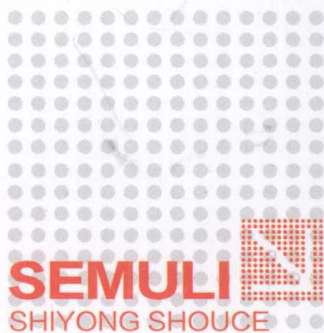




# 色母粒 使用手册

吴立峰 乔辉 程晓静 主编



化学工业出版社

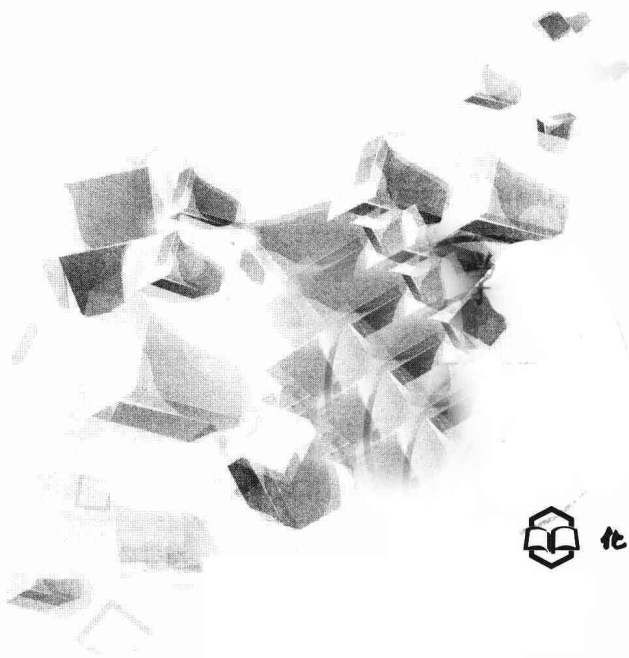
# 色母粒

SEMULI  
SHIYONG SHOUCE



## 使用手册

吴立峰 乔辉 程晓静 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

全书首先对色母粒技术做了基本阐述,然后又对色母粒载体树脂、色母粒用颜料、色母粒用分散剂及色母粒用助剂的选择做了分别阐述。附录中是最新发布实施的色母粒标准。

本书可供色母粒生产及相关行业技术人员阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

色母粒使用手册/吴立峰,乔辉,程晓静主编.  
北京:化学工业出版社,2011.10  
ISBN 978-7-122-12318-3

I. 色… II. ①吴…②乔…③程… III. 塑料着色-技术手册 IV. TQ320.67-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第188574号

---

责任编辑:白艳云  
责任校对:周梦华

装帧设计:史利平

---

出版发行:化学工业出版社  
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 刷:北京云浩印刷有限责任公司  
装 订:三河市前程装订厂  
850mm×1168mm 1/32 印张7 字数172千字  
2011年10月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)  
售后服务:010-64518899  
网 址:<http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:28.00元  
京化广临字2011-38号

版权所有 违者必究

## 编写人员

主    编    吴立峰    乔  辉    程晓静

编写人员    吴立峰    乔  辉    程晓静    林光强

王三昭    包宽亮    姜  杰    季德虎

孙  侠    杨艺林    冯炎冲    孙书适

## PREFACE

## 前言

高分子合成材料如塑料和合成纤维的着色方法有多种，其中色母粒着色技术使用最为广泛。原因是使用方便、着色效果优越、工艺简单、能源节约、生产成本低，对环境污染小，并且具有明显的经济效益。

本书根据色母粒使用需要，首先对色母粒技术做了基本阐述，然后又对色母粒载体树脂、色母粒用颜料、色母粒用分散剂及色母粒用助剂的选择做了分别阐述。附录中是最新发布实施的色母粒标准。该书可供色母粒生产和相关行业技术人员阅读。

