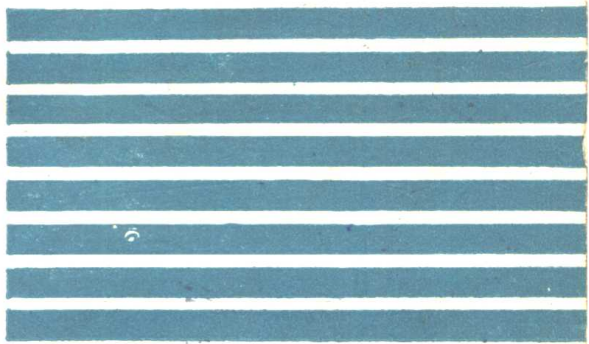




塑料着色 理论与实践

〔美〕M·阿哈默德 著

孙兆渭 译 张洪涛 校

轻工业出版社

塑料着色

—理论与实践—

[美] M. 阿哈默德 著

孙兆渭 译

张洪涛 校

轻工业出版社

内 容 提 要

本书对颜色外观、各种着色剂的性能和选择；颜料的分散、塑料的表面着色及人造纤维的原液着色等方面，从理论到实践作了详细的介绍。可供从事塑料加工的技术人员参考。

Coloring of Plastics Theory and Practice

Mukhtar Ahmed

Published 1979

by van Nostrand Reinhold Company

塑 料 着 色

——理论与实践——

[美] M. 阿哈默德 著

孙兆渭 译 张洪涛 校

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

北京顺义印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/32 印张：7 24/32 字数：167千字

1984年12月第一版第一次印刷

印数：1—14,000 定价：1.90元

统一书号：15042·1921

序 言

在生活用品，特别是塑料制的生活用品中，颜色是不可缺少的组成部分。颜色本是用来掩盖热固性树脂的天然颜色或污点的。由于使用了基本无色的热塑性塑料，上述的颜色作用就失去了重要性。塑料着色不仅是当今扩大产品销路的重要手段，而且也是塑料制品设计中的重要环节。人们喜欢购买塑料制品就已表明，塑料的着色能力对继续增加新品种和提高制品质量是重要的。实际上，近几年来制品的色彩和外观，通常是吸引各种主顾和工业用户的主要手段。

着色问题在塑料工业中很重要，但一直未在技术领域中占一个特别重要的地位，这似乎是很奇怪的。着色一直被当作挤出和注射加工中常见的头疼问题。而这种着色方法在纺织工业的印染作业中，一向未引起注意。未见过一本英文书专门讨论过塑料工业中这一重要技术领域存在的问题及其前景，这一事实说明人们对塑料着色一般不够关心。只是在最近，美国塑料工程师协会(SPE)才开始就这一课题召开了地区性技术会议。

有必要从一开始就传播塑料着色技术方面的情报并交换意见。现在人们最感兴趣的是：塑料工业中引入着色力极强的有机颜料带来的后果，采用高熔点塑料，需要高速机器，使塑料成型设备效率尽量提高，为使亮度提高，使用性能好的色料，以及大力降低塑料生产成本。此外，由于使用彩色塑料制品的工业部门的生产规模和生产流水线不断扩大，逐渐、成批地控制制品颜色和外观就变成了关键性问题。这就

有必要采用更严格的质量控制措施，在塑料着色操作中采用测色设备。此外，政府各机构对公众安全日益关心，也迫使塑料着色工程技术人员更多掌握一些他所使用原材料的基本知识，以及制品在使用条件下的特性。显然有必要整理这方面的资料。

塑料着色的方法大体上有两种：即表面着色（涂覆、印刷和染色）和原液着色。用第一种方法着色的塑料占比例很小，而大部分塑料制品是原液着色。所以，本书主要讨论塑料的原液着色（染色），当然也没有忽视表面涂饰。

塑料着色的问题很多，其中有些难以解决，有些容易回答。虽然本书并没有对塑料着色技术的各个方面进行详尽阐述，但希望本书在塑料着色这一日趋重要的领域中，能起到一个基本的指导作用。

M. 阿哈默德

译者的话

本书根据 M. Ahmed 所著《Coloring of plastics, Theory and practice》译出。该书是一本从理论到实践论述塑料着色的专著。

本书较详细地介绍了颜色和外观及其测量、各种着色剂、特效颜料、着色剂的选择、颜料在塑料中的分散、配色与控制、混料、塑料的表面着色以及人造纤维的原液着色等各方面的理论和实践知识，可供从事塑料加工的研究和技术人员参考。

