



塑料制品与加工丛书
SULIAO ZHIPIN YU JIAGONG CONGSHU

SULIAO BAOMO
ZHIPIN YU JIAGONG

塑料薄膜 制品与加工

崔春芳 王雷 主编



化学工业出版社



塑料制品与加工丛书
SULIAO ZHIPIN YU JIAGONG CONGSHU

SULIAO BAOMO
ZHIPIN YU JIAGONG

塑料薄膜 制品与加工

崔春芳 王雷 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统阐述了薄膜材料与薄膜技术的基本理论和基本知识，重点介绍了薄膜材料、生产配方举例与加工技术要求、新型塑料包装薄膜制品与加工、聚偏氟乙烯压电薄膜制品与加工、食品用塑料薄膜制品与加工、农用塑料薄膜制品与加工、塑料薄膜的测试与制品标准汇编等。

本书除了适于从事塑料包装材料一线及生产、检测工程技术人员阅读外；也适合从事塑料包装制品成型技术与塑料材料研究生产企业、科研单位、管理等部门工程技术人员阅读参考，同样适于高等院校塑料工艺专业学生和教师教学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料薄膜制品与加工/崔春芳, 王雷主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.5
(塑料制品与加工丛书)
ISBN 978-7-122-13745-6

I. 塑… II. ①崔…②王… III. 塑料薄膜-加工
IV. TQ320.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 039342 号

责任编辑: 夏叶清 翁靖一
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
710mm×1000mm 1/16 印张 28 $\frac{3}{4}$ 字数 542 千字 2012 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

丛书编委会

主任：童忠东

副主任：欧玉春 陈海涛 吕仙贵

委员：王雷 吕仙贵 李斐隆 李红元 许霞

刘殿凯 於林辉 杨经涛 欧玉春 陈海涛

童忠东 崔春芳 奚志刚 谢义林

丛书序

塑料是近年来我国飞速发展的一类加工材料，它广泛地应用于国民经济的各个领域，在国防军事、农业、工业、建筑、包装及人们日常生活中已成为重要的材料，并发挥着越来越重要的作用。

2011年中国塑料消费量已经达到6000万~8000万吨，是名副其实的塑料大国。快速发展的塑料产业需要新技术的支撑，在国家“十二五”发展规划之中，把科技创新带动产业发展提到了空前的高度。为了推动塑料领域科技成果的转化，以塑料新材料、新技术、新装备来促进塑料产业化发展，我们编写了《塑料制品与加工》丛书，有利于推动先进高分子材料健康有序的发展，优化产业结构，沟通读者实现信息交流，且能够满足先进高分子产业集群人员的知识需求，切实把科技创新与技术资源优势转化为经济优势，为企业解决一些技术难题。

丛书共分七册，包括《塑料薄膜制品与加工》、《塑料管材与加工》、《塑料板材与加工》、《塑料异型材与加工》、《发泡塑料制品与加工》、《塑料建筑材料与加工》、《塑料弹性材料与加工》。

出版这套丛书的目的是为了有效地推动塑料材料的制品与加工和技术研究领域的发展步伐，从而促进我国经济发展。从前瞻性、战略性和基础性来考虑，目前应更加重视塑料材料的应用技术与产业化前景的研究。因此，该丛书的特点是以技术性为主，兼具科普性和实用性，同时体现前瞻性。

为了帮助广大读者比较全面地了解该领域的理论发展与技术进步，我们在参阅大量文献资料的基础上组织编写了《塑料制品与加工》丛书，相信本丛书的出版对广大从事塑料新材料制品与加工和开发研究的科技人员会有所帮助。

丛书编委会

前 言

塑料薄膜是塑料制品应用中的最大领域之一。2010年塑料薄膜材料产量超过300万吨,约占包装材料总产量的1/4,居各种包装材料之首。各种化工产品、合成树脂、原盐、矿产品等包装已大量采用塑料薄膜包装袋,还有饮料、洗涤用品、化妆品、化工产品等在中国迅速发展,必不可少的复合膜、包装膜等塑料薄膜材料也有很大的需求。因食品和药品是国计民生大宗重要物资,相应的塑料薄膜材料包装需求十分旺盛,中国药用塑料薄膜材料的增长速度已位居世界八大药物生产国榜首。

