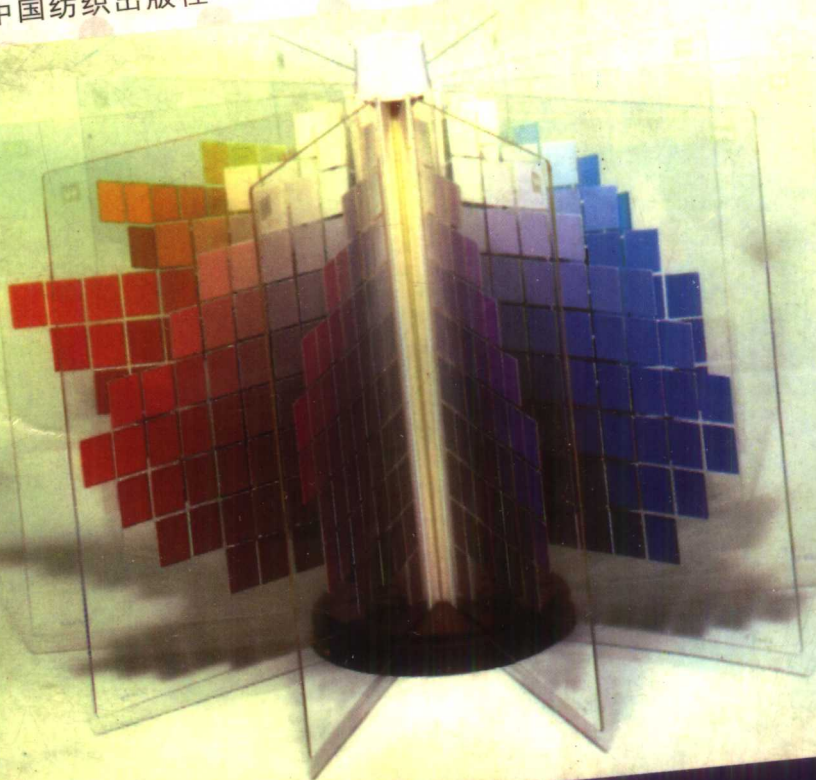


测色及 电子计算机配色

董振礼 郑宝海 甄桂芬 编

中国纺织出版社



测色及电子计算机配色

董照仁 郑玉海 轩桂芬 编

中国纺织出版社

图书在版编目(CIP)数据

测色及电子计算机配色/董振礼等编. —北京:中国纺织出版社,1996

ISBN 7-5064-1224-1/TS·1070

I. 测… II. 董… III. ①测色 ②配色-计算机应用 IV. TS193.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 11470 号

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街 4 号

邮政编码:100027 电话 010—64168226

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:8.25

字数:216 千字 印数:1—3000

定价:15.00 元

序 言

自然界有各种各样的颜色,这是我们每个人都极为熟悉的,而物体为什么会有颜色,如何对物体的颜色进行测量,又是近几十年来人们十分感兴趣的问题。颜色的度量是一门涉及物理光学、视觉心理、心理物理学各学科的新兴科学。它在纺织印染、服装、涂料、染料、塑料、造纸、摄影、交通、光源、遥感等方面都有广泛的用途。我国在测色及计算机配色方面的研究与应用虽然起步较晚,但近几年发展极为迅速,特别是在纺织印染行业。全国各地已经引进和制造了相当数量的测色及配色设备,相信今后测色及配色技术在纺织印染行业一定会得到广泛应用。

本书内容以颜色测量在纺织印染行业的应用为主,除简明地阐述基本理论外,对应用部分也给予一定的重视。在各章中都写进一些在纺织印染行业应用的实例。以便于广大读者参考。

本书经西北纺织工学院姚穆教授认真审阅,特此感谢。

由于编者水平有限,不妥及疏漏之处在所难免。望广大读者批评指正。

编 者

1995. 12

内 容 提 要

本书对颜色的表示,颜色的测量,颜色的计算,颜色测量的仪器,以及计算机配色的原理和实施方式都比较系统的论述,是染整工程、服装工程等行业现代化管理的基础。

本书可以做染整工程专业、服装工程专业等本科生、专科生的选修课教材使用,亦可供染整、染料及服装工程等相关专业的技术人员参考。

责任编辑: 李东宁

封面设计: 李 强

欢迎订购

染料应用手册

染整工艺原理(1~4册)

染整工程(1~4册)