**吴立峰**  
**2011年9月**

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>第一章 色母粒 .....</b>   | <b>1</b>  |
| 第一节 色母粒概述 .....        | 1         |
| 第二节 白色母粒 .....         | 8         |
| 一、概述 .....             | 8         |
| 二、白色母粒的生产工艺 .....      | 12        |
| 三、各种母粒钛白粉选用原则 .....    | 18        |
| 第三节 黑色母粒 .....         | 26        |
| 一、概述 .....             | 26        |
| 二、黑色母粒的生产工艺 .....      | 30        |
| 三、各种母粒炭黑选用原则 .....     | 38        |
| 第四节 彩色母粒 .....         | 41        |
| 一、概述 .....             | 41        |
| 二、彩色母粒的生产工艺 .....      | 41        |
| 三、各种色母粒选用颜料注意事项 .....  | 42        |
| <b>第二章 色母粒载体 .....</b> | <b>60</b> |
| 第一节 载体概述 .....         | 60        |
| 第二节 常用的树脂 .....        | 61        |
| 一、聚乙烯 .....            | 61        |
| 二、聚丙烯 .....            | 66        |
| 三、聚氯乙烯 .....           | 68        |
| 四、苯乙烯系树脂 .....         | 70        |
| 五、聚酰胺 .....            | 74        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 六、聚碳酸酯 .....               | 76         |
| 七、聚对苯二甲酸乙二醇酯 .....         | 77         |
| 八、聚甲基丙烯酸甲酯 .....           | 78         |
| 第三节 色母粒用载体树脂的选用 .....      | 79         |
| 一、按被着色树脂选用色母粒载体 .....      | 80         |
| 二、按应用要求选用色母粒载体 .....       | 82         |
| <b>第三章 色母粒颜料的选用 .....</b>  | <b>86</b>  |
| 第一节 色母粒用颜料的主要性能及评价方法 ..... | 86         |
| 第二节 色母粒用无机颜料 .....         | 90         |
| 第三节 色母粒用有机颜料 .....         | 107        |
| <b>第四章 色母粒分散剂的选用 .....</b> | <b>121</b> |
| 第一节 色母粒分散剂的作用及种类 .....     | 121        |
| 一、色母粒中分散剂的作用 .....         | 121        |
| 二、色母粒中分散剂的作用机理 .....       | 122        |
| 三、分散剂的种类 .....             | 123        |
| 第二节 聚乙烯蜡 .....             | 124        |
| 第三节 聚丙烯蜡 .....             | 133        |
| 第四节 改性聚乙烯蜡 .....           | 135        |
| 第五节 微粉蜡 .....              | 138        |
| 第六节 其他分散剂 .....            | 141        |
| 一、AClyn 低分子离聚物 .....       | 141        |
| 二、超分散剂 .....               | 145        |
| 三、新型 TAS-2A 分散剂 .....      | 148        |
| 四、Tegomer 分散剂 .....        | 149        |
| <b>第五章 色母粒用助剂 .....</b>    | <b>154</b> |
| 第一节 加工助剂 .....             | 154        |
| 第二节 稳定剂 .....              | 161        |
| 一、抗氧剂 .....                | 161        |

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| 二、光稳定剂·····                                | 168        |
| 三、抗氧剂、光稳定剂作用功能及选用原则·····                   | 174        |
| 四、削弱或抑制抗氧剂、光稳定剂作用功能的因素·····                | 178        |
| 第三节 功能助剂·····                              | 184        |
| 一、抗静电剂·····                                | 184        |
| 二、抗菌剂·····                                 | 192        |
| 三、阻燃剂·····                                 | 195        |
| <b>附录 中华人民共和国轻工行业标准 QB/T 4132—2010 ...</b> | <b>203</b> |
| 给水用聚乙烯（PE）管材混配料用炭黑母粒 .....                 | 203        |
| <b>参考文献 .....</b>                          | <b>210</b> |

