橡胶加工技术读本

橡胶压延成型

韦邦风　翁国文　编著

RUBBER

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

橡胶加工技术读本

橡胶压延成型

韦邦风　翁国文　编著

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心
·北京·

图书在版编目（CIP）数据

橡胶压延成型/韦邦风，翁国文编著．—北京：化学工业出版社，2006.3

（橡胶加工技术读本）

ISBN 7-5025-8425-0

Ⅰ.橡… Ⅱ.①韦…②翁… Ⅲ.橡胶制品-压延-压制成型 Ⅳ.TQ330.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 024130 号

橡胶加工技术读本

橡胶压延成型

韦邦风　翁国文　编著

责任编辑：宋向雁　李晓文　冯国庆

责任校对：宋　玮

封面设计：潘　峰

*

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心 出版发行

（北京市朝阳区惠新里 3 号　邮政编码 100029）

购书咨询：（010）64982530

（010）64918013

购书传真：（010）64982630

http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm　1/32　印张 6　字数 152 千字

2006 年 5 月第 1 版　2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8425-0

定　价：15.00 元

版权所有　违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

出 版 说 明

我国橡胶工业近几年发展迅速，橡胶制品的品种和规格明显增加，产品质量有较大的提高。橡胶工业的发展离不开先进的生产技术和设备，更离不开具有一定橡胶加工知识和熟练操作技能的生产人员。因此，提高从业人员专业技术水平和实际操作技能是我国橡胶工业一项重要的工作。

为了适应我国橡胶工业技术发展的需要，提高橡胶企业工程技术人员和技术工人的专业知识水平与生产操作技能，化学工业出版社在广泛调研的基础上，在徐州工业职业技术学院等单位的大力支持和协助下，组织有关专家编写了《橡胶加工技术读本》，以下简称《读本》。

按照橡胶产品的生产工艺和制品种类，《读本》共分为九个分册：

《橡胶材料基础》
《橡胶塑炼与混炼》
《橡胶压延成型》
《橡胶挤出成型》
《橡胶硫化》
《轮胎加工技术》
《胶管胶带加工技术》
《胶鞋加工技术》
《橡胶工业制品加工技术》

《读本》以橡胶制品生产工艺的单元操作和产品种类为主线，深入浅出地讲解各种橡胶制品的生产工序和几类主要制品的基本知识、简要生产原理、生产设备和工艺操作。特别是结合了橡胶企业生产一线的需要，突出实用性，将设备操作和维护、生产工艺操作

要点和规程、常见质量问题分析和解决作为重点内容介绍给读者，并附有思考题，从而有利于橡胶技术人员和操作工人在较短时间内有针对性地学习专业知识和提高操作技能。同时《读本》也特别适用于橡胶加工生产企业对技术人员和操作工人进行业务培训。

参与编写的各位作者都是具有丰富生产实践和教学经验的专业人士，他们在时间紧、任务重的情况下，为编写工作付出了辛勤的劳动。徐州工业职业技术学院的翁国文老师作为主要策划者和主审参与了编写大纲的审定，并对所有书稿进行了认真严格的审阅、修改。席远东老师在策划和组稿阶段作了大量组织协调工作，保证了编写工作的顺利完成。徐州工业职业技术学院领导以及相关单位专家对读本的组织编写给予了大力支持和帮助，在此向他们表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，部分内容在一致性、深浅度把握等方面仍存在一些问题，读者在阅读使用时如发现书中存在疏漏和不足，请及时与我社联系，也可以直接告知各位编者，以便及时更正。

化学工业出版社

2005 年 9 月

前　言

压延成型是橡胶制品生产的基本工艺之一。它是指利用橡胶压延机及其辅助设施，使胶料在辊筒的挤压和剪切作用下，碾压成表面光滑或表面带有一定花纹的胶片，也可以是具有一定断面形状的胶片胶条，或者是在纺织物及钢丝帘布上挂上橡胶的工艺过程。另外通过压延工艺也可以将两种不同的胶片（胶布）贴合在一起。压延成型工艺主要包括压片、压型、贴合和挂胶四大主要工艺，狭义上的压延成型工艺主要指纺织物挂胶工艺。压延成型工艺制得的胶片和胶布既可以直接进行硫化制得橡胶制品（如胶板、防水胶布等），也可以用来制造复杂橡胶制品的半成品（如轮胎的帘布层、缓冲层、隔离胶片、油皮胶片、气密层，输送带的带芯、上下覆盖胶，胶鞋的鞋面胶、大底、围条，胶管内外层胶片、夹布胶管的增强层等）。压延成型是橡胶制品生产中一项精密的制造工艺。

随着我国经济的高速发展，我国橡胶工业的技术水平和生产工艺得到了很大程度的提高。为了适应橡胶工业现场技术人员和技术工人提高技术基础理论水平和操作技能需要，适应橡胶工业生产技术的发展和现代化生产工人的培训要求，促进橡胶工业技术的更快发展，我们把收集到的有关压延成型技术资料和工作中的经验体会，加以归纳汇总编写出《橡胶压延成型》一书。

在编写过程中本着立足生产实际和现状，侧重生产实用，以保证内容深浅适度，通俗易懂，主要作为橡胶制品加工企业现场技术人员和技术工人及有关人员自学使用，也可作为职工的职业培训教材。

本书主要包括压延机、压延效应、压延工艺、常用橡胶压延特性、压延的质量问题与检验、裁断工艺共计六部分内容。

本书在编写过程中得到常州友谊鞋业集团、宿迁胶鞋总厂、徐

工轮胎有限公司、徐州工业职业技术学院、徐州华辰胶带有限公司等单位和个人的技术支持和帮助，他们提出了许多宝贵的意见，徐工轮胎有限公司技术处的韩惠民和刘连参与部分章节的整理工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促和编写经验不足，书中的不妥之处在所难免，恳请广大读者批评和指正。

韦邦风　翁国文

于徐工轮胎有限公司、徐州工业职业技术学院

2006 年 3 月

目　录

第 1 章　压延机 …… 1

1.1　压延机结构种类 …… 3

1.1.1　压延机分类 …… 3

1.1.2　压延机基本结构简介 …… 4

1.1.3　压延机传动系统 …… 9

1.1.4　压延机规格表示 …… 12

1.2　压延机主要零部件 …… 14

1.2.1　辊筒 …… 14

1.2.2　辊筒轴承 …… 17

1.2.3　机架 …… 17

1.2.4　辊距调节装置 …… 17

1.2.5　预负荷装置 …… 20

1.2.6　自动测厚装置 …… 23

1.2.7　辊筒轴交叉装置 …… 24

1.2.8　辊筒温度控制系统 …… 27

1.2.9　辊筒轴承润滑系统 …… 29

1.2.10　附属装置 …… 31

1.3　压延作业联动线 …… 36

1.3.1　纺织物帘布压延联动装置 …… 37

1.3.2　钢丝帘布压延联动装置 …… 42

1.4　压延机主要工艺性能参数 …… 42

1.4.1　工作原理 …… 42

1.4.2　主要工艺性能参数 …… 44

1.4.3　生产能力 …… 50

1.4.4　主要性能参数表 …… 53

1.5　压延机维护保养 …… 56

1.5.1 压延机维护保养内容 …… 56
1.5.2 设备润滑 …… 57
1.5.3 日检、周检和月检要求 …… 58
1.5.4 紧急情况停车 …… 59
1.5.5 设备安全运行注意事项 …… 59
1.5.6 基本操作过程及要求 …… 60
思考题 …… 61
第 2 章 压延效应 …… 63
2.1 胶料在辊筒缝中的受力情况及流动状态 …… 63
2.1.1 胶料在辊筒中的受力情况 …… 63
2.1.2 胶料在辊筒中的流动状态 …… 65
2.2 压延效应 …… 67
2.2.1 胶料黏度在压延中的效应 …… 67
2.2.2 胶料压延中的黏弹效应 …… 68
2.2.3 压延效应 …… 70
思考题 …… 72
第 3 章 压延工艺 …… 73
3.1 压延前的准备工艺 …… 73
3.1.1 胶料的热炼 …… 74
3.1.2 胶料的输送 …… 77
3.1.3 纺织物的准备 …… 78
3.1.4 垫布整理工艺 …… 86
3.1.5 压延机开机前的准备工作 …… 86
3.1.6 压延操作安全注意事项 …… 87
3.2 胶片的压延 …… 89
3.2.1 压片 …… 89
3.2.2 压型 …… 93
3.2.3 贴合 …… 96
3.3 纺织物挂胶 …… 101
3.3.1 贴胶 …… 102
3.3.2 擦胶 …… 107

3.3.3 纺织物挂胶操作要点 …… 111
3.4 钢丝帘布的压延 …… 112
3.4.1 钢丝帘布压延工艺方法 …… 112
3.4.2 影响钢丝帘布压延质量的因素 …… 118
思考题 …… 120
第4章 常用橡胶的压延特性 …… 122
4.1 天然橡胶的压延特性 …… 122
4.2 主要合成橡胶的压延特性 …… 123
4.2.1 丁苯橡胶压延特性 …… 124
4.2.2 顺丁橡胶压延特性 …… 124
4.2.3 氯丁橡胶压延特性 …… 125
4.2.4 丁腈橡胶压延特性 …… 128
4.2.5 三元乙丙橡胶压延特性 …… 132
4.2.6 丁基橡胶压延特性 …… 132
4.2.7 硅橡胶压延特性 …… 133
4.2.8 氟橡胶压延特性 …… 134
4.2.9 氯磺化聚乙烯压延特性 …… 135
4.2.10 氯化聚乙烯橡胶压延特性 …… 136
4.2.11 丙烯酸酯橡胶压延特性 …… 137
4.2.12 氯醚橡胶压延特性 …… 137
4.2.13 聚硫橡胶压延特性 …… 138
思考题 …… 138
第5章 压延工艺的质量问题及检验 …… 139
5.1 压延工艺中常见的质量问题及改进措施 …… 139
5.1.1 气泡 …… 139
5.1.2 表面不光皱缩和痕纹 …… 141
5.1.3 胶片厚度不均 …… 141
5.1.4 杂质、色斑、污点 …… 142
5.1.5 厚度、宽度规格不符合要求 …… 142
5.1.6 胶布、胶片喷霜 …… 143
5.1.7 两边不齐 …… 143

5.1.8 胶料与纺织物附着不好，掉皮 …… 144
5.1.9 胶布跳线弯曲 …… 144
5.1.10 胶布出兜 …… 145
5.1.11 胶布压坏、罗线 …… 146
5.1.12 胶布打折 …… 146
5.2 压延检验 …… 147
5.2.1 检验的内容 …… 147
5.2.2 检验标准 …… 147
5.2.3 合格率计算 …… 148
思考题 …… 148
第6章 裁断工艺 …… 149
6.1 裁断角度和裁断宽度 …… 149
6.1.1 裁断角度 …… 149
6.1.2 裁断宽度 …… 150
6.2 胶布裁断工艺技术要求 …… 151
6.2.1 胶布外观质量标准 …… 151
6.2.2 裁断工艺标准 …… 151
6.2.3 裁断操作要点 …… 152
6.2.4 裁断质量对产品质量的影响 …… 153
6.3 钢丝帘布裁断 …… 156
6.3.1 钢丝帘布裁断设备 …… 156
6.3.2 钢丝帘布裁断工艺操作要求 …… 157
6.3.3 钢丝帘布裁断质量影响因素 …… 157
6.4 裁断设备的简介 …… 159
6.4.1 裁断机用途与分类 …… 159
6.4.2 立式裁断机 …… 159
6.4.3 卧式裁断机 …… 165
思考题 …… 174
参考文献 …… 175

第1章 压 延 机

压延是橡胶工业的最基本的工艺之一，许多橡胶制品（如轮胎、胶管、胶带、胶片等）的半成品部件都是经过压延工艺来制造的。所谓压延是指混炼胶料通过压延机两辊筒之间，利用辊筒间的压力使胶料产生延展变形，制成胶片或胶布（包括挂胶帘布）半成品的一种工艺过程。它主要包括挂胶、压片、贴合和压型操作。压延是橡胶工业中的一项精致加工工艺。它要求压延胶片厚度和表面质量与规定指标之间偏差范围要小，高速压延时不应出现胶料焦烧现象。由于压延半成品会直接影响产品质量和原料消耗，因此现代橡胶工业对胶料压延工艺十分重视。压延在橡胶加工中出现较晚，它产生于涂胶工艺之后。与涂胶工艺相比，采用压延方法制造胶布或帘布橡胶，可以节约涂胶中耗用的大量有机溶剂，有利于降低产品成本，改善操作环境，并有利于安全防火，因而发展十分迅速。

通过压延工艺也可以将两种不同的胶片（胶布）贴合在一起。压延成型工艺制得的胶片和胶布可以直接进行硫化制造橡胶制品（如胶板、防水胶布等），也可以用来制造复杂橡胶制品的半成品（如轮胎的帘布层、缓冲层、隔离胶片、油皮胶片、气密层、输送带的带芯、上下覆盖胶，胶鞋的鞋面胶、大底、围条，胶管内外层胶片、夹布胶管的增强层等）。

橡胶压延机及其联动装置是轮胎及其他橡胶制品生产过程中的基本设备之一，主要用于：纺织物（帘布、帆布及细布等）的贴胶与擦胶；钢丝帘布的贴胶；胶料的压片及压型（压花）；帘布贴隔离胶片和多层胶片的贴合及除去胶料中杂质等，属于重型高精度成套设备。

压延机应用于橡胶加工已有 100 余年的历史。国际上早在 19 世纪中叶，两辊压延机和三辊压延机就已经出现。到了 1880 年，

国外橡胶行业已经开始使用四辊压延机。由于生产的需要，与压延机配套使用的各种联动装置也相继产生。其后，由于橡胶工业的发展需要，压延机及其联动装置不断得到改进和完善，同时各种新型压延机及其联动装置不断涌现，特别是近几十年来，由于汽车工业的发展，高速公路的出现，对轮胎的质量要求日益提高，随着橡胶工业的发展，新型原材料的应用，再加上尼龙帘布、钢丝帘布及其他新型骨架材料的应用，对压延机提出了许多新的要求，促使压延机及其联动装置向着高精度、高效率及高自动化的方向迅速发展。

随着橡胶工业的发展，压延机不断的更新，新型压延机的特点是规格大、产量高、精度高、自动化程度高。目前橡胶用压延机最大规格为 Φ815×2450；辊筒速度高达 80～100m/min；压延制品厚度误差一般为±0.01mm，最小可达±0.0025mm；用电子计算机自动控制的压延机，可达到全部过程作业自动化。

1958 年国内制成第一台 Φ610×1730 Γ 形四辊压延机。20 世纪 70 年代初又设计制造了精密型 Φ700×1800 S 形四辊压延机和 Φ550×1500 新型三辊压延机及其联动装置，同时还设计制造了钢丝帘布压延设备，把国产压延设备的水平提高到了一个新的高度。近几年来，在发展压延机品种、提高质量、节能以及自动控制方面又取得了很大成就，设计生产了具有现代水平的用微机控制的 S 形四辊压延机及其联动装置。

压延机在橡胶工业中的应用情况如表 1-1 所示。

表 1-1　压延机在橡胶工业中的应用

橡胶制品名称	压延机辊筒数量	辊筒排列形式	主要用途
轮胎	四辊、三辊	Γ 形、Z 形、斜 Z 形、S 形、I 形	帘帆布贴胶、擦胶，贴隔离胶片等
力车胎和自行车胎	四辊、三辊、七辊	Γ 形、Z 形、斜 Z 形、S 形、I 形	帘帆布贴胶、擦胶，双色胎面贴合等
胶管、胶带及杂品	三辊、四辊、两辊	I 形、斜 I 形、Γ 形、S 形	帘帆布贴胶、擦胶，压延胶片及压型等
胶鞋	两辊、三辊、四辊、五辊	I 形、Γ 形、L 形、T 形等	胶料压片、压型及贴合等
胶布	三辊、四辊	I 形、斜 I 形、Γ 形	擦胶、压片、贴片等

1.1 压延机结构种类

1.1.1 压延机分类

橡胶压延机的种类较多，分类方法也较多，一般按压延机工艺用途、辊筒数量及辊筒排列形式等分类。

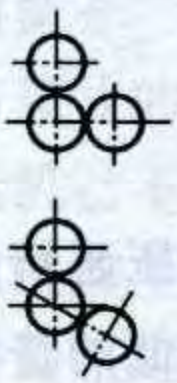
（1）压延机按工艺用途分　贴胶压延机、擦胶压延机、压片擦胶压延机、压型压延机、贴合压延机、压光压延机和试验用压延机等。

（2）压延机按辊筒数量分　两辊压延机、三辊压延机、四辊压延机、五辊压延机及多辊压延机（如七辊压延机）等。

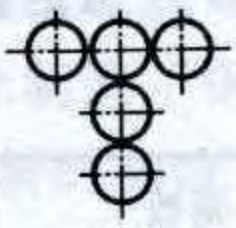
（3）压延机按辊筒排列形式分　I形压延机、Γ形（又称为倒L形或F形）压延机、L形压延机、Z形压延机、斜Z形压延机、S形压延机、△形压延机及其他形式的压延机等。

压延机辊筒的主要排列形式见表1-2。

表1-2　压延机辊筒的主要排列形式

辊数/个	排列形式					
	I形	Γ形	L形	Z形	S形	其他
2						 水平形  倾斜形
3						 A形

续表

辊数/个	排列形式					
	I形	Γ形	L形	Z形	S形	其他
4						
4						
5	 E形			 M形	 M形	 T形
7						

1.1.2 压延机基本结构简介

根据压延机结构复杂程度和压延精度高低，大致可分为两种类型：一种是结构较简单，精度较低的普通压延机；另一种是结构较复杂精度较高的精密压延机。

1.1.2.1 普通压延机结构简介

压延机主要由辊筒、辊筒轴承、机架、调距装置、传动系统、润滑系统、辊温调节装置、安全装置及控制系统等组成。

图 1-1 所示为普通结构的 XY-3I 1200 三辊压延机，三个辊筒成直线排列成 I 形，并由装在两侧机架 12 的滑槽内的辊筒滑动轴承 5 支承。两侧机架 12 安装在底座 15 上，上部用横梁 14 连接。中辊为固定辊，其轴承体固定在机架滑槽内不能移动。上辊和下辊两端轴承体与调距装置 6 连接，利用调距装置可使上辊和下辊的轴承体做上下移动而调整辊距大小。辊筒的一端装有两组速比齿轮，通过手动离合器 11 可变换三个辊筒相互间的工作速比，以适应不同压延作业的需要。三个辊筒由一台电机 1 通过减速器 3 及大小驱动齿轮 4 带动中辊转动，然后再经速比齿轮 8 带动上辊和下辊转动。辊筒为中空结构，设有加热冷却装置 9。辊筒轴承由润滑装置 10 进行润滑。此外，机器还设有挡胶板、扩布器、切胶边装置等附属装置，并配有电气控制系统，适用于一般压延作业。

图 1-2 所示为普通结构的 XY-4Γ 1730 四辊压延机，其基本结构与上述三辊压延机相似，但四个辊筒呈 Γ 形排列，在辊筒两端各装一组速比齿轮，用拨键的方式使速比齿轮与辊筒结合或分离，以此变换辊筒速比。该机传动装置的电机和减速器的出轴呈直角排列，机器占地面积较小。

此外，尚有其他排列形式的各种规格的普通压延机，其构造大致相同。

普通压延机的结构和控制较简单，制造较容易，成本低。缺点是精度较低，生产效率不高，压延制品尺寸误差较大。

1.1.2.2 精密压延机结构简介

由于对压延制品质量与尺寸的精确性及对原材料与能源节约等的要求日益提高，普通压延机已不能满足需要，必须发展具有较高压延精度的精密压延机，以适应生产发展的需要。

精密压延机除了具有普通压延机的主要零部件和装置外，增加了一套提高压延精度的装置，改进了传动系统和主要零部件结构，

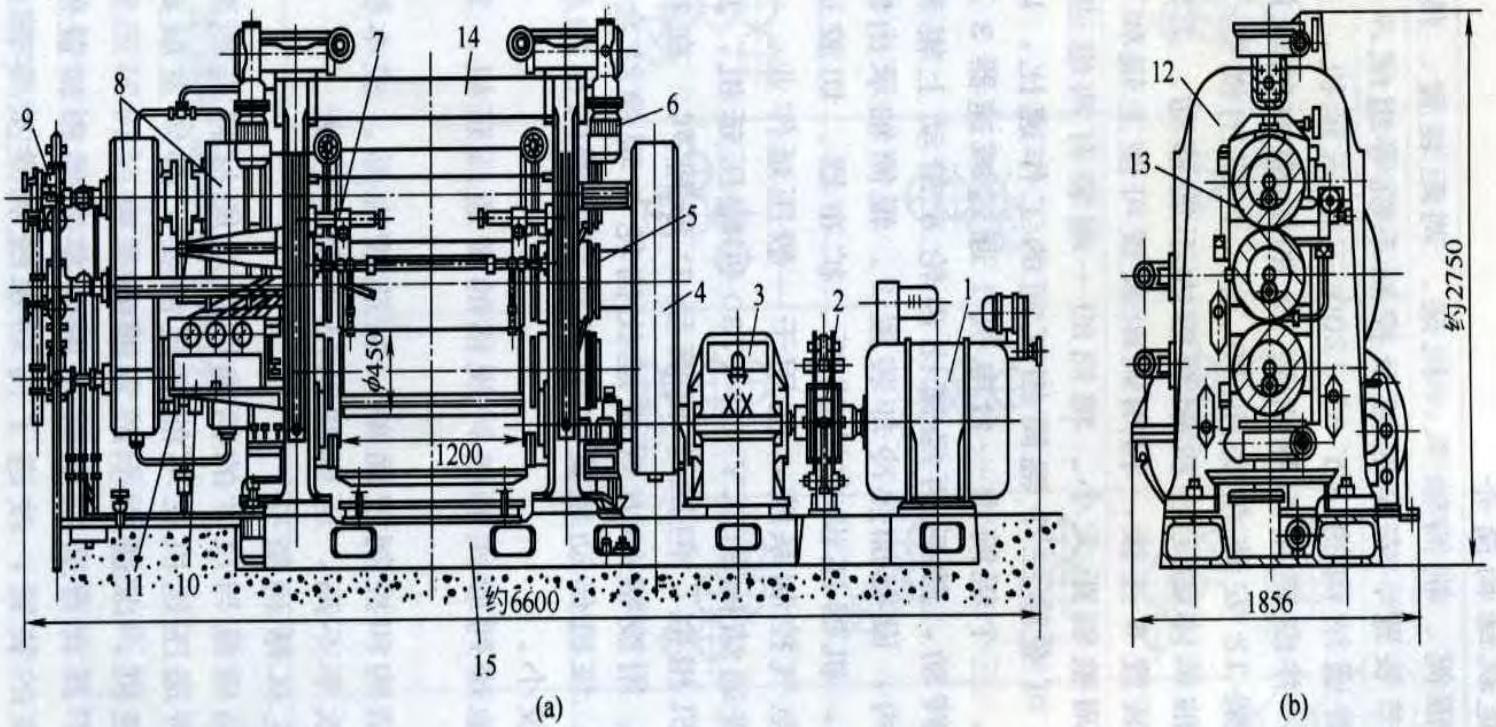
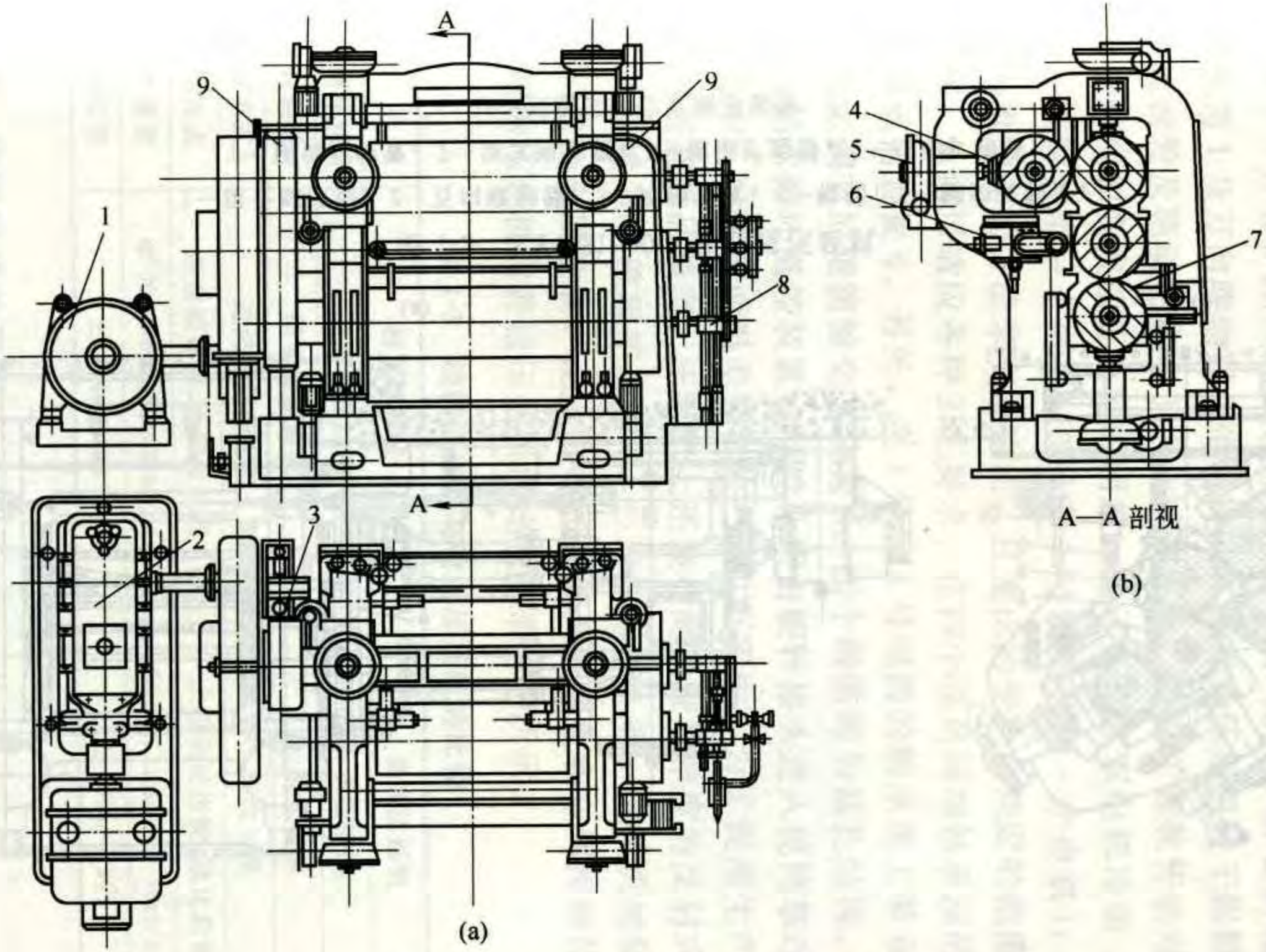


图 1-1　XY-3I 1200 I形三辊压延机

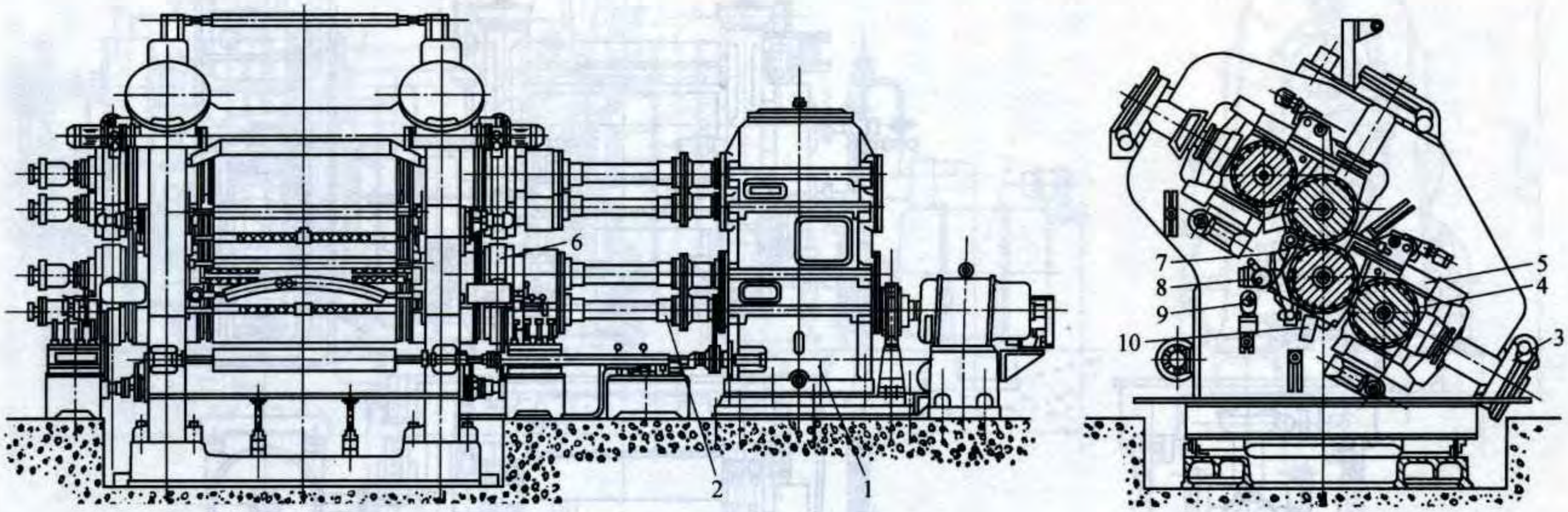
1—电机；2—制动器；3—减速器；4—大小驱动齿轮；5—辊筒滑动轴承；6—调距装置；7—挡胶板；8—速比齿轮；9—加热冷却装置；10—润滑装置；11—离合器；12—机架；13—辊筒；14—横梁；15—底座



(a)　　(b)

图 1-2　XY-4Γ1730 倒 L 形四辊压延机

1—电动机；2—减速机；3—润滑油泵；4—辊筒；5—调距装置；6—帘布压紧装置；7—挡胶板；8—加热冷却装置；9—速比齿轮



(a)　　(b)

图 1-3　XY-4S1800 S 形四辊压延机

1—组合减速箱；2—万向联轴器；3—调距装置；4—辊筒；5—轴交叉装置；
6—预负荷装置；7—划气泡装置；8—锥辊扩边器；9—弓形扩布器；
10—反射式同位素测厚装置

并提高制造精度。例如采用了对提高压延精度有重要影响的钻孔辊筒、辊温自动控制系统、辊筒轴交叉装置、预负荷装置（即拉回装置或零间隙装置）以及反弯曲装置等。

图 1-3 为 XY-4S1800 四辊精密压延机。辊筒 4 由电机经过组合减速箱 1 及万向联轴器 2 带动转动，将普通压延机装于辊筒端部的速比齿轮及驱动轮集中于组合减速箱内，消除了齿轮传动对压延制品的影响和变换速比齿轮的困难。由于采用了双电机传动（1 号和 2 号辊筒共用一个电机，3 号和 4 号辊筒共用一个电机），因此可用电机调速的方法来变换速比，且速比的变换在规定的范围内是无级的，从而可适应各种工艺要求。在四个辊筒两端轴承座的外侧装有预负荷装置 6。另外，在 1 号和 4 号辊筒的轴承座上装有一套用液压缸调节的辊筒轴交叉装置 5。四个辊筒均为钻孔结构，设有一套过热水循环温控装置，温控介质由旋转接头进入辊筒靠近辊面的钻孔中，可使辊面温差控制在±2℃范围内。为了提高生产效率和控制压延制品精度，压延机上还装有测量胶片厚度的反射式同位素测厚装置 10、锥辊扩边器 8、弓形扩布器 9 等。为使机械化连续供胶和检测金属杂物，还设有带式摆动供胶装置和金属探测仪等。

精密压延机与普通压延机的比较如表 1-3 所示。

表 1-3　精密压延机与普通压延机的比较

项　目	精密压延机	普通压延机
辊筒结构	圆周钻孔结构	中空结构
辊筒轴承	精密滚动轴承	滑动轴承
温控方式	过热水循环温控	蒸汽加热
传动方式	组合减速箱、万向联轴器	大小驱动齿轮、速比齿轮
生产速度	Φ700×1800：50～85m/min	Φ610×1730：25～50m/min
厚度误差	±(3%～4%)	±(6%～7%)

1.1.3　压延机传动系统

压延机在传动要求上具有如下两个特点：第一，为适应操作上的方便，压延机需变换辊筒的压延速度，即要具有快速、慢速回转，

并且能平稳地调整；第二，为适应不同的压延工艺要求，压延机需能变换辊筒的速比，即速比等于1或速比不等于1进行压延操作。

为了满足第一个特点要求，一般选用交流整流子电动机（小规格压延机采用）或直流变速电动机（大规格压延机采用）进行无级变速转动。直流变速电动机附有交流、直流电动发电机组供直流电，现推荐用可控硅整流供电系统。

三辊压延机的传动系统如图1-4所示。图1-4中具有两套速比齿轮组，使辊筒可在不同的速比下工作，速比齿轮7～10用离合器12与辊筒连接，这四个齿轮分组使用以便得到不同的速比。下列为离合器连接的四种情况。

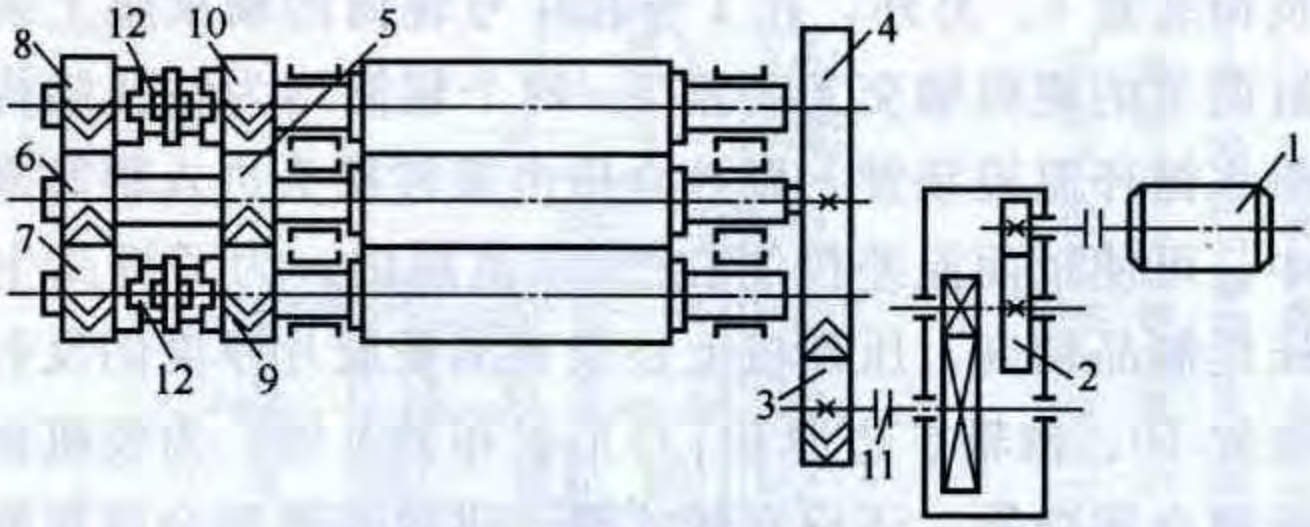


图1-4　三辊压延机传动系统

1—电动机；2—减速机；3，4—驱动齿轮；5，6—主动齿轮；7～10—速比齿轮；11—联轴节；12—离合器

① 离合器与齿轮7、8连接，与齿轮9、10脱离。

② 离合器与齿轮7、10连接，与齿轮8、9脱离。

③ 离合器与齿轮9、8连接，与齿轮7、10脱离。

④ 离合器与齿轮9、10连接，与齿轮7、8脱离。

四辊压延机的传动系统如图1-5所示。

与三辊压延机相比同样具有两组速比齿轮及4种组合形式，用键连接代替离合器连接。侧辊与上辊速比一定。

图1-6所示为S形四辊压延机的传动系统，由于采用了轴交叉装置和拉回装置，需使用独立的齿轮箱，通过万向联轴节由两个或一个电动机传动，或采用单独电动机传动，如图1-7所示。

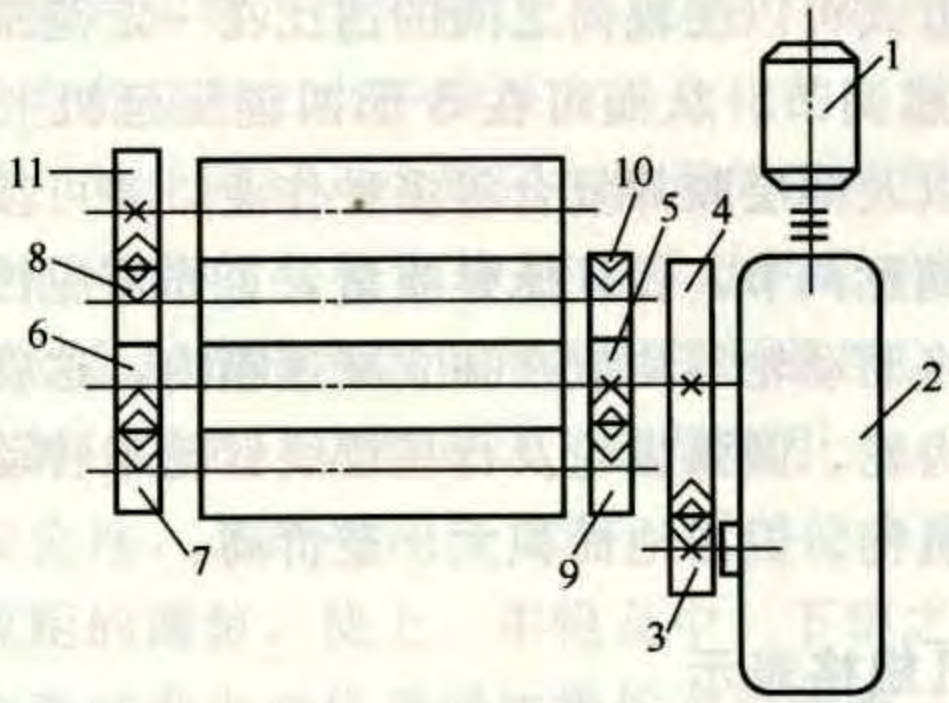


图 1-5　四辊压延机传动系统

1—电动机；2—减速机；3，4—驱动齿轮；
5，6—主动齿轮；7～11—速比齿轮

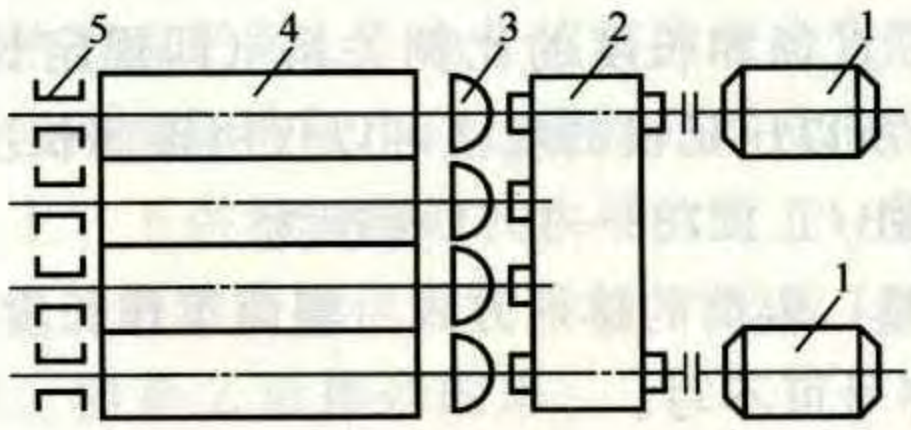


图 1-6　S形四辊压延机传动系统（一）

1—电动机；2—变速箱；3—万向联
轴节；4—辊筒；5—轴承

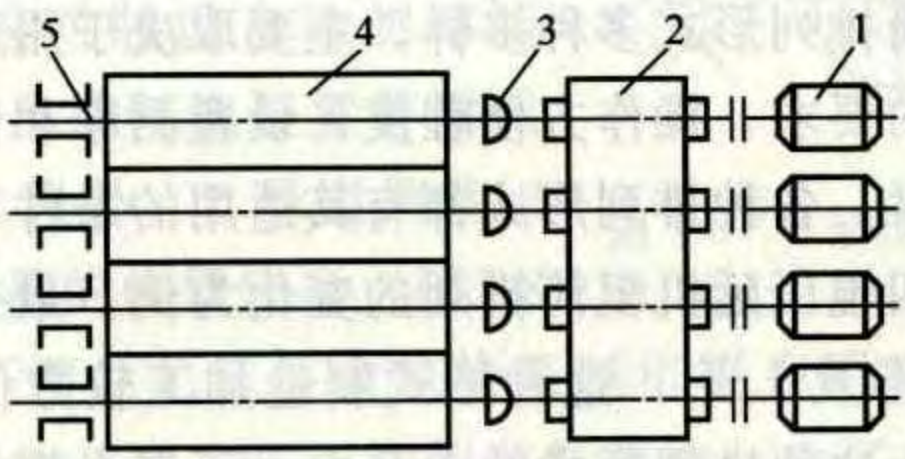


图 1-7　S形四辊压延机传动系统（二）

1—电动机；2—变速箱；3—万向
联轴节；4—辊筒；5—轴承

这种传动方式可以使辊筒之间的速比在一定范围内（从等速到高达1∶3）任意调节，从而可在S形四辊压延机上进行擦胶、贴胶、压延胶片以及薄层胶片复合等多种作业，并可按照胶料配方和工艺的要求，随意调节，保证压延质量，工作适应性好。

另外由于将驱动轮等均放在独立减速箱内，这就可以采用小模数斜齿与人字齿轮、圆弧齿轮及行星摆线针轮来转动，采用滚柱轴承，建立润滑机构。但占地面积大、造价高。

1.1.4 压延机规格表示

1.1.4.1 压延机规格

按GB/T 3578—1992标准压延机规格用辊筒外直径（mm）×辊筒工作面长度（mm）×辊数来表示。如Φ230×635×4，表示辊筒直径为230mm，辊筒长度为635mm的四辊压延机。目前生产的压延机已规定了直径和长度的比例关系（即规定长度与直径比在2.6～3之间），所以压延机的规格可以仅用辊筒长度表示。压延机的型号编制按GB/T 12783—1991标准为

XY-辊筒数量　辊筒的排列方式　辊筒工作长度　设计序号

其中设计序号可不写。

如XY-4S1800。X表示橡胶类，Y表示压延机，4表示辊筒数量为4，S表示辊筒的排列形式为S形，1800辊筒长度为1800mm。

1.1.4.2 辊筒排列形式的比较

压延机辊筒排列形式多种多样，主要取决于用途和工艺上的需要、压延精度的要求、操作方便程度、设置测厚和供料等附属装置的需要等诸因素。各种排列形式都有其适用的条件和优缺点。

以常用的四辊压延机辊筒排列的变化为例，最初四个辊筒排列形式大都为Γ形及L形，这种形式制造加工较方便，但在使用上却有缺陷，因为这种排列形式的上、中、下三个辊筒排列在垂直线上，供料辊距与成形辊距在同一个垂直面内，无论在上、中辊之间供料还是在中、下辊之间供料，由于在中、下辊之间或上、中辊之

间压延成型，胶料对辊筒产生的横压力，迫使中辊在垂直平面内产生向上或向下的弯曲变形。由于横压力是变化的，因而中辊的弯曲变形也是变化的。与此同时，中辊还在轴承间隙范围内随横压力的变化而浮动。中辊弯曲的变化和中辊的浮动将影响成型辊距的变化，从而使压延制品的横向和纵向厚度都受到影响。当在中、下辊之间供料时，胶料不易吃入，需要人工或导辊引入，这样既增加了操作麻烦和不安全性，又产生冲击负荷，更促使中辊浮动。此外，辊温的变化和辊距的调整，使上、中辊及中、下辊之间的辊距发生相互影响，也使厚度发生变化及增加操作上的困难，产品质量难以控制。

如果将四个辊筒排列成 Z 形，供料辊距与成型辊距不在同一个平面内，上述相互之间的影响就大为减少。在进行双面贴胶时，上供料辊距与下供料辊距不处在同一平面的水平位置上，而成型辊距则在两者之间的垂直平面上，由于辊筒的弯曲变形主要发生在水平方向，对成型辊距的影响极小，且辊筒亦不发生浮动，压延制品精度得以提高。上、下供料辊都处在水平位置上，便于实现机械化供料。Z 形压延机的机器高度也较同规格 Γ 形或 L 形压延机的低，方便操作和维修。但是 Z 形排列的形式也有缺点，1 号辊筒和 2 号辊筒及 3 号辊筒和 4 号辊筒均处于水平位置，因此，如图 1-8 所示，1 号辊筒和 3 号辊筒及 2 号辊筒和 4 号辊筒之间的距离 H 较小，这对装设自动测厚装置、帘线整经辊及排气泡装置等附属装置十分不便。另外，2 号辊筒和 3 号辊筒离操作人员的位置较远（图1-8中的 L），操作不便，尤其是大规格压延机更为明显。同时，3 号辊筒上的橡胶包角大于 180°，易使胶料焦烧。为了克服上述缺点，又把辊筒排列形式变成斜 Z 形和 S 形，如图 1-9 所示。近十几年来，由于在双面贴胶或擦胶作业中，自动测厚装置的广泛采用，这

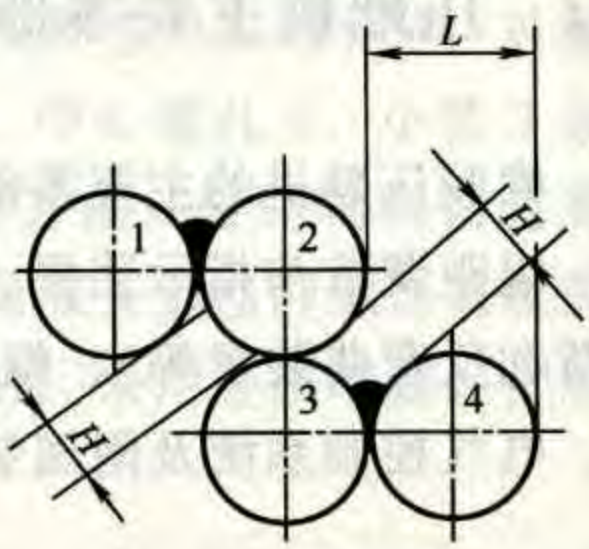


图 1-8　Z 形压延机辊筒排列

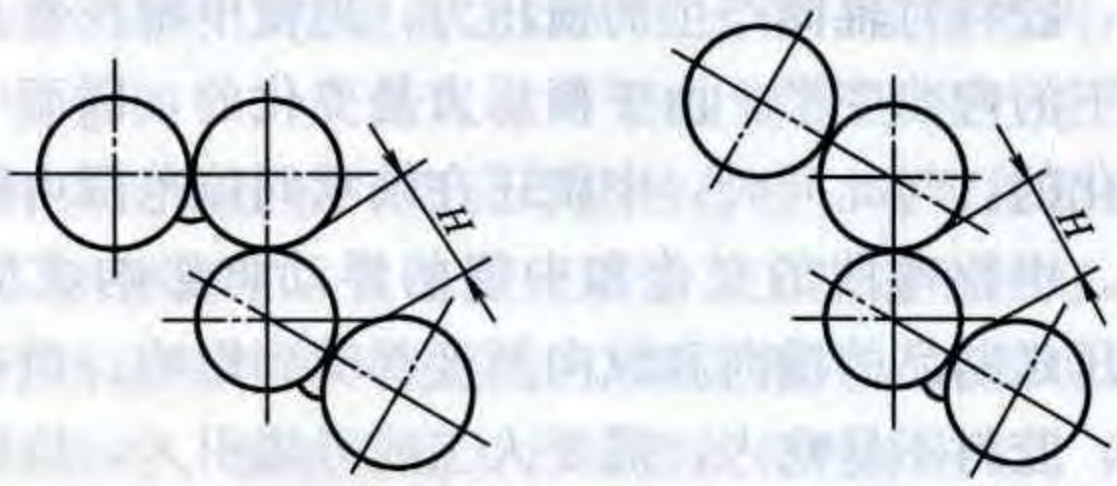


图 1-9　斜 Z 形与 S 形压延机辊筒排列

两种辊筒排列形式的压延机发展很快。

虽然辊筒呈斜 Z 形或 S 形排列对改善辊筒受力情况、提高压延精度及扩大辊筒附近装设附属装置的空间等方面具有优越性，但也有不足之处，与辊筒呈 Γ 形和 L 形排列方式相比，机架承受作用力较大，机架放置轴承体的窗口加宽，因而导致机架体积庞大，加工困难，刚度差，质量大。为了扬长补短，目前在 Γ 形或 L 形压延机设计中，采用高精度间隙滚动轴承代替滑动轴承，解决中辊浮动问题，提高压延精度。

1.2　压延机主要零部件

橡胶压延机的主要零部件为：辊筒、辊筒轴承、机架、传动系统、辊距调节与指示装置、辊筒挠度补偿装置（如辊筒轴交叉、预负荷和反弯曲装置等）、辊筒温度控制系统（加热与冷却）、润滑系统、电气控制系统及附属装置等。

1.2.1　辊筒

辊筒是直接压延制品的零件，它直接影响压延制品的质量和生产效率，因而对辊筒的质量要求较严格。辊筒的工作表面必须具有很高的耐磨性和良好的粗糙度，辊筒本体必须具有足够的强度和刚度，较大的传热面积和良好的导热性能。

压延机辊筒和炼胶机辊筒相似，但要求更精密，由于压延机用

于半成品生产，因此工艺上就要求辊筒表面粗糙度低；并且要求辊筒有足够的刚度，从而减少在横压力作用下的弯曲变形，同时还要求辊筒在加热或冷却时，辊筒温度尽可能达到一致，因而要求对中空辊筒内腔沿整个工作长度镗孔，以保证辊筒厚度一致，否则由于辊筒回转时产生弯曲和表面温度不均匀，从而导致压延制品的厚薄不均。

压延机中空辊筒如图 1-10（a）所示，其加热或冷却采用密闭式的加热冷却装置，加热介质一般用蒸汽或过热水，蒸汽或水经分配器 1 进入辊筒内腔带孔的小管 3 中，然后从小孔喷出，对辊筒体 2 进行加热或冷却。经交换后的废水或蒸汽从辊腔经分配器排出。

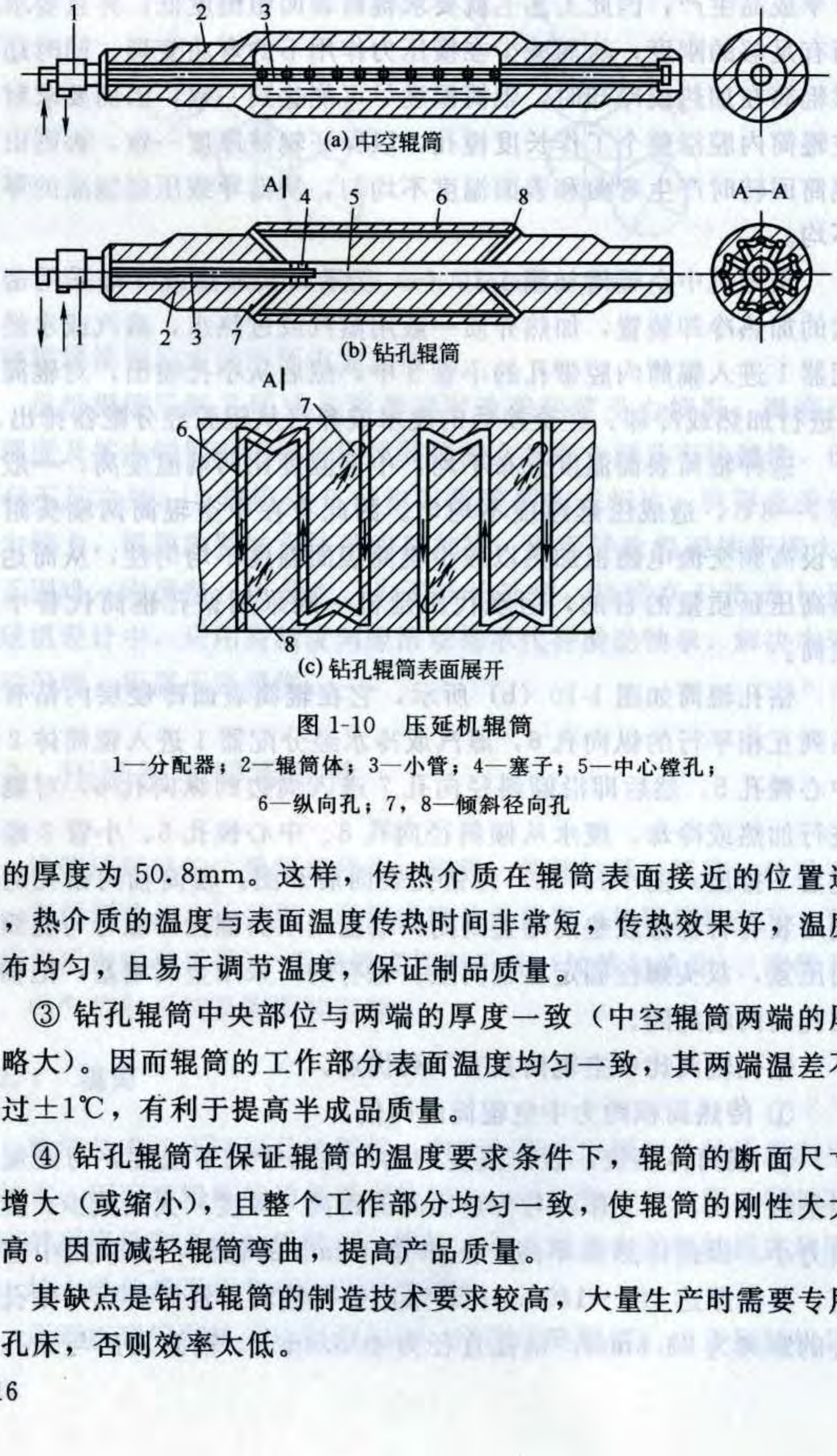
这种辊筒表面温度分布不均，中部温度比两端温度高，一般相差 7～8℃，造成压延厚度不均匀。因此有在中空辊筒两端头附近装设高频交流电磁板加热以减少辊筒表面温度不均匀性，从而达到提高压延质量的目的，但现代压延机一般采用钻孔辊筒代替中空辊筒。

钻孔辊筒如图 1-10（b）所示，它在辊筒表面冷硬层内钻有一系列互相平行的纵向孔 6，蒸汽或冷水经分配器 1 进入辊筒体 2 的中心镗孔 5，然后即沿倾斜径向孔 7 进入周边的纵向孔 6，对辊筒进行加热或冷却，废水从倾斜径向孔 8、中心镗孔 5、小管 3 经分配器 1 排出，图 1-10（c）为钻孔表面展开图。辊筒轴向钻孔的两端用装有石棉橡胶垫的端盖封闭，端盖用双头螺栓即螺母与辊筒端面压紧，双头螺栓固定在辊筒上。也有的厂采用金属堵塞，把轴向钻孔的两端封闭。

钻孔辊筒比中空辊筒具有下列优点。

① 传热面积约为中空辊筒的两倍。

② 辊筒传热快，表面温度均匀，且易于调节温度，与同规格中空辊筒比，其工作面与传热面间的距离（厚度）大大减少，传热阻力小，因此传热效率高。例如 Φ610mm 的辊筒，若采用中空辊筒，其壁厚达 127～140mm；若采用钻孔辊筒，辊筒表面与钻孔中心的距离为 63.5mm，钻孔直径为 Φ25.4mm，辊筒表面与钻孔表



