

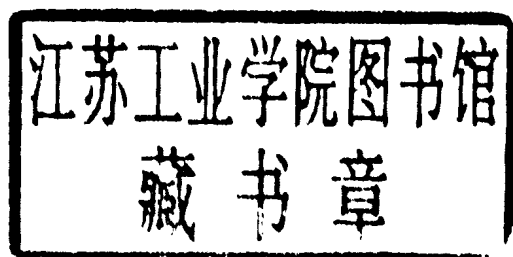
农用塑料制品

钱汉英 秦立洁 牛素菊 蒋继宏 编

中国石化出版社

农用塑料制品

钱汉英 秦立洁 牛素菊 蒋继宏 编



中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要介绍农用塑料制品的品种,成型加工原料、设备及工艺,农用塑料制品的使用技术,农用塑料制品标准及试验方法,农用塑料制品的发展前景等。本书有较强的实用性,通俗易懂。本书可供科研院所、塑料加工企业、农业生产人员、大专院校师生等阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

农用塑料制品/钱汉英等编. - 北京: 中国石化出版社, 1998

ISBN 7-80043-736-1

I. 农… II. 钱… III. ①农业-塑料制品-塑料成型
②农业-塑料制品-使用 IV. TQ320.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 14134 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) 64241850

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 13 印张 1 插页 291 千字 印 1—3000

1998 年 11 月第 1 版 1998 年 11 月第 1 次印刷

定价: 21.00 元

目 录

第一章 农用塑料发展历史及现状	1
第一节 农用塑料概论	1
第二节 国外农用塑料发展概况	8
第三节 我国农用塑料进展	10
第二章 农用塑料制品种类及应用	15
第一节 农用薄膜	15
第二节 农业灌溉用塑料器材	47
第三节 塑料板片	56
第四节 网障	57
第五节 渔业用器材	60
第六节 其他农用塑料器材	63
第三章 农用塑料原材料	67
第一节 膜片用树脂	67
第二节 管材管件用树脂	78
第三节 助剂	79
第四章 薄膜类产品加工	115
第一节 挤出成型原理及工艺	115
第二节 挤出成型设备概述	119
第三节 挤出机的分类与结构	120
第四节 吹塑薄膜机头与辅机	134
第五节 压延成型设备及工艺	147
第六节 农用塑料薄膜制品加工工艺	153

第五章 管材、管件及其他产品的加工	193
第一节 注塑原理及工艺.....	193
第二节 注塑设备.....	203
第三节 农用 PVC 塑料管材加工	226
第四节 塑料管件加工.....	249
第五节 其他塑料管材加工.....	268
第六节 中空制品加工.....	277
第六章 农用塑料制品标准及试验方法	287
第一节 薄膜制品标准及试验方法.....	287
第二节 管材及管件标准及试验方法.....	302
第三节 高密度聚乙烯单丝标准及试验方法.....	353
第七章 农用塑料制品使用技术	356
第一节 薄膜的焊接.....	356
第二节 管材的连接及铺设.....	360
第三节 薄膜覆盖技术.....	365
第八章 农用塑料发展前景	378
第一节 概述.....	378
第二节 农用塑料制品发展趋势.....	378
第三节 农用塑料制品的回收利用.....	384
第四节 降解塑料.....	390
第五节 塑料加工中 CFC 的替代	405

第一章 农用塑料发展历史及现状

第一节 农用塑料概论

一、塑料概述

塑料是以高分子量树脂为主要组分，在一定温度、压力条件下塑化制成室温下保持一定形状的材料。

作为高分子材料的重要组成部分，塑料具有许多优点，如质轻、绝缘、耐化学腐蚀。根据要求，可对制品进行设计使其性能达到所需力学强度、透光透气性能及使用寿命。就其加工性而言，塑料的加工具有低的能耗以及多种加工方法，可方便地制出不同形状的制品。