染化药剂

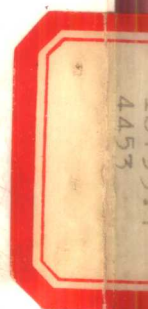
丝绸染整手册

ISBN 7-5064-1224-1



9 787506 412247 >

定价: 15.00元



目 录

第一章 光与色的基础知识	(1)
第一节 光与色	(1)
一、光	(1)
二、光的色散	(3)
三、物体的颜色	(3)
四、人的视觉系统	(6)
第二节 颜色的分类和特征	(14)
一、颜色的分类	(14)
二、颜色的特征	(14)
第三节 颜色的混合	(17)
一、加法混色	(18)
二、减法混色	(20)
第二章 CIE-XYZ 表色系统	(23)
第一节 引言	(23)
第二节 CIE1931-RGB 系统	(24)
一、颜色匹配实验	(24)
二、RGB 系统的提出	(25)
三、色度坐标	(26)
四、CIE1931-RGB 系统	(28)
第三节 CIE1931-XYZ 系统	(32)
一、CIE1931-RGB 系统向 CIE1931-XYZ 系统的转换	(32)
二、CIE1931- xy 色度坐标	(34)
三、CIE1931 标准色度观察者光谱三刺激值	(35)
第四节 CIE1964 补色标准色度学系统	(36)
第五节 色度的计算方法	(48)

一、标准照明体和标准光源	(48)
二、三刺激值 X 、 Y 、 Z 和色度坐标 x 、 y 的计算	(51)
三、主波长和色纯度计算	(59)
第三章 色差及色差计算	(64)
第一节 引言	(64)
第二节 均匀颜色空间与色差计算	(66)
一、ANLAB 色差式	(66)
二、 $\text{CIEL}^*a^*b^*$ (CIELAB) 色差式	(68)
三、 $\text{CMC}_{(1,C)}$ 色差式	(70)
四、 JPC_{79} 色差式	(71)
五、 FMC I 式	(72)
六、 CIE1976LUV 色差式	(74)
七、亨特 (Hunter) 式	(74)
第三节 色差单位	(75)
第四节 色差计算的现实意义	(76)
第五节 白度的计算	(82)
一、以喜爱白或理想白为基础导出的白度测定 公式	(83)
二、在实验样品反射率测定的基础上导出的白度 测定公式	(85)
第六节 荧光样品的分光测色	(87)
一、双单色光器的方法	(89)
二、单单色光器的反光路测定法	(93)
第四章 颜色的测定方法与常用测色仪器	(95)
第一节 颜色的测定	(95)
一、测定方法	(95)
二、测色条件	(98)
第二节 常用的测色仪器	(100)
一、分光光度测色仪	(100)

二、光电积分式测色仪	(117)
第五章 孟塞尔颜色系统	(122)
第一节 引言	(122)
第二节 孟塞尔系统的构成	(122)
第三节 孟塞尔新标系统	(127)
一、孟塞尔明度	(128)
二、孟塞尔色相和彩度	(128)
三、CIE—XYZ 系统与孟塞尔颜色系统之间的转换 关系	(132)
四、孟塞尔新标系统的用途	(140)
第六章 染色物的表面深度	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 常见的表面深度计算公式	(144)
一、库贝尔卡—蒙克(Kubelka—Munk)函数	(145)
二、雷布—科奇(Labe—Koch)公式	(147)
三、寺主一成式	(150)
四、高尔(Gall)式	(150)
五、加莱兰特(Garland)式	(152)
六、戈德拉夫(Godlove)公式	(153)
第七章 条件等色及其评价方法	(154)
第一节 条件等色	(154)
第二节 物体表面色的条件等色分类	(155)
一、照明体条件等色	(155)
二、标准色度观察者条件等色	(158)
第三节 条件等色的评价	(160)
第八章 电子计算机配色	(168)
第一节 概述	(168)
第二节 电子计算机配色的三种方式	(169)
第三节 配色理论	(170)

第四节	电子计算机配色基本原理	(173)
第五节	电子计算机配色的实际步骤	(176)
一、	测色与配色软件数据库中已存的资料	(176)
二、	需要输入计算机内的资料	(176)
三、	电脑配方的计算	(181)
四、	打印出配方结果	(190)
五、	小样染色	(191)
六、	配方修正	(191)
七、	校正后的新配方染色	(194)
八、	其他情况的电脑配色	(194)
附录		(198)
附表 I	CIE—XYZ 系统权重分布系数	(198)
附表 II	X 、 Y 、 Z 与 V_x 、 V_y 、 V_z 的关系	(210)
附表 III	CIE 1931 色度图标准照明体 A、B、C、E 恒定 主波长线的斜率	(230)
附表 IV	高尔式计算标准深度有关参数表 (C 照明体 2°视野)	(251)

