

橡胶工业手册

HANDBOOK OF RUBBER INDUSTRY

修订版

第五分册

胶带、胶管与胶布

化学工业出版社

橡 胶 工 业 手 册

修 订 版

第 五 分 册

胶 带、胶 管 与 胶 布

李延林 吴宇方 翟祥国 主编

化 学 工 业 出 版 社

(京) 新登字039号

内 容 提 要

本分册主要介绍了胶带、胶管、胶布及胶布制品的分类、结构、设计、胶料配方、制造工艺、成品检验和使用保养,此外,还有胶管总成。

本书主要供从事胶带、胶管、胶布及胶布制品科研、设计、生产部门的技术人员、管理干部和有一定水平的工人阅读,也可供大专院校有关专业师生参考。

本书在编写过程中,得到了上海橡胶厂、上海胶带厂、沈阳第四橡胶厂、沈阳胶带总厂、天津市橡胶工业研究所、无锡龙山橡胶厂、嘉兴橡胶厂、曲阜橡胶厂等有关部门的支持和赞助,在此,一并致谢。

橡 胶 工 业 手 册

修 订 版

第 五 分 册

胶 带、胶 管 与 胶 布

李延林 吴宇方 翟祥国 主编

责任编辑:周伟斌 宋向雁

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

北京市朝阳区惠新里3号

北京海淀区海丰印刷厂印刷

顺义寺上装订厂装订

新华书店北京发行所经销

开本787×1092¹/₁₆ 印张36¹/₄ 字数906千字

1990年12月第1版 1993年6月北京第2次印刷

印 数 7,501—11,500

ISBN 7-5025-0780-9/TQ·440

定 价 29.40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	李廷林	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	钟延堦	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

钟延堦

张丹秋

第 五 分 册

李廷林

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 谢东明 刘兴久 程 胜

第二章 程 胜

第三章 张今人

第四章 邹钟熙

第五章 程 胜

第二篇

第一章 徐桃源

第二章 徐桃源

第三章 刘岳兴

第四章 徐桃源 刘家兴

第五章 徐桃源 刘家兴

第六章 徐桃源 刘家兴

第七章 马隆芳 徐桃源

第八章 顾洗心

第九章 申屠绍铭

第三篇

第一章 徐能贤

第二章 朱洪元 林伟贞

此外，程胜参加了胶带、徐桃源参加了胶管的审纂工作。

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、上海市胶鞋研究所、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。对于目前尚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 胶 带

第一章 输 送 带

第一节 输送带的结构和品种分类 2

一、输送带的结构..... 2

二、输送带的品种分类..... 2

(一) 按抗拉层材料分类..... 2

(二) 按输送带覆盖胶形状分类..... 3

(三) 按用途分类..... 3

第二节 输送带的设计和计算..... 5

一、主要原材料选择..... 5

(一) 橡胶..... 5

(二) 抗拉层材料..... 5

二、配方设计..... 9

(一) 普通输送带配方设计..... 9

(二) 特殊性能帆布芯输送带

配方设计.....11

(三) 阻燃输送带配方设计.....11

(四) 钢丝绳芯输送带配方设计.....12

(五) 钢绳牵引输送带和折叠式

输送带配方设计.....14

三、输送带的选型计算.....14

(一) 输送带宽度计算.....14

(二) 输送带最大张力计算.....17

(三) 输送带设计强度计算.....22

(四) 输送带运行速度选择.....23

(五) 帆布芯输送带的宽度

与层数的对应关系.....23

(六) 设计计算举例.....23

第三节 输送带制造工艺27

一、纤维材料抗拉层输送带.....27

(一) 帆布芯输送带制造工艺.....27

(二) 棉帆布芯输送带制造工艺.....28

(三) 维纶帆布芯输送带制造工艺.....34

(四) 锦纶帆布芯输送带制造工艺.....34

(五) 整体芯输送带制造工艺.....36

(六) 环形输送带制造工艺.....37

(七) 花纹输送带制造工艺.....38

二、金属材料抗拉层输送带制造工艺.....39

(一) 钢丝绳芯输送带制造工艺.....39

(二) 钢绳牵引输送带制造工艺.....43

(三) 折叠式输送带制造工艺.....45

第四节 输送带性能指标46

一、普通帆布芯输送带.....46

(一) 输送带尺寸.....46

(二) 物理机械性能.....48

(三) 普通帆布芯输送带外观质量.....50

二、钢丝绳芯输送带.....50

(一) 型号规格系列.....50

(二) 物理机械性能.....50

(三) 钢丝绳配置与接头.....51

(四) 尺寸公差.....51

(五) 钢丝绳芯输送带外观质量规定.....52

三、特殊性能输送带性能指标.....52

(一) 阻燃型输送带.....52

(二) 食品输送带覆盖胶卫生指标.....54

(三) 导静电输送带覆盖胶性能.....54

(四) 耐寒输送带覆盖胶性能.....54

(五) 耐酸(碱)输送带覆盖胶层性能.....55

(六) 耐热输送带覆盖胶层性能.....55

第五节 输送带成品的试验方法55

一、普通帆布芯输送带试验方法.....55

(一) 普通帆布芯输送带试验项目及

执行标准.....55

(二) 试验方法.....55

二、钢丝绳芯输送带试验方法.....57

三、阻燃输送带安全性能试验方法.....57

(一) 阻燃输送带导电性能的测定.....57

(二) 辊筒摩擦试验.....57

(三) 酒精喷灯燃烧试验.....59

(四) 常规丙烷燃烧试验.....60

(五) 扩展的丙烷燃烧试验.....62

第六节 输送带的连接和使用保养62

一、输送带的连接.....62	(三) 普通平带的厚度横向误差..... 105
(一) 帆布芯输送带的连接.....62	(四) 有端普通平带的长度..... 105
(二) 钢丝绳芯输送带的连接.....64	(五) 普通平带的全厚度拉伸强度..... 105
二、输送带的使用保养.....67	(六) 普通平带全厚度拉伸伸长率..... 105
(一) 输送带的使用.....67	(七) 普通平带的外观质量..... 105
(二) 输送带的保养.....67	(八) 其它规定..... 106
三、输送带的修补.....69	二、帘布芯高速环形平带性能指标..... 107
(一) 硫化修补.....69	(一) 帘布芯高速环形平带尺寸公差... 107
(二) 机械修补.....69	(二) 帘布芯高速环形平带物理机械性能..... 107
	性能..... 107
	(三) 帘布芯高速环形平带的外观质量 107
	三、绳芯聚氨酯高速环形平带性能指标... 107
	(一) 绳芯聚氨酯高速环形平带断面尺寸规定..... 107
	(二) 聚氨酯橡胶物理机械性能..... 107
	(三) 绳芯聚氨酯高速环形平带的物理机械性能..... 107
	(四) 绳芯聚氨酯高速环形平带外观质量..... 108
	四、锦纶片芯高速平带性能指标..... 108
	(一) 锦纶片芯和带的面层胶性能..... 108
	(二) 锦纶片芯高速平带物理机械性能..... 109
	第五节 平带试验方法 109
	一、普通平带试验方法..... 109
	(一) 试样的制备..... 109
	(二) 试验方法..... 109
	二、高速平带试验方法..... 110
	(一) 试样制备..... 110
	(二) 试验方法..... 110
	第六节 平带的连接 110
	一、机械连接..... 110
	二、胶接..... 111
	(一) 加热硫化胶接..... 111
	(二) 常温胶接..... 111
	(三) 锦纶片芯高速平带的连接..... 112
	第七节 平带的使用保养 112
	一、普通平带的使用保养..... 112
	(一) 普通平带装机使用要求..... 112
	(二) 普通平带的保养..... 114
	二、高速平带的使用保养..... 114
	(一) 高速平带装机使用要求..... 114
	(二) 高速平带使用环境要求..... 115
第二章 平型传动带	
第一节 平型传动带的结构和品种.....70	
一、帆布芯平带.....71	
二、高速平带.....71	
第二节 平带的设计和计算.....75	
一、强力层材料的选择.....75	
二、配方设计.....76	
(一) 布层擦贴胶配方设计.....76	
(二) 封口胶配方设计.....76	
(三) 对口胶配方设计.....76	
(四) 边胶浆胶配方设计.....76	
(五) 各种胶料配方举例.....76	
三、造型计算.....77	
(一) 普通平带选型计算.....77	
(二) 高速平带选型计算.....81	
第三节 平型传动带制造工艺.....89	
一、普通平型传动带生产流程.....89	
二、普通平型传动带制造工艺.....89	
(一) 塑炼.....89	
(二) 混炼.....90	
(三) 压延.....91	
(四) 压出.....91	
(五) 成型.....92	
(六) 硫化工艺.....96	
三、高速平带制造工艺.....99	
(一) 帘布芯高速环形平带制造工艺.....99	
(二) 绳芯聚氨酯高速环形平带制造工艺..... 100	
(三) 锦纶片基高速平带制造工艺..... 101	
第四节 平带性能指标 104	
一、普通平带性能指标..... 104	
(一) 普通平带宽度和公差..... 104	
(二) 普通环形平带的长度和公差..... 105	

(三) 高速平带的贮存	116
-------------	-----

第三章 V 带

第一节 V 带的品种和结构	117
---------------	-----

一、V 带的品种分类	117
------------	-----

二、V 带的结构	119
----------	-----

(一) 普通 V 带	119
------------	-----

(二) 窄 V 带	120
-----------	-----

(三) 宽 V 带	122
-----------	-----

(四) 活络 V 带	124
------------	-----

(五) 联组 V 带	124
------------	-----

(六) 六角带	126
---------	-----

(七) 多楔带	126
---------	-----

(八) 大楔角 V 带	128
-------------	-----

(九) 抗静电 V 带	129
-------------	-----

(十) 圆型带	129
---------	-----

三、V 带的发展趋势	129
------------	-----

第二节 V 带设计	129
-----------	-----

一、V 带运行时受力分析	129
--------------	-----

(一) 由传递动力而产生的拉应	
-----------------	--

力 σ_1	129
--------------	-----

(二) 由离心力而产生的离心应	
-----------------	--

力 σ_2	130
--------------	-----

(三) 由弯曲张力面产生的弯曲	
-----------------	--

应力 σ_3	130
---------------	-----

二、V 带结构设计	131
-----------	-----

(一) 普通 V 带结构设计	131
----------------	-----

(二) 窄 V 带结构设计	133
---------------	-----

(三) 宽 V 带结构设计	133
---------------	-----

三、主要原材料选择	134
-----------	-----

(一) 帆布	134
--------	-----

(二) 强力层材料	135
-----------	-----

四、配方设计	136
--------	-----

五、V 带传动计算和选型	137
--------------	-----

(一) 普通单根 V 带传动计算	137
------------------	-----

(二) 窄 V 带传动计算	142
---------------	-----

第三节 V 带的制造工艺	145
--------------	-----

一、包布式 V 带制造工艺	145
---------------	-----

二、胶料的制备	146
---------	-----

三、胶片和胶条的制备	146
------------	-----

四、胶帘布、帆布的压延	147
-------------	-----

五、胶帆布、胶帘布、胶片裁断	148
----------------	-----

六、线绳覆胶	148
--------	-----

七、成型	149
------	-----

(一) 单根成型	149
----------	-----

(二) 成组成型 (多根成型)	149
-----------------	-----

八、硫化	150
------	-----

(一) 颚式平板硫化机硫化 (简称 平板硫化)	150
----------------------------	-----

(二) 硫化罐圆模硫化	151
-------------	-----

(三) 鼓式硫化机硫化	152
-------------	-----

九、成品整理	153
--------	-----

十、切边 V 带工艺简述	153
--------------	-----

十一、聚氨酯多楔带制造工艺简述	154
-----------------	-----

十二、活络 V 带制造工艺	156
---------------	-----

(一) 活络 V 带生产工艺流程	156
------------------	-----

(二) 活络 V 带专用的原材料	156
------------------	-----

(三) 工艺过程	160
----------	-----

第四节 V 带的规格及物理机械	
-----------------	--

性能	162
----	-----

一、V 带截面尺寸	162
-----------	-----

二、V 带长度系列及公差	163
--------------	-----

三、V 带物理机械性能	168
-------------	-----

四、V 带外观质量	170
-----------	-----

第五节 V 带成品测试	172
-------------	-----

一、V 带全截面拉伸试验	172
--------------	-----

二、V 带线绳与橡胶粘附强度试验	173
------------------	-----

三、V 带帘布层间粘附强度试验	174
-----------------	-----

四、V 带包布层间粘附强度试验	175
-----------------	-----

五、V 带导电性试验	175
------------	-----

六、V 带动态性能试验	179
-------------	-----

七、V 带屈挠试验	180
-----------	-----

八、V 带长度及截面尺寸的测量	180
-----------------	-----

第六节 V 带的使用保养	183
--------------	-----

一、设计和选择	183
---------	-----

二、传动和环境条件	185
-----------	-----

(一) 带轮应具备的条件	185
--------------	-----

(二) V 带配组使用	189
-------------	-----

(三) 传动装置应设有调距装置	189
-----------------	-----

(四) 张紧轮的使用	189
------------	-----

(五) 带式无级变速器的使用	190
----------------	-----

(六) 拉紧力的控制	190
------------	-----

三、安装	191
------	-----

四、维护保养	191
--------	-----

五、贮存保管	192
--------	-----

第四章 汽车 V 带

第一节 汽车 V 带的结构、种类和

规格..... 193

一、汽车 V 带的结构和种类..... 193

二、汽车 V 带的规格..... 195

第二节 制造汽车 V 带的材料和性能

要求..... 196

一、芯绳和帆布..... 197

二、橡胶胶料..... 198

第三节 汽车 V 带的制造工艺 200

一、汽车 V 带的制造工艺流程..... 200

二、汽车 V 带制造工艺..... 200

(一) 汽车 V 带成型工艺..... 200

(二) 汽车 V 带硫化工艺..... 205

(三) 切边汽车 V 带成品切割..... 209

第四节 汽车 V 带的性能指标 209

一、汽车 V 带有效长度及偏差..... 209

二、汽车 V 带露出高度..... 210

三、汽车 V 带疲劳试验..... 210

第五节 汽车 V 带使用设计..... 211

第六节 汽车 V 带使用注意事项 215

第五章 同 步 带

第一节 同步带的结构和品种规格

..... 218

一、单面齿同步带的结构和品种分类..... 218

(一) 单面齿同步带的结构..... 218

(二) 单面齿同步带的品种分类..... 219

二、双面齿同步带的结构和品种分类..... 221

(一) 双面齿同步带的结构..... 221

(二) 双面齿同步带的品种分类..... 221

第二节 同步带的设计计算 222

一、同步带的齿形设计..... 222

二、制造同步带的主要原材料选用..... 222

三、模具设计..... 223

四、同步带带轮设计..... 224

五、同步带的选型计算..... 228

第三节 同步带制造工艺 236

一、聚氨酯同步带制造工艺..... 236

(一) 聚氨酯同步带生产工艺流程..... 236

(二) 聚氨酯同步带制造工艺..... 236

二、模压橡胶型同步带制造工艺..... 239

(一) 模压橡胶型同步带生产工艺

流程..... 239

(二) 模压橡胶型同步带成型..... 239

(三) 模压橡胶型同步带硫化..... 240

(四) 模压橡胶成型同步带脱模和

检验入库..... 240

第四节 同步带性能指标 241

一、同步带尺寸标准..... 241

(一) 同步带节长及极限偏差..... 241

(二) 同步带厚度、标准宽度及极

限偏差..... 242

(三) 模数制同步带 (聚氨酯类)

型号尺寸及公差..... 243

(四) 模数制聚氨酯同步带的齿

数、长度和宽度推荐系列..... 243

三、同步带的物理机械性能..... 243

四、同步带的外观缺陷允许范围..... 253

五、同步带传动基准功率..... 253

第五节 同步带的测试方法 253

一、同步带的节长测量..... 254

(一) 测长机结构..... 254

(二) 测量步骤..... 254

二、同步带拉伸强度和伸长率的测定..... 256

(一) 试样制备..... 256

(二) 强力计算..... 256

第六节 同步带的使用保养 257

一、同步带的安装..... 257

二、同步带使用常见损坏情况及处理

方法..... 259

第二篇 胶 管

第一章 胶管名称、品种分类 和规格表示方法

第一节 胶管名称 261

一、一般命名方法..... 261

二、按性能用途命名..... 261

三、其它命名方法..... 262

第二节 胶管的品种分类 262

一、按产品结构分类	262
二、按受压状态分类	263
三、按使用性能分类	263
第三节 胶管的规格表示方法	264
一、一般表示方法	264
二、其它表示方法	264
第四节 胶管的计量表示方法	265
一、cm×m表示方法	265
二、in×m表示方法	265
三、其它计量表示方法	265
四、Cm·m与in·m的换算关系	266
第五节 各类胶管的主要品种、性能及用途	266
一、夹布胶管	266
二、吸引胶管	267
三、编织胶管	268
四、缠绕胶管	271
五、针织胶管	272
六、纯胶管	273
七、其它特种及专用胶管	273

第二章 产品结构和主要性能指标

第一节 产品结构	277
一、夹布胶管	277
(一) 结构组成	277
(二) 结构特点	278
二、编织胶管	279
(一) 结构组成	279
(二) 结构特点	279
三、缠绕胶管	280
(一) 结构组成	280
(二) 结构特点	280
四、针织胶管	281
(一) 结构组成	281
(二) 结构特点	281
五、其它胶管	282
(一) 纯胶管	282
(二) 环编胶管	282
(三) 排(吸)泥胶管	283
(四) 钻探胶管	283
(五) 重型排吸油胶管	284
(六) 复合型胶管	284
(七) 短纤维胶管	285
(八) 合成树脂软管	285

第二节 胶管的主要性能和指标	285
一、输水胶管	286
二、空气胶管	287
三、输稀酸(碱)胶管	287
四、蒸汽胶管	288
五、输油胶管	290
六、吸水胶管	291
七、钢丝编织液压胶管	292
八、普通纯胶管	294
九、常用胶管的耐压要求	295

第三章 胶管骨架材料

第一节 骨架材料的作用、要求和基本性能	296
一、骨架材料在胶管中的作用	296
二、胶管用骨架材料的要求	296
三、胶管用骨架的材质及其基本性能	298
第二节 常用骨架材料的品种和性能	298
一、帆布	298
二、帘布	301
三、纤维线	303
四、金属线材	305

第四章 胶料配方

第一节 制造胶管用胶料的要求	308
一、使用性能要求	308
(一) 各胶层的一般作用和要求	308
(二) 其它性能要求	309
二、工艺性能要求	309
(一) 压延和压出性能	309
(二) 定型性	310
(三) 粘着性	310
(四) 流动性	310
第二节 配方设计	310
一、常用橡胶及其它高分子聚合物的基本特性和用途	310
(一) 常用的橡胶品种、基本特性及主要用途	310
(二) 其它高分子聚合物品种及主要特性	310
二、橡胶及其它高分子聚合物的选用	313
(一) 单胶种配合	313

(二) 多胶种及与其它高分子聚合物的选用	313
(三) 热塑性弹性体	316
三、配方设计要点	319
(一) 普通胶管的胶料配方设计	319
(二) 特种性能胶管的胶料配方设计	320
第三节 配方举例	323
一、普通胶管的胶料配方	323
二、特种性能胶管的胶料配方	324
(一) 输送油类、酸(碱)、蒸汽和液压胶管的胶料配方	324
(二) 其它特性胶管的胶料配方	325
三、胶浆用胶料配方	326

第五章 胶管结构设计

第一节 胶管结构设计的一般

原则	327
一、结构形式的确定	327
二、骨架材料的选择	327
三、胶料及胶层厚度的确定	328
(一) 胶料选择	328
(二) 胶层厚度的确定	328
四、工作压力、安全系数和耐压强度	328
(一) 工作压力	328
(二) 安全系数	329
(三) 耐压强度	329
第二节 胶管耐压强度计算	329
一、胶管耐压强度计算的基本原理	329
(一) 胶管的受力分析	329
(二) 胶管耐压强度计算的基本公式	330
二、修正系数	330
三、平衡角	331
(一) 平衡角的推算	331
(二) 骨架层包覆角的设计	332
第三节 夹布胶管结构计算	332
一、耐压强度计算	332
(一) 计算式	332
(二) 计算举例	333
二、夹布层数计算	334
(一) 计算式	334
(二) 计算举例	334
三、施工计算	334
(一) 胶布截断宽度计算	334

(二) 胶片宽度计算	335
(三) 计算举例	336
(四) 夹布胶管施工表举例	337

第四节 铠装夹布胶管结构

计算	338
一、耐压强度计算	338
二、铠装金属丝直径的计算	338
(一) 计算式	338
(二) 计算举例	339
三、铠装金属丝螺旋间距的计算	339
(一) 计算式	339
(二) 计算举例	339

第五节 吸引胶管结构计算

一、耐压强度计算	340
二、在局部负荷下胶管压扁程度的计算	340
(一) 计算式	340
(二) 计算举例	341
三、金属丝直径的计算	341
(一) 计算式	341
(二) 计算举例	341
四、施工计算	342
(一) 夹布宽度计算	342
(二) 内胶层、中胶层和外胶层胶片宽度计算	342
(三) 计算举例	342
(四) 吸引胶管施工表举例	344

第六节 编织胶管结构计算

一、纤维编织胶管结构计算	344
(一) 耐压强度计算	344
(二) 施工计算	346
二、钢丝编织胶管结构计算	349
(一) 耐压强度计算	349
(二) 施工计算	349

第七节 缠绕胶管结构计算

一、纤维缠绕胶管结构计算	352
(一) 耐压强度计算	352
(二) 施工计算	354
二、钢丝缠绕胶管结构计算	355
(一) 耐压强度计算	355
(二) 施工计算	357
三、帘布缠绕胶管结构计算	357
(一) 耐压强度计算	357
(二) 施工计算	359

(三) 帘布缠绕胶管施工表举例	360
第八节 其它胶管结构计算	361
一、针织胶管耐压强度计算	361
(一) 计算式	361
(二) 计算举例	362
二、环编胶管耐压强度计算	362
(一) 计算式	362
(二) 计算举例	362

第六章 胶管制造工艺

第一节 工艺流程图	364
一、准备工艺流程	364
二、胶管制造工艺流程	364
(一) 夹布胶管制造工艺流程	365
(二) 吸引胶管制造工艺流程	365
(三) 纤维编织(或缠绕)胶管制造 工艺流程	367
(四) 钢丝编织(或缠绕)胶管制造 工艺流程	370
第二节 准备工艺	371
一、原材料准备、加工与配合	371
(一) 原材料准备和加工	371
(二) 配合	372
二、塑炼和掺合	372
(一) 橡胶的塑炼	372
(二) 橡胶及与其它高分子聚合物 的掺合	373
(三) 塑炼胶可塑性	373
三、混炼	373
(一) 开炼机混炼	374
(二) 密炼机混炼	374
(三) 胶料过滤	374
(四) 胶料可塑性	375
四、胶料热炼	375
五、压延	376
(一) 胶片压延	376
(二) 胶布压延	376
六、压出	379
(一) 内胶压出	380
(二) 外胶压出	382
(三) 冷喂料压出和抽空压出	383
(四) 复合压出法	384
七、胶浆制备	384

(一) 溶剂胶浆	384
(二) 胶乳浆	385
八、胶布裁断与拼接	387
(一) 胶布裁断	387
(二) 胶布拼接	387
九、线材的合股	388
(一) 纤维线合股	388
(二) 钢丝合股	389
(三) 缠绕钢丝预定型	390

第三节 胶管成型

一、夹布胶管的成型	391
(一) 有芯法成型	391
(二) 无芯法成型	394
二、吸引胶管的成型	395
(一) 设备简述	395
(二) 成型方法	396
(三) 工艺要求	396
(四) 缠绕规格的选择	397
三、编织胶管的成型	398
(一) 纤维编织	398
(二) 钢丝编织	400
四、缠绕胶管的成型	404
(一) 纤维缠绕	404
(二) 钢丝缠绕	406
五、针织胶管的成型	407
(一) 设备简述	407
(二) 工艺要点	407

第四节 胶管的硫化

一、硫化介质与设备	408
(一) 硫化介质	408
(二) 硫化设备	408
二、硫化压力、温度和时间	409
(一) 硫化压力	409
(二) 硫化温度和时间	410
三、硫化方法	413
(一) 直接蒸汽硫化	413
(二) 水硫化	416
(三) 其它硫化方法	417

第五节 其它胶管的成型与硫化

一、环编胶管	418
二、复合型胶管	419
(一) 橡胶-聚乙烯复合胶管	419
(二) 橡胶-聚四氟乙烯复合胶管	419

三、纯胶管·····	420
四、短纤维胶管·····	420
五、合成树脂软管·····	422

第七章 胶管性能测试和 外观质量检验

第一节 胶料（或半成品）性能 测试·····	424
一、快速性能测试·····	424
二、胶料（或半成品）物理机械性能 测试·····	425
第二节 胶管成品的尺寸测量与性能 试验·····	425
一、胶管的尺寸测量·····	425
二、胶管成品试验·····	427
（一）解剖试验·····	427
（二）整体性能试验·····	427
三、胶管外观质量挑选规则·····	432

第八章 胶管接头及胶管总成

第一节 接头的种类·····	435
第二节 胶管接头的选用原则和设计 依据·····	436
第三节 胶管接头的主要类型·····	436
第四节 胶管接头的连接形式和密封 形式·····	441
第五节 胶管接头的设计和加工·····	443
一、低压胶管接头·····	443
（一）锯齿形接头·····	444
（二）波浪形接头·····	444
（三）凹槽形接头·····	445
（四）扣压式低压胶管接头·····	445
（五）凸筋形胶管接头·····	446
二、高压胶管接头·····	447
（一）高压胶管接头的主要形式·····	447
（二）扣压式接头的设计·····	448
（三）装配式（可拆式）接头的设计·····	453
（四）几种特殊结构的高压胶管接头·····	455
第六节 高压胶管接头的装配工艺及	

主要设备·····	460
-----------	-----

一、扣压式接头的装配工艺及主要设备·····	460
（一）装配工艺流程·····	460
（二）胶管下料长度的确定与切割·····	461
（三）剥除外胶层·····	463
（四）清除胶管内的胶屑或其它杂质·····	463
（五）接头的装配·····	464
（六）接头的扣压·····	465
（七）扣压量的控制与计算·····	468
二、装配式接头的装配·····	469
三、三瓣式接头的装配·····	471
第七节 胶管总成的附加外保 护层·····	471
一、螺旋钢丝保护套·····	471
二、螺旋钢带保护套·····	472
三、金属编织保护套·····	473
四、塑料保护套·····	473
第八节 胶管总成质量控制和 检验·····	473
一、胶管质量的控制和检验·····	473
二、接头金属件的质量控制·····	474
三、严格控制工艺过程中的操作质量·····	475
四、扣压过程中的质量控制和检查·····	475
五、胶管总成的质量检验·····	477

第九章 胶管的使用和保养

第一节 胶管的选用·····	478
一、概述·····	478
二、胶管选用原则·····	478
（一）输送方式·····	478
（二）工作压力·····	478
（三）输送介质·····	479
（四）使用温度·····	479
（五）其它条件·····	479
第二节 胶管的使用和保养·····	480
一、胶管的运输和贮存·····	480
二、胶管安装·····	481
三、胶管的使用、维护和保养·····	484
四、胶管早期损坏原因及预防措施·····	486

第三篇 胶布和胶布制品

第一章 胶 布

第一节 胶布的分类、用途、性能

和特点 488

一、胶布的分类和用途 488

二、胶布的性能和特点 488

第二节 胶布的结构及织物 490

一、胶布的结构 490

二、织物 491

第三节 胶料配方 493

一、配方设计的要求 493

二、配方实例 495

第四节 制造工艺 496

一、原材料准备 497

二、配料 498

三、塑炼 498

四、混炼 499

五、滤胶 500

六、加硫化剂、促进剂和出片冷却

停放 501

七、胶浆制造 502

八、浸胶 505

九、涂胶 505

十、辊压 507

十一、半制品检查 508

十二、并合 508

十三、压延 508

十四、涂隔离剂 511

十五、硫化 512

十六、胶布检验 513

十七、胶布包装 514

第五节 胶布的物理性能试验 514

一、胶布停放与试验的标准环境 514

二、胶布整卷特性的测定 515

三、胶布拉伸强度试验 517

四、胶布撕裂强度试验 519

五、胶布透水性试验 521

六、胶布气透性试验 523

七、杯法油扩散试验 525

八、胶布屈挠磨损的测定 527

九、胶布加速老化试验 528

十、其它试验 530

第二章 胶布制品

第一节 胶布制品的种类、用途和

特点 531

一、按用途分类 531

(一) 劳动防护制品 531

(二) 贮运制品 531

(三) 工具设备用制品 532

(四) 救生设施制品 532

(五) 交通工具、设施制品 533

(六) 旅游娱乐制品 534

(七) 医用制品 534

(八) 充气建筑 534

二、按产品结构分类 535

(一) 非中空制品 535

(二) 中空制品 535

第二节 胶布制品的计算 538

第三节 橡胶布和配件 542

一、胶布 542

二、橡胶件 542

三、金属件 543

四、合成材料件 543

五、其它配件 544

第四节 胶布制品的制造 544

一、胶布制品制造工艺流程 544

二、胶布检验 544

三、放样和裁剪 545

四、接缝方法 546

五、成型胶浆 547

六、胶布接缝 549

七、配件装配 549

八、成型 551

九、半成品的检验 554

十、产品硫化 554

十一、总装配套 555

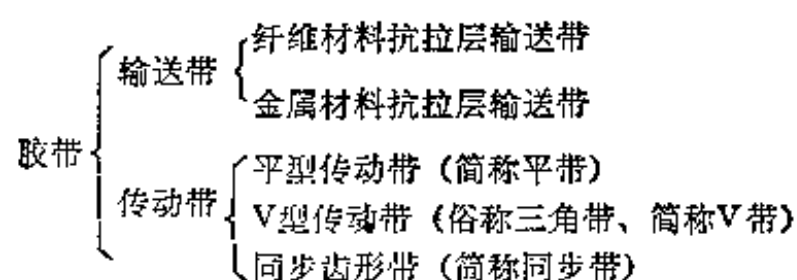
十二、产品检验 557

第五节 产品的包装、运输和	
贮存.....	557
一、产品的包装.....	557
二、运输.....	558
三、贮存.....	558
第六节 产品使用的注意事项.....	558
第七节 胶布制品的维修	558

第八节 胶布制品的测试	559
一、非中空制品的测试.....	559
二、中空制品的测试.....	559
第九节 胶布制品标准	562
一、导风筒标准.....	562
二、救生制品标准.....	562
主要参考文献	562

第一篇 胶 带

胶带按用途可分为输送带和传动带两大类。前者用于输送物料，后者用于传递动力。其具体分类情况如下：



随着工业发展和技术进步，新材料、新结构的胶带不断出现，目前有的正在研制，有的已小批量生产。如短纤维定向增强输送带、圆筒形输送带、多功能传动带和同时兼有运输和传动功能的胶带等。

第一章 输 送 带

输送带是胶带输送机的主要部件之一，主要用于煤炭、采矿、冶金、化工、建筑和交通等部门的大规模、连续化运输。运输的物料有块状、粒状、粉状、糊状和成件物品等。

采用胶带输送机运输与采用其它运输形式相比，具有操作安全、使用方便、维修容易和运费低廉等优点，故近几十年来，在工业、农业和交通运输业等方面已逐步得到广泛应用。目前，胶带输送机正向增大单机长度、提高输送速度、长距离和大输送量方向发展。在工业比较发达的国家和地区，已生产出单机长度达10km以上的大跨度胶带输送机，形成了100km以上的连续输送线。当前，在我国也成功地制造出了单机长度1000m以上的胶带输送机和数公里以上的连续输送线。

提高胶带输送机的速度和宽度是增大输送量的主要途径。为了适应大跨度、高速度和大输送量胶带输送机的要求，我国制造了高强度、大宽度的输送带。制造高强度输送带的关键在于采用高强度的合成纤维和金属材料作为输送带的抗拉层材料，同时也为制造大跨度和高速度胶带输送机创造了条件。60年代以前，我国除钢绳牵引输送带外，所有输送带的抗拉层材料几乎全部使用棉帆布，因而只能制造宽度在1.8m以下的输送带。60年代初期，已开始部分采用维纶帆布或棉维混纺（或交织）帆布做为输送带的抗拉层材料，此种输送带的强度和耐冲击性比棉帆布芯输送带有所提高。70年代初，开始研制锦纶帆布芯输送带，不久，有许多制造厂家相继投产。同期，也生产了钢丝绳芯输送带。这两种输送带不但强度高、成槽性能好，而且大幅度地提高了输送带的使用寿命（约是棉帆布芯输送带使用寿命的2~5倍）。输送带一般在胶带输送机中，其造价约占整机造价的60%，故提高输送带的使用寿命具有很大的经济意义。80年代初，我国又开始研制涤纶帆布芯输送带。该带除具有锦纶帆布芯输送带的优点外，干湿强度几乎不变，使用伸长也小。此外，随着橡胶工业机械的发展，也为制造高强力、大宽度输送带创造了条件。目前，我国已能制造宽度达3.5m以上的大型框式平板硫化机；100m以上的液压恒张力平板移动式钢丝绳芯输送带生产线，已形成了宽度在3m左右的输送带产品系列，基本上适应了大跨度、大宽度和高速度胶带输送机的需要，

改变了我国输送带生产的落后状态，有的品种和生产技术已进入了世界先进行列。

第一节 输送带的结构和品种分类

一、输送带的结构

输送带主要由抗拉层和覆盖胶层组成。输送带由于种类不同抗拉层亦异。如，在帆布芯输送带中，抗拉层由多层胶帆布组成；在钢丝绳芯输送带中，抗拉层由多根纵向排列的钢丝绳组成。基本结构如图1-1-1所示。

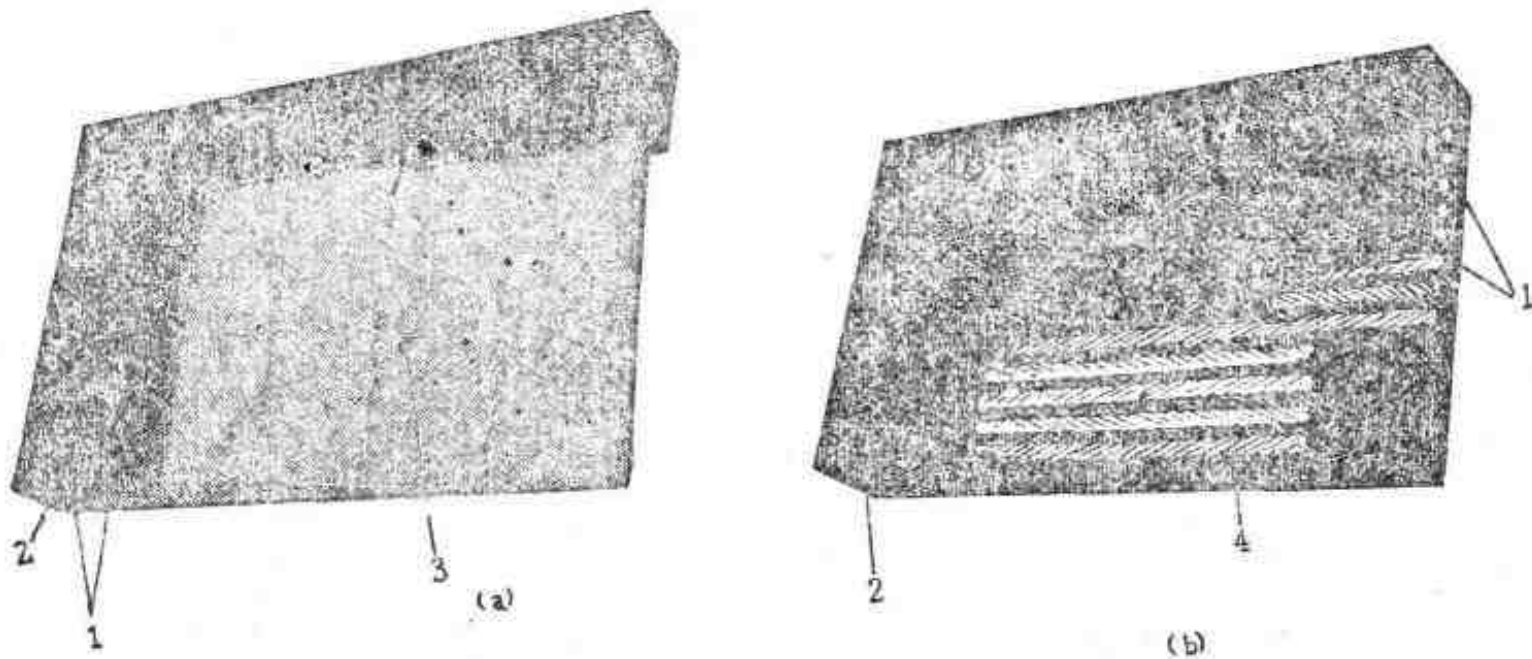


图 1-1-1 输送带基本结构

(a)帆布芯输送带；(b)钢丝绳芯输送带；

1—上下覆盖胶；2—边胶；3—帆布抗拉层；4—钢丝绳抗拉层

输送带在工作中，其抗拉层几乎承受工作时的全部负荷，故要具有一定的强度和刚度。

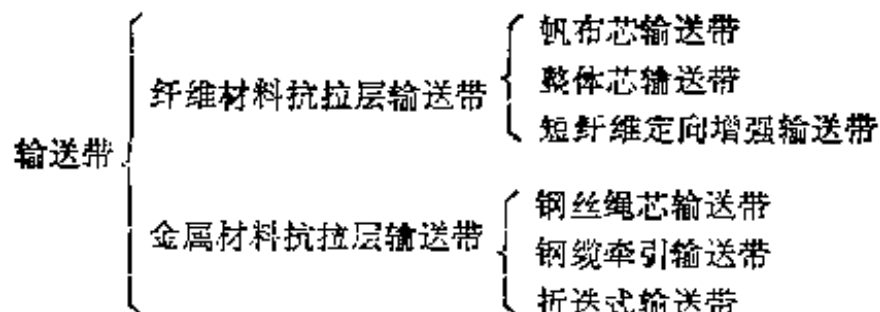
覆盖胶层和边胶为抗拉层的保护层，在工作时保护抗拉层免受物料的直接冲击、磨损和腐蚀，以延长输送带的使用寿命。覆盖胶层有上下之分，与输送物料接触的一面称为上覆盖胶层；另一面为下覆盖胶层。通常，上覆盖胶层比下覆盖胶层厚。根据使用条件，覆盖胶层除了要求耐磨、耐撕裂和耐冲击性能外，有的还应具有耐酸、耐碱、耐寒、耐热、导静电和阻燃烧等性能。

二、输送带的品种分类

输送带的品种繁多，制造厂和使用单位对输送带的分类和命名也不统一，一般采用以下方法分类。

(一) 按抗拉层材料分类

输送带按抗拉层材料分类如下：



帆布芯输送带又可以构成帆布的材质来命名，如棉帆布芯输送带、维纶帆布芯输送带、

锦纶帆布芯输送带、涤纶帆布芯输送带等等。整体芯输送带的抗拉层，一般采用锦纶（纬向）和涤纶（经向）编织而成。整体芯输送带适合采用全塑料或橡胶与塑料并用的生产工艺，因此在阻燃输送带上使用得比较普遍。短纤维定向输送带，属于无层、强度较低的轻型输送带，目前尚在完善和发展中。

（二）按输送带覆盖胶形状分类

输送带覆盖胶一般为平面（包括环形输送带），为了提高胶带输送机的运输倾角，将输送带上覆盖制成各种图案花纹，防止物料下滑。因此，输送带按其形状可分为平型输送带和花纹输送带。花纹输送带的花纹又有深浅两种。花纹深度在10mm以上的称深花纹输送带，用于输送散状物料，最大输送倾角可达 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ；花纹深度在10mm以下的称浅花纹输送带，其输送倾角可达 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。输送带覆盖胶的花纹形状如图1-1-2～图1-1-4所示。

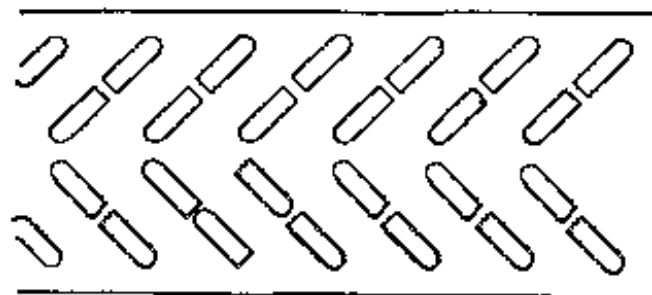


图 1-1-2 断条形人字花纹



图 1-1-3 鱼骨形花纹

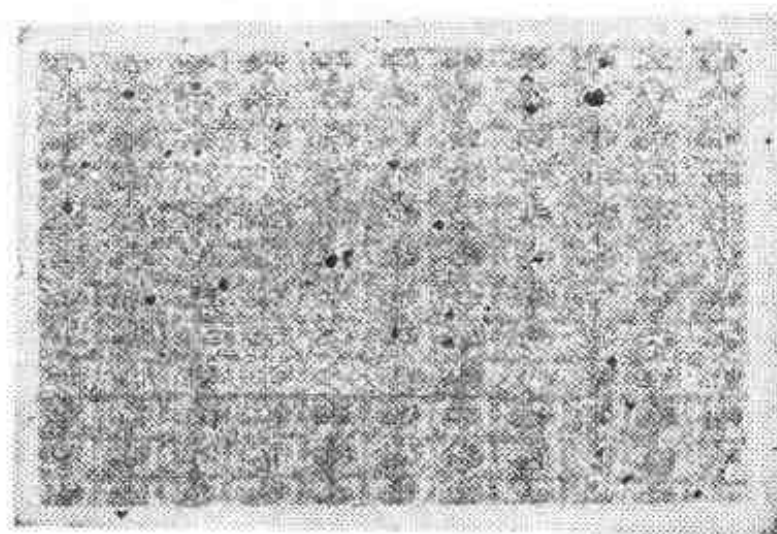
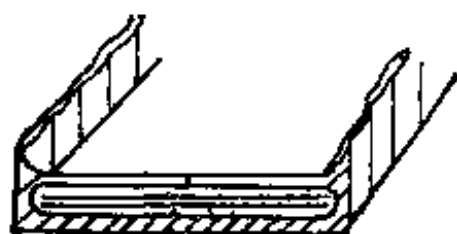
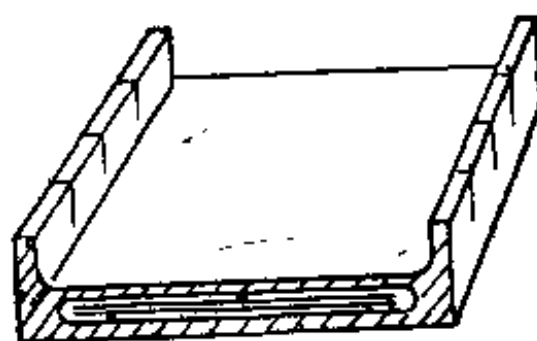


图 1-1-4 压型花纹



(a)



(b)

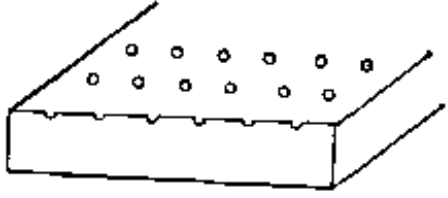
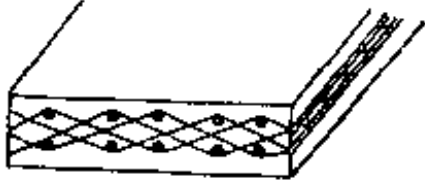
图 1-1-5 挡边输送带挡边形状
(a)波状挡边输送带；(b)豁口挡边输送带

利用胶带输送机输送物料时，为了防止被运物料的撒落，往往在输送带的两侧边部制成不同形状的挡边，此带称为挡边输送带。挡边常见的有波状挡边和豁口挡边等，如图1-1-5所示。

在输送带上装有斗，以垂直或近似垂直方向输送物料的称为斗式输送带，被用于斗式提升机中。

（三）按用途分类

表 1-1-1 输送带品种、性能、用途及结构特征

品种名称	性能和用途	结构特征、制造工艺	结构图
普通输送带 (帆布芯输送带)	能输送粉状、粒状和块状物料。用于矿山交通等部门	以胶帆布(棉、维纶、锦纶、涤纶等)为带芯,经成型硫化而成	见图1-1-1(a)
环形输送带	运行平稳,适用于选矿和化工等各行业	结构与普通输送带相似,接头方法见环形输送带制造工艺	见图1-1-1(a)
挡边输送带	能防止物料撒落,适用于输送易撒落物料	抗拉层和覆盖胶与普通输送带相同,用特制模具硫化	见图1-1-5(a)
浅花纹输送带	有防止物料下滑的作用,适用于较高倾角运输	采用花纹织物或用带有花纹的模具,经硫化压制而成	
深花纹输送带	有防止物料下滑的作用,适用于高倾角运输	用特制模型,采用平板硫化机硫化压制而成	见图1-1-2
食品输送带	输送带具有耐油、无毒、无味等性能,用于食品运输	输送带覆盖胶为浅色,制造工艺与普通输送带相同	见图1-1-1(a)
耐酸碱输送带	能输送pH值为5~9的酸碱性物料,用于化工等工业	选用耐酸碱材料作为输送带制造材料,其制造工艺与普通输送带相同	见图1-1-1(a)
耐油输送带	输送带具有耐油性能,用于输送含油物料	输送带外观形状与普通输送带相同,其覆盖胶由耐油橡胶胶料制成	见图1-1-1(a)
耐寒输送带	输送带具有耐寒性能,能在-40℃以上气温条件下使用	输送带制造工艺和外观形状与普通输送带相似	与图1-1-1(a)相同
耐热输送带	输送带能输送高温物料,一般用于水泥、烧结物料等输送场所	选用耐高温材料作为输送带的抗拉层和覆盖胶	与图1-1-1(a)相同
阻燃输送带	输送带各部件中都具有阻燃性能,适用于煤矿井下作业或需阻燃的输送场所	有分层和编织整体芯两种,前者生产工艺与普通输送带相同,后者用PVC糊浸渍塑化,再贴覆盖胶硫化而成	
导静电输送带	输送带具有导静电性能,用于易产生静电的输送场所	输送带制造工艺和外观形状与普通输送带相同	与图1-1-1(a)相同
短纤维定向增强输送带	带体柔软,成槽性好。整体强度较低,适合输送轻量物料	输送带形状与普通输送带相似,可用压出机和鼓式硫化机连续生产	
钢丝绳芯输送带	适用于大跨度、高速度、大运载量胶带输送机使用	以钢丝绳为抗拉层配以粘合芯胶和覆盖胶,在恒张力下成型硫化而成	见图1-1-1(b)
钢绳牵引输送带	适用于中等机速和中等负载输送	在上下覆盖胶之间横向排列钢条,在两侧配有耳胶槽,在模具中加压硫化	如图1-1-1(b)
折迭式输送带	适用于爬坡转弯输送物料	在波状凹型钢板上覆盖橡胶,经硫化成个体件,由铁链固定牵引运输	如图1-1-5

根据输送带使用条件，往往使覆盖胶具有特殊性能，如无毒无味、导静电、耐酸碱、耐寒、耐热和阻燃等。阻燃输送带的抗拉层也应具有阻燃性能。
输送带的品种、性能、用途及结构特征如表1-1-1所示。

第二节 输送带的设计和计算

输送带的使用寿命长短不仅与抗拉层材料的性能、覆盖胶性能、抗拉层之间以及抗拉层与覆盖胶之内的粘合性能有关，而且和输送带各部件之间功能是否配置恰当（如抗拉层寿命和覆盖胶寿命是否基本一致），以及如何设计、制造符合使用条件的输送带也有关。这些都是设计和计算需要解决的问题。

一、主要原材料选择

制造输送带所使用的主要原材料是橡胶和抗拉层材料。

(一) 橡胶

制造普通输送带，一般使用天然橡胶或天然橡胶与丁苯橡胶并用，而氯丁橡胶、乙丙橡胶和丁基橡胶等一般用于有特殊性能要求的输送带。近年来，采用橡胶和塑料并用制造输送带也有了新的发展。

橡胶在输送带中的应用情况如表1-1-2所示。

表 1-1-2 橡胶在输送带中的应用情况

品 种	基 本 性 能	应 用 情 况
天然橡胶 (NR)	综合物理机械能较好，加工工艺性能好	用于普通输送带
丁苯橡胶 (SBR)	耐磨、耐热性能较好，但粘性和弹性较差。 掺用天然橡胶能克服以上缺点	与天然橡胶并用，用于普通输送带或单独用于耐热输送带
氯丁橡胶 (CR)	耐油、耐酸、阻燃和耐老化性能较好，耐热性能尚好，但加工性能较差，贮存期短。掺入少量天然橡胶能改善工艺性能	用于阻燃、耐热、耐油和耐酸输送带
顺丁橡胶 (BR)	在低温下有较好的弹性，工艺性能较差，一般与天然橡胶并用	主要用于耐寒输送带。与天然橡胶掺用可制造普通输送带的覆盖胶、缓冲胶
丁腈橡胶 (NBR)	加工工艺性能较差，耐油性能好	一般用于耐油输送带，若与PVC并用，通常用于阻燃输送带
乙丙橡胶 (EPDM)	耐热性能优异，但加工性能较差	用于耐热输送带
丁基橡胶 (IIR)	耐热、耐酸性能优异，但加工性能差，硫化速度慢。卤化丁基橡胶可以克服以上缺点	用于耐酸碱或耐热输送带

(二) 抗拉层材料

帆布芯输送带抗拉层采用棉帆布制造的逐渐减少，使用合成纤维帆布的不断增加，这是因为棉帆布强度较低，耐化学腐蚀性、耐热性和耐冲击性都较差，且吸湿性也较大。棉帆布只有进行专门处理，才能获得比较满意的抗霉菌和抗微生物侵蚀的性能，但是棉帆布在负荷下伸长较小，并易与橡胶粘合。目前，棉帆布在我国使用的比例仍较大，被维纶、锦纶和涤纶帆布所取代的趋势日益明显。

维纶帆布强度比棉帆布高，但吸湿性较大。由于该帆布不易与橡胶粘合的问题已获解

决,又由于资源丰富,因此应用日益广泛,是由棉帆布向锦纶帆布和涤纶帆布过渡的理想材料。

表 1-1-3 输送带常用纤维性能

项 目	棉 纤 维	维纶纤维	锦纶纤维	涤纶纤维	
断裂强度, gf/den	干态	2.6~4.2	7.2~9.2	6.4~9.5	6.7~8.0
	湿态	3.3~6.4	6.3~8.2	5.9~8.0	6.7~8.0
湿/干强度比, %	110~120	80~90	84~92	100	
相对环扣强度, %	70	62~65	79~90	75~90	
相对结节强度, %	90~100	40~50	60~70	~80	
延伸率, %	干态	7~8	9~20	16~25	7~13
	湿态	7~11	12~22	20~30	7~13
回弹率, % (伸长3%时)	74 (伸长2%时)	85~98	98~100	7~13	
初始模数, gf/den	68~93	130~180	77~45	160~200	
相对密度	1.52~1.54	1.26~1.30	1.14	1.38	
吸湿率, % (在20℃ 65%相对湿度下)	6~8.5	4.5~5.0	3.5~5.0	0.4~0.5	
耐热性能	在120℃下5小时 变黄150℃分解	在220~225℃软 化,230℃分解	180℃软化,215 ~220℃熔融	238~240℃软化 264℃熔融	
耐日光性能	良好	优良	差	优良	
耐酸性能	在热稀酸、冷浓 酸中可使其分解, 在冷稀酸中无甚影 响	在一般的酸中良 好,但在浓盐酸、 浓硫酸、浓硝酸中 能使其膨润或分解	不耐强酸,耐弱 酸性良好	在中、低浓度的 酸中良好,但在 96%硫酸中分解	
耐碱性能	在苛性钠溶液中 膨润,但不损伤其 强度	在50%苛性钠溶 液中强度几乎不降 低	在室温下良好, 在高于60℃时有破 坏作用	耐弱碱,在室温 下耐强碱性中等	
耐其它化学药品性能	铜氨溶液能使其 膨润或分解	良好	良好	良好	
耐溶剂性 ^①	不溶于一般溶剂	不溶于一般溶剂	不溶于一般溶剂	不溶于一般溶剂	
耐磨性能	差	良好	优	良好	
耐虫蛀, 霉腐性	不耐虫蛀, 抗菌蚀	良好	良好	良好	
电绝缘性能	干态时电绝缘性好, 比电阻 $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$	中等	击穿电压: 120MV/m, 80MV/m 比电阻: $4.9 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$, $10 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$		

① 一般溶剂:乙醇、乙醚、苯、丙酮、汽油。

锦纶帆布有较高的强度和弹性,因而有较好的耐屈挠疲劳性和耐冲击负荷性能。虽然其

使用伸长率较大,但经过硫化后拉伸冷定型处理,成品使用伸长大已得到改善。目前,锦纶帆布使用比例已日趋扩大。

涤纶帆布不但具有锦纶帆布的优点,且初始弹性模数高,尺寸稳定性好。它和锦纶帆布一样,经过酚醛胶乳浸渍处理后,与橡胶有良好的粘合性能,故以涤纶帆布为抗拉层所生产的输送带已引起制造厂家的普遍重视,研制和生产规模正在扩大。

输送带的整体芯是由合成纤维的多支纱并股编织而成。根据成品强度级要求,编织相应级的整体芯。这种输送带大多数是属于阻燃性的,要求此带与高速转动辊筒发生摩擦时,其接触面的温度不得超过 325°C ,而且不发生燃烧(包括不产生火星),或发生燃烧时也有阻燃作用。故该带芯一般采用涤纶纱作为编织芯的经向,锦纶纱作为编织芯的纬向,能获得比较理想的阻燃输送带的特殊阻燃性能。整体带芯结构如图1-1-6所示。

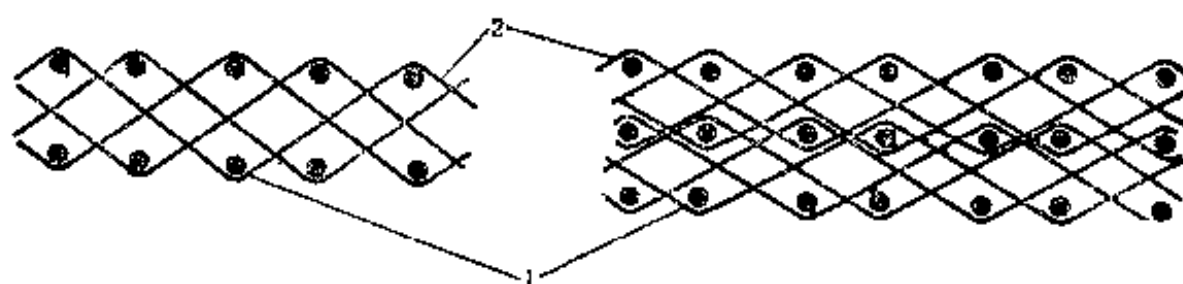


图 1-1-6 整体带芯结构
1—经向纱股; 2—纬向纱股

短纤维定向增强输送带,一般采用的短纤维有合成纤维和棉纤维(将纤维切成约5mm长,在胶料混炼时掺入)。各种纤维和帆布的性能(输送带使用)如表1-1-3和表1-1-4所示。

表 1-1-4 输送带用帆布性能

帆布名称	规格	幅宽 mm	回潮率 %	干重 kg/m ²	厚度 mm	密度,根/10cm		拉伸强度,kN/m(kgf/cm)		扯断伸长率,%		备注
						经	纬	经	纬	经	纬	
棉帆布	36'/18×12	914	6.5	840±4	1.70	98±2	63±2	66.7(68)	31.4(32)	35±3	12±2	实测
维纶牵切纱帆布	36/20×14	914	—	—	1.89±0.1	52	18	117.7(120)	64.7(66)	25	13	
维棉混纺帆布①		914	7.6	1058	1.64	98.5	64	355.9(362.9)	202.2(206.2)	38.7	17.3	
维棉交织帆布②		914	5.7	574.7	1.23	103.6	60.6	341.5(348.2)	180.0(183.5)	28.7	10.5	
锦纶帆布③	NN-200			591	1.05	70	30	257.9(263)	62.8(64)	32	37	
	NN-300			704	1.10	68	26	299.1(305)	78.5(80)	32	23	实测
涤纶帆布			1.0	602.1	0.86	123.6	43.4	221.6(226.0)	91.2(93.0)	21.3	41.7	

① 30%维纶和70%棉混纺帆布。

② 经向维纶,纬向棉交织帆布。

③ 锦纶和涤纶帆布已经过酚醛胶乳浸渍处理。

制造钢丝绳芯输送带所使用的钢丝绳,一般用70号高碳钢经拉丝合股而成。70号高碳钢基本成分如表1-1-5。

表 1-1-5 70号高碳钢基本成分

成分	碳	硅	锰	磷	硫	其它
含量, %	67~75	17~37	3~8	≤3	≤3	微量

钢丝绳合股捻向分为左捻和右捻两种，其基本结构如图1-1-7所示。



图 1-1-7 钢丝绳基本结构

各种型号钢丝绳性能如表1-1-6所示。

表 1-1-6 各种型号钢丝绳性能

序 号	钢 丝 绳 结 构	直径, mm		钢丝绳破断强度 kN/根 (kgf/根)	钢丝绳面积 mm ²	钢丝绳重 kg/m
		钢 丝	钢 丝 绳			
1	7×7		2.4	5.33 (550)		0.0245
			2.9	7.35 (750)		0.0344
			3.5	10.59 (1080)		0.0485
			4.2	14.70 (1500)		0.0696
2	7×19	0.26	4.0	13.72 (1400)	7.06	0.062
		0.30	4.5	17.15 (1750)	9.00	0.080
		0.32	5.0	20.09 (2050)	10.00	0.094
		0.35	5.5	24.60 (2510)	12.70	0.112
		0.39	6.1	33.42 (3410)	15.88	0.148
		0.42	6.4	34.40 (3510)	18.42	0.157
		0.45	7.0	40.87 (4170)	21.14	0.184
		0.47	7.4	44.59 (4550)	23.06	0.206
		0.52	8.1	51.06 (5210)	28.23	0.247
		0.59	9.2	64.39 (6570)	36.34	0.318
		0.66	10.3	72.29 (8050)	45.47	0.399
		0.71	11.0	90.45 (9230)	52.63	0.461
		0.78	12.0	107.60 (10980)	63.52	0.557
3	7W×19	0.38	5.0	24.40 (2490)	12.60	0.106
		0.42	5.6	30.77 (3140)	15.40	0.134
		0.45	6.0	34.10 (3480)	17.60	0.151
		0.50	6.6	42.14 (4300)	21.85	0.187
		0.53	7.0	47.53 (4850)	24.56	0.210
		0.57	7.6	55.66 (5680)	26.57	0.243
		0.62	8.3	65.66 (6700)	33.54	0.289
		0.65	8.6	70.27 (7170)	36.89	0.313
		0.68	9.1	77.91 (7950)	40.35	0.347
		0.75	10.0	92.61 (9450)	49.15	0.422
		0.79	10.5	100.94 (10300)	54.52	0.465
		0.83	11.0	111.03 (11330)	60.20	0.513
		0.90	12.0	120.34 (12280)	70.78	0.605
4	7×7×7	0.25	6.75	33.42 (3410)	16.83	0.142
		0.30	8.10	45.57 (4650)	24.23	0.204
		0.38	10.30	68.40 (6980)	38.88	0.327

二、配方设计

(一) 普通输送带配方设计

普通输送带一般有覆盖胶、缓冲胶和擦布胶等三种配方。

输送带在使用时,其表面受到物料的冲击、磨损、温度变化和大气的作用(臭氧、日光、高温与低温)及微生物的侵蚀等,因此要求覆盖胶具有较高的拉伸强度和耐磨耗、耐日光老化及耐微生物侵蚀等性能,并应具有预热和压延所需的可塑性和抗焦烧的工艺性能。此外,还要有好的粘合性和挺性。

输送带的缓冲胶位于覆盖胶层和带芯层之间,有增加二者的结合和分散、部分吸收输送物冲击力的作用,因此,要求此胶有较好的弹性和粘着性能,生热要小,散热性能要好,并要求有良好的抗焦烧性、适当的可塑性等工艺性能。

输送带擦布胶的主要作用是将带芯的帆布层粘合成统一整体,要求耐疲劳老化、对带芯材料有良好的粘合性能,并要有足够的可塑性和优良的抗焦烧等工艺性能。

在设计输送带配方时,要注意整体配合。如硬度由带芯层至覆盖胶层应逐渐增大。由于各层受热时间和受热程度不一致,如覆盖胶先受热硫化,带芯层受热较慢,滞后硫化,因此,要使各层胶料的硫化速度在受热不同的情况达到等效硫化的程度,并尽可能有最大的硫化平坦范围。

1. 覆盖胶设计要点

(1) 橡胶 普通输送带的覆盖胶一般以天然橡胶为主,掺用适量的丁苯橡胶,重量含胶率为50~55%。

(2) 炭黑 在含丁苯橡胶的胶料中,可使用中超耐磨炉黑、高耐磨炉黑等。其用量为45~50份。

(3) 软化剂 合理使用软化剂,以提高胶料弹性和适合工艺操作的可塑及粘性。一般采用机油、重油、松焦油、固体古马隆和石油树脂等。

(4) 硫黄 硫黄在天然橡胶配方中用量为2.5份左右,在丁苯橡胶配方中一般为1.5~2份。

(5) 促进剂 促进剂一般采用M和DM并用,CZ和NOBS等后效性促进剂适用于含丁苯橡胶的胶料中。

2. 缓冲胶配方设计要点

(1) 橡胶 缓冲胶一般采用天然橡胶,或天然橡胶与顺丁橡胶并用,含胶率为50%左右。

(2) 炭黑 常用高耐磨炉黑和半补强炉黑并用,用量为20份左右。

(3) 软化剂 软化剂采用增粘性品种,如松焦油、固体古马隆等,以提高缓冲胶与覆盖胶和带芯的粘合强度。

(4) 硫黄 硫黄用量宜低一些,以利提高与其它层间的粘合强度。

(5) 促进剂 促进剂以采用后效性品种较好。如CZ、NOBS等。

3. 擦布胶(即布层胶)配方设计要点

(1) 橡胶 橡胶以用天然橡胶较为普遍,掺用30~50份丁苯橡胶可以改善加工性能。含胶率一般为50%。

(2) 炭黑 一般采用半补强炉黑或其它软质炭黑,用量为10份左右。

(3) 软化剂 掺用丁苯橡胶的胶料，要适当增加增粘剂用量，如固体古马隆和石油树脂等。

4. 各种胶料配方举例

(1) 普通输送带胶料配方举例 普通输送带胶料配方举例如表1-1-7。

表 1-1-7 普通输送带胶料配方举例

单位：重量份

原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	擦布胶	原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	擦布胶
顺丁橡胶	—	30	—	松焦油	5.0	4.0	8.0
天然橡胶	50	70	80	石油树脂	3.0	—	—
丁苯橡胶	50	—	50	固体古马隆	—	—	12
炭 黑	47	20	15	硬脂酸	2.5	1.0	2.5
氧化 锌	4.0	4.0	4.0	碳酸 钙	12.0	78.25	39.6
硫 黄	1.6	1.5	2.0	重 油	7.0	—	—
促进 剂	2.9	1.25	2.4	松 香	—	—	2.0
防老 剂	2.0	2.0	2.5	石 蜡	1.0	—	—

(2) 维纶帆布芯输送带配方举例 维纶帆布芯输送带配方举例如表1-1-8。

表 1-1-8 维纶帆布芯输送带配方举例

单位：重量份

原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	擦布胶	原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	擦布胶
天然橡胶	85	70	80	液态软化剂	9.0	4.0	5.0
丁苯橡胶	15	—	20	硬脂酸	2.5	2.3	2.5
顺丁橡胶	—	30	—	固体古马隆	—	4.0	10.0
炭 黑	45	5	15	石 蜡	1.0	—	—
氧化 锌	4.0	5.0	4.0	松 香	—	2.0	—
硫 黄	2.5	1.80	2.4	胶 粘 剂	—	8.0	8.0
促进 剂	1.35	1.13	1.06	碳 酸 钙	—	82.77	20.54
防老 剂	2.0	2.0	2.5				

(3) 锦纶帆布芯输送带配方举例 锦纶帆布芯输送带配方举例如表1-1-9。

表 1-1-9 锦纶帆布芯输送带配方举例

原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	帆布贴胶	原材料名称	覆盖胶	缓冲胶	帆布贴胶
天然橡胶	80	80	80	防老剂	2.0	2.0	2.0
丁苯橡胶	20	20	20	硬脂酸	2.0	2.0	2.0
炭 黑	41.4	20	25	石 蜡	1.0	—	—
氧化 锌	6.0	6.0	5.0	固体古马隆	2.0	7.0	7.0
硫 黄	2.2	2.4	2.4	碳 酸 钙	—	20.6	26.8
促进 剂	1.4	1.4	1.8	液态软化剂	10.0	—	6.0

注：表中配方举例，仅适用于经过酚醛胶乳浸渍过的锦纶帆布芯输送带。

涤纶帆布芯输送带配方与锦纶帆布芯输送带基本相似。

(二) 特殊性能帆布芯输送带配方设计

特殊性能帆布芯输送带只要求覆盖胶具有特殊性能，而其它胶料配方与普通输送带相同。

1. 特殊性能覆盖胶配方设计要求

特殊性能覆盖胶配方设计要求如表1-1-10所示。

表 1-1-10 特殊性能覆盖胶配方设计要求

胶料名称	物理性能要求	配方设计要点
食品输送带覆盖胶	无毒、无臭、无污染性，要求白色或浅色	①一般采用浅色烟片或白皱片； ②硫化体系一般采用低硫或无硫配合，不得使用促进剂M或DM； ③采用无污染不变色防老剂，但防老剂MB不得使用
导静电输送带覆盖胶	有导静电性能	在胶料中加入适量的乙炔炭黑等导电性能好的材料
耐酸碱输送带覆盖胶	能耐一定浓度的酸碱物质，如盐酸、硫酸、硝酸、弱碱等	①一般用天然橡胶，要求高的可使用氯丁橡胶或丁基橡胶； ②配入硬质炭黑或硫酸钡，以提高耐酸碱性能
耐寒输送带覆盖胶	有良好的耐寒性能，在-40℃时不发脆	一般以天然橡胶与顺丁橡胶并用，加入适量的癸二酸二辛酯等耐寒软化剂，以提高耐寒性能
耐热输送带覆盖胶	有良好的耐热性能，在较高温度下使用不易产生老化龟裂现象	一般用丁苯橡胶结合无硫体系配方，对要求高的可用三元乙丙橡胶结合低硫体系配方

2. 特殊性能输送带配方举例

特殊性能输送带覆盖胶配方举例如表1-1-11所示。

表 1-1-11 特殊性能输送带覆盖胶配方举例

原材料名称	食品型	导静电型	耐酸碱型	耐寒型	耐热型	原材料名称	食品型	导静电型	耐酸碱型	耐寒型	耐热型
天然橡胶	100	100	100	50	—	碳酸钙	—	—	—	—	12
顺丁橡胶	—	—	—	50	—	硫酸钡	36.2	—	25.7	—	—
丁苯橡胶	—	—	—	—	100	石墨粉	—	10	—	—	—
氧化锌	6.0	6.0	6.0	6.0	10	固体古马隆	—	—	—	6.0	12.0
硫黄	0.3	1.5	2.6	1.7	—	沥青	—	—	3.0	—	—
促进剂	3.0	1.2	1.2	1.55	3.6	液态软化剂	—	18.0	10.0	16.0	2.0
防老剂	2.0	1.5	2.0	2.0	4.0	石蜡	1.0	1.0	—	—	—
硬脂酸	2.6	3.0	3.0	2.5	1.5	白炭黑	20	—	—	—	—
炭黑	—	45	47.5	59.5	55						

(三) 阻燃输送带配方设计

1. 阻燃输送带配方设计要求

阻燃输送带的覆盖胶、擦布胶（或纤维抗拉层结合胶）都要具有阻燃性能。其配方设计要求如表1-1-12所示。

2. 阻燃输送带配方举例

阻燃输送带配方举例如表1-1-13所示。

表 1-1-12 阻燃输送带配方设计要求

胶料名称	物理性能要求	配方设计要点
覆盖胶	阻燃性能和导静电性能应达到阻燃输送带性能指标	①以氯丁橡胶为主,也可用丁腈橡胶与PVC并用、天然橡胶与丁苯橡胶或氯丁橡胶并用; ②配入适量的氯化石蜡、三氧化二锑和硼酸锌等阻燃剂。在天然橡胶和丁苯橡胶并用配方中,阻燃剂用量要多一些
擦布胶	由于布层胶与织物纤维接触,难燃性能要求更高	①一般与阻燃覆盖胶相似; ②阻燃性能要求更高,因此,阻燃剂的用量要更多一些

表 1-1-13 阻燃输送带配方举例

单位:重量份

原材料	覆盖胶	擦布胶	原材料	覆盖胶	擦布胶
氯丁橡胶	90	90	促进剂	1.5	1.5
顺丁橡胶	10	10	阻燃剂	60	70
炭黑	40.00	15.00	硬脂酸	1.00	1.90
氧化锌	6	6	防老剂	2.00	2.00
氧化镁	4	4	硫酸钡	适量	适量

(四) 钢丝绳芯输送带配方设计

钢丝绳芯输送带配方设计的重点是胶料与金属的粘合强度和粘合疲劳性能等。胶料有覆盖胶、粘合芯胶两种。特殊结构的(如横向加强层)钢丝绳芯输送带还有帘布、帆布和钢丝帘布所用胶料。

1. 钢丝绳芯输送带配方设计要求

钢丝绳芯输送带配方设计要求如表1-1-14和表1-1-15所示。

表 1-1-14 钢丝绳芯输送带覆盖胶配方设计要求

类型	物理性能要求	配方设计要求
通用型	具有耐冲击、耐磨耗、耐疲劳、耐老化和抗撕裂等性能	①采用天然橡胶、丁苯橡胶或两胶种并用; ②以高耐磨炉黑、中超耐磨炉黑、混气炭黑为主或与少量半补强炉黑并用。用量45~50份左右;
耐寒型	①基本性能与通用型相同; ②具有耐寒性,在-40℃条件下不发脆	①采用天然橡胶与顺丁橡胶并用; ②以高耐磨炉黑、中超耐磨炉黑、混气炭黑为主或与少量半补强炉黑并用。用量约50份左右; ③采用苯二甲酸二丁酯和苯二甲酸二辛酯作增塑剂
阻燃型	①基本性能与通用型相同; ②具有阻燃输送带性能	①采用氯丁橡胶与天然橡胶并用; ②以高耐磨炉黑、中超耐磨炉黑、混气炭黑为主; ③加入适量的阻燃剂
耐热型	①基本性能与通用型相同; ②具有耐高温和耐老化性能	①以丁苯橡胶、氯丁橡胶、乙丙橡胶为主或并用; ②采用硬质炭黑与软质炭黑并用; ③加入散热性能好的填充剂

表 1-1-15 钢丝绳芯输送带粘合芯胶配方设计要求

类 型	物 理 性 能 要 求	配 方 设 计 要 求
通 用 型	①胶料与钢丝绳间有良好的粘合性能; ②具有良好的耐弯曲疲劳性能	①采用天然橡胶、氯丁橡胶,或两者并用。含胶率50%左右; ②以高耐磨炉黑、中超耐磨炉黑、混气炭黑单用或并用为主; ③镀铜钢丝绳粘合芯胶以 HRH 粘着体系为主,或并用少量钴盐粘着剂。镀锌钢丝绳粘合芯胶以钴盐粘着剂为主或并用少量HRH粘着剂
耐 寒 型	①基本性能要求与通用型相同; ②具有良好的耐寒性	①采用天然橡胶为主,或在氯丁橡胶中掺入少量顺丁橡胶; ②加入适量的苯二甲酸二辛酯和苯二甲酸二丁酯
阻 燃 型	①基本性能要求与通用型相同; ②具有符合阻燃输送带要求的性能	①以氯丁橡胶为主; ②加入适量的阻燃剂
耐 热 型	①基本性能要求与通用型相同; ②要有良好的耐热性能	①采用丁苯橡胶,或在氯丁橡胶中掺用少量顺丁橡胶; ②加入适量的散热性能好的填充剂

2. 钢丝绳芯输送带配方设计举例

钢丝绳芯输送带配方设计举例如表1-1-16和表1-1-17所示。

表 1-1-16 钢丝绳芯输送带覆盖胶配方举例

单位: 重量份

原材料名称	通用型	耐寒型	阻燃型	耐热型	原材料名称	通用型	耐寒型	阻燃型	耐热型
天然橡胶	50	70	40	—	机 油	6.0	6.0	—	蒽烯树脂8.0
丁苯橡胶	50	—	40	—	炭 黑	51.4	44.5	45	50
顺丁橡胶	—	30	—	—	耐光石蜡	1.0	1.0	—	—
氯丁橡胶	—	—	20	—	石 蜡	1.0	1.0	1.0	—
三元乙丙橡胶	—	—	—	100	氧 化 镁	—	—	1.0	3.0
硫 黄	2.1	2.0	2.5	0.3	硼 酸 锌	—	—	13.0	—
促 进 剂	2.0	1.6	1.6	促进剂TT0.5	氢氧化铝	—	—	20.0	—
氧化 锌	5.0	5.0	5.0	8.0	氧 化 锑	—	—	11.0	—
硬 脂 酸	2.5	2.5	2.5	1.0	碳 酸 钙	—	—	—	15
防 老 剂	2.0	1.5	2.0	2.0	过氧化物	—	—	—	4.5
古 马 隆	10.0	3.0	固体氧化石蜡7.0	重油12.0					

表 1-1-17 钢丝绳芯输送带粘合芯胶配方举例

单位: 重量份

原材料名称	通用型	耐寒型	阻燃型	耐热型	原材料名称	通用型	耐寒型	阻燃型	耐热型
天然橡胶	70	30	40	30	炭 黑	45	48	40	42
丁苯橡胶	30	20	30	20	白 炭 黑	19.0	19	10	10
氯丁橡胶	—	—	30	50	苯二甲酸二辛酯	—	9.0	—	—
顺丁橡胶	—	50	—	—	环烷酸钴	5~7	5~7	7.0	7.0
促 进 剂	1.3	1.3	1.3	1.3	助 粘 剂	2~3	2.7	3.0	2.0
硫 黄	3.0	3.0	2.5	2.5	氧 化 镁	—	—	2.0	2.5
硬 脂 酸	2.0	2.0	1.5	2.5	氯化石蜡	—	—	17.0	17.0
氧化 锌	8.0	8.0	7.0	9.0	三氧化二锑	—	—	10.0	10.0
软 化 剂	9.0	2.0	—	—	氢氧化铝	—	—	5.0	5.0
防 老 剂	2.0	2.0	2.0	3.0					

(五) 钢缆牵引输送带和折叠式输送带配方设计

钢缆牵引输送带和折叠式输送带配方设计的重点是加强胶料与金属的粘合性能，其配方设计要求基本与钢丝绳芯输送带相似。胶料配方举例如表1-1-18所示。

表 1-1-18 钢缆牵引和折叠式输送带配方设计举例

原材料名称	通 用 型				阻 燃 型			折 叠 式	
	覆盖胶	填充胶	布贴胶	工作面贴胶	覆盖胶	填充胶	布贴胶	覆盖胶	结合胶
天然橡胶	100	100	30	100	60	40	50	—	—
丁苯橡胶	—	—	70	—	40	30	50	—	—
氯丁橡胶	—	—	—	—	—	—	—	100	100
顺丁橡胶	—	—	—	—	—	30	—	—	—
硫 黄	2.5	3.0	2.0	2.5	2.4	1.9	1.8	—	—
氧 化 镁	—	—	—	—	—	—	—	4.0	4.0
氧 化 锌	5.0	5.0	—	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
促 进 剂	1.6	1.0	2.25	1.3	1.8	1.1	1.7	—	—
石 蜡	1.0	—	—	—	—	—	—	1.0	—
硬 脂 酸	3.5	3.0	2.5	1.5	2.5	3.0	2.5	2.0	1.0
松 焦 油	6.0	7.0	—	5.0	—	—	6.0	—	—
机 油	4.0	—	16.0	—	—	—	—	—	—
防 老 剂	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	1.0	1.0
炭 黑	48	75	25	3	40	5	30	45	10
醋 酸 钠	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5
活性碳段钙	—	—	35	—	—	—	—	—	—
碳酸 钙	—	—	—	62	—	—	—	—	—
沥 青	—	10	—	—	—	26	—	—	—
陶 土	—	55	—	—	—	—	—	—	—
轻质碳酸钙	—	—	—	—	—	—	17.5	—	—
立 德 粉	—	—	—	—	—	—	15	—	—
古 马 隆	—	—	—	—	—	—	—	8.0	10.0
三氧化二锑	—	—	—	—	20.0	7.0	—	—	—
氯化石蜡	—	—	—	—	17.0	18.0	—	—	—
硼 酸 锌	—	—	—	—	2.0	5.0	—	—	—
氢氧化铝	—	—	—	—	3.0	—	—	—	—
白 炭 黑	—	—	—	—	—	10	—	—	—

三、输送带的选型计算

(一) 输送带宽度计算

1. 普通输送带宽度计算

输送带宽度一般按式 (1-1-1) 计算，但花纹输送带除外。

$$B = \sqrt{\frac{Q}{KvVC\epsilon}}$$

(1-1-1)

式中 B——输送带宽度，m；
Q——输送量，t/h；

- ν ——输送物料堆积密度, t/m^3 (见表1-1-19);
 V ——输送带运行线速度, m/s ;
 K ——输送带的断面系数 (由表1-1-19查出 ρ 值后, 再从表1-1-20查出 K 值);
 C ——输送机倾角系数 (见表1-1-21);
 ξ ——输送带速度系数 (见表1-1-22)。

表 1-1-19 各种物料堆积密度和动堆积角

物料名称	堆积密度(ν), t/m^3	动堆积角(ρ)	物料名称	堆积密度(ν), t/m^3	动堆积角(ρ)
煤	0.8~1.0	30°	小块石灰石	1.2~1.6	25°
煤 渣	0.6~0.9	35°	烧结混合料	1.6	30°
焦 炭	0.5~0.7	35°	砂	1.6	30°
锰 矿 石	1.7~1.8	25°	碎石和砾石	1.8	20°
黄 铁 矿	2.0	25°	干松泥土	1.2	20°
富 铁 矿	2.5	25°	湿松泥土	1.7	30°
贫 铁 矿	2.0	25°	粘 土	1.8~2.0	35°
铁 精 矿	1.6~2.5	30°	盐	0.8~1.2	35°
白 云 石	1.2~1.6	25°	粉状石灰	0.55	20°
石 灰 石	1.5~2.0	25°			

注: 1. 物料自顶 (容重或堆积密度) 和堆积角因物料水分含量、粒度大小等的不同而异, 正确值以实测为准。
2. 表中动堆积角 (ρ) 一般为静堆积角的70%。

表 1-1-20 输送带的断面系数 (K)

带宽(B), mm	断 面 系 数 (K)									
	15°		20°		25°		30°		35°	
	槽形	平形	槽形	平形	槽形	平形	槽形	平形	槽形	平形
500~650	300	105	320	130	365	170	390	210	420	250
800~1000	335	115	360	145	400	190	435	230	470	270
1200~1400	355	125	380	150	420	200	455	240	500	285

表 1-1-21 输送机倾角系数 C

倾角(β)	$\leq 6^\circ$	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	25°
C	1.0	0.98	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.81	0.76	0.74	0.72

注: 倾角为奇数者, C 值取两相邻偶数度间的平均值。

表 1-1-22 输送带速度系数 ξ

输送带速度(V), m/s	1.6	2.5	3.15	4.0
ξ	1.0	0.98~0.95	0.94~0.90	0.84~0.80

表 1-1-23 各种带宽的输送量

输送带断面形状	输送带速度(V) m/s	输送带宽度 (B), mm					
		500	650	800	1000	1200	1400
		输送量 (Q), t/h					
槽形	0.8	78	131	—	—	—	—
	1.0	97	164	278	435	655	891
	1.25	122	206	348	544	819	1115
	1.6	156	264	445	696	1048	1427
	2.0	191	323	546	853	1284	1748
	2.5	232	391	661	1033	1556	2118
	3.15	—	—	824	1233	1858	2528
	4.0	—	—	—	—	2202	2996
平形	0.8	11	67	118	—	—	—
	1.0	52	88	147	230	345	469
	1.25	66	110	184	288	432	588
	1.6	84	142	236	368	553	753
	2.0	103	174	289	451	677	922
	2.5	125	211	350	546	821	1117

表 1-1-24 动堆积角 (ρ) 的系数

断面形式	槽形				平形			
ρ	15°	20°	25°	35°	15°	20°	25°	35°
系数	0.77	0.83	0.92	1.08	0.5	0.63	0.82	1.18

输送量 (Q) 可参照表1-1-23；若输送成件物品时输送量可按式 (1-1-2) 进行计算。

$$Q = 3600 \times \frac{GV}{T} \tag{1-1-2}$$

式中 G——单件物自重，kg；
T——物品在输送机上的间距，m。
每小时内输送物品的件数(n)，可按式 (1-1-3) 计算。

$$n = \frac{3600V}{T} \tag{1-1-3}$$

2. 花纹输送带

花纹输送带（如断条形人字花纹、鱼骨形花纹、横条形花纹等）的宽度按式 (1-1-4) 计算。

$$B = \sqrt{\frac{Q}{KVvCa_k}} \tag{1-1-4}$$

式中 K——花纹输送带断面系数（见表1-1-25）；
C——花纹输送带倾角系数（见表1-1-26）；
a_k——托辊槽角影响系数（见表1-1-27）。

表 1-1-25 花纹输送带断面系数K

输送带线速度, m/s	断 面 系 数 (K)			
	$\rho=30^\circ$	$\rho=35^\circ$	$\rho=40^\circ$	$\rho=45^\circ$
0.8、1.0、1.25	300	325	355	380
1.6	215	295	325	350
2.0	250	270	295	320

注：表中 ρ 为物料静堆积角。

花纹输送带常运物料的最大许用倾角和许用速度如表1-1-28所示。

表 1-1-26 花纹输送带倾角系数C

倾 角	20°	25°	28°	30°	33°	35°
C	1	0.87	0.79	0.73	0.65	0.57

表 1-1-27 托辊槽角影响系数 α_k

托辊槽角(α)	20°	35°
α_k	1.0	1.1~1.15

表 1-1-28 花纹输送带许用倾角和许用速度

物 料 状 况			许用倾角	许用带速 m/s	物 料 状 况			许用倾角	许用带速 m/s
物料名称	粒度, mm	含水率 %			物料名称	粒度, mm	含水率 %		
细 煤 粒	<0.8	6~7	35°	2.0	原 煤	<300	6~7	24°	1.6
原 煤	<160	6~7	28°	2.0	原 煤	<200	6~7	26°	1.6
碎 石	15~35	2~3	30°	1.6	焦 炭	20~160	—	28°	1.6
湿 粗 砂	1~3	6	33°	2.0					

(二) 输送带最大张力计算

输送带最大张力的计算以逐点计算法较为常用。张力逐点计算法是输送带从传动辊筒上奔离点的张力 (S_1) 开始, 沿其运行方向逐点计算到传动辊筒趋入点的张力 (S_n)。 S_1 与 S_n 之间的关系见式 (1-1-5)。

$$S_n = f(S_1) \tag{1-1-5}$$

S_1 与 S_n 的具体关系式, 因输送带在输送机上的安装形式不同而异。如图1-1-8的形式, S_1 与 S_n 有以下具体的关系式。

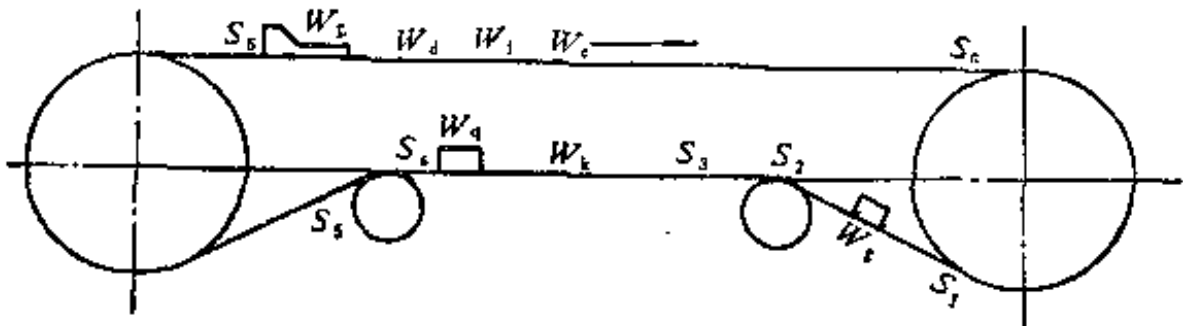


图 1-1-8 输送带运行方向张力逐点示意图

$$S_n = S_6 + W_L + W_d + W_i + W_e \tag{1-1-6}$$

$$S_6 = K' S_5 \tag{1}$$

$$S_5 = K' S_4 \tag{2}$$

$$S_4 = S_3 + W_k + W_a \tag{3}$$

$$S_3 = K'S_2 \quad [4]$$

$$S_2 = S_1 + W_r \quad [5]$$

式中 S_i ——输送带各点张力, kgf;

W_r ——输送带各段阻力, kgf。

计算输送带各点张力时, 必须先求出输送带各段的阻力。其求法如下。⁷⁾

1. 直线段或凹弧段阻力计算

(1) 承载段阻力计算 承载段阻力 W_c (kgf), 按式 (1-1-7) 计算。

$$W_c = (q_0 + q' + q) \times L_h \times \omega' \pm [(q_0 + q) \times H] \quad (1-1-7)$$

式中 q_0 ——输送带每米长自重 (见表1-1-31和表1-1-32), kgf/m;

q' ——输送带每米长上托辊转动部分荷重按式 (1-1-8) 计算, kgf/m;

q ——输送带每米长上的物料重, kgf/m;

L_h ——输送带水平长度, m;

ω' ——槽形辊阻力系数 (见表1-1-33);

$\pm$ ——+号表示输送带向上输送, -号表示输送带向下输送;

H ——输送带提升高度, m。

输送带每米长上托辊转动部分荷重 (q') 可按式 (1-1-8) 计算。

$$q' = \frac{G'}{L_0} \quad (1-1-8)$$

式中 G' ——每组上托辊转动部分荷重 (见表1-1-29), kgf;

L_0 ——上托辊间距 (见表1-1-30), m。

表 1-1-29 每组托辊转动部分荷重

托 辊 形 式		输 送 带 宽 度, mm					
		500	650	800	1000	1200	1400
		$G', G'',$ kgf					
槽形托辊	铸 铁 座	11	12	14	22	25	27
	冲 压 座	8	9	11	17	20	22
	全 塑 座	3.5	3.7	4.2	6	6.8	7
平形托辊 (或下托辊)	铸 铁 座	8	10	12	17	20	23
	冲 压 座	7	9	11	15	18	21

表 1-1-30 上托辊间距 (L_0)

物料的堆积密度 (ν) t/m ³	输 送 带 宽 度, mm		
	500~650	800~1000	1200~1400
	$L_0,$ m		
≤ 1.6	1.2	1.2	1.2
> 1.6	1.2	1.1	1.1

表 1-1-31 棉帆布芯输送带自重(q₀)

帆布层数 (i)	胶层厚度, mm		输 送 带 宽 度, mm					
			500	660	800	1000	1200	1400
	上覆盖胶	下覆盖胶	输 送 带 自 重 (q ₀), kgf/m					
3	3.0	1.5	5.02					
	4.5	1.5	5.88					
	6.0	1.5	6.74					
4	3.0	1.5	6.82	7.57	9.31			
	4.5	1.5	6.68	8.70	10.70			
	6.0	1.5	7.55	9.82	12.10			
5	3.0	1.5		8.62	10.60	13.25	15.90	20.80
	4.5	1.5		9.73	11.98	14.98	17.95	23.20
	6.0	1.5		10.87	13.38	16.71	20.05	25.65
6	3.0	1.5			11.80	14.86	17.82	23.10
	4.5	1.5			13.28	16.59	19.90	25.50
	6.0	1.5			14.65	18.32	22.00	27.95
7	3.0	1.5				16.47	19.80	25.30
	4.5	1.5				18.20	21.85	27.75
	6.0	1.5				19.93	23.95	30.10
8	3.0	1.5				18.08	21.65	25.30
	4.5	1.5				19.81	23.80	27.75
	6.0	1.5						
9							23.60	27.55
							25.70	30.00
							27.80	32.40
10							25.55	29.80
							27.65	32.25
							29.70	34.70
11								32.10
								34.50
								36.80
12								34.30
								36.70
								39.20

(2) 空载段阻力计算 输送带空载段运行阻力W_k(kgf) 按式 (1-1-9) 计算。

$$W_k = (q_0 + q'')L_k\omega'' \mp (q_0H) \tag{1-1-9}$$

式中 q''——输送带每米长下托辊荷重, kgf/m;

ω''——平形托辊阻力系数 (见表1-1-33);

±——- 号表示输送带向上输送, + 号表示输送带向下输送。

输送带每米长下托辊转动部分荷重 (q'') 可按式 (1-1-10) 计算。

$$q'' = \frac{G''}{L_k'} \tag{1-1-10}$$

式中 G''——每组下托辊转动部分荷重 (见表1-1-29), kgf;

L'_0 ——下托辊间距, m。

表 1-1-32 钢丝绳芯输送带自重(q_0)

输送带强度, kgf/cm		650	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500	4000	
钢丝绳直径, mm		4.5				6.75		8.1	9.18		10.3	
上、下覆盖胶厚度, mm		6+6				7+7		8+8				
输送带自重, kgf/m ²		23.6	24.3	24.6	25.3	32.3	33.4	40	41.5	45.2	47.5	
输送带宽度, mm	800	输送带每米长重 (q ₀) kgf/m	18.8	19.4	19.7	20.2	25.8	26.7	32	33.3	36.2	38
	1000			24.3	24.6	25.3	32.3	33.4	40	41.5	45.2	47.5
	1200				29.5	30.4	38.8	40.1	48	49.8	54.2	57
	1400					35.7	45.3	46.8	56	58.1	63.3	66.5
	1600						51.7	53.4	64	66.4	72.3	76
	1800						58.2	60.1	72	74.7	81.3	85.5
	2000							66.8	80	83	90.4	95

注: 表1-1-31和表1-1-32的数据为生产厂实测值。

表 1-1-33 槽形托辊阻力系数 (ω')

工 作 条 件	槽形托辊阻力系数(ω')	平形托辊阻力系数(ω'')
清洁, 干燥	0.020	0.018
少量尘埃, 正常湿度	0.030	0.025
大量尘埃, 湿度大	0.040	0.035

2. 凸弧段运行阻力计算

(1) 凸弧承载段阻力计算 输送带凸弧承载段运行阻力 W'_c (kgf), 按式 (1-1-11) 计算。

$$W'_c = [S_i + (q_0 + q' + q) R_1] \theta \omega' \pm [(q_0 + q) H] \tag{1-1-11}$$

式中 S_i ——输送带凸弧承载段趋入点张力, kgf;
 R ——输送带凸弧承载段曲率半径, m;
 θ ——输送带凸弧承载段圆心角, rad;
 $\pm$ ——+ 号表示输送带向上输送, - 号表示输送带向下输送。

(2) 凸弧空载段阻力计算 输送带凸弧空载段运行阻力 W'_k (kgf), 按式 (1-1-12) 计算。

$$W'_k=[S_i+(q_0+q'')R_1]\theta\omega'\mp(q_0H) \tag{1-1-12}$$

式中 $\mp$ ———号表示输送带向上输送，+号表示输送带向下输送。

3. 改向辊筒阻力计算

输送带经过改向辊筒改变方向时，使输送带奔离点的张力 S_i 大于趋入点的张力 S_{i-1} ，故有：

$$K'=\frac{S_i}{S_{i-1}}$$

$$S_i=K'S_{i-1} \tag{1-1-13}$$

K' 可由表1-1-34中求得。

表 1-1-34 改向辊筒的阻力系数

输送带在改方辊筒上的接触角(α)	45°	90°	180°
阻 力 系 数 (K')	1.02	1.03	1.04

4. 犁式卸料器阻力计算

犁式卸料器阻力 W_L (kgf)，按式 (1-1-14) 计算。

$$W_L=\frac{Bq}{8}+a \tag{1-1-14}$$

式中 a ——随输送带宽度而变化的值（见表1-1-35）。

表 1-1-35 a 值与输送带宽度的关系

输送带宽度(B),mm	500	650	800	1000	1200	1400
a 值,kgf	25	30	35	60	70	80

5. 清扫器阻力计算

(1) 弹簧清扫器阻力计算 弹簧清扫器阻力 W_s (kgf)，按式 (1-1-15) 计算。

$$W_s=(70\sim100)B \tag{1-1-15}$$

(2) 空载段清扫器阻力计算 空载段清扫器阻力 W_q (kgf)按式 (1-1-16) 计算。

$$W_q=20B \tag{1-1-16}$$

6. 导料槽阻力计算

导料槽阻力 W_d (kgf)按式 (1-1-17) 计算。

$$W_d=(1.6B^2v+7)L \tag{1-1-17}$$

式中 L ——导料槽长度，m。

7. 进料口物料加速阻力计算

进料口物料加速阻力 W_i (kgf)按式 (1-1-18) 计算。

$$W_i=q\times V^2/2g \tag{1-1-18}$$

式中 g ——重力加速度（取9.81），m/s²。

当图1-1-8输送带的形式改变时，式 (1-1-6) 也要随之改变。譬如，卸料有一定高度时，式 (1-1-6) 还应增加因卸料高度而产生的阻力。

输送带趋入点张力 S_n 与奔离点 S_1 ，当输送带在使用不打滑的情况下，还具有如下关系式：

$$S_n \leq S_1 e^{\mu \gamma} \tag{1-1-19}$$

式中 e ——自然对数底；
 μ ——输送带与辊筒间的摩擦系数；
 γ ——输送带与辊筒间的包角 $\left(\gamma = \frac{\pi}{180} \alpha\right)$ ，rad。
 $e^{\mu \gamma}$ 值见表1-1-36。

表 1-1-36 $e^{\mu \gamma}$ 值

传动辊筒类型及 μ 值	包 角 (α)					
	180°	190°	200°	210°	240°	400°
	$e^{\mu \gamma}$					
光面辊筒，潮湿， $\mu=0.2$	1.87	1.94	2.01	2.09	2.31	4.04
光面辊筒，干燥， $\mu=0.25$	2.15	2.29	2.39	2.50	2.85	5.74
胶面辊筒，潮湿， $\mu=0.35$	3.00	3.19	3.39	3.60	4.34	11.74
胶面辊筒，干燥， $\mu=0.40$	3.52	3.78	4.04	4.35	5.36	16.40

通过式 (1-1-5) 和式 (1-1-19) 联立可求出趋入点张力 S_n 。

(三) 输送带设计强度计算

输送带设计强度 P (kgf)按式 (1-1-20) 计算。

$$P = S_n f \tag{1-1-20}$$

式中 S_n ——输送带趋入点张力，即输送带逐点张力之和，亦称最大张力(S_{max})，kgf；
 f ——安全系数 (见表1-1-37)。

表 1-1-37 输送带设计安全系数

帆布芯输送带层数(i)		3~4	5~8	9~12	钢丝绳芯输送带
安全系数(f)	硫化接头	8	9	10	8~10
	机械接头	10	11	12	

表 1-1-38 带速的选择

物 料 特 性	输 送 带 宽, mm		
	500、650	800、1060	1200、1400
	带 速 (V), m/s		
无磨损或磨损性小的物料 (如原煤, 盐)	0.8~2.5	1.0~3.15	1.4~4.0
有磨损性的中小块物料 (如矿石, 砾石, 炉渣)	0.8~2.0	1.0~2.5	1.0~3.15
有磨损性的大块物料 (如大块矿石等)	0.8~1.6	1.0~2.0	1.0~2.5

(四) 输送带运行速度选择

输送带的运行速度，在一般情况下，由于输送物料、输送机的长度、输送机的倾角不同亦异。较长的输送机选择较高的带速；输送机倾角越大，输送距离越短，选择带速越低。带速选择范围见表1-1-38。

(五) 帆布芯输送带的宽度与层数的对应关系

帆布芯输送带的宽度与层数的关系，见表1-1-39。

表 1-1-39 帆布芯输送带的宽度与层数的关系

输送带宽度(B),mm	500	650	800	1000	1200	1400
棉帆布层数(i),层	3~4	4~5	4~6	5~8	5~10	5~10
锦纶(或涤纶)帆布层数(i),层	3~4	3~4	3~5	4~6	4~6	4~7

(六) 设计计算举例

有一带式输送机，水平输送长度为400m，输送带的安装形式见图1-1-9，在露天情况下工作。该机尾部给料，导料槽长度为3m，头部有弹簧清扫器，尾部有空段清扫器，输送物料为原煤。煤的粒度为0~100mm，堆积密度(γ)为0.8t/m³，动堆积角度(ρ)为30°，输送量(Q)为1200t/h。试确定锦纶帆布芯输送带和钢丝绳芯输送带的规格。

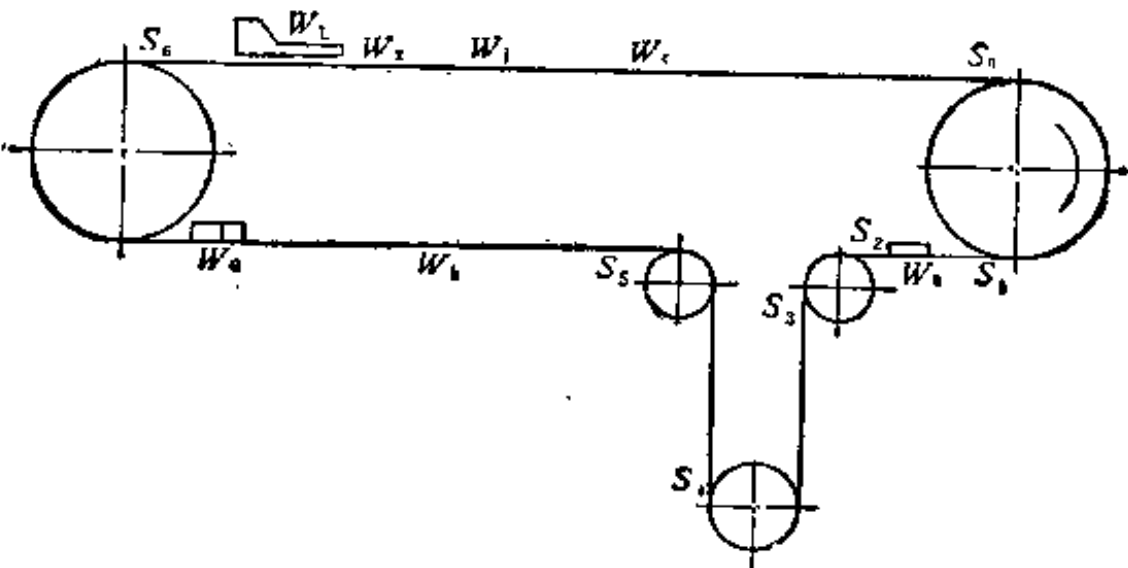


图 1-1-9 输送机布置图

输送带的规格计算如下。

1. 输送带的宽度计算

根据已知条件，ρ为30°，槽形输送，查表1-1-20，取断面系数K为435；Q为1200t/h，查表1-1-23，取带速V为3.15m/s；水平输送，查表1-1-21，取最小倾角系数C为1.0；查表1-1-22，取速度系数ξ为0.94，将这些数据代入式(1-1-1)，输送带宽度B得：

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\frac{Q}{K \gamma V C \xi}} \\ &= \sqrt{\frac{1200000}{435 \times 800 \times 3.15 \times 1 \times 0.94}} \\ &= 1.039(\text{m}) \end{aligned}$$

选取输送带宽度 B 为 1000mm ，再查表1-1-23进行核实，该带宽度能够满足工作条件要求。

2. 输送带张力计算

(1) 锦纶帆布芯输送带张力 S_n 的计算 根据图1-1-9，计算输送带的逐点张力和各段阻力。

a. 弹簧清扫器阻力 W_1 的计算 根据式 (1-1-15)，取 100kgf/m ，则

$$W_1 = (70 \sim 100)B = 100 \times 1 = 100(\text{kgf})$$

b. 张力 S_2 的计算 将 W_1 代入〔5〕式，则

$$S_2 = S_1 + W_1 = S_1 + 100(\text{kgf})$$

c. 张力 S_3 的计算 将 S_2 代入〔4〕式，则

$$S_3 = K'S_2 = K'(S_1 + 100)$$

因输送带导入改向辊，在其上的包角为 45° ，查表1-1-34，取阻力系数 K' 为 1.02 ，则

$$S_3 = 1.02(S_1 + 100) = 1.02S_1 + 102$$

d. 张力 S_4 的计算 将 S_3 代入〔3〕式，则

$$S_4 = K'S_3 = K'(1.02S_1 + 102)$$

因输送带导入张力重锤，在其上的包角为 180° 。查表1-1-34，取阻力系数 K' 为 1.04 ，则

$$S_4 = 1.04(1.02S_1 + 102) = 1.06S_1 + 106.08$$

e. 张力 S_5 的计算 将 S_4 代入〔2〕式，则

$$S_5 = K'S_4 = K'(1.06S_1 + 106.08)$$

因输送带由张力重锤导入改向辊，在辊上的包角为 45° ，查表1-1-34，取阻力系数 K' 为 1.02 ，则

$$S_5 = 1.02(1.06S_1 + 106.08) = 1.08S_1 + 108.20$$

f. 空载段阻力 W_k 的计算 带的自重 q_0 取 18.32kgf/m ；上下覆盖胶厚度分选用 6mm 和 1.5mm ；选用平形铸铁座式托辊，查表1-1-29每组下托辊转动部分荷重 G'' 为 17kgf ，下托辊间距 L'_0 为 3m ，代入式 (1-1-8)，则

$$q'' = G''/L'_0 = 17/3 = 5.67(\text{kg/m})$$

槽形辊阻力系数 ω' ，查表1-1-33，取 0.030 ；水平带长度 L_n 为 400m ，将上述数据代入式 (1-1-9)，则：

$$W_k = (q_0 + q'')L_n\omega' \mp (q_0H) = (18.32 + 5.67) \times 400 \times 0.030 \mp (q_0H)$$

因为该带为水平输送，故 $\mp (q_0 \times H) = 0$ ，所以

$$W_k = 287.88(\text{kgf})$$

g. 空载段清扫器阻力 W_q 的计算 W_q 按式 (1-1-16) 计算。

$$W_q = 20 \times B = 20 \times 1 = 20(\text{kgf})$$

h. 张力 S_6 的计算 将 S_5 、 W_k 、 W_q 代入〔1〕式，则

$$S_6 = S_5 + W_k + W_q = (1.08S_1 + 108.2) + 287.88 + 20 = 1.08S_1 + 416.08(\text{kgf})$$

i. 张力 S_n 的计算 计算 S_n 时，首先求出以下各段阻力。

j. 犁式卸料器阻力 W_L 的计算 W_L 按式 (1-1-14) 计算。因为输送带每米长上的物料重 q ，由下式求得：

$$q = \frac{Q}{V} = \frac{1200 \times 1000}{3.15 \times 3600} = 105.8(\text{kgf})$$

查表1-1-35, a 值取60。将 q 与 a 值代入式 (1-1-14), 则

$$W_L = \frac{B \times q}{8} + a = \frac{1 \times 105.8}{8} + 60 = 73.23 (\text{kgf})$$

k. 导料槽阻力 W_d 的计算 W_d 按式 (1-1-17) 计算。

$$W_d = (1.6 + B^2 \times v + 7) \times L = (1.6 \times 1^2 \times 0.8 + 7) \times 3 = 24.84 (\text{kgf})$$

l. 进料口物料加速阻力 W_i 的计算 W_i 按式 (1-1-18) 计算。

$$W_i = \frac{q \times V^2}{2g} = \frac{105.8 \times (3.15)^2}{2 \times 9.81} = 52.52 (\text{kgf})$$

m. 承载段阻力 W_c 的计算 W_c 按 (1-1-7) 式计算。因是水平输送, $(q_0 + q)H = 0$; 查表1-1-33, 槽形托辊阻力系数 W' 取0.030; 输送带每米长上托辊转动部分荷重 q' 按式 (1-1-8) 求得

$$q' = \frac{G'}{L_0}$$

因查表1-1-29, 槽形铸铁座托辊转动部分荷重 W' 取22kgf; 查表1-1-31, 上托辊间距 L_0 取1.2m, 则

$$q' = \frac{22}{1.2} = 18.33 (\text{kgf})$$

将上述数据代入式 (1-1-7), 则

$$W_c = (q_0 + q' + q) L_c \times 0.030 = (18.32 + 18.33 + 105.8) \times 400 \times 0.030 = 1709.40 (\text{kgf})$$

将 S_0 、 W_L 、 W_d 、 W_i 、 W_c 值代入式 (1-1-6), 则

$$\begin{aligned} S_0 &= S_0 + W_L + W_d + W_i + W_c \\ &= 1.08S_1 + 416.08 + 73.23 + 24.84 + 52.52 + 1709.40 \\ &= 1.08S_1 + 2276.07 (\text{kgf}) \end{aligned}$$

输送带在使用不打滑的情况下, 采用光面传动辊筒, 查表1-1-36, $e^{\mu'}$ 取2.01, 代入式 (1-1-19), 则

$$S_0 = S_1 e^{\mu'} = 2.01S_1$$

将上二式联立,

$$\begin{cases} S_0 = 1.08S_1 + 2276.07 \\ S_0 = 2.01S_1 \end{cases}$$

求得,

$$S_1 = 2447.39 (\text{kgf})$$

再将 S_1 代入式 (1-1-19),

$$S_0 = 2.01S_1 = 2.01 \times 2447.39 = 4919.25 (\text{kgf})$$

(2) 钢丝绳芯输送带张力 S_0 的计算 输送带的逐点张力和各段阻力, 只有以下几项计算不同, 其它皆同。

钢丝绳芯输送带自重 q_0 , 查表1-1-32, 取24.3kgf;

输送带空载段运行阻力 W_k , 则为

$$W_k = (q_0 + q'') L_n W'' = (24.3 + 5.67) \times 400 \times 0.030 = 359.64 (\text{kgf})$$

张力 S_6 , 则有

$$S_6 = S_5 + W_k + W_d = (1.08S_1 + 108.20) + 359.64 + 20 = 1.08S_1 + 487.84 (\text{kgf})$$

承载段阻力 W_c , 则有

$$W_c = (q_0 + q' + q) L_n W' = (24.3 + 18.33 + 105.8) \times 400 \times 0.030 = 1781.16 (\text{kgf})$$

故,

$$\begin{aligned} S_n &= S_6 + W_L + W_d + W_j + W_c \\ &= (1.08S_1 + 487.84) + 73.23 + 24.84 + 52.52 + 1781.16 \\ &= 1.08S_1 + 2419.59 (\text{kgf}) \end{aligned}$$

与 $S_n = 2.01S_1$ 联立, 解得

$$S_1 = 2601.71$$

将 S_1 值代入任一个 S_n 的式中, 则如

$$S_n = 2.01 \times 2601.71 = 5229.44 (\text{kgf})$$

3. 输送带规格的确定

(1) 锦纶帆布芯输送带规格的确定 输送带锦纶帆布的层数 i , 按式 (1-1-21) 计算。

$$i = \frac{P}{B\sigma_t} = \frac{S_n f}{B\sigma_t} \quad (1-1-21)$$

式中 σ_t ——一层锦纶帆布径向强力, kgf/cm 。

安全系数 f 查表 1-1-37, 取 10; 锦纶帆布采用 NN-300 型, $\sigma = 120 \text{kgf/cm}$, 将这些值代入式 (1-1-21), 则

$$i = \frac{4919.25 \times 10}{100 \times 120} = 4.1 (\text{层})$$

(2) 钢丝绳芯输送带规格的确定 钢丝绳芯输送带的带宽和最大张力 S_n 确定之后, 便可计算出所需钢丝绳的根数。计算方法有以下二种。

第一种先选用 ST 630 钢丝绳算法 该法是已知 ST 630 型钢丝绳最大标称直径为 3.4 mm, 单根拉断力 σ_k 为 918 kgf, 则钢丝绳根数 Z 为:

$$Z = \frac{S_n f}{\sigma_k} = \frac{5229.44 \times 10}{918} = 56.96 (\text{根})$$

钢丝绳可取 57 根。

第二种采用输送带强力级算法 该法按式 (1-1-22) 计算。

$$S_t = \frac{S_n f}{B} \quad (1-1-22)$$

式中 S_t ——输送带的强度, kgf/cm ;

B ——输送带的宽度, cm 。

则

$$S_t = \frac{5229.44 \times 10}{100} = 523 (\text{kgf/cm})$$

查钢丝绳芯输送带规格系列表 1-1-40, 可取 ST 630 型钢丝绳芯输送带。

表 1-1-40 钢丝绳芯输送带规格系列

型 号		ST 630	ST 800	ST 1000	ST 1250	ST 1600	ST 2000	ST 2500	ST 3150	ST 4000
全厚度纵向拉伸强度, kN/m		630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
钢 丝 绳	单根拉断力, kN (kgf)	9.0 (918)	11.4 (1166)	14.3 (1458)	14.3 (1458)	22.9 (2331)	34.0 (3472)	44.6 (4553)	59.4 (6065)	71.4 (7234)
	最大标称直径, mm	3.4	3.8	4.5	4.5	5.4	6.4	7.4	7.8	8.7
	间距, mm	13.5	13.5	13.5	11.0	13.5	16.0	17.0	18.0	17.0
上覆盖胶厚度, mm		5	5	6	6	6	8	8	8	8
下覆盖胶厚度, mm		5	5	6	6	6	6	6	7	7
胶带宽度, mm		钢 丝 绳 根 数								
800		56	56	56	69	56	47	45	43	—
1000		70	70	70	87	70	60	56	53	56
1200		84	84	84	105	84	72	68	64	68
1400		99	99	99	122	99	84	79	75	79
1600		113	113	113	138	113	97	91	86	91
1800						128	109	103	97	103
2000							121	114	108	114

注: 1.表中的钢丝绳单根拉断力仅供参考, 验收以胶带全厚度纵向拉伸强度为依据。
2.输送带覆盖胶厚度, 可根据使用条件, 由供需双方商定。

通过上述的计算, 有以下结果。

- ① 锦纶帆布芯输送带的设计计算结果: 带宽1000mm, 采用NN-300型锦纶帆布 4 层, 上覆盖胶为6mm, 下覆盖胶为1.5mm。
- ② 钢丝绳芯输送带的设计计算结果: 带宽1000mm, 采用标称直径3.4mm的钢丝绳70根, 上覆盖胶为5mm, 下覆盖胶为5mm。即采用ST630-1000— $\phi 3.4 \times 5 \times 5$ 为带芯的钢丝绳芯输送带。

第三节 输送带制造工艺

一、纤维材料抗拉层输送带

(一) 帆布芯输送带制造工艺

帆布芯输送带制造工艺流程如图1-1-10所示。

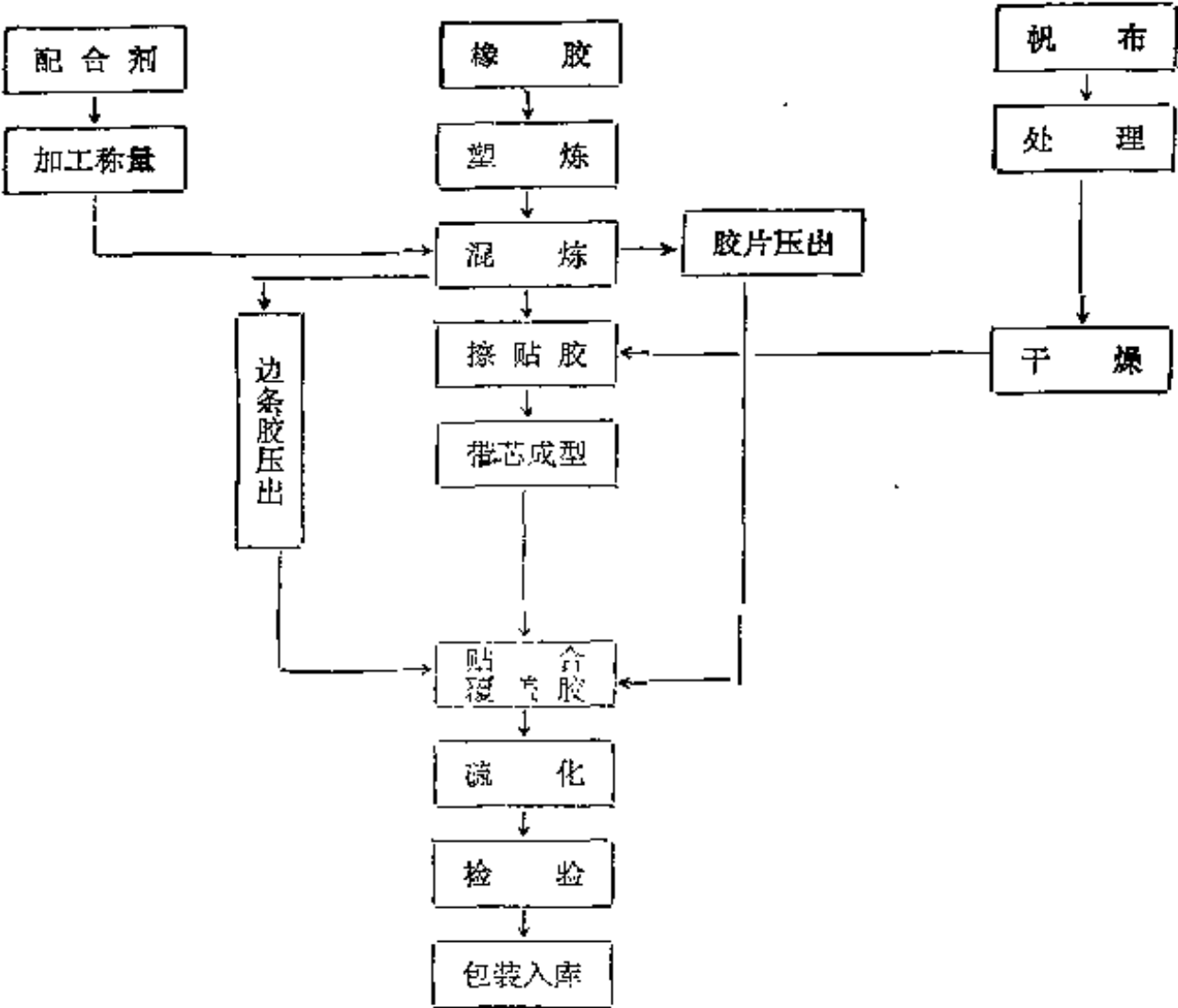


图 1-1-10 帆布芯输送带制造工艺流程图

(二) 棉帆布芯输送带制造工艺

1. 胶料的制备

(1) 塑炼 帆布擦贴胶、覆盖胶和缓冲胶由于工艺的要求不同，橡胶的可塑度要求也不同。天然橡胶塑炼胶的可塑度要求如表1-1-41所示。

表 1-1-41 输送带用塑炼胶的可塑度

塑炼胶名称	可塑度 (威廉)	塑炼胶名称	可塑度 (威廉)
擦贴胶	0.49~0.55	缓冲胶	0.37~0.40
覆盖胶	0.27~0.33		

(2) 混炼 混炼可在开放式炼胶机或密炼机上进行。开炼机混炼条件见表1-1-42。

表 1-1-42 开炼机混炼条件

混炼胶名称	辊温 ℃	辊距 mm	容量 φ400×1060 kg	薄通		混炼胶可塑度 (威廉)
				次数	辊距,mm	
覆盖胶	50~60	6~10	40	3	<1.5	0.25~0.31
缓冲胶	50~60	6~10	40	3	<1.5	0.37~0.43
擦贴胶	50~60	6~10	40	3	<1.5	0.53~0.49

两种以上橡胶并用时，应先混合均匀后再行混炼，混炼条件要严加控制，要进行快速项目（如可塑性、硬度、相对密度、硫化曲线等）检验。

特种胶料混炼时，要根据配方特性，制订相应的混炼条件。例如，混炼丁苯橡胶胶料时，要适当提高辊筒温度；混炼氯丁橡胶胶料时要适当降低辊筒温度；混炼三元乙丙橡胶胶料时，要减小混炼容量，缩小辊距，以提高混炼胶的均匀程度；混炼食品输送带胶料时，要注意清洁，防止杂质和其它胶料混入。

用密炼机混炼时，把塑炼胶和各种配合剂按工艺顺序加入，硫化剂在压片机上加入。合成橡胶使用比例大的胶料，应采用二段混炼工艺，以保证胶料的质量。用密炼机混炼时的加料程序和时间控制如表1-1-43所示。

表 1-1-43 密炼机混炼加料程序

操 作 程 序	时间, min	操 作 程 序	时间, min
塑 炼 胶	3	1/2炭黑总量和软化剂	3
促进剂、防老剂和活性剂	2	排 胶	1
1/2炭黑总量	3	共 计	12

（3）覆盖胶、缓冲胶片的压延 胶料热炼和压延工艺条件如表1-1-44和表1-1-45所示。

表 1-1-44 胶料热炼条件

热炼机规格, mm	前辊温, ℃	后辊温, ℃	辊距, mm	下 料 方 式
φ400×1050	55~65	50~60	5~8	划卷, 重量≤40kg

表 1-1-45 胶料压延条件

压延机规格, mm	上辊温, ℃	中辊温, ℃	下辊温, mm	辊 距
φ600×1473	70±5	80±5	70±5	根据胶片厚度调节

胶料热炼时要充分，胶卷停放时间要短，以防止胶料焦烧；胶片要光滑平整，不准有孔洞；要防止油污和杂物混入；厚度要合乎工艺要求。

（4）边胶条的压出 胶料热炼条件见表1-1-44。压出工艺条件见表1-1-46。

表 1-1-46 边胶条压出条件

机头温度, ℃	机身温度, ℃	机头口型温度, ℃	冷 却 方 式
65~75	50~55	85~90	用水槽冷却

压出操作中要防止胶条自硫和相互粘牢，已喷霜的边胶条要重新热炼压出。

2. 帆布的擦、贴胶

帆布的擦胶和贴胶是通过压延机来完成的。其方式有两种。

第一种方式是将帆布先浸乳胶，经过干燥后再用四辊压延机一次两面贴胶。从帆布干燥到胶帆布卷取为连续化生产，生产效率较高，胶帆布质量也较好，但需有一套占地面积大，耗能高的浸胶和干燥设备。其工艺路线如图1-1-11。

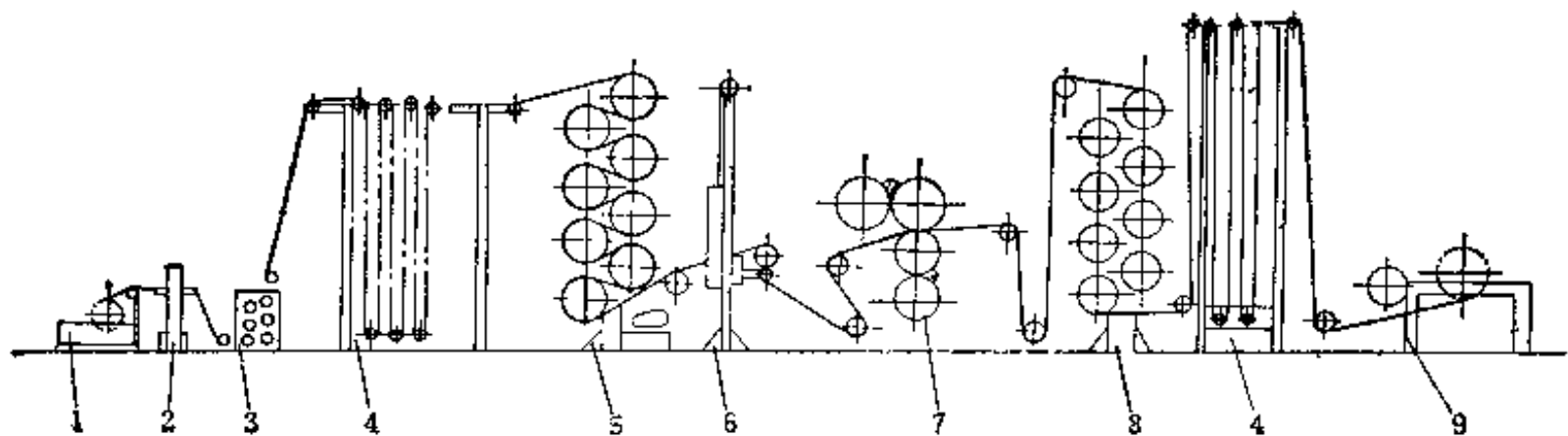


图 1-1-11 四辊压延机一次贴胶流程图

1—导开架；2—接头机；3—牵引辊；4—储布器；5—烘干机；6—张紧辊；7—四辊压延机；8—冷却辊；9—胶布双套卷取

第二种方式是将帆布干燥、压延制成胶帆布。如采用 $\phi 600 \times 1473\text{mm}$ 规格压延机，其辊筒速比为上辊:中辊:下辊=1:1.5:1。由于中辊转速较快，有利于胶料挤入布缝内，提高帆布芯输送带芯布层间的粘着强度。帆布压延工艺条件，因配方、织物和设备不同面有所改变，压延工艺条件见表1-1-47、表1-1-48和表1-1-49。

表 1-1-47 帆布干燥条件

干燥辊内蒸气压力 MPa	干燥辊筒表面温度 ℃	干燥后帆布含水率 %
0.36~0.41	148~151	1.5~3.5

热炼使胶料进一步获得均匀性和可塑性，是严格控制压延胶布附胶量，并保持整匹胶布附胶均匀的重要影响因素。经过压延机加工过的胶布，要经过冷却辊筒冷却，然后用衬布垫好整齐卷取。

表 1-1-48 胶料热炼条件

项 目	粗 炼	精 炼	项 目	粗 炼	精 炼
炼胶机规格, mm	$\phi 400 \times 1060$	$\phi 400 \times 1060$	薄通次数(辊距1.5mm)	2~3	—
容 量, kg	80~100	40~50	下卷方式	划短卷	划短卷
辊 距, mm	8~10	6~8	划卷重, kg	≤ 40	8~10
辊 温, ℃	40~55	80~90			

表 1-1-49 压延条件

胶布规格	压延方法	辊筒温度, ℃			辊 距 mm	附 胶 量 kgf/0.914×100m	供胶温度 ℃
		上 辊	中 辊	下 辊			
36'/18×12	二厚擦胶	95±5	85±5	50±5	上、中辊间 2.5mm	54	80
36'/18×12	一薄擦胶	80±5	75±5	50±5	下辊压紧	18	—

3. 带坯成型

带坯成型分两步进行，即带芯成型和覆盖胶、边条胶的贴合。

(1) 带芯成型 棉帆布带芯在 4 层或 4 层以下的，一般采用叠层式成型，也有采用叠包式结构成型的。带芯为 5~6 层的，一律采用叠层式成型，并在非工作面一层胶帆布两边宽度各缩窄 40~50mm，以相同厚度和宽度的胶片填平补齐。带芯在 6 层以上，其成型方式与 5~6 层的带芯相似，但在中间一层的胶帆布也需缩窄 40~50mm，同样用胶片填平补齐，以增加带芯与边胶条的接触面和粘合力。

带坯的成型长度，应以半成品、成品停放收缩率，成品扯断伸长率，硫化伸长率等的实际测定值加以制订。成型长度预缩率如表 1-1-50 所示。

表 1-1-50 棉帆布芯输送带成型长度预缩率

帆布层数	预 缩 率	帆布层数	预 缩 率
3~4	3.5	9	1
5	3	10	0.5
6	2.5	11	0
7~8	2	12	0

带坯的成型宽度可用式 (1-1-23) 计算

$$b = B - 2d + K \quad (1-1-23)$$

式中 b ——带坯成型宽度，mm；

B ——输送带成品宽度，mm；

d ——边胶条厚度，mm；

K ——修正宽度（见表 1-1-51），mm。

表 1-1-51 带坯宽度的修正数(K)

输送带宽 mm	K, mm	输送带宽 mm	K, mm	输送带宽 mm	K, mm	输送带宽 mm	K, mm
200~300	2~3	500	6	700	7	1000	8
400	4	600	6	800	7	1200~1400	9~10

带芯胶帆布并条及搭接规定，见表 1-1-52。

表 1-1-52 带芯成型胶帆布并条及搭接规定

名 称	并条条数	并条宽度 mm	并条长度 m	纵向搭接宽度 mm	横向搭接宽度 mm	横向搭接角度 度
外层胶布	≤3	>40	>1	1~4	25~35	≤4层为45
内层胶布	≤4	>50, 其中一条允许≥25	>1	1~4	25~35	≥5层为73

带芯成型需注意以下几点。

- ① 胶帆布必须清洁无缺陷，如白条、胶块或沾有油污杂物等，必须修整、清理完善后才能使用，以防硫化时鼓泡。
- ② 严防空边等现象产生。叠包式成型方法很容易造成空边和卷边等弊病。成型时胶帆布要坦平，叠包操作成型宽度夹制器松紧要适宜，若有空边、卷边、胶布打褶等现象，必须及时停车修理。
- ③ 严格控制带坯宽度防止带坯弯曲。带坯宽度整条必须一致，胶帆布并条时要左右交叉搭配，以防胶帆布紧边集中，导致带坯弯曲。

(2) 覆盖胶、边胶条的贴合时，带芯为叠层式结构的带坯，两侧应先涂胶浆，待干后再贴边胶条、缓冲胶及上下覆盖胶。覆盖胶、缓冲胶的厚度允差范围参见表1-1-53；边胶条规格见表1-1-54。

表 1-1-53 覆盖胶和缓冲胶厚度公差

缓冲胶厚度及公差 mm	覆盖胶厚度及公差 mm	缓冲胶厚度及公差 mm	覆盖胶厚度及公差 mm	缓冲胶厚度及公差 mm	覆盖胶厚度及公差 mm
—	1.0±0.1	1.0±0.1	2.0±0.1	1.5±0.1	4.5 ^{+0.2} _{-0.1}
—	1.5±0.1	1.0±0.1	3.5 ^{+0.2} _{-0.1}	1.5±0.1	5.0 ^{+0.2} _{-0.1}

注：1. 缓冲胶可用贴胶网眼布代替，但只用于工作面；
2. 缓冲胶与工作面覆盖胶的总厚度为工作面覆盖胶（即上覆盖胶）的厚度，当工作面覆盖胶的厚度低于 2mm 时不采用缓冲胶层。

表 1-1-54 边胶条规格

输送带层数	边胶条规格		输送带层数	边胶条规格	
	宽度, mm	厚度, mm		宽度, mm	厚度, mm
4	7	7	9~10	15	15
5~6	9	9	11~12	18	18
7~8	12	12			

叠包式成型的带芯一般不贴边胶条，而是将上下覆盖胶先卷曲成双层，然后覆盖在带芯上，再用刀将多余的胶割掉。采用上述方法，以达到增加边胶厚度的目的。

覆盖胶和边胶条都要保持清洁和无油污等杂质，厚度要均匀一致，贴合时要紧密，不能有气泡存在。

4. 棉帆布芯输送带硫化

棉帆布芯输送带一般采用平板硫化机硫化。如图1-1-12所示。

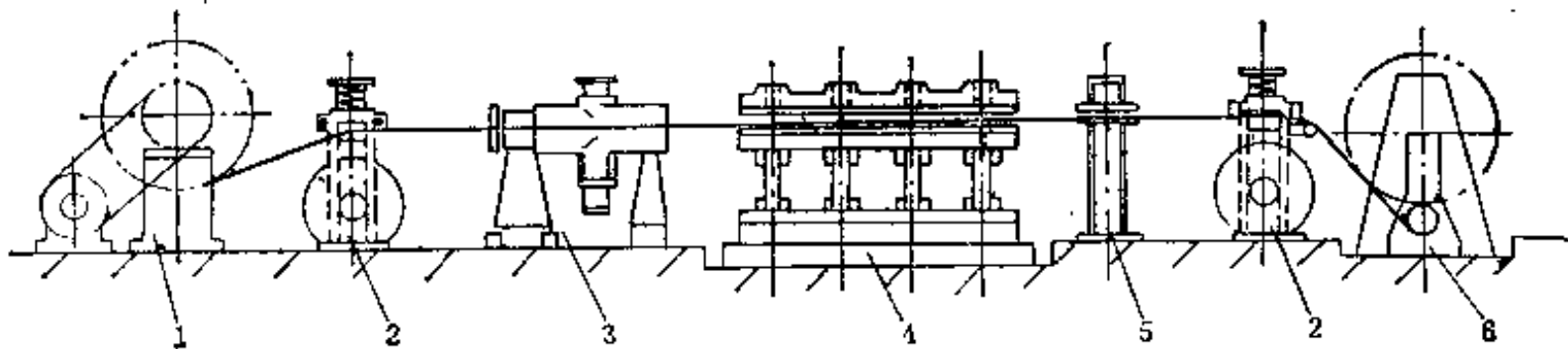


图 1-1-12 平板硫化机工作示意图

1—带坯架；2—引带辊筒；3—伸长装置；4—平板硫化机；5—夹持器；6—卷带机

(1) 硫化时间 输送带硫化温度一般为147~151℃。硫化时间按经验公式(1-1-24)计算。

$$T = t + (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) K \quad (1-1-24)$$

式中 T ——硫化时间, min;

t ——胶料的正硫化时间, min;

δ_1 ——带芯厚度, mm;

δ_2 ——上覆盖胶厚度, mm;

δ_3 ——下覆盖胶厚度, mm;

K ——单位厚度(1mm)的带坯达到正常硫化温度所需要的时间, 一般取1.2~1.4 min/mm。

(2) 硫化伸长率 棉帆布芯输送带的硫化伸长率一般控制在3~4%范围内, 但应保证成品扯断伸长率在8~12%范围内。

(3) 硫化单位压力 带坯硫化单位压力一般为1.53~2.55MPa, 硫化平板表压可按式(1-1-25)计算。

$$P_{\text{表}} = \frac{4P_{\text{单}}LB}{n\pi D^2} \quad (1-1-25)$$

式中 $P_{\text{表}}$ ——平板硫化机表压, MPa;

$P_{\text{单}}$ ——带坯硫化单位压力, MPa;

L ——平板长度, m;

B ——带坯硫化宽度, m;

n ——柱塞个数;

D ——柱塞直径, m。

(4) 硫化垫铁厚度 硫化垫铁厚度以带坯压缩率10~15%进行计算。例如硫化带坯厚度为25mm, 则可用厚度为22.5~21.5mm的垫铁。

带坯在硫化过程中, 除了正确采用硫化加压时间、压力、伸长率和严格控制硫化温度外, 还必须将带坯置于硫化伸长夹制器、平板、成品引出牵引辊筒等的同一中心位置, 以保证成品平直, 防止输送带弯曲。硫化平板开启后, 如发现成品鼓泡, 应立即用细针将气泡戳破, 以防止气泡扩大而造成更大的损失。

(5) 硫化中常见的外观质量缺陷、造成原因及预防措施 输送带硫化中常见的外观质量缺陷和预防措施, 如表1-1-55所示。

(6) 帆布芯输送带外观缺陷修补方法 输送带在硫化中出现的超规定范围缺陷应及时修理完善。其主要缺陷修补方法如下。

a. 胶层泡 将起泡部位胶层切除, 用钢丝手轮将胶打毛糙, 涂以相同胶料的胶浆, 待干后用相同胶料胶片填平补齐, 再用硫化平板硫化。若修补面积在100cm²以下的可用活动小的硫化平板硫化, 若修补面积较大或需连续修补几个部位的, 则可用原硫化平板硫化。硫化后修补部位要牢固、平整, 高出带体部分可用平面砂轮磨去。

b. 布层泡 如布层泡在两层以上者, 可将起泡部分逐层切除, 并剖切成阶梯形, 用钢丝手轮将布层多余胶除去, 涂上相同胶料胶浆, 待干燥后, 用相同胶布和相同胶料填平补齐, 再经加压硫化。其表面处理与胶层泡相同。

表 1-1-55 输送带硫化中常见缺陷和预防措施

缺陷名称	造成原因	预防措施
胶层、胶与布层、布与布层间鼓泡	①帆布含水率太高; ②胶片或胶布混入杂质; ③欠硫或硫化压力不足; ④平板温度不均匀; ⑤垫铁太厚或铁垫重叠	①控制干燥帆布的含水率; ②保持胶片、胶布清洁,清除混入的杂质; ③严格控制硫化压力、温度和时间,防止掉压; ④按压缩比配置垫铁厚度,防止垫铁重叠
带边空边、海绵或裂缝	①带坯过小或硫化伸长太大; ②边胶裂缝,渗入隔离剂; ③带坯与垫铁没有靠紧或垫铁配置不当	①检查垫铁宽度、厚度、压缩比是否与工艺规定相符; ②成型或硫化时防止隔离剂渗入边胶条夹缝; ③用伸长、压缩比、硫化宽度进行调节
覆盖胶表面明疤	①覆盖胶厚度不足或表面不平整; ②胶料流动性差	①严格控制覆盖胶厚度和可塑度; ②胶片要出得光滑平整; ③硫化时可采取二次加压,以排除空气
带身弯曲	①带芯两边松紧不一; ②带身单边厚或薄; ③平板两端夹制器与平板内带身未对直	①成型时胶布松紧边交叉使用; ②调整垫铁厚度,使两边厚度一致; ③保持夹制器与带身平直
平板口重皮或起泡	①平板口冷却不足; ②重复硫化部位太小; ③平板口涂隔离剂太多; ④硫化操作时间过长	①降低平板口冷却温度; ②加大重复硫化部位(一般150~200mm); ③隔离剂使用以少而均匀为宜; ④缩短操作时间,必要时将平板口处隆起胶割去
带身横向水波纹	①成型时胶帆布打褶; ②硫化时拉伸不足	①成型时应将胶帆布铺平贴合,打褶部分拉平后再贴合; ②适当加大硫化伸长率,特别是硫化第一板或最后一板,要有足够拉伸
带身纵向水波纹	①带坯太宽或垫铁间距太窄; ②操作时间太长,使胶与平板吸粘太大,平板合拢时带坯不易向两侧延伸	①严格掌握带坯宽度与垫铁横向间距; ②缩短操作时间,在成型时也可将带坯两端宽度缩小10~20mm

(三) 维纶帆布芯输送带制造工艺

维纶帆布芯输送带的制造工艺与棉帆布芯输送带制造工艺基本相同,但需注意以下问题。

1. 混炼

用开炼机混炼擦布胶和缓冲胶时,要制定合理的加料顺序,加强胶料的薄通加工,使胶粘剂在胶料中分散均匀;用密炼机混炼擦布胶和缓冲胶时,可将橡胶和配合剂(胶粘剂A和硫化剂除外)在120℃条件下进行混炼,硫化剂和胶粘剂A在开炼机上加入,这样既可防止胶料焦烧和胶粘剂A的分解,又可提高胶料与织物之间的粘着强度。

2. 擦布工艺

维纶帆布的压延、热炼工艺条件见表1-1-56和表1-1-57。

3. 硫化与修补工艺

维纶帆布芯输送带宜在150℃以下硫化。修补时必须采用带芯或覆盖胶的同种胶料,还须待胶浆干燥后才能贴合胶帆布或覆盖胶。修补硫化温度与带坯硫化温度相同。

(四) 锦纶帆布芯输送带制造工艺

锦纶帆布芯输送带制造工艺与棉帆布芯输送带制造工艺基本相同,但需注意以下问题。

表 1-1-56 维纶帆布干燥条件

干燥辊内蒸气压力,MPa	干燥辊筒表面温度,℃	干燥后维纶帆布含水率, %
0.41~0.43	151~150	0.5~1.0

表 1-1-57 压延方法和条件

压延方法	辊筒温度,℃			附胶量 kg/0.914×100m	热炼胶温度 ℃
	上	中	下		
二厚擦一薄擦	95±5	85±5	70±5	53±2	80

1. 锦纶帆布压延

已浸渍处理的锦纶帆布必须包装完好，保持干燥。压延前需在70℃条件下干燥。压延条件如表1-1-58所示。

表 1-1-58 锦纶帆布压延条件

擦贴胶方式	辊筒温度,℃			附胶量 kg/1 ×100m
	上	中	下	
三辊压延二擦一贴胶	95±5	85±5	75±5	75±5
四辊压延，一次二贴胶	105~110	105~110	95~100	70±5

采用四辊压延机贴胶，胶布质量好，生产效率高。

2. 带坯成型

先将锦纶胶帆布按工艺要求宽度裁断，然后进行逐层贴合或多层一次贴合。各层胶帆布贴合时张力必须一致，带坯宽度比成品宽度略窄，可按表1-1-59控制。

表 1-1-59 锦纶帆布芯输送带带坯宽度

带边胶结构	上、下覆盖胶厚度, mm	带坯宽度比成品宽度缩小, mm
包边	上胶3(单包) 下胶1.5 (双包)	12
包边	上胶4.5 (单包) 下胶1.5 (双包)	15
贴边胶条	边胶条 7×7	14
贴边胶条	边胶条 9×9	18

3. 硫化

硫化温度在148~150℃范围内；硫化时间按式（1-1-24）计算，K值取1.4。

硫化压力为2.04~2.55MPa。

硫化伸长率，带芯在3~4层的为2~4%；带芯≥5层的为4~5%。

锦纶帆布受热后要收缩，因此硫化后的带要进行热拉伸定型，热拉伸率为5~8%，待带体温度降到60℃以下方可去掉拉力。锦纶帆布芯输送带硫化过程中的质量缺陷和预防措施与

棉帆布芯输送带的相同。热拉伸定型情况如图1-1-13所示。

薄型带（带芯为3层或3层以下）易采用鼓式硫化机硫化。鼓式硫化机工作情况如图1-1-14。

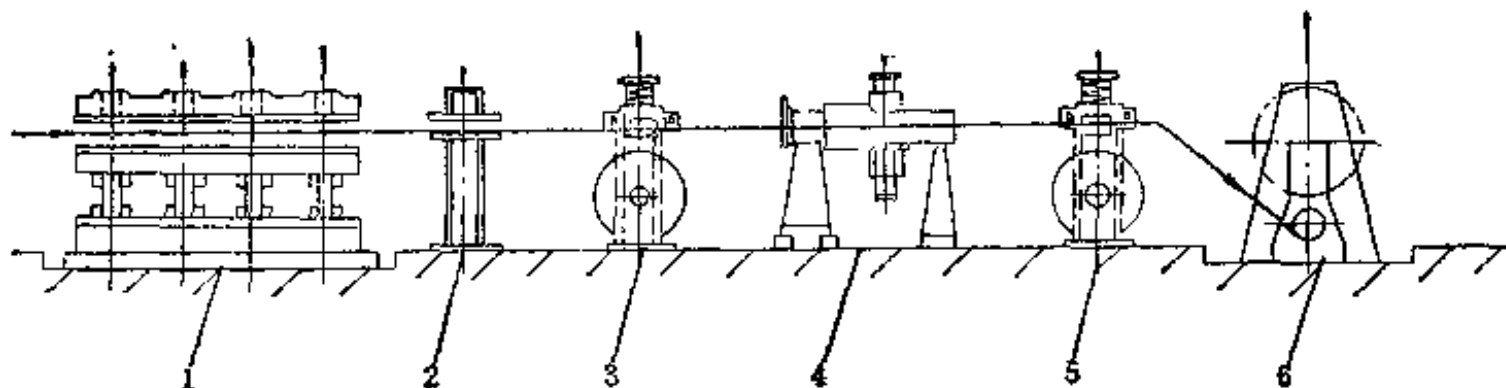


图 1-1-13 锦纶帆布芯输送带热拉伸示意图

1—平板硫化机；2—夹持器；3、5—修补硫化机；4—伸长机；6—卷带机

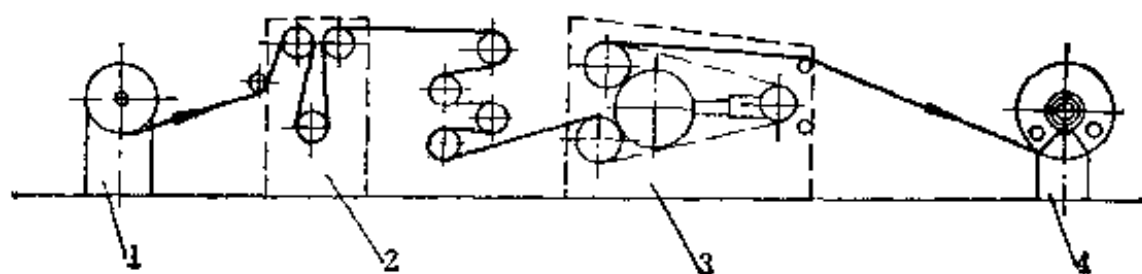


图 1-1-14 鼓式硫化机硫化锦纶帆布芯输送带示意图

1—带坯架；2—储带坯器；3—鼓式硫化机；4—卷带机

（五）整体芯输送带制造工艺

整体芯输送带分为普通型整体芯输送带和橡胶-塑料并用阻燃型整体芯输送带。

1. 普通型整体芯输送带制造工艺

普通型整体芯输送带的抗拉层，一般用维纶纱或维纶纱（作经向）与棉纱（作纬向）交织成多层结构的整体芯，宜在擦贴胶料配方中采用间苯二酚、甲醛、白炭黑粘合体系。热炼后的混炼胶料于压延机上对整体带芯进行两面压力贴胶，然后再贴合上、下覆盖胶。其硫化工艺与维纶帆布芯输送带硫化工艺基本相同。

2. 阻燃型整体芯输送带制造工艺

阻燃型整体芯输送带制造工艺流程如图1-1-15所示。

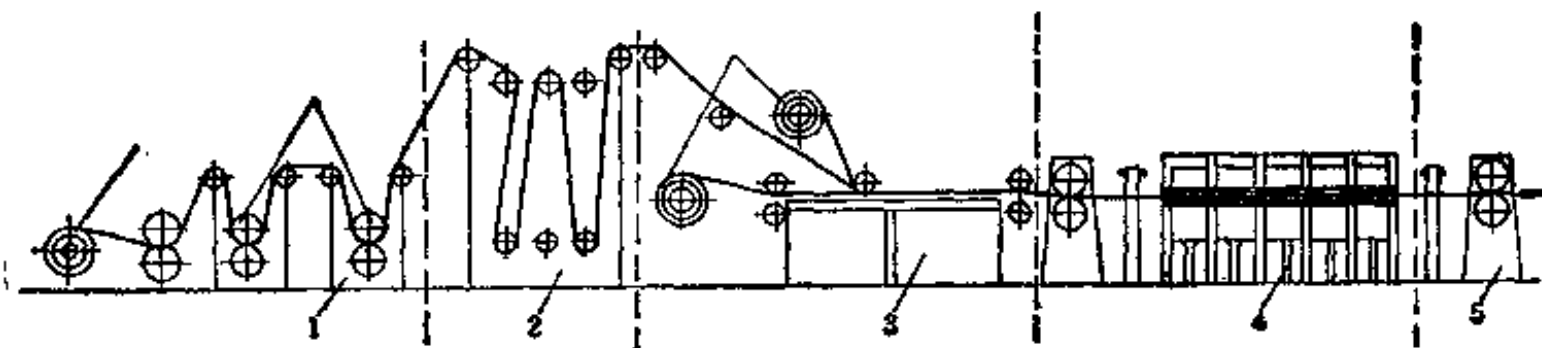


图 1-1-15 阻燃型整体芯输送带制造流程示意图

1—浸涂PVC糊状物（I—整体带芯；II—PVC糊状物；III—挤压辊筒）；2—塑化室；3—覆盖胶贴合（IV—上覆盖胶；V—下覆盖胶）；4—硫化；5—输送带导出和卷取

（1）PVC糊状物的制备 PVC糊状物主要由悬浮法聚氯乙烯粉及加入增塑剂、阻燃剂、稳定剂等，经混合后放入球磨机内充分进行球磨，制成无粒状的均匀糊状物。

(2) 整体带芯浸渍 将整体带芯通过PVC糊状物料槽浸渍并在料槽中的数对相反转向的挤压辊筒挤压下,直至糊状物充满带芯组织间隙。

(3) 塑化 将已浸渍PVC糊状物的带芯,导入塑化室,于约 160℃ 左右的温度下进行塑化。塑化温度和塑化时间,应以PVC糊状物充分塑化为准。若用锦纶纱作为整体带芯的织物原料时,在PVC糊状物和覆盖胶的配方中严禁配入促使锦纶织物分解的物料,如酚类或酚类衍生物等。

(4) 贴合上、下覆盖胶 上、下覆盖胶均应采用阻燃型胶料。贴合可在成型台上进行,也可用压延机直接贴合。

(5) 硫化 贴有上、下覆盖胶的带坯于硫化后,需在50℃以下进行脱模(即冷脱模)、导出。硫化一般是在普通平板硫化机上进行。带坯在平板硫化上待加热加压硫化过程完成后,立即关闭硫化平板的蒸气进口阀门,并将冷水通入,待输送带冷却后,将带导出,这样反复进行,以完成整条带的硫化。运用此种方法硫化的阻燃型整体芯输送带,不但热能消耗大、生产效率低,而且易损坏平板硫化机,因此,采用鼓式硫化机生产比较适宜。

(六) 环形输送带制造工艺

帆布芯环形输送带制造工艺,除接头(连接)外,其它工艺与帆布芯输送带相同。其环形连接方式如下:

帆布芯环形输送带环形连接方式

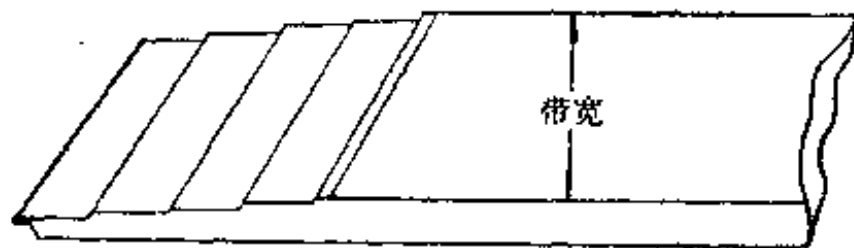
{	熟头胶接	{	热硫化胶接
	生头热硫化胶接		冷硫化胶接

1. 熟头胶接

(1) 热硫化胶接 采用帆布芯输送带的帆布擦贴胶胶料制备接头胶浆。封口胶片使用该带同种覆盖胶胶片。环形输送带长度计算可参照式(1-1-26)进行。

$$L = l + (n - 1) S + \frac{1}{2} B + 50 \quad (1-1-26)$$

式中 L ——环形输送带长度, mm;
 l ——环形输送带的内周长度, mm;
 n ——环形输送带带芯层数;
 S ——每层胶帆布阶梯长度, mm;
 B ——环形输送带宽度, mm。



熟头胶接时,一般采用斜接法。接头剖层如图 1-1-16 所示,每层胶帆布阶梯长度见表 1-1-60。

图 1-1-16 斜接法接头剖层示意图

表 1-1-60 斜接法阶梯长度 (S)

环形输送带宽度, mm	$l \geq 20m$ 的 S , mm	$l < 20m$ 的 S , mm
≤ 500	200	150
600~1000	250	200
1200~1600	300	250

斜接法的裁断角为 $26^\circ 30'$, 即裁角所对的边长度应为带宽度的一半。

按图1-1-16剖层后，用手提钢丝轮将各阶梯帆布上的胶除去，涂上接头胶浆，待干后两接头的阶梯形对准压实，并在接口处贴上封口胶片，送入接头平板硫化机硫化。硫化时间、压力均与原输送带相同。环形输送带接头平板硫化机如图1-1-17所示。

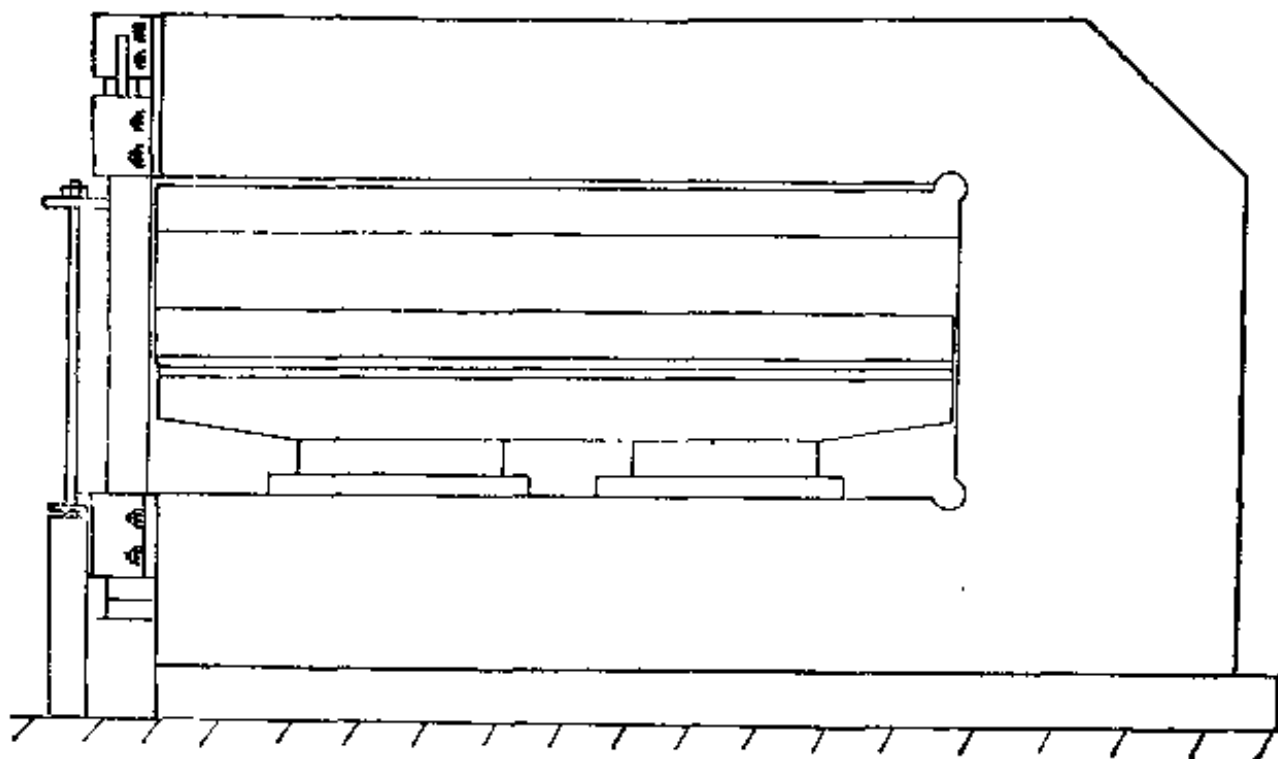


图 1-1-17 接头平板硫化机侧面图

(2) 冷硫化胶接 冷硫化胶接一般采用高结晶型氯丁橡胶并加其它配合剂制备成粘接胶浆。接头长度，操作方法均与热硫化胶接法相同，只是覆胶接口处需留有3~5mm的空隙，并以胶浆充满。两接头的阶梯形对接后，可在硫化平板上加压固化，也可放置在平面上用铁板覆盖，再在上面放置重物加压，或用两块铁板夹住接头处，再用螺旋加压，约24小时后即可使用。

2. 生头胶接

生头胶接即将环形输送带中间长度部分先硫化，两端留下计算长度未硫带坯并按层剖成阶梯形，再对接贴合覆盖胶，置于接头平板硫化机，硫化即可。其操作方法与熟头胶接基本相似。生头胶接强度较高，可达原输送带强度的90%，而熟头胶接只能达到原输送带强度的80%。

(七) 花纹输送带制造工艺

花纹输送带按生产方法可分为压花纹型和模压型两种，按花纹的深度又可分为深花纹和浅花纹两种。花纹输送带的花纹是在硫化中形成的，其带坯生产与帆布芯输送带基本相同。

1. 压花纹输送带生产工艺

(1) 成型 带芯成型一般采用叠层式结构，上覆盖胶厚度都在4mm以上。

(2) 硫化 采用平板硫化机硫化。硫化前将已浸渍乳化硅油（作脱模剂用）的花纹织物覆盖于上覆盖胶上，与带坯一起进平板硫化机进行硫化，待硫化完成后，将花纹织物揭去，在输送带表面就形成花纹。

带压花的花纹织物要求织物粒子凸去，在160℃温度下不软化变质，一般采用经浸渍处理苧麻线织成。其花纹布织物形状如图1-1-18所示。

2. 模压型花纹输送带生产工艺

模压型花纹输送带常见的以凸形花纹较为普遍，制造过程与压花纹输送带基本相似。模

压型花纹输送带的生产特点是在特制的模具中进行硫化。模具一般是先将钢板刻成凹形花纹图案，再在钢板两端焊接槽形钢管而成。钢板厚度要求是：

钢板厚度 - 花纹深度 $\geq 5\text{mm}$ 。

槽形钢管是接通水管供冷却用。带坯进入平板硫化机之前，先用与覆盖胶相同的胶料填满模具花纹图案，然后再将带坯导入，进行加压、加热硫化。硫化时间可用式 (1-1-27) 计算。

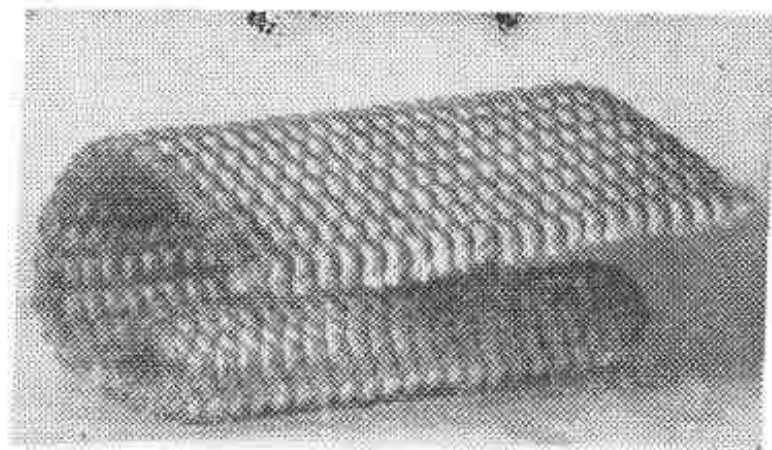


图 1-1-18 花纹织物形状

$$T = t + (\delta_1 + \delta_2) \times K + \frac{1}{2} H \times K \quad (1-1-27)$$

式中 T ——硫化总时间, min;

δ_1 ——帆布层总厚度, mm;

δ_2 ——覆盖总厚度, mm;

K ——单位厚度的带坯达到正常硫化温度所需要的时间, 一般取 $1.2 \sim 1.4\text{min/mm}$;

H ——花纹高度, mm。

硫化过程中, 最后一板的花纹与最前一板的花纹要对准, 不要错位。

二、金属材料抗拉层输送带制造工艺

(一) 钢丝绳芯输送带制造工艺

钢丝绳芯输送带制造方法当前主要有四种流水线：压延法生产线；重锤张力法生产线；液压张力平板移动硫化生产线；压出法鼓式硫化机硫化生产线。

1. 压延法制造工艺

钢丝绳芯输送带的压延法制造工艺流程如图1-1-19所示,

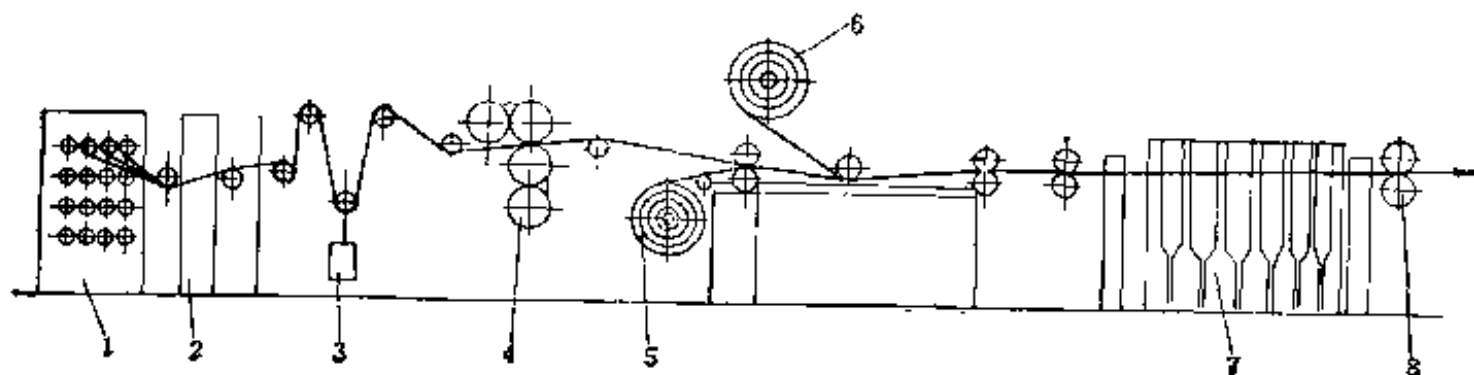


图 1-1-19 压延法制造工艺流程图

1—钢丝绳挂架；2—分梳装置；3—张力装置；4—压延机附胶；5—贴下覆盖胶；
6—贴上覆盖胶；7—平板硫化机；8—成品导出

压延法生产过程中钢丝张力小而且不均匀，成品钢丝抽出强度较低，目前已逐步被其它生产方式所取代。

2. 重锤恒张力法制造工艺

钢丝绳芯输送带的重锤恒张力法制造工艺流程如图1-1-20所示。

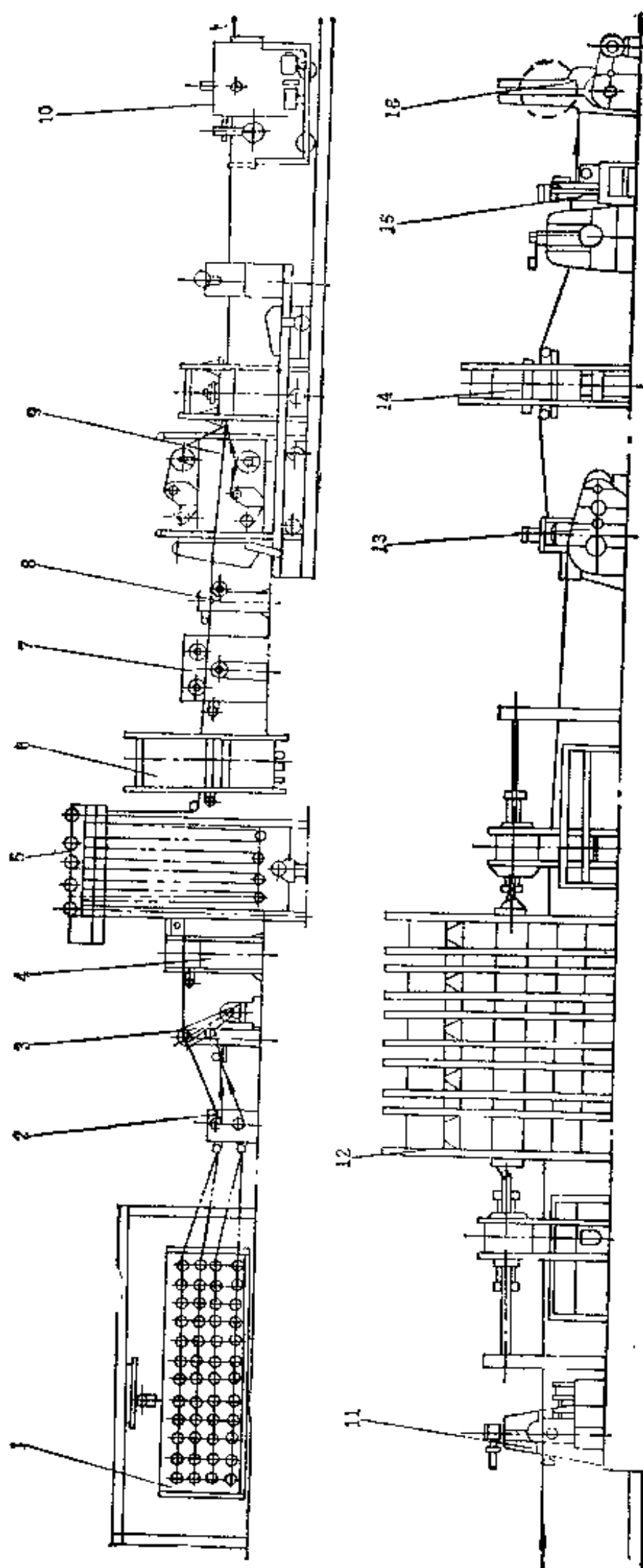


图 1-1-20 重锤恒张力法制造工艺流程图

1—锭子导开架；2—分层分梳装置；3—前牵引装置；4—轻夹持装置；5—初张力装置；6—重夹持装置；7—恒张力装置；8—分梳器；9—成型车；10—托带上边胶车；11—冲牵引装置；12—平板硫化机；13—拉伸装置；14—修带硫化机；15—测长裁断装置；16—卷取装置

(1) 覆盖胶、粘合芯胶的出片及拼幅 覆盖胶和粘合芯胶的热炼和出胶片与普通输送带工艺基本相似。若压延机出的胶片宽度不足时，则在贴合成型前需进行拼幅。胶片拼幅可在立式拼幅机上进行。胶片拼幅如图1-1-21所示。

从压延机压出的胶片需拼幅时，可通过安装在压延辊筒处的一对刀架，将胶片边部切成45°楔角，在拼幅时将两楔角对应，通过拼幅辊筒相对转动而压结实。覆盖胶的拼幅与粘合胶的拼幅在贴合成型时要把拼幅接口处错开，避免拼幅接口处重叠。

粘合胶出片厚度公差如表1-1-61所示。

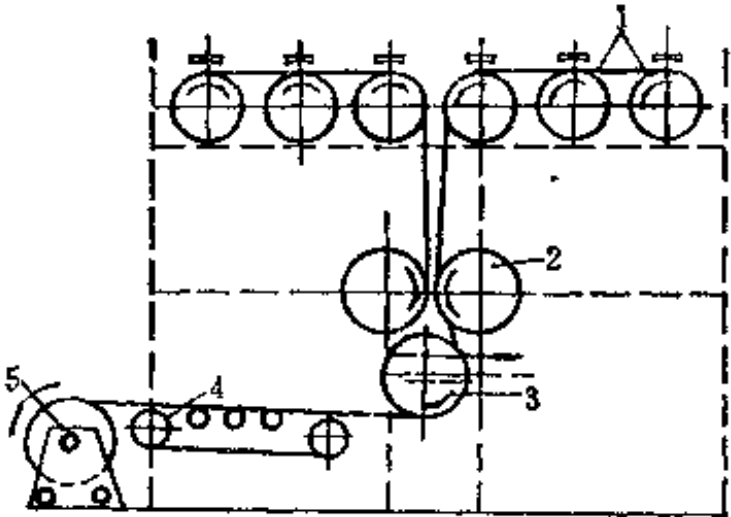


图 1-1-21 胶片拼幅示意图
1—制动导开装置；2—拼幅辊筒；3—导向辊筒；4—输送机构；5—卷取装置

表 1-1-61 粘合胶片厚度公差

钢丝绳直径, mm	3	4.5	6~8	8~10	>10
粘合胶厚度, mm	3+0.2	4+0.2	4.5 ^{+0.2} _{-0.1}	5 ^{+0.2} _{-0.1}	6 ^{+0.2} _{-0.1}

(2) 钢丝绳的分梳与张力 钢丝绳应按左捻和右捻分别吊装在绞子导开架上。若组成输送带的钢丝根数为偶数时，则在分梳架中央放置两根捻向相反的钢丝绳，然后其它钢丝绳在两边分左右捻向交叉依次通过分梳装置放置；若组成输送带的钢丝根数为奇数时，则在分梳架中央放置一根任意捻向的钢丝绳，然后其它钢丝绳在两边分左右（右左）捻向交叉依次通过分梳装置放置。其具体放置方法见表1-1-62。

表 1-1-62 钢丝绳左右捻向排列表

钢丝绳偶数根	……左 右 左 右 左 右 左 右 左 右……
钢丝绳奇数根	……左 右 左 右 左 右 左 右 左 右……

钢丝绳经过分梳后，由前牵引装置将钢丝绳导出，经夹持器装置进入重锤初张力装置。钢丝绳在初张力装置中应编号定位导入，防止因脱锤后造成钢丝绳混乱。钢丝绳在初张力装置中，应尽量向中心线靠拢。以排列48根钢丝绳为例，其排列位置如表1-1-63所示。

表 1-1-63 钢丝绳在初张力装置中的排列

位 置	排列公式	位 置 编 号
A 排	a × 4 - 3	1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45
B 排	a × 4 - 2	2 6 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46
C 排	a × 4 - 1	3 7 11 15 19 23 27 31 35 39 43 47
D 排	a × 4 - 0	4 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48

注 1. 靠近重夹持器的一组重锤滑轮为A排，顺序依次为B排、C排和D排；
2. “a”为钢丝绳在同一排上的顺序号，即1、2、3……；
3. 表中1、5、9、13……为同一排上重锤滑轮的编号。

钢丝绳在初张力装置中的走向如图1-1-22所示。

钢丝绳经过初张力装置后,再通过重夹持器和恒张力装置,使钢丝绳的张力达到 0.981 kN/根 (100kgf/根) 以上。恒张力装置表压控制如表1-1-64所示。

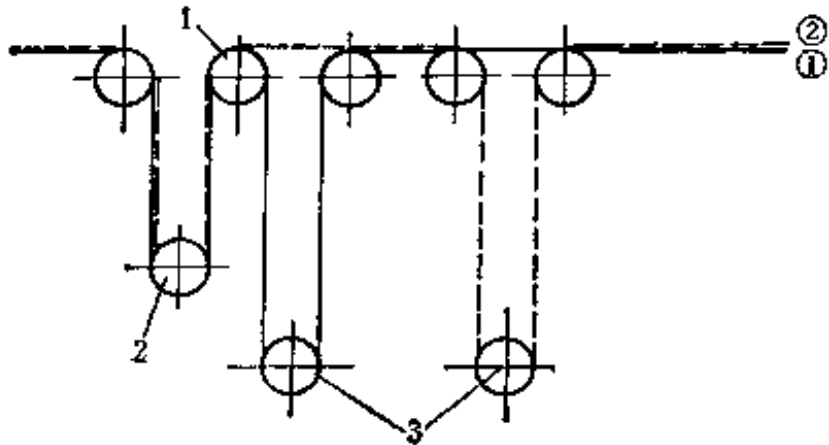


图 1-1-22 重锤式初张力装置中钢丝绳走向示意图
1—导向分梳辊筒；2—送钢丝绳辊筒；3—初张力重锤

(3) 复合成型 钢丝绳在恒张力下,由移动式复合(亦称贴合)成型机向平板硫化机处开始逐段复合成型。成型时,先将上、下粘合芯胶通过冷压平板与钢丝绳压贴成统一整体带芯,然后将上、下覆盖胶再与带芯一起通过成型压贴辊筒,复合成带坯。冷压平板的压力为2.94MPa(30kgf/cm²)左右。在压贴辊筒后面安装一副电热切割刀架,将带坯按照硫化需要宽度整齐切割。

表 1-1-64 钢丝绳恒张力表压控制表

输送带强度型号		ST800-2000	ST2500-3000	ST3550-4000
钢丝绳恒张力		表 压, MPa (kgf/cm ²)		
输送带宽度 mm	<1200	0.98(10)	1.47(15)	1.96(20)
	1200~1600	1.47(15)	1.96(20)	2.45(25)

(4) 硫化 带坯硫化是在恒张力下进行的。硫化温度为 151~153℃;硫化压力为 2.45~2.64MPa(25~27kgf/cm²)。在制造中,为了确保钢丝绳芯输送带的质量,特别需要注意的是要保持钢丝绳、带芯、带坯和成品平直度,在分梳、初张力、夹持器、恒张力、压力复合和硫化等装置上,钢丝绳带芯、带坯和成品应有定位装置,使各装置的中心处于同一中心线上。

(5) 成品修补 钢丝绳芯输送带在生产过程中易发生胶层起泡和边部露钢丝绳等现

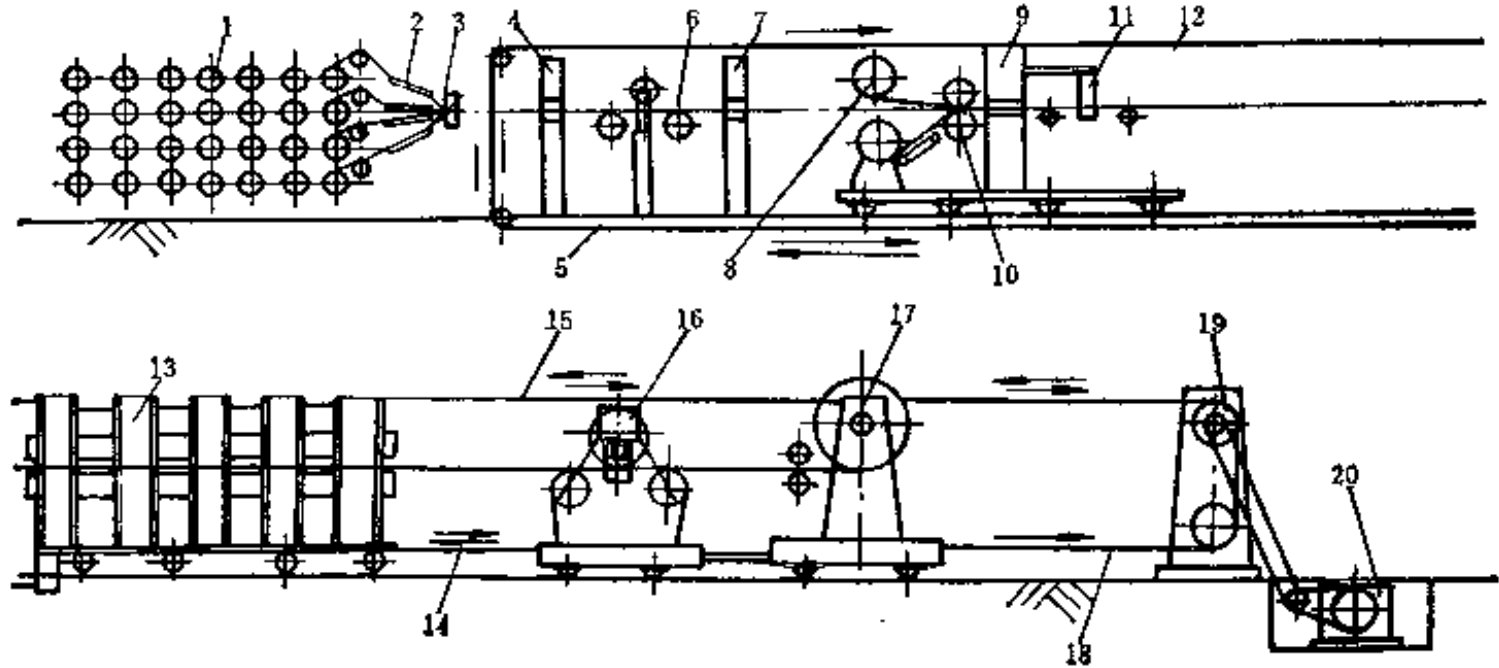


图 1-1-23 液压恒张力移动式平板硫化法制造工艺流程

1—锭子架；2—导钢丝绳管；3—分梳装置；4—前夹持器；5—钢丝绳；6—张力装置；7—后夹持器；8—胶片架；9—贴合机；10—变换规格槽辊；11—电热切割装置；12—钢丝绳；13—平板硫化机；14—钢丝绳；15—链条；16—张力辊筒；17—卷取机；18—链条；19—带制动轮机架；20—传动装置

象。若发生胶层起泡，应将起泡处的胶皮割除，并用手提钢丝轮将割除胶皮部分的凹面打毛糙，涂上与胶料相同的胶浆，待干燥后，填补上原覆盖胶片，用移动式修补平板硫化机加压硫化。硫化后将高出带面部分余胶用平面砂轮磨平。若发生边部露钢丝绳现象，应将露出的钢丝拉出割除，并打毛糙，然后涂以胶浆和贴上胶皮，再用修补平板硫化机硫化，并将硫化后的多余胶用砂轮磨平。

3. 液压恒张力移动式平板硫化法制造工艺

钢丝绳芯输送带的液压恒张力移动式平板硫化法制造工艺流程如图1-1-23所示。

该生产线的特点如下。

(1) 钢丝绳从导开架进入分梳装置后，每组钢丝绳分别由液压油泵控制张力。钢丝绳张力比较均匀，其张力误差可控制在 $\pm 4\%$ 范围内。

(2) 移动式平板硫化机与冷压复合成型机都置于同一铁轨上，当钢丝绳进入恒张力装置后，成型机即可逐段进行复合成型。逐段成型一次可达总长50m左右。移动式平板硫化机与逐段成型的同时可对成型后的带坯进行逐段硫化。硫化完后，成型机和移动式平板硫化机在电动机驱动下再退回原位。该机在恒张力下，一次可逐段硫化50m左右。生产线的优点是能及时发现生产过程中成品的外观质量问题，如能及时测量成品是否弯曲等，以便及时改进操作，保证产品外观质量稳定。

(3) 由于一次逐段硫化总长度较长，便于对成品外观缺陷进行修补。

4. 压出鼓式硫化法制造工艺

钢丝绳芯输送带的压出、鼓式硫化法制造工艺流程如图1-1-24所示。

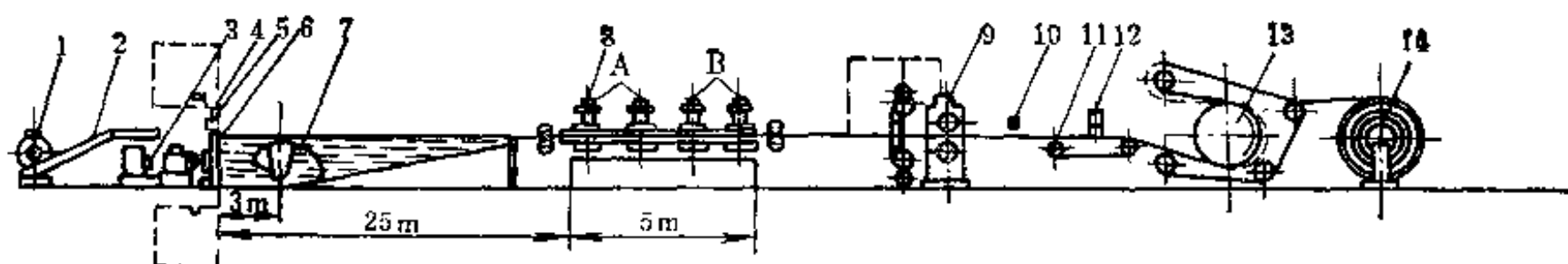


图 1-1-24 压出、鼓式硫化法制造工艺流程

1—冷喂料压出机；2—供料输送带；3—热喂料压出机；4—钢丝绳卷架；5—制动器；6—环形机头；7—胶带矫平装置；8—隔膜牵引装置；9—贴合机组；10—电热割刀；11—张紧装置；12—裁断机；13—鼓式硫化机；14—卷取机

该工艺因生产过程中钢丝张力较小，一般只能生产轻型钢丝绳芯输送带。

钢丝绳芯输送带的以上各种生产方法，其准备工艺部分如塑炼、混炼、胶片压延、胶片拼幅、钢丝导开与分梳等都基本相似，只是给予钢丝绳的张力和硫化方法不同。各种生产方法比较如表1-1-65所示。

(二) 钢缆牵引输送带制造工艺

钢缆牵引输送带工作原理如图1-1-25。

由钢缆牵引输送带工作原理可知，该带是靠驱动系统的钢缆牵引运动，带身不受牵引力，只承受物料的荷重。因此，要求输送带具有较高的横向刚度。

钢缆牵引输送带的结构分耳槽对称型和耳槽非对称型两种，见图1-1-26和图1-1-27。

1. 耳胶的出型

耳胶用压出机压出，其模具尺寸取决于钢缆绳直径的大小。耳胶经压出机压出后，通过冷却水槽和隔离剂槽，卷好备用。耳胶结构如图1-1-28所示。

表 1-1-65 钢丝绳芯输送带生产方法比较

生产方法	压延法	压出鼓式硫化法	液压恒张力法	重锤张力法
特点	通过压延机压延复合后进入硫化	通过压出机压出复合, 然后进入鼓式硫化机硫化	成型硫化在恒张力下进行	硫化机可移动, 成型硫化在恒张力下进行
优点	1. 张力比台式成型法较高; 2. 钢丝绳间距不规则性降低; 3. 芯胶透入钢丝较深	1. 张力比压延法大; 2. 芯胶能较好地透入到钢丝绳间隙; 3. 带厚度均匀无重复硫化区; 4. 钢丝绳间距能自由变化	1. 张力大; 2. 连续化生产张力均匀; 3. 生产可采用任何钢丝绳间距; 4. 钢丝绳间距可任意改变; 5. 钢丝绳抽出强度高	1. 张力大而恒定; 2. 连续化生产张力均匀; 3. 生产可采用任何钢丝绳间距; 4. 钢丝绳间距可任意改变; 5. 钢丝绳抽出强度高
缺点	1. 对重型钢丝绳芯输送带的生产张力不足; 2. 钢丝绳间距受限制; 3. 钢丝绳抽出强度低; 4. 输送带宽度受到压延机的限制	1. 对重型钢丝绳芯输送带的生产张力不足; 2. 成型效力低设备昂贵; 3. 消耗功率大; 4. 必须配备大型压出机和鼓式硫化机	1. 投资费用较高; 2. 张力控制要求严格; 3. 液压系统要求较高	1. 投资费用高; 2. 液压系统要求高; 3. 硫化机动力系统供应要求严格

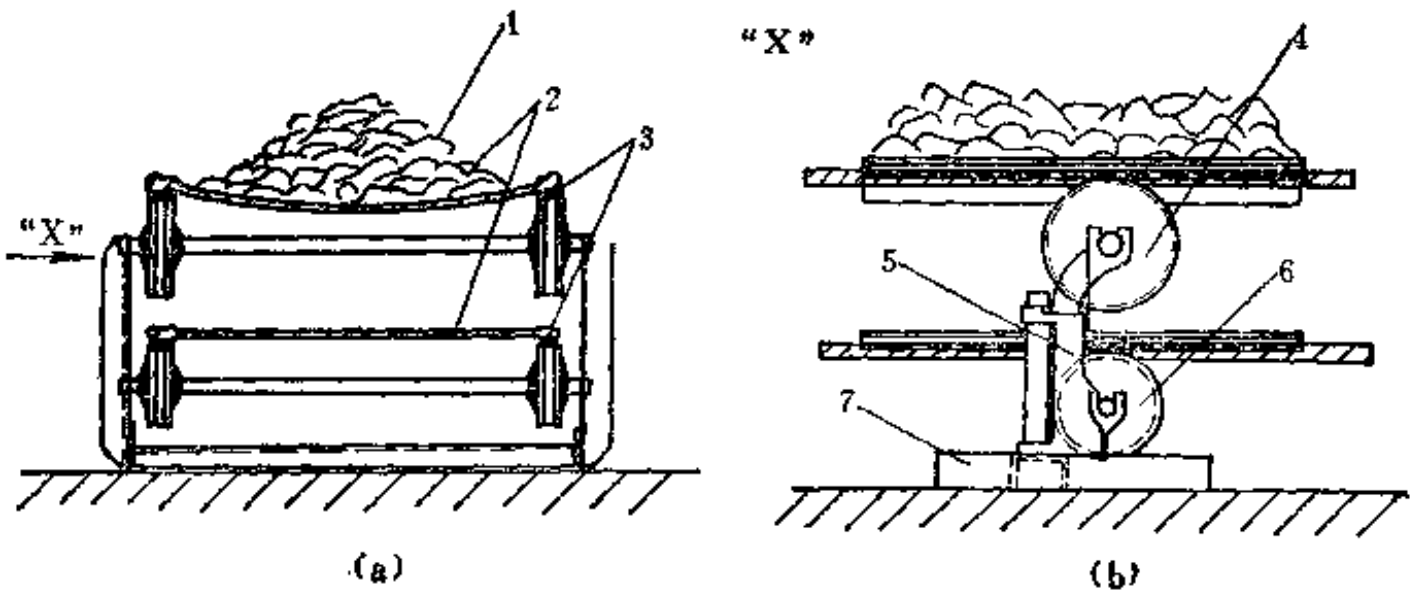


图 1-1-25 钢缆牵引输送带工作原理图

(a) 断面构造 (标准线架部); (b) 从“X”方向的俯视图;
1—物料; 2—输送带; 3—钢缆; 4—输送线带轮; 5—铰折板; 6—返回线带轮; 7—输送机台

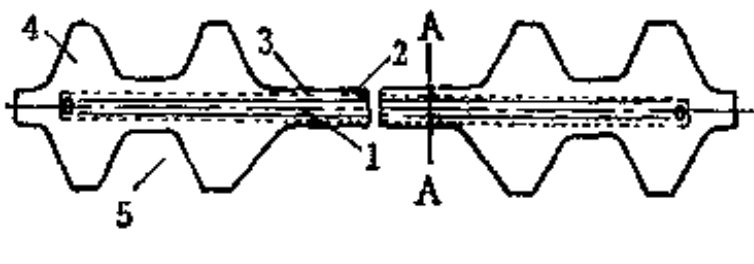


图 1-1-26 钢缆牵引输送带耳槽对称型横截面图

1—钢条; 2—覆盖胶; 3—胶帆布层; 4—突缘; 5—钢缆槽

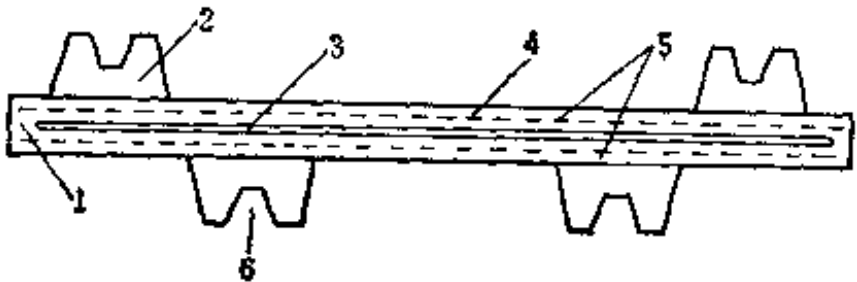


图 1-1-27 钢缆牵引输送带耳槽非对称型横截面图

1—边胶; 2—耳胶; 3—钢条; 4—胶帆布层; 5—上、下覆盖胶; 6—钢缆槽

2. 成型

将胶帆布铺在成型台上, 划好中心线, 按规定间距放置一定规格的钢条 (见表1-1-66)

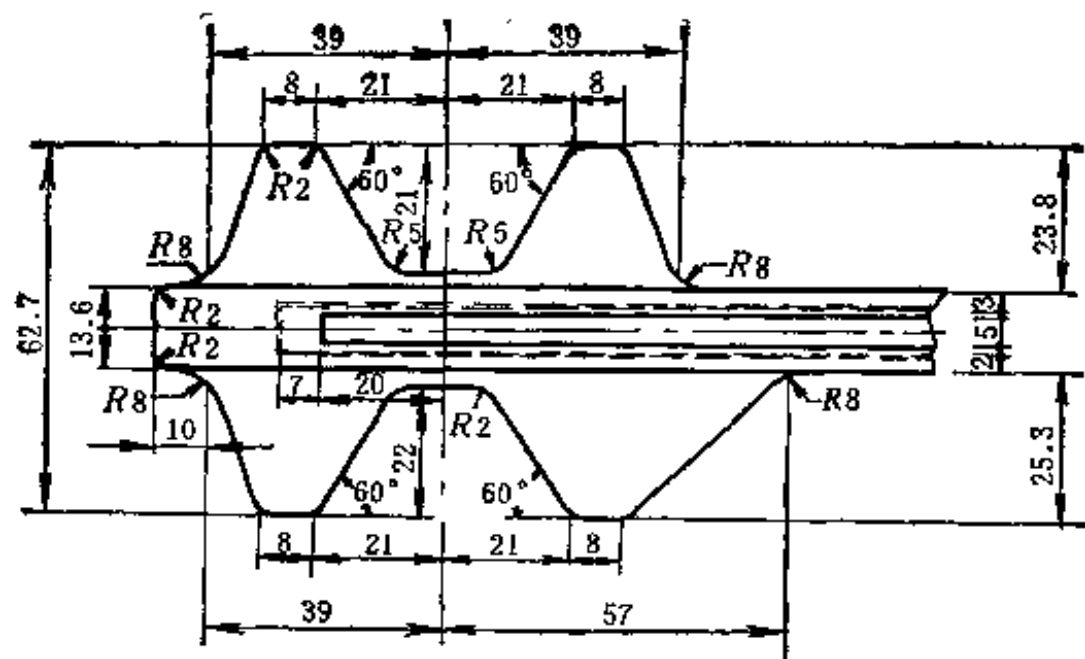


图 1-1-28 钢绳输送带上、下耳胶结构
(单位: mm)

和填充胶条,用上、下包布包好,再经压辊压实,备用。钢条放置一定要与包布中心线垂直。

表 1-1-66 钢绳牵引输送带规格结构

耳槽类型	输送带规格	钢条规格 (间距, mm)	缆绳直径, mm	耳槽中心距, mm
对 称	850×2P (3+4+2)	4×4×820 (20)	34.5	700
非 对 称	850×2P (3+4+2)	4×4×820 (20)	34.5	700、800
对 称	864×2P (4.5+5+2.5)	5×5×840 (20)	34.5	800
对 称	1055×2P (3+5+2)	5×5×1034 (20)	34.5	1000
对 称	1070×2P (3+5+1.5)	5×5×1034 (40)	40	1000
非 对 称	1064×2P (3+5+2)	5×5×1034 (40)	40	1000
对 称	1070×2P (3+5+1.5)	5×5×1034 (40)	40	1000
非 对 称	1070×2P (3+5+2)	5×5×1034 (40)	40	1000
非 对 称	1070×2P (3+5+1.5)	5×5×1034 (40)	40	1000
对 称	1090×2P (5+5+5)	5×5×1055 (40)	40.5	1000
对 称	1126×2P (3+5+3)	5×5×1080 (40)	40.5	1000
对 称	1126×2P (2+5+3)	5×5×1080 (40)	40.5	1000
非 对 称	1126×2P (3+5+3)	5×5×1080 (40)	40.5	1000、800
非 对 称	1280×2P (3+6+1.5)	6×6×1240 (50)	40.5	1200、1000
对 称	1290×2P (3+6+3)	6×6×1250 (50)	40.5	1200
对 称	1290×2P (3+6+3)	6×6×1250 (50)	34.5	1200
对 称	1290×2P (4+6+2)	6×6×1250 (50)	37	1200
对 称	1300×2P (5+7+5)	7×7×1250 (50)	40.5	1200

3. 硫化

先将模具预热,并涂以硅油(隔离剂),再将已贴好上、下耳槽胶的带坯放入模具中硫化。硫化温度约150℃;压力为2.45~2.80MPa;硫化时间视带坯和耳槽胶的厚度而定。硫化合模后,需缓压二次,以保证胶料充满模腔。

(三) 折叠式输送带制造工艺

折叠式输送带单件结构如图1-1-29所示。

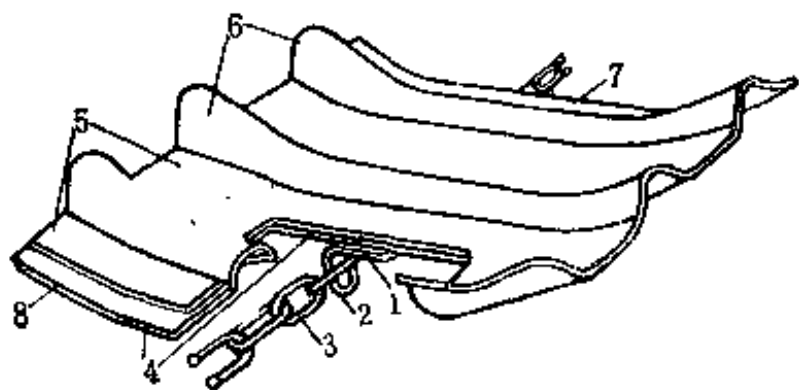


图 1-1-29 折叠式输送带单件结构图

1—钢板底部插脚；2—联结插脚；3—牵引链条；4—薄钢板；5—覆盖胶；6—拱形联结胶；7,8—一件与件联结段

砂要求在充分干燥的条件下进行，直到钢板出现银灰色表面为止。

该带在结构、用材、运转和整台输送机与普通输送带都不相同，整个带体由单件联结而成。每单件以2mm厚的薄钢板为骨架，钢板覆上覆盖胶。钢板横向两端向上倾斜20度，纵向有拱形橡胶片与各片钢板相联成一个整体。钢底部有一插脚与牵引链条相联结，通过链条带动使带运转。该带在运转时可以纵向伸缩，左右转弯，或作较大倾角提升。带的运转靠链条牵引，带本身只起承载运输物料的作用。

为了使橡胶片与钢板粘合良好，先将钢板进行喷砂处理。喷砂条件如表1-1-67所示。喷

表 1-1-67 钢板喷砂条件

风 量, m ³ /min	气 压, MPa	石英砂粒度, mm
3	0.5~0.6	1.5~2.5

钢板喷砂处理后，先涂JQ—1胶粘剂，干燥后涂结合胶浆，待干燥后再涂第二次结合胶

浆，再充分干燥后放入下模，合上模，将模具推入平板硫化机硫化。钢板放入下模内时，首先在下模覆上与模型相似形状的6mm厚的覆盖胶。硫化时，升压前先将上、下模对准，再加压硫化。硫化在150℃温度下进行；硫化压力为2.5MPa左右；时间约20min，其中关汽硫化5分钟。硫化结束后，将模具从平板硫化机

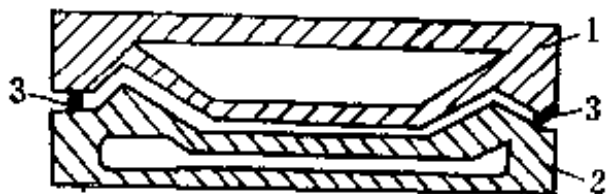


图 1-1-30 折叠输送带单件硫化模具

1—上模；2—下模；3—销钉

中推出，同时将已成型的另一付模具推进平板硫化机硫化。硫化模型如图1-1-30所示。

第四节 输送带性能指标

一、普通帆布芯输送带

(一) 输送带尺寸

输送带尺寸应符合国家标准GB4490—84之规定。

1. 输送带的宽度及公差

输送带的宽度及公差应符合表1-1-68的规定。

2. 输送带的长度及公差

输送带的长度由供需双方协商确定，长度的公差应符合表1-1-69规定。

3. 覆盖胶的厚度及公差

输送带覆盖胶的厚度及公差应符合表1-1-70的规定。

4. 输送带的总厚度

输送带的总厚度及公差应符合表1-1-71的规定。

表 1-1-68 输送带的宽度及公差

输送带宽度, mm	公差, mm	输送带宽度, mm	公差, mm
300	± 6	1400	带宽的±1%
400		1500	
		1800	
500	± 7	2000	
600		2200	
650		2400	
		2600	
800	带宽的±1%	2800	
1000		3000	
1200			

表 1-1-69 输送带的长度及公差

输 送 带 类 型		公 差, mm
环形输送带长度, m	<15	±50
	15~20	±75
	>20	带长的±0.5%
有 端 输 送 带, m		订货长度的+2%~-0.5%

表 1-1-70 覆盖胶的厚度及公差

覆盖胶规定厚度, mm	公差, mm
≤ 4	下公差≤0.2
> 4	下公差为厚度5%

表 1-1-71 输送带的总厚度及公差

总厚度平均值, mm	总公差, mm
≤10	≤ 1
>10	不大于总厚度平均值的10%

注: 1. 本条规定不适用于覆盖胶厚度小于1mm或覆盖胶不能完全剥下的输送带;
2. 覆盖胶的厚度不控制上公差。

表 1-1-72 覆盖胶物理机械性能

覆 盖 胶 性能级别	代 号	拉伸强度≥ MPa(kgf/cm ²)	扯断伸长率≥ %	磨耗减量≤ cm ³ /1.61km	老化后拉伸强度和 扯断伸长率变化率 %
重 型	H	18 (180)	400	0.7	-25~+25
普 通 型	M	15 (150)	350	0.8	-25~+25
轻 型	L	10 (100)	300	1.0	-30~+30

注: 老化性能的试验条件为70℃×168h。

(二) 物理机械性能①

1. 覆盖胶物理机械性能

帆布芯输送带的覆盖胶物理机械性能应符合表1-1-72的规定。

2. 全厚度拉伸性能

普通帆布芯输送带同时考核全厚度纵向拉伸强度和横向全厚度拉伸强度，其对应值应符合表1-1-73之规定。

表 1-1-73 输送带纵、横向全厚度拉伸强度对应值

纵向全厚度拉伸强度 kN/m (kgf/cm)		横向全厚度拉伸强度 kN/m (kgf/cm)		纵向全厚度拉伸强度 kN/m (kgf/cm)		横向全厚度拉伸强度 kN/m (kgf/cm)	
100	(100)	40	(40)	500	(500)		
125	(125)	50	(50)	600	(600)		
160	(160)	63	(63)	630	(630)		
200	(200)	80	(80)	800	(800)		
250	(250)	100	(100)	900	(900)		
315	(315)	125	(125)	1000	(1000)		
400	(400)	160	(160)				

注：1. 横向全厚度拉伸强度的规定不适用于棉帆布芯输送带和纵向全厚度拉伸强度为500kN/m以上的输送带；
2. 纵向全厚度拉伸强度为500kN/m以上者，横向全厚度拉伸强度不作规定，如有特殊需要，可由供需双方协商确定。

普通帆布芯输送带全厚度纵向扯断伸长率应不小于10%。全厚度纵向参考力伸长率应不大于4%（参考力等于带的标称全厚度纵向拉伸强度的10%乘以试样中部宽度基本值所得的力）。

3. 层间粘合强度

(1) 100%长纤维帆布芯输送带 100%长纤维帆布芯输送带，其层间粘合强度应符合表1-1-74的规定。

表 1-1-74 100%长纤维帆布芯输送带层间粘合强度

指 标 项 目	布层间粘合强度 kN/m (kgf/2.5cm)	覆盖胶与布层间粘合强度, kN/m(kgf/2.5cm)	
		覆盖胶层厚度≤1.5mm	覆盖胶层厚度>1.5mm
纵向试样平均值, ≥	4.50 (11.5)	3.15 (8.0)	3.50 (9.0)
横向试样平均值, ≥	4.50 (11.5)	3.15 (8.0)	3.50 (9.0)
全部试样最高值, ≤	16.00 (41.0)	16.00 (41.0)	16.00 (41.0)
全部试样平均值, ≥	5.00 (13.0)	3.50 (9.0)	3.90 (10.0)
全部试样最低值, ≥	3.85 (10.0)	2.40 (6.0)	2.85 (7.5)

注：表中“全部试样”是指纵向试样和横向试样的总和。

(2) 棉帆布芯输送带 棉帆布芯输送带，其层间粘合强度应符合表1-1-75的规定。

(3) 其它纤维帆布芯输送带 其它纤维帆布芯输送带，其层间粘合强度应符合表1-1-

① 输送带的物理机械性能和外观质量标准均为1987年国标报批稿。

76的规定。

表 1-1-75 棉帆布芯输送带层间粘合强度

指 标 项 目	布层间粘合强度 kN/m (kgf/2.5cm)	覆盖胶与布层间粘合强度, kN/m(kgf/2.5cm)	
		覆盖胶厚度≤1.5mm	覆盖胶厚度>1.5mm
纵向试样平均值, ≥	3.15 (8.0)	2.10 (5.5)	2.70 (7.0)
全部纵向试样最低值, ≥	2.20 (5.5)	1.60 (4.0)	2.20 (5.5)

表 1-1-76 其它纤维帆布芯输送带层间粘合强度

指 标 项 目	布层间粘合强度 kN/m (kgf/2.5cm)	覆盖胶层与布层间粘合强度, kN/m(kgf/2.5cm)	
		覆盖胶层厚度≤1.5mm	覆盖胶层厚度>1.5mm
纵向试样平均值, ≥	3.15 (8.0)	2.10 (5.5)	2.70 (7.0)
横向试样平均值, ≥	3.15 (8.0)	2.10 (5.5)	2.70 (7.0)
全部试样最高峰值, ≤	16.00 (41.0)	16.00 (41.0)	16.00 (41.0)
全部试样平均值, ≥	3.60 (9.0)	2.40 (6.0)	3.00 (7.5)
全部试样最低峰值, ≥	2.70 (7.0)	1.60 (4.0)	2.20 (5.5)

注: 表中“全部试样”是指纵向试样与横向试样的总和。

4. 输送带的成槽度

输送带用于槽形托辊组输送机时, 其成槽度应符合表1-1-77的规定。

表 1-1-77 输送带的成槽度

槽形托辊倾角	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
成槽度, ≥	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26

注: 输送带成槽度 $T = F_{max} / L$ (F_{max} —最大挠度; L —输送带宽度)。

5. 输送带的直线度

输送带的直线度应符合表1-1-78的规定。

表 1-1-78 输送带的直线度

输 送 带 规 格	间 距, m	直线度, mm
带宽(B)≥500m 带长(L)≥20m	7	≤25
带宽(B)≤500mm 带长(L)≤20m	5	≤25

注: 直线度的测量方法——在输送带一侧的带边, 根据带宽和带长, 按规定间距取两点, 且连直线, 测量带边弧顶至直线的垂直距离。

(三) 普通帆布芯输送带外观质量

普通帆布芯输送带外观质量应符合表1-1-79的规定。

表 1-1-79 普通帆布芯输送带外观质量规定

缺 陷 名 称	规 定 范 围
明 疤	带表面上的明疤深度大于1mm时，应一次修理完善（深度不大于1mm时不修理）
夹沟与裂口	每卷带长上，夹沟与裂口的总计长度，不得超过带长的 5%，单个长度不得大于 1m，并应一次修理完善（深度不大于1.5mm时不修理，但计入累计长度）
带侧凸出	应一次修理完善
覆盖胶脱层	每100m ² 覆盖胶上，脱层总面积不得超过1600cm ² ，并应一次修理完善
布层脱层	每 100m ² 输送带上，脱层总面积不得超过 1200cm ² ，并应一次修理完善（修 理层数不得超过布层总数的50%）
覆盖胶重皮	应一次修理完善
带侧露布	累计长度不得超过带长的3%，并应一次修理完善
边胶海绵与扯掉边胶	带两侧累计长度不得超过带长的8%，并应一次修理完善
布层横波浪	每100m输送带上波浪深度不大于1.5mm者，不得超过4处，一处不得超过4个峰。 纵向波波浪按明疤处理
带面露布纹	每100m ² 带面上，总面积不得超过50cm ² ，低于带平面者应一次修理完善
压上熟胶边	每100m输送带上，不得超过5处，并应一次修理完善（深度不大于1mm时 不 修 理，也不计处数）

二、钢丝绳芯输送带

(一) 型号规格系列

1. 型号

钢丝绳芯输送带型号为标称纵向全厚度拉伸强度，以 N/mm 为 单 位，代 号 为 ST。例 如：ST2000型号，ST为钢丝绳芯输送带，具有2000N/mm的标称拉伸强度。钢 丝 绳 芯 输 送 带 型 号 系 列 有 ST630、ST800、ST1000、ST1250、ST1600、ST2000、ST2500、ST3150、ST4000等。

2. 钢丝绳芯输送带规格系列

钢丝绳芯输送带规格系列见表1-1-40。

(二) 物理机械性能

1. 覆盖胶物理机械性能

覆盖胶物理机械性能应符合表1-1-80规定。

2. 钢丝绳粘合强度

钢丝绳芯输送带的钢丝绳粘合强度应符合表1-1-81规定。

3. 全厚度纵向拉伸强度

钢丝绳芯输送带全厚度纵向拉伸强度应符合表1-1-83规定。

表 1-1-80 覆盖胶物理机械性能

覆盖胶 性能级别	代 号	拉伸强度 $\geq$ MPa (kgf/cm ²)	扯断伸长率 % $\geq$	磨耗量 $\leq$ cm ³ /1.61km	老化后拉伸强度和 扯断伸长变化率 %
重 型	H	17.65 (180)	400	0.7	± 25
普 通 型	N	14.70 (150)	350	0.8	± 25

注：覆盖胶老化条件为70℃×168h。

表 1-1-81 钢丝绳芯输送带的钢丝绳粘合强度

标称钢丝绳直径, mm	拔脱粘合强度 N/mm (kgf/cm)	标称钢丝绳直径, mm	拔脱粘合强度 N/mm (kgf/cm)
2.8~3.0	53.9 (55)	5.6~6.0	83.4 (85)
3.1~3.2	55.9 (57)	6.1~6.5	88.3 (90)
3.3~3.4	57.9 (59)	6.6~7.0	93.2 (95)
3.5~3.6	59.8 (61)	7.1~7.5	98.1 (100)
3.7~3.8	61.8 (63)	7.6~8.0	103.0 (105)
3.9~4.0	63.7 (65)	8.1~8.5	107.9 (110)
4.1~4.5	68.7 (70)	8.6~9.0	112.8 (115)
4.6~5.0	73.6 (75)	9.1~9.5	117.7 (120)
5.1~5.5	78.5 (80)	9.6~10.0	122.6 (125)

注：加热老化后的钢丝绳拔脱粘合强度不应小于上表相应值的85%。

(三) 钢丝绳配置与接头

在钢丝绳芯输送带中，左捻钢丝和右捻钢丝应交替配置，钢丝绳直径、间距和根数应符合表1-1-60规定。

在100米长的钢丝绳芯输送带内，钢丝接头数不应多于钢丝绳总根数的5%，一根钢丝绳接头不应多于1处，且不应在胶带头部3m以内。如需接头的钢丝绳有2根以上时，则在胶带长度方向上，各接头的距离应在10m以上。

(四) 尺寸公差

1. 钢丝绳芯输送带宽度和长度的公差

钢丝绳芯输送带宽度和长度的公差与普通帆布芯输送带相同。

2. 覆盖胶厚度公差

覆盖胶厚度公差规定为标准厚度下限不得大于0.5mm。

3. 胶带全厚度公差

钢丝绳芯输送带全厚度公差为胶带平均厚度的 $\pm 10\%$ 。

4. 钢丝绳间距公差

钢丝绳10个间距的平均值应在标称间距 $\pm 1.5\text{mm}$ 以内，但允许其中有5%的钢丝绳间距公差在 $\pm 3\text{mm}$ 。

5. 钢丝绳在厚度方向的偏心值

钢丝绳在输送带厚度方向的偏心值应在测定基准线的 $\pm 1.0\text{mm}$ 以内，但允许其中的钢丝绳有总根数的5%可偏离 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

6. 最小边胶宽度

钢丝绳芯输送带最小边胶宽度应不小于15mm。

(五) 钢丝绳芯输送带外观质量规定

钢丝绳芯输送带外观质量应符合表1-1-82规定。

表 1-1-82 钢丝绳芯输送带外观质量规定

缺陷名称	允 许 范 围
带边部钢丝绳外露	经一次修理完善
带边部呈波浪形	不允许有
明 疤	经一次修理完善（深度在1.5mm以内者不修理）
覆盖胶层起泡	每100m ² 输送带的表面上，起泡总面积允许不大于1600cm ² ，但需一次修理完善
边胶海绵	两侧之和累计长度允许不超过带长的10%，经一次修理完善
压上熟胶边	经一次修理完善，深度不大于1.5mm可不修理

三、特殊性能输送带性能指标

(一) 阻燃型输送带

1. 物理机械性能

阻燃型（煤矿用）输送带的物理机械性能应符合表1-1-83和表1-1-84的规定。

整体带芯阻燃输送带和多层结构阻燃输送带各层之间的粘合强度应符合表 1-1-85 的规定。

边胶粘合强度按平行于带边方向以不大于50mm/min的拉伸速度，测得数值不得小于2.6N/mm。

2. 安全性能

(1) 表面电阻 阻燃型输送带上、下两面的表面电阻平均值不得大于 $3 \times 10^9 \Omega$ 。

(2) 辊筒摩擦试验 阻燃型输送带在作辊筒摩擦试验时，应完全不燃烧，即在试验中或试样断裂后，试样的任何部位都不得有可见的火焰或火星。每次试验都需测量辊筒表面温度，不能超过325℃。

(3) 酒精喷灯燃烧试验 取6件带有完整覆盖胶层的试样置于喷灯上燃烧，在移去喷灯

表 1-1-83 全厚度拉伸和撕裂强度

型 号	全厚度拉伸强度 N/mm $\geq$		扯断伸长率 % $\geq$		撕裂强度 N $\geq$	型 号	全厚度拉伸强度 N/mm $\geq$		扯断伸长率 % $\geq$		撕裂强度 N $\geq$
	纵向	横向	纵向	横向			纵向	横向	纵向	横向	
315 S	315	125	10			1250 S	1250	360		18	1540
400 S	400	160	10	18		1400 S	1400	350		18	1540
500 S	500	200	10	18		1600 S	1600			18	
580 S	580	245	17	18	1000	1800 S	1800			18	
680 S	680	265	17	18	1090	2000 S	2000			18	
800 S	800	280	15	18	1180	2240 S	2240			18	
1000 S	1000	300		18	1180	2500 S	2500			18	

注：规定输送带额定强度为纵向全厚度拉伸强度指标值的十分之一时，纵向伸长率不得大于4%。

表 1-1-84 全厚度拉伸强度

型 号	全厚度拉伸强度, N/mm		型 号	全厚度拉伸强度, N/mm	
	纵向, $\geq$	横向, $\geq$		纵向, $\geq$	横向, $\geq$
160 S	<u>160</u>	63	710 S	710	—
180 S	180	71	800 S	<u>800</u>	—
200 S	<u>200</u>	80	900 S	900	—
224 S	224	90	1000 S	1000	—
250 S	<u>250</u>	100	11200 S	1120	—
280 S	280	112	1250 S	1250	—
315 S	<u>315</u>	125	1400 S	1400	—
355 S	355	140	1600 S	1600	—
400 S	<u>400</u>	160	1800 S	1800	—
450 S	450	—	2000 S	2000	—
500 S	500	—	2240 S	2240	—
560 S	560	—	2500 S	2500	—
630 S	<u>630</u>	—			

注: 表中数字下面划横线者为优选数值。

表 1-1-85 整体带芯和多层结构带芯阻燃输送带各层间的粘合强度

织 物 种 类	各层间粘合强度 N/mm	覆盖胶层与带芯间粘合强度, N/mm	
		覆盖胶厚度 $\leq 1.6\text{mm}$	覆盖胶厚度 $> 1.6\text{mm}$
含天然纤维的织物 (1)	3.50	3.15	3.15
100%聚酰胺织物 (1)	4.50	3.15	4.50
其它100%合成纤维织物 (1)	4.50	3.15	3.50
所有种类 (2)	2.60	2.60	2.60

注: 表中 (1) 为两次试验数据的平均值; (2) 为两次试验数据中两个最小值中较小的一个值。

后, 可见火焰或火星消失的平均时间不得超过 3 秒, 单个试样的可见火焰或火星消失时间不得超过 10 秒。

沿带的纵、横向剥下覆盖胶层, 裁取 9 件试样置于喷灯上燃烧, 在移去喷灯后, 可见火焰或火星消失时间的平均时间不得超过 5 秒, 单个试样的可见火焰或火星消失时间不得超过 15 秒。

(4) 常规丙烷燃烧试验和扩展的丙烷燃烧试验 阻燃型输送带纵向全厚度拉伸强度小于 1.8kN/mm 时作常规丙烷燃烧试验。取长度为 2m 的全厚度试样, 置于丙烷燃烧室内进行燃烧后, 未烧坏部分的长度应在 250mm 以上为合格。一般取三个试样为一组只要有一件试样不合格, 则整组试样判为不合格。

纵向全厚度拉伸强度不小于 1.8kN/mm 的阻燃型输送带, 还应进行扩展的丙烷燃烧试验。在所有火焰或火星消失后, 试样在宽度方向上未烧坏部分在 250mm 以上为合格。三个试样为一组, 只要有一个试样不合格, 则整组试样判为不合格。 4m 试样在宽度方向上未烧坏部分在 250mm 以上, 在长度方向上未烧坏部分在 2.25m 以下者, 则还要进行常规丙烷燃烧试验。

(二) 食品输送带覆盖胶卫生指标①

食品输送带覆盖胶卫生指标应符合表1-1-86的规定。

表 1-1-86 食品输送带覆盖胶卫生指标

项 目		指 标
蒸发残渣	4%乙酸浸泡液, mg/L $\leq$	1000
	正乙烷浸泡液, mg/L $\leq$	2000
高锰酸钾消耗量, 水浸泡液, mg/L $\leq$		70
锌, 4%乙酸浸泡液, mg/L $\leq$		60
重金属 (以Pb计) 4%乙酸浸泡液, mg/L $\leq$		1.0
脱色试验	浸 泡 液	阴性
	无色油脂或冷餐油	阴性

(三) 导静电输送带覆盖胶性能

导静电输送带覆盖胶性能应符合表1-1-87规定。

表 1-1-87 导静电输送带覆盖胶性能

性 能 名 称	指 标	性 能 名 称	指 标
拉伸强度, MPa (kgf/cm ²) $\geq$	17.7 (180)	冲击弹性, % $\geq$	32
扯断伸长率, % $\geq$	450	胶带表面电阻, Ω $\leq$	2.5×10^8
磨损量, cm ³ /1.61km $\leq$	0.8		

注: 合成橡胶用量超过50%时, 覆盖胶拉伸强度允许降低至上表中规定指标的70%, 弹性允许降低至上表中规定指标的80%。

(四) 耐寒输送带覆盖胶性能

耐寒输送带覆盖胶性能应符合表1-1-88规定。

表 1-1-88 耐寒输送带性能

性 能 名 称	指 标	性 能 名 称	指 标
拉伸强度, MPa (kgf/cm ²) $\geq$	17.7 (180)	冲击弹性, % $\geq$	32
扯断伸长率, % $\geq$	450	脆性温度, $^{\circ}\text{C}$ $\geq$	-60
磨损量, cm ³ /1.61km $\leq$	0.6	耐寒系数	0.4

注: 合成橡胶用量超过50%时, 覆盖胶拉伸强度允许降低至上表中规定指标的70%, 弹性允许降低至规定指标的80%。

① 食品输送带、导静电输送带、耐寒输送带、耐酸(碱)输送带等性能指标均摘自上海胶带厂企业标准。

(五) 耐酸(碱)输送带覆盖胶层性能

耐酸(碱)输送带覆盖胶层性能应符合表1-1-89的规定。

表 1-1-89 耐酸(碱)输送带覆盖胶层性能

性能名称	指标	性能名称	指标
拉伸强度, MPa (kgf/cm ²) $\geq$	9.81 (100)	浸于15%硫酸中, 70℃×144h后的 膨胀增大体积, %	±1.5
扯断伸长率, % $\geq$	350		
磨耗量, cm ³ /1.61km $\leq$	1.0		

(六) 耐热输送带覆盖胶层性能

耐热输送带覆盖胶层性能应符合表1-1-90规定。

表 1-1-90 耐热输送带覆盖胶层性能

性能名称	指标	性能名称	指标
拉伸强度, MPa (kgf/cm ²) $\geq$	9.81 (100)	磨耗量, cm ³ /1.61km $\leq$	1.0
扯断伸长率, % $\geq$	350	输送物料温度(包括环境温度) $<$	120
硬度(邵尔A)	50~70		

第五节 输送带成品的试验方法

一、普通帆布芯输送带试验方法

(一) 普通帆布芯输送带试验项目及执行标准

(1) 普通帆布芯输送带尺寸测量按GB4490执行。

(2) 覆盖胶拉伸性能试验按GB528执行。试样推荐采用2型(狭小部分宽 4.0 ± 0.1 mm)哑铃状裁刀裁切试样;试样打磨后厚度如低于标准规定时,可取其能达到的最大厚度(但不得小于0.8mm),同时要在试验报告中注明。

(3) 覆盖胶耐磨耗性能试验按GB1689执行。覆盖胶试样打磨后厚度如低于标准规定时,可取其能达到的最大厚度。试样以覆盖胶层外表面为试验表面。

(4) 全厚度拉伸性能试验按GB3690执行。对锦纶、涤纶等高强度型帆布芯输送带,推荐采用B型试样,其它帆布芯输送带推荐采用C型试样。

(5) 胶层与帆布层、帆布与帆布层间粘合强度试验按GB6759执行。

(6) 覆盖胶老化性能试验按GB3512执行。

(二) 试验方法

1. 输送带直线度测量方法

将输送带在平整面上展开放平,在带边上按带宽和带长的不同任取距离为7m或5m的两点(当带宽度大于500mm,且带长度大于20m时,该距离为7m;带宽度不大于500mm、带长度不大于20m时,该距离为5m),并两点连接成直线测量,直线至两点间带边各点之间的距离,测量值中的最大值即为该带的直线度。

2. 输送带成槽性试验

输送带的成槽性是用成槽度 T 来表示的。

$$T = F_{\max} / L \quad (1-1-28)$$

式中 $F_{\max}$ ——试样在规定时间的最大挠度，mm；

L ——输送带平态宽度，mm。

最大挠度 $F_{\max}$ 为试样端部的上下表面中央到试样弯曲最低部位的上下表面中央之间的竖向距离，如图1-1-31所示。

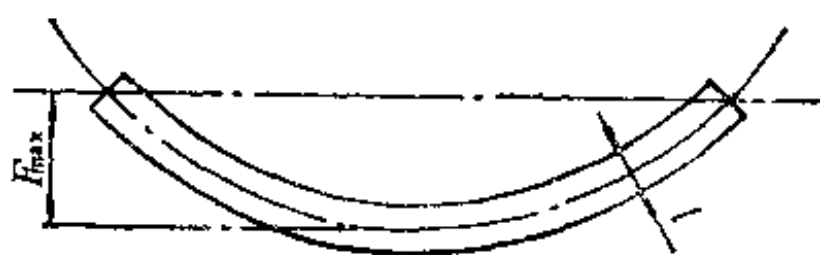


图 1-1-31 $F_{\max}$ 的测量示意图

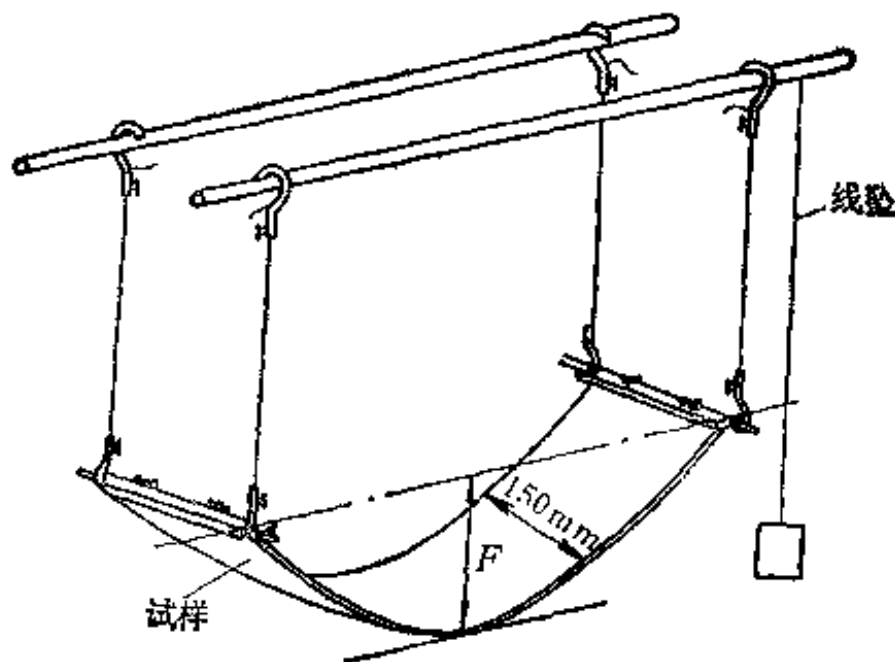


图 1-1-32 成槽性试验装置

根据图1-1-31所示， $F_{\max}$ 为：

$$\begin{aligned} F_{\max} &= A_2 - A_1 + e/2 \quad \text{或} \\ F_{\max} &= B_1 - B_2 + e/2 \end{aligned} \quad (1-1-29)$$

式中 e ——输送带试样厚度，mm；

A_2 ——水平基准面到试样最大弯曲部位距离，mm；

A_1 ——水平基准面到试样厚度中部的距离，mm；

B_1 ——另一水平基准面到输送带试样厚度中部的距离，mm；

B_2 ——另一水平基准面到试样最大弯曲部位的距离，mm。

输送带成槽性试验步骤如下。

(1) 试样 试样为输送带的全宽度，纵向长度为 150 ± 1 mm 的全厚度输送带 2 个。试样应在成品停放 5 天后切取，且在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 环境中水平放置不少于 24 小时。

(2) 试验装置 试验装置如图1-1-32。

支撑在支架上的两根水平且平行的光滑刚性棒，两棒间距等于夹持器上与吊线相联系的两点之间距离。对试样夹持宽度不小于 140 mm，夹持器的刚性应能保证试验中试样不会在宽度方向上发生弯曲，吊线与棒间能自由滑动，四个吊线应等长度，并保持平行，且垂直于水平基准面。

(3) 试验方法 将已停放的试样，夹置在夹持器上，并按要求进行校正，让试样在自身重力作用下松弛下垂（简称弛重），并不断将吊线方向调整为竖直方向，试样自由弛重 5 分钟时，测量试样的最大挠度，并计算每一试样的成槽度，取两试样的算术平均值，即为试验结果。

二、钢丝绳芯输送带试验方法

1. 钢丝绳芯输送带覆盖胶厚度的测定

钢丝绳芯输送带覆盖胶层厚度的测定方法按GB5753执行。

2. 钢丝绳芯输送带纵向拉伸强度的测定

钢丝绳芯输送带纵向拉伸强度的测定按GB5754执行。

3. 钢丝绳芯输送带钢丝绳粘合强度的测定

钢丝绳芯输送带钢丝绳粘合强度的测定按GB5755执行。

三、阻燃输送带安全性能试验方法

(一) 阻燃输送带导电性能的测定

阻燃输送带导电性能的测定按GB3684执行。

(二) 辊筒摩擦试验

1. 试样制备

离带边不少于20mm处, 平行于带边切取试样。试样宽度为150mm, 长度不少于1m, 数量为6件。

2. 试验装置

整个试验装置如图1-1-33所示。

3. 各部件性能要求

(1) 辊筒 辊筒系用钢制, 外径为 $210 \pm 1\text{mm}$, 安装在水平轴上, 能以 $200 \pm 5\text{r/min}$ 的转速在核定负荷范围内进行运转。辊筒直径在辊筒全长范围内的最大变化为1mm, 如图1-1-34所示。

(2) 测温装置 将热电偶装在辊筒中间(见图1-1-34), 热电偶顶部平面与辊筒表面间距不大于0.5mm。应注意冷端温度的补偿, 或测量后进行一次修正。要周期性检查集流环的接触功能, 应记录无试样运转时的温度, 观察有无变化。

(3) 张紧装置 张紧装置是用于对试样施加张力, 如图1-1-35所示。

(4) 吹风装置 试验时, 在离辊筒表面200mm处有流速为 $2.0 \pm 0.1\text{m/s}$ 的气流吹向辊筒和试样, 气流温度不得低于零度(0°C)。气流用220V、25W的微型鼓风机, 通过21个孔径为6mm的多孔管吹出。孔距13mm, 管子内径10mm。

(5) 风速仪 风速仪的精度不低于 $\pm 5\%$ 。

(6) 抽风装置 在距离辊筒中心线600mm高度处, 气流速度不得大于 0.5m/s , 排除装置周围的烟尘。

4. 试验程序

试验前应将辊筒表面擦洗明亮, 手感光滑。试验开始前的辊筒温度不得超过 40°C 。

6件试样分配为: 在静止空气中为3件, 一件做上覆盖胶层与辊筒接触摩擦1次; 一件做下覆盖胶层与辊筒接触摩擦1次, 另一件备用。其余3件在风速为 $2.0 \pm 1\text{m/s}$ 的气流中做上述相同试验。

将试样以 180° 包角绕过辊筒, 使试样水平端固定在机架上, 自由垂直端固定在张紧装置上, 施加343N的拉力, 让辊筒向离开试样水平固定端方向旋转, 直到试样断裂。如果1小时后试样不断裂, 则增加343N的拉力; 继续运转0.5小时, 试样再不断裂, 再增加343N的

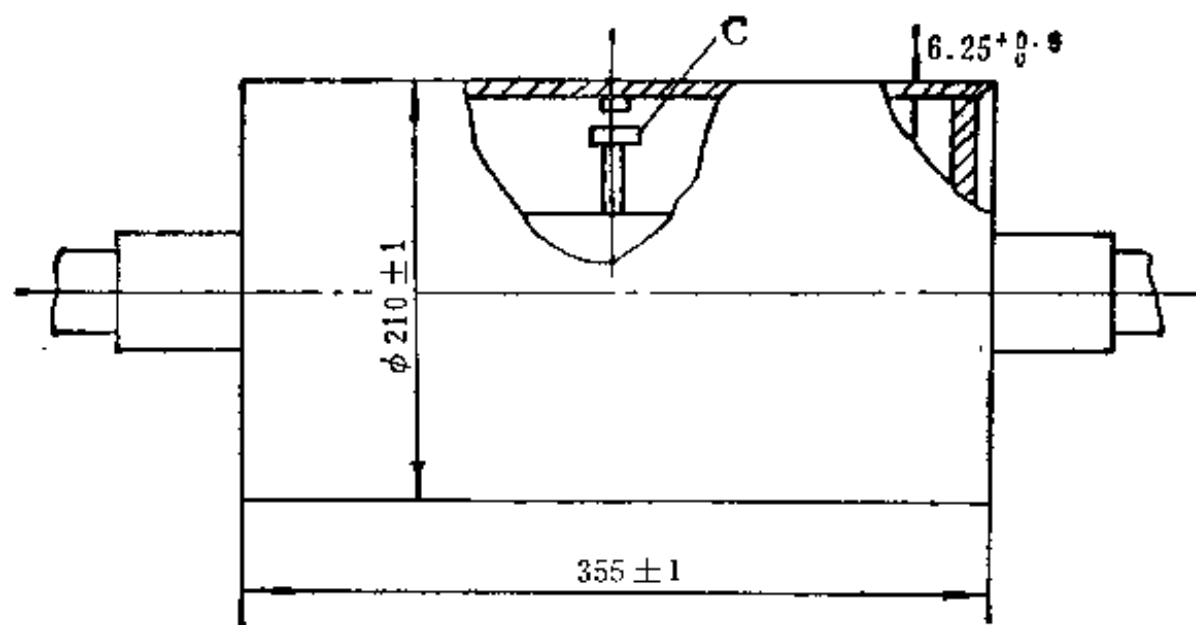


图 1-1-34 辊筒在全长度变化范围 (单位: mm)

C—热电偶

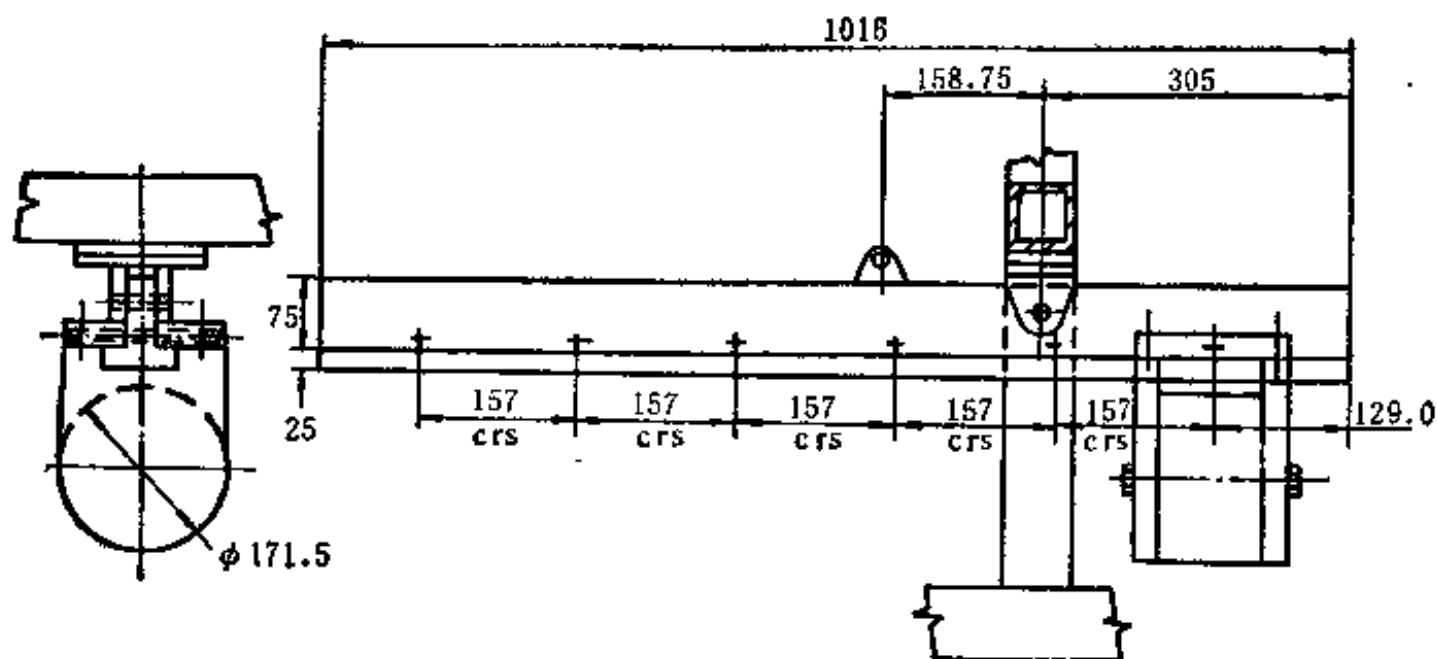


图 1-1-35 张紧装置 (单位: mm)

拉力, 继续运转0.5小时, 试样再不断裂; 再增加343 N的拉力, 继续运转10分钟, 若有必要时则可再增加343 N的拉力, 直至试样运转断裂为止。

在试验期内, 观察试样有无可见的火焰或火星现象, 试样断裂后, 继续观察试样在规定的气流中有无火焰或火星现象。记录试验期间的辊筒表面温度。

5. 试验结果的评定

试验结果应记录试样的试验时间、是否有火星现象及辊筒表面温度。

(三) 酒精喷灯燃烧试验

1. 试样制备

从离带边不少于30 mm处切取纵、横向试样各12件, 试样长度为150 mm, 宽度为25 mm。试样从成品上切取时, 间距要足够大, 以保证代表性。

6件试样 (纵、横向各3件) 具有完整的覆盖胶层, 18件试样 (纵、横向各9件) 需在端部剥去或磨去覆盖胶层, 长度不少于50 mm。磨去胶层时不能使表面过热, 要沿长度方向进行, 直到织物露出为止。

2. 试验装置

(1) 酒精喷灯及燃烧箱 酒精喷灯及燃烧箱分别见图1-1-36和图1-1-37。

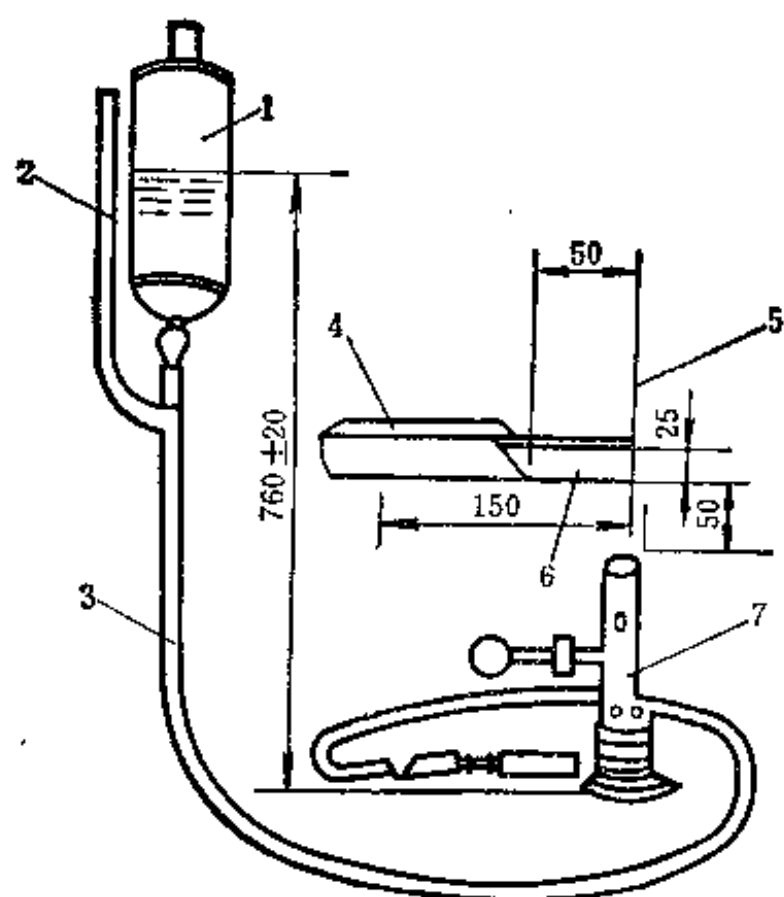


图 1-1-36 酒精喷灯及试样燃烧部位 (单位: mm)

1—酒精容器; 2—刻度玻璃管; 3—透明塑料管;
4—试件支架; 5—火焰外缘; 6—试样; 7—酒精喷灯

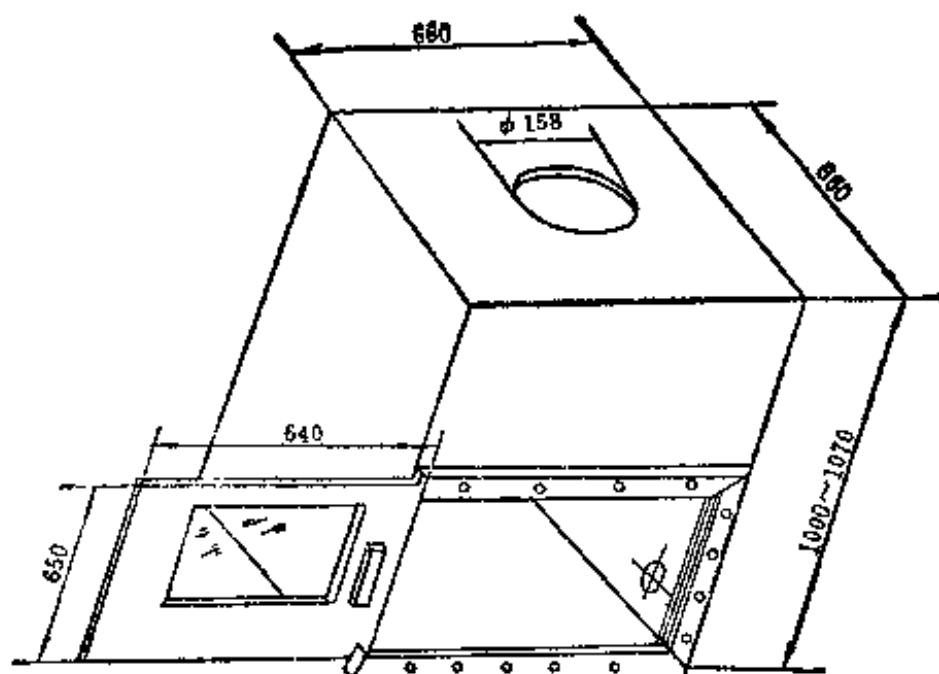


图 1-1-37 燃烧箱 (单位: mm)

燃料为95%工业用酒精和5%甲醇的混合液(容量比)。用前要过滤除去悬浮杂质。

(2) 秒表 秒表最小分度不大于0.2秒。

(3) 平面磨具 用机械驱动平面磨具, 磨块用氧化铝砂或碳化硅砂制成, 宽度不少于100 mm。

3. 试验程序

将试样插入支架, 把喷灯火焰长度调节至150~180 mm, 燃料流量为 2.55 ± 0.15 ml/min, 火焰温度约 960 ± 60 °C。测定时, 试样周围气流应尽量小, 试样要位于火焰中央, 前缘与火焰外缘一致, 并能观察到试样两面, 试样应垂直于试验箱门。测试时把试件放在火焰中燃烧30秒钟后, 移出不熄灭的燃烧器, 开始记录试样上火焰或火星消失时间。

4. 试样结果计算

试样移出燃烧器后, 记录剥去覆盖胶层试样和全厚度试样上的可见火焰或火星的持续时间, 以其中最大值和平均值表示。

(四) 常规丙烷燃烧试验

1. 试样制备

输送带纵向拉伸强度小于或等于1.25 kN/mm时, 成品宽度为800 mm的带裁取试样, 纵向拉伸强度大于1.25 kN/mm时, 用成品宽度为1000 mm的带裁取试样。上、下覆盖胶厚度相同时, 取试样2件; 上、下覆盖胶厚度不同时取3件, 每件试样为全宽度, 长度为2000 mm。

2. 试验装置

(1) 巷道 巷道截面为 2×2 m, 用抽风机抽出巷道内空气。

(2) 支架 支架为外径20~26 mm的钢管焊成的框架, 长度为2.20 m, 宽度为1.25 m (如图1-1-38)。

(3) 丙烷燃烧器 丙烷燃烧器由外径20~25mm的无缝钢管焊成的边长为450mm高为220mm的方框。钢管上开有52个直径为 1.5 ± 0.1 mm的喷气孔,孔距50mm。如图1-1-39所示。

燃料用纯度为95%以上的罐装丙烷气。燃料耗量为 1.30 ± 0.05 kg,每次试验结束时,所剩丙烷气其重量不得低于新罐的10%。燃料流量可通过(在燃烧器输入端)装一个高精度压力表的调节器进行调节,控制气压为0.158MPa。

3. 试验程序

试验前将试样放在0℃以上的室温中平放24小时,以消除残余弯曲。上、下覆盖胶层厚度不同试样,朝上、朝下各用一件做一次试验,然后将测定值较差的试样用第3件试样重复试验一次。进入燃烧器的风速为 1.5 ± 0.1 m/s。

点燃燃烧器时,并调节燃料耗量。燃烧10分钟后,关闭燃烧器,并将其从支架下移开,以防止熔化和焦烧物料落在燃烧器上堵塞喷孔。待所有火焰、火星消失后,取下试样。

4. 试验结果的评定

测量试样上所剩无气泡或焦烧的全宽长度,上、下覆盖胶层上所剩完好无损的全宽长度(见图1-1-40)。测量长度时要沿试样纵轴方向进行,如果试样边缘因收缩不一而变得不平

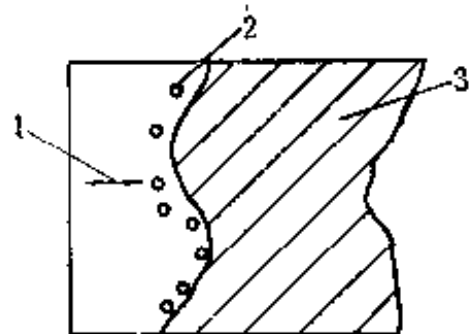


图 1-1-40 试样损坏的测量

1—未烧坏部分长度; 2—气泡; 3—烧坏部分

行时,则用肉眼判断纵轴方向。测量应沿试样表面进行。

评定是否烧坏的标准如下。

(1) 烧坏包括任何可见的损坏,如发脆、硬化、裂开、气泡及其它原来没有的损坏。

(2) 要注意烧坏与烟垢或油污的区别。为便于检查,可将烟垢或油污揩去。带表面所覆盖的灰尘或失去光泽不判为烧坏。

(3) 尺寸不大于5mm的气泡或其它损坏,应作如下处理:不超过5处的小损坏不算损坏;相隔25mm以上的小损坏不算损坏;任何更多小损坏在试样表面形成直径不超过50mm的一个圆,而各组的距离均在300mm以上的,不算烧坏。

(五) 扩展的丙烷燃烧试验

该试验与常规丙烷燃烧试验基本相同。取试样3件,每件长度为4m,宽度为1000mm。燃烧支架长度4.40m。燃烧50分钟,耗气量为 7.5 ± 0.25 kg,用调节器控制气压至0.2MPa。

第六节 输送带的连接和使用保养

一、输送带的连接

(一) 帆布芯输送带的连接

帆布芯输送带在实际使用中的连接,一般采用机械法和胶接法。胶接法又分为热硫化胶接法和冷硫化胶接法。机械法接头强度较低,使用寿命也短,只有在要求快速连接或胶接设备使用不方便的情况下才使用。

1. 机械法

机械法连接的接头设备简单、操作时间短。该法有钩卡连接、合页连接和搭头铆接。

(1) 钩卡连接 钩卡(皮带扣)连接是使用最广、最简便的机械法连接。其连接形状

如图1-1-41所示。

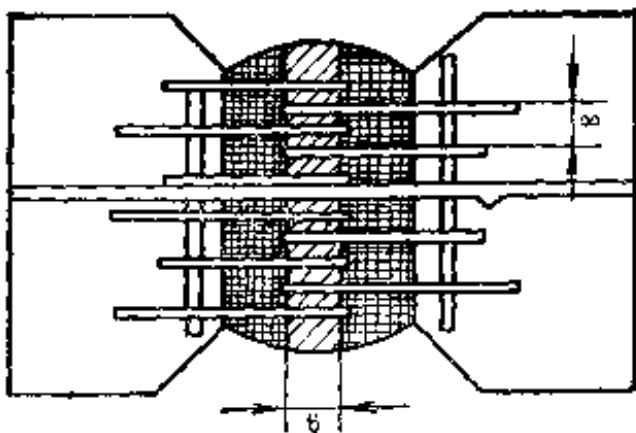


图 1-1-41 钩卡连接形状

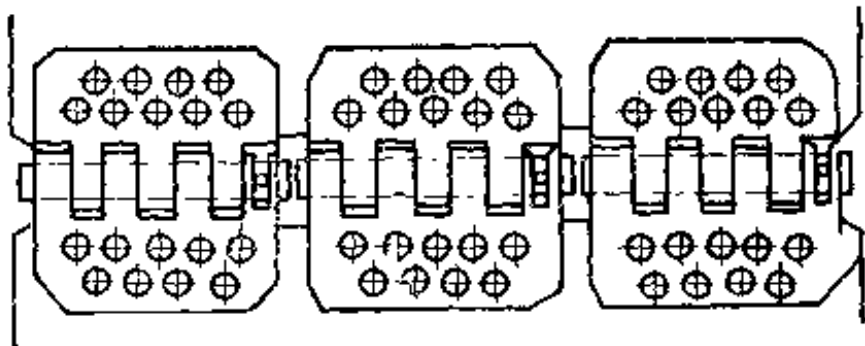


图 1-1-42 合页连接形状

(2) 合页连接 合页连接又称活节折页铆接，与钩卡连接相似，接头处容易拉豁，不适于输送粉状物料的输送带连接。其连接形状如图1-1-42所示。

(3) 搭头铆接 搭头铆接是按一定角度或弧度剖切输送带两端使之成为带厚的一半，然后将两剖切部分重叠吻合用多排铆钉铆上。注意铆钉头部应加衬垫圈，以增加带头连接刚性和分散应力。其连接形状如图1-1-43所示。

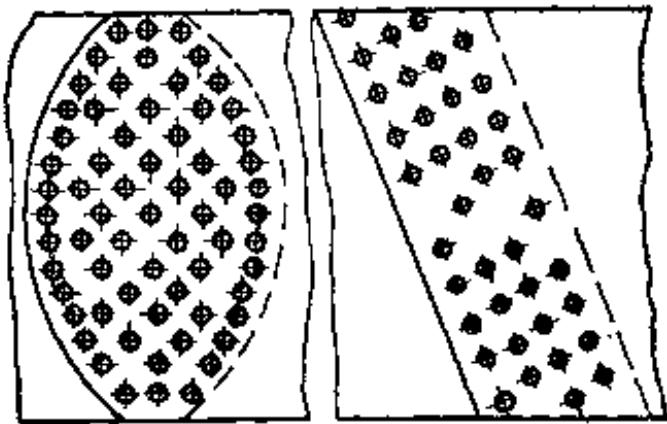


图 1-1-43 铆钉搭接形状

2. 热硫化胶接法

输送带热硫化胶接法接头强度高，接头处平整。其胶接操作方法和要求与帆布芯输送带中的环形输送带胶接基本相似。该法热硫化的加热方法按其结构不同有电加热和蒸汽加热两种；硫化加压有顶丝加压、螺杆加压和液压加压形式。其加热、加压方法的比较如表1-1-91和表1-1-92所示。

表 1-1-91 硫化加热方法比较

加热方法	电 加 热	蒸 汽 加 热
热 源	方便，有电源即可	不方便，需备轻便锅炉
温度控制	需用温度控制器	蒸汽压力易控制
矿井下作业	需用阻燃防爆设备	有蒸汽热源即可用

表 1-1-92 加压方法比较

加压形式	顶丝加压	螺杆加压	液压加压	加压形式	顶丝加压	螺杆加压	液压加压
压力大小	小	大小可控制	大小易控制	操作强度	大	小	小
压力均衡	难 均 衡	较均衡	均 衡	适用范围	窄而薄的胶带	各种胶带	各种胶带

3. 冷硫化胶接法

冷硫化胶接法的特点是接头胶接后不需加热，因而不需要加热设备，此法使用日益普遍，有取代热硫化胶接法的趋势。其操作方法和工艺要求与帆布芯环形输送带的冷硫化胶接法基本相同。

(二) 钢丝绳芯输送带的连接

钢丝绳芯输送带的连接，主要是靠将接头处钢丝绳埋入带体中，经加压加热硫化来实现的。其连接有如下要点。

1. 连接形式

钢丝绳芯输送带的连接形式是根据带宽、带的拉伸强度、钢丝绳直径和钢丝绳排列间距来决定的。钢丝绳芯输送带连接形式分为：一级（图1-1-44）、二级（图1-1-45）、三级（图1-1-46）、四级（图1-1-47）和三级全搭接（图1-1-48）。

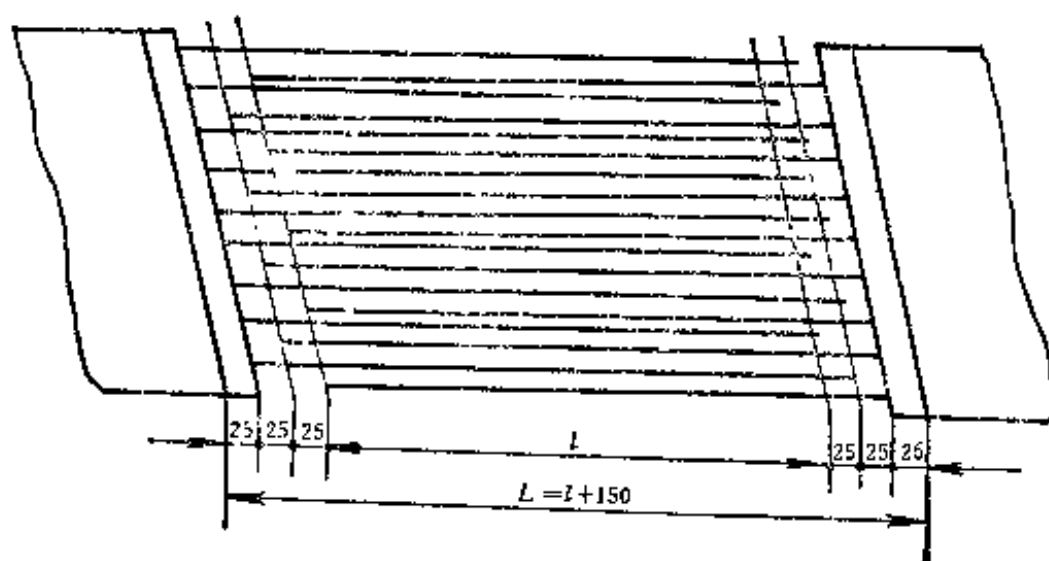


图 1-1-44 一级连接 (单位: mm)

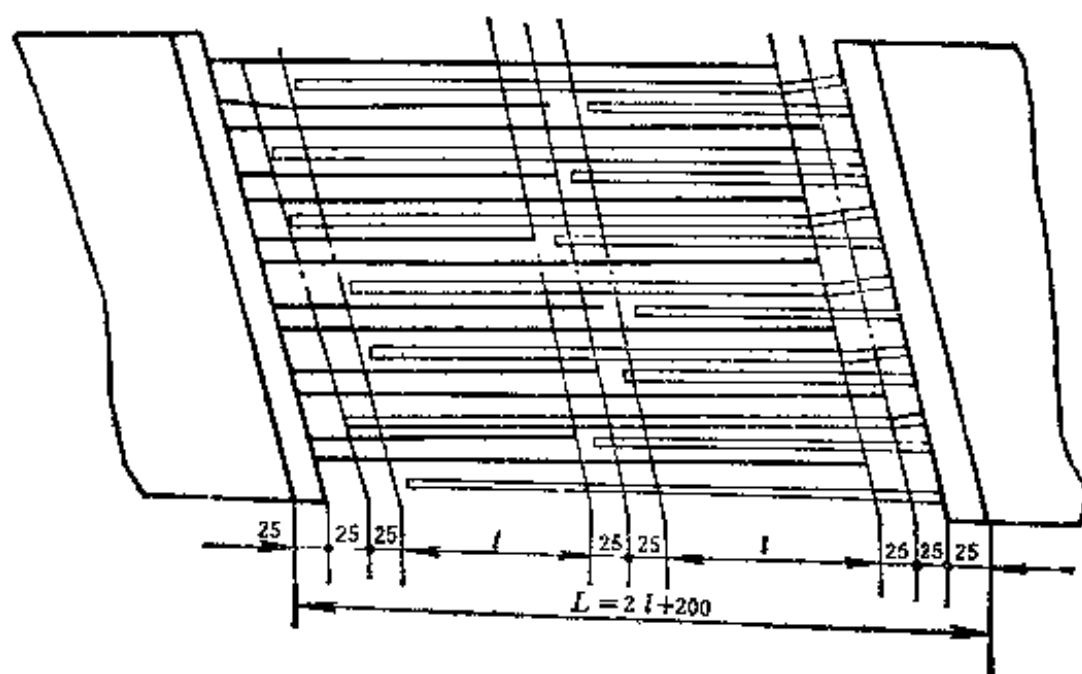


图 1-1-45 二级连接 (单位: mm)

