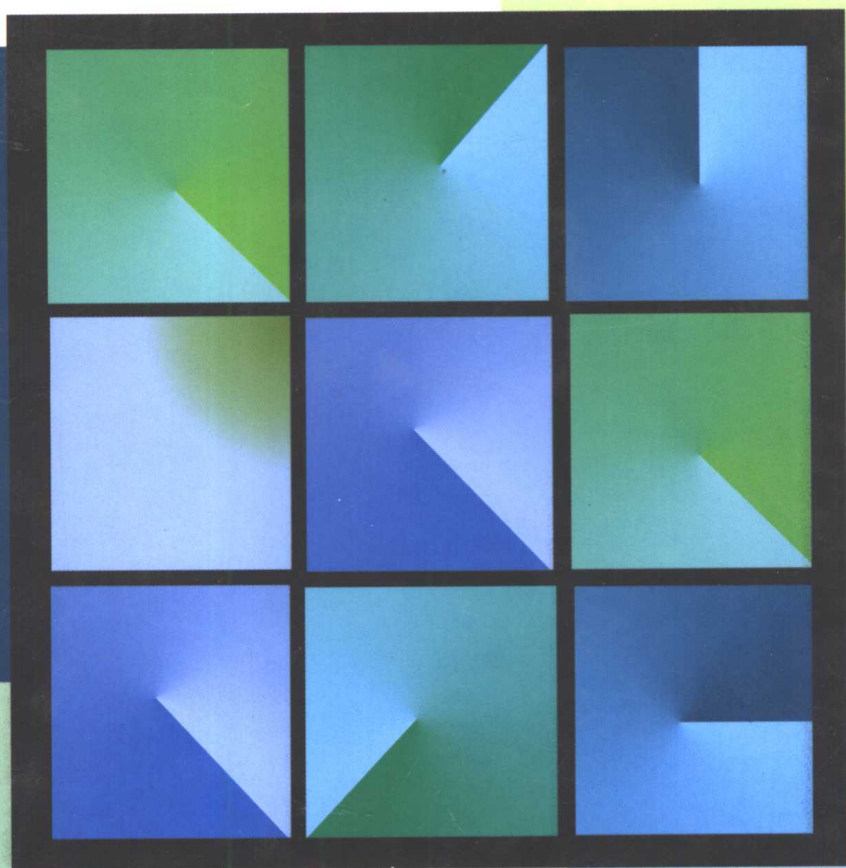


工业产品着色与配色技术

GONGYE CHANPIN ZHUOSE YU PEISE JISHU

· 张红鸣 徐捷 编著 ·



 中国轻工业出版社

工业产品着色与配色技术

张红鸣 徐捷 编著



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工业产品着色与配色技术/张红鸣等编著. - 北京: 中国轻工业出版社,
1999.9

ISBN 7-5019-2561-5

I. 工… II. 张… III. ①工业产品-表面着色 ②工业产品-配色
IV. TQ639.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 27738 号

责任编辑: 龙志丹

策划编辑: 龙志丹 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔云

版式设计: 智苏亚 责任校对: 方敏 责任监印: 徐肇华

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.Chlip.com.cn>

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂印刷

经 销: 各地新华书店

版 次: 1999年9月第1版 1999年9月第1次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 18.5

字 数: 478千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2561-5/TS·1556 定价: 37.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

本书介绍了染料与颜料的发展历史，也就是着色与配色的历史，从光物理光化学角度阐述了染料与颜料的呈色机理，从心理学、生理学、物理学等方面对颜色的意义和作用以及有关测色与配色的理论作了系统说明；以国际照明委员会推荐的色度学规定及测色方法讲明了颜色与色差的定量方法；推荐出一批 20 世纪 90 年代的新型测色仪器，对计算机测配色原理与应用及在不同基质材料上的着色与配色、着色剂的要求和选择、配色与配方等都进行了详尽的叙述。本书内容新颖、详实、系统、全面，可以供与着色有关的行业中的工程技术人员、技术工人参考，也可以供相关大专院校师生阅读。

