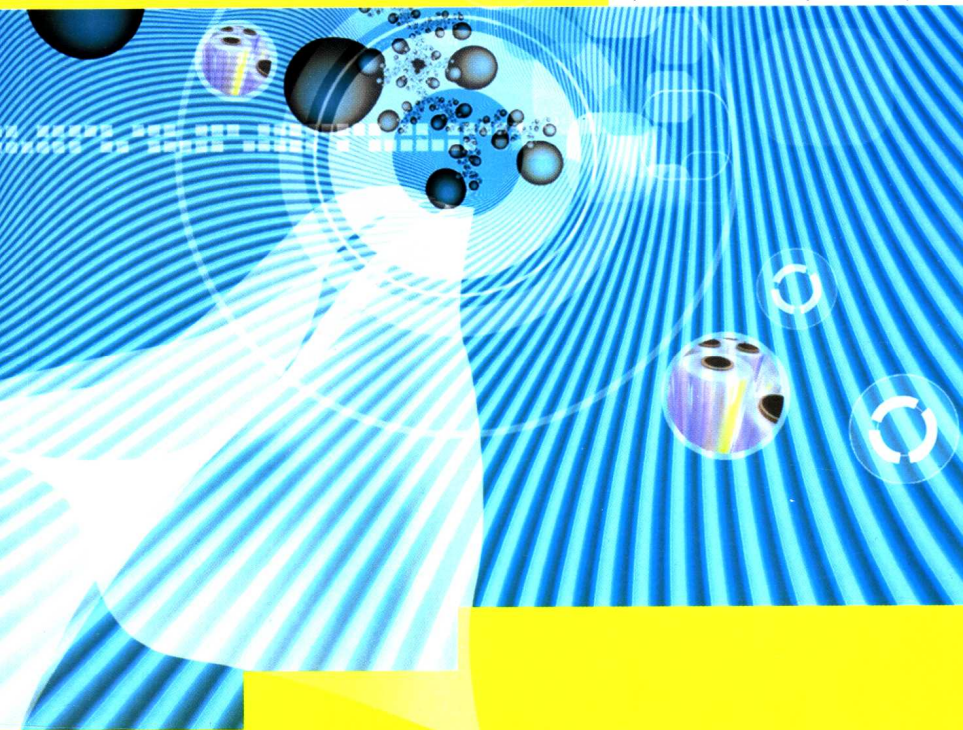


塑料薄膜

实用生产技术手册

周殿明 张丽珍 编著



中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

塑料薄膜 实用生产技术手册

周殿明 张丽珍 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要介绍聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚酯、聚酰胺、聚偏氟乙烯等塑料薄膜的成型用原料、制品性能和用途及挤出、压延和拉伸成型方法,同时,也向读者介绍了各种薄膜生产成型时应注意的事项。书中语言简明,通俗易懂,资料数据多来自生产记录;塑料薄膜生产所涉及到的问题均有介绍。资料数据较有实用性,可供塑料制品行业工程技术人员和生产操作人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料薄膜实用生产技术手册/周殿明,张丽珍编著.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 7-80229-081-3

I.塑… II.①周… ②张… III.塑料薄膜-加工-
技术手册 IV.TQ320.72-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 054163 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 32 开本 12.75 印张 279 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

编者的话

本书整理编入了多种塑料薄膜成型生产中经常应用的原料、制品成型配方、生产用设备、薄膜成型工艺、质量控制及生产操作应注意事项等方面的技术资料。用通俗易懂的语言，重点突出地向读者介绍了塑料薄膜生产成型中所涉及到的多方面问题。可供塑料制品厂的技术人员、生产操作工及设备管理维修人员工作学习参考。

书中的第五章“聚偏氟乙烯压电薄膜的成型与应用”是编者 20 世纪 90 年代与清华大学化学系的周啸、吴嘉真二位教授共同开发投产的一项新产品工作总结。目前，国内已能批量生产；一些技术含量较高的产品（水声、电声仪器中）在国内已有应用。聚偏氟乙烯压电薄膜是一个很有推广、开发应用价值的新产品。

