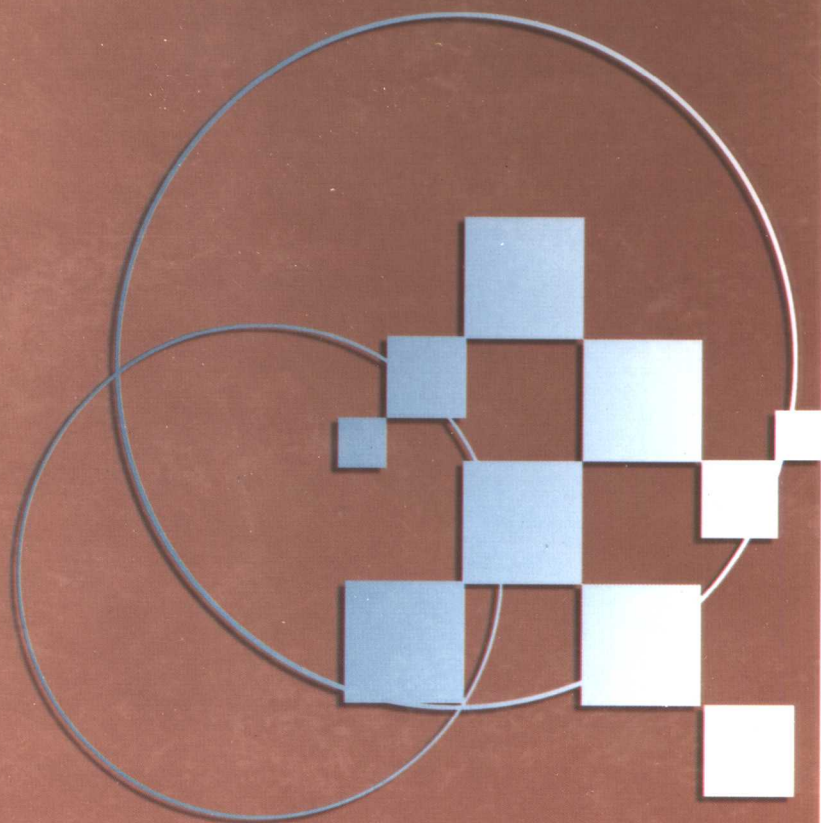


XIANGJIAOGONGYEYONGYUANCAILIAO  
SHEJIJIAGONGYUXINGNENGJIANYANJISHUBIAOZHUN  
SHIYONGSHOUCE

# 橡胶工业用原材料 设计加工与性能检验技术标准 实用手册

主编：徐帮学



银声音像出版社

# 《橡胶工业用原材料设计加工与 性能检验技术标准实用手册》

## 第三卷

银声音像出版社

本书配有光盘，需要的读者请到多媒体阅览室（新馆 301 室）联系。

# 目 录

## 第一编 橡胶与橡胶生产

第一章 橡胶生产	(3)
第一节 橡胶的概念和特征	(3)
第二节 橡胶的分子结构和性能	(4)
第三节 橡胶的分类及用量范围	(19)
第四节 橡胶在国民经济建设中的意义	(21)
第二章 橡胶工业的发展状况	(25)
第一节 橡胶树栽培的历史	(25)
第二节 橡胶工业的发展简史	(26)
第三节 制胶工业的发展趋势	(29)
第三章 我国橡胶工业概述	(32)
第一节 我国植胶史	(32)
第二节 我国的植胶区	(45)
第三节 我国橡胶工业的发展	(46)

## 第二编 橡胶原材料及其应用

第一章 天然橡胶	(49)
第一节 天然橡胶概述	(49)
第二节 天然橡胶的生物合成	(53)
第三节 团体天然橡胶的基本特性	(63)
第四节 通用固体天然橡胶	(73)
第五节 通用固体天然橡胶的分级	(106)
第六节 特制固体天然橡胶	(126)
第七节 天然橡胶改性和衍生物	(141)
第二章 合成橡胶	(152)
第一节 通用合成橡胶	(152)