以上各级连接方法接头效率和动态安全系数大致如表1-1-93所示。

2. 钢丝绳搭接长度

钢丝绳搭接长度可按式 (1-1-30) 来计算，可参照表1-1-94。

$$L = F_1 / F_2 \times K \quad (1-1-30)$$

式中 L —— 钢丝绳搭接长度, cm;

F_1 ——单根钢丝绳扯断强度, kgf;
 F_2 ——钢丝绳拔脱 (抽出) 强度, kgf/cm;
 K ——连接系数, 取 $K=1.5$ 。

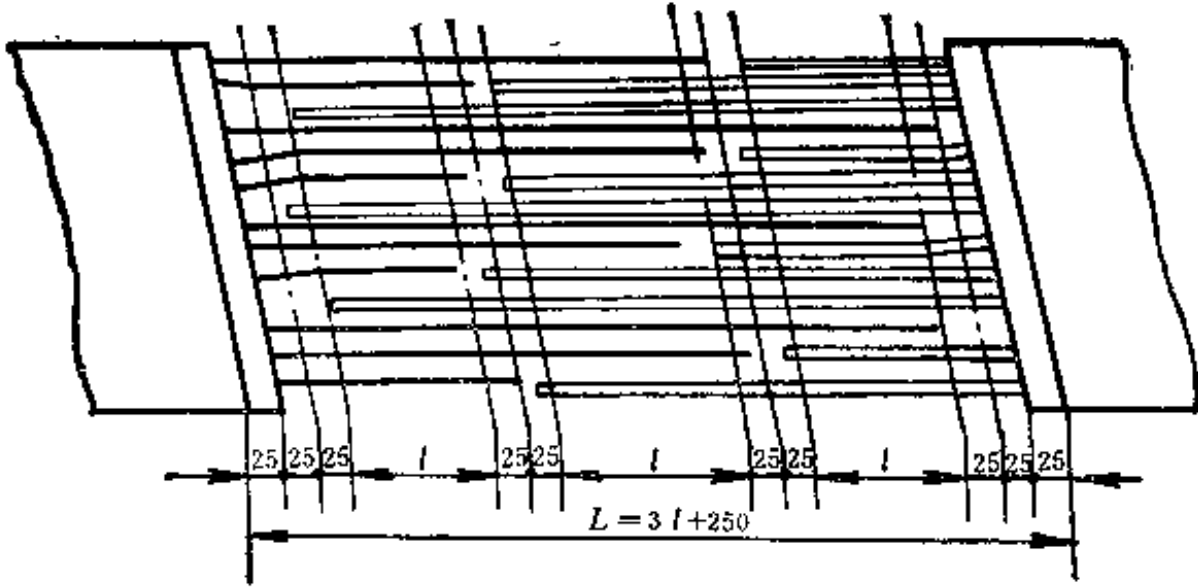


图 1-1-46 三级连接 (单位: mm)

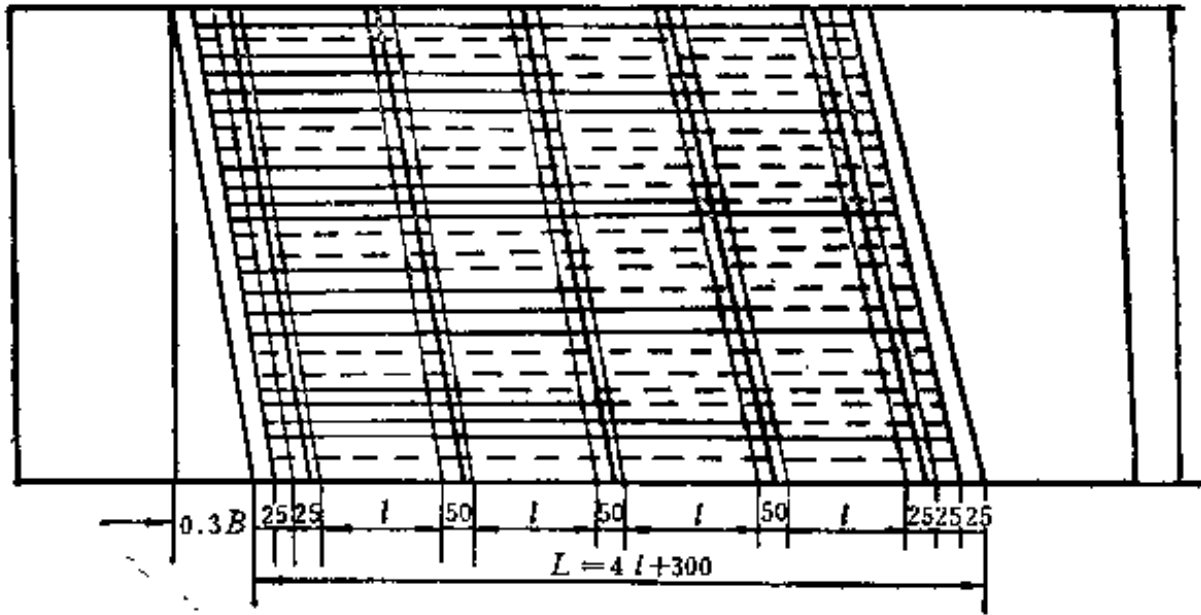


图 1-1-47 四级连接 (单位: mm)

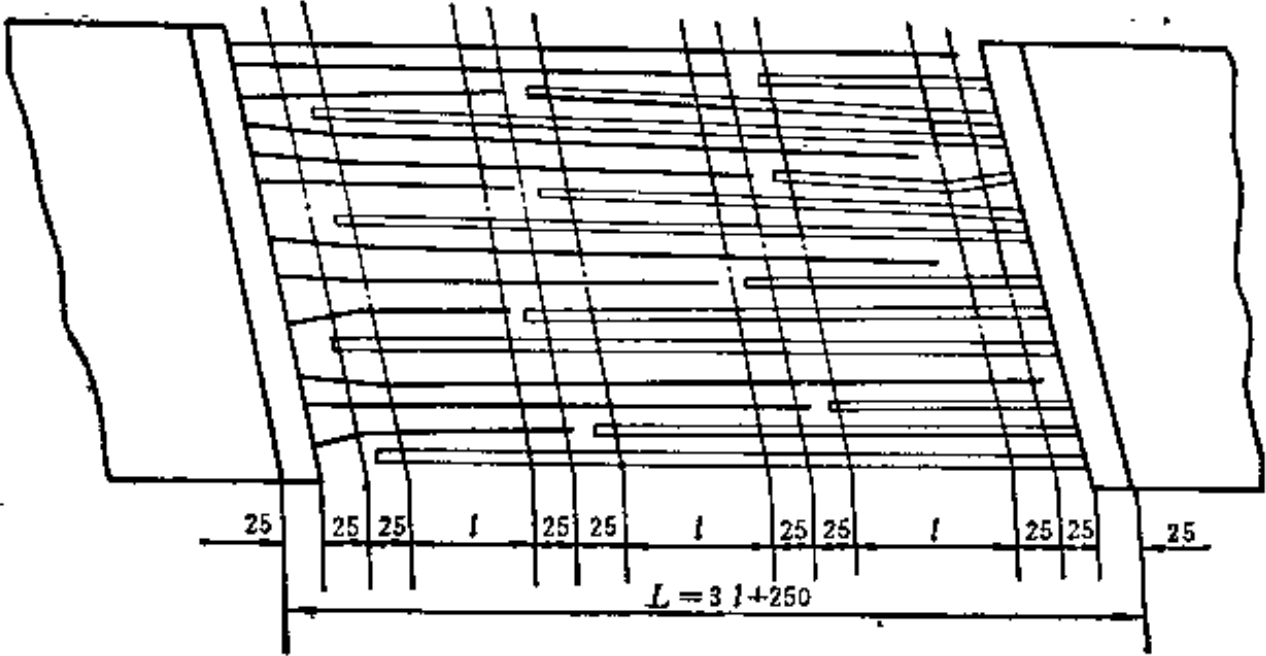


图 1-1-48 三级全搭接 (单位: mm)

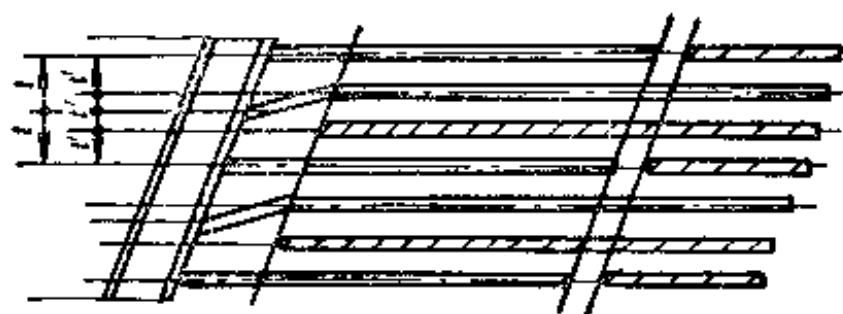
3. 连接部位钢丝绳有效间距
钢丝绳芯输送带连接时钢丝绳的有效间距 (Z) 如图1-1-49所示。

表 1-1-93 接头效率和动态安全系数

连接形式	接头效率	动态安全系数	连接形式	接头效率	动态安全系数
一级连接法	100	4.0	三级连接法	75	3.5
二级连接法	85	3.4	对 搭 接	70	3.0

表 1-1-94 接头形式和搭接长度

连接形式	钢丝绳直径 mm	扯断强度 kgf/根	抽出强度 kgf/cm	搭接长度 mm	连接长度 mm
三级错位搭接	4.5	1400	56	380	1180
三级错位搭接	6.75	3300	86	580	1380
一对一搭接	8.1	4300	102	630	1710
一对一搭接	9.18	6500	116	710	1870
二对一搭接	10.3	6900	130	800	2850

图 1-1-49 二级连接法接头钢丝绳的有效间距
 t ——钢丝绳芯原来间距; t' ——接头部位钢丝绳间距

根据图1-1-49所示, 钢丝绳在接头处的有效间距 (Z), 可按式 (1-1-31) 计算。

因为 $2t = 3t'$

所以 $Z = t' - d = \frac{2}{3}t - d$ (1-1-31)

式中 t ——带的钢丝绳原来间距;

t' ——接头部位钢丝绳的排列间距;

d ——钢丝绳直径;

Z ——带的接头部位钢丝绳排列有效间距。

各级连接形式的钢丝绳排列有效间距如表1-1-95所示。

表 1-1-95 各级连接形式钢丝绳排列有效间距

连接接头形式	钢丝绳排列有效间距	连接接头形式	钢丝绳排列有效间距
一 级	$Z = t/2 - d$	三 级	$Z = 3/4 t - d$
二 级	$Z = 2/3 t - d$	四 级	$Z = t - d$

钢丝绳芯输送带在使用中因受力或经过辊筒受弯曲应力时, 绳与绳之间由于张力和张力不一致等因素影响而发生位移, 此时结合胶伸长率的变化大小与钢丝绳排列的有效间距成反比。其伸长变化情况如图1-1-50所示。

钢丝绳发生位移, 当钢丝绳的有效间距 (Z) 为钢丝绳直径 (d) 的 0.2 倍时, 从图 1-1-50中可以看出, 结合胶被拉伸了 409.9%; 当钢丝绳的有效间距 (Z) 为钢丝绳直径 (d) 的 0.5 倍时, 结合胶只被拉伸至 123.7%。由此可见, 连接接头应尽量考虑有效间距 (Z) 值大一些, 则有利于接头部位拉伸疲劳和弯曲疲劳的改善。有效间距 (Z) 值可参考表 1-1-96。

带接头在一般情况下接头部位的钢丝绳有效间距大于钢丝绳直径 (d) 的 0.4 倍, 但在工作拉力大或钢丝绳直径 (d) 超过 10mm 时, 钢丝绳有效间距 (Z) 宜取钢丝绳直径 (d)

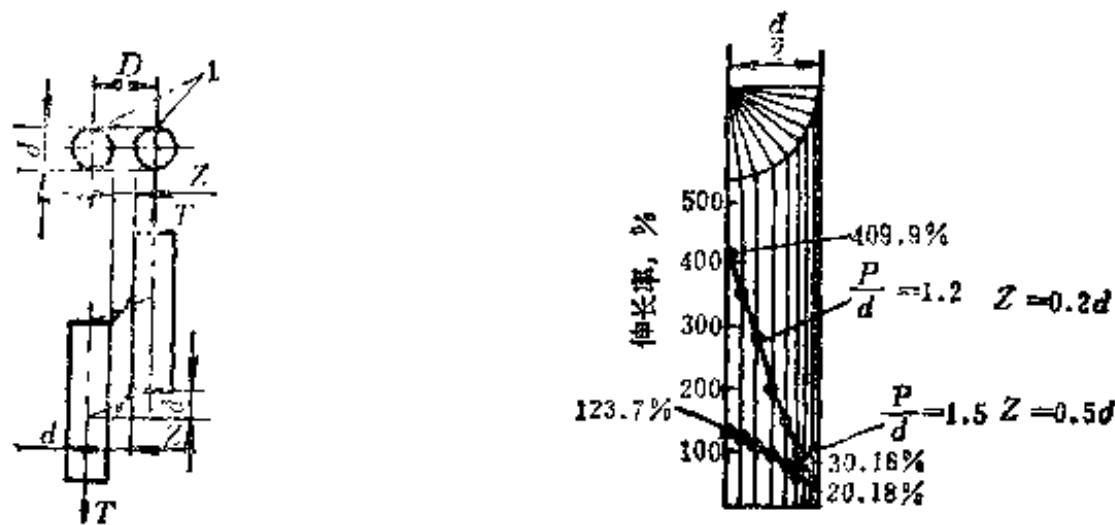


图 1-1-50 结合胶伸长率变化与钢丝绳排列有效间距的关系
1—钢丝绳芯； d —钢丝绳直径； T —张力； D —钢丝绳中间距

表 1-1-96 钢丝绳的有效间距(Z)值

钢 丝 绳 直径(d) mm	带内钢丝 绳排列最 小 间 距 mm	连接部分钢 丝绳最小问 距(Z)值 mm	连接接头 形 式	钢 丝 绳 直径(d) mm	带内钢丝 绳排列最 小 间 距 mm	连接部分钢 丝绳最小问 距(Z)值 mm	连接接头 形 式
3.3	10.6	2.0	一级	7.1	15.0	2.9	二级
3.9	11.8	2.0	一级	8.3	17.5	3.4	二级
4.3	9.5	2.0	二级	9.1	16.8	3.5	三级
4.6	9.9	2.0	二级	10.0	18.0	3.5	三级
5.7	12.0	2.3	二级	11.3	14.8	3.5	四级
6.3	13.5	2.6	二级	12.4	15.9	3.5	四级

的0.3倍。

4. 连接操作

- (1) 划线与剖切 首先根据钢丝绳直径和输送时承受的最大张力来选择接头级别，再将欲连接的带两端在拉紧装置上拉紧，划好中心线，按级别计算长度进行剖切，并把多余的钢丝绳截去。
- (2) 清除绳间胶和涂刷结合胶浆 将埋在带体中的钢丝绳剥离抽出，剔除绳间胶，然后涂刷结合胶浆，待干燥后，带头按划好的中心线对准、对齐，使钢丝绳排列整齐，在其上贴合覆盖胶，压实。此时，注意排除气泡。
- (3) 硫化 将接好的带头置于移动式硫化机上加热加压硫化。带头硫化后修去边部余胶。

二、输送带的使用保养

(一) 输送带的使用

输送带是按用户要求通过设计计算来制造的。因此，各种类型的输送带都有它的使用特征和适用范围。用户如何根据输送带所输送的物料性质和输送环境等因素来选择输送带的品种，这对输送带的使用寿命有着重要影响。所以输送带的使用特征和适用范围是合理使用输送带的重要基础。输送带品种、使用特征及适用范围见表1-1-97。

(二) 输送带的保养

输送带保养得好能够延长使用寿命。一般要求输送机空机开动，以免电机超负荷及输送带打滑，停机前，除特殊情况外，应将输送带上的物料全部卸完。多机台转载输送，开机顺

表 1-1-97 输送带品种、使用特征及适用范围

输送带品种	使用特征及适用范围
轻型普通输送带	用于密度小、磨损性小的物料，如谷物、纤维、粉末及轻包装物件等
普通型输送带	用于密度约在 $2.5\text{T}/\text{m}^3$ 以下的中、小矿石、原煤、焦炭和砂砾等
强力型输送带（锦纶、涤纶帆布芯输送带，钢丝绳芯输送带）	用于密度大的大、中、小块矿石、原煤块等冲击力强、磨损性大的物料和输送距离长、输送量大的输送机
阻燃型输送带	用于一般物料，其工作条件为易起火燃烧和爆炸
耐热输送带	用于输送 80°C 以上和 160°C 以下温度的物料
耐寒输送带	用于温度低达 -30°C 以下的工作环境
耐油输送带	用于带有油性物料或有油污的工作环境
耐酸碱输送带	用于带有酸碱性物料或有酸碱性污染的工作环境
食品输送带	用于食品、医药器具和药品的输送
花纹输送带	用于输送线爬坡、物料易打滑滚动的工作场合
圆筒形输送带	用于输送质轻易飞扬物料的场所

序为先开最后一台输送机（卸料输送带），然后按顺序向前开，最后开受料输送机。停机顺序则与开机顺序相反。输送带在使用中所受的张力不宜过大，应在与传动辊筒不打滑和受料点不过度弛垂的前提下，保证在最小初张力下工作。在同机中不得将不同类型、不同规格的输送带连接在一起使用。输送带出现局部损坏时应及时进行修补，以免破损继续扩大。输送带使用中常见的问题及排除措施见表1-1-98。

表 1-1-98 输送带使用中常见的问题及排除措施

常见的问题	产生原因	排除措施
输送带的同一部分发生跑偏	1. 输送带接头连接不正； 2. 输送带边部磨损，吸湿后变形； 3. 输送带带体弯曲	1. 重新连接； 2. 随时修补损坏部位； 3. 使用调心辊矫偏或切割弯曲部分重新连接
输送带在同一托辊附近发生跑偏	1. 机架局部弯曲变形； 2. 托辊未调正好； 3. 托辊粘附结块； 4. 托辊脱落	1. 将弯曲变形部位及时纠正； 2. 调正托辊； 3. 清除粘附物； 4. 安装好托辊，及时加油做好保养工作
输送带在空载时跑偏	1. 输送带成槽性差； 2. 输送带柔顺性不够； 3. 对输送带初张力太小	1. 适当增大输送带初张力； 2. 经调心辊纠偏，仍无效时则调换成槽性和柔顺性好的输送带
输送带在负载时跑偏	1. 负载时物料偏一边（单边受料）； 2. 与输送带宽度相比，物料直径过大	1. 调整卸料槽部位，使输送带集中于中心受料； 2. 将物料破碎或改变输送带宽度

续表

常见的问题	产生原因	排除措施
输送带在机头或机尾部位跑偏	1. 鼓轮中心不准; 2. 鼓轮粘附结块	1. 调正鼓轮中心; 2. 清除鼓轮上结块, 检查清扫器是否有效
输送带上覆盖胶早期损伤	1. 挡料板安装不合适; 2. 受大块尖角物料冲击; 3. 给料太快或给料口太高	1. 检查挡料板安装是否合适; 2. 改善给料条件, 减小物料的冲击力
输送带下覆盖胶早期磨损	1. 输送带在传动辊上打滑; 2. 弯槽托辊倾斜过大; 3. 上托辊转动不灵活; 4. 辊筒表面粘附结块	1. 增大传动辊摩擦系数; 2. 增大输送带张力; 3. 改善辊筒转动条件和减小弯槽托辊倾斜角度; 4. 清除辊筒表面粘附物
输送带边部早期磨损	1. 输送带跑偏; 2. 带体成槽性差	1. 对输送带纠偏; 2. 支架挡辊转动要灵活
输送带带芯早期损伤	1. 受大块、尖角物料冲击; 2. 块状物料或异物卷入带和带轮之间; 3. 在卸料槽部位被坚硬物勾住	1. 粉碎块状物或改良卸料槽, 减小物料冲击力; 2. 防止异物掉进带和带轮之间; 3. 安装金属检测器或磁性物质清除装置
输送带纵向撕裂	1. 异物落下, 戳穿带后卡住; 2. 机架附件松动, 角铁、螺钉等落下被挡板、刮板卡住; 3. 托辊磨损后脱落; 4. 大型异物坠落在带上	1. 随时检查机架附件是否松动, 如有松动及时修好; 2. 尾轮处安装V形刮板; 3. 安装悬挂带式磁铁分离器; 4. 安装电气保护或超声波检测装置

三、输送带的修补

输送带在使用过程中出现局部破损时, 应及时进行修补, 以防止破损部分继续扩大。

(一) 硫化修补

输送带覆盖胶或胶布层有局部掉块、撕裂等损伤时, 一般采用冷硫化法进行修补。修补步骤如下:

- (1) 将损伤部分用刀呈 45° 斜角切除;
- (2) 用钢丝刷将切除部位的杂质除掉并打成毛糙面;
- (3) 涂刷冷硫化胶浆;
- (4) 待胶浆干燥后, 填补上熟胶片 (可从报废输送带上切取);
- (5) 用铁板或砂袋加压, 使之结实并保持12~24小时即可使用。

(二) 机械修补

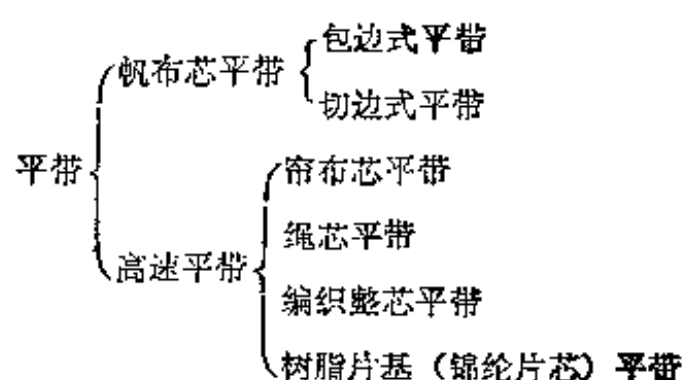
输送带若发生纵向裂开, 可用金属卡将裂开部位卡牢, 以防止裂开处继续扩大。
输送带若发生局部断裂或抗拉层局部损坏, 可用接头连接的铆钉进行小块铆补。

第二章 平型传动带

平型传动带（以下简称平带）是用于机械动力传递。机械动力传递主要形式有带传动、齿传动和链条传动等三种。其中，带传动与其它两种相比，具有传动机构简单、比较平稳、噪音小和设备成本较低等优点，是当前机械动力传递最主要和最广泛的使用形式。这种带传动是靠带面与带轮缘面的摩擦进行的。其横截面的形状为矩形或近似为矩形。

第一节 平型传动带的结构和品种

平带按结构、带芯材料和应用范围，分类如下：

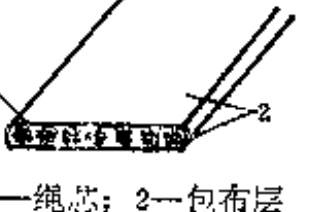
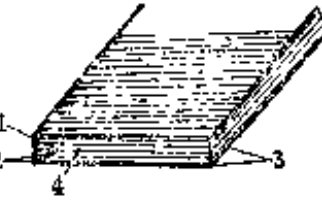


平带的品种、性能、用途及结构如表1-2-1所示。

表 1-2-1 平带的品种、性能、用途和结构

名 称	性 能	用 途	生产方式	结 构 图
切边式平带	有一定抗伸长性及良好屈挠性	一般机械的开口传动用	用整幅胶帆布贴合成型，在平板或鼓式硫化机上硫化，然后切割涂边胶再硫化	
包边式平带	有一定抗伸长性及屈挠性	一般机械传动用	裁布单根成型在平板或鼓式硫化机上硫化	 1—封口胶；2—胶帆布；3—对口胶
普通环形平带	无接头，传动平稳	供定长传动装置用	在专用成型机上成型，用平板或鼓式硫化机硫化	同包边式或切边式平带
帘布芯高速平带	无接头，拉伸强度高，传动平稳	供短距离，高速度，要求传动平稳的装置用	用人造丝或涤纶帘布作抗拉层，胶帆布作保护层，在专用成型机上成型，用平板或鼓式硫化机硫化	 1—封口胶；2—胶帆布；3—帘布层

续表

名 称	性 能	用 途	生产方式	结 构 图
编织整芯高速平带	强度高, 屈挠性能好, 传动平稳	供高速机械传动使用	编织整芯浸JQ-1溶液, 然后涂胶浆, 再贴胶片硫化	 1—胶层; 2—编织整芯
绳芯高速平带	拉伸强度高, 屈挠性能好	供高速, 大功率传动用	线绳 (涤纶、锦纶等), 经浸胶, 在专用成型机上缠绕成型, 两面贴胶片硫化	 1—绳芯; 2—包布层
锦纶片芯高速平带	拉伸强度高, 屈挠性能好, 传动平稳	供高速传动用, 并适于大中心距多轴传动用	将锦纶片芯拉伸定型、打毛、涂胶浆, 贴覆有胶的锦纶布再成型和硫化, 然后连接成环形	 1, 2—锦纶布; 3—胶层; 4—锦纶片

一、帆布芯平带

帆布芯平带又称普通平带或普通胶帆布平带。其传动装置占地面积大, 传动速比较小。因此, 在许多场合已被三角带 (V带) 和其它特殊类型带所取代。可是此带仍有其特点, 如传递的功率范围比较大; 传动速度快; 一般是单条使用, 既不要配组使用, 又不存在长短不一等缺陷, 因而, 仍被广泛地用于发动机、鼓风机、抽水机、脱粒机和各种工作母机的动力传递方面。近年来, 随着仪器仪表工业的发展, 机械设备的不断更新, 出现了各种类型的高速平带, 不但适应了短中心距、高速度和大速比的传动需要, 而且传动噪音小和传动速度高, 为平带工业的发展增添了新的活力。

平带标称表示方法为: $F(C) \times P \times B$

F 表示包边式平带; C 表示切边式平带; P 表示平带的强力级 (如 $P=240$, 即该平带为240强力级, 表示该平带全厚度拉伸强度为240kN/m); B 表示平带宽度, mm。

例如: 平带为切边式, $P=240$, $B=175\text{mm}$ 时, 则该平带表示为:

$$C \times 240 \times 175$$

二、高速平带

高速平带一般生产成环形。因为该带运转比较平稳, 故适用于精密机床和高速传动的机械用。帘布芯、绳芯的高速平带宽度系列如表1-2-2所示。环形带长度系列如表1-2-3所示。

帘布芯、绳芯高速环形平带规格型号表示方法为:

$$H \times B \times L$$

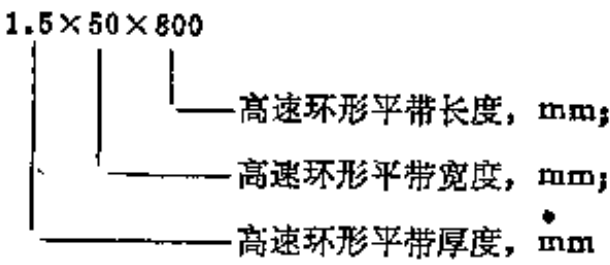
表 1-2-2 帘布芯、绳芯高速平带宽度系列

型 号	宽 度, mm															
(H)	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	60	80	100	120	160	200
0.8	○	○	○	○	○	○	○	○								
1		○	○	○	○	○	○	○	○							
1.5			○	○	○	○	○	○	○	○						
2				○	○	○	○	○	○	○	○					
2.5					○	○	○	○	○	○	○	○				
3								○	○	○	○	○	○	○	○	○

表 1-2-3 环形带长度系列

型号 内周 长度, mm	0.8H	1.0H	1.5H	2.0H	2.5H	3.0H	型号 内周 长度, mm	0.8H	1.0H	1.5H	2.0H	2.5H	3.0H
220	○	○					2100			○	○	○	○
240	○	○					2240			○	○	○	○
250	○	○					2350			○	○	○	○
260	○	○					2500			○	○	○	○
280	○	○					2650			○	○	○	○
300	○	○	○				2800			○	○	○	○
320	○	○	○				3000			○	○	○	○
340	○	○	○				3150				○	○	○
360	○	○	○				3350				○	○	○
380	○	○	○				3750				○	○	○
1900		○	○	○	○	○	4000				○	○	○
2000		○	○	○	○	○							

例如：



涤纶绳芯高速环形平带主要有聚氨酯橡胶浇注型和橡胶模压型。

1. 绳芯聚氨酯高速环形平带

绳芯聚氨酯高速环形平带的结构如图1-2-1所示。其各部位参数和位置如 表 1-2-4 和 图 1-2-2所示。

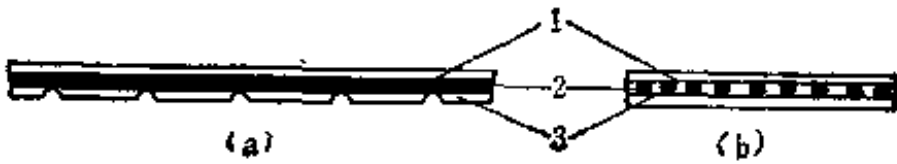


图 1-2-1 绳芯聚氨酯高速环形平带结构
(a) 平带纵向剖面; (b) 平带横向剖面;
1—聚氨酯橡胶; 2—绳芯; 3—聚氨酯橡胶

表 1-2-4 绳芯聚氨酯高速环形平带各部位参数

结构参数 型号	总厚度 (H) mm	槽高 (h) mm	槽的节距 (P) mm	槽宽 (W) mm	槽角	槽的倒角	
						R_1 mm	R_2 mm
0.8H	0.8	0.20	3	1.0	40°	0.1	0.1
1.0H	1.0	0.25	4	1.0	40°	0.1	0.2
1.5H	1.5	0.40	5	1.5	40°	0.1	0.2
2.0H	2.0	0.50	5	1.5	40°	0.2	0.2
2.5H	2.5	0.60	5	1.5	40°	0.2	0.2
3.0H	3.0	0.70	5	1.5	40°	0.2	0.2

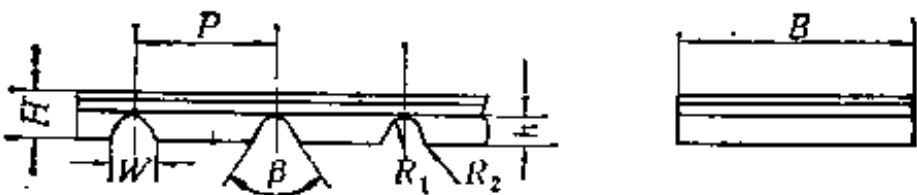


图 1-2-2 绳芯聚氨酯高速环形平带参数位置

2. 绳芯橡胶型高速环形平带

绳芯橡胶型（氯丁橡胶）高速环形平带是用模型经硫化平板或鼓式硫化机制得。其结构如图1-2-3所示。

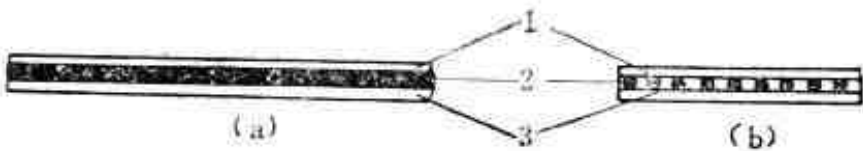


图 1-2-3 绳芯橡胶型高速环形平带
(a) 平带纵向剖面；(b) 平带横向剖面；
1—橡胶；2—绳芯；3—橡胶

3. 锦纶片芯高速平带

锦纶片芯高速平带是以高强度的锦纶薄片为抗拉层，橡胶或皮革为摩擦面层，锦纶帆布为保护层的新型平带。此带按结构可分为A型和B型两种，见图1-2-4。带的宽度、厚度系列如表1-2-5和表1-2-6所示。

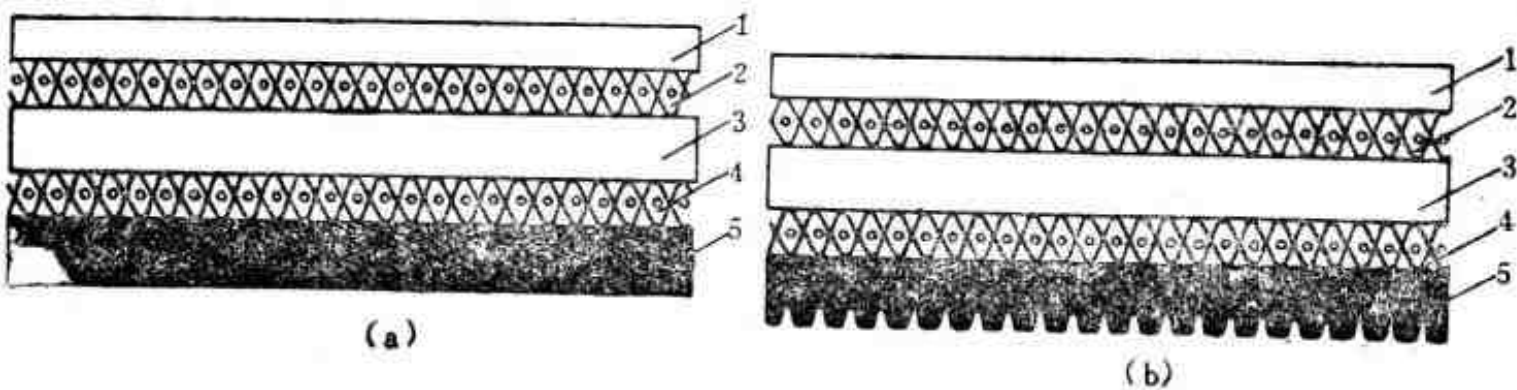


图 1-2-4 橡胶面层锦纶片基高速平带结构
(a) A型；(b) B型
1—上覆盖胶；2,4—锦纶帆布；3—锦纶片基；5—下覆盖胶

A 型，下覆盖胶面为平面，由此平面与带轮缘接触产生摩擦使之传递动力。B 型，下覆盖胶面成横向沟纹状，与 A 型相比具有良好的弹性和缓冲性能。

为了适应各种场合的要求，锦纶片基高速平带又有防静电型和特殊型等两种，其适用范围如表1-2-7所示。

表 1-2-5 A型锦纶片基高速平带宽度和厚度系列

宽度, mm	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
厚度, mm	1.5	1.6	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5
	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0					
	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5										
	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0										
	4.0	4.0	4.0	4.0												

表 1-2-6 B型锦纶片基高速平带宽度和厚度系列

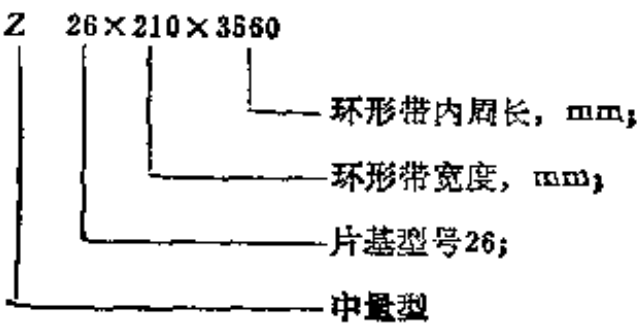
宽度, mm	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
厚度, mm	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5							
	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5										
	4.5	4.5	4.5													

表 1-2-7 锦纶片基高速平带类型及适用范围

型 号	锦纶片 型 号	宽度范围 mm	长度范围 mm	适 用 范 围
Q	10	10~200	500~5000	轻负荷传动, 如食品机械、金属加工、机械、高速精纺机、空气精纺机、纤维机械、磨床、切片机、锁眼缝纫机绕线器等
	18			
	26			
	34			
Z	10	10~200	500~5000	中负荷传动, 如纸板的搬运机、磨耗机、细纱机、发电机、鼓风机、切削机械、印刷机械及其它等
	18			
	26			
	34			
F	10	10~200	500~5000	各种纺织机械、造纸机械、风扇、泵等各种需要防止静电的机械传动
	18			
	26			
	34			
T	10	10~200		织布机、梳棉机等传动
	18			

注: Q—轻量型; Z—中量型; F—防静电型; T—特殊型。

锦纶片基高速环形平带型号规格表示方法如下:



第二节 平带的设计和计算

平带的使用寿命，不但与它的物理机械性能有关，而且与使用条件也有关。因此，平带的设计和合理地选用材料是生产部门和使用部门都需要重视的问题。

一、强力层材料的选择

平带在传动过程中，离开主动轮部分是松边，并逐渐向紧边过渡，离开从动轮部分是紧边，并逐渐向松边过渡，平带紧边张力与松边张力之差为有效张力。平带由松边过渡到紧边，再由紧边回到松边，需经过从动轮和主动轮各一次，要发生二次屈挠。若平带由多层帆布组成，当经过带轮时，贴近带轮的胶帆布层呈受压缩状态，而处于上层的呈伸张状态，处于中间层的呈中性状态，即既不受压缩又不呈伸张状态。因此，平带在传动过程中要发生压缩与伸张的多次变化，会受到周期性的弯曲应力作用，同时也会使胶帆布层与层之间发生滑动位移。弯曲应力和滑动位移的大小与平常的厚度成正比。平带的弯曲应力增大和层与层间频繁的滑动位移会导致脱层（层与层之间剥离）。当传动带轮直径一定时，减少平带的胶帆布层数，或降低每层胶帆布的厚度，都可达到减小弯曲应力和滑动位移、提高平带使用寿命的目的。因此，选择拉伸强度高的材料作为平带的强力层来提高平带的强度和耐屈挠性能是平带设计工作中的重要组成部分。

近半个世纪以来，平带的强力层除了继续应用钢丝、玻璃纤维等无机高强度材料外，还逐步采用了维纶、锦纶、涤纶和芳香族酰胺类等高强度有机合成纤维材料，从而基本上适应了制造传动功率大、速度高的平带需要。

平带普遍使用的强力层材料如表1-2-8所示。

表 1-2-8 平带强力层材料

材料名称	性 能 特 征	使用情况
棉帆布	具有一定拉伸强度,与橡胶易粘合	制造普通平带
维棉混纺帆布 维棉交织帆布	拉伸强度较高,加入少量胶粘剂后与橡胶易粘合	制造普通平带
棉帘布、人造丝帘布、维纶帘布	拉伸强度较高,耐屈挠,经过浸渍处理与橡胶易粘合	制造环形平带,尚能适应高速传动
锦纶帘布、涤纶帘布	拉伸强度高,耐屈挠,经过浸渍处理,能与橡胶粘合	制造高速环形平带
锦纶片基	拉伸强度高,经过热拉伸定型后使用伸长小	制造高速平带
芳香族酰胺、玻璃纤维等 线绳和钢丝绳	拉伸强度很高,使用伸长小,尺寸稳定性好	制造高速、高强度平带

平带使用的棉帆布品种很多,常用的有 $\frac{36支}{18 \times 12}$ 和 $\frac{17支}{9 \times 8}$ 等规格。其规格 和性能如表1-2-9

所示。

二、配 方 设 计

胶帆布芯平带使用的有布层擦贴胶、封口胶、对口胶和边胶浆胶等配方。配方设计的重

表 1-2-9 普通平带棉帆布规格

原纺结构		密 度 根/10cm		幅宽 cm	匹长 m	断裂强度 kN/5×20cm (kgf/5×20cm)		断裂伸长率, %				参 考 指 标		
								经 向		纬 向		厚 度 mm	吸湿率 6.5%时的 重量, g/m ²	吸湿率 %
经纱	纬纱	经密	纬密					标准	公差	标准	公差			
21 ^s /18	21 ^s /12	98±2	62±2	120±1	100±3	3.43 (350)	1.52 (155)	<35	±3	<12	±3	1.75±0.1	840±40	6.5
10 ^s /9	10 ^s /8	102±2	56±2	120±1	100±3	3.53 (360)	1.86 (190)	<32	±3.5	<11	±3	1.75±0.1	850±40	6.5

点是布层擦贴胶，因为它对平带层与层间的粘合和耐老化疲劳性能起决定作用，直接影响着平带的使用寿命。

(一) 布层擦贴胶配方设计

帆布芯平带的布层所使用的材料一般有棉帆布、维棉混纺帆布或维(经向) 棉 (纬向)交 织帆布等。由于帆布材质不同故配方也不同。

1. 棉帆布擦贴胶配方

棉帆布擦贴胶配方设计要点如表1-2-10所示。

表 1-2-10 棉帆布擦贴胶配方设计要点

性能要求	1.有较高的定伸应力，硫化速度适当且平坦性好； 2.有较好的耐日光、耐疲劳老化等性能； 3.较好的操作及安全性能，并在压延时与辊筒有良好粘附性
配方设计要点	1.含胶率一般为50%左右； 2.在天然橡胶配方中，硫黄用量为2.7份左右，促进剂为M与DM并用，或亚磺酰胺类与M并用； 3.适当增加氧化锌用量(10份以上)，以改善导热性能； 4.软化剂不宜大量使用，以满足工艺要求为宜； 5.宜采用非污染性和耐屈挠性能好的防老剂，以保证色彩鲜艳和良好的耐屈挠性能

2. 维棉混纺或交织帆布的擦贴胶配方

维纶与橡胶的粘合性能较差，为了增加它们之间的粘合性能，通常将帆布进行浸渍处理或在配方中加入胶粘剂。由于维纶亲水性很强，若用浸渍法，帆布在干燥过程中因含水率高，高温硫化时易发生塑硬化现象，影响平带使用寿命。近年来，胶粘剂的品种不断增加，可以采用直接粘合法（即在胶料配方中加入胶粘剂）就能满足产品性能的要求。

(二) 封口胶配方设计

封口胶性能要求和配方设计要点如表1-2-11所示。

(三) 对口胶配方设计

对口胶性能要求和配方设计要点如表1-2-12所示。

(四) 边胶浆胶配方设计

边胶浆胶料的性能和配方设计要点与封口胶基本相同，但颜色要求更加鲜艳，因此在配方设计中应加入较多的红色有机颜料（LC大红约7份）和锌钡白（50份左右）。在塑炼、混炼、打浆等工序中要特别保持设备和盛器的清洁，防止胶料被污染而影响平带的外观质量。

(五) 各种胶料配方举例

各种胶料配方举例如表1-2-13所示。

表 1-2-11 封口胶性能要求和配方设计要点

性能要求	1.硫化定型快，模向展延性小，以保证封条基本平直和边部整齐； 2.良好的耐老化性能，防止早期龟裂； 3.色泽鲜艳
配方设计要点	1.一般使用天然橡胶，含胶率为40%左右； 2.促进剂采用M与D并用，硫黄用量为2.7份左右； 3.在胶料中加入适量的碳酸镁，以减少胶料的流动性，增加氧化锌和锌钡白的用量，以使胶料颜色鲜艳； 4.使用非污染性防老剂，如MB等； 5.一般采用色泽鲜艳的红色胶料

表 1-2-12 对口胶性能要求和配方设计要点

性能要求	与封口胶基本相同，但可塑度较封口胶为高
配方设计要点	1.硫化速度比封口胶要稍慢，一般采用促进剂M与DM并用； 2.适当选用一些软化剂如松焦油等，用量 4 份左右，以提高胶料柔软性

表 1-2-13 平带各种胶料配方举例

原 材 料	棉帆布 擦 胶	维棉帆 布擦胶	封口胶	对口胶	边胶浆胶	原材料	棉帆布 擦 胶	维棉帆 布擦胶	封口胶	对口胶	边胶浆胶
天然橡胶	80	80	100	100	100	碳酸钙	44.55	38.55	20.5	129.5	175
丁苯橡胶	20	20				硫酸钡	25	25			
氧化 锌	5.0	5.0	10	5.0	10	颜 料	0.05	0.05	7.0	2.5	7.0
硫 黄	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	石 蜡			0.5		
促 进 剂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	碳酸镁			40		
防 老 剂	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	立德粉			15		50
软 化 剂	6.0	6.0		6.0		松 香				1.0	
增 粘 剂	12	12				胶粘剂		6.0			
硬 脂 酸	1.5	1.5	1.0		2.0	配合总量	200	200	250	250	250

三、造 型 计 算

(一) 普通平带选型计算

1. 普通平带的长度计算

普通平带的长度计算因传动形式不同而异。传动形式一般有开口传动、交叉传动和半交叉传动等三种。带的长度分别按式 (1-2-1)、式 (1-2-2) 和式 (1-2-3) 进行近似计算。

开口传动：
$$L=2C+\frac{\pi(D_2+D_1)}{2}+\frac{(D_2-D_1)^2}{4C}+\Delta L$$
 (1-2-1)

交叉传动：
$$L=2C+\frac{\pi(D_2+D_1)}{2}+\frac{D_2^2+D_1^2}{4C}+\Delta L$$
 (1-2-2)

半交叉传动：
$$L=2C+\frac{\pi(D_2+D_1)}{2}+\frac{D_2^2+D_1^2}{2C}+\Delta L$$
 (1-2-3)

式中 L ——普通平带长度，mm；
 C ——普通平带中心距，mm；
 π ——圆周率，取3.14；

D_1 ——主动（小）带轮直径，mm；

ΔL ——普通平带胶接头长度，mm。

2. 普通平带的宽度确定

普通平带的使用宽度要比带轮宽度略窄一些，相互关系如表1-2-14所示。

表 1-2-14 普通平带宽度与带轮宽度的关系

传 动 方 式	平带使用宽度, mm	符 号 意 义
开口传动	$B = \frac{b - 10}{1.1}$	B ——普通平带宽度, mm; b ——带轮宽度, mm
交叉传动	$B = b - (50 \sim 80)$	
半交叉传动	$B = \frac{b}{1.5}$	

3. 普通平带的层数计算

普通平带所需胶帆布的层数，是根据传动额定功率来计算的。其计算公式见式(1-2-4)。

$$N = P_0 V / 102 \quad (1-2-4)$$

式中 N ——平带的传动额定功率，kW；

P_0 ——平带的容许有效强力，kgf；

V ——平带的线速度，m/s。

由式(1-2-4)可导出：

$$P_0 = 102N / V$$

又因，

$$P_0 = PBi \quad (1-2-5)$$

所以，

$$i = \frac{102N}{PBV} \quad (1-2-6)$$

式中 i ——平带的胶帆布层数；

P ——一层、宽1cm胶帆布的容许有效强力，kgf/cm；

B ——平带的宽度，cm。

胶帆布的容许有效强力（ P ）可按式(1-2-7)计算。

$$P = \frac{e^{\mu\gamma} - 1}{e^{\mu\gamma}} (P_1 - P_2) \quad (1-2-7)$$

式中 P_1 ——一层、宽1cm胶帆布的强力，kgf/cm；

P_1 与胶帆布实际测试强力（ P_m ）、胶帆布强力不均匀系数（ C_0 ）及所取安全系数（ f ）有以下关系式：

$$P_1 = P_m C_0 / f \quad (1-2-8)$$

式中 P_m 为一层、宽1cm胶帆布的实际测试强力， C_0 一般取0.7~0.95， f 一般取8~12；

P_2 ——一层、长1m、宽1cm胶帆布由离心力而产生的负荷，可用 $P_2 = CV^2/g$ 式表示，式中 C 为一层、长1m、宽1cm胶帆布的重量， V 为平带线速度， g 为重力加速度，取9.81m/s²；

$\frac{e^{\mu\gamma} - 1}{e^{\mu\gamma}}$ ——受摩擦系数（ μ ）和平带与小带轮接触弧度（ γ ）影响的修正系数；

μ 与平带线速度(m/s) 之间有 $\mu=0.25+0.012V$ 的关系。若配方中加入增加摩擦系数的配合剂, 亦可导致 μ 值增大;

$\gamma = \frac{\pi}{180} \cdot \beta$, 式中 β 为平带与小带轮之间的接触角度。由于带与带轮之间在传动时, 实际上存在着滑动, 故一般取 0.8γ 。

$e^{\mu \gamma}$ 值可从表1-2-15中查得。

表 1-2-15 $e^{\mu \gamma}$ 值

β	μ									
	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	
108	1.45	1.60	1.76	1.93	2.13	2.34	2.57	2.83	3.91	
144	1.65	1.87	2.12	2.41	2.73	3.10	3.51	3.98	4.49	
162	1.76	2.03	2.34	2.69	3.10	3.57	4.11	4.73	5.45	
180	1.87	2.19	2.57	3.00	3.51	4.11	4.81	5.60	6.58	
198	2.00	2.37	2.82	3.35	3.98	4.74	5.63	6.60	7.98	
216	2.13	2.57	3.10	3.74	4.52	5.45	6.59	7.50	8.94	
252	2.41	3.00	3.74	4.66	5.84	7.42	9.02	11.40	13.90	
288	2.73	3.51	4.52	5.81	7.77	9.60	12.35	16.00	20.50	
324	3.10	4.11	5.45	7.24	9.60	12.74	16.90	22.50	29.50	
360	3.51	4.81	6.59	9.02	12.35	16.90	23.14	34.50	43.20	
540	6.59	10.55	16.90	27.08	43.38	69.49	—	—	—	
720	12.35	23.14	43.38	81.31	152.40	285.68	535.49	—	—	
900	23.14	50.75	111.32	245.15	535.49	1174.50	2575.90	—	—	
1080	43.38	111.32	235.68	733.14	1881.50	4828.50	12390.00	—	—	

注: 如果是开口传动时, 平带与带轮的接触角用式 (1-2-9) 计算。

$$\beta=180-\frac{D_2-D_1}{C} \cdot \frac{180}{\pi}$$

(1-2-9)

在传动过程中, 平带的负荷将随着传动速度、带与带轮的接触角度等因素变化而变化。因此, 需对式 (1-2-6) 进行修正, 得修正式 (1-2-10)。

$$i = \frac{102NE}{PBVF}$$

(1-2-10)

式中 E ——平带线速度修正系数; 见表1-2-16;
 F ——平带与小带轮接触角度修正系数, 见表1-2-17。

表 1-2-16 速度修正系数 E

平带线速度, m/s	E	平带线速度, m/s	E
<25	1	30~35	1.2
25~30	1.1	不均衡	1.25~1.5

4. 普通平带的厚度控制

普通平带的厚度一般按式 (1-2-11) 控制。

$$H \leq D_1/30$$

(1-2-11)

式中 H ——平带的厚度, mm;

D_1 ——小（主动）轮直径，mm。

表 1-2-17 接触角修正系数 F

接 触 角 β	230°	220°	210°	200°	190°	180°	170°
F	1.15	1.12	1.09	1.06	1.03	1.00	0.97
接 触 角 β	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°
F	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76

在齿型计算时平带的厚度（ H ）和宽度（ B ）必须同时考虑。若过厚（如超过5层）在传动过程中，平带的弯曲应力和层与层之间的滑动位移就过大，会导致平带脱层而早期损坏，则需采取增大平带宽度来达到减小平带厚度的目的；反之，平带虽薄但很宽，却又增加了带轮的造价，并由于带轮中高度的增大，容易造成平带纵向撕裂。在选型计算中，要全面考虑影响平带使用寿命的诸因素，做到合理选型。

5. 选型计算举例

设某种机器的电机功率为20kW；主动轮直径 $D_1=300\text{mm}$ ，被动轮直径 $D_2=600\text{mm}$ ；带轮宽度为200mm；中心距 $C=1500\text{mm}$ ；主动轮转速为700r/min；装置为开口传动，试计算应选用平带规格。

（1）平带宽度（ B ）的计算 已知该装置为开口传动，查表1-2-14，带宽计算如下：

$$B = (b - 10) / 1.1 = (200 - 10) / 1.1 = 173(\text{mm})$$

一般选择平带宽度为175mm。

（2）平带长度（ L ）的计算 由于该机装置是开口传动，故带长 L 按式（1-2-1）计算

$$\begin{aligned} L &= 2C + \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} + \Delta L \\ &= 2 \times 1500 + \frac{3.14 \times (600 + 300)}{2} + \frac{(600 - 300)^2}{4 \times 1500} + 175 \\ &= 4603(\text{mm}) \end{aligned}$$

（3）平带胶帆布层数（ i ）的计算 按下列顺序计算。

（a） P_1 的计算 已知胶帆布 P_m 的实测值为56kgf/cm， C_0 取0.95， f 取12，将这些数值代入式（1-2-8）得：

$$P_1 = P_m \times C_0 / f = 56 \times 0.95 / 12 = 4.5(\text{kgf/cm})$$

（b） P_2 的计算 因为平带的线速度按下式计算：

$$V = \pi D_1 n = 3.14 \times 300 \times 700 / 60 = 11(\text{m/s})$$

已知胶帆布重量 C 为0.0132kgf/cm·m，代入下式得：

$$P_2 = C \times V^2 / g = 0.0132 \times 11^2 / 9.8 = 0.028(\text{kgf/cm})$$

（c） P 的计算 因是开口传动，平带与主动（小）带轮的接触角按式（1-2-9）计算如下：

$$\beta = 180 - \frac{D_2 - D_1}{C} \cdot \frac{180}{\pi} = 180 - \frac{600 - 300}{1500} \times \frac{180}{3.14} = 168.60(^{\circ})$$

μ 根据 $\mu = 0.25 + 0.012V$ 公式计算得0.382，取0.4。查表1-2-15， $e^{\mu\gamma} = 3.24$ 。

将上述计算值代入式 (1-2-7) 得:

$$\begin{aligned} P &= \frac{e^{\mu_v} - 1}{e^{\mu_v}} (P_1 - P_2) \\ &= \frac{3.24 - 1}{3.24} (4.5 - 0.028) \\ &= 3.1 (\text{kgf/cm}) \end{aligned}$$

(d) i 的计算 速度修正系数 E , 查表 1-2-16, 因 V 小于 25 故 E 取 1; 接触角修正系数 F , 查表 1-2-17, 因 β 为 168.6° , 故 F 取 0.97。

将上述 N 、 P 、 B 、 V 、 E 、 F 代入式 (1-2-10) 得:

$$i = \frac{102NE}{PBVF} = \frac{102 \times 20 \times 1}{3.1 \times 17.5 \times 11 \times 0.97} = 3.32 \text{ (层)}$$

计算结果因小数点后尾数大于 0.2, 则应进为整数, 故 i 取 4 层。

(e) 平带厚度的验证 普通胶帆布厚度约为每层 1.2mm, 4 层胶帆布的平带总厚度为:

$$H = 4 \times 1.2 = 4.8 (\text{mm})$$

普通平带厚度, 根据式 (1-2-11) 的控制要求, $H \leq D_1/30$, 已知 $D_1 = 300\text{mm}$, 故 $H \leq 300/30$, $H \leq 10$, 因 $H = 4.8$, 故 $4.8 \leq 10$ 。符合普通平带选型厚度控制要求。

根据上述计算结果, 应选用 4 层胶帆布、带宽为 175mm、带长为 4603mm 的棉帆布芯平带。

普通平带的帆布层数 i , 也可用式 (1-2-12) 计算:

$$i = \frac{102N}{PBVC_1C_2C_3} \quad (1-2-12)$$

式中 P ——一层 1cm 宽的胶帆布容许有效强力, kgf/cm;

B ——平带宽度, cm;

V ——平带线速度, m/s;

C_1 ——平带与小 (主动) 带轮的接触角修正系数。接触角为角度时, $C_1 = 1 - 0.003 \times (180^\circ - \beta)$ 。接触角为弧度时, $C_1 = 1 - 0.172 \times (3.14 - r)$;

C_2 ——平带与工作有关的修正系数, 可按下列工作条件确定:

一班生产, C_2 为 1~0.9 至 0.7~0.6;

二班生产, C_2 为 0.9~0.8 至 0.6~0.5;

三班生产, C_2 为 0.8~0.7 至 0.5~0.4;

C_3 ——平常工作速度的修正系数, 用 $C_3 = 1.04 - 0.0004V^2$ 来计算;

N ——电机功率, kW。

(二) 高速平带选型计算

高速平带一般用于转速高、传动比大, 且多为增速传动, 故在选型计算时, 应保证平带在允许疲劳强度和一定的使用寿命前提下, 充分发挥高速传动的能力, 应特别注意以下几点:

① 传递功率不得超过额定功率, 避免传动时滑差过大;

② 由于传动速度高, 产生的离心力大, 使平带张紧力减小, 甚至导致传动效率降低。因此, 传动最大速度一般控制为 $V_{\max} \leq 40 \sim 50 \text{ m/s}$, 预张紧应力通常为 $\sigma_0 = 7.89 \sim 1.97$

MPa;

③ 弯曲应力对平带使用寿命影响很大, 因此, 必须控制平带的厚度 (H) 与小带轮的直径 (D_1) 之比, 一般取 $H/D_1 \leq 1/20 \sim 1/30$; 而小带轮直径应取 $D_{1\min} \geq 20 \sim 25\text{mm}$; 带厚 H 一般取 $0.8 \sim 2.0\text{mm}$ 。为了减少高速平带的应力变化频率, 应限制高速平带的屈挠次数, 一般控制在 $U_{\max} \leq 70 \sim 100\text{次/s}$ 范围内。

1. 绳芯、帘布芯高速平带的选型计算

(1) 绳芯、帘布芯高速平带的选型

a. 带厚度 H 平带的厚度按照 $H/D_1 \leq 1/20 \sim 1/30$ 范围控制, 厚度 H 可根据小带轮转速参照图 1-2-5 选定。

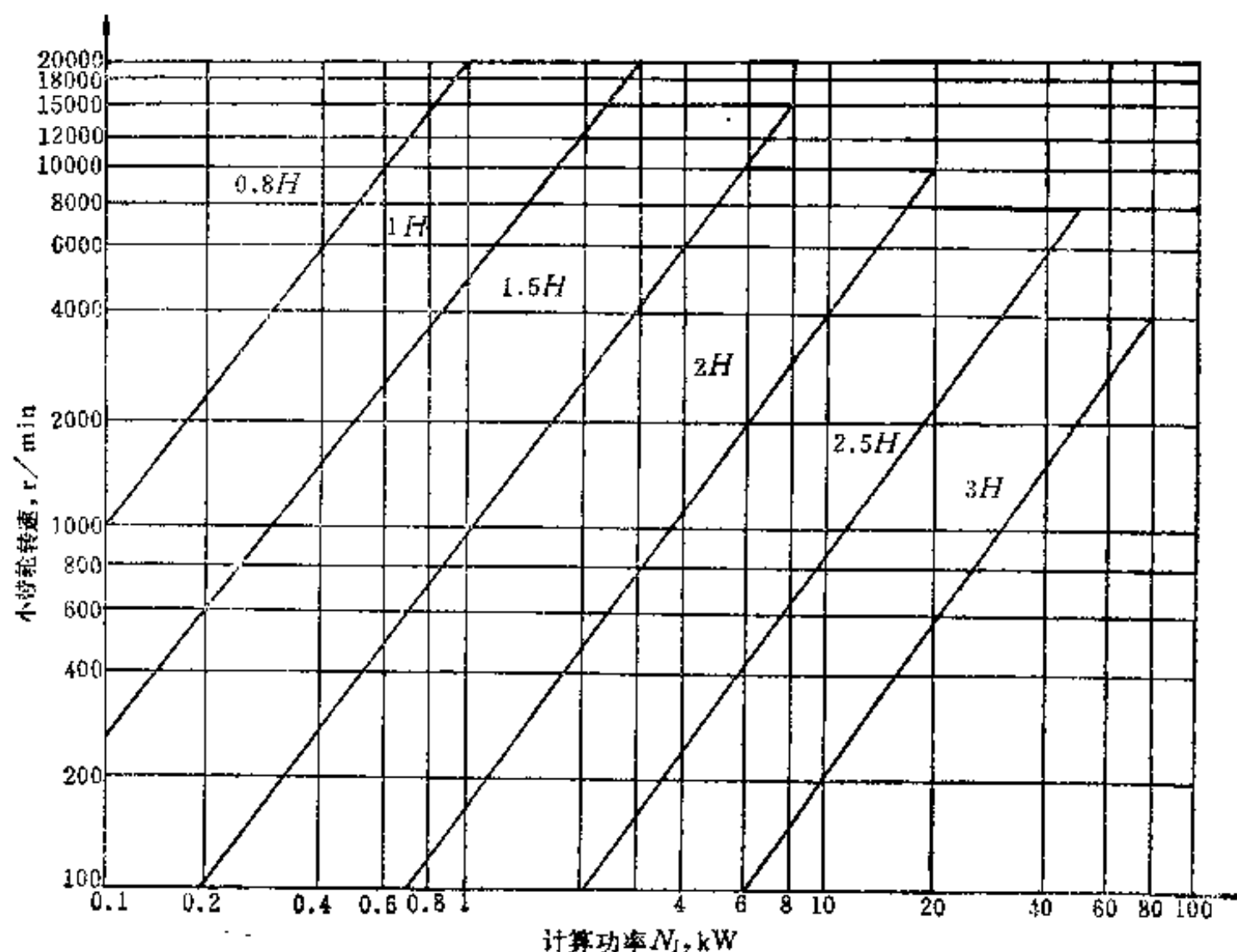


图 1-2-5 绳芯、帘布芯高速平带厚度选定图

b. 平带宽度 (B) 的确定 高速平带的宽度可根据式 (1-2-13) 来计算:

$$B = \frac{102N_j}{FHV(P_1 - P_2)} \quad (1-2-13)$$

式中 N_j ——计算功率, kW;

F ——小带轮包角系数, 见表 1-2-18;

H ——高速平带厚度即型号, mm;

V ——高速平带线速度, m/s;

P_1 ——高速平带许用拉力, kgf/mm²;

P_2 ——高速平带离心力 ($P_2 = CV^2/g$, 式中 C 为高速平带自重 kgf/mm²·m; g 为重力加速度, 取 9.81m/s^2), kgf/mm²。

N_j 可由式 (1-2-14) 来计算:

$$N_j=\frac{N}{C_1C_2C_3}$$

(1-2-14)

式中 N ——电机额定功率, kW;
 C_1 ——传动增速系数, 见表1-2-19;
 C_2 ——工作情况系数, 见表1-2-20;
 C_3 ——传动位置系数, 见表1-2-21。

由式 (1-2-10) 计算得的 B 值, 应按表1-2-22进行圆整。

表 1-2-18 小带轮包角系数 F

小带轮包角 β			120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
带轮材料	平带材料	摩擦系数	包角系数 F						
钢、铝	通用橡胶	≈ 0.35	0.52	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66
	聚氨酯	≈ 0.5	0.65	0.68	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79

表 1-2-19 传动增速系数 C_1

从动轮转速/主动轮转速	<1.2	1.2~1.6	1.7~2.5	2.6~3.4	>3.5
C_1	1	0.95	0.90	0.85	0.80

表 1-2-20 工作情况系数 C_2

载 荷 性 质	C_2	
	间断工作	每日连续工作10h
载荷稳定, 震动轻微	0.9	0.7
尖峰载荷/额定载荷 $\leq 150\%$, 有中等震动	0.8	0.6
尖峰载荷/额定载荷 $\leq 250\%$, 震动较大	0.7	0.5

表 1-2-21 传动位置系数 C_3

两带轮轴中心线与水平线间夹角	0~60°	>60°
C_3	1.0	0.8

(2) 绳芯、帘布芯高速平带计算举例 选聚氨酯高速平带, 用于万能磨床传动。已知中心距 $C=300\text{mm}$, 两轴中心线接近水平, 平稳载荷; 电动机额定功率 $N=0.6\text{kW}$; 大带轮转速 $n_2=11000\text{r/min}$, 小带轮转速 $n_1=8000\text{r/min}$, 试进行选型和计算。

a. 确定带轮直径 小带轮直径选取范围为 $D_{1\min}\geq 20\sim 25\text{mm}$, 取 $D_1=25\text{mm}$, 则 $D_2=n_1/n_2\times D_1=8000/11000\times 25=18.18(\text{mm})$

表 1-2-22 高速平带的尺寸系列

厚 度		0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
宽度, mm		20	25	32	40	50	60	80
公称长度 (内周长度) L, mm	450							
	480							
	500							
	530							
	560							
	600							
	630							
	670							
	710							
	750							
	800							
	850							
	900							
	950							
	1000							
	1060							
	1120							
	1180							
	1250							
	1320							
	1400							
	1500							
	1600							
	1700							
	1800							
	1900							
	2000							
	2100							
	2240							
	2350							
	2500							
	2650							
	2800							
	3000							

b. 验算线速度

$$V = \pi D_1 n_1 / 60 \times 1000 = 3.14 \times 25 \times 8000 / 60 \times 1000 = 10.47 (\text{m/s})$$

根据设计要求, $V_{max} \leq 40 \sim 50 \text{m/s}$, 符合设计要求。

c. 确定带长 L 根据式 (1-2-1) 得:

$$L = 2 \times C' + \pi/2 \times (D_2 + D_1) + (D_2 - D_1)^2 / 4 \times C' = 2 \times 300 + 3.14 / 2 \times (18.18 + 25) + (18.18 - 25)^2 / 4 \times 300 = 667.77 (\text{mm})$$

按表1-2-22进行圆整, 取带长 $L = 670 \text{mm}$ 。

d. 确定中心距 C

$$C = C' + (L - L') / 2 = 300 + (670 - 667.77) / 2 = 301.12 (\text{mm})$$

两轴之间尚需留有中心距调整距离, 即为 $(0.005 \sim 0.015) \times C$, 故中心距实际取 $C = 300 \text{ mm}$ 是合适的。

e. 验算小带轮包角 β_1

$$\begin{aligned}\beta_1 &= 180 - (D_2 - D_1)/C \times \frac{180}{\pi} = 180 - (18.18 - 25)/300 \times 180/3.14 \\ &= 180.13(^{\circ})\end{aligned}$$

高速传动要求小带轮包角 $\beta_1 \geq 150^{\circ}$, 计算结果与设计要求符合。

f. 验算屈挠次数

$$U = \gamma \times V \times 10^3 / L = 2 \times 10.47 \times 10^3 / 670 = 31.25 \text{ (次/s)}$$

根据设计要求 $U \leq 70 \sim 100 \text{ 次/s}$, 式中 γ 为传动轴数, 计算结果符合设计要求。

g. 确定带厚 H 由 $H/D_1 \leq 1/20 \sim 1/30$, 则 $H \leq (1/20 \sim 1/30) \times 25$, 即为 $1.25 \sim 0.83 \text{ mm}$ 。按表 1-2-22 选用 $H = 1.0 \text{ mm}$, 查图 1-2-5, 已知 n_1 为 8000 r/min , N 为 0.6 kW , 平带厚度 H 应有 $1H$ 区域内, 故带厚选用 1.0 mm 符合设计要求。

h. 计算带宽 此装置为增速传动, $n_1/n_2 = 8000/11000 = 0.73$, 分别查表 1-2-19 和表 1-2-20 及表 1-2-21 得 $C_1 = 1$, $C_2 = 0.9$, $C_3 = 1.0$, 代入式 (1-2-14) 得:

$$N_1 = N / C_1 \times C_2 \times C_3 = 0.6 / 1 \times 0.9 \times 1.0 = 0.67 \text{ (kW)}$$

此带系用涤纶绳作抗拉层, 聚氨酯橡胶作带体, 许用拉力 $P_1 = 35 \times 10^{-2} \text{ kgf/mm}^2$, 平带自重 $C = 1.34 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^2 \cdot \text{m}$, 则:

$$P_2 = CV^2/g = 1.34 \times 10^{-3} \times 10.47^2 / 9.81 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

将 P_1 、 P_2 代入式 (1-2-10), 接触角 180.13° 查表 1-2-18 F 为 0.79 , 则:

$$\begin{aligned}B &= 102N_1 / F \times H \times V \times (P_1 - P_2) = 102 \times 0.67 / 0.79 \times 1 \times 10.47 \times (35 \times 10^{-2} - 1.5 \times 10^{-2}) \\ &= 24.7 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

按照表 1-2-22 圆整, 取 $B = 25 \text{ mm}$ 。

经过选型和计算, 应采用 $1.0H \times 25 \times 670$ 涤纶绳芯聚氨酯高速平带。

2. 锦纶片基高速平带的选型计算

锦纶片基高速平带在设计计算上需要选型, 其它如带长等计算方法与绳芯高速平带相同。

(1) 选型 锦纶片型号 (即片基型号) 是根据一定厚度的片基件长至 2% 时单位宽度上所承受的拉力值 (kgf/mm) 来定的, 此值即为单位宽度的锦纶片基在定伸 2% 情况下的许用拉力。

小带轮直径大小及其转速作为选型的主要因素, 可用经验式 (1-2-15) 进行选型, 计算型号强力值 P_e 。

$$P_e = D_1 \times C_1 / 10 \text{ (kgf/mm)} \quad (1-2-15)$$

式中 D_1 ——小带轮直径, mm ;

C_1 ——由带速决定的系数, 见图 1-2-6。

(2) 平带宽度 B 的计算 锦纶片芯 (基) 高速平带的使用宽度可按式 (1-2-16) 来计算。

$$B = \frac{102N \times C_2 \times C_3 \times 10}{P_e \times V} \quad (1-2-16)$$

式中 N ——电动机额定功率, kW ;

C_2 ——负荷系数，见表1-2-23；
 C_3 ——接触角系数，见表1-2-24；
 P_c ——锦纶片型号强力值，kgf/cm；
 V ——高速平带线速度，m/s；
10——单位换算常数。

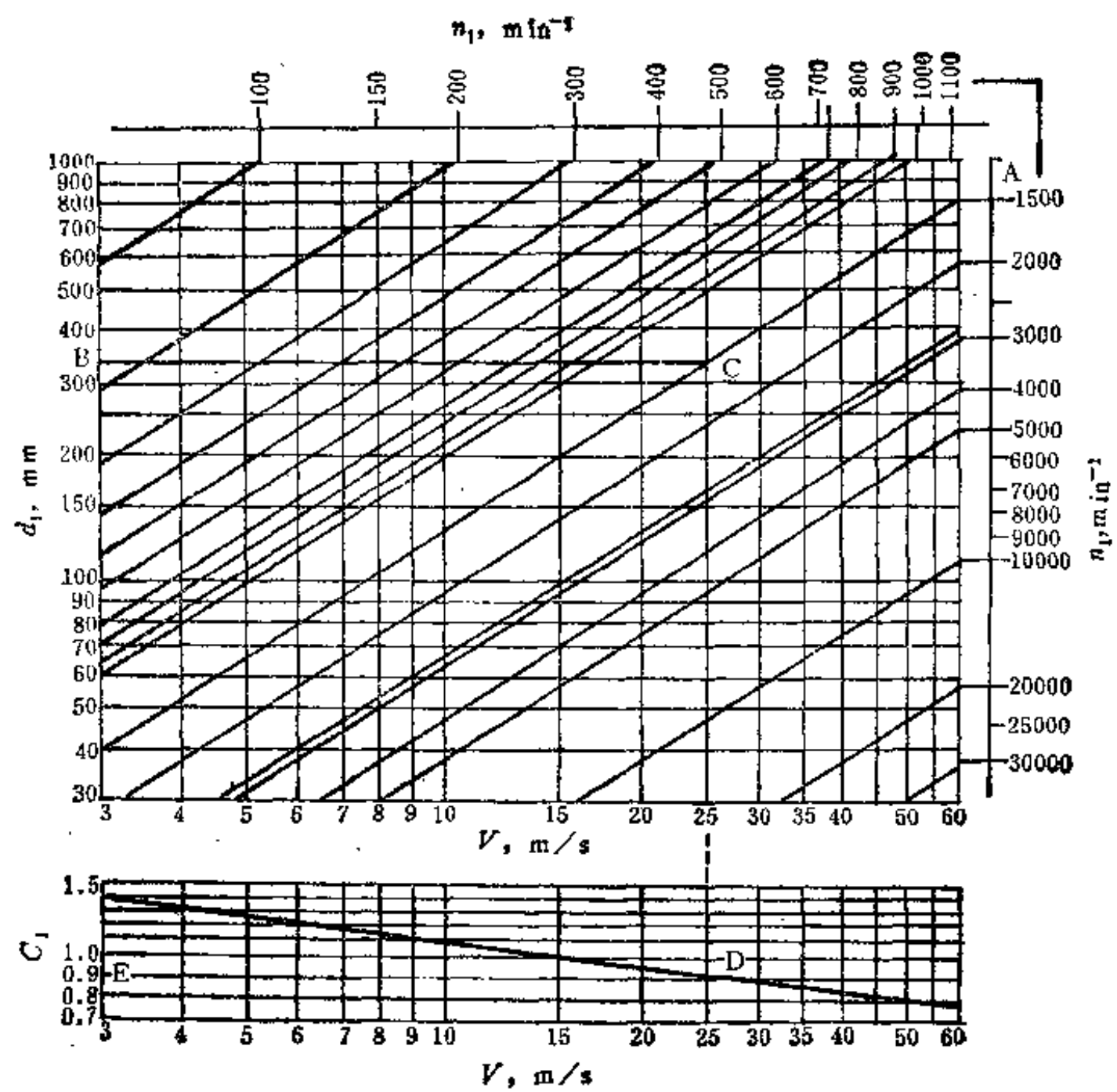


图 1-2-6 带速系数 C_1 图

表 1-2-23 负荷系数 C_2

传动条件	轻起动负荷 定速	中起动负荷 不定速	中起动负荷 速度变化不规则 变动负荷	重起动负荷 脉冲或间断 负荷	重冲击起动 高速度变化 重冲击负荷
C_2	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7

表 1-2-24 接触角修正系数 C_3

接 触 角	180°	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°
C_3	1.00	1.02	1.05	1.08	1.12	1.16	1.20	1.28	1.36

$$U = \gamma V \times 1000 / L$$

因为

$$V = \pi D_1 n_1 = (3.14 \times 0.315 \times 1450) \div 60 = 23.9$$

所以

$$U = 2 \times 23.9 \times 1000 / 3560 = 13.4 \text{ (次/s)}$$

符合高速平带允许屈挠次数范围, 选用Z26型锦纶片基高速平带是可行的(查表1-2-25)。

b. 计算高速平带的宽度 B 查表1-2-23 $C_2 = 1.3$, 查表1-2-24 $C_3 = 1.08$, 代入式(1-2-13)得:

$$B = \frac{102N \times C_2 \times C_3 \times 10}{P \times V}$$

$$= \frac{102 \times 90 \times 1.3 \times 1.08 \times 10}{261 \times 23.9} = 207 \text{ (mm)}$$

对宽度进行圆整后取 $B = 210 \text{ mm}$ 。该鼓风机应使用 $Z26 \times 210 \times 3560$ 的锦纶片基高速平带。

高速平带的设计能否达到使用寿命的要求, 与高速平带带轮的合理选用和加工有着重要关系。如果带轮选用合理和加工符合要求, 会提高带的使用寿命。因此, 高速平带设计时, 对带轮也应要求: 重量轻、强度高、质量均匀; 合理的结构、尺寸及加工。其具体要求如下。

(1) 材质 高速传动用的带轮最常用的是铝硅合金, 其铸造加工工艺和耐磨性能良好。牌号有ZL103、ZL104等。小带轮有时也可用45号钢制造。由于带轮转速高, 故不易采用普通铸铁制造。

(2) 结构、尺寸 带轮的轮缘表面有中高度(中部凸起), 形状有鼓形面或双锥形面, 但以鼓形面为好。其中高度可使平带在运转时自动趋向带轮中部位置, 防止平带从带轮中脱出。此外, 带轮轮缘表面一般还应有几条平行于周向的圆弧形的沟槽, 在高速运转时可使带与轮面间的截留空气便于逸出, 提高带与带轮的贴合性, 减低噪音, 避免由于截留空气面产生的带对小带轮的包角减小。

小带轮结构一般为鼓形面套筒式, 若带轮直径 $D > 100 \text{ mm}$ 时, 又可为鼓形面辐板式。其结构和尺寸要求见图1-2-7和表1-2-26。

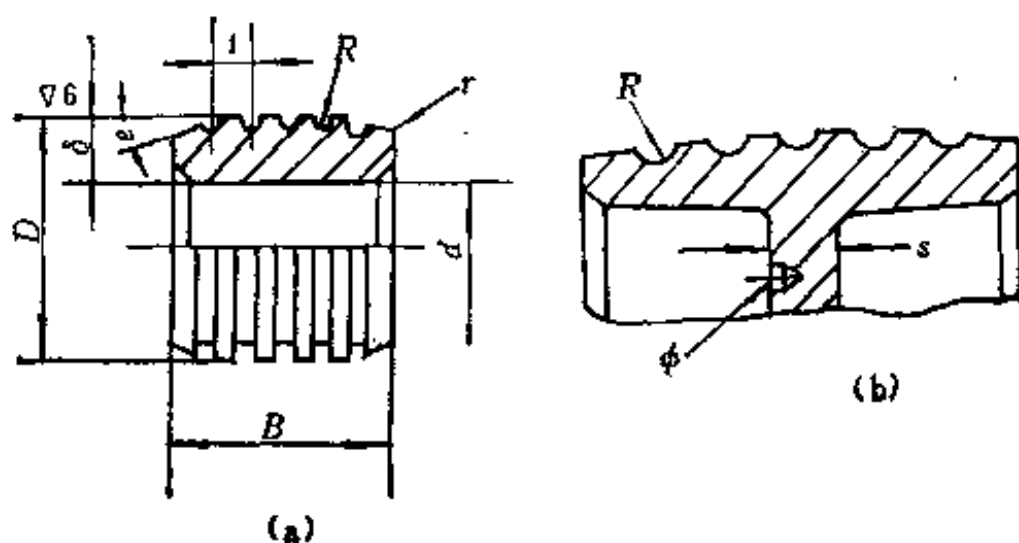


图 1-2-7 带轮结构及轮缘表面形状

(a) 鼓形面; (b) 辐板式

ϕ —动平衡用穿孔

(3) 加工 带轮工作面(轮缘)的光洁度要求不低于 $\nabla 6$ 。带轮必须进行动平衡测量(带轮动平衡要求见表1-2-27), 带轮外圆对轴孔的径向跳动应小于 $0.03 \sim 0.06 \text{ mm}$ 。

表 1-2-26 高速平带带轮结构尺寸

带宽	B, mm	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	60	80	120	160	200
轮宽	b, mm	$b=1.1 \times B + (5 \sim 10)$														
沟槽尺寸	$R \times \text{深}, \text{mm}$	1×1														
沟槽数	个数	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	6	8	10
沟槽间距	t, mm	2~20														
凸起	s, mm	1~2														
圆角	r, mm	1~2														
轮缘最小角度	$\delta_{\min}, \text{mm}$	$3 + 0.005D$														
辐板厚度	S, mm	$(0.5 \sim 0.7) \times \sqrt[3]{b \times D}$														

表 1-2-27 带轮动平衡要求

带 轮 类 型	允许重心偏移量, mm
一般机械带轮($n \leq 1000 \text{r/min}$)	50×10^{-1}
机床小带轮($n \leq 1500 \text{r/min}$)	15×10^{-1}
主轴和一般磨床带轮($n \leq 6000 \sim 10000 \text{r/min}$)	$3 \sim 5 \times 10^{-1}$
磨床高速带轮($n \leq 15000 \sim 30000 \text{r/min}$)	$0.4 \sim 1.2 \times 10^{-1}$
精密磨床主轴带轮($n \leq 15000 \sim 50000 \text{r/min}$)	$0.08 \sim 0.26 \times 10^{-1}$

第三节 平型传动带制造工艺

一、普通平型传动带生产流程

普通平型传动带生产工艺流程如图1-2-8。

二、普通平型传动带制造工艺

(一) 塑炼

普通平型传动带所用胶料有擦布胶、封口胶、对口胶和边胶胶浆。擦布胶所用天然橡胶需要塑炼，可塑度一般掌握在0.45~0.55。也可将擦布胶配方中的促进剂M在塑炼时加入制成母胶。促进剂M在天然橡胶塑炼中有塑解作用，能缩短塑炼时间。封口胶、对口胶和边胶浆胶料所用的天然橡胶一般不经过塑炼而直接进行混炼。

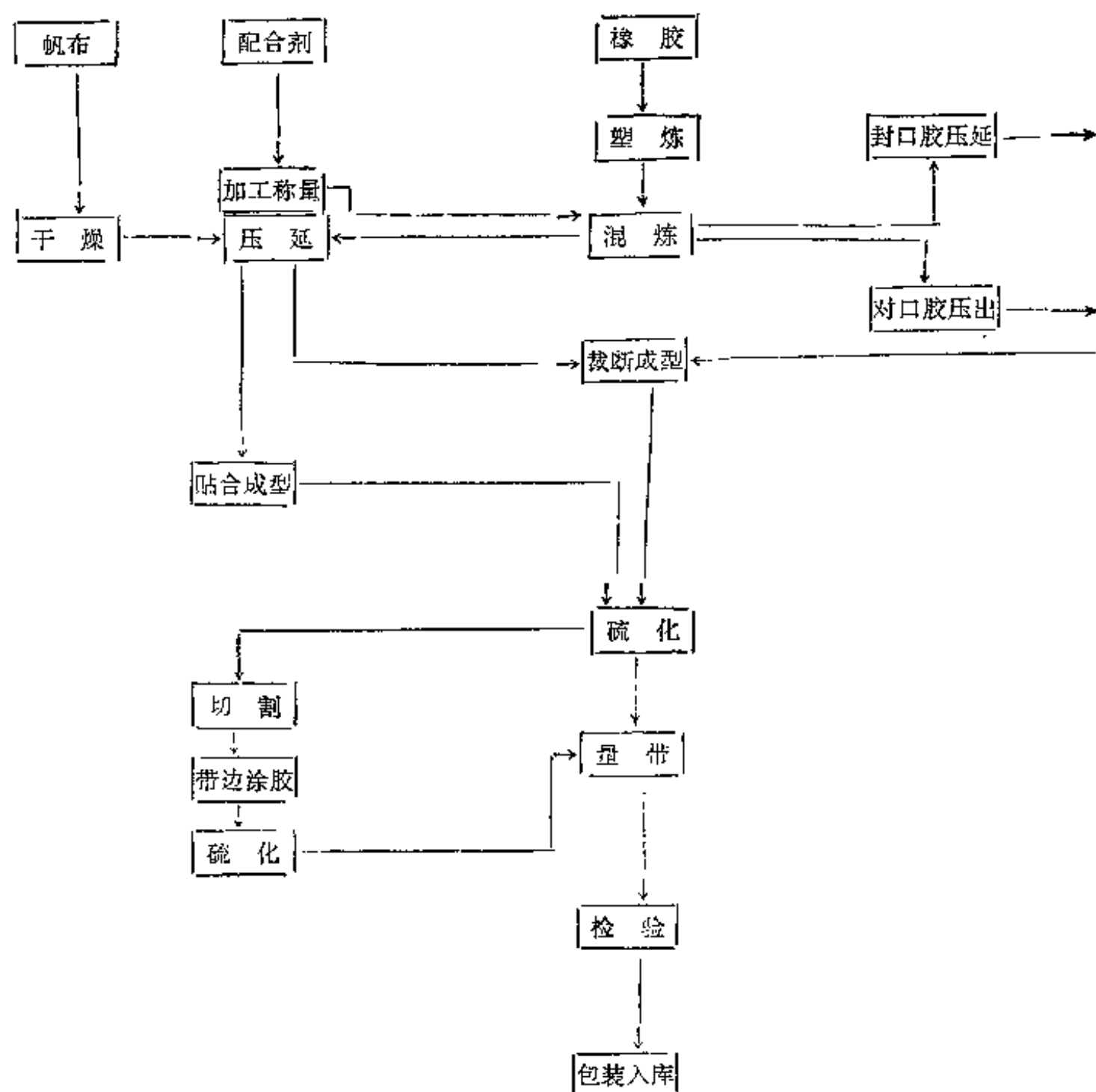


图 1-2-8 普通平带生产流程图

(二) 混炼

擦布胶一般用密炼机混炼制成，其工艺条件与输送带擦布胶胶料相同。封口胶、对口胶和边胶浆胶料一般使用开炼机混炼制成，其操作要求如下。

(1) 因为封口胶、对口胶和边胶浆胶料较硬，混炼时辊温容易升高，故要防止胶料焦烧。

(2) 为了保证胶料质量，在混炼时要严格控制辊温、辊距和加料顺序等。

(3) 胶料混炼后需要薄通，但辊距应在1.5mm以下，薄通次数不少于3次。

(4) 四种混炼胶料的可塑度要严格控制，其混炼条件及可塑度指标如表1-2-28所示。

表 1-2-28 各种胶料混炼条件和可塑度指标

胶料名称	辊温,℃	辊距,mm	容量,kg($\phi 400 \times 1060$ mm)	薄通次数	混炼胶可塑度
擦布胶	45~60	6~10	40	3	0.61~0.57
封口胶	45~60	6~10	40	3	0.24左右
对口胶	45~60	6~10	40	3	0.24左右
边胶浆胶	45~60	6~10	40	3	0.24左右

(5) 胶料混炼后要充分冷却, 胶温应在 40°C 以下才能堆垛存放, 以防焦烧。采用浸液体隔离剂或吹冷风等措施, 可以提高胶片的冷却效果。

(6) 所使用的胶料一般为浅色, 故在塑炼、混炼和胶料存放中要注意设备和场地的清洁, 防止污染。

(三) 压延

1. 帆布擦胶

帆布擦胶工艺如表1-2-29所示。

表 1-2-29 帆布擦胶工艺条件

压延方法	辊 温, $^{\circ}\text{C}$			辊距, mm	附胶量 $\text{kg}/(0.9 \times 100\text{m})$	供胶温度, $^{\circ}\text{C}$
	上	中	下			
一厚擦, 一薄擦	95 ± 1	85 ± 5	50 ± 5	上、中辊 $2 \sim 2.5$, 下辊适当压紧	57 ± 2	80

2. 封口胶片的制备

封口胶片的制备步骤如下。

(1) 胶料预热 封口胶料用开炼机预热, 预热时辊距为 $4 \sim 5\text{mm}$, 辊温为 $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$, 待胶料光滑包辊后卷成小卷下料。

(2) 压延出片 预热胶卷用三辊压延机出胶片。出片时压延机的上辊温为 $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 中辊温为 $65 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 下辊温为 $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 辊距为 $0.5 \pm 1\text{mm}$ 。胶片从压延机出来后通过滑石粉槽冷却后再卷取。胶料压延出片时的返回胶不能单独使用, 需与原胶料掺用。掺用比例不得超过20%。

(3) 胶片切割 将成卷的胶片通过带有电热刀的刀辊进行切割。刀辊上的刀片之间距离, 分成四个宽度区域, 即 6mm 、 11mm 、 13mm 和 16mm 。封口胶片要求厚薄均匀, 通常应在 15°C 以上的室温条件下存放。胶片切割时电热刀辊上的返回胶, 因焦烧严重, 应禁止掺入原胶料中使用。

封口胶片也可一次压延出片, 即将已预热胶卷直接通过带有不同宽度区域的槽辊压延机进行压型, 成为一定宽度和厚度的胶片, 再通过有硬脂酸漂浮的水槽冷却, 经机械摆轮, 将其放置在盘内, 供成型时使用。

采用压延机直接压延封口胶片法虽然简化了工序, 但胶片表面水分较高, 成型时不易和胶布粘合, 硫化时也容易引起鼓泡。

(四) 压出

对口胶条是采用压出方法制备的。对口胶料先用开炼机预热, 然后按需要宽度和厚度制成条状胶条, 供给压出机进行出条。对口胶条压出条件如表1-2-30所示。

从压出机挤出的胶条, 先通过滑石粉和硬脂酸锌的混合粉剂, 再经过机械输送装置, 将其盘在盘内。胶条使用时要注意, 先压出的先用, 后压出的后用, 防止先压出的因停放时间过长而互相粘连。

胶条压出操作中应注意的事项如下:

① 胶料预热要均匀;

表 1-2-30 对口胶条压出条件

项 目	规 定	项 目	规 定
喂料胶条厚度, mm	6~7	机头口型孔径, mm	3.0
喂料胶条宽度, mm	40~50	对口胶条直径, mm	3.3~3.6
机头温度, ℃	76~80	对口胶条每盘重量, kg	5~6
机身温度, ℃	45~50		

- ② 喂料速度要一致;
- ③ 机身、机头温度必须严格控制;
- ④ 停机后, 压出机的机头余胶要及时清除。

(五) 成型

普通平型传动带由于结构不同其成型方法也不同。为了叙述方便, 将成型方法按其结构形式分别介绍如下。

1. 包边式平带的成型

包边式结构的平带是用专用成型机成型的。这种成型机由带坯卷取、机头、机身和胶帆布导开架装置组成。机头装置有胶帆布卷包叶轮和导槽。对口胶和封口胶由导入装置同时引进机头成型, 带坯经机头牵引压力辊导出, 再通过乳化硅油隔离槽, 卷在带坯盘上。机身分三层, 每层都设有胶帆布卷包装置, 一次可成型 6 层胶帆布的带坯。胶帆布导开架备有胶帆布搁置和衬布卷取等装置, 可连续性生产。

(1) 工艺的有关规定

a. 带的帆布层数和成型叠包次数 包边式平型传动带由于层数不同, 成型叠包次数也不同。带的帆布层数和成型叠包次数如表1-2-31所示。

表 1-2-31 带的帆布层数和成型叠包次数

层数	3	4	5	6	7	8	10
叠包次数	一叠一包	二 包	一叠二包	三包或二叠二包	一叠三包	四包或二叠三包	五包或二叠四包

b. 胶帆布纵向裁断尺寸 胶帆布是采用边裁断边成型的方法。裁断与成型在同一台机上进行。成型时, 将胶帆布端部按裁断尺寸剪开, 合乎尺寸要求的胶帆布条送入成型机头进行成型, 余下的胶帆布连同对布一起导入卷布架卷取。胶帆布是在机头牵引辊的拉力作用下自动扯开。其纵向裁断尺寸见表1-2-32。

成型时胶帆布贴合, 逢单层的中间一层胶帆布薄擦面朝上, 其余各包层胶帆布厚擦面一律朝下; 叠包并用时, 只允许胶帆布叠层在二层以下, 且要位于层的中间, 而薄擦面朝上。采用包层式时, 内包层对缝必须错开, 外包层对缝一律居中, 每包层对缝不允许有重叠现象。带宽在300mm以上者 (包括300mm), 其外包层纵向对缝允许有二处, 每条对缝应约在带宽的1/3处。

在外包层中不允许有胶帆布层横接头, 内层横接头规定如表1-2-33所示。

表 1-2-32 胶帆布的纵向截断尺寸参照表

平 带	3层		4层		5层			6层			7层				8层			
宽 度 mm	内 芯	外 包	内 芯	外 包	内 芯	第 一 次 包	第 二 次 包	内 芯	第 一 次 包	第 二 次 包	内 芯	第 一 次 包	第 二 次 包	第 三 次 包	内 芯	第 一 次 包	第 二 次 包	第 三 次 包
20	16		40															
25	20		50															
30	25	60	52	62														
35	31	70	60	70														
40	35	80	70	80														
45	40	90	80	90														
50	45	100	94	100	43	94	100											
60	56	120	114	120	53	114	120											
65	63	130	124	130	58	124	130											
75	72	150	145	150	69	146	150											
80	77	160	155	160	74	156	160											
90	87	180	178	180	85	177	184	166	174	181								
100	97	204	195	204	95	198	205	192	200	206								
125	122	250	247	253	120	248	254	240	248	255								
150	148	302	298	306	145	298	306	294	302	310	143	294	303	313				
175			350	358	171	350	358	345	353	362	165	340	350	360				
200			402	412	196	402	412	395	404	414	194	397	406	416	386	395	405	415
250			503	513	247	503	513	495	505	515	244	498	505	518	487	496	505	515

表 1-2-33 包边式平带内层横接头规定

带 层 数	允许横接头数	胶帆布长度, m	搭接宽度, mm	搭接角度, 度
4~6	1	>3	—	—
≥7	2	>3	—	—

表1-2-33中, 允许横接头数是以整条带为准; 二个横接头不能在同一胶帆布层上; 在不同层上的二个横接头应相互错开, 错开长度在2mm以上。

胶帆布层在外包布层不允许有纵向并条, 内层并条规定如表1-2-34所示。

表 1-2-34 带坯内层纵向并条规定

带 层 数	允许并条数	并条宽度, mm	搭线根数, 根
5~7	1	≥25	1~2
≥8	2	≥25	1~2

c. 对口胶条的使用规定 带宽在50mm以上者应全部使用对口胶条。

d. 封口胶片的使用规定 平带所有规格应全部使用封口胶片。其宽度和厚度与带宽的关系如表1-2-35。

e. 带坯宽度允许公差 成型后的带坯应进行宽度检查, 其允许公差范围如表1-2-36所示。

表 1-2-35 封口胶片的宽度和厚度规定

平带宽度, mm	胶片厚度, mm	胶片宽度, mm	平带宽度, mm	胶片厚度, mm	胶片宽度, mm
20~45	0.5±0.1	6	100~145	0.6±0.1	13
50~90	0.5±0.1	11	≥150	0.5±0.1	16

表 1-2-36 带坯宽度允许公差

成品宽度, mm	胶帆布层数, 层	带坯宽度允许公差, mm	成品宽度, mm	胶帆布层数, 层	带坯宽度允许公差, mm
20~50	3	+0 -1	20~50	4	+0 -1
55~80	3	±1	55~80	4	±1
90~125	3	+1 -2	85~125	4	+1 -2
150~200	3	+2 -3	150~175	4	+2 -3
250~300	3	+3 -4	200~250	4	+4 -6
300以上	3	+6 -9	300以上	4	+6 -8
40~65	5	+0 -1	40~65	6	+0 -1
70~100	5	±1	70~100	6	±1
115~150	5	+1 -2	115~125	6	+1 -2
175~250	5	+2 -3	150~225	6	+2 -3
300以上	5	+5 -8	300以上	6	+4 -7
100~125	7	+1 -2	125~200	8	+2 -3
150~200	7	+2 -3	225~300	8	+2 -3
300以上	7	+4 -6	300以上	8	+2 -4

f . 成型用隔离剂 成型后的带坯需盘卷后堆放。为了防止盘卷的带坯相互粘连，或封口胶片被粘掉，故带坯在盘卷前需涂隔离剂。常用隔离剂品种和优缺点如表1-2-37所列。

表 1-2-37 带坯常用隔离剂品种和优缺点

隔离剂品种	优 点	缺 点
滑石粉	价廉，隔离性强，不吸湿	易飞扬，易使平板积垢
乳化硅油①	无污染，隔离性能强，产品有光泽，平板不易积垢	价格较高，隔离效果不如滑石粉
中性肥皂液	隔离性能较好，平板不易积垢	对平板有腐蚀作用，易引起产品变色

① 乳化硅油配制方法如表1-2-38所示。

表 1-2-38 乳化硅油配制方法

原 料 名 称	重量, kg	加 工 方 法
甲基硅油	72~92	将原料按比例依次投料，待加完料后开动风泵，用压缩空气搅拌至完全乳化为止
蒸馏水	60	
乳化剂吐温-80	7.5~10	
酒精	18	
二甲苯	10	

(2) 成型注意事项

a . 压延的胶帆布需停放 8 小时以上使用，但最长不得超过 7 天。停放时间长短随季节

和室温的不同而异，应以满足边成型边扯布的工艺要求为准。胶帆布严格按照先压延先用的原则顺序使用，不得将停放时间较长的胶帆布成型在同一条带坯上。

b. 成型时胶帆布要长短选配使用，以减少内外层胶帆布长度相差太大的现象，节省胶帆布。

c. 带坯6层以上的，成型需分二次以上进行，防止隔离剂等污染带芯。

d. 根据带坯规格和气温高低应随时适当调节隔离剂浓度。如带坯规格大，气温较高，则隔离剂的浓度可高些，以防止封口胶片在堆放和硫化拉带时脱落。

e. 带坯成型宽度在20~30mm的，如遇胶帆布边部较紧时，则需将紧边扯去后再成型；如是大规格的，胶帆布紧边可以在内芯层错开使用，否则成品由于胶帆布张力不均匀而弯曲。

f. 胶帆布如有掉胶、无胶等缺陷时，要处理后再用于成型。胶帆布、带坯的缺陷处理方法如表1-2-39所示。

表 1-2-39 胶帆布、带坯的缺陷处理方法

缺陷名称	处 理 方 法	缺陷名称	处 理 方 法
胶帆布打褶	停车，将胶帆布打褶部位拉平	带坯空边	调整机头夹置器和叶轮宽度
胶帆布口有胶块	停车，用刀铲去胶块	带坯缺线	带坯缺线部分用胶帆布填平，并调整胶帆布裁断宽度
胶帆布口有油污	停车，用汽油清除，待干后再继续成型	带坯	带坯对缝缺线部分用对口胶条填平
胶帆布局部无胶	停车，用相同配方的胶浆涂刷，待干后再继续成型		

2. 切边式平带的成型

切边式平带是由数层胶帆布在多层贴合机上经一次贴合制成。多层贴合机则由带坯卷取，机头牵引辊和机身等部分组成。机身分上下二层，上层为胶帆布导开和对布卷取，下层为带有贴合导辊的平台，被导开的胶帆布在其上，由光电系统控制，严格准确地居中导出，并通过导辊进行逐层贴合，再经过机头牵引辊辊压结实，还可排除胶帆布各层之间的空气。从牵引辊导出的带坯在卷取装置上卷取备用。

切边式平带成型时应注意以下几点。

① 带坯最外层的胶帆布应完整无缺，不允许有搭接或修补现象，即有缺陷的胶布不得放在外层使用。

② 成型时，胶帆布贴胶面与擦胶面相贴合，最外层的胶帆布的胶布擦胶面一律朝外。

③ 成型时，内层胶帆布的纵向和横向搭接方法与包边式平带的规定相同。

3. 普通环形平带的成型

环形平带往往用于要求传动比较平稳或带轮间中心距不大的机械中。其成型方法如下。

(1) 成型设备 环形平带一般是在可移动双鼓成型机上进行成型。

(2) 成型方法 成型的参数和要求如下。

a. 带坯宽度允许公差如表1-2-40所示。

b. 带坯长度通常按式(1-2-17)计算。

$$L' = L \times (1 + i) \quad (1-2-17)$$

式中 L ——成品长度，mm；

表 1-2-40 环形传动带带坯宽度允许公差

带宽, mm	允 许 公 差			
	≤3层	4~6层	7~8层	9~10层
≤75	±1	±1	±1	
80~150	+2 -1	+2 -1	+1 -2	
151~200	+2 -1	+2 -1	+0 -3	+0 -3
201~350	+2 -1	+2 -1	-1~-4	-1~-5
>350	+2 -1	+2 -1	-2~-5	-2~-6

L' ——带坯长度, mm;

i ——放尺百分率, %。

放尺百分率随层数增加而增加。由于成型、硫化设备和帆布材料的不同, 放尺百分率也不同。这是经验值, 需在生产过程中测定。棉胶帆布环形平带带坯成型时长度放尺百分率一般可参见表1-2-41。

表 1-2-41 带坯长度放尺百分率

层 数	4	5~6	7~8	9~10	11~12	13~14	15~16
放尺百分率, %	0	0.5~1	0.5~1	1~1.5	1~1.5	1.5~2	1.5~2

c. 按宽度需要进行胶帆布裁断。胶帆布端部接头裁成45°。带芯超过二层者采用叠层连续贴合, 其搭头宽度为25mm左右。外包二次以上者必须进行连续包层和叠层连续贴合。此法主要是减少横接头和纵向搭缝, 以提高带的均匀度、传动的平稳性和使用寿命。

d. 带坯内叠层的接头与外包层的接头必须错开, 其接头处加贴胶片。纵向搭缝处应嵌对口胶条并贴上封口胶片。

e. 带坯成型后, 按外包胶帆布接头逆方向, 贴上运转方向标记。

(六) 硫化工艺

1. 包边式平带硫化工艺

包边式平带的硫化, 一般采用平板硫化机或鼓式硫化机。平板硫化机硫化是逐板分段进行的, 但应注意前板与后板交界处容易出现凸起等界面缺陷, 往往会影响带的外观质量和使用寿命。鼓式硫化机硫化是连续化生产, 因而无界面缺陷。用该机生产自动化程度较高, 但硫化单位压力比平板硫化的为低。

(1) 平板硫化机硫化 包边式平带一般采用平板硫化机进行硫化。其硫化条件如下。

a. 硫化温度 硫化温度一般采用150℃。

b. 硫化时间 硫化时间一般随着硫化设备性能、硫化温度和胶帆布层数的不同而异。硫化时间与带坯层数的关系可用经验式 (1-2-18) 来表示。

$$t = t_1 + k \times i \quad (1-2-18)$$

式中 t ——硫化时间, min;

t_1 ——胶料最佳硫化时间, min;

k ——一层胶帆布达到最佳硫化程度时所需要的时间, min(3~10层胶帆布的带坯的硫化时间 (k 值) 一般取1~1.5min);

i ——带坯层数。

在式 (1-2-18) 中, 当硫化温度改变时, 硫化时间 (t) 应先按硫化温度系数计算出另一个温度下的胶料最佳硫化时间 (t_1), 再用式 (1-2-18) 进行计算。

c. 硫化压力 包边式平带硫化时的单位压力可参照表1-2-42。

表 1-2-42 包边式平带硫化压力参照表

带坯层数, 层	3	4	5	6	7	≥ 8
硫化单位压力, MPa	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	>1.6

硫化压力大小的选择, 应以胶料从带的边部无大量挤出为原则。带坯宽度在 30mm 以下者, 硫化压力应控制在 0.8~1MPa, 要防止压力过大将带坯压坏。

d. 硫化伸长 硫化时带的伸长应以保证成品扯断伸长率在 12% 左右为原则, 一般选为 4~6%。

(2) 硫化时应注意以下几点。

a. 硫化中, 应经常检查平板的温度是否与蒸气表压相一致, 回气管路是否畅通, 以防管道阻塞而导致平板温度下降。

b. 硫化中, 发生蒸汽压力不足现象时, 应按照工艺规定延长硫化时间。

若蒸汽压力过高时, 应调整蒸汽压, 使之降到工艺要求的气压。

c. 不同规格 (如帆布结构、压延工艺、带坯层数和宽度相差悬殊) 的带坯, 不得在同一硫化平板上硫化。

d. 在同一平板硫化机上硫化的带坯, 其宽度搭配应符合工艺要求, 宽窄的比例一般不得大于 3:1。

e. 带坯进入平板硫化机后, 应无并拢、交叉和翻扭等现象。

f. 带从平板硫化机导出之后, 应检查有无带体过软、胶料大量流失或带宽与规格不符等情况。如有, 则立即按工艺要求调整操作。

2. 切边式平带硫化工艺

(1) 切边式平带硫化工艺一般包括以下四道工序。

a. 带坯硫化 将成型后的带坯按照包边式平带硫化工艺进行硫化。

b. 带的切割 将已硫化好的平带, 按规定宽度要求在装有刀架的专用切割机上进行切割, 并整齐地卷成卷。

c. 涂边胶浆 在切割后卷成卷的平带侧面切边处, 均匀地涂刷胶浆二次以上, 待胶浆干燥后送入下工序。此胶浆一般为红色。胶浆按混炼胶与汽油为 1:1.2~1.3 的比例配制。

d. 边部硫化 在涂过边胶浆的带卷侧面刷上滑石粉和硬脂酸锌混合隔离剂, 置于平板硫化机上进行带侧硫化。

(2) 切边式平带鼓式硫化法 该法与包边式平带的鼓式硫化方法相同。使用该法可提高生产的自动化和连续化程度, 但需在鼓式硫化机前安装带坯成型多层贴合机, 在硫化后的平带导出部位安装自动切割刀架, 成卷平带切割面的喷涂室。此法的喷涂使用快干和耐磨性好的有色树脂。最后进行带的导出测量尺寸和质量检查。

鼓式硫化机的特征如表1-2-43所示。

鼓式硫化机硫化平带示意图见图1-2-9。

表 1-2-43 鼓式硫化机主要性能特征

硫化有效尺寸	$\phi 1500 \times 2350 \text{mm}$	硫化弧长	3500mm
硫化线速度	0.167~3.5m/min	钢带宽度	2170mm
主机功率	3.5kW	钢带单位压力	$>0.46 \text{MPa}$

表 1-2-44 用鼓式硫化机硫化平带的工艺条件

硫化蒸气压力, MPa	0.46	硫化伸长率, %	7 左右
硫化时间, min	基数+0.6×层数	硫化单位压力, MPa	≥ 0.51

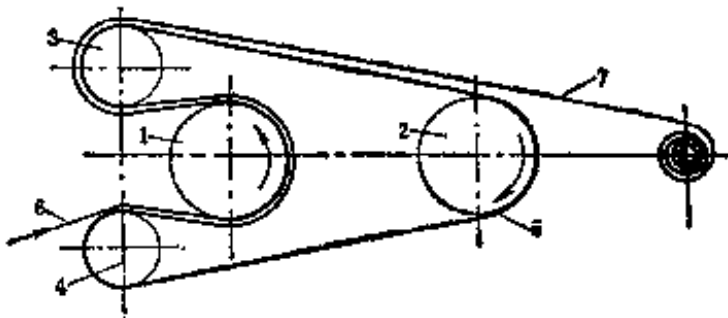


图 1-2-9 鼓式硫化机硫化平带示意图

1—硫化加热鼓；2,3,4—导辊；5—加压钢带；6—带坯；
7—成品

用鼓式硫化机硫化平带的工艺条件如表1-2-44所示。

平带在进入硫化鼓之前，应先经过红外线加热。红外线电压视硫化环境温度而定，室温在25℃以下者为280V；25℃以上者为240V。

3. 普通环形平带的硫化

普通环形平带的硫化工艺与包边式平带硫化工艺基本相同，但需注意以下要点。

(1) 配组硫化 硫化前，先测量同规格带坯内周长度和带坯厚度，将长度和厚度接近

表 1-2-45 普通平带在硫化中常见的外观质量缺陷及改进措施

缺 陷	产生原因	改 进 措 施
布层起泡	1.硫化温度不够； 2. 层夹有油污垃圾； 3.帆布含水量大； 4.隔离剂渗入内层； 5.硫化时间未到，硫化平板压力突然降低(跌泵)	1.严格控制平板温度，防止回汽阻塞； 2.在成型时注意胶布清洁； 3.保持成型机台和场地整洁； 4.严格控制帆布水分； 5.安装硫化压力下跌报警器
硫化平板端部平带起泡海绵	1.硫化时，带坯被拉出硫化平板端部； 2.带坯在硫化时，处于平板端部，部分冷却程度不够	1.要防止带坯被拉出平板端部； 2.要经常测定平板端部（冷却部分）的温度； 3.上下平板端部要对齐，平板端部断面最好成直角
封口胶为锯齿形	1.封口胶流动性太大； 2.封口胶定形速度慢； 3.隔离剂浓度太高	1.控制混炼胶可塑度； 2.加快封口胶的硫化定形速度； 3.适当降低隔音剂浓度
封口胶不正或断裂	1.由于成型所造成； 2.带坯存放时间过长或隔离剂效果不好，带坯被拉进硫化平板时封口胶脱落	1.提高成型质量并加强半成品检查； 2.控制带坯停放时间； 3.控制隔离剂浓度； 4.控制硫化操作时间
橡胶溢出带侧过多	1.胶帆布擦胶量太多，或擦布胶可塑度太高； 2.硫化压力过高； 3.带坯厚薄配组不当； 4.硫化平板左右或前后压力不均匀	1.调整胶帆布擦胶用量； 2.调整胶料可塑度； 3.调整硫化压力； 4.校正平板压力
并带	硫化时相邻两带发生重叠	带坯进入硫化平板时要注意观察疏通

的放在同组硫化。

(2) 硫化伸长 带坯硫化时的伸长因层数不同而异。带坯3~4层的硫化伸长4%左右；5~6层的硫化伸长5%左右，7层以上的硫化伸长7%左右。硫化伸长要采取降阶逐步伸长的方法。如带长需分四板硫化，总硫化伸长率为4%，则第一板硫化后的带伸长为2%；第二板硫化后的带伸长为1.5%；第三板硫化后的带再伸长为0.5%，再进行第四板硫化。

(3) 接头处的硫化 平带接头放入平板硫化时，要用规定厚度的铁板垫于接头处两侧，以防止接头处压疵。

(4) 平板口冷却 带坯置于硫化平板硫化时，硫化平板端部应有冷却装置，且在拉伸装置夹置口不能松脱，使之在拉伸张力下硫化，以防带坯在硫化平板端部处鼓泡或出现海绵状。

4. 普通平带在硫化过程中常见的外观质量缺陷及改进措施。

普通平带在硫化中，常见的外观质量缺陷及改进措施如表1-2-45所示。

三、高速平带制造工艺

(一) 帘布芯高速环形平带制造工艺

1. 成型工艺

帘布芯高速环形平带的成型是在专用鼓式成型机上进行。其操作是先将一层外包胶帆布和工作面上一层胶帆布贴合在成型机双鼓上，然后连续贴合胶帘布，最后将外包胶帆布合拢贴合即可。其要求是外包胶帆布的接头应成45°角斜接，搭接宽度5~10mm；帘布强力层只允许有一个横接头，接头错开距离在250mm以上。

2. 硫化工艺

帘布芯高速环形平带的带坯硫化是在装有拉伸装置和配有模具的颚式平板硫化机上进行。硫化伸长按照规格尺寸要求一次伸足，然后进行逐板分段硫化。若采用涤纶或锦纶帘布作为强力层时，则硫化到最后一板，平带在硫化机上的张力也不能松掉，即在原张力下结束硫化。硫化结束，平板打开，启动胶带转动装置，平带要边转动边冷却，使之在张力下冷却至60℃左右即可停机，回缩张力辊，取下平带。

环形平带在平板硫化机上硫化情况如图1-2-10所示。

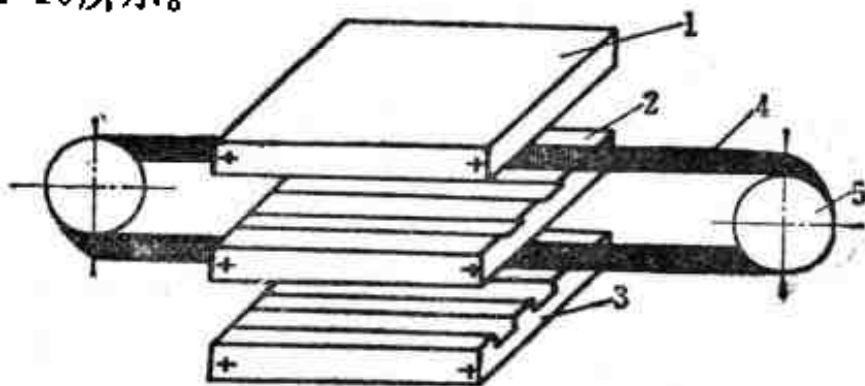


图 1-2-10 环形平板硫化机硫化示意图

1—上热板；2—中热板；3—下热板；4—环形平带；
5—转动导辊

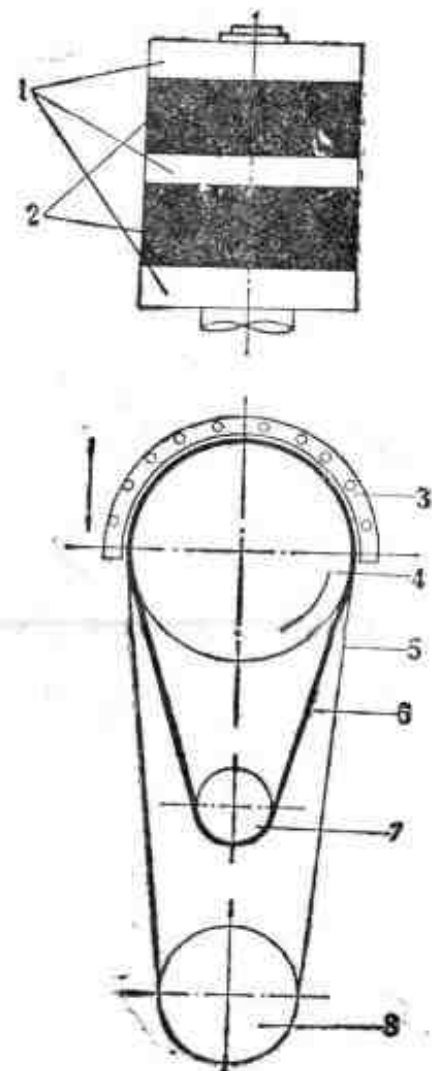


图 1-2-11 环形平带立形鼓式硫化机硫化示意图

1—硫化鼓挡边；2—平带；3—外加热罩；4—加热鼓；5—加压钢带；6—被硫化平带；7—伸长辊筒；8—钢带压力伸长辊筒

环形平带的带坯也可在鼓式硫化机上进行。其硫化示意图如图1-2-11所示。
立形鼓式硫化机技术特征如表1-2-46所示。

表 1-2-46 立形鼓式硫化机技术特征

部 件	技术特征	部 件	技术特征
鼓式硫化鼓直径, mm	320	加热罩 电热功率, kW	3.2
加压钢带压力, MPa	0.64	表面温度, ℃	≤300可调
硫化鼓转速, r/min 快速	0.833	伸长辊直径, mm	100
慢速	0.0833~0.0139	伸长辊转动速度, m/min 快速	360×10^{-3}
硫化鼓蒸气压力, MPa	0.54	慢速	$0.75 \sim 0.062 \times 10^{-3}$

(二) 绳芯聚氨酯高速环形平带制造工艺

1. 主要原材料选择

(1) 聚氨酯橡胶 绳芯聚氨酯高速环形平带是用液态聚氨酯经浇注而制造的。液态聚氨酯橡胶, 有以己二酸与乙二醇缩合而成的末端为羟基和带支链的线型高分子化合物; 以ε-己内酯与乙二醇反应而成的聚ε-己内酯高分子化合物; 以环氧丙烷与丙二醇合成的聚酯型高分子化合物。在上述的化合物中作为链增长剂所使用的是甲苯二异氰酸酯。这三种一般以使用己二酸与乙二醇聚合而成的聚酯型橡胶较为普通。

(2) 强力层材料 聚氨酯高速环形平带一般用涤纶绳作平带的强力层——绳芯。涤纶绳的规格和性能如表1-2-47所示。

表 1-2-47 涤纶绳的规格和性能

带的型号	绳的结构	绳的直径 mm	绳的强力 kgf/根	捻 度		扯断伸长率, %
				初 捻	复 捻	
0.8H	2×3	0.3	≥3	516	300	<14
1H	3×3	0.4	≥5	420	227	<14
1.5H	5×3	0.6	≥8	380	208	<14
2H	9×3	0.7	≥18	350	172	<14
2.5H	14×3	0.9	≥25	320	154	<14
3H	5×4×3	1.0	≥35	260	125	<14

2. 成型

(1) 绳芯缠绕 将清洗干净的模芯, 放在立式绕绳机上, 选择以表1-2-48所列螺距将涤纶绳均匀地缠绕在模芯上。

表 1-2-48 各型平带绳芯缠绕螺距

带的型号	0.8H	1H	1.5H	2H	2.5H	3H
绳的结构	2×3	3×3	5×3	9×3	14×3	5×4×3
绳的直径, mm	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0
缠绕螺距, mm	0.75	0.75	1.0	1.25	1.5	2.0

(2) 离心浇注 将预热处理的模具置于高速离心机轴上, 开动后, 立即将已加入固化

剂并经脱气泡处理的液态聚氨酯橡胶注入模腔，当有余胶从模腔口溢出时停止浇注，然后再经过2~4分钟（此时液态聚氨酯橡胶已成粘稠状，流动性很小）停止转动。

3. 加热固化

将已浇注的模具放入烘箱内，在140℃条件下固化2小时左右，取出吹风冷却。当模具冷却到60℃以下就可在脱模机上脱模。

4. 切割

将从模具中脱下来的带套在切割机的转动轴上，按照成品宽度进行切割，然后再按标准进行检验、印字、包装、入库。

（三）锦纶片基高速平带制造工艺

锦纶片芯高速平带是由经过拉伸定型处理的高强力锦纶片，锦纶帆布和面胶或皮革复合而成。其工艺流程如图1-2-12。

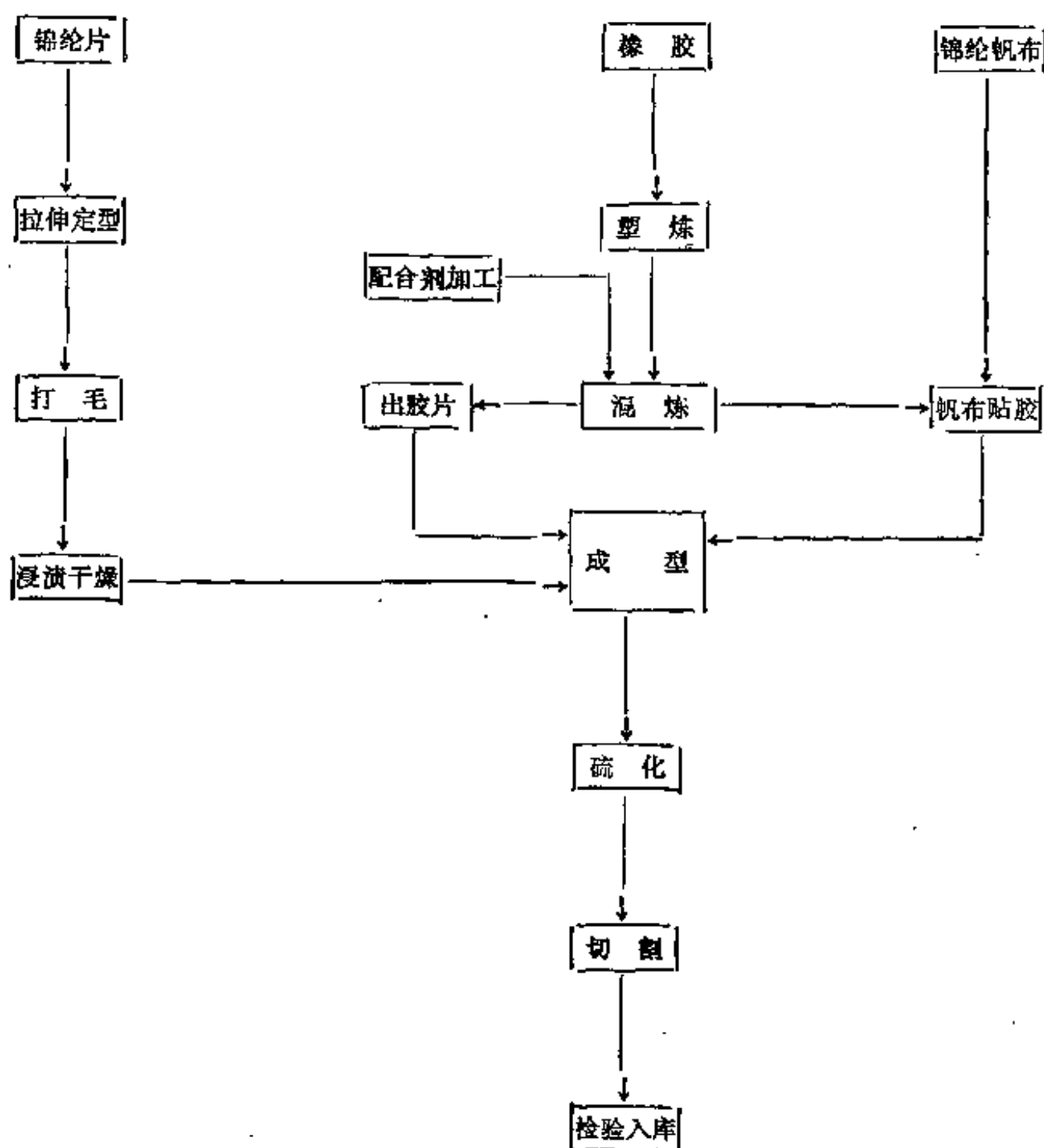


图 1-2-12 锦纶片芯高速平带生产流程

1. 锦纶片基的制备

锦纶片基是以聚己内酰胺为原料，经过压出、拉伸、定型和浸渍处理而制成。聚己内酰胺质量技术指标如表1-2-49所示。

表 1-2-49 聚己内酰胺质量指标

项 目	指 标	项 目	指 标
分子量	18000左右	拉伸强度, MPa(kgf/cm ²)≥	294.2(3000)
水分 <	0.0007	伸长率, %	20~30
单体己内酰胺含量, % ≤	3		

通过压出机压出的锦纶片必须进行热拉伸和冷定型处理。其目的是让锦纶片在受热情况下, 经过机械拉伸, 使聚己内酰胺线性高分子由无序排列趋向于定向排列, 可获得尽可能高的拉伸强度和较低的扯断伸长率 (或定负荷伸长率)。

锦纶片采用压出法出片时, 压出机各部位温度控制见表1-2-50。

表 1-2-50 锦纶片压出机各部位温度

机身温度, ℃	中间温度, ℃	机头温度, ℃	口型温度, ℃
240	260~280	290~300	260

锦纶片热拉伸和冷定型工艺流程示意图如图1-2-13所示。前后拉伸辊, 速比为1:3.5。

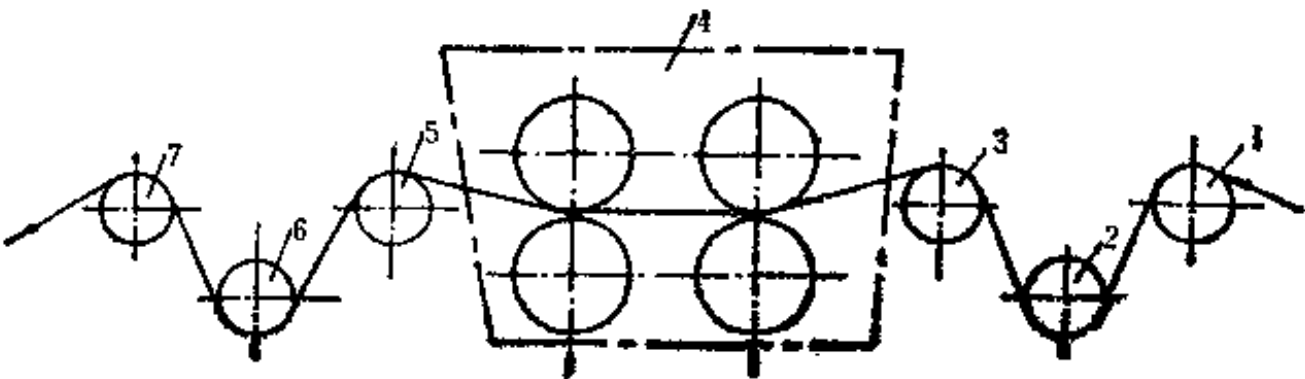


图 1-2-13 锦纶片热拉伸和冷定型工艺流程示意图

1—常温导辊筒; 2—加热辊筒 (80℃); 3—加热辊筒 (120℃); 4—密封加热室 (160℃); 5—冷却辊筒 (冷却到 120℃); 6—冷却辊筒 (冷却到80℃); 7—冷却辊筒 (冷却到80℃以下)

经过热拉伸和冷定型处理后的锦纶片基物理机械性能应符合表1-2-51。

表 1-2-51 锦纶片基物理机械性能

片基厚度, mm	扯断强度, kN/2.5cm(kgf/2.5cm)≥	扯断伸长率, %
0.4	2.94(300)	20~30
0.8	4.95(550)	20~30

热拉伸、冷定型操作注意事项如下:

- ① 聚己内酰胺的分子量和水分含量必须严格控制。防止锦纶片出现气泡等质量缺陷影响质量;
- ② 拉伸辊的温度和转速必须均匀一致。否则会影响锦纶片基的厚薄均匀性;
- ③ 冷定型过程中的冷却要逐步进行, 并要保持冷却温度均匀, 以防锦纶片基变形。

经过热拉伸冷定型的锦纶层，再经打毛和浸渍处理，并卷取存放于干燥处备用。

2. 锦纶帆布贴胶

锦纶片芯高速平带用的锦纶帆布性能如表1-2-52所示。

表 1-2-52 锦纶帆布性能指标

项 目	经 向	纬 向	项 目	经 向	纬 向
扯断强度, kN/m (kgf/cm)	43.1(44)	29.4(30)	密度, 根/10cm	170	100
扯断伸长率, %≤	55	40	厚度, mm	0.55	

锦纶帆布贴胶所用胶料一般为丁腈橡胶（N-230S）。要求此胶料的硫化面胶 有耐磨和
良好的疲劳性能，硬度在60~70范围内，且与锦纶帆布有较高的粘合强度。胶料 配方 如表
1-2-53所示。

表 1-2-53 丁腈橡胶配方举例

原材料名称	用 量		原材料名称	用 量	
	面 胶	胶 浆		面 胶	胶 浆
丁腈橡胶N-230S	100	100	硬脂酸	1.0	1.0
氧化锌	5	5	酚醛树脂	8.0	8.0
炭 黑	45	15	胶粘剂R _s 与A并用	6.0	6.0
促进剂CZ与D并用	1.5	1.5	防老剂4010与R _D 并用	2.0	2.0
硫 黄	1.5	1.5	填充剂	变量	变量
苯二甲酸二丁酯	7.0	5.0	含胶率, %	50	54

配方中胶粘剂R_s与A并用，主要是增加面胶与锦纶帆布的粘着力。混炼一般用开放式炼
胶机，先将丁腈橡胶分段塑炼，可塑度控制在0.4左右；混炼温度45~50℃，酚醛树 脂需粉
碎后加入，混炼必须均匀。

3. 胶粘剂的制备

锦纶片基与锦纶帆布之间需用胶粘剂粘合。使用的胶粘剂是以聚己内酰胺、间苯二酚、
甲醛和甲醇为主要组分，经加热回流而制得的棕黄色粘稠状物，使用时直接涂刷在锦纶片基
的打毛面上，经烘干后再与锦纶帆布无贴胶面复合，在受热加压情况下，使之紧密地复合成
一个整体。

4. 带坯成型

（1）单根成型 单根成型系指按环形高速平带的宽度和长度要求，将锦纶片基、锦纶
帆布、胶片复合成型在一起。其步骤如下。

a. 锦纶片基接头 按下列公式计算的尺寸裁锦纶片。

$$L=L_i+\Delta L$$

式中 L——环形平带成型需要长度；

L_i——环形平带成型内周长度；

ΔL——环形平带接头需要长度，一般相当于 2 倍环形平带宽度。

将接头长度处用专制砂轮机打毛，并打成由厚到薄呈直角楔形。在打毛处涂 胶 粘 剂 胶
浆，待接近干燥后进行接头，并用手辊压平压结实。

b. 在已贴丁腈橡胶的锦纶帆布无胶面，均匀刷上一层胶粘剂胶浆；待近乎干燥后，涂胶粘剂胶浆面与锦纶片基环型半成品贴合，锦纶帆布采用45°斜接。

c. 在锦纶帆布外层再复合一层丁腈胶片。

(2) 按照锦纶片基宽度成型 将按照锦纶片基宽度裁剪的锦纶帆布和丁腈胶片按照单根成型要求进行一次复合，并使用边成型边硫化的方法，在成型硫化流水线上连续进行生产。

5. 硫化

单根硫化可在小型平板硫化机或鼓式硫化机上进行，其工艺要求与涤纶绳芯高速环形平型传动带相似。硫化温度控制在130℃以下，硫化压力0.49MPa左右，硫化时间视胶料硫化速度而异。

环形平带带坯硫化可在平板硫化机或鼓式硫化机上进行，平板硫化机两头应有夹紧装置，卷取辊之前应有拉伸紧张装置，使已硫化的带坯在一定张力下冷却，带坯冷却至60℃以下，才能将张力去除，以保证带坯不变形。

6. 带坯切割

按照成品宽度要求，将带坯在专用切割机上切割，经检验后卷取成卷，供制成环形带使用或直接出售。

第四节 平带性能指标

一、普通平带性能指标

(一) 普通平带宽度和公差

普通平带（包边式和切边式帆布芯平带）的宽度和相应的带轮宽度应符合国家标准GB4489—84规定。如表1-2-54所示。

表 1-2-54 平带的宽度和相应带轮宽度

平 带		带 轮		平 带		带 轮	
宽度,mm	公差,mm	宽度,mm	公差,mm	宽度,mm	公差,mm	宽度,mm	公差,mm
16	±2	20	±1	140	±4	160	±3
20		25		160		180	
25		32		180		200	
32		40		200		224	
40		50		224		250	
50		63		250		280	
63	±3	71	±1.5	280	±5	315	±3
71		80		315		355	
80		90		355		400	
90		100		400		450	
100		112		450		500	
112		125		500		560	
125		140		560		630	

注：1. 如果实际使用需要超出本表范围时，由供需双方协商确定。
2. 如果需配用较宽带轮时（由于技术性原因）可从本表中带轮系列中选取。

(二) 普通环形平带的长度和公差

普通环形平带的长度系列如表1-2-55所示, 其长度公差为带长的 $\pm 0.5\%$ 。

表 1-2-55 普通环形平带长度

长度, mm	长度, mm	长度, mm	长度, mm
500	850	1400	2800
530	900	1500	3150
560	950	1600	3550
600	1000	1700	4000
630	1060	1800	4500
670	1120	1900	5000
710	1180	2000	
750	1250	2240	
800	1320	2500	

注: 普通环形平带长度, 系指内周长度。如实际长度超出本表范围时, 由供需双方协商确定。

(三) 普通平带的厚度横向误差

普通平带的厚度横向误差应符合表1-2-56规定。

表 1-2-56 平带厚度横向误差

平带厚度, mm	横向误差, mm
≤ 10	≤ 1
> 10	$< \delta \times 10\%$

注: δ —平带平均厚度, mm。

(四) 有端普通平带的长度

有端普通平带的长度应符合表1-2-57规定。

表 1-2-57 有端平带的长度规定

平带宽度, mm	有端平带最小长度, m
≤ 90	8
$> 90 \sim 250$	15
> 250	20

(五) 普通平带的全厚度拉伸强度

普通平带的全厚度拉伸强度应符合表1-2-58规定。

(六) 普通平带全厚度拉伸伸长率

普通平带进行纵向拉伸试验时, 在纵向拉伸最小强度的情况下, 平带的伸长率不应超过平带型号长度的20%。

(七) 普通平带的外观质量

普通平带的外观质量应符合表1-2-59的规定。

表 1-2-58 普通平带全厚度拉伸强度

型 号	纵向拉伸最小强度		横向拉伸最小强度		参照层数
	kN/m	(kgf/cm)	kN/m	(kgf/cm)	
190	190	(194)	75	(77)	3
240	240	(245)	95	(97)	4
290	290	(296)	115	(117)	5
340	340	(347)	130	(133)	6
385	385	(393)	225	(230)	7
425	425	(434)	250	(255)	8
450	450	(459)	—	(—)	9
500	500	(510)	—	(—)	10
560	560	(571)	—	(—)	12

注：平带宽度小于300mm，不作横向全厚度拉伸试验。

表 1-2-59 普通平带的外观质量

缺 陷 名 称	质 量 要 求
封口胶歪斜(以对缝中心计算)	平带宽度小于50mm者，歪斜量不得超过3mm，大于50mm者，不得超过4mm
封口胶不满	深度为1mm以上的沟累计长度不得超过带长的0.5%
包边不紧	不允许有
外层布破损	不允许有
布层间鼓泡	不允许有

(八) 其它规定

普通平带的布层粘合强度等其它规定如表1-2-60所示。

表 1-2-60 平带布层粘合强度及其它规定

项 目	规 定
布层粘合强度	$\geq 3.0\text{kN/m}$ (3.0kgf/cm)
布层横向接头	同一内层中，胶布层横向接头间距不小于15m，相邻内层中，胶布横向接头间距不小于1.5m，搭接缝均与纵轴成45~70°角
布层纵向对缝	平带宽度小于300mm者，外包层允许一处；大于300mm者，外包层允许二处
切边平带边部	切边处应涂以胶浆等类的保护层
对口胶	平带宽度大于75mm者，应加贴对口胶条

包边式普通平带和切边式普通平带的外层胶帆布均不得有横向接头(环形平带除外)。普通平带在遵守贮存、运输、使用保养等有关条件的规定下，制造厂保证自产品制造日起，在不超过一年的贮存期内，其物理机械性能仍应符合标准规定。其保用期如表1-2-61所示。

表 1-2-61 普通平带保用期限

普通平带宽度, mm	保用期, 月	普通平带宽度, mm	保用期, 月
≤ 180	4	> 180	6

二、帘布芯高速环形平带性能指标

(一) 帘布芯高速环形平带尺寸公差

帘布芯高速环形平带尺寸公差应符合表1-2-62规定。

表 1-2-62 帘布芯高速环形平带尺寸公差

宽度,mm	宽度公差 mm	长度,mm	长度公差 mm	帘布层数	宽度,mm	宽度公差 mm	长度,mm	长度公差 mm	帘布层数
65	±4	3150	+1.0 -1.5	4	75	±4	3700	+1.0 -1.5	4
65	±4	3200	+1.0 -1.5	4	75	±4	3950	+1.0 -1.5	4
65	±4	4150	+1.0 -1.5	4	75	±4	4000	+1.0 -1.5	4
75	±4	3100	+1.0 -1.6	4	75	±4	5820	+1.0 -1.5	4

(二) 帘布芯高速环形平带物理机械性能

帘布芯高速环形平带物理机械性能应符合表1-2-63规定。

表 1-2-63 帘布芯高速环形平带物理机械性能

性 能 名 称	指 标	性 能 名 称	指 标
包布与帘布间粘合强度, kN/m(kgf/2.5cm) ≥	2.35(6)	75mm × 4层整根扯断强度, kN/根(kgf/根) ≥	17.64(1800)
帘布间粘合强度, kN/m(kgf/2.5cm) ≥	3.92(10)	整根扯断伸长率, %	≥ 14
65mm × 4层整根扯断强度, kN/根(kgf/根) ≥	14.70(1500)	帘布层屈挠剥离次数, 次	≥ 100000

(三) 帘布芯高速环形平带的外观质量

帘布芯高速环形平带的外观质量应符合表1-2-64规定。

表 1-2-64 帘布芯高速环形平带外观质量规定

外观缺陷名称	规定范围	外观缺陷名称	规定范围
平带硫化交界面高出其它平面, mm	0.4	包布打褶、搭缝脱开	不允许有
带侧面空边	不允许有	压力不足	不允许有粗糙表面
布层鼓泡、脱层	不允许有	带硫化界面侧向圆角, 占带长% ≤	1

三、绳芯聚氨酯高速环形平带性能指标

(一) 绳芯聚氨酯高速环形平带断面尺寸规定

绳芯聚氨酯高速环形平带断面尺寸应符合表1-2-65规定。

(二) 聚氨酯橡胶物理机械性能

聚氨酯橡胶物理机械性能应符合表1-2-66规定。

(三) 绳芯聚氨酯高速环形平带的物理机械性能

绳芯聚氨酯高速环形平带的物理机械性能应符合表1-2-67规定。

表 1-2-65 绳芯聚氨酯高速环形平带断面尺寸

型号	带厚度(H) mm	槽高度(h) mm	槽节距(P) mm	槽宽度(W) mm	槽角度(β)	槽的倒角,mm		带长公差 占带长, %
						R ₁	R ₂	
0.8H	0.8	0.2	3	1	40°	0.1	0.1	-1.5
1H	1	0.25	4	1	40°	0.1	0.2	-1.5
1.5H	1.5	0.4	6	1.5	40°	0.1	0.2	-1.5
2H	2	0.5	6	1.5	40°	0.2	0.2	-1.5

表 1-2-66 聚氨酯橡胶物理机械性能

项	目	指	标
拉伸强度,MPa(kgf/cm ²)		34.3	(350)
硬度(邵尔)		70~85	
扯断伸长率,%≥		450	

表 1-2-67 绳芯聚氨酯高速环形平带物理机械性能

型 号	扯断强度,kN/m (kgf/cm)		扯断伸长率,%≤	型 号	扯断强度,kN/m (kgf/cm)		扯断伸长率,%≤
0.8H	29.4	(30)	14	2H	147.0	(150)	14
1H	49.0	(50)	14	2.5H	176.4	(180)	14
1.5H	98.0	(100)	14	3H	215.6	(220)	14

(四) 绳芯聚氨酯高速环形平带外观质量

绳芯聚氨酯高速环形平带外观质量符合表1-2-68。

表 1-2-68 聚氨酯高速环形平带外观质量规定

外观缺陷名称	合 格 品	副 品
工作面气孔	不允许有串通的气孔; 累积气孔不超过带面积的0.5%	每10mm带宽不允许超过五个相串通的气孔 累积气孔不超过带面积的1%
线绳排列不均匀度	累积误差绝对值不超过规定螺距宽度的15%	累积误差绝对值不超过规定螺距宽度的25%
二边变形	不允许有	二边变形不超过三处, 变形长度范围不超过带长0.5%
二边长短不一	二边长度之差不超过带长0.3%	二边长度之差不超过带长0.5%

四、锦纶片芯高速平带性能指标

(一) 锦纶片芯和带的面层胶性能

锦纶片芯和带的面层胶性能应符合表1-2-69规定。

表 1-2-69 尼龙片芯和带的面层胶性能

名 称	性 能	指 标	名 称	性 能	指 标
锦纶片芯	拉伸强度 MPa(kgf/cm ²)	294.2(3000)	面层胶	磨耗,cm ³ /1.61km	≤0.4
	扯断伸长率,%	20~30		硬度(邵尔)	78±5
				摩擦系数(对铸铁)	0.5~0.6

(二) 锦纶片芯高速平带物理机械性能

锦纶片芯高速平带物理机械性能应符合表1-2-70规定。

表 1-2-70 锦纶片基芯高速平带物理机械性能

锦纶片基厚度, mm	拉伸强度, kN/2.5cm (kgf/2.5cm) ≥	扯断伸长率 % ≤	胶布与锦纶片附着强度 N/2.5cm(kgf/2.5cm) ≥	屈挠剥离, 万次/全剥 ≥
0.4	2.94(300)	25	78(8)	10
0.8	5.39(550)	25	78(8)	10

第五节 平带试验方法

一、普通平带试验方法

普通平带的物理机械性能试验包括胶帆布强力试验、胶帆布之间粘附强度试验、成品扯断伸长率试验和屈挠性能试验等。其试验方法如下。

(一) 试样的制备

普通平带试验以不多于30000m为一个批量。在每一个批量成品中,随机抽取一段试样,试验其物理机械性能。若生产量较少,则每周取样不得少于一次。取样规格及数量如表1-2-71所示。

表 1-2-71 普通平带取样规格及数量

宽度,mm	层数	取样长度,mm		宽度,mm	层数	取样长度,mm	
		包边式	切边式			包边式	切边式
100	4	2400	1900	100	6	3550	2750
125	4	1900	1700	125	6	2750	2300
150	4	1700	1400	150	6	2550	1900
100	5	3650	2700	200	8	1300	
125	5	2750	2550	250	8	1500	
150	5	2550	1900				

(二) 试验方法

普通平带全厚度拉伸强度和扯断伸长率测试应按GB6761—86进行;粘附强度测试按GB

6760—86进行。环形平带的内周长度测量按GB4489—84 进行。普通平带厚度横向差值测量方法如下。

在试样上沿带宽方向将带宽六等分标出 5 个测点,用精度为0.1mm的厚度计进行测量,以 5 个测量值的最大差值,作为测量结果。

试样在测试中,若有一项性能指标不合格者,应在该批成品中重新取双倍试样对不合格项目进行复试,如果复试仍有不合格者,则该批产品为不合格品。

二、高速平带试验方法

高速平带试验包括绳芯、帘布芯和锦纶片芯高速平带的试验等。其试验方法如下。

(一) 试样制备

生产的胶带以不多于500条为一个批量。对每个批量随机抽样测试各项物理机械性能。

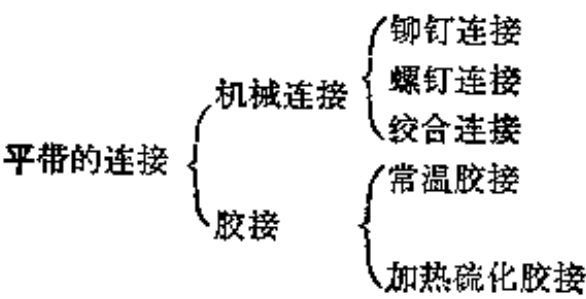
(二) 试验方法

高速平带试验主要测试成品拉伸强度和扯断伸长率。每批量取同一规格的胶带,取宽度为20mm,长度为400~450mm的试样 5 个,标出标距为 200 ± 1 mm。试样不允许有缺胶、气泡及杂质等缺陷。测试在普通强力试验机上进行。

试样的试验数据经过处理后测定是否符合该产品物理机械性能标准,若符合,则该批产品为合格品;若有一项试验项目不合格者,重新取双倍试样复试不合格项目,若仍有一个不合格则该批量产品为不合格品;若双倍试样均合格,则该批产品为合格品。

第六节 平带的连接

平带的连接方法有以下几种。



一、机械连接

机械连接一般适用于普通平带的连接。在机械连接中以螺钉（俗称蟹壳螺丝）和皮革扣连接较为普遍,连接强度约为平常强度的40%。

皮带扣连接,由于普通平带的厚度不同,皮带扣也要选择不同型号,一般可按照表1-2-72进行选择。

表 1-2-72 皮带扣型号选择表

皮带扣型号	平带层数	平带厚度,mm	皮带扣型号	平带层数	平带厚度,mm
15	3	3~4	45	8	8~9.5
20	4	4~5	55	9	9.5~11
25	5	5~6	65	10	11~12.5
27	6	6~7	75	>10	12.5~16
35	7	7~8			

普通平带用皮带扣连接时，先将接头处切成直角，以保持连接后的平带平直。

二、胶 接

(一) 加热硫化胶接

加热硫化胶接步骤如下。

1. 划线切割

普通平带要切去端头并成直角形，使两端对接内周长度为计算周长加上胶接长度 ($L = L_1 + \Delta L$)。然后按图1-2-14所示，以斜接45~75°和接头长度要求划线，切去端部呈斜角部分，并按划线距离将胶帆布逐层剖开，依次剥成阶梯形，应使两端的上下阶梯形面完全对称重合，以保持两端对合时吻合。

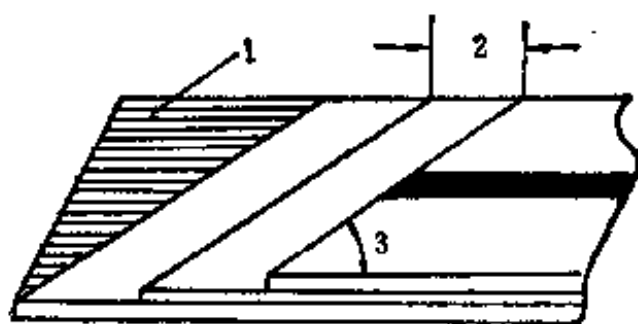


图 1-2-14 划线切割角度与间距

1—切除部分；2—间距 (50~100mm)；
3—角度 (45~75°)

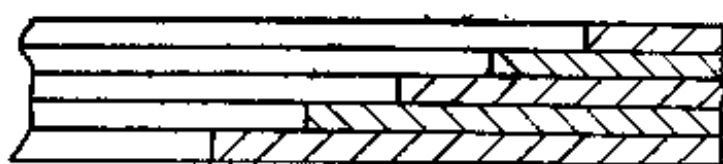


图 1-2-15 平带胶接示意图

2. 将阶梯面打成粗糙表面

用手携式电动钢丝刷，将阶梯切面的胶帆布上胶层打磨掉，使之出现帆布粗糙表面，但严禁损伤帆布。

3. 涂胶浆

在带端每一个阶梯胶帆布面上均匀地涂刷一遍稀胶浆 (胶：汽油=1:4~1:5。胶浆胶为原帆布擦胶胶料，待干燥后再涂刷一层浓胶浆 (胶：汽油=1:2)，晾干后，将带两端上下阶梯面对齐粘合，并用压辊逐段压实，排除空气。带端粘合后如图1-2-15所示。

4. 硫化

将贴合完善的带接头部分，置于平板硫化机中加热硫化。硫化时带侧二边用模板靠紧，模板厚度稍低于平带厚度，硫化压力、温度和时间与原平带硫化工艺相同。

(二) 常温胶接

平带常温胶接，一般使用自然硫化胶浆或粘接胶浆，而以使用粘接胶浆胶接较为普遍。其胶粘方法如下。

1. 粘接胶浆制备

用于普通平带连接的粘接胶浆，是以结晶型氯丁橡胶为主并掺有配合助剂配合而成。结晶型氯丁橡胶的特点是结晶程度高，内聚力大，有较高的粘合强度。其性能要求如表1-2-73所示。

具备本表性能的氯丁橡胶有国产的240和日本的A—90等均属此类。

粘接胶浆除主要成分为结晶型氯丁橡胶外，还掺有其它配合剂，如氧化锌、氧化镁和叔丁酚醛树脂等。为了增加胶浆胶的硫化速度，还可加入NA-22或二苯基硫脲。为了提高粘接胶浆的耐热性能、加快固化速度，还可掺入少量的异氰酸酯 (列可纳)，但加入列可纳的胶

表 1-2-73 结晶型氯丁橡胶性能

项 目	特 征	项 目	特 征
水分含量, %	0.57	凝胶含量, %	1.8
灰分含量, %	0.76	门尼粘度	69.8
特性粘度(η)	1.624	外观色泽	褐色片状

浆由于凝结速度很快, 稳定性大大降低, 因此必须随用随配。

2. 胶接

胶接顺序和操作方法与加热硫化胶接基本相同。但胶带两端对接完善后, 需在室温下用铁板螺旋加压, 并停放24小时后方可使用。

用粘接胶浆胶接的平带接头强度可达原胶带整根拉伸强度的70%以上。

(三) 锦纶片芯高速平带的连接

锦纶片芯高速平带一般使用粘着剂胶接。锦纶片与锦纶片之间、锦纶片与锦纶布之间使用锦纶粘着剂胶接, 锦纶帆布与面胶层之间用粘接胶浆粘合。锦纶片芯平带胶接步骤如下。

1. 粘着剂制备

锦纶粘着剂的制备见本章第三节。

2. 胶接

(1) 带长的确定及切割 胶接锦纶片芯平带的长度, 按式(1-2-19)计算。

$$L = L_i + \pi t + \Delta L \quad (1-2-19)$$

式中 L ——平带长度, mm;

L_i ——设计计算长度, mm;

πt ——由内周长度换算成外周长度的换算系数(π 为圆周率, t 为胶带厚度, mm);

ΔL ——接头长度(一般取平带宽度的2倍), mm。

胶接的平带按平带长度, 切去带的两端, 并使带端成直角, 以保证接头平直。

(2) 打磨 将平带的接头长度部位用砂轮机打磨成楔形(均匀的斜面)。

(3) 粘合 将平带的打磨处用酒精或乙酸乙酯清洗干净, 刷胶浆, (锦纶片和锦纶帆布之间无胶处涂刷锦纶粘着剂, 锦纶帆布和面胶层之间涂刷粘接胶浆, 但胶浆与粘着剂不得混和及相互沾染) 放置一分钟后即可对合。带头对合时两斜面要对齐, 吻合。

(4) 硫化 将平带两端对合处置于平板硫化机中硫化。为了防止将接头处压疵, 一般配置相应的槽模或在带的二侧衬以与带同厚度的铁板。硫化温度及硫化时间与硫化锦纶片芯高速平带的硫化相同。

平带接头处在硫化时要有放置接头斜面方向标志, 硫化后, 修去接头处多余胶边, 再加盖接头方向标志。

第七节 平带的使用保养

一、普通平带的使用保养

(一) 普通平带装机使用要求

普通平带装机使用要求如下。

- 1. 普通平带要严格按照设计要求使用其规格，如长度、宽度和层数等。
- 2. 不同规格、层数或新旧程度不一的普通平带不得接在一起使用。
- 3. 普通平带使用要选择合理的最小带轮直径、两带轮轴间距离及两带轮的回转比等，否则将会降低平带的使用寿命和传动效率。

(1) 普通平带的带轮最小直径的选择 小带轮最小直径可以从表1-2-74中选择。

表 1-2-74 小带轮最小直径

胶带层数	转 速, m/s					
	5	10	15	20	25	50
	小 带 轮 最 小 直 径 , mm					
3	76	108	120	135	150	170
4	134	150	170	195	220	240
5	195	220	240	275	300	340
6	300	340	380	430	480	540
7	430	480	540	600	675	675
8	480	540	675	675	765	855
9	600	675	760	855	960	1080
10	760	855	960	960	1080	1200
11	855	960	960	1080	1200	1350
12	960	960	1080	1200	1350	1500

注：本表只适用于包边式普通平带。开边式普通平带的带轮最小直径可比本表规定的尺寸减小20%。

(2) 普通平带两带轮轴间距离（中心距）C的计算 平带两带轮轴间距离（C）选用的是否合适，对平带的使用是很重要的。中心距如果偏小，在带轮直径一定的条件下，传动效率降低，平带屈挠频率增加，能降低平带的使用寿命；中心距如果偏大，则设备占地面积大。所示，普通平带两带轮轴间距离（C）按下式确定：

开口传动： $C=1.5(D_1+D_2)$

式中 D_1 ——小带轮直径，mm；

D_2 ——大带轮直径，mm。

交叉或半交叉的传动：

$$C \geq 10 \times \sqrt{BD_2}$$

式中 B ——平带宽度，mm；

D_2 ——大带轮直径，mm。

(3) 回转比 主动轮直径与从动轮直径之比称回转比。在一般情况下，普通平带的传动回转比为： $D_1:D_2 \leq 1:6$ ，通常以1:3为宜。

(4) 带轮中高度 要保持平带运转平稳和不跑偏脱落，通常在带轮轮缘平的圆面中间做成略带弧形凸起，即中高度。带轮中高度与带轮轮缘宽度之间的关系如表1-2-75所示。

表 1-2-75 带轮轮缘中高度

带轮宽度,mm	40~60	70~100	125~150	175~250	300~400	450~680
中高度,mm	1	1.5	2	2.5	3	4

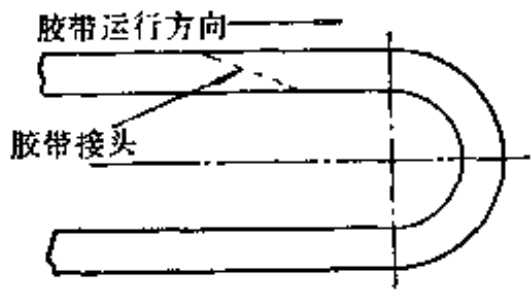


图 1-2-16 平带运转方向

(5) 若平带传动有明显打滑现象时, 可将主动轮直径增大 2 ~ 3 %, 或将从动轮直径缩小 2 ~ 3 %。

4. 安装平带时必须注意平带的连接方向。平带的正确使用方法如图1-2-16所示。

(二) 普通平带的保养

普通平带的保养要注意以下几点。

- (1) 开边式平带用于开口传动装置上为宜, 在不得在锥形轮(塔轮)上使用。
- (2) 普通平带在使用中不得有跑偏现象。如有跑偏现象应及时调整, 使之保持在正常情况下运转。
- (3) 平带在运转中, 禁止以沥青、松脂等物质代替防滑油使用。使用防滑油时, 应将其涂擦在传动带与带轮接触面的一侧, 不能涂擦在带轮面上。
- (4) 普通平带在使用和贮存中, 应保持清洁, 避免阳光直射和雨雪浸淋, 要防止与酸、碱、油类和有机溶剂等物质接触, 并远离热源 1m 以外。
- (5) 贮存平带的库房温度宜保持在 -15 ~ 40℃ 之间, 相对湿度保持在 50 ~ 80% 之间。平带贮存期间, 应成卷叠放, 堆放高度不得超过 2m, 每季应翻动一次。
- (6) 普通平带在使用中常见的缺陷及改进措施 普通平带在使用中常见的缺陷及改进措施如表1-2-76所示。

表 1-2-76 普通平带在使用中常见的缺陷及防止方法

缺 陷	造 成 原 因	改 进 措 施
跑偏	1.带端连接切向不垂直或连接不直; 2.带轮中心线没对准; 3.带轮有油污或过负荷	1.重新连接; 2.重新校对带轮中心线; 3.清除带轮上油污或重新计算, 调整带规格
卡扣处背面裂开	1.平带打滑; 2.带轮直径太小	1.调整平带张力; 2.调整带轮规格
噪音过大	打滑现象严重	调整平带的张力
带伸长过大	负荷太大	调整平带规格
封口胶裂开	带轮中高度过大	降低带轮中高度
带边磨损严重	两带轮中心偏移或与障碍物碰撞	1.调整带轮中心位置; 2.清除障碍物

二、高速平带的使用保养

(一) 高速平带装机使用要求

高速平带装机使用要求如下。

- (1) 高速平带传动速度高, 故应根据使用条件, 严格按照设计要求, 选择胶带型号规格和带轮直径。
- (2) 传统的系统设计中, 带轮中心距 C 应有调节装置, 可调节距离约为 0.005 ~

0.015XC。

带轮中心距 C 调节范围如图1-2-17所示。其调节尺寸范围可参照表1-2-77。

表 1-2-77 中心距调整参照表

带内周长, mm	内侧调整范围 mm	外侧调整范围 mm	带内周长, mm	内侧调整范围 mm	外侧调整范围 mm
200~500	2	4	1501~2000	10	16
501~1000	4	8	2001~2300	12	20
1001~1600	8	12			

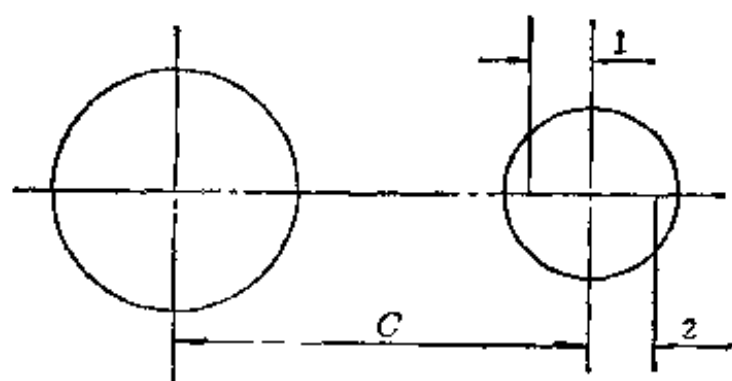


图 1-2-17 带轮中心距调节示意图
1—内侧调节距离；2—外侧调节距离

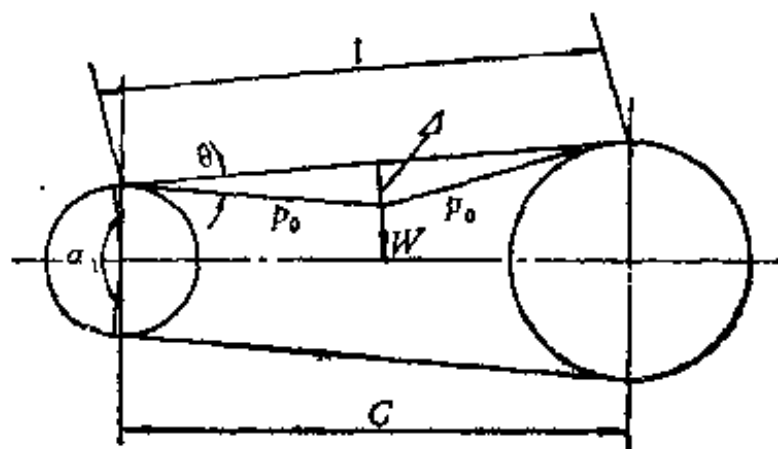


图 1-2-18 产生下垂量 Δ 示意图

(3) 平带安装时两带轮轴线必须保持一定的平行度。一般两带轮轴线间的不平行度允许误差 ϕ 不大于 $15 \sim 20'$ 。

(4) 平带装机时预张紧力应该适当。在高速和冲击载荷较大时，平带应安装得紧些，但预张紧力不宜过大，以免降低高速平带的使用寿命。一般取预张紧力为 $2.0 \sim 2.5 \text{ MPa}$ ($20 \sim 25 \text{ kgf/cm}^2$)。预张紧程度可用测力器在带与两带轮切边直线的中点处测量，即在该处加一定的重力 W ，使带产生下垂量 Δ ，用此 Δ 来控制预张紧力。预张紧力 P_0 与外加力 W 和 Δ 之间的关系如图1-2-18所示。外加力 W 可由式 (1-2-20) 计算出。

$$W = 2P_0 \sin \theta \quad (1-2-20)$$

因 θ 很小，则

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{2\Delta}{l}$$

又因 $l = C \times \sin \frac{\alpha_1}{2}$ ，当 α_1 与 180° 相差不大时， $l \approx C$

则

$$P_0 = \frac{WC}{4\Delta}$$

由上式可知带轮中心距 C 为一定值时，预张紧力 P_0 可用在胶带上加一定重力 W 后产生的下垂量 Δ 来表达。通常每10mm宽的高速平带上加如表1-2-78所示的重力，以产生 $\Delta = \frac{C}{50}$ 的下垂量为宜。

(二) 高速平带使用环境要求

高速平带使用环境要求如下。

(1) 聚氨酯高速平带正常的使用温度为 $5 \sim 60^\circ \text{C}$ ，使用时应防止与碱、酸和水蒸汽等

表 1-2-78 高速平带张紧程度 (下垂量 $\Delta = \frac{C}{50}$, mm)

带型号	0.8H	1H	1.5H	2H	2.5H	3H
10mm带宽应加的W N(kgf)	1.27~1.57 (0.13~0.16)	1.57~1.96 (0.16~0.2)	2.35~2.94 (0.24~0.3)	3.14~3.92 (0.32~0.4)	3.92~4.90 (0.4~0.5)	4.71~5.88 (0.48~0.6)

介质接触。

(2) 锦纶片芯高速平带正常的使用温度为 $-20 \sim 60^{\circ}$ 。如果胶带张力小,使用时间短,使用温度范围可增大为 $-30 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 胶带使用时应避免与防护罩等异物接触,以防碰损从而降低使用寿命。

(三) 高速平带的贮存

高速平带应在温度为 $-10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $50 \sim 70\%$ 的库房中贮存,且勿重压。

第三章 V 带

V带（原称三角带），是横截面为等腰梯形的传动带，其工作面为两个侧面。

V带广泛应用于电动机和内燃机驱动的机械和设备上的动力传递。随着科学技术的发展，V带在材质上和结构形状上都不断地有着相应的变革，适应了大功率、高速度、长寿命、小变形和占据空间小等的需要，它的应用范围日益广泛。

第一节 V带的品种和结构

一、V带的品种分类

带一般按带体结构、带芯结构、用途、带体截面形状和尺寸进行分类。

1. 按带体结构分类

- （1）包布式V带 外层有包布的V带。
- （2）切边V带 侧面为切割面（即无包布）的V带。

2. 按带芯结构分类

- （1）帘布芯V带 以帘布为强力层的V带。
- （2）绳芯V带 以绳为强力层的V带。

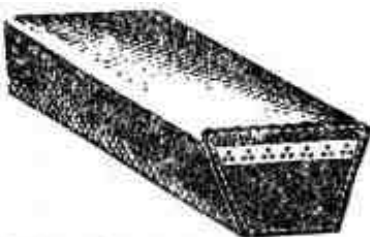
3. 按V带用途分类

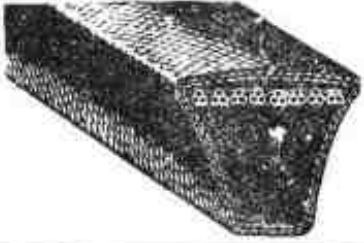
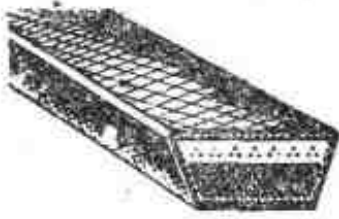
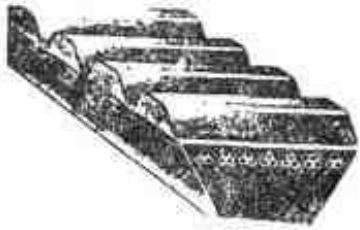
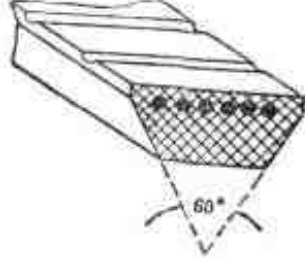
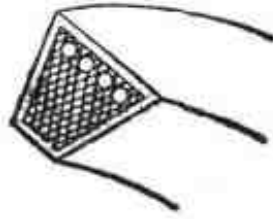
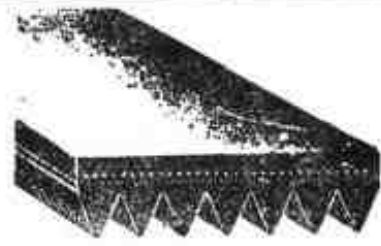
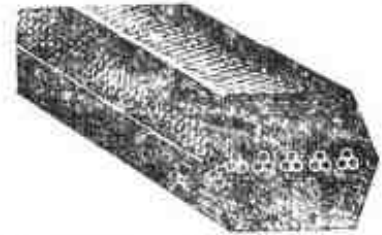
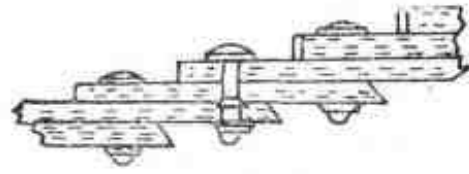
- （1）工业用V带 用于工矿机械上的V带。
- （2）汽车V带 专用于汽车、拖拉机等内燃机的V带（原称风扇带）。
- （3）农机V带 专用于收割机等农机的工作机械的V带。
- （4）变速V带 与节径可变的带轮配合使用，能在一定范围内连续地改变传动速比的V带，其相对高度一般在0.5以下。
- （5）轻负载用V带 用于小功率传递的V带。
- （6）导静电V带 具有导静电性的V带。

4. 按带体截面形状、尺寸分类

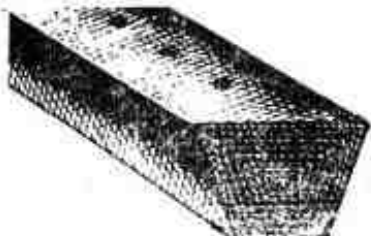
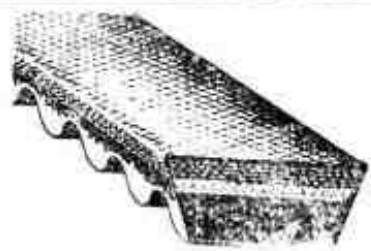
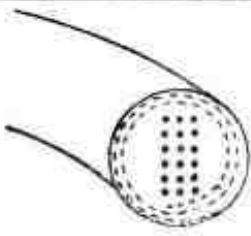
按带体截面形状、尺寸分类如表1-3-1。

表 1-3-1 V带按带体截面形状、尺寸分类

名 称	特 征	结 构 图
普通V带	楔角为40°， 相对高度约为0.7	

名 称	特 征	结 构 图
窄V带	楔角为 40° ， 相对高度约为0.9	
宽V带	相对高度约为0.3	
中宽V带	相对高度约为0.5	
大楔角V带	楔角为 60°	
小楔角V带	楔角为 $28^{\circ}\sim 34^{\circ}$	
联组V带	几条相同的普通V带或窄V带在顶面联为一体的V带组	
多楔带	以平带为基体，内表面排布有等间距纵向楔的环形传动带，其工作面为楔的侧面，楔角为 40°	
六角带	横截面为六角形或近似六角形的传动带，其工作面为四个侧面	
活络V带	楔角为 40° ，由数个相同的多层胶帆布块用铆钉或螺栓联接而成，长度可以任意调节	

续表

名 称	特 征	结 构 图
接头V带	楔角为40°,顶面具有供联接用的等间距贯穿孔的V带,按需要截取一定长度的普通V带,用专用接头联接成的环形带	
齿形V带	具有均布横向齿的V带	
圆形带	截面形状呈圆形,各个方向弯曲性相同	

二、V带的结构

(一) 普通V带

普通V带,楔角为40°,相对高度(带厚对节宽之比)约为0.7。

1. 结构

普通V带由包布层、伸张胶层(顶胶)、强力层(抗拉层)和压缩胶层(底胶)等部件构成。强力层由多层帘布或单排线绳构成。带顶面宽与带高之比为1.6。其结构如图1-3-1所示。

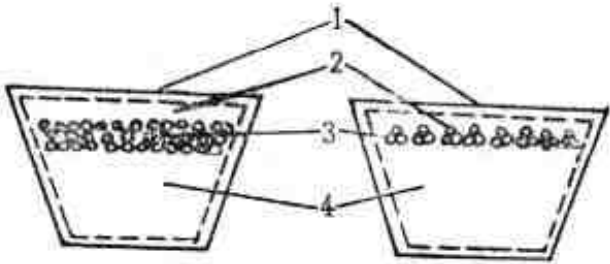


图 1-3-1 普通V带结构图

1—包布层; 2—伸张胶层; 3—强力层; 4—压缩胶层

2. 各部件的作用

(1) 包布层 包布层是由斜截成45°的平纹胶帆布组成,具有优良的伸缩和磨擦性能,起联接各个部件成为整体,保护其它部件不受磨损、浸蚀,并能增大V带的挺性的作用。

(2) 伸张胶层 伸张胶层是由弹性较高,并具有优良的伸张性能的胶料组成,承受V带在运转弯曲时的拉伸应力,并对强力层的帘布或线绳起到缓冲保护作用。

(3) 强力层 强力层是V带的骨架,由胶帘布或浸浆线绳组成,承受V带在运转过程中所产生的拉伸等应力。

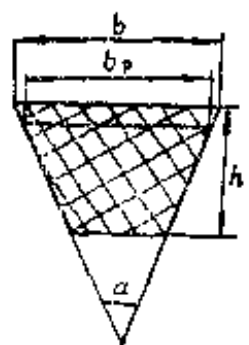
(4) 缓冲胶 绳芯V带在强力层线绳的周围,有一层同线绳具有良好粘附强度的胶料,即为缓冲胶。它起到固定线绳作用,并能吸收V带在高速运转时频繁变形产生的动态剪切应力。

(5) 压缩胶层 压缩胶层是由耐弯曲疲劳性能优良的胶料组成,承受V带在运转弯曲时所产生的压缩应力,保持V带的刚度和弹性,并起着增大V带截面及与带轮的摩擦接触面,提高传动效率的作用。

3. 截型及截面尺寸

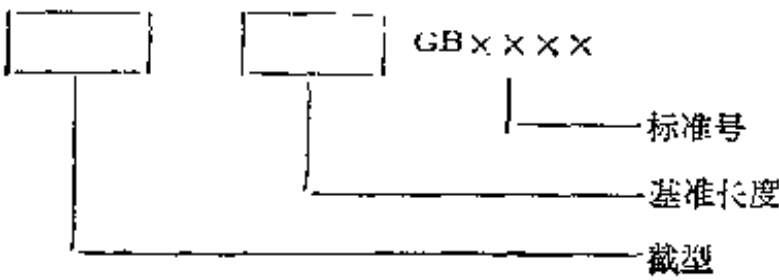
普通V带按其截面尺寸，有Y、O、A、B、C、D、E等七种截型。各型V带的截面尺寸见表1-3-2。

表 1-3-2 普通V带的截面尺寸

简 图	项 目	截 型	Y	O	A	B	C	D	E
	顶宽(b), mm		6	10	13	17	22	32	38
	节宽(bp), mm		5.3	8.5	11	14	19	27	32
	带高(h), mm		4	6	8	11	14	19	25
	楔角 α		40°	40°	40°	40°	40°	40°	40°

4. 标记

普通V带的标记由带的截型、基准长度和标准号组成。



标记示例：A型带，基准长度1400mm

标记方法：A1400 GB × × × ×

(二) 窄V带

窄V带，楔角为40°，相对高度约为0.9。

1. 结构

窄V带由包布层、伸张胶层、强力层和压缩胶层等部件构成。强力层由多层胶帘布或单排浸浆线绳构成。其结构由图1-3-2所示。

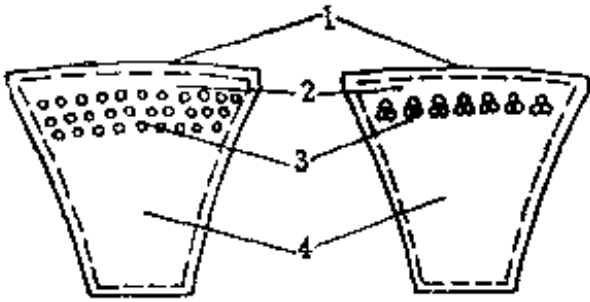


图 1-3-2 窄V带的结构图

1—包布层；2—伸张胶层；3—强力层；4—压缩胶层

2. 结构特点

(1) 带顶面宽与带高之比为1.1~1.2，与普通V带相比，带宽缩小约三分之一，所以带的横向刚度大。

(2) 带顶面呈弓形，可使绳芯受力后仍保持排列整齐，因而强力层绳芯受力均匀，每根线绳都能充分发挥作用。其承受负载能力可

达到强力层绳芯极限承载能力的1/3~1/6（普通V带仅为1/12~1/15）。

(3) 强力层线绳的排放位置稍高于普通V带，故中性层上移，压缩胶层高度相应增加。窄V带由于受力位置的上移，作用在带轮轮槽上的合力要比普通V带更加靠近带轮的边缘。这样，在带轮外径相同的情况下，窄V带传递的功率比普通V带大。压缩胶层由于高度增大，使V带与带轮的有效接触面也增大。在单位压力相同的情况下，窄V带比普通V带对带轮具有更大的摩擦力，因而其承载能力也就相应增加。

(4) 带的两侧面呈内凹曲线形, 因此, 当V带在带轮上弯曲时, 使其两侧与带轮轮槽始终保持良好的接触, 增加了摩擦力。

(5) 包布层为一种特制的胶帆布, 称为柔性包布或广角包布, 其经线与纬线间的夹角为 120° , 而经线和纬线与V带纵向的夹角均为 60° 。这种结构的包布, 使V带具有很好的柔性, 即使包在很小直径的带轮上也很容易弯曲, 因而使其弯曲应力减小。

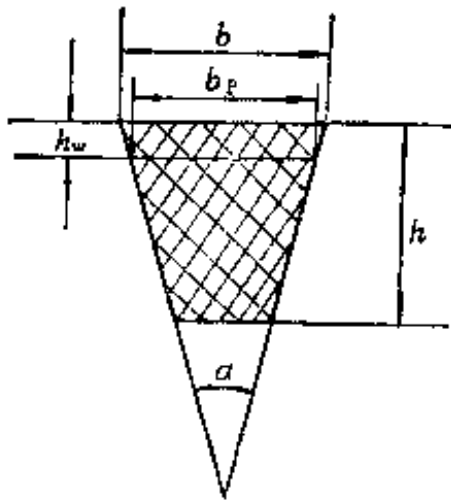
(6) 在强力层和压缩胶层间, 增设一层定向纤维胶片。这层胶片是由含有定向纤维的胶料组成。其作用是为了增加窄V带的横向刚度, 防止强力层线绳位置变位。

由于上述结构特点, 决定了窄V带具有许多优点: 在相同速度下, 窄V带比普通V带传动能力可提高 $0.5\sim1.5$ 倍; 在传递相同功率时, 窄V带的结构尺寸较普通V带可减少 50% , 使用寿命明显地延长, 极限速度可达 $40\sim50\text{m/s}$, 传动效率可达 $90\sim97\%$; 此外, 采用窄V带还可以使传动中心距缩短, 带轮轮宽可以减少。窄V带还由于单位长度上的质量较小, 运转时离心应力相应减小, 有利于延长其使用寿命。

3. 截型及截面尺寸

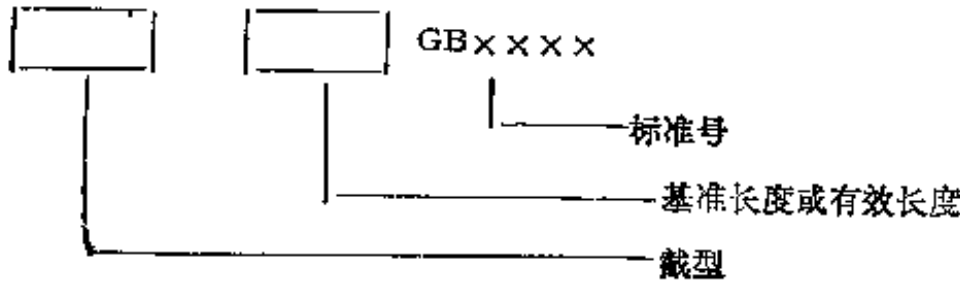
窄V带的类型有两种, 一种为基准制 (即公制), 截型分SPZ、SPA、SPB、SPC四种; 另一种为有效制 (即英制), 截型分9N、15N、25N三种。各型窄V带的截面尺寸见表1-3-3。

表 1-3-3 窄V带品种及截面尺寸

简 图	项 目	基 准 制				有 效 制		
		SPZ	SPA	SPB	SPC	9N	15N	25N
	顶宽(b), mm	10.0	13.0	17.0	22.0	9.0	15.0	25.0
	节宽(bp), mm	8.6	11.0	14.0	19.0	—	—	—
	带高(h), mm	8.0	10.0	14.0	18.0	8.0	13.0	23.0
	顶面到节面距离(hpw), mm	2	2.8	3.6	4.8	—	—	—
	楔角(alpha)	40°	40°	40°	40°	40°	40°	40°

4. 标记

窄V带的标记由带的截型、基准长度或有效长度, 以及标准号组成。



标记示例: SPB型带 基准长度2500mm

或 15N型带 有效长度1600mm

标记方法: SPB2500 GBXXXX

或 15N1600 GBXXXX

5. 窄V带与普通V带的截型对照

窄V带与普通V带的截型对照如图1-3-3所示。

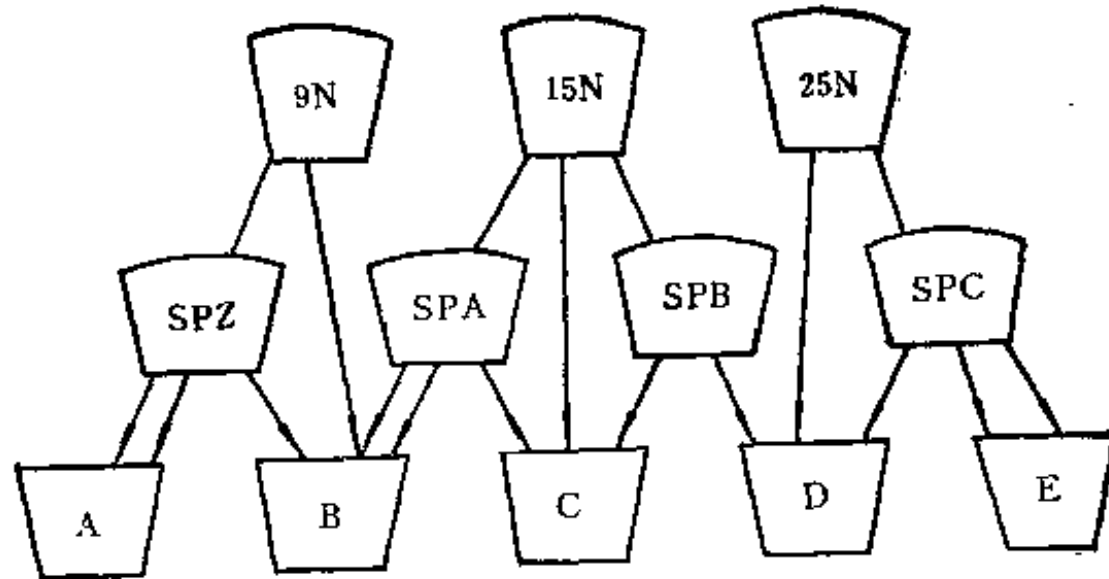


图 1-3-3 窄 V 带与普通 V 带截型对照

（三）宽 V 带

宽 V 带的相对高度约为 0.3。宽 V 带的顶面和底面分别为齿形或不带齿形（弧形或平面），通常应用于带式无级变速器的动力传递，亦称变速 V 带。由于带式无级变速器结构简单、制造容易、传动平稳、能吸收振动、适应面广、维修方便、制造成本低廉等特点，因而得到迅速发展。

1. 品种分类

宽 V 带按其顶面和底面带齿形或不带齿形，可分为四大类型。

- （1）无齿宽 V 带 顶面和底面都不带齿的宽 V 带。
- （2）内齿形宽 V 带 底面具有等间距横向齿的宽 V 带。
- （3）内外齿形宽 V 带 顶面和底面都具有等间距横向齿的宽 V 带。
- （4）截锥形宽 V 带（原称铁炮带）

2. 结构

（1）无齿宽 V 带 无齿宽 V 带由包布层、伸张胶层、强力层、压缩胶层等部件构成。其结构如图 1-3-4 所示。

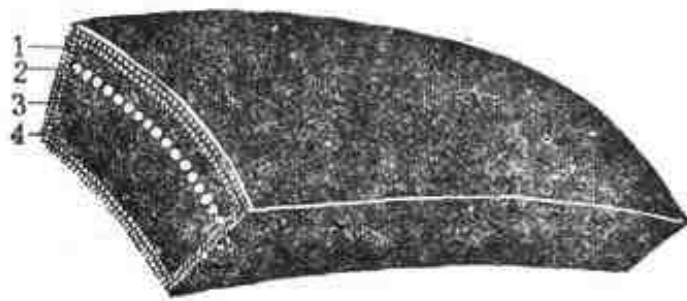


图 1-3-4 无齿宽 V 带的结构图

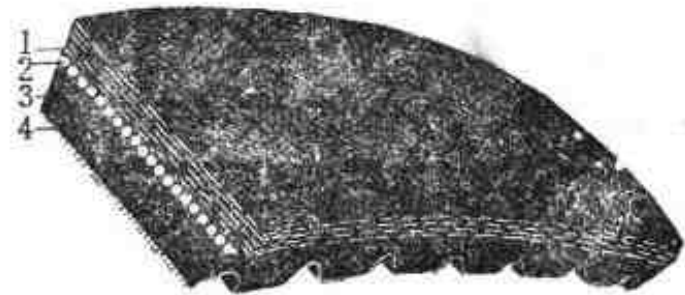


图 1-3-5 内齿形宽 V 带的结构图

1—包布层；2—伸张胶层；3—强力层；4—压缩胶层 1—顶布；2—伸张胶层；3—强力层；4—压缩胶层；5—齿底布

（2）内齿形宽 V 带 内齿形宽 V 带由伸张帆布层（顶布）、伸张胶层、强力层、压缩胶层、齿底布等部件构成。其结构如图 1-3-5 所示。

（3）内外齿形宽 V 带 内外齿形宽 V 带由齿顶布、伸张胶层、强力层、压缩胶层和齿底布等部件构成。其结构如图 1-3-6 所示。

（4）截锥形宽 V 带 截锥形宽 V 带由包布层、伸张胶层、强力层、压缩胶层等部件构成。其结构如图 1-3-7 所示。

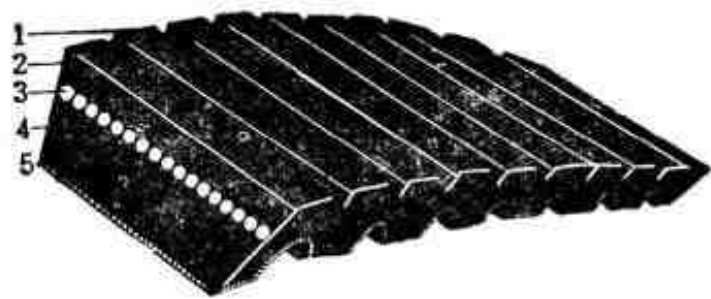


图 1-3-6 内外齿形宽V带的结构图
1—齿顶布；2—伸张胶层；3—强力层；4—压缩胶层；5—齿底布

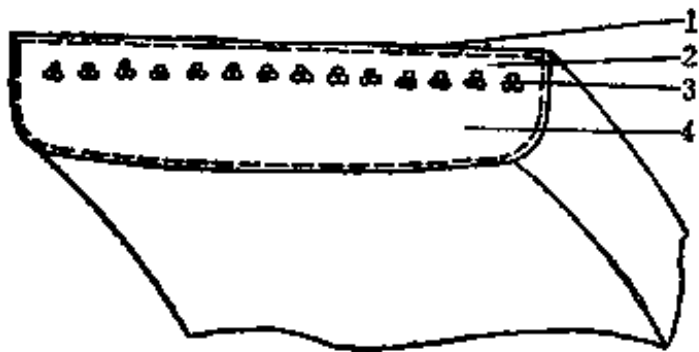


图 1-3-7 截锥形宽V带的结构图
1—包布层；2—伸张胶层；3—强力层；4—压缩胶层

3. 各部件的作用

(1) 顶布 顶布是由二层或二层以上的45°斜条胶帆布组成。其作用能增加宽V带的横向刚度和获得适当的伸张性能。

(2) 齿布 齿布包括齿底布和齿顶布。无论是齿底布，还是齿顶布，其作用是为了减少齿根裂口。

其它各部件与普通V带基本相同。

4. 截型及截面尺寸

宽V带截型及截面尺寸可分工业用宽V带、农业机械用宽V带和截锥形宽V带三大类型。

(1) 工业用宽V带 工业用宽V带截型分W₁₆、W₂₀、W₂₅、W_{31.5}、W₄₀、W₅₀、W₆₃、W₈₀、W₁₀₀九种，其截面尺寸如表1-3-4所示。

表 1-3-4 工业用宽V带的截面尺寸

简 图										
截 型		W ₁₆	W ₂₀	W ₂₅	W _{31.5}	W ₄₀	W ₅₀	W ₆₃	W ₈₀	W ₁₀₀
近似顶宽 <i>b</i> ,mm		16.6	20.7	25.9	32.6	41.5	51.8	65.3	82.9	103.7
节宽 <i>b_p</i> ,mm		16	20	25	31.5	40	50	63	80	100
带高	节线以上 <i>h₁</i> ,mm	1.3	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8
	节线以下 <i>h₂</i> ,mm	3.8	4.8	6	7.5	9.6	12	15	19.2	24
	总高 <i>H</i> ,mm	5.1	6.4	8	10	12.8	16	20	25.5	32

(2) 农业机械用宽V带 农业机械用宽V带截型分HL、HJ、HK、HL、HM 五种，其截面尺寸如表1-3-5所示。

(3) 截锥形宽V带 截锥形宽V带截面尺寸如表1-3-6所示。

表 1-3-5 农业机械用宽V带截面尺寸

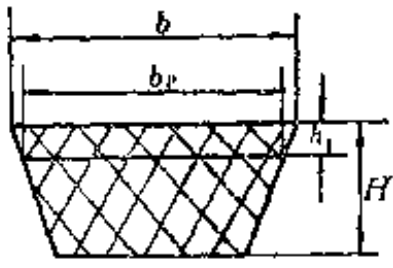
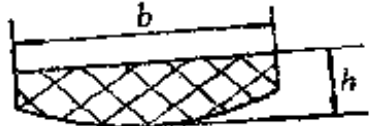
简 图	截 型	H1	HJ	HK	HL	HM
	近似顶宽 b , mm	25.4	31.8	38.1	44.5	50.8
	节宽 b_p , mm	23.6	29.6	35.5	41.4	47.3
	节线以上高 h_1 , mm	3.8	4.7	5.7	6.6	7.6
	总带高 H , mm	12.7	15.1	17.5	19.8	22.2

表 1-3-6 截锥形宽V带截面尺寸

	顶宽 b , mm	25	32	38	44	50
	带高 h , mm	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5

5. 标记

宽V带的标记由带的截型、基准长度、带高、带楔角以及标准号组成。

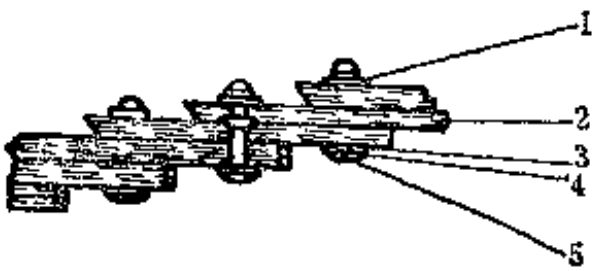
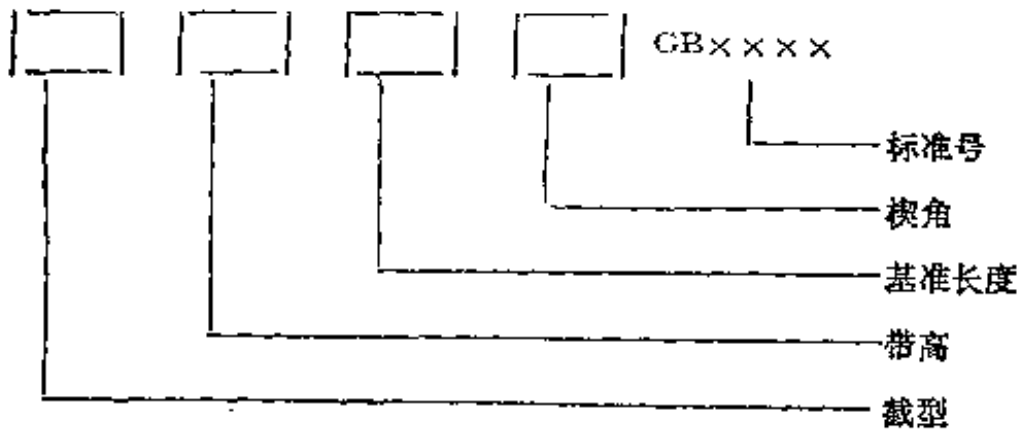


图 1-3-8 活络V带的结构图
1—螺母；2—多层胶帆布片；3—皮圈；
4—垫圈；5—螺栓

(四) 活络V带

活络V带是将数个相同的多层胶帆布用铆钉或螺栓连接而成，各片易于拆卸重组的V带。活络V带最大特点是长度尺寸可以任意接长或截短。V带的局部损坏，可以拆除损坏部分，而继续使用。活络V带仅适用于轻型、低速的动力传递。

1. 结构

活络V带的结构如图1-3-8所示。由多层胶帆布片、螺母、螺栓、皮圈、垫圈等几个部件组成。

2. 截型及截面尺寸

活络V带截型有A、B、C、D、E五种。其截面尺寸如表1-3-7所示。

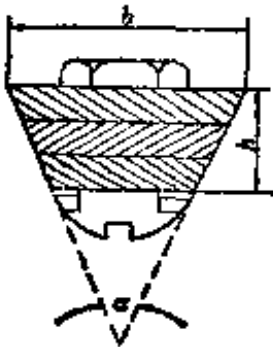
(五) 联组V带

联组V带是几条相同的普通V带或窄V带的顶面联为一体而形成的V带组。

1. 结构

联组V带是由几条相同的普通V带或窄V带、连接层等部件构成。其结构如图1-3-9所示。

表 1-3-7 普通V带的截面尺寸

简 图	截 型	A	B	C	D	E
	顶宽 b , mm	12.7	16.5	22	32	28
	带高 h , mm	11	11	15	23	27
	楔角 α	40°	40°	40°	40°	40°

2. 结构特点

(1) 连接层由具有一定强度的帘线和足够弹性的橡胶组成。它既能把各条V带联接在一起使之成为整体，又可适应带轮轮槽几何形状和尺寸误差的变化，尽可能地使各条V带都与轮槽良好地接触，充分发挥每条V带的能力。但带轮的加工精度更高，如果带轮轮槽尺寸（宽度和深度）误差大，会使各轮槽节径不一致，这不仅可能因带间互相牵制产生附加应力而降低传动能力，而且还会造成连接层撕裂。

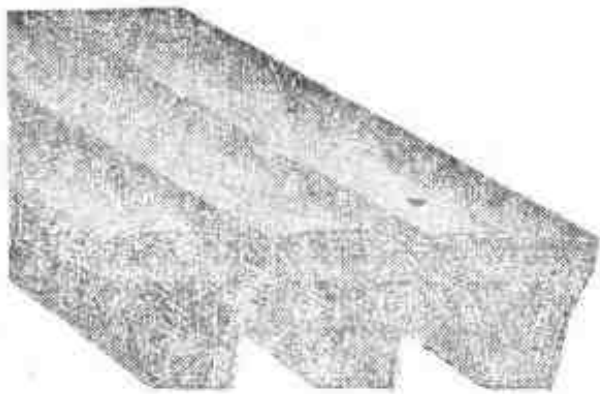


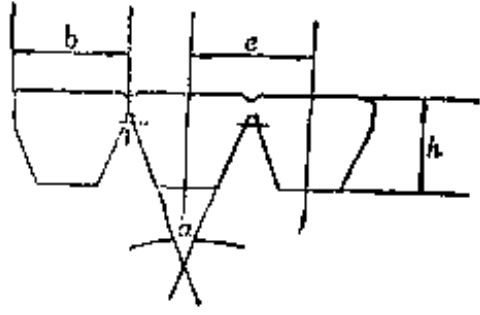
图 1-3-9 联组V带的结构图

(2) 连接层可使各单根V带的非一致振动形成互消而减至最低限度，并且通过联组赋予各根以横向刚性和稳定性，从而消除各单根的振动现象。因此，联组带不易抖动、拍击和翻带。带间水平方向的稳定性好，运转中不易掉带和不互相干扰。它适用于脉动负荷和有冲击、振动的场合，特别适用于垂直地面的平行轴传动。

(3) 联组V带的相邻两根V带上部内侧各有一段垂直面，造成连接层与带轮外圆表面之间有足够的空间，不仅可以避免连接层与带轮发生接触摩擦以及带轮不规则而顶住或撕扯开连接层，而且还可以容纳杂物。如采用拱形连接层，更可发挥此特点。而且还可以增加每根V带嵌入轮槽的灵活性，弥补轮槽间节距误差的影响。

(4) 联组V带是由相同材料并且是一次成型硫化的一组带，各条V带长度一致，具有良好整体性，各条带受力均匀、运行平稳，因此承载能力较高，寿命较长，适合于大功率

表 1-3-8 联组普通V带的截面尺寸

简 图	截 型	AJ	BJ	CJ	DJ
	项 目				
	顶宽 b , mm	13.6	17.0	22.4	32.8
	节距 e , mm	15.6	19.0	26.5	37.0
	带高 h , mm	10.0	13.0	16.0	21.5
	楔角 α	40°	40°	40°	40°

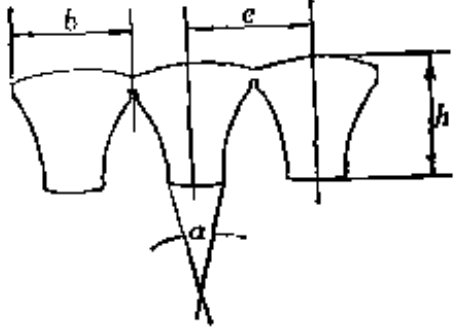
传动。

联组V带可由2~5条的普通V带或窄V带组合而成，取决于使用条件。

3. 截型及截面尺寸

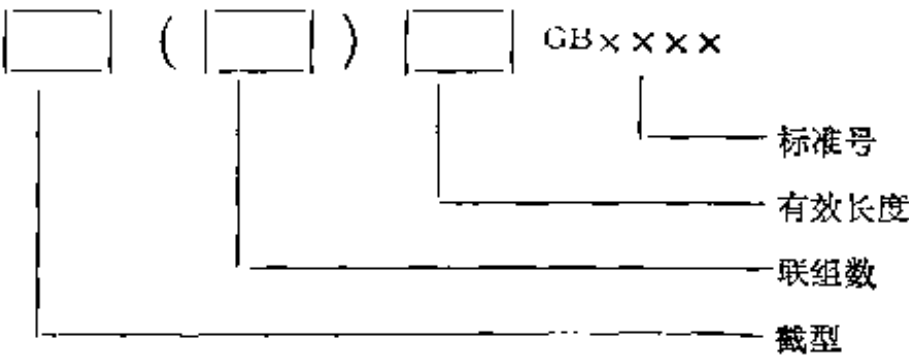
联组V带按连接几条V带的品种分为二大系列。一类是联组普通V带，其截型有AJ、BJ、CJ、DJ四种，其截面尺寸见表1-3-8。另一类是联组窄V带，其截型有9J、15J、20J、25J四种，其截面尺寸见表1-3-9。

表 1-3-9 联组窄V带的截面尺寸

简 图	截 型	9J	15J	20J	25J
	项 目				
	顶宽 <i>b</i> ,mm	9.5	15.9	20.9	25.4
	中心距 <i>e</i> ,mm	10.3	17.5	24.4	28.6
	带高 <i>h</i> ,mm	10.0	15.5	22.0	25.0
	楔角 <i>α</i>	40°	40°	40°	40°

4. 标记

联组V带的标记由带的截型、联组数、有效长度和标准号组成。



标记示例：截型25J，3联组，有效长度6350mm

标记方法：25J(3)6350GB××××

(六) 六角带

六角带亦称双面V带，是横截面为六角形或近似六角形的传动带，其工作面为四个侧面。适合于多轴传动，一般应用于纺织机械和农业机械的动力传递。

1. 结构

六角带由包布层、强力层、压缩胶层等三个部件组成。强力层由多层帘布或单排线绳组成。其结构如图1-3-10所示。

2. 截型及截面尺寸

六角带按其截面尺寸，有HAA、HBB、HCC、HDD等四种截型。各型六角带的截面尺寸见表1-3-10。

(七) 多楔带

多楔带是以平带为基体，内表面排布有等间距纵向楔的环形传动带，其工作面为楔的侧

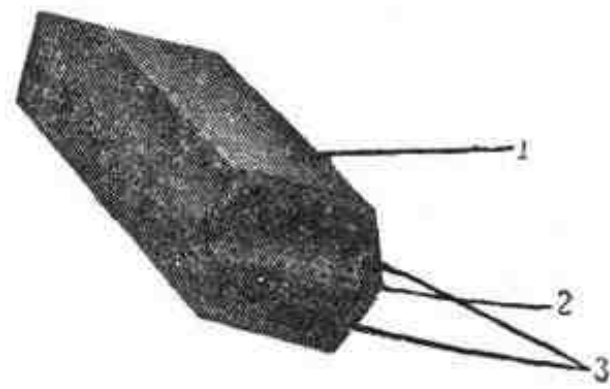
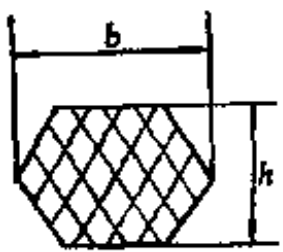


图 1-3-10 六角带结构图
1—包布层； 2—强力层；
3—压缩胶层

表 1-3-10 六角带的截面尺寸

简 图	截 型	HAA	HBB	HCC	HDD
	项 目				
	带宽 b , mm	13	17	22	32
	带高 h , mm	10	13	17	25
	楔角 α	40°	40°	40°	40°

面。根据选用橡胶品种，有两种不同的生产方式。一种是用浇注法生产的聚氨酯多楔带；另一种是用模压法生产的橡胶型多楔带。

1. 结构

(1) 聚氨酯多楔带的结构如图1-3-11所示。由聚氨酯橡胶和强力层构成。

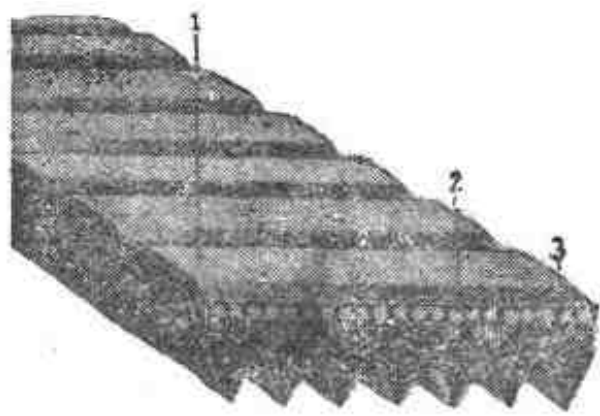


图 1-3-11 聚氨酯多楔带结构图
1,3—聚氨酯层；2—强力层

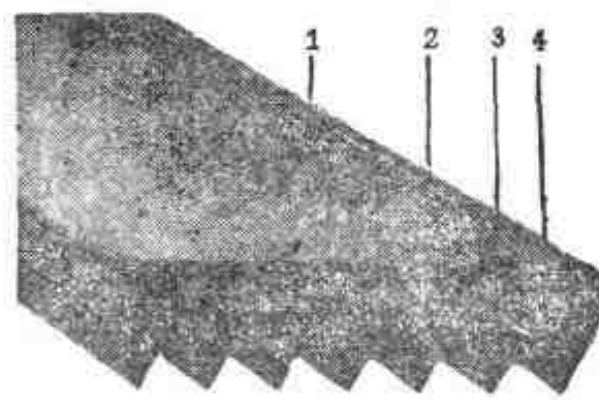


图 1-3-12 橡胶型多楔带结构图
1—伸张胶层；2—强力层；3—楔形压缩胶层；4—楔底布

(2) 橡胶型多楔带的结构如图1-3-12所示。由伸张胶层、强力层、楔形压缩胶层、楔底布等四个部件构成。

2. 结构特点

多楔带的结构特点是：在平型带的基体内表面排布有等间距纵向40°三角楔，它与联组V带不同，多楔带的强力层是位于平型带基体内，而不是在楔形中。因此，多楔带兼有平型传动带和联组V带的一些优点。与平型传动带相比，因其工作面为楔面，增大了与带轮接触面和摩擦力，使传动能力提高。与联组V带相比，其载荷沿带宽均匀分布，而且带体薄而轻，工作时弯曲应力和离心应力均较小，可以在比较小的带轮上工作。传动功率相同时，多楔带的结构宽度比普通V带约可缩小50%，带的极限速度约为40m/s，最大传动比为1:37，楔数最多达63峰，适合于结构要求紧凑、传递功率大的高速传动。

3. 截型及截面尺寸

(1) 聚氨酯多楔带按其截面尺寸，有I、J、L型三种截型，其截面结构尺寸简图及截面尺寸见图1-3-13和表1-3-11。

(2) 橡胶型多楔带按其截面尺寸，有H、J、K、L、M型五种截型，其截面结构尺寸简图及截面尺寸见图1-3-14和表1-3-12。

4. 标记

多楔带的标记由带的截型可分为H、J、K、L和M(详见表1-3-12)。

表 1-3-11 聚氨酯多楔带截面尺寸

单位: mm

参数 截型	节距 P	总高 H	齿高 h	计算齿高 h_0	楔角 α	楔根 R_1	楔顶 R_2	背高 f	槽深 e	槽间距 W	槽周节 P	顶峰 R_3	峰根 R_4
I	2.0	2.5	1.6	2.75	40°	0.1	0.6	0.9	0.3	1.0	3.0	0.1	0.1
J	2.4	3.9	2.2	3.3	40°	0.1	0.5	1.7	0.5	1.0	4.0	0.1	0.1
L	4.8	7.0	4.1	6.6	40°	0.5	0.8	2.9	1.0	1.4	5.0	0.2	0.2

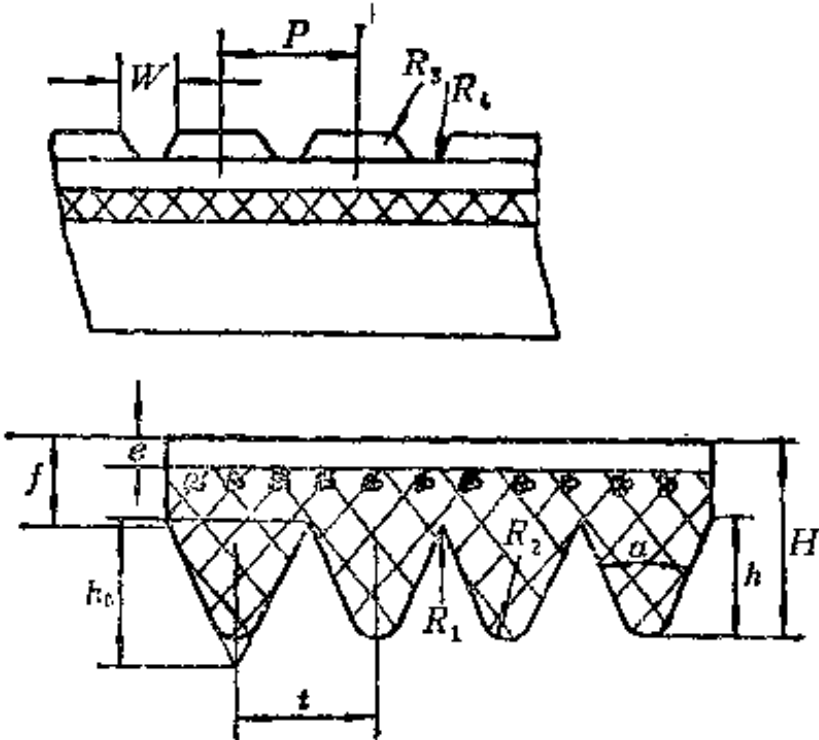


图 1-3-13 聚氨酯多楔带截面结构尺寸简图

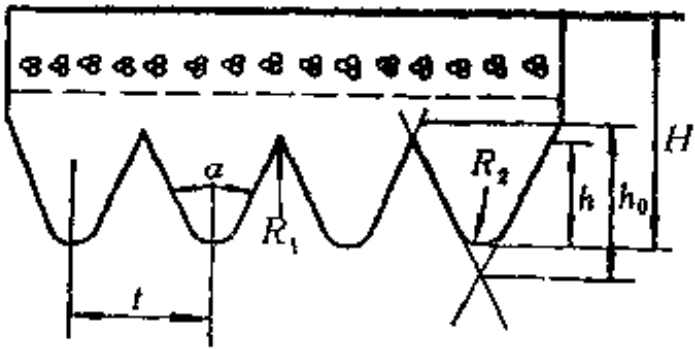


图 1-3-14 橡胶型多楔带截面结构尺寸简图

表 1-3-12 橡胶型多楔带截面尺寸

截型	节距 mm	带高H mm	齿高h mm	计算齿高 h_0 , mm	楔角 α	楔顶 R_2 mm	楔根 R_1 mm
H	1.60	3.0	1.33	2.2	40°	0.3	0.1
J	2.34	4.0	2.1	3.21	40°	0.4	0.2
K	3.56	7.0	3.2	4.89	40°	0.6	0.3
L	4.70	10.0	4.2	6.46	40°	0.8	0.4
M	9.40	17.0	10.0	12.91	40°	1.0	0.5

(八) 大楔角V带

大楔角V带是楔角为60°的V带。其结构形状如图1-3-15所示。强力层为聚酯线绳，楔角为60°，伸长层和压缩层均为聚氨酯橡胶。由于楔角的增大，使它的两侧支撑在X轴上的投影较普通V带大，这相当于提高了V带的横向刚度，使强力层绳芯的拉力分布均匀，承载能力增大，摩擦损失减小。由于楔角增大，楔效应的减小，可由聚氨酯材料的摩擦系数较高（ $\sigma=0.48$ ）而得以补偿。由于带体减薄，压缩胶层较普通V带约减少30%，提高了带的纵向柔度，减少了弯曲应力，故能在直径小的带轮上工作（小带轮直径可达17mm）。此外，聚氨酯橡胶的相对密度比通用橡胶小10%，所以胶带在运转时，由于离心力所造成的应力较小，能够适应高速传动。大楔角V带一般可用于办公设备、轻工机械、汽车等动力传递。

(九) 抗静电V带

抗静电V带是具有规定导静电性的V带。这种V带具有较小的电阻率，能消除V带在使用中可能形成的静电电荷，一般用于易燃、易爆工作场所中的动力传递。

抗静电V带的结构、截型和截面尺寸均与普通V带和窄V带相同。

(十) 圆型带

圆型带的截形几何形状呈圆形，主要优点是各方向的弯曲性能相同，适用于多轴传动，是一种简单可靠用于传递小扭矩和中等速度的传动胶带。

圆型带的结构有两种，一种是由单一材料的橡胶构成，另一种是具有强力层的圆型带。

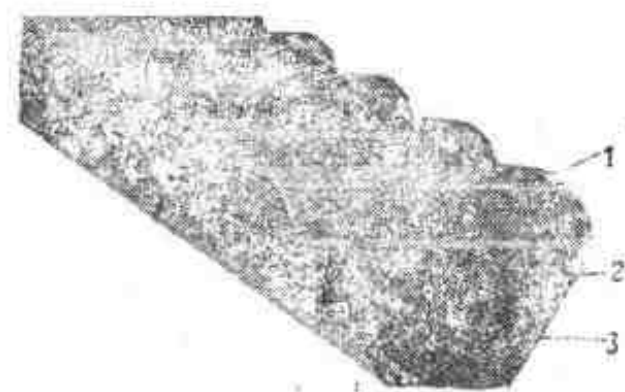


图 1-3-15 大楔角V带结构图
1,3—聚氨酯层；2—强力层

三、V带的发展趋势

V带的发展与机械制造业相适应，在传动带中V带的比重逐渐上升，应用范围不断扩大。

V带的带芯趋于绳芯结构，单排绳芯结构与多层帘布芯结构相比，不存在层间位移，剪切应力小，运行生热小，绳芯受力均匀，弯曲损失小，使用寿命长。

V带品种结构发生了很大变革，相继发展了具有各种特性的V带，如窄V带、宽V带、齿形带、切割式V带、联组V带、多楔带、圆形带等品种，适应大功率、高速度、小带轮、低能耗和传动装置紧凑的动力传递。

各种V带不断使用各种新型的原材料。如带芯材质使用涤纶和玻璃纤维，使V带具有高强度、低延伸、耐冲击、尺寸稳定等优良性能。在胶料的使用方面，扩大氯丁橡胶使用比例，使V带具有耐油、耐热、耐疲劳、耐老化、耐磨等优良性能。柔性包布的应用，使V带具有良好的纵向柔度，能在直径更小的带轮上工作。短纤维的应用，即在压缩层胶料中掺用定向短纤维，提高V带横向刚度，使V带在运转中其截面减少凹曲变形，带芯绳芯受力均匀，提高V带承载能力。新型原材料的应用，使V带获得良好地综合性能，更显示各种V带各自特征。

第二节 V带设计

一、V带运行时受力分析

V带运行时受力分析是进行V带设计的基础，V带在运行中不但受圆周力和离心力的影响，因其是多层结构的厚型传动带，通过带轮而产生的弯曲应力应予以足够重视。

(一) 由传递动力而产生的拉应力 σ_1

V带是靠两侧面与带轮轮槽的摩擦面传递动力的。在静止状态时，带轮两侧的V带所受的初张力相等（见图1-3-16），当主动轮转动时，由从动轮绕出的到主动轮一侧的V带称为紧边；从主动轮绕出的到从动轮的一侧的V带称为松边。

从紧边到松边的拉力之差如式（1-3-1）。

$$F_e = F_1 - F_2 \quad (1-3-1)$$

式中 F_t ——V带传动时的有效圆周力, kgf;

F_1 ——紧边拉力, kgf;

F_2 ——松边拉力, kgf。

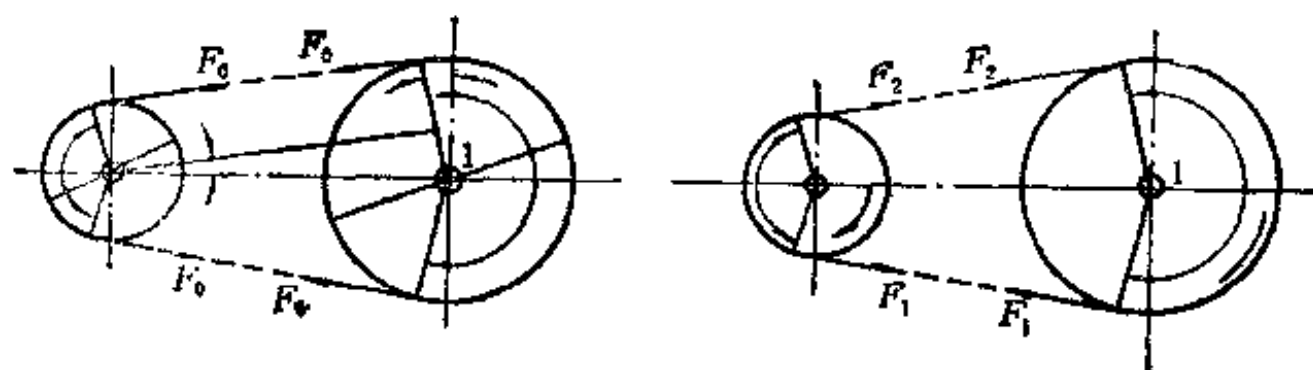


图 1-3-16 V带受力时的状态

F_1 与 F_2 的关系可用欧拉公式来表示:

$$F_1 = F_2 e^{f' r}$$

式中 e ——自然对数底;

f ——V带与带轮的摩擦系数, f 与带速 v (m/s)的关系不大, 一般取0.4, 又考虑到

特殊的摩擦关系, f' 为 $f' = \frac{f}{\sin \alpha + f \cos \alpha}$, α 为V带楔角的1/2;

r ——V带与小带轮的接触弧度, r 与V带和小带轮的包角 α_1 关系为: $r = \pi/180 \times \alpha_1$; α_1 与两带轮的中心距 l 和大带轮直径 d_2 、小带轮直径 d_1 的关系为 $\alpha_1 = 180^\circ - 60 \times (d_2 - d_1)/l$ 。

V带的拉应力 σ_1 为:

$$\sigma_1 = (F_1 - F_2)/A \quad (1-3-2)$$

式中 σ_1 ——V带拉应力, kgf/cm²;

A ——V带横截面积, cm²。

(二) 由离心力而产生的离心应力 σ_2

V带具有一定的质量, 在传动时其离心张力为 F_3 。

$$F_3 = q \times v^2 / g \text{ (kgf)} \quad (1-3-3)$$

式中 F_3 ——离心张力, kgf;

q ——V带自重, kgf/m;

v ——V带传动线速度, m/s;

g ——重力加速度, m/s²。

由于离心力而产生的离心应力 σ_2 为:

$$\sigma_2 = F_3 / A \quad (1-3-4)$$

离心应力随V带速度增大而增大, 当V带线速度小于10m/s时, 设计时离心应力的影响可以不计。当V带线速度超过30m/s时就不可忽视了。

(三) 由弯曲张力而产生的弯曲应力 σ_3

V带绕经带轮时应力集中于V带弯曲弧度最大处, 轮径愈小, V带强力层愈厚, 则弯曲张力愈大, V带弯曲张力可用下式表示:

$$F_4 = E \times A \times h / d_1 \quad (1-3-5)$$

式中 F_4 ——V带弯曲张力, kgf;

E ——组成V带材料的杨氏模量, kgf/cm^2

h ——V带厚度, cm ;

d_1 ——带轮的半径, cm 。

由于弯曲张力而产生的弯曲应力 σ_3 为:

$$\sigma_3 = F_4 / A \quad (1-3-6)$$

V带在一定负载和线速度下传动时, 其受最大张力和最大应力为:

$$F_{\max} = F_1 + F_3 + F_4 \quad (1-3-7)$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 \quad (1-3-8)$$

二、V带结构设计

V带是厚型制品。在运转过程中V带经过带轮时, 带体各部位所受的应力是不相同的, 见图1-3-17。

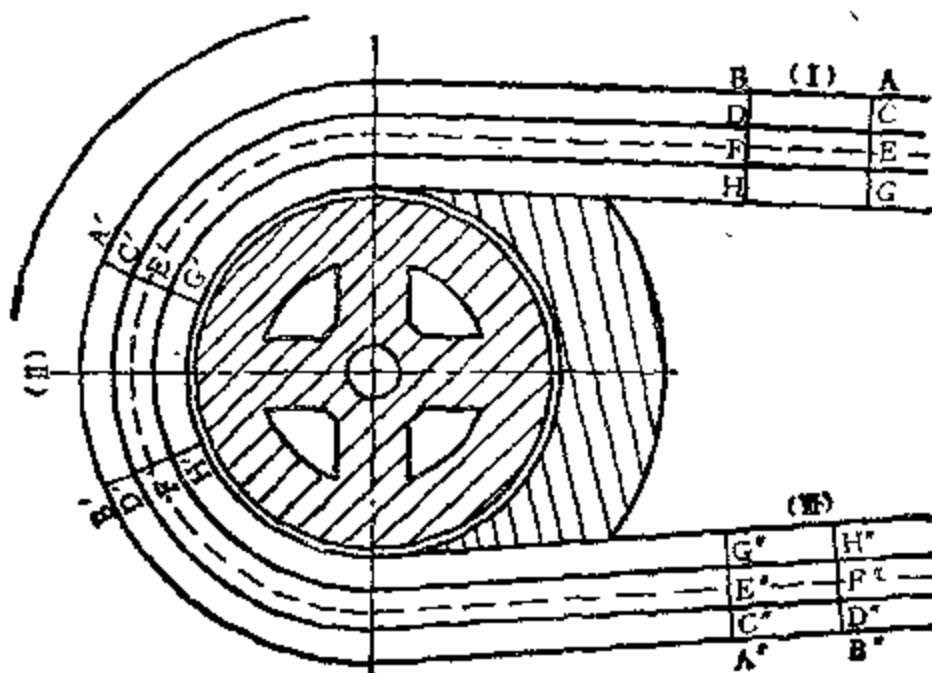


图 1-3-17 V带绕经带轮时受张力情况

设在 (I) 位置时, 取V带剖面四层, 即A—C、C—E、E—G层, 当V带AB从 (I) 位置运行到 (II) 位置时, C—E层既不受弯曲时的伸张。又不受弯曲时的压缩, 此层为中性层, 而A—C层却呈弯曲伸张状态, 称伸张层, E—G层呈压缩状态, 称压缩层。当V带A'B'从 (I) 位置运行到 (II) 位置时, V带各层受力情况又恢复到 (I) 状态。V带在 (I) 和 (II) 状态时, 各层只受拉伸应力和离心应力的作用。而在 (II) 位置时不但受拉伸应力和离心应力的作用, 还受到弯曲应力的作用。若把伸张层、中性层和压缩层再剖析成若干层, 作如上同样分析, 不难看出: V带在带轮接触处, 愈是靠近带轮底部的部位受弯曲压缩应力愈大; 愈是在外层的部位受弯曲伸长应力愈大。故在V带结构设计中必须考虑各层受力的情况, 以合理地安排强力层在V带中的位置和各层选择合适的材料。

(一) 普通V带结构设计

1. 伸张层

普通V带的伸张层是由伸张性能优良的胶层组成。在帘布芯普通V带中, Y、O、A、B和C型V带, 由于截面尺寸较小, 带体较薄, 可不设伸张胶层, 而D、E型V带则设伸张胶层。在绳芯普通V带中, 由于强力层为单层线绳, 所以各种型号V带都设置伸张胶层。设置伸张胶层是降低强力层的位置, 使强力层尽量靠近中性层位置, 以减小强力层的弯曲应力,

同时使强力层处于伸张层之中，以充分发挥强力层的抗拉作用。

2. 强力层

强力层是V带在运行时各种应力的主要承受者，其位置处于V带节面处，即中性层与伸张层之间。这样使强力层处在伸张状态下工作，以避免强力层进入压缩区。

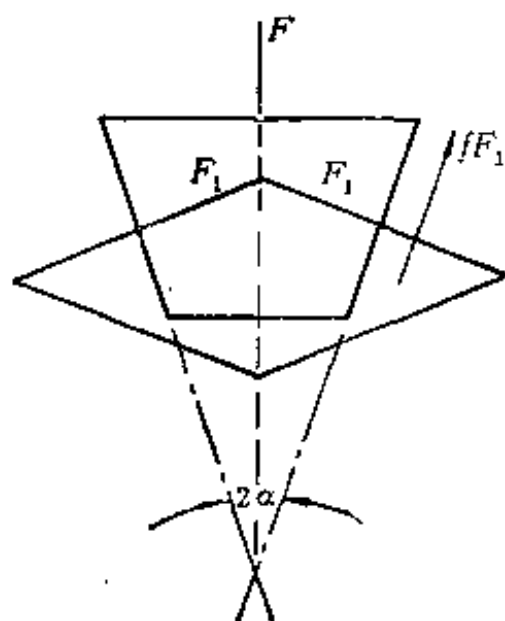


图 1-3-18 V带绕经带轮时受力图示

F 对带轮的侧向分压力为 F_1 ， F_1 中带轮阻止带向下的分力为 F_3 ， F_1 与 F_3 的关系为：

$$F_3/F_1 = \sin\alpha$$

$$\text{则} \quad 2F_3 = 2F_1 \sin\alpha \quad (1-3-9)$$

与带运动方向相反的摩擦阻力为 fF_1 ， fF_1 中带对带轮的垂直向下的分力为 F_5 ，形成如下关系式：

$$F_5/fF_1 = \cos\alpha$$

$$\text{则} \quad 2F_5 = 2fF_1 \cos\alpha \quad (1-3-10)$$

要使V带能自由离开带轮的槽轮，必须满足以下条件：

$$2F_3 \geq 2F_5$$

$$\text{即} \quad 2F_1 \sin\alpha \geq 2fF_1 \cos\alpha$$

整理后得摩擦系数与摩擦角的关系为：

$$\tan\alpha \geq f \quad (1-3-11)$$

橡胶与铸铁的摩擦系数一般为 $f = 0.35$ ，则

$$\tan\alpha \geq 0.35 \quad \text{即} \quad \alpha \geq 19^\circ 18'$$

普通V带楔角应为 $2\alpha \geq 38^\circ 36'$ 。

一般设 f 与带速 V 无关，这时 2α 为一个常数，但是V带包在带轮上时楔角 2α 要发生变化，其变化量 $\Delta 2\alpha$ 同V带高度 h ，带轮直径 D 和带轮中心距 C 有关，楔角 2α 变化量 $\Delta 2\alpha$ 的范围如下：

模压硫化的普通帘布芯V带：

$$\Delta 2\alpha = 100 \times h/D - 1 \quad (1-3-12)$$

硫化罐硫化的普通线绳芯V带：

$$\Delta 2\alpha = 87 \times (h/D - \pi \times h/C) - 0.5 \quad (1-3-13)$$

若V带的楔角小于摩擦角，则V带不易从带轮的轮槽中脱出，在带松边上需加一拉力才能使带离开带轮，因而增加了动力损耗；若V带的楔角远大于摩擦角，则带脱离带轮的反弹

力远远大于带脱离带轮的摩擦力，易造成V带在运转时发生剧烈振动，从而降低传动效率和V带的使用寿命。一般生产中为了简化起见，普通V带的楔角采用 40° 。

(二) 窄V带结构设计

普通V带横向刚度较低，受负载后带体变形大，影响V带承载能力。设计窄V带结构时，应考虑提高V带的横向刚性和纵向的柔软性，以减少V带横截面凹曲变形，提高窄V带的传动能力和使用寿命。

1. 窄V带高度的确定

窄V带的顶宽 b 与带高 h 之比约为1:1.25。由于带高的增加，增大了带侧与带轮轮槽的接触面，提高了传递功率的能力；也提高了带体的横刚度，减小了带横截面凹曲变形。

2. 带体顶面形状

窄V带顶面以制成弓形为宜，以使绳芯受力后仍保持排列整齐，因而能使绳芯受力均匀，充分发挥每根线绳的强力作用。

V带顶面呈平形和弓形受力后变化情况如图1-3-19所示。

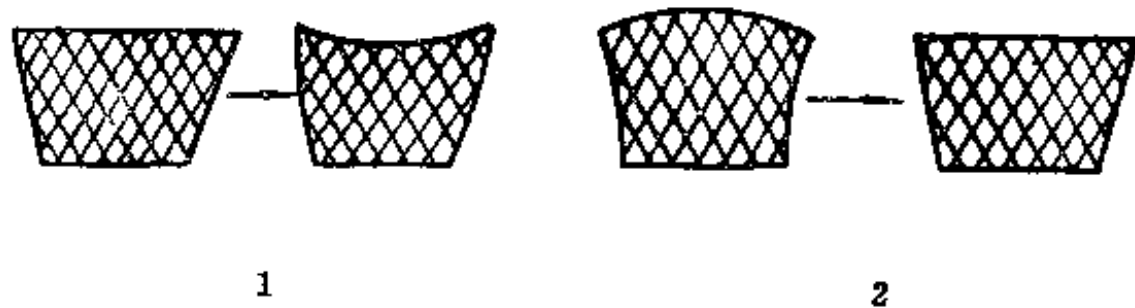


图 1-3-19 受力后V带顶面变化情况
1—带体顶面呈平形；2—带体顶面呈弓形

3. 带体侧面形状

窄V带两侧面呈内凹曲线形（如图1-3-19中2所示），当V带在带轮上受力弯曲时，由于弯曲变形使原来内凹曲线形成为直线形，从而使带的两个侧面与带轮轮槽保持良好的接触，提高了传动效率。

4. 强力层结构和排列位置

窄V带强力层宜采用单排线绳结构，且线绳排列位置略高于普通V带。强力层上移，压缩层高度相应加大，增加了V带与带轮的有效接触面积，增大了摩擦力，故窄V带比普通V带传递功率大。为了防止在硫化过程中强力层位移，可在强力层与缓冲层之间增设定向短纤维层或横向帘布层，并能增加V带带体的横向刚度。

5. 楔角

窄V带的楔角与普通V带一样，通常为 40° 。

(三) 宽V带结构设计

1. 宽V带高度和顶宽度的确定

宽V带用于带式无级变速器的动力传递，要求宽V带能适应一定的变速范围。增加宽V带的节宽 b_p ，减小带轮的槽角或减小带轮的直径 D ，能增大宽V带的变速范围。宽V带节宽 b_p 与带高 h 之间的比值一般取 $b_p/h < 3$ ；当宽V带截面尺寸较大时， b_p/h 比值可达4。对无齿宽V带 $D/h > 12$ ；而有齿宽V带 $D/h > 8$ 。宽V带楔角一般为 $30^\circ \sim 40^\circ$ ，其最小极限为 22° 。

2. 宽V带外形结构

对变速范围要求不大，弯曲半径较大条件下使用的宽V带，可制成无齿形宽V带；对变

速范围大、弯曲半径较小条件下使用的宽V带，则要求制成顶宽大、楔角小的宽V带；由顶宽大，则要求宽V带要有较高的横向刚性，一般用提高宽V带的硬度（压缩胶层的硬度有的高达80~90），或在压缩胶内掺入短纤维，既提高了压缩层胶的硬度，又提高了宽V带的耐磨性能。但V带带体硬度提高后，影响了宽V带的纵向柔软性，耐疲劳性能大大降低，为此，往往把宽V带的压缩胶层和伸张胶层做成带有齿形状的。把压缩胶层做成带有齿形状的称内齿形宽V带，把伸张胶层和压缩胶层都做成带有齿形状的称内外齿宽V带。齿形宽V带不但没有减小带与带轮的有效接触面积，而且大大提高了宽V带的耐弯曲疲劳性能。为了避免弯曲应力集中而造成齿根部早期裂口，可把齿根部设计成圆弧形的。

3. 宽V带各部件的设置

宽V带由伸张胶层、强力层、压缩胶层和包布层组成。内外齿形宽V带不设包布层。为了提高带体横向刚性，在伸张层外面往往贴合数层胶布（称顶布），顶布由数层斜裁成45°角的胶帆布组成，以保持宽V带纵向柔软性。为了减少齿根裂口，往往在齿形表面贴合一层齿底布。

三、主要原材料选择

制造V带所使用的主要原材料有橡胶及其配合剂、帆布和强力层材料等，橡胶及其配合剂在配方设计中叙述。

（一）帆布

V带包布用帆布应有良好的耐磨性能和耐屈挠性能，并和橡胶有较好的粘合性能。通常采用棉纤维平纹帆布，其优点是与橡胶粘合性能好，不需要浸渍加工处理，可直接用压延机擦胶。近年来也有采用维纶帆布、涤纶帆布、锦纶帆布，或维纶与棉、涤纶与棉、锦纶与棉

表 1-3-13 V带包布用棉帆布的结构和性能

项 目		帆 布 规 格			
		21S/3×3	21S/4×4	21S/5×5	21S/6×6
密度，根/10cm	经向	154±4	134±3	116±3	115±3
	纬向	160±4	126±4	120±4	120±4
拉伸强度，kN/5cm (kgf/5cm)	经向	0.83 (85)	0.981 (100)	1.08 (110)	1.37 (140)
	纬向	0.88 (90)	1.03 (105)	1.18 (120)	1.52 (155)
扯断伸长率，%	经向	25±3	26±3	30±3	31±3
	纬向	14±3	16±3	15±3	16±3
厚度，mm		0.68±0.03	0.75±0.03	0.82±0.03	0.92±0.09
干燥重，g/m ²		265±20	320±20	340±20	420±20
回潮率，%		8.0	8.0	8.0	8.0

注：取自橡胶工业用帆布GB2909—82。

混纺而织成的帆布，但以上帆布与橡胶粘合性能较差，一般需经浸渍处理后再用压延机擦胶，或在胶料配方中配入胶粘剂，以增加织物与橡胶的粘合性能。

V带包布用棉帆布的结构与性能如表1-3-13。

制造窄V带宜采用特制柔性帆布。柔性帆布结构和普通帆布不同，普通帆布经线与纬线的夹角为90°，而柔性帆布经线与纬线的夹角为120°，其结构如图1-3-20所示。



图 1-3-20 普通帆布和柔性帆布结构图
1—普通帆布；2—柔性帆布

柔性帆布的纵向柔软性比普通帆布好，因此，具有良好的耐弯曲疲劳性能。

(二) 强力层材料

对强力层材料要求其具有拉伸强度高、使用伸长小、耐屈挠疲劳、耐冲击、耐热、尺寸稳定性好和与橡胶粘合性能好等优良性能。棉纤维由于强力较低，已被淘汰；粘胶人造丝虽然耐热性能好，干态强力高，但易吸湿，吸湿后强力下降，且使用伸长大，尺寸稳定性差，目前已逐步被强力高、延伸低、耐冲击和尺寸稳定性好的涤纶所取代。使用涤纶作V带强力层时，在胶料配方中应避免使用促使涤纶纤维降解的配合剂；硫化时，在高温下涤纶有热收缩特性，故硫化后应在原张力下冷却定型，以稳定V带尺寸；涤纶纤维与橡胶的粘合性差，使用前需对涤纶帘布或涤纶绳进行浸渍处理，以改善与橡胶的粘合性能。芳纶纤维强度高，耐冲击，挠屈挠，尺寸稳定，是V带强力层的优良材料，目前正在试制中。

V带用帘布的规格和性能如表1-3-14所列。

表 1-3-14 V带用帘布的规格和性能

项目	规格	涤 纶			粘胶人造丝		维纶
		1500D/2	1300D/3	1100D/3	1650D/2	1650D/3	
拉伸强度, kN/根(kgf/根)		0.201 (20.5)	0.27(27)	0.19(19)	0.14(14)	0.21(21)	0.16(16)
67N(6.8kgf)负荷伸长率, %		5.5±1	3.9±1	6.0±1	—	—	—
44N(4.5kgf)负荷伸长率, %		—	—	—	3±1	1.5±1	—
附胶量, %		5±1	5±1	5±1	≥3.5	≥4	3
拉断伸长不匀率, %≤		6	5	5	6	7	6
拉伸强度不匀率, %≤		4	3	3	45	4	5
H抽出力, N≥		118	137	127	83	88	44
136℃×50min拉伸强度, kN/根(kgf/根)		0.12(12)	0.14(14)	0.13(13)	0.083(8.5)	0.09(9)	0.044(4.5)
150℃×30min热收缩率, %≤		5	5	3.7	—	—	4
粗度, mm		0.66±0.3	0.74±0.03	0.65±0.03	0.68±0.03	0.87±0.03	0.88
初捻, 捻数/10cm		40±1.5	32±1.5	41.5±1.5	47±2	32±2	—
复捻, 捻数/10cm		40±1.5	32±1.5	38.5±1.5	45±1.5	29±1.5	—

V带用涤纶线绳的规格和性能如表1-3-15所列。

表 1-3-15 V带用涤纶线绳的规格和性能

项目	捻数/10cm		拉伸强度, N		定负荷伸长率, %						粗度, mm	热收缩率, % 150℃×30min
规格	复捻	初捻	平均	最低	177N	196N	294W	392N	490W	686N	率, %	
1000D/2/3	10.0±1.0	19.0±1.0	485	431	5.5±0.5						14.6	≤4.3
1000D/3/3	9.0±0.9	15.0±1.0	702	623		3.5±0.5					16.2	≤4.3

续表

项目 规格	捻数/10cm		拉伸强度, N		定负荷伸长率, %						扯断伸长率, %	厚度, mm	热收缩率, % 150℃×30min
	复捻	初捻	平均	最低	177N	196N	294W	392N	490W	686N			
1000D/2/5	8.5±0.9	19.0±1.0	726	653		3.2±0.5					14.7	1.11	≤4.3
1000D/4/3	8.0±0.8	13.5±1.0	920	819			4.6±0.5				15.3	1.16	≤4.3
1000D/3/5	7.0±0.7	15.0±1.0	1138	1012			3.2±0.5				15.3	1.35	≤4.3
1000D/6/3	3.5±0.7	10.0±1.0	1355	1206				3.1±0.5			15.3	1.46	≤4.3
1000D/5/4	6.0±0.6	12.0±1.0	1500	1336				1.2±0.5	3.6±0.5		14.8	1.54	≤4.3
1000D/9/3	5.5±0.6	9.0±0.9	2008	1788							16.0	1.87	≤4.3
1100D/2/2	16.0±1.0	23.0±1.0	288	257	3.6±0.5						11.3	0.81	2.2±0.7
1100D/2/3	13.0±1.0	23.0±1.0	426	379	3.6±0.5						11.9	0.98	2.2±0.7
1100D/3/3	11.5±1.0	19.5±1.0	632	562		3.0±0.5					12.6	1.19	2.2±0.7
1100D/2/5	9.0±0.9	20.5±1.0	700	623		3.2±0.5					13.2	1.29	2.2±0.7
1100D/4/3	9.0±0.9	16.0±1.0	837	744			3.7±0.5				13.5	1.38	2.2±0.7
1100D/3/5	6.5±0.7	16.5±1.0	1042	928		3.2±0.5					13.4	1.51	2.2±0.7
1100D/6/3	9.0±0.9	15.0±1.0	1247	1110				3.5±0.5			13.3	1.70	2.2±0.7
1100D/5/4	6.0±0.6	12.0±1.0	1385	1233				3.2±0.5			13.7	1.78	2.2±0.7
1100D/9/3	6.5±0.7	11.5±1.0	1864	1659					3.8±0.5		14.0	2.11	2.2±0.7
1100D/11/3	5.0±0.5	8.5±0.9	2275	2025						4.0±0.5	14.0	2.03	2.2±0.7
1100D/12/3	5.5±0.6	9.5±1.0	2481	2208						4.0±0.5	13.5	2.35	2.2±0.7
1100D/18/3	4.0±0.4	7.5±0.8	3714	3305						4.0±0.5	13.0	2.73	2.2±0.7

四、配方设计

V带使用的胶料有包布层胶料、强力层胶料、伸张层胶料、压缩层胶料、线绳浸渍胶料和缓冲层胶料等。在配方设计时必须考虑各部件硫化速度的基本一致,有良好的共硫化性能,使各部件通过硫化能紧密地结合在一起,以充分发挥各部件的作用。

1. 包布层胶料的配方设计

对包布层胶料要求具有耐磨、耐热、耐老化和耐屈挠等性能。一般采用天然橡胶和丁苯橡胶并用,或天然橡胶和氯丁橡胶并用,或氯丁橡胶和少量顺丁橡胶并用。含胶率约50%。按选用橡胶品种采用相应的硫化体系。天然橡胶与丁苯橡胶并用采用硫黄硫化体系,以氯丁橡胶为主的配合可采用金属氧化物硫化体系(氧化锌和氧化镁)。炭黑可采用硬质炭黑和软质炭黑并用,其用量约30份,配方中加入适当的苯并呋喃茚树脂,可提高包布层间的粘合性能。为了满足工艺需要,加入适量的软化剂,胶料可塑度控制在0.5~0.6(威)范围内。包布层处于V带最外层,硫化时首先受热,为了防止过硫,要求胶料有较长的硫化平坦线。

若要求导静电,可在胶料配方中加入导静电炭黑、石墨粉或导静电剂。增加氧化锌的用量,可提高V带的导热和导静电性能。

2. 强力层胶料的配方设计

帘布胶性能应具有耐热、耐老化、耐屈挠疲劳,与帘布粘合好、定伸应力高和加工工艺性能好等特点。橡胶品种可选用天然橡胶与丁苯橡胶并用,或天然橡胶与氯丁橡胶并用,含胶率一般控制在60%左右,硫化体系与包布胶料相同。若天然橡胶与丁苯橡胶并用,氧化锌用量可多一点(约20份),以改善胶料的导热性能。炭黑可采用槽法炭黑与半补强炭黑并用,用量约30份。配入适量固体苯并呋喃茚树脂,可提高帘布层间粘合强度。设计用于涤纶帘布(或涤纶绳)胶料,应考虑选用对涤纶纤维不产生降解作用的配合剂。

线绳浸胶浆用胶料,要求与线绳有牢固的粘合强度,其它性能要求基本与帘布胶料性能

相似。

3. 压缩层胶料配方设计

要求压缩层胶料具有耐热、耐老化，耐屈挠疲劳，压缩变形小和横向刚性好等优点。可选用氯丁橡胶或几种橡胶并用，也可掺用少量再生胶，以减小压缩层胶成型时变形和改善胶料的加工工艺性能。可选用高耐磨炭黑与其它炭黑并用，用量约70份左右，含胶率40%左右。为了增加胶料的耐磨性能和横向刚度，可掺用10~20份的短纤维。

4. 伸张层胶料配方设计

对伸张层胶料，要求弹性好，变形小，定伸应力高和耐屈挠疲劳性能好。在帘布芯V带中，伸张层胶料配方基本与压缩层胶配方相似，在线绳芯V带中，伸张层胶料配方基本上与缓冲层胶料配方相似。

5. 缓冲层胶料配方设计

缓冲层胶料用于线绳芯V带，要求胶料弹性好，有良好的缓冲性能，并能与线绳有较高的粘合力，一般采用氯丁橡胶或氯丁橡胶与天然橡胶并用，为了提高胶料与线绳的粘合强度，在配方中可加入适量的胶粘剂。

6. 配方举例

普通V带各部件所用的胶料配方可参照表1-3-16所示。

表 1-3-16 普通V带各部件配方举例

原材料	压缩层胶	伸张层胶	包布层胶	线绳浸渍胶	原材料	压缩层胶	伸张层胶	包布层胶	线绳浸渍胶
天然橡胶	10	30	—	80	防老剂	2.5	2.5	2.5	2.5
氯丁橡胶	85	70	100	20	松香油	2	3	6	3
顺丁橡胶	5	—	—	—	硬脂酸	2	2	2	2
炭黑	60	30	—	30	古马隆树脂	4	6	6	6
乙炔炭黑	—	—	45	—	碳酸钙	37	10	12	15
氧化锌	5	5	6	5	变压器油	—	3	14	—
硫黄	0.5	0.6	—	2	氧化镁	4	3.5	4	—
促进剂	2.65	1.55	1.5	1.6	乙酸钠	—	—	1	—

五、V带传动计算和选型

(一) 普通单根V带传动计算

由V带运行时受力分析式(1-3-1)得知：

$$F_t = F_1 - F_2 \text{ 及 } F_1 = F_2 e^{f' r}$$

联立以上两式整理后得

$$F_1 = F_t \frac{e^{f' r}}{e^{f' r} - 1} \quad (1-3-14)$$

若V带所受的最大拉力为 F_{max} ，则

$$F_{max}/C = F_t \frac{e^{f' r}}{e^{f' r} - 1} + \frac{q}{g} v^2 + \frac{EhA}{d_1} \quad (1-3-15)$$

因为 $F_t = 102N/v$ ， $N = F_t \times v/102$ 代入式(1-3-15)得

$$N = \left[\frac{F_{max}}{C} - \frac{q}{g} v^2 - \frac{EhA}{d_1} \right] \frac{v}{102} \frac{e^{f' r} - 1}{e^{f' r}} \quad (1-3-16)$$

式中 N ——V带传动功率，kW；

C ——传动安全系数。

由式(1-3-16)即可求出一根V带所传递的功率,计算较为复杂,一般工业上不采用此法,但由此法可理解V带的工作原理和改进产品的途径。

1962年国际标准ISO370E提出计算一根V带的传动功率为:

$$P = (K_1 v^{0.09} - K_2/d_e - K_3 v^2) v K_a K_L \quad (1-3-17)$$

式中 P ——单根V带传递功率, 马力;

K_1 、 K_2 、 K_3 ——与V带型号有关的系数, 应由试验来确定;

v ——带速度, m/s;

d_e —— $d_e = K_i d_1$, K_i 为传动比系数, d_1 为小带轮节圆直径, mm;

K_a ——小带轮包角修正系数;

K_L ——带长度修正系数。

1980年又颁布了ISO5292的计算V带功率的方法:

$$P = K \times (P_1 + \Delta P_1 + \Delta P_2) \text{ (kW)} \quad (1-3-18)$$

式中 K —— $K = 1.25 \times \left(1 - 5^{-\frac{\alpha_1}{\pi}}\right)$, α_1 为V带与小带轮的接触角;

P_1 —— $P_1 = d_1 \omega \left[C_1 - C_2 \frac{1}{d_1} - C_3 (d_1 \omega)^2 - C_4 \log (d_1 \omega) \right]$, d_1 为小带轮节圆直径 (mm), ω 为小带轮的角速度 (rad/s), C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 为V带实验常数, 由实验测定;

ΔP_1 —— $\Delta P_1 = d_1 \omega C_4 \log \frac{2}{1 + 10 \frac{C_2}{C_4} \cdot \frac{1}{d_1} \left(\frac{1}{S} - 1 \right)}$, 式中 S 为传动比 R 或 $1/R$ 两者中的较大值;

ΔP_2 —— $\Delta P_2 = d_1 \omega C_4 \log \frac{L}{L_0}$, L_0 为初定V带长度 (mm), L 为V带的实际长度 (mm)。

ISO5292计算方法比ISO370E更为精确和适用于微机处理。但以上二种方法都比较繁杂, 工业上常常采用简便计算方法或直接查表法。简便算法介绍如下:

设一根普通V带在标准带长和包角为 180° 条件下传动的功率 P_{rr} (马力)

$$P_{rr} = d_p \cdot n \cdot \left[C_1 (d_p \cdot n)^{-0.09} - \frac{C_2}{d_p} - C_3 (d_p \cdot n)^2 \right] + C_2 \cdot n \left(1 - \frac{1}{C_4} \right) \quad (1-3-19)$$

$$P = P_{rr} \times 0.736 \text{ (kW)} \quad (1-3-20)$$

式中 d_p ——小带轮的节径, mm;

n ——小带轮的转数 $\times 10^{-3} \text{ r/min}$;

C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 ——常数, 如表1-3-17和表1-3-18。

若已知 d_p 和 n 后即可计算出 P_{rr} 。为了方便起见, 可根据表1-3-17, 表1-3-18和式(1-3-19)计算出不同 d_p 和 n 下的 P_{rr} 值, 再制表, 以备直接查用。 P_{rr} 是在标准带长和 180° 包角下计算的, 故计算V带根数时, 尚需进行长度和包角的修正, V带的根数可按式(1-3-21)计算。

$$Z = \frac{N_0}{P_{rr} K_a K_L} \quad (1-3-21)$$

式中 Z ——V带根数;

表 1-3-17 C_1 、 C_2 、 C_3 常数表

型号	0	A	B	C	D	E
常数						
C_1	1.1559×10^{-2}	4.2351×10^{-2}	7.4744×10^{-4}	1.3875×10^{-1}	2.9646×10^{-1}	1.3361×10^{-1}
C_2	2.3565×10^{-1}	1.4139	3.7072	1.0308×10	3.6565×10	6.9847×10
C_3	8.6381×10^{-4}	1.5102×10^{-8}	2.5996×10^{-11}	4.6174×10^{-8}	9.4204×10^{-8}	1.3574×10^{-7}

表 1-3-18 C_4 常数表

转数比	1.00~1.01	1.02~1.04	1.05~1.08	1.09~1.12	1.13~1.18	1.19~1.24	1.25~1.34	1.35~1.51	1.52~1.99	2以上
C_4	1.0000	1.0136	1.0276	1.0419	1.0567	1.0719	1.0875	1.1036	1.1202	1.1373

N_0 ——设计功率, kW;

K_s ——小带轮包角修正系数, 见表1-3-19;

K_L ——V带长度修正系数, 见表1-3-20;

表 1-3-19 小带轮包角修正系数 K_s

$\frac{d_2-d_1}{a}$	接 触 角	修正系数 K_s	$\frac{d_2-d_1}{a}$	接 触 角	修正系数 K_s
0.00	180	1.00	0.65	142	0.90
0.05	177	0.99	0.70	139	0.89
0.10	174	0.99	0.75	135	0.88
0.15	171	0.98	0.80	133	0.87
0.20	169	0.97	0.85	130	0.86
0.25	166	0.97	0.90	127	0.85
0.30	163	0.96	0.95	123	0.83
0.35	160	0.95	1.00	120	0.82
0.40	157	0.95	1.10	113	0.80
0.45	154	0.93	1.20	106	0.77
0.50	151	0.93	1.30	99	0.73
0.55	148	0.92	1.40	91	0.70
0.60	145	0.91	1.50	83	0.65

设计功率 N_0 为:

$$N_0 = NK_A K_M \tag{1-3-22}$$

式中 N ——传动功率, kW;

K_A 、 K_M ——分别为V带工作系数, 见表1-3-21和表1-3-22。

最小带轮外径如表1-3-23所示。

选型计算举例

一台载荷平稳的鼓风机, 电动机功率为5.5kW的普通转矩异步电机, 转数 n_1 为1750r/min; 从动轴转数 n_2 为970r/min; 轴间距离 a_0 约600mm, 工作时间24h/d。试计算选用何种型号、规格的普通V带。

根据题意, 选型计算方法和步骤如下。

1. 设计功率

表 1-3-20 V带的长度修正系数K_L

内周长L mm	型 号						内周长L mm	型 号					
	0	A	B	C	D	E		0	A	B	C	D	E
450	0.89						2800	1.11	1.05	0.95			
500	0.91						3150	1.13	1.07	0.97	0.86		
560	0.94	0.80					3550	1.17	1.10	0.98	0.89		
630	0.96	0.81	0.78				4000	1.19	1.13	1.02	0.91		
710	0.99	0.82	0.79				4500		1.15	1.04	0.93	0.90	
800	1.00	0.85	0.80				5000		1.18	1.07	0.96	0.92	
900	1.03	0.87	0.81				5600		1.20	1.09	0.98	0.95	
1000	10.6	0.89	0.84				6300			1.12	1.00	0.97	
1120	10.8	0.91	0.86				7100			1.15	1.03	1.00	
1250	1.11	0.93	0.88	0.80			8000			1.18	1.06	1.02	
1400	1.14	0.96	0.90	0.81			9000			1.22	1.08	1.05	
1600	1.16	0.99	0.93	0.84			10000				1.11	1.07	
1800	1.18	1.01	0.95	0.85			11200				1.14	1.10	
2000	1.20	1.03	0.98	0.88			12500					1.12	
2240		1.06	1.00	0.91			14000					1.15	
2500		1.09	1.03	0.93			16000					1.18	

表 1-3-21 V带工作情况系数K_A

载荷 性质	工 作 机	原 动 机					
		普通转矩鼠笼型异步电动机；同步电动机；并激直流电动机；汽轮机			双鼠笼型及绕线式异步电动机；复激及串激直流电动机；内燃机		
		1天运转时间, h					
		3~5	8~10	16~24	3~5	8~10	16~24
载荷 平稳	液体搅拌器；通风机、鼓风机($\leq 7.5\text{kW}$)；离心式水泵；离心式压缩机；轻型输送机	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
载荷 变动小	带式输送机(输送煤、砂)；鼓风机($> 7.5\text{kW}$)；发动机；回转泵；机床压力机；振动筛；印刷机	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
载荷 变动较大	螺旋、刮板输送机；斗式提升机；往复泵；往复式压缩机；罗茨鼓风机；粉碎机；锻锤；木工机械；纺织机械	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
载荷 变动很大	破碎机(旋转式、颚式)；球磨机；棒磨机；起重机；挖掘机械；橡胶机械	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

注：1. 启动频繁、经常反转、工作条件恶劣时，K_A值应增加0.2。
2. 张紧轮配置在松边内侧时，对K_A值无影响；在松边外侧时，K_A值应增加0.1。

该传动装置无托辊，则K_M=1；查表1-3-21工作情况系数K_A=1.2，根据式(1-3-22)

$$N_0 = NK_A K_M$$
$$= 5.5 \times 1.2 \times 1 = 6.6 \text{ kW}$$

2. 普通 V 带选型

已知N₀=6.6kW；小带轮转速为1750r/min。从图1-3-21中进行选型，可选用B型。

表 1-3-22 使用托辊时修正系数 K_M

托 辊 的 位 置	K_M	托 辊 的 位 置	K_M
托辊在带子松边里侧	0.0	托辊在带子紧边里侧	0.1
托辊在带子松边外侧	0.1	托辊在带子紧边外侧	0.2

表 1-3-23 最小带轮外径

型 号	M	A	B	C	D	E
最小外径, mm	50	75	125	230	330	530

注：M型为外径；A→E型为节径。

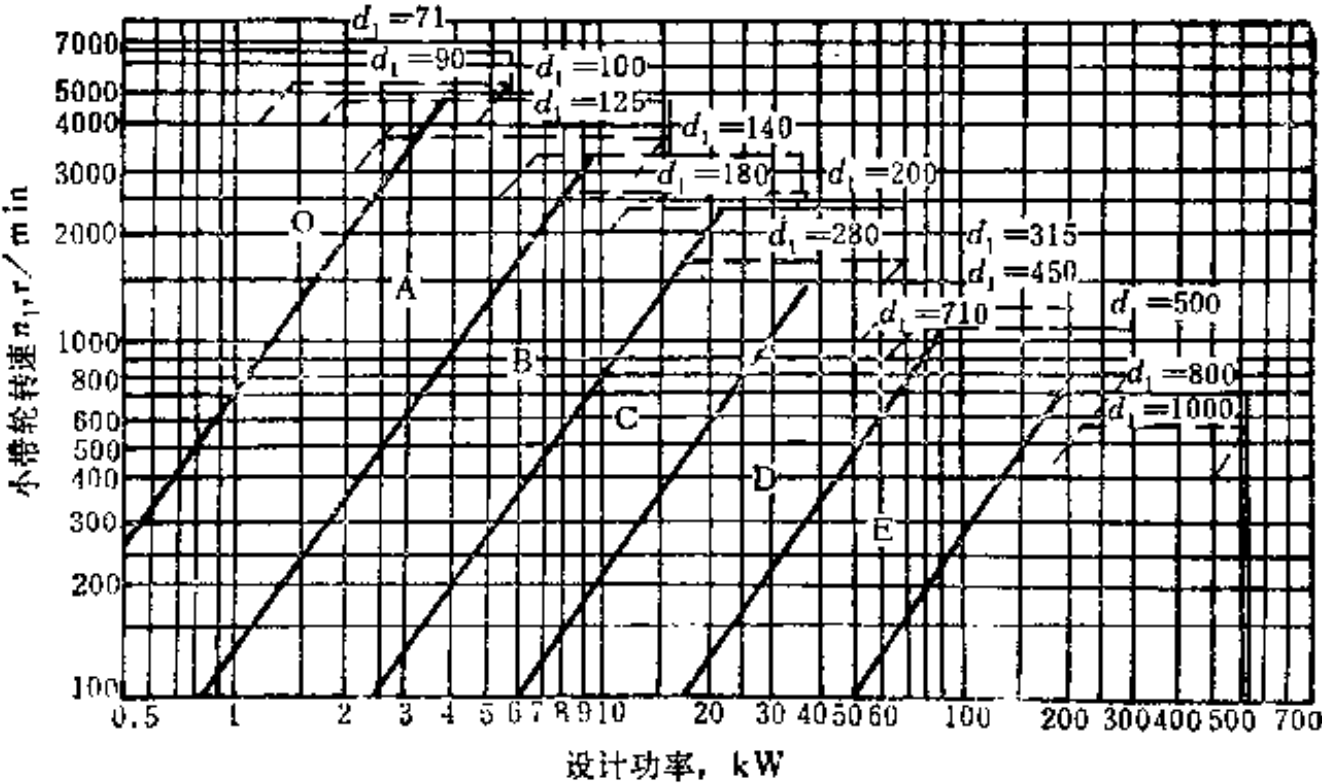


图 1-3-21 普通 V 带选型图

3. 选择主动轮基准直径 d_1

查表1-3-23，主动轮最小节径为125mm。

从动带轮的节径 d_2 为：

$$d_2 = \frac{n_1}{n_2} d_1 = \frac{1750}{970} \times 125 = 225\text{mm}$$

两带轮的转速比 i 为：

$$i = \frac{225}{125} = 1.8$$

4. V带的长度 L

长度 L 可根据下式计算：

$$\begin{aligned} L &= 2a_0 + \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_0} \qquad (1-3-23) \\ &= 2 \times 600 + \frac{3.14}{2} (225 + 125) + \frac{(225 - 125)^2}{4 \times 600} \end{aligned}$$

$$\approx 1754 \text{ mm}$$

采用近似V带标准长度为1760mm。

5. 轴间距离 a_0 复核

a_0 可通过下式进行计算:

$$a_0 = \frac{b + \sqrt{b^2 - 2(d_2 - d_1)^2}}{4} \quad (1-3-24)$$

其中

$$b = L - \frac{\pi}{2} (d_2 - d_1) \quad (1-3-25)$$

$$= 1760 - \frac{3.14}{2} (225 - 125) = 1603$$

则

$$a_0 = \frac{1603 + \sqrt{1603^2 - 2(225 - 125)^2}}{4} = 800 \text{ mm}$$

一般轴间距离可在以下范围内选择调正。

$$a_{\max} = a_0 + 0.03L = 800 + 52.8 \approx 853 \text{ mm}$$

$$a_{\min} = a_0 - 0.03L = 800 - 52.8 \approx 747 \text{ mm}$$

6. 一根B型普通V带传动功率 P_{r}

根据式(1-3-19)和查表1-3-17和表1-3-18得 C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 ，一根V带传动功率 P_{r} 为:

$$\begin{aligned} P_{\text{r}} &= 125 \times 1.750 [7.4744 \times 10^{-2} (125 \times 1.750)^{-0.09} - \frac{3.7072}{125} - 2.5998 \times 10^{-8} \\ &\quad \times (125 \times 1.750)^2] + 3.7072 \times 1.750 \times \left(1 - \frac{1}{1.1202}\right) \\ &= 3.31 + 0.7 = 4.01 \text{ 马力} \end{aligned}$$

按式(1-3-20) $P = 4.01 \times 0.736 = 2.95 \text{ kW}$

7. V带根数 Z

按式(1-3-21)计算，查表1-3-19和表1-3-20得 $K_1 = 0.97$ 、 $K_2 = 0.94$

$$Z = \frac{6.6}{2.95 \times 0.97 \times 0.94} = 2.45 \text{ (根)}$$

取普通B型V带3根

(二) 窄V带传动计算

1. 一根窄V带在标准长和包角为 180° 条件下传动的功率 P_{r} 为

$$P_{\text{r}} = d_p n [C_1 - C_2/d_p - C_3(d_p n)^2 - C_4(\log n + \log d_p)] + C_5 n \quad (1-3-26)$$

式中 P_{r} ——一根V带的标准传动功率，马力， $P = P_{\text{r}} \times 0.736 \text{ kW}$;

d_p ——小带轮的节径，mm;

n ——小带轮的转数，r/min;

C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 和 C_5 为常数，参看表1-3-24和表1-3-25。

2. 设计功率

设计功率 N_0 为

$$N_0 = N K_A K_M \quad (1-3-27)$$

其中 N 为传动功率, K_A 、 K_M 值见表 1-3-21 和表 1-3-22。

表 1-3-24 C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 值

型 号	C_1	C_2	C_3	C_4
3V	7.9079×10^{-5}	1.9912×10^{-5}	1.2803×10^{-17}	7.0417×10^{-6}
5V	2.1417×10^{-4}	1.0269×10^{-5}	3.6369×10^{-17}	1.8579×10^{-5}
8V	5.5120×10^{-4}	5.0028×10^{-5}	9.7825×10^{-17}	4.8597×10^{-5}

表 1-3-25 C_5 值

转数比(i)	型 号			转数比(i)	型 号		
	3V	5V	8V		3V	5V	8V
1.00~1.01	0	0	0	1.27~1.38	1.44×10^{-4}	7.66×10^{-4}	3.73×10^{-3}
1.02~1.05	1.84×10^{-5}	9.77×10^{-5}	4.76×10^{-4}	1.39~1.57	1.68×10^{-4}	8.96×10^{-4}	4.36×10^{-3}
1.06~1.11	5.00×10^{-5}	2.66×10^{-4}	1.30×10^{-3}	1.58~1.94	1.90×10^{-4}	1.01×10^{-3}	4.91×10^{-3}
1.12~1.18	8.72×10^{-5}	4.64×10^{-4}	2.26×10^{-3}	1.95~3.38	2.07×10^{-4}	1.10×10^{-3}	5.36×10^{-3}
1.19~1.26	1.19×10^{-4}	6.31×10^{-4}	3.07×10^{-3}	≥ 3.39	2.19×10^{-4}	1.17×10^{-3}	5.67×10^{-3}

表 1-3-26 带长修正系数 K_L

带长, mm	3V型	5V型	8V型	带长, mm	3V型	5V型	8V型
586	0.83			2997	1.12	0.99	0.89
673	0.84			3176	1.13	1.00	0.90
711	0.85			3353	1.14	1.01	0.91
762	0.86			3556	1.15	1.02	0.92
800	0.87			3810		1.03	0.93
851	0.88			4054		1.04	0.94
902	0.89			4318		1.05	0.94
953	0.90			4572		1.06	0.95
1015	0.92			4826		1.07	0.96
1080	0.93			5080		1.08	0.97
1143	0.94			5385		1.09	0.98
1207	0.95			5690		1.09	0.98
1270	0.96	0.85		5904		1.10	0.99
1346	0.97	0.86		6350		1.11	1.00
1422	0.98	0.87		6731		1.12	1.01
1524	0.99	0.88		7112		1.13	1.02
1600	1.00	0.89		7620		1.14	1.03
1702	1.01	0.90		8001		1.15	1.03
1803	1.02	0.91		8509		1.16	1.04
1905	1.03	0.92		9017		1.17	1.05
2032	1.04	0.93		9525			1.06
2159	1.06	0.94		10160			1.07
2286	1.07	0.95		10795			1.08
2413	1.08	0.96		11430			1.09
2640	1.09	0.96	0.87	12065			1.09
2692	1.10	0.97	0.88	12700			1.10
2846	1.11	0.98	0.88				

3. 窄V带的根数计算

窄V带的根数 Z 为

$$Z = \frac{N_0}{P_{r1}K_aK_L}$$

(1-3-28)

其中 K_a 参见表1-3-19; K_L 参见表1-3-26。

4. 小带轮外径选择

使用带轮外径过小, 会降低V带的使用寿命, 故建议按表1-3-27选择最小带轮外径。

表 1-3-27 最小带轮外径

型号	3V型	5V型	8V型
最小带轮外径, mm	70	180	300

5. 带型选择

根据设计功率的小带轮的转数按图1-3-22 (按马力或kW) 选择带型。如根据数据选点在交线附近, 则可按使用条件在线的两侧选型。

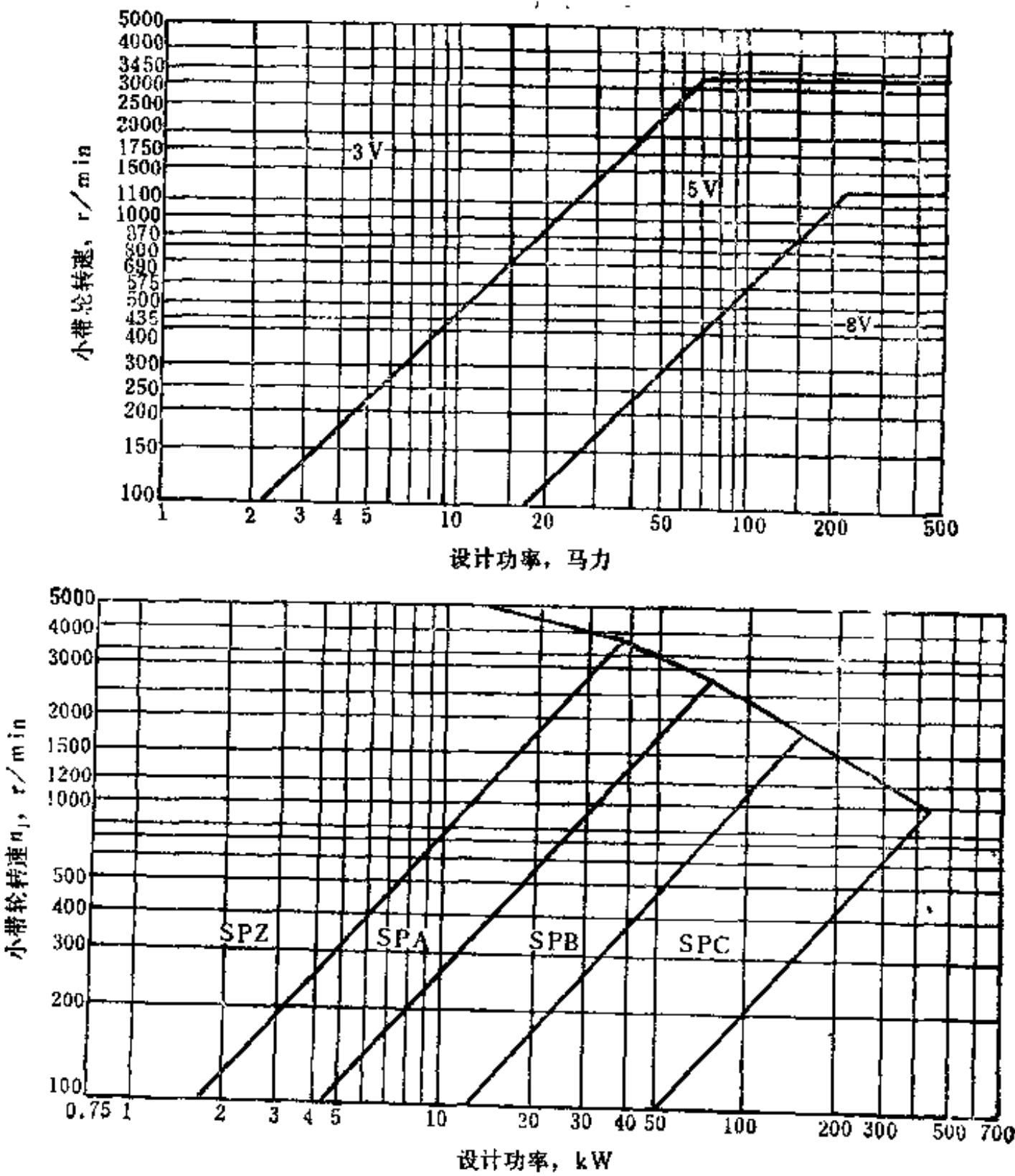


图 1-3-22 窄V带选型图

窄V带计算举例

破碎机每日工作24小时, 电机为37kW, 转速为870r/min, 从动轮转速为440r/min, 轴间距离为850mm, 无托辊支承, 请选用窄V带型号和使用的根数?

