

秦立洁 陈宇 高继志 编著

农用塑料制品 生产与应用



化学工业出版社

应用化学与三农读物出版中心

农用塑料制品生产与应用

秦立洁 陈宇 高继志 编著

化学工业出版社

应用化学与三农读物出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

农用塑料制品生产与应用/秦立洁,陈宇,高继志编著.
北京:化学工业出版社,2002.7
ISBN 7-5025-3740-6

I. 农… II. ①秦…②陈…③高… III. ①农业-塑料制品-生产工艺②农业-塑料制品-应用 IV. TQ320.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014590 号

农用塑料制品生产与应用
秦立洁 陈宇 高继志 编著
责任编辑:王蔚霞
责任校对:郑捷
封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
应用化学与三农读物出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话:(010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 850×1168 毫米 1/32 印张 17¼ 字数 465 千字
2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3740-6/TQ·1507
定 价: 38.00 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

我国农用塑料产量、应用面积均居世界首位。20 世纪 80 年代以来，我国农用塑料制品生产与应用技术有了长足进步，各种新型农用塑料制品的开发应用，在“高产高效优质”农业发展中做出了巨大贡献。从事农用塑料研究开发、生产与应用的科技人员，已发表了大量论文，但至今未见全面系统的论述农用塑料制品生产与应用技术的专著。为尽力满足农用塑料工业、农业及有关行业人员的迫切需要，加快发展农用塑料制品生产与应用技术，我们根据自己的专业技术工作实践，总结吸收了近 20 年我国农用塑料研究开发的丰富经验，编著了本书。

本书的主要内容及特点是：

(1) 将农用塑料制品分为 7 大类，简要述及了主要产品特别是新型产品的性能特点与应用效果。

(2) 对农用塑料制品生产用合成树脂与塑料助剂做了全面阐述。书中以农用塑料功能化为核心，全面系统地述及了相关的各种塑料助剂，特别是近年来研究开发的新型塑料助剂的性能特点。

(3) 将农用塑料制品生产工艺分 12 节叙述。着重阐明了有关的工艺技术要点。对功能性助剂母料、共挤出复合吹塑农膜、节水灌溉器材、阻隔性复合包装器材、果蔬保鲜包装薄膜、自粘性缠绕薄膜等先进生产技术做了重点论述。专章阐述了功能性农膜生产技术。展望了纳米材料与纳米技术发展趋势。

(4) 书中列出了较多的合成树脂牌号及主要性能，塑料助剂的品种及主要性能，塑料机械型号及技术参数，塑料成型工艺技术参数，旨在为有关技术人员提供方便。

(5) 本书不仅全面述及了农用塑料制品的种类与主要产品的性能，而且阐明了应用技术要点。对于农业科技人员具有一定参考

价值。

本书主要供农用塑料制品生产与应用两个方面的工程技术人员、高级技术工人阅读。

本书第四章第五节中“喷灌微灌器材种类及生产技术要点”请王仁法先生撰写。杜素慧、王朝晖参加了书稿的校对、整理工作。本书的编著与出版，得到了化学工业出版社热情支持与指导。在此一并表示感谢。

本书引用了张真和、王耀林、吴国兴、陈端生、戴亚东等在农田应用技术方面的著作和资料，并应用了谢鸽成、田岩、牛素菊、李雪松、吴瑞征、庄严、苏凡、廉世勋、常耀辉等对树脂和助剂应用实验的筛选结果，焦红文、宋文、姚光庆等在测试方面也给予了大力帮助。由于时间关系，未能一一征询作者的意见，请见谅，并接受我们的致谢。由于水平所限，本书不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编著者

2001年10月于北京

目 录

第一章 农用塑料制品发展概况	1
第一节 发展历史及现状	1
一、发展概况	1
二、应用现状	2
三、国际新型农膜的开发与应用	3
第二节 我国农用塑料制品发展趋势	12
一、发展概况	12
二、技术现状及发展趋势	13
第二章 农用塑料制品的种类	18
第一节 塑料覆盖材料	19
一、棚膜	19
二、地膜	35
三、浮面覆盖栽培用材料	40
四、避雨设施栽培用覆盖材料	42
五、棚室覆盖配套材料	42
第二节 节水灌溉用塑料器材	44
一、渠道用防渗膜	44
二、输水用管材	45
三、喷灌与微灌用器材	47
四、机井用管材	50
五、地埋排水用管材	50
第三节 塑料遮阳网及其他网障	50
一、遮阳网	51
二、防虫网	52
三、其他网障	53
第四节 育苗用盘钵与栽培用器材	54
一、育苗穴盘	54