全书由张洪涛校订。陈文瑛、余鑫年、吴立峰、岳秀枚等对有关专业内容的译文提出过宝贵意见。谨在此致谢。

译者

目 录

序言

第一章 颜色和外观	1
1.1 引言	1
1.2 颜色的物理基础	2
1.3 色度坐标	4
1.4 颜色系统和命名法	6
参考文献.....	9
第二章 颜色和外观的测量	10
2.1 引言	10
2.2 颜色和外观的目视测量法	14
2.3 颜色的仪器测量法	15
参考文献.....	22
第三章 着色剂	25
3.1 引言	25
3.2 无机颜料	26
3.3 有机颜料	35
3.4 染料	42
参考文献.....	50
第四章 特效颜料	52
4.1 引言	52
4.2 遮光剂	52
4.3 光学增白剂	56
4.4 荧光染料和颜料	60

4.5	金属片状颜料	64
4.6	珠光颜料	69
4.7	不相容性聚合物的特殊珠光效应	74
	参考文献	75
第五章	着色剂的选择	77
5.1	引言	77
5.2	色彩特性	77
5.3	热稳定性	78
5.4	混容性	80
5.5	耐候性	82
5.6	流变性	84
5.7	形态效应	85
5.8	对聚合物力学性能的影响	85
5.9	过滤特性	85
5.10	迁移性	86
5.11	结垢	88
5.12	成本	90
	参考文献	91
第六章	颜料在塑料中的分散	93
6.1	引言	93
6.2	分散理论	96
6.3	分散方法	100
6.4	可分散性与分散质量的评价	109
6.5	预分散颜料和浓缩物	110
	参考文献	112
第七章	配色与控制	114
7.1	引言	114

7.2	目视配色法	116
7.3	仪器配色法	117
7.4	仪器配色的缺点	124
7.5	调色	126
7.6	可变配色与不可变配色	126
7.7	二色性	130
7.8	热色效应	131
7.9	颜色的控制	131
7.10	颜色公差	132
7.11	色彩漂移	133
	参考文献	135
第八章	混合	138
8.1	引言	138
8.2	混合的基本原理	138
8.3	混料方法	142
8.4	连续混合器	145
	参考文献	159
第九章	塑料的表面着色	161
9.1	引言	161
9.2	涂漆	161
9.3	印刷	168
9.4	染色	176
	参考文献	178
第十章	着色剂的法规要求	179
10.1	引言	179
10.2	着色剂与食品及药物管理局	180
10.3	食品包装	182

10.4	药物和化妆品容器.....	185
10.5	美国农业部关于肉、禽食品包装的规定.....	185
10.6	职业卫生和生态学方面的问题.....	186
	参考文献.....	188
第十一章	人造纤维的原液着色.....	189
11.1	引言.....	189
11.2	纤维素纤维.....	191
11.3	丙烯酸系纤维.....	198
11.4	尼龙.....	200
11.5	聚酯纤维.....	207
11.6	聚烯烃类纤维.....	212
11.7	颜料的选择和配色.....	214
11.8	测试与评价.....	229
	参考文献.....	232
	名词术语.....	233

第一章 颜色和外观

1.1 引言

颜色是庞杂的外观世界（即在我们周围所能看到的整个物体外观）的一个很小的组成部分。除了颜色之外，外观的变化还包括光泽度或褪光度、不透明度或透明度、光洁度或粗糙度，以及金属的反射或散射表面等等。假若除去这些外观特征，剩下来的就是物体的吸光作用，即物体能将某些颜色的光吸收掉，而将另一些颜色的光反射回去或者透射过去的性质。然而，我们所看到的物体的颜色，并不是在物体本身，而是在于我们大脑的反映。于是，我们可初步下这样一个定义：颜色是光线的一部分被物体吸收以后所发生的变化在我们头脑中所产生的一种反映。

美国光学学会(Optical Society of America)的色度学委员会曾经把颜色定义为：颜色是“除了空间的和时间的不均匀性以外的光的一种特性，即光的辐射能刺激视网膜而引起观察者通过视觉而获得的景象”。根据这个定义，颜色是对一种物理刺激的心理反应。简言之，我们所看到的颜色，是光在人眼所能看到的着色剂作用下发生物理变化的结果，它被人眼观察到，并反映到人的头脑中来。颜色感觉不仅与物体本来的色彩特性有关，而且还受时间、空间、外表状态以及该物体周围环境的影响，同时还受各人的经历、记忆力、看法和视觉灵敏度等各种因素的影响。

1.2 颜色的物理基础

从纯物理学的观点来看,产生颜色需 要有三要素:光源、被该光源照射的物体和觉察颜色的眼睛与大脑。在进行光学测量时,人们有时候使用与人眼作用差不多的光敏探测器和辅助设备来代替眼睛。

