



塑料调色 技术教程

尹根雄 颜丽平 编著



- ★ 以应用最广泛的注射工艺调色技术为标准
- ★ 实例说明并介绍常见调色问题的处理方法
- ★ 全面、系统地介绍了塑料调色技术和方法
- ★ 从整体把握调色要领，学会分析寻找原因
- ★ 避免学员走入“调死色，死调色”的怪圈



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

塑料调色 技术教程

尹根雄 颜丽平 编著



YZLI0890126323

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书结合作者多年从事塑料调色行业的经验与技巧,汇集了大量的资料,以应用最为广泛的注射工艺调色技术为标准,从常用的塑料性能、成型工艺参数、塑料色粉特性、调色理论和各种色系的具体调色技巧与方法等方面进行了实例说明,并介绍了常见问题的处理方法。本书全面地介绍了塑料调色技术,讲述了如何从整体上把握调色要领,学会分析,寻找原因以及如何避免学员走入“调死色,死调色”的怪圈。

本书内容通俗易懂,深入浅出,适于调色行业的新人学习阅读。以此为基础,结合实践,可以快速掌握调色技术。本书对从事塑料制品相关行业的广大工作人员具有指导和参考价值,也可用作工厂内部员工技术培训与职业院校塑料调色相关专业的技术培训教材。

塑料调色技术教程

图书在版编目(CIP)数据

塑料调色技术教程 / 尹根雄, 颜丽平编著. —北京: 机械工业出版社, 2011. 11
(汽车维修油漆工系列丛书)
ISBN 978-7-111-36093-3

I. ①塑… II. ①尹… ②颜… III. ①塑料着色—调色 IV. ①TQ320.67

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第207532号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑: 管晓伟 责任编辑: 何士娟 封面设计: 马精明
责任印制: 乔 宇
北京铭成印刷有限公司印刷

2012年1月第1版第1次印刷
148mm×210mm·6.625印张·200千字
0001-3000册
标准书号: ISBN 978-7-111-36093-3
定价: 49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066
销售一部: (010) 68326294
销售二部: (010) 88379649
读者购书热线: (010) 88379203

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面防伪标均为盗版

前言

随着高新技术、高新产品的不断研发与涌现，塑料技术，尤其是塑料合金市场得到了迅速发展，同时使得塑料调色技术也更为复杂。

塑料具有质量轻、耐化学药品腐蚀、电绝缘性好、机械性能优异、容易加工成型等特点，正替代木材、钢材、铝材、铜材、陶瓷、玻璃、皮革、漆器、橡胶等传统材料进入社会生产、生活的方方面面，但同时人们也对塑料制品的质量与外观提出了更高的要求。这其中，颜色品质（外观）是人们在选购商品时最先观察到的。因此，制造商们将更多的精力投入到产品的配色上，以期获得最佳的颜色品质。

人们对于塑料制品的颜色需求是各种各样的，需要制备的颜色数量极大，而塑料着色原料在市场上所能供应的品种相当有限，要解决大量的颜色需求和有限的着色原料之间的矛盾，就需要调色技师利用有限的着色原料之间的合理配伍，配制出所需要的特定颜色来。另一方面，厂家在生产过程中出于减少库存、压缩流动资金、降低成本等原因，也希望能够利用最少的着色原料配制出多种颜色的塑料制品来。

从塑料工业出现、发展到现在，配色过程主要靠人工来完成。计算机配色由于有局限性与复杂性而应用不广。而传统的调色技师培养基本上还处于师傅带徒弟的保守状态，由于调色经验的不同以及原材料、色粉、机械与人员操作因素的存在，使得调色人员对影响产品颜色质量的原因没有一个全面的认识，导致配色时间延长，颜色配方的稳定性、可重复使用性不佳。据资料统计，颜色呈现差异的原因中，原料原因占 20%，人员操作与机器因素占 30%，色粉搭配原因占 50%。

本书结合笔者从事塑料调色行业的经验，汇集大量的资料，以应用最广的注射工艺调色技术为标准，从常用的塑料性能、成型工艺参数、塑料色粉特性、调色理论和各种色系的调色技巧等方面，进行实例说明并介绍常见问题处理方法。全面介绍了塑料调色技术，如从整体把握调色要领，学会分析寻找原因，避免走入“调死色，死调色”的怪圈等。本书所述的含量均指质量分数。本书内容通俗易懂，深入浅出，对从事塑料制品行业相关的广大工作人员具有参考价值。