(a) 中空辊筒

(b) 钻孔辊筒

(c) 钻孔辊筒表面展开

图 1-10　压延机辊筒

1—分配器；2—辊筒体；3—小管；4—塞子；5—中心镗孔；
6—纵向孔；7，8—倾斜径向孔

面的厚度为 50.8mm。这样，传热介质在辊筒表面接近的位置通过，热介质的温度与表面温度传热时间非常短，传热效果好，温度分布均匀，且易于调节温度，保证制品质量。

③ 钻孔辊筒中央部位与两端的厚度一致（中空辊筒两端的厚度略大）。因而辊筒的工作部分表面温度均匀一致，其两端温差不超过±1℃，有利于提高半成品质量。

④ 钻孔辊筒在保证辊筒的温度要求条件下，辊筒的断面尺寸可增大（或缩小），且整个工作部分均匀一致，使辊筒的刚性大大提高。因而减轻辊筒弯曲，提高产品质量。

其缺点是钻孔辊筒的制造技术要求较高，大量生产时需要专用钻孔床，否则效率太低。

1.2.2 辊筒轴承

压延机辊筒轴承的工作情况对压延制品精度与压延机正常运转有密切关系，辊筒轴承应能满足承载能力大、功率消耗小、传热性能好、工作精度高和维修方便等要求。目前所用辊筒轴承有滑动轴承和滚动轴承两类。滑动轴承结构简单，制造方便，材料易得，成本低，应用较多。在高精度新型压延机上广泛地采用滚动轴承，它的优点是装轴承的辊筒辊颈为锥形，可提高轴颈的强度，辊筒颈不会磨损，同时减少了辊筒旋转时产生的偏心问题，摩擦损失小，耐久性好，维护费用少。但制造技术和安装技术要求高，产品成本高。

1.2.3 机架

压延机机架的刚性和稳定性对压延制品的质量和压延机的正常工作影响很大。因此，机架必须有足够的强度和刚性。

机架的结构形式根据辊筒数量及排列形式而定。为使机架具有较大的刚性和强度，并减轻质量，机架的形式一般均制作成封闭式的空心框架，内部再配置加强筋。左右两个机架安装在底座上，上部用横梁连接，构成一个整体。

机架上除了要放置辊筒轴承外，还要装设辊距调节装置、辊筒轴交叉装置、反弯曲装置、预负荷装置及其他附件（如挡胶板、切边刀和扩边器）等，故在结构上较为复杂。常见典型的压延机机架结构形式有I形、L形、倒L形等。

1.2.4 辊距调节装置

辊距调节装置（简称调距装置）用于调节辊筒之间的距离。根据用途，调距范围有大有小，一般0.1～20mm之间，个别特殊用途的压延机可达120mm。调距装置装设在左、右机架上，并与辊筒两端的轴承体相连接。调距装置在压延机上一般设有（$n-1$）组（每组为两套，n为辊数）。对调距装置的要求：操作灵活方便，

准确可靠，能进行粗调与细调，结构紧凑和维修方便。

常用的调距装置一般可分为整体式和单独式两种。

图 1-11 所示为常用两级蜗杆蜗轮传动整体式调距装置的工作原理。电动机 1 和手轮 3 配合操纵。当双向电动机 1 转动时，通过传动齿轮 2、圆锥齿轮 6、传动轴 7 和两对蜗轮 9、14 与蜗杆 13、15 转动调整螺杆 10，调整螺杆 10 与固定在机架上的螺母 11 配合带动辊筒上、下移动，根据电动机的转向决定辊筒调距方向。

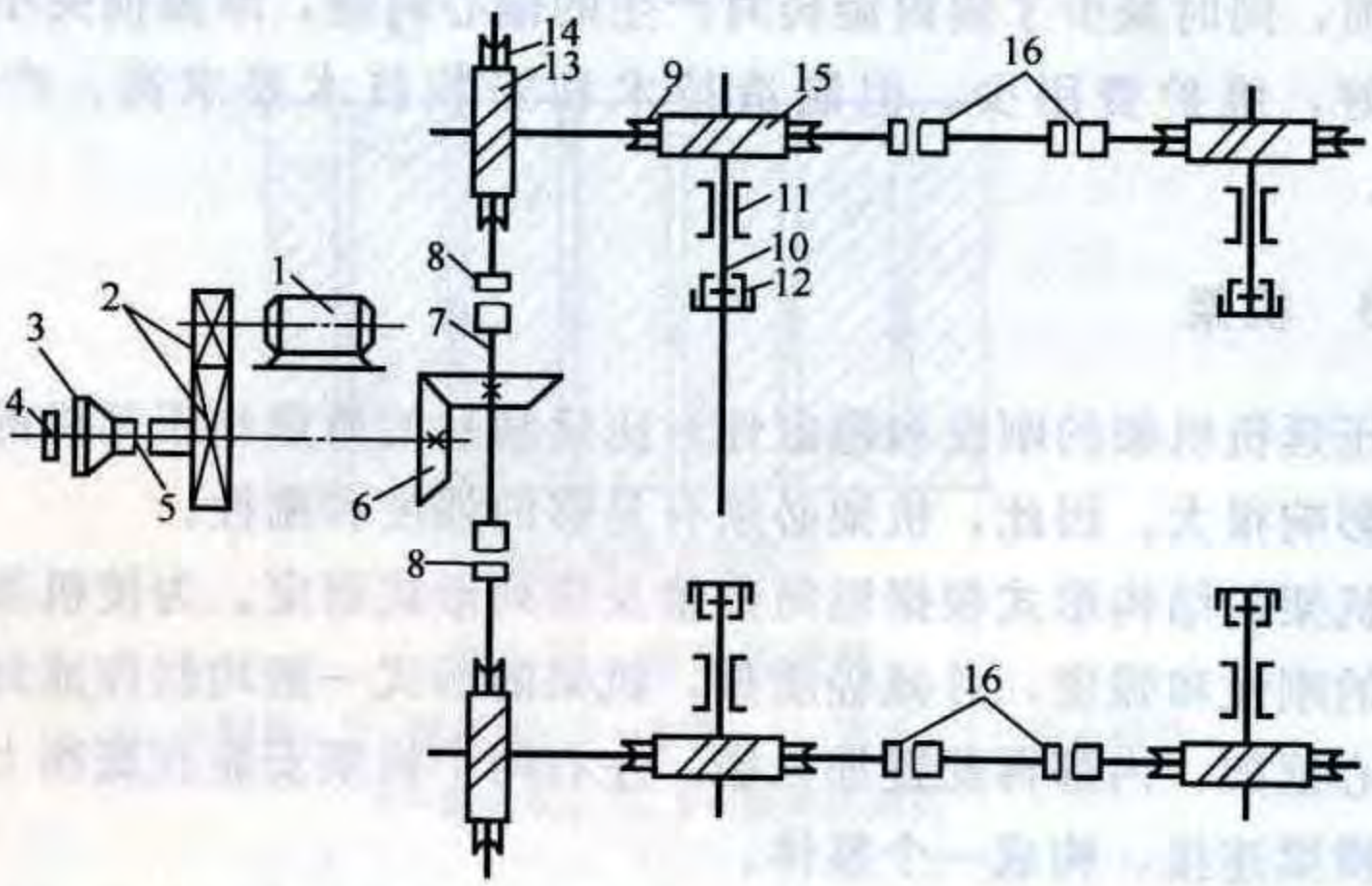


图 1-11　整体式调距装置原理

1—电动机；2—传动齿轮；3，4—手轮；5，8，16—离合器；
6—圆锥齿轮；7—传动轴；9，14—蜗轮；10—调整螺杆；
11—螺母；12—压盖；13，15—蜗杆

离合器 8 用以单独控制上辊或下辊筒，离合器 16 用以分别控制辊筒的左端或右端。

图 1-12 为上述系统的主要传动部分及调整部分结构。

大手轮 3、小手轮 4 和离合器 5 分别与伞形齿轮 6 的轴固定，大传动齿轮 2 套于该轴上。用小手轮 4 控制离合器 5，当离合器与大传动齿轮 2 脱开后，系统与电机脱离，大手轮 3 起作用，可见电机用于大范围调距，手轮用于小范围精确的调距。

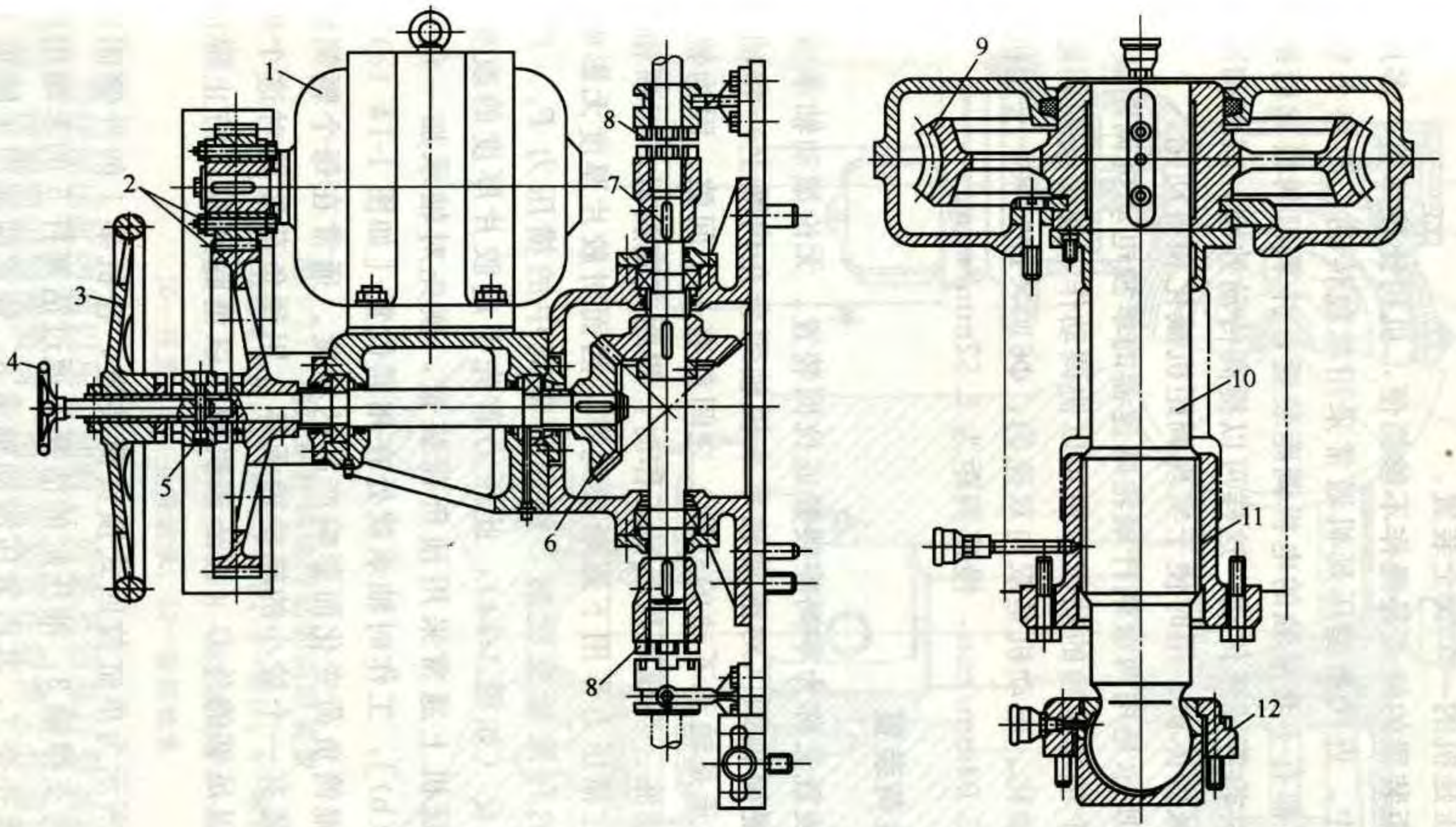


图 1-12　整体式调距装置的局部结构

1—电动机；2—大传动齿轮；3—大手轮；4—小手轮；5，8—离合器；6—伞形齿轮；
7—传动轴；9—蜗轮；10—调整螺杆；11—调距螺母；12—压盖

调距螺母 11 的安全系数比辊筒和机架的安全系数小些，这样螺母可作为压延机的一个安全装置。

上述调距装置的缺点是操作不够简便，机构比较笨重，多用于老式的设备中。近代新型压延机通常采用单独传动。即每个辊筒（除中辊外）都有一套单独的电机调距装置，并采用两级球面蜗杆或行星摆线针轮等减速传动，这样可以提高传动效率，减少调距电动机功率和减少体积。用时便于实现调距机械化和自动化。

图 1-13 所示是用两级蜗杆蜗轮减速器的单独电动机调距装置，可以保证每个轴承单独的动作，也可以协调动作，便于实现调距的机械化与自动化。电动机是双向双速的，Φ610×1730×4 压延机的快速调距为 5.04mm/min，慢速调距为 2.52mm/min。

1.2.5 预负荷装置

预负荷装置又称为零间隙装置或拉回装置。无论滚动轴承或滑动轴承，其辊筒轴颈（对滚动轴承来说轴颈套在内圈上）和轴衬（对于滚动轴承是轴承不动的外圈）之间都有一个间隙。因为辊筒可能产生热膨胀。当压延机负荷工作时，辊距充满胶料，辊颈和轴衬间的间隙在横压力作用下逐渐减到零，因而对胶片厚度无影响。但在辊距中的存胶量变化时，作用到辊筒中的横压力 P_1、P_2、P_3 就发生变化（如图 1-14），此压力首先引起胶片厚度的改变。因此，在压延机上通常采用预负荷装置，预先对轴承加一负荷［如图 1-14（b)］，工作时轴承就处在相同位置［如图 1-14（c)］，以避免由于辊筒负荷变化而影响产品的精度。通常在每个辊筒轴承体的外侧装有一个较小的辅助轴承体，用预负荷装置对这个辅助轴承体施以足够的外力（液压或机械）以消除间隙，防止辊筒抖动。

图 1-15 所示为单缸拉回式预负荷装置，在机架 1 的外侧固定有油压缸 2 的支撑轴 3，油压缸的活塞 4 通过活塞杆 5 的末端用销轴 6 固定轴承外壳 7，其内紧压滚动轴承 8，轴承两端用半圆形上压盖 9 和下压盖 10 封闭。

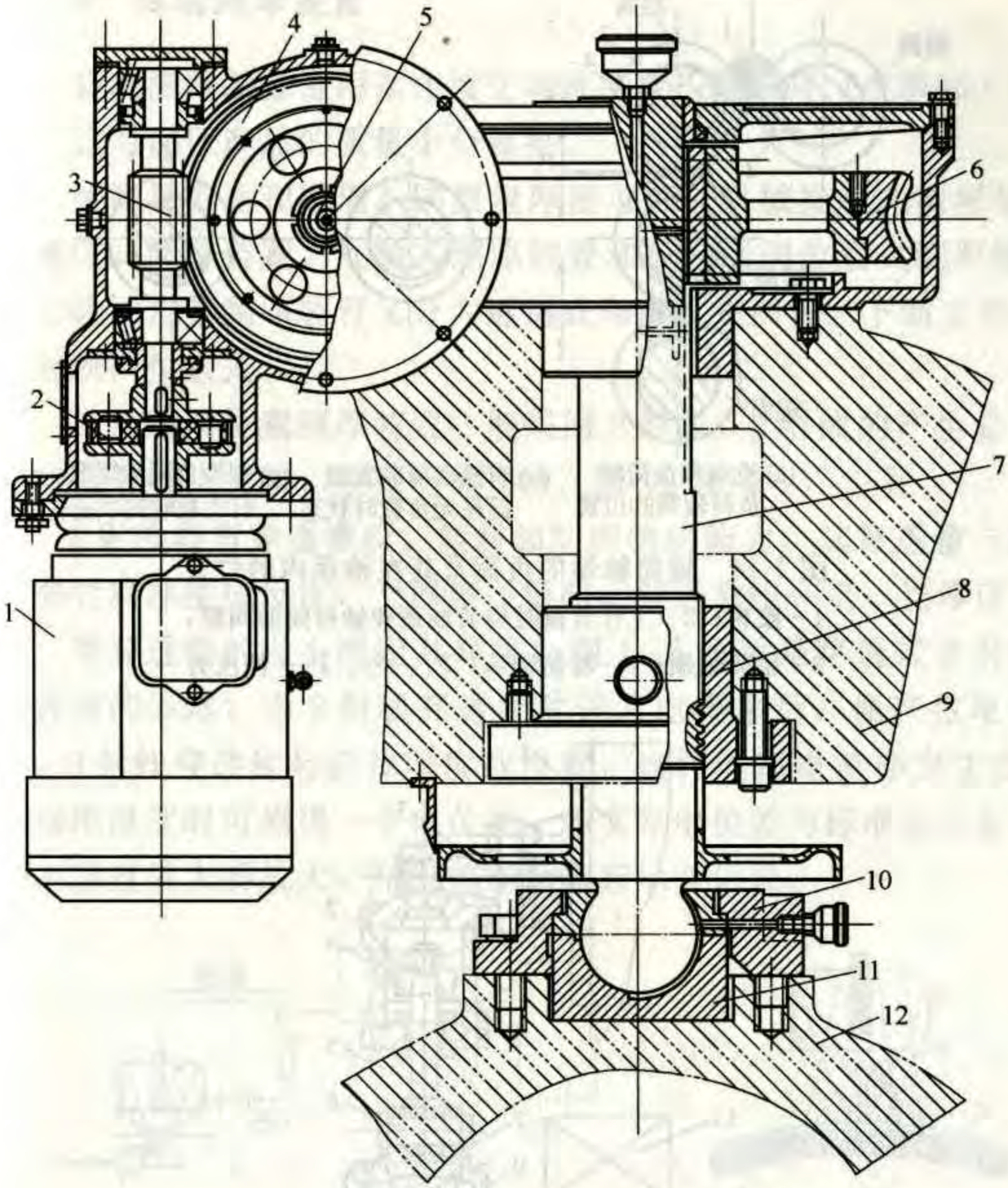
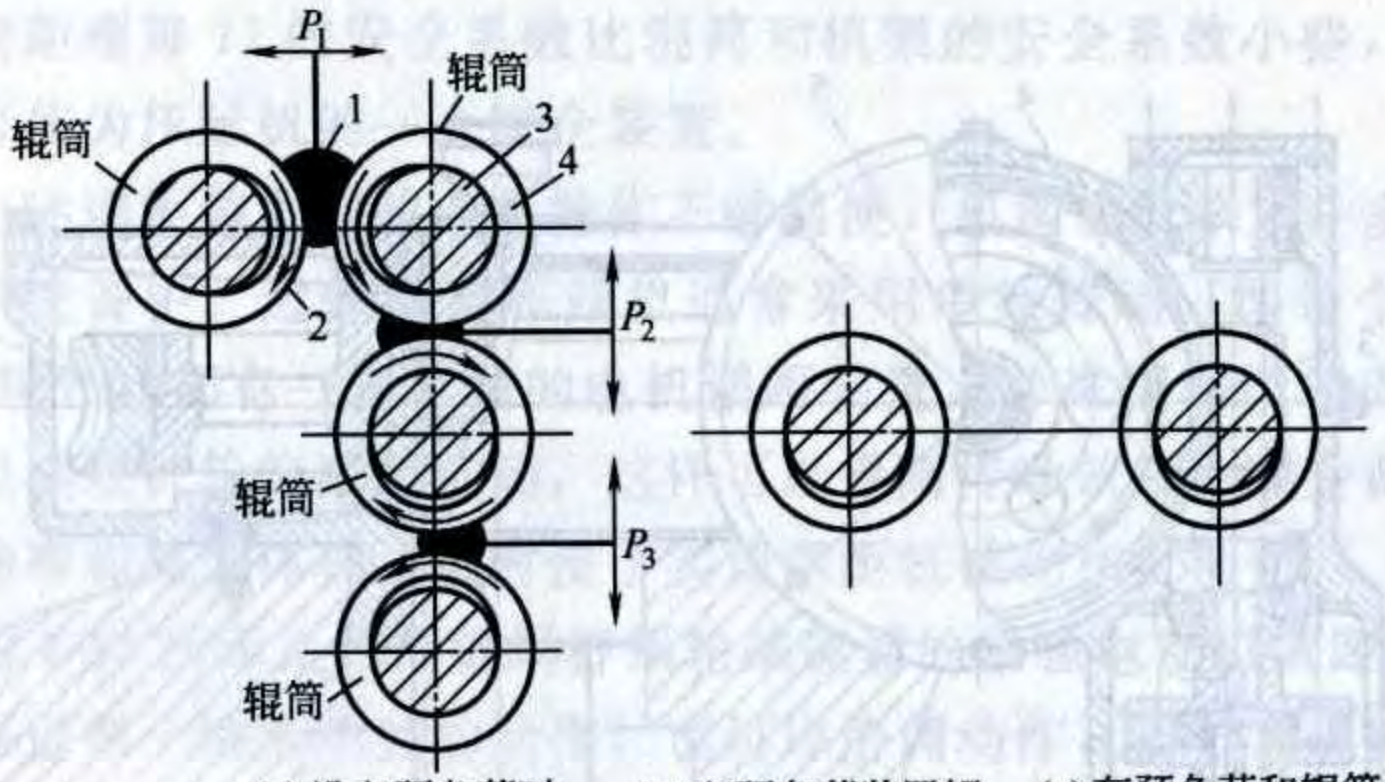


图 1-13　两级蜗杆蜗轮传动的调距装置

1—双向双速电动机；2—弹性联轴节；3—蜗杆；4—蜗轮；5—蜗杆轴；6—蜗轮；7—调距螺杆；8—调距螺母；9—机架；10—压盖；11—止推轴承；12—辊筒轴承

当往油压缸内通以压力油时，活塞及活塞杆带动轴承体及辊筒移动，使辊筒得到预负荷。预负荷装置在辊筒工作前即应启动，保证辊筒达到预先指定的位置。



(a) 没有预负荷时负荷辊筒的位置　(b) 有预负荷装置辊筒在无负载时状态　(c) 有预负荷和辊筒有负载时的状态

图 1-14　辊筒轴颈的负荷及其在轴承内的位置

1—胶料；2—工作负荷时辊筒轴颈和轴衬间的间隙；3—辊筒轴颈；4—辊筒轴承；P_1、P_2、P_3—横压力

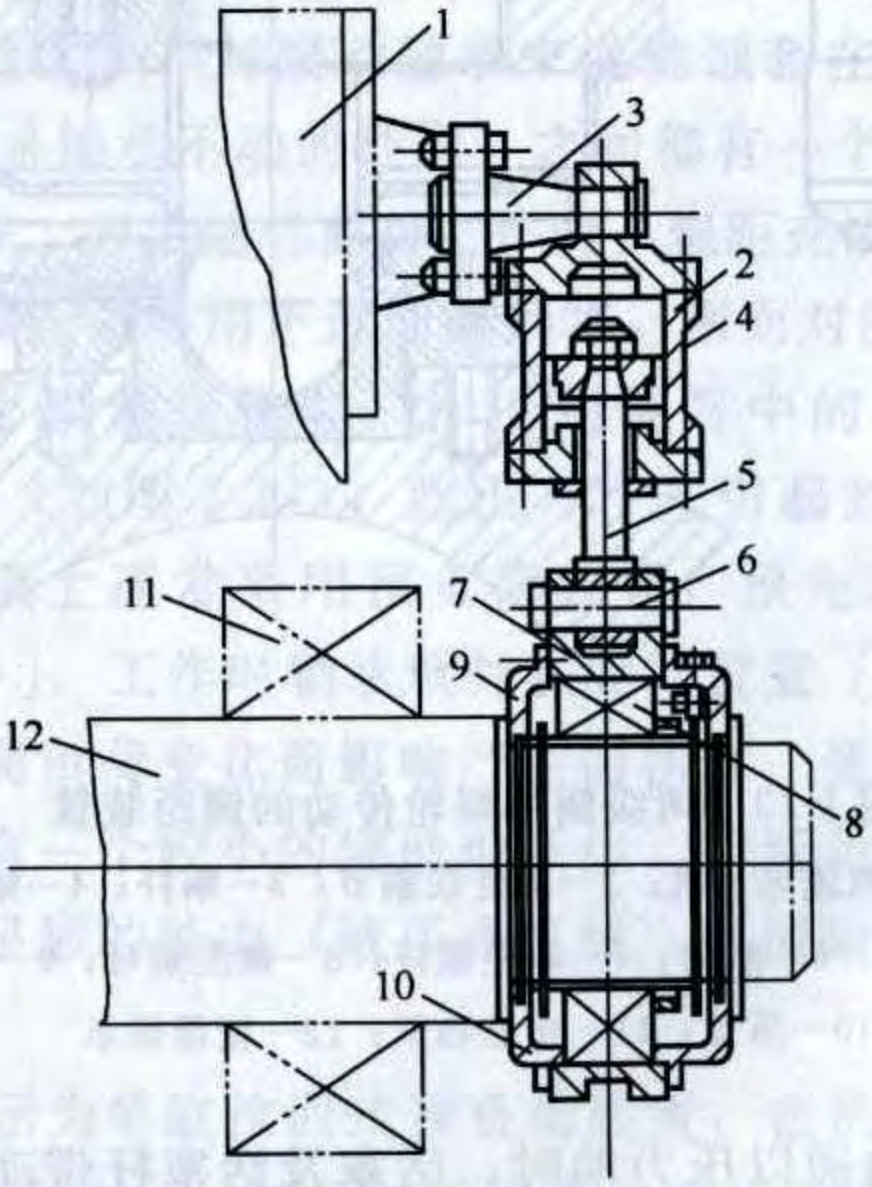


图 1-15　单油压缸预负荷装置

1—机架；2—油压缸；3—支撑轴；4—活塞；5—活塞杆；6—销轴；7—外壳；8—滚动轴承；9—上压盖；10—下压盖；11—主轴承；12—辊筒轴颈

1.2.6 自动测厚装置

自动测厚装置专用以连续正确地测定压延胶片（或胶布）的厚度。这对保证产品的质量十分重要。

按测量方法和原理不同测量厚度可分：机械接触式测厚装置、电感应式测厚装置、气动式测厚装置和放射线同位素式测厚装置。放射线同位素测厚装置又分为透过式和反射式两种。下面主要介绍放射线同位素式。

放射线同位素测厚装置一般采用β射线，β射线的产生是用人造的放射线同位素，主要有铊-204、锶-90 和铈-137 三种。

β射线具有穿透橡胶、塑料和纺织物的能力，其穿透量与被照射的材料厚度成反比，当厚度一定时，穿透量也一定，当厚度变化时，用穿透量的大小测定其厚度。图 1-16 所示是穿透式β射线测厚装置的原理，当β射线穿透胶片进入电离室后，便产生电离电流，β射线穿透量与胶片厚度成反比，这样电离电流亦发生变化，在标准厚度时可测得一个电位差，若实际电位差与标准电位差有差别，通过放大器放大，用偏差指示器指示并记录。

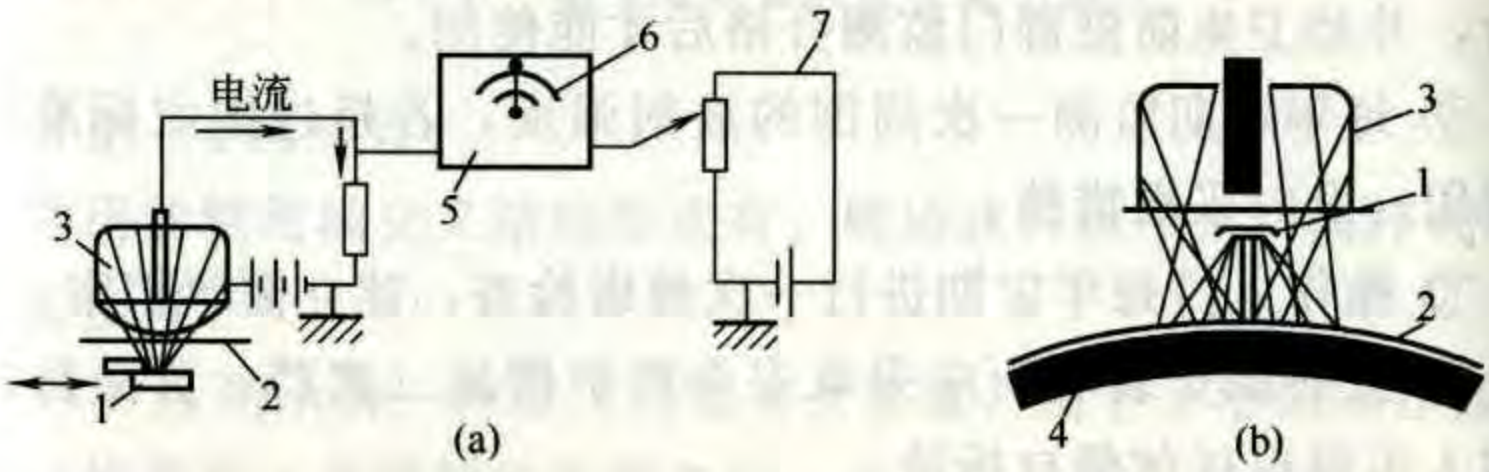


图 1-16　β射线测厚原理图

1—放射体；2—橡胶片；3—电离室；4—压延辊筒；
5—放大器；6—偏差指示器；7—稳定电流装置

反射式测厚装置是利用同位素照射后射线被辊筒反射进入电离室，产生电离电流经扩大显示记录来测量的。

穿透式测厚装置用以测量胶布厚度，一般装在主机与冷却机之间。反射式用以测量包覆在辊筒上的胶片的厚度，因为对帘布双面

贴胶用的压延机，在贴合前两面胶片的厚度必须正确，所以要在辊筒上测定，一般装设在靠近出片的辊筒的表面位置。

此种方法，被测胶片的最大厚度为 2.1mm，最小厚度为 0.1mm，测量精度为±0.005mm，最大辊筒线速度 90m/min。

如将β射线测厚装置与压延机的辊筒调距装置联动在一起，由计算机自动地控制和调节胶片的厚度，实现自动化。

放射线式橡胶测厚仪的安全操作规程如下。

① 放射线式橡胶测厚仪应有专人管理和操作。

② 操作人员必须经过培训，掌握放射线式测厚仪的原理、组成、性能、作用和操作方法及安全事项方能上岗操作。

③ 放射源及测头各部分经有关人员调试后不得拆动。

④ 定期检查测厚仪各部分的使用情况，并做出详细记录。

⑤ 如仪器上覆有胶或其他杂物应及时清除。

⑥ 放射线测厚仪超过一周不使用时应加源盖，不得裸露。

⑦ 如发现测厚仪某部分出现故障时，应立即报告，任何人不得擅自自行处理。

⑧ 测厚仪的安装、调试、维修、更换等必须由安全专业人员进行，并经卫生防疫部门监测合格后才能使用。

⑨ 每年定期监测一次周围的放射强度，若超过国家标准应暂停使用，及时采取措施。

⑩ 操作人员每年定期进行一次健康检查，建立健康档案。

⑪ 放射源安装场所应采取安全防护措施（遮挡、屏蔽防护），任何人不得以任何借口拆除。

⑫ 如发现放射源丢失，要及时向公安机关报案。

1.2.7 辊筒轴交叉装置

轴交叉装置的作用是在辊筒两端施加外力，使两个平行辊筒产生轴交叉，从而补偿由于辊筒挠度引起的胶片厚度不均的误差。

1.2.7.1 装设位置

辊筒轴交叉装置装设的位置和交叉方向与压延机辊筒的数量、

用途及辊筒排列形式有关。三辊压延机一般设在供料辊（1 号辊）上，但也有设在下辊（3 号辊）上的。四辊压延机多用于双面贴胶作业，故一般装设在 1 号辊和 4 号辊上。有关二辊压延机、三辊压延机和四辊压延机不同排列形式的轴交叉装置装设位置如图 1-17 所示。

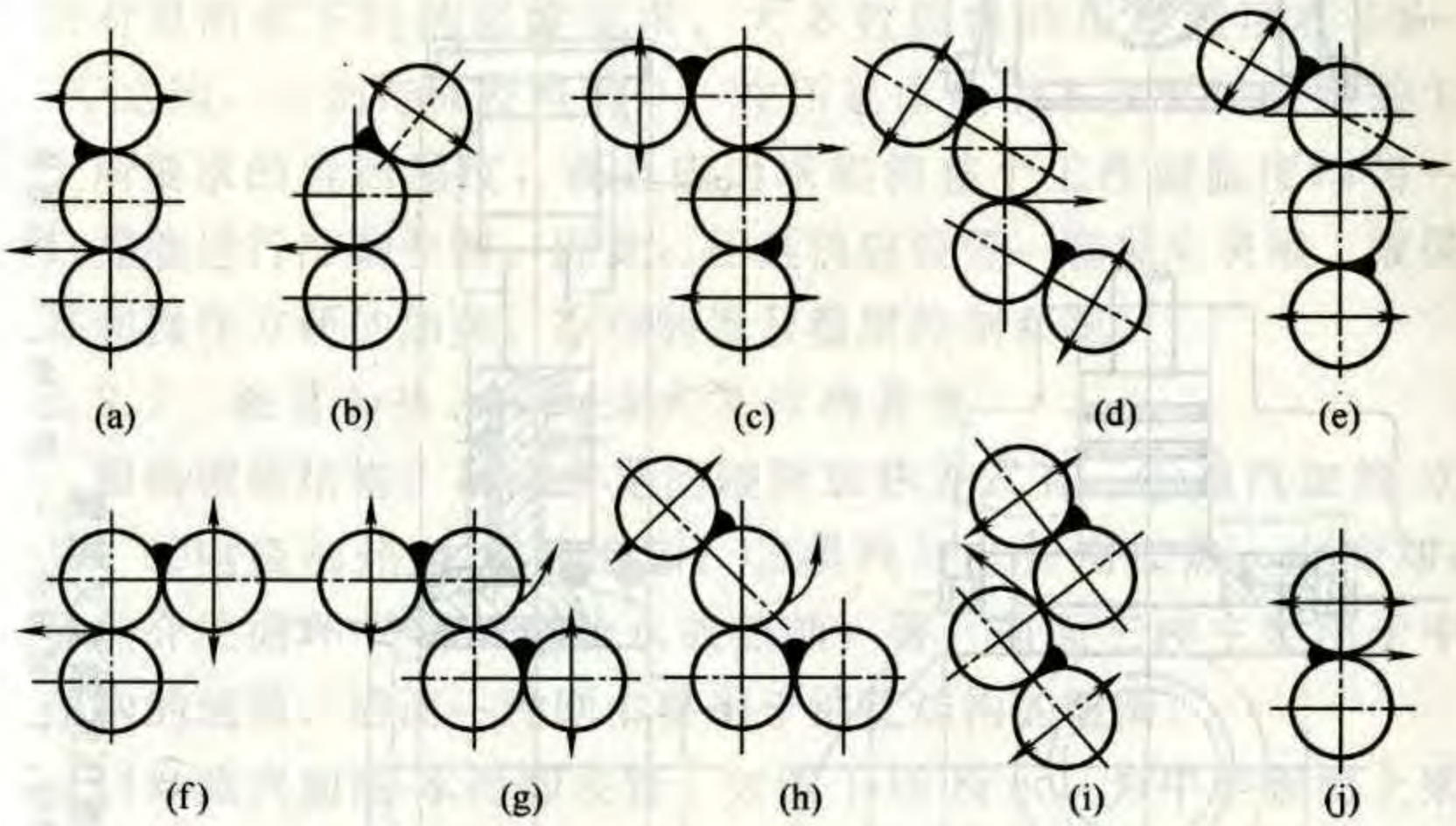


图 1-17　轴交叉装置装设位置示意图

1.2.7.2　结构形式

常用的辊筒轴交叉结构形式有：楔块式、液压式、丝杆式和弹簧式等多种。

图 1-18 所示为一种液压式轴交叉装置，用于 S 形四辊压延机，在 1 号辊筒和 4 号辊筒的两端各装一套。工作时，启动电机 1 经蜗杆蜗轮减速器 2 带动螺杆 3 转动，从而使螺母套 4 移动，推动轴承体 7 在调节块 5 上摆动。另外，液压缸 9 顶推顶杆 8，当左边螺母套 4 往右边移动时，则轴承体 7 往右边摆动，液压缸 9 则往后退。反之液压缸往前推时，轴承体则往左边摆动。两端轴交叉装置彼此反向配合动作，使辊筒轴线偏移。

在螺母套 4 及推顶杆 8 的外周有油槽，保持良好润滑，以使移动灵活。

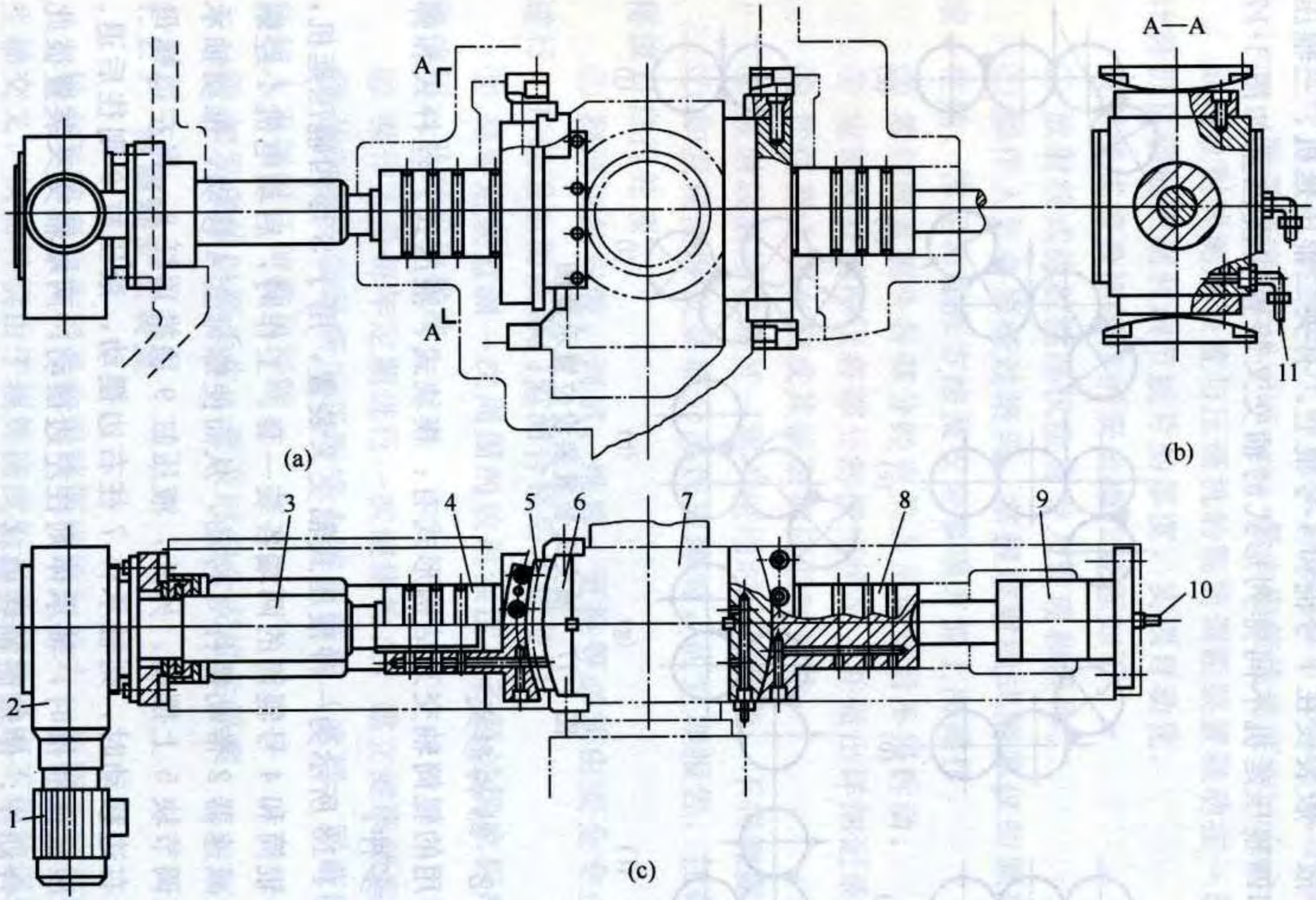


图 1-18　液压式轴交叉装置

1—电机；2—蜗轮减速器；3—螺杆；4—螺母套；5—调节块；6—弧面块；7—轴承体；8—推顶杆；9—液压缸；10—液压油管接头；11—润滑油接头

1.2.8 辊筒温度控制系统

1.2.8.1 温度控制的要求

各种压延作业都需要在一定的温度下进行。辊筒温度的变化和不均匀对压延制品质量有很大影响。不同品种的胶料和不同的工艺方法对辊筒有不同的温度要求，大多数胶料的压延温度在 50～120℃之间，个别特殊胶料例外。在压延作业中不仅要设法维持工艺上所要求的辊筒温度，而且应力求辊筒整个工作面温度均匀一致，并能进行准确控制。因此，压延机应设置一套反应灵敏、效果良好和操作方便的加热、冷却装置及温度控制系统。

1.2.8.2 辊筒加热、冷却方式及结构类型

根据辊筒结构，目前常见的辊筒加热方式有：①蒸汽加热-水冷却；②电极加热-水或油冷却；③蒸汽与电并用加热，水冷却；④导热介质循环-冷却（过热水或热油）等。前面三种主要用于中空结构的辊筒，后面一种则主要用于钻孔结构的辊筒。

（1）蒸汽加热-水冷却装置　如图 1-19 所示，为中空辊筒上采用最广泛的一种加热冷却系统。蒸汽或冷却水通过阀门和旋转接头进入装在辊筒内腔中的长管内，长管上开有许多等距离小孔，蒸汽或冷却水由小孔中喷出，以加热或冷却辊筒。冷凝水则从辊筒内腔经旋转接头排出，排水管路上装有疏水器，以防加热时蒸汽逸出。加热辊筒时，将进冷水的阀门关闭，阀门开启，冷却时与此相反。一套管路系统作加热冷却两用。

这种装置结构简单，维护容易，成本低，但调整温度需靠人工，需要较熟练的技术与经验，同时由于辊筒筒壁较厚，导热慢，且有一定的惯性，因而调整温度时缓慢，辊面温差大，温度不均匀，不能满足高精度压延作业的要求。

（2）电极加热-水或油冷却装置　这种装置主要用于中空结构的辊筒。在辊筒空腔中充以水或导热油，并装有电极（或管状电热器），电极或管状加热器通电后将辊筒内的介质加热，使辊筒升温。同时，辊筒内腔还装有叶片式冷却器，需要时可通入冷却水使辊筒降温。

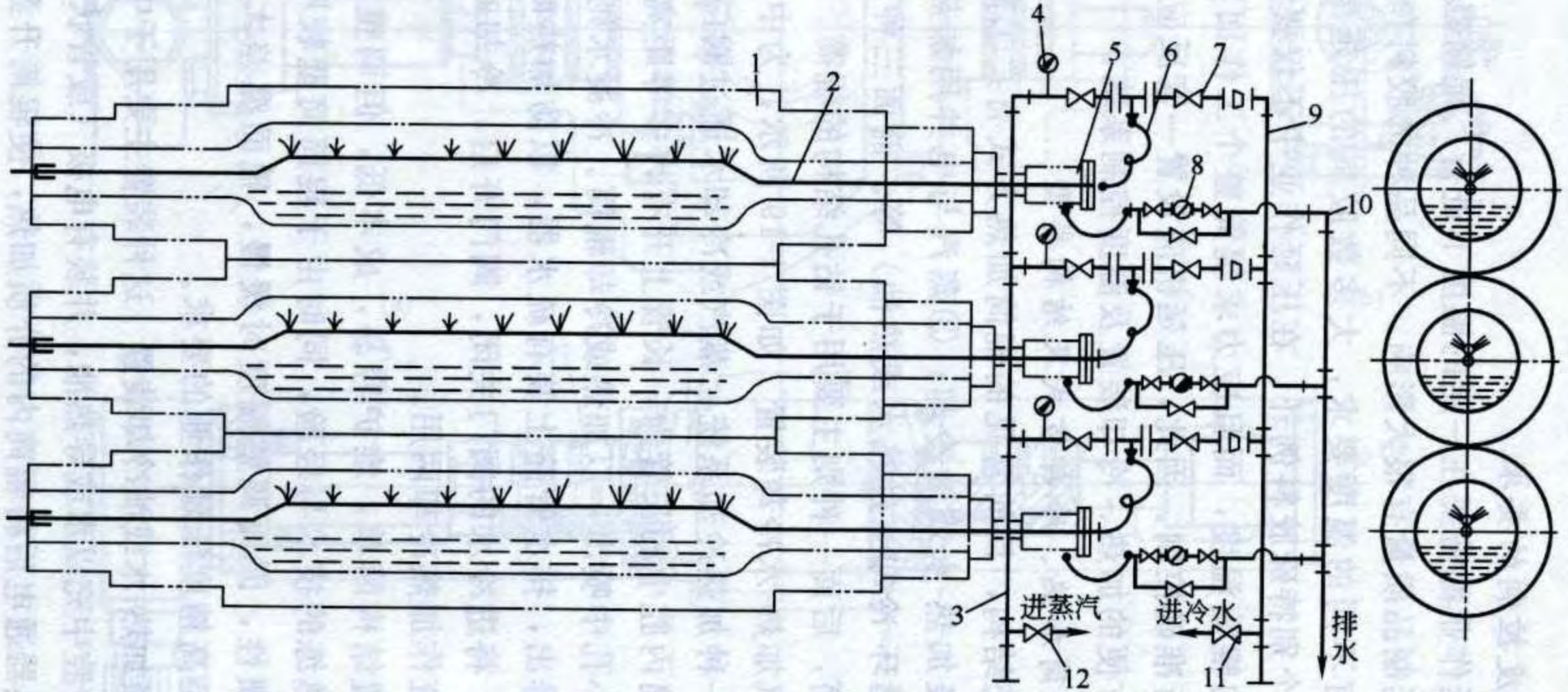


图 1-19　蒸汽加热-水冷却装置原理图

1—辊筒；2—喷水（汽）长管；3—进汽管；4—压力表；5—旋转接头；6—软管；7，11，12—阀门；8—疏水器；9—进水管；10—排水管

电极加热水冷却装置的特点是不用锅炉、蒸汽管路及调节阀等附属设施，结构比较简单，缺点是耗电量大，温度不均匀，调温不便，因而使用较少。

(3) 蒸汽与电并用加热-水冷却装置　这种装置可改进单用蒸汽加热辊面不均匀的缺点。这种结构的特点是除中空辊筒内腔通入蒸汽加热外，在辊筒工作表面的两端还埋入管状加热器，作为对辊筒端部的补充加热，以改善辊面加热的不均匀性，减少辊面温差。温度的控制和调节靠人工进行。

(4) 导热介质循环-冷却装置　现在一般新型压延机均采用钻孔辊筒，而钻孔辊筒均采用导热介质进行循环加热与冷却。常用的导热介质有过热水、导热油及其他热载体（如联苯等），但使用最广的是过热水，其次是导热油。

导热循环加热或冷却时，用专门的加热、冷却设备将介质加热或冷却后，用循环泵通过管道、辊筒端部的旋转接头及中心管进入辊筒内腔，介质再沿辊筒内的斜孔流入靠近辊面的孔中，将辊面加热或冷却，而后又通过斜孔及中心管和辊筒内腔之间经旋转接头排出辊筒重新进入专用加热-冷却装置，根据所需的辊温，再将介质加热或冷却，如此不断循环，把辊筒表面冷却到工艺所需的温度。

1.2.9　辊筒轴承润滑系统

辊筒轴承无论是采用滑动轴承还是滚动轴承，都必须设有良好的润滑装置，保证润滑油的充分供给与排出，才能获得正常的运转。

压延机辊筒轴承的工作特点是大负荷、低转速、较高的工作温度和要求较高的运转精度。在采用滑动轴承时，轴承处于边界摩擦润滑状态，轴承的摩擦功转化为热能，所以要应供给足量的具有良好耐热性能的润滑油，将热量导走，使润滑油和轴承温度保持在许可范围内。如果采用滚动轴承，则摩擦热要小得多，润滑油供给量也可相应减少。

目前广泛采用的是稀油压力循环润滑，图 1-20 所示为三辊压

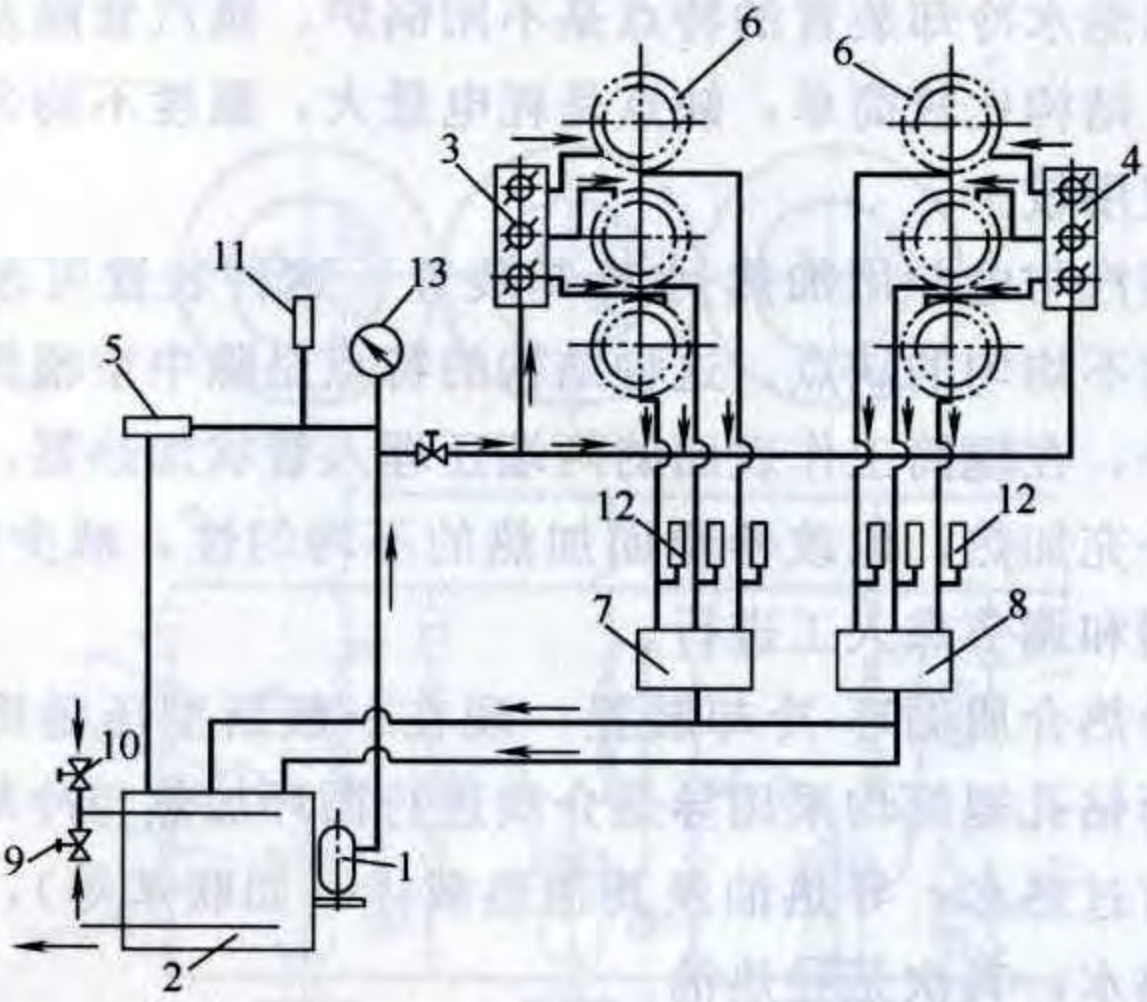


图 1-20　三辊压延机的稀油润滑系统

1—齿轮泵；2—主油箱；3，4—分配器；5—安全调节阀；6—辊筒轴承；7，8—回油箱；9—冷却水阀门；10—加热蒸汽阀门；11，12—水银温度计；13—压力表

延机的稀油润滑系统。润滑油经电动机带动的齿轮泵 1 从主油箱 2 内将油输送到左右分配器 3、4 中，多余的油经安全调节阀 5 流回主油箱 2，分配器 3、4 各装三个阀门分别输送到各个辊筒轴承 6 里，回油经左右回油箱 7、8 返回主油箱 2 内。

主油箱 2 内装有加热或冷却管道，当需要升高温度时，则关闭冷却水阀门 9，而相应打开加热蒸汽阀门 10。当需要降低油温时，则关闭加热蒸汽阀门 10，而适量打开冷却水阀门 9。

主机开动前先关闭供油管路的调节阀，向加热管道内通入蒸汽，待油温达到 30℃时，再开动齿轮泵 1，则全部油经安全调节阀 5 流回油箱。当正常压力达 0.3MPa，温度为 40～50℃时，再开始输油，其压力的高低可通过调节安全阀的螺钉来达到。由压力表 13 指示，其油温用水银温度计 11 测量。各轴承的回油温度分别用水银温度计 12 测试。油温 70～80℃时正常。当回油量不足时，通过行程开关，装在机架上的红色讯号灯便发出讯号。此种系统在国

产压延机上用得比较多。

1.2.10 附属装置

压延机的各种附属装置设在压延机辊筒的附近或机架的前后面，以配合完成压延作业。随压延工艺和机械化程度的不同，附属装置设置的种类也不同。下面介绍几种比较常用的附属装置：挡胶板和刮胶边装置、扩布和扩边装置、切胶边装置、划气泡装置、供胶装置和递布装置等。

1.2.10.1 挡胶板与刮胶边装置

在供料辊筒工作表面的两侧设有挡胶板与刮胶边装置，使胶料在所要求的宽度范围内加工并阻止胶料跑出辊面。挡胶板要能紧密接触辊面并能按所需宽度沿辊面调节。刮胶边装置则应能把与帘布贴胶后剩余在辊筒上的胶边刮下引入供料辊距重新使用。

挡胶板与刮胶边装置的结构形式有多种，但大同小异。图1-21所示为一种应用较普遍的挡胶板与刮胶边装置，它主要由挡胶板1、5及刮胶边刀6组成。挡胶板1、5装在带有燕尾槽的挡胶板座3上，可以上下移动。挡胶板的下部圆弧面与辊面相接触。挡胶板5靠压缩弹簧4保持与调距辊筒工作面相接触。刮胶边刀6装在挡胶板的一侧，一般是装在胶料进入辊距的一侧，且可在挡胶板座的燕尾槽上人工上下调整，其工作面与辊筒轴线成约45°～60°的角度，使刮下的胶边能顺利重新导入辊距中。整个挡胶板用螺母和螺杆相连接，可根据压延幅宽人工转动螺杆在导杆上左右移动而作调整。

这种装置的结构比较简单，但挡胶板与辊面的接触仅靠弹簧的压力，因此与辊面接触不太紧密，当辊距改变时，两个挡胶板之间与辊面之间会有少量间隙，较好的压延机采用气动式挡胶板和刮胶边装置。