光可以用其波长来表述,通常用的波长单位是纳米($m\mu$ 或者 nm)。1 纳米等于一百万分之一毫米。一个基本上为白色的平衡光源,包含波谱或辐射全范围。由于眼睛的相对不灵敏性,我们所能看到的,仅仅是波长为 $380\sim 750$ 纳米那部分很窄的波谱范围。图 1 所示的每种波长的可见光,都会刺激人的眼睛而产生某种颜色。当光照射到某一物体上时,可能会有一种或几种情况。光线能够在基本上不发生变化的情况下通过,即能够透过某种材料时,那么该物体被称做透明体。

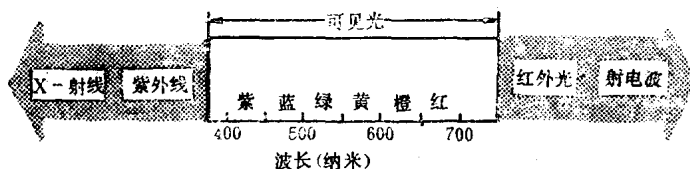


图 1 可见光谱及其与其他辐射光的关系

在两种不同材料的界面上(例如空气与塑料之间或者两种不同的塑料之间),光的传播速度都会发生变化。其结果是有一小部分光被反射。当一部分入射光(通常为百分之几)被定向反射时,也就是说当入射光线与反射表面的法线间的夹角,等于反射光线与该法线间的夹角时,被照物体的表面

上便会发出光泽。从某些视角或者不规则表面的某些部位上，我们可以看到由此而产生的定向反射强光。观察者可根据光泽和形态解释这些强光。光洁度高的表面会产生光亮耀眼的强光，而微观粗糙的表面则会引起漫射。一般说来，不管颜色多么浓，反映象总是没有色彩的。当空气界面上某些着色剂的浓缩而引起铜青色时，则会出现一种例外，这时反射本身也是彩色的。为了在从艳丽色到浅淡色的整个范围内获得理想的外观效果，控制表面光泽是极为重要的。控制塑料成型模具的表面光洁度，使用表面涂层（该涂层为增光和消光平衡的树脂），即可达到上述目的。

光除了能透过物体和被反射以外，还可以被吸收。如果材料吸收了一部分光，那么这种材料则呈现出某些颜色，但依然是透明的；如果所有的光都被吸收了，那么这种材料便是黑色的。光的吸收作用是受兰伯（Lamber）定律和比尔（Beer）定律这两个物理定律支配的。前一个定律指出，在一定的波长下，光的吸收量与吸光材料的厚度成正比。第二个定律指出，在一定的波长下，光的吸收量与吸光材料（着色剂）的数量成正比。

最后，光还可以被散射。当光透过某种物质时，如果只有一部分光被散射，则这种材料被叫做半透明体。如果散射相当严重，以致光不能透过这种材料时，则这种材料被称为不透明体。在这两种情况下，材料的颜色均取决于材料内部所吸收光的数量与种类。如果没有吸光作用，散射性材料就是白色的；否则，就是有颜色的。

光的散射是由于光线照射到那些折射率与周围材料的折射率不同的小颗粒上而引起的。颜料或填料分散于塑料中时，就会出现这种情况。光散射的量，在很大程度上与两种

材料的折射率差的大小有关。因此，当颜料的折射率跟某种聚合物的折射率完全不同时，用这些颜料作为这种聚合物的遮光剂，即不透明剂是最有效的。光散射量与散射粒子的大小有关，即随散射粒子粒度的增大而增加，一直到散射粒子的粒度大到与光波长相等为止。然后，散射光的量则随着散射粒子的增大而减小。

从彩色塑料返回到观察者眼睛的光，通常等于入射光的反射与散射部分之和，再加上透射光和吸收光的平衡值。对于每一种颜料或者几种颜料的混合物来说，上述几部分光通常因波长不同而发生变化。因此，观察者所接受的光，一般与光源所发出的光完全不同。对于许多无机颜料来说，散射即无规反射作用占主导地位；而大部分有机颜料则以吸收作用为主。

1.3 色度坐标

为了在一定的心理学、空间以及环境因素下对颜色进行对比研究，我们可以把全部可看得见的颜色，都看作是由红、绿和蓝这三种可感觉的色质产生的。因此，一种单色光（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产生的视觉效果是相同的。例如，纯橙色就是红与白的混合色。为便于观察者记忆，现在我们把上面讲的三元可变组合用另外三个感觉术语来表达，这三个术语是色调（主色）、色值（明度）和色度（饱和度或色的纯度）。我们所能看出的两个物体颜色的差别，可以用这三个量来表征。这三个量叫做色度坐标，它为建立描述颜色和制定颜色技术条件时所广泛应用的语言体系奠定了基础。