本书前八章由张红鸣编写，后六章由徐捷编写，全书由陈志芹同志复制了插图，曾请陈革审定书稿。书中有关章节内容由丁哨兵、高长斌、姜萍提供资料。为了保证全书的系统性和完整性而采用了一些资料上的内容，在此谨致谢意。

由于我们的水平有限，书中错误难免，恳请读者批评指正。

书中除注明外，凡用量、含量、配比、百分比均指质量分数。

张红鸣 徐捷

1999 年 5 月

目 录

1 绪论	1
1.1 染料和颜料的发展历史	1
1.1.1 颜料的发展历史	1
1.1.2 染料的发展历史	2
1.1.3 染料索引	6
1.2 着色剂的应用	7
1.2.1 颜料	8
1.2.2 染料	8
2 色素的光物理和光化学	12
2.1 色素的颜色与化学结构	12
2.1.1 经典发色理论	12
2.1.2 近代发色理论	13
2.1.3 色素的光敏系数	15
2.2 光吸收后的光物理作用	18
2.2.1 弗兰克-科顿定律	19
2.2.2 荧光	23
2.2.3 系间窜跃	28
2.3 光吸收后的光化学作用	29
2.3.1 光退色	30
2.3.2 脆损	33
3 色彩的物理基础和属性	37
3.1 色彩的物理基础	37
3.1.1 色与光	37
3.1.2 可见光谱	38
3.1.3 光度学基础	39

3.1.4	光度学有关物理量	40
3.2	色彩的属性	42
3.2.1	色调	43
3.2.2	明度	44
3.2.3	饱和度	46
3.2.4	颜色三属性的相互关系	48
4	色视觉的生理基础	50
4.1	人眼的构造、成像机理、视觉功能	50
4.1.1	视网膜成像机理	50
4.1.2	人眼的视觉功能	50
4.2	颜色视觉现象	52
4.3	色视觉的主要理论	53
4.3.1	三原色学说	53
4.3.2	减色法的基本概念	56
4.3.3	对立颜色学说	58
5	颜色表示法	61
5.1	色彩的命名	61
5.1.1	色彩的系统命名法	61
5.1.2	色彩的习惯命名法	62
5.1.3	染料的命名	63
5.2	色谱表示法和光谱表示法	64
5.2.1	普通色谱	64
5.2.2	染料和涂料在纺织物上的应用色谱	66
5.2.3	彩色印刷网纹色谱	67
5.2.4	颜色的光谱表示法	68
5.3	颜色空间表示法	70
5.3.1	颜色立方体	71
5.3.2	孟塞尔色立体	73
5.3.3	OSA-UCS 匀色标	82

5.3.4	自然色系	87
5.3.5	奥斯瓦尔德颜色空间	93
5.4	孟塞尔鉴别颜色物理量与染色工作者鉴别颜色	
	物理量	94
5.4.1	孟塞尔知觉色变量	94
5.4.2	棕色的独特性	94
5.4.3	染色工作者知觉色的可变量	95
6	颜色测量及仪器	97
6.1	颜色方程	98
6.1.1	颜色色匹配实验	98
6.1.2	颜色方程及光谱三刺激值	100
6.2	颜色测量基础	102
6.2.1	1931CIE-RGB 系统	103
6.2.2	假想三原色概念: 1931CIE-XYZ 系统	106
6.2.3	10°观察条件: CIE1964 补充色度学系统	114
6.2.4	xy 色度图	120
6.3	颜色测量原理	121
6.3.1	测色原理	121
6.3.2	颜色测量的公式: 三刺激值的计算	122
6.3.3	颜色三属性的标定	124
6.4	颜色测量的参照标准	126
6.4.1	光源 (施照体)	126
6.4.2	被测物体的透射率与反射率因素	132
6.4.3	CIE 推荐的观测条件	134
6.5	反射分光光度计	134
6.5.1	分光光度计适用的照明和观察条件	134
6.5.2	观测几何条件的选择	138
6.5.3	自动记录式分光光度计的演变及现代测色分光 光度计的特点	139

