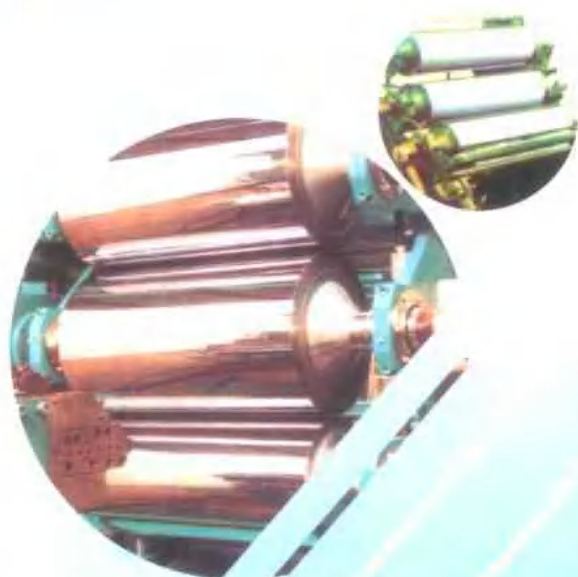


塑料成型加工丛书

塑料压延技术

周殿明 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料成型加工丛书

塑料压延技术

周殿明 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料压延技术/周殿明编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 4

(塑料成型加工丛书)

ISBN 7-5025-4015-6

I. 塑… II. 周… III. 塑料成型-压延-技术
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 008049 号

塑料成型加工丛书

塑料压延技术

周殿明 编著

责任编辑: 龚浏澄 朱 彤

责任校对: 洪雅妹

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 字数 351 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4015-6/TQ·1585

定 价: 28.00 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

内 容 提 要

塑料成型加工中的塑料压延技术，广泛应用于工业、农业、国防和生活中的各个领域。本书详细阐述塑料制品用压延机生产时使用设备的安装、操作、生产制品工艺及设备用零部件损坏原因分析和维修方法等内容，便于读者理解、掌握压延机生产成型方面的基本知识。

本书可供塑料制品行业的设备管理技术人员、工艺技术人员和维修工、操作人员学习和参考。

前 言

塑料用压延机成型制品在塑料成型制品的总产量中约占1/5。像薄膜、片材、人造革和压延复合地板等塑料制品，它们广泛应用在工业、农业、国防和人们生活中的各个领域；同时，在国民经济发展中也发挥着重大作用。

近10多年来，塑料制品工业的发展也和其他工业一样在突飞猛进；对新材料、新工艺的开发利用，对引进设备的消化、吸收及改进完善工作，都有较大开拓和发展。为了适应塑料行业不断扩大的职工队伍学习专业技术的需要，使他们能够尽快迅速掌握塑料用压延机生产成型方面的基本知识，正是出于此想法和目的，本书将图形与文字相结合，用通俗简练的语言，较全面地介绍塑料制品用压延机生产时的使用设备安装、操作、生产制品工艺及设备用零部件的损坏原因分析及维修方法等内容。本书可供塑料制品行业的设备管理技术人员、工艺技术人员和维修工、操作工学习及参考。

本人在整理编写书稿过程中，参阅许多作者提供的文献资料。在这里向耿孝正、刘廷华、龚溯澄和王淳等各位老师和文献的提供者，表示衷心感谢。

书中内容涉及面较宽，由于个人水平有限，可能会存在一些问题和不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2002年8月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 压延法生产塑料制品过程及制品用途	1
1.2 压延法成型塑料制品特点	3
1.3 熔料在压延机上运动成型方法	3
1.4 压延机的分类及结构特点	4
1.4.1 按辊筒数量的分类	4
1.4.2 按辊筒的排列形式分类	4
1.5 压延机的规格型号及主要参数	8
1.5.1 压延机的规格型号	8
1.5.2 压延机的主要参数	8
1.6 压延机成型塑料制品生产线	15
1.6.1 压延机成型塑料制品生产工艺路线的组成	15
1.6.2 压延机生产线	16
第 2 章 压延机结构	20
2.1 压延机的传动系统	22
2.1.1 传动系统的组成方式	22
2.1.2 传动系统中主要零部件	25
2.2 压延机的压延系统	28
2.2.1 辊筒	28
2.2.2 机架体	32
2.2.3 辊筒轴承	33
2.2.4 辊筒间距的调整装置	37
2.2.5 辊筒挠度的补偿措施	40
2.3 压延机辊筒的加热系统	49
2.3.1 辊筒的蒸汽加热	49
2.3.2 辊筒的过热水循环加热	49
2.3.3 加热系统中的旋转接头	50
2.4 压延机各转动部位的润滑	51
2.4.1 辊筒轴承的润滑	51
2.4.2 其他部位的润滑	53

