

塑料加工入门丛书

# 塑料着色入门

王惠法 王传山 边梅立 编



浙江科学技术出版社

## 塑料加工入门丛书

塑料挤出成型入门

塑料吹塑成型入门

塑料注射成型入门

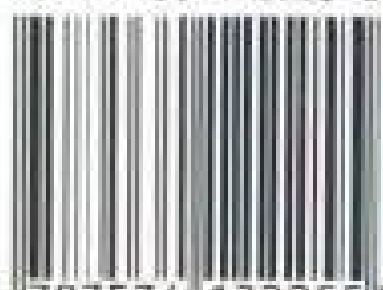
泡沫塑料入门

塑料着色入门

塑料印刷入门

废旧塑料回收与再生入门

ISBN 7-5341-2225-2



9 787534 122255 >

ISBN 7-5341-2225-2/TQ·18

定 价: 14.00元

塑料加工入门丛书

王忠法 王传山 边林立 编

# 塑料着色入门

浙江科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

塑料着色入门/王忠法,王传山,边柿立编. —杭州:  
浙江科学技术出版社,2004.1

(塑料加工入门丛书)

ISBN 7-5341-2225-2

I.塑... II.①王...②王...③边... III.塑料着色 IV.TQ320.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 094232 号

塑料加工入门丛书

## 塑料着色入门

王忠法 王传山 边柿立 编

\*

浙江科学技术出版社出版

千岛湖环球印务公司印刷

浙江省新华书店发行

开本:787×1092 1/32 印张:9 字数:201 000

2004 年 1 月第 1 版

2004 年 1 月第 1 次印刷

**ISBN 7-5341-2225-2/TQ·18**

**定 价: 14.00 元**

封面设计:潘孝忠

# 前 言

改革开放以来,特别是近几年来,我国的塑料加工业得到迅速发展,随着生活水平的日益提高,人们对塑料制品的外观质量及其花色品种提出了更高的要求。这就要求从事塑料制品研究、设计和生产的技术人员熟练掌握塑料着色的基本知识与技术,进一步提高制品的外观质量及档次,以满足用户需要。此外,近几年来,乡镇和个体塑料加工业的蓬勃发展,也使众多的从业人员迫切需要一本通俗易懂,便于学习和掌握的塑料着色的书。为此,我们编写了《塑料着色入门》。

书中本着理论介绍从简、实际操作从详的原则,较为系统、全面地介绍了各类塑料的着色方法,以大量的实例,由浅入深地介绍了塑料着色的基本原理、操作规律以及应注意的事项。书中语言通俗易懂,图文并茂,理论联系实际。相信此书会对读者在塑料制品配色的实际操作中具有一定的指导意义和参考价值。

由于作者本身水平有限,文中的错误在所难免,敬请读者予以批评指正。

作者

2003 年 8 月

# 目 录

第一章 概述.....	1
第一节 塑料着色的基本知识.....	1
一、 定义 .....	1
二、 颜色的基本特性 .....	2
三、 颜色的描述 .....	3
四、 颜色孟塞尔系统与命名法 .....	5
五、 颜色的测量 .....	7
第二节 塑料着色的方法及发展.....	8
一、 物料着色 .....	8
二、 塑料表面着色 .....	9
第三节 塑料着色的作用与意义 .....	11
第二章 着色剂 .....	13
第一节 着色剂的分类和要求 .....	13
一、 着色剂的分类.....	13
二、 着色剂的要求.....	14
第二节 无机颜料 .....	15
一、 氧化物颜料.....	18
二、 硫化物.....	20
三、 铬酸盐.....	23
四、 钼酸盐、 铝酸盐和钛酸盐 .....	24
五、 炭黑.....	25

第三节	有机颜料与染料 .....	30
一、	有机颜料的结构、性质 .....	30
二、	分子结构对颜料性能的影响 .....	34
三、	有机颜料的种类 .....	37
四、	染料 .....	41
第四节	特效颜料 .....	42
一、	遮光剂 .....	42
二、	荧光增白剂 .....	44
三、	珠光颜料 .....	46
四、	金属粉颜料 .....	50
五、	荧光着色剂 .....	50
第五节	色母料 .....	51
一、	色母料的性质 .....	51
二、	色母料的分类 .....	51
第六节	着色剂性能 .....	52
一、	着色力 .....	52
二、	遮盖力 .....	53
三、	耐热性 .....	56
四、	耐迁移性 .....	57
五、	耐候性 .....	57
六、	混合性 .....	58
七、	其他性能 .....	60
第三章	塑料的配色 .....	63
第一节	颜色的光学性质 .....	63
第二节	配色程序 .....	66
第三节	配色方法 .....	68

一、 自测配色 .....	68
二、 仪器配色 .....	69
三、 配色过程中应注意的问题 .....	70
四、 色母料生产中的色差控制 .....	74
<b>第四章 颜料的分散与混合 .....</b>	<b>76</b>
第一节 分散原理 .....	76
第二节 颜料的分散和混合过程 .....	77
<b>第五章 塑料的着色方法 .....</b>	<b>81</b>
第一节 干混法 .....	82
一、 干混法 .....	82
二、 干混着色法配色实例 .....	84
第二节 液体法 .....	85
第三节 色母料法 .....	85
一、 通用色母料 .....	86
二、 专用色母料 .....	87
三、 功能色母料 .....	103
四、 涂膜色母料 .....	106
五、 使用色母料时应注意的事项 .....	109
<b>第六章 着色剂对塑料性能的影响 .....</b>	<b>116</b>
第一节 颜料对塑料制品的影响 .....	116
一、 颜料对热氧化的影响 .....	117
二、 颜料对紫外线老化的影响 .....	119
三、 颜料对其他添加剂的影响 .....	121
四、 颜料对制品机械性能的影响 .....	125
五、 颜料对增强塑料机械性能的影响 .....	126



六、 颜料对塑料成型加工性能的影响 .....	129
七、 颜料对塑料绝缘性能的影响 .....	131
第二节 色母料对塑料制品的影响 .....	133
一、 色母料与树脂的反应 .....	133
二、 色母料与助剂间的反应 .....	134
三、 色母料本身性质对塑料制品的影响 .....	134
四、 色母料对塑料制品物理性能的影响 .....	135
<b>第七章 塑料的表面涂漆 .....</b>	<b>137</b>
第一节 涂料的组成及涂漆前处理 .....	138
一、 涂料的组成 .....	138
二、 塑料表面的前期处理 .....	139
三、 塑料的表面处理 .....	142
第二节 涂料的选择 .....	145
一、 涂料选择的基本原则 .....	145
二、 常用的塑料涂料 .....	148
第三节 溶剂的选择 .....	155
第四节 涂装工艺 .....	158
一、 空气喷涂 .....	161
二、 静电喷涂 .....	166
三、 两种材料的表面喷涂实例 .....	170
<b>第八章 塑料的表面镀金属 .....</b>	<b>177</b>
第一节 真空镀膜 .....	177
一、 镀膜制品的应用 .....	177
二、 镀膜设备 .....	178
三、 镀膜工艺 .....	179

四、 真空镀铝流延聚丙烯薄膜的生产 .....	182
第二节 塑料电镀 .....	185
一、 塑料电镀工艺 .....	186
二、 电镀中出现的问题和解决措施 .....	191
第九章 塑料的印刷 .....	196
一、 合成革的表面印刷着色 .....	196
二、 合成革的表面印刷、改色实例 .....	197
附录一 塑料工业常用缩略语 .....	200
附录二 聚乙烯着色配方 .....	205
附录三 聚丙烯着色配方 .....	214
附录四 聚氯乙烯着色配方 .....	218
附录五 聚苯乙烯着色配方 .....	225
附录六 ABS 着色配方 .....	238
附录七 尼龙着色配方 .....	241
附录八 聚碳酸酯着色配方 .....	244
附录九 塑料助剂生产厂 .....	246

# 第一章 概 述

## 第一节 塑料着色的基本知识

### 一、定义

把本色塑料物料或制品制成符合使用要求的有色塑料制品的过程称为塑料着色。塑料着色又包括两个方面,一是通过对塑料物料着色制备成带色塑料制品,它可通过颜(染)料与塑料物料分散混合成型制得,目前大多采用的是通过色母料与塑料物料分散混合成型制得塑料制品。色母料着色法是当前塑料着色发展的方向,也是提高着色塑料制品质量的有效手段之一;另一方面是通过涂敷涂料、电镀和印刷等手段赋予塑料制品颜色,这又称为塑料表面着色。尽管所采取的手段不同,但目的都是为提高塑料制品外观质量、内在性能,增加制品的商品价值和附加值。

不同着色剂可以以不同的配方获得不同的颜色感觉。如无机白色颜料通过反射获得颜色,无机有色颜料部分通过反射、部分通过吸获得,有机颜料则主要通过吸收、较少通过反射获得,染料则完全通过吸获得。因此塑料着色不同于一般的水彩调色,首先应对产生颜色的物理基础进行了解,才能选择合适的着色剂,制备出合乎制品要求的颜色来。

## 二、颜色的基本特性

从纯物理学的观点出发,产生视觉颜色主要有三个要素:光源、被光源所照射的物体以及觉察颜色的眼睛与大脑。光可用波长来表达,其波长单位为纳米(nm)。由于肉眼对光波敏感性的局限,我们所能看到的只不过是波长为 350 ~ 800 nm 的光波,这一范围的光波又称为可见光波区。当白光透过一三棱镜时,会分解成红、橙、黄、绿、青、蓝、紫排列的彩色可见光,这是由于每种波长的可见光都会刺激人的肉眼而产生不同颜色的缘故。

光波照射到某一物体上,就有可能产生反射、吸收、透过、散射等特性。不同的物体对光的这种特性也不同,从而使物体呈现不同的颜色。如果光线全部透过该物体,则该物体看上去是透明的;如果光线有部分反射,则该物体表面会产生光泽,反射光强度越大,看上去就越有光泽。在塑料着色时为了从艳丽色到浅淡色的整个范围内获得理想的外观效果,对塑料制品的表面光泽度的控制极为重要。在实际操作中,可通过控制塑料成型模具的表面粗糙度或使用表面涂层(涂层可由增光或消光树脂制成),便可达到上述目的。

根据兰伯(Lambert)定律,即在一定的波长下,光的吸收量与吸光材料的厚度成正比。根据比尔(Beer)定律,即在一定波长下,光的吸收量与吸光材料(着色剂)的数量成正比;光不仅能透过物体具有透射特性和反射特性,而且具有被吸收特性。如果材料吸收了一部分光,那么这种材料尽管透明,却呈现出某种颜色;如果所有的光均被吸收,那么这种材料肯定是黑色的。

此外,光还可被散射。半透明体在光透射时,只有部分光被散射;不透明体在光透射时,使光严重散射,致使光不能透过物体。在上述情况下,材料的颜色均取决于材料内部所吸收光的

数量和种类。若没有吸光作用,此种散射性材料就呈白色,否则,就是有色材料。

光的散射作用是由光线照射到那些折射率与周围材料折射率不同的小颗粒上而产生的。当颜料或填料分散于塑料基体中,就会出现此类现象。光的散射量,在很大程度上取决于两种材料本身的折射率差的大小。假如所选用的颜料的折射率与所着色聚合物的折射率完全不同,那么此种颜料适于作此类聚合物的遮光剂或不透明剂。光的散射量与其中散射粒子的大小有关,并随散射粒子粒度增大而增加,且一直到散射粒子的粒度大到与光波长度相等才不再增大,而后,散射量则又随散射粒子粒度的增大而减小。

人们用肉眼所观察到的光通常是入射光的反射和散射部分之和,再加上透射光和吸收光的平衡值。每一种颜色或几种颜色的混合色由于光波不同还会发生变化,因此,人们所观察到的光通常与光源所发出的光完全不同。就着色剂而言,大多数无机颜料以散射,即无规则反射占主导地位;而大部分的有机颜料则以吸收作用为主。

### 三、颜色的描述

我们可把全部看得见的颜色都看作是由红、绿和蓝三种可感觉的色质生成的。因此,单色光(即一种波长的光)能够产生的视觉效果,与若干种不同单色光的混合体所产生的视觉效果基本相同。如纯橙色就是红与黄的混合色。为了描述颜色和制定颜色技术条件,我们可以用三个量对其进行表征,即色调(主色)、色值(亮度)和色度(饱和度和色的浓度)。

1. 色调 色调又称为色相,是说明两种独立颜色之间最明显的差别,特别是那种难以区分的较小的差别。通常由颜色语

言(红、绿、紫、蓝等)来表述,其命名方法十分严格。目前可以辨别出来的色调多达 500 多种,然而,在这 500 种色调中,只有四种为单色色调。由于人们色觉功能各不相同,对这四种色调的察觉能力差别也较大,通常把这四种色调规定为绝对红色、黄色、绿色和蓝色。而其他色调均被视为是这四种色调中任意两种的混合色。

如用两对容易混淆的颜色和其他色对可以按顺序排成一完整的颜色环。在上述四种绝对色之间,还有中间色,如红 + 黄 = 橙,黄 + 绿 = 黄绿(草绿),绿 + 蓝 = 青,蓝 + 红 = 紫等。所有中间色调之间均隔一定距离。距离的大小是以颜色环圆心对边的任何两种颜色是互补色为准。也就是说,可将颜色环作为调色的标准或依据进行对比。假如把色环圆心对边的任意一对颜色按适当比例进行混合,即可产生像日光那样的白光。

2. 色值 又称为亮度,是两种颜色之间另一个明显的差别。色值随环境的不同和人们的视觉不同而发生变化。一种颜色在昏暗的地方会看不清,而在太亮的地方又无法看见其范围内的变化。在正常条件下,对视觉而言,任何色调和色度都会发生变化。色值是指人们对明和暗的感觉,是人的视觉对物体反射光强度的感觉。在着色配色时,通常运用色值有差别的颜色,使着色效果更好,可以形成有主有次、明暗协调的制品。

3. 色度(饱和度或色度) 是指彩色的纯洁度,以及两种相同或不同色调的颜色之间可见色调的变量。色度上限尚未作明确的规定,只规定了零饱和度,当颜色处于零饱和度时则失去了色调而成为白光。色度从零开始逐渐增大。从可见光角度分析,单色的可见光是最饱和的彩色,掺入白光成分越多,就越不饱和。色度取决于颜料表面对光的反射选择程度,若对某一很窄波段的光有很高的反射率,而对其余波长的光反射率很低,则



说明其反射选择程度高,颜色的饱和度也高。按照色度变化原理和色调可以按圆形方式排列,而饱和度(色度)又是从零点开始,并逐步增大,因此可把上述两者在圆形图上,以零点为中心联系起来。这就形成了色度刻度盘。这一刻度盘通常标出等距离的可辨认的色度指示间隔,可据此配色。

尽管色调、色值和色度三种颜色坐标足以描述颜色,但不能完整地描述物体的外观,因为物体内在质量、尺寸、光泽、表面组织、阻光度以及附近物品的颜色等,也会影响物体的外观特性。

#### 四、颜色孟塞尔系统与命名法

在塑料制品设计时,以往均采用着色卡来鉴别拼色制品的颜色。由于现有的色卡是一种不连续的颜色系统,所以这种鉴别方法在塑料制品生产中虽然起着相当大的作用,但离开色卡就很难描述一种颜色或鉴别两种颜色之间的差别。多年来,国内外专家为寻找一种能描述的颜色语言,建立一准确而又通俗易懂、且可操作性强的颜色表述系统,作出了巨大努力。

经过长期研究也形成了不少实用的有价值的颜色系统,其中最著名的便是孟塞尔系统。孟塞尔系统可提供尽可能全的色卡,可观察出相邻两种颜色样品间最微小的差别,对于颜色描述和鉴别具有重要的指导意义和统一颜色语言的作用。孟塞尔系统以红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)、紫(P)五种主色调和黄红(YR)、绿黄(GY)、蓝绿(BG)、紫蓝(PB)、红紫(RP)等五种中间色调组成。每个色调又分成10个等级(图1-1),这样就可表述1500种颜色。孟塞尔系统图中坐标中心点为灰色极。饱和度以中心点灰色为起点,沿半径方向增加,在半径相同的圆周上为相同饱和度值的不同色谱。色值(明度)以第三维坐标表示,也就是说,垂直于圆面的底部为零(即为黑色),顶部为10(即为标

准白色),色值也分为 10 个等级。

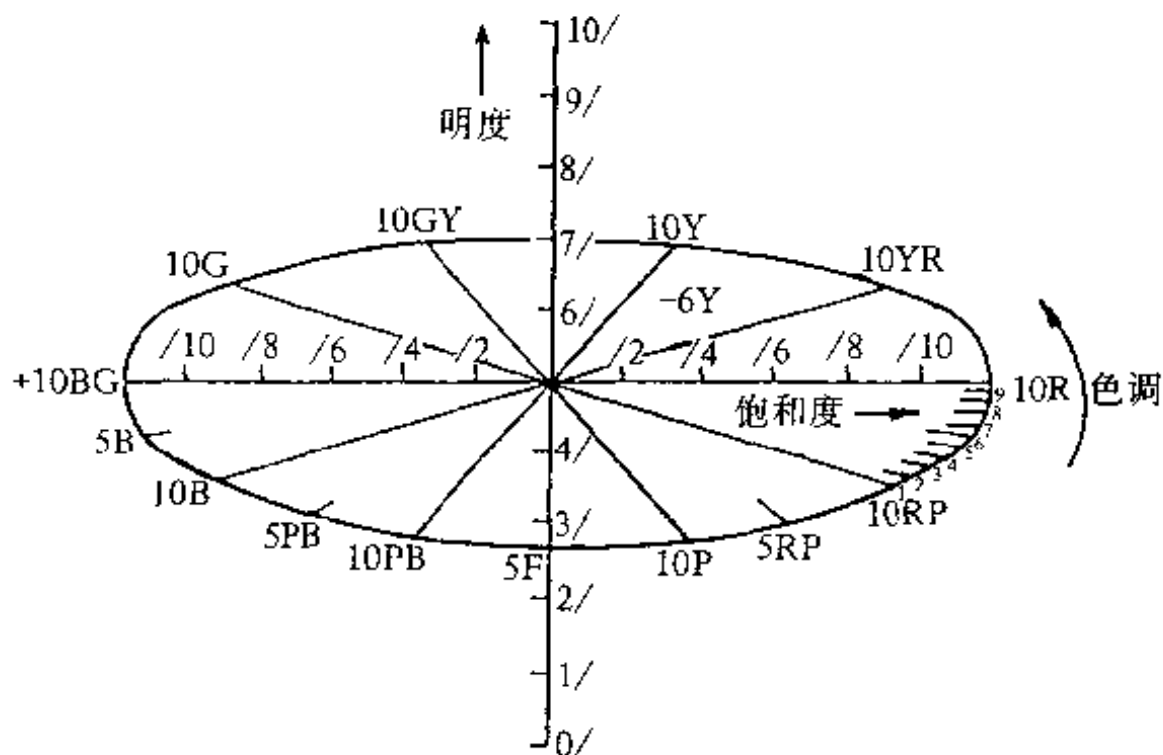


图 1-1 孟塞尔颜色系统图

为了使设计人员进一步了解孟塞尔系统图,也可把已知颜色,按规定布置成一圆锥形(见图 1-2)。在圆锥轴上分布着消色类颜色,因此此图又称为消色图。

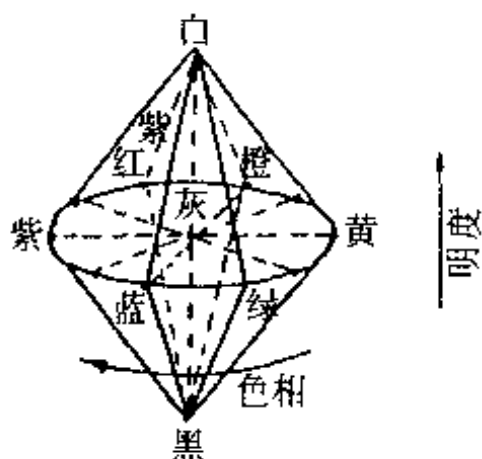


图 1-2 孟塞尔颜色系统的圆锥形图



孟塞尔系统有两个显著特点:即效率高、应用面广。它与人们的视觉感应相一致,其标定方法不受样品限制,任何一种设想颜色,不管这种颜色能否用现有着色剂调制出来,都可用该系统标定。

孟塞尔系统已用来作为企业间颜料协会与国家标准局对颜色名称命名的依据。该系统已成为使颜色命名标准化的重要手段。如在孟塞尔色调 9B ~ 5PB 之间,那些深浅不同的蓝色、极淡蓝色、极亮蓝色、淡蓝、艳蓝、带灰色光蓝、中等蓝色、浓蓝、深暗蓝、深蓝色等均是用此系统命名的。现已在各国广泛采用。

## 五、颜色的测量

颜色是可以测量的,颜色的测量对于配色和控制是必不可少的。从光学角度上来看,塑料主要分为三大类,即透明塑料、半透明塑料和不透明塑料。颜色对这三种塑料至关重要。在测量颜色前要选取有代表性的样品,并将样品制成便于观察的形状。

1. 目测法 颜色的目视测量法是颜色测量最常用、最普遍的一种方法,没有一种仪器能像人们眼睛那样迅速而又准确地观察到微小的色差。此方法是:

(1) 让有经验的测色人员观察样品和标准件。在目测时除了使用一个主标准件以外,同时再使用几个辅助标准件,这样可弥补人眼的误差。

(2) 使用固定距离的预定光源。在许多情况下一个单色光源不能进行正常观察,要用两个以上的标准光源。

2. 仪器测定法 物体的颜色是光在该物体中的着色剂作用下通过视觉而产生的一种物理变化。用仪器测量颜色是为了提供关于微小色差和性质的定性、定量的资料,从而保证配色的

正确性和重现性。人眼视觉的记忆是有限的,用仪器代替人眼测色有助于颜色的定量记忆,是用一种不太敏感但测量和记忆能力都很强的检测器代替另一种对质量差异非常敏感的检测器。

主要的测量仪器有分光光度计和三色光度计两种,这两种仪器的功能差不多,都能保证给出样品的三刺激值,所不同的是分光光度计能提供更多的关于样品谱线的情况,并能提供配色的检查和控制以及某种着色剂的配方数据。若只需三刺激值,则可应用三色光度计,该仪器结构简单、价格便宜,常用于色差测量。

## 第二节 塑料着色的方法及发展

塑料着色主要分为物料着色和表面着色两种。

### 一、物料着色

它是将着色剂或色母料与塑料物料,在制品成型加工之前,利用挤出机、混合器等掺混设备进行有效的掺混,使着色剂或色母料在机械作用下,均匀地分散于塑料物料中,并与物料形成宏观上的一体结构。

1. 颜料着色法 它根据欲着色塑料物料特性(如表面能、吸附力等),选择出适当颜料(着色剂),通过对颜料表面润湿、细化和稳定化处理,再与物料进行混合,或边混合,边成型制品。

在颜料(着色剂)分散混合时通常又分为两步:第一步制备预混料,即在预混机内将一定量的塑料物料与相应处理过的颜料粉末相混合;第二步是在塑料加工设备对预混料进行最后分散,再加工成型塑料制品。

此法可对大多数塑料品种着色,工艺比较简单,有的甚至不需要采用润湿、细化处理就可分散混合,但对那些纤维和薄膜类产品的着色要严格进行颜料预处理,才能达到良好的着色效果。

颜料着色法工艺简便,加工成本低,着色效果尚好,对那些着色效果要求不十分高的制品经常采用。

2. 色母料着色法 色母料是由颜料、载体和添加剂组成的塑料及高分子材料专用着色剂,又称为颜料浓缩物,所以它的着色力高出颜料本身。

色母料于 20 世纪 60 年代末 70 年代初,在瑞士、德国、比利时、荷兰等西欧国家问世,当时最为著名的色母粒是瑞士的汽巴-嘉基和德国的赫斯特公司生产。到 80 年代初期,日本也开始发展色母料产业,目前其发展速度和水平已超过西欧。其主要生产厂家有大日本油墨、东洋油墨和大日本精化等。我国在 20 世纪 80 年代后期也形成了色母料生产,主要是通过引进西方国家的先进技术而建立起的生产厂家,主要分布在辽宁、北京、上海、广东等地。

色母料着色法之所以受到使用者的青睐,其原因是着色效果好、使用方便、计量准确、生产现场无粉尘、生产自动化程度高等优点。色母料着色不仅可提高塑料制品的着色质量档次,而且可显著改善生产现场环境,防止污染,是国内外重点发展的塑料着色技术。

## 二、塑料表面着色

塑料表面着色主要采用表面涂漆法、镀金属法和印刷法等来完成的。

1. 表面涂漆法 塑料制品表面涂漆可为制品提供良好的装饰作用和功能作用。

由于涂漆色彩范围宽、能改变制品的外观,使制品有实物感,可装饰成多色、木纹或珠光等效果,同时也是深色树脂制造浅色制品的惟一方法。

另外,经涂漆后可提高制品的耐候性和耐磨性,还能增加制品的耐化学腐蚀性、耐水性和耐溶剂性等。如涂漆的 ABS 制品可防止因紫外线照射而发生的降解,并可明显地改善其外观质量,涂漆也可把塑料制品中一些流线性缺陷加以弥补,也可使某些再生塑料制品通过涂漆赋予其各种色彩,使其获得良好的外观效果。

2. 塑料表面染色法 它是塑料制品成型后赋予制品一定色彩的着色过程。染色过程是染料分子向塑料内部渗透扩散的过程,其扩散程度会有所不同。其扩散的程度主要受到染料种类、塑料制品的表面状态、染色液配方、染色持续时间及染槽温度等因素的影响。常采用的方法有:槽浴法、扎染法等。

3. 塑料表面镀金属 塑料表面镀金属,是在塑料制品成型后赋予制品表面一层金属膜的过程。它的作用与塑料表面涂漆相类似,不仅可以提高其表面硬度、机械强度和耐水性能,还可以增加塑料制品的耐油性、耐溶剂性,提高耐老化性,防止静电等,从而使塑料具有一些特殊性能,更加美观大方,经久耐用,扩大了塑料的使用范围。由于塑料表面镀金属的作用与塑料表面涂漆很相似,因此我们把塑料表面镀金属也列入本书。

塑料表面镀金属的方法很多,但在工业上最常用的是真空镀膜和电镀。

4. 塑料印刷法 塑料印刷是在塑料制品上印刷上不透明的色彩、高质量的图案和清晰的文字的一种塑料表面着色方法。

用于塑料印刷的方法有:丝网印刷、胶印和热转移印刷等方法,其用途之广、质量之高超,代表了塑料表面着色技术和印刷

技术之精华。塑料印刷技术,作为本丛书的一部分,被单独列入《塑料印刷技术入门》一书,因此本书不再详细叙述。

### 第三节 塑料着色的作用与意义

塑料着色后可提高塑料制品的外观质量和内在性能。塑料着色后可以制成绚丽多彩、鲜艳夺目的制品,广泛地应用于日常用品、儿童玩具、建筑、电子电气、文教用品、交通器材、包装、装饰装修等领域。与此同时,塑料着色还可明显改善和提高制品的外观质量,对提高商品价值具有重要的意义。根据塑料制品的使用要求和塑料的自身特点,选择适当的着色方法和着色剂,可明显提高塑料制品的耐候性、耐腐蚀性、电性能、光学性能和力学性能等,归纳起来,其作用如下:

1. 装饰作用 可增加塑料的花色品种,繁荣塑料商品市场,提高塑料制品的商品价值和外观质量。

2. 改善和提高制品性能 某些着色剂,特别是炭黑,具有抗紫外线辐射,耐户外老化、遮阳光等功能。如果采用涂漆、染色、电镀等方法进行表面着色,会使塑料制品表面形成一保护层,可显著提高制品的耐环境性和耐候性。特别是采用那些高性能的油漆涂覆后,要比裸露塑料制品环境适应性提高 5 ~ 10 倍。

3. 赋予制品一定的功能特性,扩大塑料制品的应用范围,从而提高产品的附加值 这主要通过涂漆、电镀等方法实现,使制品具有抗静电、导电、防磁场以及光学等方面的性能。另外,如果用炭黑、金属粉等作着色剂,也会使制品具有一定的抗静电性或导电性。

4. 隐蔽和保护内容物 这方面的作用具体体现在塑料在



包装行业中的应用。

在食品包装、常用的医药容器、洗涤剂容器以及某些化学药品、农药的包装中一般不能使用透明塑料制品,着色后的塑料制品可隐蔽内容物,防止阳光照射,有利于延长内容物的贮存期,特别是一些对光敏感的化学试剂、药品、食品的包装尤为重要。

5. 分类、标示作用 像电线、电缆包覆层那样的塑料制品,按照有关标准规范要求,制成不同颜色的电缆线和电线,使用时不用测量其电性能,就可识别。

电气电子结构件着色后,并标示上醒目的电性能指数,就可大大减少装配程序,简化工艺。

某些标牌、广告牌、交通标志等,采用着色技术可制成符合标准规定的提示颜色、数码和图案,可极大地方便行人。

#### 6. 其他作用

(1) 利用颜料本身所具备的对红外线吸收功能、反射特性,制备太阳能热水器部件、室外计量仪部件等。

(2) 利用颜色的光学特性,有选择地着色,制成功能性大棚塑料薄膜。这种薄膜可有选择地吸收透过光线,提高塑料的温室效应功能,对保持地温,加速蔬菜生长大有好处。

(3) 采用塑料着色技术,可掩盖或消除塑料制品的某些表面缺陷。

(4) 塑料制品加工过程中,在不影响制品质量的情况下,往往在物料中加入部分再生塑料。这类塑料物料经着色后,外观质量良好,对制品的商品价值也无影响,但成本大幅度下降。

## 第二章 着色剂

### 第一节 着色剂的分类和要求

#### 一、着色剂的分类

着色剂是能改变物体颜色的,或者将无色物体染上颜色的物质。着色剂通过有选择性地将可见光谱中某些波长的光吸收和反射,而产生出颜色。着色剂种类很多,分类方法也多样。

1. 按着色剂的溶解性分类 可分为颜料和染料两大类。

(1) 颜料:颜料不溶于水和溶剂,是塑料和橡胶用的主要着色剂。颜料与它所着色塑料没有亲和力。它是通过其颗粒分散于被着色塑料物料中,而使塑料物料产生颜色的。另外,由于颜料具有不可溶解性,致使要达到其着色目的,需要用机械的方法将颜料均匀地分散在塑料物料中。

根据化学组成不同,颜料可分为无机颜料和有机颜料两类。无机颜料具有优良的耐热性、耐光性和耐溶剂性,而且原料易得、制造简便、价格低廉,但透明度和鲜明度较差,色光暗淡、相对密度大。有机颜料的综合性能介于无机颜料和染料之间,其耐光性、耐热性虽不及无机颜料,但色彩鲜艳,分散性好。

(2) 染料:染料可溶于水和有机溶剂,分子内一般含有发色基团和助色基团,有极强的着染能力,色泽鲜艳,色谱齐全。但由于染料的耐热性、耐光性和耐溶剂性相对较差,因此,在塑料

和橡胶着色中较少应用,而主要用于各种纺织纤维的染色。在耐热性要求不高时,也可使用偶氮类、蒽醌类染料。染料着色的特点是色彩透明鲜艳,用量少,相对密度小。

2. 按着色剂形态分类 可将其分为 6 类。

(1) 染料或颜料粉末:即将染料或颜料研磨成细粉后,直接与塑料混合用于着色。这种着色剂成本最低,但分散性差,粉末飞扬易污染,自动计量性差,配色重复性差。

(2) 分散性粉末着色剂:对颜料进行表面处理后再加分散剂制成的干粉状物。其分散性比前一种好,但仍有粉尘污染,自动计量性差的缺点。

(3) 颗粒状着色剂:是粉体着色剂的粒状物,避免了飞散污染,改善了自动计量性,但成本较前两种有所增加,而且颗粒易破碎粉化。

(4) 润湿性着色剂:把颜料用某种聚合物和分散剂处理,充分润湿后制成的粉状物。这类着色剂分散性好,飞散小,但成本较高。

(5) 液体着色剂:将颜料以高浓度分散于有机液体载色剂中制成。根据浓度不同,有浆状、糊状、膏状等形态。这类着色剂分散性好,使用方便,软 PVC 制品着色常用此类着色剂。

(6) 浓色母料:将颜料以高浓度分散于树脂中,经混炼制成片状物或粒状物。这类着色剂分散性好,无飞散污染,使用方便,但成本高。

## 二、着色剂的要求

理想的着色剂一般应具备以下条件:

(1) 色彩鲜艳,着色力大。

(2) 分散性好,能够均匀地分散在塑料中,且不凝集。



(3) 耐热性好,在树脂的加工温度下有良好的热稳定性,不变色,不分解,而且长期耐热性亦佳。

(4) 光稳定性好,耐候性好,长期受日晒雨淋不褪色。

(5) 耐溶剂性和化学稳定性好,与溶剂或含有增塑剂的制品接触时,不会因溶出而迁移造成串色。有良好的耐酸、碱性,与树脂中其他助剂不发生化学反应。

(6) 对塑料的加工性(如流动性、润滑性、印刷性、涂饰性等)和使用性能(电性能、物理力学性能、耐老化性能等)无不良影响。

(7) 无毒、无臭。

(8) 价格低廉。

能完全符合以上要求的着色剂是没有的。在实际选用时,要根据制品的加工和使用要求科学地选择。

## 第二节 无机颜料

无机颜料分天然和人工合成两类。它们通常是金属的氧化物、硫化物、硫酸盐、铬酸盐、钼酸盐、汞化合物以及炭黑等。这类颜料不溶于普通溶剂和塑料,因此不会产生迁移。它们的热稳定性及光稳定性通常要比有机颜料好,在塑料加工温度范围内,大多数很稳定。但色泽不如有机颜料鲜艳,着色力比有机颜料差,相对密度较大,一般在 3.5~5.0 之间,价格较低廉。具体性能见表 2-1。

表 2-1 常用塑料用无机颜料的性能

通用名称	化学成分	染料索引 (C.I.) 名称	色调	亮度	着色力	透明度	耐酸性 (稀酸)	耐碱性 (稀碱)	耐热性	耐光性	耐候性	耐迁移性	耐毒性
镉黄	CdS 和 ZnS 混合物	黄 37	黄	优	差	好	差	优	优	优	好	优	大
镉橙	CdSe	橙 20	橙	好	好	差	一般	优	优	优	好	优	大
汞镉颜料	CdS - HgS 混合物	橙 23	橙 - 栗色	好	差	差	好	优	优	优	好	优	大
镉红	CdS - CdSe 混合物	红 108	红	好	好	差	一般	优	优	优	好	优	大
红色氧化铁(铁红)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	红 101、 102	红	好	差	差	好	优	优	优	优	优	无
褐色氧化铁(铁黄)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	褐 6、7	米色、 褐色	好	差	差	差	优	好	优	优	优	无
黄色氧化铁(铁黄)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	黄 42、 43	黄	好	差	差	差	优	好	优	优	优	无
黑色氧化铁	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	黑 11	黑	差	差	差	好	优	好	优	优	优	无
氧化铬绿(无水)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	绿 17	暗绿	差	差	差	优	优	优	优	优	无	小
铝酸钴蓝	CoO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	蓝 28	红蓝色 - 甸子蓝色	好	差	差	优	优	优	优	优	优	微
铬钴氧化铝	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·CoO· Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			好	差	差	优	优	优	优	优	优	微
铬黄	PbCrO <sub>4</sub> 、PbSO <sub>4</sub>	黄 34	甸子蓝 - 柠檬黄	好	差	差	好	好	差	好	好	优	小
铬橙	(PbCrO <sub>4</sub> ) <sub>x</sub> ·(PbO) <sub>y</sub>	橙 21	橙	好	差	差	好	好	差	好	好	优	小

续表

通用名称	化学成分	染料索引 (C.I.) 名称	色调	亮度	着色力	透明性	耐酸性 (稀酸)	耐碱性 (稀碱)	耐热性	耐光性	耐候性	耐迁移性	毒性
铬绿	铁蓝与铬黄混合物	绿 15	绿	好	好	差	差	差	差	好	优	优	小
钼酸盐橙 (钼红)	$\text{PbCrO}_4, \text{PbSO}_4, \text{PbMoO}_4$	红 104	橙	好	好	差	好	差	好	好	好	优	大
铬酸锌	碱式铬酸锌	黄 36	黄	好	好	差	优	差	好	好	差	优	无
镍钛黄	$\text{NiO} \cdot \text{TiO}_2$	黄 53	黄	好	差	差	优	优	优	优	优	优	中
钛褐	钛酸盐		褐	好	差	差	优	优	优	优	优	优	—
钛蓝	钛酸盐		蓝	好	差	差	优	优	优	优	优	优	—
钛绿	钛酸盐		绿	好	差	差	优	优	优	优	优	优	—
群青	砷酸铝 络合物	蓝 29 紫 5	蓝, 紫 桃红	好	差	好	差	好	优	优	好	优	小
陶瓷黄	Sb、Ti、Cr 的氧化物		黄/橙	好	差	差	优	优	优	优	优	优	大
钛白	$\text{TiO}_2$	白 6	白	好	好	差	好	好	优	优	好	好	无
锌黄	$\text{ZnCrO}_4$		黄/橙	好	好	好	差	差	好	优	差	好	小
铁蓝	亚铁氰化铁		蓝	好	优	好	好	差	差	好	好	好	—
铬钛黄	$\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$	褐 24	褐	好	差	差	优	优	优	优	优	优	无

无机颜料在塑料中比较容易分散,遮盖力大都较强,故多用于不透明或半透明塑料的着色。

由于无机颜料在某些方面具有比较优异的性能,尤其在稳定性和价格上,因此在激烈竞争的市场上,无机颜料占据着重要的地位。下面按化学结构分类并介绍几种常用的无机颜料。

## 一、氧化物颜料

氧化物颜料主要包括二氧化钛、氧化铁、氧化铬等。

1. 二氧化钛 二氧化钛俗称钛白粉,为无臭无味的白色粉末。根据结晶形式可分为金红石型和锐钛型,因锐钛型耐光性不好,所以不常采用。

二氧化钛是最重要的白色颜料,约占世界颜料总产量的一半,广泛应用在涂料、油墨、造纸、塑料、橡胶及合成纤维等领域。在塑料加工工业中,当制品要求为白色或需白色配色时,经常需要用到二氧化钛。用于颜料、橡胶行业的钛白粉占其总用量的20%左右。

二氧化钛是白色颜料中着色力最强的品种,具有优良的遮盖力和着色牢度,适用于不透明的白色制品。金红石型二氧化钛质地较软,耐候性和耐热性较好,屏蔽紫外线的作用强,不易变黄,而且耐水性也较好,特别适用于户外的塑料制品。锐钛型二氧化钛的耐热性和耐光性较差,有促进聚氯乙烯光老化的作用,只能适用于室内使用的制品,但该型略带蓝色,白度高,遮盖力大,着色力强,而且分散性较好。由于钛白粉的价格较高,在实际配方中常与其他白色颜料配合使用。

二氧化钛的光化学活性很高,这会加速塑料表面的氧化降解,导致所谓的“粉化”现象。因此必须要先进行表面处理。处理后的钛白表面覆盖了氧化铝、氧化锌和氧化硅等其他氧化物,从而大大降低光化学活性,有效改善光稳定性和热稳定性。

二氧化钛的着色力可以用塑料的白度来表征。塑料白度的测试手段有多种,其白度试验方法可遵循 GB 2913-82 实施。

塑料的白度随二氧化钛含量的增加而迅速提高。但当浓度超过一定数值后,白度不再上升。如果被着色塑料要求有较高

白度时,可加少量的荧光增白剂,这是因为白色塑料一般对可见光短波一侧的蓝光有轻微吸附,故带有微黄光,表现为乳白。而荧光增白剂能吸收波长为 300 ~ 400 nm 的紫外线,并将吸收的能量转换,辐射出波长为 400 ~ 500 nm 的紫色或蓝色荧光。这样可弥补所吸收的蓝光,提高了塑料的白度。

二氧化钛是遮盖力最强的白色颜料。二氧化钛的遮盖力随着其用量的增加而逐渐提高,当浓度大于一定值(10%左右)时这种提高就不明显。

分散性是指颜料在被着色介质中的分散能力。二氧化钛的颗粒以 3 种状态存在:原生粒子、凝聚体和团聚体。二氧化钛在塑料中的分散,就是团聚体被破碎成为凝聚体和原生粒子并使其稳定化的过程。一般情况下,二氧化钛颗粒越细,其着色力越高,遮盖力越强。这是由于细化的二氧化钛具有更大的比表面积,对光的散射增强的缘故。

二氧化钛粉加入塑料中,会对塑料的加工流变性能产生影响。含量越高,这种影响就越显著。二氧化钛牌号不同其加工性能也有差异。尽量选用出厂前经过包膜处理的二氧化钛。包膜有单一和复合、致密和疏松之分,常用的包膜物为  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ 。改善二氧化钛加工性的根本途径在于提高包膜层与塑料的相容性。

2. 氧化铁颜料 氧化铁有人工合成的与天然形成的两类。天然产品主要取自赤铁矿,杂质含量较高,人工合成法的氧化铁颜料纯度较高,粒径均匀,适宜作塑料着色剂。因制法不同,氧化铁颜料的色调从黄色一直到黑色。其中黄色氧化铁和黑色氧化铁的耐热性较差,红色的氧化铁在塑料工业中使用较多,其价格低廉,遮盖力强,着色力大,具有优良的耐光性、耐热性、耐溶剂性、耐水性和耐酸碱性,适用于聚烯烃、ABS、尼龙、聚苯乙烯、



酚醛树脂、环氧树脂等多种塑料,在聚氯乙烯中也可使用,但氧化铁有促进聚氯乙烯分解的副作用,一般不用于电缆料,多用于人造革中,可以单独使用,也可以拼色。

氧化铁红在橡胶中多用于胶管和胶板等制品的着色,其对橡胶的耐老化性能,特别是耐光性和耐热性有影响,不适用于高级橡胶制品和薄制品。

3. 氧化铬颜料 主要成分是二氧化二铬,橄榄绿色粉末,相对密度 4.9~5.2,平均粒径 0.3~1  $\mu\text{m}$ ,不溶于水,难溶于酸。氧化铬颜料适应性广,可用于各种热塑性塑料和热固性塑料,主要用于不透明制品。具有优良的耐热性、耐光性、耐酸碱性、耐水性和耐溶剂性。但其色泽较暗,着色力较差。

要注意的是铬的硬度较大,对注塑、挤塑等加工设备容易引起磨损;氧化铬具有一定的腐蚀性,不能应用于纤维着色,否则会腐蚀喷丝板小孔和纤维束切刀。

## 二、硫化物

硫化镉和硫化汞,是硫化物颜料系列中最重要的两种。它们的色调范围是从嫩黄色到栗色。

1. 镉黄 镉黄为硫化镉和硫化锌的固溶体(硫化镉是橙色的,硫化锌是白色的),其色相随硫化锌量的增加而黄色变淡,这种颜料具有优良的热稳定性,色调纯净,且耐光、耐碱。但耐候性较差,有毒。适合于大多数塑料,但不宜于 PVC,也不适合与含铅的助剂一起使用,因为和铅作用会生成黑色的硫化铅。

2. 镉红 镉红是硫化镉和硒化镉的固溶体系。根据硫化镉和硒化镉混合比例的大小,色调从黄色向栗色转化。此种颜料具有优良的耐热性、耐光性和耐化学药品性,耐候性也不错,在含有湿气的日光下不褪色,且适用于大多数聚合物。但不宜

与含铅助剂一起使用。

3. 镉橙 镉橙是硫化镉和硫化汞的固溶体系。它的颜色从栗色到橙色,它的色调是通过改变硫化汞的浓度加以控制的。镉橙和镉红的性能相似,着色力、遮盖力、耐光、耐热、耐碱、耐候性皆优,但价格较贵,有毒性,不能用于食品包装材料。镉系颜料加入聚丙烯、聚乙烯中,能改善耐候性。镉系颜料的性能见表 2-2。

表 2-2 镉系颜料的性能

项 目 \ 品 种	镉红	镉黄
组成	$\text{CdS}, \text{CdSe}_{1-x}$	$\text{CdS}$
密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	4.3 ~ 4.9	4.6
吸油量( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	17.50 ~ 20	18
亮度	良好	< 80
遮盖力( $\text{g}/\text{m}^2$ )	< 20	良好
着色力	良好	良好
透明性	不透明	半透明
耐酸性(浓酸)	不好	不好
耐酸性(稀酸)	尚可	尚可
耐醛性	尚可	尚可
耐碱性	良好	良好
耐热性	> 370℃	> 370℃
耐光性(深色)	良好	良好
耐光性(浅色)	良好	良好
耐渗透性	良好	良好
耐氧化性	良好	良好
耐还原性	良好	良好

4. 硫化锌 它是塑料工业早期的主要白色颜料,后被二氧化钛所取代。近年来的大量研究表明,在塑料中应用纯硫化锌颜料有许多优点,因此,近年来其用量不断增长。

纯硫化锌是白色无毒粉末,遮盖力和着色力大约是金红石型二氧化钛的 60% ~ 65%,成本略低于二氧化钛。

硫化锌颜料在可见光的短波区有明显反射,也就是说,硫化锌在近紫外光区对光的吸收比二氧化钛少,且白度比二氧化钛高,特别是与荧光增白剂共用可制得白度和亮度俱佳的制品。

与二氧化钛不同,硫化锌不会与抗氧剂作用产生有色复合物,也不会加速塑料表面的氧化降解,而是有助于减少聚合物的氧化。

硫化锌颜料硬度低,质地柔软,吸油量小,流变性好,加工时对金属的磨损小,可延长加工机械的使用寿命。

硫化锌很适合于热塑性塑料的着色,对超高相对分子质量聚合物也适用,但在用于聚氯乙烯时不可与铅系热稳定剂共用,可与有机锡、有机锑、钡镉锌或钙锌稳定剂共用。纯硫化锌具有良好的光稳定性、化学稳定性和耐碱性,但耐酸性和耐候性差,长期曝晒会有泛黄现象。与紫外光吸收剂和抗氧剂共用可提高耐候性。

纯硫化锌还能广泛应用于热固性塑料的着色,特别是以甲醛、脲醛及不饱和聚酯等为基础的热固性塑料。

硫化锌还可以代替聚氯乙烯塑料中氧化锑成分的 50% ~ 100%,生产阻燃塑料。其他热塑性阻燃塑料中的氧化锑也可用硫化锌代替。

在玻璃纤维增强塑料方面与二氧化钛相比,柔软的硫化锌对玻璃纤维有明显的保护作用,不影响其拉伸、弯曲和冲击强度。



此外,硫化锌与大多数聚合物、有色颜料及添加剂配合性很好。

市场上常能见到硫化锌与硫酸钡的混合物,叫锌钡白(立德粉)。其性能与硫化锌相似。

### 三、铬酸盐

铬酸盐类颜料主要指铬黄、铬橙、锌黄等。

1. 铬黄和铬橙 铬黄是铬酸铅或碱性铬酸铅与硫酸铅等不溶性盐的混合晶体,相对密度 6.0 ~ 6.6,平均粒径 0.2 ~ 1  $\mu\text{m}$ 。颜色随成分而异,从淡黄色到橙色,通常将其分成柠檬黄、淡铬黄、中铬黄、深铬黄和橘铬黄 5 种。各种铬黄的组成与特性见表 2-3

表 2-3 各种铬黄的组成与特性

品 种	主要组成	特 性
柠檬黄	$3\text{PbCrO}_4$ $2\text{PbSO}_4$ $\text{Al}(\text{OH})_3$ $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$	铬酸铅含量 $\geq 50\%$ ,着色力 $\geq 95\%$ ,遮盖力(以下颜料计, $\text{g}/\text{m}^2$ ) $\leq 95$ ,耐晒 4 ~ 5 级,耐热 4 ~ 5 级,不迁移。本品为带绿光的柠檬色颜料,色泽比较鲜艳
淡铬黄	$5\text{PbCrO}_4$ $2\text{PbSO}_4$ $\text{Al}(\text{OH})_3$ $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_3$	铬酸铅含量 $\geq 64\%$ ,着色力 $\geq 95\%$ ,遮盖力(以下颜料计, $\text{g}/\text{m}^2$ ) $\leq 75$ ,耐晒 3 ~ 4 级,耐热 4 ~ 5 级。本品不带绿光,颜色比中铬黄淡些,耐光性不及中铬黄
中铬黄	$\text{PbCrO}_4$ $\text{Al}(\text{OH})_3$	铬酸铅含量 $\geq 90\%$ ,着色力 $\geq 95\%$ ,遮盖力(以下颜料计, $\text{g}/\text{m}^2$ ) $\leq 55$ ,耐晒 5 ~ 6 级,耐热 4 ~ 5 级,不迁移,遮盖力较低

续表

品 种	主要组成	特 性
深铬黄	$\text{PbCrO}_4$ $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$	铬酸铅含量 $\geq 90\%$ , 着色力 $\geq 95\%$ , 遮盖力(以干颜料计, $\text{g}/\text{m}^2$ ) $\leq 45$ , 耐晒 5 级, 耐热 4 ~ 5 级, 颜色比中铬黄深, 多单独使用
橘铬黄	$\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$	铬酸铅含量 $\geq 55\%$ , 着色力 $\geq 95\%$ , 遮盖力(以干颜料计, $\text{g}/\text{m}^2$ ) $\leq 40$ , 耐晒级 5 ~ 6, 耐热 5 级

酸性的铅盐溶液沉淀得到黄色铬黄,碱性的铅盐溶液可以得到铬橙。这两种颜色都很鲜艳。着色力和遮盖力强,耐热性、耐光性及耐迁移性都较好。由于两者分别在酸、碱溶液中沉淀而得,因而铬黄对碱很敏感,而铬橙对酸很敏感,并且遇到硫化物可生成黑色硫化铅,因此,在使用过程中应避免与硫化物配合。多用于聚氯乙烯、聚苯乙烯、丙烯酸树脂等热塑性塑料,也可用于酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯等热固性塑料,但色泽发暗。在橡胶工业中,多将中铬黄和深铬黄用于黄色制品及绿色制品。由于本品在硫化期间有使制品变黑的可能,故不能与锌钡白及群青混合使用,也不宜用高温硫化。

该颜料与其他含铅颜料一样,不能用于食品包装。

2. 锌黄 锌黄颜料是铬酸锌和铬酸钾的复合物。它们的耐候性和耐酸碱性较差,耐溶剂性和耐光性优良,耐热性及遮盖性一般。适用于聚苯乙烯、纤维素类树脂,在聚乙烯、环氧树脂及酚醛树脂中也可适量使用,但不适用于聚氯乙烯、聚丙烯、尼龙、聚碳酸酯等塑料。

#### 四、钼酸盐、铝酸盐和钛酸盐

1. 钼酸盐橙(钼铬红) 该颜料是铬酸铅、硫酸铅和钼酸铅

以不同的比例混合后的沉淀物。该类颜料色调纯净、着色力强、耐光性好、热稳定性高、耐稀酸,但不耐碱,可与有机和无机颜料混合使用,可调配出较亮的红色。它们可用于大多数的聚合物,但不适合于高密度聚乙烯和聚丙烯。价格便宜。

2. 铝酸钴(钴蓝) 该颜料是氧化钴和氧化铝晶体的化合物。颜色随氧化铝含量的不同而变化,这种颜料的色调可在紫光蓝色到翠蓝之间变化。该颜料具有优良的耐热、耐光和耐化学药剂性能,并且具有很好的分散性,无毒,是一种综合性能优良的颜料品种。它的缺点是价格较高,着色力较低。

3. 钛酸镍 钛酸镍颜料是氧化镍和氧化钛的混合晶体,它是一种黄色着色剂。它在耐光、耐热和耐化学药剂性能方面表现突出。但它的遮光性和着色力较差,因此用途不广。一般钛酸镍应用于加工温度高的塑料。

4. 群青 群青又名佛青、云青、石头青、洋蓝。它是硅酸铝的含硫复合物,该颜料的特点是色调纯净,以红光蓝为主色调,具有优良的耐热、耐光和耐候性,耐化学药剂性和分散性也不错。不溶于水和有机溶剂,易受酸或空气作用而变色,遮光性、着色力较差。为了提高其遮盖力,通常与其他不透明白色颜料一起使用,有增白作用,可以消除或降低白色料中所含的黄光。适用于聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、丙烯酸树脂、ABS树脂、尼龙、聚碳酸酯、酚醛树脂、氨基树脂、不饱和聚酯等多种塑料。由于群青分子中含有多种硫化物,遇酸易起反应,故在聚氯乙烯加工中很少使用群青,而用酞菁蓝。

## 五、炭黑

炭黑是用量最大的一种颜料,主要应用于橡胶工业,也广泛用于塑料、油墨等行业。炭黑有很好的着色力和遮盖力,且耐

酸、耐碱、耐光、耐热、耐候及耐迁移性都很优良,价格低廉,是最重要的黑色颜料。

为改善炭黑的分散性,通常用表面活性剂处理。常用的表面活性剂有胺类(如叔胺、仲胺)、醇类(如山梨糖醇、甘露糖醇、聚乙二醇等)、硅烷类(如二烷基二氯硅烷、烷基三氯硅烷)、酯类、酮类。

