

塑料制品配方设计与加工实例丛书

塑料吹塑制品

配方设计与加工实例

主编 张玉龙 张子钦



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书着重介绍了塑料薄膜、塑料瓶、桶和油箱等制品的选材、配方设计、组分调整、制备工艺与工艺检测、制品性能和应用等内容。其数据可靠,可操作性、可仿效性强,是塑料从业人员和广大消费者参考或阅读用书,更是塑料材料研究应用与制造人员、制品设计人员、分析测试人员及教学人员必备之书,也可作为自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

塑料吹塑制品配方设计与加工实例 / 张玉龙, 张子钦
主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 1
(塑料制品配方设计与加工实例丛书)
ISBN 7-118-04272-2

I. 塑... II. ①张... ②张... III. ①吹塑-塑料制品-配方-设计 ②吹塑-塑料制品-生产工艺
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148914 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15½ 380 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 30.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

丛书编委会名单

主 编 张玉龙 张子钦

副主编 王化银 徐亚洲 郭斌

编 委 (按姓氏笔画)

王化银	王永连	王金为	王树魁	王泰松	王喜梅
牛新光	艾克聪	石磊	卢瑞乾	邓丽	帅琦
田清波	刘志成	齐贵亮	齐晓声	闫平	李风
李长德	李军	李传清	李迎春	李桂变	李萍
李强	李惠元	杨艺竹	杨玉芬	杨耘	杨振强
吴光宁	何杰	邹积洋	宋志广	张广玉	张子钦
张玉龙	张永亮	张庆华	张喜生	陈万社	陈晓东
陈瑞	陈瑞华	陈耀波	金川川	周国萍	庞丽丽
庞丽萍	官周国	赵中魁	郝向阳	官洁	侯京陵
姜晓菊	夏敏	商悦	姬荣斌	郭斌	贾兴华
徐亚洲	徐苓	曹根顺	盖国胜	程映昭	韩志强
韩辉	曾泉雁	蔡志勇	潘辉		

序

随着高新技术在塑料工业中应用步伐的加快,塑料材料研究、制品设计、成型技术、工装设备制造技术均得到快速发展,塑料制品的质量和档次也有了明显提高,市场上种类繁多、形态各异、色彩斑斓的塑料制品不断满足人们的日常生活需要,在工程和高尖端工业领域,塑料制品的用量也不断增大,应用领域逐步拓展。这些都充分展示了作为新材料技术的塑料制品技术强劲的发展势头。在这一系统工程中除了塑料成型工艺设备外,很大程度上都取决于对塑料制品配方设计和工艺技术的研究与实践的长足进步。

为了推广和宣传近年来塑料制品技术的研究成果和实际的经验技术,我们在广泛收集国内外文献的基础上,结合多年来的研究与实践经验教训和体会,组织编写了《塑料制品配方设计与加工实例丛书》。该丛书包括《塑料注射制品配方设计与加工实例》、《塑料挤出制品配方设计与加工实例》、《塑料吹塑制品配方设计与加工实例》、《橡塑压制成型制品配方设计与加工实例》、《功能塑料制品配方设计与加工实例》、《塑料低压成型制品配方设计与加工实例》、《泡沫塑料制品配方设计与加工实例》和《塑料专用料配方设计与加工实例》。

本套丛书注重先进性、实用性和可操作性,由浅入深,以实例叙述为主,理论表述从简,易学好懂,可操作性强,语言简练,表文并茂,是塑料工业从业人员良好的指导教材,更是塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员、制品检验人员和教学人员必读之书。相信本丛书的出版发行对我国的塑料加工业的发展,具有积极的指导作用。然而,随着科学技术的进步,本丛书还应不断增加新内容,扩充新技术,补充新知识,使之更贴近读者,更贴近实践。

丛书编委会
2006年1月

前 言

吹塑成型是制备薄膜和中空塑料制品的主要方法,也是塑料制品加工工艺中最重要的工艺技术之一。近年来随着高新技术在吹塑成型工艺中的应用,使这一工艺技术又取得长足发展。吹塑制品现已成为工农业、文教卫生、国防建设和人们日常生活中不可或缺的用品,并展现出强劲的发展势头。

为了宣传推广近年来吹塑工艺技术研究应用成果,普及吹塑成型工艺技术基础知识,为读者奉献一本内容丰富、可操作性和仿效性强的书籍,我们在收集国内外大量资料的基础上,根据我国研究和生产的经验教训,编写了《塑料吹塑制品配方设计与加工实例》一书,书中详细介绍了各种薄膜产品、瓶、桶、油箱等中空制品的选材、配方设计、组分调整、制备工艺与工艺控制、制品性能与应用等内容。本书适应于塑料从业人员和广大消费者阅读,更是塑料材料研究与应用人员、制品设计与加工人员、分析测试人员及教学人员必备的技术用书,也可作为自学用书。

