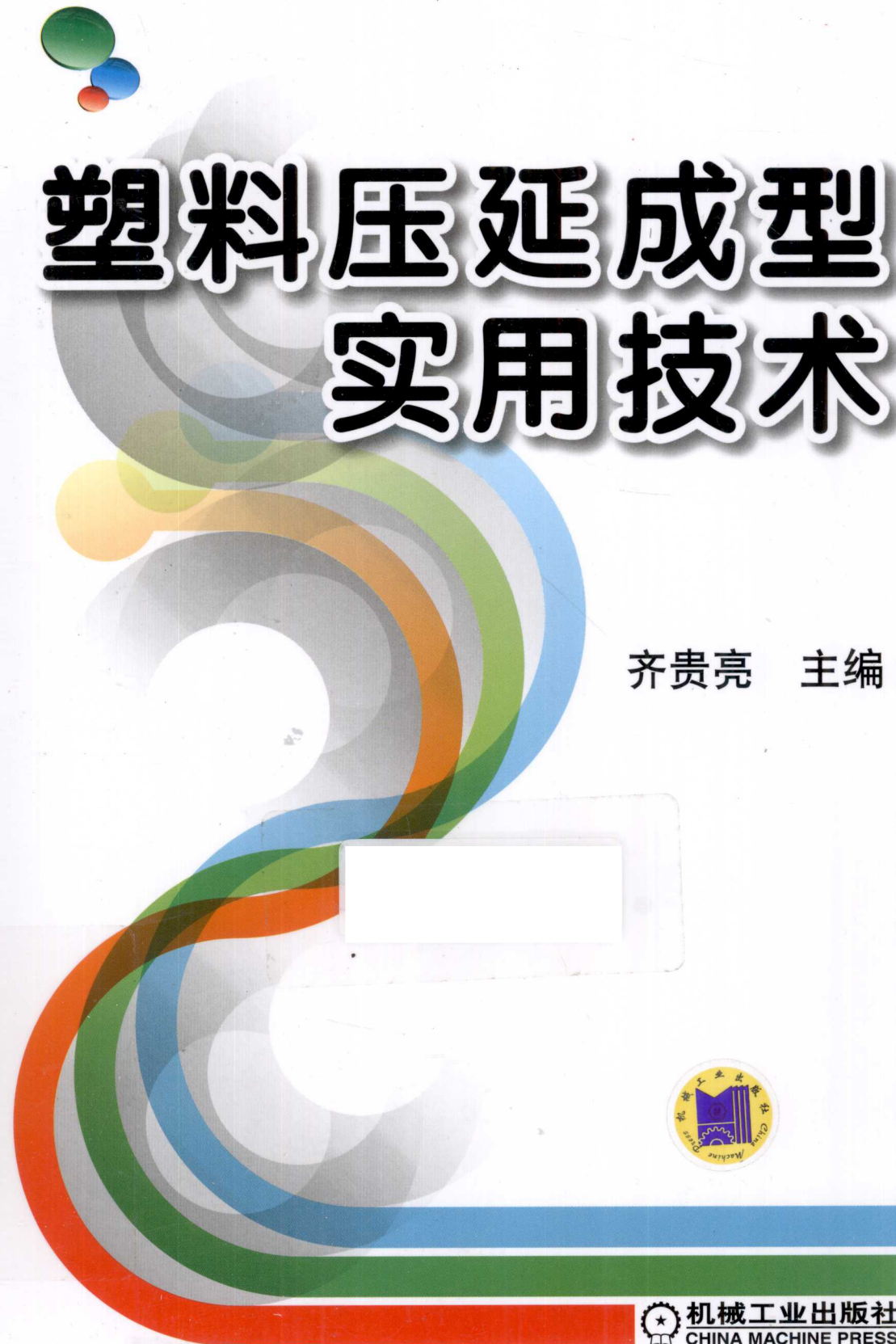




塑料压延成型 实用技术

齐贵亮 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

塑料压延成型实用技术

齐贵亮 主编



机械工业出版社

本书详细介绍了塑料压延成型所用原材料、配方设计及原料配制,压延成型设备及其结构特点、技术参数与维护保养,压延成型工艺以及典型塑料制品压延成型实例等内容,既收集了新技术、新内容、新成果,又保留了传统的、实用的内容。本书可供从事塑料压延成型的工艺技术人员、生产操作人员、设备管理人员使用,也可供相关专业大专院校的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料压延成型实用技术/齐贵亮主编. —北京:
机械工业出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-111-41222-9