挡胶板材料要求强度高和耐磨性好，通常采用酚醛塑料（夹布胶木）、铸型尼龙、青铜或硬木制成。刮胶边刀材料可用锡青铜或

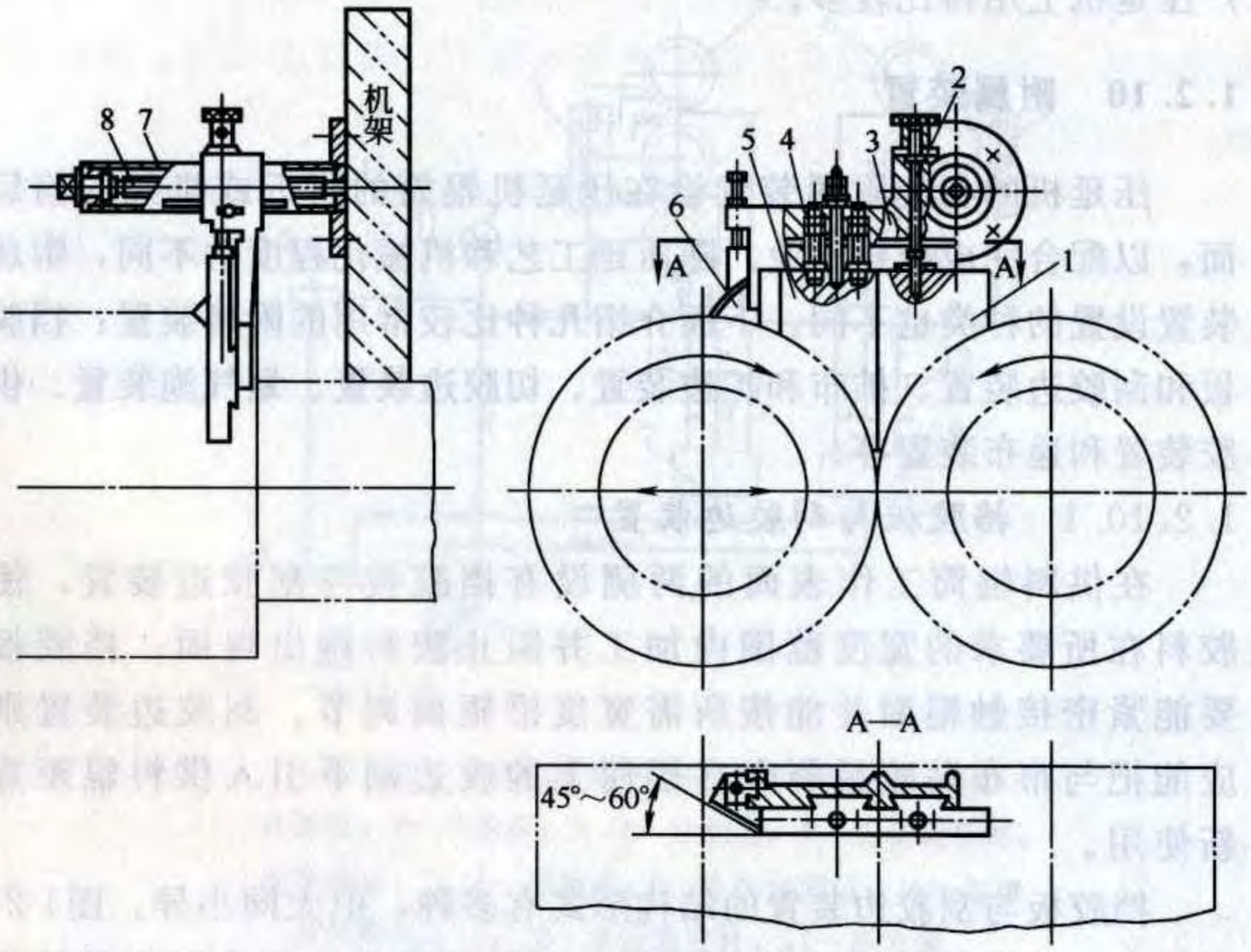


图 1-21　挡胶板与刮胶边装置

1，5—挡胶板；2—拉杆；3—挡胶板座；4—压缩弹簧；6—刮胶边刀；7—导杆；8—螺杆

铍青铜。

1.2.10.2　扩布和扩边装置

纺织物在压延过程中，在张力装置和牵引作用始终处一定张力作用下，从而产生纺织物被拉窄且边部的密度增加，为了保证纺织物宽度不变及密度的均匀性，因而在压延机上设有扩布和扩边装置。

常用的扩布装置按其结构可分为弧形（中间具有 70～100mm 的挠度）扩布器、螺旋（表面上刻有自中间向两端延伸的螺纹）扩布器和旋转辊子扩布器三种，在一台设备中可以联合采用。

图 1-22 所示是旋转辊子扩布器的结构和工作状态。两个辊子 3

固定在带手柄 5 的转动圆盘 4 上，用带拧紧手柄 9 的螺栓 10 将圆盘固定在支架 7 上，支架 7 焊在上活板 6 上，此活板可沿双头螺栓 2 转动，并用螺母 8 将其固定在一定位置上。下固定板 1 由支架固定在机架上，此装置在机架两边各安装一个。

辊子的形状为稍带圆锥形，以保证帘布扩展均匀及增大边缘的展布能力。

图 1-23 为其工作状态。

扩布的方法如下。

帘布夹在两对辊子之间，当辊子沿总回转轴转动时，扩布张力角 β 即行增大，帘布张力随之增大，此时若 α 增大，帘布张力也增大，由于这个原因帘布扩展能力及伸张力均有增加。

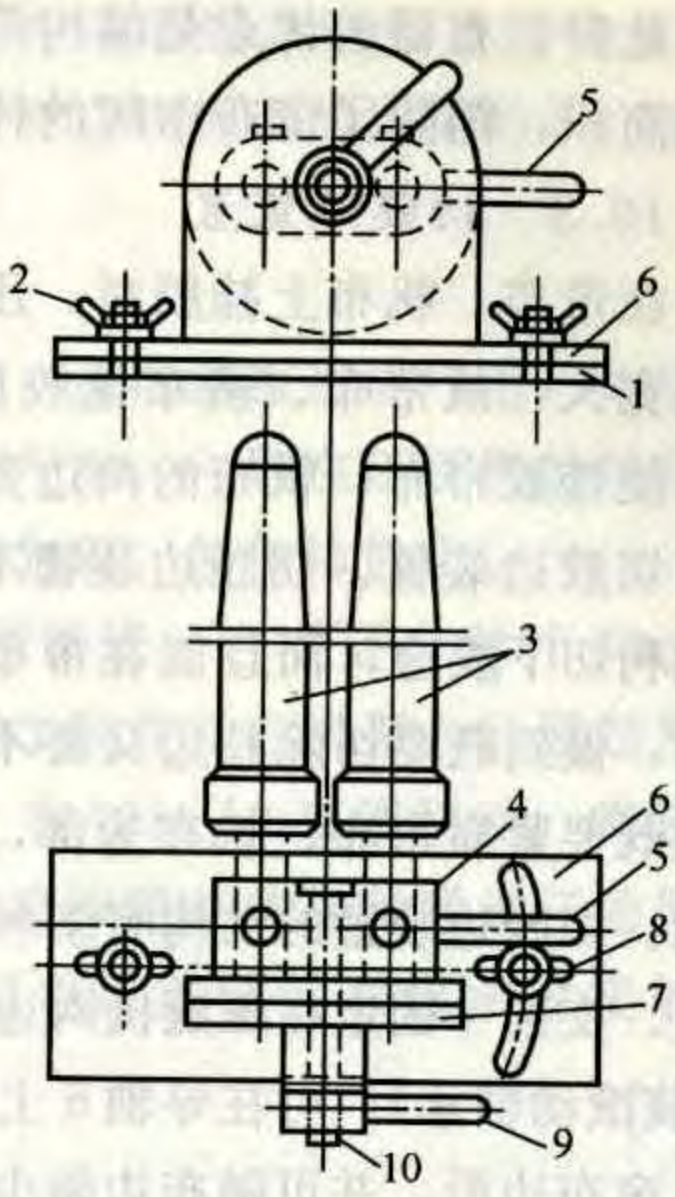


图 1-22 旋转辊子扩布器

1—下固定板；2—双头螺栓；3—辊子；4—转动圆盘；5—手柄；6—上活板；7—支架；8—螺母；9—手柄；10—螺栓

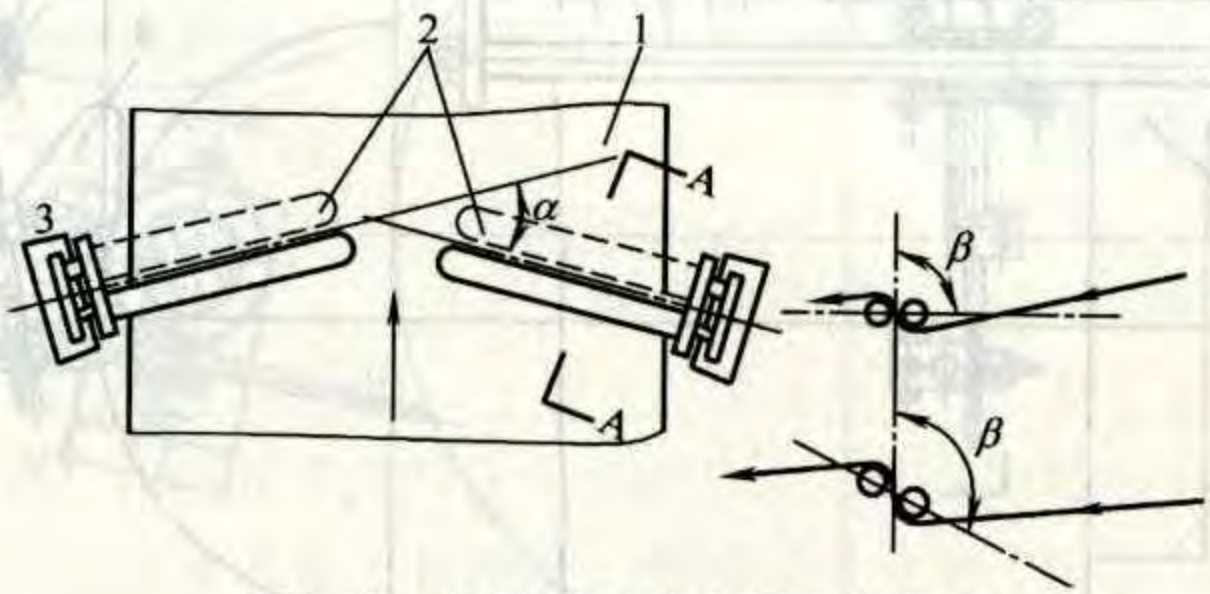


图 1-23 旋转辊子扩布器工作状态

1—帘布；2—辊子；3—固定板及活动板

此种扩布器安装位置最好在两个地方，即帘布还没有受到剧烈伸张的地方和离压延辊筒最近的地方。

此种扩布器的优点是结构简单，操作方便又可靠。提高了帘布使用面积，消除了帘布中间的伸张，帘布密度均匀。

1.2.10.3 切胶边装置

在帘布、帆布上挂胶时，压延的胶片宽度通常要比帘布、帆布的幅宽大，故帘布、帆布挂胶后需将大于其幅宽的不规则胶边切除，使挂胶帘布、帆布的两边齐整。为此，在压延机出料辊的两侧设有切胶边装置。切胶边装置不仅要在帘布、帆布正常运行情况下能顺利切下胶边，而且能在帘布、帆布稍有偏移的情况下也能正常工作，做到既要切除胶边又要不损伤胶布。因此要求切胶边装置的切刀既要紧靠帘布、帆布边部，又能跟随帘布、帆布的偏移而自由移动。切胶边装置的结构有多种形式，图 1-24 所示为移动式切胶边装置。支架 1 固定在压延机两边的机架上。刀架 3 上装有 6 个滑轮 4（内装滚动轴承），可在导轴 6 上自由移动。利用弹簧 5 使挡胶板 8 紧贴在帘布边沿，并可随布边做少量位移。切刀 7 装在刀杆 10 上，刀杆上开有小孔，以调节固定切刀的位置。重锤 9 使切刀紧贴在辊面上。调节螺栓 2 可使切胶边装置绕支架 1 的支承轴作少量偏转。

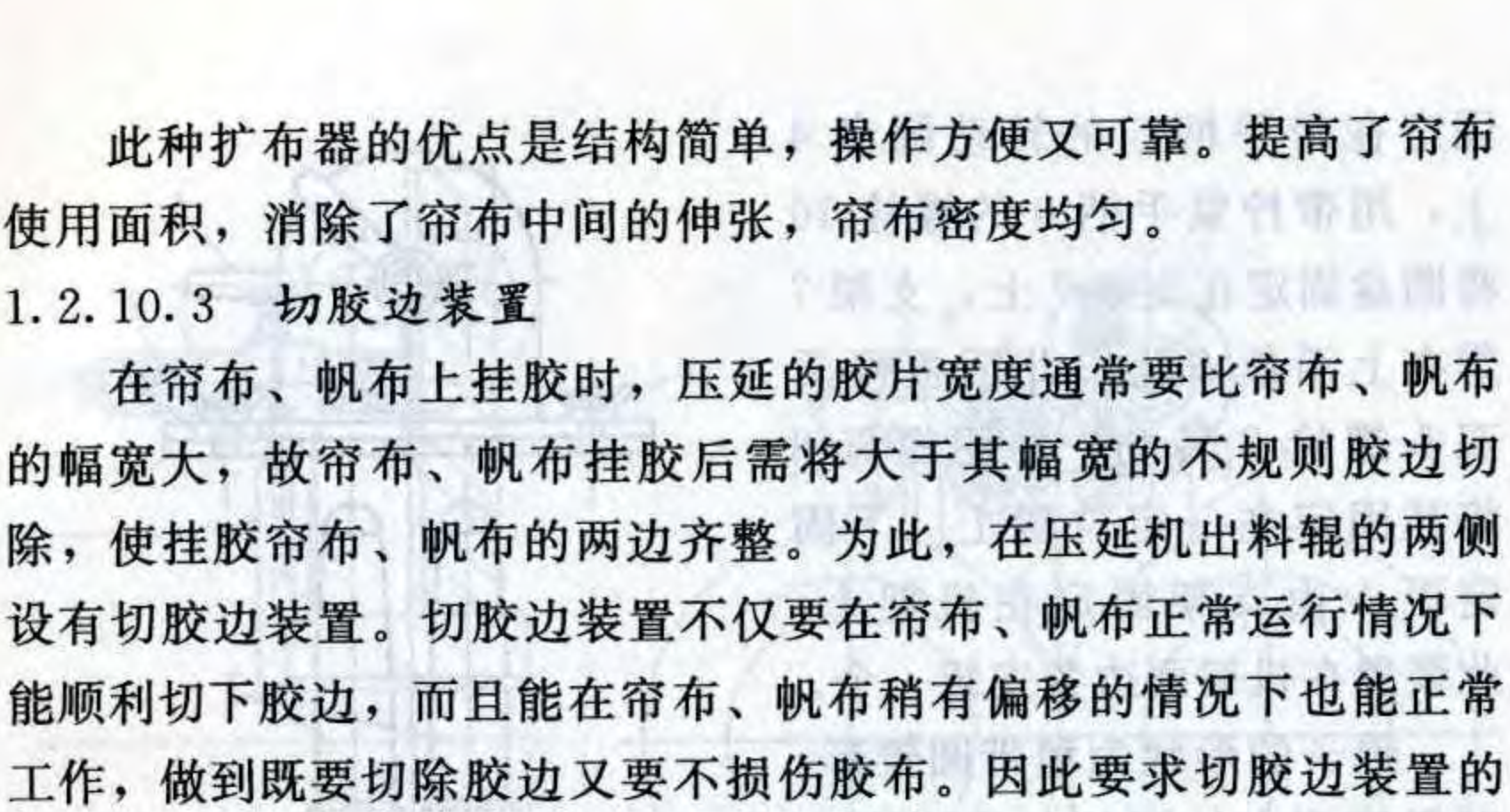


图 1-24 切胶边装置

1—支架；2—螺栓；3—刀架；4—滑轮；5—弹簧；6—导轴；7—切刀；8—挡胶边板；9—重锤；10—刀杆

这种切胶边装置灵活好用，广泛应用与帘布贴胶后的切胶边。另外切刀改成圆盘形，移动的刀架装有直线运动的滚动轴承，使切刀随帘布边的移动更灵活。

1.2.10.4　划气泡装置

胶料在压延过程中难免混入空气，遇热膨胀形成气泡，如不及时清除将影响帘布挂胶质量。为消除气泡，一般在压延机的贴合辊上装有划气泡装置，将辊筒上的胶面划破，使气体散出。

图 1-25 所示为一种常用的划气泡装置，它主要由划针 10、左右螺纹杆 4 和滑座 5 组成，利用导板 1 装在左右机架上。通过左右螺纹杆 4 的转动而带动装于滑座 5 上的划针 10 来回移动，将辊面上的胶层划破。左右螺纹杆 4 由帘布摩擦带动的导辊通过三角带传动而带动。调节弹簧 9 的压缩程度可以调整划针对辊面的接触压

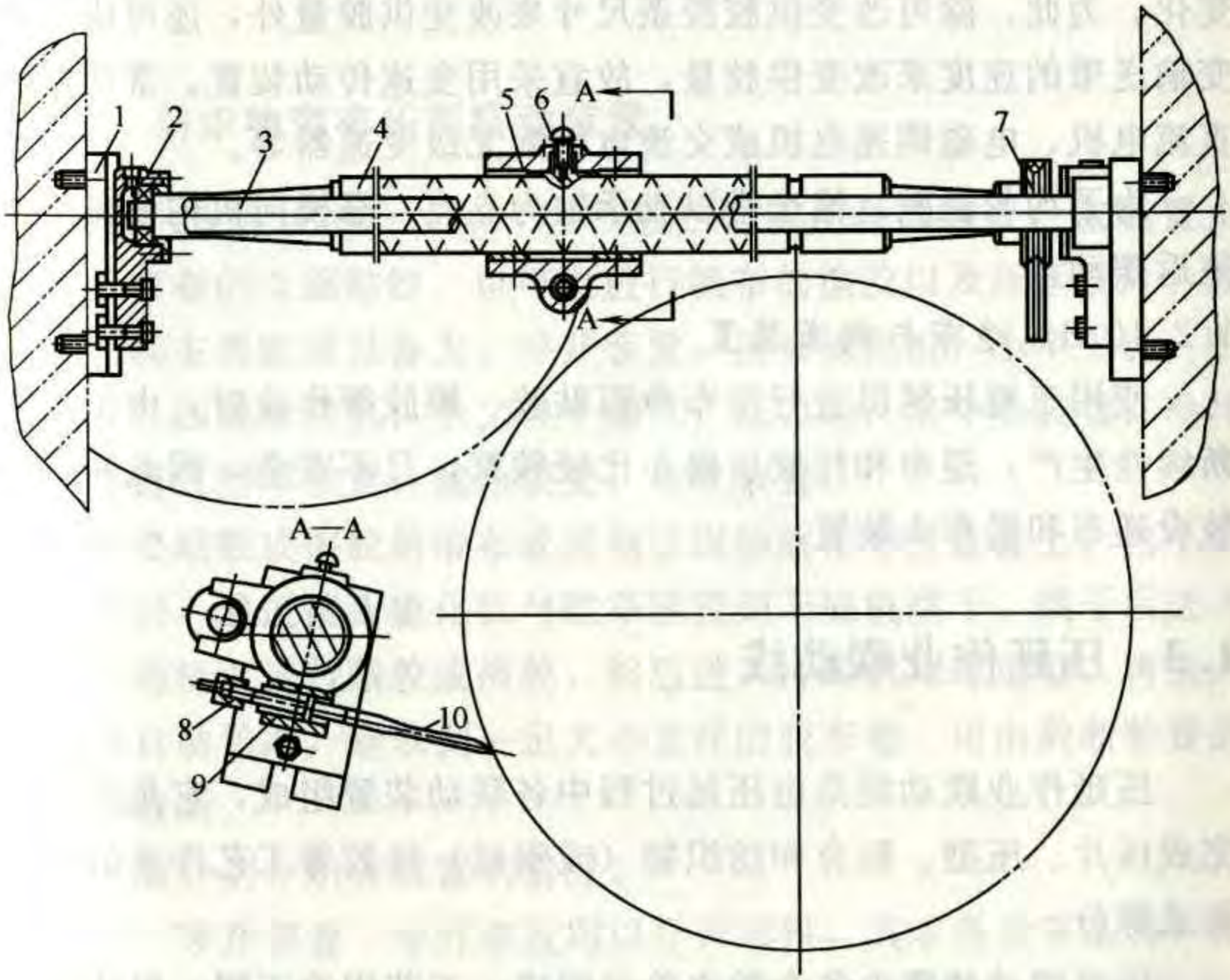


图 1-25　划气泡装置

1—导板；2—轴承座；3—导杆；4—左右螺纹杆；5—滑座；6—销轴；7—V 带轮；8—针杆；9—弹簧；10—划针

力。这种结构的划针移动距离不能调节，销轴 6 容易磨损。辊筒每转动两转，划针沿辊面来回移动一次。

1.2.10.5　供胶装置

供胶装置可向压延机进行连续而均匀地供胶，以减少辊筒负荷变化，有利于提高压延质量。

供胶装置有多种结构形式，但都是由输送带、传动装置和摆动换向机构等组成。由热炼机或销钉式冷喂料挤出机供给的热炼胶胶条经输送带运送落在供胶装置的输送带上，通过金属探测以后，沿辊面来回摆动向压延机供料辊供胶。若胶条中夹有金属杂物时，金属探测仪发出报警讯号，以便人工清除，保护机器免受损坏。探测仪应稳固装设在不受震动的地方，以免影响其灵敏度。

由于压延机工作时速度有高有低，因而要求供胶也能有相应的变化。为此，除可改变供胶胶条尺寸来改变供胶量外，还可应用改变输送带的速度来改变供胶量，故宜采用变速传动装置。常用的有直流电机、电磁调速电机或交流电机配无级变速器等。

为了均匀供胶，输送带以支承轴为支点，靠换向机构使其头部往返摆动。

1.2.10.6　递布与揭布装置

使用三辊压延机进行帘布单面贴胶、擦胶等作业时，由于系统断续性生产，递布和挂胶后揭布比较频繁，且不安全，因此有必要装设递布和揭布头装置。

1.3　压延作业联动线

压延作业联动线是由压延过程中各联动装置组成，它是压延机完成压片、压型、贴合和纺织物（或钢丝）挂胶等工艺作业的重要组成部分。

压延联动装置由各个独立单元组成，工艺用途不同，组成单元也不同。各个单元设备多由各自的直流电机拖动，通过电控方法使各单元设备稳定同步。

当前，在帘布压延机联动装置上，为提高压延半制品的质量，有的在从干燥辊出来的位置上装湿度检查仪表，它可连续指示帘布的湿度。为缩短帘布接头换卷的操作时间，有的采用大卷帘布，一般每卷布长达 1000m 左右，最长者达 4800m。有的设有自动卸走挂胶帘布卷的装置。供胶多采用大规格的开放式炼胶机或冷喂料挤出机、传递式混炼机，并采用工业电视方法检查供胶情况。为导出胶布的空气或水分，还装有排气线架，停放时排除空气或水分。

随着钢丝轮胎和子午轮胎的发展，钢丝压延机及其联动装置发展也很快。钢丝帘布一般采用无纬压延法。有的把压延好的冷胶片贴在无纬钢丝帘布上，运动速度约为 15～20m/min，称为冷胶压延法。下面介绍用于纺织物帘布压延的 Φ700×1800×4 四辊压延联动装置和用于钢丝帘布压延的 Φ610×1730×4 四辊压延联动装置。

1.3.1 纺织物帘布压延联动装置

图 1-26 为 Φ700×1800×4 S 形四辊压延联动装置。该装置主要用于帘布的双面贴胶。也可以进行帆布的擦胶以及压延胶片、胶板等。其主要组成设备为：导开装置；接头硫化机；小牵引机；贮布装置；四辊牵引机；十二辊干燥机；张力架；定中心装置；冷却机；穿透式测厚装置；裁断装置；卷取装置。

需要贴胶或擦胶的帘布或其他纺织物放在导开装置上，由小牵引机牵引，通过接头硫化机与贮布装置到干燥机烘干，烘干后送入四辊压延机上进行贴胶或擦胶，然后进入冷却机冷却定型，再送入卷取机自动卷取，卷取到一定大小直径的胶布卷，可由裁断装置进行自动裁断。

下面分别介绍各装置的情况。

(1) 导开装置　导开装置用以导开布料，其本身没有动力，由主机或牵引装置通过布料进行拖动。该装置上可同时放两卷帘布，在导开轴的端部装有摩擦离合器，使帘布导开时保持一定的张力，张力的大小可用手轮调节。

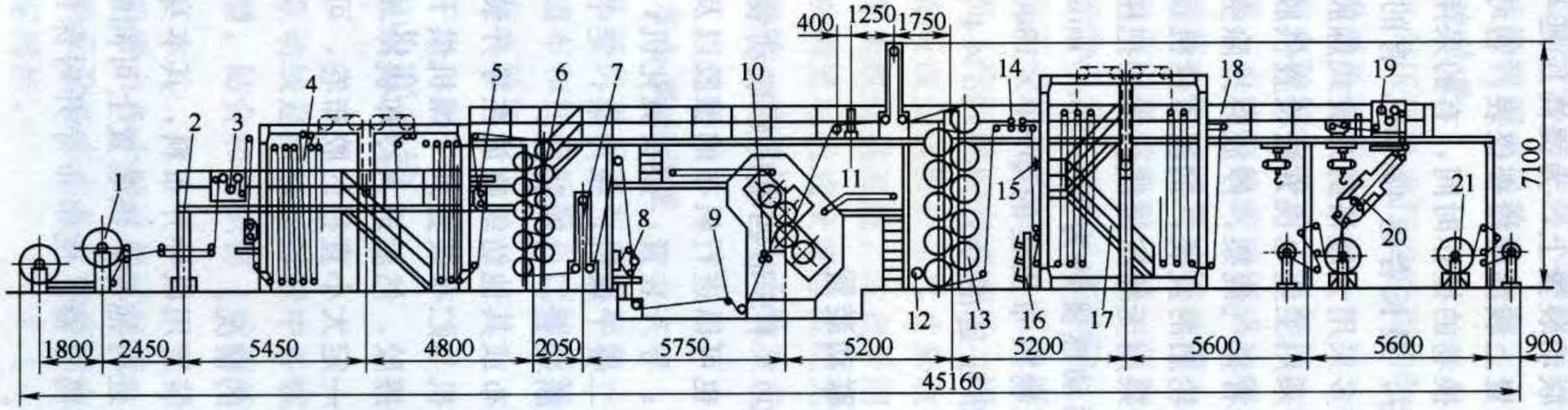


图 1-26　Φ700×1800×4 S形四辊压延联动装置

1—双工位导开装置；2—接头硫化机；3—前牵引机；4—前贮布器；5—定中心装置；6—干燥装置；
7—过张力保护装置；8—大张力区定中心装置；9—扩幅辊；10—三指扩边器；11—测厚装置；
12—打印辊；13—冷却装置；14—断纬装置；15—刺孔辊；16—排线架；17—后贮布器；
18—工作台；19—后牵引机；20—自动切割装置；21—双工位卷取装置

(2) 接头硫化机　用以硫化帘布接头的胶条，使压延作业能够连续进行。

接头硫化机主要由机架、液压缸、平板及一些控制机构等组成，平板用铸铝电加热，加热温度通过电接点温度计自动调节，硫化温度为180～200℃，平板两侧有接头工作台，工作时上平板固定，下平板通过压力水或油控制其升降，总压力为10000kg。在下平板上装一个挡板，当上下平板压合后，挡板触动行程开关，使时间继电器工作，硫化终了便发出讯号，电磁铁动作，下平板复位，硫化完毕。

(3) 小牵引机　小牵引机又名送布器，该机共有三个 Φ230 的工作辊，主要辊是橡胶辊，另两个为金属辊，橡胶辊是通过电动机、行星摆线针轮减速器带动的，其牵引速度为6～60m/min。它的作用是按一定的速度导开帘布，在正常工作时，它的速度与压延速度相等或相近；在接头硫化时便停车，此时工作辊应起夹持作用，防止帘布在张力作用下滑动。硫化完毕，牵引速度要高于压延速度，以便补充贮布量，当达到额定的贮布量后又恢复正常工作速度。用闸瓦控制停车。

(4) 贮布装置　分为前后两个贮布装置，前贮布装置用以贮存硫化接头时连续生产所需的帘布，后贮布装置用以胶布裁断换卷时贮存连续生产出的胶布，从而保证生产线的连续。

它由两排可变中心距的棍子组成，下排棍子装在固定的框架上，上排棍子装在可动的框架上，为保持活动架的平衡，在其上还装有导向链。贮布装置内的张力由液压系统来控制，张力可在50～150kg范围内调节。

贮布装置内有两个行程开关，正常工作时，活动框应处于贮布量57m左右的位置上，当贮布量增加到活动架上撞块触及第一个行程开关时，小牵引机应停车；当贮布量减少，撞块触及第二个行程开关时，整个机组便停车。通过贮布装置上的电阻器控制小牵引机的工作速度。

(5) 四辊牵引机　四辊牵引机用以牵引帘布并保证各区段间的

张力。压延机前后各装一组四辊牵引机。

（6）定中心装置　用以纠正帘布的位置防止跑偏。共有定中心装置四组，单独定中心装置两组，另外小张力架和贮布装置中各有一组。

该装置主要由两根棍子组成，布料穿过棍子前进，当布料（或胶布）跑偏时，通过探测元件和调节器控制定中心装置的执行机构油缸(或汽缸)，使其一端支架移成某一角度，促使胶布返回到中间位置。

（7）十二辊干燥机　用以干燥帘布，该机是无动力式，干燥辊靠帘布的张力拖动，干燥辊用蒸气加热，通过严封头不断排出冷凝水，在帘布进入干燥辊处设有弧形扩布器，保证帘布的宽度与密度。

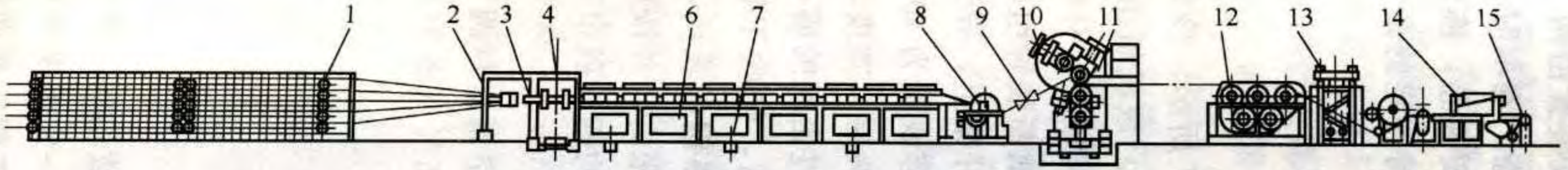
（8）张力架　张力架有两组，分别装在十二辊干燥机和冷却机的后面，它由三个导辊和一对电感式张力计感应元件张力环组成，用以测定压延机前、后区段间帘布与胶布的张力。张力测定范围100～1000kg。测定值可在操纵台上读数。

（9）冷却机　用以冷却胶布。冷却机是无动力式。冷却辊依靠胶布的张力拖动。

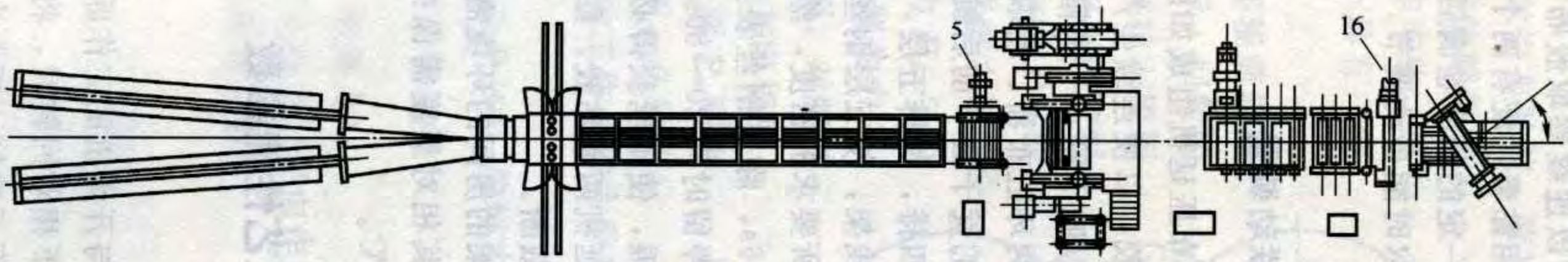
冷却辊多为钢制的双壁圆筒，在双壁圆筒之间焊有多条螺旋形板条，冷却水就在螺旋形板条之间通过。

（10）小张力架　小张力架用以测量胶布卷取时的张力值。胶布每通过250mm，张力架导辊转动一周，导辊上的撞块与微动开关接触，通过电控制在操纵台上的数字计数器以数字显示，以便进行定长裁断。

（11）裁断装置　用以裁断胶布。裁断是用电动机带动的圆片刀进行的，开动电动机使圆片刀转动，同时电磁铁将拖轮吸上，使胶布处于准备裁断位置，此时装在车体上的电磁离合器投入工作，使车体通过链轮与链条的啮合获得与胶布相同的纵向移动，当车体移动时，固定在支架上的齿条带动了装在车体上的齿轮回转，并通过伞齿轮啮合，链条的传动使裁断圆片刀横向移动，裁断胶布，裁断最大宽度为1500mm。裁断完毕，切断电磁铁与圆片刀的电源，通过离合器使车体和圆片刀复位。在裁断时，装在运输带上部的压紧装置工作，防止胶布在张力的作用下脱落。



(a)



(b)

图 1-27　Φ610×1730 压延机联动装置

1—导开架；2—排线分线架；3—托辊；4—清洗浸浆装置；5—电气部分；6—吹干箱；7—干燥箱；8—夹持装置；9—分线辊；10—整经装置；11—压延机；12—牵引冷却装置；13—两环贮布器；14—裁断装置；15—运输装置；16—卷取装置

(12) 卷取装置　用以连续卷取胶布，卷取装置由两个卷轴交替工作。为防止胶布互相黏着，配有两个垫布卷，卷取时在胶布间衬以垫布，一个胶布按一定的长度卷满后，需要换卷，换装有机械式定中心装置，胶布卷取时能自动调节，并保持一定的张力。其卷取速度为 7～70m/min。

1.3.2　钢丝帘布压延联动装置

Φ610×1730 钢丝帘布压延机组成如图 1-27 所示。该机组主要供钢丝帘布进行两面贴胶，以便连续生产之用。该机组由导开架、排线分线架、清洗装置、吹干箱、干燥箱、夹持装置、分线辊整经装置、牵引冷却装置、两环贮布器、卷取机和裁断装置组成。

工作时将绕满钢丝的锭子置于前后锭子导开架上，导开架上设有 660 个线锭座，分成四排，每排五层，锭子容线量为 4000m。钢丝被引出后通过排线分线架，使五层钢丝排成两层，宽度收缩成所需要的宽度，密度接近所要求的密度，然后通过密闭的盛有汽油的清洗槽，浸洗时间 4～16s，除去钢丝表面油污，经吹干箱后进入干燥箱中，钢丝在箱内停留时间 20～80s，预热钢丝表面，再经过夹持辊、分线辊、整经辊，使钢丝获得必要的张力，并按所需的密度精确排列，再进入压延机两面贴胶。贴好胶的钢丝胶帘布送去卷取，并按要求长度进行裁断。

放置钢丝锭子导开架的房间的环境需要用空调进行调节，以保证钢丝胶料的附着力，其相对湿度需保持在 45%（冬季）～55%（夏季），室温为 27～30℃。

1.4　压延机主要工艺性能参数

1.4.1　工作原理

压延机的工作原理与开炼机的工作原理大致相同。两个相邻辊筒在等速或有速比情况下相对回转时，将具有一定温度和可塑度的胶料在辊面摩擦力的作用下被拉入辊距中，由于辊距截面的逐渐变

小，使胶料逐步受到强烈的挤压与剪切而延展成型，从而完成纺织物覆胶（擦胶或贴胶）、钢丝帘布贴胶、胶片压延或压型以及多层胶片的贴合。为了使压延前的胶料能得到进一步的混炼、捏合和均化，通常胶料要预先通过 1～2 个具有一定速比的配对辊筒的辊距。

胶料在压延机两个相邻辊筒辊距内的受力情况如图 1-28 所示。回转的辊筒依靠辊面摩擦力将胶料拉入辊距中，由于辊距截面的不断变小使胶料受到挤压，该挤压力由径向力 P（即横压力）和切向力 T（即摩擦力）组成。径向力 P 可分解为力 P_x 与力 P_y，同样，切向力 T 可分解为力 T_x 和力 T_y。P_y 与 T_y 方向相同，对胶料起压缩作用，而 P_x 和 T_x 方向相反，T_x 力图将胶料拉进辊距，而 P_x 则相反，故要使胶料能拉出辊距，必须使 $T_x \geqslant P_x$。因此压延机必要的工作条件为胶料与辊筒的摩擦角必须大于胶料与辊筒的接触角。

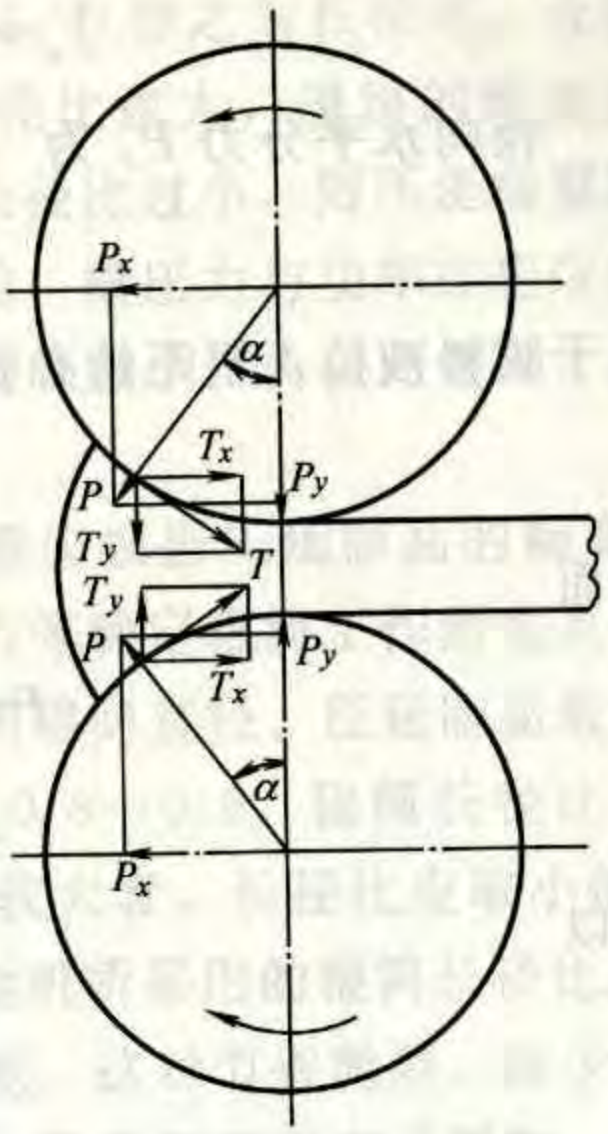


图 1-28　胶料在辊距中的受力情况

从图 1-28 可知只有 $T_x > P_x$ 时，胶料才能拉入辊距。

$$T = Pf \tag{1-1}$$

式中　T——切向作用力（摩擦力）；

P——辊筒对胶料的正压力（径向作用力）；

f——辊筒对胶料的摩擦系数。

由于

$$f = \tan\rho \tag{1-2}$$

则

$$T = P\tan\rho \tag{1-3}$$

式中 ρ——摩擦角。

切向水平分力 T_x 为

$$T_x = T\cos\alpha = P\tan\rho\cos\alpha \tag{1-4}$$

径向水平分力 P_x 为

$$P_x = P\sin\alpha \tag{1-5}$$

由于胶料被拉入辊距的必要条件是

$$T_x \geqslant P_x$$

故而

$$P\tan\rho\cos\alpha \geqslant P\sin\alpha$$

$$P\tan\rho \geqslant P\tan\alpha$$

所以

$$\rho \geqslant \alpha$$

可见，胶料被拉入辊距的条件是必须保证接触角 α 小于或等于摩擦角 ρ。

橡胶或胶料与金属辊筒的摩擦角 ρ 与胶料的组分、可塑度、辊筒温度、胶料温度及辊筒表面形状有关。如可塑度越大、温度越高，摩擦角越大。在一般条件下，铸铁辊筒与胶料的摩擦系数为 0.6～0.9，胶料与金属辊筒的摩擦角 $\rho = 36° \sim 42°$。另外，在压延时辊面具有一定温度，且胶料经过热炼后加入，已呈黏流态，同时压延机是连续供料，堆积胶较少，故胶料与辊面的摩擦角较大，而胶料与辊面的接触角则较小。在实际生产中，通常 $\alpha = 3° \sim 10°$，因而摩擦角远比接触角大得多。因此，在压延作业中，胶料极易被拉入辊距压延成型。

1.4.2 主要工艺性能参数

1.4.2.1 辊筒工作部分直径与长度

辊筒是压延机的主要零部件，其工作部分的直径与长度表示机

器的规格，也标志机器能够加工制品的最大幅宽及生产能力，与其他性能参数有着密切的关系。

辊筒工作部分长度 L 与直径 D 之比 L/D 称之为长径比。长径比是反映辊筒刚度的一个重要数据。长径比愈大，辊筒的刚度愈差，挠度增大，影响压延制品的精度。长径比过小，则压延幅宽减少，生产能力受到影响，而增大辊筒径时，横压力与功率亦相应增大。在辊径相同时，长径比愈大，辊筒刚度愈小。长径比愈大，挠度比也愈大。

选择一个恰当的长径比很重要。一般应根据压延制品的幅宽、胶料的种类、性质及可塑度、单位横压力等确定辊筒工作面宽及合理的长径比，然后再选定符合标准尺寸的辊筒直径。压延制品最大幅宽与辊筒工作部分长度之比值一般为 0.8～0.9。辊筒长径比一般为 2.5～3。胶料硬度大或单位横压力较大者，长径比应取小值，反之可取大值。表 1-4 列出了国内外压延机所采用的辊筒长径比。

采用较大辊筒长径比可增大压延幅宽，这对节省能源、减少设备投资、提高经济效益都有好处。但由于受着辊筒刚度的限制，长径比不能太大。而辊筒的刚度除了其结构形式外，还与所用材料有关。辊筒用一般铸铁制成，其弹性模量平均为 1.1×10^5MPa。如为复合浇铸铸铁辊筒（即外层用一般冷硬铸铁，内层用球墨铸铁），则其弹性模量提高到 1.75×10^5MPa，刚度可增大近 60%，其力学性能也比一般的冷铸铁优越。因此，长径比就能相应增大。

采用复合浇铸材料制造的辊筒是 20 世纪 80 年代初以来压延机的重要改进之一。这种辊筒的特点如下。

① 辊径和辊筒挠度相同时，约可增大辊面工作宽度 20%左右，扩大压延制品幅宽。

② 辊筒工作面长度及辊筒挠度相同时，可以减少辊径，同时可降低辊距间的横压力与驱动功率。

③ 辊筒工作面长度与辊径相同时，可减少辊筒挠度，提高压延制品精度。

④ 铸造工艺复杂，成本提高。

表 1-4　压延机辊筒长径比

中　国		德　国		美　国		意大利	
辊筒规格(mm×mm)	长径比	辊筒规格(mm×mm)	长径比	辊筒规格(mm×mm)	长径比	辊筒规格(mm×mm)	长径比
230×630	2.74	300×700	2.33	150×330	2.2	250×500	2.0
360×1120	3.1	400×1000	2.5	300×610	2.03	350×700	2.0
450×1200	2.67	500×1300	2.6	455×1220	2.68	450×1200	2.67
550×1300	2.36	600×1600	2.67	610×1730	2.84	550×1500	2.73
550×1700	3.1	700×1900	2.71	710×1830	2.57	610×1700	2.79
610×1730	2.84	800×2200	2.75	815×2340	2.87	710×1900	2.68
700×1800	2.57	900×2500	2.78	910×2540	2.79	860×2600	3.0

近年来，有不少压延机制造厂采用新的辊筒材料以增大辊筒长径比或减少辊径。

在实际使用中由于各个辊筒工作温度、辊距和辊距间积胶的不同，产生的横压力也不同。为使结构合理，在辊筒挠度允许的范围内，受力大的辊筒用大直径，受力小的辊筒用小直径，以利节能和提高压延精度。为此，近年来出现了大、小直径辊筒搭配使用的异径辊压延机。

在堆积胶高度相同的情况下，大、小辊筒直径配对的堆积胶体积要比两个直径相同辊筒的堆积胶体积少 30%，因而辊距间的横压力减少，传动功率下降，但胶料导入角增大，增加了胶料的积压力，提高了压延制品的质量。

当前，相配合应用的大、小直径辊筒已在塑料压延机上得到愈来愈多的应用，而在橡胶压延机上还未付诸应用。

1.4.2.2 辊筒线速度与速比

(1) 辊筒线速度 辊筒线速度系指压延机辊筒的圆周速度。由于压延机各辊筒的线速度不同，一般是以压延出制品的辊筒（三辊压延机为中辊或 2 号辊，四辊压延机为中辊或 3 号辊）的线速度为准。线速度是衡量压延机生产能力和水平的一个重要参数。根据压延工艺的要求，最低线速度应能满足慢速启动、操作调整的方便与安全（如递布、引头、检测包辊胶片厚度等）的要求，通常在 3～8m/min 范围内选用。正常工作速度则应能满足生产需要，并应有较大的调速范围，以适应不同压延工艺和制品的需要。通常中小规格压延机的调速范围不小于 3m/min，大规格压延机的调速范围不小于 10m/min。专用压延机（如鞋底压型压延机等）则可固定几种速度。

压延速度与压延机规格有关，辊筒规格小，速度低；规格大，速度高。另外还与其结构有很大关系，特别是与辊筒本身结构、加热冷却方式及传动方式有关，如普通压延机受大小驱动齿轮传动精度差及中空辊筒加热温差大冷却缓慢等的限制，只有精密压延机的压延速度才能适当提高。

理论上压延速度愈高，生产效率也愈高，但所消耗功率也愈大，要求自动化水平也愈高。所以压延速度通常需通过综合考虑而确定。

压延速度的提高受到诸多因素的制约，因此尽管国际上压延机的水平近年来有很大提高，但其压延速度却提高不多，如纤维帘布压延机的速度一般为 50～80m/min，个别为 115m/min，而钢丝帘布压延机的速度通常则在 20～50m/min 之间。

国内大型压延机的压延速度为：纤维帘布双面贴胶为 30～60m/min，钢丝帘布双面贴胶为 4～20m/min，帘帆布擦胶或压力贴胶为 30～55m/min，细布擦胶或压力贴胶为 10～30m/min，压延胶片为 10～30m/min。

各种规格压延机的辊筒线速度见表 1-5。

表 1-5　压延机辊筒线速度

压延机规格	辊筒线速度/(m/min)		压延机规格	辊筒线速度/(m/min)	
	纤维帘布	钢丝帘布		纤维帘布	钢丝帘布
Φ230×630(三辊)	2～10	2.5～7.5	Φ550×1700(三辊)	5～50	
Φ360×1120(三辊)	7.3～21.9	4～12	Φ610×1730(四辊)	5.5～54	3～12
Φ450×1200(三辊)	9～25		Φ700×1800(四辊)	7～70	
Φ550×1300(四辊)		4～20			

(2) 辊筒速比　辊筒速比系指相邻辊筒的线速度之比，它与压延工艺、操作方法及胶料性质有关。为了使胶料可塑度均匀和清除胶料中的气泡，通常供料辊筒具有 (1∶1.1)～(1∶1.5) 的速比。软胶料取小值，硬胶料取大值。对于擦胶作业，为使胶料易于渗入纺织物，擦胶辊筒的速比为 (1∶1.2)～(1∶1.5)。速比愈大，剪切力愈大，擦胶效果愈好，但速比过大会损伤纺织物，且易引起胶料焦烧和导致负荷增大，而速比过小则胶料的渗透作用减弱，影响制品质量，故对于质地均匀的厚帆布可选用较大速比，而对薄而强度低的纺织物则可选用 (1∶1.2)～(1∶1.4) 的速比。对于压片、压型、贴合、贴胶等作业，常采用速比为 1∶1 的等速压延。

国内生产用压延机的速比多为（1∶1.4）～（1∶1.5），试验用压延机速比则为1∶2左右。为了适应多种工艺的要求，辊筒速比最好能在（1∶1）～（1∶1.5）的范围内无级调节。

纤维帘布或钢丝帘布贴胶时，供胶辊筒的速比一般为1∶1.5，而贴合辊筒的速比为1∶1。这种速比根据生产实践的检验，认为压延速度≤35m/min时是合适的，如果压延速度提高，达到70m/min以上时，胶料由于摩擦加剧而急剧升温，为工艺所不许。为此，如日本IHI等公司把高速压延时的速比降到1∶1.3或以下，把贴合辊的速比由1∶1改为（1∶1.01）～（1∶1.03）。实践证明，这样做可减少动力消耗，降低冷却水用量，并能保证压延质量。

1.4.2.3 *横压力*

横压力（又称辊筒分离力）是企图使配对辊筒分离开的被加工胶料的变形阻力，是设计压延机的一个基本数据。

由压延工作原理可知，当胶料进入两大辊筒间的辊筒变形区内时，由于辊距截面的逐渐变小，迫使胶料厚度也逐渐变小，从而使胶料不断受到积压变形，胶料对辊筒的反作用力由小增大。胶料在变形区内各点的运动速度不同，因而在辊筒接触角范围内各点的横压力也不相同。由试验得知，横压力最大值不是在辊距最小处，而是在进入辊距最小处的稍前处。

在压延过程中，影响横压力的主要因素有：胶料性质和胶料温度、辊筒工作速度和速比、辊距大小（压延厚度）、辊筒直径和工作长度、加料方式（连续均匀带状加料还是间歇式成卷加料）及工艺操作方法等。胶料品种不同对辊筒产生的横压力也不同，这是由橡胶分子链结构不同而引起的。例如，在相同的压延条件下，丁腈橡胶比天然橡胶的横压力要高50%左右。同品种胶料若硬度不同，可塑度和黏度不同，则其横压力也不同，可塑度小、黏度大者，则横压力也大。胶料温度和辊筒工作面温度的变化对胶料的可塑度和加工性质有很大影响。实测证明，温度和横压力成反比关系，温度愈低，横压力愈大。辊距和横压力成反比关

系，辊距愈小，横压力愈大，但当辊距超过某一数值后，变化就不明显了。在一般情况下，辊筒工作速度与横压力成正比关系，速度愈高，横压力愈大，但增大比较缓慢，因速度提高剪切速率也提高，温度随之升高所致。辊筒直径和工作长度与横压力成正比关系，辊筒直径愈大，横压力愈大，工作长度越长，总横压力也愈大。压延加工工艺方法不同，产生的横压力也不同。在相同的加工条件下，擦胶和压力贴胶的横压力比一般贴胶的横压力大。

1.4.3 生产能力

1.4.3.1 超前系数

在压延过程中，胶料通过辊距时的速度大于辊筒的线速度，这种现象称为超前现象。超前现象与生产能力有关，在计算时为考虑这种现象而引入超前系数 ρ。超前系数 ρ 为胶料压延速度与辊筒线速度之比如式（1-6）所示，超前系数与胶料性质及胶料与辊筒的接触角大小有关，一般取 $\rho=1.1$。

$$\rho=\frac{v_e}{v} \tag{1-6}$$

式中 v_e——胶片于辊距中运动速度即压延速度，m/min；

v——胶片在辊筒非辊距处的运动速度即辊筒速度，m/min。

在压延过程中，胶料除几何形状变化外，其体积不变，因此在辊距内，变形的胶料厚度缩小，但实际宽度并不改变，只是使其长度剧烈增大，即速度增大，则离开辊筒后，胶料的厚度便要增大，用公式表示如下。

$$ebv_e=hbv \tag{1-7}$$

式中 e——辊距，m；

b——胶片宽度，m；

h——辊筒非辊距处胶片厚度，m；

v——胶片在辊筒非辊距处的运动速度即辊筒速度，m/min。

把上式简化得

$$\frac{h}{e}=\frac{v_e}{v}=\rho \tag{1-8}$$

1.4.3.2　生产能力

压延机的生产能力一般用两种方法表示：一是按单位时间内压延制品的质量（kg/h）；二是按单位时间内压延制品的长度（m/h）或面积（m^2/h）。无论哪一种计算方法必须确定压延半制品的线速度，确定半制品的线速度的方法有两种：第一，按实际测得的压延半制品实际速度取平均值；第二，按辊筒的直径和转数计算出辊筒线速度，即按式（1-9）计算。

$$v=\pi Dn \tag{1-9}$$

式中　v——辊筒线速度，m/min；

D——辊筒直径，m；

n——辊筒转数，r/min。

当辊筒有速比时，以慢速辊筒为计算依据。再依据超前系数求出压延半制品的线速度。

压延机的生产能力计算如下。

（1）按压延半制品长度计算

$$Q=60v\rho\alpha \tag{1-10}$$

式中　Q——压延机的生产能力，m/h；

v——辊筒的线速度，m/min；

ρ——材料超前系数，一般取 1.1；

α——压延机利用系数，按生产条件及工作组织而定，取 $\alpha=0.7\sim0.9$。

（2）按压延半制品质量计算

$$Q=60vhb\gamma\rho\alpha \tag{1-11}$$

表 1-6　橡胶压延机系列、基本参数（GB/T 3578—1992）

辊筒尺寸/mm		辊筒个数	辊筒线速度/(m/min)		主电机功率/kW	制品最小厚度/mm	制品厚度公差/mm	用　途
直径	工作长度		最低	最高				
230	630	2	2	10	7.5	0.5		压延胶鞋鞋底、鞋面沿条等
		3	2	10	15	0.2	±0.02	压延力车胎胎面、胶管和胶带胶片等
		4	4	10	22	0.2	±0.02	压延橡胶
		4	4	10	22	0.5		压延钢丝帘布
360	1120	2	8	20	30	0.2	±0.02	压延轮胎隔离胶片及一般胶片
		3	8	20	55	0.2	±0.02	压延胶布及一般胶片
		4	8	20	60	0.2	±0.02	压延橡胶
		4	4	12	60	0.5		压延钢丝帘布
450	1200	3	10	25	75	0.2	±0.02	压延橡胶
550	1700	3	5	50	110	0.2	±0.01	压延橡胶
		4	5	50	160	0.2	±0.01	压延橡胶
610	1730	3	6	50	132	0.2	±0.02	压延橡胶
		4	6	50	160	0.2	±0.02	压延橡胶
700	1800	3	6	60	300	0.2	±0.01	压延橡胶
		4	7	60	400	0.2	±0.02	压延橡胶

或

$$Q=60\pi Dnhbγρα \tag{1-12}$$

式中 Q——压延机生产能力，kg/h；

v——辊筒线速度，m/min；

h——半制品厚度，m；

b——半制品宽度，m；

γ——半制品密度，kg/m^3；

ρ——超前系数，一般取 1.1；

α——压延机利用系数，取 0.7～0.9；

D——辊筒直径，m；

n——辊筒转数，r/min。

1.4.4 主要性能参数表

橡胶压延机国家标准 GB/T 3578—1992 规定的系列、基本参数（主要性能参数）和辊筒排列形式见表 1-6 和表 1-7。各橡胶机械厂生产的压延机的主要性能参数见表 1-8。