在整理编写书稿过程中，本人参阅了许多作者提供的文献资料。在这里向刘廷华、耿孝正、黄锐和龚浏澄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。

目 录

第一章 概述	(1)
一、塑料薄膜的用途	(1)
二、塑料薄膜成型材料	(1)
三、塑料薄膜的分类	(1)
四、塑料薄膜成型方法	(2)
第二章 塑料薄膜成型常用原料	(7)
第一节 聚乙烯(PE)	(7)
一、聚乙烯的种类	(7)
二、低密度聚乙烯(LDPE)	(9)
三、高密度聚乙烯(HDPE)	(11)
四、线型低密度聚乙烯(LLDPE)	(14)
五、薄膜成型用聚乙烯树脂生产厂及 产品性能	(17)
第二节 聚丙烯(PP)	(29)
一、聚丙烯的性能特征	(29)
二、聚丙烯成型塑料制品的方法	(31)
三、聚丙烯制品的用途	(31)
四、薄膜成型用聚丙烯树脂生产厂及 产品性能	(31)
第三节 聚氯乙烯(PVC)	(35)
一、聚氯乙烯的种类	(36)

二、聚氯乙烯的性能特征·····	(37)
三、聚氯乙烯成型塑料制品的方法·····	(42)
四、聚氯乙烯制品的用途·····	(43)
五、薄膜成型用聚氯乙烯树脂生产厂及产品 性能·····	(44)
第四节 聚苯乙烯(PS)·····	(50)
一、聚苯乙烯的性能特征·····	(50)
二、聚苯乙烯成型塑料制品的方法·····	(54)
三、聚苯乙烯制品的用途·····	(54)
四、聚苯乙烯片材成型用料生产厂及 产品性能·····	(54)
第五节 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET) ·····	(55)
一、聚对苯二甲酸乙二醇酯的性能特征·····	(55)
二、聚对苯二甲酸乙二醇酯成型制品的方法·····	(56)
三、聚对苯二甲酸乙二醇酯制品的用途·····	(57)
四、聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜成型用料生产 厂及产品性能·····	(57)
第六节 聚酰胺(PA) ·····	(60)
一、聚酰胺的性能特征·····	(60)
二、几种常用聚酰胺成型制品的方法及 制品的用途·····	(62)
三、聚酰胺薄膜成型用料生产厂及产品性能·····	(63)
第七节 聚碳酸酯(PC) ·····	(63)
一、聚碳酸酯的性能特征·····	(63)
二、聚碳酸酯成型制品的方法·····	(65)

三、聚碳酸酯制品的用途·····	(65)
四、聚碳酸酯树脂生产厂及产品性能·····	(65)
第八节 塑料助剂·····	(68)
一、助剂的选择应用注意事项·····	(69)
二、增塑剂·····	(69)
三、稳定剂·····	(71)
四、发泡剂·····	(76)
五、阻燃剂·····	(76)
六、抗静电剂·····	(77)
七、防雾剂·····	(78)
八、润滑剂·····	(78)
九、填充剂·····	(79)
十、着色剂·····	(80)
十一、交联剂·····	(82)
十二、偶联剂·····	(83)
十三、食品包装用塑料制品中助剂含量·····	(84)
 第三章 塑料薄膜的挤出成型·····	 (86)
第一节 塑料薄膜挤出成型设备·····	(86)
一、塑料薄膜挤出吹塑成型设备生产线·····	(86)
二、塑料薄膜挤出吹塑成型用挤出机·····	(89)
三、单螺杆挤出机的结构·····	(97)
第二节 塑料薄膜挤出成型模具·····	(121)
一、成型模具选择应用注意事项·····	(121)
二、芯棒式模具·····	(122)