I. ①塑… II. ①齐… III. ①压延—塑料成型 IV. ①TQ320. 66

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第011917号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:曲彩云

责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2013年5月第1版第1次印刷

169mm×239mm·16.5印张·326千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-41222-9

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

策划编辑:(010)88379782

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

塑料压延成型技术虽然在我国起步较晚，但发展很快。从 20 世纪中期至今，特别是改革开放以来，通过不断引进、消化、吸收国外的先进技术和坚持自主创新，我国塑料压延生产线的技术水平与国际先进水平的差距越来越小。目前，用塑料压延方法所成型的塑料制品，如塑料薄膜、薄片、人造革和压延复合地板等约占塑料制品总量的 1/5，广泛应用于工业、农业、国防和日常生活中的各个领域，在国民经济发展中发挥着重要作用。

为了适应市场的迫切需求，普及塑料压延成型加工技术的基础知识，帮助广大读者比较全面地了解该领域的理论发展与实际生产操作技能，我们在查阅大量文献资料的基础上，结合生产实践，通过筛选、提炼，编写了《塑料压延成型实用技术》一书，详细介绍了压延成型所用原材料、配方设计及原料配制，压延成型设备及其结构特点、技术参数与维护保养，压延成型工艺以及典型塑料制品压延成型实例等内容。全书内容具体，层次清晰，语言简练，通俗易懂，仿效性和可操作性强，既收集了新技术、新内容、新成果，又保留了传统的、实用的内容，其中很多内容是压延成型工厂生产技术及科学管理知识的经验总结。本书可供从事塑料压延成型的工艺技术人员、生产操作人员、设备管理人员使用，也可供相关专业大专院校的师生学习参考。

本书内容参阅了部分近年发表在国内外主要期刊的研究论文和技术资料，同时还参阅了本行业许多资深专家的专著和书目，在此向文献的作者表示衷心感谢！

参加本书编写工作的还有张永爱、韦亚利、王强、付广慧、孙丽、孙健、杜厚波、宋秀敏等中高级工程技术人员。

由于编者的水平所限，在编写中定有错误、疏漏和各种不足，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 压延成型技术简介.....	1
1.1 压延成型适用的材料和产品类型.....	1
1.2 压延成型的特点.....	1
1.3 压延成型生产线的组成.....	2
1.4 压延成型的生产过程.....	2
1.5 压延制品的应用.....	4
1.6 压延成型的进展.....	4
第 2 章 压延成型用原辅材料.....	8
2.1 聚氯乙烯树脂.....	8
2.1.1 聚氯乙烯的分类和表示方法.....	8
2.1.2 聚氯乙烯的性能.....	11
2.1.3 聚氯乙烯树脂的质量指标.....	14
2.1.4 聚氯乙烯的改性.....	19
2.1.5 聚氯乙烯的应用.....	21
2.2 助剂.....	23
2.2.1 增塑剂.....	23
2.2.2 热稳定剂.....	33
2.2.3 润滑剂.....	43
2.2.4 填充剂.....	52
2.2.5 着色剂.....	59
2.2.6 其他助剂.....	65
2.3 压延成型塑料制品配方设计.....	73
2.3.1 配方设计程序.....	74
2.3.2 配方的计量表示.....	75
2.3.3 常见 PVC 压延制品的配方设计.....	76
第 3 章 压延成型设备.....	79
3.1 原料供应系统用设备.....	79
3.1.1 树脂的预处理设备.....	79
3.1.2 树脂的输送设备.....	82
3.1.3 计量设备.....	84
3.1.4 混合设备.....	85
3.1.5 塑炼设备.....	90
3.2 压延成型设备.....	103

3.2.1 压延机的分类.....	103
3.2.2 压延机的结构组成.....	108
3.2.3 压延机的规格型号.....	121
3.2.4 压延机的主要技术参数.....	123
3.2.5 塑料压延机的操作规程.....	128
3.2.6 压延机的维护和保养.....	133
3.2.7 压延机常见故障与排除方法.....	135
3.3 压延成型后处理设备.....	140
3.3.1 引离装置.....	141
3.3.2 压花装置.....	141
3.3.3 冷却装置.....	142
3.3.4 测厚装置.....	143
3.3.5 切边装置.....	145
3.3.6 卷取装置.....	146
第 4 章 压延成型工艺.....	149
4.1 配料.....	149
4.1.1 块状物料的粉碎.....	149
4.1.2 树脂的筛选和输送.....	150
4.1.3 增塑剂的过滤和混合.....	150
4.1.4 稳定剂的配制和磨浆.....	151
4.1.5 色浆和色母料粉的配制.....	152
4.1.6 块状添加剂的加热熔化.....	153
4.1.7 配方的称量.....	153
4.2 物料的混合.....	154
4.2.1 混合工艺过程.....	154
4.2.2 加料顺序.....	155
4.2.3 混合工艺条件.....	155
4.2.4 混合效果的评定.....	156
4.3 混合料预塑化.....	156
4.3.1 密炼机混炼预塑化.....	156
4.3.2 开炼机混炼预塑化.....	157
4.3.3 挤出机混炼预塑化.....	159
4.4 压延成型.....	160
4.4.1 压延工艺路线的选择.....	160
4.4.2 压延操作.....	161
4.4.3 后处理.....	162

