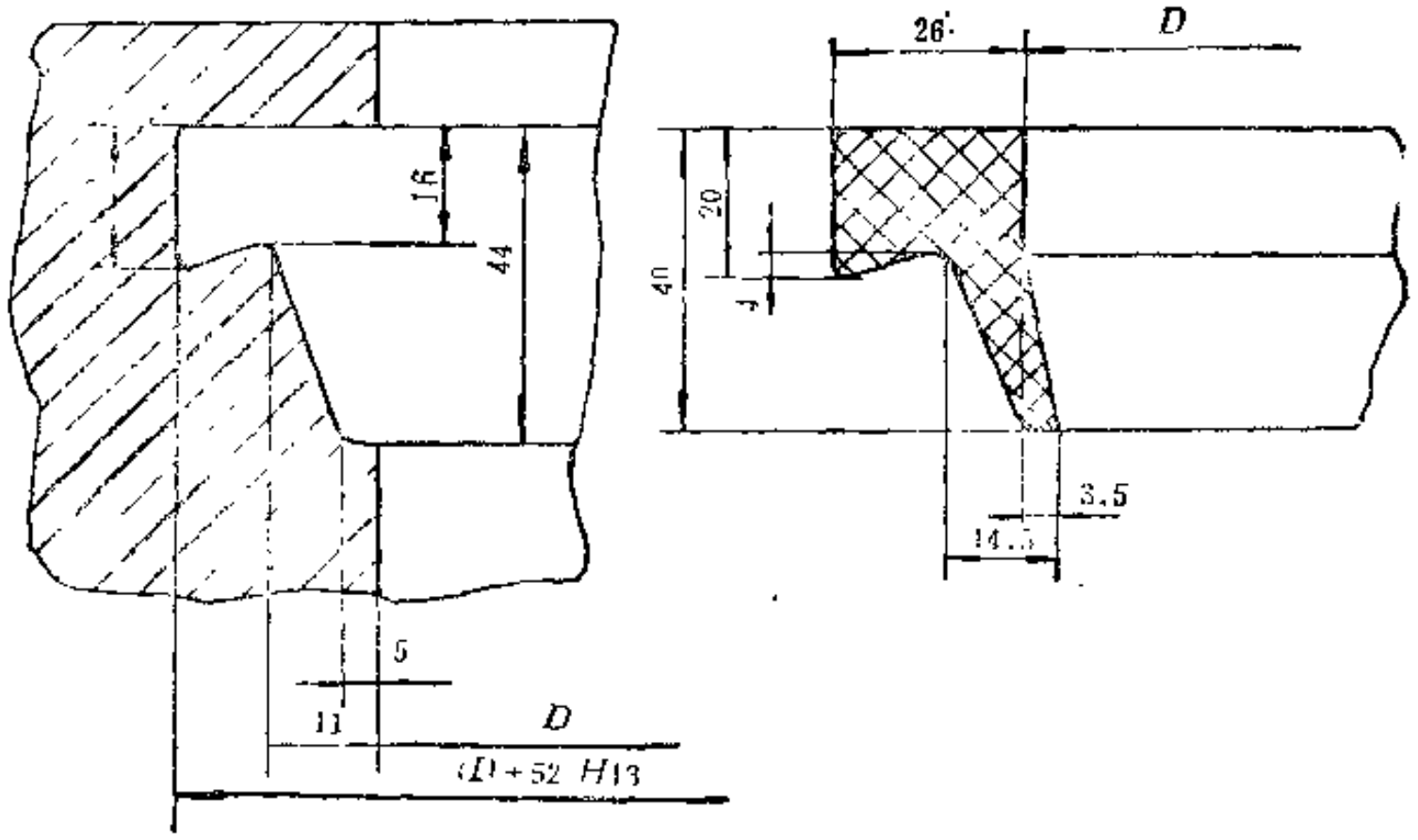


图 2-5-5　密封圈结构形式

四、液　压　缸

液压缸属受内压作用的厚壁容器，可按一般容器强度理论计算。液压缸的高度视硫化罐结构而定，其底部呈平底形，但要有较大的内圆角。液压缸只有一个进出水口，设在下端，距上端整个高度的3/4～4/5处，其通径为70～90mm。

液压缸一般采用分成3～4段铸造而后焊接的结构，焊后进行正火回火处理，并经X光或超声波探伤检查和水压试验。其材料通常用20MnMo，σ_b 值为 480N/mm²，σ_s 值 为 280N/mm²。

五、柱　塞

水压硫化机液压机的柱塞为一钢制圆柱形体，通常当柱塞直径小于650mm时，用锻钢制成实芯结构，大于 650mm 时则制成空芯结构，为受外压作用的厚壁容器形式。实芯柱塞多为整体结构。空芯柱塞为便于铸造和保证质量，采用分段铸造后用电渣焊或自动焊焊接而成，并需作正火回火处理。此外，尚需作X光或超声波探伤检查，并作水压试验。

柱塞下端开有两条沟槽，工作时如果由于误操作或阀门故障而使柱塞过渡上升时，压力水可通过沟槽排出，避免柱塞滑出液压缸而造成事故。沟槽长度一般为 600mm 左右，宽度 b 为40～50mm，深度 t 为10～15mm。柱塞上端应设有吊装孔。

柱塞材料可用35号铸钢或20MnMo钢。

柱塞工作时长期和水接触，极易腐蚀拉毛工作表面而破坏液压缸的密封装置。为了避免柱塞早期腐蚀，除采用乳化液作为液压机的工作介质外，柱塞工作表面宜堆焊1Cr13或2Cr13不锈钢。柱塞堆焊不锈钢后，可使密封圈的使用寿命延长到半年以上，具有显著的技术经济效果。不锈钢堆焊工艺大致如下。

（1）堆焊之前柱塞直径应比名义工作直径小6～8mm，粗糙度*Ra*为3.2即可，表 面不

应有油污，以免堆焊时产生气孔。旧柱塞修理堆焊时，也须将柱塞直径车小6～8mm。

（2）堆焊时，将柱塞装于堆焊机床上先进行校正，外圆与轴线的同轴度偏差应小于1mm。

堆焊机床可用简易大头车床改装，主轴转速可调整，将堆焊速度控制在30～40m/h，实际机床转速为2～3min一转左右。同时加装顶针座或托轮。床头采用300～400mm的车床四爪卡盘，驱动电机功率为4.5kW。

（3）堆焊时先将柱塞预热。预热工具通常可用6～8mm钢板卷制成长为1.6～2m、直径为800mm（视柱塞直径大小而定）的圆筒，并分成两半，各铺设Fe-Cr-Al电热丝16～20根，总功率约24kW。堆焊时将此工具装在小车上，以便一面预热一面堆焊。 52

柱塞预热时边旋转边预热，严禁在静止条件下预热。预热温度达到150～200℃时即可开始堆焊。

（4）堆焊时，其焊缝间距$m=0.4\sim0.5b$，如图2-5-6所示。同时，焊条的位置从顶点移向与柱塞回转方向相反的一边，移动距离$s=15\sim40$mm，如图2-5-7所示。实际所取的s值必须保证焊缝形成良好，熔渣不会流开，熔剂不会大量向前或向后掉落。堆焊完毕后，应在继续旋转的条件下让其缓慢地自然冷却。

堆焊后的柱塞直径比名义直径大4mm左右。要防止由于堆焊不足而使车削时出现黑斑。堆焊的柱塞在车削后须经磨光加工，表面粗糙度达$Ra1.6$或$Ra0.8$。

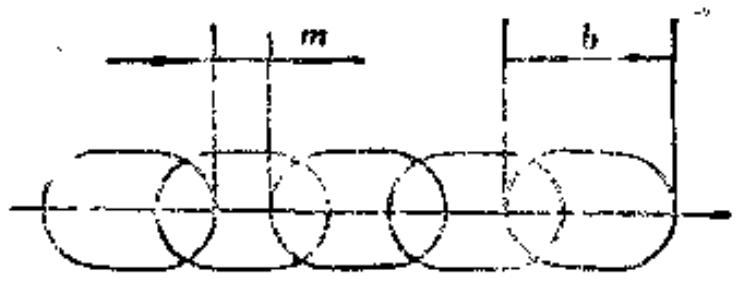


图 2-5-6 堆焊焊缝关系图

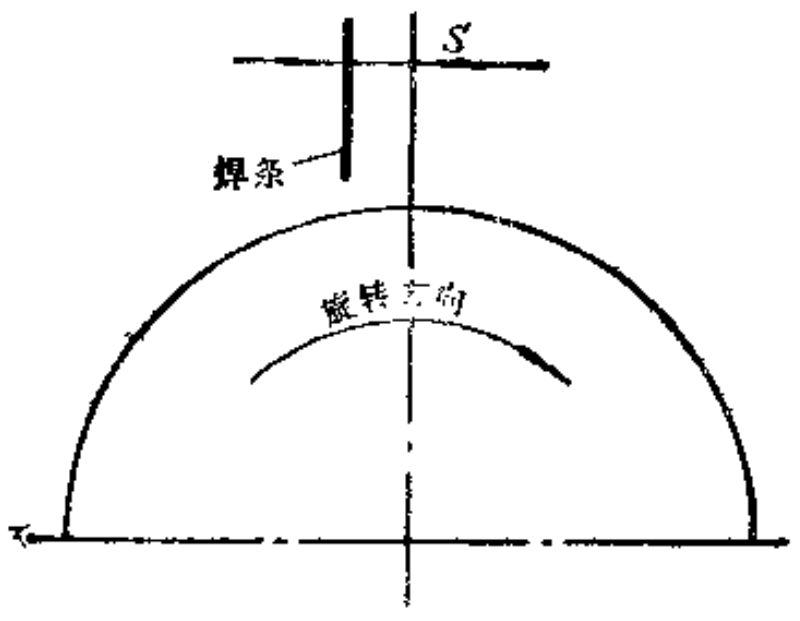


图 2-5-7 堆焊焊条的位置

（5）堆焊材料采用经过酸洗的直径为3mm的1Cr13或2Cr13焊条，其成分如下：

	C	Mn	Si	S	P	Cr
1Cr13	≤0.15%	≤0.6%	≤0.6%	≤0.035%	≤0.0036%	12.0～14.0%
2Cr13	≤0.16～0.24%	≤0.6%	≤0.6%	≤0.035%	≤0.0035%	12.0～14.0%

熔剂采用“上焊-108”。

焊接设备也可采用经过改装的EA-1000型自动电焊机。改装内容为：①放慢小车速度；②导电夹改为导电杆形式；③机头横臂放长。焊接电源由AB-500直流弧焊机供给。堆焊电流为300～360A，堆焊电压为28～34V。

第三节 管路系统

水压硫化罐的管路系统如图2-5-8所示。为了减少硫化时硫化罐内上下温度差，除内压

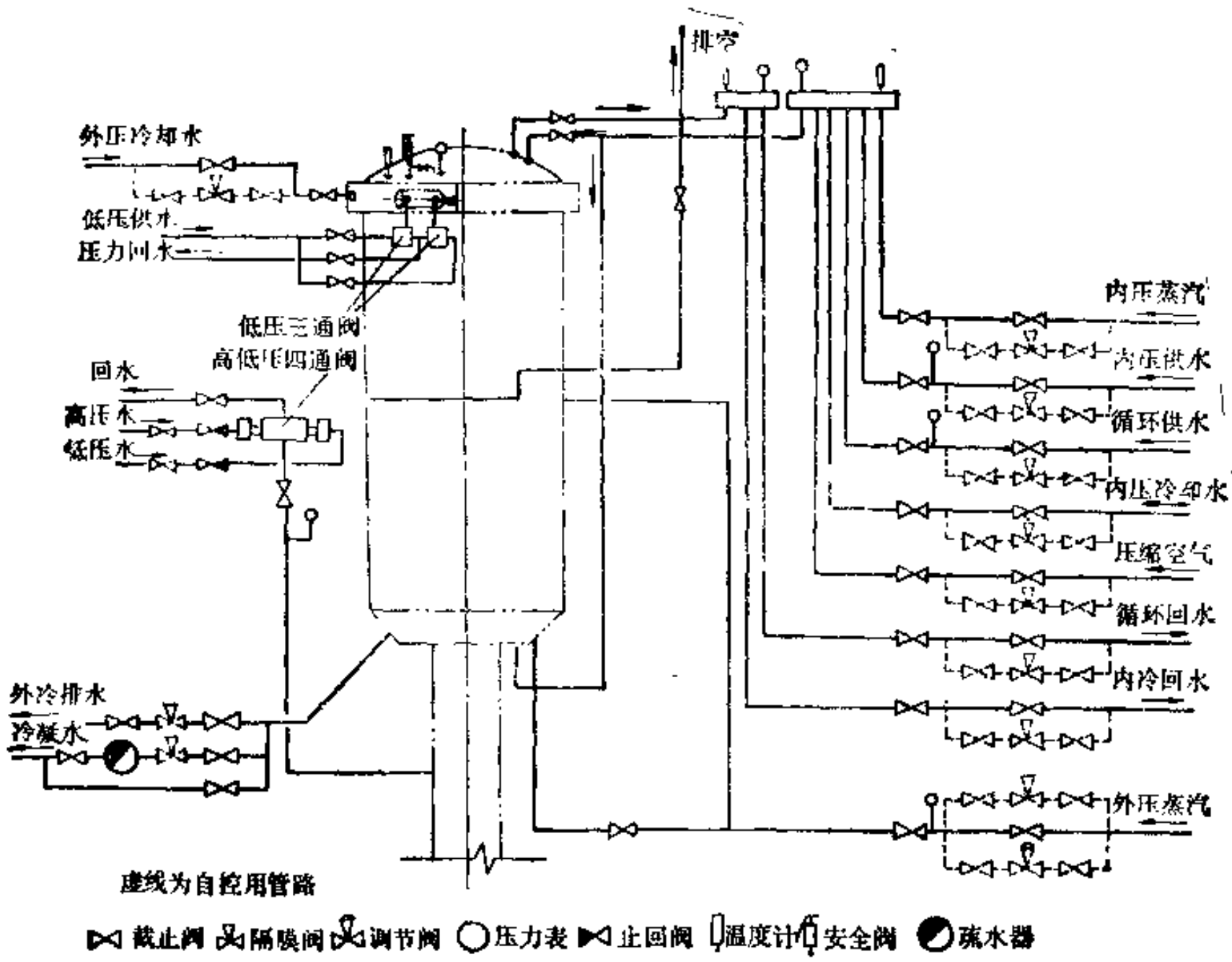


图 2-5-8 管路系统图

过热水采取上下同时进水外，外压蒸汽也宜采取上下同时进汽。上下进水量和进汽量的大小，按实际操作进行调整，以求达到温差最小。

内压过热水一般均用双嘴接入水胎内腔，硫化时过热水循环，使硫化温度基本保持在要求的温度。当硫化小规格轮胎时，由于胎圈直径小，采用双嘴有困难而往往采用单嘴，硫化时过热水不循环，但这样做有缺点，水胎内过热水温度将逐步降低。例如当进水温度为165℃时，硫化时则降为140℃，硫化终了时却只有130℃左右，影响硫化质量和生产效率。

排空管用于硫化终了时，将外压蒸汽直接排入大气中，当然也可回收。如前所述，排空管也可不用。冷却排水管应选用较大的管径，以使排水迅速，节省时间。通常要求管径在100mm以上。

开闭硫化罐液压机高低压水用的高低压水四通阀可采用如图2-5-9所示的结构。该阀低压水的入口处务必加装13.5～15.0MPa的止回阀，以防高压水串入低压管路。阀体材料用35号或45号钢，阀芯、阀套和阀杆宜用2Cr13不锈钢。

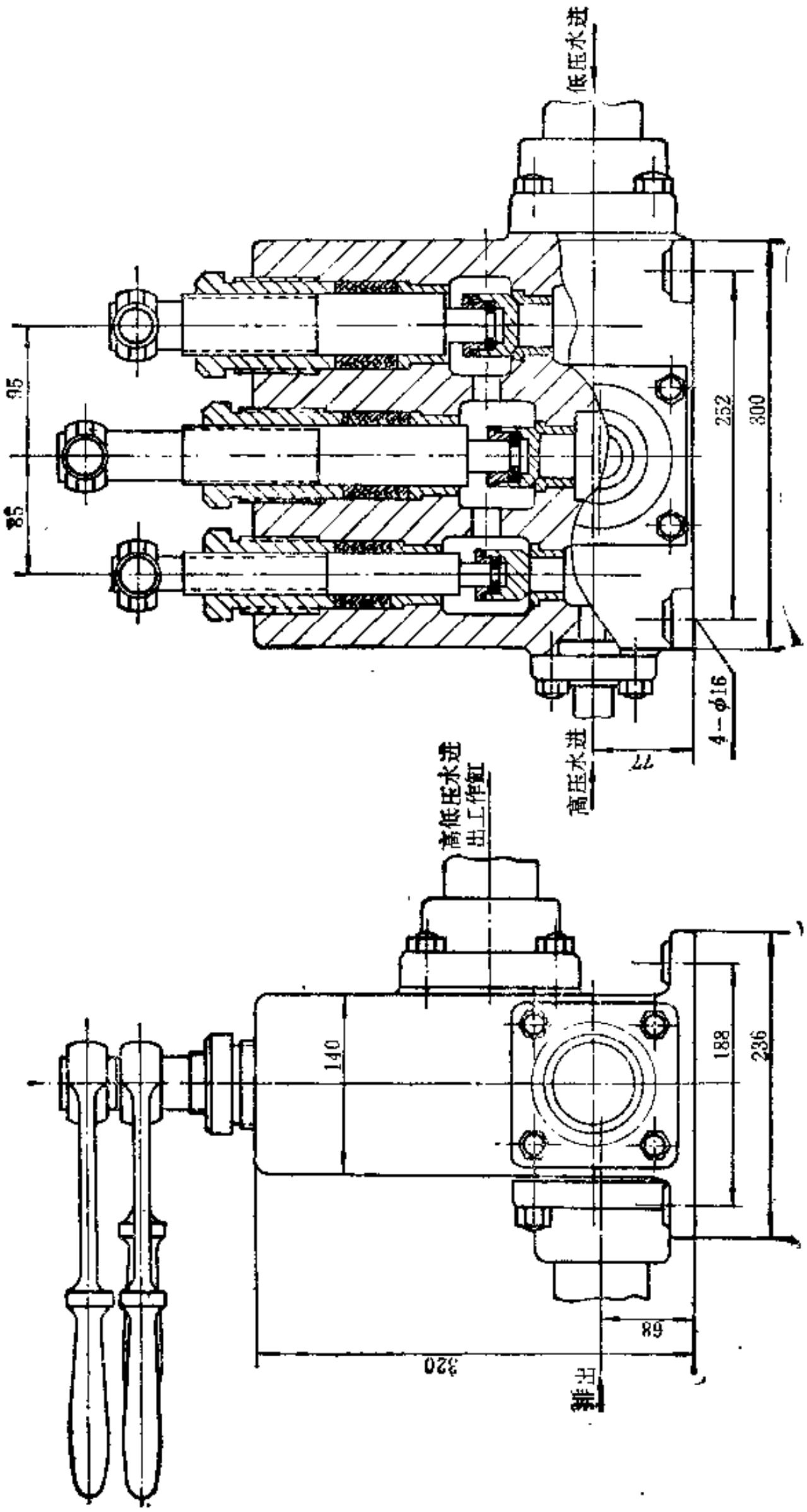


图 2-5-9 高低压水四通阀

第四节 安 装

一、主要零部件的重量

水压硫化罐的主要零部件的重量很大，安装时所需的起吊设备可根据表2-5-4 所 列的数据进行配备。

表 2-5-4 水压硫化罐主要零部件重量 单位：kg

规格 / 主要零件	1.4×4.4/3.3	1.6×4.4 3.3	1.6×4.4/4.5	1.8×3.6/5.3
液压缸	7420	7420	7420	11230
柱塞	12800	12800	12800①	8240
罐体	5210	6060	6060	8495
罐盖	2094	2180	2180	4815

① 当柱塞为实芯结构时，重量为16250kg。

二、安装顺序和技术要求

（1）在预先做好的基础上先吊装底座，用水平仪校正，校正时允许用楔块调整。水平校正后，在下横梁下浇灌水泥，以防偏移。下横梁的水平度允差为0.04mm/m。

（2）吊装液压缸时，必须注意液压缸的进出水口对准操作面。吊装完毕后应进行检查是否移位。

（3）将柱塞装入液压缸内。

（4）安装柱塞密封装置和将罐底密封装置压盖套在柱塞上。

（5）安装立柱和罐体之前，把每根立柱的圆形调节螺母调节在适当位置，面后 先 将2～3根立柱吊装在底座上，其余立柱吊起穿过楼板孔暂搁一边。再将罐体吊起穿过 楼 板，使罐体上的上横梁的升起高度高于立柱的高度，再将其余立柱装在底座上。接着将每根立柱扶正对准罐体上横梁的立柱孔，放下罐体并托在几根立柱的调节螺母上。然后在罐口面用水平仪校正并拧紧螺母。罐口面的水平度允差为 0.04mm/m。罐 体必须保持垂直，其垂直度允差为 0.05mm/m。此外，检查罐底铜瓦和柱塞正交方向四边的间隙应一致，不得大于 0.10mm。

（6）将托盘装入罐体内，置于柱塞上端。将罐内导轨严格校正后焊于罐壁。

（7）安装齿环和开闭罐装置。齿环上面到楼板面的距离，为适应操作要求一般 为 800mm左右。

（8）安装管路系统。管路系统安装完毕后，务必进行一次清洗，将 残 渣 污 物清洗干净。

（9）全部安装完毕后，进行一次检验，方法是在托盘上和立柱相对应的位置放上直径2mm、长约150mm 的软铅丝。数量和立柱数一致，并对应立柱安放。放好后将罐盖盖上，锁紧罐盖，液压缸通入压力水将柱塞升起把软铅丝压扁，检查其厚度是否一致，如不一致，用立柱上的调整螺母进行调整，直至合格为止。

（10）罐体外周包敷厚度为100mm的石棉硅藻土保温层。

第五节　附 属 设 备

水压硫化罐在实际生产中必须配备成套附属设备，才能完成生产中的装模、合模及硫化后揭模、起胎和模型输送等生产工序，以降低劳动强度和提高生产效率。这套附属设备包括运模辊道、链板运模机、装胎器、合模机、揭模水缸、取胎器和拔水胎机等。同时，尚需配备吊运模型用的桥式吊车和电动单轨吊车等辅助设备。

一、运 模 辊 道

运模辊道用于在生胎装模、合模及硫化后揭模、卸胎过程中输送模型，使模型输送机械化。

运模辊道一般有两种形式，一种是同线形辊道，即运模辊道不呈封闭形式，装模和出模分别在运模辊道两边，这种结构形式辊道在装罐出罐时比较灵活，但辊道较长，占用厂房面积较大。另一种是环形辊道，即辊道组成O形的封闭形式，模型装罐和出罐在辊道的同一边，其形式如图2-5-10所示。

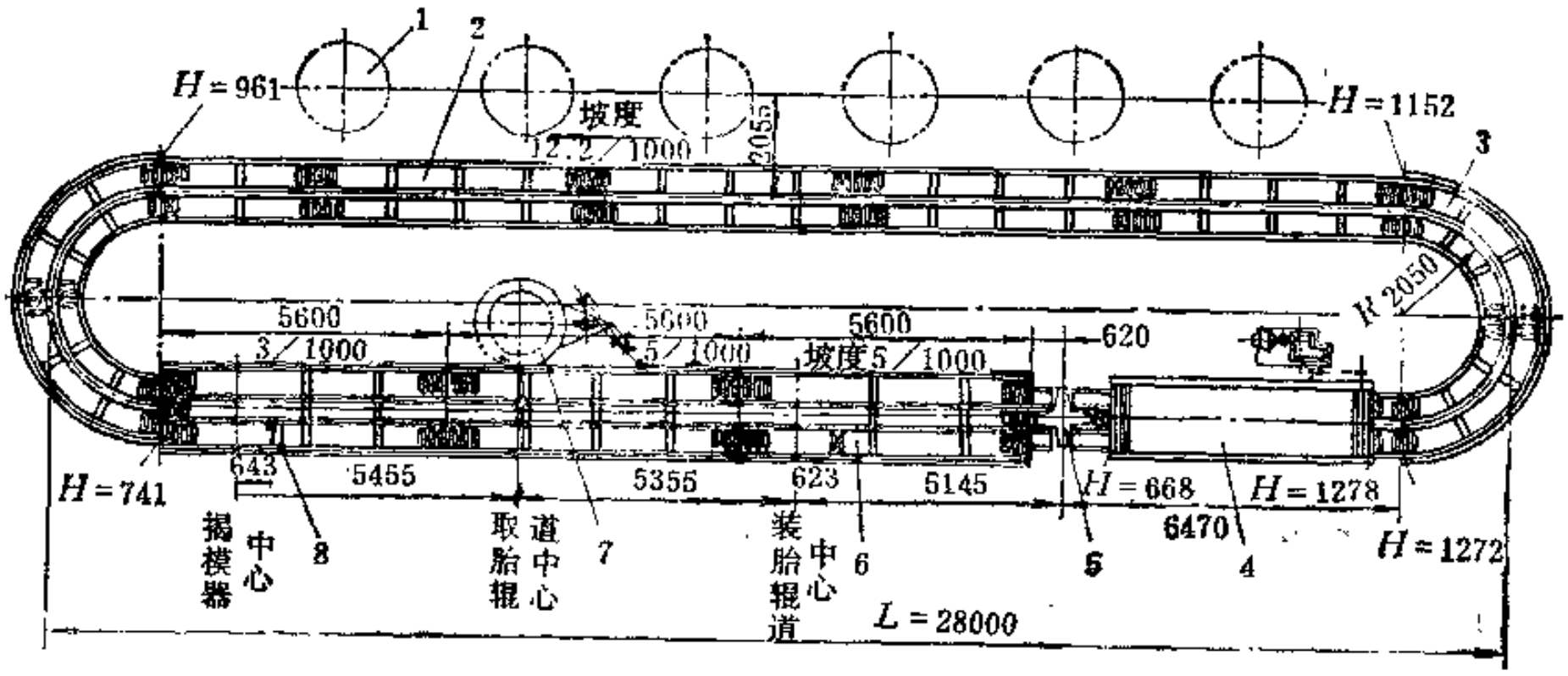


图 2-5-10　O形运模辊道

1—硫化罐；2—滑行段直线辊道；3—转弯辊道；4—链板式运模机；5—合模机；6—操作段直线辊道；7—取胎器；8—停模器

辊道主要由许多按一定坡度安装的辊子、机架和停模器等组成，并配以各种附属装置。硫化模型在辊道上依靠重力作用由高端向低处滑行，中间需要停模时，在需要停模处的辊子下方设置由闸瓦和气缸构成的停模器，利用停模器的闸瓦制动辊子，使模型停止滑移。操作完毕后松开停模器，模型重新靠自身重力滑移。模型经过一系列操作后滑移到辊道的最低端（图2-5-10的合模机5处）时，利用链板式运模机将模型运送到辊道的最高端，重复上一周期的动作。

