

PLASTIC

塑料包装薄膜 成型与实例

韩永生 编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料包装薄膜成型与实例

韩永生 编



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

塑料包装薄膜成型与实例/韩永生编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 8
ISBN 7-5025-7632-0

I. 塑… II. 韩… III. 包装材料-塑料薄膜-生产工艺 IV. ①TB484.3②TQ320.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 103256 号

塑料包装薄膜成型与实例

韩永生 编

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 李 玥

责任校对: 顾淑云

封面设计: 潘 峰

*

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)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

http: //www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9% 字数 252 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7632-0

定 价: 20.00 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

前 言

塑料是五大现代包装材料中最重要的材料，塑料薄膜作为软包装材料具有质轻、柔软、生产时废料少、占有空间小、成本低和性价比高等优点，因而具有比硬包装更强的竞争力。

随着材料和加工技术的不断提高，塑料软包装已经遍布生产生活的许多领域，人们生活已经离不开购物袋、商品袋、垃圾袋、冰箱保鲜袋；而工业品包装、家庭日用品包装、服装包装、药品包装也大量地采用塑料包装薄膜。

本书主要介绍了各种塑料薄膜的加工技术，包括各种适于加工包装用薄膜的塑料材料，以及塑料薄膜的成型设备。并对各种单膜和复合薄膜的成型工艺、常见故障原因及排除进行了详细介绍，并介绍了塑料薄膜的应用和鉴定方法，最后一章列举了大量塑料薄膜的成型实例。在编写时力求做到通俗易懂，深入浅出，不过多涉及有关专业理论。但要做到理论与实践密切结合。本书可供从事塑料包装薄膜生产的相关技术人员参考。

本书在编写过程当中，参考了大量的相关资料，在此向各位参考资料的作者表示谢意！

由于编者水平有限，书中的疏漏和错误在所难免，恳请读者批评指正。多提宝贵意见，使之不断地修订与完善。编者在此表示谢意。

编 者

2005年7月

内 容 提 要

本书是介绍塑料包装薄膜加工生产技术和工艺的实用技术读物，主要介绍了各种塑料薄膜的加工技术，包括各种适于加工包装用薄膜的塑料材料，以及塑料薄膜的成型设备。并对各种单膜和复合薄膜的成型工艺、常见故障原因及排除进行了详细介绍，并介绍了塑料薄膜的应用和鉴定方法，最后一章列举了大量塑料薄膜的成型实例。

本书通俗易懂，深入浅出，不过多涉及有关专业理论，但做到理论与实践密切结合。可供从事塑料包装薄膜生产的相关技术人员参考，也可供从事包装专业教学的大中专院校师生参考。

目 录

第 1 章 塑料包装薄膜概况	1
1.1 塑料薄膜包装的特点	1
1.2 塑料包装薄膜的应用现状及发展趋势	2
第 2 章 塑料包装薄膜用原材料	9
2.1 聚乙烯	9
2.2 聚丙烯	12
2.2.1 均聚聚丙烯	12
2.2.2 无规共聚聚丙烯	14
2.3 乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	14
2.4 聚氯乙烯	16
2.5 聚偏氯乙烯	18
2.6 乙烯-乙烯醇共聚物	20
2.7 聚苯乙烯	22
2.8 聚酰胺	23
2.9 聚乙烯醇	25
2.10 聚对苯二甲酸乙二醇酯	27
第 3 章 塑料包装薄膜成型设备	29
3.1 挤出机及其辅机	29
3.1.1 挤出机	29
3.1.2 塑料薄膜挤出机生产线的组成	30
3.1.3 塑料挤出机工作原理	30
3.1.4 挤出机挤出系统的组成	31
3.1.5 单螺杆挤出机的生产能力的简易测算	33

3.1.6	单螺杆挤出机的功率	34
3.1.7	单螺杆挤出机的主要技术参数	35
3.2	单螺杆挤出机的结构	37
3.2.1	挤压系统	39
3.2.2	传动系统	54
3.2.3	加料系统	56
3.2.4	加热冷却系统	61
3.3	挤出机的安装与验收	68
3.3.1	挤出机开箱验收	68
3.3.2	挤出机生产线位置选择	68
3.3.3	挤出机的基础与安装	69
3.3.4	挤出机验收试车	71
3.3.5	挤出机的操作	74
3.4	挤出设备的维护保养与维修	76
3.4.1	设备管理内容	76
3.4.2	正确合理地使用设备的原则	77
3.4.3	挤出机生产操作中的维护与保养	78
3.4.4	塑料挤出机的易损件及常用备件	79
3.4.5	挤出机的维修	80
第4章	塑料薄膜成型工艺	84
4.1	挤出吹塑薄膜	84
4.1.1	挤出吹塑薄膜成型方式	85
4.1.2	挤出机的选择	86
4.1.3	螺杆的选择	87
4.1.4	机头结构	88
4.1.5	挤出吹膜辅机	91
4.2	聚乙烯薄膜生产工艺及故障排除	98
4.2.1	挤出机的选择	99
4.2.2	螺杆的选择	99
4.2.3	聚乙烯薄膜挤出吹塑工艺与故障排除	99

