

吴立峰 乔辉 主编

塑料着色和色母粒 实用手册

× 第二版 ×

SULIAO ZHUOSE
HE SEMULI
SHIYONG SHOUCHE



化学工业出版社

吴立峰 乔 辉 主编

塑料着色和色母粒 实用手册

— * 第二版 * —



化学工业出版社

· 北 京 ·

本手册阐述了塑料着色基本原理和最新计算机配色,并详细介绍色母粒生产所用颜料、分散剂和助剂,设备的特性、应用和维修,同时着重介绍色母粒的生产工艺和标准。

手册是在第一版的基础上结合生产实践进行了产品和标准的修改,可供从事塑料和纤维加工技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

塑料着色和色母粒实用手册/吴立峰,乔辉主编. —2版.

北京:化学工业出版社,2010.8

ISBN 978-7-122-08795-9

I. 塑… II. ①吴…②乔… 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(2010)第107054号

责任编辑:白艳云

责任校对:陈静

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张11½ 字数315千字

2010年9月北京第2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: 35.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字2010—22号

编写人员

主 编 吴立峰 乔 辉

副 主 编 乔 博 程晓静 陈卫国 王培利 曹 智
张新民

编写人员 吴立峰 乔 辉 乔 博 程晓静 丁 筠
杨艺林 王仲文 王执中 李 杰 孙书适
隋昭德 季德虎 孙 侠 陈卫国 王培利
曹 智 张新民

前 言

《塑料着色和色母粒实用手册》第一版出版后受到了读者的厚爱，已多次重印。十多年来，中国的色母粒行业有了长足的进步。2007年以后，中国色母粒产能与产量已超过50万吨/年。中国色母粒行业的企业规模、管理模式、生产方式、品种品质等正在发生根本性的变化。特别是伴随着行业的技术进步，色母粒的产品标准及检测标准正在逐步建立。

第二版保留了第一版的基本内容，对着色的基本概念、计算机测色配色技术、色母粒用颜料、色母粒技术及应用、色母粒用助剂、色母粒生产设备仍然作了较为详尽的阐述，同时对相关内容作了适当的删除或更新。补充了色母粒相关标准作为附录。

第二版编写过程中，得到了许多业内同仁的热情帮助与大力支持，谨在此一并表示真诚感谢！希望本书的重新出版能够促进色母粒行业的技术进步和发展。鉴于编写时间仓促和作者的水平有限，不当之处，敬请读者指正。

吴立峰

2010年6月

第一版序言

合成高分子材料是近半个世纪以来开发的新型材料。如塑料、合成纤维等广泛应用于各产业部门和日常生活中。从数量、品种、性能改进和应用各方面发展很快。随着世界科学技术进步、经济增长、人民生活水平的提高,今后将要更多、更快地发展。

高分子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。其原因是使用方便、着色效果优越、工艺简单、能源节约、生产成本低,且对环境污染小。因此,具有明显的经济效益和社会效益。

色母粒的开发始于欧洲,仅 20 多年历史。目前国外已普遍使用,我国色母粒正式大量生产始于 20 世纪 80 年代中期,生产厂家迄今已逾 200 家。其中,虽有引进技术及设备,但是一般技术不高,品种、色谱少,质量偏低。随着我国经济迅速发展,对色母粒必将提出更多,更高的要求,为扭转这种局面,必须加强色母粒研究、制造工作,提高国产色母粒技术水平和质量,走国产化道路。

本书主编吴立峰教授长期从事色母粒的科学研究及教学工作,并与生产实践密切结合,在此领域深有见解,并积累丰富经验,曾撰写了《塑料着色和色母粒》一书,得到了读者好评。在此基础上,搜集了最新的技术资料和科研成果,和国内有关专家着手编著

《塑料着色和色母粒实用手册》。此书从光学和着色机理着手，并涉及最新的计算机配色，色母粒用颜料、助剂、分散剂性能、牌号，色母粒生产工艺、质量标准、设备、应用，以及所涉原料等国内外生产厂家等方面，完整地汇编成手册。