由于编者水平有限，本书所涉及的知识面又较宽，故有错误不当之处恳请同行和读者批评指正。

编者

目 录

前 言

第一章 塑料性能与成型工艺参数	1
第一节 塑料基础知识与分类识别	2
一、塑料的来源	2
二、塑料的优缺点	2
三、塑料的分类	3
四、树脂原料对调色效果的影响	6
五、成型工艺条件对颜色的影响	7
六、塑料制品的使用环境与条件	7
七、注射成型常用的塑料型号与产地	7
第二节 塑料成型工艺介绍	9
一、成型工艺介绍	9
二、塑料模具的基本知识	11
三、塑料在成型条件中的几种特性与要点	12
第三节 聚烯烃类 PE、PP	15
一、聚乙烯 (PE) 基础知识	15
二、聚丙烯 (PP) 基础知识	18
第四节 苯乙烯类 ABS、AS、GPPS、HIPS	22
一、ABS 基础知识	22
二、丙烯腈 - 苯乙烯 (AS) 基础知识	25
三、聚苯乙烯 (GPPS) 基础知识	26
四、耐冲击性聚苯乙烯 (HIPS) 基础知识	28

第五节	聚酰胺类 PA6、PA66	30
第六节	聚酯聚醚类型 PC、PBT、PET、POM	34
	一、聚碳酸酯 (PC) 基础知识	34
	二、聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 基础知识	36
	三、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 基础知识	39
	四、聚甲醛 (POM) 基础知识	41
第七节	聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	44
第八节	聚氯乙烯 (PVC)	47
第九节	热塑性弹性体 (TPE、TPR)	50
第十节	其他塑料介绍	52
	一、PPO 塑料 (MPPO) (聚苯醚)	52
	二、PSU 塑料 (聚砜)	53
	三、PTFE 塑料 (F4) (聚四氟乙烯)	54
	四、ASA 塑料 (丙烯酸 - 苯乙烯 - 丙烯腈)	55
	五、PPS 塑料 (聚苯硫醚)	55
	六、PAR 塑料 (聚芳脂)	56
	七、热固性塑料	57
第十一节	常用塑料对着色颜料的要求	59

第二章 塑料色粉知识 61

第一节	颜料的基础知识	62
	一、颜料的定义	62
	二、颜料与染料的区别	63
	三、无机颜料的基础知识	63
	四、有机颜料的基础知识	66
	五、溶剂染料	70
	六、金属颜料	70

七、珠光颜料	70
八、荧光颜料	72
九、增白剂	72
十、塑料调色中常用的助剂	73
十一、国际与国内颜料的命名方法	75
十二、塑料调色中常用的色粉原料与 C.I. 国际编号	76
十三、常用色粉原料的色光识辨	81
第二节 塑料色粉常用的检测指标	84
第三节 塑料加工常用的着色方法	88
第四节 塑料色粉常用的改性加工方法	90
第五节 塑料色母知识与调色方法	93

第三章 塑料调色理论 95

第一节 光源与颜色的基础	96
一、颜色的产生	96
二、颜色的三属性	96
三、孟谢尔色环简单介绍	98
四、常用的对色光源	98
第二节 颜色调配原理	100
一、色彩的相加混合与相减混合方法	100
二、颜色调配的拼色原理	101
第三节 塑料调色步骤	104
第四节 塑料调色技巧	106
一、调深浅技巧	107
二、调色相技巧	107
三、调色差技巧	108
四、怎样选择色粉	108
五、调配原则	109

六、颜色的相生相克	110
七、对色要点	110
第五节 计算机调色知识与技巧	112
一、计算机配色原理	112
二、测色仪使用方法	112
三、调色方法	113
四、怎样建立配方数据库	114
第四章 塑料色粉调色技巧与实例	115
第一节 调红色系列技巧	116
第二节 调黄色系列技巧	125
第三节 调蓝色系列技巧	133
第五章 调间色橙、绿、紫、啡色技巧与实例	143
第一节 调橙色系列技巧	144
第二节 调绿色系列技巧	149
第三节 调紫色系列技巧	155
第四节 调啡色肉色技巧	160
第六章 调无彩色黑、白、灰色技巧与实例	167
第一节 调黑色系列技巧	168
第二节 调白色系列技巧	172
第三节 调灰色系列技巧	178
第七章 调珠光银粉系列技巧与实例	181
第一节 调金属颜料金粉银粉系列技巧	182
第二节 调珠光颜色系列技巧	187

第八章 塑料调色中常见问题处理

191

第一节 色差产生的原因	192
一、色差产生的原因分析	192
二、常见问题的原因与解决方法	194
第二节 注射成型生产中常见问题的处理方法	196
一、黑点	196
二、流纹	196
三、熔接线	198
四、缩水	198
五、溢边	199
六、缺料	199
七、气泡、料花	199
八、注射制品光泽不好	200



