

# 塑料粒料

# 配方与制备

张玉龙 李萍◎主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

C14057851

TQ320.4  
11

# 塑料粒料配方与制备

主 编	张玉龙	李 萍			
副 主 编	丁文皓	石 磊	张宝芹	李明俊	
参编人员	李永波	冯雪艳	尹 勋	崔紫方	刘 鹏
	孙建文	杨锦荣	官 平	王志强	张文超
	刘宝玉	杜仕国	闫 军	孙德强	李桂变
	杨振强	吴建全	邵颖惠	康 敏	



机械工业出版社

TQ 320.4



北航

C1742523

11

12872010

本书重点介绍了聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、热塑性聚酯（PET与PBT）和聚苯醚等塑料的着色以及母料、改性粒料、功能粒料的配方与制备技术，是塑料工业、材料研究、产品设计、配方设计、制造加工、管理销售和教学人员必读必备之书，也可作为技工培训教材使用。

### 图书在版编目（CIP）数据

塑料粒料配方与制备/张玉龙，李萍主编. —北京：机械工业出版社，  
2014.7

ISBN 978 - 7 - 111 - 47093 - 9

I. ①塑… II. ①张…②李… III. ①塑料-原料-配方②塑料-原料-配制 IV. ①TQ320.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 132273 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张秀恩 责任编辑：张秀恩 张元生

版式设计：霍永明 责任校对：刘秀丽

封面设计：陈沛 责任印制：刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23 印张·576 千字

0 001—2 500 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 47093 - 9

定价：59.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

策划编辑电话：(010) 88379770

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

塑料粒料是在塑料制品加工之前，经选材、配方设计、改性及掺混后，用挤出机挤出造粒而制成的物料形式。塑料粒料制备技术主要是针对通用塑料（聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS和聚甲基丙烯酸甲酯等）和通用工程塑料（聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、热塑性聚酯和聚苯醚等）自身存在的缺陷，经过改性、配方设计等手段，预先用挤出机挤出造粒，制成塑料制品加工时适用的物料，待制品加工时使用。这样一来，既可以防止在制品加工中由于混料不均或其他原因，造成制品质量下降，又可为塑料制品选材提供极大的方便。塑料粒料尽管不是最终可使用的产品，但它是通用塑料与通用工程塑料改性和配方设计技术的结晶，技术含量极高，应用十分广泛，具有光明的应用发展前景。而热固性塑料与特种工程塑料因自身特点，有自身的物料加工方式，故而很少采用造粒的方式，因此本书未加介绍。

为了普及塑料粒料配方设计与制备的基础知识，推广并宣传近年来塑料粒料研究及应用成果，国防信息学会军用材料信息专业委员会和北方（济南）胶粘剂与涂料协会编写了本书。本书共九章，35节，收集配方约1400例，重点介绍了聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、热塑性聚酯（PET与PBT）和聚苯醚等塑料的着色以及母料、改性粒料、功能粒料配方与制备技术，是塑料工业、材料研究、产品设计、配方设计、制造加工、管理销售和教学人员必读必备之书，也可作为技工培训教材使用。

本书突出实用性、先进性和可操作性，理论叙述从简，着重用实例和实用数据说明问题，结构严谨，数据翔实可靠，信息量大。若本书的出版发行能促进我国塑料制品更新换代，编者将感到十分欣慰。

由于水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请批评指正。

编 者

162	..... 第一章	17	..... 第一章
162	..... 第二章	17	..... 第二章
171	..... 第三章	23	..... 第三章
173	..... 第四章	24	..... 第四章
173	..... 第五章	24	..... 第五章
173	..... 第六章	24	..... 第六章
173	..... 第七章	24	..... 第七章
173	..... 第八章	24	..... 第八章
173	..... 第九章	24	..... 第九章
173	..... 第十章	24	..... 第十章
173	..... 第十一章	24	..... 第十一章
173	..... 第十二章	24	..... 第十二章
173	..... 第十三章	24	..... 第十三章
173	..... 第十四章	24	..... 第十四章
173	..... 第十五章	24	..... 第十五章
173	..... 第十六章	24	..... 第十六章
173	..... 第十七章	24	..... 第十七章
173	..... 第十八章	24	..... 第十八章
173	..... 第十九章	24	..... 第十九章
173	..... 第二十章	24	..... 第二十章
173	..... 第二十一章	24	..... 第二十一章
173	..... 第二十二章	24	..... 第二十二章
173	..... 第二十三章	24	..... 第二十三章
173	..... 第二十四章	24	..... 第二十四章
173	..... 第二十五章	24	..... 第二十五章
173	..... 第二十六章	24	..... 第二十六章
173	..... 第二十七章	24	..... 第二十七章
173	..... 第二十八章	24	..... 第二十八章
173	..... 第二十九章	24	..... 第二十九章
173	..... 第三十章	24	..... 第三十章
173	..... 第三十一章	24	..... 第三十一章
173	..... 第三十二章	24	..... 第三十二章
173	..... 第三十三章	24	..... 第三十三章
173	..... 第三十四章	24	..... 第三十四章
173	..... 第三十五章	24	..... 第三十五章