全球经济发展,进一步促进了中国内需和对外贸易的发展,将拉动BOPP(双向拉伸聚丙烯膜)及塑料软包装制品进入新一轮市场需求的高增长期。据业内人士估计,2011年中国BOPP薄膜市场达到250万吨,年均增长在20%以上。软包装行业的发展为BOPP行业发展提供了良好的市场机遇。

塑料薄膜材料进入包装领域有近百年的历史,但在大多数国家的应用则始于第二次世界大战之后。20世纪70年代以来,塑料薄膜材料在包装领域迅速崛起,其发展速度大大超过了传统包装材料,并在此后一直保持6%~7%的较高年增长率。塑料薄膜材料的快速增长,得益于它的一系列优点已为越来越多的人所认识,例如安全、清洁、卫生、透明、质轻、耐冲击、成本低廉、节约能源等。迄今为止,塑料薄膜材料已经成为消耗量仅次于纸类的重要包装材料。

塑料薄膜材料有很多方面的用途,其独特优势就在于塑料包装方面。预计,“十二五”期间,中国将成为塑料薄膜材料增长最快的地区,到2050年中国将会成为世界上最大的塑料薄膜包装材料市场。

塑料薄膜材料与包装制品也是近年来我国飞速发展的一类加工材料,它广泛地应用于国民经济的各个领域,在国防军事、农业、工业、建筑、包装及人民日常生活中已成为重要的材料与加工方式,并发挥着越来越重要的作用。

全书共分七章,系统阐述了薄膜材料与薄膜技术的基本理论和基本知识,重点介绍了薄膜材料、生产配方举例与加工技术要求、新型塑料包装薄膜制品与加工、聚偏氟乙烯压电薄膜制品与加工、食品用塑料薄膜制品与加工、农用塑料薄膜制品与加工、塑料薄膜的测试与制品标准汇编。

本书可供从事塑料制品加工人员、塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员和相关专业的教学人员阅读参考。也可为薄膜厂(公司)、农

膜厂、地膜厂、薄膜制品厂、塑料厂（公司）、塑胶厂；农资公司、包装厂、化工厂、镀膜厂（公司）、树脂厂、薄膜开关厂、薄膜器件厂等提供参考。

在本书编写过程中，得到许多塑料包装材料前辈和同仁的热情支持和帮助，他们对本书内容提出了宝贵意见，并提供部分相关资料。欧玉春、童忠东等参加了本书的编写与审核，荣谦、沈永淦、崔春玲、王书乐、郭爽、丰云、蒋洁、王素丽、王瑜、王月春、韩文彬、俞俊、周国栋、朱美玲、方芳、高巍、高新、周雯、耿鑫、陈羽等同志为本书的资料收集和编写付出了大量精力，在此一并致谢！

由于我们水平有限，收集的资料挂一漏万在所难免，虽认真编审，恐有遗漏和欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011年12月

目 录

第一章 概论	1
第一节 概述	1
一、薄膜的定义及特性	1
二、塑料薄膜的分类及用途	3
三、塑料薄膜的品种规格与成型材料性质	4
四、塑料薄膜的成型方法	6
第二节 塑料薄膜的结构和性能与工艺实例	8
一、低密度聚乙烯薄膜(LDPE)	9
二、高密度聚乙烯薄膜(HDPE)	13
三、线型低密度聚乙烯(LLDPE)	16
四、极低密度聚乙烯和超低密度聚乙烯	20
五、聚丙烯	20
六、聚丙烯共聚物	27
第三节 塑料薄膜的形态	27
第四节 塑料薄膜的流变性能	28
一、高密度聚乙烯	28
二、线型低密度聚乙烯	28
三、极低密度聚乙烯和超低密度聚乙烯	29
四、长支链低密度聚乙烯	29
五、聚丙烯	30
第五节 吹塑薄膜生产技术与吹膜成型工艺	30
一、概述	30
二、多层共挤吹膜生产设备技术特点	31
三、挤出机的性能	34
四、螺杆设计	35
五、霜白线和吹胀比	35
六、流延薄膜生产	36
七、薄膜的拉伸	37
八、聚合物薄膜表面性能	39
九、塑料薄膜表面改性	40