## 目 录

第二节	特种合成橡胶	(160)
第三章	粉末橡胶	(167)
第一节	粉末橡胶概述	(167)
第二节	粉末橡胶加工工艺	(168)
第三节	粉末橡胶与块状橡胶加工技术经济分析	(180)
第四节	粉末橡胶与其他聚合物	(182)
第四章	液体橡胶	(191)
第一节	液体橡胶的发展及其种类	(191)
第二节	液体橡胶特征及应用	(195)
第三节	二烯类液体橡胶	(202)
第四节	羟端基聚丁二烯液体橡胶的配合和应用	(212)
第五节	液体氯丁橡胶的特性及应用	(229)
第五章	热塑性弹性体	(243)
第一节	热塑性弹性体概述	(243)
第二节	热塑性乙丙橡胶的合成	(248)
第三节	苯乙烯类热塑性弹性体	(276)
第四节	聚酯型热塑性弹性体	(293)
第五节	其它热塑性弹性体	(321)
第六章	废橡胶材料	(342)
第一节	快速脱硫工艺	(342)
第二节	低温塑化脱硫工艺	(343)
第三节	高温连续脱硫工艺	(356)
第四节	螺杆挤出脱硫工艺	(360)
第五节	鲁奇-菲克尔脱硫工艺	(361)
第六节	无油脱硫工艺	(366)
第七节	微波脱硫工艺	(370)
第八节	远红外线脱硫工艺	(377)
第九节	高能辐射再生工艺	(380)
第十节	超声波脱硫工艺	(381)
第十一节	脱硫工艺新发展	(383)
第七章	生物功能橡胶材料	(385)
第一节	生物功能橡胶的概念	(385)
第二节	生物功能橡胶应具备的性能	(396)
第三节	典型的生物功能橡胶——硅橡胶的应用	(406)
第四节	医用胶黏剂	(414)
第五节	一次性医疗用品	(418)
第六节	生物功能橡胶的展望	(420)
第八章	骨架材料	(426)

第一节	骨架材料概述	(426)
第二节	骨架材料的分类及基本性能	(428)
第三节	基本概念	(460)
第四节	骨架材料的鉴别方法	(473)
第九章	配合剂	(484)
第一节	橡胶配合剂的种类与作用	(484)
第二节	橡胶配合剂的分离和分析	(502)

### 第三编 橡胶加工与配方设计

第一章	高聚物加工基础理论	(539)
第一节	高分子链的结构	(541)
第二节	高分子的聚集态结构	(558)
第三节	高聚物的分子运动和热转变	(576)
第四节	高聚物的弹性和力学松弛现象	(596)
第五节	高聚物的屈服、断裂和强度	(618)
第二章	橡胶材料的结构特征分析	(631)
第一节	橡胶材料的结构特征概述	(631)
第二节	橡胶的微观结构	(632)
第三节	橡胶的细观结构	(658)
第四节	微观和细观结构的解析手段	(679)
第三章	橡胶配方设计基础	(687)
第一节	橡胶配方设计的概念与要求	(687)
第二节	橡胶配方设计的原则与程序	(690)
第三节	橡胶配方的组成和表示方法	(693)
第四节	橡胶配方的鉴定及测试	(696)
第四章	配合体系与橡胶性能的关系	(715)
第一节	配合体系与硫化胶物性的关系	(715)
第二节	配合体系与胶料工艺性能的关系	(744)
第五章	橡胶制品制造技术	(762)
第一节	轮 胎	(762)
第二节	胶 带	(769)
第三节	胶 管	(773)
第四节	胶布和胶布制品	(778)
第五节	胶 鞋	(782)
第六节	橡胶密封制品和减震制品	(786)
第七节	其它橡胶制品	(795)

第八节	电线与电缆	(807)
第九节	胶乳制品	(810)
第六章	特种性能橡胶配方设计	(822)
第一节	耐热橡胶	(822)
第二节	耐寒橡胶	(825)
第三节	耐油橡胶	(827)
第四节	耐腐蚀橡胶	(830)
第五节	导电橡胶	(832)
第六节	磁性橡胶	(834)
第七节	海绵橡胶	(836)
第八节	吸水膨胀橡胶	(839)

## 第四编 橡胶原材料加工工艺及设备应用

第一章	橡胶材料设计基础	(845)
第一节	橡胶材料设计概述	(845)
第二节	本体材料和配合剂的特性与选择	(848)
第二章	塑炼工艺	(932)
第一节	塑炼工艺概述	(932)
第二节	塑炼工艺流程	(936)
第三节	塑炼胶的质量控制	(947)
第四节	塑炼设备	(952)
第三章	混炼工艺	(973)
第一节	混炼工艺概述	(973)
第二节	混炼前的准备	(975)
第三节	混炼工艺方法	(979)
第四节	各种橡胶的混炼特性	(998)
第五节	混炼胶的质量控制	(1001)
第六节	混炼设备	(1007)
第四章	挤出工艺	(1010)
第一节	挤出工艺概述	(1010)
第二节	挤出工艺方法及质量控制	(1012)
第三节	挤出设备	(1019)
第五章	压延工艺	(1028)
第一节	压延原理	(1029)
第二节	压延准备工艺	(1033)
第三节	压延工艺	(1044)