4.5 影响压延制品质量的因素.....	166
4.5.1 原材料因素.....	166
4.5.2 设备因素.....	167
4.5.3 工艺因素.....	169
4.5.4 制品后处理阶段影响产品质量的因素.....	172
第 5 章 常用塑料制品压延成型技术.....	174
5.1 聚氯乙烯薄膜压延成型技术.....	174
5.1.1 原材料的选择与配方.....	174
5.1.2 压延机类型的选择.....	176
5.1.3 生产工艺.....	178
5.1.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法.....	183
5.2 聚氯乙烯压延双向拉伸薄膜生产技术.....	188
5.2.1 双向拉伸原理.....	188
5.2.2 压延双向拉伸膜配方.....	189
5.2.3 压延双向拉伸设备.....	190
5.2.4 生产工艺.....	190
5.2.5 生产中应注意的问题.....	192
5.3 聚氯乙烯硬片压延成型技术.....	195
5.3.1 原材料的选择与配方.....	195
5.3.2 压延机类型的选择.....	198
5.3.3 生产工艺.....	199
5.3.4 生产中易出现的不正常现象、产生原因及解决方法.....	202
5.4 聚氯乙烯人造革压延成型技术.....	204
5.4.1 原材料的选择与配方.....	204
5.4.2 生产设备.....	206
5.4.3 生产工艺.....	210
5.4.4 常用 PVC 人造革压延成型实例.....	220
5.4.5 聚氯乙烯人造革压延生产中的常见问题、产生原因及解决方法.....	231
5.5 聚氯乙烯壁纸压延成型技术.....	232
5.5.1 原材料的选择与配方设计.....	232
5.5.2 生产设备.....	234
5.5.3 生产工艺.....	236
5.6 高填充聚氯乙烯压延地板砖.....	238
5.6.1 原材料的选择与配方设计.....	238
5.6.2 生产设备.....	239
5.6.3 生产工艺.....	239

5.7 半柔性聚氯乙烯压延地板砖.....	240
5.7.1 原材料的选择与配方设计.....	240
5.7.2 工艺原理.....	241
5.7.3 生产工艺.....	241
5.7.4 影响制品质量的因素.....	242
5.8 石英填充PVC地板砖.....	242
5.8.1 原料与配方.....	242
5.8.2 生产设备.....	243
5.8.3 生产工艺.....	243
5.9 聚氯乙烯屋顶防水卷材.....	244
5.9.1 原料与配方.....	244
5.9.2 生产设备.....	245
5.9.3 生产工艺.....	245
5.10 聚乙烯压延制品.....	246
5.10.1 聚乙烯人造革.....	246
5.10.2 低密度聚乙烯高发泡钙塑板材.....	247
5.10.3 高密度聚乙烯钙塑片材.....	248
附录.....	251
参考文献.....	253

第 1 章 压延成型技术简介

压延成型是生产高聚物薄膜和片材的主要方法，它是将接近粘流温度的物料通过几个相向旋转着的平行辊筒的间隙，使其受到挤压和延展作用，得到表面光洁的薄片状连续制品，调节最后一道辊筒间隙以控制制品的厚度，然后通过引离辊把制品从压延机上剥离下来，再经冷却定型即为成品。压延成型与挤出成型、注射成型、模压成型并列为四大聚合物加工方法。

1.1 压延成型适用的材料和产品类型

压延成型首先用于橡胶的成型加工，包括橡胶的压片、压型、贴胶和擦胶；然后用于塑料和复合材料的成型加工，也可用于造纸和金属加工等行业。

1. 塑料压延成型适用的材料

原则上，各种热塑性塑料都可以采用压延工艺进行加工，但目前用于压延成型的塑料大多数是热塑性非晶态塑料，其中最常用的是 PVC，另外还有 PE、PP、ABS、PVA、改性 PS 和醋酸纤维素等塑料。