6.5.4	用于荧光样品分光光度计的光源	141
6.5.5	测色分光光度计分类	144
6.5.6	测色分光光度计的测色原理	146
6.5.7	常见测色分光光度计	149
6.5.8	分光光度计测色数据处理及标准	150
6.6	透射分光光度计	154
6.6.1	透射分光光度计的分类和构成	155
6.6.2	透射法的基本原理	159
6.6.3	透射法的作用	160
6.7	光电测色仪器	164
6.7.1	卢瑟条件及修正	165
6.7.2	光源和照明受光几何条件	168
6.7.3	光电测色仪介绍	169
7	色差及颜色定量	171
7.1	CIE1960 均匀色标尺图	172
7.2	CIE 均匀颜色空间	176
7.2.1	CIE1964 ($W^* U^* V^*$) 均匀颜色空间	176
7.2.2	CIE1976 ($L^* U^* V^*$) 和 CIE1976 ($L^* a^* b^*$) 均匀颜色空间	179
7.3	判断色差的标准及优化色差方程	184
7.3.1	判断色差的标准	184
7.3.2	优化色差方程	185
7.4	同色异谱颜色	190
7.4.1	同色异谱的概念	191
7.4.2	同色异谱条件	194
7.4.3	颜色同色异谱程度的评价	199
7.4.4	颜色的同色异谱差异	202
7.5	色差评定	205
7.5.1	颜色分类	205

7.5.2	在牢度试验中的色差测试	208
7.5.3	仪器评定变色的公式	211
7.6	颜色的量化	214
7.6.1	颜色量化图谱	214
7.6.2	不同颜色应用工作者的色变参数	218
7.6.3	颜色适应及颜色恒定性	222
7.7	染料强度和颜色深度	225
7.7.1	染料强度	225
7.7.2	颜色深度	229
7.8	白度的定量	233
7.8.1	白度公式	234
7.8.2	白度的评定	237
8	计算机测配色	241
8.1	计算机配色原理	242
8.1.1	基本光学原理	242
8.1.2	计算机配色形式	253
8.2	计算机配色系统	264
8.2.1	模拟匹配预测计算机	264
8.2.2	数字计算机匹配预测	267
8.2.3	现代电脑测配色系统介绍	270
8.3	纺织品电脑配色基础数据建立	279
8.3.1	建立基础数据的染色(或印花)	279
8.3.2	建立基础数据的测色	285
8.3.3	基础数据文件编制及储存	290
8.3.4	纺织品染色的基础数据新概念	292
8.4	纺织品目标色测色及数据文件建立	293
8.4.1	纺织品目标色测色	293
8.4.2	编制目标色基础数据文件	296
8.5	纺织品电脑配色的实施	297

8.5.1	配色处方计算	297
8.5.2	配色处方的选择	298
8.5.3	试染	299
8.5.4	修正计算	300
8.5.5	混纺纺织品电脑配色	303
8.6	电脑配色在其他行业中的延伸	303
8.6.1	涂料、油漆的电脑配色	304
8.6.2	印刷油墨配色	304
8.6.3	塑料着色的配色	305
8.6.4	连续染色的在线色泽控制	306
9	塑料的着色与配色	308
9.1	塑料的特性及着色原理	308
9.1.1	塑料的分类	308
9.1.2	塑料的基本特性	309
9.1.3	塑料着色原理	314
9.2	着色剂	317
9.2.1	着色剂性能要求	317
9.2.2	着色剂分类与品种	322
9.2.3	着色剂对塑料理化性能的影响	332
9.3	塑料着色与配色	337
9.3.1	塑料着色剂在塑料中的分散	337
9.3.2	色母粒着色	339
9.3.3	干混、糊状、液状着色	345
9.3.4	塑料染色	347
9.3.5	塑料着色剂配色	348
9.4	橡胶着色与配色	371
9.4.1	常见橡胶品种	371
9.4.2	橡胶用着色剂的基本要求及品种	375
9.4.3	橡胶的着色与配色	378