## 目 录

第四节	压延胶料的性能与配合 .....	(1060)
<b>第六章</b>	<b>硫化工艺 .....</b>	<b>(1062)</b>
第一节	正硫化及其测定方法 .....	(1062)
第二节	硫化条件的选取和确定 .....	(1069)
第三节	硫化介质和热传导计算 .....	(1082)
第四节	硫化方法 .....	(1092)
第五节	硫化橡胶的收缩率 .....	(1100)
<b>第七章</b>	<b>炼胶设备 .....</b>	<b>(1104)</b>
第一节	功胶机 .....	(1104)
第二节	开放式炼胶机 .....	(1107)
第三节	密闭式炼胶机 .....	(1124)
<b>第八章</b>	<b>橡胶模具及其应用 .....</b>	<b>(1158)</b>
第一节	橡胶模具的概念与发展趋势 .....	(1158)
第二节	橡胶模具的分类 .....	(1159)
第三节	橡胶模具设计的要求与原则 .....	(1160)
<b>第九章</b>	<b>模具使用与管理 .....</b>	<b>(1174)</b>
第一节	模具试模与加料方法 .....	(1174)
第二节	模具启模与制品取出 .....	(1177)
第三节	大型制品接长、接圆与拼接 .....	(1202)
第四节	模具的管理 .....	(1208)
<b>第十章</b>	<b>压延挤出设备 .....</b>	<b>(1215)</b>
第一节	压延机 .....	(1215)
第二节	螺杆挤出机 .....	(1249)
<b>第十一章</b>	<b>橡胶注射成型机 .....</b>	<b>(1282)</b>
第一节	橡胶注射成型机 .....	(1282)
第二节	基本结构 .....	(1285)
第三节	工作原理与参数 .....	(1296)
附录一	我国天然橡胶生产厂家名录 .....	(1303)
附录二	我国合成橡胶生产厂家名录 .....	(1313)
附录三	国外合成橡胶生产厂家驻华营销机构 .....	(1319)
附录四	国外合成橡胶生产厂家名录 .....	(1322)

## 第五编 橡胶原材料生产加工与质量检测技术标准

生胶和混炼胶的塑性测定快速塑性计法 .....	(1339)
天然生胶塑性保持率的测定 .....	(1343)
橡胶 灰分的测定 .....	(1348)

## 目 录

生橡胶 挥发分含量的测定 .....	(1354)
天然生胶 标准橡胶规格 .....	(1362)
天然生胶 标准橡胶包装、标志、贮存和运输 .....	(1366)
天然生胶 标准橡胶取样 .....	(1368)
天然生胶 样品的制备 .....	(1370)
天然生胶 杂质含量测定法 .....	(1372)
天然生胶和天然胶乳氮含量的测定 .....	(1377)
天然生胶 烟胶片 .....	(1389)
天然生胶 白绉胶片和浅色绉胶长 .....	(1397)
氧瓶燃烧法测定橡胶和橡胶制品中溴和氯的含量 .....	(1405)
天然生胶术语 .....	(1412)
天然生胶 颜色指数测定法 .....	(1444)
天然、合成生胶取样及制样方法 .....	(1449)
天然生胶 胶清橡胶 .....	(1460)
聚合物稀溶液粘数和特性粘数测定 .....	(1463)
聚乙烯和乙烯共聚物材料命名 .....	(1475)
聚丙烯和丙烯共聚物材料命名 .....	(1483)
橡胶和胶乳 命名法 .....	(1494)
合成橡胶牌号规定 .....	(1499)
成包合成生胶取样 .....	(1515)
合成橡胶试样制备 .....	(1522)
合成橡胶、合成胶乳名词术语 .....	(1525)
丁苯橡胶 (SBR) 1500 .....	(1547)
乳液和溶液聚合型 .....	(1553)
丁苯生胶 皂和有机酸含量的测定 .....	(1568)
乳液聚合型苯乙烯-丁二烯橡胶生胶结合苯乙烯含量的测定折光指数法 ..	(1575)
丁二烯橡胶 BR9000 (顺丁橡胶) .....	(1580)
丁二烯橡胶 (BR) 评价方法 .....	(1586)
丁苯橡胶 SBR 1502 .....	(1597)
橡胶中结合苯乙烯含量的测定分光光度法 .....	(1601)
氯丁橡胶 CR121 .....	(1606)
混合调节型氯丁橡胶 CR321、CR322 .....	(1615)
丁二烯橡胶溶液色度的测定 .....	(1625)
合成生胶凝胶含量的测定 .....	(1629)
乙烯-乙酸乙烯酯共聚物 (E/VAC) 命名 .....	(1632)
丁腈橡胶中结合丙烯腈含量的测定 .....	(1643)
丁腈橡胶中防老剂丁含量测定方法 .....	(1647)
丁腈橡胶中溶胀度测定方法 .....	(1650)