表 1-7 辊筒排列形式

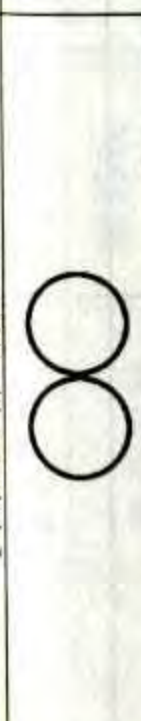
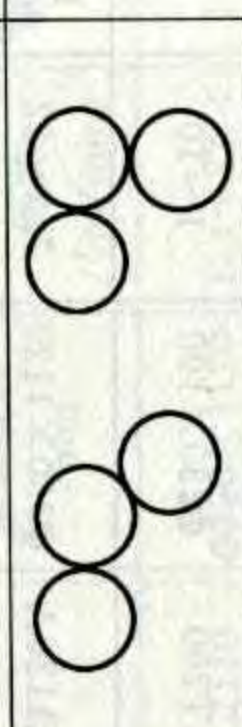
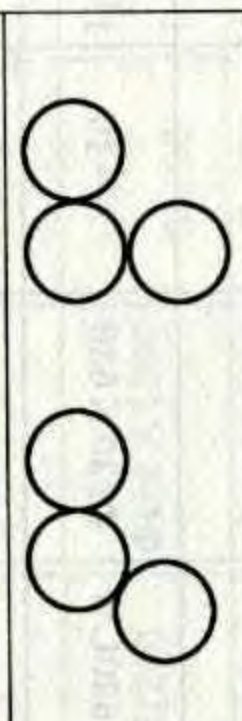
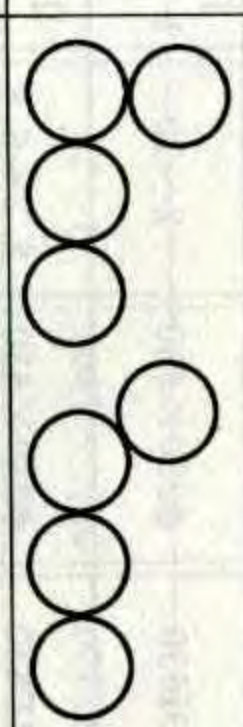
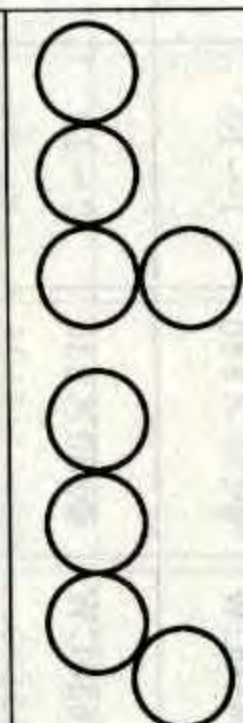
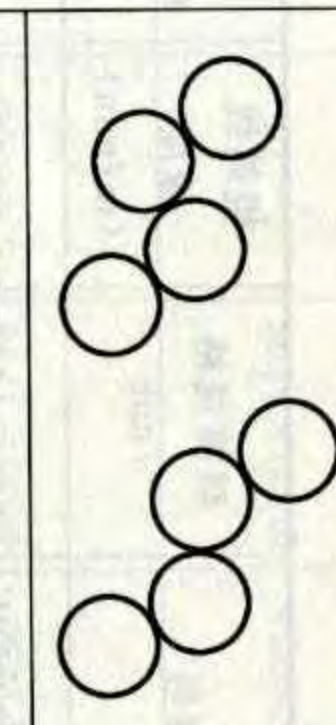
项目	辊筒个数						
	2	3			4		
辊筒排列形式							
	I形	Γ形	L形	I形	Γ形	L形	S形

表 1-8　国产压延机主要性能参数

型号	辊筒规格/mm	辊筒线速度/(m/min)	辊筒速比	最小压延厚度/mm	主电机功率/kW	机器质量/t	外形尺寸(m×m×m)	用途	制造厂
XY-2I630CW	Φ230×630	1～10	1∶1	0.2	5.5	2.5	2.77×0.6×1.35	胶片、胶条	上海橡胶机械厂
XY-3I630CW	Φ230×630	2～10	1∶1∶1	0.2	11	3.8	3.15×1×1.74	胶片、织物贴胶	上海橡胶机械厂
XY-3I630	Φ230×630	2～10	1∶1∶1.21	0.2	11	3.8	3.15×1×1.74	压片、压型	无锡橡胶机械厂
XY-4Γ630	Φ230×630	2.2～6.6	1∶1.5∶1.5∶1	0.2	15	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	无锡橡胶机械厂
XY-4Γ630CW	Φ230×630	2～10	1∶1∶1∶1	0.2	11	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	上海橡胶机械厂
XY-4L630CW	Φ230×630	2～10	1∶1∶1∶1	0.2	15	4.3	3.18×1.12×1.74	压片、压型	上海橡胶机械厂
XY-5T700	Φ230×700	1～10	1∶1	0.2	5.5	3.0	3.6×1.62×1.03	鞋底、围条、靴底、靴面	无锡橡胶机械厂
XY-3F1120A	Φ360×1120	7.3～22	1∶1∶1 0.73∶1∶1	0.2	13.3/40	11	5.5×1.86×2.0	压片、贴胶、擦胶	上海橡胶机械厂
XY-4F1120A	Φ360×1120	4.2～12.5	0.73∶1∶1∶0.73	0.2	18.3/55	13	5.5×1.86×2.32	钢丝帘布	上海橡胶机械厂

续表

型号	辊筒规格/mm	辊筒线速度/(m/min)	辊筒速比	最小压延厚度/mm	主电机功率/kW	机器质量/t	外形尺寸(m×m×m)	用途	制造厂
XY-3L1120	Φ360×1120	1.4～27.4	1∶1∶1	0.2	56	11.2	5.5×1.86×2.0	轮胎缓冲胶片	上海橡胶机械厂
XY-3I1200	Φ450×1200	8.36～25.08	1∶1∶1 1∶1.5∶1	0.1	25/75	26	6.6×1.91×2.75	压片、贴胶、擦胶	天津化机厂
SY-4Γ1200	Φ450×1200	4～40	无级	0.1	18.5×2 22×2	35	8×2.5×3.8		常州第二轻工机械厂
XY-4S1300	Φ550×1300	4～20	1∶1.5∶1.5∶1	0.5	40×2 55×2		7.1×3.7×4.05	钢丝帘布	沈阳橡机厂
XY-3I1730	Φ610×1730	5.4～54	1∶1∶1 1∶1.4∶1	0.15	100	52	7.01×3.95×3.73	压片、擦胶、贴胶	大连橡塑机厂
XY-4Γ1730	Φ610×1730	5.4～54	1∶1.4∶1.4∶1.4 1∶1.4∶1.4∶1	0.15	160	64	7.01×4.105×3.73	帘布双面贴胶、压片、贴合等	大连橡塑机厂
XY-4S1800A	Φ700×1800	7～70	无级	0.2	90×4	120	8.7×4.2×4.1	帘布双面贴胶等	大连橡塑机厂

1.5 压延机维护保养

1.5.1 压延机维护保养内容

压延机的维护保养工作主要是保持清洁、良好的润滑和定期检查及更换易损件等，具体要求如下。

(1) 开机前的保养要求

① 接班人员应认真查阅交班记录上的设备及温控装置运转情况。

② 检查所有电气、联络讯号及安全装置，应灵敏可靠。

③ 检查各润滑部位，发现润滑油不足及时添加。

④ 根据环境温度将液压、润滑油调整到要求温度。

⑤ 启动压延机主机之前，应先启动润滑系统和液压系统后，确认其压力、温度和流量正常后方可启动主机。

⑥ 检查压延机辊距有无杂物，并保持合适辊距。

⑦ 检查传动部位有无杂物，安全防护装置是否牢固。

⑧ 检查各部位螺栓有无松动。

(2) 机器运行中的维护保养

① 启动压延机主机时应从低速开始，逐渐提高至正常工作速度。

② 对压延机辊筒加热或冷却时，应在运转中逐渐升温或降温。

③ 加料前，必须将辊筒加热至工艺规定的温度，所加胶料也必须达到工艺规定的胶料。

④ 调距装置换向时，须待调距电机停转后，方可反向启动。调小辊距时（小于 1mm），辊距间一定要有胶料，以免碰辊。

⑤ 辊筒在轴交叉位置时，如需调距，应两端同步进行，以免辊筒偏斜受损。

⑥ 经常观察轴承油温、各仪器仪表的指示是否正常，设备有无异常声响、振动和气味。

⑦ 经常排放气动系统空气过滤器中的积水和杂物。

(3) 停机后的维护保养

① 压延机工作结束后，将轴交叉装置调回“零”位；放大辊距，取下胶料；待辊温降至60℃以下时，方可停机。

② 全机组停机后，关闭各阀门和动力源。每周末班后将冷却系统中水放掉，清除表面滞留的油污及杂物等。

③ 做好机台的清洁工作。

④ 做好交接班工作。

1.5.2 设备润滑

保持良好的润滑是压延机正常工作的首要条件，有关压延机的一般润滑要求见表1-9。

表1-9 压延机的润滑要求

润滑部位	润滑方式	润滑材料	润滑要求
辊筒轴承	油泵循环润滑	汽缸油HG-24或HG-11，轧钢机油HJ3-28	每月检查或补充油一次，每3～6个月检油一次
主传动减速器	油泵喷油或油池飞溅	汽缸油HG-11或机器油HJ-50	每月检查或补充油一次，每6～12个月清洗换油一次
调距减速器	油池浸浴或油槽浸浴	机器油HJ-50，润滑脂ZN-2	每月检查加油一次
调距螺杆	油杯	润滑脂ZN-2	每月检查加油一次
大小驱动齿轮与速比齿轮	油泵汽油或油槽浸浴	齿轮油HL-30	每周检查一次，每3～6个月换油一次
调距辊筒轴承座与机架滑槽	油枪注油	汽缸油HG-11	每班加油一次
万向联轴器	油嘴	润滑脂ZN-2	每班加油一次

1.5.3 日检、周检和月检要求

(1) 日检内容

① 检查润滑系统、液压系统和温控系统的工作是否正常。

② 检查传动系统及转动零部件有无异常声响和振动。

③ 检查主机辊筒、辅机辊筒、电机及减速器轴承温度是否正常。

④ 检查各仪器、仪表显示值是否正确。

⑤ 检查各汽、气、水、油管路有无泄漏。

⑥ 检查各部位螺栓及紧固件有无松动。

(2) 周检内容

① 包括日检内容。

② 检查主机辊筒、辅机辊筒旋转接头密封状况。

③ 检查辊筒润滑油箱的油量及油质。

④ 检查机架与轴承座滑槽工作面有无拉伤现象。

⑤ 检查主机辊筒上方各部位的连接件是否有松动。

⑥ 检测电动机、减速器等传动系统的轴承温度、噪声和振动值。

⑦ 检查各仪表、阀门的动作是否灵敏好用。

⑧ 检查循环水水质，各项指标应符合规定要求。

⑨ 注意向气动系统油雾器中加注润滑油。

⑩ 向各润滑脂杯加满润滑脂。

(3) 月检内容

① 包括周检内容。

② 检查金属监测器的灵敏度。

③ 检查温控系统是否正常。

④ 检查、清洗或更换液压系统、润滑系统和气动系统的过滤网。

⑤ 检查各联轴器的连接是否松动，弹性联轴器的弹性块有无磨损。

⑥ 检查、清扫电气控制系统。

⑦ 向润滑油箱内补充润滑油。

1.5.4 紧急情况停车

机器在运行过程中出现下列情况时，应立即紧急停车。

① 出现异常振动或声音。

② 控制系统或安全装置失灵。

③ 发现辊筒上方有松动件或有物掉落。

④ 胶料中有异物。

⑤ 安全片（螺母）破裂。

⑥ 危及人身和设备安全时。

1.5.5 设备安全运行注意事项

① 启动机器前，必须先启动油泵电机，油泵先运转 10min。待各轴承得到润滑后，方可启动主电机。停机后应继续运转 10min，使润滑油全部回流油箱。

② 启动压延机主机时应从低速开始，逐渐提高至正常工作速度。

③ 对压延机辊筒加热或冷却时，应在运转中逐渐升温或降温。辊筒加温必须在低速运转中缓慢进行，不能太快，特别是钻孔辊筒，加热要缓慢，在 50～100℃时每分钟升温约 1℃，100℃以上时每分钟升温 0.5℃。加热要在辊筒转动条件下进行。在运行中要控制辊筒温度。

④ 使用调距装置时，尽可能两端轴承同时移动。若两端辊距相差较大时，应将小端放大到与另一端相同后再一起调节。

⑤ 调节 1mm 以下辊距时，应保持辊距有胶料，以免碰辊，损伤辊筒。

⑥ 调距换向时，须待调距电机停转后，方可反向启动。

⑦ 在使用辊筒轴交叉时，不要进行单独一端调距，如需调距，

应两端同步进行，以免辊筒偏斜受损。

⑧ 加料前，必须将辊筒加热至工艺规定的温度，所加胶料也必须达到工艺规定的胶料。

⑨ 注意压延机辊筒轴承回油温度及其他处油温，运行时，应检查各辊筒轴承回油情况与温度，回油温度不高于70℃。检查速比齿轮、大小驱动轮与润滑情况和减速器的温升，不应高于室温50℃。如辊筒轴承回油温度超过80℃或发现温度有剧增现象，应立即停车检查原因。

⑩ 经常观察各仪器仪表的指示是否正常，设备有无异常声响、振动和气味。

⑪ 经常排放气动系统空气过滤器中的积水和杂物。

⑫ 压延机室温不应低于5℃。在冬季室温较低情况下，停机时应将辊筒内部积水排除。

⑬ 机器运转中发生故障时，应立即拉动紧急停车装置，切断电源停止运转。

⑭ 机器工作完毕后，应立即放大辊距，清除余料，降低辊筒线速度。

⑮ 停机时，辊筒必须继续转动一定时间，缓慢降温至60℃后再停机。设有辊温控制的，其降温速度为：在100℃以上时，不大于0.5℃/min；降至100℃以下时，则不大于1℃/min。需将辊面温度缓慢降至80℃以下方可停机。压延机辊筒温度在80℃以上时，不允许停机。

⑯ 停车前，对于设有轴交叉装置的压延机，辊筒转为低速运转后，须将辊筒轴交叉装置退回到零位。

⑰ 停机后应将各辊距拉开，轴交叉装置恢复原位，并出去预负荷或反弯曲力。

1.5.6 基本操作过程及要求

压延胶帘布所用的帘子布一般为纺织物或钢丝帘子布，而纺织物帘子布又分为细布、化纤纺织帘布、帆布等。不同的帘

子布压延时所需的速比有很大差别，一般细布、化纤纺织帘布压延多采用贴胶工艺，其速比为1；压延帆布、钢丝帘布速比应大于1。

速比的调节方法：①三辊压延机一般采用离合器调节，改变速比齿轮的组合形式，以得到不同大小的速比；②四辊压延机一般采用拔键的方法以改变速比齿轮的配合形式，从而得到不同的速比。另外，还可以通过调节变速电机的转速以达到改变速比的目的。

压延机压延速度的调节方法：主要通过改变调速电机的转速的方式进行压延速度的调节。

压延温度的控制：可以采用温度自动控制系统，根据压延工艺要求调节辊筒的辊温。小型压延机采用人工调节的方法调节辊温。

压延半成品的厚度测量与调节：一般有自动测厚和手动测厚两种方法。自动测厚装置与计算机连接，将所测厚度数值反馈到计算机，经计算机计算处理后，向调距装置及挠度补偿装置分别发出指令，使它们按照要求进行调控，以改变辊距的大小或厚度误差补偿量，实现动态调控。手动测厚仪主要用于压延速度较慢的帘布压延生产，应采用多点测量，尽量缩短测量间隔的时间，及时发现问题及时进行解决。测量厚度应取在胶布冷却后的位置。

思 考 题

1. 压延机的用途是什么？
2. 压延机如何分类？
3. 压延机的规格和型号是如何表示？
4. 简述压延机的基本结构。
5. 对压延机的传动要求有哪些？

6. 压延机的主要零部件有哪些，各有什么作用？
7. 什么是压延过程中的超前现象，什么是超前系数？
8. 压延机生产能力是如何计算？
9. 帘布压延联动装置的主要组成设备一般有哪些？

第2章 压延效应

2.1 胶料在辊筒缝中的受力情况及流动状态

2.1.1 胶料在辊筒中的受力情况

从压延原理上看，压延过程主要是通过两个辊筒作用把加热塑化后的胶料碾压成具有一定厚度和宽度的胶片的过程。它和开炼机的压片过程非常相似，可简化为如图 2-1 所示。

从图 2-1 可见，当把胶料加入到压延机的两个辊筒之间时，由于辊筒的旋转，把胶带带入辊隙（h_0）中，然后在辊筒间的压力作用下，胶料被碾压成具有一定厚度（h_2）和宽度（W）的胶片。

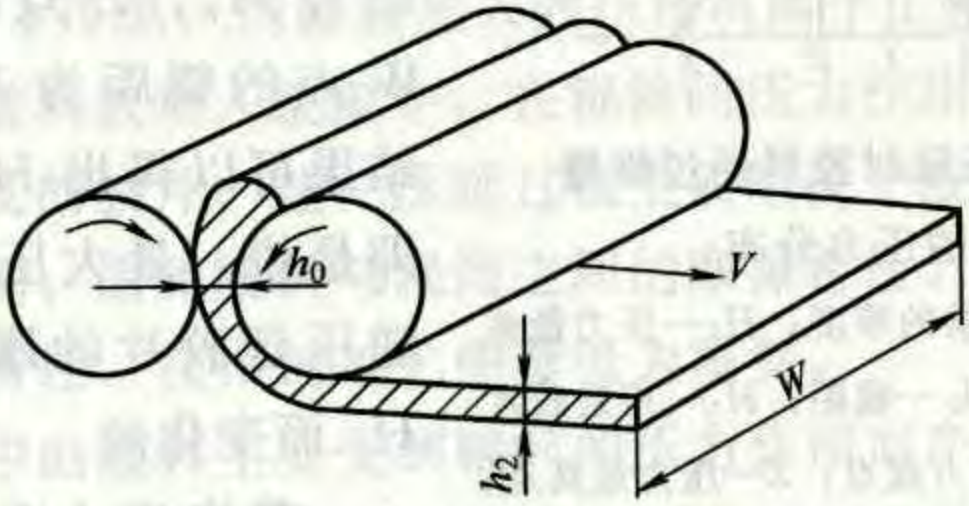


图 2-1 压延过程示意图

从表面上看，压延过程只是胶料的造型的变化，但实质上它是一种橡胶黏流体流动过程。在压延过程中，胶料一方面发生黏性流动，一方面发生弹性变形。

从流体力学知道，要使任何流体产生流动，都必须有动力推动。压延时，推动胶料流动的动力来自两个方面：一是辊筒旋转拉力，它由胶料和辊筒之间的摩擦作用产生，它的作用是把胶料带入辊筒间隙；二是辊筒间隙对胶料的挤压力，它使胶料推向前进。

橡胶是一种非常黏稠的流体，压延时胶料会被摩擦力带入辊

缝而流动。由于辊缝是逐渐缩小的，因此当胶料向前行进时，其厚度越来越小，而辊筒对胶料的压力越来越大，直至在辊缝的某一位置处出现最大压力值。然后胶料在强大的压力作用下快速地流过辊距处。随着胶料的流动，压力逐渐下降，至胶料离开辊筒时，压力为零。这就是说，在压延时胶料在辊缝中所受到的压力随辊距而变化，其变化规律是先从小到大，然后从大到小，如图2-2所示。

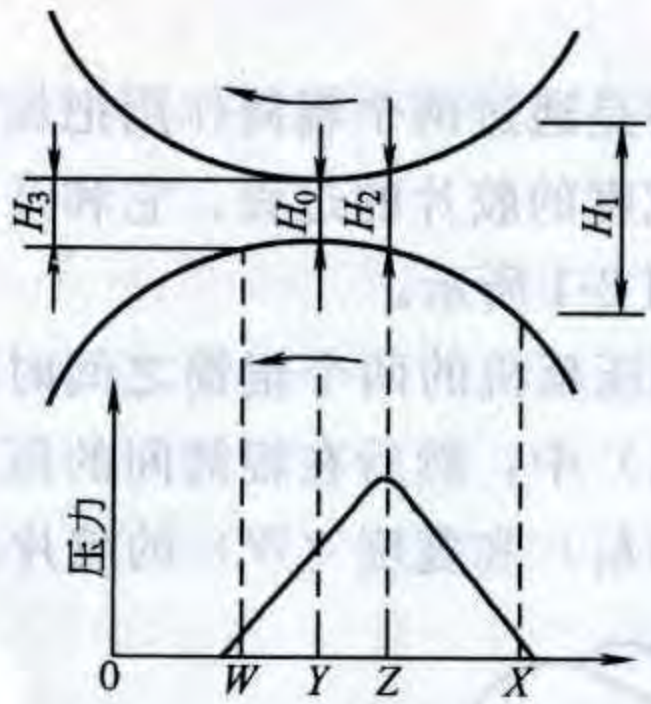


图 2-2　压延时胶料经过辊缝时的压力分布

H_1—胶料受压前的厚度；H_2—压力最高点处的辊距；H_0—辊距；H_3—压延胶片的厚度；X—压力起点；Z—压力最高点；Y—辊距对应点；W—压力零点

从图2-2中可知，当胶料从X点进入辊缝后，压力逐渐上升，至Z点达到最大压力值。然后压力下降，在W处压力为零。试验结果表明，在最小辊距处（即Y点处）的压力为最大压力的一半。若取Y点的辊距为H_0，Z点的辊距为H_2，W点的辊距为H_3，则从试验结果可以得出$H_2=2H_0-H_3$。即是说，最大压力点的位置是随压延胶片的厚度H_3及辊距H_0而变化的。

若将压力分布曲线积分，并乘以辊筒工作长度，则可算得辊筒对胶料的总压力。通常所说的“横压力”是指胶料反作用于辊筒表面的力，其大小与总压力相等，而方向相反。

随着胶料逐渐减少，压力逐渐增大，达最大后逐渐减小，胶料经过最小辊距处，压力继续下降，但不为零，胶料也继续向前流动后经过一段距离，压力降至为零。这种压力分布曲线在最小辊距处压力不为零这点上接近于实测值。因此，在总的趋势上，它与实际相近。

影响横压力大小的主要因素有辊筒直径、辊筒线速度、辊筒工

作部分长度、辊距、胶料黏度和温度等。一般随着辊筒直径、工作部分长度和胶料黏度的增加，横压力增大；在较小辊距范围内，辊距减小，横压力增大；温度升高，会引起胶料黏度下降，因而横压力下降；辊距增大，开始横压力增加，但是，辊筒速度增加到一定值时，胶料黏度下降，横压力增加值减少，这是由于胶料非牛顿特性所致。

横压力是胶料作用于辊筒表面的力，根据实际计算，辊筒直径为 200mm 的压延机，在辊距为 0.1mm 下压延时，横压力可达 14.1kN。可见，压延时胶料对辊筒的横压力很高，常会使辊筒产生弹性弯曲，导致压延胶片中间厚，两边薄，因此，在压延机的设计上常根据不同的情况采取精度补偿措施。

2.1.2 胶料在辊筒中的流动状态

压延机的工作原理与开炼机的压片过程颇为相似，它可简化如图 2-1。由图 2-1 可见，当胶料加入到压延机两个工作辊筒之间时，随辊筒转动，胶料被带入辊隙中，在辊筒间压力作用下，被碾压成一定厚度和宽度的胶片。这一压延过程主要取决于胶料进入辊隙并能顺利产生流动。因此胶料与辊筒之间的摩擦特性、胶料的黏性流动和弹性变形特性，在压延工艺中都极为重要。

处于辊缝中的胶料主要受到辊筒的压力作用而产生流动。但辊筒对胶料的压力是随辊缝的位置而递变的，因而造成胶料的流速也随着辊缝的位置而递变。其状态如图 2-3 所示。

由图 2-3 可知，当胶料到达压力零点 X 时，由于辊筒旋转的

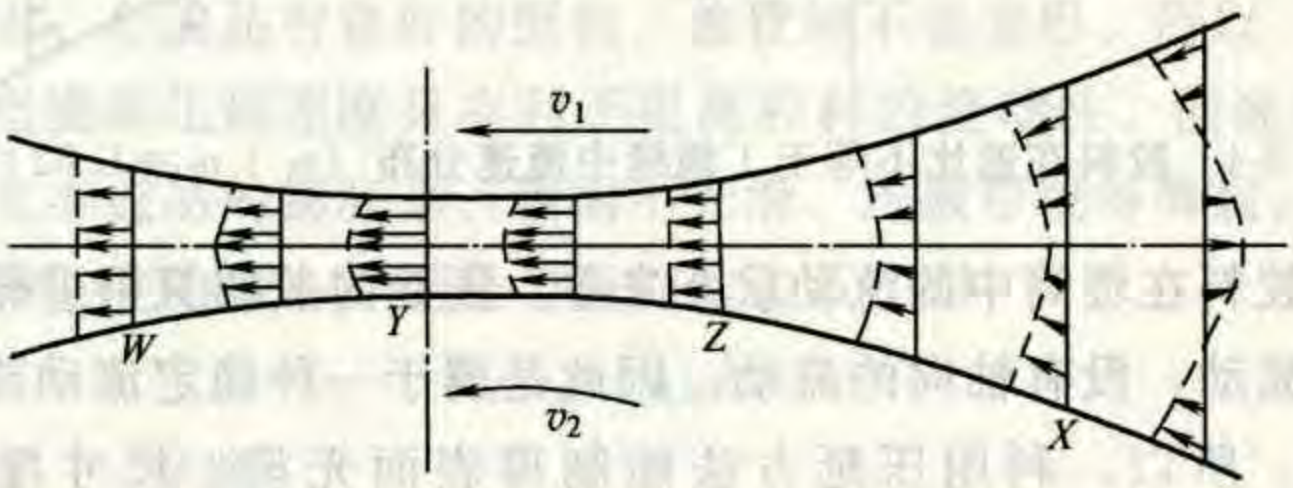


图 2-3 胶料在等速辊缝中的流动速度分布（$v_1 = v_2$）

拉力作用，使沿辊筒表面的胶料的流速快于中央部位，这时在内外层之间便出现了凹形的速度梯度。但是随着胶料的继续向前推进，压力逐渐增加，中央部位的流速逐渐加快，这时内外层的速度梯度逐渐消失，到达压力最高点 Z 处各部位的速度就趋于一致了。过了 Z 点后，由于压力推动作用很大，使中央部位的流速加快，逐渐超过边侧部位，此时内外层的速度梯度就变成了凸形，而且在 Y 点（辊距 H_0 处）形成了最大的速度梯度。这种速度梯度随着胶料继续前进，压力递减，又逐渐消失，当到达压力零点 W 时内外层的速度又复归一致。

由于在辊距 H_0 处（即 Y 点上）具有最大的速度梯度，因此当胶料流过此处时将受到最大的剪切作用，胶料被拉伸、碾延而成薄片，但当它一旦离开辊距后，由于弹性恢复的作用而使胶片增厚，最后所得压延胶片的厚度都大于辊距 H_0。

图 2-3 所示的是当两辊筒线速度相等时胶料的流动状态。当两辊筒线速度不相等时，胶料的流动状态和流速分布就变成了如图 2-4 所示的形状。图 2-4 中最主要的特点是改变速度梯度分布状态。总的结果是增加了剪切力。

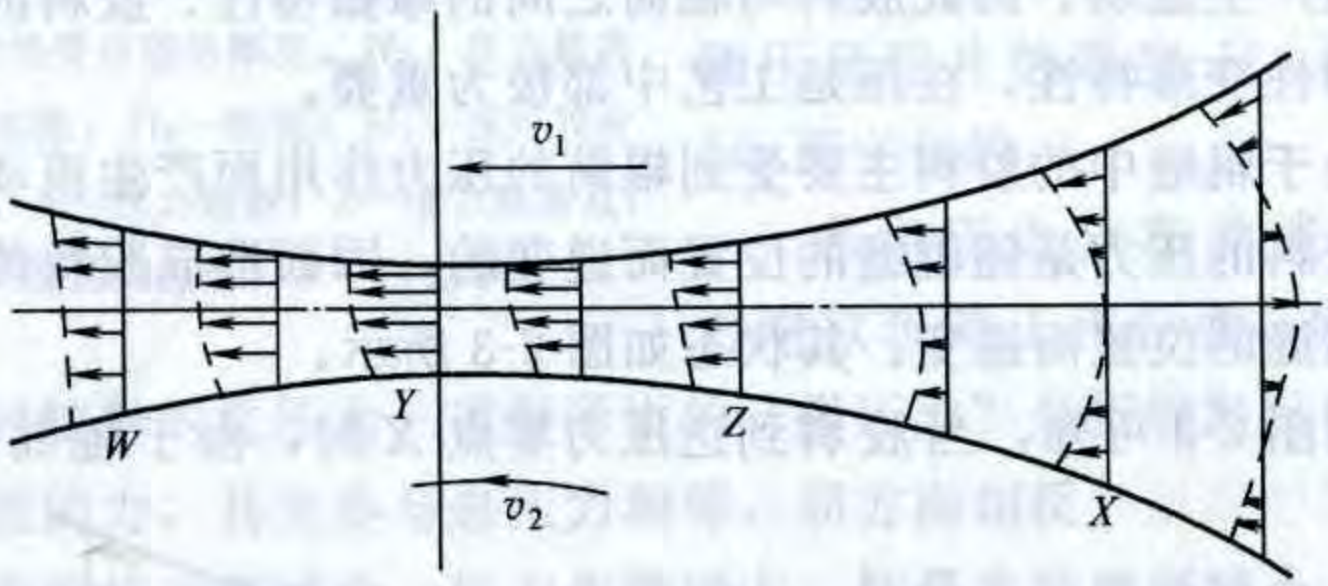


图 2-4　胶料在速比不等于 1 辊缝中流速分布（$v_1 : v_2 = 1.22 : 1$）

从胶料在辊筒中的流动状态来看，压延时胶料只沿着辊筒的转动方向流动，没有轴向的流动，因此是属于一种稳定流动或是层流的状态。所以，利用压延方法能制得表面光滑、尺寸准确的半成品。

2.2 压延效应

2.2.1 胶料黏度在压延中的效应

为使压延过程顺利进行，首先要求胶料应有良好的流动性。胶料的流动性一般是用黏度来衡量的，胶料的黏度值小，表示流动性好，反之则表示流动性差。

按照牛顿黏度定律，普通液体的黏度（以 η 表示）是一个常数，等于切应力（以 σ 表示）和切变速率（以 γ 表示）之比。用来表示流体流动阻力大小，黏度愈大流动阻力愈大流动性不好，一般对于多数低分子液体其黏度值在一定温度下为一个定值，但橡胶的黏度不是一个常数，而是随切应力和切变速率的增大而减小。橡胶黏度的特点如图 2-5 所示。图 2-5 中的曲线表明黏度 $\eta=\sigma/\gamma$ 的变化规律，故称为流动曲线。曲线向 Y 轴（纵坐标）弯曲，表明切变速率愈大、黏度愈小，而且说明切变速率对黏度的影响比切应力大。

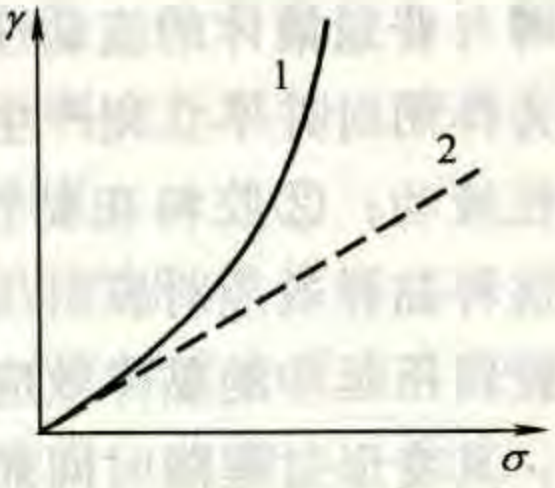


图 2-5 橡胶黏度的特点

1—橡胶流体流动曲线；2—牛顿流体

胶料黏度与切变速率的这种依赖关系，对压延工艺来说是很有意义的。例如，压延时切变速率很大的，此时胶料表现得很柔软，流动性很好，适合于工艺加工的要求。而当胶料流动停止后，黏度变得很大，半成品有良好的挺性，放置时不会变形。所以，一般来说，适当提高压延速度只有利于提高胶料的流动性。但速度太高，又有增大半成品的膨胀率、表面不光滑、压破帘线等弊病。

胶料黏度的另一特征是与温度的关系，即

$$\eta=Ae^{\frac{E}{RT}} \tag{2-1}$$

式中 A——常数；

R——气体常数；

E——活化能；

T——热力学温度，K。

式（2-1）说明，当温度增加时，黏度将显著降低。因此，可利用提高胶料温度和压延机辊温的办法，提高胶料在压延时的流动性（可塑性）。为此目的，供压延用的胶料通常都要进行热炼，以提高温度。

2.2.2 胶料压延中的黏弹效应

橡胶是一种黏弹性体，即兼有黏性和弹性两种性质。因此胶料流动时与普通液体的流动性有很大区别，主要表现为两点：①胶料受外力作用时并不立刻产生黏性流动，必须经过一定时间后才能产生黏性流动；②胶料在黏性流动过程中伴随着弹性变形和弹性恢复。这种黏弹效应对胶料压延半成品质量有着重要的影响。

胶料压延中的黏弹效应可用图 2-6 表示。胶料在 t_0 时受到外力作用，其变形过程随时间而发展，依次为瞬间弹性变形（AB 段）、黏弹性变形（BC 段）和黏性流动变形（CD 段）。所需时间相应为 t_0-t_1。在 t_1 时解除外力，则胶料产生弹性恢复，其恢复过程也随时间而推进，依次为瞬间弹性恢复（DE 段）和黏弹性恢复（EF 段），如果在 F 处加热，则胶料继续产生热弹性剩余恢复（FG 段）。最后在变形中剩下来的是永久变形（GH 段）。

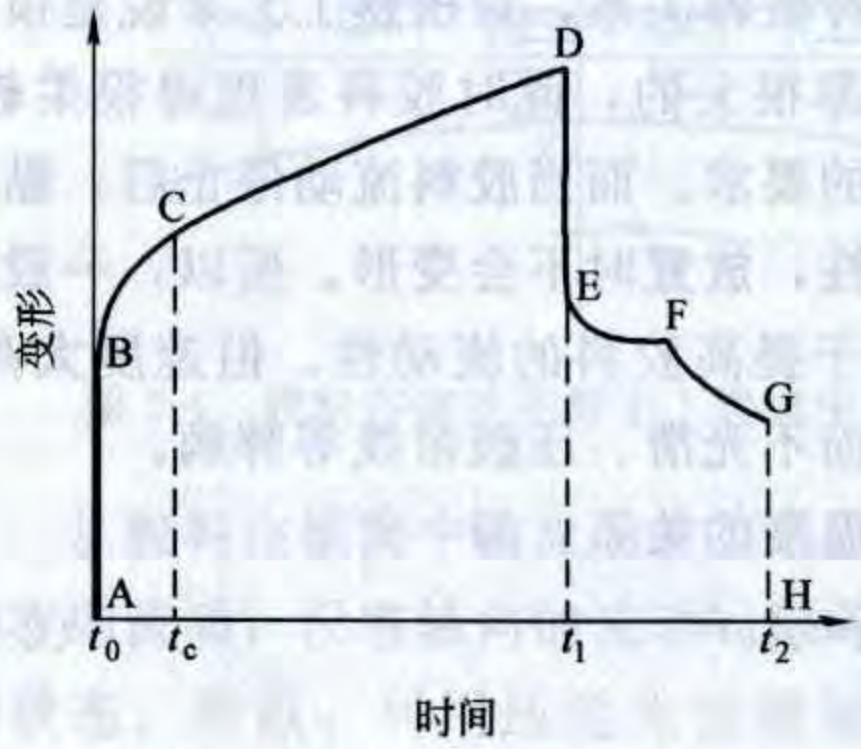


图 2-6 胶料的变形-时间关系

由图 2-6 可见，胶料受外力作用后需要经过一定时间才能出现黏性流动（t_0-t_1），外力解除后，也需要经过一定时间（t_1-t_2），才能恢复至平衡状态。这里所说的胶料从弹性变形转变为完全黏性流动过程所需要的时间，一般等于最大松弛时间 τ_m。因此，τ_m 是衡量胶料黏

弹性的重要参数，可由应力松弛试验测得。

胶料的 τ_m 值越大，表明产生黏性流动所需的时间越长，在压延中表现出弹性大、流动性差。相反，胶料 τ_m 值越小，在压延中表现为弹性和流动性好。

当胶料离开辊筒后，外力解除，胶料发生弹性恢复的同时胶片在停放过程中还出现变形现象（主要是长度缩短和厚度增加）。此时，胶料的 τ_m 值越大，弹性恢复所需时间越长，压延胶片变形越大；相反，胶料 τ_m 值越小，弹性恢复所需时间短，压延胶片变形小，半成品质量也好。

胶料的 τ_m 值主要由橡胶种类、分子量、分子量分布、配合剂以及胶料的门尼黏度等决定的。此外，胶料在压延加工中的黏弹习惯行为还与温度及辊筒转速等工艺条件有关。

当压延速度很慢时，即辊筒压力作用时间很长（$t \gg \tau_m$）时，胶料的变形来得及转变为黏性流动，这时胶料就表现出有较好的流动性，容易进行压延，所得半成品表面光滑、收缩小。反之，当压延速度很快，即力作用时间很短（$\tau_m \gg t$）时，橡胶分子链来不及移动，这时胶料表现出明显的弹性性质，流动性差，甚至不能进行压延。

胶料的 τ_m 也和 η 一样，随温度而变化。温度升高时，τ_m 变小；温度降低时，τ_m 变大。如提高压延温度和胶料温度，就等于缩短 τ_m，使胶料易于转变为黏性流动，从而获得良好的流动性。反之，如果降低压延温度，即增大胶料的 τ_m，这时的胶料表现出弹性大、流动性差，甚至难以进行压延。

以上说明，在压延加工中胶料所表现的黏弹性行为与压延速度（力作用时间）和温度有关。因此，在实际操作中可以通过改变压延速度和温度的方法来控制胶料的黏弹性行为，使之有利于压延作业。

压延中当胶料离开辊缝后，外力作用消失，胶料便发生弹性恢复（如图 2-6 中的 DG 阶段）。显然，这种弹性恢复过程需要一定的时间才能完成，这就导致压延后胶片在停放过程中出现变形现象

(如长度缩短、厚度增加)。弹性恢复过程实质上是一种应力松弛过程。因此，这个过程进行得快慢或胶片变形程度的大小，也决定于胶料的 τ_m、温度和压延速度。胶料的 τ_m 大、恢复慢、变形大；τ_m 小、恢复快、变形小。温度高、恢复快、变形小；温度低、恢复慢、变形大。压延速度慢，胶片在压延机辊筒上停留时间长，有足够时间进行恢复，变形小；反之，压延速度快则变形大。通常，为了增加胶片在辊筒上的停留时间，可采用大直径辊筒或辊筒数目多的压延机，这样可以得到好的压延质量。

2.2.3 压延效应

橡胶压延过程中，除上面橡胶黏度变化和黏弹效应外，胶料的物理力学性能也表现出一定的差异。压延后的胶片出现一种纵、横方向物理力学性能差异的现象，即在纵方向上（与压延机辊筒垂直的方向）的拉伸强度大、伸长率小、收缩率大；而在横方向上（与压延机辊筒平行的方向）的拉伸强度小、伸长率大、收缩率小。这种纵横方向性能各异的现象叫做压延效应。

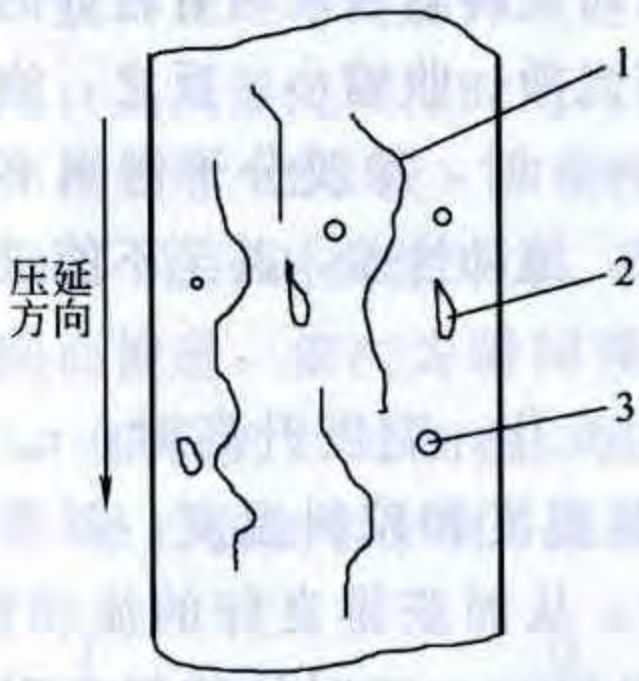


图 2-7 压延效应原理示意图
1—橡胶大分子；2—片状配合剂粒子；3—球形配合剂粒子

产生压延效应的原因主要是橡胶分子链及针状、棒状或片状等非球形的配合剂粒子，经压延后产生沿压延方向的取向排列的结果，如图 2-7 所示。

由于针状填料粒子（如碳酸钙）和片状填料粒子（如陶土、滑石粉等）是各向异性的，由它们引起的压延效应通常都难以消除，故这种压延效应特称为粒子效应。解决的办法是避免适用这类配合剂。

由橡胶分子链取向产生的压延效应，则是因为压延时橡胶分子链取向后，不能很快恢复到自由状态。因此，凡是能促进弹性恢复

过程的因素都能减少压延效应。例如，提高压延温度或热炼温度、增加胶料可塑性、降低压延速度、将压延胶片进行保温等都是行之有效的办法。

从加工工艺角度看，由于压延的胶片纵横两方向收缩不一致，压延效应会造成半成品的变形，给操作带来困难，应该尽可能消除压延效应。从制品的性能角度看，有些制品要求纵向强力高的（如橡胶丝）则要利用压延效应，应顺着压延方向裁断分割；有些制品则要求各个方向性能分布均匀一致（如球胆），则要尽量消除或减少压延效应。

影响压延效应有胶料配方和工艺两个方面因素，胶料配方中橡胶种类不同压延效应不同，含胶率愈高，压延效应愈大，配合剂的形状中针状、片状含量愈大，压延效应愈大；软化剂用量愈大，压延效应愈小。工艺上压延速度愈高，压延效应愈大；压延温度愈高，压延效应愈小；胶料可塑度愈大，压延效应愈小；热炼温度愈高，压延效应愈小；辊筒温差愈大，压延效应愈大；速比愈大，压延效应愈大；压延方法不同，压延效应也不同；辊筒数量愈多，压延效应愈小；冷却速度愈快，压延效应愈大；停放时间愈长，压延效应愈小；另外工艺操作方法不同压延效应也不同。

可采用以下措施减少压延效应。

（1）缩小上、下辊筒温差　下辊最好采用逐步降温，骤冷最易导致压延效应。辊筒温差对天然橡胶的压延效应如表 2-1 所示。

表 2-1　压延机辊筒温差和压延效应的关系

中、上辊温/℃	下辊温/℃	拉伸强度/MPa		伸长率/%	
		纵向	横向	纵向	横向
80	25	0.15	0.24	140	497
80	35	0.83	0.17	164	514
80	45	0.62	0.14	237	558
80	55	0.32	0.14	271	364
80	65	0.23	0.14	453	472
80	80	0.17	0.14	485	500
90	35	0.56	0.17	275	535

(2) 降低辊速　厚胶板压片采用这一措施最为有效。

(3) 减少辊筒速比。

(4) 提高热炼机、压延机辊温　提高热炼机辊温，可提高胶料热可塑性，以胶料不粘辊为宜。

(5) 降低含胶率　增加填充剂用量，不使用粒子形状具有各向异性的填充剂如碳酸镁、陶土、滑石粉等。

(6) 提高胶料可塑度。

(7) 改善工艺操作方法，例如将热炼后的胶料改换加入压延机中，也有助于减少压延效应。

(8) 压延胶片缓慢冷却，不进行急剧冷却。

(9) 适当提高停放温度和延长停放时间。

对已经产生的压延效应，也可以设法予以消除，主要办法是对压延胶片加热，促进分子运动而破坏其排列的规则性，为此可将胶片置于工作台上加热一定时间，或将它经过红外线照射室。

思 考 题

1. 什么叫压延?

2. 绘图说明胶料压延时的受力及流动状况。

3. 黏度与压延质量有何关系? 分析说明胶料压延时，其黏度受哪些因素的影响?

4. 什么叫压延效应? 试从配方和工艺角度论述如何减少压延效应。

第3章 压延工艺

压延是将混炼胶在压延设备上制成胶片或与骨架材料制成胶布半成品的工艺过程。它包括压片、贴合、压型、挂胶作业，是橡胶制品生产的基本工艺过程之一。压延是一项精致的工艺，它直接影响着产品的质量和原材料消耗，是橡胶制品加工中的一个重要环节。

挂胶工艺和压片、压型工艺流程如图 3-1 和图 3-2 所示。



图 3-1 纺织物挂胶工艺流程图



图 3-2 压片、压型工艺流程图

从上面工艺流程图上，压延工艺可分为压延前的准备工艺、压延、压延后工艺。

3.1 压延前的准备工艺

压延的准备工艺主要包括胶料的热炼、纺织物的准备、垫布的整理、设备的准备。

3.1.1 胶料的热炼

混炼后胶料经过一段时间的存放后，胶片的温度较低，在进入压延机之前，为使胶料具有较好的黏流性及与纺织物有较好的附着性和渗透性，必须经过热炼的预热加工，以达到一定的热可塑性，以便有利于压延的进行，同时还可起到补充混炼使配合剂进一步分散均匀的作用，热炼后的胶料柔软，易于压延的操作并获得表面光滑平顺的胶片或涂层。热炼工艺一般在开炼机或螺杆挤出机上来进行。

胶料可塑度是反映胶料可塑性大小的指标，可塑度愈大，胶料的可塑性愈大、流动性愈好、黏性也愈好，但不能太大，否则胶料的强度小。有时也用胶料的黏度来表示可塑性的大小，但黏度愈大，胶料的可塑性愈小。因而胶料可塑度（或黏度）对压延作业有重要的影响，因此供压延用胶料应具有一定的黏度或可塑度。

不同压延作业对压延用胶料可塑度的要求如表 3-1。

表 3-1　各种压延用胶料的可塑度范围

压延方法	胶料可塑度(威氏)	压延方法	胶料可塑度(威氏)
擦胶	0.45～0.65	压片	0.25～0.35
贴胶	0.35～0.55	压型	0.25～0.35

擦胶作业因为需要将胶料渗入纺织物布眼空隙中去，所以要求胶料具有良好的流动性，这就要求胶料要有比较高的可塑度；压片和压型作业要求胶坯有较好的挺性，以防在出片后很快变形，所以要求可塑度较低；贴胶则介于两者之间。

在压延中特别重要的是利用胶料的热可塑性，热可塑性是由热而体现出的可塑性，胶料的温度增加，热可塑性增加，胶料的流动性、黏性增加；胶料的温度下降其热可塑性下降，有时也称为假可塑性。

压延胶料的在开炼机上进行热炼按热炼次数可分为一次热炼法和二次热炼法两种方法。二次热炼法分两步进行，第一步称为粗

炼，辊距较小（2～5mm），辊筒温度较低（40～50℃），过辊次数7～8次，主要目的是进一步提高胶料的可塑性和均匀性，称为低温薄通；第二步是细炼，辊距较大（7～10mm），辊筒温度较高（60～80℃），过辊次数6～7次，以便获得较大的热可塑性，称为高温软化；然后用一台热炼机向压延机供胶，辊距适中，辊温较高。粗、细炼的条件如表3-2所示。

表3-2 粗、细炼的条件（通用胶料）

项目	辊距/mm	辊温/℃	工艺操作
粗炼	2～5	40～45	薄通7～8次
细炼	7～10	60～70	通过6～7次
供胶	8～12	65～80	自动划胶

热炼机的配备要根据压延机的线速度及压延机的规格而定，大致如表3-3所示。

表3-3 压延热炼机的配置

压延机型号	热炼机（开炼机）	
	规格型号	台数/台
360×1120×3	XK-360	3
450×1200×3	XK-450	2～3
610×1730×4	XK-550	3～5
700×1800×4	XK-650	3～5

热炼机应尽可能与压延机靠近，一般不超过20m，为使热炼人员看到压延操作，热炼机应排列在与压延机成直角的位置上。

为了使胶料快速升温和软化，热炼机的辊筒速比应该较大，可取（1∶1.17）～（1∶1.28）的范围。通常在粗炼阶段，采用小辊距薄通，然后在细炼阶段以高温（60～80℃）软化不断切卷。

为使热炼胶料的可塑度和温度保持恒定，热炼机上的压延存胶应保持一定，热炼机的装胶最宜水平和热炼时间见表3-4所示。

表 3-4　热炼机的装胶量

热炼机规格	装胶容量/kg	炼胶时间/min	
		粗炼	细炼
XK-400	60	8～10	5～6
XK-450	100	8～10	5～6
XK-550	160	8～10	5～6
XK-650	230	8～10	5～6

一次热炼法也称为软化法，采用较高辊温（60～70℃）和较大辊距（5～8mm）使胶料通过高温一次热炼，然后在另一台热炼机上自动翻炼，通过传动带供胶。两种热炼方法各有特点，二次热炼法配合剂分散均匀，胶料可塑度有所提高，能防止胶料的过炼和焦烧，但可塑度较大胶料物理力学性能可能较低；一次热炼法可防止可塑度增大而影响胶料物理力学性能，但由于热炼时间较长可能引起焦烧现象。对压延擦胶作业，胶料可塑度要求较大的及两种胶料并胶的热炼，应采用二次热炼法，对压片、压型的胶料可采用一次热炼法。

工艺操作要点如下。

① 热炼前首先认真检查胶料是否与压延所用的胶料一致，不符合要求的胶料不得使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常，紧急停车装置是否完好。

③ 干油润滑的开炼机在开机后要给润滑部位按设备保养规定加油，稀油润滑的开炼机要先开油泵，待见回油后再启动开炼机主电机。

④ 胶料应按胶料的混炼顺序次序先后使用，混炼胶的停放不少于 4h。

⑤ 胶料应从驱动齿轮一端加入，胶料包辊后再按正常方法热炼，不得超负荷加料和严禁向胶上洒水及整车胶料长时间落盘待供。

⑥ 二次热炼应遵循粗炼—细炼—供胶顺序进行。

⑦ 热炼时翻炼要充分，使胶料均匀，翻炼方法可采用两边拉刀等。

⑧ 翻炼一般通过次数不少于 3 次（5～6 次）。

⑨ 返回胶在粗炼时掺用，掺用比例不大于 20%～30%。

⑩ 返回胶无生、熟胶疙瘩均匀掺用。带油胶不得直接进入供胶。

⑪ 严格执行工艺条件，保持胶料干净，胶料中不准有杂物、油污、焦烧等现象，如有发现热炼时混入杂质或发生焦烧及时处理，否则不得流入下工序。

⑫ 胶料不准落地，胶片不准搭置在机台上。

⑬ 随时检查机器各部分润滑情况和温升情况。

⑭ 供胶温度控制在 80～90℃左右，一般不高于 95℃。

⑮ 供胶的热炼程度均匀，无冷疤、熟胶疙瘩和杂物。

⑯ 供胶条宽度可根据不同规格，调节供胶量，保证供胶均匀连续。及时注意观察压延机上存胶情况，当胶料供应不足时及时通知主机手，调节压延速度防止停车待料。

⑰ 更换品种时必须将机台上余胶清尽，冷却后存放。

螺杆挤出机的热炼可用热喂料挤出机也可使用冷喂料挤出机，具有生产连续、生产能力大、设备简单、占地面积小等特点。

3.1.2 胶料的输送

胶料的输送可分为打卷输送和输送带输送两种方法，打卷输送法是一种间断供胶，该法是人工在热炼机上将胶料打成卷，再用小车、滑道或人工等方法运输到压延机旁，由人工向压延机辊距上加料。这种方法打卷不宜太大，应按先后顺序使用，打好的卷不能停放时间较长，防止外表降温而内部有可能焦烧影响压延质量，一般不要超过 20min。

输送带输送法是一种连续供胶法，要求在热炼机上应装备自动供料、自动翻料、固定切刀等装置，用切刀从辊筒上割下一定宽度

和厚度的胶条并通过输送带连续均匀地向压延机供料，输送带的速度宜略大于热炼机辊筒的线速度，输送的距离不宜太长，以免胶料的温度下降，热可塑性下降，影响压延作业，一般以不超过 20m，有条件时可在输送带上附加保温装置。

供料方法对于防止空气混入胶料有着很重要的关系，一般说采用连续供料，则供料量与耗量应相等且添加次数宜多，而每次添加量宜少，这样可以防止空气夹入，如果添加次数少而每次添加量多，就会导致辊缝处的压延存胶增多，使胶料冷却下来，从而导致厚度变化或出现表面粗糙或严重的空气气泡等问题。如果非得采用次数少而添加多的供料方法则应是厚胶片状，而且下托承胶板，以尽可能使胶料的冷却缓慢下来。

3.1.3 纺织物的准备

主要包括纺织物干燥、浸胶、热伸张、涂胶等操作。

3.1.3.1 纺织物干燥

纺织物容易在贮存过程中吸水，一般较长时间停放的棉纤维含水量在 7%左右，化学纤维含水量可达 10%～12%左右，而用于挂胶压延的纺织物含水量要求在 1.0%～2.0%以下。因而进行挂胶压延的纺织物（包括已浸胶的），在压延前都需干燥，以减少纺织物的含水量，提高胶料的附着力，避免压延时产生气泡和脱层现象，同时干燥可提高纺织物的温度［70℃以上，一般控制在(110±5)℃左右］，有助于胶料对布的渗透，保证压延质量。含水率过大时会降低橡胶与纺织物的附着力，但过于干燥也会损伤纺织物或使合成纤维纺织物变硬发脆，降低强度。

一般可用蒸汽辊筒烘干、红外线干燥及微波干燥，但目前仍以蒸汽辊筒烘干为主。干燥辊筒的温度和牵引速度直接关系到纺织物干燥的效率。干燥机的辊筒温度和牵引速度视纺织物材料、含水率、压延机速度而定。干燥温度一般主要视纤维材料而异。

棉，120～140℃（蒸气压 0.15～0.25MPa）；人造丝，140℃以上（蒸气压 0.25～0.35MPa）；尼龙帘布烘干温度较低，为 70℃

以下（蒸气压 0.01～0.10MPa）；聚酰胺不干燥，天热时不加热（冷辊即可），否则易掉布。

纺织物的烘干一般在立式或卧式干燥机上进行。烘干后的纺织物应迅速提供给压延机，不宜停放（一般不超过 1h，布卷内温度不得低于 70℃），以免吸湿回潮和温度下降较大影响压延质量。因此，生产上纺织物的烘干往往与压延机组成连动装置。

工艺操作要点如下。

① 仔细核对生产用纺织物的种类和规格，确认正确后方可开始使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常。

③ 预先调节干燥机辊温，待温度正常后再过布干燥。

④ 纺织物含水量要求在 1.0%～2.0%以下，一般棉和人造丝不大于 2%，尼龙不大于 1%。

⑤ 干燥过程中纺织物在干燥机上的停机时间不超过 15min，如超过 15min 时应及时关闭加热蒸汽。

⑥ 当更换纺织物品种时应及时调节干燥机辊温。

⑦ 如发现纺织物打折、跑偏时及时处理。

⑧ 保持纺织物的宽度在规定的范围内，如发现纺织物的宽度（幅度）发生变化时应调节扩布器。

⑨ 不要过早地打开纺织物的塑料包装袋，一般不超过 0.5h。

⑩ 保持纺织物不落地、无灰尘、无油迹，表面平整，两边松紧基本一致。

3.1.3.2 纺织物浸胶

纺织物经过浸胶后，胶浆浸润并渗透到线缝中去，能够提高胶与布的附着力耐疲劳性能和耐热性，所以动态性能要求较高的产品，其纺织物层在贴胶前需进行浸浆处理。如棉帘线经过浸渍后，不易折断，可以大大减少其所制造的轮胎脱层爆破，耐疲劳性能约提高 30%～40%。浸胶这一道工序对合成纤维纺织物（如尼龙、涤纶、维纶等）和人造丝及玻璃纤维来说更属不可缺少，非此不能进行贴、擦胶。

橡胶与纤维的黏合性与浸胶液组分和配方有着密切的关系，浸浆液分水分散系统的胶乳与溶剂胶浆两种，前者用于轮胎帘布，后者用于帆布。浸胶胶乳多采用 RFL 浸胶液（间苯二酚-甲醛-胶乳体系），人造丝用 RFL 浓度为 15%，尼龙用 RFL 浓度为 20%。RFL 浸胶液的配方随纺织物种类而异，常用配方组成见表 3-5 和表 3-6 所示。

表 3-5　酚醛母液配方　　单位：份

原材料名称	人　造　丝	尼　　龙
间苯二酚	16.6	22.1
甲醛	24.4	32.6
氢氧化钠溶液	4.5	6
软水	356	474
合计	401.5	534.7
pH 值	8～8.5	8～8.5

表 3-6　浸胶液配方　　单位：份

原材料名称	人　造　丝	尼　　龙
天然胶乳(浓度 60%)	50	67
丁吡胶乳(浓度 40%)	300	400
酚醛母液	401.5	534.7
氨水	4.5	6
软水	440	200
合计	1196	1207.7
RFL 浓度/%	15	20
pH 值	10～10.5	9～10