一组运模辊道可配置多台立式水压硫化罐，其数量可按下式计算：

$$n = \frac{t + t_1}{t_1}$$

式中 n——一组运模辊道中配置硫化罐的数量；

t——硫化时间，min；

t_1——装卸时间，min。

在实际生产中，一般配置4～6台硫化罐。由于硫化罐操作工人劳动强度大，必须考虑适当的休息，因此一组运模辊道最多配置 6 台硫化罐。

辊道的中心长度 L 与配置硫化罐的规格、台数及间距有关。硫化罐间距的确定除必须使工人在硫化罐间来回起吊模型方便外，还需考虑相邻两台硫化罐可能同时使用两台吊车装罐和出罐，因而需要同时使用并排的两台桥式吊车的间距。直径在1800mm 以下的硫化罐的中心间距在3500～4000mm左右。对于间距按3500mm 考虑时，配有 6 台硫化罐的运模辊道的中心长度 L 一般在28～30m左右。

运模辊道的有效宽度因硫化罐的不同而异。用于ϕ1600以下的硫化罐，选用 两 排辊子，有效宽度为1100mm左右，在揭模和合模处加宽至1250mm。辊道转 变 半 径 为 1750～2000mm。用于ϕ1800～ϕ2200硫化罐的运模辊道，其有效宽度约为1200～1500mm，选用 2～3排辊子，辊道转变半径为2000～2500mm。转变半径与模型的规格大小及角加速度有关。

由于模型靠其自身重力在辊道上滑行，因而辊道具有一定的坡度，坡度的大小既要使模型能自动滑行减少辅助时间，又要利于操作不至因模型加速度太大，使停模发生困难。据经验，一般在出罐处的直线段，其坡度为（9～14)/1000，多用14/1000。在取胎、装胎的操作直线段上取坡度为（4～6)/1000。转弯段坡度视转变半径而定，其坡度为（14～20)/1000，对于转弯半径为2000mm的转弯段，其中心坡度取为 16/1000。转 弯半径小，速度大时，径向也有一定坡度，可在（5～20)/1000范围内选取。

运模辊道主要是由角钢焊接而成的机架和运模辊子构成的。辊子 直 径 一 般 为 ϕ100～ϕ108，外壳用厚壁无缝钢管或铸铁制成。辊子两端装用向心球轴承。辊子在机架上的安装间距一般为150～200mm。

辊子在长期使用中，由于水锈、润滑不够或者维护不当等原因，模型在辊于上的滑行阻力会增大，使运模速度降低，增加辅助时间，所以必须注意对辊于的经常维修。

运模辊道必须配备起吊模型用的和硫化罐罐盖用的起重设备，以 6 台硫化罐为一组的运模辊道，一般应该配备两台桥式吊车和两台单轨电葫芦，其起重能力按表2-5-5选用。

表 2-5-5 运模辊道配用起重设备起重能力

硫化罐规格	桥式吊车起重能力,t	单轨电葫芦起重能力,t	硫化罐规格	桥式吊车起重能力,t	单轨电葫芦起重能力,t
1.4×4.4/3.3	3～5	2～3	1.8×3.6/5.3	8～10	5
1.6×4.4 3.3			2×3.6/8.5		
1.6×4.4, 4.5			2.2×4.2/8.5		

二、链板运模机

链板运模机用于在辊道上靠重力滑行到辊道低端的模型运送到辊道的高端，其基本形式如图2-5-11所示。尾部链轮 1 可以调整，以调节链板 2 的张紧程度。机架 4 由 型 钢 焊 接制成。

运模链板用槽钢制成，上端嵌有承载模型用的缓冲胶块。胶块也用于防止模型在链板上

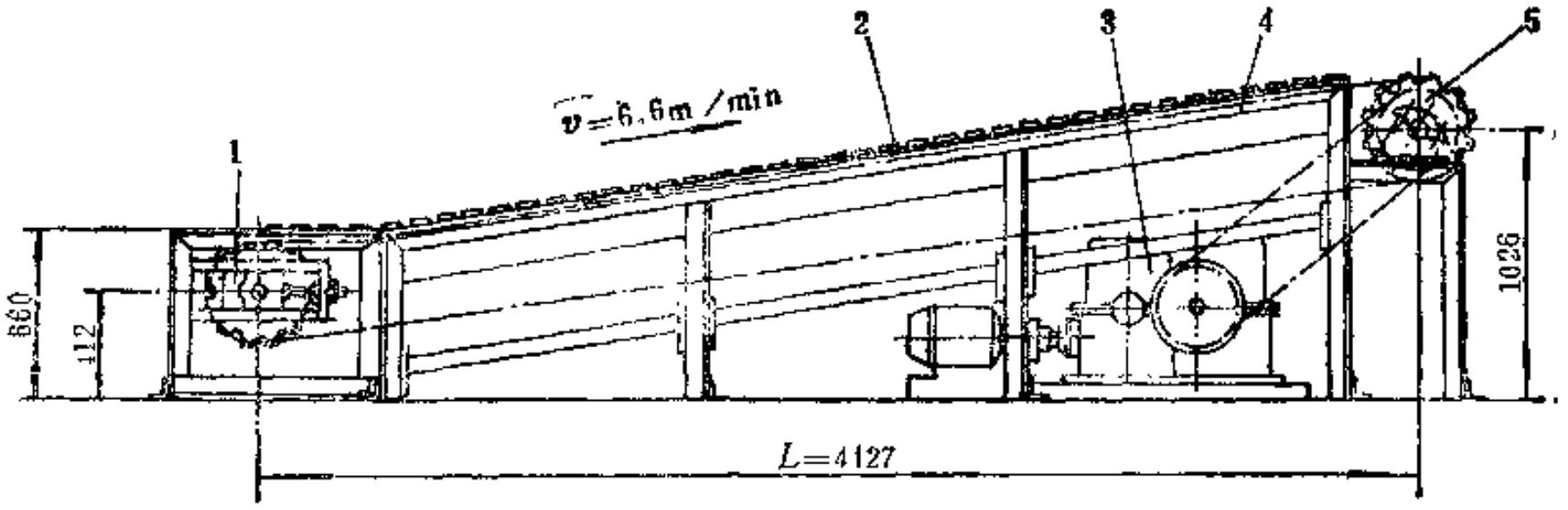


图 2-5-11 链板运模机

1—尾部链轮；2—链板；3—传动装置；4—机架；5—主动链轮

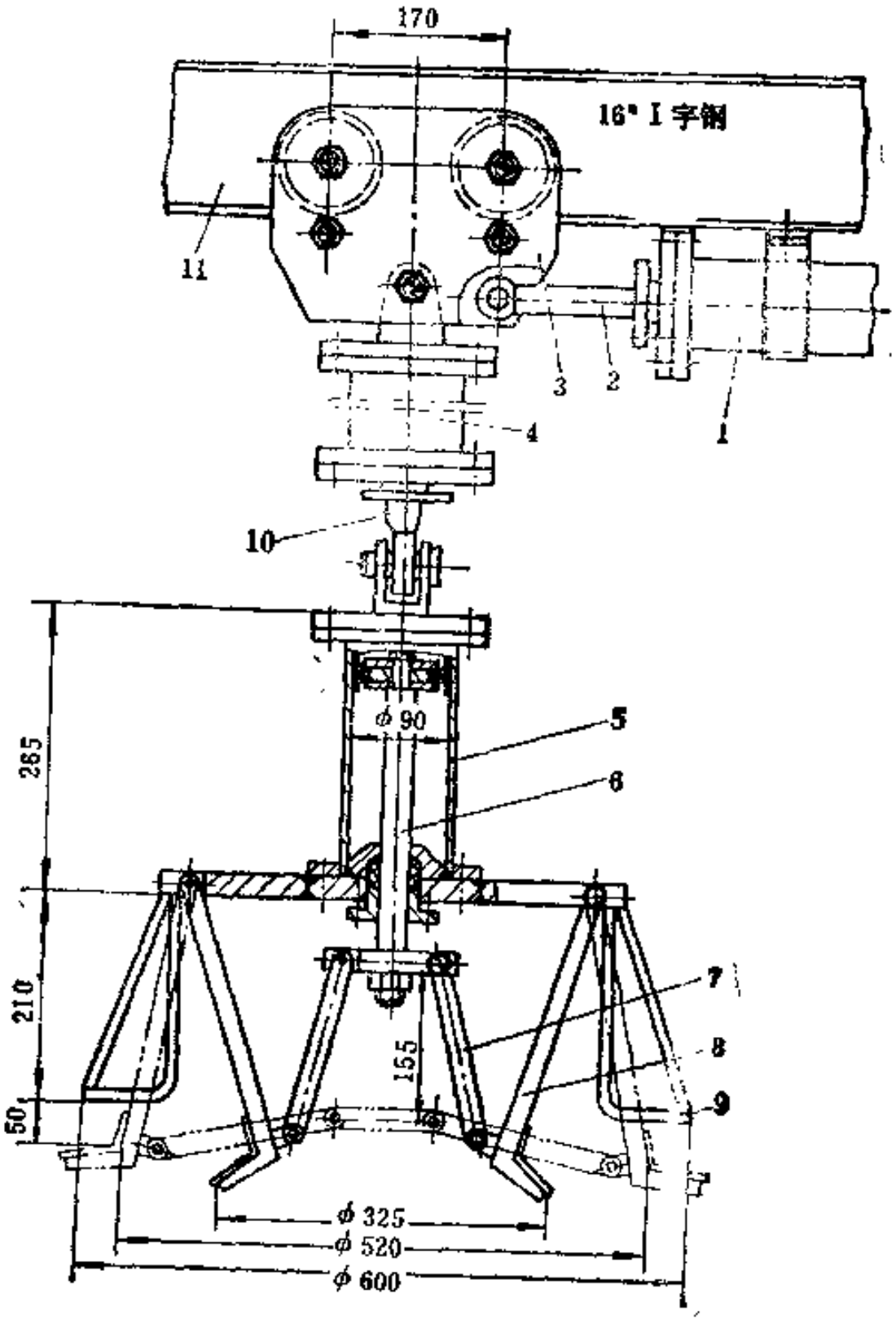


图 2-5-12 装胎器

1、4、5—气缸；2、6、10—活塞杆；3—小车；7—连杆；8—撑胎爪；9—限止架；11—横梁

下滑。由于链板较宽，在运行过程中为防止产生变形，在环形链板的上部链板的下方，在机架上设有支承架，以支承模型重量。运行时，需保持良好润滑。链板的两端固定在两侧传动链条的链片上。

链板运模机的坡度取8～10°，其长度随提升高度而定，一般两链轮中心距 L 取4～7m。链板运模机应能自动开停，当模型从辊道上送到链板运模机上时，则链板运模机自动启动。当模型离开运模机时则自动停止。

链板运模机的电机功率为3～5kW，链板速度为6～10m/min。

三、装 胎 器

用于将装有水胎的生胎吊装到硫化模型中。所谓装胎器实际上是一个吊运生胎的工具，如图2-5-12所示。吊胎时气缸 4 的活塞杆10下降，使撑胎爪 8 插入放在一定位置的生胎的上胎圈，而后用气缸 5 使撑胎爪在连杆 7 的作用下撑开托住胎圈，之后依次启动气缸4和1，将生胎吊运至模型上方，利用活塞杆6收缩撑胎爪8，使生胎掉在模型上。撑胎爪 8 共有 3 个，呈120°均布。限止架 9 用于保证撑胎爪8进入生胎胎圈内的合适位置。

装胎器的吊升高度和布置按运模辊道和车间具体情况决定。

四、合 模 机

用于生胎装模后的加压合模。

合模机实际上是一台上部具有龙门式框架的小型水压机，它由水缸、柱塞组成的水压机和置于柱塞上端的“十”字形托盘及龙门式框架组成。合模时，将装有生胎的模型移至于“十”字形托盘上，启动水缸，使模型受压于托盘和框架之间，将模型合紧。

一般使用的合模机的总压力为200kN，水缸动力水压力为2.5MPa。

五、揭 模 器

揭模器用于揭开轮胎硫化模型，以便取出硫化好的轮胎。

揭模器是一种以压力水为工作介质的液压缸，如图2-5-13所示。液压缸 4 的下端和下压盖 9 用螺栓固定在一起，上揭模块 5 以燕尾槽形式嵌入下压盖 9，下揭模块 6 和活塞杆 2 制成一体，工作时下揭模块缩入上揭模块的槽中，将揭模块的端头放入模型周边的空档内，液压缸上端通入压力水，活塞杆下推，使上、下揭模块分开，从而将模型 8 揭开。液压缸的工作介质一般用2.5MPa的低压水。耳环1上设有圆柱销，用钢丝绳或链条吊装于车间梁架上，便于使用。

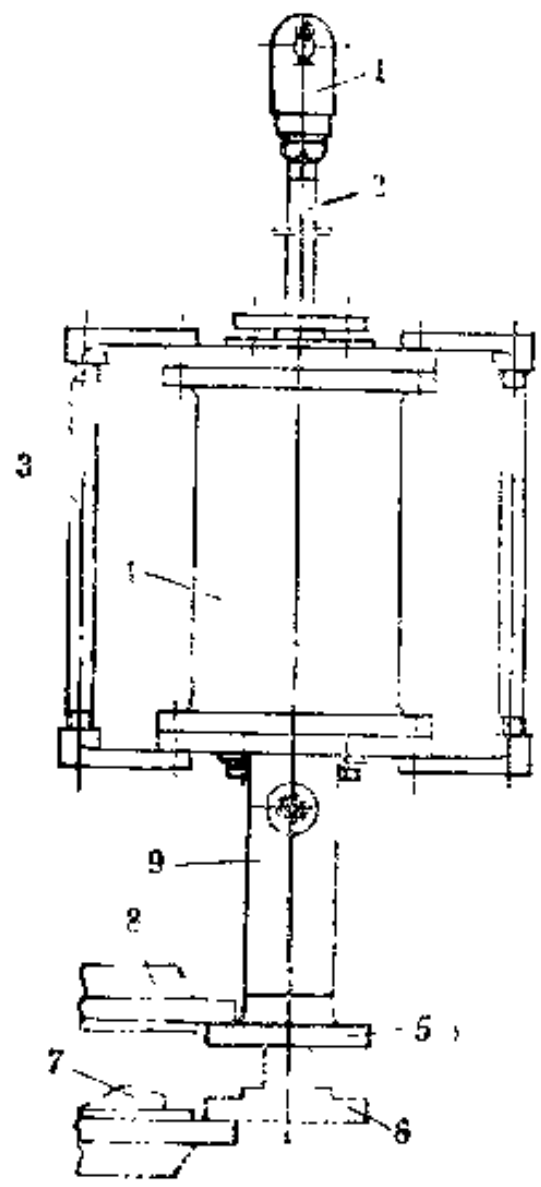


图 2-5-13 揭模器

1—耳环；2—活塞杆；3—把手；4—液压缸；5—上揭模块；6—下揭模块；7—轮胎；8—模型；9—下压盖

揭模器的揭模力（即液压缸活塞杆的推力）一般为80～150kN。

六、取 胎 机

取胎机用于轮胎硫化模型经揭模器揭开后取出留于半模内的轮胎。

图2-5-14所示为一种环抱式取胎机，其主要工作部件是夹胎爪 8 。夹胎爪和轮胎接触的表面开有纵向沟槽，以增加起胎时的摩擦力。夹胎爪装有一对扇形齿轮10和11，扇形齿轮10的一端用销轴14以铰接方式固定在托盘 9 上，扇形齿轮11的一端则用销轴以铰接方式固定在转动环 5 上。当液压缸 2 通入压力水时，可使扇形齿轮11的支点 a 靠近或离开扇形齿轮10的

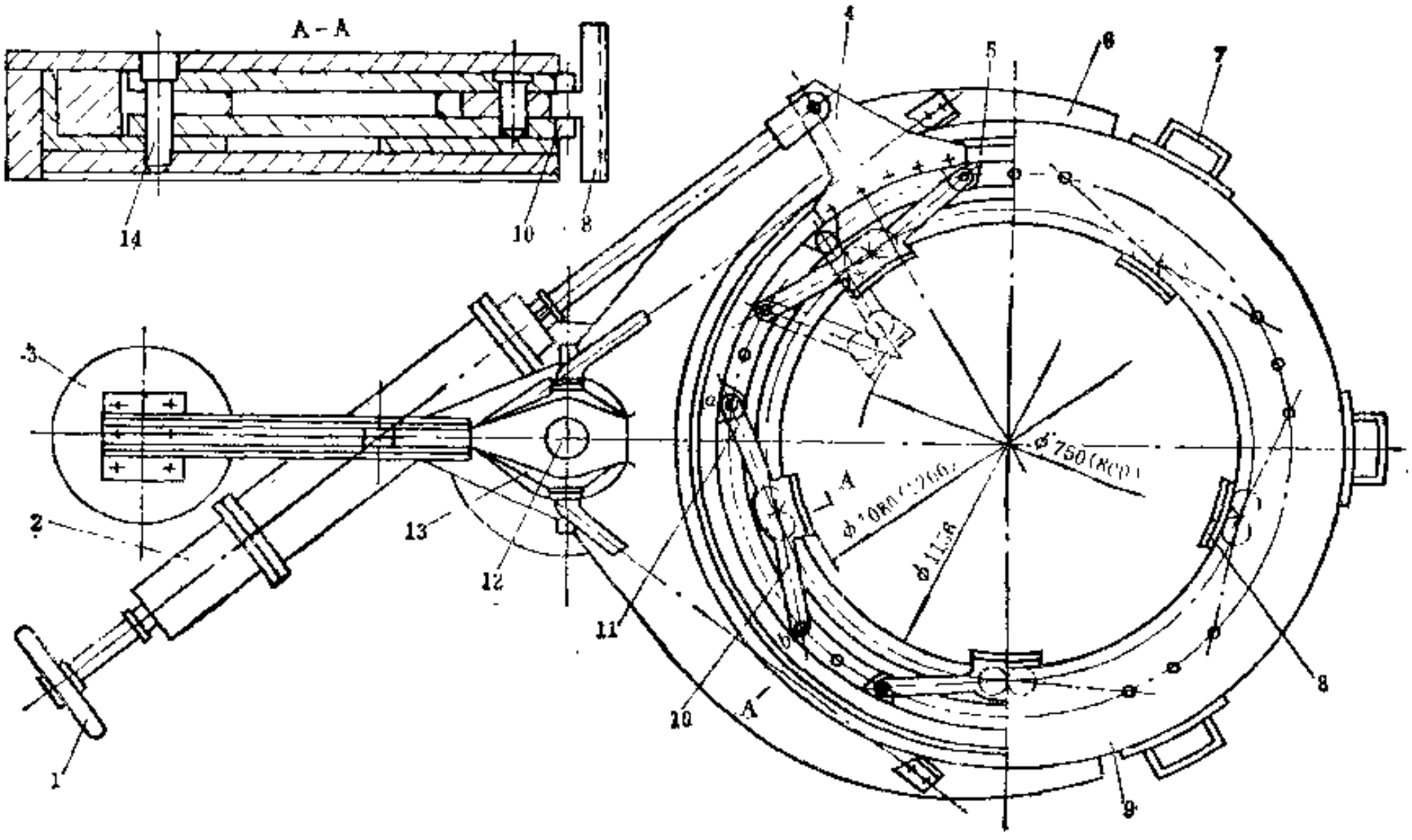


图 2-5-14 环抱式取胎机

1—手轮；2、13—液压缸；3—平衡铊；4—连板；5—转动环；6—支承架；7—手把；8—夹胎爪；9—托盘；10、11—扇形齿轮；12—导杆；14—销轴

支点 b ，使夹胎爪 8 作径向移动，抱紧或松开轮胎。液压缸 2 的工作行程可用手轮 1 调整，以适应不同规格轮胎的取胎。

托盘 9 是一个环状圆盘，通过连杆支承在液压缸13的柱塞的上端，当液压缸13从下端通入压力水时，抱有轮胎的托盘 9 即可升起。托盘 9 用人工拉动手把 7 可绕支承在底座上的轴转动。托盘离开模位移到辊道外面后，液压缸 2 反向动作，夹胎爪 8 释放轮胎。平衡铊 3 用于平衡托盘 9 及装在其上的零件的重量。

液压缸 2 的直径为156mm，压力水压力为2.5MPa。

七、拉 水 胎 机

拉水胎机用于拉出硫化后轮胎内腔中的水胎。

拉水胎机的结构形式较多，目前大多采用装有两个气缸的卧式拉水胎机，如图2-5-15所示，它主要由活动挡架2、支架3、拉水胎气缸10和活动挡架气缸12组成。活动挡架上开有

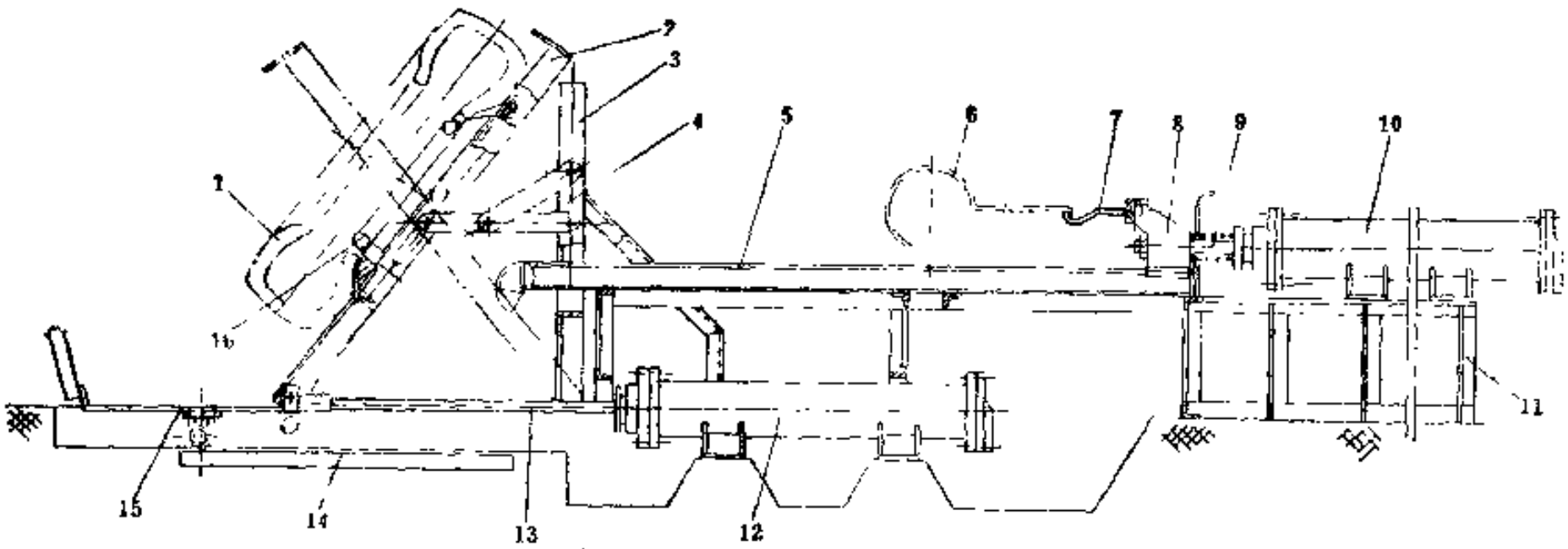


图 2-5-15　拉水胎机

1—轮胎；2—活动挡架；3—支架；4—连杆；5—滑轨；6—拉水胎钩；7—挂钩；8—滑座；9—活塞杆；10—拉水胎气缸；11—机架；12—活动挡架气缸；13—活塞杆；14—导轨；15—托板；16—于口定位圈