1.3.1 色 调

两种独立的颜色之间最明显的差别（尤其是该差别较小时），叫做色调。它由颜色语言（红、绿、紫、驼色等）来表述，并且其命名方法是十分严格的。可以辨别出来的色调多达 500 种。但是，在这 500 种色调之中，只有四种是单色色调。由于各人的色觉功能互不相同，因此对这四种色调的察觉能力也有较大的差别。我们把这四种色调规定为绝对红色、黄色、绿色和蓝色。其他色调均被看作是这四种色调中任意两种色调的混合产物。但也有例外，例如蓝与黄或者红与绿放在一起时，给人的色调感觉就不一定都是一样的。

用这两对容易混淆的颜色和其他色对，可以依顺序围成一个完整的颜色环。在这四种绝对色之间，还有一些中间色，例如：红 + 黄 = 橙；黄 + 绿 = 黄绿；绿 + 蓝 = 青；蓝 + 红 = 紫。所有中间色调之间都隔开一定的距离。距离的大小是以颜色环圆心对边的任何两种颜色都为互补色为准的。也就是说，如果把色环圆心对边的任意一对颜色按适当比例混合，即可产生出象日光那样的白光。

1.3.2 饱和度或色度

两种相同或不同色调的颜色之间第二个差别是可见色调的量。这一变量叫做颜色的饱和度或者深度。颜色饱和度的上限尚未作出明确规定，只规定了一个零饱和度。当颜色处于零饱和度时，则失去了色调感觉而成为白光了。由于色调可以以一个圆的方式排列，而饱和度又是从零点开始，并逐渐增大的，那么我们就有可能把这二者在中心为零点的圆图上联系起来。为了在这种圆图上指示出某一个点，需要有一个

饱和度刻度盘。这一刻度盘通常是标出一些等距离可辨认的饱和度指示间隔，并根据实际样品制造加工的。

1.3.3 明度或色值

两种颜色之间第三个明显的差别是明度。一种颜色可在太暗而看不清，到太亮而无法看见的范围内变化。在正常条件下，就视觉而论，在任一饱和度的任一种色调，都会发生这种变化。

虽然色调、饱和度和明度这三个色度坐标，足以用于描述颜色，但它们却不能完整地描述物体的外观。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。

1.4 颜色系统和命名法

在那些涉及到颜色规格、颜色控制和配色的工业生产领域内，人们愈来愈迫切地要求用准确而又通俗易懂的定义来描述各种颜色。按照一定的次序对颜色进行比较，是关于颜色、着色剂和着色方法整个讨论的一个极为重要的组成部分。

目前，无原则地将收集到的天然样品堆放在一起，是某些行业普遍存在的现象，其中也包括塑料工业在内。乙烯基涂覆织物、模压制片、挤出塑料板以及层压塑料样品，通常都可以用来表示某一种颜色。不过，积累大量的色样参考资料，往往需要若干年的时间。这些资料包括独立的颜色、试验产品样品、颜料评价结果、颜色配合方法，尤其是市场上关于颜色的行情。这些没有规律性的资料，其重要缺点是不

能从所陈列的样品中推出一种中间色来。

那些向塑料加工厂提供着色剂的厂家，一般都有一套颜色样品。这些色样是通过有规则地将某种少量的高效颜料，与另一种颜料以及与白、蓝和灰色颜料混合之后，以几种不同的浓度加入某种塑料中得到的。这种在样品中间加进有规则的颜色系统的方法是很有益处的，但是色样制造者必须亲眼看到每家着色剂厂的色样。没有一个统一的颜色系统，人们在表达颜色概念时就没有共同的语言。不对两个样品进行实际比较，就难以评价它们之间的关系。人们为了建立一种不用实际样品，而是应用共同的颜色语言进行颜色比较的颜色系统，已经付出了很大的努力。

在所有的颜色系统中，最著名的也许就是孟塞尔系统(Munsell System)了。它是若干件样品的组合。这些样品都涂有不同的颜色，以表示相邻样品之间的色差视觉间隔。此系统还可以用色调、明度和饱和度这三个坐标，描述所有可能的颜色。

标志颜色用的孟塞尔系统，是由以红、黄、绿、蓝、紫等主要色调和五种中间色调组成的色调圆盘组成的。这十种色调中的每一种色调，又分为十个等级。色调圆盘的中心是灰色柱，其亮度从下端的0一直增大到顶端的10。这一亮度尺度就叫做明度。从灰色柱开始，颜色的饱和度随色调圆盘半径的增大而增大。因此，绝大多数饱和色都是出现在色盘的周线上。饱和度标尺叫做彩度^①。孟塞尔颜色系统是一个三维空间模型，我们可以将它看做是一个圆柱体(图2)。

这种通过系统地选用孟塞尔颜色间隔、由包括大约

(1) 从中心灰色柱到圆周线的距离变化，代表饱和度的变化，在孟塞尔系统中称做孟塞尔彩度——译者注。