常用的浸胶设备可分为独立和与压延机联动两类，设备的主体为浸胶槽。浸胶装置如图 3-3 和图 3-4 所示。

浸胶工艺流程为浸渍、挤压、扩布、干燥、卷取等工艺过程，对尼龙纺织物还需要进行热伸张处理。纺织物经导辊引入浸胶槽，浸渍胶液可分批或连续加入，槽内浸渍胶液保持一定液面高度，使胶液充分渗入纺织物中，槽内浸渍胶液的浓度要求稳

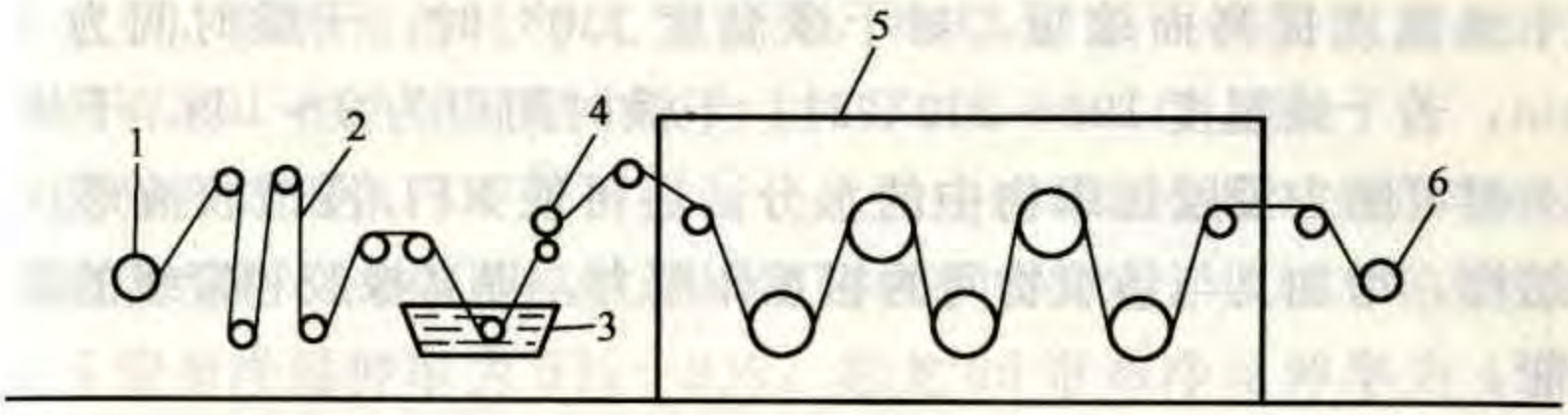


图 3-3　棉帘布浸胶工艺流程

1—布卷；2—调节装置；3—浸渍槽；4—压辊；5—干燥室；6—卷取

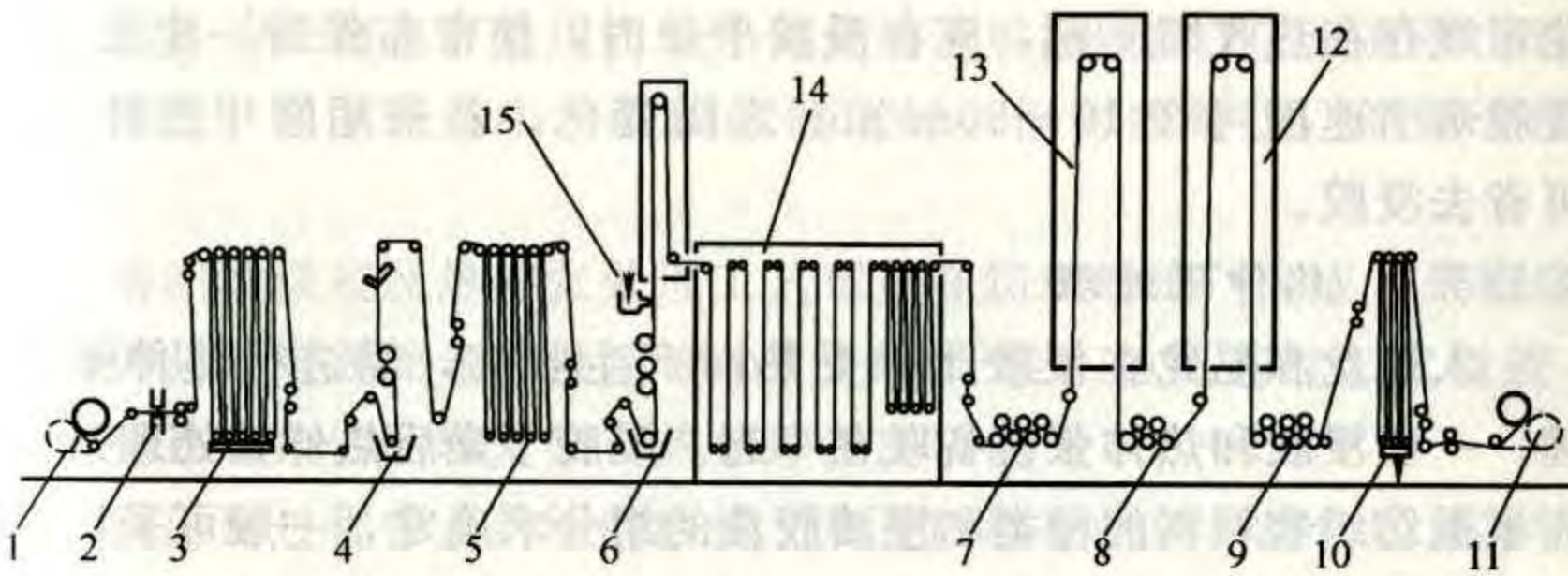


图 3-4　尼龙帘布浸胶工艺流程

1—导开装置；2—压接机；3，10—贮布架；4—第一浸槽；5—干燥机；6—第二浸槽；7，8—张力辊；9—张力冷却辊；11—卷取装置；12—标准热伸张装置；13—热伸张装置；14—干燥机；15—真空吸气

定，帘布离开胶液后通过压辊或刮刀挤出多余的胶液，并使胶液得以渗入纤维中，然后将浸渍后的纺织物经扩布装置送入干燥室干燥。

影响纺织物浸渍质量因素很多，最重要的是控制浸胶的附胶量，即纺织物浸渍胶液干燥后的沉积量，过多和过少附胶量直接影响橡胶与帘线之间的黏合性能，附胶量为纺织物质量的 6%～8%最适宜，与附胶量有关的是浸胶工艺条件，主要有胶乳组成、浓度、浸胶时间、帘布张力、挤压辊压力和干燥条件等，通常接触时间控制在 5～10s，挤压辊压力约为 785～1177kPa，浸渍胶液浓度为 15%～20%，干燥程度要求含水率降到 1%～2%，干燥时间则

随干燥温度提高而缩短，如干燥温度130℃时，干燥时间为4～5min，若干燥温度190～200℃时，干燥时间可为9～10s。干燥过程不但可除去浸胶纺织物中的水分，还可使RFL浸渍胶液形成交联结构，增加其与纺织物间的相互作用力，提高橡胶和帘线的黏合性能。

人造丝吸水性很大，在浸渍中会使胶乳浓度变大，需随时调整，保持浓度一定。棉布浸渍时，胶乳浓度变化很小。

帘布浸渍时张力宜小，易于使胶乳渗入和附着在纤维上。但尼龙帘线存在热收缩问题，应在浸胶干燥时，使帘布保持一定张力。浸胶牵引速度可在10～90m/min之间变化。若采用间甲白体系，可省去浸胶。

3.1.3.3　热伸张处理

人造丝和尼龙在浸胶干燥受热时产生收缩，需进行热伸张处理。一般浸胶和热伸张设备联在一起。浸胶干燥后热伸长处理条件应根据纺织物材料的种类和浸渍胶液的组分求确定，一般可采用以下热处理条件。

(1) 人造丝　(155～165)℃×(2～3)min。

(2) 尼龙6　(205～210)℃×(0.5～1)min。

(3) 尼龙66　(220～230)℃×(0.5～1)min。

人造丝热收缩性约为2%，热处理程度较轻，可施以较小的张力，使其在有张力的条件下干燥，不致使纤维变形增大、强力下降，人造丝亦可以不必进行热伸张处理，直接干燥后使用。

尼龙热收缩变形很大。其变形临界温度低，尼龙6为93℃，尼龙66为130℃，浸胶后干燥温度达190～210℃，远超过尼龙纤维的变形临界温度，使纤维分子的结晶消失，再次变为无定形卷曲状态，产生收缩，其收缩率高达30%，因此必须在浸胶后对帘布重新进行拉伸和加热定型处理，消除内应力，使尼龙线形状稳定，强度增加。

尼龙浸胶热伸张处理方法是使浸胶布在加热温度下受一定张力作用。经过一定时间的伸张过程，然后在相同的张力条件下再进行

冷却定型，热伸张的冷却尤为重要，冷却至50～60℃以下。对其再结晶有利，在热伸过程中张力为19.61～58.84N/根。

热伸张处理条件要严格控制，过强或过弱都会影响纺织物强度和耐疲劳性能，一般用控制纺织物延伸率来确定，如轿车轮胎用的尼龙6帘布净延伸率为5%～9%，尼龙66帘布净延伸率为4%～7%，载重轮胎用的尼龙6帘布净延伸率为6%～10%，由此可见，尼龙帘布浸胶前的扯断伸长率为25%～30%，经热伸张处理后可满足产品标准指标，延伸率为22%±2%的要求。

国外纺织物也有采用先经热伸张处理后浸胶的工艺。此种方法操作简便，强度损失小，耐疲劳性能好，但附胶量少，对黏合性不利。

纺织物浸胶及热伸张处理工艺现全在纺织纤维厂完成，聚酯纺织物因其纤维表面光滑及活性小于尼龙纤维，必须进行二次浸胶，热伸张处理条件比较复杂，热处理温度较高为235～250℃。

在压延过程中，纺织物因烘干和挂胶都要受到热的作用。特别是尼龙具有明显的受热收缩的特性，如果受热时不伸张，将导致成品在使用过程中产生较大变形，使用产品的寿命下降。为此，尼龙帘布必须在压延过程中进行热伸张处理，即在热的条件下拉伸进行干燥挂胶，在张力下定型冷却，从而使尼龙分子链重新定向结晶。这样就可以大大提高尼龙帘布的动态疲劳性能，降低延伸率，减少制品变形。

生产中，常通过压延机辊筒与干燥辊筒、冷却辊筒的速度差产生对帘布的帘线拉伸力（张力）使帘布处于伸张状态。

3.1.3.4 纺织物的涂胶

涂胶是将胶浆均匀地涂覆于纺织物表面的工艺过程，提高压延挂胶时胶料和纺织物之间的附着力，涂胶适用于帆布和致密性较强或者黏合力较差的尼龙布或细布、丝绸布类。有时也可直接提高涂胶量不再进行压延挂胶。根据所用设备的不同，涂胶主要分为刮涂和辊涂，此外还有浸涂、喷涂等。

刮涂是利用刮刀将胶浆涂覆于纺织物上。生产中所用的卧式刮

刀涂胶机的工作原理如图 3-5 所示。

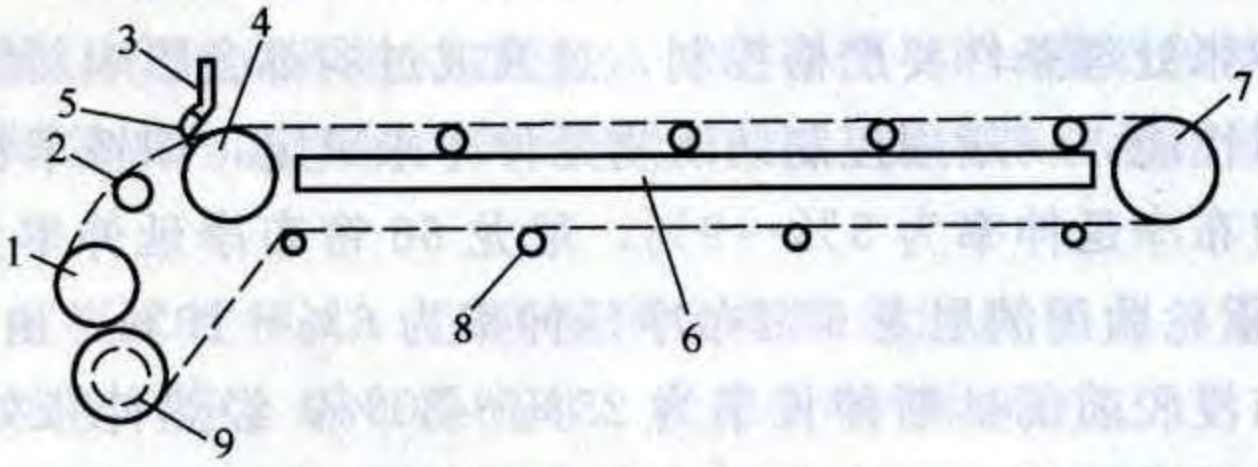


图 3-5　卧式刮刀涂胶机

1—导布装置；2—扩布辊；3—刮刀；4—工作辊；5—胶浆；6—加热板；7—伸张辊；8—支持辊；9—卷取装置

为了提高涂胶效率，可在涂胶过程中设置多把刮刀进行正反刮涂。例如在全程 40m、线速度为 10m/min 的刮浆机全程中，可以安装三把刮刀，一次完成三涂。操作过程如图 3-6 所示。

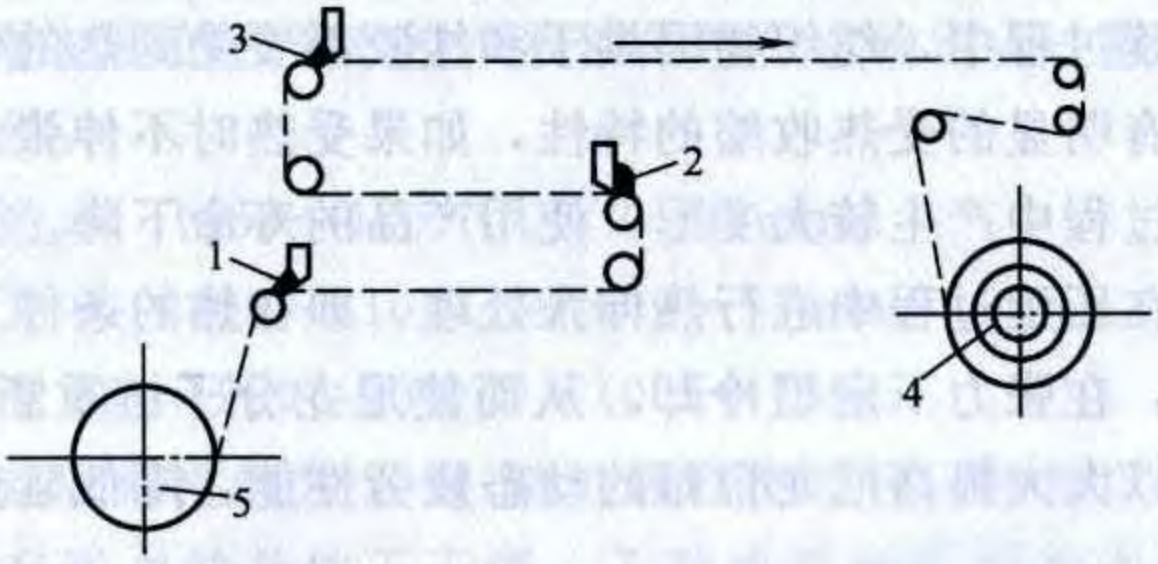


图 3-6　多遍涂胶机的操作过程

1—第一涂；2—第二涂；3—第三涂；4—卷取辊；5—坯布辊

辊涂是通过两个辊筒的压合作用使胶浆涂覆于纺织物上。与刮涂的主要区别是用上下并列的辊筒代替刮刀。辊涂的工艺过程如图 3-7 所示。

辊涂的优点是对纺织物的擦伤和静电生成量都较小，所得涂层比刮涂厚。

涂胶后要进行干燥，以将胶浆（或胶乳）中的溶剂（或水分）挥发掉。同时，通过加热干燥使涂胶层呈半硫化状态，这样在卷取

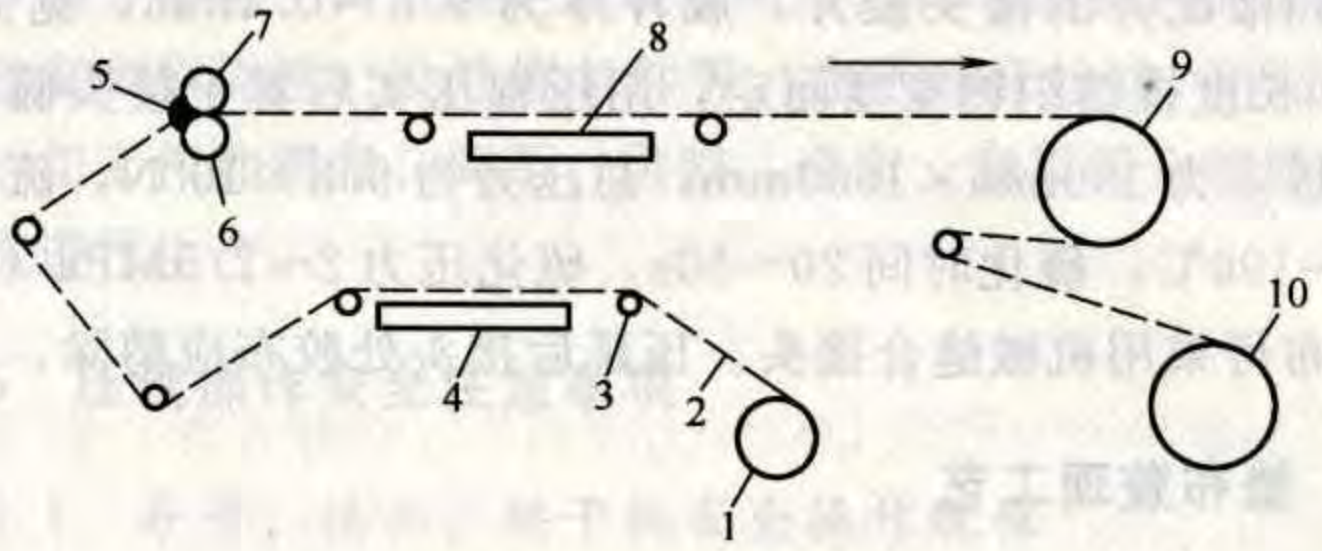


图 3-7　辊涂操作流程

1—坯布辊；2—坯布；3—导辊；4—加热辊；5—胶浆；
6—下辊；7—上辊；8—加热板；9—冷却鼓；10—卷取装置

或第二次涂胶时，不易造成表面损伤，并可防止胶布相粘或被导辊磨损。干燥装置通常有热板、排管、转鼓、红外线加热等几种。热板式和转鼓式干燥所采用的温度条件如表 3-7 所示。

表 3-7　热板式和转鼓式干燥条件

干燥形式	干燥温度/℃
热板式干燥	70～80
转鼓式干燥	100～110

涂胶工艺所用的胶浆一般是将可塑度 0.5～ 0.6 左右（威氏）、配有一定量增黏剂（松香、古马隆树脂等）的胶料与恰当的溶剂按一定比例配制而成。通常胶与溶剂的配比是：浆状，1∶3；膏状，1∶(0.8～1)；稀液状，1∶6。

涂胶时由于要使用大量溶剂，而在涂胶后又必须将溶剂挥发掉，溶剂回收较困难，必然造成溶剂的浪费、因不慎引起的火灾和溶剂挥发对环境污染。因此，在大批量生产中尽可能将涂胶工艺淘汰，改为直接擦胶或贴胶。只有在个别工艺中，如当纺织物为化纤或人造丝时，仍采用涂胶工艺。

3.1.3.5　纺织物接头

为了保证压延生产的连续，两卷纺织接合处进行接头。帘布多采用硫化接头法，先在接头处涂刷上胶浆，待干后贴上与压延胶料

相同或相似配方的接头胶片，胶片厚为 0.3～0.4mm，宽为 30～50mm，长度视纺织物宽度而定，用压辊压实后置于接头硫化机硫化，平板多为 150mm×1600mm，总压力为 9.8×10^4N，硫化温度为 170～190℃，硫化时间 20～50s，硫化压力 2～2.5MPa（表压）；对于帆布可采用机械缝合接头。压延后接头处胶布应剪除。

3.1.4 垫布整理工艺

为了防止压延后的胶片或胶布在存放时黏合在一起，因此工业上一般多使用垫布垫在胶片和胶布之间。垫布多采用丙纶垫布，也有采用棉垫布的。垫布应保持清洁和平整，表面不得有砂土、油污、黏胶、破损等情况，以免影响胶片或胶布的表面质量和黏合性，为此在压延之前垫布要进行整理。垫布整理一般在垫布整理机上进行，设备上带有除尘或吸尘装置以便清除垫布内黏胶、粉尘等杂物，同时将垫布整理平整，边部对齐。

操作要点如下。

① 垫布长度保持不少于一定的长度（多为 200m）。

② 新垫布要经过表面处理后才能使用。

③ 垫布整理时如发现有破口、长度不符时要修好，才能使用。

④ 卷取时松紧一致，两端整齐，无打折现象。

⑤ 垫布放置要整齐，不要歪斜或倒塌，放置地方要干净、干燥。

3.1.5 压延机开机前的准备工作

压延机开机前应对设备进行检查，其重点如下。

① 辊筒表面状态，包括位置是否正常、温度是否均匀一致、有无异物或痕迹。

② 查看轴承的回转是否正常，并观察加油情况。

③ 表面温度计、测厚仪器、夹板、卷取轴是否准备就绪。

④ 电动机的调速是否正常、回转声有无反常。

上述检查通过后，方可开动压延机，机器的启动应逐步进行，

并逐步调节温度。调节辊距和辊温时应具体考虑胶料的性能（主要是可塑度和焦烧性）及热炼条件等。在压延开始时，车速应稍慢，要待一切工作如调温、调距、供胶、递布、测厚等全部稳定后，才可正式进行生产。

3.1.6 压延操作安全注意事项

3.1.6.1 导布、接头、烘干机安全操作规程

① 生产前认真检查机械，电器设备是否正常，各按钮和紧急停车等控制开关是否灵敏可靠，确认一切正常后，方可开始工作。吊布时两头要钩牢，防止脱钩伤人，并且要垂直起吊，不准斜吊，行车运行时，密切注意周围情况，吊物下方不准站人。

② 拆布包过程中，剪铁皮时要戴好手套，人站在侧面，防止铁皮弹出伤人。

③ 调换纺织物时，两人要密切配合，分工负责，抽装铁芯、木棍时要平稳、摆好、防止砸伤人。

④ 在接头硫化机上进行布接头时，要防止烫伤，在下热板上升中，手不得伸入上下压板之间，双手撤离后方可按动开关。

⑤ 贮布架在升降时，严禁人员进入布架下方，防止布架落下伤人。

⑥ 帘（帆）布跑偏时，不准戴手套拉扯，手与导辊必须离开200mm以上，帘线缠上导辊必须停机处理。

⑦ 烘干辊加热时，必须先打开放气旋塞和回汽直通阀门，排除辊内冷气和冷凝水后再关阀，以防冷气混合产生意外。

⑧ 密切注视烘辊蒸汽压力，超过规定压力要随时关闭阀门以防爆炸，并保证安全阀完好。

⑨ 严禁用手向牵引胶辊内塞帘帆布，以防意外。

3.1.6.2 压延机安全操作规程。

① 上班时，先检查各部零件和紧急停车按钮等是否灵敏可靠，水、电、气门是否严密，发现不正常现象应排除故障后再开机。

② 检查前后张力装置并将其空气压力调整在规定范围内。

③ 开机前应规定信号通知各岗位，确认无误再开机正常工作。

④ 递送帘（帆）布时，应开慢车速，先按规定信号通知对方，双方回信号后，再送布，操作不准戴手套，并防止衣角袖口卷入。

⑤ 测定辊温时，手指指向必须与辊筒转向相反，手掌不准超过辊筒的水平中心线。

⑥ 添加胶料时，操作者必须集中思想，两脚站稳，如发现进胶不均匀时，可用专门工具（如木柄）顶送。

⑦ 推送胶料时要用拳头推，胶料堆积在挡胶板两旁时，应用钩子钩出，不准手拉，防止手指轧伤。

⑧ 测量帘布厚度和拉扯胶边时，手应离开导辊或辊筒600mm，防止手卷进。

⑨ 在压延过程中帘（帆）布跑偏时，不准戴手套拉，需要用手拍打纺织物时，手应距辊缝 200mm 以上。

⑩ 胶或帘布缠上辊应停机处理，不许在转动部位，冒险排除故障。

⑪ 登高处理问题时要上下联络时拴好保险绳，防止伤人。

⑫ 发生电器故障时要找电工排除，操作工不准私自处理。

⑬ 运转过程中，不准从转动部分提取任何物件。

⑭ 帘布压延时严禁任何人在张力辊筒间随便走动。

3.1.6.3 冷却、卷取机安全操作规程

① 生产前认真检查电动葫芦是否正常以及紧急停车按钮是否灵敏可靠，确认一切正常后，做好卷取的准备工作，吊胶布和垫布时要两头钩牢，防止脱钩伤人，并要垂直起吊，不准斜吊，行车运行时，密切注意周围情况，吊物下方不准站人，以防吊物空钩伤人。

② 启动后牵引电机和卷取机时，必须联系和观察牵引和卷取工段的工作情况，确认无误后。方可点动或开启联动电机按钮。

③ 处理后牵引胶布时，手不得接近牵引胶辊。

④ 未固定胶布贮布器情况下，严禁人员进入贮布器栏杆内。

⑤ 放置垫布和卷取木轴时，必须固定好。

⑥ 装卸铁芯、木辊时，必须注意周围情况，防止伤人。

⑦ 卷取衬布头时，要慢速，两人必须密切配合。

⑧ 处理胶布偏歪和理正垫布时，不准戴手套拉，手必须远离卷取木轴 600mm 以上，严防袖口和衣角卷入胶布卷内。

⑨ 帘（帆）布卷过秤时要放正，防止滚下伤人。

⑩ 胶布要牢固放置，运布时要防止卷布落下伤人，上布架时，要互相配合，两端钩好，平稳放置。

⑪ 发生胶布粘连，严重打折，滑环脱落，按钮失控等异常情况时，要停机处理，不得在机器正常运行中冒险抢修。

3.2 胶片的压延

3.2.1 压片

很多橡胶制品制造中所需的半成品（例如轮胎中的油皮胶、隔离胶、缓冲胶片；胶管的内胶、外胶和中间胶；输送带的上下覆盖胶；胶面胶鞋的鞋面胶等）都是通过压片来制造的。压片就是通过压延机在辊速相等的情况下，把混炼胶制成具有规定厚度和宽度表面光滑的胶片的压延工艺。压延的胶片应表面光滑，内部无气泡或孔穴，不皱缩，厚度均匀一致。

压片质量要求有如下几点。

① 厚度和收缩均匀一致。

② 表面必须光滑，不得存在气泡、纹痕。

③ 胶料的组织质地必须均匀一致，无压延效应或局部海绵气孔。

3.2.1.1 工艺方法

压片可用两辊压延机完成，两辊压延机相当于竖起来的开炼机，但其精度要求比开炼机高，如图 3-8 所示。两辊压延机压延出的胶片精度较低，气泡也较多，对胶片精度要求低的压延有时也可用开炼机来完成。



图 3-8　两辊压延机压片工艺示意图

压片工艺多采用三辊压延机来实施，胶片质量得以保证，且生产效率也较高。压片工艺方法有两种（如图 3-9 所示），即中、下辊无积胶法［图 3-9（a)］和中、下辊有积胶法［图 3-9（b)］。中、下辊无积胶时，下辊仅作冷却用，温度要低。中、下辊有积胶时，下辊与中辊温度接近，或稍低些。有适量的积胶可使胶片光滑和减少气泡，而且胶片的致密性好，但会增大胶片的压延效应。此法适用于丁苯橡胶等合成橡胶，需注意操作时积胶不宜太多，否则会带入气泡。不积胶法（中、下辊无积胶），胶片的压延效应小，但胶片光滑性不好，气泡较多，致密性不好，适用于天然橡胶。



(a)中、下辊无积胶法　　(b)中、下辊有积胶法

图 3-9　三辊压延机压片工艺示意图

采用四辊压延机所压延的胶片精密度比三辊压延机高，与三辊压延机相比，压片多通过一次辊距，压延时间长，胶片的表面光滑性高，胶片的收缩也相应减小，胶片的厚度精度和均匀性也提高，压延效应也小，适用于要求很高的半成品胶片的制造，如图 3-10 所示。



图 3-10　四辊压延机压片工艺示意图

3.2.1.2　工艺条件要点

压片时应注意控制的工艺要点主要有辊温、辊速和胶料可塑度等。

（1）辊温　适当的辊温是保证压片顺利进行的首要条件，辊温决定于胶料的性质，通常含胶高的或者弹性大的胶料，辊温应高些；含胶率低的或者弹性小的胶料，辊温宜低些。为了使胶片在辊筒间顺利移

动，各辊筒应有一定的温差。表 3-8 列出了各种橡胶压延作业的辊温。

表 3-8　各种橡胶压延作业的辊温

胶料种类	上辊温度/℃	中辊温度/℃	下辊温度/℃
天然橡胶			
含胶率 85%	95	90	15
含胶率 60%	75	70	15
含胶率 30%	60	55	15
丁苯橡胶	50～60	45～70	35
丁二烯橡胶	50	45	35
通用氯丁橡胶			
弹性态(精度要求不高时)	50	45	35
塑性态(精度要求较高时)	90～120	65～100	25 或 90～120
丁腈橡胶	70	60	50
丁基橡胶	90～110	70～80	80～105
三元乙丙橡胶	90～100	90	90～120

(2) 胶料可塑度　可塑度大，流动性好，容易得到光滑的胶片。但可塑度太大又容易产生粘辊现象，可塑度小，则压片表面不光滑，收缩率大。为了便于压片操作，胶料的可塑度一般保持在 0.30～0.35 左右。

(3) 胶料含胶率　含胶率大，胶料压片时收缩大。

(4) 辊速　辊速快，生产能力大。但辊速应根据胶料的可塑度决定，可塑度大者辊速可快些；可塑度小者，辊速应慢些。一般控制辊筒的线速度为 5～12m/min 之间。

(5) 速比　辊筒之间有一定速比，这有助于排除胶料中的气泡，但对出片的光滑度不利。为了既能排除气泡，而又不至于影响胶片表面的光滑度，通常在三辊压延机中使中、下辊速度相等，而中、上辊速度不等，上辊速度小于中辊速度，它们之间存在一定的较低速比［一般为 1∶(1.05～1.10)］。

进行压片操作时，发现问题要随时采取适当措施，并应注意以下几点。

① 胶料的含胶率高，辊温也应相应提高。

② 胶料愈软（可塑度愈高），辊温应低些。

③ 胶料愈厚，辊速应愈低，相反，辊速应高些。

④ 当胶料中夹入空气时，辊温应降低。

⑤ 胶片表面出现毛糙时，应提高辊温。

⑥ 遇到压延胶片收缩大的情况，应设法调整配方，增加增塑剂和填充剂用量。

⑦ 供料以量少而勤加为宜，加料必须均匀，不能时多时少，务必使压延存胶保持一定量（最好做到连续供胶），压延存胶的两端应尖一些，以利于空气排出。

⑧ 出片后卷取采用逐步降温冷却。

⑨ 发现粘辊现象时，在天然胶中应迅速采取辊筒降温措施，在合成橡胶中则提高辊温，或者在辊筒表面撒敷硬脂酸锌。

⑩ 胶片表面起波纹时说明辊温太低，应提高辊温，但也可能是转速太高所引起的。

⑪ 压延机挡板外侧的破碎胶料，时间长容易引起焦烧，应及时送去回炼。

3.2.1.3 工艺操作要点

① 仔细核对所用的胶料的种类，确认正确后方可开始使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常。

③ 先开车后放蒸汽，逐步升温预热辊筒使辊筒的温度均匀一致，并达到工艺要求。

④ 开车后调整压延机辊距，使胶片厚度达到要求，中途一般不调整辊距，以保持厚度均匀一致。

⑤ 供胶均匀不得忽多、忽少或缺胶，积胶不得超过 30kg。

⑥ 发现熟胶、杂物等，应及时排除。

⑦ 压延机带胶空转不得超过 10min，如超过时需将胶料拉下以防焦烧。

⑧ 在生产过程中，因出现故障暂停生产，开车后将辊温升到工艺要求的温度。

⑨ 更换胶种时，需将压延机上余胶全部拉下。

⑩ 压延后胶片需进行冷却，使胶片卷内温度不超过 40℃。

⑪ 胶片的表面不得有气泡、空洞、熟胶粒、冷疤等现象。

⑫ 胶片卷取中要松紧一致，垫布要整齐，保持清洁。

⑬ 胶片应按规定地点上架平放。停放时间为 2～48h。

⑭ 卷取松紧一致，两端整齐，无打折现象。

⑮ 厚度公差为±0.03mm，宽度为±5mm。

3.2.1.4 胶片的冷却与卷取

胶片冷却的目的是防止胶片产生焦烧以及使胶片恢复变形，起到收缩一致的作用。冷却与卷取的方法要根据胶料性能及工艺要求而定。

胶片的冷却方法有自然冷却和强制冷却，其中强制冷却又可分为水槽冷却、自然冷却、冷却鼓冷却。

(1) 水槽冷却　适用于易焦烧的胶料，冷至 35～50℃后存放。

(2) 自然冷却　有些胶片纵、横方向强伸性能一致（如球类胶片），这就要求消除压延效应。对此水冷法是不适宜的，最好采用冷却过程比较长的自然冷却。

(3) 冷却鼓冷却　适用于易焦烧的胶料，自然冷却装置占地较多，在冷却线上设置一些导热快的中空冷却鼓能缩短冷却路线而同样起到冷却作用。

胶片的卷取方法分为垫布卷取和敷粉卷取，垫布卷取是在胶片间加入垫布，以防黏着，垫布应平整、干净，最好表面经除毛处理或涂上高聚物防粘涂层。敷粉卷取就是在胶片的表面敷上滑石粉或轻钙粉，也是用来防止黏着，适用于直接硫化的胶片，适用有些胶片不需要粘贴及模型硫化（比如胶板）。

3.2.2 压型

压型是将热炼后的胶料通过压延机制成表面有花纹并有一定断面形状的胶片或具有一定断面形状胶片（条）的压延工艺。如轮胎中三角胶条、胶鞋大底和围条、力车胎胎面胶及胎侧半成品、V

带中底胶、输送带边胶等都可以用压型工艺制造。压型后所得半成品要求花纹清晰、尺寸规格准确，且无气泡。

压型所用的压延机备有一个或一个以上表面刻有一定花纹图案的有型辊筒用来压制出具有一定表面花纹或断面形状的带状胶片或胶条。一般压型时经过的最后一个辊筒是刻有对应花纹的有型辊筒。有型辊筒应容易进行调换，以便用来压型不同规格和花纹的半成品。

新的压型辊筒表面经过淬火硬化处理，若再用镀铬处理，即能获得优良的压型件。辊筒刻花要掌握如下要点。

① 沟槽的深度和线条的走向均应利于空气的散逸。

② 便于积垢的消除工作。

③ 花纹的深度要求一定。

④ 有利于胶料合理地淌入及挤出。

3.2.2.1 工艺方法

压型可用两辊压延机、三辊压延机、四辊压延机、五辊压延机等。

（1）两辊压型　有两种形式，如图 3-11 所示。

（2）三辊压型　有两种形式，如图 3-12 所示。



(a) 水平式　(b) 立式

图 3-11　两辊压型工艺示意图

（带剖面线的辊为花纹辊，下同）



(a) 中、下辊有积胶法　(b) 中、下辊无积胶法

图 3-12　三辊压型工艺示意图

有积胶法和无积胶法的压型特点与压片工艺相似。积胶的存在可提高胶料的致密性，减少气泡的形成，但增加了压延效应。

（3）四辊压型　有三种形式，如图 3-13 所示。



图 3-13　四辊压型工艺示意图

(4) 五辊压型　五辊压延机设计成上面四个有型辊筒能进行转动，而下辊固定，这样更换品种方便，如图 3-14 所示。

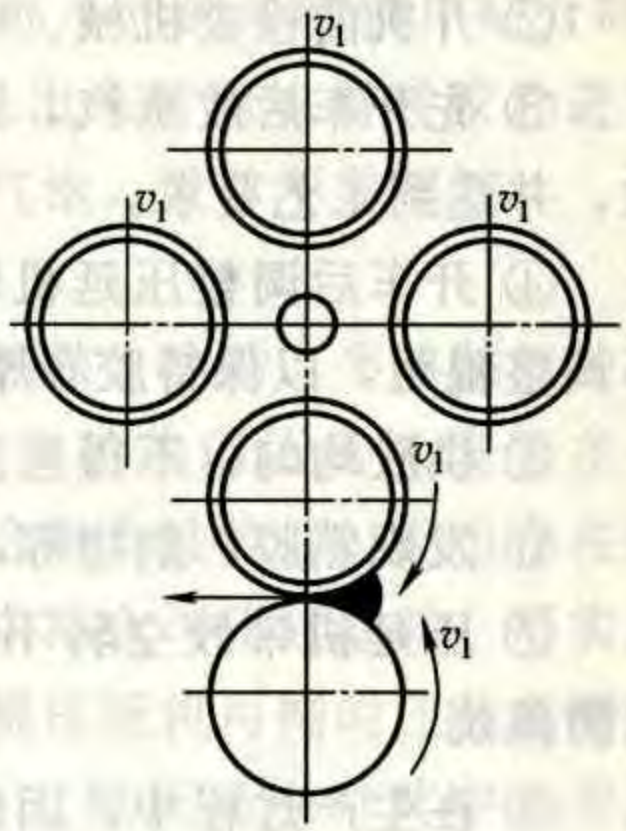


图 3-14　五辊压型工艺

3.2.2.2　工艺配合及过程要点

压型工艺要点与压片大致相似。但压型要求规格准确，花纹清晰，胶料致密，因此对胶料配方及工艺条件都有特殊要求。具体对配合、预热、压延和冷却的要求如下。

(1) 配合　应控制含胶率。由于橡胶有弹性复原特性，故对含胶率太高的胶料，压型后的花纹形成后易于消失，不宜于压型，所以配方中应添加多量填充剂和适量的增塑剂。配用再生胶与油膏也可防止花纹塌扁。各种配合剂中要慎防金属混入，以免损伤花纹。

压型时不能主要靠压力来造型，而要利用胶料的可塑性，故辊筒的压力要均衡，胶料要有一定的可塑度，一般为 0.40～0.50。

应当控制胶料的收缩率，一般应在 10%～30%之内，视配方而异。

(2) 预热　要严格管理，对胶料的塑混炼、停放、返回胶掺和比（一般掺用 10%～20%）、包卷次数以及预热温度等条件均应保持恒定。

(3) 压延　压型操作可采用较高辊温、降低辊速等方法，以提高压型半成品的质量。

(4) 冷却　一般的压延作业（如压片、贴合、挂胶）完成后为了防止胶料收缩和变形，应逐步降温，但在压型时，则与之相反，要采取急冷，原因是压型件一般比较厚，冷却速度难以均一，急冷反而可以使花纹定型，防止塌扁变形，但凹入处的积水需要热风吹干。

3.2.2.3　工艺操作要点

① 仔细核对所用的胶料的种类，确认正确后方可开始使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常，花纹辊是否正确。

③ 先开车后放蒸汽，逐步升温预热辊筒使辊筒的温度均匀一致，并达到工艺要求。

④ 开车后调整压延机辊距，使胶片厚度达到要求，中途一般不调整辊距，以保持胶布厚度均匀一致。

⑤ 供胶均匀，不得忽多、忽少或缺胶，积胶不得超过 30kg。

⑥ 发现熟胶、杂物等，应及时排除。

⑦ 压延机带胶空转不得超过 10min，如超过时需将胶料拉下以防焦烧。

⑧ 在生产过程中，因出现故障暂停生产，开车后将辊温升到工艺要求的温度。

⑨ 更换胶种时，需将压延机上余胶全部拉下。

⑩ 压延后胶片需进行冷却，使胶片卷内温度不超过 40℃。

⑪ 胶帘布卷取中要松紧一致，垫布要整齐，保持清洁。

⑫ 胶片应按规定地点上架平放。

⑬ 卷取松紧一致，两端整齐，无打折现象。

⑭ 厚度公差为±0.03mm，宽度为±5mm。

3.2.3　贴合

贴合是通过压延机将两层或两层以上同种或异种未硫化胶片重合在一起成为复合胶片的作业或将胶片和胶布、胶布和胶布重合在

一起成为复合胶布的压延工艺，主要是胶片的贴合。它一般用于如下场合。

① 制造较厚而要求较高的胶片，必须由数层薄胶片贴合至所需厚度。

② 胶料的含胶量高，除气特别困难的场合。

③ 气密性要求特别严格的中空橡胶制品。

④ 两种不同配方的胶料合在一起。

⑤ 夹胶布的制造。

为保证贴合工艺效果，要求各胶片要有一致的可塑度，否则会导致脱层、起皱等现象。当配方和厚度都不同的两层胶片贴合时，最好采用“同时贴合法”，即将从压延机出来的两块新鲜胶片进行热贴合，这样可使贴合半成品密实、无气泡，胶片不易起皱。

3.2.3.1 *工艺方法*

按贴合时胶片的温度，贴合可分为热贴、冷贴、半热贴三种。

(1) 热贴 将刚压延好的胶片或胶布趁热用压延机辊压在一起，此法由于贴合时温度较高，因而贴合黏合性较好，但也存在焦烧的危险性，压延效应较大。工艺上要求贴合与压延联动，可实现工艺的联动化生产，生产效率高。用四辊压延机可同时压延出两片胶片进行贴合，如图 3-15 所示。用一台三辊压延机时其中一片胶布或胶片必须预先压延好，然后从卷取辊上导入到三辊压延机的中、下辊间，与新压延好的胶片经辊压作用压合在一起，如图3-16所示。如用两台三辊压延机串联在一起可实现两片胶片的同时压延



图 3-15 四辊压延机热贴工艺示意图

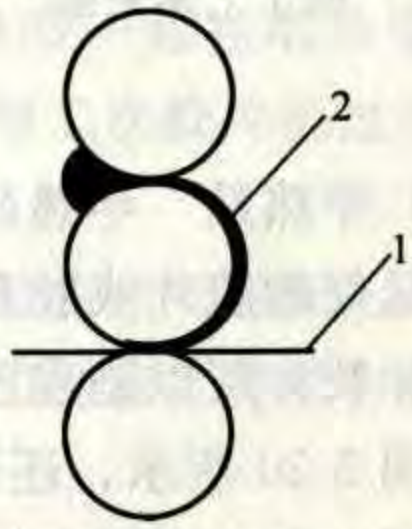


图 3-16 三辊压延机热贴工艺示意图

1—第一次胶片；2—第二次胶片

和贴合，如图 3-17 所示。用两辊压延机也可实施热贴工艺，如图 3-18 所示。

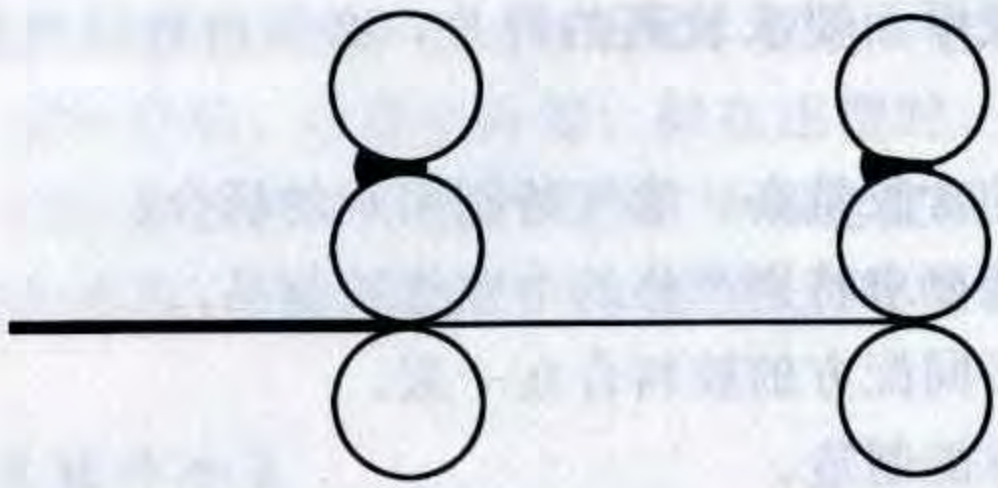


图 3-17　两台三辊压延机热贴工艺示意图

(2) 冷贴　贴合的胶片或胶布预先用压延机压延好，经冷却停放后，从胶卷中导出引入到两辊压延机或三辊压延机中进行辊压贴合，如图 3-19 所示。此法贴合黏合力较低，但无焦烧的危险。质量要求不高的情况也可用压合辊来代替压延机进行贴合。



图 3-18　两辊压延机热贴工艺示意图

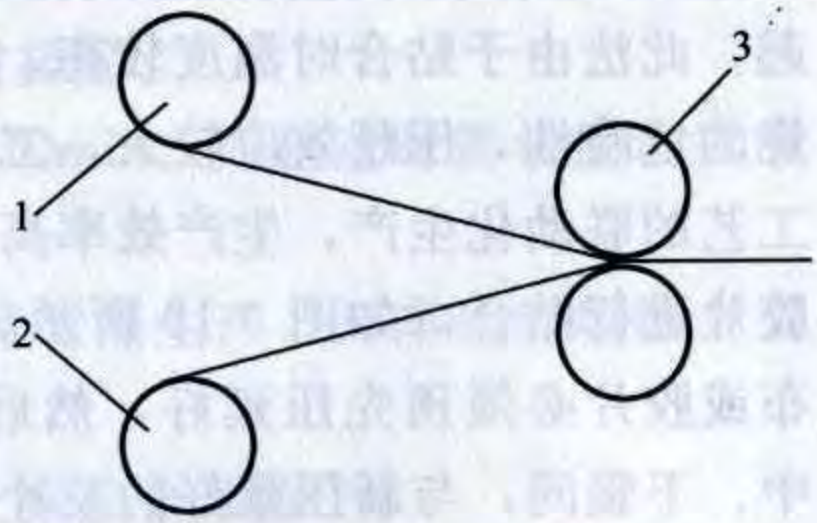


图 3-19　冷贴工艺示意图

1—第一胶片（布）；2—第二胶片（布）；3—两辊压延机

(3) 半热贴　半热贴法是介于热贴和冷贴之间的贴合方法，它是将压延好的胶片或胶布经适当冷却后再引入压延机经辊压贴合而成，两片胶片可以是现压延出来的，也可以其中一片是预先压延好的，如图 3-20 所示，还可将预先压延好的胶片或胶布导入三辊压延机下辊，与新压延的胶片经辅助压辊作用压合在一起，如图3-21 所示。

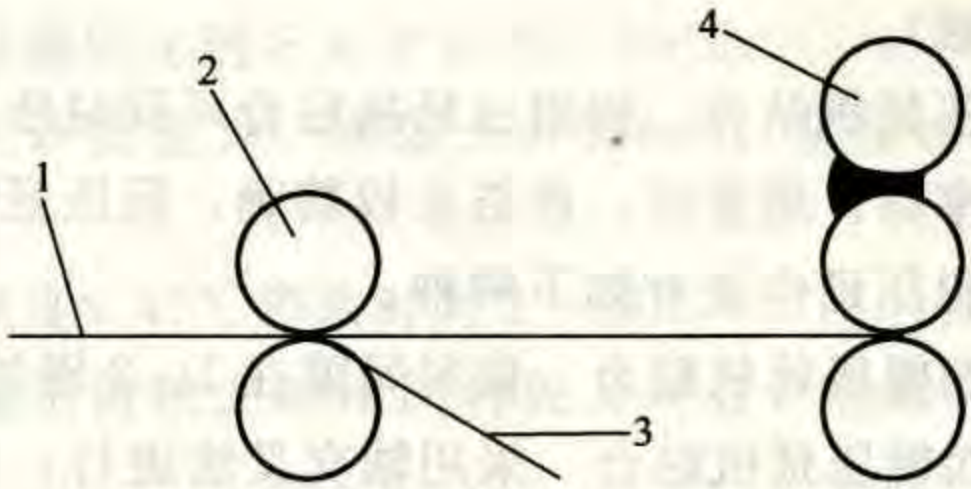


图 3-20　半热贴工艺示意图

1—贴合胶片（布）；2—两辊压延机；3——次胶片（布）；4—三辊压延机

根据所用设备不同，贴合工艺方法可分为两辊压延机贴合、三辊压延机贴合、四辊压延机贴合三种。

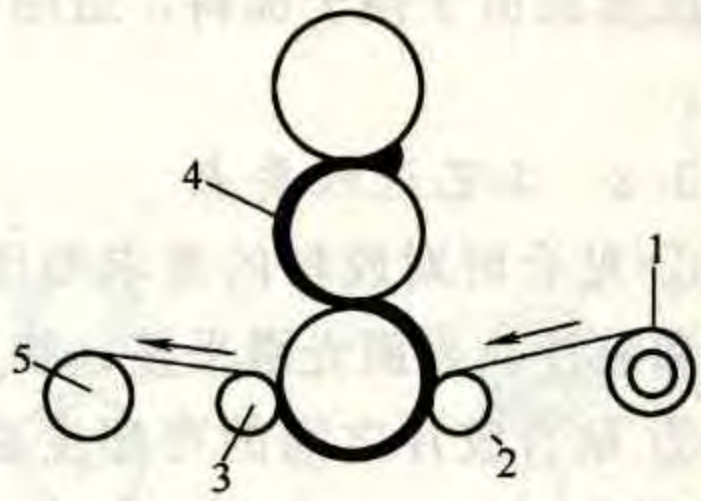


图 3-21　三辊压延机半热贴工艺示意图

1—第一次胶片；2—压辊；3—导辊；4—第二次胶片；5—贴合胶片卷取

（1）两辊压延机贴合　用两辊压延机或普通的等速两辊开放式炼胶机能进行贴合作业。两辊贴合的优点是贴合厚度较大，可达到 5mm，但精度较差，不适于 1mm 以下的精密贴合，另一个优点是气泡形成的机会少。此外辊温、辊速、压延存胶量等控制都比较简单，操作简便。

（2）三辊压延机贴合　三辊压延机贴合可将预先出好的胶片或胶布与新压延出来的胶片进行贴合，最常用的三辊压延机贴合是预先出好的胶片（称之为第一次胶片）与垫布一起卷取在卷取装置上。当其通过压延机下辊时，与新出片的第二次胶片经过压辊作用而贴合，再经导辊卷取。

采用此法贴合时，要注意以下几点：避免空气混入；两种胶片的温度和可塑度要尽可能接近；送胶与卷胶的速度要求一致；压辊应外敷胶层，其直径为压延机下辊的 2/3。

另一种三辊机贴合作业用带式牵引装置代替加压辊，第一次胶片、第二次胶片在两层带之间受压贴合，贴合效果比加压辊好（因

为后者是点接触)。

(3) 四辊压延机贴合　四辊压延机贴合可同时压延出两块胶片进行贴合，效率高，质量好，规格也较精确，但压延效应较大。

常用的四辊压延作业有如下两种。

(1) Γ形四辊压延机贴合　供料间隙在1、2辊处。

(2) Z形四辊压延机贴合　采用轴交叉法进行，故容易做到精密出片，能完成Γ形压延机所不能完成的一些任务。标准Z形压延机用输送带在辊缝的上方供料，适用于薄壁制品。倾斜式Z形四辊压延机由于便于加料，适用于规格多样化、需经常调整的工业制品。

3.2.3.2　工艺过程要点

① 贴合时对胶料的要求与压片时一样，应对辊筒有适当的可塑性和黏性，表面光滑平整，胶片与胶片之间有黏合性。

② 贴合胶片之间的可塑度必须一致，否则就会产生脱层、起鼓等问题。

③ 异种胶片贴合时，两者的收缩率和硫化速度等应相互配合适当。

④ 在贴合配方和厚度都不同的两层胶片时，由于可塑度和收缩率的不一致，往往很容易出现气泡、起皱或其他外观质量问题，比较好的克服方法是所谓“同时贴合法”，即胶片从压延机出来后立即进行贴合，这样可以利用新鲜表面的易黏合性，做到完全黏着，并能防止空气进入，但此法压延效应较大。

3.2.3.3　工艺操作要点

① 仔细核对贴合的胶布、胶片或胶料的种类，确认正确后方可开始使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常。

③ 胶料按生产顺序使用，不同胶号不能混用。

④ 贴胶过程中，随时注意胶片是否在中央，防止歪贴。

⑤ 胶料中不得有杂物和自硫胶等，胶片表面无气泡、无缺胶、无熟疙瘩。卷取要卷平整，不允许打折。

⑥ 返回胶掺用比例不大于 20%～30%。

⑦ 胶片允许公差为：厚度±0.05mm、宽度±5mm、偏歪值≤20mm。

⑧ 胶片温度≤45℃停放时间 2～48h。

⑨ 贴胶偏歪值较大时用同种胶片补正，卷取整齐，无粘连、无折子。

3.2.3.4 夹胶雨布贴合

夹胶雨布也可以按贴合的原理操作（如图 3-22），其步骤如下。

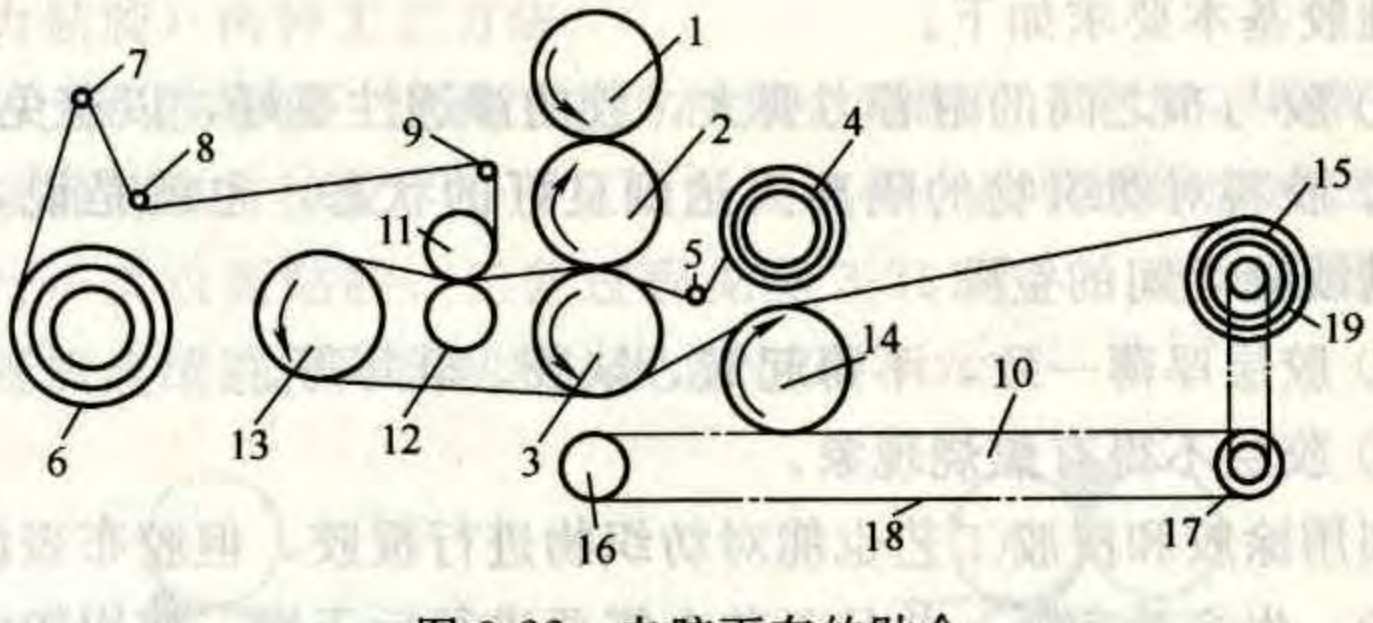


图 3-22 夹胶雨布的贴合

1～3—压延机辊筒；4—外层布卷；5，9—分布轮；6—里层布卷；7—托辊；8—压辊；10—加压螺旋；11，12—压合辊；13，14—冷却辊；15—夹布布卷；16—动力轴；17—皮带轮；18—传动带；19—自动卷布机