(1) 设计功率

因无托辊支承, $K_M=1$, 查表1-3-21, 得 $K_A=1.8$ 根据式(1-3-27), 得

$$N_0 = 37 \times 1.8 \times 1 = 66.6 \text{ kW}$$

(2) 窄V带选型

已知 $N_0=66.6\text{kW}$, 主动轮转速为870r/min, 按图1-3-22选得为5V型或SPC型。

(3) 选择主动轮外径 d_1

按表1-3-27, 得最小主动带轮外径为180mm, 则从动轮节径 d_2 为

$$d_2 = n_1/n_2 \times d_1 = 870/440 \times 180 = 356 \text{ mm}$$

两带轮转速比为

$$i = d_2/d_1 = \frac{356}{180} = 1.98$$

(4) 窄V带的长度

$$\begin{aligned} L &= 2 \times 850 + \frac{3.14}{2} (356 + 180) + \frac{(356 - 180)^2}{4 \times 850} \\ &= 2550 \text{ mm} \end{aligned}$$

(5) 一根窄V带传动的功率

一根窄V带在标准带长和包角为 180° 条件下, 其传动功率按式(1-3-26)和查表1-3-24, 表1-3-25得: $C_1=2.1417 \times 10^{-4}$; $C_2=1.0269 \times 10^{-2}$; $C_3=3.6369 \times 10^{-17}$; $C_4=1.8579 \times 10^{-3}$; $C_5=1.10 \times 10^{-3}$

$$\begin{aligned} \text{则 } P_{r1} &= 180 \times 870 \times \left[2.1417 \times 10^{-4} - \frac{1.0269 \times 10^{-2}}{180} - 3.6369 \times 10^{-17} \times (180 \times 870)^2 - \right. \\ &\quad \left. - 1.8579 \times 10^{-3} \times (\log 870 + \log 180) \right] + 1.10 \times 10^{-3} \times 870 \\ &= 13.9 \text{ 马力} \\ &= 10.3 \text{ kW} \end{aligned}$$

(6) 窄V带的根数

按式(1-3-28), 查表1-3-19和表1-3-26, 得 $K_1=0.88$, $K_2=1.02$

$$Z = \frac{66.6}{10.3 \times 0.88 \times 1.02} = 7.2 \text{ 根}$$

取8根。

第三节 V带的制造工艺

各类品种的V带, 除活络V带、冲孔V带、浇注型聚氨酯多楔带、大楔角V带等品种外, 其它各种V带的制造工艺流程与包布式和切边V带的生产方式基本相似。

一、包布式V带制造工艺

包布式V带生产工艺流程见图1-3-23。

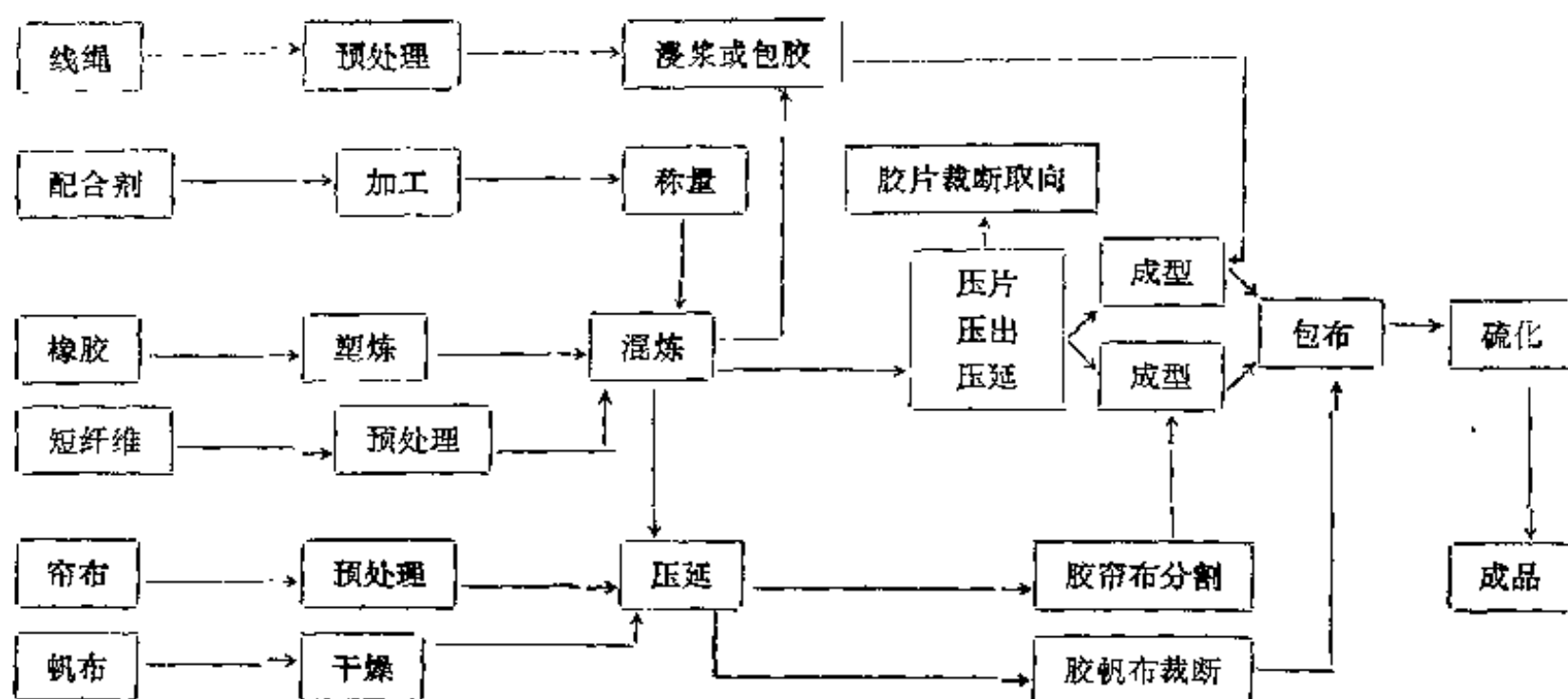


图 1-3-23 包布式V带生产工艺流程图

二、胶料的制备

胶料的制备包括塑炼和混炼。

1. 塑炼

V带各部件用胶料的性能不相同,所用塑炼胶的可塑度可按其用途控制。如包布擦胶的塑炼胶可塑度为0.5左右,帘布贴胶、线绳浸胶和缓冲胶为0.45左右,压缩层胶则为0.3左右。

V带用橡胶品种包括天然橡胶、氯丁橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶等。天然橡胶必须进行塑炼。氯丁橡胶一般不需要单独塑炼,只要经过3~5次薄通即可,薄通时辊温应低于40℃。丁苯橡胶、顺丁橡胶已具有一定可塑性,一般不需要塑炼。

2. 混炼

制造V带用的胶料,依照V带各部件胶料设计的配方,把配合剂和具有一定塑性的橡胶采用密炼机和开炼机混合。

氯丁橡胶在混炼时生热大、易焦烧、易粘辊,因此在氯丁橡胶混炼时,辊温一般控制40~50℃,氧化镁应先加入,防止焦烧,氧化锌应最后加入。可采用二段混炼法,先制成一段混炼胶,下片冷却停放8小时以上,再在第二段混炼加入硫化剂和活性大的促进剂,翻炼均匀下片,并尽量降低排胶温度。

三、胶片和胶条的制备

制造V带用压缩层胶、伸长层胶和缓冲胶等胶片或胶条,可采用压延机或挤出机制成各种规格的胶片或胶条,供成型使用。

1. 胶料热炼

胶料进入压延机或挤出机(冷喂料挤出机例外)之前,应在开炼机上热炼。

氯丁橡胶对温度比较敏感,因此选用氯丁橡胶配合的胶料在热炼时辊温应低,不超过65℃,而且热炼时间不宜过长。

2. 胶片和胶条的压型、压出

(1) 胶片压延 将已热炼好的胶料,在压延机上压片,胶片厚度可根据各型V带成型

工艺的需要确定, 掺短纤维的胶料压片厚度以控制为 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ 。辊温和辊距则根据各种胶料的特征进行调节。

(2) 胶条压型 胶条压型与胶片压延相似, 所不同的是在带有梯形槽辊压延机上进行, 当胶料通过带有槽形的槽辊时, 胶料压型成具有梯形截面形状的胶条。

(3) 胶条压出 胶条也可以采用螺杆挤出机压出, 螺杆挤出机有二种: 一种是普通型, 胶料进入挤出机之前, 需要热炼; 另一种是冷喂料挤出机。冷喂料压出时胶料不需要热炼, 直接供给胶料。两种挤出机相比较, 由于冷喂料压出, 消除了由于热炼存在的温差现象, 使压出的胶条形状和截面尺寸更趋于一致。

3. 胶片、胶条冷却

胶片 and 胶条压延、压型后, 温度较高, 需冷却定型, 以防止胶片、胶条在存放中产生自硫和使胶料恢复一定的挺性, 防止变形, 而且对胶片、胶条半制品进行冷却收缩, 可稳定其截面尺寸。

冷却方式可采用冷却辊冷却, 冷却后垫入衬布卷取; 也可采用冷水槽或喷淋冷却。用冷水槽冷却效果好, 经济简便, 占地面积小。在冷却中要防止胶条骤冷, 因为骤冷会引起局部收缩, 导致胶条变形和喷霜。通常先用约 40°C 水冷却, 然后导入 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 水中进一步冷却。冷却后裁断, 垫入衬布存放。

四、胶帘布、帆布的压延

制造 V 带用的帘布、帆布和已经浸渍热定型处理的帘布都要用压延机覆胶, 制成胶帘布和胶帆布。

1. 帘、帆布干燥

帘、帆布 (包括已浸渍处理) 在压延覆胶之前都需要干燥, 减少帘、帆布的含水率, 一般含水率控制 3% 左右, 因为含水率高会降低织物与橡胶的粘附强度。但干燥不能过度, 过度则会损伤织物纤维的强度。

干燥辊的表面温度和牵引速度可根据帘布、帆布的含水量和规格品种确定。如棉帆布 $21'/3 \times 3$ 、 $21'/5 \times 5$ 在干燥时的蒸汽压力控制为 $0.2 \sim 0.3\text{MPa}$ ($2 \sim 3\text{kgf/cm}^2$); 人造丝帘布干燥的蒸汽压力为 $0.34 \sim 0.4\text{MPa}$ ($3.5 \sim 4\text{kgf/cm}^2$); 涤纶帘布干燥温度低一些, 因温度高致使帘布收缩变形。为防止涤纶帘布干燥预热中收缩变形, 压延前后帘布都应保持一定张力, 经冷却卷取。干燥过程也是帘、帆布的预热过程, 使织物温度达 70°C 左右, 与压延机内的胶料温度相适应, 便于压延工艺。

2. 胶料热炼

胶料进入压延机之前, 需在开炼机上热炼。热炼过程分二步: 第一步粗炼, 目的是提高配合剂在胶料中的分散均匀性。第二步是精炼, 目的是提高胶料的热可塑性和温度, 使胶料柔软易于压延。

3. 压延工艺

帘布和帆布是两种不同结构的织物, 其覆胶的压延方法不相同。帘布采用贴胶 (亦称半擦) 工艺; 帆布采用擦胶工艺。

(1) 帘布贴胶 帘布贴胶可采用 H 型四辊压延机两面一次贴胶工艺, 该种工艺方法的优点是不损伤帘线, 经线排列整齐, 生产效率高。也可以采用三辊压延机, 分二次贴胶。第一面帘布贴胶, 即中、下辊缝间没有存胶; 第二面压力贴胶, 即中、下辊缝间有一定量的存

胶, 利用辊缝中存胶压力, 把胶料压到帘布线缝中去, 增加胶料对帘布的渗透力。因此胶料和帘线的粘附强度高, 在胶帘布分扯时, 不会产生脱胶 (亦称扒皮) 现象。

(2) 帆布擦胶 帆布擦胶工艺有厚擦 (即中辊全部包胶) 和薄擦 (即中辊半辊包胶)。V 带用帆布大都属于轻型帆布, 帆布厚度都在 1mm 以下, 通常采用厚擦工艺已能满足产品性能要求。厚擦工艺操作简便, 帆布不易轧坏。有时也可以采用一面厚擦, 而第二面则用薄擦工艺, 薄擦工艺能使胶料渗透性好, 渗入帆布的布缝中, 能提高帆布的附胶量, 有利于提高包布层间粘附强度。

氯丁橡胶对温度敏感性大。通用型氯丁橡胶在温度为 75~95℃ 时易粘辊, 压延困难。因此, 氯丁橡胶胶料在压延中辊温控制应低于或高于这个温度范围才能得到良好的压延效果。一般采用辊筒温度不超过 65℃ 的低温压延法。对质量要求较高的胶布则采用高温压延, 辊温高于 95℃, 上、下辊温达 100~110℃。胶布压延后, 迅速冷却, 防止焦烧自硫。

五、胶帆布、胶帘布、胶片裁断

1. 胶帆布裁断

制造 V 带用的胶帆布, 须按各种类型、品种规格的 V 带所用胶帆布的宽度和角度裁断。胶帆布裁断角度 (即裁断线与胶帆布经线的垂直线所构成的夹角) 为 45°, 允许公差为 $\pm 2^\circ$ 。裁断宽度 (即两条裁断线之间的垂直距离) 应按照各种类型 V 带施工标准中规定的宽度, 允许公差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

胶帆布裁断机有两种: 一种是立式单刀裁断机, 该裁布机一次只能裁断一条, 生产效率低, 裁断胶帆布的角度和宽度精确度高, 没有废边损耗, 适合生产规模较小的工厂使用; 另一种是卧式多刀裁断机, 该裁布机一次可以裁断多条, 因此生产效率高, 劳动强度低, 裁断的胶帆布的宽度和角度允差小, 但废边损耗较大, 适合大、中型工厂使用。

2. 胶帘布分扯

制造 V 带用的胶帘布, 应按照各型 V 带的施工标准中规定的胶帘布的宽度或帘线的根数, 在胶帘布分扯机上将整卷胶帘布分扯后卷取, 卷取时应垫以衬布, 或涂刷少量的硬脂酸锌, 防止卷取后胶帘布相互粘住, 避免胶帘布在成型贴合时伸长不均。分扯时如果质量不符合要求的胶帘布, 如轧坏、缺胶、打褶等缺陷, 应处理完善后使用, 不能处理的部位应予以剔除。已分扯的胶帘布应保持清洁, 整齐卷取备用。

3. 胶片裁断

含有短纤维的压缩层胶片, 需用专用胶片裁断机, 按照 V 带成型时所需要宽度作为胶片裁断的长度。胶片裁断后, 将裁断胶片调转 90° 角度, 对缝并接后卷取, 垫以衬布, 其目的是改变胶片中短纤维排列方向。在裁断操作中应做到不能把胶片拉薄, 先后厚薄均一, 接缝处平直, 整齐卷取备用。

4. 具有梯形截面压缩层胶条裁断

压型或压出的压缩层胶条, 应在胶条压型压出停放 8 小时后再进行裁断, 裁断长度约为 V 带带长的 90%, 裁断斜度为 30~45°, 按施工标准规定的压缩层胶比重称重, 称重后搭接成环形状, 供带芯成型备用。压缩层胶条搭接的接头不能歪斜, 接头部位要牢固。

六、线绳覆胶

制造 V 带用各种已经浸渍、热定伸等预处理的线绳, 包括粘胶强力人造丝、涤纶纤维和

玻璃纤维等，在V带成型缠绕之前，应在线绳外表涂覆一层胶料，提高线绳和缓冲胶料的粘附强度。线绳覆胶有两种方法。

1. 线绳浸胶浆

将线绳通过胶浆1~2遍。第一遍用较稀的胶浆，待干燥后，第二次用较浓的胶浆浸渍，浸渍后通过温度为70~90℃的烘道干燥。要求浸浆均匀，浸浆后线绳要保持干燥清洁，停放时间不能超过7天。

胶浆制备：线绳浸浆用胶浆，其胶料与溶剂比例为1:3；用搅拌器可以加速胶料溶解；如选用天然橡胶和丁苯橡胶胶料时，用汽油作溶剂；选用氯丁橡胶为主的胶料，则溶剂选用苯或乙酸乙酯等。要求胶片应全部溶解。

2. 线绳包胶

线绳可以用挤出机在线绳外表面包覆一层胶料。

七、成 型

成型是把构成V带的各个部件，依一定顺序按照各部件位置，遵循生产工艺，用成型专用设备制成V带的带坯。根据每次成型带坯数量，可分为单根成型和多根成型。按照各部件贴合先后的顺序，可分为正成型和反成型。

（一）单根成型

采用具有相应的标准槽轮、将包布、压缩层胶条、胶帘布或覆胶线绳、伸张层胶片或缓冲层胶片等半制品，依照结构顺序贴合和缠绕成型的方法。在成型操作中，应严格执行工艺，各种半制品如包布、胶帘布、线绳和胶条等的规格尺寸均应符合施工标准，在胶帘布贴合时，各层胶帘布的伸张要一致，在缠绕时线绳前后张力要保持一致，且排列要整齐。各个部件贴合要紧密。单根成型方法由于生产效率低，劳动强度高，产品质量不稳定，目前已很少采用。

（二）成组成型（多根成型）

成组成型先将带芯成型，然后在包布机上包布成带坯。

1. 帘布芯V带的带芯成型

帘布芯V带带芯成型通常采用正成型，在成组切割机上进行。其操作程序是把搭接成环形的压缩层胶条套在带有圆盘刀片的主动辊和伸张辊上，边转动边伸长，伸至预定的长度后，再贴合数层（2至7层，视各V带确定）胶帘布，并贴合伸张层胶片，然后用挤压辊把带芯切割开。

在带芯成型操作中，首先应做到准确测量长度。压缩层胶条伸长要均匀，不能局部拉细。胶帘布贴合要整齐，不能歪斜，贴合层数要严格执行工艺规定，每层胶帘布的伸张应保持基本一致。切割的带芯应整齐挂在专用架上，送包布机上包布。

2. 绳芯V带的带芯成型

绳芯V带带芯通常采用单鼓成型机反成型方式。反成型的优点是线绳排列整齐，胶带长度尺寸准确。单鼓成型机的操作步骤为：按照所生产V带的长度尺寸选择和安装大小合适的膨胀鼓（即成型鼓，在一定尺寸范围可以伸大或缩小），并在膨胀鼓上涂刷一层滑石粉或硬脂酸锌，然后在膨胀鼓上套上外周长与所成型V带内周长相等的保护胶套（这种胶套通常采用未加硫化剂的胶片，其胶料配方设计与V带缓冲胶胶料相同），然后使膨胀鼓胀开，在保护胶套上均匀涂一层硬脂酸锌，使带板成型后不会与胶套相粘；旋转落胶架，贴合伸张胶片

或缓冲胶片，至工艺规定的厚度，将胶片裁断后搭接，其搭接长度为5mm，然后在胶片表面涂刷一层胶浆或汽油，待干燥后开启线绳自动控制装置，根据成型V带类型和线绳规格确定一定的张力，一般张力大小为5~50N/根，沿着1.5~2.5mm的螺距缠绕线绳，在线绳表面均匀地涂刷一层胶浆，待干后，旋转供料架，依次贴合缓冲胶片和压缩胶片，达到规定厚度后裁断胶片，把接头处压平压牢固。开启自动切割装置进行多刀切割。根据成型机特性，可以将带芯切割成矩形或Y形；然后把膨胀鼓收缩，逐条取出带芯。Y型带芯直接送包布机上包布成带坯。而矩形带芯须在削角机上经断面切削成梯形带芯后才能送包布机上包布成带坯。

在成型操作中，各种半制品包括胶片、线绳均应符合施工标准；缠绕线绳时，自始至终应保持恒定张力；贴合时，每贴合一层都要均匀地涂刷上汽油，待汽油干燥后再贴合，各层胶片贴合要紧密，不能夹入空气；每层胶片接缝处要平直。切割带芯时应喷压缩空气和水（使喷水成雾状）；切割好的带芯应整齐悬挂在专用架上备用。

3. 断面削角

成型切割成矩形的带芯，在断面削角机上将截面精确地切削成等腰梯形的截面带芯。在带芯削角操作中，首先要准确校正切削刀片的角度，调换好相应槽轮；切削时气压控制约为0.15MPa(1.5kgf/cm²)。切削时应注意不能损伤线绳。

4. 包布

包层式V带的带芯，包括帘布芯和绳芯结构，都要用包布机在带芯外面包上1~2层的胶帆布。

包布机的操作程序为：根据V带规格量好尺寸，固定被动槽轮位置；将带芯套在主动槽轮和被动槽轮上；开动伸长开关，使带芯伸长，升起包布辊，将布包好。然后缩回被动槽轮，取下带坯。

在带芯包布的操作中，带芯要在包布机上伸足后再包布；包布要包紧，里外二层包布接头不允许重叠，应相距100mm以上；包布的剪头角度为45±2°；纵向搭缝要平直，不能包到工作面（V带的两侧面）；包好胶帆布的带坯要按照各型V带带坯比重称量，分档配组，供硫化用。带坯应整齐悬挂在专用架上，防止带坯扭曲变形。

八、硫 化

包布式V带通常采用颚式平板硫化机、硫化罐和鼓式硫化机等硫化设备进行硫化。

（一）颚式平板硫化机硫化（简称平板硫化）

硫化条件：

V带硫化单位压力：2.0~2.5MPa(20~25kgf/cm²)

蒸汽压力：0.4~0.44MPa(4~4.5kgf/cm²)

硫化时间：根据制造厂具体情况确定

硫化机表压 $P_{\#}$ 按下式计算：

$$P_{\#} = \frac{P_{\#} L b}{\pi r^2}$$

式中 $P_{\#}$ ——颚式平板硫化机表压，MPa；

$P_{\#}$ ——V带单位压力，MPa；

L ——颚式平板硫化机槽板的长度，cm；

- b ——硫化V带的总宽度, cm;
 n ——颚式平板硫化机的唧筒个数;
 π ——圆周率, 取3.1416;
 r ——颚式平板硫化机唧筒半径, cm。

颚式平板硫化机适用于硫化较长的V带, 其特点是硫化长度可在硫化机设计长度范围内任意调节, 只要更换槽板和槽轮, 可硫化多种截型的V带, 因此, 适应面广。但由于分段逐段硫化, 每次交接硫化处都有一段重复硫化段。因此, 致使V带整条硫化程度不均匀, 影响V带的质量。

在V带硫化操作中, 首先检查设备是否正常运转, 平板端部冷却水应保持畅通。现在, 以硫化机热板为中心, 准确测量和调整两端槽辊的距离。将成型称量配组的带坯装机硫化, 要边运转边伸长, 并防止带坯扭曲和局部拉窄, 达到工艺要求长度后, 加压硫化, 每硫化一段, 应开启硫化机, 把已硫化的一段V带转出热板, 进行下一段带坯硫化, 逐段把整条V带全部硫化完。如果V带的强力层材质采用合成纤维。待V带全部硫化完毕后, 应在原张力下冷却定型, 稳定V带的长度尺寸。为了保证V带外观质量, 颚式平板硫化机应保持清洁, 盖板和槽板应定期清洗。

(二) 硫化罐圆模硫化

硫化罐圆模硫化是将V带带坯装入圆形的模具上, 放入硫化罐内用直接蒸汽加热硫化。硫化罐可分卧式和立式两种。硫化加压方式有: 用钢圈紧箍、用水包布包扎和胶套三种加压方式。

1. 用钢圈紧箍加压法

用钢圈紧箍加压方法适用于尺寸短的单根V带硫化。在装入V带带坯的模具外面, 用外钢圈套上, 用螺丝螺栓捻紧加压。这种加压方式, V带受到压力大。但在加压过程中, 因钢圈收合时易将开口处那段V带绳芯挤弯, 严重地影响V带内在质量, 而且操作劳动强度高, 生产效率低, 已日趋淘汰使用。

2. 用水包布包扎加压法

用水包布包扎加压法适用于短尺寸、截型小的V带硫化。在装满V带带坯的模具外面, 用专用扎水包布机, 包括数层水包布, 要求粗水包布层数不少于5层。该加压方法压力小, 劳动强度大, 帆布损耗大, 因此, 也将逐步淘汰使用。

硫化条件

加热方式: 直接蒸汽

蒸汽压力: 0.38~0.41MPa(3.9~4.2kgf/cm²)

硫化时间: 20min

3. 用胶套加压(即胶套硫化)

胶套硫化的工作程序是: 将成型好的V带带坯逐条套在硫化模具上, 待装套满模具后, 放置于压模机上将带模压紧, 用螺栓把带模紧固, 然后将模具放置于立式硫化罐内, 套上胶套(胶套也可以固定在硫化罐内), 盖上盖板(盖板也可以固定在硫化罐的罐盖内), 封闭罐盖, 通入蒸汽硫化。

硫化工艺条件

加热方式: 直接蒸汽

蒸汽压力: 外压为0.8~0.98MPa(8~10kgf/cm²)

内压为0.5~0.6MPa(5~6kgf/cm²)

硫化时间：根据制造V带的品种和胶料等因素确定

在胶套硫化操作过程中，首先是选用的胶套大小要适中，硫化时需先通入外压蒸汽，达到规定的蒸汽压力后，再通入内压蒸汽，达到规定的蒸汽压力后计时，硫化过程中自始至终应保持工艺规定的压差0.3~0.4MPa(3~4kgf/cm²)。完成硫化过程后排放内压蒸汽至零，排放外压蒸汽至零；开启罐盖，取出模具，放入冷却罐内冷却，待温度降至60℃以下卸模逐条取出V带。胶套应保温待用，硫化模具应保持清洁，并定期涂刷脱模剂。

胶套硫化能使V带受热均匀，硫化后压力比水包布加压的压力大，无重复硫化段，成品质量好，V带长度尺寸允差小，劳动强度低，适合于截型小、尺寸短和批量大的V带硫化。

胶套是在高温下使用（温度通常为160℃左右）。因此制造胶套用的胶料应具有优良的耐热老化性能，较高的拉断伸长率和较低的永久变形等特性。在配方设计中一般选用丁基橡胶或三元乙丙橡胶，采用低硫高促硫化体系，随着硫黄用量的减少（丁基橡胶以100份计，硫黄用量为0.4份），可以显著地提高胶料的耐氧化、耐热老化性能。还可以采用树脂硫化体系，如溴化酚醛树脂和叔丁基苯酚甲醛树脂，使胶料具有优良的耐老化性能。

制备胶套是在一个特制的金属圆筒上，将厚度为1.5~1mm胶片逐层贴合在圆筒上，当胶片总厚度达6~8mm时停止贴合，固定两端档边，用水包布包扎加压，置于硫化罐内硫化，用直接蒸汽加热，其硫化温度和时间根据胶料所选用的橡胶品种和硫化体系等具体条件确定。

（三）鼓式硫化机硫化

鼓式硫化机是一种连续硫化设备，它用回转的加热鼓（即硫化鼓）硫化V带，利用硫化鼓和套在鼓上的钢丝编织罩（即压力罩），在硫化过程中连续给V带加热、加压硫化。

工艺条件

加热方式：热罩用电加热；

硫化鼓用蒸汽或电加热

硫化温度：热罩温度为 $170 \pm 2^\circ\text{C}$ ；

硫化鼓温度为 $153 \pm 2^\circ\text{C}$

硫化压力：0.64MPa(6.5kgf/cm²)

硫化时间：硫化全过程分预硫化和正硫化两个阶段，具体硫化时间视V带型别确定

冷却定型：正硫化结束，硫化鼓快速转动，冷却定型5分钟，使V带温度降至60℃以下卸带

鼓式硫化机硫化操作中，应保证设备运转正常，硫化鼓的槽内需装满带坯。V带硫化要经过预硫化和正硫化二个过程，在预硫化过程中，加热罩停止加热，V带不伸长。正硫化开始，热罩开始加热，V带作等比例伸长，正硫化结束，钢罩卸压取下，硫化鼓快速转动冷却定型，V带温度降至60℃以下卸带，以稳定V带尺寸。

鼓式硫化机硫化V带，与水包布加压圆模硫化相比较，具有硫化长度范围大，硫化压力大，自动化程度高，劳动强度低等优点。与额式平板硫化机硫化相比较，具有连续硫化、重复硫化段少等优点，有利于V带质量提高。

鼓式硫化机按照V带在硫化机上的放置状态，可分立式、卧式和立卧式等几种类型。

九、成品整理

V带硫化后，成品须经整理入库。

1. 修边

用颚式平板硫化机硫化的V带有废边修去，但不能把包布修破。

2. 测长

V带应逐条在测长机上测量长度，接规定的组差配差。

3. 检验

按照V带的产品标准中规定的验收规则，抽查V带的物理机械性能。逐条检查V带的外观质量。

4. 包装入库

凡已经检查、测量的V带，合格品应捆扎包装入库。

十、切边V带工艺简述

切边V带是侧面为切割面（即无包布）的V带。普通V带、窄V带、宽V带、带齿V带等类型V带都可以采用切割生产工艺，制成切边V带。

1. 切边V带生产工艺流程

切边V带生产工艺流程见图1-3-24。

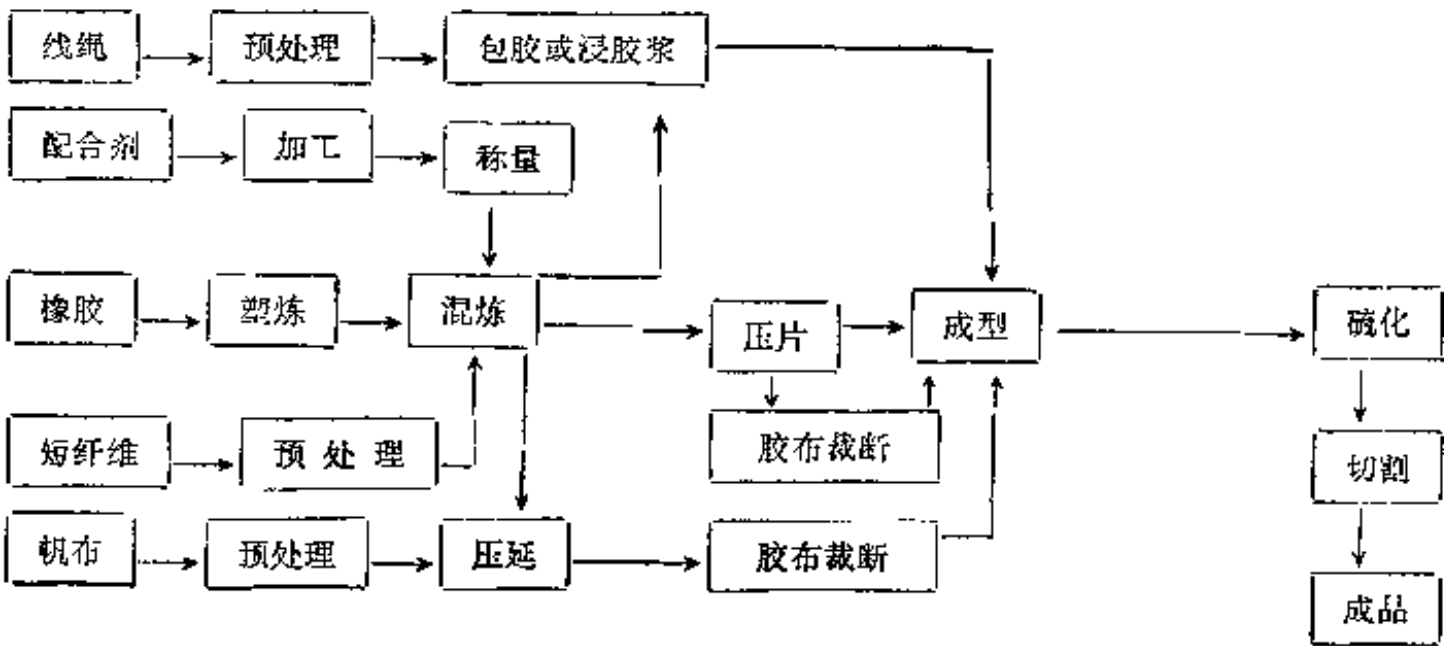


图 1-3-24 切边V带生产工艺流程图

2. 准备工艺

切边V带所用的胶料、胶片、胶布、线绳等半制品的制备工艺，与包布式V带的准备工艺基本相似。

3. 带坯成型

各种类型切边V带均采用单鼓成型机成型带坯。在成型鼓上，把构成V带各部件的胶布、胶片和线绳，按其结构组成依次贴合缠绕。根据贴合缠绕顺序的先后，可分正成型和反成型两种方式。

(1) 正成型 正成型生产程序是：按照生产切边V带的长度尺寸和外形选择和安装适合的固定鼓（即成型鼓），在鼓上涂刷隔离剂，特别是齿形鼓，要求每一条齿形上都要涂到，但不要过多；旋转胶布供料架，在固定鼓上铺贴胶布；旋转压缩层胶片供料架，贴合数层掺

短纤维的压缩层胶片，达规定的厚度后，将胶片裁断，然后旋转缓冲胶片供料架，贴缓冲胶片；胶片裁断后，用压辊将胶片压紧，并在缓冲胶的表面涂刷一层胶浆；待胶浆干燥后，开启线绳自动控制装置，在张力为5~50N（视切边V带规格和线绳的粗度确定）范围内，依一定的螺距（1.5~2.5mm）缠绕线绳；毕后在线绳表面均匀地涂刷一层胶浆，干燥后旋转缓冲胶供料架，贴合缓冲胶片；最后贴合数层胶布（即顶布）。带坯成型完，连同成型鼓取下送往硫化。如果切边V带是带内齿型，应选用外周带齿的固定鼓成型。该种成型工艺适合生产品种单一、产量较高的切边V带。

（2）反成型 反成型是采用与正成型相反的供料顺序，在固定鼓上先贴合数层胶帆布（顶布）；依次贴合缓冲胶片；然后缠绕线绳；再贴合缓冲胶片和压缩层胶片，最后贴合数层胶帆布（底布）。带坯成型完后，连同成型鼓取下送往下工段硫化。若是内齿形切边V带，则选用不带齿槽的固定成型鼓，在硫化时应用内壁有齿槽的硫化胶套。

在成型操作过程中，各种半制品如胶布、胶片、线绳均应符合工艺标准，各层胶片接缝处要平直，各层贴合要紧密，缠绕线绳时，自始至终应保持恒定的张力。

4. 胶套硫化

切边V带采用立式硫化罐胶套硫化。其操作程序是：把固定成型鼓连同带坯从成型机取下，置于立式硫化罐内，套上胶套（胶套也可以固定在硫化罐内），盖上盖板，封闭罐盖；通入外压蒸汽，待蒸汽压力达0.8~0.98MPa（8~10kgf/cm²）后，再通入内压蒸汽达0.5~0.6MPa（5~6kgf/cm²）时计时，硫化时间则根据硫化V带的品种确定。在硫化过程中，内外蒸汽压力自始至终保持一定的压差0.3~0.4MPa（3~4kgf/cm²）。硫化完毕排放内压蒸汽，在排放外压蒸汽至零；开启罐盖，取出成型鼓连同已硫化好的V带带板；放入冷却槽内冷却；待V带带板温度降至60℃以下，用脱模机把V带带板从成型鼓上卸下。

5. 切边V带成品切割

把已经硫化的V带带板置于专用的切割机上，按切边V带的楔角角度和带体宽度进行成品切割。

成品切割也可以把脱模的V带带板套在带有衬垫的膨胀鼓上，置于成型切割机上切割，然后收缩膨胀鼓，逐条取下切边V带。切割刀具采用旋转式圆型刀片。

在成品切割操作中，刀具角度要校正好，确保切边V带成品的楔角和顶宽。

6. 成品入库

已切割好的切边V带，按产品标准检查内外质量，合格品包装入库。

十一、聚氨酯多楔带制造工艺简述

1. 聚氨酯多楔带生产工艺流程

聚氨酯多楔带生产工艺流程见图1-3-25。

2. 专用原材料

聚氨酯多楔带用的聚氨酯橡胶的物理机械性能如表1-3-28所示。

3. 聚氨酯橡胶的制备

聚氨酯橡胶的制备要经过以下几道工序。

（1）聚酯合成 聚酯由己二酸、乙二醇、丙二醇按一定配比进行聚缩反应，制成二端带羟基聚酯。

（2）预聚体的制备 用聚酯和过量的2,4-甲苯二异氰酸酯（商品名为TDI）反应生成

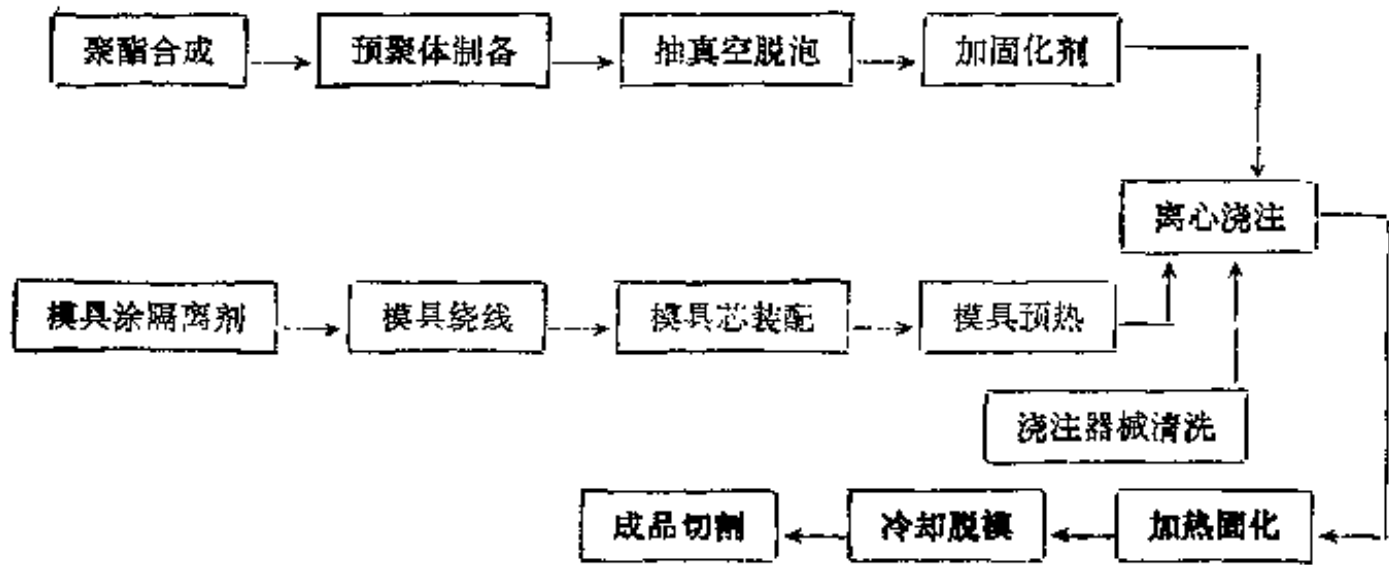


图 1-3-25 浇注型聚氨酯多楔带生产工艺流程图

表 1-3-28 聚氨酯橡胶物理机械性能

项 目	橡 胶 硬 度	拉伸强度, MPa	扯断伸长率, %	永久变形, %
指 标	78±3	≥39	≥450	≤15

链端含异氰酯基(NCO—)的聚合物,称为预聚体。

(3) 硫化弹性体(聚氨酯橡胶)的制备 将已反应好的预聚体抽真空脱泡30分钟,在预聚体内加入交联剂3,3-二氯-4,4-二氨基联苯甲烷(商品名为MOCA),经搅拌1~2分钟,反应生成具有一定交联度的弹性体,即聚氨酯橡胶。随后立即进行离心浇注成型。

以上几道工序中,原材料配比和工艺条件详见聚氨酯同步带生产工艺一章。

4. 浇注成型

聚氨酯多楔带采用离心浇注成型工艺。其操作步骤如下。

(1) 先将聚氨酯多楔带的内模模具组装成一个整体,并清除模具表面的油污杂质,然后均匀涂刷硅酯脱模剂。

(2) 缠绕线绳 将已组装处理的内模模具安装在绕线机上,调整螺距(0.75~1.5 mm,视线绳规格而定),以定张力在内模模具上缠绕线绳,自始至终应保持恒定张力,线绳排列整齐。

(3) 把外模模具套上,进行模具总组装。

(4) 预热处理 将已绕好线绳的整套模具放入烘箱或烘房内,进行预热,使之温度达到100±10℃备用。

(5) 离心浇注 将预热处理模具安置在离心机内,高速旋转,转速为900~2200r/min。然后浇入已配制好的液体聚氨酯胶料。浇注到胶料充满模腔。高速旋转约3分钟,待胶料粘度增大,停止离心机转动,准备固化。

5. 加热固化

将已浇注好的聚氨酯多楔带模具置于烘箱或烘房内加热固化。

加热温度:烘箱为140±5℃;烘房为110±5℃

加热时间:烘箱为120±10分钟,烘房为210±10分钟

6. 冷却,脱模

将已加热固化的模具置于冷却罐内冷却至60℃以下,移至脱模机上,先把内外模具分

开，然后把聚氨酯多楔带取下。

7. 成品切割

将聚氨酯多楔带装在切割机上，按生产计划规格切割，切割的成品经检验合格，包装入库。

8. 模具清洗

为了保证聚氨酯多楔带截面几何尺寸，模具必须定期清洗。一般情况下，模具使用 150 次左右需清洗一次。其清洗方法是：将模具的内模和外模放在烧碱溶液中浸20小时左右，内模用砂皮逐步铲除污垢；外模内腔也用砂皮清除污垢。

浇注器械也要及时清洗干净。

十二、活络V带制造工艺

(一) 活络V带生产工艺流程

活络V带生产工艺流程图如图1-3-26所示。

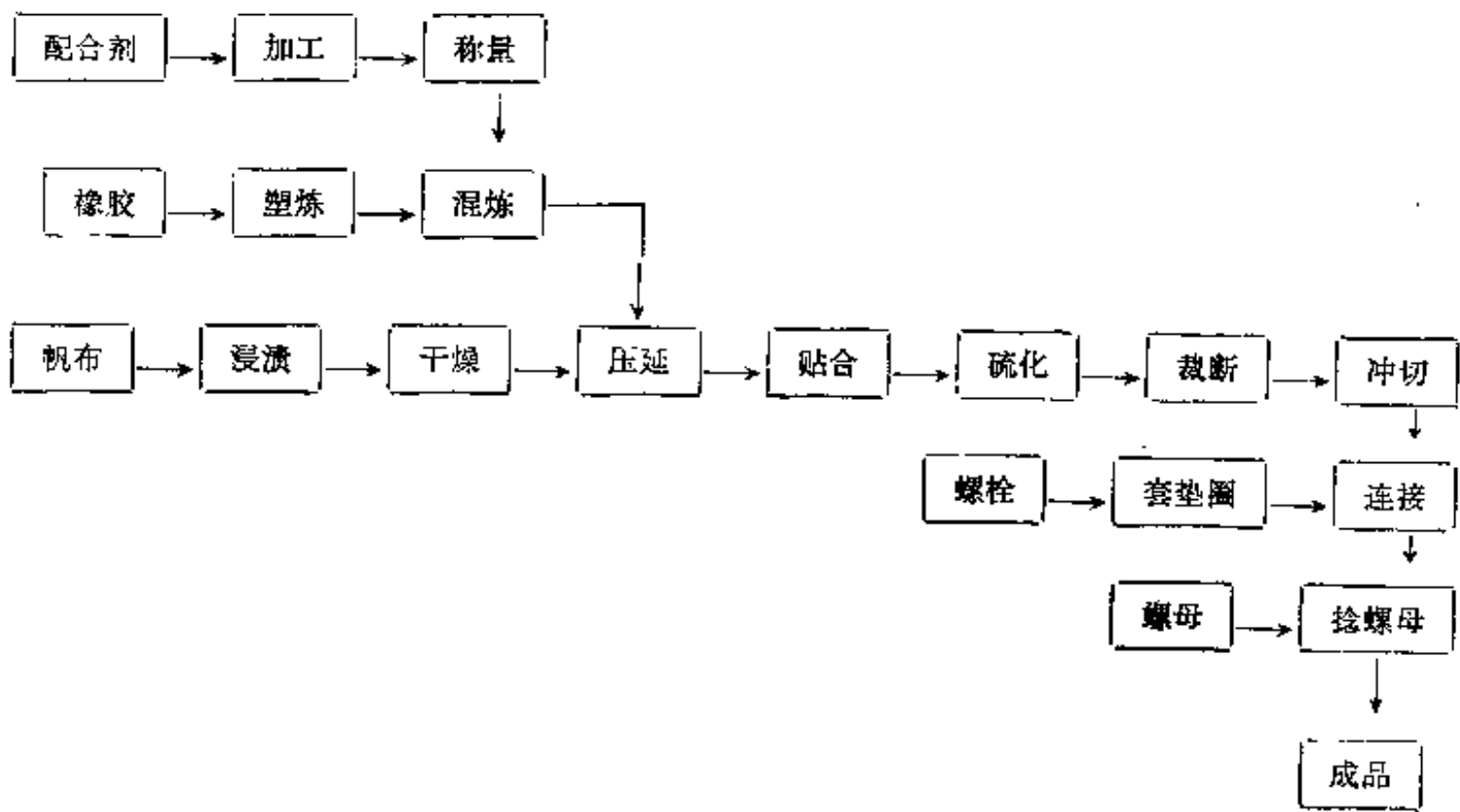


图 1-3-26 活络V带生产工艺流程图

(二) 活络V带专用的原材料

1. 帆布

帆布规格20 S /10×10，其性能见表1-3-29。

表 1-3-29 帆布性能

项目 规格	密度，根/10cm		拉伸强度，kN/5×20cm		扯断伸长率，%		厚度 mm	干重 g/m ²	回潮率 %
	经 向	纬 向	经 向	纬 向	经 向	纬 向			
20S/10×10	132±3	92±3	≥2.5	≥2.3	30±3	12±3	1.2±0.1	700±30	8

2. 金属材料

(1) 螺栓 螺栓符号部位见图1-3-27。尺寸及公差见表1-3-30及表1-3-31所示。

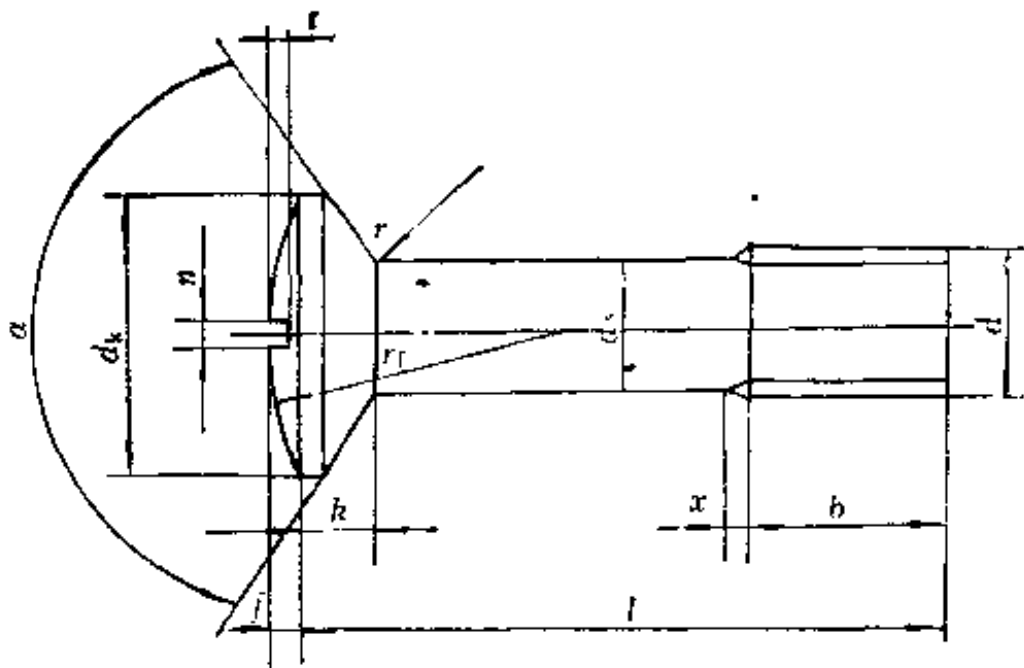


图 1-3-27 螺栓尺寸符号部位图

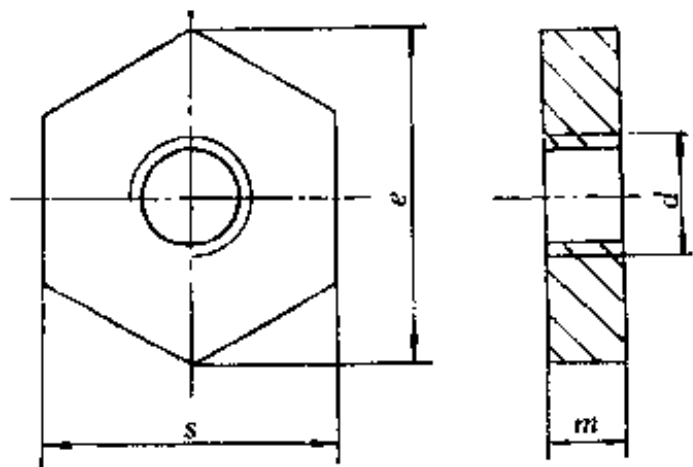


图 1-3-28 螺母的几何尺寸符号部位

表 1-3-30 螺栓尺寸及允差

单位: mm

胶 带 型 号		A	B	C	D	E
螺纹直径 d		3.5		5	6	
螺距		0.6		0.8	1	
b	最 小	6		7	8	
d_k	最 大	7		10	12	
	最 小	6.64		9.64	11.57	
k	最 大	1.6		2.25	2.7	
f		0.8		1.2	1.5	
n	公 称	0.8		1.2	1.6	
	最 小	0.86		1.26	1.66	
	最 大	1		1.51	1.91	
r		0.4		0.5	0.6	
l	最 大	0.84		1.20	1.44	
	最 小	0.56		0.80	0.96	
x	最 大	1.5		2	2.5	
r_1		8		11	12.8	

续表

胶 带 型 号		A	B	C	D	E
α	最 大	136°				
	最 小	132°				

表 1-3-31 螺栓尺寸及允差 单位: mm

胶 带 型 号			A	B	C	D	E
螺纹直径d							
L							
公 称	最 小	最 大					
19	15.45	16.55	✓				
19	18.35	19.65		✓			
21	20.35	21.65			✓		
30	29.35	30.65				✓	
34	33.20	34.80					✓

注: 1. 最小和最大值按ISO4759/I规定的L>50mm时的温差。
2. ✓——商品的长度范围。

(2) 螺母 螺母符号见图1-3-28。尺寸及公差见表1-3-32所示。

表 1-3-32 螺母尺寸及公差 单位: mm

胶 带 型 号		A	B	C	D	E
螺纹直径d		3.5		5	6	
螺 距		0.6		0.8	1	
S	最大	10		12	14	
	最小	9.64		11.57	13.57	
M	公称	2.5		3	3.5	
	最小	2.3		2.8	3.28	
	最大	2.7		3.2	3.71	
e	最小	10.9		13.08	15.34	

(3) 金属垫圈 金属垫圈符号部位见图1-3-29, 尺寸及公差见表1-3-33所示。

表 1-3-33 金属垫圈尺寸

单位: mm

胶 带 型 号		A	B	C	D	E
螺栓的公称直径 d		3.5		5	6	
d_1	最大	3.9		5.4	6.46	
	最小	3.6		5.1	6.1	
d_2	最大	8		12	15	
	最小	7.64		11.57	14.57	
S	公称	0.8		1	1.2	
	最小	0.7		0.9	1.0	
	最大	0.9		1.1	1.4	
α	公称	13.4°				
	最大	14.0°				

注: d_1 之最大尺寸按ISO/4759/Ⅲ A级产品 $S>4$ 时的偏差取。

(4) 皮制垫圈 皮制垫圈尺寸及允差见表1-3-34。

螺栓、螺母、垫圈均为专用配件,其尺寸及允差均应符合上列各表规定,此外还须符合如下技术要求。

- ① 金属垫圈的材料为A₃、或B₂、B₃。
- ② 螺栓的 d_3 尺寸近似等于螺纹中径尺寸,但不得小于中径的最小极限尺寸。
- ③ 螺纹长度 b ,允许加2倍的螺距为最大。

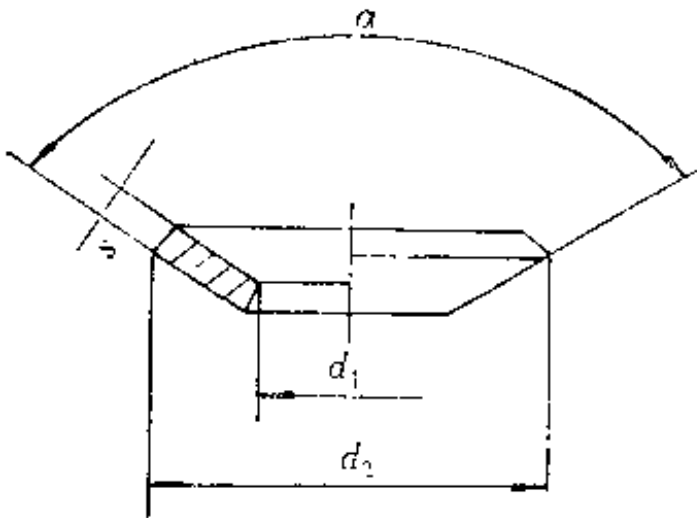


图1-3-29 金属垫圈的几何尺寸符号部位

表 1-3-34 皮制垫圈尺寸及允差

单位: mm

项目 型号	螺栓的公称直径 d	孔 径		直 径		孔的允许偏差
		尺 寸	允 差	尺 寸	允 差	
A, B	3.5	3.5	+0.5	9.5	+0.5	0.5
C	5	5	+0.5	14	0.5	0.5
D, E	6	6	+0.5	15.5	+0.5	0.5

- ④ 表面处理 活络V带螺栓、螺母和垫圈的全部表面应镀锌及纯化,复层厚度、螺栓和螺母为0.006~0.009mm,垫圈为0.004~0.006mm。
- ⑤ 机械性能 螺栓的机械性能按GB3098.1—82中性能等级为4.8级的规定;螺母的机械性能按GB3092.2—82中性能等级为0.4级的规定。
- ⑥ 螺纹 螺纹尺寸按GB196—81中规定;螺纹允差按GB197—81的规定,螺栓为6g

级，螺纹为6H级。螺纹正规的旋入量不得超过2扣。

⑦ 形位公差 见表1-3-35所示。

表 1-3-35 螺栓、螺母、垫圈的形位公差

单位：mm

胶 带 类 别	A	B	C	D	E
螺栓的公称直径 <i>d</i>	3.5		5	6	
螺钉头支承面对螺钉轴心线的跳动量			0.36		
螺钉起子槽宽对螺钉轴心线的对称度			0.24		
螺母 <i>S</i> 面对螺母孔轴心线的同轴度	0.44		0.54		
螺母支承面对螺母孔轴心线的垂直度			10		
垫圈外径对垫圈孔轴心线的同轴度	0.30		0.36		

(三) 工艺过程

1. 胶帆布贴合

将数层胶帆布在多层贴合机上整齐贴合。胶帆布贴合层数见表1-3-36。

表 1-3-36 活络V带各型贴合层数

型 别	A	B	C	D	E
贴合层数, 层	4	4	4	5	5

胶帆布贴合时，厚擦面朝外，中间依次贴合，各层胶帆布要平直，不能打褶，横向搭接宽度为20~25mm。贴合的胶帆布垫入衬布，整齐卷取。

2. 硫化

将贴合好的胶布在平板硫化机上硫化。硫化工艺如下：

硫化蒸汽压力：0.4~0.44MPa(4~4.5kgf/cm²)

硫化温度：151~155℃

硫化时间：按下式计算

硫化总时间(min)=5min(基分)+胶布层数×1min

硫化压力：1.5~2.0MPa(15~20kgf/cm²)

硫化伸长：5.5~6%(棉帆布)

在硫化操作中，应严格执行工艺。硫化后胶布片厚度：四层胶布片厚度为 $3.6 \pm 0.25_{0.10}$ mm；五层胶布厚度为 $4.5 \pm 0.32_{0.13}$ mm。

3. 胶布片裁断

硫化好的胶布在裁断机上裁断成大条，活络V带各个型别裁成大条尺寸见表1-3-37。

在操作中，应严格执行工艺中规定的尺寸及公差，裁断边不能发毛，裁断的胶布大条应整齐分型堆放。

表 1-3-37 活络V带各截型裁大条尺寸

截 型	A	B	C	D	E
厚度, mm	$3.6 \pm \begin{smallmatrix} 0.25 \\ 0.10 \end{smallmatrix}$	$3.6 \pm \begin{smallmatrix} 0.25 \\ 0.10 \end{smallmatrix}$	$3.6 \pm \begin{smallmatrix} 0.25 \\ 0.10 \end{smallmatrix}$	$4.5 \pm \begin{smallmatrix} 0.32 \\ 0.13 \end{smallmatrix}$	$4.5 \pm \begin{smallmatrix} 0.32 \\ 0.13 \end{smallmatrix}$
宽度, mm	71 ± 1	85 ± 1	119 ± 1	164 ± 1.5	200 ± 1.5
二边斜度	$60 \pm 1^\circ$	$60 \pm 1^\circ$	$60 \pm 1^\circ$	$60 \pm 1^\circ$	$60 \pm 1^\circ$

4. 冲切小片

胶布片大条用专用设备冲切成带孔的小片, 其规格尺寸见图1-3-30和表1-3-38。

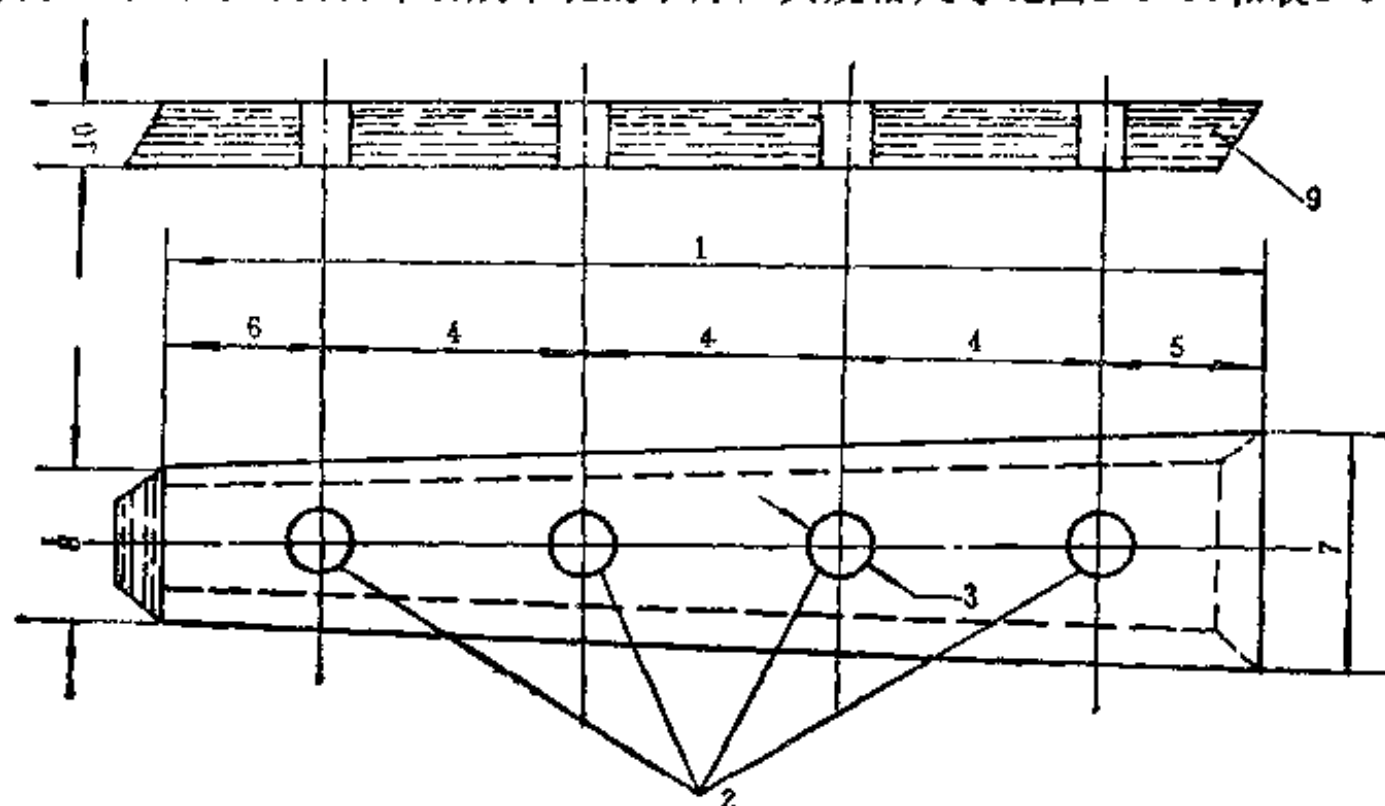


图 1-3-30 小片几何尺寸图

1—小片全长; 2—小片钉孔; 3—钉孔直径; 4—钉孔间距; 5—头部孔距; 6—尾端孔距; 7—头部上宽度; 8—尾部上宽度; 9—胶帆布层数; 10—胶布板厚度

表 1-3-38 活络V带各型小片尺寸

项目	A	B	C	D	E
小片全长, mm	71 ± 1	85 ± 1	119 ± 1.5	164 ± 1.5	200 ± 1.5
小片钉孔, 个	3	4	5	6	8
钉孔直径, mm	3.5 ± 0.30		5 ± 0.50	6 ± 0.50	
钉孔间距, mm	25	31		33.5	
头部孔距, mm	8 ± 1	9 ± 1	10 ± 1.5	12 ± 2	13 ± 2
尾部孔距, mm	13 ± 1	14 ± 1	16 ± 1	18 ± 1.5	19 ± 1.5
头部上宽度, mm	15.5 ± 0.3	19.0 ± 0.4	24.5 ± 0.5	35 ± 1.0	42 ± 1.3
尾部上宽度, mm	9.5 ± 0.3	12.5 ± 0.4	16 ± 0.5	19.5 ± 0.8	23 ± 1.0
胶布层数, 层	4			5	
胶布厚度, mm	$3.6 \pm 0.25 - 0.10$			$4.5 \pm 0.33 - 0.13$	

5. 小片连接

冲切的小片，在电磁冲库上用螺栓连接，连接长度与片数，见表1-3-39。

表 1-3-39 活络V带各型连接长度和片数

项目 \ 截型	A	B	C	D	E
连接长度, m	3	3	3	3	3
连接片数, 片	120+1	97+1	97+1	90+1	90+1

在小片连接过程中，螺栓的螺纹头应朝连接好的活络V带顶宽面，连接的小片梯形两侧，即活络V带的工作面，出现梯形时，片与片之间不得超过0.5mm，如超过此限度应剔出。

6. 捻螺母

连接好的小片，在捻帽机上捻上螺母。其操作要点：①A、B、C型活络V带，每捻帽好一条，应将第二条连接并捻帽好，连接满10条，长度为30m为一盘，按型别堆放。而D、E型则以捻帽完一条长3m为一盘。②捻螺母的紧固度，A、B、C型露牙2.5~3牙螺纹，而D、E则露牙3~4牙。③不能有螺母漏放、歪斜、松懈等缺陷，尾端必须在螺栓上套紧螺母。④C、D、E型三种型别的活络V带需倒角，倒角的长度为一孔眼，不能超过2只孔眼。

7. 按规定盘带，检验、捆扎、入库。

第四节 V带的规格及物理机械性能

一、V带截面尺寸

1. 普通V带截面尺寸

普通V带截面尺寸见表1-3-2。

2. 窄V带截面尺寸

窄V带截面尺寸见表1-3-3。

3. 宽V带截面尺寸

宽V带截面尺寸见表1-3-4、表1-3-5和表1-3-6。

4. 活络V带截面尺寸

活络V带截面尺寸见表1-3-7。

5. 联组V带截面尺寸

联组V带截面尺寸见表1-3-8和表1-3-9。

6. 六角带截面尺寸

六角带截面尺寸见表1-3-10。

7. 多楔带截面尺寸

多楔带截面尺寸见表1-3-11和表1-3-12。

二、V带长度系列及公差

1. 普通V带长度系列及公差

普通V带的基准长度及其极限偏差和配组允差如表1-3-40所示。

表 1-3-40 普通V带的长度尺寸及极限偏差和组差

单位: mm

基准长度 L_p	截 型							极限偏差		组 差	基准长度 L_p	截 型							极限偏差		组 差
	Y	Z	A	B	C	D	E	+	-			Y	Z	A	B	C	D	E	+	-	
200	✓							8	4	2	2000			✓	✓	✓			27	13	4
224	✓							8	4	2	2240			✓	✓	✓			31	16	8
250	✓							8	4	2	2500			✓	✓	✓			31	16	8
280	✓							9	4	2	2800			✓	✓	✓	✓		37	18	8
315	✓							9	4	2	3150				✓	✓	✓		37	18	8
355	✓							10	6	2	3550				✓	✓	✓		44	22	12
400	✓	✓						10	5	2	4000				✓	✓	✓		44	22	12
450	✓	✓						11	6	2	4500				✓	✓	✓	✓	52	26	12
500	✓	✓						11	6	2	5000				✓	✓	✓	✓	52	26	12
560		✓						13	6	2	5600				✓	✓	✓	✓	63	32	20
630		✓	✓					13	6	2	6300					✓	✓	✓	63	32	20
710		✓	✓	✓				15	7	2	7100					✓	✓	✓	77	38	20
800		✓	✓	✓				15	7	2	8000					✓	✓	✓	77	38	20
900		✓	✓	✓	✓			17	8	2	9000					✓	✓	✓	93	46	32
1000		✓	✓	✓	✓			17	8	2	10000					✓	✓	✓	93	46	32
1120		✓	✓	✓	✓			19	10	2	11200						✓	✓	112	56	32
1250		✓	✓	✓	✓			19	10	2	12500						✓	✓	112	56	32
1400		✓	✓	✓	✓			23	11	4	14000						✓	✓	140	70	32
1600		✓	✓	✓	✓	✓		23	11	4	16000						✓		140	70	32
1800			✓	✓	✓	✓		27	13	4											

表 1-3-41 基准制窄V带的长度尺寸及极限偏差

单位: mm

基准长度 L_p	截 型				极限偏差		组 差	基准长度 L_p	截 型				极限偏差		组 差
	SPZ	SPA	SPB	SPC	+	-			SPZ	SPA	SPB	SPC	+	-	
630	✓				6	6	2	3150	✓	✓	✓	✓	32	32	4
710	✓				8	8	2	3550	✓	✓	✓	✓	40	40	6
800	✓	✓			8	8	2	4000		✓	✓	✓	40	40	8
900	✓	✓			10	10	2	4500		✓	✓	✓	50	50	6
1000	✓	✓			10	10	2	5000			✓	✓	50	50	6
1120	✓	✓			13	13	2	5600			✓	✓	63	63	10
1250	✓	✓	✓		13	13	2	6300			✓	✓	63	63	10
1400	✓	✓	✓		16	16	2	7100			✓	✓	80	80	10
1600	✓	✓	✓		16	16	2	8000			✓	✓	80	80	10
1800	✓	✓	✓		20	20	2	9000				✓	100	100	16
2000	✓	✓	✓	✓	20	20	2	10000				✓	100	100	16
2240	✓	✓	✓	✓	25	25	4	11200				✓	125	125	16
2500	✓	✓	✓	✓	25	25	4	12500				✓	125	125	16
2800	✓	✓	✓	✓	32	32	4								

表 1-3-42 有效制窄V带的长度尺寸及极限偏差

单位: mm

有效长度 L_e	截 型			极限偏差		组 差	有效长度 L_e	截 型			极限偏差		组 差
	9N	15N	25N	+	-			9N	15N	25N	+	-	
630	✓			8	8	4	3000	✓	✓	✓	15	15	10
670	✓			8	8	4	3180	✓	✓	✓	15	15	10
710	✓			8	8	4	3350	✓	✓	✓	15	15	10
760	✓			8	8	4	3550	✓	✓	✓	15	15	10
800	✓			8	8	4	3810		✓	✓	20	20	10
850	✓			8	8	4	4060		✓	✓	20	20	10
900	✓			8	8	4	4320		✓	✓	20	20	10
950	✓			8	8	4	4570		✓	✓	20	20	10
1010	✓			8	8	4	4820		✓	✓	20	20	10
1080	✓			8	8	4	5080		✓	✓	20	20	10
1145	✓			8	8	4	5380		✓	✓	20	20	10
1205	✓			8	8	4	5690		✓	✓	20	20	10
1270	✓	✓		8	8	4	6000		✓	✓	20	20	10
1345	✓	✓		10	10	4	6350		✓	✓	20	20	16
1420	✓	✓		10	10	6	6730		✓	✓	20	20	16
1525	✓	✓		10	10	6	7100		✓	✓	20	20	16
1600	✓	✓		10	10	6	7620		✓	✓	20	20	16
1700	✓	✓		10	10	6	8000		✓	✓	20	20	16
1800	✓	✓		10	10	6	8500		✓	✓	25	25	16
1900	✓	✓		10	10	6	9000		✓	✓	25	25	16
2030	✓	✓		10	10	6	9500			✓	25	25	16
2160	✓	✓		13	13	6	10160			✓	25	25	16
2290	✓	✓		13	13	6	10800			✓	30	30	16
2410	✓	✓		13	13	6	11430			✓	30	30	16
2540	✓	✓	✓	13	13	6	12080			✓	30	30	24
2690	✓	✓	✓	15	15	6	12700			✓	30	30	24
2840	✓	✓	✓	15	15	10							

2. 窄V带的长度系列及公差

窄V带的长度尺寸、基准制窄V带的长度尺寸及极限偏差如表1-3-41所示；有效制窄V带的长度尺寸及极限偏差如表1-3-42所示。

3. 宽V带的长度系列及公差

宽V带的长度尺寸、工业用宽V带的长度尺寸及公差如表1-3-43所示；农业机械用宽V带的长度尺寸及公差如表1-3-44所示；截锥形宽V带的长度尺寸及公差如表1-3-45所示。

4. 联组V带的长度系列

联组窄V带的长度尺寸及公差如表1-3-46所示。

5. 六角带的长度系列

六角带的长度尺寸及公差如表1-3-47所示。

6. 多楔带的长度系列

多楔带的长度尺寸如表1-3-48所示。

表 1-3-43 工业用宽V带基准长度及极限偏差

单位: mm

基准长度 L_p	截 型									极限偏差	
	W_{16}	W_{20}	W_{25}	$W_{31.5}$	W_{40}	W_{50}	W_{63}	W_{80}	W_{100}	+	-
450	✓									10	10
500	✓									10	10
560	✓	✓								12	12
630	✓	✓								12	12
710	✓	✓	✓							14	14
800	✓	✓	✓							16	16
900	✓	✓	✓	✓						18	18
1000	✓	✓	✓	✓						20	20
1120		✓	✓	✓	✓					22	22
1250		✓	✓	✓	✓					24	24
1400			✓	✓	✓	✓				28	28
1600			✓	✓	✓	✓				32	32
1800				✓	✓	✓	✓			36	36
2000				✓	✓	✓	✓			40	40
2240					✓	✓	✓	✓		44	44
2500					✓	✓	✓	✓		50	50
2800						✓	✓	✓	✓	56	56
3150						✓	✓	✓	✓	62	62
3550							✓	✓	✓	70	70
4000							✓	✓	✓	80	80
4500								✓	✓	90	90
5000								✓	✓	100	100
5600									✓	110	110
6300									✓	120	120

表 1-3-44 农业机械宽V带基准长度及极限偏差

单位: mm

基准长度 L_p	截 型					极限偏差		基准长度 L_p	截 型					极限偏差	
	HI	HJ	HK	HL	HM	+	-		HI	HJ	HK	HL	HM	+	-
1000	✓					7	14	2360		✓	✓	✓	✓	13	26
1060	✓					8	16	2500			✓	✓	✓	13	26
1120	✓					8	16	2650			✓	✓	✓	15	30
1180	✓					8	16	2800			✓	✓	✓	15	30
1250	✓					8	16	3000			✓	✓	✓	15	30
1320	✓					9	18	3150				✓	✓	15	30
1400	✓	✓				9	18	3350				✓	✓	18	36
1500	✓	✓				9	18	3350				✓	✓	18	36
1600	✓	✓	✓			9	18	3750				✓	✓	18	36
1700	✓	✓	✓			11	22	4000				✓	✓	18	36
1800	✓	✓	✓			11	22	4250					✓	22	44
1900		✓	✓			11	22	4500					✓	22	44
2000		✓	✓	✓	✓	11	22	4750					✓	22	44
2120		✓	✓	✓	✓	13	23	5000					✓	22	44
2240		✓	✓	✓	✓	13	26								

表 1-3-45 截锥形宽V带的长度及极限偏差

内 周 长 度, mm	极 限 偏 差, %
1524~2284	0.8

表 1-3-46 联组窄V带的长度尺寸及极限偏差

单位: mm

有效长度 L_e	截 型				极限偏差		组 差	有效长度 L_e	截 型				极限偏差		组 差
	9J	15J	20J	25J	+	-			9J	15J	20J	25J	+	-	
630	✓				8	8	4	3000	✓	✓	✓	✓	32	32	10
670	✓				8	8	4	3180	✓	✓	✓	✓	40	40	10
710	✓				8	8	4	3350	✓	✓	✓	✓	40	40	10
750	✓				8	8	4	3550	✓	✓	✓	✓	40	40	10
800	✓				8	8	4	3810		✓	✓	✓	40	40	10
850	✓				10	10	4	4060		✓	✓	✓	50	50	10
900	✓				10	10	4	4320		✓	✓	✓	50	50	10
950	✓				10	10	4	4570		✓	✓	✓	50	50	10
1015	✓				13	13	4	4830		✓	✓	✓	50	50	10
1080	✓				13	13	4	5080		✓	✓	✓	63	63	10
1145	✓				13	13	4	5380		✓	✓	✓	63	63	10
1205	✓				13	13	4	5690		✓	✓	✓	63	63	10
1270	✓	✓			13	13	4	6000		✓	✓	✓	63	63	10
1345	✓	✓			16	16	4	6350		✓	✓	✓	80	80	16
1420	✓	✓			16	16	6	6730		✓	✓	✓	80	80	16
1525	✓	✓			16	16	6	7100		✓	✓	✓	80	80	16
1600	✓	✓			16	16	6	7620		✓	✓	✓	80	80	16
1700	✓	✓	✓		20	20	6	8000		✓	✓	✓	80	80	16
1800	✓	✓	✓		20	20	6	8500		✓	✓	✓	100	100	16
1900	✓	✓	✓		20	20	6	9000		✓	✓	✓	100	100	16
2030	✓	✓	✓		25	25	6	9500			✓	✓	100	100	16
2160	✓	✓	✓		25	25	6	10000			✓	✓	125	125	16
2290	✓	✓	✓		25	25	6	10600			✓	✓	125	125	16
2410	✓	✓	✓		25	25	6	10800				✓	125	125	16
2540	✓	✓	✓	✓	32	32	6	11430				✓	125	125	16
2690	✓	✓	✓	✓	32	32	6	12060				✓	125	125	24
2840	✓	✓	✓	✓	32	32	10	12700				✓	125	125	24

表 1-3-47 六角带的有效长度及极限偏差

单位: mm

有效长度 L_e	截 型				极限偏差		有效长度 L_e	截 型				极限偏差	
	HAA	HBB	HCC	HDD	+	-		HAA	HBB	HCC	HDD	+	-
1250	✓				8	16	1700	✓				11	22
1320	✓				9	18	1800	✓				11	22
1400	✓				9	18	1900	✓				11	22
1500	✓				9	18	2000	✓	✓			11	22
1600	✓				9	18	2120	✓	✓			13	26

续表

有效长度 L_e	截 型				极限偏差		有效长度 L_e	截 型				极限偏差	
	HAA	HBB	HCC	HDD	+	-		HAA	HBB	HCC	HDD	+	-
2240	✓	✓	✓		13	26	5000		✓	✓	✓	22	44
2360	✓	✓	✓		13	26	5300			✓	✓	26	52
2500	✓	✓	✓		13	26	5600			✓	✓	26	52
2650	✓	✓	✓		15	30	6000			✓	✓	26	52
2800	✓	✓	✓		15	30	6300			✓	✓	26	52
3000	✓	✓	✓		15	30	6700			✓	✓	32	64
3150	✓	✓	✓		15	30	7100			✓	✓	32	64
3350	✓	✓	✓		18	36	7500			✓	✓	32	64
3550	✓	✓	✓		18	36	8000			✓	✓	32	64
3750		✓	✓	✓	18	36	8500				✓	39	78
4000		✓	✓	✓	18	36	9000				✓	39	78
4250		✓	✓	✓	22	44	9500				✓	39	78
4500		✓	✓	✓	22	44	10000				✓	39	78
4750		✓	✓	✓	22	44							

表 1-3-48 多楔带长度尺寸

基准长度 L_p , mm	截 型					基准长度 L_p , mm	截 型				
	H, I	J	K	L	M		H, I	J	K	L	M
200	✓	✓				1000	✓	✓	✓	✓	
210	✓	✓				1060	✓	✓	✓	✓	
220	✓	✓				1120	✓	✓	✓	✓	
240	✓	✓				1180	✓	✓	✓	✓	
250	✓	✓				1250	✓	✓	✓	✓	
260	✓	✓				1320	✓	✓	✓	✓	
280	✓	✓				1400	✓	✓	✓	✓	
300	✓	✓				1500	✓	✓	✓	✓	
320	✓	✓				1600		✓	✓	✓	✓
340	✓	✓				1700		✓	✓	✓	✓
360	✓	✓				1800		✓	✓	✓	✓
380	✓	✓				1900		✓	✓	✓	✓
400	✓	✓				2000		✓	✓	✓	✓
420	✓	✓				2100			✓	✓	✓
450	✓	✓				2240			✓	✓	✓
480	✓	✓				2350			✓	✓	✓
500	✓	✓	✓			2500			✓	✓	✓
530	✓	✓	✓			2600			✓	✓	✓
560	✓	✓	✓			2800			✓	✓	✓
600	✓	✓	✓			3000			✓	✓	✓
630	✓	✓	✓			3150				✓	✓
670	✓	✓	✓			3350				✓	✓
710	✓	✓	✓			3750				✓	✓
750	✓	✓	✓			4000				✓	✓
800	✓	✓	✓			4250					✓
850	✓	✓	✓			4500					✓
900	✓	✓	✓	✓		4750					✓
950	✓	✓	✓	✓		5000					✓

三、V 带物理机械性能

1. 普通 V 带物理机械性能

普通V带物理机械性能如表1-3-49所示。

表 1-3-49 普通V带物理机械性能

项目 \ 截型	Y	Z	A	B	C	D	E
全截面拉伸强度 kN/根 ≥	0.6	1.0	1.8	3.0	5.0	9.8	14.7
定负荷伸长率, % ≤	14	14	14	14	14	14	14
帘布层间粘附强度 kN/m ≥					4.4 4.5	4.4 4.5	4.4 4.5
线绳抽出强度, kN/m ≥	8	12	12	12	22	22	22
15000次屈挠后拉 伸强度, kN/根 ≥	0.4	0.8	1.4	2.4	3.9	7.8	11.8

注: 1. V带布层间粘附强度只做C、D、E型带的试验。
2. 定负荷伸长率的负荷值应符合表1-3-50中规定。

表 1-3-50 负荷值

截 型	Y	Z	A	B	C	D	E
负荷, kN (kgf)	0.40 (41)	0.80 (82)	1.4	2.40 (245)	4.00 (408)	8.00 (816)	12.00 (1224)

2. 窄 V 带的物理机械性能

窄 V 带的物理机械性能、基准制窄 V 带物理机械性能如表1-3-51所示。

表 1-3-51 基准制窄V带物理机械性能

性能项目 \ 截型	SPZ	SPA	SPB	SPC
全截面拉伸强度 kN/根 ≥ (kgf/根)	2.45 (250)	2.94 (300)	5.39 (550)	9.807 (1000)
定负荷伸长率, % ≤	8	8	8	8

注: 定负荷伸长率的负荷值应符合表1-3-52中规定。

有效制窄 V 带物理机械性能如表1-3-53所示。

3. 宽 V 带的物理机械性能

宽 V 带的物理机械性能如表1-3-55所示。

表 1-3-52 定负荷伸长率的负荷值

截 型	SPZ	SPA	SPB	SPC
负荷, kN(kgf)	1.96(200)	2.35(240)	4.31(440)	7.85(800)

表 1-3-53 有效制窄V带物理机械性能

性能项目	9N	15N	25N
全截面拉伸强度, kN/根≥ (kgf/根)	2.45 (250)	6.39 (650)	12.75 (1300)
定负荷伸长率, % ≤	8	8	8

注: 定负荷伸长率的负荷值应符合表1-3-54中规定。

表 1-3-54 定负荷伸长率的负荷值

截 型	9N	15N	25N
负荷, kN (kgf)	1.96(200)	4.31(440)	9.807(1000)

4. 截锥形宽V带的物理机械性能

截锥形宽V带的物理机械性能如表1-3-56所示。

表 1-3-55 宽V带物理机械性能

性 能 项 目	指 标
布层间粘附强度, kN/m (kgf/cm) ≥	2(2)
线绳与橡胶粘附强度, kN/m (kgf/2cm) ≥	15(30)

表 1-3-56 截锥形宽V带的物理机械性能

性 能 项 目	指 标
全厚度拉伸强度, kN/m (kgf/2.5cm) ≥	196(500)
定负荷伸长率, % ≤	15

注: 定负荷伸长率的负荷值为全厚度拉伸强度标准的80%。

5. 活络V带的物理机械性能

活络V带的物理机械性能如表1-3-57所示。

表 1-3-57 活络V带的物理机械性能

性能项目	A	B	C	D	E
全截面拉伸强度 kN/根≥ (kgf/根)	1.57(160)	2.06(210)	4.22(430)	7.85(800)	9.807(1000)
扯断伸长率, % ≤	22	22	22	22	22

6. 聚氨酯多楔带物理性能

聚氨酯多楔带物理机械性能如表1-3-58所示。

表 1-3-58 聚氨酯多楔带物理机械性能

性能项目	I	J	L
拉伸强度, kN/峰(kgf/峰)≥	0.13(13)	0.25(25)	0.88(90)
扯断伸长率, %≤	14	14	14

四、V带外观质量

V带的外观质量标准，首先应具有规定的截面形状尺寸，不允许有带身压侧、压力不足、局部海绵、布层鼓泡、搭缝脱开、缺胶等影响使用的缺陷。

各种类型V带按表1-3-59至表1-3-63中规定进行检查。

1. 普通V带的外观质量标准

普通V带的外观质量标准如表1-3-59所示。

表 1-3-59 普通V带外观质量标准

缺陷名称	质量标准	缺陷名称	质量标准
带角包布破损	外包布每边累计长度不超过带长的30%，内包布不允许有	包布搭缝脱开	不允许有
鼓泡	不允许有	带身压偏	不允许有
		海绵	不允许有

表 1-3-60 变速V带外观质量标准

缺陷名称	质 量 标 准	
	一 级 品	二 级 品
工作面（带侧面）露线绳	允许有暗影，但不得有裂纹	允许有暗影，但线绳不得抽出
工作面（带侧面）缺胶	不允许有	不得超过全长（包括累计长）的20%，深度不得超过1mm，不允许有裂缝脱开现象
缺齿	不允许有	不允许有
缺齿深度（落齿）	深度不得超过齿高的1/4，齿数不得超过10%，不得有底齿脱开及裂缝	深度不得超过齿高的1/2，齿数不得超过15%，不得有脱开、裂缝
起泡、海绵、压力不足	不允许有	不允许有
上顶面外铁箍垫铁皮处弧度	允许有弧度，但突出不明显	允许有弧度，但不得超过带的弧面

2. 窄V带的外观质量

窄V带具有左右对称的梯形截面, 必须没有扭曲、伤痕及其它对使用有害的缺陷。

3. 宽V带外观质量标准

宽V带外观质量标准见表1-3-60所示。

4. 截锥形宽V带外观质量标准

截锥形宽V带外观质量标准如表1-3-61所示。

表 1-3-61 截锥形无级变速V带外观质量标准

缺陷名称	质 量 标 准	
	一 级 品	二 级 品
工作面凸起	凸起的高度在0.5mm以内	凸起的高度在0.8mm以内
胶带表面的重皮	厚度不超过0.5mm	厚度不超过1mm
带角包布剪破	外包布每边累计长度不超过带长的20%； 内包布不允许有	外包布每边累计长度不超过带长的30%； 内包布每边累计长度不超过带长的5%
包布层起泡	不允许有	不允许有
带角圆弧	上底宽度允许减窄。40mm以下者不大于2mm；40mm以上者不大于3mm。每边累计长度不允许超过带长的20%，但不允许有海绵	上底宽度允许减窄。40mm以下者不大于2mm；40mm以上者不大于3mm。每边累计长度不允许超过带长的40%，但不允许有海绵

5. 活络V带外观质量标准

活络V带外观质量标准见表1-3-62所示。

表 1-3-62 活络V带外观质量标准

缺陷名称	质 量 标 准
冲孔偏心	A、B、C型不超过0.5mm；D、E型不超过1mm
螺母松紧不一	螺母嵌入胶布不超过螺母厚度的1/2，不允许有用手可以旋出的现象
上下层两侧差异（有阶梯）	差异不大于0.5mm，全长每盘不超过5%（0.5mm以下不计）
倒角两侧偏差	以冲孔中心单边计算长度不超过1.5mm
连接偏心	不允许有
皮垫圈漏垫	A、B、C型每盘不超过3只，D、E型每盘不超过1只
铁垫圈漏垫	A、B、C型每盘不超过3只
螺栓、螺母、垫圈生锈	不允许有
小片两侧长度偏差	A、B型±1mm，C、D、E型±1.5mm

6. 聚氨酯多楔带外观质量标准

聚氨酯多楔带外观质量标准如表1-3-63所示。

表 1-3-63 聚氨酯多楔带外观质量标准

缺陷名称	质量标准	
	正 品	副 品
带峰气泡	不允许有	每峰带长2×3mm以下的气泡不多于5处
带背气泡	每峰气泡不超过带平面面积的十分之一	每峰带长2×3mm以下的气泡不多于10处
线绳排列不齐	不允许有	每峰带长允许有一处线绳排列不整齐
二侧变形	不允许有	两边变形不超过带厚的1/3
胶带厚薄不一	偏差度不超过带厚的1/10	偏差度不超过带厚的3/10
带峰缺胶	不允许有	每峰缺胶不多于5处

第五节 V带成品测试

各种类型的V带，应按产品标准要求对成品进行物理机械性能试验和尺寸的测量。

一、V带全截面拉伸试验

V带全截面拉伸试验是测定V带全截面拉伸性能，包括：

- ① 全截面拉伸强度——对全截面试样拉伸至断裂时所承受的负荷，kN/根；
- ② 定负荷伸长率——当施加于试样的负荷增至给定负荷时，试样上标距的伸长量与初始标距的百分比，%；
- ③ 扯断伸长率——试样拉伸至断裂时，标距的伸长量与初始标距的百分比，%。

1. 试样制备

试样为一段全截面V带，其试验标距为200±1mm，长度应能保证拉伸前两夹持器的间距不小于240mm。同一规格V带应取三个试样。试样应在V带制造出来至少24小时后切取。试样制备后，应在试验温度为23±2℃条件下停放16小时以上。

2. 试验程序

- (1) 将试样两端夹于拉力试验机夹持器上，试样上标距线与夹持器间端部的距离应不小于20mm，试样两端均应位于夹持器的中央。
- (2) 以100±10mm/min的速度对试样进行连续拉伸。
- (3) 当负荷增至给定负荷时，记录试样标距线之间的距离或标距的伸长量。
- (4) 当试样拉断时，记录所加负荷及标线之间距离或标距的伸长量。如试样在标线外断裂，试验应重做。

3. 试验结果

- (1) 全截面拉伸强度，kN/根；

(2) 定负荷伸长率或拉断伸长率, %;
按下式计算

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

式中 ε ——试样的定负荷伸长率或扯断伸长率, %;
 L_0 ——试样初始标距, mm;
 L ——试样拉伸至给定负荷或断裂时标线间的距离, mm。
(3) 各项试验结果均以 3 个试样测定值的算术平均值表示。

二、V带线绳与橡胶粘附强度试验

V带线绳与橡胶粘附强度试验, 是测定绳芯 V 带的强力层绳芯与周围橡胶的粘附强度。即线绳从周围橡胶中拔出所需的径向拉力与橡胶夹持线绳长度之比。

1. 试验仪器

拉力试验机应具备下列要求。

(1) 上夹持器空心式的支承器, 见图 1-3-31。

(2) 下夹持器能够夹持打结线绳。它在试验时的工作速度应为 $100 \pm 10 \text{ mm/min}$, 在试验中速度应基本恒定。

(3) 测力计的精度为误差不超过被测力的 2% 或量程的 0.4%, 取其中较大者。

2. 试样制备

(1) 尺寸 试样为一端保留有数根裸露的线绳和另一端为一段全截面的 V 带。其全截面部分的长度为 $25 \pm 0.5 \text{ mm}$, 裸露线绳长度约为 200 mm。见图 1-3-32。

(2) 数量 采用两组试样, 每组为 2 个。两组试样上保留的裸露线绳分别为从同一工作面数起的除首末两根外的奇数根和偶数根。

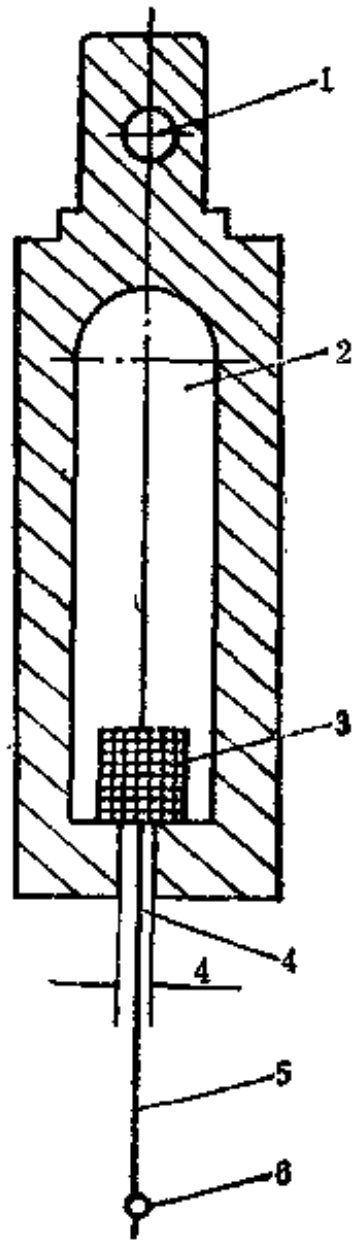


图 1-3-31 支承器结构及使用示意图
1—与试验机上部联结用的孔; 2—支承器内腔; 3—一段全截面 V 带; 4—支承器开口; 5—裸露线绳; 6—绳结

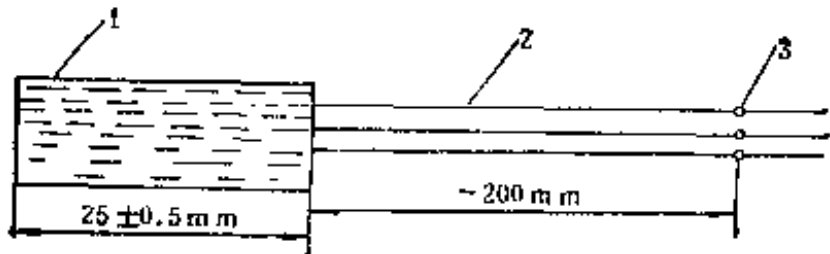


图 1-3-32 试样示意图
1——一段全截面 V 带 (下底正面); 2—裸露线绳; 3—允许打结

(3) 制备 在已停放24小时以上的V带试样上,按尺寸要求截取一段V带,将需裸露的线绳部分的包布层和胶层切除,但不要伤及线绳。

试样制备后,应在温度为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下停放16小时以上。

3. 试验程序

(1) 测量试样具有完整截面段的长度,以两工作面测量值的算术平均值作为试验长度,精确到0.1mm。

(2) 挂上支承器,调整拉力试验机的零点,将一个试样的全截面部分放在支承器的空腔内,使所有线绳在空腔下部的开口中下垂,将其中一根线绳夹于夹持器(为保证夹持良好,可在线绳上打结),调整试样在空腔中的位置,使该线绳位于开口宽度中央,同时使该线绳中心线与力线方向一致。

启动试验机,对线绳进行拉拔,直至线绳完全拔出,记录拉拔过程中对试样施加的最大拉拔力,精确到最小刻度。

用同样的方法对该试样上其余线绳进行试验,然后再对其余三个试样逐一进行试验。

4. 试验结果

(1) 线绳与橡胶粘合强度按下式计算:

$$\sigma = \frac{F}{L}$$

式中 σ ——线绳与橡胶粘附强度, N/mm;

F ——最大拉拔力, N;

L ——试验长度, mm。

(2) V带线绳与橡胶粘合强度的试验结果以4个试样各根线绳粘合强度的算术平均值表示。

三、V带帘布层间粘附强度试验

V带帘布层间粘附强度试验,是测定强力层间(即两层相邻帘布之间的部位)的粘附强度(即相邻两层剥离开所需要的力与试样宽度之比)。由于受试样宽度($10 \pm 0.2\text{mm}$)的限制,模截面尺寸较小的V带无法截取试样,仅适用于模截面尺寸较大的帘布芯V带,如C型以上截型的V带。

1. 试样制备

(1) 尺寸 试样一般为含有4层帘布的矩形条状试片,但首末两个层间的试样应含3层胶帘布并附有相当于一层布厚度的胶层或一层包布。试样宽度为 $10 \pm 0.2\text{mm}$,长度以能够提供不小于100mm的剥离长度为准。

(2) 数量 每个层间取两个试样。

(3) 制备

① 试样应在V带制成至少24小时后切取。

② 在试样一端的被试层间预先剥开长约30mm的口,此端作为夹持端头。

③ 若帘布层次错位位移量超过两根线或出现其它无法裁切的情况时,试样作废,该V带不再进行试验。

④ 在每个试样上标明帘布层序号,以V带使用时靠近带轮的帘布层为最末层。

⑤ 试样制备后,应在试验的温度($23 \pm 2^\circ\text{C}$)条件下停放16小时以上。

2. 试验程序

(1) 将试样两个夹持端头部分别夹在拉力试验机上的上下两夹持器内, 上下两个端头部的中心线应重合, 且与力线方向一致。

(2) 启动试验机, 对试样进行连续剥离, 从而得到一段表示100mm剥离长度上的剥离力曲线。

(3) 如有显著撕胶或乱线现象, 可用刀具辅助纠正。但不可由于应用刀具而严重影响测试结果。

3. 试验结果

(1) 在每一试样所测得的剥离曲线的中段, 截取表示50mm剥离长度上的剥离力的一段, 作为计算段。

(2) 在这段曲线上数出峰点的个数 (n), 在这 n 个峰值中找出最小峰值 (峰点的纵坐标), 作为该层间最小剥离力, 用以计算最小粘附强度。

(3) 在上述 n 个峰值中, 找出 $n/2$ 个较小峰值, 计算它们的平均值, 作为该层间的平均剥离力, 用以计算平均粘附强度。

(4) 层间粘附强度按下式计算:

$$\sigma = \frac{F}{b}$$

式中 σ ——层间粘附强度, N/mm;

F ——剥离力, N;

b ——试样宽度, mm。

(5) 结果表示

- ① 每个层间的平均粘附强度;
- ② 每个层间的最小粘附强度;
- ③ 试验结果中各项均以两个试样结果的算术平均值表示。

四、V带包布层间粘附强度试验

V带包布层间粘附强度试验, 是测定V带工作面 (即两个侧面) 的两层包布之间的粘附强度, 即两层包布剥离开所需的力与试样宽度之比。由于受试样宽度尺寸 ($10 \pm 0.2\text{mm}$) 的限制, 横截面较小的V带无法截取符合要求的试样, 因此, 此项测试仅适用于横截面较大的具有2层包布的V带。

试样为2层包布的矩形条状试片, 长度以能够提供不小于100mm的剥离长度, 宽度为 $10 \pm 0.2\text{mm}$ 。数量为3个 (经舍去不得少于2个)。

取样和试验条件、试验程序和计算方法均与V带帘布层间粘附强度试验相同。

五、V带导电性试验

V带的导电性试验, 是测定V带的电阻率。V带在运转中, 其工作面与带轮槽壁接触摩擦, 产生电荷。当电荷积聚后, 则产生电晕, 甚至产生火花放电。在一般环境下使用V带, 所发生的放电对生产和安全不会产生不良后果, 然而在一些易燃、易爆的工作场所中, 则要求V带具有较小的电阻率, 具有导静电特性, 使电荷不易积聚, 确保安全生产。

导静电V带的电阻极限值为

$$6 \times 10^5 \frac{L}{l} (\Omega)$$

式中 L ——两个电极内边之间的距离, mm;
 l ——V带两侧面(工作面)的宽度之和, mm。

$$l = 2h \sec \frac{\alpha}{2}$$

式中 h ——V带的带高, mm;
 α ——V带的楔角。

1. 试验装置

(1) 绝缘试验器 绝缘试验器其名义开路电压为500V, 电阻值在 $10^6 \Omega$ 以上时, 名义开路电压可为1000V。测量误差不得大于5%。在V带上消耗功率不超过3W。

(2) 金属电极(两个) 制做金属电极的材料是黄铜。电极接触表面最小宽度为25mm。该电极可绕平行于V带侧面的轴心自由转动, 以保证与V带侧面很好地吻合。V型槽必须有一个适合V带试验的包角。如表1-3-64所示。其装置如图(1-3-33)所示。

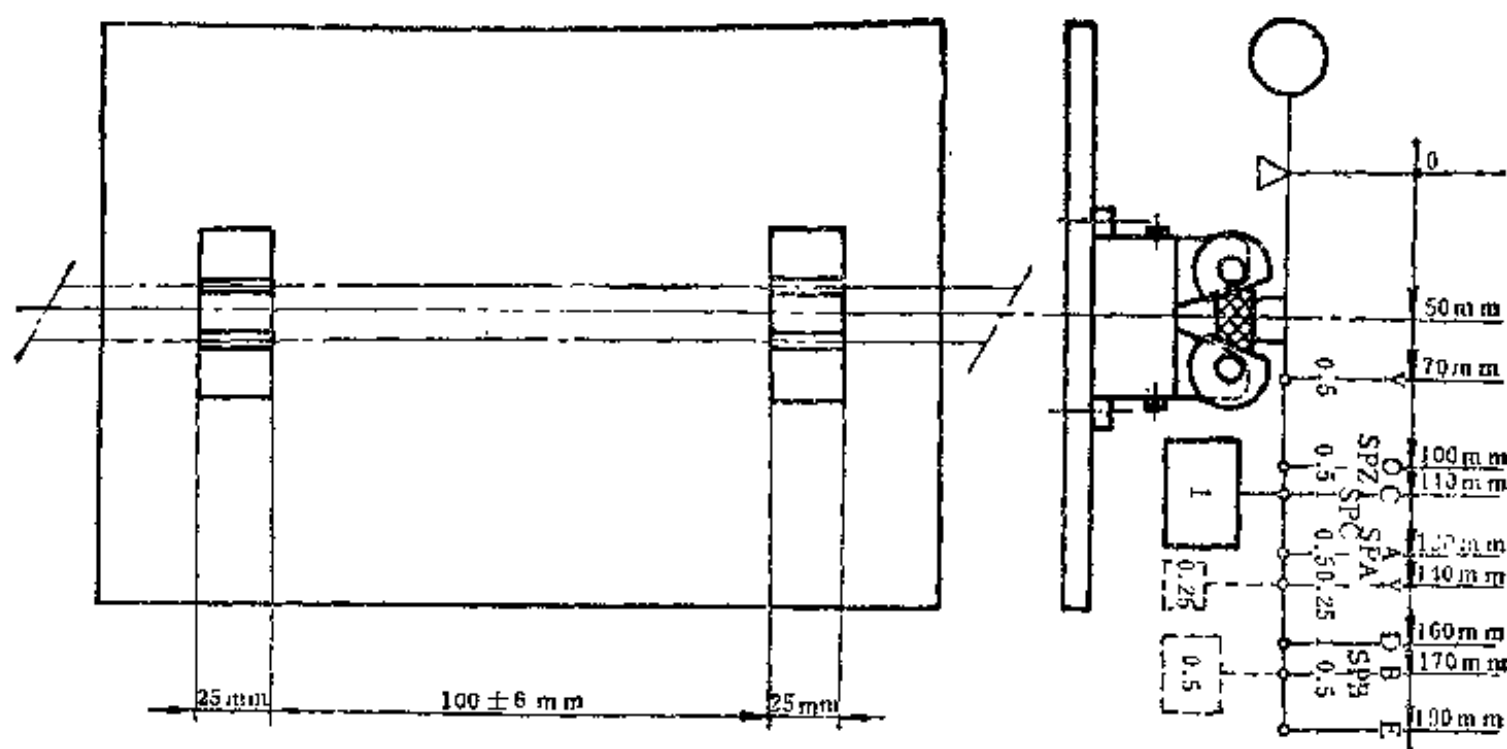


图 1-3-33 电极简图

(3) V型槽轮(两个) V型槽轮的基准直径不小于表1-3-64中给定的最小值, 并有适合试验V带的凹槽。

(4) 加载方法 为使V带与电极之间有足够的电接触, V带顶面1mm宽应加1N载荷。加载方法可通过一杠杆臂间接地进行, 如图1-3-34和图1-3-35典型装置。

(5) 导电的外层材料 在V带表面上形成电极的导电外层材料有二种。

① 银漆或胶质石墨 导电的银漆或胶质石墨在室温下于空气中应能很快地干燥。干燥薄膜表面电阻应在 10Ω 以下。

② 导电液体 由下列成分组成:

600分子质量的无水聚乙二醇	800份	氯化钾	10份
水	200份	湿的试剂	1份

当用导电液体时, 电极接触面是湿的, 直至试验结束。

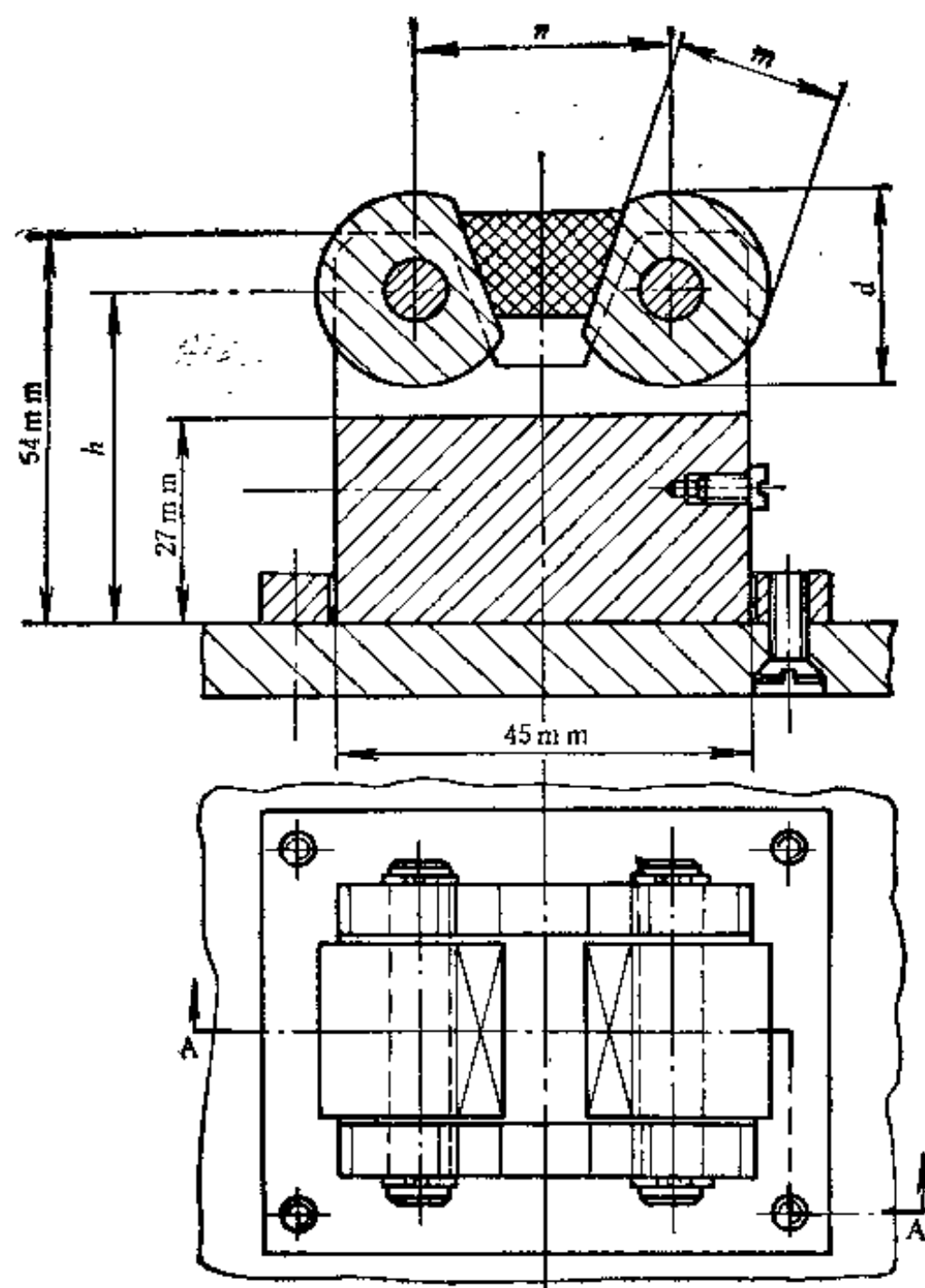


图 1-3-34 装置实例图

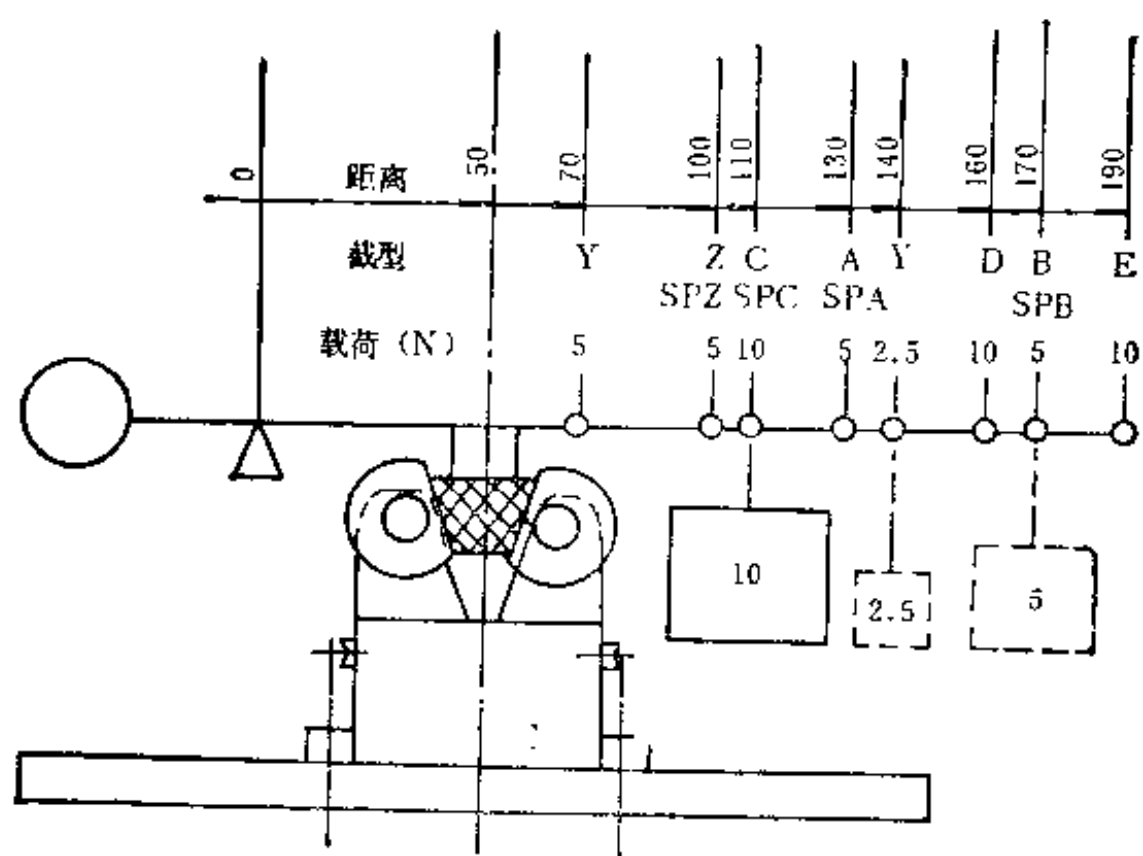


图 1-3-35 V带导电性试验装置

2. 试样制备

(1) 形状和尺寸 试样是新的整条环形V带。

(2) 试样在机械处理之前 在15~30℃之间, 保持至少24小时。

(3) 机械处理和条件 试样在准备试验之前, V带应在温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的环境下进行机械处理。

把试样V带安装在基准直径等于或大于表1-3-64给出的最小值的两个带轮上, 带轮尺寸应符合标准。为了把张紧力均等地分配到两边, V带至少要转两圈。加在V带上的总张紧力应尽可能与最大工作张紧力相等, 在任何情况下, 总张紧力不应小于表1-3-64所给定的数值。

表 1-3-64 V带张紧力和带轮尺寸

截 型	Y	Z	A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
V带的最小总张紧力, kgf	40	110	200	300	750	1400	1800	360	560	900	1500
带轮最小基准直径, mm	25	50	75	125	200	355	500	63	90	140	225
带轮楔角	28°	32°	34°	34°	36°	36°	36°	34°	34°	34°	34°

(4) 准备 试样V带在温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 条件下, 保持在非张紧状态下不少于2小时。此后, 立即用净布和干燥的硅藻土擦净试验表面。然后擦去全部粉末痕迹。用一块蒸馏水沾湿了的布擦净表面, 然后再用净布擦干。在此过程中务必不要拉紧试验V带。接着在试样V带两接触面上加导电外层材料, 每段长25mm, 每两段之间相隔 $100 \pm 6\text{mm}$ 。

3. 试验程序

(1) 试验条件 在温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的条件下进行试验。

(2) 电极 V带在非张紧状态下, 把电极加在有涂层的接触面上。在施加电极和试验过程中, 务必不使V带表面变形, 以确保V带与V型槽间有足够的电接触。在每个电极处, 在V带顶面每毫米宽度上施加1N载荷。

(3) 测量V带接触面之间的距离 L 和V带两侧面宽度之和 l 。在测量中, V带试验表面不能受潮, 否则测量结果不真实。

(4) 施加电压以后测量电阻, 电阻应为 $5 \pm 1\Omega$ 。所加电压应不少于40V。

(5) 沿着V带全长, 每隔一段距离进行一次测试, 其次数不少于5次。如V带较短, 则测试次数可以适当减少。

(6) 试验结果 按下式计算 R 的极限值:

$$R = 6 \times 10^5 \frac{L}{l} (\Omega)$$

从以上试验中所测得数值均不得大于此极限值。

测试时电极装置尺寸如表1-3-65。

表 1-3-65 电极装置尺寸

截 型	Y	Z (0)	A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
V带节宽 b_p, mm	5.3	8.5	11	14	19	27	32	8.5	11	14	19
d, mm	16	18	20	23	26	33	40	20	22	24	29
m, mm	15	16	18.5	20	22.5	27	30	18.5	19.5	20.5	23.5
n, mm	18.5	21	26	29	33	44	47	23	26	28	33
h, mm	52	50	48	46	45	42	40	48	46.5	45	43

六、V带动态性能试验

V带动态性能试验，亦称台架试验。是模拟V带工作状态的一种试验方法。一般采用电封闭试验台，使V带在规定的速度、负载和张紧力条件下运转，直至达到试验终止标准。以获得寿命曲线、效率曲线、滑动曲线及V带的伸长量。从寿命、效率、承载能力及伸长率试验中，可以分析V带的综合性能。

1. 试样

试样是取新的整条V带。数量为2条。

2. 试验装置

电封闭试验台，由电动机、主动轮、从动轮、发电机电控系统、张紧装置及必要的测试仪表组成。主动轮安装在滑道上，可作水平移动，以便试验V带承受恒定的张力。

3. 试验程序

(1) 检查并记录试验V带的外形尺寸和外观质量。

(2) 按试验V带型别安装相应的带轮，将试样V带安装在带轮上，用手动使V带转动3圈，然后关上防护罩。

(3) 在规定的速度、负载和张紧力条件下使V带运转5分钟。

(4) 关闭试验机，使V带停止运转，然后测量带轮的中心距，作为用于计算伸长率的初始中心距。

(5) 在给定的条件下开始试验。

(6) 开机后15分钟、30分钟、1小时、4小时不停机检查并记录V带的伸长率。

(7) 开机50小时后，每隔14小时停机检查，并记录V带的损坏项目，包括包布磨损、强力层脱层、底胶龟裂等。

(8) 当V带发生断裂、跳槽、翻转、偏斜等现象，无法继续运转时，即终止该V带的试验。

4. 试验结果

(1) 伸长率(ε)按下式计算：

$$\varepsilon = \frac{2\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

式中 ΔL ——测伸长指针的终止值和初始值之差，mm；

L_0 ——V带的长度, mm。

- (2) 滑动曲线
- (3) 效率曲线

七、V带屈挠试验

普通V带屈挠试验, 是测定V带经过15000次屈挠后全截面拉伸强度。

1. 试验仪器

屈挠试验机应具备下列条件:

- (1) 带轮轮槽尺寸应符合表1-3-64中规定;
- (2) 试样与带轮连接夹角的角度为 168° ;

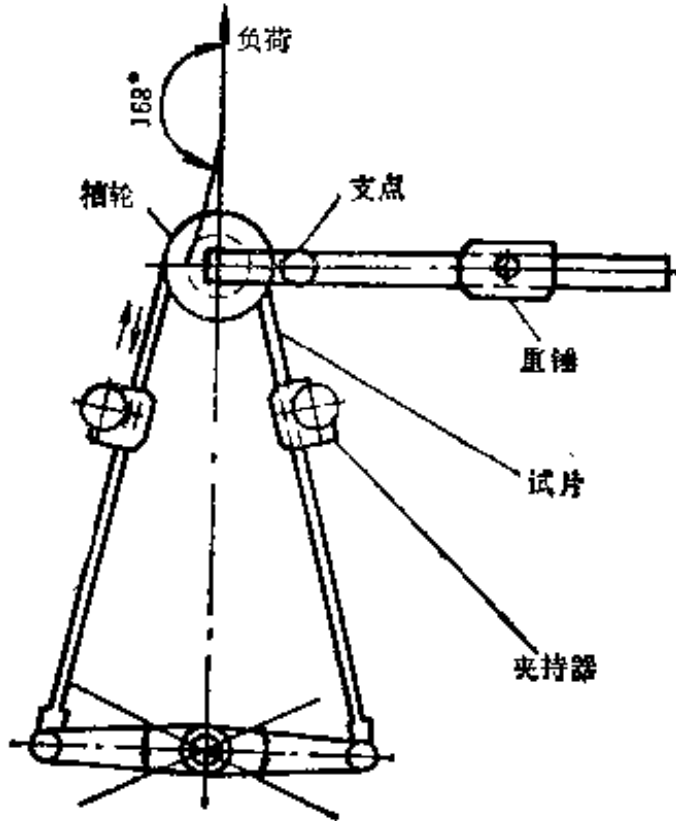


图1-3-36 屈挠试验机

- (3) 屈挠运动的往复行程为134mm;
- (4) 每分钟往复次数为170次。

2. 试样制备

试样为一段全截面的V带, 长度不短于550mm。试样数量3个。

试样应在V带制成至少24小时后切取。

试样制备后, 必须在试验温度($23 \pm 2^\circ\text{C}$)条件下停放16小时以上。

3. 试验步骤

(1) 将试样挂在屈挠试验机的带轮上, 并夹住两端, 使连接带轮角度为 168° 。

(2) 按表1-3-66中规定, 对试样加重锤负荷。

(3) 启动试验机, 使试样沿带轮进行往复连续屈挠运动, 屈挠往复行程为134mm,

每分钟的往复次数约为170次, 其往复达15000次后, 停机取下试样。

表 1-3-66 重锤负荷

截 型	Y	Z	A	B	C	D	E
负荷, kN	0.04	0.098	0.20	0.30	0.74	1.37	1.77
(kgf)	(4)	(10)	(20)	(30)	(75)	(140)	(180)

(4) 将经屈挠后试样停放2小时后, 在拉力试验机上测定试样拉伸强度。

4. 试验结果

屈挠后拉伸强度以3个试样的算术平均值表示。

八、V带长度及截面尺寸的测量

1. V带长度测量

检查V带的长度和制造公差, 以及便于配组使用。

V带长度的测量方法, 采用图1-3-37的测定装置进行测量。

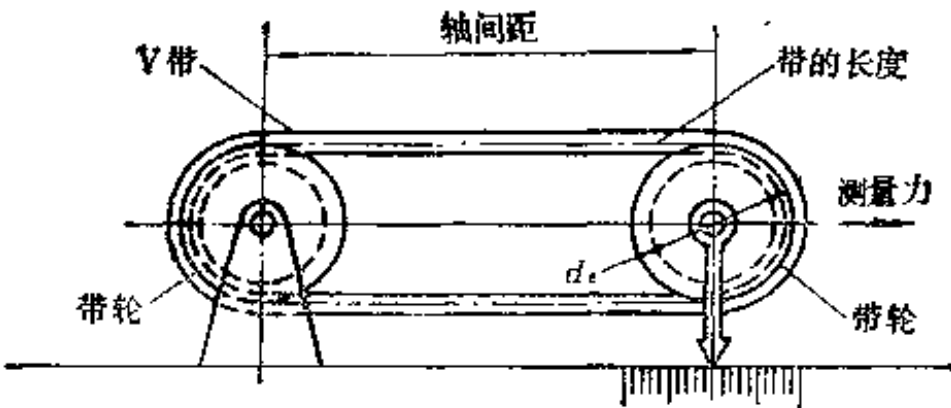


图 1-3-37 V带长度测量装置简图

测量程序是把待测V带套在两个大小相等的带轮上，并使V带嵌入轮槽中。其带轮轮槽截面尺寸与各类型V带相应的带轮尺寸相同；带轮的基准周长或有效周长应符合表1-3-69至表1-3-74中规定。两带轮应安装在试验台的平行水平轴上。对滑动的带轮施加表1-3-69至表1-3-74中规定的测量力。旋转带轮使V带至少要转动2圈，这样可以使被测V带均匀伸长然后测量两个带轮之间的间距。V带基准长度或有效周长由下式计算：

$$L_d=2a+C_d$$

或

$$L_e=2a+C_e$$

- 式中 L_d ——V带的基准长度，mm；
 L_e ——V带的有效长度，mm；
 a ——两个带轮轮轴之间的距离（中心距），mm；
 C_d ——带轮的基准周长，mm；
 C_e ——带轮的有效周长，mm。

2. V带截面尺寸和露出高度的测量

普通V带和窄V带截面尺寸测量，采用标准尺寸的V型样板进行测量。待V带测量长度后，仍保持原张力，用V型样板沿V带带长测量n点，各点的截面尺寸都应符合标准截面尺寸允许公差范围，同时测量露出高度，应符合表1-3-67和表1-3-68中规定。

表 1-3-67 普通V带露出高度

单位：mm

截 型	Y	Z	A	B	C	D	E
最 大	+0.8	+1.6	+1.6	+1.6	+1.6	+1.6	+1.6
最 小	-0.8	-1.6	-1.6	-2.0	-2.0	-3.2	-3.4

表 1-3-68 窄V带露出高度

单位：mm

截 型	SPZ	SPA	SPB	SPC	9N	15N	25N
最 大	+1.1	+1.3	+1.4	+1.5	+2.5	+3.0	+4.1
最 小	-0.4	-0.6	-0.7	-1.0	—	—	—

表 1-3-69 普通V带的测量带轮基准周长和测量力

截 型	Y	Z	A	B	C	D	E
测量力, N (kgf)	40 (4.1)	110 (11.2)	200 (20.4)	300 (30.6)	750 (76.5)	1400 (142.8)	1800 (183.5)
带轮的基准周长 C_d , mm	90	180或300	300或450	400或600	700或1000	1000	1800

表 1-3-70 窄V带 (基准制) 的测量带轮基准周长和测量力

截 型	SPZ	SPA	SPB	SPC
测量力, N (kgf)	300 (30.6)	560 (57.1)	900 (91.8)	1500 (153.0)
带轮的基准周长 C_d , mm	300	450	600	1000

表 1-3-71 窄V带 (有效制) 的测量带轮有效周长和测量力

截 型	9N	15N	25N
测量力, N (kgf)	450 (45.9)	1000 (102.0)	2250 (229.4)
带轮的有效周长 C_e , mm	305	835	1270

表 1-3-72 六角带的测量带轮有效周长和测量力

截 型	HAA	HBB	HCC	HDD
测量力, N (kgf)	200 (20.4)	300 (30.6)	750 (76.5)	1400 (142.8)
带轮的有效周长 C_e , mm	300	400	600	900

表 1-3-73 宽V带 (工业用) 的测量带轮基准周长和测量力

截 型	W ₁₆	W ₂₀	W ₂₅	W _{31.5}	W ₄₀	W ₅₀	W ₆₃	W ₈₀	W ₁₀₀
测量力, N (kgf)	150 15.3	180 18.4	224 22.8	300 30.6	425 43.3	600 61.2	900 91.8	1400 142.8	2120 216.2
带轮的基准周长 C_d , mm	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250

表 1-3-74 宽V带（农业用）的测量带轮基准周长和测量力

截 型	HI	HJ	HK	HL	IIM
测量力, N (kgf)	800 (81.6)	1300 (132.6)	1800 (183.5)	2500 (254.9)	3300 (336.5)
带轮的基准周长 C_d , mm	400	500	600	700	800

第六节 V带的使用保养

正确的使用和保养, 是保证V带正常运转和延长使用寿命的关键。一般来说, 正确的使用和保养应包括以下几方面:

- (1) 设计和选择;
- (2) 传动和环境条件;
- (3) 安装;
- (4) 维护保养;
- (5) 贮存保管。

一、设计和选择

正确的设计和选型, 是正确使用V带的先决条件。有关设计的原理和方法, 已在V带设计章节阐述。现把设计和选择上跟V带使用寿命有关的事项简述如下。

1. 首先应根据传动机械性能和传动条件, 选择合适的V带, 包括品种、类别、规格和数量。

2. 带轮直径

带轮直径的大小, 影响V带的弯曲变形的大小, V带在工作状态时, 带绕过带轮时产生的弯曲应力是影响V带使用寿命的主要因素之一。各种类型的V带都有一个最小的允许弯曲半径, 故都规定了小带轮的最小直径。参见表1-3-75至表1-3-81。

表 1-3-75 普通V带小带轮基准直径

槽 截 面	Y	Z	A	B	C	D	E
d_p (最小), mm	20	50	75	125	200	355	500

表 1-3-76 窄V带小带轮基准直径

槽 截 面	SPZ	SPA	SPB	SPC	3V	5V	8V
d_p (最小), mm	63	90	140	224	67	180	330

表 1-3-77 活络V带子带轮基准直径

槽 截 面	A	B	C	D	E
d_p (最小) , mm	75	125	200	300	500

表 1-3-78 多楔带小带轮基准直径

槽 截 面	H	J	K	L	M
d_p (最小) , mm	20	30	50	75	175

表 1-3-79 农业用宽V带小带轮基准直径

槽 截 面	HI	HJ	HK	HL	HM
d_p (最小) , mm	84(74)	105(93)	126(112)	147(130)	162(149)

表 1-3-80 工业用宽V带小带轮基准直径

槽 截 面	W ₁₈	W ₂₀	W ₂₅	W _{31.5}	W ₄₀	W ₅₀	W ₆₃	W ₈₀	W ₁₀₀
d_p (最小) , mm	28	36	45	56	71	90	112	140	180

表 1-3-81 联组V带小带轮有效直径

槽 截 面	9J	15J	20J	25J	AJ	BJ	CJ	DJ
d_e (最小) mm	67	180	265	315	80	130	210	370

如果在允许用轮径以下使用，则V带弯曲增大，随之弯曲应力也大，导致内摩擦及剧裂生热，V带的使用寿命加速下降。因此，V带在使用中，必须严格地遵守所规定的小带轮最小基准直径。在不影响传动机构的前提下，应尽可能使用大直径的带轮，提高V带的传动能力和使用寿命。

3. V带的工作速度

V带在运转中，不断反复地承受拉伸和弯曲应力，当V带的工作速度愈大时，所产生的离心应力也愈大。单位时间内V带弯曲次数也愈多，对V带的传动效率和使用寿命都不利。因此必须限制V带的工作速度，如普通V带的最大带速为25m/s，通常控制在15~20m/s，这时传动效率最大。窄V带的极限速度为40~50m/s，一般控制为20~25m/s。宽V带的带速取决于各种无级变速器的性能，参见表1-3-82。多楔带的带速为40m/s。

传动功率随V带带速的增加而增加，但由于离心力的关系，当带速达到某一个值时，其传动功率达最大，如果带速越提高，则传递功率却减少。

4. 速比

主动轮与被动轮的速比，普通V带的最大速比为1:10，而通常控制为1:7；窄V带的最大速比为1:20。宽V带的速比则按无级变速器的性能决定，参见表1-3-82。

表 1-3-82 各种无级变速器的性能

类 型	无级变速带可分锥 轮式	钢环可分锥轮式	圆弧锥轮式	钢 球 式	环 锥 式
最大速度, m/s	20	15	20	7.5	15
最大速比 ≤	8	16	8	9	3

5. V带的屈挠次数

V带每绕一周的过程中, 要产生变形, 随着绕转次数的增加, 周期性变形将引起V带内部由于摩擦和生热, 使V带的工作温度升高, 从而使V带的传动效率和使用寿命降低。普通V带的屈挠次数不应超过40次/s。

6. 中心距

指两带轮间的距离。一般不宜过长, 应在许可范围内尽可能选择短一些 (只有当屈挠频率大于15次/s时, 才允许考虑放长中心距)。因中心距长, V带长度也长, 伸长也大, 由此产生打滑和震荡。而且传动装置也不紧凑。但中心距也不能太短, 距离短, V带的屈挠次数增加, 降低寿命和传动效率。普通和窄V带的中心距最理想为大小带轮半径之和的1.5倍, 通常为大于大轮直径, 小于大小两带轮直径之和。

下宽V带, 由于顶面宽*b*与带高*h*的比值比普通V带大, 使用中横截面变形大, 降低V带的使用寿命, 因此, 应注意*b/h*的比值不能超过2.5。

二、传动和环境条件

要使V带正常运转, 必须选择良好的传动条件。

(一) 带轮应具备的条件

1. 材质

制造带轮用的材质, 能经受使用条件 (热、机械应力、磨损、腐蚀等) 而无损的材料, 应能传导任何由于带的摩擦而产生的有害热量。并要求重量轻。

2. 尺寸

带轮的尺寸允差应与相应的V带的尺寸允差相符合, 带轮的角度应按小带轮基准直径的大小选择, 如普通V带和窄V带在一般运行条件下, 所用带轮的槽角与直径关系参见表1-3-83。

表 1-3-83 普通和窄V带所用带轮的槽角与直径关系

单位: mm								
槽型	普通V带	Y	Z	A	B	C	D	E
	窄V带		SPZ	SPA	SPB	SPC		
基准直径	$\alpha=38^\circ$	—	>80	>118	>190	>315	>475	>600
	$\alpha=36^\circ$	$>60^\circ$	—	—	—	—	≤ 475	≤ 600
	$\alpha=34^\circ$	—	≤ 80	≤ 118	≤ 190	≤ 315	—	—
	$\alpha=32^\circ$	$\leq 60^\circ$	—	—	—	—	—	—

联组普通V带和联组窄V带所用带轮槽角与有效直径的关系见表1-3-84和表1-3-85。

表 1-3-84 联组普通V带所用带轮槽角与有效直径的关系

槽截面	有效直径, mm			槽截面	有效直径, mm		
	$\alpha=34^{\circ}$	$\alpha=36^{\circ}$	$\alpha=38^{\circ}$		$\alpha=34^{\circ}$	$\alpha=36^{\circ}$	$\alpha=38^{\circ}$
ΔJ	$d_e<125$		$d_e>125$	CJ	$d_e<325$		$d_e>325$
BJ	$d_e<195$		$d_e>195$	DJ		$d_e<490$	$d_e>490$

表 1-3-85 联组窄V带所用带轮槽角与有效直径的关系

槽 截 面	有 效 直 径 , mm			
	$\alpha=36^{\circ}$	$\alpha=38^{\circ}$	$\alpha=40^{\circ}$	$\alpha=42^{\circ}$
9J	≤ 90	$>90\leq 150$	$>150\leq 300$	>300
15J		≤ 250	$>250\leq 400$	>400
20J		≤ 335	$>335\leq 500$	>500
25J		≤ 400	$>400\leq 560$	>560

表 1-3-86 普通V带和窄V带轮槽型尺寸

单位: mm

槽 型	Y	Z, SPZ	A, SPA	B, SPB	C, SPC	D	E
节宽 W_p	5.3	8.5	11	14	19	27	32
b_{min}	1.6	2	2.75	3.5	4.8	8.1	9.6
h_{min}	4.7	7.9	8.7, 11	10.8, 14	14.3, 19	19.9	23.4
$e^{①}$	8	12	15	19	25.5	37	44.5
e 公差 ②	± 0.3	± 0.3	± 0.3	± 0.4	± 0.5	± 0.6	± 0.7
f	7	8	10	12.5	17	24	29
f 公差 ③	± 1	± 1	$+2$ -1	$+2$ -1	$+2$ -1	$+3$ -1	$+4$ -1

① 在某些特殊情况下,例如用压制钢板制造的带轮上可能采用较大的 e 值较为合理。尽管某些型式的带轮上的 e 值会不符合本标准的规定,但对于一个标准化的带轮来说,使用这样的 e 值应当慎重。

② 公差适应于任何两个轮槽中心线之间的距离,不管是否相邻。

③ 带轮找正时应把 f 值的公差和任何其它偏差考虑进去。

表 1-3-87 农业用宽V带各型带轮槽型尺寸

单位: mm

带轮型式	符 号	近似表达式	槽 型				
			II L	II J	HK	HL	HM
I—II—III	W_p		23.6	29.6	36.5	41.4	47.3
I—II—III	b_{min}	$0.16W_p$	3.8	4.7	5.7	6.6	7.6
I—II	d_{pmin}	$3.55W_p$	84	105	126	147	162
III		$3.15W_p$	74	93	112	130	149
I—II	h_{min}	$0.535W_p$	13	16	19	22	25
III			8.9	10.4	11.8	13.2	14.6

注: 槽角为 $26\pm 1^{\circ}$ 。

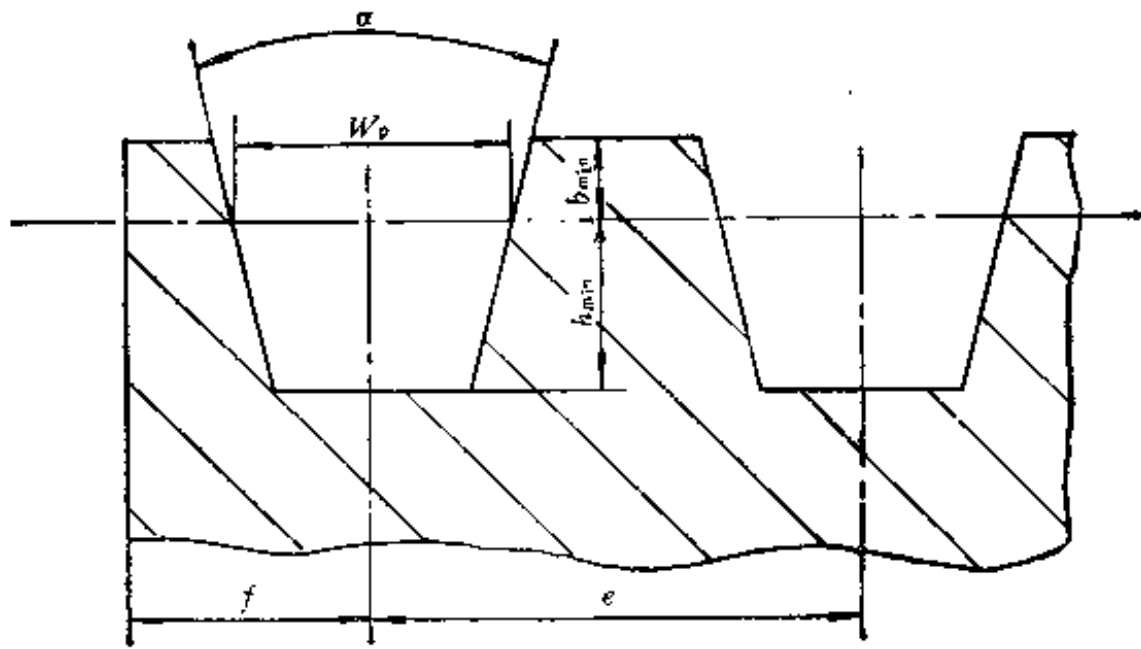


图 1-3-38 普通 V 带和窄 V 带带轮槽型尺寸简图

这样才能使 V 带的两侧与带轮的槽壁完全吻合，有利于提高传动效率和使用寿命。
各种 V 带相应带轮槽型尺寸见表 1-3-86 至表 1-3-89。

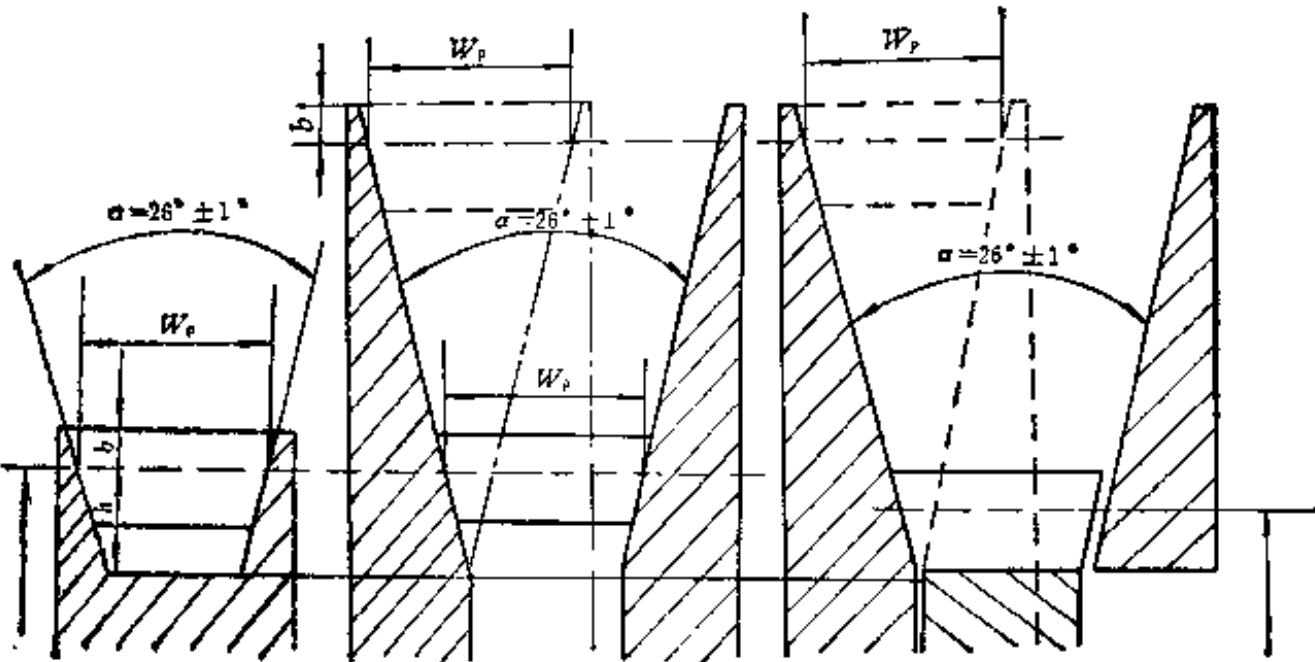


图 1-3-39 农业用宽 V 带各型带轮槽型尺寸简图
I 型——定直径；II 型——变直径；III 型——变直径，允许脱离传动

表 1-3-88 工业用宽 V 带各型带轮槽型尺寸^①

符 号	近似公式	槽 型								
		W ₁₆	W ₂₀	W ₂₅	W _{31.5}	W ₄₀	W ₅₀	W ₆₃	W ₈₀	W ₁₀₀
W _p		16	20	25	31.5	40	50	63	80	100
b _{min}	0.080W _p	1.3	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8
h _{min}	0.335W _p	5.3	6.7	8.5	10.6	13.2	17	21.2	26.5	33.5
d _{pmin} ^②	1.80W _p	28	36	45	56	71	90	112	140	180
d _{omin}	d _{pmin} + 2b _{min}	30.6	39.2	49	61	77.4	98	122	152.6	196

① 槽角为 26° ± 1°。
② 仅用于齿形宽 V 带。

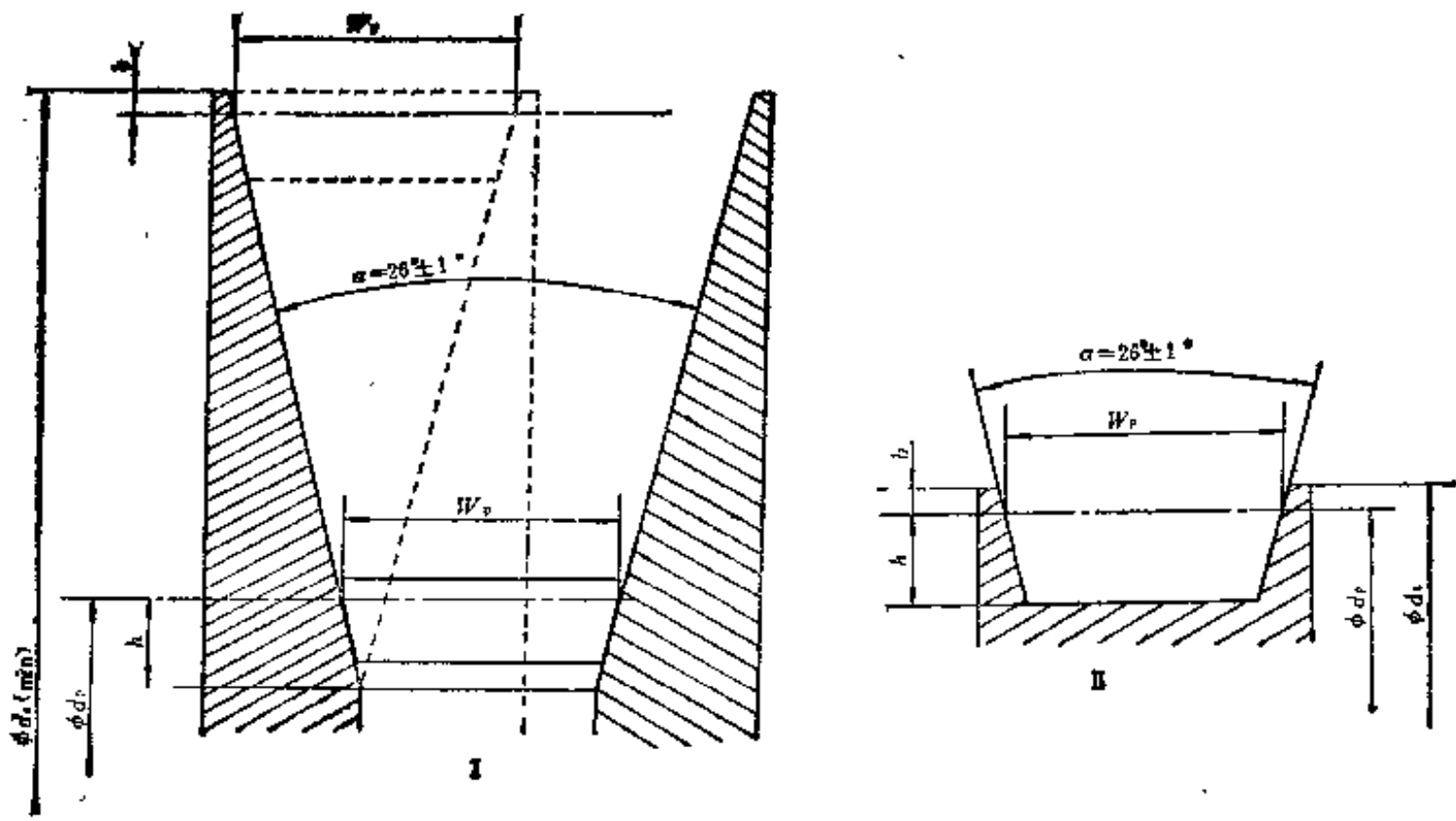


图 1-3-40 工业用宽 V 带各型带轮尺寸简图
I—变直径带轮；II—定直径带轮

表 13-89 联组 V 带带轮槽型尺寸 单位: mm

槽截面	δh_1	δh_2	b_{nom}	h_{gmin}	W_o	s	e 的极限 偏差①	e 偏差 总积 极限值②	f_{min}	f 偏差③
9J	0.20	0.30	0.6	8.9	8.9	10.3	± 0.25	± 0.5	9	
15J	0.25	0.40	1.3	15.2	15.2	17.5	± 0.25	± 0.5	13	
20J	0.30	0.45	1.8	20.9	20.9	24.4	± 0.30	± 0.6	17	
25J	0.30	0.50	2.5	25.4	25.4	28.6	± 0.40	± 0.6	19	
AJ	0.20	0.35	1.5	12	13	15.0	± 0.3	± 0.6	10	+2 -1
BJ	0.25	0.40	2.0	14	16.5	19.0	± 0.4	± 0.8	12.5	+2 -1
CJ	0.30	0.45	3.0	19	22.4	25.5	± 0.5	± 1.0	17	+2 -1
DJ	0.30	0.55	4.5	16	32.8	37.0	± 0.6	± 1.2	24	+2 -1

- ① 该极限偏差适用于两相邻槽截面轴线间距。
- ② 对于任一带轮上所有轮槽，其公称值 e 的累积误差不应超过此栏规定。
- ③ 当对一传动装置中各带轮进行正调节时，应考虑此偏差限制。

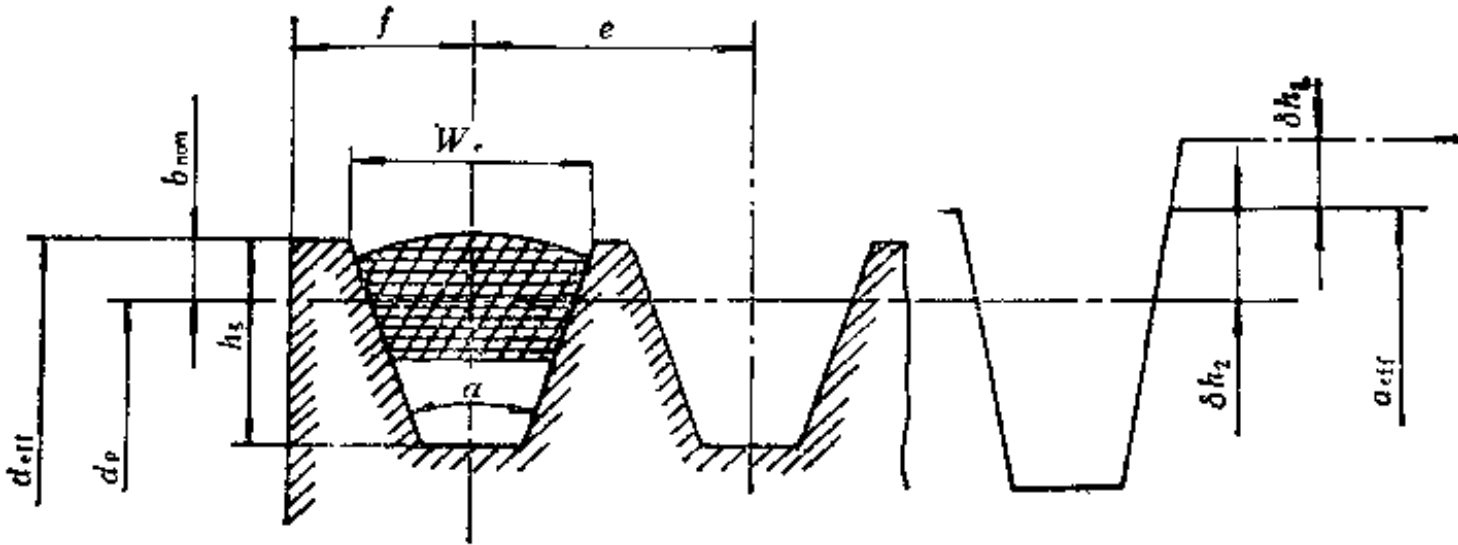


图 1-3-41 联组 V 带带轮槽型尺寸简图

3. 带轮的轮槽应均匀和光滑, 各条轮槽的大小和角度应均匀一致, 否则会使负荷集中在个别V带上, 造成早期损坏。带轮的转速有时高达1000r/min, 带轮表面粗糙度都是损坏V带的因素, 要求表面光洁度加工的最低标准为 ΔT 。

4. 带轮的平衡校正

带轮要求质量分布均匀, 对带轮进行平衡校正的目的在于改善带轮质量分布, 从而消除运转时可能产生的不平衡力(内应力)。或者将残余不平衡限制在允许的限度以内。通常只需校正静平衡, 而当带轮宽度较大或运转速度较高时, 则要求校正动平衡。这样可以降低运转中带轮的摇晃。

5. 带轮轮槽的槽壁如有磨损, 超出轮槽尺寸允差范围, 应及时调换。带轮如有损坏、缺口等也应及时调换。

(二) V带配组使用

在多条V带的传动装置中, 同时使用二条或二条以上的V带。在使用中注意以下几方面。

1. 二条或二条以上V带, 应按标准中规定的组差配组使用。如果同组V带的长度相差大, 则V带在运转中, 由于V带的长短不一, 各条V带所承受的拉力不同, 较短的V带所受的拉力最大, 容易发生断裂; 而较长的V带则打滑严重, 容易产生带体局部磨损而失效。同时, 由于V带受力不均, 跳动厉害, 产生振动, 也影响传动效率。

2. 同规格的新旧V带不能配组使用, 因新旧两种V带在使用中伸长不一样, 会造成同组V带的长度相差大。

3. 不同生产厂家制造的V带, 不能配组使用。因为制造单位不同, V带的性能有差异, 也会在使用中伸长不一样, 造成同组V带的长度不一。

4. 不同类型、不同结构的V带, 不能配组使用。

(三) 传动装置应设有调距装置

为了方便V带的安装, V带使用后伸长的张紧, V带传动的中心距必须设计成可调节形式, 如图1-3-42所示。

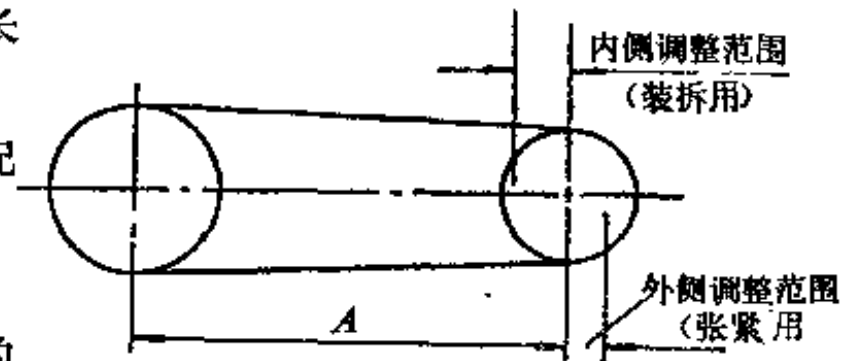


图 1-3-42 V带传动的中心距调节形式

内侧调整用于安装V带; 外侧调整用于V带伸长后张紧。中心距调整极限按下式计算:

内侧调整范围为 $0.015L_p$ mm;

外侧调整范围为 $0.03L_p$ mm。

式中 L_p ——V带基准长度(在承受规定张力下测定), mm。

(四) 张紧轮的使用

通常不采用张紧轮, 因使用张紧轮会降低V带的使用寿命。如必须采用张紧轮时, 要安装在从动边(松边)的内侧, 以减少屈挠, 有利于延长使用寿命。确定张紧轮的位置, 还要考虑提高张力和增大包角的效果, 张紧轮的槽形尺寸与带轮相同, 其基准直径通常为:

$$d_0 \geq (0.8 \sim 1)d_1 \text{ mm}$$

式中 d_0 ——张紧轮的基准直径, mm;

d_1 ——小带轮基准直径, mm。

如张紧轮须安装在外侧, 也一样在从动边一侧, 张紧轮的形状是采用没有中高度的平常轮。如图1-3-43所示。

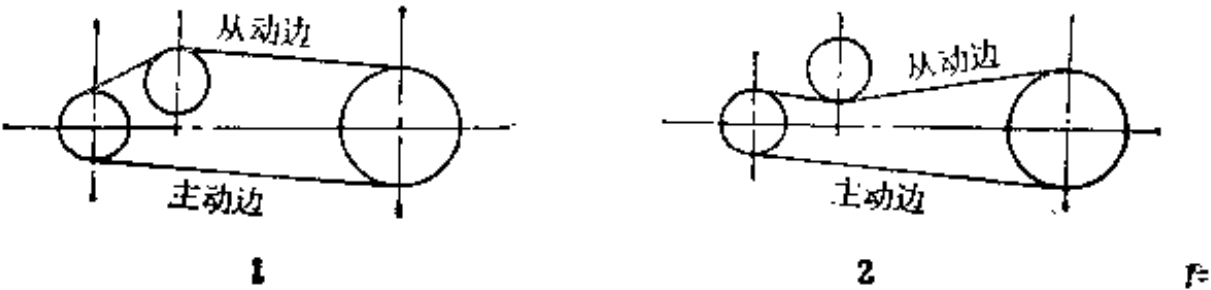


图 1-3-43 内外侧张紧示意图
1—内侧使用；2—外侧使用

(五) 带式无级变速器的使用

其机构应保持高度的灵活，准确，以保证运行平稳。为此，可动圆盘的总孔必须能轻滑地装在电动机轴上，否则加压太大，会导致摩擦增大，甚至造成卡塞。对变速机构要进行校正动平衡，这不仅有利于变速机构安全，而且有利于V带运转平稳，创造良好的运转条件。

在变速箱内安装宽V带或半宽V带，为防止V带在松弛运动时与变速箱发生摩擦和碰撞，造成V带损坏，在设计变速箱时，应留有足够的空隙。

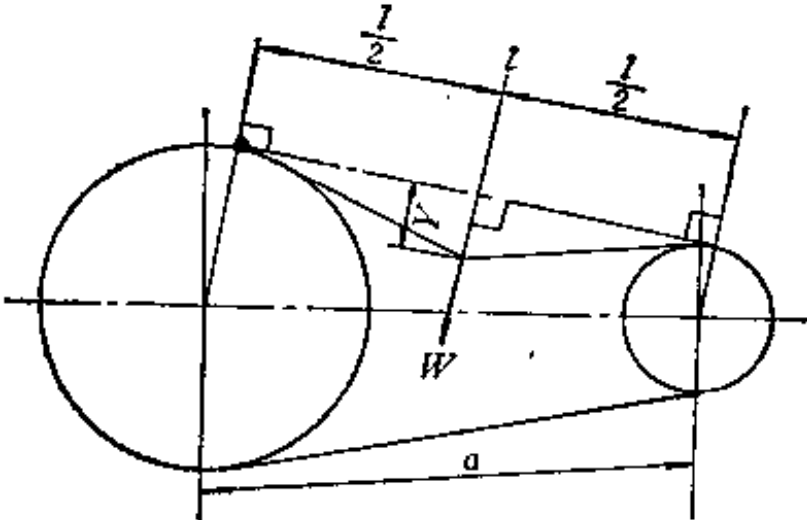


图 1-3-44 V带拉紧力的控制

(六) 拉紧力的控制

V带传动，必须给予适当的拉紧力，这是保证V带传动正常工作的重要因素。拉紧力不足，V带将在带轮上打滑，使主动轮急剧发热，加速V带磨损；由于滑动率增加，致使V带传动能力下降，随着拉紧力的增加，V带传动能力也增加。但拉紧力过大，则加速V带和轴承的疲劳，使用寿命降低。每种V带在一定的工作状况下有一个合理的拉紧力。一般情况下，

拉紧力的大小是通过在V带与两轮的切边中点处垂直V带边加一载荷W（图1-3-44），使其产生规定的挠度 γ 来控制。V带传动中，规定在载荷W作用下，切边 l 长每100mm，切边 l 中点产生1.6mm的挠度时的拉紧力为恰当值 $\gamma = 1.6 l / 100\text{mm}$ 。

普通V带具有正常拉紧力所需的载荷W值见表1-3-90。

V带在使用中不断地逐渐伸长，这就要求每隔一定时间要进行拉紧，使V带在传动中保持适当的拉紧力。

表 1-3-90 普通V带具有正常拉紧力所需的W值($\gamma=0.016l$)

型 别		O				A				B			
小带轮节圆直径 d_1, mm		63	17	80	90	90	100	112	125	125	140	160	180
单根V带拉紧力 F_0, N (kgf)		54	61	68	74	96	108	118	127	157	177	206	226
		(5.5)	(6.2)	(6.9)	(7.5)	(9.7)	(11)	(12)	(13)	(16)	(18)	(21)	(23)
W, N (kgf)	I	4.6	5.0	5.5	5.8	8.4	9.2	9.8	10.4	13.5	14.1	16.6	17.8
	II	6.3	7.0	7.6	8.1	11.4	12.6	13.5	14.4	18.4	20.2	22.8	24.8
		(0.47)	(0.51)	(0.56)	(0.59)	(0.86)	(0.94)	(1.0)	(1.06)	(1.38)	(1.44)	(1.69)	(1.81)
		(0.64)	(0.71)	(0.77)	(0.83)	(1.16)	(1.28)	(1.38)	(1.47)	(1.88)	(2.06)	(2.32)	(2.53)

续表

型 别		C				D				E			
小带轮节圆直径 <i>d</i> ₁ , mm		200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710
单根V带拉紧力 <i>F</i> ₀ , kN (kgf)		0.30 (31)	0.35 (36)	0.38 (39)	0.42 (43)	0.61 (62)	0.72 (73)	0.81 (83)	0.89 (91)	11.2 (114)	12.4 (126)	13.4 (137)	14.4 (147)
<i>W</i> , N (kgf)	I	28.2 (2.88)	31.2 (3.19)	33.1 (3.38)	35.6 (3.63)	57.7 (5.88)	64.3 (6.56)	70.5 (7.19)	75.4 (7.69)	99.0 (10.1)	106 (10.8)	113 (11.5)	119 (12.1)
	II	37.7 (3.84)	42.3 (4.31)	45.0 (4.59)	48.7 (4.97)	76.6 (7.81)	86.7 (8.84)	95.9 (9.78)	103 (10.5)	133 (13.6)	146 (14.8)	155 (15.8)	164 (16.7)

注: 1. 当V带速度*v* ≤ 2m/s时, *F*₀约比表内数值增大20%; *W*约比表内数值增大15%。
2. I 为正常拉紧力下所需的*W*值; II 为考虑新带的最初拉紧力下所需的*W*值。

三、安 装

为了保证V带合理使用, 应正确安装。

1. 带轮安装

两带轮轴线偏离时, V带使用寿命将显著缩短。因此, 两带轮安装要求如图1-3-45所示。

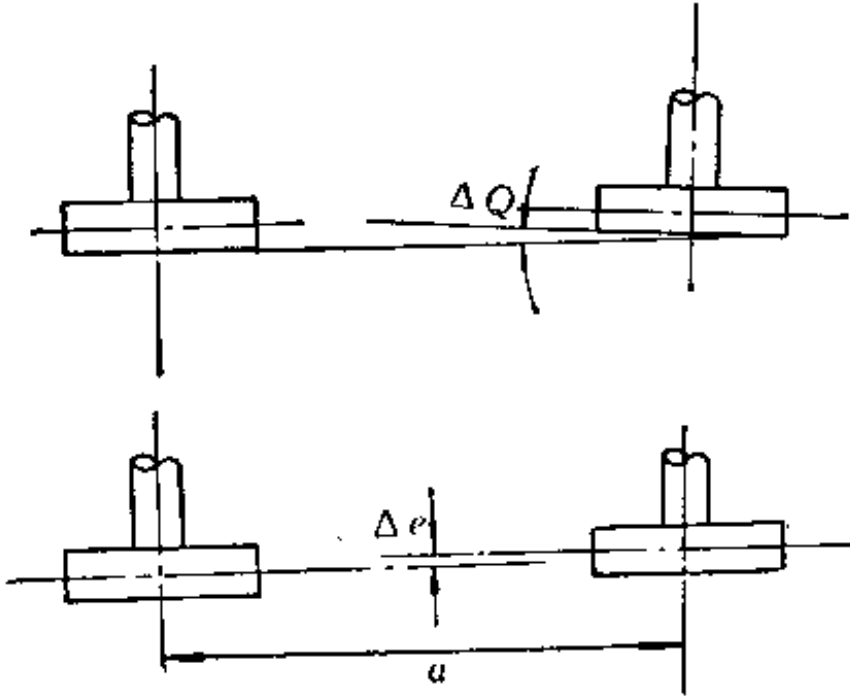


图 1-3-45 两带轮安装要求

轮宽对称平面位移度 $\Delta e \leq \frac{0.2a}{100}$
轴线不平行度 $\Delta Q \leq \frac{0.6}{100}$
式中 *a* —— 两轮中心距, mm。

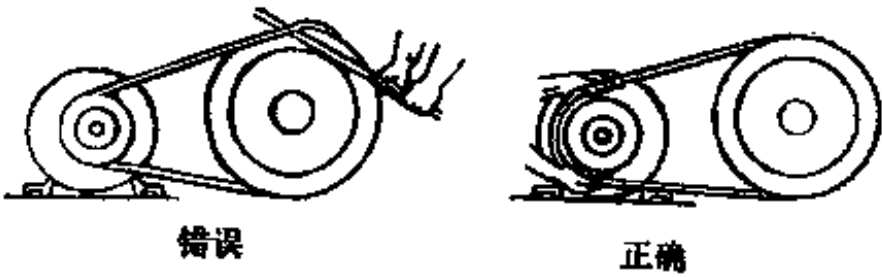


图 1-3-46 正确和错误安装V带示意图

2. V带安装

安装V带时, 应缩小中心距后装入V带, 绝不能借助撬棒、扳手等工具硬行将V带撬入带轮轮槽中, 如图1-3-46所示, 这样容易造成V带内的强力层损伤。

四、维 护 保 养

正确的维护和保养V带, 是提高V带使用寿命的有效措施。

- (1) 做好日常的清洁工作, 保持V带和传动装置的清洁。
- (2) 整个传动装置应加装防护壳罩。
- (3) V带在运转中, 不能使用润滑油、皮带蜡等润滑剂, 影响传动效率和加速V带损坏。

(4) V带外面不能加包布套或涂层使用。

(5) 多条使用的一组V带中坏了一条，应一组全部更换，不能调换一条。换下的旧V带应保存好，待凑到一定数量时，旧V带配组使用。

(6) 使用中，环境温度对V带的使用寿命有很大影响，在高温环境下，加速V带热老化，降低使用寿命。在低温环境下，V带脆化失去挠性，变硬，由于起动时的冲击，容易损坏。

(7) 运转启动中的瞬间冲击，易损伤V带。

(8) 应避免超载荷使用。

(9) 宽V带使用中，应严格遵守调速范围。超越允许的范围，会加速V带损坏。

(10) 使用中，应尽可能避免水、油及汽油等附着。

五、贮存保管

在不良条件下贮存V带，会降低使用寿命或造成长度变化。因此，在V带贮存中，应注意以下事项。

1. 贮存环境

V带应贮存在温度 $-15\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 $60\sim 80\%$ 之间，且不受日光直接照射的场所，防止与酸、碱、油类及有机溶剂等物接触。不得把V带直接放在地上或靠近窗户，散热器或加热器的地方。以免损坏V带。

2. 在贮存期间，要避免V带承受过大重量而变形，在堆放中要整齐，堆放高度不超过1m，每季至少要翻动一次。V带悬挂在挂钉上时，要把较长的V带盘成数圈，每圈周长不大于2500mm。挂钉应足月牙形，其尺寸要足够大，以免V带被损伤或因弯曲半径太小而产生压缩永久变形。

3. 已经安装用的V带，如果传动装置需停用一段较长时间时，应把V带放松拆下，以免V带在带轮上产生永久变形。

第四章 汽车 V 带

汽车 V 带（旧称风扇带）是指专用于汽车、拖拉机和各种内燃机中驱动风扇、发电机、压缩机、水泵和动力转向泵等截面为梯形的环形胶带。

第一节 汽车 V 带的结构、种类和规格

一、汽车 V 带的结构和种类

汽车 V 带一般分为包布式和切边式两大类。其截面结构按使用时部位的功能可分为伸张层、缓冲层、强力层、压缩层和包布层（见图 1-4-1）。

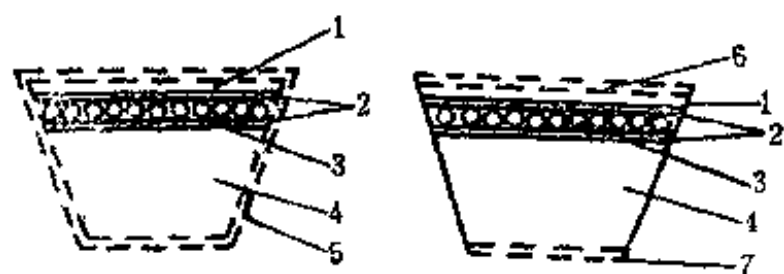


图 1-4-1 汽车 V 带截面结构

1—伸张层；2—缓冲层；3—强力层；4—压缩层；
5—包布层；6—上胶布层；7—下胶布层

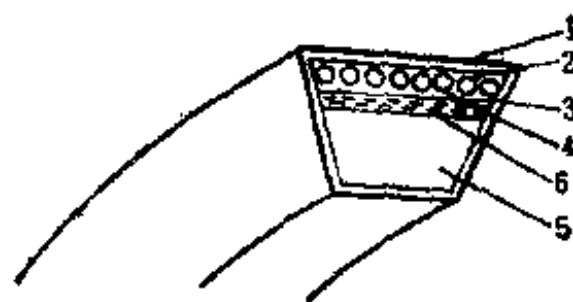


图 1-4-2 包布式汽车 V 带

1—包布；2—伸张胶层；3—缓冲层；4—强力层；5—压缩胶层；6—支承胶层

汽车 V 带按截面顶宽和带高之比可分为普通型和窄型两类。按其结构形式又可分为包布式、包布齿形式、切边平底式、切边多层式和切边齿形式五种类型。这五种类型的汽车 V 带都是对称梯形截面，其使用特征分述如下。

1. 包布式汽车 V 带

包布式汽车 V 带是一种传统类型带。其结构是由包布层、伸长层、缓冲层、强力层和压缩胶层所组成，如图 1-4-2 所示。强力层由线绳构成，在其下加有由短纤维填充的补强胶片。短纤维在胶片中垂直于强力层排列，起着支承强力层的作用。

包布式汽车 V 带由于带体周边包覆着胶布，故整体牢固。此带因两侧工作面覆有胶布，与切割汽车 V 带相比较，带的弯曲性能和散热性能较差，而且胶布表面的胶层很薄，与带轮摩擦时，易磨损剥落，摩擦系数也小，使用时易打滑从而降低传动效率。由于这种带的两侧胶布能吸收使用时打滑产生的声音，因而使用时噪音低。

2. 包布式齿形汽车 V 带

包布式齿形汽车 V 带的结构组成与包布式汽车 V 带相同，只是在压缩层部位冲切成齿状。其结构如图 1-4-3 所示。

包布式齿形汽车 V 带由于将压缩层冲切成齿形，因而弯曲性能好，生热小、散热快，适用于小带轮传动。但冲切齿形时，要防止齿根部位出现冲切划痕，以避免使用时发生早期裂

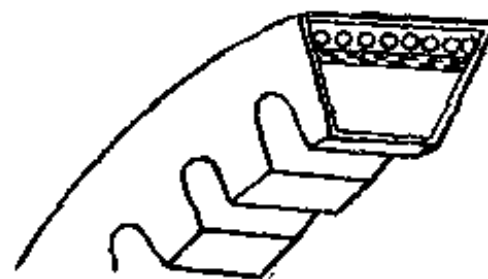


图 1-4-3 包布式齿形汽车 V 带

破而损坏。

3. 切边平底汽车 V 带

切边平底汽车 V 带的结构是由上胶布层、伸张胶层、缓冲层、强力层、短纤维填充的压缩层和下胶布层组成。此带的结构特点是在强力层下加有帘布层。帘线的排列平行于强力层，垂直于强力层线绳。其结构如图 1-4-4 所示。

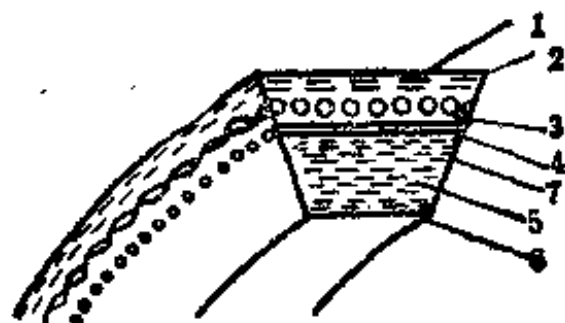


图 1-4-4 切边平底汽车 V 带

1—上胶布层；2—伸张胶层；3—缓冲胶；4—强力层；5—压缩胶层；6—下胶布层；7—支承帘布层



图 1-4-5 切边多层汽车 V 带

1—上胶布层；2—伸张胶层；3—缓冲胶；4—强力层；5—支承帘布层；6—压缩胶层；7—下胶布层

切边平底汽车 V 带的两侧工作面为切割面，因此带的弯曲性能和散热性能均优于包布式汽车 V 带，切割面上的橡胶对带轮的摩擦系数大，使用时不易打滑，传动效率高。但在负载超过界限值时，由于打滑易产生噪音。

4. 切边多层汽车 V 带

切边多层汽车 V 带是在切边平底汽车 V 带的压缩层下底部加贴多层胶布而构成，结构如图 1-4-5。这种带在使用中打滑所发出的声音能被多层胶布吸收，因而有利于降低噪音。

5. 切边齿形汽车 V 带

切边齿形汽车 V 带的各结构层材料组合与切边平底汽车 V 带相同，但其压缩胶层构成为齿状（见图 1-4-6），带下底有胶布，也可不设下胶布。

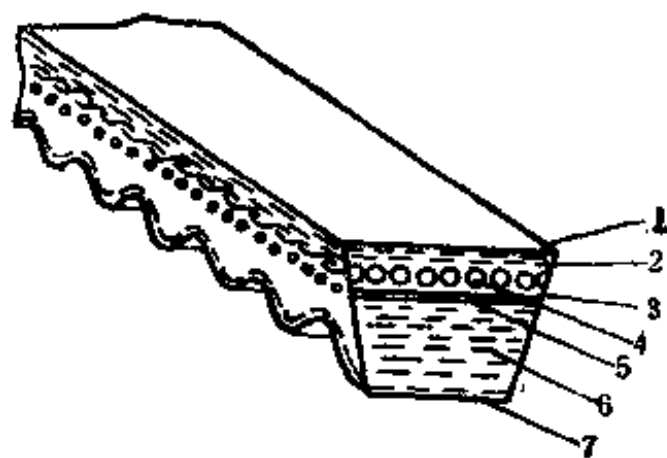


图 1-4-6 切边齿形汽车 V 带

1—上胶布层；2—伸张胶层；3—缓冲胶；4—强力层；5—支承帘布层；6—压缩胶层；7—下胶布层

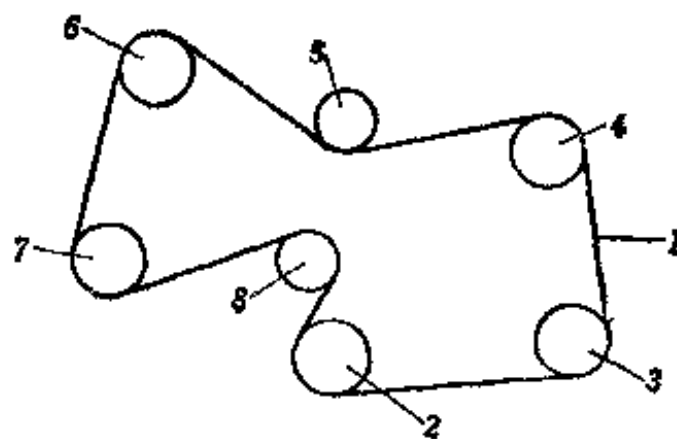


图 1-4-7 多楔 V 带传动示意图

1—多楔 V 带；2—曲轴；3—动力转向装置；4—空气调节；5—张紧轮；6—发电机；7—气泵；8—风扇

切边齿形汽车 V 带兼有侧向橡胶面和齿形底部，因而弯曲损耗少，传动效率高，生热低、散热快，适用于小的带轮和较高的线速下运转。

不同种类汽车 V 带的适用范围见表 1-4-1。

近年来，在汽车内燃机中已使用多楔 V 带，汽车中多楔 V 带传动装置如图 1-4-7。

表 1-4-1 各种汽车V带的使用范围

种 类	包布式汽车 V 带	切边平底汽车 V 带	切边多层汽车 V 带	切边齿形汽车 V 带
适用车型	小轿车 小型载重车	小轿车 小型载重车	小轿车 小型载重车	小轿车, 小型载重车, 大型载重车, 公共 汽车, 推土机
使用范围	交流发电机 水泵 风扇 动力转向装置 空气压缩机 气泵	交流发电机 水泵 风扇 动力转向装置 空气压缩机 气泵	交流发电机 水泵 风扇 动力转向装置 空气压缩机 气泵	交流发电机 水泵 风扇 动力转向装置 空气压缩机 气泵

二、汽车V带的规格

汽车V带的截面尺寸因各国汽车工业不同的设计要求和沿袭而各不相同。我国目前采用的汽车V带截面尺寸按顶宽（W）和高度（T）的不同共分7种（见表1-4-2）。这7种汽车V带的顶宽与高度之比（W/T）在1.4~1.8之间，基本上与普通V带相同。随着工业用窄V带的开发，目前汽车工业也相继采用窄V带，其W/T比值在1.2左右。窄V带的强力层芯绳位置上移，带侧与带轮接触有效面积增大，在运转中横向变形小，绳芯受力均匀，因此窄V带虽然截面积小，却能传递较大的功率。与普通V带相比，在传递相同功率时，可选用截面积较小的窄V带，相应地汽车内燃机的带传动系统结构尺寸紧缩，符合汽车内燃机结构紧

表 1-4-2 汽车V带规格尺寸公差

单位：mm

规格尺寸（顶宽×带高）	公 差		
	顶 宽	带 高	工作面夹角(度)
10×7	±0.5	±0.45	±1
	-0.4		
13×8	+0.6	±0.6	±1
	-0.5		
15×9	+0.6	±0.6	±1
	-0.5		
17×10	+0.7	±0.6	±1
	-0.5		
19×11	+0.8	±0.8	±1
	-0.6		
22×12.5	+0.8	±0.8	±1
	-0.6		
25×14	+0.9	+10	±1
	-0.5		

注：顶角呈弧状的汽车V带，其高度的上公差，可大于表中数值，但要求在0.2mm以下。

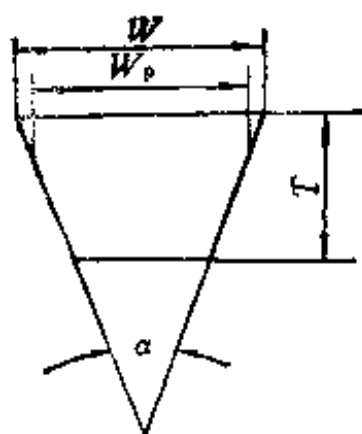


图 1-4-8 汽车 V 带截面尺寸符号

凑、轻量化、增大功率和节约能耗的设计要求。我国汽车工业也已选用汽车窄 V 带。鉴于这一趋势，对汽车 V 带的截面尺寸作了修订（见表 1-4-3）。表 1-4-4 摘录的是国际标准组织（ISO）和部分国家的汽车 V 带的截面尺寸。表中符号见图 1-4-8。

表 1-4-3 汽车 V 带截面尺寸

截面尺寸	截面代号					
	AV-10	AV-13	13×8	15×9	AV-17	AV-22
顶宽W, mm	10	13	13	15	17	22
节宽Wp, mm	8.5	11	11	12.5	14	19
高度T, mm	8	10	8	9	11	14
楔角α, 度	40	40	40	40	40	40

注：摘自汽车 V 带尺寸（国标审定稿）。

表 1-4-4 国外汽车 V 带截面尺寸

标准国及标准号	代 号	顶宽 W , mm	高度 T , mm	楔角 α , 度
国际标准组织	AV-10	10	8	40
ISO—2790	AV-13	13	10	40
联邦德国	AV-9.5	≈ 10	≈ 8	
DIN7753—1976	AV-12.5	≈ 13	≈ 10	
日本 JASOE107—82	V-10	10	结构符号	高度, T
			WB	8
			REP	7.5
			REL	7.5
	V-13	12.5	REC	8
			WB	8.5
			REP	8
			REL	8
	V-15	16.5	REC	8.7
			WB	10.5
			REP	9.5
			REL	9.5
V-20	22	REC	11	
			13	

注：表中 WB系包布式汽车 V 带；REP系切边平底汽车 V 带；REL 系切边多层汽车 V 带；REC系切边齿形汽车 V 带。

第二节 制造汽车 V 带的材料和性能要求

制造汽车 V 带的材料主要有芯绳、帆布和胶料。所选择的材料的性能应符合汽车 V 带的

使用特点。

汽车V带安装于发动机上，并放置于机箱内。由于发动机运行时产生热量，使机箱内的温度比环境温度高，而且又不易散热，因此，汽车V带是在较高的环境温度下使用。

为减小发动机传动系统所占有的空间，其传动装置设计得非常紧凑，各带轮间的可调距离短，而且带轮的轮径小、转速高，因而汽车V带是在要求伸长小、弯曲应力大、弯曲疲劳严酷的条件下使用。

汽车V带多数是在单根情况下使用，故要求单根V带能传递较高的功率。

鉴于上述使用要求，制造汽车V带的材料应具有耐热、耐弯曲疲劳的性能，芯绳要有高的拉伸强度和较低的伸长率。

一、芯绳和帆布

汽车V带的强力层都采用芯绳，它是承受传动张力的骨架材料。芯绳的结构对汽车V带的质量和寿命有很大的影响。

汽车V带的芯绳材料曾采用过棉，后被强力人造丝所代替，其间也使用过维纶和锦纶，目前已部分采用涤纶。玻璃纤维和钢丝具有极小的伸长和很高的强度，在有特殊要求时也作为芯绳材料使用，但其耐弯曲疲劳和耐冲击性能较差。各种骨架材料对汽车用传动带的适应性见表1-4-5。

表 1-4-5 各种纤维对汽车用传动带的适应性

纤 维	适 应 性
强力人造丝	于强度较高，弹性模数中等至较高，易与橡胶粘合，耐冲击性尚可；易吸湿，吸湿后的强度明显下降，尺寸稳定性差，使用伸长尚可
维纶	强度较高，耐冲击性尚可，易与橡胶粘合，耐疲劳性能高于棉纤维和强力人造丝，但低于锦纶和涤纶纤维；弹性模数较锦纶高，但低于强力人造丝和涤纶纤维；由于易吸湿，尺寸稳定性较差
锦 纶	强度高，耐疲劳和耐冲击性能良好，但弹性模数低，伸长大，易蠕变
涤 纶	强度高，耐疲劳和耐冲击性能良好，弹性模数高，尺寸稳定性好，初期伸长小；涤纶纤维因活性基团少，不易与橡胶粘合，但经适当处理后，也能取得很好的粘着性
玻璃纤维	强度、弹性模数，耐热性和尺寸稳定性皆良好，伸长很小；耐疲劳和耐冲击性能差，易吸湿而致强度下降
钢 丝	弹性模数高，伸长极小，耐热和导热性好，尺寸稳定性良好，耐疲劳和耐冲击性能差

芯绳结构（并股根数、捻度等）对芯绳的拉伸强度、伸长率、疲劳性能、耐冲击性能以及浸胶质量等都有一定的影响，应通过试验加以选择。芯绳的结构和性能可参照表1-4-5以涤纶芯绳为例，涤纶芯绳制成的汽车V带，其实际能达到的整根抗拉强度和负荷伸长率可参考表1-4-6。

表 1-4-6 汽车V带拉伸性能

V带顶宽 mm	抗拉强度 kN(kgf) >	定负荷伸长率		V带顶宽 mm	抗拉强度 kN(kgf) >	定负荷伸长率	
		% <	测量负荷, kN(kgf)			% <	测量负荷, kN(kgf)
10	2.45(250)	4	0.78(80)	17	5.39(550)	6	2.35(240)
13	3.43(350)	5	1.37(140)	19	6.86(700)		
15	4.41(450)			22	8.83(900)	6	

汽车V带所用的包布、上胶布、下胶布或多层胶布采用的是棉或合成纤维平纹帆布，要求帆布无疵点、无歪斜、经、纬线密度要均一。其结构与V带所用的对包帆布相同。

二、橡胶胶料

汽车V带所用的胶料可分为压缩层胶、缓冲胶、伸张层胶和包布胶。

1. 压缩层胶

压缩层胶位于V带的压缩层，是汽车V带的支撑材料，它使强力层芯绳保持在一个平面上，并承受带体受拉时带体两侧与带轮的侧压力。如同其它V带一样，汽车V带在使用时，带体在带轮轮槽内受拉力（ F ）的作用而出现凹状变形，这种变形使强力层中部芯绳下陷（见图1-4-9），传动时这部分芯绳所承受的拉力减小，两侧芯绳却始终保持张紧状态而承受

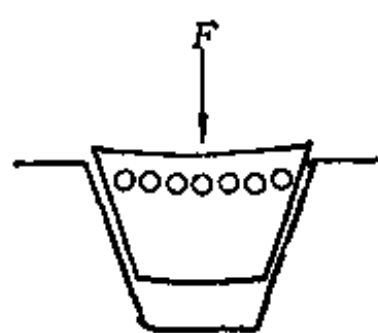


图 1-4-9 V带受拉时的凹状变形

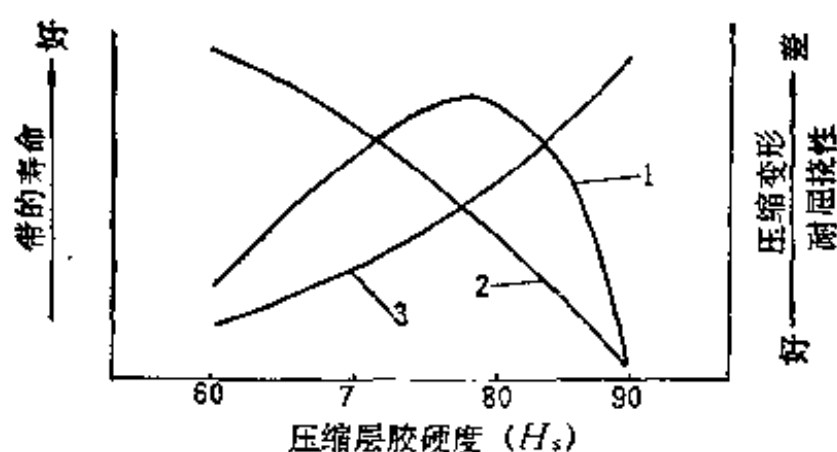


图 1-4-10 压缩层胶胶料性能与V带
1—带的寿命；2—压缩变形；3—耐屈挠性

着传动时的大部分拉力。这种拉力不均匀现象，造成两侧芯绳受力过载，V带易出现早期损坏，因此，压缩层胶胶料必须有一定的硬度，以抵御凹状变形。另外，压缩层胶胶料应能适应较高的温度和较高的弯曲频率，故应有良好的耐热和耐疲劳性能。压缩层胶胶料还需有较小的压缩变形。压缩层胶受压缩而变形，会使V带截面变形而在带轮轮槽内下陷，造成V带的使用伸长。压缩层胶胶料的硬度、耐疲劳性能、压缩变形和使用寿命的关系如图1-4-10所示。V带使用寿命的最大值在压缩变形和耐疲劳性的交点，此时胶料的硬度在Hs75~80度之间。

在切边汽车V带的压缩层胶胶料内添加短纤维，出片时使其定向排列，胶料中的定向排列短纤维应垂直于V带的强力层，这样不但能增大带体的横向刚性，提高承受侧压能力，而且能限制V带受拉时的凹状变形，并仍能使V带具有良好的纵向耐弯曲疲劳性能。

2. 缓冲胶

缓冲胶是包覆于强力芯绳四周的胶料。汽车V带在使用时，缓冲胶在芯绳的上、下侧受到周期性的拉伸、压缩和剪切，这就需缓冲胶与芯绳间有牢固的动态粘结性能和耐老化性能。在传动过程中缓冲胶能吸收发动机启动或速度变化时对芯绳的冲击力，因此缓冲胶也需有较好的弹性。

3. 伸张层胶

伸张层胶放置于V带上胶布和缓冲胶之间。伸张层胶在V带结构中主要是校正强力层芯绳位置的高低，对强力层设置较高的V带，可以不需伸张层胶。由于V带在使用中受周期性的拉伸，因此，伸张层胶也需具有良好的耐热和耐疲劳性能。

4. 包布胶

包布胶通常是通过压延擦胶涂覆在帆布上,通过粘合作用使胶布能牢固地包覆在V带上,保护V带免受早期磨损和其它机械损伤。包布胶外露在环境中,故该胶料应具有良好的动态性能和耐磨、耐热、耐油和耐臭氧等性能。

根据汽车V带各结构层对橡胶胶料的要求,设计各胶料配方时,应确定选用最适宜的橡胶品种和能符合使用要求的胶料配方。

制造汽车V带的橡胶一般用天然橡胶和丁苯橡胶,但要制得高质量的汽车V带,目前多采用氯丁橡胶,这是由于氯丁橡胶具有良好的动态性能、粘着性能,以及耐老化、耐热、耐磨、抗撕裂、耐油和耐臭氧等综合特性。汽车V带在高速运行和温度较高的场合下使用,带体的温度升高较快,压缩层用天然橡胶制造时其硬度随温度升高而降低,若采用氯丁橡胶则其硬度变化很小,带体不易出现凹陷现象,从而有利于提高使用寿命。采用丁苯橡胶或丁苯橡胶与天然橡胶并用能提高胶料的耐热性能,但其综合特性低于氯丁橡胶。用氯丁橡胶和丁苯橡胶分别制成V带,用疲劳试验机作运转试验对比的结果见图1-4-11,氯丁橡胶V带的运转寿命比丁苯橡胶V带高出1倍以上。

采用氯丁橡胶作为汽车V带的压缩层胶胶料的配方举例如表1-4-7。

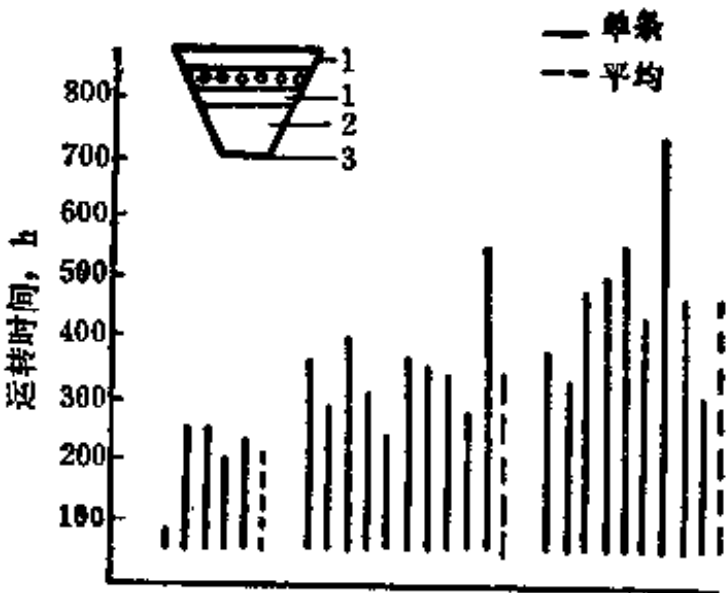


图1-4-11 氯丁橡胶与丁苯橡胶V带运转试验对比
芯绳粘接橡胶 1 SBR CR CR
底层橡胶 2 SBR SBR CR
包布层橡胶 3 CR CR CR
CR—硫黄调节型氯丁橡胶; SBR—丁苯橡胶

表 1-4-7 汽车V带压缩层胶胶料配方举例

原材料	芯绳粘接胶	底层胶	包布层胶	原材料	芯绳粘接胶	底层胶	包布层胶
氯丁橡胶	100	100	100	高耐磨炉黑	35	55	40
硬脂酸	1	1	1	半补强炉黑	30	—	—
氧化镁	4	4	4	白炭黑	—	—	15
氧化锌	5	6	6	增塑剂	12	6	5
防老剂	适量	适量	适量	促进剂NA 22	0.35	0.3	0.3
防老剂MB	—	—	1.5				

芯绳粘结胶中采用白炭黑和防老剂MB有利于提高胶料的屈挠疲劳和抗撕性能。

切边汽车V带的压缩层胶胶料中掺有短纤维。短纤维的纤维材料有棉、锦纶、涤纶或经处理的非再生纤维素纤维等。掺入短纤维的胶料,其拉伸强度、扯断伸长率、模数、屈挠疲劳、纵横向的各向异性和胶料的门尼粘度与纤维材料的种类、纤维的长径比(形状系数)和增粘剂的使用及加工方法有关,应通过试验选择。短纤维的掺入量一般为橡胶的15~30%重量份。

第三节 汽车V带的制造工艺

一、汽车V带的制造工艺流程

1. 包布式汽车V带制造工艺流程

包布式汽车V带制造工艺流程见图1-4-12。

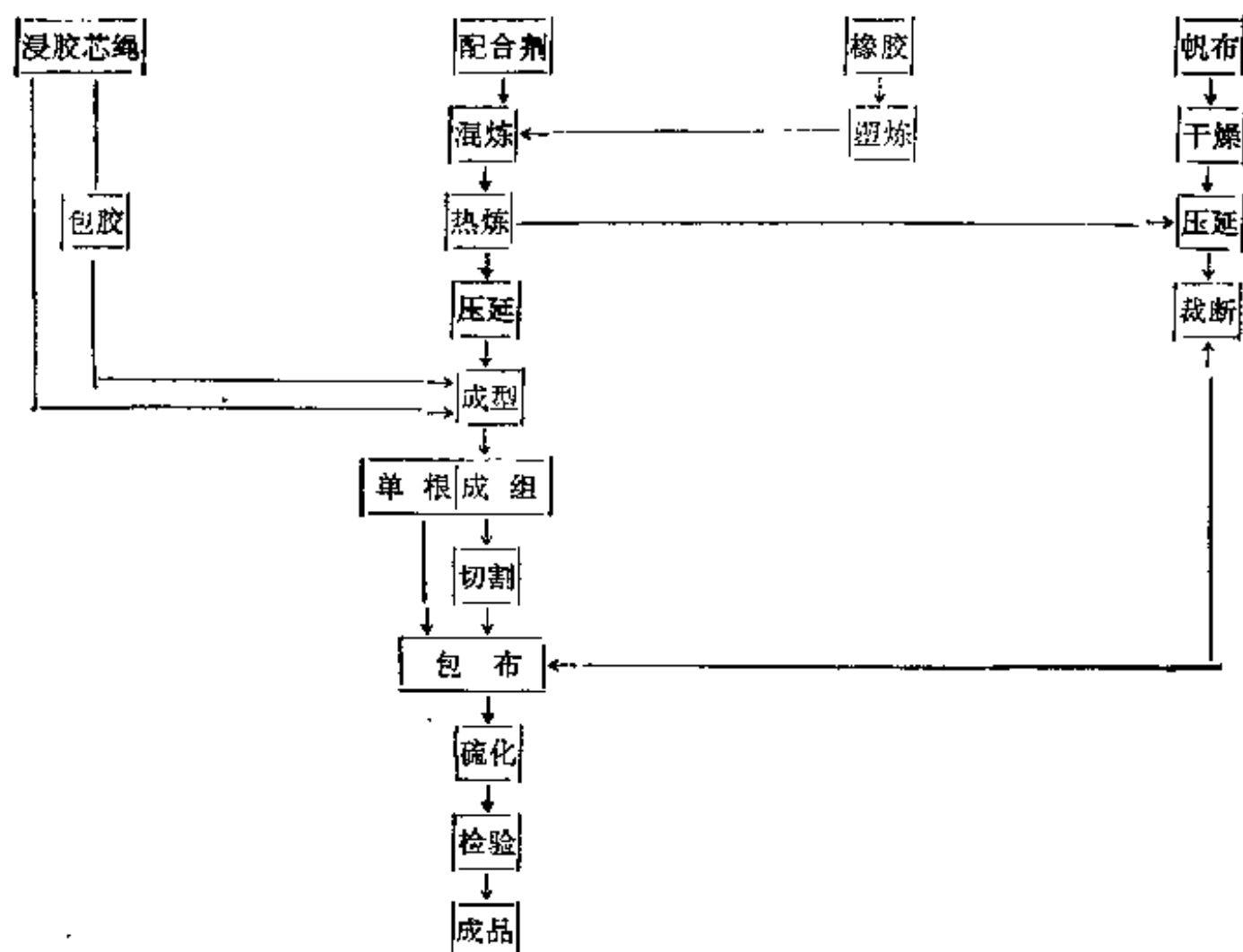


图 1-4-12 包布式汽车V带制造工艺流程

2. 切边汽车V带制造工艺流程

切边汽车V带制造工艺流程见图1-4-13。

二、汽车V带制造工艺

(一) 汽车V带成型工艺

1. 半成品准备

汽车V带成型用的半成品有经过浸渍和包胶或涂胶的芯绳、缓冲胶片、伸张层胶片、压缩层胶条或胶片及支承胶片和擦胶帆布等。

(1) 芯绳的浸渍包胶或涂胶 汽车V带用的芯绳需经胶粘剂浸渍，对涤纶、锦纶等合成纤维芯绳还需进行热伸张和热定型处理（详见第三分册基本工艺）。经处理的浸渍芯绳其对橡胶的粘着性能和耐动态疲劳性能得以提高，并降低了硫化时的热收缩率和使用伸长率。浸渍芯绳包胶是在带有横向机头的挤出机上进行，包胶厚度约0.2mm。包胶芯绳通过冷却鼓冷却，涂上隔离剂（如硬脂酸锌），然后卷取备用。如果包覆胶料采用氯丁橡胶胶料时，应注意防止胶料烧焦。对切边汽车V带所用的浸渍芯绳，如存放时间较长，其表面胶粘剂易受紫外线照射而影响粘结性能。也可将浸渍芯绳再涂保护层以保证汽车V带的质量。

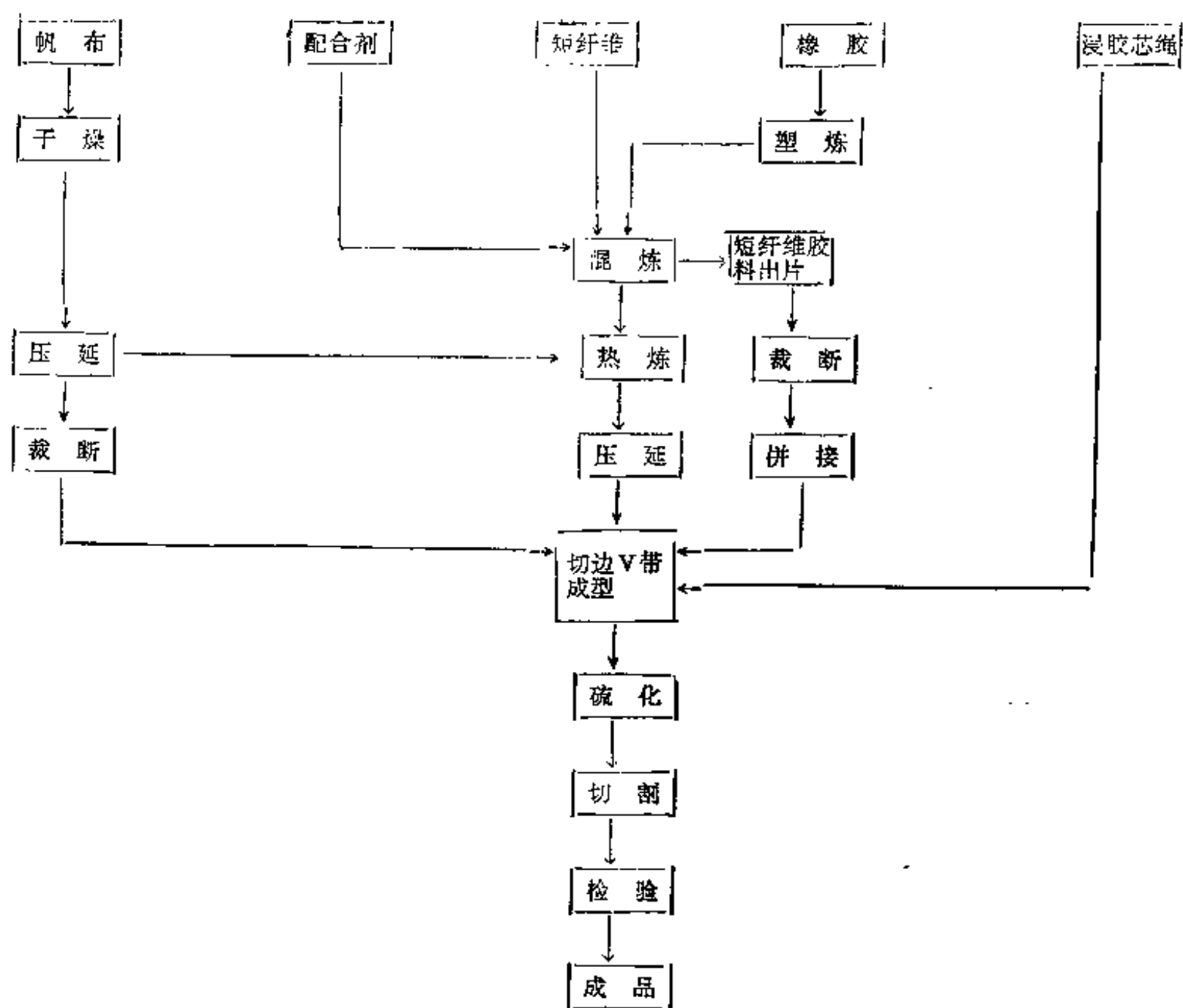


图 1-4-13 切边汽车 V 带制造工艺流程

(2) 压缩层胶和支承胶片 压缩层胶的制备因成型方法不一而异。采用单根成型时，可用挤出机或梯形槽辊将胶料压延成截面积为梯形的胶条。采用成组成型时，压缩层胶是压延成胶片或梯形截面的胶片。

切边汽车 V 带的压缩层胶或包布式汽车 V 带的支承胶内掺有短纤维。在混炼和压延时，应使短纤维定向排列。

短纤维胶料混炼可在密炼机或开炼机上进行，混炼时要考虑短纤维和配合剂在橡胶中的均匀分散。混炼时如果短纤维与炭黑等配合剂同时加入，则配合剂会埋入纤维的团絮中和吸附在纤维的表面，阻碍配合剂在橡胶中的均匀分散。为取得良好的混炼效果，宜先将短纤维加入橡胶内，混炼至短纤维在橡胶中分散均匀，并形成橡胶包覆的囊状物，然后加入填充剂。对氯丁橡胶胶料，可先加入氧化镁和防老剂，混匀后加短纤维至分散均匀，再加入其它配合剂。也可先将橡胶、炭黑、增塑剂、增粘剂及其它配合剂混炼均匀，然后加入短纤维直至短纤维分散均匀。含有短纤维的胶料在热炼时，不应采用开刀翻胶的操作方法，辊筒间的堆积胶应少，这样可使大量的短纤维在热炼时先行取向，在压延出片时进一步取向。短纤维的取向效果随辊距减小而提高，为此短纤维填充的压缩层或支承胶片的厚度宜在 0.5~1.5mm 之间。压延胶片内的短纤维排列与压延方向一致。这样就需将压延胶片横向截断，然后再行拼接，见图 1-4-14。

(3) 胶布 帆布经干燥后可在压延机上擦胶，然后将胶布根据所需宽度按 45° 裁断而

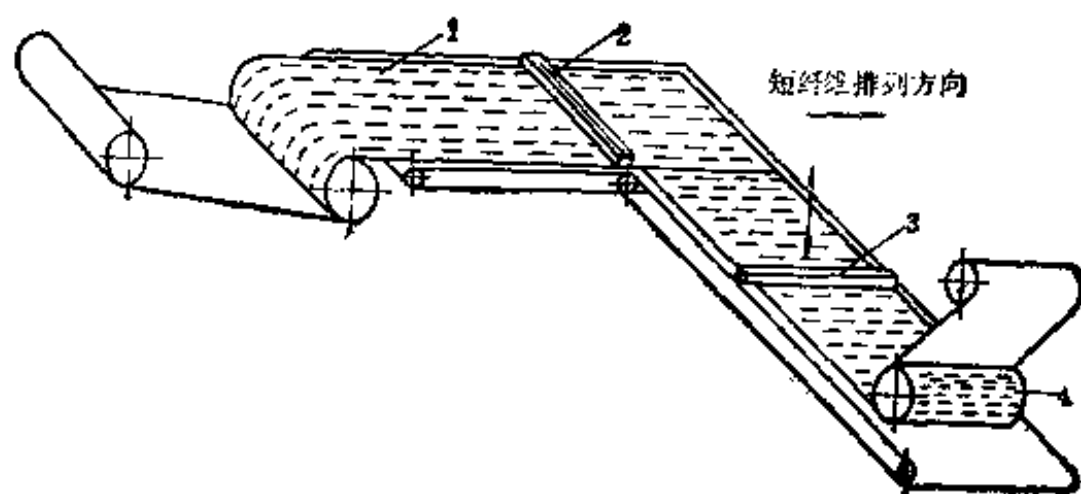


图 1-4-14 短纤维填充胶片制备
1—短纤维填充胶布；2—裁断；3—拼接；4—卷取

制得。胶布裁断可采用单刀裁断机或多刀纵裁机裁断。

胶布裁断操作中应注意下列事项。

- ① 裁断胶布的搭接宽度在不影响搭接牢度的前提下尽可能小，过大的重合宽度会增加汽车V带胶布搭接处的局部刚性，影响弯曲疲劳性能，易使汽车V带使用时在胶布搭接处产生早期裂口现象。
- ② 包布式汽车V带的对覆胶布宽度应正确掌握。宽度过小，在包覆时不能将带体全部包合，而过宽时胶布易包合在带体的工作面上，这些都不利于汽车V带的质量。
- ③ 经 45° 裁断的胶布，在胶布搭接成卷取操作过程中，应避免对胶布施加张力，否则会引起斜裁角度的变化，而影响汽车V带的弯曲疲劳性能。

2. 包布式汽车V带成型

包布式汽车V带成型有单根成型和成组成型两种方法。

(1) 单根成型法 单根成型法是在带槽的模具上进行的。单根成型又有正成型和反成型两种。正、反成型法区别于组成汽车V带各层的贴合顺序和包布方法。

单根成型的设备较为简单，它是由芯绳的导开、芯绳张力控制装置和放置成型模具并使其能转动的设备组成。

a. 正成型 正成型用的模具是一个有梯形槽的圆模，圆模由两片组成，便于分卸取出成型后的汽车V带带坯。正成型的操作顺序见图1-4-15，首先将外覆胶布铺于模具的梯形槽内，胶布的包覆边均分于槽外，然后依次贴合压缩层胶条，缠绕包胶芯绳，贴合伸张层胶片，最后将两侧外露胶布包贴在V带的顶面制成半成品带坯。

b. 反成型 反成型的模具是一个有矩形凹槽的圆模。为便于取下带芯，圆模的一段可折。反成型的操作顺序见图1-4-16，先在矩形凹槽内贴合伸张层胶片，然后缠绕包胶芯绳，再贴压缩层胶条。将此带芯取下，用V带包布机包覆胶布而制成半成品带坯。

成型中如果用不包胶的浸渍芯绳，则在芯绳缠绕前后加贴上下粘结胶片。对于窄形汽车V带通常还需贴合支承胶片。

采用正成型方法，由于压缩层胶条在梯形槽内贴合时，常易出现歪斜，会使芯绳缠绕不平，另外包覆胶布的重合在带的顶面，硫化时顶面受压后也易使重合胶布下陷而导致强力层芯绳位置不平。这些都对V带的使用质量不利。显然采用反成型方法对强力层芯绳保持平整是有利的。

(2) 成组成型法 成组成型法是将除外覆胶布外的各层胶片和强力芯绳在成型鼓上先

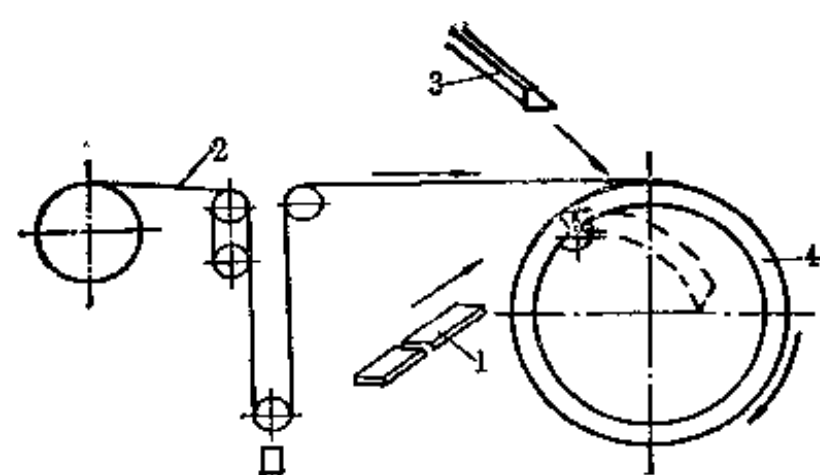


图 1-4-15 正成型操作顺序

1—包覆胶布；2—压缩层胶条；3—包胶芯绳；4—伸张层胶片；5—成型模

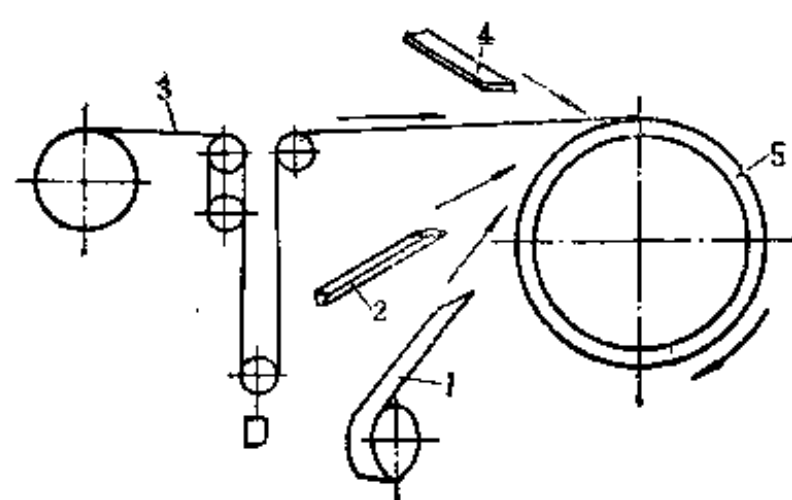


图 1-4-16 反成型操作顺序

1—伸张层胶片；2—包胶芯绳；3—压缩层胶条；4—成型模

制成一个很长的环状带筒，然后分割成带芯。再用包布机逐条包上外覆胶布。该成型方法的主要优点是芯绳排列平整，张力均匀，有利于提高汽车 V 带的使用质量，并且有较高的生产效率。

成组成型机由芯绳导开、缠绕、带芯切割、成型鼓和各层胶片存放架等组成，其工作情况参见图 1-4-17。

包布式汽车 V 带成型鼓有可折圆鼓（图 1-4-18）和膨胀圆鼓（图 1-4-19）二种。

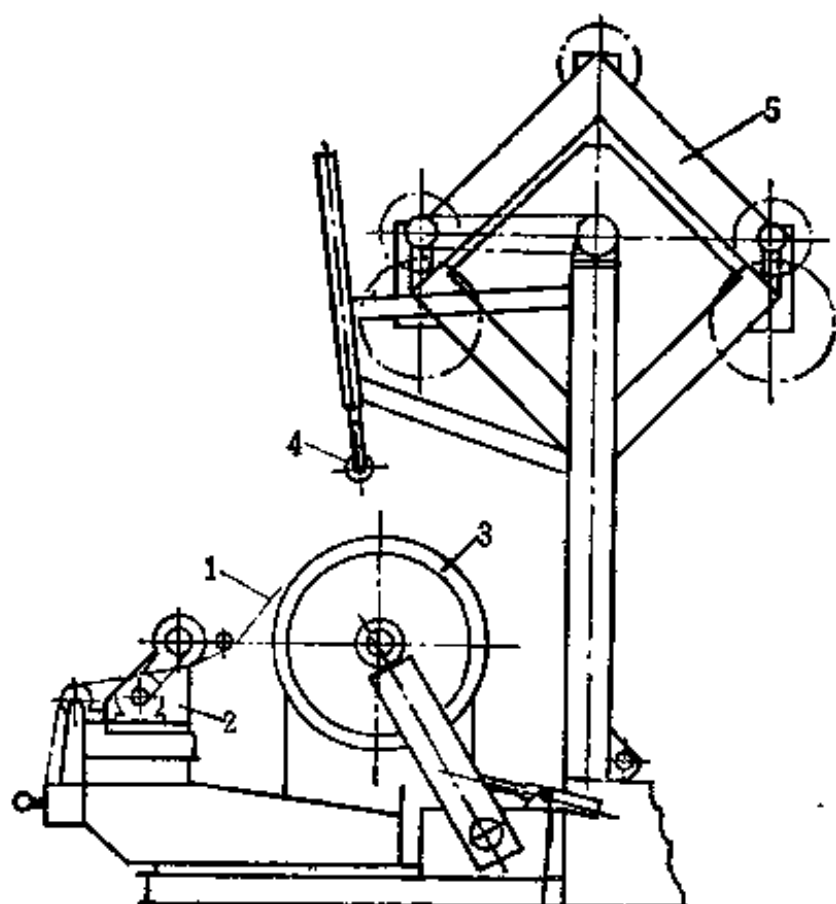


图 1-4-17 成组成型机工作示意图

1—芯绳；2—切割刀架；3—成型鼓；4—压靴；5—胶片存放架

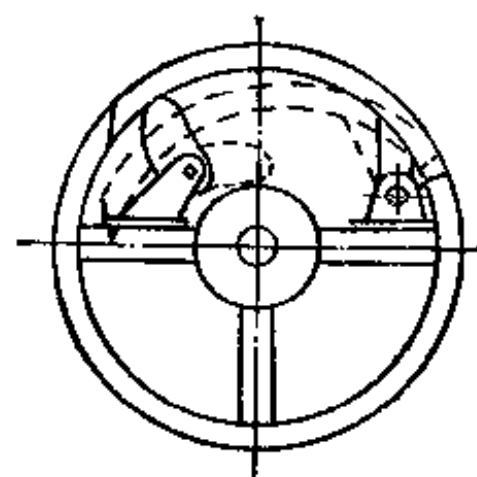


图 1-4-18 可折圆鼓

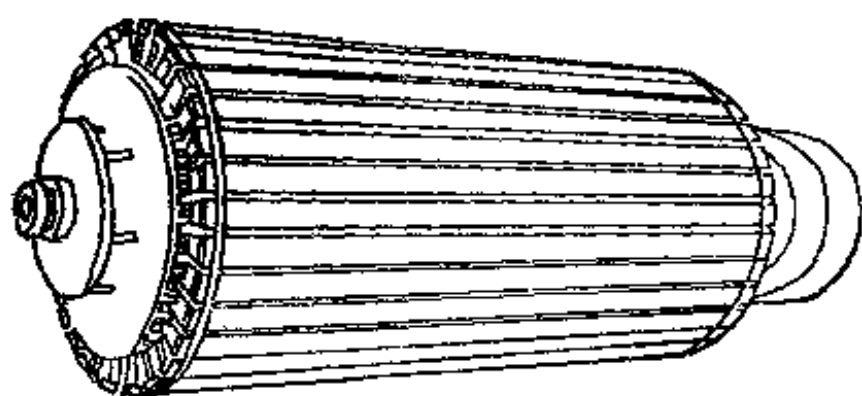


图 1-4-19 膨胀圆鼓

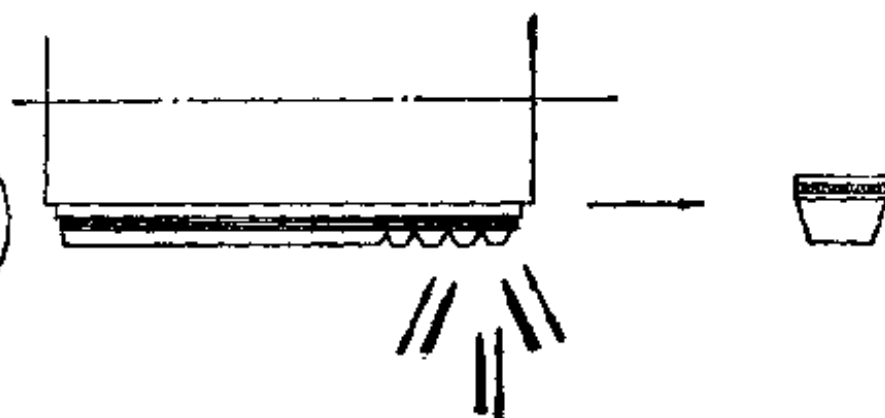


图 1-4-20 Y形切割

可折圆鼓的直径固定，成型不同周长的V带是借助成型胶套厚度增减来调节，但可调范围小，需配备许多不同直径的成型鼓。膨胀圆鼓由许多扇形块板组成，外径可调范围大，从而可以减少成型鼓的配置。

无论采用何种成型鼓都需先套上成型衬套，这是为了在切割带芯时避免切割刀与成型鼓直接接触而损坏刀具或鼓体。成型衬套由高硬度非硫化胶片贴合而成，在其内壁加贴胶布以防止成型衬套使用中伸长变形。膨胀成型鼓在放大外径时，扇形块板间会出现空隙，成型衬套宜厚些，一般在8~10mm。

成组成型多为反成型，其压缩层胶可压延成1mm左右的胶片，成型时对卷贴至所需厚度，或预先压延成梯形截面的胶片。

切割带芯，可用下述几种方法。

(1) Y形切割 先将带筒上的压缩层胶片切割成梯形截面，然后垂直分割成带芯（如图1-4-20）。

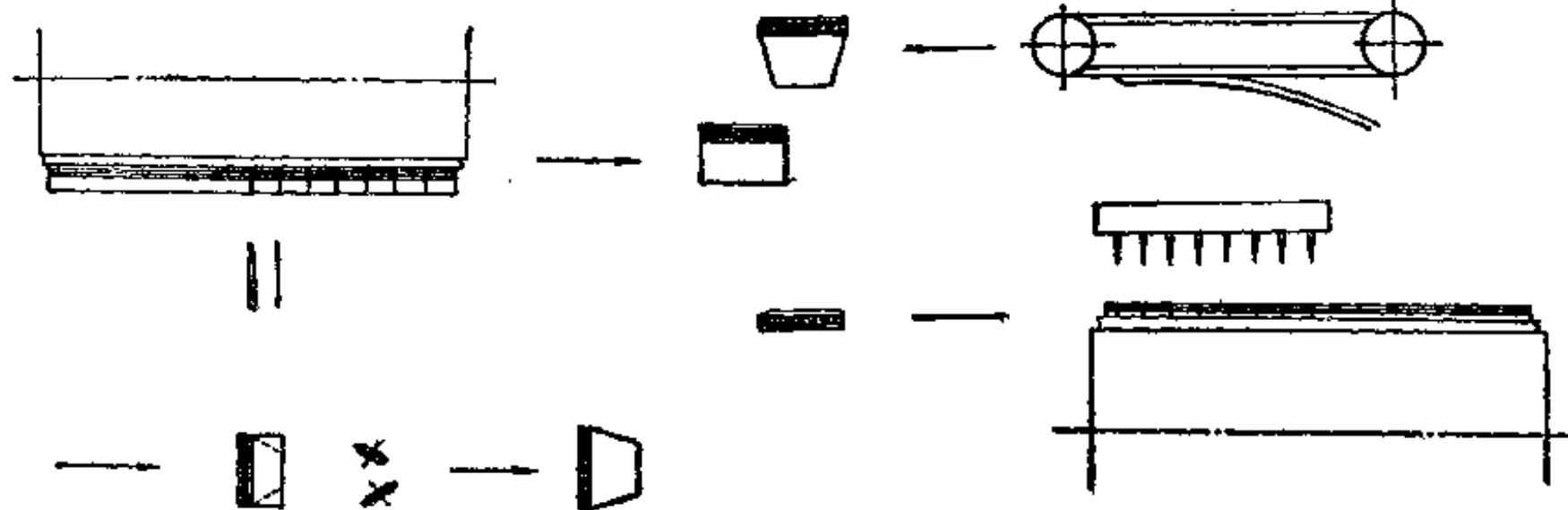


图 1-4-21 垂直切割

图 1-4-22 无压缩层胶垂直切割

(2) 垂直切割 将带筒垂直分割成矩形截面的带芯，取下后，用削角机将压缩层胶片部分切削成梯形截面（如图1-4-21）。

(3) 无压缩层胶垂直切割 先成型成无压缩层胶片的带筒，然后用垂直组刀分割成矩形带芯，取下后在贴合机上贴合压缩层胶片（如图1-4-22）。

3. 切边汽车V带成型

切边V带的成型鼓是固定直径的金属鼓。这种成型鼓也是硫化模。成型鼓的表面有平面

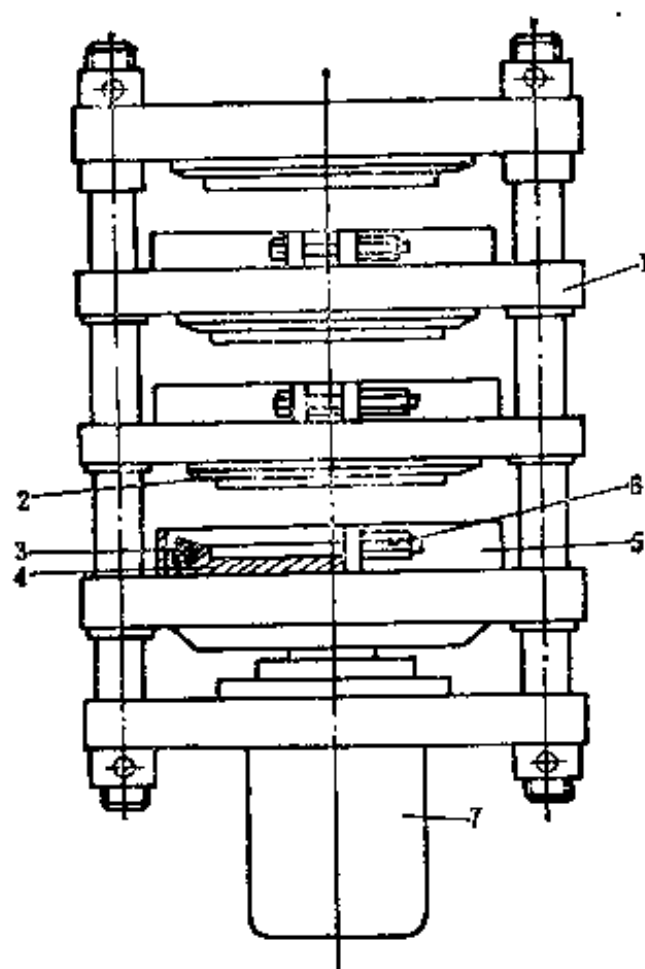


图 1-4-24 单根模平板硫化机

1—热板；2—上模片；3—坯带；4—下模片；5—钢圈；6—锁紧螺栓；7—液压缸

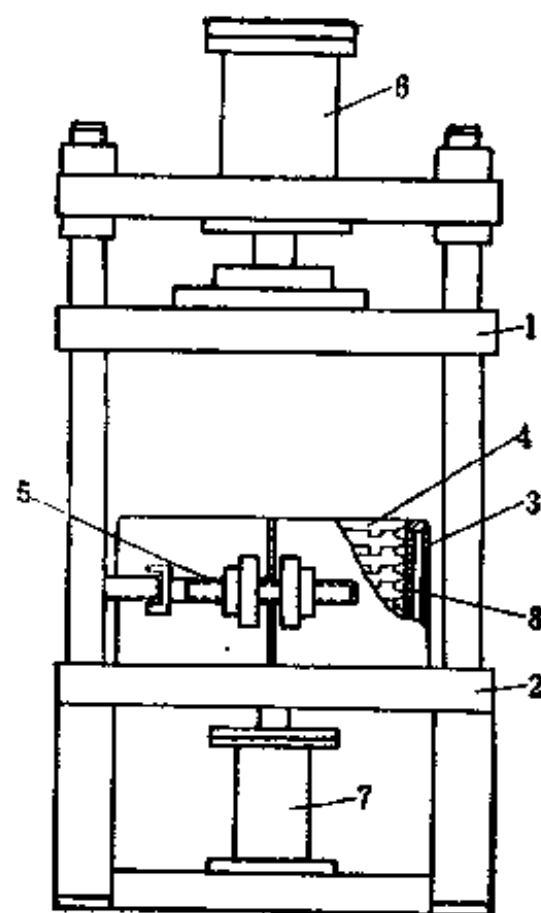


图 1-4-25 成组模平板硫化机

1—上热板；2—下热板；3—蒸汽夹套钢圈；4—成组模具；5—锁紧装置；6—上液压缸；7—下液压缸；8—坯带

① 半成品带坯的带体大小应严格控制，带体小于模槽则会出现带的顶边圆角或受压不足。过大则产生带的顶边凸边。尤其是用成组硫化时，各条带坯如带体大小不一，更易发生凸边或圆角。因此，在汽车V带成型中，半成品的尺寸应仔细检查，带坯应称重，配组。

② 合成纤维芯绳具有热收缩特性，硫化V带出模前，模具应先冷却，以免V带长度缩短。采用平板硫化方法时，模具固定在热板上，V带无法冷却取下。因此，这种模具设计时，可配有内钢圈。硫化后的V带连同内钢圈一起脱模，在内钢圈的支撑下使V带冷却。

钢圈加压方法锁紧力大，操作简单，但在钢圈收紧过程中，钢圈收合缝两侧的芯绳易被挤弯，芯绳采用钢丝或玻璃纤维的最易出现这种芯绳弯曲的质量缺陷。人造丝芯绳或其它合成纤维芯绳在硫化加热时会适量收缩，使挤弯部分又被拉直，对质量有影响，这是采用钢圈加压硫化法存在的缺点。

2. 扎布加压硫化

扎布加压硫化也适用于包布式汽车V带。扎布加压硫化用的模具也是单根模或多根成组模。扎布加压是将装有带坯的模具放在扎布机上，模具旋转时，用帆布条拉紧缠绕。硫化设备采用硫化罐。

3. 胶套加压硫化

胶套加压硫化方法适用于包布式汽车V带和切边汽车V带。硫化包布式汽车V带的模具是一次可装数十条带坯的多根成组硫化模。切边汽车V带硫化模如前所述就是切边V带的成型模。硫化设备为立式硫化罐。这种立式硫化罐（见图1-4-26）与一般立式硫化罐的主要区别是硫化罐内的底部有一能放置硫化模具的平台；硫化罐有二组进汽和排汽管，一组是用作加压和加热胶套的外压蒸汽管。另一组与平台相连，用于模具内部加热的内压蒸汽管。

胶套硫化法的硫化操作顺序如下。

① 将包布式汽车V带带坯逐条装模后，用压模机对模具轴向加压，使所有模片闭合，并用螺栓固紧。将模具吊入立式硫化罐，放置于罐内平台上。切割汽车V带可将成型带筒连同成型模一起吊入，放于平台上。

② 套上胶套，然后盖好上盖板。由于胶套长度高于硫化模具，胶套的两端在上盖板和平台接触面形成密封边。

③ 放下罐盖并锁紧，通入外压蒸汽，固胶套边的密封，外压蒸汽不能进入胶套与带坯间的空隙或模具内部，而是将胶套挤向带坯，对带坯加压。

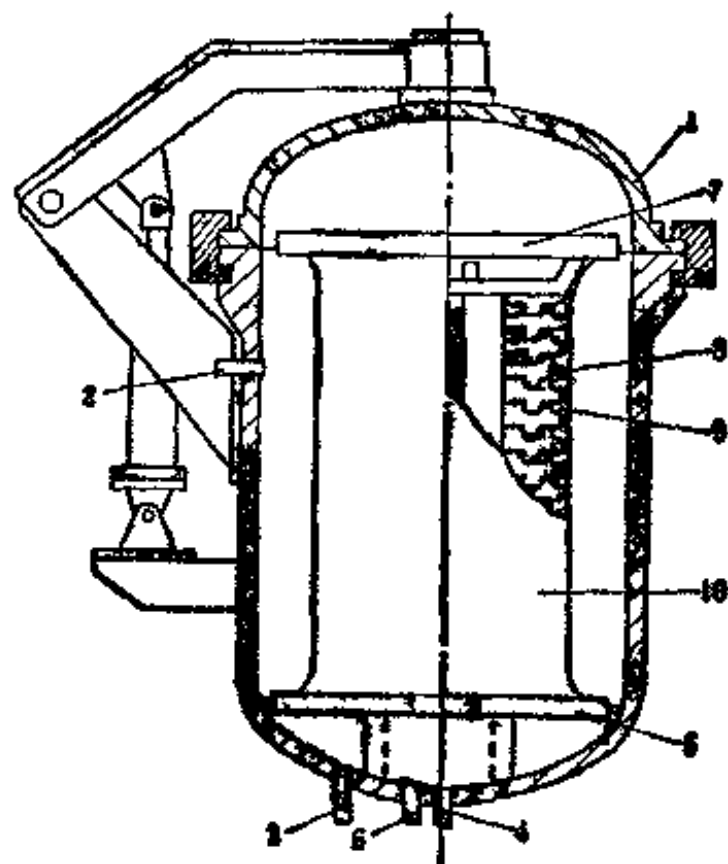


图 1-4-26 胶套加压硫化罐

1—硫化罐；2—外压进气管；3—外压排气管；4—内压进气管；5—内压排气管；6—平台；7—上盖板；8—模具；9—带坯；10—胶套

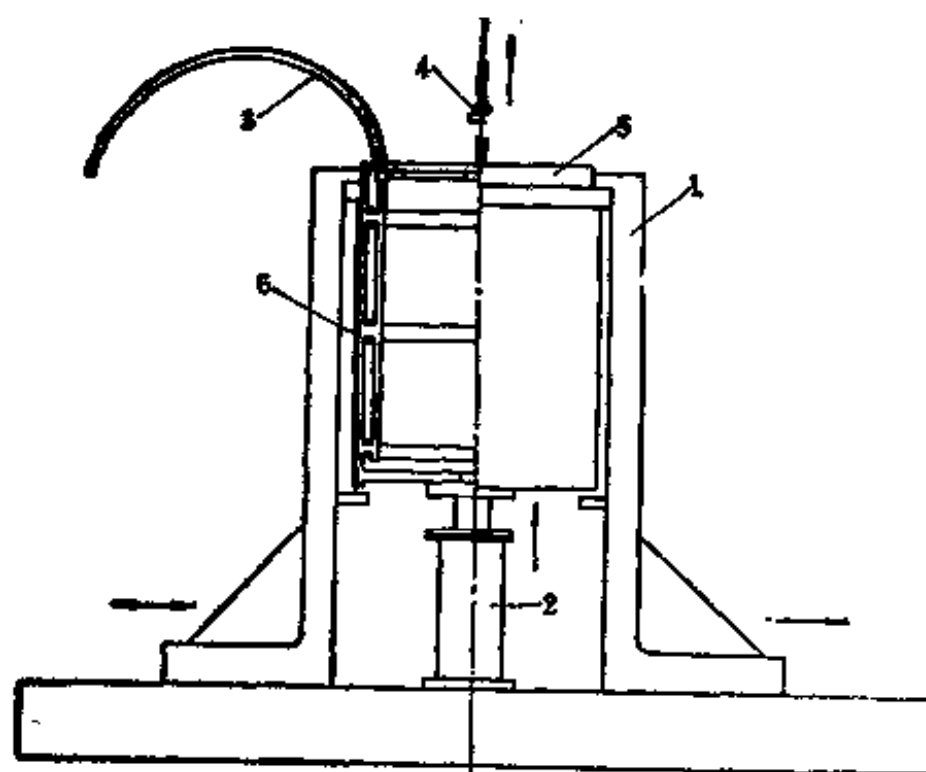


图4-27 切边汽车V带筒脱模

1—抓板；2—液压缸；3—压缩空气软管；4—牵引钩；5—模具；6—切边V带带筒

④ 待外压蒸汽压升至规定压力，稍后，向模具内通入内压蒸汽，模具内通入的蒸汽压力要比外压蒸汽低，形成内低外高的压力差，使胶套边能保持密封。包布式V带硫化的外压宜在0.8~1.0MPa，模内的内压蒸汽压力比外压低0.6MPa左右，切边汽车V带硫化时的外压宜更高些。对切边汽车V带硫化，也可先在模具内抽真空，使胶套紧压带筒，再加外压。待外压建立后，关闭抽真空的管道阀门，放入内压蒸汽。

⑤ 硫化完成后，先排放内压蒸汽，再抽外压蒸汽，待罐内无压后，将罐盖启开，取下上盖板，吊出模具，脱卸胶套并将胶套放入保温箱内备下次使用，保温箱内温度控制在100℃左右。

⑥ 将模具放入冷却水槽，待模具温度降至50℃左右即取出进行产品脱模。脱模时先松开模片锁紧螺帽，然后逐条卸开模片，取出硫化V带。脱模有专用脱模机，见图1-4-27。切边汽车V带的硫化带筒脱模是用脱模机的抓板扣住带筒的边缘，将通压缩空气的软管接嘴与成型鼓内的空气管连接，通入的空气经鼓壁小孔在带筒与鼓面之间行成气膜。利用脱模机底部的液压缸将鼓向上顶出。同时用牵引装置将鼓拨出。

制造胶套的胶料应具有优良的耐热老化性能。胶套胶料可采用丁基橡胶或乙丙橡胶。采

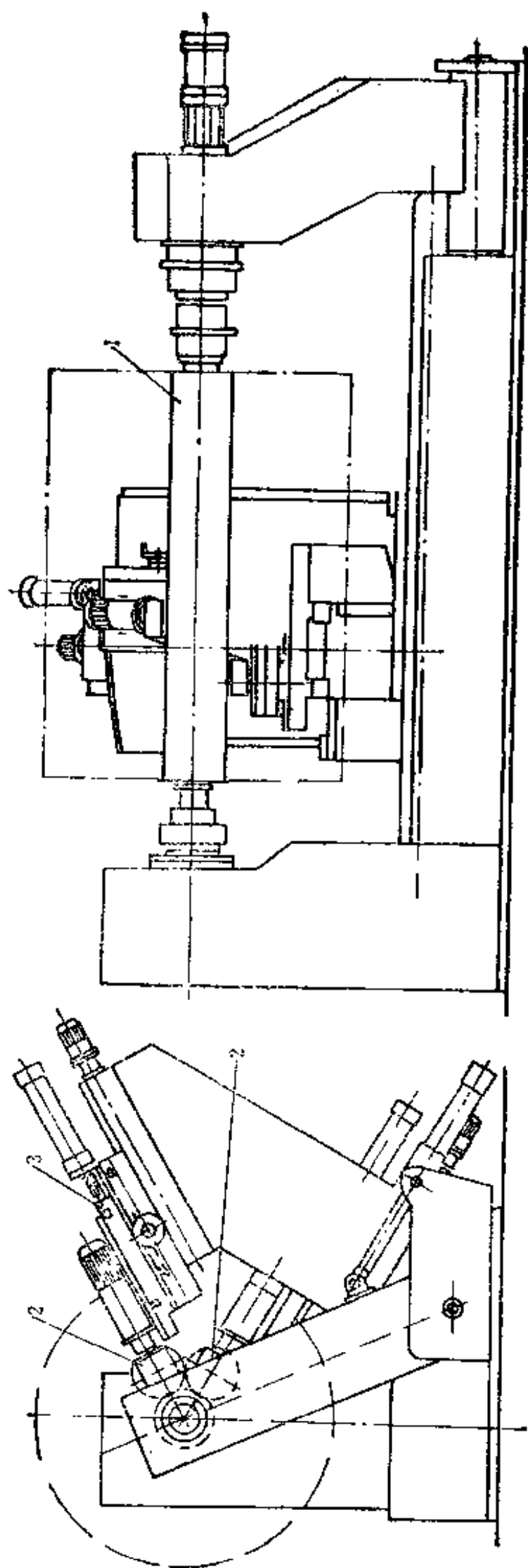


图 1-4 28 切边汽车 V 带切割机
1—套在切割鼓上的带筒；2—切割刀；3—圆刀推进唧筒

用丁基橡胶的胶套胶料配方举例如表1-4-8。

表 1-4-8 丁基橡胶胶套配方

原材料	低硫配合	树脂配合	原材料	低硫配合	树脂配合
丁基橡胶	100	100	炭黑	45~50	45~50
氧化锌	5	5	软化剂	15	15
硬脂酸	1	1	防老剂	2	2
促进剂TMTD	1.5	—	硫黄	0.4	—
促进剂M	1.0	—	溴化酚醛树脂	—	8~10
促进剂ZDC	0.3	—			

胶套制造是先将胶套胶料压延成薄片，然后在金属圆筒上卷绕贴合至所需厚度，再缠扎帆布加压，送硫化罐中进行硫化。胶套的厚度宜在 8mm 左右，胶套的长度应比硫化模具高出 15~20mm，胶套的内径比包布式汽车 V 带模具外径或切边汽车 V 带带筒 外径大 10mm 左右，以便于装卸。

(三) 切边汽车 V 带成品切割

切边汽车 V 带切割机见图 1-4-28。切割鼓可利用包布式汽车 V 带的成型膨胀鼓式或可折鼓。先套上经砂轮磨削加工成正圆由硫化橡胶制成的切割衬套，再套装切割汽车 V 带硫化带筒。在切割鼓转动的情况下用旋转圆刀按切割角度和宽度逐条切割。

第四节 汽车 V 带的性能指标

一、汽车 V 带有效长度及偏差

汽车 V 带有效长度是指在专用的测长机上，将 V 带施加规定的拉力，再测带轮的有效直径位置处的 V 带周长线的长度。

测量有效长度是将 V 带套在两个直径相同的测带轮轮槽内，在一个能滑动的测带轮上施加规定的拉力，将 V 带转动至少 2 圈，使 V 带受力均匀并在轮槽内配合正确，读出两带轮间的中心距，有效长度按下式求出：

$$L_e = 2E + C_e$$

式中 L_e ——汽车 V 带的有效长度，mm；

E ——带轮中心距，mm；

C_e ——带轮的有效周长，mm。

测长装置示意图见图 1-4-29，带轮的尺寸和施加的拉力见表 1-4-9。

汽车 V 带有效长度偏差标准见表 1-4-10。

有效长度偏差用中心距偏差表示。中心距偏差是将测量有效长度时测得的带轮间的中心距 E 减去标准中心距 $E_{\text{标}}$ 之差。

$E_{\text{标}}$ 按下式求得：

$$E_{\text{标}} = \frac{L_{e\text{标}} - C_e}{2}$$

式中 $E_{\text{标}}$ ——标称中心距，mm；

$L_{e\text{标}}$ ——标称有效长度，mm；

C_e ——带轮的有效周长，mm。

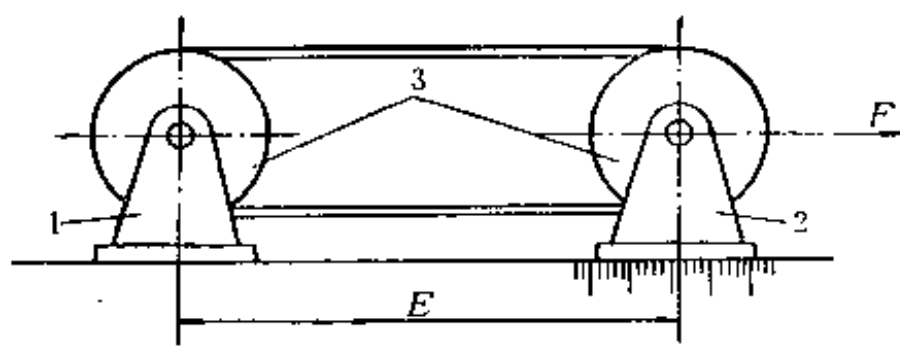


图 1-4-29 测长装置示意图
1—固定支座；2—滑动支座；3—带轮

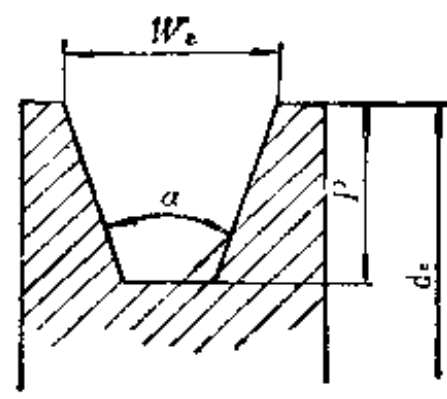


图 1-4-30 测量带轮符号

表 1-4-9 测量汽车V带的带轮尺寸和拉力

名 称	偏 差	截面尺寸代号					
		AV10	AV13	13×8	15×9	AV17	AV22
有效宽度 W_e , mm	± 0.03	9.70	12.70	12.70	14.65	16.61	20.80
有效直径 d_e , mm	± 0.01	95.49	95.49	95.49	95.50	95.50	121.00
有效周长 C_e , mm		300	300	300	300	300	380
槽深 P , mm		11.00	13.75	13.75	15.00	15.00	19.00
槽角 α	$10'$	36°	36°	36°	36°	34°	34°
拉力 F , N		267	267	267	267	300	440