2. 压延制品

塑料压延产品主要有薄膜、片材、人造革、钙塑板、壁纸、地板等。适宜的加工范围为 0.05~0.3mm 厚的薄膜以及 0.3~1.0mm 厚的薄片，如图 1-1 所示。其中，以厚度为 0.05~0.5mm 的软质 PVC 薄膜、厚度为 0.3~0.7mm 的硬质 PVC 片材和发泡 PVC 人造革的产量最大。此外，压延工艺还可用于塑料与其他材料（如铝箔、涤纶或尼龙薄膜等）贴合制造复合薄膜。

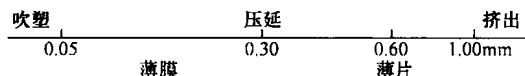


图 1-1 压延成型适宜的加工范围

1.2 压延成型的特点

1. 压延成型的优点

- 1) 生产速度快，产量高，生产速度为 60~100m/min，甚至可高达 250m/min。
- 2) 连续成型，制品断面形状固定，长度可以根据使用要求进行控制。
- 3) 制品质量好，厚度均匀、致密，误差小（厚度公差可以控制在 10% 左右）。
- 4) 成型过程中塑料发生热降解的可能性小。
- 5) 成型不用模具，辊筒为成型面，可制得带有各种花纹和图案的制品，并且可以生产多种类型的薄膜层合制品（如人造革等）。
- 6) 自动化程度高。先进的压延成型联动装置只需 1~2 人操作，同时减小了工艺过程和人为的误差。

综上所述，压延成型在塑料加工中占有相当重要的地位。

2. 压延成型的缺点

1) 设备庞大，精度要求高，辅助设备多，维修复杂，投资大，不适合小批量制品的生产。

2) 压延操作是多工序作业，生产流程长、工艺控制复杂，制品形状单一，多为薄膜（片）、人造革产品。

3) 成型适应性不是很宽，要求塑料必须有较宽的流动温度至分解温度（ $T_f \sim T_d$ ）范围。

4) 制品宽度易受压延机辊筒长度的限制。

5) 生产流水线长，工序多，供料必须紧密配合。

6) 压延机需要技术熟练、经验丰富的工人操作，对工人技术水平要求比较高。

由于压延成型存在以上缺点，因而在生产连续片材方面不如挤出成型技术发展得快。

1.3 压延成型生产线的组成

压延成型生产线由各种供料辅机、压延主机和各种后处理辅机三部分组成，如图1-2所示。供料辅机通常由配制、塑化物料和向压延机供料的料仓、料斗、计量器、开炼机、密炼机和塑化挤出机等组成，定型和后处理辅机主要包括各种引离、压花、冷却、测厚、张力、卷取和切断装置等。目前为适应高产、优质成型的需要，各种压延制品都有专用的生产线。

压延机辊筒必须有足够的刚度和强度、耐磨性、耐蚀性，表面粗糙度值大于 $Ra0.08 \mu m$ ；辊筒长度大，刚度差，弹性变形也大，通常长径比为（2~3）:1，软制品取大值，硬制品取小值。一般同一台压延机的辊筒直径和长度都是相同的。

辊筒内通蒸汽或过热水加热，载体流道有空心式和钻孔式两种。空心式壁厚，传热慢，且辊筒中部与两端温差大（约10~15℃），从而导致制品壁厚不均匀。钻孔式温差可小于1℃，但造价高，刚性有所减弱，产品有时会出现棒状横痕。