① 先将坯布通过干燥辊干燥，然后用刮浆机涂胶，所用胶布分里层与外层两种。

② 将热炼胶割成小卷，送上三辊压延机的上辊缝，中辊包辊胶厚度为 0.15～0.20mm。

③ 外层布递向下辊缝和胶面直接贴合，然后再送到压合辊与里层布贴即成。

3.3 纺织物挂胶

纺织物挂胶是借助于压延机在纺织材料（帘布、帆布、平纹布

等）表面挂上一层橡胶层或使胶料渗入纺织物结构的压延工艺。纺织物挂胶后制成挂胶帘布或挂胶帆布（简称为胶布），作为橡胶制品的骨架材料。

帘布或帆布挂胶的目的是：使纺织物线与线、层与层之间互相紧密地结合成一整体，起到共同承担外力地作用；隔离纺织物中的线，减少制品使用中纺织物材料相互摩擦，使应力分布均匀；使经挂胶后的纺织物具有良好的成型黏性，成型时纺织物可自相紧密地黏合在一起；还可提高弹性、致密性（防水性），保证制品具有良好的使用性能。

挂胶基本要求如下。

① 胶与布之间的附着力要大，胶的渗透性要好，以避免脱层。

② 胶料对纺织物的隔离要达到良好的状态，也就是说，胶料要填满线缝之间的空隙。

③ 胶层厚薄一致，不得起皱、缺胶、轧坏等。

④ 胶层不得有焦烧现象。

利用涂胶和浸胶工艺也能对纺织物进行覆胶，但胶布表面的附胶量少，生产效率低，并且工艺上需要进行后干燥，使用较大量的溶剂，不易回收，成本较大，有危险性，效率上无法与压延比拟。因而对附胶量较大的胶布一般采用压延法进行挂胶。

挂胶的方法有两种：贴胶（覆胶）与擦胶，贴胶与擦胶的区别在于辊筒有无速比。贴胶是用辊筒转速相同的压延机在纺织物表面挂上（或压贴上）胶层；擦胶是通过转速不等的辊筒使胶料渗入纤维组织之中，贴胶和擦胶可以单独使用，也可以结合使用。

3.3.1 贴胶

贴胶作业是使纺织物和一定厚度胶片同时通过等速回转的辊筒间隙，在辊筒的压力作用下，贴合成为覆有一定厚度胶层的挂胶纺织物。贴胶作业通常采用三辊压延机一次单面贴胶或四辊压延机一次双面贴胶。四辊双面贴胶（两贴）在轮胎工业中广泛采用，如与浸胶相结合，则压延效率较高，但应注意掉皮现象。等速贴胶的优

点是速度快，效率高，对纺织物的损伤小；缺点是胶料不能很好地渗入布缝，故布与胶附着力较低，而且两胶层之间有空隙，容易产生气泡。主要用于密度较稀经浸胶、涂胶的帘布，也可用经浸胶、擦胶、涂胶的帆布，对未经浸胶、擦胶、涂胶的帘布和帆布不太适宜采用此法。

有时，也可用两台三辊压延机进行双面贴胶作业。

3.3.1.1　贴胶工艺方法

由纺织物材料的特点及制品性能要求，依据贴胶时贴合辊距间有无积胶，贴胶又分为无积胶贴胶（普通贴胶或贴胶）和有积胶贴胶（压力贴胶）两种工艺方法。

（1）无积胶贴胶　此种工艺方法贴合辊距间无积胶，贴胶适用于密度较稀的帘布挂胶。可用三压延机进行一次单面贴胶或四辊压延机进行一次双面贴胶，工艺过程见图 3-23 所示。也可采用两台三辊压延机连续进行两面贴胶，见图 3-24 所示。



(a) 三辊压延机单面贴胶（$v_2=v_3\geqslant v_1$）　(b) 四辊压延机双面贴胶（$v_2=v_3>v_1=v_4$）

图 3-23　贴胶工艺示意图

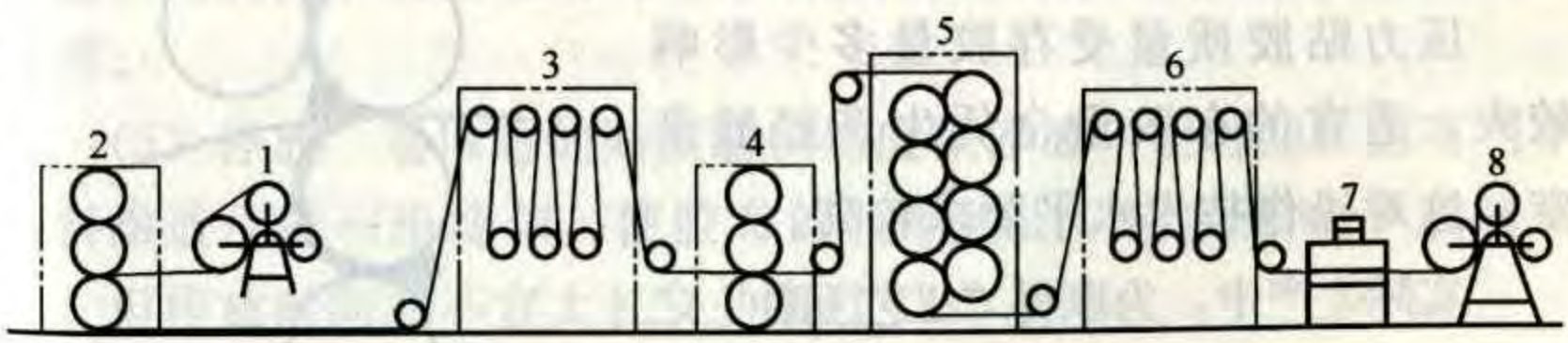


图 3-24　两台三辊压延机双面贴胶

1—坯布送布架；2—三辊压延机（第一面贴胶）；3—贮布器及翻布装置；4—三辊压延机（第二面贴胶）；5—冷却架；6—贮布器；7—称量台；8—卷取架

贴胶时，胶片通过压延机辊筒缝隙后全部贴合于纺织物表面上。进行贴胶的两个辊筒转速相同，供胶的两个辊筒转速可以相同，也可不同。供胶辊筒有速比时，有利于消除气泡，特别适用于高含胶率胶料及合成橡胶胶料。

贴胶法的特点是操作较易控制，生产效率较高，帘布受伸张较小，对纺织物的损伤小，耐疲劳强度较高。但胶料不能很好地渗入布缝中，胶与布的附着力较低，且两面胶层之间易形成空隙而使胶布产生气泡或掉皮露线。

(2) 压力贴胶　压力贴胶也称为半擦胶，压力贴胶时两辊筒的转速也相同，只是贴合辊距间存在有一定量的积胶，利用辊筒压力和积胶的压力将胶料挤压到布缝中去。主要用于密度较大的帘布挂胶，也可用于细布、帆布挂胶，如图 3-25 所示。该法可用三辊压延机或四辊压延机来完成，压力贴胶一次只能进行单面贴胶。

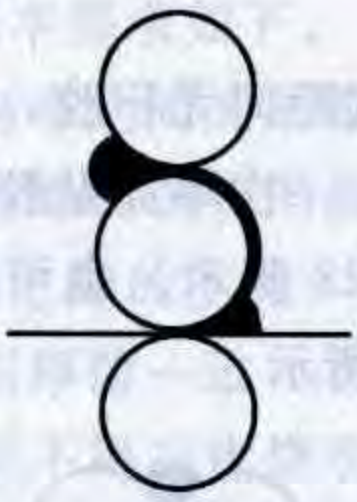


图 3-25　压力贴胶工艺示意图

压力贴胶法的特点是能够使胶料渗透到布缝中，从而使胶与布的附着力提高，特别是对未浸胶的棉帘布有很好的效果，在不损伤帘线时，帘布的耐疲劳性能较贴胶有所提高；能改善双面贴胶易掉皮的毛病，是贴胶法的一种改进。但缺点是帘线受到张力较大，且不均匀，以致性能受到损害，布层表面的胶层较薄；操作控制不当时，易产生劈缝、落股、压偏等毛病。

压力贴胶质量受存胶量多少影响较大，适宜的存胶量全凭生产经验来定，这对操作技术水平要求较高。

实际生产中，为取得“工艺互补”之效，压力贴胶较多地与贴胶或擦胶结合使用。例如帘布挂胶采用一面贴胶，另一面压力贴胶的工艺方法，如图 3-26 所示。



图 3-26　四辊压延机一面贴胶，另一面压力贴胶工艺示意图

3.3.1.2　贴胶工艺

（1）配合　配方中要多用粉状填充剂、矿物油和蜡类等有利于提高附着力的软化剂，胶料的可塑度要适当高一些。

（2）贴胶作业　贴胶作业是保证贴胶半成品质量的关键，贴胶正式开始前，应先开车后放汽逐步升温，使辊筒温度均匀一致并达到工艺要求，加入胶料后再调节辊距、宽度，直到胶片的厚度、宽度和光泽度都合乎要求为止。辊温用表面温度计测定，厚度用千分表或β射线测厚仪测定。测厚时要力求迅速准确。待厚度合乎要求后，再进行坯布填头，此时应将压延机速度尽量放慢。待一切就绪后，再把压延机速度提高到预定水平。在贴胶过程中，供胶量要均匀一致，存胶量要稳定平衡。

（3）冷却　与压片不同，由于压延效应时对挂胶纺织物的强度并没有什么影响，加以布层挂胶后不易冷却，所以对贴胶来说，应该加强冷却这一环，冷却后纺织物表面温度应低于40℃。

贴胶后的胶布不能直接用水冷却，一般多用冷却鼓冷却，多为六辊冷却机至十二辊冷却机，排列方式有立式和卧式两种，辊中通入冷却水以保持辊面温度较低，降下通过其上胶布的温度。

冷却的目的有三个：第一，避免胶料焦烧；第二，使胶料消除疲劳，收缩一致，尺寸稳定；第三，能减少胶布与垫布的黏合，便于下段工序操作。

（4）卷取　为了防止黏合，胶布卷取时加一层垫布。

有些贴胶产品如防雨布，需在冷却后敷上滑石粉，也可以撒碳酸镁、白炭黑、硬脂酸锌等。各种隔离剂均需经过脱水筛选方可使用。

（5）停放　卷取后的贴胶纺织物应该停放一定时间，这有利于胶料渗透及进一步冷却，使胶布的收缩稳定，以免影响半成品尺寸。但停放时间亦不宜太长（勿超过48h）。

3.3.1.3　贴胶工艺条件

胶料的可塑度和温度、压延的辊温和辊速是影响贴胶工艺重要的工艺因素。

(1) 胶料可塑度、胶温　胶料可塑度小，渗透力小，易掉皮，胶布表面不光滑，收缩率较大。胶料可塑度大，流动性和渗透性好，收缩小，胶与布之间有较高的附着力，胶布表面光滑，但硫化胶的强伸性能不高。所以应取适当可塑度进行贴胶。天然橡胶可塑度为 0.4～0.5。

热炼主要是使胶料柔软并获得一定的热塑性，同时可达到温度和可塑度的均匀，热炼不足，易掉皮，热炼不均匀，胶布表面麻面，热炼温度过高，胶料可能产生焦烧或胶料中含有焦烧胶粒。一般热炼后的胶料温度应保持为比压延温度低 5～15℃，使胶料具有较高的、稳定的热可塑性，便于压延作业。

(2) 辊温　提高辊温可增大胶料的流动性和黏性，胶料对纺织物的渗透力大，有利于提高附着力，且压延的胶布表面光滑，但辊温过高易使胶料产生焦烧。压延温度主要决定于胶料的配方组成。天然橡胶胶料以 100～105℃较好。因为胶料易粘热辊，所以贴胶时上、中辊的温度应高于旁辊和下辊的温度 5～10℃。丁苯橡胶胶料以 70℃为好，因为它易粘冷辊，上、中辊温度应低于 5～10℃。对于压延速度来说，较快的速度相应地要求较高的温度；含胶率高的、补强剂多的、黏度大的胶料在贴胶时，则相应地要求较高地辊温和较低地压延速度。黏度小时则相反。

(3) 辊速　辊速快压延生产效率高，纺织物和胶料在辊筒缝隙停留时间短，表现出较大的弹性，流动不充分，胶布表面不光滑，同时受压时间少，胶与布黏合力较低。

贴胶时辊筒线速度随胶料特性、产品和设备型号而异，如胶料的可塑性大，压延速度可快些。目前轮胎厂一般用 20～35m/min，采用高水平压延机者可达 60m/min，甚至更高。工业制品厂采用贴胶速度范围较广，一般为 20～40m/min，高者达 45m/min。胶带贴胶为 5～10m/min。

(4) 压延张力　尼龙帘布（线）有热收缩特点，因此压延贴胶时必须实行张力贴胶，张力值应等于或略高于帘线在热胶料中的收缩值，而且从帘布开始贴胶直到冷却都必须使帘布保持一定张力，

以保证帘布在压延中不产生收缩。一般压延张力：93tex/2 不低于 400g/根；140tex/2 不低于 600g/根；187tex/2 不低于 800g/根；210tex/2（140tex/3）不低于 1000g/根为宜。与低张力压延相比，用高张力压延尼龙帘布制造的轮胎其行使里程约提高 18%，翻新率提高 42%。

（5）辊距　三辊压延机压延时上、中辊距用来确定胶片的厚度，而中、下辊距是起贴合作用，辊距的大小直接影响压延质量。辊距大小应依据挂胶厚度、胶料的可塑性和压延速度来调节。如中、下辊辊距过小，纺织物不易通过或被压破，辊距过大，则失去辊压的作用，胶层不能很好地贴附在纺织物上，附着力小。

以天然胶帘布贴胶为例，压延工艺条件如表 3-9 所示（以四辊Γ形压延机为例）。

表 3-9　贴胶工艺条件

压延方法	两面贴胶
纺织物材料	帘布
旁辊温度/℃	100～105
上辊温度/℃	105～110
中辊温度/℃	105～110
下辊温度/℃	100～105
辊筒速比	1∶1.4∶1.4∶1
压延速度/(m/min)	≤35

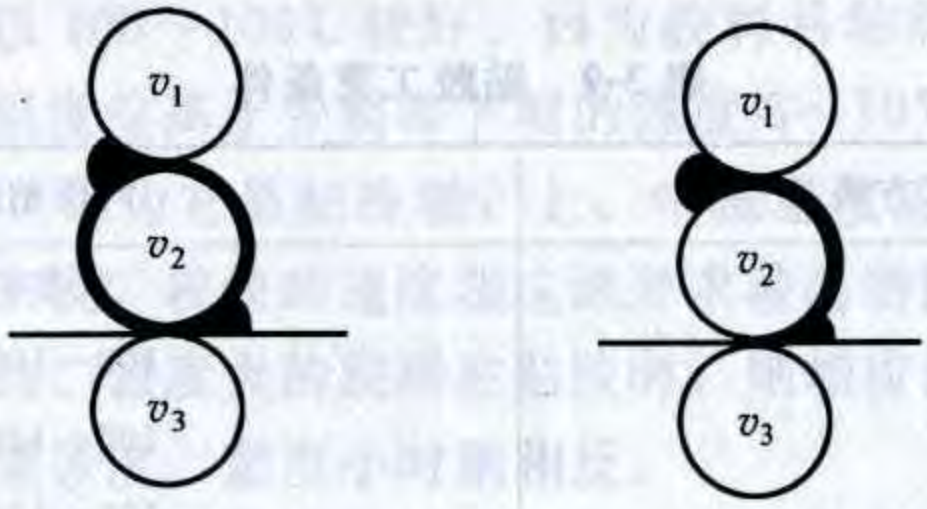
3.3.2　擦胶

擦胶是利用压延机两个速度不同的辊筒之间产生的剪切力将胶料挤入纺织物组织的缝隙中的压延挂胶工艺。擦胶法挂胶的特点是增加胶料与纺织物的附着力，速比愈大胶料渗透性愈好，但也存在对纺织物损伤程度大的缺陷。因此生产中主要用于轮胎、胶管、胶带等制品所用帆布或细布的挂胶。

3.3.2.1　擦胶工艺方法

通常，采用三辊压延机进行单面擦胶，上、中辊供胶，中、下辊擦胶。擦胶工艺方法按中辊是否包胶分为中辊包胶和中辊不包胶两种。

（1）中辊包胶法　中辊包胶法（又称薄擦或包擦法）是当纺织物进入中、下辊筒缝隙时，部分胶料被擦入纺织物中，余胶仍包在中辊上（包辊胶厚度细布为 1.5～2.0mm，帆布为 2.0～3.0mm），如图 3-27（a）所示。此法挂胶量小而且基本稳定，成品耐屈挠性较差；纺织物所受的挤压力小，胶料渗入布层较浅，附着力较低，胶布表面不光滑。主要适用于薄细帆布和平纹细布的压延。这种方法要求胶料必须有良好的包辊性，为了帮助胶料包辊也可在辊筒表面涂刷松香乙醇液或牛皮胶水溶液、沥青古马隆汽油溶液等增黏剂。



(a) 中辊包胶法　　(b) 中辊不包胶法

图 3-27　擦胶工艺示意图（$v_2 > v_3 = v_1$）

（2）中辊不包胶法　中辊不包胶法（又称厚擦或光擦法）是当纺织物通过中、下辊缝隙时，胶料全部擦入纺织物中，中辊不再全包胶只是半圆周包胶，如图 3-27（b）所示。此法所得胶层较厚，可提高成品耐屈挠性能，表面光滑，且挤压力大，附着力较高，但用胶量较多，易将纺织物压破。主要适用于厚度较大的帆布挂胶。

三辊压延机只能进行一次单面擦胶，纺织物擦胶需分两次方能完成作业。可利用两台三辊压延机一次进行两面擦胶，如图 3-28 所示，在两台压延机之间安装有一个翻布辊，当第一台压延机将纺

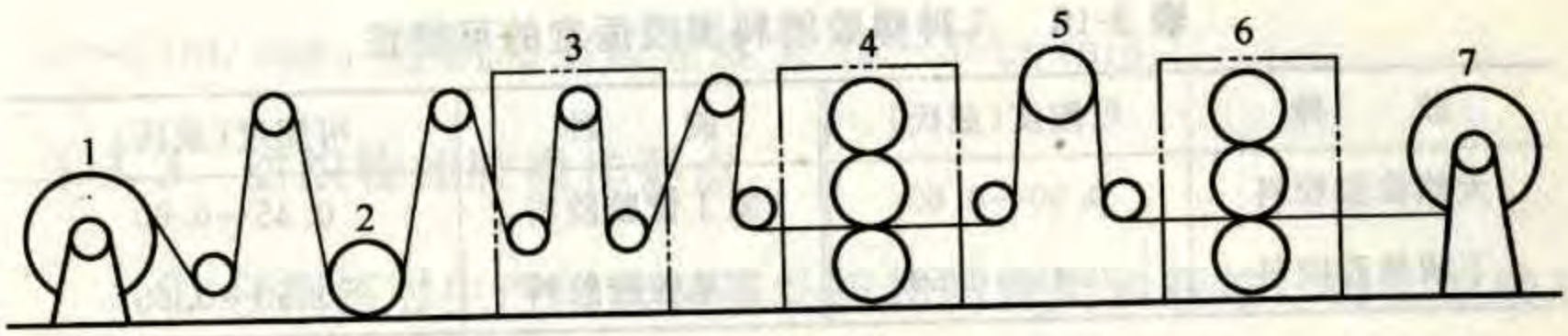


图 3-28　两台三辊压延机一次进行两面擦胶示意图

1—坯布卷；2—打毛；3—干燥辊；4，6—三辊压延机；5—反布辊；7—胶布卷

织物的一面擦胶后，通过翻布辊将纺织物翻转进入第二台压延机进行第二面的擦胶。也可用两台转动方向相反的三辊压延机进行一次双面擦胶，如图 3-29 所示。

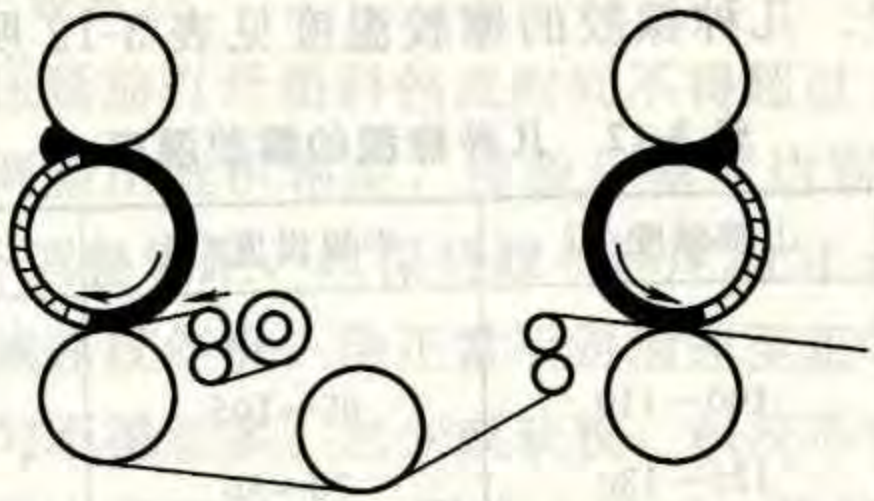


图 3-29　两台三辊压延机双面擦胶工艺示意图

擦胶也可与贴胶相结合，先进行第一面贴胶，再进行第二面擦胶，特别对帘布第一面贴胶可将帘线位置固定，再进行第二面擦胶。

3.3.2.2　擦胶工艺条件

和贴胶相同，擦胶的工艺条件主要包括胶料的可塑度、温度和压延的辊温及辊速等。

为保证胶料对纺织物的充分渗透，擦胶工艺对胶料可塑性要求较高，生产中需根据具体胶种及制品类型合理确定，如表 3-10 和表 3-11 所示。此外胶料可塑性还需根据具体擦胶作业而定，如采用中辊包胶法，胶料可塑度（威氏）要求就比较高，同时还要考虑半成品类型的要求。

擦胶温度主要决定于生胶种类。对于天然橡胶压延机辊温控制的原则是：中辊不包胶法为上辊温＞中辊温＞下辊温；中辊包胶法

表 3-10　几种橡胶胶料擦胶适宜的可塑性

胶　　种	可塑度(威氏)	胶　　种	可塑度(威氏)
天然橡胶胶料	0.50～0.60	氯丁橡胶胶料	0.45～0.60
丁腈橡胶胶料	0.45～0.50	丁基橡胶胶料	0.50～0.65

表 3-11　不同制品中胶布胶料可塑度要求（天然橡胶）

胶布名称	V 带包布	传动带	轮胎包布
可塑度(威氏)	0.48～0.53	0.55～0.60	0.55～0.60

则应为上辊温＞下辊温＞中辊温，包胶的中辊温度较低，是为了防止胶料发生焦烧。几种橡胶的擦胶温度见表 3-12 所示。

表 3-12　几种橡胶的擦胶温度

胶　　种	上辊温度/℃	中辊温度/℃	下辊温度/℃
天然橡胶			
光擦	100～110	95～105	85～95
包擦	120～130	70～80	115～125
丁腈橡胶	85	70	50～60
氯丁橡胶			
弹性态	50	50	30
塑性态	120～125	90	65
丁基橡胶	85～105	75～95	90～115

擦胶所用三辊压延机的辊筒速比一般在（1∶1.3）～(1.5∶1)的范围内变化。速比愈大，擦力愈大，胶料的渗透性愈好，但对纺织物的损伤也愈大，并有可能导致胶料焦烧增加设备负荷。因此，应根据纺织物品种不同选择适宜的速比，对质地坚实的厚帆布可采用 1∶1.5∶1 的速比，而对强度较低的薄细纺织物应采用 1∶1.3∶1 的较小速比。

擦胶速度应选择适宜。速度太快，纺织物和胶料在辊筒缝隙间停留时间短，受力时间短影响胶与布的附着力，合成纤维尤为明显。速度太慢，生产效率低。因此生产中薄布擦胶速度一般掌握为

5～25m/min；厚帆布擦胶速度为 15～35m/min。

3.3.3 纺织物挂胶操作要点

① 仔细核对生产用胶料和纺织物的种类和规格，确认正确后方可开始使用。

② 开机前检查机械、电气设备是否正常。

③ 润滑油箱加热后打开电源开关，开启鼓风机和油泵，调整好油泵压力和进油量，待见回油后再启动主机工作。

④ 先开车后放蒸汽，逐步升温预热辊筒使辊筒的温度均匀一致，并达到工艺要求。

⑤ 纺织物压延前打开塑料包皮时间不得超过 30min。

⑥ 开车后调整压延机辊距，使胶片厚度达到要求才能引布挂胶，中途一般不调整辊距，以保持胶布厚度均匀一致。

⑦ 引布时减速或停机，待正常后再增速至正常速度。

⑧ 供胶均匀不得忽多、忽少或缺胶，积胶不得超过 30kg。

⑨ 挂胶过程中发现掉皮、露线、压坏、熟胶、杂物等，应及时排除。

⑩ 压延中随时注意纺织物的宽度变化，及时调整扩布器。

⑪ 要掌握切边刀以防割坏帘布或出现宽胶片等。

⑫ 仔细调整好牵引机和冷却机张力，使张力辊浮动在要求的范围内。

⑬ 压延机带胶空转不得超过 10min，如超过时需将胶料拉下以防焦烧。

⑭ 在生产过程中，因出现故障暂停生产，辊温低于工艺要求时，必须将胶布裁断，开车后将辊温升到工艺要求的温度。

⑮ 更换胶种时，需将压延机上余胶全部拉下。

⑯ 如胶布的挂胶质量超过规定范围或胶布表面不正常时应注明，经处理后使用。

⑰ 压延后胶布通过冷却辊，应使胶布充分冷却，使胶布卷内温度不超过 40℃。

⑱ 胶布裁断时布应粘紧，密切配合，尽量在接头处裁断。

⑲ 卷取松紧一致，两端整齐，无打折现象，垫布要整齐，保持清洁。

⑳ 胶布卷取完毕，应认真检查过秤，计算出上胶量，填写卡片并将卡片拴于帘布一端。

㉑ 胶布应按规定地点上架平放。胶布和垫布不得落地。

㉒ 胶布停放时间 2～72h。

㉓ 厚度公差为±0.03mm，宽度为±5mm。

㉔ 工作结束后要将辊冷却至 60℃以下才可停机，停机后关闭水、电、汽、压缩空气等。

3.4 钢丝帘布的压延

全钢丝子午线轮胎的胎体帘布、带束层、半钢丝子午线轮胎的带束层帘布都是由多根平行的钢丝线经压延覆胶制备的。钢丝帘布的压延质量对子午线轮胎的使用性能有很大影响。

3.4.1 钢丝帘布压延工艺方法

随着子午线结构轮胎的发展，钢丝帘布的使用量不断增加，目前使用的钢丝帘布分为有纬线和无纬线两种，有纬钢丝帘布的挂胶可用普通压延设备进行，无纬钢丝帘布的挂胶工艺又分为冷贴工艺和热贴工艺，覆胶冷压延就是胶片预先用压延机压片，再用压延机与钢丝帘布进行贴合，生产可采用两辊压延机。覆胶热压延就是胶片一边压片一边与钢丝帘布进行贴合，生产采用四辊压延机，绝大多数轮胎厂使用无纬钢丝帘布和覆胶热压延工艺生产方法。此外钢丝帘布压延工艺方法还有挤出法和缠绕法。

3.4.1.1 热压延法

采用钢丝帘布压延联动装置来进行钢丝帘布两面贴胶。该压延联动装置的开始设备主要部分是帘线导开架，它装有数百个排列规整的锭子座，绕满钢丝帘线的锭子套入锭子座中，单根钢丝由导开

架导出，经排线分线架使钢丝帘线进行初步排列，再经一次整经，二次整经使帘线在恒定张力下，按规定的设计密度整齐地通过整径辊，进入压延机进行双面贴胶。压延主机带有测厚装置及刺泡装置等附属设备，钢丝帘布离开压延机被牵引进入冷却装置，通过冷却辊筒逐步冷却帘布后，再经贮布架进入卷取装置，此时亦可把钢丝帘布的塑料薄膜垫布经导开装置同时卷入。

压延机辊筒的组合排列以四辊 S 形或四辊 Z 形为好。钢丝帘布覆胶热压延生产线的生产速度最高可达 40m/min，但是实用速度以 12～20m/min 为佳。

目前，大多数厂家均用热压延法来制备钢丝帘布。

钢丝帘布覆胶四辊压延机热压延的典型工艺流程如图 3-30 所示。

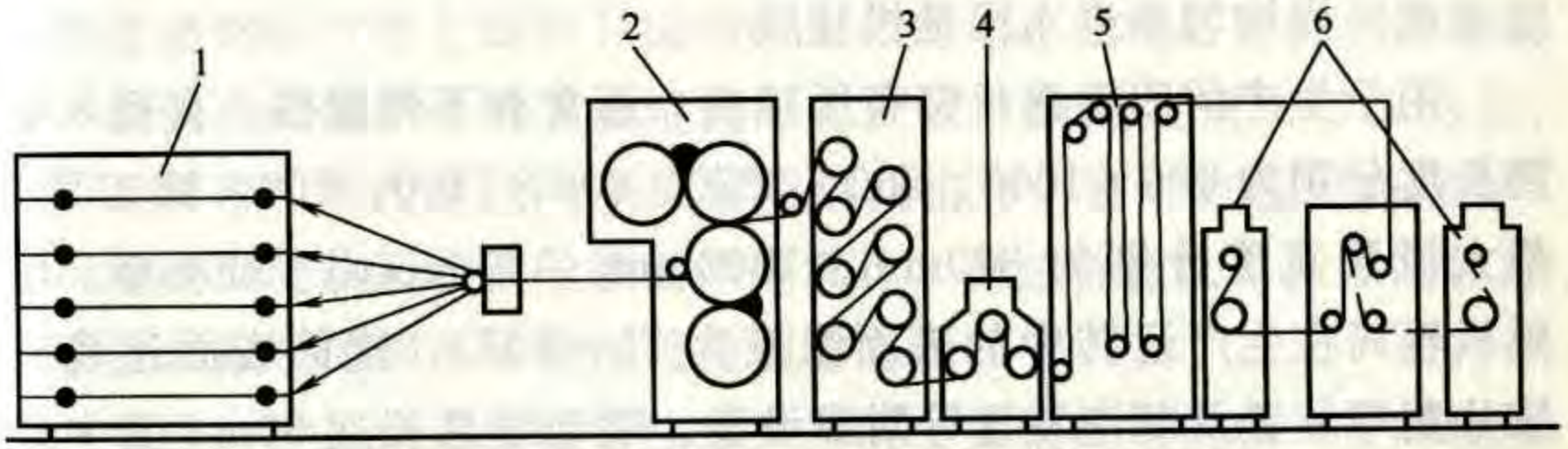


图 3-30　钢丝帘布覆胶四辊热压延工艺流程

1—锭子架；2—压延机；3—冷却辊；4—牵引区；5—缓冲器；6—卷取装置

钢丝帘线从线盘房内线盘架上通过钢丝帘线制动控制、张力测量、导向、接头、整经、压延、测厚、张紧控制、冷却、牵引、贮布、牵引、传送、截断、卷取等生产工序而制成覆胶钢丝帘布。

线盘房内有两组相邻排列、可以横向移动的线盘架，一组线盘架用于生产，另一组备用。每组线盘架约有 720 个线盘。有的线盘房采用二楼的房屋结构，每层各放两组线盘架，钢丝胎体层和钢丝带束层按楼层布置合用一台压延机生产线进行生产。

接头机系加热平板，将前一个线盘的钢丝帘线的末端和刚换上的线盘的钢丝帘线的开端相互间隔地并列排齐在磁板上，然后放在接头模具里的锡条上，热板加压后，溶锡就把钢丝端头焊好。这种

平接头可以顺利地通过压延机地辊隙和保持各根钢丝帘线的张力。接头在覆胶钢丝帘布卷取前才被切割掉。

钢丝帘线在进入压延机前，可把帘线加热到与覆胶胶料基本相同的温度，从而使胶料容易挤压在钢丝帘布上甚至可以进入到帘布的丝隙中；也可以在整经辊的前面安装红外线加热器。

整经辊的槽纹间距和尺寸大小是根据轮胎规格的设计规定的，因此调换比较频繁，整经辊直径不宜过小，一般为 Φ280 左右。液压整经辊装置要求能够快速更换，最大液压压力为 1250N/cm。

钢丝帘布的制造均采用无纬压延法，其设备特点除了需装备专用的钢丝帘线锭子存放架及整经装置外，四辊压延机的长径比也较小，长径比 L/D 约为 2.3～2.5。整经辊的直径为压延机辊筒直径的 1/3～1/2 为宜。并应尽量使整经辊靠近压延机辊筒，以保证钢丝帘线排列均匀地进入压延机挂胶。

用于生产的四辊钢丝帘布压延机，通常有下列规格：直径×辊筒长度分别为 400×1000、500×1250、600×1500、700×1800 等。最大压延宽度分别为 800mm、1000mm、1200mm、1500mm。压延机辊筒在生产运转中的表面温度为 75～80℃，辊筒表面还装有胶片测厚装置及刺泡装置等附属设备。联动线总长达 50m，其中锭子房单独隔开，安装空调装置。必要时锭子房设计宽度扩大，能放下两个锭子架，以变换钢丝密度和规格。

冷却用 Φ700 辊筒，第一个和第二个冷却筒的表面使用温度为 60℃，其余的冷却辊筒为 30～35℃。覆胶钢丝帘布的冷却温度采取从高到低的方式，以避免出现喷霜的现象。为防止铁锈污染，辊筒表面要镀铬或用不锈钢材料制成。

贮布器有液压预负荷装置，最大贮布能力约 1min 的生产量，帘布张力最高可达 3000N。

贮布器之后装有液压和光电管控制的定中心装置。牵引组合装有四象限直流电机，在电机和旋转卷取机之间能够产生准确的卷取张力。

牵引装置和双位旋转卷取机之间有一只控制横向裁断机的长度

计数器，双位旋转卷取机配有垫布导开装置、扩张辊筒和边缘控制设备。

覆胶钢丝帘布用凹凸花纹面的塑料垫布衬垫，被挂在运转链上缓慢运行一段时间再平放待用。为让空气进入从而较易撕离胶布，垫布面采用凹凸花纹，吊挂运转是为避免覆胶钢丝帘布在热状态下自身过重而容易产生垂下变形等缺陷。

由于子午线结构轮胎要求帘布胶具有较高的定伸应力，良好的耐屈挠性、耐疲劳性，与钢丝较高的黏合性，故压延用的胶料的可塑性较低，一般在 0.35 左右（威氏），压延速度也相应较慢，一般为 3m/min 左右。

3.4.1.2 冷压延法

冷压延法多采用两辊压延机，其冷压延工艺可分为两种形式，一种是将钢丝帘布上面和下面的胶片分别先在三辊压延机上制备成卷，然后在两辊压延机上借辊筒压力把胶片挤压在钢丝帘布的上、下面上和帘线的线缝之间制成覆胶钢丝帘布。这种方法设备简单，也可避免因受热而使钢丝表面产生氧化。但这种方法不易控制胶片的厚度，帘布的钢丝密度也难控制均匀。

另外一种最新的冷压延法是采用两台三辊压延机和一台两辊压延机组合装置，两台三辊压延机分列于两辊压延机的两侧，各自制备的胶片供压制胶片用。胶片经冷却辊筒冷却后连续导入两辊压延机，钢丝帘线通过整经辊同时进入两辊压延机辊隙压制成钢丝帘布。此种制造方法要比上一种方法好，胶片表面新鲜，钢丝帘布覆胶厚度比较均一，这种方法的缺点是设备较多，占地面积大，投资要大。

钢丝帘布覆胶冷压延生产线由于钢丝帘线不易与冷胶片挤压成型，因此它的最高生产速度约在 20m/min 左右，要比热压延法低，实用生产速度一般在 10～15m/min。

两辊压延机的辊筒通常是在冷的状态下工作，较大的辊筒表面对钢丝帘布和胶料在辊筒间隙间会有较好的挤压作用，因此一般选用较大的辊筒直径，例如直径 Φ600 的辊筒。

钢丝帘布覆胶冷压延法的典型工艺流程如图 3-31 所示。

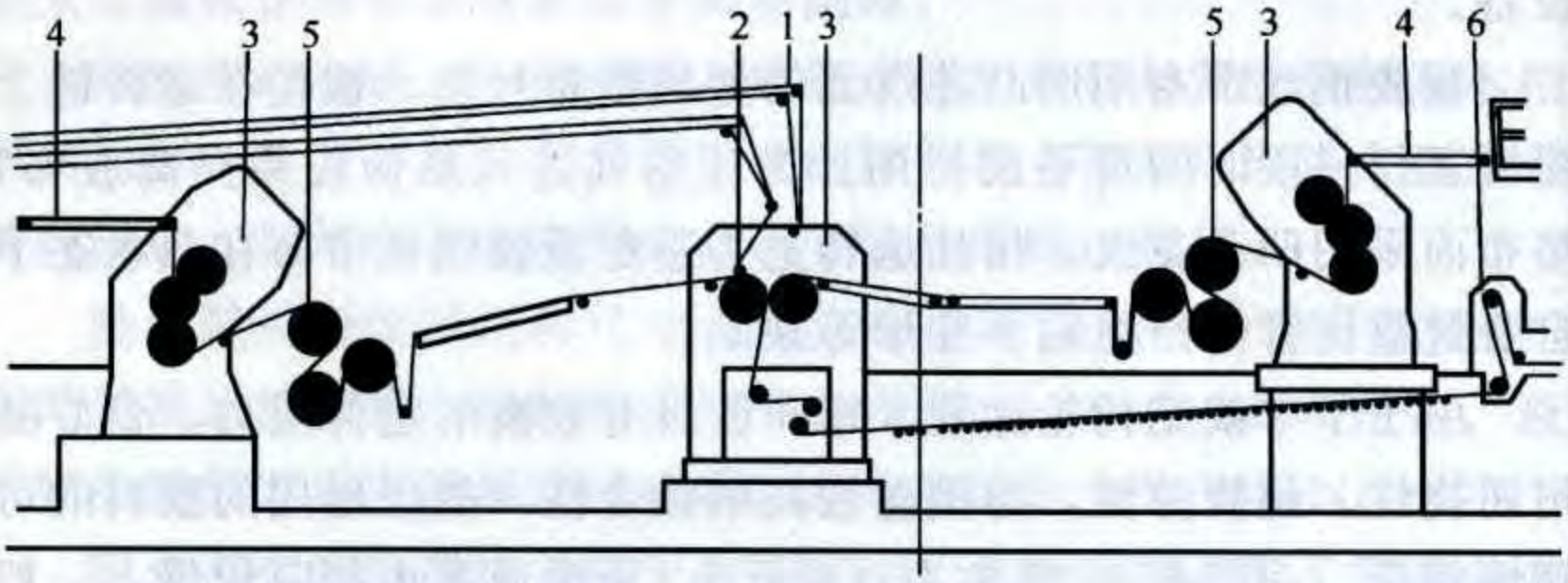


图 3-31　钢丝帘布冷压延工艺流程

1—伸张测定辊；2—整经辊；3—两台三辊压延机压片及两辊冷压延机组；4—供胶装置；5—冷却辊；6—切边装置

钢丝帘线在线盘房内从线盘架上通过制动控制装置分别引出，经导向眼孔后排列整齐，由槽纹整经辊将钢丝帘线按经密规定进入两辊压延机。上、下冷胶片分别由胶片卷导出架导出，在控制浮动辊的作用下保持恒定的张力进入两辊压延机的辊筒间隙中，挤压在钢丝帘布的上、下面和线隙之间。覆胶钢丝帘布的两侧残余胶边经圆盘刀修边装置修边后上卷回用。覆钢丝帘布在 100～150m 长度范围内卷取和横向裁断。

钢丝帘线经槽纹整经辊排列后，首先要在压延机下辊筒上的冷胶片中定位，接着上辊筒的冷胶片在辊筒间隙间完成贴胶。正常覆胶压力为 25MPa，必要时可增加到 60MPa。卷取胶片的塑料薄膜垫片随着胶片一起经过辊筒间隙，以防止胶料黏结在辊筒的表面上。

钢丝帘布由双位旋转卷取机卷取，一面的塑料薄膜垫布从胶布上脱开卷取，另一面的薄膜则作为垫布与胶布一起卷取，按照规定长度由矩尺形剪刀把钢丝帘布横向裁断。

3.4.1.3　压出法

这是一种新型的制造钢丝帘布的工艺方法，用冷喂料挤出机（也可用热喂料挤出机）来对钢丝帘布覆胶，为了保证密度，使用

高精度的挤出口型。

钢丝帘布的覆胶压出工艺主要是：将成排的钢丝帘线通过挤出机的E形机头，并在机头内同时与挤出机的胶料按工艺条件在钢丝帘布的上、下两面进行覆胶。这种方法能使钢丝帘布获得良好的覆胶质量。钢丝帘布覆胶压出法生产线比压延法生产线要简单得多，占地少，投资省。但是，当前压出的钢丝帘布只能提供150mm的宽度，虽然可勉强用作载重轮胎的胎体材料，但终因帘布接头过多、劳动生产率低、接头质量不好保证而难免要影响成品轮胎的均匀度。因此，压出法覆胶目前主要用在制造轻型载重轮胎和轿车轮胎的钢丝带束层上，压出法的最大线速度为13.5m/min。

钢丝帘布覆胶压出法的典型工艺流程如图3-32所示。

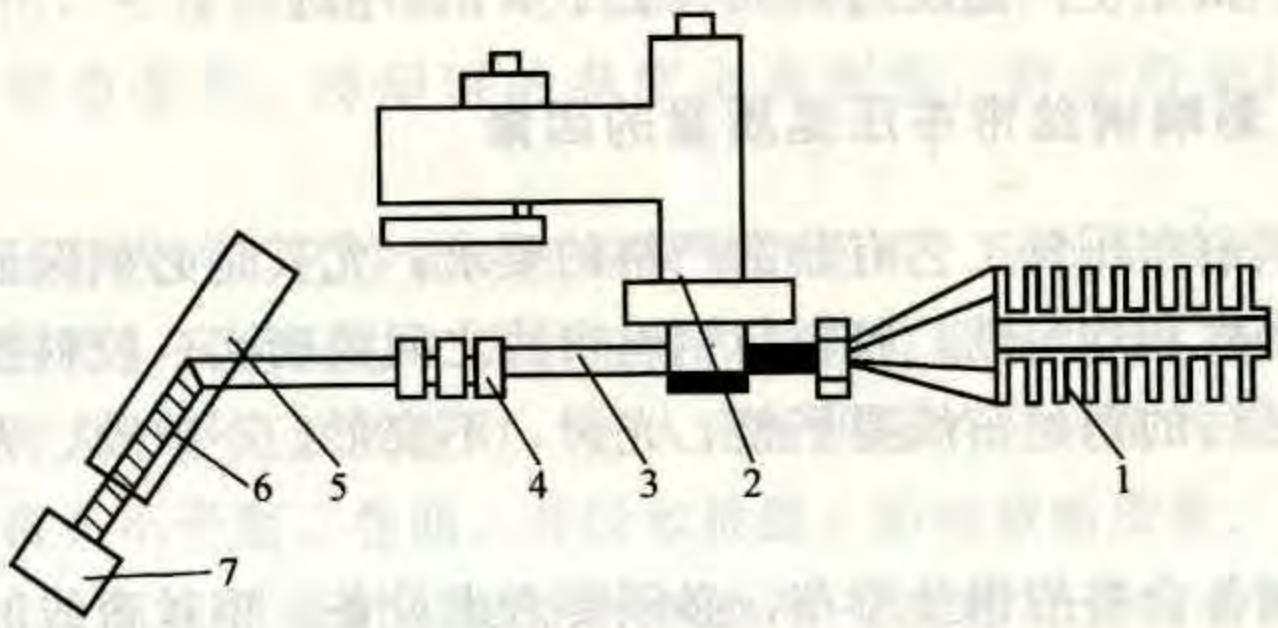


图3-32　钢丝帘布覆胶压出法挂胶流程图

1—锭子架；2—冷喂料压出机；3—挂胶后钢丝帘布；4—冷却辊；5—裁断接头装置；6—带束层半成品；7—卷取装置

钢丝帘线在线盘房内从线盘架上通过制动控制、导向、排列、整经、压出覆胶、测厚、牵引、冷却、贮布、送布、接头、裁断、包布端胶片、卷取等生产工序。

线盘房内有两组线盘架，一组在用，一组备用。每组线盘架分左右两面，共144个线盘。钢丝帘线的最大经密为9.5根/cm，最大粗度为1.8mm。挤出机为Φ90 E形机头冷喂料挤出机，双层10mm厚、90mm宽的胶片连续喂料，5个直径406.4mm冷却辊进

行前面整个工序的钢丝帘布的牵引和覆胶后的冷却。覆胶钢丝帘布用真空吸附法递送到位，同时与前一张裁断的帘布自动接头压实。帘布采用平接法，布端有一点凸出胶皮搭接在相邻帘布的表面上，接头处相邻的两根钢丝帘线的间距精度可达 0.013mm。递送接头后裁断。如帘布两端需要包胶片，可用小的冷喂料挤出机压出 12mm 宽的胶片。最后，覆胶钢丝帘布在双位卷取机上衬垫塑料垫布、定长裁断成卷待用。

这种方法的特点是帘布的厚度精度高，边部整齐，密度均匀，操作简单。但由于受挤出机口型宽度的限制，最大挤出宽度为 150～200mm，且挤出口型加工困难，对帘线直径的要求较高，一般只用于制备带束层钢丝帘布。

覆胶钢丝帘布在这条生产线上进行 X 射线透视电视显示的检测手段，由于生产速度过快而失去了实用价值。

3.4.2 影响钢丝帘布压延质量的因素

钢丝帘布压延工艺有非常严格的要求，尤其是必须保证胎体帘线排列密度和均匀性。胶料与钢丝帘线之间要密实，胶料要充满间隙，压延后的钢丝帘线要平整、光滑、不变形、不缺胶、无杂质和胶块等。

为制备合格的钢丝帘布，必须要考虑设备、钢丝帘线的工艺性能，压延胶料性能及某些工艺因素对钢丝帘布压延质量的影响。

3.4.2.1 钢丝压延设备对压延帘布质量的影响

除要保证钢丝压延机精度外，钢丝压延联动设备的其他部分也必须完善。如果这些部件的精度不高或位置不对，也难以制备出质量好的钢丝帘布。如锭子架的排列角度，锭子轴上的上挠角度以及排线架的距离对压延质量均有影响，一般锭子架的排列角度为3°～10°，锭子轴的上挠角为 8°～12°，锭子架与排线架的距离为 1.2～2.5m，排线架的材质选取不当会造成钢丝帘线表面的镀层磨损和折断材料，如铝、钢等不能用于排线架的排线孔，应采用玻璃、陶瓷等材料。

整经辊是钢丝帘有压延联动设备主要部件之一，它不但影响钢丝帘布的密度，而且还影响钢丝帘线进入压延机前的张力。整经辊与压延机辊筒的距离以3～5m为好，为保证帘线排列均匀性，一般要使用两个以上整经辊。

由于钢丝帘线是无纬压延，帘线排列是否整齐很大程度取决于所有钢丝帘线是否都承受比较均匀的张力，钢丝的张力由锭子座上设置的张力调整机构进行调节。通过张力装置，使导出的钢丝保持恒定的张力。根据使用经验，每根钢丝帘线的导出张力可控制在4.9～14.7N，所有钢丝帘线的锭子要保持基本一致的张力，误差在5%以下。

另外，牵引装置与冷却装置对压延后帘布的张力变化，与帘布的变形以及喷霜性能都有关系。压延后的牵引张力太大，造成帘线张力变化，帘布覆胶不良。冷却辊与主机要绝对平行，否则会使压延后的帘布变形。冷却辊的温度由高到低，防止帘布因急冷而喷霜。

钢丝帘线的工艺性能对压延质量的影响：钢丝帘线的工艺性能包括平直度、残余应力、残余扭转以及切口松散性等，钢丝帘线的残余扭转大，平直度较差时，进入压延机前的帘线排列不均匀，压延后的帘布不平整、卷曲、并线和稀缝，影响裁断质量。

3.4.2.2　压延用胶料的性能对钢丝帘布压延质量的影响

钢丝帘布是借助于胶料将单根钢丝帘线组成整体帘布的。压延后的钢丝帘布，胶料不仅要包住钢丝帘线，还要渗入到钢丝帘线缝隙中，才能保证黏着力。影响钢丝帘布压延质量的胶料性能较多，如胶料的可塑性、流动性、门尼黏度，自黏性、焦烧性、收缩性和生胶硬度等。对钢丝压延用胶料有如下要求：胶料中水分和挥发物含量要尽可能低，防止产生气泡，胶料要有适宜的可塑性和流动性，焦烧时间要相对长一些，胶料中配合剂要分散均匀，无杂质。

某些工艺因素对钢丝帘布压延质量的影响：钢丝帘布压延时其辊筒的温度应比纤维帘布压延机辊温稍低，一般为80～90℃，供

胶温度也应低于90℃，如果温度超过90℃会加剧钢丝表面镀层的氧化作用，从而降低胶料与钢丝的黏合力。

压延帘布的冷却辊辊温最好能控制前高后低，胶帘布先进入温度较高的辊筒，然后转入温度较低的辊筒，这样防止骤冷引起胶料喷霜，降低黏合力。

此外，还要特别注意改进钢丝帘线锭子间的条件，因钢丝帘线进入锭子座后，很容易受温度和湿度的影响，引起钢丝表面生锈，故锭子间除了要求无灰尘和整洁外，一定要安装空调设备，使室内温度保持在30℃左右，相对湿度大约为40%。

思 考 题

1. 胶料压延前应作哪些准备？其目的是什么？
2. 纺织物压延前应作哪些准备？其目的是什么？
3. 什么叫挂胶？
4. 三辊压延机纺织物挂胶一般有哪几种方法？
5. 挂胶工艺中主要影响因素有哪些？
6. 纺织物挂胶的目的是什么？
7. 对纺织物挂胶的要求是什么？
8. 什么叫贴胶？贴胶的特点怎样？
9. 什么叫压力贴胶？它的特点怎样？
10. 什么叫擦胶（三辊），擦胶、挂胶的特点怎样？
11. 试分析压延过程中胶料热炼和胶料可塑度对压延质量的影响。
12. 包擦和光擦有何区别？它们各自的特点怎样？
13. 什么叫压片？压片的质量要求是什么？
14. 胶片冷却的目的是什么？
15. 什么叫压型？对压型胶片的具体要求是什么？
16. 什么叫贴合？

17. 三辊压延机中、下辊不积胶与积胶对胶片性能有何影响？
18. 为了获得质量优良的胶片，应控制哪些工艺条件？
19. 在压片过程中辊温应如何控制？
20. 胶片冷却的方法有哪几种？
21. 贴合工艺方法有哪些？
22. 各种胶片的冷却方法，应如何选择？
23. 从哪几方面可提高压型胶片的质量？

第4章　常用橡胶的压延特性

为了更好地规范压延作业，有效地控制压延质量，合理设置压延工艺参数，必须掌握和熟知各种橡胶的压延工艺特性，以便指导生产。

压延的工艺效果与生胶品质有着密切关系。合成橡胶的压延与天然橡胶有很大区别，其压延操作较天然橡胶困难。为此，生产中应根据各种橡胶的结构特点所决定的压延特性，合理确定胶料配方和压延方法和工艺条件，并严格控制压延工艺条件，获得较高质量的压延半成品，提高压延效率。

4.1　天然橡胶的压延特性

天然橡胶是一种结晶型橡胶，由于分子链柔性好，分子量分布宽，易于获得所需可塑性，并且天然橡胶的热塑性大，因此天然橡胶具有较好的压延工艺特性，易于压延，压延工艺较易掌握。表现为压延时对温度的敏感性小，压延后半成品收缩率小，表面光滑，尺寸稳定性好，并且与纺织物的黏着性良好。天然橡胶因易包覆热辊，所以压延操作时应控制各辊筒温差，使压延作业能顺利进行。

由于天然橡胶压延效果好，故可在高温、快速条件下进行压延，从而获得较高的压延效率。由于天然橡胶压延工艺特性好，压延效应小，不易产生气泡，压片多采用无积胶法。

天然橡胶的压延温度与合成胶相比有着根本的差异，表现天然橡胶易包热辊，而合成橡胶易包冷辊。同时胶料配方的含胶率对胶料压延工艺性能也有一定的影响，不同天然橡胶制品压片辊温（无积胶法）可参考表4-1。

表 4-1　天然橡胶压片温度

产品品种	含胶率/%	温度/℃		
		上辊	中辊	下辊
工业制品	85	75	72	15
	60	62	60	15
	25	45	45	15
球胆	75	95	90	15
	50	75	75	15
薄胶板	75	90	90	15
	45	75	75	15
热水袋	50	75	70	15

帘布挂胶分贴胶和擦胶两种。

(1) 贴胶　贴胶时，辊筒温度对质量有很大影响，必须严格控制。全天然橡胶胶料或天然橡胶掺用 30%丁苯橡胶进行帘布两面贴胶时，辊温（四辊压延机）大致控制在辊 1、辊 4 温度 90～100℃，辊 2、辊 3 温度 95～105℃。如果天然橡胶掺用 10%顺丁橡胶进行贴胶，则辊温应降低 5～10℃。

(2) 擦胶　天然橡胶胶料黏附热辊，胶片由一个辊筒转到另一个辊筒时，后者的辊温应高些，因此，擦胶时辊筒温度（三辊压延机）一般为：上辊温度 80～90℃，中辊温度 90～100℃，下辊温度 55～65℃。

4.2　主要合成橡胶的压延特性

合成橡胶的种类很多，大致可分为通用合成橡胶及特种合成橡胶，随着合成胶应用的日益广泛，掌握和熟知合成胶的加工工艺性能有着重要的意义。

合成胶的压延工艺性能取决于生胶的基本结构和特性等因素。

与天然橡胶相比，合成橡胶在压片工艺上有以下的特点。

① 表面光滑性差，所得胶片表面粗糙不平。

② 收缩性一般比较大。

③ 规格（厚度、宽窄）不易控制。

④ 气泡多，这主要是收缩性决定的（在收缩比较快的情况下裹入空气），此外，合成橡胶的透气性比天然橡胶小，所以除气泡比较困难。

⑤ 大部分合成橡胶（氯丁橡胶除外）不易粘辊。

4.2.1 丁苯橡胶压延特性

丁苯橡胶由于分子量分布较窄，分子链柔性较差，内聚力较大，因此压延后半成品的收缩率大，表面粗糙，气泡多且较难排除。其中，低温聚合丁苯橡胶的压延效果较优于高温聚合丁苯橡胶，充油丁苯橡胶的压延效果又优于普通丁苯橡胶。

凝胶的生成对压延没有不利影响，反而能使出片光滑。光靠塑炼是不能解决收缩问题的，配合方面增加软化剂（操作油、古马隆等增塑剂，油膏、沥青、精制沥青也可作为良好的增塑剂）和填充剂用量［以粗粒为佳（如碳酸钙）］或掺入少量天然橡胶及再生胶等，均可改善压延效果，减少收缩率。

在丁苯橡胶压延作业中应做到：充分热炼，多次薄通；压延温度低于天然橡胶（一般低 5～10℃）；压延速度也低于天然橡胶（一般低 5m/min 左右）。由于丁苯橡胶易包覆冷辊，故各辊筒温度应由高到低。又由于温度变化对丁苯橡胶的黏度影响较明显，故三个辊筒的温差都不应大于 5℃。