4.3	聚丙烯薄膜生产工艺	101
4.3.1	挤出机的选择	102
4.3.2	螺杆的选择	102
4.3.3	聚丙烯薄膜挤出吹塑成型工艺参数	102
4.4	挤出流延薄膜	103
4.4.1	挤出流延薄膜概述	103
4.4.2	多层共挤流延薄膜	109
4.5	双向拉伸薄膜	118
4.5.1	双向拉伸薄膜工艺流程与生产设备	120
4.5.2	双向拉伸薄膜生产工艺	121
4.5.3	双向拉伸薄膜生产中的不正常现象、原因分析及 解决方法	121
4.6	单向拉伸扭结膜	125
4.6.1	工艺流程与生产设备	125
4.6.2	单向拉伸扭结膜生产工艺	126
4.6.3	管膜法单向拉伸 HOPE 扭结膜生产中的不正常 现象、原因分析及解决方法	126
4.6.4	扭结膜的质量标准	126
第5章	干法复合薄膜成型	128
5.1	干法复合薄膜的常用材料的要求及检验	128
5.1.1	干法复合薄膜的基材	128
5.1.2	干法复合包装用黏合剂	132
5.2	双组分干法复合黏合剂的使用	138
5.2.1	双组分聚氨酯黏合剂的配制	138
5.2.2	双组分聚氨酯黏合剂涂胶量的确定及测量	142
5.3	干法复合工艺控制	146
5.3.1	干法复合的操作要点	146
5.3.2	干法复合工艺的关键控制点	147
5.3.3	高温蒸煮袋复合要点	158
5.3.4	事后检测及分析	159

5.4	干法复合中出现的主要问题与对策	160
5.5	干法复合薄膜特殊故障分析	166
5.5.1	镀铝膜复合质量的控制	166
5.5.2	水分对干法复合的影响	171
5.5.3	油墨对复合质量的影响	173
5.5.4	干法复合打皱卷边成因及对策	174
5.5.5	干法复合粘边故障诊断	176
5.6	干法复合机的保养要点	179
第6章	其他复合薄膜成型	181
6.1	挤出复合	181
6.1.1	挤出复合用 AC 剂	182
6.1.2	挤出复合的机理	184
6.1.3	挤出复合设备	185
6.1.4	挤出复合的工艺控制	187
6.1.5	关于 EVA 挤出复合	190
6.1.6	挤出复合机的操作与维护	191
6.1.7	挤出复合中的主要问题及对策	194
6.2	无溶剂复合介绍	198
6.2.1	无溶剂复合概述	198
6.2.2	无溶剂复合的黏合剂	199
6.2.3	无溶剂复合设备的特点	201
6.2.4	无溶剂复合的工艺控制	203
6.2.5	无溶剂复合的产品性能	206
6.3	湿法复合介绍	207
6.3.1	湿法复合概述	207
6.3.2	湿法复合黏合剂	208
6.3.3	湿法复合的生产加工及故障排除	209
6.4	涂布复合工艺介绍	210
6.4.1	PVDC 涂布	211
6.4.2	冷封胶涂布	212