# 第一章

## 色母粒

### 第一节 色母粒概述

20 世纪 60 年代，西欧国家率先研制成功色母粒着色技术，我国则起步较晚，70 年代末，北京化工大学开始了色母粒技术的研究；80 年代中期，北京燕山石化成功引进了瑞士 Ciba-Geigy 年产 1000t 聚烯烃色母粒生产线，该工艺的特点是运用球磨及转相技术先制备预分散颜料，然后再挤出造粒，这一工艺又被称为湿法工艺，可以制备高品质的 PP 纤维色母粒。广东新会彩艳公司也引进了德国 WP 公司的双螺杆生产线，又称为干法。随着对引进生产线的消化、吸收及原材料的国产化进程加快，大大促进了中国色母粒行业的发展。30 多年后的今天，中国色母粒行业取得了长足的进步。据统计，目前中国色母粒的年产量约为 50 万~60 万吨，品种繁多、品质优良，基本可以满足国内需求，也有少量出口。

色母粒的早期开发是为了解决丙纶纤维的着色问题。由于聚丙烯几乎没有极性，纺丝后无法用传统的染整方法使其获得颜色；人们尝试将颜料与树脂混合后直接纺丝的方法获得彩色的丙纶丝，由于喷丝孔细，颜料会很快将喷丝孔堵塞。正是为

了解决以上技术难题，成功开发了丙纶原液着色技术。将这一技术应用于塑料着色领域时，人们更习惯将其称为色母粒着色技术。

随着我国塑料和合成纤维工业的高速发展，高分子材料可以代替传统布匹、皮革、金属、木材等。色母粒用于塑料和化纤着色也成为了一种越来越不可或缺的高分子加工工艺。颜色使商品在漂亮的造型上增添了和谐的色彩，把我们周围的世界装扮得更加绚丽多彩。它改变了传统的塑料着色工艺，不但消除了粉尘散发引起的污染，改善了生产环境，而且有助于着色剂分散和颜色的一致性，对提高产品质量及设备利用率都带来好处，已越来越受到用户的青睐。在塑料包装材料、汽车内饰材料、电缆料、化纤着色领域，色母粒的地位越来越重要。特别是在倡导低碳环保的今天，色母粒着色技术更以其无三废污染、节约能源以及着色成本低的优点焕发着更强的生命力。

什么是色母粒呢？色母粒（color masterbath）是把超常量的颜料均匀地分散于载体树脂中而制得的聚集体，又叫颜料浓缩物（pigment concentration）。它是一种新型高分子材料专用着色剂。色母粒通常由颜料、载体树脂、分散剂三个基本要素所组成，其中也可含有少量偶联剂或者表面活性剂。

颜料的主要作用是赋予色母粒色彩性能。选择颜料时不仅要考虑制品对颜色的要求还要考虑载体及被着色树脂的特殊性。通常情况下，色母粒中颜料含量越高越难分散，所以制备高颜料含量色母粒时，对颜料的品质要求会更高。目前，色母粒越来越向颜料高浓度化方向发展，高浓度色母粒颜料含量高达 70%~80%，载体树脂只占 20%左右。

载体树脂是色母粒的基体，主要作用是承载颜料并使色母粒成颗粒状。选择载体树脂不仅要考虑与颜料的相容性还要考虑与被着色树脂的相容性。一般情况下，载体树脂的流动性应该大于被着色树脂，而且着色后不影响制品的性能。

分散剂的主要作用是对颜料的表面进行润湿，使颜料分散成细微、稳定的颗粒并均匀分布在树脂中，且在加工过程中不再凝聚。分散剂应与树脂有良好的相容性，且不能影响被着色制品的质量。分散剂的熔点应低于树脂的熔点，并与颜料有较好的亲和力。

除以上三种主要组分外，色母粒中还会根据客户对制品功能的要求及成本考虑添加多种助剂或填料，以改进色母粒的性能。

例如：

- 加入偶联剂或表面活性剂——用于提高颜料与树脂间的结合能力

- 加入润滑剂——使得被着色树脂的流动性增加
- 加入光亮剂——使模塑制品脱模并且提高制品表面光亮度

- 加入抗氧剂——提高制品的抗氧化性能
- 加入紫外光剂——增强制品耐老化性能

色母粒的分类方法大致可以归纳为两种。

#### (1) 依据载体树脂分类

按色母粒中所用的载体树脂种类的不同，色母粒可以分为：

- ① 聚烯烃色母粒，适用于聚乙烯、聚丙烯制品的着色；
- ② ABS 色母粒，专用于 ABS 制品；
- ③ 聚苯乙烯色母粒，适用于聚苯乙烯类制品；
- ④ 聚氯乙烯色母粒，用于聚氯乙烯制品；
- ⑤ 其他各种以专用树脂为载体的色母粒；
- ⑥ 通用色母粒，又称为万能色母粒，用于多种塑料制品的着色。

