



实用塑料技术丛书

# 塑料复合薄膜 及其应用

SULIAO FUHE BAOMO JIQI YINGYONG

韩永生◎编著



印刷工业出版社

# 塑料复合薄膜及其应用

韩永生 编著

印刷工业出版社

## 内容提要

本书主要讲述包装用塑料薄膜的性能及其应用技术,以包装用塑料复合薄膜为重点,主要介绍了各种适于加工成包装用薄膜的塑料材料、塑料薄膜的成型设备,以及各种单膜和复合薄膜的成型工艺;详细论述了高阻隔薄膜、抗静电薄膜、收缩薄膜等功能性薄膜的生产原理和工艺技术,各种塑料单膜、复合用纸、铝箔和复合薄膜的性能,复合材料的结构和工艺设计、鉴定方法和塑料复合薄膜在各领域中的应用要求;还依据近年来更新的国家标准,介绍了塑料包装薄膜和袋的性能测试方法。

### 图书在版编目(CIP)数据

塑料复合薄膜及其应用 / 韩永生主编. —北京: 印刷工业出版社, 2008.5  
ISBN 978-7-80000-733-0

I. 塑… II. 韩… III. 包装材料-塑料薄膜: 复合薄膜-生产工艺 IV. TB484.3 TQ320.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第043656号

## 塑料复合薄膜及其应用

编 著: 韩永生

---

责任编辑: 岳智勇

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: [www.pprint.cn](http://www.pprint.cn) [www.keyin.cn](http://www.keyin.cn)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店鑫宏源印刷包装有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32

---

字 数: 241千字

印 张: 9.125

印 数: 1~3000

印 次: 2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

定 价: 25.00元

---

I S B N : 978-7-80000-733-0

◆ 如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275707 010-88275602

# 前 言

随着塑料工业和包装工业的飞速发展，塑料已成为包装行业必不可少的材料。作为软包装材料大量使用的塑料薄膜和复合包装薄膜，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，因而比硬包装有更强的竞争力。在生产、应用和市场开发等方面，在食品包装、药品包装、电子包装、军品包装、工业包装、农业包装等各个领域，它们都发挥着极其重要的作用，而且正以一个崭新的面貌呈现在我们面前。编者根据多年的教学与专业技术实践经验编著了本书。

本书主要讲述包装用塑料薄膜的性能及其应用技术，以包装用塑料复合薄膜为重点，主要介绍了各种适于加工或包装用薄膜的塑料材料、塑料薄膜的成型设备，以及各种单膜和复合薄膜的成型工艺；详细论述了高阻隔薄膜、抗静电薄膜、收缩薄膜等功能性薄膜的生产原理和工艺技术，各种塑料单膜、复合用纸、铝箔和复合薄膜的性能，复合材料的结构和工艺设计、鉴定方法和塑料复合薄膜在各领域中的应用要求；还依据近年来更新的国家标准，特别详细地介绍了塑料包装薄膜和袋的性能测试方法。本书通俗易懂、深入浅出、实用性强，不过多地涉及有关专业理论，做到理论与实践密切结合。本书可供从事塑料复合薄膜生产和各类产品包装设计的相关技术人员和高级技术工人参考，也可供从事包装专业教学的大中专院校师生参考。

在本书编写的过程中，参考了大量相关的专著、期刊、公开出版的各类报纸、论文等文献资料，对参考量大的文献，已在书后列

出。除书末注明的参考资料外，其余的参考资料还有原材料供应商的技术资料；笔者对企业的调研；互联网上的检索。在此向各位参考资料的作者表示谢意！

塑料薄膜涉及的领域广泛，技术更新速度快，加之编者水平有限，书中有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。编者在此预致谢意。