# 目 录

## 前言

<b>第一章 聚乙烯粒料</b> .....	1
第一节 简介 .....	1
一、主要性能 .....	1
二、应用 .....	4
第二节 聚乙烯着色母粒与加工母料 .....	4
一、聚乙烯着色母粒 .....	4
二、聚乙烯加工母料(粒) .....	14
第三节 聚乙烯改性粒料 .....	29
一、共混或共聚改性粒料配方 .....	29
二、增强与填充改性粒料配方 .....	39
三、耐候性、耐老化改性粒料配方 .....	42
四、聚乙烯改性粒料配方与制备实例 .....	43
第四节 聚乙烯功能粒料 .....	52
一、抗静电与导电聚乙烯粒料配方 .....	52
二、聚乙烯正温度系数(PTC)粒料 配方 .....	54
三、聚乙烯导热粒料配方 .....	54
四、聚乙烯抗菌粒料配方 .....	55
五、可降解聚乙烯薄膜专用料配方 .....	56
六、聚乙烯阻燃粒料配方 .....	57
七、其他功能粒料配方 .....	60
八、聚乙烯功能粒料制备实例 .....	62
<b>第二章 聚丙烯粒料</b> .....	71
第一节 简介 .....	71
一、主要性能 .....	71
二、应用 .....	73
三、改性与配方设计 .....	74
第二节 聚丙烯母料(粒) .....	74
一、母料(粒)经典配方 .....	74
二、制备实例 .....	76
第三节 聚丙烯改性粒料 .....	85
一、增韧改性粒料配方 .....	85
二、增强改性粒料配方 .....	95
三、填充改性粒料配方 .....	98
四、纳米改性粒料配方 .....	103
五、其他改性粒料配方 .....	104
六、制备实例 .....	111

第四节 聚丙烯功能粒料 .....	129
一、抗静电与导电聚丙烯粒料配方 .....	129
二、聚丙烯导热粒料配方 .....	130
三、抗菌、防臭聚丙烯粒料配方 .....	131
四、光学聚丙烯粒料配方 .....	131
五、聚丙烯阻燃粒料配方 .....	132
六、制备实例 .....	135
<b>第三章 聚氯乙烯粒料</b> .....	139
第一节 简介 .....	139
一、主要品种 .....	139
二、主要性能 .....	139
三、应用 .....	141
第二节 聚氯乙烯着色与母料(粒) .....	141
一、聚氯乙烯着色粒料配方 .....	141
二、聚氯乙烯色母料(粒) .....	142
第三节 聚氯乙烯改性粒料 .....	146
一、增韧改性粒料配方 .....	146
二、交联改性粒料配方 .....	150
三、填充改性粒料配方 .....	151
四、热稳定性改性粒料配方 .....	153
五、制备实例 .....	156
第四节 聚氯乙烯功能粒料 .....	160
一、导电与抗静电粒料配方 .....	160
二、阻燃粒料配方 .....	161
三、其他功能粒料配方 .....	163
四、制备实例 .....	165
<b>第四章 聚苯乙烯粒料</b> .....	172
第一节 简介 .....	172
一、主要性能 .....	172
二、应用 .....	172
第二节 聚苯乙烯着色粒料 .....	172
一、聚苯乙烯着色粒料配方 .....	172
二、聚苯乙烯色母料(粒) .....	176
第三节 聚苯乙烯改性粒料 .....	178
一、经典配方 .....	178
二、制备实例 .....	180
第四节 聚苯乙烯功能粒料 .....	184
一、聚苯乙烯阻燃粒料配方 .....	184

二、聚苯乙烯导电导磁粒料	186	二、应用	306
三、其他功能粒料	193	第二节 聚碳酸酯着色粒料	306
<b>第五章 ABS 与聚甲基丙烯酸甲酯粒料</b>	195	一、聚碳酸酯着色配方	306
第一节 ABS 简介	195	二、玻璃纤维增强聚碳酸酯着色配方	307
一、主要性能	195	第三节 聚碳酸酯改性粒料	307
二、应用	197	一、配方与制备实例	307
第二节 ABS 着色粒料与色母料	198	二、聚碳酸酯经典配方	309
一、ABS 着色粒料配方	198	第四节 聚碳酸酯功能粒料	315
二、ABS 色母料(粒)	198	一、配方与制备实例	315
第三节 ABS 改性粒料	199	二、聚碳酸酯阻燃粒料配方	319
一、经典配方	199	三、其他聚碳酸酯功能粒料配方	321
二、制备实例	204	<b>第八章 聚甲醛粒料</b>	322
第四节 ABS 功能粒料	212	第一节 简介	322
一、ABS 阻燃粒料	212	一、主要品种	322
二、ABS 导电粒料	242	二、主要性能	322
三、ABS 抗菌粒料	247	三、应用	323
第五节 聚甲基丙烯酸甲酯粒料	250	第二节 聚甲醛改性粒料	323
一、简介	250	一、配方与制备实例	323
二、聚甲基丙烯酸甲酯着色粒料配方	251	二、经典配方	325
三、聚甲基丙烯酸甲酯加工粒料	252	第三节 聚甲醛功能粒料	329
<b>第六章 聚酰胺粒料</b>	255	一、配方与制备实例	329
第一节 简介	255	二、聚甲醛阻燃粒料配方	332
一、主要性能	255	三、聚甲醛抗静电粒料配方	332
二、应用	257	<b>第九章 热塑性聚酯与改性聚苯醚粒料</b>	333
第二节 聚酰胺着色粒料与色母料	257	第一节 聚对苯二甲酸乙二醇酯粒料	333
一、聚酰胺着色粒料配方	257	一、简介	333
二、聚酰胺色母料(粒)	257	二、聚对苯二甲酸乙二醇酯改性粒料	334
第三节 聚酰胺改性粒料	258	三、聚对苯二甲酸乙二醇酯功能粒料配方	343
一、聚酰胺合金化改性粒料配方	258	第二节 聚对苯二甲酸丁二醇酯粒料	344
二、聚酰胺增韧改性粒料配方	259	一、简介	344
三、聚酰胺增强填充改性粒料配方	263	二、聚对苯二甲酸丁二醇酯改性粒料	346
四、其他改性粒料配方	269	三、聚对苯二甲酸丁二醇酯阻燃粒料	349
五、制备实例	270	第三节 聚苯醚与改性聚苯醚粒料	352
第四节 聚酰胺功能粒料	290	一、简介	352
一、聚酰胺阻燃粒料	290	二、聚苯醚改性粒料配方	353
二、其他聚酰胺功能粒料配方	303	三、聚苯醚功能粒料	354
<b>第七章 聚碳酸酯粒料</b>	305	<b>参考文献</b>	359
第一节 简介	305		
一、主要性能	305		