## 目 录

合成橡胶、溶剂抽出物的测定 .....	(1654)
苯乙烯-丁二烯系列抗冲击聚苯乙烯 (SB) 树脂 .....	(1657)
乙烯-乙酸乙烯酯共聚物 (E-VAC) 中乙酸乙烯酯含量测定方法 .....	(1662)
丁苯生胶中结合苯乙烯含量的测定 .....	(1667)
热塑性丁苯橡胶 (SBS) 1401、4402、4452 .....	(1672)
丁腈橡胶 (NBR) 试验配方和硫化特性评价 .....	(1677)
丁苯橡胶 (SBR) .....	(1682)
110 甲基乙烯基硅橡胶 .....	(1692)
室温硫化甲在硅橡胶 .....	(1697)
CR52441 CR2442 型氯丁橡胶 .....	(1704)
再生橡胶术语及定义 .....	(1710)
再生橡胶 .....	(1718)
天然浓缩胶乳氨保存离心胶乳的规格 .....	(1725)
天然浓缩胶乳 取样 .....	(1728)
天然浓缩胶乳 凝块含量的测定 .....	(1733)
天然浓缩胶乳 挥发脂肪酸值的测定 .....	(1735)
天然浓缩胶乳 残渣含量的测定 .....	(1739)
天然浓缩胶乳 硼酸含量的测定 .....	(1741)
浓缩天然胶乳 硫化胶乳 .....	(1744)
浓缩天然胶乳 硫化胶乳 粘度的测定 .....	(1747)
浓缩天然胶乳 硫化胶乳溶胀度的测定 .....	(1753)
天然胶乳名词术语 .....	(1756)
聚乙酸乙烯酯乳液试验方法 .....	(1787)
合成胶乳取样法 .....	(1803)
合成橡胶乳 pH 值的测定 .....	(1808)
合成胶乳高速机械稳定性的测定 .....	(1814)
合成胶粘度的测定 .....	(1819)
合成胶乳凝固物含量的测定 .....	(1825)
合成橡胶胶乳总固物含量的测定 .....	(1830)
合成橡胶胶乳密度的测定 .....	(1835)
合成橡胶胶乳表面张力的测定 .....	(1841)
工业硫磺及其试验方法 .....	(1846)
工业六次甲基四胺 .....	(1876)
工业三聚氰胺 .....	(1884)
橡胶用不溶性硫磺 .....	(1896)
工业氧化镁 .....	(1906)
氧化锌 (间接法) .....	(1917)
直接法氧化锌 .....	(1929)

## 目 录

工业硬脂酸 .....	(1934)
工业硬脂酸试验方法 碘值的测定 .....	(1937)
工业硬脂酸试验方法 皂化值的测定 .....	(1940)
工业硬脂酸试验方法 酸值的测定 .....	(1942)
工业硬脂酸试验方法 色泽的测定 .....	(1944)
工业硬脂酸试验方法 凝固点的测定 .....	(1950)
硫化促进剂 NOBS (N-氧二乙撑-2-苯骈噻唑次磺酰胺) .....	(1952)
硫化促进剂 M .....	(1956)
硫化促进剂 DM .....	(1963)
硫化促进剂 CBS .....	(1970)
硫化促进剂 TMTD .....	(1973)
硫化促进剂 DPG (二苯胍) .....	(1980)
硫化促进剂 ETU (乙撑硫脲) .....	(1985)
硫化促进剂 TETD (二硫化四乙基秋兰姆) .....	(1990)
2-萘酚 .....	(1995)
防老剂 RD .....	(2004)
防老剂甲 .....	(2009)
防老剂 4010NA .....	(2013)
橡胶防老剂、硫化促进剂 熔点测定方法 .....	(2018)
橡胶防老剂、硫化促进剂 结晶点测定方法 .....	(2021)
橡胶防老剂、硫化促进剂 软化点的测定方法 .....	(2024)
橡胶防老剂、硫化促进剂 加热减量的测定方法 .....	(2027)
橡胶防老剂、硫化促进剂 筛余物的测定方法 .....	(2029)
橡胶防老剂、硫化促进剂 表观密度的测定 .....	(2031)
橡胶防老剂、硫化促进剂 灰分的测定方法 .....	(2033)
橡胶防老剂、硫化促进剂 粘度的测定方法 旋转粘度计法 .....	(2035)
工业水合碱式碳酸镁 .....	(2037)
工业沉淀硫酸钡 .....	(2051)
橡胶用炭黑标准分类命名系统 .....	(2063)
橡胶用炭黑 .....	(2069)
橡胶用炭黑吸碘值试验方法 .....	(2077)
炭黑邻苯二甲酸二丁酯吸收值的测定 .....	(2087)