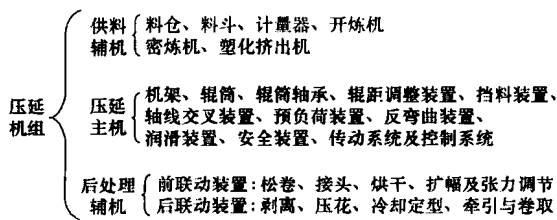


图1-2 压延成型生产线的组成

1.4 压延成型的生产过程

压延成型的生产过程包括供料和压延两个阶段，是一个从原料混合、塑化、

供料到压延的完整连续生产线，如图1-3所示。

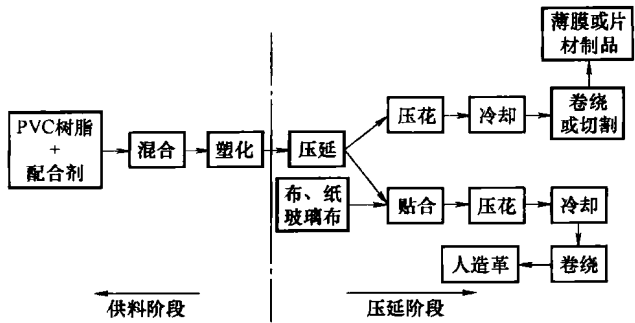


图1-3 PVC压延薄膜和人造革生产流程示意图

1. 供料阶段

供料阶段包括配料、混合、塑化、向压延机传输喂料等工序。

- (1) 配料 将树脂及各种助剂按配方比例准确称量备用。
- (2) 混合 将配料各组分按预定顺序加入高速混合机进行充分混合，确保各组分均匀分散、浸润，然后转入低速冷混合机使物料从 100℃左右冷却到 60℃以下。
- (3) 塑化 混合好的物料可以用四种工艺过程进行塑化：密炼机塑化、双辊开炼机塑化、挤出机塑化和连续混炼机塑化。不同塑化方式的塑化料形态见表 1-1。

表 1-1 不同塑化方式的塑化料形态

塑化方式	密炼机塑化	开炼机塑化	挤出机塑化	连续混炼机塑化
塑化料形态	料团	料片	料条	料条

(4) 供料 塑化后的熔融物料通过传递装置均匀地向压延机供料。塑化方式不同，供料方式也不同。目前，连续供料方法已取代间歇喂料操作。向压延机供料前，必须经过金属探测仪监测。

2. 压延阶段

压延阶段包括压延、引离、压花、冷却、切割、卷取等工序。

- (1) 压延 塑化料经过金属监测器后加到四辊压延机的第一道辊隙，被压延成料片，然后依次通过第二道和第三道辊隙而逐渐被挤压和延展成厚度均匀的薄膜或片材。
- (2) 引离 通过引离辊的作用，使薄膜或片材从压延辊上脱离，并对制品进行一定的拉伸。引离辊距离最后一个压延辊 75~150mm，中空通蒸汽加热，防止冷拉和增塑剂等挥发性物质凝结在表面，其线速度比主机辊筒的高 30%左右。
- (3) 压花 若需制品表面有花纹，则进行压花处理。压花装置由刻有花纹图案的压花钢辊和橡胶辊组成。

(4) 冷却 薄膜或片材成型后, 经过若干组冷却辊冷却定型。高速压延时, 应增加冷却辊筒的数量。

(5) 切割。冷却定型后的制品切去不整齐的两侧毛边, 通过输送带送至卷取装置。这一过程的制品呈平坦而松弛的状态, 因此可消除压延制品的内应力。

(6) 卷取 使制品成卷状, 以便储存、运输。

1.5 压延制品的应用

PVC 压延成型会因所采用的工艺不同而得到不同的压延制品。即使同种制品, 其性能也会因配方的不同而有很大的差别, 因此它们的应用就会有很大的不同。压延制品主要用途如下:

(1) 软质 PVC 薄膜 作为压延成型主要产品的软质 PVC 薄膜, 在国民经济中被广泛用于工业、农业、国防、医疗卫生和日常用品等方面。在工业方面, 它主要用作防水覆盖、汽车顶篷装饰、再加工做成气垫用作贵重仪器的防振包装以及被大量用于地下输油管的防锈、防腐包扎。在农业方面, 它常用作育秧覆盖、蔬菜的保温大棚(需经过双向拉伸)以及为防止肥料和水土流失的大田泥下铺垫和蓄水池衬垫。在国防工业方面可用于火炮的防护覆盖、伪装、防原子辐射、急救包扎、防潮地图等。在日常生活方面大量制作雨衣、印花布、浴罩、书本封套、票夹、手提袋、胶粘带、食品吸塑包装、充气塑料玩具等。

(2) 半硬质 PVC 透明片 压延成型的半硬质 PVC 透明片大多用于服装和玩具的包装材料。

(3) 不透明 PVC 硬片 压延成型的不透明 PVC 薄片可以用作书本封套的硬衬以及作为装饰材料。把 ABS 同 PVC 共混进行压延得到的硬质片材冲击强度较高, 可以直接用作皮箱外壳、黄油包装盒、托盘、汽车或汽艇部件壳体。氯化聚氯乙烯改性的压延硬质片材可以用作屋顶建筑材料。

(4) PVC 人造革 用压延法生产的 PVC 人造革物理及力学性能好, 可以用作旅行袋、手提包、皮箱、皮鞋和帐篷, 既轻便又美观; 经过表面处理的压延 PVC 人造革, 可以制造手套和仿皮服装, 其手感和柔软程度可与真皮相媲美。