炭黑以液体或气体碳氢化合物为原料,在缺氧条件下,经不完全燃烧分解而得到的。炭黑因生产工艺不同而有接触法、炉法、热裂解法之分。接触法最主要的品种是槽法炭黑,热裂解法主要品种是乙炔炭黑,灯烟炭黑也属于炉法炭黑。炭黑的品种不同,其性能也不同,各种炭黑的性能见表 2-4。塑料工业中采用的炭黑一般要求其是“高堆积密度”的颗粒,因此,一般采用槽法炭黑。用作颜料使用的炭黑称作“色素炭黑”。色素炭黑的分类及特点见表 2-5。

表 2-4 各种炭黑的性能

性 能	槽法炭黑	炉法炭黑	热裂解炭黑
平均粒径(nm)	10 ~ 27	17 ~ 90	150 ~ 500
比表面积( $\text{m}^2/\text{g}$ )	100 ~ 1125	20 ~ 200	6 ~ 15
吸油值(DBP 值)( $\text{mL/g}$ )	0.6 ~ 1.0	0.67 ~ 1.95	0.30 ~ 0.46
pH 值	3 ~ 6	3 ~ 9.5	7 ~ 8
密度( $\text{g/cm}^3$ )	1.75	1.80	-
挥发分(%)	3.5 ~ 16.0	0.3 ~ 9.0	0.1 ~ 0.5
氢(%)	0.3 ~ 0.8	0.4 ~ 0.7	0.3 ~ 0.5
氧(%)	2.5 ~ 11.5	0.2 ~ 1.2	0 ~ 0.12

表 2-5 塑料着色用色素炭黑的类别及特点

类别	粒径 nm	特点及应用
高色素	10 ~ 15	要求高黑度的塑料制品
中色素	16 ~ 18	中等黑度,有紫外线屏蔽作用
普通色素	21 ~ 24	价廉
低色素	24 ~ 29	要求不高的黑度,用于塑料盆、废物箱
特殊炭黑	17 ~ 21	导电、抗静电
调色用炭黑	29 ~ 70	淡色调色用,用作填料

衡量炭黑着色能力的指标称为黑度,即某种炭黑具有的黑色呈现强度。

一般的着色仅需要少量炭黑即可达到期望的黑度,通常的加料量是 0.5% ~ 3.0%,并根据最终产品的黑度等级选择炭黑。如工程塑料或 ABS 汽车模塑料的外观黑度等级较高,一般需用高色素炭黑,而日用塑料制品,采用中色素炭黑即可。

炭黑的黑度也与粒径有关,粒径减小则黑度增大,但着色力随着粒径的变化出现峰值,见图 2-1 和图 2-2。

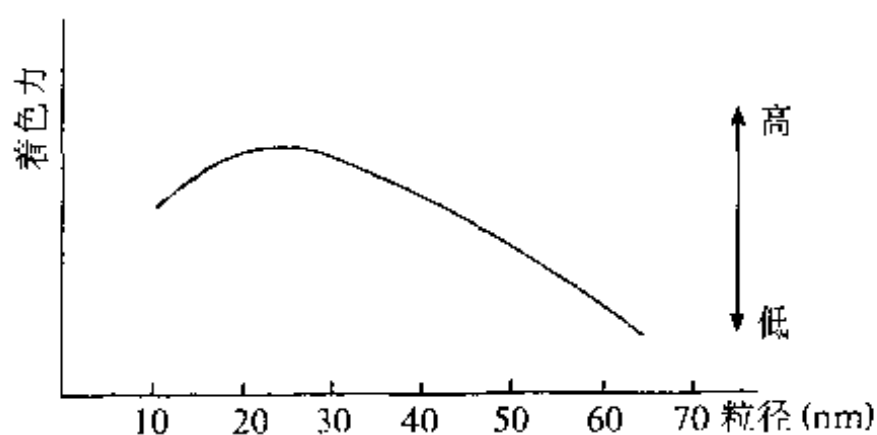


图 2-1 炭黑着色力与粒径的关系

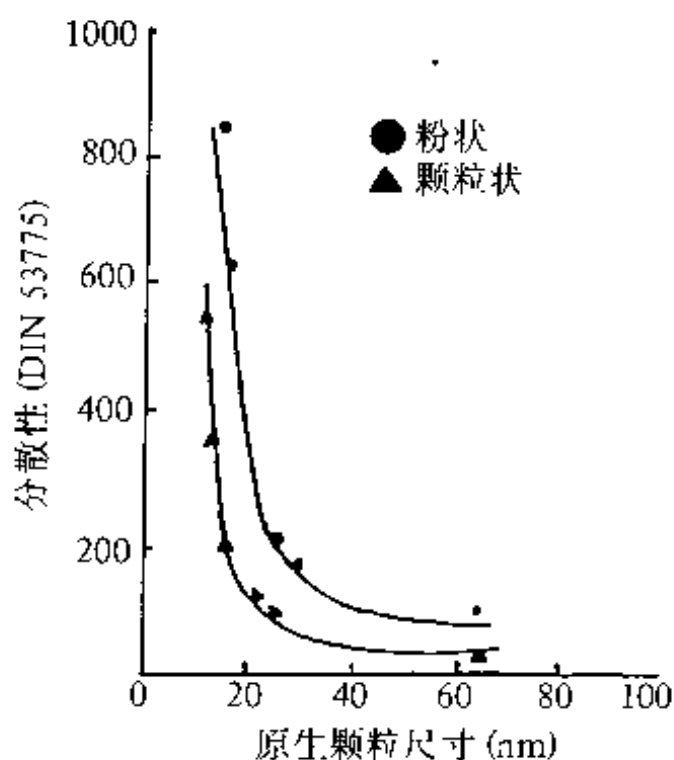


图 2-2 粒子尺寸和分散性的关系

产生这种情况的原因是粒子太小造成分散困难,并且其本身的透明度有所增加。如果体系中含有其他颜色的色料或填料时,炭黑粒子越小其隐蔽作用越差,从而造成着色力的下降。在实际使用中,还要考虑炭黑性能对加工性能的影响。

炭黑的表面积、结构性均可影响炭黑的分散性,一般,粒径越小分散性越好。当粒径减小至 20 nm 左右时,分散性变化极小。炭黑的结构是由凝聚体的尺寸、形状和凝聚体中所含粒子数量而定的。结构在宏观上可用吸油值(DBP)来表示,吸油值越高,其结构性也越高。结构对炭黑的分散性也有影响,高结构炭黑容易扩散,这是因为其凝聚体中心间距较大,而相邻凝聚体单元之间的吸引力较小。

粒径和结构也是影响炭黑/塑料填充体系流变性能的重要因素,随着炭黑粒径的减小或结构的升高,则需要更多的树脂浸



润或包涂炭黑颗粒或粒团,这样就使塑料填充体系粘度升高,使加工变得困难,增加能耗。粒径与结构对塑料填充体系其他方面性能的影响见表2-6、表2-7。

表 2-6 炭黑粒子尺寸对塑料性能的影响

性 能	高表面积 (小粒子尺寸)	低表面积 (大粒子尺寸)
主色黑度	较 黑	较 浅
粘 度	较 高	较 低
分 散	较困难	较容易
浸 润	较 慢	较 快
导电性	较 高	较 低
UV 吸收	比较好	较 差
成 本	较 高	较 低

表 2-7 炭黑结构对塑料性能的影响

性 能	高结构	低结构
分散性	较容易	较困难
浸 润	较 慢	较 快
主色黑度	较 低	较 高
光 泽	较 低	较 高
导电性	较 高	较 低
粘 度	较 低	较 高
添加容量	较 低	较 高
着色强度	较 低	较 高

炭黑不仅有优异的着色性能,还赋予制品一些其他性能。

炭黑具有很强的光吸收能力,是常用的光屏蔽剂,同时炭黑又是自由基链终止剂。因此塑料中加入炭黑,能明显提高光稳定性和耐老化性。炭黑这种能力与其种类有关,研究表明:粒径

较小的槽法炭黑最理想。同时炭黑的分散性以及用量(2%左右为最佳用量)对这一性能也会有较大影响。

炭黑是一种半导体材料,因此它也会使制品具有一定的导电性。当然这与炭黑本身的性能、添加浓度等有很大关系。粒径小、比表面积大、结构性高(DBP 值大)、表面活性基团少(pH 值为中性或碱性)的炭黑导电性能最好,因此乙炔炭黑是最理想的。事实上,现在已有专用的导电炭黑专用料用于生产导电(防静电)塑料,而一般的炭黑着色塑料,由于炭黑种类和浓度等原因,不会有导电性能的显著提高。

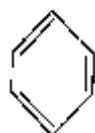
### 第三节 有机颜料与染料

有机颜料和染料统称为有机着色剂,两者的结构和性能相近,但又有所不同。现阶段染料只占塑料着色剂的一小部分,而有机颜料却不同。故将染料在后面单独介绍。

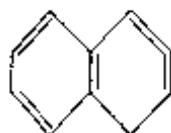
有机颜料与无机颜料相比,具有着色力高、分散性好、色泽鲜艳、色调纯净、透明性好等优点。由于有些有机颜料在耐热性、耐光性等方面得到了突破性进展,因此在塑料工业中应用越来越广泛,但有机颜料在光的照射下会产生褪色,耐化学药剂性差、耐溶剂性差,不适合高温加工,且价格较高等缺点。

#### 一、有机颜料的结构、性质

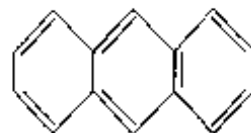
通过观察有机颜料的分子结构,可以看到它们的分子骨架多为芳烃形式:



苯



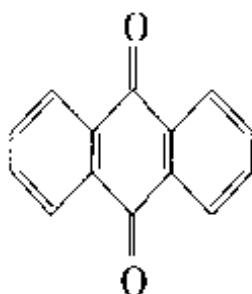
萘



蒽

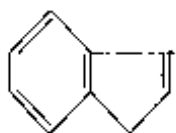


而蒽在颜料分子结构中,通常以其氧化物(蒽醌)的形式存在:

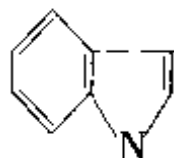


蒽醌

此外,有机颜料分子结构常含有杂环化合物,二环如茚、氮(杂)茚(吲哚)等:

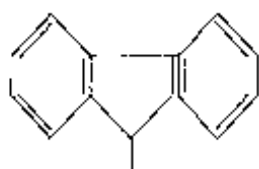


茚

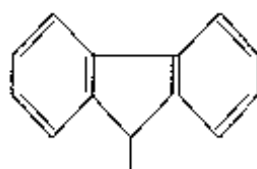


氮(杂)茚(吲哚)

三环如芴、氮(杂)芴(咔唑)等:



CH<sub>2</sub> 芴

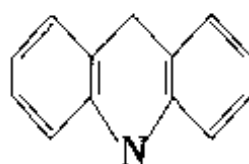


NH 氮(杂)芴(咔唑)

六节环有氮(杂)苯、氮(杂)蒽等:

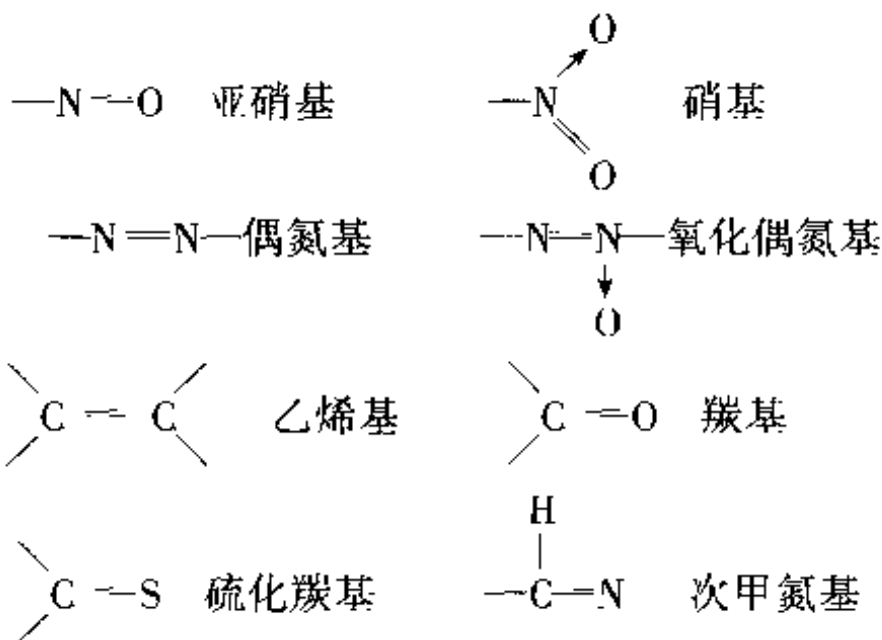


CH<sub>2</sub> 氮(杂)苯  
(吡啶)

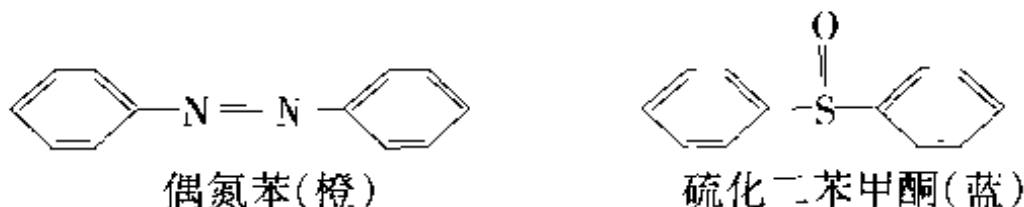


氮(杂)蒽  
(吡啶)

有机颜料分子中,由于某些基团有选择地吸收某些波长的可见光,因而显现颜色,这种基团被称为发色团。通常认为有机颜料的发色团是共轭双键,常存在有以下几种形态:



但并不是有发色团的所有有机化合物都有颜色,只有当这些发色团连接在苯、萘、蒽等芳烃上时,该有机物才具有颜色。我们把这种具有发色团且能产生颜色的化合物称为发色体。例:



如果发色体上接有供电子基团或吸电子基团时,则发色体的颜色相对具有耐迁移性、耐热性等,此类基团称为助色团。供电子基团如 $\text{—OH}$ 、 $\text{—OR}$ 、 $\text{—NH}_2$ 、 $\text{—NHR}$ 、 $\text{—NR}_2$ 等,吸电子基团如 $\text{—NO}_3$ 、 $\text{—CN}$ 、 $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ 等。一般而言,增加吸收波长的是深色效应,增加吸收强度的是浓色效应,降低吸收波长的是浅色效应,降低吸收强度的是淡色效应。如 $\text{—OH}$ 、 $\text{—OR}$ 、 $\text{—NH}_2$ 、 $\text{—NHR}$ 、 $\text{—NR}_2$ 、 $\text{—Cl}$ 、 $\text{—Br}$ 、 $\text{—I}$ 等接在共轭双键体系的特定位置上, $\text{—NO}_3$ 、 $\text{—CN}$ 、 $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ 等也接在共轭双键体系的特定位置上,则

着色剂产生不同程度的深色、浓色效应。除此之外,还有一些无显著颜色影响的助色基团,如 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 、 $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ 、 $-\text{CONH}_2$ 等,但能给予一些颜料的其他性能,如水溶性等。

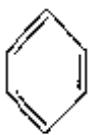
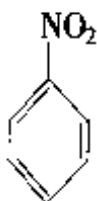
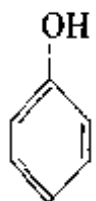
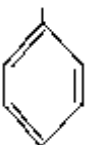
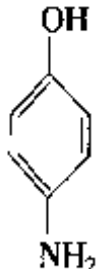
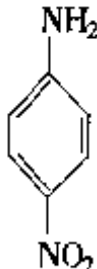
在共轭双键体系中,共轭双键数目越多,选择吸收的波长也越长,在同类化合物中产生深色效应,见表 2-8。

表 2-8 二苯多烯烃共轭体系吸收光谱的波长值和颜色

共轭双键数 $n$	二苯多烯烃	最大吸收波长(nm)	颜色
1	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$	319	无色
2	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_2-\text{C}_6\text{H}_5$	352	无 色
3	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_3-\text{C}_6\text{H}_5$	377	浅黄色
4	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_4-\text{C}_6\text{H}_5$	404	浅黄色
5	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_5-\text{C}_6\text{H}_5$	424	黄 色
6	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_6-\text{C}_6\text{H}_5$	445	金黄色
7	$\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}=\text{CH})_7-\text{C}_6\text{H}_5$	465	橙 色

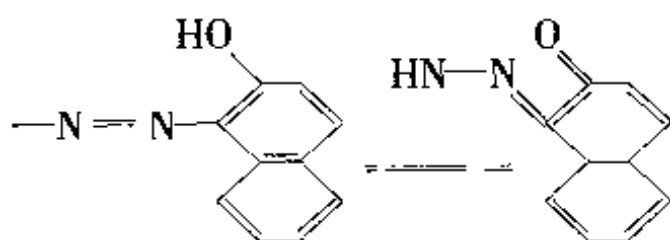
在共轭体系的端部,若存在吸电子基团或供电子基团时,可使分子极性增强, $\pi$ 电子的流动性增强,使得体系能量升高,则吸收光谱向长波方向移动,致使颜色加深。若共轭体系一端接吸电子基团,另一端接供电子基团,则此现象更加明显,见表 2-9。

表 2-9 分子结构与最大吸收波长的关系

分子结构						
最大吸收 波长(nm)	265	268	275	282	315	318

颜料分子有不同的颜色是由于分子中共轭体系的特定位置上,接有不同的极性分子——吸电子基团或供电子基团,它们的协同效应导致颜色的深浅和浓淡。

分子构型的互变异构在有机化学中是普遍存在的,如偶氮基邻位的羟基,受光的作用,由偶氮型变为醌型:



因此颜色发生变化。

有机颜料大多为结晶状态。晶体的形态与颜料色光有密切关系,例如酞菁蓝有 $\alpha$ 、 $\beta$ 相之分。两种晶相的色光差别很大, $\alpha$ 相结晶为红光蓝; $\beta$ 相结晶为绿光蓝。因此在选料配色过程中,应注意颜料的晶相。

## 二、分子结构对颜料性能的影响

前面介绍过有机颜料的耐热性、耐光性、耐化学药剂性都不十分理想,影响了有机颜料的应用。现在人们发现通过提高颜料的相对分子质量,引入卤素及极性基团以及使分子某些部位进行稠合等方法可以改善有机颜料的性能

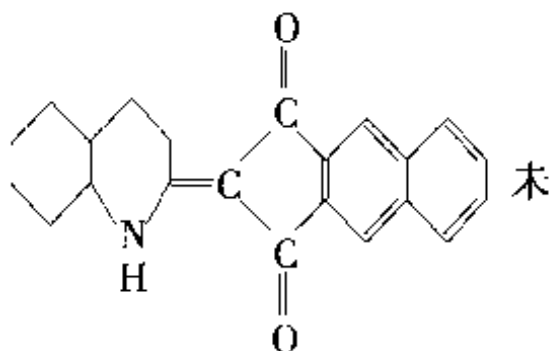
1. 提高相对分子质量 当有机颜料的类别相同时,增加其相对分子质量可改善其耐热、耐溶剂等性能。如偶氮颜料相对分子质量从400~600增加到1000左右时,其耐热、耐溶剂性能有明显改善,其结果见表2-10。

表 2-10 偶氮类颜料的耐热、耐溶剂性

颜 料	项 目	相 对 分子质量	耐溶剂性      耐      热      性	
			耐溶剂性	耐      热      性
颜料 黄 1		340.3	2 ~ 3	m. p = 256℃, 180℃ 升华
颜料 黄 12		629.5	3 ~ 4	m. p = 317℃, 180℃ 无升华
颜料 黄 94		950	5	m. p > 400℃, 180℃ 很稳定

## 2. 分子中引入卤素原子 有机颜料分子中引入卤素原子

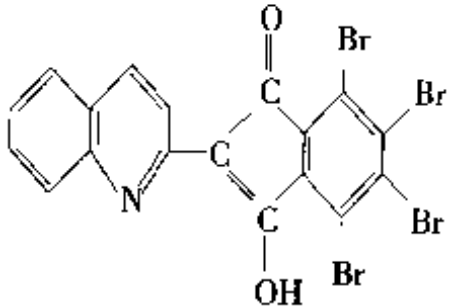
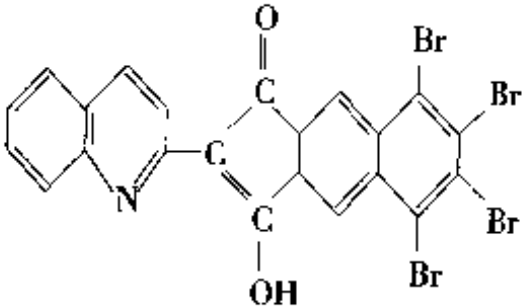
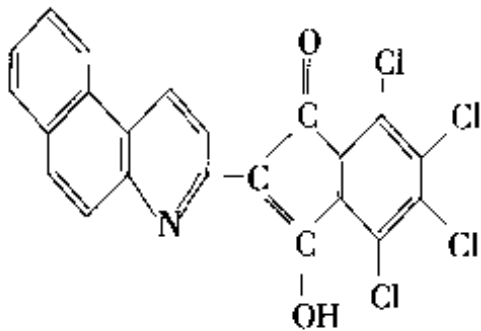
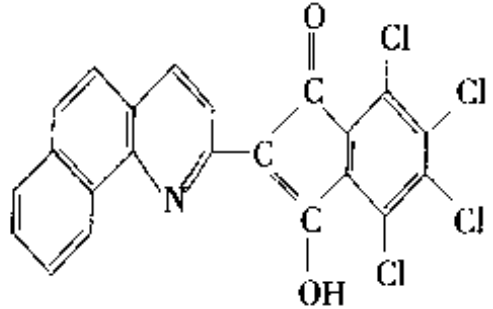
后,可提高其耐热、耐候性。如:



经卤化时,其熔点为 326℃,加热至 450℃时,失重率为 86%;但当引入了 Br 时,熔点提高到 456℃,在 450℃时失重率仅为 13%。

3. 在分子中进行稠合 稠合是两个或两个以上的苯环分别共用两个相邻的碳原子而成的芳香烃。当对有机颜料分子中某些特定部位进行稠合时,同样可以改善颜料的耐热、耐溶剂性。在此,稠合位置的选择很关键。表 2-11 以喹酞酮衍生物为例对其分子不同部位进行稠合可显示耐热、耐溶剂等的性能变化。

表 2-11 某些喹啉酮类颜料的耐热、耐溶剂性

颜料	分子结构	相对 分子 质量	熔点 (℃)	耐溶 剂性 <sup>①</sup> (级)	加热至 420℃ 失重率(%)
(a)		605	396	2	37
(b)		655	456	5	2
(c)		461	450	5	3
(d)		461	378	3	10

①在  $\alpha$ -氯代萘中测定,分五级评定(五级为最佳)。

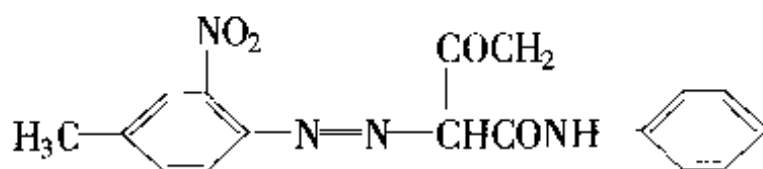


4. 分子中引入极性基团 前面已经谈过,在分子中引入适当的极性基团,可以有效地提高有机颜料的耐溶剂性和耐高温性等。如果分子中含有一C=O、=NH 及—OH 基团,则可促使分子内或分子间形成氢键,更有利于提高颜料分子的耐热性及耐候性。

### 三、有机颜料的种类

有机颜料根据其分子结构的不同分成不同种类。

1. 偶氮颜料 偶氮颜料是使用量最大,品种最多的一类有机颜料。它们的颜色大都是黄、橙和红色。偶氮颜料的分子中含有一个或多个偶氮基(—N=N—)。含有一个偶氮基的称之为单偶氮型。单偶氮型颜料耐热性、耐迁移性差,在塑料中应用极少。典型单偶氮型颜料有耐晒黄(又称汉沙黄)。其分子结构为:



为了提高单偶氮型颜料的性能,常对其进行胺化处理,生成

苯并咪唑酮颜料,其分子结构为:

各种单偶氮型颜料的性能见表 2-12。

表 2-12 各种单偶氮型颜料的性能

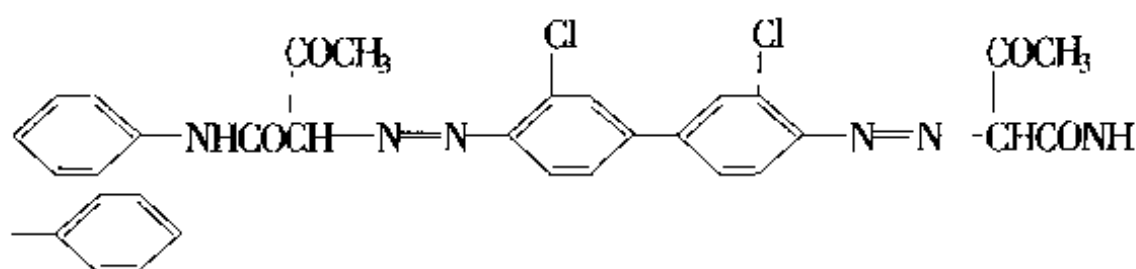
名 称	相对分子质量	熔点 (℃)	热分解百分率(%)				
			300℃	340℃	380℃	400℃	500℃
汉沙黄(颜料黄 1)	340	246 ~ 256	15.0	56.0	59.0	61.5	70

续表

名称	相对分子质量	熔点 (℃)	热分解百分率(%)				
			300℃	340℃	380℃	400℃	500℃
永固黄 HS2G (颜料黄 120)	453	326	3.5	5.5	28.5	33.0	52
Irgazin Yellow 3RLTN (颜料黄 110)	642	350	2.0	2.4	2.8	4.7	25.5

金属化偶氮颜料是改变了化学结构的单偶氮颜料。它们的热稳定性能较单偶氮型颜料有了很大的改善。如色淀红 C 和红 2B 适合于高温加工塑料,在这一类颜色中,许多颜料受热会变暗或变蓝,但冷却后会恢复其原色。但在低浓度时,它们易褪色。应用于户外制品时应慎重。在乙烯基塑料中,若配方不当,颜料红 2B 特别容易与其他组分一同析出。在金属化偶氮颜料中,镍偶氮黄的耐光性、热稳定性和耐迁移性最好。

分子中含有两个偶氮基称之为双偶氮型。由于分子中有两个偶氮基,因此耐热性、耐有机溶剂性以及着色力等都强于单偶氮型颜料。双偶氮型颜料主要有联苯胺黄系颜料,常用的永固黄 H10G、HR 都属此类。例:



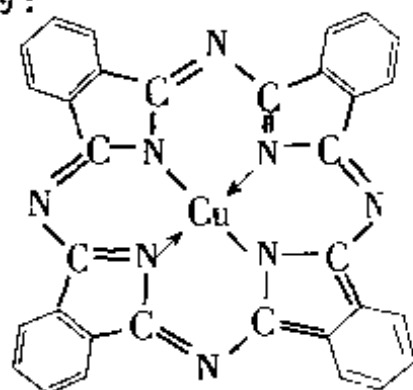
虽然双偶氮型颜料的各方面性能比单偶氮型颜料好,并特别适用于弹性体和热固性塑料体系,但仍不能广泛地应用于热塑性塑料。

浓缩型偶氮黄和偶氮红是高相对分子质量的双偶氮颜料。由于其相对分子质量高,因此耐渗出性比一般双偶氮颜料好。其他方面的性能一般也比非浓缩偶氮颜料好,可用于中等加工温度的塑料。但为了保证良好的光稳定性,颜料的浓度应当高一些。

2. 酞菁颜料 酞菁颜料是有机颜料中各项性能都较好的一类颜料,特别是在耐光性、耐热性方面,同时又不溶于任何溶剂,且具有极鲜艳的颜色,它除了具有有机颜料所共有的着色力强、透明度好外,还有一点是价格相对低廉,它是目前高级颜料中价格最低的一类。酞菁颜料中两个最重要的品种是酞菁蓝和酞菁绿。

酞菁可与铜、钴、镍等金属生成水溶性的稳定络合物,铜基酞菁蓝颜料具有非常鲜艳的蓝色,着色力强,比铁蓝高 2~3 倍,比群青高 20 倍。

其分子结构式为:



C.I. Pigment 蓝 15

若在铜酞菁的四个苯环上引入 16 个氯原子则生成铜酞菁的多氯化物,称酞菁绿。酞菁绿的性能与酞菁蓝类似,但耐热性更好。

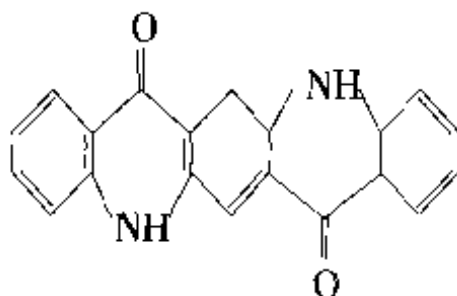
酞菁颜料的色调范围从红到绿。酞菁颜料为多晶型化合物,最常见的晶型为  $\alpha$ 、 $\beta$ 。 $\alpha$  型酞菁蓝为红光蓝, $\beta$  型酞菁蓝为绿光蓝,若酞菁绿的 16 个氯原子被溴取代则可得到黄绿色颜料。

还可以制成含有溴和氯的嫩绿色颜料。

酞菁颜料的缺点是不易分散。通常把它们事先进行预分散,即使用之前先将它们与分散性好的惰性材料充分混合后再与塑料混合。

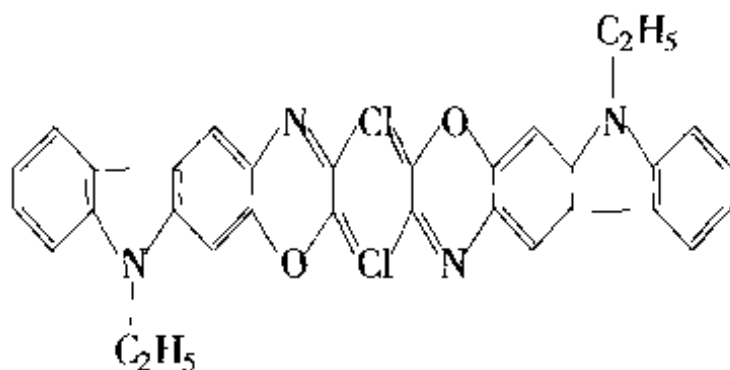
### 3. 杂环颜料

(1) 喹吖啶酮类颜料:喹吖啶酮有三种同分异构体,即 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ,其中 $\beta$ 、 $\gamma$ 型的混合物适合作颜料,是优良的红色颜料。不仅色泽艳丽,而且耐溶剂性、耐热性较好,尤其是耐晒性特别好,可用于聚苯乙烯和丙烯酸酯类塑料。另外,由于喹吖啶酮能微溶于尼龙,因此,可以用于尼龙的着色,但大多喹吖啶酮颜料不易分散。



喹吖啶酮紫( $\beta$ 型,酞菁紫)

2) 二噁嗪颜料:二噁嗪(永固紫 RI.)颜料是一种比较理想的紫色颜料,其分子结构式:



该颜料具有良好的光稳定性和较好的热稳定性,色彩艳丽,着色力很强,可应用于丙烯酸酯类和挤出用低密度聚乙烯中。还被广泛地用于调节绿光酞菁蓝的色光,使绿光变成红光。

## 四、染料

染料的色彩大都光亮而鲜艳,通常用于透明塑料的着色,如聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚酯、丙烯酸类塑料等。但它的耐光性、耐迁移性和耐热性不如颜料好。总的来说,在塑料上的用量很少,不会超过颜料的5%。

染料除可以对透明塑料着色外,还常对透明塑料进行校色。如欲将原树脂中所带的浅黄色除去,则可根据光学原理,在这些透明树脂中加入浅蓝色染料。

塑料着色用染料,主要是还原染料和少部分分散染料。按其结构可分为蒽醌、偶氮和酞类等。染料的颜色和着色牢度取决于它的化学结构。如黄、橙和红色染料,一般具有双偶氮结构;而紫色、蓝色和绿色染料都含有蒽醌和酞菁类发色基团。由于双偶氮染料的分子比较小,着色力强,因此它们的色调亮度较差。蒽醌基染料的溶解性比双偶氮型染料稍差一些,但它们的热稳定性却比双偶氮型染料好。

可溶性染料用于聚苯乙烯中可产生出光亮透明的色调。但不要把它们用在需要装饰漆的聚苯乙烯中,因为染料在漆中的耐渗出性较差。普通聚苯乙烯、丙烯酸系塑料模塑混合物和纤维素用的可溶性染料见表2-13。

表 2-13 普通聚苯乙烯、丙烯酸系塑料模塑  
混合物和纤维素用的可溶性染料

牌 号	其 他 用 途
溶剂紫 13	硬聚氯乙烯,聚碳酸酯
溶剂紫 14	硬聚氯乙烯
溶剂绿 3	硬聚氯乙烯,聚碳酸酯

续表

牌 号	其 他 用 途
溶剂红 111	硬聚氯乙烯
溶剂黄 33	聚碳酸酯
溶剂红 24	

注:资料来源:Modern Plastics Sept. 1977。

## 第四节 特效颜料

在塑料工业中,还有一些化合物可用于改变塑料的其他外观特性,在此称之为非着色性“颜料”。褪色颜料和增白颜料就属于此类。这些颜料的作用是散射光,而其本身组成并不发生变化。这些颜料被大量应用于制造白色和不透明的塑料制品。还有一些特色颜料是色彩改性剂或外观改性剂,如荧光颜料、金属颜料和珠光颜料等。有时外观的效果也可以通过用一些不相容性塑料的混合物来营造,如大理石效果等。

### 一、遮光剂

光在颜料-聚合物体系内会发生透射、吸收和散射。如果光有选择地吸收和散射,那么就会产生不透明或半透明色。如果光只发生散射,而不是有选择地被吸收,我们看到的颜色是不透明的白色。着色剂的作用,就是有选择地吸收光,同时又散射或透射光。在塑料工业中也会经常用到另一些颜料,它们的主要作用是散射光,而不吸收光,这类颜料就是褪光剂、遮光剂或叫消光剂。

颜料-塑料体系的光散射,随着体系的折射率的变化而变化,还与入射光的波长以及颜料的粒径有关。由于塑料的折射率比



较小,因此,可以认为颜料的散射率实际上与其本身的折射率成正比。也就是说哪种颜料的折射率大,它的散射率就大,遮盖力就强。表 2-14 列出了某些白色颜料的折射率和遮盖力。

表 2-14 某些白色颜料的折射率和遮盖力

不透明剂	折射率	遮盖力
白 垩	1.45	增大 ↓
碳酸钙	1.57	
硫酸钙	1.59	
碳酸钡	1.60	
硫酸钡	1.64	
氯化锌	2.00	
铅 白	2.01	
氧化锑	2.19	
硫酸锌	2.37	
二氧化钛(锐钛型)	2.55	
二氧化钛(金红石型)	2.70	

由表可以看出碳酸钙和硫酸钙的折射率小,遮光率低,应用少。二氧化钛的折射率大,遮光率高,使用最广。

遮光率除与折射率有关外,还与颜料的粒径有关,颜料的粒径越小,散射或漫射某一定波长的光的能力越强,但有个限度,若颜料粒径小于可见光最小波长的  $1/2$ ,那么这些粒子就不能有效地反射或折射光了,此时光波将从颜料粒子的周围传播过去。最有效的颜料粒子直径大约为入射光波长的  $1/2$ ,此时的遮光效果最佳。可见光的光谱波长为  $400 \sim 700\text{nm}$ ,因此,应把遮光剂尽可能制成粒径为  $200 \sim 350\text{nm}$  的粒子。

## 二、荧光增白剂

荧光增白剂实质上是无色染料。使用荧光增白剂是为改变原本略带黄色的塑料制品,从而增加制品的白度和亮度。用于彩色塑料制品中,还可使彩色制品更加鲜艳夺目,黑色制品也可因此而增加亮度。

荧光增白剂又可简称为增白剂或荧光剂。它是一类有机化合物,能够吸收波长为 300 ~ 400nm 的紫外线,并将吸收的能量转换,辐射出 400 ~ 500nm 的紫色或蓝色荧光,这样就可弥补被物品所吸收的蓝光,造成白色物品全反射的效果,即提高了其白度,又不降低亮度。

常用的国产荧光增白剂见表 2 - 15。

表 2 - 15 国内塑料用荧光增白剂品种

商品名	结构	外观	色光	生产厂家	使用范围
荧光增白剂 DT	双苯并噻唑	乳白色浆状	蓝紫色	河南安阳助剂厂 上海助剂厂 山东烟台氯碱厂 江苏南通有机化工厂	主要用于涤纶、锦纶、醋酸纤维或合纤与棉、毛混织物的增白,也可用于热塑性塑料制品的增白增艳
塑料用荧光增白剂 PEB	香豆满酮型	浅黄色粉末	蓝色	上海助剂厂	主要用于赛璐珞白料、聚氯乙烯、醋酸纤维和其他热塑性树脂

续表

商品名	结构	外观	色光	生产厂家	使用范围
荧光增白剂 DBS		绿黄色 粉末	蓝紫色	上海中华化 工	聚烯烃, PS, PVC, ABS 树 脂, 聚甲醛, 聚碳酸酯或 纤维
荧光增白剂星 冠 932B	双苯并 噁唑	黄绿色 粉末	蓝绿色	浙江星冠感 光助剂公司	可用于热塑 性塑料和工 程塑料, 油 漆, 涂料, 感 光材料, 印刷 油墨等
荧光增白剂 EBF	双苯并 噁唑	淡黄色 粉末	蓝色	湖北省老河 口市林产化 工	可用于多种 塑料及织物 的增白

国外塑料用荧光增白剂的主要品种见表 2-16。

表 2-16 国外塑料用荧光增白剂主要品种

商品名	结构	色光	生产厂家
Tinopal PCRP	萘并三唑	紫色	Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Tinopal PGP	香豆素	蓝绿色	Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Uvitex EBF	双苯并噁唑	蓝色	Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Uvitex OB	双苯并噁唑	蓝绿色	Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Uvitex ERN	二苯乙烯双 苯并噁唑		Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Uvitex MFA	吡唑啉	蓝色	Ciba-Geigy 公司(瑞士)
Blankophor KL	香豆素		Bayer 公司(德国)
Blankophor K-2002	香豆素	蓝色	Bayer 公司(德国)

续表

商品名	结构	色光	生产厂家
Lunaglo BAS - B	香素豆		Plastic&Chemical 公司(美)
Leucopure EGM	香素豆		Sankoz 公司(瑞士)
Whiteflour PSN	双苯并噁唑	蓝绿色	住友化学公司(日本)
Whiteflour G	双苯并噁唑	蓝绿色	住友化学公司(日本)
Hostalux SE Hostalux KCB	二苯乙烯并 噁唑 苯并 噁唑	蓝色	美国 Hoechst 公司 美国 Hoechst 公司
Eastobrite OB - 1	双苯并噁唑		美国 Eastman 化学公司
MDAC	香豆素	蓝色	美国 Cincinnati Milacron 化学 公司

荧光增白剂的用量很少，一般在 0.1% 以下。

### 三、珠光颜料

珠光颜料是能够产生珠光光泽的颜料。其光学特性是由于颜料粒子呈片状并有很高的折射性而产生的。干涉颜料是一种特殊的珠光颜料。这种颜料中的颜色是由光的干涉作用而不是光的吸收作用产生的，这些颜料呈现出珠光和闪光色。珠光光泽柔和而有层次。

目前使用的珠光颜料有天然珠光颜料和合成珠光颜料两类。天然珠光颜料是从鱼鳞中提炼出来的银白色闪光晶体悬浮物，价格昂贵，一般不用在塑料中。合成珠光颜料一般为铅的化合物，如碱式碳酸铅、酸性砷酸铅、氧氯化铋等。珠光颜料的耐热性随种类而异，一般在 220℃ ~ 250℃ 的范围内。

碱式碳酸铅是各种珠光颜料中珠光亮度最大的一种，也是最好的干涉颜料。它的缺点是能与酸、硫化物发生反应，现在通

过配方的改进已可以解决此问题。碱式碳酸铅的热稳定性很好,能适应聚甲基丙烯酸甲酯、PET、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯等热塑性塑料。

酸性砷酸铅的主要成分是砷酸氢铅和亚磷酸氢铅,多用于要求化学稳定性良好的塑料中,酸性砷酸铅的珍珠光泽较柔和。

氧氯化铋珠光颜料在塑料中的应用不很普遍,它主要用于聚氯乙烯模压制品和不透明薄膜。由于氧氯化铋的折射率很大,因此,它的反射性和不透明性比其他珠光颜料要好。但由于它的表面粗糙,故其珠光亮度较低。氧氯化铋是一种光敏性颜料,在使用时需与紫外光吸收剂配合,以防材料在光的照射下变灰。

各种珠光颜料在塑料中的应用见表 2-17。

表 2-17 珠光颜料在塑料中的典型用途

颜料	用途		性能			
	塑料	产品	耐热性	耐光性	耐硫化性	耐化学性
碱式碳酸铅	聚酯和聚甲基丙烯酸甲酯	按钮用的片材和棒材、餐具、伞柄、装潢包装材料	良	优	差	溶于酸
	聚氯乙烯薄膜	窗帘、雨衣				
	注塑聚苯乙烯	珠宝盒、梳子、刷子				
	醋酸纤维素	眼镜架				
	吹塑聚乙烯	化妆品容器				
天然珍珠精	醋酸纤维素	眼镜架	良	优	优	溶于酸碱

续表

颜料	用途		性能			
	塑料	产品	耐热性	耐光性	耐硫化性	耐化学性
氯氧化铋	聚氯乙烯	长统靴、马鞍、雨衣	良	差	差	溶于酸
砷酸氢铅	聚氯乙烯	挡雨窗帘、雨衣	良	良	—	溶于酸
	挤出型酪朊	长统靴				
亚磷酸氢铅	挤出型醋酸纤维素和酪朊	长统靴	良	良	—	溶于酸
二氧化钛涂覆云母	聚氯乙烯薄膜	窗帘、雨衣	优	优	优	溶于热浓硫酸、氢氟酸
	注塑聚苯乙烯	化妆品容器				

近期还出现了一种珠光型颜料,它是由二氧化钛涂覆于云母表面所制成,在塑料中既有良好的着色性,又可赋予美丽的珠光。

除此之外,两种聚合物通过共混的方式,可直接成型加工出有珠光效应的塑料制品。采用共混法得到的珠光塑料制品具有成本低的特点,而且还可提高其耐热性,不过对材料和工艺的要求较高。

共混法珠光塑料的形成原理是,聚合物折光指数不同和流动性的差异,使得两种材料共混时,因流动而被剪切成薄片状,不同材料薄片形成的交替层所组成的塑料制品,在可见光进入时,光线发生折射、散射、反射、分光、干涉等现象,从而产生像珍珠一样的闪光。

能够产生珠光现象的聚合物具有以下特征:

- (1) 透明性好;
- (2) 折光率高且共混聚合物之间存在折光率差。常见聚合



物的折光指数见表 2-18。

表 2-18 聚合物的折光指数

聚合物	折光指数
聚醋酸乙烯	1.467
聚甲基丙烯酸甲酯	1.490
聚乙烯	1.51 ~ 1.54
聚丙烯	1.49
聚丙烯腈	1.514
聚氯乙烯	1.539
聚苯乙烯	1.591
聚碳酸酯	1.594
PETP	1.640
MS	1.54
AS	1.57

(3) 共混塑料间有较好的相容性。

共混法制取珠光塑料制品除注意选材外,对制品形状、成型条件和模具设计等方面也有一定要求,其要点概括如下:

(1) 尽量使塑料制品的形状对称,壁厚不能过薄且尽量均匀一致。

(2) 严格控制成型温度。由于共混聚合物的加工温度、流动性等不同,在成型过程中,热稳定性差的聚合物易发生热老化。

(3) 降低注射速度,增大浇口尺寸。流动速率小时,共混聚合物易形成片层状结构。

(4) 选择好浇口位置,使熔接痕不影响塑件外观。

(5) 成型温度高、压力高、模具温度高以及模具表面光滑时,有利于制品良好外观的形成。

共混法制得的珠光制品,其珍珠光泽比填加珠光助剂的制品产生的光泽好,而且生产工艺简单,成本较低,易回收,无污染等。

#### 四、金属粉颜料

用于塑料工业的金属粉颜料主要有金粉和银粉两种。

金粉实际上是铜粉或青铜(铜锌合金)粉,金粉呈现的颜色与粒粉有很大关系:粒径在  $50 \sim 100\mu\text{m}$  时呈明亮金色;在  $10 \sim 20\mu\text{m}$  时呈金色绸缎状。粒径大小还与覆盖力有关系,粒径越小,覆盖力越强

银粉其实是铝粉,铝粉又分粗、细铝粉,其呈现的颜色也与粒径有关系:粒径较细时,呈银色缎子色;较粗时,银色金属效果好。

金属粉颜料的缺点是在加工和使用过程中,会引起塑料(特别是聚烯烃)起光和热降解的催化作用,在应用时要十分注意。

金属粉颜料的使用量一般在  $1\% \sim 2\%$ ,也有少数用量达到  $10\%$ 。当添加量较大时,会使熔体粘度提高,加工困难较大。注塑、挤出成型时,会使金属粉取向,制品呈现黑斑或黑条。

#### 五、荧光着色剂

荧光着色剂是一种本身能反射颜色,而且又能发射出相同颜色的荧光染料或颜料。它实际上是荧光着色剂在蜜胺甲醛树脂或三嗪甲醛树脂中的固体溶液。呈黄色荧光着色剂的为 4-氨基蔡胺,呈红 蓝/红色的是若丹明。

荧光着色剂在使用时要注意荧光变弱或荧光止熄现象。一

是添加量最佳在 5% 左右,添加量过少,荧光效果不明显;添加量过大,特别是荧光染料,由于分子本身对荧光的吸收作用增大,反而使荧光减弱;二是在配方中加入  $\text{TiO}_2$  或  $\text{ZnO}_2$  颜料时,也会使荧光亮度减弱。

荧光着色剂热稳定性和耐光性较差,荧光染料的耐迁移性也差,在加工和使用时要注意。

## 第五节 色母料

### 一、色母料的性质

色母料是将颜料或染料经过混炼设备超微处理,并均匀分散于载体树脂中而制得的聚集体,从而保证其在使用过程中有良好的分散性,所得制品色泽均匀。除此之外,使用色母料的优越性还体现在以下几个方面。

1. 保持化学稳定性 色母料是将颜料或染料包覆于载体树脂之中,因此,可避免颜料或染料及其他助剂与空气的接触,防止因氧化和受潮所引起的色质变化。

2. 使用方便、无污染、节省原料 使用色母料时可将其直接与塑料原料混合加工,无粉尘飞扬,没有污染,颜料或染料可以得到均匀和充分的利用,减少贮料,节约能耗,适用于自动化连续生产。

3. 简化工艺,提高制品质量 由于色母料在树脂中的分散性提高,所以可以提高塑料制品的内在质量和外观质量。

### 二、色母料的分类

色母料的分类方法大致可归纳为两类。

1. 按载体树脂分类 按色母料中所用载体树脂的种类不同,可将色母料分为:①聚烯烃色母料,适用于聚乙烯、聚丙烯制品的着色;②ABS 色母料,专用于 ABS 制品;③苯乙烯色母料,适用于聚苯乙烯类制品;④聚氯乙烯色母料,用于聚氯乙烯制品;⑤其他各类以专用树脂为载体的色母料;⑥通用色母料,又称万能色母料,适用于各种塑料制品的着色。

2. 按加工方式及制品用途分类 ①注射级色母料;②挤出级色母料;③纤维色母料;④通讯电缆色母料;⑤涂膜色母料;⑥渔网色母料;⑦各种功能色母料。

## 第六节 着色剂性能

塑料着色不同于简单的调色,还要考虑着色剂的性能。着色剂的性能主要是指着色力、遮盖力、耐热、耐候等理化性能以及与树脂、其他助剂的相互作用。着色剂的性能决定其用途,不同类型的着色剂,其性能也不相同,见表 2-19。

表 2-19 三类着色剂性能比较

性能 着色剂	着色力	遮盖力	分散性	耐热性	耐候性	耐光性	耐迁移性
无机颜料	小	大	差	好	好	好	好
有机颜料	大	小	好	差	差	差	差
染料	大	小	好	差	差	差	差

### 一、着色力

着色力是指某一定颜色的制品,从无色到达一定颜色时所需的颜料量。通常用标准样品着色力的百分数来表示。即取

1 g 标准样品,加入  $x$  克白色颜料(二氧化钛),调配成一定颜色的混合物。然后,取 1 g 待测颜料,加白色颜料(二氧化钛)调配,直到在同一个标准光源下观察到的颜色与标准样品混合物相同时,设此时所用的白色颜料为  $y$  克,则该颜色的着色力  $I$  为:

$$I = \frac{y}{x} \times 100\%$$

颜料的着色力不仅与其自身性质有关,而且还与颜料粒径有关。颜料粒子越小,其着色力越高,但分散性具有一个最大值,超过此值着色力便下降。例如,偶氮颜料的粒径在  $0.1\mu\text{m}$ ,酞菁蓝颜料的粒径在  $0.05\mu\text{m}$  左右时,其着色力最高。有机颜料或染料的着色力要比无机颜料大得多。

着色力对配色的重要意义在于,它可以衡量某种着色剂所要达到一定颜色时应加的量,从而选出更经济、更实惠的配方。各种颜料的互换参考用量见表 2-20。

表 2-20 颜料互换的参考用量

以 100 份氧化锌 为基准	以 100 份铁蓝 为基准	以 100 份铬黄 为基准	以 100 份铬绿 为基准
铅白 200	群青 1200	镉黄 33.3	氧化铬绿 400
锌钡白 77	酞菁蓝 50	镉黄 222 ~ 250	酞菁绿 50
硫酸铅 235.3		汉沙黄 20	
锐钛型钛白 16.0			
金红石型钛白 12.5			

## 二、遮盖力

遮盖力是颜料涂于物体表面时,遮盖该物体表面底色的能力。某些颜料的遮盖力见表 2-21。

遮盖力等于底色完全被遮盖时单位表面积所需要颜料的

量。如二氧化钛的遮盖力为  $45 \sim 50\text{g}/\text{m}^2$ ；铅白的遮盖力为  $137\text{g}/\text{m}^2$  等。可见，同样是白色颜料，遮盖能力是有差别的，其中二氧化钛的遮盖能力最好。也就是阻止光线穿过塑料制品的能力，即不透明性。遮盖力越大，透明性越差。一般来说，无机颜料的遮盖力大，适用于不透明制品着色；有机颜料，特别是染料，遮盖力小，适用于透明制品。

表 2-21 某些颜料的遮盖力(参考值)

颜料名称	遮盖力( $\text{g}/\text{m}^2$ )
对位红(浅色调)	18.1 ~ 1.63
对位红(深色调)	17.1 ~ 15.0
甲苯胺红	23.8 ~ 18.8
立索尔红(Ba)	33.7 ~ 21.7
立索尔红(Ca)	49.0 ~ 33.7
邻氯代对硝基苯胺红	31.1
立索尔宝红	33.9
猩红 2R 色淀	130
颜料猩红色淀	88.5
若丹明 Y <sup>①</sup>	25.1
若丹明 B <sup>①</sup>	16.1
立索尔栗红	34.8 ~ 33.7
枣红 10B	44.8 ~ 30.9
甲苯胺栗红	28.4
耐晒枣红 BL	12.4
日光坚牢红玉 4BL 色淀	41.7
苋菜红色淀	94.3
汉沙黄 G	54.9
汉沙黄 10G	58.8
邻硝基苯胺橙	33.7



续表	
颜料名称	遮盖力(g/m <sup>2</sup> )
永固橙	29.6
亮绿 <sup>①</sup>	8.6
孔雀绿 <sup>②</sup>	5.4
颜料绿 B	2.7
维多利亚蓝 <sup>③</sup>	16.2
孔雀蓝 <sup>②</sup>	7.7
孔雀蓝	68.5
甲基紫 <sup>②</sup>	7.6
甲基紫 <sup>①②</sup>	4.9
日光坚牢紫	10.2
酞菁蓝	4.5
钛白粉	45 ~ 50
锌白	100
锌钡白	120
铅白	137

① 以钨酸盐为沉淀剂。

② 以磷钨酸盐为沉淀剂。

③ 以丹宁为沉淀剂。

遮盖力与下列因素有直接关系：

1. 颜料本身的吸光特性 一般吸光能力强的颜料,遮盖力比较大,如炭黑,几乎能吸收全部的人射光,它是一种遮盖力极佳的颜料。

2. 与基体树脂的折射率差 颜料晶体的折射率与树脂的折射率相差越大,则颜料对该树脂的遮盖力就越强。

3. 颜料粒子的粒径 颜料粒径的大小与遮盖力成反比,即颜料粒径越大,其遮盖力越小,反则遮盖力越大,但是有一定的

限度。当颜料颗粒直径小于光波波长时,光线就不再受颜料粒于反射,此时遮盖力迅速下降,一般颜料颗粒直径在  $0.5\mu\text{m}$  时遮盖力最强。

4. 颜料的晶型 颜料分子结构晶型对称性的高低与遮盖力成反比;颜料晶型表面积大的比表面积小的遮盖力强,如片状晶型的颜料比针状的遮盖力大;结晶度高的颜料比结晶度低的遮盖力大。