本书以实例说明为主、理论叙述为辅,由浅入深,层次清晰,突出了实用性、先进性、可操作性及仿效性。只要具备中等文化程度和相关专业知识的人员,依据此书便可学会原理与技术,进行试验操作。若本书能为我国塑料工业发展发挥积极作用,作者将感到无比欣慰。

由于水平有限,文中错误在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2006. 1

目 录

第 1 章 农膜	1
1.1 地膜	1
1.1.1 线性低密度聚乙烯(LLDPE)地膜	1
1.1.2 聚乙烯多功能配色地膜	6
1.1.3 多功能除草膜	7
1.1.4 渗水地膜	9
1.1.5 聚乙烯超薄地面覆盖薄膜	10
1.1.6 黑色农用地膜	11
1.1.7 再生有色可回收功能地膜	12
1.1.8 滴灌管覆盖地膜	13
1.1.9 蔬菜增产用 PE 银灰色地膜	16
1.1.10 CaCO_3 填充 PE 农用地膜	18
1.1.11 光降解 PE 地膜	20
1.1.12 生物降解淀粉基 PE 地膜	22
1.1.13 非淀粉型可控光/生物降解地膜	24
1.1.14 降解性聚乙烯避蚜地膜	25
1.2 棚膜	27
1.2.1 无滴大棚膜	27
1.2.2 宽幅无滴防尘棚膜	30
1.2.3 无滴防雾增效棚膜	31
1.2.4 多层复合保温高透光长效无滴棚膜	32
1.2.5 PE 长寿蔬菜大棚膜	35
1.2.6 高透光增强 LLDPE 棚膜	36
1.2.7 茂金属聚乙烯宽幅吹塑棚膜	37
1.2.8 高保温棚膜	40
1.2.9 高光效棚膜	42
1.2.10 蓝光棚膜	44
1.2.11 红外光转换功能棚膜	46
1.2.12 高效耐老化薄型棚膜	47
1.2.13 两台 $\phi 90\text{mm}$ 挤出机共挤出宽幅农膜	50
1.2.14 三层复合多功能宽幅棚膜	51
1.2.15 LLDPE/LDPE 共混物吹塑农用棚膜	55
1.2.16 无泡高速挤出功能性棚膜	59

1.2.17	LLDPE/纳米 SiO ₂ 复合棚膜	60
1.2.18	LDPE/纳米 CaCO ₃ 复合棚膜	61
第2章	包装膜	62
2.1	聚乙烯包装膜	62
2.1.1	液体包装膜	62
2.1.2	鲜奶包装黑白膜	64
2.1.3	高强度超薄液体包装膜	66
2.1.4	玉米淀粉聚乙烯食品包装膜	68
2.1.5	HDPE/EVA 复合薄膜	71
2.1.6	LDPE/PA6 共混阻透薄膜	73
2.1.7	LDPE 可降解包装膜	76
2.1.8	云母填充 PE 吹塑包装膜	79
2.1.9	辐射交联 PE 包装膜	80
2.1.10	LDPE 热收缩集装薄膜	81
2.1.11	LLDPE 热收缩包装膜	83
2.1.12	三层共挤聚烯烃热收缩膜(POF)	84
2.2	聚氯乙烯包装膜	87
2.2.1	PVC 热收缩包装膜	87
2.2.2	PVC 收缩膜与标签	96
2.2.3	PVC 防锈收缩膜	99
2.3	聚乙烯醇(PVA)包装膜	102
2.3.1	聚乙烯醇膜的性能和用途	102
2.3.2	聚乙烯醇薄膜主要成型方法	103
2.3.3	聚乙烯醇膜的吹塑成型	105
2.3.4	改性聚乙烯醇吹塑薄膜	107
2.4	保鲜膜	109
2.4.1	LDPE/EVA/SBS 果蔬保鲜膜	109
2.4.2	LDPE/EVA/沸石果蔬保鲜膜	110
2.4.3	柑橘保鲜微膜	111
2.4.4	LDPE 呼吸膜	113
2.4.5	陶瓷填充 PE 保鲜膜	114
2.4.6	PVC 果蔬保鲜膜	116
2.4.7	PVC 自粘保鲜膜	117
第3章	其他功能吹塑薄膜	120
3.1	聚乙烯吹塑膜	120
3.1.1	HDPE/CaCO ₃ 共混吹塑薄膜	120
3.1.2	LLDPE 仿纸膜	121
3.1.3	改性 LLDPE 压花与印花膜	123
3.1.4	双色共挤吹塑膜	126
3.1.5	LDPE 夹链自封膜	128