十、聚烯烃内添加剂	43
十一、聚乙烯薄膜吹膜成型工艺	44
第二章 薄膜材料、生产配方与加工技术要求	46
第一节 聚乙烯薄膜	46
一、低密度聚乙烯薄膜(LDPE)	46
二、高密度聚乙烯薄膜(HDPE)	53
三、线型低密度聚乙烯(LLDPE)	55
第二节 聚氯乙烯薄膜	80
一、概述	80
二、聚氯乙烯(PVC)配方设计	81
三、聚氯乙烯薄膜工业化生产方法与制品成型加工	86
四、聚氯乙烯(PVC)压延薄膜配方设计	89
五、聚氯乙烯(PVC)吹塑薄膜配方设计	94
六、聚氯乙烯医用薄膜	95
七、软质聚氯乙烯印花薄膜	96
八、聚氯乙烯自黏食品包装膜	97
九、软质聚氯乙烯吹塑薄膜	98
十、聚氯乙烯防锈收缩膜	99
十一、聚氯乙烯木纹膜	100
十二、聚氯乙烯夹网膜	102
十三、聚氯乙烯热收缩包装薄膜	102
十四、软质聚氯乙烯流滴消雾耐老化压延棚膜	104
十五、硬质聚氯乙烯透明包装薄膜	105
第三节 聚丙烯薄膜(PP)	106
一、概述	106
二、流延聚丙烯薄膜(CPP)生产工艺及其装备	107
三、下吹法生产薄膜技术	110
四、聚丙烯吹塑包装薄膜	113
五、聚丙烯挤出流延平膜	117
六、单向拉伸聚丙烯包装薄膜	118
七、双向拉伸聚丙烯薄膜	118
八、聚丙烯热收缩薄膜	120
九、真空镀铝用五层共挤流延聚丙烯平膜	120
十、聚丙烯发泡珠光薄膜	121
十一、聚丙烯微孔医用薄膜	122
十二、聚丙烯药物控释膜	122
十三、微孔滤膜(PP膜)	122

第四节 其他塑料薄膜	123
一、乙烯-醋酸乙烯共聚物吹塑薄膜	123
二、聚乙烯醇水溶性包装薄膜	123
三、流延法维尼纶薄膜	124
四、聚苯硫醚薄膜	125
五、吹塑法维尼纶薄膜	126
六、双向拉伸聚苯乙烯薄膜	128
七、改性聚苯乙烯吹塑薄膜	129
八、乙烯-醋酸乙烯共聚物 / 聚乙烯共混铸造用薄膜	130
九、乙烯-醋酸乙烯共聚物多功能三层复合吹塑棚膜	131
十、水溶性聚氧化乙烯包装薄膜	133
十一、聚偏氯乙烯乳液涂覆复合薄膜	133
十二、聚偏氯乙烯热收缩薄膜	134
十三、聚偏氯乙烯双向拉伸薄膜	134
十四、聚偏氯乙烯压电薄膜	136
十五、聚偏氯乙烯干式复合薄膜	137
十六、聚酯双向拉伸薄膜	138
十七、聚碳酸酯薄膜	139
十八、聚对苯二甲酸丁二醇酯包装薄膜	139
十九、聚萘二甲酸乙二醇酯包装薄膜	140
二十、聚芳酯薄膜	140
二十一、尼龙 6 热收缩薄膜	141
二十二、尼龙薄膜	142
二十三、尼龙 6 肠衣膜	143
二十四、聚酰亚胺薄膜	144
二十五、聚四氟乙烯薄膜	146
二十六、聚四氟乙烯生料带	147
二十七、电化铝烫金塑料膜	149
二十八、虹彩薄膜	150
二十九、醋酸纤维素包装用薄膜	151
三十、BOPP / PE / Al / PE 多层复合榨菜包装膜	151
三十一、烧伤植皮用塑料膜	152
三十二、真空镀铝塑料膜	152
三十三、聚酯录音、录像带基膜	153
三十四、抗菌性功能薄膜	154