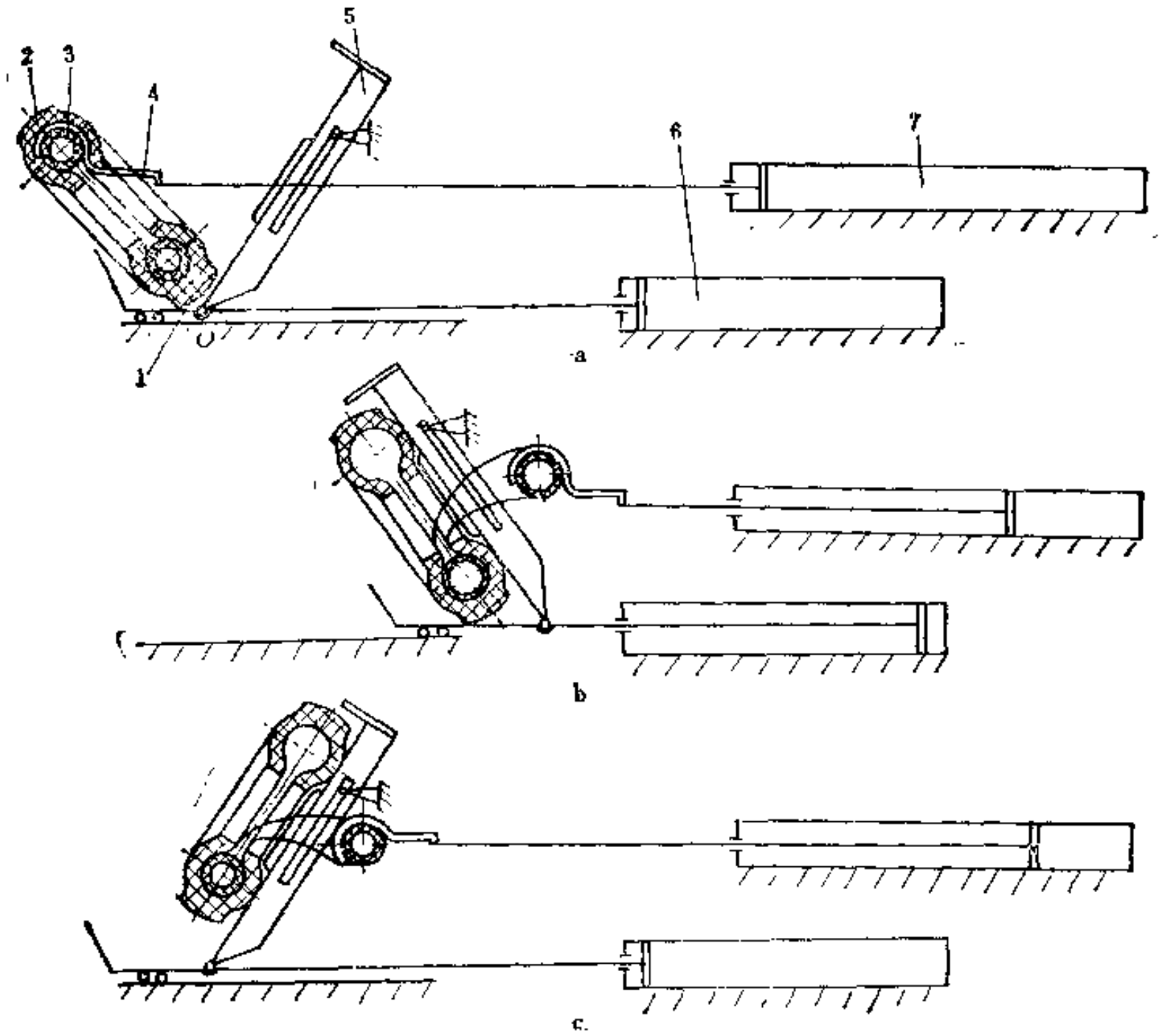


图 2-5-16　拉水胎机操作顺序

a—钩住拉水胎钩子；b—两个气缸的活塞杆同时右缩，活动托架左倾；c—活动托架气缸活塞杆左移，活动托架右倾，拉出水胎

1—托板；2—轮胎；3—水胎；4—钩子；5—活动托架；6—活动托架气缸；7—拉水胎气缸

长槽，通过连杆 4 和支架 3 相连。当气缸12的活塞杆13缩回时，活动托架 2 可绕支点O转动，并可倾斜成图示虚线位置，同时连杆 4 的支点O_1的销轴在托架长槽内滑移到下端。活动托架 2 支承在托板15上，托板下部设有两个轮子，沿导轨14移动。拉水胎钩 6 的一端塞入轮胎内钩住水胎后，另一端挂在挂钩 7 上。挂钩 7 随同滑座 8 在气缸10的作用下沿滑轨 5 移动。子口定位圈16的直径视轮胎胎圈直径而定，使用时根据要求可以更换。拉水胎机的动作过程如图2-5-16所示。为操纵两个气缸的动作，需配备两只两位四通盘式气阀。盘式气阀可用手动的，也可用脚踏的。

拉水胎机的主要性能参数如表2-5-6所示。

表 2-5-6　拉水胎机主要性能参数

参数 \ 规格	1号	2号	参数 \ 规格	1号	2号
适用轮胎规格	6.00-16～12.00-20	9.00-20以上	活动挡架气缸行程，mm	820	940
拉水胎气缸直径 mm	150	175	额定气压力 MPa	0.6	0.6
拉水胎气缸行程 mm	2000	2450	外形尺寸，m	6×1.12×1.35	6.9×1.23×2.2
活动挡架气缸直径，mm	150	136			

第六章　轮胎内胎接头机、内胎硫化机及垫带硫化机

第一节　轮胎内胎接头机

一、概　　述

轮胎内胎接头机用于各种乘用车、载重车及工程车辆轮胎的内胎胎筒接头。

在内胎的原料实现了丁基橡胶化之后，对内胎接头提出了更高的要求。尤其是胎筒接头对接挤压力的加强与调整，以及模口结构与调整，已经成为内胎接头机的一个重要的工艺条件。

内胎接头机的种类，按动力的驱动方式区分有气动及液压两种；按接头机切刀对胎筒的切割方式区分有垂直切割与水平切割两种。我国汽车轮胎内胎一般多采用水平切割式的内胎接头机。对接宽度＜140mm的垂直切割式内胎接头机，参见本分册下册第三篇第四章力车内胎机械。

目前，我国生产的内胎接头机已经形成系列，可以满足最大内胎平叠宽度 620mm，甚至650mm的工程轮胎内胎需要。

二、结 构 简 介

水平切割式的内胎接头机如图2-6-1(见书后插页）所示。它包括：内胎胎筒的夹持部分、电刀切割部分、挤压部分、模口和模口宽度调节部分及液压控制部分。

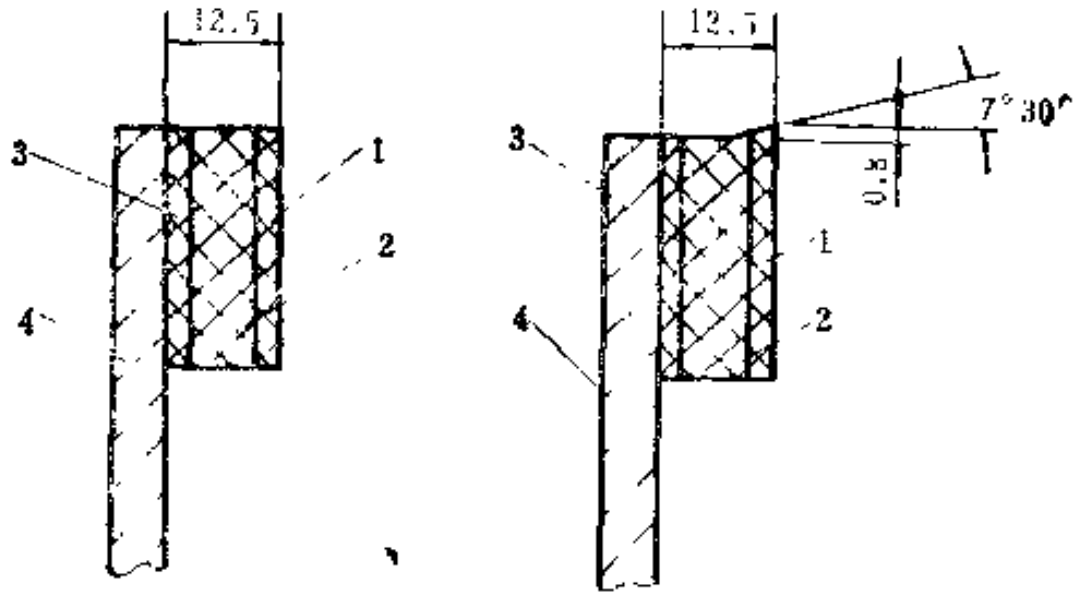
它由夹持颚 2 、夹持油缸 1 、对接挤压油缸 6 、工作台 7 、模口及宽度调整装置 9 、电刀装置12、电刀驱动油缸13等组成。机座14、工作台 7 全部由钢板焊制而成。夹持颚 2 由夹持油缸 1 驱动升降，并用立柱 3 、定位柱16导向，便于加工制造。夹持颚的端部装有滚轮10，当夹持颚下降到夹持内胎胎筒时，滚轮紧靠在定位板11上，在胎筒挤压接头时，可以防止夹持颚扭转，从而提高接头质量。左、右两个夹持颚的升降运动，通过调节夹持油缸 1 的单向节流阀而保持同步。

夹持油缸工作时有两种油压，当内胎胎筒在挤压接头和夹持颚上升时，使用高压，其余动作时使用低压。

夹持颚设有安全装置，它由电磁铁 4 、安全钩 5 组成，以防止停电或液压系统失压时夹持颚在重力作用下自动下降。工作时，电磁铁 4 得电，铁心驱动安全钩 5 脱开，以便夹持颚下降夹持胎筒。

模口及宽度调整装置 9 包括内胎胎筒的夹持模口及模口的宽度调整装置两部分。模口的结构与质量对内胎胎筒的接头质量影响很大。垂直切割式内胎接头机由于胎筒厚度较薄，对接时的挤压力较小，故在模口上一般不用缓冲橡胶垫。而在水平切割式的内胎接头机上，必须装有橡胶模口，当胎筒接头时，在挤压油缸 6 的挤压力作用下，使橡胶模口变形，变形的橡胶再对胎筒进行加压。这样，既能使胎筒接头牢固，又不致于把胎筒挤坏。

橡胶模口由三层硬度不同的橡胶粘合于一块钢板上，如图2-6-2所示。其中外胶层与内胶层的硬度大致相等，硬度为Hs70～76，中胶层较软，硬度为Hs50～55。内胶层的厚度为2.5mm，外胶层的厚度为2.5～4mm，三层胶的总厚度为12.5mm。橡胶模口的形状对胎筒接头的质量影响很大，原设计的缓冲橡胶断面形状如图2-6-2a所示，实践证明，这样的断



a　　b

图 2-6-2　橡胶模口的断面

1—外胶层；2 -中胶层；3—内胶层；4—钢板

面形状往往造成接头内部折痕与内裂，现修改为图2-6-2b所示的断面形状，显著地提高了内胎接头质量。

模口的宽度调整装置用于调整夹持胎筒的模口宽度，以适应不同宽度的内胎接头需要。模口宽度可以用手轮调整，也可以用电机调整，在其传动环节上装有离合器。模口的详细结构见图2-6-1 A-A及B-B剖面图。移动板20与调宽装置的螺母连接，随螺母移动。移动板20用滑板21导向，滑板21用弹簧对移动板施加一定的压力，使移动板20只能随螺母移动而不能任意松动。滑板上装有活动定位板22，在夹持颚下降到夹持内胎胎筒时，可以克服弹簧力的作用把活动定位板22压下，夹持颚上升时，活动定位板在弹簧力作用下复位，以便在活动定位板22及固定定位板之间放置内胎胎筒。当移动板20用手轮或电机调节时，活动定位板22便随移动板移动，改变模口的宽度。在移动板20、固定定位板、活动定位板及夹持颚上，分别装有橡胶模口，工作时，形成一个完整的橡胶模口。模口的工作宽度应与胎筒的平叠宽度相适应，既不能太宽也不能太窄，模口太宽，胎筒转角处的接头不良，模口太窄，要压坏胎筒。用手轮或电机调节模口宽度时，经过同步齿形带的传动，可使左右两个口模同步调节其宽度。在模口宽度的一根调整丝杠上还装有调整装置，使左右模口的宽度保持一致，并实现同步调整。

电刀装置12（图2-6-1）对内胎胎筒接头质量影响很大。水平切割式内胎接头机的电刀有一套独特的温度、切割速度的工艺要求。电刀的切割速度要根据胎筒的宽度、胶料的性质、电刀的温度变化面作相应的调整。电刀装置由油缸13驱动，因此，电刀的切割速度可由节流阀进行调整。电刀装置运动速度大致分成三挡：高速（6～8m/min）、中速（2.5～3.2m/min）、低速（0.75～1m/min）。高速用于电刀的快速步进和返回，中速与低速用于切割胎筒。

典型的电刀切割工艺过程如图2-6-3所示。

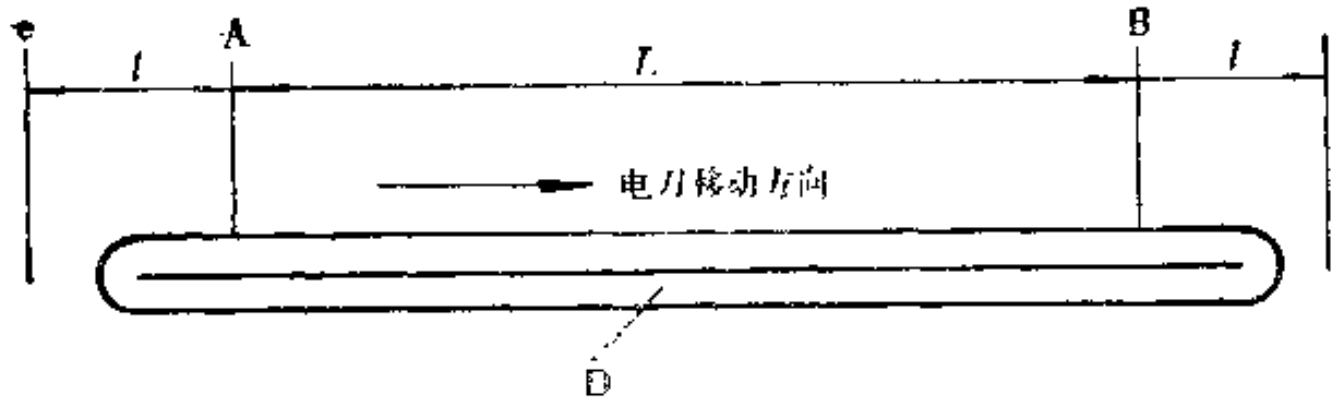


图 2-6-3　典型的电刀切割工艺过程

e—电刀切割准备点；　l—低温、低速切割区；　A—低温与高温、低速与中速的转换点；　L—高温、中速切割区；　B—中速、高温与低速、低温转换点；　D—内胎胎筒

电刀在e点进行切割前的准备。电刀在胎筒两端须低速切割，故电刀的温度相应也应该较低。在L区域是正常切割的区域，电刀的切割速度要高，采用中速切割。为了获得良好的切割表面，电刀的温度也相应的要提高。如果电刀的温度过高与切割速度配合不当，胎筒的切割表面发生焦烧，将会影响到接头质量。反之，电刀温度过低，切割速度太快，切割面将呈波浪状，也会影响到接头质量。

典型的电刀温度与切割速度关系如表2-6-1所示。

表 2-6-1　电刀温度与切割速度关系

	温度（调定值），℃	切割速度，m/min		温度（调定值），℃	切割速度，m/min
慢速	150～220	0.75～1	快速	550～650	2.5～3.2

电刀装置的详细结构如图2-6-4所示。电刀9装在轴8上，轴8的中部装有曲柄11，当电磁铁7得电后，铁心推动曲柄11，使轴8向内摆动，从而使两把电刀9离开内胎胎筒的切割表面，这就是所谓的“让刀机构”，用以防止电刀装置在油缸驱动下复位时，电刀装置上的刀片9污染胎筒新鲜的切割表面。电刀9用一种合金工具钢制成，其材料为G 45，它既是切刀又是电热元件，利用自身的电阻发热。当其温度达到650℃时，仍能保持良好的机械强度，并具有良好的抗氧化性能。由于电刀9的体积小，其热惯量也小，容易升温也容易降温，因此，在切割胎筒的过程中，可以根据切割速度的快慢调节电刀的温度。电刀的前刃平面与切割表面的夹角为11°±1°。

切割下来的废内胎胎筒胶料，由回料斗6接取排出机外。当电磁铁7失电后，在弹簧10的作用下，使电刀复位到切割位置，准备下一次的切割周期。

整个电刀装置装在滑刀架1上，在油缸的驱动下，滑架1沿导杆5作往复运动。滑架1上装有充填聚四氟乙烯塑料制的衬套2，用润滑脂润滑。导杆5用45号钢制成，表面镀硬铬，以提高其耐磨性。

切割好的胎筒，用油缸6（图2-6-1）推动工作台7而实现接头的对接挤压。油缸6的尾座固定在机座14上，其活塞杆推动工作台7沿导杆8作轴向运动，与电刀装置的导向杆结构类同。工作台7上装有用充填聚四氟乙烯塑料制成的衬套，在导杆8上滑动。使用充填聚四氟乙烯塑料衬套具有耐磨、自润滑性、结构简单、拆装维护方便等优点。

在工作台7的底部装有托辊17，内装滚动轴承，托辊座安放在楔形座18上，利用螺杆19

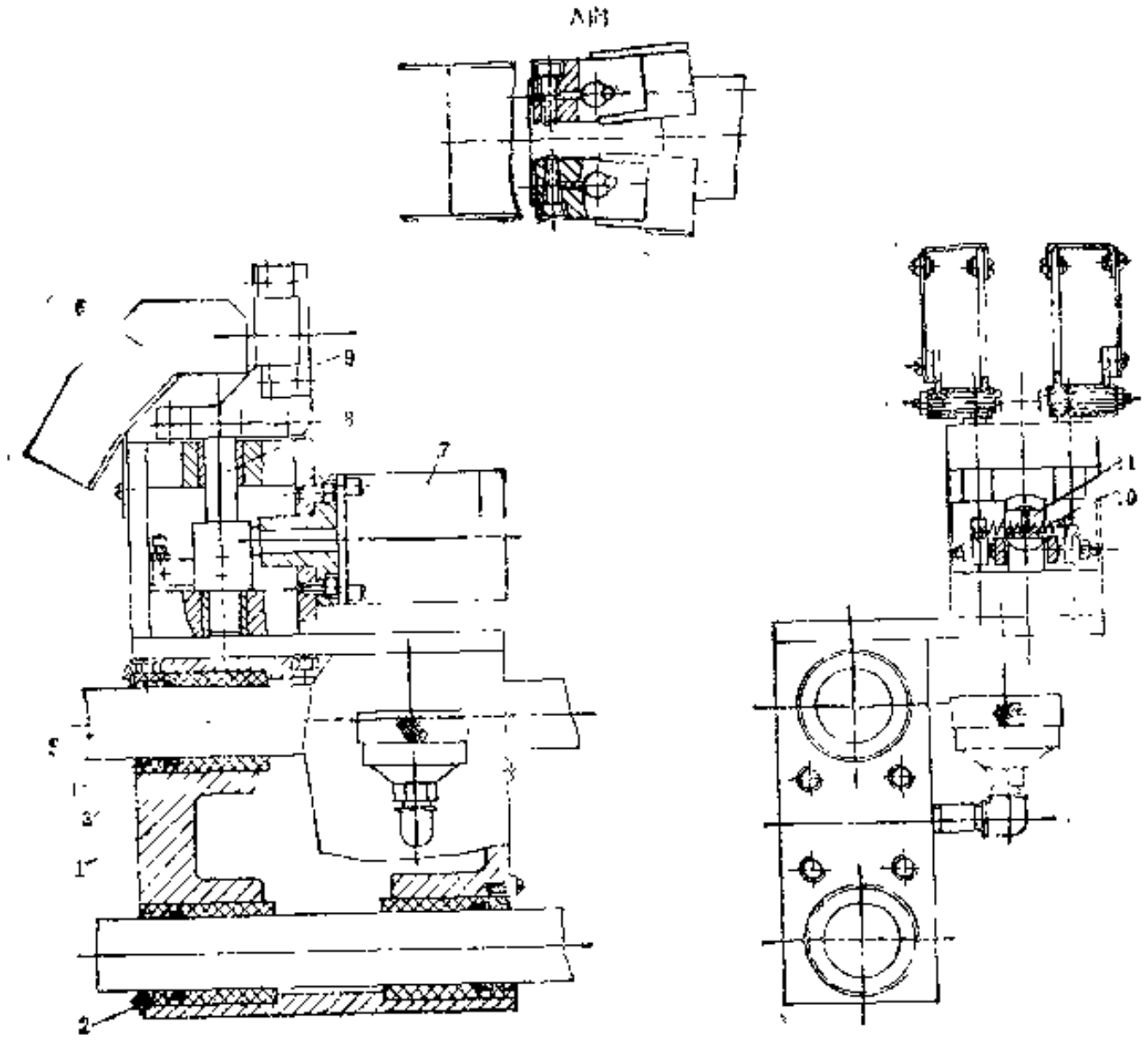


图 2-6-4　电刀装置

1—滑动架；2—衬套；3—密封圈；4—防尘圈；5—导杆；6—加料斗；7—电磁铁；8—轴；9—电刀；10—弹簧；11—曲柄

与楔形座18，可以调节托辊17的中心高度，保证托辊17与工作台7 底面的垫板20接触。托辊17对工作台7 起到了支承作用，从而提高了工作台在垂直方向上承受载荷的能力，并提高了充填聚四氟乙烯衬套的使用寿命，提高了模口部分的精度。

胎筒的右模口固定在机座14上，左模口固定在工作台7 上，随工作台移动。内胎胎筒接头时，油缸 6 的挤压力大部分被模口上的橡胶模口所吸收。接头时的挤压力过大，超过一定的范围，反而会影响内胎硫化后的接头强度。以6.50-16内胎为例，挤压力 以 50～60kN 为宜。胎筒平叠的宽度越大，挤压力应越大，反之则越小。接头的挤压时间，一般情况下，乘用车内胎为5～8 s，载重车内胎为8～15 s，大型工程车内胎双层平叠厚度超过 16mm 者，可增至30～40 s。

水平切割式内胎接头机的液压系统原理图见图2-6-5。

液压系统的动力为一台5.5kW电机驱动的双联叶片泵，型号为 YB-D63/12，系 统的最高油压为4.0MPa，工作台挤压油缸，电刀油缸、夹持油缸的速度和压力可通过 可调的流量阀和压力阀进行调节。

双联叶片泵大泵的设定压力为3.5～3.0MPa，小泵的设定压力为 4.0MPa，夹持油缸高压的设定压力为4.0MPa，低压为1.5MPa。

液压系统各电磁阀的作用与控制如下。

1．夹持颚上升——1DTb、2DT

接通1DTb、2DT，夹持颚上升到准备位置，向上移动的速度由双联泵的小泵流 量12L/

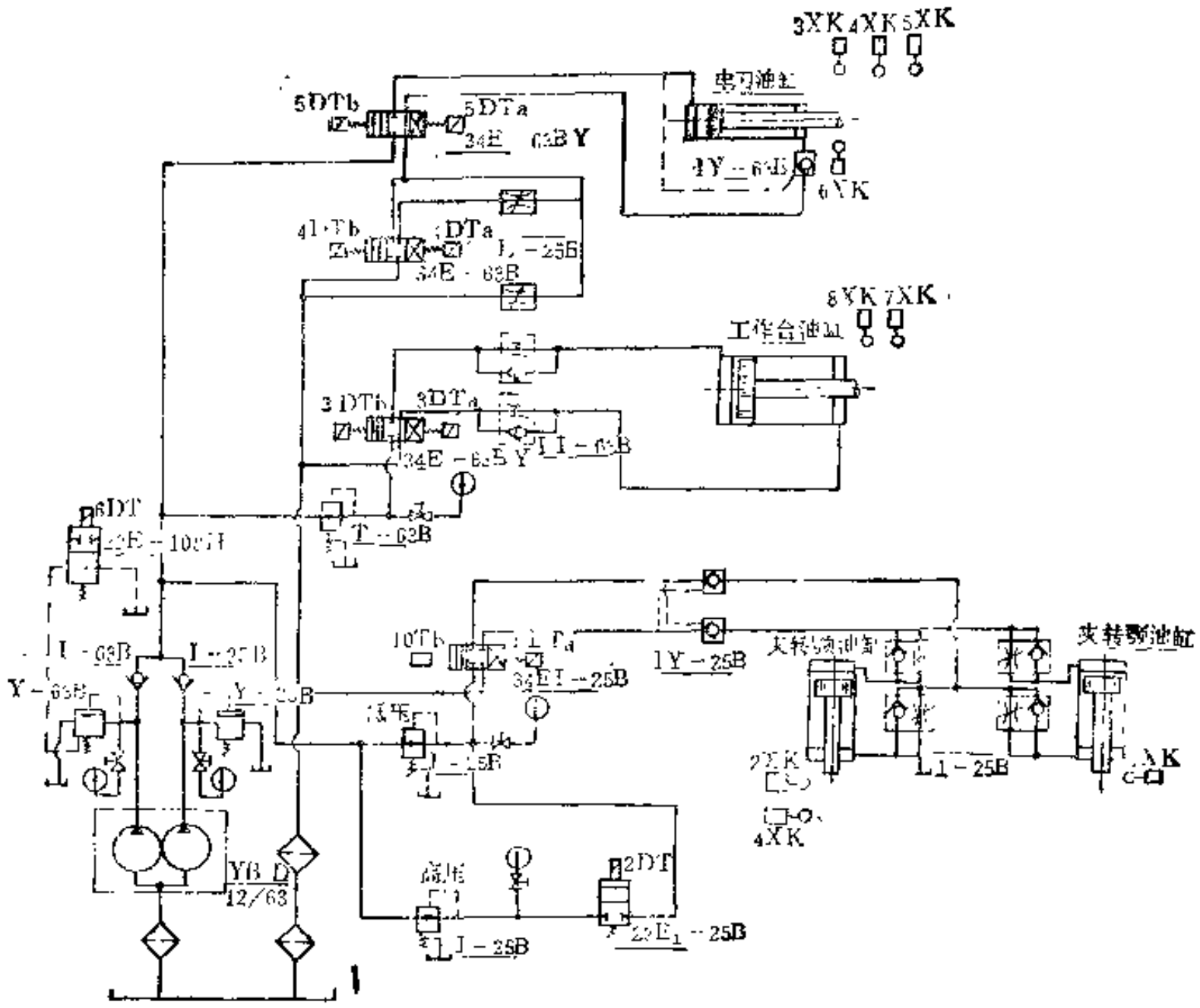


图 2-6-5　水平切割式内胎接头机液压系统原理图

min所确定。左、右夹持颚的同步和速度由油缸旁的两只可调流量阀调节，并在油缸的行程终了获得速度缓冲。

2．夹持颚下降——1DTa

接通1DTa，使夹持颚下降到压住内胎胎筒位置，向下移动的速度由双联叶片泵的小泵流量12L/min所确定。左、右夹持颚的同步和速度由装在油缸旁的两只可调流量阀调节。此时，系统的压力为1.5MPa，接通2DT时，系统压力为4.0MPa。

3．工作台向前挤压胎筒——6DT、3DTb

接通6DT、3DTb，使工作台向前移动到接头位置，向前移动的速度，通过液压系统中的可调流量阀来调节。在工作台移动到将近行程终点时，断开6DT，使大泵卸荷，工作台减速，然后由小泵（慢速）来完成挤压对接。