3.1.6	控释膜	131
3.1.7	铸造用膜	132
3.1.8	聚乙烯气相防锈膜	134
3.1.9	宽幅 PE 土工膜	136
3.2	PVC 薄膜	137
3.2.1	盐业用 PVC 吹塑膜	137
3.2.2	淀粉/PVC 吹塑膜	140
3.3	尼龙薄膜	141
3.3.1	尼龙吹塑膜	141
3.3.2	尼龙 6/粘接 PE/PE 共挤出复合膜	144
3.3.3	PA/胶黏剂/PE 三层复合膜再生技术	146
第 4 章	塑料瓶	149
4.1	聚酯(PET)瓶	149
4.1.1	PET 常用瓶	149
4.1.2	双向拉伸吹塑 PET 瓶	151
4.1.3	改性 PET 医用吹塑瓶	152
4.1.4	通用 PET 饮料和热灌装饮料瓶	155
4.1.5	涂覆聚偏二氯乙烯的 PET 瓶	159
4.1.6	聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)/改性蒙脱土复合瓶	160
4.1.7	纳米组分聚合物塑料啤酒瓶	162
4.1.8	耐热性 PEN/PET 合金瓶	165
4.2	聚乙烯(PE)瓶	166
4.2.1	HDPE 药瓶	166
4.2.2	共混型阻隔 PE 瓶	171
4.2.3	HDPE/EVOH 共混阻透容器	174
4.2.4	共挤复合瓶	177
4.2.5	三层共挤农药瓶	179
4.3	PP 瓶	181
4.4	PVC 瓶	186
4.5	其他塑料瓶	190
4.5.1	聚碳酸酯(PC)瓶	190
4.5.2	尼龙瓶	194
第 5 章	其他吹塑制品	196
5.1	吹塑桶	196
5.1.1	聚乙烯吹塑桶	196
5.1.2	软塑料折叠桶	199
5.1.3	200L 全塑闭口大桶	202
5.1.4	200L 双 L 环塑料桶	207
5.1.5	220L-L 环形桶	211
5.1.6	PP-SBS-HDPE 三元共混复合材料中空吹塑桶	214

5.2 吹塑箱体	217
5.2.1 双层壁衣物箱	217
5.2.2 工具箱	218
5.3 吹塑管	223
5.3.1 聚四氟乙烯热收缩管	223
5.3.2 塑料双壁波纹管	226
5.4 吹塑托盘	229
5.4.1 中空吹塑托盘	229
5.4.2 超大型中空吹塑托盘	231
参考文献	234

第1章 农 膜

1.1 地 膜

1.1.1 线性低密度聚乙烯(LLDPE)地膜

1. 地膜的种类与功能

随专用料品种的增多和加工应用技术的进步,塑料地膜已从单纯的保温、防风和防寒作用发展到增湿、遮阳、防病害、除杂草、科学采光,改善作物栽培环境和增加作物营养成分等多功能。其主要品种如下:①一般透明膜。保温、保湿、保墒和增产。②黑色膜。除草、驱蚜和防病虫害等。③银灰膜。反光避蚜。④有色膜。如红、绿、蓝色等可挡住可见光。透过远红外线提高地温等。⑤复合膜。如白/黑双色膜,银/黑双色膜,透明/黑双色膜以及多层膜等。除草、驱蚜、保墒和易回收等综合功能。⑥光降解膜和生物降解膜。提高作物产量,防止残膜对土壤的污染。以上各种地膜都已转向以纯 LLDPE 或 LLDPE 与 LDPE 共混膜为主。

日本 LLDPE 质量规格多以熔体流动速率(MFR)为 1g/10min,密度为 0.920g/cm³ ~ 0.925g/cm³ 的 LLDPE 专用料为原料,三菱油化公司的 LLDPE 地膜性能如表 1-1 所列。

美国工业化学品公司(USI/LLDPE 薄膜性能比较如表 1-2 所列。

表 1-1 三菱油化公司 LLDPE 与 LDPE 地膜的性能比较

项 目	LLDPE 专用料 (C-1924)			LDPE 专用料 (AH40)
熔体流动速率 /(g/10min)	1.0			2.2
密度/(g/cm ³)	0.924			0.922
膜厚度/ μm	12	16	20	20
拉伸强度/MPa				
纵向	64	88	97	67
横向	36	48	59	30
伸长率/%				
纵向	280	350	400	120
横向	730	740	740	580
冲击强度/(kJ/m ²)	3490	2790	2540	1650
拉伸模量/MPa				
纵向	298	287	254	185
横向	496	428	313	270

表 1-2 美国工业化学品公司
(USI)LLDPE 薄膜性能比较

项 目	乙烯、 1-丁烯共聚	乙烯、 1-丁烯、 4-甲基-1- -戊烯共聚	乙烯、 4-甲基-1- -戊烯共聚
膜厚度/ μm	38	38	38
拉伸屈服强度/MPa			
纵向	7.9	10.8	12.7
横向	8.8	11.7	13.4
拉伸断裂强度/MPa			
纵向	24.7	33.5	42.1
横向	18.7	25.8	31.7
断裂伸长率/%			
纵向	466	460	510
横向	620	600	680
拉伸模量/MPa			
纵向	153.8	205.5	277.2
横向	205.5	233.7	353.7