第3章 压延机成型塑料制品生产线上的辅机	55
3.1 辅机的选择	55
3.2 前联动装置用设备选择	55
3.2.1 供料系统设备工艺路线方案	56
3.2.2 混合机	59
3.2.3 开炼机	70
3.2.4 密炼机	83
3.2.5 挤出机	100
3.2.6 行星齿轮式挤出机	114
3.3 后联动装置用设备选择	120
3.3.1 剥离牵引装置	123
3.3.2 压花装置	127
3.3.3 冷却装置	131
3.3.4 测厚装置	135
3.3.5 切边装置	136
3.3.6 卷取装置	137
第4章 压延成型工艺	149
4.1 聚氯乙烯薄膜的压延成型工艺	149
4.1.1 压延机成型薄膜制品的生产工序	149
4.1.2 压延机类型选择	149
4.1.3 聚氯乙烯薄膜压延成型配方	150
4.1.4 聚氯乙烯薄膜压延成型工艺	164
4.2 聚氯乙烯硬片压延成型工艺	167
4.2.1 压延成型聚氯乙烯硬片的生产工序	167
4.2.2 压延机类型选择	167
4.2.3 聚氯乙烯硬片压延成型配方	168
4.2.4 聚氯乙烯硬片压延成型工艺	169
4.2.5 压延机成型薄膜(片)时操作应注意事项	171
4.3 聚氯乙烯人造革的压延成型工艺	175
4.3.1 聚氯乙烯人造革的压延成型方式	175
4.3.2 聚氯乙烯人造革压延成型生产线上的设备	176
4.3.3 聚氯乙烯人造革的压延成型配方	179
4.3.4 聚氯乙烯人造革压延成型工艺	179
4.3.5 聚氯乙烯人造革成型设备中的主要零部件	185
第5章 压延机的安装调试及生产操作	191
5.1 压延机的安装	191

5.1.1	压延机生产线车间厂房的位置要求	191
5.1.2	压延机生产线车间厂房的设计要求	192
5.1.3	压延机生产线设备布置	192
5.1.4	压延机的安装	195
5.2	压延机的试车	201
5.2.1	试车前的准备	201
5.2.2	空载无负荷试车	204
5.2.3	投料试车	206
5.3	压延机生产操作顺序	209
5.4	压延机操作注意事项	210
5.5	压延机主要零部件的保养与维修	212
5.5.1	辊筒、轴承及其润滑系统保养与维修	212
5.5.2	传动系统的保养与维修	217
5.5.3	液压系统的保养与故障排除	218
5.5.4	加热冷却系统的使用与保养	220
5.5.5	旋转接头使用维护注意事项	224
5.5.6	挡料板使用维护注意事项	224
5.5.7	辊筒调距装置使用维护注意事项	224
5.5.8	轴交叉装置使用维护注意事项	225
5.5.9	辊筒预负荷及弯曲装置使用维护注意事项	226
5.6	压延机常见故障及原因分析	226
5.6.1	常见故障根源	227
5.6.2	常见制品质量问题原因分析	228
5.7	压延机主要零件维护检查方法指导	231
5.8	压延机生产线机械设备常用备件	234
第6章	塑料机械中通用零部件保养与维修	235
6.1	滚动轴承	235
6.1.1	滚动轴承磨损原因	258
6.1.2	滚动轴承维修更换原则	258
6.1.3	滚动轴承的维修拆卸与安装	258
6.2	V形带传动	263
6.2.1	V形带的截面尺寸和长度	263
6.2.2	V形带传动的维护保养	264
6.2.3	V形带传动零件的损坏	265
6.2.4	V形带皮带轮的测绘	266
6.2.5	V形带皮带轮的制造工艺	268