该手册内容翔实、丰富，涉及面广泛，不失为一本理论结合实践并具有实用价值的参考书，可供塑料和色母粒工作者阅读，对教学人员也有一定参考价值，特此推荐。

教授级高级工程师乐嗣传

1998年5月于北京

目 录

第一章 着色的基本概念 1

第一节 颜色的基本概念 1

一、物体及其物质结构对光的作用 1

二、颜色的视觉 5

第二节 着色的基本概念 10

一、着色塑料的光学现象 10

二、配色原理 11

第三节 颜色的测量和测量仪器 16

一、颜色测量 16

二、颜色测量仪器 18

第四节 计算机测色配色系统 19

一、计算机配色系统的应用 20

二、电脑测色配色系统选购要点 38

第二章 着色用颜（染）料的主要性能 42

一、着色力 42

二、耐热性 43

三、耐迁移性 45

四、耐光性和耐候性 45

五、耐化学药品性 49

六、毒性 49

七、混合性 51

第三章 无机颜料 53

第一节 白色（二氧化钛） 54

第二节 黄色	63
一、镉黄	63
二、铬黄	63
第三节 红色	64
一、钼铬红	64
二、镉红	65
三、氧化铁红	66
第四节 蓝色	66
一、群青	66
二、钴蓝	67
三、铁蓝	68
第五节 绿色	68
一、氧化铬绿	68
二、钴绿	69
第六节 金属色	69
第七节 云母钛珠光颜料	71
一、概述	71
二、云母钛珠光颜料的特点	72
三、珠光颜料分类	74
四、珠光颜料的应用性能	77
五、珠光颜料使用注意事项	79
第八节 炭黑	81
一、概述	81
二、生产方式	82
三、影响塑料性质的炭黑特性	82
四、塑料用炭黑的选择	85
五、炭黑分散的表征和评价	89
附表 主要无机着色剂的性能及其适应性	92

第四章 有机颜（染）料 94

第一节 有机颜（染）料的命名	94
一、颜料命名法	94

二、染料索引命名法	95
第二节 有机颜(染)料的分类	96
一、偶氮颜料	96
二、酞菁颜料	99
三、杂环颜料	99
四、色淀颜料	100
五、染料	101
六、荧光增白剂	102
七、荧光颜料	107
第三节 有机颜料的分子结构、晶型、构型与颜色关系	109
一、发色团学说	109
二、共轭双键与颜色的关系	111
三、吸电子和供电子基团与颜色关系	112
四、晶型对颜料色光的影响	113
五、分子构型和颜色的关系	114
第四节 提高颜料的耐热、光和溶剂等的方法	115
一、提高分子量	115
二、分子中引入卤素原子	115
三、分子中某些部位进行稠合	116
四、分子中引入极性基团	117
第五节 有机颜料对塑料制品成型收缩的影响	118
一、颜料的化学结构对成型收缩的影响	118
二、颜料的晶形、大小对成型收缩的影响	120
附表一 应用于塑料的有机染料	121
附表二 各种有机颜料在塑料中的适用性	124
附表三 有机颜料在塑料中的应用和性能	128
附表四 应用于工程塑料的特种染料	132

第五章 塑料着色各论 **134**

第一节 聚烯烃着色	134
第二节 ABS着色	142
第三节 聚苯乙烯着色	144

第四节	聚甲醛着色	145
第五节	聚碳酸酯着色	147
第六节	聚氯乙烯着色	149
第七节	尼龙着色	156

第六章 颜料在塑料中的分散 158

第一节	颜料分散的意义	158
第二节	颜料分散理论	160
一、	颜料分散前的形态	160
二、	颜料的分散过程	162
第三节	颜料的润湿和细化	162
一、	颜料的润湿	162
二、	颜料的细化(粉碎)	164
第四节	颜料细化后的稳定化	170
一、	分散状态的稳定化	170
二、	吸附层的作用和理论	171
第五节	颜料的(混合)分散	173
第六节	实例	173
第七节	颜料表面处理法	176

第七章 色母粒技术 177

第一节	聚烯烃色母粒	177
一、	原料	178
二、	工艺流程简介	179
三、	色母粒用颜料对聚丙烯流变性能的影响	183
第二节	高速挤出级通信电缆绝缘用聚烯烃着色母粒	187
一、	概述	187
二、	产品组成及原辅材料选择	187
三、	工艺路线及标准色配制	189
四、	高速挤出工艺	190
第三节	热塑性聚酯色母粒	190
一、	原料	191