编者

2008.2

# 目 录

## Contents

☞ 第一章	塑料复合薄膜概述	1
第一节	塑料复合薄膜的优缺点	1
第二节	塑料复合薄膜的应用现状及发展趋势	3
☞ 第二章	塑料复合包装薄膜用原材料	8
第一节	聚乙烯 (Polyethylene, PE)	8
第二节	聚丙烯 (Polypropylene, PP)	10
第三节	乙烯-醋酸乙烯酯共聚物 (Ethylene Vinylacetate Copolymer, E/VAC)	13
第四节	聚氯乙烯 (Polyvinyl Chloride, PVC)	14
第五节	聚偏氯乙烯 (Polyvinylidene Chloride, PVDC)	16
第六节	乙烯-乙醇共聚物 (Ethylene-Vinyl Alcohol Copolymer, EVOH)	19
第七节	聚苯乙烯 (Polystyrene, PS)	20
第八节	聚酰胺 (Polyamide, PA)	22
第九节	聚乙烯醇 (Polyvinyl Alcohol, PVA)	24
第十节	聚对苯二甲酸乙二醇酯 (Polyethylene Terephthalate, PET)	25
第十一节	塑料织物	27
第十二节	塑料其他薄膜	27
一、	可降解薄膜	27

二、抗菌塑料薄膜 .....	29
三、高吸水性薄膜 .....	29
四、塑料微孔薄膜 .....	30
五、收缩薄膜 .....	30
六、除臭薄膜 .....	32
七、真空蒸镀薄膜 .....	32
第十三节 纸 .....	33
一、纸张的性能 .....	34
二、纸张的分类 .....	36
三、纸张的规格 .....	37
四、纸的特点 .....	39
第十四节 铝箔 .....	39
一、铝箔的加工 .....	39
二、铝箔的种类 .....	40
三、铝箔的性能 .....	40
四、铝箔的质量要求 .....	41
<b>第三章 塑料复合薄膜材料成型工艺简介</b> .....	44
第一节 挤出吹塑薄膜 .....	44
一、挤出吹塑薄膜成型方式 .....	46
二、挤出机的选择 .....	48
三、螺杆的选择 .....	49
四、机头结构 .....	50
五、挤出吹膜辅机 .....	53
第二节 挤出流延薄膜 .....	57
一、挤出流延薄膜概述 .....	57
二、挤出流延薄膜原材料 .....	59
三、挤出流延薄膜工艺流程及生产设备 .....	59
四、挤出流延薄膜生产工艺 .....	60
五、多层共挤流延薄膜 .....	62

第三节 双向拉伸薄膜 .....	67
一、双向拉伸薄膜工艺流程与生产设备 .....	69
二、双向拉伸薄膜生产工艺 .....	70
第四节 干法复合薄膜 .....	70
一、干法复合薄膜常用材料的检验设备 .....	70
二、干法复合薄膜基材 .....	71
三、干法复合包装用黏合剂 .....	75
四、双组分干法复合黏合剂的使用 .....	78
五、干法复合工艺控制 .....	86
六、事后检测及分析 .....	99
第五节 挤出复合 .....	99
一、挤出复合用 AC 剂 .....	100
二、挤出复合机理 .....	102
三、挤出复合设备 .....	102
四、挤出复合工艺控制 .....	105
五、EVA 挤出复合 .....	106
第六节 无溶剂复合 .....	107
一、无溶剂复合概述 .....	107
二、无溶剂复合用黏合剂 .....	108
三、无溶剂复合设备特点 .....	110
四、无溶剂复合工艺控制 .....	110
第七节 湿式复合介绍 .....	112
一、湿式复合概述 .....	112
二、湿式复合黏合剂 .....	113
三、湿式复合生产工艺 .....	114
第八节 涂布复合工艺 .....	115
一、PVDC 涂布 .....	115
二、冷封胶涂布 .....	116
三、热熔胶涂布 .....	117