6.2.6 V形带皮带轮的装配	269
6.3 同步带传动	271
6.3.1 同步带传动主要参数计算	275
6.3.2 同步带用带轮的齿形尺寸及技术要求	276
6.3.3 同步带传动的维护保养	279
6.4 链传动	282
6.4.1 滚子链的标准及标注	283
6.4.2 链传动主要参数计算	283
6.4.3 滚子链用链轮的测绘计算	283
6.4.4 滚子链用链轮的制造工艺	309
6.4.5 滚子链用链轮的安裝	310
6.4.6 链传动的维护保养	311
6.5 齿轮传动	312
6.5.1 齿轮传动特点	312
6.5.2 圆柱齿轮传动各部名称、代号及计算公式	313
6.5.3 直齿圆锥齿轮的常用名称、代号及计算公式	320
6.5.4 齿轮啮合传动的基本条件	325
6.5.5 齿轮传动的磨损与维修	325
6.5.6 齿轮的测绘	328
6.5.7 齿轮制造工艺	341
6.5.8 齿轮的装配	344
6.6 齿轮泵	347
6.6.1 齿轮泵的结构	347
6.6.2 齿轮泵的工作方式	348
6.6.3 齿轮泵的磨损与维修	348
6.6.4 齿轮泵的装配	352
6.6.5 齿轮泵工作要求及维护保养	353
6.7 减速器	353
6.7.1 减速器种类、特点及应用	353
6.7.2 圆柱齿轮减速器	355
6.7.3 圆柱蜗杆减速器	364
6.8 传动轴	388
6.8.1 传动轴修复方法	389
6.8.2 传动轴制造工艺	389
6.9 联轴器	390
6.9.1 弹性套柱销联轴器的安裝及工作要求	393

6.9.2 联轴器的制造工艺	393
附录	395
附录一 零件静平衡校正	395
附录二 塑料机械零件常用配合说明	396
附录三 塑料机械零件常用配合公差 (摘自 GB 1801—79)	397
附录四 H7/s6 配合时轴的极限偏差 (摘自 GB 1801—79)	397
附录五 塑料机械零件维修制造用材料	398
附录六 常用塑料品种特征辨别	399
附录七 塑料名称、缩写代号和树脂全称 (摘自 GB 1844—80)	400
附录八 常用塑料助剂和缩写代号	403
主要参考文献	404

第1章 概 述

压延法生产成型塑料制品主要是指用压延机生产薄而宽，其长度可无限延长的薄膜和片材类制品。制品用原料主要以聚氯乙烯树脂为主。用压延法生产的塑料制品产量约占塑料制品总产量的 1/5 左右。

1.1 压延法生产塑料制品过程及制品用途

用压延法生产塑料薄膜（片）的成型过程是以聚氯乙烯为主要原料，与增塑剂、稳定剂等辅助原料，按不同的制品成型工艺配方，计量配混后，经高速混合机内高温条件下混合均匀，再经过密炼机或挤出机和开炼机进行混炼、塑化；由皮带输送到压延机辊筒上，再通过几个高温辊筒的进一步塑化辊压，成为厚度均匀的薄膜（片）。经剥离、压花、冷却定型和测量厚度后，卷取而成。比较常用的聚氯乙烯薄膜成型用压延机生产线见图 1-1。

用压延机生产线成型聚氯乙烯薄膜工艺顺序：PVC 原料和辅助原料计量→高速混合机→密炼机→开炼机→开炼机→输送带→金属检测仪→压延机→剥离导辊→压花→冷却定型→测厚→卷取。