此外，压延后的半成品做到充分冷却及停放，这对半成品尺寸稳定也十分有利的。

4.2.2 顺丁橡胶压延特性

跟其他合成橡胶一样，顺丁橡胶的压延自黏性差、收缩性较大，如与天然橡胶并用，则可改善。此外收缩率与其顺式结构含量亦有一定关系，高顺式在低温下收缩较小，而低顺式在高温下收缩较小。表 4-2 所列是顺丁橡胶在压延中可能遇到的问题及克服

表 4-2　顺丁橡胶压延问题及解决办法

存在问题	造成原因	方　法
胶面有颗粒状气泡	填胶量过大	调整辊距或辊温
	黏度太高	加用物理增塑剂
条纹状印痕	转速不合适	降低转速
脱辊	辊温不合适	降低包胶辊温度
粘辊	辊筒速比不恰当	调整速比
	配方不合适	调整配方

方法。

顺丁橡胶由于分子链柔性好，但分子量分布窄，所以压延操作采取低辊温、小温差、快速作业效果较好。顺丁橡胶压延的胶片较丁苯橡胶光滑、致密和柔软。

掺用顺丁橡胶的胶料压延温度应比全天然橡胶的低。布层胶中掺用顺丁橡胶在 30%以下时，可保证压延顺利进行。用量再增加时，由于顺丁橡胶的黏性较差，可能会出现漏白，可加入增黏剂。当顺丁橡胶以 20%以下与天然橡胶和丁苯橡胶并用时，可较大地改善压延性能，并可提高低温下的压延速度。

4.2.3　氯丁橡胶压延特性

氯丁橡胶因具有极性和结晶性，内聚力大，因此压延加工时，具有半成品收缩率大（大约收缩率为 30%～50%，而天然橡胶仅为 5%～10%）、对温度敏感性大、易粘辊、易焦烧等特性。造成这些问题的根本原因是氯丁橡胶分子本身的高度结晶性及对温度的敏感性。随着温度升高，结晶熔融，出现相态的转变，氯丁橡胶呈现出三个状态。硫黄调节型氯丁橡胶在 70℃以下时为弹性态（或结晶态），此时胶料相当于天然橡胶的塑化状态，能很好的出片，且没有裹入空气的可能，在这样温度条件下进行出片，较易加工，但不易获得厚度准确、表面平滑的胶片。温度为 70～90℃时，胶料自黏性最小，但粘辊程度加重，最易发生粘辊，此时为颗粒态。当温度为 90℃以上时，氯丁橡胶由颗粒态转变为可塑态，胶料的

弹性完全消失，故几乎没有收缩性。此时获得压片最光滑，收缩亦最小，但甚易焦烧。

从加工角度考虑，如果压片精度要求不高，为了防止粘辊和焦烧问题，可采用低温压片（即控制在弹性态）；反之如果压片规格要求很高或对表面光度要求很高时，应采用可塑态的高温压片。总之，要避开颗粒态。

氯丁橡胶的压延温度见表 4-3。非硫黄调型氯丁橡胶的粘辊倾向低于通用型，压片收缩率比通用型大，如表 4-4 所示。

表 4-3　氯丁橡胶的压延温度

辊筒温度	硫黄调节型氯丁橡胶(通用型)			非硫黄调节型氯丁橡胶(54-1 型)
	弹性态压片		可塑态压片	
上辊温度/℃	70～80	35～50	90～120	90～100
中辊温度/℃	50～60	40～50	65～100	60～85
下辊温度/℃	冷却约 40	35～45	25～40 或 90～120	冷却约 40 或 90～120

表 4-4　通用型与 54-1 型氯丁橡胶的压延收缩率对比

项　　目	54-1 型	普通型
纵向收缩率/%	0.92	11.75
横向收缩率/%	2.1	5.8
厚度增加率/%	11.28	16.66

氯丁橡胶压延条件因配方不同而变化，填充剂多的配方（含胶率低）易于出片，在低温下即能出优质的胶片。相反，含胶率高的胶片，要在高温下才能制得光滑的胶片，压延温度因胶种不同而异，仅举例如下。

当要求精密出片时，可把中辊温度提高到 80～90℃，当胶片表面要求不高（粗面即可）时，上辊温度也可降至 70℃以下。高温压延时，若使用 4 份低分子量聚乙烯作润滑剂，可防止胶料粘辊。为减小压延收缩，并保证胶片表面光滑，可掺用 20～50 份改良型氯丁橡胶（如 WB 型等），但会使胶料的拉伸强度等物理力学性能下降；提高填充剂的用量，以快压出炭黑与半补强炭黑、中粒子热烈法炭黑并用为好，高耐磨炭黑和中超耐磨炭黑会使胶料黏度

升高，生热性增大，焦烧危险性增加，无机填料中以陶土应用较为广泛，但有黏着性，可考虑和硅酸钙、白炭黑并用，若采用白炭黑与三乙醇胺（4 份左右）并用，可改善胶料压延性；提高增塑剂用量，酯类增塑剂大量使用会使胶料柔软无挺性，操作油用量过大会胶料黏性增大。压延出片厚度超过 1mm 时，要完全不含气泡是很困难的，可采用多层贴合。为了消除气泡，最好先将胶料在热炼机上完全除去气泡后，再供给压延机压延。同时还要调节胶料的黏度、压延温度和辊距，以使压延积胶充分旋转。

根据实践，通用型氯丁橡胶进行压片，应掌握以下几个环节。

① 压片辊温应严格掌握，特别是压 1.5mm 以下的薄胶片时，辊温必须低于 55℃，否则，则会粘辊。

② 热炼温度也要适当低些，热炼机辊温以（45±5)℃为宜，热炼时间以压光为度，不宜太长。热炼要尽量快，不宜包在辊筒上长时间加热；装胶量应尽可能少，并保持一定温度；热炼返回胶不应掺用过量（小于 20%）。

③ 混炼胶的可塑度应保持在 0.4 以上。

④ 为了防止粘辊，可在氯丁压延胶料中掺用 5%～10%的天然橡胶或加入 20%左右的油膏，也可掺用少量顺丁橡胶。

氯丁橡胶与其他胶料并用时，压片温度可以放宽，现举例于表 4-5。

表 4-5　氯丁并用胶的压片温度

辊筒温度	天然橡胶：氯丁橡胶＝70：30	氯丁橡胶：天然橡胶＝90：10	氯丁橡胶：天然橡胶＝50：50	氯丁橡胶：丁腈橡胶＝50：50
上辊温度/℃	90～95	50	60	80
中辊温度/℃	80～90	45	40	90
下辊温度/℃	85～90	35	60	40

为了有效地克服粘辊现象，除了控制辊温外，还得防止热炼时间过长或返回胶掺用量过多。

如上所述，氯丁橡胶压片时，在辊温方面还存在着这样一个矛盾，即辊温低，粘辊程度轻，但收缩率也大。所以对厚度要求很严的压片任务，应采用可塑态温度。表 4-6 是氯丁橡胶压延操作的三

表 4-6　几种典型的氯丁橡胶压延辊温条件

辊筒温度	低温 （通用型适用）	中温 （54-1 型适用）	高温（通用型和 54-1 型都适用，供精密压片用）
上辊筒温度/℃	42	88	98～110
中辊筒温度/℃	47	65	65～98
下辊筒温度/℃	冷	49	49

种典型辊温条件。

擦胶应采用含胶率高、挺性差、黏度低的配方。应配用 5～10 份古马隆树脂来保持胶料黏着性，避免使用操作油。配用 10～15 份氧化锌可使操作容易。用低分子量的氯丁橡胶（如液体氯丁橡胶 FC 等）取代部分软化剂，效果较好。质量要求较高时，可使用 20～30 份补强性炭黑，并用软化剂来调节硬度，将硬度控制在40°～50°，当质量要求不高时，一般采用 50～60 份碳酸钙等的配方。

氯丁橡胶擦胶作业的辊温要略高于天然橡胶，中辊转速要稍高于上、下辊。中辊温度的控制最困难，为使胶料充分软化，需要较高的辊温。但辊温过于高时胶料会全部被纺织物带走，辊温过低，则擦胶不充分。下辊的温度随所用纺织物的不同而变化，当胶料渗入情况不佳时，可调高一些温度，若已渗过纺织物层，则可调低一点。辊温示例如下。

上辊温度　　90～120℃
中辊温度　　70～90℃
下辊温度　　可变

擦胶用氯丁橡胶一般主要采用塑炼效果大、抗结晶性好的硫黄调节型氯丁橡胶（如 GRT 型）。为改进擦胶工艺性能，也可掺用 WB 型氯丁橡胶。

4.2.4　丁腈橡胶压延特性

丁腈橡胶因极性大，分子量分布窄，所以压延操作十分困难。主要表现为，压延后半成品收缩率比丁苯橡胶更大，表面粗糙，并且丁腈橡胶胶料的黏性小，也易包冷辊。丁腈橡胶压片最为困难，最大问题是收缩剧烈（压片收缩率为 10%～20%）和表面粗糙。

丁腈橡胶在压延前必须先进行热炼，热炼工艺宜在辊温较高、容量小、时间稍长的条件下进行，其工艺条件是：辊温为 50～60℃，速比为 1：(1.5～3.0) 之间，热炼至压延所需要的可塑度后，即可供给压延机压延。若对胶料要求较高，也可在热炼后经滤胶再供给压延机压延。

压延操作分为压片、贴胶、擦胶三种，现分述如下。

4.2.4.1 压片

丁腈橡胶压片操作常采用三辊压延机，辊筒的线速度之比按上、中、下的顺序为 2：1：1。压延速度为：高精度胶片为 5～10m/min；中等精度胶片为 15～20m/min。当辊筒间隙小，转速较高时，则辊距间隙处的剪切速率高，加之丁腈橡胶的可塑性低，要获得光滑均匀的胶片是相当困难的。

丁腈橡胶与天然橡胶不同，由于丁腈橡胶易粘冷辊，故压片时要求中辊温度低于上辊，温差要小。辊温应比天然橡胶低 5～10℃，以确保压延操作的顺利进行。一般辊温的组合如表 4-7 所示。

表 4-7 丁腈橡胶的压片温度

辊筒温度	无积胶法	有积胶法
上辊筒温度/℃	65～70	65
中辊筒温度/℃	60	55
下辊筒温度/℃	50	50

当对压延精度要求较高时，压延温度要相应提高，但当在 80℃以上压片时，胶片光亮度变差，而且易于产生孔泡。不设置第二堆积胶，可压出平滑的胶片，要设置第二堆积胶时，必须进行低温压延。如果遇到粘辊时可略提高辊温，使橡胶受热而收缩，从而产生脱辊倾向。

配合方面适当注意，仍可做到顺利压片。为了减小压延收缩，可采用低门尼黏度丁腈橡胶或使用压延收缩小的丁腈橡胶，或者掺用凝胶型丁腈橡胶，加入 7～10 份液体丁腈橡胶也有效。使用各向异性的填充剂，应该多量（50～100 份）配用软质炭黑（半补强炉

黑或热裂法炉黑）或活性碳酸钙等补强填充剂，还要配用 15～50 份左右的增塑剂，也会减小压延收缩。另外，提高辊温会使胶料的弹性减小，也有助于减小压延收缩。

为了防止产生气泡，贴合应保持少量的堆积胶，并把胶片厚度控制在 0.5mm 以下。

丁腈橡胶压延时，若辊温高，则堆积胶旋转混乱，易产生气泡，堆积胶量多，也易产生气泡。堆积胶产生漩涡，则胶片出现点线状气泡，漩涡严重时，则形成锦带桥式堆积胶，胶片表面出现鸟爪形花纹，气泡连接成气道。特别当辊筒速比大时，更易于产生此现象。高丙烯腈丁腈橡胶、丁腈橡胶与聚氯乙烯的共混料以及高填充胶料都易出现上述问题。

在供料方式方面，为了防止气泡及表面不光，供胶应采用大片添加，若采取折叠两次的胶片供给压延，可解决上述问题，向堆积胶中插入固定板也比较有效。另外将混炼胶停放进行充分熟成，也可减少或避免产生气泡。

丁腈橡胶压片时的常见质量问题与原因如下。

（1）表面不光滑　形成原因有热炼不充分、热可塑性不够、压延温度不当、配方不当等。

（2）气泡　形成原因有熟炼温度过高、回炼时间过长、压延温度波动及续胶方式不恰当等。

4.2.4.2　贴胶

在制造耐油胶布等制品时要在织布上进行贴胶，可采用三辊压延机进行单面贴胶，也可采用四辊压延机进行双面贴胶。用于贴胶的纺织物可以是未处理的布、涂胶布、擦胶布或浸过丁腈橡胶胶乳的布等。

贴胶原则上采用等速辊筒进行，有时为消除气泡和防止粘辊，也可以使一个辊筒的速度略快些。

为保证贴胶表面光滑和提高贴胶厚度的精确度。辊筒的线速度不宜过大。

贴胶胶料中添加具有润滑性的增塑剂或润滑剂是十分必要的。

配用 7～10 份液体丁腈橡胶（如 Hycarl 312）有助于贴胶操作，并能增加橡胶与布的黏合力，但应注意此配方的永久变形较大。

4.2.4.3　擦胶

耐油高压胶管和耐油输送带的增强布多采用擦胶方法制造。由于擦胶在技术上比贴胶困难得多，往往用浸胶乳的布进行贴胶来代替擦胶。

辊筒的速比愈大，擦胶效果愈好，但往往受布的强度限制。标准的上、中、下辊筒线速度之比为 1∶1.5∶1，也可视布的强度再进行调整。强度较大的布，也可采用较大的速比 1∶2∶1。

提高辊筒的线速度，可改进擦胶效果，对较厚的帆布等，线速度可提高到 30m/min。擦胶时的辊筒速度、供料速度及供料量都应保持一定，第一堆积胶的条件也必须保持稳定。擦胶的辊温一般为：上辊温度 75～90℃；中辊温度 60～70℃；下辊温度 80～100℃。

擦胶胶料必须具有很好的黏合性，才能使橡胶与布具有足够的黏合力，以提高制品的使用寿命。但丁腈橡胶缺乏黏着性，为此，在胶料配方中除使用一般增塑剂之外，还并用具有增黏效果的增塑剂，例如并用 5～10 份二苄醚、双甲基苄基醚（KP555）或 1,2,3,4-四氢化萘。四氢化萘在硫化后大部分挥发，但在硫化中却不会导致产生气泡。

树脂系软化剂，常采用煤焦油和古马隆树脂，后者以使用高熔点的为宜。

若配用 10 份左右液体丁腈橡胶，除提高黏着性外，还能改善加工性，特别适用于高硬度配方。

上述软化增塑剂也可以并用，一般多采取二丁基间甲酚及 DBP（邻苯二甲酸二丁酯）与古马隆树脂，或松焦油与 1,2,3,4-四氢化萘的并用形式。

炭黑常采用炉法炭黑。若将碳酸镁与炭黑并用，可增加胶料和辊筒的黏着性，提高擦胶效果。当因加入碳酸镁引起严重粘辊时，可以调节辊温。

经过表面处理的碳酸钙和碳酸镁具有同样的效果。硅酸钙（如

Silene EF）也有效。但必须大量配合。加有 Silene EF 的胶料，有稍干的触感，但其混炼性好，自黏性较强。

值得注意的是，配合碳酸镁的胶料混炼时易粘辊，会引起分散不良。可采取在炭黑分散后加碳酸镁，然后加增塑剂的方法混炼，混炼以低辊温为好。表面处理的碳酸钙也是一样。

4.2.5 三元乙丙橡胶压延特性

三元乙丙橡胶分子链的柔顺性与天然橡胶接近，但分子量分布较窄，自黏性极差，并有包冷辊的特点，易粘辊，压片加工困难，容易发生掉皮和不光滑问题。解决方法是热炼时采用低温多次回炼，将胶料中的水分除尽。

压延时可掌握比天然橡胶慢些的压延速度以及与天然橡胶接近的压延温度，但中辊温度要低些，下辊温度可稍高于上辊温度，以便顺利包辊压延，并排除气泡。若压延温度过低，不仅容易产生气泡，而且压延物也不平整，收缩率增大。当填充剂和油类的用量比较小时，压延操作温度以控制在 40～50℃和 90～124℃这两个范围为宜。采用低温范围时胶料收缩大，易产生气泡，表面不光滑。采用 90℃以上的高温范围可改善高填充胶料的工艺性能，当采用 120℃左右的温度时，可以制得几乎没有收缩的平滑胶片。

压延机辊筒的温度条件：上辊温度 90～100℃；中辊温度 80～90℃；下辊温度 90～120℃。

要获得收缩率较小、表面光滑的压延半成品，必须在胶料配方中选择使用门尼黏度值低的品种，进行高填充配合，适当选用增黏剂，可配入适量的操作油及炭黑，含胶量愈高，压片作业愈困难，气泡也愈易产生，出片厚度低于 1mm 时不易产生气泡。

4.2.6 丁基橡胶压延特性

丁基橡胶由于结构紧密、气密性好、分子内聚力又低，所以压延时存在排气困难、胶片内易出现针孔、表面不光滑、收缩率较大以及胶片表面易产生裂纹等缺陷。而且，丁基橡胶有包冷辊、脱热

辊的特性。

压延的丁基橡胶胶料要热炼充分和均匀，供胶速度要稳定，以免卷入空气。

丁基橡胶宜采用高温压延，包胶辊筒的温度应低些。为消除气泡、便于压延和降低收缩率，上、下辊温都应比其他橡胶高。另外丁基橡胶也可采用中辊温度高，上、下辊温度低的工艺条件。常采用的两种压延辊温条件见表 4-8。

表 4-8　丁基橡胶的压延温度

辊筒温度	工艺 1	工艺 2
上辊温度/℃	95～110	80
中辊温度/℃	70～80	85～90
下辊温度/℃	80～105	50

如果丁基胶料采用酚醛树脂与氯化亚锡硫化体系时，对压片更为不利，粘辊现象和辊筒表面的腐蚀（氯化亚锡分解气体所致）都较严重。配用高速机油和古马隆的高耐磨炉黑胶料可以得到改善。另外，如遇到粘辊情况时，可降低辊温或者在辊筒表面撒敷滑石粉或硬脂酸锌。

在丁基压延胶料配方方面，填充剂用量应多一些。为了消除气泡，可提高热炼温度。为了防止丁基橡胶压片半成品互相黏结，压片后需充分冷却并两面涂隔离剂。

4.2.7　硅橡胶压延特性

由于硅橡胶黏度小，流动性较好，黏着性也较好，因而压延特性较好，表现表面光滑，收缩较小，但有粘辊现象并黏附冷辊。

压延前需经热炼，但热炼温度不宜过高，时间不宜过久，否则易在压延过程中出现粘辊。

硅橡胶的压延机一般采用立式三辊压延机。为了防止气泡产生，在中、下辊之间的辊缝应保持压延存胶。

用于生产胶片时，中辊是固定的，中辊转速比上辊快，速比为(1.1～1.4)∶1，下辊的转速和中辊相同。由于硅橡胶有黏附冷辊

倾向，故压延机上辊应加热到50～70℃（以不超过70℃为宜，否则产生过氧化物分解），中辊应保持为室温，下辊用冷却水冷却。辊温宜作如下控制：上辊温度，50～70℃；中辊温度，室温；下辊温度，水冷却。

当压延机开动时，速度一般为60～300cm/min，速度大小主要取决于胶料强度和胶片能顺利离开辊筒，它对生产效率影响很大。先以低速调整（30～60cm/min）辊距（中、下辊），以保证一定的压延厚度，然后再提高至正常速度（150～300cm/min）进行连续操作。垫布（常采用聚酯薄膜）在中、下辊之间通过，在中、下辊间应保持少量积胶，以便使垫布与胶料紧密贴合，为使硅橡胶顺利地传递到薄膜上，应对聚酯薄膜的光滑表面进行消光处理。胶片或胶布离开辊筒角度应适当。卷取轴安装位置应低于压延机下辊顶部，以保证胶片或胶布能顺利离开压延机辊筒。压延后将胶片卷辊扎紧，并送进烘箱或硫化罐中硫化。卷取辊的芯轴应当是空心金属管子，胶卷厚度不能超过12cm，否则不能获得充分硫化。

一般出片利用中、上辊即可，中辊温为常温。有一种方法可在压延机上直接制成硫化的胶片或薄胶板。此时辊温为：上辊温度60～90℃；中辊温度50～80℃；下辊温度110～120℃。胶料经上、中辊除去气泡，获得所需规格并预热，然后由中辊转移至下辊进行一段硫化即可卷取。

当三辊压延机用于硅橡胶贴胶和擦胶时，纺织物则代替了垫布在中辊和下辊之间通过。三辊压延机只适用于单面挂胶，如果必须两面覆胶，应采用四辊压延机。

用于压延的胶料必须正确控制其返炼程度，最好在炼胶机上先不要充分返炼，以期在压延过程中获得足够的返炼，这样可以避免胶料在压延过程中因返炼过度而粘辊。胶料配方对压延也有一定的影响，采用补强性填充剂的胶料压延工艺性能较好。

4.2.8 氟橡胶压延特性

和丁腈橡胶相似，氟橡胶因极性大，分子量分布窄，所以压延

操作十分困难。主要表现为压延后半成品收缩率大，表面粗糙，胶料的黏性小、生热大。

氟橡胶的压延可在普通压延机上进行，压延时辊筒要采用高温，一般控制中辊温度为 50～55℃，上辊加热至胶料不粘辊（约为 90～100℃），便可得到平滑的压延胶片。一般辊温条件：上辊温度，90～100℃；中辊温度，50～55℃；下辊温度，冷却。

生胶的分子量对压延性能有一定影响，低分子量氟橡胶的压延性能优于高分子的氟橡胶。低黏度生胶和低活性填充剂的胶料具有良好的压延性能，对于高黏度生胶和高活性填料的胶料，可采用高、低分子量并用或使用少量增塑剂来改善压延特性。

胶料热炼需均匀充分，热炼辊筒温度应控制在 40～50℃，胶片厚度 2～3mm，时间 5min。并趁热进行压延，未经热炼只进行预热的胶料不能压延出好的质量。

4.2.9 氯磺化聚乙烯压延特性

供压延用的氯磺化聚乙烯胶料必须先用热炼机热炼数分钟。供给压延机的胶料温度应与中辊温度相同。胶料柔软后单纯靠压延机难以除去气泡，故应在热炼过程中尽可能地将气泡排除。氯磺化聚乙烯胶料热塑性很好、很易热软化，故热炼时间应很短，以防焦烧（特别是含一氧化铅的胶料）。

4.2.9.1 压片

用压延机压制氯磺化聚乙烯胶片时，其表面平滑度与填充剂用量及压延温度有关，一般填充剂用量在 30%（体积分数）以上。压延操作的辊温条件随配方不同而有很大差异，一般在 50～90℃范围内。上辊温度比中辊温度约高 10℃左右。辊温低些对除去胶片中得气泡有一定效果，温度过高造成胶料软化，容易粘辊。为了克服粘辊，低温操作时使用硬脂酸和石蜡，高温操作时使用聚乙烯。常用作隔离剂的硬脂酸锌会降低氯磺化聚乙烯的耐热性，故不宜使用。较适宜的压延辊温：上辊温度，52～60℃；中辊温度，46～54℃；下辊温度，室温。

为使较软胶料能在较高辊温下压延以获得较平滑的胶片，配方中可掺用3～6份低分子量聚乙烯作润滑剂。此材料在约76℃下熔融，故可提高胶料的离辊性。在这种情况下，可采用的辊温为：上辊温度，82～93℃；中辊温度，76～87℃；下辊温度，室温。

采用高温压延作业，不仅增加胶片表面的平滑性，还可减少胶板在硫化时的收缩率。

辊筒一般不等速，压延出的厚度可到1mm左右。更厚胶片需采用层贴合方法来制备。层贴合时一片为热片，另一片为冷片时也可以黏合得好。

4.2.9.2　擦胶

为了使胶料获得擦胶作业所必需的柔软性和黏着性，应在配方中加入约25%（体积分数）的填充剂和30份左右胶黏剂及20份左右操作油。

在擦胶作业中，为避免胶料粘上辊，一般上辊温度为90～100℃，中辊温度为70～80℃。如上辊发生粘辊时，则可在胶料中加入低分子量聚乙烯，并使上辊的辊温保持在比聚乙烯熔点高的温度，而中辊温度保持比聚乙烯熔点低的温度。

下辊的温度应根据胶料的类型与所用纺织物的类型加以调节。

4.2.9.3　贴胶

贴胶胶料的柔软度与黏着性应比擦胶胶料稍低，因此，胶料的填充剂量可比擦胶胶料多，而软化增塑剂用量则应少些，胶黏剂量几乎不变。为了使胶料能与温度较高的中辊分离，至少应使用6份左右低分子量聚乙烯。贴胶作业时压延机的辊温大致为：上辊温度，82～94℃；中辊温度，75～88℃；下辊温度，室温。

RyPalon-40胶料在加热时的强度、离辊性和平滑性对于各种厚度和温度下的压延是很理想的，其一般辊温范围见表4-9。

4.2.10　氯化聚乙烯橡胶压延特性

氯化聚乙烯橡胶的门尼黏度虽然比一般橡胶大，但氯化聚乙烯的压延加工性能很好，表现压延时热塑性大，胶片表面光滑，收缩

表 4-9　氯磺化聚乙烯压延温度

压延品种	上辊温度/℃	中辊温度/℃	下辊温度
薄膜或帆布擦胶	95～105	85～95	微热
胶管包胶用薄片	30	30	微热
衬垫用胶布	90～105	85～95	微热
布层覆胶	95～105	45～55	微热

小。只是在配方中含有软质陶土之类的填充剂时，或许会出现粘辊现象，如在配方中加入 2～5 份左右的聚丁二烯就有可能予以克服，在使用其他操作助剂时，则要考虑它们对硫化是否会有影响。另外氯化聚乙烯橡胶的气密性较好，压延可能产生气泡。

使用低黏度品种的氯化聚乙烯，或者并用部分低黏度氯化聚乙烯所制得的胶料适合于纺织物擦胶。

4.2.11　丙烯酸酯橡胶压延特性

丙烯酸酯橡胶具有热塑性，压延性较好，但易粘辊，填料加入后有所改善，胶料表面光滑，因而压延使用的丙烯酸酯橡胶胶料应在性能允许的条件下尽可能提高非活性填料用量，并应加一定量的操作助剂，必要时加入适量的操作油，以获得光滑的表面和稳定的尺寸。

供压延用的胶料在使用前需在开炼机上进行热炼，并保持温度均匀一致。

压延时辊筒温度可掌握为中、上辊温度 60～70℃，下辊温度 40℃左右，压出温度不宜过高，因在高温下胶料内聚力降低，将使压出品的外形粗糙。丙烯酸酯橡胶透气性很低，压延胶片时易出现气泡，经常供给热胶条，保持一定的堆积胶，可以解决这一问题。

4.2.12　氯醚橡胶压延特性

氯醚橡胶的压延比较方便，热炼时易获得可塑性，氯醚橡胶易包低温辊，但会产生粘辊现象。当用四辊压延机时，均聚型氯醚橡

胶的压延温度为，侧辊温度 75～80℃、上辊温度 50～60℃、中辊温度 45～55℃、下辊温度 50～60℃；共聚型氯醚橡胶各辊的压延温度，都要提高 10～15℃。当发生粘辊时，用包有硬脂酸的布擦辊筒即可解决。

4.2.13 聚硫橡胶压延特性

应采用低温压延，适宜辊温为：上辊温度，43℃；中辊温度，40℃；下辊温度，室温。

压片厚度不得超过 0.8mm，辊速要求一致。

思 考 题

1. 天然橡胶的压延特性怎样？
2. 丁苯橡胶的压延特性怎样？
3. 氯丁橡胶的压延特性怎样？
4. 乙丙橡胶的压延特性怎样？
5. 丁基橡胶的压延特性怎样？
6. 氟橡胶的压延特性怎样？
7. 氯磺化聚乙烯橡胶的压延特性怎样？

第5章　压延工艺的质量问题及检验

压延作业（尤其是纺织物挂胶）是橡胶制品加工中一项很精细、复杂的工艺过程。由于压延速度较快，生产过程中稍有不慎、工艺操作掌握不准、工艺条件控制不严等就有可能会产生不合格半成品，直接影响生产及产品的成本和质量。所以，必须严格执行工艺规程，精工细作，及时处理出现的质量问题。

5.1　压延工艺中常见的质量问题及改进措施

在前已经论述过，影响胶料压延工艺的因素很多，不同的胶种、不同的压延工艺（方式）都会产生工艺上的波动和差异，从而产生一些质量毛病。在此针对不同的压延方式所产生的毛病及解决措施进行分述。

压延工艺常见的质量毛病是：内部气泡、表面不光和厚度不均、胶片厚度不均、杂质、色斑、污点、规格不符合要求、喷霜、两边不齐、掉皮（露白）、跳线弯曲、胶布出兜、胶布压坏罗线、胶布打折等。

5.1.1　气泡

5.1.1.1　产生原因

气泡存在会影响产品质量，产生气泡的原因很多。

① 胶温、辊温过高或过低（温度过低是指对丁基橡胶、三元乙丙橡胶而言）。

② 胶料中配合剂含水率高、软化剂挥发性大，返回胶中含水多。

③ 供胶卷过松、窝藏空气、胶卷放入的方式不当。

④ 压延积胶量过多。

⑤ 压延胶片太厚。

另外细粒子补强剂吸附了大量气体也会把它们带到混炼胶中形成气泡，一般当温度升高时，气体体积是膨胀的，例如在80℃压延温度下，少量气体就足以形成大量的气泡。

5.1.1.2 改进措施

① 严格控制胶温、辊温。

② 对吸水配合剂进行干燥处理。

③ 改善胶片供料方式。

④ 按工艺要求调节积胶量。

⑤ 厚度较厚的胶片采用多层贴合。

5.1.1.3 消除气泡的措施

(1) 停放胶料 在塑炼、混炼、压延工序之间，给予一定的停放时间，因为在冷却过程中，空气在胶料中的溶解度也随之减少而逸出。

(2) 采用刺泡装置 这种装置安装在普通压延机上。压延机运转时，通过机械手段以直径6mm的尖头沿轴向在包辊胶表面做周期性的往复划缝，把在胶片里面的空气及时导出。实践证明，使用此种装置，需掌握好以下几点。

① 针刺移动速度与辊筒线速度之比宜为1∶3.3，速比过大，削弱刺泡效果；过小则会出现缺胶现象。

② 刺泡装置必须和辊筒联动。

③ 刺针方向应和压延旋转方向一致。

(3) 设置辊速差 上、下辊若以不同转速回转时，由速度差而引起的摩擦有助于将胶料内包空气驱出，但是这对出片光度是不利的。因此一般三辊压延机的中、下辊采用等速，而上、中辊之间设置速度差，这样既能起到除泡作用又不影响半成品的表面光滑。

(4) 适当安排压延存胶 在辊缝处保留一定的压延存胶，可以防止空气进入，原来存在于胶料中的空气也可借压延存胶回转排出，是除气的有效措施。

压延存胶的形状，以纺锤形（两头尖、中间大）为最宜，可以把空气和杂质从中央驱向两端。

压延存胶的除气效果还跟胶料配方有关，一般来说，含胶量以

40%左右为佳。含胶量过高，胶膜强力较高除泡不易；含胶量过低则挺性差，不能很好回转且易粘辊，故配方中宜加石蜡、机油之类的润滑剂，以防粘辊。

5.1.2 表面不光皱缩和痕纹

表面痕纹有两种：一种称作“齿轮纹”，是齿轮传动啮合不够精密引起，呈横条状；另一种是“冷斑”，呈V字形，是辊温过低或可塑度不足所引起，只是提高辊温及可塑度即可消除。

5.1.2.1 产生原因

① 胶料可塑度低、收缩率大。

② 胶料与返回胶配比不均、热炼不足、不均（以致胶料本身软硬不一）致使胶料收缩不一致等。

③ 辊温过低。

④ 胶料焦烧。

⑤ 辊筒表面粗糙度大，或在压延过程中受了损伤，所以辊筒的表面应保持一定光滑度（特别是中、下辊），而且要镀铬，以提高其牢韧度。

5.1.2.2 改进措施

① 提高胶料的可塑度。

② 改进热炼，保证热炼均匀充足，控制返回胶掺用比（一般不超过20%）。

③ 控制好辊温。

④ 防止胶料焦烧可适当降低热炼温度及压延机辊温，焦烧后胶料不得使用。

⑤ 辊筒表面保持一定的光洁性。

5.1.3 胶片厚度不均

5.1.3.1 产生原因

① 胶料可塑度小、辊温低、压延速度大。

② 胶料有自硫胶粒等。

③ 可塑度不均匀、胶温波动大、产生收缩不均。

④ 操作时两侧辊距不一致，或卷取松紧不一，压延速度与冷却速度配合不一致等也会影响胶片厚度。

5.1.3.2 改进措施

① 提高胶料可塑度、压延辊温和降低压延速度。

② 如果胶料中有自硫胶粒可进行滤胶清除。

③ 热炼充分均匀保证胶料可塑度和胶料温度均匀。

④ 调节辊距保证两侧均匀一致，卷取均匀松紧一致。

5.1.4 杂质、色斑、污点

5.1.4.1 产生原因

① 原材料不纯。

② 设备打扫不干净。

③ 配合剂分散不均匀。

5.1.4.2 改进措施

① 加强原材料质量管理，不合格的原材料不进入下一工序或进行加工处理（筛选等）。

② 清洗设备保证清洁干净。

③ 混炼充分保证配合剂分散均匀。

5.1.5 厚度、宽度规格不符合要求

5.1.5.1 产生原因

① 热炼温度波动或热炼不充分。

② 压延温度波动。

③ 胶料可塑度不一致。

④ 卷取松紧不一致。

⑤ 调距未调准。

⑥ 压延机振动或轴承不良。

⑦ 压延积胶调节不当。

⑧ 压延线速度不一致。

5.1.5.2 改进措施

① 改进热炼条件。

② 控制好辊温。

③ 加强胶料可塑度控制，固定返回胶掺用比例。

④ 调整卷取机构。

⑤ 调节辊距，力求恒定。

⑥ 改进设备防振性能。

⑦ 调节好压延积胶量。

⑧ 以微调为主，保持线速度一致。

5.1.6 胶布、胶片喷霜

胶布、胶片喷霜是指胶料中的配合剂迁移到胶料表面的现象，与下霜相似。喷霜会影响胶料表面外观质量，影响胶布和胶片的黏合性。

5.1.6.1 产生原因

① 胶料混炼不良（分散不均）。

② 混炼温度过高。

③ 胶布、胶片贮存温变偏低。

④ 胶布、胶片停放时间过长。

⑤ 胶料配方设计不合理（某些配合剂用量超过溶解度）。

5.1.6.2 改进措施

① 检查、提高混炼胶质量。

② 控制混炼工艺条件。

③ 应确保贮存室室温。

④ 减少贮备定额。

⑤ 改进胶料配方。

5.1.7 两边不齐

5.1.7.1 产生原因

挡胶板不适当或割胶刀未掌握好。

5.1.7.2 改进措施

调换挡胶板，调好割胶刀。

5.1.8 胶料与纺织物附着不好，掉皮

5.1.8.1 产生原因

① 纺织物未干燥好、含水率较高。

② 纺织物温度太低。

③ 胶料热炼不足，可塑性太低或压延温度太低。

④ 纺织物表面有油污或粉尘。

⑤ 辊距过大，使胶料渗入纺织物的压力不足。

⑥ 压延速度过快。

⑦ 配方设计不合理，胶料黏性小。

5.1.8.2 改进措施

① 控制纺织物含水率在2%以下。

② 加强纺织物预热。

③ 加强热炼、提高压延温度，提高胶料可塑度。

④ 纺织物表面清理干净。

⑤ 调小辊距。

⑥ 调节压延速度。

⑦ 修改配方，使用增黏性软化剂，降低胶料黏度，提高黏性。

5.1.9 胶布跳线弯曲

5.1.9.1 产生原因

① 纺织物受潮后伸张不一，纬线松紧不一。

② 胶料软硬不一。

③ 中辊积胶太多，局部受力过大。

④ 布卷过松。

⑤ 胶料热炼不足，胶料软硬不均匀。

5.1.9.2 改进措施

① 控制压延张力，使其均匀。

② 控制胶料可塑度，热炼均匀。

③ 减少中辊积胶，使积胶均匀。

④ 做到均匀卷取。

⑤ 胶料热炼充足并均匀一致。

5.1.10 胶布出兜

在纺织物的压延工程中，经常出现两边紧中间松，即打兜的现象，由此极易产生胶布在裁断时出现大头小尾、裁断角度超公差等问题。

5.1.10.1 产生原因

出现打兜的现象大致有原材料和压延工艺两大方面的原因。

(1) 原材料（即白布）

① 纺织物（特别是帘布）在纺织过程中，由于经纬（帘线）的排布不均，同一轴纺织物所用丝线的生产批次不同，及生产时批次间的温度和湿度波动，造成白布打兜，这一现象应属纺织物的质量问题。

② 纺织物（特别是锦纶帘布）吸潮，若包装不严，停放、存放时间过长，存放时环境湿度较大，都会因吸潮而造成打兜现象，同等条件下，尼龙 6 比尼龙 66 更易吸潮，打兜现象更为明显。

(2) 压延工艺

① 中辊积胶过多，纺织物中心受力较大。

② 中辊积胶宽度小于纺织物宽度，中部受力过大。

③ 下辊温度过高，使胶面黏附下辊力量较大。

④ 纺织物干燥不充分，干燥辊温度较低，则达不到干燥作用，水分不易烘干出现打兜。

⑤ 压延速度过快，压延速度主要影响干燥和冷却时间。若压延速度过快，干燥和冷却时间则较短，则易出现压延出兜的现象。

⑥ 胶布的停放时间对胶布打兜亦有重要影响，若压延好的胶布停放时间过长（超过工艺规定天数），胶布在停放过程中吸潮，胶布打兜现象会明显增加。

5.1.10.2 改进措施

① 加强纺织物的检验，不合格的纺织物不得进入压延工艺。

② 改善纺织物的存放环境和控制存放时间。

③ 控制好积胶量不能过多。

④ 保证积胶的宽度大于纺织物宽度。

⑤ 降低下辊温。

⑥ 纺织物进行充分干燥。

⑦ 适当降低压延速度。

⑧ 胶布停放时间不超过工艺规定的时间。

5.1.11 胶布压坏、罗线

5.1.11.1 产生原因

① 操作配合不好，两边递布速度不一。

② 辊筒间积胶量过多。

③ 胶料可塑性偏低。

④ 胶料中有杂质、熟胶疙瘩。

⑤ 压延张力不均。

⑥ 压延辊距两边大小不一。

5.1.11.2 改进措施

① 递布要平稳一致。

② 调整积胶量。

③ 强化热炼工艺。

④ 控制胶料质量。

⑤ 调节好张力。

⑥ 压延辊距保证两边大小一致。

5.1.12 胶布打折

5.1.12.1 产生原因

① 压延速度与冷却辊速不一致。

② 两边续布操作不一致。

③ 纺织物伸张不均匀。

④ 垫布卷取过松。

5.1.12.2 改进措施

① 调节压延速度与冷却辊速一致。

② 加强操作，保证两边续布一致。

③ 控制纺织物伸张均匀。

④ 垫布卷取均匀。

5.2 压延检验

主要是为了保证压延出的胶布和胶片内在质量和外观质量使之符合产品性能要求，以及确认其几何尺寸是否符合施工标准。

5.2.1 检验的内容

胶布和胶片检验内容主要包括外观质量的检验、胶料性能的测定、尺寸检验、挂胶量检验等，具体内容因产品不同而有差异。外观质量主要检验胶布和胶片是否有污点、皱纹、气泡、杂质、熟料、打折、掉皮、压坏、打兜、劈缝、纺织物的密度是否均匀等内容。尺寸检验主要测定胶布或胶片的厚度、宽度、长度是否符合工艺标准要求，对表面有花纹的胶片还要检验花纹的形状和尺寸是否符合要求。胶料性能的检验是测定胶料物理力学性能是否符合产品质量要求，挂胶量主要对胶布而言，可用挂胶的厚度来表示；也可用单位面积纺织物挂胶的质量来表示（kg/m^2），可用下列公式计算。

$$\text{单位面积挂胶量}=\frac{\text{挂胶后每卷胶布质量}-\text{挂胶前质量}}{\text{胶布长度}\times\text{宽度}}$$

5.2.2 检验标准

胶布检验标准一般按产品施工标准要求，但不能一概而论，各产品的工艺技术若干规定及检查办法，可作为检验标准。

外观质量的检验主要用人工进行观察、检查是否存在外观质量问题；尺寸的测量一般用厚度计或游标卡尺测量厚度，用卷尺或钢尺测量宽度和长度；胶料物理力学性能在实验室用专用仪器设备按国家有关标准进行。

5.2.3 合格率计算

$$\text{合格率}(\%)=\frac{\text{抽查总数}-\text{抽查不合格数}}{\text{抽查总数}\times 100\%}$$

操作者应按工艺规程操作，不能擅自改变，违章操作，否则会造成合格率下降。以轮胎类为例，胶布不符合质量标准部分超过20%应判为不合格品。

思 考 题

1. 压延工艺中常会出现哪些质量毛病？

2. 某帘布贴胶作业半成品产生表面气泡、表面粗糙、帘布跳线弯曲的质量问题，分析其产生原因。

3. 胶布检验的目的是什么？

4. 写出胶布合格率计算公式。

第6章 裁断工艺

许多橡胶半成品要求具有一定的形状、一定的尺寸和一定的角度。如胶面鞋的鞋面、中底、大底是通过冲切来完成加工工艺过程；轮胎的胎面是通过切割来完成该工艺过程；而胶带、胶管、轮胎的骨架层胶布是通过裁断机的裁断来完成该工艺过程。故裁断就是把胶料或胶布冲切、裁剪或扯裂成一定形状、一定角度和一定尺寸的半成品的工艺过程。通常所说的裁断一般是指胶帘布、胶帆布的裁断，胶布裁断就是把胶布冲切、裁剪或扯裂成一定形状、一定角度、一定宽度的半制品的工艺过程。

6.1 裁断角度和裁断宽度

胶布的裁断是按裁断角度和裁断宽度进行，裁断角度和裁断宽度根据施工标准确定，而施工标准则是根据橡胶制品（轮胎、胶带、胶管）结构设计确定的。裁断角度和裁断宽度对制品的形状、尺寸、应力分布、强度、变形情况等均有重要的影响，从而影响橡胶制品的使用质量和寿命。

6.1.1 裁断角度

裁断角度是指裁断线与经线方向上的垂直线所形成的锐角角度。如图 6-1 所示，裁断角度也是裁断线与经线之间夹角的余角，裁断角度＝90°－(裁断线与经线之间夹角)。

斜交轮胎和力车胎，其骨架层所用胶帘布裁断角度的大小直接影响成品轮胎的胎冠角的大小，从而影响轮胎的产品质量。根据实践经验，成品轮胎的胎冠角度在 48°～55°为最佳，可按照经验公式算出帘布裁断角度，一般在 25°～35°之间，精确度应在 0.5°以内。

胶管的受压是根据薄壁容器的受压来计算的，从计算中得知，胶受内压时，其压力将集中在与胶管轴线成54°44′角度的方向，这一角度称为胶管平衡角，因此希望强力层的帘线在胶管中排列达到这一理想的平衡角，如强力层用胶帘布来制造则可推断其裁断角为25°16′，但如制造胶管所使用的胶布是平纹结构组织（细布、帆布），布中经、纬线是相互垂直的，裁断达不到平衡角，为了使经纬方向的强力相等，受力均一，又能裁出较长的包布，尽量减少接头个数，一般采用45°角进行裁断。

V带用的包布同样是采用平纹结构组织的布，为了受力均匀也采用45°角裁断。

胶布制品裁断角度是根据制品的设计要求、布坯的性质及实际需要而定的。

帆布芯输送带胶布层，其裁断角度是90°。



图 6-1　裁断角度和裁断宽度

6.1.2　裁断宽度

裁断宽度是指两条相邻裁断线之间的垂直距离，如图6-1所示（图中布条宽即为裁断宽度）。

各种橡胶制品胶布的裁断宽度是根据不同种类的制品要求和相同制品的不同规格而定。如轮胎的帘布宽度是根据轮胎成型时帘布反包高度以及帘布边缘应保持适当差级而确定。又如力车胎中的软边胎帘布宽是根据规格大小，帘布边以一定方式的差级，包住一半硬质的三角胶芯，以及它的延伸部分而决定。延伸部分的作用是当

胎耳（胎圈）装入轮辋内交叠起来，能起到垫带的作用，以保护内胎。而力车胎硬边胎的帘布宽度是按规格大小及帘布贴合中间重叠距离不少于设计标准而决定。胶管的胶布宽是根据胶管的规格大小和骨架层的层数而决定，对于胶带，输送带的胶布宽是根据输送带的规格而决定；V 带的胶布宽除根据 V 带规格大小外还要以包缝不能包到工作面上而决定。

6.2 胶布裁断工艺技术要求

6.2.1 胶布外观质量标准

① 胶布应无压坏、跳线、压落、掉皮、露白、打折、出兜、焦烧、杂物等缺陷。

② 表面无油污、泥沙、金属屑、未分散的配合剂团粒、自硫胶疙瘩和喷霜等。

③ 不得有严重的纬线斜面影响裁断角以及纬线断裂面影响密度的现象。

④ 胶布的密度和厚度应符合规定。

6.2.2 裁断工艺标准

① 胶布压延后停放时间不少于 2h，不多于 75h。

② 裁断宽度公差：500mm 以下为 ±3mm，501～1500mm 为±5mm，大头小尾不大于 4mm，接头出角不大于 3mm。胶布宽度是根据各制品的结构设计要求而定，应严格按施工表规定尺寸裁断，而且不同制品有不同误差范围。胶布宽度过窄，制品强度不够，影响成品使用寿命。胶布宽度过宽，不仅浪费原材料，而且影响制品使用性能以及外观质量。

③ 裁断角度必须在规定范围内，允许误差±(0.5°～1°)。如轮胎胶帘布裁断角度误差为 1°时，成品胎冠角就会影响 1.7°～2°。胎冠角度的大小对胎体强度、载荷能力、侧向刚性和缓冲性能都有很大影响，从而降低轮胎的使用寿命。又如胶管及 V 带所用的胶

(细、帆)布，其裁断角度一般为45°，因为45°角能使经纬方向受力一致，否则会影响成品使用寿命。

④ 接头宽度要求：帘布压线根数缓冲帘布层不多于2根，帘布层为1～3根；帆布接头宽为2～5mm。胶帘布接头压线根数不能太少，也不能太多，更不能太集中。接头压线过少，在加工中容易脱开，造成空线，使骨架层强度降低。接头压线过多或过于集中，会使制品局部帘线过密过厚，在该处生热大，容易脱层，从而降低使用寿命。具体压线根数根据不同制品而定。例如斜交轮胎内外层压线1～3根线，而力车胎帘线压线3～7根线。这是根据成型方法和帘线粗细而定，轮胎胶布成筒状，力车胎软边胎是片状。轮胎帘线粗，而力车胎帘线细，从而决定了各自的压线根数。

⑤ 小块胶布长度不得小于100mm。

⑥ 裁断边要整齐，不允许有锯齿或波浪形。

⑦ 室温不低于18℃，卷取机气压不小于0.4MPa。

6.2.3 裁断操作要点

① 首先裁断前必须检查布卡与实物是否相符，而且有些胶布正反面不能弄错，如轮胎第一层帘布的内轮廓有一层油皮胶或该层增加胶层厚度。大卷帘布必须做到先来先用，按先后顺序使用，但应停放一段时间。存放时间不能太长，具体要根据不同规格帘线来决定，一般最短存放时间为2h，最长存放时间为72h。因为大卷胶布停放一段时间有利于胶与帘线的黏合，使胶布进一步收缩、稳定，以保证裁断的精确性。但停放时间过长会使胶布含水率增加，有时还会出现喷霜(指配合剂在胶料表面渗出到胶料表面现象)，使胶布表面不黏，造成贴合困难，从而影响产品的质量与成品的使用寿命。用于裁断的胶布工艺卡片要完整无缺，胶布与卡片相符，专人交接有记录。

② 其次检查设备运转是否正常、设备各部件是否正常，运输带和台面上应清洁，传动部位加好润滑油，将胶布卷吊上导布架上，分别理出胶布与垫布的布头，垫布卷在卷布滚木轴上，胶布由

导辊引出，进入贮布装置，送上运输带，送到裁断部位，开车前应与小组其他人员联系好方可开车。

③ 胶布无掉胶、打褶、打兜、压偏、压坏、跳线和稀缝等现象。

④ 胶布的表面无油污、泥沙、自硫胶、喷霜等。

⑤ 裁断时发现胶布有压坏、胶粒、杂质应及时除去，有露白处应用胶浆补偿，接头卷取必须平整，松紧一致，不打褶，布尾不外露。

⑥ 如发现胶帘布有褶，可用汽油拆开。

⑦ 窄布使用立式裁断机，宽布使用卧式裁断机。

⑧ 裁断时按施工标准调整好角度和宽度标尺，开始检查 3～5 片，正常后进行裁断。裁断过程中要经常复核，以保证裁断角度和宽度准确。

⑨ 不得有严重的纬线倾斜以免影响裁断角度。

⑩ 裁断布边要整齐，不允许有锯齿或波浪形布边。

⑪ 卷取前也要检查胶布规格和宽度是否符合工艺标准。

⑫ 被裁的胶布卷在布架上要放正。

⑬ 接头时要拉平对齐，压线或宽度不超过标准，卷取时，胶布要摆平、卷正、松紧一致，防止打折、变形、窝角，如大头小尾宽度超过规定者可以修剪。

⑭ 卷取垫布要保持清洁、整齐、不得随意损坏。

⑮ 胶布小面积露白，可刷胶浆或贴胶片，大面积缺胶、露白要撕掉，有杂质要清除，布稀缝要撕掉。

⑯ 裁断过程中胶布不得落地。

⑰ 卷取好的胶布卷必须注明规格和操作者。

6.2.4 裁断质量对产品质量的影响

裁断角度和裁断宽度以及胶布拼接宽度是控制裁断质量的三项指标，它是根据产品设计要求和施工要求决定的。在施工表中的宽度一般是成型前要求的宽度。但是通过裁断、卷取和贴合，胶布宽

度就会缩窄，这样就达不到设计施工标准，所以必须酌情放公差。这种情况在各种制品生产过程中均有，特别在胶管制造上较突出。因为胶管成型包卷时因长度较长，胶布又应具有一定的搭头宽度，所以胶布裁断宽度要增加一定的附加宽度，作为宽度补偿。这种附加宽度的补偿视胶布的品种规格、生产工艺、产品性能的不同而不同，一般附加宽度控制在 15～35mm 的范围内。

下面介绍裁断未达到三项指标要求时对制品质量产生的影响。

6.2.4.1　裁断角度

对轮胎帘布来说，帘布裁断角度大，轮胎成品胎冠角度大，帘线过长，伸张不足，外缘尺寸就会变小，断面尺寸变大，轮胎使用时易变形，发热大，造成脱层。若裁断角度过小，轮胎成品胎冠角度小，帘线过短，伸张过大，外缘尺寸变大，断面尺寸变小，在使用过程中，帘线处于拉紧状态，易造成轮胎早期损坏。角度不稳定，整个轮胎各层帘布受力不均匀，影响轮胎的均匀性能，而且帘布层之间的剪切应力增大，导致轮胎产生脱层等。

对胶管来说，因为胶布的组织是平纹结构，经、纬线是垂直的，凡是大于 45°角或者小于 45°角，均使经、纬方向受力不一致，经纬线强度得不到有效的利用，会降低成品质量。胶管用胶布如果采用经向或纬向裁断，不仅胶布经、纬向强度得不到充分发挥，而且对胶管成品的弯曲扭转性能均是不利的。

对 V 带来说，所用胶布也是平纹组织，若裁断角度大于 45°角或小于 45°角，也会使经、纬强度得不到有效利用。V 带用胶布如果采用经向或纬向裁断，不仅胶布经、纬向强度得不到充分发挥，而且对成型过程造成不易贴合。

6.2.4.2　裁断宽度

裁断宽度过小，未达到制品设计要求，对制品来说强度不够。裁断宽度过宽，非但浪费原材料，而且还会影响制品质量。

轮胎帘布宽度主要是根据包圈高度和帘布边缘保持适当差级来确定的。宽度不正确会造成子口强度变化或差级不均甚至重叠等毛病，不仅造成材料浪费，而且会使胎侧变形部位上移，易产生胎肩

脱空，造成轮胎早期损坏。如果包圈过低，使胎圈部位强度不够，而且易使胎侧变形部位下移，导致胎圈脱空或子口上部帘线折断，降低轮胎使用寿命。

对力车胎而言，若软边胎帘布宽度过小，胎耳无裙边，失去保护内胎的作用；帘布过宽，一方面浪费材料，另一方面装胎不方便。硬边胎一般用包叠式成型，因为在中间包叠，实际上胎冠都有三层胶布，胎冠部分得到加强。帘布宽度过小则起不到胎冠部分的加强作用，仅起到两帘布间的搭接作用，如果搭接部分太窄，轮胎充气后则容易裂开，影响使用寿命。帘布过宽，则受力传递到钢丝圈的外侧，使胎侧屈挠增大，胎圈过早地损坏。

胶管的胶布宽度是根据胶管的不同规格、不同层数（耐压强度）而设计制定的，其误差按胶布的宽度不同而定，裁断宽度在400mm以上者误差为±6mm，裁断宽度在400mm以下者（包括400mm）其误差为±4mm。裁断过窄和过宽对胶管质量均有影响。如果裁断宽度过窄，会造成胶管缺层，使胶管耐压强度达不到要求。裁断宽度过宽，不仅浪费胶布，而且会影响胶管壁厚或胶层厚度，使胶管扭曲，影响胶管外观质量。

对V带的胶布宽度来说，若胶布宽度过窄，包布搭缝脱开（破损），影响外观质量；若胶布宽度过宽，不仅浪费胶布，而且包布搭缝要包到V带的工作面上，使V带两侧边工作面上受力不均匀，影响使用寿命。又如包层式传动带胶布过窄，强度达不到设计要求，胶布宽度无法满足新产品的使用条件；胶布过宽，包布搭缝重叠，中间厚，传动不平稳，屈挠性差，缩短使用寿命。

6.2.4.3　胶布拼接宽度

胶布接头部分过宽，造成接头部分增厚，在硫化过程中，由于胶料流动，该处的胶料挤薄，影响附着力，易脱层。如在轮胎行驶过程中该部分因质量大，所受冲击力也大，易造成早期损坏。在胶管中易使胶管扭曲。在V带中易使V带不均匀造成早期损坏。所以在能够接牢接实的前提下，胶布帘线接头压线的根数（宽度）越

少越好。同样，小块胶布不能进行连续拼接，因为连续拼接会造成胶布接头过分集中，使该部位增厚，质量增加，所受冲击力增大，生热量也大，降低使用寿命。因此遇有小块胶布必须间隔开使用，具体拼接尺寸应按轮胎、力车胎、胶带、胶鞋各制品的规定要求确定。

6.3 钢丝帘布裁断

钢丝帘布裁断和接头是子午线轮胎生产的特有工艺，钢丝帘布裁断的精度和接头的质量对子午线轮胎的质量和性能有举足轻重的影响。

6.3.1 钢丝帘布裁断设备

用于钢丝帘布裁断的设备主要有以下几种：剪板机、铡刀式裁断机、圆盘刀-矩形刀式裁断机、圆盘刀-圆盘刀式裁断机，各自的性能特点如下。

（1）剪板机　这是中、小工厂生产子午线轮胎常用的裁断设备，它原为剪钢板用的机器经过改造后进行钢丝帘布裁断。其特点是操作方便，设备简单，占地面积小，但它的裁断精度差，效率低，劳动强度大，只能裁断较小的帘布。

（2）铡刀式裁断机　这是一种比较复杂的新型钢丝帘布裁断机。其特点是裁断精度高，裁断速度快。为 6～10 次/min，劳动强度小，被裁断的帘布宽度可达 1000mm，裁断线长达 5000mm，适用于工业化子午线轮胎生产，但价格较贵、设备占地面积较大。这种裁断机的裁断装置为两块矩形刀，呈铡刀式排列，下矩形刀平行装配在机架上，裁断时，上矩形刀向下产生冲切力将帘布裁断，它的裁断角度范围为 0°～76°。