☞ 第四章	塑料复合薄膜材料的性能	118	
05	第一节	力学性能	118
05	第二节	阻隔性能	121
05	一、影响阻隔性能的因素	122	
15	二、改进阻隔性能的方法	123	
25	第三节	卫生性	128
85	一、塑料树脂的卫生性	128	
88	二、塑料助剂的卫生性	128	
90	第四节	化学稳定性	130
99	一、光氧老化	131	
100	二、热氧老化	134	
101	三、耐化学性	135	
101	第五节	其他性能	139
101	一、透明性	139	
108	二、抗静电性	140	
101	三、印刷性	140	
101	四、热封性	141	
☞ 第五章	常用的各种塑料复合薄膜的结构设计及选用	142	
01	第一节	塑料复合薄膜的性能及比较	142
111	一、高聚物包装基材的基本性能	142	
111	二、塑料复合薄膜的性能	150	
81	第二节	复合软包装材料设计原则	153
111	一、复合包装膜的基本性能要求	153	
211	二、复合软包装材料结构设计	153	
111	三、复合软包装材料工艺设计	161	
811	四、软包装材料各复合层的性能及作用	162	
111	第三节	塑料复合薄膜在各领域中的应用要求	163
111	一、食品包装	163	

二、药品包装	175
三、电子包装	180
四、军品包装	190
五、工业包装	193
六、农业	196
<b>第六章 塑料薄膜包装袋简介</b>	<b>200</b>
第一节 枕形袋	200
第二节 三边密封袋	201
第三节 四边密封袋	201
第四节 直立型袋	201
第五节 大容积袋和高强度袋	202
第六节 几种实用特型袋	203
一、CARGO 液体包装袋	203
二、背心袋	204
三、平口袋	204
四、拉链式包装袋	205
五、瓶嘴直立袋	206
六、手提袋	207
七、热切封边袋	207
八、高温蒸煮袋	207
第七节 塑料袋包装尺寸/容量对照表	209
第八节 塑料袋的热封合	210
一、棒式封合	210
二、脉冲封合	211
三、带式封合	212
四、热金属丝或热刀封合	213
五、超声波封合和摩擦封合	213
六、直接加热封合和接触封合	213
七、辐射封合	213

八、高频封合	214
九、其他封合方法	214
十、封合效果评定	214
<b>第七章 塑料的简易鉴别法</b>	215
<b>第一节 单层塑料鉴别</b>	215
一、塑料的外观、物性和燃烧性	215
二、塑料的密度	217
三、塑料的溶解性	218
四、塑料的显色反应	220
五、塑料的红外线吸收光谱	220
<b>第二节 塑料复合包装薄膜的鉴别</b>	221
<b>第八章 包装薄膜和袋的性能测试</b>	224
<b>第一节 阻隔性能测试</b>	225
一、透气性能测试	225
二、透湿性能测试	230
三、透油性测试	234
四、塑料包装袋的渗漏测试	236
五、软包装容器透湿度测试	238
六、针孔测试	239
<b>第二节 耐化学性测试</b>	242
一、耐油性测试	242
二、耐药性测试	244
<b>第三节 塑料薄膜耐热性测试</b>	246
<b>第四节 复合薄膜的黏合强度测试</b>	246
<b>第五节 力学性能测试</b>	247
一、拉伸强度及伸长率的测试	247
二、撕裂强度测试	251
三、抗冲击性能测试	255

四、塑料包装袋的耐压强度测试·····	258
五、塑料包装袋的热封强度测试·····	259
第六节 包装材料及包装容器的卫生性测试·····	261
一、包装材料的卫生性测试·····	261
二、包装容器的卫生性测试·····	265
<b>☞ 附表</b>	
附表 I 塑料薄膜常用合成树脂及塑料加工 中英文缩写对照·····	268
附表 II 塑料薄膜包装相关标准目录·····	272
<b>☞ 参考文献</b> ·····	277

## 第一章

# 塑料复合薄膜概述

## 第一节 塑料复合薄膜的优缺点

在包装材料中按照使用量和产值由大到小排序为纸包装材料、塑料包装材料、金属包装材料和玻璃包装材料等。其中，塑料包装材料又以塑料薄膜和复合薄膜包装材料为主，塑料薄膜和复合薄膜包装材料与其他包装材料相比有很多优点。