6.4.3 热熔胶涂布	213
第7章 塑料包装薄膜的性能	215
7.1 塑料包装薄膜的阻隔性	215
7.1.1 影响塑料包装材料阻隔性能的因素	216
7.1.2 改进塑料薄膜阻隔性的方法	217
7.2 塑料包装薄膜的卫生性	222
7.2.1 塑料树脂的卫生性	222
7.2.2 塑料助剂的卫生性	223
7.2.3 其他塑料添加剂的卫生性	225
7.3 塑料包装薄膜的化学稳定性	225
7.3.1 聚合物的光氧老化	225
7.3.2 聚合物的热氧老化	228
7.3.3 薄膜材料的耐化学性	228
7.4 其他性能	232
第8章 常用的各种塑料包装薄膜的应用	235
8.1 塑料单膜	235
8.1.1 聚乙烯包装薄膜	235
8.1.2 聚丙烯包装薄膜	235
8.1.3 聚酰胺包装薄膜	236
8.1.4 PVDC (聚偏氯乙烯) 薄膜	237
8.2 复合薄膜	237
8.3 塑料薄膜的缠绕及收缩包装膜	237
8.3.1 缠绕膜	237
8.3.2 收缩膜	238
第9章 薄膜包装袋简介	240
9.1 枕形袋	240
9.2 三边封口袋	240
9.3 四边封口袋	241
9.4 直立型袋	242
9.5 大容积袋和高强度袋	242

9.6 热封合	243
9.6.1 棒式封合	243
9.6.2 脉冲封合	244
9.6.3 带式封合	244
9.6.4 热金属丝或热刀封合	245
9.6.5 超声波封合和摩擦封合	245
9.6.6 直接加热封合和接触封合	245
9.6.7 辐射封合	246
9.6.8 高频封合	246
9.6.9 其他封合方法	246
9.6.10 封合效果评定	246
第10章 塑料的简易鉴定法	248
10.1 单层塑料的鉴别	248
10.2 复合包装薄膜的鉴别	251
第11章 包装薄膜成型实例	253
11.1 聚乙烯薄膜	253
11.1.1 透气性塑料薄膜	253
11.1.2 柑橘保鲜薄膜	254
11.1.3 液体包装膜	257
11.1.4 果蔬保鲜膜	261
11.1.5 液体饮料包装薄膜	263
11.1.6 黑白牛奶包装膜	264
11.1.7 高强度超薄液体包装膜	266
11.1.8 食品包装用茂金属聚乙烯 (mPE) 薄膜	269
11.2 聚丙烯薄膜	271
11.2.1 普通聚丙烯吹塑薄膜	271
11.2.2 聚丙烯吹塑薄膜	273
11.2.3 挤出流延薄膜	274
11.3 PVC 薄膜	277
11.3.1 PVC 果蔬保鲜膜	277

11.3.2	PVC 自粘保鲜膜	280
11.3.3	PVC 防锈收缩膜	282
11.3.4	PVC 热收缩膜	285
11.4	复合薄膜	290
11.4.1	PE/EVA 复合薄膜	290
11.4.2	冷冻食品包装用 HDPE/EVA 复合薄膜	291
11.4.3	LDPE/PA6 共混高阻隔薄膜	292
11.4.4	多层共挤流延薄膜	296
参考文献		300

第 1 章 塑料包装薄膜概况

1.1 塑料薄膜包装的特点

塑料薄膜包装材料与其他包装材料相比，有很多优点。

(1) 质轻、力学性能好 塑料的密度一般为 $0.9 \sim 2.0 \text{g/cm}^3$ ，只有钢的 $1/8 \sim 1/4$ ，铝的 $1/3 \sim 2/3$ ，玻璃的 $1/3 \sim 2/3$ ，按材料单位重量计算的强度比较高。制成同样容积的包装，使用塑料薄膜材料将比使用玻璃、金属材料轻得多，这对长途运输将起到节省运输费用、增加实际运输能力的作用。

塑料薄膜包装材料在其拉伸强度、刚性、冲击韧性、耐穿刺性等力学性能中，某些强度指标上较之金属、玻璃等包装材料差一些，但较纸材要高得多；且在包装行业中应用的塑料材料，某些特性可以满足包装的不同要求，如塑料良好的抗冲性优于玻璃，能承受挤压。

(2) 适宜的阻隔性与渗透性 选择合适的塑料薄膜材料可以制成阻隔性适宜的包装，包括阻气包装、防潮包装、防水包装、保香包装等，用来包装易因氧气、水分作用而氧化变质、发霉腐败的食品等材料。对某些蔬菜水果类生鲜食品，对包装要求有一定的气体和水分的透过性，以满足蔬菜水果的呼吸作用，用塑料薄膜制得的保鲜包装能满足上述要求。