第三章 新型塑料包装薄膜制品与加工

第一节 概述	156
--------------	-----

一、塑料薄膜材料的性能与选择	156
二、包装用塑料薄膜的常用原料	157
三、阻透性塑料包装薄膜	159
四、包装用塑料薄膜的生产和成型方法	162
五、包装用塑料薄膜新工艺及应用	169
六、CPP 薄膜的生产工艺和生产设备与应用	174
七、绿色包装用塑料薄膜的新进展	177
八、欧洲新型塑料包装薄膜	178
九、新型的 POE 热缩包装发展前景	182
第二节 BOPP 功能性薄膜开发生产与新工艺	183
一、概述	183
二、BOPP 专用树脂的性能要求	184
三、国产 BOPP 功能性薄膜开发	184
四、国产 BOPET 薄膜新工艺与创新技术	187
第三节 高阻隔性软包装薄膜材料与新工艺	187
一、概述	187
二、PVDC(聚偏二氯乙烯)	188
三、尼龙类包装材料	189
四、无机氧化物镀覆薄膜	189
五、塑料阻气包装层压材料	189
六、绿色高阻隔包装材料趋势	190
七、GL 薄膜为高阻隔包装提供新方案	190
第四节 液体软塑料包装膜的特点与新工艺	191
一、液体软塑料包装膜的特点	191
二、CPP 膜、CPE 膜	192
三、MLLDPE 树脂	192
四、盖膜内层材料	193
五、共挤膜	193
六、微米薄型聚酯膜	194
七、纳米抗菌复合包装膜	194
第五节 新型的塑料包装薄膜材料的应用	195
一、缠绕膜和塑料薄膜	195
二、拉伸缠绕膜的应用领域	197
三、热收缩膜与缠绕膜的区别	197
四、热收缩膜	197
五、共挤薄膜	201
六、可食性薄膜	201
七、可降解薄膜	201
八、水溶性薄膜	201

九、其他收缩膜原理/优点/区别/制作流程	202
第六节 新型的复合塑料包装材料的应用	205
一、概述	205
二、复合薄膜包装材料	206
三、LDPE、LLDPE 树脂和膜举例	208
四、含镀铝涂层的复合包装材料举例	209
五、多层复合材料技术	209
六、多层共挤复合高阻隔薄膜	212
第七节 塑料薄膜的干法复合工艺	214
第四章 聚偏氟乙烯压电薄膜制品与加工	220
第一节 聚偏氟乙烯树脂	220
一、聚偏氟乙烯树脂的主要特性	221
二、聚偏氟乙烯树脂的用途	222
第二节 聚偏氟乙烯压电薄膜的品种规格	222
一、聚偏氟乙烯(PVDF)超微粉的品种规格	222
二、PVDF 压电膜品种技术规格指标	224
第三节 典型的聚偏氟乙烯制品的性能	225
一、一般物理及力学性能	225
二、热性能	226
三、电性能	226
四、对气候和紫外光照射影响的稳定性	226
五、光学性质	227
六、耐核辐射性	228
七、耐化学性	228
第四节 聚偏氟乙烯(PVDF)膜分离材料特性	228
一、概述	228
二、PVDF 膜分离材料特性	229
三、PVDF 膜的实用特性	229
第五节 VDF 与 PVDF 的生产制备方法及实例	230
一、VDF 的生产技术	230
二、PVDF 的生产技术	230
三、膜材料是核心技术要素	231
第六节 聚偏氟乙烯的成型加工	232
一、聚偏氟乙烯树脂成型制品方法	233
二、聚偏氟乙烯树脂成型加工应注意事项	235
第七节 聚偏氟乙烯薄膜(片)的挤出成型	235
一、聚偏氟乙烯薄膜(片)挤出成型用设备	235