4．工作台返回——6DT、3DTa

接通6DT、3DTa，使工作台快速返回到准备位置，它的移动速度通过一只可调流量阀加以调节，在行程终了，能由单向节流阀缓冲。

5．电刀快速前进——6DT、5DTb、4DTa

接通6DT、5DTb、4DTa，电刀以高速向前到准备切割胎筒位置，它的速度由双联叶片泵的两台泵流量所确定。

6．电刀慢速前进——5DTb

接通5DTb，使电刀由快速行程切换成慢速，以满足切割胎筒的工艺要求，其速度由一只可调流量阀调节。

7．电刀中速前进——5DTb、4DTb

接通5DTb、4DTb，电刀由慢速切换成中速，以提高胎筒切割速度，其速度可由可调流量阀调节。

8．电刀快速退回——6DT、5DTa、4DTa

接通6DT、5DTa、4DTa，电刀以快速复位，它的速度由双联叶片泵两台泵的流量确定，当油缸行程终了时，获得速度缓冲。

为了确保操作安全，水平切割式内胎接头机只有在左、右手同时按动机器上的两个操作按钮时，机器才能动作。

此外，在水平切割式内胎接头机上还装有安全装置15（见图2-6-1），在发生紧急情况时，操作人员只要用脚踢动安全板，除液压泵外，断开全部控制电路，使工作台、夹持颚退回到准备工作位置。

三、故障处理

水平切割式内胎接头机的故障有电、液控制方面、机械方面和生产工艺方面的故障，产生的原因很多。属于一般的电、液控制方面以及一般的机械方面故障，这里不再详述，现将与生产工艺有关的故障处理介绍于后。见表2-6-2。

表 2-6-2　水平切割式内胎接头机故障处理

故　障	产生原因	处理方法
接头开裂、内裂等接头不牢	1．对接停留时间太少 2．对接挤压力太高或过低 3．内胎胎筒在夹持颚内滑动 4．胎筒切割留量太少 5．橡胶模口损坏 6．橡胶模口硬度太高或太低 7．内胎胎筒胶料配方不好 8．胶料内含水率高，胎筒断面有密集小气孔	1．增加停留时间 2．调整适当的挤压力 3．增加高压压力 4．保证切割留量适当 5．更换橡胶模口 6．橡胶硬度要适当 7．改进配方 8．降低胶料内含水率
1．接头挤坏 2．折裂和压薄	1．夹持颚的低压和高压的压力太高 2．模口宽度太窄 3．内胎胎筒胶料太软 4．胶料配方不好，密集的气孔太多	1．降低高、低压的压力 2．放宽模口密度，等于内胎平叠宽度 3．应使胶料可塑度保持在0.47±0.03 4．改进内胎配方及挤出工艺
接头毛皮	1．胎筒切割留量太多 2．对接挤压力过大 3．橡胶模口损坏 4．对接停留时间过长 5．内胎胎筒胶料太软	1．保证切割留量适当 2．降低对接挤压力 3．更换橡胶模口 4．调整停留时间 5．调整内胎炼胶工艺或配方
硫化后内胎转角处轻微外裂	1．重皮大于0.5mm 2．橡胶模口损坏	1．修剪，硫化前擦汽油 2．更换橡胶模口
电气开关、按钮、行程开关失灵	1．滑石粉侵入，接触不良 2．电气开关损坏	1．清除粉尘 2．更换新开关

续表

故　障	产生原因	处理方法
电刀电流不稳定，刀温难控制	1．电刀绝缘处短路 2．电刀连结电线老化 3．电刀连结电线固定不牢	1．排除短路 2．更换电线 3．重新固定
内胎胎筒切割表面不平或呈波浪形	1．刀温太低 2．胎筒未压紧 3．切割速度太快 4．切割留量太多	1．提高刀温 2．增加低压压力 3．降低切割速度 4．减小切割留量，一般为1～1.5mm
切割结束时带胶尾	1．高-低温转换太早，切割结束时，电刀已冷 2．电刀慢速太快 3．切割结束时无慢速 4．切割留量太多	1．推迟高-低温的转换点 2．降低电刀慢速的切割速度 3．提前电刀高-低温的转换点 4．切割留量要适当
进刀的切割处胎筒变形	1．进刀时刀温太低 2．电刀慢速的速度太高 3．电刀高温转换太迟 4．电刀中速转换太迟	1．提高电刀低温温度 2．降低慢速的切割速度 3．提前高温转换点 4．提前中速转换点
1．进刀口对接不牢 2．进刀和出刀慢速段对接不牢	1．电刀粘连废胶 2．电刀低温温度太高，焦烧切割面 3．电刀温度太低 4．电刀慢速太慢，焦烧切割面 5．电刀慢速太快	1．清除电刀上的粘连废胶 2．降低电刀低温温度 3．保证慢速切割刀温 4．提高电刀的慢速切割速度 5．保证慢速切割速度
进刀端和出刀端的高低温转换点对接不牢	转换点太迟或太早	适当调整高、低温和慢、中速的转换点，一般进刀端的转换点以尽量提前为宜。出刀端的转换点以尽量推迟为宜

四、主要性能参数

水平切割式内胎接头机的主要性能参数见表2-6-3。

表 2-6-3　水平切割式内胎接头机主要性能参数

机器型号 主要性能参数	LJD-Y450	LJD-Y560	LJD-Y630
内胎平叠宽度范围，mm	90～450	250～560	340～630
最大双层厚度，mm	12	18	20
最大工作油压，MPa	4.0	4.5	4.8
最大对接挤压力，kN	70	75	80
最大夹持力	在工作油压为4MPa时，为11kN		

续表

机器型号 / 主要性能参数	LJD-Y450	LJD-Y560	LJD-Y630
模小夹持力	在工作油压为1.5MPa时，为4kN		
机器总重量，kg	约4000		
外形尺寸，mm	主机 2680×2200×1900 液压站 1180×800×1560		
制造厂	上海正太橡胶厂机械分厂		

第二节 内胎硫化机

一、用 途

用于各种规格的内胎硫化。除装胎、取胎由人工操作外，整个硫化周期的运转均可自动控制。

二、结 构 简 介

根据内胎硫化的工艺特点，由于内胎胎体厚度较薄而且胶料分布也较均匀，所需的硫化时间相应较短，因此，内胎硫化机大多设计成单模硫化机。为了缩短硫化周期，节约蒸汽，内胎模型均采用夹套式。

国内生产的内胎硫化机有两种结构型式。一种是凸轮摇杆式的传动机构，如图2-6-6所示。另一种为曲柄连杆式的传动机构，如图2-6-10所示。

凸轮摇杆传动机构的内胎硫化机由机座1、传动机构2、横梁8、压盖9以及控制盘3和蒸汽管路5等组成。

凸轮摇杆的传动机构见图2-6-7。它是由曲柄12、牵引杆3、摇杆13及凸轮11所组成的四连杆机构。从图2-6-7可以看出，一方面由曲柄12、牵引杆3、支承杆5、摇杆13连动机架OO_1构成曲柄摇杆机构，另一方面由与曲柄同轴回转的凸轮11、凸轮从动杆6、横梁7、摇杆13以及机架OO_1构成凸轮摇杆机构。为了保证机器按一定的轨迹运动，必须使两种机构的活动自由度为1，因此，对于凸轮摇杆机构中的辊轮10是通过图2-6-8所示的辊轮箱运动的。辊轮箱主要由机壳1、辊轮2、弹簧7以及滑块10等组成。辊轮箱的机壳1用滑块10与回转轴9滑动连接，安装在机壳1上的辊轮2受弹簧7的作用，使辊轮2紧压于凸轮4上，其正压力始终保持通过凸轮4的轴心。于是辊轮2不仅可沿凸轮4作径向的升降运动，同时，也可随机壳和滑块等一并沿凸轮4作周向运动。因此，当四连杆机构的各传动部件的尺寸和凸轮轮廓确定后，整个传动机构将使固定在压盖9（图2-6-7）下面的上模，按照预定的轨迹运动。

装有曲柄与凸轮的回转轴是由电机经蜗轮减速器驱动的。为了避免内胎硫化机在开模、闭模运动中，遇到电机失灵或断电时，蜗轮副在横梁、上模、连杆等零部件重力和惯性力作用下，变成蜗轮主动运动而发生机械和人身事故，因此，蜗杆均应设计成单头，并有良好的自锁性，同时，还需装有制动器，以确保安全。图2-6-9为1140内胶硫化机的蜗轮减速器，在机壳1内除了装有蜗轮4及蜗杆2外，还装有弹性联轴器3，制动器7对制动盘5经常处

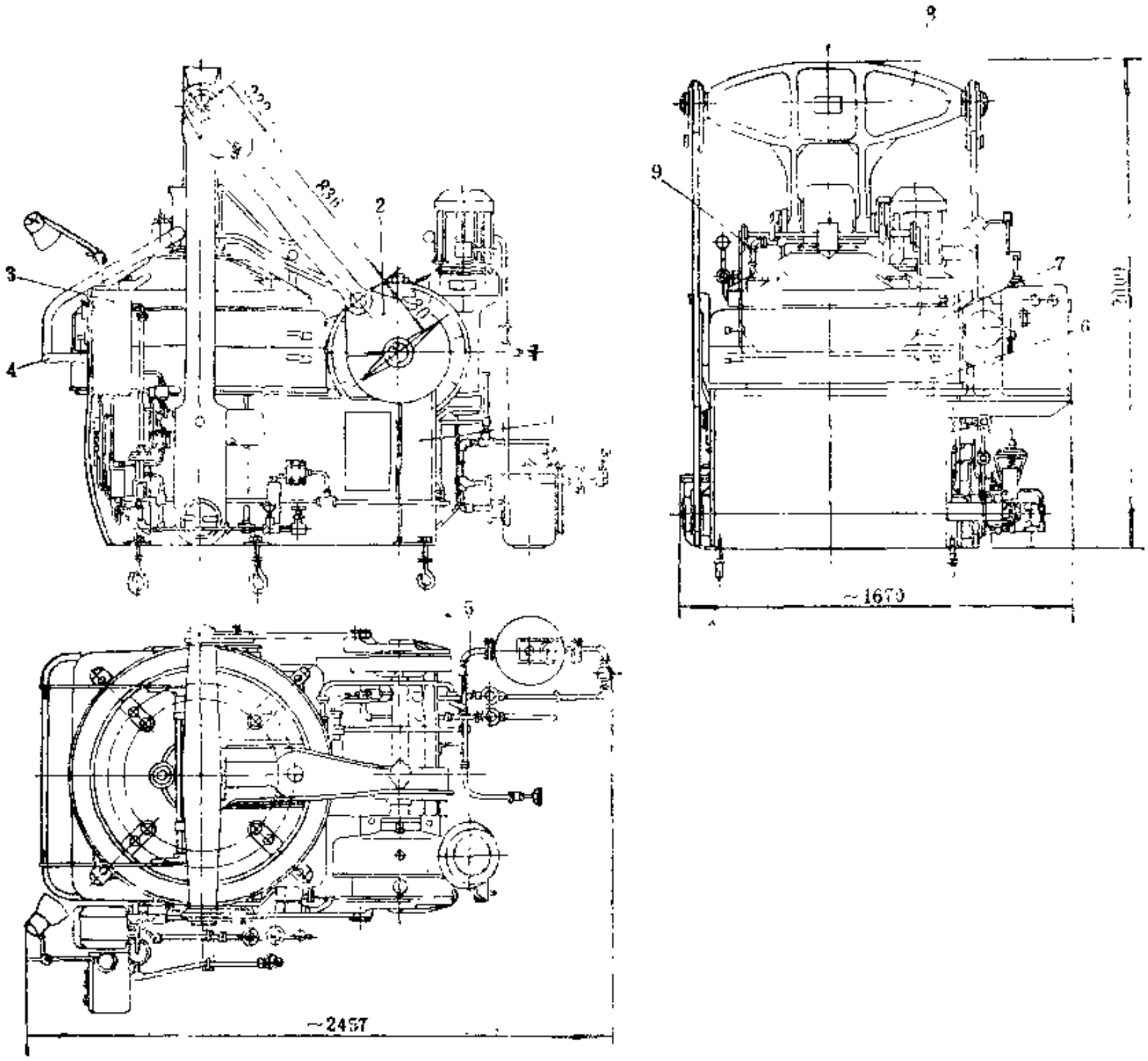


图 2-6-6　凸轮摇杆传动机构内胎硫化机

1—机座；2—传动机构；3—控制盘；4—安全杆；5—蒸汽管路；6—下模；7—上模；8—横梁；9—压盖

于制动状态。其制动力矩大小可由调节螺钉 9 进行调整。有的内胎硫化机曲柄轴经蜗轮减速器及齿轮两级减速传动，并用电磁块式制动器制动。

图2-6-10所示为曲柄连杆传动机构的内胎硫化机。它与曲柄摇杆传动机构的内胎硫化机的最大区别在于传动机构，它十分接近于B型定型硫化机的传动机构型式。图2-6-11所示为其传动机构的示意图。横梁11与压盖10制成一体，弯臂 3 用螺栓固定在横梁11上。弯臂 3 的另一端装有两个滚轮5，可在凸轮槽 4 内滚动。当电机启动时，经过蜗轮减速 器及齿轮减速后，传动曲柄，通过连杆 2 使上模 8 开启，横梁11的运动受到弯臂 3 上滚轮 5 的约束，便按凸轮槽 4 的轨迹，使上模 8 开启或闭合。

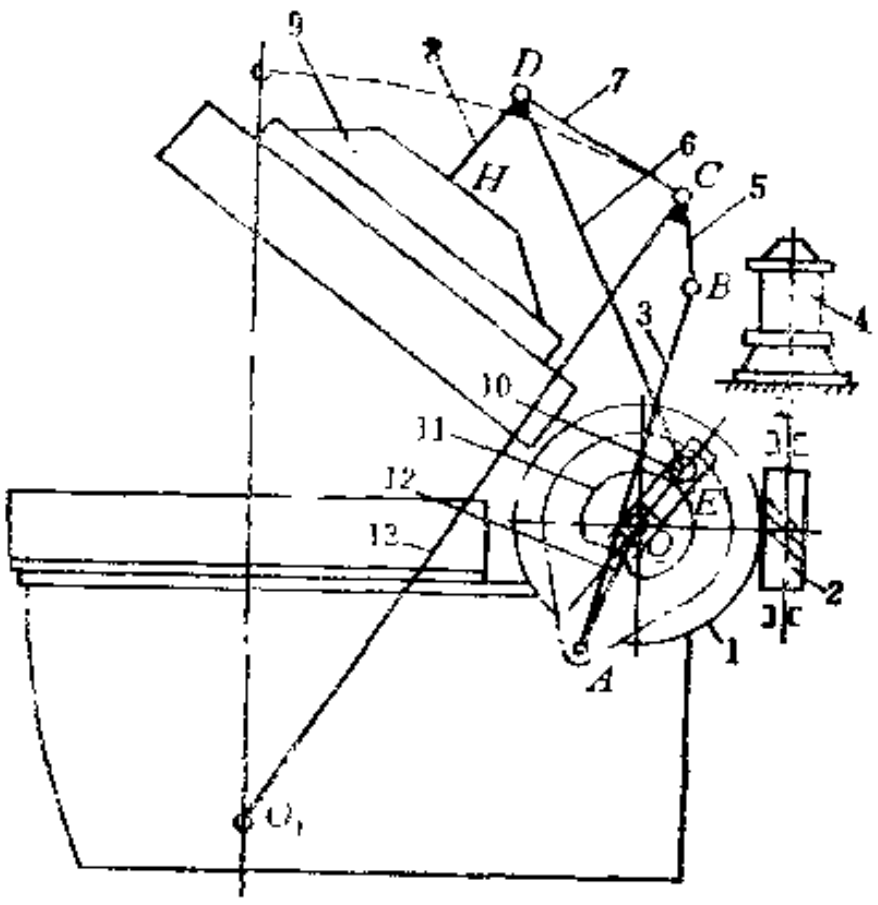


图 2-6-7　凸轮摇杆传动机构图

1—蜗轮；2—蜗杆；3—牵引杆；4—电机；5—支承杆；6—凸轮从动杆；7—横梁；8—副横梁；9—压盖；10—辊轮；11—凸轮；12—曲柄；13—摇杆

内胎硫化机的结构与轮胎定型硫化机相近，因此，其主要零件的设计计算，可以参照有关章节进行。

三、主要性能参数

（一）主要性能参数表

内胎硫化机的主要性能参数如表 2-6-4 所示。

（二）合模力的确定

对硫化模型施加的合模力也称锁模力。由于内胎硫化机均采用夹套式硫化模型，蒸汽在模型夹套内，不对硫化机其它部件产生作用，所以，内胎硫化机的合模力只是为克服内胎硫化过程中充入内压蒸汽时所产生的张模力。即

$$p = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)p_0 \qquad (2\text{-}6\text{-}1)$$

式中　p——张模力，N；

D——内胎模胶的外径，mm；

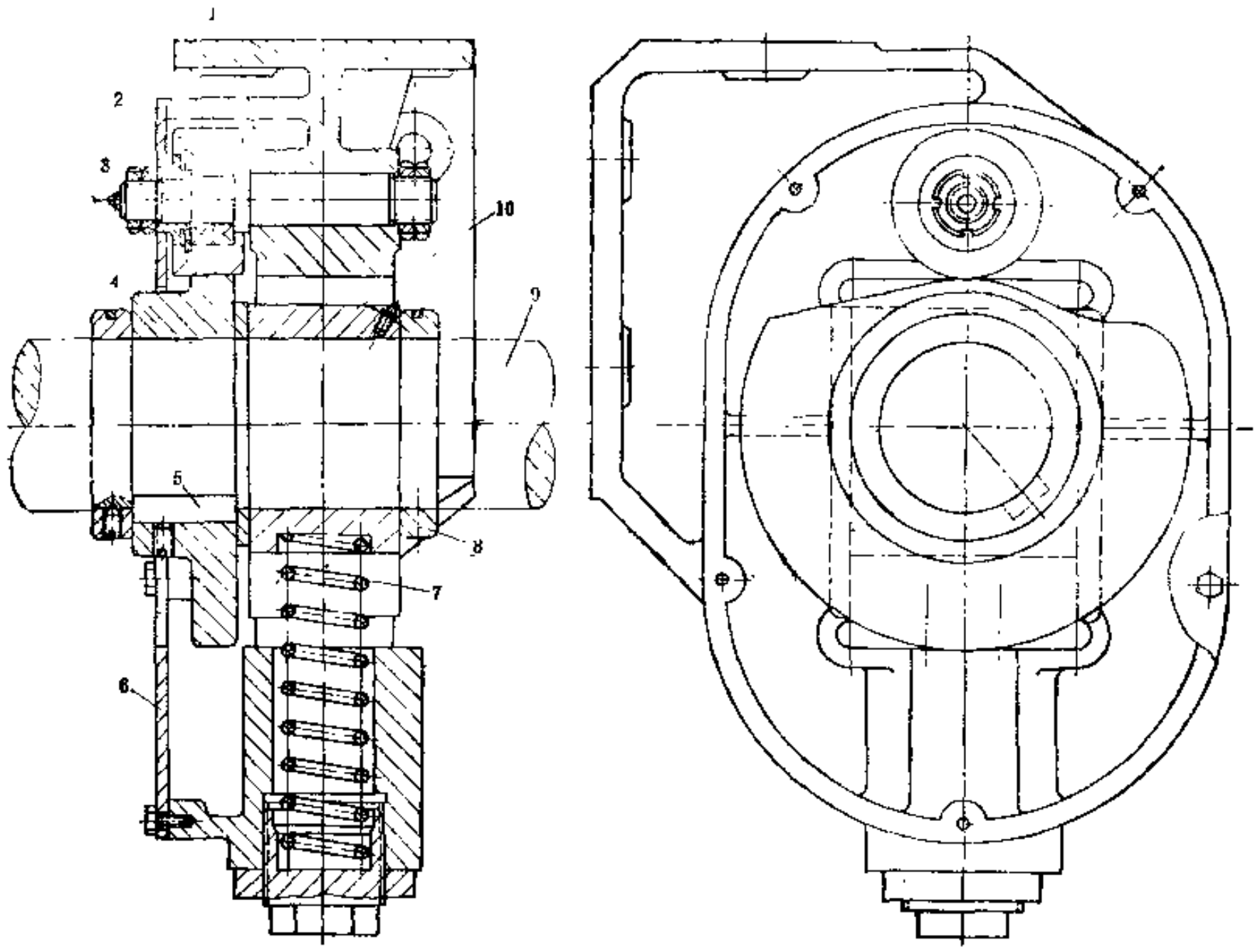
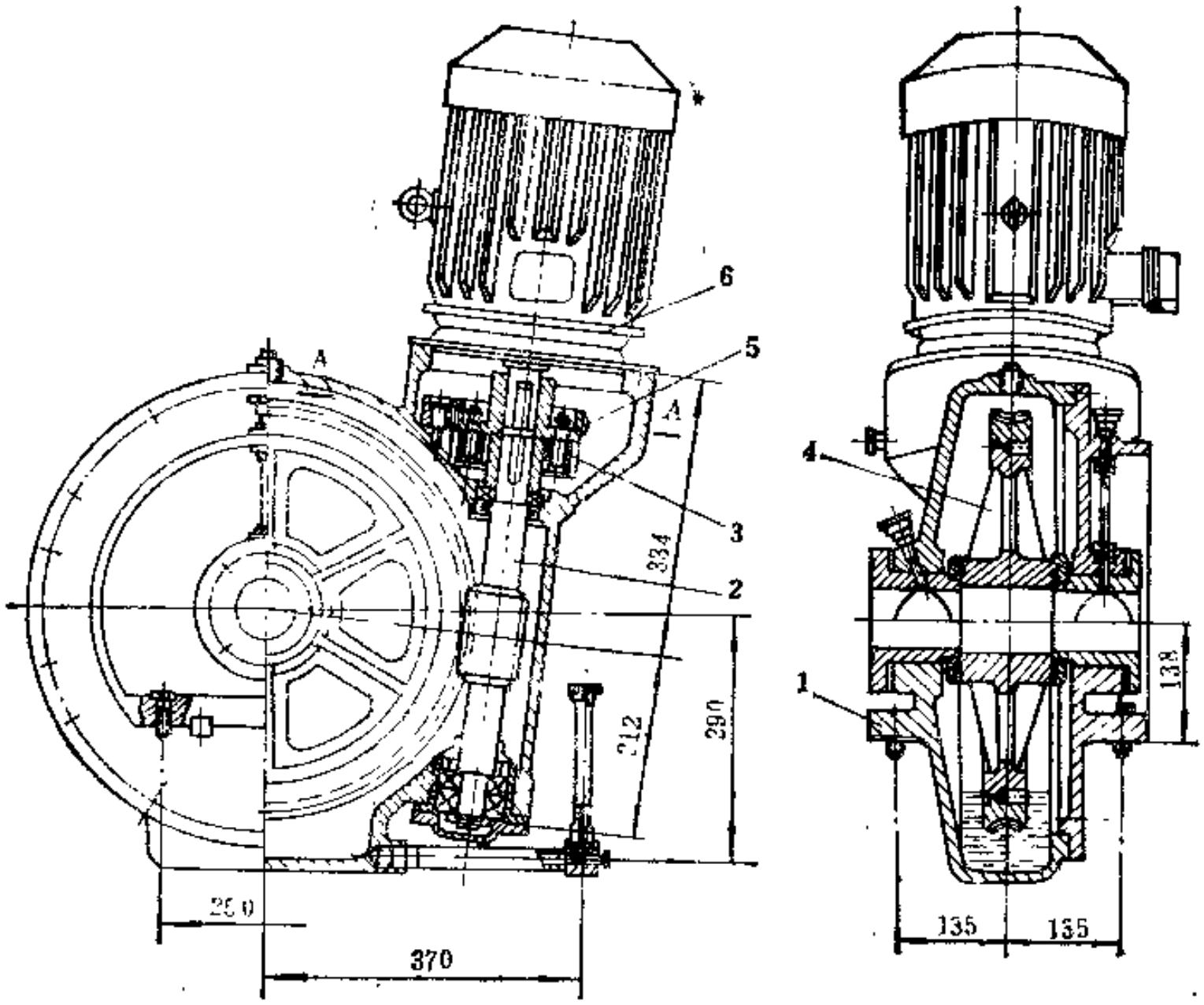