(3) 化学稳定性好 塑料薄膜对一般的酸、碱、盐等介质均有良好的抗耐能力，足以抗耐来自被包装物（如食品中的酸性成分、

油脂等)和包装外部环境的水、氧气、二氧化碳及各种化学介质的腐蚀,这一点较之金属有很强的优势。

(4) 光学性能优良 许多塑料薄膜包装材料具有良好的透明性,制成包装袋等包装容器可以清楚地看清内装物,起到良好的展示、促销效果。

(5) 卫生性良好 纯的聚合物树脂几乎是没有任何毒性的,可以放心地用于食品包装。但个别树脂的单体(如聚氯乙烯的单体氯乙烯等)如果在用做食品包装容器时含量过高,超过一定浓度时,容易迁移到被包装的食品中,经食品进入人体后有一定的危害作用,如果在树脂聚合过程以及在树脂的后加工过程中尽量将单体控制在一定数量之下,另外要保证树脂在合成及加工过程中不使用对人体造成危害的添加剂,则可确保其卫生性。

(6) 良好的加工性能和装饰性 塑料薄膜包装制品可以用挤出等方法成型,还能很容易地染上美丽的颜色或印刷上装潢图案。塑料薄膜还可以很方便地在高速自动包装机上自动成型、灌装、热封,生产效率高。

塑料薄膜材料虽然有上述优点,但同时也有许多缺点,如强度和硬度不如金属材料高,耐热性和耐寒性比较差,材料容易老化等,这些缺点使得它们的使用范围受到限制。

1.2 塑料包装薄膜的应用现状及发展趋势

塑料薄膜包括单层薄膜、复合薄膜和薄片,这类材料做成的包装也称软包装,主要用于包装食品、药品等。单层薄膜的用量最大,约占薄膜的2/3,其余的则为复合薄膜及薄片。制造单膜最主要的塑料品种是低密度聚乙烯,其次是高密度聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯等。复合薄膜的基材主要有聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚酰胺、铝箔和镀铝薄膜等。

薄膜经电晕处理、印刷、裁切、制袋、充填商品、封口等工序

来完成商品包装。有的还需要在封口前，抽成真空或再充入氮气（或二氧化碳），以提高商品的货架寿命。薄膜经双轴拉伸热定型，制成收缩薄膜，这种膜有较大的内应力，包装商品后迅速加热到接近树脂的黏弹态，则薄膜会产生30%~70%的收缩，把商品包紧。

厚度为0.15~0.4mm的透明塑料薄片，经热成型制成吸塑包装，又称泡罩包装，在包装药片、药丸、食品或其他小商品方面已普遍应用。

目前，高性能、多功能性塑料薄膜材料正成为热点开发的包装材料。并已有部分产品投入了工业化生产。这类材料包括高阻隔性、选择透过性、耐热性以及能再封、易开封性等塑料薄膜材料。其中以高阻隔性、选择透过性和耐热的薄膜包装材料发展更为迅速。

(1) 高阻隔性塑料包装材料 高阻隔性塑料包装材料是随着食品工业的迅速发展而发展起来的，高阻隔包装材料在包装工业特别在食品包装行业获得了迅速发展和广泛应用。它对食品起到了保质、保鲜、保风味以及延长货架寿命的作用，保存食品的技术多种多样，像真空包装、气体置换包装、封入脱氧剂包装、食品干燥包装、无菌充填包装、蒸煮包装、液体热充填包装等。在这些包装技术中，许多都要使用到塑料包装材料，虽要求其具备多种性能，但重要的一点是都需具备良好的阻隔性。下面就各种常见软包装形态的阻隔性材料作些介绍。

比较常见的高阻隔性薄膜材料有如下几种。

① 聚偏氯乙烯(PVDC)类材料。聚偏氯乙烯(PVDC)树脂，常以单体材料或复合材料及共挤薄膜片使用，是使用最多的高阻隔性包装材料。PVDC涂覆薄膜的使用量也特别多。PVDC涂覆薄膜是使用聚丙烯(OPP)，聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)等作为基材的。由于纯的PVDC软化温度高，且与其分解温度接近，又与一般增塑剂相容性差，故加热成型困难而难以直接应用。实际使用的PVDC薄膜多为偏氯乙烯(VDC)和氯乙烯(VC)的共聚

物，以及和丙烯酸甲脂（MA）共聚制成的阻隔性特别好的薄膜。

② 聚酰胺（PA）类包装材料。聚酰胺也称尼龙，聚酰胺类包装材料以前一直使用“聚酰胺 6”。但是“聚酰胺 6”的气密性不理想。有一种从间二甲基胺和己二酸缩聚而成的聚酰胺（MXD6）的气密性比“聚酰胺 6”高 10 倍之多，同时还有良好的透明性和耐穿刺性。主要被用于高阻隔性包装薄膜，用于阻隔性要求很高的食品软包装。其食品卫生性也得到 FDA 的许可。它作为薄膜的最大特点是阻隔性不随湿度的上升而下降。在欧洲，由于环境保护问题突出，作为 PVDC 类薄膜的替代产品，MXD6 聚酰胺的使用量是很大的。