二、育苗钵	55
三、棚室作物牵吊绑蔓材料	56
四、栽培用器具	56
第五节 畜禽饲养用塑料器材	57
一、畜禽棚舍覆盖材料	57
二、秸秆饲料氨化用薄膜	58
三、青贮饲料用膜袋和缠绕膜	59
四、饲养用器具	61
第六节 渔业用塑料器材	61
一、养殖用薄膜及其他材料	61
二、海水养殖用器具	63
三、捕捞用网具	64
第七节 农用塑料包装器材	64
一、普通塑料包装器材	64
二、水果蔬菜保鲜膜袋	66
三、高阻隔性保鲜保质膜袋	67
四、阻隔性复合容器	68
第三章 农用塑料制品原材料	70
第一节 概述	70
一、聚乙烯与 EVA 树脂发展概况	72
二、聚丙烯树脂发展概况	76
三、聚氯乙烯树脂发展概况	78
四、苯乙烯系树脂发展概况	79
五、农用塑料助剂发展概况	80
第二节 膜片生产用树脂	81
一、低密度聚乙烯	81
二、线型低密度聚乙烯	84
三、茂金属聚乙烯	86
四、高密度聚乙烯	88
五、乙烯-乙酸乙烯共聚树脂 (EVA)	89
六、聚氯乙烯	92
七、聚丙烯	95
八、聚酯 (PET 与 PEN)	97

九、聚酰胺	100
十、乙烯-乙烯醇共聚树脂 (EVOH)	102
十一、聚偏二氯乙烯 (PVDC)	104
第三节 管材生产用树脂	105
一、聚氯乙烯	105
二、低密度聚乙烯与线型低密度聚乙烯	107
三、高密度聚乙烯与中密度聚乙烯	108
四、聚丙烯 (PP)	109
第四节 其他塑料制品生产用树脂	110
一、遮阳网及其他网类制品生产用树脂	110
二、编织袋和撕裂膜生产用树脂	111
三、周转箱生产用树脂	111
四、吹塑成型容器生产用树脂	113
第五节 农用聚氯乙烯塑料助剂	114
一、概述	114
二、增塑剂	115
三、热稳定剂	116
四、润滑剂	126
五、冲击改性剂	128
六、高分子型加工助剂 ACR	132
七、PVC 压延棚膜耐老化剂	134
八、PVC 压延棚膜流滴消雾剂	138
第六节 农用聚烯烃塑料助剂	138
一、概述	138
二、耐老化剂	140
三、流滴剂和消雾剂	159
四、聚烯烃棚膜保温剂	165
五、农膜转光剂	170
六、降解塑料及其添加剂	173
七、PE 地膜化学除草剂	179
八、聚烯烃加工助剂	180
第七节 农用塑料其他助剂	181
一、填充剂与偶联剂	181

二、爽滑剂与开口剂	186
三、抗静电剂	186
四、着色剂	189
五、交联剂	193
六、发泡剂	194
第四章 农用塑料制品生产工艺	197
第一节 原料的混合	197
一、原料混合的作用与要求	197
二、原料形态与有关性质及混合类型	198
三、原料的处理	200
四、主要混合方法与设备	202
第二节 塑料助剂母料制造工艺	206
一、采用母料方式添加助剂的优点及母料的技术要求	206
二、农用塑料助剂母料的类别及主要品种	208
三、母料制造方法及主要设备	208
四、母料制造工艺实例	213
第三节 塑料膜片压延成型工艺	222
一、生产工艺流程	222
二、主要生产设备	225
三、软 PVC 压延农膜生产工艺技术要点	234
四、硬 PVC 压延片材生产工艺技术要点	238
五、钙塑片材压延成型工艺	242
第四节 农业用聚烯烃吹塑薄膜生产工艺	244
一、生产过程	244
二、生产设备	244
三、国产吹膜机组主要型号及技术参数	254
四、吹胀比和牵伸比的选择	260
五、地膜生产工艺技术要点	264
六、聚乙烯功能性宽幅吹塑棚膜生产工艺技术要点	269
七、EVA 多功能三层复合棚膜生产工艺技术要点	276
八、节水灌溉渠道防渗膜生产工艺技术要点	281
第五节 灌溉用塑料管材生产工艺	286
一、生产工艺流程	286