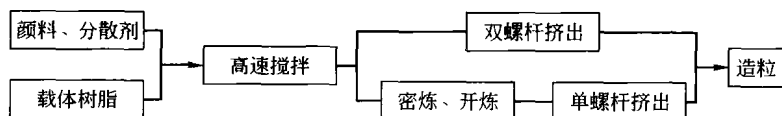
#### (2) 按加工方式及制品的用途来分类

- ① 注射级色母粒；
- ② 挤出级色母粒；
- ③ 纤维色母粒；

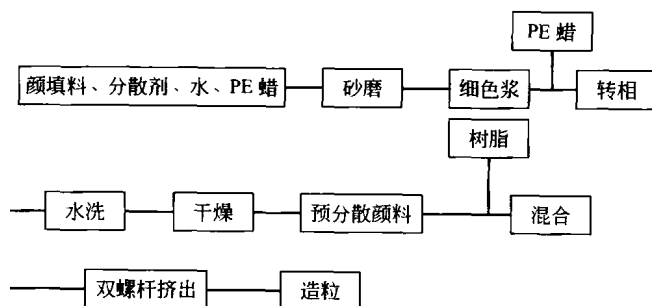
- ④ 涂膜色母粒；
- ⑤ 通信电缆色母粒；
- ⑥ 渔网色母粒；
- ⑦ 各种功能色母粒等。

色母粒广泛地应用于塑料加工业及合成纤维加工业。

目前，通用的色母粒制备方法可分为干法和湿法两种，干法工艺路线如下：



干法工艺过程简单，易于操作，但缺点是母粒中颜料分散程度相对较低。一些高档色母粒的生产厂，通常采用湿法工艺制备色母粒。



湿法工艺流程较长，又增加了溶剂回收装置，使得生产成本增加，但由于制备了预分散颜料，使得色母粒质量有了保证。

色母粒的加工制备工艺过程分三个步骤，首先是对颜料进行处理，然后将处理好的颜料与载体树脂进行初步混合，最后将混合好的物料进行塑炼并造粒。完成这三个步骤主要用到以下几种设备。

① 三辊研磨机也常被称为三辊磨，在色母粒的生产过程中，主要是靠机器水平方向排列的三根辊筒的表面相互挤轧，使色浆中的颜料颗粒团聚体打开，而达到研磨作用。一般来说比较软的和容易研磨的浆料研磨两次即可，但比较坚硬或韧的难研磨的浆料，必须研磨三次以上，才能达到要求。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 $10\sim 30\mu\text{m}$ 左右。

② 塑料混合机。经三辊研磨机处理好的颜料与载体进行初混合常常要用塑料混合机，塑料混合机种类较多，如转鼓式混合机、螺带混合机、锥筒螺杆混合机、梨状转子混合机、V形混合机、双锥混合机、Z形捏合机等。

③ 高速混合机是使用极为广泛的塑料混合设备，在色母料制作中用于初混合较普遍。普通高速混合机由混合室、叶轮、折流板、回转盖、排料装置及传动装置等组成。现在的高速混合机除1L以下为无级变速外，10L以上的高速混合机均为双速电机，即转速为两种。

④ 开放式炼塑机又称为双辊炼塑机。它是通过两个转动的辊筒将物料混合或使物料达到规定状态的。经过混合机初混合的颜料和载体再经过开炼机的混合、塑化，可以制成色母料的半成品。

