

SULIAO MULIAO SHENGCHAN JI YINGYONG JISHU

段予忠 张明连 编著

塑料母料生产 及应用技术

20.4



中国轻工业出版社

塑料母料生产 及应用技术

段予忠 张明连 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料母料生产及应用技术/段予忠等编著. —北京: 中国轻工业出版社, 1999. 8

ISBN 7-5019-2566-6

I. 塑… II. 段… III. ①塑料-原料-生产工艺②塑料-原料-应用 N. TQ320.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 29256 号

责任编辑: 赵红玉

责任终审: 滕炎福 封面设计: 达冠桂仁图文设计公司

版式设计: 丁 夕 责任校对: 燕 杰 责任监印 崔 科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 5.25

字 数: 426 千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7 5019 2566 6/TQ·180 定价: 12.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

内 容 提 要

本书从工业生产和应用的实际出发,简明扼要系统介绍了塑料母料助剂生产的基本原理、四层结构、生产设备、工艺路线、设计思路、注意事项、配方举例。其中重点介绍了色母料、填充母料、阻燃母料、抗静电母料及最近市面上出现的抗菌母料、防雾滴母料、线型聚乙烯加工母料、长寿母料、光转换母料、散香母料、除草母料、降解母料等 22 个品种,供参照选用。

本书中配方如无特殊说明,均为质量份。

本书可供塑料行业的技术人员、工人、管理人员和大专院校塑料专业师生阅读参考,或作为塑料专业培训班教材。

前 言

塑料母料是近些年来才发展起来的一种新型塑料加工助剂。由于母料的出现,对推动塑料工业的迅速发展,起了很大作用。其主要特点是:可以简化生产工艺过程;原料混合方便,混炼质量均匀;提高生产效率及制品性能指标;减少粉尘飞扬及对设备的磨损;降低制品在换色时清洗螺杆用料量;延长原料贮存的保质期等。今后还将会大量出现越来越多的专用型母料,以适应于工厂选用。

为适应目前形势的迫切需要,我们在塑料专业教学、理论研究及实际工业化生产的基础上,结合生产实际,从实用角度出发编写了本书。

本书系统介绍了塑料母料生产的基本原理、结构组成、生产设备、工艺路线、设计思路、注意事项、配方举例等。其中重点介绍了色母料、填充母料、阻燃母料、抗静电母料及最近市面上出现的抗菌母料、防雾滴母料、线型聚乙烯加工母料、长寿母料、光转换母料、散香母料、除草母料、降解母料等 22 个品种。

本书中配方如无特殊说明,均为质量份。

本书在编写过程中得到了吴培熙教授、吴立峰教授、刘英俊高级工程师、傅政教授的帮助指导,在此谨致谢意。

由于作者水平有限,错误之处,敬请读者不吝指正。

编著者

目 录

第一章 概论	(1)
第二章 基本原理	(3)
第一节 核心层	(4)
一、普通填料	(4)
(一) 碳酸钙	(4)
(二) 滑石粉	(5)
(三) 高岭土	(7)
(四) 二氧化硅	(7)
(五) 硅藻土	(8)
(六) 硅灰石	(8)
(七) 玻璃微珠	(9)
二、功能性填料	(10)
(一) 云母	(10)
(二) 二氧化钛	(11)
(三) 赤泥	(11)
(四) 粉煤灰	(12)
(五) 氢氧化铝	(13)
(六) 氢氧化镁	(13)
(七) 硫酸钡	(14)
(八) 硫酸钙	(14)
(九) 炭黑	(15)
(十) 金属粉末	(15)
(十一) 其他填料	(16)
第二节 偶联层	(18)