第一章

塑料性能与成型工艺参数





第一节 塑料基础知识与分类识别

树脂是塑料配色的对象，其种类繁多，由于塑料合金市场的兴起，对其配色更为复杂，因此必须对树脂有一个全面的了解。

一、塑料的来源

塑料是一种具有可塑性的人造高分子有机化合物，又名合成树脂，它是从石油、天然气或煤裂解物中提炼和合成出来的。石油、天然气等经分解生成低分子有机化合物（如乙烯、丙烯、苯乙烯、氯乙烯、乙烯醇）等，在一定条件下聚合而成为高分子有机化合物，再根据需要加入增塑剂、润滑剂、填充剂等，而制成各类塑料。塑料一般加工成为粒状以便易于使用，它们通常在加热、加压条件下可塑制成具有一定形状的器件。

二、塑料的优缺点

1. 优点

塑料质轻而坚韧，便宜，便于大量制造；从原料合成、成型加工与运输各方面来看，塑料所耗用的能源比任何其他材料都少，其最大的优点是成形加工容易。

使用塑料可以

- (1) 降低材料费成本，降低加工成本。塑料多半经过单一制程即得成品，可以不需涂装和修饰加工。
- (2) 减轻重量。其密度只有铁的 $1/8$ 。
- (3) 避免生锈或腐蚀。塑料制品不会有腐蚀生锈的问题。
- (4) 实现理想的形状和外观。可制成钣金、冲压办不到的形状或特性，色彩艳丽，通常不需涂装。
- (5) 隔热与电绝缘性能好。

2. 塑料的缺点及注意点



(1) 精密度稍差。塑料膨胀系数大, 通常比金属类多一位数; 此外有些塑料会因湿度或经久变形而发生尺寸变化。

(2) 耐热性不佳。耐高温性较差。

(3) 可燃性。大部分塑料具有可燃性, 有些塑料燃烧时会产生有毒气体, 焚化时, 容易产生黑烟或腐蚀性气体。

(4) 强度不够。除通常提到的破裂外, 因为刚度不足发生的问题较多, 刚度通常比金属小二位数。

(5) 耐溶剂, 耐油性低。有些塑料在某些溶剂中会溶解或产生龟裂, 尤其在应力下沾油时, 会发生应力龟裂。

(6) 易老化。塑料在使用过程中会因为紫外线、热量、蒸汽等原因的作用而劣化。

三、塑料的分类

目前, 塑料分为 18 大类树脂, 200 多个品种。常用的分类方法有根据应用范围分类、根据受热后特性分类、根据化学结构分类、根据分子排列方法分类、根据塑料透光度分类和根据塑料硬度分类。

1. 按塑料的应用范围分类

(1) 通用塑料。产量大、价格低、应用广的称为通用塑料, 如聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、聚苯乙烯 (PS)、ABS、酚醛塑料 (PF) 等。通用塑料占了全球产量的 3/4 以上, 只可作为一般产品如日用品等非结构材料使用; 但通过塑料改性后, 有些也可作为结构材料使用, 如 PP + GF (玻璃纤维) 等。

(2) 工程塑料。能做工程材料和代替金属制造各种机械设备或零件的塑料称为工程塑料。工程塑料具有优异的综合性能, 如机械性能、电性能、耐热性能、耐化学性能、尺寸稳定性等, 并可在较宽范围和较长时间良好地保持这些性能。工程塑料主要有

普通工程塑料: 聚碳酸酯 (PC)、聚甲醛 (POM)、尼龙 (PA)、PET、PBT 等。

高级工程塑料: 聚甲醚 (PPO)、聚砜 (PSU)、聚苯硫醚 (PPS)、聚醚砜 (PES) 等。

超级工程塑料: 聚醚醚酮 (PEEK)、聚酰胺亚胺 (PAI)、聚酰亚胺 (PI) 等。

(3) 特殊功能塑料。专为某一两种功能而制造的塑料称为特殊功能塑料。这一类塑料在其特殊功能上远胜于其他塑料, 如导电塑料 (如开关、电阻、碳粉)、可电镀塑料、防火塑料、可降解 (光 / 生物) 塑料等。

(4) 弹性体(橡胶、高弹体)。弹性体是在室温下具有高弹性,即受到很小的外力,形变可高达十倍以上,去除外力后能恢复原状的高分子材料,如丁苯橡胶、顺丁橡胶等。橡胶通常经硫化而轻度交联,受热不分解。