二、挤出成型聚偏氟乙烯薄膜(片)工艺温度	236
三、聚偏氟乙烯薄膜(片)的质量要求	236
第八节 聚偏氟乙烯压电薄膜的性能、制造与应用	237
一、概述	237
二、聚偏氟乙烯压电薄膜的性能	240
三、聚偏氟乙烯压电薄膜制造	242
四、聚偏氟乙烯压电薄膜的应用	243
第九节 聚偏氟乙烯压电薄膜的制造方法的工艺方案	250
一、聚偏氟乙烯压电薄膜的几种制造方法	250
二、聚偏氟乙烯薄膜的拉伸	252
三、聚偏氟乙烯薄膜的极化	253
四、聚偏氟乙烯压电薄膜拉伸后的退火处理	254
五、聚偏氟乙烯压电薄膜电极金属层的蒸镀	255
六、聚偏氟乙烯压电薄膜的质量要求	259
第十节 聚偏氟乙烯压电薄膜制造及应用	261
一、概述	261
二、PVDF 压电薄膜的优点	262
三、PVDF 压电薄膜的技术指标	262
四、先进的 PVDF 压电薄膜的应用	263
第五章 食品用塑料薄膜制品与加工	265
第一节 食品用软包装	265
一、食品用软包装发展特点	265
二、食品用塑料软包装薄膜的新工艺	265
三、食品用现代塑料软包装的调色方法	266
第二节 食品软包装单层膜的生产工艺、配方及应用	267
一、软包装单层膜概述	267
二、软包装单层膜的生产工艺和配方	271
三、热封用塑料薄膜的生产工艺和配方	280
四、表面改性的聚烯烃薄膜的生产配方(质量份)	286
五、保鲜膜的生产配方及应用	288
第三节 软包装复合膜的生产工艺、配方及应用	292
一、干式复合的生产工艺	292
二、湿式复合工艺和无溶剂复合工艺	296
三、挤出涂布复合膜及共挤出复合膜的生产工艺和结构配方	296
四、无菌包装膜袋的生产工艺及应用	302
五、高温蒸煮袋	305
六、胶黏带	308

七、热收缩包装薄膜的生产工艺和配方	312
八、缠绕包装膜的生产配方	315
九、防滑薄膜、气垫薄膜、气相防锈包装膜	317
十、复合软管包装	325
第四节 多功能多层共挤复合包装薄膜与设备	327
一、概述	327
二、多层复合薄膜的工艺技术对比	328
三、多层共挤复合——薄膜复合工艺的绿色革命	330
四、国外多层共挤吹塑薄膜设备	331
第五节 冷饮包装用珠光膜的特点及制作	335
一、珠光膜的特点及应用	335
二、珠光膜的印刷与复合	336
第六章 农用塑料薄膜制品与加工	339
第一节 概述	339
第二节 农用塑料薄膜的分类	340
一、农用地膜	340
二、棚膜	344
三、农牧用膜(农网)	347
四、农用包装膜和其他功能膜	348
第三节 农用塑料树脂性能及选材	349
一、概述	349
二、农用高聚物	350
三、农膜生产对基础树脂性能要求	350
四、新型农用塑料薄膜组成	352
五、农用塑料薄膜基础树脂原料	354
六、农用塑料薄膜的选择和养护	356
第四节 农膜用配套材料与大棚覆盖技术及应用实例	359
一、大棚用骨架	359
二、压膜线	359
三、农用棚膜超声波焊接工艺	360
四、塑料大棚覆盖技术	361
五、广东塑料薄膜地面覆盖蔬菜技术应用实例	363
第五节 农用塑料薄膜在田间作业上的应用实例	367
一、地面大棚覆盖	367
二、塑料大棚的应用	370
三、温室栽培	371
四、农网	374