图 2-6-8　辊轮箱

1—机壳；2—辊轮；3—辊轮轴；4—凸轮；5—平键；6—盖板；7—弹簧；8—挡圈；9—回转轴；10—滑块

d——内胎模腔的内径，mm；

p_0——充入内胎的蒸汽压力，MPa。



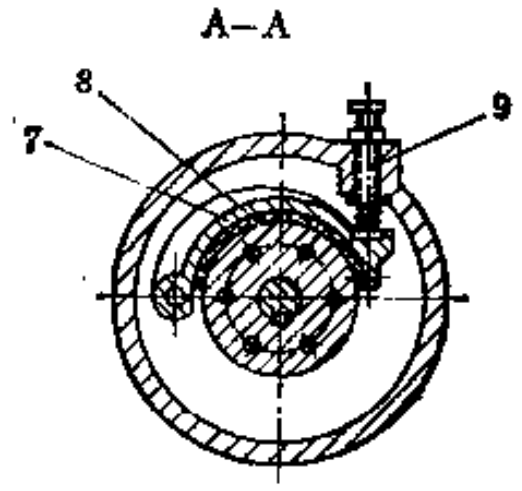


图 2-6-9　1140内胎硫化机蜗轮减速器

1—壳体；2—蜗杆；3—弹性联轴器；4—蜗轮；5—制动盘；6—电机；7—制动器；8—石棉制动带；9—调节螺钉

由于内胎是薄壁制品，在硫化时不允许出现飞边，因此，对内胎硫化机来说，合模力Q一般为张模力的1.25倍，即

$$Q = 1.25P \tag{2-6-2}$$

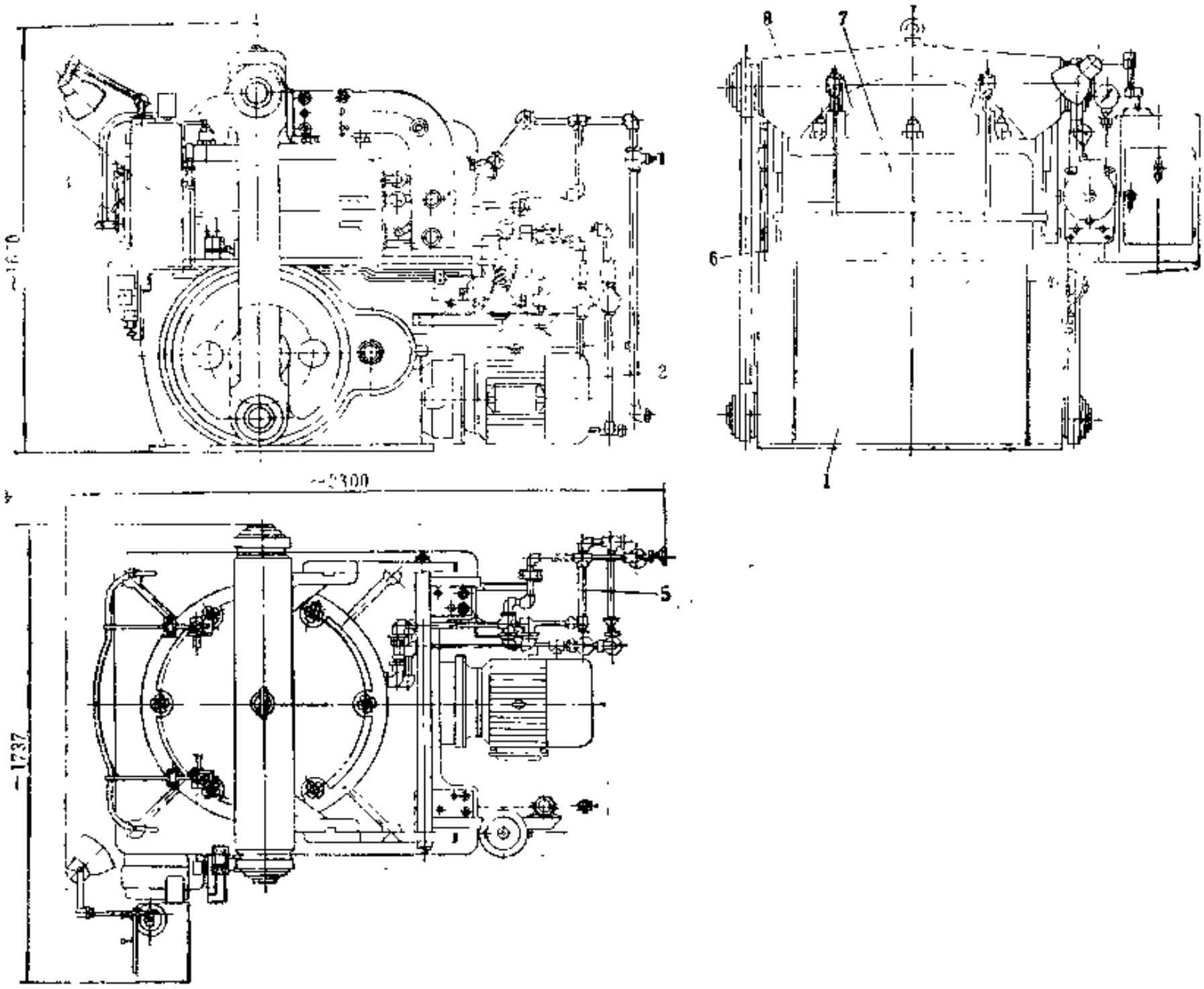


图 2-6-10　曲柄连杆传动机构的内胎硫化机

1—机座；2—传动机构；3—控制盘；4—安全杆；5—蒸汽管路；6—下模；7—上模；8—横梁

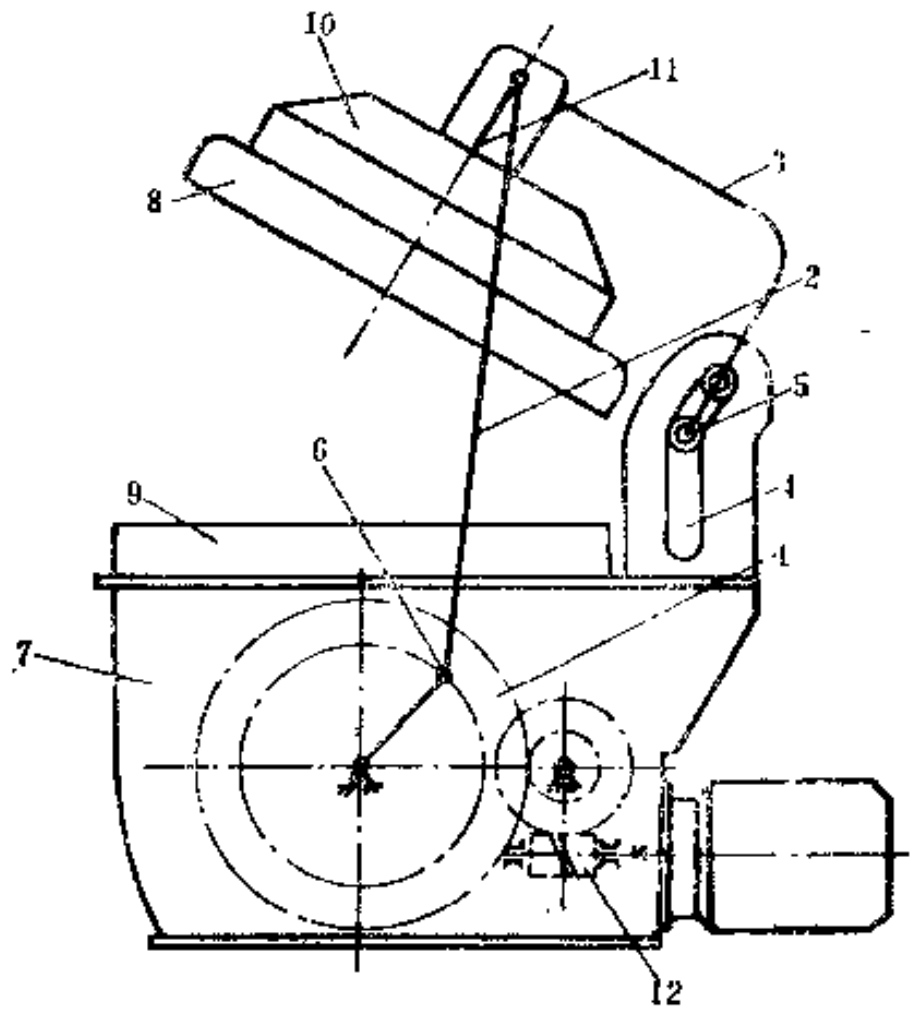


图 2-6-11　曲柄连杆内胎硫化机传动机构示意图

1—曲柄销轮；2—连杆；3—导臂；4—凸轮槽；5—滚轮；6—曲柄销；7—机座；8—上模；9—下模；10—压盖；11—横梁；12—蜗轮减速器

表 2-6-4　内胎硫化机的主要性能参数

参数名称 \ 机器型号	LLN-910	LLN-910A	LLN-1140A	LLN-1430	LLN-2000
最大合模力，kN	250	300	500	750	1800
硫化内胎规格	7.50-16以下	7.50-16以下	6.50-16～10.00-20	7.50-20～14.00-20	
硫化模型最大外径，mm	850	850	1080	1300	2000
硫化模型最大高度，mm	300	300	360	460	790
模型开闭时间，s	3.85	4	6	9.65	17.66
电机功率，kW	2.2	4	5.5	5.5	11
模型夹套内蒸汽压力，MPa	0.6	<1.0	<1.0	0.6～0.7	0.6
内胎硫化内压，MPa	0.6	<1.0	<1.0	0.6～0.7	0.8
外形尺寸，mm	1780×1615×1220	1785×1397×1441	1900×1722×1650	2710×2210×2060	2870×2560×2650
重量，kg	≈2500	4000	4000	5100	10262
制造厂	汕头市化工橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	沈阳橡胶机械厂	益阳橡胶机械厂	益阳橡胶机械厂

四、管路及控制系统

内胎硫化机管路及控制系统如图2-6-12所示。它包括电气控制系统、压缩空气管路及蒸汽管路等。它可根据内胎的不同硫化条件所规定的时间要求，按时自动（或手动）完成合模、充内压蒸汽、排蒸汽及开模等控制。在接通电源将时序控制器5的选择开关旋至“自动”位置，并按下“启动”按钮后，开始合模。当连杆触及限位开关令电机停止运转完成合模时，连杆上的碰块6将二通滑阀4开启，于是经过减压阀减压过滤的压缩空气即输入时序控制器5内的指挥阀，而后进入三通隔膜阀7，让内压蒸汽充入内胎进行硫化。经过设定时间之后，时序控制器5切断控制气源，切换三通隔膜阀7，关闭进汽，排出内压蒸汽。待内压蒸汽压力降到零时，由时序控制器接通电机电源，反转开模，待上模升至上限位置，触及限位开关时，电机停止运转而完成硫化周期。

为缩短内压排汽的时间，提高生产效率，可在内压排汽管路上装设简易喷射器11（见图2-6-13），它由一个喷嘴和三通组成，当气开式三通隔膜阀7的控制气源切断时，内压蒸汽经喷射器的三通排出，同时，二通隔膜阀12（气闭式），使压缩空气通过喷射器，在喷嘴周围形成负压，增大排汽压差，从而加速内压蒸汽排出的速度，达到缩短硫化周期15%左右的效果。

蒸汽管路系统所设置的管路，可将蒸汽分别输入上、下内胎模型的夹套内，使模型连续加热。模型夹套内的冷凝水也分别从靠近上、下模底部的连接管路，经汽水分离器10自动排

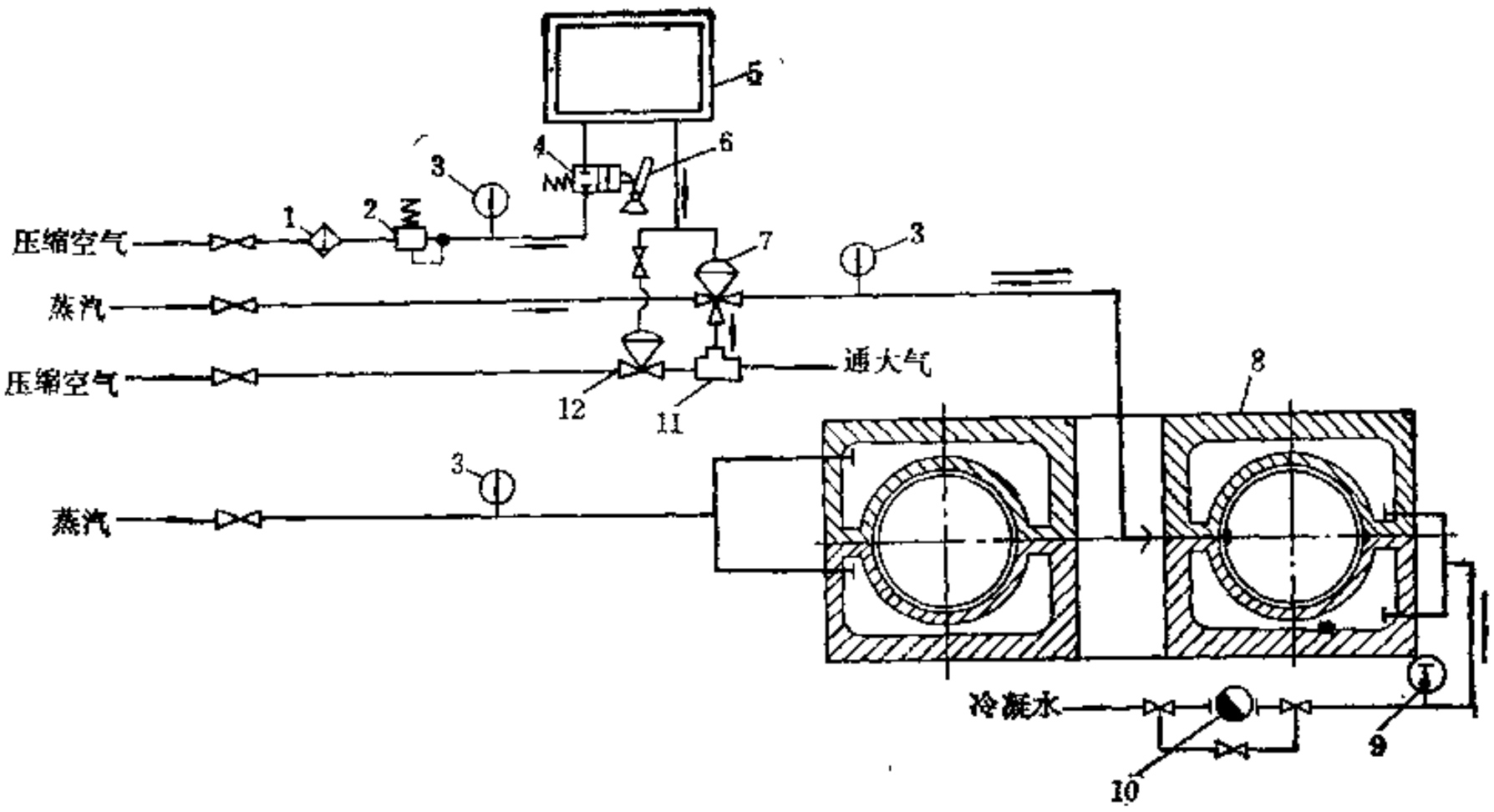


图 2-6-12　管路及控制系统

1—过滤器；2—减压阀；3—压力表；4—二通滑阀；5—时序控制器；6—碰块；7—三通隔膜阀；8—内胎硫化模型；9—温度计；10—汽水分离器；11—喷射器；12—二通隔膜阀（气闭式）

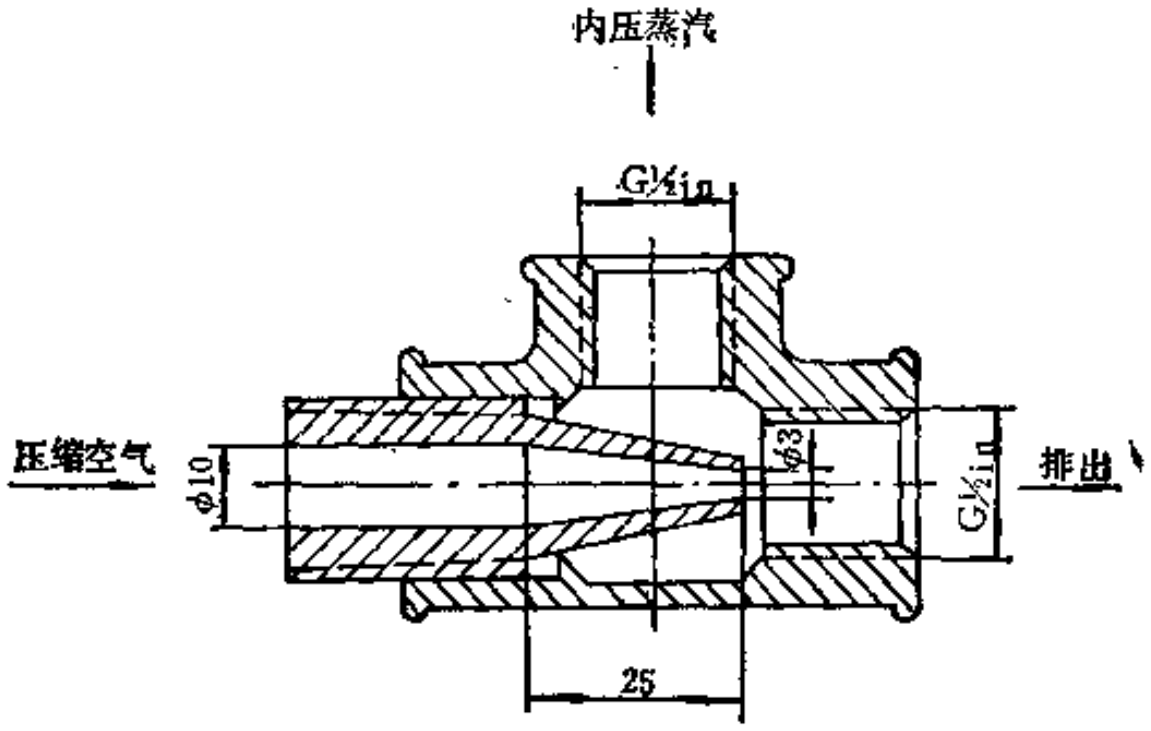


图 2-6-13　简易喷射器

出。由于上模需作开闭运动，故需采用活接头将管路连接，或者采用金属软管、耐热钢丝编织胶管连接。为了检查控制硫化温度，在进气管路上装有压力表3，并在排气管路上设有温度计 9 （见图2-6-12）。

第三节　垫带硫化机

一、用　途

垫带硫化机是一种用压铸法生产垫带的液压机，用垫带硫化机生产的垫带质量好，表面光洁。

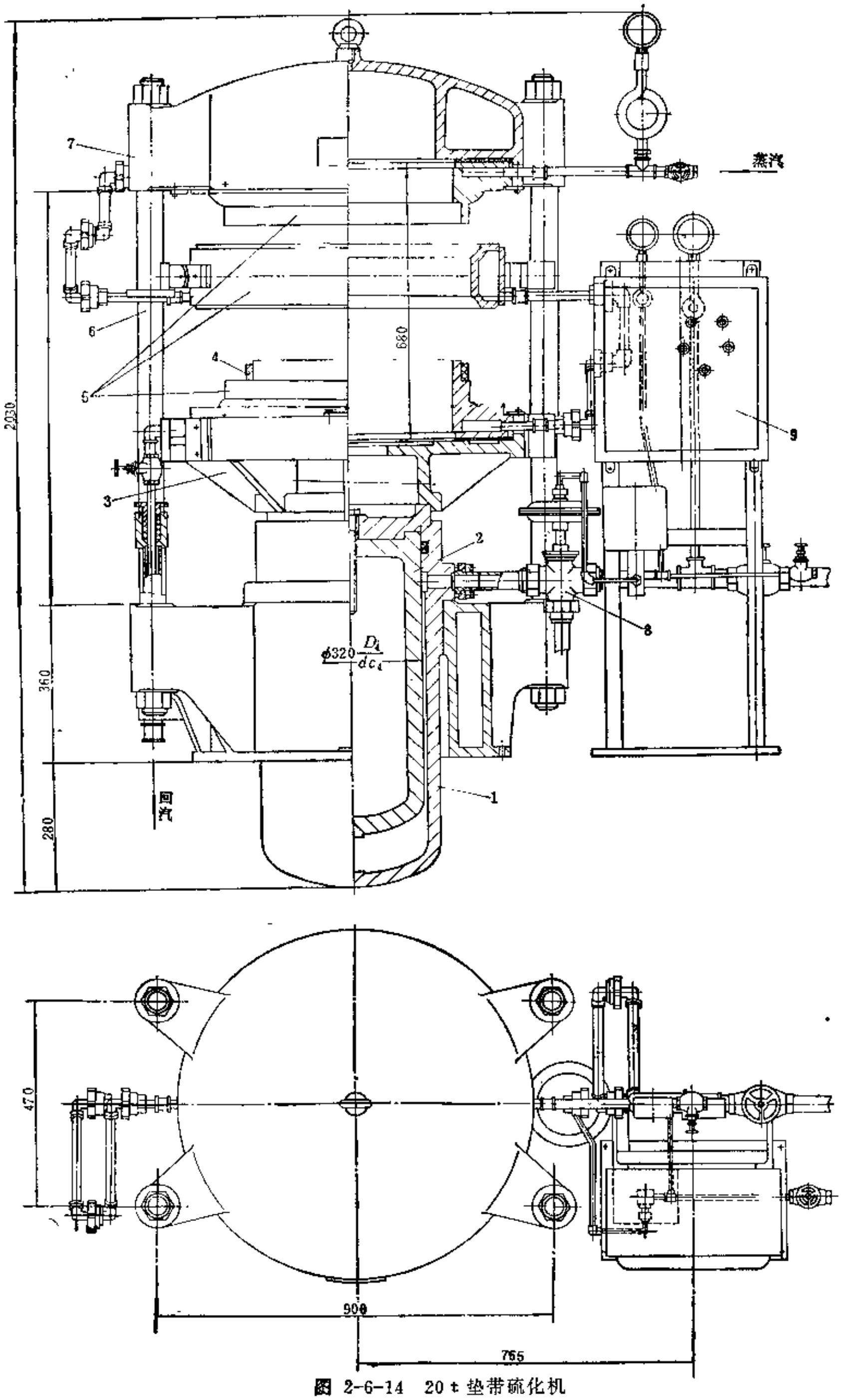


图 2-6-14　20 t 垫带硫化机

1—水缸；2—柱塞；3—托盘；4—胶坯；5—硫化模型；6—立柱；7—上横梁；8—管路系统；9—控制系统

二、结　　构

垫带硫化机实质上是一台专用的平板硫化机，增加了一些专用的模具和附件。它的动力有水压或油压两种，多数采用水压作动力，其构造见图2-6-14。

垫带硫化机的总压力，现在有越来越大的趋势，它与胶料的配方有一定关系，胶料内的填充剂含量越高，胶料的流动性越差，总压力则越大。硫化的垫带规格越大，总压力也应越大。

水缸1及柱塞2是产生压力的部件，托盘3上固定着硫化模型的下模，上模固定在上横梁7上，外模搁在立柱6上。接成环形的断面为方形的胶坯4放在下模上。当水缸1进压力水时，柱塞2推动托盘3及下模上升，外模与下模接触后随同下模上升。当胶坯4接触上模时，在水缸压力作用下，把胶坯挤进模型空腔，充满整个模腔。模型上开有气沟，以便排出模型内的空气。上模、下模及外模的夹套可通入蒸汽，以加热硫化。硫化结束后，排出水缸内的压力水，在柱塞、托盘、下热板和下模的重力作用下开模。

油压垫带硫化机，一般每台都配备单独的油压系统。油压系统采用齿轮泵及柱塞泵的组合油泵，由齿轮泵供给0.5MPa的低压油，由柱塞泵供给10MPa高压油。其油压系统原理见图2-6-15。

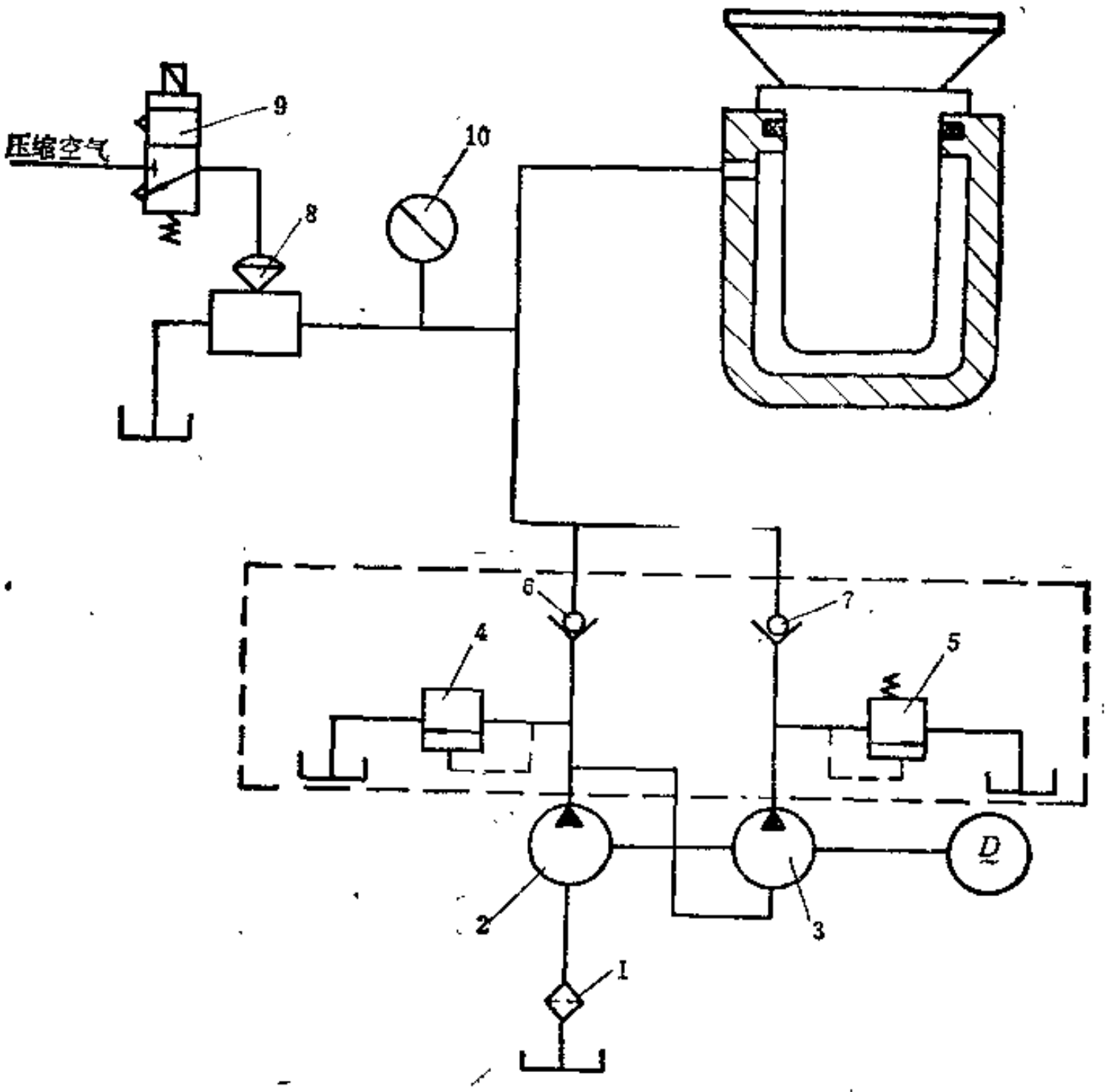


图 2-6-15　油压垫带硫化机油压系统原理

1—滤油器；2—齿轮泵；3—柱塞泵；4—低压溢流阀；5—高压溢流阀；6—低压单向阀；7—高压单向阀；8—网膜阀；9—先导电磁阀；10—电接点压力表

机器起动时，油泵电机转动，齿轮泵 2 与柱塞泵 3 同时向油缸供油，下模上升，当油压达到0.5MPa（可调）时，齿轮泵溢流，柱塞泵继续工作，使系统压力达到10MPa时，通过电接点压力表10使油泵停止工作，开始计时硫化。硫化结束，先导电磁阀 9 操纵隔膜阀 8 打开回油管路，使油缸排油，在重力作用下，下模开启，取出成品，完成一个硫化周期。