(一) 塑料具有优良的物理、化学性能

各种塑料的密度约在 $0.9 \sim 2.2 \text{g/cm}^3$ 之间，而绝大多数常用塑料都在 1.0g/cm^3 以下，与金属相比，塑料比最轻的铝还轻，仅为钢铜等金属密度的 $1/4 \sim 1/6$ 。这些为使用、运输都带来了很大的益处。

塑料具有低的热导率，特别是加工成内部含有无数微孔的泡沫材料，不仅密度大大降低，而且是良好的绝热体，还可用作消声材料。

塑料具有良好的化学稳定性、耐酸碱等化学性质，对材料进行必要的改性处理可进一步提高耐光、热、氧等大气环境的作用。农用塑料制品通常在户外使用，耐候性能尤其重要。

常用塑料的物理、力学性能参见表 1-1。

表 1-1 常用塑料性能

	密度 /(g/cm ³)	拉伸 强度/ MPa	断裂伸长率 /%	冲击强度/ (kJ/m ²)	维卡软 化温度/ ℃	介电强度 /(MV/m)
LDPE	0.917~0.932	14	115	70.2	91	31.8
HDPE	0.952~0.965	26	850	3.98	125	28.4
PP	0.900~0.910	25	348	67.5	139	30.7
UPVC	0.93~0.96	56	44	7.7	90	22.9
PA1010	1.12~1.14	53	206	3.9	—	20.7
PC	1.27~1.28	59	78	42.2	149	20.7
PET	1.31~1.38	66	48	4.4	163	18.2
ABS	1.07~1.20	49	9	21.9	100	19.4
PS	1.04~1.05	26	36	6	90	—

绝大多数的塑料是电的绝缘体，具有优良的电绝缘性能，其介电损耗和电导率低，击穿强度高，因而广泛用作介电材料和绝缘材料。各种材料的电阻率或电导率范围见表 1-2，可见塑料均属绝缘体。但高聚物作为一种材料可通过合成或掺混途径，赋予其导电性能，从而制得结构型或复合型的聚合物导体、半导体。从而开辟了用于太阳能电池、塑料电池的新领域，拓广了农用塑料的使用范围。

表 1-2 各种材料的电阻率（或电导率）

	电阻率/(Ω·m)	电导率/(Ω ⁻¹ ·m ⁻¹)
超导体	≤10 ⁻⁸	≥10 ⁸
导体	10 ⁻⁸ ~10 ⁻⁵	10 ⁵ ~10 ⁸
半导体	10 ⁻⁵ ~10 ⁷	10 ⁻⁷ ~10 ⁵
绝缘体	10 ⁷ ~10 ¹⁸	10 ⁻¹⁸ ~10 ⁻⁷

塑料具有良好的透光性能，最高可达 90% 以上，与玻

璃相差无几（见表 1-3），因此常用来作为温室大棚及地面覆盖栽培的材料。

表 1-3 各种薄膜的透光性

材 料	厚度/mm	透光率/%
玻璃	3.8	89~92
PE	0.1~0.2	92~93
EVA	0.05	93~94
EVA	0.18	91
PVC	0.1~0.2	87~91
PET	0.05~0.175	89~90
PTFE	0.05	96
PE(含凝聚水)	0.05	79
PE(回收)	0.05	82
PE(双层)	0.1	84

塑料作为一种高分子材料，小分子可在与其接触中溶解，扩散从而渗透通过高分子聚合物。塑料薄膜在用于作物覆盖、农产品贮存包装时，对水蒸气、氧气、二氧化碳的渗透性能有一定要求。而薄膜对水蒸气、氧气、二氧化碳的渗透性可以通过设计从而人为控制，以满足对农用塑料制品要求。

（二）塑料具有良好的力学性能

塑料具有良好的力学性能，因而广泛用于各种场合。与金属相比较，虽然塑料的各项性能较低，如拉伸强度仅为金属的 1/5~1/10（见表 1-4），但应看到：首先，塑料的密度较低，因此就相同质量而言，塑料所承受的负荷将等于或高于金属材料；其次，在某些特殊需要的场合，我们可以通过物理、化学的方法对材料进行改性，以提高其力学性能。共混、填充、增强等方式，是塑料改性中经常可以采用的途