从表 1-2 看出,以乙烯、4-甲基-1-戊烯共聚的 LLDPE 所生产的薄膜性能优异,但其成本高,而采用三元共聚 LLDPE 所吹制薄膜成本可有所降低,而且性能明显优于以乙烯、1-

丁烯为共聚单体的 LLDPE 薄膜。

2. 选材与配方设计

1) 树脂

LLDPE 地膜拉伸、撕裂强度较高,伸长率较大。按应用要求,其厚度一般减至 (0.008 ± 0.003) mm。近年来,开发应用的微薄 LLDPE 地膜厚度为 $0.005^{+0.003}_{-0.001}$ mm, $0.006^{+0.003}_{-0.001}$ mm,多用 MFR 为 2.0g/10min 的 LLDPE 树脂生产,为改善挤出吹膜工艺性能与吹塑地膜开口性,添加少量的 LDPE 与 HDPE。表 1-3 列出了近年来试验研究与生产用 LLDPE 树脂的主要牌号。

表 1-3 吹塑地膜用 LLDPE 树脂主要牌号

LLDPE 树脂牌号	MFR/(g/10min)	密度/(g/cm ³)	生产企业名称
DFDA7042	2.0	0.918	茂名、广州石化公司
LL1002KW	2.0	0.918	沙特阿拉伯石化公司、Exxon Mobil 新加坡石化公司
EFDC(DFDA)7050	2.0	0.918	科威特石化公司、中原石化公司
33H	2.0		日本
21H	2.0	0.920	沙特阿拉伯石化公司
SF414、UF414	2.0	0.920	韩国现代石化公司
LL1201	0.7	0.918	Exxon Mobil 公司
218W	2.0	0.918	沙特阿拉伯石化公司
218D	2.0	0.918	加拿大 Novacor 公司
0209AA	0.9	0.920	盘锦乙烯工业公司
LL1001	1.0	0.918	Exxon Mobil 公司

生产地膜只要采用专用料就能确保质量标准。在此情况下,对于一般地膜即使不加或少加添加剂也可达到较满意的使用效果。

日本三菱油化 LLDPE 地膜专用料性能如表 1-4 所列。我国当前生产地膜常采用的 PE 树脂性能如表 1-5 所列。

表 1-4 日本三菱油化 LLDPE 地膜专用料性能

项 目	C-1924 专用料	项 目	C-1924 专用料
熔体流动速率(MFR)/(g/10min)	1.0	拉伸强度/MPa	29.0
密度/(g/cm ³)	0.924	断裂伸长率/%	900
维卡软化点/℃	103	弯曲模量/MPa	270
熔点/℃	124	冲击强度(23℃)/MPa	45
脆化温度/℃	-70 以下	添加剂	改性剂、爽滑剂等
拉伸屈服强度/MPa	11.5		

表 1-5 我国地膜加工厂采用的 LDPE 与 LLDPE 树脂性能

牌号	生产厂	密度/(g/cm ³)	MFR/(g/10min)	拉伸强度/MPa
LDPE				
2F1.5A	燕化、上海石化	0.922	1.5	14.7~17.0
2F3B	燕化	0.922	2.5	13.7
2F5B	燕化	0.922	5.0	12.8
1I2A	兰化、燕化	0.919	2.0	14.7
2F2B	兰化、上海石化	0.921~0.923	1.6~2.4	15.0
2F4B	上海石化	0.924	4.0	13.5
1F5B	上海石化	0.918~0.920	3.8~5.2	13.0

(续)

牌号	生产厂	密度/(g/cm ³)	MFR/(g/10min)	拉伸强度/MPa
18D	大庆石化	0.919	1.5	
LLDPE				
DFDA-7047	大庆石化、齐鲁石化	0.918	1.0	17
DFDA-7042	大庆石化、齐鲁石化	0.918	2.0	12
DFDA-7075	大庆石化、齐鲁石化	0.918	0.5	20
DFDA-7068	大庆石化(1-己烯共聚)	0.918	1.0	26
DFDA-7087	齐鲁石化	0.919~0.923	0.7~1.1	17
DFDA-8445	齐鲁石化	0.918~0.922	0.69~0.95	8
LL 101	兰化	0.919~0.921	0.8~1.0	11/14(纵/横)
LL 103	兰化	0.924~0.926	0.9~1.1	13/42(纵/横)

2) 添加剂

农膜按用途不同(尤其是特种地膜)应加入不同类型的助剂和添加剂。在 LLDPE 专用料中添加的主要品种有:① 抗氧剂,如 BHT,1076 和 1010 等;② 耐候剂,为各种的 HALS(受阻胺类),如 Mark LA63;③ 着色剂,包括各种有机和无机颜料;④ 加工流变改性剂,如氟化物弹性体和有机硅酮化合物等;⑤ 功能母料,如炭黑母料,银灰母料和耐候母料等;⑥ 爽滑剂,如脂肪酰胺类化合物等。