一、填料的表面	(18)
(一) 表面的物理结构	(18)
(二) 表面的化学结构	(18)
二、偶联剂的作用	(20)
三、偶联剂的分类	(21)
(一) 硅烷偶联剂	(21)
(二) 钛酸酯类偶联剂	(22)
(三) 其他偶联剂	(23)
第三节 分散层	(25)
一、分散剂的选择	(25)
二、分散剂的种类	(25)
(一) 脂肪酸类	(25)
(二) 脂肪族酰胺类和酯类	(25)
(三) 烃类	(26)
(四) 金属皂类	(26)
(五) 低分子蜡类	(27)
第四节 增混层	(28)
一、增混层的作用	(28)
二、增混层的种类	(28)
(一) 聚丙烯	(28)
(二) 低密度聚乙烯	(31)
(三) 高密度聚乙烯	(32)
(四) 线型低密度聚乙烯	(33)
(五) 氯化聚乙烯	(35)
(六) 乙烯-醋酸乙烯共聚物	(37)
(七) ABS	(37)
(八) 聚苯乙烯	(39)
(九) AMS	(40)
第三章 生产设备	(42)

第一节 混合设备	(43)
一、普通捏合机 (慢速混合机)	(43)
二、高速混合机	(43)
第二节 混炼设备	(45)
一、开放式塑炼机	(45)
二、单螺杆挤出机	(46)
三、双螺杆挤出机	(48)
四、双转子连续混炼机	(50)
五、密炼机	(50)
第三节 其他设备	(52)
一、三辊研磨机	(52)
二、塑料造粒辅机	(53)
三、料斗式塑料干燥机	(53)
第四章 色母料	(55)
第一节 塑料配色原理	(55)
一、概论	(55)
二、聚氯乙烯配色	(57)
三、聚乙烯配色	(60)
四、聚丙烯配色	(63)
五、聚苯乙烯配色	(64)
六、ABS 配色	(70)
第二节 着色剂的种类	(71)
一、颜料	(71)
(一) 无机颜料	(71)
(二) 有机颜料	(75)
二、染料	(76)
三、特殊着色剂	(77)
(一) 荧光着色剂	(77)
(二) 珠光颜料类	(78)

(三) 荧光增白剂	(78)
(四) 金属类颜料	(79)
第三节 色母料生产工艺	(79)
一、辅助助剂	(79)
二、生产工艺流程	(81)
三、色母料配方生产实例	(82)
四、检测方法 & 标准	(87)
第五章 填充母料	(90)
第一节 概述	(90)
第二节 填充母料配方设计	(91)
一、基本原则	(91)
二、单因素变量设计	(96)
三、多因素变量设计	(98)
四、配方设计举例	(100)
第三节 填充母料生产工艺	(103)
一、填料的处理	(103)
二、生产工艺流程	(104)
三、产品质量标准	(105)
第六章 阻燃母料和抗静电母料	(107)
第一节 阻燃母料	(107)
一、阻燃剂的种类	(108)
二、阻燃母料配方设计	(111)
第二节 抗静电母料	(113)
一、抗静电剂的种类	(113)
(一) 阳离子型抗静电剂	(113)
(二) 阴离子型抗静电剂	(114)
(三) 非离子型抗静电剂	(114)
(四) 两性离子型抗静电剂	(114)
(五) 高分子型抗静电剂	(114)

(六) 导电填料型抗静电剂	(114)
二、影响导电填料导电性能的因素	(115)
三、抗静电母料配方举例	(116)
第七章 抗菌母料和防雾滴母料	(118)
第一节 抗菌母料	(118)
一、无机抗菌剂	(118)
二、有机抗菌剂	(119)
三、抗菌母料配方举例	(120)
第二节 防雾滴母料	(121)
一、防雾滴剂品种	(121)
二、防雾滴母料配方举例	(122)
第八章 其他母料	(125)
第一节 LLDPE 加工用母料	(125)
一、LLDPE 成型加工性能	(125)
二、LLDPE 加工母料配方举例	(126)
第二节 长寿母料和耐候母料	(127)
一、长寿母料	(127)
二、耐候母料	(127)
第三节 光转换母料和散香母料	(128)
一、光转换母料	(128)
二、散香母料	(129)
第四节 抗铜母料和防霉母料	(130)
一、抗铜母料	(130)
二、防霉母料	(131)
第五节 其他	(132)
一、降温母料	(132)
二、银色母料	(132)
三、抗粘母料	(133)
四、光泽母料	(133)