径，如用 PP/EPDM/PE 共混改性材料可代替金属作为汽车保险杠，50%长玻璃纤维填充的 PA66 其性能与铝合金不相上下（见表 1-5），为农用塑料的应用提供了良好的选择条件，可以满足我们应用时的要求。

表 1-4 钢铁等材料力学性能

	拉伸强度/MPa
钢 铁	400~600
铝	105
塑 料	20~100

表 1-5 玻璃纤维填充 PA66 与铝合金性质的比较

性 能	铝 合 金	PA66(玻纤填充)
密度/(g/cm ³)	2.7	1.5
Izod 冲击强度/(J/m)	9.6	3.2
热膨胀系数/(mm/(mm·℃))	1.3×10^{-5}	$0.9 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$
收缩率/(mm/mm)	0.006	0.002(纵)0.005(横)
注射温度/℃	650~720	315~320
最小公差/(mm/mm)	± 0.004	± 0.002
模具平均寿命/万次	12.5	100

（三）塑料易于成型加工

根据需要，人们可以非常容易地进行塑料制品的加工。其含义有以下 3 层：第一，与其它材料如金属、玻璃及纸等相比较，塑料具有较低的能耗，这在世界能源日趋紧张、节约能源的呼吁日益高涨的形势下，此优势更加突出，其加工能耗如表 1-6，1-7 所示。第二，根据使用场合的不同，调整加工机械，甚至有时仅变更模具、辅机即可加工出管、棒、板、片、膜、丝以及其它多种形状的制品。第三，对已加工出的产品还可以方便地进行切割、焊接、印刷、涂敷等

所需的二次加工。因此获得所需塑料制品是一件相当容易的事情。

表 1-6 生产各种材料 (1kg) 的能耗比较

材 料 名 称	能耗/(MJ/kg)
铝	269.0
钢 铁	50.4
玻 璃	28.8
纸 张	25.5
塑 料	11.2

表 1-7 生产不同材料饮料瓶的能耗比较

容 器	质量/g	能耗/MJ
铝 罐	40.0	10.80
玻璃啤酒瓶	250.7	7.20
钢 罐	50.0	2.52
纸牛奶袋(0.6L)	26.1	0.65
塑料瓶	34.9	0.40

(四) 塑料制品加工过程污染小

在人们对环境保护意识逐渐增强的今天, 塑料加工过程中对水、空气的污染明显低于纸张等材料加工过程中形成的污染, 所以更具有吸引力。

(五) 塑料制品使用后可回收再利用

据报道 90 年代初世界塑料制品的产量已经接近 1 亿吨, 以体积计总产量已超过了钢铁。发达国家人均塑料消费量达 80~110 公斤, 我国虽人均消费量较低, 仅接近 5 公斤, 但总量已达 700 万吨。塑料制品使用后的废弃物已占城市固体垃圾的 15%~20%。大量塑料废弃物的出现不仅影响到人类生存的环境, 而且直接关系到塑料工业能否持续发展下

去，成为社会关注的热点和塑料界人士致力解决的重点课题。当前虽然回收再利用的塑料制品仅为全部塑料废弃物的15%，但人们从实践中已探索出三条途径去回收利用：焚烧废弃塑料回收利用热能，向城市供暖和发电；热分解废弃塑料以回收油、气；熔融废弃物再加工利用，制备较低档次的塑料制品。令人欣慰的是回收再利用的比例在不断提高，并取得了良好的效果。

由于塑料作为一种材料，在使用中具有上述一系列优点，某些方面甚至超过经典材料，如纸、木材、钢铁、水泥、玻璃的性能。因此广泛用于国民经济的各领域并获得了飞速的发展。特别是自1978年实施改革开放方针以来，塑料制品产量的年增长率高达百分之十几。