### 三、耐热性

着色剂的耐热性是指着色剂增加到塑料内部后,在对塑料进行加工过程中,着色剂在加工温度下颜色及性能的变化。这里所说的加工温度因塑料的种类不同而不同,一般在  $130^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ ,在考虑加工温度的同时,还要考虑受热时间。受热时间与加工方法、制品的形状及大小有关。不同的颜料耐热性能见表 2-22。无机颜料耐热性大多较好,而有机颜料和染料则反之。

表 2-22 不同颜料的耐热性能<sup>①</sup>

颜料名称	颜料变色温度( $^{\circ}\text{C}$ )								
	325	300	275	250	225	200	175	150	125
酞菁绿	A								
酞菁蓝(B)	A								
士林蓝	B	A							
喹吖啶酮紫	B	A							
二噁嗪紫	B	A							
洋红 6B			C	A					
硫靛红			C	B	A				
洋红 2B			C	B	A				

续表

颜料名称	颜料变色温度(℃)								
	325	300	275	250	225	200	175	150	125
上林黄 4GF					C	B	A		
坚牢黄								C	B

①A——30min 变色;B——10min 变色;C——10min 以内变色

#### 四、耐迁移性

发生在塑料制品中的迁移通常表现为起霜和洇色。起霜是指着色剂从塑料体内迁移到制品的表面上,而洇色是指着色剂迁移到相邻的塑料制品或溶剂中。

一般溶于油类和增塑剂的有机颜料容易发生迁移现象。着色剂迁移现象的发生是因为着色剂分子所受的约束力不大,使得着色剂分子有能力在基体树脂内任意游动,因此,可以认为塑料分子链的刚性和分子间的紧密性与着色剂的迁移有关。刚性好、分子间连接紧密的树脂,不利于着色剂分子的蠕动。当增加增塑剂的用量时,会使树脂中的分子结构变得松散,从而减少了聚合物分子链间的相互作用力,使迁移的机会增大。

颜料的分子结构,对着色剂的迁移也有影响。分子链短,相对分子质量低的颜料一般较易发生迁移现象,特别是在塑料中大量使用增塑剂时,如软质聚氯乙烯,应尽量避免使用低相对分子质量的颜料。大分子有机颜料,由于分子大而使其可溶性较小,故能避免迁移。无机颜料一般不发生迁移。

#### 五、耐候性

塑料制品需要有一定的使用时间,这样才有使用价值,特别是在户外使用的制品以及在特殊环境下使用的制品,就要求着

色剂具有很好的耐候性。

环境对颜料的影响主要考虑以下因素：光照、雨水及大气中的酸碱等污染物。某些颜料在光的照射下，颜色会有不同的变化。其中大多数无机颜料具有良好的耐光性，仅有少数品种的无机颜料在受光照射后，因其晶型或化学组成发生变化而变暗。有机颜料和染料的耐光性一般都比无机颜料差，但酞菁系、喹吖啶酮系、二噁嗪等有机颜料、耐光性很好。蒽醌类等还原染料耐光性也不错。

着色剂的耐光性，一般用 1~8 个日晒牢度等级来表示，见表 2-23。

表 2-23 日晒牢度评级标准

1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级	7 级	8 级
特劣	劣	可	中	良	优	超	特超

处于 1~3 级的有些颜料，当用于室内时，不管受日光还是人工光源的照射，其基本色调和颜色浓度都有良好的稳定性，但一旦曝露于户外，便会迅速褪色。

着色剂的褪色、变暗或色调变化，一般由颜料中的反应性基团所致。这些反应性基团，能与大气中的水分和化学试剂，特别是工业区的酸、碱和烟污染物发生作用。例如，镉黄在水分和日光的共同作用下会褪色，而立索尔红是一种单偶氮颜料，是金属盐的沉淀物，因此，空气中的碱、酸都会使其变色。

## 六、混合性

着色剂在加工和使用过程中，必然会遇到与塑料或其配方中的其他成分共同存放在一起的情况，因此，这就要求着色剂与其中的任何一种成分不发生化学反应。着色剂与添加剂及塑料

系统应保持相对稳定性,称之为混合性。混合性的好坏,关键看其热稳定性,因为有些混合体在低温条件下较稳定,但在加工时温度升高便表现出不稳定。

影响混合性的主要原因是着色剂在塑料体内,受残余催化剂、稳定剂、增塑剂、抗静电剂、阻燃剂及其他加工助剂的作用是否会发生反应。如尼龙和氨基塑料在熔融状态下,属强酸性还原剂,它们能使那些在加工温度下很稳定的染料和颜料褪色。聚氯乙烯乳液聚合物或聚丙烯中的碱金属,能与着色剂的碱土金属发生“碱交换作用”,使着色剂的颜色从蓝红色变为橙色。无金属的酞菁颜料能与配方中其他原料中的金属(尤其是 Pb)相络合。聚苯乙烯中的残余氯化催化剂,以及不饱和聚酯中的交联剂,对某些有机颜料和染料影响较大。有些无机颜料如群青颜料,与盐酸的反应性很强,它们在聚氯乙烯、氯化聚乙烯和阻燃型聚烯烃类聚合物中不能使用。

有些颜料及其所含的杂质,对聚合物有破坏作用。如含有铜和锰的颜料(铜基酞菁除外),不能用于聚丙烯,避免将带锌和铁化合物的颜料用于聚氯乙烯。钴颜料和锰颜料能发出臭味,并可使聚乙烯变脆;镉黄颜料能在聚乙烯中形成胶化粒子。

有些颜料与一些添加剂不能混合,如含硫颜料(硫化汞、汞镉颜料和硒黄)与含镍稳定剂(如某些聚丙烯薄膜和纤维中用的镍稳定剂),或含铅和锡的稳定剂(聚氯乙烯中的稳定剂)发生反应。铬颜料通常受铅化合物的污染,它们不能与聚烯烃热稳定剂(硫代二丙酸二月桂酯和硫代二苯酚类的含硫稳定剂)以及镉酸铅黄颜料一起使用。

某些塑料制品如化工厂中的容器和管道要与一些化学药品,甚至是强酸、强碱接触,这就要考虑颜料的化学稳定性。例如群青及镉系颜料不宜在酸性环境中使用,而铬黄不宜和碱接

触等等。另外还要考虑到某些聚合物本身带有酸碱性或者在加工和使用过程中易分解产生酸碱性物质(如 PVC 会分解产生氯化氢)。

## 七、其他性能

塑料制品已广泛地用于食品包装、玩具等领域,因此,重视着色塑料制品的毒性问题显得格外重要。一般来说,由于无机颜料中含有铅、镉等及其化合物,因此将其着色塑料制品用作和食品接触的容器、薄膜以及玩具等时,必须考虑毒性问题。其检测方法见 GB85-80,主要要求如下:

蒸发残渣:4%乙酸 < 30mg/L;  
65%乙醇 < 30mg/L;  
正己烷 < 60mg/L;  
高锰酸钾消耗量 < 10mg/L;  
重金属(铅) < 1mg/L。

有些金属元素虽然有毒,但在颜料中是以化合物的形式存在,由于其化合物溶解度很小,因此当用于塑料制品的着色时,基本上没有溶出中毒的危险。表 2-24 示出用镉系颜料着色的各种塑料在 4%乙酸中萃取后的溶出量。

表 2-24 镉系颜料在各种塑料中镉的萃取量(4%乙酸)<sup>①</sup>

树脂 颜料添加量	镉的萃取量(mg/L) <sup>②</sup>					
	PE	PP	PS	ABS	PC	PA6
空白	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
镉红(0.5%)	0.001	0.002	0.004	0.003	<0.001	0.078
镉黄(0.5%)	0.003	0.003	0.007	0.008	0.002	0.105

① 试验条件:试验片 6cm × 2cm × 0.2cm, 4%乙酸, 室温 24h。

② 瑞士卫生允许值 0.1mg/L 以下。



从表中可以看出,按瑞士卫生标准衡量,只有 PA6 不合格。

表 2-25 列出日本塑料食品容器、包装等法规要求。表 2-26 为 PVC 容器的卫生要求。表 2-27 为儿童玩具用着色剂的卫生要求。

表 2-25 溶出试验<sup>①</sup>(标准)

试验项目	试验溶液	规定值( $1 \times 10^{-6}$ )
乙醇	水	< 40
甲醇	水	< 4
重金属	4%乙酸	铅 < 1
蒸发物残渣	4%乙酸	30
高锰酸钾消耗量	水	10

①溶出条件:2mL/cm<sup>2</sup>,60℃,30min

表 2-26 聚氯乙烯容器卫生要求<sup>①</sup>

食品分类	试验溶液	试验项目	规定值( $1 \times 10^{-6}$ )
含酒精的饮料	20%乙醇	蒸发残留物	$\leq 30$
	水	高锰酸钾消耗量	$\leq 10$
	4%乙酸	重金属	铅 $\leq 1$
含油脂、脂肪性食品	正庚烷	蒸发残留物	$\leq 150$
	水	高锰酸钾消耗量	$\leq 10$
	4%乙酸	重金属	铅 $\leq 1$
其他食品	4%乙酸	蒸发残留物	$\leq 30$
	水	高锰酸钾消耗量	$\leq 10$
	4%乙酸	重金属	铅 $\leq 1$

① 溶出条件:2mL/cm<sup>2</sup>,60℃,30min。

表 2-27 塑料玩具的卫生要求( $1 \times 10^{-6}$ )

种类	铅	砷	镉	汞	锑	锡	铜	蒸发残留物	高锰酸钾消耗量
PVC 涂料								$\leq 50$	$\leq 50$
PVC 制品	$\leq 0.5$	无	$\leq 0.5$	无	无	$\leq 15$	$\leq 2$	30 ~ 50	10 ~ 50
PE 制品								$\leq 30$	$\leq 10$

塑料着色用颜料中含有的重金属元素如表 2-28 所示:

表 2-28 颜料中所含重金属元素

颜 料 名 称	重 金 属 元 素
氧化铁颜料	Fe
氧化铬颜料	Cr
钛镍黄颜料	Ni, Sb
钴类颜料	Co, Cr, Ni, Zn
镉系颜料	Cd, Zn, Se
青铜粉	Cu, Zn
硫酸钡	Ba
氧化锌(锌白)	Zn
酞菁蓝颜料	Cu
色淀颜料	Ba, Sr, Mn

## 第三章 塑料的配色

塑料配色是塑料着色中的关键,只有配好颜色,才能制备出色泽适宜的产品。在配色过程中,首先要弄清制品的应用要求,并根据塑料材料的着色性能,选择适用的着色剂。在选色时技术人员应严格检查可用颜料的颜色、着色力、分散性、性能、加工均衡稳定性、混合性和成本等方面后,便可选择出使用的颜料,初步确定用量。选色和配色效果的好坏,除依赖于技术人员的专业技术知识外,还要求技术人员有健全的视觉功能。更重要的是要有丰富的实践经验。作为初学者一定要注重经验的积累,对自己做过的配方要有详细的记录,长期的经验积累对以后的工作具有指导作用。

### 第一节 颜色的光学性质

在第一章中我们已经谈到颜色的产生原理。对塑料着色剂来说,无机颜料因与塑料不相容,光线照射时都有一定的散射,所以有一定的遮光性。有机颜料和染料与塑料的相容性好,光线照射时以吸收和透过为主,表现为一定的透明性。

颜色的种类很多,但常用的着色剂只有几种类型,如何利用这有限的颜料配制出无限多种颜色呢?首先应了解配色原理,采用合适的配色方法,就可实现所设计的配色目标。

1. 三原色叠加原理 三原色叠加原理就是利用三种基本色来配制我们所需要的各种颜色。所谓基本色就是不能用其他

种颜色相混而成的颜色。根据这一原理,人们选择了红、绿、蓝或红、黄、蓝作为三原色。用三原色进行混合配色叫三原色叠加,最简单的是加式混合和减式混合(图3-1、图3-2),

加式混合主要是用在光的混合上,如彩色电视机的彩色就是依据这一原理配制的。

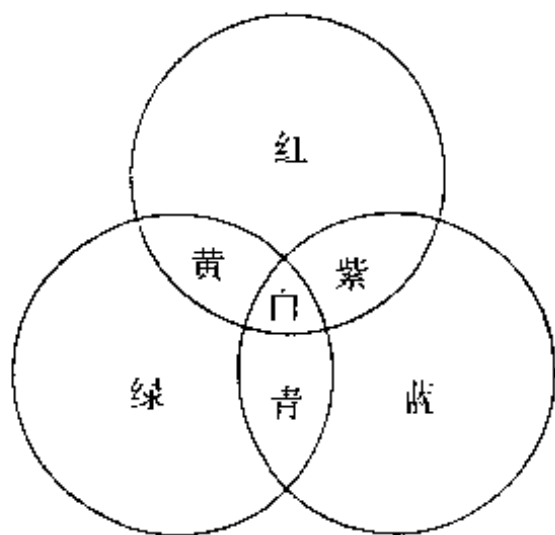


图 3-1 加式混合

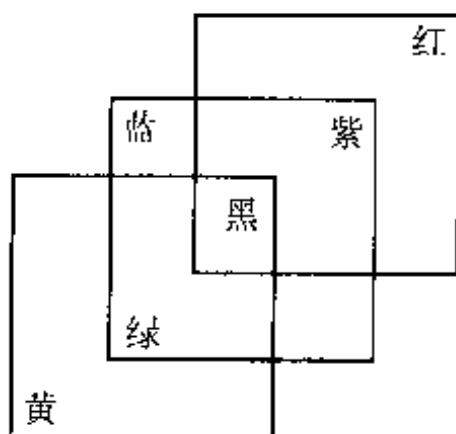


图 3-2 减式混合

由图3-1可知,红、绿可以配成黄色,根据黄的程度可知红、绿的多少,红多为金黄,红少为嫩黄。

减式混合常用于涂料、印刷等的调色上,但也可参考加式混合原理进行配色。

加式混合所配颜色较为明亮,具有靠近白色的性质,减式混合所配色暗淡,彩色带有黑色的味道。

根据三原色叠加原理配色,得到的颜色只是一个大概方向。为了对颜色有一个较细的辨别,人们根据实验数据绘制了一个舌形曲线,这曲线对于任何颜色之间的配合所产生的颜色效果有一个更方便、更完善的选择,这一舌形曲线(见图3-3)称为

从图 3-3 中可以看出,如有这样一条直线连接着红色调 R 和绿色调 G,如果红色多于绿色,则表示这一新色彩在这一直线上,并且离红色 R 要近些,如点 R' 就表示这样的新色彩;相反,绿色多于红色如 G' 就表示这样的新色彩。而要由三种颜色相混合所得的色彩,就需要作三条直线连接这三个色点,则得到  $\triangle RB_1G_1$ ,而这个三角形中的任何一种颜色都可以由这三种颜色配制出来。

• 65 •

在乙醇中的吸收光谱上有两个峰值,这两个峰值分别在红光区和紫光区。两个吸收峰的强度不同,其中红光区的吸收峰(产生蓝光绿的光感)比紫光区的吸收峰(产生黄光绿的光感)强得多,两个色光相拼是带蓝光的暗绿色。

利用消光原理可以改变这种制品的色光。例如,黄光蓝色加微量紫色就变成红光蓝,这是因为紫色是由红、蓝光组成,而蓝光与黄光是互补色光,因此,蓝光可以减去黄光,这样就增强了红光,使之变为红光蓝。红光蓝色加入少许绿,又可变成黄光的蓝色(红光和绿光相加混合成黄光)。同理,蓝光黄色加少许橙,可以得到红光黄色。

## 第二节 配色程序

配色是着色的重要环节之一,配色首先是进行初步配方的设计,然后就是对初步配方进行调整,使之适合于规模生产,且保证塑料制品颜色的均匀一致性。

### 1. 初步配方的设计

(1) 根据塑料制品整体设计的要求,寻找出与标准色样相近似的样品作为参照物。参照物选择得当与否,直接关系到着色效果的好坏。为了便于寻找到较佳的着色参照物,平时应多收集积累、多制备些着色塑料色板或塑料色料以备参照,同时还应把自己选色经验和教训编成相应的着色配方,以供参考。

(2) 在无参照物的情况下,应仔细观察分析塑料制品(样品)的颜色色光、色调及亮度等,确定颜色属性,确定所用颜色是透明色,还是不透明色,其中是否含有其他特殊颜料(如荧光颜料、金属颜料等),然后根据孟塞尔颜色系统图(图 1-1)选定所用颜色。



(3) 从色调、亮度、浓淡度等方面反复比较与标准色样和参照物的差别,在此基础上对参照物的着色剂配方进行修正,拟定出初步配方。

或者按照孟塞尔颜色系统标定原理设计所需颜色,并拟定初步配方。

2. 调整配方 按照拟定的初步配方进行实物着色试验,将制得着色实样与标准色样和参照物一起进行比较,进一步调整着色配方。然后根据调整后的配方再制备实样进行比较,再调整配方,如此反复多次,直到实样色调与标准色样相同或达到最接近标准色样的令人满意的程度为止。最后确定着色配方进行生产。不过选定的颜色通常会与实际生产中塑料制品所呈现的色泽不尽相同,导致这些差别的原因很大程度上是颜色称量误差。那么如何使配色准确?如何在连续生产中使配色一致呢?

配色的准确建立在选准颜(染)料的基础上,颜(染)料选择建立在对制品所达效果的理解和对样品的观察上,理解和观察样品依赖于配色人员的经验与技巧。目前有许多单位采用仪器配色,但还有一些单位仍采用人工目测的方法进行配色。人工目测的配色方法虽然简单,但要求目测人员有丰富的经验。前面讲过人们对颜色的感觉是由于光刺激视网膜上神经末梢中心而产生的,人的大脑把物理刺激作用转变为色觉概念是由物体的主波长、分光反射率和观察器官的光谱响应曲线联合作用实现的。若上述任何一个因素发生了变化,那么对大脑的物理刺激作用和色觉效果亦将发生变化。所以两个物体在同一光源(如日光)下看时,其颜色可能是相同的;而在不同的光源(如日光灯和白炽灯)下看时,其颜色则可能是不同的。同样,对于一个观察者来说,两个物体的颜色可能是完全一样的;而对于另一个观察者来说,则又可能是不一样的。我们称这两个物体为条

件等色体或叫条件等色对,也有人称之为条件配色体或可变配色体。如果要求两个物体在任何光源下看起来都一样,则意味着这两个物体的分光反射曲线必须相同。这种配色叫做非条件配色或不可变配色。不可变配色要求在配色样品中使用相同的着色剂。要想把塑料的色彩调到不可变配色的程度是不可能的。这有多方面的原因,例如,同一种颜料的分散度在不同的塑料中各不相同;在一种塑料中,有时需要进行消色或调色,以清除原塑料中的其他色调;而在另一种塑料中,则可能不需要进行这种调整。了解了这些情况,我们在实际配色过程中做到心中有数了,不去追求不可变配色。既然我们所配的颜色都是可变配色,那么我们应以哪个条件为准呢?这就要具体问题具体分析了,原则是尽量模拟产品最终使用的环境进行观察配色。如产品最终是在户外使用,那么在配色时也应自然光下进行选色。

### 第三节 配色方法

#### 一、目测配色

一个有经验的配色人员,在配色之前,必须对他所需要的着色剂有比较清晰的概念。要掌握着色剂混用着色的一般规律,还应对所用的着色剂的性能,如色调、色光、迁移性、耐热性、耐候性、化学稳定性等有比较清楚的了解,同时积累有代表性的各种塑料着色样品和配方。在找到适合的着色剂配方之前,必须进行大量试验,并对同一颜色进行反复地调色,直到获得所要求的颜色为止。

显然,目测配色法是一种试凑方法,不是很科学。由于此方

法较为简单实用,至今仍被广泛采用。但此种方法很费时间,要求操作人员有比较丰富的经验,否则将很难操作。

## 二、仪器配色

仪器配色法是在目测配色法的基础上引申出来的。此法采用分光光度计和其他测量仪器代替人眼和大脑的功能。色彩比例的试凑过程是通过计算机模拟进行的,而不需要对塑料进行着色的实际混合。操作人员只需测量反射率,即它的标准值,并选择用于配色的颜料即可。通过调整配色颜料的浓度,使该测量系统与标准的换算值一致。如果操作人员选择的颜料合理,该系统将以质量分数的形式输出一个配方,然后再将百分比配方转换成质量配比。

如果(定性)知道样品所用的是何种配方的着色剂,计算机可以很方便地算出该配方中各种颜(染)料的实际用量。但往往不知道样品使用的着色剂的配方,在这种情况下,可以采用样品的色度坐标来配色。有许多分析和经验的关系,用来选择适当的着色剂配方,并确定应用于每种配方的浓度。这些关系的建立需要进行大量的计算。采用计算机可使整个颜色配方过程的时间缩短到十几分钟。

一种颜色可以由含有不同颜料的几个配方配出。这些配方的性能特点和成分互不相同。可以用配色仪器和计算机得出一种颜色的多种配方,供配色的操作人员选择,看看到底是用少量昂贵的有机颜料经济,还是用大量廉价的无机颜料合算,使人们有较大的选择范围。

另外,荧光材料的仪器配色和目测配色都很困难,这是因为荧光是一个新的变量,两个试样在不同的光源下比较时,可能会出现不同的结果。不仅光源会影响对试样的观察,入射光与观

察位置间的角度也会影响对试样的观察。

### 三、配色过程中应注意的问题

1. 调色 调色时首先要注意着色剂的色光,每种着色剂除了它的本色外,还有各自的色光,即与确定的标准色相比之下存在的比较次要的色素,即称为色光。如酞青绿带黄光,中铬黄带红光等。如果中铬黄与酞菁绿相拼配,必须避免由于中铬黄的红光的介入,存在红、黄、蓝三基色相拼,使配得的颜色发暗。因此欲得到鲜艳的颜色,两种着色剂相拼时,要注意相抵触色光的干扰。在实际配制纯正红色时,可采用立索尔大红和耐晒大红等着色拼配,使它们的黄、蓝(紫)等色光相抵消,同时加入白色着色剂以提高其明亮程度。

另外,实验室得到的颜色配方一般与实际生产中的色彩或多或少有些偏差,这是正常的。导致色彩偏差的原因甚多,一般说来可能是颜色测量的误差,各批颜料和各批塑料之间的颜色差异,以及颜料混合过程中机械的因素等,因此,往往需要进行调色。如果是目测配色,调色的方法与原来的配色方法是一样的,必须用连续反复试验的方法,直到获得理想的配色水平为止。如果是用仪器配色,问题就简单得多了,计算机内有颜色校正程序可产生出校正配方,即通过测量标准值和第一次试验的换算值,再进行第二次试验。这些值和第一次试验中用的颜料及其用量数据,一起输入计算机。计算机可调整相对质量分数,并输出供第二次试验用的校正配方。

在配色时尽量少用拼色,如需拼色也应选用性质十分接近的颜(染)料,颜(染)料种类越少越好,因为使用多种颜(染)料配色时,容易带入补色,补色成分越多,就越影响颜色的光亮度。

在塑料着色过程中,随着颜料在介质中分散情况不同有可



能发生饱和度和色调的变化,这一变化与颜料粒度有关。而有机颜料比无机颜料更容易引起这种变化。惟一的解决办法是精确地校正实验室配色和生产配色的比例。

2. 颜料的热色效应 有些颜料的颜色是随温度的变化而改变的。如某些吡唑啉酮红色颜料,特别是用二氧化钛调色时,在加工温度下,会使其正常的粉红色转变为很深的橙色色调。而这种橙色色调在室温 24 小时后,又转变为粉红色。这是由于在两种温度下,不同物态即晶体结构不同致使达到色彩平衡的速度有所差别的缘故。这一现象会使本来生产过程中看似配色很好的制品,发生颜色变化,给最终产品的颜色带来极大的不稳定性,从而增加了设计难度。

许多颜色有这种热色效应,它们在程度上有很大差别。在配色时应当避免使用热色效应大的颜料,如果必须使用,也应该将颜料变色前后的颜色加以比较,并做出相应的调整。应避免将有热色效应的红色颜料与无热色效应的红色颜料混合使用。

3. 加工条件与方式对颜色的影响 试验室配出的颜色与产品的颜色总会有一定偏差,有时这些偏差是由于加工条件与加工方式的不同而引起的。我们知道塑料在加工过程中受螺杆的剪切应力的作用,使得颜料在料筒内会进一步分散,从而产生更大的着色力。因此料筒内的混合料受到的剪切应力的大小会影响颜料的着色力。

颜料的颜色有时随加工温度的变化而变化,塑料本身的颜色也会如此,特别是一些浅色塑料在温度和剪切力的作用下会显黄色,从而影响到被着色的塑料制品颜色。

由于加工条件对塑料所着颜色有一定的影响,因此,同种塑料的同种着色配方,使用不同的加工方式得到的制品颜色会有差别,这一点应该引起注意。

4. 颜色的深浅控制 在给塑料着色时,颜色的深浅与颜(染)料的加料量有一定的关系,但是当其加入量达到一定程度即到达饱和点时,再继续增加颜料仅起填充作用,不但不能加深颜色,反而会影响塑料的性能,还会增加成本。所以说提高色度单靠增加颜料的量是有限度的。还有人在配色时,认为要使颜色深就加黑色,使颜色浅就加白色,这样做在一定范围内可能有效果,但会影响颜色的色调、亮度和饱和度。

颜色的深浅程度,实际上是原色光在三原色的总强度中所占比例的一种量度。例如,色光全都是红光而没有绿光和蓝光时,则能看到非常饱和的红色,也就是纯正的红色。如果三原色中的绿色光和蓝色光的强度相对于红色逐渐增强,总的效果是中和彩色,此时得到的色感是由红、绿、蓝产生的白色,冲淡了红色,得到的是粉红色。因此,粉红色可以看成是饱和度较低的红色,但它的色调并没有变化。

#### 5. 着色塑料本身的性能

(1) 颜色。塑料着色很大程度上也取决于塑料本身的颜色,一般来说,无色塑料可拼配出各种颜色,浅色塑料可拼配出较深的颜色,而深色塑料(如酚醛塑料等)则很难拼配出浅色来。透明塑料可拼配出透明、半透明或不透明的各种颜色,半透明塑料可拼配出半透明及不透明的各种颜色,不透明塑料只能拼配出各种不透明颜色,即有色塑料不可能拼配成无色塑料。

(2) 色光。在配制浅色或白色塑料制品时,如果塑料具有强的色光,则配色通常不会成功。在色光不太强时,可加入该色光适量的补色着色剂,使色光减小或消失。如用带微黄的聚苯乙烯配制磁白时,除加入白色着色剂外,还要加入极微量的紫色着色剂(或带红光的蓝色着色剂)可得到较为纯正的白色。

(3) 透光性。透光性好的塑料(如聚苯乙烯和有机玻璃



等),可根据初始颜色进行配色。透光性差的塑料(如橡胶改性的聚苯乙烯等),应采用拼配深色以期取得良好效果。

(4) 添加剂对着色剂的影响。塑料中的添加剂(如增塑剂、填料、稳定剂、固化剂等)都会对着色剂的着色效果产生不同程度的影响。如软聚氯乙烯,由于存有增塑剂迁移性,而避免使用染料类的着色剂。含有填料和稳定剂的聚氯乙烯不能拼配出透明的鲜艳颜色。热固性塑料还可能会因引发剂和固化剂等助剂的加入而使着色剂分解变色。这些影响着色的因素必须加以考虑,采取措施,以便取得更佳配色效果。

6. 颜料的性能及使用条件 由于掺混着色是在塑料原料加工前掺混到原料之中,而塑料在加工成型过程中需要较高的温度,因此,在选择颜料时必须注意其耐热性能,否则颜料在高温下会分解、变色。表 3-1 为常用塑料在配制与成型时的条件。

表 3-1 常用塑料在配制与成型时的条件

塑 料	成型的情况	备 注
低密度聚乙烯	中性,中等温度 <sup>①</sup>	
高密度聚乙烯	中性,高温 <sup>②</sup>	
聚丙烯	中性,高温	
聚苯乙烯	中性,高温,有残余氧化剂	
聚酰胺	高温,有强还原剂	大多数有机颜料会褪色
聚甲基丙烯酸甲酯	中性,中等温度,有强氧化剂	

续表

塑 料	成型的情况	备 注
聚甲醛	中性,中等温度	酸性颜料促使聚甲醛分解
ABS	中性,中等温度,有残余氧化剂	醌类颜料可变成对苯二酚而褪色
聚碳酸酯	高温,遇水分和碱分解	颜料中的金属促使分解
纤维素塑料	中性到微酸性,中等温度	
PBTP	高温	

①中等温度 150℃ ~ 200℃。

②高温 > 260℃。

7. 着色剂间的匹配 塑料着色时,通常要加几种着色剂进行拼配,这几种着色剂应具有相近的热稳定性,这样可避免在成型加工中由于受热而使着色剂的变色幅度相差过大,导致制品颜色与原色色调间的巨大差异。

同时,几种着色剂需要相近的耐光性,这样制品在使用过程中,虽然会褪色或变淡,但尚能保持原来的色调,制品色调在发生明显变化时会朝着光稳定好的着色剂方向移动。

另外,相拼配的着色剂还应相容性好,否则会出现制品颜色的不均匀,即所谓的发花现象,同时制品的颜色也容易褪色。那些相互间会发生化学反应的着色剂不能拼用,如铬黄与镉红拼配后会反应生成黑色的硫化铅。

总之,了解了上述注意事项后,在实际配色过程中就不会犯下不可救药的错误。按照配色步骤实施就能配制出适于制品要求的颜色来。

#### 四、色母料生产中的色差控制

色母料作为一种浓色体着色剂,在应用中通常以 1:(20 ~

100)用量使塑料制品着色,因此其本身的色差控制很重要。对于色母料的生产厂家来说,色母料的色差一直是影响色母料质量的关键,这种色差主要反映在样品与批量产品之间的色差,以及不同批次间色母料存在的色差。由于用户对色母料色差的质量问题反应强烈,因此,色差控制也是色母料生产厂质量管理的一个重要内容。

色差俗称色彩漂移,产生的原因有两个方面:一是配色;二是生产中的色彩控制,特别是原辅材料控制和生产加工条件的控制。下面简单介绍色差产生的原因及解决措施。

(1) 颜料的批次间偏差是国产颜料普遍存在的问题。解决国内颜料质量不稳定的方法是,严格把好进厂检验关。可采用颜料厂出厂检验的油墨法刮纸片的等级来作为验收标准,近似级、极似级收用,稍似级,较似级退换。

(2) 颜料在热塑性塑料介质中的分散程度与该颜料对该塑料的润湿效果及分散时的剪切力有关,如果颜料分散得不好将会引起着色力变差。为此应检查操作步骤,使捏和或混炼工艺稳定。

(3) 前面已经讲过,有些颜料的颜色随温度的变化而变化,因此尽量选择不起热色反应的颜料,同时检查加工温度和塑化时间。

(4) 原辅材料出现计算、称量和掺和上的偏差,所以应定期检查计量衡器,正确掌握配方计算及称量技术。

(5) 许多色母料出现色差,都是由于载体变黄变暗引起的,而不是颜料问题,这一点对于浅色色母料和颜料含量低的色母料尤为明显。因此选择好载体树脂,尽量在不改变加工和使用条件下保持载体不变色(可在树脂中添加稳定剂等)。

(6) 应事先确认各类助剂对最终制品颜色的影响程度。

## 第四章 颜料的分散与混合

在塑料着色过程中,为使塑料均匀着色,必须把颜料均匀地混合到塑料中,并使其充分地分散。

### 第一节 分散原理

颜料的分散是通过下述三个连续过程实现的:颜料的润湿(初始润湿)、颜料的细化(粒径减小)和混合分散(内部润湿)。

润湿就是两种物质的相互亲合、混溶。如一个物质的四周充满空气,则该物质可以认为被空气润湿,若该物质浸泡在液体中并达到稳定,则该物质可以认为被该液体润湿;同样道理,该物质四周被另一种物质充实达到稳定,则该物质可认为被那种物质润湿。通常的润湿过程是使该物质从一种润湿状态出来,而达到另一种润湿状态的过程。

润湿表现为物质颗粒与其他介质之间的粘着、吸附。不同的物质与不同的介质间的粘着与吸附的程度各不相同,主要取决于两者的表面活性。有时为达到一种润湿状态向另一种润湿状态转变,需要用表面活性剂改变两者或其中一种的表面特性,以提高可润湿性。

细化是将颜料粒径减小的过程。在生产和存放颜料的过程中,会不可避免地形成颜料粒子结块,即聚集体。另外,原生粒子和聚集体也可能结合在一起,成为结构松散的团聚物。为不给颜料的分散造成困难,需要用机械的方法将颜料粒径减小。

这种减小颜料粒度,再通过塑料或某种适当的载体润湿颜料的方法就是分散。

## 第二节 颜料的分散和混合过程

颜料的分散是指将颜料颗粒充分细化,这里指的细化分散是将颜料的凝聚体或团聚体破碎,使其粒径减至最小的过程。颜料的混合则是指将已细化分散的颜料颗粒均匀地分布到塑料中,使得单位体积中的颜料颗粒数尽量相等。一般,颜料的均匀分布并不困难,而问题的关键在于分散。颜料分散程度的好坏,直接关系到着色制品的外观(斑点、条痕、光泽等),同时对着色制品的加工性能、物理机械性能也有一定的影响,还会增加着色成本。颜料粒径大小还与遮盖力有关,粒径小,表面积增大(对相同数量的颜料而言),因此遮盖力就增加。

原始颜料在使用前需进行包括粉碎、干燥等过程的预处理。粉碎是将原始颜料(颜料晶体)的颗粒变小。干燥是去除颜料中存有的水分。在干燥后,较细的颜料颗粒会产生凝聚,形成疏松组合的团聚体。

颜料的分散过程大体可分三步:一是使用润湿剂润湿颜料,降低颜料粒子间的凝聚力;二是将润湿的颜料团聚体粉碎和细化,并将粉碎细化后的颜料粒子进行包覆处理,降低新形成的界面的表面能,以免在进一步加工时,颜料产生再凝聚现象;三是确保细化后的颜料在加工时的塑料熔体中能均匀分散。由此可看出颜料的分散过程:润湿→细化和细化后稳定→混合分散。

1. 颜料的润湿 颜料的润湿是用润湿剂(表面处理剂)润湿、包覆颜料表面以降低颜料颗粒之间的凝聚力,使颜料颗粒(团聚体)在受到外力的作用下细化。不同的颜料需要用不同的



润湿剂去润湿,不同的润湿剂对于同一种颜料其润湿效果不同,如二氧化钛可用液体石蜡、白油、低相对分子质量聚乙烯蜡等作为分散剂(润湿剂),但其效果不同,其中以低相对分子质量聚乙烯蜡对二氧化钛润湿效果最佳。

一般认为,润湿时间和润湿剂的粘度成正比,与润湿剂的润湿张力成反比(见图 4-1)。其公式如下:

$$t \propto \frac{\eta}{r \cos \theta}$$

式中  $t$ ——润湿所需时间;

$\eta$ ——润湿剂的粘度;

$r \cos \theta$ ——润湿剂的润湿张力。

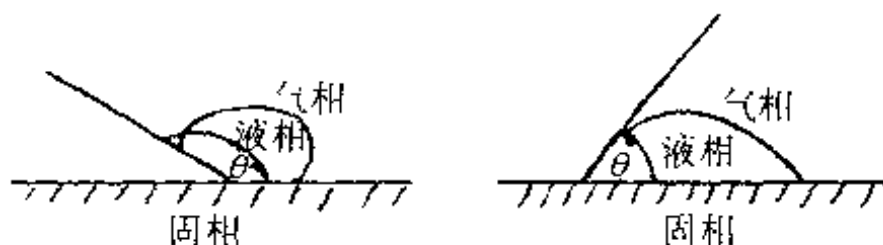


图 4-1 颜料的润湿

2. 颜料的细化 颜料的细化是将团聚体颗粒粉碎,它主要借助机械运动(冲击应力)和颜料团聚体与周围介质的剪切应力来完成。颜料细化的基本方法有:干混法、液体剪切法和熔体剪切法。

干混法是依靠粒状树脂在高速混合过程中的冲击应力来实现对颜料团聚体颗粒的粉碎,干混时通常采用高速、高冲击的设备,如高速搅拌机等,以获取足够的冲击应力。干混时,颜料应容易分散的,否则需经表面处理,以保证干混后的颜料颗粒粒径减小到  $100 \mu\text{m}$  左右。此后,颜料颗粒再经双螺杆的剪切、进一步细化至  $1 \mu\text{m}$  左右。干混时,可加入适量白油、松节油、磷酸酯



类以润湿颜料并使其粘附于树脂上,以利于和树脂熔融后的分散混合。

液体剪切法是通过液体介质传递剪切力而使颜料的团聚体破碎的方法。液体可以是增塑剂、水、聚合物溶液等。常用的设备为:三辊研磨机、砂磨机等。使用三辊研磨机可使颜料细度达到  $10 \sim 20 \mu\text{m}$ 。而用砂磨机颜料粒度可小于  $1 \mu\text{m}$ 。用这种方法处理的颜料适用于纤维和超薄薄膜的着色。

细化后的颜料,粒径减小,表面积增大,表面自由能也会增加,因此当外力取消后,颜料颗粒会重新聚集。为防止颜料粒子的再聚集,通常在研磨后的颜料颗粒表面吸附一层包覆层,以降低颜料粒子的表面能。这一过程叫细化后稳定。马克尔理论指出,由于颜料颗粒表面吸附一层物质,形成颜料粒子间吸附的立体阻碍,影响了颜料粒子间的再凝聚。颜料粒子再凝聚的能力与其粒子表面物理性质(形状、多孔性)和化学性质(极性、表面张力)有关。两种以上颜料共同使用时,由于各种颜料可能带有相反的电荷,也容易使颜料凝聚。

常见的颜料表面处理方法有化学法和物理法两种。化学法是在颜料合成过程中加入适当的添加剂,也可以用合适的表面处理剂处理颜料成品,从而改善颜料表面性能,提高颜料的润湿性、分散性、易研磨性和抗凝聚性等。如炭黑的化学表面处理可采用各种氧化剂(高锰酸钾、重铬酸钾、次氯酸钠和硝酸等)进行氧化处理。物理法就是对颜料施加机械能,使颜料表面物理状态发生变化,然后添加其他组分来改善颜料的表面性能。如国外发明了一种新型的节能、环保物理法。这种方法是在常温、常压下,通过机械活化的方法将颜料包覆在微细化的核心料(方解石、重晶石、滑石等)颗粒上,通过在廉价的核心料颗粒上包覆一层颜料粒子,不仅节省了昂贵的颜料,而且也充分发挥了颜料的

作用。由于核心料与包覆料晶体之间是通过电作用结合,这样就确保了颜料的均匀性和稳定性。

我们可以根据颜料细化后的状态不同,选用不同的预混设备,如细化后要使颜料呈粉状,可选用高速搅拌机;细化后呈膏状,可用二辊塑炼机等。

3. 混合分散 混合分散是将细化稳定后的颜料粒子均匀地分布到需要着色的塑料颗粒中去。颜料在塑料中的混合分散过程可分为两步:第一步是预混,即在预混机里将一定量的塑料与处理过的颜料粉末互相混合;第二步熔融混合,即在塑料加工设备中,高温下使熔融状态的塑料在剪切力的作用下与颜料进行最后分散,成型后可直接得到着色的塑料制品或挤出造粒制得高浓度色母料。

## 第五章 塑料的着色方法

目前用于塑料的着色方法有：干混法、液体法(糊状)和色母料等,可根据塑料种类和塑料制品要求,选择不同的着色方法。表5-1示出各种着色方法的比较。

表5-1 各种着色方式的比较

着色方法		液体法 存在的问题及 解决办法	色母料法 存在的问题及 解决办法	干混法 存在的问题及 解决办法
性能	粒子粗细	优	优	中等
	分散均匀	中等,有流痕 调整载体、颜料 等	易出现流痕 调整粘度等	中等
成型性,操作性等	成型同期	中等,多加会打滑,提高浓度	优	优
	换色性	中等,计量器的洗净是问题	中等,混合器的洗净可直接供给	优,成型机内的洗净是难题
	色料的操作性	劣,因是液体,操作性差	中等	优
	自动化	优	优	劣,多品种有问题
分散性	计量性	中等,粘度的偏差 改进计量设备	中等,颗粒体积 密度偏差用重量 式计量器	劣
	着色自由度	中等,最大2.0phr 提高浓度	优	优

续表

着色方法 性能		液体法 存在的问题及 解决办法	色母料法 存在的问题及 解决办法	干混法 存在的问题及 解决办法
对物性的影响	机械物性	中等,热变形温度稍低 提高浓度	中等	优
	耐热性	优	中等	劣
	耐候性	优	优	优
经济性	着色成本	优	中等 提高浓度	优
	设备费用	中等	中等	优
	库存费用	优	中等 提高浓度	劣
	多功能化	添加量不能大 提高浓度	优	中等

## 第一节 干混法

### 一、干混法

干混法也称浮染着色法,用树脂与粉状着色剂直接混合。用螺杆式注塑机生产普通制品,均可采用干混法直接注塑着色。这样不但可以简化造粒工序,而且减少由于造粒加热树脂所产生的降解,并能降低生产成本。

干混着色工艺流程见图 5-1。

表面活性剂的作用是在分散颜料的同时,又将颜料粘附在塑料颗粒上。一般可采用白油、松节油、磷酸三甲苯酯等作为表

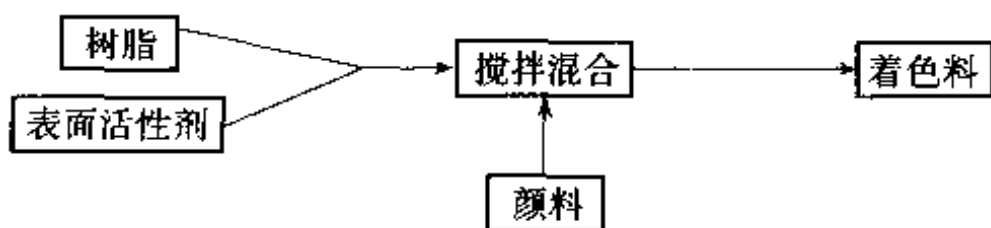


图 5-1 干混着色工艺流程

面活性剂。

混合质量的好坏主要取决于搅拌时间和着色剂浓度,此外与搅拌温度等也有一定的关系。当着色剂的浓度较低(0.2%左右)时,混合质量的好坏与搅拌温度、搅拌时间的关系不大,但当着色剂浓度增加到 0.5%~1.0%时,搅拌温度的升高与搅拌时间的延长可明显提高搅拌的混合质量,见图 5-2 和图 5-3。搅拌过程中,一般混合质量随搅拌的温度、搅拌速度和搅拌时间的增加而提高。

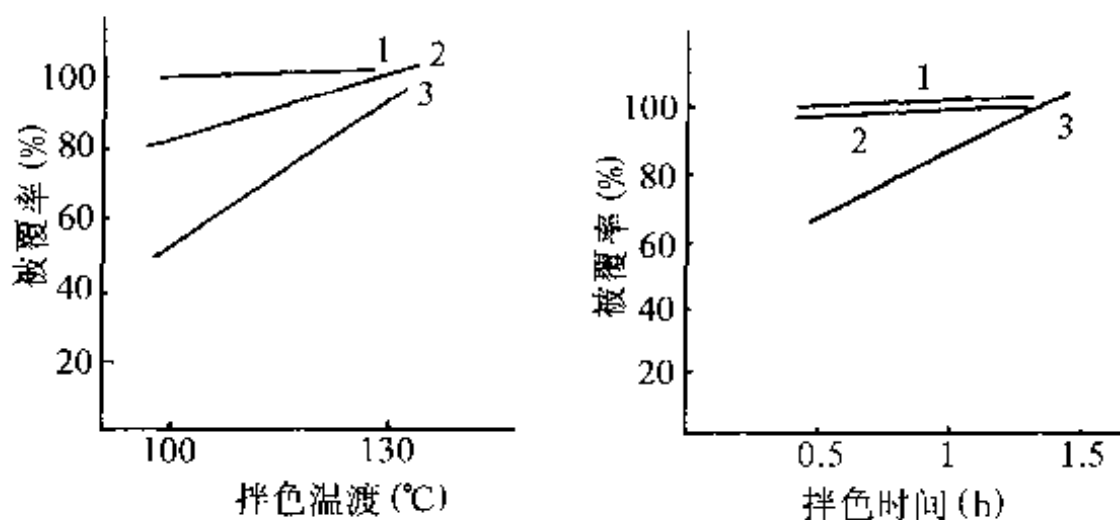


图 5-2 拌色温度与被覆率的关系 图 5-3 拌色时间与被覆率的关系

图中 1、2、3 分别代表了浓度为 0.1%、0.5%、1% 的着色剂在单位时间里的变化情况。

着色剂的浓度大于 2% 时,混合质量不随浓度的增加而提高,这是因为塑料粒子的表面积是一定的,当全部粒子表面基本上粘附着色剂后,再增加着色剂的量只能起填充作用。

干混法着色虽然工艺简单,成本低,但污染大,着色稳定性、计量性较差,自动化程度低,且不能用于薄膜制品、纤维制品等对颜料粒子分散要求严格的场合。

## 二、干混着色法配色实例

配方实例中均为质量份数。

### 1. PP 挤出或注射制品橘红色配方:

PP 100      LDPE 5      耐晒大红粉 0.06  
耐晒黄 G 0.13      钛白粉 0.4      液体石蜡 适量

此配方适用于柑橘产品的包装,如挤出编织网袋,注射周转箱等。

### 2. EVA 制品黄色配方

EVA 100      中铬黄 1.2      荧光黄 YG-51 0.06  
钛白粉 0.4      液体石蜡 适量

### 3. PP 挤出制品橘黄色配方

PP 100      LDPE 9.8      中黄母粒(上海产) 5.7  
R-银朱(红色粉状) 0.025

着色时,先将 R-银朱粉与 LDPE 颗粒在有分散剂的条件下混合,得到浮染的 LDPE 红色粒。然后将 PP 颗粒、LDPE 红色颗粒、中黄母粒分别通过自动上料着色系统由旋转盘计量自动投入挤出机主料斗混合并加工。



## 第二节 液体法

液体法比较简单,主要包括色浆和液体颜料两部分。

1. 色浆 色浆又称调色颜料,是用增塑剂分散颜料后得到的着色剂,主要用于软质 PVC 制品中。有污染性,颜料易凝集,颜色不稳定,贮存稳定期短等缺点。除用于 PVC 制品外,还使用于不饱和聚酯等热固性树脂中。

2. 液体颜料 液体颜料是将颜料分散在高沸点载色剂中的液状着色剂。可直接用简单的计量泵在成型机料斗下的螺杆中注入到塑料中去,因此没有预备混合的必要,适用于多品种、少批量的生产。

## 第三节 色母料法

目前,国内外普遍采用色母料塑料着色工艺,色母料主要由基本颜料、载体树脂和添加剂组成。这种颜料聚集体是通过特殊方法,把颜料以较高浓度载附于特定树脂中而得到的一种高效着色剂。使用色母料对塑料进行着色较传统的浮染法有以下优点。

1. 分散均匀、质量优良 由于在生产色母料时已对颜料进行了预处理,颜料粒径确保在  $1 \sim 20\mu\text{m}$  之间,因此制得的塑料制品颜色鲜艳、亮丽,而且对分散性要求高的薄膜、单丝、纤维等也适用。

2. 环境污染小 由于色母料是颗粒状,无颜料粉尘,因此操作中无粉尘飞扬而产生的污染。

3. 使用方便 在色母料中颜料已经分散,不需要研磨,所以,当使用色母粒时,只要将其均匀地分散在需要着色的塑料原

料中即可,因而减少了贮料环节,同时节能降耗,适用于自动化连续生产。

色母料和其他着色方法的比较见表 5-2。

表 5-2 色母粒和其他着色方法的对比

着色剂 形状		着色方法	特 征				适用范围
			分散 性	飞扬 性	操作 性	自动计 量性	
固体状 着色剂	颗粒状 颜料	直接挤出 或注塑	优	无	易	易	PE, PP, PS, ABS, A/S 等一般工业品
	色母粒	使用时稀 释 10~50 倍	优	无	易	易	PE, PP, PS, ABS 等电 线、薄膜、板材、单 丝、纤维
粉末状 着色剂		干颜料 + 分散剂	良	有	稍难	稍难	PE, PP, PC, ABS, 硬 PVC 等一般工业品
糊状着色剂		颜料分散于 增塑剂或不 挥发的有机 溶剂中	优	无	易	难	软 PVC 薄膜、板材、 建材等工业品
液状着色剂		高浓度颜料 分散于有机 溶剂中	优	无	易	易	PE, PP, PS, ABS 等薄 膜、挤出、注塑制品

色母料按不同的用途划分,可分为注塑成型用色母料、吹膜用色母料、纤维用色母料、通用型色母料(万能色母料)及多功能色母料等几个品种。色母料按制造方法可分为:油墨法、冲洗法、捏合法和金属皂法。

## 一、通用色母料

通用色母料(万能色母料)开发难度较大,因此这种色母料

的生产厂家较少。通用色母料可以用于多种塑料的着色,但是要使其满足各种塑料的性能往往是不足的,只作为一般低要求制品的应用是可行的。一般的通用色母料具有如下特点:

- (1) 适用于多种塑料着色;
- (2) 使用简便,便于存放;
- (3) 针对某一种塑料,其着色效果不如专用色母料。

通用色母料载体可以是直链脂肪酸的盐类,国外也有用氧化聚乙烯做载体的。

广州羊城工程塑料有限公司选用特殊树脂(K树脂)和EVA为载体,研制开发成功了通用万能色母料,其颜色有40余种,适用于多种塑料和橡胶制品。福州市塑料科学技术研究所开发了含颜料40%~60%的通用超浓度色母料,可用于PE、PP、PVC、PS、HIPS、AS、PC、POM、ABS、PA等制品的着色。江苏丹阳市家电配件二厂开发了可用于多种工程塑料(POM、PC、PA等)的通用级高浓度色母料,其浓度为普通色母料的4~10倍,可按1:(100~250)的比例与塑料混合使用。

## 二、专用色母料

专用色母料的用途单一,针对性强。如PVC色母料只能用于PVC制品的着色,而不能用于其他塑料的着色。尽管如此,由于它的着色效果好,价格便宜,因而应用广泛,产量也较大。

1. 聚烯烃色母料 聚烯烃色母料在色母料中历史最长,产量最大,技术最成熟。

(1) 配方:聚烯烃色母料的组成主要有颜料、分散剂、载体三部分。有时也可根据制品使用环境要求加入其他助剂。

①颜料:聚烯烃着色母料常用无机颜料有二氧化钛、氧化铁红、氧化铁黄、镉红、镉黄、炭黑等。常用有机颜料有酞菁蓝、

酞菁绿、酞菁红、耐晒大红 BBN、塑料红 6R、偶氮红 2BC、大分子红 BR、大分子黄 2GL、永固黄 GG、永固紫等,加入比例一般为 15% ~ 40%。

②分散剂。分散剂除要求将颜料分散成细微、稳定和均匀分布在塑料中的一些粒径颗粒,并在加工中不再凝聚外,还要求它与树脂的相溶性要好,且分散剂的熔点应低于树脂熔点。聚烯烃着色母料常用的分散剂有:聚乙烯低分子蜡、氧化聚乙烯、硬脂酸盐、白油等,加入量约 20% ~ 30% 为佳。

根据经验,选用相对分子质量在 1000 ~ 3000 的聚乙烯蜡作分散剂较好。

低相对分子质量的聚乙烯蜡是将高相对分子质量的聚乙烯通过热裂解而得的,所以其相对分子质量分布较宽,这对颜料的分散和产品质量不利。而且国产蜡在 230℃ 时开始分解,所以不适于生产纤维级色母料。

低分子蜡加入量的大小,对颜料分散的好坏有影响,即加入量大有利于颜料分散性的提高,反之亦然。但是低分子蜡加得过多又会降低制品的机械强度。如薄膜制品中低分子蜡加入量过多会降低薄膜的拉伸强度。因此,我们在生产色母料过程中应该注意分散剂的加入量,保证颜料既分散好,又不影响制品的机械性能。

国内外低分子蜡性能指标的对比情况见表 5-3。

表 5-3 国内外低分子蜡质量对比

项目	北京助剂二厂 1913	美国联碳 AC-617A	美国 Exxon E625	日本三井石化 220P	德国赫司特 520
相对分子质量	2000 ~ 3000	—	—	2000	—
密度(g/cm <sup>3</sup> )	≥0.91	0.91	0.92	0.92	0.93
针入度(dmm)	10	7	6	13	—

续表

项目	北京助剂一 厂 1913	美国联碳 AC-617A	美国 Exxon E625	日本 三井 石化 220P	德国 赫司特 520
粘度(Pa·s)	0.55	0.18	0.5	0.07	—
滴点(℃)	≤110	102	105	—	—
软化点(℃)	—	—	77	—	—
熔点(℃)	≤110	—	103	—	—
维卡软化点(℃)	—	—	0.1	—	—