在硫化过程中，系统压力如果下降，达到压力继电器的下限值时，油泵电机自动启动补压，待压力恢复到10MPa时，油泵电机重新停转。

油压垫带硫化机的油压系统中采用了高、低压两种油压，从而在同样的总压力下，使油缸的柱塞直径大幅度减小。

三、主要性能参数

垫带硫化机的主要性能参数见表2-6-5。

表 2-6-5　垫带硫化机的主要性能参数

参数名称 \ 机器型号	LLD-50（油压）	LLD-20（水压）	LLD-50（水压）	LLD-100（水压）
硫化的垫带规格，in	16～22	18～22	16～22	24～32
总压力，t	50	20	50	100
液压压力，MPa 低压 高压	 0.5 10	2.0～2.5	3.0	 12
电机功率，kW	3			
柱塞直径，mm 行程，mm	260 470	320 460	460 470	340 1200
模型直径，mm 厚度，mm	745 220～300	745 200～300	750	1196
蒸汽压力，MPa	0.6	0.6	0.6	0.6
压缩空气压力，MPa	0.4～0.6	0.3～0.4	0.3～0.6	0.6～1.0
外形尺寸，mm	1940×1230×2479	1700×800×2240	2100×800×2625	3500×1300×4350
重量，kg	4300	3000	4000	9500
制造厂	广州橡胶机械厂		广州橡胶机械厂	广州橡胶机械厂

注：1in=0.025 4m。

第七章　胶囊硫化机及胶囊模型

第一节　胶囊硫化机

一、用途与工作原理

胶囊硫化机用于生产轮胎定型硫化机使用的胶囊。

胶囊硫化机是一个从下向上加压的压力机，胶囊硫化模型装在上横梁和工作台之间。B型胶囊的形成过程如图2-7-1所示。生产时把环形胶料放在下模的胶料槽内，使柱塞（或活塞）上升，下芯模与上芯模相遇一起往上移动。此时上芯模液压缸同时往下加压，将上下芯模压紧。柱塞继续上升至全部压合时，则胶料充满全部模腔而开始硫化。B型胶囊硫化结束后柱塞下降开模，这时上芯模推下芯模下降，上芯模及胶囊一起脱离上模。从上芯模的中心管道向胶囊与上芯模之间通入压缩空气，使胶囊与上芯模脱开。上芯模上升与胶囊脱离，柱塞下降到下限位置后，下芯模上升，把胶囊从下模中推出。

A型胶囊的形成过程如图2-7-2所示。A型胶囊由于其结构关系料坯做成桔子状，放在下芯模上后，使柱塞上升，同时上芯模下压。下芯模与上芯模相遇夹持料坯。柱塞继续上升至全部压合时，胶料充满模腔开始硫化，硫化结束后柱塞下降开模，这时上芯模推下芯模下降，上芯模及胶囊一起脱离上模。同时向上芯模及胶囊间吹压缩空气，当下芯模离开上芯模后，胶囊在压缩空气作用下，与上芯模脱离而取出。

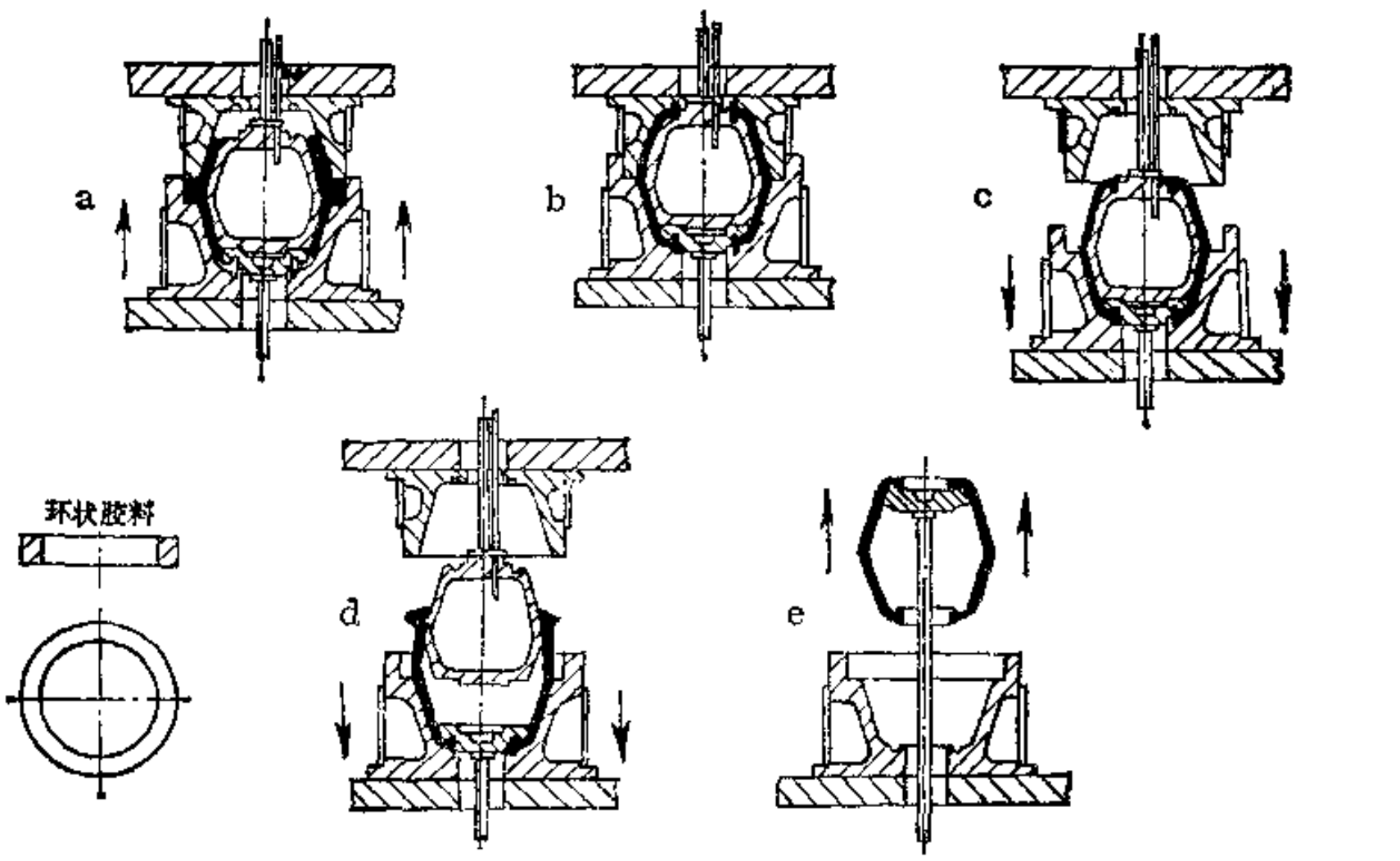


图 2-7-1　B型胶囊的形成过程

a—模型正在关闭；b—模型闭合，定型结束硫化开始；c—模型打开；d—上芯模脱出胶囊；e—下芯模顶出胶囊

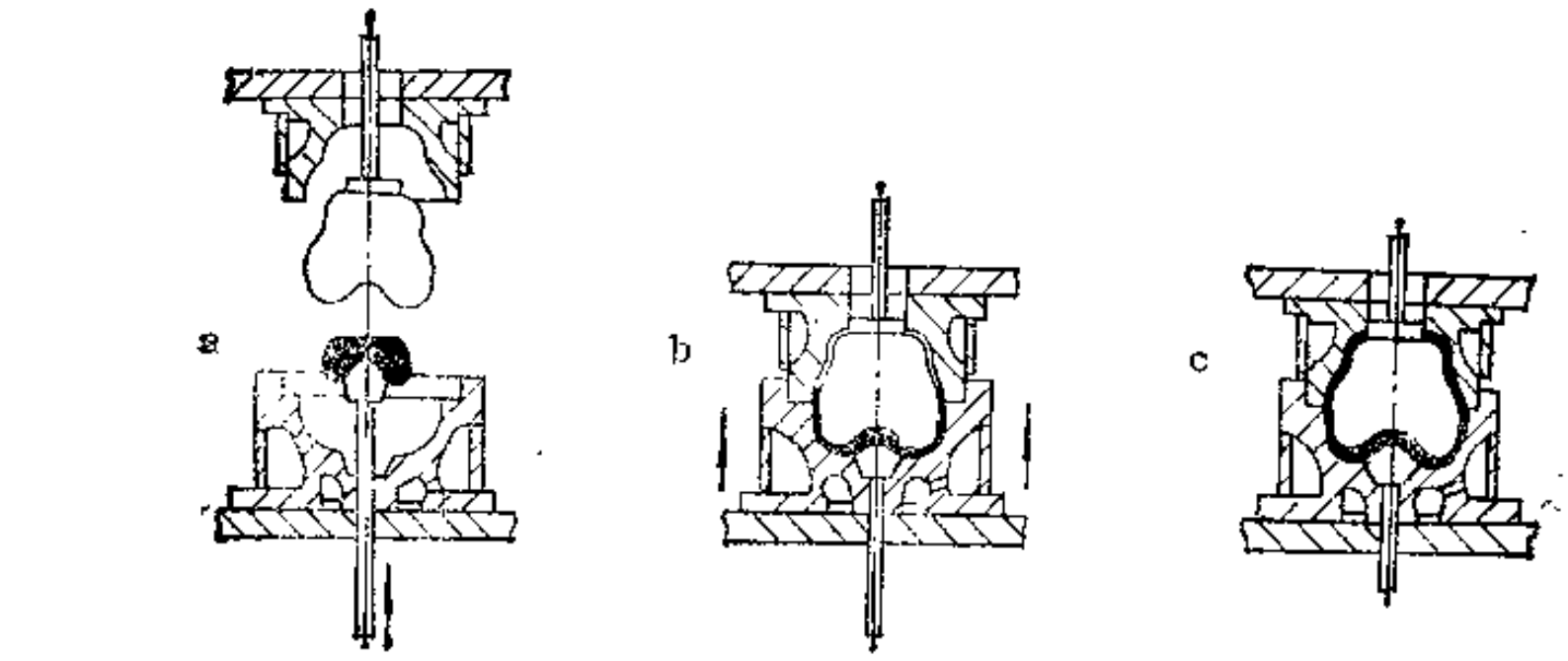


图 2-7-2　A型胶囊的形成过程

a—下芯模上升料坯定位；b—合模；c—定型硫化结束；d—开模；e—胶囊脱模

二、结 构 简 介

胶囊硫化机的结构如图2-7-3所示。国产的几种胶囊硫化机，采用下压式框形结构。主要由主液压缸1、上芯模液压缸9、下芯模液压缸3、上横梁10、墙板11、油箱16、油路系统15及电气控制箱14等组成。主机的上横梁10、左右墙板11与主液压缸1组成一封闭式框形受力机构。工作台4装在主活塞2上，借导向辊轮17沿侧框板上下移动（也有做成导向滑块作为导向的）。下芯模液压缸活塞杆6用于固定和升降下芯模7，其下芯模液压缸3固定在工作台4上，中间顶杆8的两个液压缸9装在上横梁10上。油箱16根据厂房布置可设在地下室或机器的右面，油箱上面安装液压系统的高低压油泵及控制阀。工作台4与上横梁10上均装有隔热石棉板，避免热量传递到主机零件上。左右墙板与上横梁及主液压缸的连接有几种不同类型，有子口台肩的，也有销轴及键连接的。

图2-7-4为另一种胶囊硫化机的结构，与图2-7-3基本相同，但上芯模12系通过齿轮10和齿条9传动。上芯模的驱动液压缸13是单缸，布置在框板的侧面。主液压缸1采用柱塞式结构。下芯模液压缸3的底与柱塞2的内腔相通，这样可省去下芯模的下进油管。上芯模齿条的套8为石墨轴承，以减少磨耗。

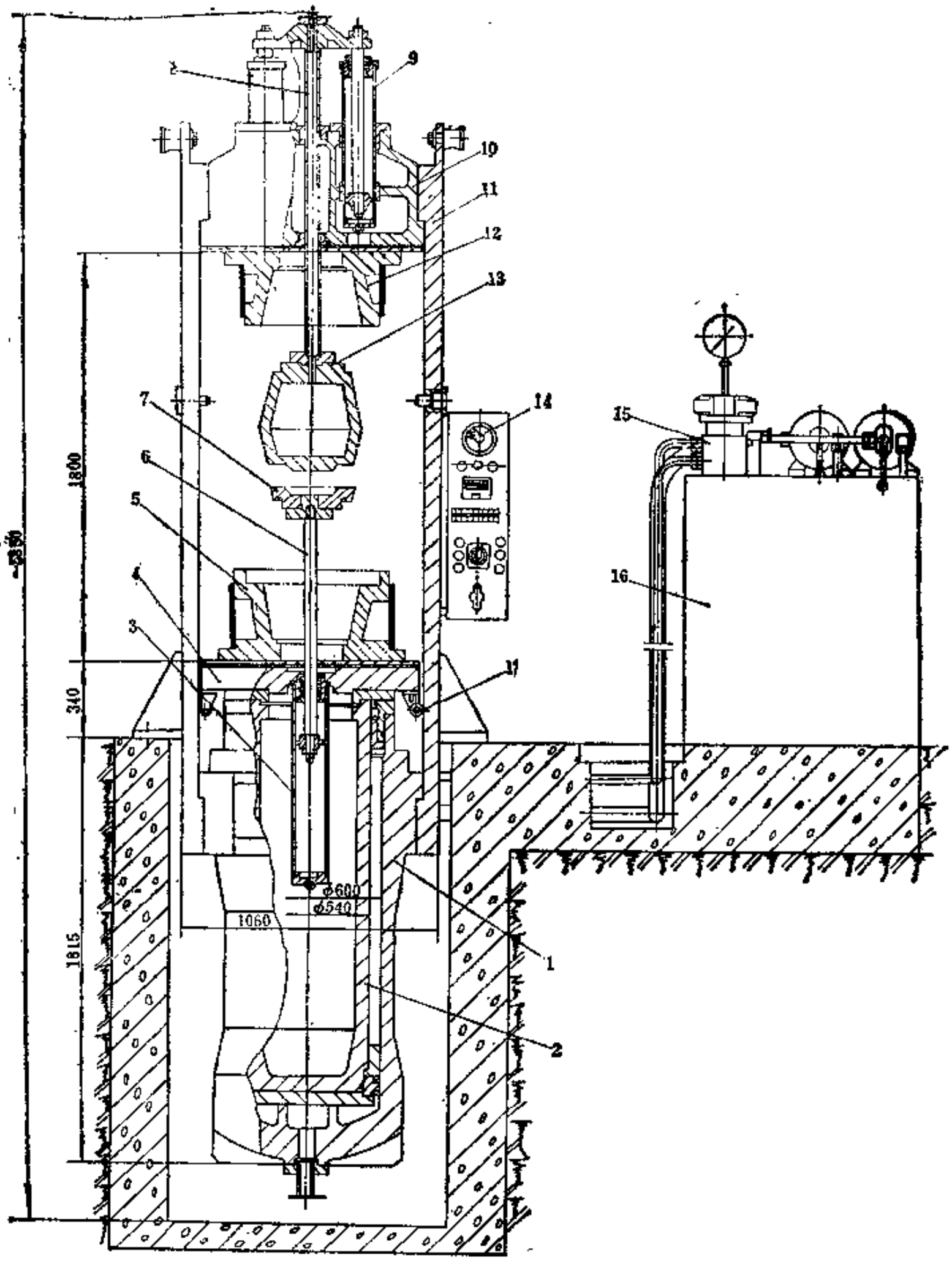


图 2-7-3　5000kN胶囊硫化机

1—主液压缸；2—主活塞；3—下芯模液压缸；4—工作台；5—下模；6—下芯模液压缸活塞杆；7—下芯模；8—中间顶杆；9—上芯模液压缸；10—上横梁；11—墙板；12—上模；13—上芯模；14—控制箱；15—油路系统；16—油箱；17—导向辊轮

三、主要性能参数

胶囊硫化机的主要性能参数见表2-7-1。

表 2-7-1　国内外胶囊硫化机的主要性能参数

性能参数 \ 机器型号		中国三明化工机械厂			日本	苏　联	
		LLA-5000	LLA-10000	LLA-32000①	900 t	ДО-236	ДО-239
最大合模力，kN		5000	10000	32000	9000	4000	8000
工作台尺寸，mm		920×940	1600×1680		1500×1680		1400×1500
工作台间距，mm		1800	3000	5700	3000	2100	3660
工作台速度（上/下），m/min		0.61/1.08	1.0/0.45		0.54/0.42	〃	1.8/1.2
硫化胶囊最大规格		11.00-24	18.00-25		18.00-25	12.00-20	23.1-34
主液压缸	直径，mm	600	800	1400	890		
	行程，mm	1260	2400	4600	2400		2200
上芯模液压缸	直径，mm	125	180		180		
	行程，mm	520	920	1700	912	700	950
	数量	2	2	1	2		1
	下推力，kN	50	166.7		145		
	上推力，kN	60	196		174		
下芯模液压缸	直径，mm	125	250		250		
	行程，mm	680	1220	2500	1120	750	1000
	数量	1	1	1	1	1	1
	下推力，kN	25	172		165		
	上推力，kN	30	192	520	185		150
液压系统	流量（低/高），L/min	140/7	280/25	800/100	350/14	25/35	100/35
	高压，MPa	18	20	21	16	20	20
	中压，MPa		3.5	10	3.5	3.6	6.0
	低压，MPa	2.0	0.85	1.0	0.85		
					24		
	电机功率，kW	5.5/4	22.5(15;7.5)		11;7.5;5.5	14;20	14;20
	高压泵类型	柱塞泵	柱塞泵		柱塞泵		
	中低压泵类型	齿轮泵	叶片泵		齿轮泵		
	真空表压，kPa		10		10		
	油箱容量，L		3480		3800		
	油箱尺寸，m		2×1.45×1.2		2.6×1.8×1		
外形尺寸，mm		1750×920×5610	2900×1880×10700				

① 仅供参考。

四、主要零部件结构和设计

（一）主液压缸的结构和设计

1．结构

胶囊硫化机的主液压缸，根据胶囊的脱模要求，小型的采用活塞式差压液压缸结构或柱塞式结构，大型的都采取柱塞式结构。差压液压缸开模时可使下模在压力下返回原位，因此脱模可靠，导向性能好。但这种液压缸较柱塞式液压缸加工困难。柱塞式液压缸开模时利用柱塞等零件的自重而下降，因此下降速度缓慢，但加工方便，控制简单。

图2-7-5为5000kN胶囊硫化机的主液压缸及下芯模液压缸结构图。主液压缸1采用分段铸造或锻造，经初加工后焊接成一体，并作退火处理和水压试验，试验压力要求高于工作压

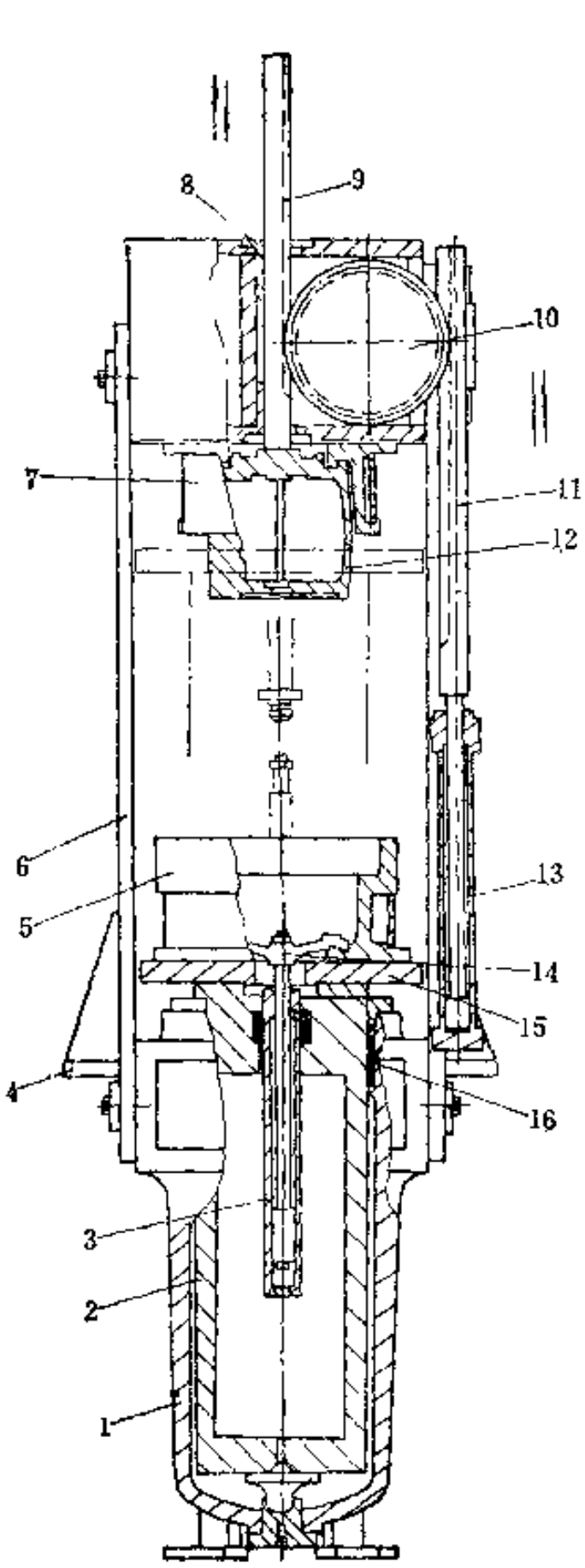


图 2-7-4　胶囊硫化机

1—主液压缸；2—柱塞；3—下芯模液压缸；4—座；5—下半模；6—墙板；7—上半模；8—套；9—上芯模齿条；10—齿轮；11—齿条；12—上芯模；13—液压缸；14—下芯模；15—工作台；16—密封装置

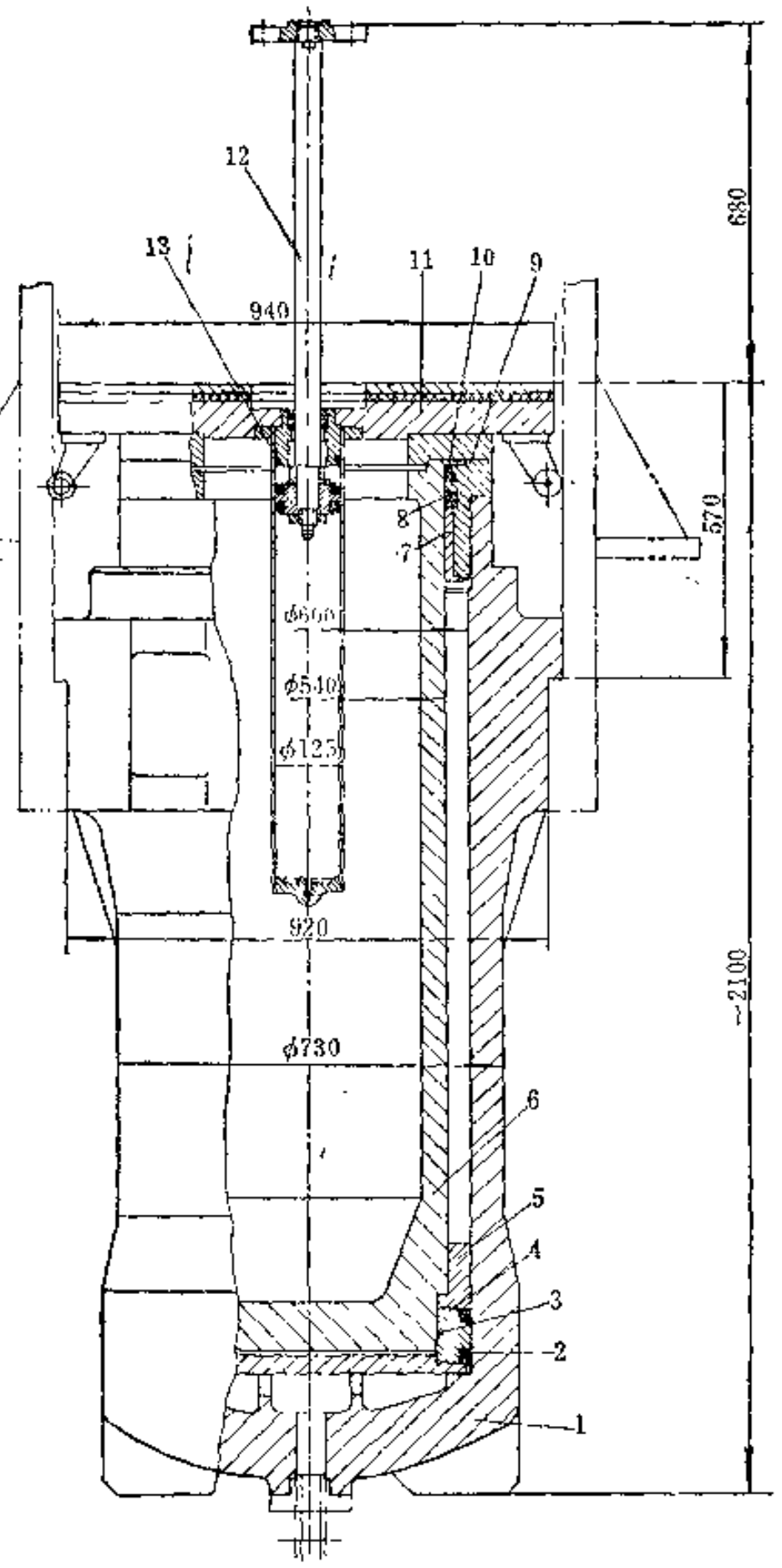


图 2-7-5　5000kN胶囊硫化机主液压缸及下芯模液压缸结构

1—主液压缸；2、8—Y形密封环；3、13—O形密封圈；4、7—导向套；5—套筒；6—活塞；9—压盖；10—防尘圈；11—工作台；12—下芯模油缸活塞杆

力30%。为了便于更换易损件，主液压缸缸口部分的密封件采用导向套7和聚氨酯“Y”形密封环8。活塞6采用无支承圈双向密封结构。密封环2用弹性好的耐油橡胶或聚氨酯橡胶制造。导向套4与活塞6采用O形密封圈3密封。