塑料薄膜（片）可用于农业薄膜、包装膜、木纹膜。硬片可用来吹塑天花板、食品包装盒；另外还可以压制唱片和复合人造革、地板革、地板砖及墙壁纸等。

压延法成型薄膜（片）的塑料原料有：硬、半硬和软质聚氯乙烯、ABS 树脂和聚烯烃类、聚苯乙烯类、发泡树脂等。

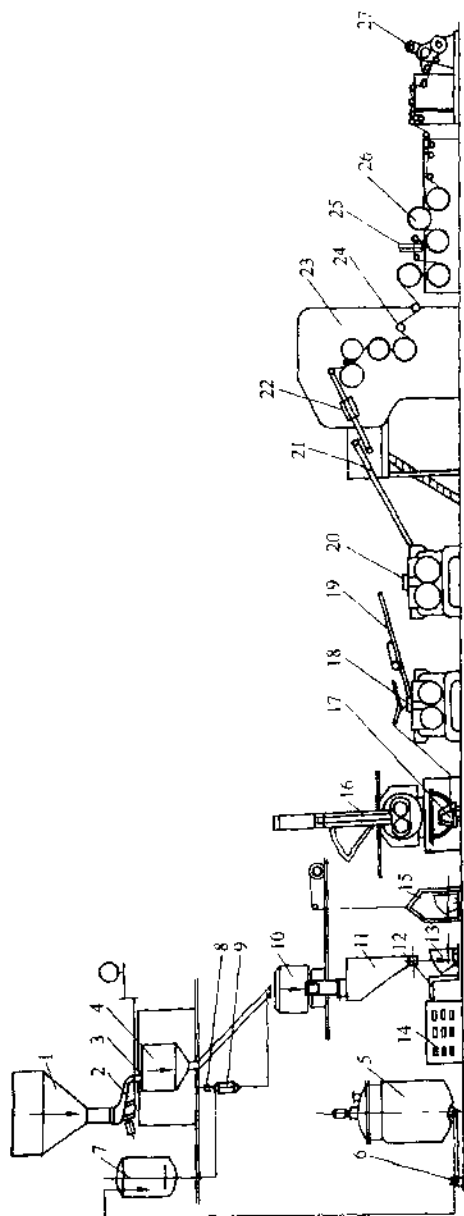


图 1-1 聚氯乙烯薄膜成型用压延机生产线

1—原料贮存仓；2—自动加料；3—自动计量；4—增塑剂和辅料混合器；5—泵；6—辅料中间贮存仓；

8—传感器；9—辅料计量；10—高速混合机；11—辅料斗；12—计量秤；13—料斗；14—烘箱；15—吊车；

16—密炼机；17—料斗；18、20—开炼机；19、21—输送带；22—金属检测仪；23—压延机；

24—剥离装置；25—测厚装置；26—冷却辊；27—卷取成捆

1.2 压延法成型塑料制品特点

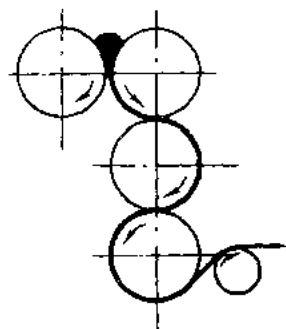
压延法成型塑料制品特点如下。

- (1) 主要生产薄而具有一定宽度的薄膜和片材，生产软质膜（片）厚度为 0.10~0.50mm，硬片厚度为 0.25~0.70mm。
- (2) 制品的长度可以无限延长，车速可达 10~70m/min。
- (3) 生产速度比其他塑料成型设备快，产量高。
- (4) 制品质量好，薄厚均匀，误差小；其强度比吹塑薄膜高。
- (5) 压延法生产线长，设备多，压延机结构比较复杂，占地面积大，投资大。
- (6) 压延机需要技术熟练、操作经验丰富的工人操作。

1.3 熔料在压延机上运动成型方法

熔料在压延机上的运动成型方法以用 SY-4Γ-1730 倒 Γ 形四辊压延机生产聚氯乙烯薄膜（生产薄膜厚度为 0.10mm）为例：四辊筒速度比为 $i = \frac{II}{I} = 1.28 \sim 1.3$ 、 $\frac{III}{II} = 1.13 \sim 1.2$ 、 $\frac{IV}{III} = 1.01 \sim$

1.05。一般情况是后辊筒的辊面线速度比前辊筒的辊面线速度要快 3~5mm/min。四根辊筒的辊面温度为：I 号辊筒 165℃、II 号辊筒 170℃、III 号辊筒 175℃、IV 号辊筒 170℃。四根辊筒的转动运行方向见图 1-2。