⑤ 密闭式塑炼机也称密炼机是在开放式塑炼机基础上发展起来的一种高强度间歇混合设备。由于密炼机的混炼室是密闭的，混合过程中物料不会外泄，因而可避免混合物中添加剂的氧化或挥发，并且可以加入液态添加剂。混炼室的密闭有效地改善了工作环境，降低了劳动强度，缩短了生产周期，并为自动控制技术的应用创造了条件。

⑥ 连续混炼机。虽然密炼机的混合效率在不断提高，但是由于其工作是间歇性的，因此无法实现连续生产，因此开发了各种类型的连续混炼机。主要类型有FCM连续混炼机、布斯连续

混炼机、双转子连续混炼造粒机、F~L 的 CP 系列混炼造粒机等。

⑦ 挤出机。经过开炼机或密炼机炼出的物料形态为片状和团状，常常需要破碎后经单螺杆或双螺杆挤出进一步塑炼和造粒。除单螺杆挤出机外，同向双螺杆挤出机、往复式单螺杆混炼挤出机等在色母粒行业应用较多。

“十一五”期间，我国色母粒行业经历了产量翻番、规模扩大、品质提高的长足发展。预计“十二五”期间，色母粒行业仍将以大于 10% 的增长速度发展。与我国塑料制品、化纤行业的高速发展相适应，“十二五”期间，色母粒行业的发展主要体现在以下几个方面。

#### (1) 多功能色母粒的开发

多功能色母粒指的是既具有着色性能，又具备一项或两项其他功能的母粒。塑料或化纤制品往往需要制品同时具备多种性能，将着色与其他功能融为一体制成母粒，对提高塑料或化纤制品性能、简化其生产工艺意义重大。如应用于煤矿制品的着色、阻燃、抗静电多功能母粒；应用于化纤面料的着色、抗菌、保温、导电母粒等。

将多种功能集于一身，必然给母粒的制备与应用提出许多技术难题，如多种功能助剂之间的相容性以及制品中的分散性都与单一功能的母粒不同，这正是在“十二五”期间要攻克的难题。

#### (2) 高性能工程塑料、热塑弹性体色母粒的开发

“十一五”期间，我国高性能工程塑料及热塑弹性体发展较快，如热塑性氟塑料和热塑性聚氨酯，与之相适应，其制品也需要用色母粒着色。如聚全氟乙丙烯色母粒、聚偏氟乙烯色母粒、热塑性聚氨酯色母粒都给色母粒行业提出了全新的挑战。这些色母粒制备在原材料的选择、加工工艺及使用条件上都与传统的色母粒有很大差别。如何适应高性能工程塑料的超

高温加工性能、热塑弹性体特殊的加工流变特性都将是所面临的技术难题。

### (3) 专用牌号大批量色母粒的开发

随着我国塑料制品业的迅速发展,色母粒的产量将比过去有较大增长。一些色母粒品种将不再直接供应下游塑料制品厂商,而是直接提供给上游石化企业,用色母粒与树脂直接做成彩色改性料,如管材料(PE100、PE80、PPR)、汽车专用料等。这一生产方式的形成使得过去一向以小批量、多品种为特色的色母粒生产模式要部分转型为单一品种、大规模的生产模式。生产模式的改变也将给色母粒技术提出挑战,如何长期保证所生产色母粒的均一性、如何适应大型螺杆造粒技术将是这种色母粒所要解决的技术难题。

### (4) 色母粒用分散剂、添加剂的开发

综上所述,随着多功能色母粒,高性能工程塑料、热塑弹性体色母粒,专用牌号大批量色母粒的开发,与之配套的分散剂及添加剂的研发也将是“十二五”期间色母粒行业面临的重要任务。如开发复合型分散剂、耐高温分散剂、加工流变性能调节剂等。

### (5) 色母粒性能测试标准的制定及检测机构的建立

“十一五”期间,颁布实施了两个色母粒行业标准,评审通过了一个行业标准和国家标准。2011年4月1日《给水用聚乙烯(PE)管材混配料用炭黑母粒 QB/T 4132—2010》行业标准正式实施。目前,色母粒行业只有4个正式颁布与实施的行业标准,由于标准缺失,也没有设立专业的检测机构,这种局面已经远远不能适应高速发展的色母粒行业的需要。“十二五”期间,应重点进行色母粒性能测试标准的制定与颁布实施并尽快着手建立专业的色母粒检测机构。