二、生产设备	286
三、硬聚氯乙烯管材挤出成型工艺技术要点	294
四、聚烯烃管材生产技术要点	297
五、双壁波纹管材生产工艺	301
六、喷灌微灌器材种类及生产技术要点	306
第六节 塑料丝(带)及编织制品生产工艺	319
一、概述	319
二、工艺技术原理	319
三、高密度聚乙烯单丝生产工艺	320
四、高密度聚乙烯扁线生产工艺	324
五、聚丙烯扁丝生产工艺	326
六、聚丙烯撕裂膜(捆扎绳)生产工艺	328
七、塑料压膜线生产工艺	331
八、聚丙烯打包带生产工艺	333
九、丝类编织制品织造与涂覆工艺	335
十、塑料挤出网成型工艺	339
第七节 塑料制品注塑成型工艺	341
一、概述	341
二、通用卧式往复螺杆注塑机的组成	342
三、通用卧式往复螺杆注塑机型号及主要技术参数	344
四、硬聚氯乙烯管件的注塑成型工艺技术要点	347
五、塑料周转箱注塑成型工艺技术要点	350
第八节 塑料中空制品吹塑成型工艺	351
一、概述	351
二、挤出吹塑成型设备与模具	351
三、聚乙烯中空容器挤出吹塑成型工艺	357
四、L-环高密度聚乙烯大桶挤出吹塑成型工艺技术要点	359
五、PET 容器注拉吹成型工艺技术要点	362
六、硬 PVC 容器挤拉吹成型工艺技术要点	366
七、多层复合容器共挤出吹塑成型技术	368
第九节 塑料制品热成型工艺	373
一、概述	373
二、热成型用塑料片材生产工艺	374

三、包装容器热成型方法及工艺技术要点	376
四、水稻育秧盘热成型工艺	380
第十节 塑料包装薄膜生产工艺	381
一、概述	381
二、聚乙烯吹塑薄膜生产工艺	382
三、下吹水冷却法薄膜成型工艺	387
四、流延薄膜成型工艺	391
五、双向拉伸薄膜成型工艺	394
六、多层复合薄膜成型工艺	405
七、水果蔬菜保鲜包装薄膜生产技术要点	415
八、缠绕薄膜成型工艺	418
第十一节 泡沫塑料制品成型工艺	424
一、概述	424
二、聚苯乙烯泡沫塑料制品模压成型工艺	425
三、泡沫塑料片材挤出成型工艺	430
第十二节 无纺布生产工艺	436
一、概述	436
二、丙纶短纤维无纺布生产工艺	437
三、丙纶纺粘无纺布生产工艺	439
四、热粘合无纺布和无纺布复合材料的开发应用	441
第五章 新型功能性农膜生产技术	442
第一节 延长农膜使用寿命的技术	442
一、高聚物降解机理	442
二、影响农膜使用寿命的加工因素及关键技术	443
三、影响农膜使用寿命的环境因素及应用技术	453
四、延长农膜使用寿命的技术要点	457
第二节 农膜流滴消雾技术	458
一、露滴与雾气的成因	458
二、影响农膜流滴消雾效果的加工因素及关键技术	460
三、影响农膜流滴消雾效果的环境因素及应用技术	463
四、流滴消雾体系的确定	465
五、功能性农膜流滴消雾技术要点	466
第三节 提高农膜保温性技术	467

一、影响农膜保温性的加工因素	468
二、影响农膜保温性能的环境因素	469
三、提高农膜保温性技术要点	470
第四节 提高农膜透光性技术	473
一、影响农膜透光性的主要因素	473
二、提高农膜透光率和透明度的技术要点	476
第六章 农用棚膜和地膜应用技术	478
第一节 棚膜的选择	478
一、棚膜规格的选择	478
二、棚膜的基本性能要求	482
三、温室覆盖用膜的选择	484
四、大棚覆盖用膜的选择	485
五、中小棚和改良阳畦覆盖用膜的选择	487
六、专用棚膜的选择	488
七、转光棚膜的开发应用	488
八、食用菌栽培用薄膜	488
九、养殖用棚膜的选择	489
第二节 优型结构棚室建造与棚膜覆盖技术	489
一、概述	489
二、高效节能型日光温室优型结构与建造	490
三、棚膜覆盖技术	497
第三节 延长棚膜使用寿命的应用技术要点	499
一、概述	499
二、防止棚膜破裂的技术要点	500
三、防止棚膜加速老化的技术要点	502
第四节 提高越冬日光温室增温保温效果及调控棚室内光照和温度的 技术要点	503
一、概述	503
二、提高越冬日光温室增温效果的技术要点	505
三、提高越冬日光温室保温效果的技术要点	506
四、调控棚室光照和温度的技术要点	508
第五节 延长棚膜流滴持效期和提高消雾效果的应用技术要点	513
一、概述	513