可以看出, 塑料的压延加工在国民经济建设中的地位和作用是非常重要的。

1.6 压延成型的进展

压延机的发展历史可以追溯到1850年, 那时的压延机是用于橡胶制品加工的, 塑料压延机是从橡胶压延机逐渐演变过来的。经过一百多年的发展, 特别是20世纪80年代后, 由于大棚膜、灯箱广告膜、充气玩具膜、防渗土工膜、粮食熏蒸膜、包装膜、盐膜、贴膜等各种精度要求较高的大型软膜类塑料的广泛使用, 刺激了压延机进一步向大型化、高精密化、高效化方向发展。

1. 压延机的大型化、高速化、精密化、高自动化

(1) 大型化 由于制品的幅宽要求越来越宽, 所以塑料压延机的规格也不断增大。目前, 辊面宽度达 4~5m 的大型塑料压延机已得到较普遍的使用。另外, 为了获取宽幅制品, 还采用了拉伸扩幅工艺与装备, 可生产出宽度为 6m 的压延双向拉伸薄膜。

(2) 高速化 压延工艺的最大优势在于精密、连续、高效。这一工艺的工作线速度一般为 100m/min 左右, 新型机台可达 200~250m/min, 甚至已经达到了 500m/min。一台普通的塑料四辊压延机的年加工能力可达 5000~10000t。

(3) 精密化 压延制品的质量精度要求越来越高, 从而要求压延装备更加精密, 实现这一目标的途径包括:

1) 普遍采用拉回机构、反弯曲装置和轴交叉机构, 与传统的中高度辊筒配合, 确保了在线速度调整及高速运行中获得高精度的制品。

2) 调距装置由变速交流电动机、变频电动机等驱动方式发展到伺服电动机驱动或液压调距机构, 使辊筒间隙的调整更加精准。

3) 采用圆周钻孔机构的辊筒与 PID 控制的加热系统相配合, 使辊筒工作表面的温度控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4) 采用镜面辊筒, 特别是通过热研磨的镜面辊筒, 可使辊筒在工作温度 (如 180°C) 状态下, 辊面的径向圆跳动可达 0.001mm, 表面粗糙度值在 $Ra0.025\mu\text{m}$ 以下, 保证了薄膜的纵向精度。为使制品的透明度更好, 可采用工作表面镀硬铬的镜面辊筒。

5) 传动系统采用多电动机闭式齿轮传动形式。辊筒分别通过一台电动机经对应的齿轮组进行传动。辊筒间的速比可以通过调节电动机的转速来调节, 速比调节范围为 0.5~1.0。

6) 对压延制品的厚度进行适时在线监测和对压延机与制品厚度有关的系统进行自动闭环反馈控制, 使制品的厚度精度得到极大的改善, 可以最大限度地节约原材料, 降低废品率和生产成本, 并减轻劳动强度和提高生产效率。

7) 在线配有精准的定中心和纠偏机构。

(4) 高自动化 塑料压延机生产线除上述在线监测和对压延机与制品厚度有关的系统进行自动闭环反馈控制外, 还配有电、液、气组合的高自动化控制系统。

塑料压延机生产线的传动控制系统是一个微张力的速度联动控制系统。这个系统必须是可调速度、高精度稳速系统, 速度调整范围通常要求在 1~10 倍之间。在速度、电流双闭环的直流调速系统中, 采用光电编码器作为数字式速度反馈, 精度为 0.01%, 综合精度可达 0.01%。

塑料压延机的传动主电动机仍然以直流电动机为多, 采用全数字式调速系统。辅机组的传动电动机大部分已采用了交流变频电动机。目前, 采用半导体集成电路的高精度变流技术的调速系统已经成熟。

塑料压延机生产线生产的塑料制品繁多, 其生产工艺也不相同, 因此, 需要

对设备按预先设定的顺序、条件，对各控制阶段逐段依次进行控制，有些则是为了安全必须对设备进行依次控制，这些就称为逻辑控制系统。为实现这些控制要求，塑料压延机生产线上位机采用工控机，用于整套生产线的监控和管理；下位机采用 PLC 通过现场总线对现场各个装置进行检测和控制。生产线普遍配有人机界面操作系统。