五、保鲜母料.....	(133)
六、除草母料.....	(134)
七、降解母料.....	(134)
八、发泡母料.....	(135)
九、彩色农、地膜母料.....	(137)
参考文献	(138)
附录一 常用树脂及助剂英文缩写	(139)
附录二 QB1648—92 聚乙烯着色母料.....	(141)
附录三 QB1126—91 聚烯烃填充母料.....	(148)

第一章 概 论

目前在高速发展能源技术、信息技术的同时，材料技术也得到了迅速发展。与其他材料相比，塑料材料具有质量轻、耐腐蚀、比强度高、电性能优异、容易加工成型各种外观美丽、色彩鲜艳的各种制品等特点，因而作为一种新型材料，是材料工业赖以发展的高新技术最活跃的领域，其发展速度已名列前茅，其应用领域逐步扩大，已涉及到国民经济的各个方面，乃至人们的日常生活。如以塑料代替木材、钢材、铝材、铜材、玻璃、陶瓷、皮革、石料、漆器、纸张、橡胶、花草树木等等。塑料材料的独特优点是其他材料所不能代替的，例如塑料农用大棚膜、地膜；人造卫星、宇宙飞船的大部分材料等。

除此以外，塑料还能制成导电塑料、压电塑料、屏蔽塑料、磁性塑料、生物塑料、光塑料、液晶塑料、耐热塑料等功能性塑料。这些塑料制品可广泛应用于农业、渔牧业及电气、机械仪表、汽车、航空航天、国防尖端、化工、建筑、装饰等工业部门。

伴随着塑料材料工业的兴起，作为塑料加工所需要的辅助材料——各种成型加工助剂几乎是同步发展起来的，因为它可以改善塑料原料的工艺性能，提高加工效率，改进制品的性能，延长其使用寿命，所以在工业上已成为一个品目十分繁杂而又颇具规模的精细化工行业。就世界范围而言，每年塑料助剂的耗用量约为塑料消费量的9%。

因此，许多助剂厂家、研究部门在努力提高助剂效能和低毒化的同时，又开发出许多新型的具有独特功能或综合功能的助剂。如各种色母料、填充母料、专用母料、成型加工改性剂、相容剂、增韧剂等。

这些新型助剂有的应用范围较广，如无规聚丙烯填充母料，可用在聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚苯乙烯等多种树脂中；也有应用范围较窄，有一定的针对性，如成型加工改性剂 ACR，针对聚氯乙烯硬制品成型加工用的；又如相容剂氯化聚乙烯 CPE，作为聚氯乙烯和另外高聚物共混时而添加的第三组分；像 ABS 色母料，只适用于 ABS 制品的染色用等。

加工助剂的添加量，根据制品性能的要求而定，悬殊很大。如有的助剂，象抗氧剂、偶联剂等，添加量为千分之几到百分之几；而有的助剂如相容剂添加 10% 以上才能有效，像 CPE 常加到 15% 左右；有的助剂添加量非常大，大到添加 50%~60%，如用于填充聚氯乙烯地板砖的填充剂，像轻质碳酸钙，可以加到 60%，才能使材料成本及制品性能同时达到要求。母料助剂一般添加量相差也很大。

添加助剂的方式方法，对塑料制品的性能影响也很大，有时加料顺序错，就达不到预期目的。如在高填充时，聚氯乙烯树脂与填充剂碳酸钙先混好后，再加进增塑剂，这样增塑剂的作用就不能充分发挥，使制品的硬度增大，应该是树脂先与增塑剂混合，混合好后再与填充剂混合。

因此，只有在正确掌握各种塑料原料及成型加工助剂的特点、应用范围、成型加工条件、添加量、方式方法等基本性质后，才能够在生产实际中，设计出科学的配方，研制、开发、生产出性能优异、价格合理新型塑料制品来。