# 第一章 聚乙烯粒料

## 第一节 简介

聚乙烯 (Polyethylene, PE) 是以乙烯单体聚合制得的聚合物。工业上把乙烯均聚物、乙烯与  $\alpha$ -烯烃 ( $<8\%$ ) 的共聚物都归入聚乙烯。聚乙烯塑料是以聚乙烯为基材的塑料。

聚乙烯的品种较多, 分类方法多样, 为叙述方便, 本书仅按其密度加以分类。聚乙烯按密度的不同可分为: 高密度聚乙烯 (HDPE)、低密度聚乙烯 (LDPE)、线型低密度聚乙烯 (LLDPE)、超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)、改性聚乙烯。这几种聚乙烯产量大、用途广, 是本书介绍的重点, 其他品种这里不作介绍。

### 一、主要性能

#### 1. 聚乙烯的结构特点

聚乙烯的分子是长链线型结构或支链结构, 为典型的结晶聚合物。在固体状态下, 结晶部分与无定形部分共存。结晶度视加工条件和原处理条件的不同而不同。一般情况下, 密度越高, 结晶度就越大。LDPE 结晶度通常为  $55\% \sim 65\%$ , HDPE 结晶度为  $80\% \sim 90\%$ 。

#### 2. 基本性能

聚乙烯为典型的热塑性塑料, 是无臭、无味、无毒的可燃性白色蜡状物, 比水轻, 燃烧时有石蜡的气味, 软化后呈球状, 火焰上部呈黄色, 中间呈蓝色, 不能自熄。成型加工的 PE 树脂均是经挤出造粒的蜡状颗粒料, 外观呈乳白色。其相对分子质量在  $1\text{万} \sim 100\text{万}$  范围内。相对分子质量超过  $100\text{万}$  的则为超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)。相对分子质量越高, 其物理力学性能越好, 越接近工程材料的要求。但相对分子质量越高, 其加工的难度也随之增大。聚乙烯熔点为  $105 \sim 135^\circ\text{C}$ 。聚乙烯耐低温性能优良, 在  $-60^\circ\text{C}$  下仍可保持良好的力学性能, 但使用温度在  $80 \sim 110^\circ\text{C}$ 。

聚乙烯化学稳定性较好, 室温下可耐稀硝酸、稀硫酸和任何浓度的盐酸、氢氟酸、磷酸、甲酸、醋酸、氨水、胺类、过氧化氢、氢氧化钠、氢氧化钾等溶液。但不耐强氧化剂的腐蚀, 如发烟硫酸、浓硝酸、铬酸与硫酸的混合液。在室温下上述溶剂会对聚乙烯产生缓慢的侵蚀作用, 而在  $90 \sim 100^\circ\text{C}$  下, 浓硫酸和浓硝酸会快速地侵蚀聚乙烯, 使其破坏或分解。

聚乙烯在大气、阳光和氧的作用下, 会发生老化、变色、龟裂、变脆或粉化, 丧失力学性能。在成型加工温度下, 也会因氧化作用, 使其熔体黏度下降, 发生变色、出现条纹, 故在成型加工和使用过程或选材时应予以注意。对 PE 的改性方法是加入抗氧剂、紫外线吸收剂或炭黑等, 可明显提高其耐老化性能。

由于聚乙烯属于非极性材料, 所以电绝缘性能优异, 其介电常数与介电损耗基本上与温度和频率无关, 且高频性能良好, 是制造电线、电缆绝缘料的优选原材料。

聚乙烯及其制品受应力或制品内残余应力作用, 在与醇、醛、酮、酯表面活性剂等极性溶剂或蒸汽接触时会产生龟裂, 这种现象称为应力开裂。通常, 相对分子质量越低开裂越严重。选材加工时掺混聚异丁烯一类的聚合物可减少或消除应力开裂。

聚乙烯的性能见表 1-1。

表 1-1 聚乙烯的性能

性 能	低密度	中密度	高 密 度		
			熔体流动速率 >1g/(10min)	熔体流动速率 =0	
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	0.910~0.925	0.926~0.940	0.941~0.965	0.945	
相对分子质量平均	≈3×10 <sup>5</sup>	≈2×10 <sup>5</sup>	≈1.25×10 <sup>5</sup>	(1.5~2.5)×10 <sup>6</sup>	
折射率(%)	1.51	1.52	1.54	—	
透气速度(相对值)	1	$1\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	—	
断裂伸长率(%)	90~800	50~600	15~100	—	
邵氏硬度(H <sub>D</sub> )	41~50	50~60	60~70	55(洛氏硬度 HRR)	
冲击强度(悬臂梁式,缺口)/(J/m <sup>2</sup> )	>853.4	>853.4	80~1067	>1067	
拉伸强度/MPa	6.9~15.9	8.3~24.1	21.4~37.9	37.2	
拉伸弹性模量/MPa	117.2~241.3	172.3~379.2	413.7~1034	689.5	
连续耐热温度/°C	82~100	104~121	121	—	
热变形温度(0.46MPa)/°C	38~49	49~74	60~82	73	
比热容/[J/(kg·K)]	2302.7	—	2302.7	—	
结晶熔点/°C	108~126	126~135	126~136	135	
脆化温度/°C	-80~-55	—	<-140~-100	<-137	
熔体流动速率/[g/(10min)]	0.2~30	0.1~4.0	0.1~4.0	0.00	
线胀系数/K <sup>-1</sup>	(16~18)×10 <sup>-5</sup>	(14~16)×10 <sup>-5</sup>	(11~13)×10 <sup>-5</sup>	7.2×10 <sup>-5</sup>	
热导率/[W/(m·K)]	0.35	—	0.46~0.52	—	
耐电弧性/s	135~160	200~235	—	—	
相对介电常数	60~100Hz	2.25~2.35	2.25~2.35	2.30~2.35	2.34
	1MHz	2.25~2.35	2.25~2.35	2.30~2.35	2.30
介质损耗因数	60~100Hz	<5×10 <sup>-4</sup>	<5×10 <sup>-4</sup>	<5×10 <sup>-4</sup>	<3×10 <sup>-4</sup>
	1MHz	<5×10 <sup>-4</sup>	<5×10 <sup>-4</sup>	<5×10 <sup>-4</sup>	<2×10 <sup>-4</sup>
体积电阻率(RH50%,23°C)/Ω·cm	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	>10 <sup>16</sup>	
介电强度/(kV/mm)	短时	18.4~28.0	20~28	18~20	28.4
	步级	16.8~28.0	20~28	17.6~24	27.2