二、农用塑料的应用领域

在长期的生产实践中，人们从不同的角度出发，对塑料制品提出了多种分类方法：按原料品种可将塑料分为通用塑料及工程塑料。通用塑料即那些发展较早、大量应用的品种，如聚氯乙烯（PVC）、高密度聚乙烯（HDPE）、低密度聚乙烯（LDPE）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、酚醛塑料（PF）及氨基塑料等；相对而言，工程塑料原料较为昂贵，多在特定的工程领域中应用。后者又可分为通用工程塑料及特殊工程塑料。通用工程塑料有丙烯腈-苯乙烯-丁二烯三元共聚物（ABS）、聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）、聚甲醛（POM）、聚对苯二甲酸乙二酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二酯（PBT）及超高分子量聚乙烯（UHMPE）。特殊工程塑料如聚砜（PSF）、聚酰亚胺（PI）、聚苯硫醚（PPS）、聚芳酯（PAR）、聚醚砜（PES）及氟塑料等。当然随着塑料工业的发展，制品应用更广泛，通用塑料与工程塑

料的界限也不是可以截然区分的。

按原料塑化性能可将塑料分为热塑性塑料（PVC、PE、PS 等）以及热固性塑料如环氧树脂（EP）、不饱和聚酯（UP）、聚氨酯（PU）等。热塑性塑料受热熔融冷却后固化，并可反复成型；热固性塑料受热发生化学反应而硬化并固化。

按加工方法的不同又可将塑料制品分为注塑制品、挤塑制品、压延涂布制品、压铸制品等。

按消费用途的不同，人们常将塑料制品分为农用塑料、日用塑料、包装塑料、建筑塑料和工业部件及工程塑料 5 大类。这样的分类可全面反映塑料制品在国民经济中的应用，为我们提供一个直观的数量概念和市场的需求。以我国 1992 年塑料制品总量 536 万吨为例，其中农用塑料制品占 16%，包装塑料为 26%，日用塑料 24%，建筑塑料 7%，工业配件及工程塑料为 14%，此外还有少量其它制品。因此在多种分类方式中，按用途分类亦不失为一良好方法，而为各国所采用。这里所述农用塑料即为用于农业的塑料制品。

农用塑料最初仅指在农业种植中所使用的农用大、中、小棚膜及各种地面覆盖薄膜（地膜）和农业灌溉用的各种管路、器材。随着农业技术的发展和机械化水平的提高，与之配套的各种器具、辅助用品的消费量不断增加，其应用领域不断拓宽，并涉及到农副产品的包装、运输、贮存等各方面，如水果蔬菜用周转箱、粮食包装用膜袋、食用菌包装袋等。所以可以说农用塑料制品的应用领域在不断扩大并涉及到农林牧渔的各个方面。

第二节 国外农用塑料发展概况

一、世界人口的增长与面临的环境资源问题

近半个世纪以来，世界人口翻了一番，特别是近年来世界人口增长速度很快。据世界银行公布的材料预测，自1995年到2030年，世界人口将由58亿达到85亿左右，而这35年中增长的人口有70%出生在最贫穷的发展中国家。人口的迅速膨胀，需要不断提供维系人类生存的各种自然资源。

虽然新的自然资源不断被发现并伴随着新技术的出现可更充分地利用各种资源为人类服务，但人口的过度膨胀，并伴随着人均消费的增长，将会超过自然资源可向人们提供的限度，特别是水、土地、森林及物种等基本资源，人类的需求与自然界可能的提供量存在着尖锐的矛盾。

以土地为例，全世界现有耕地13.7亿公顷，约占世界陆地面积的10.5%，即使对仅仅0.25公顷的人均耕地而言，由于各种人为因素的影响如城市化、交通运输占地、工程建设等非农业占地以及土壤沙化、侵蚀、积水和盐渍化，事实上也正在不断缩小。