塑料母料助剂是近些年才发展起来的一种新型塑料成型加工助剂，由于母料助剂的出现，对推动塑料工业的迅猛发展起了很大作用，其主要特点是：可以简化生产工艺过程；原料混合方便，混炼质量均匀，提高生产效率及制品性能指标；减少粉尘飞扬及对设备的磨损；降低制品在换色时清洗螺杆的用料量；延长原料储存的保质期等。

第二章 基本原理

塑料母料助剂，即为各种塑料添加剂的浓缩物，即把塑料助剂超出常规添加量（一般为 20% 以下而母料中，助剂量多为 50% 以上）加入作为载体的树脂中，这样在制作塑料产品时，直接加入该母料即可，不用再加进该助剂，只是添加量需换算一下原来的量。也有称之为助剂母料的，简称母料或母粒。母料的种类有很多，目前没有统一的划分方法，只能根据母料的用途来划分。

色母料：用于染色用；填充母料，替代各种填充剂，填充各种树脂；专用母料，如专用于作薄膜制品，专用于作电线、电缆制品等母料；阻燃母料，用于各种场合下的阻燃制品；耐紫外线母料，用于室外制品；导电母料，用于导电塑料制品；发泡母料，用于发泡塑料制品；抗铜母料，用于铜芯电线制品等等。

母料的理想结构应该由四部分组成，最里层为母料的主体成分核心部分，起提高某种性能指标的作用，或其他作用；第二层为偶联层，由偶联剂或交联剂组成，目的是提高核心层与树脂间的结合力；第三层为分散层，由一些低聚物及分散剂组成，目的是混合均匀，避免核心层聚集，提高造粒过程中流动性；第四层，即最外层是增混层，由具有一定双键的共聚物、或均聚物、或相容剂组成，目的是与要改性的树脂能更好地结合。

有时母料的结构，并没有这样复杂，只有简单的二层或三层结构，只是改性效果差些而已。

下面具体介绍一下四层结构所用助剂的性质、特点、用量及其使用方法等。

第一节 核心层

根据母料种类的不同，核心层的种类大不相同。下面具体介绍一下核心层的种类。

一、普通填料

普通填料有碳酸钙、滑石粉、高岭土、二氧化硅、硅藻土、石灰石、玻璃微珠，主要用于填充母料。

(一) 碳酸钙

碳酸钙是目前最常用的无机粉状填料。从填料角度划分碳酸钙可分为轻质碳酸钙、重质碳酸钙、胶质碳酸钙，一般常用轻质碳酸钙。从天然矿物角度碳酸钙又分为方解石型、霞石型等结晶形态。碳酸钙为无臭、无味的白色粉末，在酸性溶液中或加热至 825°C 就分解为氧化钙和二氧化碳。

碳酸钙资源丰富，在一般填料中属于廉价填料。碳酸钙无毒，白度大，无活性，所以在塑料混炼成型时，高温不能使之发生热分解及变色。

碳酸钙容易制成不同的粒度，以适应不同填充母料的要求。而且填充材料的耐冲击性能较好；表面处理过的碳酸钙还可以改善流动性能、耐摩擦性能、力学强度等。

1. 轻质碳酸钙

这是用化学方法制造的碳酸钙，学名叫沉降性碳酸钙，工业上常用碳化法生产。一般粒径在 $10\mu\text{m}$ 以下，密度为 $2.4\sim 2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。粒子呈纺纱锭子状或柱状结晶。难溶于水和醇类。莫氏硬度2.5。折光率 $1.49\sim 1.66$ ，吸油性63。

2. 重质碳酸钙

石灰石经选矿、粉碎、分级、表面处理而成的碳酸钙。它不像轻质碳酸钙那样，经过化学反应制得。重质碳酸钙也叫三飞粉、

方解石粉，是无味、无臭的白色粉末，几乎不溶于水。密度为 $2.7\sim 2.95\text{g/cm}^3$ ，因含有杂质，其白度比不上轻质碳酸钙。莫氏硬度 3。折射率 1.59，吸油性 32。

3. 胶质碳酸钙

这是一种白色细腻、软质粉末，也是人工合成出来的，与轻质碳酸钙不同之处，是其粒子表面吸附一层脂肪酸皂，使碳酸钙具有胶体活化性能，密度小于轻质碳酸钙，为 $1.99\sim 2.01\text{g/cm}^3$ 。