第一，塑料薄膜和复合薄膜包装材料的密度低、机械性能好。塑料按品种不同，其相对密度一般在 $0.9 \sim 2.0$ 之间，按所使用的材料的单位重量计算塑料的比强度较高。制成同样容积的包装，使用塑料复合薄膜材料将比使用玻璃、金属材料轻得多，这样对商品在物流过程的长途运输而言，可以节省运输费用、增加实际运输能力。

第二，在塑料薄膜和复合薄膜包装材料的拉伸强度、刚性、冲击韧性、耐穿刺性等机械性能指标中，某些强度指标比纸要高得多，虽然较之金属、玻璃等包装材料要差一些，但基本可以满足不同包装的要求，而且某些指标如抗冲击性要大大优于玻璃，能承受挤压。

第三，一些性能有较大的可调性。可以选择对不同物质有高阻隔性的塑料薄膜材料制成高阻隔包装，如阻气包装、防潮包装、防水包装、保香包装等，用来包装易因氧气、水分或其他因素作用而氧化变质、发霉腐败的食品等。某些蔬菜水果类生鲜食品在储存和运输过程中还有一定的呼吸作用，所以要求它们的包装有一定的气体和水分的透过性，以满足活体果蔬的呼吸要求。这可以通过在塑

料薄膜的原料中加入适当的添加剂来调节薄膜的气体和水分的透过性，用其制得的保鲜包装就能满足上述要求。通过在树脂中加入特定的添加剂来调节薄膜在自然界的降解速度，制成可降解的绿色包装薄膜。这些特性是其他包装材料所不具备的。

第四，塑料薄膜对一般生活中常见的酸、碱、盐等介质均有良好的抗耐能力，足以抗耐来自一般被包装物（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。这一点是纸包装材料和未处理的金属包装材料很难做到的。

第五，光学性能优良。多数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都可以清楚地看清内装物，达到良好的展示、促销效果。同时还可以通过加入不同的染料制成不同颜色的透明薄膜，起到装饰美化的作用，还可以在保持透明性的同时阻挡住对内容物有害的光线透入包装。

第六，卫生性良好。多数纯的聚合物树脂几乎是没有毒性的，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），在用做食品包装时，如果残留量过高，超过一定浓度后，就容易迁移到某些特定的被包装食品中，人们食用了这些食品的同时，也使这些树脂单体进入人体，则会对人体有一定的危害作用。如果在树脂聚合过程以及在树脂的后加工过程中，尽量将树脂中单体控制在一定数量之下，并不使用会对人体造成危害的添加剂，或加入添加剂的品种和数量符合相关的法律法规和标准，则可确保其卫生性。

第七，塑料薄膜有良好的加工性能和装饰性。塑料薄膜包装制品可以很方便地用挤出等方法成型，还能很容易地染上美丽的颜色或印刷上装潢图案。应用效果好，而成本极低，所以得到了广泛的应用。但是同样由于成本极低，造成了人们的滥用和随意抛弃，造成了目前的白色污染。

塑料薄膜材料虽然有上述优点，但同时也有许多缺点。首先，塑料薄膜和复合薄膜包装材料的强度和硬度不如金属和

玻璃等包装材料高,这使得它们在某些有特殊强度要求的场合的应用受到了限制。

其次,它们的耐热性和耐寒性比较差,不宜使用在温度过高或过低的场合。

第三,塑料包装材料容易老化,使用寿命不会太长,可是在自然界中又不容易自然降解,处理不好容易造成环境污染,这些缺点使得它们的使用范围受到限制。

瑕不掩瑜,塑料包装材料仍是重要的不可或缺的包装材料。

## 第二节 塑料复合薄膜的应用 现状及发展趋势

高性能、多功能性塑料薄膜包装材料现在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、易开封性等塑料软包装材料,其中以高阻隔性,选择透过性和耐热包装材料发展更为迅速。