经二辊开炼机或挤出机混炼，塑化均匀的熔融料带被输送带传递到四辊压延机的 I 号与 II 号辊筒

间。在图 1-2 中我们可以看到：由于两辊筒的转速、温度和辊筒的旋转方向都不相同（II 号辊筒略高于 I 号辊筒），这样在两辊筒间

图 1-2 四根辊筒的转动运行方向

的熔融料由于两辊面的运转速度不相同，而受不同速度的摩擦力作用；贴近Ⅱ号辊筒表面的熔融料运动的速度快一些。贴近Ⅰ号辊筒表面的熔料运动的速度慢一些，造成熔料层间的相对运动，即熔料间的剪切运动。当熔融料被辊面的摩擦力带动进入两辊筒间的缝隙中后，则熔料一方面被压实延伸；同时，又因料层间运动速度的不同（因两辊筒表面旋转速度不同，使接近辊面熔料受摩擦速度的不同影响），使熔料间既有剪切力作用，又有摩擦力作用，使熔料进一步混炼、塑化。由于熔料会随着速度快、温度高的辊筒面运行，并随着辊筒间的间隙的缩小，而被逐渐地延伸成我们需要的薄膜厚度；运行到第Ⅳ号辊时被引离脱辊面，经压花、冷却定型后卷取成捆。

1.4 压延机的分类及结构特点

压延机的结构形式有多种：既有辊筒数量不相同的压延机，又有辊筒排列形式不相同的压延机；另外，还有在一台压延机上，组成压延机的辊筒直径不同形式的压延机。塑料制品行业一般都按这三种类型来划分压延机。

1.4.1 按辊筒数量的分类

辊筒是压延机设备上的主要零件。如果按组成压延机的辊筒数量可分为两辊压延机、三辊压延机、四辊压延机和五辊压延机。三辊压延机国内是20世纪50年代开始应用；四辊压延机是20世纪70年代开始应用；五辊压延机现已有生产。目前，国内应用最多的还是四辊压延机。

1.4.2 按辊筒的排列形式分类

压延机设备上辊筒的排列形式类型很多。按标准 GB/T 13578—92 规定可分为Ⅰ形、Γ形、L形和S形（见图1-3）。在标准规定之外，辊筒的排列形式还有Z型和由5个辊筒组成的S形和L型（见图1-4）。

图1-4中的五辊L形排列形式是近几年国内开拓的一种新型压延机。这种辊筒排列形式的压延机对制品的成型质量有利，操作观

察和维修比较方便，设备工作运转的稳定性较好。但要注意对辊筒的生产安全保护，防止异物落在辊筒上而损坏辊面。

辊筒数量	2	3	3	3	4	4	4
排列形式		 	 		 	 	 
符 号	I	I'	L	I	I'	L	S

图 1-3 辊筒排列形式示意图

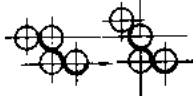
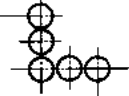
辊筒数量	2	4	5	5
排列形式				
符 号	水平	Z	S	L

图 1-4 标准规定之外的辊筒排列形式示意图

前面介绍的几种类型压延机都是在—台压延机上由几根直径相同的辊筒组成。这是我们见到较多的一种类型压延机。另外，还有一种比较特殊的压延机，它是由几根直径不相同的辊筒组成，结构分布形式见图 1-5。

1.4.2.1 辊筒排列成“1”形压延机

辊筒排列成“1”形的压延机，主要用于两辊和三辊组成的压延机。这种辊筒排列结构形式的压延机是应用比较早的结构形式，设备结构简单，制造容易，生产制造费用也较低。但是，这种压延机应用时不方便，需要用手工上料，上料量不均匀，还比较