③载体树脂。载体树脂是色母料的基体,主要对着色剂起包覆粘结作用,使色母成粒,并有一定强度。同时载体的流动性应大于被着色树脂,且着色后不影响制品的性能。

一般着色母料载体树脂可采用相对分子质量低于被着色树脂的同类聚合物。因此,聚烯烃色母料的载体通常可选用聚丙烯、聚乙烯及其低聚物。由于载体和被着色树脂的结构一致,有极好的相容性,又因为其熔体流动速率远大于被着色树脂,因此,在加工过程中色母粒流动性好,有利于均匀着色。载体树脂的加入量一般为 30%~70%。

④其他助剂。色母料除了由上述三种主要成分组成外,根据所制色母料的品种和用途不同,有时还要加入润滑剂、偶联剂、抗氧剂、紫外吸收剂、光亮剂、抗静电剂、增韧剂、阻燃剂等,成为多功能性色母料,以增加色母料的附加值。

⑤配方。具体见表 5-4。

表 5-4 聚烯烃色母料的典型配方

色母料品种	配 比 量		
	着色剂	分散剂及其他助剂	载体树脂(LDPE)
瓷白	50	10~15	40~35
大红	30	15~20	55~50

续表

色母料品种	配 比 量		
	着色剂	分散剂及其他助剂	载体树脂(LDPE)
天蓝	30	15 ~ 20	55 ~ 50
荧光鹅黄	30	10 ~ 20	60 ~ 50
中灰	40	10 ~ 15	50 ~ 45
咖啡	30	15 ~ 20	55 ~ 50
大绿	20	5 ~ 10	75 ~ 70
黑色	30	15 ~ 30	55 ~ 40

\* 色母料中着色剂的浓度是根据着色剂分散难易及实际应用需要而定的。

(2) 生产工艺流程:色母粒的制造方法有油墨法、冲洗法、捏合法和金属皂法。

①油墨法。该法采用油墨色浆的生产方法,将聚乙烯低分子蜡、白油、液体石蜡,通过三辊研磨,使之在颜料表面包覆一层低分子保护层。其流程见图 5-4。

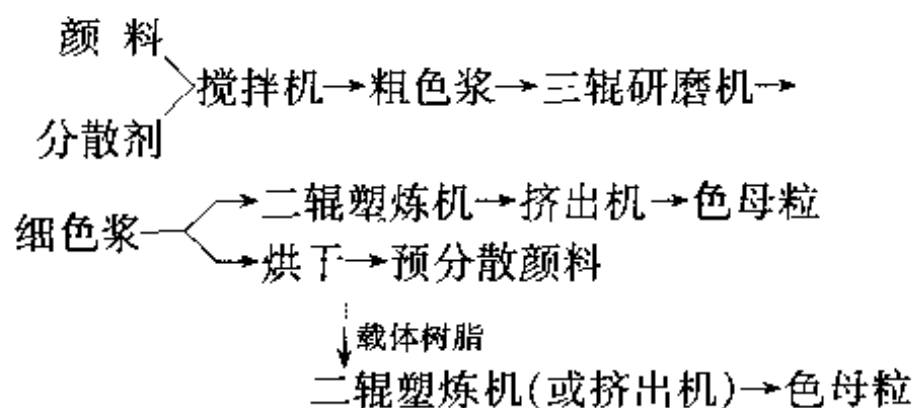


图 5-4 油墨法工艺流程

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,其流程见图 5-5。



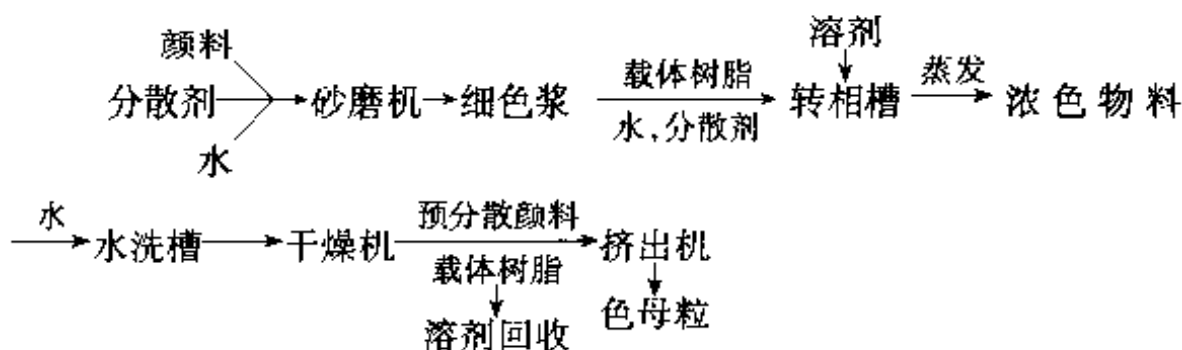


图 5-5 冲洗法工艺流程

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,油性载体又将颜料表面覆盖,使颜料达到稳定分散,工艺流程见图 5-6。

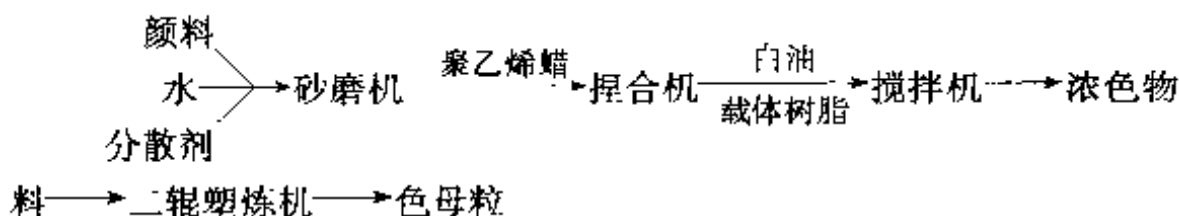


图 5-6 捏合法工艺流程

④金属皂法。颜料经过研磨后粒度达到  $1\ \mu\text{m}$  左右时,在一定温度下加入皂液,使每个颜料颗粒表面被其润湿。当金属盐溶液加入后与在颜料表面的皂化层起化学反应生成一层保护层,这就使得颜料颗粒不会再重凝聚从而达到分散的目的。工艺流程见图 5-7。

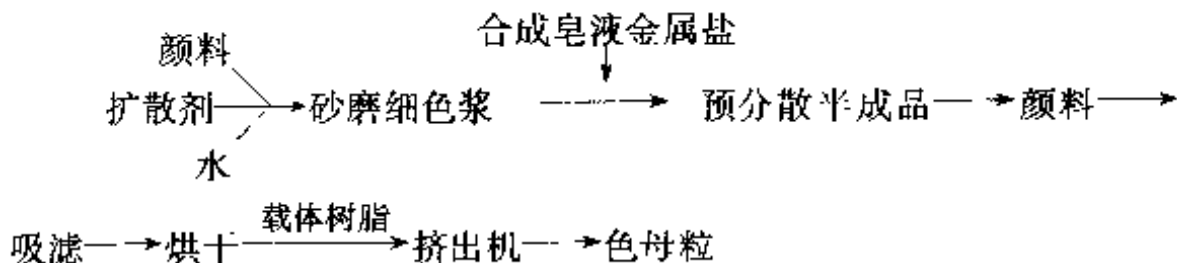


图 5-7 金属皂法工艺流程

(3) 色母料的使用:色母料的使用量取决于色母料的着色

浓度、色相、塑料制品类型及被着色树脂的流动性等,一般为1:(10~250),薄细制品、深色制品的色母料用量较多,并宜用高浓度色母料;厚制品、浅色制品用量较少,并宜用低浓度色母料。

色母料与被着色树脂用量配比见表5-5(供参考)。

表5-5 色母料与被着色树脂的配比

塑料制品名称	100 kg 被着色树脂不同浓度色母料用量(kg)					
	35%	30%	25%	20%	15%	10%
地膜或垃圾袋	2.8~3.7	3.3~4.3	4~5.2	5~6.5	6.6~8.6	10~13
农膜	2~2.8	2.3~3.3	2.8~4	3.5~5.0	4.6~6.6	7~10
捆扎绳	0.1~0.5	0.13~0.7	0.16~0.8	0.2~1.0	0.26~1.3	0.4~2
彩条膜	1.0~1.7	1.3~2.0	1.6~2.4	2~3	2.6~4.0	4~4.5
电线电缆	0.35~0.9	0.4~1.0	0.48~1.2	0.6~1.5	0.8~2	1.2~3
注射制品	0.82~0.2	1.0~2.3	0.12~0.28	0.15~3.5	0.2~0.46	0.3~0.7

注塑制品使用色母料时,应提高加料段温度,使之接近压缩段的温度,以使色母料进入机筒尽快熔融,从而与塑料均匀混合。

(4) 聚烯烃着色母料生产实例:通信绝缘电缆料用色母料。

①载体树脂的选择。电缆用色母料对载体树脂的电绝缘性能要求很高,杂质、灰分应少,并能适应高速挤出工艺。经试验最后选择熔体流动速率较小的进口 LDPE 料。此种载体具有良好的热稳定性、流动性和电气性能,能够适应高速薄层挤出。

②颜料的选择。根据对通信电缆的电气性能、生产工艺、使用环境等特殊要求,其着色颜料应能满足如下要求:色彩鲜艳,即使在较暗灯光下也容易识别;着色线芯的色调应符合 IEC 出版物 304 标准,耐迁移性好,不允许污染邻近线芯;耐热性好,260℃时不允许有严重褪色;耐溶剂性好;不含有重金属。

③分散剂的选择。选择相对分子质量分布窄的聚乙烯蜡。

④主要设备。具体见表 5-6。

表 5-6 色母料制造所用设备

型号	设备名称
GH200-A, GH 10-A	高速混合机
SJ-45B	单螺杆挤出机
SK-160B	双辊炼塑机
QLB-350×350×2	平板硫化机
SZ-68/50	注塑机
XRZ-400S	熔体流动速率仪
ACS-400	电脑配色仪

⑤工艺路线。见图 5-8。

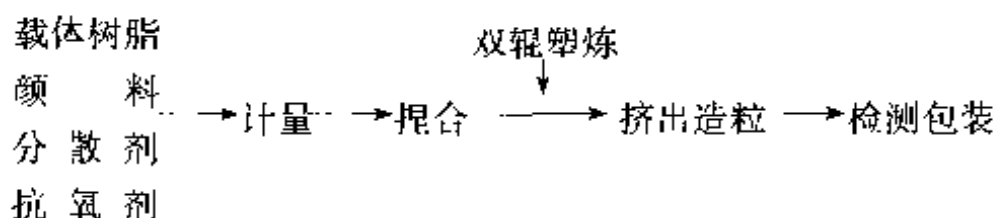


图 5-8 色母料生产工艺路线

⑥标准色配制。高速挤出通信电缆色母料要求 10 种颜色配套,以使在配线和检修时易于识别,按孟塞尔表色系统来标定色度坐标。电缆用色母料的 10 种颜色的色度坐标见表 5-7。

表 5-7 10 种颜色的色度坐标

颜色	红	橘	棕	黄	绿	蓝	紫	白	灰	黑
孟塞尔坐标	2.5R 4/12	2.5YR 6/14	2.5YR 3.5/6	5YR 0.5/12	2.5G 6/12	2.5PB 4/10	2.5P 4/10	N 9/	N 5/	N 2/

⑦配色和校色。把所有选定的颜料按照一定的配比(电脑软件的要求)制成色板,输入计算机内贮存。根据国外通信电缆色母料,按 1:30 的配比制成 2 mm 厚的标准色板。用电脑配色

仪(或目测)测定标准色板的初步配方(每色 5 只),并确定其中 1 只作为实验配方。校色,确定最终配方,见表 5-8。

表 5-8 电脑配色仪的配色

组分(%) 颜色	载体	颜料	分散剂	抗氧剂
红	66	23.4	9.8	0.8
橘	62	37	10.2	0.8
棕	64	26	9.4	0.6
黄	62	28.6	8.6	0.8
绿	62	28	9.2	0.8
蓝	62	28	9.2	0.8
紫	60	29	10.2	0.8
白	48	40	1.4	0.6
灰	60	24	10	0.6
黑	64	15.4	20	0.6

⑧产品性能。该产品在生产线上的挤出线速度可达 1800 ~ 2000 m/min,并且芯线外观光洁,色泽均匀。使用上海塑料二十厂产色母料与进口色母料的电气性能对照见表 5-9。

表 5-9 国产色母料与进口色母料电气性能对照

生产单位	美国 WILSON - FIBERFIL 公司			上海塑料二十厂		
项目 指标	介电 常数 $\epsilon$	介质损耗 角正切 $\lg \delta$	体积电阻率 $\Omega \cdot m$	介电 常数 $\epsilon$	介质损耗 角正切 $\lg \delta$	体积电阻率 $\Omega \cdot m$
标准 颜色	$\leq 2.35$	$< 6 \times 10^{-4}$	$> 1 \times 10^{13}$	$\leq 2.35$	$< 5 \times 10^{-4}$	$> 1 \times 10^{13}$
蓝	2.24	$3.6 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{13}$	2.34	$3.93 \times 10^{-4}$	$6.8 \times 10^{13}$
橘	2.33	$4.1 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.34	$2.65 \times 10^{-4}$	$2.8 \times 10^{13}$
绿	2.31	$3.8 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.29	$4.74 \times 10^{-4}$	$9.7 \times 10^{13}$

续表

生产单位	美国 WILSON - FIBERFIL 公司			上海塑料二十一厂		
项目 指标	介电 常数 $\epsilon$	介质损耗 角正切 $\text{tg}\delta$	体积电阻率 $\Omega\cdot\text{m}$	介电 常数 $\epsilon$	介质损耗 角正切 $\text{tg}\delta$	体积电阻率 $\Omega\cdot\text{m}$
棕	2.32	$3.8 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{13}$	2.34	$3.17 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{13}$
灰	2.33	$3.6 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.30	$4.14 \times 10^{-4}$	$9.2 \times 10^{13}$
白	2.31	$3.9 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.34	$1.85 \times 10^{-4}$	$9.7 \times 10^{13}$
红	2.31	$3.7 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.31	$4.93 \times 10^{-4}$	$9.4 \times 10^{13}$
黑	2.35	$3.9 \times 10^{-4}$	$1.5 \times 10^{13}$	2.35	$3.11 \times 10^{-4}$	$6.9 \times 10^{13}$
黄	2.34	$3.9 \times 10^{-4}$	$1.5 \times 10^{13}$	2.30	$2.90 \times 10^{-4}$	$9.0 \times 10^{13}$
紫	2.31	$3.8 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$	2.30	$3.96 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{13}$

2. 聚苯乙烯类色母料 PS、ABS、A/S、S/AN 等色母料主要由颜(染)料、载体树脂和分散剂组成。

(1) 颜料的选择:聚苯乙烯类色母料用颜料除一般有机、无机颜料外,也有用染料的,其中 ABS 常用的染料有蒽醌类染料、偶氮染料。

(2) 载体树脂的选择:载体树脂对制品的性能影响较大,载体树脂可以用高流动性聚苯乙烯,最好选用抗冲级载体树脂。若用抗冲级 ABS 或 A/S 为载体树脂生产的色母料,则用于 ABS 等塑料时不会影响制品的抗冲击性。

(3) 分散剂的选择:ABS、A/S(不透明)色母料的分散剂可用硬脂酸镁,HIPS(不透明)可用硬脂酸锌,而 PS、A/S(透明)则可采用熔点为  $135^{\circ}\text{C} \sim 145^{\circ}\text{C}$  的硬脂酸乙二胺,也可采用磷酸三(甲苯)酯,其用量为  $0.1\% \sim 0.5\%$ 。若选用改进的硬脂酸系列作分散剂,则效果会更好,它们的分散性对比见表 5-10。

表 5-10 硬脂酸和改进硬脂酸系列分散性的对比

	序号	分散剂	使用量 %	分散性*	
				TiO <sub>2</sub>	群青
原来分散剂	1	不添加	0	1	1
	2	硬脂酸锌	5	2	2
	3	硬脂酸锌	10	3	3
	4	硬脂酸锌	20	3	3
	5	硬脂酸钙	10	2	2
改进硬脂酸系列	6	C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> OCH <sub>2</sub> COOH	10	3	3
	7	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOH	10	4	4
	8	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COONa	5	4	4
	9	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COONa	10	5	5
	10	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOK	5	4	4
	11	C <sub>14</sub> H <sub>29</sub> OCH <sub>2</sub> COOZn	10	3	3
	12	C <sub>14</sub> H <sub>29</sub> OCH <sub>2</sub> COOZn	20	4	4
	13	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOZn	5	4	4
	14	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOZn	10	5	5
	15	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOZn	20	5	5
	16	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOCa	5	4	4
	17	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOCa	10	5	5
	18	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> OCH <sub>2</sub> COOCa	20	5	5

\* 分散性 1~5 为由低到高。

从表中可以看出,改进硬脂酸系列分散较好,加入量 5% 就可达到分散 4 级,而普通硬脂酸系列加入 20% 也达不到分散 4 级的水平。

值得指出的是 ABS 是由三种单体共聚而成的,因其具有三



种不同的成分,故其熔融流动性比较复杂,这就对其着色的色母料的分散性提出了更高的要求。色母料在塑料中的分散受很多因素的影响,总的来说有三个方面:一是色母料的配方;二是成型设备;三是加工工艺条件。其中色母料的配方包括:载体、颜(染)料、分散剂。成型设备包括:注塑机、挤出机、模具等。加工工艺包括:料筒各区段的温度、成型压力、成型周期等。这些因素都有可能影响色母料在 ABS 中的分散性。下面介绍 ABS 专用色母料的配方

①载体。由于 ABS 的熔融流动性比较复杂,因此在载体的选择上应着重于载体本身具有良好的熔融流动性,载体还应与颜料有较强的亲和性及与 ABS 有良好的相容性。可选择改性 ABS 作母料的载体(改性的目的是提高其流动性,主动扩散能力和对颜料的承载、亲和能力)。

②颜(染)料。颜(染)料本身的分散性对色母料的分散性有着重要的影响。对于分散性不好的颜色可先进行表面活化处理,同种颜料的表面处理方式不同,所得到的效果也不相同。以二氧化钛为例,用  $\text{Al}_2\text{O}_3$  包覆并经有机处理的二氧化钛,比用  $\text{SiO}_2$  包覆处理的二氧化钛的分散性要好。因此,对颜料要有针对性地进行表面处理,不同的颜料采取不同的处理方式,使颜料本身的分散性得以提高。

③分散剂。要想使色母料在应用中取得优良的分散效果,光靠颜料本身的分散能力是不够的,还应加入适用的分散剂。选择分散剂体系的一个重要出发点就是加强颜料与载体之间的亲和性,提高载体的承载能力,以使载体能够牢固地带着颜料分散于基体树脂中。目前国内外 ABS 色母料中使用的分散剂主要有:硬脂酸皂(包括钠盐、镁盐、钙盐和锌盐等);聚烯烃及改性聚烯烃;酯类化合物(硬脂酸甘油酯、磷酸酯、卤芳基磷酸酯及聚

酯化合物)。

(4) 聚苯乙烯类色母料应用实例:

①摩托车挡泥板。采用 KUASY5000/6-30 注塑机,物料配方见表 5-11,成型工艺条件见表 5-12。

表 5-11 物料配方(颜色橘黄)

原料名称	配比
日本 GR-1000ABS	10 kg
P-G 橙	10 g
P-7G 黄	5 g
硬脂酸镁	2.5 g
二氧化钛	20 g
磷酸三甲苯酯	25 ml

表 5-12 成型工艺条件

工艺名称	参数
计量段温度(℃)	210
注射压力(MPa)	9.0
背压(MPa)	1.2
螺杆转速(r/min)	46

②电视机旋钮。采用 XS-ZY-250 注射机,配方见表 5-13,成型条件见表 5-14。

表 5-13 物料配方(颜色果绿)

原料名称	配比
ABS	10 kg
酞菁绿	20 g
硬酯酸钙	2 g
白油	30 mL

表 5 - 14 成型工艺条件

工艺名称	参数
计量段温度(℃)	200
注射压力(MPa)	40
背 压(MPa)	1.0
螺杆转速(r/min)	31

### 3. 聚氯乙烯用色母料

(1) 颜料的选择:应根据品种和用途的不同而加以选择,软质 PVC 中由于增塑剂用量比较大,因此,应选用迁移性小的颜料,一般采用无机颜料和较大相对分子质量的有机颜料,如酞菁类、偶氮类、异吲哚啉酮类、二噁嗪类、喹吖啶酮类。染料和溶解性有机颜料(如耐晒黄)不宜采用。

硬质 PVC 制品主要用于型材、管材等室外硬制品,应选择耐热、耐光性好的颜料。有机颜料中的多偶氮类、喹吖啶酮类、酞菁类以及无机颜料中的镉黄、镉红、炭黑、二氧化钛等均可采用。

另外,由于聚氯乙烯在成型过程中会分解出氯化氢,因此,选择的颜料应与氯化氢发生反应或产生颜色变化。为此,一般不宜选用氧化铁红、铅白、亚铅黄、铜粉等颜料。

(2) 分散剂的选择:聚氯乙烯色母料的分散剂可选择硬脂酸盐类、硬脂酸酯类、高级脂肪醇类、蜡类、聚醚类。但综合考察色母料的分散性和流动性,硬脂酸盐类与聚醚类或与硬脂酸酯类配合使用着色效果较好,其中聚醚类优于硬脂酸酯类。因为聚醚类分散剂既起到分散颜料作用,又有较大的润滑增塑效应,在熔化状态聚醚类分散剂使 PVC 分子间间隔增大,有利于聚氯乙烯的流动。

(3) 载体树脂的选择:作为色母料的载体必须与被着色塑料有极好的相容性,对于聚氯乙烯色母料来说,CPE、EVA、MBS

等可作为聚氯乙烯的载体。

4. 热塑性聚酯用色母料 热塑性聚酯用色母料的生产方法有溶剂法和可溶性染料法两种。它由颜(染)料和载体两部分组成。

(1) 颜(染)料的选择: 聚酯色母粒所用的颜(染)料有两类, 一类为普通的有机和无机颜料, 另一类为油溶性透明染料, 其结构是蒽醌和杂环类, 后者比较常用。

国产油溶性染料有黄 101、紫 401、橙 201、红 302、蓝 502、绿 601、涤黄 8201、涤橙 8201、涤红 8206、涤蓝 8201 等。

一些聚酯用染料的性能见表 5-15。

表 5-15 聚酯用染料性能

品 种	熔点(℃)	分解温度 <sup>①</sup> (℃)
聚酯非尔黄 S-5GL	264	340
聚酯非尔红 S-B	330	340
聚酯非尔红 S-FBL	340	320
聚酯非尔紫 S-4RL	312	320
聚酯非尔蓝 S-RLS	170	310
聚酯非尔蓝 S-RBI	240	360
聚酯非尔蓝 S-FGL	208	340
聚酯非尔绿 S-3GL	227	320
聚酯非尔绿 S-BIS	299	340
聚酯非尔棕 S-RI	< 360	360

① 分解温度采用 DSC 方法测得。

(2) 载体树脂的选择: 聚酯色母料的载体树脂应符合下列要求:

① 与聚酯树脂有良好的相容性。

②软化点和熔点低于聚酯树脂。

③有较好的染色性。

④有适当的粘度。

通常采用三元共聚酯树脂为载体树脂,它由对苯二甲酸二元醇酯、间苯二甲酸二元醇酯和对苯二甲酸多元醇酯三种单体以一定的比例,在钛系催化剂和磷酸酯类的有机化合物为稳定剂的作用下进行共缩聚制得。

(3) 聚酯色母料的生产工艺:聚酯色母料的生产工艺有两种,即溶剂法和可溶性染料法。溶剂法是将颜料置于载体树脂和有机溶剂中进行研磨,该溶剂用后虽可进行回收,但对环境仍会造成一定的污染,加之此法工艺复杂,现在大多数厂家采用可溶性染料法,工艺流程见图 5-9

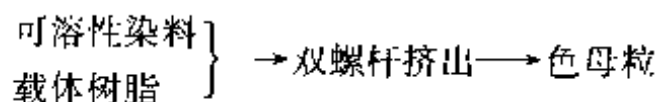


图 5-9 可溶性染料法工艺流程

5. 尼龙用色母料 尼龙系综合性能优异、用途广泛的一种工程塑料,具有较高的加工温度,因此配制色母料时要注意尽量不要影响材料的综合性能,同时要适应尼龙的加工条件。

(1) 颜料的选择:尼龙色母料的颜料首先要有良好的热稳定性,保证其在加工温度下(220℃~280℃)化学结构稳定;另外要避免颜料与尼龙大分子中显碱性的活性基团酰胺基发生反应。

尼龙着色常用的颜料有:镉红、塑料红、铁红、酞菁红、镉黄、荧光黄、酞菁蓝、酞菁绿、群青、荧光橙、钛白粉、炭黑、酞菁紫、钴蓝、银粉等。

(2) 分散剂的选择:尼龙色母料的分散剂一般选用聚乙烯蜡,用以改善颜料在尼龙中的分散性能,并且在色母料的制造过

程中减少颜料颗粒的再聚集。

(3) 载体树脂的选择:尼龙色母料的载体一般选用相对分子质量较低的尼龙(相对分子质量在 14 000 左右)。

(4) 尼龙色母料制造与应用实例:注塑成型蓝色增强尼龙 6 塑料自行车轮圈。主要要求:产品在 240℃ ~ 250℃ 的料筒中 20min 不变色,产品长期暴露在室外不褪色。

①配方。见表 5-16。

表 5-16 物料配方

原料名称	配比量
尼龙 6(相对分子质量约 14 000)	100
酞菁蓝	2
群青	20
钛白粉	15
聚乙烯蜡(相对分子质量约 3000)	20
抗氧剂 1010	1
松节油	3

②色母料制造过程。将尼龙 6 与松节油加入高速混合机中低速混合 2min,放出。将酞菁蓝、群青、钛白粉放入搪瓷盘里于 100℃ 的烘箱中干燥 4h 以上,降至室温后取出。将干燥的酞菁蓝、群青、钛白粉以及抗氧剂 1010、聚乙烯蜡放入高速混合机中高速混合 5 分钟。然后加入尼龙 6 的混合物中,低速混合 5min,放出备用。将预混好的物料加入双螺杆挤出机挤出造粒,即得蓝色尼龙色母料。

③应用。该色母料按 1:40 的比例与本色增强尼龙 6 混合后,于 95℃ 的烘箱中干燥 16h,然后在 240℃ ~ 250℃ 下注塑成



型,即得蓝色增强尼龙 6 自行车轮圈。

### 三、功能色母料

各种功能色母料,如珠光色母料、阻燃色母料、抗静电色母料、防雾滴色母料、仿大理石花纹色母料、金属光泽色母料等,它们应用于要求具有相应特殊功能的塑料制品。

阻燃色母料是功能色母料的典型代表,由于有些塑料品种易燃烧、发热量高、燃烧速度快,而且有滴落现象,容易引起火灾,从而影响到该品种塑料的应用。解决的办法是向该种塑料中加入适量的阻燃剂。阻燃色母料是将阻燃剂加到着色母料中,使色母料具有着色阻燃双功能。由于阻燃色母料要将阻燃剂加入着色母料中去,因此,首先要考虑阻燃剂与其他助剂(颜料、分散剂等)是否发生反应。下面介绍一下聚烯烃阻燃色母料的生产。

#### (1) 主要原料:

高密度聚乙烯,GC7260,辽阳石油化纤厂;

低密度聚乙烯,IF7C,北京燕山石化公司;

高密度聚乙烯,7750,辽阳石油化纤公司;

聚丙烯,2401,北京燕山石化向阳化工厂;

十溴联苯醚;三氧化二锑;

氢氧化铝;聚乙烯蜡;

液体石蜡;偶联剂。

#### (2)设备:

GH-10 高速混合机,SK-160B 双辊炼塑机;

SJ-20A×25 挤出机,GJ-6 塑料切粒机

(3)工艺流程:见图 5-10。

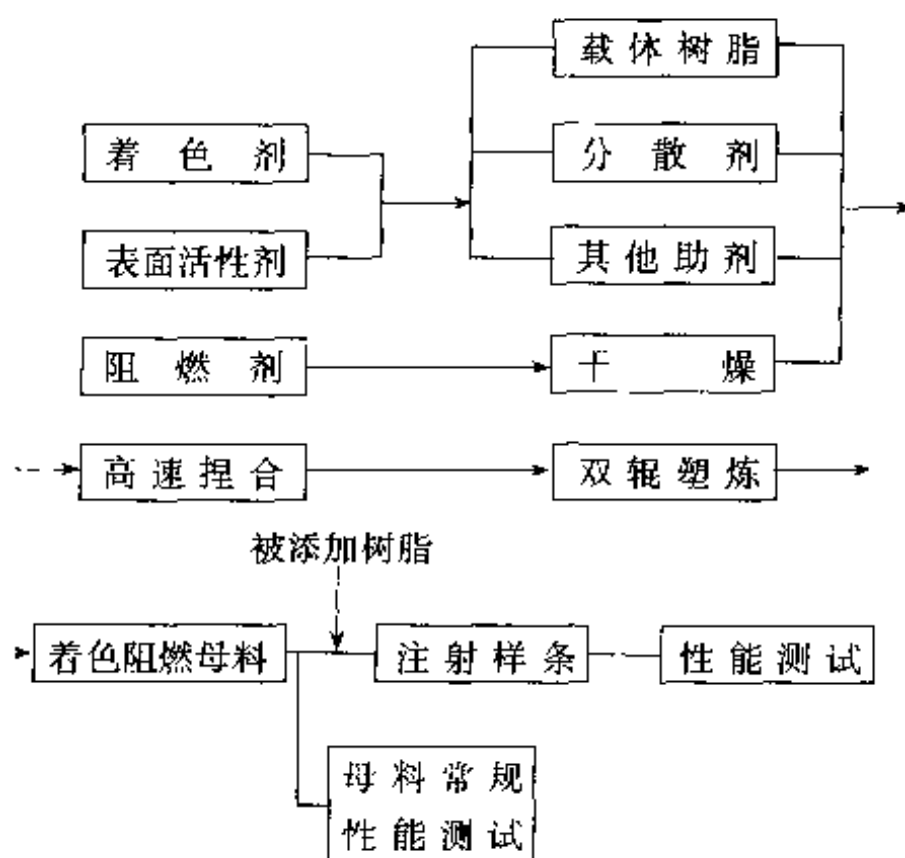


图 5-10 聚烯烃着色阻燃母料的制造工艺流程

(4) 配方：根据各组分的选样要求和协同效应及反复试验，筛选出两种典型配方，见表 5-17。

表 5-17 聚烯烃着色阻燃母料的典型配方

组分名称	I	II
着色剂	5 ~ 30	5 ~ 30
十溴联苯醚(DBDPO)	30 ~ 40	20 ~ 30
三氧化二锑( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ )	10 ~ 15	5 ~ 10
氢氧化铝[ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ]	—	10 ~ 20
载体树脂	30 ~ 40	30 ~ 40
分散剂	10 ~ 15	10 ~ 15
表面活性剂	1 ~ 2	1 ~ 2
其他助剂	1 ~ 2	1 ~ 2

着色阻燃母料的用量主要取决于着色剂的浓度、被着色树脂的流动性及被阻燃树脂阻燃性的要求。一般来说,参考用量为 20%~50%,具体配比应根据母料的着色阻燃效果通过实验确定。使用工艺与普通着色母料相同。

着色阻燃母料对聚烯烃力学性能的影响见表 5-18 和表 5-19。

表 5-18 着色阻燃母料对 HDPE 力学性能的影响

母料配方 编 号	母料加入 量(份)	缺口冲击强 度(kJ/m <sup>2</sup> )	拉伸强度 (MPa)	断裂伸长 率(%)	热变形温 度(℃)
	0	26.3	20.5	940	76
I	20	18.9	19.3	756	65
	30	14.5	18.2	685	64
II	20	17.6	20.1	784	72
	30	15.9	19.9	693	69

表 5-19 着色阻燃母料对 PP 力学性能的影响

母料配方 编 号	母料加入 量(份)	缺口冲击强 度(kJ/m <sup>2</sup> )	拉伸强度 (MPa)	断裂伸长 率(%)	热变形温 度(℃)
	0	8.8	30.7	310	105
I	20	5.7	30.3	230	91
	30	5.6	27.4	220	85
II	20	5.4	29.4	280	95
	30	5.2	25.7	220	89

由表可见,着色阻燃母料对 HDPE、PP 力学性能的影响趋势大体相似,都是随着母料加入量的增加,缺口冲击强度、拉伸强度、伸长率、热变形温度呈下降趋势,尤其是缺口冲击强度下降幅度较大。这是因为色母料中含有较多有机低分子物 and 无机化合物的缘故。

该色母料对聚烯烃阻燃性能的影响见表 5-20。

表 5-20 着色阻燃母料对 HDPE、PP 阻燃性能的影响

被着色阻燃 基体树脂	母料配方 编 号	母料加入 量(份)	水平燃烧法 <sup>①</sup>	
			阻燃等级 <sup>②</sup>	燃烧现象
HDPE	I	0	Ⅲ-25	滴落物燃烧,有少量黑烟
		20	Ⅱ-53	滴落物黑色,冒浓黑烟
		30	I	火源离开立即熄灭,冒浓黑烟
	II	20	Ⅱ-30	滴落物燃烧,冒烟明显减少
		30	I	火源离开,立即熄灭,黑烟明显减少
PP	I	0	Ⅲ-35	滴落物燃烧,有少量黑烟
		20	Ⅱ-65	滴落物燃烧,有大量黑烟
		30	I	火源离开,立即熄灭,大量黑烟
	II	20	Ⅱ-67	滴落物燃烧,黑烟明显减少
		30	Ⅱ-18	

注:①水平燃烧在空气中测定。

②GB 2408-80 { I:火源离开 2s 内熄灭;  
II:到达第一标线前熄灭,II:燃烧长度(mm);  
III:火焰前沿到达或超过第二标线,III:燃烧速度(mm)。

由表中数据和燃烧现象可看出:①加入着色阻燃母料后,HDPE、PP 的阻燃性有明显提高,而且随母料加入量的增加而增加;②卤素阻燃剂的阻燃效果比较明显,但燃烧时产生浓黑烟,会造成二次污染;③配方 II 加入无机阻燃剂(氢氧化铝)后有明显抑烟作用,但阻燃效果略低于配方 I。

#### 四、涂膜色母料

此种色母料是专用涂膜着色用色母料,要求色母料有良好的分散性、优异的耐热性能。利用薄层涂覆用色母料生产涂覆

塑料制品,如方便面包袋、有色复合塑料编织布、纸塑编织布复合包装袋等塑料制品,可使制品着色均匀、色泽鲜艳、经久耐用。利用塑料着色方法代替油墨上色方法,可大幅度降低生产成本,减少制品厚度,并增加制品密封性,改善制品力学性能。

由于大多数包装膜材料是聚烯烃类,因此,涂膜色母料的配方与聚烯烃类色母料相似。

### 1. 涂膜色母料生产及使用实例

(1) 颜料的选择:涂膜用色母料要求着色剂具有优异的耐热性,良好的分散性,着色力强,色泽鲜艳,相溶性好,耐迁移性好,不与其他添加剂发生反应。涂膜用色母料使用的着色剂有:

白色	锐钛型二氧化钛
蓝色	国产 P.B.15.3 酞菁蓝
黑色	国产特种炭黑 H7
红色	耐晒大红 BBN
绿色	酞菁绿
黄色	大分子黄 2GL、永固黄 GG

(2) 分散剂的选择:根据对比结果选用平均相对分子质量在 3000~4000,经 120 目和 200 目双层过滤的低分子聚乙烯蜡作为分散剂。分散剂的加入量依据不同浓度、不同颜色各有所异,一般为色母料总量的 15%~20%。

(3) 载体树脂的选择:选择与被着色树脂相似或相同结构的树脂,同时还要考虑涂覆工艺对色母料载体树脂熔体指数、剥离强度等的要求,通过对 LDPE、1F7B、1C7A、1F7B/EVA、2F7B 进行对比,选择 1F7B 与 EVA 的复配物作载体比较理想。

(4) 其他助剂:为提高色母料的耐热性,适当添加与颜料相匹配的抗氧剂;为提高色母料的光泽度,可适当添加光亮剂;为提高色母料的耐候性,可添加防老化剂。

几种薄层涂覆用色母料的典型配方见表 5-21。

表 5-21 几种薄层涂覆用色母料的典型配方

色母料品种	配 比 Wt%		
	着色剂	分散剂及其他助剂	复合载体树脂
瓷白	45 ~ 60	10 ~ 15	45 ~ 30
蓝	25 ~ 30	15 ~ 20	60 ~ 50
红	25 ~ 30	15 ~ 20	60 ~ 50
绿	20 ~ 30	15 ~ 20	65 ~ 50
黄	20 ~ 30	15 ~ 20	65 ~ 50
黑	25 ~ 30	15 ~ 20	60 ~ 50

## 2. 涂膜色母料的使用性能

(1) 色母料的用量:薄层涂覆用色母料的用量视不同制品而不同,涂覆层越薄,用量越大。色母料中着色剂浓度、色相亦决定着色母料的用量。表 5-22 是几种塑料制品的色母料参考用量。

表 5-22 几种塑料制品色母料的参考用量

制 品	颜色	用量(%)
方便面包装(30 $\mu\text{m}$ 厚涂覆层)	瓷白	10 ~ 14
茶叶包装(70 $\mu\text{m}$ 厚涂覆层)	瓷白	5 ~ 8
有色复合塑料编织布	黑	2 ~ 4
	蓝	3 ~ 5

(2) 色母料的使用工艺:将色母料与涂覆树脂按比例计量,自动加料或手工混合均匀即可直接涂覆生产。下面以使用瓷白色母料生产统一方便面包装袋为例,其涂覆工艺与应用参数见表 5-23。

设备:日本产;色母料用量:14%。



表 5-23 瓷白色母料涂覆方便面包装袋的工艺条件

挤出速度	牵引速度	熔体压力	挤出温度
250 r/min	160 m/min	12 MPa	270℃ ~ 340℃

色母料对涂覆塑料制品力学性能的影响主要表现为色母料的加入对塑料制品的剥离强度的影响,通过对瓷白色母料用于方便面包装进行测试,结果表明当色母料添加量在 15% 以内时,对塑料制品的剥离强度影响不大,可以满足使用要求。

## 五、使用色母料时应注意的事项

### 1. 色母料对生产设备、工艺技术的要求

(1) 加热系统:在使用色母料时,应注意设备各段加热圈或加热板是否处于良好的工作状态,加热圈应与料筒、模头外表面紧贴,防止由于受热不均匀,影响色母料在混炼腔内部均匀扩散,造成制品表面产生着色条纹或斑点。目前,所用注射机与挤出机电热圈接线柱大多采用金属螺丝,因长期受热工作,表面容易锈蚀,造成电阻增大,使功率降低,应经常检查维护。同时还要保持温控仪表的高灵敏度。为使色母料进入混炼腔后能尽快熔化,并与塑料之间混合均匀,需适当提高加料段温度,使之接近塑化段或略大于塑化段温度。为防止物料倒回料斗,可将加料斗下部冷却水打开。

(2) 背压:使用注塑机时,应保持 1.0 ~ 1.5 MPa 的背压,以提高螺杆的混炼效果,使色母料扩散得更加均匀,有利于增加制品表面光泽,减少或消除色斑。当模具比较复杂时(如有加强筋、开孔、厚薄不一等),提高背压的效果更好。

(3) 静态混合器:挤出机螺杆的长径比大或模头部分加入数层过滤网提高了背压,所以分散性好;注塑成型时,在螺杆前

端加入静态混合器,或使用带有增加混炼效果的螺杆,能更有效地使色母料分散均匀。

(4) 色母料对加工设备的要求:在加工注塑制品时,应使用螺杆式注塑机。在使用功能色母料注塑制品时,须认真考虑设备的选用以及制品对模具的要求。如云石色母料制品一般使用柱塞式注塑机成型,否则云石条纹被混炼后消失或减弱;对于一些要求制品外观比较光亮的制品,须对模具进行抛光,最好能达到镜面级粗糙度。

## 2. 色母料的选择与应用

(1) 色母料的外观:色母料的外观主要指色母料的颜色、形状、光亮程度等。由于色母料含有高浓度着色剂,它的外观颜色并不等于最终制品的颜色,其制品颜色常受使用色母料的配方、生产设备、成型工艺,以及色母料本身的耐热性、分散性等因素的影响而发生变化。色母料厂提供的标准色板也只能作为参考。色母料的光亮程度能大致体现出色母料分散好坏。如色母料颗粒外表非常光亮,无瑕疵,其分散性相对要好些;反之,外表暗淡无光,手感毛糙,其分散性则差。

色母料的形状根据其加工工艺的不同有三种:圆柱状、圆片状、方片状。通过单或双螺杆挤出,并冷切成型的色母料,其外形一般为直径  $0.2 \pm 0.5 \text{ mm}$ , 长度为  $3.5 \pm 0.5 \text{ mm}$  的圆柱形颗粒;而通过单、双螺杆挤出,热切成型的色母料,其外形一般为直径  $2.5 \pm 1 \text{ mm}$ , 平均厚度为  $1.5 \text{ mm}$  的圆片状颗粒;而通过两辊塑炼,用板式切粒的色母料为方片状。

(2) 色母料的选择:选择色母料主要从两个方面着手。首先考虑的是色母料的质量,它直接关系到所生产塑料制品质量的优劣,从色母料的外观只能看到其外观颜色、光亮度、颗粒粗细程度等,而看不出色母料的内在性能。因此在选择色母料时,

要选择信誉好的专业厂家生产的色母料。

色母料的价格也是用户考虑的一个重要因素,由于色母料的浓度不同,分散效果不同,用量也有所不同,因此有可能单价高的色母料用量小,综合成本反而低。所以在考虑色母料的价格时要综合考虑,不能只看单价。

(3) 色母料的贮存:一般地说,色母料可以长期保存,不必担心保存期的问题,因为色母料中的颜料及助剂分散于载体树脂中,处于比较稳定的状态。但对于含有耐迁移性差的有机染料或其他成分的色母料,则因迁移而慢慢地损失掉部分着色剂或助剂,而不能长期保存。还有些色母料因保存不当,外观质量变差,但其内在质量没有多大变化,不影响其使用。

(4) 色母料的用量:一般色母料与塑料的稀释比为 1:(20~100),选择高稀释比的色母料,可降低使用成本,但对加工设备要求较高。一般活塞式注塑机稀释比为 $\leq 1:10$ ,螺杆式注塑机为 $\geq 1:20$ 。稀释比还与螺杆的长径比有关,当  $L/D \leq 16:1$  时,选用稀释比不超过 1:20 的色母料;对于混炼性优良的螺杆,可选高达 1:100 的色母料;对于薄膜用色母料及注塑薄制品、挤出超薄膜,宜选用较小稀释比的色母料[1:(20~30)]。

(5) 防止静电吸附:在使用色母料时,有可能发生色母料粘附料斗壁的静电吸附现象,此时可将料斗接地以消除静电,或使用静电清除剂。

(6) 含毒物质的控制:有些塑料制品常与人体接触,如玩具、食品包装制品等。在为这类制品着色时要考虑颜料中是否有有毒助剂;对于出口产品,还应了解国外对入境产品有毒元素的含量标准,欧洲、美国对这一标准要求相当严格,具体见表 5-24。

表 5 24 欧洲及美国的塑料着色含毒物质标准

有毒元素	EN 71	美国标准 ASTM963 - 86
Pb	$90 \times 10^{-6}$	$600 \times 10^{-6}$
Sb	$60 \times 10^{-6}$	$250 \times 10^{-6}$
Ba	$500 \times 10^{-6}$	$500 \times 10^{-6}$
Cd	$75 \times 10^{-6}$	$600 \times 10^{-6}$

3. 色母料着色制品产生缺陷的原因及解决方法 见表 5-25。

表 5-25 色母料着色制品产生缺陷的原因及解决方法

缺 陷	原 因	解决方法
1. 色相差异,颜色色调不对	(1) 色母料生产厂原因 ①实验设备与生产设备生产时存在误差 ②生产色母料时,计量出现差错,或配料时掺入其他颜色或洗机不彻底等	(1) 更换色母料 ①力求实验、生产色相一致 ②严格操作规程,生产出合格色母料产品
	(2) 用户方面原因 ①设备(包括原料,混炼成型设备)未清洗干净,混入其他种颜色 ②原材料成分中含有与色母料颜料或助剂起化学反应的物质 ③用错色母料	(2) 正确使用色母料 ①洗净设备、仪器 ②避免使用与色母料成分发生反应的物料 ③正确购买使用相应品种色母料
2. 色深、色暗	(1) 色母料用量过多 (2) 色母料本身色相太深	(1) 减少色母料使用量 (2) 调整色母料色相

续表

缺 陷	原 因	解决方法
3. 变色	(1) 生产时,机筒局部温度过高,部分加热圈不起作用,颜料高温分解 (2) 色母料不适合高温成型	(1) 调整各段加热温度,调好各加热圈使之与料筒壁紧贴,且处于正常状态 (2) 措施: ①适当降低成型温度 ②用户适当加入热稳定剂以提高色母料耐温性能 ③与色母料厂家协商,选用耐高温色母料
4. 色淡	(1) 色母料用量太少 (2) 色母料本身色浅	(1) 适当加大用量 (2) 调整色母料配方,加大浓度
5. 注射成型时,制品出现分层现象	色母料与树脂相容性较差 (1) 选错色母料品种 (2) 因色浅盲目地加入大量色母料	(1) 更换相应品种色母料 (2) 色母料生产厂家调整生产配方
6. 注射成型时翘曲变形	(1) 设备问题,如模具设计不合理,冷却水道开设不均匀等 (2) 基体树脂机械性能差 (3) 成型工艺不当 (4) 色母料添加量太多,影响制品强度 (5) 所选用色母料严重影响制品的成型收缩率	(1) 修饰模具 (2) 调整树脂牌号 (3) 调整工艺参数,如温度、注射压力、背压等 (4) 减少色母料用量 (5) 选用对制品成型收缩不影响或影响较小的色母料

续表

缺 陷	原 因	解决方法
7. 制品表面不光亮	(1) 模具问题 (2) 成型工艺控制不当 (3) 选错色母料	(1) 修饰模具,提高表面粗糙度 (2) 调整成型工艺 (3) 慎重选用相应品种色母料,如鲜艳度好的色母料
8. 色条纹,色斑	(1) 成型工艺控制不当  (2) 色母料加入量不够,不能充分地遮盖住本色树脂 (3) 色母料本身流动性差 (4) 设备口模间隙分布不均匀	(1) 调整工艺,适当提高加料段温度,加大注射压力,并保持注射机1.0~1.5MPa的背压,各段加热圈应处于良好工作状态 (2) 适当增大色母料用量  (3) 选用分散性好的色母料 (4) 调整或修饰口膜使出料均匀一致
9. 挤吹制品时、破膜断线	(1) 原材料基体树脂或其他添加剂中含有较多杂质 (2) 色母料与基体树脂相容性差 (3) 机筒局部温度过高,颜料或树脂出现氧化分解现象	(1) 检测原材料,防止杂质的混入且每班在模头处,换装一到数层过滤网 (2) 正确选用色母料 (3) 改善加热状况,拆洗模头
10. 制品户外使用容易褪色,强度变差	(1) 基体树脂不适于户外使用 (2) 基体树脂与色母料相容性较差,色母料耐候性较差 (3) 基体树脂与色母料混合成型后,耐候性较差	(1) 改用耐候性、机械强度好的树脂 (2) 选用与基体树脂相同或相近的树脂作为色母料载体树脂,并改进色母料配方,提高色母料耐候性 (3) 生产成型时,加入一定数量的耐候、耐光助剂,选用耐候色母料



续表

缺 陷	原 因	解决方法
11. 通 信 电缆着色 时电火花 击穿超标	(1) 色母料电性能差 (2) 铜芯偏芯严重 (3) 基料或色母料中掺 有杂质,绝缘层裸露铜线	(1) 选用质量好的电缆级专用色 母料 (2) 调整设备生产工艺 (3) 模头处每班换装一到数层过 滤网
12. 通 信 电缆着色 时透铜	(1) 色母料用量太少 (2) 色母料本身遮盖力 差	(1) 增加色母料用量 (2) 选用遮盖力好、浓度高的电缆 级专用色母料

# 第六章 着色剂对塑料性能的影响

虽然着色增加了制品的美感,但以金属氧化物为主体的无机颜料,大部分有促进塑料光、热、氧等的老化作用,有些有机颜料还具有改变树脂结晶度及结晶形态的作用。总之,颜料对塑料性能的影响在塑料成型中是不能忽略的问题。

## 第一节 颜料对塑料制品的影响

热、氧、紫外线是塑料老化的主要因素,着色用的颜料有促进与抑制塑料老化的两重性,具体情况与塑料种类及颜料种类有关。表 6-1 归纳了金属与颜料对树脂老化的影响。

表 6-1 金属与颜料对树脂老化的影响

树脂影响	PO	PS	PVC	PC	POM	树脂影响	PO	PS	PVC	PC	POM
大	Cu	Fe	Zn	Pb	Pb	大	深蓝	铁红	铁红	铅黄	矿物紫
	Co	Sn	Fe	Cu	Cu		酞菁绿	镉红	钛白粉	酞菁蓝	炭黑-2
	Fe	Cd	Hg	Cd	Cd		钴蓝	镉黄	钴蓝	炭黑-1	铅黄
	Mn	Cr	Co	Sb	Ti		钴紫	铬绿	钴紫	镉黄	酞菁蓝
	Cr	Co	Cu	Sn	Fe		矿物紫	铅黄	深蓝	镉红	酞菁绿
	Al	Pb	Cr	Al	Zn		铁红	钴紫	酞菁蓝	酞菁绿	铁红
	Ti	Cu	Ti	Ti	Al		群青	酞菁蓝	酞菁绿	矿物紫	镉红
	Zn		Sn	Mn	Mn		铬绿	酞菁绿	镉红	钛白粉	镉黄
	Pb		Al	Fe	Cr		钛白粉	酞菁绿	铅黄	铁红	钛白粉
	K		Mn	Cr	Co		铅黄	铬绿	群青	群青	钴紫
	Cd		Cd	Zn	K		士林蓝		炭黑-2	铬绿	钴蓝
	Na		Pb	Co	Na		镉红		炭黑-1	炭黑-2	炭黑-1
	Ba		Ba	K	Ba		炭黑				
小			Ca	Na							

注:炭黑-1, pH=8.1; 炭黑-2, pH=3.7。

颜料对树脂的老化作用,除与颜料种类有关外,还与颜料中残存的重金属、pH 值、环境等因素有关。根据氧化过程能量的主要来源,通常又将塑料的氧化分为热氧化和光氧化等。

## 一、颜料对热氧化的影响

聚烯烃的热氧老化程度可以由塑料中羧基、介电损耗和结晶度的增加,相对分子质量的降低来判定。颜料对聚烯烃老化的影响,可以由上述各参数的变化来测定。经测定聚丙烯中加入 1.5 份颜料,在 200℃ 温度下的吸氧按铁系、镉黄、炭黑、群青、茜红、喹吡啶酮红、二氧化钛、多偶氮类红色颜料等顺序增加,纯聚丙烯与加入二氧化钛后的聚丙烯的吸氧速度相同。由此可以推测,排在二氧化钛前面的颜料有抑制聚丙烯热氧化的作用,而其后的颜料有促进聚丙烯热氧老化的作用。

同种颜料,因杂质含量不同,对树脂的老化作用也不相同。例如在聚丙烯中加入 0.3 份不同杂质含量的炉法炭黑,在 150℃ 测定热老化时间,其热老化时间由 1700 小时下降至 370 小时。可见炭黑中杂质的存在加速了聚丙烯的老化。

聚碳酸酯存在酯键,加热时容易水解和遇碱分解,各种颜料对聚碳酸酯的分解影响,用相对分子质量和熔体粘度表征,见表 6-2。

表 6-2 不同颜料对聚碳酸酯的影响

颜料	相对分子质量	熔体粘度
钴紫	$1.90 \times 10^4$	$8.15 \times 10^4$
锰紫	$1.82 \times 10^4$	$4.94 \times 10^4$
氧化铁系	$1.95 \times 10^4$	$5.60 \times 10^4$
铬黄	$1.33 \times 10^4$	$0.796 \times 10^4$
镉红	$1.61 \times 10^4$	$2.36 \times 10^4$
镉橙	$1.72 \times 10^4$	$2.91 \times 10^4$
氧化铬,铬绿	$2.00 \times 10^4$	$8.15 \times 10^4$

续表

颜料	相对分子质量	熔体粘度
群青	$1.93 \times 10^4$	$7.03 \times 10^4$
酞菁蓝	$1.50 \times 10^4$	$0.91 \times 10^4$
酞菁绿	$1.58 \times 10^4$	$1.95 \times 10^4$
偶氮	$1.82 \times 10^4$	$3.38 \times 10^4$
二氧化钛	$1.85 \times 10^4$	$4.21 \times 10^4$
炭黑(pH=3.0)	$2.03 \times 10^4$	$8.74 \times 10^4$
炭黑(pH=9.5)	$1.80 \times 10^4$	$5.14 \times 10^4$
本色树脂挤出前	$2.30 \times 10^4$	$8.31 \times 10^4$
本色树脂挤出后	$2.07 \times 10^4$	$9.55 \times 10^4$