二、聚酯色母粒的生产工艺	192
三、热塑性聚酯色母粒对热塑性聚酯结构性能的影响	192
四、热塑性聚酯色母粒过滤性能的测定	194
第四节 ABS、PS 色母粒	194
一、原料	194
二、色母粒性能	197
第五节 聚氯乙烯色母粒	197
一、国外聚氯乙烯色母粒的分析	198
二、配方主要原理	199
三、聚氯乙烯饼状色母粒	201
第六节 通用色母粒	203
第七节 色母粒的使用注意事项	203

第八章 色母粒的应用 **205**

第一节 色母粒在塑料加工业的应用	205
一、包装薄膜中的应用	205
二、流延复合膜中的应用	207
三、吸塑片材中的应用	208
四、包装容器中（中空吹塑成型）的应用	209
五、泡沫塑料（PE/EVA）成型工艺中的应用	211
六、注塑工艺中的应用	212
七、粉末涂料中的应用	214
八、单丝挤出工艺中的应用	215
第二节 色母粒在电缆加工业上的应用	217
一、市话通信电缆中的应用	217
二、交联架空电缆中的应用	217
三、电缆护套料中的应用	220
第三节 色母粒在合成纤维加工业的应用	221
一、丙纶纤维中的应用	221
二、在涤纶纺前着色的应用	221
第四节 色母粒在合成纤维应用中的几个问题	223
一、色母粒在短纤上的应用	223

二、涤纶工业丝用色母粒质量指标的探讨	225
三、熔体注射法纺色丝用色母粒	227
四、涤纶有色长丝色差成因探讨	228

第九章 塑料色母粒用助剂 **230**

第一节 分散剂	230
一、聚乙烯蜡	230
二、聚丙烯蜡	237
三、改性聚乙烯蜡	238
四、石蜡	239
第二节 填充剂	241
一、碳酸钙	242
二、高岭土	244
三、滑石粉	245
四、云母粉	246
五、硅灰石	246
六、硫酸钡	247
第三节 抗氧剂和光稳定剂	251
一、抗氧剂、光稳定剂的作用与功能	251
二、抗氧剂、光稳定剂的选用原则及常用品种	260
三、抗氧剂、光稳定剂的应用	269
第四节 偶联剂	279
一、硅烷偶联剂 A-151	279
二、钛酸酯偶联剂 TTS	280
三、铝钛复合偶联剂 OL-AT1618	280
四、铝酸酯类偶联剂 DL-411	281
第五节 成核剂	282
一、成核透明剂 DBS	282
二、成核透明剂 Me-DBS	283

第十章 色母粒用主要设备 **284**

第一节 三辊研磨机	284
-----------------	-----

一、概述	284
二、工作原理与基本结构	284
三、主要技术参数与选择	286
四、安装与维修	286
第二节 塑料混合机	288
一、转鼓式混合机	288
二、V形混合机	289
三、双锥混合机	290
四、螺带混合机	291
五、锥筒螺杆混合机	294
第三节 高速混合机	295
一、工作原理	296
二、基本结构与作用	296
三、主要技术参数与选择	298
四、安装与维修	298
第四节 开放式塑炼机	299
一、概述	299
二、工作原理	300
三、基本结构与作用	301
四、主要技术参数与选择	301
五、安装与维修	302
第五节 密闭式塑炼机	303
一、概述	303
二、工作原理与基本结构	303
三、主要技术参数与选择	304
四、安装与维修	304
第六节 连续混炼机	305
一、FCM连续混炼机	305
二、布斯连续混炼机 (Buss Ko-Kneader)	307
三、双转子连续混炼造粒机	310
第七节 挤出机	312
一、单螺杆挤出机	312