3) 配方设计

目前,茂名、广州石化公司 DFDA7042 LLDPE 价格较低,近年来用量较多,但用此牌号 LLDPE 吹塑地膜,开口性较差,力学性能较低,且高速挤出吹膜工艺难度较大,生产效率较低。需与其他牌号 LLDPE 均匀混合,不同牌号 LLDPE 混合树脂配比试验部分实例如表 1-6 所列。

表 1-6 吹塑地膜试验用 LLDPE 混合树脂配比

配比实例 编号 LLDPE 牌号	混合比/质量份										
	1	4	8	15	33	34	35	36	37	38	39
7042	100	100	25	100	75	50	87.5	50	100	75	50
1002KW	50										50
7050						50					
1201		25					62.5	50	50	50	50
SF414			75								
21H			50								
33H				50							
218D					75						
218W						50					

注:混加少量 LDPE、HDPE

在现有设备条件下,按表 1-6 LLDPE 配比吹塑折径 700mm~1000mm,厚度 0.008mm LLDPE 地膜,其吹塑厚度 0.008mm 地膜。吹胀比为 2.23~3.19,牵伸比为 61.7~43.2。拉伸强度、断裂伸长率、直角撕裂强度检验结果均符合指标要求。因此,折径 700mm~1000mm、厚度

0.008mm 吹塑地膜可用以下配比的 LLDPE 混合树脂生产:① 7042 LLDPE 与沙特 1002KW LLDPE 的 1:1 或 2:1 混合树脂;② 7042 LLDPE 与 33H LLDPE 的 2:1 混合树脂;③ 7042 LLDPE 与 218D LLDPE 的 1:1 混合树脂;④ 7042 LLDPE、7050 LLDPE 与 218W LLDPE 的 1:1:1 混合树脂;⑤ 7042 LLDPE 与 1201 LLDPE 的 4:1 混合树脂。

3. LLDPE 地膜生产设备与检测仪器

LLDPE 地膜生产主要采用螺杆直径 65mm, $L/D = 30:1$, 带屏障段与销钉混炼段单螺杆挤出机及相应的辅机组成的吹膜机组。还有螺杆直径 45mm 和 75mm 挤出机及辅机, 试验用吹膜机组配有双风口冷却风环, 可高速挤出吹膜。

PE 树脂熔体流动速率采用 XRZ-300 型熔融指数测定仪(长春第二材料试验机厂)检测。地膜拉伸强度、断裂伸长率、直角撕裂强度采用 LL-250 型拉力试验机(承德试验机公司)检测。地膜厚度采用 JD-3 型投影立式光学计(新天精密光学仪器公司)检测。

4. 制备工艺

1) 加工方法

在 LLDPE 地膜生产中由于熔体黏度大, 熔体拉伸强度低, 难以顺利加工。目前各国采用的主要加工方法有:

(1) 采用专用的 LLDPE 吹膜机。如我国黑龙江省绥化县塑料二厂从意大利 Union 公司引进的 KG75 型 LLDPE 超薄薄膜生产线, 可生产厚度 0.02mm ~ 0.005mm, 折径 1600mm 的地膜。

(2) 生产 LLDPE/LDPE 共混膜。这是国外仍大量采用的方法之一。在我国 LLDPE 混入量多为 20% ~ 30%, 而日本的米可多化工公司的则高达 80%, 因为此方法能提高膜制品的光泽和透明度并可充分利用现有的 LDPE 吹膜设备, 无需多少改动就可生产 LLDPE 地膜, 很有竞争力。

(3) 以树脂加工流变改性剂制成易加工母料或易加工专用料便可直接利用 LDPE 吹膜机顺利吹制 LLDPE 地膜。目前国内外采用的 LLDPE 加工流变改性剂主要有两种: 第一种, 氟化物弹性体。如英国 BP 公司的 PPA 为无规含氟共聚物, 在 LLDPE 制膜时可直接以微粒形式加入或制成母料与基料混合吹膜, 此外美国杜邦公司的 VITON 改性剂为偏二氟乙烯和六氟丙烯的共聚物。我国兰化公司研究院也研制成功了此类专用母料; 第二种, 含有机硅酮化合物母料。如美国 UCC 公司的 Ucarsil PA-1, 其在 LLDPE 加工中含量能稳定在万分之五 ~ 万分之十就可顺利加工 LLDPE 地膜。我国兰化公司石油化工厂已研制成功这种专用母料, 并批量生产和推广应用。