2. 异径辊筒压延机

采用异径辊筒压延机，消除了辊径误差的累加效应，同时还使分离力和驱动辊筒转矩减小，具有节能、高速和提高制品精度的优点。图1-4所示为不同形式的异径辊筒压延机。

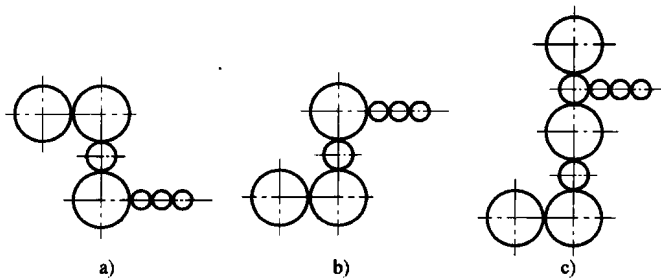


图1-4 不同形式的异径辊筒压延机

a) 适用于加工软质PVC薄膜 b) 适用于加工硬质PVC薄片 c) 适用于加工极薄的拉伸薄膜

3. 拉伸扩幅

双向拉伸膜生产技术经过二十多年的发展，尤其是近几年的快速发展，已经相当成熟，并且有进一步向大型化、高效化、规模化方向发展的趋势。最新型的双向拉伸生产线已经可以生产3.5m幅宽的压延膜和6m幅宽的双向拉伸膜，单机年产量可达到10000t以上。图1-5所示为压延薄膜的扩幅装置示意图。

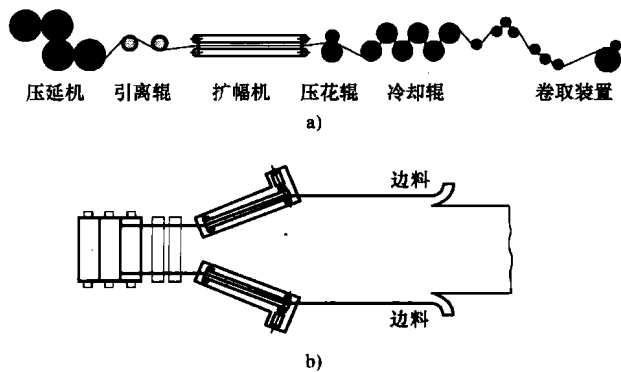


图1-5 压延薄膜扩幅装置示意图

a) 双向拉伸压延薄膜生产过程 b) 扩幅机工作过程

4. 压延辅机的改进

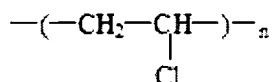
为了满足不同制品的加工工艺要求和适应高速化要求，各种专用的或新型的

结构形式也应运而生，如为了适应不同的精度和厚度，配备了大直径冷却辊装置和小直径冷却辊装置；卷取装置则配有摩擦卷取装置、中心卷取装置及为了适应高速大卷径制品的需要采用摩擦卷取加辅助中心卷取装置等结构；切割装置无论是飞刀还是冲剪结构，都有电动、气动和电热等形式。

第 2 章 压延成型用原辅材料

2.1 聚氯乙烯树脂

聚氯乙烯 (Polyvinyl Chloride, PVC) 由氯乙烯单体通过自由基聚合而成, 聚合度 (n) 一般在 500~20000 范围内, 其分子结构式为:



PVC 是世界上最早工业化的树脂品种之一, 是目前我国第一、世界第二大通用型合成树脂材料。工业生产的 PVC 相对分子质量一般在 5 万~12 万范围内, 具有较大的多分散性, 相对分子质量随聚合温度的降低而增加。由于 PVC 具有优异的难燃性、耐磨性、耐化学腐蚀性、综合力学性能、制品透明性、电绝缘性及比较容易加工等特点, 目前已经成为应用领域最为广泛的塑料品种之一, 在工业、建筑、农业、日常生活、包装、电力、公用事业等领域均有广泛应用, 与聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、聚苯乙烯 (PS) 和 ABS 统称为五大通用树脂。

2.1.1 聚氯乙烯的分类和表示方法

1. 聚氯乙烯的分类

(1) 根据应用范围分类 根据应用范围的不同, PVC 可分为通用型 PVC 树脂、高聚合度 PVC 树脂、交联 PVC 树脂。通用型 PVC 树脂是由氯乙烯单体在引发剂的作用下聚合形成的; 高聚合度 PVC 树脂是指在氯乙烯单体聚合体系中加入链增长剂聚合而成的树脂; 交联 PVC 树脂是在氯乙烯单体聚合体系中加入含有双烯和多烯的交联剂聚合而成的树脂。通用型 PVC 树脂制备方法简单、用途广泛, 目前在市场上占绝大部分, 而高聚合度 PVC 树脂和交联 PVC 树脂一般在特殊领域应用较多。