从上表中可看出,除铬绿外,一般加有颜料的聚碳酸酯均存在促进分解现象。

各种颜料对塑料的热分解影响见表 6-3。

表 6-3 颜料对塑料的热分解影响

	PP	PVC	PS	ABS	聚甲醛	聚碳酸酯	丙烯酸树脂
影响程度 大↑ 小↓	铁蓝	铁红	铁红	铁红	锰紫	铬黄	
	酞菁蓝	钛白	镉红	镉黄	炭黑-2	酞菁蓝	镉黄
	钴蓝	钴蓝	镉黄	镉红	铬黄	炭黑-1	铁红
	钴紫	钴紫	氯化铬	钛白	酞菁蓝	镉黄	镉红
	锰紫	铁蓝	铬黄	铬黄	酞菁绿	镉红	铬黄
	铁红	酞菁蓝	钴紫	钴紫	铁红	酞菁绿	钴紫
	群青	酞菁绿	酞菁蓝	酞菁蓝	镉红	锰紫	酞菁蓝
	氧化铬	镉红			镉黄	钛白	
	钛白	铬黄			钛白	铁红	
	铬黄	氧化铬			钴紫	群青	
	镉红	群青			氧化铬	钴紫	
	炭黑-1	炭黑-2			钴蓝	钴绿	
	炭黑-2	炭黑-1			炭黑-1	炭黑-2	

颜料中的某些金属离子会促进树脂热氧分解,其中,含铜、

锰、铁、钴之类的颜料对促进聚烯烃的老化作用强,而含钾、钠、镉、钙等颜料影响较小。同种金属元素按纯金属、金属氧化物、金属盐的顺序增强。

## 二、颜料对紫外线老化的影响

塑料的光老化,主要是自然光中的紫外线引发树脂分子链上自由基的生成,然后按自由基连锁反应使树脂老化。

颜料加入到塑料中后,一方面起光遮蔽效应,保护内层塑料不受紫外线照射。另一方面,颜料中的金属离子受紫外线激发后变为活化金属离子,活化的金属离子促进聚合物链上自由基的生成,从而加速树脂的老化。颜料对树脂光老化性的影响,可以用颜料吸收紫外线的能力来判定。

表 6-4 加入颜料后 PE 吸收紫外线的能力

颜料	紫外线吸收率(%)	
	350 nm	375 nm
钛白粉(金红石型)	87	85
钛白粉(锐钛型)	86	48
镉黄	95	95
铅黄	97	97
钼橙	96	96
镉红	95	96
氧化铁	95	96
酞菁绿	96	95
酞菁蓝	97	97
群青	74	69
炭黑	95	95

由表 6-4 可见,群青、二氧化钛吸收紫外线能力较差,有促进聚乙烯紫外线老化的作用;炭黑、镉系颜料,铁红类、酞菁类颜

料吸收紫外线能力强,有抑制塑料光老化的作用。对黑色以外的制品,加入光稳定剂是必要的。鉴于颜料有促进或抑制紫外线对树脂的老化作用,因此在塑料着色中,颜料的选择还要考虑这一因素。

表 6-5 为颜料对聚丙烯(未加抗氧剂)紫外线稳定性的影响。

表 6-5 颜料(2%)对聚丙烯的紫外线稳定性影响

颜料	颜料的稳定指数	颜料	颜料的稳定指数 <sup>①</sup>
未加颜料	1.0	氧化铁黄棕	3.25
单偶氮红 3B	1.0	酞菁蓝	3.50
喹吖啶酮品红	1.0	酞菁绿	3.50
镉黄	2.0	槽法炭黑	12.0
金红石二氧化钛	2.25	氧化铬	25
(硫化)镉红	2.75		

① 加颜料和未加颜料样品人工老化试验数据之比较。

表中所示,只有单偶氮红颜料、喹吖啶酮品红对聚丙烯的耐紫外光老化无改善,其他颜料均对聚丙烯的耐紫外光有不同程度的提高,其中,槽法炭黑可提高的幅度最大。

添加炭黑对聚甲醛耐候性改善最为显著,表 6-6 为添加炭黑的聚甲醛的耐光性。

表 6-6 黑色聚甲醛共聚物的耐候性

物 性 照射时间(h) 炭黑含量(%)	拉伸强度 保持率(%)		伸长保持率(%)		色相差		光泽残存率 (%)	
	1000	2000	1000	2000	1000	2000	1000	2000
0.5	103	103	68	63	3.0	7.0	63	42
1.0	103	104	71	65	1.5	3.0	72	55
3.0	104	104	77	72	1.0	2.0	86	82

从上表可以看出,随着炭黑添加量的增加,性能改善的幅度



增大。

### 三、颜料对其他添加剂的影响

在塑料制品的加工过程中,除了加颜料外,有时还要根据不同情况添加其他添加剂,如抗氧剂、稳定剂等。

1. 颜料与抗氧剂 为了减少塑料制品在使用过程中的氧化,常常在塑料制品的加工过程中加入适量的抗氧剂。抗氧剂的种类很多,而某些颜料和抗氧剂会发生反应,从而减弱了抗氧剂的功能。例如,酚类抗氧剂易被炭黑吸收或与其反应,因而失去活性。所以,在制品着色时应选择合适的抗氧剂和着色剂。各种颜料对加有酚类抗氧剂聚丙烯的影响见表 6-7。

表 6-7 颜料(0.5%)对加有抗氧剂(酚类)聚丙烯的热氧化影响

颜料	热氧稳定性降低 (%)	颜料	热氧稳定性降低 (%)
金红石型钛白粉	15	酞菁绿	44
(硫化)汞镉红	15	喹吖啶酮品红	51
群青	15	酞菁蓝	54
氧化铬绿	17	氧化铁黄棕	63
镉黄	27	单偶氮红 3B	78
炉法炭黑	29	槽法炭黑	93

从表 6-7 中可以看出,槽法炭黑、单偶氮红 3B、喹吖啶酮品红、酞菁蓝等对酚类抗氧剂的影响较为严重。有时,为了提高制品的户外耐候性和减少加工过程中的热氧化作用,要在塑料制品内加炭黑和抗氧剂。但是与炭黑配合的抗氧剂如选择不当,不但会降低抗氧剂效能,同时对制品的户外耐候性也有很大影响。不同抗氧剂对加 1% 槽法炭黑的高密度聚乙烯的薄片户

外寿命影响情况见表 6-8。

表 6-8 不同抗氧剂对黑色(1%槽黑)HDPE 薄片户外寿命影响

抗氧剂种类	添加量(%)	户外暴露寿命提高倍数
不添加抗氧剂		> 11
300	0.1	> 11
甲叉 4426-S	0.1	> 11
4426-S 三嗪	0.1	5.6
264	0.1	4.1
防老剂 H	0.1	4.1
防老剂 DNP	0.02	> 11
防老剂 DNP	0.05	2.1
防老剂 DNP	0.1	2.0
防老剂 DNP	0.3	1.7
4010	0.1	1.7
4010NA	0.1	> 11
4426-S 三嗪	0.1	> 11
防老剂 D	0.1	1.7

槽法炭黑还与某些酚类抗氧剂作用产生黄色的反应物(如槽法炭黑与 4,4-亚甲基作用)。

2. 颜料与光稳定剂 有些塑料如聚烯烃的耐候性较差,虽然塑料制品中添加颜料,大多数能提高光稳定性,但还不能满足使用要求,这时需要添加一定量的光稳定剂。在选择光稳定剂时,要注意其对颜料的影响,从表 6-9 至表 6-11 可知,哪些颜料不能用哪些光稳定剂。

表 6-9 颜料对光稳定剂的影响(0.3%光稳定剂,0.4%颜料)  
(强度下降 50%时千兰利<sup>①</sup>数)

颜料	未加	苯并三唑 BZT	镍盐 Ni	二苯甲酮 BZP	受阻胺 HALB	苯甲酸盐 (或酯)BZA
金红石型二氧化钛	23	27	39	33	92	47
氧化铁红	15	23	24	25		44
镉黄	17	23	32	29	80	42
镉红	18	25	31	33	85	44
群青	13	26	32	31	85	42
偶氮缩合黄 3G (G. I. Pigment 黄 - 93)	22	23	31	29	40	33
偶氮缩合红 BR (G. I. Pigment 红 - 144)	15	22	35	34	58	43
酞菁蓝	16	22	41	35	94	51
未加颜料	13	28	30	32	80	39

① 兰利 Langley 指太阳辐射能量,1 兰利 = 4.1868 J/min

表 6 10 苯并三唑对不同含量颜料的 LDPE 薄膜(80 μm)  
的光稳定性的影响<sup>①</sup>

颜料	苯并三唑(Tinurin328)用量 (%)	伸长率降至 50% 所需时间 (h)
无	无	140
无	0.15	375
无	0.20	430
镉黄	无	175

续表

颜料	苯并三唑(Tinurin328)用量 (%)	伸长率降至 50%所需时间 (h)
群青	无	250
酞菁绿	无	285
橘铬黄	无	335
镉黄	0.20	310
群青	0.20	435
酞菁绿	0.20	460
橘铬黄	0.20	530

① 此试验采用炭弧人工老化仪。

表 6-11 颜料对聚丙烯纤维光稳定性的影响<sup>①</sup>

颜料名称	颜料索引号 分类号 C.I. NO	强度下降 50%时的 辐射量(kJ/cm <sup>2</sup> )	颜料稳定性 指数
未加颜料		166	1.0
镉黄	颜料黄 37	189	1.14
双偶氮型黄	颜料黄 83	126	0.76
偶氮缩合黄	颜料黄 93	117	0.70
偶氮缩合黄	颜料黄 94	86	0.52
偶氮缩合黄	颜料黄 95	90	0.54
异吲哚啉黄	颜料黄 109	144	0.87
异吲哚啉黄	颜料黄 110	162	0.98
偶氮甲川铜	颜料黄 129	162	0.98
喹酞酮黄	颜料黄 138	99	0.60

续表

颜料名称	颜料索引号 C.I. NO	分类号	强度下降 50%时的 辐射量(kJ/cm <sup>2</sup> )	颜料稳定性 指数
蒽醌黄	颜料黄	147	162	0.98
偶氮缩合橙	颜料橙	31	135	0.81
异吲哚啉橙	颜料橙	61	166	1.00
偶氮红 2BC	颜料红	48:2	173	1.04
四氯硫靛	颜料红	88	135	0.81
偶氮缩合红	颜料红	144	162	0.98
花系	颜料红	149	135	0.81
二噻嗪紫	颜料紫	37	244	1.47
$\beta$ -酞菁蓝	颜料蓝	15:3	225	1.36
酞菁蓝	颜料蓝	16	207	1.25
靛蓝	颜料蓝	60	277	1.67
酞菁绿	颜料绿	7	234	~ 1.41
炭黑	颜料黑	7	~ 300	~ 1.81

① 加颜料和不加颜料样品强度下降 50%时的辐射量之比。

#### 四、颜料对制品机械性能的影响

添加在塑料制品中的颜料量较少,一般它们对塑料制品的机械性能影响较小,但有些情况还是有如下影响:引起树脂结晶性能的变化;因颜料颗粒凝聚,使着色制品产生结构弱点;因颜料的结构使塑料部分降解。一般无机颜料用量小于 1%,且颗粒较细、分散均匀时对着色制品的性能影响不大。例如,0.5%

的二氧化钛和炭黑分别加至聚丙烯、高密度聚乙烯、高抗冲聚苯乙烯、ABS 四种塑料中,成型后所得制品的物理性能与未着色制品的性能基本相同,见表 6-12。

表 6-12 颜料对各种树脂性能的影响

物性	PP		HDPE		HIPS		ABS	
	本色	着色	本色	着色	本色	着色	本色	着色
屈服强度(MPa)	32.5	32.4	28.3	28.0	30.3	29.7	44.8	44.0
断裂伸长率(%)	680	685	878	883	52.8	51.0	21.3	23.0
Izod 冲击强度 (J/m)	105	100	73	71	81	79	140	142
弯曲强度(MPa)	31.0	30.5	—	—	51.0	49.8	68.8	67.2
热变形温度(℃)	103	102	—	—	75.2	73.3	80.4	80.6

这是因为上述颜料与树脂及助剂既无结晶性影响,也不起化学作用,仅仅作为惰性填料存在,只要含量不大,对制品的物理性能基本不会有影响。

在结晶型聚合物成型加工过程中,某些颜料加入时,会以成核剂形态存在,从而影响球晶的数量、成长和大小。因此对制品的物理机械性能有可能会产生较大的影响。

着色的方法不同,对塑料制品的机械性能的影响也不相同。干混着色方法因其颜料颗粒度和分散性明显地比用色母料着色法差,所以可能会引起塑料制品某些性能的下降。

## 五、颜料对增强塑料机械性能的影响

某些颜料对增强塑料制品的机械性能有较大的影响,特别是二氧化钛和钴蓝影响更大。

增强聚丙烯(30%玻璃纤维)中加入 2% 二氧化钛或钴蓝可



使其拉伸强度下降 15% 左右,冲击强度下降 20% ~ 30% 左右。但其他颜料对玻璃纤维增强聚丙烯的拉伸强度、冲击强度影响不大。

玻璃纤维增强 PBT(玻纤含量 30%)加入二氧化钛(或颜料成分含有二氧化钛)时则机械性能下降,特别是冲击强度下降尤为明显,见表 6-13。

表 6-13 添加不同量  $\text{TiO}_2$  增强玻璃纤维 PBTP 的性能

$\text{TiO}_2$ 含量	拉伸强度 MPa	伸长率 %	弹性模量 MPa	悬臂梁冲击强度 J/M
0	0.1333	2.4	$1.01 \times 10^4$	95
0.2	0.1258	2.0	$1.01 \times 10^4$	78
0.5	0.1249	1.9	$1.02 \times 10^4$	80
1.0	0.1225	1.8	$1.01 \times 10^4$	77
1.5	0.1203	1.8	$0.98 \times 10^4$	68

玻璃纤维增强聚碳酸酯(玻纤含量 10%)加入二氧化钛、钴蓝对其拉伸强度略有影响,其他颜料的加入几乎无影响。但大多数颜料对玻纤增强聚碳酸酯的冲击强度会有影响,尤其是铬黄、钴蓝、炭黑影响更大。

各种颜料对玻纤增强尼龙 66、聚碳酸酯、聚丙烯的拉伸、冲击强度的影响见表 6-14。

表 6-14 着色玻璃纤维增强塑料的强度

颜料名称	树脂(CF含量) 物性保持(%) 颜料添加量(%)	PA66(30%)		PC(10%)		PP(30%)	
		拉伸强度	冲击强度	拉伸强度	冲击强度	拉伸强度	冲击强度
炭黑	0.05	96	72	100	83	100	100
	0.50	97	72	98	73	100	100
	1.00	98	72	97	70	100	100
	2.00	—	—	93	60	100	100
酞菁蓝	0.05	94	84	100	77	100	100
	0.50	100	76	100	73	100	100
	1.00	100	76	98	70	100	100
	2.00	100	76	96	63	100	100
花红	0.05	100	100	100	73	100	100
	0.50	100	92	99	87	100	100
	1.00	100	92	98	90	100	100
	2.00	—	—	97	90	100	100
喹吖啶酮紫	0.05	99	88	97	83	100	100
	0.50	100	80	99	80	100	100
	1.00	100	76	100	73	100	100
	2.00	—	—	100	63	100	100
钛白粉(R型)	0.05	89	52	83	73	94	92
	0.50	84	40	83	73	89	83
	1.00	83	40	83	73	83	83
	2.00	81	40	81	63	85	67
镉橙	0.05	98	92	93	71	100	100
	0.50	95	76	90	70	100	100
	1.00	89	68	90	67	100	92
	2.00	84	56	89	67	100	92

续表

树脂(GF含量) 颜料名称 颜料添加量(%) 物性保持(%)		PA66(30%)		PC(10%)		PP(30%)	
		拉伸强度	冲击强度	拉伸强度	冲击强度	拉伸强度	冲击强度
铬黄	0.05	95	72	100	87	100	100
	0.50	90	64	100	63	100	100
	1.00	90	60	100	50	100	92
	2.00	—	—	100	37	100	91
钴蓝	0.05	80	52	88	63	93	83
	0.50	74	44	93	60	90	75
	1.00	73	40	92	60	88	75
	2.00	70	40	92	57	86	75

## 六、颜料对塑料成型加工性能的影响

1. 颜料的结构对成型收缩的影响 塑料制品成型收缩的程度由收缩率判定。塑料熔体在各流动方向上的收缩率不同。通常用熔体流动方向与其垂直方向的收缩率 MD、CD 判定塑料成型的收缩状态。两个方向收缩程度的差异用  $(MD - CD)/MD$  收缩差率表示。

塑料的收缩率除与其种类、结构、成型温度、压力、时间等因素有关外,还与塑料中的添加剂有关。其中颜料的加入,特别是有机颜料,会引起成型收缩率加大,大型容器更为明显。根据实践经验,一般加入分子结构具有对称性的颜料,其着色塑料制品的成型收缩性大。如异吡啶喹啉酮系、吡系、酞菁系颜料。表 6-15 为颜料对 HDPE 收缩率的影响。

表 6-15 颜料对 HDPE 收缩率的影响

颜料种类		收缩率(%)		收缩差率(%)
		MD	CD	(MD - CD)/MD
HDPE(MFR = 5.0)		1.51	1.16	23
无机颜料	钛白粉	1.55	1.18	23
	钛黄粉	1.52	1.19	22
	镉红	1.50	1.23	18
	铁红	1.59	1.18	26
	硫酸钡	1.53	1.17	23
有机颜料	苯并咪唑酮系黄	1.75	0.99	43
	异吲哚啉酮黄	1.86	0.68	63
	喹吖啶酮类	1.64	0.81	51
	偶氮颜料黄-1	1.52	1.04	31
	偶氮颜料黄-2	1.85	0.65	65
	双偶氮颜料黄-1	1.52	1.18	23
	双偶氮颜料黄-2	1.95	0.73	63
	苝红	1.69	0.74	56
	吡咯氮杂茂颜料黄	1.62	0.78	52
	喹吖啶酮红	1.49	1.09	27
	酞菁蓝	1.92	0.81	58

注:注射成型条件:颜料加入量:0.2%

树脂温度:230℃

模具温度:40℃

成型机:100 g 螺杆注射成型机

2. 颜料的晶体形状对成型收缩的影响 颜料结晶呈各向异性,当其结晶状态如针、棒状时,成型时长度方向容易沿树脂流动方向排列,因而产生较大的收缩;球状结晶不存在方向排列问题,因而收缩小。无机颜料一般为球状结晶,因而收缩小。

3. 颜料对塑料制品应力开裂的影响 应力开裂是因制品内部应力引起制品破裂的现象。当树脂强度比内应力小时,则制品被破坏。开裂部位多发生在厚壁、转折、缺口等应力集中处。另外颜料粒子在树脂中分散不良,使制品表面形成微小裂纹,制品中的内应力会促使裂纹扩展,最后导致制品开裂。解决的方法:尽量避免使用对塑料制品收缩影响大的颜料;对颜料进行表面处理,以改善颜料在树脂中的分散性,增加颜料与树脂间的亲合力,防止微裂纹的产生;调整成型工艺,改进模具。

## 七、颜料对塑料绝缘性能的影响

由于各种颜料的电气绝缘性能不同,因此在使用时应注意。颜料中一般含有杂质,特别是当含有金属离子或金属杂质时,颜料对着色塑料制品的绝缘性能影响更大。另外,某些颜料本身就是导体或半导体,如金粉、银粉、炭黑等。各种颜料对聚氯乙烯电气绝缘性影响见表 6-16

表 6-16 各种颜料对聚氯乙烯电气绝缘性的影响<sup>①</sup>

颜料名称	保持率(%)	颜料名称	保持率(%)
槽法炭黑	100	喹吖啶酮红	10
炉黑	20	花红	80
铬黄	100	聚偶氮红	80
镉黄	100	镉红	100

续表

颜料名称	保持率(%)	颜料名称	保持率(%)
双偶氮黄	10	酞菁蓝	50
聚偶氮黄	90	酞菁绿	30
钼(铬)红	95	锐钛型二氧化钛	30
色淀红	40	金红石型二氧化钛	100

① 测定温度 50℃;本色树脂绝缘电阻率  $3 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

生产电缆级色母料时,要求具有良好的电性能(耐击穿),因此对颜料的质量要求比较严格,势必造成色母料的生产成本的增加。为降低色母料的成本,在生产中常应用络合分离法除去颜料中微量的金属杂质,使得一般质量的颜料能够满足电缆级色母料的要求。

电缆级色母料中,影响电性能的关键是来自颜料中的微量金属杂质,将普通级颜料在含有分散剂的水相介质中进行处理,选择有机络合剂,与金属杂质形成水溶性络合物,即可实现去除杂质的目的。EDTA(乙二胺四乙酸)对大多数金属都能形成稳定的络合物,是可选用的代表性络合剂。

酸度范围的控制是能否得到稳定的络合物的关键。一般, pH 值越大,金属络合物越稳定,有利于颜料中金属杂质的分离,但 pH 值过大,金属离子又会水解生成氢氧化物沉淀,成为新的杂质。pH 值降低,金属络合物的稳定性有降低的趋势,但由于 EDTA 是高稳定性络合剂,因此适当降低 pH 值不会产生影响,在酸性条件下,有利于将混杂在颜料中的金属杂质,由金属态转化为离子态而被络合。通常在选择 EDTA 为络合剂时,将介质的 pH 值调整到 5。

普通级颜料经过络合反应,溶液分离,漂洗干燥和粉碎研磨



等步骤,即可得到价廉物美的电缆级专用颜料。

## 第二节 色母料对塑料制品的影响

色母料对塑料制品的影响,体现在色母料与塑料制品的原料及其他组分发生反应以及色母料本身分散性、耐热性、耐迁移性、耐候性、毒性等。

### 一、色母料与树脂的反应

色母料与树脂的反应主要表现在组成色母料的某些颜料或染料与树脂在加工成型时发生的化学反应,这些反应有可能导致色相的变化,使聚合物发生降解,从而使制品性能发生改变。如尼龙和氨基塑料在熔融状态下,是很强的酸性还原剂,它们能使在加工温度下很稳定的色母料中的颜料、染料还原褪色。同样,酚醛塑料可以起强碱性还原剂的作用。聚氯乙烯乳液聚合物或某些稳定化了的聚丙烯中的碱金属,能与色母料中的碱土金属发生“碱交换作用”,使颜色从蓝红色变成橙红色。群青颜料及锌和铁的化合物制成的色母料与盐酸的反应性很强,它们不宜用于聚氯乙烯和含卤阻燃剂的聚烯烃类聚合物的着色。

有些色母料中的颜料对聚合物有破坏作用,如锰色淀颜料不适合聚丙烯制品的着色,因为变价锰离子在聚丙烯的热氧化或光氧化中,通过电子的转移导致聚丙烯的加速老化;聚碳酸酯中的酯键,加热时易水解和遇碱分解,若色母料中含有金属离子颜料可加速其分解;金属离子也会促使聚氯乙烯树脂的热氧分解,并导致制品颜色变化。

色母料成分中的颜料的酸碱性也往往对酸、碱性树脂产生影响,比如呈碱性的炭黑制成的色母料更易导致聚碳酸酯的热

分解,呈酸性的炭黑易使聚甲醛热分解。

## 二、色母料与助剂间的反应

色母料中的颜料、染料与一些助剂可能发生反应,这在颜料与对热塑性塑料的影响中已提到。色母料的加入通常对抗氧剂有不利影响,这是因为色母料中的颜料或染料和某些抗氧剂作用而降低功效的结果。

## 三、色母料本身性质对塑料制品的影响

1. 分散性 色母料分散性的好坏对塑料制品质量影响很大。对色母料分散性要求视制品而定。一般吹塑超薄薄膜及注塑长、薄、浅色高档制品,要求色母料分散性要好些。分散性好的色母料表面光洁,色泽一致。关于色母料的分散性可参见国家标准 QB1648-92“聚烯烃着色母料”中关于分散性的具体规定。

2. 色母料的耐热性 色母料的耐热性指色母料在加工温度下抗御因塑料混合物内部的化学降解、晶体变化以及着色剂与其他添加剂之间的相互作用而导致颜色或性能发生变化的能力。热稳定程度随色母料的颜色品种以及温度和时间而变化,并与成型设备与加工方法等有着直接关系。一般说来,浅色色母料较深色色母料耐热性差;拼色色母料(如由红、黄拼成的橙色)较单一色色母料耐热性差;使用有机颜料和染料制成的色母料较无机颜料制成的色母料耐热性差。

3. 色母料的耐候性 色母料的耐候性是指色母料耐各种气候的能力,其中包括可见光和紫外光、水分、温度,大气氧化作用以及制品使用期间所遇到的化学药剂。由于色母料中的颜料或染料能对光产生屏蔽作用,因此加入色母料后有利于塑料制

品的光稳定性。用无机颜料制成的色母料,加入塑料制品后,对其光稳定性有较大的提高。用有机颜料或染料制成的色母料因其结构不同,稳定性有好有坏。如色母料中含有的镉黄在水分和日光作用下会褪色,立索尔红虽具有较好的耐光性,但在含有酸、碱成分的户外使用时严重褪色,褪色的程度取决于所用色母料的浓度,一般颜色越浅越容易褪色。

4. 色母料的耐迁移性 色母料的迁移性表现为色母料中颜料或染料从塑料制品内部迁移到制品的表面上,或通过一个交界面迁移到相邻的制品或溶剂中。使用耐迁移性差的色母料着色电缆时,着色剂迁移到电线外表使电线颜色混淆不清,甚至可能透过电缆护套从绝缘材料中迁移出来。造成迁移的原因是:塑料分子结构不够紧密,不能遏止颜料分子向表面或界面移动。增塑剂添加过量会出现此现象。解决办法:减少增塑剂用量或改换大分子有机颜料。

#### **四、色母料对塑料制品物理性能的影响**

1. 色母料对塑料制品机械性能的影响 色母料对塑料制品机械性能的影响取决于制品的厚度、色母料的用量、色母料的分散性及色母料的惰性状况等。

塑料制品的截面越薄,色母料的用量越大,色母料的分散性越差,色母料在基体树脂中的反应性强,则色母料对塑料制品的机械性能影响越大,这主要表现为塑料制品的拉伸强度、冲击强度下降,断裂伸长率降低等。

2. 色母料对塑料制品电性能的影响 色母料的加入对塑料制品的电性能影响较大,选用颜料经处理的专用电缆级色母料可避免或减少色母料对电缆制品的影响。

3. 色母料对塑料制品收缩率的影响 色母料的加入对塑

料制品的收缩率影响较大,如聚烯烃类结晶型高聚物本身收缩率较大,加入含有机颜料的色母料后其收缩率会加大(无公害颜料多为有机颜料)。这是因为有机颜料有成核剂的作用,影响聚烯烃的结晶。对有机颜料进行低收缩处理后可减少对成型收缩的影响。有机颜料的低收缩处理有三种方法:颜料表面处理、颜料表面改性、改变颜料晶型。

## 第七章 塑料的表面涂漆

涂漆是将合成(或天然)树脂液(称为涂料或漆)涂覆在塑料件的表面上,形成涂层,以此来保护制件或改善制件的性能,增加美观。涂层的种类有许多种,具体分类见表 7-1。

表 7-1 涂层分类

分类依据	类 目
透 明 性	透明涂层和不透明涂层
光学性能	有光涂层和无光涂层
涂层性质	热熔性涂层和热固性涂层
使用方法	预涂型涂层(底漆)和后涂型涂层(面漆)

塑料涂漆在塑料制品中占的比例较小,但近几年有逐步扩大的趋势。涂漆后塑料制品主要用于汽车、摩托车、家具、船舶、仪表及商用设备等。涂漆塑料的好处在于它的装饰性和功能性。装饰性方面的优点是:色彩范围宽,使制品塑料感减少;色彩鲜艳亮丽,且不受制品加工条件的制约,涂漆是使深色树脂得到浅色制品的主要方法;涂漆还可掩盖制品在加工时产生的缺陷。涂漆塑料的功能性优点包括:能提高制品的耐候性、耐磨性、耐化学性等。某些塑料,如 ABS,容易发生紫外光降解,而涂漆后的 ABS 制品能克服紫外光降解。涂漆还可以应用于各种颜色的再生塑料的混合物制品。由于再生塑料的颜色各异,成型的制品往往色彩不纯,这些都可以通过涂漆来弥补。

# 第一节 涂料的组成及涂漆前处理

## 一、涂料的组成

涂料是由多种原料配制而成的,按其性能和在涂料中所起到的作用,可分为主要成膜物质、次要成膜物质和辅助成膜物质三个组分。

主要成膜物质,包括各种油脂和树脂,是构成涂料的基础,可以单独成膜,也可以粘结颜料等共同成膜,所以,又将其称之为基料或漆基。

次要成膜物质,包括各种颜料和增韧剂。颜料的作用是构成漆膜色彩,增加漆膜硬度,阻隔紫外线,提高耐光性能。增韧剂的作用是增强漆膜的韧性,延长漆膜寿命。次要成膜物质不可单独成膜。

辅助成膜物质,包括各种溶剂和助剂,对涂料形成涂膜的过程,起辅助促进作用。溶剂的用量很大,但在涂料成膜后全部挥发,故称挥发物。涂料的组成见图 7-1。

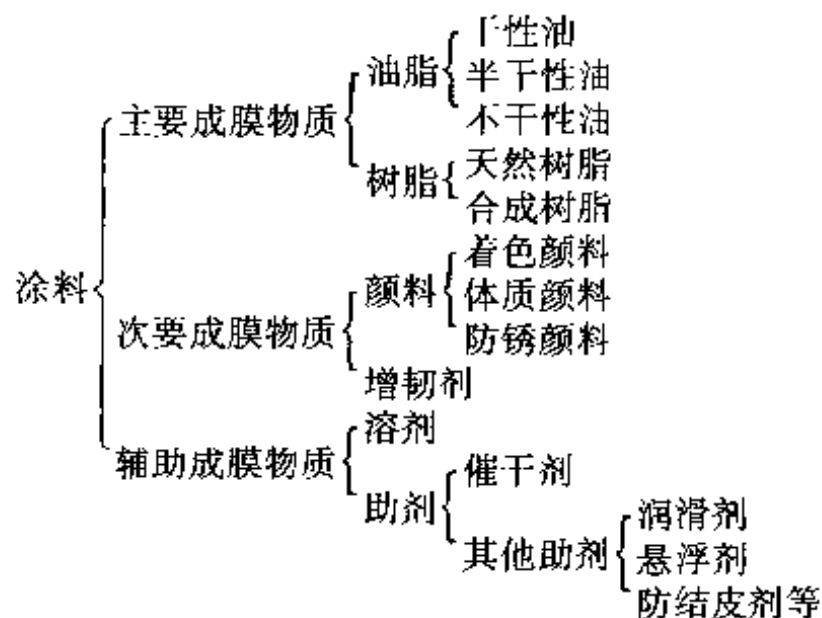


图 7-1 涂料的组分



对于涂料来说,最关键的问题是选择所涂材料具有良好的胶接性和韧性,使涂料的胶粘力足够强。涂料附着力的大小通常以涂漆面上画十字的方法来测量的。附着力大的涂料不会因此而剥落,表明胶接性良好。

塑料的表面涂覆对溶剂的选择要求非常严格,这也是涂料配方的关键。热固性塑料能耐大多数溶剂,而热塑性塑料的耐溶剂性相对要差些,有些溶剂会对某些热塑性塑料表面产生侵蚀,使其外观受损,严重的能使塑料变形甚至碎裂。用溶剂咬蚀的方法来增大粘结性,其效果不稳定,但此时溶剂却能使塑料良好地润湿。涂漆塑料的普遍缺点是制品容易开裂。这是因为塑料制品在成型加工过程中一般存在着内应力,存有内应力的制品遇到某些溶剂,特别是高温烘干处理过程中,产生应力释放造成制品变形以至开裂。解决的办法是正确选择溶剂配方,退火温度及成型条件。一般说来,需要进行涂漆前处理的热塑性塑料要求无应变成型。为了方便进行涂漆,在塑料制品成型加工时,尽量不使用脱模剂,因为制品表层的脱模剂,可能会引起涂漆层粘结力下降而影响涂漆质量,非得使用脱模剂的制品,在涂漆前应用相应的溶剂将脱模剂清除,如除去硅酮,可使用三氯乙烯或者全氯乙烯等溶剂。

## 二、塑料表面的前期处理

塑料表面处理前一般先要进行一些前期处理。

1. 静电及灰尘的消除 塑料大多数是绝缘体,表面易带静电,易吸附灰尘。加工成制品所使用的脱模剂也易吸附灰尘,此时,用一般的吹气法除尘或去污是困难的,须采用溶剂清洗。有些塑料对溶剂十分敏感,如聚苯乙烯、聚碳酸酯、ABS等。故要根据塑料的种类选择溶剂。对于大批量生产的塑料制品,可使

用压缩空气喷射来除尘,喷头出口处装有两对高压电极,利用火花放电使空气电离,这种离子化空气吹到塑料件表面,既能除尘又能除静电,是行之有效的办法。

2. 脱模剂的除去 塑料制件在成型过程中,常使用蜡、硅酮及硬脂酸等化合物作脱模剂,若涂装前不除去这层脱模剂,就会降低涂层附着力或影响涂层性能,除去的方法有:

(1) 用 200# 溶剂汽油与异丙醇按 1:1 配成混合溶剂用纱布擦洗除去;

(2) 用 2% NaOH 水溶液在温度 50℃ 左右冲洗 10 min;

(3) 用超声波和溶剂联合清洗除去。

3. 表面细裂纹的控制 塑料制品出现毛细状态的裂纹称为细裂纹。这是由涂料溶剂渗入塑料内部或者是成型时模具温度太低而引起的,防止方法有:

(1) 使模具温度保持在 110℃ ~ 115℃。

(2) 将塑料制件加热到稍低于热变形温度保持一段时间,以消除或缓解内应力。各种塑料的热变形温度见表 7-2。

(3) 用研磨喷砂的方法除去。

(4) 直接用磷酸溶液处理。

表 7-2 各种塑料的热变形温度和连续耐热温度

品 种	热变形温度(℃)		玻璃化温度 (℃)	连续耐温 (℃)
	1.82MPa	0.45MPa		
聚氯乙烯(硬质)	54 ~ 79	57 ~ 82	87	66 ~ 79
聚苯乙烯(耐热型)	85 ~ 90		100, 105	66 ~ 77
聚苯乙烯(耐冲击型)	75 ~ 80			66 ~ 79
ABS(耐热型)	95 ~ 98	102 ~ 103		88 ~ 110
聚甲基丙烯酸树脂	68 ~ 99	74 ~ 143	105, 120	60 ~ 99

续表

温 度 品 种	热变形温度(℃)		玻璃化温度 (℃)	连续耐温 (℃)
	1.82MPa	0.45MPa		
聚碳酸酯	129 ~ 141	132 ~ 143	150	122 ~ 133
聚丙烯	52 ~ 60	93 ~ 110	- 10, - 18	121 ~ 165
(低密度)聚乙烯	32 ~ 41	38 ~ 50		82 ~ 100
(中密度)聚乙烯	41 ~ 49	49 ~ 74		104 ~ 121
(高密度)聚乙烯	43 ~ 45	60 ~ 88	- 122	121
	110 ~ 124	158 ~ 170	- 50, - 85	91
尼龙 6	66 ~ 79	149 ~ 185	50	79 ~ 121
尼龙 66	66 ~ 100	182 ~ 243	50	82 ~ 149
玻璃钢		149 ~ 268		122 ~ 205

4. 防止增塑剂的转移 塑料制件在成型加工之前,有时需加入增塑剂,而增塑剂有可能会迁移到涂层里去,影响涂层质量。防止办法:

(1) 使用不溶性或溶解性低的增塑剂。常用增塑剂的溶解度参数见表 7-3。

表 7-3 常用增塑剂的溶解度参数(SP 值)

增塑剂名称	SP 值	增塑剂名称	SP 值
二酸二辛酯	8.6	磷酸三甲酯	9.7
邻苯二甲酸二癸酯	8.8	邻苯二甲酸二乙酯	9.9
邻苯二甲酸二辛酯	8.9	磷酸三苯酯	10.5
油酸丁酯	9.0	邻苯二甲酸二甲酯	10.5
邻苯二甲酸二己酯	9.1	环氧十八酸丁酯	9.7
邻苯二甲酸二丁酯	9.4		

(2) 使用反应型的聚氨酯涂料涂装,防止增塑剂的转移。

### 三、塑料的表面处理

塑料的涂漆、电镀、印刷等实际上都是液体(涂料、油墨等)对固体(塑料)表面的亲合过程,我们称之为润湿。涂料、油墨能否在塑料表面完全润湿,主要取决于两者的表面张力,而表面张力又与表面自由能相关。塑料的表面自由能与塑料的表面极性基团和活性基团有很大关系。总的来说,塑料的表面自由能相对于其他材料是比较低的,所以在其上面涂漆、印刷都较困难。对于像 PA、PET 等极性塑料,由于存在极性官能团,对涂料、油墨都有一定的亲合力;而对于像 PTFE、PE、PP 等非极性塑料,表面自由能很低,涂料、油墨根本无法润湿。所以对这些材料进行涂漆、电镀、印刷等工艺,都必须先进行表面处理,提高塑料的表面自由能。

塑料的表面处理有多种方法,但根本目的都是一样的:在塑料表面导入活性基团,提高表面自由能;提高塑料表面的粗糙度以增大与油墨、涂料的接触面,增加附着强度。

常用的塑料表面处理法有以下几种:

1. 机械法 用机械的手段对塑料表面进行粗糙化(粗化)。一方面,粗化提高了两者的接触面;另一方面,机械作用使塑料表面的一些分子链断裂而产生自由基,自由基与氧等反应导入了极性基团,从而提高了表面自由能。

机械法实施的手段有多种,常用的有打磨、喷砂等方法。打磨是指用砂布、砂轮等用手工或机械粗化塑料表面。喷砂是指用压缩空气将石英砂喷击到塑件表面,使之粗化。

2. 物理法 物理法处理效果好,效率高,是最为常用的塑料表面处理法。经物理法处理后的塑料,其处理效果会随着时间而降低,所以一般应立即实施后续工艺。物理法又分为火焰

法、放电法、辐射法等。

(1) 火焰法:火焰法是用氢、甲烷等与空气的混合气体的燃烧火焰,直接地短时间喷到塑料表面。由于混合气体最高温度可达 2000℃(视混合气体组分不同而不同),使塑料表面的一些分子链迅速氧化,产生极性基团。

火焰法适合于聚烯烃厚壁制品,像中空容器、周转箱等已广泛采用,是目前较为常用的方法。

(2) 放电法:对于像塑料薄膜这类薄壁制品,火焰法、机械法无法处理,通常就用放电法来处理。放电法是利用高频高压的短距离两极会使空气电离而产生放电现象这一原理实现的,又叫电晕法或电火花法。空气电离后产生的电子、离子轰击塑料表面,会激发其表面生成活性基团;同时又会使其表面形成很多微孔而使表面粗化。

放电法适用的塑料品种有:PE、PP、PVC、PET、PA、PC、氟塑料等。

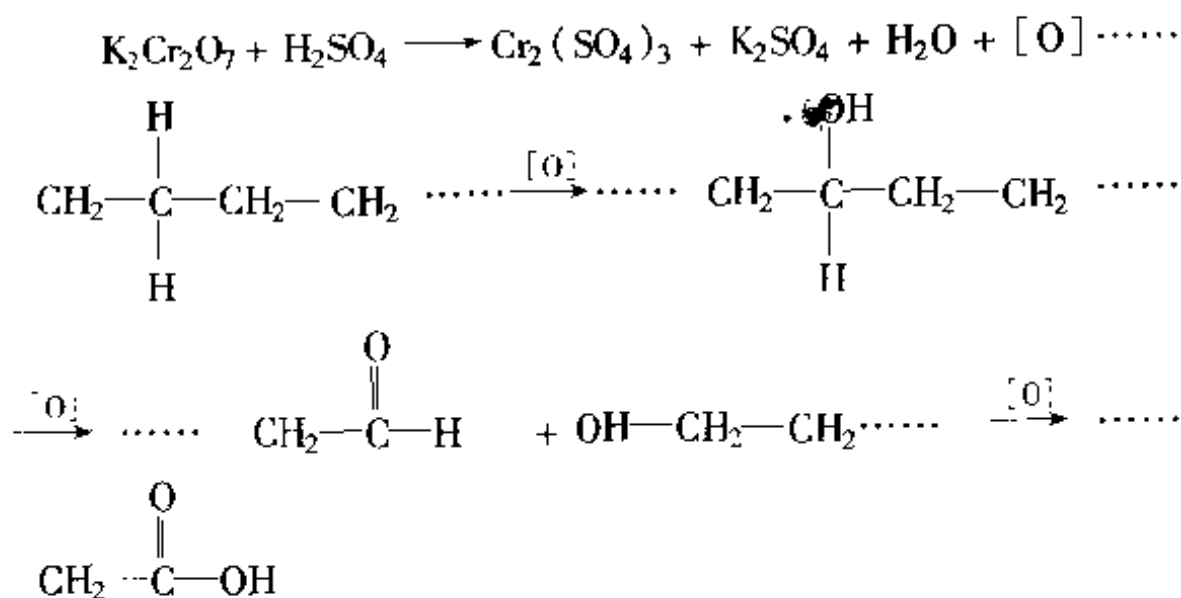
(3) 辐射法:这种方法是用高能射线,如紫外线、X 射线、 $\gamma$  射线等照射塑料制品表面,使其表面部分分子链断裂、活化、氧化,从而提高其表面自由能,改善表面润湿性。

3. 化学法 化学法是用氧化、置换、接枝等化学手段,在塑料表面引入极性基团,从而提高其表面自由能。

化学法处理前必须先将制品清洗和干燥,所以化学法工艺复杂,成本较高,易污染环境,但处理效果好。一般处理效果要求较高的工艺,才采用此法。

(1) 氧化:PE、氟塑料多采用此法,以硫酸与强氧化剂(铬酸或重铬酸钾)的混合液为处理液,处理聚乙烯时,表面生成了羰基、羧基、羟基等极性基团,主要反应如下:





氟塑料用萘、钠、四氢呋喃溶液和钠、氨溶液处理。

(2) 置换: 聚四氟乙烯等含氟塑料, 一般都利用置换反应进行。

使用钠、氨溶液处理聚四氟乙烯, 是通过表面部分氟原子的置换而形成极薄的 C - C 结构层, 并生成极性基团。

(3) 接枝: 在塑料表面进行接枝聚合反应, 可引入极性基团。

先用催化、氧化等化学方法或用射线、等离子体等方法使塑料表面产生自由基, 然后用单体或聚合物进行表面接枝。单体要选择溶解度低的丙烯腈、丙烯酰胺、丙烯酸等, 以免单体渗入到塑料内部, 保证只在表面接枝。该法适用于非极性的聚烯烃和氟塑料。

要使涂料等与塑料有较高的表面附着力, 最理想的方法是两者有一定的相容性。一般来说, 如涂料与塑料的分子结构相似, 且溶解度参数值相近 (两者 SP 值之差不能大于 1.7), 就会有一定的相容性。表 7-4 是常见塑料的 SP 值。



表 7 4 常见塑料的 SP 值

塑料名称	SP 值( $\text{cal}/\text{cm}^3$ ) $^{\frac{1}{2}}$	塑料名称	SP 值( $\text{cal}/\text{cm}^3$ ) $^{\frac{1}{2}}$
PE	7.7 ~ 8.35	PP	8.2 ~ 9.2
PVC	9.4 ~ 10.8	PS	8.5 ~ 9.3
PTFE	6.2	PMMA	9.1 ~ 12.8
SI	7.3 ~ 7.6	PVDC	9.9 ~ 12.2
UF	9.6 ~ 10.1	MF	9.7 ~ 10.9
PF	10.6 ~ 11.5	PA	12.7 ~ 13.6
EP	9.7 ~ 10.9	PU	10.0

## 第二节 涂料的选择

### 一、涂料选择的基本原则

塑料的种类繁多、用途广泛,对涂料性能的要求也各不相同,产品的施工条件各不相同,因此需要用多种涂料来涂饰。选择涂料要根据塑料的特点及应用环境进行,在设计涂料配方时应注意如下几个方面。

1. 根据被涂塑料的性质选择涂料 用于塑料表面的涂料应具备两个基本的性质:首先涂料对塑料必须具有一定的附着力;其次涂料不能过分溶蚀塑料表面。因为不同的塑料其结构与性能也不相同,对于极性较强的,表面张力比较高的塑料如 PVC、ABS 等,在选择涂料用树脂时应选择具有一定量带有极性基团的树脂,如带有羧基、羟基、环氧基等。这样有利于提高附着力。反之聚乙烯、聚丙烯等非极性塑料应选择结构相似的树脂,如氯化聚丙烯、石油树脂与环化橡胶的共聚物,这样可在界

面上形成互混层,甚至使链段相互缠结有利于提高附着力。

对于一些耐溶剂性很差的塑料如 PS、A/S、PC,在选择涂料设计配方时应密切注意涂料的溶解度参数,使之在保证附着力的情况下将溶剂选择在溶解区的近边缘处,如上述塑料可以选择醇酸涂料、聚氨酯改性油,或是以醇类为主的溶剂。对于非极性塑料和热固性塑料,溶剂溶蚀的可能性很小。

2. 根据对涂层性能的要求来选择涂料 塑料用涂料按性能可分为室内用、户外用及特殊用途用涂料。

对于户内使用涂料多注重装饰效果,对理化性能要求不高,主要是涂膜的干燥速度、装饰效果、色彩及成本等方面。如电视机外壳、钟表壳、玩具、灯具等,此时可以考虑醇酸涂料、丙烯酸涂料、丙烯酸硝基涂料等。

对于户外使用的塑料用涂料多重视防护效果。长期的户外使用要求耐紫外线、耐湿热、耐划伤等性能。在选择涂料时可选择耐候性好的双组分脂肪族聚氨酯涂料、交联型丙烯酸涂料及低温固化氨基涂料。

对于透明性好,但表面硬度不高的塑料(PS、PMMA),则需使用透明度好,硬度高的光学涂料来保护塑料表面。

有些塑料制品,由于使用环境特殊,需要用抗静电涂料、导电涂料、阻燃涂料、发光涂料等。

此外,在选择涂料时,还要考虑施工工艺性以及涂料价格等因素。

由于热变形温度不同,热塑性塑料不宜采用热固性涂料,一般选用溶剂挥发型涂料。可用于塑料涂饰的涂料有许多种,常用的有:过氧乙烯漆、聚酯酸乙烯漆、氯乙烯-醋酸乙烯漆、醋酸丁酸纤维素漆、乙基纤维素漆、硝基漆、氨基树脂漆、醇酸树脂漆、环氧树脂漆、酚醛树脂漆、缩醛漆、聚氨酯漆、聚酯漆、丙烯酸

漆、有机硅漆等。不同涂料对各种塑料的适用性如表 7-5。

表 7-5 塑料涂料选择的参考表

塑 料	推荐的涂料类型
硬聚氯乙烯	过氯乙烯漆、醋酸乙烯漆、聚氨酯漆、硝基漆
软聚氯乙烯	聚氯乙烯漆、聚氯乙烯糊、聚氨酯漆、氨基酸漆、聚乙烯丙烯酸漆
聚苯乙烯	乙基纤维素漆、缩丁醛漆、乙烯基漆、环氧树脂漆
缩丁醛塑料、聚酯 酸乙烯及其共聚塑料	乙烯基漆
ABS	乙烯基漆、改性乙烯基漆、聚氨酯漆、环氧树脂漆
丙烯酸酯	丙烯酸漆、改性丙烯酸漆、硝基漆、聚氨酯漆、环氧树脂漆、醋酸丁酸纤维素漆
氨基塑料	醇酸树脂漆、氨基漆、乙烯基漆、环氧树脂漆、聚酰胺漆
聚氨酯	聚氨酯漆、醇酸树脂漆
聚 酯	聚酯漆、聚氨酯漆、环氧树脂漆
玻璃纤维增强聚酯	醇酸树脂漆、硝基漆、乙烯基漆、缩醛漆
聚酰胺	丙烯酸漆、乙烯基漆、聚氨酯漆、聚酯漆
聚苯醚	聚氨酯漆
聚碳酸酯、聚甲醛、 聚烯烃 <sup>①</sup>	聚氨酯漆、丙烯酸漆、改性丙烯酸漆
醇酸塑料	醇酸树脂漆、硝基漆
环氧树脂	大部分漆皆可用
乙基纤维素塑料	乙基纤维素漆、硝基漆
醋酸纤维素塑料、 丁酸纤维塑料	丙烯酸漆、改性丙烯酸漆、硝基漆、醋酸纤维素漆、醋酸丁酸纤维素漆
硝酸纤维素塑料	硝基漆、其他纤维素漆
酚 醛	醇酸树脂漆、聚氨酯漆、丙烯酸漆、环氧树脂漆
三聚氰胺	硝基漆、缩醛树脂漆

①必须经过臭氧、离子辐射或火焰处理后，才可涂饰。

在塑料涂饰之前,需要在涂料中加入溶剂。溶剂可分为主溶剂、助溶剂和稀释剂 3 种。主溶剂的溶解性能最好。主溶剂的选择主要根据溶解度参数即 SP 值,但并非 SP 值越接近越好,因为 SP 值越接近溶解性越好,溶解性太好,会使塑料件产生过大的内应力,使饰件变形甚至开裂,此时可加入适量的助溶剂或稀释剂,以减缓主溶剂的溶解作用。

在选择涂料时,除了要了解塑料的种类和特性外,还要对所需涂饰的制件加以分析,以便找到最适合的涂料。

## 二、常用的塑料涂料

1. ABS 塑料用涂料 能够溶解 ABS 塑料的有酮类、酯类和苯类溶剂,而醇类和烃类溶剂对 ABS 塑料无溶蚀作用。涂料能否溶蚀塑料表面不仅与所使用的溶剂有关,还与施工温度等因素有关。尽管酮类、酯类溶剂易溶蚀 ABS 表面,但只要涂料配方得当,通过施工工艺控制,还是可以较大比例地使用。ABS 塑料用涂料的配方见表 7-6 和表 7-7。

表 7-6 丙烯酸酯涂料配方

配方	原料名称	配比量(重量份)
树脂液	苯乙烯	16
	丙烯酸丁酯	18
	甲基丙烯酸甲酯	9
	丙烯腈	5
	甲基丙烯酸	2
	甲苯	25
	丁醇	25
	过氧化苯甲酰	0.5
稀释剂	乙醇	5
	醋酸丁酯	45
	乙二醇单丁醚	25
	异丁醇	25

表 7-7 环氧醇酸硝基漆的三组配方

配方	原料名称	配比量(重量份)
一、 胡麻 油醇 酸树脂	胡麻油	40
	甘油	9
	苯酐	17
	二甲苯	34
二、 环氧 醇酸	66% 胡麻油醇酸	50
	66% 6101 环氧树脂液	25
	二甲苯	25
三、 环氧 硝基漆	50% 环氧醇酸树脂	22
	33% 硝化棉液	39
	稀释剂*	39

\* 稀释剂配方(重量)如下:

醋酸丁酯	30	二甲苯	35
环己酮	20	甲苯	10
丁醇	5		

表 7-6 的配方共聚后得到的树脂所生产的涂料附着力好、硬度高、光泽好、保光保色性好、施工简便、能够遮掩成型过程中产生的一些小缺陷。表 7-8 配方用于 ABS 塑料,其附着力好,干燥速度快,施工简便,漆膜平整细腻,适于制无光黑漆和铝粉漆,是家用电器的理想涂料,缺点是色漆的光泽不高。

2. 聚苯乙烯系塑料用涂料 这类塑料耐溶剂性较差,容易被涂料所溶蚀,故配方设计需要小心谨慎。可选用丙烯酸涂料、乙烯树脂涂料、三聚氰胺漆、环氧树脂漆、聚氨酯漆等,尤以环氧树脂漆和聚氨酯漆的膜最为坚固,且耐化学药品性好。B-708 丙烯酸树脂的配方见表 7-8。

表 7-8 B-708 丙烯酸树脂的配方

配方	原料名称	配比量(重量份)
B-708 丙烯酸 树脂	苯乙烯	34
	丙烯酸丁酯	44
	丙烯腈	10
	丙烯酸	4
	甲基丙烯酸甲酯	8
稀 释 剂	醋酸丁酯	35
	乙二醇丁醚	15
	异丁醇	25
	丁醇	10
	丙二醇甲醚	10
	丙酮	5

共聚后制得的涂料与稀释剂的配合是关键,若配合得好,涂料不仅不会引起塑料表面开裂还能帮助涂膜的附着。此外,施工温度不同,稀释剂也要作适当调整,见表 7-9。

表 7-9 S-808 稀释剂配方

原料名称	配比量(重量份)		
	夏季用	春秋季用	冬季用
正丁醇	15		
异丁醇		25	18
仲丁醇	27		
二丙酮醇			8
仲庚烷			20
乙二醇丁醚	18		12
醋酸丁酯	35	50	35
乙二醇甲醚乙酸酯	5		
丁二醇丁醚		25	
甲基异丁基甲酮			10