2) 工艺参数选择

若使用一般吹塑薄膜机组, 其螺杆直径为 45mm, 长径比为 25:1, 螺杆转速为 7.5r/min ~ 150r/min, 牵引速度为 8m/min ~ 80m/min, 生产薄膜厚度在 0.01mm 以上。初次试验时, 当厚度达到 0.008mm 时, 泡管呈现左右摆动, 薄膜表面有大量晶点, 并有冷却不足等现象。为此, 进行了以下调整:

(1) 螺杆结构及主机功率。由于 LLDPE 熔体流动阻力大, 而且熔点高, 熔限窄, 因而主机选用了 22kW/15kW 较大的驱动功率, 螺杆头部设有混炼段, 以增强塑化并消除晶点。

(2) 口模间隙。由于 LLDPE 加工黏度大, 在模头处压力高, 增加口模间隙可减少机头压力, 增加挤出量并避免熔体破裂。使用的口模间隙为 1.8mm。

(3) 冷却风环。由于 LLDPE 对冷却速率非常敏感, 而且其熔体强度差, 垂伸性大, 在冷却不好的情况下将产生膜泡下垂, 使操作不稳定。为此, 选用了动力式双风口冷却风环, 对膜泡

进行速冷,以减少薄膜雾度,提高产品的透明性。

(4) 吹胀比及牵引速度。LLDPE 薄膜的吹胀比一般控制在 1~4。由于 LLDPE 熔体延伸率大,有利于高倍拉伸,因此,可通过牵引速度来控制薄膜厚度。

(5) 稳泡器。因牵引速度快且冷却距离长,为使膜泡稳定,另加稳泡器。

(6) 挤出温度及速度。LLDPE 对温度较为敏感,且熔点高,熔限窄,为了适应 LLDPE 熔体拉伸黏度低的特点,有利于高倍拉伸及速冷,加热采用中间高两端低的方式。共有 7 段加热区,其基本工艺温度如表 1-7 所列。

表 1-7 挤出机温度分布

机身/℃				机颈/℃	模头/℃	
1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区
160~170	180~190	200~210	210~220	210	200	190~200

注:主机转速为 110r/min~130r/min,牵引速度为 50m/min~60m/min

吹塑 LLDPE 地膜的主要工艺参数如表 1-8 所列。

表 1-8 吹塑 LLDPE 地膜的主要工艺参数

挤出机螺杆		挤出机 温度/℃	机头温 度/℃	机头口模		地膜规格		吹胀比	牵伸比
直径/mm	L/D			直径/mm	间隙/mm	厚度/mm	折径/mm		
65	30:1	180~220	180~200	200	1.1	0.008	700	2.23	61.7
							750	2.39	57.6
							800	2.55	54.0
							900	2.87	47.9
							1000	3.19	43.2
65	30:1	180~220	180~200	200	1.1	0.005	750	2.39	92.1
							800	2.55	86.4
							900	2.87	76.8

注:① 工艺温度视不同牌号 LLDPE 加工性能调控;
② 吹塑地膜双剖分卷,折径与宽度相等

5. 性能

不同类型 LLDPE 地膜力学性能如表 1-9~表 1-11 所列。

表 1-9 厚度 0.008mmLLDPE 地膜力学性能

规格/mm×mm	实测厚度 范围/mm	平均厚度 偏差/%	拉伸强度/N		断裂伸长率/%		直角撕裂强度/N		LLDPE 混合树脂 配比(表 1-6 配比实例号)
宽度×厚度			纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	
850×0.008	0.007~0.009	+5.0	2.24	1.92	489	673	0.96	1.04	1
800×0.008	0.007~0.009	+4.0	2.20	2.00	478	680	0.88	1.00	1
800×0.008	0.007~0.011	+5.0	2.48	2.00	495	676	1.00	1.20	1
800×0.008	0.007~0.011	+14.0	2.20	2.00	465	602	0.80	1.10	34
700×0.008	0.006~0.009	+2.0	3.00	2.20	417	628	1.00	1.08	35
1000×0.008	0.006~0.008	-15.0	2.48	1.84	453	638	0.82	1.04	36
1000×0.008	0.007~0.009	+2.5	2.88	2.16	403	648	1.12	1.16	37
900×0.008	0.007~0.010	+1.25	2.72	2.16	414	677	1.04	1.08	38
900×0.008	0.007~0.010	+5.0	2.44	2.04	428	616	1.12	1.16	39
900×0.008	0.007~0.009	-3.75	2.52	2.00	401	666	0.90	1.04	4
1000×0.008	0.008~0.011	+18.8	2.40	2.28	482	665	1.24	1.32	8
800×0.008	0.007~0.008	-1.25	2.40	1.68	433	552	0.76	0.84	33
800×0.008	0.007~0.010	-2.5	2.30	1.92	453	630	0.92	1.50	15
合格品指标	极限偏差 ±0.003	±15	≥1.3		≥120		≥0.5		