(2) 根据氯乙烯单体的获得方法分类 根据氯乙烯单体的获得方法来区分, 可分为电石法、乙烯法和进口 (二氯乙烷、氯乙烯) 单体法 (习惯上把乙烯法和进口单体法统称为乙烯法)。目前, 世界上大多数国家采用乙烯法 PVC, 而我国则主要以电石法 PVC 为主。

(3) 根据聚合方法分类 根据聚合方法分类, 聚氯乙烯可分为悬浮法聚氯乙烯, 乳液法聚氯乙烯、本体法聚氯乙烯和溶液法聚氯乙烯。此外, 还有用微悬浮法生产 PVC 糊用树脂, 产品性能和成糊性均好。

1) 悬浮法聚氯乙烯。液态氯乙烯单体以水为分散介质, 并加入适当的分散剂和不溶于水而溶于单体的引发剂, 在一定温度下, 借助搅拌作用, 使其呈微滴状悬浮于水相中进行聚合。聚合完成后, 经碱洗、汽提、离心、干燥得到直径为 100~

150 μm 的白色粉末状 PVC 树脂。

为了保证这些微滴在水中呈珠状分散，需要加入悬浮分散剂，如明胶、聚乙烯醇、甲基纤维素、羟乙基纤维素等。选取不同的悬浮分散剂，可得到颗粒结构和形态不同的两类树脂。国产牌号分为 SG-疏松型（“棉花球”型）树脂和 XJ-紧密型（“乒乓球”型）树脂。疏松型树脂吸油性好、干流动性佳、易塑化、成型时间短、加工操作方便，适用于粉料直接成型，因而一般选用悬浮法聚合的疏松型树脂作为 PVC 制品成型的基础原料。目前，各树脂厂所生产的悬浮法 PVC 树脂基本上都是疏松型的。

悬浮法聚氯乙烯生产过程简单，便于控制及大规模生产，产品适宜性强，是 PVC 的主要生产方式，约占 PVC 总产量的 80% 左右。

2) 乳液法聚氯乙烯。氯乙烯单体在乳化剂作用下，分散于水中形成乳液，再用水溶性的引发剂来引发，进行聚合，乳液可用盐类使聚合物析出，再经洗涤、干燥得到 PVC 树脂粉末（粒径为 20~40 μm ），也可经喷雾干燥得到糊状树脂。

乳液法 PVC 树脂粒径较细，相对分子质量高，聚合度较均匀，但树脂中乳化剂含量高，热稳定性和电绝缘性能较差，适于糊树脂的生产，主要用于制造人造革、浸渍手套、纱窗、水田靴、工具把手、壁纸、地板卷材、蓄电池隔板和玩具等。我国 PVC 糊树脂的产量不到 PVC 总产量的 4%。

3) 本体法聚氯乙烯。一般采用“两段本体聚合法”。第一段称为预聚合，采用高效引发剂，在 62~75℃ 温度下强烈搅拌，使氯乙烯聚合的转化率为 8%~10% 时，输送到第二段聚合釜中，再加入含有低效引发剂的等量新单体，在约 60℃ 温度下慢速搅拌，继续聚合至转化率达 80%~90% 时，排出残余单体，再经粉碎、过筛即得成品。

本体法中不加任何介质，只有引发剂，聚合后处理简单，产品纯度高，质量优，其构型规整，孔隙率高而均匀，粒度均一。但聚合时操作控制难度大，PVC 树脂的相对分子质量高，分布一般较宽。其生产能力不到总量的 10%。

4) 溶液法聚氯乙烯。以甲醇、甲苯、苯、丙酮作溶剂，使氯乙烯单体在溶剂中聚合。由于溶剂具有链转移剂作用，所以溶液聚合物的相对分子质量和聚合速率均不高，聚合得到的 PVC 树脂因不溶于溶剂而不断析出。

此种 PVC 树脂不适于作一般成型用，仅作为涂料、粘合剂以及与乙酸乙烯酯等共聚时使用。溶液法是目前各种聚合方法中产量最少的一种方法。

5) 微悬浮法聚氯乙烯。像悬浮法那样使用油溶性引发剂，在用乳化剂分散、稳定的细小氯乙烯单体液滴中引发聚合，生成适当粒径的 PVC 乳液，经破乳、洗涤、干燥后得到 PVC 树脂粉末。制备 0.1~2.0 μm 粒径范围的氯乙烯单体乳液是微悬浮聚合的关键，一般称这一过程为均化过程。

微悬浮法是生产 PVC 糊用树脂的另一种方法。该法生产的树脂具有良好的加工性能，能达到乳液法树脂难以达到的某些优良性能。