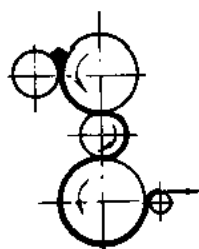


图 1-5 辊筒直径不同时排列形式示意图

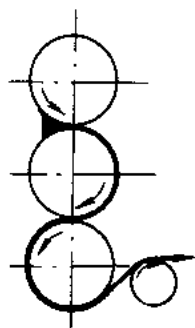


图 1-6 三辊压延
机成型薄膜过
程示意图

困难。成型薄膜制品质量欠佳，主要是薄膜厚度的均匀性及误差较大。现在，主要用于较厚薄膜和片材制品的生产。三辊压延机成型薄膜过程见图 1-6。

1.4.2.2 辊筒排列成 I 形压延机

辊筒排列成 I 形结构形式的压延机就是在“I”形排列的三辊压延机的上辊侧面加 1 个辊筒，结构形式如图 1-2。这种结构形式压延机目前在国内应用比较多。

辊筒成 I 形排列的压延机工作特点如下。

(1) 生产聚氯乙烯薄膜制品时，质量比较稳定，制品的厚度均匀，误差值小；由于Ⅱ、Ⅲ辊筒间和Ⅲ、Ⅳ辊筒间的受力状况趋于一致，则Ⅲ号辊筒的受力形式是处于平衡状态，这对于制品的成型质量的稳定性会有一定作用。

(2) 上料的位置比较高，生产比较安全。工具类异物不容易掉在加料部位的两辊筒间。

(3) 制品不会受增塑剂等挥发气体作用，影响质量的可能性小，表面无痕迹。

如果把“I”形排列的三辊压延机的下辊筒侧面加一个辊筒，即成为“L”形排列的四辊压延机。生产时其上料位置及熔料成型薄膜的运行过程见图 1-7。

这种 L 形排列辊筒位置的压延机与 I 形排列辊筒位置的压延机，结构形式基本相同。L 形的辊筒排列比较适合不含增塑剂制品的生产如硬片生产，不然会因有增塑剂等挥发性气体作用而影响制品的表现质量。这种结构形式上料的部位在较低位置处；生产工作时，容易在两辊筒间落入工具等异物，造成辊筒辊面损伤。生产开

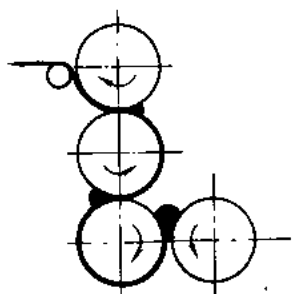


图 1-7 辊筒排列成
L 形压延机熔
料的运行示意图

车前和生产过程中间，要特别注意检查和经常观察。

1.4.2.3 辊筒排列成 Z 形或 S 形的压延机

辊筒的位置排列成 Z 形和辊筒的位置排列成 S 形的压延机，结构组成形式相同。如果把水平排列的 Z 形四辊旋转一个角度（可在 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 间）即成为 S 形排列四辊。

这两种四辊的排列形式，应用比较广泛。它适合于成型软、硬薄膜和片材的生产。对于人造革的双面贴合生产也比较理想。熔料的成型运行方式见图 1-4 和图 1-8。

辊筒排列成 Z 形或 S 形压延机的工作特点如下。

(1) 压延机生产成型制品时，I、II 辊筒间和 III、IV 辊筒间受力情况比较均匀，力的大小趋于一致，没有辊筒的浮动现象。

(2) II、III 号辊筒间的间隙均匀稳定，工作中变化较小，这对制品生产质量有利；使制品的厚度均匀，误差变化小，产品质量稳定。

(3) 熔料在 4 根辊筒上的运行距离接近相等（约占辊面周长的 $1/4$ ），则熔料在辊面上运行中，温度变化小，这对高速生产软质薄膜时的产品质量稳定有利。

(4) 这种结构形式的薄膜成型脱辊，引离装置离辊筒较近，使薄膜脱辊的收缩变小。

(5) 熔料的供料容易，操作也要方便些；观察辊筒间的工作情况也比较方便。

1.4.2.4 辊筒直径不相同的四辊压延机

组成压延机的 4 根辊筒直径不相同，如图 1-5 形式。这种压延机的应用，目的是为节省能源。希望能在较小的功率消耗下高速生产制品，从而达到降低制品生产成本的目的。

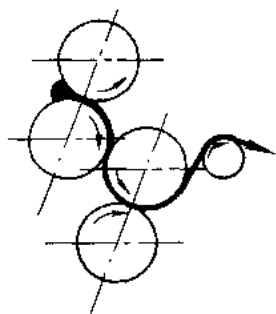


图 1-8 辊筒排列成 S 形压延机熔料运行示意图