二、延长棚膜流滴持效期的技术要点	515
三、提高消雾效果的技术要点	517
第六节 地膜应用技术要点	519
一、地膜规格与品种的选择	519
二、地膜应用技术要点	520
第七节 农用膜产品标志、包装及运输贮存注意事项	521
一、标志	521
二、包装	522
三、运输贮存注意事项	522
主要参考文献	523
附录 塑料及塑料添加剂缩写符号对照表	529

第一章 农用塑料制品发展概况

第一节 发展历史及现状

一、发展概况

塑料制品有多种分类方法。按原料品种可分为通用塑料和工程塑料；按塑化性能可分为热塑性塑料和热固性塑料；按加工方法可分为挤出制品、压延制品、注塑制品、吹塑制品、层合或复合制品等。若按消费用途分类，人们常将塑料制品分为包装塑料、建筑塑料、农用塑料、工程塑料、日用塑料 5 大类。

所谓农用塑料即指农用覆盖材料、农用灌溉管材、节水防渗器材、渔业用网具等。随着农业技术的发展和应用领域的拓宽，涉及农副产品的包装、运输、贮存诸多方面。广义的农用塑料涵盖了农、林、牧、渔各个应用领域。

设施园艺覆盖材料是农用塑料的主要支柱。近代设施园艺始于 20 世纪 40 年代，美国首先将塑料薄膜应用于设施园艺。农膜作为种植业应用的基础材料，对世界各国的农业技术进步起到了革命性作用。以日本为例，通过对农用覆盖材料的不断升级换代，使其跃居世界设施园艺先进行列。日本与荷兰一样，用很小的国土面积创造了农业高产优质的奇迹。

第二次世界大战后，日本从美国引进了农用塑料薄膜应用技术。1951 年日本的聚氯乙烯（PVC）薄膜开始用于蔬菜育苗；1954 年聚乙烯农膜进入实用化阶段；1956 年制订了农用聚乙烯薄膜 JIS 标准；1967 年，乙烯-醋酸乙烯共聚物农膜问世；1973 年聚烯烃特殊农膜（PO）投产；1970~1980 年硬质薄膜（PET 双向拉伸薄膜）和硬质板（玻纤聚丙烯板、玻纤聚酯板、聚甲基丙烯酸甲酯板、聚碳酸酯板及复合板等）相继开发投产。在设施园艺覆盖材

料的研究开发方面，日本当属世界领先。

二、应用现状

全面介绍世界农用塑料应用现状比较困难。从下列 3 份不完全的统计资料可见一斑。

表 1-1 列出了 1987 年世界农用聚乙烯用量，可以看出，在工业发达国家中，每年都有大量塑料用于农业。

表 1-1 世界农用聚乙烯(PE)的使用量

地 区	面积/khm ²		使用量/10 ⁶ kg	
	最 小	最 大	最 小	最 大
西欧	150	200	40	50
东欧	8	10	2	2.5
非洲、中东	8	10	2	2.5
美洲	180	200	45	50
亚洲、大洋洲	1500	1800	150	200
合计	1846	2220	239	305

表 1-2 是 1998 年国际农用塑料委员会 (COMITE INTERNATIONAL DES PLASTIQUES EN AGRICULTURE—CIPA) 秘书处 (巴黎) 提供的会员单位农用塑料应用情况调查表。

表 1-2 国际农用塑料应用情况调查情况

品名 国别	青饲料用		温室	小拱棚	覆盖用	地膜	储水	灌溉	管材	粮储
	青贮	缠绕膜								
日本			47000hm ²	55000hm ²	155000hm ²	4000hm ²				
印度								300t	PVC 100kt	5000t
墨西哥			2320t	1670t	1400t	7t				
埃及			2600t	8900t	590t					
芬兰	2700t	400t								
德国	35000t	1500~ 1800t	540hm ²		1200hm ²	5700hm ²				
波兰			2000hm ²	800hm ²		3500hm ²				
法国	25000~ 27000t	1000t	7500t	10000~ 12000t	18500t					