9.5	化学纤维纺前着色与配色	381
9.5.1	纺前着色方法	381
9.5.2	化学纤维与纺前着色剂	383
9.5.3	着色剂及选用要求	385
9.5.4	化学纤维纺前着色的配色	387
10	印刷油墨和涂料的配色与配方	389
10.1	印刷油墨	389
10.1.1	印刷油墨的性能和要求	389
10.1.2	油墨印刷中的色彩变化	402
10.1.3	油墨的调色和配色	404
10.2	涂料	412
10.2.1	涂料的组成、分类、命名	412
10.2.2	涂料用着色剂	417
10.2.3	涂料配色与配方	424
10.2.4	涂料的应用	442
11	皮革和皮毛、木竹草制品、铝制品的着色与配色	454
11.1	皮革和皮毛的染色性能和着色后性质要求	454
11.1.1	皮革和皮毛的染色性能	454
11.1.2	皮革和皮毛着色后的性能要求	456
11.2	皮革和皮毛着色剂选择及分类	458
11.2.1	水溶性染料	458
11.2.2	非水溶性染料	463
11.3	皮革和皮毛着色与配色	464
11.3.1	染色方法	464
11.3.2	染色工艺及配方	466
11.4	金属铝、木制品、草制品、竹制品着色与 配色	475
11.4.1	金属铝着色、配色、配方	475
11.4.2	木制品着色与配色	479

11.4.3	草制品着色与配色	481
11.4.4	竹材的染色与配色	482
12	食品、药品、化妆品及家用洗涤用品的着色与配色	484
12.1	食品、化妆品、药品及家用洗涤用品色素的 分类	485
12.1.1	食用色素的分类	485
12.1.2	化妆品用色素	487
12.1.3	洗涤用品着色剂	488
12.2	色素的安全性及要求	489
12.2.1	食品染料	489
12.2.2	化妆品用色素的要求	495
12.2.3	洗涤用品色素的要求	498
12.3	食品、药品、化妆品、洗涤用品着色和配色	499
12.3.1	食品着色与配色	499
12.3.2	化妆品着色与配色	503
12.3.3	洗涤用品着色与配色	507
12.3.4	药品着色与配色	509
13	陶瓷、玻璃、水泥着色与配色	511
13.1	陶瓷颜料	511
13.1.1	陶瓷颜料分类	511
13.1.2	陶瓷颜料的制造	514
13.1.3	陶瓷颜料发色机理	518
13.1.4	陶瓷颜料的特性	521
13.2	陶瓷着色（装饰）	526
13.2.1	色釉	526
13.2.2	色坯与化妆土	532
13.2.3	彩绘	533
13.2.4	晶化釉	537
13.3	陶瓷着色油墨配制	538

13.3.1	贴花纸印刷用油墨	538
13.3.2	陶瓷丝印油墨	542
13.4	玻璃着色与配色	543
13.4.1	着色玻璃的分类	543
13.4.2	影响玻璃着色的因素	544
13.4.3	着色方法	545
13.4.4	玻璃着色剂及用量	547
13.5	水泥着色与配色	549
13.5.1	彩色水泥的制造方法	549
13.5.2	彩色水泥着色剂及要求	549
13.5.3	水泥着色配方	550
14	文化用品的着色与配色	551
14.1	纸张的着色与配色	551
14.1.1	着色用染料	551
14.1.2	纸的着色方法	553
14.2	墨水着色与配色	555
14.2.1	墨水用着色剂	555
14.2.2	墨水配制、配色、配方	558
14.3	其他文化用品着色与配色	562
14.3.1	复写纸及打字蜡纸	562
14.3.2	圆珠笔油、彩色蜡笔、粉笔	564
14.3.3	美术颜料、印泥、印台油	566
14.3.4	胶片的着色与配色	568
14.4	日用品着色与配色	571
14.4.1	蚊香	571
14.4.2	绢花	572
14.4.3	蜡制品	572
14.4.4	焰火	574
参考书目		575