## 第一节 压延原理

延过程是胶料在压延机辊筒的挤压力作用下发生塑性流动变形的过程。所以，要掌握压延过程的规律，就必须了解压延时胶料在辊筒间的受力状态和流动变形规律，如胶料进入辊距的条件和塑性变形情况，胶料的受力状态和流速分布状态，压延效应和压延后胶料的收缩变形等。

### 一、压延时胶料的塑性流动和变形

压延机辊筒对胶料的作用原理与开炼机基本上是相同的，即胶料与辊筒之间的接触角  $\alpha$  小于其摩擦角中时，胶料才能进入辊距中。因而能够进入压延机辊距的胶料的最大厚度是有一定限度的。如图 5-2a 所示，设能进入辊距的胶料最大厚度为  $h_1$ ，压延后的厚度为  $h_2$ ，厚度的变化为  $\Delta h = h_1 - h_2$ 。 $\Delta h$  为胶料的直线压缩，它与胶料的接触角。及辊筒半径  $R$  的关系为：

若  
则  
即

$$R_1 = R_2 = R$$

$$\Delta h / 2 = R - O_2 C_2 = R (1 - \cos \alpha)$$

$$\Delta h = 2R (1 - \cos \alpha)$$

可见，当辊距为  $e$  时，能够进入辊距的胶料最大厚度为  $h_1 = \Delta h + e$ 。当  $e$  值一定时， $R$  值越大，能够引入辊距的胶料的最大厚度（即允许的供胶厚度）也越大。

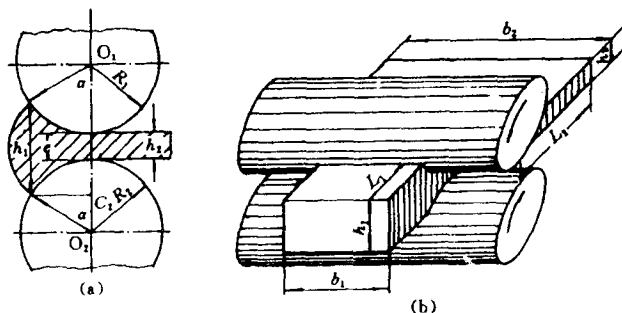


图 5-2 压延时胶料的压缩变形和延伸变形

- (a) 一辊筒间胶料的压缩变形；  
(b) 一压延时胶料的延伸变形

## 二、压延时胶料的延伸变形

胶料的体积几乎是不可压缩的，故可以认为压延后的胶料体积保持不变。因此，压延后胶料断面厚度的减小必然会出现断面宽度和胶片长度的增加。若压延前后胶料的长、宽、厚分别为  $L_1$ 、 $h_1$ 、 $h_1$  和  $L_2$ 、 $b_2$ 、 $h_2$ ，体积分别为  $V_1$  和  $V_2$ ，因  $V_1 = V_2$ ，故

$$L_1 b_1 h_1 = L_2 b_2 h_2,$$

即

$$V_2/V_1 = L_1 b_1 h_1 / L_2 b_2 h_2 = \alpha \beta \gamma = 1$$

式中  $\gamma = L_2/L_1$  为胶料的延伸系数；

$\beta = b_2/b_1$  为胶料的展宽系数；

$\alpha = h_2/h_1$  为胶料的压缩系数。

压延时，胶料沿辊筒轴向，即压延胶片宽度方向受到的阻力很大，流动变形困难，故压延后的宽度变化很小，即  $\beta \approx 1$ 。故压延时的供胶宽度应尽可能与压延宽度接近。

于是上式变为  $V_2/V_1 = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \approx \alpha \gamma \approx 1$ ，即  $\alpha \approx \frac{1}{\gamma}$ ， $\frac{h_2}{h_1} \approx \frac{L_1}{L_2}$ 。可见，压延厚度的减小，必然伴随着长度的加大。当压延厚度要求一定时，在辊筒上接触角范围以内的积胶厚度  $h_1$  越大，压延后的胶片长度  $L_2$  也越大。