注：表中符号见图1-4-30。

表 1-4-10 中心距偏差

汽车V带有效长度 L_e , mm	中心距偏差	汽车V带有效长度 L_e , mm	中心距偏差
$L_e \leq 1000$	± 3.0	$1400 < L_e \leq 1600$	± 5.0
$1000 < L_e \leq 1200$	± 4.0	$1600 < L_e \leq 2000$	± 5.5
$1200 < L_e \leq 1400$	± 4.5	$L_e > 2000$	± 6.0

二、汽车V带露出高度

汽车V带露出高度（ f ）是在测长装置的带轮上测量，带轮的尺寸及拉力同表1-4-9。将汽车V带装入带轮，施加规定拉力并将V带至少转动2圈，然后在带轮上量出V顶的顶面至带轮外缘的距离，即为汽车V带的露出高度，见图1-4-31，露出高度标准见表1-4-11。

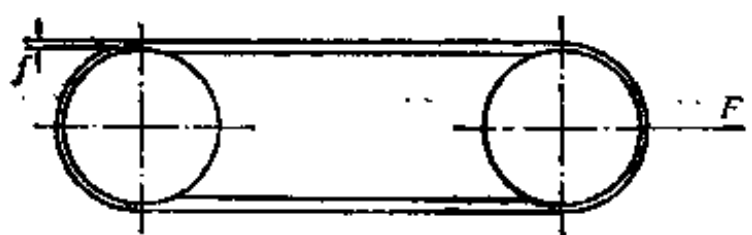


图 1-4-31 汽车V带露出高度

表 1-4-11 露出高度

截面尺寸代号	露出高度, mm
AV10, AV13, 13×8	$-0.8 < f < 1.2$
15×9, AV17, AV22	$-1.0 < f < 2.0$

三、汽车V带疲劳试验

疲劳试验是对汽车V带的耐久性考核。试验机有两轮或三轮试验机。两轮试验机适用于

800mm以下周长的各种V带。三轮试验机有以下几个装置组成：

- 一个有驱动机构带动的主动轮；
- 一个联有功率吸收装置的从动轮；
- 一个有可施加张紧力（ F ）装置的张紧轮；
- 一个能测量汽车V带滑差率的装置，精确到 $\pm 10\%$ 。

三轮试验机排布见图1-4-32。

为了适应不同的带长，三轮试验机的各轮均可调节位置，以便使试验时各轮的排布能适应各种带长。其张紧轮及轴承装置应能在支架上沿张紧力作用线自由滑动，以能方便地对V带施加张紧力并容许V带伸长。试验时，V带张紧力作用线应平分带在张紧轮口弯曲所构成的夹角、穿过轮的轴心，并位于拉张紧轮槽的对称平面内。

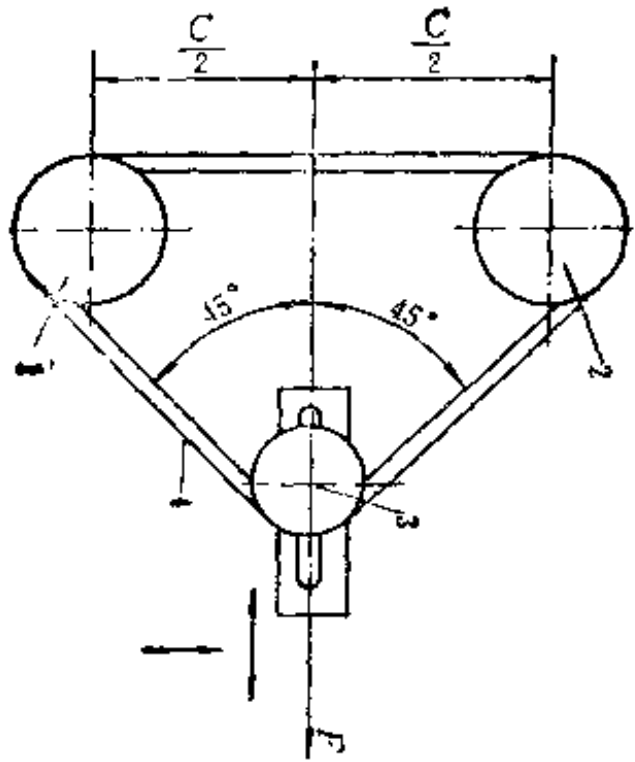


图 1-4-32 三轮试验机排布
1—主动轮；2—从动轮；3—张紧轮；4—汽车V带

第五节 汽车V带使用设计

汽车V带常在高负荷、小带轮、高转速等条件苛刻的情况下使用，在三轮传动时又易引起打滑。因此，充分考虑这些条件，合理地进行设计才能获得可靠的使用效果。

汽车V带使用设计可按下述方法考虑和计算。

1. 有限转矩系数（LT系数）

LT系数系指施加在汽车V带上的有效张力和带与带轮接触长度之比（见图1-4-33），它表示汽车V带传动时滑动的界限值。

$$\text{LT系数} = \frac{940 \times P}{D' \times N \times \alpha \times B \times 10^{-4}} \quad (1-4-1)$$

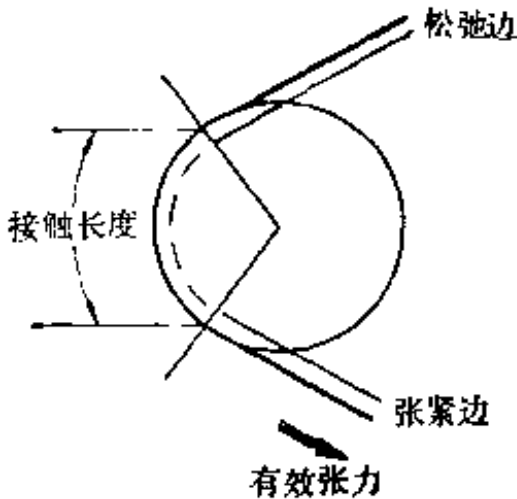


图 1-4-33 有效张力和带轮接触长度

式中 P ——带的负载功率，马力；
 D ——带轮的有效外径，mm；
 N ——带轮转速，r/min；
 α ——带轮与带的接触角度，度；
 B ——带安装条数。

LT系数按汽车曲轴、风扇、交流发电机上各带轮的转速、负载功率等条件分别计算，但一般可根据负载大的条件计算。如果计算出的LT系数在（表1-4-12）上界限值以下，则不必计算其它条件下的LT系数。

汽车V带负载大的条件如下：

- （1）交流发电机：曲轴转速在1000r/min左右时，取交流电机数据；
- （2）风扇：最高转速附近；
- （3）曲轴：最高转速附近。

表 1-4-12 有限转矩系数 (LT系数) 的上界限值

汽车种类、用途	有限转矩系数上限值	汽车种类、用途	有限转矩系数上限值
轿车风扇、泵、交流发电机的驱动	10	拖拉机、推土机风扇、泵、交流发电机的驱动	6
小型载重车风扇、泵、交流发电机的驱动	10	空气压缩机的驱动	6
载重车风扇、泵、交流发电机的驱动	9	上述绝对极限值	13
公共汽车风扇、泵、交流发电机的驱动	8		

如果LT系数计算值大于表1-4-12中所列出的上限值时，则应调整带轮位置以增加接触角度，或增大带轮的轮径来增加接触长度，或增加带的安装条数，这样才能提高汽车V带的使用可靠性。LT系数绝对极限值在13以上时即使拉紧V带，也会因打滑而失去传递功率的能力。

2. 最小带轮有效外径

带轮的有效外径越小，带的使用寿命越短。在三轮传动时最小带轮的有效外径见表1-4-13。

表 1-4-13 最小带轮有效外径

汽车V带种类	截面尺寸 (顶宽×高) ,mm					
	10×8	13×10	17×11	18.5×12.5	22×14	25.4×14.5
包布式V带	70	75	100		130	
切边V带	65	70	90	100		
切边多层V带	65	70				
切边齿形V带	80	65	80	90	100	120

3. 最大张力

最大张力是在最高转速时形成的。因此，实用上可按曲轴最高转速计算。
最大张力可按式 (1-4-2) 计算：

$$T = \frac{93.75 \times P}{V} \times \frac{1}{F} + \frac{WV^2}{g} \tag{1-4-2}$$

- 式中 T——最大张力，kgf；
P——曲轴带轮传动功率，马力；
W——V带单位重量（见表1-4-14），kgf/m；
F——接触角修正系数（图1-4-34）；
g——9.8m/s²；
V——V带速度，m/s。

表 1-4-14 V带单位重量

截面尺寸 (顶宽×高) ,mm	10×8	13×10	17×11	18.5×12.5	22×14	25.4×14.5
V带单位重量,kg/m	0.9	0.12	0.20	0.25	0.35	0.45

$$V = \frac{\pi DN}{60 \times 10^3}$$

(1-4-3)

式中 π ——3.14;
 D ——曲轴带轮有效外径, mm;
 N ——曲轴带轮转速, r/min。

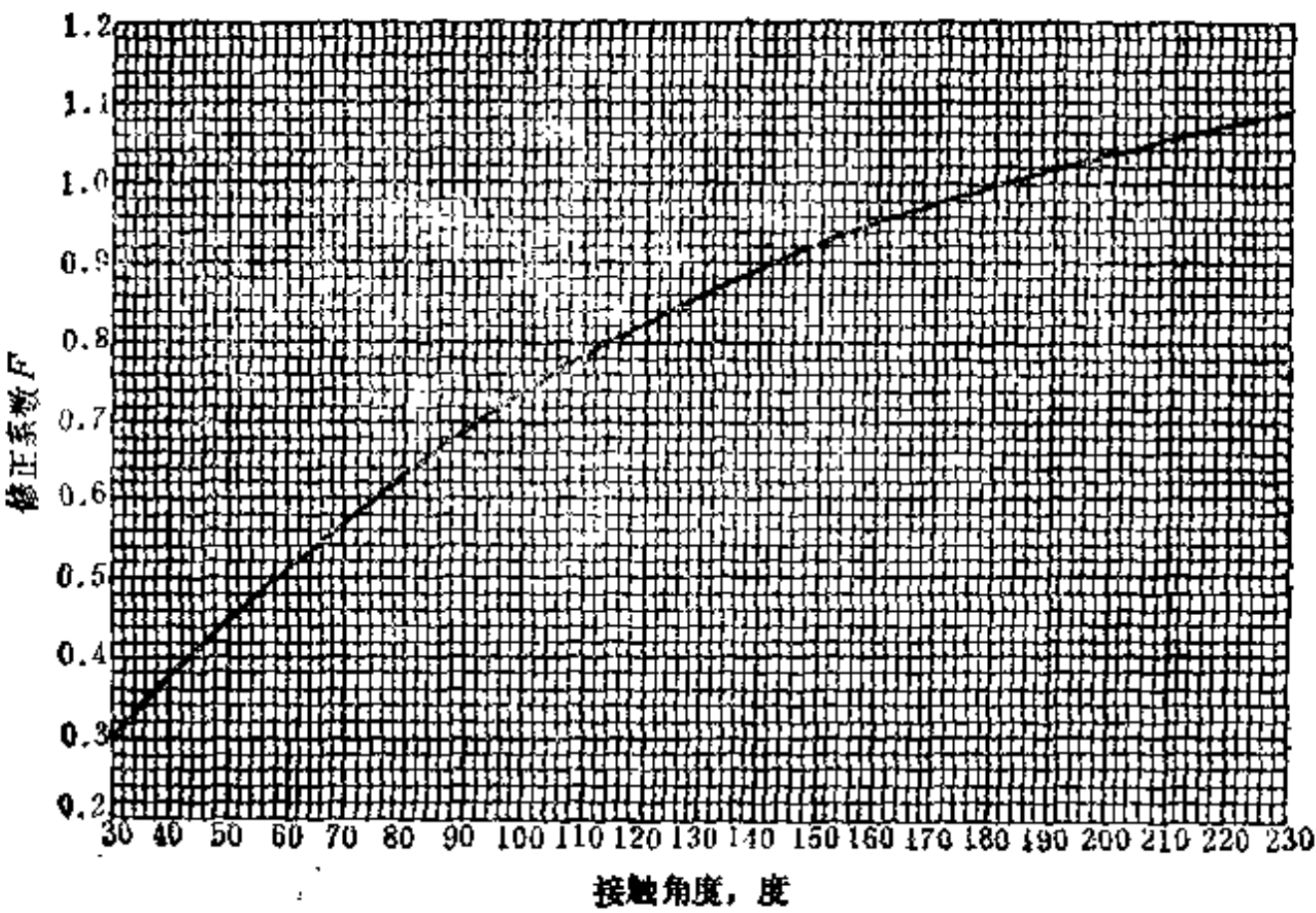


图 1-4-34 接触角修正系数 (F)

按式 (1-4-2) 计算的 V 带最大张力应在表 1-4-15 的容许张力以下, 容许张力是 V 带抗拉强度的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15}$ 。

表 1-4-15 容许张力

单位: kN (kgf)

汽车 V 带种类	截面尺寸(顶宽×高), mm					
	10×8	13×10	17×11	18.6×12.6	22×14	25.4×14.6
包布式 V 带	0.27 (28)	0.34 (35)	0.44 (45)	0.59 (60)	0.69 (70)	0.78 (80)
切边 V 带	0.31 (32)	0.39 (40)	0.49 (50)	0.64 (65)		
切边多层 V 带	0.31 (32)	0.39 (40)				
切边齿形 V 带	0.31 (32)	0.39 (40)	0.49 (50)	0.64 (65)	0.78 (80)	0.88 (90)

最大张力超过容许张力时, 应采用大一级的 V 带或增加带的安装条数。

按式 (1-4-1) 和式 (1-4-2) 计算出的 LT 系数和最大张力超过容许值时, 如出现的频

表 1-4-16 带轮尺寸、接触角度和张紧长度

部 件	项 目	带轮有效外径 D mm	接触角度 α	张紧长度, mm
曲轴		130	140°	曲轴—交流发电机 $t_1=175.0$
风扇、水泵		110	121°	交流发电机—风扇 $t_2=159.4$
交流发电机		65	99°	曲轴—风扇 $t_3=176.7$

率仅占10%以下,那么略高于容许值LT时也可以使用。

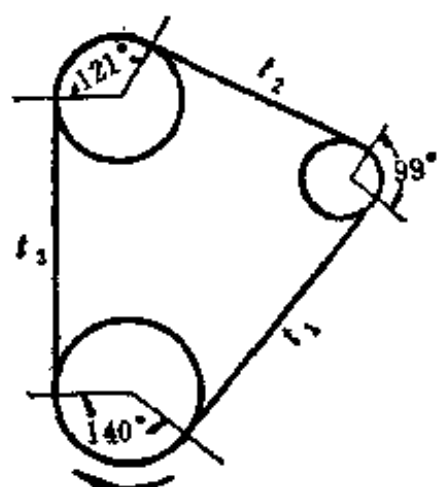


图 1-4-35 表1-4-16附图

4. 设计举例

已知轿车的三轮传动的条件,带轮尺寸、接触角度和张紧长度见表1-4-16及其附图1-4-35;各带轮的转速和传动功率,见表1-4-17。

(1) 计算有效转矩系数(LT系数) 根据表1-4-16和表1-4-17所列条件分别代入式(1-4-1)得出LT系数见表1-4-18。也可先计算汽车V带负载大的条件。

a. 交流发电机在曲轴转速为1000r/min

时,则电机的转数为2000r/min,功率为0.90马力。

表 1-4-17 转速和传动功率

使用比率, %	曲 轴		风扇、水泵		交流发电机	
	转速 N , r/min	功率, kW(马力)	转速 N , r/min	功率, kW(马力)	转速 N , r/min	功率, kW(马力)
10	1000	0.78 (1.06)	1182	0.12 (0.16)	2000	0.66(0.90)
25	2000	1.50 (2.04)	2364	0.34 (0.46)	4000	1.16(1.58)
30	3000	2.24 (3.04)	3545	0.68 (0.92)	6000	1.56(2.12)
20	4000	3.18 (4.32)	4727	1.10 (1.49)	8000	2.08(2.83)
10	5000	4.18 (5.68)	6909	1.57 (2.14)	10000	2.60(3.54)
5	6000	5.20 (7.07)	7091	2.07 (2.82)	12000	3.13(4.25)

$$LT \text{ 系数} = \frac{940 \times P}{D^2 \times N \times \alpha \times B \times 10^{-7}} = \frac{940 \times 0.90}{65^2 \times 2000 \times 99 \times 1 \times 10^{-7}} = 10.1$$

b. 曲轴在最高转速附近时

LT系数 = $\frac{940 \times P}{D^2 \times N \times a \times B \times 10^{-7}} = \frac{940 \times 7.07}{130^2 \times 6000 \times 140 \times 1 \times 10^{-7}} = 4.7$

c. 风扇在最高转速附近

LT系数 = $\frac{940 \times P}{D^2 \times N \times a \times B \times 10^{-7}} = \frac{940 \times 2.82}{110^2 \times 7091 \times 121 \times 1 \times 10^{-7}} = 2.6$

按 a 计算交流发电机在曲轴转速为1000r/min时，LT系数超过上限值10，可再计算交流发电机在曲轴转速为2000r/min的LT系数得8.9。因曲轴转速在1000r/min时频度的使用比例为10%，故此轿车V带的带轮有效外径、带轮位置及安装1条V带可以满足要求。

(2) 计算最大张力 最大张力按式 (1-4-2) 计算。

设选截面为10×8的汽车V带，传动条件见表1-4-16和表1-4-17。计算曲轴带轮转速为5000 r/min时的最大张力。

- W：带的单位重量查表1-4-14为0.9kg/m；
- D：曲轴带轮有效外径130mm；
- F：接触角修正系数。曲轴带轮与带的接触角度为140°，F查图1-4-34为0.89；
- P：曲轴带轮传动功率4.18kW(5.68马力)；
- V：曲轴带轮速度按式 (1-4-3) 计算。

$$V = \frac{\pi DN}{60 \times 10^3} = \frac{3.14 \times 130 \times 5000}{60 \times 10^3} = 34 \text{ m/s}$$

g：9.8m/s²

代入最大张力(T)公式：

$$T = \frac{93.75 \times P}{V} \times \frac{1}{F} + \frac{WV^2}{g} = \frac{93.75 \times 5.68}{34} \times \frac{1}{0.89} + \frac{0.09 \times 34^2}{9.8} = 28.2 \text{ kg}(277 \text{ N})$$

曲轴带轮在其它转速和传动功率时的最大张力可按表1-4-17所列条件分别计算，其计算结果见表1-4-18。对照表1-4-15容许张力表，选择截面为10×8的切边种类汽车V带能满足传动要求。

表 1-4-18 有限转矩系数(LT系数)和最大张力

曲轴转速, r/min	V带速度, m/s	LT系数			最大张力, N(kgf)
		曲 轴	风 扇	交流发电机	
1000	6.8	4.2	0.9	10.1	165(16.8)
2000	13.6	4.1	1.2	8.9	172(17.5)
3000	20.4	4.0	1.7	8.0	191(19.5)
4000	27.2	4.3	2.0	8.0	230(23.5)
5000	34.0	4.5	2.3	8.0	277(28.2)
6000	40.8	4.7	2.5	8.0	329(33.5)

第六节 汽车V带使用注意事项

在满足汽车V带的使用设计前题下，正确使用和保养亦是保证V带能正常使用避免早期损坏的关键。汽车V带使用时要注意以下几点：

- (1) 汽车 V 带的规格尺寸应与带轮尺寸适合。多根传动时, 应采用同组配套的 V 带;
 (2) 带轮轮槽表面不应有过度磨损现象, 否则会造成 V 带早期磨损断裂;
 (3) 安装时, 先应松开可调距带轮的支座, 将 V 带放入轮槽内, 然后张紧固定。不能用工具强行将 V 带撬入轮槽;
 (4) 检查和调整各带轮间的偏斜度使不超过 $20'$;
 (5) V 带的张紧力不宜过大或过小, 张紧力过大会缩短带和轮轴的寿命, 过小则带会打滑。

带的张紧力可通过带的最初张力计算和挠曲负载来测量。

a. 最初张力计算

$$T_s = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3B} + \frac{WV^2}{g} \quad (1-4-4)$$

其中

$$T_1 = \frac{75P_1}{V} \times \frac{1.25}{F} \quad (1-4-5)$$

$$T_2 = T_1 - \frac{75P_2}{V} \quad (1-4-6)$$

$$T_3 = T_2 - \frac{75P_3}{V} \quad (1-4-7)$$

式中

T_s ——带最初张力, kgf/条;

T_1 、 T_2 、 T_3 ——张紧力, 其中 T_1 为曲轴紧边张紧力, kgf;

P_1 、 P_2 、 P_3 ——各带轮传动功率, 其中 HP_1 为曲轴带轮传动功率, 马力;

B ——带安装系数;

W ——V 带的单位重量 (见表 1-4-14), kg/m;

V ——V 带速度, m/s;

g —— 9.8m/s^2 ;

F ——曲轴带轮与 V 带接触角修正系数 (见图 1-4-34)。

b. 屈挠负载

屈挠负载按表 1-4-19 中所列式 (1-4-8) 计算。

表 1-4-19 挠曲负载式 (1-4-8)

	单条安装	多条安装
最小值	$T_d = \frac{T_s + \left(\frac{l}{L}\right) Y}{6}$	$T_d = \frac{T_s + Y}{6}$
最大值	$T_d = \frac{1.5T_s + \left(\frac{l}{L}\right) Y}{6}$	$T_d = \frac{1.5T_s + Y}{6}$
新 V 带最大值	$T_d = \frac{2.0T_s + \left(\frac{l}{L}\right) Y}{6}$	$T_d = \frac{2.0T_s + Y}{6}$

式中 T_d ——屈挠负载, kgf/条;
 T_s ——最初张力 (按式1-4-4求得),
kgf/条;
 l ——张紧边长度, mm;
 L ——V带有效长度, mm;
 Y ——见表1-4-20。

c、屈挠负载的测量

屈挠负载的测量见图1-4-36。按式 (1-4-8) 求得值系张紧边为100mm 屈挠量4mm的屈挠负载, 因此实际屈挠量应按式 (1-4-9) 计算,

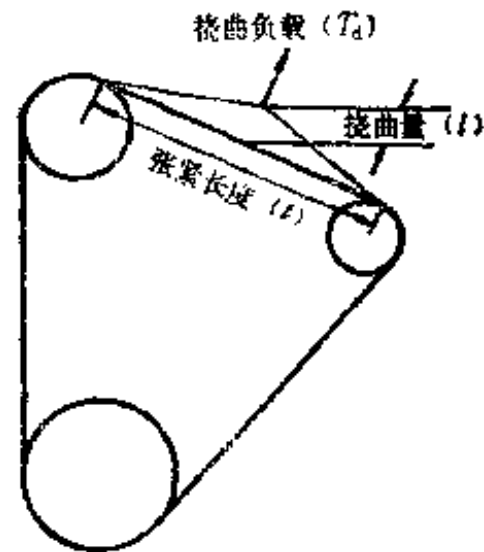


图 1-4-36 屈挠负载测量

表 1-4-20 Y值

汽车V带截面尺寸,mm	10×8	13×10	17×11	18.5×12.5	22×14	25.4×14.5
Y,kgf/条	18	22	28	38	48	55

$$l = \frac{l}{100} \times 4 \tag{1-4-9}$$

式中 l ——屈挠量, mm;
 l ——张紧边长度, mm。

屈挠负载的测量可用弹簧秤在张紧边的长度中心垂直拉牵, 同时调整带的张紧力使达到式 (1-4-8) 所求得的屈挠负载 T_d 值和式 (1-4-9) 的屈挠量。

对新的汽车V带先调整到新V带最大值, 行驶稍后, 再调整到最大值。在使用中V带的张紧力应保持在最大值和最小值之间;

(6) 更换多条同组使用V带时, 应将同组配套的V带全部更新, 不应旧带和新带同组使用或不同厂商的V带同组配套, 否则会因使用伸长不一而缩短使用寿命。

第五章 同 步 带

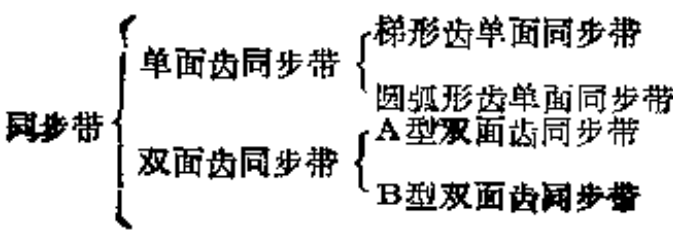
同步带是综合了带传动、链条传动和齿轮传动的优点而发展起来的新型传动带。它由带齿形的工作面与齿形带轮的齿槽啮合进行传动，其强力层是由拉伸强度高、伸长小的纤维材料或金属材料组成，以使同步带在传动过程中节线长度基本保持不变，带与带轮之间在传动过程中没有滑动，从而保证主、从动轮间呈无滑差的同步传动。

同步带的优点是带体轻而薄，强度高，故耐屈挠性能好；传动速度可达40m/s，传动比可达到10，且准确；传动效率可达99.5%，传动功率从分数千瓦到上百千瓦。此外，同步带传动与链条传动和齿轮传动相比，不但可以降低噪音，而且省去了润滑和供油系统。

近几年来，我国同步带生产发展十分迅速，已在各种仪器、计算机、缝纫机、化纤机械、纺织机械、汽车和通用机械中得到广泛使用。同步带的使用，改变了带传动单纯为摩擦传动的概念，扩展了带传动的范围，从而成为带传动中具有相对独立性的研究对象，给带传动的发展开辟了新的途径。

第一节 同步带的结构和品种规格

早期生产的同步带的齿形都呈梯形，70年代开始，已生产了圆弧形齿同步带，它比梯形齿同步带能承受更大的扭矩。为了适应多轴传动和反向传动，又出现了双面齿同步带。双面齿同步带其带体上下都为传动的工作面，因此，对带体的拉伸强度和耐屈挠性能要求更高。同步带按齿形结构分类如下：



一、单面齿同步带的结构和品种分类

(一) 单面齿同步带的结构

单面齿同步带简称同步带。同步带的结构可分为胶层（带背）、强力层（抗拉层）、带齿和包布层等部分。其中浇注型聚氨酯同步带无包布层。同步带的结构如图1-5-1所示。

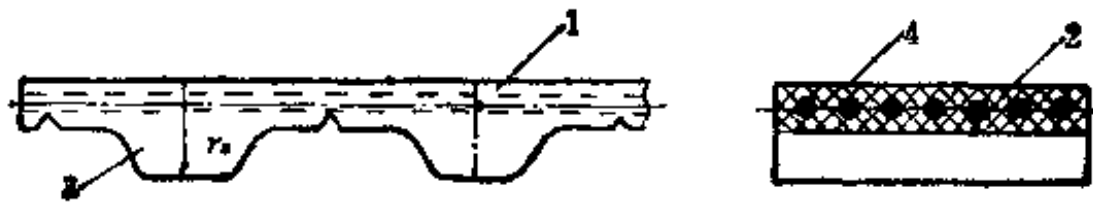


图 1-5-1 同步带的结构
1—胶层；2—强力层；3—带齿；4—包布层

(二) 单面齿同步带的品种分类

同步带的规格品种表示方法有模数制（公制）和周节制（英制）等，其各部位的参数如图1-5-2和表1-5-1、表1-5-2所示。

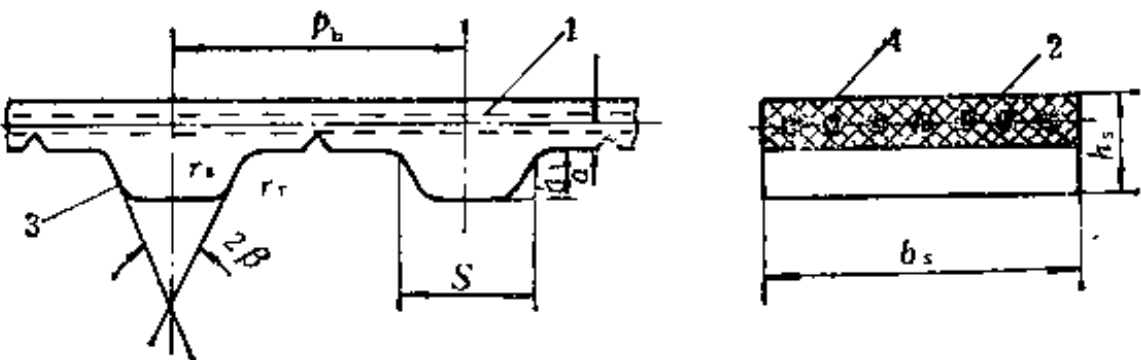


图 1-5-2 同步带各部位符号意义

1—胶层；2—强力层；3—带齿；4—包布层；
 P_b —节距； 2β —齿形角； r_a —齿顶圆角半径； h_s —齿高；
 a —节线到根圆距离； r_r —齿根圆角半径； S —齿根厚； h_s —同步带厚

表 1-5-1 模数制同步带各部位参数

模数M mm	P_b, mm $P_b = \pi M$	2β 2β	h_t, mm $h_t = 0.6M$	h_s, mm $h_s = 1.1M$	a, mm $a = 0.25M$	S, mm $S = 1.437M$	r_a, r_r, mm $r_a = r_r = 0.1M$
1	3.14	40°	0.6	1.2	0.25	1.44	0.1
1.5	4.71	40°	0.9	1.65	0.375	2.16	0.15
2	6.28	40°	1.2	2.2	0.5	2.87	0.20
2.5	7.85	40°	1.5	2.75	0.625	3.59	0.25
3	9.42	40°	1.8	3.3	0.75	4.31	0.3
4	12.56	40°	2.4	4.4	1.0	5.75	0.4
5	15.70	40°	3.0	5.5	1.25	7.18	0.5
7	21.98	40°	4.2	7.7	1.75	10.05	0.7
10	31.40	40°	6.0	11.0	2.50	14.37	1.0

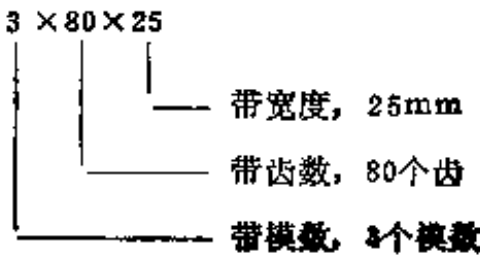
表 1-5-2 周节制同步带各部位参数

型 号	P_b mm(in)	h_s mm(in)	2β	S mm(in)	h_t mm(in)	r_r mm(in)	r_a mm(in)
MXL	2.032(0.08)	1.14(0.045)	40°	1.14(0.045)	0.51(0.02)	0.13(0.005)	0.13(0.005)
XL	5.08(0.200)	2.3(0.09)	40°	2.57(1.101)	1.27(0.050)	0.38(0.015)	0.38(0.015)
L	9.525(0.375)	3.6(0.142)	40°	4.65(0.183)	1.91(0.075)	0.51(0.020)	0.51(0.020)
H	12.70(0.500)	4.3(0.169)	40°	6.12(0.241)	2.29(0.090)	1.02(0.040)	1.02(0.040)
XH	22.225(0.875)	11.2(0.441)	40°	12.57(0.495)	6.35(0.250)	1.57(0.062)	1.19(0.047)
XXH	31.75(1.250)	15.7(0.618)	40°	19.05(0.750)	9.53(0.375)	2.29(0.090)	1.52(0.060)

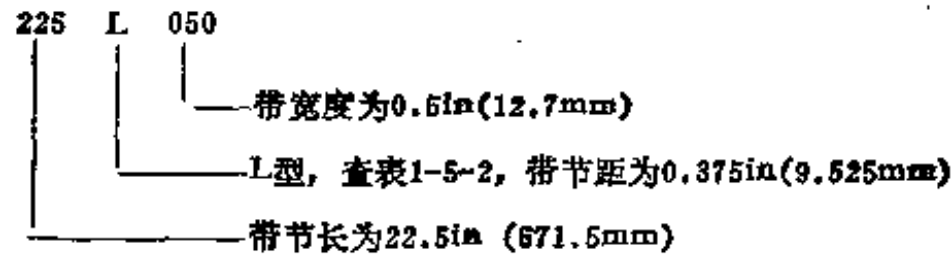
周节制可以换算成模数制，如周节制中L型同步带，其节距（ P_b ）查表1-5-2为9.525 mm， π 取3.1416，代入式（1-5-1）：

$$M = P_b / \pi = 9.525 / 3.1416 = 3.03 \text{ mm} \tag{1-5-1}$$

模数制同步带标称方法为 $M \times Z \times b$ ，如：



周节制同步带标称方法是用节长代号、节距代号和带宽代号来表示的，如：



同步带的节长又称节线长，即为同步带的带长。周节制同步带标称为225 L 050换算成模数制标称即为 $3.03 \times 60 \times 12.7$ 。

特殊节距同步带的各部位参数如表1-5-3。

表 1-5-3 特殊节距同步带的各部位参数

各部位参数 型号	P_b mm	h_t mm	h_s mm	S mm	r_s mm	r_t mm	2β	折合成 模数(M)
T ₅	5	3.20	2.85	2.85	0.4	0.8	40°	1.590
T ₁₀	10	4.50	5.32	5.32	0.6	0.8	40°	3.183

特殊节距同步带的标称方法如下：

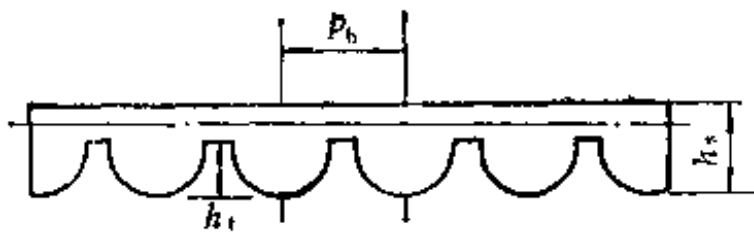
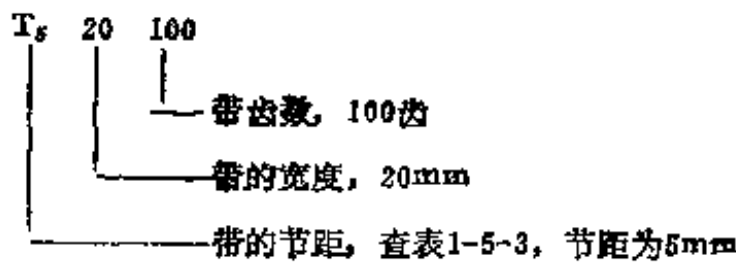


图 1-5-3 圆弧形齿同步带各部位参数
 P_b —节距； h_t —齿高； h_s —带厚

T₁₀型同步带节距为10mm，其标称方法与T₅标称方法相同。

圆弧形齿同步带的各部符号位置如图1-5-3所示，其参数如表1-5-4。

周节制同步带、特殊节距同步带和模数制同步带的换算如表1-5-5。

表 1-5-4 圆弧形齿同步带各部位参数

节距代号	3M	5M	8M	14M
节距(P_b), mm	3.0	5.0	8.0	14.0
带厚(h_s), mm	2.4	3.8	6.0	10.0
带齿高(h_t), mm	1.17	2.06	3.40	6.00

表 1-5-5 周节制、特殊节距的同步带和模数制同步带换算表

周节制、特殊节距带的标称	MXL	XL	L	H	XH	XXH	T ₆	T ₁₀
对应的模数制标称(M), mm	0.639	1.617	3.03	4.04	7.07	10.10	1.59	3.18

二、双面齿同步带的结构和品种分类

(一) 双面齿同步带的结构

双面齿同步带的节距和齿形与单面齿同步带完全相同，在带齿排列上有两种形式：带齿呈两面对称排列的A型双面齿同步带，带齿呈两面交错位置排列的B型双面齿同步带。其结构如图1-5-4所示。

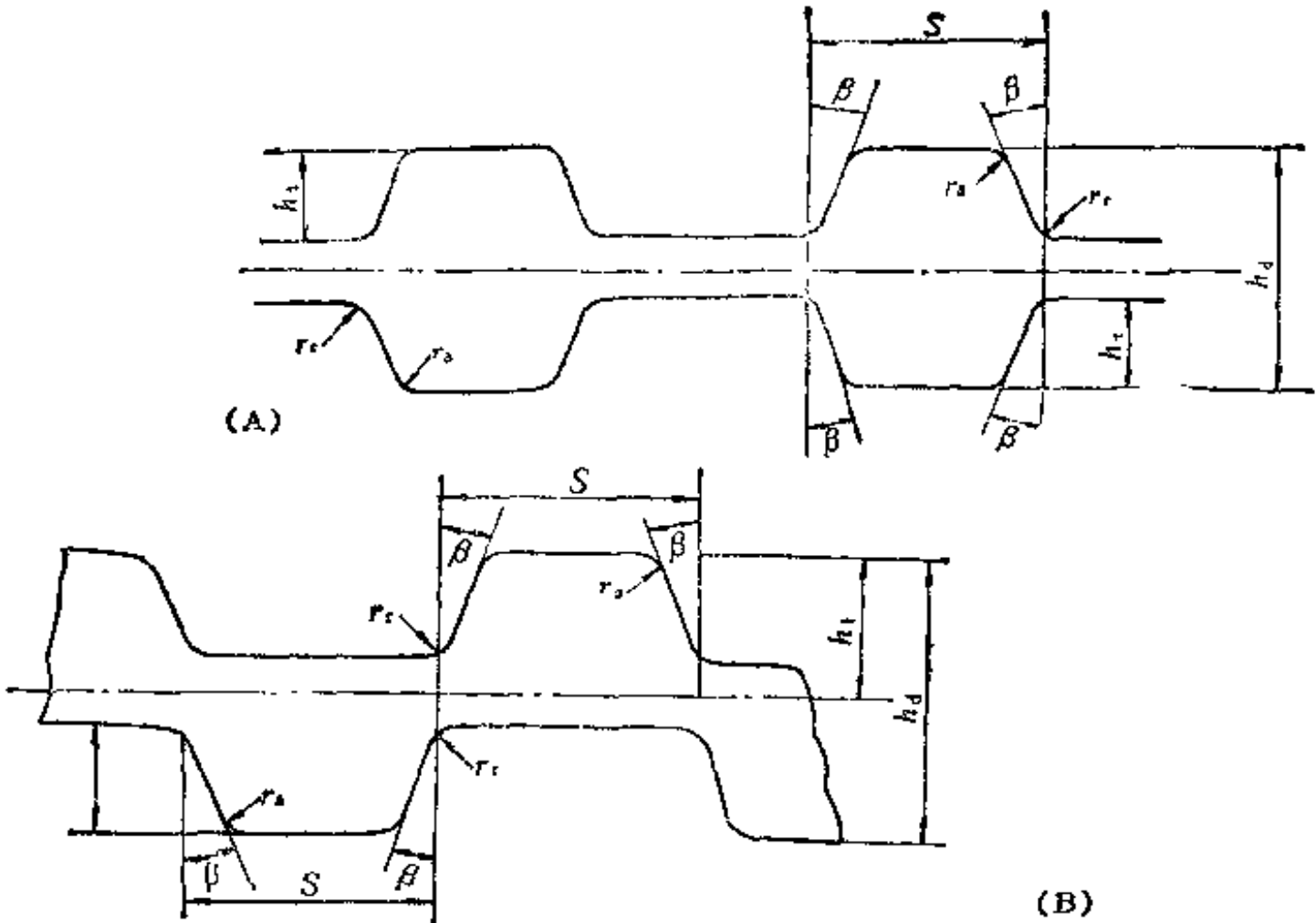


图 1-5-4 双面齿同步带结构

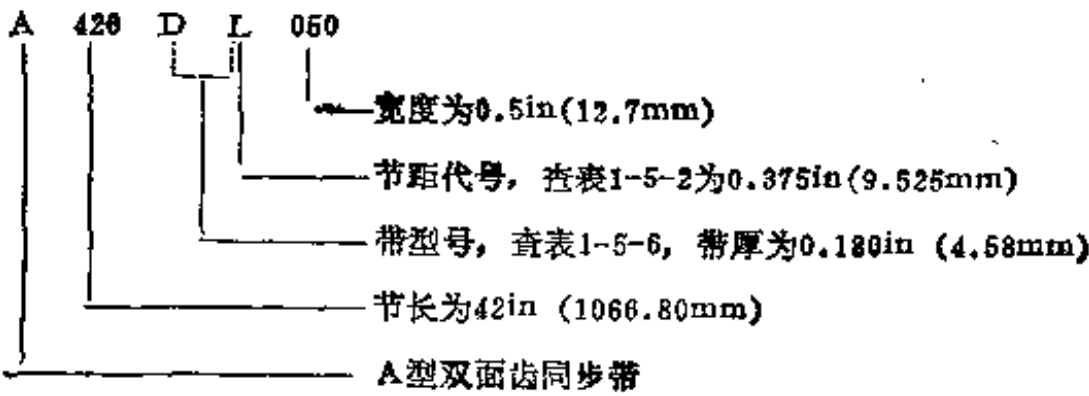
(二) 双面齿同步带的品种分类

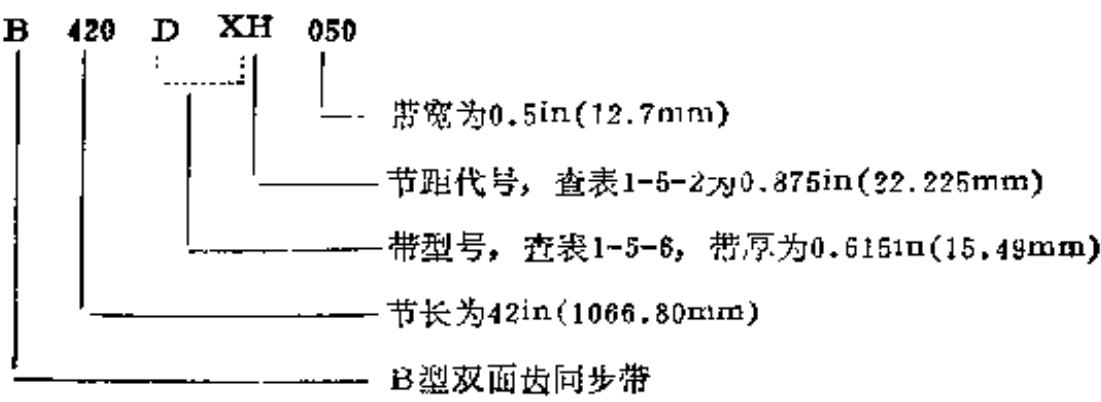
双面齿同步带根据型号进行分类，其型号和相应带的厚度如表1-5-6所示。

表 1-5-6 双面齿同步带的型号和相应厚度

型 号	带的厚度,mm(in)	型 号	带的厚度,mm(in)
D-MXL	1.5(0.080)	D-H	5.95(0.234)
D-XL	3.05(0.120)	D-XH	15.5(0.610)
D-L	4.58(0.180)	D-XXH	22.1(0.870)

双面齿同步带的标称方法如下：





第二节 同步带的设计计算

一、同步带的齿形设计

同步带传动时, 齿根单位面积上受的力称剪切应力。在结构设计中, 要使同步带的强力层许用拉力和疲劳寿命与带齿的许用剪切应力和疲劳寿命相适应, 以便充分发挥同步带各部件的作用。图 1-5-5 是不同齿形在拉力作用下, 带齿所受剪切应力的分布情况, 显然, 圆弧形齿在拉力作用下, 带齿受剪切应力比梯形齿受剪切应力分散, 在传动过程中能承受更大的扭矩, 而且相应地提高了带齿的耐疲劳寿命。因此, 圆弧形齿同步带近年来发展很快。不同齿形受力情况如图1-5-5。

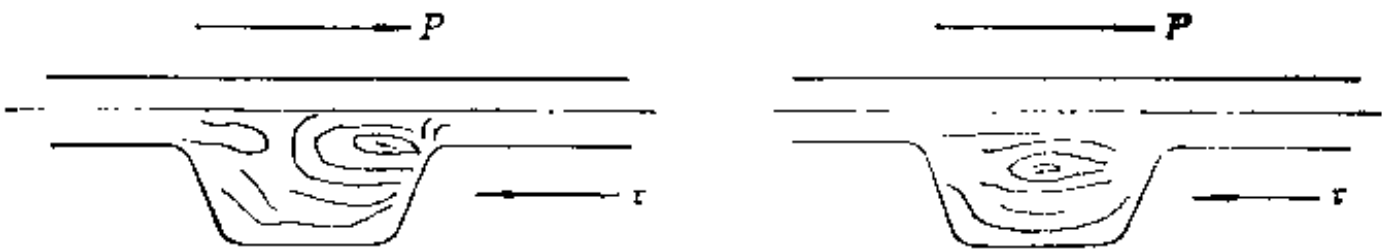


图 1-5-5 不同齿形同步带受力情况
P—受拉力方向; τ —剪切应力方向

二、制造同步带的主要原材料选用

由于同步带是啮合传动, 不但对带各部位的几何尺寸参数要求精确, 而且在长期传动情

表 1-5-7 同步带常用强力层材料

节距代号	1~1.5m T_1	2m	2.5m	3m T_{10}	4m	5m	7m	10m
强力层材料规格	MXL	XL		L	H		XH	XXH
钢丝直径,mm	0.05	0.08	0.08	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
钢丝合股方式	1×7或3×3	1×7或3×3	3×3	3×3	3×3	3×3	7×3	7×3
钢丝绳直径,mm	0.20	0.32	0.32	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90
钢丝绳整根强度 kN/根(kgf/根) >	0.04 (4)	0.15 (15)	0.15 (15)	0.34 (35)	0.34 (35)	0.34 (35)	0.78 (80)	0.78 (80)
涤纶丝规格	60度高强度低延伸涤纶丝(77gf/den)							
涤纶丝扯断伸长率, %	<10							
涤纶丝合股方式	2×3	3×3	3×3	6×3	16×3			
涤纶绳直径,mm	0.35	0.45	0.45	0.60	0.90			
涤纶绳整根扯断强度, kN/根(kgf/根) >	0.03 (3)	0.05 (5)	0.05 (5)	0.08 (8)	0.27 (28)			

况下仍要求各部位的几何尺寸参数基本保持不变，以使带齿与带轮齿槽间仍精密啮合，这就要求强力层材料定伸应力要高、伸长率低和热变形小，如钢丝绳、玻璃纤维绳和芳香族聚酰胺纤维绳等，都是同步带强力层的优良材料。目前常用的强力层材料如表1-5-7所承。

同步带所使用包布可根据同步带的成型、硫化方法进行选择。采用模具成型、用铁箍加压或用扎水布形式加压的可采用21°/3×3棉帆布（详见V带设计计算部分）；若采用鼓式成型、胶套硫化工艺，依靠胶套内外压差，将胶料挤入模具齿槽的方法，一般采用锦纶弹性织物作布层。由于耐热、导静电等性能要求，胶料易采用氯丁橡胶为主。

三、模具设计

同步带各部位的几何参数精确度，基本上取决于生产同步带模具的精确度。模具设计与加工是制造同步带的重要组成部分。

浇注型聚氨酯同步带模具总装图如图1-5-6所示。

模具主要部件符号位置如图1-5-7所示，符号意义和计算公式见表1-5-8。

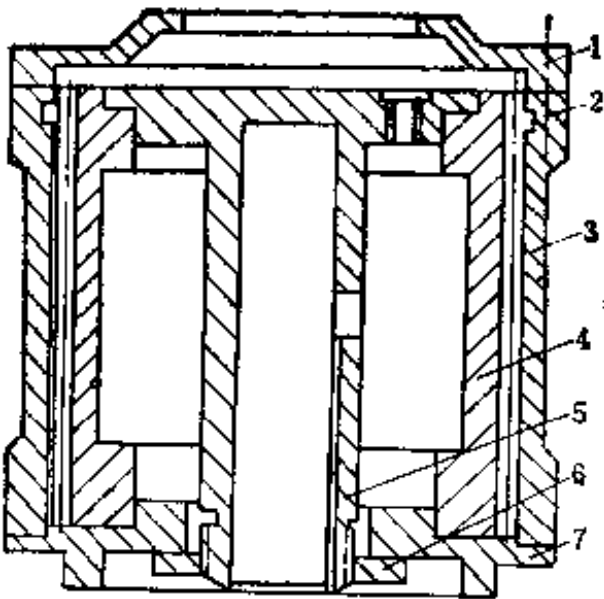


图 1-5-6 浇注型聚氨酯同步带模具总装图
1—上盖；2—螺钉（12个）；3—外模；4—内模；
5—轴套；6—螺母；7—底盖

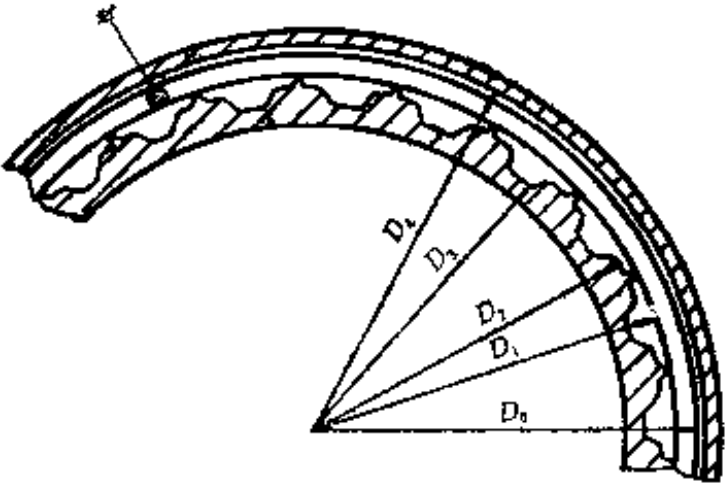


图 1-5-7 模具主要部件参数符号示意图

表 1-5-8 模具主要部件
符号意义及计算

符 号	符号意义	计算公式	公式中符号意义
K	弧弦修正数	$K = \Delta D = D' - D$	K 值为模具芯弦弧差修正值
ϕ	线绳直径		强力层厚度
D_0	节圆直径	$D_0 = mZ$	m ——模数； Z ——齿数
D_1	顶圆直径	$D_1 = D_0 - \phi + K$	
D_2	齿顶圆直径	$D_2 = D_0 - 2a$	a ——节线到齿根距离
D_3	齿根圆直径	$D_3 = D_2 - 2h_t$	h_t ——齿高
D_4	外模内径	$D_4 = D_3 + 2h_s$	h_s ——同步带全高度

在模具型芯上缠绕线绳时，线绳在齿与齿间不可能是弧线，而只能是一条直线，线绳在模具型芯上呈多边形而不是圆形，即在每一周节上不可能绕成 $\widehat{AB}$ ，而只能绕成 $\overline{AB}$ 线段，其形状如图1-5-8所示。由图分析，实际缠绕的线绳周长必然小于理论计算周长。如果要使线绳

周长等于理论计算周长,则可将缠绕线绳的模具型芯直径由 D 增加到 D' ,即使 $\overline{A'B'} = \widehat{AB}$,直径的增加数值为 ΔD , $K = \Delta D = D' - D$ 。计算方法如下:

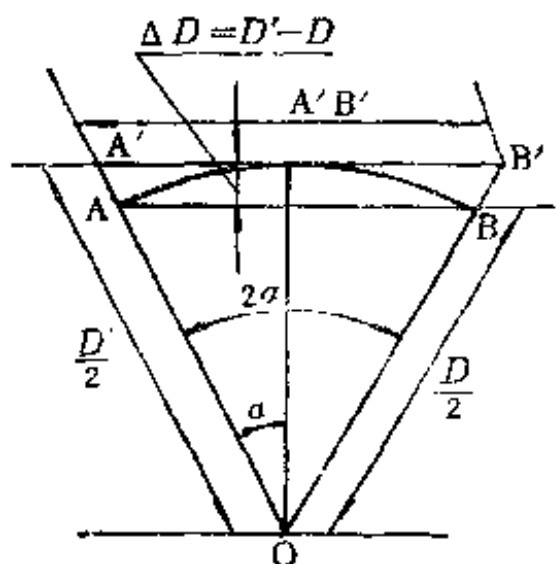


图 1-5-8 线绳在模具周节上呈 $\widehat{AB}$ 线状

$$\frac{\overline{A'B'}}{2} = \sin \frac{D}{2}; \text{ 则 } \overline{A'B'} = \sin \alpha D'$$

因为

$$2\alpha = \frac{360}{Z} \text{ 则 } \alpha = \frac{180^\circ}{Z}; \overline{A'B'} = \sin \frac{180^\circ}{Z} \times D'$$

$$\text{令 } \overline{A'B'} = \widehat{AB} \text{ 则 } \widehat{AB} = \sin \frac{180^\circ}{Z} \times D'$$

$$\text{因为 } \widehat{AB} = m \times \pi$$

$$\text{所以 } \sin \frac{180^\circ}{Z} \times D' = m\pi \text{ 则 } D' = \frac{m \times \pi}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$$

$$K = \Delta D = \frac{m \times \pi}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} - D$$

式中 m ——模数;

π ——圆周率。

周胶套硫化的同步带模具,其各部位参数与表1-5-8基本相似。

在进行模具设计时,必须考虑到硫化脱模后的成品收缩,使用的线绳材料不同,其收缩率也不同,在工艺上虽采取了冷脱模的方法,但是停放后成品收缩仍然存在,故在模具设计时对模具的节圆直径往往要进行修正,修正数值的多少需通过工艺过程进行测定。

四、同步带带轮设计

同步带的使用寿命,不但与同步带的质量有关,而且与带轮尺寸公差、制造带轮的材料

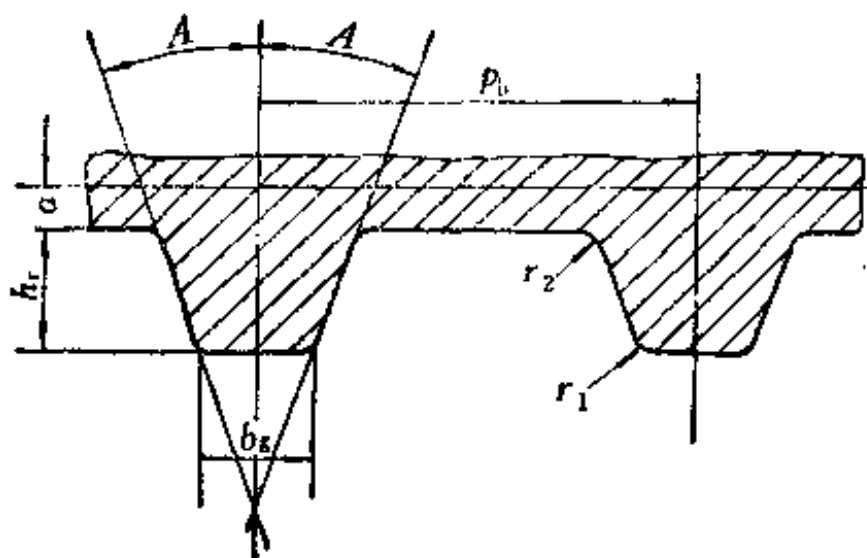


图 1-5-9 带轮齿形部位符号

有关。提高带轮加工精度,确保同步带与带轮齿槽的精确啮合,以提高同步带传动效率和使用寿命。

同步带带轮齿形一般推荐用渐开线齿形,由于直边齿也有使用,故也规定了直边齿的要求。

1. 渐开线齿

由于带轮直径的不同,展现的渐开线齿廓也不相同,规定了加工渐开线齿的齿条刀具尺寸,也就相应地规定了渐开线齿的尺寸。加工

渐开线齿形的齿条刀具尺寸和公差如表1-5-9,表中诸符号位置及意义如图1-5-9所示。

2. 直边齿

直边齿带轮的齿形尺寸及公差如表1-5-10,符号位置见图1-5-10。

3. 圆弧形齿带轮齿形尺寸

圆弧形齿带轮齿形尺寸如表1-5-11,符号位置见图1-5-11。

4. 带轮节距公差

表 1-5-9 渐开线齿轮齿形尺寸及公差

部位代号	节距代号	MXL	XL	L	H	XH	XXH
	带轮齿数	≥10	≥10	≥10	14~19/≥19	≥18	≥18
P_d	±0.003mm	2.030	5.080	9.525	12.700	22.225	31.750
	±0.0001in	0.0450	0.2000	0.3750	0.5000	0.8750	1.2500
A	±0.12°	20	25	20	20	20	20
b_e	+0.05 ₋₀ mm	0.65	1.40	2.13	2.59	6.88	10.29
	+0.002 ₋₀ in	0.026	0.055	0.084	0.102	0.271	0.405
b_s	+0.05 ₋₀ mm	0.85	1.27	3.10	4.24	7.59	11.61
	+0.002 ₋₀ in	0.033	0.050	0.122	0.167	0.299	0.457
r_1	±0.03mm	0.20	0.61	0.86	1.47	2.01	2.69
	±0.001in	0.008	0.024	0.034	0.058	0.079	0.106
r_2	±0.03mm	0.20	0.61	0.53	1.04/1.42	1.93	2.82
	±0.001in	0.008	0.024	0.021	0.041/0.056	0.078	0.111
$2a$	mm	0.51	0.508	0.762	1.372	2.794	3.048
	in	0.020	0.020	0.030	0.054	0.110	0.120

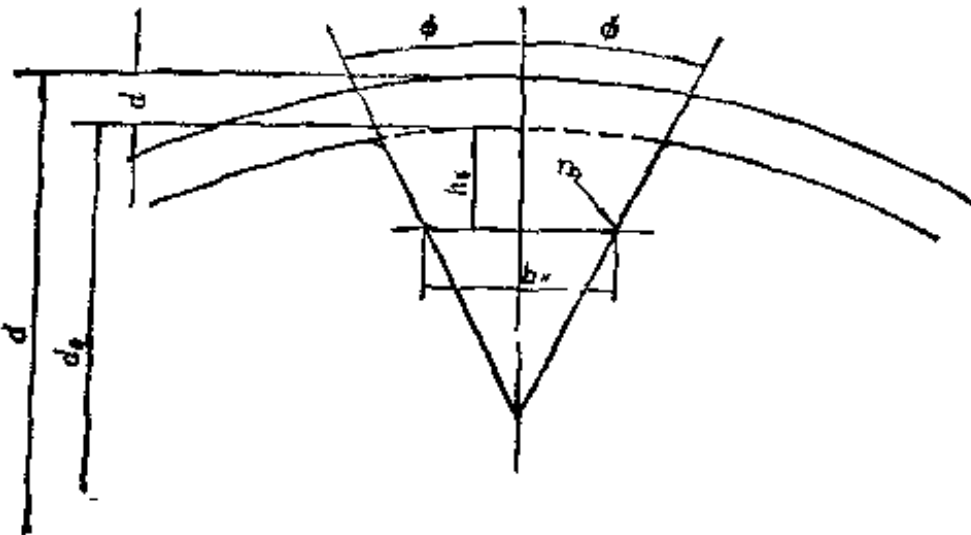


图 1-5-10 符号位置

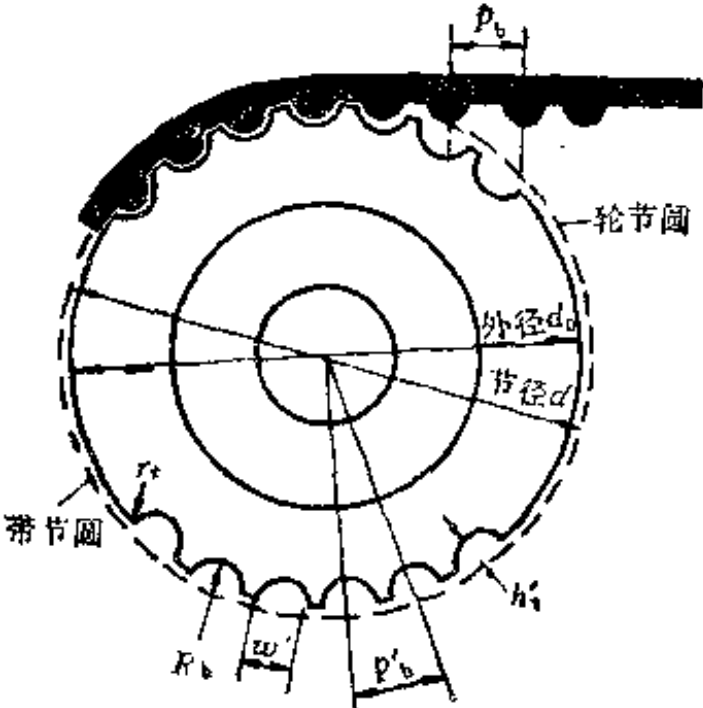


图 1-5-11 圆弧形齿带轮的齿形尺寸 符号位置

带轮齿间的节距偏差和带轮在90°弧内累积偏差如表1-5-12。

5. 特殊节距同步带的带轮尺寸

(1) 特殊节距同步带的带轮齿形尺寸 特殊节距同步带的带轮齿形尺寸见表1-5-13，表中符号部位见图1-5-12所示。

表 1-5-10 直边齿带轮齿形尺寸及公差

部位代号	节距代号	MXL	XL	L	H	XH	XXH
	单位						
b_w	mm	0.85	1.32 ± 0.06	3.05 ± 0.10	4.19 ± 0.13	7.90 ± 0.15	12.7 ± 0.18
	(in)	(0.033)	(0.052 $\pm$ 0.002)	(0.120 $\pm$ 0.004)	(0.165 $\pm$ 0.005)	(0.311 $\pm$ 0.006)	(0.479 $\pm$ 0.007)
h_a	mm	0.65	$1.65^{+0}_{-0.08}$	$2.67^{+0}_{-0.10}$	$3.05^{+0}_{-0.13}$	$7.14^{+0}_{-0.13}$	$10.31^{+0}_{-0.13}$
	(in)	(0.26)	(0.065 $^{+0}_{-0.003}$)	(0.105 $^{+0}_{-0.004}$)	(0.120 $^{+0}_{-0.005}$)	(0.281 $^{+0}_{-0.005}$)	(0.406 $^{+0}_{-0.005}$)
ϕ	$\pm 1.5^\circ$	20	25	20	20	20	20
r_{hmax}	mm	0.20	0.41	1.19	1.60	1.98	3.96
	(in)	(0.008)	(0.016)	(0.047)	(0.063)	(0.078)	(0.156)
r_t	mm	0.20	$0.64^{+0.05}_{-0}$	$1.17^{+0.13}_{-0}$	$1.60^{+0.13}_{-0}$	$2.39^{+0.13}_{-0}$	$3.18^{+0.13}_{-0}$
	(in)	(0.008)	(0.025 $^{+0.002}_{-0}$)	(0.046 $^{+0.005}_{-0}$)	(0.063 $^{+0.005}_{-0}$)	(0.094 $^{+0.005}_{-0}$)	(0.125 $^{+0.005}_{-0}$)
$2a$	mm	0.510	0.508	0.762	1.372	2.794	3.048
	(in)	(0.020)	(0.020)	(0.030)	(0.054)	(0.110)	(0.120)

表 1-5-11 圆弧形齿带轮齿形尺寸

		单位: mm					
节距代号	部位代号	P_b	a	h'_t	W'	R_b	r_t
3M		3	0.38	1.17	1.8	0.9	0.20
5M		5	0.57	2.06	3.2	1.6	0.35
8M		8	0.685	3.40	5.2	2.7	0.90
14M		14	1.40	6.00	9.2	4.6	1.60

表 1-5-12 带轮节距公差

带轮外径 d_o , mm(in)		节 距 允 许 偏 差			
		任何两相邻齿 mm(in)		90°以内的累积 mm(in)	
≥ 25.41	(1.000)	0.03	(0.001)	0.05	(0.002)
$> 25.40 \sim 50.80$	(1.000 $\sim$ 1.200)	0.03	(0.001)	0.08	(0.003)
$> 50.80 \sim 177.80$	(2.000 $\sim$ 4.000)	0.03	(0.001)	0.10	(0.004)
$> 177.80 \sim 304.80$	(4.000 $\sim$ 7.000)	0.03	(0.001)	0.13	(0.005)
$> 304.80 \sim 508.00$	(7.000 $\sim$ 12.000)	0.03	(0.001)	0.15	(0.006)
> 508.00	(12.000 $\sim$ 20.000)	0.03	(0.001)	0.18	(0.007)
	> 20.000	0.03	(0.001)	0.20	(0.008)

表 1-5-13 特殊节距同步带齿形尺寸

节距代号	b_r, mm		h_g, mm		γ $\pm 0.15^\circ$	r_b, mm max	r_t, mm	$2a, \text{mm}$
	SE型	N型	SE型	N型 min				
$T_{2.5}$	$1.76^{+0.05}_{-0}$	$1.83^{+0.05}_{-0}$	$0.75^{+0.05}_{-0}$	1.00	25	0.2	$0.3^{+0.05}_{-0}$	0.8
T_3	$2.96^{+0.05}_{-0}$	$3.32^{+0.05}_{-0}$	$1.25^{+0.05}_{-0}$	1.95	25	0.4	$0.6^{+0.05}_{-0}$	1.0
T_{10}	$6.02^{+0.1}_{-0}$	$6.75^{+0.1}_{-0}$	$2.6^{+0.1}_{-0}$	3.40	25	0.6	$0.8^{+0.1}_{-0}$	2.0
T_{20}	$11.65^{+0.15}_{-0}$	$12.6^{+0.15}_{-0}$	$5.2^{+0.13}_{-0}$	6.00	25	0.8	$1.2^{+0.1}_{-0}$	3.0

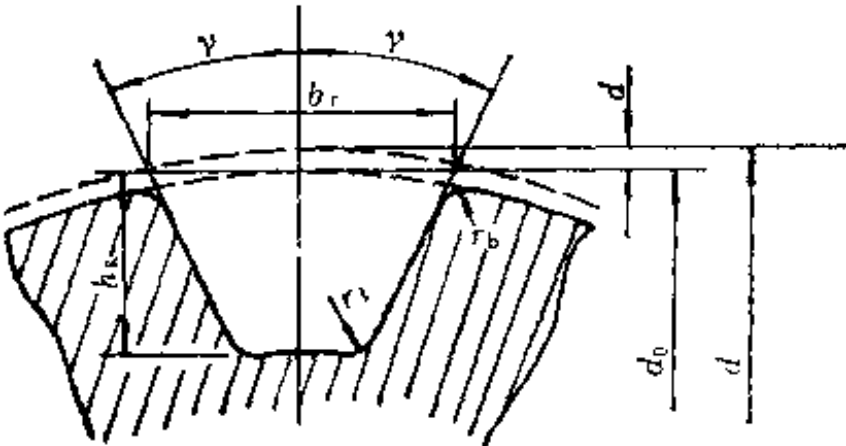


图 1-5-12 带轮齿形符号部位

(2) 特殊节距同步带带轮节距公差 特殊节距同步带带轮节距公差如表1-5-14。

表 1-5-14 特殊节距同步带节距公差

带轮外径 d_o, mm	节距允许偏差, mm		带轮外径 d_o, mm	节距允许偏差, mm	
	任何相邻两齿	90°圆弧内累积		任何相邻两齿	90°圆弧内累积
≤ 25	0.03	0.05	$> 175 \sim 300$	0.03	0.15
$> 25 \sim 50$	0.03	0.08	$> 300 \sim 500$	0.03	0.15
$> 50 \sim 100$	0.03	0.10	> 500	0.03	0.15
$> 100 \sim 175$	0.03	0.13			

6. 带轮轴向跳动与径向跳动允许范围

带轮轴向跳动与径向跳动允许最大范围如表1-5-15和表1-5-16。

表 1-5-15 轴向跳动允许最大范围

带轮外径 d_o		轴向跳动允许最大值 l	
mm	(in)	mm	in
≤ 101.60	(4.000)	0.10	0.001
$101.60 \sim 254.00$	(4.000~10.000)	$l = 0.001 \times d_o$	$l = 0.001 \times d_o$
> 254.00	(10.000)	$l = (d_{max} - d_o) \times 0.005 + 0.25$	$l = (d_{max} - d_o) \times 0.0005 + 0.001$

注: d_{max} 即为 $d_o > 254.00 \text{mm}$ 时的外径, 式中 $d_o = 254 \text{mm}$ (10in)。

表 1-5-16 径向跳动允许最大范围

带轮外径 d_o		径向跳动允许最大范围 E	
mm	(in)	mm	(in)
≤ 203.20	(8.000)	0.13	(0.005)
> 203.20	(8.000)	$E = (d_{max} - d_o) \times 0.0005 + 0.13$ $E = (d_{max} - d_o) \times 0.0005 + 0.005$	

注: d_{max} 即为 $d_o > 203.20\text{mm}$ 时的外径, 式中 $d_o = 203.20\text{mm}$ (8in)。

五、同步带的选型计算

同步带在符合质量指标的情况下, 在使用中造成早期损坏的原因很多。例如, 由于带齿与带轮齿槽啮合不精密而造成带齿的早期磨损; 由于传动拉力超过同步带许用拉力, 使同步带强力层伸长而发生节距改变, 导致传动中爬齿或齿根断裂, 甚至整条带子被拉断; 由于使用条件与同步带许用条件 (温度、各种介质的影响等), 导致同步带早期老化, 使带背胶层与强力层粘合强度降低, 造成脱层或强力层从带背中抽脱出来等等。因此, 根据使用条件设计同步带, 或根据同步带性能合理地进行选用是十分重要的。同步带的选型计算, 主要是根据使用条件, 合理的选用同步带的规格。

1. 设计功率 P_c 计算

根据式 (1-5-2) 计算需用功率

$$P_c = (K_A + K_S + K_M) \times P \tag{1-5-2}$$

式中 P_c ——需用计算功率, kW (马力);

K_A ——工作情况系数, 见表1-5-17;

表 1-5-17 工作情况系数 K_A

从动机	原 动 机								
	最大负荷不超过正 常 负 荷 的 150%的鼠笼型电动机, 直 流 电 动机 (并激) 内燃机(≥8缸)			最大负荷是正常负荷的 150 ~ 250%的鼠笼型发动机, 直 流 电 动机 (复激), 同步电动机, 内 燃 机(6缸)			最大负荷是正 常 负 荷 的 250%以上的单相交流 电 动 机, 直流电动机 (串激), 内 燃机(≤4缸)		
	1天运转时间,h								
	3~5	8~10	16~24	3~5	8~10	16~24	3~5	8~10	16~24
液体搅拌器; 轻型输送机; 车床;印刷机械;圆筒筛	1.2	1.4	1.6	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	2.0
混合机; 洗衣机; 振动筛 磨床; 牛头刨; 铣床; 泵 (齿轮、轴流、离心回转)	1.3	1.5	1.7	1.5	1.7	1.9	1.7	1.9	2.1
回转式空气压缩机; 发电 机;皮带输送机;橡胶机械; 木工机械; 卷扬机; 提升机	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2
离心机、斗式提升机;螺旋 输送机;链式粉碎机;打浆机	1.5	1.7	1.9	1.7	1.9	2.1	1.9	2.1	2.3
鼓风机(矿山用、轴流、罗茨)	1.6	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2	2.0	2.2	2.4
往复式空气压缩机往复泵	1.8	2.0	2.2	2.0	2.2	2.4	2.2	2.4	2.6

K_s ——增速比系数，见表1-5-18，减速时 $K_s=0$ ；

K_M ——托辊修正系数，见表1-5-19；

P ——传动功率，kW（马力）。

2. 选择同步带型号

同步带的型号通常用节距代号来表示。根据小带轮转速（r/min）和计算的设计功率 P_c ，由图1-5-14选型，其它型号由图1-5-13、图1-5-15和图1-5-16选型。若选型区处于图中两种型号分界线附近，可试选两种型号进行计算对比，一般情况下，在高速运转时尽量选用小节距同步带，因为小节距同步带带身较薄，柔顺性好；若采用同样直径的带轮，则小节距同步带与带轮齿槽啮合的齿数也较多，运转时也比较平稳。

表 1-5-18 增速比系数 K_s

增速比	1.00~1.24	1.25~1.74	1.75~2.49	2.50~3.49	>3.49
K_s	0	0.1	0.2	0.3	0.4

表 1-5-19 使用托辊的修正系数 K_M

托辊安置位置	K_M	托辊安置位置	K_M
托辊在松边里侧	0	托辊在紧边里侧	0.1
托辊在松边外侧	0.1	托辊在紧边外侧	0.2

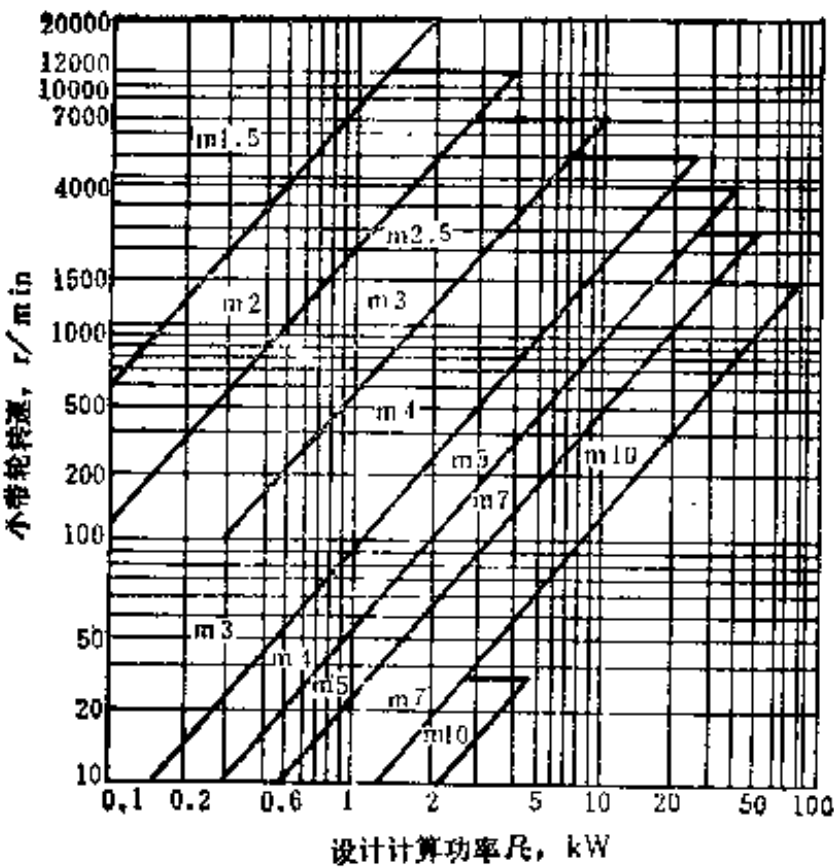


图 1-5-13 模数制同步带选型图

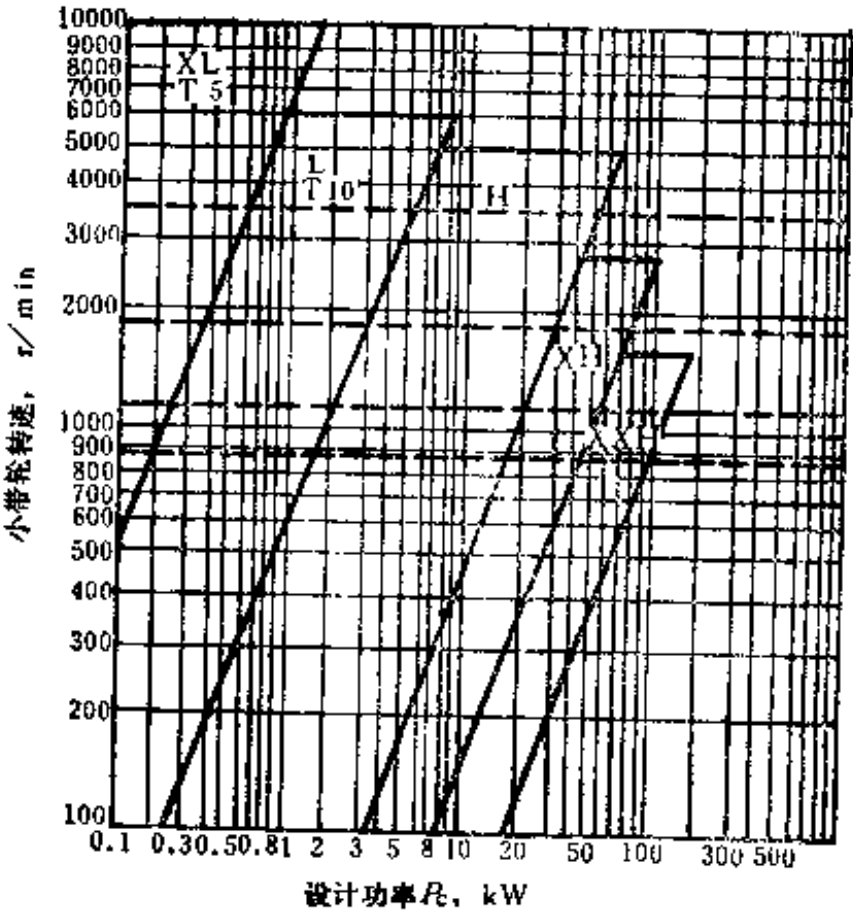


图 1-5-14 周节制同步带选型图

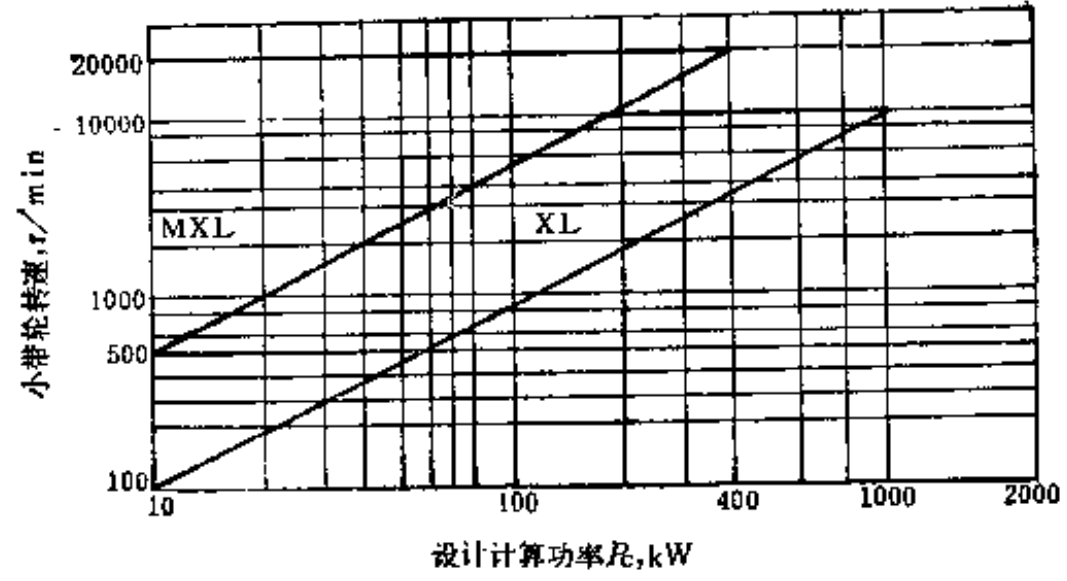


图 1-5-15 小功率周节制同步带选型带

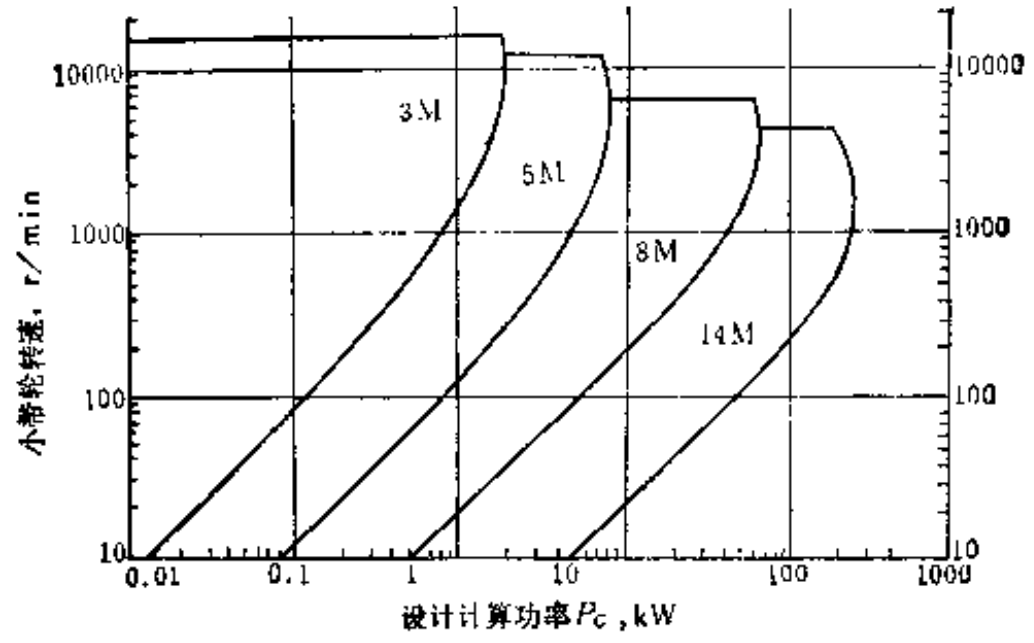


图 1-5-16 圆弧型齿同步带选型图

3. 选择带轮齿数和计算节圆直径

(1) 选择小带轮齿数 Z_1 若安装带轮位置和线速度允许, 选择小带轮的齿数尽可能多些, 以增大带轮直径, 减小同步带运转时的弯曲应力。小带轮齿数 Z_{1min} 可见表1-5-20。

表 1-5-20 小带轮最少齿数 Z_{1min}

小带轮转速	节 距 代 号							
	1m	1.5m	2m	2.5~3 m	4m	5m	7m	10m
r/min	MXL	XL		L	H		NH	NNH
<1000	10	12	14	16	18	20	22	24
1000~3000	11	14	16	18	20	22	24	26
>3000	12	16	18	20	22	24	—	—

(2) 计算带轮节圆直径 如果小带轮齿数 Z_1 和传动比 i 已定, 则小带轮的节圆直径 $d_1 = mZ_1$ (m 为模数); 大带轮的齿数 $Z_2 = iZ_1$, 大带轮的节圆直径 $d_2 = mZ_2 = miZ_1$ 。

4. 同步带的线速度

根据式 (1-5-3) 计算同步带线速度 v ，通常根据表 1-5-21 选择最大线速度 $V_{\max}$ 。

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000} \quad (1-5-3)$$

表 1-5-21 同步带最大线速度 $V_{\max}$ 选择表

节距代号	[1.5~3]m	[4~5]m	[7~10]m
	MXL XL L	H	XH XXH
$V_{\max}$	40~50	35~40	25~30

传动比 $i = n_1/n_2 \leq 10$ 为宜 (n_2 为大带轮转速, r/min)。

5. 初定中心距和同步带的节线长度及其齿数

(1) 初定中心距 如传动条件中对中心距未作规定, 则可按下列范围初定中心距 a_0 。

$$0.7(d_1 + d_2) < a_0 < 2(d_1 + d_2) \quad (1-5-4)$$

(2) 选定同步带节线长度及其齿数 中心距与同步带的节线长度的关系为

$$L_{0p} \approx 2a_0 + \frac{\pi}{2} \times (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_0} \quad (1-5-5)$$

式中 L_{0p} ——初定同步带节线长度, mm。

根据 L_{0p} 选取近似的标准节线长度 L_p , 再由式 (1-5-6) 计算 Z 。

$$Z = \frac{L_p}{P_b} = \frac{L_p}{\pi m} \quad (1-5-6)$$

式中 L_p ——同步带节线长度, mm;

P_b ——同步带节距长度, mm。

6. 计算中心距 a

若已知计算节线长度 L_p , 大小轮节圆直径为 d_2 和 d_1 , 小带轮包角 α_1 (度) 则和中心距 a 的关系为:

$$L_p = 2 \times \sqrt{a^2 - \left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)^2} + \frac{d_2}{2} \times (\pi + 2\theta) + \frac{d_1}{2} \times (\pi - 2\theta)$$

上式可简化为

$$L_p = \frac{2 \times (d_2 - d_1)/2}{\tan \theta} + \frac{d_2}{2} \times (\pi + \theta) + \frac{d_1}{2} \times (\pi - 2\theta) \quad (1-5-7)$$

其中 $\theta = (\pi/2 - \alpha_1/2)$ (α_1 为小带轮包角)

将 θ 与 α_1 的关系式代入上式为

$$\begin{aligned} L_p &= \pi \times d_2 + (d_2 - d_1) \times \left(\tan \frac{\alpha_1}{2} - \alpha_1 \right) \\ &= \pi \times d_2 + (d_2 - d_1) \times \operatorname{inv} \frac{\alpha_1}{2} \end{aligned} \quad (1-5-8)$$

式中 $\operatorname{inv} \frac{\alpha_1}{2}$ —— $\operatorname{inv} \frac{\alpha_1}{2}$ 是 $\frac{\alpha_1}{2}$ 的渐开线函数。

若已知 α_1 后可以从有关手册中查出 $\text{inv}\frac{\alpha_1}{2}$ 值或由已知的 $\text{inv}\frac{\alpha_1}{2}$ 值求得对应的 α_1 , 则可根据式 (1-5-9) 计算中心距 a ;

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{d_2 - d_1}{2 \cos \frac{\alpha_1}{2}} \\ \text{inv} \frac{\alpha_1}{2} &= \frac{L_p - \pi d_2}{d_2 - d_1} \end{aligned} \right\} \quad (1-5-9)$$

若中心距可以调整时, 则中心距可用近似式计算:

$$a = a_0 + \frac{L_p - L_{0p}}{2} \quad (1-5-10)$$

7. 校验小带轮与同步带的啮合齿数 Z_n

不用张紧轮的两轴传动装置, 小带轮的包角 $\alpha_1 = 180^\circ - 2\theta$, 由于 θ 一般很小, 故

$$\left. \begin{aligned} \theta &\approx \sin \theta = \frac{d_2 - d_1}{2a} \times \frac{180^\circ}{\pi} \\ \alpha_1 &= 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 60^\circ \end{aligned} \right\} \quad (1-5-11)$$

因为 $Z_n/Z_1 = \alpha_1/360^\circ$, 则 $\alpha_1 = Z_n/Z_1 \times 360^\circ$, 将 α_1 代入式 (1-5-11) 得

$$Z_n = \left(\frac{1}{2} - \frac{d_2 - d_1}{6a} \right) \times Z_1 \quad (1-5-12)$$

式中 Z_n ——带与带轮啮合齿数。

若 Z_n 过小, 则同步带的带齿与带轮齿槽啮合处齿上的承受力过大, 会引起齿根部因受剪切而断裂, 故啮合齿数一般 $Z_{\min} \geq 6$ 。如1.5~2模数的同步带必要时可取 $Z_{\min} \geq 4$ 。如果不能满足要求, 可放长中心距或在带轮直径不变情况下采用较小模数同步带, 用增加带轮齿数的方法来增加啮合齿数。

8. 确定同步带宽度 B

同步带宽度 B 可通过式 (1-5-13) 来计算。

$$B = \frac{102P_c}{K_z V (F - F_c)} \quad (1-5-13)$$

式中 K_z ——啮合齿数系数, 见表1-5-22;

F ——同步带单位宽度的许用拉力, kgf/mm, 见表1-5-23;

F_c ——同步带单位宽度的离心拉力, kgf/mm, 见表1-5-24。

表 1-5-22 啮合齿数系数 K_z

啮合齿数 Z_n	≥ 6	5	4	3	2
K_z	1	0.8	0.6	0.4	0.2

表 1-5-23 钢丝绳强力层聚氨酯同步带自重和许用拉力

模数 m , mm	1.5	3	2.5	3	4	5	7	10
自重 q , kg/mm·m	18×10^{-4}	24×10^{-4}	30×10^{-4}	35×10^{-4}	48×10^{-4}	60×10^{-4}	82×10^{-4}	118×10^{-4}
许用拉力 F , kN/m (kgf/mm)	4 (0.4)	6 (0.6)	8 (0.8)	9.8 (1.0)	15 (1.5)	26 (2.5)	29 (3.0)	39 (4.0)

表 1-5-24 普通同步带的自重和许用拉力

型号	自重 kg/25.4mm·m	许用拉力, kN/25.4mm (kgf/25.4mm)	型号	自重 kg/25.4mm·m	许用拉力, kN/25.4mm (kgf/25.4mm)
XL	0.068	0.182(18.6)	XH	0.312	0.849(86.6)
L	0.096	0.244(24.9)	XXH	0.402	1.040(106.1)
H	0.133	0.623(63.5)			

表 1-5-25 同步带推荐采用宽度

B , mm 模数, mm	4	8	10	12	16	20	25	30	40	50	70	80	100	120
1	○	○	○											
1.5		○	○	○	○	○								
2			○	○	○	○	○	○						
2.5			○	○	○	○	○	○	○					
3				○	○	○	○	○	○	○				
4					○	○	○	○	○	○	○			
5						○	○	○	○	○	○	○		
7							○	○	○	○	○	○	○	
10									○	○	○	○	○	○

$$F_c = \frac{qV^2}{g} \quad (1-5-14)$$

式中 q ——单位宽度、单位长度同步带自重, kg/mm·m, 见表1-5-25和表1-5-26;

g ——重力加速度, 取 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$;

V ——同步带的线速度, m/s。

表 1-5-26 聚氨酯同步带的许用比压 $[P_t]$

小带轮转速, r/min	<100	≤200	≤500	≤1000	≤3000	≤5000	≤10000	≤20000
$[P_t]$, MPa (kgf/mm ²)	1.6 (0.16)	1.5 (0.15)	1.4 (0.14)	1.2 (0.12)	1.0 (0.10)	0.8 (0.08)	0.6 (0.06)	0.4 (0.04)

同步带实际使用的宽度可将计算宽度按表1-5-25进行圆整。

9. 同步带带齿所受的剪切应力、比压的计算及其控制范围

为了防止在传动中同步带带齿的早期被剪切或磨损, 则需要计算带齿承受的剪切应力和

比压, 并规定其控制范围。同步带带齿在拉力情况下所受的剪切应力和比压可用式(1-5-15)和式(1-5-16)来计算。

$$\tau = \frac{F_1}{BWZ_n} = \frac{F_1}{1.44mBZ_n} \leq [\tau] \quad (1-5-15)$$

$$P_t = \frac{F_1}{Bh_tZ_n} = \frac{F_1}{0.6mBZ_n} \leq [P_t] \quad (1-5-16)$$

式中 τ ——剪切应力, kgf/mm^2 ;

$[\tau]$ ——许用剪切应力, kgf/mm^2 ;

F_1 ——同步带有效拉力, kgf ($F_1 = 102P_c/V$);

W ——同步带带齿的齿根厚, mm ; $W = 1.44m$ (m 为模数);

B ——同步带宽度, mm ;

Z_n ——啮合齿数;

P ——同步带带齿的比压, kgf/mm^2 ;

$[P_t]$ ——同步带带齿许用比压, kgf/mm^2 ;

h_t ——同步带的带齿高度, mm , ($h_t = 0.6m$, m 为模数)。

普通同步带其许用剪切应力 $[\tau]$ 一般取 $0.05 \sim 0.08 \text{kgf/mm}^2$, 其许用比压以浇注型聚氨酯同步带为例如表1-5-26所规定。

在一般情况下, 同步带可不必进行剪切应力和比压的验算, 因为在拟定齿形参数和选强力层绳径时, 已考虑到小带轮的啮合齿数 $Z_n \geq 6$, 所以, 同步带的剪切强度和抗磨损能已超过同步带的有效拉力。只有当 $Z_n < 6$ 、传动力矩大和转动速度慢时才需作这种验算。

10. 同步带的选型计算举例

设计计算镗床中的同步带传动装置。已知主动轮转速 $n_1 = 1500 \text{r/min}$, 功率 $P = 5.5 \text{kW}$; 传动比 $i = 3$ (作减速传动); 中心距 $a_0 = 400 \text{mm}$ 左右; 高峰载荷 $\leq$ 额定负荷的1.75倍; 每天工作5小时, 试确定同步带规格。

(1) 选型 根据传动条件查表1-5-17、表1-5-18和表1-5-19, $K_A = 1.4$; $K_S = 0.3$, $K_m = 0$ 根据式(1-5-2)计算功率。

$$\begin{aligned} P_c &= (1.4 + 0.3 + 0) \times 5.5 \\ &= 9.35 (\text{kW}) \end{aligned}$$

由 P_c 和 n_1 可按图1-5-14进行选型。可选择 $m = 4$ 或节距代号为H的同步带。

(2) 确定带轮齿数和计算带轮节圆直径 查表1-5-20可知 $Z_{1\min} = 20$, 由于安装位置允许, 故小带轮的齿数可选用多一些的, 拟取 $Z_1 = 26$ 。

小带轮节圆直径 $D_1 = m \times Z_1 = 4 \times 26 = 104 (\text{mm})$;

大带轮节圆直径 $D_2 = m \times Z_1 \times i = 4 \times 26 \times 3 = 312 (\text{mm})$ 。

(3) 计算同步带线速度 V 由公式(1-5-3)计算同步带线速度 V 。

$$V = \frac{3.14 \times 104 \times 1500}{60 \times 1000} = 8.16 (\text{m/s})$$

(4) 初定中心距和同步带的节线长度及其齿数 初定中心距 $a_0 = 400 \text{mm}$; 由式(1-5-5)计算节线长 L_{0p}

$$L_{np} = 2 \times 400 \times \frac{3.14}{2} \times (312 + 104) + \frac{(312 - 104)^2}{4 \times 100} \\ = 1480.2(\text{mm})$$

若采用模数制即 $m=4$ ，查标准，节线长 L_p 可取 1508mm；若采用周节制即为 H 型，节线长 L_p 可取 1524mm。

由式 (1-5-6) 计算同步带齿数 Z 。

模数制为：

$$Z = \frac{L_p}{p_b} = \frac{L_p}{\pi m} = \frac{1508}{3.14 \times 4} = 120 \text{ (齿)}$$

周节制为：

$$Z = \frac{L_p}{H} = \frac{1524}{12.7} = 120 \text{ (齿)}$$

(5) 计算中心距 a 若中心距 a 可以调节，则可按式 (1-5-10) 计算 a 。

$$a = 400 + \frac{1508 - 1480.2}{2} = 400 + 14 = 414(\text{mm})$$

若中心距 a 不能调节，需按式 (1-5-9) 计算 a 。

$$\text{inv} \frac{\alpha_1}{2} = \frac{1508 - 3.14 \times 312}{312 - 104} = 2.53740$$

吊
式

查渐开线函数表得 $\alpha_1/2 = 75^\circ 27' 19''$

$$a = \frac{d_2 - d_1}{2 \cos \frac{\alpha_1}{2}} = \frac{312 - 140}{2 \cos 75^\circ 27' 19''} = 414.12 \text{ mm}$$

(6) 校验小带轮与同步带的啮合齿数 Z_n 此装置为两轴传动，可根据式 (1-5-12) 校验啮合齿数 Z_n 。

$$Z_n = \left(\frac{1}{2} - \frac{312 - 140}{6 \times 414} \right) \times 26 = 11$$

啮合齿数 $Z_n = 11 > 6$ ，符合同步带使用条件。

(7) 确定同步带宽度 B 由公式 (1-5-13) 计算同步带宽度 B 查表 1-5-23 得 $q = 48 \times 10^{-4} \text{ kgf/mm} \cdot \text{m}$ ；

$$F_c = \frac{qV^2}{g} = 48 \times 10^{-4} \times (8.16)^2 / 9.81 = 0.033(\text{kgf/mm})$$

查表 1-5-23 得 $F = 1.5 \text{ kgf/mm}$ ，代入式 (1-5-13) 得

$$B = \frac{102 \times 9.35}{1 \times 8.16 \times (1.5 - 0.033)} \approx 77.91(\text{mm})$$

按表 1-5-25 进行圆整，同步带宽度取 $B = 80 \text{ mm}$ 。

(8) 同步带所受的剪切应力和比压的验算 由式 (1-5-15) 验算剪切应力。

$$\tau = \frac{102 P_c}{V \times B \times W \times Z_n} = \frac{102 \times 9.35}{8.16 \times 80 \times 1.44 \times 4 \times 11} = 0.023(\text{kgf/mm}^2)$$

剪切应力 $\tau = 0.023 < [\tau]$ ，符合使用条件。

由式 (1-5-16) 验算比压。

$$P_t = \frac{102 \times 9.35}{8.16 \times 0.6 \times 4 \times 80 \times 11} = 0.055 (\text{kgf/mm}^2)$$

比压 $P_t = 0.055 \leq [P_t]$ ，符合使用条件。

第三节 同步带制造工艺

当前生产同步带主要有两种方式，即浇注法和模压法。浇注法是以液态聚氨酯橡胶为主要原料生产聚氨酯同步带；模压法是以氯丁橡胶为主要原料生产的橡胶型同步带。

一、聚氨酯同步带制造工艺

(一) 聚氨酯同步带生产工艺流程

聚氨酯同步带生产工艺流程如图1-5-17。

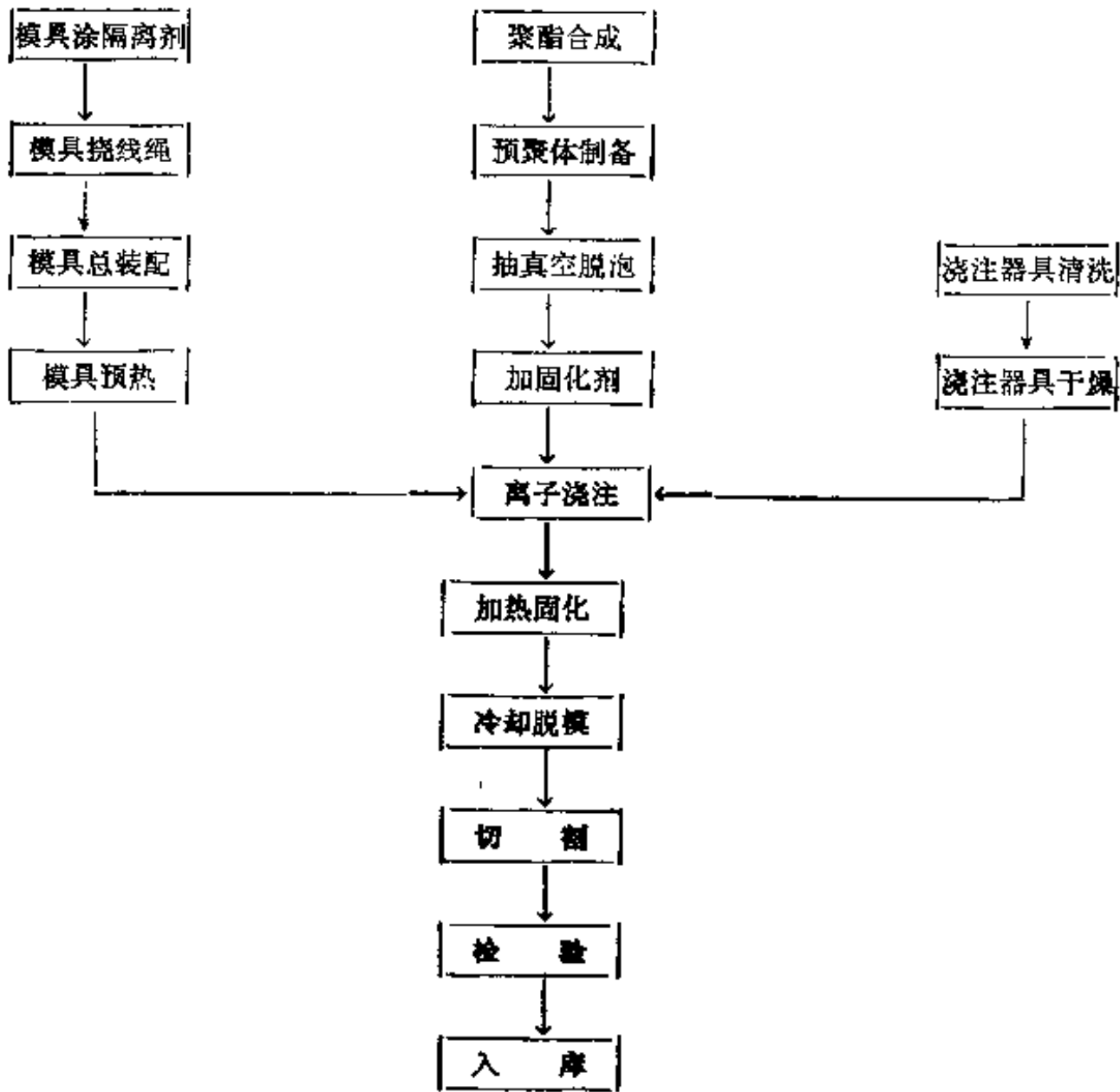


图 1-5-17 聚氨酯同步带生产工艺流程

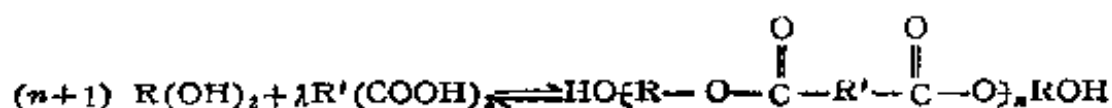
(二) 聚氨酯同步带制造工艺

1. 聚酯合成

浇注型（液态）聚氨酯橡胶是由聚酯引入链增长剂（甲苯二异氰酸酯等）而成。聚酯种类较多，有以己二酸与乙醇缩合而成的末端为羟基带有支链的线型高分子化合物；有以 ϵ -己内酸与乙醇反应而成的聚 ϵ -己内酯线型高分子化合物；也有以环氧丙烷与丙二醇合成的聚醚型线型高分子化合物。通常使用己二酸与乙醇缩合而成的聚酯型聚酯较为普遍。如制造较高

温度(60~80℃)下传动的同步带,一般采用耐热性能较好的聚ε-己内酯。己二酸与乙二醇制成的聚酯主要制造工艺如下。

(1) 反应通式 己二酸与乙二醇和丙二醇进行缩聚而成聚酯的反应通式表示如下:



(2) 配比和投料计算

酸:醇=1:1.2~1.16(摩尔比)

乙二醇:丙二醇=0.8:0.2(摩尔比)

每批投料量若以160kg己二酸为基准量,各种料投入量为:

己二酸:含水量为3%,投料量为 $160 \times (1 + 0.03) = 165(\text{kg})$;

乙二醇:纯度为96%,投料量为

$$62/146 \times 160 \times 1.12 \times 0.8 \times (1 + 0.04) = 63(\text{kg});$$

丙二醇:纯度为96%,投料量为

$$76/146 \times 160 \times 1.12 \times 0.2 \times (1 + 0.04) = 19(\text{kg}).$$

(3) 聚酯合成条件 聚酯的合成反应在搪瓷、玻璃或不锈钢反应釜内进行,一般采用夹套电加热,先在130℃常压下缩聚脱水约6~7小时,然后升温至160~190℃抽真空(550mmHg)脱水2小时,再降温至120℃以下,将聚酯放出。

在聚酯反应过程中,要不断抽样分析,当酸值在2以下时才可停止反应。聚酯应符合以下标准:

分子量:1500~3000;

酸值: <2mgKOH/g;

羟值: 50~80mgKOH/g;

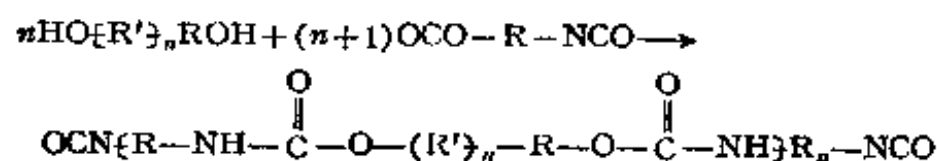
含水量: <0.5%;

外观: 常温时为白色蜡状物。

2. 预聚体的制备

二羟基聚酯和过量的2,4-甲苯二异氰酸反应生成链端含异氰酸酯基(NCO)的聚合物,称为预聚体。

(1) 反应式可写为:



即是链端为—NCO基的预聚体。

(2) 反应条件 根据投料计算,先将已称量的聚酯,加热至140℃左右,在搅拌情况下抽空脱水,90~120分钟后停止加热,并降温至75~80℃,加入已称量的2,4-甲苯二异氰酸酯,利用其放热反应,自由升温至 $95 \pm 5^\circ\text{C}$,在该温度下保持2~3小时,并取样分析,当—NCO%的含量与配方设计时—NCO%的含量低于0.5%时反应结束,排出预聚体备用,或在60℃以下密封保存。

3. 硫化弹性体的制备

链端基含有异氰酸酯的预聚体与3,3-二氯4,4-二氨基联苯甲烷(商品名为MOCA)等交联剂反应,生成分子量更大的,具有网状结构的弹性体,称硫化弹性体。

(1) 预聚体预热 将已称量的预聚体置于不锈钢反应釜中, 预热至 $85 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 加入交联剂MOCA MOCA加入量可按式计算:

$$m_{\text{MOCA}} = C \times N \times K \times \frac{267}{84}$$

式中 m ——需用MOCA理论计算用量;

C ——预聚体重, g;

N ——预聚体中 $-\text{NCO}$ 含量;

267/84——MOCA与 $-\text{NCO}$ 摩尔量之比;

K ——反应系数, 一般取 $0.75 \sim 0.85$ 。

将MOCA加热熔化至 $125 \sim 135^\circ\text{C}$ 加入已预热的预聚体中, 进行适当搅拌并抽真空脱泡, 时间约 $1.5 \sim 2$ 分钟, 供离子浇注使用。

4. 模具和器具处理

(1) 模具涂隔离剂 为了便于脱模, 应在模具与聚氨酯橡胶接触处涂隔离剂。

隔离剂一般使用硅脂或硅脂:硅油=1:2 (重量比) 的混合物, 涂隔离剂前应先清除掉模具上的油污等杂物。

(2) 模具绕线绳 将已组装的模具, 放置在绕线机上, 并将同步带强力层 (钢丝绳、涤纶绳等) 绳的一端穿进模具底盖小孔, 用螺钉将绳固定好。缠绕结束后, 将绳一端穿进模具顶端的小孔并固定在螺钉上。按照线绳的规格选择缠绕螺距, 不同的线绳直径采用相应的螺距, 可参照表1-5-27。

表 1-5-27 选择螺距参照表

线绳直径, mm	0.2~0.3	0.32~0.45	0.5~0.6	$\geq 0.9 < 1.0$
螺距, mm	0.5	0.75	1.0	1.25~1.5

(3) 模具预热 将已缠绕同步带强力层线绳的模具, 放进烘箱预热, 并在 $100 \pm 10^\circ\text{C}$ 条件下恒温30分钟。

(4) 器具处理 将转移已加入 MOCA 的预聚体的器具如勺子、导管等进行清洗并烘干。

5. 离心浇注

将已预热的模具套在离心机轴上, 在最高转速 $\geq 1500\text{r/min}$ 的离心机在高速运转时用器具和通过泵将已加入MOCA的预聚体移入模腔中, 浇至有微量余料从模腔口溢出为止并继续高速离心运转3分钟左右, 此时原料已成流动性很小的粘稠液体, 停止离心机转动, 将模具按水平方向移至平板车上, 准备固化。

6. 加热固化

将已浇注好的模具放入烘箱内, 在 $140 \pm 5^\circ\text{C}$ 条件下加热固化, 固化时间约 210 ± 10 分钟。

7. 冷却脱模

将已固化完善的模具从烘箱内取出, 用吹冷风的方式促使模具冷却。凡以钢丝和玻璃纤维绳为强力层的同步带, 模具需冷却至 50°C 以下方能脱模; 凡以涤纶绳或涤纶绳为同步带强力层的, 模具需冷却至室温时方能浇模, 以防同步带变形。

拆去模具底盖与外套的固紧螺丝，把模具置于液压脱模机上，用活塞将内模推出，用手工剥下粘附在外模内壁上的同步带。

8. 切割

根据需用宽度，在专用切割机上进行切割。将暴露在外面的绕绳用手拉扯一定长度，随后用剪刀剪去，防止同步带在运转时线绳被带轴带入缠绕，导致同步带早期损坏。

9. 检验入库

对已切割好的同步带需根据标准进行外观质量检查，对物理机械性能需批量进行抽查测试，对合格品附上合格证后包装入库。

二、模压橡胶型同步带制造工艺

(一) 模压橡胶型同步带生产工艺流程

模压橡胶型同步带生产工艺流程如图1-5-18。

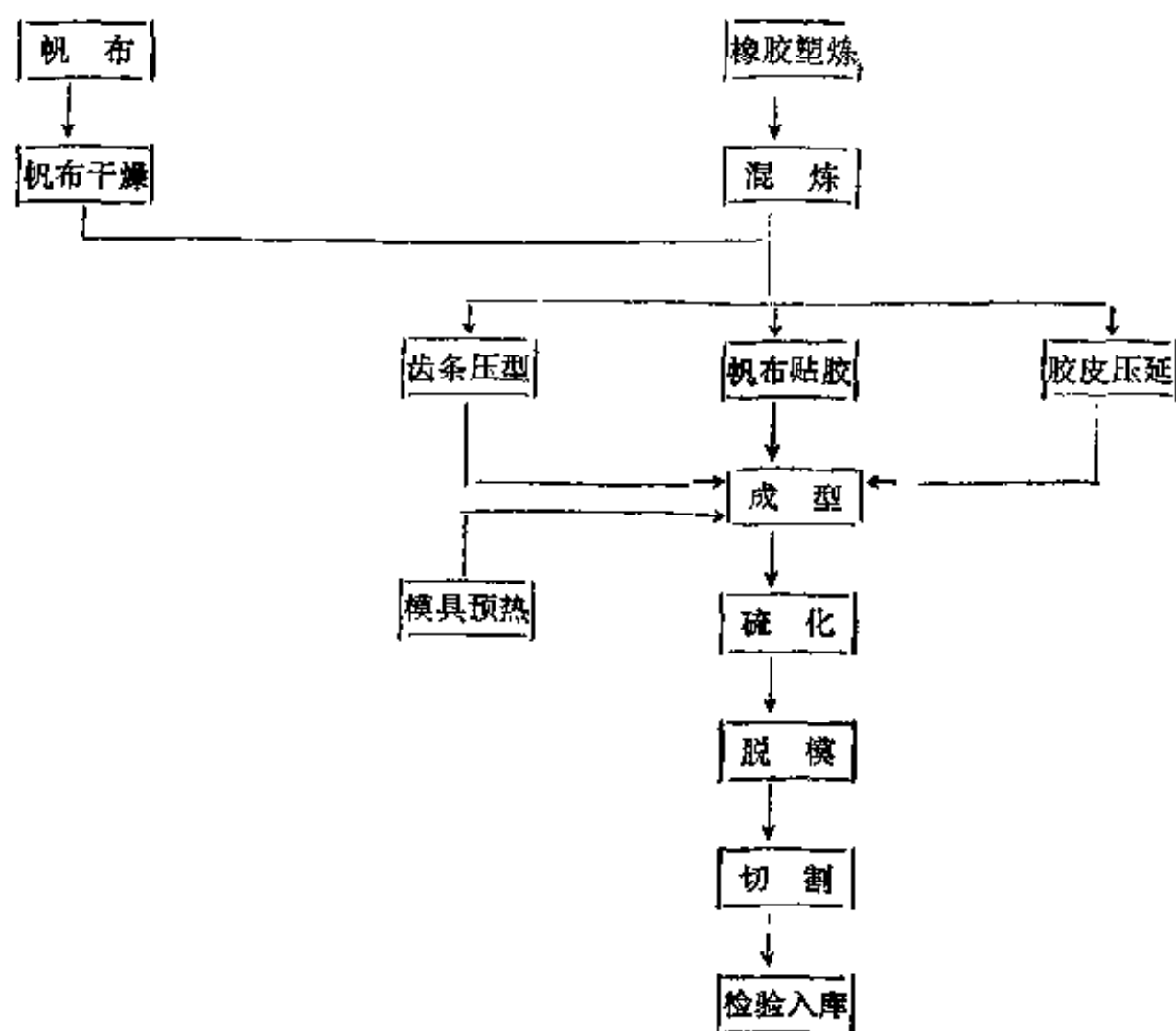


图 1-5-18 模压橡胶型同步带生产工艺流程

(二) 模压橡胶型同步带成型

模压橡胶型同步带的橡胶塑炼、混炼、帆布干燥贴胶工艺与第二章V带生产工艺基本相同。胶皮压延厚度约0.5mm左右；齿条压型在专用齿条压型机上进行，成型步骤如下。

(1) 贴胶帆布 在已预热的模具上贴一层胶帆布，胶帆布头尾相接时成 45° 斜接，搭接宽度2~3mm。

(2) 嵌齿条 将已压型待用的齿条，用齿型手辊将齿条嵌入模具齿槽内。

(3) 绕绳 单根绳在78~100N(8~10kgf)的张力下，按照表1-5-27螺距进行缠绕。绳在模具上的排列必须整齐，绳与绳间间距相等。

(4) 贴胶片 将0.5mm左右厚度的胶片多层贴于绳的外周。胶片粘贴总厚度可参照

下式:

$$h_s = \left(\frac{h_t + \phi}{2} + 1 \right) - 2 \times \delta$$

式中 h_s ——胶片粘贴总厚度, mm;

h_t ——同步带齿高, mm;

ϕ ——同步带强力层线绳直径, mm;

δ ——胶帆布厚度, mm。

胶片粘贴的精确厚度, 还需通过多次试验, 以保证同步带总厚度, 并使同步带各层之间能紧密结合为原则。

(5) 贴胶帆布 在已贴胶片的外周, 贴合一层胶帆布, 胶帆布首尾端采用 45° 斜接, 搭接宽度约 2~3mm。

(6) 装外箍加压 装上外箍, 拧紧外箍螺丝加压。

(三) 模压橡胶型同步带硫化

将模型放入硫化罐或平板硫化机进行加热硫化。

(四) 模压橡胶成型同步带脱模和检验入库

将已硫化的模型, 冷却至室温后脱模, 并按需要宽度进行切割 (若单根型模具生产的同步带, 只需修去多余边胶即可), 经检验确认后合格后入库。

目前我国已采用单鼓成型、胶套硫化工工艺生产同步带。成型在专用单鼓成型机上进行, 成型鼓即为硫化鼓。先将已贴胶的锦纶弹性织物贴在长形成型鼓上, 然后缠绕线绳, 并贴上一层总厚度的胶片, 最后贴上一层胶布。硫化时, 将已成型完善的成型鼓移入硫化罐中, 并套上胶套, 关严硫化罐盖。硫化工序分二步进行, 第一步将胶套内外压同时增加到 0.3~0.4MPa, 保持 2~3 分钟, 使胶料受热后软化; 第二步在内压不变的情况下, 将外压增加到 0.8~1.0 MPa (8~10kgf/cm²), 硫化结束后将鼓取出, 冷却至室温后脱模, 通过切割和检验后入库。

鼓式成型如图 1-5-19。

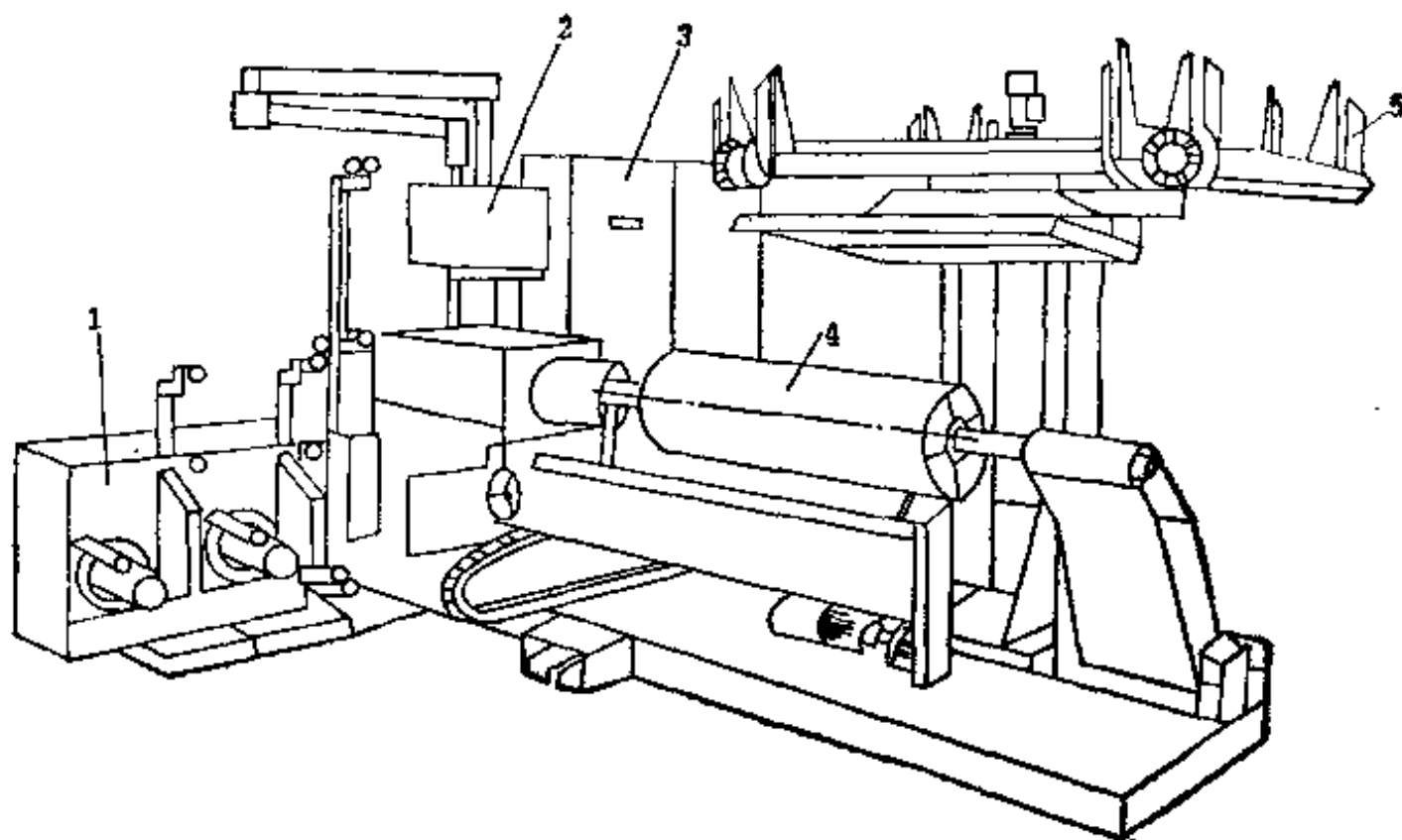


图 1-5-19 同步带鼓式成型机

1—线绳导开; 2—控制箱; 3—程序控制柜; 4—成型鼓; 5—胶皮、胶布搁置架

第四节 同步带性能指标

浇注型聚氨酯梯形齿同步带和模压型橡胶梯形齿同步带的性能指标,我国目前等同采用ISO5296—1978、ISO5296—1978/ADD1—82和ISO—5296—1978/ADD2—82有关规定。

一、同步带尺寸标准

(一) 同步带节长及极限偏差

同步带节长及极限偏差应符合表1-5-28规定。

表 1-5-28 同步带节长及极限偏差

节长代号	节 长 mm (in)	极限偏差 mm (in)	齿 数					
			MXL	XL	L	H	XXL	XXH
36	91.44 (3.600)	± 0.41 (± 0.016)	45					
40	101.6 (4.000)	± 0.41 (± 0.016)	50					
44	111.8 (4.400)	± 0.41 (± 0.016)	55					
48	121.9 (4.800)	± 0.41 (± 0.016)	60					
56	142.2 (5.600)	± 0.41 (± 0.016)	70					
60	152.4 (6.000)	± 0.41 (± 0.016)	75	30				
64	162.6 (6.400)	± 0.41 (± 0.016)	80					
70	177.8 (7.000)	± 0.41 (± 0.016)		35				
72	182.9 (7.200)	± 0.41 (± 0.016)	90					
80	203.2 (8.000)	± 0.41 (± 0.016)	100	40				
88	223.6 (8.800)	± 0.41 (± 0.016)	110					
90	228.6 (9.000)	± 0.41 (± 0.016)		45				
100	254.0 (10.00)	± 0.41 (± 0.016)	125	50				
110	279.4 (11.00)	± 0.46 (± 0.018)		55				
112	284.48 (11.20)	± 0.46 (± 0.018)	140					
120	304.8 (12.00)	± 0.46 (± 0.018)		60				
124	314.33 (12.375)	± 0.46 (± 0.018)	156					
130	330.2 (13.00)	± 0.46 (± 0.018)		65				
140	355.6 (14.00)	± 0.46 (± 0.018)	175	70				
150	381.0 (15.00)	± 0.46 (± 0.018)		75				
160	406.4 (16.00)	± 0.51 (± 0.020)	200	80				
170	431.8 (17.00)	± 0.51 (± 0.020)		85				
180	457.2 (18.00)	± 0.51 (± 0.020)	225	90				
187	476.3 (18.75)	± 0.51 (± 0.020)			50			
190	482.6 (19.00)	± 0.51 (± 0.020)		95				
200	508.0 (20.00)	± 0.51 (± 0.020)	250	100				
210	533.4 (21.00)	± 0.61 (± 0.024)		105	56			
220	558.8 (22.00)	± 0.61 (± 0.024)		110				
225	571.5 (22.50)	± 0.61 (± 0.024)			60			
230	584.20 (23.00)	± 0.61 (± 0.024)		115				
240	609.6 (24.00)	± 0.61 (± 0.024)		120	64	46		
250	635.0 (25.00)	± 0.61 (± 0.024)		125				
255	647.7 (25.50)	± 0.61 (± 0.024)			68			
266	660.4 (26.00)	± 0.61 (± 0.024)		130				

节长代号	节 长 mm (in)	极限偏差 mm (in)	齿 数					
			MXL	XL	L	H	XH	NNH
270	686.8 (27.00)	± 0.61 (± 0.024)						
285	723.9 (28.50)	± 0.61						
300	762.0 (30.00)	± 0.61						
322	819.2 (32.25)	± 0.66 (± 0.026)						
330	838.2 (33.00)	± 0.66 (± 0.026)						
345	876.3 (34.50)	± 0.66 (± 0.026)						
360	914.4 (36.00)	± 0.66 (± 0.026)						
367	933.5 (36.75)	± 0.66 (± 0.026)						
390	990.6 (39.00)	± 0.66 (± 0.026)			104	78		
420	1066.8 (42.000)	± 0.76 (± 0.030)			112	84		
450		± 0.76 (± 0.030)			120	90		
480		± 0.76 (± 0.030)			128	96		
507		± 0.81 (± 0.032)					58	
510		± 0.81 (± 0.032)			136	102		
540		± 0.81 (± 0.032)			144	108		
560		± 0.81 (± 0.032)					64	
570		± 0.81 (± 0.032)				114		
600		± 0.81 (± 0.032)			160	120		
630		± 0.86 (± 0.034)				126	72	
660		± 0.86 (± 0.034)				132		
700		± 0.86 (± 0.034)				140	80	56
730	1405.0 (76.000)	± 0.91 (± 0.036)				150		
770	1955.8 (77.000)	± 0.91 (± 0.036)					88	
800	2032.0 (82.000)	± 0.91 (± 0.036)				160		64
840	2133.6 (81.000)	± 0.97 (± 0.038)					96	
850	2159.0 (85.000)	± 0.97 (± 0.038)				170		
900	2286.0 (90.000)	± 0.97 (± 0.038)				180		72
980	2489.2 (98.000)	± 1.02 (± 0.040)					112	
1000	7540.0 (100.00)	± 1.02 (± 0.040)				200		80
1100	7721.0 (110.00)	± 1.02 (± 0.040)				220		
1170	2844.8 (112.00)	± 1.12 (± 0.044)					128	
1200	3048.0 (120.00)	± 1.12 (± 0.044)						96
1260	3175.0 (125.00)	± 1.17 (± 0.046)				250		
1260	3200.4 (126.00)	± 1.17 (± 0.046)					144	
1400	3566.0 (140.00)	± 1.22 (± 0.048)				280	160	112
1540	3911.5 (154.00)	± 1.32 (± 0.052)					176	
1600	4064.0 (160.00)	± 1.32 (± 0.052)						128
1700	4318.0 (170.00)	± 1.37 (± 0.054)				340		
1750	4445.0 (175.00)	± 1.42 (± 0.056)					200	
1800	4517.0 (180.00)	± 1.42 (± 0.056)						144

(二) 同步带厚度、标准宽度及极限偏差

同步带厚度、标准宽度及其极限偏差应符合表1-5-29规定。

表 1-5-29 同步带厚度和标准宽度及其极限偏差

节距代号	厚度	标准宽度		标准宽度极限偏差		
	h_s	宽度	b	节长 $\leq 838.20\text{mm}$ (33.000in)	节长 $\leq 1676.4\text{mm}$ (66.000in)	节长 $> 1676.4\text{mm}$ (66.000in)
	mm (in)	代号	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)
MXL	1.14(0.045)	012	3.0 (0.12)	$+0.5$ -0.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.02 \\ -0.08 \end{smallmatrix}\right)$		
		019	4.8 (0.19)			
		025	6.4 (0.25)			
XL	2.3(0.09)	025	6.4 (0.25)	$+0.5$ -0.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.02 \\ -0.08 \end{smallmatrix}\right)$		
		031	7.9 (0.31)			
		037	9.5 (0.37)			
L	3.6(0.14)	050	12.7 (0.50)	$+0.8$ -0.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.08 \end{smallmatrix}\right)$	$+0.3$ -1.3 $\left(\begin{smallmatrix} +0.03 \\ -0.15 \end{smallmatrix}\right)$	
		075	19.1 (0.75)			
		100	25.4 (1.00)			
H	4.3(0.17)	075	19.1 (0.75)	$+0.8$ -0.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.8 \\ -0.8 \end{smallmatrix}\right)$	$+0.8$ -1.3 $\left(\begin{smallmatrix} +0.03 \\ -0.05 \end{smallmatrix}\right)$	$+0.3$ -1.3 $\left(\begin{smallmatrix} +0.03 \\ -0.05 \end{smallmatrix}\right)$
		100	25.4 (1.00)			
		150	33.1 (1.50)			
		200	50.8 (2.00)	$+0.8$ -1.3 $\left(\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.05 \end{smallmatrix}\right)$	$+1.3$ -1.3 $\left(\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}\right)$	$+1.3$ -1.5 $\left(\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.08 \end{smallmatrix}\right)$
		300	75.2 (3.00)			
XH	11.2(0.44)	200	50.8 (2.00)		$+4.6$ -4.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.19 \\ -0.19 \end{smallmatrix}\right)$	$+4.8$ -4.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.19 \\ -0.19 \end{smallmatrix}\right)$
		300	76.2 (3.00)			
		400	101.6 (4.00)			
XXH	15.7(0.62)	200	50.8 (2.00)			$+4.8$ -4.8 $\left(\begin{smallmatrix} +0.19 \\ -0.19 \end{smallmatrix}\right)$
		300	76.2 (3.00)			
		400	101.6 (4.00)			
		500	127.0 (5.00)			

(三) 模数制同步带（聚氨酯类）型号尺寸及公差

模数制聚氨酯同步带型号尺寸及公差应符合表1-5-30规定。

(四) 模数制聚氨酯同步带的齿数、长度和宽度推荐系列

模数制聚氨酯同步带的齿数、长度和宽度推荐系列如表1-5-31。

三、同步带的物理机械性能

同步带的物理机械性能应符合表1-5-32规定。

浇注型同步带所用的聚氨酯性能应符合表1-5-33规定。

表 1-5-30 模数制聚氨酯同步带型号尺寸及公差

节距代号 <i>M</i>	p_b	h_i	h_s	S	a	2β
	mm					
1.0	3.14 ± 0.02	0.6	$1.10^{+0.30}_{-0}$	1.0 ± 0.10	0.250	$40 \pm 2^\circ$
1.5	4.71 ± 0.02	0.9	$1.65^{+0.30}_{-0}$	1.5 ± 0.10	0.375	$40 \pm 2^\circ$
2.0	6.28 ± 0.02	1.2	$2.20^{+0.20}_{-0}$	2.0 ± 0.20	0.500	$40 \pm 2^\circ$
2.5	7.85 ± 0.02	1.5	$2.75^{+0.15}_{-0}$	2.5 ± 0.20	0.625	$40 \pm 2^\circ$
3.0	9.42 ± 0.02	1.8	$3.30^{+0.10}_{-0}$	3.0 ± 0.30	0.750	$40 \pm 2^\circ$
4.0	12.56 ± 0.03	2.4	$4.40^{+0.10}_{-0}$	4.0 ± 0.40	1.000	$40 \pm 2^\circ$
5.0	15.70 ± 0.03	3.0	$5.05^{+0.10}_{-0}$	5.0 ± 0.50	1.250	$40 \pm 2^\circ$
7.0	21.98 ± 0.03	4.2	$7.70^{+0.10}_{-0}$	7.0 ± 0.60	1.750	$40 \pm 2^\circ$
10.0	31.40 ± 0.03	6.0	$11.00^{+0.10}_{-0}$	10.0 ± 0.60	2.500	$40 \pm 2^\circ$

注 1. 表中符号意义见图1-5-2所示;
2. 表中*P_b*的公差是指周节累计误差的平均值。

表 1-5-31 模数制聚氨酯同步带的齿数和宽度

齿 数 <i>Z</i>	模 数 <i>M</i>							
	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
	节 长, mm							
32	150.8	207.1						
35	164.9	219.9	274.9	329.9				
40	188.5	251.3	314.2	377.0	502.7	628.3		
45	212.1	232.7	253.4	424.1	565.5	706.9	989.6	
50	235.6	314.2	392.7	471.2	628.3	785.4	1099.6	1570.8
55	259.2	345.6	432.0	518.4	691.2	863.9	1209.5	1727.9
60	282.7	377.0	471.2	565.5	754.0	942.5	1319.5	1885.0
65	306.3	408.4	510.5	612.6	816.8	1021.0	1429.4	2042.6
70	329.9	439.8	549.8	659.7	879.7	1099.6	1539.4	2199.1
75	353.4	471.2	589.1	706.9	942.5	1178.1	1649.2	2356.2
80	377.0	502.7	628.3	754.0	1005.3	1256.6	1759.3	2513.3
85	400.8	534.1	667.6	801.1	1068.1	1335.2	1869.2	2670.4
90	424.1	565.5	706.9	848.2	1131.0	1413.7	1979.2	2827.4
95	447.7	596.9	746.1	895.4	1193.8	1492.3	2089.2	2984.5
100	471.2	628.3	785.4	942.5	1256.6	1570.8	2199.1	3141.6
110	518.4	691.2	863.9	1036.7	1382.3	1727.9	2419.0	3455.8

续表

齿 数 Z	模 数 M							
	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
	节 长, mm							
120	565.5	574.0	942.6	1131.0	1508.0	1885.0	2638.9	3769.9
140	659.7	879.7	1099.6	1319.5	1759.3	2199.1	3078.8	4398.2
160	754.6	1605.3	1256.6	1508.0	2010.6	2513.3	3518.6	5026.5
180	848.2	1131.0	1413.7	1696.5	2261.9	2827.4	3958.4	5654.9
200	942.5	1256.6	1570.8	1885.0	2513.3	3141.6	4398.2	6283.2
宽度,mm	8~32	10~50	12~60		16~80	20~80	25~100	40~120
宽度系列	8、 10、 12、 20、 25、 32、 40、 50、 60、 80、 100、 120							

表 1-5-32 同步带的物理机械性能

试验项目	节 距 代 号					
	MXL	XL	L	H	XH	XXH
拉伸强度, kN/25.4mm (kgf/25.4mm)	0.74 (75)	1.96 (200)	2.65 (270)	6.76 (690)	9.31 (950)	10.78 (1100)
伸长率, %	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4

注: 1. 表中除MXL型同步带以外, 均等同采用日本工业用同步带标准JIS 6372—1982;
2. “伸长率”系指在表1-5-42所规定的载荷下的值;
3. 表中规定的MXL、XL、L、H型同步带的拉伸强度和伸长率同样适用于浇注型聚氨酯同步带。

表 1-5-33 聚氨酯橡胶性能

项 目	指 标	项 目	指 标
拉伸强度, MPa(kgf/cm ²)	≥39.2(400)	拉伸永久形变, %	≤20
硬度 (邵尔A)	85±5	拉断伸长率, %	≥450

表 1-5-34 同步带外观质量缺陷允许范围

名称	正 品	副 品
缺 齿	瘪齿不允许有; L型以下齿面缺胶不得超过齿顶宽的3/4, 其长度不得超过2mm; H型齿面缺胶不得超过齿顶宽的1/3, 其长度不得超过3mm, 且MXL不得多于齿数的1/16, XL、L和H不多于齿数的1/25, 但必须分散 不得连续超过2个齿, 一个齿上只允许一处	瘪齿不允许有; L型以下齿面缺胶不得超过齿顶宽的3/4, 其长度不得超过2mm; H型齿面缺胶不得超过齿顶宽的1/2其长度不得超过3mm; XH型以上齿面缺胶不得超过齿顶宽的1/3, 其长度不得超过3mm; 瘪齿以齿顶下凹为准: L型以下齿顶下凹至齿高的1/4, H型以上齿顶下凹至齿高的1/3, 齿型呈半圆, 圆齿长度不超过带宽的1/3, 且XL型以下不多于齿数的1/8; XL、L和H型不多于齿数的1/14; XH和XXH型不多于齿数的1/20, 但必须分散, 一个齿上只允许一处
抗拉层排列不齐	XL型以下线距不超过1.0mm; L型以上线距不超过2.0mm; 抗拉层不允许紊乱, 10mm宽的胶带抗拉层排列不齐只允许一处	XL型以下线距不超过1.5mm; L型以上线距不超过2.5mm; 10mm宽的胶带只允许有一处抗拉层排列不齐
厚薄不一	偏差度不超过带厚度的1/10	偏差度不超过带厚度的3/10

表 1-5-35 XL的基准传动功率

单位: kW

小带轮齿数		10	11	12	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30
节圆直径, mm		16.17	17.79	19.40	22.64	24.26	25.87	29.11	30.72	32.34	33.96	35.57	38.81	40.43	42.04	43.28	48.51
小带轮转速, r/min																	
950	0.14	0.16	0.17	0.20	0.21	0.23	0.26	0.27	0.29	0.30	0.32	0.35	0.35	0.36	0.38	0.41	0.43
1160	0.17	0.19	0.21	0.25	0.26	0.28	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.42	0.44	0.46	0.50	0.53
1425			0.26	0.30	0.32	0.35	0.39	0.41	0.43	0.46	0.48	0.52	0.52	0.54	0.57	0.61	0.65
1750			0.32	0.37	0.40	0.43	0.48	0.51	0.53	0.56	0.59	0.64	0.64	0.67	0.69	0.75	0.80
2850			0.52	0.61	0.65	0.70	0.78	0.82	0.87	0.91	0.95	1.04	1.04	1.08	1.12	1.21	1.29
3450			0.63	0.74	0.79	0.84	0.94	1.00	1.05	1.10	1.15	1.25	1.25	1.30	1.35	1.45	1.55
100	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
200	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09
300	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
400	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
500	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.23
600	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27
700	0.10	0.11	0.12	0.15	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.25	0.27	0.28	0.30	0.32
800	0.12	0.13	0.14	0.17	0.18	0.19	0.22	0.23	0.24	0.24	0.25	0.27	0.29	0.30	0.32	0.35	0.37
900	0.13	0.15	0.16	0.19	0.20	0.22	0.25	0.26	0.27	0.27	0.29	0.30	0.33	0.34	0.36	0.38	0.41
1000	0.15	0.16	0.18	0.21	0.23	0.24	0.27	0.29	0.30	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.46
1100	0.16	0.18	0.20	0.23	0.25	0.27	0.30	0.32	0.33	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.47	0.50
1200	0.18	0.20	0.22	0.25	0.27	0.29	0.33	0.35	0.37	0.37	0.38	0.40	0.44	0.46	0.48	0.51	0.55
1300			0.24	0.28	0.30	0.32	0.36	0.38	0.40	0.40	0.42	0.44	0.48	0.50	0.52	0.56	0.59
1400			0.25	0.30	0.32	0.34	0.38	0.41	0.43	0.43	0.45	0.47	0.51	0.53	0.56	0.60	0.64
1500			0.27	0.32	0.34	0.37	0.41	0.43	0.46	0.46	0.48	0.50	0.55	0.57	0.59	0.64	0.69

续表

小带轮齿数	10	11	12	14	15	16	18	19	21	22	24	25	26	28	30
节圆直径, mm	16.17	17.79	19.40	22.64	24.26	25.87	29.11	30.72	32.34	33.96	38.81	40.43	42.04	43.28	48.51
小带轮转速, r/min															
1600			0.29	0.34	0.37	0.39	0.41	0.45	0.49	0.51	0.54	0.59	0.61	0.63	0.73
1700			0.31	0.36	0.39	0.41	0.47	0.49	0.52	0.54	0.57	0.62	0.65	0.67	0.78
1800			0.33	0.38	0.41	0.44	0.49	0.52	0.55	0.58	0.60	0.66	0.69	0.71	0.82
2000			0.37	0.43	0.46	0.49	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67	0.73	0.76	0.79	0.91
2200			0.40	0.47	0.50	0.54	0.60	0.64	0.67	0.70	0.74	0.80	0.84	0.87	1.00
2400			0.44	0.51	0.55	0.59	0.66	0.70	0.73	0.77	0.80	0.88	0.91	0.95	1.09
2600			0.48	0.56	0.59	0.63	0.71	0.75	0.79	0.83	0.87	0.95	0.99	1.03	1.18
2800			0.51	0.60	0.64	0.68	0.77	0.81	0.85	0.89	0.94	1.02	1.06	1.10	1.27
3000			0.55	0.64	0.69	0.73	0.82	0.87	0.91	0.96	1.00	1.09	1.14	1.18	1.35
3200			0.59	0.68	0.73	0.78	0.88	0.92	0.97	1.02	1.07	1.16	1.21	1.26	1.44
3400			0.62	0.73	0.78	0.83	0.93	0.98	1.03	1.08	1.13	1.23	1.28	1.33	1.53
3600			0.66	0.77	0.82	0.88	0.98	1.04	1.09	1.14	1.20	1.30	1.35	1.41	1.61
3800					0.87	0.92	1.04	1.09	1.15	1.21	1.26	1.37	1.43	1.48	1.69
4000					0.91	0.97	1.09	1.15	1.21	1.27	1.33	1.44	1.50	1.56	1.73
4200					0.96	1.02	1.14	1.21	1.26	1.33	1.39	1.51	1.57	1.63	1.88
4400					1.00	1.07	1.20	1.26	1.33	1.39	1.46	1.58	1.64	1.70	1.91
4600					1.05	1.12	1.25	1.32	1.38	1.45	1.52	1.64	1.71	1.77	2.20
4800					1.09	1.16	1.30	1.37	1.44	1.51	1.58	1.71	1.78	1.84	2.10

表 1-5-36 L 的基准传动功率

单位: kW

小带轮齿数	12	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30	32	36	40	48
节圆直径, mm																		
小带轮转速, r/min	36.38	42.45	45.48	48.51	54.57	57.61	60.64	63.67	66.70	72.77	75.80	78.83	84.89	90.96	97.02	109.15	121.28	145.53
725	0.33	0.39	0.42	0.44	0.50	0.53	0.56	0.58	0.61	0.67	0.70	0.72	0.78	0.83	0.89	1.00	1.11	1.33
870	0.40	0.47	0.50	0.53	0.60	0.63	0.67	0.70	0.73	0.80	0.83	0.87	0.93	1.00	1.07	1.20	1.33	1.59
950	0.44	0.51	0.55	0.58	0.66	0.69	0.73	0.77	0.80	0.87	0.91	0.95	1.02	1.09	1.16	1.31	1.45	1.73
1160	0.53	0.62	0.67	0.71	0.80	0.85	0.89	0.93	0.98	1.07	1.11	1.15	1.24	1.33	1.41	1.59	1.76	2.09
1425	0.77	0.82	0.87	0.98	1.04	1.09	1.09	1.14	1.20	1.31	1.36	1.41	1.52	1.62	1.73	1.93	2.13	2.52
1750	0.94	1.01	1.07	1.20	1.27	1.34	1.34	1.40	1.47	1.59	1.66	1.72	1.95	1.97	2.10	2.34	2.58	3.02
2850				1.73	1.93	2.03	2.13	2.23	2.33	2.52	2.62	2.71	2.89	3.07	3.24	3.56	3.84	4.31
3450				2.07	2.31	2.43	2.54	2.66	2.77	2.99	3.09	3.19	3.39	3.58	3.76	4.07	4.33	4.67
100	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.18
200	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.17	0.19	0.20	0.21	0.23	0.24	0.27	0.30	0.37
300	0.13	0.16	0.17	0.18	0.20	0.22	0.23	0.24	0.27	0.25	0.29	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.46	0.55
400	0.18	0.21	0.23	0.24	0.27	0.29	0.30	0.32	0.37	0.34	0.38	0.40	0.43	0.46	0.49	0.55	0.61	0.74
500	0.23	0.27	0.29	0.30	0.34	0.36	0.38	0.40	0.46	0.42	0.48	0.50	0.54	0.58	0.61	0.69	0.77	0.92
600	0.27	0.32	0.34	0.37	0.41	0.44	0.46	0.48	0.51	0.55	0.58	0.60	0.64	0.69	0.74	0.83	0.92	1.10
700	0.32	0.37	0.40	0.43	0.48	0.51	0.54	0.56	0.59	0.64	0.67	0.70	0.75	0.81	0.86	0.97	1.07	1.28
800	0.37	0.43	0.46	0.49	0.55	0.58	0.61	0.64	0.68	0.74	0.77	0.80	0.86	0.92	0.98	1.22	1.22	1.46
900	0.41	0.48	0.52	0.55	0.62	0.66	0.69	0.73	0.76	0.84	0.86	0.90	0.97	1.03	1.10	1.24	1.37	1.61
1000	0.46	0.54	0.58	0.61	0.69	0.73	0.77	0.81	0.84	0.92	0.96	1.00	1.07	1.15	1.22	1.37	1.52	1.81

续表

小带轮齿数	12	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30	32	36	40	48
节圆直径, mm	36.38	42.45	45.48	48.51	54.57	57.61	60.64	63.67	66.70	72.77	75.80	78.83	84.89	90.96	97.02	109.15	121.28	145.53
小带轮转速, r/min																		
1100	0.50	0.59	0.63	0.68	0.76	0.80	0.84	0.89	0.93	1.01	1.05	1.09	1.18	1.26	1.34	1.51	1.67	1.99
1200	0.55	0.64	0.69	0.74	0.83	0.87	0.92	0.97	1.01	1.10	1.15	1.19	1.28	1.37	1.46	1.64	1.81	2.15
1300		0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	1.00	1.05	1.09	1.19	1.24	1.29	1.39	1.48	1.58	1.77	1.96	2.32
1400		0.75	0.81	0.86	0.97	1.02	1.07	1.12	1.18	1.28	1.34	1.39	1.49	1.59	1.70	1.90	2.10	2.48
1500		0.81	0.86	0.92	1.03	1.09	1.15	1.20	1.26	1.37	1.43	1.48	1.59	1.70	1.81	2.03	2.24	2.64
1600	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.16	1.22	1.28	1.34	1.46	1.52	1.58	1.70	1.81	1.93	2.15	2.38	2.80
1700	0.91	0.98	1.04	1.10	1.17	1.23	1.30	1.36	1.42	1.55	1.61	1.68	1.80	1.92	2.04	2.28	2.51	2.95
1800	0.97	1.03	1.10	1.16	1.24	1.31	1.37	1.44	1.51	1.64	1.70	1.77	1.90	2.03	2.15	2.40	2.61	3.10
1900			1.16	1.22	1.31	1.38	1.45	1.52	1.59	1.73	1.80	1.86	2.00	2.13	2.27	2.52	2.77	3.24
2000			1.22	1.29	1.37	1.45	1.52	1.59	1.67	1.81	1.89	1.96	2.10	2.24	2.38	2.64	2.90	3.38
2200			1.34	1.41	1.51	1.59	1.67	1.75	1.83	1.99	2.06	2.14	2.29	2.44	2.59	2.87	3.14	3.64
2400			1.46	1.54	1.64	1.73	1.81	1.90	1.99	2.15	2.24	2.33	2.48	2.64	2.80	3.10	3.38	3.87
2500			1.52	1.60	1.70	1.80	1.89	1.97	2.06	2.24	2.32	2.41	2.58	2.74	2.90	3.20	3.49	3.98
2600			1.58	1.66	1.77	1.86	1.96	2.05	2.14	2.32	2.41	2.50	2.67	2.84	3.00	3.31	3.59	4.09
2800			1.70	1.79	1.90	2.00	2.10	2.20	2.29	2.48	2.58	2.67	2.85	3.02	3.19	3.51	3.80	4.27
3000			1.81	1.91	2.03	2.13	2.24	2.34	2.44	2.64	2.74	2.84	3.02	3.20	3.38	3.70	3.98	4.43
3200			1.93	2.04	2.16	2.27	2.38	2.48	2.59	2.80	2.90	3.00	3.19	3.38	3.55	3.87	4.15	4.56
3400			2.04	2.15	2.28	2.40	2.51	2.62	2.73	2.95	3.05	3.16	3.35	3.54	3.72	4.04	4.30	4.65
3600			2.15	2.26	2.40	2.52	2.64	2.76	2.87	3.10	3.20	3.21	3.51	3.70	3.87	4.18	4.43	4.71
3800			2.52	2.64	2.77	2.89	3.01	3.14	3.27	3.49	3.59	3.66	3.80	3.98	4.02	4.31	4.54	4.73
4000			2.64	2.77	2.90	3.02	3.15	3.27	3.40	3.64	3.74	3.81	3.93	4.11	4.27	4.53	4.69	4.72
4200			2.76	2.89	3.02	3.15	3.27	3.40	3.52	3.76	3.87	3.97	4.17	4.33	4.48	4.67	4.73	4.66
4400			2.87	3.01	3.14	3.27	3.39	3.52	3.64	3.87	3.98	4.09	4.27	4.43	4.56	4.71	4.72	4.56 ^①
4600			2.99	3.13	3.26	3.39	3.51	3.64	3.76	3.98	4.09	4.19	4.37	4.53	4.68	4.87	4.73	4.42 ^①
4800			3.10	3.24	3.38	3.51	3.64	3.76	3.87	4.09	4.19	4.29	4.47	4.63	4.78	4.97	4.72	4.23 ^①

① 这个情况是带轮线速度大于33m/s, 设计时用带轮用碳素钢或铸钢。

表 1-5-37 H的基准传动功率

单位: kW

小带轮齿数	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30	32	36	40	48
节圆直径 mm	56.60	60.64	64.68	72.77	76.81	80.85	84.89	88.94	97.02	101.06	105.11	113.19	121.28	129.36	145.53	161.70	194.04
小带轮转速, r/min																	
725	1.33	1.43	1.52	1.71	1.81	1.90	2.00	2.09	2.28	2.38	2.47	2.66	2.85	3.04	3.41	3.79	4.53
870	1.60	1.71	1.83	2.05	2.17	2.28	2.40	2.51	2.74	2.85	2.96	3.19	3.41	3.64	4.08	4.53	5.41
950			1.99	2.24	2.37	2.49	2.61	2.74	2.99	3.11	3.23	3.48	3.72	3.97	4.45	4.93	5.89
1160			2.43	2.74	2.89	3.04	3.19	3.34	3.64	3.79	3.94	4.23	4.53	4.82	5.41	5.99	7.12
1425				3.35	3.54	3.72	3.91	4.09	4.45	4.63	4.81	5.17	5.53	5.89	6.59	7.27	8.61
1750				4.11	4.33	4.55	4.78	5.00	5.44	5.66	5.87	6.31	6.73	7.16	7.98	8.79	10.32
2850						7.27	7.61	7.97	8.61	8.93	9.25	9.87	10.48	11.06	12.16	13.15	14.80
3450						8.68	9.07	9.45	10.19	10.55	10.91	11.59	12.24	12.85	13.95	14.87	16.09①
100	0.18	0.19	0.21	0.23	0.25	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.34	0.36	0.39	0.42	0.47	0.52	0.63
200	0.36	0.39	0.42	0.47	0.50	0.52	0.55	0.57	0.63	0.65	0.68	0.73	0.79	0.84	0.94	1.05	1.26
300	0.55	0.59	0.63	0.71	0.75	0.79	0.83	0.86	0.94	0.98	1.02	1.10	1.18	1.26	1.42	1.57	1.89
400	0.73	0.79	0.84	0.94	1.00	1.05	1.10	1.15	1.26	1.31	1.36	1.47	1.57	1.68	1.89	2.10	2.52
500	0.92	0.98	1.05	1.18	1.25	1.31	1.38	1.44	1.57	1.64	1.71	1.84	1.97	2.10	2.36	2.62	3.14
600	1.10	1.18	1.26	1.42	1.50	1.57	1.65	1.73	1.89	1.97	2.05	2.20	2.36	2.52	2.83	3.14	3.76
700	1.29	1.38	1.47	1.65	1.75	1.84	1.93	2.02	2.20	2.30	2.39	2.57	2.75	2.93	3.30	3.66	4.38
800	1.47	1.57	1.68	1.89	1.99	2.10	2.20	2.31	2.52	2.62	2.73	2.93	3.14	3.35	3.76	4.17	4.99
900	1.65	1.77	1.89	2.13	2.24	2.36	2.48	2.60	2.83	2.95	3.06	3.30	3.53	3.76	4.22	4.68	5.59
1000			2.10	2.36	2.49	2.62	2.75	2.88	3.14	3.27	3.40	3.66	3.92	4.17	4.68	5.19	6.18
1100			2.31	2.60	2.74	2.88	3.02	3.17	3.45	3.59	3.74	4.02	4.30	4.58	5.14	5.69	6.77
1200			2.52	2.83	2.99	3.14	3.30	3.45	3.76	3.92	4.07	4.38	4.68	4.99	5.59	6.18	7.35
1300				3.06	3.23	3.40	3.57	3.72	4.07	4.24	4.40	4.73	5.06	5.39	6.03	6.67	7.91
1400				3.30	3.48	3.66	3.84	4.02	4.38	4.55	4.73	5.09	5.44	5.79	6.48	7.16	8.47
1500				3.53	3.72	3.92	4.11	4.30	4.68	4.87	5.06	5.44	5.81	6.18	6.91	7.63	9.01

续表

小带轮齿数	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	28	30	32	36	40	48
节圆直径 mm	56.60	60.64	64.68	72.77	76.81	80.85	84.89	88.94	97.02	101.06	105.11	113.19	121.28	129.36	145.53	161.70	194.04
小带轮转速, r/min																	
1600				3.76	3.97	4.17	4.38	4.58	4.99	5.19	5.39	5.79	6.18	6.57	7.35	8.10	9.55
1700				3.99	4.21	4.43	4.64	4.86	5.29	5.50	5.71	6.13	6.55	6.96	7.77	8.56	10.07
1800				4.22	4.45	4.68	4.91	5.14	5.59	5.81	6.03	6.48	6.91	7.35	8.19	9.01	10.57
1900						4.93	5.17	5.41	5.89	6.12	6.35	6.82	7.27	7.73	8.61	9.46	11.06
2000						5.19	5.44	5.69	6.18	6.43	6.67	7.16	7.63	8.10	9.01	9.89	11.53
2100						5.44	5.70	5.96	6.48	6.73	6.99	7.49	7.98	8.47	9.41	10.32	11.99
2200						5.69	5.96	6.23	6.77	7.03	7.30	7.82	8.33	8.83	9.81	10.73	12.43
2300						5.94	6.22	6.50	7.06	7.33	7.61	8.15	8.68	9.19	10.19	11.14	12.85
2400						6.18	6.48	6.77	7.35	7.63	7.91	8.47	9.01	9.55	10.57	11.53	13.25
2500						6.43	6.73	7.03	7.63	7.93	8.22	8.79	9.35	9.89	10.94	11.91	13.63
2600						6.67	6.99	7.30	7.91	8.22	8.52	9.10	9.68	10.24	11.30	12.28	13.99
2800						7.16	7.49	7.82	8.47	8.79	9.10	9.72	10.32	10.90	11.99	12.99	14.65
3000						7.63	7.98	8.33	9.01	9.35	9.68	10.32	10.94	11.53	12.64	13.63	15.21
3200						8.10	8.47	8.83	9.55	9.89	10.24	10.90	11.53	12.14	13.25	14.22	15.67
3400						8.56	8.95	9.33	10.07	10.42	10.78	11.45	12.10	12.71	13.81	14.75	16.02 ^①
3600						9.01	9.41	9.81	10.57	10.94	11.30	11.99	12.64	13.25	14.33	15.21	16.26 ^①
3800								10.28	11.06	11.44	11.80	12.50	13.15	13.75	14.80	15.60	16.38 ^①
4000								10.73	11.53	11.91	12.28	12.99	13.63	14.22	15.21	15.92 ^①	16.37 ^①
4200								11.18	11.99	12.37	12.75	13.44	14.08	14.65	15.66	16.16 ^①	16.23 ^①
4400								11.61	12.43	12.81	13.19	13.87	14.49	15.03	15.86	16.31 ^①	15.94 ^①
4600								12.03	12.86	13.23	13.60	14.28	14.87	15.37	16.09	16.39 ^①	15.51 ^①
4800								12.43	13.25	13.63	13.99	14.65	15.21	15.67	16.26	16.37 ^①	14.93 ^①

① 这个情况是带轮线速度大于33m/s, 设计时带轮用碳素钢或铸钢。

表 1-5-38 XH的基准传动功率

单位: kW

小带轮齿数	22	24	25	26	28	30	32	36	40
节圆直径, mm	155.64	169.79	176.86	183.94	198.08	212.23	226.38	254.68	282.98
小带轮转速, r/min									
575	3.94	4.29	4.47	4.65	4.99	5.34	5.68	6.37	7.04
690	4.72	5.13	5.34	5.55	5.96	6.37	6.77	7.57	8.34
725	4.95	5.39	5.60	5.82	6.25	6.67	7.10	7.92	8.73
870	5.91	6.42	6.67	6.93	7.43	7.92	8.41	9.36	10.27
950		6.98	7.25	7.53	8.06	8.59	9.11	10.12	11.08
1180		8.41	8.73	9.05	9.67	10.27	10.86	11.98	13.01
1425				10.84	11.54	12.20	12.84	13.99	14.99
1750				12.81	13.54	14.21	14.83	15.85	16.37
2850						16.97	16.65		
3450						14.96			
100	0.69	0.75	0.78	0.81	0.88	0.94	1.00	1.13	1.25
200	1.38	1.50	1.57	1.63	1.75	1.88	2.00	2.25	2.50
300	2.07	2.25	2.35	2.44	2.63	2.81	3.00	3.37	3.74
400	2.75	3.00	3.13	3.25	3.50	3.74	3.99	4.48	4.96
500	3.43	3.74	3.90	4.05	4.36	4.66	4.96	5.57	6.16
600	4.11	4.48	4.66	4.84	5.20	5.57	5.92	6.63	7.33
700	4.78	5.20	5.42	5.62	6.04	6.45	6.86	7.67	8.46
800	5.45	5.92	6.16	6.40	6.86	7.33	7.78	8.68	9.54
900	6.10	6.63	6.89	7.15	7.67	8.18	8.68	9.65	10.58
1000		7.33	7.61	7.90	8.46	9.00	9.54	10.58	11.56
1100		8.01	8.32	8.62	9.22	9.81	10.38	11.47	12.49
1200		8.68	9.00	9.33	9.96	10.58	11.18	12.31	13.34
1300				10.02	10.68	11.32	11.94	13.09	14.12
1400				10.68	11.37	12.03	12.66	13.82	14.83
1500				11.32	12.03	12.71	13.34	14.48	15.44
1600				11.94	12.66	13.34	13.97	15.08	15.97
1700				12.53	13.26	13.93	14.55	15.61	16.40
1800				13.09	13.82	14.48	15.08	16.06	16.72
1900						14.99	15.56	16.44	16.94
2000						15.44	15.97	16.72	17.40
2100						15.85	16.32	16.92	17.02
2200						16.20	16.61	17.03	16.87
2300						16.49	16.82	17.04	16.58
2400						16.72	16.97	16.94	16.16
2500						16.89	17.04	16.74	15.59
2600						17.00	17.03	16.43	14.86
2800						17.02	16.77		
3000						16.74	16.16		
3200						16.16	15.17		
3400						15.24	13.79		
3600						13.98			

四、同步带的外观缺陷允许范围

同步带外观质量缺陷允许范围如表1-5-34所规定。

五、同步带传动基准功率

同步带宽度为25.4mm，啮合齿数在6个以上时所能传递的功率为基准功率。我国目前等同采用日本工业标准一般用同步带推荐功率表，如表1-5-35～表1-5-39所示。

表 1-5-39 XXH的基准传动功率

单位：kW

小带轮齿数	22	24	25	26	28	30	32	36	40
节圆直径, mm									
小带轮转速, r/min	222.34	242.55	252.66	262.76	282.98	303.19	323.40	363.83	404.25
575	6.84	7.44	7.73	8.03	8.61	9.19	9.76	10.86	11.93
690	8.14	8.84	9.19	9.53	10.20	10.86	11.51	12.76	13.94
725	8.54	9.26	9.62	9.97	10.67	11.36	12.02	13.31	14.51
870	10.12	10.95	11.36	11.76	12.55	13.31	14.04	15.41	16.84
950		11.84	12.27	12.70	13.52	14.31	15.06	16.44	17.65
1160		14.04	14.51	14.97	15.84	16.64	17.38	18.65	19.59
1425				17.36	18.18	18.88	19.45	20.19	20.34
1750				19.43	19.96	20.28	20.36	19.78	18.09 ^①
100	1.21	1.32	1.37	1.43	1.54	1.65	1.76	1.97	2.19
200	2.41	2.63	2.74	2.85	3.07	3.29	3.50	3.94	4.37
300	3.61	3.94	4.10	4.26	4.58	4.91	5.23	5.87	6.50
400	4.80	5.23	5.44	5.65	6.08	6.50	6.92	7.75	8.56
500	5.97	6.50	6.76	7.02	7.54	8.05	8.56	9.56	10.53
600	7.13	7.75	8.05	8.36	8.96	9.56	10.14	11.29	12.39
700	8.26	8.96	9.31	9.66	10.34	11.01	11.66	12.92	14.10
800	9.36	10.14	10.53	10.91	11.66	12.39	13.09	14.43	15.66
900	10.43	11.29	11.70	12.12	12.92	13.69	14.43	15.81	17.04
1000		12.39	12.83	13.26	14.10	14.90	15.66	17.04	18.20
1100		13.43	13.90	14.35	15.21	16.02	16.78	18.10	19.14
1200		14.43	14.90	15.36	16.23	17.04	17.76	18.98	19.83
1300				16.30	17.16	17.93	18.61	19.65	20.25
1400				17.16	17.99	18.70	19.30	20.11	20.36
1500				17.93	18.70	19.34	19.83	20.34	20.13
1600				18.61	19.30	19.83	20.19	20.32	19.61 ^①
1700				19.18	19.78	20.17	20.35	20.03	18.69 ^①
1800				19.65	20.11	20.34	20.32	19.46 ^①	17.39 ^①

① 这个情况是带轮线速度大于33m/s，设计时带轮用碳素钢 或铸钢。

第五节 同步带的测试方法

由于同步带在一定负荷下作啮合传动，因此对同步带的节长和物理机械性能必须进行测试。

一、同步带的节长测量

(一) 测长机结构

同步带节长测量在测长机上进行。DC-1500测长机主要由三大部分组成,结构如图1-5-20所示。

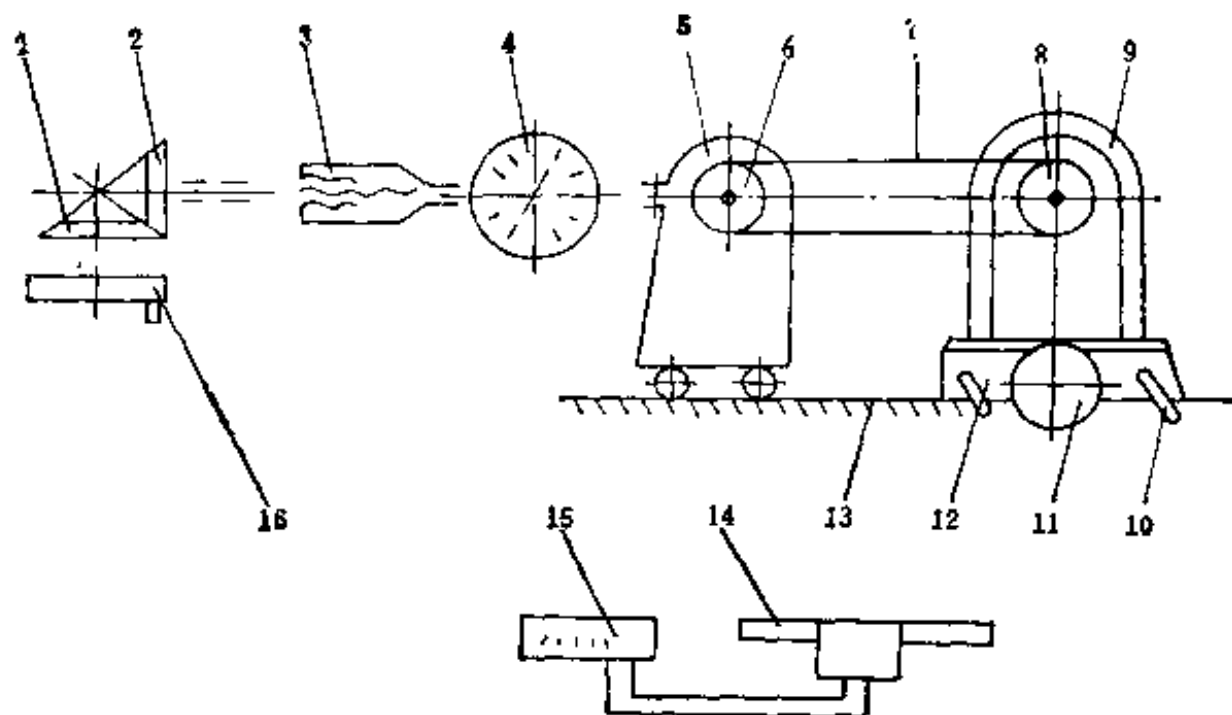


图 1-5-20 同步带测长机示意图

1,2—圆锥齿轮; 3—螺母; 4—拉力计; 5—滚动支座; 6,8—带轮; 7—同步带; 9—电机; 10—锁紧手柄; 11—滑动支座; 12—手轮; 13—标尺; 14—同步感应器; 15—数显仪; 16—手轮

(1) 驱动部分 测长时,需将被测带至少转动两周,以使同步带带齿与带轮齿槽良好啮合,并使测量负荷均匀地分布在带的两边。测量带轮转速不宜过快,DC-1500测长机采用JAQ 12-4电机,额定功率0.8kW,额定转速1390 r/min,输出轴转速23.6 r/min。

(2) 张紧部分 DC-1500测长机,同步带张紧采用了手动机械加载机构。测量负荷由拉力计读出。

(3) 测量部分 采用CZ系列直线感应同步器及数显仪,可以从数显仪上直接读出同步带节长。

(二) 测量步骤

同步带节长的测量步骤如下。

(1) 松开前后锁紧手柄10,将被测带挂在带轮上。转动手轮11,使带处于松弛状态。测量示意图如图1-5-21。初定中心距 C_0 ,然后先旋紧后面两个锁紧手柄,再旋转前端两个锁紧手柄。测长机标定的中心距公差应 $\leq$ 被测带长公差的 $\frac{1}{2}$ 。

测量不同节距代号的同步带,需要用不同节圆周长的带轮,测量用带轮尺寸见表1-5-40。表中 C_m 值系带轮齿槽。

步带齿内的侧隙,如图1-5-22所示。

测量不同节距代号的同步带使用的总测量力(张紧力)也不同。不同节距代号和不同宽度代号的同步带测长时所需总测量力见表1-5-41。

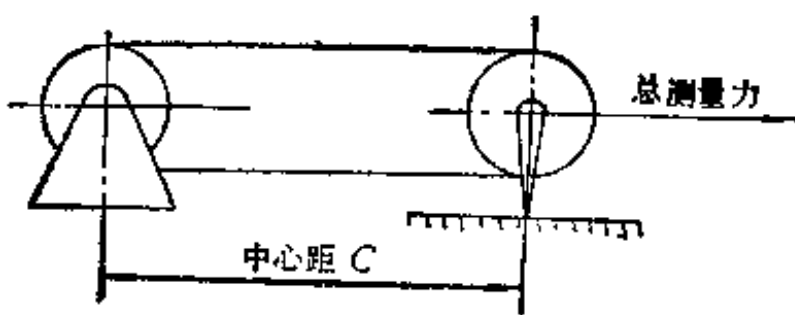


图 1-5-21 测量节长示意图

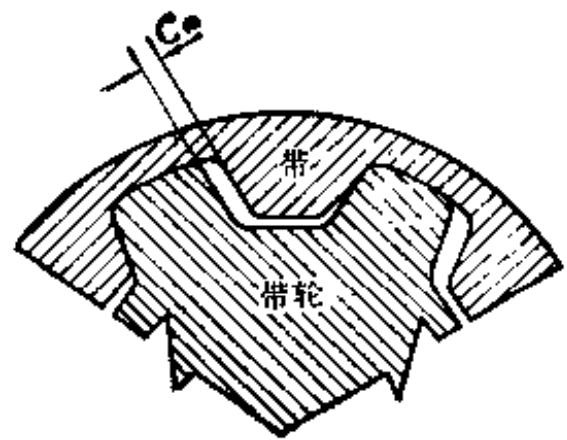


图 1-5-22 最小齿侧间隙示意图

表 1-5-40 测量用带轮尺寸

节距代号 P_b	带轮 齿数	带轮节圆周长 L_p mm (in)	带轮外径 mm (in)	带轮外径径向跳动 mm (in)	带轮轴向跳动 mm (in)	最小齿侧间隙 C_m mm (in)
MXL	20	40.64 (1.600)	12.43 (0.4893) ± 0.013 (± 0.0005)	0.013 (0.0005)	0.025 0.001	0.30 (0.012)
XL	10	50.80 (2.000)	15.86 (0.6166) ± 0.013 (± 0.0005)	0.013 (0.0005)	0.025 (0.001)	0.30 (0.012)
L	16	152.4 (6.000)	47.748 (1.8799) ± 0.013 (± 0.0005)	0.013 (0.0005)	0.025 (0.001)	0.33 (0.013)
H	20	254.0 (10.00)	79.479 (3.1291) ± 0.013 (± 0.0005)	0.013 (0.0005)	0.025 (0.001)	0.38 (0.015)
XH	24	533.4 (21.00)	166.99 (6.5745) ± 0.025 (± 0.0010)	0.013 (0.0005)	0.051 (0.002)	0.53 (0.021)
XXH	24	762.0 (30.00)	239.50 (9.4293) ± 0.025 (± 0.0010)	0.013 (0.0005)	0.076 (0.003)	0.64 (0.025)

表 1-5-41 测量节长总测量力

宽度代号	带宽 b , mm (in)	MXL N (kgf)	XL N (kgf)	L N (kgf)	H N (kgf)	XH N (kgf)	XXH N (kgf)
012	3.0(0.12)	13.0 (1.33)					
019	4.8(0.19)	20.0 (2.04)					
025	6.4(0.25)	27.1 (2.76)	35.9 (3.67)				
031	7.9(0.31)		44.0 (4.49)				
037	9.4(0.37)		53.1 (5.41)				
050	12.7 (0.50)			105.0(10.71)			
075	19 (0.75)			180.1(18.37)	445.3(45.41)		
100	25.4 (1.00)			245 (25.0)	620.5(63.27)		
150	38.1 (1.50)				981 (100)		
200	50.8 (2.00)				1340.9(136.73)	2001.3(204.08)	2502 (255.1)
300	76.2 (3.00)				2101.5(214.29)	3102.1(316.33)	3902.7(397.96)
400	102 (4.00)					4453.0(454.08)	5603.8(571.43)
500	127 (5.00)						7104.8(724.49)

(2) 计算 L_0 和 L 用式 (1-5-17) 和式 (1-5-18) 计算 L_0 和 L 。

$$L_0 = 2C_0 + \pi D \tag{1-5-17}$$

$$L = L_0 + 2\Delta C \tag{1-5-18}$$

式中 L_0 ——根据初定中心距 C_0 计算同步带节线长, mm;
 D ——测量机带轮直径, mm;
 ΔC ——张紧后带轮增加的中心距, mm;
 L ——同步带实际测量长度, mm。

测量时带轮移动方向和中心距标定位置如图1-5-23。

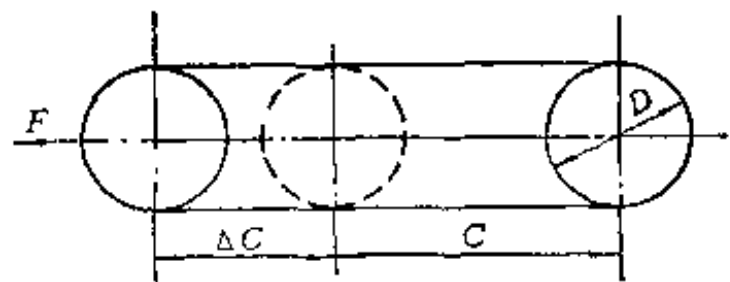


图 1-5-23 中心距标定位置

- (3) 先将数显仪复位到零, 然后将 L_0 置入数显仪。
- (4) 根据被测同步带带距代号按表1-5-40和表1-5-41选择带轮和测量总拉力 F 。
- (5) 转动手轮16, 使拉力计读数为 F 。
- (6) 启动电机9, 将被测带至少转动两圈, 使带与带轮啮合良好, 测量负荷均匀分布在被测带的两边, 然后停止电机。

- (7) 观察数显仪, 数显仪示值即为被测带长, 记下读数。
- (8) 转动手轮16, 卸去测量负荷, 取下被测带。

二、同步带拉伸强度和伸长率的测定

(一) 试样制备

在同一模产品中取 3 个长度在250mm以上的试片, 在 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 的温度下, 用拉伸强力机测定同步带的拉伸强力, 并按表1-5-42所列负荷测量伸长率。

表 1-5-42 测量伸长率所用负荷

节距代号	MXL	XL	L	H	NH	XXH
负荷, kN/25.4mm	0.62	1.57	2.16	5.39	7.45	8.62
(kgf/25.4mm)	(63.2)	(160)	(220)	(550)	(760)	(880)

注: 强力机速为25~50mm/min。

(二) 强力计算

如试样取25.4mm宽者, 则同步带单位拉伸张力可在强力机上直接读出, 如试样宽度小于25.4mm时则按式 (1-5-19) 计算。

$$F_c = \frac{F_1}{b_w} \tag{1-5-19}$$

式中 F_c ——同步带宽为25.4mm时的拉伸能力, N/25.4mm (kgf/25.4mm);
 F_1 ——同步带宽度在25.4mm以下的拉伸强力;
 b_w ——同步带试样宽度系数, 如表1-5-43所列。

表 1-5-43 同步带宽度系数

宽度代号	025	031	037	050	075	100
带宽, mm	6.4	7.9	9.5	12.7	19.1	25.4
带宽度系数	0.15	0.21	0.28	0.42	0.71	1.00

第六节 同步带的使用保养

一、同步带的安装

同步带在安装时应注意以下几点。

(1) 当把同步带往带轮上安装时, 如两带轮能移动, 则缩短带轮间中心距, 将带套上然后再张紧; 如两带轮不能移动, 最好将同步带和带轮一起装到相应的轴上, 切忌用力猛撬同步带。

(2) 安装前检查两带轮轴线间的平行度, 一般应在1:1000mm左右, 以防止因轴线不平行而导致同步带在传动时发生跑偏、脱离带轮和齿间压力不均匀而造成早期损坏。

两带轮轴线平行度, 也可以用 $\tan\theta$ 来表示, 如图1-5-24, 其控制范围如表1-5-44。

图 1-5-24 带轮轴线夹角 θ 表 1-5-44 同步带宽度及允许 $\tan\theta$ 值

同步带宽度代号	<100	100~300	>300
$\tan\theta$	$<\frac{6}{1000}$	$<\frac{4.5}{1000}$	$<\frac{3}{1000}$

(3) 安装托辊的位置 为了固定轴间距离或增加小带轮啮合齿数可以安装托辊, 安装托辊有两种形式。

a. 外托辊 从同步带的外侧安装托辊, 其形式如图1-5-25。

托辊采用无凸面的平型带轮, 其直径应大于最少允许齿数的带轮外径。外托辊安装于同步带的松弛面, 应注意不致于使同步带产生的挠度过大。

b. 内托辊 从同步带的内侧安装托辊, 其形成如图1-5-26。

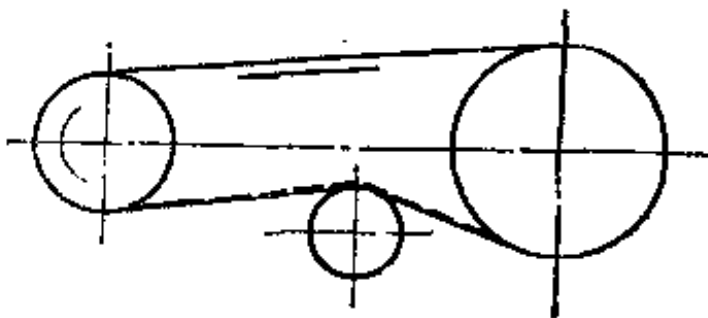


图 1-5-25 外托辊

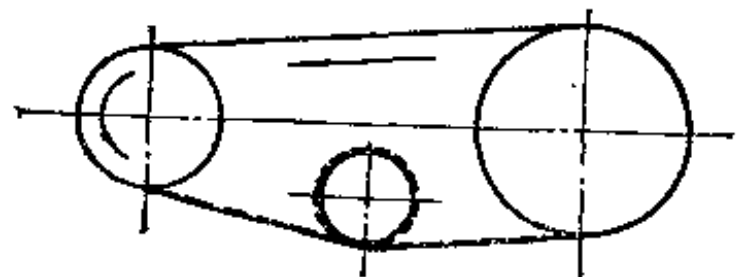


图 1-5-26 内托辊

内托辊宜采用最少允许齿数以上的带轮，应注意安装内托辊后同步带与带轮啮合齿数减少这一现象。内托辊安装于同步带的松弛面。

(4) 同步带的张紧力 同步带安装后让其正常运转，需要给予适当的张紧力。张紧力不能过大，否则会使同步带降低使用寿命；但也不能过小，过小了则同步带过松，易引起因受起动转矩或负载冲击时而导致同步带从轮槽中跳出。一般可用手指按带面，感到既有很好的回弹性又不感到太紧即可，但也可以用数值来表示，如式 (1-5-20)。

$$F_c = \frac{F_t + \frac{S}{L} \times Y}{16}$$

(1-5-20)

式中 F_c ——在切线S的中间，使其产生挠度 δ 所必需加的重量，kgf； $\delta = 0.016 S (\text{mm})$ ；

表 1-5-45 F_t 与Y值

节距代号	宽度代号		025	031	037	050	075	100	150	200	300	400	500
	带宽,mm		6.4	7.9	9.5	12.7	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	101.6	127.0
XL	F_t	max	3.0	3.8	4.5								
	kgf	推荐值	1.4	2.0	2.5								
	Y		0.39	0.55	0.77								
L	F_t	max				7.8	12.7	17.8					
	kgf	推荐值				5.3	8.9	12.5					
	Y					4.5	7.7	10.9					
H	F_t	max					29.9	42.9	65.9	90.7	14.9		
	kgf	推荐值					22.6	31.8	49.6	68.1	106.8		
	Y						14.5	20.9	32.2	43.1	69.0		
XH	F_t	max								102.9	161.4	228.6	
	kgf	推荐值								92.7	145.5	206.1	
	Y									86.3	138.5	199.8	
XXH	F_t	max								252.0	396.0	561.5	725.0
	kgf	推荐值								113.6	178.4	252.8	326.6
	Y									140.7	227.0	322.3	417.7

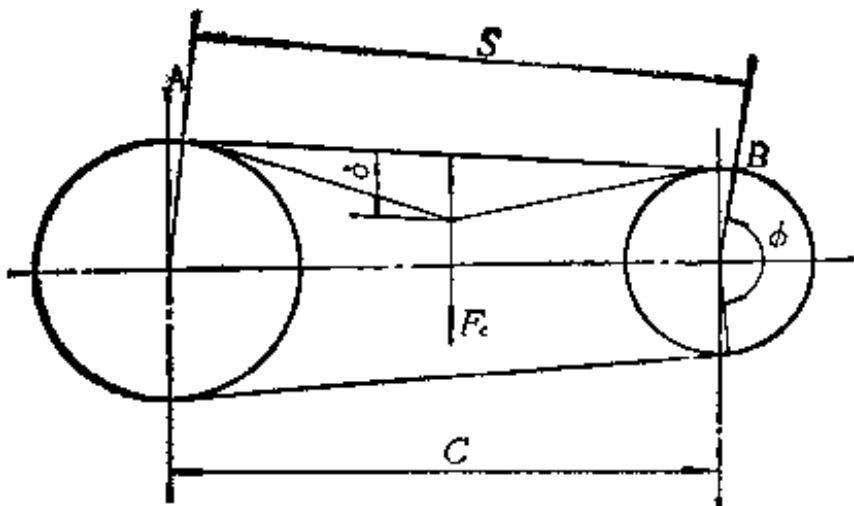


图 1-5-27 同步带在 F_c 作用下产生的挠度 δ

F_c ——初拉力（预张力），kgf；
 Y ——修正系数；
 S ——切线长度，mm。

$$S = \sqrt{C^2 - \frac{(D_1 - D_2)^2}{4}} \quad (\text{式中} C \text{为带轮中心距, } D_1、D_2 \text{为两带轮直径})$$

张紧后，同步带在 F_c 作用下产生的挠度 δ 如图1-5-27所示。
 F_c 与 Y 值见表1-5-45。

二、同步带使用常见损坏情况及处理方法

同步带使用过程中常见损坏情况及处理方法见表1-5-46。

表 1-5-46 同步带损坏情况及处理方法

损伤状况	原 因	处理方法
胶带早期切断	(从动轮)惯性过大	检查设计
	比设计负荷大，(从动轮)受到意外的事故停止运转，负荷突然增大	检查设计
	带轮过小	检查设计，换上最小齿数以上的带轮
	胶带弯折，操作不良	搬运保存安装时要细心操作
胶带端部磨损	二轴不平行	校正二轴间的平行度
	轴承部分的刚性不足	轴承部位需有足够刚性，并确实固定
	挡边弯曲	修正挡边或更新挡边
	带轮的直径比带宽小	检查设计
带齿切断	跳齿：a. 过载	检查负荷
	b. 初张力不足	合理调正初张力
	c. 啮合齿数过少	增大带轮直径，增加啮合齿数
	d. 轴承刚性差	轴承需有足够刚性
	被动侧的轴承方向受到意外故障	检查机械
带齿磨损	过载	变更设计
	张力过紧	初张力小一些
	磨损性粉尘	改善环境，装防护罩
中心骨架层钢丝绳过早断裂	安装方法不对，安装时用力过大	安装时一轮采用锥套结构
	超载过大	改用较宽胶带
	过度弯曲疲劳折断	放大小带轮直径，注意张紧轮位置是否适当
	工作环境非常潮湿	预防潮湿
钢丝绳脱层现象	负载过大	改用较宽胶带
	粘结性能不好	更换胶带

续表

损伤状况	原 因	处理方法
胶带拉断或有明显伸长与 约边	负载过大	改用较宽胶带
胶带松弛	轴承未可靠固定，运行时中心距有变化	安装时注意，或在设计时在结构上考虑改进
胶带发软	使用温度过高	注意降低工作环境温度
胶带背部裂纹	使用温度过低，易老化	注意改善工作环境温度，更换新胶带
运行时噪音过大	带轮轴线不平行	安装时校正平行度
	初张紧力过大	减小中心距
	负载过大	检查设计
	带与带轮齿啮合不良	检查带和带轮
	带轮的直径比带宽小	检查设计

但有时也可以出现一些意外的故障或过早的失效现象。表1-5-34举一些在实际使用中可能出现的问题，并提供其校正措施，仅供参考使用。

同步带在使用中，若发现强力层（如钢丝绳）从带体内脱出，则停机后，用手将钢丝等拉出一些，再用剪刀剪去脱出部分。

同步带必须在设计允许范围内使用，若温度过高或腐蚀介质浓度过大，容易导致同步带早期老化而损坏，对在使用条件苛刻的场合使用同步带，则要另行设计制造。

第二篇 胶 管

胶管为中空可挠性管状橡胶制品。其管体结构主要由内胶层、骨架层（纤维纺织物或金属线材）和外胶层组成。无骨架层者为纯胶管。

胶管的用途极为广泛，通常都用于在正压或负压条件下输送或抽吸各种气体、液体、粘流体和粉粒状固体等物料。随着液压工业的不断发展，液压胶管已经成为液压系统中传递动力不可缺少的软性连接管。

胶管是橡胶制品中至关重要的配套性产品，它与国民经济各个领域都有着非常密切的联系，特别是在促进工业、农业、采矿、交通运输和国防科研等方面的发展，起着很重要的作用。

近年来，胶管产品在国内外的主要发展趋势是大长度、大口径和高压力，在耐高温、耐低温、耐屈挠疲劳、耐特殊介质和增大流量等方面，也提出了更高的要求，从而又促进了胶管工业的不断发展。

第一章 胶管名称、品种分类和规格表示方法

第一节 胶 管 名 称

胶管品种繁多。其结构、制造工艺及使用材料等都各有不同，因此，对胶管名称的命名方法也不尽一致。目前，习惯上多按下列方法命名。

一、一般命名方法

胶管的一般命名方法，通常是采用骨架材料、工艺（结构）及用途来命名的，即
骨架材料 + 工艺（结构） + 用途 + 胶管

例如：

骨架材料	纤维（线）
工艺（结构）	编织
用途	输水

则该胶管的全称为：纤维编织输水胶管。

二、按性能用途命名

为方便用户及适应使用的需要，可根据胶管的性能和用途进行命名。即

性能（或用途） + 胶管

例如：胶管具有抗耐油类性能，用以输送（或抽吸）油类的，称为输油胶管或吸油胶管；胶管具有抗耐酸（碱）性能，用以输送（或抽吸）酸、碱的，称为输酸（碱）胶管或吸酸（碱）胶管；胶管用于输送（或抽吸）常温水的，称为输水胶管或吸水胶管；胶管作为港湾疏浚工程排送（或抽吸）泥浆用的，称为排泥胶管或吸泥胶管；胶管作为打捞工程和潜水作

业用的，称为潜水胶管。此外，还有其它按不同性能和用途命名的各种胶管。

三、其它命名方法

胶管除了上述两种命名方法之外，还有根据其选用的不同材料或外形特征来命名的。例如：短纤维胶管、合成树脂软管和波纹胶管等。

第二节 胶管的品种分类

胶管的品种繁多，分类方法也较多，通常多按产品结构、受压状态和使用性能进行分类。其中以产品结构分类较为普遍。

一、按产品结构分类

胶管根据产品的主要结构可分为：夹布胶管、编织胶管、缠绕胶管、针织胶管和其它胶管五大类。

1. 夹布胶管

以涂胶织物（胶布）作为骨架层材料制成的胶管，称为夹布胶管。

根据使用条件、工作压力及结构形式等的不同，可制成各种不同织物、层数、类型及用途的夹布胶管。

当原规格结构的夹布胶管，在不增加骨架层层数的前提下增高耐压强度时，可采用金属螺旋线于胶管外层铠装加固，即制成铠装夹布胶管。

2. 编织胶管

以各种线材（纤维线或金属丝）作为骨架层材料，经编织而制成的胶管，称为编织胶管。

该胶管按选用的线材不同，又可分为纤维编织胶管和钢丝（或其它金属丝）编织胶管。

（1）纤维编织胶管 由纤维线（棉线或其它合成纤维线、化学纤维线）编织而制成的胶管，称纤维编织胶管。

根据使用条件、工作压力、性能要求等的不同，可制成各种规格、类型及用途的纤维编织胶管。

（2）钢丝编织胶管 由钢丝编织而制成的胶管，称钢丝编织胶管。

根据使用条件、工作压力和性能要求等的不同，可制成各种规格、类型及用途的钢丝编织胶管。这种胶管的耐压强度都比较高。

3. 缠绕胶管

以各种线材（纤维线或金属丝）作为骨架层材料，经缠绕而制成的胶管，称为缠绕胶管。

该种胶管根据选用线材的不同，一般又可分为纤维缠绕胶管和钢丝缠绕胶管。也有采用纤维帘布或金属丝帘布作为骨架层的，也属此类胶管。

（1）纤维缠绕胶管 由纤维线（棉线或其它合成纤维线、化学纤维线）缠绕而制成的胶管，称纤维缠绕胶管。

根据使用条件、工作压力和性能要求等的不同，可制成各种规格、类型及用途的纤维缠绕胶管。这类胶管的使用性能和生产效率等都优于同类型的纤维编织胶管。

（2）钢丝缠绕胶管 由钢丝（或钢丝绳）缠绕而制成的胶管，称钢丝缠绕胶管。

根据使用条件、工作压力和性能要求等的不同，可制成各种规格、类型及用途的钢丝缠绕胶管。这类胶管的使用性能和生产效率等都优于同类型的钢丝缠绕胶管。

4. 针织胶管

以棉线或其它纤维线作为骨架层材料，经针织而制成的胶管，称为针织胶管。

根据使用条件、工作压力和性能要求等的不同，可制成各种规格、类型及用途的针织胶管。

5. 其它胶管

除了上述几类胶管之外，还有其它各种结构形式的胶管。例如：纯胶管、环编胶管、复合型胶管、排（吸）泥胶管、重型排吸油胶管、钻探胶管、短纤维胶管和合成树脂软管等。

二、按受压状态分类

根据胶管在使用过程中的受压状态，可分为：耐压胶管、吸引胶管和耐压吸引胶管三类。

1. 耐压胶管

这类胶管是在正压状态下使用的，即在其工作压力高于大气压时，供输送物料或传递压力之用。

根据使用条件和材料结构等的不同，可制成在不同压力等级（低压、中压、高压和超高压）下使用的各类耐压胶管。

2. 吸引胶管

这类胶管是在负压状态下使用的，即适宜在低于大气压下抽吸物料之用。

该种胶管根据使用条件、材料结构及性能要求等的不同，可制成各种用途的吸引胶管。

这类胶管一般都采用金属螺旋线作为管体的支撑骨架材料，并与涂胶织物（胶布）贴合而成。这种结构也属于夹布胶管类型。

3. 耐压吸引胶管（排吸两用胶管）

这类胶管既适于在正压状态下输送物料，又可在负压状态下抽吸物料，即具有排吸两用的双重功能。其结构除了内层由金属螺旋线支撑外，并在管体外层用金属螺旋线铠装加固。

三、按使用性能分类

根据胶管的使用条件和使用性能，可分为普通胶管、耐介质胶管和专用胶管等类型。

1. 普通胶管

这类胶管为普通用途类型，一般都在常温条件下供输送空气（或其它惰性气体）、水和其它中性液体使用。

根据其结构及受压状态的不同，又有夹布输水（或空气）胶管、纤维编织输水（或空气）胶管、纤维缠绕输水（或空气）胶管以及吸水胶管和排吸水胶管等各类品种。

2. 耐介质胶管

根据输送介质的不同，胶管应具有相应的抗耐性。最为常见的品种有耐油胶管、耐酸（碱）胶管和耐热（蒸汽）胶管，习惯上简称为“三耐”胶管。此外，还有其它各种抗耐介质的胶管。

3. 专用胶管

根据不同的用途，而制成的具有各种专用性能的胶管，统称为专用胶管。

这类胶管有时也按其使用性能或特征来区分,例如:用于液压传递系统的液压胶管;用于桥梁或建筑工程的制孔胶管、泥浆喷射胶管、挤压胶管、振荡器胶管等;交通工具专用的气压制动(刹车)胶管、液压制动(刹车)胶管、铁路机车车辆制动胶管、水箱胶管、暖风胶管、打气胶管等;用于潜水和打捞工程的潜水空气胶管、氦氧潜水胶管、轻型潜水供氧胶管等;食品工业专用的输食品胶管、吸食品胶管等。

随着超级油轮的问世和海上作业的需要,也出现了沉没型、半漂浮型和漂浮型等重要的专用胶管品种。此外,还有其它各种特殊用途的专用胶管。

第三节 胶管的规格表示方法

一、一般表示方法

胶管规格的一般表示方法,通常是以胶管的内直径、骨架层层数、长度及耐压程度(工作压力)来表示。

1. 内直径

胶管的内直径通常以“mm”(毫米)或“in”(英寸)表示。

2. 骨架层层数

根据胶管的结构和骨架材料的不同,骨架层层数的表示方法也不同,如:

(1) 胶管骨架为夹布层时,层数以“P”表示;

(2) 胶管骨架为编织层时,层数以“B”表示,其中纤维编织层以“C/B”表示,钢丝编织层以“W/B”表示;

(3) 胶管骨架为缠绕层时,层数以“S”(每单向层)表示。

3. 长度

胶管的长度通常以“m”(米)表示。

4. 耐压程度

胶管的耐压程度通常以能承受的工作压力[MPa(kgf/cm²)]表示。

5. 规格表示方法举例

规格表示方法如

$\phi 25 \times 3P \times 20m$ ——0.5(5)夹布输水胶管

则 $\phi 25$ ——表示内直径为25mm;

3P——表示夹布层数为3层;

20m——表示胶管长度为20m;

0.5(5)——表示胶管的工作压力为0.5MPa(5kgf/cm²)。

二、其它表示方法

胶管规格的表示,除了上述方法之外,还可根据需将胶管的某些结构或规格特征表示出来,便于在使用时装配和加工。

例如对扩口型排、吸泥胶管,其两端扩口部位的内直径规格也需分别表示。如:

$\phi 250 \times (\phi 272 \times 200) \times 1m$ ——0.6(6)扩口型排泥胶管。如图2-1-1所示。

则 $\phi 250$ ——表示内直径为250mm;

$\phi 272 \times 200$ ——表示管端扩口部位的直径为272mm,扩口部位的长度为200mm;

- 1m——表示胶管的长度为1m；
 0.6(6)——表示胶管能承受的工作压力为0.6MPa(6kgf/cm²)。

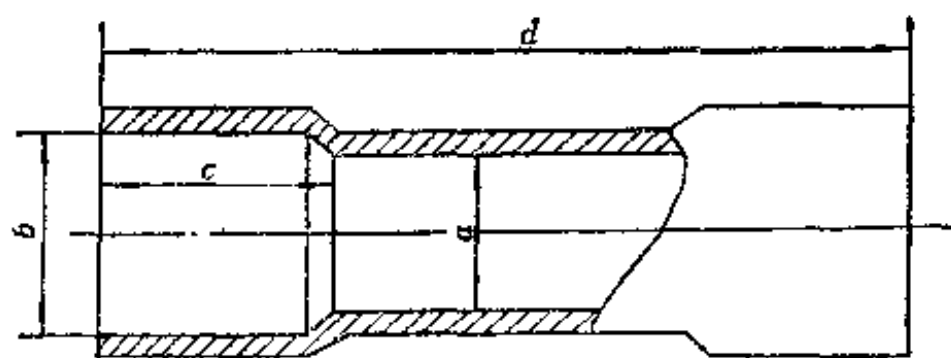


图 2-1-1 扩口型排泥胶管规格表示图
 a—内直径；b—扩口直径；c—扩口长度；d—胶管长度

第四节 胶管的计量表示方法

胶管的计量方法，目前习惯上多以胶管内直径与长度的乘积来表示。不同的计量单位，其计量值也不相同。其具体表示方法如下。

一、cm×m表示方法

以“cm”为胶管内直径的计量单位，以“m”为胶管长度的计量单位，两者相乘所得的乘积即为该胶管的计量值。

例如，内直径为2.5cm、长度为20m的胶管，其计量值为：

$$2.5\text{cm} \times 20\text{m} = 50\text{cm} \cdot \text{m}$$

二、in×m表示方法

以“in”为胶管内直径的计量单位，以“m”为胶管长度的计量单位，两者相乘所得的乘积即为该胶管的计量值。

例如，内直径为1.5in、长度为20m的胶管，其计量值为：

$$1.5\text{in} \times 20\text{m} = 30\text{in} \cdot \text{m}$$

三、其它计量表示方法

除了上述两种计量表示方法之外，还有按胶管长度计量的表示方法。这种计量方法的特点是不论胶管的内直径规格如何，而只根据其长度来进行计量。该方法对于内直径规格较小的胶管尤为适用，即以胶管的实际生产（或销售）的长度为多少米，其计量值为多少“长米”。这种方法也被称为“长米”（或延长米）计量法。此外，也有以英制单位“ft”来表示的。

上述几种表示方法中，目前国内较为常用的仍以in×m计量为多。

随着新材料、新技术的应用，以及促进产品更新换代，新的胶管计量方法将采用标准单位制（简称“标准米”）代替“英寸·米”制。即以胶管的内直径25mm、长度1m作为一个标准单位。

四、cm·m与in·m的换算关系

1. 以cm·m换算为in·m

$$1\text{cm}\cdot\text{m}\approx 0.4\text{in}\cdot\text{m}$$

2. 以in·m换算为cm·m

$$1\text{in}\cdot\text{m}\approx 2.5\text{cm}\cdot\text{m}$$

第五节 各类胶管的主要品种、性能及用途

各类胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途分列如下。

一、夹布胶管

夹布胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-1。

表 2-1-1 夹布胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径),mm	性能及用途
夹布输水胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~152	供常温条件下输送水及一般中性液体用; 管体轻便,外胶层具有良好的耐老化及耐磨性能; 适应工作压力: 0.3~0.7MPa (3~7kgf/cm ²)
夹布空气胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~152	供常温条件下输送压缩空气及其它惰性气体用; 管体轻便,内胶层具有良好的气密性,外胶层具有 良好的耐老化及耐磨性能; 适应工作压力: 0.6~0.98MPa(6~10kgf/cm ²)
夹布潜水空气胶管	内胶层、胶布层、外胶层 (也有采用内埋金属螺旋线 结构)	13	供潜水作业人员输送空气、氧气等气体用; 管体具有较好的拉伸强度和抗压扁性能; 适当工作压力: 2.5MPa(25kgf/cm ²)以下
夹布输油胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~152	供常温条件下输送汽油、煤油、柴油、润滑油及 其它矿物油类用; 管体轻便,胶层具有良好的耐油性能; 适应工作压力: 0.6~0.98MPa(6~10kgf/cm ²)
夹布输酸(碱)胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~152	供常温条件下输送稀酸(碱)溶液用; 管体轻便,胶层具有良好的耐酸(碱)性能(对输 送浓酸的胶管,其胶层及骨架层采用抗腐蚀性能更优 异的材料); 适应工作压力: 0.5~0.7MPa(5~7kgf/cm ²)
夹布蒸汽胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~76	输送温度在150℃以下的饱和蒸汽或过热水用; 管体轻便,胶层具有良好的耐热性能; 适应工作压力: 蒸汽 0.4MPa(4kgf/cm ²)以下 热水 0.8MPa(8kgf/cm ²)以下
夹布输食品胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~76	供常温条件下输送奶品、酒类等液体饮料用; 管体轻便,胶层均符合食品用橡胶的卫生要求; 适应工作压力: 0.5~0.7MPa(5~7kgf/cm ²)
夹布输食用油胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~76	供常温条件下输送大豆油、花生油、菜籽油等食用 油类用; 管体轻便,胶层均符合食品用橡胶的卫生要求;并 具有抗耐上述油类的性能; 适应工作压力: 0.6MPa(6kgf/cm ²)以下

续表

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
夹布喷砂胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~76	在常温条件下以风压输送石英砂、铁砂等作除锈及清扫金属铸件用; 胶管承压稳定, 内胶层具有良好的耐磨性能; 适应工作压力: 0.6MPa(6kgf/cm ²)以下
夹布耐寒胶管	内胶层、胶布层、外胶层	13~76	供温度在-60℃以上的条件下输送中性液体之用; 管体具有良好的耐低温性能; 适应工作压力: 0.3~0.98MPa(3~10kgf/cm ²)
夹布耐辐射(热)胶管	内胶层、胶布层、外胶层	25~32	供冶金工业烧结机水压密封装置用; 管体承压稳定, 具有良好的耐辐射(热)性能; 适应工作压力: 0.4~0.98MPa(4~10kgf/cm ²)
夹布制孔胶管	内胶层、胶布层、外胶层	25~38 (外径: 45~70)	供桥梁建筑工程预应力构件制孔用; 胶管外表平整光滑, 胶层耐磨及抗撕裂性能好; 管体拉伸强度高, 使用变形小; 承受工作拉力为: 4.90kN/根(500kgf/根)以下

二、吸 引 胶 管

吸引(包括耐压吸引)胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-2。

表 2-1-2 吸引胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
吸水胶管	(1)埋线式 内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层等 (2)露线式 金属螺旋线、内胶层、胶布层、外胶层	25~357	供农业排灌, 工矿、土建及水利工程等抽吸常温水用; 胶管具有良好的挺性及弯曲性能, 管体坚固耐用; 承受真空度80.0kPa(600mmHg)以下
吸油胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	25~254	供常温条件下抽吸汽油、煤油、柴油、润滑油及其它矿物油类用; 管体挺性及弯曲性能较好, 胶层具有良好的耐油性; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
吸酸(碱)胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	25~203	供常温条件下抽吸稀酸(碱)溶液之用; 管体挺性及弯曲性能较好; 胶层具有良好的抗酸(碱)液侵蚀性能(对抽吸浓酸的胶管, 其胶层及骨架层采用抗腐蚀性能更优异的材料); 承受真空度:80.0kPa(600mmHg)以下
吸食品胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	38~152	供常温条件下抽吸奶品、酒类、果汁等非油脂性液体饮料之用; 管体挺性及弯曲性能较好; 胶层符合食品用橡胶的卫生要求, 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
吸食用油胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	38~152	供常温条件下抽吸大豆油、花生油、菜籽油等食用油类之用; 管体挺性及弯曲性能好; 胶层符合食品用橡胶的卫生要求, 并具有较好的耐上述食用油性能; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
吸砂胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	38~102	供抽吸石英砂、铁砂等作除锈或清扫金属铸件用; 管体弯曲性能好, 内胶层具有良好的耐磨性能; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
吸粮胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	38~102	供抽吸稻、麦、玉米等谷物之用; 管体弯曲性能好, 且内胶层具有较好的耐磨性能; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
吸棉胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	38	供纺织工业梳棉机抽吸棉尘用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 工作真空度: 40.0kPa(300mmHg)以下
吸污物胶管(吸粪胶管)	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	51~127	供卫生车抽吸粪尿及下水道污泥等用; 管体轻便、弯曲性能好; 胶层具有良好的耐磨性能; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
消防吸水胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	51~152	供消防车吸水用; 管体轻便, 弯曲性能好; 承受真空度: 80.0kPa(600mmHg)以下
排、吸水胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层 (也有采用内露线及外铠装结构)	51~254	供工矿、城建、水利工程等抽吸或排送常温水用; 胶管具有承受正压和负压的双重使用性能; 适应工作压力: 0.8~0.9MPa(8~9kgf/cm ²)
排、吸油胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层 (也有采用内露线及外铠装结构)	38~254	供常温条件下抽吸或排送汽油、煤油、柴油、重油、润滑油及其它矿物油类之用; 胶管具有承受正压和负压的双重使用性能; 胶层具有较好的耐油性能; 适应工作压力: 0.6~1.2MPa(6~12kgf/cm ²)
重型排、吸水胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层、外铠装金属螺旋线(也有采用内露线、外铠装结构)	102~305	供抽吸或排送常温水用, 适于扬程较大的泵机使用; 胶管承压高, 且承受负压性能也好; 适应工作压力: 0.98~1.2MPa(10~12kgf/cm ²)
重型排、吸油胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层、外铠装金属螺旋线(也有采用内露线、外铠装结构)	102~305	供抽吸或排送汽油、煤油、柴油、原油及其它矿物油类用, 也适于大型油轮装卸油类之用; 胶管具有承受正压或负压的双重使用性能; 管体坚实, 变形小, 受压稳定性好, 并具有较好的拉伸强度; 胶层具有良好的耐油性能; 适应工作压力: 0.8~1.2MPa(8~12kgf/cm ²)

三、编 织 胶 管

编织胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-3。

表 2-1-3 编织胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维编织输水胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~25	供常温条件下输送水及其它中性液体, 或用作水压系统的连接软管; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~2.0MPa (5~20kgf/cm ²)
纤维编织空气胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~25	供常温条件下输送压缩空气及其它惰性气体, 或用作气压传递系统的连接软管; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~2.0MPa (5~20kgf/cm ²)
纤维编织输油胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~25	供常温条件下输送汽油、煤油、机油、润滑油及其它矿物油类, 或用作油压传递系统的连接软管; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐油类性能; 适应工作压力: 0.5~2.0MPa (5~20kgf/cm ²)
纤维编织输酸(碱)胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~25	供常温条件下输送稀酸(碱)溶液; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐酸(碱)性能; 适应工作压力: 0.8~0.98MPa (8~10kgf/cm ²)
纤维编织蒸汽胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	8~19	适于输送温度在150℃以下的饱和蒸汽或过热水用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 饱和蒸汽 0.4MPa (4kgf/cm ²) 以下 过热水 0.8MPa (8kgf/cm ²) 以下
纤维编织输氨胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~25	供化肥等工业输氨用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐氨性能; 适应工作压力: 0.98~1.5MPa (10~15kgf/cm ²)
纤维编织喷雾胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~13	供常温条件下输送农药用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐药剂侵蚀性能; 适应工作压力: 0.98~2.5MPa (10~25kgf/cm ²)
纤维编织喷砂胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~13	供常温条件下输送水泥、矿砂等用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 内胶层具有良好的耐磨性能; 适应工作压力: 0.4~0.6MPa (4~6kgf/cm ²)
纤维编织氧气胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	4~10	供各类气焊器械(熔焊切割金属)输送氧气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.6~1.5MPa (6~15kgf/cm ²)
纤维编织乙炔胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	4~10	供各类气焊器械(熔焊及切割金属)输送乙炔气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.3MPa (3kgf/cm ²) 以下
纤维编织打气胶管	内胶层、纤维编织层、外胶层	5~8	供各种机动车轮胎、非机动车轮胎等充气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 1.2MPa (12kgf/cm ²) 以下

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维编织空气 (供氧) 胶管	内胶层、纤维编织层、外胶 层	6~8	供轻型潜水装具配用, 可在水深40~80m内向潜水 作业人员输送空气及氧气; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 内胶层具有无毒及较好的气密性, 外层胶具有耐老 化及耐海水侵蚀等性能; 适应工作压力: 1.5MPa(15kgf/cm ²)以下
纤维编织氮氧胶 管	内胶层、纤维编织层、外胶 层	8	供深潜水作业人员输送氮、氧混合气体用; 管体轻便柔软, 在激流浪潮中的适应性较强, 并具 有良好的抗压扁、屈挠及抗拉伸等性能; 适应工作压力: 4.4MPa(45kgf/cm ²)以下
纤维编织输食品 胶管	内胶层、纤维编织层、外胶 层	5~13	供常温条件下输送奶类及果汁、酒等液体饮料用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层符合食品用橡胶的卫生要求; 适应工作压力: 0.98MPa(10kgf/cm ²)以下
纤维编织耐寒胶 管	内胶层、纤维编织层、外胶 层 (也有采用金属丝外铠装)	6~16	供温度在-40℃以上输送中性液体之用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 1.5MPa(15kgf/cm ²)以下
纤维编织合成树 脂液压软管	树脂内管层、纤维编织层、 树脂外保护层	4~10	供常温条件下输送通用液压油、燃料油、润滑油、 不燃性液压油, 以及苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯等 有机溶剂之用; 并可作为液压系统管路用; 管体轻便柔软, 外观色泽艳丽, 并具有耐压高、压 力损失小、耐老化等优良性能; 适应工作压力 (最高): 静态 29.4MPa(300kgf/cm ²) 动态 18.6MPa(190kgf/cm ²)
钢丝编织输水 (空气) 胶管	内胶层、钢丝编织层、外胶 层	8~25	供常温条件下输送高压水、空气及中性液体用, 并 可作为液压系统连接软管之用; 管体弯曲性能好, 承受压力高, 承压变形小, 并具 有良好的耐老化、耐屈挠疲劳等性能; 适应工作压力: 7.9~16.7MPa(80~170kgf/cm ²)
钢丝编织液压胶 管	内胶层、钢丝编织层、外胶 层	5~51	供矿山机械、工程建设、起重运输、冶金锻压等各 种机械的液压传递动力的软性连接管路之用; 胶管承受压力高, 脉冲性能好; 管体弯曲性能好, 承压变形小, 并具有抗油类介质 及屈挠疲劳等性能; 适应工作压力: 55.4MPa(565kgf/cm ²)以下
钢丝编织蒸汽胶 管	内胶层、钢丝编织层、外胶 层	10~38	供输送压力在0.98MPa(10kgf/cm ²)以下的饱和蒸 汽 (对应温度在175~180℃) 或过热水用; 适于在蒸汽清扫器、蒸汽顶锤、橡胶硫化机以及注 塑机等热压设备的软性连接管路中使用; 管体柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有优良的耐热性能; 适应工作压力 (蒸汽): 0.8~0.98MPa(8~10kgf/ cm ²)
钢丝编织合成树 脂液压软管	树脂内管、钢丝编织层、树 脂外保护层	4~10	供常温条件下输送通用液压油、燃料油、润滑油、 不燃性液压油, 以及苯、二甲苯、甲苯、乙酸乙酯等有 机溶剂之用; 此外, 还可作为装卸机械、油漆喷涂等液压系统 的软性管路使用; 管体轻便柔软, 并具有耐压高、弯曲性能好、耐老 化、抗腐蚀等优良性能; 适应工作压力 (最高): 静态 58.8MPa(600kgf/cm ²) 动态 29.4MPa(300kgf/cm ²)

续表

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
钢丝编织耐寒胶管	内胶层、钢丝编织层、外胶层	51以下	供低温(-40℃以上)下输送中性液体之用; 管液轻便柔软, 弯曲性能好; 适应工作压力(最高): 39.2MPa(400kgf/cm ²)

四、缠 绕 胶 管

缠绕胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-4。

表 2-1-4 缠绕胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维缠绕输水胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~25	适于在常温条件下输送水及中性液体用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~1.5MPa(5~15kgf/cm ²)
纤维缠绕空气胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~25	适于在常温条件下输送压缩空气及其它惰性气体用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.98~2.0MPa(10~20kgf/cm ²)
纤维缠绕输油胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~25	适于在常温条件下输送汽油、煤油、柴油、机油及其它矿物油类用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐油性能; 适应工作压力: 0.98~2.0MPa(10~20kgf/cm ²)
纤维缠绕输酸(碱)胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~19	适于在常温条件下输送稀酸(碱)溶液用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐酸(碱)性能; 适应工作压力: 0.5~0.98MPa(5~10kgf/cm ²)
纤维缠绕蒸汽胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~19	适于输送温度在150℃以下的饱和蒸汽或过热水用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好, 并且有良好的耐热性能; 适应工作压力: 饱和蒸汽 0.4MPa(4kgf/cm ²)以下 过热水 0.8MPa(8kgf/cm ²)以下
纤维缠绕喷雾胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~13	适于在常温条件下输送农药剂溶液用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~2.5MPa(5~25kgf/cm ²)
纤维缠绕氧气胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~13	适于在常温条件下供各类气焊器械(熔焊切割金属)输送氧气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.98~1.5MPa(10~15kgf/cm ²)
纤维缠绕乙炔胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~13	适于在常温条件下供各类气焊器械(熔焊切割金属)输送乙炔气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.3MPa(3kgf/cm ²)以下

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维缠绕喷砂胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	13~25	供常温条件下风压喷砂机喷射石英砂、铁砂等用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 内胶层具有良好的耐磨性能; 适应工作压力: 0.6MPa (6kgf/cm ²) 以下
纤维缠绕打气胶管	内胶层、纤维缠绕层、外胶层	5~8	供各种机动车、非机动车轮胎充气用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.98MPa (10kgf/cm ²) 以下
纤维缠(绕)编(织)潜水胶管	内胶层、纤维缠绕及编织层、外胶层	13	供潜水作业人员输送空气、氧气及氧的混合气体用; 管体挺性好, 并具有抗扁及抗轴向拉伸等优良性能; 适应工作压力: 0.98MPa (10kgf/cm ²) 以下
纤维缠(绕)编(织)制孔胶管	内胶层、纤维缠绕及编织层、外胶层	23~32 (外径: 46~50)	供桥梁建筑工程预应力构件制孔用; 胶管单根长度大, 使用适应性强, 胶层耐磨及抗撕裂性能好; 管体拉伸强度高, 伸缩性能好; 适应工作拉力: 4.90kN/根(500kgf/根) 以下
钢丝缠绕液压胶管	内胶层、钢丝缠绕层、外胶层 (也有采用保护层结构)	6~51	供矿山机械、工程建设、起重装卸、冶金锻压, 以及各工业部门机械化、自动化系统中作为液压传递动力的软性连接管路之用; 胶管承压强度高, 脉冲性能好; 管体承压下变形小, 弯曲性能好, 并具有抗油类介质及耐屈挠疲劳等性能; 适应工作压力: 65.2MPa (665kgf/cm ²) 以下
钢丝缠(绕)编(织)液压胶管	内胶层、钢丝缠绕及编织层、外胶层	6~25	供矿山机械、工程建设、起重装卸、冶金锻压, 以及其它工程机械液压传递系统用的软性连接管; 胶管承受压力高, 脉冲性能优越; 管体弯曲性能好, 承压下变形小, 并具有耐油及耐屈挠疲劳等优良性能; 适应工作压力: 54.0MPa (550kgf/cm ²) 以下

五、针 织 胶 管

针织胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-5。

表 2-1-5 针织胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维针织输水胶管	内胶层、纤维针织层、外胶层	5~25	适于在常温条件下输送水或其它中性液体, 常作园艺浇灌用; 管体轻便柔软, 表面光泽美观; 适应工作压力: 0.5~0.98MPa (5~10kgf/cm ²)
纤维针织空气胶管	内胶层、纤维针织层、外胶层	6~25	适于在常温条件下输送压缩空气及其它惰性气体用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~1.5MPa (5~15kgf/cm ²)
纤维针织输油胶管	内胶层、纤维针织层、外胶层	5~13	适于在常温条件下输送汽油、煤油、机油及其它矿物油类用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐油类性能; 适应工作压力: 0.5~0.98MPa (5~10kgf/cm ²)

续表

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
纤维针织输酸 (碱)胶管	内胶层、纤维针织层、外胶 层	5~13	适于在常温条件下输送稀酸(碱)溶液用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐酸(碱)性能; 适应工作压力: 0.5~0.98MPa (5~10kgf/cm ²)
纤维针织喷雾胶 管	内胶层、纤维针织层、外胶 层	5~13	适于在常温条件下输送农药剂溶液用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.5~0.98MPa (5~10kgf/cm ²)

六、纯 胶 管

纯胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-6。

表 2-1-6 纯胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
普通纯胶管	全胶层	5~38	供常温及常压条件下输送空气、水或一般中性液体 用; 管体轻便柔软, 色泽美观、使用方便
输油胶管	全胶层	5~38	供常温及常压条件下输送煤油、机油及其它矿物油 类用; 管体轻便柔软, 并对上述油类具有较好的抗耐性
输酸(碱)胶管	全胶层	5~38	供常温及常压条件下输送稀酸(碱)溶液用; 管体轻便柔软, 并对上述酸(碱)具有较好的抗耐 性能
真空胶管	全胶层	1.6~25	供常温条件下作为抽空设备的连接软管用; 管体柔软, 弯曲性能好; 适应工作真空度: 0.013Pa (10 ⁻⁴ mmHg)以下
医疗理化胶管	全胶层	1.5~8	在常温和常压条件下供医疗器械、理化等仪器装备 作连接软管用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好, 使用方便
输食品用胶管	全胶层	8~25	供常温和常压条件下输送液体饮料用; 管体轻便柔软, 使用方便; 胶层符合食品用橡胶卫生要求
输煤气胶管	全胶层	5~13	供常温和常压条件下输送煤气、石油液化气等燃气 之用, 作为燃烧器具的连接软管; 管体轻便柔软, 弯曲性能好, 胶层对上述燃气的抗 耐性较好
洗衣机输水胶管	全胶层	16~60	供各型家用或工业用洗衣机在常压条件下输水用; 管体轻便柔软, 外形呈波纹状, 弯曲性能优异; 胶管表面光洁, 色泽鲜艳; 适应使用温度: 80℃以下

七、其它特种及专用胶管

其它特种及专用胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途列于表2-1-7。

表 2-1-7 其它特种及专用胶管的主要品种、结构、规格范围、性能及用途

产品名称	结 构	规格范围 (内径), mm	性能及用途
水箱弯管	内胶层、织物层、外胶层 (也有全胶结构)	16~51	供各种汽车、拖拉机等发动机散热器和水箱过水用; 管体柔软, 并具有多种弯曲度, 装配适应性好; 胶层具有较好的弹性和耐温性; 输送水温: 110℃以下; 适应工作压力: 0.1MPa (1kgf/cm ²) 以下
水箱直管	内胶层、织物层、外胶层	13~89	供各种汽车、拖拉机及其它发动机散热器和水箱输 水用; 管体轻便柔软, 并具有良好的耐热水性能; 输送水温: 110℃以下; 适应工作压力: 0.1~0.2MPa (1~2kgf/cm ²)
液压制动(刹车) 胶管	内胶层、织物层、外胶层	3~5	供汽车液压制动系统作连接软管用; 管体耐压强度高, 承压变形小, 制动效果好, 安全 性可靠; 适应工作压力: 11.8MPa (120kgf/cm ²) 以下
气压制动(刹车) 胶管	内胶层、织物层、外胶层	8~14.3	供各种机动车辆气压制动系统作连接软管用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好, 受压下变形小, 制动 性能稳定, 安全性可靠; 适应工作压力: 0.98~2.5MPa (10~25kgf/cm ²)
通风胶管	内胶层、金属螺旋线、胶布 层 (也有无内胶层结构)	42~165	供汽车空调装置或其它发动机进风管适用; 管体耐温, 轻便柔软, 弯曲性能好; 适应工作压力: 0.05MPa (0.5kgf/cm ²) 以下
拖拉机专用输水 胶管	内胶层、织物层、外胶层	25~70	供拖拉机输送温度在100℃以下的水用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好, 并具有良好的耐热水 性能; 适应工作压力: 0.2MPa (2kgf/cm ²) 以下
拖拉机专用输油 胶管	内胶层、织物层、外胶层	6.5~54	供拖拉机输送燃油、机油及润滑油等使用; 管体轻便柔软, 弯曲性能好; 胶层具有良好的耐油性能; 适应工作压力: 0.3MPa (3kgf/cm ²) 以下
机车制动胶管	内胶层、织物层、外胶层	25~36	供铁路机车、车辆气压制动用; 管体承压性能好, 承压变形小, 制动效果好; 适应工作压力: 0.8~0.9MPa (8~9kgf/cm ²)
机车吸汽胶管	内胶层、织物层、外胶层	38	供铁路机车、车辆输送温度在150℃以下的饱和蒸 汽用; 管体承压稳定性好, 使用方便; 胶层具有良好的耐热性能; 适应工作压力: 0.5~0.6MPa (5~6kgf/cm ²)
内燃机专用胶管	内胶层、织物层、外胶层	6~135	供内燃机车制动或控制系统作连接软管用; 管体轻便, 承压性能好; 适应工作压力: 0.6~0.8MPa (6~8kgf/cm ²)
机车给水胶管	内胶层、胶布层、金属螺旋 线、中胶层、胶布层、外胶层	51~89	供铁路蒸汽机车由煤水车向机车供水用; 胶管能在真空度为80.0kPa (600mmHg) 条件下作 负压使用, 也能在正压状态下给机车供水; 管体耐压及弯曲性能好, 承压变形小; 适应工作压力: 0.6MPa (6kgf/cm ²) 以下
机车输油胶管	内胶层、纤维编织层、外胶 层	6	供铁路机车油泵系统输油连接管路用; 管体轻便柔软, 承压变形小, 弯曲性能好; 胶层具有较好的耐油性能; 适应工作压力: 0.98MPa (10kgf/cm ²) 以下

续表

产品名称	结 构	规格范围 (内径),mm	性能及用途
吹氧胶管	内胶层、帘布缠绕层、外胶层 (也有采用保护层结构)	51~102	供大型冶炼设备作输送高纯度氧气用; 胶管承压性能好,管体变形小,并具有抗拉伸和 良好的屈挠疲劳等性能; 胶层具有良好的抗氧和耐热性能; 适应工作压力: 1.5~2.9MPa(15~30kgf/cm ²)
煤炭液压支架专 用高压胶管	内胶层、钢丝编织(或缠绕) 层、外胶层	6~25	供煤矿开采综合采煤液压支架设备作液压传递系统 连接软管用; 管体承压强度高,脉冲性能好,具有良好的屈挠性 和抗疲劳性能; 适应工作压力: 58.9MPa (600kgf/cm ²) 以下
挤压胶管	内胶层、织物层、外胶层	25~38	供建筑工程挤压式灰浆泵作挤压输送水泥砂浆用; 管体承压变形小,抗挤压性能好; 胶层具有优异的弹性和耐磨性能; 适应工作压力: 1.6MPa(15kgf/cm ²)以下
振动器专用胶管 (金属软管胶管)	金属软管、内胶层、胶布层、 外胶层(也有无外胶层结构)	18~38	供建筑工程混凝土浇筑作业振动器械用; 管体轻便柔软,弯曲性能好; 软管转动灵活,振动效果好
消防输水胶管 (水龙带)	内胶层、织物层(圆织结构)	25~102	供消防及船舶输水用; 胶管具有壁薄、量轻、折叠性好、使用方便等优点; 适应工作压力: 0.4~1.6MPa(4~16kgf/cm ²)
电机定子引水胶 管	内胶层、纤维织物层、外胶 层	10~20	供水冷式电机定子线圈输送冷却水用; 管体承压稳定性好,并具有较好的电绝缘性、耐热 及耐臭氧老化等性能; 适应工作压力: 0.98MPa(10kgf/cm ²)以下
电机转子引水胶 管	内胶层、纤维编织层、缓冲 层、外织物层(也有采用高聚 物材料复合结构)	12~15	供水冷式发电机转子输送冷却水用; 管体承压稳定性好、变形小,并具有良好的电绝缘 性能及耐热、耐臭氧老化等性能; 适应工作压力: 6.9~7.4MPa(70~75kgf/cm ²)
加油站(车)输 油胶管	内胶层、纤维编织层、外胶 层	19~54	供加油站(车)输送汽油、轻质柴油等用; 管体受压变形小,弯曲性能好,并具有耐油性 好、输送流量准确等优点; 适应工作压力: 0.3~0.6MPa(3~6kgf/cm ²)
吸尘胶管	内胶层、金属螺旋线、织物 层	19~127	供工矿企业、宾馆、剧场等净化装置作为抽吸粉 尘、废气、灰屑等的连接软管用; 胶管呈波纹状,具有管壁薄、重量轻、管体柔软、 弯曲性能优异及使用方便、色泽艳丽等优点
钻探胶管	内胶层、胶布层、钢丝缠绕 层、胶布层、外胶层(两端有 金属接头)	38~102	供石油开采、地质勘探、油井固修、水力采煤等钻 机及输送水泥、泥浆压力水等用; 管体坚实,承压强度高,受压下变形小,进钻效果好; 胶层具有良好的耐油、耐酸(碱)、耐磨、耐泥沙 侵蚀等优异性能; 适应工作压力: 9.81~29.4MPa(100~300kgf/cm ²)
排泥胶管	内胶层、帘布层、金属螺旋 线、中胶层、胶布层、外胶层	196~709	供港湾、河道、江湖等疏浚工程挖泥机械排送泥浆 用; 管体承压性能好,受压变形小,并具有良好的弹 性、耐磨性及抗海水侵蚀等性能; 适应工作压力: 0.4~0.98MPa(4~10kgf/cm ²)

产品名称	结 构	规格范围 (内径),mm	性能及用途
吸泥胶管	内胶层、织物层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	196~900	供港湾、河道、江湖等水域疏浚工程挖泥机械抽吸泥浆用; 管体在真空度为80.0kPa(600mmHg)的负压条件下不吸扁,使用稳定性好,并具有良好的弹性、耐磨、耐海水侵蚀等性能
飞机加油胶管	内胶层、织物层、金属线、外胶层	38~102	供机场加油站为飞机输送航空煤油、汽油等用; 管体具有壁薄、重量轻、承压性好、使用方便等优点; 胶层对上述油类的抗耐性能较好; 适应工作压力: 0.3~1.5MPa(3~15kgf/cm ²)
泵送胶管	内胶层、织物层、金属螺旋线、中胶层、胶布层、外胶层	102~152	供建筑工程泵车输送混凝土浆料用; 管体承压性能好,受压下变形小; 胶层具有优良的耐磨和耐老化等性能; 适应工作压力: 2.9MPa(30kgf/cm ²)以下
电线(电缆)护套胶管	内胶层、纤维织物层、外胶层	6.5~76	供工矿、铁路车辆等电气线路作保护套用; 管体弯曲性及整体密封性能好,并具有防潮、防油、防爆等优点
短纤维胶管	含有短纤维胶层	38以下	供中、低压条件下使用; 管体具有轻便柔软等优点; 根据使用要求,可制成各种特性的短纤维胶管

第二章 产品结构和主要性能指标

第一节 产品结构

一、夹布胶管

(一) 结构组成

夹布胶管根据使用条件及受压状态的不同，其结构主要有耐压、吸引和耐压吸引三种。

1. 耐压结构

(1) 夹布耐压胶管 由内胶层、胶布层和外胶层组成。如图2-2-1 a 所示。

(2) 铠装夹布耐压胶管 由内胶层、胶布层、外胶层和金属螺旋线组成。如图2-2-1 b 所示。

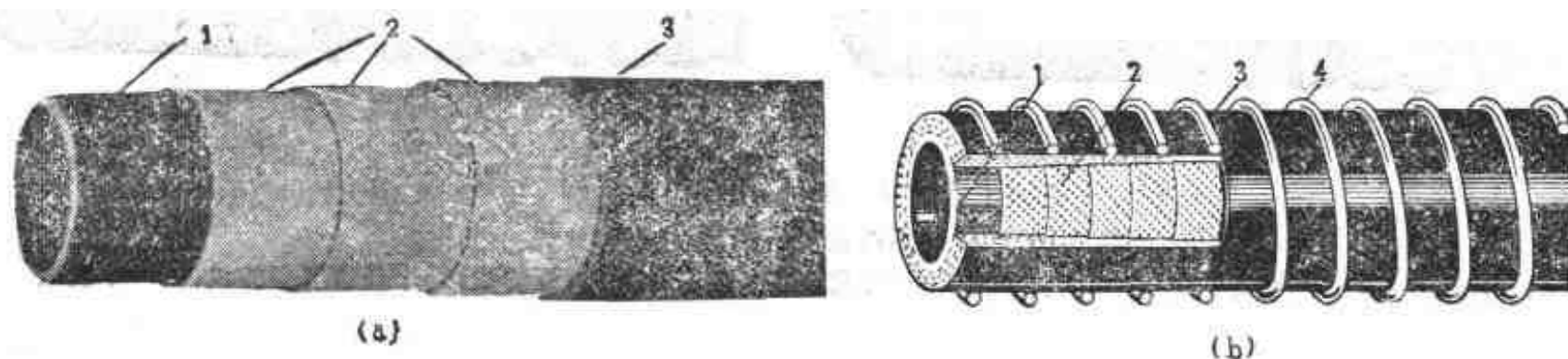


图 2-2-1 夹布耐压胶管结构

(a) 夹布耐压胶管；(b) 铠装夹布耐压胶管

1—内胶层；2—胶布层；3—外胶层；4—外铠装金属丝

2. 吸引结构

吸引结构的胶管通常有埋线式和露线式两种。

(1) 埋线式 由内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层和外胶层组成。如图2-2-2 a 所示。

(2) 露线式（也称内露线式） 由金属螺旋线、内胶层、胶布层和外胶层组成。如图2-2-2 b 所示。

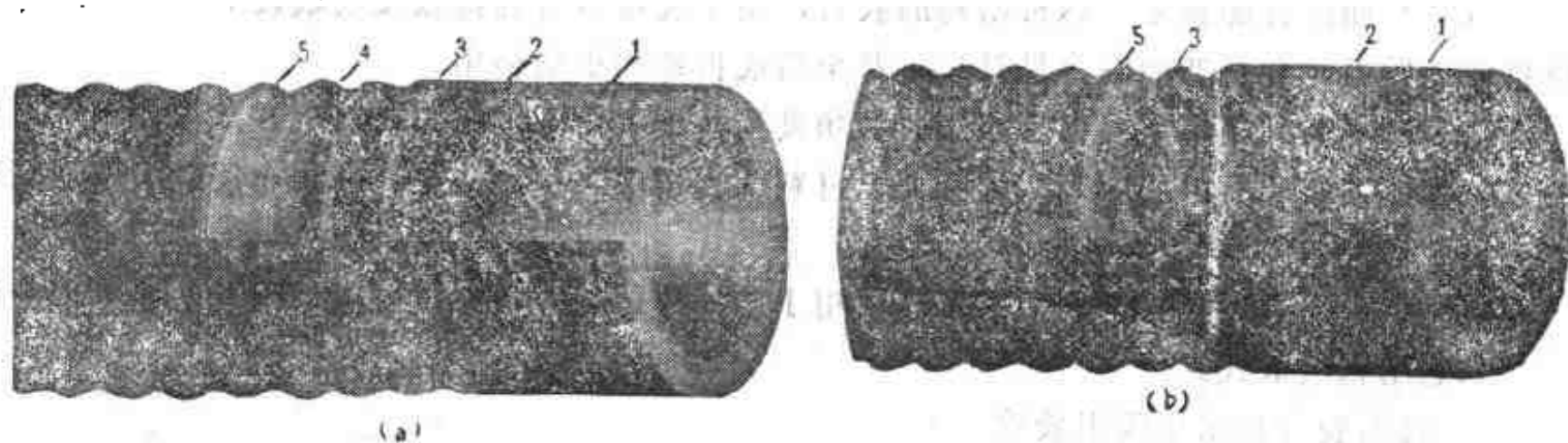


图 2-2-2 吸引胶管结构

(a) 埋线式；(b) 露线式

1—内胶层；2—胶布层；3—金属螺旋线；4—中胶层；5—外胶层

3. 耐压吸引结构

耐压吸引结构的胶管与普通吸引结构的胶管基本相同，但是为适应能在正负压力下使用的特点，又有内露线外铠装式和内露线埋线式结构，也有采用埋线外铠装式结构的。

(1) 内露线外铠装式 由金属螺旋线、内胶层、胶布层和外胶层组成，并在胶管外层用金属螺旋线铠装。如图2-2-3 (a) 所示。

(2) 内露线埋线式 由金属螺旋线、内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层和外胶层组成。如图2-2-3 (b) 所示。

(3) 埋线外铠装式 由内胶层、胶布层、金属螺旋线、中胶层、胶布层和外胶层组成，并在胶管外层用金属螺旋线铠装。

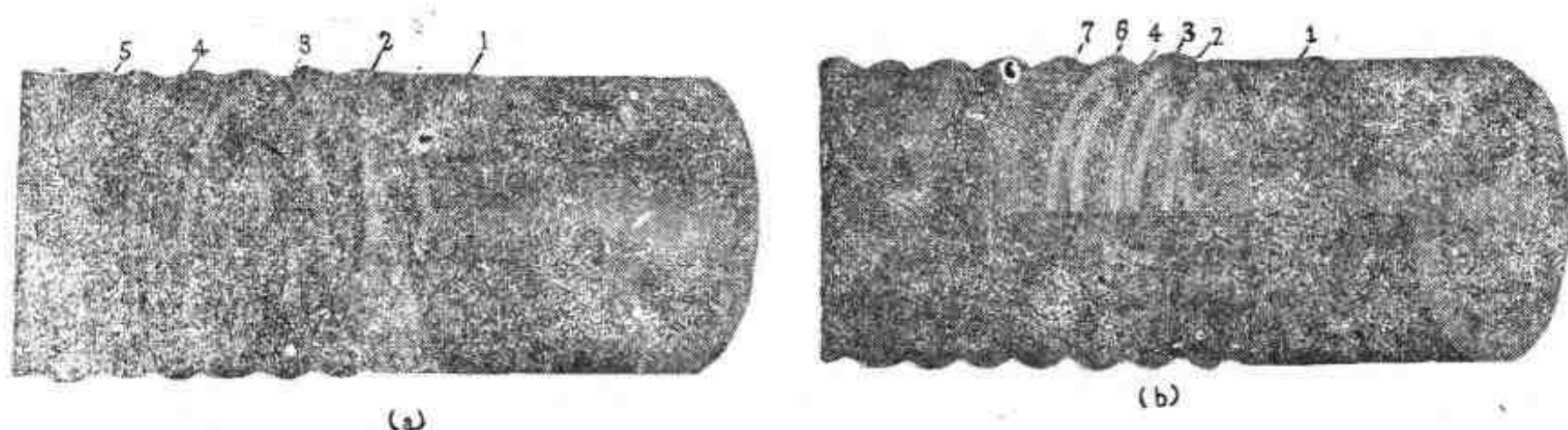


图 2-2-3 耐压吸引胶管结构

(a)内露线外铠装式；(b)内露线埋线式

1—内胶层；2—内金属螺旋线；3—胶布层；4—外胶层；5—外铠装金属螺旋线；6—埋金属螺旋线；7—中胶层

(二) 结构特点

1. 夹布耐压胶管

夹布耐压胶管主要是由经、纬向纱线平纹交织的布料制成的胶布（其经纬密度和强度基本相等），经 45° 裁断、拼接，并包贴而成。其特点是制造工艺简单，对产品规格、层数范围等适应性较强，并具有管体挺性好、用途广泛等优点。因此，这种结构目前仍被普遍采用。

这种结构胶管的主要缺点有以下几点。

(1) 胶管变形大 由于夹布层的包缠角度为非平衡角，因此，当胶管在受压状态下便会发生明显变形，主要表现在内径增大，长度缩短。

(2) 屈挠性能较差 这种结构的胶管，由于胶布本身的特点及层数较多等原因，其屈挠性能比较差，并且弯曲时容易打折，甚至造成折瘪而影响使用。

(3) 材料利用率低 由于布层包缠角度为非平衡角，因此，当胶管在承压作用下，不能充分发挥胶布应有的强度，从而降低了材料的利用率。这种情况，随着布层数的增加则更为突出。

此外，由于这种胶管的制造大多还采用手工操作，且劳动强度较大，因此，将有部分产品为其它结构所取代。

2. 吸引胶管和耐压吸引胶管

吸引和耐压吸引胶管都是采用金属螺旋线结构，因此使管体具有良好的支撑特性，而其弯曲性能也优于耐压夹布胶管。耐压吸引胶管具有两层金属螺旋线，起着耐压和吸引两方面的作用。

这种结构的主要缺点是管体比较笨重，制造工艺繁琐，劳动强度较大。

二、编 织 胶 管

(一) 结构组成

编织胶管的结构，根据骨架材料的不同，可分为纤维编织和钢丝（或其它金属线材）编织两种。

1. 纤维编织胶管

纤维编织胶管是由内胶层、纤维（棉线或其它纤维线材）编织层和外胶层组成。如图2-2-4所示。

若采用多层编织结构，其编织层之间可加中胶层或粘合胶浆。如图2-2-4（b）所示。



图 2-2-4 纤维编织胶管结构
(a)单层编织；(b)多层编织
1—内胶层；2、5—纤维编织层；3—外胶层；4—中胶层

2. 钢丝编织胶管

钢丝编织胶管是由内胶层、钢丝编织层和外胶层组成（如图2-2-5（a）所示）。编织层为多层时，各编织层之间一般都采用中胶层结合（如图2-2-5（b）所示）。此外，也有采用无外胶层结构的（如图2-2-5（c）所示）。

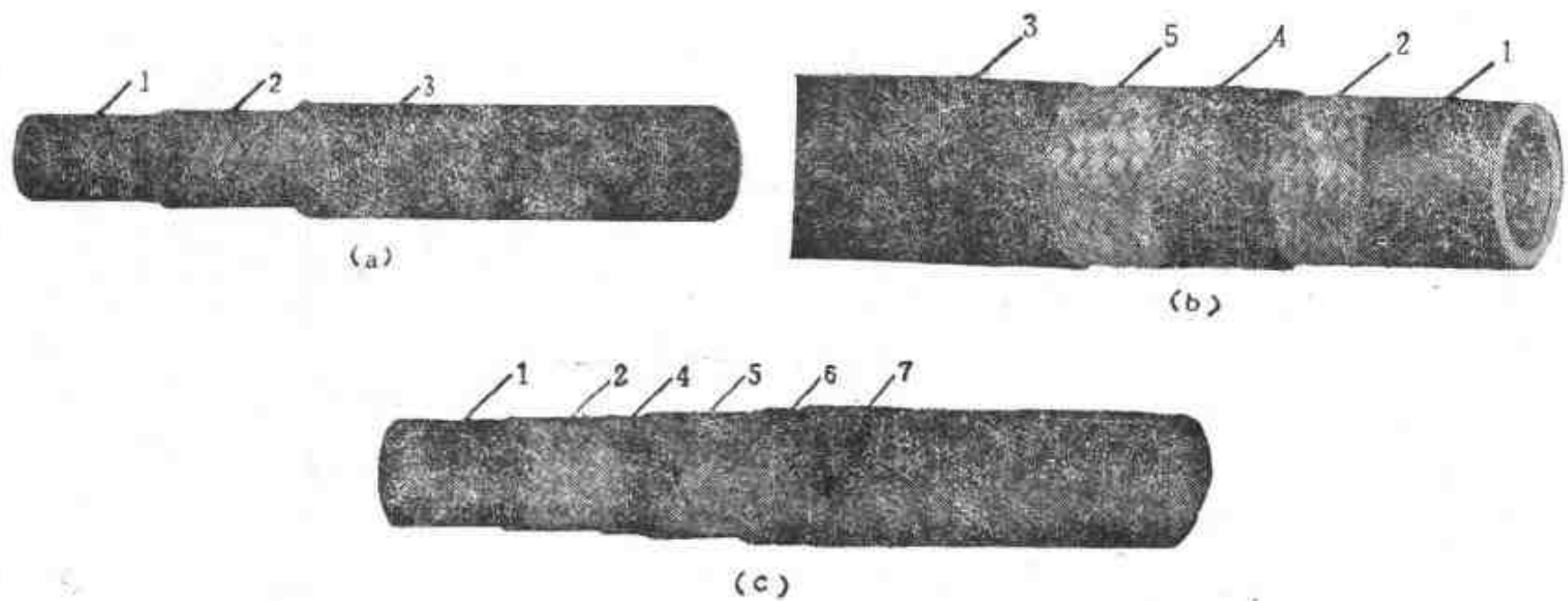


图 2-2-5 钢丝编织胶管结构
(a)单层编织；(b)多层编织；(c)无外胶结构
1—内胶层；2、5—钢丝编织层；3—外胶层；4、6—中胶层；7—外编织层

(二) 结构特点

编织胶管的编织层通常都按平衡角（ $54^{\circ}44'$ ）进行交织而成的，因此，这种结构的胶管

具有如下一些优点。

1. 承压性能好

胶管在承压作用下，其扭转、膨胀及收缩的变形性较小，抗冲击性能好，相对承压强度较高。例如，钢丝编织结构的液压胶管，耐脉冲压力次数一般可达到数十万次，甚至百万次以上。

2. 弯曲性能好

胶管在使用中，具有较好的弯曲性能，可弯半径较小，并且在弯曲时不致于打褶。

3. 材料利用率高

这类胶管与夹布结构相比较，骨架材料的强度可以得到充分的发挥，因此材料的利用率较高。但是，由于编织层各线呈交织状态，使骨架材料附加有一定的弯曲应力，同时在使用条件下由于各线之间的相互摩擦、相互切割，致使骨架材料易于产生早期损坏。为此，对这种结构的胶管，在制造工艺等方面还需采取必要的弥补措施，这对于高压脉冲状态下使用的钢丝编织胶管尤为重要。弥补措施：如编织机的合理选择；使作用于钢丝的张力保持一致；尽量减少钢丝的交织点等。

三、缠绕胶管

(一) 结构组成

缠绕胶管的结构，根据骨架材料的不同，可分为纤维缠绕和钢丝（或其它金属线材）缠绕两种。

1. 纤维缠绕胶管

纤维缠绕胶管是由内胶层、纤维（棉线或其它纤维线材）缠绕层和外胶层组成。如图2-2-6所示。各缠绕层之间，通常采用胶浆（或专用胶粘剂）、中胶层（或两者并用），以提高管体的结合性能。

根据使用性能需要，也有采用织物帘布作缠绕层的。

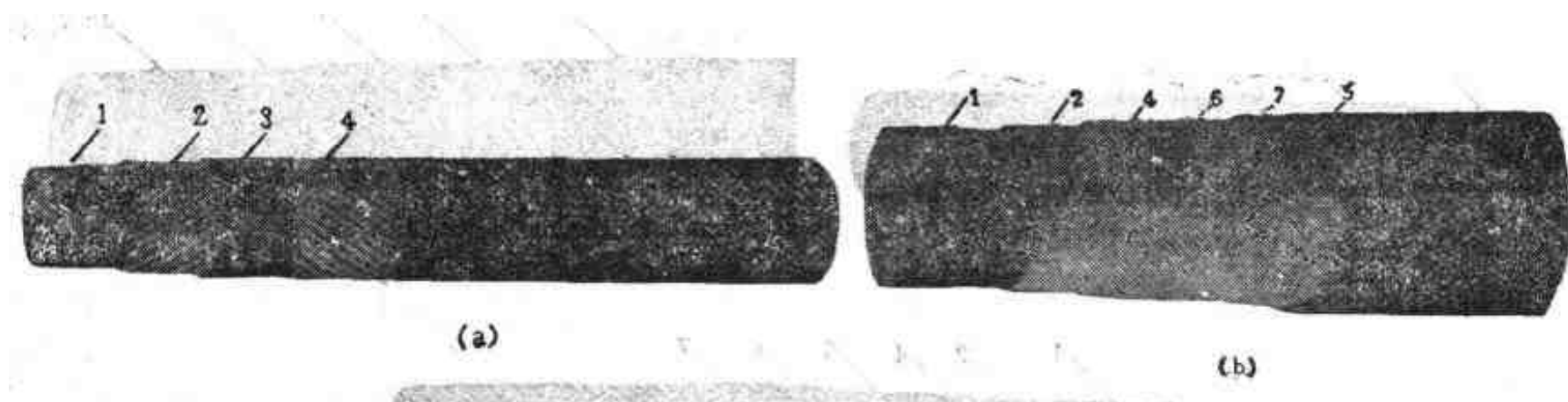


图 2-2-6 纤维缠绕胶管结构

(a)有中胶层；(b)无中胶层

1—内胶层；2、4、6、7—纤维缠绕层；3—中胶层；5—外胶层

2. 钢丝缠绕胶管

钢丝缠绕胶管是由内胶层、钢丝缠绕层和外胶层组成。各缠绕层之间通常都采用中胶层结合（如图2-2-7所示），以提高胶管的整体结构。

(二) 结构特点

缠绕结构的胶管主要特点是缠绕层由单根线材（纤维线、钢丝等）按一定的角度（通常

为 $54^{\circ}44'$)呈螺旋状缠绕在管坯上的,每两个相邻层分别以相对的方向缠绕,同一层的单根线都相互平行,两相邻层单根线的缠向与胶管的纵轴对称。每一缠绕层只提供单方向的强力,所以只有当两个相对方向的缠绕层存在的情况下,才能使胶管获得相应的耐压强度。为此,每两个相对方向的缠绕层即为一个工作层,相当于编织胶管的一个编织层。

缠绕结构的胶管,除了具有与编织胶管相似的优点之外,还有以下优越之处。

1. 承压强度高

这类胶管与相同规格和相同骨架材料的编织胶管相比,避免了编织线材交织的摩擦损耗,更有效地发挥了骨架材料的功能,从而使胶管的耐压强度得到了更大的提高。

2. 耐冲击及屈挠性能好

这类胶管由于骨架层处于平面结合(无交织点),因此线材的相对位移较为“自由”,同时缠绕层之间有胶层间隔,起到了较好的缓冲作用。因此,使胶管具有良好的可挠性,并使耐疲劳性能和脉冲压力性能也优于编织胶管。

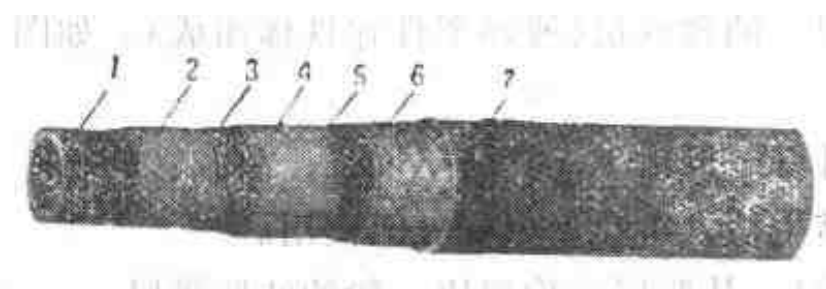


图 2-2-8 缠编胶管结构

1—内胶层; 2、4—缠绕层; 3、5—中胶层; 6—编织层;
7—外胶层

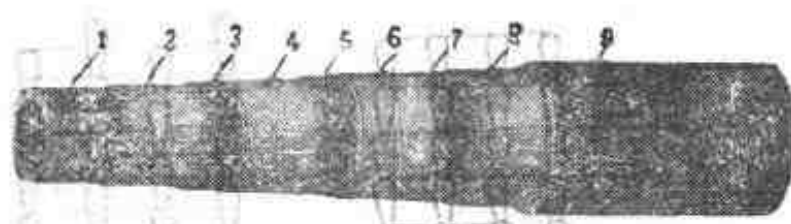


图 2-2-7 钢丝缠绕胶管结构

1—内胶层; 2、4、6、8—钢丝缠绕层; 3、5、7—中胶层;
9—外胶层

3. 生产效率高

这类胶管由于缠绕机的缠绕速度一般都比普通编织机的编织速度高,因此其生产效率也有所提高。

此外,根据胶管的使用要求,也有吸取缠绕和编织各自结构的优点,采用两者相混合结构的形式,通常被称为“缠编结构”(如图2-2-9所示)。这种结构根据骨架材料的不同,有“纤维缠编”和“钢丝缠编”之分。

四、针织胶管

(一) 结构组成

针织胶管的结构主要由内胶层、针织层和外胶层组成。如图2-2-9所示。

针织层材料一般为棉线或其它纤维线材。

针织结构的形式主要由平针织、锁针织、吊线针织和钻石针织四种。如图2-2-10所示。

(二) 结构特点

针织胶管的结构特点,主要是由针织线沿着与管轴成一定的角度交织在内管坯上,其交织点比较稀疏,一般都以单层结构组成。因此,管体更显得轻便柔软,弯曲性能好。但由于承压强度较低,所以通常只局限于工作压力不高的场合使用,例如普通输水、输气以及园艺用胶管等。