还有一种新型无定形碳酸钙，形状有薄片状、柱状六方晶系等。比表面积特别大，约为 $600\text{m}^2/\text{g}$ ，比普通碳酸钙的比表面积大 20 倍左右，溶解度也高 30 倍左右，10% 的悬浊液 pH 值为 6~8。

碳酸钙按粒度分级一般规定为：

大于 $5\mu\text{m}$ 时，称微粒碳酸钙；粒径为 $1\sim 5\mu\text{m}$ 时，称之微粒碳酸钙；粒径为 $0.1\sim 1\mu\text{m}$ 时，称之微细碳酸钙；粒径在 $0.02\sim 0.1\mu\text{m}$ 时，称之超细碳酸钙；粒径小于 $0.02\mu\text{m}$ 时，称之超微细碳酸钙。

目前生产超细级碳酸钙多采用连续喷雾碳化和喷雾干燥工艺（即双喷工艺），这样可使碳酸钙表观团粒（平均粒径为 $12\mu\text{m}$ ）微细化，且粒子表面活化均匀。

当粒径为 $0.005\sim 0.02\mu\text{m}$ 时，其补强作用与白炭黑相当。

用于塑料工业的轻质碳酸钙国家标准 GB4794—84 的主要技术指标如表 1 所示。

（二）滑石粉

滑石粉是纯白、银白、粉红或淡黄的细粉，不溶于水，化学性质不活泼，性柔软有滑腻感，是典型的片状填料。其晶体属单斜晶系，呈六方形或菱形，常成片状、鳞片状或致密块状集合体。

滑石粉化学成分为含水硅酸镁，分子式为 $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。它是由基本单位组成的集合体，再形成上下层，层间靠微弱的范德华力结合着，所以施加外力易在层间剥离、滑脱。

将天然滑石矿石粉碎、研磨、分级即可得到滑石粉，其性质

随原料滑石的品位及粉碎、分级程度的不同而异。我国滑石粉的化学成分如下： SiO_2 58%~62%， MgO 28%~31%， CaO 1.5%， Fe_2O_3 0.04%， Al_2O_3 0.3%，烧失量 4.5%~6%。

表 1 轻钙国标的主要技术指标

指 标 名 称	一 级 品	二 级 品
碳酸钙（以干基计）含量/%	≥ 98.0	≥ 97.0
水分/%	≤ 0.30	≤ 0.40
筛余物含量（125 μm ）/%	≤ 0.005	≤ 0.005
（45 μm ）/%	≤ 0.50	≤ 0.50
沉降体积/（mL/g）	≥ 2.8	≥ 2.5
盐酸不溶物含量/%	≤ 0.10	≤ 0.20
游离碱含量（以 CaO 计）/%	≤ 0.10	≤ 0.10
铁含量/%	≤ 0.10	≤ 0.10
锰含量/%	0.0045	0.008

滑石粉密度为 2.7~2.8g/cm³，pH 值 7.5~9.5，白度 65%~92%，水分 0.5%，莫氏硬度 1~2，折射率 1.59，吸油性 49，比表面积 6m²/g。

滑石粉作为塑料填充母料，可提高制品的硬度、耐火性、抗酸碱性、电绝缘性、尺寸稳定性、耐蠕变性。但由于不同产地滑石的化学成分、结晶构造不同，则填充塑料母料的性能也不相同。

滑石粉由于是片状填料，所以填充塑料时制品的刚性大，制品的各向异性小，可用于加工大型和平面制品材料。

由滑石粉的热分解曲线看，在 400℃时脱水仅减少 0.2%的热量，600℃时减少 1.1%的热量，所以在塑炼成型温度时（一般在 300℃以下）不分解、不变色，也就是说，滑石粉中的结合水在此温度下并不发生脱水反应，可提高塑料制品的耐火性能。

滑石粉还可作为聚丙烯的结晶成核剂，使聚丙烯的球晶微细化，改善制品性能。