1 绪论

1.1 染料和颜料的发展历史

工业产品的着色和配色技术，涉及到工业产品的性能、要求、产品颜色测色、配色、配方、着色方式等诸多方面。其中关键取决于着色剂（染料和颜料）的性能。实际上染料和颜料的发展历史，也就是工业产品着色和配色技术发展的历史。

1.1.1 颜料的发展历史

人类使用颜料有着悠久的历史，在史前人类使用的颜料基本上都是无机颜料，而且大多数是天然矿物颜料，在新石器时代原始人就能用化学方法制备无机颜料，也开始从动植物中提取色素用于涂饰物品。在石器时代人类仅有使用天然存在物的概念，赋予人类生命的血液颜色是最早出现的颜色概念，创造的第一个颜色术语就是红色。尼安德特人放置于头骨和胸部的红赭石，克罗马农人山洞中贮藏的红赭石及随葬的红赭石，山顶洞人使用的涂红色的石珠、鱼骨装饰品和红色氧化铁粉末等等都可以证明。

克罗马农人洞窟壁画上就使用了矿物颜料黄氧化铁、黑氧化锰、煤灰、白瓷土等。河姆渡人使用的酒器，半坡人使用的彩陶是应用颜料的另一种形式，有白、红、黑褐、橙等多种颜色。古埃及人发现了蓝色和绿色，即天然佛青、干海绿石的绿土、孔雀石和硅孔雀土。埃及人还将雌黄与雄黄分别用作艳红和嫩黄颜料，并且制造出了白（碳酸盐）、红（ Pb_3O_4 ）、黄（铋酸铝盐）等重要颜料。埃及蓝是用沙、白垩、纯碱与孔雀石一起加热而制

成的。

《周礼》中有使用朱砂染羽毛的记载，古代使用的颜料有赭石、赤铁矿、朱砂、绿松石、石青、孔雀石、雄黄、雌黄、黄丹、佛青、白绢石等。

最初制备颜料是采用粘土、硅石、滑石、白垩等无机物质作为吸附底物，将水溶性动植物提取液制成色淀。

在整个颜料发展历史中，数蓝色颜料的发展历史最迷人。公元前 4000 年天然佛青得到应用，埃及人则是使用埃及蓝。12 世纪靛蓝进入欧洲，由于靛蓝的深色性和不溶性使其仅作为颜料应用。1704 年发现了普鲁士蓝；1784 年发现合成群青，因其与沸石有关故称为沸青；1901 年发现阴丹士林颜料；1928 年发现酞菁。

其他色谱的颜料的发展，并非遵循蓝色颜料相似的路线。早期颜料的应用具有一定的工艺局限性，或价格高或有毒因而最终被取代。但古代颜料的相当一部分今天还是很重要的。

1.1.2 染料的发展历史

1.1.2.1 天然染料

天然染料来自矿物、植物和动物，从其来源上可以分为矿物染料、植物染料和动物染料。天然矿物颜料中的赤铁矿粉、朱砂、石黄、空青等是矿物染料的代表。而动物染料则主要取自贝、螺、昆虫体内。植物染料是天然染料的主体，迄今人们已知的植物染料约 1000~5000 种，这些含天然染料的植物包括灌木、草本植物、地衣、苔藓等。

人类使用天然染料用于织物染色，可以说随着织布技术的发现就已开始。颜料毕竟粗糙，且仅是机械地附着，不耐洗涤，色谱有限，所以导致人们寻求植物和其他染料。普遍的看法是中国在公元前 3000 年已使用染料茜草、靛蓝、菰蓝、红花；印度在