三、十字形模具·····	(124)
四、螺旋形模具·····	(126)
五、旋转式模具·····	(127)
六、复合式模具·····	(129)
七、成型模具结构与吹塑薄膜成型质量分析·····	(130)
第三节 塑料薄膜挤出成型辅机·····	(130)
一、牵引装置·····	(131)
二、冷却装置·····	(132)
三、人字板·····	(135)
四、卷取装置·····	(136)
五、辅机应用选择注意事项·····	(137)
第四节 塑料薄膜的挤出成型·····	(145)
一、聚乙烯(PE)薄膜的挤出成型·····	(145)
二、聚丙烯(PP)薄膜的挤出成型·····	(165)
三、聚氯乙烯(PVC)薄膜的挤出成型·····	(175)
四、聚苯乙烯(PS)薄膜(片)的挤出成型·····	(183)
五、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)薄膜的 挤出成型·····	(188)
第五节 挤出吹塑成型薄膜生产操作注意事项·····	(190)
第六节 挤出吹塑成型薄膜质量问题分析·····	(193)
第七节 挤出机的生产操作·····	(195)
一、进厂挤出机的验收试车·····	(196)
二、挤出机验收试车注意事项·····	(201)
三、挤出机吹塑薄膜生产操作·····	(202)
第八节 挤出机的维护保养·····	(205)

第四章 塑料薄膜的压延成型	(207)
第一节 概述	(207)
一、压延成型薄膜特点.....	(207)
二、压延聚氯乙烯薄膜性能特征.....	(207)
三、聚氯乙烯压延薄膜用途.....	(208)
第二节 聚氯乙烯压延成型薄膜用设备	(209)
一、压延成型聚氯乙烯薄膜生产工艺顺序.....	(209)
二、压延法成型聚氯乙烯薄膜生产线.....	(209)
三、压延机.....	(213)
四、压延机生产线上的辅机.....	(254)
第三节 聚氯乙烯薄膜压延成型工艺	(303)
一、聚氯乙烯薄膜的压延成型生产工序.....	(303)
二、压延机类型的选择.....	(303)
三、聚氯乙烯薄膜压延成型配方.....	(305)
四、聚氯乙烯薄膜压延工艺.....	(308)
五、聚氯乙烯硬片压延工艺.....	(311)
第四节 压延机的生产操作	(324)
一、压延机试车.....	(325)
二、压延机生产操作顺序.....	(334)
三、压延机生产操作注意事项.....	(336)
第五节 压延机主要零部件的维护保养	(338)
一、辊筒、辊筒轴承及其润滑系统的保养.....	(338)
二、传动系统的保养.....	(340)
三、液压系统的维护保养.....	(342)

第五章 聚偏氟乙烯压电薄膜的成型与应用·····	(344)
第一节 概述·····	(344)
第二节 聚偏氟乙烯树脂·····	(345)
一、聚偏氟乙烯树脂的主要特性·····	(345)
二、聚偏氟乙烯树脂的用途·····	(346)
第三节 聚偏氟乙烯制品的性能·····	(347)
一、一般物理力学性能·····	(347)
二、热性能·····	(349)
三、电性能·····	(349)
四、对气候和紫外光照射影响的稳定性·····	(351)
五、光学性质·····	(351)
六、耐核辐射性·····	(351)
七、耐化学性·····	(353)
第四节 聚偏氟乙烯的成型加工·····	(353)
一、聚偏氟乙烯树脂成型制品方法·····	(355)
二、聚偏氟乙烯树脂成型加工应注意事项·····	(357)
第五节 聚偏氟乙烯薄膜(片)的挤出成型·····	(358)
一、聚偏氟乙烯薄膜(片)挤出成型用设备·····	(358)
二、挤出成型聚偏氟乙烯薄膜(片)工艺温度·····	(359)
三、聚偏氟乙烯薄膜(片)的质量要求·····	(360)
第六节 聚偏氟乙烯压电薄膜的性能与应用·····	(360)
一、聚偏氟乙烯压电薄膜的性能·····	(360)
二、聚偏氟乙烯压电薄膜的应用·····	(364)
第七节 聚偏氟乙烯压电薄膜的制造·····	(372)
一、聚偏氟乙烯压力薄膜的几种制造方法·····	(372)
二、聚偏氟乙烯薄膜的拉伸·····	(375)
三、聚偏氟乙烯薄膜的极化·····	(377)