### 3. 成型加工性能

聚乙烯的成型方法很多,注射、挤出、吹塑等一般热塑性塑料的成型方法均可采用,此外还可以进行喷涂、焊接、机加工等。

注射聚乙烯树脂由于密度不同,因而各有其不同的熔体流动速率范围,通常选用的树脂熔体流动速率为10~20g/10min。熔体流动速率高的树脂,相对分子质量小,黏度低,加工温度也低,但成品的力学性能较低;熔体流动速率低的树脂,相对分子质量大,黏度高,成品的力学性能也好(见表1-2),但加工温度高。相对分子质量分布宽的树脂(可以用加入



低分子量聚乙烯的方法达到), 成型时的流动性好, 但是制品的力学性能和耐热性降低。聚乙烯树脂密度不同, 其制品性能和结晶速度就不同, 所以成型条件也有所不同。聚乙烯密度与性能的关系见表 1-3。在注射过程中聚乙烯分子有取向现象, 经冷却定型所得的制品在一定程度上仍保留取向现象, 使制品沿注射方向的收缩率增大, 薄壁制品表现尤为突出。由于取向现象还会使注射制品的浇口周围部位的脆性增加, 因此可采用提高注射温度或改用熔体流动速率较高的聚乙烯的方法, 以避免这种不良现象, 但用熔体流动速率高的树脂所得的制品冲击韧性较低。

表 1-2 聚乙烯熔体流动速率与性能的关系

性能	熔体流动速率		性能	熔体流动速率	
	低	高		低	高
拉伸强度	←增加		低温脆性	←改善	
伸长率	←增加		耐药品性	←提高	
耐冲击性	←增加		成型时的流动性	提高→	
耐应力开裂性	←提高		表面光泽	提高→	
耐磨性	←提高				

表 1-3 聚乙烯的密度与性能的关系

项目	密度/(g/cm <sup>3</sup> )	低密度	中密度		高密度
		≤0.925	0.926 ~ 0.940		>0.940
结晶度(%)		65	75	85	95
邵氏硬度(H <sub>D</sub> )		40	50	60	70
软化温度/℃		105	118	124	127
拉伸强度/MPa		144	175	245	335
伸长率(%)		500	300	100	25
冲击强度(悬臂梁式, 缺口)/(kJ/m <sup>2</sup> )		42	21	17	13

聚乙烯是非极性结构, 因此吸湿性很小, 但由于它是非导体, 所得的颗粒在贮存运输过程中, 特别是在干燥的大气中, 易产生静电, 吸附空气中的水分, 因而造成水分含量过大。如果含水量超过 0.05% 而不经干燥直接用来成型, 则制品内部可能产生气泡。因此, 在成型前应进行干燥处理, 通常是在 80℃ 烘干 2 ~ 3h。

聚乙烯注射成型时, 可采用一般的注射机进行注射。注射温度提高, 制品的拉伸强度和伸长率会下降。注射工艺大体为: 柱塞式注射机, 机筒温度后段为 140 ~ 160℃, 前段为 170 ~ 200℃, 压力为 60 ~ 100MPa, 注射时间为 15 ~ 60s, 高压时间为 0 ~ 3s, 冷却时间为 15 ~ 60s, 总周期为 40 ~ 130s, 收缩率为 1.5% ~ 4%。

各种聚乙烯的挤出成型对螺杆并无特殊要求, 常用螺杆长径比  $L/D = 10 \sim 15$ , 压缩比 2 ~ 3, 都可使用。PE 管挤出温度见表 1-4。

表 1-4 PE 管挤出温度

(单位:℃)

项 目	LDPE	HDPE	MDPE
加料下部	125 ~ 150	140 ~ 170	140 ~ 180
机筒中间	140 ~ 170	150 ~ 200	150 ~ 220

(续)

项 目	LDPE	HDPE	MDPE
机筒头部	150 ~ 180	160 ~ 230	160 ~ 240
机头	150 ~ 160	170 ~ 200	170 ~ 220
机头前端	170 ~ 200	180 ~ 220	180 ~ 220

## 二、应用

聚乙烯适用于制造薄膜、管材、电线电缆料、单丝、日常用品、中空制品、泡沫塑料、涂料和胶粘剂等。但未改性 PE 不能作工程材料。工程结构材料所要求的材料刚性通常在 800 ~ 1000MPa, 强度在 100MPa 以上, 耐热湿度为 130 ~ 150℃。由此可见, 若将聚乙烯用作结构材料, 就必须对其进行改性, 提高其强度、刚性和耐热性, 使这三项性能至少达到通用工程塑料的水平, 特别是增强塑料的性能水平, 这样才可用作工程结构材料。

实现 PE 工程化的方法只有改性技术。目前发达国家市售 PE 树脂 80% 以上为改性 PE 树脂, 采用改性技术在发展高性能低成本工程材料中具有十分重要的地位与作用。