续表

品名 国别	青饲料用		温室	小拱棚	覆盖用	地膜	储水	灌溉	管材	粮储
	青贮	缠绕膜								
捷克	2100t		4300t		50t					
匈牙利	3000t		12000t	100t	450t	450t				
保加利亚	5000t		4900t	1200t	1800t	50t				
希腊			9900t	3600t	900t	30t				
瑞典	3500t	1700t								
挪威	3500t	2300t								
比利时	7000t		300t	250hm ²	600t	2600hm ²				
英国	21800t	15000~ 17000t	1000t	200~ 500t	800t	3200t				
爱尔兰	8000t	2000t								
西班牙			28350hm ²	17100hm ²	100725hm ²		5000t			
葡萄牙			4800t	50t	4200t					
意大利	8000t		56600t	24000t	18000t	600t				
摩洛哥			4400hm ²							

尽管统计数字每年都有很大的差别，不具备可比性，但仍可大体看出设施园艺的地区分布和发展状况。

20世纪60年代农用节水微灌技术在工业发达国家已大规模投入使用，并于80年代以后开始向发展中国家输出技术。

20世纪40年代农用土工材料首次由美国用于渠道防渗。70年代国际上把合成纤维织物用于土工工程。1983年在法国巴黎成立了国际土工合成材料协会。目前，土工合成材料在工业发达国家应用十分广泛，年耗量超过50万t。

三、国际新型农膜的开发与应用

1. 欧美地区

欧洲、北美设施园艺的代表国家为法国、意大利、荷兰、比利时、瑞典、美国、加拿大等。其农膜所用树脂主要是LDPE、LLDPE、EVA。农膜品种主要有小拱棚膜、寿命为3~4年的长寿膜、保温膜、流滴膜、青贮膜、青贮缠绕膜、反光遮阳保温膜等。

法国为发展和规范功能性农膜的生产，1992年制订了国家标准。菲勒克莱公司（FILCLA）设计制造了三层共挤热效农膜，其结构为PE/EVA/PE。表层的PE基材具有耐候、防尘及高透光性；中层的EVA基材具备良好的保温性；内层PE有良好的耐候性、透光性。产品厚度为0.2mm，红外线透过率为26%，透光率为91%，使用期为45个月。

在欧洲，含有EVA及添加物制成的复合覆盖材料已被广泛应用。比利时海普拉斯特有限公司研制的温室膜（HYTILUX）为高透明三层共挤膜，采用VA含量高的EVA树脂，使用受阻胺光稳定剂和流滴剂，使保温和透光融为一体。薄膜柔软，有很高的物理机械性能，厚度为0.18mm，在北纬42°以北地区可连续使用45个月。该公司另一品种为海特来斯特（HYTIRESIST）三层共挤高耐候膜。基质为亚乙酸基二氯和六氟乙烯共聚物，密度为1.8g/cm³，可使膜厚度降到0.13mm，透光率为90%，耐-40~180℃的气温，耐化学腐蚀，紫外线阻隔性相当于玻璃，有极低的表面张力，不易吸尘，使用期可达12年。

由海普拉斯特/克斯克与法国麦尔克公司共同研制的干扰膜，系在树脂中加入珠光干扰素（如云母片），使射向薄膜的光谱发生反射、折射、光吸收等一系列变化，对覆盖材料下的生态环境、作物机体产生不同的影响和效应。

瑞典劳德维森公司研制开发的LS缀铝反光遮荫保温膜是特殊设计制造的多功能材料，具有反光、遮荫、降温功能；保温节能与控制湿度功能；防雨防强光和光照时间调控等多种功能。在夏季起反光、遮光、降温作用，冬春季节可作为保温节能覆盖。通过遮阳使短日照作物在长日照下照样生长良好。该产品多样化，有50余种。使用寿命为10年。已在美国、荷兰、韩国建立分公司，向世界设施园艺国家推广应用。

加拿大处于北半球高纬度地带，其功能性农膜发展也令人瞩目，多层充气棚世界闻名。加拿大AT公司利用NOVA公司的LDPE、LLDPE、EVA树脂开发的流滴长寿膜、青贮用黑/白膜、