四、聚偏氟乙烯压电薄膜拉伸后的退火处理·····	(379)
五、聚偏氟乙烯压电薄膜电极金属层的蒸镀·····	(380)
第八节 聚偏氟乙烯压电薄膜的质量要求·····	(387)
一、ZJ-2型准静态 d_{33} 测量仪·····	(388)
二、PVDF压电薄膜的厚度尺寸检测仪器·····	(389)
第九节 聚偏氟乙烯压电薄膜制造及应用	
参考资料·····	(390)
附录·····	(393)
参考文献·····	(395)

第一章 概 述

塑料薄膜是指以高分子合成材料为主要原料，与其他辅助原料按一定的比例均匀混合后，在塑料成型机械设备上成型为有一定厚度(厚度为 0.01 ~ 0.25mm)、宽度和无限长度的、表面平整、光滑而柔软的塑料制品。

一、塑料薄膜的用途

塑料薄膜的应用到处可见：农业生产中用来作地膜、大棚膜和各种农产品的包装；工业生产中用来作各种工业制品(机械零件、仪器仪表，家用电器等)的包装，人们日常生活中服装和食品的包装及防雨用具、玩具和装饰品等，各种材料表面(木材、钢材、纸等)用复合薄膜及具有特殊功能用途的透气膜、水溶膜、绝缘膜、压电薄膜和防辐射薄膜等，用途非常广泛。塑料薄膜在国民经济发展和人们日常生活中占有重要地位。

二、塑料薄膜成型材料

可用来成型塑料薄膜的高分子合成材料有：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯、聚苯乙烯、聚偏氯乙烯、聚酰胺、聚偏氟乙烯、聚碳酸酯和聚氨酯等树脂，其中，以聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯树脂的应用量最大，这三种原料生产的薄膜制品产品，占塑料薄膜总产量的 4/5 以上。

三、塑料薄膜的分类

塑料薄膜的品种分类没有统一的规定。通常人们习惯的分类方式有以下三种：

(1) 按塑料薄膜成型用原料分类：有聚乙烯薄膜、聚丙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜和聚酯薄膜等。

(2) 按塑料薄膜用途分类：有农用薄膜(这里根据农膜的具体用途，又可分为地膜和大棚膜)；包装薄膜(包装膜按其具体用途，又可分为食品包装膜和各种工业制品用包装膜等)及用于特殊环境、具有特殊用途的透气薄膜，水溶薄膜及具有压电性能的薄膜等。

(3) 按塑料薄膜的成型方法分类：有挤出塑化、然后吹塑成型的薄膜，称为吹塑薄膜；经挤出塑化，然后熔融料从模具口流延成型的薄膜，称为流延薄膜；在压延机上由几根辊筒辗压塑化原料制成的薄膜，称为压延薄膜。

四、塑料薄膜成型方法

塑料薄膜的成型方法，应用较多的是挤出成型和压延成型。挤出成型薄膜的生产方式，又分为挤出吹塑成型薄膜、挤出流延成型薄膜和挤出牵引成型薄膜三种生产成型方法。其中以挤出吹塑成型薄膜生产方法应用最多。

挤出成型薄膜三种方法不同之处是：挤出吹塑薄膜生产方式，是把经挤出机机筒塑化的熔融料，通过成型模具制成圆筒状膜坯挤出，然后向筒内吹入有一定压力的空气，把圆筒状膜坯塑料吹胀，达到生产要求的膜筒直径和厚度，经冷却定型成为薄膜制品。这种吹塑成型薄膜一般多用聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯树脂生产。