水资源是最宝贵的自然资源之一，全世界的储水量共约13.86亿立方公里，但其中可供人类饮用的淡水和河流水量不足1%。

森林是地球陆地生物圈的主要组成部分，也是整个自然生态系统的支柱，特别是会对农业生产带来巨大的益处。然而，令人不安的是自20世纪50年代以来，全世界的森林已损失1/2。预计到2000年，森林面积将由原占陆地面积的1/3降至1/6。

总之，当前全球面临的形势是：一方面是人口的不断增长，另一方面是人们赖以生存的自然资源不断面临受到破坏和减少的威胁，从而使得人口需求和农业生产可向人们提供的粮食等生活必需品不足的矛盾十分尖锐。从实践中人们认识到，越是形势严峻，越应依靠科学技术实现现代化。以色列国土狭小，还处在沙漠地带，资源是相当缺乏的，但他们的柑桔出口量仅次于美国，并种出了粮食、蔬菜和水果。日本、英国等也是 80% 靠科学技术，20% 靠资源进行着农业生产。农业的现代化有多种措施，但农用塑料的使用带来的显著益处，在一定程度上弥补了农业生产中土地、水资源的不足，缓解了自然资源紧缺的矛盾，为人们提供了较多数量和较高质量的农产品。因此农用塑料制品在各国都倍受青睐，获得了较大的发展。90 年代世界塑料制品产量近 10^8 吨，其中农用塑料年产量达 400 万吨，占总产量的 3%。而对于发展中国家，由于农业在国民经济中占有重要地位，农用塑料的发展更为迅速，以农用塑料在整个塑料制品中所占比例而言，发展中国家印度、中国、以色列、匈牙利依次为 40%，20%，20%，12%。

二、国际农用塑料组织及活动

正是为了更好地发展农用塑料，促进农业的发展，在不少国家中建立了农用塑料委员会或在农业园艺委员会中设立了相应机构开展农用塑料的研究活动。在此基础之上，于 1964 年在法国阿维尼翁创建了国际性农用塑料组织——国际农用塑料委员会（COMITE INTERNATIONAL DES PLASTIQUES EN AGRICULTURE——CIPA），其秘书处设在法国巴黎。它是在联合国组织支持下的非官方的国际组织。该组织成立以来主要进行了下述 5 个方面的工作：

- (1) 加强各国农用塑料组织的协调和联系。
- (2) 促进各国建立农用塑料组织并积极参加国际农用塑料委员会的有关活动。
- (3) 促进农用塑料的生产、经营及使用使用者获取有关农用塑料的研究发展技术。
- (4) 协助解决各种科技问题，从而获得最佳经济效益。
- (5) 开展标准制定及认证等多方面工作。

第三节 我国农用塑料进展

一、我国农业发展所受到的制约因素

与世界其它国家相比，我国农业生产的发展面临着更为严峻的形势，即农业生产所需的自然资源更为欠缺，一直受到 3 个不利因素的制约：淡水资源短缺、可用耕地不足和农业生产技术基础薄弱。

统计资料表明，我国人均耕地不足世界人均占有量的 1/3，且随着大规模的经济发展过程，土地仍在不断减少。

我国水资源量约 2.8 亿立方米，其中河川年径流量为 2.7 万亿立方米，约占全球年径流总量的 5.1%，虽仅次于巴西、前苏联、加拿大、美国和印尼，居世界第六，然而无论按人均占有量还是单位面积径流量都是世界上最低的国家之一，人均占有量仅为世界第 44 位。而水是一种极为重要的资源，在国民经济中的作用越来越重要，它更是农业的命脉。农业占国民经济用水总量的 88% 以上，农村中灌溉用水又占农业用水量的 97% 以上，其它人畜、牧业用水仅占很少的部分。事实上自 1980 年以来已有超过 93 万公顷耕地不具有生产能力，平均每年损失 11.6 万公顷土地。因此，保护、开发、利用水资源不仅关系到人民的生活健康，而且