针织胶管的优点是生产效率较高,设备占地面积小,生产成本较低,与同等压力的其它

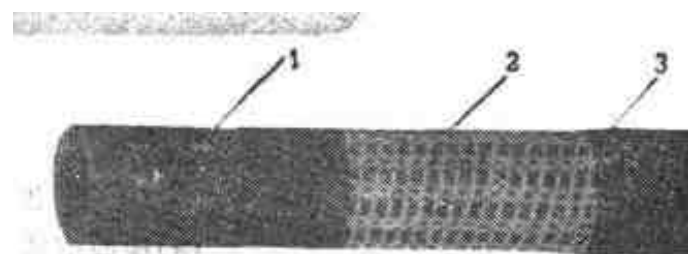


图 2-2-9 针织胶管结构图

1—内胶层; 2—针织层; 3—外胶层

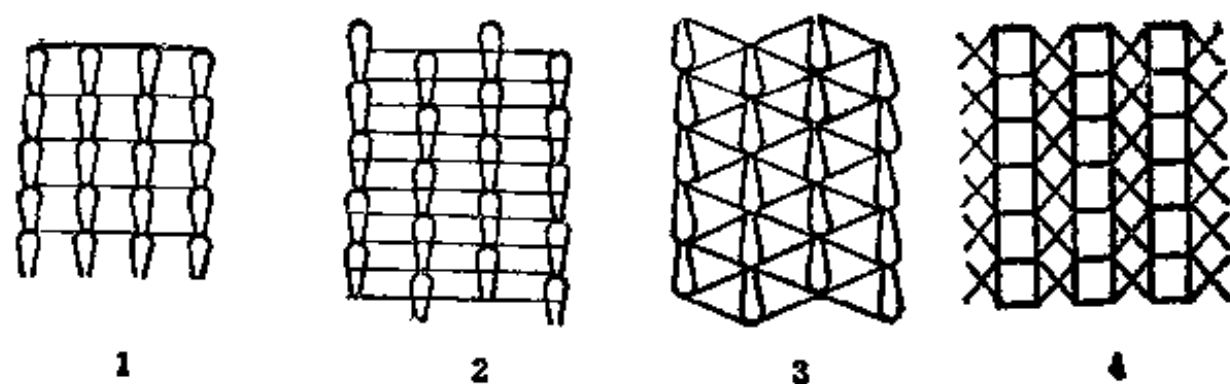


图 2-2-10 针织层结构示意图
1—平针织；2—锁针织；3—吊线针织；4—钻石针织

胶管比较，材料消耗也省，并有利于实现自动化生产。

五、其它胶管

除了前面已述的几种结构之外，还有其它多种结构的胶管。现根据不同使用条件和特性的胶管，略举几种如下。

(一) 纯胶管

这是一种无骨架层增强的胶管，其结构只有单一的橡胶层(或热塑性弹性体组成)。如图 2-2-11所示。

这种胶管的特点是生产工艺简单，管体柔软性好。但由于无骨架层增强，故胶管的承压强度较低，一般只能在常压状态下使用，如供日常生活、医疗卫生等方面使用。

在负压条件下使用的纯胶管（如抽真空用胶管），其胶层结构要比一般的纯胶管厚。

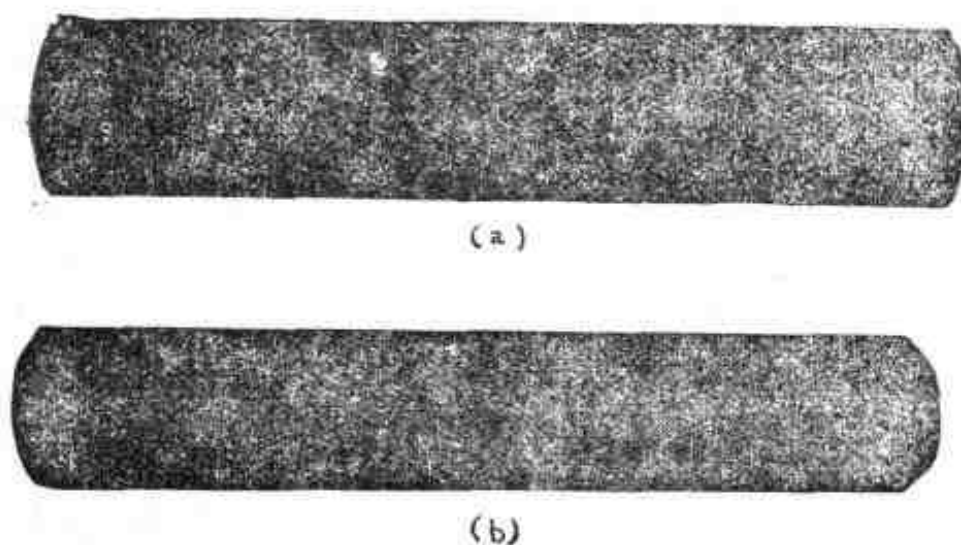


图 2-2-11 纯胶管结构
(a)橡胶层结构；(b)热塑性弹性体结构

(二) 环编胶管

1. 结构组成

环编胶管的典型产品是消防输水胶管（水龙带），其结构主要由内胶层（衬胶）和环编骨架层组成。如图2-2-12以是。也有采用内、外层（衬胶）结构。

2. 结构特点

这种胶管的结构特点是其骨架层由经线顺管轴方向排列，纬线沿螺旋形轨迹与经线绕织

而成的，组织结构比较致密。由于它是一种单层的圆织结构，而且贴合的胶层比较薄，因此管体具有优越的柔软性，使用轻便，并可任意折叠和盘卷。

(三) 排（吸）泥胶管

1. 结构组成

(1) 排泥胶管 主要由内胶层、织物层、金属螺旋线（或钢丝绳）、中胶层、织物层和外胶层组成。其结构形式有含接头型、扩口型和直筒型等多种。如图2-2-13所示。

(2) 吸泥胶管 主要由内胶层、织物层、金属螺旋线（或金属环）、中胶层、织物层和外胶层等组成。其结构形式也有含接头型、扩口型和直筒形之分。

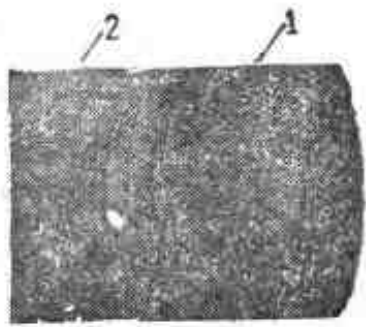


图 2-2-12 环编胶管结构
1—内胶层；2—环编层

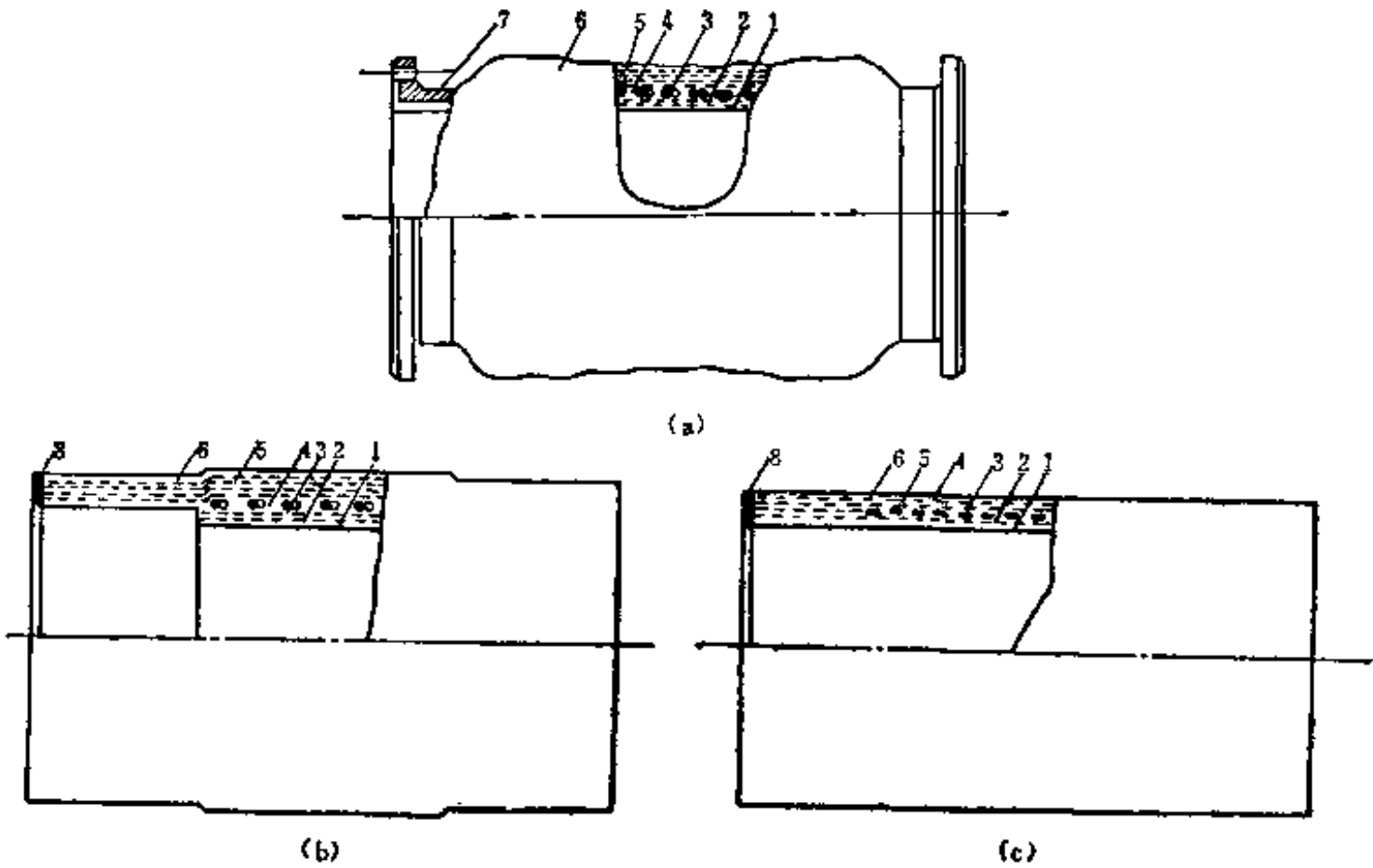


图 2-2-13 排（吸）泥胶管结构
(a)含接头型；(b)扩口型；(c)直筒型

1—内胶层；2—织物层；3—金属螺旋线；4—中胶层；5—织物层；6—外胶层；7—胶管接头；8—管端封头

2. 结构特点

排（吸）泥胶管的口径一般都比较大大，使用环境恶劣，因此选用的骨架材料强度较高，结构层次较多，根据排、吸不同的使用条件，其结构也有不同。排泥胶管以纤维织物（帆布、帘布）和金属丝（或钢丝绳）作为骨架层，以提高胶管的耐压强度；吸泥胶管以刚性较好的金属螺旋线（或钢环）增强，以提高管体的支撑性能。

这种胶管的整体结构性能较好，具有良好的承压性能，吸泥胶管的抽空性能较好，并具有一定的弯曲性能。缺点是制造工艺比较复杂，生产效率较低。

(四) 钻探胶管

1. 结构组成

主要由内胶层、织物层、钢丝（绳）缠绕层、中胶层，以及金属导线和外胶层等组成。如图2-2-14所示。

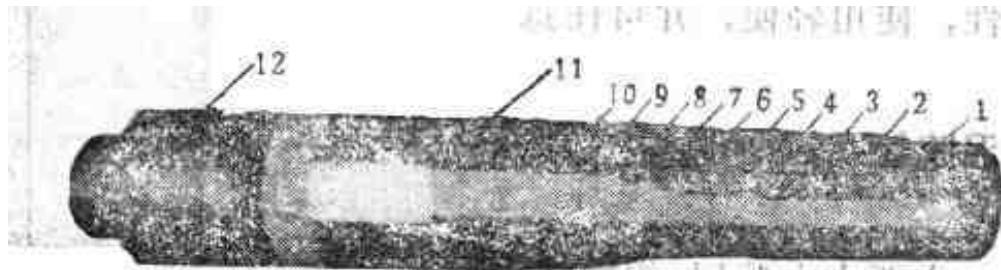


图 2-2-14 钻探胶管结构

1—内胶层；2、6、10—织物层；3、5、7、9—中胶层；4、8—钢丝（绳）缠绕层；11—外胶层；12—金属接头

2. 结构特点

由于这种胶管的耐压要求高，使用条件苛刻，因此，其骨架层采用多层高强度的钢丝或钢丝绳，并在专用设备上加工成型，以提高胶管的耐压强度。

这种胶管的管体结构比较紧密，承压强度高，受压下变形小，并具有较好的抗挠性能。其缺点是制造工艺比较复杂，生产效率较低。

此外，这种胶管也有采用钢丝编织结构的。

（五）重型排吸油胶管

1. 结构组成

主要由内胶层、织物层、金属螺旋线、中胶层、织物层和外胶层，以及金属接头等组成。如图2-2-15所示。此外，也有内露线结构。

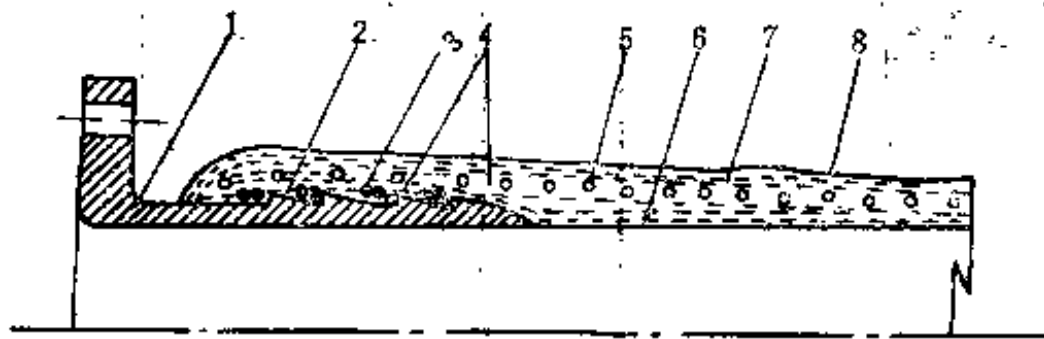


图 2-2-15 重型排吸油胶管结构

1—金属接头；2—保护胶布层；3—管头加固金属丝；4—填充胶；5—金属螺旋线；6—内胶层；7—织物层；8—外胶层

2. 结构特点

由于这种胶管一般都作为大型油轮装卸油类（输送或抽吸）连接管路用，其耐压及密封要求都很高，使用条件比较苛刻。因此，选用的骨架层材料及结构层次都比较复杂。

其结构特点是整体结合紧密，承压稳定性好，并具有较大的拉伸强度。但其制造工艺比较复杂。

（六）复合型胶管

1. 结构组成

这种胶管的结构，主要根据产品的不同使用要求，选择相应特性的高分子材料作为内衬层，再与橡胶层复合而成。其结构层次通常由内衬（管）层、橡胶复合层、骨架层（编织或其它结构形式）和外胶层组成。如图2-2-16所示。此外，也有无外胶层结构。

2. 结构特点

这种胶管的结构特点，主要是由于内管层采用化学稳定性优良的复合材料代替了橡胶层，因此，对输送腐蚀性较强的介质具有优异的抗耐性能；同时由于骨架层的增强作用，使胶管具有一定的耐压强度；此外，在骨架层与内管层之间采用了橡胶层复合，这不仅起着良好的缓冲作用，而且使胶管的整体结构更为密实牢固。但是，这种胶管的制造工艺比较复杂，技术要求较高。

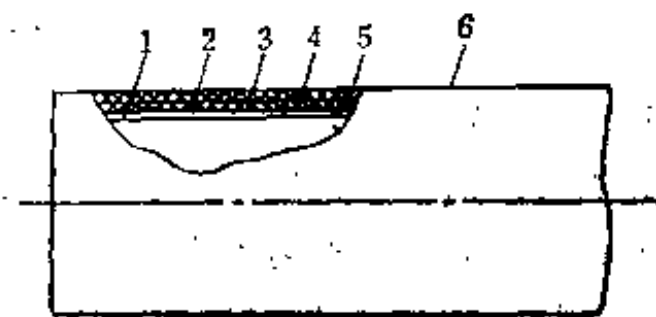


图 2-2-16 复合型胶管结构
1—内衬材料；2—橡胶复合层；3、5—编织层；4—中胶层；6—外胶层

（七）短纤维胶管

1. 结构组成

短纤维胶管的结构，主要是由含有短纤维的橡胶层组成。

2. 结构特点

这种胶管的特点是在胶料中加入一定量的短纤维材料，并经特殊结构的挤出机进行压出，使短纤维随胶料在压出过程中产生定向（大部分趋于周向）取向，从而使胶管达到一定的增强作用。即使胶管结构的橡胶层与骨架层融为一体，而且其结构和生产工艺都比较简单。

（八）合成树脂软管

1. 结构组成

由合成树脂内管、骨架层和合成树脂覆盖层组成。如图2-2-17所示。

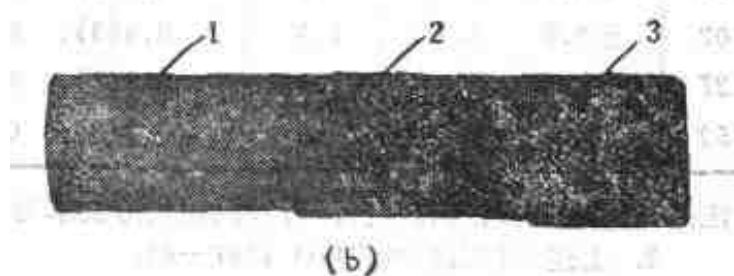
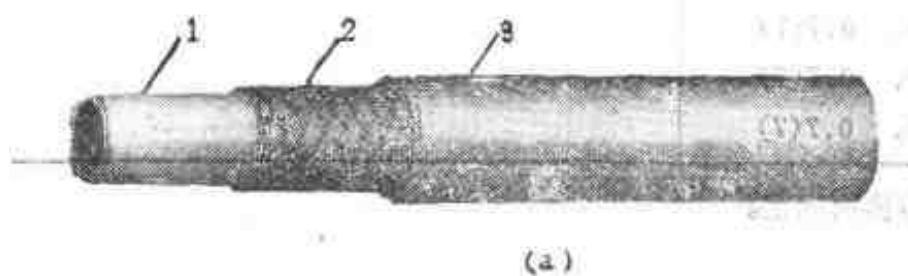


图 2-2-17 合成树脂软管结构
(a) 编织结构；(b) 针织结构
1—内管层；2—编织层；3—针织层；4—外覆盖层

2. 结构特点

这种软管由于选用对化学药品及有机溶剂稳定性较好的合成树脂材料作为内管坯和外覆盖层，并以纤维（或钢丝）线材作骨架层增强，因此具有管体轻软、耐压强度高、承压变形小、对介质的抗耐性好，以及使用方便等特性。

同时，这种软管与橡胶管相比，还具有制造工艺简单、能源消耗低等优点。因此，这是一种很有发展前途的产品。

从结构而言，为适应航空、航海、航天等广阔领域所需的各类胶管不胜枚举，因此，它们的结构还将在各种专用产品中体现出来。

第二节 胶管的主要性能和指标

由于胶管的品种繁多，用途极为广泛，因此，其性能和指标也难以详述。现将较为常用

的胶管品种, 并根据现行的产品标准略举如下。

一、输水胶管

1. 适应范围

此类胶管适于在正压条件下输送水及一般中性液体用。使用温度范围: 环境温度为 $-20 \sim 45^{\circ}\text{C}$; 输送介质温度为不高于 45°C 。

2. 规格尺寸、胶层厚度和工作压力

输水胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力列于表2-2-1。

表 2-2-1 输水胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力

内径, mm		胶层厚度, mm		工作压力, MPa(kgf/cm ²)	胶管长度及公差
公称尺寸	公差	内胶层	外胶层		
13	± 0.8	1.8	1.0	0.2(3)、0.5(5)、0.7(7)	1. 胶管长度由使用方提出, 经制造方同意确定 2. 长度公差: 长度在10m以上者为胶管全长的 $\pm 1\%$; 长度在10m和10m以下者为胶管全长的 $\pm 1.5\%$
16	± 0.8	1.8	1.0	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
19	± 0.8	2.0	1.0	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
22	± 0.8	2.0	1.0	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
25	± 0.8	2.0	1.0	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
32	± 1.2	2.3	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
38	± 1.2	2.3	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
45	± 1.2	2.3	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
51	± 1.2	2.3	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
64	± 1.5	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
76	± 1.5	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
89	± 1.5	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
102	± 2.0	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
127	± 2.0	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
152	± 2.0	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	

注: 1. 表中未列入的规格, 可根据使用方要求与制造方协商确定。

2. 上述指标数据摘自GB 1187—81。

3. 物理机械性能

输水胶管的各项物理机械性能指标列于表2-2-2。

表 2-2-2 输水胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目		指 标	
		内 胶 层	外 胶 层
拉伸强度, MPa(kgf/cm ²)	$\geq$	4.9(50)	5.9(60)
扯断伸长率, %	$\geq$	250	300
热空气老化 (70 $^{\circ}\text{C}$, 72h)	拉伸强度变化率, %	$+25 \sim -25$	
	扯断伸长率变化率, %	$+10 \sim -30$	
粘附强度	各胶层与骨架层间, kN/m(kgf/cm) $\geq$	1.5(1.5)	
	各骨架层之间, kN/m(kgf/cm) $\geq$	1.5(1.5)	

注: 1. 胶管物理机械性能试验, 按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。

2. 上述指标摘自GB1187—81。

二、空气胶管

1. 适用范围

此类胶管适于在正压条件下输送压缩空气和惰性气体用。使用温度范围：环境温度为 $-20\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；输送介质温度为不高于 45°C 。

2. 规格尺寸、胶层厚度和工作压力

空气胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力列于表2-2-3。

表 2-2-3 空气胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力

内径, mm		胶层厚度, mm $\geq$		工作压力, MPa(kgf/cm ²)	胶管长度及公差
公称尺寸	公差	内胶层	外胶层		
5	± 0.3	1.5	1.0	0.98(10)、1.5(15)	1. 胶管长度由使用方提出, 经制造方同意确定 2. 长度公差: 长度在10m以上者为胶管全长的 $\pm 1\%$; 长度在10m和10m以下者为胶管全长的 $\pm 1.5\%$
6	± 0.3	1.5	1.0	0.98(10)、1.5(15)	
8	± 0.5	1.5	1.0	0.98(10)、1.5(15)	
10	± 0.5	1.5	1.0	0.98(10)、1.5(15)	
13	± 0.8	1.8	1.2	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
16	± 0.8	1.8	1.2	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
19	± 0.8	2.0	1.2	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
22	± 0.8	2.0	1.2	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
25	± 0.8	2.0	1.2	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
32	± 1.2	2.3	1.5	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
38	± 1.2	2.3	1.5	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
45	± 1.2	2.3	1.5	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
51	± 1.2	2.3	1.5	0.6(6)、0.8(8)、0.98(10)	
64	± 1.5	2.5	1.5	0.6(6)、0.8(8)	
76	± 1.5	2.5	1.5	0.6(6)、0.8(8)	

注: 1. 表中未列入的规格, 可根据使用方要求与制造方协商确定。

2. 上述指标数据摘自GB 1186—81。

3. 物理机械性能

空气胶管的各项物理机械性能指标均与输水胶管的物理机械性能指标相同, 具体可参见表2-2-2。

三、输稀酸(碱)胶管

1. 适用范围

此类胶管适于在正压条件下输送浓度在40%以下的稀酸(碱)溶液(硝酸除外)之用。使用温度范围：环境温度为 $-20\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；输送介质温度为不高于 45°C 。

2. 规格尺寸、胶层厚度和工作压力

输稀酸(碱)胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力列于表2-2-4。

3. 物理机械性能

输稀酸(碱)胶管的物理机械性能指标列于表2-2-5。

表 2-2-4 输稀酸（碱）胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力

内径, mm		胶层厚度, mm≥		工作压力, MPa(kgf/cm²)	胶管长度及公差
公称尺寸	公差	内胶层	外胶层		
13	±0.8	2.2	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	1.胶管长度由使用方提出, 经制造方同意确定 2.长度公差: 长度在10m以上者为胶管全长的±1%; 长度在10m和10m以下者为胶管全长的±1.5%
16	±0.8	2.2	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
19	±0.8	2.2	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
22	±0.8	2.2	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
25	±0.8	2.2	1.2	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
32	±1.2	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
38	±1.2	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
45	±1.2	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
51	±1.2	2.5	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
64	±1.5	2.8	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	
76	±1.5	2.8	1.5	0.3(3)、0.5(5)、0.7(7)	

注: 1. 表中未列入的规格, 可根据使用方要求与制造方协商确定。
2. 上述指标数据摘自GB2552—81。

表 2-2-5 输稀酸（碱）胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目		指 标	
		内 胶 层	外 胶 层
拉伸强度, MPa(kgf/cm²)		≥	5.9(60)
扯断伸长率, %		≥	250
耐酸性能 (40%硫酸、常压、48h)	拉伸强度变化率, %	+15~-10	
	扯断伸长率变化率, %	+15~-15	
热空气老化 (70℃, 72h)	拉伸强度变化率, %	+25~-25	
	扯断伸长率变化率, %	+10~-30	
粘附强度	各胶层与骨架层间, kN/m(kgf/cm)≥	1.5(1.5)	
	各骨架层之间, kN/m(kgf/cm)≥	1.5(1.5)	

注: 1. 胶管物理机械性能试验, 按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。
2. 上述指标摘自GB2552—81。

四、蒸 汽 胶 管

1. 适用范围

此类胶管适于输送温度在180℃以下的饱和蒸汽或过热水之用。

2. 规格尺寸和胶层厚度

蒸汽胶管的规格尺寸和胶层厚度列于表2-2-6。

3. 型号、工作蒸汽压力及温度

- A型: 最大工作压力为0.4MPa(4kgf/cm²),
相当于温度为150℃;
- B型: 最大工作压力为0.6MPa(6kgf/cm²),
相当于温度为165℃;

表 2-2-6 蒸汽胶管的规格尺寸和胶层厚度

内径,mm		胶层厚度,mm≥		胶 管 长 度 及 公 差
基本尺寸	极限偏差	内 胶 层	外 胶 层	
12.5	±0.75	2.0	1.20	1.胶管长度由使用方提出,经制造方同意确定; 2.长度公差: 长度在10m以上者为胶管全长的1%; 长度在10m和10m以下者为胶管全长的±1.5%
16	±0.75	2.0	1.20	
19	±0.75	2.0	1.20	
20	±0.75	2.0	1.20	
25	±1.25	2.0	1.50	
31.5	±1.25	2.0	1.50	
38	±1.50	2.0	1.50	
45	±1.50	2.0	1.50	
50	±1.50	2.0	1.50	
51	±1.50	2.0	1.50	
63	±1.50	2.0	1.50	
80	±2.00	2.0	1.50	

注: 1. 表中未列入的规格,可由供需双方协商解决,其极限偏差按相邻偏差的最低值选定。
2. 上述规格数据摘自GB7548—87。

表 2-2-7 A型蒸汽胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目			指 标
拉伸强度, MPa(kgf/cm ²)			≥ 5.9(60)
扯断伸长率, %			≥ 250
内胶层蒸汽老化 (150℃, 14h)	拉伸强度变化率, %		+10~-20
	扯断伸长率变化率, %		+20~-20
粘附强度	各胶层与骨架层间, kN/m(kgf/cm) ≥		1.50(1.53)
	各骨架层之间, kN/m(kgf/cm) ≥		1.50(1.53)

注: 1. 内径19mm和19mm以下的胶管,不作成品物理机械性能试验,可用相应的半成品胶料性能代替。
2. 胶管物理机械性能试验,按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。
3. 上述指标摘自GB7548—87。

表 2-2-8 B型、C型蒸汽胶管耐蒸汽性能指标

性 能 指 标	试 验 条 件	
	蒸汽压力, MPa(kgf/cm ²)/h	
	B 型	C 型
	0.54~0.64 / 166~168 (5.5~6.5)	0.93~1.03 / 166~168 (9.5~10.5)
爆破压力的最大降低率, %	50	20
内胶扯断伸长率的最大降低率, %	50	50
内胶蒸汽处理后的最小扯断伸长率, %	150	150
内胶最大硬度(邵尔)增加值	10	10

注: 1. B型、C型蒸汽胶管的内胶层与骨架层,各骨架层之间,骨架层与外胶层间的粘附强度不应小于2.00kN/m(2.04kgf/cm)。
2. 经蒸汽老化后的胶管内胶层和外胶层均不应有龟裂、气泡或爆破点。
3. 胶管耐蒸汽性能试验,按GB7548—87的有关规定方法进行。
4. 上述指标摘自GB7548—87。

C 型：最大工作压力为0.98MPa(10kgf/cm²)，
相当于温度为180℃。

4. 物理机械性能

- (1) A 型蒸汽胶管的物理机械性能指标列于表2-2-7。
- (2) B 型、C 型蒸汽胶管耐蒸汽性能指标列于表2-2-8。

五、输 油 胶 管

1. 适用范围

此类胶管适于在正压条件下输送汽油、煤油、柴油、机油及其它矿物油类之用。使用温度范围：环境温度为-20~45℃；输送介质温度为不高于45℃。

2. 规格尺寸、胶层厚度和工作压力

输油胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力列于表2-2-9。

表 2-2-9 输油胶管的规格尺寸、胶层厚度和工作压力

内径, mm		胶层厚度, mm≥		工作压力, MPa(kgf/cm ²)	胶管长度及公差
公称尺寸	公差	内胶层	外胶层		
13	±0.8	1.8	1.2	0.5(5) 0.7(7) 0.98(10)	1.胶管长度由使用方提出, 经制造方同意确定; 2.长度公差: 长度在10m以上者为胶管全长的±1%; 长度在10m和10m以下者为胶管全长的±1.5%
16	±0.8	1.8	1.2	0.5(5) 0.7(7) 0.98(10)	
19	±0.8	2.0	1.2	0.5(5) 0.7(7) 0.98(10)	
22	±0.8	2.0	1.2	0.5(5) 0.7(7) 0.98(10)	
25	±0.8	2.3	1.5	0.5(5) 0.7(7) 0.98(10)	
32	±1.2	2.3	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	
38	±1.2	2.5	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	
45	±1.2	2.5	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	
51	±1.2	2.5	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	
64	±1.5	2.5	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	
76	±1.5	2.5	1.5	0.3(3) 0.5(5) 0.7(7)	

- 注: 1. 表中未列入的规格, 可根据使用方要求与制造方协商确定。
2. 上述指标数据摘自HG4—761—74。

表 2-2-10 输油胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目			指 标	
			内 胶 层	外 胶 层
拉伸强度, MPa(kgf/cm ²)			≥	5.9(60) 5.9(60)
扯断伸长率, %			≥	250 300
耐油增重(常温120号溶剂汽油, 24h), %			≤	15 25
热空气老化 (70℃, 48h)	拉伸强度降低率, %	≤	15	15
	扯断伸长率降低率, %	≤	25	25
粘附强度	各胶层与骨架层间, kN/m(kgf/cm)	≥	1.3(1.3)	
	各骨架层之间, kN/m(kgf/cm)	≥	1.5(1.5)	

- 注: 1. 胶管物理机械性能试验, 可按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。
2. 上述指标摘自HG4—761—74。

3. 物理机械性能

输油胶管的物理机械性能指标列于表2-2-10。

六、吸水胶管

1. 适用范围

此类胶管适于在负压条件下吸水用。使用温度范围：环境温度为-20~45℃；介质温度为不高于45℃。

2. 规格尺寸和胶层厚度

吸水胶管的规格尺寸和胶层厚度列于表2-2-11。

表 2-2-11 吸水胶管的规格尺寸和胶层厚度

内径, mm		胶层厚度, mm≥		管头长度, mm		内径, mm		胶层厚度, mm≥		管头长度, mm	
公称尺寸	公差	内胶层	外胶层	尺寸	公差	公称尺寸	公差	内胶层	外胶层	尺寸	公差
25	±0.8	1.2	1.0	75	±10	89	±1.5	1.5	1.0	100	±15
32	±1.2	1.2	1.0	75	±10	102	±2.0	1.5	1.2	125	±20
38	±1.2	1.2	1.0	75	±10	127	±2.0	1.5	1.2	125	±20
45	±1.2	1.2	1.0	75	±10	152	±2.0	1.8	1.2	150	±20
51	±1.2	1.2	1.0	100	±15	203	±2.5	1.8	1.2	200	±25
64	±1.5	1.2	1.0	100	±15	254	±2.5	1.8	1.2	200	±25
76	±1.5	1.5	1.0	100	±15	305	±3.0	1.8	1.2	250	±30

注：1. 胶管长度由使用方提出，经制造方同意确定；长度公差为胶管全长的±1.5%。
2. 表中未列入的规格，可根据供需双方协商解决。
3. 上述指标数据摘自GB1188—81。

3. 物理机械性能

吸水胶管的各项物理机械性能指标列于表2-2-12。

表 2-2-12 吸水胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目			指 标	
			内 胶 层	外 胶 层
拉伸强度, MPa(kgf/cm²)			≥	4.9(50) 5.9(60)
扯断伸长率, %			≥	250 300
热空气老化 (70, 72h)	拉伸强度变化率, %		+25~-25	
	扯断伸长率变化率, %		+10~-30	
粘附强度	各胶层与布层间, kN/m(kgf/cm)		≥	1.5(1.5)
	各布层之间, kN/m(kgf/cm)		≥	1.5(1.5)

注：1. 胶管物理机械性能试验，按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。
2. 上述指标摘自GB1188—81。

4. 真空试验要求

吸水胶管在进行80.0kPa(600mmHg)真空度的抽空试验时，不得有吸扁、脱层及其它异常现象。

胶管的真空试验，可按HG4—1201—79“胶管试验方法”的有关规定进行。

七、钢丝编织液压胶管

1. 适用范围

此类胶管适于输送普通液压油（如矿物油、水基液压油）及水，作液压传递系统用。使用温度范围为-40~100℃。

2. 规格尺寸

（1）胶管内径 钢丝编织液压胶管的内径及允许实际尺寸列于表2-2-13。

表 2-2-13 钢丝编织液压胶管的内径及允许实际尺寸

公称内径 mm	允许实际尺寸, mm		公称内径 mm	允许实际尺寸, mm		公称内径 mm	允许实际尺寸, mm	
	最 小	最 大		最 小	最 大		最 小	最 大
5	4.5	5.4	12.5	12.3	13.5	25	25	26.4
6.3	6.1	6.9	16	15.4	16.7	31.5	31.3	33.0
8	7.7	8.5	19	18.6	19.8	38	37.7	39.3
10	9.3	10.1	22	21.8	23.0	51	50.4	62.0

注：1. 上表中未列入的规格，可通过使用方与制造方协商解决。
2. 上列内容摘自GB3683—83。

（2）胶管外径 钢丝编织液压胶管的骨架层外径、胶管外径及其允许实际尺寸列于表2-2-14。

表 2-2-14 钢丝编织液压胶管的骨架层外径、胶管外径及其允许尺寸

单位：mm

公称 内径	I 型				II 型				III 型			
	骨架层外径		胶管外径		骨架层外径		胶管外径		骨架层外径		胶管外径	
	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
5	8.9	10.1	11.9	14.1	10.6	11.7	13.6	15.7	12.4	13.5	15.4	17.5
6.3	10.6	11.7	13.6	16.7	12.1	13.3	15.1	17.3	13.9	15.1	16.9	19.1
8	12.1	13.3	15.1	17.3	13.7	14.9	16.7	18.9	15.5	16.7	18.5	20.7
10	14.5	15.7	17.5	19.7	16.1	17.3	19.1	21.3	17.9	19.1	20.9	23.1
12.5	17.5	19.1	20.5	23.1	19.1	20.7	22.1	24.7	20.9	22.5	23.9	26.5
16	20.6	22.2	23.6	26.2	22.2	23.8	25.2	27.8	24.0	25.6	27.0	29.6
19	24.6	26.2	27.6	30.2	26.2	27.8	29.2	31.8	28.0	29.6	31.0	33.6
22	27.8	29.4	30.8	33.4	29.4	31.0	32.4	35.0	31.2	32.8	34.2	36.8
25	31.2	33.0	35.2	38.0	33.0	34.8	37.0	39.8	34.8	36.6	38.8	41.6
31.5	37.7	39.7	41.7	44.7	39.5	41.5	43.5	46.5	41.3	43.3	45.3	48.3
38	44.1	46.1	48.1	51.1	45.9	47.9	49.9	52.9	—	—	—	—
51	57.0	59.0	61.0	64.0	58.8	60.8	62.8	65.8	—	—	—	—

注：1. I型为一层钢丝编织；II型为两层钢丝编织；III型为三层钢丝编织。
2. 上列内容摘自GB3683—83。

（3）胶管同心度偏差 钢丝编织液压胶管的同心度偏差值列于表2-2-15。

3. 工作压力

不同规格钢丝编织液压胶管的工作压力应符合表2-2-16规定。

表 2-2-15 钢丝编织液压胶管的同心度偏差值

公称内径, mm	管壁厚度差, mm	内胶层加骨架层厚度差, mm
≤ 6.3	0.8	0.5
≤ 19	1.0	0.7
> 19	1.3	0.9

注: 1. 长度及长度公差: 管长度由使用方提出, 经制造方同意确定; 长度公差为规定长度的 $\pm 1\%$ 或 $\pm 3\text{mm}$ 。
2. 上列内容摘自GB3683—83。

表 2-2-16 不同规格钢丝编织液压胶管的工作压力

公称内径 mm	工作压力, MPa(kgf/cm ²)			公称内径 mm	工作压力, MPa(kgf/cm ²)		
	I 型	II 型	III 型		I 型	II 型	III 型
5	20.6(210)	36.3(370)	44.2(450)	19	8.8(90)	15.7(160)	17.7(180)
6.3	19.6(200)	34.3(350)	39.2(400)	22	7.9(80)	13.7(140)	15.7(160)
8	17.2(175)	29.4(300)	32.4(330)	25	6.9(70)	12.8(130)	14.7(150)
10	15.7(160)	27.5(280)	30.4(310)	31.5	4.3(44)	10.8(110)	11.8(120)
12.5	13.7(140)	24.5(250)	26.5(270)	38	3.4(35)	8.8(90)	—
16	10.3(105)	19.6(200)	21.6(220)	51	2.6(26)	7.9(80)	—

注: 1. I 型为一层钢丝编织; II 型为两层钢丝编织; III 型为三层钢丝编织。
2. 对特殊要求者, 可由使用方与制造方协商确定。
3. 上列内容摘自GB3683—83。

4. 最小弯曲半径及长度变化

钢丝编织液压胶管在工作压力下的最小弯曲半径及长度变化应符合表2-2-17规定。

表 2-2-17 钢丝编织液压胶管在工作压力下的最小弯曲半径及长度变化

公称内径 mm	最小弯曲半径, mm			长度变化 %	公称内径 mm	最小弯曲半径, mm			长度变化 %
	I 型	II 型	III 型			I 型	II 型	III 型	
5	90	90	90	0 -6	19	240	240	240	+2 -4
6.5	100	100	100	0 -6	22	280	280	280	+2 -4
8	115	115	115	0 -4	25	300	300	300	+2 -4
10	130	130	130	+2 -4	31.5	420	420	420	+2 -4
12.5	180	180	180	+2 -4	38	500	500	500	+2 -4
16	205	205	205	+2 -4	51	630	630	630	+2 -4

注: 1. I 型为一层钢丝编织; II 型为两层钢丝编织; III 型为三层钢丝编织。
2. 上列内容摘自GB3683—83。

5. 低温弯曲性能

胶管在 $-40\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度下, 按GB3683—83规定的条件进行低温弯曲试验后, 恢复至室温, 再按 2 倍的工作压力进行静压试验时, 应无龟裂、渗漏及其它异常现象。

6. 耐油性能

胶管用的内、外层胶料试样，浸入1号或3号标准油中，温度为100℃经72小时，其体积变化率应在-15~+100%的范围内。

八、普通纯胶管

1. 适用范围

此类胶管适于在常压条件下输送水及空气之用。使用温度范围：环境温度为-5~45℃；输送介质温度为不高于45℃。

2. 规格尺寸和胶层厚度

普通纯胶管的规格尺寸和胶层厚度列于表2-2-18。

表 2-2-18 普通纯胶管的规格尺寸和胶层厚度

内径, mm		胶层厚度, mm		胶 管 长 度
公称尺寸	公 差	标 准	公 差	
3	±0.3	1.5	±0.2	最小长度为6m
5	±0.3	1.5	±0.2	
6	±0.3	1.5	±0.2	
8	±0.5	2.0	±0.2	
10	±0.5	2.0	±0.2	
13	±0.8	2.5	±0.3	
16	±0.8	2.5	±0.3	
19	±0.8	3.5	±0.3	
22	±0.8	3.5	±0.4	
25	±0.8	3.5	±0.4	
32	±1.2	4.5	±0.4	
38	±1.2	4.5	±0.4	

注: 1. 表中未列入的规格, 可由使用方与制造方协商解决。
2. 上列指标数据摘自HG4-404-82。

3. 物理机械性能

普通纯胶管的物理机械性能指标列于表2-2-19。

表 2-2-19 普通纯胶管的物理机械性能指标

性 能 项 目		指 标
拉伸强度, MPa(kgf/cm²)	>	4.9(50)
扯断伸长率, %	>	250
热空气老化	拉伸强度变化率, %	+25~-25
(70℃, 72h)	扯断伸长率变化率, %	+10~-30
硬度(邵尔A)		65~80

注: 1. 内径19mm和19mm以下的纯胶管不做成成品物理机械性能试验, 可用相应的胶料半成品性能代替。
2. 胶管物理机械性能试验, 可参照HG4-1201-79胶管试验方法”的有关规定进行。
3. 上列指标数据摘自HG4-404-82。

九、常用胶管的耐压要求

常用胶管的耐压试验及压力安全系数要求列于表2-2-20。

表 2-2-20 常用胶管的耐压试验及压力安全系数

胶管类型	试验压力要求	压力安全系数
空气胶管	在 2 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 4 倍
输水胶管	在 1.5 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 3 倍
输稀酸(碱)胶管	在 2 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 4 倍
蒸汽胶管	在 4 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有渗水、局部鼓起、局部膨胀及其它异常现象	不低于工作压力的 10 倍
输油胶管	在 3 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 4 倍
钢丝编织液压胶管	在 2 倍规定的工作压力下进行静压试验时, 应无损坏	不低于工作压力的 4 倍
氧气胶管	在 2 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 4 倍
乙炔胶管	在 1.5 倍规定的工作压力下进行水压试验时, 不应有漏水、局部凸起及其它异常现象	不低于工作压力的 3 倍

注: 1. 上述各种胶管不论采用何种骨架层结构, 其试验压力要求及压力安全系数均应达到表列规定。

2. 上列各种胶管的耐压试验及压力安全系数要求, 分别摘自 GB1186—81 (空气胶管); GB1187—81 (输水胶管); GB2652—81 (输稀酸、碱胶管); GB7548—87—(蒸汽胶管); HG4—761—74 (输油胶管); GB3683—83 (钢丝编织液压胶管); GB2550—81 (氧气胶管); GB2551—81 (乙炔胶管)。

3. 表中未列的胶管, 可按具体品种的产品标准执行。

第三章 胶管骨架材料

胶管骨架材料主要有线材和织物两大类。其中线材又有纤维线材和金属线材之分；织物有帆布和帘布等。

根据胶管的不同用途和结构，将选用不同的骨架材料。

第一节 骨架材料的作用、要求和基本性能

一、骨架材料在胶管中的作用

作为胶管用的骨架材料，其作用主要是提高胶管的强度和刚度。根据胶管的不同结构，其骨架材料具有不同的作用。如夹布胶管结构中的帆布，以及编织胶管或缠绕胶管结构中的线材，使胶管在输送介质或压力传递过程中，具有相应的承压作用；吸引胶管结构中的金属螺旋线（包括织物层），则使胶管在负压状态下抽吸物料时，保持良好的支撑作用。也有的胶管在使用中管体需要较高的拉伸强度，这对骨架材料就起着更为重要的作用。

为此，对增强胶管而言，骨架材料是管体结构的重要组成部分。

二、胶管用骨架材料的要求

胶管的用途极为广泛，性能要求也各有不同，因此，对不同用途和结构的胶管，需选取相应特性的骨架材料。一般来说，对胶管用的骨架材料，应满足如下一些要求。

1. 具有足够的强度

在胶管结构中，可认为，其耐压强度主要由骨架层承担。因此，尽可能提高材料的固有强力，将有利于减少结构层次，提高胶管性能。

2. 耐疲劳性能好，模数高

胶管的最大特点是具有优越的可挠性，提高胶管耐屈挠疲劳性能与骨架材料耐疲劳程度关系非常密切。因此，胶管用骨架材料必须具备较好的耐疲劳性和高模量特性。

3. 伸长率要小

由于骨架材料（线材或织物）的伸长，往往会使胶管在承压状态下产生扩张变形（结构因素除外），这对液压传递或计量输送介质的胶管尤为重要。

4. 高温稳定性

如果骨架材料在高温条件下产生收缩变形或强度降低等，则会对胶管的性能产生不利的影响，以致影响其使用寿命。因此，胶管用骨架材料应能在高温下保持稳定的性能。

5. 对输送介质的抗耐性

对于输送腐蚀性介质的胶管，除了直接接触腐蚀性介质的胶层具有相应的抗耐特性外，作为骨架材料，也需有一定的耐腐蚀性，否则也将影响胶管的使用性能。

6. 对橡胶的粘合性能要好

要使胶管的整体结构紧密，除了胶料配合和制造工艺之外，骨架材料对各胶层部件的粘

表 2-3-7 胶管常用(纤维)骨架材料的基本性能

项 目	材 料 品 种	棉 纤 维	粘 胶 纤 维 (强力人造丝)	锦 纶 6	锦 纶 66	涤 纶	维 纶	玻 璃 纤 维
断裂强度, N/den(gf/den)	干 态	0.025~0.041 (2.6~4.2)	0.033~0.051 (3.4~5.2)	0.063~0.093 (6.4~9.5)	0.058~0.093 (5.9~9.5)	0.062~0.088 (6.3~9.0)	0.059~0.093 (6.0~9.5)	0.064~0.15 (6.5~15)
	湿 态	0.032~0.063 (3.3~6.4)	0.024~0.040 (2.5~4.1)	0.058~0.078 (5.9~8.0)	0.050~0.078 (5.1~8.0)	0.062~0.088 (6.3~9.0)	0.049~0.084 (5.0~8.5)	—
断裂延伸率, %	干 态	7~8	7~15	16~25	15~22	7~17	8~22	3~5
	湿 态	7~17	20~30	20~30	20~23	7~17	8~26	—
相对结节强度, %		90~100	40~60	60~70	60~70	80	40~50	12~25
初始模数, N/den(gf/den)		0.67~0.91 (68~93)	1.0~1.57 (110~160)	0.26~0.49 (27~50)	0.39~0.59 (40~60)	0.88~1.57 (90~160)	0.89~2.45 (70~250)	2.16 (220)
相对密度		1.54	1.50~1.52	1.14	1.14	1.38	1.26~1.30	2.52~2.56
吸湿率, %		8.5	11.0	4.5	4.5	0.4	3.0~5.0	0
耐热性	软化温度, °C		120°C以上强度 开始下降	180	230~235	238~240	220~230	300°C×24h后 强力下降20%
	熔融温度, °C			215~220	250~260	255~260		
	分解温度, °C	150	260~300					
耐疲劳性		可	可	优	优	良~优	可	次
耐冲击		劣~次	可	优	优	良~优	可	次
耐酸性		劣~次	劣~次	次	次	良~优	可~良	良~优
耐碱性		良	次	良	良	良	良	可
耐磨性		次	次	优	优	良	良	劣
耐候性		良	良	长期光照下易发黄, 强度下降				优
耐蛀, 抗菌		次	抗虫蛀, 不耐菌蚀	优	优	优	优	优
与橡胶粘着		优	可~良	可~良	可~良	次	良~优	次~可

合性能也很重要。因此，骨架材料应对橡胶具有良好的粘合性能。

7. 成本低廉

骨架材料除了能满足上述特性要求之外，还需考虑价格低廉，这对材料的广泛应用具有一定的现实意义。

事实上，要完全满足上述特性的材料是不大可能的，但可以根据胶管的结构特点和具体使用要求，尽力选定较为适宜的骨架材料。

三、胶管用骨架的材质及其基本性能

胶管用骨架的材质主要有纤维材料和金属材料。其中纤维材料有天然纤维和化学纤维之分；金属材料有钢丝和其它金属线材。

1. 纤维材料

(1) 天然纤维 用于胶管的天然纤维主要有棉纤维、麻纤维，以及玻璃纤维和石棉纤维等。

(2) 化学纤维 常用的化学纤维有粘胶纤维（强力人造丝）、维纶（聚乙烯醇）纤维、涤纶（聚酯）纤维、锦纶（聚酰胺）纤维等。

2. 金属材料

胶管中最常用的金属骨架材料有钢丝（或钢丝绳）、不锈钢丝、铁丝、铝丝以及其它金属线材。

此外，用于胶管组合体（总成）的有钢、铁、铜等多种金属材料。

3. 几种骨架材料的基本性能

胶管用几种骨架材料的基本性能列于表2-3-1。

第二节 常用骨架材料的品种和性能

一、帆 布

胶管用帆布的组织结构有平纹、斜纹和方平等多种形式。其中较为常用的为平纹结构，其经线和纬线一般都呈 90° 交织的，由于平纹结构具有较高的强密比，因此，其织物比斜纹结构具有较大的强度。

1. 质量要求

对帆布织物总的性能要求是：强力高、伸长小、布层薄、重量轻、密度均匀和质地柔软，并具有良好的屈挠疲劳性能和工艺性能。

由于帆布在压延（擦、贴胶）过程中，会使其经、纬线的拉伸强度和伸长率发生变化，因此，原帆布结构的经、纬向强力和伸长率不尽相同，一般是纬向的强力和密度略大于经向；而断裂伸长率经向大于纬向。这样，可使压延后的胶布经、纬向强伸性能基本趋于一致。

对帆布的质量控制，除了必须达到规定的物理机械性能指标外，还需注意外观缺陷，例如，断经错经、跳线脱纬、布边松紧不一等都会影响产品质量。

2. 帆布品种

用于胶管的帆布，根据材质不同可分为棉帆布、化纤帆布和玻纤布等多种。

(1) 棉帆布 棉帆布是较为传统的胶管骨架材料，其主要特点是加工方便、与橡胶粘

表 2-3-2 胶管常用棉帆布规格和性能指标

编号	幅宽, cm	匹长 m	纱号×股 (英制支数×股)		密度, 根/10cm		断裂强度 kN/5×20cm (kg/5×20cm)≥		断裂伸长率, %			厚度 mm	干重 g/m ²	回潮率 %	
			经	纬	经	纬	经向	纬向	经 向		公 差				
									标准	公差					
203A	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×8(21/8)	28×8(21/8)	100±3	105±4	1.57 (160)	1.77 (180)	34	±3	14	±3	1.05±0.10	490±20	8.0
203B	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×8(21/8)	28×8(21/8)	98±3	102±4	1.47 (150)	1.67 (170)	20	±3	14	±3	1.02±0.10	480±20	8.0
206	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×6(21/6)	28×6(21/6)	115±3	120±4	1.37 (140)	1.52 (155)	31	±3	16	±3	0.92±0.09	420±20	8.0
207A	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×5(21/5)	28×5(21/5)	116±3	120±4	1.08 (110)	1.18 (120)	30	±3	15	±3	0.82±0.07	340±20	8.0
208	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×5(21/5)	28×5(21/5)	114±3	116±4	1.03 (105)	1.13 (115)	27	±3	17	±3	0.80±0.07	320±20	8.0
211	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×4(21/4)	28×4(21/4)	134±3	126±4	0.981 (100)	1.03 (105)	26	±3	16	±3	0.75±0.07	320±20	8.0
212	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×4(21/4)	28×4(21/4)	122±3	132±4	0.88 (90)	1.08 (110)	24	±3	15	±3	0.75±0.07	270±20	8.0
215	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×3(21/3)	28×3(21/3)	150±4	160±4	0.83 (85)	0.88 (90)	25	±3	14	±3	0.68±0.05	265±20	8.0
216	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×3(21/3)	28×3(21/3)	136±3	126±4	0.64 (65)	0.69 (70)	17	±3	13	±3	0.65±0.05	220±20	8.0
217	81, 91.5, 100, 120, 132±1	100±5	28×2(21/2)	28×2(21/2)	163±4	170±5	0.49 (50)	0.59 (60)	14	±3	13	±3	0.50±0.05	185±20	8.0

注: 1. 系列数据摘自GB29021—82

注: 1. 表列数据摘自GB29021—82。
2. 由于压延后的胶布帘向强度与经向强度基本相等, 因此在计算胶管耐压强度时的K_B值可按经向强度选取。

着较容易，货源比较充沛，但由于棉织物本身的强度较之化纤织物低，故用棉帆布制成的胶管显得管壁厚、管体重、弯曲性能差。

随着化纤织物的不断开发应用，棉帆布的用量将渐趋减少。

胶管常用的棉帆布规格和性能列于表2-3-2。

(2) 化纤帆布 与棉帆布相比，化纤帆布具有强度大、布层薄，以及耐腐蚀、耐疲劳等特点，因此，用化纤帆布的胶管，比棉帆布结构的同类型胶管承压强度高、管体轻、弯曲性能好。

化纤帆布的主要品种有维纶、锦纶和涤纶等多种，其中维纶（或维棉混纺）帆布在胶管中使用更为广泛。

维纶帆布具有质轻、强度高、耐磨、耐光，以及耐化学腐蚀等优点。此外，维纶的资源也很丰富。

维纶帆布与橡胶的粘合性能虽然不如棉帆布，但通过胶粘剂处理后，可以得到满意的效果。

由于维纶纤维的湿热性能较差（在湿热下易树脂化），因此，胶管在制造过程中要避免维纶纤维与直接蒸汽接触。胶管用维纶帆布的规格性能列于表2-3-3。

表 2-3-3 胶管用（部分）维纶帆布规格和性能

帆布规格	性能	维棉比例	织物厚度	单位布重	密度, 根/10cm		断裂强度 kN/5cm(kgf/5cm)		断裂伸长率, %		吸湿率 %
		(维:棉)	mm	g/m ²	经 向	纬 向	经 向	纬 向	经 向	纬 向	
34N/2×2		维100	0.33		213	228	0.60 (70)	0.78 (80)	20	16	3.0/5.0
34N/3×3		维100	0.50		130	132	0.83 (85)	0.93 (95)	20	17	3.0/5.0
34N/5×5		维100	0.55		112	118	1.18 (120)	1.27 (130)	25	20	3.0/5.0
36N/4×4		50:50	0.70	279.8	118	118	1.34 (137)	1.35 (138)	27	19	6.14
36N/5×5		40:60	0.83	390.1	117.8	124.4	1.381 (140.8)	1.524 (155.4)	35.4	18.3	5.86/4.7
36N/5×5		60:40	0.81	379.2	115.3	121.7	1.507 (153.7)	1.64 (167)	38.2	25.5	5.91/5.5
36N/5×5		75:25	0.79	364.2	117.6	118.4	1.483 (151.2)	1.612 (164.4)	35.2	23.5	4.44/3.6
36N/8×8		40:60	0.91	529.2			2.140 (218.2)	2.360 (240.7)	36.6	17.8	6.13/5.1

表 2-3-4 胶管用（部分）玻纤坯布规格和性能

牌 号	纱号×股 (公制支数/股)		单丝纤维直径 μm	厚度 mm	宽度 cm	布重 g/m ²	密度, 根/cm		断裂强度, kN/ 2.5cm(kgf/2.5cm)		组织	匹长 m
	经	纬					经向	纬向	经向	纬向		
中碱布 —270	22×6 (45/6)	22×6 (45/6)	8	0.27±0.03	90±1.5	280±30	10±1	10±1	0.981 (100)	0.981 (100)	平纹	>95

(3) 玻璃纤维布 基于玻璃纤维具有高强度、低伸长，以及耐高温、耐腐蚀等优异特性，故玻纤织物多用于强度高、变形小、耐热、耐腐蚀的胶管中。但由于这种织物的曲折疲

劳性能较差，从而在胶管中的使用领域受到了一定限制，目前，玻纤布除了用于耐热，耐腐蚀的胶管外，还在弯曲要求不高的普通吸引胶管和一般用途的夹布胶管中使用。

用于胶管的玻纤布一般都经脱蜡、表面处理后再加工而成。

胶管用的玻纤坯布规格和性能列于表2-3-4。

二、帘 布

帘布主要是利用其经线（帘线）的强度，按理想角度呈螺旋状缠绕于管坯上，采用帘布制成的胶管，具有承压强度高、屈挠性能好，以及耐疲劳等优点，而且可以充分利用材料的强度。

帘布织物主要使用于口径较大、承压要求较高的胶管。

胶管用帘布的结构是由经线（帘线）和纬线（纱）纵横交织而成，其中纬线只是用来连接和保护经线在帘布中的均匀排列（密度）。根据帘布的这一特点，在帘布缠绕结构的胶管

表 2-3-5 胶管用（部分）棉帘布规格和性能

编 号	经线组织 (号×股×股)	经线捻向	经线每米捻度		纬纱号数	密度,根/10cm		幅宽,cm
			初 捻	复 捻		经 向	纬 向	
特1088	27×5×3	ZZS	800以上	400以上	27或28	88^{+1}_{-2}	8 ± 1	91.5 130+3 140-1 147
1098	27×5×3	ZZS	700以上	350以上	27或28	98^{+1}_{-2}	6 ± 1 8 ± 1	91.5 130+3 140-1 147
1070	27×5×3	ZZS	700以上	350以上	27或28	70^{+1}_{-2}	8 ± 1 10 ± 1	91.5 130-3 140-1 147
1046	27×5×3	ZZS	700以上	350以上	27或28	46^{+1}_{-2}	12 ± 1 16 ± 1	91.5 130+3 140-1 147

编号	总经根数	匹长,m	帘线扯断强度, N/根 (kgf/根) ≥	帘线扯断伸长率, %	强力不均率, %≤	扯断伸长不均率 %≤	帘线直径 mm	初捻捻度 m	复捻捻度 m	14N(4.5kgf)定荷伸长率, %
特1088	$\begin{smallmatrix} 806 & 1232 \\ 1144 & 1294 \end{smallmatrix} \pm 2$	180±3	98.1 (10.0)	14.0±1.5	4.0	6.0	0.80±0.04	800以上	400以上	
1098	$\begin{smallmatrix} 898 & 1372 \\ 1274 & 1442 \end{smallmatrix} \pm 2$	180±3	98.1 (10.0)	14.0±1.5	4.0	6.0	0.80±0.04	700以上	350以上	7.0±1
1070	$\begin{smallmatrix} 642 & 980 \\ 910 & 1030 \end{smallmatrix} \pm 2$	180±3	98.1 (10.0)	14.0±1.5	4.0	6.0	0.81±0.04	700以上	350以上	7.0±1
1046	$\begin{smallmatrix} 422 & 644 \\ 598 & 676 \end{smallmatrix} \pm 2$	180±3	98.1 (10.0)	14.0±1.5	4.0	6.0	0.81±0.04	700以上	350以上	7.0±1

注：上述数据摘自GB330—81。

中，其承受的内压负荷几乎全部由帘布的经线承担，因此，缠绕一层帘布只能提供胶管单方向的强度，为了使胶管结构平衡，帘布缠绕层数必须为偶数结构，且相邻层的缠绕方向相反。

1. 质量要求

用于胶管的帘布，应具有强度高、耐疲劳、延伸率小、热稳定性好，以及耐老化、易加工等性能。

不同品种的帘布，除了达到规定的各项物理机械性能之外，还需注意帘布密度是否均匀，以及有无污染受损等外观质量问题。

2. 帘布品种

胶管常用的帘布品种有棉帘布和化纤帘布，其中化纤帘布有粘胶帘布、锦纶帘布、涤纶帘布和维纶帘布等。

（1）棉帘布 由于棉帘布的加工比较方便，且与橡胶的粘附性较好，因此在胶管中使用较早。但由于其强度、耐热性、耐化学腐蚀性等都不如化纤帘布，故使用量已日趋减少。

胶管用棉帘布的规格和性能列于表2-3-5。

（2）粘胶帘布 与棉帘布相比，粘胶帘布具有强度高、尺寸稳定性和耐热性好等优点，且与橡胶的粘附性较好，故已在胶管中得到较为广泛的使用。

但由于粘胶帘布的湿强度较低，因此，粘胶帘布在使用过程中应严格控制含水量，一般应不超过2%。

胶管用粘胶帘布的规格和性能列于表2-3-6。

表 2-3-6 胶管用（部分）粘胶帘布规格和性能

帘 布 规 格			帘子线物理指标		
项 目	V_1	V_2	项 目	1650den/2	1650den/3
经密，根/10cm	98 ± 1.5^{①}	70 ± 1.5	绝干断裂强度，N(kgf)≥	147(15.0)	226(23.0)
纬密，根/10cm	8 ± 1	10 ± 1	绝干44N(4.5kgf)定伸，%	3.0 ± 0.5	1.8 ± 0.8
			绝干断裂伸长，%	13.0 ± 1.0	13.0 ± 1.5
棉纱支数，支	21	21	H抽出力，N(kgf)	98.1(10.0)	118(12.0)
幅宽，cm	90~140	90~140	帘线直径，mm	0.68 ± 0.03	0.81 ± 0.05

① 三股帘线帘子布 V_1 经密为 $(90 \sim 92) \pm 1.5$ 根/10cm。

（3）锦纶帘布 由于锦纶帘线的强度较高，且具有较好的耐疲劳性能，故常用于制造口径较大、耐压强度较高、耐屈挠的胶管。

胶管用锦纶帘布的规格、结构和性能列于表2-3-7。

（4）涤纶帘布 涤纶帘布的特点是热稳定性好，延伸率较低，尺寸稳定性好，其屈挠性能介于锦纶和粘胶线之间。但涤纶与橡胶的粘合不如其它纤维容易，故尚未得到广泛的使用。

涤纶帘布的规格结构和性能列于表2-3-8。

表 2-3-7 胶管用锦纶帘布（部分）规格性能

规格结构	性能 帘线直径 mm	捻度, 捻/25mm		帘线强度 N/根(kgf/根)	44N(4.5kgf) 延伸率, %	断裂伸长 %
		初捻	复捻			
420den/2	0.39	117	117	73(7.5)	10.8	21.3
490den/2	0.46	118	123	104(10.6)	10.2	23.7
840den/2	0.50	121	122	138(13.9)	12.8	28.5

表 2-3-8 涤纶帘布的规格、结构和性能

规格结构	性能 帘线直径 mm	捻度, 捻/10cm		帘线强度 N/根(kgf/根)	断裂伸长 %	44N(4.5kgf) 延伸率, %	幅宽 cm	长度 m
		初捻	复捻					
1000den/2	0.56±0.02	49.5±1.5	49.5±1.5	132(13.5) (最低平均值)	15.5±1	4.5±0.5	130±2	1000±10
1000den/2	0.68±0.03	41.5±1.5	38.0±1.5	191(19.5) (最低平均值)	16.7	4.5±0.5	130±2	1000±10

（5）维纶帘布 维纶帘布在标准状态下的强度较高，且其耐候性、耐腐蚀性能优良，初始模数比锦纶高，唯其耐湿热性能较差，故在使用过程中，应避免与直接蒸汽接触。经浸胶处理的维纶帘布，含水量应控制在1%以下，并随即采取密封包装，以免受潮。

维纶帘布的规格结构和性能列于表2-3-9。

表 2-3-9 维纶帘布的规格、结构和性能

规格结构	性能	密度	帘线捻度	帘线强度	断裂伸长率	帘布厚度	干重
		根/10cm	捻/m	N/根(kgf/根)	%	mm	g/m ²
支数/股数	经向 17N/3×3	70	280/200	157(16.0)	18	1.0	430
	纬向 17N/棉1	10					

三、纤维线

纤维线是胶管中使用较为普遍的骨架材料，它与帆布、帘布相比，使用方便，加工简单。

采用纤维线编织（或缠绕）的胶管，与夹布结构的胶管比较，具有管体轻便柔软，承压强度较高，以及弯曲性能好等优点；同时，线材的强度可得到充分利用。

1. 对纤维线的质量要求

作为胶管骨架材料的纤维线，其主要性能要求是：强度高、伸长小、线径（粗度）细、捻度均匀、热稳定性好，以及耐弯曲疲劳性能优良。

此外，从外观上还需注意线的粗细均匀、表面不受污染等质量要求。

2. 纤维线品种

胶管中常用的纤维线有棉线和化纤线。其中化纤线有粘胶线（人造丝）、维纶线、锦纶

线、涤纶线和玻纤线。

随着化纤工业的发展,并由于化纤线材具有强度高、耐化学腐蚀性能好等优点,以及货源充沛,故化纤线材在胶管中的应用将日趋广泛。

(1) 棉线 用于胶管的棉线通常都是由多股纱线捻合加工而成的。由于棉线的加工比较方便,且与橡胶的粘合较好,因此在中、低压纤维编织(或缠绕)胶管中使用较为普遍,缺点是强度不如化纤线。

胶管常用的棉线规格、结构和性能列于表2-3-10。

表 2-3-10 胶管常用棉线的规格、结构和性能

规格结构	性能	线 径 mm	捻度, 捻/m		断裂强力 N/根(kgf/根)≥	断裂伸长率 %≤
			初捻	复捻		
36N/2×3		0.46±0.04	480~520	280~300	29(3.0)	10
36N/3×3		0.60±0.04	360~400	220~260	47(4.8)	10
36N/5×3		0.78±0.04	320~360	200~240	78(8.0)	12
37N/4×3		0.70±0.04	650	250	78(8.0)	10
37N/5×3		0.81±0.04	710	380~400	98(10)	15.5

(2) 粘胶线 粘胶线具有强度高、延伸率小、以及耐热、耐疲劳和尺寸稳定性好等优点。与相同直径的棉线比较,其断裂强度要高得多,适合于制造一般用途的中、低压纤维编织(或缠绕)胶管。

粘胶线一般需经浸浆处理后使用,以提高与橡胶的粘着性能。

常用粘胶线的规格、结构和性能列于表2-3-11。

表 2-3-11 胶管用(部分)粘胶线的规格、结构和性能

规格结构	性能	线 径 mm	捻度, 捻/m		断裂强力 N/根(kgf/根)≥	断裂伸长率 % ≤
			初捻	复捻		
1650den/1		0.50±0.03	210±20	—	69(7)	11
1650den/1×2		0.78±0.03	200±20	185±20	137(14)	13
1650den/1×3		1.0±0.03	200±20	185±20	206(21)	13

(3) 维纶线 维纶线的综合性能优于棉线,其断裂强度可比棉线高1倍,缺点是湿热性能较差。在编织或缠绕胶管中使用,可不经特殊处理能获得良好的粘合性能。鉴于上述特性,且货源充沛,因此该线材已在胶管中广泛使用。

根据维纶线吸湿和耐湿热性能差的弱点,在使用过程中应严防线层裸露,切忌线层与直接蒸汽接触,以免产生树脂化。

常用维纶线的规格、结构和性能列于表2-3-12。

(4) 锦纶线 锦纶线具有强度高、耐疲劳性能好等优点,其综合性能优于粘胶纤维线和维纶线。但由于锦纶线的模数较低,尺寸稳定性较差,因此,不宜用于尺寸稳定要求高、管体变形要小的胶管。

常用的锦纶线规格、结构和性能列于表2-3-13。

(5) 涤纶线 涤纶线的强伸性能与锦纶线基本相似,且更具有延伸率低、尺寸稳定性好的优点,唯其粘合较其它纤维线困难。

表 2-3-12 胶管用（部分）维纶线的规格、结构和性能

规格结构	性能	线径 mm	捻度, 捻/m		断裂强度, N/根 (kgf/根)≥	断裂伸长率 %≤	回潮率 %
			初捻	复捻			
34N/1×3		0.15	250~270		34(3.5)	11	5~7
34N/1×5		0.22	230~250		64(6.5)	12	5~7
34N/3×3		0.53	200~220	390~410	108(11.0)	11	5~7
34N/5×3		0.75	320~360	200~240	142(14.5)	15	5~7

表 2-3-13 胶管用（部分）锦纶线的规格、结构和性能

规格结构	性能	线径 mm	捻度, 捻/m		断裂强度, N/根 (kgf/根)≥	10%负荷下 延伸率 %≤	断裂伸长率 %≤	150℃下收 缩率, %≤
			初捻	复捻				
840den/1/3		0.70	375±10	225±10	177(18)	3.5	18	6
840den/1/4		0.85	375±10	225±10	226(23)	3.5	18	6
840den/2/3		1.10	285±10	145±10	353(36)	5.0	18	6
840den/2/4		1.20	285±10	145±10	471(48)	5.0	18	6
840den/2/5		1.40	285±10	145±10	549(56)	5.0	18	6

常用涤纶线的规格、结构和性能列于表2-3-14。

表 2-3-14 胶管用（部分）涤纶线的规格、结构和性能

规格结构	性能	线径 mm	捻度, 捻/m		断裂强度, N/根 (kgf/根)≥	10%负荷下 延伸率, %≤	断裂伸长率 %≤	150℃下收 缩率, %≤
			初捻	复捻				
840den/1/3		0.65	300±10	185±10	118(12)	1.2	15	6
840den/1/4		0.75	375±10	225±10	157(16)	1.2	15	6
840den/2/3		1.00	285±10	145±10	245(25)	1.2	15	6
840den/2/4		1.20	285±10	145±10	333(34)	1.2	15	6
840den/2/5		1.30	285±10	145±10	412(42)	1.2	15	6

四、金属线材

用于胶管的金属线材，主要有钢丝、钢丝绳、一般碳钢丝、铁丝和不锈钢丝等。其中钢丝和钢丝绳多用于编织或缠绕结构的高压胶管；一般碳钢丝作为吸引胶管支撑骨架用，铁丝为夹布胶管或吸引胶管的铠装增强材料。

1. 对金属线材的质量要求

对胶管用金属线材总的性能要求是：强度高、韧性好、延伸率小。用于高压胶管的钢丝还应具有良好的抗脉冲疲劳性能。

此外，对金属线材的外观要求，还需注意粗细均匀（钢丝绳捻度要均匀）、表面光泽，以及无锈蚀、油污等影响质量的缺陷；对镀铜或镀锌等金属丝，其表面涂层应均匀，并不应有发毛、锈斑等现象。

2. 主要品种

（1）高强度钢丝 对编织或缠绕结构的高压和超高压胶管，其所用钢丝通常为含碳量在0.70%左右的优质高强度钢丝。其主要化学成分列于表2-3-15。

表 2-3-15 优质碳素钢（盘条）主要化学成分

元 素	最小值，%	最大值，%	元 素	最大值，%
C	0.6	0.90	Cu	0.10
Mn	0.4	0.80	Cr	0.10
Si	—	0.30	Ni	0.10
S	—	0.03	Mo	0.05
P	—	0.03	Sn	0.05

注：表列数据摘自GB4354—84。

为了增加钢丝与橡胶的结合性能，其表面还涂有铜锌（合金）镀层。镀层厚度一般为0.14~0.32μm，其中铜含量为68±4%。

钢丝表面镀层中铜含量与镀层厚度对橡胶与钢丝的粘附强度影响较大。钢丝镀层除了采用铜锌合金外，也有采用镀锌层的，其镀锌量一般为每公斤钢丝2~3g。胶管常用的增强钢丝规格和主要性能指标列于表2-3-16。

表 2-3-16 胶管常用的增强钢丝规格和主要性能指标

公称直径 mm	公 差 mm	椭圆度，mm ≤	拉伸强度，MPa ≥	扭转次数 100×d ≥	反复弯曲，次 ≥	延伸率，% ≤
0.20	±0.010	0.010	2150	35		2.0
0.25	±0.010	0.010	2150	35		2.0
0.30	±0.010	0.010	2150	30	105	2.0
0.40	±0.015	0.015	2150	30	58	2.0
0.42	±0.015	0.015	2150	30	48	2.0
0.50	±0.015	0.015	2150	30	40	2.0
0.60	±0.015	0.015	2150	25	30	2.0
0.70	±0.015	0.015	2150	25	20	2.0
0.78	±0.020	0.020	1950	24	12	2.0
0.80	±0.020	0.020	1950	24	12	2.0

注：上列数据摘自GB11182—89“橡胶软管增强用钢丝”。

（2）钢丝绳（帘线） 钢丝绳由多根高强度钢丝经捻制而成。组成钢丝绳的单丝其化学成分、表面涂层等要求与上述高强度钢丝基本相同。但要求钢丝在保持高韧性的前提下，钢丝绳应捻合均匀、不松散、无应力和平直柔软；并注意表面清洁，严防污染和锈蚀。常用钢丝绳的规格、结构和主要性能列于表2-3-17。

表 2-3-17 常用钢丝绳的规格、结构和主要性能

直径，mm	结 构	拉伸强度，kN/根(kgf/根) ≥	参考重量，g/m
0.60（镀铜）	3+9×0.15	0.49(50)	1.6
0.90（镀铜）	7×3×0.16	1.03(105)	3.4
1.20（镀铜）	7×3×0.20	1.57(160)	5.3
3.00（镀铜）	7×7×0.34	7.35(750)	39
5.10（镀铜）	7×19×0.34	21.57(2200)	103
9.00（镀铜）	7×7×7×0.33	53.94(5500)	263
0.81（镀锌）	1×7	0.71(72)	3.5
2.10（镀锌）		4.41(450)	24
3.50（镀锌）	1×19	12.25(1250)	63
4.00（镀锌）		16.18(1650)	82

(3) 一般碳钢丝 用于吸引胶管（或大口径胶管）的金属螺旋线，一般为冷拉圆形碳结构钢丝，其含碳量为0.35~0.60%。

这类钢丝的性能要求，应具有适宜的模量和强度，以及良好的韧性，以免钢丝在缠（螺旋）圈过程中发生脆断。为了防止钢丝表面锈蚀，可在加工过程中涂以防锈镀层（如经硫酸铜处理等）。常用的碳钢丝规格和性能列于表2-3-18。

表 2-3-18 常用的碳钢丝规格和主要性能

钢丝直径, mm	公差, mm	拉伸强度, MPa(kgf/mm²) ≥	弯曲, 次 不少于	钢 号
2.0	±0.06	784(80)	5	25~35
2.6	±0.06	686(70)	3	25~35
3.2	±0.08	784(80)	2	40~50
4.0	±0.08	784(80)	2	40~50
5.0	±0.08	784(80)	2	40~50

(4) 镀锌铁丝(低碳钢丝) 这类铁丝主要用作耐压夹布胶管或耐压吸引胶管的铠装增强材料。其拉伸强度和扭转次数应达到规定指标，铁丝表面的镀层需均匀，不应有裂纹、斑疤等缺陷，并保持清洁，防止锈蚀。常用的镀锌铁丝规格和主要性能列于表2-3-19。

表 2-3-19 常用的镀锌铁丝规格和主要性能

直径, mm	拉伸强度, MPa(kgf/mm²)	扭转次数(L=150)	直径, mm	拉伸强度, MPa(kgf/mm²)	扭转次数(L=150)
1.60	343~490(35~50)	37	4.00	343~490(35~50)	15
2.00	343~490(35~50)	30	5.00	343~490(35~50)	12
2.50	343~490(35~50)	24	6.00	343~490(35~50)	10
3.15	343~490(35~50)	19			

(5) 不锈钢丝 该类钢丝具有不易锈蚀的特性，故主要用于接触腐蚀性介质的胶管。但由于这种材料与普通钢丝相比价格较高，且强度又不太高，因此，通常仅用作特殊要求的胶管骨架材料（或作保护层）。

此外，根据胶管的使用条件和结构需要，还有用作传导静电的金属线材，例如铜、铝等良导线材。

在胶管骨架中，采用合成材料（如聚酰胺、聚乙烯、聚丙烯和硬质聚氯乙烯等）替代金属线材，已愈趋广泛。其特点是质轻、耐腐蚀性优异，并具有较好的抗压扁变形性能。

第四章 胶料配方

胶料在胶管的整体结构中，也是很重要的组成部分。用于胶管各部件的胶料，主要有内层胶、外层胶、中胶（缓冲胶）、擦布胶以及胶浆料等多种。

根据各种胶管的使用条件和生产工艺情况，除了采用适当的结构之外，对使用的胶料，须既能满足产品的性能要求，又能适应胶管的生产工艺，这是十分重要的前提。

第一节 制造胶管用胶料的要求

对制造胶管用的胶料，其要求是多方面的，但主要可以从胶管的使用性能和制造工艺两方面来考虑。

一、使用性能要求

由于胶管的使用条件比较复杂，甚至非常苛刻，因此，对各种胶管所用胶料的性能要求也不尽一致。现将胶管各胶层部件的一般作用和要求，以及其它使用性能要求列述如下。

（一）各胶层的一般作用和要求

1. 内层胶

内层胶是胶管结构中很关键的胶层，它直接与输送的物质接触，同时由于绝大部分胶管都是在动态情况下使用的，并且承压状态又比较复杂。一般来说，不论其品种或使用条件如何，作为胶管内层胶，都必须具有一定的拉伸强度、扯断伸长率、弹性以及耐老化等基本的物理机械性能；此外，作为胶管的内层胶，不论输送何种介质，都需具有良好的致密性和纯洁性，以保证胶管在承压状态下不产生介质渗漏。

对用于输送气体、泥浆、酸、碱、油类和各种固态物料的胶管，其内层胶料除了有较好的气密性之外，还必须对输送介质具有相应的抗耐性和一定的耐磨性。

用于液压胶管的内层胶，其致密性和抗介质性能要求更高。另外，由于装配金属接头的需要，其内层胶料应具有较好的抗压缩性、弹性模数、定伸应力以及应力松弛等力学性能。

2. 外层胶

外层胶的主要作用是保护胶管的整体结构，尤其是保护骨架层不受外界损伤。因此，也有把胶管的外胶层称作“外保护层”。

作为胶管外胶层的胶料，除了应具有与内层胶料相应的性能之外，还必须满足使用环境和工作条件的需要。例如，与地面摩擦频繁的胶管，其外层胶需有一定的耐磨性能和抗撕裂性能；又如长期暴露在大气中或在恶劣气候条件下使用的胶管，其外层胶应有优异的抗老化性能。

3. 中胶、胶浆和擦布胶

中胶、胶浆和擦布胶的主要作用是保证能使胶管骨架层与内、外胶层之间的紧密结合，成为一个牢固的整体。

作为中胶，应能充分填满骨架层之间的空隙，起到骨架层与骨架层之间的缓冲作用，以提高管体结构的密实性和整体性，减少管体在动态情况下骨架材料之间的摩擦疲劳和生热影

响。

胶浆和擦布胶能够有效地渗入纤维及织物结构中,以提高各部件间的粘附强度,并起到一定的缓冲作用。

此外,对于中胶、胶浆和擦布胶料,也应具有足够的拉伸强度、扯断伸长率、弹性、定伸应力及耐屈挠疲劳等物理机械性能。

(二) 其它性能要求

从胶管整体来说,除了上述各胶层应具有各自的性能要求之外,对其它不同用途的胶管,还必须满足相应的使用性能要求,现略举如下。

1. 耐温性能

对于在不同温度(高温或低温)条件下使用的胶管,其胶料必须具有相应的耐温性能。例如,输送蒸汽用的胶管,其胶层(尤其是内胶层)必须具有良好的耐热性能;对于在低温条件下使用的胶管,其胶层胶料应有较好的低温性能。

2. 耐磨性能

对处于极易磨损状态下使用的胶管(例如喷砂胶管、制孔胶管等),其工作面的胶层应具有较好的弹性和耐磨性能,以满足胶管的使用要求,延长胶管的使用寿命。

3. 电性能

一般来说,对橡胶制品的电性能要求有电绝缘性和导电性两种。根据某些胶管的使用条件,应具有一定的电性能要求。例如,用于水冷发电机转子或定子的引水胶管,其胶层除了具有一定的物理机械性能之外,还需要有相应的电绝缘性能,以确保电机的正常运转;相反,对于在输送介质过程中,容易产生静电或有电场存在下使用的胶管,使其产生的静电能够及时导出,以保证使用安全,则就要求胶管具有较好的导电性能。

制造导电胶管,除了在胶管结构中埋设金属导线之外,作为胶层的配合,应考虑相应的导电性能。

4. 无毒性能

一般的胶管没有无毒或卫生性能的要求,而对于输送食品或与人体接触的胶管(如医用胶管等),其胶层配合中就不应含有危害人体的物质,也不应含有刺激异味的材料。必要时需进行卫生指标的检测。例如,手术中埋入体内的医用胶管,需经过无毒、无菌处理和各种生物病理试验,以确保胶管的无毒性能。

二、工艺性能要求

胶管是属于多工序制造的橡胶制品,作为制造胶管用的胶料,除了能够满足使用性能的要求之外,还必须考虑到在不同工艺过程中的适应性。即使胶料的各项物理机械性能都比较好,完全达到规定的标准或指标,但如果工艺的适应性较差,例如,胶料对压出、压延、成型贴合等工艺难于进行,也不能顺利地制造出好的产品。这种现象在实际生产中也是存在的,因此,作为配方工作者应加注意,力求避免。

现根据各种胶管制造工艺的特点,对一些主要的工艺性能要求略举于下。

(一) 压延和压出性能

在胶管的制造过程中,几乎所有的胶层胶料都要经过压延或压出工序。

1. 压延性能

用于压延的胶料,首先要有较好柔软性和较小的收缩性,使压延的胶片平整光滑;同时

应具有良好的操作性能，胶料在压延过程中，不应产生严重粘辊、脱辊甚至焦烧等现象。

对用于制造胶布的擦贴胶料，应对织物具有良好的渗透性和粘着性，使胶料容易压到布料中去。

2. 压出性能

压出用的胶料，首先重要的是应具有非常安全的焦烧性能；其次对胶料的压出阻力和生热性也不能忽视（当然这与设备因素也有一定关系）；另外，对胶料压出的收缩率要小。以制得规格准确、表面平整的压出管坯。

（二）定型性

对于压出后的管坯，一般都要求具有较好的定型性（挺性），这对采用无芯法成型或钢丝编织、钢丝缠绕等成型张力较大的胶管内层胶料尤为重要。在工艺过程中，往往由于胶料的定型性差而造成管坯变形，以致影响胶管质量。因此，这种胶料一般都要求较硬，可塑性宜过大。但也要考虑到炼胶和其它工艺操作的适应性。

（三）粘着性

为有利于在成型操作中胶层与胶层、胶层与骨架层以及骨架层与骨架层之间的粘合，以提高胶管的整体结构，各胶层胶料都应有一定的粘着性能，特别对擦布胶料和胶浆料，更需要具有良好的渗透粘合性能。但也应防止由于胶料的粘性太大而造成操作困难，甚至产生严重粘辊。

（四）流动性

胶料需要有一定的流动性，这对于保证产品质量具有非常重要的意义。

用于中胶、擦布胶和胶浆的胶料，主要作为内、外胶层与骨架层之间的结合体。在工艺过程中，要求能有良好的流动性和柔软性，使胶料能够与骨架层材料充分渗透和粘合，流动性好的胶料便能有效地填充到骨架层的空隙中去，使管体达到紧密结合的效果。

对于贴合成型的内层胶或外层胶料，其流动性也很重要，流动性差的胶料，最常见的缺陷是容易产生胶片搭口痕迹。

第二节 配方设计

胶料配方的设计，是胶管制造中的一项先驱工作。配方设计与产品结构、性能、质量及制造工艺等因素有着非常密切的关系。

在了解和掌握了如前所述的产品使用条件及制造工艺等要求之后，并结合实际生产条件，在合理选用原材料、确保产品质量以及降低成本的前提下，设计出各相应胶层部件的胶料配方，将是不难解决的。

为有利于胶管胶料配方的设计，现将制造胶管中常用的几种橡胶及其它高分子聚合物的特性和用途，以及对各类胶管的胶料配方设计要点略述如下。

一、常用橡胶及其它高分子聚合物的基本特性和用途

（一）常用的橡胶品种、基本特性及主要用途

制造胶管常用的橡胶品种、基本特性及主要用途列于表2-4-1。

（二）其它高分子聚合物品种及主要特性

制造胶管常用的其它高分子聚合物品种及主要特性列于表2-4-2。

表 2-4-1 各种橡胶的基本特性及主要用途

橡胶名称	基 本 特 性	主 要 用 途
天然橡胶	1. 具有优良的拉伸强度、弹性、耐磨性等基本物理性能; 2. 具有较低的玻璃化温度; 3. 耐水、耐酸(碱)及电绝缘性能较好; 4. 具有良好的抗撕裂性能; 5. 综合加工性能较好	大部分胶管用胶料都可使用; 尤其适于制造高弹性、高耐磨特性的胶管
异戊橡胶	具有与天然橡胶相似的基本特性, 但拉伸强度等物理机械性能及综合加工性能不如天然橡胶	一般胶管均可使用, 与天然橡胶、丁苯橡胶等通用橡胶并用, 可改善其加工性能
丁苯橡胶	1. 具有良好的耐磨、耐撕裂等物理机械性能; 2. 硫化性能较平稳, 胶料定型性(挺性)较好; 3. 与天然橡胶、顺丁橡胶等通用橡胶并用, 综合性能较好; 4. 弹性、耐屈挠及低温性能不如天然橡胶	适于制造一般胶管的各胶层; 尤其适用于内层胶料, 可获得较好的定型性
顺丁橡胶	1. 具有较好的耐磨性、弹性和低温性能; 2. 耐屈挠及老化性能略优于天然橡胶; 3. 滞后损失和生热性较小; 4. 加工性能不如天然橡胶, 粘性差, 易脱辊	用于制造一般胶管的各胶层; 尤适宜于耐磨层胶料; 与天然橡胶、丁苯橡胶等并用可改善加工性能
氯丁橡胶	1. 具有较好的拉伸强度等物理机械性能; 2. 耐臭氧、天候等老化性能优异; 3. 具有良好的耐燃性能; 4. 耐酸(碱)及油类性能较好; 5. 粘着性好, 气透性小; 6. 贮存稳定性、电绝缘性及低温性能不佳	宜用于制造一般胶管、耐酸(碱)胶管、耐油及耐热胶管的各胶层; 尤其适用于外层胶料; 通常与天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶等并用, 其综合性能较好
丁腈橡胶	1. 具有优良的耐油类性能; 2. 耐热性能较好, 尤其耐热油性能较好; 3. 耐老化、耐磨及气密性能一般; 4. 耐低温及电绝缘性能不够理想(低温性能及耐油性能与丙烯腈含量有关, 丙烯腈含量低, 低温性好, 但耐油性差)	适于制造耐油类胶管和液压胶管, 特别用于上述胶管的内层胶料
丁基橡胶	1. 耐化学腐蚀性及气密性优异; 2. 耐臭氧、耐热、耐低温及电绝缘性能较好; 3. 硫化速度较慢, 粘着性不佳; 4. 与其它胶种的共混性差	适于制造气密性要求高、耐热或耐强腐蚀介质的胶管
溴化丁基橡胶	其气密性、耐化学腐蚀及耐臭氧老化等性能与丁基橡胶基本相似; 工艺性能较好, 粘着性及硫化速度都有提高	适于制造气密性要求高、耐热或耐强腐蚀介质的胶管
氯化丁基橡胶	其气透性、耐化学腐蚀及耐老化等性能与溴化丁基橡胶基本相似; 粘着等加工性能更好	适于制造气密性要求较高, 以及耐热或耐强腐蚀介质的胶管
三元乙丙橡胶	1. 耐热性能好, 尤其耐蒸汽性能优异; 2. 耐天候老化、耐化学腐蚀及电绝缘性优良; 3. 对乙二醇醚制动液及植物油的抗耐性较好; 4. 硫化速度较慢, 粘着性能较差; 5. 加工性能及与其它胶种的共混性较差	适于制造耐热及耐强腐蚀介质的胶管; 特别适于制造耐蒸汽胶管

橡胶名称	基 本 特 性	主 要 用 途
二元乙丙橡胶	其耐热、耐化学腐蚀及耐老化等性能与三元乙丙橡胶基本相似, 其化学稳定性更好; 其加工性能更差, 用一般的硫化体系不能硫化	适于制造耐热及耐强腐蚀介质要求更高的胶管
氯磺化聚乙烯 (海伯隆橡胶)	1. 具有优异的抗臭氧及耐天候老化性能; 2. 耐化学腐蚀性好; 3. 具有优良的耐燃、耐油类及抗撕裂性能; 4. 加工性能与氯丁橡胶相似; 5. 压缩变形大, 低温弹性差	适于制造耐强腐蚀介质的胶管及耐燃、耐臭氧老化要求的胶管; 特别适于制造在恶劣大气环境下使用的胶管外层胶料
氯醚橡胶 (共聚型)	1. 具有优良的耐天候老化性能; 2. 耐油类及溶剂性能较好; 3. 具有良好的耐燃性和低气透性能	适于制造耐油类、耐臭氧、耐天候老化和低气透性的胶管
氯醚橡胶 (均聚型)	1. 具有优异的抗臭氧和耐天候老化性能; 2. 耐油类及溶剂性能较好; 3. 具有更佳的耐燃性和低气透性能	适于制造耐油类、耐臭氧、耐天候老化和低气透性的胶管
硅橡胶	1. 具有优异的耐高温及低温性能; 2. 耐臭氧、光及天候老化性能好; 3. 具有优良的电绝缘性能; 4. 具有特殊的表面隔离性 (疏水性和不粘性); 5. 生理惰性好, 无毒、无味, 对人体无不良影响 (排异性小); 6. 加工比较困难, 尤其是粘着性很差	适于制造耐高温和耐低温的特殊性能胶管; 特适用于制造高级医用胶管
氟橡胶	1. 耐高温性能优异; 2. 耐油类、溶剂及强氧化剂腐蚀性能极佳; 3. 具有优良的耐臭氧、天候等老化性能; 4. 耐高真空性能好; 5. 耐低温及抗变形性不佳; 6. 加工性能较差	适于制造耐高温、耐溶剂、油类及耐强腐蚀介质的胶管
四丙氟橡胶	1. 具有优良的耐热、耐油、耐溶剂及强氧化剂性能; 2. 具有优良的耐臭氧和天候老化等性能; 3. 加工性能优于一般的含氟橡胶, 且价格便宜	适于制造耐热、耐溶剂及耐强腐蚀介质的胶管
聚氨酯橡胶	1. 具有优异的弹性和耐磨性能; 2. 耐油类性能好; 3. 具有良好的耐氧、臭氧和天候老化性能; 4. 拉伸强度和抗撕裂性能较好; 5. 低温性能较好 (聚醚型脆性温度可达 -70°C 左右)	适于制造耐磨、耐油类及耐臭氧老化的胶管
热塑性橡胶	1. 具有适宜的弹性、强伸等物理机械性能; 2. 在常温下具有良好的使用性能; 3. 加工工艺简单, 无需硫化, 且其胶料可反复回用; 4. 可节省能源消耗, 降低成本, 是很有发展前途的新型高分子弹性体	适于制造在常温条件下使用的普通胶管

表 2-4-2 常用的其它高分子聚合物品种及主要特性

聚合物名称	通用代号	主 要 特 性
聚乙烯	PE	1. 具有优良的介电性, 以及耐水、耐油类、耐酸(碱)和耐化学介质性能; 2. 与天然橡胶、丁基橡胶的共混效果较好
聚氯乙烯	PVC	1. 具有良好的耐水、耐油类、耐燃及耐老化等性能; 2. 与丁腈橡胶的共混效果较好
聚酰胺(尼龙)	PA	1. 耐油类、耐化学腐蚀、耐磨、耐高温及耐疲劳等性能优良; 2. 与丁腈橡胶的共混效果较好
氯化聚乙烯	CM	1. 具有极佳的抗紫外线和耐候性, 以及耐油、耐化学腐蚀和耐燃性, 并具有良好的抗冲击性能; 2. 与丁腈橡胶、氯丁橡胶的共混效果较好
聚四氟乙烯	AFMU	1. 具有杰出的化学稳定性; 2. 对各种油类、溶剂、酸(碱)等介质的抗耐性极佳, 耐高温性能优异

二、橡胶及其它高分子聚合物的选用

各种橡胶不论从基本物性或加工性能而言, 都有其各自的特性。因此, 根据产品的使用性能和制造工艺特点合理地选用相应的胶种, 是一项十分重要的技术工作。

作为制造胶管用的胶料, 一般有单胶种使用和多胶种并用, 或与其它高分子聚合物共混等多种配合方法。

(一) 单胶种配合

对同品种胶管各部件的胶料, 可以采用同一胶种进行配合。一般来说, 对采用单胶种配合的胶料配方, 有以下一些优点。

1. 管理方便

对同一品种的胶管, 如果其胶料采用同一胶种配合, 其各部件的通用性相对地就比较大。甚至对相似性能要求的胶管, 其各胶层的胶料也可以使用同一个配方。这样, 不仅可以减少配方数量, 简化配方管理, 而且还可以降低原材料贮备, 提高生产效率。

2. 配方中的交叉因素少

根据选用的某一胶种, 便可确定相应的配合剂品种及用量, 其配方设计也比较单纯, 毋需考虑胶料的共硫化体系等多种交叉因素。

3. 有利于胶管的整体结构

由于在同一胶管中, 各胶层部件采用同胶种配合, 其配合因素基本上是一致的。因此, 对胶管的各部件胶层, 将会结合得更好, 同时对胶管的整体结构也更为有利。

但是, 单胶种配合对某些特殊性能或工艺等要求的胶管, 往往难于满足, 同时也不能起到多胶种配合那样“取长补短”的作用; 此外, 对各胶种的综合利用、降低生产成本也有一定影响。

(二) 多胶种及与其它高分子聚合物的选用

随着胶管产品的使用条件和性能要求愈趋复杂, 以及新型原材料的不断开发, 胶管用胶

料采用多胶种配合,或与其它高聚物并用,已成为一项必不可少的配方技术。

1. 并用因素

关于橡胶与橡胶,橡胶与其它高分子聚合物的并用因素比较复杂。一般地说,其并用效果与它们的分子结构、分子量大小及分布状况、结晶能力等一系列高分子物理学因素有关。其中以并用体系的相容性、分散性和共硫化性等因素更为重要。

(1) 相容性 有些橡胶与橡胶(或其它高分子聚合物)在一定的条件下经过机械掺合,可以得到较为均一的共混体。例如在不少胶管的胶料配方中,以天然橡胶与顺丁橡胶、丁苯橡胶的掺合比较普遍,其共混效果也较好;而有些橡胶(如丁腈橡胶与天然橡胶)的共混效果就较差。

简单地说,相容性的好或差,与它们的结构极性、溶解度参数以及氢键指数等因素有关。一般来说,它们的结构极性、溶解度参数差异愈小,分子量大小及分布情况愈接近,其相容性就愈好;反之,相容性就差。

(2) 分散性 两种橡胶(或与其它高分子聚合物)相互混合时,可以产生不同程度的均相分散状态。

所谓均相分散状态,表明两种不同橡胶的分子呈现单分子分散,即为完全的相容状态。一般情况下,高聚物并用要达到这种均相分散状态的可能性是很小的,而大部分都处于非均相分散状态,即在各并用组分之间仍然保持着一定的相界面。

一般来说,对相容性较好的高聚物,其分散状态也较好。

(3) 共硫化性 橡胶并用的另一个重要因素是共硫化性。所谓并用胶的共硫化,包含着两重意义,一是各胶相的硫化速度要达到同步;二是各胶相界面之间要产生共交联。否则就不能获得满意的并用效果。

从实际生产看,并用胶的共硫化性与分散性有着很密切的关系。试验证明,并用胶相互分散得越均匀,其硫化胶的物理机械性能越好。但是,一般的并用胶多为非均相分散状态,由于两相之间的硫化程度差异及两相界面间不同胶种能否共交联等因素,对硫化胶的性能便有着决定性的影响。

造成并用胶两相间硫化程度不均的重要原因,还与硫化剂在各橡胶中的溶解度、扩散性以及各种橡胶对硫化剂的反应性有关。由于硫化剂在各种橡胶中的溶解度不同,就造成它们在并用胶中的浓度不同,因此就形成硫化速度的不同;同时各种橡胶对不同硫化剂的反应性有很大差异,这就难于使并用胶达到共硫化。因此,在选择多胶种并用时,应考虑硫化剂对橡胶的溶解度及其对并用胶种的共硫化作用等因素。

2. 几种常用橡胶的并用范围、特性及主要用途

在制造胶管中,较为常用的几种橡胶相互并用范围、特性及主要用途列于表2-4-3。

表 2-4-3 几种常用橡胶的并用范围、特性及主要用途

胶 种	并用范围	特 性	主 要 用 途
天然橡胶/丁苯橡胶	任意比	1.提高胶料挺性; 2.改善丁苯橡胶的工艺性能	适于一般胶管的内、外胶层,尤其适用于无芯法成型的胶管内层胶,以提高定型性
天然橡胶/顺丁橡胶	90/10~50/50	1.提高耐腐蚀性和弹性; 2.改善顺丁橡胶的粘着性和加工性能	适于一般胶管的内、外胶层,尤其适用于耐磨胶管的工作层(如喷砂)胶管内胶层

续表

胶 种	并用范围	特 性	主 要 用 途
天然橡胶/氯丁橡胶	90/10~20/80	1.提高天然橡胶的耐油及老化性能; 2.改善氯丁橡胶的工艺性能	适于一般胶管外胶层及擦布胶,以提高胶管耐老化性能及管体的结合性能
氯丁橡胶/丁苯橡胶	80/20~50/50	1.提高丁苯橡胶的耐油及耐老化性能; 2.改善氯丁橡胶的工艺性能; 3.提高丁苯橡胶的粘着性; 4.增加胶料的定型性	适于一般胶管的内、外胶层
氯丁橡胶/丁腈橡胶	80/20~10/90	1.调节丁腈橡胶与氯丁橡胶的耐油和耐寒性能; 2.改善氯丁橡胶的工艺性能; 3.提高丁腈橡胶的耐老化性能	适于耐油胶管的内、外胶层,改善胶管的成型工艺及耐老化性能
氯丁橡胶/顺丁橡胶	90/10~80/20	1.提高氯丁橡胶的耐磨性能及低温性能; 2.改善氯丁橡胶和顺丁橡胶的工艺性能	适于一般胶管或耐油胶管的外胶层,以提高胶管的耐老化性能
丁腈橡胶/丁苯橡胶	90/10~50/50	1.改善丁腈橡胶的工艺性能; 2.提高丁苯橡胶的耐油性能	适于耐油胶管或普通胶管的内层胶,提高胶管的耐油和耐磨性能
丁基橡胶/天然橡胶	90/10~80/20	1.改善丁基橡胶的工艺性能; 2.提高天然橡胶的气密性和耐老化性能	适于耐浓酸胶管的擦布胶及外层胶,改善成型工艺性能及硫化性能
乙丙橡胶/丁基橡胶	80/20~50/50	1.改善胶料的工艺性能; 2.提高乙丙橡胶的气密性能; 3.提高丁基橡胶的抗撕裂性能	适于耐高温蒸汽胶管及耐特殊介质胶管的内、外胶层
丁腈橡胶/氯磺化聚乙烯	90/10~50/50	1.提高丁腈橡胶的耐臭氧老化性能; 2.改善两种橡胶的工艺性能	适于耐油胶管的内、外胶层,尤其适于航空用胶管的外胶层

注: 1. 各胶种的并用范围, 可根据产品性能要求和工艺条件适当确定。
2. 并用胶的性能, 将随着配比量增大的胶种特性而变异。

3. 橡胶与其它高分子聚合物的并用

橡胶与其它高分子聚合物的并用, 通常也称为“橡塑并用”, 这是橡胶与其它高分子聚合物相互改性的一个重要途径。

通过橡胶与其它高分子聚合物的并用, 可以改善胶料的加工性能, 同时又能提高硫化胶的某些物理机械性能和产品使用性能。因此, 这种方法在胶管制造中正被不断采用。

现在在胶管制造中较为常用的橡塑并用体系品种、特性及主要用途列于表2-4-4。

表 2-4-4 几种常用的橡塑体系品种、特性及用途

品 种	并用条件, ℃	特 性	主要用途
天然橡胶/聚乙烯	120~130 (机械共混)	1.提高天然橡胶的耐油及耐老化性能; 2.增加胶料挺性及改善工艺性能; 3.降低产品成本	适于一般胶管的胶层; 尤其适用于无芯法成型的胶管内胶层

续表

品 种	并用条件 ℃	特 性	主 要 用 途
丁苯橡胶/聚乙烯	130~140 (机械共混)	1.提高丁苯橡胶耐油、耐磨及耐老化性能; 2.改善丁苯橡胶胶料的工艺性能; 3.减少胶料的焦烧倾向和收缩率	适于一般胶管的内胶层,尤其适用于纯胶管的胶层
丁苯橡胶/高苯乙烯	90~110 (机械共混)	1.提高丁苯橡胶的耐磨、抗撕裂性能和拉伸强度; 2.增加胶料的挺性及硬度; 3.降低产品成本	适于一般胶管的内胶层,尤其适用于无芯法成型的胶管内胶层或纯胶管的胶层
丁腈橡胶/聚氯乙烯	140~150 (机械共混)	1.提高丁腈橡胶的耐磨、耐臭氧老化及耐燃性能; 2.改善胶料的压延、压出等工艺性能,提高胶料表面光泽性,减少收缩率	适于制造耐油类胶管,以及耐燃、耐老化的胶管
丁腈橡胶/聚酰胺(尼龙)	150~160 (机械共混)	1.提高丁腈橡胶的耐热、耐磨性能及拉伸强度; 2.改善胶料工艺性能,增加定型性,提高胶料表面光泽性,减少收缩率	适于制造耐油胶管,尤其适用于无芯法成型的胶管内胶层,以及液压胶管等特性胶层
丁基橡胶/聚乙烯	130~140 (机械共混)	1.改进丁基橡胶的耐油性能; 2.提高介电性和抗臭氧性能; 3.提高胶料的定型性	适于制造耐强腐蚀介质的胶管及耐电胶管

(三) 热塑性弹性体

热塑性弹性体的主要特点是在高温(塑化温度)下成为塑性状态,可进行挤出、注压及吹塑等加工;而在常温条件下则成为与硫化橡胶相似的弹性体。塑性和弹性的转变取决于温度,而且两者是可逆的。因此对其边角料、流失料以及废次品,基本都可以回收利用。

由于这种特性,便可大大简化产品的加工工艺。与橡胶相比,其最大的优点是不需硫化,因此可节省能源,提高生产效率,减少设备投资,降低成本,对今后橡胶工业的发展具有强大的生命力。

近年来,热塑性弹性体(包括合成树脂)在胶管工业中已得到不断开发和应用,这为胶管配方技术开辟了新的途径。

目前,用于胶管的热塑性弹性体大致有以下几种。

1. 苯乙烯、丁二烯嵌段共聚物

该品种主要是由苯乙烯、丁二烯、苯乙烯(SBS)组成的嵌段共聚物,其典型的结构为:



分子量约为 $10^4 \sim 1.5 \times 10^4$, $5 \times 10^4 \sim 10^5$, $10^4 \sim 1.5 \times 10^4$ 。

这种分子链端部的聚苯乙烯嵌段从两端把橡胶嵌段(聚丁二烯)“约束”起来,形成巨大的积聚,成为聚集体,即所谓“区域(或物理交联区)”。在正常使用温度下,这类区域呈硬质玻璃状,从而使橡胶状的聚丁二烯链段的末端固定下来,这种链端的非流动性加上链的纠缠构成了一种“物理不定网状结构(或称物理交联)”。

在较高的温度下,这类聚苯乙烯区域产生软化,可以在施加应力下遭到破坏,使聚合物

得以流动,使之加工成型。随着温度的变化,聚合物可由弹性态 $\longleftrightarrow$ 塑性态进行可逆性转化。

这种热塑性材料由于具有较好的弹性和拉伸强度,以及永久变形小、低温性能好等优点,因此,可用来制造供常温条件下使用的一般增强胶管或纯胶管。

2. 聚氨酯系热塑性弹性体

这是由二官能团的聚醇、乙二醇和二异氰酸酯三者进行共聚反应,形成软段与硬段的加成聚合物。

在这类弹性体结构中,软段部分的作用给予共聚物以较高的拉伸强度,而硬段部分通过分子链之间形成氢键,这些氢键在弹性体中起到了交联点的作用,同时还能结晶,即形成“晶区”。正因如此,聚氨酯的拉伸强度及弹性模量都比其它类型的热塑性弹性体要高。

当聚氨酯加热或用溶剂溶解时,其氢键和“晶区”便遭到破坏;但当冷却或除去溶剂后,又会恢复原有的特性。这正是此种弹性体具有热塑性的必要条件。

由于热塑性聚氨酯弹性体的强度、耐磨、耐油、耐老化等性能都比较好,并且热塑加工简单,因此也是制造热塑性胶管的好材料。据介绍,这类弹性体1985年约计有总量的10%用于生产胶管。

3. 聚酯系热塑性弹性体

这类弹性体主要有对苯二甲酸二甲酯、羟基末端四氢呋喃聚醚和1,4-丁二醇组成,在催化剂存在下进行缩聚反应而制得的嵌段共聚物,其分子量($\bar{M}$)通常为25000~30000。

这种弹性体具有能在 $-150\sim 150^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用的特性,其耐油、耐化学药品及耐候性能都很好,尤其耐屈挠疲劳性能比较优异,并能适应注压、压出等加工工艺,因此也可用以制造耐油、耐化学腐蚀和耐老化性能较高的胶管。据介绍,这类弹性体1985年约计有其总量的30%用于生产胶管。

4. 聚烯烃类热塑性弹性体

这类弹性体通常是以乙烯和其它烯烃为主要原料共聚而成,目前国际市场上出售的主要有如下两种。

(1) 聚乙烯与丁基橡胶的接枝共聚物 其商品牌号为“ET”,这种接枝共聚物是借助于适当的酚醛树脂将丁基橡胶接枝到聚乙烯上而成。这种接枝后的弹性体,使用温度可高达 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。若使用低密度聚乙烯时,产品性能类似于软聚氯乙烯,其耐化学药品性能优良,在低温下也能显示其良好的柔软性。

(2) 乙丙橡胶与聚丙烯的机械混合物 其商品牌号为“TPR”,这种弹性体具有乙丙橡胶和聚丙烯的特性,相对密度为 $0.88\sim 0.90$,耐热、耐化学药品及低温柔软性都比较好。但拉伸强度较低,耐磨及耐油性能不够理想。

5. 改性聚氯乙烯

聚氯乙烯是一种热塑性塑料,它具有典型的塑料特性。其显著的缺点是耐寒性和耐老化性不佳,且增塑剂易迁移和耐冲击性较差;与橡胶相比,其弹性和柔软性以及温度的适应性都不很理想。为此,人们将通过聚氯乙烯的改性,以弥补这方面的不足。

对聚氯乙烯的改性,除了加入相应的稳定剂、增塑剂等助剂之外,更重要的是改性剂的选择和使用。通常可采用低粘度的丁腈橡胶、三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或氯化聚乙烯,以及MBS(甲基丙烯酸-丁二烯-苯乙烯共聚物)树脂、EVA树脂(包括“ELVALOY”树脂)、聚氨酯和丙烯酸酯等。

ELVALOY是近年来开发生产的含有极性第三单体的EVA共聚物,它对聚氯乙烯的改性

效果较好。用于改性软质聚氯乙烯的主要牌号有“741”和“742”两种，由于它们的分子量较高（在25万以上），因此，可作为聚氯乙烯的非迁移性高分子改性剂和增塑剂，以此可赋予聚氯乙烯足够的强度和抗撕裂性能，特别是低温性能可有较大的改善。作为改性剂的实际用量一般为15~20份（以聚氯乙烯为100），在与其它通用增塑剂的配合使用下，其效果更为显著。

ELVALOY741和742的典型物理性能列于表2-4-5。

表 2-4-5 ELVALOY741和742的典型性能

牌 号		ASTM方法	ELVALOY741	ELVALOY742
项 目				
分子量, 万			>25	>25
密度, g/cm³		D792—66(79)	1.00	1.02
表观密度, kg/m³	粒 状	D1895—69(79) B法	586	602
	粉 状	D1895—69(79) B法	335	359
拉伸强度, MPa		D1708—79	5.9	4.2
扯断伸长率, %		D1708—79	950	1200
弹性模量, MPa		D1708—79	7.9	2.8
割线模量, MPa(100%伸长)		D1708—79	2.1	1.1
硬度 (邵尔A, 10秒)		D2240—81	70	55
玻璃化温度, °C		D3418—75	-32	-32
结晶温度, °C		D3418—75	66	45

用于制造胶管的改性聚氯乙烯，可以选用悬浮法聚合的聚氯乙烯树脂作为基料，其中以国产X_s-2型的加工性能较好。

国产（部分）聚氯乙烯树脂的型号、主要特性和用途列于表2-4-6。

表 2-4-6 国产（部分）聚氯乙烯树脂主要特性和用途

型 号	粘度, mPa·s	平均聚合度	主 要 用 途
X _J -1 X _s -1	2.10以上	≥1340	制造高级电缆
X _J -2 X _s -2	1.90~2.10	1110~1340	用于电缆及软质制品
X _J -3 X _s -3	1.80~1.90	980~1110	软管、软板、薄膜带等
X _J -4 X _s -4	1.70~1.80	850~980	硬管、硬片、单丝及套管
X _J -5 X _s -5	1.60~1.70	720~850	硬板、唱片、焊条、硬管
X _J -6 X _s -6	1.50~1.60	690~720	过氯乙烯树脂

注: 1.粘度是指1%树脂的1,2-二氯乙烷溶液在20℃时的绝对粘度。
2.型号X_J为紧密型树脂, X_s为疏松型树脂。

聚氯乙烯的改性加工，可采用塑化（捏合）机、炼胶机和挤出机等设备在加温条件下进行。

改性聚氯乙烯对于制造在常温条件下使用的中压或低压要求的胶管，是一种较为理想的热塑性材料，同时也适用于制造耐一般油类的热塑性胶管。

三、配方设计要点

(一) 普通胶管的胶料配方设计

对在常温下输送空气(或其它惰性气体)、水及中性液体等一般用途的胶管,其胶层胶料的配方设计要点如下。

1. 内层胶

(1) 胶种选择 一般以天然橡胶和丁苯橡胶为主,或以天然橡胶与丁苯橡胶、顺丁橡胶等通用橡胶并用;也可采用橡胶与其它高分子聚合物并用(橡塑并用),并可使用适量的再生胶。其含胶率以25~30%为宜。

(2) 硫化体系 通常情况下,可采用硫黄、促进剂进行配合,硫黄用量一般为1.5~2.5份;促进剂以噻唑类及次磺酰胺类效果较好。一般的配合原则如下。

① 在天然橡胶与丁苯橡胶、顺丁橡胶的并用体系中,随着丁苯橡胶或顺丁橡胶配比的增加,硫黄用量要相应减少;促进剂用量应适当增加。

② 配用再生胶时,硫黄和促进剂的用量也要适当增加。一般情况下,再生胶的用量每增加20份,硫黄可增加0.10~0.15份,这还与再生胶的品种、质量等因素有关。

(3) 补强剂及填充剂 补强剂主要为炭黑,较为常用的有高耐磨炉黑(HAF)、半补强炉黑(SRF)和通用炉黑(GPF),通常以并用的综合性能较好,一般用量为40~50份。

填充剂大多采用无机填料。如碳酸钙、陶土粉等,其优点是货源充沛,价格低廉。

(4) 软化剂 在使用天然橡胶、丁苯橡胶等通用橡胶时,以石油系软化剂的效果较好,通常以液体和固体并用为宜。液体软化剂一般用重油、机油或松焦油;固体软化剂如沥青、石油树脂等。对于采用无芯法成型或要求挺性较好的胶管内层胶,应尽量配用固体软化剂。

2. 擦布胶

(1) 胶种选择 以天然橡胶为主,并以适量的丁苯橡胶、顺丁橡胶或氯丁橡胶并用;也可使用一些颗粒较细、塑性较好的优质再生胶。其含胶率一般为35~40%。

(2) 硫化体系 通常可以采用硫黄和普通促进剂配合,硫黄用量为1~2份;促进剂以噻唑类为主,并可配用少量的秋兰姆类促进剂。若在氯丁橡胶用量较多的情况下,则可以采用氯丁橡胶的硫化体系进行配合。例如以氧化锌、氧化镁并配用少量的噻唑类促进剂,便可获得较好的硫化效果。

(3) 补强剂及填充剂 一般可配用半补强炉黑和通用炉黑或高耐磨炉黑,其中以并用效果较好,用量可略低于内层胶。

填充剂以碳酸钙、陶土粉等无机填料为主。但用量不宜过多。

(4) 软化剂 可使用具有一定助粘作用的软化剂,如松焦油、重油等,并配用适量的松香(或氢化松香)等增粘剂,以增加胶料的粘着性。在氯丁橡胶用量较多的配方中,应配用适量的酯类增塑剂。

3. 填充胶(中胶)

(1) 胶种选择 通常以天然橡胶为主,并和丁苯橡胶、顺丁橡胶等通用合成橡胶并用;也可选用适量的再生胶,使更有助于胶料的柔软性和工艺适应性。其含胶率可控制在25%左右。

(2) 硫化体系 根据天然橡胶等通用橡胶的特性,并使胶料具有良好的流动性、缓冲

性以及金属材料结合性能，通常可采用硫黄和促进剂配合，硫黄的用量可略高于内层胶和擦布胶，促进剂以噻唑类与次磺酰胺类并用效果较好，配用少量的秋兰姆类促进剂可提高硫化胶的物理机械性能。

(3) 补强剂及填充剂 炭黑是最常用的补强剂，在中胶配方中，以半补强炉黑和高耐磨炉黑并用效果较好，也可配用适量的通用炉黑，用量可略低于内层胶和外层胶。

填充剂可采用碳酸钙、陶土粉等廉价的无机填料。

(4) 软化剂 由于这类中胶配方的含胶率比较低，填充剂的用量较多，因此软化剂的用量也应适当增加，一般以固体软化剂和液体软化剂并用较宜。

4. 外层胶

(1) 胶种选择 为有助于提高胶管的耐老化性能，通常可选用氯丁橡胶为主，并与天然橡胶、丁苯橡胶等通用橡胶并用。根据工艺条件的可能，也可使用适量的再生胶，其含胶率可控制在35%左右。

(2) 硫化体系 一般可采用硫黄和促进剂进行配合，促进剂可选用次磺酰胺类为主。若氯丁橡胶用量较多时，则以氯丁橡胶的体系配合。

(3) 补强剂及填充剂 补强剂一般可用半补强炉黑，或与通用炉黑并用，其用量略少于内层胶；填充剂品种可与内层胶相适应。

(4) 软化剂 以酯类及石油系软化剂并用效果较好，并配用适量的固体软化剂。

(二) 特种性能胶管的胶料配方设计

特种性能胶管各胶层胶料的配合原则，首先应根据工作层（与介质直接接触的胶层）的性能要求而选配；至于其它各胶层，则以相应的使用性能和工艺特点进行配合。现列举几种如下。

1. 耐油胶管

(1) 胶种选择 对耐油胶管选用橡胶的原则，应是输送油类的溶解度参数差距愈大愈好。通常情况下，多以丁腈橡胶为主，或与适量的氯丁橡胶并用，也有采用与其它高分子聚合物并用，以获得较好的耐油性能和综合物理性能。

氯醚橡胶是一种具有良好的耐天候老化、耐油类及耐溶剂的新型胶种，因此可用来制造要求更高的耐油胶管。

(2) 硫化体系 对采用丁腈橡胶配合的耐油胶管胶料，其硫化体系通常以低硫配合效果较好；在丁腈橡胶与氯丁橡胶并用的配方中，若氯丁橡胶的使用比例大于丁腈橡胶时，应根据氯丁橡胶的硫化系统配合为好。

氯醚橡胶适用的硫化剂和活化剂有乙烯基硫脲（NA-22）、二硫化吗啡啉、红铅、二乙基二硫代氨基甲酸锌（ZDC）等多种。

(3) 补强剂及填充剂 通常可选用高耐磨炉黑或通用炉黑，或与半补强炉黑并用，用量范围以30~50份为宜。外层胶配方中应以半补强炉黑为主，用量也适当减少。

一般情况下，当补强剂的补强性能越大，其硫化胶的抗溶胀性愈优，耐油性能也有提高。因此，在耐油胶管的胶料配方中，在不影响其它性能的前提下，补强剂和填充剂的用量在一定范围内可适当增加。

(4) 软化剂 在耐油胶管的胶料中，使用的软化剂品种应考虑不溶于被输送介质及无加速橡胶老化的作用。在满足工艺要求的情况下，其用量尽可能减少。

在丁腈橡胶及氯丁橡胶的配合中，通常以酯类增塑剂的效果较好；对采用无芯法生产的

胶管或定型性要求较高的胶料，可选用适量的固体软化剂。

2. 液压胶管

这类胶管主要是指钢丝编织或钢丝缠绕结构的高压胶管，由于其使用条件比较苛刻，生产工艺也比较复杂，技术要求高，因此特别对内胶层胶料，除了具有抗耐相应的液压介质外，还应具有较高的定伸应力和硬度，以及较低的压缩应力松弛和永久变形等性能。

(1) 胶种选择 内层胶大量使用的还是以丁腈橡胶为主，或与某些高性能的合成树脂并用；对一些输送特殊介质（如磷酸酯液压油、高温蒸汽等）的高压胶管，其内层胶可选用乙丙橡胶、丁基橡胶或其它特种橡胶。也可采用其它合成高分子材料。

中胶层胶料可选择低丙烯腈含量的丁腈橡胶或氯丁橡胶。外胶层胶料则以氯丁橡胶为主要配合胶种，也可采用氯磺化聚乙烯等高性能材料配合。

(2) 硫化体系 可根据选用的具体胶种而定，若以丁腈橡胶配合时，其配方设计可类似于耐油胶管，通常也可采用硫黄和促进剂体系。如配用适量的氧化镁可获得较好的耐热性能及抗压缩性能。

(3) 补强剂及填充剂 一般情况下，可配用高耐磨炉黑、通用炉黑或两者并用；若配用大量的喷雾炭黑，可获得更为满意的综合物理机械性能和压出性能，压出的管坯表面光泽性好，并可提高胶料的密实性和定型性。

(4) 软化剂 与耐油胶管基本相似，但软化剂的用量不宜太多。在丁腈橡胶和氯丁橡胶的配合中，增塑剂的品种以酯类效果较好，其中以脂肪二元酸酯类（如癸二酸二辛酯等）的增塑效果及低温性能较之苯二甲酸酯类（如邻苯二甲酸二丁酯等）更为优异。

此外，在中胶配方中，也有采用防老剂BLR或间甲白体系，以提高胶层与钢丝骨架的结合强度。

3. 耐酸（碱）胶管

(1) 胶种选择 对于一般的耐酸（碱）胶管，可采用丁苯橡胶、氯丁橡胶或其它通用型橡胶均能达到要求；与适量的天然橡胶并用可以改善压延、压出及成型等工艺性能；若使用适量的再生胶可有利于提高产品性能。

对输送腐蚀性较强的耐浓酸胶管，可选用丁基橡胶或氯磺化聚乙烯等特种橡胶配合。丁基橡胶除了能够抗耐较强的无机酸之外，对一般的有机酸也有较好的抗耐作用。氯磺化聚乙烯对很多化学药剂具有较好的抵抗能力，其中包括盐酸、硝酸、硫酸等强酸和氢氧化钠、氢氧化钾等强碱液。并兼有多种宝贵的性能。

(2) 硫化体系 可根据相应的胶种进行配合，对于丁苯橡胶、天然橡胶等通用橡胶配合的胶料，一般可选用低硫（黄）配合为宜，促进剂以噻唑类或次磺酰胺类效果较好；氯磺化聚乙烯常选用金属氧化物、有机酸和其它促进剂等为硫化体系。常用的促进剂有促进剂M、DM，以及乙烯基硫脲和二硫代氨基甲酸盐等，后者是金属氧化物交联系统中不可缺少的促进剂。配有氧化镁交联的硫化胶，由于耐水性较差（尤其在高温条件下），因此不适用于配制耐稀酸（碱）溶液的胶料。但对盐酸、70%硝酸，以及发烟硝酸和发烟硫酸等化学试剂，含有氧化镁比含氧化铅胶料的抗耐性更好。

(3) 补强剂及填充剂 常用的补强剂以半补强炉黑或高耐磨炉黑为多，填充剂的使用应注意选择一些在使用条件下能保持惰性的品种，如硫酸钡、陶土粉、滑石粉等无机填料。在保证所需物理性能的前提下，适当增加填充剂的用量也可提高耐酸（碱）性能。

(4) 软化剂 应选择耐酸（碱）条件下比较稳定的品种，在酸（碱）液中不被水解和

抽出，或在硫化过程中能自身进行交联者更为理想；对酯类软化剂应尽量少用或不用。如以固态及液态两者配合使用，则效果更好。

4. 耐热胶管

(1) 胶种选择 用于耐热胶管的胶种比较多，对用于输送蒸汽和过热水的胶管，若其输送的饱和蒸汽或过热水温度在150℃以下，则橡胶可选择丁苯橡胶、氯丁橡胶等通用橡胶。若与适量的天然橡胶并用，可改善胶料的压延、压出等工艺性能。适当掺用一些再生胶，将更有利于提高产品的使用性能。

乙丙橡胶和丁基橡胶可作为更佳的耐热胶料，这是由于这两种橡胶在结构上饱和度较高，乙丙橡胶经适当配合，可在150℃以上的工作条件下仍具有优异的耐热性能。

对温度要求更高的耐热胶管，可选用含氟橡胶、硅橡胶等特种橡胶。其中较新型的四丙氟橡胶具有很好的耐高温蒸汽性能。

(2) 硫化体系 可根据选用的具体胶种而定。对采用丁苯橡胶、天然橡胶等通用橡胶配合时，一般以无硫（黄）或低硫配合为宜；若采用过氧化物作交联剂时，可获得热稳定性更好的交联结构。用树脂硫化的丁基橡胶，其耐热性能更为优异，但硫化时间较长，且树脂需用量较大。经卤化后的丁基橡胶，用过氧化物活化剂体系硫化可得到更佳的耐热性能。

(3) 补强剂及填充剂 通常以半补强炉黑或高耐磨炉黑为宜，也可采用中粒子热裂法炭黑及快压出炉黑。若采用吸水性较小的浅色无机填充剂，其耐热性能可优于炭黑。

(4) 软化剂 一般可采用石油系高沸点操作油和聚酯类增塑剂较为理想；低沸点的软化剂尽量少用或不用，以免影响耐热性能。

5. 耐磨胶管

耐磨胶管主要根据耐磨工作而（内层胶或外层胶）的具体要求而定。如喷砂胶管的内层胶应具有较好的耐磨性能，而制孔胶管则以外层胶为主要耐磨层。其配合要点可作如下考虑。

(1) 胶种选择 一般顺丁橡胶、天然橡胶、丁苯橡胶及异戊橡胶均可选用，其中并用比单用效果更好。

若以顺丁橡胶与丁苯橡胶并用，虽然能得到良好的耐磨性能，但其工艺性能比较差；而以顺丁橡胶（或丁苯橡胶）与天然橡胶并用的情况下，可获得满意的综合效果。

聚氨酯橡胶也是一种耐磨性能非常优异的胶种，对于要求更高的耐磨胶管可以选用。

(2) 硫化体系 一般可采用硫黄、促进剂配合，若以顺丁橡胶与天然橡胶的配比为70:30时，硫黄用量以1.2~1.4份较为适宜，促进剂品种以噻唑类（促进剂M、DM）或次磺酰胺（促进剂CZ、NOBS）效果较好。

聚氨酯橡胶的硫化体系可选用过氧化物及二异氰酸酯配合。

(3) 补强剂及填充剂 可选用细粒子高结构的耐磨炉黑效果较好，特别在顺丁橡胶用量较大的情况下，使用这类炉黑可以提高定伸应力和耐磨性能，而且压出效果也比较好，表面光滑，膨胀率小，管坯外形稳定性也较好。

6. 耐寒胶管

(1) 胶种选择 一般以配用玻璃化温度低和结晶性倾向小的胶种为宜。如天然橡胶、顺丁橡胶、丁基橡胶、硅橡胶等都有较好的低温性能；对于兼有一定耐油要求的耐寒胶管，可选用丙烯腈含量较低的丁腈橡胶，也可将天然橡胶（或顺丁橡胶）与少量氯丁橡胶或丁腈橡胶并用。

(2) 硫化体系 一般可采用硫黄和促进剂配合，而不采用无硫（黄）或过氧化物交联。

此外, 对这类胶料的硫化程度, 宜高而不宜低。

(3) 补强剂及填充剂 炭黑以软质半补强炉黑或喷雾炭黑为宜; 填充剂可适当选用浅色细粒子填料 (如活性碳酸钙等), 但用量不宜过多。

(4) 软化剂 以选用相容性好、挥发性小、凝固点低于橡胶玻璃化温度的软化剂为宜, 在丁腈橡胶或氯丁橡胶配合中, 以酯类增塑剂 (如邻苯二甲酸二丁酯及癸二酸二辛酯) 的低温效果较好。

7. 电绝缘胶管

对需有一定电绝缘性能要求的胶管, 其胶料配方的设计原则可作如下考虑。

(1) 胶种选择 以选用非极橡胶为宜, 例如天然橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶等均可使用。选用的橡胶应注意洁净, 严防混入杂质 (特别是金属杂质)。在胶料配合中其含胶率应适当提高。

(2) 硫化体系 通常以低硫 (黄) 配合为宜; 其中促进剂以噻唑类 (如促进剂 M、DM) 的绝缘效果较好。

(3) 补强剂及填充剂 在黑色胶管中, 以选用低结构的炭黑为宜, 其用量不宜过多; 填充剂可配用陶土粉、滑石粉、白炭黑、云母粉以及碳酸钙等, 都有较好的耐电性能。

若不使用炭黑, 而选用上述无机填料制成浅色胶管, 可获得更为理想的电绝缘效果。

8. 导电胶管

与电绝缘胶管相反, 对制造具有一定导电性能的胶管, 其胶料的配制以采用结构极性较大的胶种 (如丁腈橡胶、氯丁橡胶等) 效果较好; 填充剂以乙炔炭黑或专用的导电炭黑, 并配入适量的金属氧化物 (如氧化铁、氧化锌等), 均可获得良好的导电性能。

第三节 配方举例

一、普通胶管的胶料配方

用于输送常温水、空气或惰性气体等中性介质的普通胶管以及普通纯胶管的胶料配方分别列举于表2-4-7~表2-4-9。

表 2-4-7 普通胶管的内、外层胶料配方

原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶
天然橡胶	10	30	操作油	5	16
丁苯橡胶	70	—	沥青	8	—
顺丁橡胶	20	20	石油系树脂	10	6
氯丁橡胶	—	50	高耐磨炉黑	40	—
再生胶	80	—	通用炉黑	—	20
氧化锌	4.5	4	半补强炉黑	—	15
氧化镁	—	2.5	防老剂	2.5	3
硫黄	2.4	0.5	碳酸钙	84.5	99.2
促进剂DM	2.7	—	陶土粉	45	31
促进剂CZ	1.6	—	防焦剂	1	1
促进剂NOBS	—	0.9			
硬脂酸	2.5	2	合 计	389.7	302.6
石 蜡	—	1.5	含胶率, %	25.7	33.05

表 2-4-8 布层橡胶配方

原材料名称	普通型	增粘型	原材料名称	普通型	增粘型	原材料名称	普通型	增粘型
天然橡胶	70	60	促进剂DM	1.2	1.8	防老剂	2.5	2.2
丁苯橡胶	30	10	促进剂M	0.7	—	碳酸钙	73.3	73.4
氯丁橡胶	—	30	促进剂TMTD	0.4	0.3	增粘剂	3.2	5.4
再生胶	50	30	硬脂酸	1.2	0.8			
氧化锌	4	4	古马隆树脂	10	7	合计	283.5	269.2
氧化镁	—	1.5	操作油	14	15			
硫黄	3	2.8	半补强炉黑	20	25	含胶率, %	35.4	37.2

表 2-4-9 普通纯胶管胶料配方

原材料名称	红色	黑色	原材料名称	红色	黑色	原材料名称	红色	黑色
天然橡胶	50	50	硬脂酸	1.1	1.5	碳酸钙	113.2	128.4
丁苯橡胶	40	40	石蜡	2.5	2.5	碳酸镁	25	25
聚乙烯	10	10	操作油	8	8	陶土粉	50	40
氧化锌	8	6	石油系树脂	10	10			
硫黄	2.3	2.5	氧化铁红	15	—	合计	336.8	342.5
促进剂M	0.9	0.85	高耐磨炉黑	—	15			
促进剂TMTD	0.3	0.25	防老剂	2.5	2.5	含胶率, %	29.7	29.2

二、特种性能胶管的胶料配方

(一) 输送油类、酸(碱)、蒸汽和液压胶管的胶料配方

用于输送油类、酸(碱)、蒸汽和液压胶管的胶料配方分别列举于表2-4-10~表2-4-13。

表 2-4-10 输送油类胶管的胶料配方

原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶
天然橡胶	—	20	硬脂酸	1.5	1.3	半补强炉黑	—	10
丁腈橡胶	70	—	石蜡	—	2	防老剂	2.5	3.5
氯丁橡胶	30	80	古马隆树脂	10	—	碳酸钙	33.2	59.2
再生胶	60	—	石油系树脂	—	8	陶土粉	25	20
氧化锌	5	4	沥青	6	—	防焦剂	1	1
氧化镁	2	4	操作油	5	6			
硫黄	0.5	—	邻苯二甲酸二丁酯	8	10	合计	291.8	250
促进剂DM	1.8	—	高耐磨炉黑	30	20			
促进剂CZ	0.3	1	通用炉黑	10	—	含胶率, %	34.3	40

表 2-4-11 输送酸(碱)胶管的胶料配方

原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶
天然橡胶	30	30	促进剂TMTD	0.3	—	半补强炉黑	—	20
丁苯橡胶	70	—	促进剂NOBS	—	0.8	防老剂	2.5	3.5
氯丁橡胶	—	70	硬脂酸	1.5	1.5	陶土粉	22.9	51.3
再生胶	60	—	石蜡	—	2	硫酸钡	30	30
氧化锌	4	4	石油系树脂	14	8	防焦剂	1	1
氧化镁	—	3	沥青	6	—	合计	295	250
硫黄	1.6	0.4	操作油	4	14.5			
促进剂DM	2.2	—	高耐磨炉黑	45	10	含胶率, %	33.9	40

表 2-4-12 输送蒸汽胶管的胶料配方

原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	外层胶
天然橡胶	20	—	促进剂TMTD	1.5	0.3	半补强炉黑	—	20
丁苯橡胶	80	20	促进剂CZ	—	0.8	防老剂	2.5	2.5
氯丁橡胶	—	80	硬脂酸	2	1	石墨粉	15	12
再生胶	50	—	石 蜡	—	2	陶土粉	30	21.5
氧化 锌	5	4	沥 青	4	6	碳酸钙	29.8	43.6
氧化 镁	—	6	古马隆树脂	8	6	防焦剂	1	1
硫 黄	0.2	—	操作油	4	7	合 计	295.4	253.8
促进剂 DM	2.4	—	高耐磨炉黑	40	20	含胶率, %	33.8	39.4

表 2-4-13 液压胶管的胶料配方

原材料名称	内层胶	中层胶	外层胶	原材料名称	内层胶	中层胶	外层胶
丁腈橡胶	100	100	—	增 塑 剂	6.25	—	12.5
氯丁橡胶	—	—	100	机 油	—	3.5	—
氧化 锌	5	5	3.75	油 膏	7.5	—	18.75
氧化 镁	—	—	3.125	高耐磨炉黑	—	35	—
硫 黄	1.625	2.7	—	半补强炉黑	124.625	—	108.75
促进剂DM	1.875	0.2	1.25	防 老 剂	1.875	1.6	1.875
促进剂H	—	2	—	白 炭 黑	—	15.5	—
间苯二酚	—	3	—	合 计	250	185.5	250
硬 脂 酸	1.25	2	—	含胶率, %	40	53.9	40
邻苯二甲酸二丁酯	—	15	—				

(二) 其它特性胶管的胶料配方

用于其它特性的部分胶管胶料配方略举于表2-4-14。

表 2-4-14 其它特性胶管的胶料配方

原材料名称	耐磨胶管	耐浓酸管	耐电胶管	特种耐油胶管	原材料名称	耐磨胶管	耐浓酸管	耐电胶管	特种耐油胶管
天然橡胶	40	—	70	—	石油系树脂	7	—	—	—
顺丁橡胶	60	—	—	—	操作油	10.5	—	—	—
丁苯橡胶	—	—	30	—	邻苯二甲酸二丁酯	—	5	—	10
丁腈橡胶	—	—	—	60	氯化松香	—	3	—	—
氯磺化聚乙烯	—	100	—	—	氯化石蜡	—	5	—	—
聚氯乙烯	—	—	—	40	高耐磨炉黑	65	—	—	—
氧化 锌	5	6	5	8	半补强炉黑	—	—	—	40
硫 黄	1.1	0.6	0.8	—	防老剂	2.5	1.5	2.5	1.5
促进剂 DM	—	0.8	1.2	0.5	硫酸钡	—	50.1	—	—
促进剂TMTD	—	0.5	—	3	碳酸钙	—	—	32.8	71.3
促进剂NOBS	1.4	—	0.6	—	白炭黑	—	25	40	—
硬 脂 酸	2	2	1.5	1.5	陶土粉	—	—	63	—
硬脂酸钡	—	—	—	1.2	合 计	196	214.5	250	240
石 蜡	1.5	—	2	—	含胶率, %	51	46.6	40	41.7
古马隆树脂	—	15	—	5					

三、胶浆用胶料配方

制造胶管用的胶浆胶料配方，较为常用的有普通胶浆、金属结合胶浆和胶乳浆等多种。现略举于表2-4-15。

表 2-4-15 胶浆用胶料配方

原材料名称	普通胶浆		金属结合胶浆	胶乳浆	
	普通型	增粘型		干含量, %	实用量, 份
天然橡胶	100	100	—	—	—
氯丁橡胶	—	—	100	—	—
天然胶乳	—	—	—	60	100
氧化锌	10	8	5	50	1.4
氧化镁	—	—	4.5	—	—
硫黄	2.6	—	—	50	1.6
促进剂DM	0.8	—	—	50	0.52
促进剂NOBS	—	1.2	—	—	—
促进剂M	0.6	0.3	—	—	—
促进剂H	—	—	0.8	—	—
增粘剂	—	8.5	—	—	—
硬脂酸	1	0.8	—	—	—
古马隆树脂	6	—	10	—	—
酚醛树脂	—	—	10	—	—
氢化松香	4.5	—	—	—	—
锌钡白	45	24	—	—	—
陶土粉	—	30	—	—	—
半补强炭黑	—	—	20	—	—
防老剂	1.5	3	4	50	1.6
碳酸钙	56	21.4	40	—	—
碳酸镁	20	—	—	—	—
氢氧化钾	—	—	—	20	0.9
酪素	—	—	—	10	1.2
平平加“O”	—	—	—	20	0.4
甲醛	—	—	—	37	1.2
拉开粉BX	—	—	—	10	26
渗透剂JFC	—	—	—	20	6
蒸馏水	—	—	—	—	16
合 计	248	200	194.3		159.82
含胶率, %	40.3	50	51.5		

第五章 胶管结构设计

胶管结构设计是对胶管制造起着决定性作用的重要环节，它不仅指导着胶管生产工艺和设备的选用，而且还与产品的技术性能、使用寿命、生产效率、原材料消耗和生产成本等因素有着非常密切的关系。

作为胶管结构设计人员，要设计出比较合理的胶管结构，使它既能满足使用性能需要，又能适应制造工艺，首先应按照胶管的使用状态和要求，确定其结构形式，再根据胶管的使用工作压力和规定的安全系数，选择适宜的骨架材料和增强层数，然后按其输送的介质、工作环境等条件，选用相应性能的胶料，同时确定各胶层的规格厚度，从而确立比较完满的结构设计方案，为生产出品质优良的胶管奠定可靠的基础。

第一节 胶管结构设计的一般原则

一、结构形式的确定

按照胶管的使用要求和工作条件，正确选定胶管的结构形式，并进行合理的设计，是十分必要的。前者对于胶管使用者来说显得更为重要。

由于胶管的使用要求和工作条件各不相同，因此，各种胶管都有其不同的结构形式。现将较为常见的胶管结构形式及其设计要点列于表2-5-1。

表 2-5-1 常见的胶管结构形式及设计要点

工作条件	结 构 形 式	设 计 要 点
在正压条件下使用 (耐压胶管)	一般采用夹布、编织、缠绕或针织结构	1.根据不同的规格、结构和工作压力，选择相适应的骨架材料，并计算和确定胶管的耐压强度值； 2.在保证所需耐压强度的前提下，尽量减少结构层次； 3.管体结构力求轻便、柔软
在负压条件下使用 (吸引胶管)	通常以布层和金属螺旋线作为支撑骨架的结构	1.根据不同规格和使用要求，计算和选择相适应的骨架材料，并确定结构层次； 2.保证达到抽吸真空度要求，不吸瘪、不变形； 3.弯曲性能要好，轻便、柔软
在正压或负压条件下都可使用 (耐压、吸引两用胶管)	通常以布层和金属螺旋线作为支撑和承压的骨架层结构	1.根据不同规格、耐压程度和使用要求，计算和选择相适应的骨架材料，并确定其结构层次； 2.保证达到抽吸真空度要求，不吸瘪、不变形； 3.保证所需的耐压强度； 4.管体应保持良好的弯曲性能

二、骨架材料的选择

不论是夹布、编织、缠绕或针织等结构的胶管，均需选用相应的骨架材料来满足其增强

效果。

一般来说，对于普通用途的低压和中压胶管，通常多采用纤维织物或纤维线材作为骨架材料，例如夹布、纤维编织、纤维缠绕及针织结构的胶管等；对于耐压要求较高的胶管，尤其对用于液压系统的高压或超高压胶管，则大多选用强度较高的钢丝或芳纶（芳香聚酰胺）等高强力线材。

对输送有腐蚀性介质的胶管，其骨架材料除了具有相当的拉伸强度等性能之外，还应具有一定的抗腐蚀性能，通常可采用不锈钢丝、玻璃纤维线等。

吸引胶管采用的金属螺旋线，其材质和直径可根据胶管的品种规格适当选定，以确保胶管的支撑强度和弯曲性能。

关于骨架材料的具体品种、规格和性能等有关内容，可参见本篇第三章“胶管用骨架材料”。

三、胶料及胶层厚度的确定

（一）胶料选择

根据不同品种的胶管选择相应性能的胶料是十分重要的。对于输送不同介质和不同工作条件的胶管，其各胶层所需的胶料必须合理地配合应用，以确保胶管的使用性能。

各种不同特性的胶料配合，可见本篇第四章有关内容。

（二）胶层厚度的确定

胶管结构中各胶层的厚度，通常按产品标准的规定进行选定，也可根据胶管的使用要求和结构特点来确定。

一般情况下，对不同结构及用途的胶管，各胶层厚度选择范围可参见表2-5-2。

表 2-5-2 不同结构胶管的胶层厚度选择范围

胶管类型	结构部件	胶 层 厚 度, mm	
		一般性能	特殊性能
夹布胶管	内 胶 层	1.8~2.8	2.5~3.5
	外 胶 层	1.2~1.8	1.5~1.8
吸引胶管	内 胶 层	1.5~2.2	2.0~3.0
	中 胶 层	金属丝直径的60%左右	金属丝直径的60%左右
	外 胶 层	1.3~1.5	1.5~2.0
纤维编织(或缠绕)胶管	内 胶 层	1.8~2.5	2.0~3.0
	中 胶 层	0.2~0.4	0.2~0.4
	外 胶 层	1.5~2.0	1.5~2.0
钢丝编织(或缠绕)胶管	内 胶 层	2.0~2.5	2.5~3.0
	中 胶 层	0.3~0.5	0.3~0.5
	外 胶 层	1.5~2.0	1.5~2.0

注：1. 表中所列各种结构胶管的胶层厚度，主要是按产品标准规定并考虑工艺等因素而定，在实际使用中，可根据具体品种、规格及生产条件作相应增减。
2. 特殊性能是指输送油类、酸(碱)及蒸汽等特殊性能的胶管。

四、工作压力、安全系数和耐压强度

（一）工作压力

胶管的工作压力是指胶管在正常状态下工作时承受的内压力。

胶管工作压力的等级标准，目前还没有统一的划分，现根据习惯上采用的压力分级方法及大致的压力范围列于表2-5-3。

表 2-5-3 胶管工作压力等级及压力范围

工作压力级别	压力范围, MPa	工作压力级别	压力范围, MPa
低 压	2 以下	高 压	7~32
中 压	2~7	超 高 压	32以下

(二) 安全系数

安全系数是胶管结构设计中不可忽略的一项重要参数。为了保证胶管在使用过程中要有一定的安全性，在选定骨架材料及结构层数时，应把骨架层的所需强度放宽到一定的范围，这个范围的值与实际工作压力之比，即为该胶管的安全系数。

各种胶管安全系数的确定原则，一般可根据胶管输送物料的性质、工作压力的高低、使用环境和安全要求程度等方面来考虑。例如对普通用途的胶管，其安全系数可以适当取小些；对于输送有腐蚀性介质或危险因素较大的胶管，其安全系应取大些；有些胶管虽然工作压力不太高，但使用时压力波动较大，且使用条件比较苛刻，其安全系数也应适当取高些。

总之，对安全系数的确定，应根据胶管的实际使用条件适当掌握。太大会使产品功能过大，造成材料浪费，增加产品成本，但也要防止确定过小而影响使用安全。

大部分胶管的耐压安全系数，均可根据其产品标准进行确定。关于一些常用胶管的压力安全系数，可参见本篇第二章中的表2-2-20。

(三) 耐压强度

胶管的耐压强度是指胶管承受内压的极限值，习惯上也称作胶管的“爆破压力”。

胶管的耐压强度也是衡量胶管结构设计的一项重要指标。在胶管结构设计中，其耐压强度的设计值应不小于该胶管的使用工作压力与安全系数的乘积。

第二节 胶管耐压强度计算

一、胶管耐压强度计算的基本原理

胶管耐压强度的计算方法，主要是根据均质薄壁圆筒容器在内压作用下受力状态的原理进行推算而得的。

(一) 胶管的受力分析

从胶管的外形及其在内压作用下的受力状态而言，胶管类似于两端封闭的圆筒形薄壁容器。因此，在推导胶管耐压强度的计算方法时，可把胶管作为圆筒形薄壁容器来进行受力分析。

设有一直径为 D 、端部封闭的胶管，在内压作用下其内壁面的受力状态如图2-5-1所示。若沿管壁的纵横断面上分割出一微单元体，则作用在此微单元体周向上的应力为 σ_1 ，作用于轴向上的应力为 σ_2 ，并分别简称为周向应力和轴向应力。

根据材料力学, 对薄壁圆筒容器在内压 P 作用下, 其周向应力 σ_1 和轴向应力 σ_2 可由下式表示:



图 2-5-1 胶管受力状态示意图
 σ_1 —周向应力; σ_2 —轴向应力

$$\sigma_1 = \frac{PD}{2\delta} \quad (2-5-1)$$

$$\sigma_2 = \frac{PD}{4\delta} \quad (2-5-2)$$

式中 P ——内压作用力, MPa(kgf/cm²);

D ——圆筒直径, cm;

δ ——圆筒壁厚, cm。

将式 (2-5-1) 与式 (2-5-2) 比较, 即得:

$$\sigma_1 = 2\sigma_2$$

由此可以看出, 胶管在内压作用下, 所产生的周向应力要比轴向应力大 1 倍。

(二) 胶管耐压强度计算的基本公式

由于胶管为非均质材料构成, 因此在设计计算中应根据胶管在内压作用下, 其周向应力等于 2 倍轴向应力的基本原理, 并按胶管的具体结构、选用骨架材料等条件, 确定其耐压强度的计算方法。

在胶管耐压强度计算中, 可认为胶管的内压负荷全部由骨架层承担。从而, 胶管在内压作用下, 当压力达到 P_B (胶管爆破) 时, 则由式 (2-5-1) 或式 (2-5-2) 可得出胶管耐压强度的基本计算式:

$$P_B = F \frac{K_B \cdot i \cdot m \cdot [C]}{D_{\text{计}}} \quad (2-5-3)$$

式中 P_B ——胶管耐压强度;

K_B ——骨架层强度, 选择材料标准强度的最低值为计算依据;

i ——骨架层层数;

m ——骨架层密度;

$D_{\text{计}}$ ——胶管计算直径, 按骨架层内径计算;

$F, [C]$ ——修正系数。

二、修正系数

如上所述, 胶管是由多种材料组成的非均质圆筒。因此, 对胶管耐压强度的计算, 显然要比均质薄壁圆筒复杂得多。例如在胶管结构中, 骨架层的材质、层数和排列密度等都不尽一致, 以及胶管在制造过程中受到设备、工艺条件等多种因素的影响, 势必会产生各种差异。为此, 在对胶管耐压强度计算时, 就需要采用相应的计算系数予以修正, 使胶管耐压强度的设计计算值与实际结果能基本达到一致。

在上述胶管耐压强度计算的基本公式中, 已经引入了修正系数 F 和 $[C]$, 其中 $[C]$ 又由 $C_1, C_2, C_3, \dots$ 等组成。在实际运用时, 各个系数都有其一定的物理和几何意义。现略举如下:

(1) $F = 4\sin^2\alpha_B$ 或 $8\cos^2\alpha_B$ 反映胶管爆破时骨架层角度 α_B 变化的影响, 计算 P_B 值时选择其中最小的值。

(2) $C_1 = \frac{\sin \alpha_B}{\sin \alpha_K}$ 表示骨架层直径变化的影响, 其中 α_K 为设计角度, α_B 为胶管爆破时的角度。

(3) $\frac{1}{C_1 C'_1}$ 表示骨架层密度变化的影响。

(4) $C'_1 = \frac{\cos \alpha_B}{\cos \alpha_K}$ 表示骨架层螺距变化的影响。

(5) C_2 表示骨架层壁厚和骨架层材质不均匀性的影响。

(6) $C_3 = 1 + \varepsilon$ 表示胶管爆破时骨架材料伸长率变化的影响。

在实际计算中, 上述各修正系数可以通过实验方法求出, 也可根据实际生产经验进行确定和运用。

三、平 衡 角

在胶管结构中, 其骨架层一般都是按一定角度包覆在内胶上的。如果胶管在内压作用下, 其管体仍保持原来的直径和长度, 且体积呈最大值, 则其骨架层的包覆角度达到“平衡角”(也称中性角、静止角或理论角度)。由此可知, 如果包覆角大于或小于这个角度的胶管, 在内压作用下, 其直径、长度和体积都会发生变化。因此, 平衡角是胶管结构设计中较为重要的参数之一。

(一) 平衡角的推算

假设一编织胶管的直径为 D , 编织角度为 α , 工作压力为 P 。取编织螺旋中一个螺距(行程)为 T , 然后将螺旋展开, 得一直角三角形(如图2-5-2所示), 一直角边长为 T , 另一直角边长为横截面的周长 πD 。

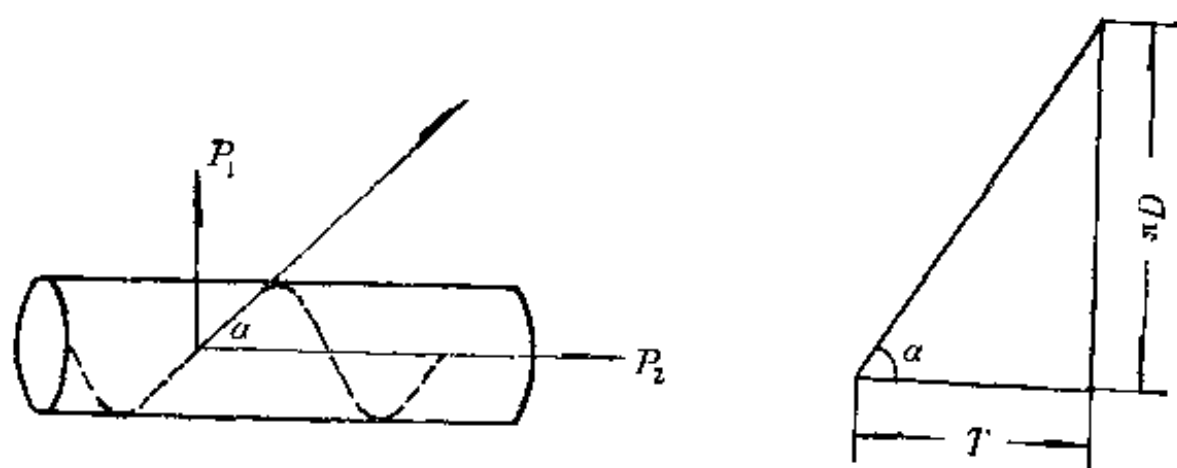


图 2-5-2 胶管骨架层平衡角示意图

由图2-5-2可知, 在胶管纵断面和横断面上的弹性力分别为

$$P_1 = \frac{PDT}{2}$$

$$P_2 = \frac{P\pi D^2}{4}$$

式中 P_1 ——周向上的弹性力;
 P_2 ——轴向上的弹性力;
 D ——胶管直径;
 T ——编织螺距(行程)。

当周向应力值与轴向应力值的合力夹角等于编织角时,即胶管在内压作用下其长度和直径保持不变,则此角即为平衡角(亦称理想角或静止角)。

$$\text{由} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\pi D}{T} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$\text{则} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{PDT}{2} \bigg/ \frac{P\pi D^2}{4} = \frac{PD \cdot \pi D}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \bigg/ \frac{P\pi D^2}{4}$$

$$\text{得} \quad \operatorname{tg}^2 \alpha = 2, \alpha = 54^\circ 44'$$

由此可知,平衡角 α 的角度为 $54^\circ 44'$ 。此时,胶管在内压作用下,其周向爆破压力与轴向爆破压力相等,从而使骨架层材料达到最佳效果。

(二) 骨架层包覆角的设计

上面已经提到,当胶管在内压作用下,如果其直径和长度保持不变,则说明骨架层的包覆角度达到了平衡角。如果当骨架层的成型角度较之平衡角存在差异时,胶管在承受内压时其直径和长度就会发生变化。

在胶管结构中,由于骨架层成型角度与平衡角的不一致,而使胶管在受压状态下产生变形,这非但不能使骨架材料的强度充分发挥,甚至还会影响产品的使用性能。因此,一般情况下,胶管在结构设计中,骨架层的包覆角度都应该达到平衡角或包覆层综合角度达到平衡角。

但是,在实际生产中,由于材料、工艺设备等因素,其成型角度不一定都能达到平衡角。另外,有的胶管根据用途所需,就不一定采用平衡角。例如,用于桥梁建筑工程的编织型制孔胶管,其编织角度往往就小于平衡角,这样可使胶管在充压情况下管体产生膨胀,当制孔定型后卸压取出胶管时,胶管直径便显著减小。

对于多层编织(或缠绕)结构的胶管,常由于设备工艺等关系或者有意地安排,使内层骨架包覆角度略小于平衡角,而外层包覆角度略大于平衡角,即通常被称为“配合角”(或综合平衡角)的结构。其特点是能使胶管在承受内压的情况下更好地发挥各层骨架材料的作用,以获得更为理想的使用性能。

第三节 夹布胶管结构计算

一、耐压强度计算

(一) 计算式

这种胶管的骨架材料是帆布,其经纬线通常都是呈 90° 交织的,因此一般都采用经纬线与胶管轴线呈 45° 角度成型。由于骨架层为帆布,故骨架层密度 m 可视为1,其耐压强度的计算式可由式(2-5-3)而得:

$$P_B = \frac{F}{C_1[C_1C_1']} \cdot \frac{K_B \cdot i \cdot C_2}{D} \quad (2-5-4)$$

已知设计角度 $\alpha_k = 45^\circ$,根据平衡角的概念,这种胶管在内压作用下,骨架层要发生位移,即 α_k 要趋向平衡角 α_0 ,在骨架层数较少的情况下,这种趋向愈大,即在胶管爆破时 $\alpha_B = \alpha_0$,则 $\frac{F}{C_1[C_1C_1']} = 2.45$,其耐压强度可采用下式计算:

$$P_B = 2.45 \cdot \frac{K_B \cdot i \cdot C_2}{D_B} \quad (2-5-5A)$$

当胶管骨架层数较多时, 骨架层间的位移较困难, 故可视为 $\alpha_K = \alpha_B = 45^\circ$, 则 $\frac{F}{C_1[C_2C_1]}$
 $= 2$, 其耐压强度计算式为:

$$P_R = 2 \frac{K_R \cdot i \cdot C_2}{D_H} \quad (2-5-5B)$$

式中 P_R ——胶管耐压强度, kgf/cm^2 ;
 K_R ——胶布强度, kgf/cm ;
 D_H ——计算直径, cm ;
 i ——胶布层数;

C_2 ——夹布层厚度对管壁强度影响的修正系数, C_2 与 $\frac{D_H}{(i-1)\delta}$ 有关 (δ 为一层胶布的厚度, cm)。

其中 $D_H = D_{内} + 2\delta_{内} \quad (2-5-6)$

式中 $D_{内}$ ——胶管直径, cm ;
 $\delta_{内}$ ——内胶厚度, cm 。

在实际生产中, 对夹布胶管的耐压强度, 通常多采用式 (2-5-5B) 进行计算。

C_2 与 $\frac{D_H}{(i-1)\delta}$ 的对应值可参见表 2-5-4。

表 2-5-4 C_2 与 $\frac{D_H}{(i-1)\delta}$ 的对应值

$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2	$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2	$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2	$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2	$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2	$\frac{D_H}{(i-1)\delta}$	C_2
2.0	0.320	3.6	0.526	5.4	0.645	8.6	0.737	18.0	0.831	70	0.937
2.1	0.335	3.7	0.535	5.6	0.653	8.8	0.742	19.0	0.837	80	0.944
2.2	0.350	3.8	0.544	5.8	0.660	9.0	0.745	20.0	0.842	90	0.950
2.3	0.365	3.9	0.553	6.0	0.667	9.2	0.751	21.0	0.852	100	0.956
2.4	0.380	4.0	0.561	6.2	0.674	9.4	0.753	22.0	0.857	110	0.960
2.5	0.394	4.1	0.568	6.4	0.681	9.6	0.755	24.0	0.860	120	0.964
2.6	0.410	4.2	0.575	6.6	0.687	9.8	0.757	26.0	0.867	130	0.966
2.7	0.424	4.3	0.582	6.8	0.694	10.0	0.761	28.0	0.874	140	0.968
2.8	0.437	4.4	0.589	7.0	0.700	10.5	0.767	30.0	0.880	200	0.977
2.9	0.450	4.5	0.596	7.2	0.705	11.0	0.773	32	0.883		
3.0	0.462	4.6	0.602	7.4	0.710	12.0	0.784	35	0.890		
3.1	0.474	4.7	0.608	7.6	0.715	13.0	0.793	40	0.900		
3.2	0.485	4.8	0.614	7.8	0.720	14.0	0.803	45	0.910		
3.3	0.496	4.9	0.620	8.0	0.724	15.0	0.810	50	0.917		
3.4	0.506	5.0	0.625	8.2	0.729	16.0	0.817	55	0.922		
3.5	0.516	5.2	0.635	8.4	0.733	17.0	0.824	60	0.929		

(二) 计算举例

设夹布胶管的内径为 25mm, 使用胶布层数为 4 层, 胶布厚度为 0.75mm, 内胶厚度为 2.5mm, 经查得帆布强度为 20kgf/cm。试计算该胶管的耐压强度。

1. D_H

根据已知条件代入式 (2-5-6), 并进行计算

$$D_H = 2.5 + 2 \times 0.25 = 3\text{cm}$$

2. C_2

根据已知条件代入 $\frac{D_H}{(i-1)\delta}$, 并查表2-5-4可得:

$$\frac{D_H}{(i-1)\delta} = \frac{3}{(4-1) \times 0.075} = 13;$$

查表得

C_2 为 0.793

3. P_B

根据上述条件代入式 (2-5-5B), 并进行计算

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2 \cdot K_B \cdot i \cdot C_2}{D_H} = \frac{2 \times 20 \times 4 \times 0.793}{3} \\ &= 42.3 \text{ kgf/cm}^2 \\ &= 4.15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

由此可知, 该胶管的耐压强度为 4.15 MPa (42.3 kgf/cm²)。

二、夹布层数计算

(一) 计算式

由夹布胶管耐压强度的计算式经改写后可得到夹布层数的计算式:

$$i = \frac{P \cdot K \cdot D_H}{2 K_B \cdot C_2} \quad (2-5-7)$$

式中 i —— 夹布层数;

P —— 要求工作压力, kgf/cm²;

K —— 安全系数;

K_B —— 胶布强度, kgf/cm;

D_H —— 计算直径, cm;

C_2 —— 夹布层厚度对管壁强度影响的修正系数。

(二) 计算举例

设某夹布胶管, 要求工作压力为 10 kgf/cm²; 胶管内径为 25 mm, 内胶厚度为 2.5 mm, 即 $D_H = 3$ cm; 胶布强度 $K_B = 20$ kgf/cm; $C_2 = 0.79$; 耐压安全系数 $K = 4$ 。试计算该胶管所需夹布层数。

根据上述已知条件并代入式 (2-5-7) 进行计算:

$$\begin{aligned} i &= \frac{P \cdot K \cdot D_H}{2 \cdot K_B \cdot C_2} = \frac{10 \times 4 \times 3}{2 \times 20 \times 0.79} \\ &= 3.8 \div 4 \text{ 层} \end{aligned}$$

由计算可知, 该胶管采用上述胶布需夹布层数为 4 层。

三、施工计算

(一) 胶布裁断宽度计算

夹布胶管胶布裁断的宽度与胶管的成型方法、夹布层直径以及夹布层数等多种因素有关。胶布的裁断方法通常有“斜裁法”和“直裁法”两种。斜裁法是将胶布按 45° 的方向裁

成一定宽度的胶布片，并进行拼接后成型或手工包贴在内胶层上，此种方法比较普遍，其裁断、拼接的胶布片如图2-5-3所示。直裁法是将胶布按一定宽度沿经线方向裁成长条，然后按一定的角度（一般都为45°）缠包在内胶层上。现将两种裁断宽度的计算方法列述如下。

1. 斜裁法胶布的裁断宽度计算

$$L_{\text{宽(布)}} = \pi D_{\text{计施}} i + B \quad (2-5-8)$$

式中 $L_{\text{宽(布)}}$ ——胶布裁断宽度，cm；

i ——夹布层数；

π ——圆周率（一般取3.14）；

B ——附加宽度，cm；

$D_{\text{计施}}$ ——施工计算直径，cm。

其中 $D_{\text{计施}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + i\delta_{\text{布}} \quad (2-5-9)$

式中 $D_{\text{内}}$ ——胶管内径，cm；

$\delta_{\text{内}}$ ——内胶厚度，cm；

$\delta_{\text{布}}$ ——胶布厚度，cm。

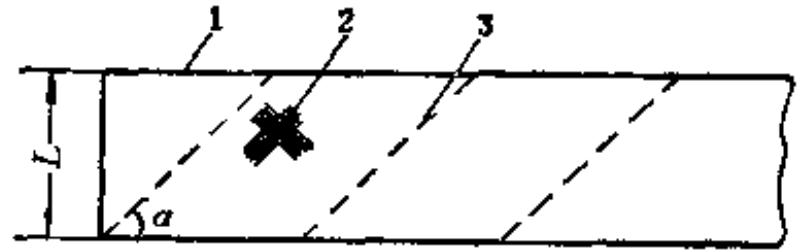


图 2-5-3 胶布裁断（斜裁）角度及宽度示意图
1—胶布裁边；2—经纬交织线；3—拼接线（边）；
 α —裁断角度； L —裁断宽度

胶布附加宽度的大小，主要是考虑到胶布在成型等工艺操作过程中造成拉伸变窄而定的。一般来说，成型后的胶布层搭接宽度应达到1~1.5cm，并防止缺层，以确保胶管的耐压强度。通常情况下，裁断胶布的附加宽度（ B 值）可参照表2-5-5范围选取。

表 2-5-5 胶布附加宽度（ B 值）参照表

胶管内径，mm	附加宽度（ B 值），cm
13~25	2.0~2.5
25~76	2.5~3.0
76以上	3.0~3.5

注：表中所列附加宽度均为经验数据，使用时可根据设备及工艺条件等具体情况适当增减。

对于直径较大或层数较多的夹布胶管，在计算其胶布裁断宽度时，应根据裁断机的可裁宽度范围适当掌握。如果所需胶布宽度大于裁断机可裁宽度时，则应采取在可裁宽度范围内进行分次裁断，而使总宽度达到所要求，在成型时也按序使用。但在计算分次裁断宽度时，应适当增加分次成型的搭接宽度。

2. 直裁法胶布的裁断宽度计算

$$L_{\text{宽(布)}} = \pi D_{\text{计施}} \cos 45^\circ + B \quad (2-5-10)$$

或

$$L_{\text{宽(布)}} = 2.22 D_{\text{计施}} + B$$

式中 $L_{\text{宽(布)}}$ 为直裁胶布的宽度， π 、 $D_{\text{计施}}$ 、 B 的含义均同式(2-5-8)及式(2-5-9)，其中2.22由 π 与 $\cos 45^\circ$ 相乘而得。

采用直裁法裁断的胶布，考虑到在缠包时胶布的经向受张力较大，可能使胶布的宽度变窄，因此，在计算胶布裁断宽度时，选择的附加宽度应比表2-5-5所列的 B 值稍放大一点。

（二）胶片宽度计算

1. 内胶层胶片宽度计算

$$L_{\text{宽(内)}} = \pi D_{\text{计施}} + B \quad (2-5-11)$$

式中 $L_{\text{宽(内)}}$ ——内胶片宽度，cm；

π ——圆周率（一般取3.14）；

$D_{\text{计施}}$ ——计算直径，cm。

其中

$$D_{\text{计施}} = D_{\text{内}} + \delta_{\text{内}}$$

$$(2-5-12)$$

式中 $D_{\text{内}}$ ——胶管内径，cm；

$\delta_{内}$ ——内胶厚度, cm;

B ——附加宽度, cm。

附加宽度 (B 值) 可参见表2-5-6。

表 2-5-6 压延胶片附加宽度 (B 值) 参照表

胶管内径, mm	部件	附加宽度 (B 值), cm	胶管内径, mm	部件	附加宽度 (B 值), cm	胶管内径, mm	部件	附加宽度 (B 值), cm
13~25	内胶层	1.0~1.5	32~76	内胶层	1.5~2.0	76以上	内胶层	2.0~3.0
	中胶层	0.3~0.5		中胶层	0.5~1.0		中胶层	1.0~1.5
	外胶层	0.5~1.0		外胶层	1.0~1.5		外胶层	1.5~2.5

注: 表中所列附加宽度为经验数据, 使用时可根据设备及工艺等具体条件适当增减。

2. 外胶层胶片宽度计算

外胶层胶片宽度的计算方法与内胶层胶片宽度的计算基本相同, 因此亦可按式(2-5-10)进行计算, 其中 $D_{计算}$ 应为:

$$D_{计算} = D_{内} + 2\delta_{内} + 2i\delta_{布} + \delta_{外} \tag{2-5-13}$$

式中 $D_{计算}$ ——施工计算直径, cm;

$D_{内}$ ——胶管内径, cm;

$\delta_{内}$ ——内胶层厚度, cm;

i ——胶布层数;

$\delta_{布}$ ——每层胶布厚度, cm;

$\delta_{外}$ ——外胶层厚度, cm。

中胶层胶片宽度的计算, 亦可参照上述方法进行, 其中 $D_{计算}$ 按所在层的直径计算。各胶层胶片的厚度可根据各类胶管的产品标准或参照表2-5-2选定。

若各胶层采用压出工艺者, 则可不计算其宽度。

(三) 计算举例

1. 胶布宽度计算 (斜裁法)

设内径为38mm的夹布胶管, 内胶层厚度为2mm, 胶布层数为4层, 每层胶布的厚度为1mm, 附加宽度取2.8cm。试计算胶布的裁断宽度。

(1) $D_{计算}$ 根据已知条件代入式 (2-5-9) 计算可得:

$$\begin{aligned} D_{计算} &= 3.8 + 2 \times 0.2 + 4 \times 0.1 \\ &= 4.6\text{cm} \end{aligned}$$

(2) $L_{宽(布)}$ 根据已知条件代入式 (2-5-8) 计算可得:

$$\begin{aligned} L_{宽(布)} &= 3.14 \times 4.6 \times 4 + 2.8 \\ &= 60.6\text{cm} \end{aligned}$$

由此可知, 该胶管所需胶布的裁断宽度为60.6cm。

2. 内胶层胶片宽度计算

按上例, 设内径为38mm, 以有老法成型的夹布胶管, 并用压延法制备胶片, 其内胶层厚度为2mm, 附加宽度取1.5cm。试计算内胶层压延胶片宽度。

(1) $D_{计算}$ 根据已知条件代入式 (2-5-12) 计算可得:

$$D_{计算} = 3.8 + 0.2 = 4\text{cm}$$

(2) $L_{\text{胶(内)}}$ 根据已知条件代入式 (2-5-11) 计算可得:

$$\begin{aligned} L_{\text{胶(内)}} &= 3.14 \times 4 + 1.5 \\ &= 14.1\text{cm} \end{aligned}$$

由此可知, 该胶管所需的内胶层胶片宽度为14.1cm。

3. 外胶层胶片宽度计算

按上例, 设内径为38mm, 以有老法成型的夹布胶管, 并用压延法制备胶片, 其内胶层厚度为2mm, 胶布层数为4层, 每层胶布厚度为1mm, 外胶层厚度为1.5mm, 附加宽度取1.0cm。试计算外胶层压延胶片宽度。

(1) $D_{\text{计算}}$ 根据已知条件代入式 (2-5-13) 计算可得:

$$\begin{aligned} D_{\text{计算}} &= 3.8 + 2 \times 0.2 + 2 \times 4 \times 0.1 + 0.15 \\ &= 5.15\text{cm} \end{aligned}$$

(2) $L_{\text{胶(外)}}$ 根据已知条件代入式 (2-5-11) 计算可得:

$$\begin{aligned} L_{\text{胶(外)}} &= 3.14 \times 5.15 + 1.0 \\ &= 17.2\text{cm} \end{aligned}$$

由此可知, 该胶管所需的外胶层胶片宽度为17.2cm。

(四) 夹布胶管施工表举例

夹布胶管的施工表举例列于表2-5-7。

表 2-5-7 夹布胶管施工表

胶管名称: 夹布空气胶管

筒壁特征	内径, mm	38		
	夹布层数	4		
	外观	黑色		
内胶层	胶料代号	1-1-01		
	工艺方法	压出		
	厚度, mm	2.0±0.1		
	宽度, cm			
胶布层	胶布规格或代号	Z-01		
	宽度, cm	60.6±0.4		
外胶层	胶料代号	1-3-01		
	工艺方法	压延		
	厚度, mm	1.5±0.1		
	宽度, cm	17.2±0.3		
其它要求				

第四节 铠装夹布胶管结构计算

一、耐压强度计算

夹布胶管采用铠装的目的,主要是为了使胶管在不增加布层骨架的前提下,提高耐压强度。根据夹布胶管的结构特点,布层愈多,管体的柔软性愈差,而且对织物强度的利用率愈趋降低。因此,经过铠装的夹布胶管,可直接增大胶管的周向强度,从而提高胶管的耐压强度。

从理论上讲,采用足够强度的金属丝铠装后的夹布胶管,在内压作用下,直至胶管爆破时,如果胶布的经纬线包覆角度和胶管内径都保持不变,则胶管的周向强度可比铠装前增加1倍,而轴向强度仍保持原值,因为胶管进行铠装对轴向强度不能起到补偿作用。因此,在一般情况下,铠装后夹布胶管的耐压强度可由下式表示。

$$P_K = 2P_B \quad (2-5-14)$$

式中 P_K ——铠装后胶管的耐压强度, MPa(kgf/cm²);

P_B ——铠装前胶管的耐压强度, MPa(kgf/cm²)。

在实际生产中,由于材料或设备工艺等因素,铠装后胶管的耐压强度一般取铠装前的1.5~1.7倍。

二、铠装金属丝直径的计算

(一) 计算式

铠装金属丝的直径与胶管直径、金属丝强度、铠装螺距和角度等因素有关。通常对铠装金属丝的直径可按下述方法计算。

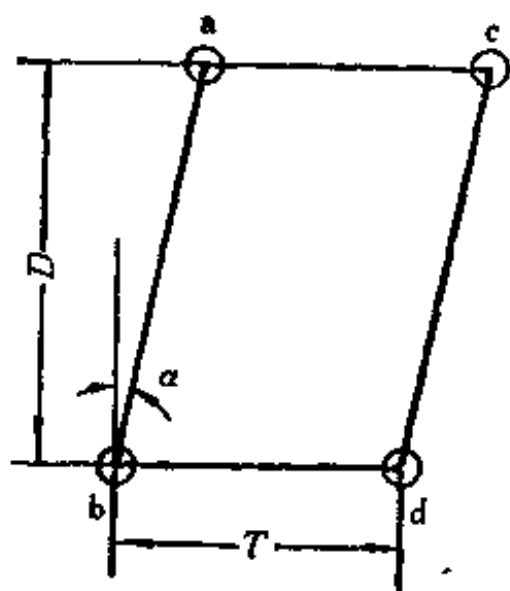


图 2-5-4 铠装螺距为 T 的螺旋圈截面示意图

D ——螺旋圈直径; α ——螺旋推进角

D ——胶管外直径(或螺旋圈的直径), cm;

T ——螺旋间距, cm。

由于

$$T = \pi D \tan \alpha$$

则代入上式可得:

假设在铠装螺距为 T 的任一螺旋圈中,截取由金属螺旋圈截面组成的一平行四边形(如图2-5-4所示),在此平行四边形内有两个金属螺旋线的截面,其所受的力与平行四边形内所受的压力相等。则得到

$$P_K = 2 \cdot \frac{\pi d^2 \cdot \sigma \cdot \cos \alpha}{4} / D \cdot T = \frac{\pi d^2 \sigma}{2DT}$$

式中 P_K ——平行四边形单位面积所增加的强度(即为铠装后胶管的耐压强度), kgf/cm²;

d ——金属丝直径, mm;

σ ——金属丝强度, kgf/mm²;

● 由于螺旋推进角 α 较小, 所以 $\cos \alpha$ 可取1。

$$P_K = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \sigma}{2D \cdot \pi D \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{d^2 \cdot \sigma}{2D^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

经整理后可得:

$$d = \sqrt{\frac{2D^2 \cdot P_K \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\sigma}} \quad (2-5-15)$$

式中 d ——铠装金属丝直径, mm;
 P_K ——铠装后胶管的耐压强度, kgf/cm²;
 D ——胶管外直径, cm;
 α ——螺旋推进角 (一般取 2~8°);
 σ ——金属丝强度, kgf/mm²。

(二) 计算举例

设某夹布胶管, 铠装后的耐压强度为 60kgf/cm², 胶管的外直径为 39mm, 已知金属丝强度 $\sigma = 45\text{kgf/mm}^2$, 螺旋推进角 $\alpha = 4^\circ$ 。则 $\operatorname{tg} \alpha = 0.07$ 。试计算铠装用金属丝的直径。

将上述已知数据代入式 (2-5-15) 进行计算

$$d = \sqrt{\frac{2 \times (3.9)^2 \times 60 \times 0.07}{45}} \\ = 1.69\text{mm}$$

根据计算结果得到的金属丝直径, 可选取相应规格的金属丝。

三、铠装金属丝螺旋间距的计算

(一) 计算式

根据
$$P_K = \frac{\pi d^2 \cdot \sigma}{2DT}$$

可得
$$T = \frac{\pi d^2 \cdot \sigma}{2DP_K} = \frac{2Q}{DP_K} \quad (2-5-16)$$

式中 T ——铠装金属丝螺旋间距, cm;
 Q ——单根金属丝强力, kgf/根;
 P_K ——铠装后胶管的耐压强度, kgf/cm²;
 D ——胶管外直径, cm。

(二) 计算举例

已知铠装后夹布胶管的耐压强度为 50kgf/cm², 所用金属丝的单根强力为 200kgf/根, 胶管的外直径为 3.9cm, 试计算该胶管铠装金属丝螺旋的间距。

将上述已知条件代入式 (2-5-16) 进行计算:

$$T = \frac{2 \times 200}{3.9 \times 50} \\ = 2.05\text{cm}$$

由计算得该胶管的铠装金属丝螺旋间距可选为 20~21mm。

以上铠装计算, 只是一种概算的方法。欲需精确计算时, 还应考虑骨架和螺旋圈间的负荷分配, 以及由于增加螺旋弹簧的刚性而产生的附加轴向阻力等因素。

从平衡角的概念而言, 铠装胶管随其设计角度的增大, 铠装效果亦将随之下降。若设计角度 $\alpha_k = 54^\circ 44'$ 时, 铠装已失去作用; 但从胶管在内压作用下骨架材料伸长的角度看, 尚有一定的意义。

第五节 吸引胶管结构计算

一、耐压强度计算

由于这种胶管是在负压条件下使用的, 为了防止胶管在真空或受局部负荷时被压变形, 所以在管壁中按一定的推进角度缠绕金属螺旋线, 使增大胶管的径向刚性。如果适当地增加骨架层的层数, 则可制成耐压吸引两用胶管。

吸引胶管的耐压强度计算, 通常可以采用夹布胶管及铠装夹布胶管耐压强度的计算方法进行。

二、在局部负荷下胶管压扁程度的计算

在吸引胶管的骨架层结构中, 织物层与金属螺旋线相比, 其刚性要小得多, 因此, 在局部负荷下胶管的抗压强度, 主要取决于金属螺旋的径向刚性。

(一) 计算式

胶管在局部负荷下的受压变形, 与局部负荷的外力、金属丝粗度、弹性模量、螺旋圈直径、螺距、受压圈数等因素有关。通常在平均负荷作用下, 金属螺旋圈的平均压扁变形量可按式计算。

$$H = \frac{P \cdot r^3 \cdot C}{E \cdot d^4 \cdot n} \quad (2-5-17A)$$

式中 H ——在局部负荷的作用下, 螺旋圈压扁变形量, mm;

P ——所加的局部负荷 (一般规定为100kgf);

r ——螺旋圈的平均半径, mm;

E ——金属丝的弹性模数, kgf/mm²;

d ——金属丝直径, mm;

C ——螺旋倾角对变形影响的系数;

$$C = \frac{3.04 + 16.7 \operatorname{tg}^2 \alpha + 13.2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

α ——螺旋推进角;

在实际应用中, 由于 $\operatorname{tg} \alpha$ 的数值很小, 可略而不计, 故 C 值一般取3.04。

n ——承受平均负荷的螺旋圈数;

$$n = \frac{L}{t}$$

L ——胶管承受局部负荷的长度, mm;

t ——螺旋圈间距, mm。

在实际计算中, 可将 C 值代入式(2-5-17A)得下列计算式

$$H = 3.04 \frac{P \cdot r^3}{E \cdot d^4 \cdot n} \quad (2-5-17B)$$

同计算结果比较, 试验中胶管壁的刚性可能表现低些。这是因为计算是对理想胶管进行的, 这种理想胶管的螺旋圈是严格的圆筒形; 整个螺距长度都一样, 所有螺旋圈直径都一致, 钢丝的规格都是准确的。而在实际的胶管中, 螺圈、螺距、钢丝规格和钢丝弹性模数等可能有某些偏差, 亦可能有些螺圈呈椭圆形, 从胶管轴向上某些螺圈会产生位移, 这些必然会导致胶管变形要大于计算值。

另外, 以上推算是采用螺旋圈中的中间一个圈, 这个圈的两头又看成是封闭的圆环, 即螺旋推进角 $\alpha = 0$ 。故实际螺旋圈的刚性比计算要低些。这对埋线式胶管中螺旋圈的刚性就优于露线式胶管。

(二) 计算举例

设内径为127mm的埋线式吸引胶管, 采用金属丝直径 d 为4.1mm, 螺旋圈间距 t 为200mm, 则 $n = \frac{200}{20} = 10$, 所加的负荷 P 为100kgf, 螺旋圈平均半径 r 为70mm, 金属丝的弹性模数 E 为 $2 \times 10^4 \text{kgf/mm}^2$ 。试计算在上述局部负荷条件下, 该胶管直径的变形量。

根据上述数据代入式 (2-5-17B) 进行计算

$$H = \frac{3.04 \times 100 \times (70)^3}{20000 \times (4.1)^4 \times 10} = 1.85 \text{mm}$$

由计算得该胶管直径的变形量为1.85mm。

三、金属丝直径的计算

(一) 计算式

根据一般吸引胶管实际使用的要求, 其局部负荷的压扁变形极限值 H 不应超过螺旋圈半径的3% (即 $H < 0.03r$), 现假设变形量 $H = 0.03r$, 并将式 (2-5-17B) 改写后以此数据代入, 便可得到所需金属丝直径的计算式。

$$d = \sqrt[4]{\frac{3.04 P r^2 t}{0.03 E L}} \quad (2-5-18)$$

式中 d ——金属丝直径, mm;
 P ——所加的局部负荷, kgf;
 r ——螺旋圈的平均半径, mm;
 t ——螺旋圈间距, mm;
 E ——金属丝的弹性模数, kgf/mm²;
 L ——胶管承受局部负荷的长度, mm。

(二) 计算举例

按上例, 设吸引胶管的内径为127mm, 以局部加压负荷 $P = 100 \text{kgf}$, 承受负荷的胶管长度 L 为200mm, 螺旋圈间距 t 为20mm, 螺旋圈的平均半径 r 为70mm, 金属丝弹性模数 E 为20000kgf/mm²。试计算金属丝的直径。

将上述数据代入式 (2-5-18) 进行计算

$$d = \sqrt[4]{\frac{3.04 \times 100 \times (70)^2 \times 20}{0.03 \times 20000 \times 200}}$$

$$= 3.97 \text{ mm}$$

根据计算结果, 可选用相应规格的金属丝。

四、施工计算

(一) 布层宽度计算

吸引胶管用布层裁断宽度的计算, 与夹布胶管用胶布的裁断宽度计算方法基本相同。具体可参见式 (2-5-8)、(2-5-9)、(2-5-10)。

(二) 内胶层、中胶层和外胶层胶片宽度计算

制造吸引胶管的内胶层、中胶层和外胶层的胶片宽度计算, 与夹布胶管各相应胶层胶片宽度的计算方法基本相同, 具体可参见式 (2-5-11)、(2-5-12)、(2-5-13)。

对中胶层、外胶层胶片宽度的计算, 其计算直径 $D_{\text{计}}$ 应分别加到所在层的成型直径, 并包括金属螺旋埋线的直径。

(三) 计算举例

拟设计内径为 76 mm 的埋线式吸引胶管, 通过耐压强度及局部负荷等设计计算确定。

选择金属丝钢号为 45*, 直径为 3.5 mm; 金属丝螺旋间距为 20 mm; 内胶层胶片厚度为 2.5 mm, 附加宽度为 20 mm; 胶布厚度为 0.7 mm, 胶布层数以内胶布层 (布 1) 为一层, 外胶布层 (布 2) 为两层; 胶布附加宽度为 30 mm; 中胶片厚度为 3 mm, 附加宽度为 15 mm; 外胶层胶片厚度 1.5 mm, 附加宽度为 15 mm。试计算各胶层胶片宽度和胶布的宽度。

1. 内胶片宽度计算

由

$$L_{\text{宽(内)}} = \pi D_{\text{计}} + B$$

$$D_{\text{计}} = D_{\text{内}} + \delta_{\text{内}}$$

根据已知有关数据代入上式进行计算

$$D_{\text{计}} = 7.6 + 0.25 = 7.85 \text{ cm}$$

$$L_{\text{宽(内)}} = 3.14 \times 7.85 + 2$$

$$= 26.7 \text{ cm}$$

由计算可知内胶层胶片宽度为 26.7 cm。

2. 内胶布层宽度计算

由

$$L_{\text{宽(布1)}} = \pi D_{\text{计}} + B$$

$$D_{\text{计}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + \delta_{\text{布}}$$

根据已知有关数据代入上式进行计算

$$D_{\text{计}} = 7.6 + 2 \times 0.25 + 0.07 = 8.17 \text{ cm}$$

$$L_{\text{宽(布1)}} = 3.14 \times 8.17 + 3$$

$$= 29.1 \text{ cm}$$

由计算得内胶布宽度为 29.1 cm。

3. 中胶片宽度计算

由

$$L_{\text{宽(中)}} = \pi D_{\text{计}} + B$$

$$D_{\text{计}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + 2\delta_{\text{布}} + 2d_{\text{丝}} + d_{\text{中}}$$

根据已知有关数据代入上式进行计算

$$D_{\text{计施}} = 7.6 + 2 \times 0.25 + 2 \times 0.07 + 2 \times 0.35 + 0.3 \\ = 9.24\text{cm}$$

$$L_{\text{胶(中)}} = 3.14 \times 9.24 + 1.5 \\ = 30.5\text{cm}$$

由计算得中胶片宽度为30.5cm。

4. 外胶布层宽度计算

由

$$L_{\text{胶(布2)}} = \pi D_{\text{计施}} \times 2 + B \\ D_{\text{计施}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + 2\delta_{\text{布}} + 2d_{\text{元}} + 2\delta_{\text{中}} + 2\delta_{\text{外}}$$

表 2-5-8 吸引胶管施工表

胶管名称：普通吸水胶管

简 要 特 征	内径, mm	76		
	夹布层数	3		
	外 观	黑色		
内 胶 层	胶料代号	2-1-01		
	工艺方法	压延		
	厚度, mm	2.6±0.1		
	宽度, cm	26.7±0.5		
第 一 胶 布 层	胶布规格或代号	Z-01		
	层 数	1		
	宽度, cm	29.1±0.4		
金 属 螺 旋 线	钢 号	45 [#]		
	直径, mm	3.5		
	螺距, mm	20		
中 胶 层	胶料代号	2-2-01		
	厚度, mm	3.0±0.1		
	宽度, cm	30.5±0.5		
第 二 胶 布 层	胶布规格或代号	Z-01		
	层 数	2		
	宽度, cm	63.8±0.4		
外 胶 层	胶料代号	2-3-01		
	工艺方法	压 延		
	厚度, mm	1.5±0.1		
	宽度, cm	32.8±0.3		
其 它 要 求				

根据已知有关数据代入上式进行计算

$$D_{\text{计算}} = 7.6 + 2 \times 0.25 + 2 \times 0.07 + 2 \times 0.35 + 2 \times 0.3 + 2 \times 0.07 = 9.68 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{宽(布)}} &= 3.14 \times 9.68 \times 2 + 3 \\ &= 63.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

由计算得外胶布宽度为63.8cm。

5. 外胶片宽度计算

由

$$L_{\text{宽(片)}} = \pi D_{\text{计算}} + B$$

$$D_{\text{计算}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + 2\delta_{\text{垫}} + 2\delta_{\text{胶}} + 2\delta_{\text{中}} + 4\delta_{\text{外}} + \delta_{\text{外}}$$

根据已知有关数据代入上式进行计算

$$\begin{aligned} D_{\text{计算}} &= 7.6 + 2 \times 0.25 + 2 \times 0.07 + 2 \times 0.35 + 2 \times 0.3 + 4 \times 0.07 + 0.15 \\ &= 9.97 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{宽(片)}} &= 3.14 \times 9.97 + 1.5 \\ &= 32.3 \text{ cm} \end{aligned}$$

由计算得外胶片宽度为32.8cm。

(四) 吸引胶管施工表举例

吸引胶管施工表举例列于表2-5-8。

第六节 编织胶管结构计算

一、纤维编织胶管结构计算

(一) 耐压强度计算

纤维编织胶管的耐压强度计算方法，亦是以薄壁圆筒容器在内压作用下受力原理，运用胶管耐压强度计算的基本公式，并结合编织胶管之特点进行推算而得的。

1. 计算式

在编织胶管中，一个编织行程（螺距） T 内，线材股数所占有的宽度 b （如图2-5-5所示）可由下式表示：

$$b = \pi D \cos \alpha$$

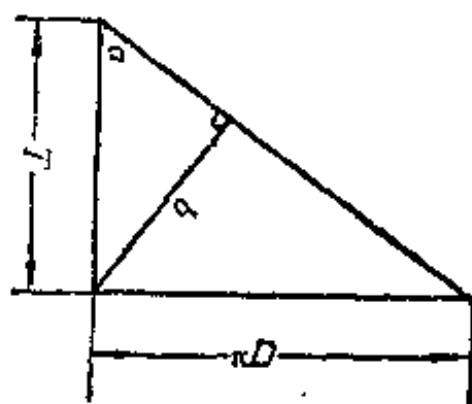


图 2-5-5 编织（或缠绕）层展开图

b —编织（或缠绕）线排列宽度； α —编织（或缠绕）角度；
 T —编织（或缠绕）行程； πD —一周螺旋线展开长度

在 $\alpha_K = \alpha_B = \alpha_0 = 54^\circ 44'$ （平衡角）的情况下，经整理后可得

$$P_b = 0.735 \frac{N \cdot n \cdot K_B \cdot C_2}{D_{\text{中}}^2 \cdot C_1} \quad (2-5-19)$$

在同一编织方向上，一个编织行程内线的股数（锭子数）为 $N/2$ ，考虑到线材间和股之间的间隙，则编织线的密度 m 为

$$m = \frac{N}{2b} = \frac{N}{2\pi D \cos \alpha}$$

由于计算时以每根线材为单位，故总的编织根数为 $N \cdot n$ ，其中 n 为每股（锭）中线材根数。

将上述计算因素代入式（2-5-3）则可得

$$P_b = \frac{F}{2\pi D \cos \alpha} \cdot \frac{N \cdot n \cdot K_B \cdot C_1 \cdot [C]}{D}$$

式中 P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm^2 ;
 N ——编织机锭子数;
 n ——每锭编织线根数;
 i ——编织层数;
 K_B ——编织线强度, kgf/根 ;
 D_H ——计算直径, cm 。

不同编织层数的综合修正系数 C_2 值见表2-5-9。

表 2-5-9 综合修正系数 C_2 值

编织层数	C_2	编织层数	C_2
1	0.90~0.95	3	0.75~0.85
2	0.85~0.90	4	0.65~0.75

注: 表中所列系数范围为经验数据, 在实际应用中, 可根据所取线材、工艺设备等情况适当选定。

2. 计算举例

拟设计内径为13mm的纤维编织胶管, 其工作压力为18 kgf/cm^2 , 安全系数 $K=4$, 即要求胶管爆破压力不低于7.06MPa(72 kgf/cm^2)。

现选得如下材料、机台和有关数据: 内胶厚度为1.8mm; 骨架材料采用35N/3×3棉线, 其单根强力为4.8 kgf/根 , 线径为0.6mm, 线的伸长率为10%, 采用机台为24锭编织机, 每锭编织线数为4根, 编织层数为1层; 编织角度选用平衡度, 修正系数 C_2 取0.90。试计算胶管的耐压强度。

将上列数据代入式 (2-5-19), 并进行

$$\begin{aligned} P_B &= 0.735 \frac{24 \times 4 \times 1 \times 4.8 \times 0.90}{(1.78)^2 \times (1 + 0.1)^2} \\ &= 79.50 \text{kgf/cm}^2 \\ &= 7.800 \text{MPa} \end{aligned}$$

由计算得该胶管的耐压强度为7.800MPa(79.50 kgf/cm^2), 即大于7.06MPa(72 kgf/cm^2)。因此, 所设计的纤维编织胶管能满足使用要求。

根据A. T. Сухарев和B. A. Пенетов关于胶管和骨架层间负荷分布研究。提出多层编织胶管的耐压强度 P_B 为

一层编织: $P_B = 0.735 N \cdot n \cdot K_B \frac{1}{D_1^2} [C]$

二层编织: $P_B = 0.735 N \cdot n \cdot K_B \left(\frac{1}{D_1^2} + \frac{1}{D_1^2 + D_2^2} \right) [C]$

三层编织: $P_B = 0.735 N \cdot n \cdot K_B \left[\frac{1}{D_1^2} + \frac{1}{D_1^2 (D_1^2 + D_2^2) + D_2^2 (D_1^2 + D_3^2)} \right] [C]$

如果各层的平均直径相差不大时, 可设 $D_1 = D_2 = D_3 \dots$ 。则上式可变为

$$P_B = 0.735 N \cdot n \cdot K_B \sum_{i=1}^i \frac{1}{2^{i-1} D_1^2} [C]$$

或为

$$P_B = \eta \frac{N \cdot n \cdot K_B [C]}{D_H^2}$$

式中 P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm^2 ;

N ——编织机锭子数;

n ——每个锭子上编织线根数;

K_B ——编织线强度, kgf/根 ;

D_H ——计算直径, cm ;

η ——不同编织层数的计算系数 (不同编织层数的计算系数 η 列于表 2-5-10);

$$[C] = C_1 C_2^2$$

C_1 ——为胶管爆破时, 考虑平行排列线材非同时破断的系数;

$$C_1 = 1 - A(n - 1)$$

其中 A 的取值: 尼龙线为 0.02; 钢丝为 0.015。

$$C_2 = 1 + \frac{\varepsilon}{i}$$

式中 ε ——线材伸长率;

i ——编织层数。

表 2-5-10 不同编织层数的计算系数 η

编织层数	计算系数	编织层数	计算系数
1	0.735	3	1.287
2	1.103	4	1.378

(二) 施工计算

1. 编织行程的计算

在编织胶管的结构中, 编织线随编织锭子按一定的编织角度沿坯管外表面编缠一周, 则沿其轴向所产生的缠距即为一个编织行程。

一般来说, 编织行程的大小与胶管的编织直径和编织角度有关。从编织层展开图 (见图 2-5-5) 便可以看出编织行程的计算方法。即

$$T = \pi D_{\text{计算}} \text{ctg} \alpha \quad (2-5-20)$$

式中 T ——编织行程, mm ;

α ——编织角度;

π ——圆周率 (一般取 3.14);

$D_{\text{计算}}$ ——施工计算直径, mm 。

$$D_{\text{计算}} = D_{\text{内}} + 2\delta_{\text{内}} + \delta_{\text{编}} \quad (2-5-21)$$

式中 $D_{\text{内}}$ ——胶管内径, mm ;

$\delta_{\text{内}}$ ——内胶层厚度, mm ;

$\delta_{\text{编}}$ ——编织层厚度, mm 。

如果当编织角度选用平衡角 ($\alpha = 54^\circ 44'$) 时, 则式 (2-5-20) 可简化为:

$$T = 2.22 D_{\text{计算}} \quad (2-5-22)$$

2. 最小编织直径、最小编织行程和最大编织层密度的计算

在编织线直径、编织锭数、每锭线数和编织角度一定的条件下，其最小编织直径 $D_{\min}$ 、最小编织行程 $T_{\min}$ 以及最大编织层密度 $n_{\max}$ ，可通过如下关系进行计算。并根据计算结果能判断其工艺的可行性和结构的合理性。

$$D_{\min} = \frac{N \cdot n \cdot d \cdot C'}{2\pi \cdot \cos \alpha} \quad (2-5-23)$$

$$T_{\min} = \frac{N \cdot n \cdot d \cdot C'}{2 \cdot \sin \alpha} \quad (2-5-24)$$

$$n_{\max} = \frac{2\pi D_{\text{计算}} \cos \alpha}{N \cdot d \cdot C'} \quad (2-5-25)$$

式中 $D_{\min}$ ——最小编织直径，mm；

$T_{\min}$ ——最小编织行程，mm；

$n_{\max}$ ——最大编织密度（每锭最多线数），根；

$D_{\text{计算}}$ ——施工计算直径，mm；

N ——锭子数；

d ——线材直径，mm；

α ——编织角度；

C' ——编织时线受挤压或压扁的修正系数（按线材及编织张力等不同而定，一般取0.95~1.25）。

一般情况下，根据上述关系，对 $D_{\min}$ 、 $T_{\min}$ 的计算结果，可以确定所选择的编织机规格是否合适。例如 $T > T_{\min}$ 、 $D_{\text{计算}} > D_{\min}$ （ T 、 $D_{\text{计算}}$ 分别为根据设计所需的编织行程和编织直径），则说明该胶管可以采用所选定的机台进行编织；反之，如果 $T < T_{\min}$ 、 $D_{\text{计算}} < D_{\min}$ ，则所选的编织机不适用，应另外选择适宜的机台，或在产品使用性能许可的情况下改变编织角度。

3. 计算举例

拟设计内径为13mm的纤维编织胶管，并根据耐压和使用要求，确定选用内胶层厚度为1.8mm，机台采用24锭编织机，每锭线数为4根，编织层数为一层，编织线直径为0.61mm，修正系数 C' 取1.05，编织角度取平衡角，即 $\alpha = 54^\circ 44'$ 。试判定该胶管结构及选用机台的可行性和合理性。

（1）将已知的有关数据代入式（2-5-21），并进行计算可得

$$\begin{aligned} D_{\text{计算}} &= 13 + 2 \times 1.8 + 2 \times 0.61 \\ &= 17.82 \text{ mm} \end{aligned}$$

（2）将上述 $D_{\text{计算}}$ 值代入式（2-5-22），并进行计算可得

$$\begin{aligned} T &= 2.22 \times 17.82 \\ &= 39.56 \text{ mm} \end{aligned}$$

（3）将已知的有关数据代入式（2-5-23），并进行计算可得

$$\begin{aligned} D_{\min} &= \frac{24 \times 4 \times 0.61 \times 1.05}{2 \times 3.14 \times 0.5774} \\ &= 16.96 \text{ mm} \end{aligned}$$

(4) 将已知的有关数据代入式 (2-5-24), 并进行计算可得

$$T_{\min} = \frac{24 \times 4 \times 0.61 \times 1.05}{2 \times 0.8164}$$
$$= 37.66 \text{ mm}$$

(5) 将已知的有关数据代入式 (2-5-25), 并进行计算可得

$$n_{\max} = \frac{2 \times 3.14 \times 17.82 \times 0.5774}{24 \times 0.61 \times 1.05}$$
$$= 4.2 \text{ 根}$$

表 2-5-11 纤维编织胶管施工表

胶管名称: 纤维编织输水胶管

简 要 特 征	内径, mm	13		
	编织层数	1		
	外 观	黑色		
内 胶 层	胶料代号	3—1—01		
	工艺方法	压出		
	厚度, mm	1.8±0.1		
	宽度或外径, mm			
第 一 编 织 层	编织线规格	S—01		
	锭×根	24×4		
	编织行程, mm	39.6		
	外径, mm			
中 胶 或 胶 浆	胶料代号	3—2—01		
	厚度, mm	抢浆一次		
	宽度, mm			
第 二 编 织 层	编织线规格			
	锭×根			
	编织行程, mm			
	外径, mm			
外 胶 层	胶料代号	3—3—01		
	工艺方法	压出		
	厚度, mm	1.2±0.1		
	宽度或外径, mm			
其 它 要 求				

根据以上计算结果并进行比较

$$D_{\text{计算}} > D_{\text{min}}$$

$$T > T_{\text{min}}$$

$$\eta < \eta_{\text{max}}$$

由此可判定该胶管所设计的结构和选用的机台都比较适宜。

4. 纤维编织胶管施工表举例

纤维编织胶管的施工表举例列于表2-5-11。

二、钢丝编织胶管结构计算

钢丝编织胶管的结构设计,除了应顾及产品在工作中的受力状态、输送介质、使用温度、生产成本和工艺可行性之外,其中更重要一点是求得一个较高的耐压强度值,并能顺利地通过模拟的脉冲寿命试验等性能,以收到满足的使用效果。

(一) 耐压强度计算

1. 计算式

钢丝编织胶管的耐压强度计算,与纤维编织胶管基本一样,只是其修正系数不同,对不同的编织层数可采用不同的计算系数。其计算式可用式(2-5-19),或采用如下计算式:

$$P_B = \eta \frac{N \cdot n \cdot K_B \cdot C_4}{D_H^2 \cdot C_3} \quad (2-5-26)$$

式中 P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm²;

η ——不同编织层数的计算系数(见表2-5-10);

N ——编织机锭子数;

n ——每锭钢丝根数;

K_B ——单根钢丝强度, kgf/根;

D_H ——计算直径, cm;

一般情况下,由于钢丝的伸长率很小,即 ε 很小,则 $C_3 \approx 1$ 。 $C_4 = 1 - 0.015(n - 1)$

2. 计算举例

已知内径为10mm的两层钢丝编织胶管,编织锭数 $N = 24$;每锭钢丝根数 $n = 7$;钢丝强度 $K_B = 16\text{kgf/根}$;计算系数 $\eta = 1.103$; $D_H = 1.44\text{cm}$;编织角度 $\alpha = 54^\circ 44'$ (平衡角); $C_3 \approx 1$ 。试计算胶管的耐压强度 P_B 。

将上述已知数据代入式(2-5-26),并进行计算

$$\begin{aligned} P_B &= 1.103 \times \frac{24 \times 7 \times 16}{(1.44)^2 \times 1} \times [1 - 0.015 \times (7 - 1)] \\ &= 1303.4\text{kgf/cm}^2 \\ &= 127.82\text{MPa} \end{aligned}$$

由计算可知该胶管的耐压强度为127.82MPa(1303.4kgf/cm²)。

(二) 施工计算

钢丝编织胶管的施工计算,首先要从胶管的编织角度和编织行程入手。

1. 编织角度和编织行程

(1) 编织角度 关于编织胶管的编织角度,一般都定为胶管在通过编织机编织过程中所形成的交叉花纹与胶管轴线间的夹角,通常以 α 表示。对大多数从事编织胶管生产的人员

来说,都能够认识、掌握并通过计算来调整和控制编织角度;更直观的办法,亦可以把编织层花纹描印在纸上,再用量角器去测量和读值。

(2) 编织行程 钢丝随编织机锭子按一定编织角度编缠在胶管上整一周,它沿胶管轴向所产生的距离称为一个编织行程。其计算公式可参见式(2-5-20)。

当编织角 $\alpha > 54^\circ 44'$ 时,胶管在承压下则直径变小,长度增加;反之,使胶管的直径增大,长度缩短。

惟 $\alpha = 54^\circ 44'$ 时(骨架材料的伸长忽略不计),胶管承压时周向和轴向尺寸认为不变,此时, α 达到平衡角,其编织行程可按式(2-5-22)进行计算。

2. 编织密度

增加钢丝的根数,无疑会提高胶管的耐压强度,但必须是在所需胶管直径允许(即可容纳)的前提下,因此这里引出了编织密度的问题。

经过对编织层横断面分析可知:

$$T_{\min} = \frac{N \cdot d}{2 \cdot \sin \alpha} (n + 0.73) \quad (2-5-27)$$

$$T_{\max} = \frac{N}{2 \cdot \sin \alpha} (nd + 1.0) \quad (2-5-28)$$

$$D_{\min} = \frac{N \cdot d}{2\pi \cdot \cos \alpha} (n + 0.73) \quad (2-5-29)$$

$$D_{\max} = \frac{N}{2\pi \cdot \cos \alpha} (nd + 1.0) \quad (2-5-30)$$

式中 $T_{\min}$ ——最小编织行程, mm;

$T_{\max}$ ——最大编织行程, mm;

$D_{\min}$ ——最小编织直径, mm;

$D_{\max}$ ——最大编织直径, mm;

N ——编织机锭子数;

n ——每锭的钢丝根数;

α ——编织角度;

d ——钢丝直径, mm。

编织密度 M 为最小行程与实际行程之比的百分率, 即

$$M = \frac{T_{\min}}{T} \times 100\% = \frac{N \cdot d (n + 0.73)}{2 \cdot T \cdot \sin \alpha} \times 100\% \quad (2-5-31)$$

编织密度因生产工艺方法或使用要求不同而有所差异。一般不能因一味追求耐压强度去提高编织密度, 而忽视层间粘着即胶管的整体性; 亦不能只重粘着而不问密度, 必须两者兼顾。

3. 编织层数

在确保钢丝编织胶管耐压强度的前提下, 应从材料选择到工艺技术力求使胶管结构紧凑, 使管体轻、薄, 以简化生产工艺流程, 减少材料和能源消耗以及降低工时成本, 又益于强化胶管的整体性能, 更好地发挥钢丝编织胶管刚柔适度的宝贵特长。

当一层骨架编织层满足不了使用要求时, 可选用两层编织层。这里又要回到前面提过的

多层编织“配合角”，由于两层骨架结构之间有一个受力平衡问题，外骨架层受力要由内层予以传递，传递效果如何，决定着外骨架层能否发挥承压作用及其程度差异。因此，为使内外骨架层协同受力，可考虑内编织层的角度略小于平衡角(切忌内编织层角度大于平衡角)，外编织层角度略大于或等于平衡角。这样以使能更好地发挥材料的作用。

如果两层编织结构仍满足不了使用要求时，则应从材料和结构上予以重新考虑。因为三层或三层以上的编织结构，不仅理论上的平衡非常困难，而且在实践中亦是一种综合性的浪费，并给组装总成等其它方面带来弊端。

4. 计算举例

利用公式 (2-5-27)、(2-5-28)、(2-5-29)、(2-5-30)、(2-5-31)，可以计算最大或最小编织直径、行程以及编织密度，利用公式 (2-5-26) 亦可测算编织层数。为了方便起见，当编织角 $\alpha = 54^{\circ}44'$ 时，还可用表2-5-12查找最大或最小编织直径和行程。

表 2-5-12 钢丝编织胶管 ($\alpha=54^{\circ}44'$ 时) 不同编织锭数、直径、行程查找表

编织机锭数	最小编织直径, mm	最大编织直径, mm	最小编织行程, mm	最大编织行程, mm
24	$2n+1.5$	$2n+7$	$4.4n+3$	$4.4n+15$
36	$3n+3$	$3n+10$	$6.6n+5$	$6.6n+22$
48	$4n+3$	$4n+13$	$8.8n+6$	$8.8n+30$
64	$5.2n+3.8$	$5.2n+18$	$11.7n+8.5$	$11.7n+39$

注: 1. 表中使用钢丝的直径均为0.3mm。
2. 表中 n 为每锭钢丝根数。

例如，已知采用24锭的编织机，每锭6根钢丝，其最大和最小的编织行程、直径可查表而得：

最大编织行程, $T_{max}=4.4 \times 6 + 15=41.4mm$;
最小编织行程, $T_{min}=4.4 \times 6 + 3=29.4mm$;
最大编织直径, $D_{max}=2 \times 6 + 7=19mm$;
最小编织直径, $D_{min}=2 \times 6 + 1.5=13.5mm$ 。

由此可知，在采用上述编织条件下，其编织行程和编织直径应控制在上述范围内。否则，需另选机台和钢丝根数。

此外，对编织胶管不同编织直径、编织角度与编织行程的相互关系可查找表2-5-14。

5. 钢丝编织胶管施工表举例

钢丝编织胶管施工表举例列于表2-5-13。

表 2-5-13 钢丝编织胶管施工表

胶管名称：钢丝编织液压胶管

筒 要 特 征	内径, mm	10		
	编织层数	2		
	外 观	黑色		
内 胶 层	胶料代号	4-1-01		
	厚度, mm	2.0		
	外径, mm	14.0		

中胶层	胶料代号	4—2—01		
	厚×宽, mm	0.3×50±2		
第一编织层	钢丝规格, mm	φ0.3		
	锭×根	24×7		
	编织行程, mm	33		
	编织外径, mm	15.6		
中胶层	胶料代号	4—2—01		
	厚×宽, mm	0.4×55±2		
第二编织层	钢丝规格, mm	φ0.3		
	锭×根	24×7		
	编织行程, mm	37		
	编织外径, mm	17.3		
外胶层	胶料代号	4—3—01		
	厚度, mm	1.8		
	宽度, cm	(压出)		
包外胶后胶管外径, mm		21.0		
其它要求				

第七节 缠绕胶管结构计算

缠绕胶管结构是在编织胶管的基础上发展起来的, 一般情况下, 其缠绕角度亦是取平衡角 ($\alpha = 54^\circ 44'$)。这种结构的主要特点是每层以单方向缠绕, 即两个相邻的(以相反单向)缠绕层相当于编织胶管中的一个编织层, 由于缠绕层之间无相互交织点, 因此每一缠绕层都比较平整; 同时每一层的线材排列亦比较均匀和紧密, 亦可容纳较多的线材, 从而使胶管能承受更高的压力, 并具有更好的耐脉冲性能。缠绕胶管的结构计算与编织胶管基本相同。

一、纤维缠绕胶管结构计算

(一) 耐压强度计算

纤维缠绕胶管耐压强度的计算方法, 除修正系数不同外, 其余同前述的纤维编织胶管耐压强度计算基本一样, 将原式中的 N 、 n 、 i 可用 N 代表缠绕线的总根数。其计算式为

$$P_R = 0.735 \frac{N \cdot K_R \cdot C_2}{D_H^2 \cdot C_1} \quad (2-5-32)$$

式中 P_R ——胶管耐压强度, kgf/cm^2 ;

N ——缠绕线的总根数;

表 2-5-14 不同编织直径(D)、编织角度(α)与编织行程(T)的查对表

D		α																			單位: mm
		46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	54°44'	55°	55°	57°	58°	59°	60°	61°	62°	63°	
T=πDctga																					
1	3.03	2.93	2.83	2.73	2.64	2.55	2.46	2.37	2.28	2.22	2.20	2.12	2.04	1.96	1.89	1.82	1.74	1.67	1.60	1.53	
2	6.06	5.86	5.66	5.46	5.28	5.10	4.92	4.74	4.56	4.44	4.40	4.24	4.08	3.92	3.78	3.64	3.48	3.34	3.20	3.06	
3	9.09	8.79	8.49	8.19	7.92	7.65	7.38	7.11	6.84	6.66	6.60	6.36	6.12	5.88	5.67	5.46	5.22	5.01	4.80	4.59	
4	12.12	11.72	11.32	10.92	10.56	10.20	9.84	9.48	9.12	8.88	8.80	8.48	8.16	7.84	7.56	7.28	6.96	6.68	6.40	6.12	
5	15.15	14.65	14.15	13.65	13.20	12.75	12.30	11.85	11.40	11.10	11.00	10.60	10.20	9.80	9.45	9.10	8.70	8.35	8.00	7.65	
6	18.18	17.58	16.98	16.38	15.84	15.30	14.76	14.22	13.68	13.32	13.20	12.72	12.24	11.76	11.34	10.92	10.44	10.02	9.60	9.18	
7	21.21	20.51	19.81	19.11	18.48	17.85	17.25	16.59	15.96	15.54	15.40	14.84	14.28	13.72	13.23	12.74	12.18	11.69	11.20	10.71	
8	24.24	23.44	22.64	21.84	21.12	20.40	19.68	18.96	18.24	17.76	17.60	16.96	16.32	15.68	15.12	14.56	13.92	13.36	12.80	12.24	
9	27.27	26.37	25.47	24.57	23.74	22.95	22.14	21.33	20.52	19.98	19.80	19.08	18.36	17.64	17.01	16.38	15.66	15.03	14.40	13.77	
10	30.30	29.30	28.20	27.30	26.40	25.50	24.60	23.76	22.80	22.20	22.00	21.20	20.40	19.60	18.90	18.20	17.40	16.70	16.00	15.30	
20	60.60	58.60	56.60	54.60	52.30	51.00	49.20	47.40	45.60	44.40	44.00	42.40	40.80	39.20	37.80	36.40	34.80	33.40	32.00	30.60	
30	90.90	87.90	84.90	81.90	79.20	76.50	73.80	71.10	68.40	66.60	66.00	63.60	61.20	58.80	56.70	54.60	52.20	50.10	48.00	45.90	
40	121.20	117.20	113.20	109.20	105.60	102.00	98.40	94.80	91.20	88.80	88.00	84.80	81.60	78.40	75.60	72.80	69.60	66.80	64.00	61.20	
50	151.50	146.50	141.50	136.50	132.00	127.50	123.00	118.50	114.00	111.00	110.00	106.00	102.00	98.00	94.50	91.00	87.00	83.50	80.00	76.50	
60	181.80	175.80	169.80	163.80	158.40	153.00	147.60	142.20	136.80	133.20	132.00	127.20	122.40	117.60	113.40	109.20	104.40	100.20	96.00	91.80	
70	212.10	205.10	198.10	191.10	184.80	178.50	172.50	165.90	159.60	155.40	154.00	148.40	142.80	137.20	132.30	127.40	121.80	116.90	112.00	107.10	
80	242.40	234.40	226.40	218.40	211.20	204.00	196.80	189.60	182.40	177.60	176.00	169.60	163.20	156.80	151.20	145.60	139.20	133.60	128.00	122.40	
90	272.70	263.70	254.70	245.70	237.40	229.50	221.40	213.30	205.20	199.80	198.00	190.80	183.60	176.40	170.10	163.80	156.60	150.30	144.00	137.70	
100	303.00	293.00	283.00	273.00	264.00	255.00	246.00	237.00	228.00	222.00	220.00	212.00	204.00	196.00	189.00	182.00	174.00	167.00	160.00	153.00	

查表举例: 1. 如编织直径 $D=15$, 编织角度 $\alpha=54^{\circ}44'$, 则先在表中查找 $54^{\circ}44'$, 并在此行中找准 $D=10$ 的数字为 22.20, 再在此行中找准 $D=5$ 的数字为 11.10; 然后将两者相加即得行程 $T=22.20+11.10=33.30\text{mm}$ 。

2. 如编织直径 $D=112$, 编织角度 $\alpha=56^{\circ}$, 则先在表中查找 56° , 并在此行中找准 $D=100$ 的数字为 212.00, 再在此行中找准 $D=10$ 的数字为 21.20, 再在此行中找准 $D=2$ 的数字为 4.24; 然后将三者相加即得行程 $T=212.00+21.20+4.24=237.44\text{mm}$ 。

K_R ——单根纤维线的强度, kgf/根;

D_H ——计算直径, cm;

不同缠绕层数的修正系数 C_2 可参见表2-5-15;

表 2-5-15 纤维缠绕胶管不同
缠绕层数的修正系数 C_2 值

缠绕层数, S	C_2 值
2	0.85~0.90
4	0.80~0.85
6	0.75~0.80

注: 1.表列 C_2 值基本上亦适用于钢丝缠绕胶管。
2.在实际应用中,可根据设备、工艺、材料
和产品规格适当确定。

2. 计算举例

拟设计内径为25mm的纤维缠绕胶管, 工作压力为0.79MPa(8kgf/cm²), 安全系数为4倍, 即要求胶管的爆破压力应不低于3.16MPa(32kgf/cm²)。现拟采用内胶层厚度为2mm, 以2(S)层纤维线缠绕, 总缠绕线数 N 为139根; 线的单根强力 K_R 为4.8kgf/根, 扯断伸长率 ε 为10%; D_H 为3.02cm; C_2 取0.90。试计算该胶管的耐压强度。

将上述已知数据代入式(2-5-32), 并进行计算

$$\begin{aligned} P_R &= \frac{0.735 \times 139 \times 4.8 \times 0.90}{(3.02)^2 \times (1 + 0.1)^2} \\ &= 39.98 \text{ kgf/cm}^2 \\ &= 3.921 \text{ MPa} \end{aligned}$$

由计算可知该胶管的耐压强度为3.921MPa(39.98kgf/cm²), 即大于所需的3.16MPa(32kgf/cm²)。所以按此设计的该纤维缠绕胶管能够满足上述使用要求。

(二) 施工计算

纤维缠绕胶管的施工计算, 除了胶层之外, 主要是对缠绕线的密度和根数的计算。

1. 缠绕密度的计算

在同一缠绕层的一个缠距内, 排列的实际线数与理论线数(无间隙密排)之比, 即为该缠绕层的缠绕密度, 可用下式表示。

$$\rho = \frac{n}{n_{理}} \tag{2-5-33}$$

式中 ρ ——缠绕密度;
 n ——实际缠绕线数, 根;
 $n_{理}$ ——理论缠绕线数, 根。

缠绕密度 ρ 的取值, 通常由设计者根据产品使用要求, 以及生产工艺、设备条件和材料性能等因素而定, 一般情况下, 对该类胶管的缠绕密度取值范围为0.70~0.95(即70~95%)。

2. 缠绕线数的计算

(1) 理论缠绕线数 在一个缠距内无间隙排列的缠绕线根数可用下式计算。

$$n_{理} = \frac{\pi D_H \cdot \cos \alpha}{d} \tag{2-5-34}$$

式中 $n_{理}$ ——理论缠绕线数, 根;
 D_H ——施工计算直径, mm;
 α ——缠绕角度;
 d ——缠绕线直径, mm。

(2) 实际缠绕线数 实际缠绕线的根数可由理论缠绕线数乘以缠绕密度求得, 亦可用下式计算。

$$n = \frac{\pi D_{\text{计算}} \cdot \cos \alpha \cdot \rho}{d \cdot C'} \quad (2-5-35)$$

式中 n ——实际缠绕线数, 根;

$D_{\text{计算}}$ ——施工计算直径, mm;

ρ ——缠绕密度;

α ——缠绕角度;

d ——缠绕线直径, mm;

C' ——压扁系数(根据线的材质及缠绕时张力大小等因素而定, 一般为1.00~1.10)。

从上列计算式可以看出, 缠绕线数的计算, 与缠绕角度、缠绕层直径等因素有关。当缠绕角度为平衡角(即 $\alpha = 54^\circ 44'$) 时, 其实际缠绕线数的计算式可简化为

$$n = \frac{1.82 D_{\text{计算}} \rho}{d \cdot C'} \quad (2-5-36)$$

3. 计算举例

拟制造内径为25mm的纤维缠绕胶管, 缠绕层数为2层(S), 已确定内胶层厚度为2mm; 中胶厚度为0.4mm; 纤维线直径为0.61mm, 线的压扁系数 C' 为1.05; 缠绕角度 $\alpha = 54^\circ 44'$; 缠绕密度 ρ 为0.80。试计算各缠绕层缠绕线的根数。

(1) 根据上述已知条件求出缠绕层的计算直径:

$$\begin{aligned} \text{第一缠绕层, } D_{\text{计算}①} &= 25 + 2 \times 2 + 0.61 \\ &= 29.61 \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第二缠绕层, } D_{\text{计算}②} &= 25 + 2 \times 2 + 2 \times 0.61 + 2 \times 0.40 + 0.61 \\ &= 31.63 \text{mm} \end{aligned}$$

(2) 将上述有关数据代入式(2-5-36), 并分别计算两缠绕层的线数。

$$\begin{aligned} \text{第一缠绕层, } n_{①} &= \frac{1.82 \times 29.61 \times 0.80}{0.61 \times 1.05} \\ &= 67.36 \approx 67 (\text{根}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第二缠绕层, } n_{②} &= \frac{1.82 \times 31.63 \times 0.80}{0.61 \times 1.05} \\ &= 71.95 \approx 72 (\text{根}) \end{aligned}$$

由计算可知, 该缠绕胶管第一、二缠绕层的线数分别为67和72根。

4. 纤维缠绕胶管施工表举例

纤维缠绕胶管施工表举例列于表2-5-16。

二、钢丝缠绕胶管结构计算

钢丝缠绕胶管的结构计算方法, 与钢丝编织胶管的结构计算无多大区别。

(一) 耐压强度计算

1. 计算式

表 2-5-16 纤维缠绕胶管施工表

胶管名称：纤维缠绕输水胶管

简 要 特 征	内径, mm	26		
	缠绕层数, S	2		
	外观	黑色		
内 胶 层	胶料代号	5—1—01		
	厚度, mm	2.0±0.1		
	外径, mm	29.0±0.1		
第 一 缠 绕 层 (1S)	线材规格	S—02		
	根 数	67		
	缠距, mm	69.0		
	外径, mm	30.2		
中胶或 胶浆	胶料代号	5—2—01		
	厚×宽, mm	0.4×98±2		
第 二 缠 绕 层 (2S)	线材规格	S—02		
	根 数	72		
	缠距, mm	71.0		
	外径, mm	31.6		
外 胶 层	胶料代号	5—3—01		
	工艺方法	压出		
	厚度, mm	1.3±0.1		
	宽度, mm			
其 它 要 求				

钢丝缠绕胶管的耐压强度计算，与纤维缠绕胶管的耐压强度计算基本相同。其计算式为

$$P_B=0.735\frac{N\cdot K_B\cdot C_2}{D_H^2\cdot C_1}$$

(2-5-37)

式中 P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm²;
 N ——缠绕钢丝的总根数;
 K_B ——单根钢丝强度, kgf/根;
 D_H ——计算直径, cm;

不同缠绕层数的修正系数 C_2 值可参见表 2-5-16；由于钢丝伸长率很小，即 ϵ 很小，故 $C_3\approx 1$ 。

2. 计算举例

已知内径为 10mm 的四层（S）钢丝缠绕胶管，选用钢丝直径 d 为 0.5mm；缠绕钢丝

的总根数 $N=240$ 根；单根钢丝的强度 $R_n=45\text{kgf/根}$ ； C_2 取 0.80； $D_H=1.675\text{cm}$ ；缠绕角度 $\alpha=54^\circ44'$ ； $C_3\approx 1$ 。试计算该胶管的耐压强度。

将上述已知数据代入式 (2-5-37)，并进行计算

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{0.735 \times 240 \times 45 \times 0.80}{(1.675)^2 \times 1^2} \\ &= 2260\text{kgf/cm}^2 \\ &= 221.6\text{MPa} \end{aligned}$$

由计算可知，该钢丝缠绕胶管的耐压强度为 221.6MPa (2260kgf/cm²)。

(二) 施工计算

1. 缠绕密度计算

缠绕胶管的钢丝排列并非绝对无间隙，因而需要考虑其缠绕密度。缠绕密度一般可通过实际排列线数与理论排列线数之比来求得；亦可由下式计算。

$$\rho = \frac{N \cdot d}{T \cdot \sin \alpha} \times 100\% \quad (2-5-38)$$

式中 ρ ——缠绕密度；

N ——在一个行程内的缠绕钢丝根数；

d ——钢丝直径，mm；

T ——该缠绕层的缠绕行程，mm；

α ——该缠绕层的缠绕角度。

在实际生产中，为兼顾胶管的整体结着和耐压强度，其缠绕密度一般可掌握在 95% 左右。

据此，亦可在确定缠绕密度的前提下，计算所需的钢丝根数。

2. 计算举例

已知钢丝缠绕胶管某缠绕层在一个行程内的钢丝根数 $N=62$ 根；钢丝直径 $d=0.5\text{mm}$ ；缠绕行程 $T=40\text{mm}$ ；缠绕角度 $\alpha=54^\circ44'$ 。试计算该缠绕层的缠绕密度 ρ 。

将上述已知数据代入式 (2-5-38)，并进行计算

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{62 \times 0.5}{40 \times 0.816} \times 100\% \\ &\approx 94.98\% \end{aligned}$$

由此可知，该缠绕层的缠绕密度为 94.98%。

3. 钢丝缠绕胶管施工表举例

钢丝缠绕胶管的施工表举例列于表 2-5-17。

三、帘布缠绕胶管结构计算

(一) 耐压强度计算

1. 计算式

帘布缠绕胶管是以一定宽度的帘布条，按一定的角度（通常以平衡角）缠绕成型的。其耐压强度的计算，可由基本公式 (2-5-3) 推算而得。在缠绕角度 $\alpha=54^\circ44'$ 的情况下（且 $\alpha_B=\alpha_0$ ），经整理后可得下列计算式。

表 2-5-17 钢丝缠绕胶管施工表

胶管名称：钢丝缠绕液压胶管

简要特征	内径, mm		10		
	缠绕层数, S		4		
	外 观		黑色		
内胶层	胶料代号		6—1—01		
	厚度, mm		2.0		
	外径, mm		14.0		
纤维保护层, 锭×根			24×4		
钢 丝 缠 绕 层	钢丝规格, mm		φ0.5		
	第一 缠 绕 层	钢丝根数	54		
		缠绕行程, mm	36		
		缠绕层外径, mm	14.8~15.8		
	中胶层	胶料代号	6—2—01		
		厚×宽, mm	0.3×55±2		
	第二 缠 绕 层	钢丝根数	59		
		缠绕行程, mm	39		
		缠绕层外径, mm	16.1~17.1		
	中胶层	胶料代号	6—2—01		
		厚×宽, mm	0.3×59±2		
	第三 缠 绕 层	钢丝根数	62		
		缠绕行程, mm	40		
		缠绕层外径, mm	17.4~18.4		
	中胶层	胶料代号	6—2—01		
		厚×宽, mm	0.3×63±2		
第四 缠 绕 层	钢丝根数	65			
	缠绕行程, mm	43			
	缠绕层外径, mm	18.7~19.7			
外胶层	胶料代号		6—3—01		
	厚度, mm		2.0		
	宽度, mm		(压出)		
包外胶后外径, mm			22.7~23.7		
其它要求					

$$P_B = \frac{1.33 \cdot K_B \cdot i \cdot C'}{D_H \cdot C_3} \quad (2-5-39)$$

式中 P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm²;
 K_B ——帘布强度, kgf/cm;
 i ——缠绕层数;
 D_H ——计算直径, cm;
 C' ——综合修正系数 (不同缠绕层数的综合修正系数取值范围可参见表2-5-18)。

表 2-5-18 帘布缠绕胶管综合修正系数C'值范围

缠绕层数, S	C' 值
2	0.85~0.95
4	0.75~0.85
6	0.65~0.75

注: 在实际使用中, C值的选取应按具体设备及工艺等条件而定。

2. 计算举例

拟设计内径为 152mm 的帘布缠绕胶管, 要求工作压力为 0.6MPa(6kgf/cm²), 安全系数为 4 倍, 即该胶管的爆破压力应不低于 2.4MPa(24kgf/cm²)。现选取的帘布扯断强度 $K_B=100\text{kgf/cm}$; 帘布扯断伸长率 $\varepsilon=0.13$; 缠绕层数 $i=6(S)$; $D_H=16.5\text{cm}$; 综合修正系数 C' 值取 0.70。试计算该胶管的耐压强度。

将上述已知数据代入式 (2-5-39), 并进行计算

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{1.33 \times 100 \times 6 \times 0.70}{16.5 \times 1.13} \\ &= 30\text{kgf/cm}^2 \\ &= 2.9\text{MPa} \end{aligned}$$

由计算可知, 该胶管的耐压强度为 2.9MPa(30kgf/cm²), 已大于 2.4MPa(24kgf/cm²), 因此, 该胶管能满足使用要求。

(二) 施工计算

1. 帘布宽度计算

缠绕帘布条的宽度, 可按图2-5-5中的 b 进行计算, 由图2-5-5可知

$$b = \pi D_{H\text{计}} \cos \alpha$$

当缠绕角度 $\alpha=54^\circ 44'$ 时, 可得

$$b = 1.82 D_{H\text{计}} \quad (2-5-40)$$

式中 b ——帘布条宽度, cm;

$D_{H\text{计}}$ ——每缠绕层的计算直径, cm;

在实际应用中, 根据工艺需要, 还应另增附加宽度 3~5mm。

2. 帘布长度计算

帘布缠绕胶管所用的帘布条长度, 一般都要求与胶管的成型长度相适应。因此, 对缠绕帘布条的长度, 可按式进行计算。由

$$L = \frac{T}{\cos \alpha}$$

$$L_{\text{布}} = \frac{L_0}{T} \cdot L = \frac{L_0}{\cos \alpha}$$

当缠绕角度 $\alpha=54^\circ 44'$ 时, 可得

$$L_{布}=1.73L_0$$

(2-5-41)

式中 L ——一个行程内的帘布长度, cm;
 T ——缠绕行程, cm;
 $L_{布}$ ——每块帘布条所需长度, cm;
 L_0 ——胶管成型长度, cm。

3. 计算举例

拟制造内径为152mm的帘布缠绕胶管, 根据设计选定内胶层厚度为3mm; 缠绕层数为6(S), 每层帘布厚度为1.1mm; 缠绕角度为54°44′。胶管成型长度为10.1m。试计算该胶管成型时每层帘布条所需的宽度和长度。

(1) 先根据上述已知数据计算各层的 $D_{计施}$:

- 第一层,
 $D_{计施①}=15.2+2\times0.3+0.11=15.91\text{cm};$
- 第二层,
 $D_{计施②}=15.2+2\times0.3+3\times0.11=16.13\text{cm};$
- 第三层,
 $D_{计施③}=15.2+2\times0.3+5\times0.11=16.35\text{cm};$
- 第四层,
 $D_{计施④}=15.2+2\times0.3+7\times0.11=16.57\text{cm};$
- 第五层,
 $D_{计施⑤}=15.2+2\times0.3+9\times0.11=16.79\text{cm};$
- 第六层,
 $D_{计施⑥}=15.2+2\times0.3+11\times0.11=17.01\text{cm}。$

(2) 宽度计算 将上述有关数据代入式 (2-5-40), 并计算各层帘布条的宽度:

- 第一层,
 $b①=1.82\times15.91=28.96\text{cm};$
- 第二层,
 $b②=1.82\times16.13=29.36\text{cm};$
- 第三层,
 $b③=1.82\times16.35=29.76\text{cm};$
- 第四层,
 $b④=1.82\times16.57=30.16\text{cm};$
- 第五层,
 $b⑤=1.82\times16.79=30.56\text{cm};$
- 第六层,
 $b⑥=1.82\times17.01=30.96\text{cm}。$

根据工艺需要, 每块帘布条还需另增附加宽度3mm。

(3) 长度计算 将上述有关数据代入式 (2-5-41), 并计算每块帘布条的长度:

$$L_{布}=1.73\times10.1$$

$$=17.47\text{m}$$

(三) 帘布缠绕胶管施工表举例

帘布缠绕胶管施工表举例列于表2-5-19。

表 2-5-19 帘布缠绕胶管施工表

胶管名称: 帘布缠绕输油胶管

简 要 特 征	内径, mm	152		
	缠绕层数, S	6		
	外 观	黑色		
内 胶 层	胶料代号	7—1—01		
	厚度, mm	3.0±0.1		
	宽度, cm	50.7±0.2		

续表

帘 布 缠 绕 层 (S)	帘布规格或代号		L—01		
	第二层	宽度,cm	29.3		
		长度,m	17.5		
	第二层	宽度,cm	29.7		
		长度,m	17.5		
	第三层	宽度,cm	30.1		
		长度,m	17.5		
	第四层	宽度,cm	30.5		
		长度,m	17.5		
	第五层	宽度,cm	30.9		
		长度,m	17.5		
	第六层	宽度,cm	31.3		
		长度,m	17.5		
外 胶 层	胶料代号		7—3—01		
	厚度,mm		2.0±0.1		
	宽度,cm		55.9±0.2		
其它要求					

第八节 其它胶管结构计算

一、针织胶管耐压强度计算

(一) 计算式

由于针织胶管的织物层结构一般都呈筛孔状，且组织比较稀疏（纵横的针织线相互牵制）。因此，该类胶管的耐压强度计算只能比较粗略，通常可按下式计算。

$$P_B = \frac{2N_c \cdot K_B \cdot i \cdot C'}{D_H \cdot C_3}$$

(2-5-42)

- 式中
- P_B ——胶管耐压强度, kgf/cm²;

N_c ——单位长度胶管每层针织线排列根数, 根/cm;

K_B ——针织线强度, kgf/根;

D_H ——计算直径, cm;

i ——针织层数;

C' ——综合修正系数, 一般取0.75~0.90。

(二) 计算举例

拟设计内径为10mm的针织胶管,要求工作压力为0.3MPa(3kgf/cm²),安全系数为3倍,即胶管的爆破压力应不低于0.9MPa(9kgf/cm²)。现选内胶层厚度为2.2mm,纤维线强度 $K_n=2.4\text{kgf/根}$,扯断伸长率为10%;针织层数 $i=1$; $D_{\pi}=1.44\text{cm}$; 1cm长度胶管的针织线排列根数为4根,综合修正系数 C' 取0.85。试计算该胶管的耐压强度。

将上述已知数据代入式(2-5-42),并进行计算

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2 \times 4 \times 2.4 \times 1 \times 0.85}{1.44 \times (1 + 0.10)} \\ &= 10.30\text{kgf/cm}^2 \\ &= 1.010\text{MPa} \end{aligned}$$

由计算可知,该胶管的耐压强度为1.010MPa(10.30kgf/cm²),即大于0.9MPa(9kgf/cm²)。因此,所设计的针织胶管能够满足使用要求。

二、环编胶管耐压强度计算

(一) 计算式

环编胶管(亦称圆织胶管),其骨架层由相互垂直的经线和纬线环编而成。这种胶管通常都为一层环编结构,其耐压强度可按下式计算。

$$P_{B\text{经}} = \frac{4N_{\text{经}} \cdot K_{B\text{经}} \cdot C'}{D_{\pi}} \quad (2-5-43)$$

$$P_{B\text{纬}} = \frac{2N_{\text{纬}} \cdot K_{B\text{纬}} \cdot C'}{D_{\pi}} \quad (2-5-44)$$

式中 $P_{B\text{经}}$ ——胶管(经向)耐压强度, kgf/cm²;

$P_{B\text{纬}}$ ——胶管(纬向)耐压强度, kgf/cm²;

$K_{B\text{经}}$ ——经线单束强度, kgf/束;

$K_{B\text{纬}}$ ——纬线单束强度, kgf/束;

$N_{\text{经}}$ ——经编密度, 束/cm;

$N_{\text{纬}}$ ——纬编密度, 束/cm;

D_{π} ——计算直径, cm;

C' ——综合修正系数, 一般取0.70~0.80。

这种结构较为典型的产品是消防输水胶管,由于这类胶管通常都没有外层胶保护,使之经线易受磨损,以及严重弯折等因素,因此在设计胶管的经向强度时应高于纬向强度。一般情况下,以 $P_{B\text{经}}=1.5P_{B\text{纬}}$ 较为适宜。

(二) 计算举例

设内径为64mm的环编结构胶管,其 $D_{\pi}=6.55\text{cm}$;经线强度 $K_{B\text{经}}=4.2\text{kgf/束}$,经编密度 $N_{\text{经}}=20\text{束/cm}$;纬线强度 $K_{B\text{纬}}=20\text{kgf/束}$,纬编密度 $N_{\text{纬}}=5\text{束/cm}$;综合修正系数 C' 取0.75。试计算该胶管的耐压强度。

将上述有关数据分别代入式(2-5-43)和式(2-5-44),并进行计算

$$P_{\text{经}} = \frac{4 \times 20 \times 4.2 \times 0.75}{6.55}$$

$$= 38.5 \text{kgf/cm}^2$$

$$= 3.78 \text{MPa}$$

$$P_{\text{纬}} = \frac{2 \times 5 \times 20 \times 0.75}{6.55}$$

$$= 22.9 \text{kgf/cm}^2$$

$$= 2.25 \text{MPa}$$

由计算可知，该胶管经、纬向的耐压强度为：\$P_{\text{经}}\$ 为 3.78MPa(38.5kgf/cm²)，\$P_{\text{纬}}\$ 为 2.25MPa(22.9kgf/cm²)。从而可知该胶管的使用压力应在2.25MPa(22.9kgf/cm²) 以下。

第六章 胶管制造工艺

胶管的制造，目前大多还采用传统的生产设备和工艺方法。但是，随着科学技术的不断发展，尤其在胶管用途不断扩大，以及特殊品种不断增加的情况下，胶管的制造技术也在不断改进和提高，并正在向全机械化、连续化和自控化生产的方向迈进。

由于新材料、新设备的不断开发和运用，胶管的性能及生产工艺等方面得到了新的发展。例如，骨架材料正以维纶、涤纶、锦纶、芳纶等合成纤维代替传统的棉线和棉布，使胶管更具有重量轻、耐压高、挠性好等优点；热塑性橡胶、合成树脂以及短纤维增强材料的应用，可大大简化生产工艺，更有利于提高生产效率、节省能源和降低产品成本。