第一章 光与色的基础知识

第一节 光 与 色

观察一个物体大致要经过如下过程：即由光源把物体照亮，从而物体表面就会有光散射出来，散射出来的光投射到人的眼睛中，再经过人的视觉神经，把这一信号传递给大脑，经大脑分析判断后，就产生了视觉，见图 1-1。于是，人们就能够根据观察到的现象以及人的记忆和经验，对物体的颜色、形状、性质等作出判断。由此可以看出，人的颜色视觉，是光、物体和视觉系统共同决定的，它们对颜色视觉都有着决定性的影响。因此，我们研究颜色测量，就必须了解它们的性质。

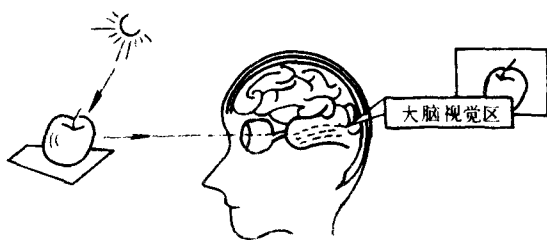


图 1-1 人的颜色视觉

一、光

光是一种电磁波。而电磁波包括宇宙射线、X 射线、紫外线、可见光、红外线、雷达、无线电和电视广播、交流电等。其波长范围，短的小于 1nm ，而长的超过 10^6km ，可见光仅仅是其中很小的一段，其波长范围在 $380\sim 780\text{nm}$ ，见图 1-2。对于可见光的可见范围，不同的人是有差异的，有的偏于长波，有的偏于短波（见图 1-3）。但

无论哪一个人,整个可见光波长范围的两端,对于人的颜色视觉的贡献都比较小。所以,在有些情况下,人们也常常把可见光的波长范围确定为 $400\sim 700\text{nm}$,实际上,这样的波长范围对于一般的颜色测量已经足够。

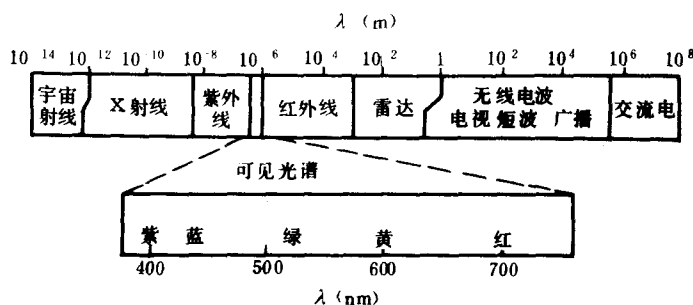


图 1-2 电磁辐射波及可见光谱

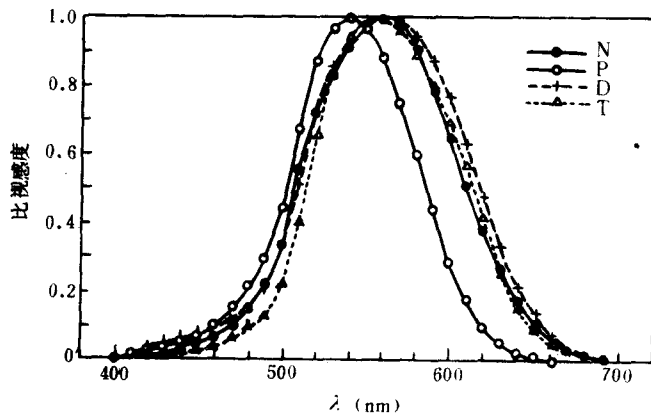


图 1-3 不同人的比视感度曲线

N—视力正常人的光谱光效率曲线

P、D、T—三种视力不正常人的光谱光效率曲线

二、光的色散

光是由光源发出的,常见的光源有太阳、灯、火焰等等。当使一束太阳光通过一个三棱镜,我们可以得到如图 1-4 所示的一条彩色的谱带,其中有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色。而各颜色间并无明显界限,是一条连续谱带。人们把上述的光按不同波长展开的现象称之为光的色散。