表 1-10 厚度 0.005mm LLDPE 地膜力学性能

规格/mm×mm 宽度×厚度	实测厚度 范围/mm	平均厚度 偏差/%	拉伸强度/N		断裂伸长率/%		直角撕裂强度/N	
			纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
800×0.005	0.005~0.008	+3.0	1.32	1.12	336	602	0.76	0.80
900×0.005	0.004~0.007	+6.0	1.68	1.24	412	667	0.64	0.72
900×0.005	0.004~0.007	+6.0	1.72	1.16	362	676	0.52	0.60
750×0.005	0.004~0.006	+4.0	1.64	1.20	364	642	0.56	0.64
900×0.005	0.004~0.006	+4.0	2.08	1.08	422	580	0.68	0.68
900×0.005	0.004~0.007	0	1.68	1.16	493	680	0.60	0.64
800×0.005	0.004~0.007	+1.25	1.60	1.20	375	670	0.60	0.68
900×0.005	0.004~0.007	+1.25	1.64	1.16	399	575	0.64	0.68
900×0.005	0.004~0.006	+2.0	1.68	1.16	376	658	0.68	0.72
900×0.005	0.004~0.007	+16.0	1.76	1.20	430	628	0.64	0.76
750×0.005	0.004~0.006	0	2.04	1.04	356	602	0.64	0.72
900×0.005	0.004~0.006	+2.0	1.60	1.20	390	670	0.58	0.70
800×0.005	0.004~0.008	+28.0	2.16	1.00	435	597	0.68	0.72
900×0.005	0.005~0.007	+10.0	1.48	1.08	437	622	0.56	0.72
900×0.005	0.005~0.007	+16.0	1.76	1.28	398	703	0.52	0.76

表 1-11 不同牌号 LLDPE 混合树脂吹塑微薄地膜的力学性能

(地膜规格: 900mm×0.005mm)

LLDPE 牌号与 混合比/质量份		实测厚度 范围 /mm	平均厚度 偏差/%	拉伸强度/N		断裂伸长率/%		直角撕裂强度/N	
7024	1002KW			纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
100		0.005~0.007	+22.0	1.28	0.88	348	501	0.50	0.68
100	50	0.004~0.006	+1.25	1.64	1.16	399	575	0.64	0.68
75	75	0.005~0.007	+6.0	1.72	1.16	362	676	0.52	0.60

1.1.2 聚乙烯多功能配色地膜

配色地膜不仅有普通地膜的增温、保墒等功能,而且具有除草和调节地温的作用,同时又利用黑白相间地膜透明部分与黑色部分膜下不同的温度效应,在不同季节分别定植在不同颜色的膜下,以调节不同根系在不同生长阶段对根际温度、水分环境的要求。另外,黑色膜带部位还具有防除杂草的功能,不但节省人力,而且还能避免因使用除草剂带来的环境污染,是一种多功能新型地膜。

1. 选材与配方设计

LLDPE、黑色母料、分散剂。

黑色料配比:黑色母料:LLDPE=1:25;分散剂:适量;透明料:LLDPE。

2. 主要设备

φ65mm、φ45mm 挤出吹塑机组;高速混合机。

3. 制备工艺

采用普通吹膜工艺及双色共挤机头。对两台吹塑机组进行改造,配置双色共挤机头。其流程为:配料→挤出→吹胀→牵引→卷取→包装→成品。

基本工艺条件:

机筒温度:160℃~185℃;机头温度:185℃;主机转速:60r/min~75r/min;牵引速度:60m/min。

4. 性能与效果

1) 性能

- (1) 产品具有较好的力学性能。
- (2) 低温下不脆裂,强度不降低。
- (3) 抗老化性能良好。
- (4) 无色膜部分透明度高,黑色膜部分透明度低,起到不同的光学效果。
- (5) 外观质量好。
- (6) 具有除草及调节地温功能。

在同一地膜机组上试制了聚乙烯普通地膜、聚乙烯黑白相间地膜、聚乙烯黑色地膜等样品。主要原材料均采用同一牌号 LLDPE,厚度 0.008mm,宽度 900mm。

2) 效果

经田间试验结果分析认为:黑白相间地膜除具有普通地膜的功能外,还具有增温和降温、防草的功能,在地温调节方面具有特殊的功能,早春作物定植于透明膜部分,以利提温保苗,后期根系延展到黑色膜下又利于稳定根系温度,以减轻高温障碍;秋季作物定植在黑色膜部分,以减轻早秋高温对幼苗的影响,晚秋透明膜又能提高成龄植株的根系温度促进生长。黑色地膜具有显著的除草及增产作用,与普通透明膜相比,有明显的降低地温作用,故适宜在 5 月 ~ 11 月使用。国产的黑白相间地膜较薄(0.006mm ~ 0.008mm),但在除杂草、调节根系不同生长阶段的地温以及促进作物生长方面的作用与厚度 0.01mm 的膜基本相同,且成品成本较低,因而更适合我国应用和推广。