挤出流延成型薄膜的成型设备如图 1-1 所示。经挤出机机筒塑化后的熔融态原料，经成型模具挤出时，熔料呈液态状流出，成型模具控制流延料的宽度和厚度，然后流到均匀、平稳转动的冷却辊筒上，冷却定型后被剥离辊筒，成为挤出流延薄膜。挤出流延成型薄膜主要应用原料有：聚乙

烯、聚丙烯和聚酯等树脂。

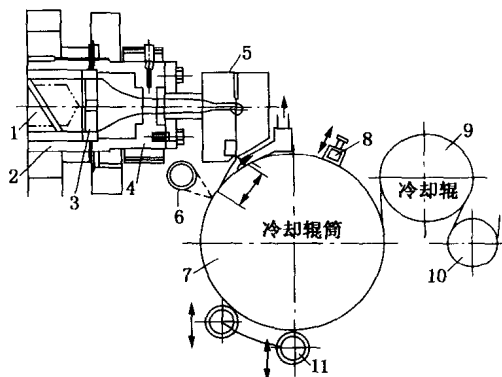


图 1-1 挤出流延薄膜的成型设备

- 1—挤出机螺杆；2—挤出机机筒；3—过滤网和多孔板；
4—模具连板；5—成型模具；6—冷却吹风装置；7—冷却辊筒；
8—清辊装置；9—冷却辊；10—导辊；11—硅橡胶压辊

挤出牵引成型薄膜或片的设备如图 1-2 所示。多采用衣架式成型模具，控制成型薄膜或片的宽度和厚度(生产较宽的片制品用支管式或螺杆分配式成型模具)。模具前面辊筒加工精度较高，既能牵引从模具唇口挤出的膜片平稳匀速

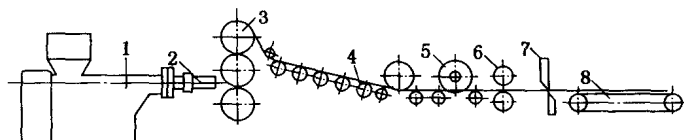


图 1-2 挤出牵引方法成型膜片用设备结构示意图

- 1—挤出机；2—成型模具；3—牵引压光辊；4—冷却辊组；
5—切边装置；6—牵引装置；7—切断装置；8—输送片装置

运行,又能使膜片在辊筒上冷却定型。这种生产方式可用聚氯乙烯和聚偏氟乙烯树脂成型薄膜和片材。用于生产较薄的薄膜时,图1-2中的压光辊可用两辊,冷却辊数量也可减少,切边装置后可直接进行收卷。

压延法成型塑料薄膜,是用压延机把已经预塑化好的熔融料,用几根辊筒辗压延伸成有固定厚度和宽度的塑料薄膜,然后经剥离、冷却定型,成为塑料薄膜。这种方法成型的塑料薄膜主要用料是聚氯乙烯树脂,也可用ABS和烯烃类树脂成型压延薄膜,不过应用很少。

(一) 压延与挤出法成型薄膜比较

1. 压延法成型塑料薄膜特点

① 压延法生产的塑料薄膜工作强度高、质量好;薄膜的厚度误差很小。

② 生产薄膜的产品质量与压延辊筒的加工精度有直接关系,要求辊筒有足够的工作强度,辊筒的工作面要进行精细加工,表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.025\mu\text{m}$ 。