3. 聚丙烯酸酯用涂料 在聚丙烯酸酯类塑料中最具代表



性的是聚甲基丙烯酸甲酯,即有机玻璃。有机玻璃用涂料应具有良好的附着力和耐划伤性。有机硅涂料具有以上性能,但价格较高。对于一般装饰性涂饰可使用丙烯酸酯涂料或脂肪族聚氨酯涂料。见表 7-10。

表 7-10 817 聚丙烯酸酯涂料用配方

配方	原料名称	配比量(重量份)
树脂液	甲基丙烯酸甲酯	11.8
	甲基丙烯酸丁酯	31.6
	甲基丙烯酸	2.1
	丙烯腈	4.5
	甲苯	25
	丁醇	25
稀释剂	甲乙酮	15
	二丙酮醇	15
	丁醇	15
	丙酮	5
	乙二醇丁醚	15
	醋酸乙酯	35

表 7-10 的配方也可用于 ABS、HIPS、PVC 塑料表面涂饰,但由于配方中甲基丙烯酸酯的用量较大,所以成本较高。

4. 聚氯乙烯用涂料 对于硬聚氯乙烯,主要是为了防止老化,因此在选择涂料时,只需选用具有相同极性的耐老化涂料即可,如过氯乙烯漆等。

而对软聚氯乙烯,则应视具体产品品种及其使用要求选用涂料。例如,聚氯乙烯泡沫鞋和泡沫人造革,涂饰的主要目的是改善手感,改变表面光泽性,同时还应考虑耐曲折性和耐候性。

一般可以选用乙烯树脂漆、丙烯酸漆、聚氨酯漆等,还应加入溶剂和适量的非迁移性增塑剂、稳定剂等。SP 值与聚氯乙烯接近的有:环己酮、1,2-二氯乙烷等,可用作主溶剂,起溶解作用;醋酸丁酯等可作助溶剂,起局部溶胀作用;二甲苯等芳香族碳氢化合物,对聚氯乙烯既不溶解,也不溶胀,只起稀释涂料作用,在此称为稀释剂。有关软聚氯乙烯涂料的特点及参考配方请见表 7-11 至表 7-13。

表 7-11 软聚氯乙烯用几种涂料的特点

涂料名称	涂布方法	特 点	用 途	备 注
氨基酸漆	刮涂、辊涂	软质、手感干性、伸长性大	软质人造革,如衣料、手套	发泡后用
聚氨酯漆	刮涂、辊涂	软质、手感湿性、伸长性大	软质人造革,如衣料、手套、泡沫鞋	发泡后用
丙烯酸漆	辊涂	硬质、手感干性、伸长性小、易龟裂、热涂粘性大	硬质人造革,鞋、包、车辆、家具	发泡前后皆可
氯乙烯清漆	刷涂、喷涂	柔韧性好	搪塑玩具及其他塑料制品的表面罩光	上海振华造漆厂生产
X04-5 各色氯乙烯磁漆	刷涂、喷涂	柔韧性好	搪塑玩具及其他塑料制品的表面罩光	上海振华造漆厂生产

表 7-12 后涂工艺人造革涂料的参考配方

原 料	有 光	无 光
聚氯乙烯糊用树脂	1	1
372 塑料 <sup>①</sup>	0.5~1	0.5~1
环己酮	6	6
醋酸丁酯	4	4

续表

原 料	有 光	无 光
丁 醇	1	1
二氧化硅	-	0.6

①372 为甲基丙烯酸甲酯 85% 和苯乙烯 15% 的共聚体。除二氧化硅以外, 碳酸钙也可作为消光剂, 消光剂的细度要求在  $1\mu\text{m}$  以下

表 7-13 聚氯乙烯泡沫鞋上光涂料的参考配方

原 料		配比量(重量份)				
		手工喷涂	静电喷涂	静电喷涂	浸 涂	浸 涂
聚 氨 酯	广州#4 甲	30	30	30	-	-
	乙	70	70	70	-	-
氨 酯	上海 7110 甲 <sup>①</sup>	-	-	-	7	-
	乙	-	-	-	10	-
酯	上海 685 甲 <sup>①</sup>	-	-	-	-	30
	乙	-	-	-	-	10
环己酮		40	60	100	10	30
醋酸丁酯		30	45	50	-	-
乙酸乙酯		-	-	-	50	120
二甲苯		30	45	50	-	-
有机锡		0.5	0.5	1	0.3% ~ 0.5% <sup>②</sup>	0.3% ~ 0.5% <sup>②</sup>

①7110 和 685 分别为上海涂料厂和上海家具涂料厂生产。

②此用量分别以 7110 甲和 685 甲为基准的百分数。

5. 聚烯烃用涂料 聚烯烃宜用环氧树脂漆、聚氨酯漆等作为防护漆或底漆。最外层可涂上加有紫外光吸收剂等的其他面漆, 此外, 还可选用醇酸树脂漆、脂肪族改性环氧树脂漆、改性丙烯酸漆等。但要注意, 在涂饰前, 涂件必须经过预处理。

由于聚丙烯各方面的性能比较优异, 因而近几年发展很快, 下面着重地介绍聚丙烯的表面涂装。

(1) 聚丙烯的表面附着性: 聚丙烯塑料是典型的非极性材

料。根据材料间极性相近附着力强的原理,聚丙烯塑料表面涂装应该选用非极性涂料。然而,非极性物质之间的附着力主要是依靠其分散力,只有采用加热的方式才能获得牢固的附着力。但是聚丙烯热变形温度不高,不适宜采用加热方式,因此不能采用非极性的涂料,只能采用极性涂料,且只能对其表面进行极化处理,以利于极性涂料的涂装。

(2) 聚丙烯塑料制品表面处理的目:在聚丙烯塑料制品实施涂装前,通常需要对塑料进行某些前处理和表面处理,以改善塑料表面的润湿性、涂装性和粘结性等。

(3) 聚丙烯用涂料:可用于聚丙烯塑料的涂料很多,有氯化聚烯烃类,EVA、丙烯酸树脂、聚氨酯、聚酯、环氧树脂、氟树脂等,以及这些树脂的改性物和混合物。

氯化聚丙烯是聚丙烯涂料常用的一种树脂基料。使用氯化聚丙烯涂料,可以不必进行表面处理或能简化处理方法,这对聚丙烯塑料涂饰是难能可贵的。在使用时,氯化聚丙烯涂层的厚度控制要求较严格,太厚太薄都会造成附着不良,且氯化聚丙烯价格较高,所以常将氯化聚丙烯与其他树脂配合使用。氯化聚丙烯分为氯化等规聚丙烯和氯化无规聚丙烯。氯化等规聚丙烯的粘附性比氯化无规聚丙烯强,这是因为氯化等规聚丙烯具有较高的结晶性,使得氯化等规聚丙烯在聚丙烯的晶体上外延生长成为一体。

EVA也是聚烯烃类塑料涂料中常用的树脂基料之一,它对聚烯烃类塑料的附着力强,耐低温,韧性好,强度高,透明性和光泽性好,化学性能稳定,抗老化,无毒,价格较低,但EVA树脂硬度低,不能单独制漆,可与其他树脂配合使用。

仅用EVA树脂配成25%二甲苯溶液涂覆聚丙烯板,附着力参照SJ2573-85划格胶带粘贴法测试,附着力较差,可记为2

级。若选用顺丁烯二酸酐(简称顺酐)、甲基丙烯酸-2-羟丙酯、甲基丙烯酸环氧丙酯为改性剂,在二甲苯溶液中对 EVA 进行自由基接枝改性,增强 EVA 极性,可提高 EVA 对聚丙烯的附着力。EVA 可采用牌号 28/150 或 28/250,最终附着力可达到 0 级或 1 级。改性 EVA 涂膜因硬度小,达不到实用要求,一般不能单独使用,可与氯化聚丙烯、丙烯酸树脂、环氧树脂等配合使用,可得到性能优良的涂膜。

6. 聚碳酸酯用涂料 聚碳酸酯在接触某些溶剂后容易开裂,对于涂料和溶剂的选择,须倍加小心。一般选用含有酯链的涂料为好。几种涂料对聚碳酸酯的影响见表 7-14。

表 7-14 几种涂料对 PC 的影响

项 目	丙烯酸漆	聚氨酯漆	环氧树脂漆	氨基醇酸树脂漆
对 PC 的影响效果	良	良	良	一般
对 PC 的影响	不影响	微裂纹	裂纹	微裂纹
条件	室温,24 h	室温,24 h	室温,48 h	90℃,0.5 h

7. 聚酯用涂料 具体见表 7-15。

表 7-15 聚酯树脂用涂料的参考配方

原 料	配比量(重量份)
硝基纤维素	20
邻苯二甲酸树脂	25
增塑剂	5
亮 漆	50

### 第三节 溶剂的选择

目前塑料用涂料大多为溶剂型,如果塑料制品被涂料中的

溶剂(或稀释剂)溶解或溶胀,则有可能使塑料制品出现冷色、细纹、失光和表面粗糙等现象。如果塑料制品在成型过程中存在内应力,那么表面的溶解或溶胀,极易引起应力开裂。有时虽未产生开裂,但制品的机械强度会明显下降;如果溶剂与塑料互不相溶,SP 值相差悬殊,则涂料的附着力低,失去使用价值。因此,在塑料涂装过程中溶剂的选择显得尤为重要。依据不同的塑料,不同的形状,选择不同的溶剂,一般选择溶解度参数位于该塑料溶解度参数范围边缘的溶剂。

专用溶剂的配方往往是根据对塑料底材的影响、溶解力、附着性和流平性等设计的。表 7-16 列举了丙烯酸系塑料用涂料专用溶剂的配方。表 7-17 为各类溶剂的功能。

表 7-16 溶剂配方

溶剂类型	配 比 量(重量份)
醇 类	25 ~ 40
酯 类	40 ~ 55
酮 类	5 ~ 30
醇醚类	0 ~ 25

表 7-17 各类溶剂的功能

溶剂类型	性质	作 用
酯 类	主溶剂	溶解涂料中树脂
酮 类	主溶剂	对塑料制品底材的侵蚀力强
醇 类	助溶剂	对漆料溶解小,缓减对底材的侵蚀
醇醚类	助溶剂	促进流平,缓减对底材的侵蚀

从溶剂的挥发速度看,溶剂对塑料底材的侵蚀力和流平性的关系如下:挥发速度慢,侵蚀力强,流平性好;反之,挥发速度快,侵蚀力弱,流平性差。



此外,季节与气候、环境和温度,对溶剂的选择也有影响。具体影响情况见表 7-18 和表 7-19。

表 7-18 各季节适用的专用溶剂

季 节	现 象	适用溶剂类型
夏 季	溶剂挥发快 流平性不良	选用挥发速度低(慢干型)的溶剂
冬 季	溶剂挥发慢,侵蚀 力强,易流挂	选用挥发速度高的溶剂(速干型)
高温季节	容易产生发白现象	选用慢干型溶剂,或采取添加防潮型

表 7-19 环境与溶剂选择的标准

温度(℃)	湿度(%)	溶剂的选择标准
15 ~ 25	60 ~ 75	此时为最佳涂装环境条件,使用中间型溶剂
15 ~ 25	45 ~ 60	湿度稍低,溶剂挥发快,适用慢干型溶剂
5 ~ 15	45 ~ 60	冬季常遇此环境,适用具有溶解力的速干型溶剂
15 ~ 35	75 ~ 90	①易产生发白现象,与夏季用溶剂混合 ②使用慢干型溶剂,应注意流挂、积存及干燥条件,添加防潮剂 5% ~ 10%
35 以上 5 以下	—	采取降低环境温度的方法,使用超慢干型溶剂 采取升高环境温度的方法,用涂料专用加热器加热涂料(10℃左右)
—	90 以上	由于湿度大,色调及表面易出现变色、凹凸的状态,若在高温季节更难避免,可设置防潮湿装置

以上介绍了溶剂在溶解性及温度等条件下对溶剂选择的影响,除此之外,还应考虑表面张力。表面张力是涂料润湿和展布的动力,涂料对塑料表面完全润湿,则表面张力必须低于塑料表面的临界表面张力。常用塑料、溶剂的表面张力分别列于表 7-

20 和表 7-21。

表 7-20 塑料的临界表面张力

	ABS	PS	PE	PU	PVC	PMMA	PA66
临界表面张力 $\times 10^{-4}$ N/cm	3.4~3.8	3.3	3.1	2.9	3.9	3.9	4.3

表 7-21 溶剂的表面张力

	醇 类	醇醚类	酯 类	酮 类	芳族烃类	脂族烃类
表面张力 $\times 10^{-4}$ N/cm	2.1~2.4	2.8~3.5	2.3~3.2	2.3~3.1	2.8~2.9	1.8~2.3

有时塑料制品表面残留脱模剂,影响其表面张力,所以必须除去。

## 第四节 涂装工艺

塑料制品的涂装方法有:空气喷涂、静电喷涂、浸涂、流涂、辊涂等,比较常用的是空气喷涂法。几种涂装方法的对比情况见表 7-22。

表 7-22 涂饰方法的对比

方 法	优 点	缺 点	适 用 性
刷 涂	工具简单,机动灵活,消耗涂料最少	速度慢,质量差,劳动强度大,劳动保护差	小批量小面积工件
浸 涂	操作简单	涂料浪费严重,产品质量不稳定,有时还出现“橘皮”	对涂层均匀度要求不高的制品
手工喷涂	设备不复杂,无高压电设备,速度快,质量比刷涂好	消耗涂料最多,涂料飞扬,劳动保护最差,劳动强度大	小批量大面积工件

续表

方 法	优 点	缺 点	适 用 性
自动喷涂	设备不甚复杂,无高压电设施,可密闭操作,劳动保护较好,劳动强度不大	涂料消耗量仍较多	小面积大批量工件
无气喷涂	无压缩空气设备,设备组件较少、体积小,质量轻,携带方便,操作简易,机动灵活	涂料消耗量仍多,涂料飞扬,劳动保护差,劳动强度大	小批量大面积工件
静电喷涂	和其他喷涂方法相比,涂层均匀度、光泽度、附着力均好,涂料消耗少,速度快,效率高,易于自动化、远距离、密闭操作,劳动强度低,劳动保护好	设备较复杂,并有高压电设施,涂料消耗仍比刷涂多	大批量工件,但不适用于特大工件
辊 涂	连续操作,速度快,无涂料飞扬,用料省,质量好,劳动保护好,劳动强度低	只可涂平面	连续平片材料

涂装时,对涂层的厚度要求因环境条件的不同而不同,涂层的通常厚度见表 7-23。

表 7-23 涂层的通常厚度

环 境 条 件	控 制 厚 度( $\mu\text{m}$ )
一般性涂层	80 ~ 100
装饰性涂层	100 ~ 150
保护性涂层	150 ~ 200

连续

环 境 条 件	控 制 厚 度( $\mu\text{m}$ )
含有盐雾环境的涂层	200 ~ 250
含侵蚀性溶液冲击的涂层	250 ~ 350
耐腐蚀涂层	250 ~ 350

漆膜在老化过程中,由于温度、湿度、体积的变化,在漆膜内部产生内应力,当平行于漆膜的内应力超过垂直于表面的附着力时,漆膜就要剥离。内应力的大小,取决于成膜物质的性质、溶剂的成分与成膜条件。当成膜物质和溶剂已经选定时,只能通过选择合适的干燥温度与干燥时间来减小内应力。一般说来,低温有利于减小内应力。干燥温度必须低于制品的热变形温度。塑料的耐热温度及涂装注意事项见表 7-24。

表 7 24 塑料的耐热性及涂装注意事项

塑 料 名 称	耐热温度( $^{\circ}\text{C}$ )	注 意 事 项
ABS	70 ~ 107	专用溶剂配合 干燥温度
A/S	60 ~ 98	
PS	80 ~ 110	
HIPS	70 ~ 105	
HDPE	60 ~ 85	
PE	50 ~ 80	专用涂料
LDPE	40 ~ 50	
PP	55 ~ 110	专用涂料
PVC	55 ~ 75	增塑剂迁移
PMMA	70 ~ 98	配合专用溶剂
PA	130 ~ 182	非涂装面吸湿引起变形
PC	120 ~ 150	配合专用溶剂,强度下降
PPO	60 ~ 125	配合专用溶剂
PBO	150 ~ 220	可使用金属闪光涂料

续表

塑料名称	耐热温度(℃)	注 意 事 项
PF	130 ~ 205	清除脱模剂
MF	127 ~ 182	清除脱模剂
UF	126 ~ 142	清除脱模剂
UP	60 ~ 205	清除脱模剂、发泡
PUR	107 ~ 204	清除脱模剂、发泡

## 一、空气喷涂

空气喷涂是用压缩空气的气流使涂料雾化,并在气流的带动下涂到被涂物表面的一种涂装方法。其优点是几乎可适用于每一种涂料和任一种被涂物,并能涂装出质量优良的涂膜,不足之处是喷涂过程中涂料飞散损失大,溶剂挥发量大。

1. 空气喷涂的装置 空气喷涂装置包括:空气压缩机、输气管、空气油水分离器、贮气罐、喷枪、涂料槽、喷漆室等。

(1) 空气压缩机:用来产生压缩空气。空气压缩机有许多不同的型号,在使用过程中可根据空气量需要的大小来选择适当型号的压缩机。

(2) 输气管:用来连接空气压缩机到喷枪各个设备之间的管道。

(3) 空气油水分离器:用于分离压缩空气中的水分、油分及其他杂质,以保证涂膜质量。

(4) 贮气罐:用于储存压缩空气,减小压力波动,可通过压力控制阀调节贮气罐的压力。

(5) 喷枪:喷枪是空气喷涂的关键设备。最常用的国产喷枪有 PQ-1 型(对嘴式)和 PQ-2 型(扁嘴式)两种。其结构见图 7-2 和图 7-3。

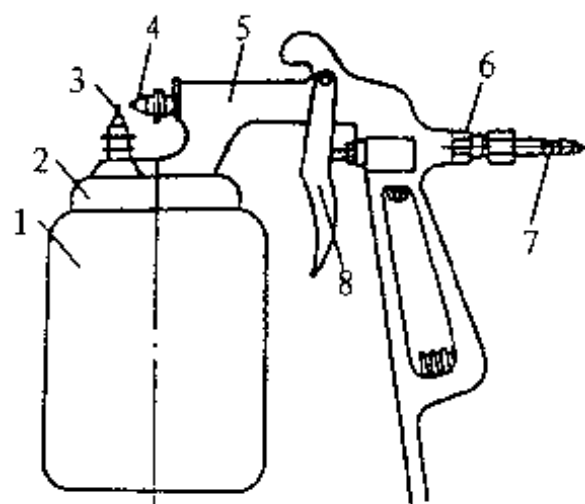


图 7-2 PQ-1 型喷枪结构图

1—漆罐;2—罐盖;3—涂料喷嘴;4—空气喷嘴;5—枪体;6—空气密封;7—空气接头;8—扳机

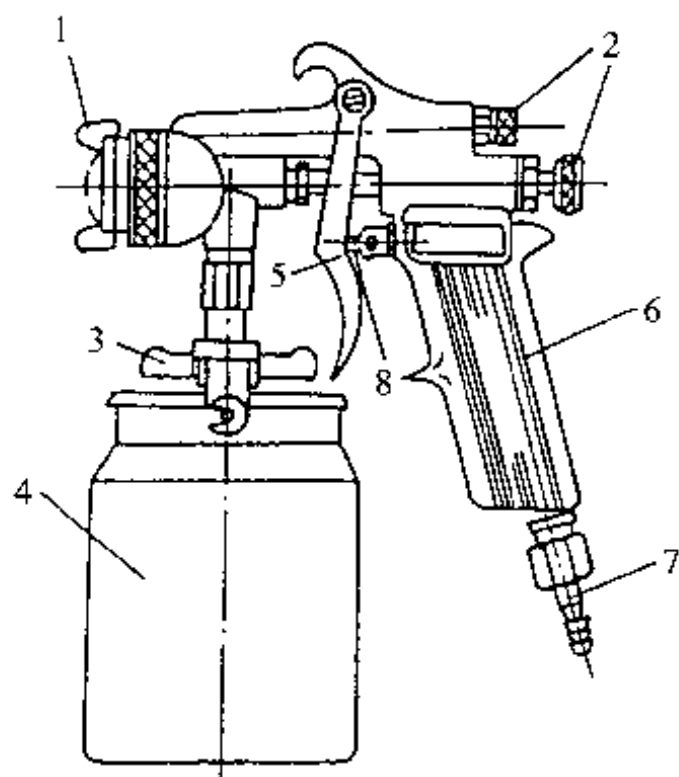


图 7-3 PQ-2 型喷枪结构图

1—空气喷嘴调节螺帽;2—输漆及空气调节阀;3—压紧螺帽;4—涂料罐;  
5—扳机;6—手柄;7—压缩空气入口;8—空气阀杆



其中,PQ 1 型喷枪主要适用于间歇式小涂布量喷涂。而连续、自动的空气喷涂件基本上使用 PQ-2 型或类似的喷枪。

## 2. 空气喷涂的要点

(1) 雾化条件:雾化是涂料空气喷涂涂装的必要条件,雾化程度的好坏直接影响涂装质量。而雾化程度取决于喷枪的空气帽上气孔喷射出来的空气流速和空气量,在涂料喷出量一定时,空气量越大涂料雾化就越细。

(2) 喷涂距离:喷枪距离是指喷嘴到被涂物面的距离。喷涂距离近,单位时间内被涂物上覆盖的涂料多,产生的膜就厚,易发生流挂现象;喷涂距离过远,空中涂料损失就多,涂装效率差,涂膜薄,严重时还会失光。一般大型喷枪的喷涂距离在 20 ~ 30 cm 为宜;小型手提式喷枪,则以 15 ~ 20 cm 为宜。

(3) 喷枪的移动速度:喷枪的移动速度是指喷涂过程中,喷枪相对于被涂物面的运行速度,这个速度一般可在 30 ~ 60 cm/s 内调整。过慢,会造成膜过厚而流挂;过快,会造成喷雾图形交接不好,不易得到均一平滑的涂膜。一般在一个涂装过程中,喷枪移动的速度要恒定。另外,喷枪与喷涂面所成角度也很重要,应保持喷枪与喷涂面垂直,若倾斜,会造成涂膜不匀。

(4) 喷雾图样的搭接:搭接的宽度在涂装过程中应保持一致,一般为有效喷雾幅度的  $1/4 \sim 1/3$ 。若不能恒定,则出现膜厚不匀、条纹、斑痕等现象。在进行多道喷涂时,后一道喷涂的喷枪运行方向应与上一道相反,这样才能获得更加均匀一致的涂膜。

(5) 涂料的粘度:涂料粘度是空气喷涂的重要施工参数。粘度过大,涂料雾化困难,粘度过小则易流挂。一般空气喷涂适宜的粘度见表 7-25。

表 7-25 适宜的空气喷涂粘度

涂 料 的 种 类	粘 度 (涂-4杯/20℃,Pa·s)
硝基漆及热塑性溶剂漆	16~18
热固性溶剂涂料(氨基醇酸、丙烯酸类)	18~25
白干性醇酸及聚氨酯类涂料	25~30

(6) 清洁:在完成涂装或换涂料品种时,喷涂设备尤其是喷枪必须彻底清洗。在喷漆前,要先用合适的溶剂清洗整个涂料通道,涂装完毕再用溶剂漆洗几次,以备下次使用。

(7) 容易产生问题及解决办法:空气喷涂中容易产生主要问题是喷枪机械故障和喷涂图样不完整。喷涂图样问题及解决办法见表 7-26。

表 7-26 空气喷涂图样问题及解决方法

现 象	原 因	解 决 方 法
涂料时有时无	1. 涂料粘度过高	1. 稀释涂料至合适粘度
	2. 涂料容器中涂料不足	2. 补加涂料
	3. 空气进入涂料通道	3. 检修喷枪,防止内漏气
	4. 涂料通道堵塞	4. 除去干固附着涂料
	5. 涂料接头松弛或破损	5. 加固或更换
	6. 针阀密封垫圈松弛或破损	6. 加固或更换
	7. 喷嘴紧固不好或损伤	7. 紧固或更换
	8. 涂料容器上与大气相通的空气孔堵塞	8. 除去堵塞物

续表

现 象	原 因	解 决 方 法
喷雾图形呈拱形	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 涂料喷嘴一侧有污物</li> <li>2. 喷嘴与空气帽一面损伤</li> <li>3. 空气帽辅助气孔堵塞</li> <li>4. 空气帽中心孔与喷嘴之间堵塞</li> <li>5. 空气帽与喷嘴接触面有污物附着,使两者配合不良</li> </ol>	<p>先喷一下,然后转动空气帽180°再喷,比较两者喷雾图样。若相同,是喷嘴不良;若不同,是空气帽不良</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 除掉污物</li> <li>2. 更换损伤者</li> <li>3. 除去堵塞物</li> <li>4. 除去堵塞物</li> <li>5. 除去污物</li> </ol>
局部过浓	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 喷枪与被涂面没有垂直</li> <li>2. 空气帽与喷嘴间有污物或干涂料附着</li> <li>3. 空气帽松弛或损伤</li> <li>4. 喷嘴损伤</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 调整喷枪位置</li> <li>2. 除去</li> <li>3. 紧固与更换</li> <li>4. 更换</li> </ol>
中部稀薄两边过浓	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 涂料粘度过低</li> <li>2. 喷出量小</li> <li>3. 喷涂气压过高</li> <li>4. 在空气帽与喷嘴间隙有污物或干涂料附着</li> <li>5. 辅助孔空气量过多</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 调整至合适粘度</li> <li>2. 加大喷出量</li> <li>3. 减小气压</li> <li>4. 除去</li> <li>5. 减少其空气量</li> </ol>
中部过浓两边过稀	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 涂料粘度过高</li> <li>2. 喷涂气压过低</li> <li>3. 空气调节螺栓帽拧得太紧</li> <li>4. 涂料喷嘴口径过大</li> <li>5. 涂料压力过大</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 稀释至合适粘度</li> <li>2. 提高气压</li> <li>3. 放松</li> <li>4. 更换</li> <li>5. 降低</li> </ol>
喷雾图样小	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 喷涂压力过低</li> <li>2. 喷嘴磨损过大</li> <li>3. 空气帽与喷嘴间隙过大</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 提高气压</li> <li>2. 更换喷嘴</li> <li>3. 更换空气帽</li> </ol>
雾化不良	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 涂料粘度过高</li> <li>2. 涂料喷出量过大</li> <li>3. 空气喷出量过小</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 稀释至合适粘度</li> <li>2. 减少涂料喷出量</li> <li>3. 增大空气喷出量</li> </ol>

## 二、静电喷涂

静电喷涂又称高频静电喷涂,此种方法是利用静电基本原理使涂料在电场内带电,并在电场力作用下被吸附于带异电荷的工件上面完成涂装过程。其工艺过程是:先将高压负电加在有锐边或尖端的电极上,工件接地,使负电极与工件之间形成一个不均匀的静电场。靠电晕放电,在负电极附近激发游离出的大量电荷,用压缩空气或离心动力使涂料初步雾化后进入电场,涂料微粒与电子结合成负粒子,在电场力作用下进一步雾化,然后向异性电极(工件)移动,最终在工件上沉积成膜。

一套完整的静电喷涂设备应包括高频高压静电发生器、静电喷枪、挂具、传动装置、供漆装置,以及带有通风、照明、各种安全设施的喷漆房。

### 1. 静电喷涂装置

(1) 高频高压静电发生器:静电发生器是静电喷涂的关键设备之一,其作用是稳定地输出具有一定功率的静电压。

随着半导体技术的发展,高频高压静电发生器正向微型化发展。如美国 GRACO 公司最新推出的静电发生器可装在手提式喷枪内,只需外接 12~20 V 的低压安全电源。该装置采用微型气轮机带动摩擦轮发电,安全可靠,性能优越。

(2) 静电喷枪:静电喷枪既是涂料雾化器又是放电极(负极),各种静电喷枪的原理基本相同,按其机械动力不同可分为以下几类:

①空气雾化式静电喷枪。这类喷枪多用于中小批量或外形复杂的零件。一般是手提式的,其结构与空气喷枪相似。这种喷枪的涂料雾化几乎靠压缩空气的喷射力来实现,高压静电只起促进雾化的作用。

②旋杯式静电喷枪。此类喷枪应用广泛,适用于中小零件的大批量自动涂装。旋杯式静电喷枪靠枪头上的高速旋杯所产生的离心力将涂料雾化,其离心力方向与静电引力不同,带电漆雾就沿两者合力方向移动而涂在被涂物上。为减少涂料飞散和提高涂料效率,一些新式喷枪在结构上做了改进,如安设辅助电晕电极以及改变喷雾图像的形狀,在喷杯后部安设二次进风雾化装置,防止漆雾向右飞散和调节喷雾图像的直径。

③圆盘式静电喷枪。也是工业上广泛应用的一种静电喷枪,与旋杯式一样,圆盘式静电喷枪是利用圆盘高速旋转所产生的离心力把涂料高速甩出,雾化成细小的涂料微粒,再经静电进一步雾化而涂装。

④液压雾化式喷枪。该喷枪即高压无空气静电喷枪,主要适用于大面积快速涂装和一次喷涂厚膜的涂装。

⑤振荡式静电喷枪。这是新式静电喷枪,其涂料雾化主要是借助于超声波或其他高频振荡作用来完成的,涂料雾化后在静电场中进一步雾化并涂覆在被涂物表面。这种喷枪现在在美国和日本有实验性应用,技术还不完善。

## 2. 静电喷涂施工要点

(1) 静电场强度:电场强度是静电喷涂涂装的动力,其强弱直接影响涂装质量。电场强度的强弱取决于施加在电极上的电压和喷枪与被涂物之间的距离(极距),电场强度与电压成正比,与极距成反比。当电场强度大时,涂料雾化好,喷涂效率高。但电场强度过大,且极距过小时,易造成火花放电,这不仅影响涂膜质量,严重时还会引起火灾。静电喷涂一般采用的静电压为50~100 kV,极距为150~300 mm,手提式喷枪这两个参数要小一些,固定式喷枪要大一些。

(2) 涂料的粘度:涂料的粘度直接影响涂料的雾化程度。



粘度越高,分散性越差,涂料粒子就越粗大。在相同的静电引力下就容易下沉引起涂料浪费和涂膜不光滑。

静电喷涂的涂料雾化程度比空气喷涂好,涂料在喷涂过程中的溶剂挥发大,所以,静电喷涂所用涂料的粘度比空气喷涂要小,对高固体成分的涂料,往往采用加热来降低涂料粘度。通常将涂料加热到  $40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  再进行喷涂,此法称为热静电喷涂法。热静电喷涂法,可以改善涂膜的流平性,也适合于喷涂厚膜涂料和水性涂料。

(3) 喷枪的布置:在自动静电喷涂时,为提高涂膜均匀性,在可能的情况下尽量采用一支喷枪。但在对涂覆宽度超过  $1\text{ m}$  的大型工件(如汽车身)进行涂装时,仅使用一支喷枪很难使被涂物表面完全覆盖涂膜,要使用多支喷枪,这时就必须考虑几支喷枪相互间的距离和位置。若两支喷枪的距离太近,喷出涂料微粒间同种电荷相斥会造成漆滴的飞溅,这样既浪费涂料,又影响涂膜质量。枪间距不宜小于  $0.8\text{ m}$ ,喷枪与其他接地物间距应大于  $1\text{ m}$ ,并使几支喷枪的位置尽量在同一平面内。

(4) 静电防护:在进行静电喷涂涂装时必须采用一些必要的安全防护措施,设备要定期维护保养,检查被涂物是否接地良好。进行静电喷涂操作的人员必须穿导电鞋以使人体接地。

(5) 喷涂物喷前处理:由于塑料、橡胶是不良导体,因此,在静电涂装前必须进行导电处理(用导电处理剂涂覆等)。

(6) 对涂料和溶剂的要求:涂料的电阻值是判断此涂料能否进行静电喷涂的基本条件,它直接影响涂料的雾化能力和涂覆率,为达到良好的涂装效果,涂料的电阻值必须适中,如电阻值过高,涂料粒子带电困难,雾化不好,涂覆效率低;而电阻值过低,在高压静电场中易产生漏电现象,使静电压下降,甚至有可能送不上高压。解决办法是在电阻值过大的涂料中加入适量低



电阻值溶剂,常用溶剂的电阻值见表 7-27。

表 7-27 常用溶剂电阻值

溶 剂	电阻值(MΩ)	溶 剂	电阻值(MΩ)
甲苯	400	苯	400
乙醇	12	改性乙醇	60
仲丁醇	50	无水乙醇	100
正丁醇	70	二丙酮醇(92%以下)	0.12
乙酸甲酯	13	二丙酮醇(90%以下)	0.4
乙酸乙酯	12	环己酮	1.5
乙酸丁酯	70	乙二醇乙醚	0.15
乙酸仲戊酯	300	氯 苯	100
二甲苯	400	200# 溶剂汽油	500

### 3. ABS、HIPS 塑料制品空气喷涂工艺

(1) 前处理:用甲醇、异丙醇或防静电剂,把塑料上的灰尘、油渍、脱模剂和指纹揩拭干净。

(2) 涂料调配:涂料:专用溶剂 = 1:(1~1.2),在涂料中加入专用溶剂,充分搅拌后即可使用。

(3) 喷涂工艺参数:

①喷嘴直径  $\varnothing 1.1 \sim 1.3$ ,工作压力  $0.35 \sim 0.55$  MPa,喷嘴与塑料体距离  $20 \sim 25$  cm,涂膜厚度  $13 \sim 15$   $\mu\text{m}$  为宜。

②喷嘴直径  $\varnothing 1.3 \sim 1.5$ ,工作压力  $0.294 \sim 0.490$  MPa,喷嘴与塑料件距离  $20 \sim 30$  cm,涂膜厚度  $15 \sim 20$   $\mu\text{m}$ 。

(4) 干燥:以低于塑料制品热变形温度  $10^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$  进行热

风循环强制干燥。在  $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  温度下,需干燥  $10 \sim 15 \text{ min}$ 。

若采用金属闪光涂料喷涂塑料制品,其涂层的色彩和光亮程度,受喷涂条件的影响较大。喷涂条件不同,即使同一涂料,成品的外观也不尽相同。喷涂条件和被涂件明暗程度的关系见图 7-4。

暗	——	——	——	——	——	——	→明
少				空气量			多
大				喷嘴直径			小
小				射流幅度			大
低				空气压力			高
近				与被涂物距离			远
开大				针形阀			关小
慢				喷枪运行速度			快

图 7-4 喷涂条件与被涂件明暗程度的关系

### 三、两种材料的表面喷涂实例

1. 玻璃钢的表面涂装 玻璃钢是树脂基玻璃纤维增强塑料的俗称。由于玻璃钢的各方面性能优异,因此,被越来越多地应用于汽车、摩托车、建筑、化工等部门,其表面涂装也越来越重要。但是,由于玻璃钢表面光滑,表面张力较小,涂装成膜不像某些塑料(如 ABS)那样易于得到附着牢固的涂层,因而也就成了应用的一大难题,下面介绍由不饱和聚酯树脂及玻璃纤维布组成的玻璃钢制品的涂装。

(1) 结构分析:不饱和聚酯树脂通常由不饱和二元酸混以一定量的饱和二元酸和饱和二元醇,经酯化缩合后,在引发剂、促进剂的作用下,与含活泼乙烯基的单体交联固化而制得的体型结构的高分子化合物。交联后的不饱和聚酯树脂分子结构中

含有羟基及羧基,分子带有一定的极性,因此涂装时,只要能恰当地选择涂料,树脂表面不需要进行特殊处理,即可直接涂装。

(2) 工艺分析:玻璃钢在成型加工中,常用的方法有手糊法、喷射法、缠绕法及模压法等。汽车、摩托车行业应用的玻璃钢件,因零件形状复杂,多数有嵌件,故多为手糊制品。制造时,先在模具表面涂一层蜡,以便脱模,然后刷一层树脂,再铺玻璃纤维布,从细布到粗布,每铺一层布刷一次树脂,同时还应将每层中夹带的气体排出,并埋入嵌件固化后脱模。由此工艺生产出的制品表面有一层蜡,且制品内部及表面有许多气泡及针孔,在涂装时应注意。

(3) 涂料的选择:由于玻璃钢中的增强材料与基体树脂的伸缩性及热胀系数不同,故加热或遇冷,易引起层间错位乃至断裂,加上制作时难以排除的空气泡,在受热膨胀后,极易引起纤维层的分离以及表面针孔增多,故在选择涂料时应避免使用加热固化型涂料,可选用自干型涂料。

自干型涂料不需外加条件就可固化成膜,它包括氧化聚合型、挥发型及固化剂型 3 种。

①氧化聚合型涂料。该型涂料固化依靠涂料分子链上的不饱和双键,捕捉空气中的氧而发生氧化聚合反应而固化成膜,故附着力较好,但干燥慢,此外因该类涂料户外耐候性差,不耐溶剂,易于起皱,不适合摩托车玻璃钢件的涂装。

②挥发型涂料。该类涂料中,户外应用最具代表性的是热塑性丙烯酸漆。丙烯酸漆为碳链上不含活性官能团的线型分子,其干燥完全靠溶剂挥发而使粘度增加达到成膜,涂料本身不再交联,故在玻璃钢表面不能牢固附着。如果在丙烯酸树脂中共聚接枝出或互穿网络等活性官能团,则涂料在溶剂挥发、粘度增大的同时,还会与部分活性官能团发生反应,故大大提高了涂

层的附着力及其他一些性能,如韧性、抗冲击性、光泽度等,加上丙烯酸树脂原有的优良的耐光性,因此,此类改性丙烯酸涂料对于玻璃钢表面的涂装是比较理想的。在丙烯酸树脂中引入纤维素衍生物可改善其干燥速度,引入聚酯树脂可大大提高涂层韧性、光泽度及硬度。

③固化剂型涂料。目前在室外应用最广的固化剂型涂料为各类型的聚氨酯涂料,但在玻璃钢的涂装中(特指不饱和聚酯树脂基),因不饱和聚酯树脂分子链上含有的羧基( $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—OH}$ )会与聚氨酯涂料中活性很强的异氰酯根( $\text{—N=C=O}$ )发生反应,放出二氧化碳气体,使涂料固化成膜时产生气泡和针孔,故该涂料不宜直接涂布到玻璃钢(不饱和聚酯基)表面上,可通过涂过渡层给予解决,但要求过渡层与聚氨酯涂料配合良好。

(4) 涂装工艺:根据手糊玻璃钢的特点,确定基础工艺为:

①使用 8112 清洗剂清洗制品表面,再用 150<sup>#</sup> 水磨砂纸水磨,清洗并将清洗剂冲净,干燥 24 h 以上。

②将 WDL-07-73 漆搅拌均匀,喷涂(粘度在 15~18 Pa·s)后干燥 10 h 以上。

③刮腻子,填刮所有缺陷,干燥 2 h。

④水磨,将腻子磨平磨光,砂纸选 150~240<sup>#</sup>,干燥到无水为止。

⑤再次喷涂,至不见腻子疤痕,不透腻子色,干燥 24 h。

⑥水磨磨除橘皮、颗粒及凸出部分,砂纸选 320~400<sup>#</sup>,干燥 24 h。

⑦用 WDL-08 系列喷面漆,喷涂时漆的粘度为 12~15 Pa·s,干燥 24 h。

基础工艺操作完后,再根据涂层等级及颜色要求进行精饰操作。实践证明,由于热塑性丙烯酸纤维素聚酯涂料能牢固地附着在玻璃钢表面上,不易泛白,几乎不受天气温度的影响,完全解决了玻璃钢的涂装问题。

、2. 增强聚丙烯的表面涂装 目前摩托车驾使用头盔多数采用玻璃纤维增强聚丙烯制作。抗拉伸强度和耐冲击强度高,导热系数小,成本低。下面简单介绍其涂装工艺。

(1) 涂装工艺:根据聚丙烯塑料的特点和头盔施工的要求,用5种方案(见表7-28)进行对比试验,其中方案4、5比较理想。

(2) 前处理:制件的涂前处理比较复杂,其最佳前处理是:砂纸打磨→绸布擦灰→二甲苯-丁醇液清洗→晾干。

表 7-28 5 种方案对比

方案	前处理	涂料类别	工艺流程	效 果
1	二甲苯-丁醇液清洗	聚氨酯类漆(白丁型)	前处理→喷底漆→晾干→ 喷透明红面漆→晾干 60℃ 30 min→烘干	漆膜硬度合格,但附着力差
2	二甲苯-丁醇液清洗	丙烯酸类漆(白丁型)	前处理→喷底漆→晾干 5 min→喷透明红面漆 5 min→晾干60℃ 30 min→烘干	漆膜硬度合格,附着力达三级
3	二甲苯-丁醇液清洗	丙烯酸类漆 打底、烘干, 丙烯酸白丁型面漆	前处理→喷底漆80℃ 30 min→烘干 →喷透明红面漆5 min 晾干80℃ 30 min→烘干	底漆、面漆附着力达三级

续表

方案	前处理	涂料类别	工艺流程	效 果
4	二甲苯-丁醇液清洗	丙烯酸-聚氨酯类漆(双组分)	前处理→喷底漆 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 晾干→喷闪光漆 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 晾干 $\xrightarrow[30\text{ min}]{60^{\circ}\text{C}}$ 烘干→喷罩光面漆 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 晾干 $\xrightarrow[30\text{ min}]{60^{\circ}\text{C}}$ 烘干	漆膜硬度、光泽合格,附着力为一级
5	二甲苯-丁醇液清洗	丙烯酸-聚氨酯类漆(双组分)	前处理→喷闪光漆 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 晾干 $\xrightarrow[30\text{ min}]{60^{\circ}\text{C}}$ 烘干→喷罩光漆 $\xrightarrow{5\text{ min}}$ 晾干 $\xrightarrow[30\text{ min}]{60^{\circ}\text{C}}$ 烘干	漆膜光亮度和硬度合格,附着力为一级

(3) 施工方法:头盔曲面光滑,无流挂,无凹痕等缺陷,颜色应一致、均匀,光亮度及丰满度要好,具体施工步骤如下:

①用刮刀清理头盔毛边,然后用 500# 水砂纸打磨,用绸布抹灰。

②用二甲苯-丁醇液清洗,晾 3~5 min,待溶剂挥发后喷丙烯酸-聚氨酯闪光漆,室温自干,然后在 60℃ 下烘 5 h,使之实干,冷至常温。

③喷丙烯酸-聚氨酯(双组分)罩光漆,晾 5 min 以后,再在 60℃ 下烘 30 min,使之实干。

④喷底漆后,如发现有缩孔、凹痕等缺陷,用原子灰腻子刮平,自干后打磨,喷底漆和面漆。

⑤若产品不合格,应返工,可以打磨、刮原子灰腻子直至产品合格

(4) 产品性能:用此工艺制作的头盔,其漆膜性能见表 7-



29。

表 7-29 产品漆膜性能检测

检测项目	指 标	工件实测
外 观	平整光滑,无颗粒,色泽鲜艳	合 格
光泽(%)	71	99
附着力(划格法)	不脱落	合格
柔韧性(mm)	$\leq 2$	1
冲击强度(N/cm <sup>2</sup> )	500	550
失光	零级	合格
变色	零级	合格
裂纹	轻度裂纹	合格

(5) 涂料干燥:塑料的涂漆可自然干燥,也可高温烘干,具体用哪种方法,应视涂料配方而定。一般塑料不发生变形的烘烤温度是:聚苯乙烯 60℃ ~ 65℃;丙烯酸类塑料 65℃ ~ 80℃;ABS 80℃ ~ 90℃;酚醛、脲醛类热固性塑料 100℃ ~ 150℃;聚碳酸酯、聚丙烯、聚砒类塑料 130℃ ~ 140℃。在烘烤过程中,不管是间歇式烘箱,还是连续式烘箱,都应注意通风,否则会影响烘烤效果。

目前,固化涂料技术采用两种辐照方法,即紫外线辐照和电子束辐照,现在用得较多的是紫外线辐照法。这种方法的主要优点是,设备费用相对较低,但由于紫外线的能级较低,故一般只适用于厚度在 0.025 mm 以下的透明涂层和厚度为 0.014 mm 以下的有色涂层,因此大大限制了紫外线固化法的使用性。紫外线辐照法主要用于固化塑料薄膜或塑料板上的印刷油墨。

虽然电子束辐照设备投资较大,但能固化较厚的、着色浓的涂层。电子能级很大,足以穿透较厚的涂层,且电子可在涂层内

部发生非弹性碰撞,故该方法更适用于不规则涂层表面的固化。电子束与紫外线固化工艺基本相同。

使用以上两种辐照固化时,在配制涂料方面略有差别,紫外线固化涂料必须加有光敏性引发剂,以促进固化反应,而电子束固化涂料中则无需加入光敏引发剂。加入光敏引发剂的涂料要比未加光敏引发剂的涂料价格高 15% ~ 25%。

## 第八章 塑料的表面镀金属

与塑料涂漆一样,塑料表面镀金属,不仅可以提高其表面硬度,机械强度,耐水、耐油、耐溶剂性,还能提高耐老化性,以及防止静电等,从而使塑料具有一些特殊性能,更加美观大方,经久耐用,扩大了塑料的使用范围。

在日常生活中有许多塑料制品需要表面镀金属,如反光镜、辐射散热器、手柄及某些旋钮等。在工业上最常用的塑料镀金属的方法有真空镀膜、喷雾镀银和电镀。

### 第一节 真空镀膜

真空镀膜是在高真空条件下,将金属加热蒸发,使其蒸气在塑料表面凝结成为均匀的金属薄膜,这种方法,称之为真空镀膜也称真空蒸镀。

可用于真空镀膜的塑料有:PETP、PBTP、聚碳酸酯、硬质聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚乙烯、双向拉伸聚丙烯膜、聚砜、尼龙等。

#### 一、镀膜制品的应用

1. 金银丝 主要用在纺织、服装、幕布、手工艺品等,起装饰作用。金银丝的基材一般采用 PETP、PBTP、尼龙等薄膜。PETP、PBTP 薄膜一般镀  $9 \sim 25 \mu\text{m}$  厚的铝膜,而尼龙膜的染色性较好,常在镀铝后制成银丝,编成织物以后染色。镀银膜主要在

与装饰有关的高级用品中使用。

2. 烫印材料 烫印材料的种类可分为纸用、塑料用等多种。

由于烫印材料具有美丽的金属光泽,可用于画册,书籍,杂志的封面、包装盒、各种商标,塑料日用品,家具装饰等。烫印俗称烫金,其基材主要是聚酯。

3. 包装材料 包装用镀膜材料通常是与其他薄膜片材制成复合包装材料,该复合膜有美丽的金属光泽,装饰效果好,还具有良好的遮光性、阻气性等。如现在市场上常用的木地板防潮布,就是用 PET 或 PE 膜镀铝,然后与挤出发泡 PE 片材热复合而成的。

4. 反射板(罩) 由于金属镀膜层的反射性极高,正面的入射光和从斜方向来的入射光,都可以反射,常用于光学领域如车灯的反光碗,摄影用的反光板等。反射板常用的材料有:聚苯乙烯、ABS、尼龙等。

5. 绝热材料 在聚酯、聚乙烯等薄膜上,镀一层约  $50\ \mu\text{m}$  厚的铝膜后,与玻璃纤维、泡沫塑料等绝热材料复合,利用镀膜对辐射热具有高的反射效果和防湿效果,在建筑上可用作壁材。

6. 半透明镀膜 将铝镀膜厚度控制在  $30\ \mu\text{m}$  以下,制成半透明镀膜。如在聚酯上镀铝厚度在  $10\sim 20\ \mu\text{m}$  之间,该半透明镀膜可以遮阻阳光中的红外线和紫外线,可透过一部分可见光,用于建筑上,可阻止红外线,防止室内温度上升;做窗户时室内可以观察室外,而室外却不能窥视室内。

## 二、镀膜设备

真空镀膜设备主要分两类:钟罩式和连续式。连续式又可分为二室式和多室式。

真空镀膜设备,主要由三个部分组成,即真空系统、镀膜室及电器控制装置。

各种真空镀膜设备的主要差别在于镀膜室内的装置。

1. 钟罩式 钟罩式镀膜室除有一个钟式罩壳以外,主要装置是一个蒸发源和镀件台。

蒸发源包括由钨丝或钼丝制成的电极和挂在电极上的金属材料。所挂的金属材料的质量是由镀膜面积和厚度计算而得。

有些金属不能用加热蒸发,可改用电子轰击,使之蒸发。

金属在真空蒸发时,只能直线运动,因此,只有在它的直线范围内的镀件部分,才能被镀上,如果要求镀件的背面或侧面也能被镀上,而且要保证镀膜厚薄均匀,那么镀件台应选择能旋转的,旋转的参数由镀件的形状确定。

2. 连续式 连续式镀膜室由罩壳、蒸发源、供料系统、冷却装置等组成。

连续式的蒸发源由加热源和金属丝送料机构组成。送料速度根据所需的蒸发量得出。

### 三、镀膜工艺

镀膜层的结构与蒸镀速度、薄膜温度、真空度等有明显的关系。

1. 蒸镀速度 蒸镀速度不同,即使镀膜的平均厚度相同,其粒状结构也明显不同。蒸镀速度过慢,则镀膜表面粗糙,均匀性差。速度太快,则晶格缺陷多。

2. 薄膜温度 若薄膜温度偏低,由晶核生长的微晶,形成圆顶状组织,表面粗糙;若温度偏高,则可能引起再结晶,并形成圆柱状等轴粒组织;若温度适中,则形成柱状组织。薄膜的合适温度为  $0.3 \sim 0.45 T_m$  ( $T_m$  为该薄膜的熔融温度)。

3. 真空度 若以低真空度蒸镀,蒸发原子的行程短,则会形成松散的煤灰状粗糙镀膜,金属光泽低劣。

4. 预处理 与其他的表面装饰方法一样,真空镀膜在蒸镀前也需要进行表面处理,常用的方法是溶剂清洗法。溶剂的选择,以不伤害塑料制品表面而能快速挥发的溶剂为好,故应随塑料的种类而异。如聚苯乙烯和酚醛塑料,通常用乙醇浸洗4~5 min即可;乙酸纤维素以乙醇、丁醇和石蜡油等比例混合的混合溶剂为好。其他塑料可参阅前面的表面处理方法。脱模剂很难除净,所以,欲生产真空镀膜的模塑制品时,最好不用脱模剂。

聚乙烯、聚丙烯制品,因是非极性材料,仅用溶剂清洗还不够,还需用高温(1100℃~2800℃)的火焰或重铬酸钾-硫酸溶液作短时间处理。

存有内应力的制品,事先应热处理以消除内应力,对尼龙和热固性塑料制品,即使不存在内应力,也须经过处理,其目的在于排除塑料中的一些低分子物,否则,在抽真空时会逸出,影响真空度和镀层质量。

### 5. 镀膜过程

(1) 上底漆:有一些塑料在镀膜前需要上底漆,这是因为这些塑料具有贮气特性或含有一定的挥发性物质,如各种增塑剂、化学试剂等。这些问题的存在会影响镀膜效果,因此,为避免影响镀膜效果,应在该塑料制件表面涂底漆,以填塞和封闭塑料制件上的微孔,包括泡沫塑料上的微孔,杜绝其吸留或放出气体,其次,是为了消除制件表面上的微小不规则物和缺陷,使欲镀面表面平滑光洁。

底漆的选择应符合下列要求:①对所涂塑料无明显的腐蚀作用,且应有良好的附着力;②形成的漆膜,不能有任何挥发性物质;③漆膜应有良好的光泽和柔韧性。通常以烤漆和烘干熟



化漆为好。部分塑料适用的底漆见表 8-1。

表 8-1 部分塑料适用的底漆

涂料名称	固化条件	适用范围
* 685 树脂	60℃ ~ 70℃/1h	ABS, 聚酰胺, 聚氯乙烯
甲基透明树脂	60℃ ~ 70℃/10h	ABS, 聚酰胺, 聚苯乙烯
F01-1 酚醛清漆	60℃ ~ 70℃/1h	ABS, 聚酰胺, 聚苯乙烯

涂漆的方法,可以喷涂,也可以浸涂。但必须干透后方可镀膜。

(2) 真空镀膜:以罩式真空镀膜设备镀铝为例进行介绍。

①预抽真空。将已处理好的塑料制件置于镀膜室内的镀件台上,将已清洁过的高纯度铝丝或铝箔,挂在钨丝加热电极上,并在室内放入干燥剂,关闭室门后抽真空。

所放铝丝的质量及悬挂高度,可按下式作近似计算。

$$G = \frac{\pi S h^2 \cdot \rho}{\lg^2 \alpha} \times 10^{-5}$$

式中:  $G$ ——镀膜金属质量(g);

$S$ ——镀膜厚度( $\mu\text{m}$ );

$h$ ——镀膜金属与镀件的垂直距离(mm);

$\rho$ ——镀膜金属的密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$\alpha$ ——投影角度。

②离子轰击。电压调至 1.5 kV,电流 150 ~ 160 mA,进行 15 ~ 20 min 的离子轰击。其目的是进一步清洁塑料制件的表面,使镀膜有良好的附着力。视情况也可不经此步处理。

③抽高真空。

④加热铝丝。当真空度达到  $1.33 \times 10^{-3} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$  时,接通加热电源,加热铝线,当温度达到约 1000℃时,撤去挡