1.1.3 多功能除草膜

1. 选材与配方设计

1) 原材料选择

(1) 原料树脂的优化。从国内外农地膜原料应用情况来看,LDPE、LLDPE 树脂是首选原料。LLDPE 主键为线性结构,主链上支链较短,支链频度较高;LDPE 具有几乎与主链长度相等的支链,而且频度较低。LLDPE 相对分子质量分布较窄,而 LDPE 较宽。LDPE 结晶度较低,一般为 45% ~ 50%;LLDPE 的结晶度高,通常为 50% ~ 55%。由于上述结构上的原因,LLDPE 与 LDPE 相比,具有更优良的性能。但是 LLDPE 分子结构决定了它的熔体流动行为为剪切变“硬”、挤出变“软”。由于在螺杆挤出机中,熔体剪切黏度高,使电机负荷加大,树脂离开机头后,由于其分子互相滑移不产生过大的内应力,在吹膜的牵引速度下,应变硬化程度较小,熔体强度远远低于 LDPE 树脂,造成吹膜时型坯难以控制、膜泡不稳,挤出量下降。从设备方面解决 LLDPE 吹膜的途径是对电机、螺杆、口模和风环进行改造。但是由此必然增加投资,而目前比较通行的方法则是采用 LLDPE 和 LDPE 共混,以提高生产率、薄膜透明度和耐穿刺能力,达到最佳效果。LLDPE 和 LDPE 树脂均为国产,来源充足,价格合理,因此选择这两种树脂。

(2) 母料载体树脂的选择。母料载体树脂必须满足下列性能:

① 不与除草剂及其他助剂发生化学反应;② 使除草剂均匀分布;③ 加工性能优良。基于上述原则,并考虑到专用料体系采用 LLDPE/LDPE 共混树脂,选定 LLDPE 作为母料载体树脂。

(3) 除草剂的选择。考察除草剂的物理化学性质,选择不易燃、不爆炸、无毒或毒性低、无刺激性气味、对农作物无药害,杀草面广的高效除草剂,要求除草剂既能迁移到薄膜表面上来,又能均匀分散,在加工中有很好的化学稳定性,并对环境及操作人员无不良影响。

(4) 分散剂的选择。除草剂在专用料和薄膜中的分散性是影响专用料和薄膜性能的重要因素。为了改善分散性选用低相对分子质量 PE 作为分散剂加入到母料中,分散剂解决了专用料吹膜时出现的除草剂分布不均匀、局部凝聚,形成应力集中,吹膜时易形成断膜的问题。其结果是薄膜质量得到提高。

综上所述,所选主要原料为:

① 树脂:LDPE、LLDPE,国产;② 成核剂:无机类粉末,600 目,国产;③ 分散剂:低聚物,国产;④ 除草剂:选择性内传导型粉剂,国产。

2) 配方设计

如表 1-12 和表 1-13 所列。

表 1-12 母料配方

(质量分数%)

代号	LLDPE	除草剂	分散剂	成核剂
ML	72	20	5.0	3.0

表 1-13 除草地膜专用料配方

(质量分数%)

编号	LLDPE	LDPE	ML
S-1	65	30	5
S-2	60	30	10
S-3	55	30	15
S-4	50	30	20

2. 主要设备

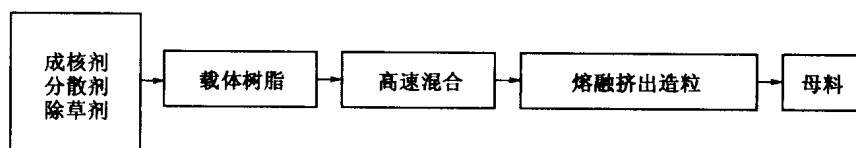
高速混合机:GH-10DC,北京塑料机械厂;

双螺杆挤出机:SLF-35B,成都有机硅研究中心;

吹膜机组 SJ-45×25L,长径比 $L/D=20:1$ 大连橡胶塑料机械厂。

3. 制备工艺

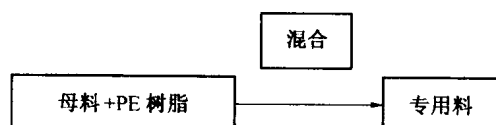
1) 母料的制备



将载体树脂、成核剂、分散剂、除草剂按一定比例在高速混合机中预混合均匀,然后在双螺杆挤出机中熔融挤出造粒,制得母料。作为中间体的母料可以保证除草剂在专用料中具有良好的分散性。

双螺杆挤出机造粒温度:165℃~175℃;螺杆转速:85r/min~90r/min。

2) 除草地膜专用料的制备



将母料、聚乙烯树脂在室温按一定比例均匀混合在一起即为专用料。专用料经挤出吹塑得到除草膜。

3) 专用料吹膜工艺

利用立式吹膜机组生产除草地膜,经反复试验得出最佳吹膜工艺条件,如表 1-14 所列。