③ 压延机生产塑料薄膜工作速度比较高,辊筒面的线速度可达 $60 \sim 100\text{m/min}$ 。

④ 压延机生产薄膜规格:目前国内厚度为 $0.05 \sim 0.70\text{mm}$,宽度为 2300mm 左右。

⑤ 压延机生产线占地面积大;设备多而结构较复杂;项目投资大,投产时间较长。

⑥ 压延机需要由技术水平较高的操作工操作;设备维修较复杂。

2. 挤出法成型塑料薄膜特点

① 挤出法成型塑料薄膜用设备生产线占地面积较小,设备结构比较简单,项目投资少,投入生产时间短,经济效

益较好。

② 挤出法成型薄膜，采用吹塑成型时制品为圆筒状，其厚度和宽度比较容易控制。

③ 挤出法成型薄膜用设备操作较简单，生产塑料薄膜技术比较好掌握。

④ 薄膜制品呈圆筒状，成品不用切边，很少产生废料。

⑤ 薄膜制品的幅宽可达 10m 以上。

⑥ 挤出吹塑法成型的塑料薄膜工作强度要比压延法生产的薄膜强度低些，厚度偏差也比较大，产品质量不够稳定。

(二) 塑料薄膜的拉伸生产

塑料薄膜的拉伸生产，在压延机生产线上或专用拉伸机上进行。拉伸的方式有单向拉伸和双向拉伸。单向拉伸是指把膜坯的纵向或横向拉伸，双向拉伸是指把膜的纵向和横向都进行拉伸。

单向拉伸塑料薄膜，目前在压延机生产线上应用较多。方法是把压延机辊筒上成型的聚氯乙烯膜坯，从辊筒面上剥离后引入拉幅机上(此时膜坯温度在玻璃化温度以上，熔融温度以下)，膜坯两端被平稳运行的输送带上下夹紧，随着膜坯两端输送带水平运行距离的逐渐加大而把被输送带夹紧的膜坯横向拉宽，经降温定型后卷取。这种用工作面尺寸较小的辊筒生产膜坯，然后通过拉伸达到能生产宽幅薄膜的方法，既经济又较方便。

能够采用单向拉伸的膜坯有聚丙烯膜、高密度聚乙烯膜和聚氯乙烯膜。

双向拉伸薄膜一般都在专用拉伸机上进行。被拉伸的膜坯先引入多辊组成的纵向拉伸辊筒上，辊筒体内通蒸汽加

热，膜被辊筒牵引向前运行。由于每根辊筒的速度是逐渐递增，则辊筒之间的速度差把膜坯纵向拉伸。膜通过纵向拉伸辊组后，进入横向拉伸烘箱，脱离纵向拉伸的膜两端被夹子夹紧，由夹子牵引向前运行。随着被拉伸膜两端夹紧夹子的运行轨道距离的逐渐扩大而把膜坯又横向拉伸，进入高温定型段，然后离开烘箱，在室温条件下运行一段距离被卷取。

这种用多根加热辊筒，每根辊筒的旋转速度逐渐提高，而把膜片进行纵向拉伸的方式，也称作膜片的多点拉伸法。对于膜片的纵向拉伸，还有一种如图 1-3 所示的装置。在纵向拉伸辊组中，分为两个部分，前一部分辊组为慢速辊，引导被拉伸膜向前运行，同时被有一定温度的辊面加热；后一部分辊组为快速辊组，被拉伸膜片在快、慢速辊间被拉伸（见图中 2、3 辊）。两辊的转速差就是被拉伸膜的纵向拉伸倍数。这种拉伸膜片的方式也可称作点拉伸。

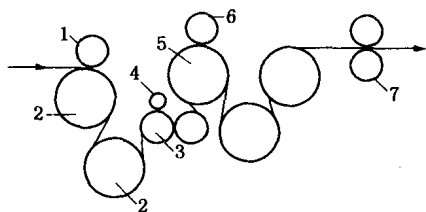


图 1-3 纵向(单向)拉伸辊组的布置示意图

- 1—橡胶压辊；2—预热拉伸慢速辊；3—拉伸快速辊；4—橡胶压辊；
5—牵引导辊；6—橡胶压辊；7—牵引辊

能够进行双向拉伸的膜片，可用聚氯乙烯、聚丙烯、聚酯、聚苯乙烯、聚乙烯和聚酰胺等树脂挤塑成型。