## 第二节 聚乙烯着色母粒与加工母料

### 一、聚乙烯着色母粒

#### (一) 着色母粒的组成

塑料着色母粒常常由母料核、分散层及载体层三部分组成, 很少加入偶联层; 但有时还需要加入少量的润滑剂、抗氧剂及热稳定剂等。

(1) 着色剂的选择 着色剂可选用无机颜料、有机颜料及少量染料。

无机颜料主要有钛白粉、炭黑、氧化铁红、镉红及镉黄等。

有机颜料主要有耐晒艳红 BDC、耐晒大红 BDN、永固艳黄、透明黄、酞菁蓝及酞菁绿等。

染料主要有还原性红、分散橙等。

着色剂的加入量一般占着色母粒的 15% ~ 40%。

(2) 载体的选择 着色母粒载体的选择同填充母料基本相同, 不同的树脂选择不同的载体, 例如: PE、PP 树脂选择 LDPE; PS、ABS 树脂选择 HIPS; PVC 树脂选择 CPE 或 APVC。着色母粒也可以选择复合载体, 还可以无载体或选择万用载体, 如 EVA、CPE、SBS 等。

载体的加入量约为着色母粒的 30% ~ 70%, 比填充母粒载体的加入量大两倍多。

(3) 分散剂的选择 着色母粒中的分散剂主要有两方面作用: 一是促进着色剂在载体中分散; 二是提高母粒的加工流动性。

常用的分散剂有低分子 PE、氧化聚乙烯、HSt、白油 (液体石蜡)、ZnSt、CaSt、MgSt、月桂酸钡、软 (硬) 脂酸甘油酯、DOP、松节油、磷酸三苯酯等。

分散剂的加入量约占着色母粒的 15% 左右。

#### (二) 经典配方

##### 1. 聚乙烯着色配方 (红色类)

1) 大红 (质量份): 聚乙烯 100; 永固黄 GG 0.01; 耐晒大红 0.08; A-101 钛白粉

0.062。

2) 粉红 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.124; 酞菁红 0.004。

3) 淡粉红 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.124; 酞菁红 0.002。

4) 明红 (质量份): 聚乙烯 100; 永固黄 GG 0.01; 耐晒大红 0.07。

5) 明妃 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁红 0.002。

2. 聚乙烯着色配方 (黄色类)

1) 鹅黄 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.112; 501 柠檬铬黄 0.094。

2) 茈鹅黄 (质量份): 聚乙烯 100; 501 柠檬黄 0.124; S101 荧光黄 0.024; A-101 钛白粉 0.112。

3. 聚乙烯着色配方 (绿色类)

1) 翠绿 (质量份): 聚乙烯 100; 永固黄 GG 0.024; 酞菁绿 0.034; A-101 钛白粉 0.062。

2) 湖绿 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.062 5; 酞菁绿 0.125。

3) 明绿 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁绿 0.004。

4) 透明荧光绿 (质量份): 聚乙烯 100; S101 荧光黄 0.01; 酞菁绿 0.002。

5) 茈果绿 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁绿 0.005; S101 荧光黄 0.025; A-101 钛白粉 0.125。

4. 聚乙烯着色配方 (蓝色类)

1) 湖蓝 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.004 4; S501 柠檬黄 0.002 4; A-101 钛白粉 0.063。

2) 中蓝 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.030; 群青 0.034; A-101 钛白粉 0.124。

3) 天蓝 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.000 25; 群青 0.12; A-101 钛白粉 0.25。

4) 浅天蓝 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.062 5; 群青 0.054。

5) 明蓝 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.012 5。

5. 聚乙烯着色配方 (其他类)

1) 中灰 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.001 2; 炭黑 0.005 6; A-101 钛白粉 0.372; 501 柠檬铬黄 0.03。

2) 米黄 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.184; 501 柠檬铬黄 0.375; 炭黑 0.001 5; 立索尔宝红 BK 0.012 8。

3) 奶白 (质量份): 聚乙烯 100; 501 柠檬铬黄 0.05; 酞菁红 0.000 63; A-101 钛白粉 0.42。

4) 磁白 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.375。

5) 茼白 (质量份): 聚乙烯 100; A-101 钛白粉 0.225; 酞菁蓝 0.000 62。

6) 深咖啡 (质量份): 聚乙烯 100; 501 柠檬铬黄 0.018 6; 炭黑 0.018 6; 酞菁红 0.018; 酞菁蓝 0.006 4; A-101 钛白粉 0.086。

7) 明雪青 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁紫 0.008。

8) 黑 (质量份): 聚乙烯 100; 炭黑 0.050。

以上 8 个配方中, 聚乙烯配方原则上也适用于聚丙烯的着色。

6. 聚乙烯塑料花用着色配方

1) 浅粉色 (质量份): 聚乙烯 100; 钛白粉 0.2; FZ-2007 粉 0.1。

- 2) 肉色粉红 (质量份): 聚乙烯 100; 钛白粉 0.2; 凡士林桃红 0.04。
- 3) 深粉红 (质量份): 聚乙烯 100; 钛白粉 0.2; FZ5037 粉红 0.3。
- 4) 金黄 (质量份): 聚乙烯 100; 132 透明玫瑰红 0.08; PV-HR 黄 0.12; 钛白粉 0.2。
- 5) 草黄 (质量份): 聚乙烯 100; H10G 柠檬黄 0.05; S101 荧光黄 0.05; 钛白粉 0.2。
- 6) 蓝色 (质量份): 聚乙烯 100; 酞菁蓝 0.005; RS-6 蓝 0.2; 钛白粉 0.2。
- 7) 紫罗兰 (质量份): 聚乙烯 100; RS-6 蓝 0.1; BL 紫 0.1; 钛白粉 0.2; PV-E 玫瑰

粉红 0.08。

- 8) 绿 (质量份): 聚乙烯 100; GRL 黄 0.000 4; 酞菁绿 0.024; 钛白粉 0.2; PV-HR 黄 0.1。

- 9) 深绿 (质量份): 聚乙烯 100; 立索尔大红 0.002; 酞菁绿 0.2; GRL 黄 0.002; 铅铬黄 0.2; 钛白粉 0.1; PV-HR 黄 0.15。