另外，由 MXD6 聚酰胺和 EVOH 复合而成的具有双向延伸性的新型薄膜，作为一种高阻隔性的聚酰胺类薄膜。复合的方法有多层化复合，也有采用将 MXD6 聚酰胺和 EVOH 共混拉伸的方法。

③ 乙烯-乙烯醇共聚物（EVOH）类材料。EVOH 一直是应用最多的高阻隔性材料。这种材料的薄膜类型除了非拉伸型外，还有双向拉伸型、铝蒸镀型、黏合剂涂覆型等。双向拉伸型中还有耐热型的用于无菌包装的制品。EVOH 树脂与聚烯烃、聚酰胺等其他树脂共挤制得的薄膜，主要用于畜产品包装。

④ 无机氧化物镀覆薄膜。作为高阻隔性的包装材料被广泛应用的 PVDC，由于其废弃物在燃烧处理时会产生 HCl 而导致环境污染问题，现有被其他包装材料替代的趋势。比如，在其他基材的薄膜上镀覆 SiO_2 （氧化硅）后制得的所谓镀覆薄膜受到了重视，除了氧化硅镀膜以外，还有氧化铝蒸镀薄膜。其气密性能与同法获得的氧化硅镀膜相同。

近年来，多层复合、共混、共聚、蒸镀技术发展极为迅速。高阻隔性包装材料如乙烯-乙烯醇共聚物（EVOH）、聚偏氯乙烯（PVDC）、聚酰胺（PA）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）的多层复合材料及硅化合物蒸镀薄膜等得到进一步开发，其中尤以下列产品更为引人注目：MXD6 聚酰胺包装材料、聚萘二甲酸乙二醇

酯 (PEN)、硅氧化物蒸镀薄膜等。

(2) 新型保鲜膜 由于农业生产的专业化, 远程运输越来越多, 鲜活果蔬的远距离运输, 以及人们对生活质量提高的要求, 使得对能够使鲜活果蔬保存期和货架期延长的保鲜薄膜的需求越来越大。新鲜水果和蔬菜的一个共同特点是采摘后仍继续呼吸, 而呼吸同时伴随新陈代谢、水分蒸发及乙烯生成, 促使果蔬进一步成熟直至衰亡。同时, 这种环境还使细菌很容易滋生并迅速繁殖, 导致果蔬很快腐烂。为了延长果蔬贮存和货架寿命, 国内外都加强了新型多功能保鲜薄膜的研究开发。

生鲜食品包装很重视气体的透过性, 并以此选择不同的塑料材料。随着食品工业的发展以及材料科学的进步, 作为食品包装材料, 不仅要求高阻气性, 而是进一步要求发展选择透过性的功能, 即根据包装内容物的要求, 仅仅允许需要的 (或不需要的) 气体分子通过, 建立一个适宜的气调环境。这类选择透过性包装材料在国外已进入实用化阶段, 主要有添加溶解气体物质的薄膜, 添加多孔沸石或氧化硅等粉末的薄膜、用 γ 射线照射使薄膜性质发生变化以及利用扩散系数对含水率的依存性、引入含有羟基基团和酰氨基基团的薄膜等。此外, 还可以在薄膜中加入一些抗菌剂和防腐剂, 来抑制细菌和霉菌的生长繁殖。

近年来备受关注的保鲜技术就是通过微孔或改进薄膜配方结构、改良包装袋内的气调环境 (氛围) 以及使用除氧剂与选择性透过薄膜组合的方法。其中, 尤以下列产品会受到更大的关注。

① 功能性保鲜薄膜。如有一种密封性包装袋, 具有极好的隔氧作用, 用它来包装新大米, 保鲜效果特别好, 可长久保持大米的色、香、味不变, 而且袋内产生的二氧化碳还有防虫、防霉的作用。

一种一次性使用的果蔬保鲜膜, 它由两层透水性极强的聚酰胺半透明膜组成, 两层之间装有渗透压高的某种物质。利用这种保鲜膜来包装瓜果蔬菜, 能缓慢地吸收从果蔬表面渗出的水分, 从而达到