主液压缸缸底结构形状的选择对于缸底与液压缸体连接处的应力分布及大小，具有很重要的意义。它能改善液压缸的应力分布并增强液压缸的强度。从而降低液压缸底的厚度，节

省钢材，改善铸件质量，保证使用寿命。主液压缸缸底结构一般采用椭圆碟形或准球形封头。液压缸的周壁到缸底，应采用大圆弧逐渐过渡连接，以防由于缸壁方向变化引起过大的应力集中。其过渡圆弧半径不得小于液压缸内径的1/8。

2. 强度计算

主液压缸外径与内径之比值大于1.1以上，属于厚壁容器，故其强度应按厚壁容器进行计算。如图 2-7-6 所示，一般分中段强度、缸底强度和缸口台肩三部分进行计算。

（1）液压缸中段强度计算　液压缸的内径D(mm)根据使用要求由下式确定：

$$D=\sqrt{\frac{4P}{\pi p}} \qquad (2\text{-}7\text{-}1)$$

式中　P——工作总压力，N；

p——最大单位工作压力，N/mm²。

若缸体材料为锻钢和铸钢，在校核缸体壁厚时，应采用第四强度理论进行计算。

（2）液压缸底部的计算　目前液压缸底部大多数采用椭圆碟形结构，其厚度δ_1(mm)按下式计算：

$$\delta_1=\frac{v\cdot p\cdot D}{2[\sigma]\varphi-0.2p}+c \qquad (2\text{-}7\text{-}2)$$

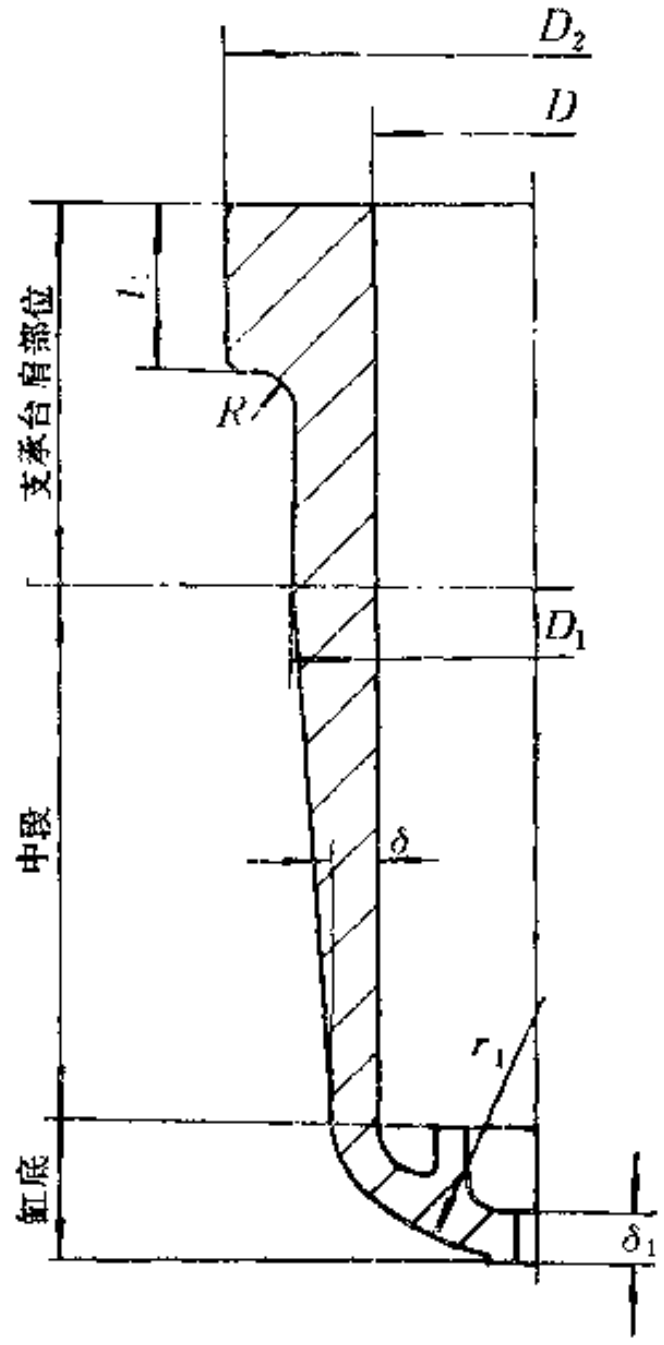


图 2-7-6　主液压缸计算示意图

式中　v——椭圆碟形缸底的应力增强因素，$v=\frac{1}{6}(2+k^2)$；

k——长短轴比值，对椭圆碟形缸底取$k=2$；

p——单位工作压力，N/mm²；

φ——焊接系数，如缸体与缸底整体铸造，取$\varphi=1$；

c——腐蚀或负偏差附加值，mm；

$[\sigma]$——许用应力，N/mm²。

缸底的许用应力$[\sigma]$建议采用：铸钢$[\sigma]=80\sim90$N/mm²；锻钢$[\sigma]=90\sim100$N/mm²；合金钢$[\sigma]=100\sim110$N/mm²。

（3）液压缸台阶的计算　液压缸上部台阶的尺寸l_1(mm)，为简化计算，可根据液压缸壁厚确定，其关系如下：

$$l_1=(2-3)\delta \qquad (2\text{-}7\text{-}3)$$

式中　δ——液压缸壁厚，mm。

为避免不同壁厚过渡区产生应力集中，取凸台肩处的圆弧半径$R=(0.15\sim0.25)\delta$。台肩处截面上的应力为弯曲应力和拉伸应力之和，即：

$$\sigma=\frac{P}{0.785(D_1^2-D^2)}+\frac{6M_0}{\delta^2}\leqslant[\sigma] \qquad (2\text{-}7\text{-}4)$$

式中 σ——应力，N/mm²；

$P=0.785D^2\cdot p$，N；

p——单位工作压力，N/mm²；

$$M_0=\frac{1}{2}T(D_2-D)\left[\frac{}{1+\frac{\beta l_1}{2}+\frac{1}{\beta D}\left(\frac{l_1}{\delta}\right)^3\ln\frac{D_2}{D}}\right]，\ \text{N}\cdot\text{mm}；$$

$$T=\frac{P}{\pi D}，\ \text{N/mm}；$$

$$\beta=\sqrt[4]{\frac{12(1-\mu^2)}{D^2\delta^2}}；$$

μ——材料泊松系数，钢的$\mu=0.3$，铸铁的$\mu=0.25$；

D、D_2、l_1、δ——见图2-7-6，mm。

缸体中段和台肩处许用应力的选择：锻钢$[\sigma]=110\sim130\text{N/mm}^2$。

（4）活塞 液压缸活塞向上的运动速度$v_{上}$(m/min) 和向下的运动速度$v_{下}$(m/min)（见图2-7-7）按下列两式计算：

$$v_{上}=\frac{40Q_1}{\pi D^2} \tag{2-7-5}$$

$$v_{下}=\frac{40Q_2}{\pi(D^2-d^2)} \tag{2-7-6}$$

式中 Q_1——液压缸尾腔的流量，L/min；

Q_2——液压缸头腔的流量，L/min；

D、d——见图2-7-7，cm。

在不考虑摩擦等条件时，作用在活塞上的力P_1、P_2、P_3(N)分别按下列三式计算：

$$P_1=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)p_1 \tag{2-7-7}$$

$$P_2=\frac{\pi}{4}(D^2-d_1^2)p_2 \tag{2-7-8}$$

$$P_3=\frac{\pi}{4}(D^2-d_2^2)p_2 \tag{2-7-9}$$

式中 p_1——低压油工作压力，N/mm²；

p_2——高压油工作压力，N/mm²；

D、d、d_1、d_2——见图2-7-7，mm。

根据力P_2、P_3计算活塞有关部分的强度。力P_1用于返回下模。

液压缸内径 ≤125mm 时，$\frac{B_1}{D}=k$值范围为$0.5\leqslant k\leqslant1$。液压缸内径越大，k值越小。通常胶囊硫化机的总压力一般都较大，内径一般在500mm以上，所以k值取最小值（$k=0.5$左右）。尺寸B根据结构和计算确定。

活塞材料一般选用ZQSn10-1或ZQSn6-6-3。

（二）上横梁、下横梁及侧板的强度计算

参照本分册下册第四篇第七章有关内容。

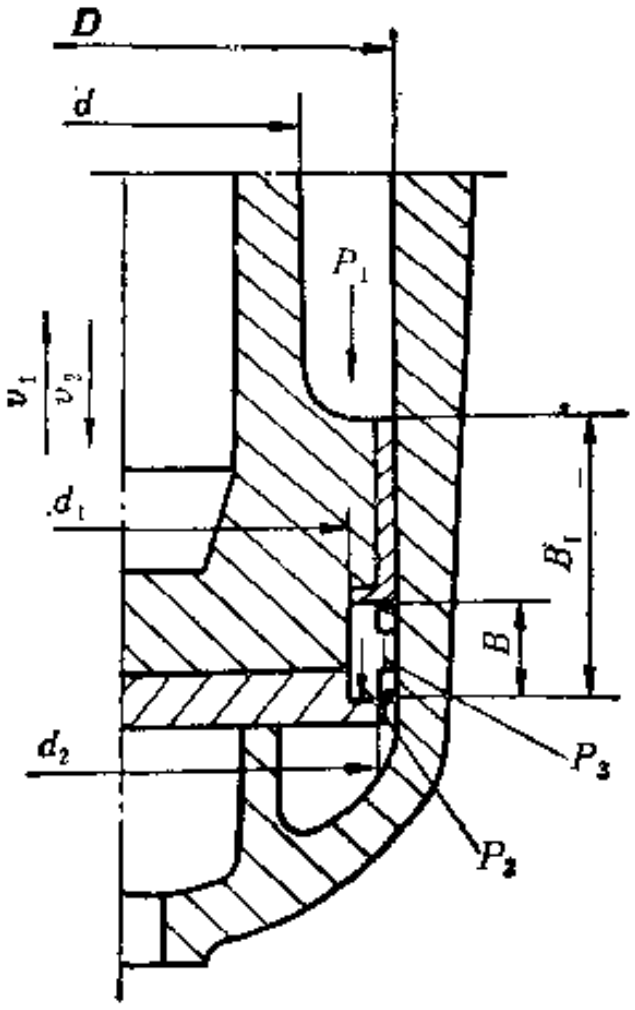


图 2-7-7　主液压缸活塞

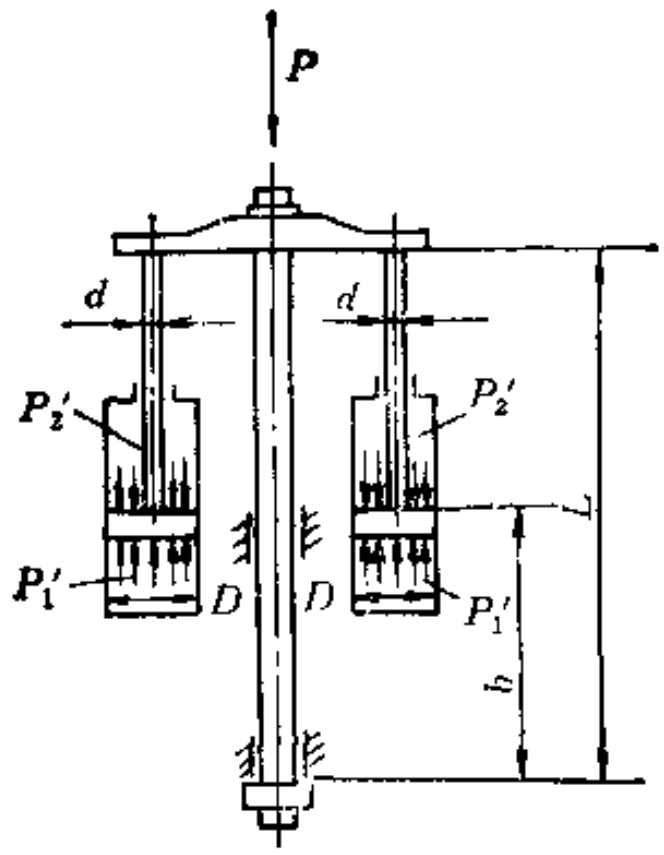


图 2-7-8　上芯模液压缸

（三）上芯模液压缸

上芯模液压缸有双缸和单缸两种形式，如图2-7-3和图2-7-4所示。双缸的计算示意图如图2-7-8，其上推力为P_1，下推力为P_2。若为双缸结构，则每一个缸的上推力$P_1'=\frac{P_1}{2}$，下推力$P_2'=\frac{P_2}{2}$。若为单缸，则$P_1'=P_1$，$P_2'=P_2$。

1．上芯模液压缸直径

上芯模液压缸直径D(mm)可按下式计算：

$$D=\sqrt{\frac{4P'}{\pi\phi}} \tag{2-7-10}$$

2．液压缸的壁厚

液压缸外径和内径之比$k=\frac{D}{d}>1.1$，故按厚壁圆筒进行计算。

3．活塞杆稳定性计算

根据液压缸工作情况，活塞杆是否稳定，主要计算杆的柔度。有关活塞杆的柔度计算，详见本手册第一篇第三章密炼机部分的有关内容。

4．液压缸缓冲问题的分析

胶囊硫化机的上芯模液压缸，带着接近1～5 t重的上芯模作上、下运动，且上、下运动的速度都较大。在向下运行时可产生冲击和噪音，为此对上芯模液压缸作一分析是必要的（以上芯模双液压缸为例）。

（1）活塞下行速度$v_下$和上升速度$v_上$按公式（2-7-5）和式（2-7-6）进行计算。

（2）缓冲压力的计算

a．液压缸运动部件的重力W(N)；

$$W = W_{活} + W_{杆} + \frac{W_{芯} + W_{中杆} + W_{余}}{2} \tag{2-7-11}$$

式中 $W_{活}$——活塞重量的重力，N；

$W_{杆}$——活塞杆重量的重力，N；

$W_{中杆}$——中间顶杆零件重量的重力，N；

$W_{芯}$——上芯模重量的重力，N；

$W_{余}$——其余零件估算重量的重力，N。

b．由惯性力所产生的全部机械能E_0(N·mm)：

$$E_0 = E_d + E_m + E_t + E_g \tag{2-7-12}$$

式中 E_d——作用于活塞的液压能，$E_d = p \cdot F \cdot l$，N·mm；

E_m——由惯性力产生的活塞动能，$E_m = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{W v^2}{2g}$，N·mm；

E_t——作用在相反方向的摩擦能，可以忽略不计；

E_g——由于重力而产生向下方向的能量，$E_g = W \cdot l$，N·mm；

p——活塞头腔的压力，N/mm²；

F——活塞头腔有效面积，$F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$，mm²；

l——活塞上缓冲柱塞的长度，mm；

D——液压缸内径，mm；

d——活塞杆直径，mm；

M——质量，N·s²/mm；

v——活塞速度，此处$v = v_下$，mm/s；

W——液压缸运动部件重量的重力，N；

g——重力加速度，$g = 9800 mm/s^2$。

c．平均缓冲压力p_c(N/mm²)：

$$p_c = \frac{E_0}{F_1 \cdot l} \tag{2-7-13}$$

式中 F_1——液压缸面积，$F_1 = \frac{\pi}{4} D^2$，mm²。

d．冲击压力p_p(N/mm²)：

$$p_p = p_c + \frac{E_m}{F_1 \cdot l} \tag{2-7-14}$$

e．液压缸耐压压力p_m(N/mm²)：

$$p_m = \frac{2[\sigma] \cdot \delta}{D} \geqslant p_p \tag{2-7-15}$$

式中 $[\sigma]$——液压缸材料的许用应力，N/mm²。

由惯性力产生的全部机械能E_0，被另一腔的流体能E_1吸收，则$E_0 \leqslant E_1$。当$E_0 > E_1$时，由于全部机械能没有被吸收，因此液压缸的缓冲装置实现不了缓冲，仍有残余能量，则应加长缓冲柱塞的长度l，或者在液压回路中组装减速阀或制动阀。

5．上芯模中间顶杆的强度计算

与上芯模连接的中间顶杆，为截面不变的空心圆柱受压缩杆件，其工作状态为在套筒中垂直于轴线方向可上下移动，但不能转动。受力情况如图2-7-9所示。杆件 $\frac{L}{d}>10$，故需对杆件进行稳定性计算。

载荷的临界值P_K(N)可从下式求得：

$$P_K=\frac{\pi EJ}{(\mu L)^2} \tag{2-7-16}$$

式中 E——中间顶杆材料的弹性模量，钢的$E=2.1\times10^5\text{N/mm}^2$；

J——中间顶杆的惯性矩，$J=\frac{\pi}{64}(D^4-d^4)$(中间顶杆一般由无缝钢管焊接而成)，$\text{mm}^4$；

L——杆的计算长度，mm；

μ——相当长度系数，两端铰支时，$\mu=1$。

这时杆的计算外径D(mm)为：

$$D=\sqrt[4]{\frac{64P_K\cdot L^2}{\eta\cdot\pi\cdot E}+d^4}\leqslant D' \tag{2-7-17}$$

式中 P_K——临界载荷，N；

L——杆的计算长度，mm；

E——材料弹性模量，N/mm^2；

d——中间顶杆内径，mm；

η——系数，$\eta=\left(\frac{\pi}{\mu}\right)^2$；

D'——杆实际采用外径，mm。

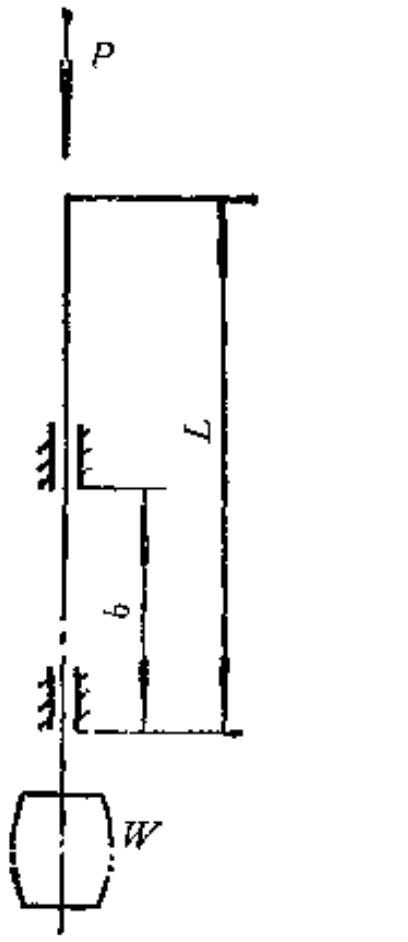


图 2-7-9 中间顶杆受力示意图

五、操作过程与油路系统

胶囊硫化机的工艺操作过程见表2-7-2，油路系统图如图2-7-10所示。

1. 快速合模

将预热好的料坯置于下模上，开动电机M_1、M_2，启动高低压油泵1、2、3。电磁阀Ⅵ工作，切断液压控制卸荷阀4的控制油路，关闭主液压缸下部的排油口。电液阀I_{-1}和II_{-2}工作。低压油泵3向上，下芯模液压缸进油，使上下芯模均处于下降位置。电液阀III_{-2}、IV_{-1}、V_{-1}工作，高低压油泵1、2、3向主液压缸尾腔进油，下模快速上升合模。

2. 高压紧模、保压硫化

切断电液阀III_{-2}，IV_{-1}低压油泵2、3停止向主液压缸进油，此时仅由高压油泵1通过电磁阀V_{-1}向主液压缸尾腔进油。高压油泵1由电接点压力表5控制其断续运行。当高压超过预定值时，切断高压油泵1；当高压低于预定值时，自动起动高压油泵1继续供油，保证达到高压紧模和保证硫化的目的。

3. 开模

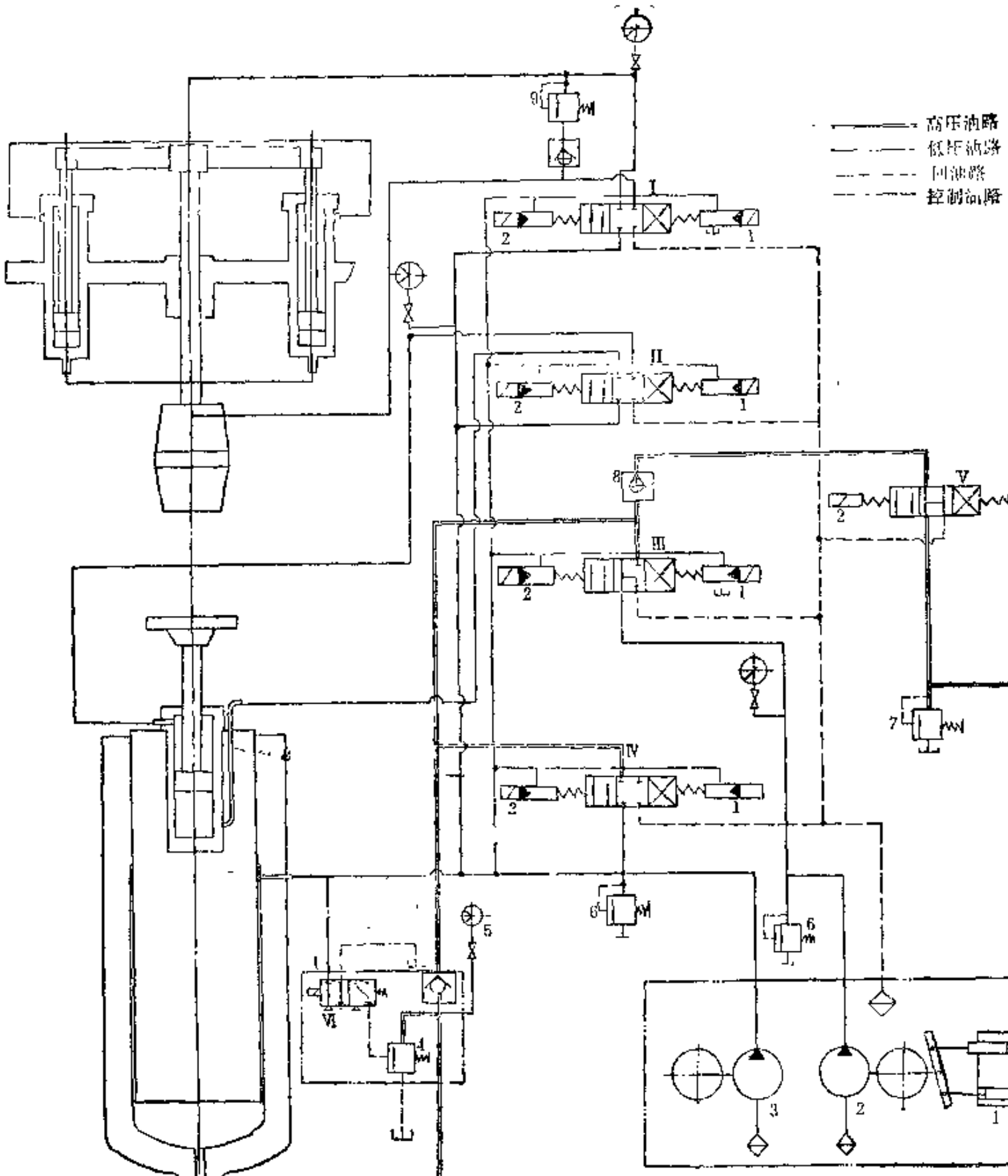


图 2-7-10　5000kN胶囊硫化机液压原理图

1—柱塞泵；2、3—齿轮泵；4—液压卸荷阀；5—电接点压力表；6、9—溢流阀（YF-B20B）；7—高压溢流阀（YF-B10H）；8—单向阀（DIF-L10H3）；Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ—电液阀（34DYO-B20HT）；Ⅲ—电磁阀（34DYK-B20HT）；Ⅴ—电液阀（34DH-B10HT）；Ⅵ—电液阀（24DO-B10HT）

硫化完毕切断高压油泵 1 和低压油泵 2。电液阀Ⅵ断电，接通液压控制卸荷阀 4 的控制油路，开启该阀以打开主液压缸下部的排油口，使主液压缸尾腔排油。低压油泵 3 通过电液阀L_{-1}、L_{-2}使上下芯模下降，同时亦向油泵头腔进油，使下模下降开模。向上芯模与胶囊间通入压缩空气，使胶囊与芯模剥离。

表 2-7-2　5000kN胶囊硫化机工艺操作过程

操作程序 \ 部件及电液阀头			上芯模液压缸		下芯模液压缸		主液压缸				高压阀	保压阀	低压泵	高压泵
			I_{-1}	I_{-2}	II_{-1}	II_{-2}	III_{-1}	III_{-2}	IV_{-1}	IV_{-2}	V_{-1}	VI_{-1}	D_2	D_1
手动	高速合模		✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
	高压闭模		✓			✓					✓	✓	✓	✓
	保压硫化		✓			✓					✓	✓		✓
	开模	上芯模降	✓			✓	✓			✓			✓	
		上芯模升		✓		✓	✓			✓			✓	
		下芯模升		✓	✓		✓			✓			✓	
		下芯模降		✓		✓	✓			✓			✓	

4．脱上芯模

当上芯模与胶囊剥离后，电液阀I_{-1}断电，而I_{-2}工作使得上芯模上升，并从胶囊内脱出。

5．脱下芯模

当上芯模与胶囊脱离后，电液阀II_{-2}断电，II_{-1}工作，下芯模上升，胶囊与下模脱开。

6．下芯模下降

当胶囊完全与硫化模型脱离后，电液阀II_{-2}得电工作，使得下芯模下降，为硫化下一条胶囊作好准备。

第二节　胶囊模型

一、胶囊的类型

胶囊是轮胎定型硫化机的重要部件，它是采用压注法制得的橡胶制品。胶囊的类型因硫化机结构不同而异。目前各种定型硫化机使用的胶囊主要分为A型、B型、AB型三种，其形状如图2-7-11所示。其中A型胶囊又分普通轮胎用的桶状胶囊及子午线轮胎用的桔子状胶