我国色母粒产业在“十二五”期间的发展方向已经基本确定,中国的色母粒行业将沿着这一发展方向不断进步。

## 第二节 白色母粒

### 一、概述

#### 1. 白色与白色标准

人眼视觉所感受（即看到）的白色，是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫不同的可见色光所组成。在不同的环境下，不同色光的强度有一定的差异，因此，人眼所感受的白色，也是千变万化的。从事配色研究的专业人员都有共同的想法，白色是一种配色难度高而复杂的颜色。

在光学原理上，大自然中并无“白色色光”的存在。白色仅是由人眼的视觉将对从红到紫不同色光的感受反映到人脑，从而形成“白色”的感觉。一般而言，普通人的视觉对光的波长感受范围局限于 400~700nm 之间，亦即 0.4~0.7 $\mu$ m 之间。但专业的配色技术人员，视觉比普通人敏锐，往往可以感受到低于 400nm 的紫外光范围。

迄今为止，世界上公认的标准白色物质，是硫酸钡（BaSO<sub>4</sub>）晶体。与所有其他白色颜料相比，硫酸钡晶体所反射的不同波长范围色光，在反射光的能量上是一致的。

#### 2. 白色物质“着色力”的原理及钛白粉广泛地被用作颜料的理由

（1）着色力（Tinting Strength）与“色散力”（Scattering）之间的关系及原理

世界上有许多白色物质。这些物质必须具有“着色力”才能被选作白颜料并用于工业。所谓的“着色力”，也可以称为“遮盖力”，实际上是对可见光的“色散力”。以图 1-1 和图 1-2 作最

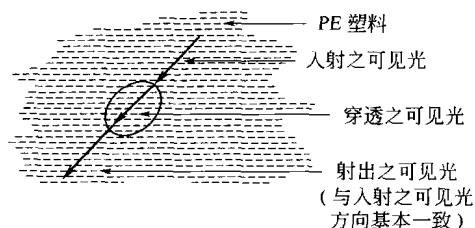


图 1-1 无着色力物质的可见光透射图

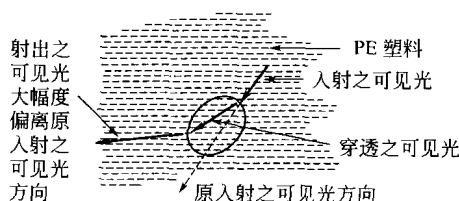


图 1-2 有着色力物质的可见光散射图

简单的描述。

根据上述示意图可知，当白色物质的折射率与周围介质，例如水、空气、各类不同的塑料原料、各种不同的载体树脂等的折射率相差越大，入射之可见光在穿越该白色物质后与原入射方向之偏离角度就越大，甚而造成射出之可见光完全偏离入射方向，该物质就显示白色“着色力”。在工业上，可被选为白色颜料使用。射出光方向之改变，称为“色散”。

根据上述原理，对比下列白色物质的折射率，即可知哪一种物质是最理想的聚乙烯（PE）用白色颜料。

(2) 不同折射率白色物质在聚乙烯中不同着色力的计算方法

| 显示白色<br>的化学<br>物质 | 聚乙烯 (PE)                          | 折射率  |
|-------------------|-----------------------------------|------|
| {                 | 硫酸钡 ( $\text{BaSO}_4$ )           | 1.48 |
|                   | 碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ )           | 1.64 |
|                   | 硫化锌 ( $\text{ZnS}$ )              | 1.68 |
|                   | 钛白粉 $\text{TiO}_2$ (锐钛矿型 Anatase) | 2.37 |
|                   | 钛白粉 $\text{TiO}_2$ (金红石型 Rutile)  | 2.55 |
|                   |                                   | 2.75 |