（3）圆盘刀-矩形刀式裁断机　它与铡刀式裁断机的区别在于裁断装置为圆盘刀-矩形刀配合。裁断时，高速电机带动圆盘刀沿矩形口进行，产生很大的剪切力将钢丝帘布裁断，如图 6-2 所示。

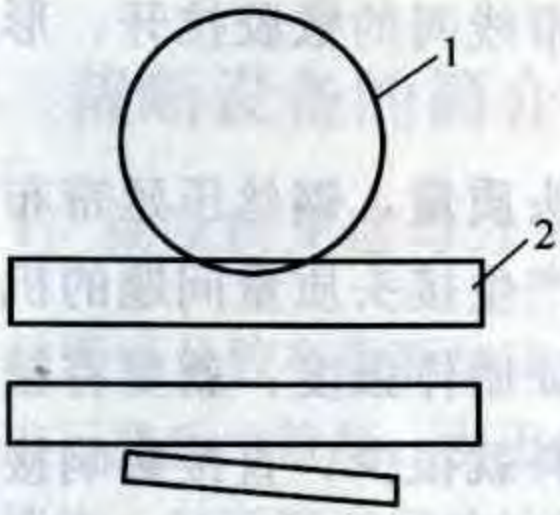


图 6-2　圆盘刀-矩形刀式
裁断机工作原理示意图
1—圆盘刀；2—矩形刀

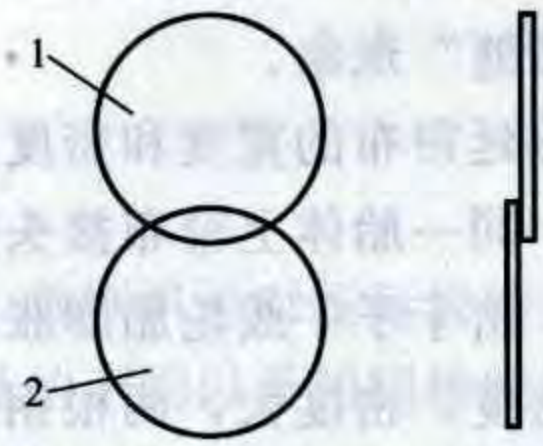


图 6-3　圆盘刀-圆盘刀式
裁断机工作原理示意图
1—上圆盘刀；2—下圆盘刀

它具备铡刀式裁断机的优缺点。该设备裁断精度较高，角度误差±0.5°，宽度误差为±0.1mm，这种裁断机已为子午线轮胎生产厂所采用。

(4) 圆盘刀-圆盘刀式裁断机　它的特点是裁断时上、下圆盘刀一起转动，靠剪切力将钢丝帘布裁断，如图 6-3 所示。它除有铡刀式裁断机特点外，裁断宽度误差较大，而且由于往返裁出的宽度不同，一般只作单向裁断。

6.3.2　钢丝帘布裁断工艺操作要求

钢丝帘布裁断关键是要保证帘线的密度不变，裁断的宽度、角度符合施工表标准，误差达到最小。特别是胎体、带束层等帘布裁断后在接头和卷取过程中，接头或卷取拉伸应力稍有不均匀，都会引起帘线的位移，造成稀密不均及帘线角度变化，这样会给轮胎的使用性能带来极不利的影响。如胎侧出现波浪形、均匀性差（即经向力和侧向力偏差大）、行驶中汽车振动大、操纵性稳定性差等问题，也降低了帘线与橡胶的黏合力。

6.3.3　钢丝帘布裁断质量影响因素

钢丝帘布接头是子午线轮胎生产中的关键工艺。成型时帘布筒贴合直径由定型膨胀直径的比率决定，子午线轮胎特别是全钢丝子午线轮胎的膨胀率达 170%以上，这就要求钢丝帘布接头强度高才

不致造成局部应力过大，引起接头部分帘线间的橡胶拉开，形成所谓“劈缝”现象。

压延帘布的宽度和密度直接影响接头质量，钢丝压延帘布宽度较大，同一胎体上帘布接头数量就少，产生接头质量问题的机会就降低，由于子午线轮胎膨胀较大，为保证胎体强度，就要有较高的压延密度。密度大，两根钢丝之间的胶料就很少，直接影响接头质量。压延帘布停放时间长会产生表面喷霜，自黏力下降，接头强度下降。

改善钢丝帘接头质量可采用不同接头方式，如对接、搭接和斜坡接头等。从保证均匀性出发应该采用对接接头，但在帘布停放时间长自黏力下降时，采用对接会造成稀缝，宜采用搭接或斜坡接头方式来提高接头强度，但搭接易产生并线和撂线。

由于出现接头质量问题的主要原因是接头强度低，所以可以通过加贴封口胶片的方法来提高接头强度。

帘布接头可采用机械式拼接装置来自动拼接，也可用人工接头，操作人员的接头技术如压合力、压合速度的变化都会影响接头强度，故采用先进的专用接头工具有利于接头质量提高。

压延帘布的质量也影响裁断性能，压延帘布有缺胶、边部不整齐、厚薄不均匀、卷取时不整齐等问题，裁断后的帘布其角度和宽度误差就大，压延过程中变形的帘布甚至于不能进行正常裁断。因此要保证裁断的质量，必须保证压延帘布的质量。

裁断机的精度直接影响钢丝帘布的裁断质量，剪板机仅适用于裁断压延宽度较小的帘布，适用于裁断固定角度的帘布。圆盘刀-矩形刀式钢丝帘布裁断机则可以裁断压延宽度如 1000mm 的帘布，裁断角度可随意调节，裁断宽度也不受限制，裁断质量明显优于剪板机。

不同规格、不同结构的钢丝制造的帘布对裁断质量有明显的影响。直径小，钢丝柔性好，钢丝内应力和不带外缠绕的钢丝帘布的裁断性能也好，裁断后帘布的质量也好，进口钢丝的裁断性能优于国产钢丝。

6.4 裁断设备的简介

6.4.1 裁断机用途与分类

裁断机是胶布裁断加工的主要设备，裁断机可对压延后的挂胶帘帆布进行准确的裁断。由于各种橡胶制品的不同以及相同橡胶制品的不同规格，对所要使用的挂胶帘帆布的宽度和角度要求也不相同。

根据用途和结构原理及形式不同，裁断机有多种类型，如卧式裁断机、立式裁断机、窄条布裁断机、纵裁机、裂布机、钢丝帘布裁断机等，其种类和用途如表 6-1 所示。应用最广泛的为卧式裁断机与立式裁断机两种。

表 6-1 裁断机的用途与分类

名　称	用　途
卧式裁断机	胎体帘布、缓冲胶布、胶管胶布 裁断宽度范围 150～1500mm 推荐裁断宽度范围 320～1500mm
立式裁断机	小规格胎体帘布、摩托车胎和力车胎的帘布、子口包布、胶管胶布 裁断宽度范围 50～1000mm 推荐裁断宽度范围 50～320mm
窄条布裁断机	主要用于力车胎厂，裁帘布、子口及钢丝包布，也可裁轮胎的子口及钢圈包布，V 带包布，裁断宽度范围 220mm 以下
纵裁机	用于运输带裁断
裂布机	用于力车胎的直条
钢丝裁断机	用于子午线轮胎钢丝帘布裁断

由于工艺需要，一般对裁断机有如下要求。

① 能准确地按照要求的角度和宽度裁断。

② 易于调整胶布条的角度和宽度。

③ 便于装卸胶布卷。

④ 具有较高的生产能力。

6.4.2 立式裁断机

立式裁断机裁断胶条尺寸的准确度比卧式裁断机低，但是由于

它的生产能力比较大，因此亦获得广泛的使用，尤其是用以裁断宽度较窄的胶布条（对于 50mm 以下的很窄的胶布条操作也不够方便）。其技术特征如表 6-2 所示。

表 6-2　立式裁断机主要技术特征

技　术　特　征	指　　标
裁断装置	
裁断布料最大宽度/mm	1500
裁断角度范围/(°)	0～45
一次最大送布长度/mm	1000
裁断次数/(次/min)	20、29、38
裁刀行程/mm	2560
外形尺寸(长×宽×高)/mm	3575×1730×3420
导开调整装置	
送布速度/(m/min)	21
最大贮布量/mm	2600
滑辊行程/mm	1300
外形尺寸(长×宽×高)/mm	2800×1340×2310
导开装置	
容许胶卷最大规格(直径×长度)/mm	1000×1500
卷布辊规格(直径×长度)/mm	120×1600
外形尺寸(长×宽×高)/mm	2300×750×1300

6.4.2.1　基本结构

立式裁断机的基本结构如图 6-4 所示。主要由导开装置、导开调整装置（贮布装置）和裁断装置三个部分组成。

导开装置Ⅰ用以导出胶布，经过导开调整装置Ⅱ，送至裁断装置Ⅲ进行裁断。

整个立式裁断机的传动主要由两部分传动装置带动。传动装置 11 用以带动导开装置。传动机构 15 用以带动裁断装置。

6.4.2.2　主要部件及动作原理

(1) 导开装置　导开装置由两个型钢焊接的三角形机架构成，机架两端的轴承上装有两组支轴器，分别放置胶布卷布辊 1 及垫布卷布辊 2，为使胶布料与垫布更好地隔离，机架上设有分离辊 3。导开装置机架一侧附有带摩擦瓦的制动轮 5，它可以克服胶布辊自身转动惯量，制动轮上的翼形螺母可以调整导开胶布的张紧程度。

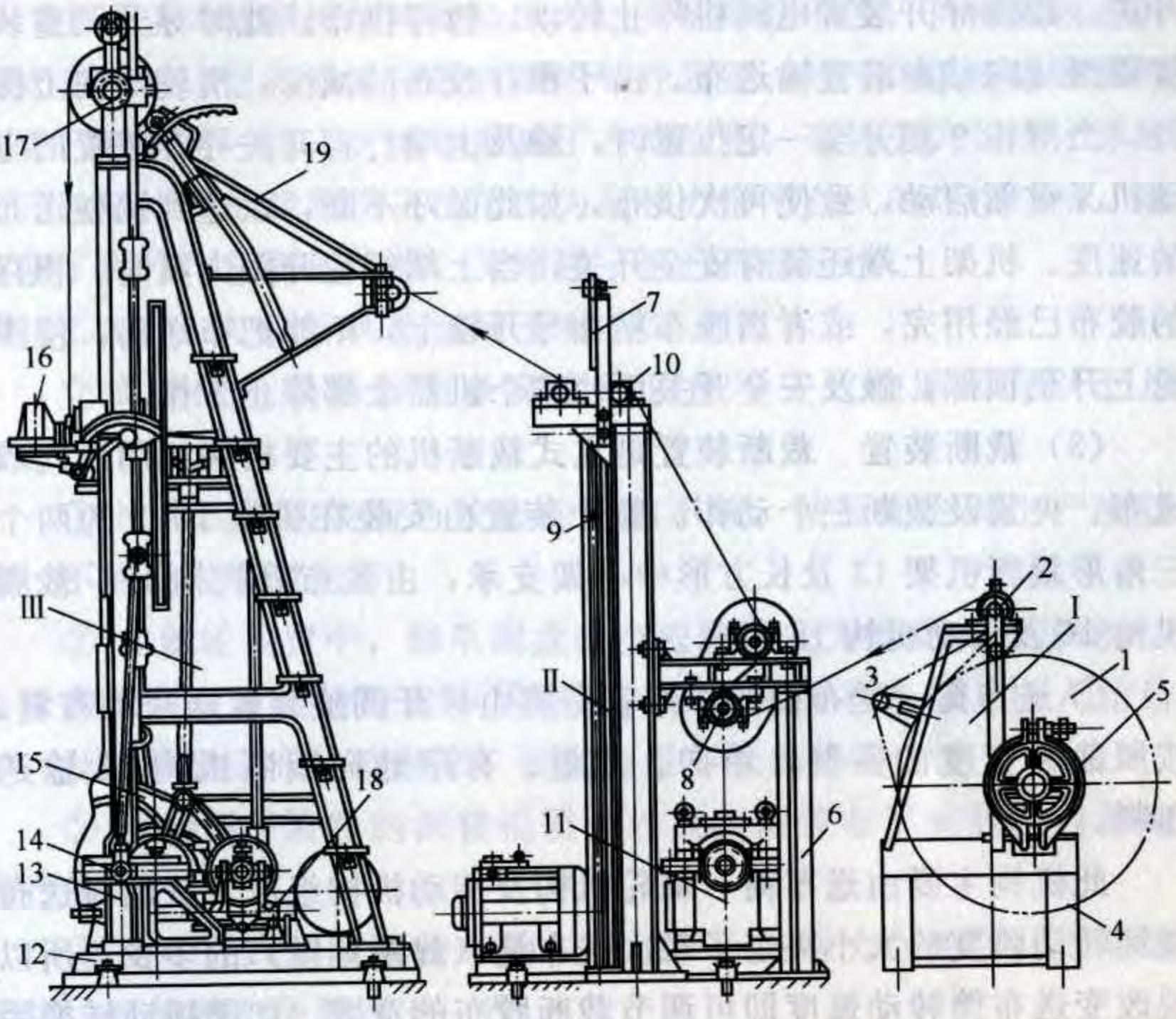


图 6-4　立式裁断机

Ⅰ 导开装置；Ⅱ 导开调整装置；Ⅲ 裁断装置

1—胶布卷布辊；2—垫布卷布辊；3—分离辊；4，6—机架；5—制动轮；7—横梁；8—导开辊；9—滑轮；10—扩布辊；11—传动装置；12—机座；13—裁断机架；14—送布偏心联杆；15—传动机构；16—裁断机构；17—送布筒机构；18—刹车机构；19—接布板

导开辊 8 为主动辊，由传动装置 11 带动。

(2) 导开调整装置　导开调整装置位于导开装置与裁断装置之间，如图 6-4 所示。主要由机架 6、横梁 7、导开辊 8、扩布辊 10 及滑轮 9 组成。滑轮 9 可上、下浮动以调整送布量。胶布从导开装置引出，由导开辊 8 带动绕过扩布辊 10、滑辊 9 后送入裁断装置。

导开调整装置主要是保证有一定的贮布量，并自动调节送布速度。其动作原理是当裁断速度落后于送布速度时，滑轮 9 由于胶布的积存及本身的自重而下落，当落到最低位置时触及了下端的行程

开关，致使导开装置电动机停止转动，暂停供布。此时导开调整装置则继续向裁断装置输送布。由于积存胶布的减少，滑轮 9 向上提升，当滑轮 9 提升至一定位置时，触及上端行程开关导开装置的电动机又重新启动，致使再次供布，如此循环不断，以达到调整送布的速度。机架上端还装有安全开关，当上端行程开关失灵时，积存的胶布已经用完，或者当胶布粘在导开辊上，不能把布送出，使滑轮上升至顶部，触及安全开关而使整个机器全部停止工作。

（3）裁断装置　裁断装置是立式裁断机的主要机构，用以完成送布、夹紧及裁断三个动作。整个装置由安装在机座 12 上的两个三角形裁断机架 13 及长方形中心架支承，由送布筒机构 17、裁断机构 16 及传动机构 15 组成。

① 送布筒　送布筒的作用就是将由导开调整装置送来的布料，按照裁断宽度的需要，单向、定量、有序地向裁断机构 16 输送布料。

此机构主要由送布筒、棘轮机构及传动机构组成。裁断时送布辊筒转动弧度的大小决定了每次送布量（裁断宽度）的多少，所以说改变送布筒转动弧度即可调节裁断胶布的宽度。如果摇动转换手柄，通过改变偏心连杆末端的滑块在槽铁中的位置（即改变偏心程度），就改变了齿条上、下往返运动行程，因此就变动了送布辊筒的转动弧度，这样就调节了胶布每次输送量的多少。

② 裁断机构　由送布辊筒来的一定量的胶布，通过裁断机构将胶布夹紧，裁断裁刀的空行程是送布辊筒的供布过程，裁刀的工作行程中，送布辊筒静止不动。

③ 传动机构　裁断装置所有机构的运动大致包括以下三个方面。

a. 送布筒裁断机构方面的供布运动及复位动作。

b. 压布板的夹紧、放松，撬布板的导布及反向复位。

c. 裁刀滑架的裁断行程及空车复位行程。

这三个独立的相互关联运动，其实是统一地受一个机械传动装置所控制的。

上述立式裁断机结构复杂庞大，安装维修不便。目前新改进的立式裁断机，已将原来分散布局的导开装置、导开调整装置和裁断装置三者联为一体，大大地缩减了占地面积，布局更为紧凑，原来为三角架样式的裁断机主机架改为呈长方形平台式的焊接结构，既方便了操作与机器的维修，又增强了机台的稳定性。

6.4.2.3　立式裁断机裁断质量缺陷及原因

立式裁断机裁断胶布条宽度和角度不一致的原因有以下几方面。

① 送布辊筒的表面与胶布的摩擦不够，使胶布在其上产生打滑，不能及时等量送布。

② 在棘轮装置中，棘爪圆盘由空程转动变为推动棘轮转动时，由于棘爪圆盘所处的位置不尽相同，有时棘爪不能马上插入轮齿中，及时带动送布辊筒送布，使送布量不能保持一致。

③ 自动调节装置的调整辊质量过大，使胶布不能轻便自如地进行供布。

④ 由于立式裁断机胶布的一端稍长，在重力作用下，下降速度快，而使胶布条两端不一致。

6.4.2.4　立式裁断机使用与维护保养

(1) 日常维护保养要点

① 检查各紧固部位是否松动。

② 检查各轴承工作情况。

③ 清洁和润滑齿轮、齿条、链轮和链条。

④ 清洁电机风叶的进风口。

⑤ 注意刀架滑块的磨损程度。

⑥ 保持裁刀刀片的锋利程度。

⑦ 保证压布板动作的正确可靠。

⑧ 保证供布装置离合器动作灵敏可靠。

⑨ 保证刹车机构的灵敏可靠。

⑩ 维护和润滑棘轮机构，保持良好工作状态。

(2) 润滑规则　立式裁断机的润滑规则按表 6-3 执行。

表 6-3　立式裁断机的润滑规则

润滑部位	润滑剂	加油量	加油周期或换油周期
增速齿轮箱、变速齿轮箱	机械油 N46	按规定油位加油	每隔半年
刀架滑轨、气路润滑器	机械油 N46	适量	每班 1 次
轴承	锂基润滑脂 ZL-4	适量	半年 1 次
棘轮、棘爪	机械油 N46	适量	每月 1 次
齿轮齿条、链轮链条	机械油 N46	适量	每班 1 次

(3) 日检、周检和月检要求

① 日检和周检　根据上述日常维护保养要点进行日检和周检。

② 月检

a. 检查齿轮箱油位和是否有泄漏。

b. 检查棘轮、棘爪工作是否正常。

c. 检查齿条、齿轮及衬套磨损情况。

(4) 设备操作规程

① 开车前的准备工作

a. 必须检查各润滑部位是否符合润滑规定，刹车机构是否灵敏可靠，各运动部位有无障碍物。

b. 检查导开装置的离合器是否在正常位置，胶布与垫布的牵引方向是否正确，链条及各部位螺钉是否完整坚固，刀架压板是否良好。

c. 检查使用风压是否符合要求。

d. 布卷上机前，必须关闭总电源，布卷装好后，待人员离开，方能开车。

② 发现运转不正常时，如机件松脱、异常噪声等应立即停车排除。

③ 裁断前按工艺要求调整好角度和宽度标尺，不论是否改换角度和宽度，头三张胶布要逐一测量。其目的是检验裁断的胶布是

否符合施工设计的宽度和角度，为以后连续裁断不出差错打好基础，也是进行自检的有效措施。

④ 运转时严禁搬动变速齿轮箱的拨拉手柄。变速时应将拨位手柄拨到“0”位后，再换挡变速（并注意在裁断600mm以上幅宽的胶布时应用低速即20刀/min，裁断150mm以下幅宽的帘布可采用高速即38刀/min，其他幅宽可采用中速29刀/min）。

⑤ 经常检查各润滑部位的润滑情况。

(5) 安全运行注意事项

① 严禁将曲柄连杆机构调至死点位置，防止开车时损坏曲柄连杆。

② 注意送布机构安全装置的可靠性。

③ 严禁在设备运转过程中搬动变速齿轮箱的手柄。

④ 机器安装后试车时，应先用手动盘车，确认正常后方可开车。

⑤ 送布定长曲柄处于机架外侧，离地面又近，必须配置安全罩。

6.4.3 卧式裁断机

卧式裁断机裁断精确度比立式裁断机要高，并有利于实现生产过程连续化、自动化。它既可裁断布幅较宽的轮胎帘布，又可裁断布幅较窄的沿条（子口包布）。因此卧式裁断机比立式裁断机应用更为普遍。

卧式裁断机的特点是裁断平台（运输装置）水平放置，胶布沿着前进方向间歇运行，按一定角度和宽度被往返移动的裁刀所裁断。其技术特征见表6-4。

6.4.3.1 基本结构

卧式裁断机的基本结构如图6-5所示。主要由导开装置Ⅰ、导开调整装置Ⅱ、裁断装置Ⅲ、光电定长器Ⅳ和带式运输装置Ⅴ等几部分组成。

表 6-4　卧式裁断机主要技术特征

项　　目	型　号		
	8m	10m	12m
每分钟裁布次数/次	最多 20		
裁断角度/(°)	0～45		
裁断宽度/mm	150～1500		
胶布卷最大规格/mm			
直径	950		
宽度	1500		
运输带速度/(m/min)	高速 60、40、20，低速 5		
裁刀滑架行程/mm	2250		
滑架最大速度/(m/min)	98，43		
裁刀转速/(r/min)	4985		
裁断精度/mm	±2		
定长方式	光电定长		
电机			
供布电机	JZ212-6，2kW，1000r/min		
运输电机	Z2-42，1.5kW，1000r/min		
走刀电机	JQ211-4，0.6kW，1420r/min		
裁刀电机	A1-7112，0.37kW，2770r/min		
外形尺寸/mm			
长	10335	12335	14335
宽	4300	4300	4300
高	2200	2200	2200

一般来说，裁断前根据工艺要求，通过角度调整装置 13 先把带裁刀滑架 8 的横梁 7 调整至所需要的角度再进行裁断。

裁断机工作时，将胶布卷 1 置于导开装置的轴 2 上，然后分开垫布与胶布卷 1，垫布通过辊 3 绕在辊 4 上，胶布则通过辊 4 到导开调整装置上，然后胶布依次通过几个导辊 6 及扩布辊至带式运输装置Ⅴ，与运输带一起向前移动，由光电定长器Ⅳ定长，使胶布到达规定裁断宽度，这时运输带停止运行，裁刀滑架 8 沿横梁 7 往复运动，对胶布裁断。

6.4.3.2　主要部件及动作原理

(1) 导开装置　导开装置分单工位和双工位两种。单工位导开装置结构简单、操作方便，比较安全，但没有备料工位，换布卷时

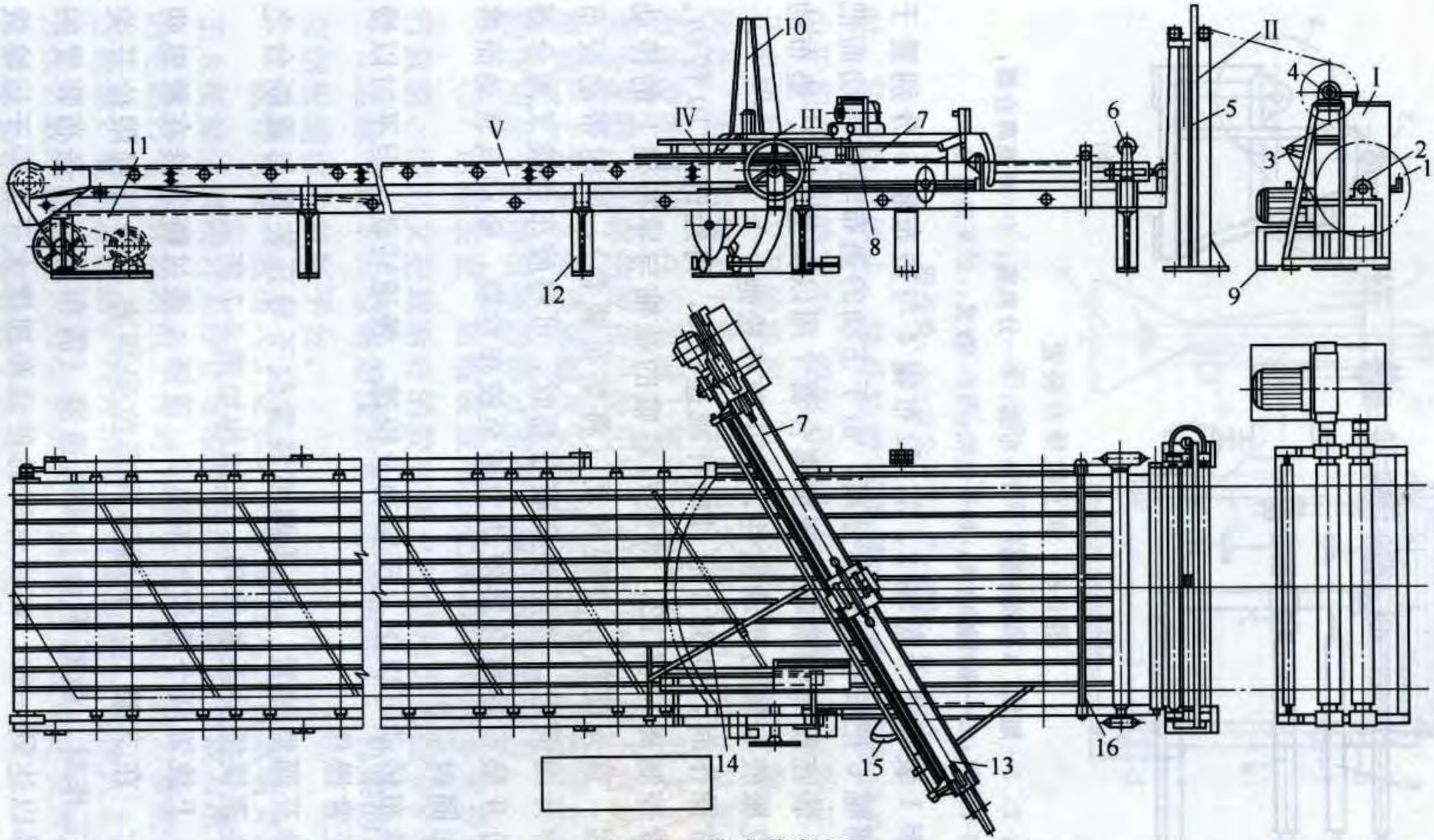


图 6-5　卧式裁断机

Ⅰ 导开装置；Ⅱ 导开调整装置；Ⅲ 裁断装置；Ⅳ 光电定长器；Ⅴ 带式运输装置

1—胶布卷；2—轴；3，4—辊；5—调整辊；6—导辊；7—横梁；8—裁刀滑架；9—导开传动装置；10—裁断传动装置；11—运输带传动装置；12—机架；13—角度调整装置；14—宽度标尺；15—角度刻度盘；16—压布辊

要停车，其结构与传动如图 6-6 所示。

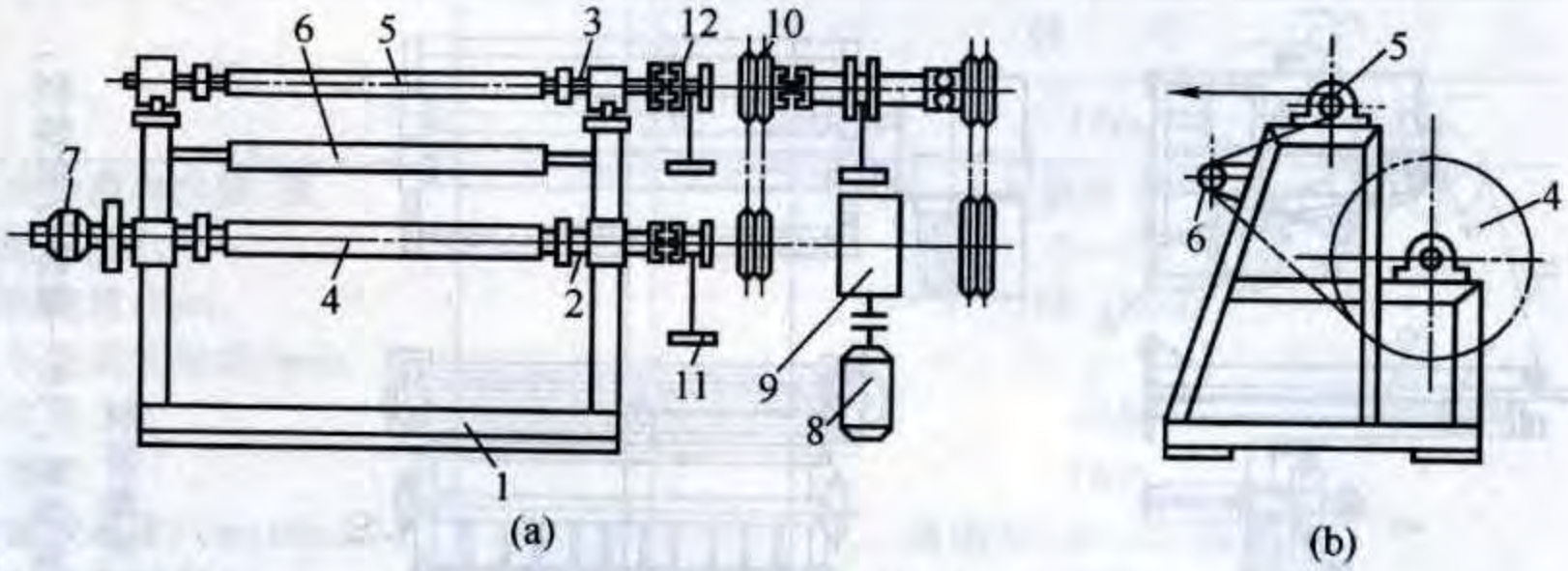


图 6-6　单工位导开装置

1—支架；2，3—短轴；4—胶布辊；5—垫布辊；6—分离辊；7—摩擦离合器；8—电机；9—蜗杆减速机；10—链轮；11—拨叉；12—离合器

在支架 1 装有两个短轴 2、3，胶布辊 4 与垫布辊 5 分别置于其上，分离辊 6 把胶布与垫布分离，由于主动的垫布辊的转动而把胶布引出。装在胶布辊轴端的摩擦离合器 7 用以调整胶布、垫布的张力，并克服胶布辊的转动惯性，防止胶布松弛。

在正常操作时，电机 8 通过蜗杆减速机 9，再经链轮 10 传动。由拨叉装置控制离合器 12，将垫布卷辊的端轴与导布架上的传动轴连在一起，首先使垫布卷辊转动（将垫布缠卷），同时带动胶布卷使胶布导开而前进。当需要换胶布卷时，可将胶布卷拨叉离合器闭合，而打开垫布卷离合器使动力传至胶布卷辊，驱动其转动而将胶布与垫布同时引出。

导开供布传动可以正、反转动及快速、慢速转动，但平时以慢速正转为正常操作。

（2）导开调整装置　导开调整装置位于导开装置与裁断台之间，它起协调供需关系的作用，其结构如图 6-7 所示。

支架 1 上放置两个螺纹扩布辊 2，重锤 4 通过链条挂在滑辊两端的轴承上。在支架上、下端不同部位安装有 3 个行程限位开关 5。裁断机工作时，裁断平台上裁断速度（需布量）与送布装置的送布速度难以达到一致，在设计时总使送布速度大于或等于运输裁断速度，由于胶布的积存，滑辊向下降落，碰到了下行程开关 5

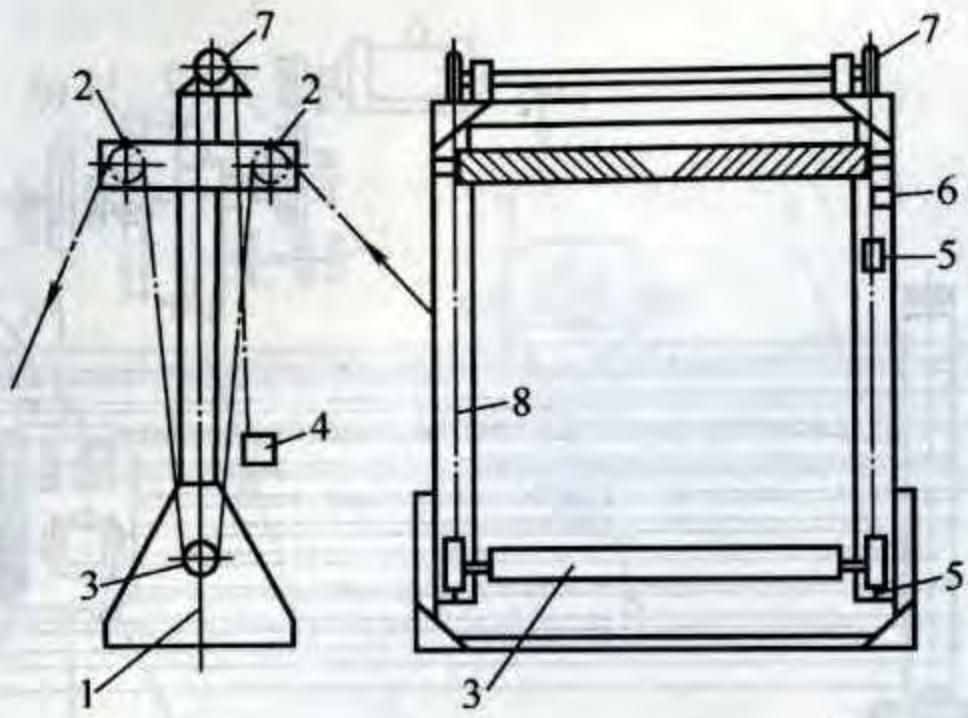


图 6-7　导开调整装置

1—支架；2—扩布辊；3—滑辊；4—重锤；5—上、下行程开关；6—安全开关；7—键轮；8—链条

时，导开电机停止，导开装置不再导布。此时裁断仍在继续进行，由于积存胶布的减少，滑辊开始上升，当碰到上行程开关 5 时，导开电机启动，又开始导布。其后胶布积存，滑辊下降，导布电机又停此。由于滑辊上下滑动，使电机不断启动、停止从而达到调整送布速度的目的。在支架最上部的行程开关为安全开关 6，当导布开关失灵时，积存的胶布已经用完，但导开电机仍不启动导布，此时滑辊已上升至支架顶部触及安全开关而使整个机台停止运转。重锤的作用是平衡掉滑辊的部分质量，减小胶布的张力。

（3）运输装置　运输装置用以把未裁断的胶布送进裁断机构进行裁断，同时又把裁断好的胶布送出其结构，如图 6-8 所示。

运输带置于由型钢焊接呈长方形的机架上，机架的前端为木板与钢板铺设的裁断平台。

裁布宽度一般由人工定长，当胶布进入符合裁断宽度时，裁断工人便操纵脚踏开关停止运输带运行，同时启动裁刀滑架传动装置的电裁刀电机在裁断机工作时为常开动状态，裁刀滑架往返一次进行裁断，裁断复位后，再开动运输带电动机，这种人工操作的定长方法，裁断精度差，劳动强度大，因此已为光电定长所代替。

运输带传动装置位于运输带的后端。

帆布带的运行是由电机 1 通过皮带轮 2、链轮 3 带动后端的传

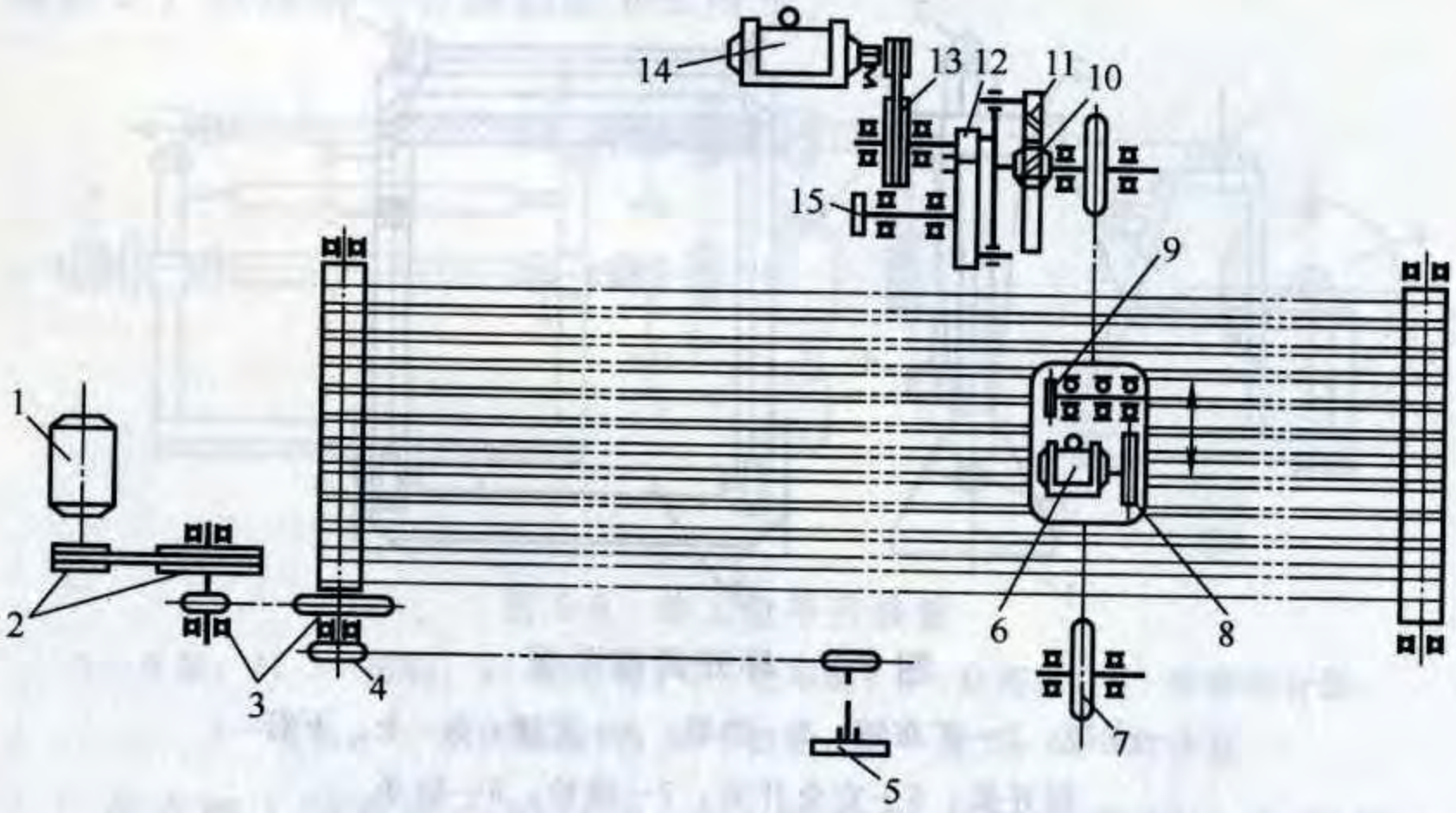


图 6-8　运输、裁断传动系统

1，6，14—电机；2，8，13—皮带轮；3，4，7—链轮；5—手轮；
9—裁刀；10，12—齿轮；11—齿条；15—凸轮

动辊而传动的，运输带的每一间歇行程即为每次裁断胶布的宽度。运输装置用直流电机带动，通过调压控制获得三挡高速和一挡低速。高速用于送布，主要提高生产率；低速用于定长，因送布速度低、惯性小，可提高定长的准确性。

（4）裁断装置　裁断装置用以裁断胶帘（帆）布，其结构如图 6-9 所示。

裁刀滑架 3 为上横梁 1 所支撑，并作为导轨沿其往返运动。下横梁 2 在中心处以转动轴 6 与裁断平台连在一起，若转动角度调整装置 5 的手轮，则整个裁断装置绕其轴而转动，改变与运输装置的交角，即改变了裁断角度。

上横梁两端的缓冲装置 10 可以减少裁刀滑架在运动终了时惯性冲击，以利滑架变向运动。

压布器 8 由压布辊、拉回弹簧及电磁线圈 11 组成。当定长完毕，凸轮控制装置 9 发出讯号，电磁线圈接通，压布辊被吸下压布，这样可以避免开始裁布时，裁刀把边角带走或做成打褶现象。

裁断装置的传动由滑架传动装置和裁刀传动装置两部分组成。

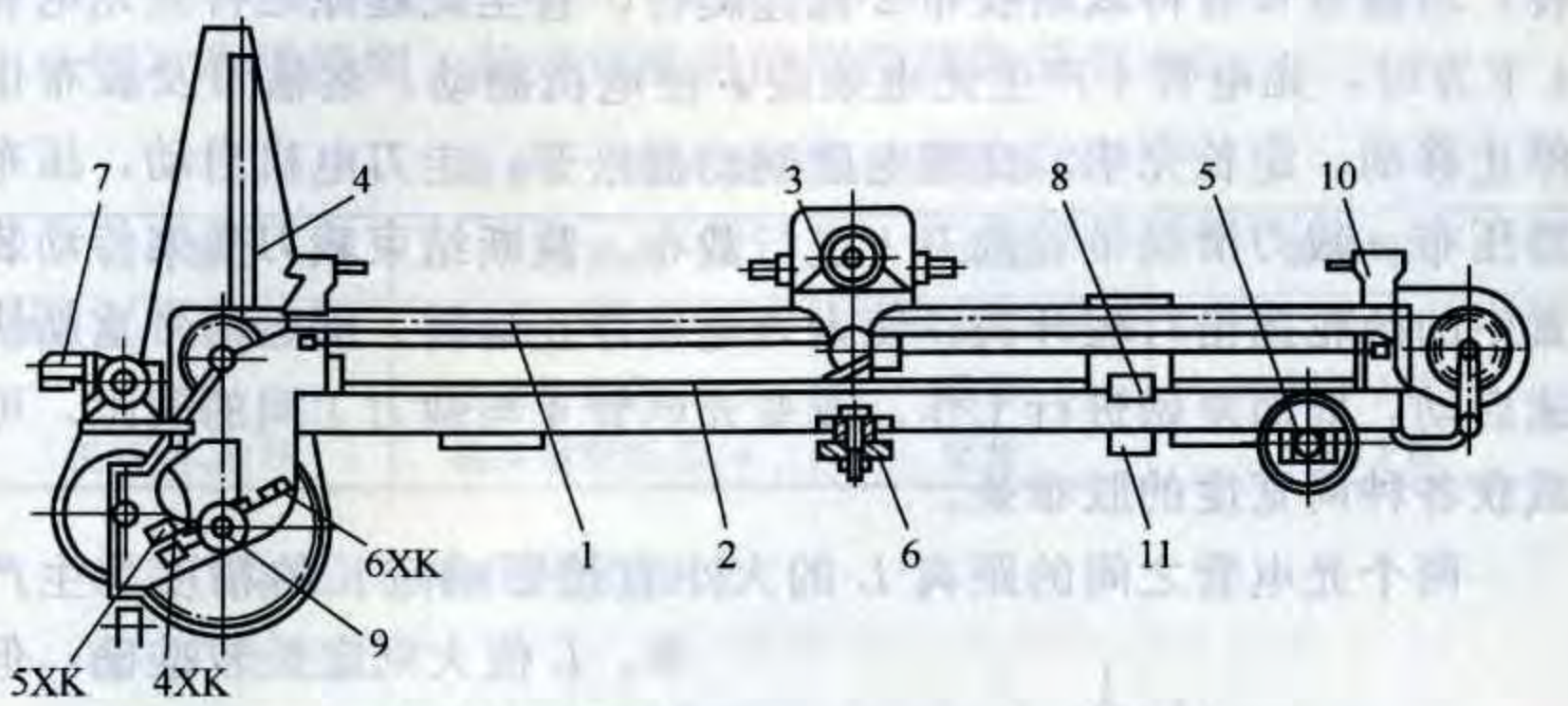


图 6-9　裁断装置（4XK、5XK、6XK 为行程开关）

1—上横梁；2—下横梁；3—裁刀滑架；4—滑架传动装置；5—角度调整装置；6—转动轴；7—电磁制动器；8—压布器；9—凸轮控制装置；10—缓冲装置；11—电磁线圈

由电机、皮带轮、曲柄齿轮、齿条、齿轮和链轮组成滑架传动装置，通过牵引链条牵引着裁刀滑架往返运动。滑架上的圆盘状刀片通过电机及 V 带轮快速旋转，随着滑架前行而将胶布裁断。

（5）光电定长器　光电定长器用于自动控制胶布的裁断宽度。

光电定长器分为电反光板定长及光电圆盘数码定长两种。

反光板定长器如图 6-10 所示。位于裁断平台前端的一侧面，在定长器支架上可以左右移动的拖板上装着两个光电管 3、4，在此光电管的下方正好对着固定在裁断平台上的经镀铬抛光的镀铬反光板 7。

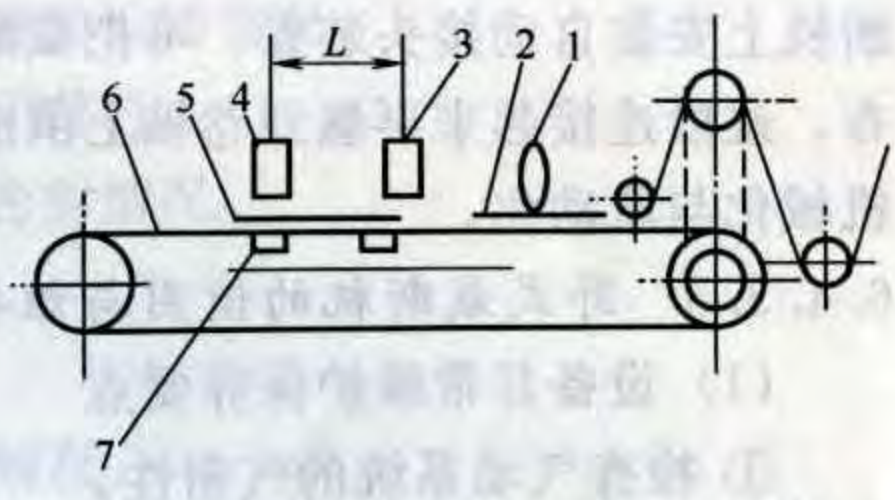


图 6-10　光电反光板定长器定长原理图

1—裁刀；2—待裁断胶布；3，4—光电管；5—已裁断胶布；6—运输带；7—镀铬反光板

定长器定长过程如下。

已裁断胶布 5 与待裁断胶布 2 及其间的间隙随运输带 6 高速运行，到达光电管 3 下方时，由镀铬反光板 7 反射的光线使光电管 3 产生一个光电反应，高速主回路被切断，低速主回路接通，直流电机降压、降速运

转，运输带带着待裁断胶布 2 低速爬行，直至此缝隙运行至光电管 4 下方时，光电管 4 产生光电效应，使电机制动，运输带及胶布也停止移动。定长完毕，交流电磁制动器松开，走刀电机启动，压布器压布，裁刀滑架带着裁刀 1 进行裁布。裁断结束裁刀滑架传动装置中的凸轮撞击行程开关，使走刀电机停止运转，而运输带重新快速启动，周而复始进行工作。改变光电管 4 与裁刀 1 间的间距，可裁获各种同宽度的胶布条。

两个光电管之间的距离 L 的大小直接影响定长的精度及生产率。L 值大则定长较准确，但爬行的时间长，生产率低。

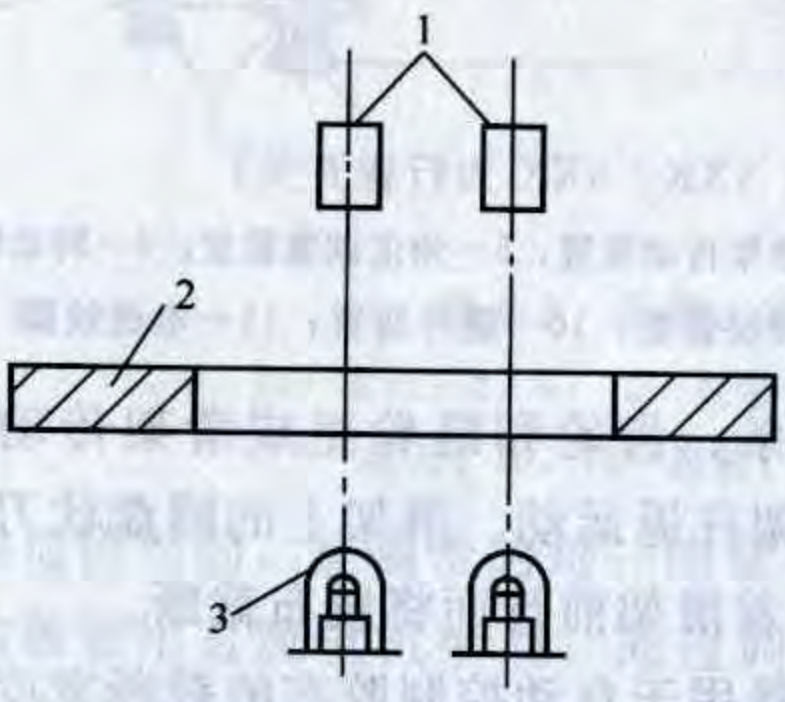


图 6-11　直接照射光导管定长示意图

1—光导管；2—工作台；3—光电头

光电反光板定长常因反射的光偏移而导致定长误差大，可用直接照射光导管法来改进，与反光板的不同点如图 6-11所示。在工作台 2 下方的光电头 3 发出的光束直接照射在光导管 1 上，其余过程与光电反光板相同。

（6）自动接头装置　在裁断机上安装自动接头装置，可把裁断好的一定角度、一定宽度的胶布，逐段连接起来再缠到卷轴上供成型使用，以便实现裁断工作的机械化与联动化。

6.4.3.3　卧式裁断机的使用与维护保养

（1）设备日常维护保养要点

① 检查气动系统的气密性。

② 注意链传动和丝杆的清洁性，并注意润滑。

③ 保持电机风叶进风口的清洁。

④ 保持电气柜、操作台内部的清洁，无积灰。

⑤ 保持裁布圆盘刀的锋利程度。

⑥ 注意裁刀小车滚轮的润滑和磨损程度。

⑦ 注意各轴承座的工作性能和润滑情况。

(2) 润滑规则　卧式裁断机的润滑规则见表 6-5。

表 6-5　卧式裁断机的润滑规则

润滑部位	润滑剂	加油量	加油周期
减速器、气路润滑器	机械油 N46 或 N100	浸没齿高 2～3 倍	半年
轴承	锂基润滑脂 ZL-4	适量	每月 1 次
链传动、丝杆	锂基润滑脂 ZL-4	适量	每班 1 次

(3) 日检、周检和月检要求

① 日检要求

a. 检查各紧固螺栓有无松动。

b. 检查裁刀的锋利程度。

c. 检查紧急刹车是否灵敏可靠。

d. 检查送布输送带的张力是否适度和均匀。

e. 检查裁断尺寸和精度是否符合工艺要求。

f. 检查电机和有关轴承的温升情况。

g. 注意气动系统气压，排除积水。

② 周检要求

a. 包括日检要求。

b. 检查和清洁电机进风口与电气操作台内部灰尘。

c. 检查裁刀滑架和传动装置的运转情况。

d. 检查各限位开关动作的可靠性。

e. 检查汽缸和气路系统的密封情况。

③ 月检要求

a. 包括周检要求。

b. 检查裁刀小车滚轮磨损情况。

c. 检查齿轮齿条和链传动的磨损情况。

d. 检查 V 带传动运行情况。

(4) 设备操作规程

① 开车前，必须检查安全设施是否齐全可靠，各零部件有无松动，清扫机台周围的障碍物，并按规定加注足量的润滑油（脂）。

② 胶布上机前，必须关闭总电源，布卷装好后，按电铃开机。

③ 裁断前按工艺要求调整好角度和宽度标尺，改变角度和宽度或更换胶布规格，都要重新测量角度和宽度。

④ 经常检查运输带的张紧力并进行调整。

⑤ 经常检查电动机和轴承升温情况。

⑥ 定期检查裁刀滑架。

⑦ 要调整好导开装置的摩擦制动器，以保证导开调整装置正常送布。

⑧ 在运行过程中发现有异常情况，应停机检查，进行处理。

⑨ 在整理垫布和胶布时应停机进行，以保障人身安全。

⑩ 停车后，应及时清理现场，保持机台及周围环境的整洁。

思 考 题

1. 什么叫胶布裁断？

2. 什么叫裁断角度？

3. 什么叫裁断宽度？

4. 为什么压延胶布要停放一定时间才能裁断，但又不能存放时间过长？

5. 在裁断中如何保证裁断角度和宽度的准确性？

6. 小块帘布为什么不能实行连续拼接？

7. 根据裁断机的用途不同，可分哪几种类型？

8. 一般对裁断机有哪些要求？

9. 立式裁断机主要有哪三个部分组成？

10. 裁断在开车前应作哪些准备工作？

11. 卧式裁断机为什么比立式裁断机应用更为普遍？

12. 卧式裁断机主要有哪几部分组成？

13. 钢丝帘布裁断设备有哪些？

参 考 文 献

1 梁星宇，周木英主编. 橡胶工业手册. 第三分册. 配方与基本工艺. 修订版. 北京：化学工业出版社，1998

2 杨顺根，白仲元主编. 橡胶工业手册. 第九分册. 橡胶机械. 修订版. 北京：化学工业出版社，1998

3 郑秀芳，赵嘉澍主编. 橡胶工厂设备. 北京：化学工业出版社，1994

4 杨清芝主编. 现代橡胶工艺学. 北京：中国石化出版社，1997

5 王文英主编. 橡胶加工工艺. 北京：化学工业出版社，1993

6 王加龙主编. 高分子材料基本加工工艺. 北京：化学工业出版社，2004

7 聂恒凯主编. 橡胶材料与配方. 北京：化学工业出版社，2004

8 刘臣源，刘希春主编. 橡胶加工设备与模具. 北京：化学工业出版社，2005

9 吴晓谦主编. 橡胶制品工艺. 北京：化学工业出版社，1993

10 谢遂志，刘登祥，周鸣峦主编. 橡胶工业手册. 第一分册. 生胶与骨架材料. 修订版. 北京：化学工业出版社，1998

11 梁星宇，周木英主编. 橡胶工业手册. 第三分册. 配方与基本工艺. 修订版. 北京：化学工业出版社，1998

12 于清溪主编. 橡胶原材料手册. 北京：化学工业出版社，2000

13 陈耀庭主编. 橡胶加工工艺. 北京：化学工业出版社，1982

14 朱敏主编. 橡胶化学与物理. 北京：化学工业出版社，1984

15 邓本诚主编. 橡胶工艺原理. 北京：化学工业出版社，1984

16 柯舍列夫 ФФ 主编. 橡胶工艺学. 汪畹兰等译. 陕西：陕西科学技术出版社，1986

17 郑秀芳主编. 橡胶工厂设备. 北京：化学工业出版社，1984

18 霍玉云主编. 橡胶制品设计与制造. 北京：化学工业出版社，1984

19 唐国俊等. 橡胶机械设计（上）. 北京：化学工业出版社，1984

20 杨顺根主编. 橡胶机械安装维护保养和检修. 北京：化学工业出版社，1999

21 杨顺根主编. 橡胶工业手册（修订版）. 第九分册. 北京：化学工业出版社，1992

22 刘印文等. 橡胶密封制品实用加工技术. 北京：化学工业出版社，2002

23 纪奎江主编. 实用橡胶制品生产技术（第二版）. 北京：化学工业出版社，2001

内 容 提 要

本书主要介绍了橡胶的压延成型。本书主要介绍了压延机、压延效应、压延工艺、常用橡胶压延特性、压延的质量问题与检验、裁断工艺等内容。

本书内容深浅适度，以基础知识和实际操作为主，注重提高阅读者的技术水平、生产操作技能和解决实际问题的能力。为了便于学习，每章后都附有思考题。

本书适合于从事橡胶压延成型的技术人员和技术工人学习，并可用作企业培训教材和高职高专、中职相关专业的教学参考用书。