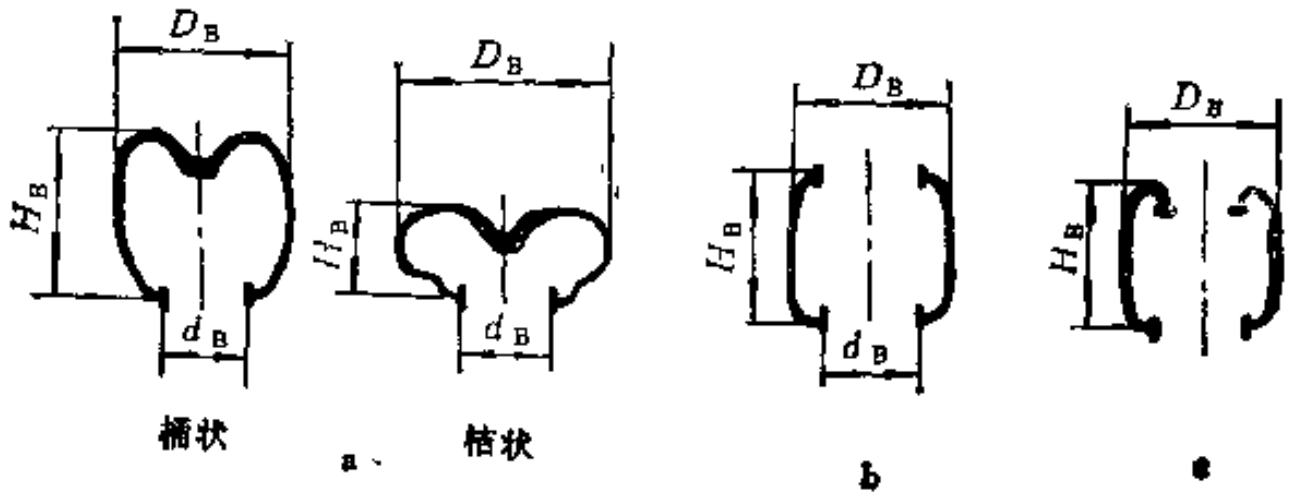


图 2-7-11　胶囊类型

a—A型胶囊；b—B型胶囊；c—AB型胶囊

囊。B型胶囊普通轮胎及子午胎通用。各种胶囊的情况如下所述。

1．A型胶囊

是一种下端开口上端封闭的圆桶状或桔子状橡胶囊。下部开口端用于安装在硫化机中心囊筒的子口上，上部顶端中心是一个U形的凹坑，用于对准胎坯中心，使之定位。凹坑部分较其它部分厚，以增加强度，延长使用寿命。

A型胶囊专用于A型定型硫化机。硫化机的推顶机构和A型胶囊相配合。在操作过程中，A型胶囊要反复出入特殊配备的囊筒和轮胎胎体内腔，所以胶囊要在受热的情况下承受反复的变形和曲挠。

2．RIB型胶囊主要用于硫化子午线轮胎

在A型胶囊的基础上加以改进，因此，胶囊高度与硫化子午线轮胎用A型桔子状胶囊一样，不同点是在硫化后用机加工方法钻一活塞杆小孔。同时为了安装上下夹盘（见第四章第四节图2-4-61中的 6 、 7），在胶囊顶部形状及厚度稍作改变，以利于中心活塞杆的安装及密封。并要求顶部厚度与侧面厚度要圆滑过渡、以防止应力集中。

3．B型胶囊

是一种上、下开口的腰鼓形桶状橡胶囊，下端安装在硫化机中心机构的下夹盘上，上端安装在中心机构柱直胶囊的水缸活塞杆顶端的夹盘上。在操作过程中胶囊始终暴露在下模的上方，出胎时胶囊以一种剥离方式从轮胎脱出，胶囊柱直后高度较高，使机器高度增加。

4．AB型胶囊

系在综合A型和B型胶囊的特点基础上设计而成，它保留着A型胶囊和B型胶囊的特点，成为一种既像下部开口的A型胶囊，又像上部略为向里弯曲的B型胶囊。这样就克服了A型胶囊在定型时中心不稳的问题，并可使胶囊藏于囊筒内，使胶囊不承受大的变形，而且可降低机器的设计高度。但采用这种胶囊的硫化机，在轮胎定型时机械手必须与中心机构下降时同步。

二、胶囊模型

胶囊模型遵守一般橡胶模具设计原则，要求模腔具有准确的几何形状，并考虑橡胶的收缩率。模型要具有足够的强度，硫化时不产生变形，同时结构要简单，装卸方便，易于清洗，定位可靠，排气通畅和方便脱模。

A型胶囊和B型胶囊的模型分别如图2-7-12和图2-7-13所示。各种胶囊模型均分上模、下模和芯模三部分，芯模又分上芯模及下芯模。上下模及芯模均需通蒸汽加热。为此，均制成夹套式，并设有蒸汽进出口。

为了便于胶囊出型，模型需要设置分型面。分型面的位置需要考虑胶料填充、制品压实、脱模操作和制造方便等因素，一般设置在模型中部。

A型胶囊由于一端封闭，为了便于脱模封闭端要认真考虑进气及排气的要求。A型胶囊脱模时由于用压缩空气将胶囊吹顶出模型，一般配备有如图2-7-14所示的单向阀。开模后，压缩空气通过单向阀直径7mm的孔和锥面A吹顶胶囊，使胶囊从芯模上脱出。

图2-7-15为RIB型胶囊模型，它是在A型胶囊模型的基础上加以改进而成。这种胶囊在硫化成型时一端封闭，当硫化完毕后，为了安装，中心活塞杆，中心封闭加厚处，用机加工办法钻一中心孔。RIB型胶囊模模具与其它轮胎硫化用胶囊一样，在硫化成型时为便于脱模封闭端要认真考虑进气，排气的要求。同样在脱模时仍采用压缩空气将胶囊吹顶出模型。如

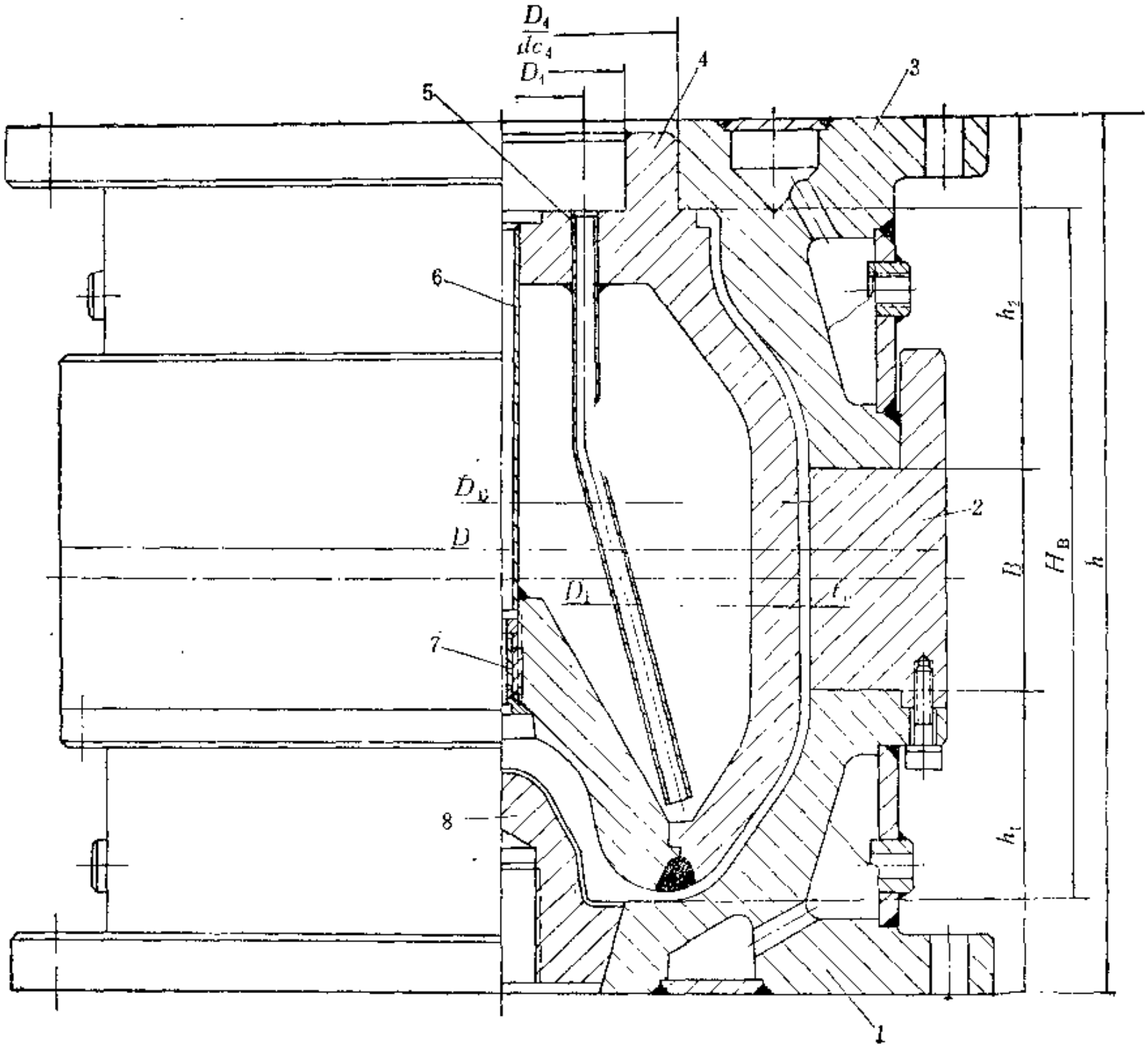


图 2-7-12　A型胶囊模型

1—下模；2—调整垫；3—上模；4—上芯模；5—蒸汽进、出管；6—风管；7—单向阀；8—下芯模

果在硫化时就将中心孔硫化出来则就无法吹顶脱模。为防止在硫化时流动橡胶堵塞进排气孔安装了单向阀，但这种单向阀，同样为了使用方便和可靠而装有弹簧，开模后压缩空气通过单向阀阀杆的ϕ3小孔和锥面吹顶胶囊，从而使胶囊从芯模上脱出。

压注B型胶囊时，矩形断面的环条状胶料放置在模型的胶料槽内。胶料槽的形状如图2-7-16所示，其尺寸系根据胶囊规格、耗胶量、胶料体积及胶料在模腔内的压实程度来确定。条状胶料按60°斜角切头对接成环状，高度方向要留有一定的富裕量。各种规格B型胶囊模型胶料槽的尺寸见表2-7-3，为便于胶料流动，有的胶囊模型在胶料槽的平面处有1°的斜面。

几种胶囊模型的主要尺寸见表2-7-4和表2-7-5。有的B型胶囊模型，在上下模的中部位置开有16个孔径2mm的小孔作排气用。A型胶囊的胶料做成桔子状，同时一端压制成与硫化机球鼻形状和大小一致的毛坯，放置上芯模上。合模时胶料的流动方向是从下往上。因此

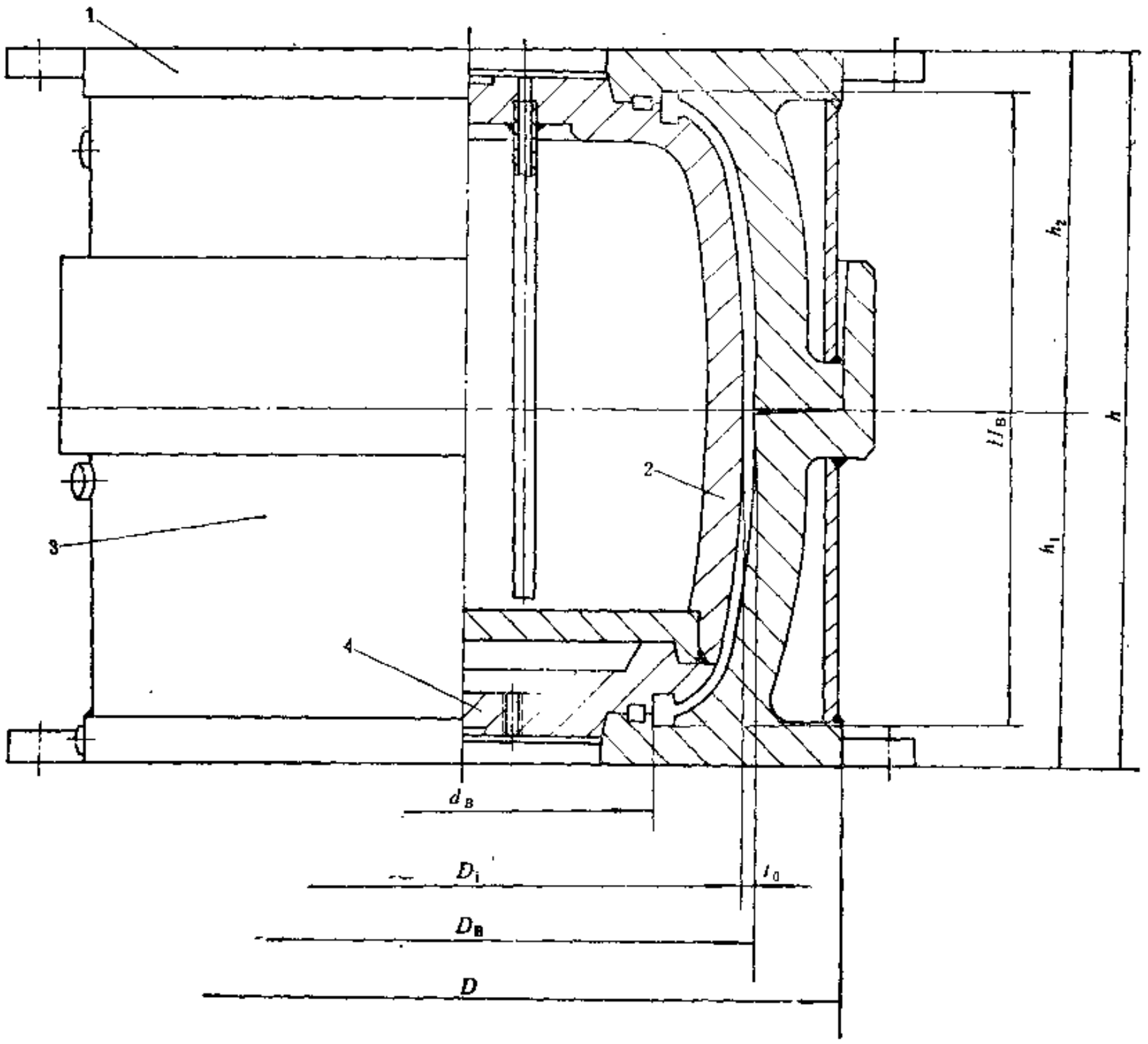


图 2-7-13　B型胶囊模型

1—上模；2—上芯模；3—下模；4—下芯模

表 2-7-3　胶囊模型胶料槽尺寸　　单位：mm

胶囊规格 / 尺寸代号	B型胶囊模型					
	7.50-20	9.00-20	11.00-18	11.00-20	12.00-20	12.00-18
a	78.5	60	85	95	110	85
b	80	100	70	70	75	85
c	105	140	130	150	75	120

A型胶囊就不需要胶料槽。胶料在模腔中硫化时，可产生很高的膨胀压力，其值可达80MPa以上。同时，胶囊硫化机的合模压力同样很大，因此模型一般用铸钢铸成或用钢板焊接而成。

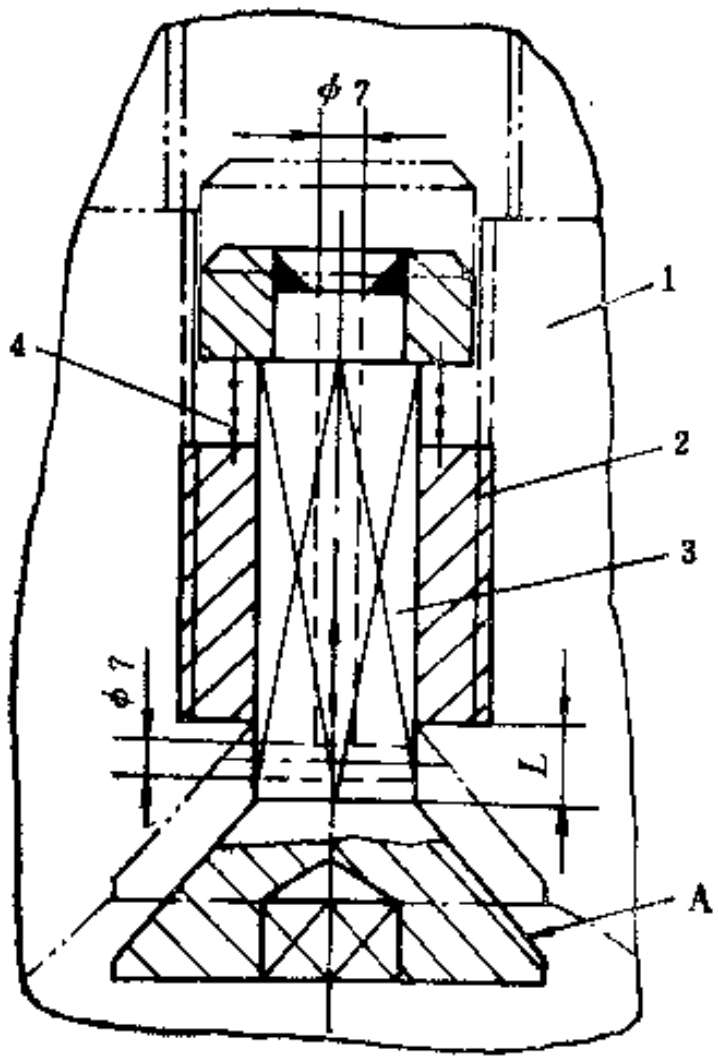


图 2-7-14　A型胶囊模型用单向阀

1—胶囊模；2—阀座；3—阀芯；4—弹簧

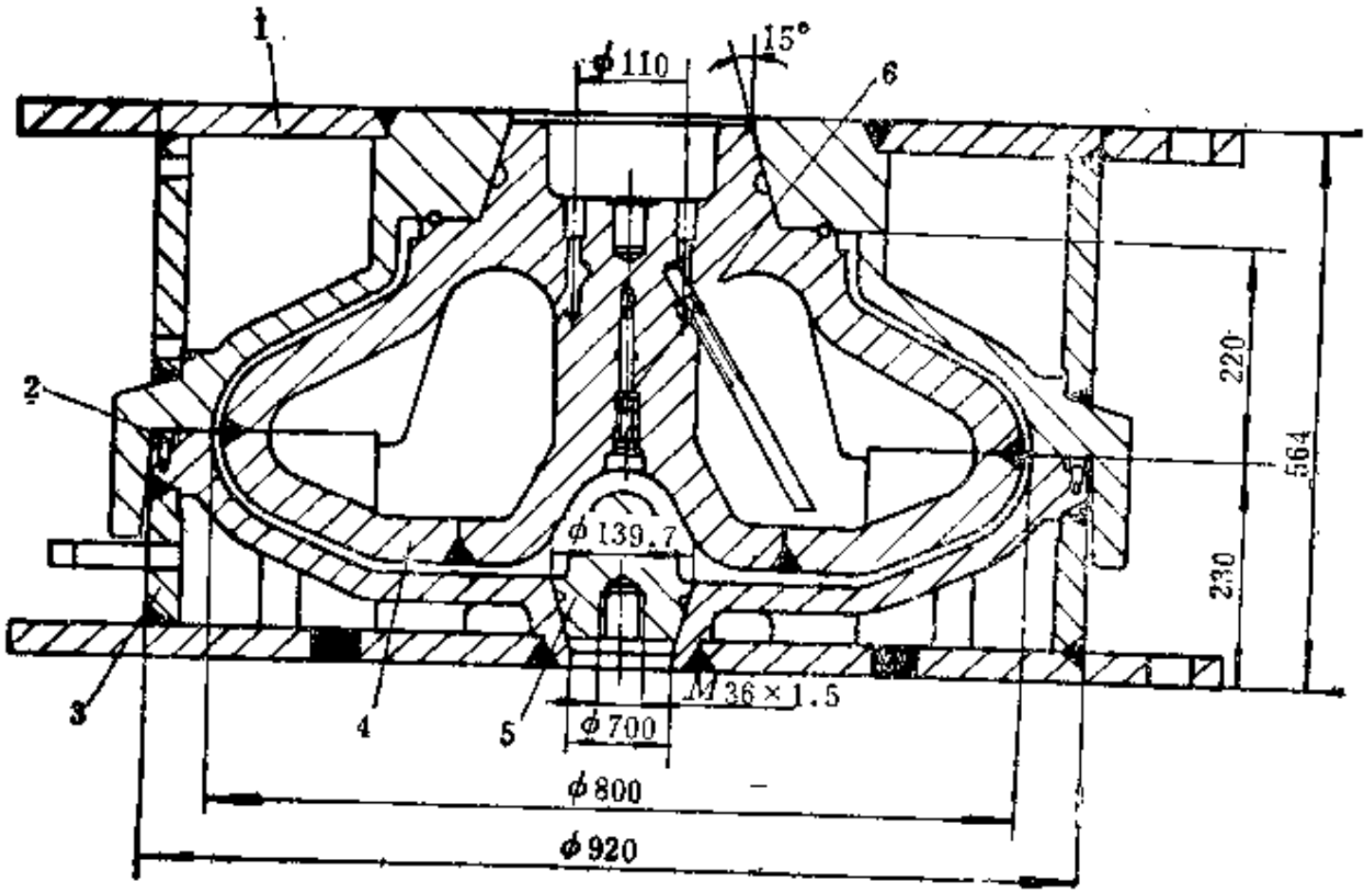


图 2-7-15　RIB型胶囊模型

1—上模；2—调整环；3—下模；4—芯模；5—下芯模；6—单向阀

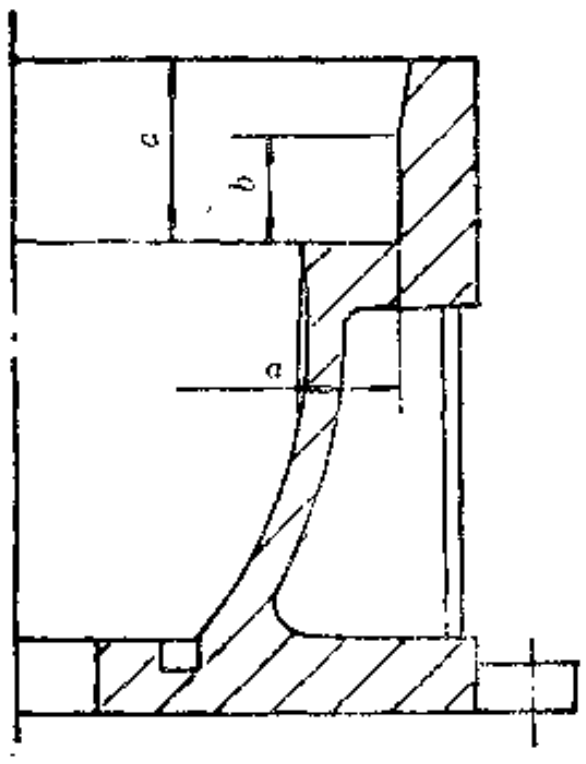


图 2-7-16　胶囊模型的胶料谱

表 2-7-4　A型胶囊模型的主要尺寸（见图2-7-12）　　单位：mm

模型尺寸 \ 规格	适应12/13in囊筒					适应15in囊筒				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
胶囊高度H_B	470	432	394	356	320	546	508	470	432	394
夹缘孔径d_B	264	264	264	264	264	311	311	311	311	311
胶囊外径D_B	420	420	420	420	420	540	540	540	540	540
胶囊内径D_1	407	407	407	407	407	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5
胶囊壁厚t_0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
胶囊模型外径D	630	630	630	630	630	750	750	750	750	750
下模高度h_1	205	205	205	205	205	234	234	234	234	234
上模高度h_2	235	235	236	235	235	280	280	280	280	280
调整模厚度B	150	112	74	36	0	152	114	76	38	0
胶囊模全高h	590	552	514	476	440	666	628	590	552	514
螺钉安装尺寸	4孔，ϕ26×ϕ800，60°方向					4孔，ϕ26×ϕ800，60°方向				

注：A1适用轮胎规格：6.50-16；8.00/8.20-15；7.50-15；7.10-15；7.00-15；8.50-14。

A2适用轮胎规格：6.00-16；6.70-15；6.50-15；6.40-15；8.00-14；7.50-14。

A3适用轮胎规格：6.00/6.20-16；5.00/6.90-15；5.60-15；7.00-14。

A4适用轮胎规格：6.45-14；5.90-14；5.60-14；6.40-13；5.90-13；6.95-14；7.25/7.00-13；6.70-13。

A5适用轮胎规格：5.00/5.20-14；5.60-13；5.20-13。

B1适用轮胎规格：8.25-16。

B2适用轮胎规格：8.25-15。

B3适用轮胎规格：9.00-15；8.90-15；8.20-15。

B4适用轮胎规格：7.50-16。

表 2-7-5　B型胶囊模型的主要尺寸（见图2-7-13）　　单位：mm

模型尺寸 \ 轮胎规格	7.50-20	9.00-20	11.00-18	11.00-20	12.00-20	12.00-18
胶囊高度H_B	468	560	544	624	680	636
夹缘孔径d_B	340	380	340	380	360	340
胶囊外径D_B	563	580	570	630	630	630
胶囊内径D_1	541	560	550	602	606	610
胶囊壁厚t_0	11	10	10		12	10
模型外径D	720	720	724	820	940	810
下模高度h_1	280	330	331	360	568	316
上模高度h_2	280	330	331	360	418	396
模型全高h	560	660	662	720	826	712
螺钉安装尺寸	4孔，ϕ28×ϕ940，60°方向				4孔，ϕ30×ϕ940，60°方向	

[General Information]
书名=橡胶工业手册　第九分册　（上册）　橡胶机械
作者=
页数=1011
SS号=11141752
出版日期=

封面
书名
版权
前言
目录
正文