- 10) 水绿 (质量份): 聚乙烯 100; 钛白粉 0.2; FZ-2002 绿 0.35。

#### 7. 聚乙烯着色、阻燃母料

- 1) 配方 1 (质量份): 着色剂 5~30; 十溴联苯丁醚 30~40; 三氧化二锑 10~15; 载体树脂 30~40; 分散剂 (聚乙烯蜡) 10~15; 表面活性剂 1~2。

- 2) 配方 2 (质量份): 着色剂 5~30; 十溴联苯丁醚 20~30; 三氧化二锑 5~10; 氢氧化铝 10~20; 载体树脂 30~40; 分散剂 (聚乙烯蜡) 10~15; 表面活性剂 1~2。

#### 8. 聚乙烯色母料

- 1) 瓷白 (质量份): 着色剂 50; 载体树脂 (LDPE) 40~35; 分散剂及其他助剂 10~15。

- 2) 大红 (质量份): 着色剂 30; 载体树脂 (LDPE) 55~50; 分散剂及其他助剂 15~20。

- 3) 天蓝 (质量份): 着色剂 30; 载体树脂 (LDPE) 55~50; 分散剂及其他助剂 15~20。

- 4) 荧光鹅黄 (质量份): 着色剂 30; 载体树脂 (LDPE) 60~50; 分散剂及其他助剂 10~20。

- 5) 中灰 (质量份): 着色剂 40; 载体树脂 (LDPE) 50~45; 分散剂及其他助剂 10~15。

- 6) 咖啡 (质量份): 着色剂 30; 载体树脂 (LDPE) 55~50; 分散剂及其他助剂 15~20。

- 7) 大绿 (质量份): 着色剂 20; 载体树脂 (LDPE) 75~70; 分散剂及其他助剂 5~10。

- 8) 黑色 (质量份): 着色剂 30; 载体树脂 (LDPE) 55~40; 分散剂及其他助剂 15~30。

- 9) PE 特黑母料 (质量份): PE 45; 炭黑 33; TAS-2A 3~5; PE 蜡 15~20。

- 10) PE 珠光母料 (质量分数, %): LDPE 56; TAS-2A 6; 珠光粉 38。

加工条件: LDPE 与 TAS-2A 混合 5~7min; 加入珠光粉。

性能: 熔体流动速率为 6g/(10min) 时, 用量为在 PE 中加入 25% 母料。

#### (三) 制备技术

色母粒的制造方法有四种: 油墨法、冲洗法、捏合法和金属皂法。现分别简述如下。

合(1) 油墨法 油墨法顾名思义是在色母粒生产中采用油墨色浆的生产方法,即采用聚乙烯低分子蜡,通过三辊研磨,在颜料表面包覆一层低分子保护层。油墨法的工艺流程如图 1-1 所示。

油墨法生产的色母粒主要靠三辊研磨机的剪切作用,使色浆中的颜料颗粒团聚体打开,生成原生颗粒。但由于设备性能限制,颜料经三辊研磨后,其颗粒大小仅能达到 10~30 $\mu\text{m}$ 。

由于颜料性质不同,研磨次数就不同,如二氧化钛易磨碎,而炭黑较难磨碎,所以后者至少研磨三次。

利用油墨法生产的色母粒,其质量指标可以和日本色母粒相媲美。中国油墨法生产的色母粒和日本产生色母粒性能比较见表 1-5。

表 1-5 中国油墨法生产的色母粒和日本产生色母粒性能比较<sup>①</sup>

聚乙烯黑色农膜	国 产	日 本
拉伸强度(纵/横)/MPa	2.72/1.32	3.38/1.38
相对伸长率(纵/横)(%)	157/234	141/373
撕裂强度(纵/横)/(N/m)	8 630/13 043	8 238/9 611

① 薄膜厚度为 0.015~0.02mm。

(2) 冲洗法 冲洗法是颜料、水和分散剂通过砂磨,使颜料颗粒小于 1 $\mu\text{m}$ ,并通过相转移法,使颜料转入油相,然后干燥制得色母粒。转相时还需要用有机溶剂以及相应的溶剂回收装置。冲洗法流程与工艺如图 1-2 和图 1-3 所示。

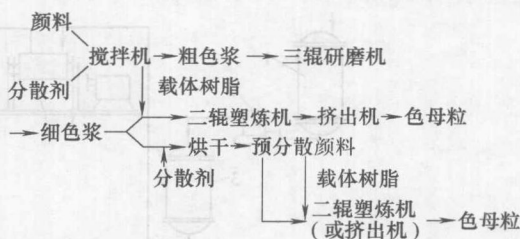


图 1-1 油墨法的工艺流程

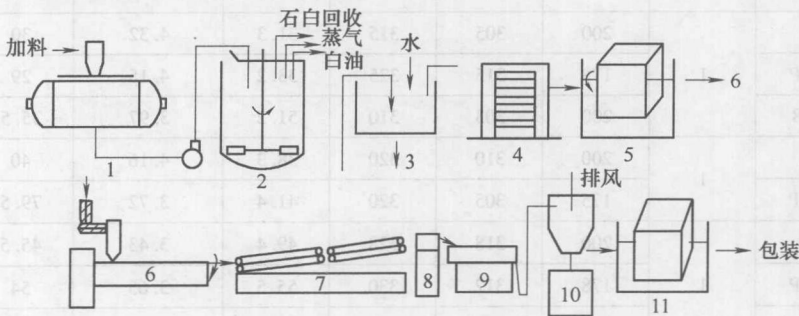


图 1-2 冲洗法流程

1—球磨机 2—转相槽 3—水洗槽 4—烘箱 5、11—掺混料机 6—双螺杆挤出机  
7—料条运输冷却器 8—气刀和切粒机 9—振动筛 10—真空上料器

冲洗法采用的原材料性质如下:

聚乙烯:蜡粉状,软化点 102 $^{\circ}\text{C}$ ;