板,金属蒸发,蒸发完后停止,时间约为5~15 min。镀膜厚度不宜超过1  $\mu\text{m}$ 。

(3) 上面漆:面漆是施于金属镀膜上的一种彩色或透明的保护性涂层,故也称之为膜层加固。

面漆的作用是:①封闭金属膜层中可能存在的针孔,以提高其防潮湿,耐腐蚀,抗氧化,耐摩擦能力。②染色。

面漆的选择,随镀件的用途而定。一般要求与镀层有良好的附着力,透明度高,若不涂表层,则还要求耐磨性好。最好是低温固化,所以上面漆不允许对底漆有蚀刻、溶胀、迁移等作用,否则,对镀件质量有影响,甚至毁坏镀件。

上面漆的方法,与底漆相同。表8-2是两种面漆的固化条件和适用范围。

表8-2 面漆的固化条件和适用范围

涂料名称	固化条件	适用范围
甲基透明树脂	60℃~70℃/10 h	ABS,聚酰胺,聚苯乙烯
聚乙烯醇缩丁醛	60℃~70℃/15 min	ABS,聚酰胺,聚苯乙烯

(4) 涂表层:如对镀件有特殊要求时,可根据要求对镀件表面涂装饰性涂层。

#### 四、真空镀铝流延聚丙烯薄膜的生产

真空镀铝在包装上的应用是十分广泛的。常见的镀铝包装材料的基材有纸、PETP、双向拉伸聚丙烯薄膜、聚乙烯膜、聚氯乙烯膜等。下面着重介绍流延聚丙烯镀铝薄膜的生产过程。

1. 对流延聚丙烯薄膜的要求 真空镀铝用的流延聚丙烯薄膜要求表面张力大于40 MN/m,薄膜厚度均匀,无晶点,无杂质等,有一定的耐热性,不会因镀铝时条件变化而发生变形。

根据上述要求,所选用的聚丙烯原料应符合以下要求。

①相对分子质量分布不太宽,熔体流动速率一般在  $6 \sim 10 \text{ g/10 min}$  之间。

②采用高沸点的添加剂,否则,添加剂在真空室中逸出,镀层不牢。

③其他。镀膜一般用于复合膜内层,因此需要有良好的热封性,在此可选共聚聚丙烯为原料,因为共聚聚丙烯有较宽的热封温度,便于操作。除此之外,还需考虑复合膜外层基材特性,如果外层膜为耐热好的 PETP、尼龙,则 CPP 薄膜的热封温度的高低不作要求;如果外层膜为 BOPP,则要求 CPP 薄膜的热封温度要低,此时无规共聚聚丙烯较适用,否则因热封温度高会造成 BOPP 薄膜热收缩变形。部分牌号 CPP 薄膜的镀铝性能比较见表 8-3。

表 8-3 部分牌号 CPP 薄膜的镀铝性能比较

牌号	CF3017 (Chisso)	XB8050H (Neste)	XB7010K (Neste)	XC1051F (Neste)	SFG134F (TPC)
熔体指数 ( $\text{g/10 min}$ )	7	8	7	10	8
表面能	高	较低	高	中	高
镀铝牢度	好	一般	好	好	好
热封温度	中	中	高	低	中

2. 生产工艺 真空镀铝是将纯度达 99.9% 以上的铝丝放到真空室里,通过高频式电子来加热铝丝到  $1200^{\circ}\text{C} \sim 1400^{\circ}\text{C}$ ,铝丝熔化汽化蒸发,冷凝并附着在被镀的基材表面,形成一层连续而光亮的金属铝膜,铝膜厚度一般为  $25 \sim 30 \mu\text{m}$ 。

(1) 电晕处理:由于聚丙烯是非极性聚合物,表面张力很低,因此,CPP 薄膜在镀铝前,必须提高其表面张力。处理后的

初始临界表面张力为  $44 \sim 48 \text{ MN/m}$ 。

## (2) 镀铝工艺

①蒸镀速度。速度过慢,易形成空隙多的粗糙镀膜;速度太快,则晶格缺陷多。

②薄膜温度。若温度偏低,镀层表面粗糙;若温度偏高,镀膜易变形起皱。一般温度控制在  $0.3 \sim 0.45 T_m$  ( $T_m$  为薄膜的熔融温度),此时膜表面平滑。

③真空度。真空度低,镀膜松散呈煤灰状,金属光泽差。

(3) 镀铝层的检测:镀铝层的厚度,一般采用表面电阻法和光密度法两种检测手段。因为铝是良导体,镀铝层厚度同表面电阻成反比,利用这一原理可测镀铝层厚度。

3. 工艺要求 由于镀铝时膜的张力较大,又受到热辐射影响,使膜发软,镀铝后薄膜易皱褶,收卷端面不齐,为此,在薄膜生产中要注意以下几个方面:

①温度控制要适当,使原料塑化良好,无晶点、焦点。

②适当提高模唇开度,加快牵引速度,提高刚性。

③精心调节模唇同心度,使薄膜厚度均匀,以防止蒸镀不匀及发生气孔。

4. 生产工艺条件 两种牌号的生产工艺条件见表 8-4。

表 8-4 生产工艺条件

原料牌号	CF3017	SFG134F
膜厚(mm)	0.03	0.03
料筒温度(℃) (后—中—前)	160—230—220	160—240—230
熔体温度(℃)	239	245

续表

原料牌号	CF3017	SFG134F
熔体压力(MPa)	16.0	15.8
激冷辊温度(℃)	22.0	22.0
螺杆转速(r/min)	70.0	70.0
牵引速度(m/min)	38.5	41.0
电晕处理电流(A)	6.0	5.0

## 第二节 塑料电镀

电镀是利用电化学原理对导电材料表面进行涂盖金属层的一种方法。塑料制品经处理后,其表面形成导电层,使其能像金属一样进行电镀。塑料电镀的历史虽不长,却已成为塑料装饰的一种重要工艺。塑料电镀的制品,不仅大量用于电讯、仪表、机械制造等各种工业生产和科学研究中,即使在日常生活用品中,亦屡见不鲜。

塑料具有密度小,耐腐蚀,容易加工成型等特点,但它不导电,硬度低,没有光泽,易老化等。金属具有高的硬度和冲击强度,耐热、耐磨、耐老化、导电、有光泽、热胀系数小等特点,但又存在密度大,加工繁,成本高等不足之处。塑料的电镀,可以扬长避短,这也是塑料电镀能得以迅速发展的重要原因。

目前,塑料电镀的应用已很广泛,可以进行电镀的塑料有ABS、聚丙烯、尼龙、聚碳酸酯、聚砜、聚苯乙烯、聚氯乙烯以及环氧树脂、脲醛、氟塑料等,其中以ABS最为常用。

几种塑料电镀前后的性能比较见表8-5。

表 8-5 几种塑料电镀前后性能的比较

塑料名称	拉伸强度 (MPa)		弯曲强度 (MPa)		冲击强度 (KJ/m <sup>2</sup> )		热变形温度 (℃)	
	电镀前	电镀后	电镀前	电镀后	电镀前	电镀后	电镀前	电镀后
聚氯乙烯	47	60					77	107
聚苯乙烯	33	43	89	103	1.60	1.93	77	113
有机玻璃	71	82	70	84	1.87	2.19	68	122
醋酸纤维素	40	47	45	54	1.28	1.58	71	96
酚醛塑料	66	73	98	117	1.77	2.14	127	254
脲甲醛塑料	52	61	84	94	1.50	1.77	127	160
三聚氰胺甲 醛塑料	45	50	66	75	1.29	1.66	132	210
ABS	38	51	59	84	22	33	88	101

注:ABS 镀层为铜-镍-铬,其余塑料镀层为:底层铜 7.6  $\mu\text{m}$ ,面层铬 12.7  $\mu\text{m}$ 。

## 一、塑料电镀工艺

塑料电镀的具体工艺,随塑料的种类不同而略有差别,但表面处理,制导电层,电镀,后处理等工序基本相同。

1. 电镀塑料制品的设计与成型 塑料制品的形状和成型工艺,对电镀制品的性能有不可忽视的影响,需电镀的塑料制品不应有锐边、直角、尖角和突变区;尽量不用盲孔,若有盲孔时,则盲孔的深度应小于其直径的  $1/2 \sim 1/3$ ;槽与孔间距不能太小,其边缘应倒角;尽量不用嵌件,若采用嵌件时,则壁厚要加大,并要倒圆角,镀层厚度也应大些;制品要避免出现大面积平面。制品表面应避免出现银纹、针孔、熔接痕、流动痕、冷斑和注射痕等。在内在质量上,不应有大分子取向和内应力。



2. 表面处理 电镀塑料制品的表面处理,包括磨平、净化和粗化。

(1) 磨平:塑料制品难免有毛刺、凹陷、划痕等,在电镀之前应消除以上缺陷。消除的办法,可用细砂纸手工打磨,也可用机械磨平或滚光。

(2) 净化:净化也称除油,除油的作用是除去表面油污、脱模剂等,使表面亲水,以利于化学粗化的均匀性。塑料除油分碱性除油、酸性除油及有机溶剂除油。碱性除油物质一般用 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ 及活化剂配制而成。对于不耐碱的塑料可用酸性物质除油,如硫酸-重铬酸盐溶液。用有机溶剂除油时,要注意塑料的耐溶剂性。带有窄槽、深孔的复杂件可附加超声波除油。

(3) 粗化:粗化的目的是提高制品表面粗糙度,以增大制品与镀层之间的接触面,提高结合强度。

对于形状简单的制品可采取机械粗化,如砂纸打磨,喷砂等。对于形状复杂的制品需采用化学法粗化,即用化学试剂侵蚀法使制品表面粗糙。对于粗糙度很小的制品可同时使用两种方法,即先喷砂,再化学粗化,这样效果更好。

粗化液可用硫酸、铬酸或磷酸等配制。粗化后,如果在塑料表面留有铬酸、硫酸或其他杂质,将会影响塑料与镀层的粘附力,应该作中和处理。化学粗化的条件随塑料种类而异。

3. 制导电层 塑料制品要进行电镀,就必须先让其表面具备导电性能。使塑料表面导电的方法很多,如在塑料件表面渗入一薄层石墨或金属的微粒,或涂一层导电的物质,但最常用的是化学镀银法。

(1) 敏化:在化学镀银之前需对镀件表面进行敏化处理,敏化处理的目的是,使工件表面吸附一层容易氧化的物质(二价锡

离子),以使在活化处理时发生氧化还原反应,并在工件表面形成具有催化作用的贵金属膜。可作为敏化用的还原性物质很多,一般采用氯化亚锡溶液作敏化液,有时也用三氯化钛、硫酸亚锡等。

(2) 活化:活化处理的目的是使工件表面形成一层导电的金属膜,以利于化学镀铜。可用氯化钯、氯化金或硝酸银的水溶液作活化液,由于价格原因,通常使用硝酸银。当活化液遇到  $\text{Sn}^{2+}$  时被还原成金属银。

在配制硝酸银活化液时,既希望有一定的含银量,延长使用寿命,又要控制溶液中银离子的浓度,以获得适当的反应速度,为此,通常用氨水作为银的络合剂,使之成为银氨络合物的溶液。

4. 镀铜 经过活化处理后的塑料表面,已有一层很薄的银膜,为不使银膜在酸性溶液中脱落,故须先进行碱性镀铜,以加强导电层。而后,可以在酸性介质中电镀铜,经抛光,即成制品。如果塑料制品只需镀铜,那么此时已完毕。

化学镀铜的溶液,由下列物质构成:

- ①可溶性铜盐〔如  $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 〕;
- ②配合剂(如酒石酸钾钠、乳酸、柠檬酸、甘油等);
- ③还原剂(如甲醛);
- ④还原速度抑制剂;
- ⑤附加剂( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、氯化镍等)。

其中, $\text{CuSO}_4$  为铜的供体。甲醛需在碱性介质中才是强还原剂,故需加氢氧化钠。配合剂是用于防止氢氧化铜沉淀出现,并可控制沉积率和改善镀层面质量。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  是用于提高沉积率和稳定 pH 值。氯化镍是为了提高镀铜的反应速度。

5. 电镀 塑料制品经镀前处理和化学镀金属层后,表面附

着一层金属薄膜,厚度约  $5 \sim 20 \mu\text{m}$ ,而这层金属膜有时还不能满足制品在防腐、耐热、耐磨、导电、焊接和装饰等方面的要求。因此有些制品还需采用常规电镀法使镀层加厚。一般以电镀铬、镍为主。

塑料的热膨胀系数比金属镍、铬大得多,如在化学镀层上直接镀铬、镍后,当温度急剧变化时将发生镀层开裂、起皮等现象。而金属铜的热膨胀系数比较接近塑料的热膨胀系数,且金属铜具有较好的延展性,这种镀层在镀件受到温度的急剧变化时,可以起到“热缓冲”的作用,能提高镀件的耐温度变化能力,这也是化学镀铜的主要目的之一。聚丙烯因成型收缩率大,制件尺寸精度差,只能用于精度要求不高的产品。

化学镀铜的配方及工艺条件见表 8-6。

表 8-6 化学镀铜的配方及工艺条件

配方	硫酸铜	150 ~ 250 g/L
	硫酸(相对密度 1.84)	40 ~ 60 g/L
工艺条件	温度	室温
	时间(min)	5 ~ 10
	电流密度(A/dm <sup>2</sup> )	1 ~ 2

酸性镀铜后,再镀光亮镍。常用的光亮镍配方和工艺条件见表 8-7。

表 8-7 镀光亮镍配方及工艺条件

配方	硫酸镍	250 ~ 300 g/L
	氯化镍	25 ~ 35 g/L
	硼酸	35 ~ 40 g/L
	1,4-丁炔二醇	0.3 ~ 0.5 g/L
	糖精	0.1 ~ 1.0 g/L
	十二烷基磺酸钠	0.05 ~ 0.1 g/L

续表

工艺条件	pH 值	4 ~ 4.6
	温度(℃)	40 ~ 50
	电流密度(A/dm <sup>2</sup> )	1.5 ~ 3
	搅拌方式	阴极移动

6. FUTURON 直接镀新工艺简介 以上介绍的是传统的塑料电镀工艺方法,近年来,由 ATOTECH 公司发展了塑料镀覆技术,先是推出不需要铬酸/硫酸粗化,而是在膨胀剂中膨胀处理,再在高锰酸盐溶液中刻蚀的办法产生微观粗糙的表面,为随后的活化和金属化提供最佳的条件。后又推出不需化学镀而直接镀金属的 FUTURON 新工艺,将塑料电镀技术推进了一大步。

FUTURON 塑料直接镀金属系统是通过带有 FUTURON 的前处理构成了一个导电的表面层,可以直接电镀传统的铜或镍。它适用于 ABS 或与 ABS 共混的塑料上的装饰性电镀。

FUTURON 工艺与传统工艺的区别见表 8-8。

表 8-8 工艺流程比较

传统工艺	除油 → 粗化 → 六价铬还原 → 预浸 → 钯锡活化 → 除去氢氧化锡 → 化学沉镍(或铜) → 预镀镍 → 电镀
FUTURON 工艺	除油 → 粗化 → 六价铬还原 → 预浸 → FUTURON 活化 → Cu-LINK 铜置换锡 → 电镀

FUTURON 工艺是在一含 0.025% ~ 0.03% 钯的 FUTURON 活化剂中沉积 Pd-Sn 复合层,随后在 Cu-LINK FUTURON 溶液中将锡置换为铜,使其具有导电性。水洗后,工件直接电镀 FUTURON 酸性光亮铜或光亮镍。但光亮镍的沉积速度只是铜的 1/2。同传统工艺相比,完全省去化学镀镍(铜)和预镀镍。其优点如下:

(1) 不需使用化学镀,操作容易,稳定性提高,废品率下降和废水处理减少。

(2) 工艺流程少,缩短时间 30%,可提高生产率。

(3) 由于不用化学镀,可以防止挂具上镀上金属,所以 ABS 塑料可上挂进行粗化等处理,直到镀完为止,不需要换挂具,这为塑料电镀连续自动化生产创造了条件。

(4) 镀层质量不因工艺简化而受影响。

FUTURON 工艺首先在德国推广,随后美国、日本、法国的一些厂家也应用该工艺,在我国广东已有一些厂家率先应用 FUTURON 工艺,并已取得了成功的经验。

## 二、电镀中出现的问题和解决措施

1. 麻点的产生 电镀层中出现麻点是影响镀层质量的主要问题之一。麻点的产生,主要源于:①基材缺陷;②镀液;③工艺;④挂具。

(1) 基材缺陷:基材表面粗糙是造成镀层产生麻点的原因之一,而基材表面粗糙与模具表面的粗糙度和成型工艺及操作等有关。

(2) 镀液

①镀液性能差。镀液成分含量改变,如酸铜中  $\text{CuSO}_4$  过低,氯离子过高,S 光亮剂失调,表面活性剂过少。

②镀液污染。酸铜镀液被各种杂质污染,如镍、磷、一价铜、灰尘、有机物等杂质。

③水质不洁造成清洗不良。清洗水质中含有悬浮物,工件清洗不彻底。

④气源不洁,管路系统不良。由空气搅拌系统带入杂质;不同镀种的镀液空气搅拌,共用同一气泵供气,且无溶液防回流装



置,造成镀液交叉污染。

⑤过渡效果差。

⑥阳极不纯或阳极袋破损,造成阳极膜逸出。

(3) 工艺:工件未经预镀,表面活性不强,表层接触电阻未降低,因而出现粘附在工件上的微粒在溶液中不容易逸脱;挂钩与工件接触处所承受的通电强度较大,接触处通电瞬间产生了不良沉积现象。因此,未经预镀的工件表面可能会产生麻点。此外,复杂大件孔眼多,不易在碱性除油后清洗干净,容易造成麻点;粗化时侵蚀过度,化学镀时,镀层粗糙疏松,镀层太薄,造成烧蚀击穿等均可出现麻点。

(4) 挂具:对于复杂大件,电镀生产挂具是产生麻点的一个主要来源,现场很难发现,极易被忽视。复杂塑料大件在酸铜槽中电镀时,大电流密度操作造成挂钩及其周围的不良镀层,是产生麻点的主要原因。

2. 避免麻点产生的方法 避免麻点产生的方法见表8-9。

表 8-9 防止麻点产生的方法

麻点来源	方 法
基 材 粗 化	1. (1) 加强来料检查;(2) 抛光;(3) 退回 2. (1) 复杂薄壁大件采用较低温度操作;(2) 引入含磷酸成分的铬酸粗化液;(3) 控制浓度-温度-时间之间的关系,防止粗化过度
金属化性	(1) 控制氧化-还原反应速度,切忌产生粗糙不良的化学镀层;(2) 确保化学镀层厚度 $> 5 \mu\text{m}$ ;(3) 加强溶液过滤,保持温度及 pH 值正常;(4) 维护调整化学镀液,分析处理老化镀液



续表

麻点来源	方 法
电镀及相关性	(1) 调整镀液成分,调整添加剂含量;(2) 使每小时的过滤流量大于 4 倍镀液量;(3) 保证过滤液微粒 $< 5 \mu\text{m}$ ;(4) 适当加大空气搅拌强度,净化气源及管道;(5) 采用阴极移动;(6) 保证清水水质,提高清洗效率;(7) 保证镀前活化效果;(8) 及时清洗阳极和阳极袋;(9) 加强槽外周边清洁管理;(10) 防止挂钩空载,掉槽工件及时捞出;(11) 消除槽内产生双极性现象;(12) 缩短入槽浸润时间;(13) 控制电流密度,保持镀液温度正常;(14) 双氧水-电解处理,维护生产镀液;(15) 双氧水-电解-活性炭过滤联合处理,消除故障;(16) 挂钩退铬,每天要退净挂钩镀层

在电镀过程中出现的其他问题及解决措施见表 8-10、表 8-11、表 8-12。

表 8-10 ABS 酸性镀铜的问题和解决措施

问题	产生原因	解决措施
镀层粗糙有毛刺	1. 电流密度太大 2. 硫酸和添加剂不足	1. 减小电流 2. 补充硫酸和添加剂
分散力差	1. 硫酸不足 2. 阳极铜板嫌少 3. 乙醇不足	1. 增加硫酸 2. 增加阳极板 3. 适当增加乙醇
有条纹	1. 镀液有杂质 2. 添加剂过多	1. 过滤或经 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、活性炭处理 2. 分析调整
光亮度差	1. 电流太小 2. 溶液有杂质 3. 添加剂不足	1. 加大电流 2. 过滤 3. 补充添加剂

表 8-11 ABS 碱性化学镀铜的问题和解决措施

问题	产生原因	解决措施
镀不上	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 敏化、活化剂不纯</li> <li>2. 溶液的 pH 值太低</li> <li>3. 溶液失效</li> <li>4. 还原剂太稀</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 更换</li> <li>2. 用稀 NaOH 调整</li> <li>3. 更换</li> <li>4. 补充甲醛</li> </ol>
局部镀不上	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 粗化不完全,亲水性差</li> <li>2. 敏化、活化不完全</li> <li>3. 甲醛太混浊</li> <li>4. 溶液中甲醛、NaOH 太少</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 重粗化</li> <li>2. 延长敏化、活化时间</li> <li>3. 更换</li> <li>4. 补充甲醛、NaOH</li> </ol>
镀层与塑料结合力差,起泡,露底,开裂	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 镀液失效</li> <li>2. 除油粗化不好</li> <li>3. 甲醛太多,镀铜速度过快</li> <li>4. 镀铜温度过高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 更换</li> <li>2. 重新进行</li> <li>3. 减少甲醛和 NaOH 含量</li> <li>4. 严格控制温度</li> </ol>

表 8-12 光亮镀镍的问题和解决措施

问题	产生原因	解决措施
深凹处不亮	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电流太小</li> <li>2. 温度太高</li> <li>3. 丁炔二醇光亮剂不足</li> <li>4. pH 值不当</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加大电流</li> <li>2. 控制温度</li> <li>3. 增加光亮剂</li> <li>4. 调整 pH 值</li> </ol>
镀层有毛刺	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电流密度过大</li> <li>2. 阳极有泥渣</li> <li>3. 氯化物过多</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低电流密度</li> <li>2. 清洗阳极板</li> <li>3. 调整</li> </ol>
镀层有花斑	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 十二烷基磺酸钠太少</li> <li>2. 十二烷基磺酸钠溶解不好</li> <li>3. pH 值太高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 补充</li> <li>2. 电解</li> <li>3. 调整</li> </ol>

续表

问题	产生原因	解决措施
镀层平整性和光泽性差	1. 光亮剂少 2. 镍含量低 3. 温度低,电流密度小	1. 调整 2. 分析调整 3. 调节温度与电流密度
镀层发乌,边角烧焦	电流密度太大	降低电流密度
镀层发暗	光亮剂偏高或失调	调整比例

## 第九章 塑料的印刷

塑料的印刷主要是应用于包装和装饰材料上,目前,有些挂历也使用塑料薄膜彩印。自从上世纪 40 年代塑料薄膜问世,随即便出现了塑料印刷和塑料印刷油墨。

塑料印刷与传统印刷(纸张印刷)相比,塑料印刷的印刷基材、印刷油墨和印刷方法的选择上,更加专业,更加具体。不同的基材适用不同的油墨,同一种基材因印刷的方法不同,所需使用的油墨也有所不同。

有关常见的塑料制品印刷方法的选择,塑料制品的印刷前表面处理、塑料用油墨以及薄膜的复合、热合加工等详细内容请参见塑料加工入门丛书之一《塑料印刷入门》(何炜德编著,浙江科学技术出版社出版)。本章仅对合成革的印刷着色进行补充。

### 一、合成革的表面印刷着色

聚氨酯合成革表面着色一般采用聚氨酯油墨,经凹版印刷辊把调配好的聚氨酯油墨转印到合成革表面。整个过程中,油墨的配制是关键。以前配制油墨用的是人工配色法,由于其工艺路线相当复杂,一个有经验的操作人员也要调配多次才能达到要求。用人工配色法配色有耗时多、制作周期长、原材料消耗大、配色精度不准确等缺点。近年来,随着计算机技术的迅速发展,电脑配色已经应用于油墨生产上,这为降低成本、简化工艺、提高质量提供了手段,从而可提高市场竞争力。

1. 油墨的选择 聚氨酯合成革表面着色选用的是聚氨酯

专用油墨,它是由树脂、色料、溶剂、助剂组成,具有色稳定性好,与合成革表面粘结牢固,耐摩擦性能优越,易于均匀着色的特点。

2. 稀释剂的选择 为了保证聚氨酯油墨转印到合成革表面上的成膜性、着色度好以及干燥迅速等特点,因此油墨稀释剂的选择十分重要。选择时主要考虑三点:一是与油墨中的聚氨酯树脂相容性要好;二是要确定其用量范围(一般确定为油墨质量的 30%);三是选择的稀释剂的沸点要与干燥工艺吻合。

合成革的印刷着色过程及使用的设备与塑料印刷过程基本类似。

## 二、合成革的表面印刷、改色实例

一般认为,合成革的颜色取决其干法面层中色料的选择。色料的比例、用量一经确定,该产品加工后的颜色就不可能再作变更。但是,由于人们的审美意识和市场流行趋势的变化,一种颜色会很快地从流行走向过时,使得生产厂家不得不降价销售,甚至造成大量的库存积压。通过实践发现,采用印刷的技术可使合成革的颜色改变。具体方法可参考如下。

### 1. 设备及原辅材料

(1) 设备:选用三辊或五辊印刷机。

(2) 原辅材料:PU 树脂、溶剂、色料等均为常规制革生产用。所选颜色与实际颜色有差别,应在选色前做一个试验。

### 2. 工艺配方及操作

(1) 改色液配方及工艺条件:见表 9-1。

表 9-1 改色液配方及工艺条件

配 方	PU 树脂	100kg
	溶剂	200 ~ 220kg
	色料	适量
工 艺 条 件	粘度(Pa·S)	1.5 ~ 2.0
	车速(m/min)	15 ~ 20
	烘干温度(℃)	100 ~ 120

(2) 操作:印刷方式以二辊或三辊印刷为宜,依据 PU 革制品表面花纹的深浅来选择印刷辊网纹线数。一般原则是,先用低线数印刷辊打底(低线数网纹辊纹路深,带液量高),再用高线数网纹辊加以修饰。印刷前应将印刷液用 2 ~ 3 层 100 目网过滤,以免发生拖线。其他事项同常规印刷操作。按此方法印刷的 PU 革便可得到所需的色彩。

(3) 改色后色牢度检测:

①改色后的色摩擦牢度应 $\geq 4$ 级。摩擦牢度表示合成革经受摩擦而引起的褪色或沾色的程度。试验可在干或湿的条件下,在摩擦牢度仪上进行。具体办法是将试样伸展在平板上,白布以干或湿的状态紧包于仪器的摩擦圆柱头上。试样与白布的经纬向互成 45°,来回摩擦 10 次,对原样褪色和沾色评定等级。等级分为 5 级,1 级表示褪色和沾色最严重,色泽变化显著,级数越大褪色或沾色的程度越轻,5 级表示无褪色或沾色。

②耐候性 $\geq 3$ 级(耐晒试验 60h)。表示革样在光谱能量接近于太阳光的人造光源氙灯下进行连续曝晒后,颜色改变的程度。分 8 级,1 级为最低,相当于曝晒 3 小时后即开始褪色,2 级为 6 小时后褪色,以此类推,每提高 1 级,耐候性曝晒时间增加 1 倍,8 级相当于曝晒 384 小时后褪色。

③耐色迁移性 $\geq 3$ 级[70℃, 24 h, 0.3MPa/(6cm × 6cm)]。



将待测革样与白色革样(6cm×6cm)互相之间对贴在一起,在一定的温度、时间、压力下(70℃,24h,0.3MPa),革样本身颜色的变化情况分为5级 1级为革样严重变色,表面颜色极度不匀,5级为最好,革样本身颜色没有变化。

通过印刷对原有颜色的合成革进行改色后,产品基本能达到客户的使用要求,在印刷改色的同时,还可用花辊代替网纹辊,在革面上印出各种花型,从而得到印花合成革系列产品。

## 附录一 塑料工业常用缩略语 (仅限本书涉及之名称)

ABS	丙烯腈－丁二烯－苯乙烯三元共聚物
ACR	丙烯酸酯类加工助剂
A/S	丙烯腈－苯乙烯共聚物
ASTM	美国材料试验学会标准

BOA	己二酸苄辛酯
BOPETP	双向拉伸聚对苯二甲酸乙二醇酯
BOPP	双向拉伸聚丙烯
BOPS	双向拉伸聚苯乙烯

CAD	计算机辅助设计
CAM	计算机辅助制造
CIP	氯化等规聚丙烯
CPE	氯化聚乙烯
CPP	氯化聚丙烯
CPVC	氯化聚氯乙烯
CRA	交联阻燃剂

DIN	德国工业标准
DBP	邻苯二甲酸二丁酯
DIOP	邻苯二甲酸二异辛酯
DOP	邻苯二甲酸二辛酯
DCP	邻苯二甲酸二辛酯

DEP	邻苯二甲酸二乙酯
DHP	邻苯二甲酸二庚酯
DOA	己二酸二辛酯
DOS	癸二酸二辛酯
ELO	环氧化亚麻油
ESO	环氧化豆油
ED <sub>3</sub>	环氧硬脂酸辛酯
EPDM	三元乙丙橡胶
EPS	可发性聚苯乙烯
E - PVC	乳液法聚氯乙烯
ETFE	乙烯 - 四氟乙烯共聚物
ETP	热塑性工程塑料
EVA	乙烯 - 乙酸乙烯共聚物
EVAL(EVOH)	乙烯 - 乙烯醇共聚物
FPF	聚氨酯软泡体
GP	接枝聚合物
GPS	通用聚苯乙烯
GRP	玻璃纤维增强塑料
HDPE	高密度聚乙烯
HMWPE	高相对分子质量聚乙烯
INP	互穿网络聚合物
IPN	互穿聚合物网络

IPP	等规聚丙烯
JIS	日本工业标准
LDPE	低密度聚乙烯
LLDPE	线性低密度聚乙烯
MBR	甲基丙烯酸酯(类) - 丁二烯橡胶
MBS	甲基丙烯酸甲酯 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物
MDPE	中密度聚乙烯
MMA	甲基丙烯酸甲酯
NBR	丁腈橡胶
NF	法国标准
NR	天然橡胶
PA	尼龙, 聚酰胺
PAI	聚酰胺 - 酰亚胺
PAN	聚丙烯腈
PBS	丁苯橡胶
PBTP	聚对苯二甲酸丁二醇酯
PC	聚碳酸酯
PE	聚乙烯
PEEK	聚醚醚酮
PEI	聚醚酰亚胺
PETP	聚对苯二甲酸乙二醇酯
PEW	聚乙烯蜡

PF	酚醛树脂
PI	聚酰亚胺
PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯
PO	聚烯烃
POM	聚甲醛
POF	聚砜
PP	聚丙烯
PPO	聚苯醚
PS	聚苯硫醚
PTFE	聚四氟乙烯
PU	聚氨酯
PVAL	聚乙烯醇
PVC	聚氯乙烯
PVF	聚氟乙烯
ODP	邻苯二甲酸辛癸酯
SAN	苯乙烯-丙烯腈共聚物
SB	苯乙烯-丁二烯共聚物
SBS	苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物
SI	有机硅树脂,硅酮
SP	溶解度参数
SPI	美国塑料工业协会
St	硬脂酸
Tg	玻璃化转变温度
Tm	熔点

TPE	热塑性弹性体
TPU	热塑性聚氨酯
UF	脲醛树脂
UHMWPE	超高相对分子质量聚乙烯
UP	不饱和聚酯
XPE	交联聚乙烯



## 附录二 聚乙烯着色配方(%)

### 1. 红色类

大红	耐晒大红	0.08
	永固黄 GG	0.01
	钛白粉	0.062
粉红色	酞菁红	0.004
	钛白粉	0.124
粉红色	立索尔宝红	0.0006
	OS 红	0.015
	钛白粉	0.01
粉红色	粉色 SP420	0.043
粉红色	粉色	0.025
	红色	0.001
粉红色	F 母料红(颜料 20%)	0.05
肉粉	荧光红	0.04
淡粉红色	酞菁红	0.002
	钛白粉	0.124
淡粉红色	OS 红	0.0088
	钛白粉	0.3
淡粉红色	FZ-2007 粉	0.1
	钛白粉	0.2
淡粉红色	FZ-5037 粉	0.3
	钛白粉	0.2
红色	塑料红 S130	0.012
红色	501 柠檬黄	0.475

	OS 红	0.08
	钛白粉	0.05
红色	上海白母料	0.1
	牙黄母料	0.2
	荧光红母料	0.5
橘红色	上海白母料	0.3
	牙黄母料	0.2
	荧光红母料	0.4
明红色	耐晒大红	0.07
	永固黄 GG	0.01
半透明妃红	立索尔宝红	0.0013
	OS 红	0.0013
明妃红	酞菁红	0.002
透明红色	塑料大红 B	0.0005
玫瑰红色	甲苯胺紫红	0.21
	钛白粉	0.1
玫瑰红色	玫瑰红 B	0.01
2. 黄色类		
黄色	S101 荧光黄	0.019
黄色	S101 荧光黄	0.012
	酞菁绿	0.002
黄色	永固黄 HR	0.01
明黄色	S101 荧光黄	0.024
	柠檬黄	0.004
荧光黄色	501 柠檬黄	0.25
	S101 荧光红	0.0625

	钛白粉	0.125
鹅黄色	501 柠檬黄	0.5625
	钛白粉	0.1325
鹅黄色	501 柠檬黄	0.094
	钛白粉	0.112
淡鹅黄色	501 柠檬黄	0.22
	钛白粉	0.13
荧光鹅黄色	501 柠檬黄	0.124
	S101 荧光黄	0.024
	钛白粉	0.112
橘黄色	中铬黄	0.1
	透明红	0.00002
	钛白粉	0.04
橘黄色	永固黄 GG	0.035
	荧光红	0.012
	YJP 黄	0.007
橘黄色	FZ5013 红	0.02
	FZ5014 橘黄	0.16
	钛白粉	0.2
橘黄色	无锡 2# 黄母料	8
	大红颜料	0.01
浅橘黄色	无锡 1# 黄母料	4
	北京白母料	1
深橘黄色	无锡 2# 黄母料	10
	香港腊红	0.014
金黄色	永固黄 HR	0.012
	透明红	0.00096

	钛白粉	0.2
金黄色	永固黄 HR	0.012
	透明红	0.008
草黄色	S101 荧光黄	0.0005
	H10G 柠檬黄	0.05
	钛白粉	0.2
草黄色	荧光黄	0.05
	柠檬黄	0.05
	钛白粉	0.2
浅黄色	永固黄	0.002
	日本黄	0.01
	钛白粉	0.6
	聚烯烃填充母料	15

### 3. 绿色类

绿色	酞菁绿	0.005
绿色	酞菁绿	0.018
	荧光黄	0.014
绿色	酞菁绿	0.005
	YJP 黄	0.008
明绿色	酞菁绿	0.004
明绿色	酞菁绿	0.008
	S101 荧光黄	0.009
半明绿色	酞菁绿	0.008
	S101 荧光黄	0.008
果绿色	酞菁绿 GN	0.05
	荧光黄	0.03

浅果绿色	钛白粉	0.12
	酞菁绿	0.01
	荧光黄	0.038
水绿色	钛白粉	0.16
	FZ200 绿	0.35
	钛白粉	0.2
草绿色	酞菁绿	0.18
	中铬黄	0.4
	酞菁绿	0.0005
条绿色	S101 荧光黄	0.025
	钛白粉	0.1
	酞菁绿	0.0125
湖绿色	钛白粉	0.0625
	酞菁绿	0.034
	永固黄 GG	0.024
翠绿色	钛白粉	0.062
	酞菁绿	0.05
	S101 柠檬黄	0.1
浅绿色	钛白粉	0.0625
	酞菁绿	0.024
	PVHR 黄	0.1
云果绿色	GRL 黄	0.0004
	钛白粉	0.22
	酞菁绿	0.005
荧光绿色	S101 荧光黄	0.025
	钛白粉	0.125
	酞菁绿	0.004

	S101 荧光黄	0.007
透明荧光绿	酞菁绿	0.002
	S101 荧光黄	0.01
4. 蓝色类		
蓝色	群青	0.05 ~ 0.06
蓝色	酞菁蓝	0.0005
	RS - C 蓝	0.2
	钛白粉	0.2
蓝色	酞菁蓝	0.01
蓝色	蓝色母料	0.3
中蓝色	酞菁蓝	0.0375
	群青	0.125
	钛白粉	0.16
中蓝色	酞菁蓝	0.03
	群青	0.034
	钛白粉	0.124
湖蓝色	酞菁蓝	0.0044
	501 柠檬黄	0.0024
	钛白粉	0.063
紫罗蓝	ESB 粉红	0.008
	永固紫	0.008
	钛白粉	0.2
紫罗蓝	BL 紫	0.1
	RSC 蓝	0.1
	PV - E 玫瑰粉	0.08
	钛白粉	0.2



天蓝色	酞菁蓝	0.00025
	群青	0.12
	钛白粉	0.25
淡天蓝色	群青	0.075
	钛白粉	0.06
淡天蓝色	群青	0.054
	钛白粉	0.0625
明蓝	酞菁蓝	0.0125
半透明蓝色	酞菁蓝	0.0125
	S101 荧光黄	0.001
淡蓝色	蓝色母料	0.075
	磁白	3.2
淡蓝色	酞菁蓝	0.005
	磁白	3.2
5. 其他颜色		
磁白	钛白粉	0.375
印白	钛白粉	0.225
	酞菁蓝	0.00062
奶白	钛白粉	0.42
	酞菁红	0.00063
	501 柠檬铬黄	0.05
白色	钛白粉	1
	磁白	0.24
白色	钛白粉	0.25
	荧光增白剂	0.02
灰色	钛白粉	0.352

	炭黑	0.00352
	S101 荧光黄	0.0314
	OS 红	0.00013
中灰	钛白粉	0.372
	炭黑	0.0056
	酞菁红	0.0012
	501 柠檬铬黄	0.03
银灰色	钛白粉	0.352
	炭黑	0.00352
	酞菁蓝	0.002
	OS 红	0.00018
银灰色(铝金属色)	银粉	1.5
银灰色	银灰母料	4 ~ 5
浅银灰色	白色母料	8
	黑色母料	2
金色(仿铜金属色)	金粉	1.2
	钛白粉	0.1
米色	501 柠檬黄	0.352
	立索尔宝红	0.0125
	炭黑	0.0015
	钛白粉	0.225
深咖啡色	炭黑	0.0185
	酞菁蓝	0.006
	S101 荧光黄	0.185
	OS 红	0.01
	钛白粉	0.035
深咖啡色	炭黑	0.0186

	酞菁蓝	0.0064
	501 柠檬黄	0.186
	酞菁红	0.018
	钛白粉	0.036
黑色	炭黑	1.2
黑色	炭黑	0.5
黑色	炭黑	0.25
黑色	黑色母料	5

## 附录三 聚丙烯着色配方(%)

### 1. 红色类

红色	酞菁红 GN	0.0015
红色	塑料红 S130	0.016
	永固黄 HG	0.014
红色	塑料红 S130	0.02
	永固黄	0.008
红色	立索尔宝红	0.2
红色	立索尔宝红	0.2
	钛白粉	0.2
红色	红色母料	0.5
粉红色	粉 SP420	0.05
中粉红色	粉 SP420	0.09
	塑料红 S130	0.002
浅粉红色	粉 SP420	0.07
	钛白粉	0.03

### 2. 黄色类

黄色	S101 荧光黄	0.046
	柠檬黄	0.002
黄色	荧光黄	0.046
	酞菁绿	0.002
黄色	永固黄 HR	0.1
黄色	白母料	4
	黄母料	6
浅黄色	荧光黄	0.02

	酞菁蓝	0.0004
	钛白粉	0.03
明黄色	荧光黄	0.015
	酞青绿	0.0005
橘黄色	GG 黄	0.35
	荧光红	0.12
	YJP - 2 黄	0.07
米黄色	油溶黄 G	0.0028
	烛红 128	0.0005
	炭黑	0.0005
	钛白粉	0.12
明米色	油溶黄	0.0028
	烛红 128	0.005
3. 绿色类		
绿色	酞菁绿	0.01
	荧光黄	0.05
果绿色	酞菁绿 GN	0.01
	S101 荧光黄	0.05
	钛白粉	0.3
果绿色	酞菁绿	0.016
	S101 荧光黄	0.05
	钛白粉	0.1
淡果绿色	酞菁绿 GN	0.0006
	荧光黄	0.016
	钛白粉	0.08
明绿色	酞菁绿 GN	0.025
明绿色	酞菁绿 GN	0.006

	荧光黄	0.012
深绿色	酞菁绿	0.3
	钛白粉	0.2
4. 蓝色类		
蓝色	群青	0.0042
	酞菁蓝	0.01
蓝色	群青	0.1
蓝色	酞菁蓝	0.02
蓝色	拜尔蓝	0.02
	钛白粉	0.05
浅蓝色	酞菁蓝	0.01
	钛白粉	0.25
浅蓝色	拜尔蓝	0.01
	钛白粉	0.25
天蓝色	群青	0.015
	酞菁绿 GN	0.005
天蓝色	群青	0.12
	酞菁蓝	0.00025
	钛白粉	0.25
5. 其他颜色		
乳白色	磁白	0.5
	碳酸钙	0.2
	酞菁蓝	0.0001
	钛白粉	0.06
乳白色	钛白粉	0.3
	酞菁蓝	0.004
磁白色	钛白粉	1



磁白色	碳酸钙	20
	钛白粉	2.5
白色	双飞粉	30
	钛白粉	1.5
	荧光增白剂	0.0015
白色	滑石粉	30
	钛白粉	1.5
	荧光增白剂	0.001
黑色	炭黑	0.9
黑色	黑色母料	5
银灰色	银粉	1.2
银灰色	银灰母料	5
浅银灰色	银灰母料	8
	白色母料	2
浅灰色	钛白粉	0.4
	炭黑	0.002
	硬脂酸锌	0.018
深灰色	钛白粉	0.38
	炭黑	0.005
	柠檬黄	0.0012
	钼铬红	0.004
	群青	0.001

## 附录四 聚氯乙烯着色配方

(以聚氯乙烯树脂为 100 份计)

### 1. 红色类

橘红色	艳红	0.109
	中铬黄	0.633
橘红色	桃红	0.01
	玫瑰精	0.0015
宝红色	中铬黄	0.954
	艳红	0.364
玫瑰红色	钛白粉	0.5
	艳红	0.383
玫瑰红	立索尔宝红	0.5
玫瑰红	永固红 F5R	0.025
玫瑰淡红	汽巴紫红	0.0105
玫瑰淡红	立索尔宝红	0.28
桃红色	桃红	0.04
桃红色	永固红 F5R	0.003
	玫瑰精	0.00075
大红色	立索尔宝红	0.05
大红色	嘉基 R 红	0.025
大红色	橡胶红 LC	0.4
	柠檬黄	0.15
大红色	橡胶大红	1.5
	联苯胺黄	0.08
大红色	立索尔宝红	0.0052

	联苯胺黄	0.0077
大红色	B 红	0.006
	嘉基 R 红	0.01
淡红色	B 红	0.0025
深红色	立索尔宝红 BK	1.65
	中铬黄	0.55
深红色	立索尔宝红 BK	0.15
粉红色	永固红 F5R	0.02
金红色	金光红	0.03
荧光红	荧光黄	0.089
2. 黄色		
橘黄色	荧光黄	0.02
	玫瑰精	0.003
淡黄色	HR 黄	0.01
	嘉基 R 红	0.01
金黄色	HR 黄	0.01
	B 红	0.00125
荧光淡黄色	荧光黄	0.015
	玫瑰精	0.0015
荧光黄色	荧光黄	0.015
香槟黄色	永固黄 HR	0.0075
柠檬黄色	永固柠檬黄	0.32
橙黄色	联苯胺黄	1
	立索尔宝红	0.2
米黄色	柠檬黄	0.2
	钼铬红	0.2
	炭黑	0.008

米黄色	中铬黄	0.11
	钛白粉	0.75
	钼铬红	0.022
	炭黑	0.002
透明黄绿	酞菁绿	0.4
	永固黄 HR	0.035
黄色	汉沙黄	1
地板黄色	铬黄	0.12
	金光红	0.024
	炭黑	0.004

### 3. 蓝色

蓝色	酞菁蓝	0.05
蓝色	酞菁蓝	0.66
	塑料红	0.04
深蓝色	酞菁蓝	0.75
深蓝色	酞菁蓝	0.8
	炭黑	0.15
深天蓝色	酞菁蓝	0.11
	钛白粉	0.5
中蓝色	酞菁蓝	0.1
浅蓝色	酞菁蓝	0.083
天蓝色	钛白粉	0.8
	酞菁蓝	0.02
深蓝色	酞菁蓝	0.4
	酞菁绿	0.016
	炭黑	0.01
湖蓝色	酞菁蓝	0.012

蔚蓝色	钛白粉	1.1
	酞菁绿	0.0053
海蓝色	酞菁蓝	1.3
	群青	0.5
	钛白粉	0.06
4. 绿色类		
绿色	酞菁绿	0.5
果绿色	酞菁绿	0.8
	联苯胺黄	0.5
果绿色	酞菁绿	0.75
	柠檬黄	0.25
果绿色	酞菁绿	0.02
	永固黄 HR	0.005
果绿色	酞菁绿	0.08
	柠檬黄	0.63
淡果绿色	酞菁绿	0.0025
	永固黄 HR	0.001
荧光果绿	酞菁绿	0.004
	S101	0.02
草绿色	酞菁绿	0.11
	柠檬黄	0.51
草绿色	酞菁绿	0.015
	柠檬黄	0.64
	墨灰	0.002
军绿色	酞菁绿	0.15
	中铬黄	2
	炭黑	0.05

墨绿色	酞菁绿	0.2
	酞菁蓝	0.15
	中铬黄	0.2
	炭黑	0.02
翠绿色	酞菁绿	0.025
湖绿色	酞菁绿	0.0375
中绿色	酞菁绿	0.2
浅绿色	酞菁绿	0.08
绿色	酞菁绿	0.8
墨绿色	酞菁绿	0.88
	中铬黄	0.23
	炭黑	0.295
5. 米色、咖啡色、棕色		
米色	钼铬红	0.2
	柠檬黄	0.2
	炭黑	0.08
米色	钛白粉	0.7
	中铬黄	0.11
	炭黑	0.002
咖啡色	钼铬红	0.12
	柠檬黄	0.074
	炭黑	0.012
	钛白粉	0.5
咖啡色	钼铬红	0.12
	炭黑	0.06
浅棕色	中铬黄	0.8
	炭黑	0.075



棕色	氧化铁红	1.25
	钼铬红	2
	炭黑	0.18
棕色	塑料红 GR	0.04
	永固黄 HR	0.012
	永固红 F2R	0.032
棕色	炭黑	0.0132
	塑料棕	6
	炭黑	0.2
棕色	中铬黄	1
	氧化铁红	1.2
	炭黑	0.09
深棕色	氧化铁红	0.84
	立索尔宝红 BK	0.072
	中铬黄	0.3
	炭黑	0.36
6. 白色、灰色、黑色		
白色	钛白粉	2
珠光白	酞菁蓝	0.02
	荧光增白剂 DT	0.045
	珠光粉	1.25
磁白色	钛白粉	1.5
	荧光增白剂	0.015
	群青	0.1
银灰色	银粉	0.15
	钛白粉	0.06
	炭黑	0.02

灰色	炭黑	0.12
	钛白粉	0.5
灰色	炭黑	0.024
	酞菁蓝	0.0044
灰色	炭黑	0.0045
	钛白粉	0.5
	永固红 F5R	0.0006
浅灰色	炭黑	0.0012
深灰色	炭黑	0.2
深灰色	钛白粉	1
	炭黑	0.1
	酞菁蓝	0.03
	酞菁蓝	0.03
黑色	炭黑	1 ~ 2
黑色	炭黑	3
	酞菁蓝	0.2
7. 紫色、茶色、香槟色		
紫色	塑料紫	0.1 ~ 0.2
茶色	永固黄 HR	0.03
	立索系宝红 BK	0.1
	炭黑	0.33
青莲紫	塑料红 GR	0.015
	酞菁蓝	0.007
青莲紫	青莲	0.012
香槟	塑料红 B	0.005
	永固黄 IIR	0.0075

## 附录五 聚苯乙烯着色配方 (以聚苯乙烯树脂为 100 份计)

### 1. 红色类

红色	立索尔宝红 BK	0.05
红色	烛红 128	0.014
	汉沙黄 H10G	0.003
红色	烛红 128	0.03
大红色	钛白粉	0.15
	烛红 128	0.034
	永固红 GG	0.03
大红色	立索尔宝红	0.125
	烛红 128	0.012
	钛白粉	0.08
大红色	1302 甲苯胺紫红	0.125
	烛红 128	0.0075
	钛白粉	0.112
深大红色	6204 永固黄	0.0625
	烛红 128	0.037
	硫靛红 C	0.01
	钛白粉	0.15
鲜大红色	6204 永固黄	0.0625
	烛红 128	0.037
	硫靛红 C	0.025
	钛白粉	0.1125
橘红色	桃红	0.1

橘红色	玫瑰精	0.0015
	硫靛红 C	0.06
	耐晒黄 CG	0.04
	S101 荧光黄	0.0025
	钛白粉	0.1375
紫红色	烛红 128	0.1875
	酞菁蓝	0.0035
	钛白粉	0.125
粉色	粉色 SP420	0.08
粉色	粉色 SP420	0.06
	钛白粉	0.06
	粉色 SP420	0.058
透明粉色	粉色 SP420	0.058
粉红色	硫靛红 G	0.0044
	S101 荧光黄	0.00025
	钛白粉	0.15
	硫靛红	0.005
深粉红色	耐晒黄 G	0.00062
	钛白粉	0.137
	硫靛红	0.00238
浅粉红色	耐晒黄 G	0.00031
	钛白粉	0.137
	硫靛红	0.00119
平粉红色	耐晒黄 G	0.00258
	钛白粉	0.4
	硫靛红	0.0125
肉粉红色	耐晒黄 G	0.025
	钛白粉	0.357

黄粉红色	硫靛红	0.0075
	耐晒黄 G	0.01
	钛白粉	0.1375
桃红色	硫靛红	0.0106
	耐晒黄 G	0.00031
	钛白粉	0.1375
玫瑰红色	立索尔宝红 BK	0.1
	钛白粉	0.125
明玫瑰红	立索尔宝红 BK	0.0125
明红色	烛红 128	0.0375
透明荧光红	硫靛红	0.01
	S101 荧光黄	0.00275
明妃色	硫靛红	0.001
深明妃色	硫靛红	0.0015
2. 黄色类		
黄色	汉沙黄 H10G	0.005
	荧光黄 S101	0.006
	钛白粉	0.06
黄色	荧光黄 S101	0.02
橘黄色	6204 永固黄	0.0371
	荧光黄 S101	0.0025
	硫靛红	0.00625
	钛白粉	0.15
橘黄色	永固黄 GG	0.0188
	硫靛红 C	0.0062
	钛白粉	0.15
深橘黄色	6204 永固黄	0.061

	硫靛红	0.0081
	荧光黄 S101	0.0065
	钛白粉	0.187
深橘黄色	永固黄 GG	0.03
	硫靛红	0.0082
	钛白粉	0.187
米黄色	油溶性黄	0.008
	烛红 128	0.0014
	钛白粉	0.16
浅米黄色	油溶性黄	0.0056
	炭黑	0.001
	烛红 128	0.001
	钛白粉	0.24
明黄色	荧光黄 S101	0.005
	永固黄 1137	0.007
明黄色	1904 油溶黄	0.04
淡明黄色	1904 油溶黄	0.018
鹅黄色	耐晒黄	0.0625
	钛白粉	0.1375
深鹅黄色	耐晒黄	0.125
	钛白粉	0.175
浅鹅黄色	耐晒黄	0.0375
	钛白粉	0.25
荧光鹅黄	耐晒黄	0.125
	荧光黄 S101	0.0625
	钛白粉	0.175
荧光鹅黄	永固黄 GG	0.016



	荧光黄 S101	0.005
	钛白粉	0.124
淡荧光鹅黄	耐晒黄	0.0687
	荧光黄 S101	0.015
	钛白粉	0.2
荧光黄色	荧光黄 S101	0.016
	汉沙黄 H10G	0.004
	酞菁绿 GN	0.0004
	钛白粉	0.05
荧光黄色	荧光黄 S101	0.012
透明荧光黄	永固黄 GG	0.0016
	荧光黄 S101	0.003
透明黄色	R-100TR 黄	0.01875
淡透明黄	R-100TR 黄	0.00875
透明金黄色	R-100TR 黄	0.001875
	烛红 128	0.00025
透明云光黄色	S-100TR 黄	0.0175
	荧光黄 S101	0.00625
黄妃色	6204 永固黄	0.01
	硫靛红	0.00264
	钛白粉	0.1375
中米色	耐晒黄 CG	0.1538
	炭黑	0.0034
	烛红 128	0.002
	钛白粉	0.1875
深米色	耐晒黄 CG	0.3076
	炭黑	0.004