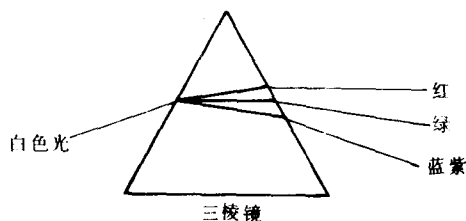


图 1-4 光的色散

像太阳光这样,色散后可以得到一条谱带,或者说是由不同波长的光组合在一起的光,在物理学中称之为复色光,而把单一波长的光称之为单色光。由光栅、棱镜、滤光片等得到的较窄波长范围的光,虽然实际上仍然是由不同波长的光组成的复色光,但在颜色测量上,则通常将其看成是单色光。

三、物体的颜色

物体为什么会显示出各种各样的颜色?其根本原因就是它对光具有选择吸收的特性。太阳光照在物体上,物体可选择吸收某种波长范围的光,而将其余波长的光反射出来,反映到人脑中,就得到这种物体显示什么颜色的印象。例如,一个物体吸收了 $400 \sim 420\text{nm}$ 左右的蓝紫色的光,则该物体即显示黄色,而吸收了可见光中 560nm 左右的绿光,则此物体显示紫色等等。这我们可以从图 1-5 清楚地看出来。物体颜色的深浅(浓淡),通常取决于两个方面,一是有色物质的浓度,这和溶液中的情况是相似的。即有色物质的浓度越大,颜色一般也越深。另一方面又和物体中有色物质的

物理状态、物体表面积的大小、物体的表面性质及照明光源入射角的大小等物理因素有关。

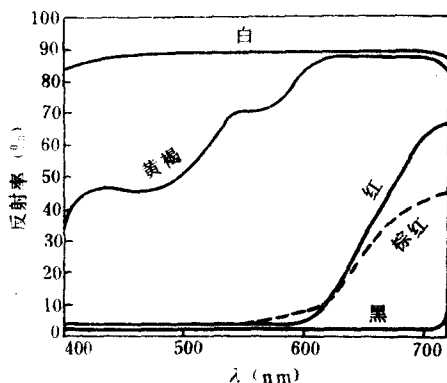


图 1-5 各种颜色物体的反射率曲线

物体中的有色物质的状态对物体颜色的影响,对于纺织品来说,主要指的是染料在纤维上的物理状态对纤维材料所显示的颜色影响。染料在纤维材料中,随染色过程的进行,通常会发生物理状态的变化。例如,在还原染料染棉织物的过程中,大多数染料在皂煮前后都有不同程度的色相变化。如还原黄 GK,皂煮前染色织物的最大吸收波长为 445nm,而皂煮后则变为 462nm。产生色相变化的原因,一般认为是由于染料在纤维中发生了取向、结晶或晶形转变的结果。

物体比表面积的大小,对固体表面色的影响是相当明显的。例如涤纶单纤维的半径有大有小,其比表面就大小不同。用同样的染料染比表面积大小不同的纤维,则得色深度会有明显差异。通常比表面积越大,得色越浅,而比表面积小的得色深。这正是超细纤维不容易染得深浓颜色的原因之一。从光学角度来分析这一结果,可

由图 1-6 来说明。当一束等能白光(图中的 I)照到一束染色纤维上时,一部分光以镜面反射的方式被反射出来(图中的 II),另一部分光则进入纤维内部,在进入纤维内部的光中,一部分被从内部反射出来,称之为内反射(图中的 III),还有一部分光在纤维内部经反复折射而被吸收(图中的 IV),再有一部分的光穿过纤维而发生透射(图中的 V)。我们看到的物体的颜色,是由镜面反射的白光和内部反射的彩色光所组成。若镜面反射光的成分越多,则颜色越浅,而镜面反射光越少,则颜色相对的深一些。镜面反射光的数量,