高压聚乙烯:  $MFR = 30\text{g}/(10\text{min})$ ;

聚丙烯:  $MFR = 20\text{g}/(10\text{min})$ ;

溶剂:碳氢化合物,密度(15 $^{\circ}\text{C}$ )

725 $\text{kg}/\text{m}^3$ ,闪点  $< 0^{\circ}\text{C}$ ,蒸馏区间 108~137 $^{\circ}\text{C}$ 。

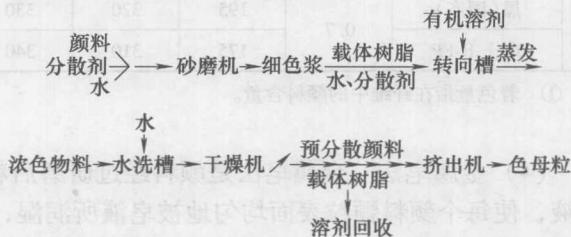


图 1-3 冲洗法工艺

(3) 捏合法 捏合法是将颜料和油性载体掺混后,利用颜料亲油这一特点,通过捏合使颜料从水相冲洗进入油相。同时又由油性载体将颜料表面包覆,使颜料分散稳定,防止颜料凝聚。捏合法流程与工艺如图 1-4 和图 1-5 所示。

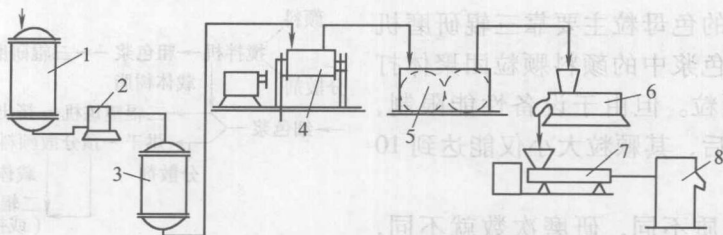


图 1-4 捏合法流程

1—砂磨罐 2—过滤器 3—贮液罐 4—捏合机 5—二辊塑炼机  
6—破碎机 7—挤出机 8—切粒机

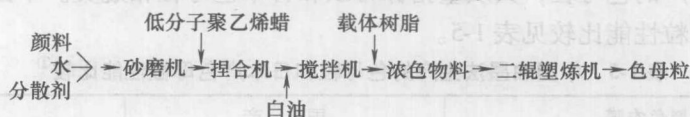


图 1-5 捏合法工艺

捏合法生产的色母粒和进口色母粒的纺丝性能对比见表 1-6。

表 1-6 色母粒纺丝性能对比

母粒名称	着色量 <sup>①</sup> (%)	纺丝温度/°C			纤维指标		喷丝板使用周期/h	拉伸性能	
		I	II	III	伸长率 (%)	相对强度 / (cN/dtex)			
黄	1	黄(国产)	200	305	315	31.3	4.32	30	好
		瑞士 3G-FP	178	315	325	33.2	4.15	29	好
		日本 97278	200	303	310	51.2	3.97	35.5	有断头
红	1	红(国产)	200	310	320	38.3	4.16	40	好
		瑞士 BR-FP	175	305	320	41.4	3.72	79.5	好
蓝	1	蓝(国产)	200	318	328	49.4	3.43	45.5	好
		瑞士 4G-FP	178	312	330	55.5	3.65	54	好
		日本 97226	200	318	325	39.1	3.74	88	好
绿	1	绿(国产)	195	315	325	34.0	3.54	25.5	好
		日本 97227	195	305	316	24.9	3.55	31.5	断头多
黑	0.7	黑(国产)	195	320	330	33.7	4.52	69	有断头
		瑞士 B-FP	175	310	340	28.4	4.35	45	断头多

① 着色量指在纤维中的颜料含量。

(4) 金属皂法 金属皂法是颜料经过研磨后粒度达到  $1\mu\text{m}$  左右,并在一定温度下加入皂液,使每个颜料颗粒表面均匀地被皂液所润湿,形成一层皂化液,当金属盐溶液加入后与颜料表面的皂化层发生化学反应而生成一层金属皂的保护层(硬脂酸镁),这样经磨细后的颜料颗粒不会引起絮凝现象,而保持一定的细度。

此方法为瑞士汽巴嘉基公司于 1978 年在中国介绍的技术（目前该公司已不用此法），并为上海某工厂所采用，它不仅可制得色母粒，并可制得预处理颜料。金属皂法工艺如图 1-6 所示。

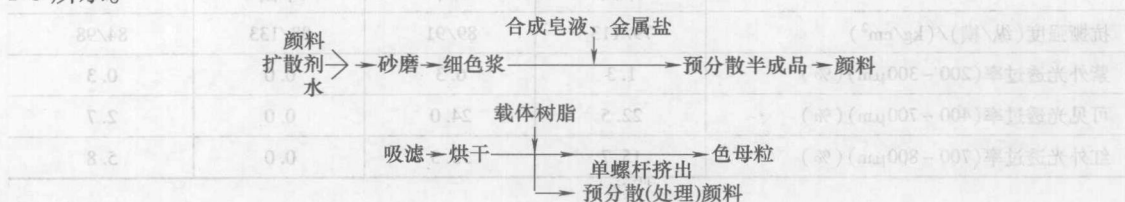


图 1-6 金属皂法工艺

金属皂法生产的聚乙烯色母粒的力学性能见表 1-7。

表 1-7 金属皂法生产的聚乙烯色母粒的力学性能

力学性能	本色	蓝色	橘黄	绿	棕	灰	白	红	黑	黄	紫	湖绿
拉伸强度/MPa	0.17	0.19	0.17	0.12	0.19	0.12	0.20	0.17	0.17	0.20	0.17	0.19
伸长率(%)	540	570	570	550	480	510	570	580	517	530	560	540