新设备的运用，如冷喂料挤出机、高速编织机、多盘缠绕机，以及连续包铅和硫化等新的工艺装备，对加速胶管工业的发展，创造了更为有利的条件。

现就各种结构类型的胶管，根据其不同的生产方法和制造工艺分述如下。

第一节 工艺流程图

一、准备工艺流程

根据胶管的制造过程，其相应的原材料加工、配合等准备工艺流程列于图2-6-1。

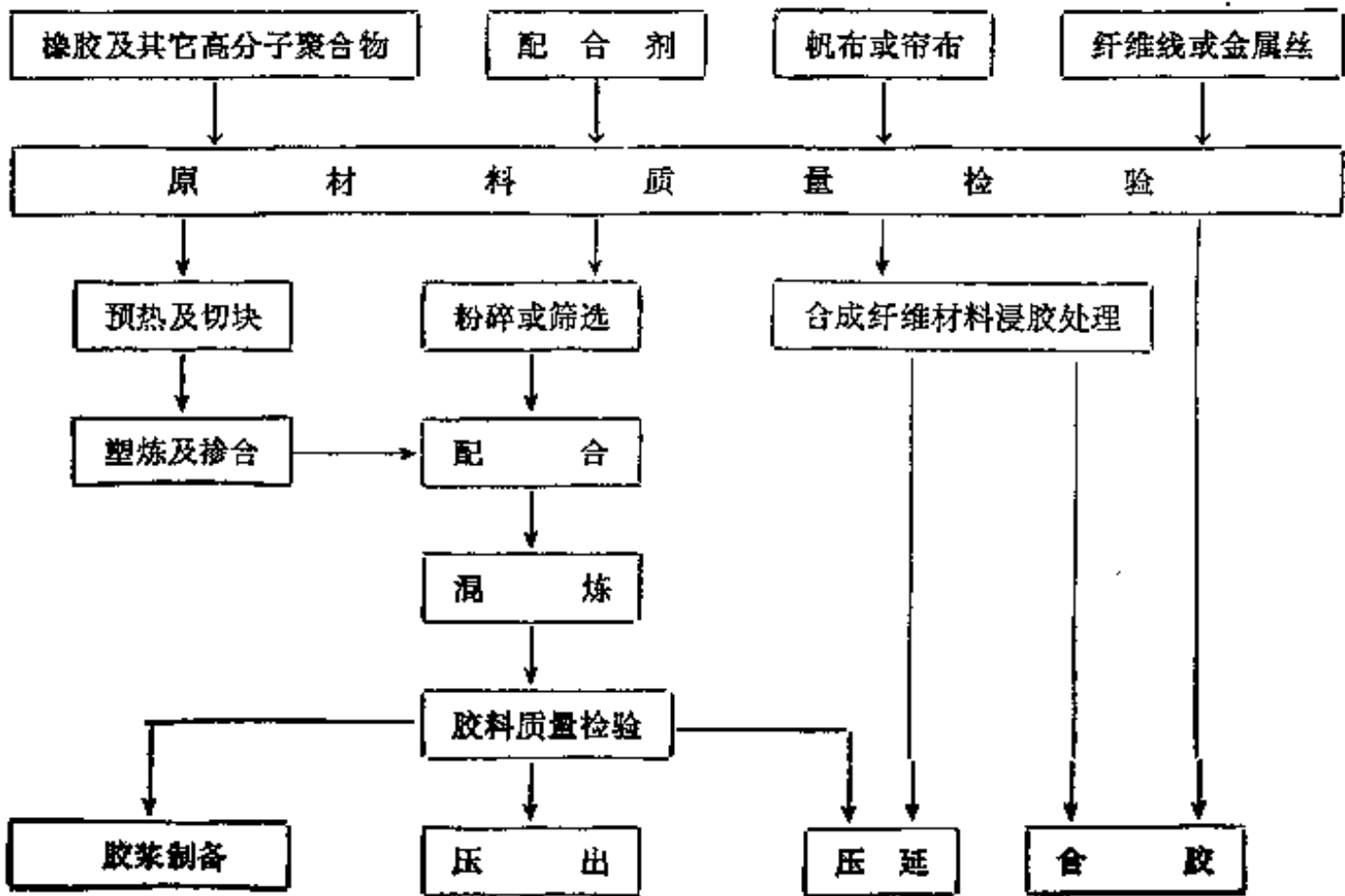


图 2-6-1 准备工艺流程图

二、胶管制造工艺流程

根据各类胶管不同的制造工艺，其主要流程列述如下。

(一) 夹布胶管制造工艺流程

夹布胶管的制造通常有硬芯法、软芯法和无芯法三种，其制造工艺流程图分别如下。

1. 硬芯法

硬芯法夹布胶管的制造工艺流程列于图2-6-2。

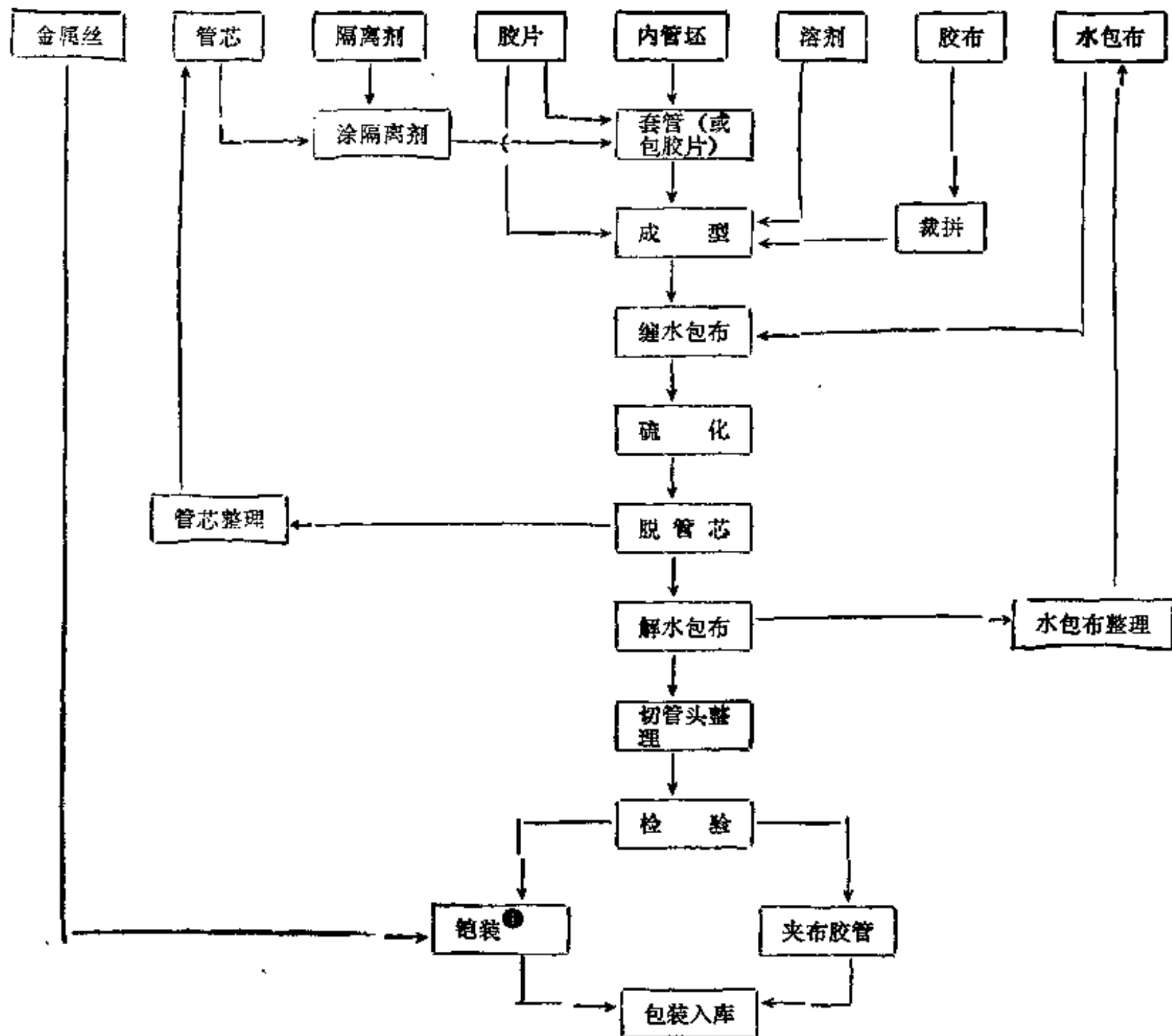


图 2-6-2 硬芯法制造夹布胶管工艺流程图

2. 软芯法

软芯法夹布胶管的制造工艺流程列于图2-6-3。

3. 无芯法

无芯法夹布胶管的制造工艺流程列于图2-6-4。

(二) 吸引胶管制造工艺流程

吸引胶管的制造一般都采用硬芯法，其制造工艺流程列于图2-6-5。

① 铠装——硫化后的胶管外缠金属螺旋线。

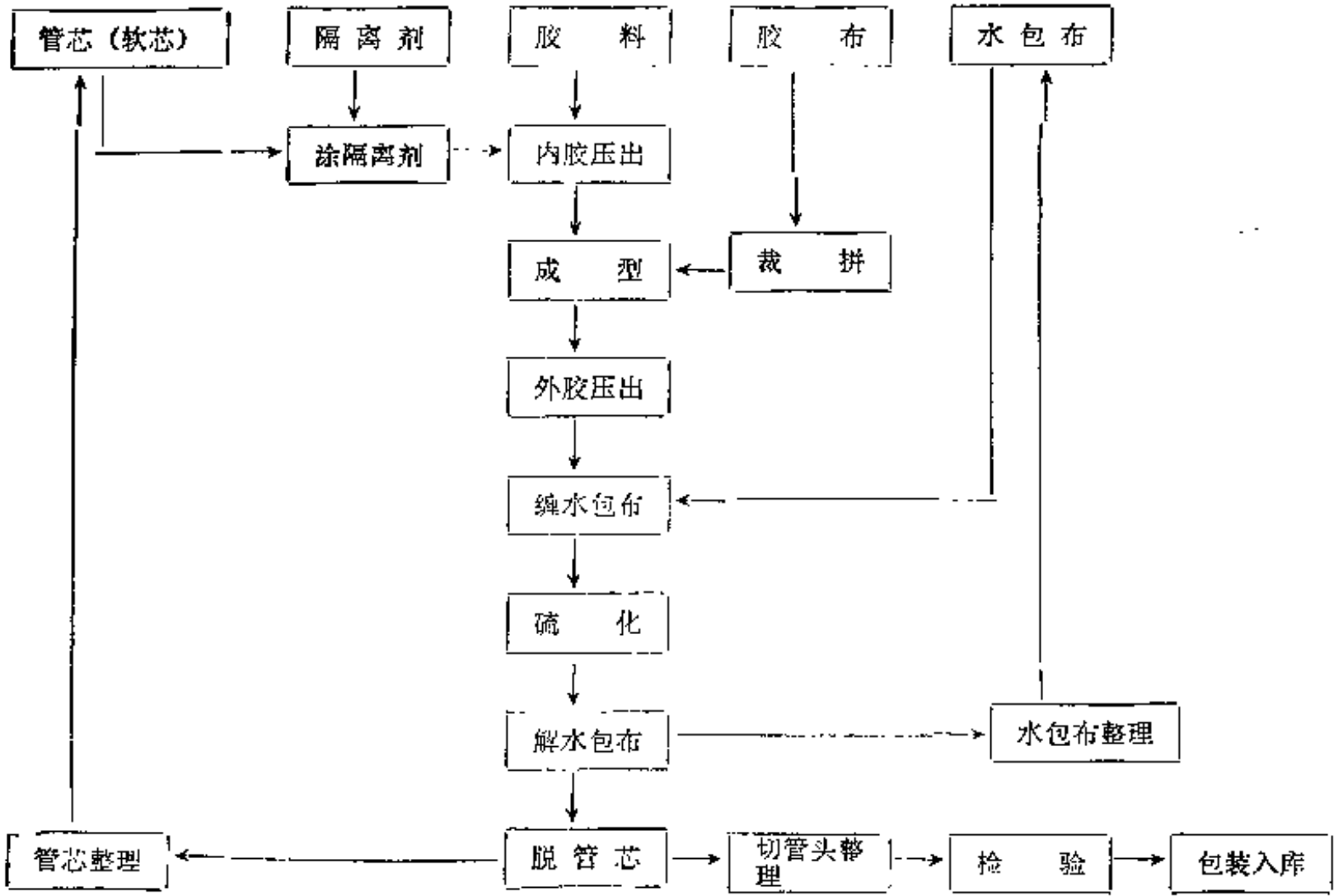


图 2-6-3 软芯法制造夹布胶管工艺流程图

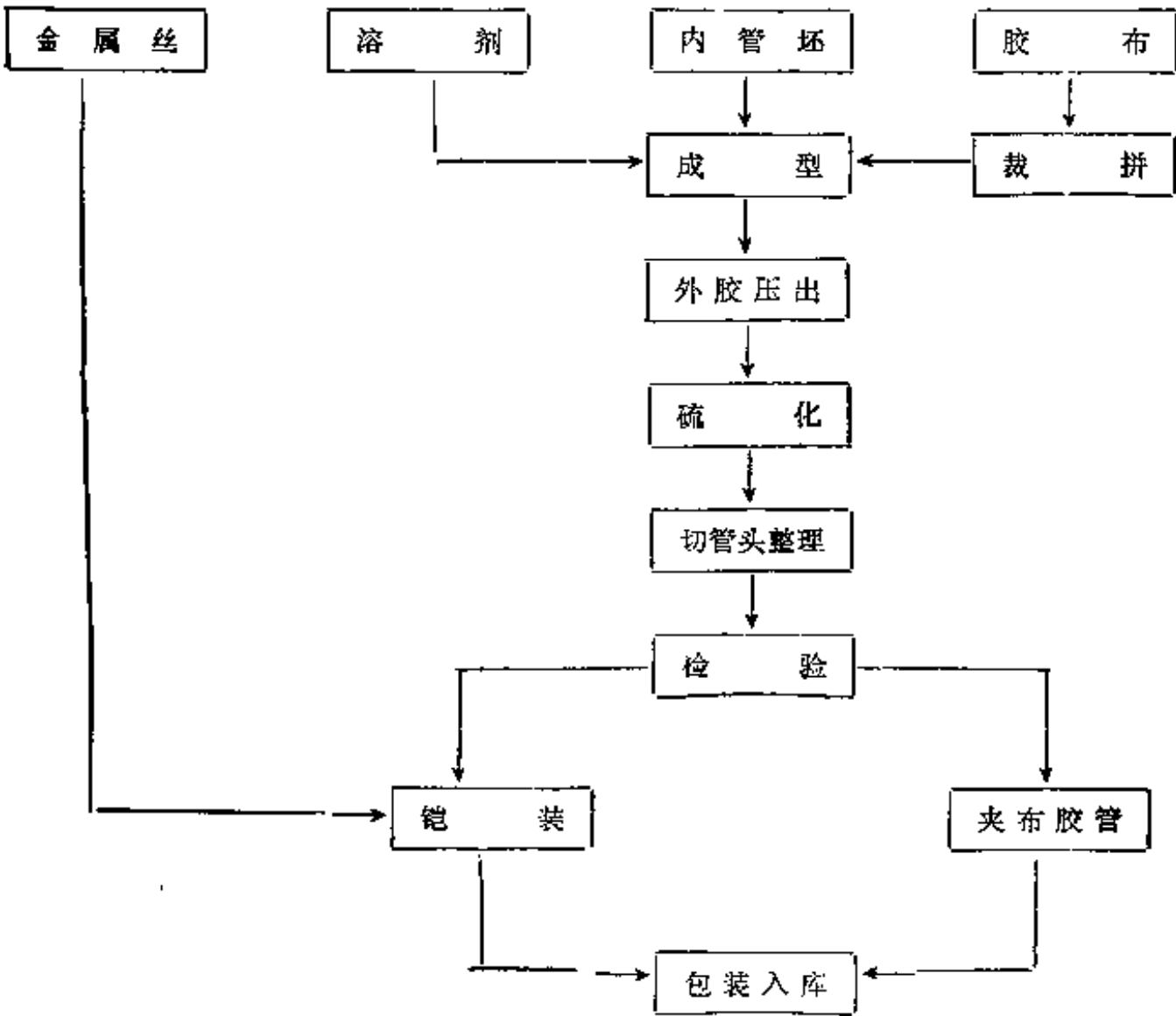


图 2-6-4 无芯法制造夹布胶管工艺流程图

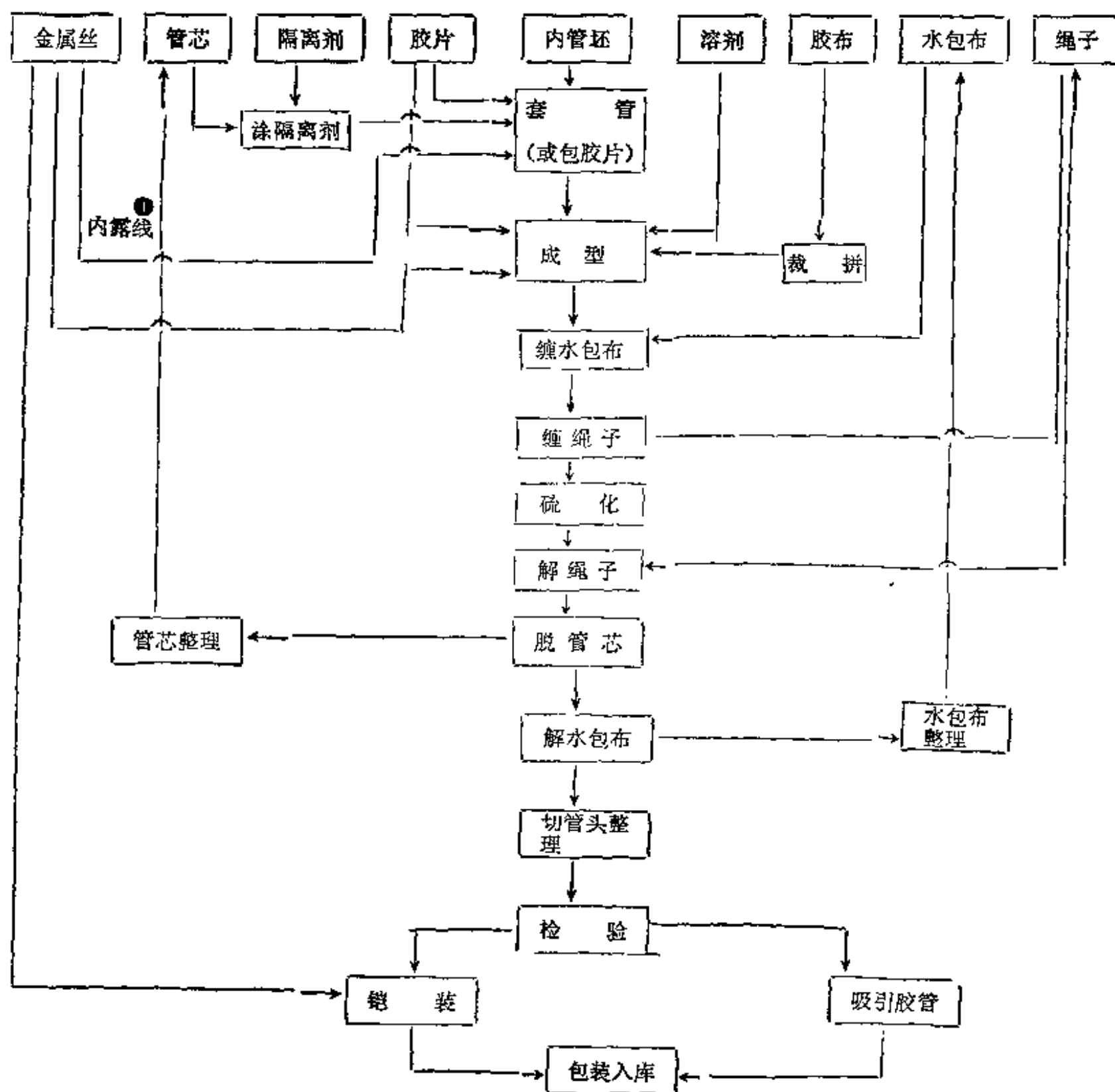


图 2-6-5 吸引胶管制造工艺流程图

（三）纤维编织（或缠绕）胶管制造工艺流程

纤维编织（或缠绕）胶管的制造通常有硬芯法、软芯法和无芯法三种，其制造工艺流程图分列如下。

1. 硬芯法

硬芯法纤维编织（或缠绕）胶管的制造工艺流程列于图2-6-6。

2. 软芯法

软芯法纤维编织（或缠绕）胶管的制造工艺流程列于图2-6-7。

此工艺中缠绕用纤维线可不经合股，采用裸硫化者，无需缠（解）水包布或包（剥）铅工艺。

3. 无芯法

无芯法纤维编织（或缠绕）胶管的制造工艺流程列于图2-6-8。

① 内露线——成型时先缠金属螺旋线然后包内胶。

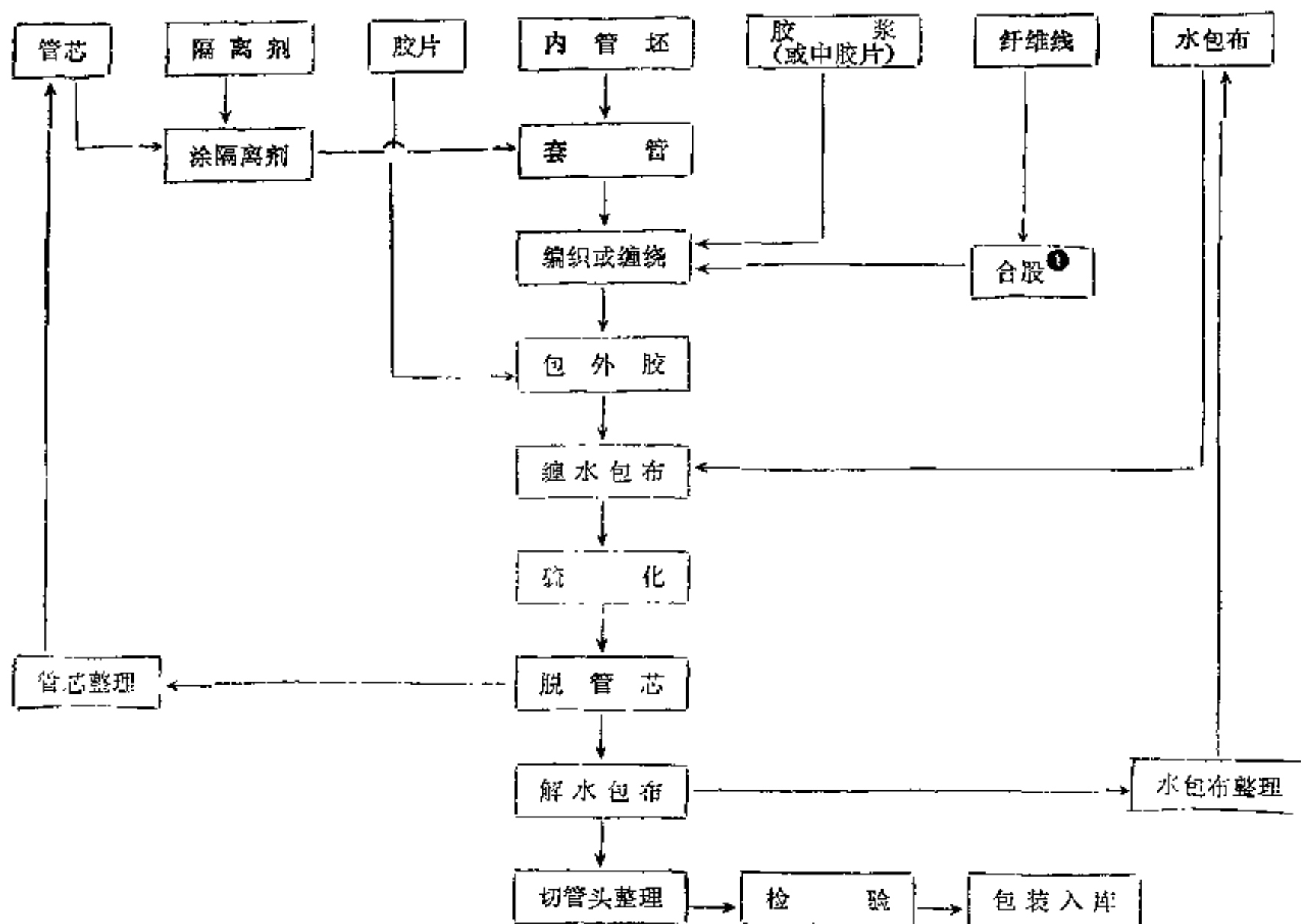


图 2-6-6 硬芯法制造纤维编织（或缠绕）胶管工艺流程图

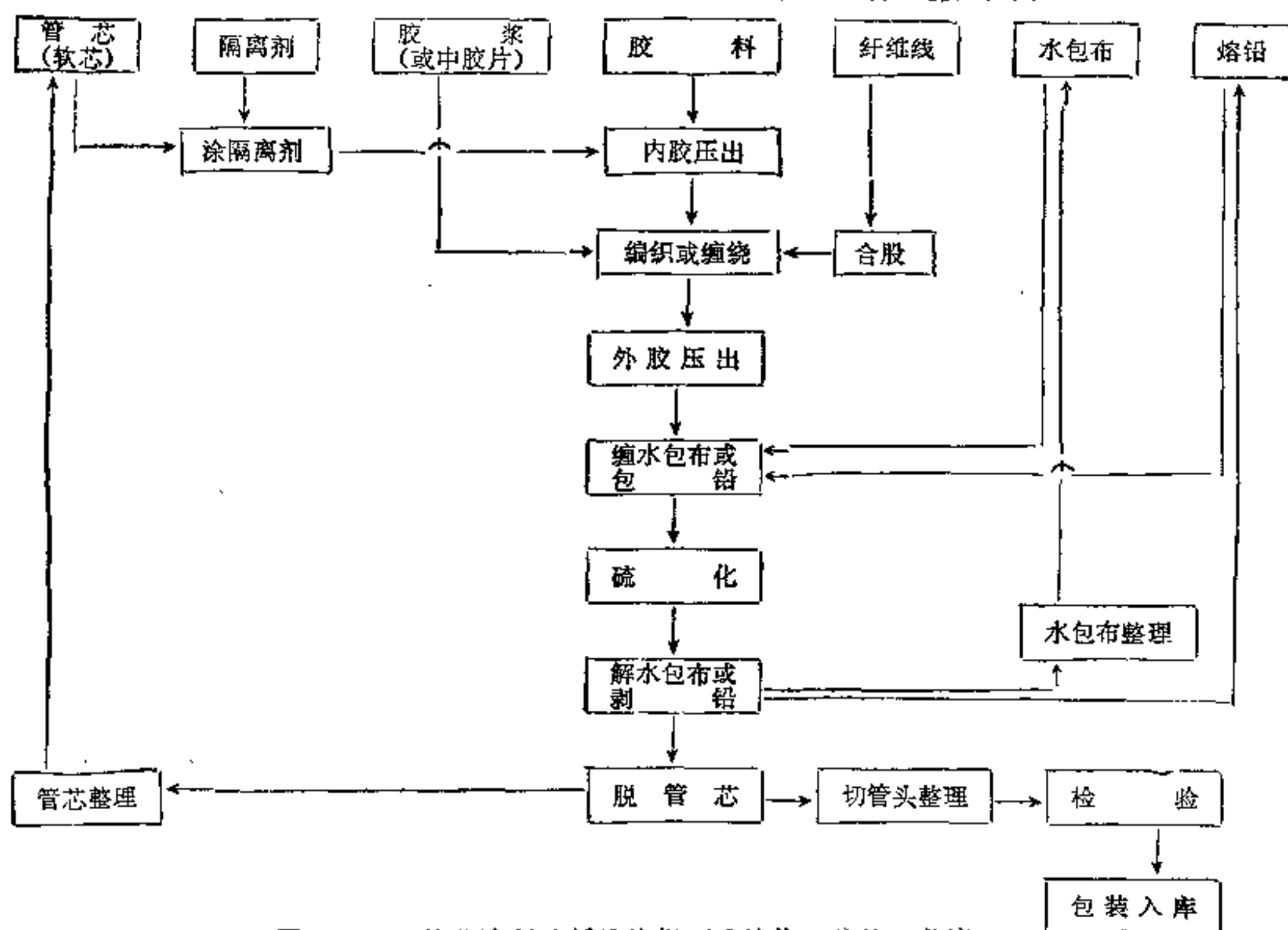


图 2-6-7 软芯法制造纤维编织（或缠绕）胶管工艺流程图

① 缠绕用纤维线可不经合股。

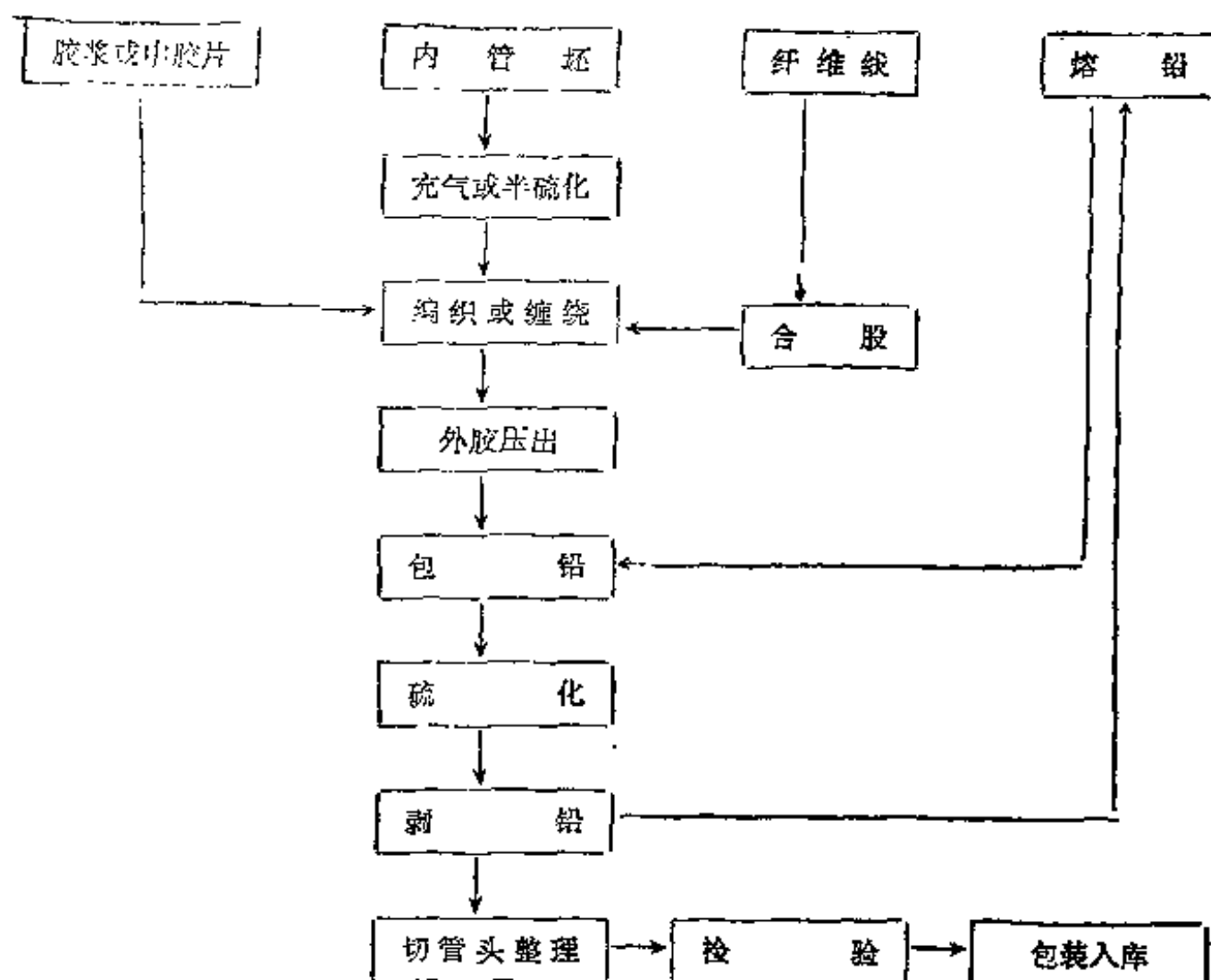


图 2-6-8 无芯法制造纤维编织（或缠绕）胶管工艺流程图

此工艺中缠绕用纤维线可不经合股，采用裸硫化者，无需包（剥）铅工艺。

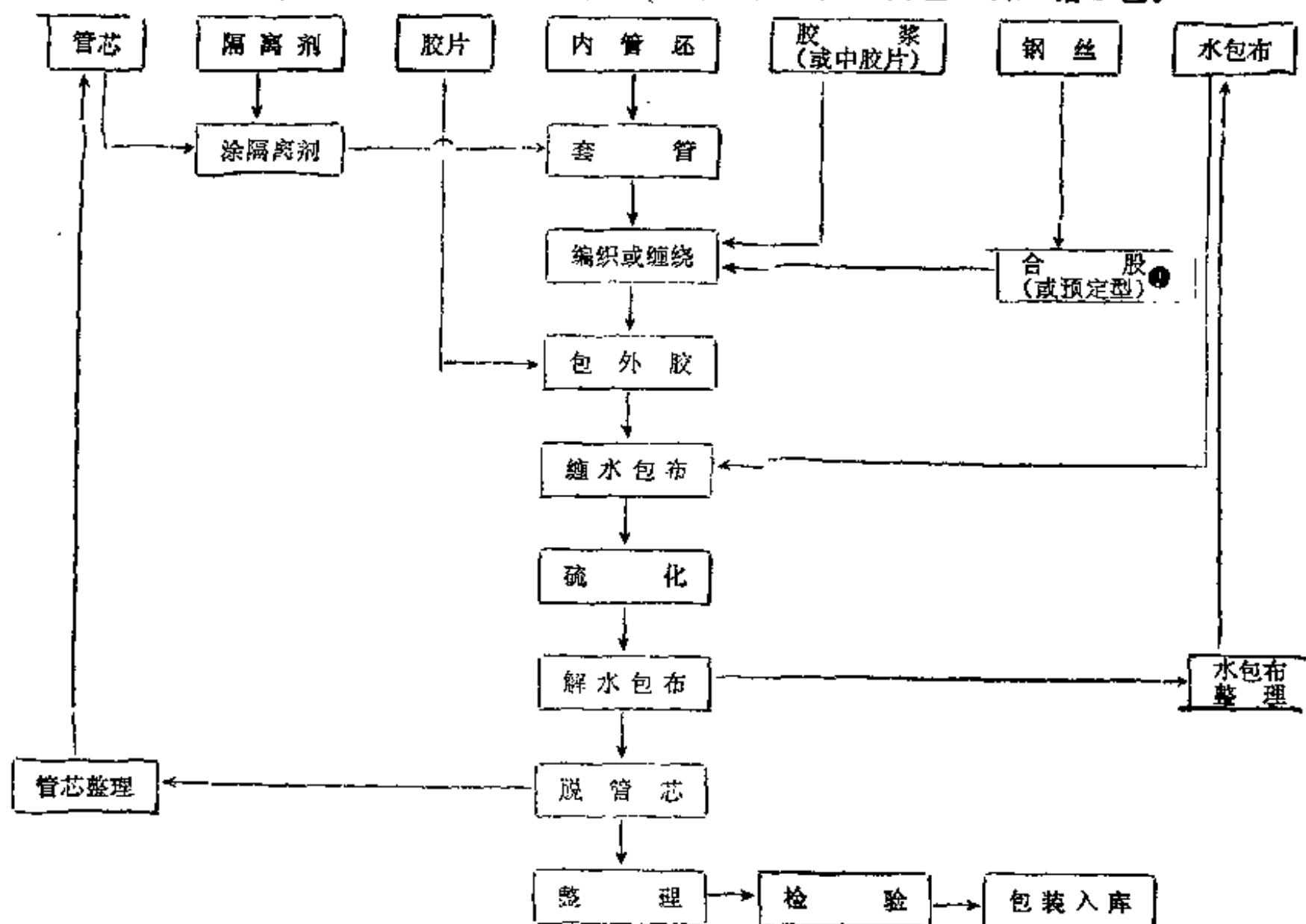


图 2-6-9 硬芯法制造钢丝编织（或缠绕）胶管工艺流程图

① 缠绕用钢丝需经预定型处理。

(四) 钢丝编织（或缠绕）胶管制造工艺流程

钢丝编织胶管的制造通常有硬芯法、软芯法和无芯法三种，钢丝缠绕胶管的制造一般有硬芯法和软芯法两种，其制造工艺流程图分列如下。

1. 硬芯法

硬芯法钢丝编织（或缠绕）胶管的制造工艺流程列于图2-6-9。

2. 软芯法

软芯法钢丝编织（或缠绕）胶管的制造工艺流程列于图2-6-10。

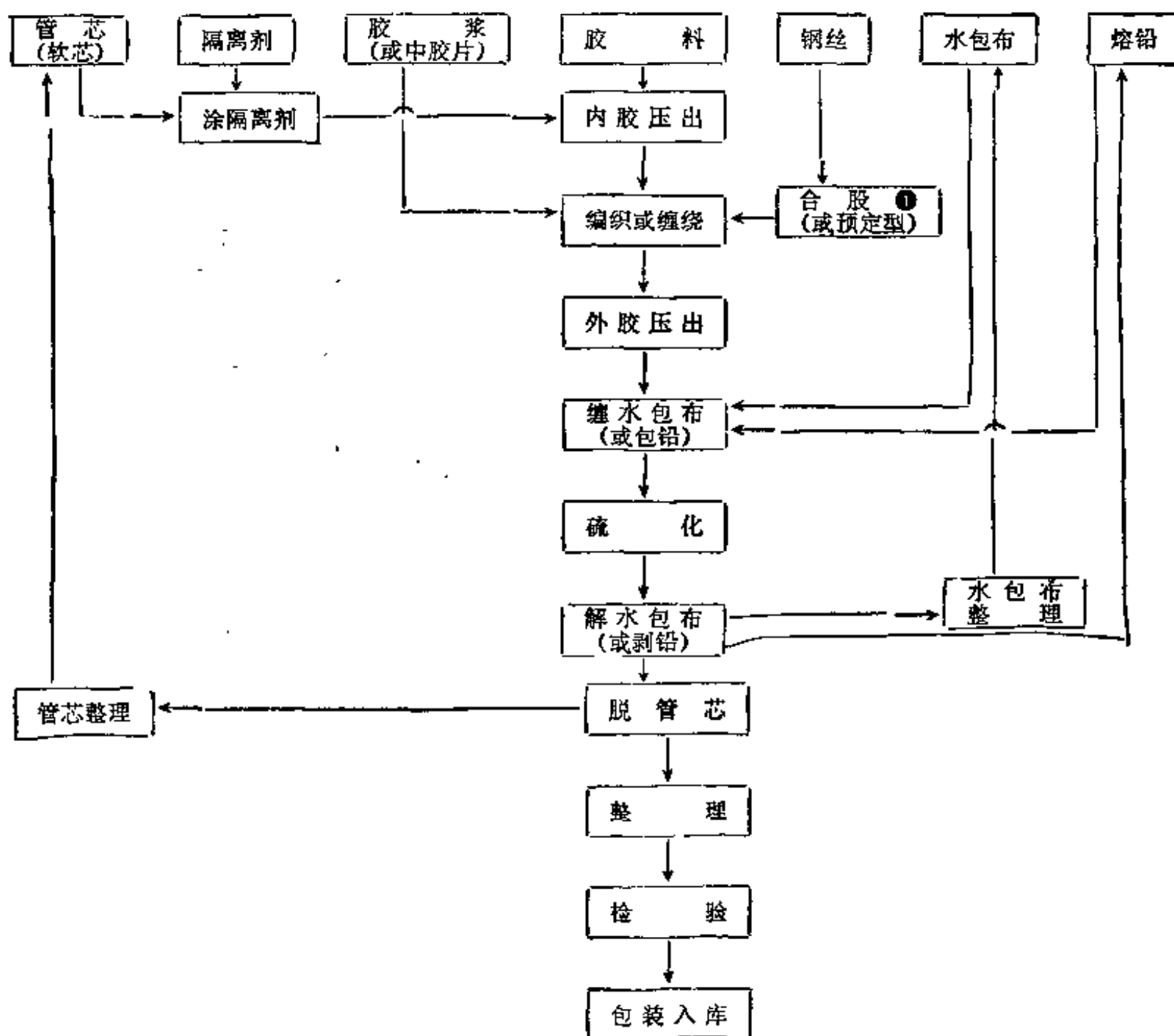


图 2-6-10 软芯法制造钢丝编织（或缠绕）胶管工艺流程图

3. 无芯法

无芯法钢丝编织胶管的制造工艺流程列于图2-6-11。

此工艺中采用裸硫化者，无需包（剥）铅工艺。

① 缠绕用钢丝需经预定型处理。

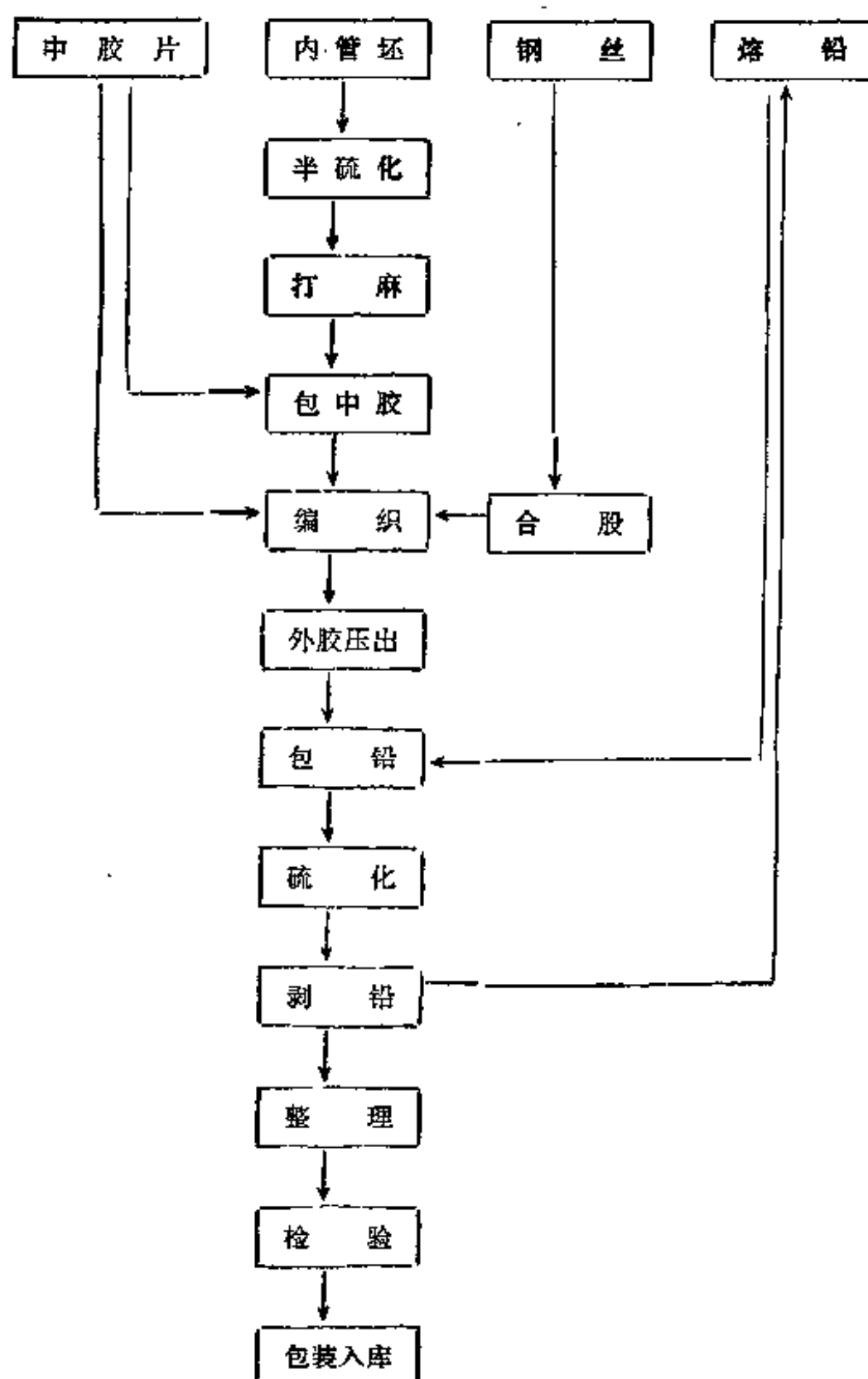


图 2-6-11 无芯法制造钢丝编织胶管工艺流程图

第二节 准备工艺

在胶管制造过程中，对原材料加工配合、塑炼、混炼、压延、压出等工艺都是必不可少的，现根据胶管生产的要求，就有关准备工艺略述如下。

一 原材料准备、加工与配合

(一) 原材料准备和加工

凡制造胶管所用的橡胶、配合剂以及骨架材料等主要原材料，都应按规定要求进行选购和准备，并进行必要的加工。

1. 橡胶

(1) 对大件橡胶应按要求进行切块加工，必要时需经加温软化，加温温度一般为40~60℃。

(2) 各种橡胶在加工和贮运过程中, 应保持洁净。

2. 配合剂

(1) 粉状配合剂应按细度要求进行筛选, 并清除杂质。

(2) 固体软化剂或防老剂应粉碎加工, 以利分散。

(3) 对粘稠状软化剂要适当加温, 除去水分并降低粘度后使用, 必要时需经过滤。

(二) 配合

1. 称量衡器

称量衡器是配料操作的重要工具, 因此, 在配料操作中首先应保证称量衡器的准确性和灵敏性。此外, 根据称量的多少, 应合理选用衡器的规格范围。

2. 配合操作要点

(1) 配合操作必须按配方要求准备称量, 防止重配或漏配, 并检查原材料质量是否符合要求, 外观是否异常。以保证胶料质量的稳定。

(2) 配料操作对配合剂配放盛器的要求, 通常可根据胶料性质和加料顺序而定。例如, 氯丁胶料一般需将氧化锌单独盛放, 以便混炼时最后加入。

3. 自动称量配合

自动称量装置由杠杆式、圆盘式和光电码盘式等多种, 其准确性较好, 工作效率高。

采用自动称量还可配以自动程序控制及自动加料装置, 从而可大大改善操作环境和减轻劳动强度。

二、塑炼和掺合

(一) 橡胶的塑炼

在常用的橡胶中, 大都需要经过塑炼来增加其塑性, 以适应制备胶料的要求。

橡胶通常采用开炼机、密炼机或螺杆塑炼机进行塑炼。

1. 开炼机塑炼

用开炼机塑炼, 一般都在低温和小辊距的条件下进行, 必要时可采取分段塑炼 (即塑炼一定时间经停放后再塑炼), 以提高塑炼效果。

采用开炼机塑炼时, 其两辊筒的速比一般以1:1.20~1.25为宜。

2. 密炼机塑炼

用密炼机塑炼, 一般是在高温热氧作用下进行的, 橡胶分子在炼胶机中受温度和强机械作用产生剧烈的破坏, 从而在较短的时间内获得较高的可塑性。

采用密炼机塑炼的主要优点是生产效率高, 机械化、自动化程度较好, 适宜于大批量生产, 并可改善劳动条件。

3. 螺杆塑炼机塑炼

用螺杆塑炼机塑炼, 橡胶主要是通过受螺杆与机筒壁摩擦搅拌和高温氧化作用而获得塑炼效果的。其优点是生产效率高, 而且有利于连续化作业, 但其塑炼的均匀性较差。

4. 化学增塑法

橡胶在采用机械塑炼的同时, 加入适量的化学增塑剂, 可提高塑炼效果。

在以天然橡胶为主的胶管胶料中, 通常以促进剂 M、DM 作为塑解剂 (这类促进剂在胶管胶料中使用都比较普遍), 这样既能起到良好的增塑效果, 又无损于促进硫化的特性。一般塑解剂用量在0.3~0.5份时 (以橡胶为100), 橡胶塑炼时间可减少30~40%。

不论采用何种方法进行塑炼，其塑炼胶都必须具有均匀的可塑性。并达到规定的塑性指标，以满足下工序需要。

(二) 橡胶及与其它高分子聚合物的掺合

1. 各种橡胶的掺合

在大多数胶管用的胶料中，以多胶种配合者极为普遍，其主要目的是为了满足不同胶管的使用要求和改善胶料的加工性能。

为使多胶种均匀地混为一体，以获得良好的混炼效果，通常在混炼前先将配方中规定的胶种和用量进行掺合（混合）。其方法是先将所需的胶种和用量进行称配，然后通过炼胶机适当地翻炼和压合，成为均一的“掺合胶”。

在多胶种的掺合过程中，不论其胶种配比如何，各胶在掺合前的塑性都应基本相近，这样有助于提高掺合效果。

在实际生产中，也有不经掺合而直接进行混炼的，这对于采用密闭式炼胶机混炼是可行的，但必须在混炼前先将称配的橡胶适当压合后再加入配合剂进行混炼，否则，将对混炼质量产生一定影响。

2. 橡胶与其它高分子聚合物的并用

橡胶与其它高分子聚合物的并用，简单地说，就是通常所称的“橡塑并用”。关于胶管用的高分子聚合物并用品种、比例范围以及并用条件等内容，已在本篇第四章中作了叙述。就其并用工艺来说，主要应根据各种高分子聚合物的并用特性（如温度、相容性等），再以相应的加工设备（一般可采用配有加温装置的炼胶机）进行共混。其中正确掌握并用温度非常重要，并且翻炼压合一定要均匀，否则，将难于制得质量均一的共混体。

(三) 塑炼胶可塑性

为适应胶管制造工艺的需要，对用于各胶层部件及不同胶种的塑炼胶（或掺合胶）可塑性要求，可参见表2-6-1。

表 2-6-1 不同胶层部件的塑炼胶可塑性要求

胶 种	使 用 部 件	可 塑 度 (威廉)
天然橡胶 (及与丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等并用胶)	内 层 胶	0.25~0.30
	外 层 胶	0.30~0.40
	擦 布 胶	0.45以上
	胶 浆 胶	0.30~0.40
丁腈橡胶 (及与氯丁橡胶等并用胶)	内 层 胶	0.30~0.35
	外 层 胶	0.35~0.40

三、混 炼

制造胶管用的胶料，通常多采用开炼机或密炼机进行混炼。现根据胶管用胶料的混炼要求略述如下。

（一）开炼机混炼

由于开炼机结构比较简单，设备投资低、使用维修方便等优点，故在一般中小型工厂中使用较为普遍。

采用开炼机混炼的主要优点是可变性好，操作方便，对于品种多变批量小，以及要求特殊的胶料混炼尤为适宜。缺点是劳动强度高，生产效率低，粉尘易飞扬。

作为胶管用的胶料，除了能够满足所需的使用要求和工艺性能之外，从外观上还需要保证胶料的均匀性、致密性和纯洁性，这对于使用条件苛刻的胶管胶料（如高压胶管内层胶等）来说更为重要。因此，采用开炼机混炼的胶料，应特别注意配合剂的分散效果，对于填充剂用量较多的胶料，以采取“少加勤加”的方法为宜。根据不同特性的胶料，必须相应地掌握好加料顺序及炼胶温度等工艺条件，严防产生分散不匀、胶疙瘩以及焦烧等质量问题。

（二）密炼机混炼

用密炼机混炼具有产量大、生产效率高、劳动强度低以及粉尘飞扬少等优点，而且还有利于自控化和大批量生产。缺点是混炼温度较高，容易使胶料产生自硫，同时由于密炼室混炼的胶料形状不固定，还需经压片机补充加工。

对大部分胶管用的胶料，都可以用密闭式炼胶机进行混炼。采用密炼机混炼的基本要求如下。

1. 装胶容量

通常可根据胶料的含胶率高低、可塑性大小，以及转子突棱与室壁之间的空隙等情况确定装胶容量。一般来说，对可塑性较大且易于混炼的胶料，其装胶容量可适当增加，反之，则适当减少。

2. 加料顺序

根据不同胶种以及胶料的特性，通常可采用一段或两段混炼。大部分胶管用的胶料，都可采用一段混炼。其一般的加料顺序为：

塑炼胶（或掺合胶）→小料（活性剂、防老剂、促进剂等）→固体软化剂→填充剂、补强剂（用量多的要分次加入）→液体软化剂→排胶。硫化剂一般都在压片机上加入。

对于配合剂分散困难或容易产生焦烧的胶料，可采用两段混炼，并在第二段混炼时加入硫化剂。

若采用快速高效密炼机进行混炼，其加料顺序可适当简化。

3. 混炼温度

胶料在密炼过程中，温度会不断升高，但混炼温度过高会影响胶料质量，且不利于粉剂的分散，因此，适当控制混炼温度非常重要。一般胶料的混炼温度以100~130℃为宜，对氯丁橡胶等易产生焦烧的胶料，其密炼温度应控制在100℃以下。

4. 混炼时间

胶料在密闭式炼胶机中混炼的时间，一般不宜过长，尤其对合成橡胶用量较多的胶料，应在保证配合剂分散和混炼均匀的前提下，尽量缩短辅助或投料的时间。

（三）胶料过滤

对大部分胶管用的胶料，都应具有较好的致密性和纯洁性，因此这些胶料除了在塑炼和混炼等过程中需要加强清洁工作之外，还需进行过滤。

胶料过滤，一般都采用螺杆滤胶机进行，滤网规格根据不同用途的胶料而定，一般为

60~80目/in；对要求较高的胶料，可采用100目/in以上的滤网。

过滤后的胶料，一般都需经过适当冷却后才能加入硫化剂，以防胶料产生焦烧。

（四）胶料可塑性

根据胶管制造工艺及使用胶层部件的不同，其胶料的可塑性要求可参见表 2-6-2 所列的范围适当控制。

表 2-6-2 不同使用部件的混炼胶可塑性要求

使用部件	胶管制造工艺	可 塑 度（威廉）
内 层 胶	有芯法（夹布及纤维编织、缠绕）	0.25~0.35
	有芯法（钢丝编织、缠绕）	0.15~0.20
	无芯法（夹布）	0.20~0.30
	无芯法（编织、缠绕）	0.15~0.20
外 层 胶	压 出 法	0.35~0.45
	压 延 法	0.30~0.40
擦 布 胶		0.50以上
胶 浆 料		0.30~0.40
填充中胶		0.35~0.45

注：无芯法编织或缠绕胶管的内层胶，如果采用半硫化工工艺者，其胶料的塑性可适当增大一些。

四、胶 料 热 炼

供压延或压出用的胶料，通常都采用开炼机经热炼后再给下工序使用，现对胶料的热炼要求略述如下。

1. 热炼温度

根据不同胶种的胶料特性，其热炼温度范围可参照表2-6-3。

表 2-6-3 不同胶种胶料的热炼温度

胶 种	前辊温度，℃	后辊温度，℃	胶 种	前辊温度，℃	后辊温度，℃
天然橡胶	65~70	60~65	丁腈橡胶	50~60	45~55
天然橡胶+丁苯橡胶	55~60	50~55	丁腈橡胶+氯丁橡胶	45~55	40~50
天然橡胶+顺丁橡胶	55~65	50~55	乙丙橡胶	65~75	60~65
天然橡胶+氯丁橡胶	50~55	45~50	丁基橡胶	60~70	55~65
天然橡胶+丁腈橡胶	55~60	50~55			

2. 工艺要点

- （1）各种胶料必须按不同用途分别热炼，不能混用，并保持清洁，防止混入杂质。
- （2）胶料热炼必须均匀，热炼辊距一般以4~6mm为宜。
- （3）热炼后的胶料应及时供压延或压出使用，以免存放过久产生自硫，热炼胶料需保

持一定的胶温，如采用连续输送供胶者，其输送距离不宜过长。

(4) 返回胶必须再经热炼后才能使用，并按一定比例掺合使用，一般掺用比例不超过30%。

(5) 若采用冷喂料压出工艺者，其胶料可不经热炼而直接供挤出机使用。

五、压 延

制造胶管用的胶片或胶布，一般都需要经过压延工艺而制得，现将胶片和胶布的压延工艺要求简述如下。

(一) 胶片压延

在胶管制造中，凡用以包贴成型的各胶层胶片，通常多采用三辊压延机进行压延，其基本要求如下。

1. 胶片压延的基本要求

(1) 压延温度 不同的胶料应采取不同的压延温度，根据不同胶种的胶料，其相适应的压延温度可参照表2-6-4范围进行控制。

表 2-6-4 不同胶种胶料的胶片压延温度

胶种	三辊压延机辊温, °C			胶种	三辊压延机辊温, °C		
	上辊	中辊	下辊		上辊	中辊	下辊
天然橡胶	80~90	75~85	70~80	天然橡胶+氯丁橡胶	60~65	40~50	40以下
天然橡胶+丁苯橡胶	65~75	60~70	45~55	丁腈橡胶	75~85	65~75	60~65
天然橡胶+顺丁橡胶	60~70	50~60	40~50	丁基橡胶	75~85	60~70	70~75

(2) 压延速度和速比 一般来说，胶片压延的速度快慢，应根据胶料的可塑性大小而定，可塑度大者速度可适当快些。

胶片压延时的辊筒速比应以等速为宜，采用三辊压延机时，其中、下辊为等速，上、中辊保持一定的速比，这样可排除胶料中的气泡，随之向中、下辊间供应均质的胶料。

(3) 供胶要求 压延供胶以少加勤加、保持辊距间定量积胶为宜。若采取均匀输送装置则更为理想，但在供料过程中，胶料温度应基本保持一致，热炼胶也需保持均匀。

(4) 胶片卷取 压延胶片需用清洁垫布或涂隔离剂均匀卷取，卷取速度要与压延速度相配合，压延胶片应经适当冷却，以防自硫。

(5) 胶片质量要求 压延胶片的厚度和宽度都应符合施工规定，胶片表面应平整光滑，无气泡、熟胶疙瘩等现象，并不使之与垫布粘附。

2. 常见质量问题及预防措施

胶管用的压延胶片，较为常见的质量问题及预防措施列于表2-6-5。

(二) 胶布压延

胶管用的胶布大多采用纤维织物（帆布或帘布）经压延机擦胶或贴胶而成。现将织物擦胶和贴胶的基本要求略述如下。

1. 擦胶

织物的擦胶是利用压延机辊筒转速不同所产生的剪切力使胶料挤擦到织物的缝隙中，以

表 2-6-5 胶管用压延胶片常见质量问题及预防措施

质量问题	原 因	预防措施
胶片厚度、宽度不符要求	(1) 胶料热炼不均或可塑度波动太大; (2) 辊温、辊距掌握不当; (3) 卷取与压延速度配合不当	(1) 加强胶料可塑度控制及改进热炼条件; (2) 适当控制辊温及辊距; (3) 调整卷取速度
气 泡	(1) 辊温太高或热炼过久; (2) 配合剂含水太多; (3) 积胶过多夹入空气	(1) 控制热炼条件, 适当掌握辊温; (2) 加强原材料质量控制; (3) 加料均匀适当, 防止积胶太多
表面粗糙	(1) 辊温过低或热炼不当; (2) 辊筒速比太大; (3) 胶料产生自硫	(1) 适当控制热炼条件及辊筒温度; (2) 辊筒速比尽量要小 (最好等速); (3) 热炼胶卷大小要适宜, 胶卷停放不能过久
表面喷霜	(1) 胶料中易喷出物含量太多; (2) 冷却速度太快; (3) 胶片存放时间太久	(1) 适当改进胶料配方; (2) 防止骤然冷却; (3) 胶片存放时间适当控制
胶片自硫	(1) 压延后冷却不够; (2) 存放不当	(1) 压延后通过冷却再卷取; (2) 适当控制存放时间及温度

提高胶料与织物的粘合强度。

擦胶通常是在三辊或四辊压延机上进行的, 采用四辊压延机擦胶的主要优点是可将织物两面同时进行擦胶, 以提高生产效率, 同时可减少胶布的压延损伤。

胶管用胶布的擦胶通常有两种方法。一种称为“厚擦”(也称“包擦”), 即将胶料包在中辊上(包胶厚度约 2~3mm), 在擦胶过程中, 使一部分胶料擦入布料, 一部分仍包在中辊上〔如图 2-6-12(a)〕, 其优点是胶布不易压坏, 操作比较方便, 但胶料在织物中的渗透性较差; 另一种称为“薄擦”(也称“光擦”), 即当织物通过中、下辊距时, 使胶料全部擦入布料中, 此时中辊不再包胶(如图 2-6-12(b)〕, 用此法擦得的胶布上胶量较多, 胶料对织物的渗透程度较好, 但对织物的强力损失较大, 且胶布容易压坏。因此在实际生产中, 除了丁基橡胶等特殊胶料采用“薄擦”法之外, 对一般的胶料大多采用“厚擦”法。

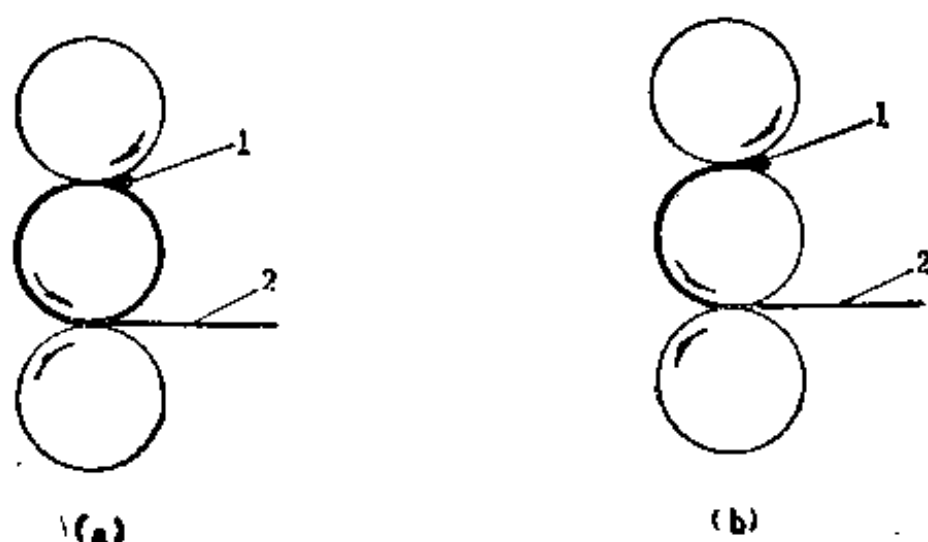


图 2-6-12 胶布压延(厚擦、薄擦)示意图

(a) 厚擦法; (b) 薄擦法

1—胶料; 2—胶布

(1) 擦胶温度 擦胶时各辊筒温度的配合, 对擦胶工艺及胶布质量有着直接的影响, 因此必须根据各种胶料的特性控制相应的辊筒温度。现就以三辊压延机对不同胶料的擦胶温度可参见表 2-6-6 所列范围。

表 2-6-6 不同胶种胶料的擦胶温度

胶种	三辊压延机辊筒温度, ℃		
	上 辊	中 辊	下 辊
天然橡胶	90~100	70~80	75~85
天然橡胶、丁苯橡胶并用	90~100	80~90	75~85
天然橡胶、氯丁橡胶并用	85~95	75~85	65~75
氯丁橡胶、丁腈橡胶并用	80~90	70~80	60~70
丁基橡胶	80~90	90~95	60~70

(2) 辊筒速比 辊筒速比对擦胶效果也有一定影响, 速比太小擦胶效果不好, 速比太大织物的强力容易受损, 而且操作比较困难, 特别对“薄擦”工艺更为明显。一般对上、中、下三辊的速比以1:1.3~1.5:1为宜。

(3) 胶料可塑性 一般来说, 胶料的可塑性大, 其流动性也大, 容易渗透到织物中去, 因此采用厚擦时对胶料的可塑度一般要求在0.50以上。

(4) 对织物的要求 织物的含水量过高, 会影响胶料与布层的粘附强度, 甚至会造成气泡和脱层等质量事故。因此在擦胶前必须将织物进行干燥, 使含水量降至3%以下, 并使织物保持一定的温度。

为了进一步提高擦胶效果, 可在干燥前对织物进行刷毛, 即将织物中的细毛绒、杂物、灰尘等除去, 这样, 便更有利于使胶料渗透到织物中去。

对合成纤维及玻璃纤维等织物, 可在擦胶前先经浸浆处理或在胶料中配入适量的增粘剂, 以提高胶布的粘着性能。

2. 贴胶

在有些胶管结构中, 往往采用贴胶布代替胶层和骨架层, 这样不仅可以简化成型工艺、提高生产效率, 同时还可降低原材料消耗, 节约能源, 并可改善胶管的柔软性和减轻管体重量。

织物贴胶一般在三辊或四辊压延机上通过辊筒等速运转来实现, 其基本要点如下。

- (1) 热炼胶 贴胶时胶料要求热炼均匀, 并保持一定的塑性和胶温。
- (2) 加料 采取少加勤加的方法, 使辊缝间保持一定的积胶。
- (3) 辊距 贴胶辊距必须准确控制, 以保证贴胶厚度的均匀。
- (4) 辊温 贴胶时的辊筒温度, 根据不同胶料而定, 一般可参照表2-6-7所列范围。

表 2-6-7 不同胶种胶料的贴胶温度

胶种	三辊压延机辊筒温度, ℃		
	上 辊	中 辊	下 辊
天然橡胶	90~100	85~95	65~75
天然橡胶与氯丁橡胶并用	75~85	80~90	50~60
天然橡胶与丁苯橡胶并用	80~90	90~95	60~70

3. 擦、贴胶布常见质量问题及预防措施

胶管用擦胶布或贴胶布较为常见的质量问题及预防措施列于表2-6-8。

表 2-6-8 橡胶布常见质量问题及预防措施

质量问题	原因	预防措施
贴 胶 (胶布表面局部粘附胶块)	(1) 胶料可塑性不一致; (2) 胶料冷热不均; (3) 压延辊温控制不当	(1) 严格控制胶料可塑性; (2) 胶料热炼要均匀; (3) 加料要适当, 并采取少加勤加; (4) 适当掌握辊筒温度
掉 皮 (胶料与织物粘附不好)	(1) 织物含水量太多或表面不洁; (2) 胶料太硬, 塑性太低; (3) 压延温度太低; (4) 织物温度太低	(1) 适当控制织物含水量, 并加强刷毛等清洁工作; (2) 加强胶料质量控制及热炼工艺; (3) 适当掌握辊筒温度; (4) 加料要均匀, 采取少加勤加, 防止积胶太多; (5) 布料要随烘随用, 并适当保温
胶布压平	(1) 送布时两边速度不均; (2) 布料松紧不一; (3) 辊距太小或不均	(1) 送布速度要均匀一致; (2) 控制织物厚度, 防止厚薄不均或两边紧中间松; (3) 辊距掌握要适当
胶布重叠	(1) 垫布不平; (2) 压延速度与卷取速度配合不当	(1) 垫布要整理平伏, 防止折皱; (2) 胶布卷取速度要与压延速度配合适当
胶布表面喷霜	(1) 胶料中易喷出物含量太多; (2) 冷却太快; (3) 存放时间太久	(1) 适当改进配方; (2) 采取逐渐冷却; (3) 控制存放时间
胶布自硫	(1) 胶料硫化速度太快; (2) 胶布冷却不够; (3) 存放温度太高或时间太久	(1) 适当调整配方; (2) 压延后需充分冷却; (3) 适当控制存放条件

六、压 出

压出是胶管制造中一项很重要的工艺过程, 胶料通过相应口型的挤出机压出, 便可获得相应规格的坯管, 其产品质量及生产效率等均优于胶片包贴工艺。根据制造胶管的不同工艺, 将采用不同形式的挤出机, 较为常用的有直头型、横头型(“T”型)和斜头型(“Y”

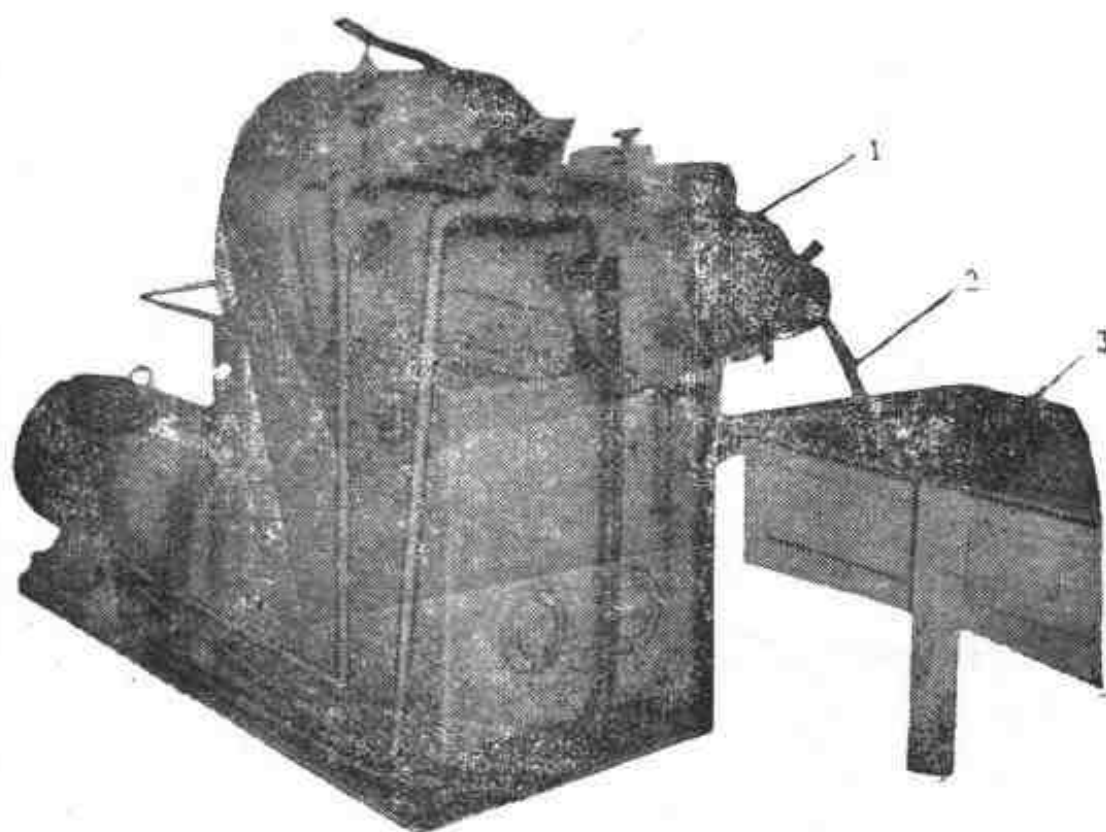


图 2-6-13 直头型挤出机压出
1—直头型挤出机; 2—压出管坯; 3—冷却水槽

型) 三种。

一般情况下, 对不带管芯的内管坯, 大多采用直头型挤出机进行压出 (如图2-6-13); 而对大部分胶管的外胶层 (或中胶层), 以及带有管芯的内管坯, 通常都采用横头型或斜头型挤出机进行压出 (如图2-6-14)。

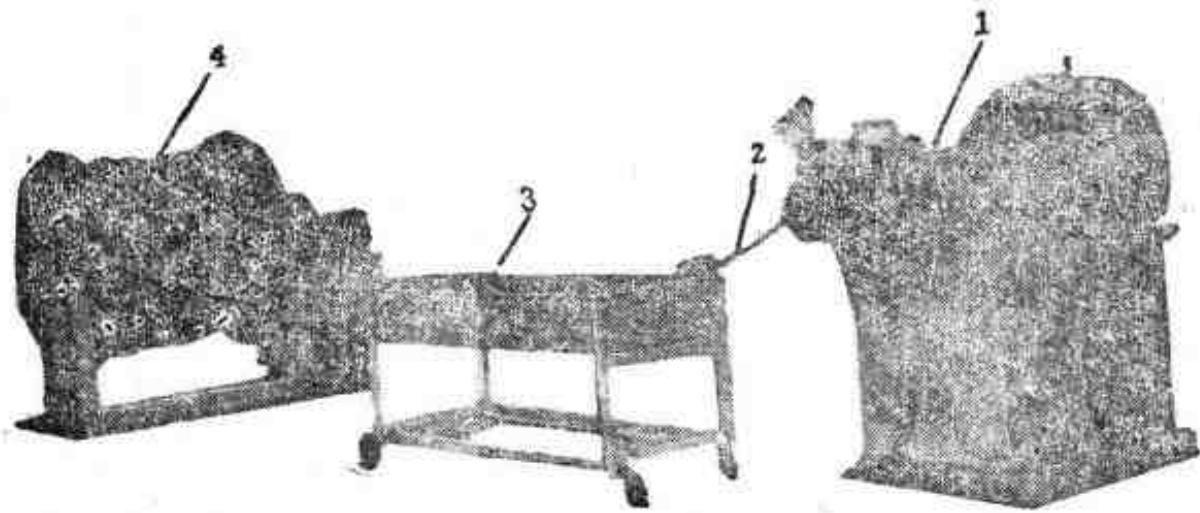


图 2-6-14 横头型挤出机压出
1—横头型挤出机; 2—压出管坯; 3—冷却水槽; 4—管坯卷取

不论采用横头型或斜头型挤出机, 其压出胶料的阻力都比直头型挤出机要大, 而斜头型挤出机由于机头挤出方向较接近于挤出机螺杆轴向, 因此压出胶料的流向改变较小, 其压出效果也优于横头型挤出机。

(一) 内胶压出

在内胶压出过程中, 对挤出机各部位温度、芯型和口型的选配以及胶料压出膨胀等, 与内胶压出质量都有着非常密切的关系, 现就其基本要点简述如下。

1. 压出温度

挤出机口型、机头、机身这三部位的温度掌握确当与否, 对压出管坯质量关系较大。一般来说, 压出温度应根据不同胶种的胶料及其含胶率、可塑性等因素而定, 对不同胶种的胶料, 其压出温度可参见表2-6-9所列范围进行选取。

表 2-6-9 不同胶料的压出温度

胶 种	挤出机各部位温度, ℃			胶 种	挤出机各部位温度, ℃		
	机身	机头	口型		机身	机头	口型
天然橡胶	50~60	65~75	85~95	丁腈橡胶+氯丁橡胶	20~30	50~60	70~80
天然橡胶+氯丁橡胶	30~40	50~60	65~75	丁基橡胶	50~60	70~80	85~95
天然橡胶+丁苯橡胶	40~50	60~70	75~85	氯磺化聚乙烯	40~50	50~60	65~75
天然橡胶+顺丁橡胶	30~40	60~70	75~85	乙丙橡胶	45~55	55~65	90~100
丁腈橡胶	25~35	55~65	70~80				

2. 芯型选择

用于压出管坯的挤出机, 其芯型一般都为圆锥体结构〔如图2-6-15(a)和(b)〕, 以利于挤出方便和管坯内径调节, 其中直头型挤出机芯型的锥度较大, 即对压出管坯内径的调节范围较宽。因此, 在内胶压出过程中, 尤其采用直头型挤出机时, 只需选配与压出管坯内径相适应的芯型规格即可。

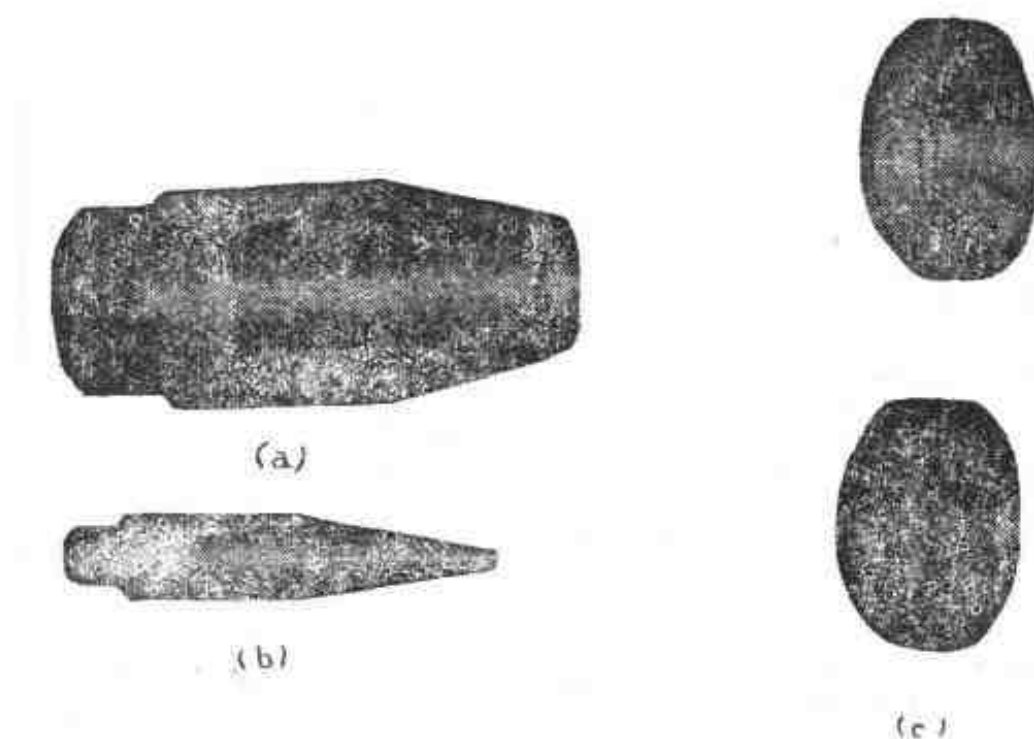


图 2-6-15 管坯压出芯型与口型
(a) 横头型压出芯型; (b) 直头型压出芯型; (c) 管坯压出口型

3. 口型选择

在管坯压出中, 较为常用的压出口型一般都为内圆锥形结构〔如图2-6-15(c)〕, 由于压出规格及胶料膨胀率等多种因素, 因此, 对压出口型的选配变换比较频繁。

为了能选取适宜的压出口型, 一般可根据压出管坯的规格, 选取相近的口型, 在一定的压出条件下(如机台、温度、速度、胶料可塑性等)进行试压出, 然后测得试压出管坯的直径, 并计算其膨胀率。

(1) 计算式 一般情况下, 压出管坯的膨胀率可按式(2-6-1)计算。

$$B = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \times 100\% \quad (2-6-1)$$

式中 B ——胶料压出膨胀率, %;

D_1 ——口型内直径, mm;

D_2 ——试压出管坯的外直径, mm。

(2) 计算举例 以选用某胶料在一定的条件下进行压出, 若取口型内径为21mm, 测得压出管坯的外直径为24.1mm, 试计算其膨胀率。

根据上述已知数据代入式(2-6-1), 并进行计算

$$\begin{aligned} B &= \frac{24.1 - 21}{21} \times 100\% \\ &= 14.8\% \end{aligned}$$

由计算可知, 该胶料在上述条件下压出的膨胀率为14.8%。

现拟采用该胶料在上述条件下压出内径为19mm、胶层厚度为2.4mm的内管坯, 试计算应选配的口型规格。

根据上述已知数据进行计算

$$\begin{aligned} D_2 &= 19 + 2 \times 2.4 = 23.8\text{mm} \\ B &= 14.8\% \end{aligned}$$

$$D_1 = \frac{D_2}{1+B}$$

$$= \frac{23.8}{1.148}$$

$$\approx 20.73\text{mm}$$

从计算结果, 选择内直径为20.5mm或21mm的口型较为适宜。

当然, 对于经验丰富的操作者来说, 也可根据自己的实践经验, 不通过计算便能选取合适的口型。

4. 影响压出膨胀的因素

在胶管制造的压出工艺中, 影响压出膨胀的因素比较多。例如, 使用胶种、胶料含胶率、胶料可塑性、压出温度、压出胶层厚度及压出速度等变化, 其膨胀率也有不同。

(1) 使用胶种 一种情况下, 丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等合成橡胶的压出膨胀率都大于天然橡胶, 但在多胶种并用时, 其膨胀率也随之而变化。

(2) 胶料含胶率 在使用胶种相同的情况下, 含胶率愈高, 其膨胀率愈大; 含胶率低者膨胀率较小。

(3) 胶料可塑性 同一种胶料, 可塑性愈高, 其压出膨胀率愈小; 反之, 膨胀率较大。

(4) 压出厚度 在其它条件相同的情况下, 其膨胀率随压出胶层厚度的增加而减小。

(5) 压出速度 在一定的压出条件下, 挤出机螺杆的转速愈快, 其压出膨胀率愈大; 反之, 膨胀率就小些。

(6) 压出温度 采用同一种胶料, 在其它工艺条件一定的情况下 (在允许的温度范围内), 压出温度高者, 其膨胀率较小; 反之, 膨胀率就大。

5. 压出内胶厚度的补偿

为了使胶管成品内胶层厚度符合产品标准要求, 一般压出胶层厚度要比结构设计的厚度适当增加一些, 以补偿在工艺过程中所造成的壁厚减薄。

引起内胶减薄的原因比较多, 例如以硬芯法成型的胶管, 在内胶筒套管时因充气而产生膨胀, 以及在编织、缠绕、缠水包布等过程中对内胶受到挤压、拉伸等影响, 都会使胶层减薄。此外, 压出后的内胶管坯, 由于冷却定型的时间不够或相互粘着而在成型时拉扯也会造成胶层减薄。

内胶的补偿厚度要根据胶料性质和工艺要求等条件而定, 如胶料可塑性和编织锭子的张力都较大时, 其补偿厚度要大一些, 一般情况下的补偿厚度为0.2~0.4mm。对有些要求较高的产品, 其补偿厚度还需随着季节不同而变化, 一般在夏季的补偿厚度要比冬季适当增加一些。

6. 压出管坯的质量问题及预防措施

在压出管坯中, 较为常见的质量问题及预防措施可参见表2-6-10。

(二) 外胶压出

胶管外层胶的压出, 除了需采用横头型 (或斜头型) 挤出机之外, 其它工艺要求与内胶压出无多大区别。但在压出过程中, 由于管坯从芯型内孔的一端通向另一端, 胶料通过芯型与口型之间的空隙挤出而包覆在管坯上, 成为紧密压合的管体。因此, 无论采用横头型或斜头型挤出机进行压出, 对芯型和口型的合理选配均十分重要。

表 2-6-10 压出管坯常见的质量问题及预防措施

质量问题	原 因	预 防 措 施
管坯粗细不均	(1) 胶料可塑性不一致或热炼不均; (2) 喂料不均; (3) 压出速度和牵引速度配合不当	(1) 严格控制胶料可塑性, 加强热炼工艺; (2) 喂料要保持均匀; (3) 压出与牵引速度要配合一致
胶层破裂	(1) 胶料内有杂质; (2) 胶料产生局部自硫; (3) 胶料中混有胶疙瘩或其它硬粒	(1) 加强胶料清洁工作; (2) 防止胶料自硫, 并改进配方; (3) 胶料过滤或挤压挑选
胶层起泡或海绵现象	(1) 胶料中水分或低挥发物太多; (2) 胶料热炼或喂料时夹入空气; (3) 挤出机温度太高; (4) 挤出机螺杆磨损严重而造成推力不足	(1) 控制原材料质量; (2) 适当掌握热炼工艺, 喂料要均匀, 防止胶料在机内翻滚夹入空气; (3) 适当控制压出温度; (4) 挤出机螺杆要定期检修或调换
管壁厚薄不均	(1) 芯型偏位; (2) 胶料温度不均	(1) 准确校正芯型位置; (2) 胶料热炼要均匀, 并注意适当保温
管坯粘着	(1) 冷却不够; (2) 隔离效果差; (3) 压出后管坯挤压太紧	(1) 压出后的管坯需充分冷却, 并控制停放时间; (2) 喷涂适量的隔离剂; (3) 压出后的管坯不能挤压太紧

注: 对外层胶压出管坯的常见质量问题, 基本上可参照上述内容处理。

1. 芯型选配

在外层胶压出过程中, 对芯型内孔及外直径的选配, 必须与压出管坯的规格相适应。如果所配的芯型太大, 会造成包覆的外层胶鼓起或折皱, 即胶层不能紧贴在管坯表面, 甚至产生脱层、鼓泡等质量问题; 若芯型内孔配得太小, 在压出外胶时, 管坯难于通过而引起胶料堵塞, 甚至产生管坯局部严重堆胶, 或使管坯强行拉伸而造成质量事故。

一般情况下, 选配芯型的孔径, 应为未包外胶时管坯直径加0.5~1.0mm, 但在测量管坯外径时应多测几处, 并取外径较大的部位作为选配芯型的依据。

2. 口型选配

外胶压出口型的选配, 主要是控制压出胶层的厚度。如果选配不当, 除了造成胶层厚度超差之外, 还会使胶层对管坯的包覆性能受到影响。

对外胶压出口型选择的一般要求是: 以未包胶时的管坯外直径再加上胶层单面厚度为基础, 然后进行适当调节, 使管坯包覆的胶层厚度达到产品标准或设计要求。

在实际操作中, 还应根据胶料特性、设备和工艺条件等具体情况适当掌握。

(三) 冷喂料压出和抽真空压出

采用冷喂料压出和抽真空压出, 对改进胶管的生产工艺和提高产品质量, 将起着积极的作用。

1. 冷喂料压出

冷喂料挤出机的主要结构特点是工作螺杆的长径比 (L/D) 要比普通挤出机的螺杆大得多, 可达12~17 (而一般为4~6), 螺杆的螺纹结构可分为三段, 第一段为喂料段, 由双螺纹向单螺纹过渡; 中间段为塑化段, 由主副螺纹组成; 第三段为压缩挤出段, 由单螺纹组成。

采用冷喂料压出的主要特点是压出前的胶料不需经过热炼而直接将冷胶料喂入挤出机,

从而可避免胶料在压出前预热时因受热不均而带来的质量波动,同时更具有简化生产工艺、减少设备投资、提高生产效率、节省能源消耗等优点。

2. 抽真空压出

抽真空挤出机的结构特点是排气孔设在螺杆上,利用真空泵的抽吸和减压的方法,使胶料达到脱气密实的效果。按螺杆的结构可分为两段真空挤出机和环坝式真空挤出机两种。

两段真空挤出机的螺杆分为前后两段,前段的长径比 L/D 值一般为12,螺纹较窄;后段的长径比 L/D 值为8,螺纹较宽而深,前后两段之间的空隙为真空室。环坝式真空挤出机的螺杆长径比 L/D 值在15以上,螺杆上设有2~3个环坝,螺杆输送的胶料在此处便挤成薄片,然后落入真空室。

采用抽真空挤出机压出胶管,能使管坯在压出或包胶过程中,排除胶料中的空气和水分,提高管体的密实性。尤其在采用连续化生产时,可避免或减少制品在硫化过程中产生气泡、脱层等质量问题。

此外,也有以普通挤出机进行抽真空压出的,其方法主要是在机头配备抽空装置,当送入管坯压出外胶时,可抽出管坯与胶层之间的空气及少量挥发物,以提高压出胶层与管坯的密实性,可获得较好的效果。但由于这种抽空作用使送入的管坯产生一定的阻力,因此,使压出的速度略有减慢。

(四) 复合压出法

这种压出方法是采用具有复合机头装置的挤出机,在压出过程中,使胶管的不同胶层同时进行压出,尤其适用于同时包覆在管状织物(骨架层)内外的不同胶层,其主要优点是生产效率高,特别适用于连续化生产。

这种挤出机的结构特点,主要包含一延长的挤出机头,它具有一些管状装置,排列成两个主要的环状通道,伸入上述机头的纵向出料口,其中一个环状通道供压出内层胶,另一个通道口压出外层胶,它可供不同的胶料进行压出。

七、胶 浆 制 备

在胶管制造中,胶浆是使用较为普遍的增粘材料,通常在编织或缠绕结构的胶管中使用较多,常用的有溶剂胶浆和胶乳浆两种。

(一) 溶剂胶浆

溶剂胶浆是由胶料溶解于有机溶剂中制成的浆状物。根据不同的胶管品种,需配制不同胶种或特性的胶浆。

1. 溶剂选择

不同的胶料应选用不同的溶剂,选择溶剂需注意以下几点。

(1) 化学稳定性 溶剂应对橡胶不产生化学反应,即呈化学惰性,如汽油、苯、乙酸乙酯都有较好的化学稳定性。

(2) 溶解性 一般情况下,可根据“同类相溶”的原则进行选择,即极性橡胶宜选用极性溶剂;非极性橡胶则采用非极性溶剂。例如,天然橡胶一般都选用汽油;丁腈橡胶、氯丁橡胶等极性橡胶则采用苯、乙酸乙酯等溶剂可得到较好的溶解性。

(3) 挥发性 胶浆中的溶剂,应能在室温条件下具有适宜的蒸发速度,蒸发速度太慢会影响生产效率,甚至使胶管产生脱层、气泡等质量事故;反之,会使胶浆表面温度下降而产生露点析出水分,同时会导致表面结膜而阻碍内部溶剂的挥发。

(4) 毒害性 由于溶剂的挥发,必然会污染操作环境,因此要避免使用对人体危害性较大的溶剂,例如汽油中的芳香烃含量愈多,对人体健康影响愈大,一般溶剂汽油中的芳香烃含量以不大于3%为宜。

(5) 吸湿性 溶剂吸湿性大,会影响骨架层的粘着性能,同时会增加织物的水分而影响产品质量。溶剂的吸湿性与其对水的互溶性有关,常用溶剂与水的互溶性大小顺序为:汽油<二硫化碳<苯。

(6) 可燃性 橡胶溶剂一般都是易燃易爆的有机物质,鉴别溶剂可燃性的指标由闪点、着火点和自燃点,从安全生产考虑,应尽可能掌握好它们的易燃特性,选择适宜的溶剂。

2. 胶浆浓度

根据胶管的制造工艺,需配制相应浓度的胶浆,一般采用稀胶浆和浓胶浆两种,其配比如下。

(1) 稀胶浆 胶料与溶剂的重量比为1:4~6。

(2) 浓胶浆 胶料与溶剂的重量比为1:2~3。

稀胶浆通常作为纤维编织胶管的头道胶浆使用,以增加其对纤维层的渗透性;浓胶浆作为后涂层,以得到满意的粘着效果。

3. 胶浆配制

(1) 胶料准备 配制胶浆用的胶料必须注意以下几点:

- ① 胶料必须混炼均匀,不能含有配合剂粉粒、胶疙瘩以及其它杂质;
- ② 胶料可塑性要适宜,一般应控制在0.30~0.40范围内为宜;
- ③ 胶料不能有自硫或焦烧现象;
- ④ 为加快溶浆速度,提高制浆效率,可将胶料压成2~3mm厚的胶片,并切成小块。

(2) 胶浆制备 溶剂胶浆通常采用多叶桨立式或卧式搅拌机制备,搅拌桨叶的一般转速为20~40r/min,同时还配有夹套冷却装置。制浆的工艺要点如下。

① 一般情况下,溶剂以分次加入为好,通常先加入约总量的三分之一,待搅拌至胶片溶胀并开始溶解时,再加入剩余溶剂的四分之一左右,继续搅拌至无胶块时,再把余下的溶剂分2~3次加入。

② 搅拌时间可根据胶料与溶剂的相溶程度及搅拌效果而定,并按设备容量、搅拌方法、胶浆浓度等条件适当掌握,一般为4~6小时。

③ 在搅拌过程中,应随时注意胶浆的温度变化,以免升温过高而使胶浆产生自硫,并防止引起燃烧和爆炸事故。

④ 制备好的胶浆需密封专处存放,并及时使用。

(二) 胶乳浆

与溶剂胶浆相比,胶乳浆的最大优点是不需使用溶剂,而且可免受溶剂毒性、易燃及环境污染等危害,同时还能改善操作条件和简化生产工艺。

目前用于胶管的胶乳浆大多为天然胶乳,还有丁吡胶乳、氯丁胶乳等合成胶乳。

1. 配合体系

在胶乳浆中,除了硫化剂、促进剂和活性剂之外,还需配入相应的胶乳专用配合剂,如稳定剂、湿润剂、分散剂、乳化剂、渗透剂和防腐剂等(由于有些配合剂具有多种特性,因此在归类上不能机械地划分)。现略举如下。

(1) 稳定剂 主要用以提高胶乳的机械稳定性和化学稳定性。

较为常用的有酪素、硼砂、氢氧化钠、氢氧化钾和氨水等。

① 酪素 白色或淡黄色粒状物，通常先配成10%浓度的水溶液备用，酪素在胶乳中也是分散剂。

② 氢氧化钠 白色或无色固体，强碱，能提高胶乳的机械稳定性，用以调节胶乳的pH值，通常先配成10%的水溶液备用。

③ 氢氧化钾 白色半透明固体，碱性很强，能提高胶乳的机械稳定性，用以调节胶乳的pH值，其性能优于氢氧化钠，通常先配成20%的水溶液备用。

(2) 湿润剂、分散剂和乳化剂 增加水液对粉状配合剂的湿润作用，提高配合剂在水液中的分散性，并增加胶乳对织物的渗透和扩散能力。在胶乳浆中常用的品种有扩散剂NF、平平加O、拉开粉等。

① 扩散剂NF(亚甲基二萘磺酸钠) 微黄色粉末，系常用的湿润剂和分散剂，对配入胶乳浆中的氧化锌、硫黄、促进剂等粉状配合剂的湿润及分散效果较好。通常先配成10%的水溶液备用。

② 平平加O 系环氧乙烷与脂肪醇的缩合物，淡黄色液体或乳白色膏状物，具有良好的湿润、分散和乳化作用。通常先配成20%的水溶液备用。

③ 拉开粉(二丁基萘磺酸钠) 乳白色或微黄色粉末，系高效的湿润剂，同时该品又是良好的渗透剂，其主要特点是能使胶乳浆迅速渗透到织物中，显著提高织物之间及织物与胶层的粘合强度。通常先配成10%的水溶液备用。

(3) 渗透剂 增加胶乳浆对织物的湿润和渗透作用，提高织物间及与胶层的粘着性能。

配制胶乳浆常用的渗透剂有“渗透剂JFC”及“拉开粉”等。

① 渗透剂JFC 系环氧乙烷与脂肪醇的缩合物，淡黄色粘稠性油状物。系高效的渗透剂和湿润剂，但用量不宜过多，否则会影响织物与胶层的粘着性能。通常先配成20%的水溶液备用。

② 拉开粉 见上述(2)湿润剂中的③。

(4) 防腐剂(或保存剂) 为预防胶乳和胶乳浆遭受细菌的侵袭及自然凝固而变质，故需配加相应的防腐剂，常用的防腐剂有氨水、硼砂和甲醛等。

① 氨水 即为氨(NH_3)的水溶液，易挥发，故有刺激性氨气味，是较为常用的胶乳保存剂和稳定剂，其优点是待氨气挥发后胶乳中无残存物质。

② 硼砂(四硼酸钠) 无色或白色结晶体，在胶乳中具有较好的杀菌和防腐作用，通常在配制酪素溶液时使用，以作酪素溶液的保护剂和稳定剂。

③ 甲醛溶液 即为甲醛气体的水溶液，极易挥发，并有强烈的刺激气味。是胶乳的防腐剂，能抑制胶乳中细菌的繁殖。还可作为氨的调节剂(去氨作用)。通常以37%浓度的甲醛水溶液保存备用。

2. 乳化配合剂的制备

凡用于胶乳浆的配合剂(如氧化锌、硫化剂、促进剂等)，一般都要制成一定浓度的稳定的分散体，目的是能够使各种配合剂与胶乳配合后成为稳定和均匀的浆液。否则，胶乳将被破坏，配合剂被沉淀，甚至产生凝固而不能使用。

配合剂的乳化方法，通常是将所需的配合剂与已配制的酪素液、平平加O等乳液分散

体，按一定的用量进行称配，然后加入球磨罐（或砂子磨）内进行研磨，用球磨罐研磨一般在30~40r/min的滚动转速下连续研磨48~72小时，使成为均匀的乳化配合剂，并保存备用。

3. 胶乳浆配制

（1）配制前先将胶乳及乳化好的配合剂用60~80目筛网进行过滤净化，以除去粉粒或其它杂质。

（2）根据配方用量，将净化的胶乳及乳化配合剂逐一称配，各种乳化配合剂及分散体在加入胶乳过程中，必须缓缓配加，并搅拌均匀。配制胶乳浆的基本顺序如下：

胶乳→酪素液→平平加O→乳化配合剂→甲醛液→软水（停放）→拉开粉乳液及JFC渗透剂。

用于耐油胶管的胶乳浆，可配加适量的树脂溶液，以提高管体的结合性能。

（3）配制后的胶乳浆，一般需停放2~4小时后才可使用，夏季停放时间可以少些，配制及停放的室温条件应以15~25℃为宜。

（4）拉开粉乳液及渗透剂应在使用前加入，配用量可按胶乳浆在织物中的渗透情况适当增减，但用量过多会影响胶浆的粘着性能。

（5）为保证胶乳浆的性能稳定，需经常测定其pH值，一般应保持在8~9范围内。如遇增稠或pH值下降现象，可加入适量的氨水及蒸馏水进行调节。

（6）配制后的胶乳浆存放时间不宜过长，一般应在36小时之内用完。否则，容易引起变质。

八、胶布裁断与拼接

制造夹布胶管用的骨架层——胶布，一般都根据胶管的规格、夹布层数及生产工艺等要求，将压延后的胶布按一定的宽度和角度进行裁断和拼接。

（一）胶布裁断

1. 裁断设备

制造胶管用的胶布，通常多采用立式或卧式裁断机进行裁断。

立式裁断机的结构较为紧凑，占地面积少，但裁断胶布的宽度范围较小，且劳动强度较大。

卧式裁断机由滑动裁刀、送布辊、胶布输送带组成（如图2-6-16），其特点是裁断宽度范围大，操作方便，生产效率高，而且有利于实现裁断、拼接、卷取联动化，缺点是占地面积较大。

2. 裁断方法

胶管用胶布的裁断方法，通常有斜裁法和直裁法两种，其中以斜裁法较为普遍。斜裁法是根据胶布的成型宽度（按施工表要求），以斜向裁成一定角度（通常为45°）的胶布片，然后进行拼接和卷取，以供使用。

裁断操作必须注意裁断宽度和裁断角度的准确性，裁刀需保持锋利，对紧边或坏边的胶布要及时撕剪整齐，以保证胶布平整无折。

（二）胶布拼接

根据规定的宽度和角度裁断的胶布，逐片进行拼接，并用清洁垫布进行衬垫和卷取，拼接必须平伏整齐，压边要紧实，对过厚或破碎的布边应及时剪去，以免影响成型管坯的

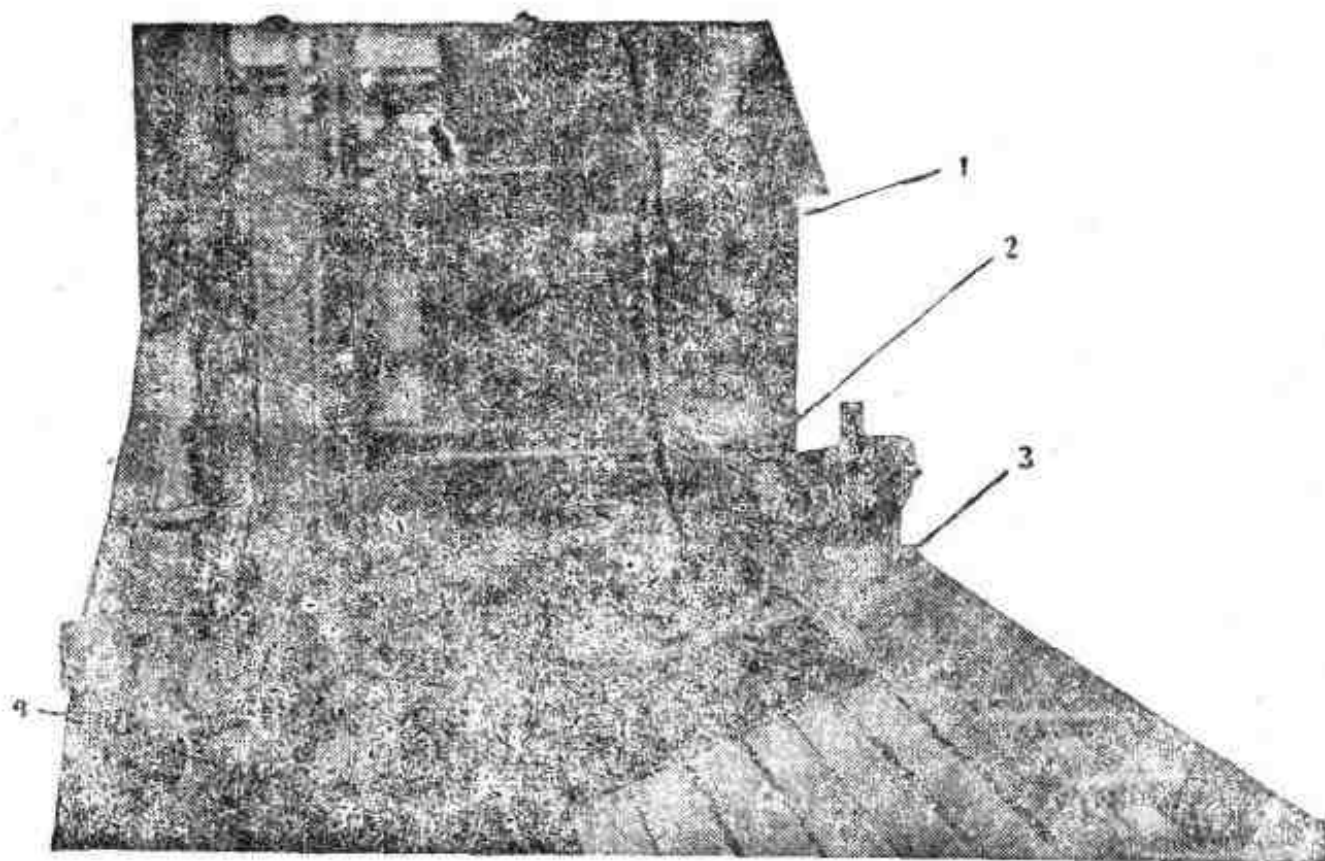


图 2-6-16 卧式裁断机裁断、拼接胶布
1—胶布导开；2—裁断刀；3—裁断后的胶布；4—拼接

质量。

胶布拼接搭头的宽度一般为15~20mm，搭接宽度过少会影响胶管的使用寿命，甚至降低胶管的耐压强度；过宽会造成浪费，而且会增大胶管的外径和椭圆度。

九、线材的合股

在制造纤维或钢丝编织胶管时，为了适应胶管结构和生产工艺的需要，一般都要将单根纤维线（或钢丝）由专用的设备进行合股和绕行，以供编织时使用。用于制造缠绕胶管的线材可不需合股，对钢丝缠绕胶管用的钢丝需按缠绕规格进行预定型。

（一）纤维线合股

1. 合股设备

用于棉线、合成纤维等纤维线的合股机，主要由导线、合股（并线）、缠线轴以及张力控制器等部件组成，根据线锭及缠线轴的多少，可将多根单线进行合股绕行（如图2-6-17）。

2. 合股工艺要点

（1）根据胶管的编织结构及施工要求，按规定的纤维线规格及根数进行导线、合股和绕行。

（2）纤维线合股时，需有一定的均匀的张力〔一般为3~5N/根（0.3~0.5kgf/根）〕，以保证合股线的松紧一致。这样可减少纤维线在编织过程中的伸长及胶管受压时的膨胀，并能充分发挥每根线的有效强度，以保证胶管的承压性能。

（3）合股线绕行的大小要适当，排列应整齐平伏。

（4）线的接头要力求减少，线结要细小，并尽量错开连结，结扣要牢固，以减少编织结痕，提高胶管质量。

（5）线材应保持清洁无污，对粗细（或捻度）不均的疵线应予剔除或剪去，以免影响

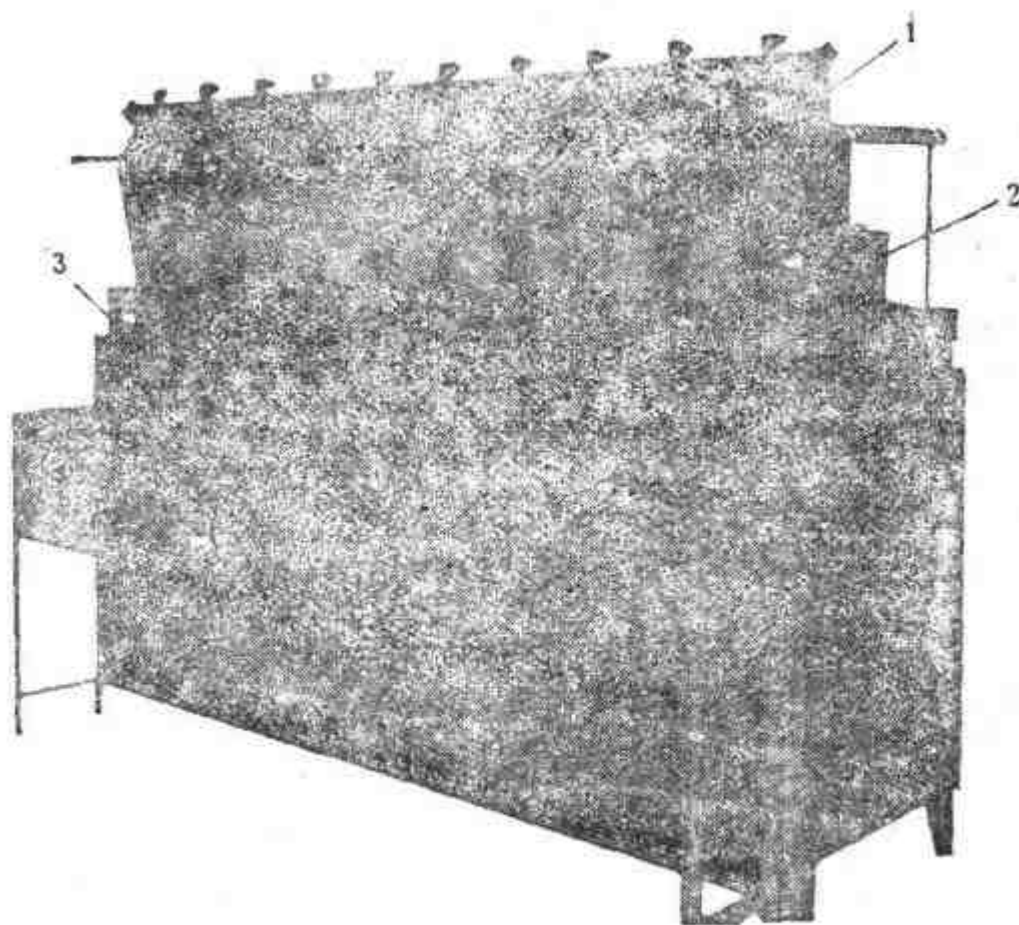


图 2-6-17 纤维线合股
1—合股机；2—纤维线；3—合股纤维线

胶管的整体结构和使用性能。

(二) 钢丝合股

1. 设备简述

钢丝合股的主要设备是钢丝合股机，目前较为流行的有国产 GH14 型合股机、英国的 MK-2 型和美国的 BW-5L-1 型合股机。

(1) GH14 型合股机 配备电机功率 1.5kW，线轴转速可调范围为 180~570r/min，该机操作、维修均很方便，还较适应自行调整改造。合股钢丝直径为 0.25~0.5mm，每次可合 2~14 根钢丝，合股质量符合悬垂差要求。

(2) MK-2 型合股机 系高速合股机，电动功率为 7.36kW，线轴转速为 2000r/min，也适应 14 根钢丝合股。该机对钢丝原轴的缠卷质量要求苛刻，维修有一定不便，合股质量略优于 GH14 型合股机。

(3) BW-5L-1 型合股机 (如图 2-6-18) 是目前国际上较为多用的设备，其简要技术参数如下：

功 率	2.2kW	供线轴张力	9~16N/根(0.9~1.6kgf/根)
型 式	单线轴缠线	合股钢丝张力	88N/11根(9kgf/11根)
最多合股根数	12	横向导程调整	PIV 无级变速器
中心轴转速	线轴尺寸 $\phi 165.1\text{mm}$ 心轴速度 670r/min	钢丝排列	通过分规格的“鸟嘴”状导向器均匀 无交叉地排列
该机用线轴	$\phi 108\text{mm}$ 1000r/min $\phi 35.7\text{mm}$ 1250r/min	计数器	可累计并可控定长
		噪音	80dB (实测)

BW-5L-1 型合股机较为矮小，易于操作，该机配备防护罩等多项安全设施，合股质量大多符合悬垂差要求。

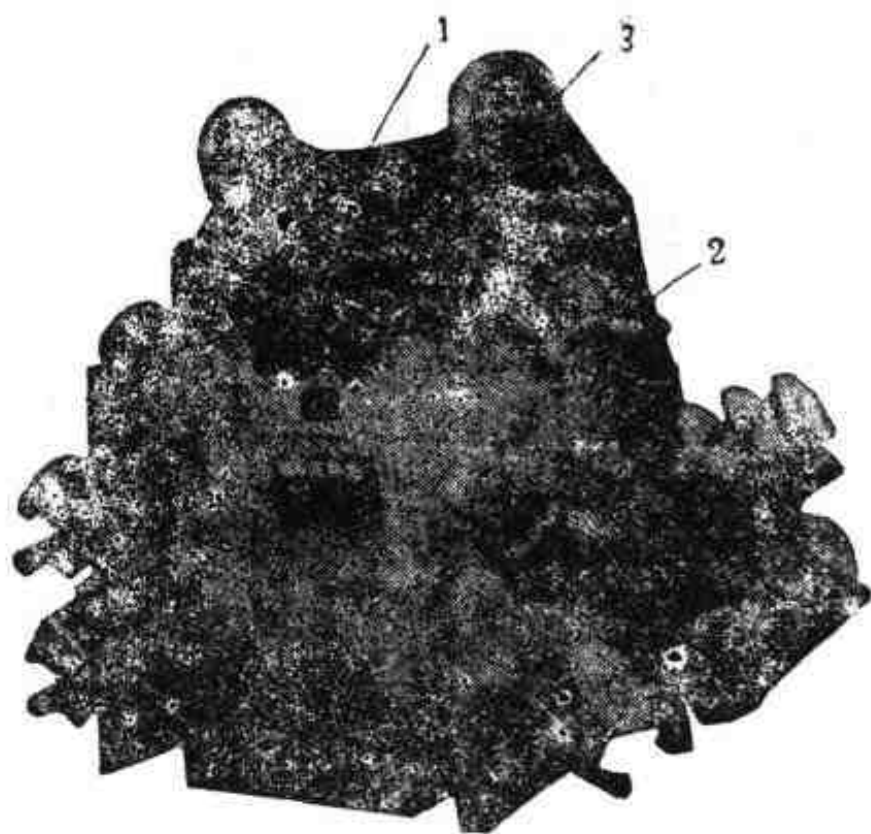


图 2-6-18 BW-5L-1型钢丝合股机
1—合股机；2—原轴钢丝；3—合股钢丝

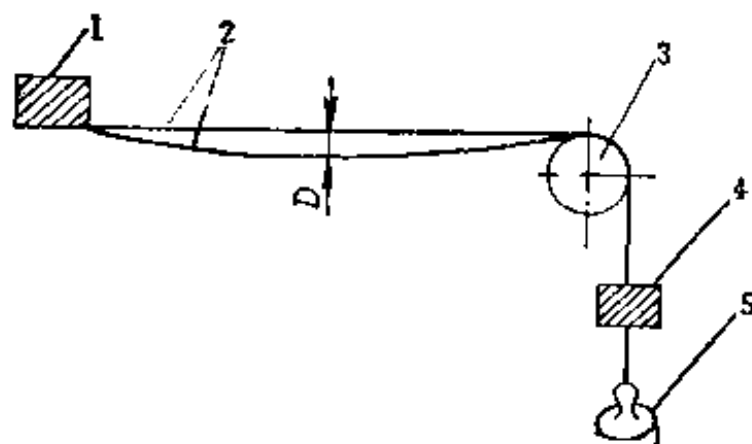


图 2-6-19 合股钢丝悬垂差检验装置示意图
1、4—夹具；2—合股钢丝；3—导辊；5—砝码

2. 合股要求

(1) 钢丝准备 钢丝进厂后要经过强度、粗度、扭转、结扣强力率及其与中胶、外胶的H抽出试验等各项检验；在施工现场要认真检查钢丝的外观、表面油污等质量。对于变换来源而初次使用的钢丝，还应进行氩含量分析，以免因其含量过高在制造和使用过程中发生钢丝氩脆断裂。

(2) 合股及悬垂差检验 合股钢丝应符合要求的根数，并要求均匀排列，同时必须严格控制悬垂差允许范围。

悬垂差检验（如图2-6-19）采取随机抽样的方法，任意截取一定长度的合股钢丝，将其两端整齐地分别放入1、4两个夹具中，按规定负荷施加砝码，则夹具1和导辊3之间由于合股不均和钢丝自重呈现出距离 D 即为悬垂差。其标准规定为每两根的悬垂差不得大于12.7 mm，砝码重为每根钢丝340 g，夹具1与导辊的距离为24.37 m。

(三) 缠绕钢丝预定型

1. 设备简述

钢丝缠绕胶管用的钢丝预定型，一般有机上预定型和机下预定型两种。机上预定型以美国的WSW-Ⅱ型钢丝缠绕机为代表所配的装置；机下则为单独的预定型装置（如图2-6-20）。

2. 预定型工艺

(1) 机上预定型 将缠绕前的钢丝，通

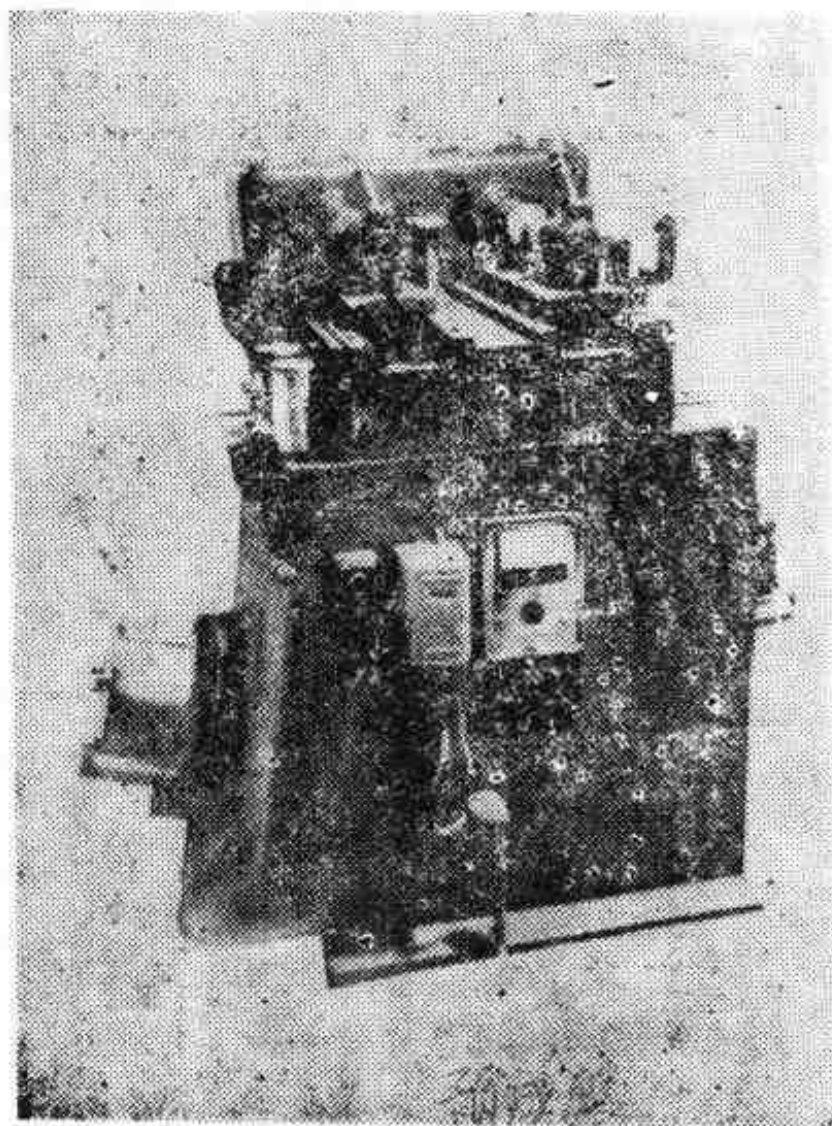


图 2-6-20 机下钢丝预定型装置

过缠绕机上的专门装置——预定型管和滑动套管，使钢丝弯曲成所需的圈径和螺距，随后缠绕在管坯上，这种方法可使钢丝预定型和缠绕成型在同一机台连续完成。

(2) 机下预定型 将原轴钢丝按要求的圈径和缠绕螺距在单独的预定型装置上进行预定型，然后供缠绕时使用。

不论采用机上预定型或机下预定型，其圈径和螺距必须与缠绕的规格要求相适应。

第三节 胶管成型

一、夹布胶管的成型

夹布胶管的成型，通常多采用有芯法和无芯法两种。在有芯法成型中，又有硬芯法和软芯法之分。现分述如下。

(一) 有芯法成型

有芯法成型的主要优点是胶管的质量比较稳定，管体密实性能较好，规格尺寸比较准确。但是这种方法工序较多，劳动强度高，辅助材料消耗较大。因此，目前除了有些要求较高的夹布胶管仍采用有芯法生产外，对一般的夹布胶管大多采用无芯法代替。

1. 硬芯法

(1) 管芯 通常由无缝钢管或金属圆棒制成。作为制造胶管用的管芯，应达到如下要求。

① 不论采用钢管或金属圆棒，其外直径尺寸都应与成型胶管的内径相适应，并具有良好的刚度，不易弯曲和变形。

② 管芯外表面应光滑平整，必要时需进行镀铬等表面处理，以增加胶管内壁的光洁性。

③ 管芯两端需进行钝化处理，最好加工成圆弧形，以免使内胶片刺裂破损。如以钢管作管芯者，其一端要封堵，并制成圆弧形，以便管坯在穿芯或脱芯充气时产生推胀作用。

④ 管芯应保持圆直平整，清洁无垢。

(2) 设备简述 用于制造硬芯法夹布胶管的设备，较为常用的有如下几种。

① 穿管机 由上、下两工作辊及气缸等部件组成，上工作辊可上下（升降）移动。为了适应推送不同直径的管芯，在工作辊表面还加工成多个不同半径的沟槽（如图2-6-21），以供穿管时选用。

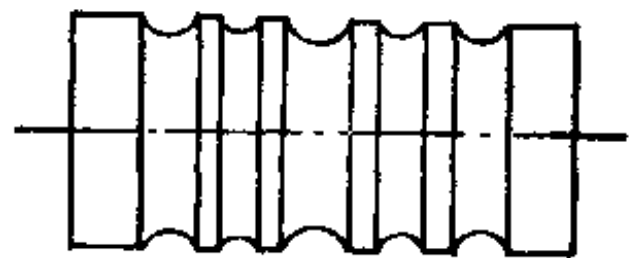


图 2-6-21 穿管机工作辊沟槽示意图

② 三辊成型机 主要由三个工作辊、传动机构、输送装置和缠水布装置等组成。在三个工作辊中，上压辊可上下移动，下面两辊可进行前后调距，以适应不同规格胶管的成型，用三辊成型机制造夹布胶管如图2-6-22所示。

较为常用的三辊成型机有单面和双面两种。双面成型机可以两面同时工作，即一面成型另一面进行缠水包布等操作，其生产效率较高。常用三辊成型机的主要性能参数列于表2-6-11。

(3) 工艺要点 硬芯法夹布胶管成型的工艺过程和要求，主要有以下几点。

① 套管 套管的操作要点如下。

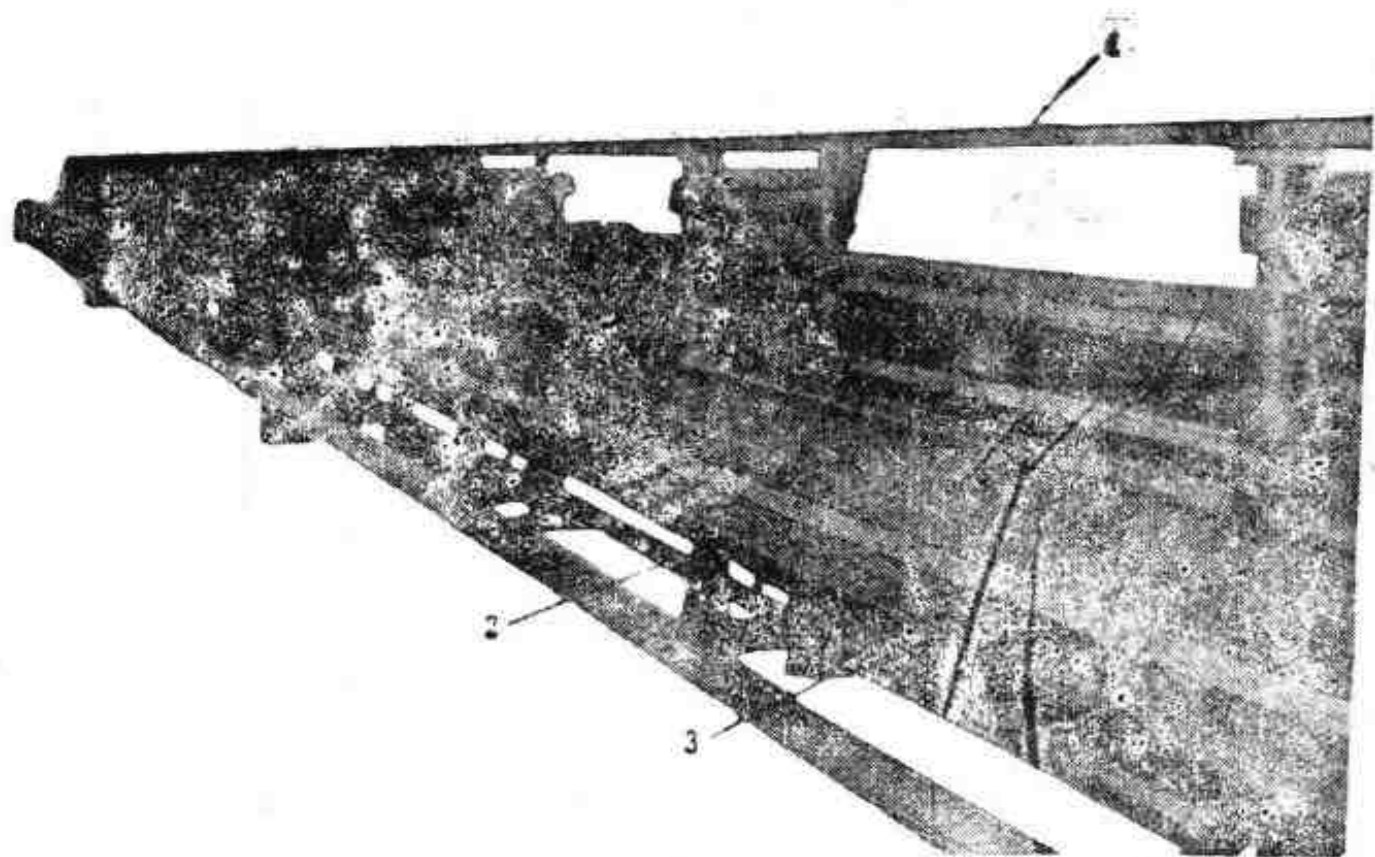


图 2-6-22 用三辊成型机制造夹布胶管
1—三辊成型机；2—胶布及成型管坯；3—上压辊

表 2-6-11 常用三辊成型机主要性能参数

设备规格			20m (双面)	10m (双面)	20m (单面)	2.5m(单面)
成型胶管规格, mm			8~75	8~75	8~75	3~9.5
工 作 辊	直径, mm		63	63	63	50
	转速, r/min	成型面	32	31	21.3	48.7, 94.2
		缠水布面	210, 125	234, 109		
	下辊中心距, mm	成型面	64~94	64~94	64~94	
		缠水布面	66.5~90	66.5~90		
上压辊压力 MPa(kgf/cm ²)	成 型 面		0.13~0.3(1.3~3)	0.13~0.3(1.3~3)	0.13~0.3(1.3~3)	0.3(3)
	缠水布面		0.15(1.5)	0.15(1.5)		
上压辊气缸	个数	成型面	16	9	14	3
		缠水布面	8	4		
	直径, mm		110	110	110	80
	行程, mm		137	137	137	100
压缩空气压力, MPa(kgf/cm ²)			0.4~0.6(4~6)	0.4~0.6(4~6)	0.4~0.6(4~6)	0.4~0.6(4~6)
运输装置速度, m/min			120	121	130	
电机功率, kW	成型面		5.5	10	5.5	1.5/2.2
	缠水布面		7.5	10		

a. 管芯表面涂抹隔离剂要均匀、适量，如果太少，隔离效果差，造成脱芯困难，而太多则会沾污管坯，影响成型质量，甚至引起胶管脱层。

b. 套管时将内管坯一端充入适量的压缩空气，另一端将管芯穿入，然后通过穿管机压

辊的推送,使内管坯平伏地套入管芯。

c. 套芯后的管坯,应紧伏于管芯,并防止管坯扭曲。对厚度不均(甚至低于标准规定)或破裂的内管坯,应予剔除。

d. 对采用压延胶片包贴成型的内胶层,应包覆紧密平整,并防止隔离剂或其它杂质进入胶层。

② 成型 硬芯法夹布胶管的成型操作要点如下。

a. 首先按成型胶管的规格要求,校正工作辊距,使三辊间的距离与成型管坯的外直径相适应。

b. 将套芯后的管坯平直放置在成型机三辊之间,并用少量溶剂涂擦表面,以利粘合。

c. 包贴胶布及胶片必须整齐平伏,包贴时滚压速度不宜太快,以防产生翻层或褶皱等现象。

d. 成型好的管坯用水包布加压,以增加管体的密实性,水布缠包层数为1~2层,其压边宽度一般为布条宽度的 $1/2 \sim 2/3$ 。硬水包布要平伏紧实,张力均匀,防止管坯产生扭转或水布褶皱等缺陷。

e. 水包布可用织带布条或平纹细布制取,其宽度应根据产品规格而定,一般为60~100mm。对外观要求较高的胶管,可选用高支纱细布或薄型织带;若采用薄型尼龙布则强度更高,光泽性更好,且耐用性也优于棉细布。

f. 成型后的管坯,应平直放置在有软垫的贮存架上,以防管坯挤压变形,并需及时进行硫化。

2. 软芯法

采用软芯法制造胶管的主要特点是:管坯可盘卷弯曲、生产占地少、劳动强度减轻,同时可增加生产长度,并有利于连续化生产,提高生产效率。

(1) 软芯制备 不论是夹布、编织或缠绕结构的胶管,凡采用软芯法生产工艺的,其软芯通常都选用具有耐热和蒸汽以及抗拉伸变形等性能较好的高分子材料制备而成。常用的有天然橡胶、丁苯橡胶、乙丙橡胶或尼龙(如Nylon-6、Nylon-9、Nylon-11)、聚丙烯以及聚甲基戊烯(TPX)等多种。

软芯要求规格准确、粗细均匀、表面光滑平整、柔软体轻、具有较高的冲击强力,并能在一定弯曲半径内自由地卷取,此外,材料的热膨胀系数不宜过大。

橡胶软芯可采用普通的橡胶挤出机压出,然后经蒸汽加热硫化即可。为提高软芯的抗拉强度和减少拉伸变形,可在软芯中以强度高、伸长小的线材增强。

尼龙软芯的制备,主要是将尼龙原料经塑料挤出机挤出后,通过冷却水槽定型,再经外径测定仪检查,然后由履带式牵引机牵引并卷取到卷鼓上备用。其基本流程如图2-6-23所示。

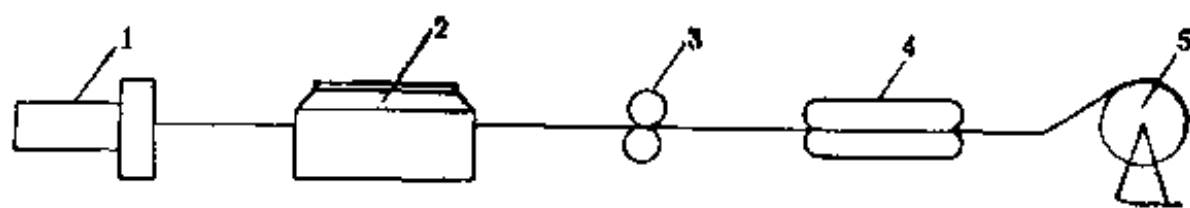


图 2-6-23 尼龙软芯制备流程图

1—塑料挤出机; 2—冷却水槽; 3—测径仪; 4—履带式牵引机; 5—卷取装置

各种材质软芯对于不同规格胶管及其热膨胀性和使用寿命等情况列于表2-6-12。

表 2-6-12 几种不同材质软芯的适应性

软芯材质	胶管内径, mm	室温下软芯外径及公差, mm	150℃热膨胀值 mm	软芯使用寿命, 次	软芯报废主要原因
尼龙 6	6.3	6.1 ±0.2	+0.2	50左右	折断
	9.5	9.15±0.2	+0.3	50左右	折断
尼龙11	12.7	12.2 ±0.2	+0.5	80左右	折断、外径超差
	15.9	16.3 ±0.3	±0.6	80左右	折断、外径超差
	19.0	18.2 ^{+0.3} _{-0.2}	+0.8	80左右	折断、外径超差
	25.1	24.6 ^{+0.3} _{-0.2}	+0.8	80左右	折断、外径超差
三元乙内橡胶	8.2	8.0±0.2	+0.2	60左右	表面龟裂、外径超差

(2) 设备简述 软芯法夹布胶管生产线的主要设备有内、外胶挤出机, 胶布贴合装置, 管坯贮存及卷取装置等组成。

① 内、外胶压出采用“T”型或“Y”型机头的挤出机。若外胶采用胶片贴合及缠水包布工艺, 则还需配以胶片贴合装置及缠水包布机等设备。

② 胶布贴合装置主要由定位导辊及包卷贴合辊等组成, 用以管坯在成型过程中贴合胶布。

③ 胶片贴合装置主要由定位导辊、包卷贴合辊、挤压辊、割胶刀、传动及牵引装置等组成, 用以管坯在成型过程中包贴外胶片。

④ 缠水布机主要由传动装置、缠布转盘及牵引装置等组成, 用以成型管坯时缠包水布。

⑤ 贮存装置主要由贮存鼓、导轮、定滑轮和动滑轮等组成, 用以管坯在成型过程中, 平衡胶布、胶布贴合及缠水包布等联动工序。

⑥ 卷取装置主要由卷取鼓、排列装置等组成, 用以将成型后的管坯整齐盘卷, 以备硫化。

由上述各机台装置组成的软芯法夹布胶管生产线, 其主要特点是适宜于生产单层夹布结构的低压大长度胶管, 一般生产规格为13~25mm。

(3) 工艺要点 软芯法夹布胶管成型的工艺要点如下。

① 内胶压出前, 软芯表面要均匀涂抹隔离剂, 压出时应将软芯顺直地送入挤出机, 防止扭转或卷曲。

② 压出后的内管坯表面应保持清洁, 防止被其它杂物沾污, 并不能相互粘附。

③ 包贴胶布时必须平伏紧密, 搭接宽度要均匀, 防止胶布折皱或缺层。

④ 管坯在成型过程中, 应严格控制外直径, 防止产生粗细不均或成“竹节状”。如发现外胶层有缺胶或破裂时应及时修补, 并保持平整。

⑤ 成型后的管坯应均匀缠包水布, 或采用包铅加压, 并均匀整齐地盘卷在转鼓上, 以供硫化。

⑥ 若内胶压出、胶布贴合、外胶压出(或贴合)以及缠水布加压等采用连续生产工艺, 则各工序的联动速度必须配合确当。

(二) 无芯法成型

无芯法成型的主要优点是制造工序简单、劳动强度低、生产效率高、并可节省管芯及水包布等辅助材料，而且胶管表面光滑平整。缺点是质量波动大、口径圆度及规格精度不易控制，胶管的整体结合不如芯法。

无芯法夹布胶管的成型设备，主要有内胶挤出机、三辊成型机和外胶挤出机。

1. 成型工艺要点

(1) 成型前先按生产规格要求，校正三辊成型机的工作辊距，使三辊间的距离与管坯成型直径相适应，并将上压辊的升降距离进行定位，使成型辊距保持一致。

(2) 将压出的内管坯平放在成型机上，两端套入约0.5m长的成型芯棒，并充入0.02~0.03MPa(0.2~0.3kgf/cm²)的压缩空气，使管坯鼓圆且具有一定的支撑作用，然后在内管坯表面用少量溶剂涂刷除垢，并平直贴合胶布，再放下上压辊缓慢转动，进行卷贴胶布层，此时，管坯内可适当增大气压，以助管体密实。

(3) 胶布在贴合包卷时应平伏无折，待胶布包卷后，为使布层贴合紧密，可将充气状态下的管坯在辊距中继续滚压转动数圈。

(4) 在成型过程中，取放管坯动作应协调一致，以免管坯受到扭拉而变形。

(5) 包贴胶布后的管坯，应平放在工作台上，不能相互叠压，以防管坯变形及相互粘附，并保持清洁。

2. 外胶压出

(1) 根据成型管坯的外径、胶料特性以及外胶厚度等要求，选配适宜的挤出机芯型和口型。

(2) 芯型及口型表面，应尽量少涂隔离剂，以免影响外胶与胶布层的粘合强度。

(3) 在压出外胶过程中，管坯的牵引速度必须与压出速度相适应，如胶料中发现杂质应及时清除。

(4) 外胶压出后的管坯，其表面需及时用隔离剂水液均匀喷淋；管坯两端采用专用夹具压合，然后平直放置在工作台上，以供下工序硫化。

二、吸引胶管的成型

吸引胶管的成型和硬芯法夹布胶管的成型方法基本相似，其胶层、胶布层和金属螺旋线都是在专用设备上贴合成型的。对内径在76mm以下的胶管，其内胶层一般都采用压出后再进行套管，然后包贴成型。

对于口径较小的吸引胶管，也有采用无芯法成型的，其主要工艺是先将金属丝制成一定螺距和圈径的金属螺旋圈，再套在压出的内管坯上，然后用三辊成型机包贴成型，其方法与无芯法夹布胶管的成型相似。这种方法的特点是工艺比较简便，生产效率较高，但管体的弯曲性能不够理想。

(一) 设备简述

制造吸引胶管的设备，主要有成型机、解绳机、脱芯机以及解水布机等。其中成型机主要由成型机头、调速箱以及缠钢丝、缠水布、缠绳子小车等组成。

成型机头是吸引胶管成型机的主体，当动力传入“床头箱”后，通过变速机构可调节出适合于成型操作的多种速度。一般情况下，根据操作要求以及不同直径管芯转动时的平稳程度，选择适宜的车速。通常低速用于贴合胶片及胶布层，高速用于缠扎金属丝、水包布及加压绳子。

（二）成型方法

吸引胶管的成型，主要根据胶管的结构组成，将各胶层、胶布层和金属螺旋线等部件通过成型机逐层贴合和缠包而成（如图2-6-24）。

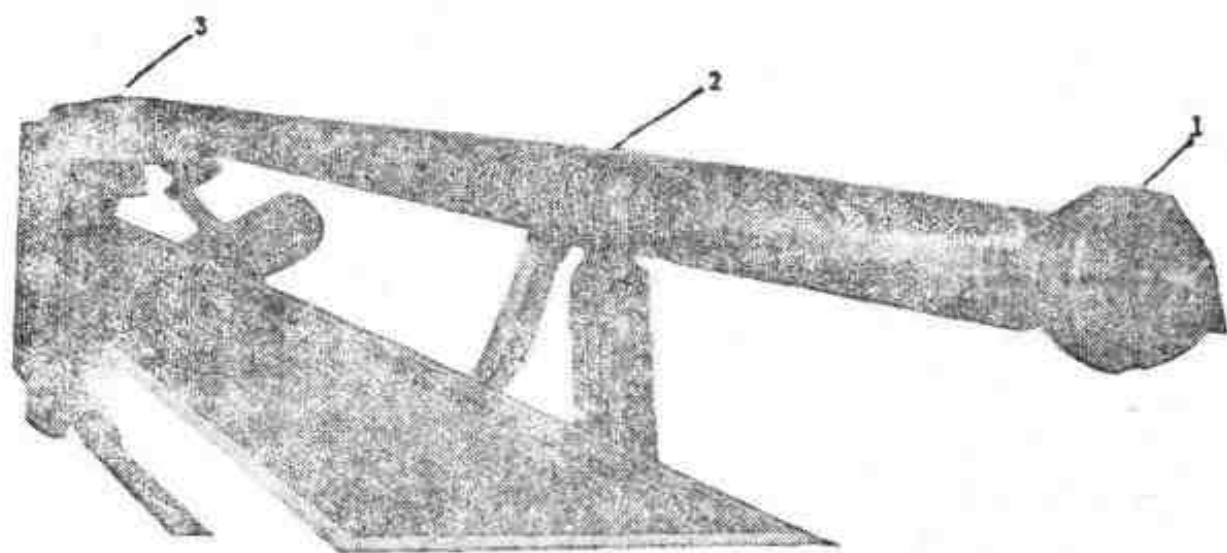


图 2-6-24 吸引胶管成型

1—成型机头；2—成型管坯；3—滑动小车

通常，吸引胶管多采用单机台成型，即整个成型过程在同一台成型机上完成，也有采用多机台组合成型（流水成型）。现将一般吸引胶管的成型程序，以及单机成型和多机成型分述如下。

1. 成型程序

以埋线式普通吸引胶管为例，其成型程序为：

内胶层（内管坯套芯或胶片包贴）→贴合端部补强胶→贴合第一胶布层→贴合端部补强胶布→缠金属螺旋线→贴合中胶层→贴合第二胶布层→贴合外胶层→缠水包布及绳子

2. 单机成型

根据上述成型程序，将内胶片贴合（或内管坯套芯），贴合胶布层、中胶层和外胶层，以及缠金属螺旋线、缠绳子等作业，都在同一台成型机上进行。

这种成型方法的优点是占用机台少，生产品种和规格的更换比较方便，但生产效率较低。

3. 多机成型（流水成型）

由多台成型机联合操作，将各道成型工序（如包贴内胶及胶布层、缠金属螺旋线、贴合中胶片、包贴胶布层及外胶片、缠水包布及绳子等）由各机台分工进行联合作业，组成流水线。

在操作场地适宜和机台布局程序比较合理的情况下，对整个成型操作基本上可以避免层次往返，并可减少顺序间歇。这种成型方法的主要优点是生产效率较高，重复劳动少，尤其对品种规格变动不多的产品更为适宜。

（三）工艺要点

对吸引胶管的成型，其各工序的工艺要点大致如下。

1. 管芯

（1）管芯表面应保持光滑平整，并防止锈蚀及变形。

(2) 成型前, 管芯表面需均匀涂抹适量的隔离剂。

(3) 连续使用时, 需待冷却后才能包胶成型。

2. 包贴内胶层与胶布层

(1) 内胶层应紧伏于管芯, 胶片搭接处要贴合密实, 避免隔离剂等异物进入管壁夹层而产生鼓泡、脱层等质量问题。

(2) 内胶片长度不够整根成型时, 不应拼接使用。

(3) 对采用压出套管成型的内胶层, 套管必须平伏均匀, 紧实适度, 并防止胶层扭折或破裂。

(4) 胶布层及管端补强胶和补强布, 应按序包贴平伏紧实, 拼接搭头应予错开, 以防管壁厚度不均和层次不明; 胶布贴合不应有折皱和缺层。

3. 缠金属螺旋线

(1) 金属丝应保持清洁无污, 表面如有油层应予清除, 并具有足够的长度。

(2) 缠金属丝时, 先将其端部弯成一定的弧度, 并用胶布固定, 然后按规定的螺距均匀缠扎。

4. 贴合中胶片与外胶层

(1) 包贴中胶片应紧伏于金属丝上, 胶片贴合要均匀, 并使之填入螺距空隙。

(2) 外胶片的贴合要平伏紧实, 其拼接搭头要均匀密合, 防止折皱或缺胶。

5. 缠水包布与绳子

(1) 缠水包布需平伏紧实, 压边要均匀。

(2) 缠扎绳子要沿金属丝螺距沟槽扎紧, 防止产生跳档、并档及松散现象。

(四) 缠绳规格的选择

1. 缠绳直径计算

加压绳子规格的选择, 对吸引胶管成型的质量关系较大, 如果选择不当, 就会影响管体胶层、布层及金属螺旋线之间的结合和密实性能。通常缠绳的直径可按下列经验式(2-6-2)进行计算并选取。

$$\phi = T - \phi_1 - 2\delta + 3 \quad (2-6-2)$$

式中 ϕ ——缠绳直径, mm;

ϕ_1 ——金属丝直径, mm;

T ——金属丝螺距, mm;

δ ——金属螺旋线上面胶层及胶布层总厚度, mm;

3 ——经验系数。

2. 计算举例

假设某吸引胶管成型的金属丝螺距 $T = 22\text{mm}$, 金属丝直径 $\phi_1 = 3.2\text{mm}$, 金属螺旋线上面胶层及胶布层的总厚度 $\delta = 5.3\text{mm}$ 。试计算所需缠绳的直径。

根据上述已知数据代入式(2-6-2), 并进行计算

$$\begin{aligned} \phi &= 22 - 3.2 - 2 \times 5.3 + 3 \\ &= 11.2\text{mm} \end{aligned}$$

由计算可知, 所需缠绳直径为11.2mm。

对于同一规格的胶管, 如果金属丝直径和螺距不变, 而金属螺旋线上的胶层厚度及胶布层数有增减时, 则所选缠绳的直径也需相应增减。

三、编织胶管的成型

编织胶管的成型，根据编织材料的不同，可分为纤维编织和钢丝编织两种。

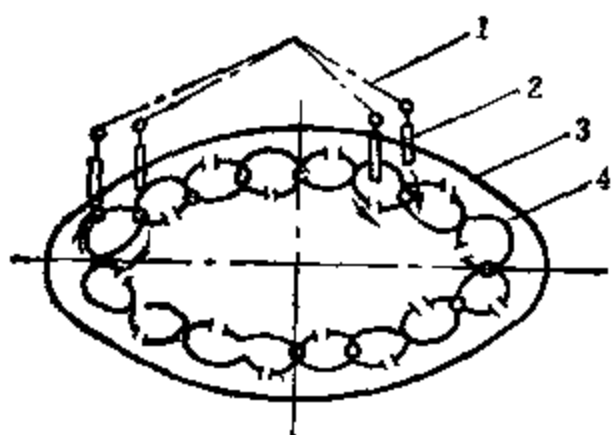


图 2-6-25 编织锭子运行示意图

1—编织线；2—编织锭子；3—运行导盘；4—运行导槽

编织成型的工作原理，主要是利用装在编织机锭子上的线轴（纤维线或钢丝），随锭子沿导盘作正弦曲线状的圆周运动，即以单数和双数两组锭子交叉呈正弦曲线状相向环行（如图2-6-25），使纤维线或钢丝按一定规律（成网纹状）编织在管坯上。

无论是纤维线或钢丝结构的编织胶管，若编织层数超过一层时，便可采用多层（多机台组合）一次编织而成；也可用单机台逐层多次编织。两者相比，前者生产效率较高，往返工序少，并有利于连续化生产。

（一）纤维编织

1. 设备简述

用于纤维编织胶管成型的主要设备是编织机，按其结构形式可分为立式和卧式两种。用立式编织机编织时，胶管的移动方向与地面垂直；用卧式编织机编织时，胶管呈水平方向进行移动。立式编织机占地面积小，但在编织锭子数较多的情况下，卧式编织机操作较为方便，图2-6-26为采用卧式编织机编制纤维编织胶管。

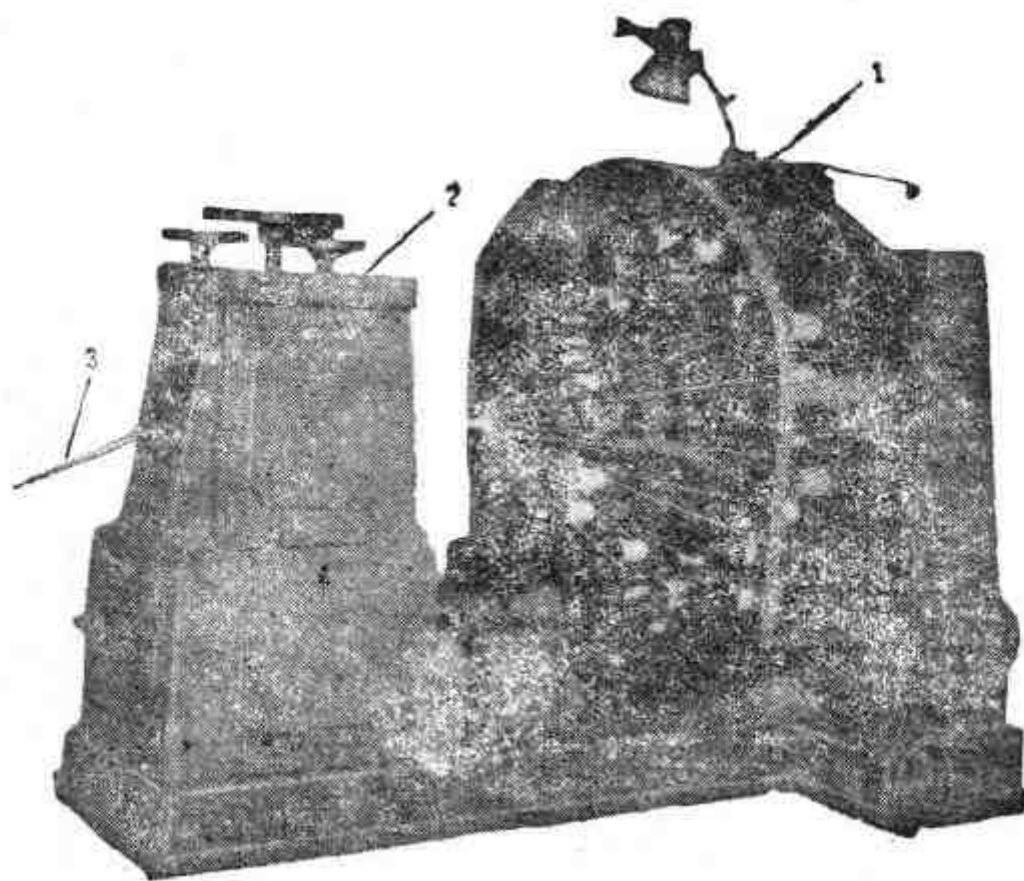


图 2-6-26 采用卧式编织机编制纤维编织胶管

1—编织机；2—牵引装置；3—编织管坯

不论何种编织机，其主要部件都由编织机构（锭子、导盘和导槽）、牵引及传动装置等组成。根据编织机锭子的多少，可分为20、24、36、48、64锭等多种。编织锭数愈多，可编

织的胶管规格也愈大。国产常用的纤维编织机主要性能参数列于表2-6-13。

表 2-6-13 国产常用纤维编织机主要性能参数

编织机规格	24锭	24锭	24锭	36锭	48锭	64锭	
结构形式	立式	卧式	卧式	卧式	卧式	卧式	
锭子圈速① 圈/min	6, 9, 12	18.5	25.4	17.37	13	9.25	
编织节距 mm		10.7~14.8	17.2, 33.4, 55.5				
牵引装置形式	履带式	履带式或转鼓式	履带式	四辊式或转鼓式	履带式	四辊式	
牵引速度 m/h		16.2~118.5	26.2, 51, 84.6	10.3~88.6	22.5~160	95, 131, 175, 262	
电机	功率 kW	1.1	2.2	2.2	2.8	4.5	4.5
	转速 r/min	925	960	960	960	960	960
外形尺寸 mm	1030×1220×2300	3650×1468×1502	2147×1081×1513	2824×1420×1695	4500×1580×1780	3300×2140×2170	

① 锭子圈数——锭子在单位时间内沿导盘作正弦曲线状环行运动的圈数。

此外，还有正在发展应用的快速（旋转式）编织机及恒张力编织机，以及具有使用材料互换性和一锭两轴等多种新型的工艺装备。这将使编织胶管的生产效率及产品质量得到更大的提高。

2. 编织方法

目前较为常用的编织方法有有芯法和无芯法两种。其中有芯法又有硬芯法和轮芯法之分。

采用软芯法和无芯法编织工艺，能够制造大长度的胶管，而且有利于实现连续化生产。

（1）硬芯法编织 一般适用于制造质量要求较高以及长度较短和口径规格要求较严的胶管。编织成型时，先将压出的内胶筒进行套管（套管操作要求与硬芯法夹布胶管基本相同），然后进行编织，其工艺要点如下。

① 编织前的内胶管坯，先涂刷适量的胶浆，以增加对线层的粘合，对有些合成纤维线可经胶粘剂浸渍处理后再进行编织。

② 对编织行程、线材规格及根数等要求，均根据产品施工表规定进行选配。

③ 编织过程中，应根据胶管的规格、品种及性能要求，适当掌握其编织张力。一般情况下，对口径较小的普通胶管，其张力可控制在5N/锭（0.5kgf/锭）以下；对压力较高或口径较大的耐压胶管，其编织张力需适当增加。每个锭子（线轴）的张力必须均匀，以免编织管坯粗细不一或呈“竹节状”，同时还需注意编织层的“人字形”花纹要平直整齐。

④ 在同一根胶管中，对不同材质的线材不能混编，以免在加热硫化过程中产生不同的收缩率而造成质量事故。

⑤ 每编完一层后，需涂刷胶浆或包贴中胶片（也可在编织过程中涂浆或包胶片），以提高粘着力及线层间的缓冲性。涂刷胶浆要均匀，涂浆后的管坯需干燥后再投入下工序，并

防止管坯挤压受损和胶浆流积。

⑥ 编织好并经涂浆干燥后的管坯，可通过横头挤出机压出外胶，也可采用压延胶片进行包贴，然后缠水包布加压。

(2) 软芯法编织 软芯法编织工艺的主要特点，是在生产过程中管坯可进行盘卷和弯曲，从而使操作、搬运都比较方便。软芯法纤维编织的工艺要点如下。

① 内胶管坯是由横头型挤出机在同时送入软芯的情况下进行压出的。压出前的软芯表面需均匀涂上隔离剂，压出时应将软芯顺直送入挤出机，并注意压出速度的配合。

② 压出后的内胶管坯，需经水槽冷却后进行盘卷，盘卷松紧要适度，并防止叠压变形或相互粘附。

③ 采用涂浆编织时，需注意胶浆的浓度及均匀程度。在编织过程中，如因故停机时间较长，应将管坯取出，若管坯表面积聚的胶浆较多，应予清除，并将锭子张力放松，以免管坯变形。

④ 若采用一次多层编织工艺，其编织、涂浆、干燥(或贴合胶片)等工序可连续进行，以提高生产效率，但需注意各工序的配合。

⑤ 压出外胶后的管坯，需及时冷却并通过隔离剂槽，然后进行盘卷，以供硫化。

⑥ 对软芯的表面状态和质量情况需定时检查，对不符合要求或失去使用价值者应及时调换。

(3) 无芯法编织 无芯法编织与有芯法编织相比，具有生产长度不受管芯的限制、可以简化工序、节省辅助材料、提高生产效率等优点。无芯法纤维编织通常有充气编织和内胶半硫化编织两种。其工艺要点如下。

① 充气编织 在编织前先将压出的内胶筒两端用气嘴堵住，再充入适量的压缩空气，充压大小根据内胶筒直径和胶料的性能而定，一般可控制在 $0.02\sim 0.05\text{MPa}$ ($0.2\sim 0.5\text{kgf/cm}^2$)左右，使管坯具有一定的挺性。

在编织过程中，为了保持管坯直径的均匀一致，除了在操作中需注意张力、拉伸等因素之外，还应随时掌握管坯内的气压情况，如因气压增大而使管坯趋于膨胀时，随即将管坯内气体略予排放，使管坯内的气压基本保持恒定；同时，必须防止管坯扭折或相互挤压，以免管坯变形而影响质量。

这种工艺方法，可以将编织、涂浆、干燥(或包中胶片)等各道工序在同一机组上连续进行，但应注意各工序的配合。

无芯法充气编织的其它工艺要求，与软芯法纤维编织胶管基本相同。

② 内胶半硫化编织 先将压出好的内胶管坯进行短时间的硫化(即谓半硫化)，使管坯具有一定的弹性(挺性)，这样就可以不充气进行编织(若充气效果更好)，对于口径较大的管坯也需充入适量的压缩空气。

采用此法编织时，内胶层与编织层之间的粘着性能较差，甚至会产生脱层。为此，可在编织前先贴合一层薄胶片(或涂胶浆)，或者采取内胶层表面打麻等措施。

对编织、涂浆、干燥(或包中胶片)等工艺要求，与无芯法充气编织基本相同。这些工艺过程，也可采用同一机组连续化生产。

(二) 钢丝编织

钢丝编织胶管的制造，有硬芯、软芯和无芯多种工艺方法。诸工艺方法之间，在工艺流程、占地面积、工艺损耗、制造成本和供货长度各方面表现着明显差异。一般地说，硬芯法

对各种规格的适应性最好,各工艺参数较易控制;但生产占地面积大,操作笨重且成品胶管单根长度小。软芯法弥补了硬芯法的上述不足,但制造成本较高。无芯法则既克服了硬芯法的弱点,又降低了成本,但操作难度较大。

1. 设备简述

钢丝编织的主要设备是钢丝编织机,该类设备已由操作方便的卧式取代了原始的立式,并向规格系列化、通用化、大线轴容量、高转速、低磨损和低噪音等方向发展。国产编织机继24锭、36锭、48锭后又开发了16锭、20锭等新规格。如果从英国的卡特(Carter)型编织机作为第一代算起,美国60年代的TMW225-Ⅱ型和70年代的MR-11型可计为第二代,而70年代末期开发的RB-2型编织机应视为第三代。可见编织机更新换代的发展之速和竞争之烈。

国产24锭和36锭钢丝编织机,适应于编织内径为6~44mm的胶管,编织行程范围为13~156mm,锭子转速为9.65~14.3r/min,线轴容量为2~3kg,电机功率为4~4.5kW,牵引速度为11~91m/h。

TMW225-Ⅱ型编织机和MR-11型编织机以锭子转速和线轴容量均提高一至两倍而优于“卡特”型。TMW225-Ⅱ型24锭编织机的主要技术参数如下:

机盘功率	4.88kW	线轴容量	8kg
牵引功率	1.47kW	锭子张力范围	54~138N(5.5~14.1kgf)
电机功率	7.36kW	编织行程控制	变速齿轮
拔齿轮最大转速	225r/min	润 滑	强制循环的机油
锭子最大转速	37.5r/min	噪 音	约84dB(实测)
锭子最经济转速	33.3r/min	运行方向	定向,不准反转

图2-6-27为采用TMW225-Ⅱ型编织机编制钢丝编织胶管。

该机机盘与驱动轴之间采用加长的浮动轴挠性联轴节传动,控制启动加速度的联轴节靠干流体传动。如有钢丝断线、松弛传感环可使及时停机;齿轮箱盖、机盘隔音罩门设有限位开关,使敞开状态下不能开车。各传动部件的紧固螺栓用限定的力矩紧固,并使用粘着剂防止松脱。总之,该设备的转速、容量、敏感、安全、防噪音等都有突破性发展。

MR-11型编织机,在消除角加速度、由滚动摩擦取代滑动摩擦和控制张力均匀等方面又有所改进。尤其可以在一个锭子上放置两个线轴,从而使24锭编织机当作36锭、48锭使用,而且可以将钢丝或纤维线互换。

RB-2是一种新型的高速编织机。以24锭为例,它的各12个锭子分别固定在外转动盘外侧和镶在内侧轨道上,锭子不作“S”形圆周运动而只作旋转运动,内外锭子与胶管中心距离不变,编织张力更趋均致,对编织层质量非常有益。

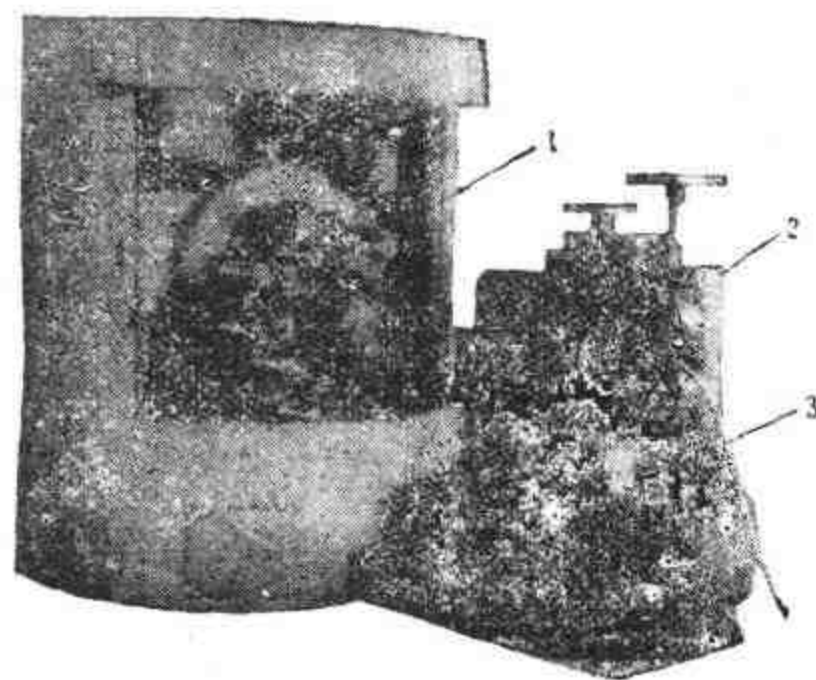


图 2-6-27 采用TMW225-Ⅱ型编织机编制钢丝编织胶管

1—编织机; 2—牵引装置; 3—编织管坯

同以24锭编织机生产 $\phi 8\text{mm}$ 钢丝编织胶管, RB-2与225-I型的比较如表2-6-14。

表 2-6-14 225-II 与RB-2编织机比较

设备型别 比较项目	225-II	RB-2	设备型别 比较项目	225-II	RB-2
锭子转速, r/min	37.5	61	钢丝直径(mm)×胶数	0.3×6	0.3×6
线轴容量, kg	8	12	日换线次数	1.2	0.3
日作业时间, h	20.25	20.25	日辅助时间, h	1	0.25
一次换线时间, min	50	50	日胶管产量, m	1380	2342

可见, 仅就效率而言, RB-2比225-I又提高了大约一倍。

2. 管芯选择

(1) 硬芯选择 硬芯法生产钢丝编织胶管, 首先要选择好金属管芯(一般都用钢芯)。材质应为不低于60号的碳钢或性能相当的合金钢, 表面光洁度应为 $\nabla 5$ 以上, 洛氏硬度RC应不小于27, 钢芯外径及其公差应与胶管内径匹配。为操作方便, 通常胶管内径在12mm 以下的使用棒材钢芯; 13mm以上的使用管材钢芯, 管材钢芯的壁厚依其外径不同可分别为2.5mm至5mm不等。钢芯应保持表面光滑、笔直、无锈痕及伤痕, 有硬弯的钢芯切忌使用。

(2) 软芯制备与选择 软芯一般采用非极性橡胶或其它高分子材料制成, 具体可参见软芯法夹布胶管成型中关于软芯的制备和要求等有关内容。

3. 内管坯制备与使用

制备内管坯的胶料切忌含有杂质, 其所用橡胶及各种配合剂均应经过严格精选, 或在胶料未加硫化剂之前用100目以上的滤网过滤; 混炼后的胶料需进行各项必要的质量性能检验, 同时应以洁净包装物封存保管。

压出后的内管坯要全部认真检查有无杂质, 并检查内表面光滑度、规格均匀性及同心度。硬芯法使用的内管坯必须停放4小时后方可套管; 软芯法内管坯压出后停放不少于8小时方可编织成型; 无芯法内管坯需经半硫化后才能流入下工序, 有些需要经过表面打麻处理, 并严格控制打麻的均致性。

在上述过程中, 内管坯都应严防相互粘、搁、变形和混入外来杂质。内管坯与软、硬芯间的隔离剂通常使用滑石粉或经汽油稀释的甲基硅油, 一般不得混用, 用量和用法应严格掌握, 否则将使内胶产生搁痕、麻坑、针孔或裂纹。

4. 中胶片制备与使用

对于钢丝编织胶管来说, 中间胶层是至关重要的, 它需兼顾减少骨架层间的磨损及如实传递力的作用, 又需与骨架层极好地粘着成一体, 通常可在胶料中添加防老剂BLE和“间甲白”体系, 或采用具有韧性的腻子状填充物。

压延中胶片, 要依据胶料的可塑性、胶片的存放条件、成型方法等因素进行控制, 中胶片的存放一般用垫布或涂撒硬脂酸锌等硬离剂经冷却卷取, 并需停放4小时后方可使用。

中胶片的成型分为手工纵向包覆、随编织时纵向包覆以及使用专门装置缠包等多种形式。

5. 编织成型

编织成型是通过编织机来实现的。编织的生产效率, 取决于所用设备规格型别; 编织的

质量，取决于上一工序的质量和编织机质量及其操作；操作质量是钢丝编织胶管质量水平的前提。在全部生产过程中不应有任何失控现象。编织中的极重要一点，是控制从设备伸向胶管的钢丝张力务求适宜并均匀一致，一般情况下，钢丝张力为每根 9.8N(1kgf)左右。张力大小可用弹簧秤或专门测定仪测定。操作中要严格掌握编织行程，注意规格的准确性，使每一锭上和总的钢丝根数准确无误地符合规定，密切注视编织层质量，如钢丝张力过大会损伤管体，张力过小会削弱骨架层增强作用，张力不均则会出现波纹状等。要从各方面注意使相邻的两层骨架层之间的距离（层间差）压缩到最低限度。对已发现的骨架层缺陷部位应及时加以标记便于处理，骨架层两端应牢固地依附于内管坯上。

软芯法钢丝编织有时采用冷冻工艺措施，这是为了增强内管坯对编织过程中的钢丝承受能力和防止过量赶胶，赶胶是指内管坯在编织过程中受钢丝张力作用朝胶管运动的反方向逐渐延伸的现象。很明显，过量赶胶将使内管坯尺寸难于保证，从而影响编织层规格和质量，使内管坯长期处于拉伸应力状态下而降低使用寿命，尤其是组装胶管总成更易产生控制失当。赶胶的程度与工艺方法、室温、隔离剂使用、胶料硬度等因素直接有关，而且胶管规格越小、胶层较薄、钢丝张力越大，赶胶量则越大。

冷冻工艺是解决过量赶胶的有效途径，它不只是简单地改变了环境温度，而更主要的是提高了制造过程中内管坯的挺性。冷冻剂通常有液氮、干冰、乙醇和干冰、丙烯加乙二醇或氟里昂等多种，冷冻剂的选择应以经济、方便为原则。由于小规格胶管的赶胶更为严重，因此冷冻程度应深一些。务求对同一根胶管的冷冻程度均匀一致，冷冻可以在全封闭装置（冷冻室）中进行，也可只使胶管通过约2m长的冷冻管道后随即编织。对不同规格胶管选用的冷冻条件可参见表2-6-15。

表 2-6-15 几种规格胶管冷冻条件

胶管内径, mm	室 温, ℃	低温室（管道）内温度, ℃	内管坯冷却温度, ℃
6.3	20~35	-80~-130	0
9.6	20~35	-70~-100	5
12.7	20~35	-60~-80	10

6. 包外胶

硬芯法可采用压延胶片进行包贴，也可用挤出机压出，软芯法和无芯法则全部采用挤出

表 2-6-16 钢丝编织胶管常见的质量缺陷及预防措施

质量缺陷	主要预防措施	质量缺陷	主要预防措施
编织层起套、背胶或挤股及断（缺）钢丝	1.严格控制合股质量； 2.编织时精心检查和操作； 3.调整工艺参数	编织层波纹状	调整锭子张力
		编织层外径超差	1.检查上工序； 2.检查中胶层； 3.放大编织行程
编织层勒细	1.检查合股质量； 2.调整钢丝张力； 3.避免中途停车	行程超差	调整工艺参数或牵引装置
编织层扭劲	1.紧固骨架层两端； 2.压紧牵引夹具	胶管不同心	1.控制上工序； 2.中胶包贴均匀和牵引适当

机压出。包胶前要对编织层质量进行认真检查和必要修整,为提高包胶质量还可采用抽空技术以抽除管体内残留气体。包胶后的管坯应经适当冷却,必要时表面还需涂隔离剂。

7. 钢丝编织胶管常见质量缺陷及预防措施

钢丝编织胶管较为常见的质量缺陷及应采取的主要预防措施如表2-6-16。

四、缠绕胶管的成型

缠绕工艺是在编织的基础上发展起来的,与编织工艺相比,具有生产效率高、产品性能好等优点。因此,这种生产方法已逐渐得到国内外同行的重视,从其工艺及装备等方面,也正在不断改进和提高。

缠绕胶管的成型,根据骨架材料的不同,可分为纤维缠绕和钢丝缠绕两种。

(一) 纤维缠绕

纤维缠绕是由纤维线通过缠绕机按一定的缠距(行程)缠绕于管坯上的成型工艺。

1. 设备简述

纤维缠绕的主要设备是纤维缠绕机,较为常用的有盘式缠绕机和鼓式缠绕机两种。盘式缠绕机根据缠绕盘的数量又可分为单盘及双盘等多种。

(1) 双盘缠绕机及其联动装置 主要由导开架、双盘缠绕机、调速装置、浸浆槽及卷取鼓等组成。

双盘缠绕机的主要特点是工作时两缠绕盘能相对回转,与单盘缠绕机相比,可大大减少缠线对管坯产生的扭转应力;同时两盘在运转时具有一定的速度差,以便在一定的牵引速度下,满足不同缠绕层所需的缠绕角度。

缠绕机的传动系统由无级调速控制,可使启动时逐步增速,平滑运转,确保缠绕质量。国产常用的双盘纤维缠绕机主要性能参数列于表2-6-17。

表 2-6-17 双盘纤维缠绕机主要性能参数

项 目	性能参数	项 目	性能参数
缠绕盘外直径, mm	1350	前后缠绕盘之间的速比	1.07, 1.08, 1.11
每个缠绕盘可放置线轴数, 个	120	电机	功率, kW
缠绕盘最大转速, r/min	145		转速, r/min
			1500

(2) 鼓式缠绕机 主要由前、后两个转鼓(双鼓式)、牵引盘以及传动系统等组成。每一转鼓有多个转盘组成,可均布安装线轴,工作时通过两转鼓的相对运转,对管坯进行缠绕成型。

该类缠绕机一般用于生产直径在10mm以下的小规格纤维缠绕胶管。

2. 缠绕方法

纤维缠绕也有硬芯法、软芯法和无芯法之分,其中无芯法纤维缠绕有充气法和内胶半硫化两种。

(1) 硬芯法缠绕 此法一般用于制造口径规格较严或耐压要求较高的胶管,其生产长度受到管芯所限。

成型方法首先将压出好的内管坯套入涂有隔离剂的管芯上,然后根据施工规定的线材规格、根数以及缠绕行程等要求,通过缠绕机进行缠绕,缠绕时每相邻层的缠绕方向必须相反;缠绕角度可利用缠绕盘之间的速差及牵引速度进行调节。其工艺要点如下。

① 根据胶管规格、缠绕线根数等要求,准确选配相应孔数的分线片,使缠绕线通过分线片能均匀地缠绕在管坯上。

② 在缠绕过程中,需控制线层的排列,防止疏密不均或重叠现象;缠绕线的张力必须均匀一致,并严格掌握缠绕角度和行程。

③ 为增加胶管的整体结构性能,缠绕层之间可采用涂刷胶浆或包贴中胶片。

④ 缠绕后管坯的外胶层,一般可采用压延胶片进行包贴,也可通过挤出机进行压出。

⑤ 硬芯法缠绕胶管通常采用缠水包布工艺,缠水包布必须均匀紧实。

(2) 软芯法缠绕 对于耐压要求不高和口径较小的纤维缠绕胶管,一般都采用软芯法缠绕,其主要特点是在生产过程中,管坯可以盘卷和弯曲,操作较硬芯法方便。

软芯法纤维缠绕胶管的成型方法是将涂有隔离剂的软芯通过横头型挤出机压出内管坯,冷却后即可进行缠绕。其工艺要点如下。

① 缠绕前,根据胶管规格、缠绕线根数等要求,准确选配分线片和缠绕口型。

② 在缠绕过程中,管坯应逐步导开,缠绕开始的速度要缓慢,以后逐渐加快,在正常缠绕时,其速度应保持一致,管坯的导开和卷取速度应与缠绕速度相配合。

③ 缠绕后的管坯,一般采用胶乳浆浸渍(也可包覆中胶片),管坯浸浆要均匀,浸渍速度以胶浆完全渗透到线层时为度。

④ 浸浆后的管坯干燥,可采用热空气(烘房)或其它干燥装置;干燥条件可根据管坯的干燥程度适当掌握,干燥温度一般为 $65\sim 75^{\circ}\text{C}$,温度过高易使管坯软化变形,并影响纤维线强度,甚至使胶浆产生自硫。温度太低会影响干燥效果。

⑤ 外胶可采用横头型挤出机进行包覆。

其它如缠绕角度、缠绕行程以及缠绕线的均匀性等要求,可参见硬芯法纤维缠绕的工艺。

上述缠绕、浸浆、干燥等各道工序,也可采取连续化生产,但其速度必须相互配合。

(3) 无芯法缠绕 无芯法纤维缠绕工艺也有充气法和内胶半硫化两种。其主要优点是生产长度可不受管芯的限制,并能简化生产工序、节省辅助材料、减轻劳动强度和提高生产效率。现就有关工艺要点简述如下。

① 充气法缠绕 大部分工艺要求与充气法无芯纤维编织工艺基本相似。由于较长的内管坯在充气情况下进行缠绕(其速度比编织快),将使管坯受到缠绕线的张力和扭转力等影响,容易产生变形,因此,除了要求内管坯具有较好的挺性之外,在开始缠绕时的速度不宜过快,并切忌突然变速;在缠绕过程中,还需随时注意管坯内的气压及膨胀情况,必要时应适当减少管内气压。

此外,对管坯的导开和卷取速度,必须与缠绕速度相配合,以保证缠绕直径的均匀性。

缠绕后的管坯,可通过胶浆槽浸浆(或包贴中胶片),经干燥后整齐盘卷在转鼓上(也可盘卷后再行干燥);外胶层一般都采用横头型挤出机进行压出,然后进行包铅加压或裸硫化。

② 内胶半硫化缠绕 采用内胶半硫化工艺,其内管坯的挺性显然要好得多,但必须注意内胶层与骨架层的粘着性能,为此,可对内管坯表面采取打麻或涂刷胶浆等措施。其缠绕

等工艺要求与充气无芯法缠绕基本相同。

此外,对无芯法纤维缠绕胶管,也可将纤维缠绕、浸浆、干燥、外胶压出等工序组成连续化生产线进行生产。

采用软芯法或无芯法成型的纤维缠绕胶管,其内管坯导开、纤维缠绕、浸浆、卷取等工艺过程如图2-6-28所示。

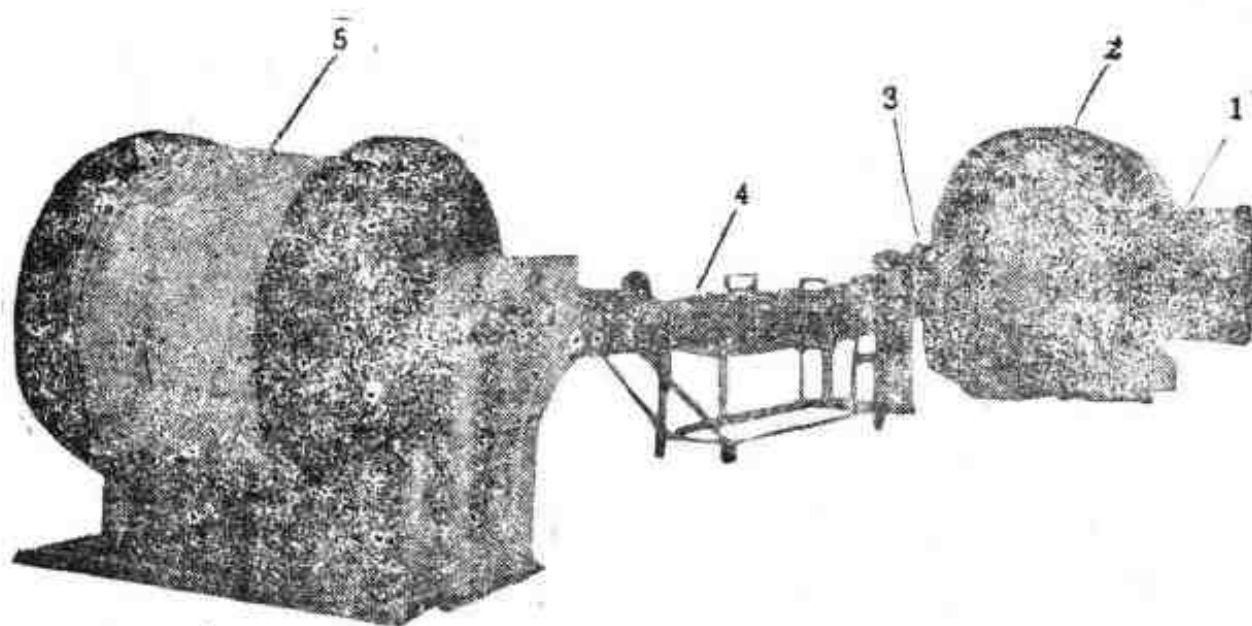


图 2-6-28 软芯法(或无芯法)纤维缠绕工艺图

1—内管坯(卷鼓); 2—缠绕机; 3—缠绕后的管坯; 4—浸浆; 5—卷取

(二) 钢丝缠绕

钢丝缠绕胶管的制造,主要有硬芯和软芯两种工艺方法,其工艺流程与硬芯和软芯法钢丝编织胶管基本一致。

1. 设备简述

就专用设备而言,钢丝缠绕胶管只是用钢丝预定型装置和缠绕机取代了钢丝编织胶管所用的合股机和编织机,其它则与钢丝编织胶管基本通用。

钢丝缠绕机由单盘、双盘和四盘等多种,目前,较为流行的是 WSW II 型钢丝缠绕机(如图2-6-29)。

该机有四盘和六盘两种型别,每盘有30个组合锭子,每锭又可分为三、四、五、六个线轴等四种形式。若每锭用六个线轴,则可容线180根,这对大口径胶管的生产较为适宜;若采用每锭三个线轴,则每轴容线量增大1倍多,对于制造小规格大长度的胶管具有明显的优越性。

该机对硬芯或软芯工艺方法、单丝或复丝结构都可适应,但换线和引线比较复杂、费力,需要耗用较多的辅助时间,因而不适宜频繁变换胶管规格。

WSW-II 型缠绕机与传统的缠绕机比较,其层间缠绕点近、占地稍小、容线量较大,尤



图 2-6-29 WSW-II 型钢丝缠绕机

1—缠绕机; 2—牵引装置; 3—缠绕管坯

力,需要耗用较多的辅助时间,因而不适宜频繁变换胶管规格。

其不必在机下预定型，且每盘均有可调变速箱，便于任意调节理想的缠绕角度。该机最大缠绕外径为76mm，每轴容线量按锭子型别不同分别为2.95~7.0kg，适应钢丝直径为0.25~0.838mm，钢丝张力为每根2.3~11.1N(0.23~1.13kgf)。

2. 工艺要点

从缠绕成型工艺的角度看，除缠绕胶管的内管坯挺性要求更高，内管坯与管芯之间的松紧要适度，以防过松时在缠绕成型中管体扭劲，过紧则难以脱芯；缠绕层两端需要更牢固地依附于管体上；以及缠绕用钢丝不需经悬垂差检验外，钢丝编织胶管的成型工艺要点也基本适用于钢丝缠绕胶管。

五、针织胶管的成型

针织成型工艺，一般多用于制造规格较小的低压胶管。其主要特点是生产效率高，材料消耗省。其生产方法除了针织工艺之外，其它与纤维编织胶管无多大区别。

(一) 设备简述

针织成型的主要设备是针织机，针织机一般都为立式结构，并有单机头和双机头等多种形式。根据不同的针织结构，可采用相应的针织机头。

(二) 工艺要点

针织胶管一般可采用软芯法或无芯法制造，其工艺要点略述如下。

1. 内管坯制备

根据产品的规格和施工条件等要求，采用相应的挤出机进行压出。

(1) 软芯法 采用“T”型(或“Y”型)挤出机，将内管坯压附在相应规格的软芯上，并经冷却盘卷后待用。

内管坯盘卷必须松紧适度，防止相互粘附和挤压变形。

(2) 无芯法 采用直头型挤出机压出，经冷却盘卷后供下工序使用，压出的内管坯切忌受压变形，确保管坯的内孔圆度均匀，并保持一定的挺性；若采用半硫化法，则表面需经打麻或涂刷胶浆。

2. 针织成型

(1) 首先根据胶管的品种、规格及结构形式等要求，准确选配线材和针织机头。

(2) 在针织成型时，针线勾织要均匀，线结花纹要平整，防止跳线、断线或漏针等现象。

(3) 在针织过程中，管坯的导开、卷取应与针织的速度相配合，防止拉伸变形或打折受损。

(4) 在同一根胶管的线层结构中，除有意置入微量标志线或导线外，不能将多种线材混合使用，以免由于它们的收缩率不一致而影响管坯质量。

(5) 采用无芯充气法成型工艺，应注意管坯内的气压及管体膨胀情况，以保持管坯直径的均匀性。

(6) 针织后的管坯，应均匀涂刷胶浆(也可采用胶乳浆浸渍)，以提高线层与胶层的粘附强度。

(7) 经涂刷胶浆或浸胶乳浆的管坯，可采取热空气或其它干燥工艺进行干燥。

3. 外胶压出

经针织后的管坯，通常都采用横头型挤出机压出外胶，其工艺要求与软芯法(或无芯法)

纤维编织胶管的外胶压出基本相同。

第四节 胶管的硫化

胶管的硫化，主要是在一定的温度和压力条件下，使塑性状态的管坯硫化成为具有一定物理机械性能和使用性能的胶管产品。

一、硫化介质与设备

(一) 硫化介质

胶管硫化是经不同设备通过一定的介质获得温度、压力来实现的，不同的硫化方法使用不同的硫化介质。目前较为常用的硫化介质有如下几种。

1. 饱和蒸汽

饱和蒸汽是胶管硫化中使用最为广泛的一种硫化介质，其主要优点是导热效率高、使用方便、成本较低。缺点是加热温度受到蒸汽压力的牵制，且容易产生冷凝水，造成局部温度不均。

2. 过热水

水也是胶管硫化中较为常用的硫化介质（水硫化）。由于水的密度（与空气和蒸汽相比）较高，因此其导热效果也高于空气和蒸汽，而且产品在水中硫化时的定型性比较好。但由于通过两次介质传热（蒸汽→水→产品），因此热量消耗较大，且硫化效率也不如直接蒸汽。

3. 热空气

在胶管硫化中，也有采用热气作为硫化介质的，用热空气硫化具有如下优点：

（1）经热空气硫化的产品，表面光泽性好，可不受蒸汽水迹的污染，这对硫化浅色及外观质量要求较高的胶管尤为适宜。

（2）用热空气硫化，其温度与压力互不依赖，这便有利于根据产品需要任意确定温度和压力。

热空气硫化的缺点是由于空气的热容量和导热性都比蒸汽小，因此硫化效率较低。

4. 其它硫化介质

在胶管硫化中，除了采用饱和蒸汽、过热水和热空气作为硫化介质外，还有熔点较低的共熔金属盐以及微粒玻璃珠等传热介质。

（1）共熔金属盐 通常以硝酸钾、亚硝酸钠和硝酸钠，在适当的配比下混合共熔，在加热熔融的情况下，可获得胶管硫化所需要的温度。

由于上述金属盐的相对密度较大，因此产品在熔槽中硫化时容易浮起，并使硫化后的胶管表面粘附盐层，故需及时清洗。

（2）微粒玻璃珠 主要由直径为0.13~0.25mm的玻璃微珠组成，在加热的情况下，使玻璃珠与翻腾的热空气组成一种有效相对密度为1.5左右（玻璃珠的相对密度为2.6）的沸腾床。

(二) 硫化设备

胶管硫化最常用的设备是硫化罐，也可采用硫化管道（连续硫化）或硫化槽（共熔金属盐）等。

1. 硫化罐

胶管硫化通常都采用卧式硫化罐，其罐体的内直径一般为500mm和800mm，还有

2800mm的大直径硫化罐。长度有11m、22m等多种。

硫化罐及其主要附属装置有进出汽管阀以及硫化车（架）、牵引机和轨道等。

常用的卧式硫化罐主要性能参数列于表2-6-18。

表 2-6-18 胶管硫化常用的卧式硫化罐主要性能参数

规格	500×12000	800×11000	800×22000	2800×6000
参数名称				
罐体内径, mm	500	800	800	2800
罐体有效长度, mm	12000	11000	22000	6000
罐盖齿数	8	16	16	20
罐盖厚度, mm	9	10	10	18
罐体壁厚, mm	4	8	8	16
罐底厚度, mm	9	10	10	18
轨道内侧距离, mm	385	315	315	1000
罐内蒸汽工作压力, MPa(kgf/cm ²)	0.4(4)	0.44(4.5)	0.44(4.5)	0.4~0.6(4~6)
罐体水压试验压力, MPa(kgf/cm ²)	0.6(6)	0.7(7)	0.7(7)	0.8(8)
罐盖闭锁装置气缸直径, mm		125	125	220
罐盖开关装置气缸直径, mm		80	80	250
气缸工作气压, MPa(kgf/cm ²)		0.6(6)	0.6(6)	0.4~0.6(4~6)
外形尺寸, mm	12500×800×1200	11265×1382×1016	23220×2880×2300	7600×4300×3998

2. 硫化管道

这种硫化设备主要作为胶管连续硫化用，其型式有卧式、立式和悬索式等多种。其中以卧式最为经济，管道直径比通用硫化罐小，长度较长。使用时对管道两端的密封要求较高，既要能使胶管在硫化过程中连续通过，又要不使蒸汽泄漏，通常采用密封胶垫或水封法密封装置。

为使硫化管道中的冷凝水能顺利地排出，通常将硫化管道按1:100的坡度安装。

3. 硫化槽

该硫化设备一般为开放式，亦是供胶管连续硫化之用，通常采用共熔金属盐类在加热熔融情况下，胶管通入槽内进行硫化，但由于金属盐的相对密度较大，易使胶管漂浮，因此需采用压轮或输送钢带等装置。

二、硫化压力、温度和时间

压力、温度和时间是橡胶制品硫化的基本条件，胶管的硫化必须在一定的温度和压力下进行，并根据不同的温度和压力以及设备、介质等条件，确定相应的硫化时间。

（一）硫化压力

胶管在硫化过程中要施以一定的压力，目的是增加胶料的致密性，提高胶层与骨架层的结合强度，并有助于提高产品的物理机械性能。

胶管硫化时的加压，根据工艺方法主要有包水布加压、模压和介质加压等多种。

1. 包水布加压

包水布加压是较为普遍的工艺方法，其主要特点是不受胶管直径和长度的限制，可以在胶管外表面任意缠包，其加压程度可由手工或机械控制，因此工艺比较简单。缺点是需消耗较多的布料，同时使胶管成品表面产生明显布痕而影响外观。

2. 模压

广义地说,凡采用有芯法成型的胶管,其管芯和外包材料,均可起到模压作用,其中如包铅(或其它熔包材料)是较为典型的模压工艺。还有以两半圆槽组成的金属模具,用平板硫化机加压硫化,但这对规格多变且较大较长的胶管实用意义不大。

模压硫化的产品性能比较稳定,胶管整体结构的密实性较好,但工艺比较繁琐,材料消耗较大。

3. 介质加压

胶管在硫化罐中采用直接蒸汽(或过热水)硫化,由于蒸汽本身具有一定的压力,从而对胶管亦能起到一定的加压作用。例如胶管在裸硫化工工艺中,利用蒸汽的压力,使胶管获得加压硫化的效果。

(二) 硫化温度和时间

1. 硫化温度系数

温度是橡胶发生硫化反应的基本条件,硫化温度和硫化时间又是相互制约的。一般来说,胶料的硫化时间随着硫化温度的变化而不同,其关系大体上可适用于“范特霍夫”定律。

根据“范特霍夫”定律,胶料在硫化过程中,其温度和时间关系可概算为温度每上升或下降 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$,其硫化时间约减少或增加一半,即硫化温度系数为2。

对于制造胶管用的大部分胶料来说,采用硫化温度系数“2”,来确定胶管在硫化中的不同温度和时间还是可行的。如果要得到较为精确的结果,可采用“阿累尼乌斯”方程进行计算。

2. 常用胶料和骨架材料的硫化导热时间

在计算或确定胶管硫化条件时,应首先了解所用胶料和骨架层等各种材料的导热情况,以便使硫化后的胶管,能够获得良好的性能效果。现将制造胶管常用的胶料、骨架材料和加压材料(水包布等)在一定硫化温度($148\sim 150^{\circ}\text{C}$)下的导热时间参考数据,分别列于表2-6-19~表2-6-22。

表 2-6-19 几种常用胶料的硫化导热时间 (K_1)

胶料类型	K_1 , min/mm	胶料类型	K_1 , min/mm
通用胶料(天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶)	1.2~1.5	丁基胶料	2.2~2.6
耐油、耐酸碱胶料(丁腈橡胶、氯丁橡胶)	1.8~2.2	乙丙胶料	2.4~2.8

表 2-6-20 每层胶布所需的导热时间 (K_2)

胶布规格	厚度, mm	K_2 , min	胶布规格	厚度, mm	K_2 , min
36N/2×2	0.40	0.5~0.8	34N/2×2	1.00	2.2~2.6
36N/3×3	0.65	0.8~1.3	37N/4×3 (帘布)	1.30	2.2~2.7
36N/5×5	0.75	1.5~2.0	粘胶布	1.40	2.8~3.2
36N/6×6 (网眼布)	0.85	1.6~2.2			

注:其它规格胶布可参照类似厚度考虑。

表 2-6-21 编织（或缠绕）纤维线每层所需的导热时间（ K_3 ）

线材规格	直径, mm	K_3 , min	线材规格	直径, mm	K_3 , min
36N/6	0.45	1.0~1.5	37N/4×3	0.66	1.8~2.2
36N/10	0.65	1.5~1.8	37N/5×3	0.75	2.5~3.0
36N/3×3	0.62	1.5~2.0			

注：1. 缠绕层数以两个单向层为一层。
 2. 其它规格的线材，可参照类似直径选择。
 3. 钢丝、铁丝等金属材料，由于传热性能比较好，因此可不另加导热时间。

表 2-6-22 织物加压材料的导热时间（ K_4 ）

材料名称	层数	K_4 , min	材料名称	层数	K_4 , min
水包布	1	1.5~2	棉绳	1	1~2
	2	2~3			

注：水包布厚度一般为0.3~0.5mm。

3. 硫化时间的确定

胶管的硫化时间，随硫化温度及工艺条件的不同而异。一般情况下，可根据经验公式（2-6-3）进行计算和确定。

$$T_A = T_1 + T_2$$

$$T_1 = C + K_1\delta + K_2i + K_3i + K_4 \quad (2-6-3)$$

式中 T_A ——胶管总硫化时间，min；
 T_1 ——胶管正硫化时间，min；
 T_2 ——硫化升温时间，min；
 C ——胶料正硫化时间，min；
 K_1 ——胶层超过2mm部分，每mm所需的导热时间，min/mm；
 δ ——胶层计算厚度（胶层总厚度减2，2为胶料硫化的基本厚度），mm；
 i ——胶布或纤维线（编织或缠绕）层数，层；
 K_2 ——每层胶布所需的导热时间，min/层；
 K_3 ——每层纤维线所需的导热时间，min/层；
 K_4 ——水包布等加压材料所需的导热时间，min。

上述计算式对软芯法或复杂结构的胶管，应根据管芯和结构的材质及其导热性能另行测定校正。

硫化升温时间 T_2 ，通常根据硫化罐的大小、胶管加压方法以及实际硫化数量等情况而定，一般取10~15min，对胶层较厚的胶管，其硫化升温时间还需适当增加；对采用无芯或裸硫化工艺者，其升温时间应适当加快，以便使管坯（胶层）能尽快定型，一般取3~7min。

4. 硫化时间计算举例

（1）设25mm×4P×20m无芯夹布胶管，选用胶布厚度为0.75mm；胶层总厚度为3.8mm；硫化方法采用直接蒸汽裸硫化；硫化温度为148℃。

已知胶料正硫化时间 C 为15min；胶料硫化导热时间 K_1 为1.2min/mm；胶层计算厚度

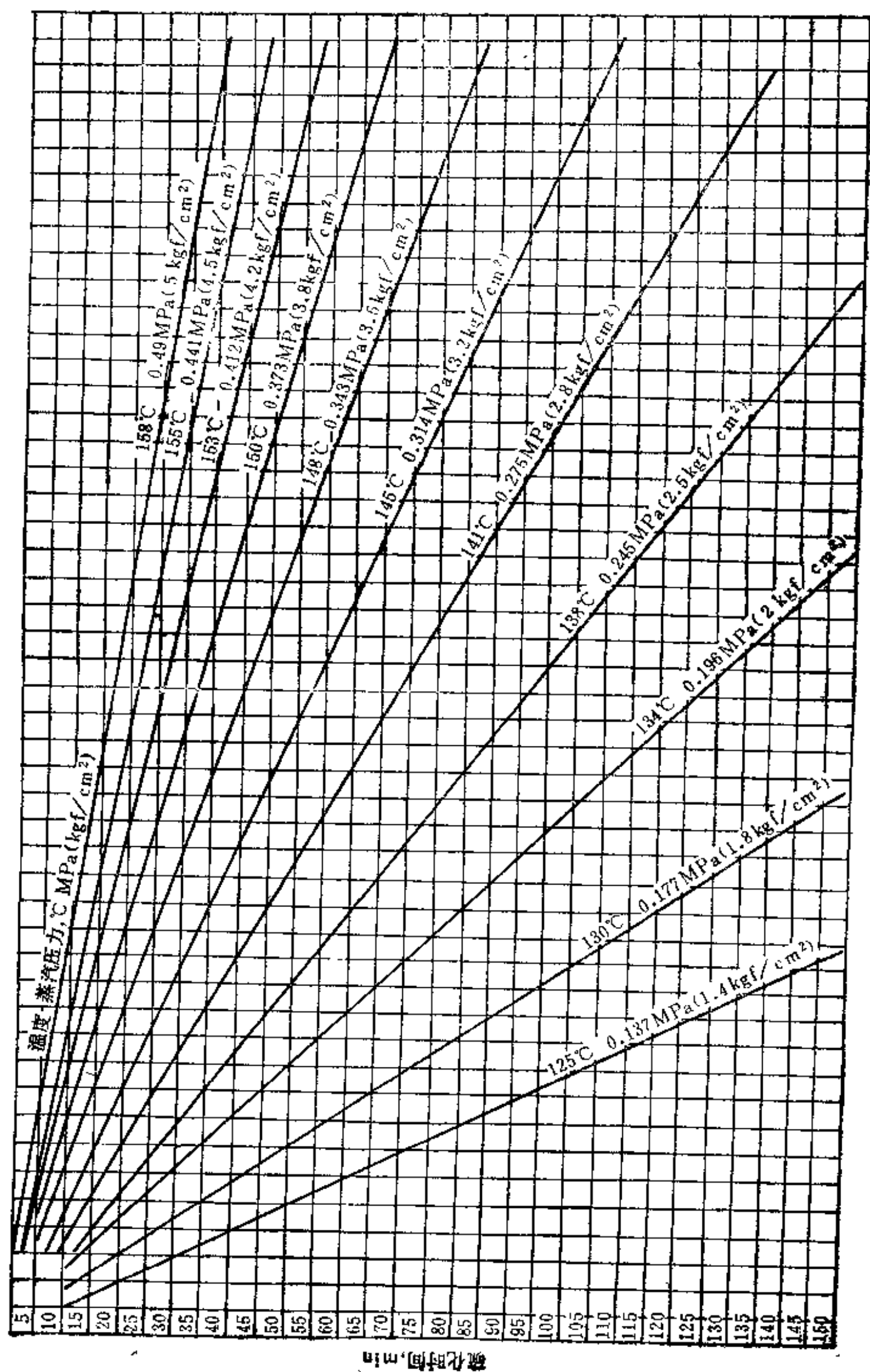


图 2-6-30 不同温度的硫化时间换算图

$\delta = 3.8 - 2 = 1.8\text{mm}$; 每层胶布导热时间 K_2 为 1.7min ; 胶布层数 i 为 4 层; 硫化升温时间 T_2 为 6min 。试计算该胶管的硫化时间。

将上述已知数据代入式 (2-6-3), 并进行计算

$$\begin{aligned} T_1 &= 15 + 1.2 \times 1.8 + 1.7 \times 4 \\ &= 24(\text{min}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{总}} &= T_1 + T_2 = 24 + 6 \\ &= 30(\text{min}) \end{aligned}$$

由计算可知在上述条件下, 该胶管的正硫化时间为 24min ; 总硫化时间为 30min 。

(2) 设 $102\text{mm} \times 4\text{P} \times 8\text{m}$ 普通吸水胶管, 选用胶布规格为 $36\text{N}/5 \times 5$; 胶层总厚度为 4.7mm ; 硫化方法采用直接蒸汽并由水包布及绳子加压; 硫化温度为 148°C 。

已知胶料正硫化时间 C 为 20min ; 胶料硫化导热时间 K_1 为 1.5min ; 胶层计算厚度 $\delta = 4.7 - 2 = 2.7\text{mm}$; 每层胶布导热时间 K_2 为 1.7min ; 胶布层数 i 为 4 层; 水包布及棉绳的导热时间各取 1min , 即 $K_4 = 2\text{min}$; 升温时间 T_2 取 10min 。试计算该胶管的硫化时间。

将上述已知数据代入式 (2-6-3), 并进行计算

$$\begin{aligned} T_1 &= 20 + 1.5 \times 2.7 + 1.7 \times 4 + 1 \\ &= 33(\text{min}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{总}} &= T_1 + T_2 = 33 + 10 \\ &= 43(\text{min}) \end{aligned}$$

由计算可知在上述条件下, 该胶管的正硫化时间为 33min ; 总硫化时间为 43min 。

5. 不同温度下硫化时间的确定

在实际生产中, 往往由于温度 (蒸汽压力) 的变化而需改变硫化时间, 例如原来确定的硫化温度和时间, 在硫化过程中温度突然下降或上升 (在不能调节的情况下), 此时必须立即采取紧急处理, 延长或减少硫化时间。

一般情况下, 可按硫化温度系数进行计算, 也可以采用图 2-6-30 进行简易换算。

例 1: 若原定某批胶管的硫化条件为: 温度 158°C , 蒸汽压力 0.5MPa ($5\text{kgf}/\text{cm}^2$), 硫化时间 20 分钟, 现实际温度只有 153°C , 蒸汽压力 0.41MPa ($4.2\text{kgf}/\text{cm}^2$), 试换算其硫化时间。

查图 2-6-30, 先找出 158°C 的斜线与 20 分钟时间横线的交点, 再找出沿该交点纵向与 153°C 斜线的交点, 便可查得所需的硫化时间为 28 分钟。

例 2: 已定硫化条件为 $150^\circ\text{C} \times 30\text{min}$, 现经 150°C 硫化 5 分钟后, 突然温度下降到 145°C , 此时需确定延长多少硫化时间。

查图 2-6-30, 先找出 150°C 的斜线与 25 分钟 ($30\text{分钟} - 5\text{分钟}$) 线的交点, 再沿该交点纵向找出与 145°C 斜线的交点所对应的时间, 即得在 145°C 温度下还需硫化的时间为 40 分钟。

三、硫化方法

胶管的硫化方法, 目前使用较为普遍的由直接蒸汽和水硫化; 亦有采用管道蒸汽硫化及加压盐浴硫化等多种。

(一) 直接蒸汽硫化

直接蒸汽硫化, 是将成型后管坯置于硫化罐中, 并通入直接蒸汽使之硫化。采用直接蒸汽硫化, 根据管坯加压方式的不同可分为缠水包布硫化、包铅硫化和裸硫化等。

1. 缠水包布硫化

缠水包布硫化的方法，大多用于有芯法（尤其是硬芯法）成型的胶管。通常是将缠水布后的管坯放置在硫化架（车）上，并用软性枕垫衬托平稳，然后送入硫化罐进行硫化，其工艺要点如下。

（1）将包好水平的管坯，按规定的数量平直放置在硫化架上（采用软芯法成型的管坯应均匀盘卷在转鼓上），排列要整齐，并留有一定的间隙，防止相互挤压，以保证硫化均匀。

（2）管坯送入硫化罐后，需将罐盖关紧，并用安全销栓牢，然后再通入蒸汽进行硫化。如遇冷罐，必须先将空罐预热后再送入管坯。

（3）根据规定的温度、压力等硫化条件进行硫化，通入蒸汽时，应使蒸汽渐渐进入，以保持一定的蒸汽压力及升温速度。

（4）在硫化过程中，应严格控制蒸汽压力（温度）和时间，并及时排出冷凝水。

（5）硫化完毕，先将蒸汽排除后方能开罐，硫化好的胶管，需经适当冷却后再解除水包布，然后脱管芯整理，也可先脱管芯后解除水包布。

2. 包铅硫化

包铅硫化的主要特点是根据金属铅与橡胶的热膨胀系数差异，通过铅层在硫化高温下对胶管产生较大的压力，从而使管体结构更加致密，同时使胶管表面较光滑平整。根据需要，还可制成各种沟纹，例如将包铅机口型制成所需的沟槽，便可使胶管表面压出纵向凸纹，以起到保护和缓冲管体的作用，增大胶管的抗磨性能。

包铅硫化工艺主要适用于软芯或无芯法长胶管的生产，对于制造钢丝编织（或缠绕）结构的高压胶管也很有利。

采用包铅工艺，设备投资较大，能耗高，而且在工艺过程中容易产生铅污染，对人体健康也有一定影响，所以还需加强劳动保护措施。

目前常用的压铅机由螺杆式和柱塞式两种（柱塞式亦有单柱塞和双柱塞之分），其中以螺杆压铅机的生产效率较高，占地面积小，其熔铅和铅液输送等密封条件较好，同时更有利于连续化包铅作业。图2-6-31为采用螺杆压铅机包铅情况。

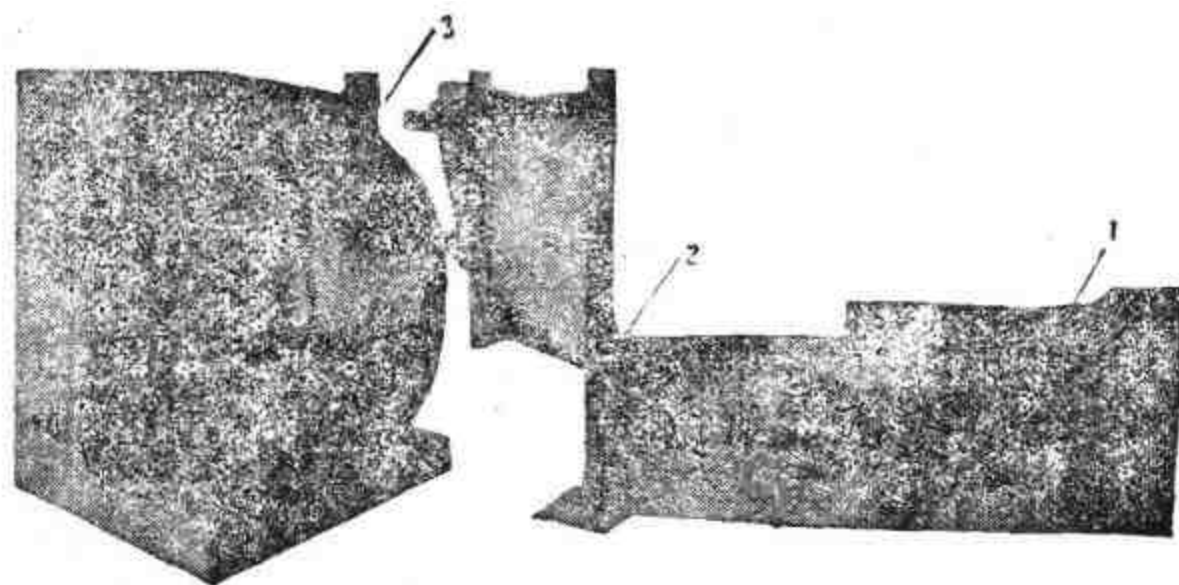


图 2-6-31 采用螺杆压铅机包铅

1—压铅机；2—包铅后的管坯；3—包铅管坯的卷取

根据包铅硫化的生产条件，其工艺要求大致有以下几点。

（1）包好外胶的管坯，必须均匀涂抹隔离剂，并均匀地盘卷在转鼓上。隔离剂一般可

采用硬脂酸锌、云母粉或硅油等。

(2) 压铅机口型及铅层厚度需根据胶管的规格适当配备, 一般铅层厚度为 $1.8 \sim 2.5 \text{ mm}$ 。

(3) 温度控制对包铅操作也很重要, 温度过高或过低都会影响铅管的挤压和包铅质量。

(4) 包铅速度可根据胶管规格而定, 一般为 27 m/min 左右。

(5) 包铅后的胶管管坯, 需及时冷却, 使铅层紧包在胶管坯的外面, 并及时盘卷在硫化转鼓上。

(6) 对包好铅层的无芯胶管, 管内可充入压缩空气或压力水。充水时, 一端用装有排气阀的柱塞堵住, 另一端通入压力水, 同时排出空气。充水压力可根据胶管规格及骨架层数而定, 一般为 $0.7 \sim 0.98 \text{ MPa}$ ($7 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$)。然后将充压的管坯送入硫化罐进行硫化。

(7) 胶管在硫化过程中, 必须严格掌握硫化温度(蒸汽压力)及时间, 硫化条件根据胶管品种规格而定。

(8) 硫化好的胶管, 经冷却后(无芯胶管需卸压)用剥铅机剥除铅层(如图2-6-31)。

(9) 剥铅操作时, 必须合理选配剥铅机口型规格(一般口型内径比铅管外径大 $2 \sim 4 \text{ mm}$), 并注意掌握剥铅划针深度, 防止划破胶管外层胶。剥铅时, 包铅胶管的导出需与剥铅速度配合相当。

(10) 软芯法胶管的脱芯, 一般可采用水压法, 在适宜的压力推动下将胶管内的软芯脱出, 但必须注意安全。

近几年来, 国外出现以包尼龙代替包铅, 其方法是将尼龙在 250°C 以上加热呈液状, 再将成型好的胶管管坯通过熔融尼龙槽, 即在管坯外面包覆一尼龙薄层, 然后经过冷却, 使尼龙层固化收缩, 从而使胶管在硫化时起到外模压的作用, 硫化完毕再将尼龙层剥除, 便可得到外观光泽的胶管成品。

包尼龙与包铅相比, 具有量轻方便、加工温度低、剥除容易以及无毒害等优点。

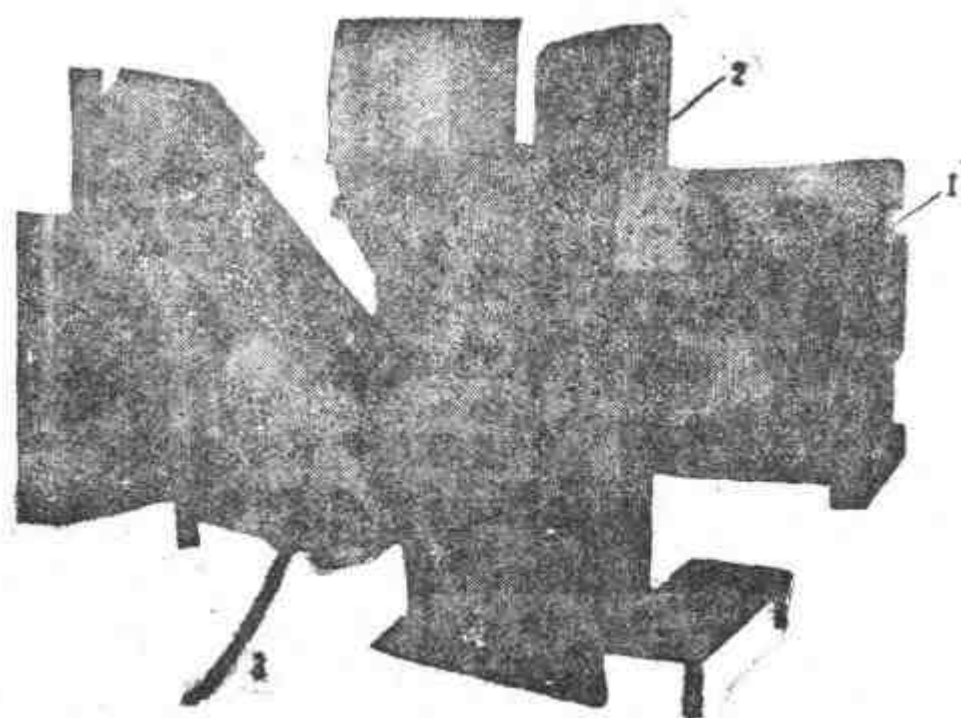


图 2-6-32 包铅胶管剥铅
1—包铅管导开; 2—剥铅机; 3—剥铅后的胶管

3. 裸硫化

裸硫化是将压出外胶后的管坯在裸露状态下于硫化罐内用直接蒸汽进行硫化。

裸硫化的主要特点是工序简单，劳动强度低、生产效率高。但由于采用此法硫化，对胶管产生的硫化压力比包水布或包铅等加压要小，因此在工艺上掌握比较困难，容易产生气泡、脱层、变形等质量问题。

根据胶管的不同成型方法及硫化形式，其裸硫化要求也不尽一致，现略举如下。

(1) 平直硫化 对于无芯法成型的夹布胶管，通常都采用平直裸硫化工艺，其要点如下。

① 压好外胶后的管坯，必须将两端压合紧实（封头），不得有露布及内外胶层张开现象，以免在硫化时冲入蒸汽引起脱层、气泡，并在管坯表面随即冲淋隔离剂，防止相互粘附。

② 将压好外胶的管坯，平直放置在硫化架托板上（托板应平整光洁），并留有一定的间隙，以防相互挤压变形；然后送入硫化罐进行硫化。

③ 为使胶管在硫化过程中尽快定型，其硫化升温时间应尽量加快；同时应严格控制硫化温度（蒸汽压力）和硫化时间，并及时排除冷凝水。

④ 硫化完毕，应随即将罐内蒸汽放尽，然后开启罐盖，并将硫化架拉出罐外。

⑤ 胶管出罐后，应及时冲水冷却，然后平放在工作场地上，以便检验和包装。

(2) 盘卷硫化 软芯或无芯成型的纤维编织、缠绕、针织等小规格长胶管，通常都采用盘卷式裸硫化，其工艺要点如下。

① 将压好外胶的管坯，通过隔离剂槽后，按序盘放在平整光滑的硫化盘内，盘卷松紧要适度，并留有一定的间隙，防止管坯挤压变形或相互粘附。

② 盘卷后的管坯，需及时进行硫化，以免管坯停放过久而产生变形。

③ 胶管在开始硫化时，升温时间要尽量加快，在硫化过程中，要严格掌握蒸汽压力、温度和硫化时间，并及时排除冷凝水，以确保硫化质量。

④ 硫化完毕，应及时将罐内蒸汽排除，然后开启罐盖，取出胶管并进行冷却。

⑤ 采用软芯法成型的胶管，硫化后可采取牵引装置或水压法进行脱芯，脱芯后的胶管，应逐根检查，以防断芯堵塞。

(3) 卷鼓硫化 以软芯或无芯法成型的长胶管，在采用卷鼓式裸硫化工艺时，其要点如下。

① 硫化用卷鼓上需包覆与胶管外缘相适应的软质弧形沟槽或其它衬垫材料，以减轻胶管在硫化时外胶产生搁置痕迹。

② 管坯盘卷要均匀、松紧要适度，并留有一定的间隙，以防相互挤压变形。

③ 胶管在硫化过程中，必须严格掌握硫化温度、压力和时间，以确保硫化质量。

④ 对软芯法成型的胶管，硫化后可采用适宜的水压进行脱芯。其它要求与盘卷法硫化基本相同。

(二) 水硫化

这种方法目前主要用于无芯法成型的夹布胶管，其硫化方法是：将压出外胶后的管坯，沉浸在水槽内，然后送入硫化罐进行硫化。与直接蒸汽裸硫化相比，其优点是胶管的质量比较稳定，管体密实性好，变形较小。但由于硫化时需要将水槽内的水加热至硫化温度，因此热量消耗较大，而且生产效率也比直接蒸汽裸硫化低。根据水硫化的特点，其工艺要求如下。

1. 水槽及管坯

(1) 水槽的底部及内壁必须保持平整、清洁, 以避免硫化胶管产生污垢及放置痕迹。

(2) 压出外胶后的管坯应加强检查, 如发现胶层有破裂或管端封头松开等现象, 需经整修后才能硫化。

2. 放置与灌水

(1) 管坯必须平直放置在水槽内, 严防相互交叉叠压, 以免造成管坯变形。

(2) 槽内管坯需逐根进行灌水 (并排除管内空气), 待管坯完全沉入水中为止, 以确保硫化时管坯内外压力的平衡。

3. 硫化

(1) 硫化升温时间要尽量加快, 以使水槽内的管坯能尽快达到硫化温度而定型。

(2) 胶管在硫化过程中, 应严格控制蒸汽压力、温度和时间, 严防中途降温或降压。

(3) 硫化完毕, 应及时排除蒸汽压力后开罐取出水槽, 并将硫化后的胶管进行冷却, 然后检验和包装。

(三) 其它硫化方法

除了上述几种硫化方法之外, 还有如管道蒸汽硫化和加压盐浴硫化等多种。

1. 管道蒸汽硫化

采用管道蒸汽硫化, 是以压出外胶后的管坯通过一定长度的蒸汽管道, 使胶管进行硫化, 其特点是硫化管道与外胶压出等前后工序都能相互衔接, 形成连续化生产线, 从而可减少往复工序, 并有利于提高生产效率。

鉴于这种硫化方法具有连续化生产的特点, 因此对如下几方面的工艺要求更为严格。

(1) 对压出外胶前的管坯需经严格检查, 如有管径粗细不匀等现象必须剔除。

(2) 压出胶料需有高度的纯洁性, 并具有较好的工艺性能, 以保证压出胶层的质量。

(3) 管道两端必须具有良好的密封性能, 既要防止蒸汽的泄漏, 又要确保胶管在硫化过程中正常移动。

(4) 外胶压出速度必须与连续硫化管道的牵引速度相配合, 以免造成外胶拉断或局部积聚 (堆胶)。

2. 加压盐浴硫化

一般的盐浴硫化, 是以硝酸钾、硝酸钠和亚硝酸钠之类的金属盐按一定比例配成的混合物, 加热使熔盐温度达到 150°C 以上, 使胶管通过熔盐槽进行硫化, 但这是在常压条件下的盐浴硫化, 因此容易使胶管产生气泡等缺陷。

加压盐浴硫化, 由于胶管处于较大的熔盐压力下进行硫化, 故不会产生外胶起泡现象。这种方法更适宜于软芯法长胶管的连续硫化 (如图2-6-33)。

加压盐浴硫化用的金属盐及其配比一般为: 硝酸钾53%, 硝酸钠7%, 亚硝酸钠40%。金属盐采用电加热, 在高温下金属盐不挥发, 并具有一定的化学惰性和抗氧化性。

目前加压盐浴连续硫化的主要工艺方法有两种。一种是间断法, 胶管通过挤出机压出外胶后, 卷取在卷鼓上, 再从卷鼓上导入加压盐浴连续硫化装置, 胶管经过 150°C 熔盐热导硫化后, 由该装置导出, 然后再卷取在卷鼓上, 以便脱芯和整理。这种方法的优点是其硫化速度不受其它工序和故障的影响。缺点是由于非连续性生产而造成多次停车, 胶管在卷鼓上多次卷取会使骨架层角度未被橡胶牢固固定而产生变化; 同时外胶也容易产生压痕, 甚至变形, 影响外观质量。

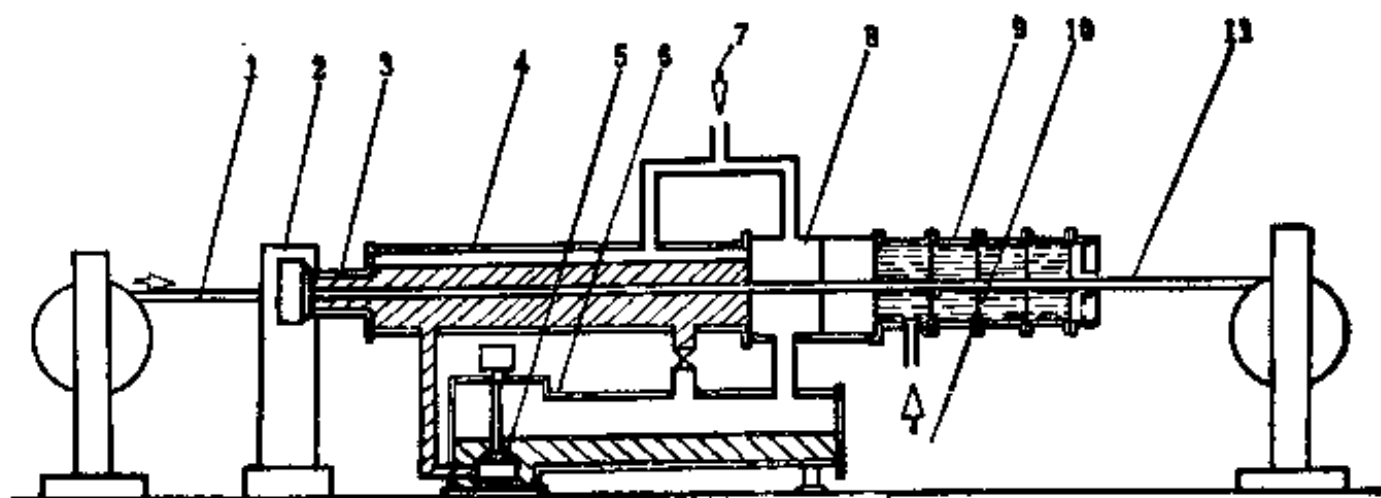


图 2-6-33 加压盐浴连续硫化装置示意图

1—管坯导开；2—外胶压出；3—连接器；4—加压盐浴硫化管道；5—熔盐供给泵；6—熔盐贮槽；7—加压气体；
8—中间分离室；9—加压水冷却；10—冷却水入口；11—硫化后胶管卷取

另一种是连续法，成型管坯由挤出机压出外胶后直接进入加压盐浴连续硫化装置，经硫化后的胶管，便从该装置的尾部导出并卷取在卷鼓上。这种方法的优点是具有连续性，减少重复工序，生产效率较高，而且硫化的胶管平直不变形，外观质量好，还可增加生产长度。缺点是外胶压出、硫化和卷取各机组运行速度都必须同步，如有一处发生故障，将会使整个流程停车而影响生产。

胶管在制造中，不论采用何种硫化方法，凡经硫化后的胶管，都需按要求进行整理和外观质量检查，同时，每根胶管表面都应附有牢固可靠的清晰标志。

第五节 其它胶管的成型与硫化

除了上述各类胶管之外，对一些具有特殊结构和性能要求的胶管，其成型与硫化方法也各有不同。现将部分品种略举如下。

一、环编胶管

环编胶管（亦称圆织胶管），其骨架层由成束纤维纱（线）采用圆织机以经纬垂直交织而成的圆筒形带坯，根据使用要求可在内壁或内、外壁贴合薄层胶片（或涂胶），其成型及硫化的工艺要点略述如下。

1. 成型准备

（1）将预先编织好的圆织带坯撑开，并检查经纬线交织是否均匀和密实，对断纱及跳线等缺陷的带坯应予剔除，并保持清洁。

（2）根据所需的规格长度，逐根进行截取，并平直放置在工作台上备用。

（3）根据所需的内径、胶层厚度等要求，用挤出机压出内胶筒，其压出工艺要求与一般胶管的内胶压出基本相同，但必须严格控制胶料的纯洁性。

2. 成型

（1）将压出好的内胶筒（或经半硫化），用牵引装置送入圆织带坯内，然后把一端堵住，另一端通入适量的压缩空气，使内胶筒平伏地贴附在带坯的内壁上。若采用半硫化的内胶筒，则其表面应涂刷适量的粘着剂，以增加与带坯的粘附强度。

(2) 对采用涂胶法成型工艺者, 则将圆织带坯内壁浸涂胶浆或胶乳液, 涂胶厚度必须均匀一致。

3. 硫化

将成型好的管坯, 通过专用的硫化装置及夹具, 并与管端连接卡压紧实, 然后通入蒸汽进行硫化。温度和时间等硫化条件根据产品的施工要求而定。

二、复合型胶管

由橡胶与其它高聚物材料复合而成的胶管即为复合型胶管。这类胶管的主要特点是它不仅具有橡胶管的承受压力及柔软弯曲等性能, 而且还具有橡胶难于满足的抗特殊介质性能。根据不同用途的胶管, 选用的复合材料及工艺方法也各有不同。现略举几种如下。

(一) 橡胶-聚乙烯复合胶管

该类胶管主要利用聚乙烯材料对强酸、碱等介质的抗耐性比较优越, 从而提高产品的使用性能。其制造工艺简述如下。

1. 内管准备

(1) 将厚度为0.5~0.8mm的聚乙烯薄膜, 表面处理洁净, 并按规格要求进行截取。

(2) 选择相应规格的管芯, 表面需光滑平整, 并均匀涂以适量的隔离剂。

2. 复合成型

(1) 将截取并经清洗洁净的聚乙烯薄膜均匀地包覆在管芯表面, 包贴时必须平伏紧密, 并严防隔离剂渗入复合层内; 若采用相应规格的聚乙烯圆筒(内管), 则可直接套芯成型。

(2) 以相应规格的胶片均匀地贴合在薄膜外层, 贴合必须平伏紧密, 胶片搭头与薄膜搭接处应错开, 复合胶层也可采用挤出机进行压出, 但需包覆紧实。

(3) 骨架层可根据不同的用途和压力要求, 分别采用夹布、编织或缠绕等多种结构。

(4) 外胶层可采用挤出机压出或以胶片贴合, 也可采用涂胶代替外胶层。

(5) 成型后的管坯, 可采用缠水包布等方法进行加压, 加压时必须防止管坯扭动, 以免造成薄膜移位而影响复合效果。

3. 硫化

(1) 加压后的管坯可用硫化罐进行硫化, 但硫化温度不宜过高, 以防聚乙烯薄膜熔融流动而影响复合质量。

(2) 硫化后的胶管, 需经充分冷却后才能解除水包布, 然后进行脱芯和整理。

此外, 橡胶与聚氯乙烯复合成型的胶管也较为常见, 且其成型及与橡胶的粘合均易掌握。

无论以聚乙烯或聚氯乙烯作为内衬材料的复合型胶管, 都可用压出内管并采用无芯法充气直接成型。

(二) 橡胶-聚四氟乙烯复合胶管

该类胶管是采用聚四氟乙烯与橡胶复合而成。其特点是具有优异的耐溶剂、耐酸碱以及耐电化学腐蚀等性能。

这种胶管的制造方法, 主要是在经特殊处理的聚四氟乙烯内管表面复合橡胶层, 然后用骨架层增强。其工艺要点如下。

1. 内管准备

- (1) 聚四氟乙烯内管的规格应选择准确, 内管表面需经特殊装置均匀处理。
- (2) 管芯直径必须与聚四氟乙烯内管的规格相适应, 表面应光滑、洁净、平整。
- (3) 经处理后的聚四氟乙烯内管表面需均匀涂刷胶浆, 并经适度干燥后放置待用。

2. 复合成型

(1) 复合胶层可采用挤出机压出, 或以胶片贴合, 胶层与聚四氟乙烯内管的复合必须平伏紧密。

(2) 复合胶层表面可采用编织或缠绕等工艺进行增强, 并涂刷胶浆, 以提高胶管的整体结构。

(3) 外胶层可采用挤出机压出, 或用胶片贴合, 也可用涂胶代替外胶层。

(4) 成型后的管坯可采用水包布加压, 缠水包布需均匀密实, 以提高橡胶与内管的结合强度。

3. 硫化

(1) 加压后的管坯可用硫化罐进行硫化, 硫化时升温速度不宜过快, 并严格掌握硫化温度、压力和时间。

(2) 硫化后的胶管, 需经充分冷却后解除水包布, 然后谨慎脱芯, 以防管体损伤。

三、纯 胶 管

由于这种胶管为全橡胶层组成, 因此其生产工艺比较简单, 一般只要将压出的管坯, 经硫化后即成为产品。但对内、外径规格要求较高或异型结构的纯胶管 (如真空排气管、优级纯胶管和异形弯管等), 则需要将压出的管坯经过套芯、缠水包布等多道工艺。现将普通纯胶管的生产工艺要点略述如下。

1. 管坯压出

管坯可采用直头型挤出机进行压出, 其压出工艺及胶料等要求与一般胶管的内胶压出基本相同。纯胶管在压出过程中, 通常需用压缩空气向管坯内吹入适量的隔离剂 (防止内壁粘着), 并通过冷却水槽使之及时冷却定型。

2. 盘卷

(1) 通过水槽后的管坯, 需均匀地盘卷在硫化盘内, 盘卷不能太紧, 以免相互挤压变形。

(2) 硫化盘表面应光滑平整, 盘的边口应完好圆滑, 以防损伤胶管。

(3) 盘卷速度应与压出速度相配合, 以防管坯打折或拉伸变形, 并使吹入管坯内的压缩空气及隔离剂保持均匀和畅通。

3. 硫化

将盘卷好的管坯送入硫化罐用直接蒸汽进行硫化, 为了使胶管能及时硫化定型, 硫化时升温时间应尽量加快。

对口径较大的胶管, 可采用水槽硫化, 即将压出后的管坯均匀盘卷在硫化盘内, 并用冷水灌满管腔, 使管坯完全沉浸在硫化盘内, 然后进行硫化, 这样可防止硫化时产生变形。

四、短纤维胶管

通常的增强胶管都是由内胶层、骨架层和外胶层组成的, 而短纤维胶管, 则是以含有短纤维材料的胶料所组成, 使橡胶层与骨架层融为一体, 从而使胶管起到一定的增强作用。

这种胶管的主要特点是产品结构简单，并可简化制造工艺和降低生产成本。在合理选用短纤维材料和生产工艺（特别是压出口型设计）的条件下，能使胶管获得满意的使用效果。

短纤维胶管的制造方法主要是将适量的短纤维材料与其它所需的橡胶和配合剂制成含有短纤维的胶料；再根据产品规格等要求用挤出机压出相应的管坯，然后经过硫化，便可得到所需的胶管产品。现就短纤维材料的选用、胶料配合以及压出口型的设计等要求略述如下。

1. 短纤维选用

一般来说，各种类型的有机或无机不连续纤维，几乎都可以使用于纤维增强胶料。

适于制造短纤维胶管的纤维有合成纤维、人造丝、棉纤维、木质素纤维、玻璃纤维、碳纤维和石棉纤维等多种，通常使用的纤维纵横比（长度和断面尺寸之比）为10~300，其中以纵横比为20~350和50~200的纤维混用较为适宜。

短纤维最好经过预处理，以减少相互作用，尤其对非再生的木质纤维更为重要，通常可以将纤维浸入胶乳液中搅拌，对硬木纤维只需与丁苯胶乳简单搅拌就够了，但必须使胶乳凝固于纤维表面。

用胶乳预处理可降低纤维间的相互作用，并可减少纤维在混炼时的破断。

2. 胶料配合

用短纤维增强的胶料，除了加有短纤维补强材料和粘合剂系统之外，其它均可采用常规的方法进行配合。

根据产品性能需要，对天然橡胶和合成橡胶或并用胶种，都可任意配用。此外，还可以将短纤维材料配用于热塑性弹性体中。

短纤维在配方中的用量与胶料的可加工性和产品使用性能有关，通常配用比为10~15份（以橡胶为100份），实际最佳用量为15~40份。

对含有短纤维的胶料，其纤维在胶料中应分散均匀，同时应有较好的粘着性，胶料的制备与一般胶料无多大区别。

3. 管坯压出

要使短纤维胶管获得理想的增强效果，关键是在管坯压出过程中，使胶料中的短纤维取得较好的定向取向作用，而要达到此目的，其关键技术是挤出机口型的设计。

挤出机口型结构的不同，可使短纤维在胶管壁中产生不同的取向。根据对短纤维取向方向的不同，其口型的结构可归集为以下四种形式。

（1）一般口型 即常规的挤出机口型，其机头和口型槽口之间截面积是逐渐缩小的〔如图2-6-34(a)〕，于是胶料在压出过程中，在剪切力和这种断面积缩小的同时作用下，使短纤维沿着平行于压出物的轴向排列，即沿着胶管的轴向取向，从而使压出物具有较高的轴向刚性。对于挠性胶管来说，并没有这样的要求，而是需要有良好的周向强度。

（2）扩芯式口型 这种口型的芯型是扩大型的〔如图2-6-34(b)〕，这样，胶料在压出过程中，先经缩小的圆环口再沿芯型的扩大部分逐渐扩展而伸张，此时，短纤维便沿着胶管壁伸张的方向取向（主要形成环状取向），从而达到周向取向的目的。这是制造短纤维胶管所采用的主要口型结构。

（3）受阻式口型 这种口型的结构特征是减少槽沟的间隙〔如图2-6-34(c)〕，而圆环口的直径仍保持大致等于胶管的直径。由于这种口型的槽沟间隙是用“水坝状”结构来减少的，所以亦被称为“扼流口型”。

这种口型的主要特点是在压出过程中，胶料由最窄处流出后，立即进入宽流道中，从而

使胶料的流动速度骤然减慢，此时，短纤维在胶管壁中呈径向取向（基本上形成与管壁横交排列）。

（4）混合式口型〔如图2-6-34（d）〕 这种口型实际上是根据上述扩芯式和受阻式结合起来的结构形式。

采用混合式口型制造的短纤维胶管，其纤维排列基本上呈三维取向分布，其性能介于两者之间。

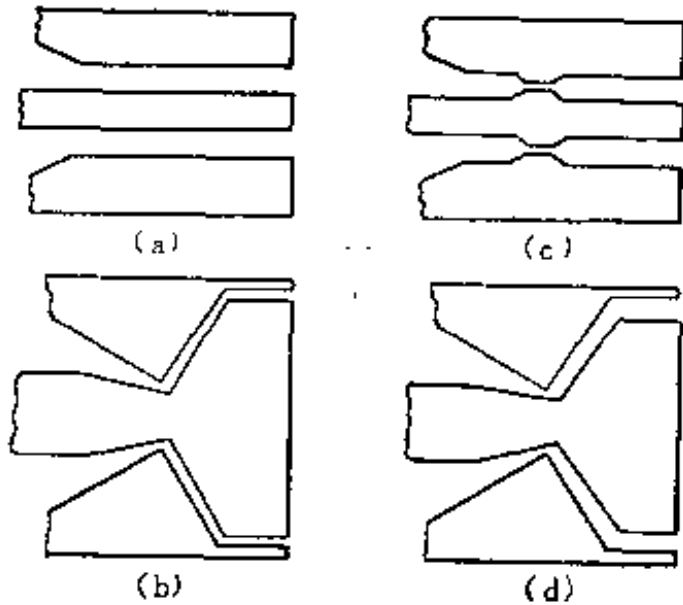


图 2-6-34 不同挤出机口型结构示意图
（a）一般口型；（b）扩芯式口型；
（c）受阻式口型；（d）混合式口型

当然，在短纤维增强胶管中，影响纤维取向的因素也是多方面的。例如，采用受阻式口型压出时，纤维的径向取向程度将随着槽沟间隙扩张程度的增大而提高；当运用扩芯式口型时，纤维的周向取向程度，则以纤维与流动方向夹角的正切值来衡量，其正切值随截面扩张比的增大而提高；对于混合式口型，当槽沟的半径和间隙都沿着口型的轴向增大时，其流动程度也随之不同。

此外，对纤维的定向作用，还与纤维的尺寸、纤维的配用量以及胶料的粘度和压出条件等因素有关。至于纤维的取向程度和取向分布，还可以借助于由纤维取向而造成的产品力学各向异性情况来加以分析。

短纤维胶管的硫化，可采取常规的方法来进行。

五、合成树脂软管

随着胶管工业的不断发展和新型高分子材料的不断出现，以橡胶与其它高分子聚合物并用以及各种合成树脂（包括热塑性弹性体）制造胶管愈趋广泛，其中以合成树脂软管的发展尤为迅速。

合成树脂软管与橡胶管比较，最大的特点是无需硫化，从而可大大简化制造工艺，节省能源，提高生产效率，降低成本，同时还有利于连续化生产。此外，产品还具有重量轻、耐化学药品性能优异，以及外观艳丽等优点。

一般的合成树脂软管，可根据产品的实际使用条件和性能要求，选用相应特性的热塑性高分子聚合物进行加工制造。常用的有苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物、聚酯系热塑性弹性体，以及聚酰胺、氯化聚乙烯和改性聚氯乙烯等。

根据产品的使用条件和耐压要求，可以制成不同结构和类型的合成树脂软管，其生产方法除了按不同树脂材料的特性，采取相应的加工条件之外，其它如成型等工艺要求与一般橡胶管的生产方法基本相似，但不需硫化。

在合成树脂软管的制造过程中，特别要注意的是管坯的压出，必须严格控制加热温度，使材料呈半熔融状态，并将压出后的管坯及时冷却定型；同时，对管坯的牵引与卷取速度，必须和管坯压出的速度密切配合。

随着液压技术的不断发展，以及充分利用合成树脂的优点，国际市场上正在迅速开发和制造高性能的合成树脂高压软管，这为胶管工业开拓了更为广泛的领域。

合成树脂耐压软管的结构，通常也是由内管层、骨架层（编织或缠绕）和外覆盖层组成。由于这类软管的耐压要求及使用条件更为苛刻，因此对选用的材料性能要求更高。

内管层一般都应有耐油类、耐化学药品等工作介质的优良性能，并具有相当的柔韧性和可挠性，同时，软管内表面比较光滑，摩擦系数小。较为常用的内管材料有聚酰胺、聚酯和聚四氟乙烯等。

骨架层材料一般选用高强度合成纤维或钢丝，其中合成纤维有锦纶、涤纶以及聚乙酸乙烯和芳族聚酰胺等。根据纤维材质的各异，其伸长率和强度性能等各有不同。其中锦纶纤维的伸长率较大，用以增强的软管内容积膨胀量较大，而聚乙酸乙烯纤维或芳纶纤维的伸长率较小，尤其是芳纶纤维的伸长率非常小，且其拉断强度高于其它合成纤维，故若采用此类材料制造的软管，可获得更高的耐压强度和极小的内容积膨胀值。

外覆盖层起着保护骨架层的作用，其材料与内管坯基本相同，较为常用的有聚氨酯、聚酰胺以及聚酯等多种，其中聚氨酯的耐候、耐磨等性能较好。一般来说，聚酰胺比聚氨酯耐化学药品性能好，而聚酯的低温性能较好。

在制造工艺中，内管坯是通过精密而有控温装置的螺杆挤出机，以热和压力使材料呈半熔融状态，经过充分混合，并连续地从口型中压出的，压出物可通过定型模用牵引装置拉伸成型。内管在压出过程中，要及时进行冷却，以便使熔融体随即固化定型。为了提高管径的真圆度，需将定型模减压（真空定型）或增加管内空气压力（无模压气成型），借以调整成所需的形状和尺寸，内管的尺寸公差必须控制严格。

骨架层增强根据软管结构可采用编织或缠绕，对软质内管进行编织或缠绕时可采用空气压力支撑。编织或缠绕的成型角度一般应采用 $54^{\circ}44'$ （平衡角），目的是使成品在使用受压时，管体尽可能不致伸长或缩短。另外，根据要求可采用特殊技术予以整体结合。

最后一道工序是包覆外覆盖层，其方法也是采用热挤出机进行压出，其工艺要求与内管压出基本相同，但需配以“T”型或“Y”型机头，压出口型要匹配，并要求覆盖层规格准确，厚度均匀，包覆紧实。

第七章 胶管性能测试和外观质量检验

胶管的性能测试,主要包括制造胶管用胶料(或半成品)的物理机械性能和胶管成品性能的试验。其中,胶料(或半成品)的性能测试是在胶管制造过程中必不可少的检测手段,亦是保证产品质量的重要环节;胶管成品的性能测试,是衡量产品是否达到规定质量指标的重要依据。现将制造胶管用胶料(或半成品)和胶管成品性能的测试项目、测试方法,以及胶管外观质量检验等列述如下。

第一节 胶料(或半成品)性能测试

一、快速性能测试

在胶管制造过程中,为了保证产品质量和生产工艺的顺利进行,对胶管用胶料需在使用前(较短的时间内)检测其有关性能是否达到要求,这一检测过程通常称为快速性能测试。胶料根据快速性能测试的结果,便可决定其能否投产使用,或对发现的胶料质量问题采取必要的措施。通常对胶料快速性能的测试项目及测试方法列于表2-7-1。

表 2-7-1 胶管胶料常用的快速性能测试项目及方法

项 目	测 试 方 法	作 用
门尼粘度或可塑性	1.门尼粘度:按GB1232—82“橡胶粘度的测定(用门尼粘度计)”进行; 2.可塑性:按HG4—555—82“橡胶威廉氏塑性和弹复原性试验方法”进行; 或按GB3510—83“生胶和未硫化混炼胶的塑性测定,快速塑性计法”进行	检验胶料(塑炼胶或混炼胶)对加工工艺的适应性
硬 度	按GB531—83“橡胶邵尔A型硬度试验方法”进行	反映硫化胶的软硬程度,用以检查配炼质量
相对密度	在快速测试中,胶料的相对密度以溶液法测定较为简便。 其方法为:用氯化锌配成不同浓度的水溶液,根据不同的浓度,测得其不同的相对密度。当试样浸入某一浓度的溶液中,视试样呈悬浮状态时,则这一溶液所示的相对密度值即为该试样的相对密度	反映胶料的相对密度大小,用以检查胶料的质量
门尼焦烧	按GB1233—82“橡胶胶料硫化指数(焦烧)的测定(用门尼粘度计)”进行	测定胶料在操作温度下的焦烧速度,以考核胶料在压延、压出等热加工过程中的工艺安全性
硫化特性	1.用硫化仪按HG4—826—82进行测定; 2.初硫点测定:将胶料试样在一定规格的模具中,根据规定的温度、压力等条件进行硫化,以其能启模的最短时间即为该胶料的初硫点	反映胶料在一定温度下的初硫时间和硫化特性; 用以考核胶料的加工工艺性能和配炼质量

二、胶料（或半成品）物理机械性能测试

根据各种胶管的不同使用条件和性能要求，其胶料（或半成品）的物理机械性能测试项目亦各有不同。现将常用的胶管胶料（或半成品）物理机械性能项目及测试方法列于表2-7-2。

表 2-7-2 胶料（或半成品）物理机械性能测试项目及方法

项目	测试方法	试样部件	测试目的
拉伸强度（包括定伸应力、扯断伸长率、扯断永久变形）	按GB 528—82“硫化橡胶拉伸性能的测定”进行	胶管各胶层	反映胶管各胶层的基本物理机械性能； 用以考核胶管各胶层的一般力学性能，并分析各胶层胶料的硫化程度
硬 度	按GB 531—83“橡胶邵尔A型硬度试验方法”进行	胶管各胶层	反映各胶层的硬度性能；并判断各胶层胶料的硫化程度
相对密度	按GB 533—81“硫化橡胶密度的测定方法”进行	胶管各胶层	反映各胶层相对密度的大小；用以衡量各胶层胶料的基本质量
磨 耗	按GB 1689—82“硫化橡胶耐磨性能的测定（用阿克隆磨耗机）”进行	耐磨胶管工作胶层	反映胶层的耐磨程度；用以衡量耐磨胶管耐磨性能的优劣
耐酸（碱）性能	按GB 1690—82“硫化橡胶耐液体（抗张积法）试验方法”进行	耐酸（碱）胶管工作胶层	反映胶层的耐酸（碱）程度；用以衡量耐酸（碱）胶管对酸（碱）介质的抗耐性能
耐油性能	按GB 1690—82“硫化橡胶耐液体（膨润法）试验方法”进行	耐油胶管工作胶层	反映胶层的耐油类程度；用以衡量耐油胶管对油类介质的抗耐性能
热空气老化	按GB 3512—83“橡胶热空气老化试验方法”进行	胶管各胶层	反映胶层耐热空气老化的程度；用以衡量胶管耐热空气老化的性能
蒸汽老化	将试样在规定的蒸汽压力和温度条件下，作蒸汽（耐热）老化试验，经一定时间后取出试样，然后按GB 528—82“硫化橡胶拉伸性能的测定”的方法进行测试，并与老化前的数据对比，计算其蒸汽老化的系数或变化率。具体试样、数据计算等方法可参照GB 3512—83“橡胶热空气老化试验方法”进行	蒸汽胶管工作胶层	反映胶层耐蒸汽老化的程度；用以衡量蒸汽胶管对蒸汽的抗耐性能

注：1. 表中所列性能项目的测试条件和要求，可按各产品的技术标准而定；对未列入的项目可根据实际情况确定。
2. 胶料试片硫化条件，可参照相应产品的硫化条件进行；硫化时间可根据胶料的正硫化时间选定。

第二节 胶管成品的尺寸测量与性能试验

胶管成品的尺寸测量与性能试验，是保证胶管质量的主要环节。常用的胶管成品尺寸测量和性能试验的方法分别作如下介绍。

一、胶管的尺寸测量

胶管的尺寸测量，是检验该种胶管尺寸是否符合产品标准或技术文件规定和设计要求，

是外观质量检验的一个重要组成部分。它包括胶管的内径、外径、壁厚、同心度、内外胶层厚度、长度以及总成通径的测量等。

1. 内径测量

测量胶管内径的试样，可以在整根胶管端部测量，也可以从整根胶管上切取一段试样来进行测量，但切取的试样长度不应小于75mm。

钢丝增强层的液压胶管，应在距管头25mm处切取试样进行测量。内径小于65mm的胶管可采用专用直径测量塞规测量。如果在测量时需要更精确一些，可采用膨胀球形量规进行测量。

公称内径小于100mm(包括100mm)的胶管可使用带有微调的游标卡尺进行测量。内径在100mm以上的胶管可用刻度钢尺测量，测取不同位置的两点，取算术平均值。如果要求测量结果更精确时，可以使用径规测量。一般使用钢尺即可获得足够精确的测量结果。

2. 外径测量

测量用的试样从整根胶管上切取。试样长度不应小于75mm，测量点距胶管端部不应少于25mm。测量外径在100mm(包括100mm)以下的胶管可以使用微调游标卡尺或千分尺测量，测取二处取其平均值。测量直径在100mm以上的胶管可以采用刻度卷尺直接读取，或用卷尺测量圆周长度再计算出直径。

3. 胶管壁厚的测量

胶管壁厚可用内外径之差求得，也可以使用游标卡尺、千分尺、测厚计或精度为0.1mm分度光学放大镜进行测量。

4. 同心度的测量

通常是装有接头的胶管(如钢丝增强层的液压胶管、刹车胶管等)要求测量此项指标。

测量方法 将被测的胶管试样放置于外径等于试样胶管内径的芯棒上，两端支承在V型座内，用针盘测径规，绕胶管圆周进行测量。胶管公称直径小于63mm的，以90°间隔测取4个数据，而公称直径在63mm或63mm以上的胶管，应以45°间隔测取8个数据。所有测点均应距胶管试样端部不少于13mm处。另外也可以使用带有可接触胶管内壁的圆周测头的千分尺或针盘测厚计进行测量。测量同心度的试样其长度最短不应小于30mm。测厚计的上下压头中心距，离试样端部不应少于15mm。

5. 内、外胶层厚度的测量

胶层厚度的测量，通常是指一般带有增强层的胶管，而不同于钢丝编织胶管，因为钢丝编织胶管其增强层及胶管外径是按装配接头要求规定的，如果上述尺寸正确，则内外胶层的厚度也是符合要求的。测量方法是在距胶管端部50mm处，切取一段试样，并在其两端标上直径，且要互成直角！再按标出的直径将试样切成两半，然后用0.1mm分度的光学放大镜在每个弓形体纵向切割边缘上取点进行测量，测取8个数据，取其平均值。如果胶层呈现沟纹或者波纹状时应在包括该沟纹或波纹处取点测量。

6. 长度测量

测量胶管长度，是成品检测的一个主要项目。如果胶管长度在20m左右时，可用刻度钢卷尺测量，但要注意保证软管在测量时要伸直，不允许施加外力，以免使胶管伸长。胶管长度超过20m时，可使用轮式测规测量。

另外还有一些特种专用胶管测量项目，如接头通径、缩径测量和自由长度测量等，测量方法可根据有关标准规定法进行。

二、胶管成品试验

胶管成品试验一般包括解剖试验（各部分的物理性能试验）和整体使用性能试验（模拟试验台试验）。

（一）解剖试验

为了解胶管产品的质量情况，一般是从正常产品中，按照标准规定抽取一定量的样品，对其内、外胶层进行拉伸强度、耐老化、耐化学药品、耐温度等性能和骨架层与橡胶层以及骨架层之间的粘合强度等进行测定。

1. 试样制备

胶管的内、外胶层试样是在胶管成品距管端1m外，切取所需长度，再按照纵方向剖成25mm宽的长条状，然后按照试验的需要将胶层剥下用砂轮打磨到标准规定厚度，进行拉伸强度、老化、耐介质、耐温度等物理性能试验。在进行胶料试样制备时具体规定按照GB527-83进行。

胶层试样如果成品胶层厚度达不到标准规定时，可以取成品胶层的最大厚度，但经过研磨加工后试片厚度不能低于0.8mm。成品带有金属线，不能在距管端1m外取试样时，允许在胶管的柔软部位（即加长部分）取试样进行试验。

胶管内径在19mm以下（包括19mm），其胶层无法进行拉伸强度等性能试验时，可允许采用与成品同一胶料的半成品制成试样进行测定。

2. 胶层的物理性能试验

胶层的物理性能，如硬度、拉伸强度、耐热、耐老化等性能的试验，按照橡胶物理机械性能试验的有关标准进行。

（二）整体性能试验

1. 胶管耐压试验

胶管耐压试验的目的是测定胶管制品的使用安全系数、管体的气密性、管体变形情况，以及胶管在受压情况下的长度变化、扭转和最大的爆破压力等。

这项试验的具体要求和试验方法等可参照GB 5563—85“胶管液压试验方法”。

2. 胶管脉冲试验

胶管脉冲试验是利用液体压力的瞬间变化产生的脉冲作用，来考核胶管和其金属接头的耐脉冲次数，也就是来考核胶管及其总成的脉冲寿命的试验。

脉冲试验基本上是模拟胶管的实际使用条件进行的。脉冲次数越高，胶管的使用寿命越长。脉冲试验是研究胶管和提高胶管与其金属接头寿命不可缺少的测试手段。例如对编织胶管角度的研究，可看出在脉冲压力作用下其直径的变化与编织角度有直接关系。变形越大，脉冲寿命越短。胶管脉冲试验，有的试验条件要比实际使用条件更为苛刻，如温度、频率等。因此胶管的脉冲次数可以视为胶管寿命的代用特性，一般是采用在一定压力下胶管能够承受脉冲次数来表示。在同样条件下，脉冲次数越高，说明胶管寿命越长。

该项具体试验可见GB 5568—85“高压胶管脉冲试验方法”。

3. 耐真空度试验

对一些排吸用途的胶管，如吸水、排泥、吸油、吸酸碱等胶管，经常是在负压下使用，因此，其耐真空度性能就成了一个很重要的项目。测定耐真空性能就是将这些试样抽到规定的负压后，检查其有无脱层塌瘪、形状变形等缺陷，即考核这些胶管制品在使用过程中是否

会产生以上问题。这个试验设备只需一台真空泵，其真空极限应为 $1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ，其具体试验可参照GB 5567—85“胶管耐真空试验方法”进行。

4. 耐老化试验

有些胶管在使用过程中经常要受到阳光照射，周围环境的侵蚀和影响，使胶管产生龟裂、发粘等不良现象，降低了使用性能，所以进行老化试验是非常必要的。老化试验一般有以下几种方法：

(1) 耐蒸汽老化 耐蒸汽老化一般有采用硫化罐直接加热法和直接通过蒸汽法二种。

① 直接通过蒸汽法 这种方法是将一段一定长度的胶管试样与蒸汽管道连接，连接方法如图2-7-1，按照试验要求或使用条件，通入一定压力的蒸汽（一般蒸汽压力可采用 0.44MPa ），经过一定时间后，停止通汽，取下试样，停放冷却后解剖试样，取内胶层进行拉伸性能试验，计算其性能变化率。另外也可以将取下的试样进行耐压试验，测定其老化后的耐压降低程度。

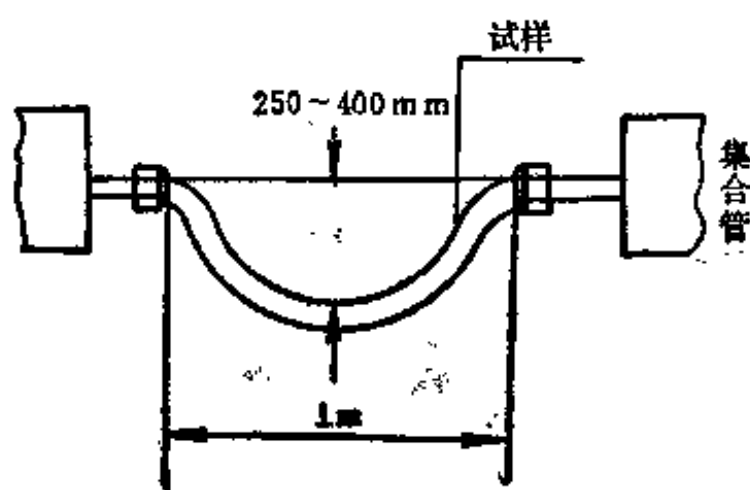


图 2-7-1 试样与蒸汽管连接方法

② 硫化罐法 将一定长度的胶管试样置于硫化罐中，按照使用条件或试验要求，通入蒸汽，在规定的蒸汽压力和时间的作用后，冷却试样，进行耐压试验或解剖试样进行附着强度和内外胶层的拉伸性能试验，并计算其性能变化率。

在进行以上两种老化时，其蒸汽压力一般可选用 0.2 、 0.4 或 0.5MPa ，时间一般选用 8 、 12 、 14 、 16 、 18 或 24 小时。

(2) 臭氧老化试验 该试验是将胶管试样围绕在一圆筒上，将围好的胶管两端捆扎住，在标准室温下停放处理 24 小时，然后再置于臭氧试验箱内进行试验。臭氧老化的试验条件是：臭氧含量应选用 $50 \pm 5 \text{pphm}$ ，试验箱内温度一般控制在 $40 \pm 3^\circ\text{C}$ ，老化时间为 $70 \sim 72$ 小时。老化完毕取出试样用放大镜检查胶管外胶有否裂纹、裂纹形状及裂纹大小等。一般只观察非捆扎部分，捆扎带覆盖处不观察。

试验圆筒直径为胶管公称外径的 8 倍。捆扎胶管用材料和圆筒材质最好选用金属材料，或消耗臭氧最少的材料。当在圆筒上弯曲胶管时，胶管挺性较差而发生塌叠，这就要必须在胶管内部加以支撑。

5. 胶管耐液体试验

对用来输送各类液体，如酸、碱、油，以及各种化学物质的胶管，则必须对其内、外胶层进行这些液体的接触浸泡试验，以评价耐这些液体的性能。

(1) 试验用液体的选择 试验用的液体应该是选用胶管在使用中常常碰到的，或者是与之有密切相关的液体，如GB 1690—82中规定的几种标准油，以及使用中常常碰到的硫酸、盐酸和一些化学药品等，但是，对于一些有毒、易燃的液体，在选用时应当加以注意。

(2) 试验的停放时间 一般胶管在进行试验之前，应该在规定的室温下进行停放，时间不应少于 24 小时。胶管去硫化后 24 小时之间不应进行试验。

(3) 试验温度的选择 试验温度通常是标准室温，有时也有一些特殊温度要求，可从以下温度中选择：

$-75 \pm 3^\circ\text{C}$ ； $-55 \pm 3^\circ\text{C}$ ； $-40 \pm 3^\circ\text{C}$ ； $-25 \pm 3^\circ\text{C}$ ； $-10 \pm 3^\circ\text{C}$ ； $0 \pm 2^\circ\text{C}$ ； $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ； $40 \pm$

2℃; 55±2℃; 70±2℃; 85±2℃; 100±2℃; 125±3℃; 150±3℃; 175±3℃; 200±3℃; 225±5℃; 250±5℃。

(4) 试验时间的选择 试样与液体接触的时间可以从下面时间内选择:

22±0.25小时; 70±2小时; 168±2小时

(5) 试验方法 试验方法有两种。

① 将一定长度的软管弯成U型(如图2-7-2), 其弯曲半径不得小于标准规定的弯曲半径, 置于特制的框架上, 于上端注入试验用的液体, 使管内液面高度应距胶管口端25mm以下, 并将口端封住, 防止污染管内的试验液体。试样在规定温度下停放到所需要的时间。试验完后将胶管内部的液体排掉, 使胶管恢复到室温, 检查液体的色泽变化情况和有无悬浮物出现, 并作好记录。然后, 按照标准要求, 进行内胶层的拉伸强度、扯断伸长率、硬度, 以及与骨架层的粘附强度等试验, 并计算其性能变化率。

该方法中的另外一种方法为: 根据GB 528-82所需要的试片数量和尺寸, 取一段适宜长度的胶管试样, 然后用外径稍大于胶管内径的玻璃或其它惰性坚硬透明材料的硬管固定试样两端(固定方法如图2-7-3), 在试样与硬管接口处可以用环氧树脂进行密封, 用塞子或者密封剂将硬管底部封闭, 再测量试样长度 L , 准确到1mm。测量时, 应在接近胶管试样末端的硬管上画一条线(A和B), 在B的上方约10mm处再画一条线(C)。用环氧树脂密封硬管和胶管的内胶层时, 应首先在硬管上作出嵌入深度的标线a和标线b, 然后按照标记将硬管塞入胶管试样中。将试验用的液体注入胶管中时, 在标线c处, 记录其体积 V_0 , 用适当的塞子堵塞好上端, 并将装置好的试样在规定的温度下放置规定的时间。在整个放置时间完成之后, 恢复到室温, 将液体放出, 然后检查液体的颜色有无变化, 或有无沉淀物、悬浮物等, 并作好记录。

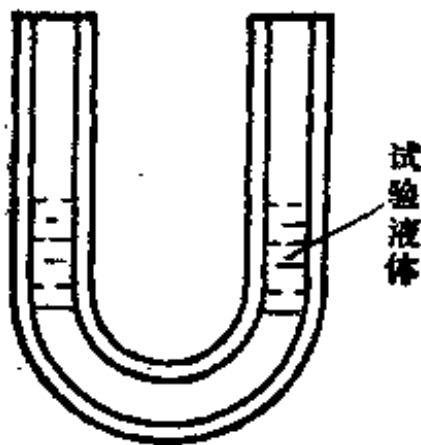


图 2-7-2 试验方法一

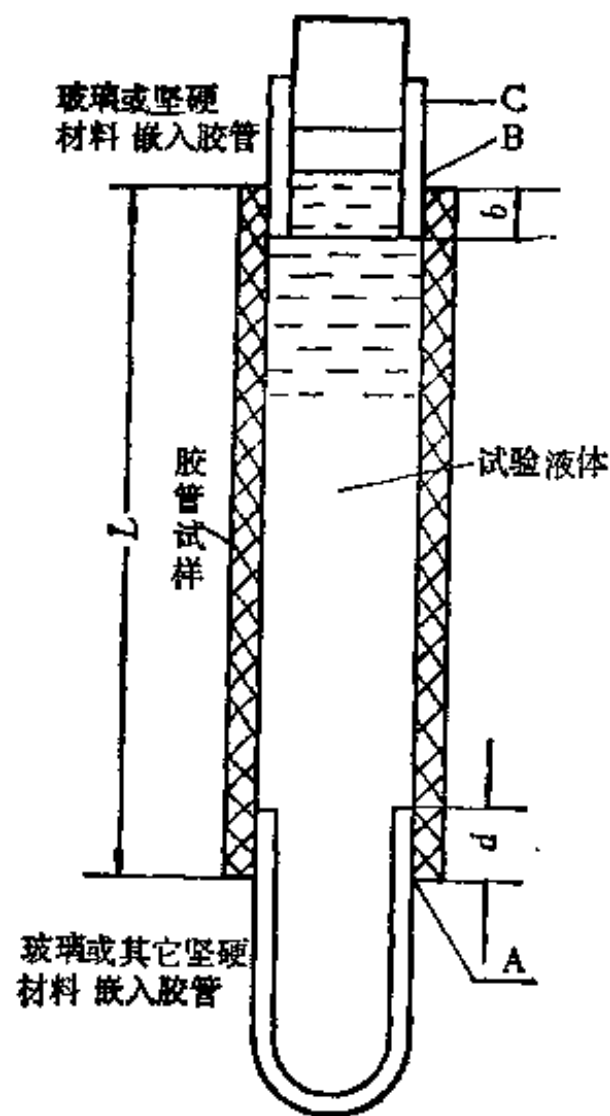


图 2-7-3 固定方法

在排除试验液体之后, 应尽快测定体积 V 。其操作是用少量的适宜液体来冲洗试样内壁, 除去剩余试验液体, 仔细的用滤纸或洁净棉纱擦拭试样内部, 并使用惰性液体如水或酒精, 重新充满整个试样装置到标记C处, 并记录使用液体的体积 V 。拆下硬管, 测量插入胶管试样内腔的各个硬管的长度, 用相隔180°二点处上的距离取平均值。内横截面积的变化按

下式计算：

$$S = \frac{4(V - V_0)}{\pi D^2 H} \times 100\%$$

式中 S ——内横截面积的变化百分数；

V_0 ——原体积，ml；

V ——最终体积，ml；

D ——胶管的公称直径，mm；

H ——接触试验液体的胶管长度，mm。

其中

$$H = L - (a + b)$$

a 和 b 为插入胶管试样的硬管的长度，mm。

如果试样长度没有变化，可按下式计算：

$$S = \frac{4 \left(\frac{V H_0}{H} - V_0 \right)}{\pi D^2 H} \times 100\%$$

式中 S ——横截面积变化百分率；

V_0 ——原体积，ml；

V ——最终体积，ml；

D ——胶管的标称内径，mm；

H_0 ——接触试验液体的胶管长度，mm。

其中

$$H_0 = L_0 - (a + b)$$

a 和 b 为插入胶管试样的硬管的长度，mm。

胶管试样在放置试验后，可按照标准中规定的项目进行内胶层的拉伸强度、扯断伸长率、硬度以及与骨架层和骨架层间的粘附强度试验。并计算其性能变化率或降低系数。

② 测定胶管的外胶层耐液性能。具体方法如下。

将一段适宜长度的胶管试样弯成U型（如图2-7-4）。弯曲时，其弯曲半径不应小于标准规定的弯曲半径。试样上端用合适的带子固定，将试样的弯曲部分浸渍在盛有试验液体的容器中，用一个适宜的夹子定位，并在规定的温度下放置到规定的时间。浸泡时间完成之后，从液体中取出胶管试样，然后除去过剩的液体，在室温中停放处理，并检查外胶层有无裂纹、发粘等情况，作好记录。然后根据标准规定，进行拉伸强度、扯断伸长率、硬度及管体的粘附强度等项试验，并计算出其性能的降低率或降低系数。

该法中的另外一种方法：按照试验所需要的试片数量和尺寸，切取一段适宜长度的试样，用环氧树脂将胶管一端密封，防止液体渗漏到胶管内部或增强层中（如图2-7-5），放入试验液体中，并用铅盐或其它物质坠住，于规定的温度下放置到规定的时间。试验时间到达后从液体中取出试样，除去残留在表面的液体，待恢复到室温后检查其表面有无裂纹、发粘、变脆等现象，作好记录。按标准要求对硬度、拉伸强度、扯断伸长率及管体的粘附强度等项试验，并计算其降低率或各项性能的降低系数。

胶层溶解物抽出量的测定：

在一些标准中除对胶管胶层有耐各种液体的要求以外，还常有对胶层溶解物抽出量的要

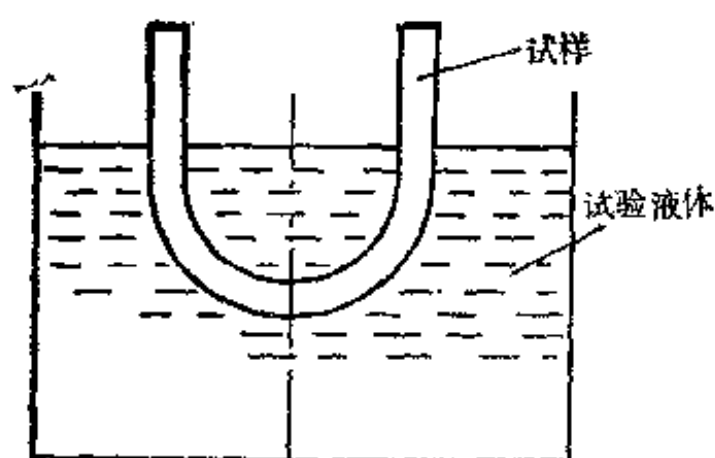


图 2-7-4 试验方法二 (A)

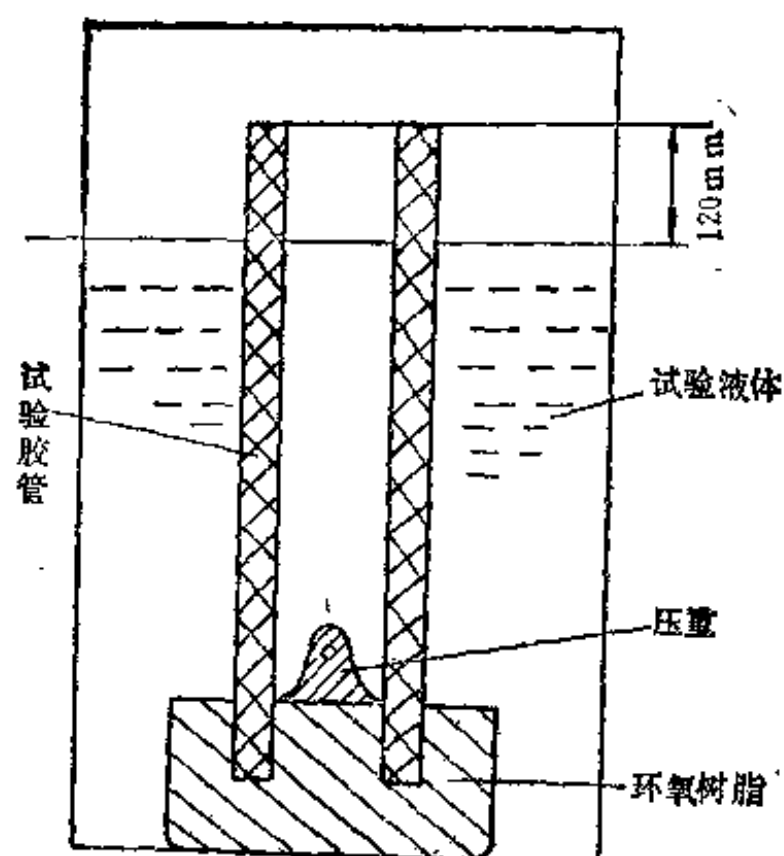


图 2-7-5 试验方法二 (B)

求。这个试验是从胶管内胶层取下部分试样，将其表面上粘附的骨架材料清除干净，然后粉碎，使其成为每边约为3mm的立方体，称取5g左右置于100ml试验液体的烧瓶中，在 $40 \pm 1^\circ\text{C}$ 的温度下抽提96小时。将抽提后的液体趁热过滤到蒸发皿中，另取同样试验液体冲洗烧瓶中的剩余物和过滤层，然后在水浴上将蒸发皿内的溶解物再次蒸发，再于带有鼓风的烘箱中加热，加热温度为 $150 \pm 3^\circ\text{C}$ ，加热时间是2小时 $\pm$ 5分钟。称量剩余物，并计算剩余物与原试样质量的百分比。在抽提时要严格控制温度，不要蒸发损失或过热，因为试样的降解无法估计，会导致试验结果不准。

6. 胶管整体强度和拔脱试验

(1) 胶管拉断试验 胶管拉断试验是测量一些特殊胶管，如潜水胶管等产品的抗拉断性能和抗拔脱性能。

该试验所用的试样长度为 $500 \pm 20\text{mm}$ ，标线距离为 $200 \pm 1\text{mm}$ 。试样从距管头1m处截取。在试样两端配有带丝扣的专用试验卡头，并与制备好的试样两端的管头旋紧，再将卡头与试验机的上下夹制器连接好。

试验机的下降速度以 $50 \pm 5\text{mm/min}$ 进行拉伸试验，测量试样在扯断时的伸长，准确到0.5mm，并计算其扯断伸长率，同时记录试样扯断时的最高负荷，以kN/根表示。试验结果以三根同一品种试样的最低值表示。

伸长率 e 的计算：

$$e = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

式中 L_0 ——试样试验前两标线间的距离，mm；

L_1 ——试样在扯断时两标线间的距离，mm。

(2) 拉脱试验 拉脱试验是在试验机上使脱管总成受到逐渐增加的拉伸强度，直到将其接头拉脱或结构损坏为止。

这个试验所使用的试验机与拉断试验所用的试验机相同。负荷能力以5kN较为适宜。

胶管总成以适当的固定装置与试验机相连，使胶管和接头中心成直线，并与试验机的拉

力作用方向一致。

试验时试验机的下降速度为 $25 \pm 1 \text{ mm/min}$ ，试样在拉脱时记录负荷以 kN/根 表示，并记录好损坏情况。

7. 胶管耐压扁试验

这种试验主要是用于测量可能在使用中经受碾压力作用的胶管，如油槽车用胶管、潜水胶管等，该试验所需要的试样，一般是从硫化后而又经过停放的成品中，随机抽取，并在抽取的样品上任意部位截取平直、光滑、长度为 300 mm 的三段为测量抗压试验的试样。

试验所用的设备仪器、工具，以及操作要求、计算办法等可参照国家标准GB 5566—85“胶管耐压扁试验方法”进行。

8. 弯曲试验

在一些胶管产品中，其耐弯曲性能，是使用中的一个很重要的指标，所以在很多标准中都对这个指标提出了要求。

耐弯曲试验是测定胶管在达到规定弯曲半径时所需的力，同时还可以观察胶管弯曲时的变形和扭转等情况。

这个试验所需试样，试验用的设备、试验步骤和结果计算，可参照国家标准GB 5565—85“胶管弯曲试验方法”进行。

9. 低温弯曲试验

低温弯曲试验是考核胶管在低温动态弯曲情况下，胶管的工作性能保持程度、骨架层的损坏程度，以及接头在低温下的密封性能等。这种试验所需用的试样、试验方法、温度要求及结果计算等，均可参照国家标准GB 5564—85“胶管低温弯曲试验方法”进行。

三、胶管外观质量挑选规则

关于胶管成品在验收分级时除需抽取样品进行物理机械性能试验外，还要根据标准或有关技术文件规定进行外观质量检验。空气胶管、输水胶管、输酸碱胶管、吸水胶管、氧气胶管和乙炔胶管等品种的夹布胶管，其外观质量检验项目如下：

- (1) 胶管不允许有扭劲、脱层、裂口、起泡及内胶层呈海绵状等缺陷；
- (2) 吸水胶管不允许有缠绳乱档现象；
- (3) 胶层或布层搭接处的胶层厚度，允许减薄其搭接层的厚度；
- (4) 外观缺陷超出二级品标准者为不合格品，没有使用价值的为废品。