还有一类非化学交联的高分子材料,既有高弹性又能热塑成型,称为热塑性弹性体,如 TPE、SBS、SEBS、TPU、PP/EPDM 等。

2. 按受热后特性分类

按其受热时所呈现的特性分类,一般分为热塑性塑料和热固性塑料。

(1) 热塑性塑料是指在特定的温度范围内,能反复加热软化和冷却变硬的塑料,如 ABS、PE、PP、POM、PC、PS、PMMA 等,它们可以再回收利用。

(2) 热固性塑料是指受热后成为不熔的物质,再次受热不再具有可塑性且不能再回收利用的塑料,如酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂、聚氨酯、发泡聚苯乙烯等。

3. 按塑料的化学结构分类

(1) 聚烯烃类(Polyolefine)。聚烯烃是烯烃高聚物的总称,一般指乙烯、丙烯、丁烯的均聚物的共聚物,主要品种有 LDPE、MDPE、LLDPE、HDPE、PP、氯化聚乙烯(CPE)、乙烯-丙烯共聚物、乙烯-醋酸乙烯共聚物等。

特性:相对密度小,耐化学品性、耐水性优良,介电常数小,绝缘性能好。

(2) 苯乙烯类(Polystyrene)。苯乙烯类塑料是苯乙烯均聚物和共聚物的总称,主要有 GPPS、HIPS、AS、ABS、SAN 等。

(3) 聚氯乙烯类(PVC)。聚氯乙烯的品种有聚氯乙烯(PVC)、氯乙烯-醋酸乙烯共聚物、氯乙烯-偏氯乙烯共聚物、氯乙烯-乙丙橡胶接枝共聚物、氯乙烯-氯化共聚物等。

(4) 聚酰胺类(Polyamide)。凡聚合物主链上含有许多重复酰胺基团($-CO-NH-$)的高分子化合物统称聚酰胺(PA),俗称尼龙,如 PA6、PA66、PA610、PA1010 等。

(5) 丙烯酸酯类(Acrylic)。丙烯酸酯类塑料是指以丙烯酸类单体为主,经均聚、共聚或共混,接枝而得到的一大类塑料,如 PMMA 等。

(6) 聚酯、聚醚类(Polyester, Polyether)。大分子链节含有酯链($-OCO-$)或醚链($-C-O-C-$),而无支链和交联结构的聚合物统称为线型聚酯或线型聚醚。这类塑料大多具有良好力学性能、尺寸稳定性及耐高温性,多为工程塑料。

聚酯类:聚碳酸酯(PC),聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),聚对苯二甲酸丁

二醇酯 (PBT) 等。

聚醚类：聚甲醛 (POM)，聚苯醚 (PPO) 等。

(7) 氟塑料 (Polytetra fluoro ethylene)。分子中含有氟原子的高分子材料称为氟塑料。氟塑料的特性是耐热性、耐寒性 ($-218\sim 260^{\circ}\text{C}$) 抗化学腐蚀性极为优良，介电性能和自润滑性优良；与所有工程塑料相比，具有最低的摩擦系数，另外还有抗粘防污性和不老化的特性。可供注射的氟塑料有四氟乙烯-六氟丙烯共聚物 (FEP, F46)、聚三氟氯乙烯 (PCTFE) 和聚偏氟乙烯 (PVDF) 等。在所有的氟塑料中，聚四氟乙烯 (PTFE) 的抗化学腐蚀性最佳，它能够承受强酸而不被腐蚀，有塑料之王的美称，但因其高温下粘度很大，不能呈流动状态，通常很少用于注射成型。

(8) 纤维素塑料 (Cellulose)。纤维素塑料是在天然纤维和无机 (或有机) 酸作用下生成的聚合物中添加增塑剂后形成的高分子材料。常用的有硝酸纤维素、醋酸纤维素、醋酸丁酸纤维素 (CAB)、醋酸丙酸纤维素等。

4. 按塑料的分子排列方法分类

(1) 无定形塑料是分子形状与分子相互排列为无序状态的塑料材料，如 PS、ABS、PC、PMMA、SAN、PPO 等。

(2) 结晶形塑料是部分分子区段以规则阵列堆积的塑料材料。如 PP、PE、POM、PBT、PET、PA 等。

5. 按塑料的透光度分类

按塑料的透光度分类，一般分为透明塑料、半透明塑料和不透明塑料。

(1) 透光度在 88% 以上的塑料称为透明塑料，如 PMMA、GPPS、PC 等。

(2) 常用的半透明塑料有 PP、PVC、PE、AS、PET 等。

(3) 不透明塑料主要有 POM、PA、ABS、HIPS、PBT、PPO 等。

6. 按塑料的硬度分类

在塑料调色行业，针对色粉的耐温性与相容性等特性，常用的分类方法就是把大部分塑料分为硬质塑料 (硬胶类) 和软质塑料 (软胶类)。硬质塑料以 ABS 为代表；软质塑料以 PP 为代表，以方便选择色粉，但是具体的适用性还是要参考色粉厂家提供的各种色粉指标。