二、双螺杆挤出机	314
附录一 中华人民共和国轻工行业标准 QB/T 2894—2007	318
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 色母料	318
附录二 中华人民共和国轻工行业标准 QB/T 2893—2007	322
聚丙烯纤维用色母料	322
附录三 中华人民共和国轻工行业标准	334
给水用聚乙烯 (PE) 管材混配料用炭黑母粒 (报批稿)	334
附录四 塑料用颜料分散状态的试验方法	340
附录五 塑料用颜料耐热性试验方法	342
附录六 塑料用颜料耐迁移、耐酸性、耐碱性的试验方法	344
附录七 塑料用颜料的耐光牢度和耐候性试验方法	346
参考文献	350

第一章 着色的基本概念

第一节 颜色的基本概念

由光源辐射出来的可见光直接或通过物体作用后间接射入人的眼睛，照射到视网膜的感光细胞上，从而产生颜色视觉信号。这种视觉信号通过视神经传输到人的大脑，经过大脑转换成颜色知觉。因此颜色是由照明光源、物体（观察对象）的光学特性和人类的颜色视觉特性这三大因素综合所决定。任何对颜色的全面的理解必须从上述三个方面去进行。这涉及物理光学、化学、生理及心理等诸多方面。因此，对颜色下一个简单的定义是很困难的。一般来说，颜色可以理解为光作用于人眼后引起的除形象以外的视觉特性。它一方面可以指产生以上视觉的光刺激的特性，例如红光、黄光等；另一方面也可以指能引起光刺激的物体的特性，例如红旗的红色、橘子的黄色等。

一、物体及其物质结构对光的作用

可见光照射到某一特定物质结构的物体上面，会发生一种或几种对入射光的作用，从而对颜色产生影响。

1. 光吸收

物体受到光的照射后，能够吸收全部或部分入射的光能量，物质分子被激发到较高的能态，最终以发热的形式再释放出去。而从宏观上看，入射光在特定波长范围内被物体所吸收，从而改变了入射光的相对光谱功率分布。如果没有光散射现象发生，那么该物体看上去是有色透明体（部分波长范围内的光被吸收）或成黑色（全部可见光波长范围的光被吸收）。许多物质对于光的吸收是具有波

长选择性的，这取决于物质分子结构的特点。

有色物质如染料、颜料对入射光有强烈的波长选择性吸收，从而在一定光源照射时，呈现各种颜色。有色物质的分子结构决定了该物质的光吸收特性，人们发现光吸收往往是与分子的不饱和键相关联，进而建立了发色团（Chromophores）、发色体（Chromogen）和助色团（Auxochromes）理论。发色团是指各种无色的不饱和基团，例如羰基和硝基等。发色体是指有色的不饱和体系或与简单的取代基结合后即转变成有色的不饱和体系，例如偶氮苯或蒽醌系化合物等。助色团一般是指在有色化合物的分子中给电子的基团，所以任何具有能和 π 电子系统发生共轭作用的孤对电子都可以当作助色团。

这些理论只能定性地描述分子结构与光吸收的关系，但在整个合成染料的研究中一直起着支配性的作用。只要发现一个新的发色体或发色团，那么以这种发色体或发色团为分子主体，通过变换各种助色团和取代基，就可合成出许多种不同吸收光谱的染料或颜料。

上述研究的新进展以量子理论为基础，化合物的分子在紫外或可见光辐射的作用下，吸收的光量子的能量把电子激发到具有更高能量的激发态上。分子中价电子在不同能级分子轨道之间跃迁的能量关系对应于吸收的光量子的波长 λ 。如果有机化合物分子结构中含有 $\pi - \pi^*$ ，或 $n - \pi$ 跃迁的基团如 >C=C< 、 $-\text{C=O}$ 、

$-\text{N=N-}$ 、 $-\text{NO}_2$ 时，就能被紫外或可见光波长范围内的辐射所激发，从而在可见光范围内产生吸收带，这些原子团被称为发色团。而当一个发色团的共轭体系中含有像 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OR}$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{Br}$ 、 $-\text{I}$ 等给电子基团时，电子激发都伴随有分子内的电荷转移（C-T）。这些电荷转移导致了激发态下分子极性的明显增加以及化学活性的改变，这些基团称之为助色团。一般说，有色分子都有非常大的骨架，用近似的量子化学方法对其电子跃迁能量进行近似的计算是很困难的，所有这些方法，在很大程度上要靠经验参数去克服许多理论上的困难，因此都属于经验的