#### (四) 聚乙烯色母粒制备实例

##### 1. 聚乙烯薄膜色母粒

##### (1) 原材料与配方 (见表 1-8)

表 1-8 原材料与配方

原材料	配比(质量份)	原材料	配比(质量份)
载体树脂聚乙烯	40 ~ 60	润滑剂	5 ~ 10
着色剂(墨绿或黑色)	20 ~ 40	其他助剂	适量
分散介质	15 ~ 20		

(2) 主要设备 混合搅拌器、三辊研磨机、烘干机、挤出造粒机、三辊塑炼机。

(3) 制备工艺 工艺流程如图 1-7 所示。

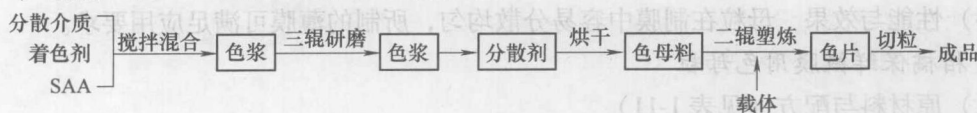


图 1-7 工艺流程

(4) 性能与效果 颜料分散情况对比，绿色和墨绿色较日本产品均匀，黑色与日本产品相当。

物理力学性能对比见表 1-9。

表 1-9 物理力学性能对比

聚乙烯有色农膜	墨绿色		黑色	
	中国	日本	中国	日本
拉伸强度(纵/横)/(kg/cm <sup>2</sup> )	282/173	264/168	272/132	338/138
相对伸长率(纵/横)(%)	135/437	162/381	157/234	141/373

(续)

聚乙烯有色农膜	墨绿色		黑色	
	中国	日本	中国	日本
抗撕强度(纵/横)/(kg/cm <sup>2</sup> )	79/113	89/91	88/133	84/98
紫外光透过率(200~300μm)(%)	1.3	6.3	0.0	0.3
可见光透过率(400~700μm)(%)	22.5	24.0	0.0	2.7
红外光透过率(700~800μm)(%)	15.7	33.3	0.0	5.8

2. 薄膜用超浓白色母粒

(1) 原材料与配方 (见表 1-10)

表 1-10 原材料与配方

原材料	配比(质量份)	原材料	配比(质量份)
LDPE	80	相容剂(A)	15
EVA	10	HDPE	10
聚乙烯蜡	25~30	钛白粉	50~60
油酸酰胺	10~15	其他助剂	适量

(2) 主要设备 混合器、挤出造粒机。

(3) 制备工艺

1) 制备白色母粒的工艺流程如图 1-8 所示。

2) 制备 HDPE 微膜的工艺流程如图 1-9 所示。

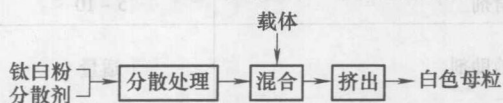


图 1-8 工艺流程

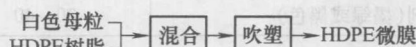


图 1-9 工艺流程

(4) 性能与效果 母粒在制膜中容易分散均匀, 所制的薄膜可满足应用要求。

3. 柑橘保鲜微膜用色母粒

(1) 原材料与配方 (见表 1-11)

表 1-11 原材料与配方

色母粒品种	配比(质量份)		
	颜料	分散剂及其他助剂	载体树脂
鲜红	20~34	15~20	46~65
橘红	20~34	15~20	46~65

(2) 主要设备 主要设备见表 1-12。

(3) 制备工艺

1) 工艺流程如图 1-10 所示。



表 1-12 主要设备

名称	型号或规格	产地	名称	型号或规格	产地
高速混合机	100L、200L	意大利、北京	双螺杆挤出机	长径比 = 28, $\phi 30\text{mm}$	日本
双螺杆挤出机	长径比 = 32, $\phi 65\text{mm}$	意大利	单螺杆吹膜机	SJ-65	上海



图 1-10 工艺流程

2) 工艺条件见表 1-13。

表 1-13 工艺条件

型号	成型温度/ $^{\circ}\text{C}$				喂料速度(格)	分散效果	
	模头	加料段	塑化段	均化段		一遍	二遍
$\phi 30$ 挤出机	180	120	150 ~ 160	170 ~ 180	5	差	好
$\phi 65$ 挤出机	170 ~ 180	110 ~ 120	160 ~ 170	170 ~ 180	8 ~ 10	优	一

(4) 色母粒应用性能

1) 色母粒的常规物理性能见表 1-14。

表 1-14 色母粒的常规物理性能

色相	外观	水分含量 (%)	熔体流动速率 / $[\text{g}/(10\text{min})]$	密度 / $(\text{g}/\text{cm}^3)$	粒度 / $(\text{粒}/10\text{g})$	着色强度 (%)
鲜红	$\phi(2.5 \pm 0.5)\text{mm} \times (3.5 \pm 0.5)\text{mm}$ 圆柱形颗粒, 表面光洁, 大小均匀, 色泽一致, 无杂质碎末	0.14	8	1.06	500 ~ 600	100
橘红	$\phi(2.5 \pm 0.5)\text{mm} \times (3.5 \pm 0.5)\text{mm}$ 圆柱形颗粒, 表面光洁, 大小均匀, 色泽一致, 无杂质碎末	0.13	7.8	1.07	500 ~ 600	100

2) 色母粒的分散性能。柑橘保鲜微膜要求色母粒具有非常卓越的分散性能, 否则易使吹膜机口膜堵塞, 或使保鲜膜着色不均匀, 出现色点、色条纹, 严重情况下, 可能导致吹膜过程中的经常性的破孔。

测量色母粒分散性能的方法, 有电镜扫描(可考察颜料粒子尺寸及其在树脂中的分布)和行业标准 QB/T 1648—1992“聚乙烯着色母料”中关于分散性的规定。

在实际使用中, 则视吹膜设备换网周期与产品色点、色条纹分布情况等评价色母粒的分散性能。