## 三、胶料在辊筒上的受力状态和流速分布

压延时胶料在辊筒表面旋转摩擦力作用下被辊筒带入辊距，受到挤压和剪切作用而发生塑性流动变形。但胶料在辊筒上所处的位置不同，所受的挤压力大小和流速分布状态也不一样，如图 5-3。这种压力变化与流速分布之间是一种因果关系。在 a-b 处，胶料在压力起点 a 处受到的挤压力很小，故断面中心处流速小，两边靠辊筒表面的流速较大。随着胶料的前进，辊距逐渐减小，胶料受到的压力逐渐增大，使断面中心处的胶料流速逐渐加大，两边流速不变。到达 b 点时，中心部位和两边流速趋于一致，这时胶料受到的挤压力达到最大值。胶料继续前进，辊距继续减小，胶料受到的挤压力虽然开始减小，但断面中心处的流速继续加快。由于两边流速不变，当到达辊筒断面中心共 c 处时，其断面中心部位流速已经大于两边的流速。超过 c 点后，因辊隙逐渐加大而使压力和流速逐渐减小。到达 d 点处，压力减至零，流速又趋一致，这时胶料已经离开辊隙，其厚度也比辊距中心点 c 处有一定增加。

压延时，胶料对辊筒也有一个与挤压力作用大小相等，方向相反的径向反作用力，称为横压力。一般说来，胶料粘度越高，压延速度越快，辊温越低，供胶量越多，压延半成品厚度和宽度越大，横压力也越大。

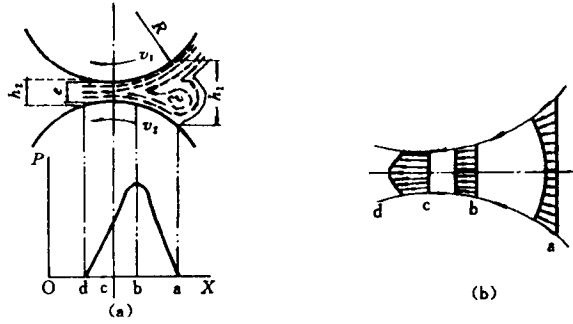


图 5-3 胶料在辊筒上的受力状态和流速分布

- (a) 一胶料在辊筒上的受力状态；
- (b) 一胶料在轻隙中的流速分布

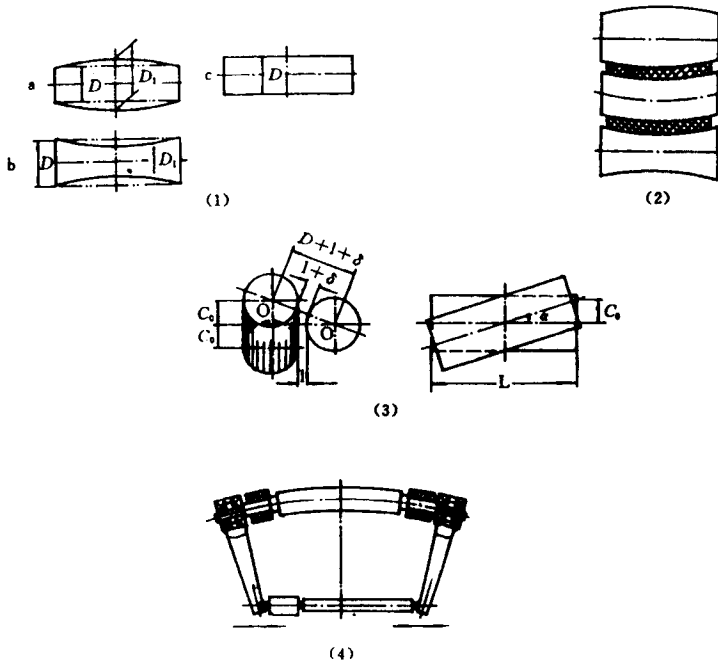


图 5-4 压延机辊筒挠度补偿

- (1) 一辊筒凹凸系数即中高度法：a—凸形辊筒；b—凹形辊筒；c—圆柱状
- (2) 一三辊压延机辊筒挠度与凹凸系数配置；(3) 一辊筒轴交叉原理；
- (4) 一预弯曲装置

## 四、辊筒挠度的影响及其补偿

压延时，辊筒在胶料的横压力作用下会产生轴向的弹性弯曲变形。其程度大小用辊筒轴线中央处偏离原来水平位置的距离表示，称为辊筒的挠度。挠度的产生使压延半成品沿宽度方向上的断面厚度不均匀，中间厚度大于两边厚度，从而影响压延质量。为了减小这种影响，通常采用的补偿措施有三种：辊筒中高度法、辊筒轴线交叉法和辊筒预弯曲法，如图 5-4 所示。