外观质量标准如表2-7-3。

表 2-7-3 外观质量标准

缺陷名称	一 级 品	二 级 品
外表面杂质痕迹	深度不大于 0.5 mm	深度不大于 0.8 mm ，超过者须经一次修理完善
外胶层搭缝痕迹和裂口	痕迹累计长度不超过胶管全长的3%，但无裂口	痕迹累计长度不超过胶管全长的30%，裂口累计长度不超过胶管全长的5%，但须经一次修理完善
外胶层起泡、碰破、露线	不允许有	按胶管全长计算平均 5 m 内允许有一处，但须经一次修理完善
放置痕迹、凹痕	放置痕迹不超过外周全长的3%，但无裂口	放置痕迹不超过外周长的12%，凹痕按胶管全长计算平均 5 m 内允许有一处，深度不大于 1.0 mm

续表

缺陷名称	一 级 品	二 级 品
胶布层水波纹及折叠	不允许有	吸水胶管允许有, 其它胶管不允许有
未包布皱褶痕迹	轴向累计长度皱褶不超过胶管全长的3%	轴向累计长度皱褶不超过胶管全长的10%
水包布破损造成胶管局部凸起	不允许有	在胶布层(线层)不变形的情况下允许一次修理完善
不圆率	不大于20%	不大于25%
内胶层厚度不均匀度	不均匀度不大于0.5mm (搭头部位除外)	不均匀度不大于0.8mm (搭头部位除外)

注: 1. 表中未包布皱褶痕迹的不适用吸水胶管。

2. 不圆率按下式计算:

$$\text{不圆率}(\%) = \frac{\text{最大直径} - \text{最小内径}}{\text{公称内径}} \times 100$$

全胶管的外观质量标准如表2-7-4。

表 2-7-4 全胶管的外观质量标准

缺陷名称	一 级 品	二 级 品
表面裂口	不允许有	不允许有
胶层海绵现象	不允许有	不允许有
表面痕迹和杂质	其深度不大于胶层厚度的20%	其深度不大于胶层厚度的30%
胶层汽泡	最大长度不大于3mm, 每米不多于一处	最大长度不大于5mm, 每米不多于一处
不圆率	不大于25%	不大于30%
水包布皱折痕迹	累计长度不得超过胶管全长的1%	累计长度不得超过胶管全长的3%
表面熟胶颗粒	不允许有	6m内不多于5处

排、吸泥胶管外观质量标准见表2-7-5。

表 2-7-5 排、吸泥胶管外观质量标准

缺陷名称	一 级 品	二 级 品
外表面杂质痕迹	深度不大于1.0mm	深度不大于1.5mm, 超过者允许有3处, 但须经一次修理完善
胶层搭接痕迹裂口	允许有痕迹, 不得有裂口	允许有痕迹, 内胶不得有裂口, 外胶裂口不超过胶管全长的5%, 但须经一次修理完善
水包布皱折痕迹	轴向累计长度不得超过胶管全长的5%	轴向累计长度1.5m以下者(包括1.5m)不得超过胶管全长的15%, 1.5m以上者不得超过胶管全长的10%
胶层脱层起泡	不允许有	外胶层允许有, 但不得多于2处, 且须经一次修理完善
增强层脱层起泡	不允许有	吸泥胶管金属螺旋线(或金属环)以上的增强层, 允许有2处, 但须经一次修理完善
内胶层破损	不允许有	管接头部位允许有, 须经一次修理完善

铁路机车（蒸汽）用给水胶管外观质量标准见表2-7-6。

表 2-7-6 铁路机车（蒸汽）用给水胶管外观质量标准

缺陷名称	一 级 品	二 级 品
外胶层起泡脱层	不允许有	不多于 3 处，须经一次修理完善
增强层脱层	不允许有	外层允许不多于 2 处，但须经一次修理完善
外胶层搭缝痕迹和裂口	允许有痕迹，但不得有裂口	允许有痕迹，外胶裂口累计长度不得超过胶管全长的5%，但须经一次修理完善
外部损伤	不允许有	外部允许有，但增强层不多于 3 处，须经一次修理完善
缠绳乱档	不允许有	不允许有

汽车液压制动胶管（刹车软管）的外观质量要求：

（1）胶管应无脱层、起泡、裂口和海绵现象；

（2）胶管表面允许有布边留下的痕迹、线层波纹、水布折绉和杂质引起的外胶层局部凹凸，但每0.5m长内不多于 2 处，其深度或高度不得超过0.4mm。

钢丝编织液压胶管外观质量要求：根据GB 3683—83钢丝编织液压胶管国家标准的规定，胶管外观质量可由买方和制造厂协定确定。但不允许有汽泡、裂口、海绵、脱层、裸露钢丝的异常现象。

第八章 胶管接头及胶管总成

胶管的应用范围十分广泛。各种胶管在使用中都必须具有与其使用条件相适应的胶管接头。由于胶管的种类很多,胶管接头的种类和形式也极为繁杂。即使同一种类的胶管,由于使用条件不同、连接和密封形式不同、制造厂家不同,接头的结构和类型也有很大差别。

装有接头的胶管统称胶管总成。由于胶管品种不断增加,许多新型材料的软管不断出现,或将带有管件和接头组合件的软管称为软管总成。

第一节 接头的种类

胶管接头的种类很多,但还没有一个统一的分类方法。为了叙述方便,将接头的种类做如下分类。

1. 按胶管的使用压力分类

- (1) 低压胶管接头 胶管的使用压力在 2.0MPa (20kgf/cm^2)以下。
- (2) 中压胶管接头 胶管的使用压力为 $2.0\sim 6.9\text{MPa}$ ($20\sim 70\text{kgf/cm}^2$)。
- (3) 高压胶管接头 胶管的使用压力为 $6.9\sim 31.4\text{MPa}$ ($70\sim 320\text{kgf/cm}^2$)。

2. 按接头的装配方式分类

- (1) 装配式胶管接头(或称可拆式胶管接头)。
- (2) 扣压式胶管接头(或称不可拆式胶管接头)。其中又可分为:
 - ① 轴向扣压式胶管接头;
 - ② 径向扣压式胶管接头。

径向扣压式胶管接头又可分为局部扣压式胶管接头和全部扣压式胶管接头。

(3) 自由插入式胶管接头 这类接头一般只适用于使用要求不高、工作压力很低、经常拆卸和移动的场所,如普通风水管、低压纤维编织(缠绕、针织)胶管、夹布胶管、输水胶管和输油胶管等。

3. 按接头结构分类

- (1) 应力密封式胶管接头。
- (2) 压力密封式胶管接头(自密封式胶管接头)。
- (3) 抗拔脱式胶管接头。
- (4) 预成型式胶管接头(在胶管成型时将接头与胶管制成一体)。

4. 按接头芯管表面的几何形状分类

- (1) 锯齿形接头。
- (2) 圆弧形接头。
- (3) 沟槽形接头。
- (4) 波浪形接头。
- (5) 圆锥形接头。

5. 按接头的密封形式分类

- (1) 端面(橡胶圈)密封式接头。
- (2) 锥面硬密封式接头。
- (3) 锥面“O”型橡胶圈密封式接头。
- (4) 球面密封式接头。
- (5) 卡套密封式接头。
- (6) 扩口式锥面密封式接头。
- (7) 圆锥管螺纹密封式接头。

6. 按接头的连接形式分类

- (1) 螺纹连接式接头。
- (2) 法兰连接式接头。
- (3) 快速(U形卡)连接式接头。
- (4) 自锁连接式接头。
- (5) 铰接连接式接头。

7. 按接头的角度分类

- (1) 直通式接头。
- (2) 90°弯形接头。
- (3) 45°(135°)弯形接头。

从以上胶管接头的分类中可以看出,胶管接头的种类繁多,形式多样,难以分清,而且各种形式接头几乎都是相互匹配交叉使用,或者将几种接头形式综合应用于一体,从而使胶管(软管)达到使用要求。

第二节 胶管接头的选用原则和设计依据

由于胶管接头种类繁多,在实际应用中正确选择或设计一般应考虑如下几点。

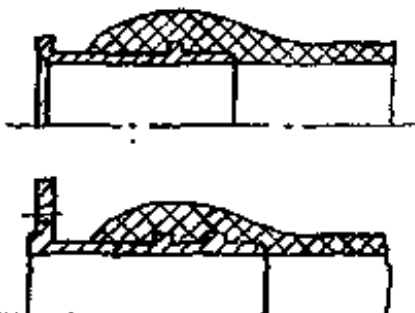
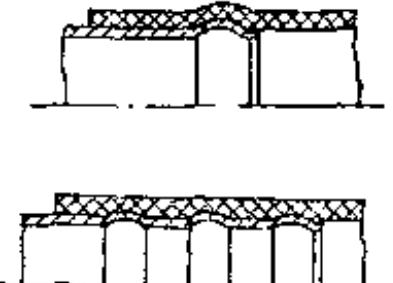
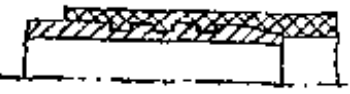
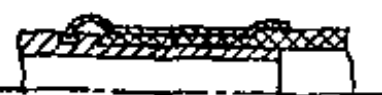
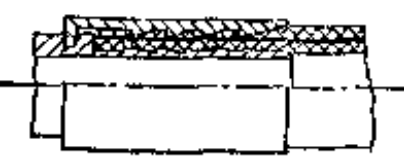
- (1) 胶管的使用条件
 - ① 工作压力范围和工作状态。
 - ② 工作介质和温度。
 - ③ 工作环境。
- (2) 胶管安装的部位、连接形式以及密封形式。
- (3) 胶管的规格及最小弯曲半径。
- (4) 胶管的结构及材料。
- (5) 设备维修、更换管路的难易程度。
- (6) 对软管及接头安全可靠程度的要求。
- (7) 制造工艺的可行性及经济性。

根据上述诸方面的要求,就可以确定胶管接头的结构形式、连接形式和密封形式,以及接头的制造方法和总成的装配方法等基本要素。

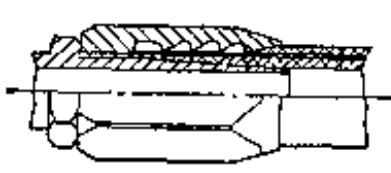
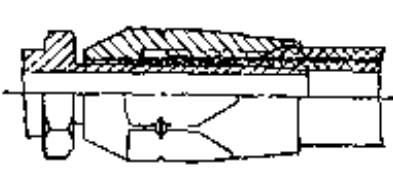
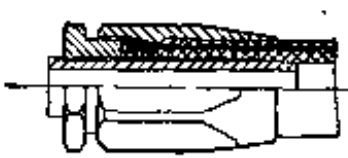
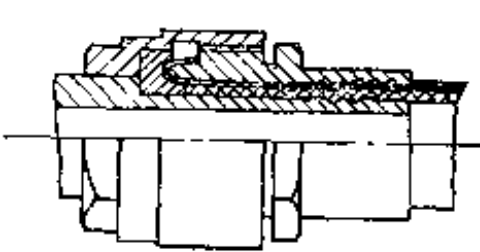
第三节 胶管接头的主要类型

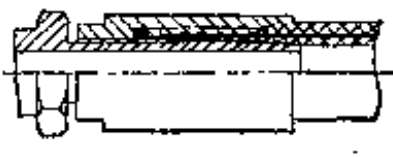
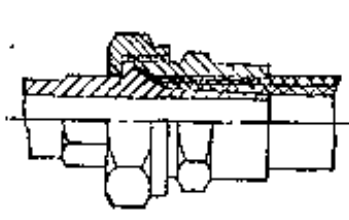
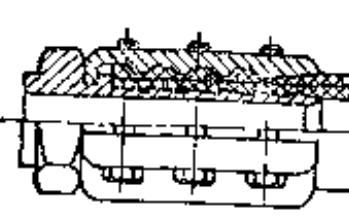
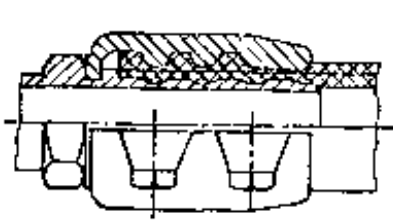
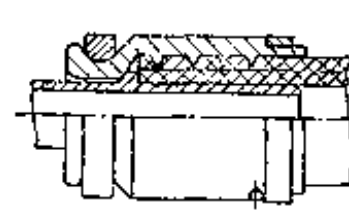
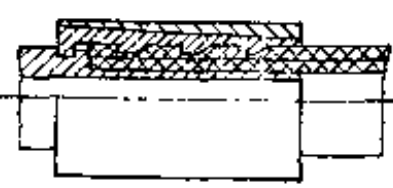
胶管接头的主要类型及应用范围见表2-8-1。

表 2-8-1 胶管接头主要类型及应用范围

接头类型		接头方法	应用范围
低 压 用 胶 管 接 头	凸筋型	 接头在胶管成型时与管体制成一体	多用于海上输油胶管、重型钻探胶管、冶金机械设备输水胶管、输送混凝土胶管及其它输送固体物料的胶管等大口径的胶管
	波浪型	 此类接头可用金属管液压成型，也可在金属管表面用机械加工方法法制成。将接头插入胶管孔内，再用专用夹箍或铁丝扎紧即可使用	多用于夹布胶管、纤维编织胶管和纯胶管
	锯齿型	 将接头插入胶管内以后，在胶管端部的外表面用夹箍、铁丝或扁钢带扎紧	此类接头应用较广，多用于夹布胶管、纤维编织胶管、合成树脂软管及大口径排吸胶管等
	凹槽型	 凹槽可制成矩形、圆弧形，梯形和三角形，胶管外部需用铁丝扎紧	多用于大口径、管壁较厚、管径不易扩张的胶管
	扣压式	 外套多采用薄金属板冲压成型，芯管用机床加工，与胶管组装后在外套的中段进行局部扣压	一般常用于汽车刹车胶管、打气筒胶管、喷雾器胶管、灭火器胶管等小口径胶管
高 压 用 胶 管 接 头	锯齿型扣压式	 广泛应用于高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接，适用于各种矿山工程机械、采煤机械、冶金机械、起重运输机械和其它液压设备的液压系统	
	凹槽型扣压式	 装配过程比较麻烦，但径向扣压和轴向扣压两种方法都可采用	应用比较普遍，适用于高压钢丝编织胶管的连接，可在各种液压机械设备上使用
	局部扩口扣压式	 该法是外套尾部不扣压，在外套扣压后形成伞状扩口，可减少外胶层鼓包	应用比较普遍，适用于高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接，可在各种液压机械设备上使用
	圆弧形扣压式	 应用于使用温度较高、压缩量较大的高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接。可延缓密封应力下降和应力松弛时间，脉冲寿命较长	

接头类型		接头方法	应用范围	
高 压 用 胶 管 接 头	锯齿形局部扣压式		需使用特制模具进行扣压	可用于高压钢丝编织胶管的连接, 适用于各种液压机械设备
	锯齿形预先组合扣压式		外套和芯管的结合处用扣压法组合后再与胶管装配, 扣压时只压缩外套与胶管连接的部分, 轴向和径向两种扣压方法都可应用	适用于各种液压和机械设备的高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接
	锯齿形预先组合扩口式		外套和芯管的结合处用扣压法组合后再与胶管装配, 扣压时只压缩外套与胶管连接的部分, 但外套尾部不扣压, 形成伞状扩口, 可减少外胶层鼓包	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接
	凹槽型抗拔脱扣压式		芯管跟部的锯齿和外套内表面直接夹紧胶管的骨架层, 可以提高胶管和接头的抗拔脱强度, 装配工艺较麻烦, 内外胶层均应剥去	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管的连接
	软金属环分段扣压式		采用分段扣压的方法, 在外套扣压部位的内部加铝环, 用以夹紧胶管的骨架层, 这种接头的长度比其他形式的接头长, 有较高的密封性能和较大的抗拔脱强度	适用于较大口径的高压钢丝编织胶管
	软金属环扣压式		胶管内外胶层均剥去一段, 分别在骨架层的上下加入铝环, 扣压后夹紧骨架层, 可提高胶管和接头的抗拔脱强度, 但装配麻烦	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管的连接
	整体接头扣压式		外套和芯管焊接成一个整体, 扣压时将焊接部位空出, 轴向和径向两种扣压方法均可使用	适用于输送气体介质的高压胶管

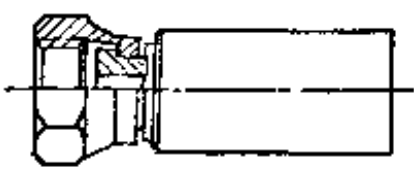
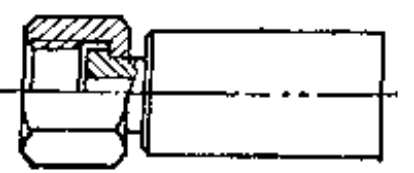
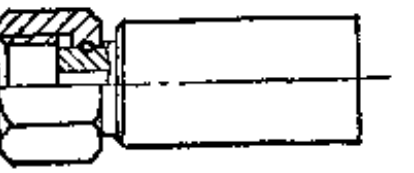
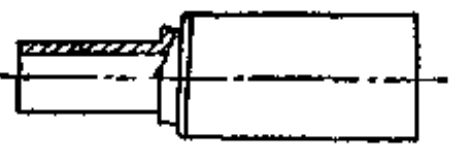
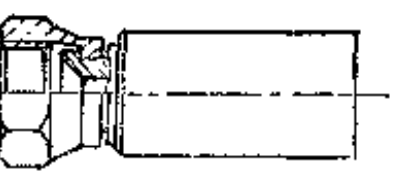
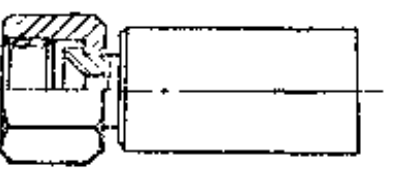
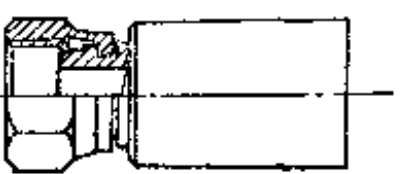
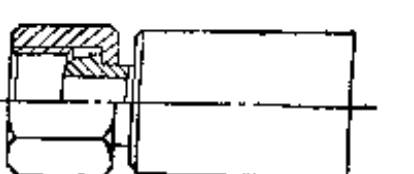
接头类型		接头方法	应用范围
高 压 用 胶 管 接 头	装配式1型	 芯管为圆锥形光滑表面, 外套内表面为锯齿形槽, 外表面为带锥度的六角形, 外套内的螺纹和芯管跟部的螺纹连接	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管的连接
	装配式2型	 芯管由圆锥形和圆柱形两段组成, 与外套连接的螺纹从圆锥面的后段开始直至跟部, 外套内表面为锯齿形左旋螺纹槽	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管的连接
	装配式3型	 芯管和外套基本上同2型, 为增加抗拔脱强度和密封性能, 在内胶层和骨架层之间嵌入一圆锥形金属件, 装配后与外套直接压紧骨架层, 但装配较困难	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管的连接
	装配式4型	 芯管为圆柱形, 表面有三条半圆槽, 跟部为圆锥面, 用以压紧软金属环, 外套内表面为左旋锯齿形螺纹槽, 外表面为带圆锥的六角形, 内表面的螺旋和芯管跟部的螺旋连接, 软金属环装入胶管孔内与骨架层接触, 装配后与外套直接压紧骨架层, 可提高抗拔脱强度, 装配较麻烦, 需剥去内外胶层	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管
	装配式5型	 接头由四个金属件组成, 其中一U形断面的软金属(铝)环将骨架层向外翻转与外套的凸出部分夹紧, 可提高抗拔脱强度, 装配麻烦, 内外胶层均需剥去较长一段	适用于各种液压机械设备的高压钢丝编织胶管

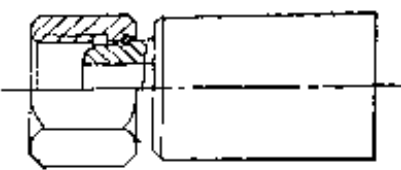
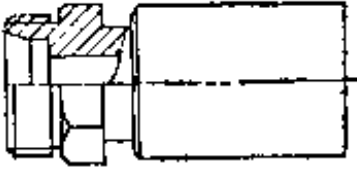
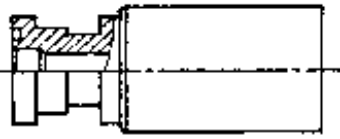
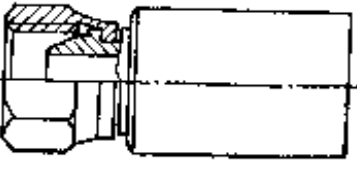
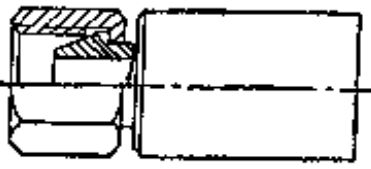
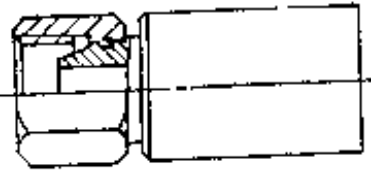
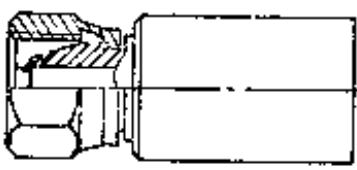
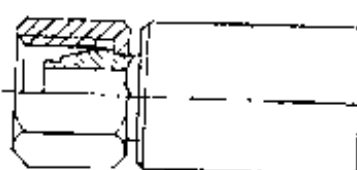
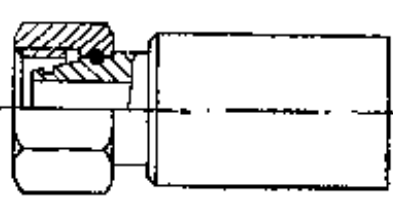
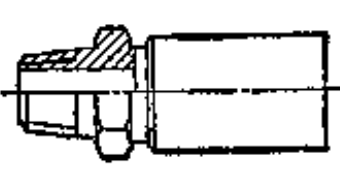
接头类型		接头方法	应用范围
高压用胶管接头	装配式6型	 芯管和外套的内表面同2、3型，外套外表面为圆柱形，在其最前端铣成两个平面供装配时用扳手旋紧	适用于高压钢丝编织胶管和高压钢丝缠绕胶管的连接
	装配式7型	 芯管为圆锥形光滑表面，外套内表面为螺纹沟槽，外表面为圆柱形，其中段为六角形，前端的外螺纹与一螺母连接	适用于高压钢丝编织胶管的连接
	螺栓夹紧式	 芯管表面为锯齿形，外套由两瓣组成，内表面为梯形槽，胶管不剥内外胶，装入芯管后用螺栓使外套夹紧胶管	适用于较大口径的高压胶管连接，接头体积较大、较笨重，适于维修现场临时更换
	螺栓夹紧式	 芯管表面为波浪形，外套由两瓣组成，内表面有半圆形凸筋，胶管不剥内外胶直接装配，用螺栓使两瓣外套合拢夹紧胶管	适用于较大口径的高压胶管的连接。但接头体积较大、较笨重，适于维修现场临时更换
	三瓣装配式	 芯管表面有半圆形沟槽，外套由三瓣组成，内表面半圆形凸筋，胶管不需剥去内外胶层，装配后用前后两个金属环将外套合拢夹紧胶管	适用于较大口径的高压胶管连接
	锥套装配式	 芯管为光滑的圆柱形表面，锥套由内套和外套两部分组成。内套可制成两瓣或三瓣，外表面带有锥度，与外套内表面的锥度配合，胶管不剥内外胶层，装入芯管后将内套合拢，套上外套即可	可用于高压钢丝胶管的连接

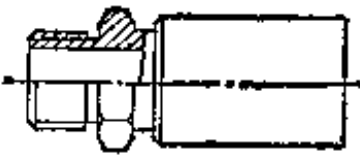
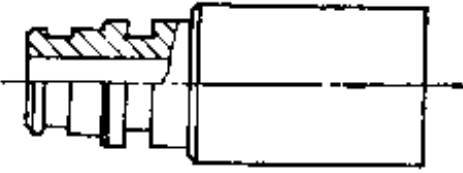
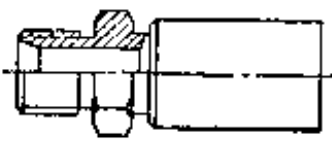
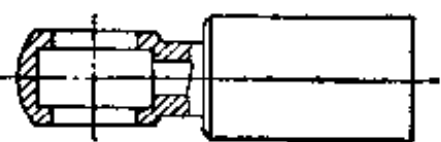
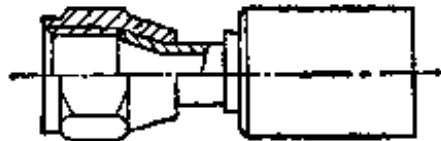
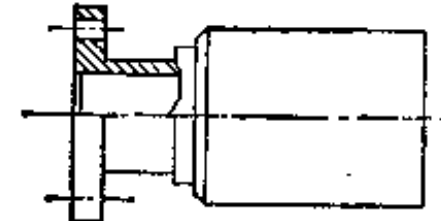
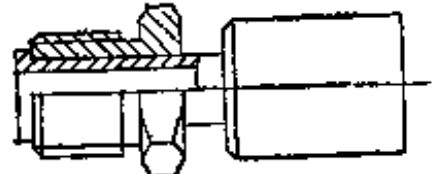
第四节 胶管接头的连接形式和密封形式

胶管接头与各种液压或气动系统的管路等的连接形式是多种多样的, 可根据使用部位、工作条件、压力高低、操作条件等多种因素综合确定。常用的连接和密封形式列于表2-8-2。

表 2-8-2 胶管接头的连接和密封形式

名称或型别	简 图	简 要 说 明
A型 扣压式螺母连接		螺母与芯管采用扣压的形式连接, 芯管端部平面用“O”型橡胶密封圈密封
A型 套入式螺母连接		螺母在接头装配前套在芯管上。芯管端部平面用“O”型橡胶密封圈密封
A型 钢丝锁紧螺母连接		螺母用钢丝环与芯管连接, 芯管端部平面用“O”型橡胶密封圈密封
B型 卡套式连接		用卡套式管接头用螺母(J B1981—77)和卡套(J B1987—77)连接与密封
C型 扣压式螺母连接		螺母用扣压法与芯管连接, 芯管端部为内锥面, 角度60°或74°, 靠锥面硬密封
C型 套入式螺母连接		螺母在接头装配前套在芯管下, 芯管端部为内锥面, 角度60°或74°, 靠锥面硬密封
C型 钢丝锁紧螺母连接		螺母用钢丝环与芯管连接, 芯管端部为内锥面, 角度60°或74°, 靠锥面硬密封
D型 扣压式螺母连接		螺母用扣压法与芯管连接, 芯管端部为球面, 靠球面与内锥面密封
D型 套入式螺母连接		螺母在接头装配前套在芯管上, 芯管端部为球面, 靠球面与内锥面密封

名称或型别	简 图	简 要 说 明
D型 钢丝锁紧螺母连接		螺母用钢丝环与芯管连接, 芯管端部为球面, 靠球面与内锥面密封
E型 阳螺纹连接		芯管端部外表面为阳螺纹, 内表面为内锥面, 角度24°, 靠内锥面硬密封
F型 法兰压板连接		用整体的或可分离的法兰压板连接在端面的凹槽内用“O”型橡胶密封圈密封
G型 扣压式螺母连接		螺母用扣压法与芯管连接, 芯管端部为外锥面, 角度有22°、24°、40°、60°、90°多种
G型 套入式螺母连接		螺母在接头装配前套在芯管上, 芯管端部为外锥面, 角度有22°、24°、40°、60°、90°多种
G型 钢丝锁紧螺母连接		螺母用钢丝环与芯管连接, 芯管端部为外锥面, 角度有22°、24°、40°、60°、90°多种
H型 扣压式螺母连接		螺母用扣压法与芯管连接, 芯管端部为24°角的外锥面, 并有一矩形槽, 用“O”型橡胶密封圈密封
H型 套入式螺母连接		螺母在接头装配前套在芯管上, 芯管端部为24°角的外锥面, 并有一矩形槽, 用“O”型橡胶密封圈密封
H型 钢丝锁紧螺母连接		螺母用钢丝环与芯管连接, 芯管端部为24°角的外锥面, 并有一矩形槽, 用“O”型橡胶密封圈密封
I型 锥管螺纹连接		芯管前端的阳螺纹为锥管螺纹, 用以连接和密封

名称或型别	简 图	简 要 说 明
J 型 阳螺纹连接		芯管前端的阳螺纹可以是普通螺纹,也可以是管螺纹,可利用其端部的平面用“O”型橡胶密封圈密封,也可用紫铜垫圈在其末端密封
K 型 U 型卡连接		用U形卡与使用部位连接,用“O”型橡胶密封圈密封
M 型 阳螺纹连接		芯管端部外表面为阳螺纹,内表面为内锥面,角度 60° 或 74° ,靠内锥面密封
T 型 铰接式连接		芯管端部球台形,用空的螺栓连接,以紫铜垫圈密封
扩口式螺母连接		芯管端部与螺母装配后进行,扩口呈圆锥形,角度 74° ,靠锥面密封
法兰螺栓连接		芯管端部为法兰盘,用螺栓与使用部位连接,在法兰之间用垫片或垫圈密封
阳螺纹螺母连接		接头装配前将螺母与芯管组合,用螺母与使用部位连接,用芯管端部的平面以垫片和垫圈密封

第五节 胶管接头的设计和加工

一、低压胶管接头

低压胶管接头结构比较简单,一般只有芯管,将其插入胶管端部后在胶管外部用金属丝(带)扎紧、用金属环压紧或用专用的夹箍夹紧即可使用。低压胶管接头设计的关键在于芯管表面几何形状及各部位尺寸。设计时应注意以下几点。

(1) 使接头与胶管有足够的紧固程度,以抵抗芯管在胶管使用压力下所受到的轴向推力。

- (2) 使接头与胶管之间有良好的密封性能, 防止发生输送介质渗漏的问题。
- (3) 接头与使用部位的连接和密封, 应力求简单方便、牢固可靠。

根据上述要求, 低压用胶管接头可按以下几种形式进行设计。

(一) 锯齿形接头

锯齿形接头是应用最广的一种, 如图2-8-1所示。锯齿的斜边与轴线的夹角一般以20°为宜, 锯齿的短边与轴线垂直。锯齿的高度、长度可按表2-8-3选取。至于齿数和总长度则应根据胶管的使用压力和管径确定。通常使用压力较低 (或在负压下使用)、管径较小时, 齿

表 2-8-3 锯齿形接头芯管主要尺寸

单位: mm

胶管内径D	d_0	d	R	l_1	l_2
<5	$d_0 = D$	$d = D + 0.5$	0.2	4~5	4~5
6~10	$d_0 = D$	$d = D + 1.0$	0.2	5~7	5~8
12~25	$d_0 = D$	$d = D + 1.5$	0.3	8~10	5~10
32~38	$d_0 = D$	$d = D + 2.0$	0.5	10~15	8~12
>50	$d_0 = D$	$d = D + 3.0$	1.0	20~30	15~20

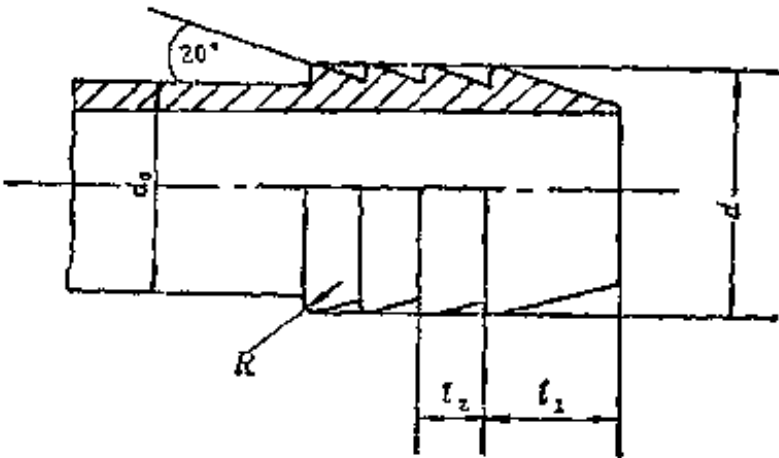


图 2-8-1 锯齿形接头芯管

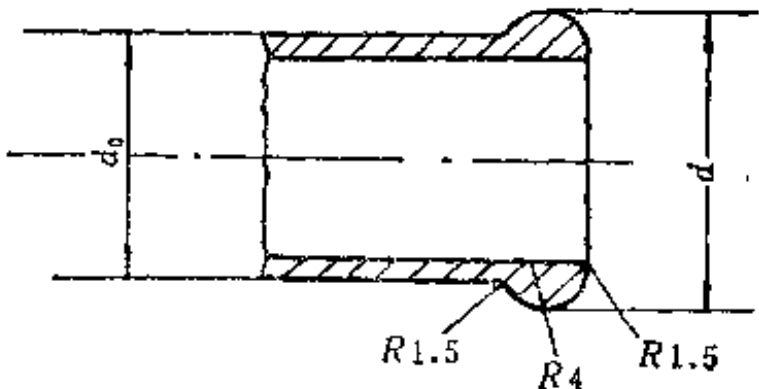


图 2-8-2 波浪形接头芯管

数少, 长度短。反之, 齿数和长度均应适当增加。一般接头插入胶管内一段的长度可按下列比例关系选取:

接头长度: 胶管内径 = 4:1~1.5:1

(胶管内径小于25mm的选4:1, 大于25mm的选1.5:1)

(二) 波浪形接头

波浪形接头适用于管径在75mm以下13mm以上各种规格的低压胶管。为增加胶管与接头之间的密封性能和连接强度, 接头表面加工成波浪形 (如图2-8-2), 波峰的最大直径稍大于胶管的内径。波浪的峰数取决于胶管的内径和工作压力。管径较小、工作压力较低的, 可用一个波峰; 管径较大、工作压力较高的, 可采用2~3个波峰。波浪形接头可采用机械切削加工的方法制成, 也可采用薄壁金属管滚压的方法成型。接头各部位的尺寸可按表2-8-4选取。接头插入胶管内的长度一般不少于20mm, 随着胶管内径的增大, 长度应相应增加。接头外表面必须加工得光洁圆滑, 以防止损伤胶管的内胶层。当接头插入胶管后, 在胶管外部和接头相对应的位置上用专用夹板、夹箍或金属丝对胶管施加较大的径向力, 使胶管和接头

表 2-8-4 波浪形接头芯管主要尺寸

单位: mm

胶管内径 D	d_0	d	胶管内径 D	d_0	d
<5	$d_0 = D$	$d = D + 0.5$	32~38	$d_0 = D$	$d = D + 2.0$
6~10	$d_0 = D$	$d = D + 1.0$	<50	$d_0 = D$	$d = D + 3.0$
12~25	$d_0 = D$	$d = D + 1.5$			

之间有足够的连接强度和密封度。但不论采用哪一种夹紧的办法,都必须防止胶管本身受到损伤,尤其是内胶层。

(三) 凹槽形接头

管径较大、管壁较厚、管径不易扩张的低压胶管可以采用凹槽形接头。凹槽的形状可制成矩形、梯形、圆弧形和三角形 (图2-8-3)。接头的外径基本上等于胶管的内径,凹槽的深

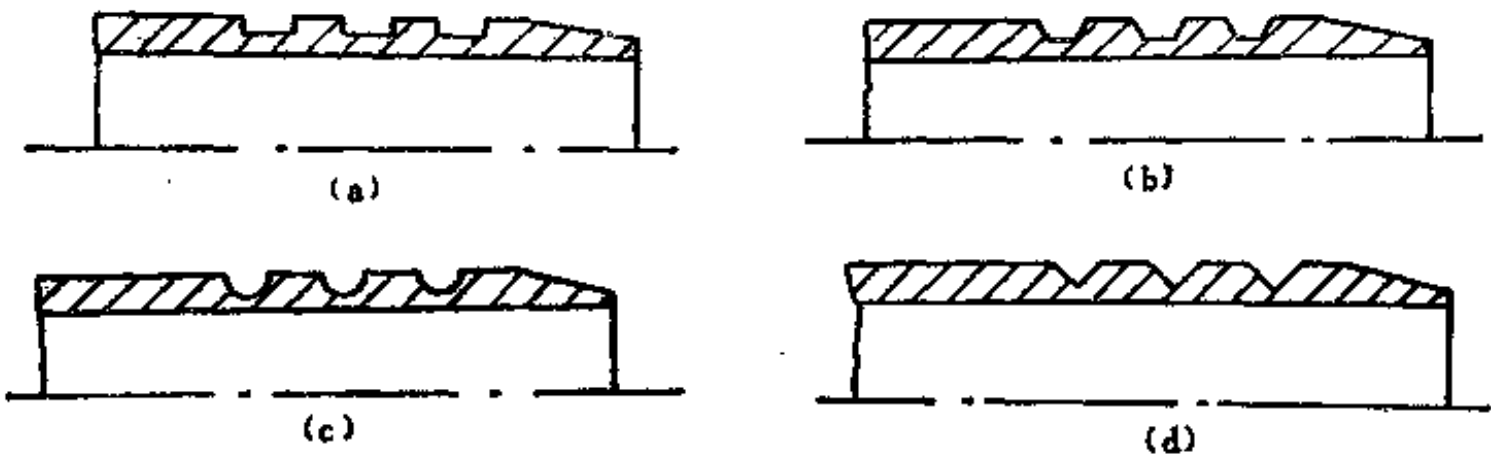


图 2-8-3 凹槽形接头芯管
(a) 矩形槽; (b) 梯形槽; (c) 圆弧形; (d) 三角槽

度可根据胶管内胶层的厚度和硬度确定。内胶层较厚、硬度较低的胶管,凹槽深度可以深些,反之,凹槽深度应该浅些,一般可以在1.5~3mm的范围内选取。凹槽的宽度根据管径大小在2.5~5.0mm之间选取。为防止胶管内胶层损伤,凹槽两侧的肩部应加工得光洁圆滑,不应有锋利的尖角。一般可加工成R0.3~R0.5mm的圆弧倒角。三角形凹槽的底部应加工成不小于R0.5mm的圆角,以防止应力集中影响接头的机械强度。接头的长度和凹槽的槽数应根据胶管的内径和工作压力确定。管径大、压力高,接头的长度应适当增加,槽数也应相应增多。一般地,长度按管径的1.5~2倍选取,槽数可在3~5之间选取。

这种类型的接头,装配方法比较简单。将接头插入胶管以后,在其外表面用夹箍、夹板紧固或用金属丝(带)扎紧后即可正常使用。因此,在各种规格的排吸胶管和输油胶管上广泛使用。

(四) 扣压式低压胶管接头

内径10mm以下的小规格纤维编织(缠绕)胶管,较普遍地应用一种简易的扣压式接头。这种接头由芯管和薄金属外套组成。根据连接的需要,芯管端部可制成阳螺纹,也可外加连续螺母。接头的结构比较简单 (图2-8-4),芯管一般采用金属材料机械加工制成,也可直接选用相应规格的金属管(黄铜管、紫铜管、钢管等)。外套普遍采用金属薄板冲压加工成型。将接头金属件和胶管组装以后,在专门的扣压机上对外套进行挤压,使外套在外力作用下产生塑性变形,而胶管则在压缩应力作用下达到密封的要求。这类接头多用于汽车空气制动胶

管、打气筒胶管、灭火器胶管、喷雾胶管等。

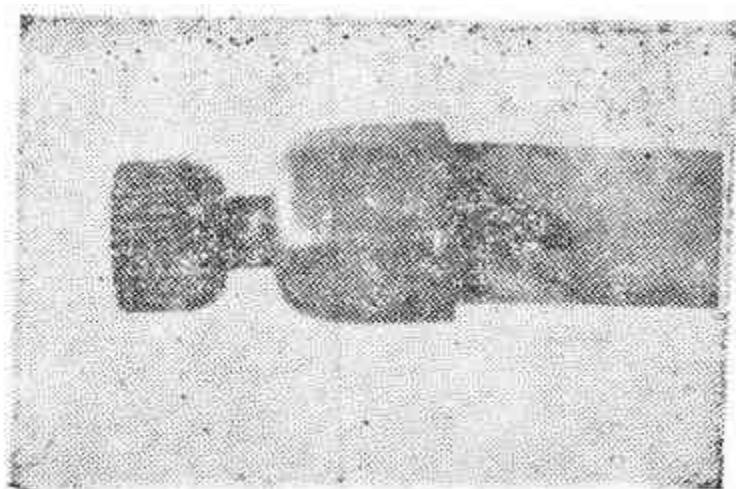


图 2-8-4 扣压式低压胶管接头

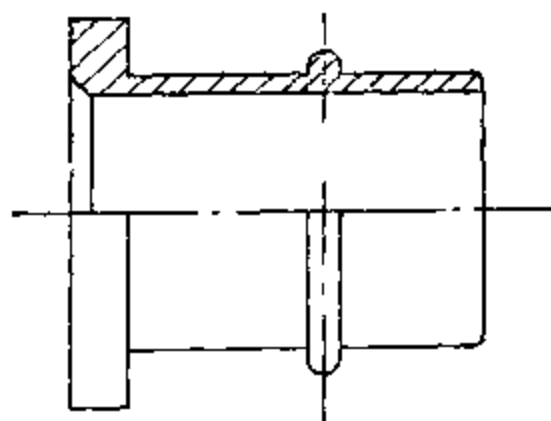


图 2-8-5 凸筋形胶管接头

(五) 凸筋形胶管接头

凸筋形胶管接头只适用于大口径的输水胶管、输油胶管、输送混凝土胶管、钻探胶管及其它输送固体物料的胶管。这类接头都是在胶管成型时与胶管制成一体。接头的结构比较简单(图2-8-5),接头表面有1~3条凸筋,凸筋的高度为6~16mm,宽度为10~20mm。凸筋的条数和尺寸根据胶管的规格选定。管径大的接头,凸筋条数和尺寸应适当增加,反之可减少。这种接头可用整体铸造和整体机械加工的方法制造,也可以采用焊接的方法将凸筋和钢管焊接成一个整体后,再经机械加工制成。接头连接部分的形状和尺寸根据胶管使用时的连接方式和密封形式确定。这种接头的连接和密封形式普遍采用法兰结构,也可以根据需要制成其它形式。

凸筋形接头是在胶管成型时与胶管的各结构层制作在一起的。因此,其内径要稍大于胶管芯棒的外径,使接头可以在芯棒上自由滑动。为了保证接头和胶管有足够的连接强度和密封性能,必须保证接头与橡胶有良好的粘着性能。所以在胶管成型前,接头表面必须进行除油和喷砂处理,然后立即用溶剂汽油清洗并涂刷橡胶与金属粘着的胶浆,以防止接头表面受空气中水分的影响而降低粘着强度。在胶管成型时,接头部分的成型至关重要。胶管的各个结构层都必须和接头贴合良好,对骨架层和局部增强层必须用钢丝或钢丝绳牢固地缠紧在凸筋的外侧或两条凸筋之间,然后再逐层贴合胶片和胶布增强层。为使接头和胶管连接部位形成圆滑过渡,胶布增强层的宽度应呈阶梯状逐层减少,最后在成型外胶层时,使接头处

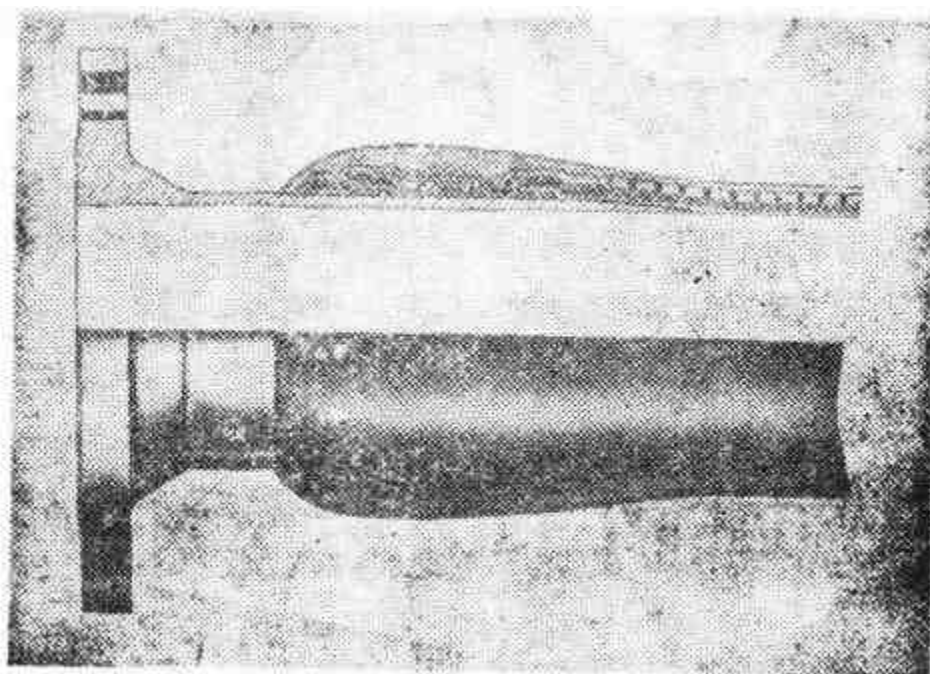


图 2-8-6 成型外胶层的接头形状

呈腰鼓形 (图2-8-6)。因此, 凡采用凸筋形接头的胶管, 接头处的外径都将比管体外径大 $30\sim 50\text{mm}$ 。

二、高压胶管接头

高压胶管的工作压力一般为 $6.9\sim 31.4\text{MPa}$ ($70\sim 320\text{kgf/cm}^2$), 而超高压胶管的工作压力则普遍在 31.4MPa (320kgf/cm^2) 以上。为了保证胶管在高压或超高压条件下具有良好的工作性能, 胶管接头的设计、制造、装配工艺等都是很重要的技术关键。

(一) 高压胶管接头的主要形式

高压胶管接头的形式通常以装配方式区分, 有扣压式 (不可拆式) 和装配式 (可拆式) 两种 (见图2-8-7)。

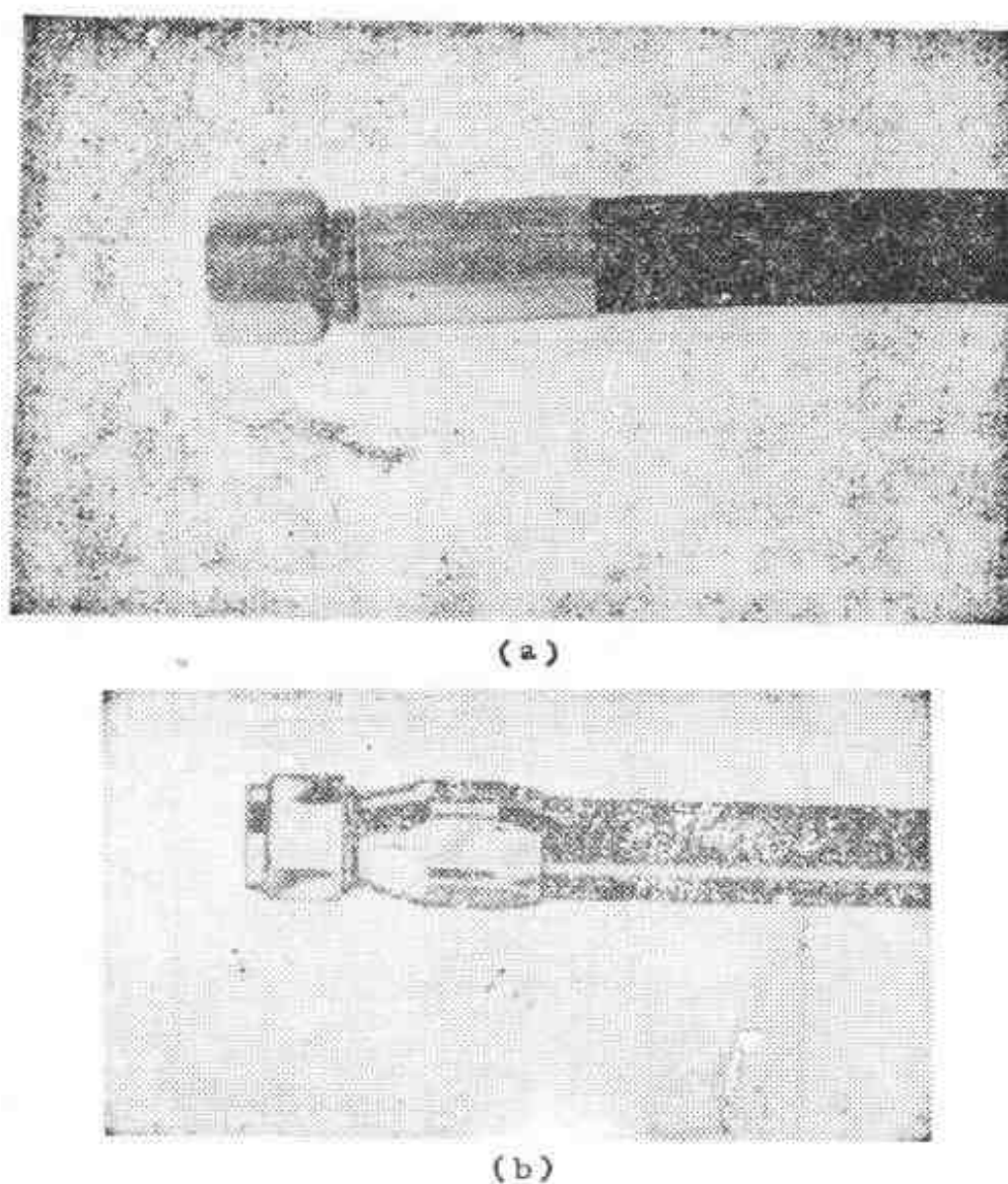


图 2-8-7 高压胶管接头的主要形式
(a) 扣压式高压胶管接头; (b) 装配式高压胶管接头

扣压式高压胶管接头由芯管、外套和连接件组成 (图2-8-8), 有些接头的连接件与芯管合为一体 (图2-8-9), 使接头只有芯管和外套两件组成。将接头各组合件和胶管装配以后, 在专用的胶管接头扣压机上对外套进行扣压, 使接头组合件和胶管成为一个牢固的整体 (图2-8-10)。这种形式的接头与装配式接头比较, 具有体积小、重量轻、使用可靠、生产效率高和成本低等优点, 但接头金属件不能重复使用, 还需要使用专用的扣压设备等。

装配式接头是由芯管、外套和连接件组成的。但是, 由于其装配方式与扣压式接头不同, 所以这种形式的接头在芯管和外套的结构上是特殊的 (图2-8-11)。装配时, 首先将外套旋拧在胶管上, 然后将带有螺纹和锥度的芯管在有轴向推力的条件下旋入胶管内, 并使芯管和外套靠相互配合的螺纹连接在一起。这种形式接头的优点主要是便于在使用现场随时用简单

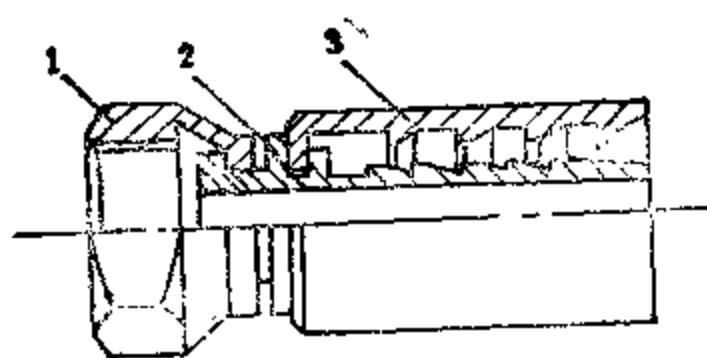


图 2-8-8 高压胶管接头的组成 (一)
1—螺母; 2—芯管; 3—外套

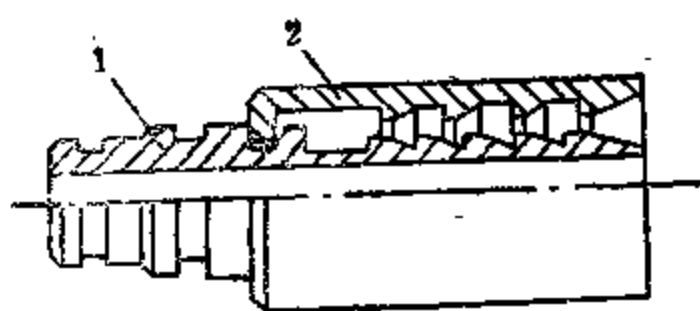


图 2-8-9 高压胶管接头的组成 (二)
1—芯管; 2—外套

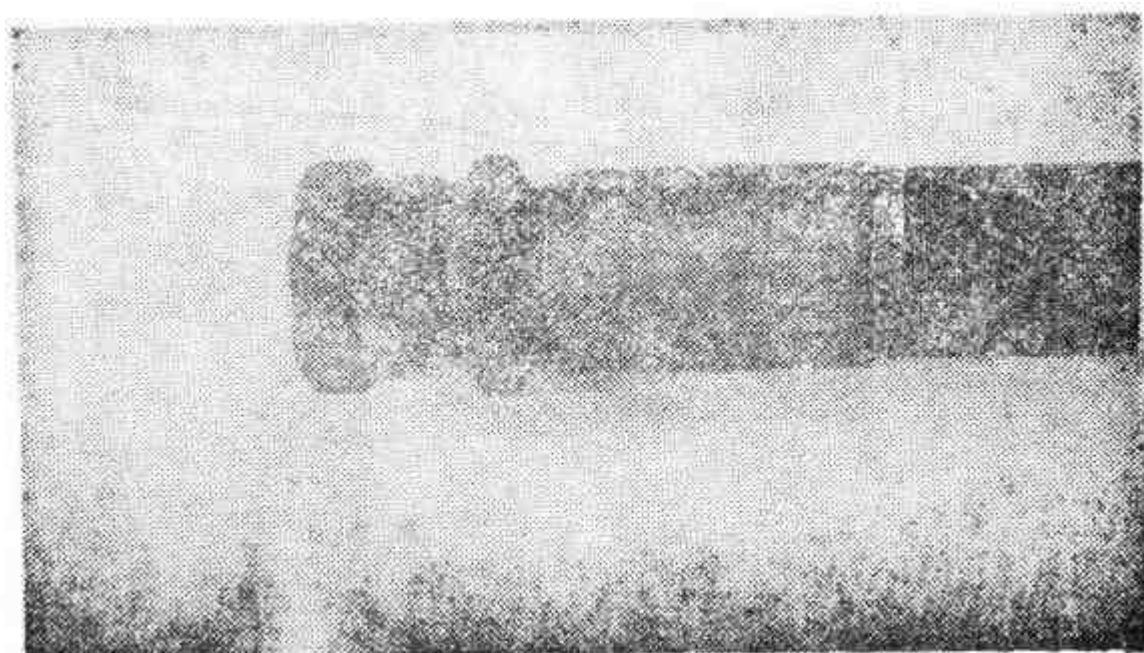


图 2-8-10 扣压后的高压胶管接头

的手动工具进行拆卸和更换, 接头金属件可以重复使用。但与扣压式接头比较, 胶管和接头的密封性和可靠程度较差, 接头装配的劳动强度大, 生产效率低, 且不易控制对胶管的压缩率。

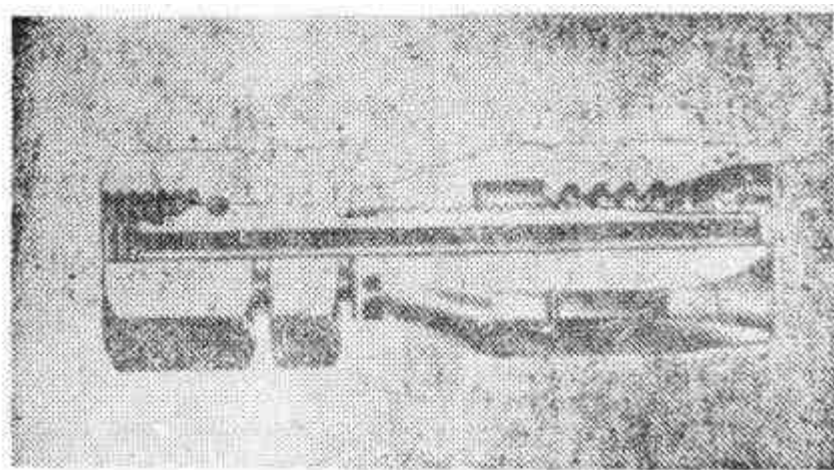


图 2-8-11 装配式接头的结构

也不同, 但不论哪一种结构形式, 在设计时都必须遵守下列原则。

- (1) 外套和芯管必须相互匹配。
- (2) 正确选用接头的金属材料。
- (3) 便于加工、装配和扣压。
- (4) 合理确定加工精度和公差范围, 既保证接头的使用性能又做到经济合理。
- (5) 避免和消除锋利尖角和应力集中点, 以防止接头表面对胶管内胶层造成损伤。
- (6) 针对某些胶管的特殊使用要求, 在设计过程中应进行特殊处理。

2. 金属材料的选择

(二) 扣压式接头的设计

扣压式接头设计的重点在于芯管和外套的设计, 连接部分则可根据使用要求和密封形式适当选择。

1. 一般原则

扣压式接头有多种形式, 扣压设备和工艺

用于胶管接头的金属材料很多，有钢、不锈钢、黄铜、纯铜、铜合金、铝合金等。其中，用于胶管接头的外套、芯管和连接件的材料主要是钢和黄铜。选择金属材料时，一定要考虑到胶管的使用要求和输送介质的特性。如，输送强酸等腐蚀性介质的胶管接头可用纯铜，但输送高压乙炔的胶管接头，就绝对禁止使用纯铜和铜合金，否则，如含铜量超过70%，将会有引起乙炔燃烧或爆炸的危险。

通常情况下，胶管接头大多数采用优质碳素结构钢（GB699—65），常用的钢号、化学成分和机械性能见表2-8-5。外套一般采用10、15和20号钢，这些钢号有较好的延伸性能，能适应接头扣压的要求。芯管一般采用45号钢，如果采用卡套（JB1987—77）密封、螺母（JB1981—77）连接的芯管，则必须使用20号钢（也可使用黄铜）。

表 2-8-5 常用优质碳素结构钢的化学成分和机械性能（GB699-65）

钢号	化 学 成 分, %							热 处 理 类 型	机 械 性 能				硬 度	用 途
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni		σ_b	σ_s	δ_5	ψ	HB	
									MPa		%		热轧钢	
									(kgf/mm ²)					
								≥				≤		
10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	0.15	0.25	正 火	333 (34)	206 (21)	31	55	137	制作扣压 式接头外套
15	0.12~0.18	0.17~0.37	0.35~0.65	0.040	0.040	0.25	0.25	正 火	373 (38)	226 (23)	27	55	143	制作扣压 式接头外套
20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.040	0.040	0.25	0.25	正 火	412 (42)	245 (25)	26	55	156	制作扣压 式接头外 套、卡套式 接头芯管
25	0.22~0.30	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	0.25	0.25	正 火	451 (46)	275 (28)	23	50	170	可以制作 扣压式接头 外套, 但最 好选用前三 种
35	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	0.25	0.25	正 火	530 (54)	314 (32)	20	45	187	制作接头 连接螺母
45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	0.25	0.25	正 火	598 (61)	353 (36)	16	40	241	制作扣压 式接头芯 管、装配式 接头外套和 芯管

3. 接头金属件的表面处理

胶管接头的外套、芯管和连接件除用不锈钢和黄铜等不易锈蚀的材料加工外，都需进行表面处理，以提高接头的使用寿命，同时还可以达到美观和装饰的目的。常用的表面处理方法是电镀锌，镀层厚度为6~12μm。表面可以为银白色，也可以钝化成金黄色。其表面除镀锌处理外，也可以采用发蓝或发黑的办法处理，有防蚀的作用，但不太美观。铝合金接头用阳极化的办法处理，根据需要可处理成黑色、黄色、蓝色、红色或其它颜色。

4. 接头几何形状和尺寸的确定

(1) 外套 图2-8-12是应用较多的一种扣压式接头的外套，外表面为光滑的圆柱体，

内表面为带有一定数量的锯齿形沟槽。锯齿的短边与轴线垂直，斜边与轴线的夹角为 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，而每个锯齿之间为一矩形槽，锯齿的顶端是 $1 \sim 2\text{mm}$ 宽的平面。该外套被扣压后，锯齿直接和胶管的钢丝层接触，这时由于扣压时产生的径向压缩力的作用，使胶管的壁厚在外套和芯管之间被压缩，则钢丝层和内胶层被挤压成波浪形，进入外套的锯齿形沟槽，从而使胶管接头获得较大的抗拔脱力。锯齿的数量和沟槽的深度与所用胶管的规格、结构、骨架层层数、胶管壁厚、内胶层的物理机械性能等有着密切的关系。一般地说，胶管规格小、骨架层层数小、壁厚较薄、内胶层的伸长率较小和硬度较高的胶管，所用外套的锯齿数可少些，沟槽的深度可浅些；反之，外套的锯齿数和沟槽的深度、长度应增加。外套的内径可根据胶管骨架层的最大外径来确定。为了装配时的操作方便，外套内径应略大于胶管骨架层的外径，一般约大 $1.0 \sim 1.5\text{mm}$ 。如果胶管在切断和磨去外胶层后，端部直径因骨架层扩张而增大，外套的内径还可再适当加大。

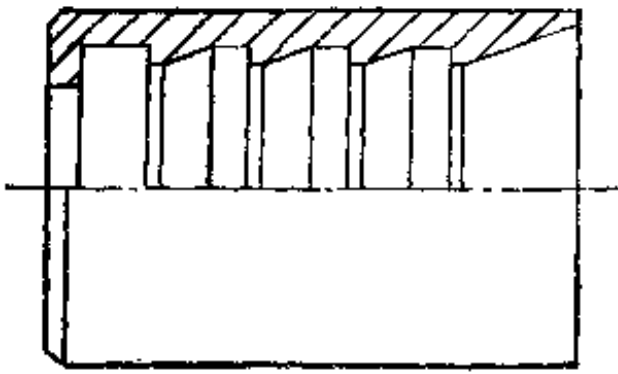


图 2-8-12 扣压式接头外套

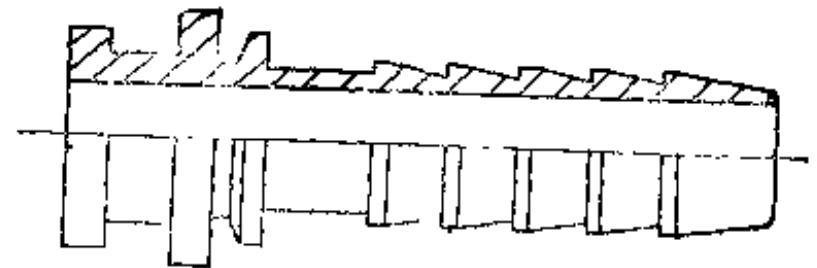


图 2-8-13 扣压式接头芯管

为便于在进行外套设计时参考，将应用比较普遍的一种外套的主要尺寸列于表 2-8-6。

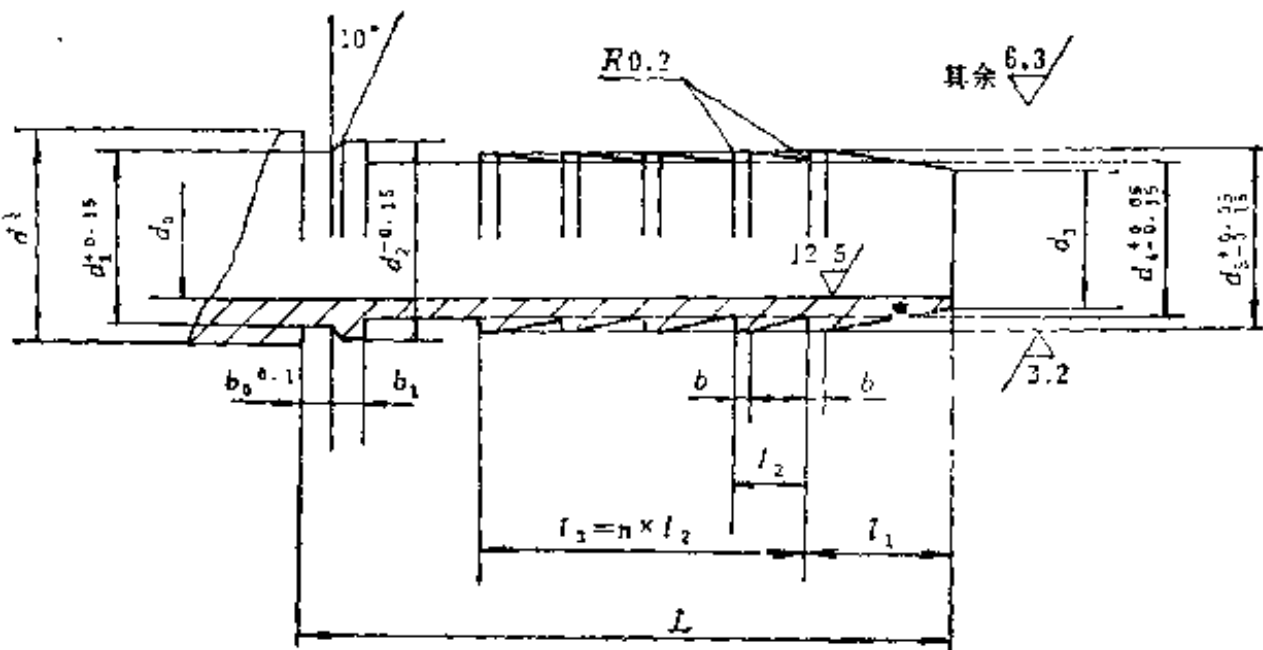
(2) 芯管 图 2-8-13 是扣压式接头的芯管。芯管表面有锯齿状的沟槽，锯齿的短边与芯管轴线垂直，斜边与轴线夹角一般不超过 20° ，锯齿顶端为圆弧形或为一段平面，但此平面与锯齿短边所形成的夹角应为光滑的圆角，其圆角的半径为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ ，以防损伤胶管的内胶层。芯管表面的光洁度和夹角的圆滑程度是胶管接头制造过程中至关重要的问题，必须严格控制。一般芯管表面的光洁度应达到 $\nabla 5$ 以上。在芯管的机加工中，用辊压法加工锯齿，不仅生产效率比用车床加工高，而且尺寸精度和表面光洁度也好，同时更有利于消除芯管表面的应力集中点，提高芯管的疲劳寿命。

通常芯管的外径应稍大于胶管的内径，根据胶管内径的不同可在 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 选取。内径小的，芯管外径的增大值应适当减小；内径大的，可适当增加，但最大不应超过 1.0mm 。总之，最终目的是便于接头的装配，使芯管用一定的外力靠手工就可插入胶管中，既不用锤击强行插入，又不使芯管能够自由脱出。芯管表面锯齿形沟槽的深度，根据内胶层的厚度选定，一般为厚度的 $12 \sim 14\%$ ，为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。对于内径较大、内胶层较厚的胶管，沟槽深度还可适当增大，但必须以接头扣压后，内胶层能完全充满沟槽又不产生裂口为限。芯管插入胶管部分的长度（包括引入段和密封段），根据胶管规格、结构、工作压力和内胶层性能确定。一般密封段的长度为胶管内径的 $1.5 \sim 4$ 倍（内径大的胶管取低倍数，随着内径的减小而逐渐增加倍数），要根据胶管的特性和使用要求灵活掌握。例如，胶管的内径相同，而工作压力高的，或内胶层硬度低的，或胶管壁较厚的，芯管密封段的长度应适当增加；反之，则可适当缩短。此外，芯管插入胶管部分的长度还应与外套长度相配合，原则上不应小于外套的长度，一般可使芯管插入段的总长度比外套长 5mm 左右。对于内径较小的胶管，这一

数值还可加大，以减轻胶管扣压时因橡胶的冷流现象造成的变形和鼓包。但芯管的长度不宜过大，以免胶管使用中在接头附近弯曲时对内胶层造成损坏。芯管的壁厚，应综合金属材料的强度、胶管流量流速的要求、接头装配所允许的最大外径等多种因素加以确定，但最终应保证芯管有足够的抗压扁强度，以防止接头扣压时芯管发生变形，外套与芯管的结合部位，一般是采用矩形槽，为便于使外套在扣压时顺利嵌入矩形槽内，也可将沟槽的一个边（靠近芯管锯齿表面的边）加工成10°角的斜面。

为便于设计时参考，现将芯管的主要尺寸列于表2-8-7。

表 2-8-7 扣压式接头芯管主要尺寸



胶管内径	$d >$	d_0	$l_1 \pm 0.15$	$d_2 + 0.15$	d_3	$d_4 + 0.05$ $d_4 - 0.15$	$d_5 + 0.05$ $d_5 - 0.15$	L	l_1	l_2	l_3	n	b	$b_0 - 0.1$	b_1
6	9.15	3.5	6	9	5	5.9	6.5	42	8	5	20	4	1	2	2
8	10.65	6	8.5	10.5	7.5	8.4	9	42	8	5	20	4	1	2	2
10	12.65	7.5	11	12.5	9	10.4	11	42	8	5	20	4	1	2	2
13	16.65	10	13	16.5	11	13.4	14	42	8	5	20	4	1	2	2
16	20.65	12	16	20.5	14	16	17	46	8	5	25	4	1.5	3	3
19	22.65	15	19	22.5	17	19	20	52	9	5	25	5	1.5	4	4
25	30.65	20	25	30.5	22	25	26	52	9	5	25	5	1.5	4	4
32	37.65	26	33	37.5	30	32	33	60	9	7	35	5	1.5	4	4
38	43.5	30	39	43	36	38	39	70	12	8	40	6	1.5	4	4
51	54.15	42	50	54	49	50.6	52	86	20	8	40	6	2	6	6

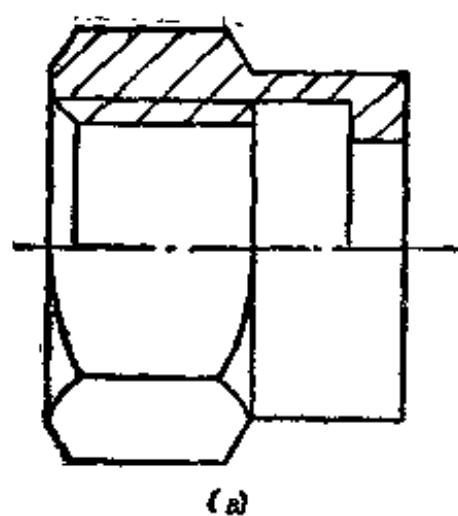
(3) 接头的连接、密封形式和连接件 胶管接头的连接和密封形式是多种多样的，并且大多数均已形成标准化和系列化，在此不再赘述。

胶管接头采用螺母做为连接件的应用最广。因为螺母与芯管的连接方式和接头的装配工艺有关，所以，在此就螺母的设计加以简要介绍。

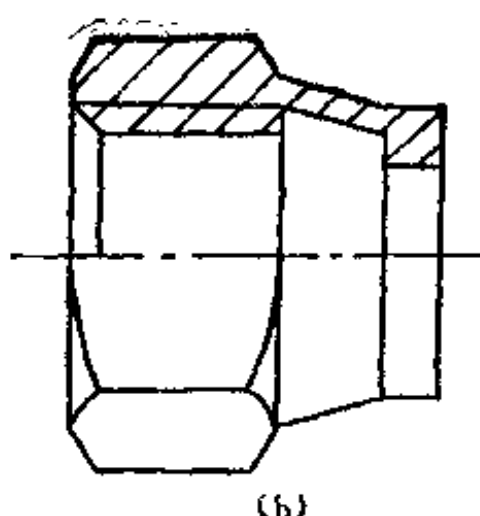
螺母与芯管的连接方式有三种，即扣压式，钢丝环锁紧式和套入式。

a. 扣压式螺母如图2-8-14所示。这种螺母是在接头装配和扣压后，从芯管的前端套入，再在专用的扣压设备上使螺母的尾部直径收缩嵌入芯管上的矩形槽内，其特点是既能旋转，又能抵抗安装胶管拧紧螺母时所受到的轴向力，并能达到胶管总成与其使用部位可靠连接的目的。

扣压式螺母一般采用35号钢加工。螺母的扳手尺寸和螺纹直径可根据使用要求按有关技术标准选取；螺母尾部扣压部位的尺寸，可根据芯管的规格尺寸协调选配。



(a)



(b)

图 2-8-14 扣压式螺母

(a)扣压前的形状; (b)扣压后的形状

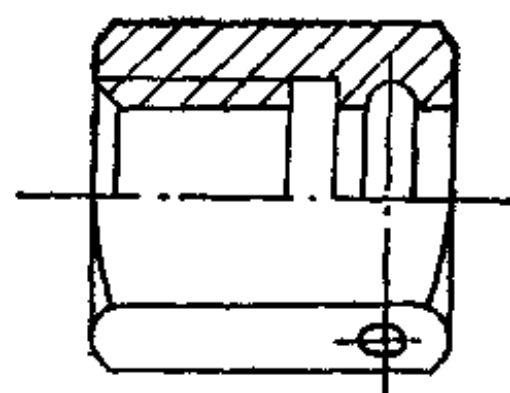


图 2-8-15 钢丝环锁紧式螺母

b. 钢丝环锁紧式螺母如图2-8-15所示。钢丝环锁紧式螺母是用钢丝穿入螺母与芯管端部由两个相对的半圆槽组成的圆孔内,使螺母与芯管连接起来的。此种连接,螺母既可以旋转又具有较强的连接强度。所用的钢丝为20号低碳结构钢丝(GB344—64),其直径一般不小于2.5mm。螺母增大,钢丝直径也应适当加大(3.0~3.5mm)。

操作中,为便于钢丝顺利穿入,要求螺母外表面的钢丝穿入孔应与螺母内表面的半圆槽完全相切,否则将给穿钢丝的操作带来困难。穿钢丝装配螺母一般是在接头扣压后进行。

这种形式的螺母与扣压式螺母比较,连接强度高,疲劳寿命长,不需要专用设备。

c. 套入式螺母如图2-8-16所示。这种套入式螺母是在接头扣压前装配。其操作是先将螺母套在芯管上,再进行芯管的装配,然后进行扣压。这种螺母装配较前两种操作简单,不需专用设备,螺母的加工也比较容易。但螺母的外形尺寸较大,有时因受螺纹直径和扳手尺寸的限制,不能满足所有规格胶管接头的要求,因此,在进行接头设计时,要根据具体情况选择螺母的结构形式。

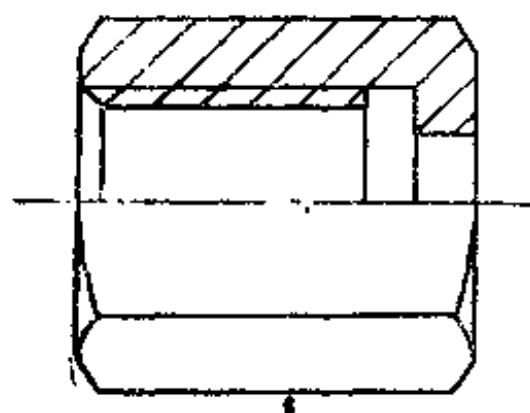


图 2-8-16 套入式螺母

(三) 装配式(可拆式)接头的设计

装配式接头的形式很多,但其基本结构和原理相同。接头由外套和芯管组成,其连接和密封形式与扣压式接头完全相同,装配式接头的外套外形有其特殊性,为了便于在装配中夹紧和旋转,外形普遍是六角形,或全部为六棱柱圆,或在一端带有六角形的圆锥形,也有的完全是圆柱形,只在一端留有使用扳手旋紧用的两边、四边或六边形。外套的内表面带有锥度的左旋锯齿形螺纹沟槽或带有锥度的锯齿形环状沟槽,外套前端的内表面有普通标准螺纹,用以和芯管连接、装配和紧固(图2-8-17)。

装配式接头的芯管与扣压式接头的芯管不同。芯管插入胶管的部分,带有锥度的光滑表面,在其根部有与外套连接的螺纹,也有的将与外套连接的螺纹从锥面开始直至芯管的根部(图2-8-18)。为了便于芯管的装配,在芯管的末端靠近接头的连接部位制成六角形,以便使用扳手或其它旋紧工具将芯管装入胶管并与外套紧固。

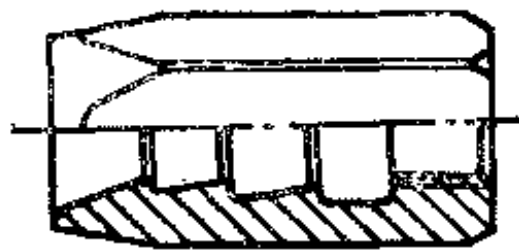


图 2-8-17 装配式接头外套的基本结构

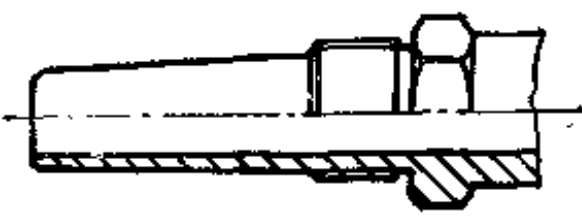
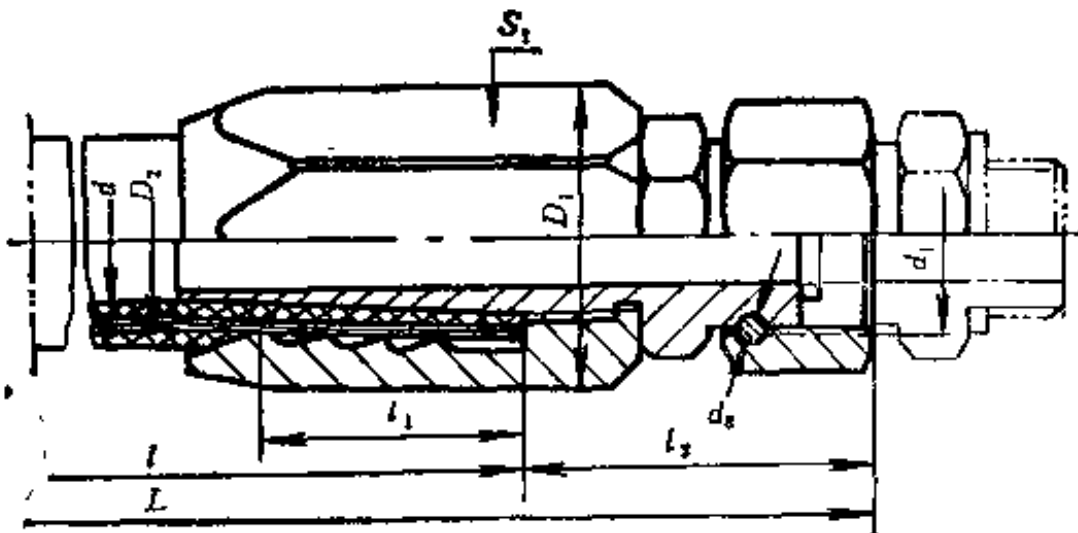


图 2-8-18 装配式接头芯管

装配式接头不用专用的装配工具和设备也可进行装配或拆卸。这种接头装配时比较费力，故其应用受到一定限制，一般只用于内径16mm以下的胶管。

装配式接头与胶管的密封性能和抗拔脱强度，是通过圆锥形的芯管和带有锥度的锯齿形外套对胶管的挤压而实现的。装配前，胶管端部插入外套内的一段，外胶层应全部剥去，使外套内表面的锯齿直接与胶管的钢丝层接触，当装入芯管时，圆锥形的芯管使胶管内径扩张，将钢丝层压入外套的锯齿形沟槽，这样会使胶管和接头之间有较高的抗拔脱强度。由于

表 2-8-8 装配式接头主要尺寸



d	d ₁	工作压力,MPa(kgf/cm ²)			D ₂ ,mm				d ₁	l ₁	l ₂	S ₁	D ₁	d ₃ ×l ₃
		I	II	III	I	II	III	公差						
mm	mm								mm	mm	mm	mm	mm	mm
4	4	19.6(200)	—	—	10	—	—	±0.6	M12×1.25	21	28.5	17	19	2.5×33
6	6	19.6(200)	24.6(250)	400	12	13.5	15		*M14×1.5	23	34	22	25	2.5×38
8	8	15.7(160)	24.5(250)	320	14	15.5	17		M16×1.5	23	37	24	27	2.5×46
10	10	15.7(160)	24.5(250)	250	16	17.5	19		*M18×1.5	33	39	27	31	3×51
13	10	12.3(126)	19.6(200)	250	20	21.5	23	±0.8	M22×1.5	33	43	30	34	3×64
16	15	9.81(100)	19.6(160)	200	23	24.5	26		M27×1.5	35	48	36	41	3×80

注: 1. d₁有*者为焊接式管接头标准中所缺少的螺纹, 由使用者自行配制或协商订货。
2. 尺寸L=l₁+2l₂。
3. 胶管长度l的系列: 280、320、360、400、450、500、560、630、710、800、900、1000、1120、1250、1400、1600、1800、2000、2240、2500、2800、3000。
4. 胶管内径d,mm 4~22 25 32 38 45 51
适用长度l,mm 280~3000 320~3000 360~3000 400~3000 450~3000 500~3000

胶管内径的扩张,使胶管的壁厚受到压缩,从而提高了内胶层与芯管表面的密封应力,实现了胶管与接头的密封。

装配中,芯管是受较大的轴向推力和径向扭力使胶管内径扩张而装入胶管内的,尽管芯管表面在装配前已涂有润滑剂,这些力对胶管也是有害的。因此,要求胶管的内胶层与骨架层之间必须有较高的附着力,芯管表面也应十分光滑,否则胶管的内胶层很容易会受到破坏。

装配式接头和扣压式接头比较,对胶管压缩量的控制是很难做到均衡一致的,因此胶管的内径和壁厚必须严格控制。

装配式接头的连接和密封形式,与扣压式接头完全相同,不再赘述。

为便于装配式接头的设计和选用,现将常用的装配式接头主要尺寸列于表2-8-8。

(四) 几种特殊结构的高压胶管接头

前面介绍的扣压式和装配式高压胶管接头是普遍应用的胶管接头。下面介绍几种在结构上比较特殊的高压胶管接头。

1. 螺纹连接的扣压式接头

机械工业部标准JB1885~1887—77中规定的A、B、C三种型式的扣压式高压胶管接头,其外套与芯管是通过螺纹连接在一起的。在接头装配时,将芯管插入已经装有外套的胶管内以后,需旋转芯管,使芯管的螺纹部分与外套的螺纹部分相连接,然后在螺纹以外的部分进行扣压,图2-8-19即是扣压后的接头外形。这种接头与普通扣压式接头比较,在使用性能方面基本上是一致的,因此在国内应用也比较普遍。但是,装配过程比较麻烦,需要增加装配芯管的专用设备。此外,接头的外形尺寸较大,不如普通扣压式接头轻便。

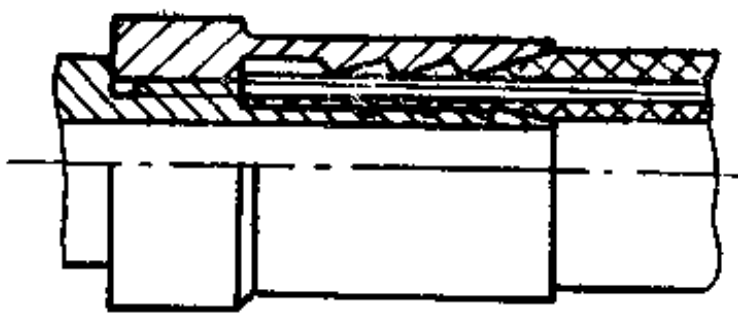


图 2-8-19 螺纹连接的扣压式接头

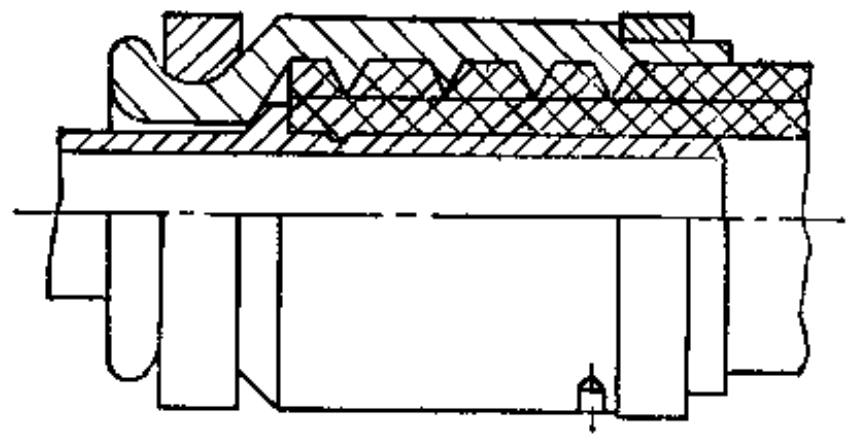


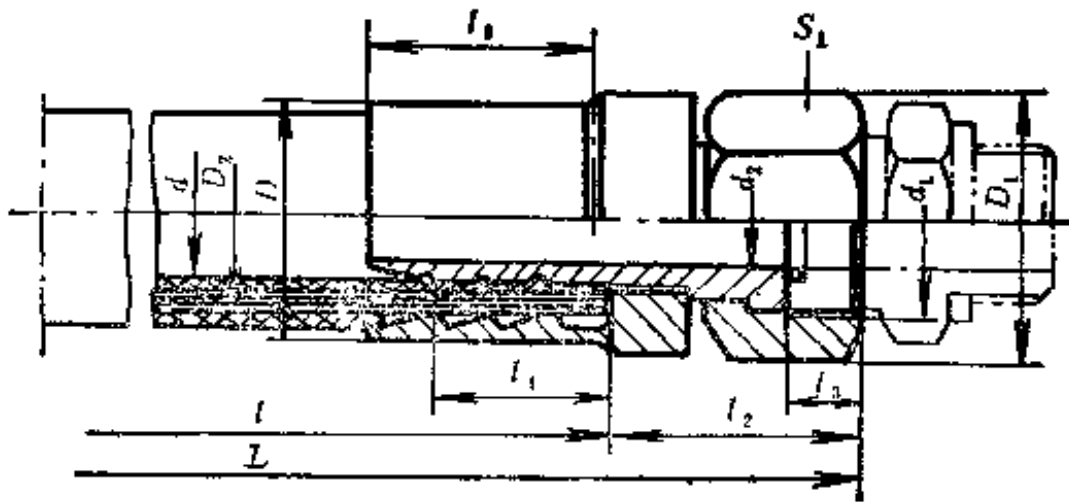
图 2-8-20 三瓣式胶管接头

为便于在接头设计中参考或直接选用,现将JB1885~1887—77标准中A、B、C三种型式接头的主要技术参数列于表2-8-9~表2-8-11中。

2. 三瓣式胶管接头

三瓣式胶管接头具有加工简单、不需剥去外胶层、装配容易、能重复使用等特点。它是由芯管、内表面带沟槽的三瓣外套和前后两个金属环组成。芯管的外径比胶管内径大1~2mm,既便于芯管的装配,又有利于密封。将芯管装入胶管后,使三瓣外套与前金属环组合,用专用工具将三瓣外套合拢,再将后金属环套在三瓣外套的端部,使外套直接压在胶管的

表 2-8-9 A型接头的主要技术参数



d	d ₀	工作压力, MPa(kgf/cm ²)			D ₂ , mm			d ₁	d ₂	D, mm			l ₀	l ₁	l ₂	l ₃	S ₁	D ₁
		I	II	III	I	II	III			I	II	III						
4	4	19.6(200)	—	—	10	—	—	M12×1.25	2.5	15	—	—	18	12.5	21	8	14	16.2
6	6	19.6(200)	24.5(250)	39.2(400)	12	13.5	15	*M14×1.6	4	17	18.7	20.5	27	22	23.5	8.6	17	19.6
8	8	15.7(160)	24.5(250)	31.4(320)	14	15.5	17	M16×1.5	6	19	20.7	22.5	27	22	25	8	19	21.9
10	10	15.7(160)	24.5(250)	24.5(250)	16	17.5	19	*M18×1.5	7.5	21	22.7	24.5	27	22	26.5	8	22	25.4
13	10	12.3(125)	19.6(200)	24.5(250)	20	21.5	23	M22×1.5	10.5	25.2	28	29.5	31	25	30.5	10	27	31.2
16	15	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	23	24.5	26	M27×1.5	13	28.2	31	32.5	31	25	33	10	32	36.9
19	20	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	26	27.5	29	M30×1.5	15	31.2	34	35.5	35	28.5	36	11	36	41.6
22	20	9.81(100)	12.3(125)	15.7(160)	29	30.5	32	M36×2	18.5	34.2	37	38.5	35	28.5	38	13	41	47.3
26	25	7.85(80)	9.81(100)	12.3(125)	32	33.5	35	*M39×2	21	38.2	40	41.5	39	31.5	40	13	46	53.1
32	32	6.18(63)	9.81(100)	9.81(100)	39.5	41	42.5	*M45×2	27.5	46.5	48	49.5	42	34.5	44	15	55	63.5
36	40	3.9(40)	7.85(80)	9.81(100)	45.5	47	48.5	M52×2	33	52.5	54	55.5	46	37.5	46	17	60	69.3
45	40	—	7.85(80)	7.85(80)	—	54	55.5	M60×2	39.5	—	61	62.5	54	44	53	20	70	80.8
51	50	—	6.18(63)	7.85(80)	—	60	61.5	*M64×2	45	—	67	68.5	62	50	58	23	75	86.8

注: 1. d₁有*者为焊接式管接头标准中所缺少的螺纹, 由使用者自行配制。
2. 尺寸L= l+2l₂。

外胶层上, 由于外套内表面的突起部分直接压缩胶管的管壁, 使外胶层和骨架层变形, 部分的进入外套内表面的沟槽中, 故此胶管和接头之间具有较高的密封应力和抗拔脱强力。

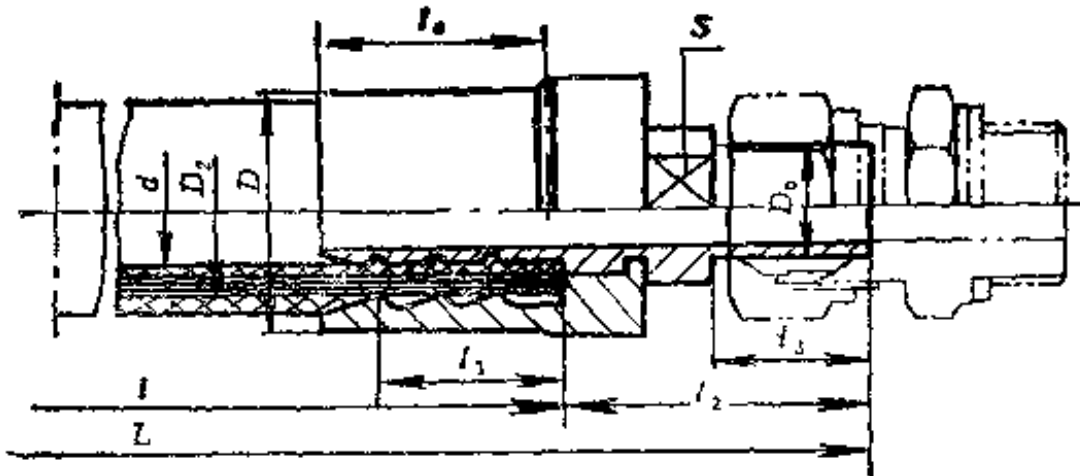
这种形式的接头适用于内径为20~50mm较大口径的钢丝编织胶管和钢丝缠绕胶管。胶管接头与使用部位的连接形式和密封形式可根据需要按有关标准系列选择。图2-8-20是几种常用的三瓣式胶管接头。

为便于选用和设计时参考, 将三瓣式接头的主要尺寸列于表2-8-12和表2-8-13。

3. 带软金属环的高压胶管接头

为了提高胶管接头的抗拔脱强度和密封性能, 在部分扣压式和装配式的接头中增加了铜、铝等软金属环, 如图2-8-21所示。图中(a)是一种扣压式高压胶管接头, 除芯管和外套以外, 还有三个铜(或铝)环, 最前端的金属环在扣压后可以提高外套与芯管之间的密封性, 其余两个金属环分别装在胶管的端部去掉内外胶层的部位, 与胶管的钢丝编织层直接接触。扣压后, 两个金属环被压缩, 直接夹紧胶管的钢丝编织层, 这样就大大提高了胶管接头的抗拔脱力, 并增加了接头的密封性。

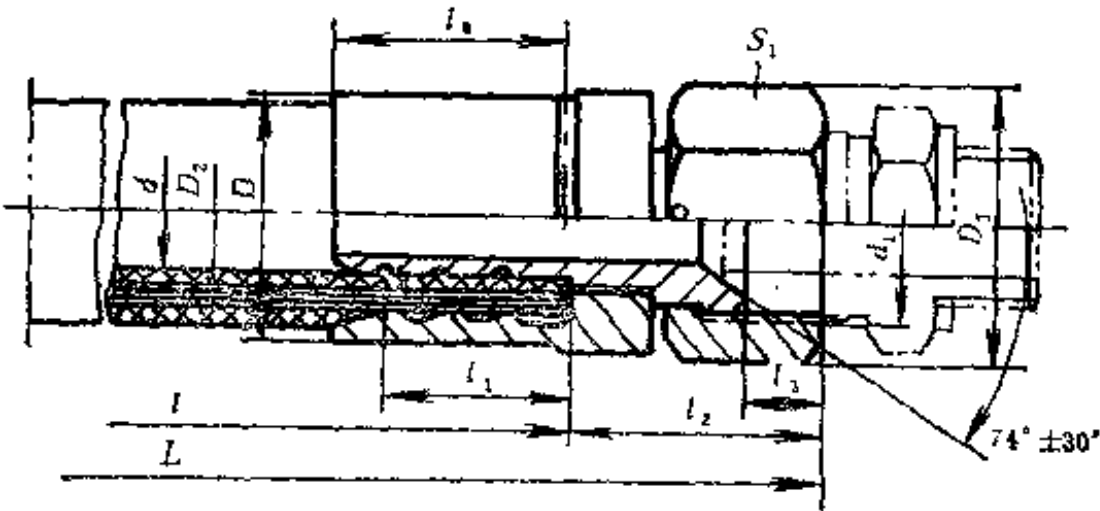
表 2-8-10 B型接头的主要技术参数



d mm	d ₀ mm	工作压力 MPa(kgf/cm ²)			D, mm			公差	D ₀ ^{+0.2} mm	D, mm			l ₀ mm	l ₁ mm	l ₂ mm	l ₃ mm	S mm
		I	II	III	I	II	III			I	II	III					
4	4	19.6(200)	—	—	10	—	—	±0.6	4	15	—	—	18	12.6	29	17	6
6	6	19.6(200)	24.5(250)	39.2(400)	12	13.5	15		6	17	18.7	20.5	27	22	33	19	8
8	8	15.7(160)	24.5(250)	31.4(320)	14	15.5	17		8	19	20.7	22.5	27	22	36	19	10
10	10	15.7(160)	24.5(250)	24.5(250)	16	17.5	19		10, 12	21	22.7	24.5	27	22	38	22	12
13	10	12.3(125)	19.6(200)	24.5(250)	20	21.5	23	±0.8	14	25.2	28	29.5	31	25	41	22	14
16	15	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	23	24.5	26		16	28.2	31	32.5	31	25	41	22	17
19	20	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	26	27.5	29		18	31.2	34	35.5	35	28.5	46	24	19
22	20	9.81(100)	12.3(125)	15.7(160)	29	30.5	32		22	34.2	37	38.5	35	28.5	51	28	24
25	25	7.85(80)	9.81(100)	12.3(125)	32	33.5	35		28	38.2	40	41.5	39	31.5	54	30	30
32	32	5.18(53)	9.81(100)	9.81(100)	39.5	41	42.5		34	46.5	48	49.5	42	34.5	60	33	36
38	38	3.92(40)	7.85(80)	9.81(100)	45.5	47	48.5		42	52.5	54	55.5	46	37.5	63	35	46

注: 1. 尺寸 $L=l+2l_4$ 。
2. 胶管长度 l 参见表 2-8-8 的注 3~4。

表 2-8-11 C型接头的主要技术参数

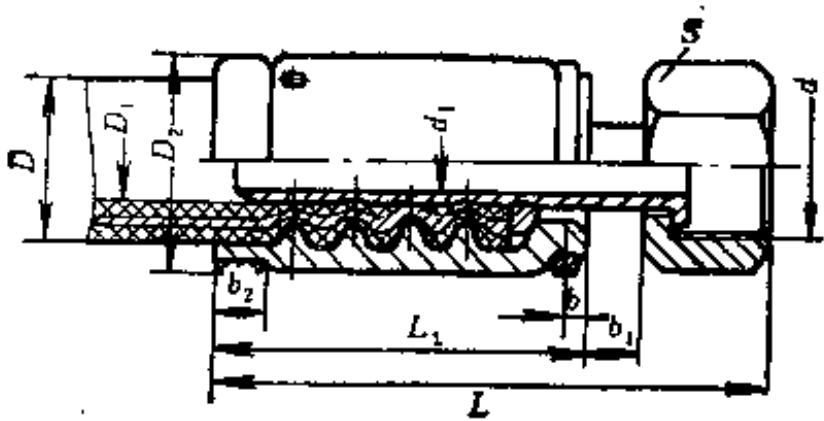


续表

d mm	d ₀ mm	工作压力, MPa(kgf/cm ²)			D ₂ , mm			d ₁ mm	D, mm			l ₀ mm	l ₁ mm	l ₂ mm	l ₃ mm	S ₁ mm	D ₁ mm
		I	II	III	I	II	III		I	II	III						
4	4	19.6(200)	—	—	10	—	—	M12×1.25	15	—	—	18	12.5	21	8	14	16.2
6	6	19.6(200)	24.5(250)	39.2(400)	12	13.5	15	M14×1.5	17	18.7	20.5	27	22	23.5	8.5	17	19.6
8	8	15.7(160)	24.5(250)	31.4(320)	14	15.5	17	M16×1.5	19	20.7	22.5	27	22	25	8	19	21.9
10	10	15.7(160)	24.5(250)	24.5(250)	16	17.5	19	M18×1.5	21	22.7	24.5	27	22	26.5	8	22	25.4
13	10	12.3(125)	19.6(200)	24.6(250)	20	21.5	23	M22×1.5	25.2	28	29.5	31	25	30.5	10	27	31.2
16	16	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	23	24.5	26	M27×1.5	28.2	31	32.5	31	25	33	10	32	36.9
19	20	9.81(100)	15.7(160)	19.6(200)	26	27.5	29	*M30×1.5	31.2	34	35.5	35	28.5	36	11	36	41.6
22	20	9.81(100)	12.3(125)	15.7(160)	29	30.5	32	*M36×2	34.2	37	38.5	35	28.5	38	31	41	47.3
25	25	7.85(80)	9.81(100)	12.3(125)	32	33.5	35	M39×2	38.2	40	41.5	39	31.5	40	13	46	53.1
32	32	6.18(63)	9.81(100)	9.81(100)	39.5	41	42.5	M45×2	46.5	48	49.5	42	34.5	44	15	55	63.5

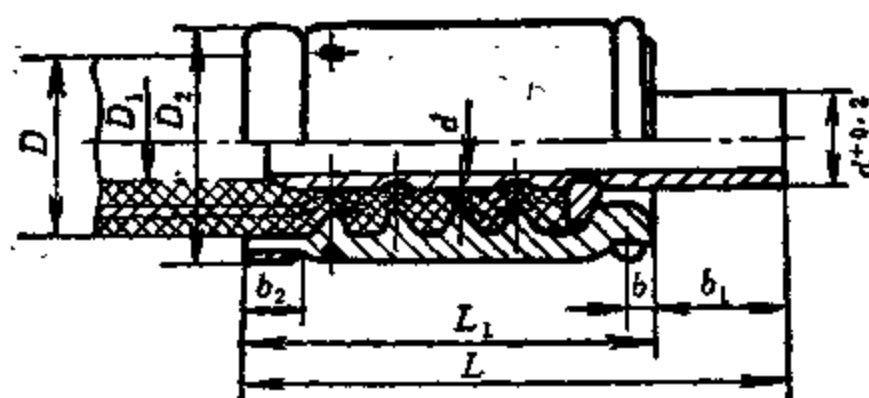
注: 1. d₁有*者为扩口式管接头标准中所缺少的螺纹, 由使用者自行配制或协商订货。
2. 尺寸L=l+2l₂。
3. 胶管长度l见表2-8-8的注3~4。

表 2-8-12 I 型三瓣式胶管接头主要尺寸

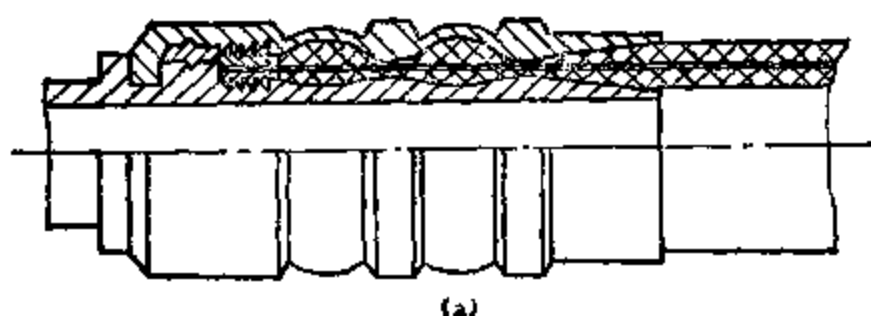


公称通径 D _g , mm	d, mm	胶管工作压力 MPa(kgf/cm ²)		胶管外径 D, mm		D ₁ mm	D ₂ mm	d ₁ mm	b mm	b ₁ mm	b ₂ mm	L ₁ mm	L mm	S mm	重量 kg
		II	III	II	III										
20	M36×2	12.3(125)	15.7(160)	35.6	37.3	22	50	17	4.5	20	12	80	120	41	1.2
25	M42×2	9.81(100)	12.3(125)	38.6	40.3	25	54	20	5	22	14	82	125	46	1.6
32	M52×2	9.81(100)	9.81(100)	46.7	48.4	32	63	26	5.5	25	16	89	140	55	2.5
40	M60×2	7.8(80)	7.8(80)	60.1	61.8	45	77	38	7	26	19	106	163	70	3
50	M68×2	6.2(63)	7.8(80)	66.1	67.8	51	81	43	9	30	23	125	185	80	4

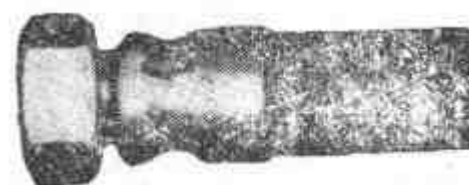
表 2-8-13 II型三瓣式胶管接头主要尺寸



公称通径 D_g, mm	d, mm	胶管工作压力 $\text{MPa}(\text{kgf}/\text{cm}^2)$		胶管外径 D, mm		D_1	D_2	d_1	b	b_1	b_2	L_1	L	重量 kg
		II	III	II	III	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
20	22	12.3(125)	15.7(160)	35.6	37.3	22	50	17	4.5	28	12	80	108	1
25	28	9.81(100)	12.3(125)	38.6	40.3	25	54	20	5	30	14	82	112	1.1
32	34	9.81(100)	9.81(100)	46.7	48.4	32	63	26	5.5	33	16	89	121	2
40	42	7.8(80)	9.81(100)	52.7	54.5	38	70	32	7	35	19	106	141	2.5



(a)



(b)

图 2-8-21 带软金属环的高压胶管接头

(a) 扣压式; (b) 装配式

图2-8-21(b)是带有软金属环的装配式高压胶管接头。铜(铝)环带有锥度,装在胶管内孔的端部,直接与胶管的钢丝编织层接触,将钢丝编织层夹紧在铜(铝)环和外套之间,从而提高了胶管接头的抗拔脱强度(此种接头是先将胶管的内外胶层在装配前剥去一段,剥胶后的胶管端部形状见图2-8-22)。

这种带软金属环的高压胶管接头,对提高胶管和接头的抗拔脱强度及密封性能是有好处的,但都需剥除胶管端部的内外胶层,给接头的装配过程带来很多麻烦。

4. 不需剥去外胶层的装配式高压胶管接头

图2-8-23是一种不需剥去外胶层而直接进行装配的装配式高压胶管接头。它与普通装配式接头的主要区别在于外套内表面的螺纹形状不同,它采用大螺距左旋三角形螺纹,且高而尖,螺纹之间的沟槽为梯形。当把胶管沿左旋方向装入外套时,锋利的螺纹将外胶成螺旋状

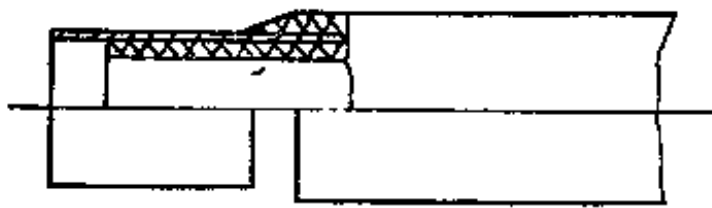


图 2-8-22 剥胶后的胶管端部形状

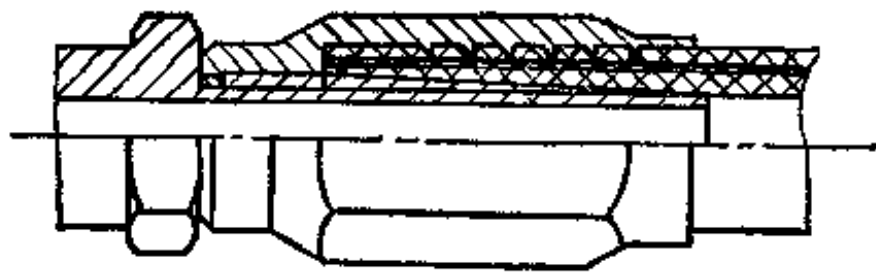


图 2-8-23 不需剥去外胶层的装配式高压胶管接头

切开，直接与钢丝编织（缠绕）层接触。在装入带有锥度的芯管后，胶管内径扩张，使管壁受到压缩，外胶层被挤入螺纹沟槽内，钢丝层与螺纹直接啮合在一起，使胶管接头具有较大的抗拔脱强度和良好的密封性能。

5. 局部分段扣压的扣压式高压胶管接头

局部分段扣压的扣压式高压胶管接头种类比较多，这里只简要介绍较常见的几种。图 2-8-24(a) 是外套的外表面带有矩形沟槽，而每沟槽之间突出部位对应的内表面，有三角形或梯形环状凸筋的分段扣压的扣压式接头。该接头装配是采用沿外套全长一次扣压的方法。扣压时，外套的突出部位与扣压模具接触被压缩，使内表面的环状凸筋与胶管的骨架层压紧，此时外套表面的沟槽部分不与扣压模具接触，而其它部位被压缩，沟槽部分受接头内部胶管管壁被压缩时而产生的反作用力的作用，向外凸起成圆弧形，而使胶管和接头之间积蓄较大的密封应力，因此密封性能好，使用寿命也比较长。

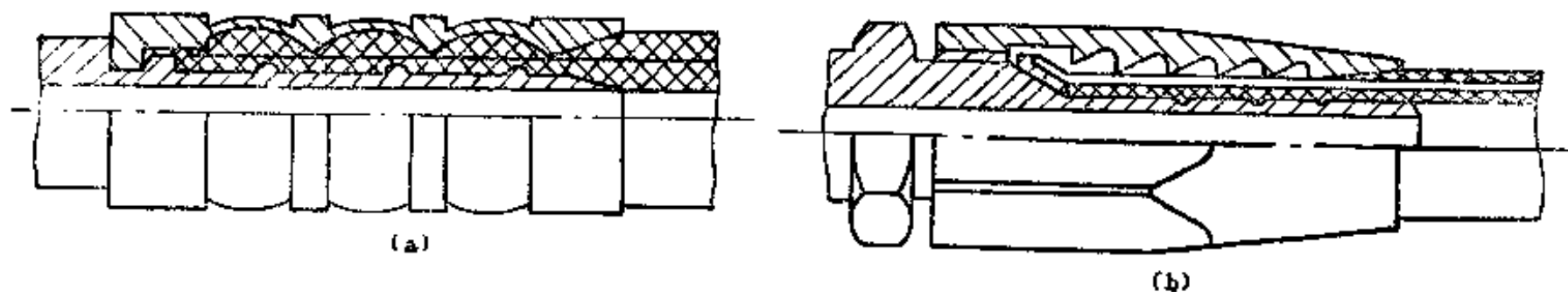


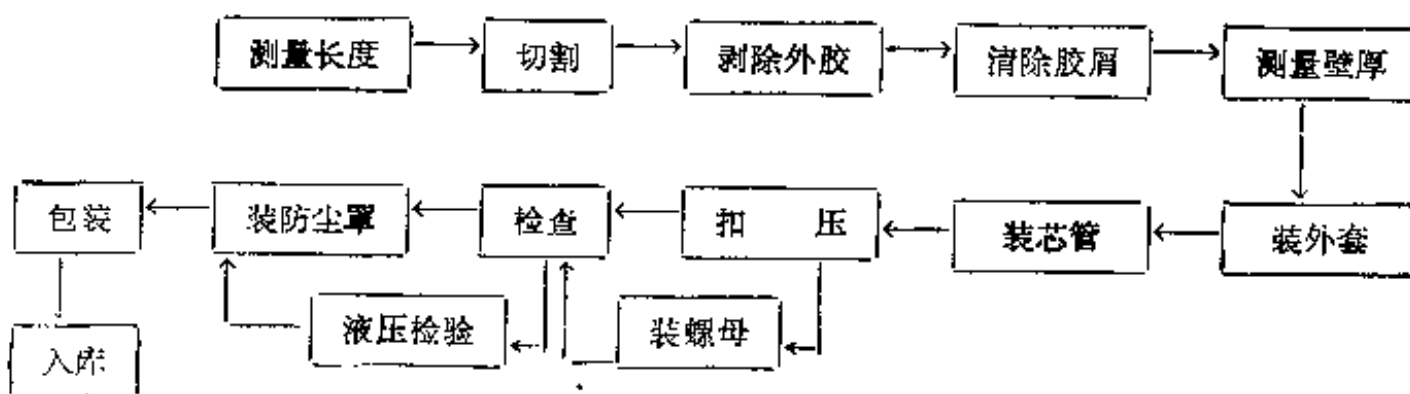
图 2-8-24 局部分段扣压的高压胶管接头

图 2-8-24(b) 是在装配后局部进行滚压或扣压而成的接头。其特点与上述的接头基本相同。

第六节 高压胶管接头的装配工艺及主要设备

一、扣压式接头的装配工艺与主要设备

(一) 装配工艺流程



(二) 胶管下料长度的确定与切割

根据胶管总成的长度确定胶管的下料长度, 通常按式 (2-8-1) 计算。

$$L_0 = L - 2l \quad (2-8-1)$$

式中 L_0 ——胶管下料长度, mm;

L ——胶管总成长度, mm;

l ——胶管接头连接部分的长度, mm。

胶管总成长度的表示方法因接头的连接形式不同而有所区别, 应根据实际要求加以确定, 图2-8-25是常见的几种表示方法。

在计算下料长度时, 胶管接头连接部分的长度需根据连接形式的不同分别确定。连接部分的长度, 应从接头端部胶管总成长度标注处算起, 至芯管插入胶管后的外露部分的边缘。至于接头扣压时胶管和接头的延伸部分可忽略不计。下料长度确定后, 在胶管表面划出长度标记, 然后沿标记位置进行切割。

胶管装配接头的切割在专用的胶管切割机上进行, 也可使用转速不小于3000r/min的普通无齿锯或砂轮片切割机。目前专用的胶管切割机已普遍应用, 图2-8-26~2-8-28是几种不同形式的胶管切割机。图2-8-26是一种轻便型的胶管切割机, 电动机电压为220V, 转速为4500r/min, 功率为1.1kW, 刀片直径为200mm, 外形尺寸为330×470×530mm, 重量为9.3kg。图2-8-27是一种简易的胶管切割机, 电动机电压单项为220/250V, 三项为380/440V, 功率为1.471kW (2马力), 刀片直径为203mm, 外形尺寸为610×432×711mm, 重量

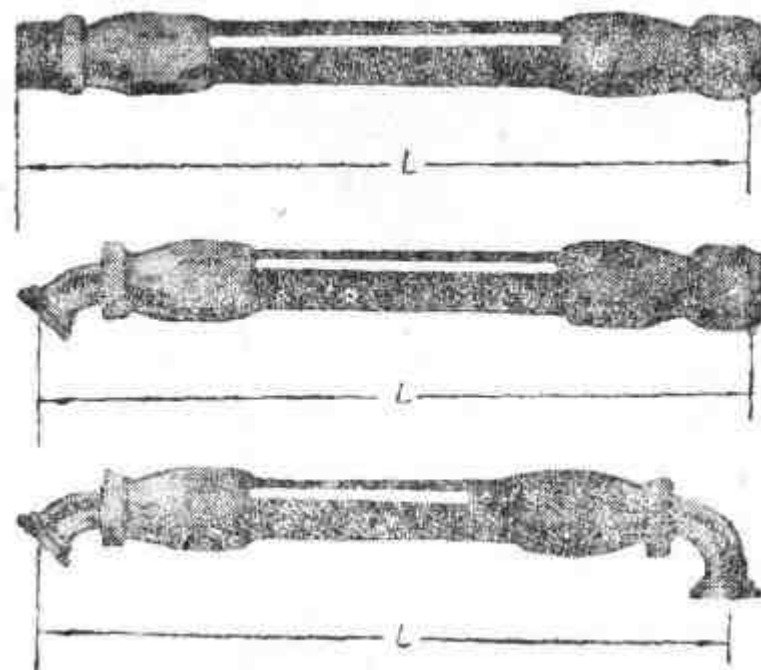


图 2-8-25 胶管总成长度的表示方法

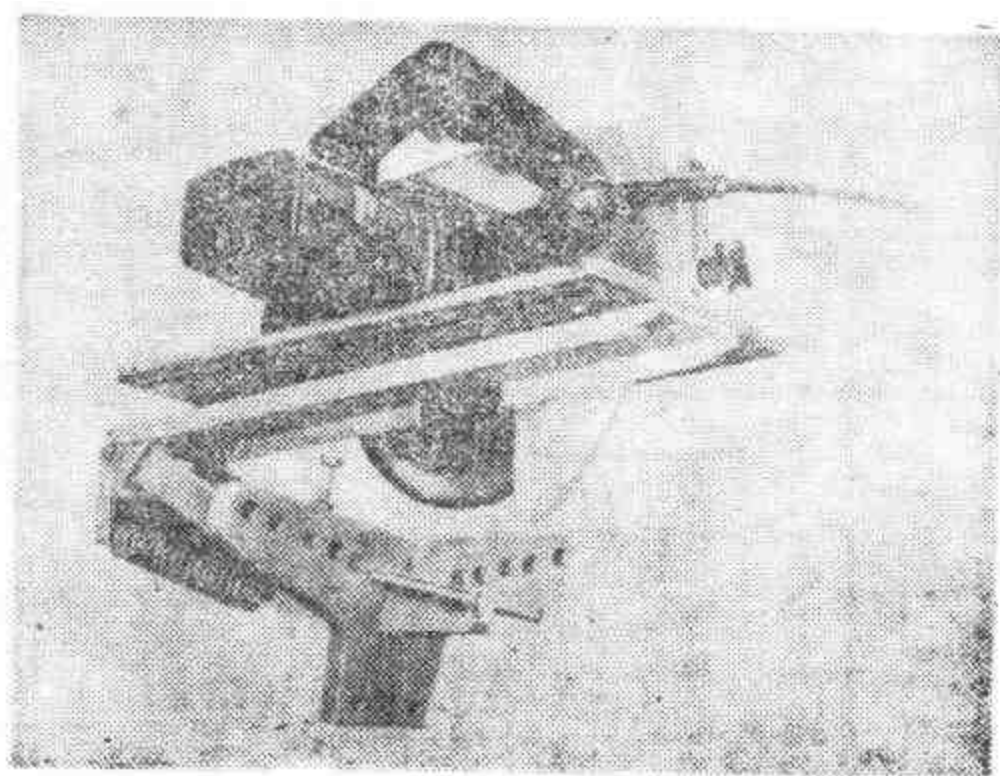


图 2-8-26 胶管切割机

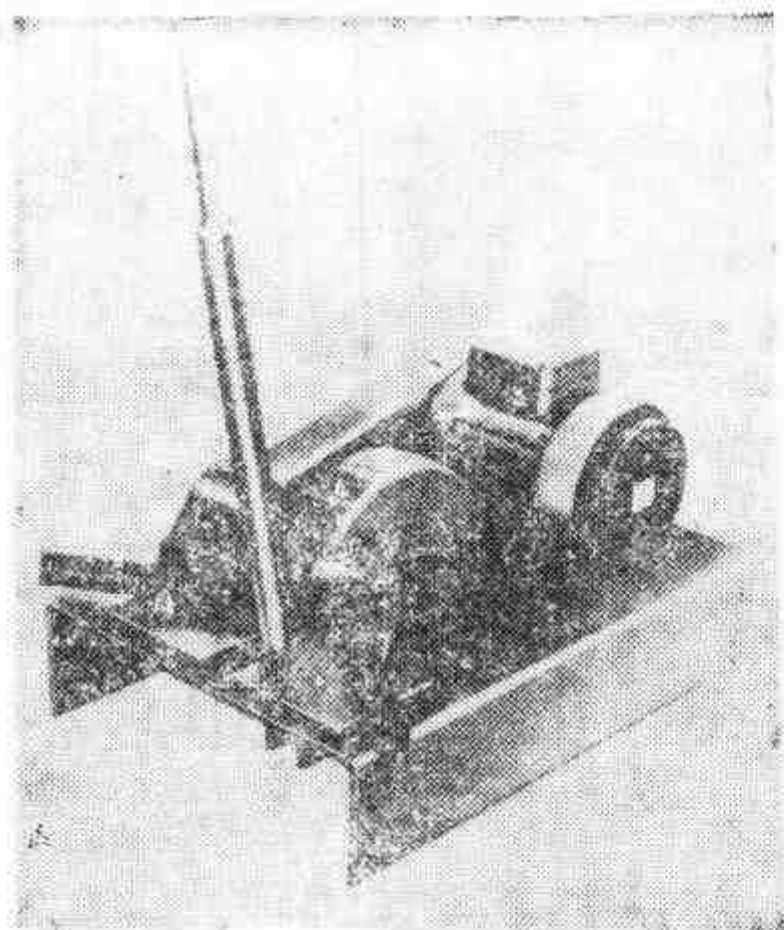


图 2-8-27 胶管切割机

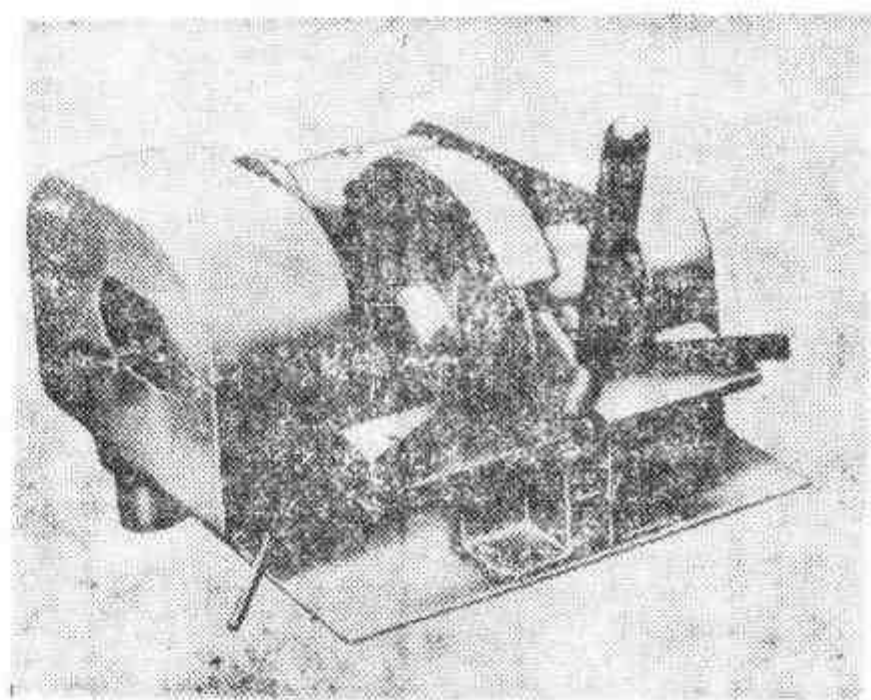


图 2-8-28 胶管切割机

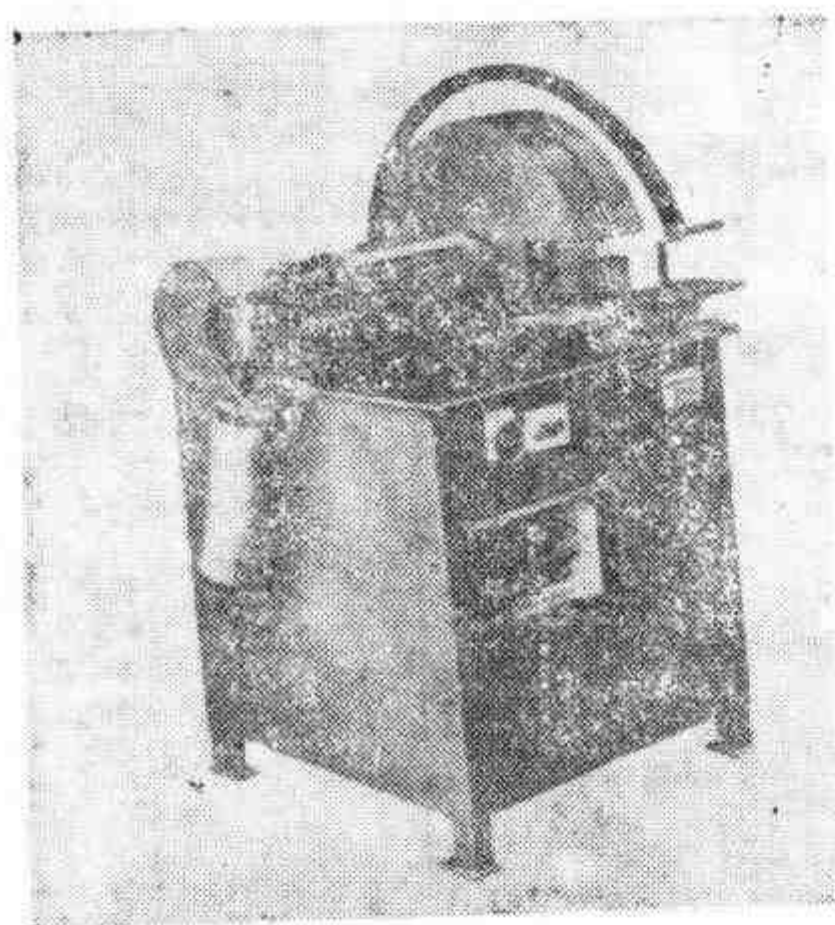


图 2-8-29 胶管切割磨胶综合机组



图 2-8-30 胶管磨胶机

为56.5kg,可切割的胶管规格为4~38mm。图2-8-28是一种较大型的胶管切割机,电动机电压单项为220/250V,三项为380/400V,功率为2.207kW(3马力),刀片直径为305mm,外型尺寸为699×508×533mm,重量为127kg,可切割的胶管规格为4~51mm。图2-8-29是一种既可切割胶管又可磨去胶管外胶层的综合性机组。该机组左侧专门用来切割胶管,右侧则用来磨外胶层,并备有各种规格的芯棒,供磨外胶时选择。为了减少胶管切割和磨胶时烟

尘的危害,机组内,还装有通风除尘装置。该机组的主要技术特征如下:电动机电压为380V,转速为3000r/min,功率为6kW,外形尺寸为820×1020×1250mm,重量为300kg。

在进行胶管切割时,必须注意使胶管切口的端面与胶管轴线相垂直,否则将影响接头的装配和密封效果。

(三) 剥除外胶层

胶管两端装入外套部分的外胶层应该剥除,剥除外胶层的方法常用的有两种,一是磨削,二是车削。

1. 磨削

采用磨削的方法剥除外胶层,是在专用的胶管磨胶机上进行的(图2-8-30)。该机的作部分由两个磨轮组成,一个是磨橡胶专用的大气孔砂轮,用于外胶层进行粗磨,一般只磨去外胶层厚度的 $1/3 \sim 1/2$,另一个磨轮是橡胶钢丝轮(刷),用于磨去粗磨后剩余部分的外胶层。用这种橡胶钢丝轮(刷)磨削外胶层,不仅磨得干净而且不易损伤胶管的钢丝层。为了适应不同规格胶管磨削外胶层的需要,并便于控制磨胶长度和边缘部分的几何形状,在砂轮和橡胶钢丝轮(刷)前面都装有可调整和供选择的芯棒,能适当调整芯棒与砂轮和钢丝轮(刷)的距离,即可按接头装配的要求,将外胶层磨去,并达到图2-8-31所示的形状和尺寸。磨去外胶层的总长度 L 应等于或略小于胶管插入外套内的长度,斜坡的长度 l 应接近于外套端部内孔锥面的长度,斜坡与胶管轴线的夹角一般以 $25 \sim 30^\circ$ 为宜。为控制这一角度,可将砂轮和橡胶钢丝轮(刷)的外侧边缘修成相应的形状。在磨胶过程中,先将胶管插在芯棒上,再手持胶管,沿与砂轮和钢丝轮相同的旋转方向转动,即可将外胶层磨去。磨胶时产生的烟尘通过排烟除尘装置予以排除。

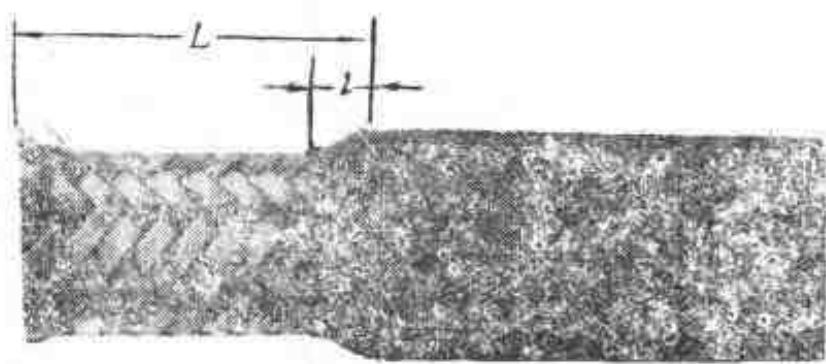


图 2-8-31 磨去外胶层的胶管端部形状

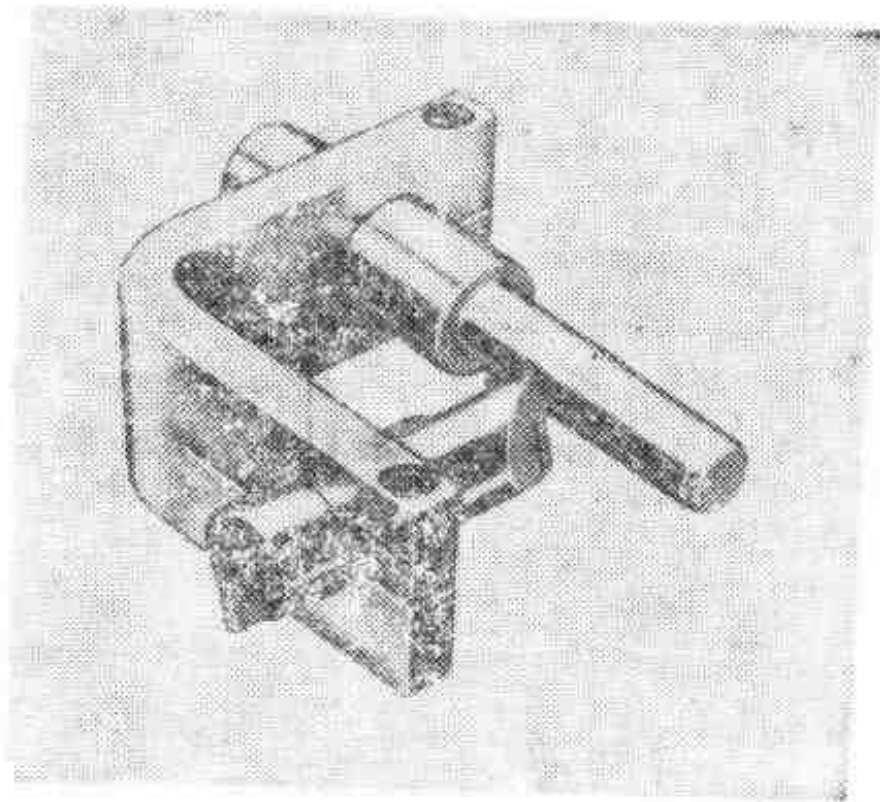


图 2-8-32 外胶剥离工具

2. 车削

采用车削的方法剥除外胶层是在带有专用工具的车床上进行的。操作时刀具旋转,胶管只做轴向移动。图2-8-32是剥除外胶层的专用工具,由钢制的支架、芯棒和特种硬质钢刮刀及夹具组成。更换不同规格的工具可适用于4~32mm各种规格的胶管。这种工具在工作时,以芯棒中心线为轴进行旋转,将胶管套在芯棒上并沿轴向推进胶管,外胶层就可被预先调整好的刮刀剥离。该法由于胶管不必转动,很适于大长度胶管外胶层的剥除,并可减轻操作人员的劳动强度。

(四) 清除胶管内的胶屑或其它杂质

在切割和磨外胶的过程中，将有大量的胶屑进入胶管内腔，胶管在运输和贮存过程中，也可能进入其它杂质，因此，在接头装配前必须对胶管内腔进行清除。最简易的办法是将体积大于胶管内径的泡沫塑料块从胶管的一端塞进，用压缩空气将其从另一端吹出，就可将胶管内的胶屑等杂质清除。

（五）接头的装配

首先装外套，将胶管端部磨去外胶层的一段装入外套内。装入的深度要严格控制，应在外套的最里端留出芯管与外套配合的凸台宽度。外套装完后，在外套端部的外胶表面划上标记，以防止装配芯管或扣压时胶管退出而不易被发现。

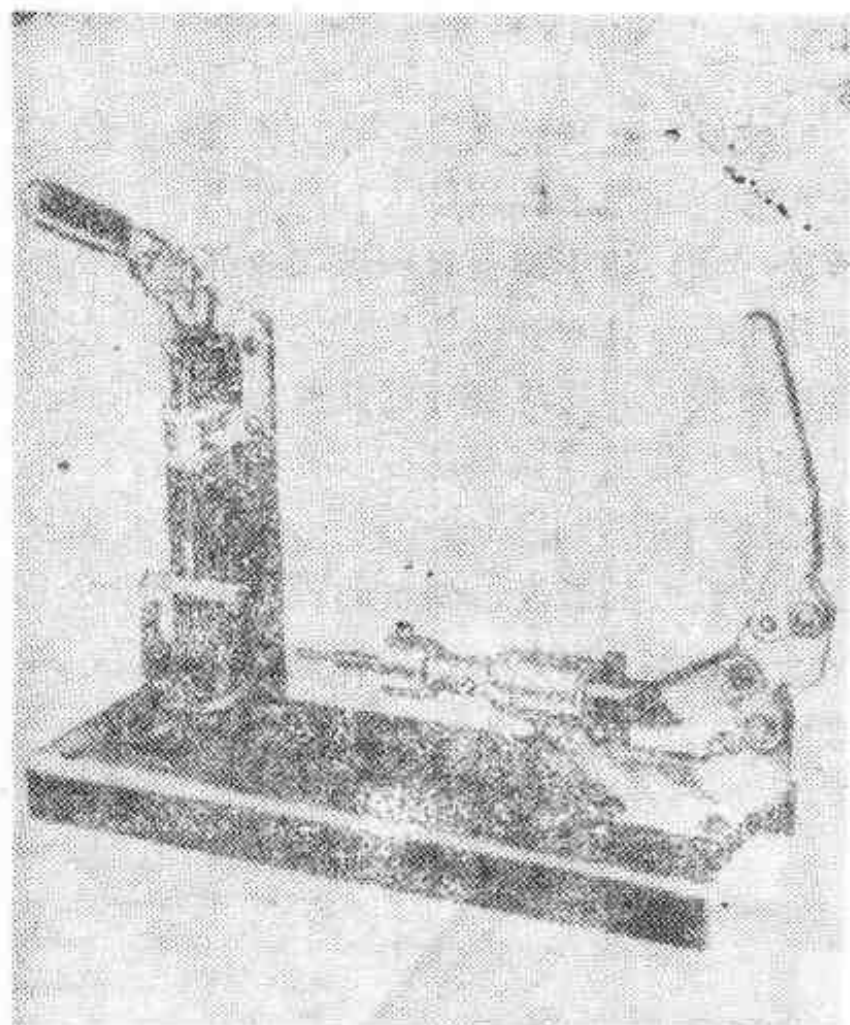


图 2-8-33 接头装配工具

装完外套后即可装配芯管。如果接头的连接形式是采用套入式螺母，应先将螺母与芯管组合后再进行装配。装配芯管时，为便于芯管的插入段顺利进入胶管内，并有利于扣压时内胶层的流动，应在芯管表面涂少量润滑剂。但必须注意，润滑剂用量不应过多，否则在扣压时会使内胶层沿轴线方向流动过大，引起内胶层裂口和鼓包。润滑剂的种类可根据胶管内胶的特性加以选择，但最好使用肥皂水，因它对所有胶管都适用。如果使用油类或脂类润滑剂对胶管是有害的，即使是耐油胶管，长期与油或脂类接触也会减少胶管和接头之间的密封应力。

接头装配的手工操作量较大，为减轻劳动强度，可使用一些专用的装配工具或设备。图 2-8-33 是专门用于接头装配的小型手动工具。图 2-8-34 是另一种形式的手动装配工具，它不

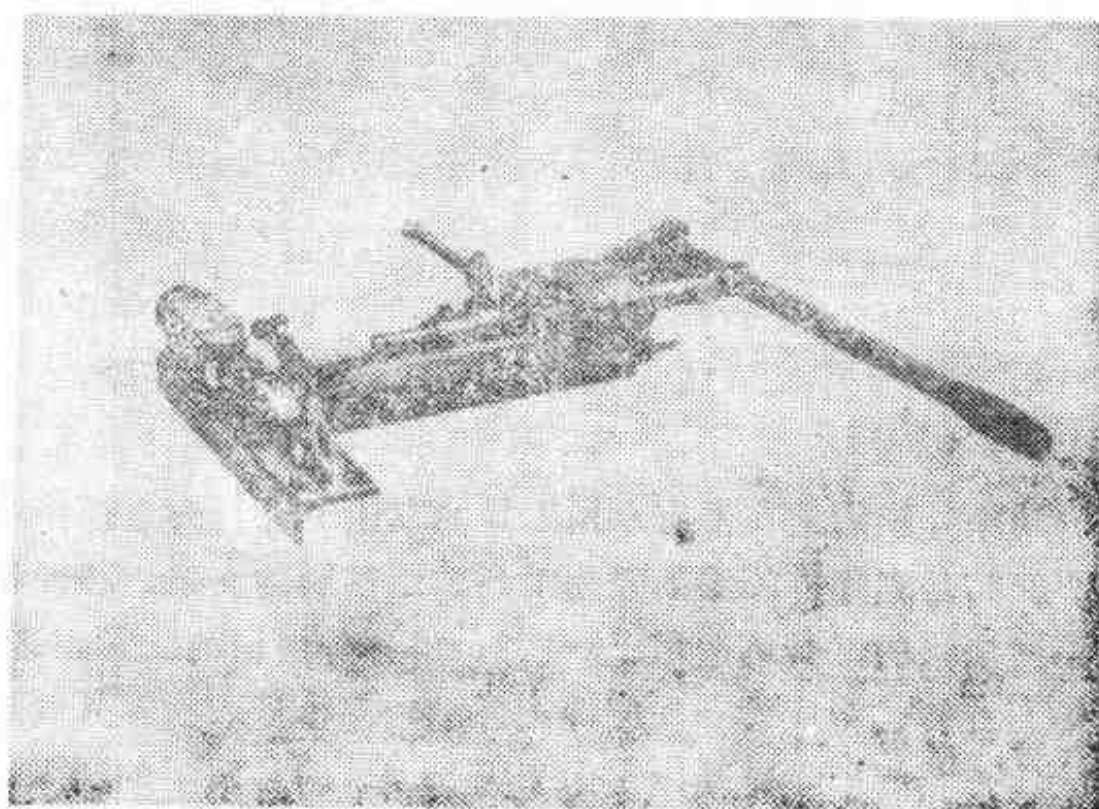


图 2-8-34 接头装配工具

仅可以装配直通接头，也可以装配 45° 和 90° 的弯形接头。图2-8-35是电动的胶管接头装配机，用380V 1.25/2.2kW电机驱动，有20、40、70、140r/min四档转速，手动夹具可以夹持胶管做水平方向移动。它适用于螺纹连接的扣压式接头的装配，也适用于装配式接头的装配。

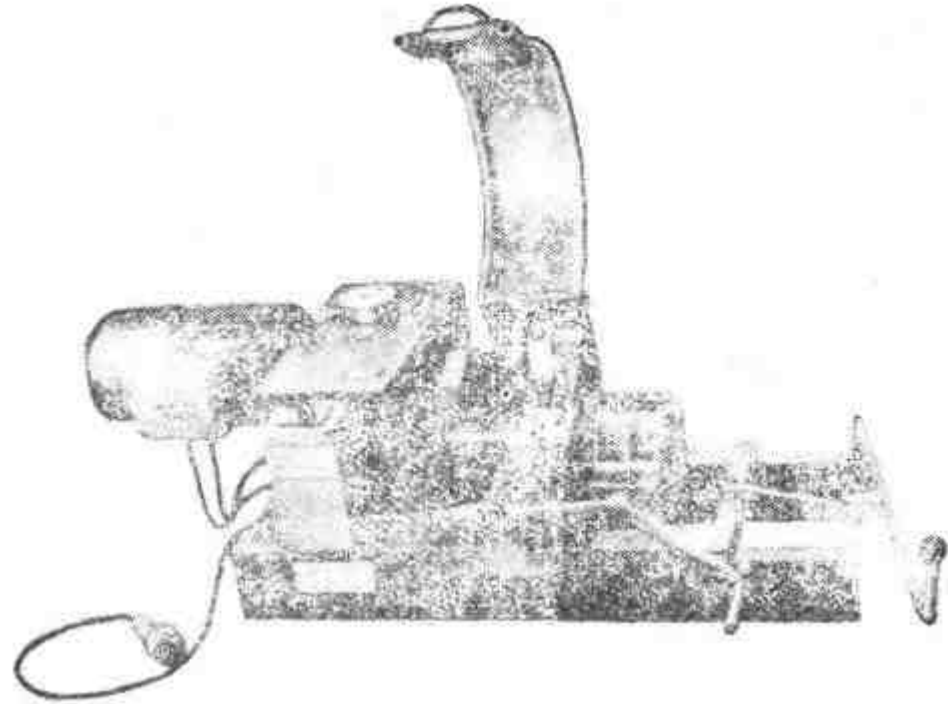


图 2-8-35 接头装配机

(六) 接头的扣压

接头扣压是胶管总成生产的关键工序，是接头装配的重要一环。正确地掌握扣压方法，严格地控制扣压尺寸是十分必要的。

接头的扣压方向有径向扣压和轴向扣压两种，前者应用比较普遍，后者受接头结构的限制应用较少。

1. 径向扣压

径向扣压是通过扣压模具内腔尺寸的收缩对接头外套施加垂直于胶管轴线方向的挤压力，使外套直径缩小，并与芯管配合夹紧胶管。扣压模具一般由6~8个模块组成，每套模具具有一定的扣压尺寸范围，可根据胶管和接头的规格加以选择。

扣压机的作用就是使扣压模具的每个模块能够均衡、同步地沿向心力方向移动，达到挤压接头外套的目的，并且当解除施加于模具的外力后，每个模块能够迅速退回至原位，便于

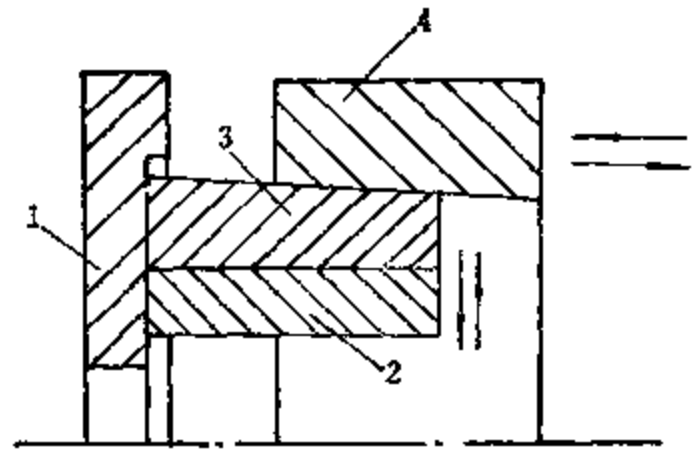


图 2-8-36 接头扣压工作原理
1—导向板；2—模块；3—滑块；4—环形套

取出扣压后的胶管接头。根据胶管接头扣压的这一基本要求，各种形式扣压机的工作原理基本是一样的。如图2-8-36所示，每个模块固定在一个滑块上，6~8个滑块成圆周均匀分布在导向板上，滑块与滑块之间装有横向的压缩弹簧，滑块的外表面成圆锥形，圆锥角一般为 $15^\circ \sim 16^\circ$ ，当内表面为圆锥形（圆锥角与滑块相同）的环形套，在油缸的带动下向前推进时，滑块便在导向板上连同模具沿向心方向移动，使模具内腔尺寸缩小，对接头的外套进行挤压，实现扣压的基本操作。当环形套在油缸的作用下沿相反方向退回时，滑块之间的弹簧使

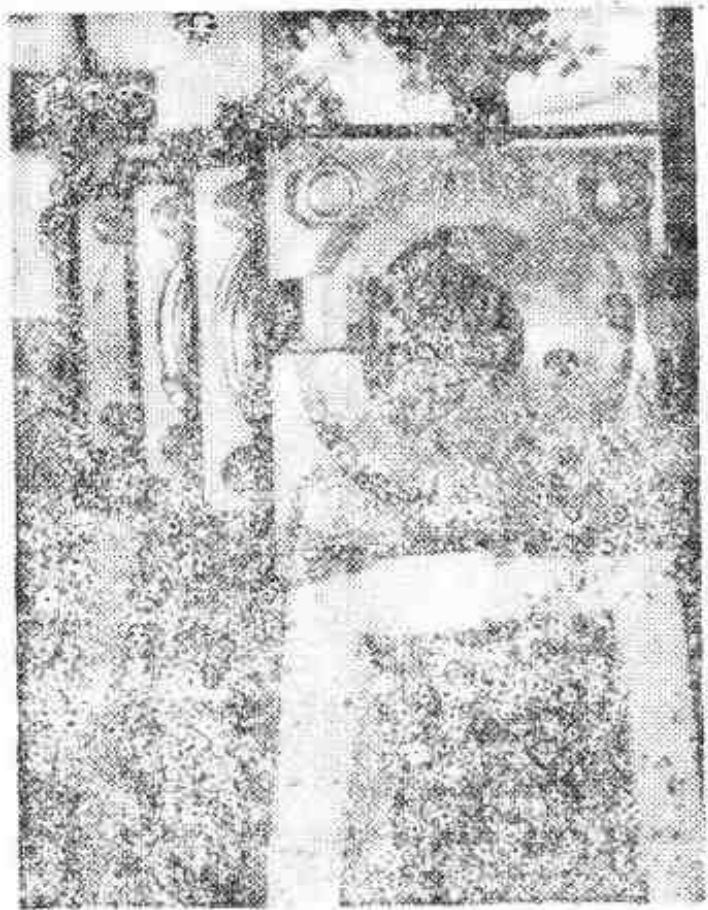


图 2-8-37 模具可开启式扣压机

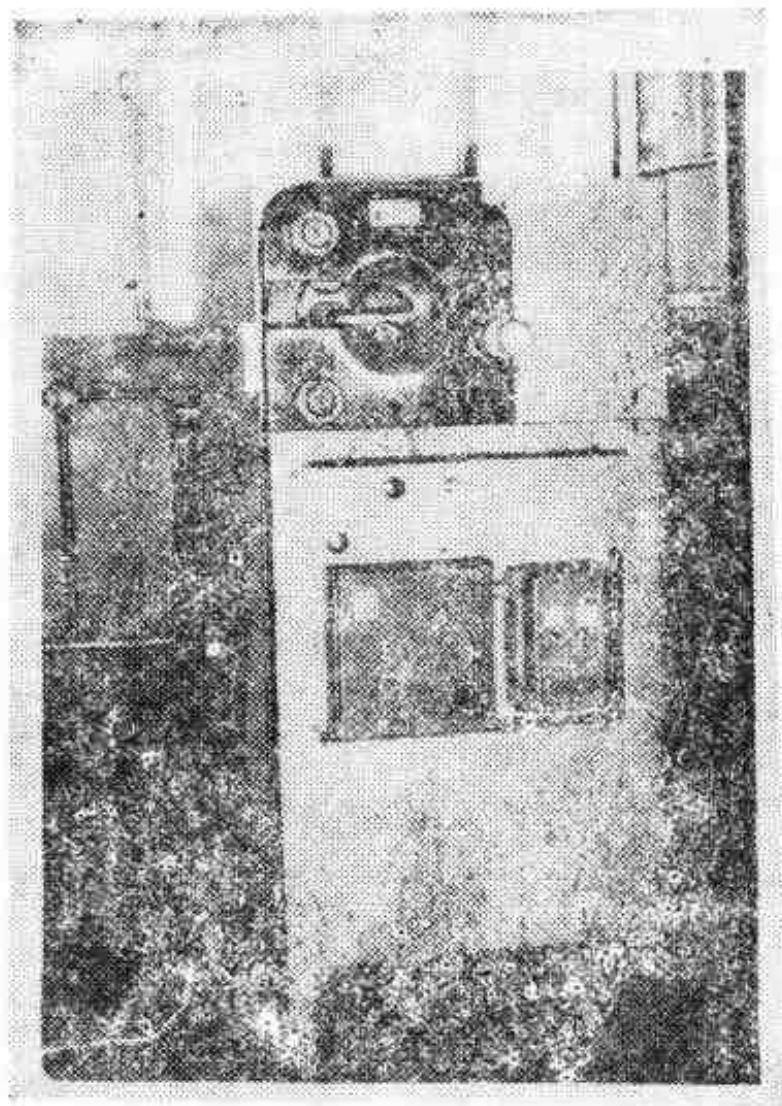


图 2-8-38 MK V型扣压机

滑块复位，模腔尺寸放大，被扣压的胶管接头从扣压机中取出，即完成了对接头的扣压。

用于径向压缩的胶管接头扣压机类型较多，图2-8-37~图2-8-40是常用的几种。图2-8-

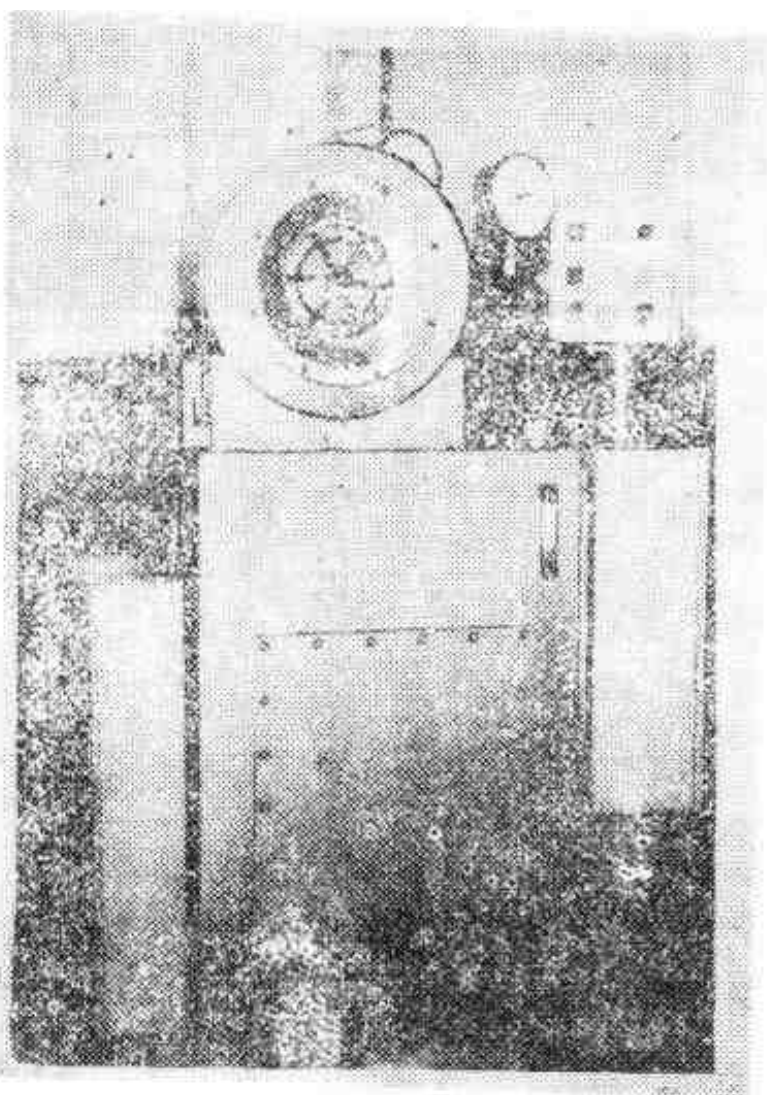


图 2-8-39 MK VI扣压机

37是构造比较简单的开启式胶管接头扣压机。八个模块分成上下两半，下面的一半固定，上面的一半与气动活塞杆连接可以开启和合拢，便于一般规格弯形接头的扣压。扣压机的动力由单独的油泵和液压控制系统提供。更换不同规格的模具，可以适用于6~51mm各种规格钢丝编织胶管和钢丝缠绕胶管接头的扣压。接头的扣压直径可通过调整螺母控制油缸活塞行程的方法任意调节。扣压尺寸精度可控制在 $\pm 10\text{mm}$ 的范围内。

图2-8-38是MK V型扣压机，构造和工作原理与图2-8-37基本相同。八块模块分成上下两半，上半靠气动开合，适用于各种规格胶管和不同类型接头的扣压。设备本身带有液压和气动控制系统，全部扣压过程可以自动循环。

图2-8-39是MK VI扣压机，结构较为特殊，它由一个圆形的扣压头和一个完整的液压系统组成。用一个内锥形液压缸使带有六个模块的管状外锥体合拢和开启，对接头进行扣压。

由于扣压头前后都是敞开的，可以扣压各种形式的接头，甚至大长度的弯形接头。但由于六块模具不能分成两半上下开启，扣压特殊形式接头时，得先卸下1~2个模块，接头插入模腔后再将模块装上，尽管有些麻烦，还是可用的。

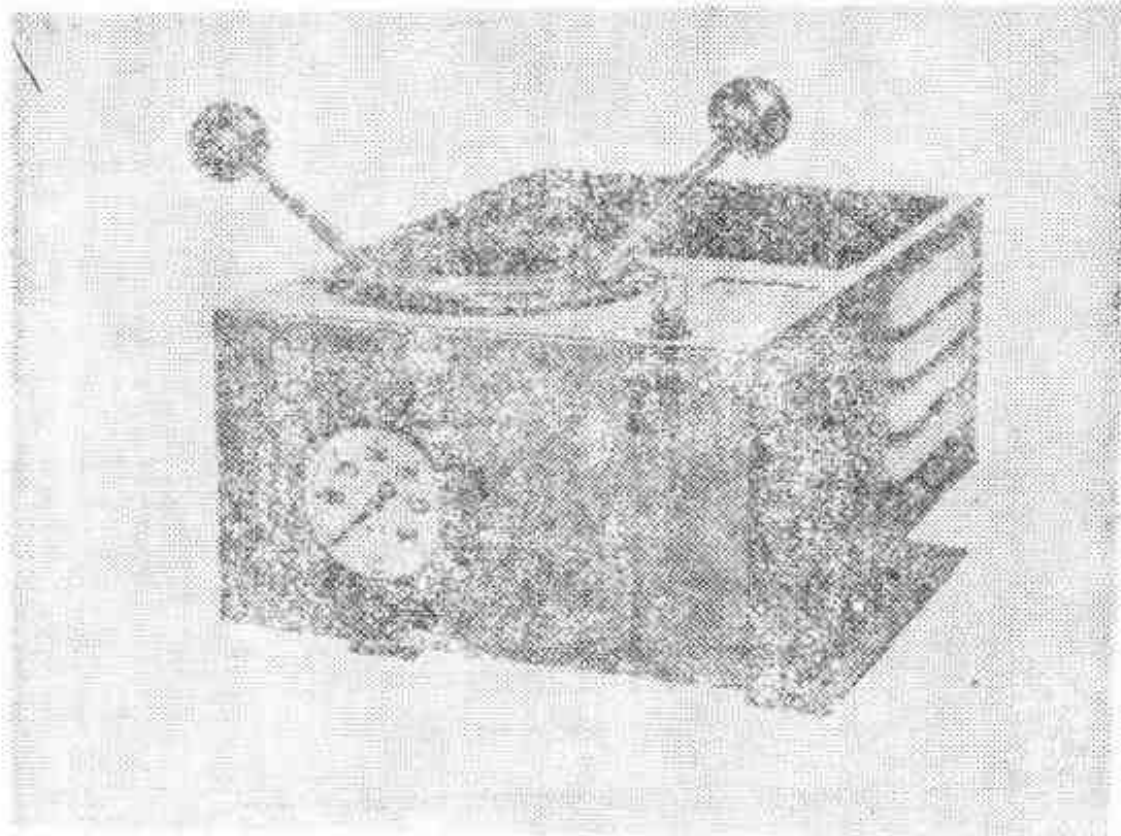


图 2-8-40 SQM75型扣压机

图2-8-40是SQM75型扣压机，为轻便型，重量只有85kg，外形尺寸（长×宽×高）只有660×240×310mm，便于在维修现场使用。它的结构特点是八个模块垂直方向安装在一个可上下调整的模套内，模套内有圆锥角为 16° 的导程可使模块上下自由滑动，模套用梯形螺纹与油缸的缸体连接，活塞在模块的下部与机座固定，单作用的油缸进油时，缸体连同模套向下运动，则活塞相对推动模块向上滑动，模块内腔尺寸缩小，即可对接头进行扣压，泄压后油缸升起复位，模块靠自重落下，模块内腔尺寸恢复到最大，扣压后的胶管和接头即可取出。该机扣压模具内腔尺寸收缩范围较大，最大可达6mm，模块的最大长度可达90mm，动力由一个0.8kW的电动机驱动一个小型高压油泵组提供，油缸的总压力为785kN，适合各种规格胶管接头的扣压。

以上介绍的各种形式的扣压设备，都是属于径向压缩的，适用于各种形式接头的扣压，使用方便，生产效率高，扣压量的调整和控制也很方便，因此，在胶管总成的生产中应用比较普遍。

2. 轴向扣压

接头扣压的另一种形式是轴向扣压。所谓轴向扣压，是指被扣压的接头在轴向力的推动下进入扣压模具内腔，使接头外套在模具的限制下外径收缩夹紧胶管。实际上，对胶管和接头外套仍是径向压缩。这种扣压方法只适用于外套和芯管在扣压前就已经牢固连接在一起的。譬如外套和芯管是用螺纹连在一起的，或外套在装配前已和芯管扣压在一起的，或外套与芯管是焊接成为一个整体的。因此，这种轴向扣压方法的应用有一定局限性。

轴向扣压设备比较简单，关键在于一套扣压模具。模具由内模和外模两部分组成（图2-8-41）。内模由对开的两瓣组成，合拢后装入外模内，形成一个没有间隙的模腔。模腔上部为导向段，便于扣压时外套顺利进入模腔。模腔的中间部位是扣压段，其内径即为扣压尺寸，该段的长度一般为20mm。模腔下段的内径可适当放大。一套内模只能扣压一个尺寸，不能任意调整，若调整扣压尺寸，必须更换不同尺寸的内模。扣压的动力，可用液压机或其它手

动、机械工具。图2-8-42是一种小型手动径向扣压工具，体积小，重量轻，可随时携带在维修现场使用。

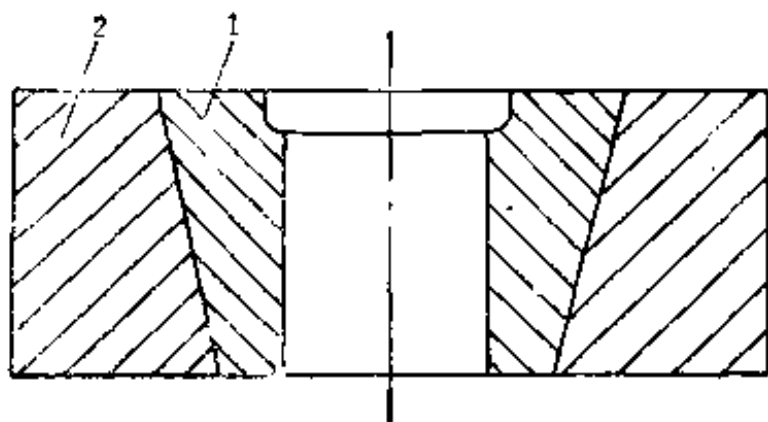


图 2-8-41 轴向扣压模具基本结构
1—内模；2—外模

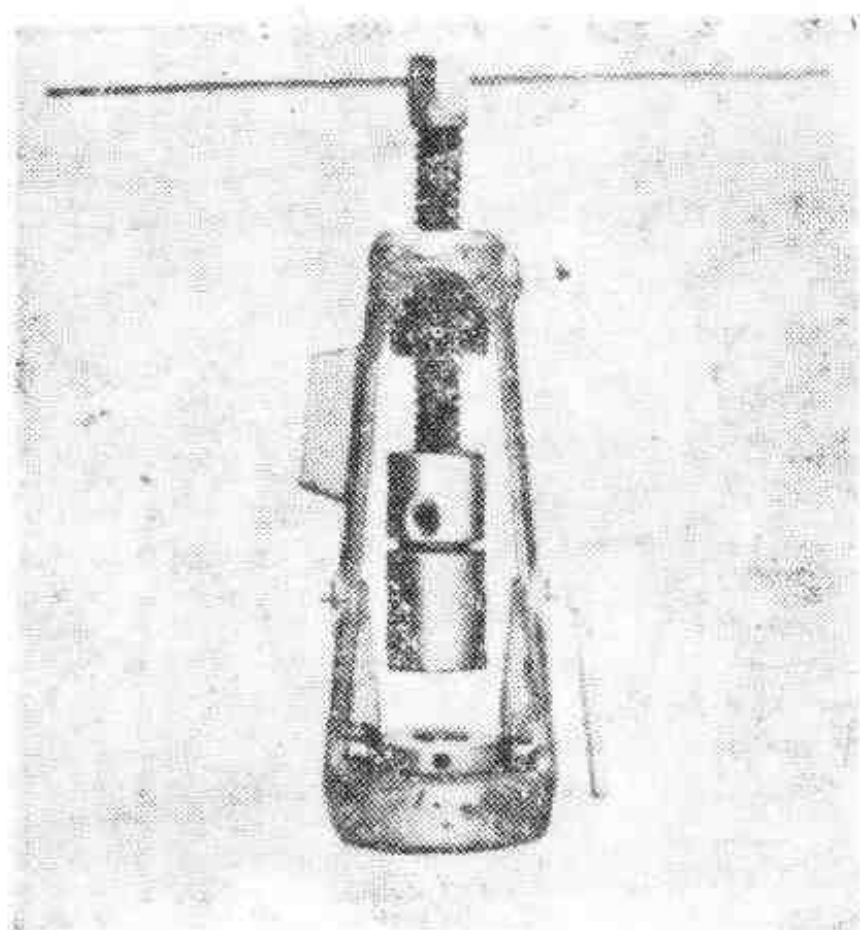


图 2-8-42 小型手动轴向扣压工具

（七）扣压量的控制与计算

胶管接头的扣压量常以外套和芯管之间胶管壁厚被压缩的百分率表示。扣压量的大小直接影响胶管和接头之间的密封性能、抗拔脱强度和使用寿命。胶管接头的扣压量应根据胶管的结构、内胶层性能、壁厚以及接头结构等多方面因素综合考虑，选择一个最适宜的扣压量。例如，内胶硬度较高（邵尔A型硬度 80 ± 5 度）的钢丝编织胶管，扣压量一般为40~45%；钢丝缠绕胶管因骨架层的钢丝直径较粗，骨架层的厚度和胶管壁厚较大，扣压量应提高到50~55%，内胶硬度很低（邵尔A型40~50度），扣压量应适当降低，如果扣压量降低以后，不能保证接头的密封性能和抗拔脱强度，就必须增加接头密封段的长度，或采用其它特殊结构的接头。

在接头扣压时，橡胶本身是可以略被压缩的，大约在5%左右。这个数值与胶管壁厚的制造公差相比，是可以忽略不计的，因此，在计算扣压量时，把橡胶视为不可压缩的部分。通常可用式（2-8-2）计算胶管接头的扣压量：

$$\varepsilon = \frac{d_0 - d_1 - D_x + D_0 - D_1 + D_2}{d_0 - d_1 - \delta} \times 100\% \quad (2-8-2)$$

式中 ε ——胶管壁厚压缩百分率，%；

d_0 ——胶管骨架层外径，mm；

d_1 ——胶管内径，mm；

D_x ——外套扣压后的外径，mm；

D_0 ——外套扣压前的外径，mm；

D_1 ——外套扣压前的内径，mm；

D_2 ——芯管的外径，mm；

δ ——胶管骨架层厚度（包括钢丝交叉、重叠的实际厚度），

$$\delta = \text{钢丝直径} \times \text{管壁内钢丝实际层数} \times 2, \text{ mm}.$$

式（2-8-2）中外套扣压后的外径 D_x 是接头扣压时应实际控制的尺寸，用以保证胶管接头的实际扣压量。在扣压前，除 D_x 外的所有尺寸参数都是已知的和可以实际测得的，压缩率 ε 也是可以根据胶管的结构、材料等特性预先选定或通过试验确定。这样按式（2-8-2）计算出的 D_x 数值，即为扣压时外套应达到的实际外径。在实际应用中，接头外套和芯管的实际尺寸符合图纸规定的尺寸和公差，就可以认定是为同一标准尺寸，即 D_0 、 D_1 、 D_2 均按不变尺寸进行计算，而胶管的壁厚则是个可变的尺寸，应根据 d_0 、 d_1 的实际尺寸进行计算。为便于在生产中的应用，可通过计算列出不同胶管壁厚与扣压后外套外径的对照表，以简化生产过程中的实际运算。在生产过程中，只要测出胶管的壁厚，即可查表得知外套扣压后的外径。

例如，现有一内径10mm的两层0.3mm钢丝编织胶管需要装配扣压式接头，已知外套的外径 $D_0=26\text{mm}$ ， $D_1=19\text{mm}$ ，芯管外径 $D_2=11\text{mm}$ ，胶管的实际内径 $d_1=10.2\text{mm}$ ，骨架层实际外径 $d_0=18.4\text{mm}$ ，确定压缩率 $\varepsilon=40\%$ ，计算外套扣压后的外径 D_x 。

$$\text{已知 } D_0=26\text{mm}, D_1=19\text{mm}, D_2=11\text{mm},$$

$$d_0=18.4\text{mm}, d_1=10.2\text{mm},$$

$$\delta=0.3 \times 4 \times 2=2.4\text{mm}, \varepsilon=40\%$$

代入式（2-8-2）得

$$40\% = \frac{18.4 - 10.2 - D_x + 26 - 19 + 11}{18.4 - 10.2 - 2.4} \times 100\%$$

$$D_x = 26.2 - 2.32$$

$$= 23.88(\text{mm})$$

即外套扣压后的外径应为23.88mm。

上例的胶管壁厚是 $\frac{18.4 - 10.2}{2} = 4.1\text{mm}$ 。如果胶管壁厚为 $\frac{18.1 - 10.1}{2} = 4\text{mm}$ ，则 D_x

$= 23.76\text{mm}$ ，如果胶管壁厚为 $\frac{18 - 10.2}{2} = 3.9\text{mm}$ ，则 $D_x = 23.64\text{mm}$ ，依此即可列出胶管壁厚与外套扣压后外径的对照表。

二、装配式接头的装配

装配式接头装配前的各项准备工作和扣压式接头相同。在此只重点介绍接头的装配过程及有关注意事项。

1. 装配式接头的装配过程

按图2-8-43的顺序，先装外套，根据外套内表面锯齿形螺纹的旋向（一般为左旋），将胶管端部已磨去外胶的部分拧入外套内，然后将涂有少量润滑剂的芯管插入胶管内，当芯管表面的螺纹与外套的螺纹接触时，沿顺时针方向将芯管拧进外套及胶管内，直至芯管与外套的定位面完全接触。

在维修现场或胶管接头数量不多时，可按上述装配顺序用手工装配。大量装配胶管接头可使用专用装配机械设备，以提高生产效率，减轻操作人员的劳动强度。图2-8-44就是常用设备的一种。

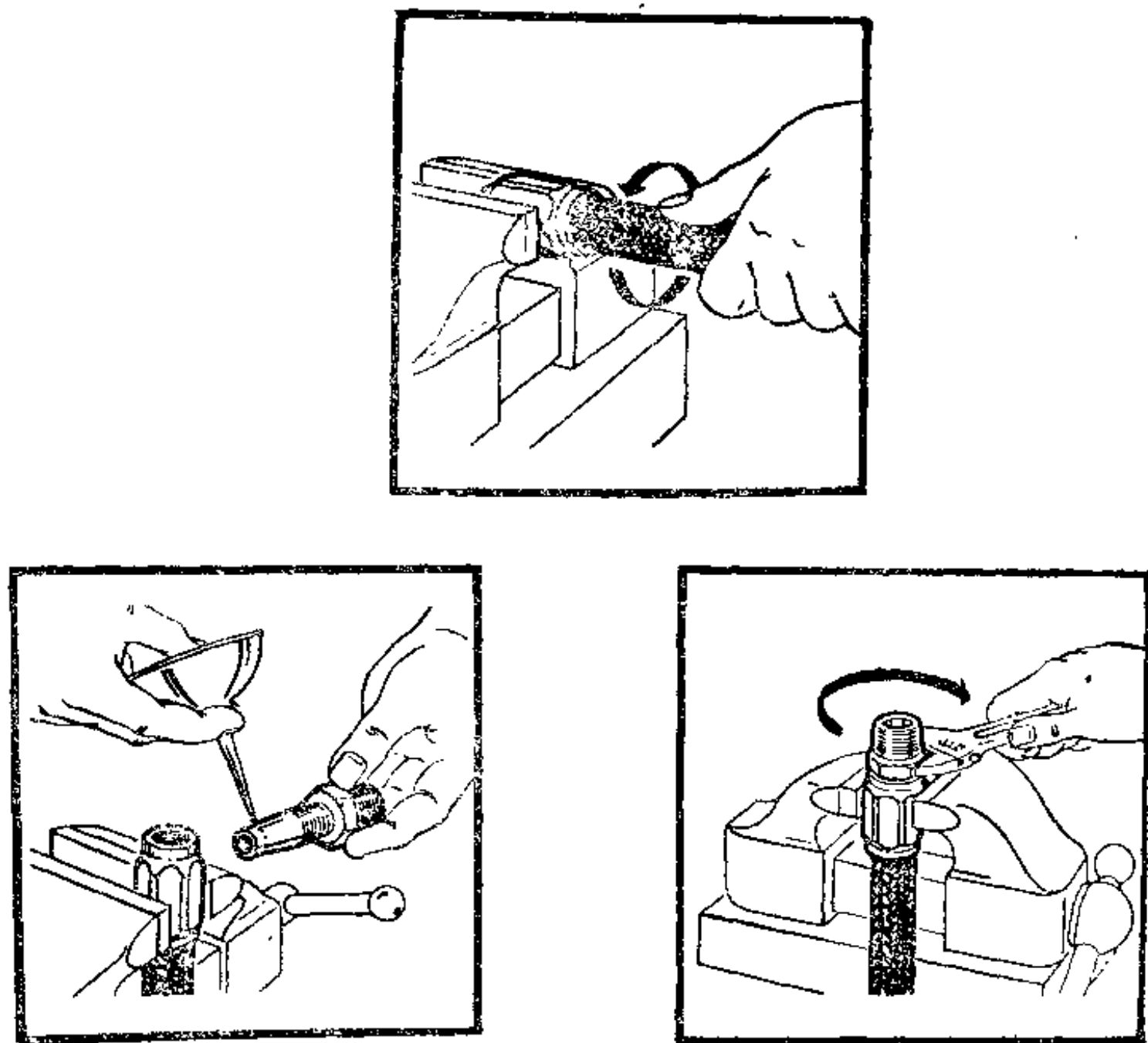


图 2-8-43 装配式接头装配过程

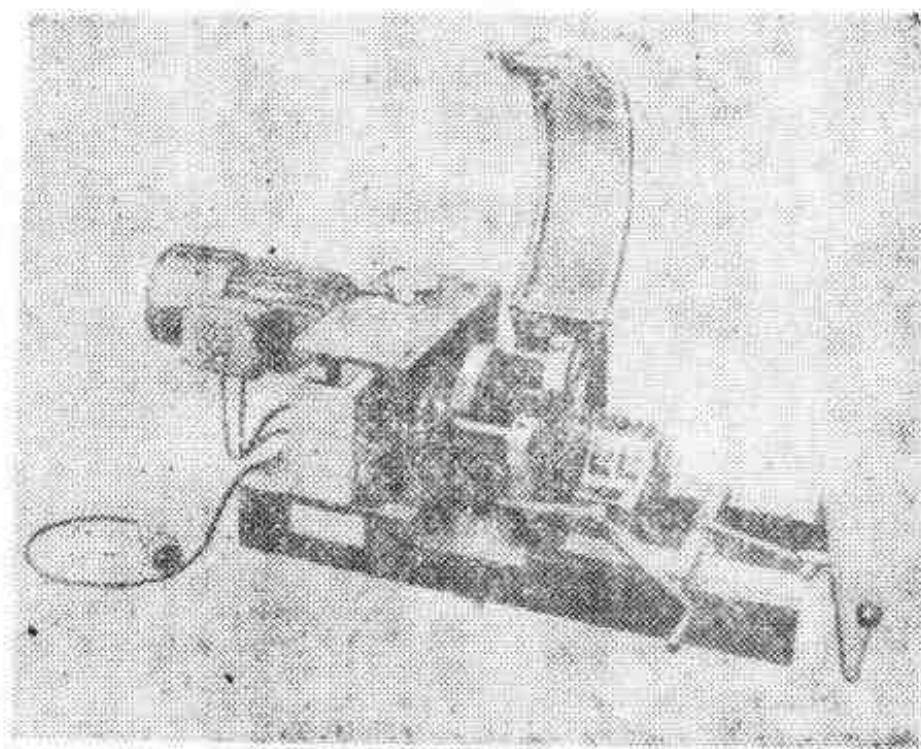


图 2-8-44 接头装配机

装配过程中所受到的推、扭、挤、压等复杂外力的作用。

2. 装配式接头压缩量的控制

装配式接头压缩量的范围与扣压式接头相同。压缩量的大小在胶管壁厚恒定的条件下，完全由接头内部的几何形状和尺寸所决定。如果胶管壁厚有变化，压缩量将随之改变。为了保证胶管总成的性能要求，对用于装配式接头的胶管必须严格控制胶管的规格尺寸（包括内径、外径、骨架层外径和壁厚），使之限制在很小的波动范围内。再有，胶管各结构层间必须有良好的附着力，尤其是内胶层与骨架层之间的良好粘着，这样才能承受接头

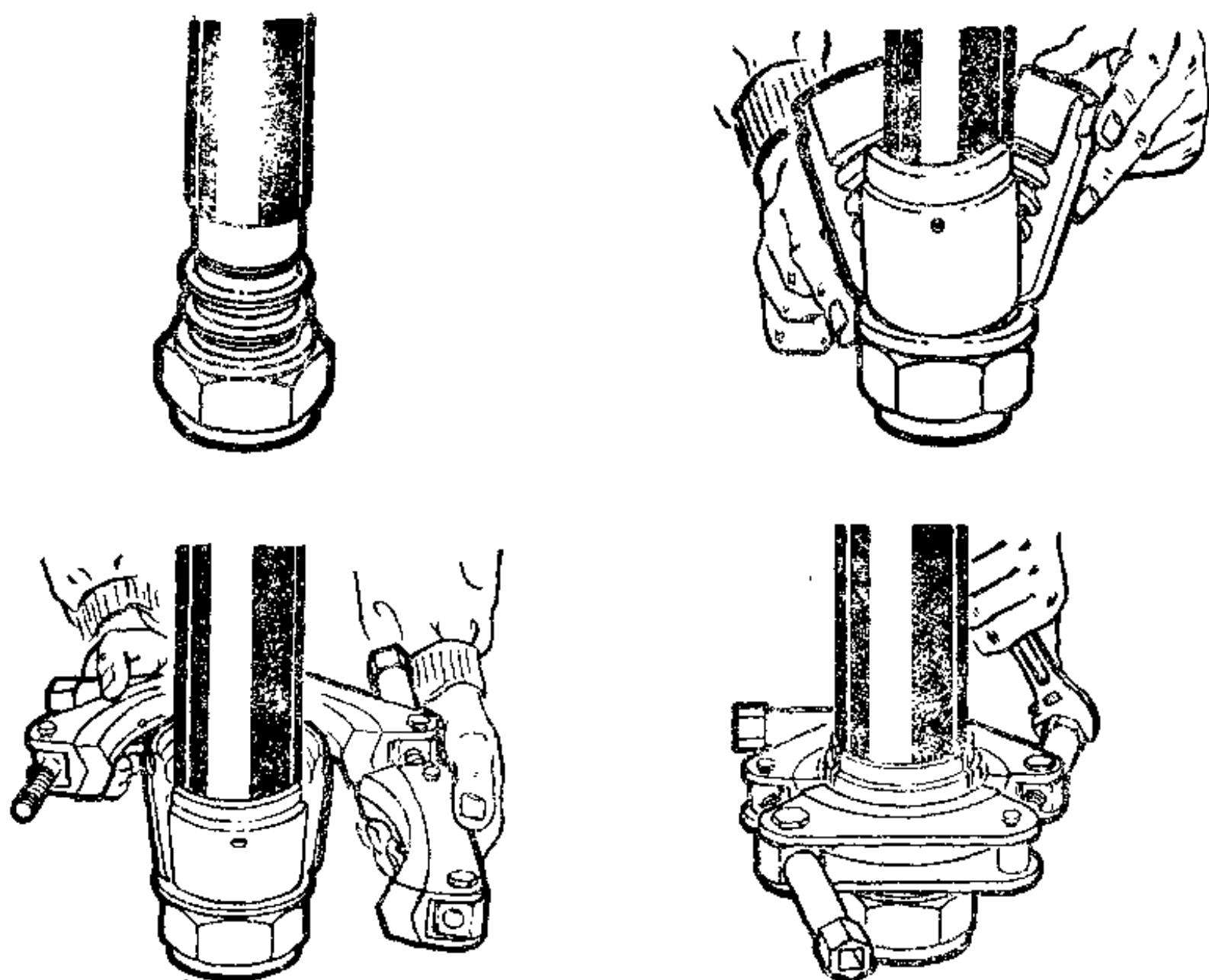


图 2-8-45 三瓣式胶管接头的装配

三、三瓣式接头的装配

三瓣式胶管接头的装配过程比较简单，胶管两端不需磨去外胶层，按要求长度切断后即可进行接头装配。图2-8-45是三瓣式接头的装配过程，首先将芯管插入胶管端部并套上前端金属环，再将三瓣外套的前端分别套入金属环内，然后用图2-8-46的专用卡具将三瓣外套收拢，用后端金属环套在三瓣外套的末端，取下卡具即可。

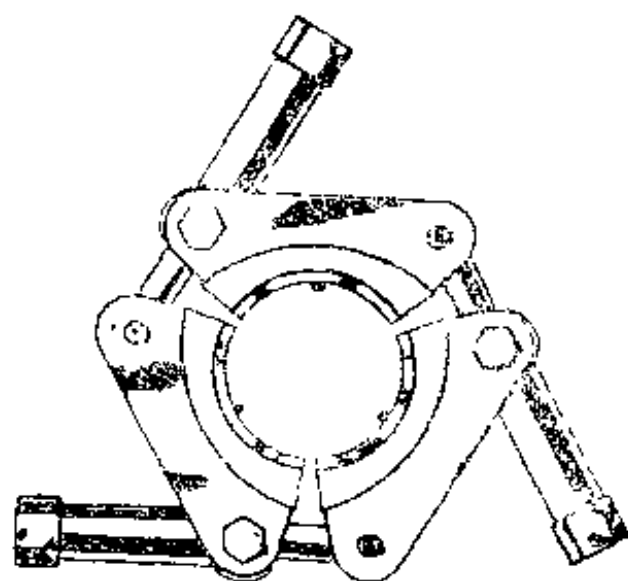


图2-8-46 三瓣式胶管接头装配专用工具

第七节 胶管总成的附加外保护层

胶管总成在使用中，由于安装部位和周围环境的影响，经常会受到摩擦、挤压、冲击、热辐射和过度弯曲等外界因素的影响而早期损坏。为了尽可能地延长胶管总成的使用寿命，可以在胶管总成的外表面附加各种形式的保护层或保护套。

一、螺旋钢丝保护套

胶管总成附加的螺旋钢丝保护套有三种形式。图2-8-47是等距圆柱形螺旋钢丝保护套，

钢丝直径为 $2.5\sim 3.5\text{mm}$ ，螺距为 $5\sim 10\text{mm}$ 。螺旋内径根据胶管外径选定。一般较胶管外径大 $1.5\sim 2.5\text{mm}$ 。螺旋长度根据胶管总成的长度确定，一般可使它的长度等于胶管总成的长度。这种螺旋钢丝保护套套在胶管总成表面，可防止胶管在使用中受到摩擦、挤压和过度弯曲。图2-8-48是不等距不等径螺旋钢丝保护套。内径较大的一端螺旋紧密排列，其内径相当于胶管总成接头外套的外径，可以套在接头上。内径较小的一段是套在胶管上的，其内径大

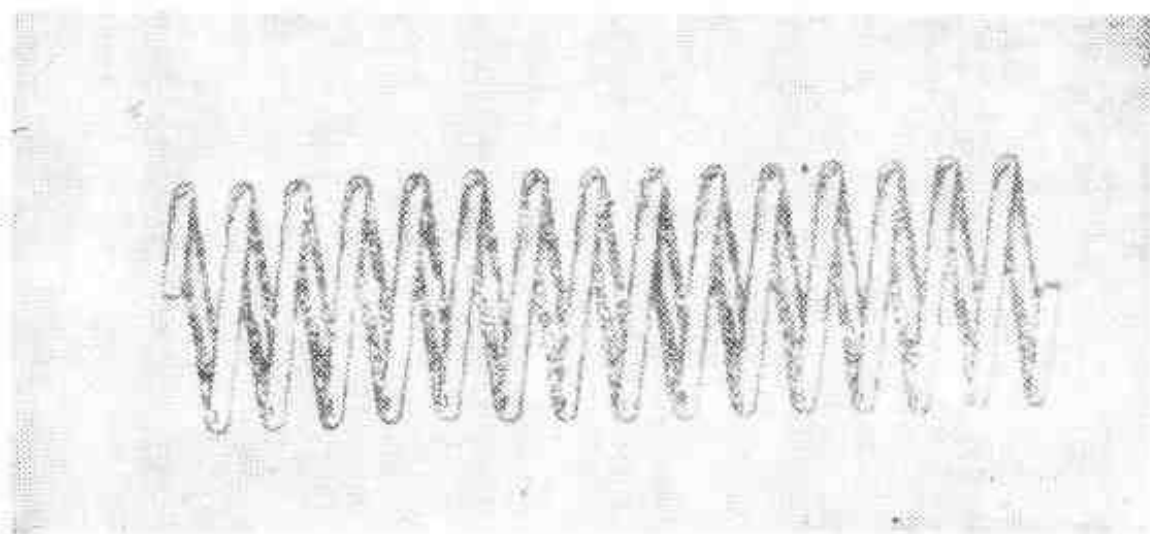


图 2-8-47 等距圆柱形螺旋钢丝保护套

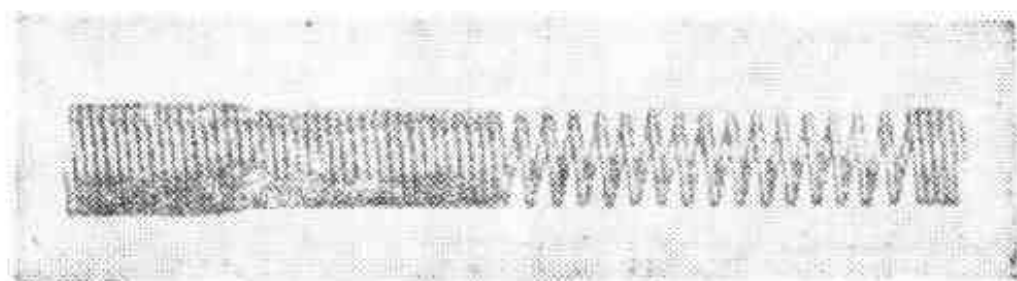


图 2-8-48 不等距不等径螺旋钢丝保护套

于胶管的外径，螺距由紧密排列增大到 $5\sim 10\text{mm}$ ，末端收尾部分紧密排列 $3\sim 5$ 圈。这种螺旋钢丝保护套用于胶管总成的两端，能防止胶管在靠近接头的部分发生过度弯曲。其各段尺寸可根据胶管的规格、允许的最小弯曲半径和接头的长度、外径确定。此外还有两端对称的不等距不等径螺旋钢丝保护套。其结构特点与图2-8-48基本相同，只是两端部有大直径紧密排列段，其长度相当于胶管总成的长度，可将胶管总成全部套起，不仅可以防止胶管在接头附近发生过度弯曲，也可以保护胶管不受摩擦和挤压。

螺旋钢丝保护套可用碳素弹簧钢丝（YB248—64）绕制而成。该钢丝表面应进行镀锌或发兰处理，以防止锈蚀。

二、螺旋钢带保护套

图2-8-49为螺旋钢带保护套，是用碳素弹簧扁钢带绕制而成。其表面用镀锌或发兰进行防锈处理。将其套在胶管表面可以抵抗较严重的挤压、磨损或其它意外的机械损伤，常用在各种重型矿山工程机械的胶管总成上。其应用效果比螺旋钢丝保护套好，但造价较高。

螺旋钢带保护套的内径可根据胶管外径选择。钢带的宽度一般为 $12\sim 22\text{mm}$ ，厚度为 $0.6\sim 2.0\text{mm}$ 。随着胶管规格的增大和抵抗外压要求的提高，钢带的宽度和厚度还可以适当增加。

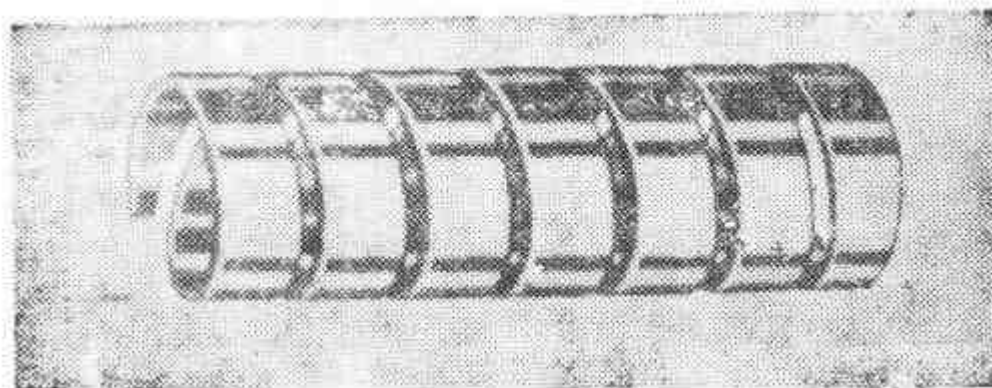


图 2-8-49 螺旋钢带保护套

三、金属编织保护套

胶管外面金属丝编织保护套，常用的金属丝有镀锌铁丝和不锈钢丝，为了减少热辐射和胶管的影响，可在金属编织层和胶管外表面之间增加一层石棉保护层。这种保护套通常由胶管制造厂在生产胶管时一次制成，也可以在装配接头以后编织。

四、塑料保护套

胶管外面复加塑料保护套，常用的塑料有聚氯乙烯、尼龙等。塑料保护套的形式较多，常用的有管状和螺旋状两种。管状塑料保护套，可以直接选用合适规格的塑料管，在接头装配前套在胶管上，也可以由胶管制造厂在胶管硫化后再用塑料挤出机包复一层塑料保护层。螺旋状塑料保护套是用塑料扁带热成型而成螺旋状（图2-8-50），可在接头装配时套在胶管上，也可以沿螺旋方向绕在胶管总成上。

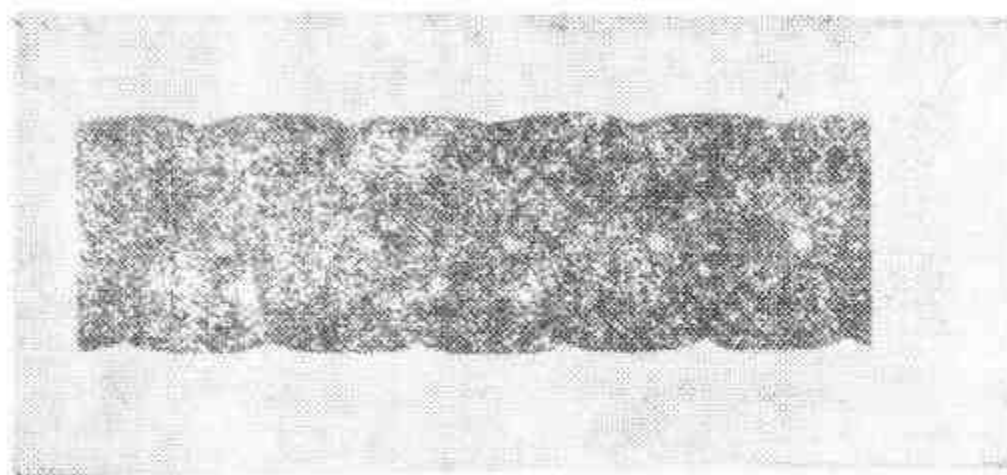


图 2-8-50 螺旋状塑料保护套

第八节 胶管总成质量控制和检验

在胶管总成的生产工艺过程中，影响最终产品质量的因素是多方面的，必须在生产的全过程严加控制。

一、胶管质量的控制和检验

胶管总成生产所使用的胶管，必须按相应的技术标准进行检验，确认是否符合胶管总成的各项性能指标和使用要求。在检验中着重注意以下几个方面。

1. 胶管的规格尺寸及实际偏差

胶管即使是相同规格同一批产品，其内径、外径和骨架层外径都会有一个较宽范围的波

动。如果波动范围超过了允许的限度,就无法保证胶管接头扣压量的均衡,胶管总成的质量就很难得到保证。因此,对胶管总成生产所选用的胶管,应严格检查内径、骨架层外径是否在标准规定范围内。对胶管的外径偏差,要求可以适当放宽。

2. 胶管壁厚的偏差

由于胶管内胶层的偏心和骨架层间的中间胶层搭头宽度的影响,可能导致胶管壁厚偏差过大。如果壁厚偏差超过允许的范围,将会影响接头的密封性能和抗拔脱强度,甚至会造成胶管总成接头部分偏斜(歪头)。这是因为接头是按一定的压缩量扣压的,壁厚大的一侧压缩量可能过大,壁厚薄的一侧压缩量可能不足。如果按壁厚薄的一侧选择压缩量,则壁厚厚的部分因压缩过大、流动过多而造成内胶层破裂,完全失去密封作用。如果按壁厚厚的一侧选择压缩量,则壁厚薄的部分因压缩量过小,流动过少也会影响密封性能。因此,对胶管壁厚的偏差应严加控制,一般对于壁厚偏差超过0.5mm的胶管应该慎重选用。

3. 胶管各层间的附着力

高质量的胶管应具有良好的整体性,即各结构层间应有较高的附着力,使内胶层与骨架层、骨架层与骨架层、骨架层与外胶层之间粘接成为一个整体。这样才能适应接头装配、扣压过程中的各项工艺要求,才能够保证胶管总成的性能要求。如果内胶层与骨架层粘着不好,磨去外胶后,骨架层会发生松散扩张现象,使外套的装配困难,很难保证装配质量,同时在扣压后容易产生内胶层脱层鼓包,甚至堵塞内孔的问题。如果外胶层与骨架层粘着不好,磨削外胶时不易控制磨削长度和坡度。因此必须控制胶管各层间的附着力不能低于技术标准的规定,且应尽力选择附着力高的胶管用于胶管总成的生产。

4. 胶管的外观质量

胶管的外观质量与胶管的内在质量比较是次要的,但也不容忽视。它不单影响胶管总成外观质量的美观,甚至会影响使用质量。如,外胶层有气泡、气孔或机械破损,使骨架层外露,会造成骨架层的锈蚀,降低胶管的耐压强度,直接影响胶管总成的使用寿命,甚至会使胶管在使用中发生意外事故。因此,对胶管的外观质量应注意检查,影响胶管总成性能的外观缺陷应予剔出。

5. 注意区分胶管品种

胶管品种不同,使用性能亦异。如果胶管用错,不仅会影响胶管总成的使用寿命,而且会造成严重的危害。因此,必须根据胶管的输送介质、工作温度、耐压强度、工作状态(动压或静压)等项具体条件选用胶管,才能确保胶管总成的使用性能。

二、接头金属件的质量控制

接头芯管、外套以及连接密封部分的质量,在接头装配前必须严格检验。检验的项目除规格尺寸、公差配合及加工精度应符合接头图纸规定外,还必须注意检查接头的互换性及和所用胶管是否相匹配,同时还应着重检查芯管表面的光洁度、锐边棱角的圆滑程度。如发现接头金属件有锋利的尖角或毛刺,必须经过认真修整才能使用,否则将严重影响胶管总成的使用性能和寿命。

接头金属件由于加工所用钢材本身有潜在的缺陷(如严重锈蚀、内部裂纹等)肉眼不易发现,在接头的装配和扣压过程中或在进行液压试验中会发生径向断裂或轴向裂口。当发生上述问题时,对同一批次的接头金属件应逐件严格检验,同时对胶管总成液压检验抽样的比例也应适当增大,以免将带有质量隐患的胶管总成发给用户使用。

三、严格控制工艺过程中的操作质量

胶管总成的制造工艺过程中，由于手工操作较多，为确保胶管总成质量，必须严格控制操作质量，把人为的影响因素降到最低限度。

1. 胶管长度的测量和切割

胶管总成的制造，要求胶管长度的测量应力求准确，但必须充分注意胶管本身的弯曲现象。胶管的长度在胶管总成长度要求的范围内应宁长勿短，因胶管在内压作用下有缩短的趋势。如果长度过短，虽然可以勉强安装上接头，但在使用中胶管和接头都将受拉伸应力的影响而降低使用寿命。因此，应严格控制胶管长度测量的准确性，胶管切割才能保证符合规定的下料长度。

胶管切割虽是一项简单的操作，但切割质量不容忽视，除保证长度外，还必须保证切割面的平整和垂直（垂直于胶管轴线）。如胶管切割出现阶梯状或马蹄形切口，都将直接影响胶管总成的装配质量和性能。因此，严格控制切割质量是必要的。

2. 控制磨胶质量

切割后的胶管在磨去管两端的外胶层时，要严格控制磨胶的长度和边缘的坡度。如果磨胶长度不够将影响外套装配不到位，会减少胶管在接头内的密封段长度，影响胶管总成的密封性能；如果磨胶长度过大，接头装配和扣压后会使骨架层外露，容易因锈蚀而损坏。

磨胶时应注意调整芯棒与磨轮之间的距离，以防钢丝层被磨损和发生退火现象。如果钢丝磨损和退火将使骨架层的强度急剧下降，扣压时和使用中会因钢丝断裂而使胶管总成破坏。因此，应注意检查磨胶后胶管端部骨架层的质量状况，发现损坏的就不能再用于胶管总成的装配。

3. 严格控制胶管壁厚测量的精度

胶管壁厚是确定接头扣压尺寸的重要依据，因此测量胶管磨去外胶后的两端骨架层外径及内径的工作，必须准确、认真，尽量减少测量误差和计算误差。质量检验人员应随时抽检复查，严格控制胶管壁厚测量的精度。

4. 加强接头装配质量的检查和控制

对于接头的装配质量，不论手工装配还是机械装配，都必须严加控制。首先必须保证装配位置的正确，这一点装配式接头和扣压式接头都应该注意。在装配过程中容易出现的问题，是外套装不到位，而使芯管插入深度不够，或者在装配芯管时使胶管从外套中退出，造成密封段减小，影响胶管接头的密封性能。因此，必须注意外套的装配位置。可是，胶管从外套中退出又不易被发现，故外套装配后应在其端部的胶管表面划上明显的标记。

装芯管时应注意检查与外套配合处的装配质量，使之相互配合的部位装配良好，同时还应注意润滑剂的使用。润滑剂的用量不宜过多，其品种应与胶管特性相适应，对于不耐油的胶管，应严禁使用油类润滑剂。

四、扣压过程中的质量控制和检查

扣压是胶管总成制造工艺中的关键工序。加强扣压过程中的质量控制和质量检查对保证胶管总成质量是十分重要的。

1. 正确地选择扣压模具

在选择扣压模具时，不应只满足于达到所要求的扣压直径，还应考虑到扣压后模具间隙

的大小。因为相邻规格的扣压模具在扣压机的调节范围内可以达到同一扣压直径的要求，但由于模块的压合面宽度不同，扣压后模具间隙的宽度也不同。若模具间隙过大，相对地减少了对接头外套的压紧力，将会给胶管总成的密封性能和抗拔脱强度都会造成不良影响；若模具间隙太小，甚至没有间隙，在扣压过程中，模具之间相互挤压容易造成模具和机件的损坏。一般扣压后的模具间隙（留在外套上没被压缩部分的宽度）控制在2mm左右为宜。随着接头尺寸的减小，此间隙也应随之减小。

2. 扣压尺寸的确定

根据胶管的结构、性能和接头结构确定压缩率以后，应通过试验加以验证，特别是对首批首件的检验。根据实测的胶管壁厚，按选定的压缩率计算出外套扣压后的直径进行扣压，然后进行下列试验。

（1）液压试验 首先按规定的试验压力对胶管总成进行液压试验，观察接头处是否有渗漏、位移、鼓包等异常现象，如一切正常，可以继续升压直至胶管爆破（或达到最小安全倍数），再检查接头是否有位移、拔脱、破裂等现象，观察胶管爆破口的位置是否在接头根部。

（2）接头拔脱试验 在材料试验机上对胶管总成试样进行拔脱试验，记录接头拔脱或胶管在接头内被拉断时的力，即为该接头的抗拔脱强度，然后与用公式（2-8-3）计算的结果进行比较：

$$\sigma = K \cdot S \cdot P \quad (2-8-3)$$

式中 σ ——抗拔脱强度，kgf/根；

S ——胶管内横截面面积， cm^2 ；

P ——胶管的工作压力， kgf/cm^2 ；

K ——安全系数，一般取 $K=2\sim3$ （静压取2，动压取3）。

例如：钢丝编织胶管的内径为16mm，工作压力为210kgf/cm²，在静压下使用，接头的抗拔脱强度理论计算值为：

$$\sigma = K \cdot S \cdot P$$

$$\text{式中 } K=2, S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1.6^2}{4} = 2(\text{cm}^2), P = 210\text{kgf/cm}^2$$

$$\text{则 } \sigma = 2 \times 2 \times 210 = 840(\text{kgf/根})$$

即抗拔脱强度应不小于840kgf/根。如果实际试验结果不低于上述计算结果，证明接头的抗拔脱强度可以满足使用要求。

（3）接头的解剖分析 将做过液压试验的接头沿轴向剖开（解剖时应注意冷却，防止过热影响观察效果），观察内胶表面的压缩情况及内胶的流动情况，表面无裂痕、内胶无鼓包脱层等异常现象即为正常。

根据以上三项试验结果即可判断压缩率和扣压尺寸选择的是否合理，如不当，再重新通过试验确定合适的压缩率和扣压尺寸。

3. 严格控制扣压外观质量

在扣压过程中，³由于机械本身的振动经常会发生模块松动、错位，扣压尺寸变化、接头移位等问题，影响接头扣压的外观质量和尺寸精度。因此，必须随时注意检查，细心操作，确保扣压质量。

扣压过程中应注意协调配合，控制接头扣压定位尺寸，防止压伤接头和扣压位置不准。

尽量避免重复扣压。

五、胶管总成的质量检验

尽管胶管总成的制造工艺过程中加强了对工艺质量的检查和控制，但对胶管总成成品的最终检验仍是必要的。检验的项目及抽样数量应根据胶管总成的技术要求和相应标准的要求具体确定。对胶管的规格型号、胶管总成的长度、接头的连接密封形式、弯形接头的角度与方向、扣压的外观质量和胶管内表面的清洁程度等几乎都需要全面检验认定。对于试验压力、爆破压力、抗拔脱强度及脉冲寿命等项试验，可根据标准规定的方法抽检。总之，只有在完全确认胶管总成质量合格的条件下，才能出厂或安装使用，以便确保使用安全。

第九章 胶管的使用和保养

第一节 胶管的选用

一、概 述

胶管与金属硬管相比，具有优越的可挠性（易弯曲）和抗震性，以及便于移动、密封性好、耐介质腐蚀、装卸方便等特点。所以，胶管在国民经济各个领域中得到极其广泛的应用。

根据胶管的使用条件（如压力、温度、输送介质等）和性能要求，设计和制造出各种不同结构和特性的胶管，是胶管制造厂的根本任务。而作为胶管使用者，最重要的是合理地选用胶管。如果使用者不根据实际工作条件，随意代用或错用胶管，则必然会产生不良的后果。例如，将耐酸（碱）胶管作普通输水用；高压胶管作低压使用，这样非但不能充分发挥胶管应有的特性，还将造成不必要的浪费。反之，如果把普通胶管输送腐蚀性介质；低压胶管作高压使用，这不仅会使胶管早期损坏（甚至根本不能使用），而且会产生严重事故。

因此，在选用胶管时，必须根据确切的使用条件，合理地选用相应特性的胶管。

二、胶管选用原则

总的来说，应根据不同的使用条件，选用相应结构和特性的胶管，以获得较为理想的使用效果。可从以下几个方面考虑。

（一）输送方式

输送方式是指介质是在正压下排送，还是在负压下抽吸，或者两种情况都有（即正压和负压都有使用）。

1. 正压输送

胶管在正压力的作用下，输送各种气体、液体或固体物料。根据这种使用条件，便可选用相应品种和具有一定承压强度的耐压胶管。

2. 负压输送

胶管在负压（真空）作用下，抽吸各种气体、液体或固体物料。适宜这种使用条件的胶管，称为吸引胶管。这类胶管由于管壁带有金属螺旋线，因此，胶管在抽吸使用时，管体不易被吸瘪而变形。

3. 正、负压（排、吸）两用

胶管既要在正压条件下输送物料，又要在负压状态下抽吸物料。在这种情况下，就应该选用正负压都能适应的排吸两用胶管。

（二）工作压力

工作压力是指胶管在正常工作时承受的内压力。根据实际工作条件合理选择相应（额定）工作压力的胶管，不仅关系着胶管的物尽其用，更涉及到使用的安全性。

若选用胶管的额定工作压力低于实际使用的工作压力，则胶管将会在使用中发生爆破，

这不仅会影响正常工作，造成财产损失，而且还可能发生严重事故。反之，如果选用胶管的额定工作压力过高，则显然使胶管的承压功能过大，从而使制造胶管所耗用的原材料增加，造成浪费，甚至还会影响其它使用性能（如管壁增厚、管体变硬、弯曲性差等）。

一般认为，从胶管的使用安全考虑，选购胶管的额定工作压力总是大于实际使用的工作压力。其实不必，因为胶管在设计制造时，已经根据不同的使用条件和输送介质，考虑了相当的安全因素，所取的安全系数也足以能够保证其使用要求。很多胶管的产品标准和使用介绍中，除了明确指出胶管的额定工作压力之外，还标有胶管的试验压力和爆破压力，为用户提供可靠的选择依据。

至于不同品种胶管的压力安全系数和胶管工作压力的分级范围（低压、中压、高压和超高压）等情况，可参见本篇第二章和第五章有关内容。

（三）输送介质

根据输送介质的特性，选择相应品种的胶管，这也是胶管选用的重要原则。

作为胶管制造厂，已经根据不同的输送介质，制成不同特性（品种）的胶管，以满足不同的使用要求。

如果使用者不根据实际使用条件而任意购用，则不仅会影响胶管的使用质量，而且还会造成事故。例如，将普通用途的输水或空气胶管，作为输送蒸汽或酸、碱和油类使用，则必然会造成胶管早期损坏，甚至爆破伤人；又如输送食品用的胶管，是选用无毒材料特殊配制的，若以其它胶管代用，则显然不符合卫生标准的要求，使用后将会造成食品污染，甚至还会引起食物中毒事故。

由此可知，不根据输送介质的特性和要求，任意错用或代用不相适应的胶管，其后果是不堪设想的。

（四）使用温度

胶管在使用中，不论是输送介质的温度，或是工作环境的温度，对胶管的使用寿命都有很重要的影响，所以在产品标准中，对各种用途的胶管都规定了相应的使用温度范围。例如，一般胶管的使用环境温度温度为 $-20\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；输送介质的温度范围为 45°C 以下。

如果将一般用途的空气胶管，用于输送高温气体或在高温（辐射热）环境中使用，则必将加速橡胶老化，纤维材料（骨架层）的强力也受影响，以致降低胶管的耐压强度，从而大大缩短胶管的使用寿命。又如将非耐寒特性的一般胶管，在低温严寒的环境中使用，使橡胶失去弹性，导致胶管产生脆裂，从而失去使用效果。

因此，任意扩大或不按规定的温度范围使用，都不利于胶管的使用。

（五）其它条件

胶管在使用时，往往由于恶劣的使用环境，而造成早期损坏。例如，开采矿石时使用的空气胶管，由于管体经常受到一些矿石的冲击、擦刺和挤压，容易产生胶层破裂、骨架层受损，使胶管早期损坏。对此，可选用铠装型耐压胶管，或采用护套层保护。

又如，使用易产生静电而引起燃烧或爆炸事故的胶管（如加油胶管）时，应选用管体中埋有金属导线的专用输油胶管，使产生的静电及时通过导线导出。

此外，从胶管结构而言，可根据胶管在使用中的屈挠性、柔软性以及耐压程度等要求适当选定。例如，在耐压要求不太高并要求管体挺性较好的使用场合，以选用夹布结构的胶管为宜；若要求管体轻便柔软、管径较小、工作压力在低压范围的，可选用针织结构的胶管；要求管体弯曲性能好、承压下变形小，工作压力在中、低压范围者，可选用纤维编织（或缠

绕)结构的胶管;对工作压力较高,要求弯曲性能好、承压下抗冲击(脉冲)性能较好,尤其在液压系统中使用者,则应选用钢丝编织(缠绕)结构的高压或超高压胶管为好。

总之,由于胶管用途的广泛性和多样性,使用者务必根据实际使用条件,合理选择相应特性的胶管,以获得良好的使用效果。

第二节 胶管的使用和保养

一、胶管的运输和贮存

1. 胶管运输

胶管在装卸和运输过程中,应注意如下几点。

(1) 胶管在装卸过程中,要做到轻装轻卸,对带有金属螺旋线的胶管(如吸引胶管、铠装耐压胶管等),尤其要注意螺旋线的受损或变形。

(2) 胶管需分类按卷(条)整齐装运,要避免管体过度弯曲和打折,并不应在胶管上堆压其它重物。

(3) 严禁将胶管与酸、碱、油类及有机溶剂、易燃易爆物品混装;管体不应与带有尖刃的货物直接接触。

(4) 对于需平直运输的胶管,当长度超出装载车厢时,其超长部分应以托架支撑,以防胶管在地面拖擦受损。

(5) 胶管若因故需在露天(或车站码头)暂时停放时,场地必须平整,胶管要整齐平放,并做到下垫上盖,不堆压重物;同时,胶管不能与热源接触。

(6) 搬运胶管时,不应随地拖拉,对重型胶管应采用起重设备或专用机具装卸,并防止胶管受到意外损伤。

2. 胶管贮存

胶管在贮存过程中,应注意如下要求。

(1) 存放胶管的库房,应保持清洁、通风,相对湿度在80%以下,库房内的温度应保持在 $-15\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间,并避免胶管受阳光直射和雨雪浸淋。

(2) 胶管贮存时,应根据不同的品种规格分别放置,不要混杂堆放,并标明示牌以利存取。

(3) 胶管尽可能在松弛状态下存放,一般对内径在76mm以下的胶管,可盘卷存放(但盘卷内径应不小于胶管内径的15倍);口径在76mm以上的胶管应平直状态下存放。

(4) 为了防止胶管贮存时管体受压变形,堆垛不宜过高,一般垛高不应超过1.5m,并要求胶管在贮存期间经常“倒垛”,一般每季度不少于一次。

(5) 胶管贮存时,不应与酸、碱、油类及有机溶剂或其它腐蚀性液体、气体接触;并应离热源1m以外。

(6) 对一些特殊用途的专用胶管(如输、吸食品用胶管等),在贮存(或运输)过程中,除需遵守上述规定和要求之外,还应保持管体清洁,以防胶管受污。

(7) 胶管在贮存期间,管体上严禁堆放重物,并防止外界挤压和受损。

(8) 胶管的贮存期限,一般不应超过一年。并应做到先入库者先使用,以防因贮存过久而影响胶管质量。

二、胶管安装

众所周知，胶管一般属于机械设备或物料输送管路的配套部件，因此，通常都需安装后才能使用。正确安装胶管，是保证胶管安全使用和提高使用效果的重要环节。现将胶管在安装过程中应注意的有关事项略述如下。

1. 一般要求

(1) 胶管在安装前，首先要检查一下所选胶管的品种、规格、耐压程度等条件与使用要求是否相符，切忌错用或代用。

(2) 根据不同用途和结构的胶管，确定相应的安装型式。在选择和设计金属接头时，应考虑接头的密封性和耐压强度，以及管端与接头的配合（包括拉脱性能）等要求；根据胶管的具体工作条件（如输送介质的腐蚀性和使用压力等），合理选择接头材料和接头型式。

关于胶管接头（总成）的设计、加工和安装等具体要求，可详见本篇第八章“胶管总成”的有关内容。

(3) 对有金属螺旋线结构的胶管（如吸引胶管、铠装胶管等）进行连接时，应使软管端（无金属线部分）全部套入金属连接管，以免胶管在承压作用下，软管端处发生爆破，或因软管端与金属连接管间的空隙而引起胶管在使用中应力集中，造成软管端处早期损坏。

(4) 胶管在安装过程中，要避免管体与地面拖擦受损；安装重型胶管时，应采取吊环或支撑架吊托，防止胶管过度拉伸或下垂。

(5) 安装后的胶管，应防止外力挤压或过度弯曲，以免影响输送流量或使胶管过度疲劳，甚至引起早期损坏。

(6) 为了确保使用安全，胶管安装后，应先做压力试验（并检查其装配质量），然后再供正常使用。

2. 液压胶管的安装要点

(1) 胶管装配长度要有一定的余量。因胶管在承压时，通常其长度有 $-4\sim 2\%$ 的变化，故进行直态安装时，应使胶管有一定程度的松弛（如图2-9-1）。



图 2-9-1 直态安装示意图
(a) 正确；(b) 不正确

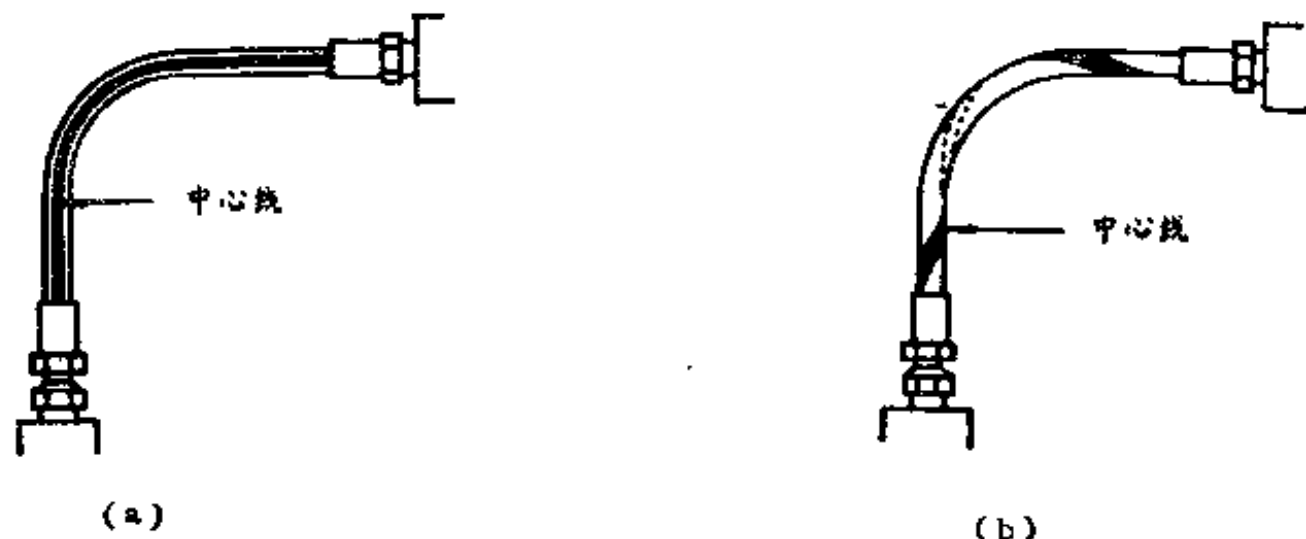


图 2-9-2 弯曲安装示意图
(a) 正确；(b) 不正确

(2) 胶管弯曲安装时, 应保持同一水平 (如图2-9-2), 防止扭曲, 以免在使用中造成泄漏、异常爆破或管接头拔脱等现象。

(3) 避免胶管在接头处附近急剧弯曲。若不可避免时, 必须使用附属配件, 以改变安装角度 (如图2-9-3)。

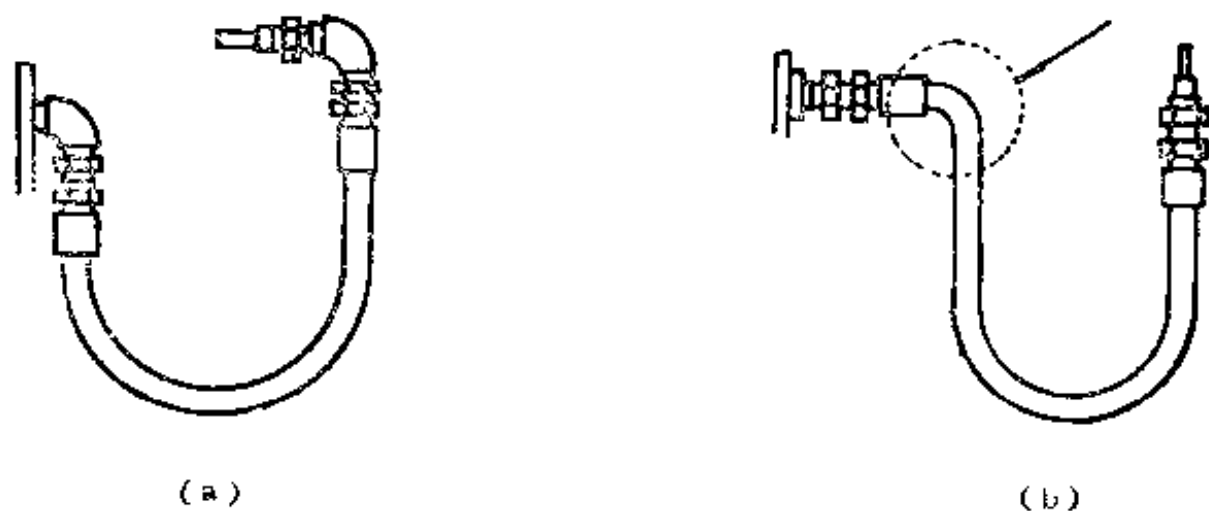


图 2-9-3 急剧弯曲安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

(4) 胶管两端作相对运动使用时, 应使胶管弯曲部分始终保持在同一平面上 (如图2-9-4), 以防止胶管扭曲, 并影响使用寿命。

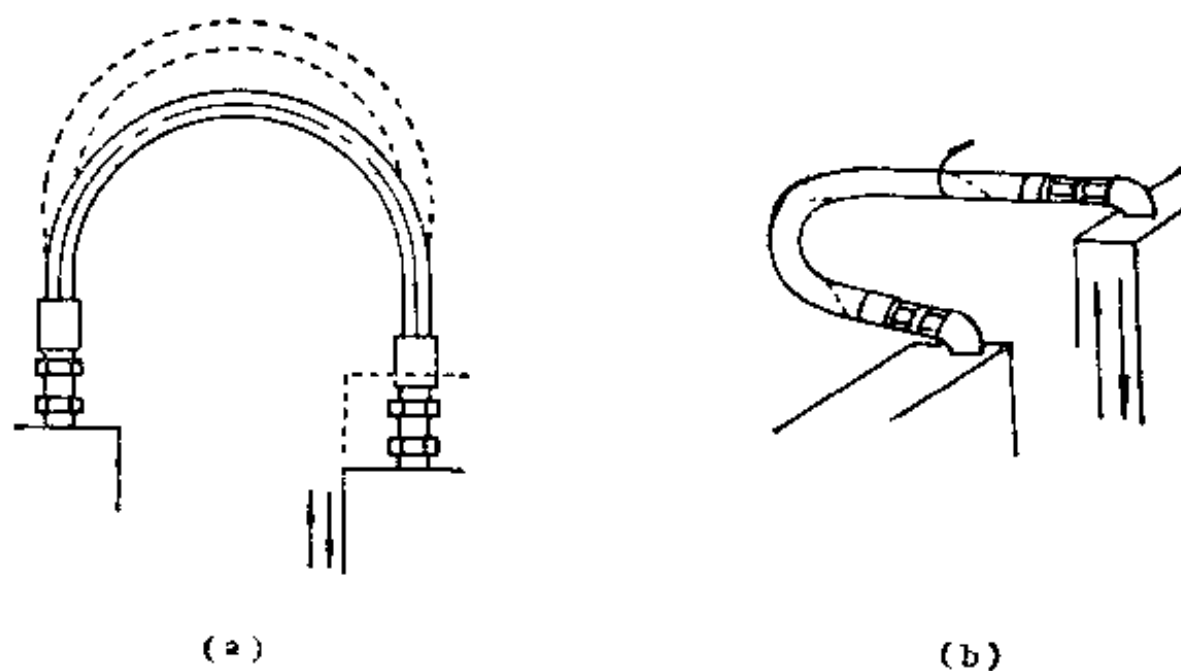


图 2-9-4 相对运动状态下的安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

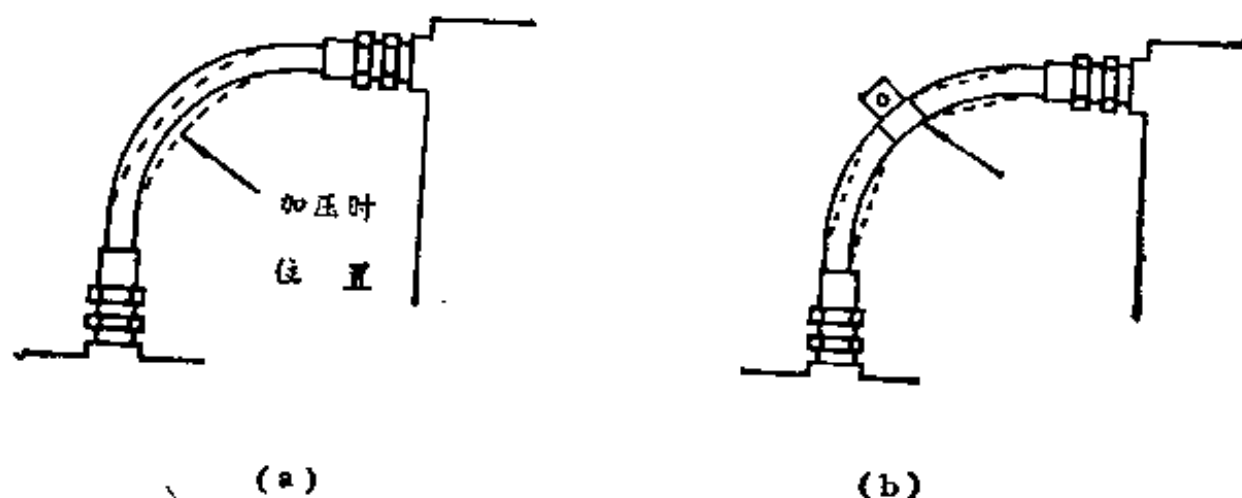


图 2-9-5 弯曲部位固定的安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

(5) 避免胶管在弯曲部位固定。确需固定时, 其弯曲半径应取在胶管加压时的位置, 并加适当余量 (如图2-9-5)。

(6) 若胶管处于反复弯曲使用状态时, 应使胶管有充分伸展长度, 并对其弯曲部位半径控制在大于规定限度 (如图2-9-6), 以避免在固定接头附近极度弯曲。

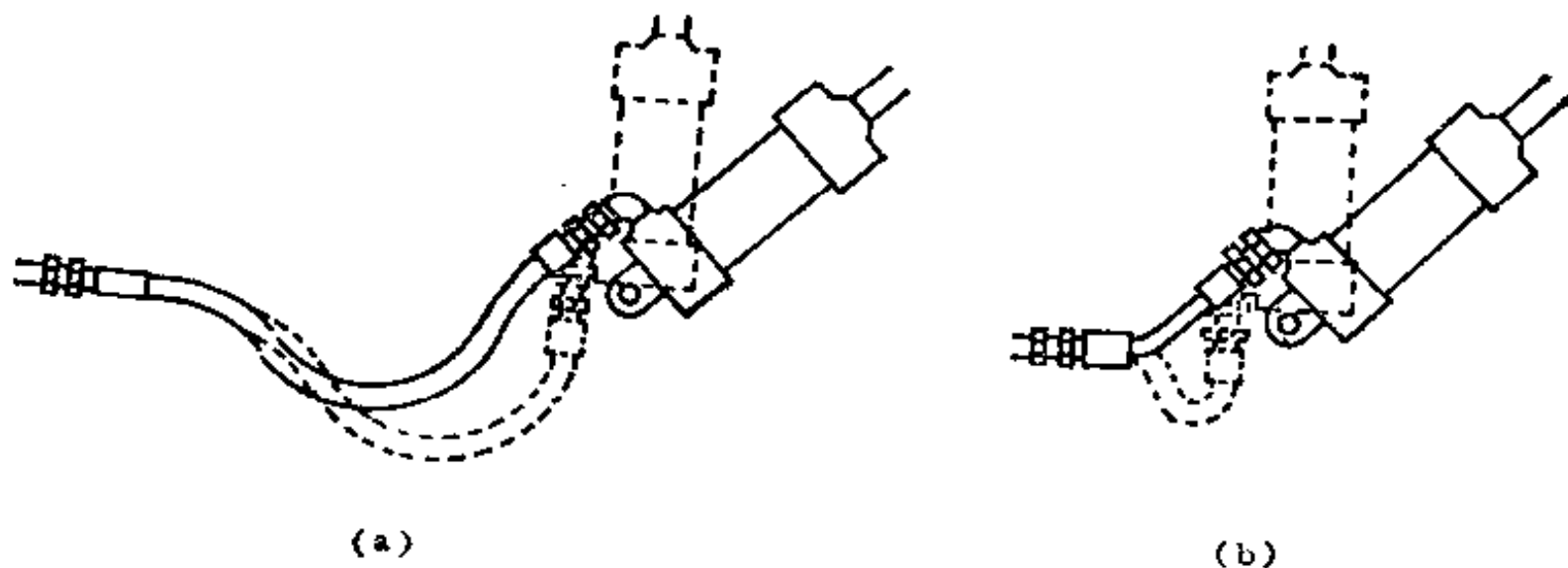


图 2-9-6 反复弯曲使用时的安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

(7) 对管体在相互碰擦下使用者, 安装时应配装合适的夹具, 防止管体直接接触 (如图2-9-7)。

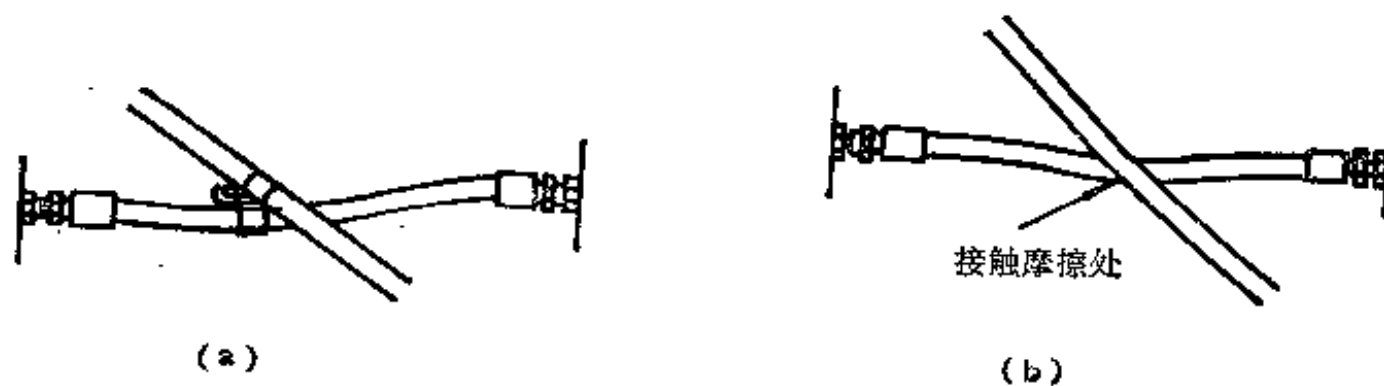


图 2-9-7 管体在相互接触下使用的安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

(8) 胶管两端固定在不同平面上使用时, 应在适当部位将胶管夹住固定 (如图2-9-8), 使其形成各自在同一平面上运动的两个部分。

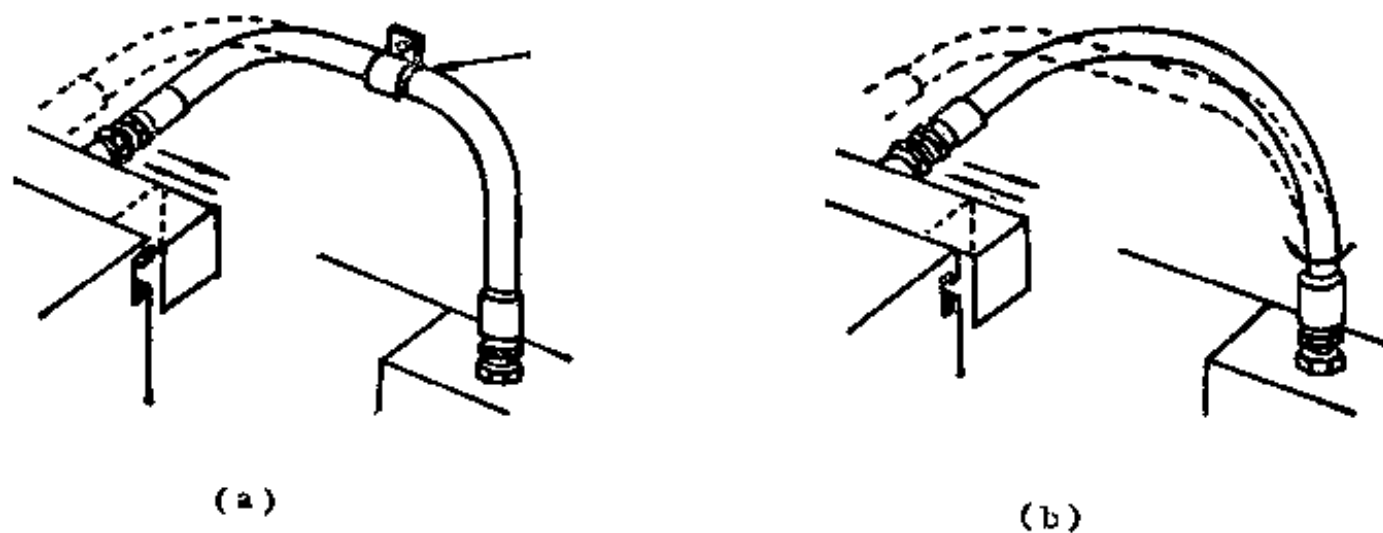


图 2-9-8 胶管在不同平面上使用时的安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

(9) 胶管长度选取和安装布局要合理。尽量避免胶管形成不必要的弯曲(如图2-9-9)。

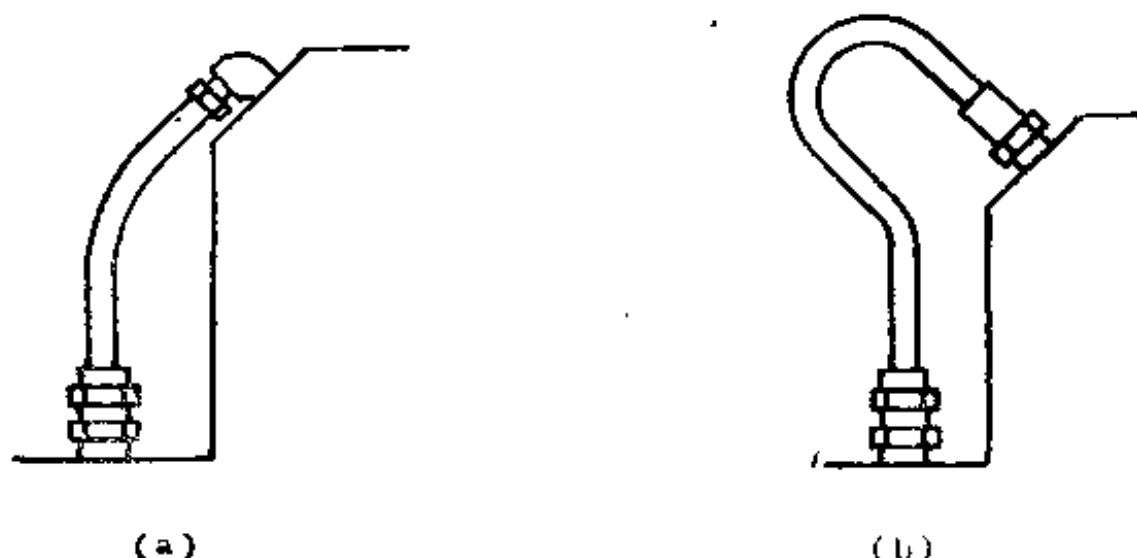


图 2-9-9 胶管长度和布局配合安装示意图

(a) 正确; (b) 不正确

3. 重型排吸油胶管的安装要点

(1) 胶管搬移时, 应采用搬运车或吊车搬移。在搬运过程中, 要防止胶管过度弯曲。

(2) 胶管采用金属法兰相互连接时, 中间应衬夹相应孔径和厚度的垫片, 以增加连接部位的密封性和缓冲性。

(3) 胶管在安装时, 应保持管路的适度松弛。以保证胶管在受压状态下, 具有一定的伸缩余量。

(4) 油轮在装卸油品时, 为了不使管体因水位涨落而引起摩擦和折压受损, 因此在安装胶管时, 应将胶管采用多处悬吊。

(5) 由于胶管在输送油类介质时, 易产生静电而引起燃烧, 因此在安装时, 应在管端金属法兰处连一接地金属导线, 以便静电能及时导出。

4. 钻探胶管的安装要点

(1) 胶管在搬移时, 要防止过度弯曲, 以免折坏, 并避免管体拖拉受损。

(2) 胶管在安装时, 应不使胶管呈扭转状态, 以免在使用中产生扭曲疲劳。

(3) 胶管若需利用井架起重机吊拉时, 应将管身和管端同时起吊, 以防管头结构受损。

5. 其它胶管的安装要点

(1) 与挖泥船配套的排、吸泥胶管, 在使用中会受到水浪的冲击, 因此在安装时, 胶管两端应配有金属连接装置, 并采用相应的支撑架, 使产生的冲击力由支撑架共同承担。

(2) 潜水胶管与潜水器具连接时, 应同时系上高强度的牵引绳索, 使潜水器具的重力和水浪的冲击力由绳索承担, 防止胶管因过度受力拉断而影响供气和潜水作业, 并有利于保障潜水员的人身安全。

(3) 对于输送有毒有害介质、工作压力又较高的胶管, 为保证操作人员的安全, 在安装时, 应采取一些防范措施, 如设置安全阀、自动降压装置和防护档板等, 以防胶管在使用时突然破裂而造成事故。

三、胶管的使用、维护和保养

由于胶管的用途广、品种多、结构不一、使用条件复杂, 因此, 胶管使用寿命的长短, 不仅取决于胶管本身质量的好坏, 同时还与正确使用和保养密切相关, 在某种意义上说, 后

者比前者更为重要。因此，胶管在使用中应该做到正确使用、经常观察、及时检查，要避免一些不适当的操作，根据实际使用情况，采取一些必要的维护保养措施，以延长胶管的使用寿命和防止事故的发生。

1. 一般要求

(1) 根据使用条件，正确选择胶管品种和规格尺寸，防止错用和代用。严禁以低压胶管代替高压胶管使用，或以普通（空气或输水）胶管代替输送酸（碱）或油类等腐蚀性介质的特种胶管使用。

(2) 对输送酸（碱）、油类等介质的胶管，每次使用完毕，应将管内介质排除，并及时清洗，以防残留物对管体的侵蚀。

(3) 季节性使用的胶管（如农业灌溉用胶管），用毕需经清洗后妥善保管存放。

(4) 胶管在使用中，应避免外界挤压和机械损伤，必要时可采取弹簧套或编织网套等保护。

(5) 胶管使用时，应避免局部弯曲过大或管体打折。一般胶管使用时的最小弯曲半径应不小于胶管内径的15倍；高压胶管应在规定弯曲半径以上的情况下使用。

(6) 带有金属螺旋线的胶管，在使用中要防止外力碾压，以免造成管体变形，影响使用性能。

(7) 耐压胶管在使用加压时，要逐步升压，避免突然升压和过多的压力波动。并严禁超压使用。

(8) 因工作场地变动而需要搬移胶管时，应采用搬运工具搬移，防止与地面拖擦。

(9) 胶管在使用时，管体外表应避免与酸（碱）、油类及其它有机溶剂等腐蚀性物质接触，并防止胶管接触任何热表面。

(10) 胶管每次用毕，应检查有无局部机械损伤，胶管端头、管体以及胶层有无破损等异常现象，以防胶管再次使用时由此而产生事故。

(11) 胶管在使用期间，应定期做试压检查。一般胶管使用满6个月或1000小时即需检查；高压胶管、制动（刹车）胶管等使用危险性较大的胶管，使用满3个月或300小时，应至少做一次压力试验，以判断胶管的完好情况。

2. 液压胶管使用注意事项

(1) 应按规定液压介质使用，不得错用或代用。例如不能以磷酸酯类介质用于普通液压胶管。

(2) 胶管的使用温度应严格控制，若使用的环境温度超过70℃时，则胶管外层应加隔热保护层。

(3) 胶管在易受外界损伤的场合使用时，应在管体外层用铠装编织层或弹簧套予以保护。

(4) 胶管使用时，压力波动应尽量控制在规定的范围内，并严禁超压使用，以保证胶管的使用安全。

(5) 胶管使用时的实际弯曲半径，应大于规定的最小弯曲半径值。胶管使用时的弯曲半径与其使用压力关系如图2-9-10所示。

(6) 胶管在输送介质过程中，其流速对胶管的使用寿命也有一定影响。一般情况下，速率高比速率低的使用寿命要短些。通常胶管的输送流速以每秒不超过6m为宜。

3. 重型排、吸油胶管使用注意事项

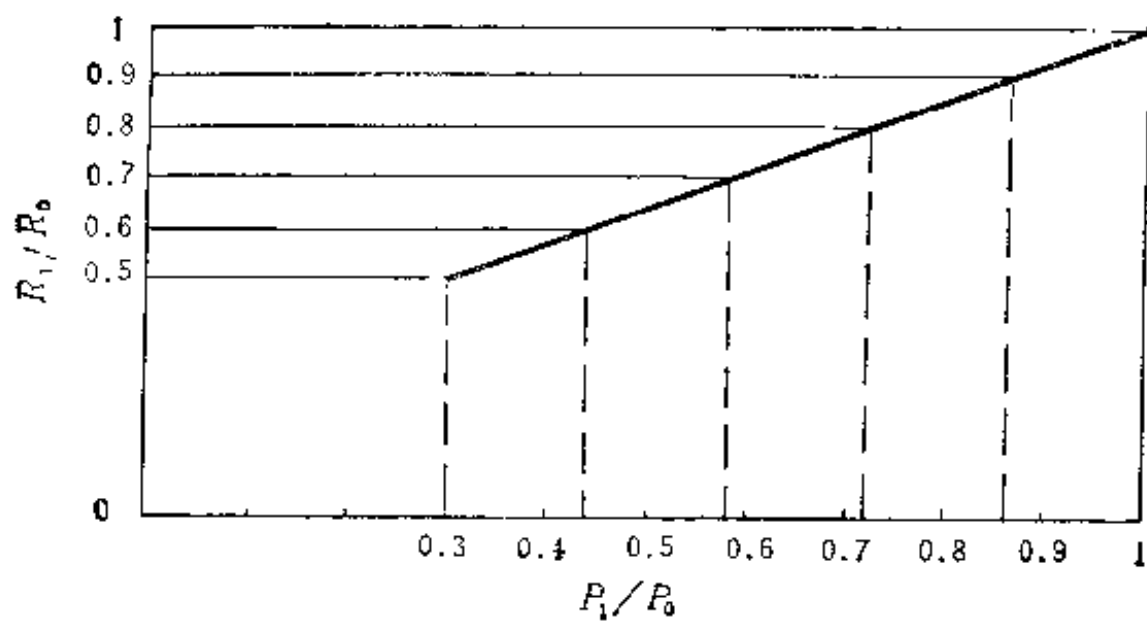


图 2-9-10 胶管弯曲半径与使用压力的关系

R_1 —实际使用弯曲半径； R_0 —规定最小弯曲半径； P_1 —实际使用压力； P_0 —规定工作压力

(1) 胶管工作时，应防止胶管与码头（或船体）产生摩擦，并根据船体与水位 的落 差，随时调节支撑距离，以免胶管在工作时过度弯曲而变形受损。

(2) 胶管在使用过程中，应随时注意实际工作压力，严防超压使用，以免胶管产生泄 漏或爆破。

(3) 工作完毕后，应及时清洗，如采用蒸汽冲洗（扫线）胶管时，其蒸汽压力不宜过 高，而且冲洗的时间尽量要短，以免影响胶管使用寿命。

4. 钻探胶管的使用注意事项

(1) 不得将胶管作为灌注石油之用，以免胶管受到侵蚀而引起早期损坏。

(2) 胶管应在泥浆泵上装有气包的情况下使用，在使用过程中，要防止胶管折迭和扭 曲，并不使管端受到急剧弯曲。

(3) 胶管在使用时，应注意压力波动，并防止超压使用，保证使用安全。

(4) 胶管使用完毕，应及时清洗存放。

四、胶管早期损坏原因及预防措施

胶管在实际使用中，由于选型不当，甚至错用或代用等多种因素，往往会使胶管造成早 期损坏。现将较为常见的损坏原因及预防措施列于表2-9-1。

表 2-9-1 胶管早期损坏原因及预防措施

损坏情况	损 坏 原 因	预 防 措 施
胶管爆破	1.使用压力过高，或在承压作用下经反复 冲击疲劳造成胶管爆破； 2.胶管在使用中引起打折或受机械损伤所 致； 3.外胶严重磨损，引起骨架层裸露而导致 胶管爆破	1.正确选择与实际工作压力相适应的耐压胶 管； 2.注意使用保养，防止胶管打折或扭曲等不正 常现象； 3.不使胶管受到严重拖磨等外界损伤
脱层 (包括胶层和骨 架层)	1.使用时，胶管受到过度弯曲，或由于多 次弯曲疲劳，导致脱层； 2.使用中受到介质的侵蚀而引起脱层	1.应按规定的弯曲半径范围使用，并防止多次 弯曲和扭转； 2.防止胶层破损，对输送腐蚀性介质（如酸、 碱、油类等）的胶管，其端部可用封头胶保护

续表

损坏情况	损坏原因	预防措施
外胶破损	1. 工作环境差, 如受乱石或尖锐物的碰撞所致; 2. 使用或搬运过程中, 经常在地面拖拉造成磨损; 3. 外胶严重老化及受酸、碱、油类的侵蚀	1. 改善工作环境, 加强防护措施; 2. 避免胶管与地面摩擦, 或在胶管外面采用保护层; 3. 不使外胶层沾污油类和酸、碱等腐蚀性介质; 并采取必要的保护措施
胶管接头拉脱 (脱落)	1. 胶管接头设计不够合理, 连接接触面较少或压缩量不足; 2. 胶管安装不当 (如产生扭偏等); 3. 使用时拉伸受力过大	1. 改进胶管接头设计, 控制合适的压缩量, 使接头与胶管压合紧实 (但不使管体受损); 2. 合理安装, 防止胶管扭动, 并保持一定的缓冲性能; 3. 使用时拉伸不能过大
胶管局部严重 变形 (甚至瘪扁)	1. 受外界挤压或机械损伤; 2. 胶管安装和使用不当, 局部弯曲过度或负荷过于集中	1. 使用中应避免机械损伤, 对金属螺旋线结构的胶管, 更要严防重物挤压或撞击; 2. 合理安装和使用, 防止胶管受到极度弯曲或使负荷过于集中
管体泄漏	1. 内胶层受介质的侵蚀破损, 或老化龟裂; 2. 接头的选择和安装不当, 使内胶层刺破、接头密封不严	1. 对输送酸、碱等腐蚀性介质的胶管, 使用后应及时将管内残留液清洗干净; 2. 正确选择和安装胶管接头
胶管断裂	1. 管头卡压局部应力过大; 2. 胶管在使用中, 受拉伸严重; 3. 胶管过度弯曲而引起折裂所致	1. 在保证密封性能的前提下, 管头卡压要适度; 2. 使用中要防止胶管受纵向拉伸过大, 更不应利用胶管拉挂重物; 3. 胶管在使用时要避免过度弯曲或管体打折

第三篇 胶布和胶布制品

第一章 胶 布

含有织物的橡胶型胶布简称为胶布，是橡胶工业中最早产品之一，它由单层或多层的织物表面、中间，经涂覆含橡胶成分的胶层或微孔胶层制成，是具有弹性和挠性的薄型橡胶制品。

近年来，由于热塑性弹性体和由透气性高分子材料制造的塑胶布的出现，逐渐地同胶布开始了市场竞争。但是胶布在气温适应性、弹性和挠性等方面仍较优良，而且价格也适中，所以还是一种具有发展前途和竞争能力的产品。

胶布既是成品又是半成品，应用十分广泛。由于在轮胎、胶带、胶管等制品中用的橡胶帘布、帆布已有专门章节介绍，本章只介绍其余各种胶布的分类、用途和性能。

第一节 胶布的分类、用途、性能 and 特点

一、胶布的分类和用途

胶布按其用途和性能可分为防护类胶布和工业类胶布两类。

1. 防护类胶布

防护类胶布有二种。一种是防水胶布，用量最大，主要用于制造雨衣、风衣、保暖服、救生服、下水衣、水产服、潜水服等；另一种是具有特殊用途的胶布，如耐酸、耐碱、隔热、耐油、防毒气、防射线、绝缘、耐燃等胶布，可供制造各种专业性防护服。这类胶布因大多用来制造服装，所以又称为衣料胶布。篷盖胶布、医疗上垫用胶布和生活上用的窗帘胶布也属此类。

2. 工业类胶布

工业类胶布品种繁多，性能各异，制造技术和产品质量要求也高，主要用于制造各种类型的充气橡胶工作舟、气胀式救生筏、氦气飞艇、浮桥、充气建筑、气球、气垫、气囊、浮囊、油箱、水坝、气垫船围裙、充气家具、油棚、充气式护舷、矿井导风筒等制品，以及印刷、纺织、化肥、航空、仪表、汽车、拖拉机、照相机等工业用胶布配件。

二、胶布的性能和特点

胶布按不同的用途有如下性能要求。

(1) 外观 应具有规定的宽度、长度、厚度、涂覆胶量、织物重和颜色。

(2) 物理机械性能 有粘附强度、拉伸强度、撕裂强度、防水性、气透性、屈挠性和耐天候、臭氧、热空气老化及耐磨性等。

(3) 特殊性能 有耐热、耐寒、耐油、耐化学药品、耐燃，以及导电、绝缘、防射线辐射等。

例如，一种衣料用的防水胶布，用下面测试方法确定防水性能(根据化学工业部标准)：

表 3-1-1 常用胶布技术性能

胶布名称	织物层数	幅 宽 mm	单位重量 g/m ²	厚 度 mm	胶布强度, N/5cm(kgf, 5cm)		使用条件	主要性能要求(指产品)
					经 向	纬 向		
一般气密性胶布	2	840	300	0.30~0.35	490(50)	441(45)	贮氧气	室温加0.0081MPa保持5min不透气
	2	850	600	0.60~0.85	1177(120)	981(100)	贮氧气	室温加0.01MPa保持5min不透气
	2	930	700	0.60~0.58	1569(160)	1275(130)	制造充气内筏	室温加0.01MPa保持5min不透气
	2	950	950	0.95~1.00	2354(240)	2059(210)	浮囊	室温加0.015MPa保持5min不透气
轻型气密性胶布	1	890	240	0.27~0.30	245(26)	215(22)	制负压衣	室温加0.0081MPa保持5min不透气
	1	950	240	0.26~0.28	392(40)	343(35)	浮标	室温加0.0081MPa保持5min不透气
重型气密性胶布	1	890	1200	1.10~1.20	2942(300)	2549(269)	工作舟	室温加0.015MPa保持5min不透气
	1	800	2000	1.80~2.00	3432(350)	3530(360)	浮桥	室温加0.015MPa保持5min不透气
	1	890	450	0.55~0.60	1667(170)	1471(150)	氮气囊	漏氮气率小于 1×10^{-3} 托升/s
单面防水胶布	1	850	230	0.39~0.41	294(30)	196(20)	雨衣	0.0089MPa保持2小时不透水
夹胶防水胶布	2	850	200	0.50~0.55	392(40)	392(40)	雨衣	0.0098MPa保持2小时不透水
双胶防水胶布	1	850	500	0.45~0.50	294(30)	196(20)	雨衣	0.0098MPa保持2小时不透水
耐酸碱胶布	1	850	650	0.55~0.60	294(30)	196(20)	防护服	耐60%浓硫酸或40%氢氧化钠腐蚀
防毒胶布	1	850	600	0.45~0.50	294(30)	196(20)	防护服	耐一般毒气侵蚀, 且不透气
耐油胶布	1	850	550	0.50~0.55	392(40)	294(30)	耐油制品	耐石油、汽油、动植物油
耐寒胶布	1	850	450	0.55~0.60	1471(150)	1079(110)	篷盖布	在环境温度-70℃不断裂
耐热胶布	1	850	900	0.90~0.95	785(80)	588(60)	导热风箱	72℃×96h热空气老化不发粘和龟裂
医疗胶布	1	1000	340	0.49~0.52	294(30)	196(20)	医疗床上用品衬垫	能抗苯酚、氨水、皂液侵蚀, 不透水
绝缘胶布	1	900	1400	1.45~1.50	294(30)	196(20)	电气作业防护	击穿电压大于600V
消防胶布	1	850	450	0.50~0.55	588(60)	441(45)	消防服	离火源即自熄
导风筒胶布	1	900	650	0.65~0.68	1079(110)	1079(110)	矿井导风	抗静电和阻燃

胶布试样在内径120mm水柱试验机上,加水压9.806kPa(1000 mmH₂O),保持2小时不透水,为符合标准。近几年来,国外也普遍采用内径较小的水压试验机进行高压快速测试。如日本橡胶布标准(JIS·6328—1981)中规定,衣料用的胶布,使用内径100mm的水压试验机,加水压0.2MPa(2kgf/cm²),保持1分钟不透水即为符合标准。

又如,耐汽油胶布的耐油性能,在有的企业标准中作了如下性能测定。

① 胶布在20~30℃温度下,浸入75份汽油和25份苯混合液中,24小时后质量变化不超过0~15%;在纯汽油中,24小时后质量变化不超过10%,拉伸强度变化不大于10%,用刮板刮表面橡胶层,不允许与布脱离。

② 用浸过汽油的胶布,在-30℃下保持30分钟,再弯曲180°,表面不允许有裂纹。

③ 胶布在100℃温度中,无异状出现。

常用的胶布技术性能见表3-1-1。

胶布和其它材料相比较,具有如下特点。

(1) 弹性好 胶布可以在-60~180℃(特殊胶布可达300℃以上)温度范围内保持良好弹性,这是胶布的独特性能。

(2) 具有各种特殊性能 根据特殊需要,可制成各种颜色的耐燃、绝缘、导电和防射线辐射等性能的胶布,供胶布制品使用。

(3) 轻便且具有良好挠性 胶布由于此特点可以代替其它材料制造各种囊、袋、垫、舟、筏、浮桥、充气建筑等制品。该制品在空载或不使用时,都可以折叠缩小体积,便于贮放、搬运和携带。