常见的硬质塑料有 PC、PET、PA6、PA66、PBT、ABS、AS、PMMA、GPPS、HIPS、POM 等。

常见的软质塑料有 PP、HDPE、LDPE、EVA、PU、PVC、RPVC、TPR、TPE 等。

四、树脂原料对调色效果的影响

1. 塑料本身的颜色

许多塑料具有不同的本色，如酚醛树脂本身呈棕色；ABS 料不同牌号也呈现出不同的底色。塑料本身的颜色对塑料调色配方的设计是很重要的依据，只有无色的塑料才能配制出各种不同的颜色。

2. 塑料的透明性

只有透明的塑料才能配制出透明、半透明或不透明的有色塑料。

3. 塑料的色光

影响配色的还有塑料的色光，尤其是配制白色或浅色时更为重要，如 PVC、ABS 等塑料基材底色偏黄。为了消除黄光，常常用加入群青等蓝色颜料消除黄光的影响。

4. 塑料的耐光性

耐光性较好的塑料，可以根据其原始颜色考虑配方；耐光性较差的塑料，在考虑配方时，必须考虑耐光差异变色这个因素，才能得到良好的效果。

5. 塑料中各种添加剂的影响

为了获得良好的材料性能或独特功能，往往加入各种助剂，如各种填充母料、专用母料、成型加工改性剂、相容剂、增韧剂、光降解剂、生物降解剂、抗菌剂、光亮剂、耐磨剂、红外吸收剂、抗氧化剂、抗紫外线剂等这也影响着色效果。在调色前，客户如加有填充料或助剂，一定要按比例加入后再一起调色打板，才能保证颜色的一致性。

常见的添加剂有玻纤增强和加有阻燃剂等。玻纤增强塑料是在原有纯塑料的基础上，加入玻璃纤维和其他助剂，从而提高材料的硬度，扩大使用范围。一般来说，大部分的玻纤增强材料多用在产品的结构零件上，是一种结构工程材料，如 PP、ABS、PA66、PA6、PC、POM、PET、PBT 等。

玻纤是耐高温材料，用玻纤增强以后，由于玻纤的加入，流动性变差，为了正常注射成型，所有增强塑料的注射温度要比不加玻纤以前提高 10~30℃，尤其是尼龙类塑料；注射压力比不加玻纤的要增加很多。在调配加纤或加有阻燃剂的色样时，要注意色粉的耐温性，与色粉加大的用量（阻燃剂是很实色的）。



还要注意由于玻纤的加入，透明的原料都会变成不透明的，在调色中要注意底色与色粉的用量。在注射过程中，玻纤能进入塑料制品的表面，使得制品表面变得很粗糙，斑斑点点。为了取得较高的表面质量，最好注射时使用模温机加热模具，使得塑料高分子进入制品表面，但不能达到纯塑料的外观质量。

玻纤增强以后，原来纯塑料不吸水的也会变得吸水，在注射或调色时都要进行烘料干燥。

五、成型工艺条件对颜色的影响

塑料成型加工的目的是根据塑料特性或机械性能等方面，用一切可能的成型条件，在温度、压力等条件下制得有价值的产品。

但是，有时同种树脂原料在不同的成型加工方法中，其加工温度也相差几十度，因此必须对塑料的成型设备、成型温度、成型所需时间有所了解并掌握，否则如果选用了不当的颜料色粉等，往往会造成变色等现象。也就是说，选择色粉也要根据成型工艺来选取，特别要注意的是成型温度。

六、塑料制品的使用环境与条件

如果塑料制品应用于室内则其耐光性要求就低，应用于室外则对耐候性有较高要求；特殊使用条件下的塑料制品如耐化学品性能等，均要选择使用能达到客户要求的颜料；而应用于儿童玩具、食品包装等的颜料则要求无毒，符合环保要求，特别是出口订单在这方面要求特别严格；而工程塑料制品着色，选用的颜料不能影响其力学与机械性能。

因此，调色前选择颜料时，在满足加工条件时，在不影响应用性能的情况下，应尽可能选择符合客户要求、符合各种标准、价格又便宜的着色颜料。

七、注射成型常用的塑料型号与产地

在塑料调色中，我们常用的分类方法就是按照表 1-1 的软硬胶分类法来选择色粉，但是要根据颜料的适用范围进行选择。