关系到农业和国民经济其它领域的发展。

从我国农业发展的过程可以看到，一方面我国以世界 7% 的土地养活了世界 21% 的人口，不能不说这是一大奇迹；但另一方面，农业的发展受到上述 3 个不利因素的制约，农业生产抗御自然灾害的能力薄弱，时有发生的干旱、雨涝、低温的气候条件，土壤盐碱化、肥力贫瘠以及落后的生产状况，勾画出了我们农业生产艰辛状况的另一个侧面。因此，向农业增加物质及技术投入，弥补自然资源的不足以缓和农业产品的供给与社会需求的矛盾十分必要。其中大力发展以农地膜为代表的各种农用塑料制品并广泛应用于农业生产是改善农业生态环境、提高农产品的数量及质量的综合措施，是诸多物质及技术投入中的一项较优选择。

二、我国农用塑料发展沿革

我国农用塑料发展最早、所占比重最大的部分是农用薄膜（棚膜和地膜）。以农用薄膜为代表并在其带动下，近 40 年来农用塑料的发展突飞猛进，已广泛用于农林牧渔各领域，形成了一个完整的体系，并成为农业生产的重要生产资料之一。

作为作物的覆盖栽培，人们在早期的农业生产中就已在多种材料覆盖作物，提供一个保温保墒的良好生长环境。特别是我国西北地区处于干旱的自然条件下，原始的覆盖栽培方法就是用石板、麦草覆盖土地保墒。50 年代末，我国珠江流域的农民首先采用 PE 薄膜用于水稻育秧。1963 年湖南等省生产出了国产小棚膜，由于其为作物生长创造了良好条件，使作物提前成熟，并提高了作物的产量和品质，因而在水稻育秧和蔬菜栽培中获得了较大的发展。到 1965 年农用棚膜的应用已迅速普及到全国 28 个省市自治区。

1979 年我国开始从日本引进地膜覆盖栽培技术。虽然地膜的厚度较薄（初期也仅 0.014mm），这样无论对原材料树脂、加工技术还是使用都提出了较高的要求，但由于地膜的覆盖栽培技术具有强大的生命力，明显地呈现出可在大面积范围内促进各种农作物单产、提高作物品质的优点，因而经短期试验示范后，在 1982 年即转大面积示范推广阶段。

我国农地膜覆盖栽培具有以下几个特点：首先，农地膜的产量及使用量均居世界之首，近来农地膜年总产量约 50~60 万吨，覆盖面积近 7000 万亩；其次栽培的作物已由最初单一的蔬菜发展至关系到国计民生的粮食、棉花及油菜等经济作物，且三大作物覆盖栽培面积占全国地膜覆盖栽培总面积的 60% 以上。再者，就应用区域而言，已由最初的北方向南方扩展，从平原向高寒的丘陵、山区发展，这点对于解决山区农民的温饱尤为重要。总之，这一切说明农地膜的应用在向全国普及推广，向更高层次迈进，已成为农业生产增产上新台阶的重要措施。农膜已成为和化肥、农药等同重要的农用生产资料。农地膜覆盖栽培技术的推广应用取得了巨大的经济效益和社会效益。

除农地膜外，农用塑料在其它领域中的应用也在不断发展，首先是作为用水大户的农业灌溉与排水、供水、农田水利工程方面的应用。对农田的灌溉，最初采用的是简单的漫灌，由于既浪费水资源，效率又低，利用率仅 30%，后逐渐被渠灌所代替。但即使是渠灌也存在着上述问题，利用率仅 40%。为缓解用水矛盾，目前农田灌溉普遍被低压管道灌溉（管灌）、喷滴灌系统及微型喷滴灌系统所替代。而支持上述各种灌溉系统的材料中，塑料管道、管件、阀门及其它器材占有相当重要的地位。其中就材料而言，聚氯乙烯