	烛红 128	0.003
	钛白粉	0.1812
淡米色	耐晒黄 CG	0.1538
	炭黑	0.00069
	烛红 128	0.0005
	硫靛红	0.0005
	钛白粉	0.1375
3. 蓝色类		
蓝色	酞菁蓝 GN	0.0117
	钛白粉	0.15
中蓝色	酞菁蓝	0.051
	群青	0.032
	钛白粉	0.165
中蓝色	酞菁蓝	0.0375
	群青	0.064
	钛白粉	0.1625
淡中蓝色	酞菁蓝	0.015
	群青	0.03
	钛白粉	0.1625
深蓝色	酞菁蓝	0.01625
	群青	0.0125
	钛白粉	0.0875
黑蓝色	酞菁蓝	0.018
	群青	0.03
	炭黑	0.0135
	钛白粉	0.0145
天蓝色	酞菁蓝	0.0156

	群青	0.019
天蓝色	酞菁绿	0.00031
	群青	0.125
	钛白粉	0.25
深天蓝色	群青	0.15
	钛白粉	0.25
淡天蓝色	群青	0.125
	钛白粉	0.25
湖蓝色	酞菁绿	0.0071
	耐晒黄 G	0.00062
	钛白粉	0.1625
淡湖蓝色	酞菁绿	0.003
	钛白粉	0.1625
黄头湖蓝色	酞菁蓝	0.01
	耐晒黄 G	0.0018
	钛白粉	0.1625
明蓝色	酞菁蓝	0.0375
深明蓝色	酞菁蓝	0.0375
	群青	0.0375
淡明蓝色	群青	0.05
4. 绿色类		
绿色	明绿 GGN	0.01
	荧光黄 S101	0.003
果绿色	酞菁绿 GN	0.009
	荧光黄 S101	0.007
	钛白粉	0.08
透明荧光绿	酞菁绿 GN	0.0014

荧光果绿色	荧光黄 S101	0.008
	酞菁绿 GN	0.005
翠绿色	荧光黄 S101	0.025
	钛白粉	0.125
	酞菁绿	0.035
	6204 永固黄	0.05
草绿色	荧光黄 S101	0.005
	钛白粉	0.1125
	酞菁绿	0.01735
	6204 永固黄	0.0395
墨绿色	墨灰	0.0056
	钛白粉	0.181
	酞菁绿	0.125
	6204 永固黄	0.0875
苹果绿色	墨灰	0.01
	钛白粉	0.1125
	酞菁绿	0.125
	6204 永固黄	0.0237
湖绿色	钛白粉	0.3375
	酞菁绿	0.0056
	钛白粉	0.1375
中湖绿色	酞菁绿	0.0125
	钛白粉	0.25
浅湖绿色	酞菁绿	0.00375
	钛白粉	0.10
深湖绿色	酞菁绿	0.0125
	荧光黄 S101	0.00031

明绿色	酞菁绿	0.0125
	荧光黄 S101	0.00038
深明绿色	酞菁绿	0.0625
	荧光黄 S101	0.000625
淡明绿色	酞菁绿	0.01
5. 白色、灰色、黑色类		
磁白色	钛白粉	0.375
磨砂白色	钛白粉	0.0375
乳白色	钛白粉	0.0662
奶白色	钛白粉	0.375
	耐晒黄 G	0.0055
	硫靛红	0.00038
淡奶白色	钛白粉	0.375
	6204 永固黄	0.00375
	硫靛红	0.00012
	玉色奶白色钛白粉	0.0625
	耐晒黄 G	0.00125
	硫靛红	0.000187
灰色	酞菁蓝 GN	0.004
	炭黑	0.012
	钛白粉	0.25
灰色	油溶黄 G	0.001
	酞菁蓝 GN	0.002
	烛红	0.0004
	钛白粉	0.144
黑灰色	炭黑	0.135
浅灰色	钛白粉	0.4

	酞菁蓝 GN	0.002
	油溶黄 G	0.001
	烛红 128	0.0004
浅灰色	钛白粉	0.175
	酞菁蓝	0.000575
	烛红 128	0.00025
	硬质墨灰	0.004
深灰色	钛白粉	0.1812
	溴靛蓝	0.0054
	硬质墨灰	0.00125
	永固黄	0.00125
	烛红 128	0.000687
中灰色	钛白粉	0.1495
	炭黑	0.0064
	溴靛蓝	0.0031
	烛红 128	0.00025
浅蓝灰色	钛白粉	0.1875
	炭黑	0.00575
	酞菁蓝	0.0018
	耐晒黄	0.0005
	烛红 128	0.00025
黑色	炭黑	0.24
黑色	炭黑	0.022
	酞菁蓝 GN	0.0038
黑色	炭黑	0.025
	耐晒黄	0.225
	烛红 128	0.0625

	溴靛蓝	0.25
	钛白粉	0.0625
6. 其他颜色		
茶色	立索尔宝红	0.0135
	永固黄 1137	0.1
	炭黑	0.032
	钛白粉	0.09
中棕色	耐晒黄	0.0625
	酞菁蓝	0.00125
	烛红 128	0.005
	钛白粉	0.1125
棕色	耐晒黄	0.01875
	钛白粉	0.35
	烛红 128	0.00156
	炭黑	0.00144
中褐色	氧化铁黄	0.375
	炭黑	0.009
	烛红 128	0.0025
	钛白粉	0.5875
咖啡色	耐晒黄	0.125
	酞菁蓝	0.01
	烛红 128	0.0195
	钛白粉	0.1125
浅咖啡色	炭黑	0.0145
	铝铬红	1.5
中咖啡色	6204 永固黄	0.1125
	酞菁蓝	0.0125



红色咖啡色	烛红 128	0.0175
	钛白粉	0.175
	耐晒黄	0.1125
	钛白粉	0.1125
藏青色	烛红 128	0.02275
	酞菁蓝	0.0125
	溴靛蓝	0.1875
	炭黑	0.01125
藏青色	烛红 128	0.00625
	钛白粉	0.15
	溴靛蓝	0.25
	烛红 128	0.0225
深藏青色	钛白粉	0.125
	溴靛蓝	0.25
	炭黑	0.025
	烛红 128	0.01875
深雪青色	钛白粉	0.125
	群青	0.216
	硫靛红	0.0055
	钛白粉	0.15
浅雪青色	群青	0.0625
	硫靛红	0.0025
	钛白粉	0.3375
	酞菁蓝	0.075
蟹青色	耐晒黄	0.0075
	炭黑	0.0056
	钛白粉	0.1375

透明青莲紫色	油溶红	0.0012
	荧光红	0.001
	酒精	0.001
不透明藕荷色	酞菁蓝	0.0005
	永固桃红	0.0022
	钛白粉	0.2

## 附录六 ABS 着色配方

(以 ABS 为 100 份计)

红色	塑料红 B	0.022
橘红	硫靛红	0.06
	永固黄 GG	0.046
	钛白粉	0.06
枣红色	塑料红 S130	0.062
	汉沙黄 H10G	0.086
粉色	粉红 SP420	0.048
	钛白粉	0.05
黄色	S101 荧光黄	0.02
	酞菁绿	0.003
淡黄色	501 柠檬铬黄	0.05
	酞菁红	0.002
	钛白粉	0.48
蛋黄色	耐晒黄 CGG	0.2
	钼铬红	0.01
	501 柠檬铬黄	0.2
	炭黑	0.001
	钛白粉	0.1
深鹅黄色	耐晒黄 CGG	0.9
	钛白粉	0.16
蓝色	酞菁蓝	0.013
	酞菁绿	0.0013
	炭黑	0.0005

深蓝色	酞菁蓝	0.029
	群青	0.038
深蓝色	酞菁蓝	0.01
	群青	0.85
	钛白粉	0.22
黄头湖蓝	酞菁蓝	0.003
	钛白粉	0.248
绿色	酞菁绿	0.08
草绿	501 柠檬铬黄	0.45
	耐晒黄 G	0.1
	炭黑	0.025
	酞菁绿	0.007
	立索尔宝红	0.002
白色	钛白粉	0.3
奶白色	501 柠檬铬黄	0.05
	酞菁红	0.002
	钛白粉	0.48
黑色	炭黑	0.5
黑色(红光)	炭黑	0.5
	耐晒大红	0.04
浅灰色	钛白粉	0.4
	炭黑	0.018
	酞菁蓝	0.0001
深灰色	钛白粉	0.4
	炭黑	0.072
淡灰色	炭黑	0.004
	酞菁蓝	0.0006

米色	501 柠檬铬黄	0.012
	钼铬红	0.0024
	钛白粉	0.34
	炭黑	0.01
	耐晒大红	0.01
	耐晒黄 C	0.026
	钛白粉	0.186

## 附录七 尼龙着色配方(%)

红色	镉红	0.3
	钛白粉	0.2
红色	塑料红 B	0.05
	钛白粉	0.1
橘红色	橘红	0.3
	钛白粉	0.15
橙色	荧光橙 ROR-4	0.04
	钛白粉	0.2
橙色	荧光橙 ROR-4	0.14
	钛白粉	0.2
黄色	镉黄	0.3
	钛白粉	0.1
黄色	镉黄	0.45
	钛白粉	0.2
绿色	酞菁绿	0.02
	钛白粉	0.2
深绿色	酞菁绿	0.2
	钛白粉	0.2
军绿色	酞菁绿	0.004
	酞菁蓝	0.004
	铬黄	0.5
	油溶黑	0.005
蓝色	酞菁蓝	0.015
	钛白粉	0.1

蓝色	群青	1.4
	钛白粉	0.2
蓝色	拜尔蓝	0.015
	钛白粉	0.2
蓝色	群青	0.5
	酞菁蓝	0.0125
	酞菁绿	0.005
	油溶黑	0.007
	钛白粉	0.15
浅蓝	酞菁蓝	0.0125
	酞菁绿	0.005
	钛白粉	0.3
深蓝	酞菁蓝	0.015
	酞菁绿	0.005
	油溶黑	0.015
	钛白粉	0.17
	酞菁蓝	0.0026
深灰色	炭黑	0.008
	钛白粉	0.14
	酞菁绿	0.00125
	永固黄	0.0047
	镉黄	0.0025
	镉红	0.028
	溴靛蓝	0.00476
	钛白粉	0.3
	酞菁蓝	0.06
	S105 蓝	0.015
蟹青色		



	SI01 黄	0.015
	炭黑	0.0094
铁红色	铁红	0.5
	钛白粉	0.1
	炭黑	0.0001
白色	钛白粉	0.3
印白色	钛白粉	0.25
	酞菁蓝	0.0006
黑色	炭黑	0.2 ~ 1
黑色	炭黑	0.15
	油溶黑	0.15
黑色	炭黑	0.15
	溴靛蓝	0.1

## 附录八 聚碳酸酯着色配方 (以聚碳酸酯为 100 份计)

红色	钛白粉	0.1
	桃红	0.375
	柠檬黄	0.05
	镉黄	0.175
透明红	OS 红	0.1
透明黄	S101 黄	0.005
天蓝色	酞菁蓝	0.075
	钛白粉	0.25
苹果绿	S560 拜尔绿	0.3
	S105 拜尔绿	0.00063
	炭黑	0.00063
	钛白粉	0.166
军绿	镉黄	0.137
	酞菁绿	0.096
	镉黄	0.5
	酞菁绿	0.008
蟹青	酞菁蓝	0.04
	炭黑	0.014
	钛白粉	0.3
	酞菁绿	0.06
	S150 蓝	0.015
	S101 黄	0.015
	炭黑	0.0094

磁白色	钛白粉	0.3
象牙色	钛白粉	0.4
	101 铬黄	0.03
灰色	钛白粉	0.2
	炭黑	0.005
	酞菁蓝	0.00125
深灰色	钛白粉	0.14
	炭黑	0.008
	酞菁蓝	0.0026
	酞菁绿	0.000125
	永固黄	0.0047
	镉黄	0.025
黑色	溴靛蓝	0.25
	油溶黑	0.1

## 附录九 塑料助剂生产厂

厂名	邮编	地址	产品
北京东飞助剂材料有限公司	100085	北京海淀区学院路3号	DOP、TPP、TCP、DOTP
北京化工厂	100022	北京朝阳区广渠路15号	DBP、DIBP、DOP、DOTP、TOTM
北京化工二厂	100022	北京朝阳区四环路大郊亭	硅油
北京染料厂	100023	北京朝阳区垡头十八间房	酞菁蓝 B、酞菁蓝、酞菁绿、酞菁蓝 FGX
北京化工大学精细化工厂	100029	北京朝阳区北三环东路15号	聚乙烯蜡、硅油
北京化工三厂	100078	北京丰台区宋家庄路顺八条8号	DBP、DIDP、DOS、DIBP、DOTP、ED <sub>1</sub> 、DOA
北京助剂二厂	100078	北京丰台区宋家庄路69号	聚乙烯蜡
北京埃尔夫阿托化学综合稳定剂有限公司	100078	北京丰台区宋家庄路61号	二月桂酸二正丁基锡、京锡 C-102、抗氧剂 1010
北京红星化工厂	100076	北京大兴县旧宫乡	石蜡
北京燕山石化公司树脂应用研究所	102549	北京房山区燕东路3号	聚烯烃着色剂、色母粒
北京有机化工厂	100022	北京朝阳区东郊大郊亭	EVA
北京市长阳化工厂	102401	北京房山区长阳镇篱笆房村北	硬脂酸钡、硬脂酸钙、硬脂酸铅、硬脂酸锌

续表

厂名	邮编	地址	产品
京津化工颜料厂	102403	北京房山县玻璃河三街南街 81 号	酞菁蓝、酞菁绿
矿务局大兴工业综合总厂		北京大兴县黄村	氧化铁红、钛白粉
天津大沽电石厂染料分厂	300452	天津市塘沽区东大沽	酞菁蓝、酞菁绿 G
天津东湖化工厂	300301	天津市东丽区津汉公路	汉沙黄 G、永固黄 GG、耐晒大红 BBN、坚固大红 G、立索尔大红 R、甲苯胺红
天津海河化工厂	300300	天津市张贵庄路	汉沙黄 C、汉沙黄 10G
天津津联化工厂	306718	天津武清县万各庄	汉沙黄 10G
天津津西环宇染料化工厂	300380	天津西郊区上辛口乡	汉沙黄 G
天津渤海染料化工厂	300352	天津市南郊区	增白剂 BDL
天津大港新颖有机颜料厂	300270	天津大港区长流庄	汉沙黄 10G、联苯胺黄 G、坚固大红 G
天津大港振兴化工总公司	300273	天津大港区赵连庄乡	汉沙黄 C、汉沙黄 10G、联苯胺黄 G、立索尔宝红 A6B、甲苯胺红 RN
天津溶剂厂	300061	天津河西黑牛城东园 2 号	DBP、DIDP、DOP、ESO、ED <sub>3</sub> 、DOTP
天津滨海化工厂	300350	天津市南郊区咸水沽镇	TCP、亚磷酸三苯酯

续表

厂名	邮编	地址	产品
天津东风化工厂	300122	天津红桥区邵公庄闸桥北路17号	锌钡白
天津市红旗化工厂	300170	天津河东区小孙庄河沿街68号	硬脂酸钙、硬脂酸钡、硬脂酸铅、硬脂酸锌、液体复合稳定剂
天津市化学试剂二厂	300210	天津河西区友谊路南头	DBP、DIOP、DOA、TPP
天津市化学试剂一厂	300381	天津西青区王顶堤乡铁道外	TBP、DBP、DOS、TPP
天津市建新化工厂	300400	天津北郊区引河桥南道东	氧化铁红、钛白粉
天津市力生化工厂	300163	天津东丽区程林庄工业区	抗氧剂DLTP
天津市染料厂	300382	天津市西郊区张沃乡	荧光增白剂
天津市染料化学第六厂	300121	天津市红桥区小西关街明德里2号	汉沙黄G、汉沙黄10G、永固黄GG、联苯胺黄G、橡胶大红
天津市同生化工厂	300400	天津北辰区引河桥西路	钛白粉
天津中河化工厂	300300	天津东丽区津塘公路5号桥	增塑剂、DOA、DGP、DOA
天津炭黑厂	300400	天津北辰区引河桥北铁道东	炭黑
天津油墨公司	300100	天津南开区三马路104号	酞菁蓝、汉沙黄10G、联苯胺黄、金光红、永固红、永固橘黄

续表

厂名	邮编	地址	产品
天津油漆厂	300400	天津北郊区南仓道东关	氧化铁红、钛白粉、酞菁蓝
天津万新化工厂	301600	天津东丽区津塘公路詹庄子铁道北	汉沙黄 G、汉沙黄 10G、联苯胺黄 G、坚固红
河北沧州宫厅化工厂	061028	沧州市大宫厅白贾村	酞菁蓝
河北邯郸丛台区光明增塑剂厂	056003	邯郸市丛台区联纺路东 87 号	DBP
河北邯郸市峰口染料厂	056200	邯郸市峰口矿区彭城前保安街 36 号	氧化铁红
河北邯郸化工厂	056002	邯郸市丛台区陵西大街 186 号	DBP、DOP
河北邯郸县东风化工厂	056000	邯郸县北张庄南二十里铺南	DBP、DOP
河北沧州农药化工厂	061021	沧州市沧县兴济镇	DOP
河北华东化工总公司	050801	石家庄市东郊二十里铺南	氯化石蜡
河北保定东郊化工厂	071000	保定南市区焦庄乡韩江村东	硬脂酸钡、硬脂酸铅
河北泊头市化工厂	062151	泊头市交河县新华街 128 号	硬脂酸钡、硬脂酸铅、硬脂酸锌、聚氯乙稀用热稳定剂
河北省乐亭县化工厂	063600	乐亭县汀流河镇高采庄	氧化铁红



续表

厂名	邮编	地址	产品
河北涉县碳酸钙厂	056400	邯郸地区涉县城关镇	轻质碳酸钙
河北深县化工厂	052860	深县新兴路1号	酞菁蓝、橡胶大红、立索尔大红 R、立索尔宝红 BK
河北行唐县化工厂	050600	石家庄地区行唐县城南	锌钡白
河北宣化钢铁公司炭黑厂	075105	张家口宣化区幸福街151号	炭黑
河北玉田县助剂厂	064104	玉田县潮落沃乡流涧头村	硬脂酸钙、硬脂酸锌
河北元氏县溶剂厂	051130	元氏县赵同乡	DBP
河北中捷染料化工工业总公司	061108	沧州地区中捷友谊农场	钛白粉、酞菁蓝、酞菁绿
河北栾城县马家庄有机化工厂	051430	栾城县栾豆路马家庄	DBP、DIBP
河北衡水市东风化工厂	053000	衡水市建设大街28号	增塑剂、DBP
河北黄骅华东化学工业有限公司	061100	黄骅渤海路振兴街26号	白炭黑
河北津深联营颜料化工厂	052860	深县西景明村西景街	耐晒大红、橡胶大红、IC、立索尔宝红、颜料绿
河北清河石油化工厂	054800	河北清河县城关	石蜡
河北石家庄化工二厂	050031	石家庄市长安区谈固北大街9号	增塑剂、DBP、DIBP、DOP

续表

厂名	邮编	地址	产品
河北石家庄获鹿有机化工厂	050200	获鹿县龙泉路 9 号	DBP
河北石家庄同心化工厂	050091	石家庄市广平街南头	DBP、DIBP、DOP
河北石家庄橡胶化工厂	050031	石家庄谈固大街北段	TPP
河北石家庄有机化工厂	050051	石家庄南马路 257 号	DBP、DOP
河北唐山市第八塑料厂	063103	唐山市东矿山	增塑剂
河北唐山市平东郊化工厂	063021	唐山唐古路	DBP、DOP
河北唐山青龙化工厂	063506	滦南县东道坨镇	DOP
河北武安市胜利化工厂	056300	武安市伯延镇东	超细碳酸钙
河北辛集市启明化工厂	052360	辛集市大土庄乡	酞菁蓝
河北行唐县立德粉厂	050600	行唐县县城东南	锌钡白
河北张家口地区化工厂	075000	张家口市胜利南路 28 号	增塑剂、ED <sub>3</sub> 、DOTP
河北正定县有机化工厂	050801	正定县二十里铺乡南辛庄	TPP
河北遵化市有机化工厂	064200	遵化市通华街 157 号	DBP、DOP

续表

厂名	邮编	地址	产品
山西太原化工农药厂	030031	太原市北营光明路 14 号	DBP、邻苯二甲酸混合酯
山西太原化学工业集团公司溶剂厂	030045	太原市南城区朝阳街 47 号	增塑剂、DBP、DIBP、DCMP、邻苯二甲酸混合酯
山西太原染料厂	030012	太原市南城区南内环街 5 号	锌钡白
山西阳泉岔口化工厂	045205	平定县岔口乡岔口村	氧化铁红、钛白粉
山西阳泉市硫铁矿工业公司	045000	阳泉市桃南东路 69 号	氧化铁红、钛白粉、DOP
山西长治化工厂	046013	长治市五一路长安街 48 号	液体钙、锌稳定剂
内蒙古呼和浩特市化工总厂	010030	呼市西郊化工路 1 号	氯化石蜡
内蒙古土默特左旗催化剂厂	010100	土默特左旗察素齐镇新建路 21 号	DBP、DOP
内蒙古乌海化工厂	016034	蒙乌海市南区拉僧庙	白炭黑
内蒙通辽市油脂化工厂	028000	通辽市中心大街东段	DOP、DIDP
内蒙扎鲁特旗助剂厂	029100	哲里木盟扎鲁特旗	硬脂酸钡、硬脂酸铅、硬脂酸锌、硬脂酸锡、硬脂酸镁
辽宁省鞍山市宏达化工厂	114043	鞍山市旧堡区	氯化石蜡

续表

厂名	邮编	地址	产品
辽宁省鞍山化工二厂	114031	鞍山市立山区红旗路	聚烯烃母体着色剂、炭黑
辽宁本溪市有机化学厂	117019	本溪溪湖区	DOP、DBP、DOTP、邻苯甲酸混合酯
辽宁本溪市助剂厂	117003	本溪溪湖区火连寨乡	轻质碳酸钙
辽宁朝阳油脂化工厂	122000	朝阳市龙江路 5 段 55 号	硬脂酸钙、硬脂酸锌
辽宁大连酿酒厂	116033	大连市甘井子区促进路 125 号	DBP、DOP
辽宁大连金州氧化铁颜料厂	116100	大连市金州区西南窑 102 号	氧化铁红、钛白粉
辽宁大连旅顺江西化学工业总公司	116041	大连市旅顺江西镇	氯化石蜡
辽宁大石桥市福利塑料助剂厂	115113	大石桥市旗口镇	DOA
辽宁丹东市塑料助剂一厂	118002	丹东市福春街 371 号	ESO、环氧硬脂酸丁酯
辽宁灯塔化工厂	111300	辽阳市灯塔县	硬脂酸钙
辽宁盖县化工二厂	115200	营口市盖县民和路	紫外线吸收剂 LV-9
辽宁抚顺化工厂	113001	抚顺市望花区田屯街	炭黑
辽宁抚顺炭黑厂	113003	抚顺市露天区新屯街	炭黑

续表

厂名	邮编	地址	产品
辽宁抚顺有机化工厂	113122	抚顺市望花区鞍山路 54 号	氯化石蜡
辽宁阜新市化工厂	123002	阜新市海州区创业路 1 号	DOP
辽宁海城市金杯助剂厂	114213	海城市毛神镇	DOA、DBP、DOP
辽宁锦西炼油化工总厂附属企业公司	125001	锦西连山区石油街	DOA、氯化石蜡
辽宁锦州石化公司化工二厂	121001	锦州市重庆路 1 号	DOP
辽宁省北镇县化工厂	121308	辽宁北镇县沟帮子镇	DOP、DOTP
辽宁省锦西市石油化工厂	125001	锦西市连山区化工街	DOA、氯化石蜡
辽宁省辽阳市色母粒厂	111004	辽阳市新华路 1 号	色母粒
辽宁营口市福利塑料助剂厂	115113	营口市旗口镇腰屯村	DOA、DOP
辽宁辽阳有机化工厂	111000	辽阳市白塔区解放路 86 号	抗氧剂 1076、紫外线吸收剂 UV-9
辽宁旅顺铁山石油化工厂	116041	大连市旅顺口区铁山区	DBP
辽宁普兰店市北方化工厂	116027	普兰店市沙包镇	DOP
辽宁沈阳精细化工厂	110141	沈阳市于洪区	酞菁蓝

续表

厂名	邮编	地址	产品
辽宁沈阳试剂一厂	110121	沈阳新城子区杭州西路4号	TBP
辽宁沈阳新城化工厂	110121	沈阳新城子区杭州西路	DOP、DBP、DBS
辽宁沈阳有机颜料联合化工厂	110045	沈阳市大东区大二合子岭	酞菁蓝
辽宁沈阳助剂厂	110044	沈阳市大东区	IPP、硬脂酸钡
辽宁营口市东方石油化工总厂	115005	营口市老边区老连乡	DOP
辽宁营口市石油化工研究所	115002	营口市站前区贺电里7号	DOA、DOS
辽宁营口市塑料助剂厂	115004	辽宁营口市西市区	DOA、DBP、DOP
辽宁营口市印染助剂厂	115115	营口大石桥沟沿镇	DOA、DOP、DOS
吉林通化市第二化工厂	134006	通化市铁厂镇	白炭黑
吉林图们市化工厂	133100	延边图们市向上路	氯化石蜡
吉化公司江滨塑料制品厂	132021	吉林市龙潭区遵义西路96号	色母粒
吉化公司联合化工厂	132022	吉林市龙潭区兴城街10号	DBP、DOP、TBP
吉化公司石井沟联合化工厂	132105	吉林市丰满区石井沟街联化路1号	DOP、DBP、DIBP、DOS、DBS

续表

厂名	邮编	地址	产品
吉林化学工业公司	132021	吉林龙潭区遵义东路 31 号	DOP、DBP、DOS、DIDP
吉化公司集体企业公司	132021	吉林市龙潭区承德街 1 号	TOP、DIBP、DOP、DBP
吉林市白山化工厂	132106	吉林市红旗街白山路 6 号	氯化石蜡
吉林市幸福化工厂	132002	吉林市哈达大街 17 号	荧光增白剂
吉林铁路分局龙潭山车辆劳服公司化工厂	132022	吉林市鹿场街 19 号	DOA
吉林龙井市化工厂	133400	龙井市龙盛路 19 号	轻质碳酸钙
吉林四平市第二化工厂	136001	四平市铁东区民主路 2 号	锌钡白
吉林省四平市化工机械厂	136001	四平市铁东区丰二纬路 198 号	氯化石蜡
吉林省汪清县第二化工厂	133200	汪清县汪清镇新民西路 14 号	荧光增白剂
吉林省榆树市化工三厂	130401	榆树市五棵山镇	环氧大豆油
中国化工新材料公司辽源市化工材料厂	136201	辽源市西安区太安街镇	聚烯烃固体着色剂
大庆第一试剂厂	163257	黑龙江大庆市萨尔图区	DOP



续表

厂名	邮编	地址	产品
哈尔滨油漆厂	150056	哈尔滨太平区先锋路 14 号	氧化铁红、氧化铁黄、锌钡白
哈尔滨化工二厂	150038	哈尔滨香坊区化工路 103 号	氯化石蜡
哈尔滨化工四厂	150039	哈尔滨香坊区化工路	DOA、DBP、DIBP、DOP、DOS、TPP
黑龙江省克山精细化工厂	161600	克山县克山镇	DOIP
黑龙江省材源炼油厂	163813	大庆市八村	氯化石蜡
黑龙江佳木斯化工厂	154005	佳木斯市东风区长安路 114 号	氯化石蜡
牡丹江石化集团股份总公司牡丹江化工三厂	157000	牡丹江市西安区西三条路 1 号	轻质碳酸钙
黑龙江双鸭山市红光化工厂	155100	双鸭山市尖山区	改性剂 ACR
上海嘉定保温材料厂	201807	上海嘉定区朱家桥镇	白炭黑
上海路黄颜料厂	200070	闸北区南山路 35 号	铬黄
上海化学试剂总厂	200062	上海光复西路 2549 号	DOP
上海化学试剂总厂试剂一厂	200062	上海普陀区大渡河路 18 号	硬脂酸钙、DBP、DHXP、DINS、DIOP、DIBP、BBP、DIDP、DBS、TBP

续表

厂名	邮编	地址	产品
上海汇银氯化碱厂	201807	上海嘉定区朱桥镇	氧化锌
上海金山染料化工一厂	201504	上海金山县松隐乡	酞菁蓝、酞菁绿
上海卡博特化工有限公司	201108	上海市闵行区吴泾双柏路 15 号	炭黑、色母料
上海开源助剂厂	201616	上海松江县昆山镇	TBP
上海克勒油墨化工有限公司	200072	上海闸北区柳营路 305 号	酞菁蓝、联苯胺黄
上海氯碱化工股份有限公司	200241	上海龙吴路 4747 号	氟里昂-11、12、白炭黑、氯化石蜡
上海氯碱总厂电化厂	200241	上海闵行区龙吴路 4800 号	氯化石蜡
上海前卫造漆厂	201913	上海宝山区长兴岛风西路 74 号	EDA
上海染料公司化工二厂	200082	杨浦区辽阳路 505 号	橡胶大红 LG、金光红、永固红 F4R、聚烯烃固体着色剂
上海染料化工一厂	200070	闸北区中山北路 347 号	酞菁蓝、酞菁绿、汉沙黄 G、汉沙黄 10C、联苯胺黄 G、立索尔宝红 BK
上海三联化工有限公司	201106	闵行区纪王镇明星路	荧光增白剂 PF
上海珊瑚化工厂	200083	虹口区北宝兴路	改性剂 ACR

续表

厂名	邮编	地址	产品
上海上过氧化铁颜料有限公司	200062	中山北路 3411 号	氧化铁红、氧化铁黑
上海市大场化工厂	200436	沪太路 2757 号	石蜡
上海华亭化工厂	201811	嘉定区华亭镇南首	汉沙黄 G、汉沙黄 10G、立索尔大红
上海南汇县钛白粉厂	201319	南汇县横沔乡	三氧化二锑
上海太平洋化工公司溶剂厂	200127	浦东新区南码头路	DBP、DOP、DOS
上海太平洋化工公司京华化工厂	200032	徐汇区东安路 10 号	锌钡白
上海太平洋化工公司延安油脂化工厂	200052	长宁区延安西路	硬脂酸盐、液体钙锌稳定剂、钡镉稳定剂、镉锌稳定剂
上海碳酸钙厂	200025	上海卢湾区徐家汇路 560 号	轻质碳酸钙
上海天鹏助剂厂	201412	上海奉贤县四团镇北首	氯化石蜡
上海恒业一泛太色材有限公司	200083	上海虹口区中山北一路 23 号	珠光母粒、特白母粒、发泡母粒
上海针织厂	200082	杨浦区	BBP、荧光增白剂
上海助剂厂	200126	浦东新区莲南路 300 号	抗静电剂 SN、抗静电剂 P
上海崢嵘化工实业公司	201106	上海县北翟路 1441 号	氧化锌、氯化石蜡

续表

厂名	邮编	地址	产品
上海大宇生化有限公司	200020	上海淮海中路809号	轻质碳酸钙
江苏常熟市沈浜有机化工厂	215562	杨园镇沈浜村	氯化石蜡
江苏常熟新光油墨颜料厂	215539	常熟任阳镇	立索尔大红 R、立索尔宝红
江苏常熟颜料化工厂	215556	常熟莫城镇南	橡胶大红 LC、金光红、立索尔大红
江苏丹阳化工厂	212300	老北门外化工路3号	增塑剂、液体钙锌复合稳定剂
江苏东台颜料化工厂	224243	东台四灶乡东灶闸南首	酞菁蓝
国营无锡市溶剂总厂	214023	南长区南长街726号	DOA、DOTP
江苏吴江化工厂	215200	江苏吴江市松陵镇交通南路18号	塑料红 301、塑料紫 401、塑料蓝 501、塑料绿 601、塑料黄 101
江苏淮安市钛白粉厂	223242	淮阴市淮安市驹乡	钛白粉
江苏江都红光塑料助剂厂	225245	江都县宗村乡	DOP
江苏江宁秦淮化工厂	211100	江宁县东山镇	DOP、DOTP
江苏东台市化工厂	224200	东台市北郊唐舍	氯化石蜡
江苏句容县染料化工厂	212425	句容县石狮镇	DOP、立索尔宝红、永固红、汉沙黄

续表

厂名	邮编	地址	产品
江苏泰州市石油化工有限公司	225300	泰州市吴州路 1 号	DBP、DOP、氯化石蜡
江阴市化工助剂二厂	214406	江阴市马镇镇北	DOP、氯化石蜡
江苏江阴西城化工厂	214442	江阴市夏港镇	聚乙烯蜡
江阴市振华化工厂	214419	江阴市河塘乡	氧化锌
江苏金湖县溶剂厂	211600	金湖县人民路 52 号	DBP、DIBP、DOTP
江苏金陵石油化工公司塑料厂	210028	南京中央门外晓庄	DOP
江苏靖江合成化学厂	214500	扬州市靖江县工农路	DOTP
江苏句容有机化工厂	212413	桥头镇北	立索尔大红、立索尔紫红
江苏昆山合峰化工有限公司	215300	昆山市长江南路	DOP
江苏昆山化工二厂	215347	昆山市正仪镇镇南路	硬脂酸盐
江苏昆山兵希有机化工厂	215334	兵希镇盛庄村	荧光红、荧光黄
江苏昆山市蓬朗联沪化工厂	215333	蓬朗镇娄江村	荧光增白剂 PEB
南京江宁上峰有机化工厂	211134	江宁县上峰乡	氯化石蜡
南京金陵化工厂	210028	栖霞区合班村 29 号	硬脂酸盐

续表

厂名	邮编	地址	产品
南京铁路塑料助剂厂	210015	下关区大庙村 17 号	硅油、JSY - 3022 硬泡稳定剂
南京新胜精细化工厂	210038	南京新生圩	聚氨酯稳定剂 JHX - 590
南京油脂化工厂	210012	中华门外小行里	硬脂酸、钛白粉
南京有机化工厂	210017	建邺区茶亭东街 124 号	DOIP、DBP
江苏苏州化工农药集团公司	215007	沧浪区南门路 2 号	DOP、DBP
江苏苏州炭黑厂	215001	平江区平门外苏虞公路	炭黑
江苏太仓新唐化工厂	215436	太仓新唐镇	酞菁绿 G、汉沙黄 G
江苏无锡红旗染化厂	214124	无锡县华庄镇友谊路	橡胶大红 IG、立索尔大红 R、立索尔宝红 BK
江苏无锡市梁溪塑料泡沫材料厂	214135	无锡县新安镇华联村	DBP、DOP
江苏无锡县无机化工厂	214106	无锡县厚桥镇	钛白粉、白炭黑、氧化锌
江苏无锡橡胶集团公司	214023	无锡清扬路 413 号	DBP、DOP
江苏吴江精细化工厂	215224	吴江横扇大浦河	橡胶大红、立索尔宝红、金光红
江苏武进寨桥化工厂	213177	武进寨桥灵台	联苯胺黄 G、金光红、立索尔宝红 BK
江苏徐州化工厂	221007	徐州北郊孟家沟	DBP、DIBP、DOIP

续表

厂名	邮编	地址	产品
江苏徐州溶剂厂	221004	徐州郊区机场路 21号	DBP、DIBP、DOP、邻苯二甲酸混合酯
江苏盐城市化工厂	224025	盐城市郊北蒋乡 西首	各类硬脂酸盐
江苏宜兴颜料化工厂	214243	宜兴芳庄乡	酞菁绿 G
江苏宜兴茗岭精细化工厂	214234	宜兴茗岭镇	永固红、立索尔大红、立索尔宝红 BK、透明塑料半色橙 R
江苏张家港试剂厂	215613	张家港凤凰镇西	酞菁绿 G、DOS
江苏张家港油脂化工厂	215614	张家港西张镇	硬脂酸、硬脂酸锌
江苏镇江市树脂总厂	212006	镇江谏壁镇越河街 54 号	紫外线吸收剂 UV-531
江苏镇江市颜料厂	212003	镇江市镇焦路	酞青蓝、酞菁绿
江苏邗江精细化工厂	225106	邗江县李典乡新桥村	汉沙黄 C、汉沙黄 10G、立索尔紫红 2R、联苯胺黄 G、有机柠檬黄
江苏邗江县化工总厂	225129	邗江县瓜洲镇四里铺	氧化锌
浙江桐乡化工厂	324500	嘉兴市桐乡县梧桐镇	DOA、ESO、DOS、环氧米糖油酸辛酯
浙江海城化工厂	322100	金华市东阳市吴宁东路	氟里昂-11、12
杭州有机化工厂	310011	西湖区莫干山路	DOA、DOP、DBP、DOIP、TPP



续表

厂名	邮编	地址	产品
浙江椒江市化工二厂	317700	椒江市解放路 24 路	紫外线吸收剂 UV-P
浙江巨化集团公司	324004	浙江衢州市柯城区	氟里昂-11、12
浙江乐清县化工总公司	325600	温州乐清县城西路 129 号	白炭黑
浙江瑞安化工厂	325205	瑞安场桥镇朝阳路 96 号	双沙黄 G、联苯胺黄 G、永固红
浙江温岭化工厂	317502	温岭县新河镇	氧化铁红、钛白粉
浙江温州电化厂	325011	温州龙湾区蒲州镇	氯化石蜡
浙江温州三维集团公司	325000	温州鹿城区吴桥路 108 号	DOP、炭黑
浙江萧山颜料化工二厂	311225	萧山乐园镇东	双沙黄 G、汉沙黄 10G、立索尔大红
浙江建德有机化工厂	311604	杭州建德市梅城镇	DBP、DOP、DOTP、TPP、邻苯二甲酸混合酯
浙江新安江化工股份有限公司	311600	建德市新安江镇大桥路 93 号	DBP、氯化石蜡
浙江萧山颜料化工厂	311224	萧山市南阳镇	联苯胺黄、立索尔大红、耐晒大红
浙江诸暨橡塑制品厂	311800	诸暨市江藻镇	色母料
安徽蚌埠江淮化工厂	233010	蚌埠江淮路 71 号	DOP、DBP
安徽宣城县新河化工原料厂	242042	宣城新江	轻质碳酸钙

续表

厂名	邮编	地址	产品
安徽蚌埠前进化工厂	233000	蚌埠市涂山路	DOA、氯化石蜡
安徽蚌埠新兴化工厂	233020	市中区蚌杯5号	DOP、DBP
合肥五里岗化工厂	230031	合肥市清溪路27号	氯化石蜡
安徽马鞍山市炭黑厂	243051	马鞍山市雨山区三台路	炭黑
安徽芜湖市日新化工厂	241002	马塘区弋江路113号	DOP、DBP
福建福州化学漆厂	350011	福州福五路五里亭	ED <sub>3</sub>
福建富文化工厂	353207	顺昌县埔上乡	氯化石蜡
福建省龙岩龙化发展总公司	364021	龙岩市曹溪乡石粉路6号	轻质碳酸钙、超细碳酸钙
福建省南平化工厂	353001	南平市西芹镇	炭黑
福州宏强化工实业有限公司	350007	汶街福峡路	DBP
福州医疗化工厂	350007	汶街321号	DOP、DBP
福建厦门电化厂	361004	厦门市开元区文屏路15号	钛白粉、DOA、氯化石蜡、PVC 钡铅复合稳定剂、钡镉复合稳定剂
化学工业部星火化工厂	330319	九江水修县杨家岭	硅油
江西电化厂	333332	乐平市塔山	DBP、DIBP、DOP

续表

厂名	邮编	地址	产品
江西奉新化工厂	330700	奉新县城西门 88 号	DBP、DBP
江西赣西化工厂	336000	宜春市秀江东路 40 号	硬脂酸
江西南昌市溶剂厂	330006	南昌市青山南路 104 号	DBP、DOP
江西萍乡市印染涂料厂	337036	江西萍乡市上陵乡	酞菁蓝、联苯胺黄、永固红
江西油脂化工厂	33006	江西南昌市东湖 区青山南路 150 号	硬脂酸
江西景德镇碳酸钙厂	333000	景德镇市朝阳路	轻质碳酸钙
江西南昌化工原料厂	330006	南昌文教路 52 号	轻质碳酸钙、白炭黑
山东博山秋谷对井有机颜料厂	255200	山东博山区秋谷对井	酞菁蓝、直接晒翠蓝 GL
山东德州市染料化工厂	253023	德州市东郊	酞菁绿、立索尔大红
山东青岛磷肥厂	266042	青岛沧口区沧海路	增塑剂 ZRS-50
济南化工厂	250031	天桥区济洛路	氟里昂-11、12
济南化工厂	250100	历下区工业南路	DBP、DIBP、DOP
山东济宁塑料助剂厂	272105	中心区中心闸北路	DBP、DOP

续表

厂名	邮编	地址	产品
山东莱西化工厂	266600	莱西县城龙江路	DBP
山东莱阳市氧气厂	265200	莱阳市旌旗东路188号	有机硅脱模剂、水乳型脱模剂(非硅)
山东龙口太行颜料化工有限公司	265705	龙口市诸由观镇	汉沙黄 G、耐晒黄 GG、永固黄 EG、联苯胺黄 G、立索尔宝红、透明黄
山东蓬莱化工厂	265600	蓬莱城东沙河村北	汉沙黄 G、双沙黄 10G、联苯胺黄 G、有机柠檬黄、橡胶大红 LG、颜料绿
山东蓬莱颜料厂	265600	蓬莱城西南	橡胶大红 LG、汉沙黄 G、立索尔宝红 BK
山东青岛红星化工集团公司自力化工厂	266043	沧口区四流水路35号	硬脂酸钙、硬脂酸锌
山东济宁电化股份有限公司	272121	济宁中区太白楼西路	氯化石蜡
山东瑞星化学工业集团总公司	271509	山东东平县彭集镇北	硬脂酸
山东潍坊硝铵厂	261055	潍坊市城区符山镇	塑料改性剂 ACR
山东夏津有机化工厂	253200	夏津县建设街132号	塑料填充母料
山东招远化工总厂	265406	招远市玲珑镇潘家集	荧光增白剂、聚氯乙烯固体复合稳定剂、聚氯乙烯液体复合剂

续表

厂名	邮编	地址	产品
山东淄博钴厂	255200	博山区秋谷横里河 55 号	氧化铁红、钛白粉
淮均科贝尔化工有限公司	261031	潍城区跃进路 237 号	DOP、DIOP、DBP、DIBP、TOTM、DOTP
山东枣庄市化工厂	277116	枣庄市市中区江泉路 44 号	轻质碳酸钙、白炭黑
山东淄博大华化工厂	255087	张桓路 11 号	DIOP
山东淄博市鲁川化工厂	255100	淄川区二里镇	硬脂酸、硬脂酸钙、硬脂酸锌
山东淄博市周村有机化工厂	255300	周村区副后路 4 号	DBP、DOP、邻苯二甲酸(C <sub>5</sub> -C <sub>9</sub> )酯
山东淄博增塑剂厂	255400	临淄区辛店烯烃中路	DINP、DIDP、DOP
山东省塑料色母粒厂	271200	新泰市	各种塑料用色母料
济南市清河色母粒厂	250033	清河镇	各种塑料用色母料
长沙颜料化工厂	410208	长沙河西坪塘镇	锌钡白
长沙有机化工厂	410212	长沙望城县大塘基	DOP
湖南辰溪氯化石蜡厂	419500	辰溪县麻田村	氯化石蜡
湖南大庸化工厂	416600	大庸市永定区官力坪街	锌钡白

续表

厂名	邮编	地址	产品
湖南洪江市有机化工厂	418200	创业路 19 号	紫外线吸收剂 UV-531
湖南郴州化工总厂	423000	郴州李家冲 1 号	聚氯乙烯热稳定剂亚磷酸三苯酯
湖南衡阳南方化工厂	421005	衡阳五一路 181 号	DBP、DOP、DOTP
湖南邵阳市化工厂	422001	邵阳东区龙须塘	氯化石蜡
湖南邵阳市炭黑厂	422002	邵阳郊区火车站	炭黑
湖南锡矿山矿务局	417500	湖南冷水江市	三氧化二锑
湖南湘潭市染料化工总厂	411132	岳塘区竹埠港	塑料着色剂 AB 型
湖南益阳油脂化工厂	413000	益阳茶亭街河南东路	DOP、DBP
湖南昌进化工有限公司	411100	湘潭市郊护潭乡文昌村	硬脂酸钡、硬脂酸铅
广东潮州南春颜料厂	515600	潮州春路振德街	橡胶大红 LG、塑料大红、立索尔宝红、塑料红 B
广东恩平两岸化工实业有限公司	529400	江门市恩平县恩城镇	轻质碳酸钙
广东恩平县增塑剂厂	529434	恩平县朗底圩	DBP
广东佛山市溶剂厂	528000	佛山文昌晒蓑地 1 号	DBP、DOP
广东澄海县食品助剂厂	515800	汕头澄海县东港路	液体钡镉锌复合稳定剂

续表

厂名	邮编	地址	产品
广东新会纤维母料厂	529100	新会会城汾江北 路3号	塑料色母粒、聚酯瓶色母料
广平化工实业有限公司	529400	江门恩平县东郊 工业区	轻质碳酸钙
广州化学试剂厂	510280	广州工业大道南 路882号	DMP
广州嘉邦化工厂	510160	广州南岸公路山 间道36号	ESO、ED <sub>3</sub>
广州溶剂厂	510760	广州黄埔区南岗 西路	DBP、DOP
广州助剂化工厂	510280	广州工业大道中 石港路11号	DOA、氯化石蜡
广东惠阳化工厂	516003	惠州水北菊花头 县	氟里昂-11、12
广东茂名永业(集团)股份有限公司	525024	广东茂名市环市 西路	炭黑
广东汕头精细化工(集团)公司	515021	汕头市大学路38 号	酞菁绿、DOP
广东汕头市塑料材料厂	515065	汕头金砂区浮西 乡	DBP、DOP
广东汕头助剂厂	515021	汕头护堤路8号	液体钡锌复合稳定剂、各类硬脂酸盐
广东韶关电化厂	512026	韶关西河割云坪	DOA、氯化石蜡
广东深圳三环塑胶助剂有限公司	518020	水贝工业区布心 路	PVC内润滑剂 SG-16 PVC外润滑剂 SG-70S
南宁化学工业集团公司	530031	江南区亭洪路80 号	DOP、DBP、DOTP



续表

厂名	邮编	地址	产品
广西全州县化工三厂	541500	桂林金州县城郊乡水晶岗	氧化锌、锌钡白
广西柳州跃进化工厂	545002	柳北区跃进路120号	氧化铁红、氧化铁黄、钛白粉
南宁有机化工厂	530031	江南区亭洪路82号	DBP、DOP、DOA
广西梧州第二化工厂	543001	梧州白云区塘源街105号	氯化石蜡
海口市化工三厂	570003	海口市明东路岭下村	DOP、DBP
成都化工四厂	610043	成都簇桥乡	DBP、DOP、DOTP、TPP
成都化学试剂厂	610061	九眼桥外东五桂桥	DOP、DIOP
成都胜利化工厂	610000	跳蹬河多宝寺14号	DBP、DOP
成都晨光化工研究院	610041	人民南路四段30号	硅油
四川攀枝花市前进炭黑厂	617067	渡口桥南前进路	炭黑
四川自贡炭黑厂	643033	自贡沿滩邓关镇	炭黑
四川自贡有机化工厂	643202	自贡富顺县邓关乡平澜村	DOA、DBP、DOTP
重庆永川化工厂	400161	重庆永川县望城路90号	炭黑
重庆市染料厂	400054	重庆九龙坡区李家沱工矿路	酞菁绿、锌钡白、酞菁蓝

续表

厂名	邮编	地址	产品
重庆长江化工厂	400066	重庆南岸区烟雨路 345 号	ESO、硬脂酸锌、硬脂酸钡、硬脂酸镉、硬脂酸铅
重庆松山化工厂	400038	沙坪坝区红槽房正街 100 号	轻质碳酸钙
贵州桐梓化工厂	563200	桐梓县环城东北街 39 号	硬脂酸、硬脂酸钡、硬脂酸镁、硬脂酸钙、DBP、DOP
贵州织金县龙场化工厂	552105	织金县龙场区双山村	氧化铁红、锌钡白
贵州湄潭县化工厂	564104	湄潭县黄家坝乡	氧化铁红、氧化铁黑、钛白粉
贵州六盘水市化工厂	553002	钟区凤凰乡上桥	炭黑
贵州遵义氧化铁颜料厂	563000	遵义县田沟	氧化铁红、氧化铁黄
昆明电化厂	650010	昆明西山区海联乡	DOA、氯化石蜡
云南溶剂厂	655400	宣威县榕城镇	DBP、DOP
昆明化工厂	650109	西山区普坪路	氧化锌
陕西宝鸡有机化工厂	721001	宝鸡市宝平路 30 号	DBP、DIBP、DOTP
陕西宝鸡县颜料厂	721300	阳平镇第六寨村南	氧化铁红、氧化铁黄
陕西商州市制冷剂厂	726000	商州南郊秦桥东段	氟利昂 - 11、12
陕西礼泉县化工厂	713200	礼泉城关环城北路	轻质碳酸钙

续表

厂名	邮编	地址	产品
陕西兴平油漆厂	713100	陕西兴平县东郊	DOA、DOP、DOS
西安华秦精细化工有限公司	710015	西安北关二马路492号	各种硬脂酸盐
西安化学试剂厂	710061	雁塔区小寨西路82号	DBS、DOS、DBP
陕西镇安县硬脂酸厂	711500	镇安县孙家砭	硬脂酸
陕西岐山县化工原料厂	722400	岐山县北郭乡郭村	轻质碳酸钙
甘肃古浪化工厂	733100	古浪县古浪镇东环路031号	轻质碳酸钙
甘肃甘谷油墨厂	741200	天水市甘谷县梁家店	酞青蓝、汉沙黄 G、双沙黄 10G、联苯胺黄 G、立索尔宝红 BK
兰州长沙化工厂	730060	兰州西固区	酞菁蓝
兰州东风化工厂	730046	兰州城关区大沙坪路133号	DBP、DOP
兰州化工颜料厂	730050	兰州七里河区仁家庄路68号	DBP
兰州助剂厂	730070	安宁区安宁东路97号	硬脂酸钙
甘肃山丹县炭黑厂	734100	山丹县东门外山红路48号	炭黑
宁夏吴忠市塑料总厂	751101	吴忠市中华桥南路	DBP、DOP
宁夏磷肥厂	750021	银川新市区西夏西路	炭黑
新疆吉昌回族自治州天山化工厂	831401	吉昌州米泉县友好路19号	DBP、DOP、TPP

## 参考文献

- 栾华.塑料二次加工基本知识.北京:轻工业出版社,1984
- 王光彬.涂料与涂装技术.北京:国防工业出版社,1984
- 王善勤 徐修成.实用塑料配方 600 例.北京:轻工业出版社,1993
- M·阿哈默德.塑料着色理论与实践.北京:轻工业出版社,1984
- 吴立峰.塑料着色和色母粒.北京:化学工业出版社,1994
- 张茂根 陈俊.聚丙烯塑料底漆用改性聚醋酸乙烯树脂的探讨.涂料工业,1995.3(6)
- 余和平.塑料用涂料及涂装.涂料工业,1995.5(21)
- 宋建民.塑料制品的颜色复制.塑料加工,1993.2(30)
- 张兵.塑料薄膜印刷技术的探讨.塑料加工,1990.2(26)
- 马运开.塑料着色剂.塑料加工,1994.1(13)
- 马承银.颜料对聚烯烃塑料及制品性能的影响.塑料,1996.5(10)
- 孙世国.PU 革的印刷改色.塑料,1996.5(37)
- 景志坤等.聚烯烃着色母料的试制与应用.塑料工业,1993.6(57)
- 朱素和等.常用塑料着色剂及色母料着色法.塑料工程,1993.1(24)
- 金巨户.聚丙烯塑料的表面处理和彩色涂装.塑料科技,1996.5(22)
- 朱素和等.常用塑料着色剂及色母料着色法.塑料工程,1993.1(24)
- 胡细全等.塑料配色中的若干问题.塑料通讯,1997.2(5)
- 杨晓燕.玻璃钢表面的涂装.材料保护,1997.10(9)
- 陈庆华等.色母料的研究方法初探.塑料技术,1993.1(21)
- 李亨举.浅谈塑料电镀技术的发展.塑料,1992.3(47)
- 王奇坤.塑料用炭黑的性能与应用.塑料科技,1997.6(28)
- 王桂林.纯硫化锌颜料在塑料中的应用.塑料,1995.2(49)
- 陈亚 苗艺.塑料直接镀新工艺.材料保护,1997.9(15)
- 董兴华.复杂形状塑料大件电镀麻点产生的原因及对策.材料保护,1999.4(13)
- 陈德标.浅谈色母生产中的色差控制.塑料通讯,1998.4(18)

- 王文强等.色母料应用技术浅述.塑料开发,1998.1(855)
- 周光祥.塑料制品的色彩设计与着色.塑料科技,1993.3(9)
- 王文强等.薄层涂覆用色母料的研制与应用.塑料科技,1999.1(16)
- 张卫勤等.聚烯烃着色阻燃母料的研制.中国塑料,1998.5(85)
- 王鑫.注塑级 ABS 专用易分散色母粒的研制及应用.塑料通讯,1998.4(40)
- 郭琅等.应用络合分离法去除塑料色母颜料中金属杂质的可行性探讨.塑料开发,1997.2(709)
- 王世荣.ABS 树脂用色母料的国内外进展.塑料开发,1998.3(949)