(4) 制品成型工艺简便 胶布可以根据制品技术要求中规定尺寸、形状进行裁剪和粘合成型。

第二节 胶布的结构及织物

一、胶布的结构

胶布根据不同用途,一般可分成8种型式(如图3-1-1)。胶布的胶层,织物、颜色和结构型式,可按胶布使用的技术要求确定。

如飞艇用胶布,需要轻而薄、强度高,就不能采用厚型的胶层和织物。飞艇用胶布的颜色一般为银白色,海上救生器具用胶布则为醒目的橙色,以便于发现和达到救捞目的。一般防护制品用胶布,因多数供制服装用,可选用图3-1-1中结构(1)、(2)、(3)型式,这种结构胶布制成的防护制品较为轻便柔软,穿着后便于行动和操作,而且胶布制造工艺也较为简单,适合大量生产。气密性工业制品用胶布选择图3-1-1中结构(4)、(5)、(6)型式较多,因为这三种胶布结构的气密性能较好,而且强度很高,更重要的是用来制造充气制品时线型准确、不易歪扭,但制造工艺较为复杂。图3-1-1中结构(7)型式是用于制造充气压力较高的重型气密制品,但工艺更为复杂,很少选用。图3-1-1中结构(8)型式在胶布中间可以充气,是用于制造特殊气密要求的胶布制品,由于价格较贵,通常不采用。

胶布由于高强度的薄型合成纤维织物发展、双向拉伸高分子气密薄膜的应用和压延技术的进步,使气密性胶布也开始采用图3-1-1中结构(1)、(2)、(3)型式。一般气密性胶布在制造工艺上采取二次重叠覆胶法,特殊气密性胶布可在胶面上再覆贴一层气密性很好的特殊高分子薄膜,这样不仅使胶布的气密性有3层保证,而且更为轻薄,成本也大为降低。

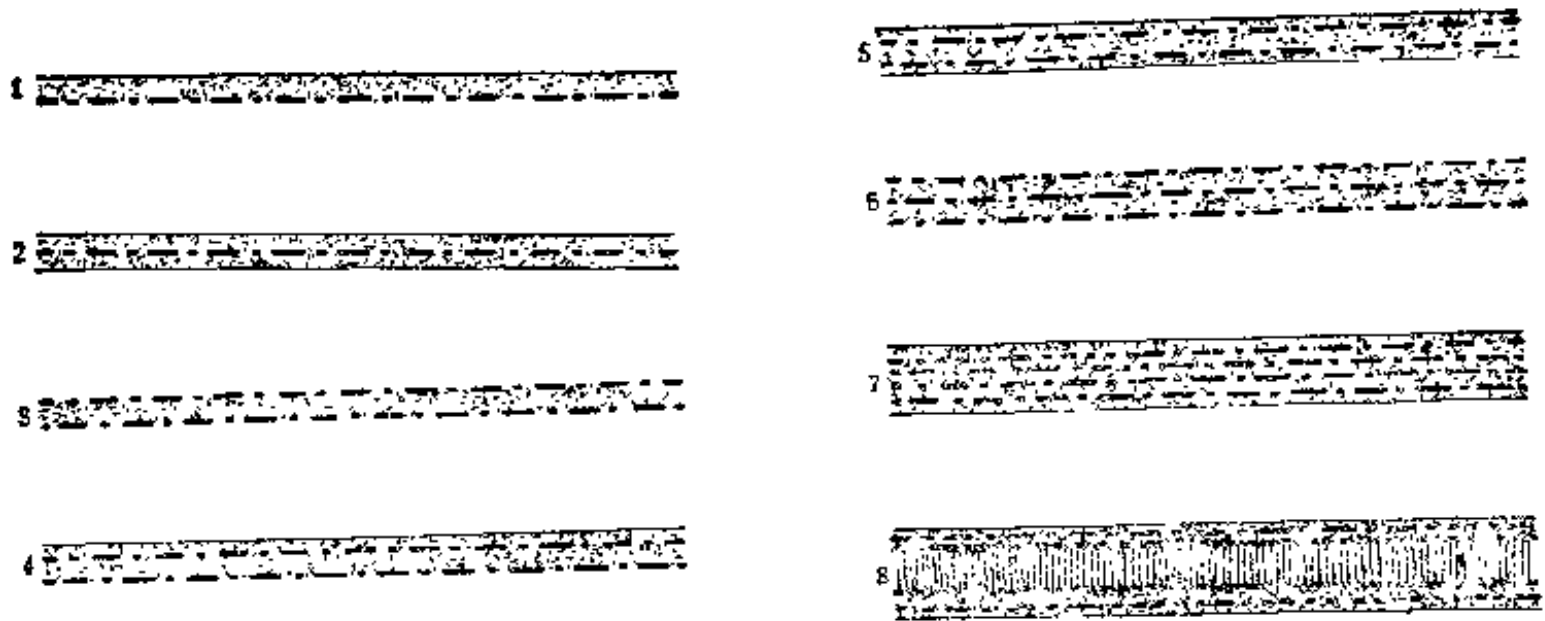


图 3-1-1 胶布结构

1—单面胶布；2—双面胶布；3—夹胶布；4—单面夹胶布；5—双面夹胶布；6—双夹胶布；7—多层夹胶布；8—长毛绒充气胶布

二、织 物

胶布的强度主要是由骨架材料——织物种类所决定的，因此制造胶布时，选择织物是确保胶布质量和保持正常生产的很重要的一个环节。

制造胶布用的织物，有机织、针织和无纺织三种，而使用的纤维又有合成纤维和天然纤维二类。合成纤维织物强力高、质轻，可以减少胶布的织物层数和质量，还能节约橡胶，天然的石棉和玻璃纤维织物能耐高温，化学性能稳定，但相对密度大、性脆，石棉纤维织物的机械强度也很低，所以一般胶布都不使用，如有特殊需要，必需和其它纤维混织。各种纤维主要性能见表3-1-2。

表 3-1-2 各种纤维主要性能

名 称	相对密度	干伸长，%	伸长弹性	屈挠性	耐磨性	软化点或熔 化点，℃	吸湿性 (20℃65%) %	染色性	耐酸性	耐碱性
蚕 丝	1.36	12~25	良	稍强	稍强	—	11	良	强	弱
羊 毛	1.32	25~35	优	强	弱	—	16	良	强	弱
棉 花	1.35	7~10	可	强	稍强	—	8	良	弱	强
粘胶纤维	1.50	8~30	可	弱	稍强	—	12	良	弱	稍强
醋酸纤维	1.32	20~35	良	弱	稍强	180	6	良	稍强	稍强
锦纶66	1.14	14~25	优	强	强	250	4	良	稍强	强
维 纶	1.30	15~30	良	强	强	200	5	不良	强	强
腈 纶	1.18	16~20	优	强强	稍强	235	0.9	良	强强	强
氯 纶	1.70	15~30	优	强	强	140~160	0	差	强强	强
涤 纶	1.38	7~12	优	强	强	220	0.4	不良	强强	弱
石 棉	2.47	—	—	弱	—	500	润湿	—	强强	—
玻璃纤维	2.54	2~4	—	弱	强	815	0.3	良	强强	稍强

注：表中性能好坏次序为：强强>强>稍强>弱。

胶布使用同一纤维材料织造时，由于采用的纱支数（或纤度“旦”）、股数、捻度、密度和结构等不同，织成的胶布强度相差很大。

1. 纱支

通常对强度要求高的胶布可选用低支纱、高密度结构，并可增加股数来满足强度要求。

选用高纱支数、高密度的结构，制造出来的胶布较厚而重，如果要求胶布不能太厚或超重，可采用高强度合成纤维的织物。常用织物的规格见表3-1-3。

表 3-1-3 常用织物规格

品 名	幅宽,cm	支数/股(经×纬)	经纬密度	强度,N/5cm(kgf/5cm)经向×纬向
4磅232色布	85	23×21	64×63	470×441(48×45)
21-2本漂布	84	21×21	60×58	441×392(45×40)
4磅-20145色布	85	20×20	70×60	588×441(60×45)
4-2015轻漂布	85	20×20	72×66	608×481(62×48)
109本漂布	90	60×60	120×100	216×196(22×20)
4-21轻漂布	80	21×21	60×58	441×392(45×40)
5140棉帆布	76	21 ^S /2×21 ^S /2	51×40	785×588(80×60)
21171锦纶丝纺	112	70 ^D ×70 ^D	122×91	686×392(70×40)
528锦纶绸	94	—	120×142	470×470(48×48)
104维纶帆布	91	21 ^S /2×21 ^S /2	57×39	1275×981(130×100)
8201玻棉交织布	93	18 ^S /2×30 ^S /2+21 ^S /1	—	1275×1275(130×130)

2. 织物结构

现有胶布用的织物，普遍选用平纹、斜纹、人字纹、缎纹等结构如轻薄型防水胶布，选用平纹结构的为多，这是因为这种结构的胶布生产量较大，织造也简便。耐屈挠性良好的胶布，可选择斜纹和人字纹结构的，因为这种结构交结点比平纹织物少，显得很柔软。单面胶布，如果织物的一面需有美观的外表，可选用缎纹结构。对要求轻而薄并具有抗撕性的胶布，可选用经纬向有加强筋的结构。如果胶布制品需要胶布本身的中间能够充气而又不会成鼓形，则可选用特殊结构的长毛绒型的织物。

3. 粘合性

胶布的纤维材质、纱支数、股数、捻度、密度和结构对与橡胶粘合性有很大影响。如合成纤维织物与橡胶粘合比天然棉纤维或蚕丝与橡胶粘合要困难得多，而合成纤维中涤纶与橡胶粘合则更困难。相同的合成纤维，在织造中采用低捻度、低密度、高纱支数的平纹结构织物与橡胶的粘着强度要比采用高捻度、高密度、低纱支数的缎纹结构织物高得多，这是因为前者和橡胶接触面积比后者大，而且前者制成的胶布比后者柔软。具体选择纤维材质、纱支数、股数、捻度、密度和结构，必须根据胶布使用技术要求而定。这就是说，在选择织物时，不仅仅要考虑和橡胶粘合问题，还要考虑织物强度、织造整理中的难度等因素。

为了提高与橡胶粘合较困难的织物的粘附强度，在织造方法上可采用此纤维与和橡胶粘附强度最佳的纤维进行混纺或交织。如棉纤维与橡胶粘附强度较好，常和粘附强度较差的纤维混纺或交织，这样就能改善后者与橡胶的粘附强度。采用这种方法，还能提高一些纤维织物的屈挠性、强度及耐酸碱和阻燃性能等。

提高织物与橡胶粘附强度，除织物本身采用不同织造方法外，还可利用粘合技术。例如，把织物在胶粘剂中浸渍或在表面进行喷涂处理，然后再涂覆橡胶，同样可以提高织物与橡胶的粘附强度。也可把某些胶粘剂直接加到胶浆或混合胶料中来提高织物与橡胶的粘附强度。

4. 技术要求

制造胶布的织物应符合下列技术要求。

(1) 织物表面应该无绒毛、平整、清洁、幅宽一致，不允许有引起胶布使用性能不良

的、影响外观质量的粗纱、线(丝)疙瘩、线结、经纬向紧纱、折皱纹、漏纱、油污渍和棉子壳等斑点。

(2) 织物不允许使用能促使橡胶老化和颜色迁移的染料。但是,在印染工业中一般常用硝基染料和铜锰化合物作为媒染剂,如织物中含有的硝基或含铜量在0.01%以上时,对橡胶老化影响甚大,就不能采用。因此选用有色织物时,必须先经过试验和化学分析。

(3) 使用漂白织物时,需检查其游离氯含量。如含氯量过多,则会促使胶布变色,并发脆,影响产品质量。

(4) 织物的pH值应保持在6~8,若超出此范围就容易对橡胶层和织物产生影响。

(5) 织物使用时必须经过退浆处理,处理后织物含浆率不允许超过2%。此外,棉织物还必须烧除毛绒;合成纤维织物需经过热定型整理,其织物在160℃定型时收缩率必须小于5%。

(6) 织物色泽要求均匀一致,制成胶布经高温硫化后,不允许出现变色、变质等异常现象。

(7) 为了保证胶布的质量稳定,每种胶布使用的织物都应制订出规格和性能指标,以备查考。

第三节 胶料配方

一、配方设计 and 要求

胶布是一种薄型橡胶制品,其用途极为广泛,性能要求不一,制造工艺也较复杂,所以在设计胶料配方时,除设计配方中一般应注意的事项外,还应该注意和考虑胶布配方本身的某些特殊要求。

1. 胶种

普通胶布一般选用通用型胶种。如天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、聚异戊二烯橡胶和氯丁橡胶等。特种要求的胶布需要选用具有特殊性能的胶种。如耐油胶布选用丁腈橡胶、聚硫橡胶及氯丁橡胶;气透性要求小的胶布选用丁基橡胶;耐热胶布选用氟橡胶、硅橡胶、乙丙橡胶;耐寒胶布选用硅橡胶、顺丁橡胶;耐紫外线胶布选用硅橡胶等。此外,颜色要求鲜艳的胶布选用氯磺化聚乙烯橡胶。详见表3-1-4和表3-1-5。

表 3-1-4 几种主要橡胶耐腐蚀性能的比较

介质	天然橡胶	丁苯橡胶	丁基橡胶	聚硫橡胶	丁腈橡胶	氯丁橡胶	硅橡胶	氯磺化聚乙烯橡胶	聚氨酯橡胶	氟橡胶
脂肪族烃	较差	较差	较差	极佳	颇佳	佳	较差	佳	佳	佳
芳香族烃	较差	较差	较差	颇佳	佳	尚可	较差	尚可	尚可	佳
酮	佳	佳	佳	佳	较差	较差	尚可	较差	尚可	较差
喷漆溶剂	较差	较差	较差	佳	尚可	较差	较差	较差	尚可	较差
汽油	较差	较差	较差	极佳	佳	尚可	较差	尚可	尚可	佳
动植物油	较差	较差	较差	极佳	极佳	佳	尚可	佳	佳	极佳
臭氧	尚可	尚可	极佳	极佳	尚可	极佳	极佳	极佳	极佳	极佳
稀酸	尚可	尚可	颇佳	尚可	佳	佳	佳	极佳	尚可	极佳
浓酸	尚可	尚可	佳	尚可	尚可	尚可	尚可	佳	较差	佳
碱	尚可	尚可	佳	佳	尚可	佳	佳	极佳	较差	极佳

注: 极佳>颇佳>佳>尚可>较差。

表 3-1-5 几种主要橡胶性能比较

项 目	天然橡胶	丁苯橡胶	丁基橡胶	聚硫橡胶	丁腈橡胶	氯丁橡胶	硅橡胶	氯磺化聚乙烯橡胶	聚氨酯橡胶	氟橡胶
纯胶拉伸强度	高	低	高	低	低	高	低	一般	超特	一般
补强层拉伸强度	高	一般	一般	低	一般	高	低	高	超特	高
硬度(邵尔A)	30~90	40~90	40~75	50~80	40~95	40~95	40~85	40~95	60~98	60~95
硫化性能	极佳	极佳	好	尚可	极佳	极佳	尚可	极佳	好	好
与织物粘附强度	佳	尚可	好	尚可	好	极佳	尚可	好	极佳	好
永久变形	好	好	尚可	较差	好	好	尚可	尚可	好	很好
气透性	尚可	尚可	很低	低	低	低	尚可	很低	很低	低
低温屈挠性	极佳	好	好	好	好	较差	极佳	尚可	尚可	尚可
抗撕裂性	好	尚可	好	较差	尚可	好	较差	好	极佳	好
抗吸水性	好	好	很好	尚可	好	好	好	很好	好	很好
耐氧化	好	好	极佳	好	好	极佳	极佳	很好	很好	极好
耐辐射性	好	极佳	较差	较差	较差	较差	极佳	较差	极佳	极佳
耐热性能	尚未	尚可	好	尚可	好	好	超特	好	好	极佳
耐寒性能	好	尚可	好	尚可	尚可	较差	极佳	尚可	尚可	尚可
耐腐蚀性	佳	极佳	好	较差	好	极佳	较差	极好	很好	很好
成本	低	低	低	贵	中等	中等	贵	中等	贵	很贵

胶布除使用橡胶外，还可和聚氯乙烯（PVC）、高压聚乙烯（PE）、氯化聚乙烯（CPE）、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物（EVA）等塑料并用。但并用比例应根据胶布的技术要求和生产设备的工艺条件来确定。如利用胶布的生产设备进行生产时，在一般衣料胶布的配方中塑料的并用比例为橡胶的5.2~11.1%；工业类胶布塑料的并用比例为橡胶的11.1~42.8%。橡塑并用既可代替部分橡胶，又可降低产品成本，并可提高胶布表面的光滑性等。

通常胶布的胶料含胶率为30~60%，特种胶布，如放射线胶布、导电胶布的含胶率在10~20%，而气密性用途的胶布含胶率则达70~95%。另外在设计胶布胶料配方的含胶率高低时，除考虑成本外，还应考虑胶布的胶层厚度和制造工艺，因为含胶率的高低将直接影响胶布制造工艺和质量。如采用压延贴胶法时，制造胶层较厚的胶布，含胶率不能高于60%，否则胶布的胶层表面易产生小泡和由于胶料收缩大而造成桔皮状表面；采用涂胶法时，通常含胶率也不能高于70%，否则同样会造成胶布在涂胶时易粘坏和增加上胶量困难。因此在设计较厚胶层的胶布胶料配方时，含胶率不能太高。而在设计气密性较好的胶布胶料配方时，含胶率较高，所以胶层厚度不能太厚。含胶率较低的胶布胶料，一般在工艺上存在问题较少，并可节省大量橡胶和降低胶布成本。

2. 硫化系统

胶布的胶层很薄，如采用快速硫化配合，硫化时极易过硫，又因在制备胶浆、胶料混炼、热炼和压延时，由于胶料处在较高温度下，容易发生焦烧和自硫。为了保证胶布硫化均匀和胶料加工性稳定，胶布胶料在最宜硫化区间，应该有较宽的硫化平坦范围。

胶布胶料的配方，通常都采用低硫和无硫配合。需要胶料抗焦烧性较好的，则选用硫化时临界温度较高的后效促进剂，如促进剂CZ、NOBS等，都会获得较好效果。

常用的硫化剂有硫黄、金属氧化物、过氧化物、树脂等，促进剂有次磺酰胺类、秋兰姆类、噻唑类、醛胺类等。

3. 防老化系统

胶布的胶层一般都较薄,不耐紫外线的长期照射,接触空气面积又大,加上使用条件复杂,很容易老化。所以,除了合理选用胶种外,在胶料中还需相应地加入适量的防老剂,来提高胶布的胶层耐老化性能。常用的防老剂主要有酮-胺反应生成物、二芳基仲胺、取代酚、烷撑双取代酚及物理防老剂——石蜡等。此外,炭黑虽不是防老剂,但是加入橡胶后有优良的抗紫外光老化性能。

在设计配方时,必须根据胶布不同的技术要求进行选择防老剂。如色彩鲜艳的胶布,可选用非污染的取代酚类防老剂;医用或接触食品的胶布,可选用无毒、无味、无臭的4,4'-二羟基联苯(商品名称为防老剂DOD)防老剂。

如果一种防老剂难以满足要求时,可采用二种以上并用,以达到协同效应。再有,并用塑料的配方,还需加入耐光、耐热等塑料的稳定剂。

4. 补强系统

胶布的强度主要取决于织物的强度。而胶布胶层的耐磨性、耐屈挠性、抗刺穿性和拉伸强度等,也是决定胶布质量的主要因素,然而,胶布的这些性能均需通过在胶料中添加补强剂来获得。如普通胶布胶料的拉伸强度为7.9~11.8MPa(80~120kgf/cm²)、撕裂强度为0.05~0.20kN(5~20kgf)时,设计配方就要根据胶布技术要求选择补强剂种类和最佳的用量。补强剂一般用量为橡胶的10~30%。

胶布常用的补强剂中,以炭黑的补强效果为最佳,白炭黑、陶土、碳酸镁次之。在炭黑品种中,高耐磨炉黑(HAF)、半补强炉黑(SRF)和喷雾法炭黑是常被采用的品种。接触法炭黑、热裂法炭黑除在一些有特殊要求的胶布中使用外,一般很少使用。陶土以漂洗法的为最佳,然而,由于产地不同质量会有很大差异。白炭黑以粒子细的气相法白炭黑补强效果较好。碳酸镁只在以天然橡胶为主的胶料中使用,并有一定补强效果,常用的是沉淀法碱式碳酸镁。

5. 填充系统

胶布单位耗胶量很低,而胶层性能要求却较高,所以在一般的胶布胶料中填充剂用量不大。用得最多的是碳酸盐类填充剂,其次是硫酸盐类及硅酸盐填充剂。

6. 粘合系统

胶布制造中除了在织物上进行各种浸渍处理和在内造上采用一定的方法来提高织物与橡胶粘合强度外,还需在胶料配方中加入适量的胶粘剂,使胶布的橡胶层和织物经高温硫化后能牢固地粘合。常用的胶粘剂有环氧树脂、酚醛树脂、聚酰胺树脂、氯化橡胶、环化橡胶、松香和“间甲白”体系等。

总之,胶布用的配合剂要求纯度高、粒子细,尤其在气密、耐油和耐辐射的胶布胶料中,更不允许含有粗大粒子。一般胶布使用的配合剂除了能在轧炼中熔化的以外,其余的细度都要求在300目筛网中全通过。如果是薄型胶布配合剂则要求400目筛网全通过。设计胶布胶料配方时要注意配合剂的酸碱度选配,以防胶料硫化迟延和焦烧。胶布胶料经硫化后,其pH值必须在6~8范围内,否则易使织物发脆和胶层早期老化,缩短胶布使用寿命。

二、配方实例

常用的胶布胶料配方实例见表3-1-6。

表 3-1-6 各种常用胶布胶料配方实例

组分	防雨胶布	防水胶布	气密胶布	气密胶布	医疗胶布	潜水胶布	水产胶布	绝缘胶布	耐油胶布	耐油胶布	耐酸胶布	耐热胶布	耐寒胶布
天然橡胶	70	100	100	70	100	100	100	100	—	—	75	—	30
合成橡胶	(丁苯)30	—	—	(丁苯)30	—	—	—	—	(丁腈)100	(氯丁)100	(丁苯)25	(丁苯)(氯丁)1090	(顺丁)70
硫 黄	1.6	—	—	0.5	—	2.2	—	1.4	1.5	—	2.5	—	3
促进剂M	—	0.5	0.6	—	0.5	0.8	0.5	1	—	—	0.7	—	0.5
促进剂DM	1.4	—	—	0.4	—	—	—	—	0.75	1	0.2	—	0.5
促进剂TMTD	0.34	3	3	2.3	3	—	3	0.4	—	—	0.1	—	1.5
促进剂H	—	—	—	1.6	—	—	—	(D)0.1	—	—	—	—	—
促进剂808	—	—	—	—	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—
氧化锌	4	5	20	5	25	5	15.5	2.5	10	2	2	5	5
氧化镁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	10	—
硬脂酸	3.5	2	1	2.5	1.5	1	1.5	0.5	1.5	—	2	1	2
防老剂A	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	1.5	1	—
防老剂BLE	1.5	1.5	—	1	—	1.5	—	0.6	1.5	2	—	1	1.5
防老剂MB	—	—	1.5	—	(DOD)1.5	—	—	—	—	—	—	—	5
防老剂H	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
炭 黑	16	—	0.25	3.5	—	—	10	—	25	0.3	0.1	60	—
白炭黑	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
陶 土	64.06	35	—	24	150.5	—	—	—	—	—	—	—	—
碳酸镁	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—
硫酸钡	—	—	11	14	—	—	—	—	—	—	80	—	—
磷酸钙	—	—	60	21.7	—	—	23.5	—	—	—	—	—	—
增塑剂	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	10
凡士林	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	—
松焦油	1	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—
古马隆树脂	—	—	—	7.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
机 油	5.6	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
重 油	—	—	—	4	—	—	—	(沥青)2.5	—	—	—	—	—
氯化石蜡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—
黑油膏	—	—	—	—	2	10	—	—	10	—	—	—	—
松 香	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
酚醛树脂	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	2
石 蜡	1.5	1	2	—	1	1	3	1	1.5	—	2.5	—	2
氢氧化钙	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
间苯二酚	—	—	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
锌钡白	—	5	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	10
氧化铁	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
酞菁绿	—	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
氧化锑	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—
合 计	200	157.5	201.75	201.5	300	121.9	179	110	170.75	120.3	195.6	215	143
含胶率, %	50	63	49.6	49.6	33.3	82.03	55.87	90.9	58.57	82.13	51.12	46.61	69.93

第四节 制 造 工 艺

各种胶布的制造,除准备工艺较类同外,涂胶、压延贴胶和硫化工艺应根据各自胶布的技术要求选定(见图3-1-2)。其中有的需要采用涂胶工艺,有的却可直接进行压延贴胶,然而更多的则是二者都采用;有的可以进行连续化生产,有的由于制造工艺复杂,无法进行连

合成橡胶在使用前需剥除外包装纸。如供制浅色或气密性要求高的胶布用的天然橡胶，还须剥除胶包外皮。

(2) 配合剂加工

a. 粉碎 为了便于胶料混炼操作和分散，如沥青、固体古马隆、硬脂酸、松香和石蜡等，需用破碎机或其它工具，将它破碎成小块或小颗粒。

b. 干燥 配合剂中水分含量过大，易使胶布的胶层在硫化时起泡和发孔，如易吸潮的陶土、碳酸钙、碳酸镁、氧化镁和硫黄等在使用前进行干燥。

c. 筛选 筛选目的是除去混在配合剂中的机械杂质，如砂粒、木屑、纸片和配合剂受潮结的硬块等，所以包装不太严密的陶土、硫黄等都须经筛粉机过筛才能使用。

d. 熔化、过滤和蒸发 胶布胶料中使用的粘稠液体配合剂，常含有机机械杂质和水分，如液体古马隆、松焦油、机油等，在使用前需使用蒸汽间接加热法蒸发掉水分，再趁热过滤除去机械杂质。

二、配 料

胶布胶料的配料，通常按配方中的规定配合剂的品种、规格和配比量，分别称取、分类盛装和贮放。

1. 分类盛放

- ① 橡胶应先切胶后破胶，再称重。
- ② 硫化剂、促进剂、操作助剂盛装一容器内。
- ③ 活性剂、防护助剂、操作助剂、着色剂等盛装一大容器内。
- ④ 补强剂、填充剂、软化剂、增塑剂等盛装1~2只大容器内。

2. 注意事项

- ① 衡器须经常校正，称量精度必须在规定范围。
- ② 配好的料需按比例抽查复核，防止漏配、少配和错配。
- ③ 已配好的料须挂牌写明胶料名称、数量和日期。
- ④ 配好的料贮放地方必须清洁、通风，避免日光直射且无尘屑飞扬，并做到先配先用，后配后用。
- ⑤ 定期做好衡器、盛具、放料搁架等的清洁工作。

三、塑 炼

胶布用的天然橡胶、合成橡胶和塑料必须进行塑炼、塑化和共混，以达到混炼、胶浆制造、压延覆胶等工艺所需要的可塑度和胶种共混的均匀度。

通常胶布用的天然橡胶塑炼采用机械法，而合成橡胶除高门尼粘度的硬丁苯橡胶、硬丁腈橡胶外均不需专门塑炼。但对某些合成橡胶，如软丁腈橡胶，虽已具有所需的可塑度，若再进行一定程度的机械塑炼，对制造胶浆和压延覆胶都有良好的工艺效果。共混的合成橡胶仍然需要进行机械塑炼，待炼软后即可掺入天然橡胶。塑料则需添加稳定剂和增塑剂进行塑化，方能在高温炼胶机上与橡胶共混。二种或二种以上的胶种共混或与塑料共混，必须翻炼均匀，以保证胶布质量。

橡胶塑炼的可塑度指标主要根据胶布的性能要求和采用何种工艺而确定。通常制造胶浆的胶料可塑度高些，压延覆胶的胶料可塑度低些（见表3-1-7）。

表 3-1-7 胶布塑炼胶可塑度

用 途	可塑度	备 注	用 途	可塑度	备 注
制造胶浆	0.50~0.60	45%以上含胶率	压延覆胶	0.40~0.45	胶片厚在0.2mm以上
制造胶浆	0.65~0.65	45%以下含胶率	压延覆胶	0.47~0.56	胶片厚在0.2mm以下

如果不严格规定和控制胶料的可塑度指标，就无法保证胶布的质量。若可塑度过低，则胶料收缩性大，压延覆胶时胶片厚度就不易控制，胶层表面容易出现桔皮状皱纹。可塑度过低的胶料用于制造胶浆时，搅拌时生热较大，消耗溶剂和工时也多，且易引起胶浆早期自硫，并且胶浆由于弹性复原性大、流动性差，不利于刮涂工艺，会使涂好的胶布表面粗糙，不符合技术要求。若可塑度过高，压延时易粘辊和使胶片起小泡，很难获得表面平整、光滑、质量好的胶布。因此对胶布的塑炼胶，给予可塑度规定和控制是很重要的。

四、混 炼

混炼是胶布制造工艺中的重要工序，它对胶布质量有着直接影响。如混炼时间过短，则容易造成混炼不匀，胶料表面粗糙，会使胶料硬度不一和物理性能低劣，且会造成压延覆胶困难；混炼时间过长，又会导致胶料可塑度增大而粘辊。所以必须严格掌握混炼可塑度（见表3-1-8）。

表 3-1-8 胶布混炼胶可塑度

用 途	可塑度	备 注	用 途	可塑度	备 注
制造胶浆	0.48~0.56	45%以上含胶率	压延贴胶	0.35~0.42	胶片厚在0.2mm以上
制造胶浆	0.50~0.60	45%以上含胶率	压延贴胶	0.45~0.52	胶片厚在0.2mm以下

胶布胶料混炼有密炼法和开炼法二种。密炼法混炼，常采用一段法混炼，即分批逐步加料，每次加料前要提起上顶栓，加料后要放下上顶栓，进行加压或不加压混炼。加压的程度须视所加配合剂而定。例如投加橡胶后，为了使温度上升快和加强摩擦，就需施加较高之压力，但在投加其它配合剂时，应适当减少加压程度，在加生热量大的配合剂时甚至可以不加压，以免升温过高和受压过大而导致胶料焦烧和结团。

常用密炼法混炼加料顺序为：橡胶（生胶、塑炼胶、共混胶）→固体软化剂→防老剂、促进剂、活性剂→补强剂→填充剂→液体软化剂→排胶→压片→冷却。

开炼法混炼，在加入质地较轻而易粘辊结块的粉剂时，通常不允许采用刮刀操作法，否则这些粉剂结片轧入胶料中不易分散，影响胶布质量。为了防止产生粉剂分散不均，可预先将这类粉剂加工成膏体后再加入橡胶混炼。

用密炼法混炼效率高、粉尘少，混炼时间易控制，胶料均匀度好、可塑度变化小，特别对橡塑并用的胶料最合适。而对生热大、易焦烧的胶料不适用。

开炼法混炼，可用于所有胶种的胶料（包括橡塑并用胶料）。缺点是生产效率低、劳动强度高，虽有除尘装置，但仍难免有粉尘飞扬。为了保障操作人员身体健康和防止工作环境污染，胶布胶料的混炼应采用密炼法为好。

五、滤 胶

此道工序是为了除去不含硫化剂的混炼胶内颗粒状杂质。对于气密性要求较高而又较薄的胶布制造工艺来说是不可缺少的一道工序。但对于胶布厚度特别薄的，如厚度在0.18mm以下的锦纶绸胶布，因为滤胶最细的筛网只能到100目，因而无法滤除在100~200目筛网不通过的颗粒杂质。再有筛网越细过滤也就越困难。此时，通常是采用洁净无颗粒杂质的合成橡胶和使用300目筛网全通过的细粒子的配合剂的办法来实现。

如果使用一般通用型橡胶制造胶布时，都须进行过滤，除去颗粒杂质后才能使用。

滤胶用的金属丝筛网规格选择应根据胶布的厚度和使用要求进行确定。常用的金属丝筛网规格见表3-1-9。

表 3-1-9 胶布滤胶常用金属筛网规格

金属丝筛网名称	筛网规格		金属丝筛网名称	筛网规格	
	孔/in ²	孔/cm ²		孔/in ²	孔/cm ²
10目	10	15.5	56目	56	486
20目	20	62	60目	60	558
30目	30	130.5	80目	80	992
40目	40	218	100目	100	1550
45目	45	313.9			

注：10~45目是黑铁丝编织，60~100目是黄铜丝编织。

1. 热炼和供胶

胶料在滤胶前先在开炼机上进行热炼。热炼机的供料能力应基本上与滤胶压出机能力一致，以免造成供料脱节或热炼能力剩余。热炼后的胶料被刀割成胶条片，通过带式传送装置连续输往滤胶机进料口喂料。热炼以胶料达到预热要求为准。热炼条件和供胶要求可参照表3-1-10。

表 3-1-10 各胶种热炼和供胶要求

胶 种	温度，℃		时间，mm	胶片厚度，mm	胶片宽度，mm
	前 辊	后 辊			
天然橡胶	70	60	8~10	10~12	50~70
天然橡胶与丁苯橡胶并用	65	55	8~10	10~12	50~70
天然橡胶与顺丁橡胶并用	70	65	8~10	10~12	50~70
丁腈橡胶	40	55	6~8	6~8	50~70
氯丁橡胶	55	46	6~8	6~8	50~70

2. 滤胶

滤胶一般都采用螺杆直径较大的滤胶机，其规格为φ152~350mm。

滤胶机在工作之前，需先将机筒、机头通蒸汽加热，筛网压板需用蒸汽直接冲热。通常

机筒温度控制在35~45℃,机头和筛网压板温度是95~105℃。达到温度后即可装入金属丝网网眼进行喂料滤胶。

3. 注意事项

- ① 滤胶时应根据工艺规定的筛网规格进行安装。
- ② 滤胶时应定时更换滤胶筛网,如发现筛网挤破,应及时更换,并把此时滤出来的胶料重滤一次方能使用。
- ③ 每种胶料按工艺规定的量准确地称取,一般每车胶量分二部分。
- ④ 必须做好清洁工作,过滤后的胶料需专点贮放,防止杂质再混入。

六、加硫化剂、促进剂和出片冷却停放

1. 加硫化剂、促进剂

滤过的胶料温度很高,需经过一定时间的冷却后,方可加入硫化剂和促进剂。此操作通常是在开炼机上进行。其炼胶机的前辊温度为50~55℃,后辊温为45~50℃。

操作顺序如下:

- ① 将已称重的滤后胶料一部分,投入炼胶机使之包前辊(辊距约6~8mm)自由轧炼;
- ② 均匀地加入促进剂和硫化剂;
- ③ 待粉剂全混入胶料后,加入另一部分胶料,并切割倒炼均匀;
- ④ 调节辊距至0.6~1mm,进行薄通(通常采用三角包和自由落盘法);
- ⑤ 调节辊距至6~8mm,轧光后,取快速检验试样后,出片冷却(出制造胶浆用的胶片,辊距为1~3mm)停放。

2. 冷却

出片后的胶料温度仍有50~60℃,在这样的温度下存放,容易使胶料自硫,因此必须进行强制冷却,然后再停放。胶布生产中使用的冷却方法一般分以下二种。

(1) 用涂粉机将胶片两面连续涂刷上少量隔离剂(如碳酸钙、滑石粉或二者并用),然后裁断成一段一段胶片,把每张胶片放到专用搁架车上,用鼓风机吹冷却。此法适用于胶布的部分底胶胶料和不宜接触水的胶料。

(2) 将胶片连续通过盛有液体隔离剂的槽后再裁断成一段一段的胶片,把每张胶片放到专用搁架车上,用鼓风机吹冷却。

液体隔离剂一般使用的配方见表3-1-11。

表 3-1-11 胶料冷却用液体隔离剂配方

原料名称	用量, 份	原料名称	用量, 份
中性肥皂	2	清 水	100
拉开粉	0.2	共 计	102.5
松节油	0.3		

3. 胶料停放

出片冷却后的胶料还要经过一定时间停放才能投入生产使用。胶料经过停放可达到如下

目的:

- ① 松弛胶料在混炼时所受的机械应力,使之恢复疲劳,提高了物理性能;
- ② 减少压延时胶料收缩率和起小泡;
- ③ 使部分补强剂和橡胶进一步浸润和结合,提高补强效果。

胶料停放地方必须无粉尘,空气要流通,恒温(25℃),并做到先存放先使用,后存放后使用,防止胶料长期积压变质。

4. 快速检验

快速检验的目的是保证胶料质量。一般采用最简便有效的方法为硫化试片法。该法是将试样胶料用规定的温度、时间和专用的橡胶模具在平板硫化机上硫化成试片,经水或自然冷却后,再测定试片在快速检验中规定的项目。根据每种胶料规定的快速检验项目指标(见表3-1-12)来核对每个测得的数据,以确定每车胶料的配合剂是否分散均匀和有无差错。若发现问题可及时采取措施解决。

表 3-1-12 各种胶布胶料的快速检验项目指标

胶料名称	硬度(邵尔)	相对密度	胶料名称	硬度(邵尔)	相对密度
雨衣胶布面胶	52~57	1.27~1.32	潜水胶布面胶	38~42	1.06~1.08
医疗胶布面胶	50~55	1.35~1.38	耐热胶布面胶	48~53	1.31~1.33
耐酸胶布面胶	54~59	1.29~1.33			

注:1. 胶料硫化条件151℃×10min。

2. 用氯化锌水溶液作相对密度测定液。

七、胶 浆 制 造

在织物表面用胶浆刮涂是最早生产胶布所采用的工艺方法之一,至今仍生产胶布的一个主要方法。胶浆的粘度、浓度和粘合性能是直接影响胶布质量和性能的因素,所以在胶布生产中要严格控制,才能制造出符合胶布要求的胶浆。此外,必须重视胶浆的溶剂选择和按胶浆制造工艺的规定严格管理。

1. 胶片切碎

为了在胶浆制造时加速胶片的溶解速度,冷却、停放后的胶片,先用切条机切成6~8cm宽度的条片,再用切块机把胶条片切成7~15cm²左右的薄块,撒少量粉质隔离剂以防互粘,并按工艺上规定的量称取装盘备用。

2. 溶剂选择

胶浆制造中的溶剂选择除考虑对胶料的溶解性能外,还应考虑对胶布质量的影响和安全等问题。溶剂选择要求如下。

(1) 对胶料质量应无影响 常用的有汽油、苯、甲苯、乙酸乙酯、丁酮等溶剂,对各种橡胶均无化学作用。二氯乙烷、四氯化碳等溶剂,在高温时会放出氯化氢、氯气,会影响胶浆粘着性能,除了制造某些特种胶布外,一般不使用。

(2) 毒性要小 由于在胶浆制造、织物刮涂和干燥过程中有溶剂蒸发,对人体有危害性。因此要采取必要的劳动防护措施,以保障操作人员的健康。汽油在胶浆中用量最大,而其它溶剂除特殊需要外,一般不使用。虽然汽油的危害性比其它溶剂小,但在室内空气中的

汽油含量也必须严格检查和控制。这是因为操作人员长期处于汽油含量为 1~2mg/L 的空气中，就会刺激神经系统得慢性职业病。若空气中汽油含量达 5~6mg/L 时就会使人中毒。为了保障操作人员的健康，国家对室内空气中的溶剂蒸气的最高允许浓度作出限定（见表3-1-13）。

表 3-1-13 各种溶剂在室内的最高允许浓度

溶剂名称	允许浓度,mg/L	溶剂名称	允许浓度, mg/L
汽 油	0.3	丙 酮	0.2
纯 苯	0.1	四氯化碳	0.01
甲 苯	0.1	二氯乙烷	0.05
二 甲 苯	0.1		

（3）溶剂蒸发速度 溶剂的蒸发速度如果过快，则在刮涂时，胶层易结成表面薄膜。这种薄膜阻碍了胶浆内层溶剂的蒸发，在硫化时会使胶布涂胶层起海绵状小孔。如果空气湿度较高时，由于溶剂蒸发速度过快，会使空气中的水分凝结在胶膜上，这会降低每次涂胶层间粘附强度。溶剂蒸发速度如果过慢，则会影响胶布的生产速度。所以，溶剂蒸发速度对胶布生产和质量影响都是很大的。通常胶布生产中是通过选择适当馏程的溶剂，和采用几种不同蒸发速度的溶剂两者并用的方法来调节蒸发速度的。一般是选用馏程为 45~190℃的工业汽油和馏程为80~120℃的溶剂汽油作为制造胶浆的溶剂。溶剂并用须根据胶种来确定，如可用二甲苯调节苯的蒸发速度，甲苯调节汽油蒸发速度等。

（4）难燃性 织物刮涂胶浆时不断地产生静电，其电压可达 7000~30000 V 以上，极易放电产生火花，如遇到含易燃溶剂的气体，就会导致爆炸和火灾。所以制造胶浆时最好选择难燃的溶剂，如三氯甲烷、四氯化碳、二氯乙烷等。可是这些溶剂虽然难燃，但是毒性都较大，因此，除特殊需要外，很少使用。然而，毒性较小的汽油、甲苯、甲乙酮和乙酸乙酯等溶剂却都很易燃（见表3-1-14），为了解决这个问题，通常采用安装溶剂回收装置和在涂胶设备上安装消除静电装置，来减少空气中的溶剂含量和防止电火花产生。

表 3-1-14 溶剂的性质对比

溶剂名称	相对密度	折射率	在101325Pa 时沸点,℃	在空气中的爆炸限度,mg/l		着火点 ℃	在空气中的自燃点,℃	
				下限	上限		在玻璃上	在铜板上
轻质汽油	0.72	1.42	68~120	—	—	61	—	—
重质汽油	0.75	—	80~135	—	—	73	—	—
苯	0.88	1.50	80	1.5	8.0	-8	580	649
二甲苯	0.87	1.50	139	1.0	5.5	25	553	649
二氯乙烷	1.26	—	84	—	—	不着火	不着火	不着火
二硫化碳	1.27	1.62	46	1.0	45.0	-30	—	150

除根据上述溶剂的四点要求外，在选择溶剂时，还需考虑溶解橡胶速度、溶剂价格和货源。

胶布制造时常用的几种溶剂见表3-1-15。

3. 胶浆制造

制造各种胶浆都要经过溶胀、溶解二个阶段。胶浆一般制造顺序如下。

- (1) 先加入全部溶剂的25~50%，开启搅拌机。
- (2) 加入已切碎的全部胶料，关闭搅拌机盖。
- (3) 打开搅拌机夹套水冷却阀门。
- (4) 根据胶块溶解情况添加余量溶剂。
- (5) 待溶剂全部添加完和胶浆无胶块时，可停止搅拌。
- (6) 将制造好的胶浆全部卸到盛胶浆桶内贮放。
- (7) 关闭冷却水阀门。

这种制造胶浆方法称添加法，制造出来的胶浆无胶块、胀性小、稠和。胶浆制造多数采用此法。

表 3-1-15 几种常用溶剂

名 称	能够溶解的胶料（包括这些胶的混合胶）	名 称	能够溶解的胶料（包括这些胶的混合胶）
汽 油	天然橡胶、丁苯橡胶、丁基橡胶、顺丁橡胶	乙酸乙酯、戊酯	氯丁橡胶（部分溶解）
苯	丁腈橡胶、氯丁橡胶（包括汽油溶解的胶）	甲乙酮	丁腈橡胶
甲 苯	丁腈橡胶、氯丁橡胶、硅橡胶（包括汽油溶解的胶）	二氯乙烷	聚硫橡胶

胶浆的浓度是根据胶布制造工艺来确定的。如浸胶用的胶浆和底涂一次的胶浆浓度要较低些，而须涂成较厚胶层的胶浆，浓度可高些。胶布用胶浆，制造常用的溶剂和胶料配比见表3-1-16。

表 3-1-16 胶布常用胶浆浓度配比

胶 浆 名 称	浓度配比（胶料/溶剂）	胶 浆 名 称	浓度配比（胶料/溶剂）
涂较厚胶层用胶浆	1:0.9~1.2	浸胶用胶浆	1:1.9~3.0
一次底涂胶浆	1:1.3~1.8		

注：上述比例适用于含胶率在40~60%范围的胶料，若含胶率再提高，溶剂需相应增加。

4. 胶浆制造注意事项

- (1) 搅拌机使用的电动机必须是封闭式的，设备上各传动装置应滑 润，无 产 生 静 电 现象。
- (2) 制造胶浆的车间应空气流通，并装有专用有毒气体抽吸和排放装置，防止操作人员中毒和火灾发生。
- (3) 搅拌机要定料专用，如无条件，则可洗涤干净后方能制另一种胶浆，并定期做好清洁工作，以免影响胶浆的质量。
- (4) 搅拌过程中要开启夹套冷却水，防止因搅拌生热使胶浆温 度 升 高 而 产 生 自 硫 现象。
- (5) 制造完毕的胶浆卸到盛胶桶后要恒温存放，最好室温为25℃左右。这样可防止某些胶浆由于温度变化而造成的冻结和配合剂结晶析出，或自硫。
- (6) 胶浆应根据胶布耗用量来制造，做到随制随用，切勿大量长期贮放。

5. 制造胶浆设备

通常采用胶浆搅拌机。该机有立式和卧式二种。胶浆制造多数采用卧式。它与立式胶浆

搅拌机相比较,具有制浆时间短、胶浆不易结底和便于清理等优点。

胶浆搅拌机的工作容量有50~500 L等规格。该机四壁有夹套水冷却装置,搅拌叶片有固定和活动结构二种。全活动叶片结构的搅拌机,前后叶片有一定的速比,即前叶片较慢,为19r/min;后叶片较快,为36r/min。此外,还有一种为移动式胶浆搅拌机,可供涂胶前需加入胶粘剂的胶浆搅拌之用。

八、浸 胶

织物浸胶能使胶液渗入织物组织中,以达到提高橡胶与织物的粘附强度。如果浸渍液不是胶浆、胶乳,而是粘度较低的化学胶粘剂,也可采用喷涂工艺进行。这个方法已被广泛采用。

浸胶用的浸液有多种,除胶浆、胶乳外,还有许多化学胶粘剂。如389树脂的水溶液、异氰酸酯等。浸胶后的织物经过热空气干燥(热空气温度为80~100℃),使溶剂或水分蒸发,即可直接进行涂覆制成胶布。

浸胶设备除立式或卧式专用浸胶机外,还可利用现有的涂胶机、干燥机(或用热空气硫化室作为干燥机),并在该机前面安装一个简易浸胶槽来,即可进行浸胶。见图3-1-3。

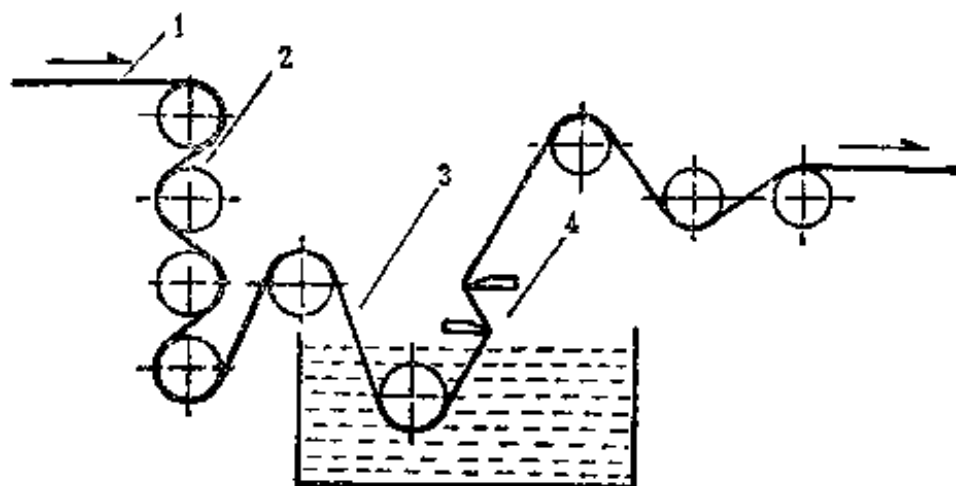


图 3-1-3 浸胶槽示意图

1—织物; 2—张力辊; 3—浸胶槽; 4—刮液刀

九、涂 胶

涂胶是胶布制造中的一个重要方法。该法可制成粘附强度较高而又很薄的胶布。虽然现在压延机的覆胶工艺有了很大进步,但是许多胶布制造仍需有涂胶工艺相辅来完成。也有的胶布甚至完全靠涂胶工艺方法才能达到技术要求。由此可见,涂胶工艺并非属于淘汰方法。

涂胶工艺由配布、接头卷布、涂胶等工序组成。

1. 配布

配布的操作和要求如下。

- (1) 织物按胶布工艺上规定的品种、规格和所需的数量从仓库提取。
- (2) 拆去织物外包装,按每件内附有的并件单核对匹数、长度、幅宽,若有差错可退库另换。
- (3) 供连续生产线用的织物,按班产量配取和堆放,并记录在册。
- (4) 供分段生产用的织物,按工艺规定的长度配取和堆放。
- (5) 配好的织物必须挂牌写上产品名称、数量和日期。
- (6) 堆放时必须在地面垫上木板,并保持干燥、通风、无尘屑飞扬。

2. 接头卷布

接头卷布的一般方法如下。

(1) 连续生产线用的织物接头时, 先将二匹织物平整地摊放在接头周转车上, 拉出须接头部分, 把二个头剪平后, 使之上下叠合约2.5cm, 再用双针缝纫机缝二条横线, 并在靠织物边2.5cm处缝来回线加固。将接好头的织物放回原处, 再取一匹织物按上述方法续缝接。

(2) 分段生产用的织物接头时, 只须把已配好的定长织物二个头分别剪平, 并在二头分别用包缝缝纫机接上长引头布。然后用卷布机卷于木辊筒上备用。

3. 涂胶

一般涂胶操作顺序如下。

(1) 开启涂胶机蒸汽阀门, 通入蒸汽将干燥管(板)预热。

(2) 待干燥管(板)达到规定温度后, 将已接头卷布好的织物放到卷架上。

(3) 将引头布从工作辊和涂胶刀之缝隙通过, 再经导辊、传动辊引向卷取辊。

(4) 开动涂胶机, 待织物牵引到涂胶刀下时, 停车把涂胶刀压下, 调整涂胶刀与织物以及工作辊间的松紧程度, 移动盛胶浆的拦板斗至幅宽, 使其接近织物二边沿处。

(5) 加入胶浆, 开始涂胶。

(6) 涂好的织物经干燥后, 卷在卷取辊上。

如要使胶布表面平整光滑, 可反复涂胶多次, 直至符合要求为止。织物须双面涂胶时, 则在涂好胶的一面垫上垫布或涂刷隔离剂, 防止涂第二面时粘坏第二面。

为了提高涂胶的粘附强度, 在涂第一次胶浆时, 涂胶刀须压紧, 但在涂单面胶布时, 涂胶刀压紧程度以胶浆不渗透到织物反面为准, 否则影响胶布外观质量。

4. 涂胶时应注意的事项

(1) 涂胶干燥温度不宜太高和太低, 应视胶浆的溶剂蒸发速度和织物的材质、厚度而定。一般干燥温度为60~100℃。温度过高易使涂胶层自硫和起泡, 若是合成纤维则会发生纬向收缩和起皱。温度过低会使胶层中溶剂不能全部蒸发掉, 造成硫化时胶布起小泡。

(2) 涂胶速度最好采用无级变速。涂第一次底胶浆时, 应该是慢速, 因第一次上胶量最大, 必须待溶剂完全蒸发才能进行第二次涂胶。另外, 为了提高粘附强度, 在涂第一次胶浆时, 因涂胶刀压得紧, 使织物和刀之间摩擦大, 产生静电也多, 如果再加快涂胶速度, 静电会产生的更多, 易发生火灾。一般涂胶速度以工作辊转速为准: 快档为18~20m/min, 中档为15~17m/min, 慢档为12~14m/min。在设备条件允许时, 涂胶速度可达30~50m/min。

(3) 涂胶时必须安装离子流型静电消除器和接地的导电装置。操作人员应穿布底鞋, 严禁穿带铁钉鞋。

(4) 涂胶时溶剂必须回收, 这不仅可以减少溶剂消耗, 而更重要的是可以降低生产车间空气中溶剂气体浓度, 防止火灾、爆炸发生。

溶剂回收一般有冷凝法、吸附法或二者兼用法。冷凝法溶剂回收率较低, 为溶剂总耗量30~40%; 吸附法溶剂回收率较高, 可达70~80%; 冷凝吸附二者兼用法, 溶剂回收率将更高。

5. 涂胶设备

涂胶机按外形可分为卧式、立式和鼓式三种。按工作方式可分刀辊式、刀板式、辊涂式

和喷涂式四种，见图3-1-4。其中以卧式的刀辊式和刀板式涂胶机在胶布制造中使用最广。因其操作方便，适合于各种胶布分段和连续涂胶，见图3-1-2和图3-1-5。

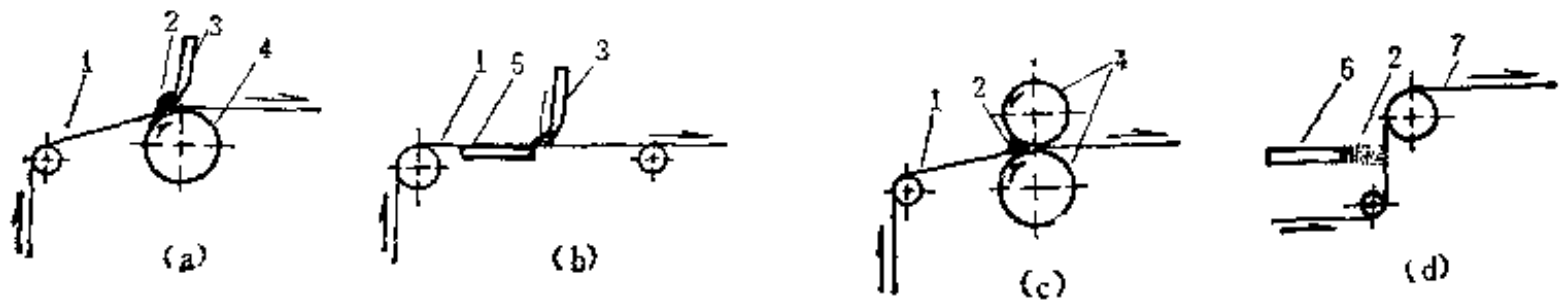


图 3-1-4 涂胶机涂胶方式示意图

(a) 刀辊式；(b) 刀板式；(c) 辊涂式；(d) 喷涂式
1—织物；2—胶浆；3—涂胶刀；4—工作辊；5—金属板；
6—喷嘴；7—已喷胶织物

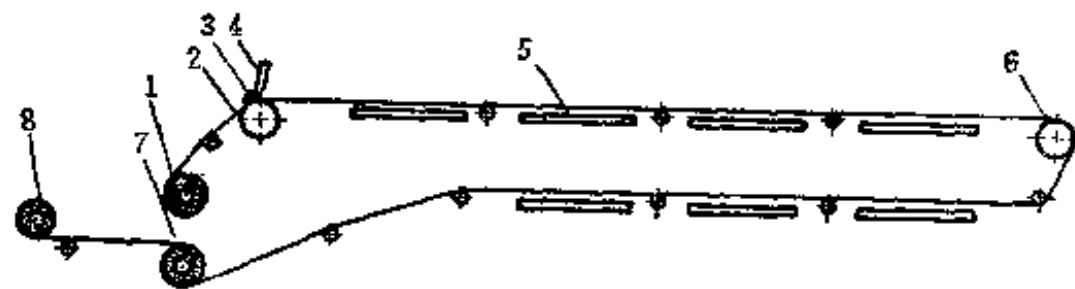


图 3-1-5 卧式涂胶机工作示意图

1—未涂胶织物；2—工作辊筒；3—胶浆；4—涂胶刀；5—蒸汽干燥板；
6—传动辊；7—涂好胶布卷取；8—垫入布

除喷涂式涂胶机外，其它涂胶机主要都是由工作橡胶辊、涂胶刀（辊）、涂胶拦板斗、传动装置、干燥装置、扩张辊、中心导向器、进出布卷架、刷粉装置、垫布装置、静电消除装置等部件组成。工作橡胶辊是在圆形金属辊外包有半硬质胶层制成，表面光滑。为了防止胶浆粘辊后不易擦掉。在辊的表面可涂上一层虫胶液，在辊筒表面上结成一保护膜。此膜经长期使用损坏后，可用酒精洗涤掉，重新再涂，这样可延长工作橡胶辊的使用寿命。

涂胶刀由碳钢制成，刀刃形状与涂胶量有直接关系。通常刀刃圆弧小，涂胶量少，此刀适宜涂薄型胶布；刀刃圆弧大，涂胶量也多，适宜涂厚型胶布。各种刀刃形状见图3-1-6。

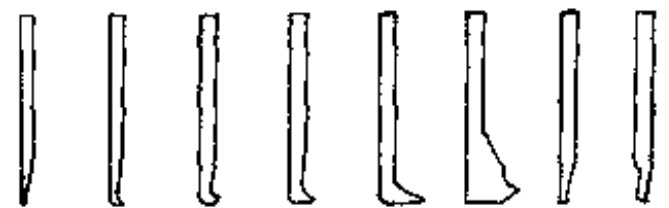


图 3-1-6 涂胶用刀的各种刀刃形状

各种涂胶刀经一段时间使用后，刀刃会产生磨损，可用专用磨床或手锉重新进行修整。

干燥装置是由通蒸汽的散热管（板）或热能转换器和热气鼓风机等部件组成。

胶布在涂胶机上一般用工作橡胶辊、传动辊及导向辊传送。因横向无张力，所以不适宜涂薄型合成纤维织物。针型拉幅式链条型传送装置，是完全可以解决上述问题的。

十、辊 压

辊压是胶布涂胶后常进行的一道工序，它能使胶布表面更平整光滑、涂胶层更加紧密、

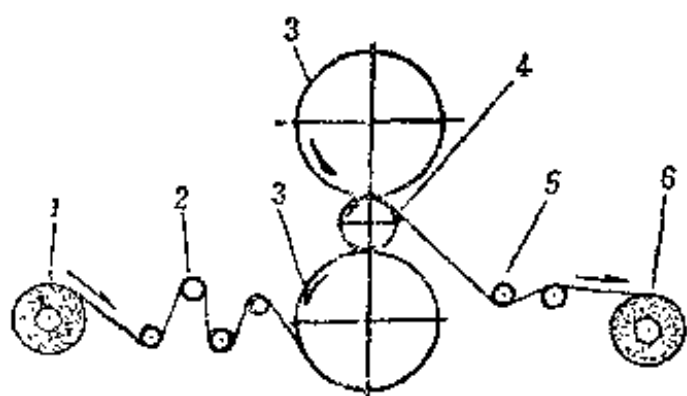


图 3-1-7 轧压机

1—未轧压的胶布；2—扩布辊；3—纸质金属辊；4—金属辊；5—导向辊；6—已轧压的胶布

胶层与织物的粘附强度更高。如果胶布底涂1~2次后就进行辊压，还能把织物中突起的纱结、线头压平，使织物组织间隙更小，胶布覆胶后更不易透气、漏水及布面透胶，所以辊压在胶布制造中是很重要的。

辊压机通常是由1~2个主动辊、1个被动辊及许多调节胶布张力的扩布辊和导向辊组成，见图3-1-7。主动辊为金属芯辊表面包有纸层，被动辊是表面光滑的金属辊。

十一、半制品检查

对气密性要求高的胶布，涂胶后的半成品在检查机上需进行逐一检查。除掉纱头、胶粒及大于 0.5mm^2 以上的杂质，并用同一种胶浆进行修补。检查中如发现质量很差，而无法修补的则予以剔除，不准流入下道工序。

十二、并 合

胶布含有二层以上的织物时，都要经过并合这道工序。通常采用涂胶工艺生产的胶布，其并合都在并合机上进行。并合后的胶布还须经辊压机辊压一次，以使二层胶布粘合得更紧密。而同时采用压延覆胶和涂胶的胶布并合，一般都在压延机上进行，并合后也需辊压一次。二种并合方法见图3-1-8和图3-1-9。

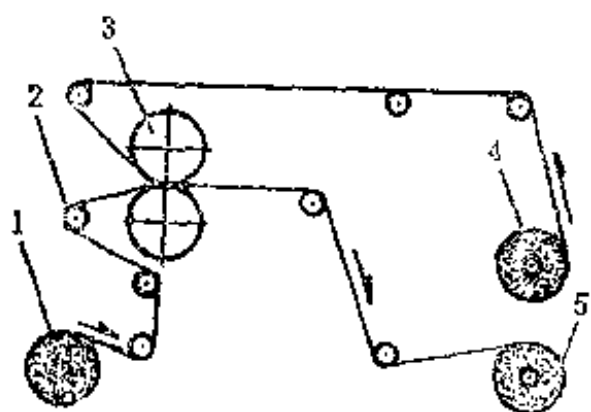


图 3-1-8 胶布并合机

1、4—需并合的胶布；2—扩布辊；3—表面胶质并合辊；5—已并合的胶布

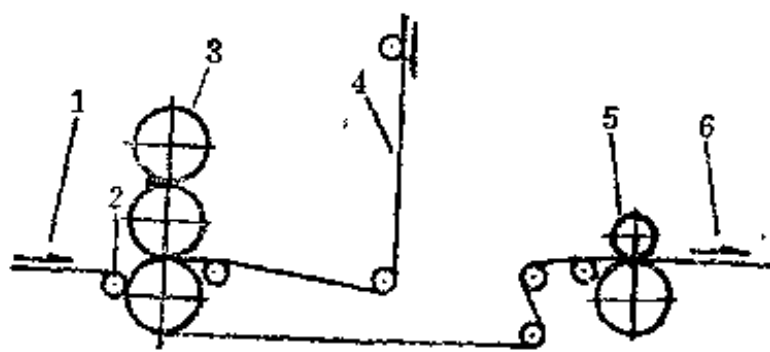


图 3-1-9 胶布压延并合和轧压

1—涂胶过胶布；2—表面胶质并合辊；3—压延机；4—涂胶过的胶布再压延覆胶；5—轧压辊；6—已并合和轧压过胶布

十三、压 延

压延法生产胶布是目前广泛采用的一种工艺方法（除极薄胶布外）。它与涂胶法相比有生产效率高、成本低等优点，并能节约大量溶剂和改善生产条件。

胶布压延工艺由热炼、压延两道工序组成。

1. 热炼

胶料喂入压延机之前必须经过热炼，以达到可塑度均匀，使胶料顺利地通过压延机辊筒间隙，连续地贴于织物表面，获得胶面无泡、光滑的胶布。如果要得到更高质量的胶布，还可使用压出机热炼喂料方法。热炼工序又分为胶料热炼和供料输送二部分，具体要求如下。

(1) 胶料热炼 一般分别在二台开炼机上进行(热炼机的配备,要根据压延机规格和压延速度而定)。第一台进行粗炼,辊温较低,辊距也较小;第二台进行精炼,辊温较高,辊距也较大,见表3-1-17。

表 3-1-17 胶料热炼条件

工序名称	辊距, mm	辊温, °C	薄通, 次
粗 炼	2~5	40~45	4~6
精 炼	7~10	60~70	2~3

不同配方胶料,在热炼时生热量、焦烧速度都不相同,操作时应根据具体情况控制热炼辊温范围和堆积胶量。

(2) 供料输送 在热炼机上装有自动供料、翻料、滚刀等装置,能使热炼后的胶料从热炼机上自动切成条状,并通过输送带能连续地向压延机喂料。输送带应有保温罩子。

供料时输送带的输送速度应略大于热炼机辊筒的线速度,并应保持喂料量和压延耗量相等,避免多次添加胶料和压延存胶增多,以保证胶布厚度变化小,防止胶层产生气泡和粗糙表面。

2. 压延

制造胶布的压延作业方式基本上有三种。

(1) 先涂胶(或浸胶、喷胶)后压延覆胶 此种方式使用最广泛,其目的是为了提高胶层和织物粘附强度。通常是先进行织物底涂一次含有胶粘剂的胶浆,干燥后,再在压延机上进行覆胶。

(2) 先擦胶后贴胶 该法是在织物的一面先擦胶一次,使含有胶粘剂的胶料渗入织物组织中间,然后在其上再贴胶一次。此法生产的胶布,成本比(1)法低,原因是不需用大量溶剂。但操作要求严格,否则易压坏织物。对于特别薄或稀疏的织物不宜采用此方法。

(3) 直接贴胶 该法是将织物先进行干燥和预热,除去水分后即可在压延机上直接进行贴胶。胶料中需加入化学胶粘剂,这样才能保证胶层与织物的粘附强度。此法最为简便,生产效率高,成本较低。

各种胶布在大量制造过程中普遍采用贴胶工艺,而擦胶工艺采用则较少。此法在实际生产应用中增加了许多附加装置,其目的是使压延贴胶出来的胶布质量更好。

压延贴胶通常又有三种方法。

(1) 贴胶 该法是将经过涂胶、浸胶后的织物和压延胶片,同时通过等速回转的压延机辊筒间隙,在辊筒的压力下,使胶片平整地覆贴于织物表面。其优点是对织物无损伤,布面无透胶现象,在织物表面可重复贴胶2~3次。缺点是粘附强度较低,单贴一次较厚胶层时,胶面易起小泡和呈现桔皮状收缩。

(2) 压力贴胶 该法也称半擦。其操作基本上和贴胶相同,面不同之处是辊隙有堆积胶,使胶片与织物贴合时有一定挤压力(挤压力大小是根据堆积胶柱大小而定),胶易渗透到织物组织中,从而达到提高胶层与织物粘附强度的目的。

用此法制造的胶布能消除胶布上的条状泡痕(又称条泡、气道)及小泡等。操作时堆积胶不能太多,否则易损伤织物。通常堆积胶宽度应大于织物幅宽,而堆积胶柱直径不超过10~20mm。使用此法的不足之处是容易使单面胶布的布面透胶,造成胶布外观不美观。另

外,即使织物二面覆胶,也易使织物纬线移位,用这样的胶布制充气制品,充气后的制品外形线条易歪斜成畸形。

(3) 外加压力贴胶 该法是利用装在压延机下辊筒侧面的一个表面覆有特殊胶质的压辊(其辊二头各有一个油压推力顶杆)把胶片与织物进行并合和辊压,使胶片紧密地贴合在织物上。这种方法已在生产上被普遍采用。制出的胶布不仅布面不透胶、美观,而且织物的纬线不易移位。无论用来制雨衣或充气制品,都能达到技术要求。该法也可以进行织物单面重复贴胶多次。

用此法制造的胶布,通常都是在四辊压延机上进行的,因胶料经过三次挤压,基本上把胶片中的空气全部排除掉,使胶布气密性更佳。

压延贴胶方法见图3-1-10。

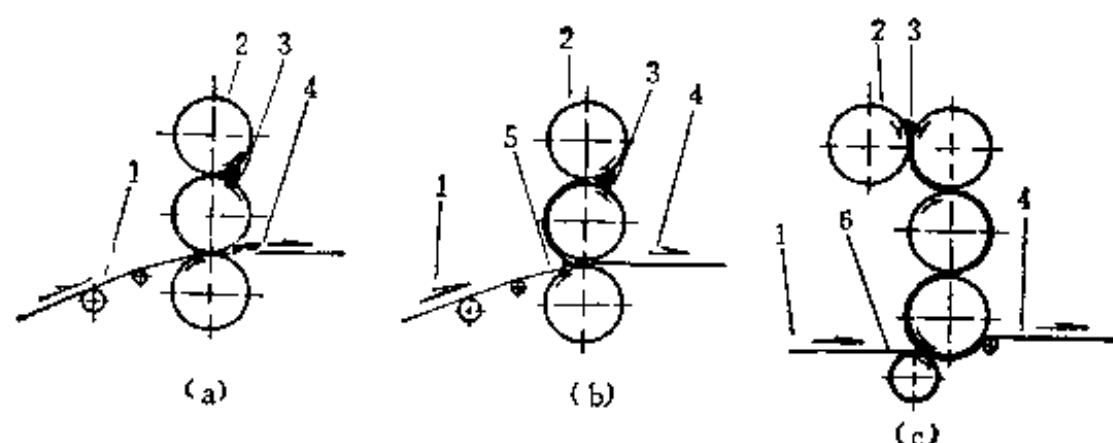


图 3-1-10 三种贴胶工艺示意图

(a) 贴胶; (b) 压力贴胶; (c) 外加压力贴胶;
1—织物; 2—压延机; 3—胶料; 4—贴好胶的胶布;
5—堆积胶; 6—外加压力辊

压延贴胶制得的胶布质量好坏与压延辊温和胶料的胶种、含胶率、胶层厚度和可塑度等有关。以三辊压延机贴胶为例,压延辊温具体如下。

(1) 胶料胶种与压延辊温的关系,胶料胶种不同,压延辊温也不同。天然橡胶压延辊温最高,合成橡胶除丁基橡胶外都较低。但压延机三个辊筒的温度要求,通常以中辊为最高,这是由于压延贴胶时,胶片必须包中辊才能进行。但丁腈橡胶例外,因为它易包冷辊。

(2) 含胶率与压延辊温的关系 进行贴胶操作时,含胶率高的胶料,压延辊温要高些,这样胶料会具有较高的可塑性和较低的收缩率,以制得所需胶层厚度和胶面光滑的胶布。含胶率较低的胶料,压延辊温就可适当控制得低些。

(3) 胶层厚度与压延辊温的关系 进行贴胶操作时,胶层较厚,压延辊温不易太高,否则易产生小泡。相反,胶层很薄的压辊,辊温要求高些,以便于胶料压薄。

(4) 可塑度与压延辊温的关系 通常供压延用的胶料都预先制得所需可塑度,但由于混炼操作和原材料的变更等因素影响,可能会造成可塑度不符合工艺规定,为了保证胶布质量,可适当调整压延辊温。如可塑度过高时,压延辊温要低些,可塑度偏低时压延辊温要高些。具体关系可参照表3-1-18。

3. 胶布制造的压延设备

胶布制造的压延设备有三辊压延机和四辊压延机二类。根据压延机辊筒排列形状,三辊压延机又分为直立型、倒L型,四辊压延机又分为倒L型、倾斜Z型(又称S型),见图3-1-11。

表 3-1-18 几种胶布的压延温度（三辊压延机）

胶布名称	胶种	含胶率，%	胶层厚度，mm	可塑度	压延机辊筒温度，℃		
					上	中	下
单面雨衣胶布	天然橡胶50 丁苯橡胶50	0.15~0.18	0.42	85~90	85~90	90~95	45以下
单面耐酸胶布	天然橡胶	0.45~0.50	0.39	70~75	70~75	80~58	35以下
双面导风管胶布	天然橡胶60 丁苯橡胶40	0.15~0.18	0.45	85~90	85~90	90~95	45以下
双面耐油胶布	丁腈橡胶	0.25~0.28	—	80~90	80~90	50~60	65~75
单面防毒衣胶布	丁基橡胶	0.30~0.35	—	120~130	120~130	140~150	50~60
单面防火胶布	氯丁橡胶	0.35~0.38	—	70~75	70~75	80~85	45以下
单面耐海水胶布	天然橡胶70 氯丁橡胶30	0.15~0.16	0.48	80~85	80~95	85~90	45以下

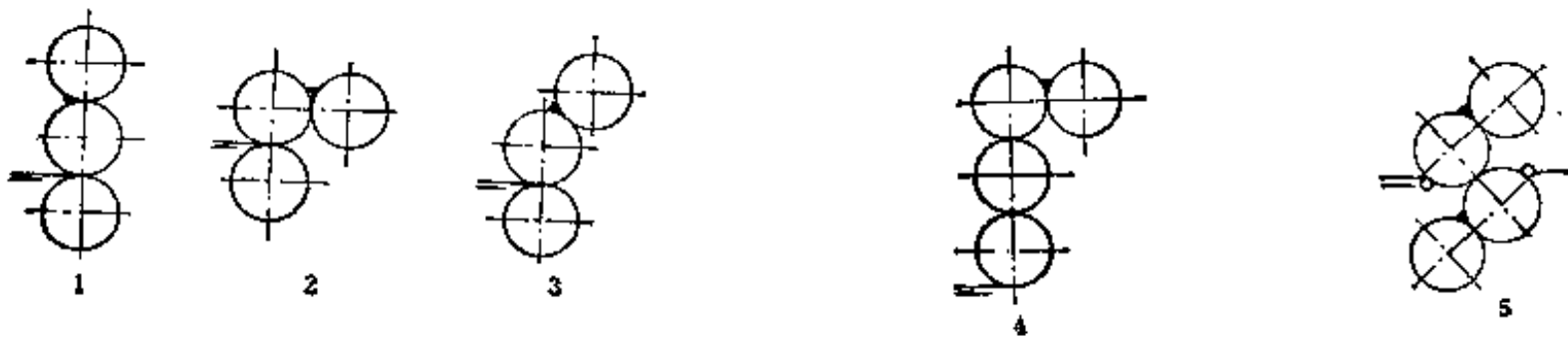


图 3-1-11 胶布用压延机辊筒排列型号

1—三辊直立型；2—三辊倒 L 型；3—三辊倾斜型；
4—四辊倒 L 型；5—四辊倾斜 Z 型

直立型压延机是普通压延机，操作视线广而且方便。倒 L 型压延机喂料方便。倾斜 Z 型（S 型）压延机是在结构上比 Z 型压延机更合理、更实用的新型压延机。因为 4 个辊筒相互之间都按一定的角度排列，使压延机受横压力引起的辊筒变形小，适宜织物双面同时贴胶作业，而且喂料也方便。

一般胶布制造可用三辊压延机，胶层厚薄要求精度高的胶布使用四辊压延机。

胶布制造用的压延机还装有许多附属装置，如除调温、张力、导向、进出布卷取装置外，还有测厚、消泡、过接头缓冲装置等。其中测厚是测量胶布胶层的厚度，一般使用百分表。如果胶布连续进行压延贴胶，可使用非接触性的 β 射线测厚仪，其精度为 ±0.01mm，测厚范围从 0.1~3.2mm，并可发出反馈讯号，能及时自动调整厚度。

十四、涂 隔 离 剂

涂胶或压延贴胶后的胶布，为了防止相互粘着或卷取粘着，通常在胶层表面涂一层很薄而又均匀的隔离剂。

涂隔离剂对胶布外观质量和胶布制品的缝条粘合影响都很大，为此，国内外对涂隔离剂装置和隔离剂进行了种种改进和试验。简介如下。

胶布用的隔离剂主要有滑石粉、云母粉、淀粉、碳酸钙、白炭黑、硬脂酸钙、硬脂酸锌等。这些隔离剂有的在胶布硫化时能溶于橡胶内，胶层表面看不到粉迹；有的则不溶于橡胶，而是嵌填和浮于胶层表面。

根据胶布不同要求，隔离剂有的单用，有的几种并用，其隔离效果和外观质量也不相

同。

涂隔离剂装置主要由导向辊、粉槽、涂粉辊、刷粉辊、输送粉器、袋式回收集尘装置等组成。涂隔离剂装置一般可分为单面涂和双面涂二种或二者兼用（见图3-1-12）。

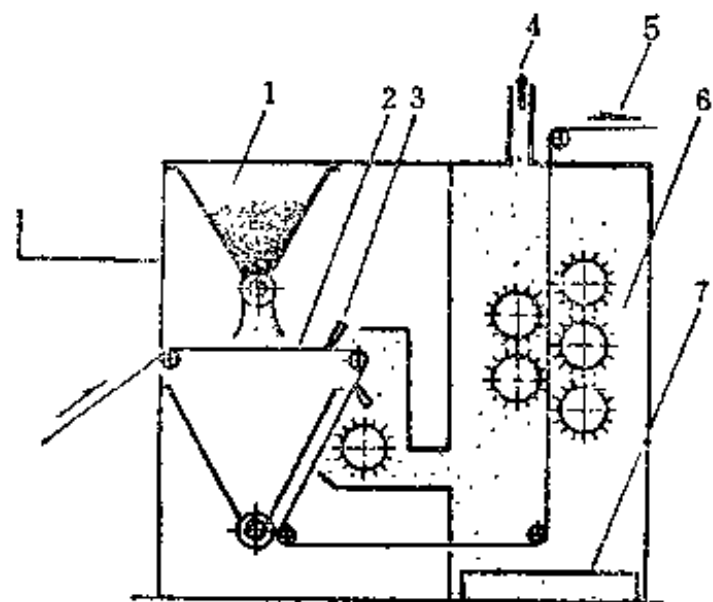


图 3-1-12 涂隔离剂（粉）装置示意图

1—粉槽；2—胶布；3—刮粉板；4—吸粉回收口；5—涂过隔离剂胶布；6—刷粉辊；7—回收粉盘

二种方法。

（1）压力热空气硫化罐硫化 此法是以卧式硫化罐为容器，蒸汽散热片为热源，压缩空气为介质，进行胶布硫化的方法。硫化时要逐步升温和有—定时间保温。因罐内的氧在高温下对胶布质量影响很大，所以温度不易超过150℃。还有，罐内温度不匀，需装热风循环装置来减少温差。

（2）直接蒸汽硫化罐硫化 此法是在硫化罐内用蒸汽直接作热源和介质进行胶布硫化的方法。其特点是比压力热空气硫化时间短，对胶布机械性能影响小，罐内温度也较均匀和易控制。不足之处是易使浅色胶布变色和在表面留有水迹。

硫化罐硫化胶布的操作顺序和要点如下。

（1）先将涂覆好的胶布开卷，并卷于硫化车的空芯铁皮辊筒上，此时，辊筒上的胶布厚度不宜过厚，同时要卷得松而不起皱和不下垂，以便让导热介质气体渗透到胶布层隙中间，进行硫化。

（2）硫化前硫化罐须进行空罐预热，防止冷罐长时间硫化而影响胶布质量。

（3）把硫化车推入硫化罐，关闭硫化罐门。

（4）开启蒸汽阀门（压力热空气并通入压缩空气）逐步升温，待升到规定温度后再进行保温。

（5）硫化到规定时间后，即可关闭蒸汽和压缩空气阀门，排掉罐内全部气体。

（6）待硫化罐上的压力表指针到零位时，方可开启硫化罐盖子，拉出硫化车使胶布冷却，此时，胶布硫化即为完毕。

2. 硫化室硫化法

此法是比较新的胶布硫化方法之一，由于其机械化程度高，硫化速度快，每分钟可制造胶布10~50m，并可使涂覆橡胶和硫化连续化。此法按硫化室结构不同分为导辊传送型和针板（或夹头）拉幅链式传送型二种。胶布由于在热空气中单层移动，受热均匀，故硫化程度也

十五、硫 化

织物涂覆橡胶后成为未硫化的胶布，除部分直接供胶布制品使用外，通常还需经过硫化这道工序才能成为胶布。胶布硫化可用硫化罐、硫化室和鼓式硫化机等设备来进行。随着科学技术发展，微波和辐射硫化也开始应用于胶布。

一般胶布硫化方法具体如下。

1. 硫化罐硫化法

用硫化罐硫化胶布是一种较老方法，操作时劳动强度大而生产效率低。该法由于胶布以卷状进行硫化，使胶布硫化程度不均匀，因此使用已逐渐减少。硫化罐硫化胶布一般有如下

均匀。针板拉幅硫化的特点是胶布经纬向都有张力控制，从而消除了合成纤维织物在硫化时经纬向受热收缩和强力损失的问题。

针板（或夹头）拉幅链式传送型硫化室硫化胶布操作顺序如下。

（1）硫化室开始升温时，先开启蒸汽阀门，使蒸汽通入热能转换器，转换成热空气，再由鼓风机吹进硫化室，使之达到规定硫化温度。

（2）启动由针板（或夹头）拉幅链条往复传动装置。

（3）贴好胶层的未硫化胶布，由引头布径自动调节的供喂装置进行起喂。

（4）将胶布头的二边，通过毛刷轮上入针板上的针（或夹头）送进硫化室。

（5）及时调整胶布幅宽张力装置。

（6）胶布硫化后经卸针离开硫化室。

（7）通过刷粉装置涂粉。

（8）进入冷却辊冷却。

（9）再通过贮布器调节速度。

（10）卷取裁断。

3. 鼓式硫化机硫化法

此类硫化设备适于硫化各种厚度的双面胶布。胶布硫化时因受压大而紧密结实，表面光亮平整，并且不须涂任何隔离剂。不足之处是硫化速度慢，产量低。

硫化操作时，先开启蒸汽阀，使加热鼓表面温度升到规定硫化温度，调节张力辊张力，使覆有橡胶层的钢丝网带紧贴加热鼓，这样就可进行胶布硫化（见图3-1-13）。

此硫化设备有单鼓和双鼓形式二种。双鼓因有二个热鼓先后进行加热，加快了胶布硫化速度，故比单鼓硫化效率高。但钢丝网带上的橡胶层经长期使用易老化龟裂，须常更换。

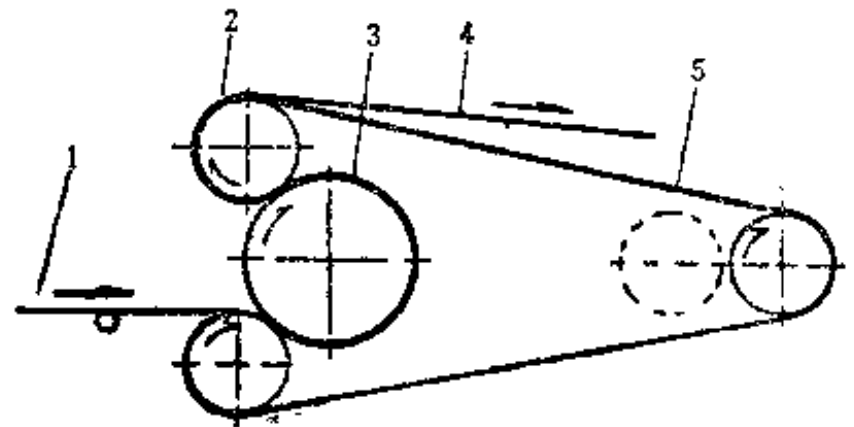


图 3-1-13 鼓式硫化机(单鼓)示意图
1—未硫化胶布；2—张力辊；3—加热辊；4—硫化后胶布；5—覆橡胶钢丝网带

十六、胶 布 检 验

胶布制成后必须按照胶布标准规定进行全部质量检验，以保证胶布质量。

1. 外观质量

胶布应保持平整、光滑（微孔胶布除外），不应有破损、死折皱、气泡、缺胶、刀痕、脱层、泛色、喷霜和发粘等现象存在。但在不影响胶布实际使用条件下，表面允许存在标准规定范围内的外观缺陷。

2. 物理机械性能

胶布在通常情况下都应测定其厚度、涂覆胶量、硫化程度、粘附强度、拉伸强度、撕裂强度、防透水性、透气性能、疲劳屈挠、胶面耐磨性、布面泼水性、臭氧老化和热空气老化等性能。特种用途的胶布还须按其用途要求检测，如进行测定耐油、耐酸碱、耐海水、耐溶剂、耐燃性、耐紫外线、耐辐射等性能。

3. 单面防水胶布技术标准

单面防水胶布技术标准见表3-1-19。

表 3-1-19 单面防水雨衣胶布技术标准

项 目	指 标	项 目	指 标
厚度,mm	0.18±0.01	泼水试验 (按泼水评定标准)	90以上
拉伸强度,kN/m(kgf/cm)经	≥8 (≥8)	浸水试验	无异状
纬	≥7 (≥7)	耐热试验	1 级以上
伸长率,% 经	≥5	耐寒试验 (低温脆性试验)	-30℃无异状
纬	≥5	破坏强度试验,MPa(kgf/cm ²)	≥0.3 (≥3)
撕裂强度,N(kgf)	≥9.8 (≥1.0)	老化后拉伸强度保持率,% 经	≥80
粘附强度,kN/m(kgf/cm)	≥0.8 (≥0.8)	纬	≥80
屈挠试验	无负载下1000次无异状	老化后伸长率保持率,% 经	≥80
防水试验	在0.2MPa(2kgf/cm ²)下无异状	纬	≥80

十七、胶 布 包 装

胶布经检验合格后,按胶布工艺规定的长度裁取并卷于纸芯筒上,同时附上胶布检验合格证 1 张,装入印有胶布品名、长度、制造单位、日期的塑料袋或胶布袋,封好袋口,即可入库存放。

第五节 胶布的物理性能试验

一、胶布停放与试验的标准环境

胶布都含有一定数量的水分。其水分含量的多少,除与织物本身的性质有关外,还与所接触环境的温度和湿度有关。由于胶布的某些特性对环境的湿度比较敏感,因此,控制胶布在试验过程中的水分含量是至关重要的。为达到此目的,可在试验前将试样放入控制在一定温度和湿度的环境中并暴露一定时间。

对于受环境湿度影响很小的试验,只须控制环境的温度。

1. 标准环境

胶布停放与试验的标准环境规定为两种,即环境 A 和环境 B。

环境 A,温度为20±2℃,相对湿度为60~70%;或者,温度为23±2℃,相对湿度为45~55%。在亚热带和热带地区,环境 A 也可采用温度为27±2℃,相对湿度为 60~70%,但这只能作为内部控制质量之用。

环境 B,温度为20±2℃或23±2℃,相对湿度不做规定。在亚热带或热带地区,环境 B 也可采用温度为27±2℃,但这只能作为内部控制质量之用。

我国幅员辽阔,地理环境及气候的变化比较复杂。南方地区与北方地区,沿海地区与内陆地区,温度和湿度相差甚大。即使是同一个地区,冬季与夏季,温度和湿度之差也颇为显著。因而,对于不同的试验项目,不同的试验材料皆有各自的特点与要求。例如,“胶布单位面积重量”对环境的温度和湿度条件要求比较严格,而胶布的尺寸测量(厚度、长度、宽度等)对环境的温度和湿度条件要求就不必很严。又如,单面胶布的单位面积重量受环境的温度和湿度影响较大,而双面胶布相对来说影响较小。因此,试验时可根据试验项目或材料的各自要求,确定采用环境 A 或环境 B 中的一种,并应在试验报告中注明。

2. 停放方法

胶布试样的停放有两种方法，即方法A和方法B。试验时可选择其中的一种。

方法A为胶布试样自由地停放在标准环境A中，直至与周围环境达到平衡。自由停放在空气中的试样，每隔2小时称重一次，当重量变化的相对偏差不超过 $\pm 0.1\%$ 时，即认为试样与标准环境达到平衡。对于单面胶布，停放时间应不少于16小时，对于双面胶布，停放时间应不少于24小时。

方法B为胶布试样自由地停放在标准环境B中，停放时间至少3小时。

胶布试样停放的目的在于：通过胶布试样暴露在标准大气中，使试样本身的温度和湿度与标准大气达到平衡，以保证试验结果的准确性。

二、胶布整卷特性的测定

胶布的整卷特性包括胶布卷的长度、宽度、厚度、净重和单位面积重量。

1. 胶布整卷长度的测量

测量胶布整卷的长度需要工作平台。工作平台的长度不小于5m，其宽度至少应与测试的胶布卷宽度一样。工作台两个纵向边每米处应以记号标明。在工作台端部1m长的范围内应标出1cm的分度。

测量时，将胶布卷的端部剪齐，使之与卷的经向成直角，并与工作台的基准记号对齐。沿工作台将胶布卷展开、铺平，使胶布不受任何张力。当接触到工作台的端部时，即与工作台的已知长度相等时，在胶布卷的背面用适宜的方法作出记号。卷起已测量过的部分，再铺开未测的部分，重复这样的过程，直至测到胶布的另一端。除上述的人工测量方法外，测量胶布卷的长度可以采用任何适宜的机械方法。该法使胶布以均匀的张力通过一计量装置，卷成筒状，由机电、光电或电子计数测定其整卷的长度。

胶布卷长度以米为单位，精确到0.10m。

2. 胶布整卷宽度的测量

测量胶布整卷的宽度也需要工作平台。工作平台长度不小于2m，宽度不小于测量的胶布卷宽度。由于测量的钢尺，其长度应大于被测试的胶布宽度，分度为cm和mm。

测量时，把胶布卷放在工作平台上，展开并铺平，使胶布不受任何张力。每隔10m测量和记录一次，钢尺与胶布的经向边应垂直。对于长度不足30m的胶布卷，应测量三个部位的宽度，即整卷的两端和中部。

胶布整卷宽度以各部位宽度的平均值表示，单位为cm。在报告中还要列出最小宽度值。

3. 胶布整卷（包括布片、布段）的净重和单位面积重量的测定

将胶布整卷置于称量装置托盘的中央，胶布卷和支承物（布轴）不应与其它物体接触，称重并记下毛重，精确至0.1kg。以毛重减去布轴的重量即得整卷胶布的净重。再根据所测的长度和宽度计算出单位面积的重量，以 g/m^2 表示之。

从整卷胶布测得的净重和由已知长度、宽度计算的胶布单位面积重量是不够准确的，因为整卷胶布通常不能在标准环境下停放，其单位面积重量与胶布本身的吸湿性有关。

布片、布段的净重和单位面积重量可以在天平或台秤上直接称量，并测其长，宽经计算得到。

4. 试样、底布、覆盖胶单位面积重量的测定

(1) 试样单位面积重量的测定 试样为正方形或圆形,其面积为 $100 \pm 1\text{cm}^2$ 。试样是在与胶布卷经向成 45° 角的斜线上切取三个,一个在中心,另两个在两边,并使试样边缘距离布边 $5 \sim 15\text{cm}$ 。三个试样以一定的标记区别。在相对湿度不大于 10% ,温度为 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ 的条件下,将试样干燥至恒重(即前后两次重量之差小于 0.1%),然后在标准环境(环境A)中停放。单面胶布停放时间应不少于16小时,双面胶布停放时间应不少于24小时。在天平上称重,试样重量精确至 0.005g 。

试样的单位面积重量以三个试样测量结果的平均值表示,单位为 g/m^2 ,精确至 $1\text{g}/\text{m}^2$ 。

当因某种原因,被测胶布的试样较小时,可以精确地测量胶布的面积、重量,然后计算单位面积重量。

若切好的试样还带有残留的溶剂,存放时会收缩。试样存放和称重后需立即检查其面积,若有变化,则以检查后的面积进行计算。

(2) 底布单位面积重量的测定 该项试验需用感量为 0.005g 的天平,带有回流冷凝的 500ml 烧瓶,水浴,自然空气循环的恒温箱。

将面积为 $100 \pm 1\text{cm}^2$ 或 $25 \pm 0.25\text{cm}^2$ 的三个试样,分别浸入装有 150ml 溶剂或溶胀剂的烧瓶中,回流抽提30分钟。将试样取出,从织物上除去大量涂层,用新鲜溶剂再回流抽提30分钟。然后,将除去涂层的试样(织物或松散的纤维)浸入 150ml 的新鲜溶剂中,在室温下稍稍搅拌,再经30分钟,从溶剂中取出,浸入 100ml 的丙酮中洗净,放入 $100 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温箱中干燥1小时。再放在标准环境下停放24小时后称重,精确至 0.005g 。

用更多量的适宜溶剂,以上述方法洗涤除去涂层后的试样,经干燥、停放再称重。若两次重量之差大于 1% 时,须反复用溶剂处理,直至差值小于 1% 为止。以最终重量计算出织物的单位面积重量。

底布单位面积重量以三个试样测量结果的平均值表示,单位为 g/m^2 ,精确至 $1\text{g}/\text{m}^2$ 。

选择溶剂时,应注意不能使织物溶融。

除去涂覆层后,织物的单位面积重量与未经涂覆的原始织物的单位面积重量可以有差异。胶料中使用胶粘剂的胶布所测的底布单位面积重量,要比未使用胶粘剂的有显著增加。

(3) 覆盖胶(或涂层)单位面积重量的测定 用胶布单位面积重量减去底布或原始织物的单位面积重量,即可得到覆盖胶单位面积重量。

覆盖胶单位面积重量以三个试样的平均值表示,单位为 g/m^2 ,精确至 $1\text{g}/\text{m}^2$ 。

5. 胶布厚度的测量

测量胶布厚度用的厚度计,装有刻度为 0.01mm 的标度盘。压足为直径 $9.5 \pm 0.025\text{mm}$ 的圆形;压足的表面应平整光滑,与放置试样的平整刚性底板平行度在 0.002mm 内。厚度计压力为 24kPa 。

在距胶布整卷端部约 1m 处,沿着与经向成 45° 角的斜线上测量厚度。在该斜线上均匀分布测量五处。靠近布边的测点,距布边的距离应在 $5 \sim 15\text{cm}$ 之间。将胶布试样置于厚度计压足与底板之间的底板上,平铺而无张力,放下压足(无冲击现象)接触试样,施加 24kPa 的压力,观察并记录刻度盘读数。允许压足在试样上停留10秒钟。

厚度以5处测量值的平均值表示,单位为 mm 。精确至 0.01mm 。

厚度计压足的尺寸、在试样上的停留时间及作用在试样上的负荷对胶布厚度的测定值均有影响。因而,应按试验方法的规定购买或制作厚度计。

三、胶布拉伸强度试验

本试验方法适用于单面胶布、双面胶布及经纬纱线垂直的夹胶布条状试样拉伸强度和扯断伸长率的测定。干、湿试样均可进行。

1. 试验机

试验方法规定，允许采用下列几种类型拉力试验机：

A——恒速加荷拉力试验机 (CRL)

B——恒速牵引拉力试验机 (CRT)

C——恒速伸长拉力试验机 (CRE)

恒速加荷拉力试验机，可以使试样承受预定等加负荷的拉力，并使其平均断裂时间符合规定的限度。试验开始10秒钟后，加荷速率与整个试验期间平均加荷速率相差不应大于25%。试验机应在 60 ± 10 秒钟之内达到所要求的负荷。所要求的负荷应是规定的扯断负荷，如果未规定最小扯断负荷时，也可以从试探试验中得出平均扯断负荷。

恒速牵引拉力试验机，以等速牵引的下夹具对试样不断增加拉力。试验开始5秒钟后，拉伸夹持器在任意2秒钟间隔内移动的平均速度相差不应大于5%。拉伸夹持器的移动速度应为 $100 \pm 10 \text{ mm/min}$ 。

恒速伸长拉力试验机，使试样在预定的等速下伸长，并且断裂时间在规定的限度内。这类试验机夹持器的分离速度与材料的伸长率无关。试验时，拉伸夹持器的移动速率应在 60 ± 10 秒钟内将试样拉断。

2. 试样

试样从距胶布经向边最小距离100mm，距胶布卷末端不少于1000mm处裁取。胶布数量应满足经、纬向各裁5个以上试样的要求（即5个样品每批至少取胶布600mm长）。裁经向试样时，试样的长度方向平行于胶布织物的经纱；裁纬向试样时则试样的长度方向平行于胶布织物的纬纱。裁制相邻试样，其间应有一定间隔并呈平行排列，以使两个试样不含有同一的经（或纬）向纱线。如图3-1-14所示。

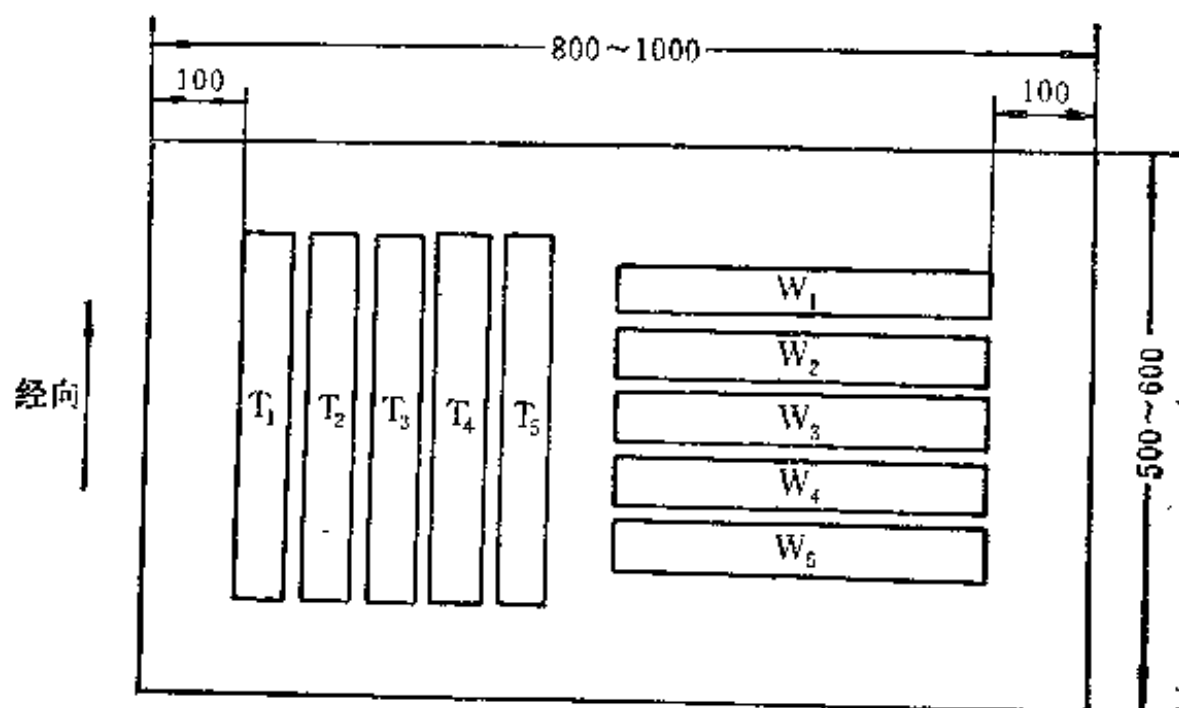


图 3-1-14 试样裁取方法 (单位: mm)

每个试样的长度为350~400mm,有效宽度为50mm。在量取每个试样的宽度之前,应去掉每个裁边多余的经、纬线,以保证纱线与试样平行。如在沿纱线方向产生弯曲或扭曲等畸变时,应在试验报告中予以注明。

当试样扯断强度较大,即超过1.96kN/50mm(200kgf/50mm)或试样量较少时,可采用宽度为25mm的试样,但其试验结果与宽度为50mm的试样结果不能互相比较。

所取试样不应有断裂、穿孔、胶层损伤、皱折等缺陷。

3. 试验条件

本项试验,胶布从制造到试验之间的时间间隔不得少于16小时,最多不超过28天。在进行比较鉴定时,试验应在间隔相同的时间后进行。对于胶布制品试验,制造到试验之间的时间间隔不得超过3个月。

试验应在环境A中停放和试验。仲裁与鉴定试验应在温度为 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $50 \pm 5\%$ 的环境下进行。

如果需要测定湿材料的性质,则将试样完全浸入含1%(体积比)乙醇的蒸馏水中,在规定温度下放置24小时。试样在浸渍前裁好,从浸液中取出后用吸水纸夹住吸干,在1分钟内进行试验。

4. 试验步骤

将拉力试验机上、下夹持器之间的距离调为 $200 \pm 1\text{mm}$ 。在夹持器中夹上试样,使其纵向中心线通过夹持器正面边缘的中点,可按胶布试样厚度确定预加负荷。试样在标准宽度为50mm时,厚度在0.25mm及其以下的胶布,预加负荷为2N(0.2kgf);厚度在0.25~0.5mm(含0.5mm)的胶布,预加负荷为5N(0.5kgf);厚度在0.5mm以上的胶布,预加负荷为10N(1.0kgf)。当采用宽度为25mm的试样时,预加负荷减半。

开动拉力试验机,调整记录装置或负荷盘等装置的零点,按规定速度拉伸试样,直至试样断裂,记录或读出试样的拉伸强度和扯断伸长率的数值。

对每一试样重复上述试验步骤。当试样断在夹持器处或试样发生滑动时,其试验结果舍弃,并应补充试样。该补充试样应尽量在相近部位截取,直至达到5个试样的试验结果。

5. 试验结果

经向和纬向拉伸强度,分别取每一个方向5个试样的算术平均值,以N/m(kgf/50mm、kgf/25mm)表示。计算精确到1N(0.1kgf)。

每个试样的扯断伸长率按下式计算:

$$e = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

式中 e ——扯断伸长率, %;

L ——试样扯断时的长度, mm;

L_0 ——试样初始夹持间距, mm。

经向和纬向的扯断伸长率,分别取每一方向5个试样的算术平均值。

6. 注意事项

(1) 预加负荷 试验时所施加的预加负荷对胶布试样的扯断伸长率有明显的影响,随着预加负荷的增加,胶布的扯断伸长率减小。因此,预加负荷应严格按试验方法的规定施加,当试样的宽度发生变化时,施加的负荷也应相应地按比例变化。

(2) 试样的拉伸方向 实践经验表明,胶布的经、纬向拉伸强度试验结果有显著的差

异。其差异的大小依胶布本身的结构、工艺条件等因素而变化，所以在进行试验时，对经、纬向试样要有明显的标记。

(3) 防止试样在夹具处断裂或滑脱 胶布试样在拉伸过程中，由于受外力作用而产生变形。位于夹具部位的试样，除了受到拉伸外，还受到夹具施加的压力，特别是当夹具的槽纹较深，局部受到的压力较大时，就会产生应力集中，以至应力达到一定值时，致使试样在夹具处首先断裂。因此，在试验时不要将试样夹得太紧，夹具的槽纹不要过于尖锐。但是，夹得太松或拉伸强度较大的试样容易滑脱。对于滑脱的试样也不能再行使用。夹具怎样才能将试样夹得适宜，对于摆锤式拉力试验机，须凭试验者的经验；另外可以用纸、毛毡、皮革、塑料或橡胶材料作为衬垫，垫在夹具上；也可以在夹具处加些增湿物质。这些都是防止试样夹断或滑脱的有效方法。

(4) 其它 当进行成品解剖试验或因其它原因不能裁取标准试样时，则可按实际情况裁取，再将所得的结果换算成标准试样的结果。但与标准试样的结果不能进行比较。

四、胶布撕裂强度试验

胶布的撕裂是骨架织物纱线相继受力而断裂的现象。其断裂方向沿一直线穿过织物。本试验只适用于骨架织物垂直于撕裂断开方向的涂覆织物，而不适用于撕裂形式复杂的蜂窝状和网眼状的织物及针织物。

1. 试验机

本试验使用等速牵引拉力试验机。该试验机的测力计一般分惯性（摆锤式）和非惯性（电子式）两种。在条件允许的情况下，应优先采用非惯性测力的试验机。

拉力试验机具有测力的指示装置或记录装置。夹持器应能夹住试样而无滑动，而且试样不受明显损伤。夹持器的有效宽度为75mm或50mm，并在钳口上有中心标记线。用平面夹持器不能充分夹持试样时，可用带有线条槽或波纹而的夹持器，也可在夹持面上衬垫适当的材料。

2. 取样

从距离胶布末端不少于1m处，剪取500mm长的样品1份，然后在距离经向边最少0.1m处裁取经、纬向试样各5条。经向撕裂强度试验，在胶布撕裂过程中，骨架层经纱被拉断。纬向撕裂强度试验，在胶布撕裂过程中，骨架层纬纱被拉断。所取试样不应有织物断裂、穿孔、胶层损伤、绉折等缺陷。

3. 试验条件

本项试验，胶布从制造到试验之间的时间间隔不得少于16小时，最多不得超过28天。在进行仲裁和鉴定时，试验应在间隔相同时间后进行。对于胶布制品试验，制造到试验之间的时间间隔不得超过3个月。在其它情况下，用户自收到产品之日起两个月内进行试验。

试样应在环境A中停放和试验。仲裁和鉴定试验应在温度为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $50 \pm 5\%$ 的环境下进行。

如果需要测定湿材料的性质，按“胶布的拉伸强度试验”中有关浸渍与试验的规定进行。

4. 梯形法撕裂强度试验

(1) 试样的形状和尺寸 用于梯形法撕裂强度试验的试样（见图3-1-15），长度不小于200mm，宽度为50mm。用样板按图3-1-15画出夹持线（图中虚线），并在梯形短边的正

中处剪开一条垂直于短边10mm长的切口。

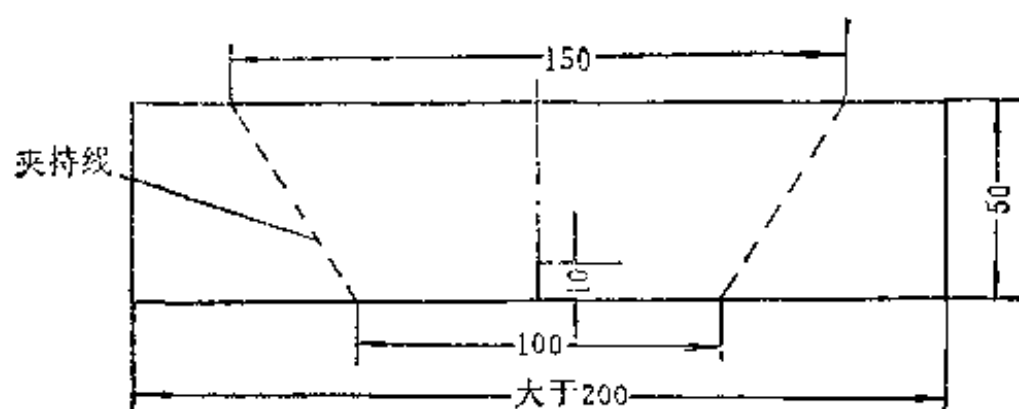


图 3-1-15 梯形法撕裂强度试样 (单位: mm)

(2) 试验步骤 把上、下夹持器钳口间距离调整至100mm，然后把准备好的试样，一端置于上夹持器中间位置，使钳口线与夹持线相吻合，拧紧上夹持器。试样的另一端，按同样方法夹于下夹持器钳口内，拧紧下夹持器。开动拉力试验机，以 $200 \pm 10 \text{ mm/min}$ 的速度下降下夹持器，直至试样沿中间切口线全部撕裂，记录最高撕裂强度值。

(3) 试验结果的计算 分别计算5个经向试样和5个纬向试样的平均撕裂强度，单位为N(kgf)，精确到1N(0.1kgf)。

5. 裤形单撕法撕裂强度试验

(1) 试样的形状和尺寸 一般试样可采用 $200 \times 50 \text{ mm}$ 的试样，如遇胶布骨架层抽丝严重，或因仲裁、科研、外贸需要时，可采用 $200 \times 75 \text{ mm}$ 的试样。用样板按图3-1-16裁取试样，并沿舌片剪开线，剪出两个舌片。

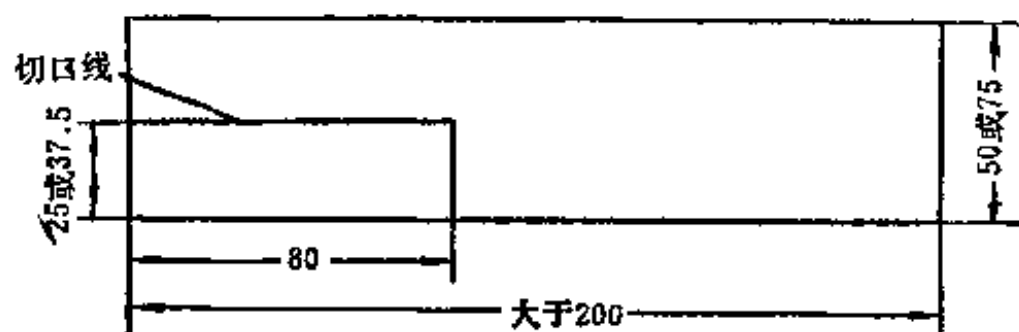


图 3-1-16 裤形单撕法撕裂强度试样 (单位: mm)

(2) 试验步骤 调整拉力试验机零点，并使上、下夹持器钳口间距离为 $75 \pm 5 \text{ mm}$ 。将试样的两个舌片分别夹于上、下夹持器中，试样的切口线通过上、下夹持器的中心线，并使一舌片正面，另一舌片反面面向操作者。开动拉力试验机，使下夹持器以 $100 \pm 10 \text{ mm/min}$ 的速度下降，至试样至少撕开75mm，记录最高撕裂强度值。

(3) 试验结果的计算 分别计算5个经向试样和5个纬向试样最高撕裂强度的平均值，以N(kgf)表示，精确到1N(0.1kgf)。

对于裤形单撕法撕裂强度试验，当仲裁、科研、外贸需要时，可采用五峰中值法表示试验结果。该法是先求出1个试样在记录仪图形中心处50%区域内取5个最高撕裂强度的中值为1个试样的五峰中值，然后取5个经向（或纬向）试样中值的结果，作为经向（或纬向）五峰中值的结果，以N(kgf)表示，精确到1N(0.1kgf)。

6. 注意事项

(1) 在使用拉力试验机时，应通过少量预备试样的试验，选择适宜的拉力试验机容量，以使撕裂强度的数值在负荷盘满刻度的15~85%范围内。对于有经验数据的正常产品，

可以免去预试程序。

(2) 试验方法规定, 梯形法试样的短边为100mm, 长边为150mm, 其夹持角则为 26.6° 。夹持角对试验结果有明显影响。夹持角增大, 撕裂强度值减小, 所以在画线与夹持时都应严格执行规定。

(3) 单撕法撕裂强度试验中, 对于舌片的宽度, 规定了两种。舌片宽度不同, 其试验结果不同。对于高撕裂强度的胶布以及纺织物经、纬密度相差较大的胶布, 试验时易出现偏离撕裂线的现象, 此时应采用舌片宽度较大的试样。

(4) 裤形单撕法和梯形法试验, 试样撕裂方式不同。裤形单撕法试样是受剪切力的作用而破坏; 梯形法试样是受拉伸力的作用而破坏。裤形单撕法的撕裂强度远小于梯形法的撕裂强度。两种试样所得的结果不能进行比较。

(5) 胶布的撕裂试验与纺织物的撕裂试验有较好的相关性。对纺织物试验有影响的因素, 对胶布也同样有影响。此外, 试验方法中还规定了胶布存在和试验的标准环境及制造到试验之间的时间间隔。试验证明, 某些以合成纤维为骨架层的胶布, 试样放置8~9个月后, 裤形单撕法撕裂强度下降了10%, 而某些以棉布为骨架层的雨衣布撕裂强度下降了17%。因此这也是试验中不容忽视的问题。

五、胶布透水性试验

本试验适用于胶布承受低静水压或高静水压时抗透水性测定。试验可用未经老化的试样进行, 也可用经过老化或其它试验后的试样进行。抗透水性的测定共有5种方法, 其中方法 A_1 、 A_2 、 A_3 为低静水压法, 方法 B_1 、 B_2 为高静水压法。可根据产品的使用情况任选以上5种试验方法之一。

1. 试验机

试验机主要由活塞泵、高、低水压试样夹持器、精密压力表及输水管路组成。见图3-1-17。

透水仪主要技术特征如表3-1-20所示。

低水压试样夹持器由上、下夹盘组成。上夹盘为圆环形, 下夹盘中央有一与上夹盘内直径相同的凹槽。根据情况可选用 $0\sim 0.06\text{MPa}$ ($0\sim 0.6\text{kgf/cm}^2$)、 $0\sim 0.1\text{MPa}$ ($0\sim 1\text{kgf/cm}^2$)、 $0\sim 0.4\text{MPa}$ ($0\sim 4\text{kgf/cm}^2$) 的精密压力表, 压力表的使用范围为全量程的25~75%。

高水压试样夹持器由上、下夹盘组成。下夹盘中央有一内直径不小于6mm的输水管路, 并有一与上夹盘内直径相同的凹槽。下夹盘上表面设有装O型圈的凹槽, 其直径为 $4.7\pm 0.1\text{mm}$ 。可选用 $0\sim 0.98\text{MPa}$ ($0\sim 10\text{kgf/cm}^2$) 的精密压力表, 压力表的使用范围为全量程的25~75%。

2. 试验条件

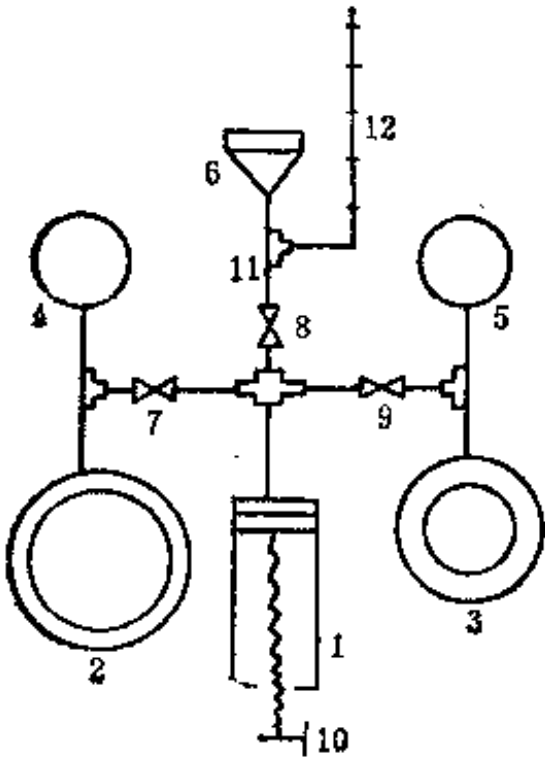


图 3-1-17 透水仪示意图

1—活塞泵; 2—低压试样夹持器; 3—高压试样夹持器; 4—低压精密压力表; 5—高压精密压力表; 6—进水管路; 7—低压阀门; 8—进水管路; 9—高压阀门; 10—转轮; 11—三通阀; 12—水位表

表 3-1-20 透水仪主要技术特征

试验方法		加水压速度 cm ³ /min	试样夹持器尺寸 mm	各水路零部件 耐水压最低值 MPa(kgf/cm ²)≥	水泵给压能力 MPa(kgf/cm ²)≥
低压法	A ₁	12.86±0.50	内直径113±2 外直径170	0.4 (4)	0.98 (10)
	A ₂	12.86±0.50		0.4 (4)	0.98 (10)
	A ₃	10±2 ^①		0.4 (4)	0.98 (10)
高压法	B ₁	12.86±0.50	内直径31.5±0.5	0.98(10)	0.98 (10)
	B ₂	12.86±0.50	外直径75	0.98(10)	0.98 (10)

① 单位为mm/s。

本项试验，胶布从制造到试验之间的时间间隔与撕裂强度试验的规定相同。

试样在环境A中停放和试验。停放的时间单面胶布不少于16小时，双面胶布不少于24小时。

3. 试样

高水压试验时，试样直径为85mm的圆形或边长为85mm的正方形。

低水压试验时，试样直径为170~200mm的圆形或边长为170~200mm的正方形。

每种样品，每种试验取5个试样。裁取试样时应离胶布端头1m，离胶布边0.1m。试样应平整，表面不允许有皱折。

4. 试验步骤

(1) 方法A₁ 将水注满到橡胶垫片或橡胶O型圈顶部，把试样平整地放在下夹盘上，盖好上盖并夹紧，应使水和试样表面没有气泡存在，以12.86±0.5cm³/min的排水量均匀给压，直到试样表面第一个水珠出现时为止，记录压力表上的指示值。

放试样时，单面涂胶布使涂胶面靠水；双面涂胶布使涂层厚的一面靠水。试验水温应与试验室温度相同。

(2) 方法A₂ 将水注满到橡胶垫片或橡胶O型圈顶部，把试样平整地放在下夹盘上，盖好上盖并夹紧，应使水和试样表面没有气泡存在，以12.86±0.5cm³/min的排水量增加水压到一个预定值，并保持预定压力，记录试样透水、湿润、破坏等异常现象出时的时间。

(3) 方法A₃ 调节水位至玻璃管压力计零位，将试样平整地放在下夹盘上，盖好上盖并夹紧，以10±2mm/s的水压头速度上升水柱，直到试样表面第一个水珠出现时为止，记录玻璃管压力计上的读数。

(4) 方法B₁ 其操作与方法A₁相同。

(5) 方法B₂ 将水注满到橡胶O型圈顶部。把试样平整地放在下夹盘上，盖好上盖并夹紧，应使水和试样表面之间没有气泡存在，以12.86±0.5cm³/min的排水量增加水压到一个预定值，并保持压力5分钟，记录试样湿润、破坏等异常现象。

5. 试验结果

(1) 方法A₁、A₃、B₁以第一个水珠在试样表面出现时的压力平均值[MPa(kgf/cm²)]表示。

(2) 方法A₂ 是在规定压力下，以第一个水珠在试样表面出现时所需时间的平均值(min)表示。

(3) 方法B₂是在规定压力、规定时间的条件下记录每一个试样的表面情况。

6. 注意事项

(1) 胶布的透水性能与试样的表面状态有着密切的关系。如果所取的试样系胶布在制造过程中涂胶不均匀、表面有杂质(易产生砂眼)、皱折,将会导致夹持不严而漏水或试验时水压降低,从而影响试验结果的准确性。因此,胶布试样应平整无缺陷。

(2) 试验方法中规定了水压升高的速度,进行试验时必须严格控制,因为胶布的耐透水性试验时水压上升的速度有关。

(3) 胶布的透水性除了与胶布本身的性能有关外,还与水压及加压时间有着密切的关系。压力增大,胶布透水的可能性增加;当压力一定时,保持压力的时间越长,透水的可能性越大。试验中应严格控制并记录。

(4) 试样放置时,应注意试样与水必须完全接触,不得有气泡或空隙,否则将会影响试验结果。

(5) 采用方法A₂和方法B₂进行试验,当出现压力降低时,应及时补压,以保持给定的压力。

六、胶布气透性试验

气透性试验按其测定原理分为压力法(恒容法)和容积法(恒压法)两种。当前广泛采用的是压力法。该法是采取抽真空或加压的方式造成试样两侧的压差,然后测定低压侧的压力随时间的变化关系。

胶布的气透性一般用气透率(气透量)和气透系数来表示。

气透率是在稳定状态下,给定厚度的试样两侧在单位压差下、单位时间内、单位面积上所透过的气体体积(换算成标准状态下的试验气体的体积)。

气透系数是在稳定状态下,试样两侧在单位压差下、单位时间内、单位面积上透过单位厚度的气体量(换算成标准状态下试验气体的体积)。

1. 试验仪器

透气仪由透气室(分为高压侧和低压侧)、测量装置和恒温浴组成。其构造如图3-1-18所示。

图3-1-18中气压表(10)的指示范围为0~0.981MPa。透气室高压侧(11)内部容积至少为25cm³。透气室低压侧(5)用微孔金属板或细的金属丝网、圆盘之类坚硬的、易于透气的支撑物充满空间。试样(7)与U型毛细管基准刻度线(3)之间空腔的总容积一般是1~2cm³。

恒温浴的温度控制范围为-60~300℃。试验过程中,恒温浴的温度波动不得超过±0.5℃。

2. 试样

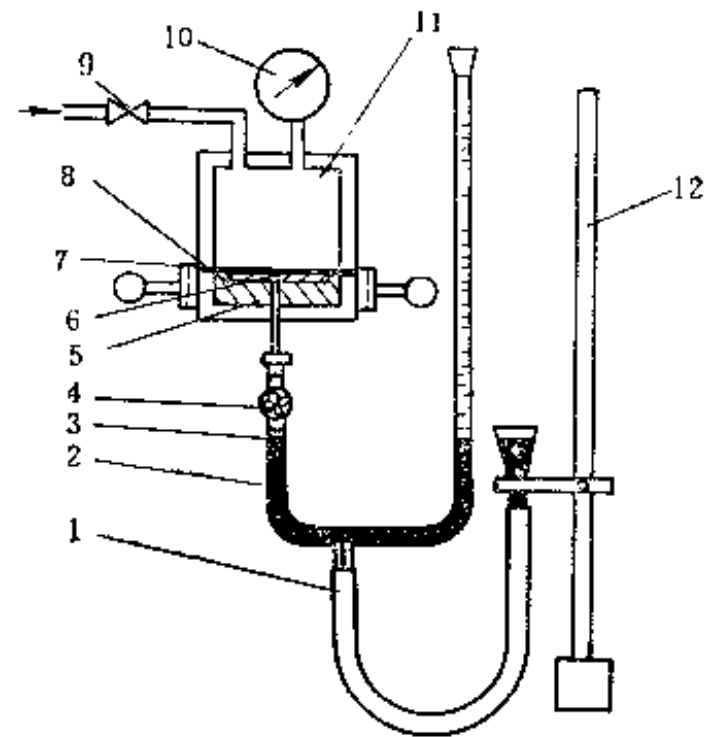


图 3-1-18 透气仪构造示意图

1—软管; 2—U型毛细管; 3—基准刻度线; 4—旁通阀; 5—透气室低压侧; 6—金属支撑板; 7—试样; 8—密封圈; 9—进气阀; 10—气压表; 11—透气室高压侧; 12—活动支架

在离样品边缘不少于50mm处, 并与样品边缘呈45°角斜线的不同位置上裁取3个试样。试样直径为50~65mm, 厚度为0.1~3.0mm。有效试验面积为800~1600mm²。试样表面不应有损伤、皱折、缺胶等现象。

用厚度计测量试样有效试验面积内的中心及周围6个不同位置上的厚度值, 精确到0.01mm。取6个测量值的平均数作为试样的厚度值。总的厚度变化不应超过平均厚度的10%。试样应预先经干燥剂干燥, 不少于24小时。

3. 试验条件

本项试验, 胶布从制造到试验之间的时间间隔、试样停放及试验的环境与撕裂强度试验的规定相同。

4. 试验步骤

(1) 在U型毛细管内, 充入癸二酸二辛酯这类既不溶解气体, 自身又不挥发的液体。调节液面位于U型毛细管基准刻度线以上。旋转旁通阀, 使透气室的高压侧通大气。

(2) 取两片丁基橡胶密封圈, 在其上下面均匀地涂覆一层真空脂, 把试样夹在中间, 置于透气室低压侧的金属支撑板上, 关闭透气室。

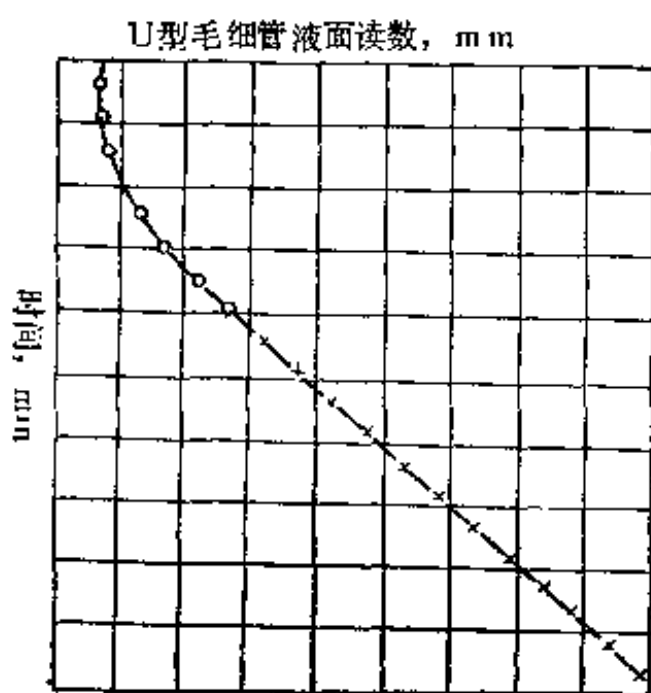


图 3-1-19 时间与U型毛细管液面读数曲线图
○空气透过时的不稳定状态
×空气透过时的稳定状态

(3) 打开进气阀, 空气由气体贮存器通过干燥塔, 缓慢地流入透气室的高压侧。在给定压差和温度下, 停放适当的时间, 旋转旁通阀, 使透气室的低压侧与U型毛细管相通。当空气透过试样, 液面下降于毛细管的基准刻度线时, 开始记录时间为起始时间。

(4) 试验达到稳定状态时, 记录时间 t 和液面移动的相应高度 h 值。

(5) 垂直地移动软管, 调节U型毛细管中的液面再使之位于基准刻度线以上, 液面又下降至基准刻度线时, 再记录时间 t 和液面移动的相应高度 h 值。重复这一过程, 直到在5~6个以上的时间间隔内, 液面移动的高度 h 值能够保持恒定(变化很小)为止。

5. 试验结果的表达与计算

(1) 把时间 t 和液面移动的相应高度 h 值绘在坐标纸上(如图3-1-19所示), 计算稳定状态下(直线部分)液面移动的速率。

(2) 气透率按下式计算

$$G = \frac{dh}{dt} = \frac{V \cdot \rho \times 10^3 \times 9.81 T_0}{A \cdot \Delta P \cdot T \times 10^5} \quad (3-1-1)$$

式中 G ——气透率, m/Pa·s;

$\frac{dh}{dt}$ ——U型毛细管中液面移动的速率, m/s;

V ——试样到U型毛细管基准刻度线之间空腔的总容积, m³;

ρ ——U型毛细管中液体的密度, Mg/m³;

T_0 ——标准状态下的温度, K;

A ——试样的有效面积, m^2 ;

ΔP ——试验压差, Pa ;

T ——试验温度, K ;

10^5 ——标准大气压的近似值。

(3) 气透系数按下式计算:

$$P_r = G \cdot b \quad (3-1-2)$$

式中 P_r ——气透系数, $\text{m}^2/\text{Pa} \cdot \text{s}$;

b ——试样厚度, m ;

G ——透气率, $\text{m}/\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

(4) 试样数量不应少于 3 个, 试验结果取 3 位有效数字, 分别记入试验报告中。

6. 注意事项

(1) 试样的厚度及其均匀性 根据气透率计算公式 (3-1-1) 可以看出, 气透率 G 与试样厚度 d 成反比, 而且主要取决于胶层的厚度。试验结果的重复性, 取决于试样厚度的均匀性。因此, 在试验前, 应精确地测量试样有效面积内的厚度, 并且试样表面不应有缺胶、针眼、起层等现象, 还有试验时, 试样放置在透气室中不应打折或凸起。

(2) 试样的放置方向 对于单面涂胶布的试样, 在试验时由于放置方向 (胶层对着高压侧或者胶层对着低压侧) 不同, 测试结果也不同。为了使测试与使用有较好的相关性, 应根据产品结构和实际使用情况, 确定试样的放置方向。

(3) 试验环境温度 环境温度的变化, 可以引起透气室低压侧的气体热胀或冷缩, 从而使测量气体体积的毛细管内产生压力变化。因此, 欲获得稳定的试验结果, 必须严格控制试验环境的温度。

胶布存放和试验的标准环境, 规定温度误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。对于气透试验, 则误差越小越好。比较试验或仲裁试验, 环境温度的误差最好控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以下。

(4) 稳定时间 各种胶布由于本身的特性不同, 达到稳定透过的时间各不相同。同一种胶布在不同的试验条件下, 达到稳定透过的时间也不相同。气透性试验必须根据橡胶的特性和试验条件, 绘制试样达到稳定透过速率时气透量与时间的关系曲线, 以便计算单位时间内透过试样的气体体积。该数值直接影响试验结果的计算, 试验中应准确记录。

(5) 低压侧排气时间 在放置试样和施加压力时, 由于气压的冲击作用, 致使低压侧产生附加压力。这部分附加压力会推动毛细管中液柱迅速移动, 使测定结果失真。因此, 试验前必须旋转透气仪的旁通阀, 使低压侧通向大气一定时间, 排除附加压力对测定结果的影响。排气时间短, 测定结果仍然偏高, 反之, 试验周期太长。应根据试验条件选择适当的排气时间。

七、杯法油扩散试验

杯法油扩散试验是将胶布或橡胶薄膜置于油介质中 (试样与油介质单面接触), 在一定的温度和规定的时间内, 测定油介质通过胶布或橡胶薄膜的扩散速率。

1. 试验仪器

试验仪器由扩散杯、大负荷天平和恒温箱组成。

扩散杯的构造如图 3-1-20 所示。

天平的最大称量为 1000 g , 精确为 0.001 g 。

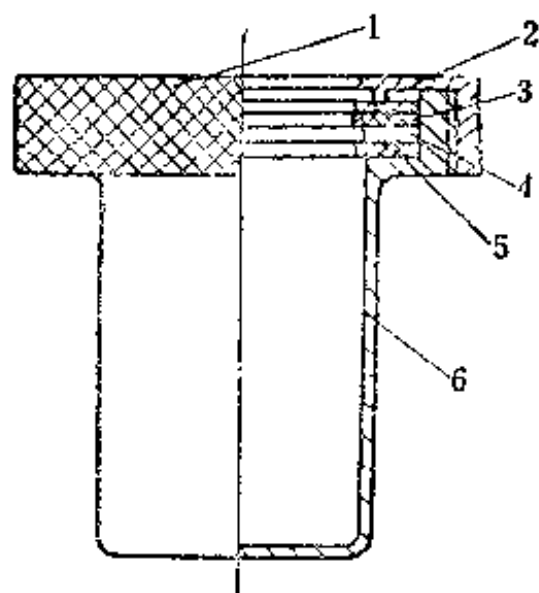


图 3-1-20 扩散杯的构造

1—杯盖；2—铜垫圈；3,5—密封垫；4—试样；6—杯体

恒温箱必须有鼓风装置。

2. 试样

试样为直径64mm的圆形薄片，与试验介质相接触的部位其直径为50mm。试样的厚度：橡胶薄膜规定为 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ ；胶布及其制品，一般按实际情况而定。

试样表面应平整光滑，不得有杂质、气泡等缺陷。

3. 试验条件

本项试验，胶布从制造到试验之间的时间间隔、试样停放和试验的环境，与撕裂强度试验的规定相同。

4. 试验步骤

(1) 从胶布卷上，距离末端大于1m，距离经向边不小于0.1m处裁剪试样，并测量其厚度。

(2) 取三个干净的扩散杯，分别注入130ml试验介质，使液面距试样约15mm，装上试样，拧紧杯盖。

(3) 取另一个干净的扩散杯，杯内不装试验介质，装上试样，拧紧杯盖（为空白杯）。每种样品在同一试验条件下都需作空白试验。

(4) 在天平的两个盘上分别放上试验杯和它的空白杯，然后在空白杯上添加砝码进行称量，并将所加的砝码重量作为该试验杯的重量。

(5) 将已称量过的试验杯和空白杯倒置于指定温度的恒温箱内的支架上，试样的表面必须暴露于空气中，使油进行扩散。

(6) 经48小时扩散试验后，取出扩散杯，于干净的环境中正立停放30~60分钟（停放时间长短据试验温度而定）后，细心地拧紧各杯，并按（4）称量，然后再按（5）继续进行扩散试验。

(7) 经120小时（从开始试验算起）的扩散试验后，取出扩散杯，正立停放30~60分钟，再按（4）进行称量。

5. 试验结果

试验结果以耐油扩散率表示，以下式计算

$$F = \frac{W_{120} - W_{48}}{3s} = 170(W_{48} - W_{120}) \quad (3-1-3)$$

式中 F ——耐油扩散率， $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ；

W_{48} ——扩散48小时后液体的重量， g ；

W_{120} ——扩散120小时后液体的重量， g ；

3—— W_{48} 与 W_{120} 称量的时间间隔， d ；

s ——试样与试验介质的接触面积，其值为 $\frac{1}{510} \text{m}^2$ 。

试验的试样不应少于3个，取其算术平均值，允许偏差为 $\pm 10\%$ 。经取舍后代表同一试验样品性能的试样不应少于2个。

6. 注意事项

(1) 试验温度 温度对扩散率有较大影响, 试验温度不同, 扩散率也不同, 扩散率是随着温度的升高而增大, 所以试验必须在恒温下进行, 且温度波动范围应尽量小, 以 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 为宜。在制订产品指标时, 必须对适宜的试验温度作出规定。可是, 为了提高试验速度, 降低试验相对误差, 对扩散率小的试样, 也可以适当提高试验速度。例如, 某种胶布涂了防油扩散层以后, 按使用温度进行试验就难以测出结果, 这种情况可以适当地提高试验温度。

(2) 试样的厚度 同一种胶料, 厚度不同, 扩散率也不同。胶层越厚, 扩散率越小, 否则相反。因此, 胶层厚度应严格控制, 胶布试样厚度应涂覆均匀。

(3) 密封与称量 密封与称量是该试验中的两个关键问题。密封胶垫必须采用耐油的、压缩应力松弛性能好的胶料。在往杯中注入油介质和拧紧杯盖时, 严禁油溅到杯口的槽上和密封胶垫上。

称量时, 不是直接称量试验杯的实际重量, 而是采用空白杯来称出试验杯的相对重量。这是因为试验杯除了因油的扩散而减重外, 还会因密封胶垫和试样中的某些成分挥发而减重, 尤其在高温下, 后者的减重较大, 为了消除这些因素对称重的影响, 而必须采用此措施。

八、胶布屈挠磨损的测定

本试验适用于胶布耐剪切屈挠和磨损的综合性能的评价方法, 但不适用于表面层有胶粘剂的制品。

1. 试验机

试验机由摩擦机和压杆构成。摩擦机带有两个平行的夹具, 而夹具能在平面上进行等速、逆向、往复运动。压杆应压紧试样的屈挠部分使其与底板接触。该试验机还应装有计数器和能使两夹具对齐的装置。

(1) 摩擦机的尺寸和特性 该机夹具间的距离为 $12 \pm 0.3\text{mm}$, 两夹具的总行程为 $40 \pm 1\text{mm}$, 夹具的运动频率为 $2.25 \pm 0.5\text{Hz}$, 通过压杆对试样施加的作用力为 $5 \pm 0.1\text{N}$ 或 $10 \pm 0.2\text{N}$ 。

(2) 夹具 夹具由上、下夹板组成。下夹板带有一个用于试样定位的凸肩, 使试样的短边距夹具边缘 $27.5 \pm 0.2\text{mm}$ 。上夹板用作压紧试样。

(3) 压杆 压杆的中心应对准两夹具和底板的中心, 以使压杆和夹具不能接触。压杆的重心和压杆导向系统的中心, 应在与试样夹持面垂直的平面上。压杆的导向系统应允许压杆垂直运动和围绕重心转动。

2. 试样

试样为长方形, 其长度为 $100 \pm 0.25\text{mm}$, 宽度为 $50 \pm 0.25\text{mm}$, 屈挠部分的尺寸为 $45 \times 50\text{mm}$ 。

如果用上述的胶布试样不能进行试验, 特别是用伸长性能很差或易在夹具内撕裂的胶布, 可采用长度为 $110 \pm 0.25\text{mm}$, 宽度为 $50 \pm 0.25\text{mm}$ 的试样。此时试样屈挠部分的尺寸为 $55 \times 50\text{mm}$ 。

试样应按下列方法制备:

按经向制备的试样: 100mm (经向) $\times 50\text{mm}$ (纬向)

按纬向制备的试样: 100mm (纬向) $\times 50\text{mm}$ (经向)

裁取试样时,应使试样边缘距离胶布涂覆部分边缘至少 100mm,距胶布卷端部距离不少于1m,并且试样不应有任何缺陷。

单面胶布每一组试验应制备 6 个试样,其中经向 3 个,纬向 3 个。一般情况下,每一方向取 2 个试样做试验,当试验结果出现反常现象时,再做第 3 个试样。如果是双面胶布,胶布的两面都应试验,则经、纬向各制备 6 个试样。

3. 试验条件

胶布从制造到试验之间的时间间隔、试样停放和试验的标准环境与撕裂强度试验相同。

4. 试验步骤

(1) 在试样上画两条平行于试样短边的标线,并距边缘为 27.5mm。

(2) 用扣合夹具,将试样固定于两夹具之间,使试样的涂覆面对压杆,标线与夹具的边缘对齐。

(3) 将压杆置于试样的上部,加上负荷,启动试验机。试验时,随时可中断试验,以便用肉眼检查试样的损坏情况。

(4) 试验要持续至完成预定的摩擦次数,或者直至发现明显的破坏为止。

5. 试验结果

以直接判定试样损坏情况或与对比试样作比较作为试验结果。

6. 注意事项

(1) 试样及夹持部位的尺寸 胶布试样在试验过程中,在夹具的边缘处受到剪切力的作用;屈挠部分,在与经、纬向成一定角度的斜线方向上受到拉伸作用。又因为胶布的扯断伸长率一般说来不是很大,所以试验时,若试样制作和夹持不严格,将会影响试验结果的重复性。

(2) 摩擦次数的确定 大多数计数器,由于传动方式的缘故只把夹具往返一次即摩擦两次记作一次。因此,计数器显示的数字应乘以 2,方为摩擦次数。

(3) 夹具 为了避免夹具切割试样,上、下夹板的边缘均有曲率半径为 $1 \pm 0.1\text{mm}$ 的倒角。夹持试样时应保证试样在试验期间不滑脱,否则结果作废,另取试样重新试验。

(4) 试验结果 试验结果以摩擦次数表示。但当试样接近破坏时,观察的间隔时间应尽量缩短。

九、胶布加速老化试验

胶布的老化试验是将胶布试样在一定的热、氧条件下作用一定时间后,测定其物理性能,并同老化前的物理性能进行比较。

衡量胶布老化程度有的用物理性能,其性能是拉伸强度、撕裂强度或其它需要的物理性能。也有的用察看试样老化后是否分解、变软、变色、发硬、发脆等异常现象。还有的用加速老化法和自然老化法作比较,来对胶布的使用寿命和贮存期进行估计。

加速老化试验共有两种方法:

方法 A——箱式热空气加速老化试验;

方法 B——氧加速老化试验。

这两种方法所用的试样均应从距离胶布边缘不小于 0.1m,距离胶布卷端部不小于 1m 处裁取。

胶布从制造到试验之间的时间间隔、试样停放和试验的环境与撕裂强度试验的规定相

同。

经过老化的试样,也需要在标准环境中停放。标准环境的温度和湿度及停放时间与老化前的试样相同。

1. 方法A

方法A是将试样放在规定温度的老化箱中,在常压下进行的老化试验。老化结束后,观察试样的外观变化,并测定其物理性能。

(1) 试验仪器 试验使用普通老化箱时,其技术性能应符合下列要求:

- ① 必须装有连续鼓风、进气及排气装置等控制空气循环的装置,使箱内空气更换3~10次/h;
- ② 必须装有控温装置,其控温精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,以使老化箱内各部位温度均匀恒定,其温度波动范围符合老化条件的规定;
- ③ 温度计应插在老化箱的中心部位;
- ④ 老化箱内的构件不应使用铜或铜合金;
- ⑤ 进入老化箱室内的空气应预先加热到规定的试验温度。

(2) 试样

- ① 用于观察老化后是否分解、变软、变色、发硬、发脆等现象的试样,其尺寸应不小于 $100\times 50\text{mm}$ 。
- ② 用于做拉伸性能试验的试样,其尺寸应符合拉伸强度试验的规定。
- ③ 用于做撕裂性能试验的试样,其尺寸应符合撕裂强度试验的规定。
- ④ 老化前后所用的试样,应在胶布的同部位上裁取,其尺寸必须一致。
- ⑤ 裁取试样时,试样的受力方向必须与纱线平行,不应有切断受力纱线的现象。
- ⑥ 每种胶布裁取的试样不少于10个。其中5个做老化前物理性能测定,其余5个做老化后物理性能测定。

(3) 试验步骤 首先将老化箱预热到规定温度,然后将试样垂直地挂在老化箱中进行老化试验。老化时间是从试样放入老化箱中时开始计算。应注意,互相有影响的胶布不能同时放在同一老化箱中进行试验,试样与箱壁距离至少70mm,试样与试样之间距离至少10mm;试样的总体积不得超过老化箱内自由空间的10%。

老化试验结束后,取出试样立即观察是否有分解、变软、变色、发硬、发脆等现象。

需进行物理性能测试的试样,在老化试验结束后将试样取出,置于环境A中停放后,再进行物理性能的测试。

(4) 老化条件 根据产品使用要求选择下列温度之一进行老化试验:

$70\pm 1^{\circ}\text{C}$; $85\pm 1^{\circ}\text{C}$; $100\pm 1^{\circ}\text{C}$; $125\pm 1^{\circ}\text{C}$; $150\pm 2^{\circ}\text{C}$; $175\pm 2^{\circ}\text{C}$; $200\pm 2^{\circ}\text{C}$; $225\pm 2^{\circ}\text{C}$; $250\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

试验时间可选用24、48、72、96、144、168、240小时或168小时的倍数。

2. 方法B

方法B是将试样放在高温和高压氧气中进行老化试验。老化结束后,观察试样的外观变化,并测定其物理性能。

(1) 试验仪器 本方法对试验仪器要求如下:

- ① 氧压室是用不锈钢或其它适宜的材料制作的,其尺寸任意,但应使试样的总体积不得超过氧压室容积的10%;

- ② 氧压室内的温度必须控制在 $70 \pm 1^\circ\text{C}$;
- ③ 温度计或其它测温元件应置于氧压室中心部位;
- ④ 恒温水浴用来加热氧压室使其达到规定的温度, 严禁使用矿物油之类易燃体作为加热介质;
- ⑤ 安全防护装置必须可靠, 当表压达到 3.5MPa 时, 安全防护装置应立即有所反应;
- ⑥ 氧压室、输氧导管及阀门不得使用铜或铜合金。

(2) 试样

- ① 用于观察老化后是否分解、变软、变色、发硬、发脆等现象的试样, 其尺寸不小于 $75 \times 25\text{mm}$ 。
- ② 用于测定物理性能的试样, 其有关规定与方法A相同。

(3) 试验步骤 首先将氧压室预热到规定温度, 然后将试样垂直地挂在氧压室内, 放平盖子, 用力矩扳手均匀地将每个螺母上紧 (最大 50N 即可)。待氧压室内温度升到 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ 时通入氧气。当氧压达到 $2.1 \pm 0.1\text{MPa}$ 时, 打开排气阀门, 将容器内的气体慢慢排出至表压为零, 再通入氧气, 重新使氧压达 $2.1 \pm 0.1\text{MPa}$ 并开始计算老化时间。老化时间一般为24小时或24小时的倍数。

试验应注意, 互相有影响的胶布不能同时放在同一氧压室内进行老化。

老化试验结束后, 缓慢地卸掉氧压室内的压力至表压为零。

老化试验后需进行外观检查和物理性能测试的试样, 其有关规定与方法A相同。

3. 结果表示

- (1) 用于外观检查的试样可以叙述其损坏的性质和程度。
- (2) 以物理性能来评价老化程度的, 可以用物理性能变化的百分率表示:

$$\varepsilon = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (3-1-4)$$

式中 ε ——性能变化百分率, %;

A ——老化前的物理性能测定值;

B ——老化后的物理性能测定值。

4. 注意事项

(1) 对于箱式热空气加速老化试验, 由于大多数仪器厂生产的老化箱和电动鼓风箱的进气孔和排气孔大小各不相同, 虽然没有鼓风装置, 但均不能控制老化箱的换气率, 影响了箱内温度的均匀分布, 因此, 必须按试验的要求对老化箱进行改造, 并测量其换气率。

(2) 进行氧加速老化试验时应注意安全。要求供氧装置应远离火源, 严格按照压力容器的使用规则进行试验。

十、其它试验

胶布除进行以上所述的试验方法外, 根据产品的需要还可以进行: 低温试验 (包括低温下的冲击、弯曲、折叠试验)、耐磨性试验、爆破强力试验、挥发液体蒸发速度的测定、臭氧老化试验等。

第二章 胶布制品

第一节 胶布制品的种类、用途和特点

一、按用途分类

胶布制品是指用橡胶布与其它材料经过加工而制成的产品。胶布的种类很多,品种复杂,按制品的用途一般可分如下9类。

(一) 劳动防护制品

劳动防护制品主要用于改善劳动条件,保护人身安全和健康以及设备与材料的防护等。

1. 人体防护制品

人体防护制品分为一般防护制品和防护服二类。

(1) 一般防护制品 包括袖套、裤套、围裙等。

(2) 防护服 包括雨衣、雨裤、水产服、水下工程服、耐酸碱服、耐油服、防毒服、防射线服、防燃服、防高温服、绝缘服、防寒保暖服和飞行服等。

2. 设备和材料防护制品

设备和材料防护制品包括防腐蚀、防震、密封、防有毒溶剂和防射线、防晒、防雨雪、防热源等的罩子、套、袋、垫及苫布等。

3. 通风制品

通风制品又称导风筒,主要用于隧道和矿井通风。该类胶布制品一般要求质地柔软、耐水、防腐、耐磨等性能好。

(二) 贮运制品

贮运制品主要供贮存和运输一般原料时作容器之用。

1. 贮运油类制品

主要供贮存和运输各类动植物和矿物油脂。如装于汽车、火车和海上拖轮的油囊、油袋、油箍、油槽等,以及海底、陆地或地下的油池、油罐、油槽等。

2. 贮运化学物质制品

主要作耐酸碱类容器之用,可以贮运各种化学物质,如各种溶剂,各种固体、粉状和液态的化学药品。

3. 贮运建筑材料制品

主要供贮存或运输黄沙、石子、水泥和白灰等用。

4. 贮气囊

主要供贮存氧气、氮气、二氧化碳等气体之用。也供登山运动员和医院急救时作贮存低压氧气之用。

5. 贮水囊

主要供贮存和运输淡水、蒸馏水、工业用水及各种饮料之用。

该类制品具有质地轻、柔软、便于运输、运输量大、易折叠、空载率小及降低运输成本等特点。

（三）工具备用制品

该类胶布制品可作为各种工具和设备使用。

1. 加压气囊

（1）加工薄金属件用 把金属薄板放在模腔内，采用气囊进行充气加压，把薄铝板、薄铜板和薄钢板等压制成一定形状的制品。

（2）加工非金属件用 把热塑性或热固性材料的装入模腔内，采用气囊充气加压、加热固化制成一定形状的制品。

加压气（液）囊用于加工产品，可以改善工艺操作、减轻劳动强度、提高劳动生产率和产品质量。

2. 起重囊

重物与胶布气囊牢固地连接在一起，然后将囊充气，使物体升起。主要用于沼泽、沙漠地带或山区等地，适用于不能采用吊车或铲车起重的物品。

起重囊具有起重简单、省力的特点，可以减轻劳动强度，提高起重效率。

3. 打捞囊

主要用于海滩打捞物件。此囊具有操作方便、打捞成本低、劳动强度小等特点。

4. 充气护舷

主要供船舶停靠码头时作为船舶与码头之间缓冲减震之用。它具有重量轻、强度高、缓冲减震效果好等特点。

5. 探空气球

气球内充入氢气或氦气，将其升空，主要供测定高空湿度、温度、大气压力等气象数据之用。

探空气球测定气象数据，具有使用方便、工作简单、成本低和效果大等优点。目前是各国普遍使用的方法之一。

6. 橡胶水坝

主要用于江河截流或调节其水位。橡胶水坝具有制造简单、成本低、体积小和使用方便等优点。

7. 贮能囊

主要用于贮存及传递能量。贮能囊具有制造简单、成本低、质量轻、使用方便等优点。

8. 管道隔离气囊

主要用于有毒有害气体的输送管道检修。

用管道隔离气囊来密封和隔离各种有毒有害气体管路既可靠又方便，不但能降低修理成本，而且利于及时抢修。

（四）救生设施制品

1. 救生圈

主要供轮船乘员、水上作业人员及海滨浴场游泳人员遇险救生之用。救生圈是个人救生工具，具有轻巧、使用及制造方便等优点。

2. 救生衣

救生衣根据用途、结构和充气形式可分为工作救生衣和旅客救生衣；马甲式或颈套式救生衣；自动充气和手动充气救生衣。

救生衣也是个人救生工具，也具有轻巧、使用 and 制造方便等优点。

3. 救生筏

救生筏是利用气瓶贮备的气体进行自动充气定型，供水上航行或作业人员遇险救生用。

救生筏具有使用可靠、灵活、方便、稳定性好等优点。因有双层篷帐，可起隔热保暖、避免阳光曝晒，防止严寒侵袭和风浪威胁的作用，还有各种急救用备品属具。

救生筏有4种型号。

(1) 甲型(A型)筏 供在 $-30\sim 65^{\circ}\text{C}$ 环境下的一类航区内救生用。它的备品属具齐全。

(2) 乙型(B型)筏 供在一个国家的沿海范围内救生用，即三类航区用。其备品属具比甲型筏少，筏体轻、成本低。

(3) 丙型(C型)筏 供在一个国家的沿海范围内救生用，也可用于飞机上。该型筏的备品少或不带备品。

丙型筏与甲型、乙型筏比较如下。

a. 浮胎和筏底正反面结构完全一样，没有正反和上下之分。

b. 篷帐与浮胎不固定。丙型筏没有充气篷柱，所以比甲型、乙型筏结构简单，筏体轻、成本低。

(4) 可吊型救生筏 可吊型救生筏当客、货轮船遇险时，在救生甲板上充气成型，然后吊装入水，适于老、弱、病、残、妇、幼救生使用。此外，也可抛投充气。

该种筏具有其它救生筏的各种性能和备品属具，起吊装置能承受4倍乘员的载荷。

4. 干式救生服(浸没服)

干式救生服表面采用橙黄色橡胶布，里面有橡胶海绵、塑料海绵或其它保温材料，并配有水密拉链制成。供客、货轮船遇险时人员救生用。它具有重量轻、水密性和保暖性好等特点。

5. 救生艇

橡胶布救生艇属于橡皮船种类之一，该艇配有操舟机和雷达反射器，专供及时发现遇险人员和迅速救生之用。

救生艇具有体轻、使用方便、抗风浪性强、航行迅速、灵活机动等特点。

(五) 交通工具、设施制品

交通工具或交通设施是与其它制品配套构成的。

1. 橡胶船和筏

橡胶船和筏是以划浆、竹篙或机械为推力，供运送人员和货物使用。它具有体轻、能折叠、易搬运、使用时充气方便及稳定性好等优点。

2. 气垫围裙

气垫围裙是将鼓风机所产生的气体围住，以形成一定的气压而产生一定的提升力，使船体托起，减少或避免对水或地面的摩擦阻力，使之能在地面或水面高速行驶。气垫围裙具有质地柔软、强度高、耐磨、耐撕等优点。

气垫围裙可分为船用和车用两种。船用围裙又可分为侧壁式和全浮式(全垫式)，前者用于水面航行船舶，后者用于水陆两栖船舶。全浮式气垫船的灵活性和机动性比任何其它船舶都要高。

车用气垫围裙可分为汽车、火车、手推车等用，也包括大型物件搬运用，如煤气柜、水

泥预制件的搬运用围裙等。

3. 充气浮桥

充气浮桥是用橡胶船或胶布气囊组成，用时充气形成浮体，在其上再铺桥面板而构成浮桥，根据浮体的浮力大小不同，可作为人行桥，也可通行各种车辆。

橡胶布充气浮桥具有重量小、放气后能折叠、体积小、装拆方便、稳定性好等优点。

4. 充气飞艇

橡胶充气飞艇供在沙漠、沼泽地带、山区等低空运输用，解决了上述地带无法行车的困难。

（六）旅游娱乐制品

橡胶布充气制品广泛用于旅游娱乐和休息等场所。

1. 充气垫

气垫充气可作为旅游和游泳休息时用。其特点是携带方便。

2. 游艇和碰碰船（车）

游艇和碰碰船（车）是用彩色橡胶布制成的。前者是橡胶船之一，后者是圆环形气囊，供在水面或陆地上做为娱乐工具用。

旅游娱乐用制品一般具有色泽鲜艳、体轻、折叠体积小、使用携带方便等优点。

此外，还有帐篷、坐椅、蹦床等。

（七）医用制品

橡胶布医用制品主要供医院治疗或救护病人用。

1. 心脏助搏气囊

心脏助搏气囊主要用于抢救心脏病人和治疗青光眼病人等用。

该气囊无味、无臭、柔软、体轻，尤其是耐反复充、放气的疲劳性能好。它能自动跟踪心脏跳动的频率，当心脏收缩时，该囊放气，当心脏松弛时气囊充气加压，加强血液循环，达到治疗效果。

2. 冰袋

冰袋主要供高烧病人冷敷，以降低体温用。

3. 充气护理床垫

充气护理床垫主要用于截肢、长期卧床不起的病人。其特点是不但能使病人避免患褥疮，而且还可治疗褥疮。该床垫可自动定时充气放气，因而能减轻护理人员的劳动强度及减少护理人员。

4. 担架

橡胶布担架有充气式和抽真空式二种。空气担架经充入空气后，使之具有一定的刚度，供抬伤病员用。抽真空担架是在胶布气囊内填充一定量的泡沫塑料颗粒，经抽真空，使颗粒相互挤紧而获得足够的刚度，供抬病人用。此外，该担架经抽真空还可改成椅形。这两种担架还能用于浮在水面拖行或吊装运送病人，是从船舶和高层建筑救护伤病人的理想工具。该种担架可挠性很好。

（八）充气建筑

随着科学技术的发展和对建筑物的特殊要求，近年来充气建筑得到了迅速发展和广泛的应用，是建筑领域的一门新兴产品，已逐步形成为建筑领域的新体系。它的产品有：临时库房、展览馆、充气剧院、充气医院、游泳馆、体育场、充气房屋等。充气房屋主要作为临时

工棚或地质勘探人员的流动房屋用。

· 这种产品具有搬迁和安装方便、美观、轻巧、机动性强、抗震性能好等特点。

二、按产品结构分类

胶布制品按结构大体上可以分为非中空制品和中空制品。

(一) 非中空制品

非中空制品种类很多，主要有如下几种。

1. 防护服

主要包括耐酸碱、耐油等防护服，还有长服、短服、套装、多用雨衣和雨披等。但一般又分为大号、中号、小号及特大号4种，特殊要求的另行制造，此外还有潜水服、水暖服、宇宙服等。

还有特殊防护服，如铝箔隔热防护服，是用于消防、冶金、玻璃、搪瓷、热处理等行业人员防止高温辐射灼伤的理想防护用品。它的结构主要是在胶布表面覆有一层发亮的铝箔及其它金属薄膜，起到反射热量的作用；里层又衬有隔热层，防止热传导，因而它具有防辐射热效果好的特点。

2. 伸缩套

伸缩套按其结构主要有骨架和无骨架二种。骨架伸缩套又可分为金属骨架和非金属骨架二种，骨架又有内骨架和外骨架之分。其规格如图3-2-1所示。

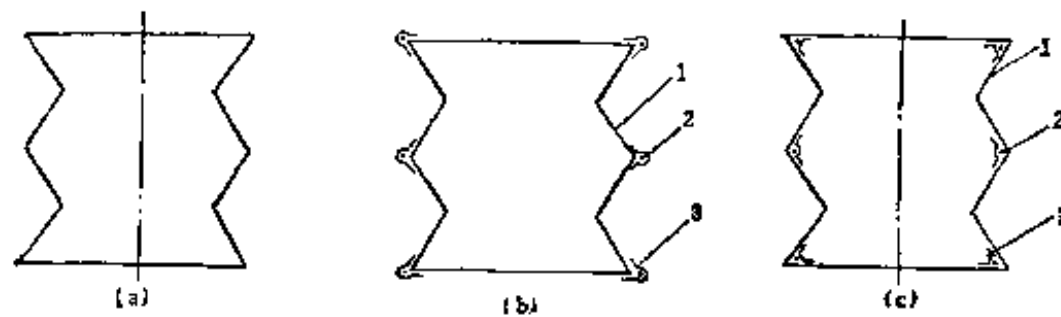


图 3-2-1 伸缩套简图

(a) 无骨架；(b) 外骨架；(c) 内骨架

1—伸缩套本体；2—伸缩套骨架；3—加强固定骨架的胶布沿条

3. 导风筒

导风筒主要规格如表3-2-1所示。

每根导风筒的长度分为5m、10m、20m，根据矿井和隧道的通风距离，可以随意相互连接。

4. 气垫围裙

气垫围裙分为船用和车用两大类。船用气垫围裙又分为全浮式和侧壁式二种。

(二) 中空制品

中空制品的结构复杂，规格繁多，但大多数为贮运制品和充气制品。其规格如下。

1. 防震气垫

防震气垫规格分为大号、中号、小号及特殊要求的产品，其规格见表3-2-2。

2. 救生筏

气胀式救生筏根据浮胎的不同又可分为单浮胎和双浮胎式。双浮胎救生筏，当一个浮胎破损时，整个救生筏外形没有受到明显影响，特别是双层篷帐保持原状。其缺点是由于二个

表 3-2-1 导风筒主要规格表

导风筒直径		导 风 筒 长 度					
D,mm	公差, mm	L,m	公差, mm	L,m	公差, mm	L,m	公差, mm
200 250 300	±5	5	±50	10	±100	20	±100
350 400 450 500							
600 700 800							
350 400 450 500	±8	5	±50	10	±100	20	±100
600 700 800							
350 400 450 500							
600 700 800							

表 3-2-2 防震气垫规格

A (长),cm	B(宽),cm	C(高),cm
30	20	4
50	25	6
80	40	8
100	50	8
特殊要求	专门设计	各种规格

浮胎上下叠起，故杆舷较高，遇险人员登筏较困难、费力。单浮胎救生筏的浮力同样满足救生规范要求，由于一个浮胎均分为二个气室，当一个气室受损时，一半浮胎气体漏掉，因而在浮胎上的篷帐一半也随之下塌变形，遇险人员只能在另一半浮胎内避难。优点是单浮胎杆舷距水面较低，落水人员登筏省力方便。

救生筏的篷柱可分为直立式单气柱、拱形气柱、环形和拱形结合气柱等。直立式结构简单、省料，缺点是篷内体积小；拱式结构较复杂，但篷帐刚性好，空间大，乘员舒适。这种救生筏的特点是当浮胎内压力下降到所需要的压力时，会自动关闭。

可吊式救生筏规格较少，一般为20型和25型。其它救生筏可分为A型、B型和C型三种，其中A型和B型的规格见表3-2-3和表3-2-4。

表 3-2-3 甲型(A型)气胀式救生筏的型号规格

型号规格	QJF-6型	QJF-10型	QJF-12型	QJF-15型	QJF-20型	QJF-25型
载员, 人	6	10	(航空用筏) 12	15	20	25
长度, mm	3100 ⁺⁸⁰ ₋₀	3300 ⁺¹⁰⁰ ₋₀	4100 ⁺¹⁰⁰ ₋₀	3540 ⁺⁵⁰ ₋₀ (12边对角线)	4600 ⁺¹³⁰ ₋₀	φ 4275
宽度, mm	1700 ⁺⁷⁰ ₋₀	2200 ⁺⁸⁰ ₋₀	2300 ⁺⁸⁰ ₋₀	3425 ⁺⁵⁰ ₋₀ (12边对角线)	3000 ⁺¹⁰⁰ ₋₀	—
高度, mm	1200±30	1250±30	1370±30	1700 ⁺¹⁰ ₋₀	1400±30	2000±20
包装尺寸, mm	760×450	1360×650	1200×480	1650×720	1650×720	1650×720
质量, kg/只≤	60	125	116	170	175	180

注：适宜在一类航区使用，备品属具齐全。

表 3-2-4 乙型(B型)气胀式救生筏的型号规格

型号规格	QJF-6B型	QJF-10B型	QJF-15B型	QJF-20B型	QJF-25B型
载员, 人	6	10	15	20	25
长度, mm (正多边形对角线)	2384 ⁺³⁰ ₋₀	3000±40 (八边形对角线)	3157±40	3614±40	3996±40
宽度, mm (正多边形对角线)	2065 ⁺³⁰ ₋₀	2800±40 (八边形对边距离)	3157±40	3614±40	3996±40
高度, mm	1150±30	1650±50	1450±50	1550±50	1850±50
包装尺寸, mm	760×450	760×450	1360×650	1650×720	1850×720
质量, kg/只≤	60	100	160	165	170

注: 适宜近海、沿海的 3 类航区使用, 备品属具少。

3. 贮运囊

贮运囊的形状分为长圆形、圆柱体二端球形、椭圆形、长方形及扁形等。其规格见表3-2-5所示。

表 3-2-5 贮气囊规格

容积规格, m³	直径D, mm	长度L, mm	工作压力 Pa (mmHg)	容积规格, m³	直径D, mm	长度L, mm	工作压力 Pa (mmHg)
1	1000	1650	1470.4 (11.029)	7	1750	3500	1470.4(11.029)
1.5	1000	2300	1470.4 (11.029)	8	1750	3900	1470.4(11.029)
2	1000	3000	1470.4 (11.029)	9	2000	3550	1470.4(11.029)
3	1250	3000	1470.4 (11.029)	10	2000	3900	1470.4(11.029)
4	1250	3750	1470.4 (11.029)	25	2250	7050	1470.4(11.029)
5	1500	3400	1470.4 (11.029)	50	2850	9050	1470.4(11.029)
6	1500	3900	1470.4 (11.029)	125	3600	13160	1470.4(11.029)

上表为常用产品的规格, 也可根据用户的特殊要求进行设计和制造。

4. 机动橡胶船

机动橡胶船的规格如表3-2-6所示。

表 3-2-6 机动船的规格

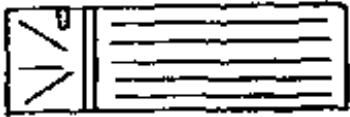
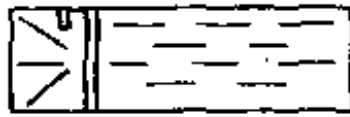
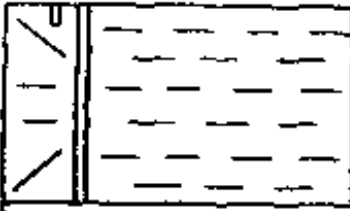
型 号	首部高, mm	尾部高, mm	船舷直径, mm	外形尺寸 (长×宽), mm	载荷, kN(kgf)
104	700±30	500±20	440±10	4980×1800	9.807 (1000)
116	700±60	500±40	500±20	5130×1730	9.807 (1000)
117	630±50	510±40	400±20	4100×1350	7.35 (750)
118	600±40	460±40	380±15	3150×1300	4.93 (500)
85-1型	350±50	800±40	660±15	7300×2600	14.71 (1500)

上表为常用产品的规格, 也可根据用户的要求进行设计和制造。

5. 旅游气床垫

旅游气床垫的规格见表3-2-7。

表 3-2-7 气床垫型号、规格及结构

型 号	规格 (长×宽×高,), mm	结 构	结 构 图	备 注
7010	1800×720×80	管 状		单 人
7020	1800×720×80	管状可三折		单 人
7030	1800×720×80	点 状		单 人
7080	1200×520×60	点 状		小 人
7090	1980×1350×80	点 状		双 人
7100	1980×1350×80	管 状		双 人

6. 充气建筑

充气建筑结构复杂, 形状多样, 按其结构不同又可分为如下几种。

(1) 气承式结构 适宜于大型充气建筑。气承式结构主要是依靠房屋内充气, 把房屋柱起并定型, 具有结构简单、造价低的特点。缺点是应配备充气设备, 不断向房屋内补气, 保持房屋内的压力; 若停止补气, 则房屋会由于气压下降而塌下来。

(2) 气柱式结构 适宜于中小型充气建筑。

(3) 气被式结构 也适宜于中小型充气建筑。

(4) 混合结构 对于使用要求高的充气结构或大型充气结构, 为了提高抗风性能, 可采用混合结构。一般有下列 4 种。

a. 气承式和气柱式复合结构

b. 气被(气壁)式和气承式复合结构

c. 气被式和气柱式复合结构

第二节 胶布制品的计算

由前述已知, 胶布制品可分为两大类: 中空和非中空胶布制品。非中空胶布制品中, 除雨衣等外, 尚有由外力支撑并要求保持一定形状的制品, 如图3-2-2为艺术性建筑物的屋顶。

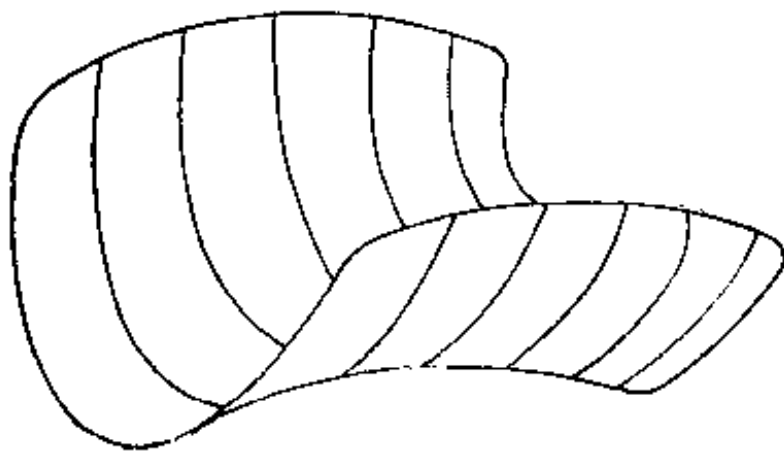


图 3-2-2 建筑物屋顶示意图

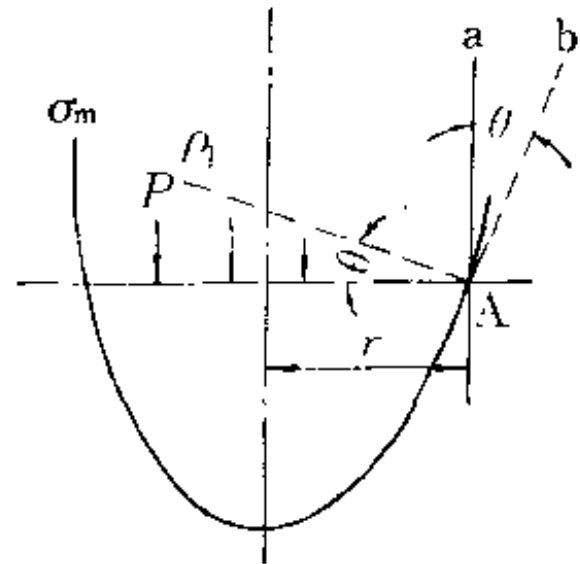


图 3-2-3 B_m 计算示意图

这种结构的屋顶有一系列优点，如美观、室内音响好，残音少和室内形成的空间大，但由于风力的作用，易发生变形和振动。

本节主要是计算中空胶布制品，这种制品多为圆形或圆筒形，有单层或双层膜的。中空胶布制品是由内压使膜产生一定的张力，使其保持所要求的形状。这种结构比非中空制品有较大的自由度。

大型中空制品的胶布厚度远比起其曲率或半径小，可视为薄壁结构制品，以拉普拉斯方程式计算：

$$\frac{P}{t} = \frac{\sigma_1}{\rho_1} + \frac{\sigma_m}{\rho_m} \quad (3-2-1)$$

式中 σ_1 ——周向应力；

ρ_1 ——周向曲率；

σ_m ——轴向应力；

ρ_m ——轴向曲率；

P ——容器内压；

t ——胶布的厚度。

一般胶布薄制品不考虑厚度 t ，即不采用应力 σ (MPa)，而采用单位长度上的负荷 B (N/m) 表示，式 (3-2-1) 变为：

$$P = \frac{B_1}{\rho_1} + \frac{B_m}{\rho_m} \quad (3-2-2)$$

上式中有二个未知数 B_1 和 B_m ，预先求出一个未知数，再确定另一个未知数。 B_m 可由图 3-2-3 计算。

图 3-2-3 中， R 为所取 A 点处的半径， θ 为所截取截面处法线 a 和膜表面上切线 b 间的角度。

轴向总负荷为：

$$\pi R^2 P = 2\pi R B_m \cos\theta \quad (3-2-3)$$

$$R = \rho_1 \cos\theta \quad (3-2-4)$$

当制品为球形时， $\rho_m = \rho_1 = R$ ， $B_m = B_1$

由式 (3-2-2) 得

$$B_m = B_1 = \frac{PR}{2}$$

由式 (3-2-2)、(3-2-3) 和 (3-2-4) 得:

$$B_1 = B_m \left(2 - \frac{R}{\rho_m \cos \theta} \right) \quad (3-2-5)$$

式 (3-2-3) 可改写为
$$B_m = \frac{PR}{2 \cos \theta} \quad (3-2-6)$$

当胶布制品为圆筒形时, $\rho_m \rightarrow \infty$ 或 $\frac{R}{\rho_m}$ 可不计,

则式 (3-2-5) 变为
$$B_1 \approx PR \quad (3-2-7)$$

同时圆筒形 $\theta = 0$, 故

式 (3-2-6) 变为
$$B_m = \frac{PR}{2} \quad (3-2-8)$$

大型胶布制品的硬度可用式 (3-2-5)~式 (3-2-8) 计算。

气球类产品在空中飞行时, 要受到空气速度压头 W 的作用, 使气球变形, 增大前进的阻力。 W 计算如下:

$$W = \frac{C \mu v^2}{2} \quad (3-2-9)$$

式中 C ——胶布制品的形状系数,

v ——风速, m/s ;

μ ——气球飞行到一定高度处空气的密度, kg/m^3 。

为防止气球受空气压头 W 的作用而变形, 故气球的内压 P 要大于 W 。

例 气球半径 $R = 3\text{m}$, 轴向曲率 $\rho_m = 40\text{m}$, $V = 20\text{m/s}$, $\mu = 1\text{Ns}^2/\text{m}^4$, $C = 1$ 。

由式 (3-2-9) 得
$$W = \frac{1 \times 1 \times 20^2}{2} = 200 (\text{Pa})$$

设气球内压为 300Pa , 则周向负荷计算如下:

为简化计算, 可使式 (3-2-5) 中 $\cos \theta \approx 1$, 得

$$B_1 = \frac{300 \times 3}{2} \left(2 - \frac{3}{40} \right) = 886 (\text{N/m})$$

或按式 (3-2-7) 近似计算:

$$B_1 = 300 \times 3 = 900 (\text{N/m})$$

一般气球类产品安全系数取 $4 \sim 5$ 倍, 故胶布的强度应为 $3.6 \sim 4.5\text{kN/m}$ 。

织物为骨架的胶布产品在外力作用下, 胶布要发生伸长, 导致产品变形, 为此设计时要考虑织物的伸长率。

地面贮气容器多为球形或半球形, 同样要受到风力速度压头的作用, 使其变形。如已知风速和贮器的高度, W 可按式 (3-2-10) 计算。

$$W = \frac{1}{16} v^2 \sqrt{\frac{h}{10}} \quad (3-2-10)$$

式中 v ——最大瞬时风速, m/s , 取10年内最大平均风速的1.5倍;

h ——贮器离地面的高度, m 。

W 选值如下:

(1) 贮器为 $3/4$ 的球形, 如图3-2-4(a), 必需的内压 $P \geq W$;

- (2) 贮器为3/4同上球形, 允许有较大的变形时, 必需的内压 $P \geq 0.8W$;
 (3) 贮器为1/2的球形, 如图3-2-4(b), 必需的内压 $P \geq 0.7W$;
 (4) 圆筒形的1/4球形封头, 必需的内压 $P \geq 0.6W$ 。

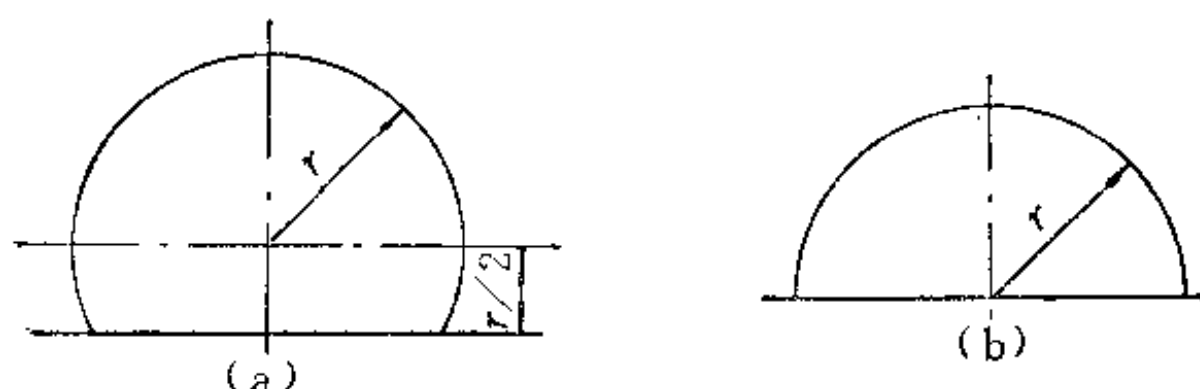


图 3-2-4 球形贮器受力图

设计贮器类制品时, 要计算环境温度的影响, 因为温度变化会导致贮器的内压和容积改变, 可按式 (3-2-11) 计算:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad (3-2-11)$$

式中的 P_0 、 V_0 和 T_0 为原设计的内压、容积和环境温度。当 T_0 改变为 T 时, 内压或容积改变为 P 和 V 。

例如: 一气体容器表压 P_0 为 20 mmH₂O, 体积 V_0 为 120 m³, 容器半径 $r = 3$ m, 原温度 T 为 20℃, 温差为 +30℃, 求 P 。

原温度: $T_0 = 273 + 20 = 293$ K

绝对压力: $P_0 = 20 + 10000 = 10020$ (mmH₂O)

$T = 293 + 30 = 323$ K

根据实际测量的数据 $V = mr$, 一般 $m = 1.08 \sim 1.10$,

所以 $V = 1.10 \times 120$ 代入式 (3-2-11):

$$P = \frac{P_0 V_0 T}{V T_0} = \frac{10020 \times 120 \times 323}{1.10 \times 120 \times 293} = 10042 \text{ (mmH}_2\text{O)}$$

则升高温度后, $P_{\text{表}} = 10042 - 10000 = 42$ (mmH₂O)

因为 1 mmH₂O = 9.80665 Pa

由式 (3-2-7) 得: $B_1 = 42 \times 9.80665 \times 3 = 1236$ N/m ≈ 1.24 kN/m

该值再乘以安全倍数即可得设计所需的胶布强度。

中空胶布制品容积的计算如下。

1. 计算目的

许多中空制品不但要计算主体胶布的强度, 而且要计算其容积, 进而计算该制品达到要求压力时所容纳的气量, 所以, 体积的计算是设计和制造中必不可少的环节。

2. 计算方法

(1) 具有一定几何形状胶布制品的计算 许多胶布制品是以各种不同几何形状部分构成, 如球形、圆柱形、两端球形圆柱体、圆环状等, 可采用几何公式进行计算。

(2) 特殊形状胶布制品容积的计算

a. 分割计算法 一般复杂的胶布制品是由多个不同几何形状部件组成, 可将各个几何形状分别计算, 再进行累加即得总的体积。

b. 较难分割成一定形状的制品可用近似法估算。

c. 不能采用近似法估算时, 可采用浸入法测定排水量等方法进行测算。或在容器中灌水, 测其灌水量, 即测得该制品的容积。

第三节 橡胶布和配件

胶布制品种类繁多, 使用范围广。最简单的是病床医用垫布, 仅由胶布制成; 复杂的胶布制品除胶布外还需要各种各样配件与之配套。一般可根据使用要求选择胶布并决定配件的种类和结构。现分述如下。

一、胶 布

胶布的结构、规格和品种随用途和要求而异。根据胶布制品使用要求, 适当地选择胶布, 在保证制品使用性能前提下, 要尽量降低成本。

(1) 对于一般的胶布制品, 如制造雨衣、雨裤等劳动防护用品, 可选用普通胶布, 如普通单胶布、夹胶布、双面胶布等。

(2) 对于特殊用胶布制品, 如耐酸碱、耐油、防射线、阻燃、导静电等防护制品应选用与之适应的特种性能的胶布。

(3) 对气密性要求一般的胶布制品, 必须选用气密性较好的胶布, 如采用二次压延贴胶的胶布或三夹胶布等。

(4) 对要求特殊气密性的胶布制品, 例如防氢气、氦气和特种稀有气体的胶布制品, 应采用气密性好的胶布与特种塑料薄膜并合的胶布。

(5) 对某些胶布制品, 不但要求具有一定的物理机械性能, 而且还要求有美丽的外观, 这时就要采用彩色胶布。

总之, 选用胶布时, 不但要考虑到胶布强度, 同时还应考虑成型工艺。如劳防用品可采用硫化胶布进行缝纫接缝; 气密要求高的产品应先成型再进行硫化; 旅游气垫可用热塑性弹性体胶布或用热熔粘合法等接缝成型。

对于非中空制品, 胶布的经纬伸长变形对产品影响不大。但对受压的气密制品, 特别是形状尺寸要求高的中空制品, 要求胶布的经纬伸长率要小, 而且经纬伸长率一致更为理想。

二、橡 胶 件

复杂的胶布制品需要使用多种橡胶件, 主要有以下几种。

(1) 胶管 胶布制品中使用的胶管有多种。如纯胶管、夹布胶管、钢丝胶管等。主要作为液体、气体流通管道用。

(2) 密封零件 胶布制品中采用的密封零件主要有O形圈、垫片、橡胶塞等供自动充气阀、进气阀、排气阀、单向阀密封用。

(3) 橡胶阀座 胶布制品中的橡胶阀座有纯橡胶阀座、橡胶与金属粘合阀座、橡胶阀体等。

(4) 其它 胶布制品中还有橡胶膜片、橡胶袋、橡胶弹簧、橡胶海绵、橡胶浮环、橡胶防滑板、橡胶防磨护层等。

三、金 属 件

根据胶布制品用途不同,常配有不同的金属件,所用的材料有不锈钢、钢材、45号钢、合金铝、弹簧钢等。

四、合成材料件

随着胶布制品不断地发展,要求制品具有质轻、加工简便、成本低等特点。因此塑料件在胶布制品方面得到了广泛地应用。常用ABS、尼龙、聚碳酸酯、聚醚、聚甲醛、聚砜等,供制造塑料阀门、划桨等各种零部件;也可用玻璃钢制造划桨;用聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等各种天然或合成纤维制造常用的塑料件,如薄膜、海绵、绳、带、网和容器等。常用的绳带规格见表3-2-8~表3-2-11。

表 3-2-8 锦丝搭扣规格

品 号	品 名	宽 度 mm	重量, g/m ≤	扣合强力 kPa(gf/cm ²) ≥	揭开强力 kPa(gf/cm ²)	纬密, 根/cm ≥
15—350	锦丝搭扣带	15±1	5	34.3 (350)	13.2 (135)	21
20—350	锦丝搭扣带	20±1	8	34.3 (350)	13.2 (135)	21
30—350	锦丝搭扣带	30±1	12	34.3 (350)	13.2 (135)	21
40—350	锦丝搭扣带	40±1	15	34.3 (350)	13.2 (135)	21

表 3-2-9 锦丝松紧带规格

品 号	20—100	28—100	50—100	品 号	20—100	28—100	50—100
品 名	松紧锦丝带	松紧锦丝带	松紧锦丝带	品 名	松紧锦丝带	松紧锦丝带	松紧锦丝带
宽度, mm	20±1	28±1.5	50±2	弹性伸长率, % ≥	100	100	100
厚度, mm	1.2±0.2	1.2±0.2	—	50%定伸强力, N(kgf) ≥	6(0.6)	9(0.9)	—
重量, g/m ≤	18	23	45	纬密, 根/cm	42±2	42±2	≤16

表 3-2-10 锦丝带规格

品 号	品 名	宽度, mm	重量, g/m ≤	断裂强度, N(kgf) ≥
6—20	单扣锦丝带	6±1	3	196 (20)
8—80	单扣锦丝带	8±1	6	784 (80)
12—70	单凸边锦丝带	12±1	4.5	686 (70)
20—500	锦丝带	20±1	23	4900 (500)

表 3-2-11 锦丝绳规格

品 号	品 名	参考直径, mm	重量, g/m ≤	断裂强度, kN (kgf)
4—150	锦丝绳	4	6	1.47 (150)
12—2000	锦丝绳	12	90	19.6 (2000)

注: 锦丝绳包括丝绳、锦丝绳、锦棉绳、锦丝套绳、双层锦丝绳及空芯锦丝绳等。

五、其它配件

胶布制品所用的其它配件根据种类不同而异。如机动橡胶船配有油箱、操舟机，还有各种仪表等；飞艇配有高度仪、导航仪、油量仪等；特种胶布制品配有特种塑料拉链或金属拉链，吊式筏配有自动脱钩装置；各种救生筏配有自动泄放器。

第四节 胶布制品的制造

非中空胶布制品一般使用硫化胶布经裁剪、成型等工序制成。特殊要求的非中空制品，也可以用未硫化胶布经裁剪、成型、硫化等工序制成。中空胶布制品可用硫化胶布也可用未硫化胶布制造。前者成型比较方便，后者成型后，其接缝的气密性、附着力较高，胶布老化性能较好。

一、胶布制品制造工艺流程

胶布制品制造工艺流程图见图3-2-5。

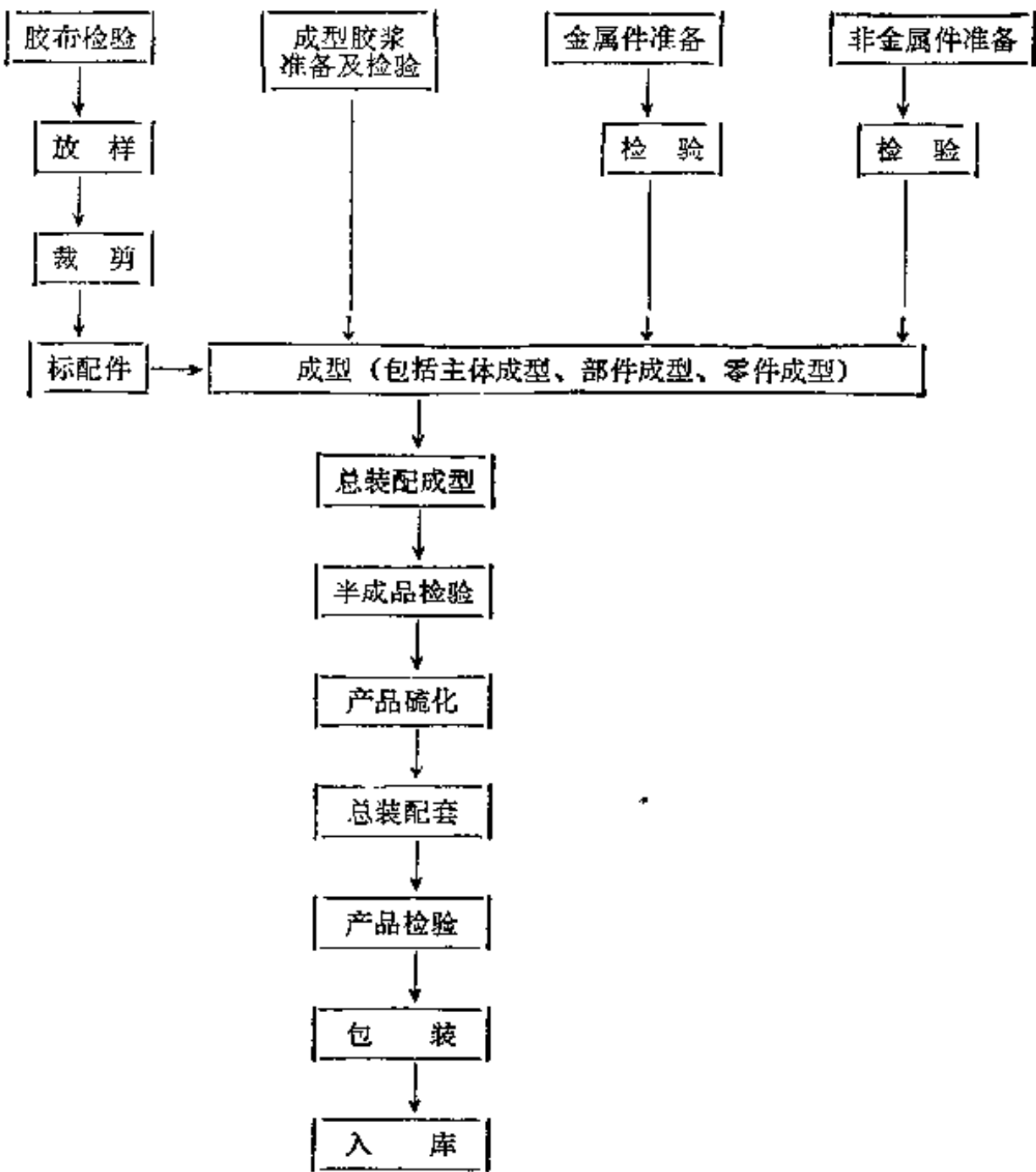


图 3-2-5 胶布制品制造工艺流程图

二、胶布检验

胶布是胶布制品的主要半成品。胶布检验对稳定和提高胶布制品的质量和性能具有重要

意义。主要检验内容如下。

1. 外观检查

用目视法检查胶布的外观质量,如胶布表面上的胶块、胶粒、杂质、缺胶、冷斑、皱纹、粉斑、死折、轧伤、轧坏、气泡、油污等。

2. 规格检查

用带尺测量胶布的幅宽,用厚度计(表)测量胶布的厚度等。

3. 物理机械性能和化学性能检查

胶布按规定抽取试样制成试片(未硫化的胶布必须进行硫化),测定物理机械性能,如经、纬拉伸强度,胶与布的粘附强度,胶布的老化性能等。对于特殊用途的胶布,还按标准测定特殊性能,如耐油和耐酸碱产品需要测定耐油和耐酸碱性能;气密性的产品需要测定胶布的气密性能;耐热或耐寒制品需要测定胶布的耐热耐寒性能;食用胶布制品需要测定有毒物质含量;医用胶布制品需要测定医用性能;要求电性能的产品需要测定电性能;轻薄型胶布制品需要在暗室里用光照法检查胶布上的砂眼、微孔、杂质等。总之,胶布制品应按产品实际需要来确定测试项目和测试方法。

三、放样和裁剪

1. 放样

(1) 放样工具 胶布制品采用三角尺、木尺、卷尺、木圆规、量角器、比例尺、铅笔、绳子、刀片、计算尺或计算器等进行放样。

(2) 放样方法

① 场地选择 胶布制品因为形状复杂,大小相差悬殊,因此,应对不同的产品采用不同的放样方法,选择适当的场地或操作台。例如医用围裙、救生衣等小产品,可以在操作台上进行放样,而大一些的橡胶舟,则必须在平坦的地板上或地上进行放样。形状复杂的大型产品,无法先进行分段放样,则必须在大的场地上进行放样。

② 样板展开法 有一定几何形状的胶布制品用几何作图法进行放样。有的制品形状比较复杂,无法用几何作图法展开的,则采用分段展开法,进行近似法放样。例如中空制品,先按产品设计图纸所标的尺寸划出产品样图或分段图,再分段或分部分测出产品各部分的样板图,同时加上胶贴缝的宽度制成样板,并按图纸的要求在样板上标出装配部件的位置。这种样板为最初的样板,称为初样。然后按初样裁剪胶布,成型和硫化,再充气达到所需的工作压力,测定产品的形状尺寸、零部件位置等是否符合图纸要求。如符合,则认为初样是正确的,可以进行试生产;如发现问题,则要进行修改,直到符合要求,才能作为定型样板。一般情况下初样必须经过多次修改,才能达到设计要求。中空制品形状复杂,工作压力不同,载荷不同,各部分胶布规格也不同,因此,放样时必须考虑到胶布的经纬伸长率和充气达到工作压力后的伸长情况。一般要求胶接缝强度大于胶布强度,同时还必须考虑制品胶接缝宽度、胶布宽度、并合方法和裁剪角度。一般充气制品放样时应该比计算的尺寸缩小些,缩小的程度应根据选用的材料伸长率而定。

非中空制品的放样,如雨衣、医疗围裙等,因是用硫化胶布成型,按图纸尺寸放样时,必须考虑胶贴缝宽度、折边等。有骨架的制品放样,也必须严格按图纸尺寸进行,否则骨架件无法装配。

2. 胶布裁剪

胶布裁剪的一般方法可分为：手工裁剪法、电刀裁剪法和冲切裁剪法。

胶布裁剪一般都按样板进行，裁剪的精度和经纬角度对胶布制品的外形尺寸、外观质量和成型都有很大影响，对节约胶布、降低单耗也有重要意义。

胶布裁剪开始之前先整理好裁剪场地和操作台，并保持清洁整齐，再准备好工具，如样板、剪刀、电刀、尺、压块、铅笔等。裁剪时，将经检验合格的胶布整理摊平，按样板进行裁剪，同时要正确标出配件和开孔的位置等。

裁剪注意事项如下。

(1) 应尽量避免开胶布有缺陷的地方，或将其错至在配件开孔处，充分利用胶布。

(2) 应严格按裁剪要求裁剪，并注意经纬方向（如一般曲率半径大的沿条胶布和正圆球的每个弧形面积应按径向 45° 角裁剪），以确保充气后在一定压力下达到要求的形状。

(3) 应严格按套裁剪，防止少裁、漏裁。裁剪时应先裁大料，后裁小料和零料，尽量套裁，节约用料。裁剪的同时要标划出配件和开好装配阀件的进出气孔（如绳座、阀座、备品袋等）的贴合位置。

四、接缝方法

胶布的粘接方法见图3-2-6。

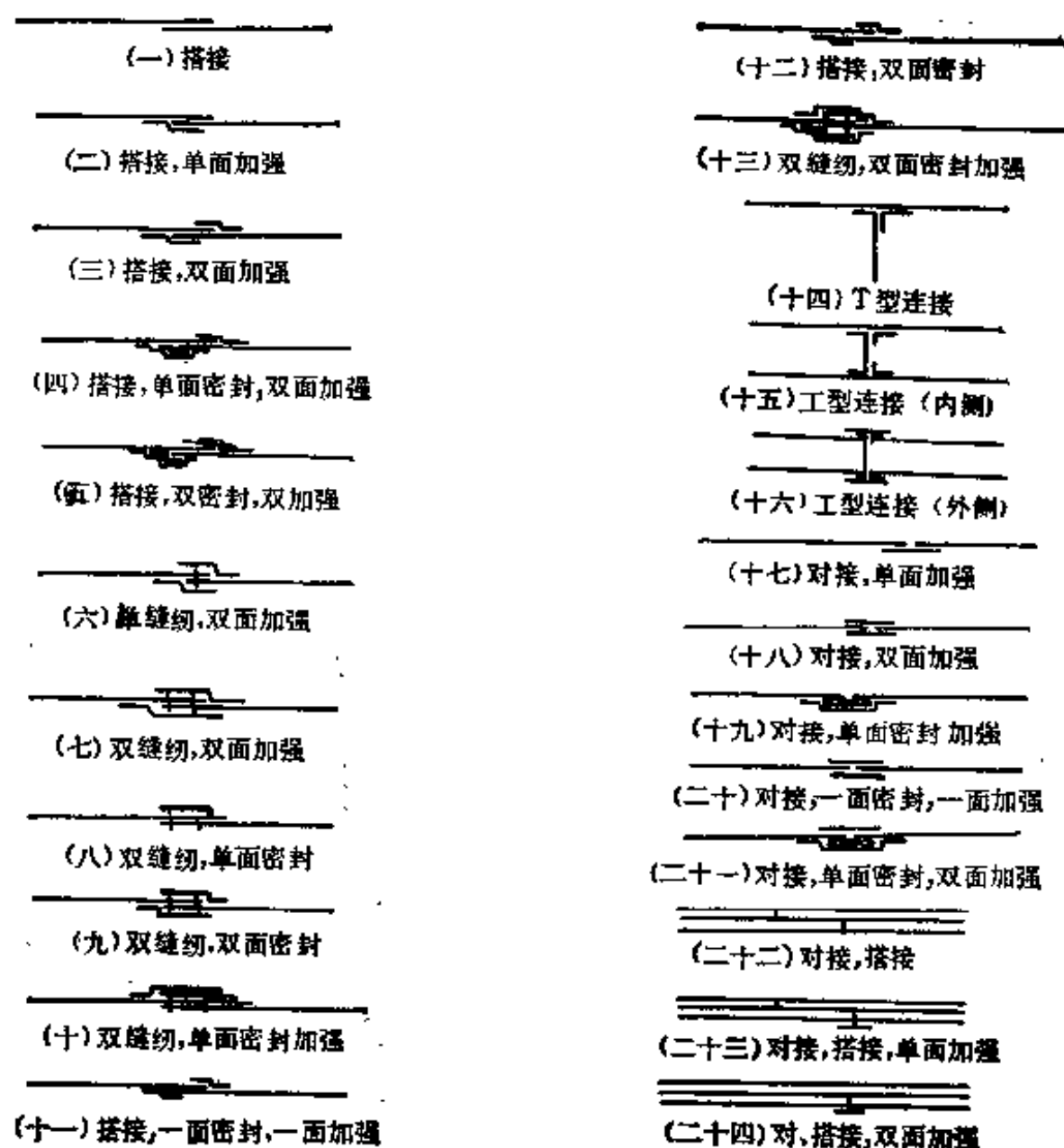


图 3-2-6 胶布的粘接方法

图3-2-6中，加强胶布系指沿条胶条，要求柔软， 45° 角裁剪，密封沿条即指橡皮沿条，要求表面光滑、无砂眼、无杂质，厚度 $0.4\sim 0.5\text{mm}$ ；对接和搭接（对搭接）用于特殊要求的产品，外侧工型的成型用中间连接，要求强度特别高的产品，工形1竖可采用锦纶定带或

强度高的胶布制成，外侧可贴有方形、长方形或圆形胶布。

特别应指出的是，胶布较厚而且强度较高的气密产品，由于叠缝高低相差大，不但易造成漏气，而且又易影响粘缝强度，此时，应把粘缝错开，如图3-2-7所示。

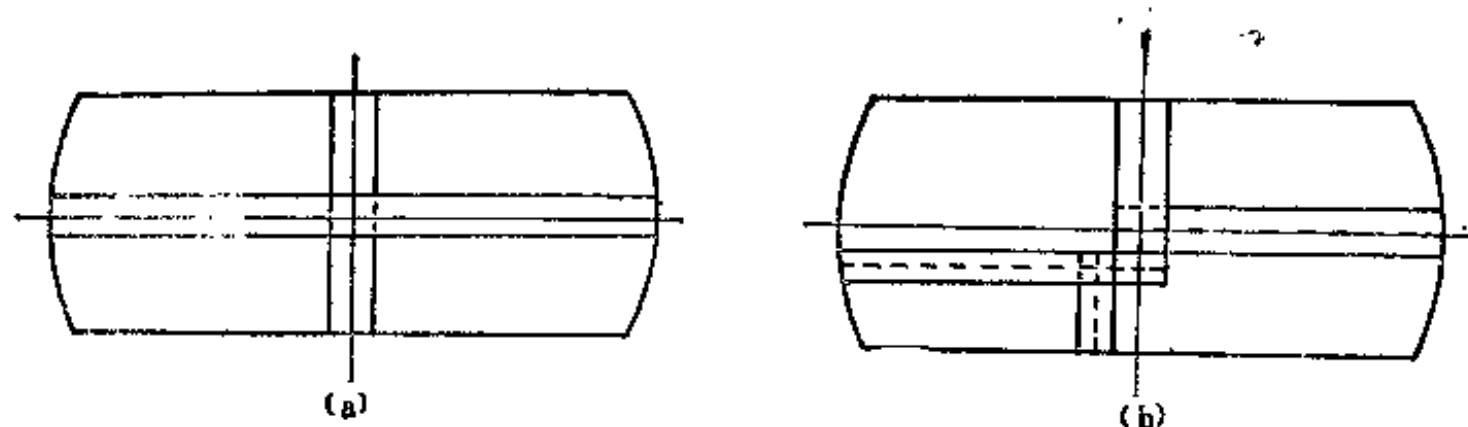


图 3-2-7 胶布粘缝
(a) 未错开的垂直粘缝；(b) 错开的粘缝

五、成型胶浆

胶布制品质量不但与胶布质量有关，而且与成型所用的胶浆有关。常用的胶浆配方如表3-2-13所示。一般成型用胶浆的粘合力如表3-2-12所示。

表 3-2-12 一般成型用胶浆的粘合力

胶浆编号	用 途	初粘力 N/5cm(kgf/5cm)	硫化后附着力 N/5cm(kgf/5cm)
表3-2-13中前9种胶浆	未硫化胶布成型	29~49 (3~5)	58~98 (6~10)
后三种为甲、乙双组分胶浆	用在硫化和半硫化胶布成型	29~78 (3~8)	39~98 (4~10)

1. 成型用胶浆的要求

成型用胶浆的要求如下。

(1) 使用过程中应稳定 成型用胶浆在使用过程中必须稳定，不产生凝胶和早期自硫。

(2) 具有适当的初粘力 成型用胶浆要求初粘力要适当。初粘力太低，粘合后的胶缝易产生局部脱开（离层）和滑移等现象；初粘力太高，则操作较麻烦。

(3) 经成型硫化后的胶布制品，胶缝剪切强度应不低于主体胶布的强度。在使用过程中粘附强度不应下降或明显下降。

(4) 要选用无毒溶剂或低毒溶剂。

(5) 在溶剂挥发后，能保持一定的粘性。

2. 影响胶浆质量的因素

(1) 塑混炼 塑炼时间过长（特别是天然橡胶），胶料可塑度过高，会影响胶浆的粘附强度。混炼不均匀，或者有杂质和熟胶颗粒混入，也会影响粘附强度。特别是易焦烧胶料的混炼，会产生局部自硫现象，对胶浆粘附强度有较大影响，甚至会使胶料在溶剂中溶解不好。

(2) 溶剂 对于不同的胶料，应选用与之溶解性能好、无毒和便于操作的溶剂。溶剂常含有水分等，会影响胶浆的粘附强度。另外，有些溶剂虽然纯度高，也常会含有高沸点物

质, 会使胶浆经过涂胶后不易干燥, 也不挥发完全, 这样硫化时易在胶缝中造成气泡, 严重影响制品的气密性和粘附强度。因此, 选择溶剂时必须恰当选择溶剂种类和控制溶剂的用量。

表 3-2-13 成型胶浆配方举例

原材料名称	配方编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12	
											甲	乙	甲	乙	甲	乙
氯丁橡胶LD5240或120		30	100	20~40	100								100	100		
天然橡胶(烟片一号)		20				100	100				100	100				
丁腈橡胶-40								100	100	100					100	100
促进剂TMTD		1.5~2.5		1~1		2~3	1	1.2~1	3	0.1~0.8	3				1~5	
促进剂DM		0.5~1	1	1~0.5	0.5	0.2~1	1	1	1	1	2			0.2~1		
促进剂NA-22														1~5		
促进剂PX															1~5	
氧化锌(白石牌一级)		2~10	3~10	2~10	2~15	5	5	5	5	5	5	5	5~30		5	5
氧化镁(轻质一级)		2~10	3~10	2~10	2~15	10		10	5	5	5	7	3~15			
硬脂酸(二压或三压)		1~2				1	0.5				1				0.5	0.5
石蜡(熔点56℃)		2														
酞菁蓝(一级)		0.2~1									1					
防老剂H		1	0.5	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1			0.5	0.5
防老剂4010		1					1	0.5	0.5	0.5					1	1
锌钡白(一级)		5~25														
酞菁绿			0.2~1.2										0.2~1	0.2~1		
桔黄			0.1~0.8								0.8	0.5		0.2~1		
碳酸钙(一级)				10			10~35									
苏州陶土(一级)					5~50											
炭黑(炉法一级)						20~40									5~30	5~30
硫黄(山西一级)							0.2~2	1		1		5			2~6	
过氯乙烯树脂								5	15~50	10~45					5~30	5~30
聚氯乙烯树脂								5~15	5~40	5~30						
大红							0.2~1									
叔丁酚甲醛树脂(软化点85~95℃)		5~50		5~80	5~80	3~50		5~15					5~110	5~110		
酚醛树脂2123			5~15					5~50	3~20	3~20					5~50	5~50
防老剂D			1		1	1	0.5				1		1	2		
古马隆固体		5~25	2~20				3~15				3~15	3~15				
松香		3~15			2~20	3~15					3~15	3~15				
邻苯二甲酸二丁酯								5~15	5~30	3~10						

(3) 制浆操作 打浆容器不清洁, 如有杂质、油污、水分或者有其它剩余胶浆及自硫胶块等, 都会造成胶浆不清洁, 影响制品的粘附强度和气密性。打浆时应注意冷却水的适时开启, 否则会造成胶浆局部过热, 产生自硫, 轻者影响胶浆的粘着力, 重者会使胶浆报废。

(4) 胶浆贮存 胶浆存放温度不宜过高, 时间不宜过长, 一般贮存温度在 $10\sim 25^{\circ}\text{C}$, 时间以 $3\sim 5$ 天为宜。

在一般情况下, 胶浆均匀、无残留胶块时才能放入盛浆桶内, 表面浇上一层溶剂, 然后密封盖好贮存。胶浆在贮存期间, 有时会产生沉淀, 下层浓度高, 上层浓度低, 甚至相溶性较差的物质析出分层, 因此在使用前必须先搅拌均匀。

要求胶浆使用量与生产量要一致, 否则剩余胶浆由于时间过长会逐步产生自硫, 造成粘着力下降, 甚至报废。

3. 成型胶浆配方举例

成型胶浆配方举例见表3-2-13。

六、胶布接缝

胶布接缝的缝纫针码密度见表3-2-14。

表 3-2-14 胶布接缝缝纫机针码密度

缝纫机类型式	贴合胶布的最大宽度 mm	针码密度, 针/25mm	制品类型	用线规格
15	15	8~18	特薄制品	30~50
44	25	7~15	薄制品	25~40
81	25	7~15	薄制品	25~40
45	50	4~8	厚制品	16~24
132	60	3~6	厚制品	16~24

注: 此表中所采用缝纫机类型供参考。随着胶布制品接缝方法的发展, 缝纫机也由单针发展到双针和多针。需要根据产品的要求, 选择不同的缝纫结构和不同的缝纫机。

七、配件装配

胶布制品上的配件成型是成型工序的内容之一。不同的胶布制品使用不同的配件。一般成型装配方法如下。

1. 贴合法

在胶布制品上装配金属件时, 通常先将金属配件表面喷砂或打磨与脱脂, 然后涂上胶浆和贴上橡胶片, 于专用模具内加压硫化, 使橡胶与配件先粘牢后, 再打磨橡胶的表面, 刷上胶浆, 然后与胶布粘合。

胶布制品需装配橡胶座时, 先将模压硫化的胶座表面打磨, 除去表面胶屑, 涂上胶浆, 再与胶布粘合牢。粘合结构一般有二种。

(1) 橡胶座装配在产品主体的内侧, 如图3-2-8所示。

(2) 橡胶座装配在主体外侧, 如图3-2-9所示。

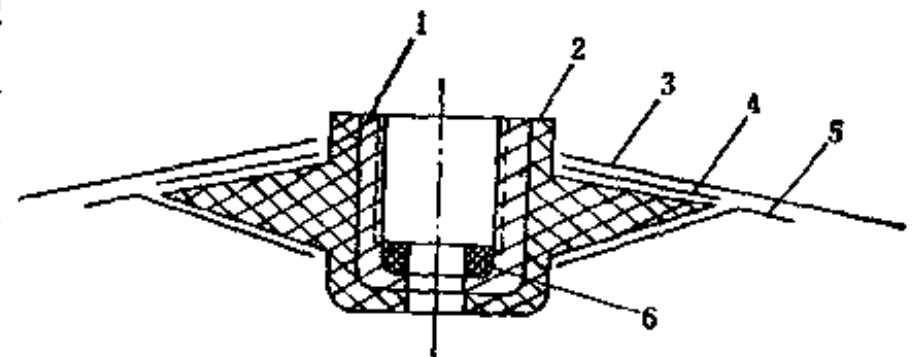


图3-2-8 橡胶与配件（在主体内）装配图

1—阀体；2—与金属及配件粘合的橡胶层；3—胶布制品主体；4—密封胶层；5—加强胶布圈；6—橡胶垫片

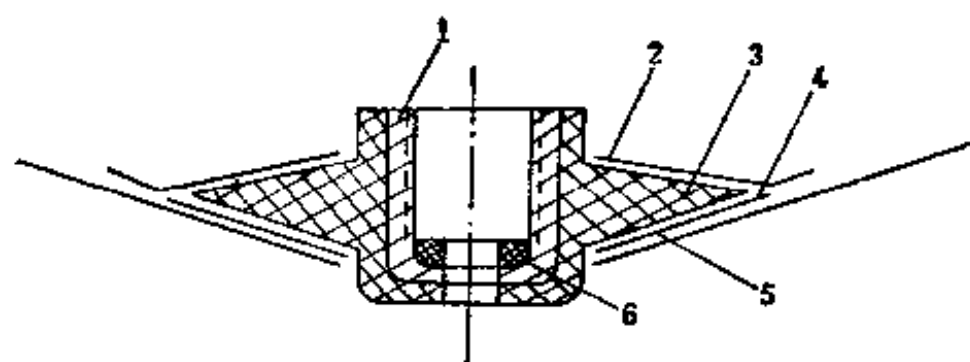


图 3-2-9 橡胶与配件（在主体外）装配图

1—阀体；2—加强胶布圈；3—与金属配件（阀体）粘接的橡胶层；4—密封胶层；5—胶布制品主体；
6—橡胶垫圈

2. 机械固定法

机械固定法一般分为螺栓紧固法和法兰紧固法。螺栓紧固法如图3-2-10所示；法兰紧固法如图3-2-11所示。绳索脚座（攀）见图 3-2-12；二脚绳座见图 3-2-13；四脚带座如图 3-2-14所示。

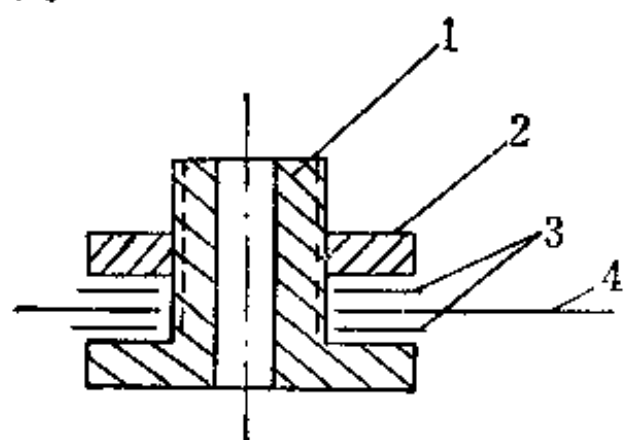


图 3-2-10 螺栓紧固法

1—阀芯；2—螺母；3—胶皮和胶布；4—胶布制品主体

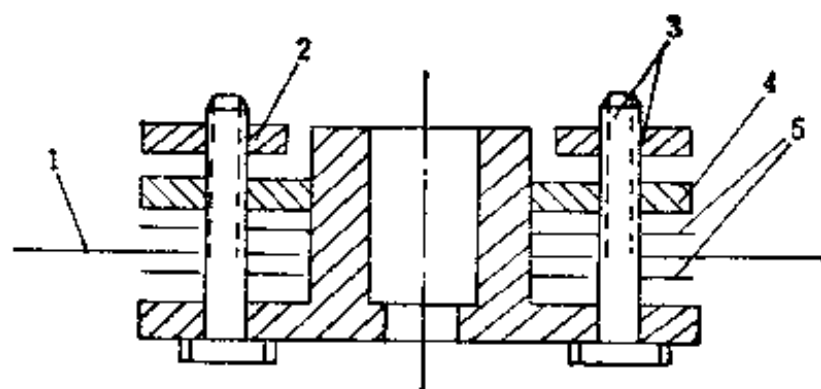


图 3-2-11 法兰紧固法

1—胶布制品主体；2—阀芯；3—螺栓、螺母；4—压圈；
5—胶皮与胶布垫圈

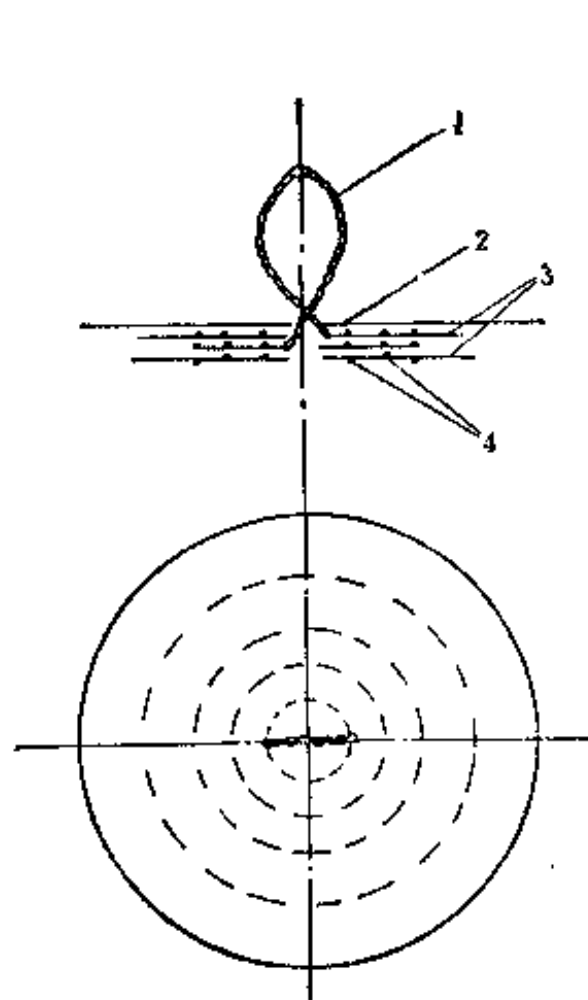


图 3-2-12 绳索脚座（攀）

1—锦纶绳；2—面盖布胶布；3—细帆布胶布；4—缝线

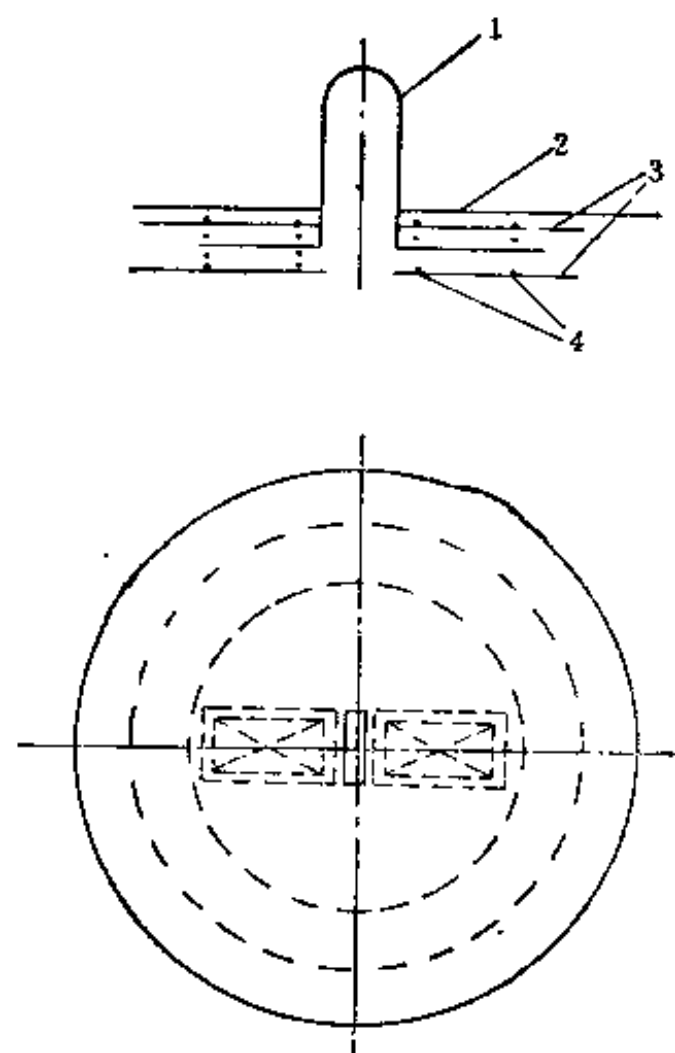


图 3-2-13 二脚绳座

1—锦纶带或帆布带；2—主体胶布或面胶布；3—细帆布胶布或薄胶布；4—缝线

3. 冲铆法

冲铆法采用专用机械设备进行。其操作是在胶布边缘或袋口等处冲孔，然后装铆眼，再用绳、带或金属将两个铜圈连接固定。常用铆眼为铝质、铜质二种。

4. 缝纫法

非金属配件一般采用缝纫法。其操作是把非金属件缝在胶布上，再依靠该非金属件将胶布连接起来。其连接形式主要有二种。

(1) 用缝纫机把拉链分别缝在二块胶布上，然后用拉链连接胶布。

(2) 将绳子或带子缝在胶布上，再用绳或带把胶布连接起来。

5. 贴合缝纫法

此法是将非金属件用胶浆先粘贴在胶布上，再用缝纫机在贴合处缝牢和加固。一般有二种方法。

(1) 将绳或带制成绳（带）索座，再将绳（带）索与胶布粘贴，然后进行缝合。

(2) 将备品和附件装入备品袋中，用绳子连结在绳座或带座上。绳索脚座如图3-2-12；二脚带（绳）座如图3-2-13；四脚带（绳）座如图3-2-14。

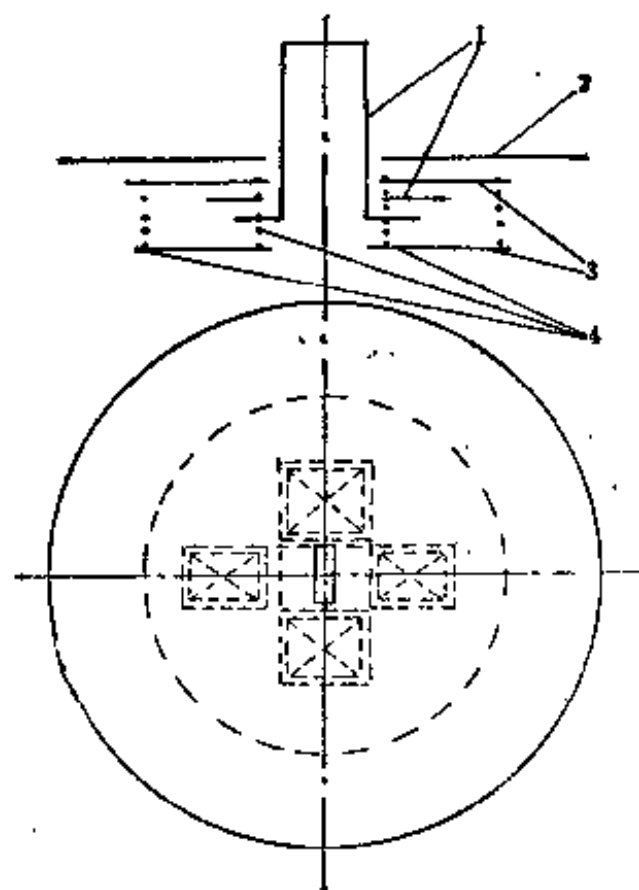


图 3-2-14 四脚带座

1—锦纶带或帆布带；2—主体胶布或面胶布；3—细帆布胶布；4—缝线

八、成 型

胶布制品成型方法一般有下列四种：即未硫化胶布成型、半硫化胶布成型、硫化胶布成型和热塑性橡胶布成型。

根据强度的要求，胶布制品可以由一、二或三层胶布贴合而成。二层以上的胶布可互相平行贴合。也可将另一层裁成 45° 贴合，这种贴合法可增大制品耐撕裂和抗切线力的性能。或者可采用一层平纹胶布与另一层斜纹胶布贴合，同样可以提高抗撕等强度。二层以上的胶布采用机械并合，可连续生产。

1. 未硫化胶布成型

未硫化胶布按样板裁剪，在贴合面先用溶剂擦掉隔离剂，然后使用表3-2-13中的胶浆涂刷，再按规定宽度进行贴合，在贴缝处除涂刷胶浆外还要贴密封用胶片沿条，在胶片沿条外面再贴上胶布沿条，然后进行贴合缝纫加强和密封，同时按图纸粘贴上各种配件。成型结束后要进行检查，符合要求后再进行硫化。

采用未硫化胶布成型的优点如下：

- (1) 胶缝密封性好和强度高；
- (2) 未硫化胶布成型时，胶布比较柔软，易于操作；
- (3) 未硫化胶布成型，粘合性能好。

未硫化胶布成型的缺点有：

- (1) 成型时胶层易损伤和产生印痕；
- (2) 胶布表面胶层易粘掉；

(3) 产品硫化后易产生折皱或印痕, 影响胶布制品外观质量。

2. 半硫化胶布成型

半硫化胶布是采用热硫化粘合胶浆成型的。半硫化胶布首先经过检验, 再按样板裁剪, 刷上胶浆, 贴合, 贴密封沿条和加强沿条, 装配件, 最后再经检查符合要求后进行硫化。

半硫化胶布成型的优点是胶布表面不需要打磨, 故不损伤胶面, 产品硫化后的外观质量好。该法要求胶浆的硫化速度应与半硫化胶布的硫化速度相一致。

3. 硫化胶布成型

硫化胶布成型是指采用冷硫化粘合胶浆(自硫胶浆)进行粘合成型。在一般情况下, 硫化胶布成型时, 其粘贴面必须用砂轮打磨成粗糙面, 以便提高粘附强度。

硫化胶布成型的步骤如下。

(1) 裁剪好的胶布开片、选片, 检出不符合要求的裁片。

(2) 根据工艺和配件装配图纸, 将硫化胶布贴合面打磨粗糙。

(3) 硫化胶布粘合部位涂胶浆, 一般涂刷胶浆二次。第一次涂浆后, 待溶剂充分挥发以后再涂第二次胶浆。

(4) 胶布贴合要待胶浆的溶剂挥发后, 趁胶浆还有一定粘性时进行贴合成型。

(5) 滚压 成型中所有硫化胶布的贴合处必须滚压或充气加压, 使之排除贴合层之间的气体而粘牢。

硫化胶布成型有下列特点。

(1) 成型操作比较方便, 胶布折叠和粘合成型过程中。表面胶层不易损伤或粘掉, 胶布不易损坏。

(2) 成型后不需硫化, 故产品表面比较平整、光滑, 色泽鲜, 不变色, 外观质量好。

但是, 冷粘胶浆要比硫化胶浆要求高, 粘合难度也较高, 成型胶布较硬时, 贴合面局部易脱开或滑移。因此, 要求冷粘成型胶浆的初粘力要适当高些, 贴合应紧密, 以防局部脱开。

4. 热塑性橡胶布成型

在常温下使用的胶布制品, 一般都可采用热塑性橡胶布制造。其成型方法如下。

(1) 无溶剂成型法 热塑性橡胶胶布, 其粘合面经加热软化、熔融发粘后, 将其粘合, 待冷却后, 即可成为一体。该法不用溶剂, 即可降低成本, 又可避免溶剂对环境的污染, 但需加热设备。

(2) 溶剂成型法 采用溶剂使胶布贴合面上的胶溶解发粘, 再相互粘合成一体。该法操作简单, 不需要专用加热设备, 但需使用溶剂, 对环境有一定的污染。

(3) 胶浆成型法 该法采用热塑性橡胶制的胶浆或冷硫化胶浆成型。其操作与硫化胶布成型法相似, 但胶布表面不需要打磨。

总之, 无论何种胶布, 对复杂的胶布制品的成型都分为主体成型、部件成型、零件成型、配件成型和总装成型, 最后进行装配。以机动艇成型为例:

(1) 主体成型 包括艇舷、艇底和防浪等成型;

(2) 部件成型 包括横筒、隔仓等成型;

(3) 零件成型 包括扶手绳座、系留绳座、挂机板固定绳座、工具袋等成型;

(4) 配件成型 包括阀座、连通管等成型;

(5) 总装成型 把上述各成型好的部分, 按图纸要求进行总装粘合成型, 然后检查,

应符合图纸总装要求，最后进行硫化或冷硫化制成制品。

胶布制品一般都是采用非模具成型。对成型精度要求较高的产品，采用模具成型，即将胶布裁片，再包贴在模具表面上成型，然后连同模具一起进行硫化。硫化后再将模具从胶布制品内拆卸出来。

5. 影响成型质量的因素

胶布制品生产过程中，尤其是成型中，影响质量的因素很多，主要有如下几方面。

(1) 胶布质量 胶布的厚度、胶与布的附着强度和胶布的强度，以及外观质量对胶布制品都有明显影响。

(2) 粉尘 未硫化胶布表面上常涂有滑石粉等粉状或液状隔离剂，对未硫化胶布之间的粘附强度有影响，因此，成型时必须先除去接缝及其它粘合处的隔离剂。

(3) 胶浆质量 如前所述。

(4) 空气湿度 在刷浆成型过程中，如果空气湿度大，会在胶浆表面形成一层极薄的水层，严重影响粘附强度，即使当时加压粘合住，硫化后也会在粘合缝及其它粘合部位产生气泡，影响制品的气密性。尤其在雨天、雨季和气压低时更为严重。

(5) 生产车间条件 生产车间内的空气湿度、温度、通风条件等对成型粘合都有一定的影响，为了减少或解决空气湿度的影响，一般可采用下列几个方法。

① 成型胶浆采用混合溶剂，适当减慢溶剂的挥发速度，减少表面凝结的水分。如空气湿度过大，本法的效果则不太显著。

② 在生产车间装空调设备（夏天供干燥冷空气，冬天供干燥热空气），保持车间适宜的温度和湿度，并达到空气净化（和循环）的目的。这个方法效果最好，但设备费用较大。

③ 提高生产车间温度，如装散热器等，车间内温度要高于室外温度，使车间内的水分挥发，从而降低湿度。也可在操作台下面安装加热调节设备，同样能达到上述目的。此法简单，有一定效果，成本较低，但仅对冬天适宜。

④ 采用红外线加热，使胶浆粘合面上的水分及溶剂挥发。此方法适宜小产品和长期生产的品种。

⑤ 加压 胶布制品粘合成型后，必须进行细致的滚压，排除粘合面之间的空气，其加压方法有以下4种。

a. 手工滚压 用手辊按胶缝粘合面均匀滚压，排除气泡。手辊有光辊和花纹辊二种，前者适用于平坦表面和胶层，后者适用贴合面边缘。手工滚压劳动强度大，生产效率低，质量不稳定。

b. 机械滚压 用于半硫化和硫化胶布。这种机械类似缝纫机，上部装有圆筒状辊筒，有单辊式和多辊式二种，辊筒上部装有加压弹簧。此法可提高产品质量、降低劳动强度、提高生产效率。缺点是由于辊筒固定，操作受到一定影响。

c. 充气加压 是将胶布制品粘合的缝或其它粘贴面放在充气或充水橡胶囊的平面之间加压。此法可节约劳动力、提高生产效率和产品质量，所充气体或液体的压力调节方便。缺点是只适用于专用制品，且需配备空气压缩机或水压机。

d. 加热加压 最适宜硫化胶布的粘合。胶布表面打毛并除去粉尘后，涂刷胶浆（也可不涂胶浆），再在搭接胶布间贴橡胶沿条或胶布沿条，置于硫化平板间加压加热硫化粘合。该法加热热源有蒸汽、电阻丝、载热体和高频（微波）等。

九、半成品的检验

半成品检验是胶布制品在生产过程中控制质量的重要工序。因此，每种胶布制品都有与其适应的半成品质量要求。

1. 半成品的质量要求

- (1) 半成品的结构、形状和尺寸应符合图纸要求。
- (2) 半成品外观应平整、光滑，无机械损伤、缺胶、杂质及表面污染。
- (3) 贴合缝和贴合面要求平直、粘合紧密，无气泡、皱折和脱层现象。
- (4) 缝纫的零部件要求针码均匀，无跳针、漏针和浮线现象。
- (5) 阀座、胶座、绳（带）座的装配位置应准确。

2. 半成品检验

胶布半成品的检验步骤和方法如下。

(1) 检查的内容和步骤

- ① 检查和控制零部件的质量。
- ② 检查零部件的外观、尺寸、装配位置。
- ③ 检查胶布的零部件和立体部件的规格、结构和外观。
- ④ 检查贴合缝和贴合面是否平整、光滑、针码均匀，有无气泡、脱层、跳针、漏针、浮线等缺陷。

(2) 总装半成品检查 检查内容如下：

- ① 检查总装半成品各部件、零件装配位置是否正确，有无遗漏差错；
- ② 检查外观、外形尺寸是否符合要求。

总之，经上述各项检查，凡不符合要求的部件，必须返工，直至符合要求，才能送入下道工序。

3. 检查方法

- ① 目视法检查部件外观、贴合缝、贴合面的质量和其它的遗漏及差错。
- ② 用测量工具检测零配件装配的位置和外形尺寸。

4. 产品总装

胶布制品的总装是成型的最后一道工序。其总装要求如下：

- ① 总装的胶布制品应符合图纸要求；
- ② 总装产品的外观应整齐美观；
- ③ 总装产品的零件装配位置应正确，无遗漏；
- ④ 总装产品各部件应无损伤。

十、产品硫化

使用生胶布或半硫化胶布经过总装成型的半成品进入本道工序。

胶布制品在一般情况下采用硫化罐硫化，方法有直接蒸汽硫化、间接蒸汽硫化和混气硫化三种。直接蒸汽硫化，时间较短，生产效率较高，但产品外观较差，表面易产生水痕，面彩色制品也易变色，由于升温速度快，易造成硫化不均匀等缺陷。间接蒸汽硫化，产品外观较好，硫化温度易控制，硫化相对较安全，产品不易变色。混气硫化是先用间接蒸汽使硫化罐内达到一定压力和温度，然后再用直接蒸汽硫化。本法的特点是硫化时间和外观等介于间

接蒸汽和直接蒸汽之间。此方法一般不用，只有在特殊情况下采用。胶布制品具体硫化条件和方法如下。

1. 硫化条件

- (1) 设备采用卧式间接蒸汽硫化罐，其直径 ϕ 1.7~4m，长3~6m。
- (2) 蒸汽压力0.5~0.6MPa(5~6kgf/cm²)。
- (3) 冷空气压力一般为0.4~0.5MPa(4~5kgf/cm²)。
- (4) 硫化时间是根据产品配方、制品大小和胶布厚度而定，一般硫化时间为1~2小时。

(5) 硫化数量 胶布制品硫化数量视胶布制品的大小、硫化罐的大小、硫化车的台数和层数而定。但总的放置数量要考虑硫化质量，还要考虑硫化罐的使用效率，以利于提高劳动生产率。

2. 操作过程

- (1) 拉出硫化车，关好硫化罐，先进行硫化罐预热，达到100~105℃。
- (2) 在每层硫化车上垫好衬布，然后把经过检查合格的半成品，摊平在硫化车上，使产品四周和各部分受热均匀。
- (3) 金属阀件等包上垫布，各硫化车每层上放置好半成品。
- (4) 检查每台硫化车上半成品被放位置，妥当后即开罐推入硫化车，关好硫化罐。
- (5) 立即开启压缩空气，使罐内达到要求的压力，关闭压缩空气。
- (6) 在开启压缩空气的同时，控制好蒸汽压力，使罐内温度按工艺规定逐步升温，当达到规定的最高温度后，保持该温度一直到使产品达到规定的正硫化时间为止。
- (7) 关闭蒸汽阀门，同时开启回气阀门，放掉压缩空气。
- (8) 开启硫化罐，拉出硫化车吹冷产品。
- (9) 硫化产品送下工序（成品总装或检验）。

3. 硫化注意事项

- (1) 硫化前应检查硫化设备上的安全阀、温度计等是否工作正常。
- (2) 硫化时必须先将硫化罐预热到要求的温度，但有的产品也可不预热，进行逐步升温硫化。
- (3) 必须严格遵守工艺规程，控制蒸汽压力，使罐内温度符合硫化升温要求，同时，控制硫化时间和冷空气压力等，严防发生过硫或欠硫现象。
- (4) 硫化时产品应避免与金属和蒸汽管等直接接触，要防止产生局部过硫或胶层变形和损坏。
- (5) 尖硬物和阀等在硫化时应包好垫布。
- (6) 大型胶布制品的硫化，必须采用折叠或多层折叠时，应在折叠处产生一定弧形，避免或减少硫化时产生严重折痕。
- (7) 严格遵守硫化罐的安全操作规程，注意安全生产。

此外，用硫化胶布成型的制品主要是采用自然硫化胶浆成型的，为此，必须使成型产品放置在具有一定温度的室内，使胶浆加速自然硫化。

十一、总 装 配 套

胶布制品的总装配套，是将硫化后的胶布制品与各种阀件、零件和各种备品配套总装。

胶布制品不同,其总装配套的内容和方法也不同。最简单的医用病床衬垫胶布,不需要总装配套;而气胀式救生筏,因结构比较复杂,总装配套内容较多,要求也较高。现以气胀式救生筏为例,说明总装配套的内容、方法和步骤。

1. 总装内容和步骤

- (1) 装配进气阀、排气阀、自动充气阀、单向阀等各种阀件,然后将筏充胀定型。
- (2) 装配示位灯、照明灯、海水电池等电器件。
- (3) 装配内、外扶手绳、拖拉绳等各种绳带。
- (4) 装配自动充气系统设施等。
- (5) 附上各种说明标志。

2. 配套内容

气胀式救生筏的配套,按1974年国际海上人命安全公约的规定和1983年修正案的规定进行。其主要配套的备品有如下几类:

- (1) 医药用品;
- (2) 修理工具;
- (3) 救生信号;
- (4) 补气和补漏用具;
- (5) 食品和淡水;
- (6) 自动分离、脱钩装置;
- (7) 保暖用品;
- (8) 划桨;
- (9) 说明书、合格证、救生须知等。

3. 总装配套方法

(1) 安全阀装配法 按图纸要求在装配处开孔,用贴合法或者法兰紧固法装安全阀座,把安全阀装配在阀座上,同时把排气阀等拧紧密封,然后从进气单向阀向救生筏内充气,当救生筏上、下浮胎达到要求的压力时,调节安全阀的排气和关闭,使之工作压力稳定在要求的范围,再固定和封住调节螺杆,即为装配结束。

(2) 充气系统的装配法 首先取已经灌好一定重量气体的、不漏气的气瓶,装上自动充气阀并用保险封好,再将出气嘴接在救生筏的进气单向阀上,装入气瓶固定包内扎住,再用绳的一端与自动充气阀的杠杆连接,另一端引出筒外,以利自动充气。在救生筏包装存放在存放筒以前,取掉保险,并立即包入存放筒。

(3) 示位灯和照明灯的安装 照明灯和示位灯与装入浮胎的电池袋内的海水电池用导线连接,并检查通电完好。

(4) 雷达反射器的安装 取雷达反射器,充分达到要求压力,装于反射器撑杆上,并把撑杆通过篷帐与救生筏篷柱和筏底连接固定牢。若不用撑杆,可把反射器装在救生筏篷帐上面。安装方向根据要求进行。

(5) 备品、属具的包装和固定

- ① 急救药品装入医药箱内,再套一个塑料袋,把袋口密封好,装入备品筒(箱)内。
- ② 食品、救生烟火信号等密封后装入备品筒(箱)内。淡水装入水密淡水瓶或袋内后,再装入备品筒(箱)内。把备品筒固定在筏底固定带座上。
- ③ 修理工具、补漏工具、补气工具装入工具袋(包)内,并固定在筏底或浮胎专用绳

(带)座上。

- ④ 划桨装入划桨袋内, 固定在筏底备品筒一起。
- ⑤ 其它备品属具都要包装并固定好后, 并无遗漏。

十二、产品检验

胶布制品的检验应按照产品标准进行。一般胶布制品检验内容如下。

1. 外形尺寸

按产品标准用测量工具测量外形尺寸, 非中空制品测定产品本身尺寸, 中空制品测定充气达到工作压力时的尺寸。

2. 外观检查

用目测主要检查产品外观、颜色、污染、油迹、损伤、脱落、气泡、皱折及磨损、歪斜、扭曲等, 配套品的配备、零部件装配位置等。

3. 气密性检查

中空制品必须先进行气密性检查。

(1) 小型充气制品按标准要求充气达到要求的工作压力, 并浸入水中, 无气泡发生则认为气密性合格。

(2) 中型产品充气后, 保持一定时间, 观察压力下降的情况。

(3) 大型产品充气后, 观察压力表气压下降情况, 同时还要在产品的胶接缝处、各种阀件和密封零件处, 涂肥皂液检查气密性。

4. 强度试验

(1) 非中空制品, 如劳动防护服等, 按规定比例任意抽取样品, 在样品上切取试片, 测定试片的物理机械性能。

(2) 中空制品, 特别是气密制品, 要测试耐压性能。一般耐压试验的充气压力为该产品工作压力的1.5~3倍。

(3) 特种性能胶布制品, 除进行测定试样的性能外, 还要根据产品的不同要求, 采用不同的检验方法和进行特殊性能测试, 如耐酸碱、耐油等。

第五节 产品的包装、运输和贮存

胶布制品的包装要保证产品在运输和贮存过程中的安全及可靠, 并符合贮运的要求。

一、产品的包装

胶布制品的包装有如下两种。

1. 柔物包装

根据产品的特点和要求, 采用帆布袋、细布袋或胶布袋等包装。这种包装方法适宜胶布制品本身无尖硬物和备品配件少的产品, 特别是轻而小的产品, 例如氧气袋等。柔性包装的容器, 简单、重量轻、成本低, 但缺点是在搬运和贮存中易损坏和压坏。

2. 硬物包装

按产品特点和使用要求, 采用木箱、塑料箱、玻璃钢筒等包装。箱内壁应光滑, 并衬有防潮纸、皱纸或泡沫塑料等。例如, 机动橡胶船的包装, 里面用帆布袋, 外面用木箱, 箱内衬防潮纸。包装要求高的, 如救生筏等, 用玻璃钢存放筒包装, 它既是该筏的包装容器, 又

是救生筏在贮存和使用时的容器,能经受日晒、风吹和雨淋等。因此,救生筏玻璃钢存放筒要求强度高、耐老化性能好,筒内并衬垫有泡沫塑料。使用时玻璃钢存放筒能自动胀开。

二、运 输

胶布制品在运输过程中,必须注意防止重压和撞击,特别是柔物包装的产品,不准堆压过多的重物 and 坚硬物。搬运时应轻搬轻放,同时不准与酸、碱、有机溶剂、油脂类和易挥发的有害物质接触。

三、贮 存

胶布制品的贮存和保管对产品质量和使用寿命有影响。产品应贮存在干燥的、温度范围适宜的仓库中。不准阳光直射和雨雪浸淋,不准与酸、碱、油脂类、有机溶剂和挥发性的有害物质接触或贮存在同一个仓库内。产品应离开热源 1m 以外。

第六节 产品使用的注意事项

胶布制品在贮存过程中应定期检查,确保产品和备品配套的完好,以保证应急使用。

胶布制品的使用应符合使用说明书的规定,防止超压,过载,避免不必要的损坏。

胶布制品是柔性的薄制品,要防止尖硬物刺压。使用前要检查,应完好无损;使用后要清洗、晾干,并均匀地涂上滑石粉,按规定进行折叠包装,贮存备用。

在使用过程中发现产品破损时,要立即按修理方法及时修补。修补的产品必须进行检查,认为符合要求后才可使用。

产品的备品配件丢失、过期或损坏时,应及时配齐,更换和修好。

第七节 胶布制品的维修

胶布制品使用时间较长或使用不慎发生零件、配件丢失、损坏和胶布磨损、刺破等情况,都要及时维修。维修方法应按胶布制品使用说明书规定的方法进行。

1. 零配件的维修

零配件有丢失和损坏时,应及时补充或更换,保证零配件的齐全和完好。

2. 胶布制品中胶布的维修

胶布制品的胶布本体有磨损、刺破、撕裂等,应采用下列方法修补。

(1) 冷修补 胶布制品采用自然硫化胶浆冷粘修补,简要修补步骤如下。

- ① 修理用胶布表面打磨。
- ② 打磨面用汽油等溶剂擦刷清洗。
- ③ 打磨面涂刷 2~3 次自硫胶浆,待溶剂挥发后,进行贴合。
- ④ 用手工或机械在贴合面滚压,排除贴合层中的气体。
- ⑤ 均匀涂上隔离剂,防止贴合面外的剩余胶浆粘连。
- ⑥ 经修补后,应检查修补部位,符合使用要求或技术要求。

(2) 热补法 此法采用硫化较快的粘合胶浆将硫化胶布与密封胶片贴合后,再用手工或机械进行局部加热加压,使贴合处胶浆和胶片(膜)硫化。

冷修和热修相比较,前者是自然硫化,需一定时间后才能应用,不需要加热、加压设备,避免修补处因局部受热而影响胶布强度;后者是局部加热加压硫化,易使局部胶层强度

下降,但修补后胶布制品可立即使用。

3. 应急维修

胶布制品在使用时发生损坏的维修,称为应急维修。例如,橡胶船或救生筏在水中抢运伤病员时发生了损坏,应立即抢修。应急措施有如下方法:

(1) 零配件损坏时应立即采用备品更换;

(2) 船或筏的主体胶布破损时,根据破坏的情况,如是刺孔,可用急救塞将孔塞住;如是一条缝,可用急救夹将缝夹住;

(3) 船和筏的主体胶布破损较大,无法用急救塞和急救夹修补时,可采用备用的应急压敏胶布修补。

应急修补是在使用中的应急措施,当被救人员安全到达陆地后,必须按常规方法重新修补后才可使用。

第八节 胶布制品的测试

胶布制品出厂之前要经过检验,包括外观、外形尺寸、备品、配件的检验和成品性能测试。

成品的基本测试项目有,胶布拉伸强度、粘附强度、耐磨性、透水性、气透性等,这些项目按国家标准规定的试验方法进行测试。胶布制品的种类不同,其测试项目也不相同。

一、非中空制品的测试

1. 外形尺寸和外观

一般是外形尺寸用尺测;外观质量用目测。

2. 胶布厚度

胶布厚度一般用精度为0.01mm的测厚仪测定。

3. 成品抽样解剖试验

试样一般进行胶布拉伸强度、服缝剪切强度、透水性等测试。

二、中空制品的测试

中空制品由于种类很大,结构和用途差别很大,测试方法各有其特点和要求。

1. 贮运制品的测试

贮运制品根据贮运物质的不同,测试项目亦异。除对胶布测试物理机械性能外,还要进行各自要求的性能,如气密性、耐油、耐酸碱等的测试。

2. 救生制品的测试

对救生制品的测试应根据IMO A520(13)决议(1983年11月17日通过)的“原型新颖救生设备与装置的鉴定、试验及认可实施规则”中对救生制品试验的规定。

(1) 救生圈 救生圈除做一般的拉伸强度等性能试验外,还应进行以下试验。

① 温度循环试验 取2个救生圈从-30℃到65℃交替循环,可按下述程序重复试验10次:

a. 第1天在65℃加温8小时;

b. 8小时后将各试样从加温室中取出,并在常温下敞开放置到第2天;

c. 第2天在-30℃下放置8小时;

d. 8 小时后将各试样从冷室中取出,并在常温下敞开放置到第 3 天。

检查在高温下,救生圈的刚度应不降低和无损坏的迹象,如皱缩、破裂、胀大、分解或机械性能变化等。

② 投落试验 在船舶最轻载的情况下,将 2 个救生圈从船上的存放处或从 30m 的高度上投落水中,应无损破。此外,还要将一个救生圈从 2m 的高处投落到水泥地面上 3 次,应无损坏。

③ 耐油试验 将试样中一个救生圈在常温下水平浸于 100mm 压头的柴油中 24 小时。试验后,该救生圈应无损坏现象,如,皱缩、破裂、胀大、分解或机械性能变化等。

④ 火烧试验 取一个 $30 \times 35 \times 6\text{cm}$ 的试验盆置于无风之处,倒入水至盆底部达 1cm 深,再倒入汽油,使盆底总高度不低于 4cm。然后点燃汽油,使其自由燃烧 30 秒。将一救生圈的底部高出试验盆顶边 25cm,以直立、向前、自由吊起的状态燃烧 2 秒钟,移过火焰后,救生圈不得燃烧或不继续熔化。

⑤ 漂浮试验 经受过上述各项试验的 2 个救生圈,再在其上悬挂重量不少于 14.5kg 的铁块,浮于淡水中,应保持浮起 24 小时。

⑥ 强度试验 用 50mm 宽的带子挂起一个救生圈,再用一根同样的带子将 90kg 的重物悬挂在下边,30 分钟后救生圈应无破碎、裂缝或永久变形。

(2) 气胀式救生衣的试验 取两件气胀式救生衣为试样,在未充气状态下进行 $-30 \sim 65^\circ\text{C}$ 下的 10 次循环试验,方法同救生圈的试验。然后,取一件试样以自动充气系统充气,另一件试样用人工充气,再进行穿着试验、浮力试验、火烧试验、耐油试验、外套带子及接缝材料试验、强度试验。试验方法同救生圈。其中,穿着试验要求每一个试穿者能在 1 分钟内正确穿上;火烧试验是一件充气,另一件未充气;浮力试验是用充气的一件,这件要有一个气室来充气。试验重复次数根据需要而定。此外,还要进行水中试验、救生衣浮灯试验等。

(3) 保温浸水服的试验 试验方法是,每个受试者戴上手套,穿好保温浸水服,如果连同救生衣,也应穿上,从 4.5m 的高处跳入水中,水温为 $0 \sim 2^\circ\text{C}$,浸入 6 小时后,受试者的体温不得低于其通常体温 2°C 。如果手、脚及腰部的皮肤温度降至 10°C 以下,则应停止试验。完成试验后,受试者立即从水中离开,并能用铅笔写字。

(4) 救生筏的试验 本试验是专指刚性的及气胀式救生筏。

① 投落试验 每种救生筏均应经受至少 2 次投落试验。操作时将带包装的救生筏吊起,从 18m 高处投落到水上,如果其存放处超过 18m,则应从存放处投落,使救生筏浮着 30 分钟。系索的自由端应系于悬挂点上,这样当救生筏投落时系索会自动放出,以模仿实际情况。投落后,救生筏及其属具应无损坏。

② 跳登试验 该试验对已竖起或还未竖起顶篷的救生筏,使 1 人从与筏底至少 4.5m 的高处跳到筏上而不致损坏救生筏。受试者体重不得少于 75kg 并穿着鞋底平滑无突钉的硬底鞋。跳登次数应等于该救生筏的核定乘员总数。

此外,还要做重量试验、拖带试验、系泊试验、系索系统试验、灯试验、装载乘坐试验、稳性试验、操纵性试验、淹水试验、顶篷密封试验、自由漂浮的浮力试验及有关技术性的耐磨蚀、温度、浸没、强度、耐寒、耐油、耐热、耐海水、耐清洁剂等试验。还有附加的破损、复原、充气、压力、接缝强度等试验。

(5) 充气式救生艇 充气式救生艇需要进行撞击、座位强度、释放机构、操纵性、灯投落、稳定性、破损、拖带、复原、模拟恶劣天气、淹水、超载等试验。

① 撞击试验 是将装有发动机和等于额定乘员的重物的救生艇自由悬吊,并向横向拉一位置,使之以 3.5m/s 的速度碰撞一个坚硬的垂直平面,应不受损坏。对于自复原的部分封闭式和全封闭式救生艇,还应测量在艇内不同位置的模拟人所受的加速力。

② 救生艇座位强度试验 在救生艇内每个乘员座位上放置 100kg 的重物。座位应能承受此载荷而无任何永久变形或损坏。

3. 交通制品的测试

(1) 橡胶船(艇)的性能测试

① 浮力测试 把橡胶船(艇)充气达到工作压力,然后在游泳池或其它静水中用沙袋均匀向船(艇)内加载荷,当船(艇)浸入水中的深度达到设计深度时,加入的载荷为船(艇)的浮力;再继续加载荷,直到橡胶船(艇)的舷上侧几乎与舷外水面一样平,这时船(艇)中的载荷为该船(艇)的最大浮力(总排水量)。

② 稳性试验 橡胶船(艇)的稳性可分为静稳性和动稳性两种,一般测试方法如下。

a. 静稳性的测试 把橡胶船(艇)充气达到工作压力,然后在上部均匀加许用最大载荷(额定载荷),再在舷的一侧挂 75kg 铁,此时挂重的一边舷上侧不应没入水中。

b. 动稳性的测试 把橡胶船(艇)充气达到工作压力,受试人员穿好救生衣,然后均匀加上设计要求的载荷或载荷放入船底的一侧,利用操舟机在水面上航行和左右打转航行,不应有翻覆现象。

③ 航速测定 橡胶船(艇)的航速可分为机动航速和划桨划行航速两种。从载荷上分又可分为轻载和满载两种航速。无论是载荷的不同,还是动力的不同,测速的方法是一样的。即选择一段较直河流,河流上应没有水草,在河岸上精确测量一个定长的距离(加 500m 或 1000m),在定长距离的两点各插两根标杆,两根插在岸边,两根插在离岸 $5\sim 10\text{m}$ 处(易观察到),岸边两根和稍远两根距离相等,而且平行河流。测速时,测试人员记录下船通过两点间的时间,来回各测三次,取平均值计算航速。

④ 适航性能试验 根据橡胶船(艇)的大小及设计和使用的海况要求,把橡胶船(艇)充气达到工作压力,放足载荷(工作载荷),受试人员穿好救生衣,在此海情下任意航行,不应发生翻覆现象。

⑤ 模拟破损试验 橡胶船(艇)由于有多个气室组成,为此把某一气室放气,船(艇)能照常航行。

⑥ 阻力试验 把橡胶船(艇)充气达到工作压力,放入船模水池中进行测试,并分别加入不同载荷,按规定速度牵引船(艇),测得不同载荷下该船(艇)的阻力,或同载荷而牵引速度不同时的阻力。

(2) 充气浮桥的抗流速性能测试(以徒步桥为例) 充气浮桥抗流速性能测试需要选择一个与水库闸门相通的河流,河面宽度与浮桥宽度相适应。测试步骤如下:

① 把橡胶船或充气浮体(气囊)充气达到工作压力;

② 在已选择好的河面两岸打固定桩;

③ 架桥,即把橡胶船(或浮体)排列在河面,并相互用绳索固定牢,再与岸边桩扎牢;

④ 铺上桥面板(木质或玻璃钢),装好扶手缆绳;

⑤ 在桥的上游分等距离拉好抗流索,调整到浮桥成直线;

⑥ 在河中放上流速测试仪器。

经上述准备工作后，再检查一切妥当，即可开始测流速。

开始时，首先开启水库闸门，让流速逐步增加，试验人员穿好救生衣，来回从徒步桥通过，记录通过时的流速，流速每调高一次，人员通过一次，这样逐步提高流速，直至再提高流速浮桥就会翻掉为止，此时的流速即为浮桥的最大抗流速。

4. 其它制品测试

胶布制品使用要求各不相同，故测试方法相差也很大。如充气建筑需测试抗风性能，一般是在风筒试验室进行。有的产品需要测试渗透电磁波或吸收电磁波性能，有的需要测定阻燃性或自熄性能；有的测定导静电性能、防射线性能等。总之，胶布制品的测试按实际使用要求而定。

第九节 胶布制品标准

胶布制品，每种有各自的标准。

一、导风筒标准

导风筒执行我国煤炭工业部标准——煤矿用阻燃导风筒检验规范 MT。

二、救生制品标准

救生制品执行1984年国际海上人命安全公约的第三章于1983年以 MSC. 6(48)决议进行修改的“救生设备通用标准”。

主要参考文献

- 〔1〕 Лепетов, В. А., Резиновые Технические Изделия, Издательство «Химия», 1976.
- 〔2〕 伝动技术研究会編，ベルト伝动技术，昭和49年。
- 〔3〕 Монастырский, Д. Ш., Расчет, Сборка и Испытание Резинотканевых Конвейерных Лент, 1974.
- 〔4〕 牧广 岛村昭治，复合材料技术集成，产业技术センター，1976.
- 〔5〕 Тарасов, И. П., Ленточные Конвейеры, МАШГИЗ, 1963.
- 〔6〕 Coettler, L. A., Rubber Chemistry Technology, 54, 2, 277 (1981).

TQ38-42
L367



A0733774

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]
书名 = 橡胶工业手册 (第五分册) 胶带、胶管与胶布
作者 =
页数 = 1 0 0 0
S S 号 = 0
出版日期 =

封面
书名
版权
前言
目录
正文