高阻隔性塑料包装材料对食品起到了保质、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,有真空包装、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塑料包装材料,且要求其具备多种性能,但重要的一点是要求其具备良好的阻隔性。

高阻隔性塑料包装材料多是以薄膜形式应用的。可以说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。比较常见的高阻隔性薄膜材料有聚偏氯乙烯(PVDC)类材料。包括聚偏氯乙烯树脂单膜和聚偏氯乙烯涂覆薄膜。这种材料的缺点是有环保问题,原因是其废弃物在燃烧处理时会产生 HCl 而导致环境污染,有被其他包装材料替代的趋势。

有尼龙类材料。该类材料在有良好的阻隔性的同时还有良好的透明性和耐穿刺性。主要作为高阻隔性包装薄膜用于对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,作为聚偏氯乙烯类薄膜的替代产品,尼龙的使用量是很大的。有 EVOH 类材料。EVOH 是性能最好的高阻隔性材料。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。EVOH 树脂与聚烯烃、尼龙等其他树脂共挤制得的薄膜主要用于畜产品包装。

此外,二次加工的塑料薄膜作为高阻隔性的包装材料正在研制并广泛应用,比如,在其他基材的薄膜上镀覆  $\text{SiO}_x$  (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、共挤、蒸镀技术发展极为迅速。多种多样的高阻隔性包装材料不断涌现。

### 1. 新型多功能保鲜膜

由于农业生产的专业化以及人们对生活质量的高要求、果蔬生产地与消费地的分离现象导致远程运输越来越多。鲜活果蔬的远距离运输,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保持呼吸,而呼吸的同时伴随着新陈代谢、水分蒸发及乙烯生成,最后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孳生并迅速繁殖,导致果蔬很快腐烂。为了延长果蔬储存时间和货架寿命,国内外都加强了对新型多功能保鲜薄膜的研究开发。

近年来备受关注的保鲜包装技术的研究,就是通过制作微孔薄膜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进行的。其原理是根据生鲜食品包装对不同气体的透过性的不同要求,并以此为据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,食品包装材

料不仅要求其具有高阻气性，而且进一步要求其发展选择透过性功能，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，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 $\gamma$ 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胺基基团的薄膜等。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。

## 2. 无菌和抗菌塑料包装材料

无菌包装是将产品、包装材料或容器灭菌后，在无菌的环境中进行充填封合的一种包装方法。这种包装可以在无菌条件下，不用在食品内添加防腐剂，在常温下就能最大限度地保留食品原有的营养成分和风味。可延长食品货架寿命，方便运输和储存。无菌包装主要应用于食品、调味品、医药及化妆品等领域。所使用的软包装材料为纸、塑、铝多层复合纸板、铝塑复合膜，含高阻隔性塑料的多层共挤无菌包装片材等。

抗菌性塑料包装材料就是对塑料包装材料赋予一定的抗菌性能。现在已开发了含银离子的无机抗菌剂的全新型母料。银离子具有显著的抗菌作用，其特点为抗菌效果持续时间长，不会因气化和迁移而对被包装物产生影响，加工稳定性高，不会污染环境。试用添加含银离子母料（含量1%~3%）制得的薄膜或表面复合一层这种薄膜的容器的结果表明，在无营养源的情况下，含1%银离子母料的薄膜能在1~2天内完全杀死引起食品中毒的菌类，可以用于熟食、肉类、水产品和液体食品包装。另外，以某些植物的提取物作为抗菌剂的塑料薄膜也已被研究和生产，这类抗菌膜主要用于新鲜蔬菜及水果等包装。

## 3. 耐热性塑料包装材料

耐热性塑料薄膜包装材料以前多为耐蒸煮杀菌用，满足耐蒸煮杀菌的包装材料被要求在120℃、10~20分钟蒸煮杀菌或加热的情况下，外观形状、品质均无明显的变化，包装食品后在储存过程中