中高度法又称凹凸系数法。它是将辊筒的工作部分制成具有一定凹凸系数的凹形或凸形，凹凸系数用辊筒轴线中央与两端半径之差表示。其大小和配置方法取决于辊筒的受力状态和变形情况，例如三辊压延机各辊筒的变形情况和凹凸系数配置如图 5-4 (2)。该法的补偿效果因不能适应胶料性质和工艺条件的变化而受到局限。

轴交叉法是采用一套专门辅助机构使辊筒轴线之间交叉一定角度  $\alpha$ ，形成两端辊隙大而中央处小的状态，与挠度对辊隙的影响相反，从而起到补偿作用，且补偿效果随交叉角度的增大而增加，交叉角  $\alpha$  变化范围在  $0 \sim 2^\circ$ ，具体依补偿作用要求而定。该法的优点是补偿效果可以调整，以适应胶料性质和压延条件的变化，但因补偿曲线和辊筒挠度曲线的差异而使补偿效果受到局限。另外该法只适于单辊传动机台。轴交叉法补偿原理如图 5-4 (3)。

辊筒预弯曲法是利用辊筒两端的辅助液压装置对两端施加外力作用，使辊筒产生与横压力作用相反的预弯曲变形，从而起到补偿作用，如图 5-4 (4) 所示。因该法会加大辊筒轴承负荷而限制了预弯曲程度和补偿效果。

可见，上述几种补偿方法单独使用都不能达到完全补偿。因此，通常采用并用两种或三种方法进行补偿。三种方法并用的操作技术水平要求高，故采用微机操纵。

另据资料报道，国外还采用一种浮动辊筒法进行补偿是一种更为精密有效的补偿措施。该法是将辊筒外壳与中间轴做成内外套体，工作时中间的实心轴固定不转，只有套在外面的中空外壳转动。用密封装置将固定轴与外壳之间的空腔分隔为上、下两室，工作时只在辊筒受力面室内充入液压，使外壳与已变形的相邻辊筒表面紧密接触，从而达到整个辊筒长度方向上的压力分布均匀，使压延厚度也均匀。

## 五、胶料压延后的收缩变形和压延效应

从前面的讨论得知，胶料通过压延机辊距时的流速是最快的，因而受到的拉伸变形作用也是最大的，当胶料离开辊距后，因外力拉伸作用消失而必然会立即产生弹性恢复，使胶片产生纵向收缩变形，长度减小，断面厚度增大，这不仅影响半成品厚度精度，而且影响表面光滑程度。压延时胶料的弹性形变程度越大，压延后的半成品收缩变形也越大，取决于胶料性质，压延方法和工艺条件。

压延后的胶片还会出现性能上的各向异性现象，这叫压延效应。例如，胶片的拉伸强度和导热性沿压延方向的大于横向，而伸长率则正好相反。产生压延效应的原因是因为胶料通过辊距时，外力拉伸作用使线型橡胶大分子链被拉伸变形取向，以及几何形状

不对称的配合剂粒子沿压延方向取向排列所致。

压延效应会影响要求各向同性的制品的质量，应尽量设法减小，如适当提高压延温度和半成品停放温度，减慢压延速度，适当增加胶料的可塑度，将热炼胶料调转 90° 角度供压延机使用或将压延胶片调转 90° 角装模硫化等，都是常用的行之有效的方法。另外在配方设计时要尽量避免采用各向异性的配合剂，如陶土，碳酸镁等。

当然，对于本身在性能上要求各向异性的制品，压延效应不仅无害，反而可以利用。

## 第二节 压延准备工艺

压延前必须完成的准备工作有胶料的热炼与供胶、纺织物的浸胶与干燥、化学纤维帘线的热处理等。这些可以独立完成，也可以与压延机组成联动流水作业线。

### 一、胶料的热炼与供胶

混炼胶经过长时间停放后又冷又硬，已经失去了流动性，故在压延操作之前必须对胶料进行预热软化，使其重新获得必要的热流动性，同时也可适当提高胶料的真可塑性，这就是热炼或预热。热炼一般在开炼机上进行，也有的采用螺杆挤出机或连续混炼机完成。因此，热炼还可起到对胶料补充混炼均匀的作用。