五、风障	375
六、人造土壤	375
第六节 塑料农膜环境与利用	377
一、农膜与环境利用	377
二、环境与大棚膜的影响因素	377
三、农膜薄型化加工与关键技术的因素	385
四、高性能树脂的国产化与关键技术的因素	387
五、废农膜利用	387
六、再生农膜利用实例	391
第七章 塑料薄膜的测试标准	393
第一节 塑料薄膜的测试	393
一、概述	393
二、对测试方法的要求	393
三、塑料薄膜的性能	395
四、力学性能测试	395
五、动态力学性能	399
六、物理性能、化学性能和物理化学性能测试	400
七、塑料薄膜的标准规范	406
第二节 原材料及产品质量的检测方法	408
一、原材料性能的检测方法	408
二、双向拉伸塑料薄膜性能的测定方法	412
三、软包装的复合膜粘接力的测定	416
第三节 聚烯烃薄膜性能的测定方法	419
一、力学性能	419
二、显微分析	422
三、热分析	423
四、红外光谱	424
第四节 塑料制品硬度检测试验	425
一、概述	425
二、检测试验顺序	425
三、检测试验法	426
四、塑料软包装溶剂残留检测有新规定	427
五、降解塑料的标准及试验评价方法	427
六、降低聚氨酯预聚体的黏度的方法	428
第五节 塑料薄膜实用标准规范	429
第六节 薄膜试验方法标准规范	429
第七节 吹塑膜阻隔层厚度的精确测定	430

一、概述·····	430
二、阻隔薄膜厚度扫描仪·····	431
三、阻隔层厚度的精确测定·····	431
第八节 乳品包装的卫生要求及其检测 ·····	432
一、概述·····	432
二、包装材料的卫生要求·····	432
三、印刷油墨的卫生要求·····	432
四、卫生指标的检测方法·····	433
第九节 包装材料塑料薄膜性能的测试方法 ·····	434
一、概述·····	434
二、规格、外观·····	435
三、力学性能·····	435
四、阻隔性能·····	437
五、包装材料阻隔性检测·····	438
六、卫生性能·····	440
七、其他性能·····	441
参考文献 ·····	442

· 第一章 ·

概 论

第一节 概 述

薄膜是聚合物的一种二维形式，其特征是表面积与体积比很大。薄膜要有阻透性，能阻挡任何欲进入其内的污染物质，防止所需的物质溢出，即抗扩散性。

薄膜很薄，所以必须有很高的力学性能如拉伸强度、冲击性能和撕裂强度。薄膜的力学性能通常取决于分子结构、摩尔质量和摩尔质量分布。薄膜的可视性常常很重要，因此要求其雾度要低。这些是薄膜的主要性能。

人们常常要求薄膜提高所包装的物体的外观质量，因此薄膜的表面性能如光泽度和印刷性就非常重要。印刷性与表面能有关，表面能高，才能实现润湿，保持优异的黏结性。改性可以使薄膜具有适宜的表面能。如果薄膜摩擦很小，也可以提高保护效果，这种性能称为滑爽性。用薄膜封装、保护物体时，需要提高对其自身或对物体的黏结作用，这种黏结作用简称为黏性。因此，聚合物必须流动以产生充分的黏结作用。

一、薄膜的定义及特性

从使用的原材料来分，有聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚酯（PET）、尼龙（PA）、茂金属塑料等；从加工工艺分，有吹塑薄膜、挤出膜、拉伸薄膜、压延薄膜、流延膜、多层复合膜、镀金属膜等；从用途分，有包装薄膜、农用薄膜、功能薄膜、降解薄膜、分离薄膜等。

塑料薄膜制造指用于农业覆盖，工业、商业及日用包装薄膜的制造。

包括：

- (1) 工业用薄膜 吹塑薄膜、压延薄膜、拉伸薄膜、流延膜等；
- (2) 农业用棚膜、地膜等；
- (3) 包装用薄膜（包括药用包装复合膜、食品包装复合膜等）。

不包括：

- (1) 各种塑料复制品（如用塑料薄膜制成的雨衣等）的生产，列入日用塑料