公元前 2500 年使用茜草和靛蓝；埃及在公元前 100 年使用菰蓝和红花。同时有些动物染料在史前已开始使用，公元前 1600 年希腊人就开始用贝、螺制取泰雅红紫染料，圣经上也记载了在公元前 1400 年用虫红染红披肩的事实。

中国的商周时期，纺织品有石染、草木染或草石并用，根据染料特性分别采用胶粘剂和媒染剂套染、媒染；战国时期工艺体系已较完整，紫色是各国极为普遍的服用色彩，皂斗是主要的黑色染料，后来也沿用极广；西汉后矿物染料染色的织物已逐渐少见，茜草媒染、靛蓝还原技术均已成熟，还能应用复染、套染等技术获得藏青、黑藏等深暖色调；北魏制备染料的“杀红花法”、“造靛法”使植物染料提炼后可长期使用；隋唐时期普遍使用植物染料，官营染色业更加发达，能按青、绛、黄、白、紫等色彩分工生产；明代已应用同浴拼染工艺，依次以不同的染料和媒染剂浸染，以染得明亮色调，在靛蓝还原染色中利用碱性浓淡和温差使还原后色光各异；清代的染坊一部分采用染灶、染釜以适应升温 and 加速工艺流程，中国产的冻绿已闻名国外称为中国绿。染色的色谱和命名由天然色彩纵横配合发展至数百种之多。

天然染料历代相沿使用，可适用于丝、麻、毛、棉等纤维。今天虽然进入了广泛使用合成染料的时代，仍有部分纺织品及其他用品采用天然染料，使用较多的有靛蓝、黄木、苏木、波斯果、儿茶、虫红等。随着人类现代化程度的提高，人们回归自然和保健卫生的呼声愈来愈强烈，甚至有人认为现代服装乃皮肤上的毒物，很多研究证明合成染料对人体皮肤有刺激作用，而天然染料从某种程度上可以迎合人们的健康要求，所以从 80 年代以来，国内外用天然染料的染色物颇为流行。但今天的应用与过去相比在色牢度上有很大提高，而且充分注意到所用固色剂和媒染剂等对环境的影响及毒性。

1.1.2.2 合成染料

充分理解染料结构式之间的相互关系及它们所适用的各种最

终用途是合成染料发展的基础。已销售的合成染料和颜料总量约为每年 80 万吨，品种达 1 万种，且这一数字仅是在实验室合成的没有批量生产的一小部分。

天然染料单独应用时，染成所需色调需要的染料很多。而应用合成染料可多种染料同浴使用，则所需染料的数目可以减少。

1850~1993 年销售的新染料的平均数如图 1-1 所示。由图我们不难看出全部合成染料发展的一个侧面。本世纪 70 年代中期染料新品种投放市场的速度显著下降，后来又略有上升。表 1-1 反映了一些主要纺织品用染料品种的演变情况。导致这种状况的原因是：传统的染料及中间体生产中三废污染严重，法律规定的环境控制指标使许多产品无法生产；纺织品所需的染料已基本满足要求，而合成纤维新品种的开发并无新的突破性进展，因此促使部分染料工业转产，或者从传统的染料化学转向高技术的功能性染料开发等。

表 1-1 一些主要纺织品用染料品种演变情况 单位：种

染料名称	1956 年	1963 年	1971 年	1976 年	1982 年	1987 年	1992 年	1993 年
分散染料	93	84	282	383	147	89	34	4
阳离子(碱性)染料	66	56	138	106	46	34	14	2
活性染料	0	87	327	186	102	162	83	6
直接染料	531	184	69	76	53	53	39	14
还原染料	200	41	32	3	3	9	0	0
硫化染料	100	20	12	20	11	5	1	0
不溶性偶氮染料	87	24	0	0	1	1	0	0
酸性染料	698	227	285	171	129	116	71	5

合成染料的发展可分为三个阶段。第一阶段以 1856 年发明苯胺紫为代表，纺织品染色摆脱了依靠天然染料的局面，有机化学分裂出染料化学学科。第二阶段以发明活性染料为代表，标志着