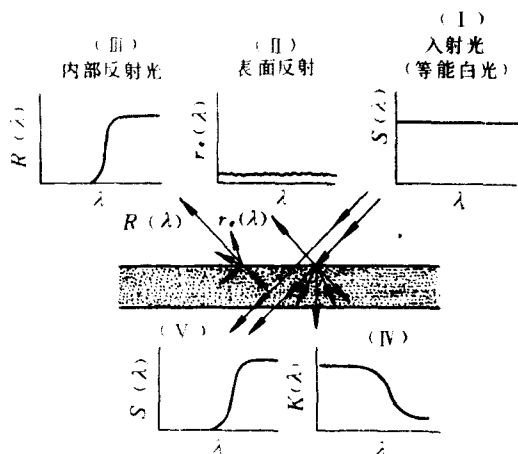


图 1-6 各向同性彩色薄膜反射、折射、透射模型

除了和入射角有关外,还和纤维材料的比表面积以及纤维材料的折光指数有关。对于同一种纤维而言,纤维越细其比表面积越大,则镜面反射光越多,颜色也就越浅。若比表面积越小,则其镜面反射光越少,颜色相对来说就越深。另外,纤维材料的折光指数高,则镜面反射光含量高,颜色就浅。相反,若纤维材料折光指数低,则镜面反射光含量少,颜色也就深。表 1-1 所示为常见纤维材料的折光指数。从表中我们可以看出,由于聚酯纤维的折光指数高,因而

较难染得浓艳的颜色。

表 1-1 常见纤维材料的折光指数

	$R_{//}$	$R_{\perp}$
锦纶 6	1.568	1.515
阿克利纶	1.520	1.524
羊毛	1.555—1.559	1.545—1.549
丝	1.598	1.543
苎麻	1.594	1.532
粘胶纤维	1.550	1.514
醋酸纤维	1.474	1.479
涤纶	1.793	1.781

织物的组织对染得的颜色深浅也有明显影响。例如对于平纹织物和绒布,当上染于两种织物上的染料浓度相同时,绒布的颜色总比平纹织物的颜色深而且鲜艳度高。由于绒布表面的特殊结构,入射光可以在绒布上反复、多次地反射和吸收,因而镜面反射减少,所以,绒布颜色深而且鲜艳。

另外,影响织物颜色深浅的因素,还有入射光的角度和观察的方向等等。这都是我们进行纺织品颜色评价时应该注意的。

四、人的视觉系统

人的眼睛主要是由角膜、晶状体和感光细胞组成(图 1-7)。只要物体有光反射出来,投射到人的眼睛里,则物体的像将呈现在视网膜上,通过视网膜上的感光细胞把信号传递给大脑,经过大脑的综合判断,于是就产生了视觉。我们对颜色的研究正是在对人的眼睛的视觉特性进行准确研究的基础上进行的。人们通过长期的研究终于弄清了人眼睛的视觉特性,以及与其相关的生理基础。

1. 视角 视角即被观察对象的大小对人眼形成的张角。视角的大小,决定视网膜上投影(物体在视网膜上的像)的大小。人与物体保持一定距离时,若物体越大,则与人的眼睛形成的张角也大,

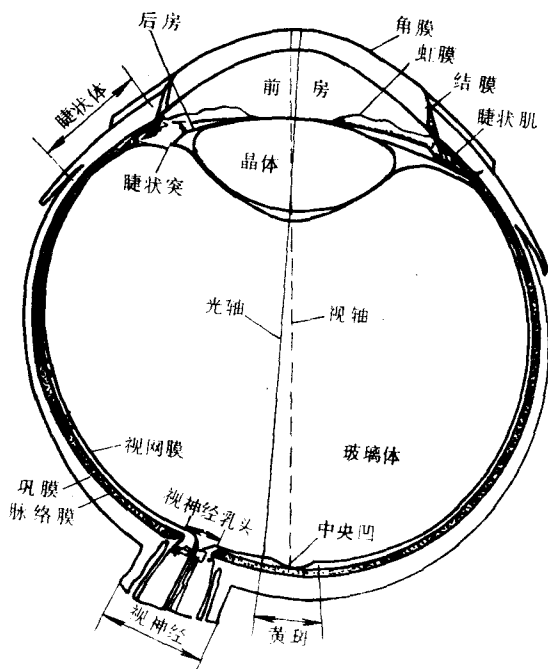


图 1-7 人眼睛的解剖图

物体在视网膜上的像就大。同一个物体,越靠近人的眼睛,则与眼睛形成的张角就越大,因而在视网膜上形成的像也越大。因此,视角的大小即决定于物体本身的大小,也决定于物体与眼睛之间的距离。

视角的计算可按下式进行:

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{A}{2D}$$

式中: α ——视角;

D ——物体与眼睛之间的距离;

A ——物体的大小。

2. 明视觉、暗视觉 人们通过长期的研究发现,人的视觉功