目前使用比较普遍的开炼机热炼方法一般分三步完成：第一步粗炼；第二步细炼；第三步供胶。

粗炼一般采用低温薄通方法，即以低辊温和小辊距对胶料进行加工，主要使胶料补充混炼均匀，并可适当提高其真可塑性。

细炼是将粗炼后的胶料以较大的辊距和速比，较高的辊温使胶料达到加热软化的目的。以获得压延加工所必需的热塑性流动性。

粗炼和细炼的具体操作方法和工艺条件如表 5-1。

表 5-1 热炼工艺条件

项 目	辊距/mm	辊温/℃	操 作
粗炼	2~5	40~45	薄通 7~8 次
细炼	7~10	60~80	通过 6~7 次

为了使胶料快速升温 and 软化，热炼机辊筒之间的速比应当较大，可取 1.17~1.28

的范围。

各种压延作业对胶料的可塑度要求如表 5-2。可以看出, 纺织物擦胶所用的胶料的可塑度要求较高; 这是因为必须增加胶料对纺织物缝隙的渗透与结合作用。压片和压型作业之胶料可塑度要求较低, 是为了增大胶料的挺性, 防止半成品发生变形。纺织物贴胶所用之胶料的可塑度要求则介于以上两者之间。

氯丁橡胶性能对温度变化敏感性较高, 因此热炼方法和工艺条件应当有所区别。热炼时胶料通过辊距的次数应尽可能少, 热炼温度也应控制在 35~45℃。热炼程度以包辊胶片表面光滑为度。一般经过粗炼后即可直接向压延供胶而不必再经过细炼, 以防发生焦烧。全氯丁橡胶压延胶料的热炼条件如表 5-3。

表 5-2 各种压延胶料的可塑度范围

压延方法	胶料可塑度范围 (威氏)
纺织物擦胶	0.45~0.65
纺织物贴胶	0.35~0.55
胶料压片	0.25~0.35
胶料压型	0.25~0.35

表 5-3 全氯丁橡胶的热炼条件

项 目	条 件
辊距/mm	8±1
过辊次数/次	4
辊温/℃	
前辊	45±5
后辊	40±5

为了使胶料的可塑度和温度保持恒定, 热炼时的装胶容量和辊距上方的存胶量应保持一定。但为防止胶料在机台上停留时间过长, 应经常切割翻炼。

热炼好的胶料经一台专用的开炼机割取成连续的胶条, 经输送带连续向压延机供料。输送带的速度应略大于热炼机辊筒的线速度。

为防止空气混入胶料, 连续供胶时的供胶量与压延耗胶量应相等, 压延机辊筒上的存胶量宜少不宜多, 以免胶料冷却导致压延厚度变化或出现表面粗糙、气泡等问题。若



是非连续供胶，则应增加添加次数，减少每次添加量；若必须采用次数少、添加量多的供胶方法时，应采用厚度较大的胶片，且应下托承胶板，以尽可能减慢胶料的冷却速度。

供料时应尽可能沿压延宽度方向使供胶量分布均匀。

随着压延工艺自动化水平和压延速度的提高，对现代化大规模生产，已经采用冷喂料销钉式螺杆挤出机进行热炼和供胶。这样不仅简化了工艺，节省机台、厂房面积和操作人员，而且也提高了自动化程度和生产效率，并有利于胶料质量。

另外，为保证供胶质量，热炼机的安装位置应尽可能靠近压延机，为使热炼操作人员能随时看清压延供胶状况，热炼机应安装在与压延机成一定角度的位置上，如图 5-5。

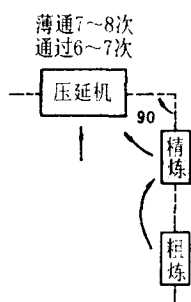


图 5-5 热炼机与压延机的布局

## 二、纺织物干燥

纺织物的含水率一般都比较高，如棉纤维织物的含水率可达 7% 左右；人造丝织物含水率更高，在 12% 左右；尼龙和聚酯纤维织物的含水率虽较低，也在 3% 以上。压延纺织物的含水率一般要求控制在 1% ~ 2% 范围内，最大不能超过 3%，否则会降低胶料与纺织物之间的结合强度，造成胶布半成品掉胶，硫化胶制品内部脱层，压延时胶布内部产生气泡等质量问题。因此，压延前必须对纺织物进行干燥处理。

纤维纺织物的干燥一般采用多个中空辊筒组成的立式或卧式干燥机完成，辊筒内通饱和水蒸气使表面温度保持在 110 ~ 130℃ 左右，纺织物依次绕过辊筒表面前进时，因受热而使水分蒸发。具体的干燥温度和牵引速度依纺织物类型及含水率高低，干燥程度而定。干燥程度过大也会损伤纺织物，并会使合成纤维织物变硬，降低强度。

干燥后的纺织物不宜停放，以免吸湿回潮，故生产上将纺织物烘干工序放在压延工序之前与压延作业组成联动流水作业线，使纺织物离开干燥机后立即进入压延机挂胶。这样因进入压延机时纺织物的温度较高，也有利于胶料的渗透结合。