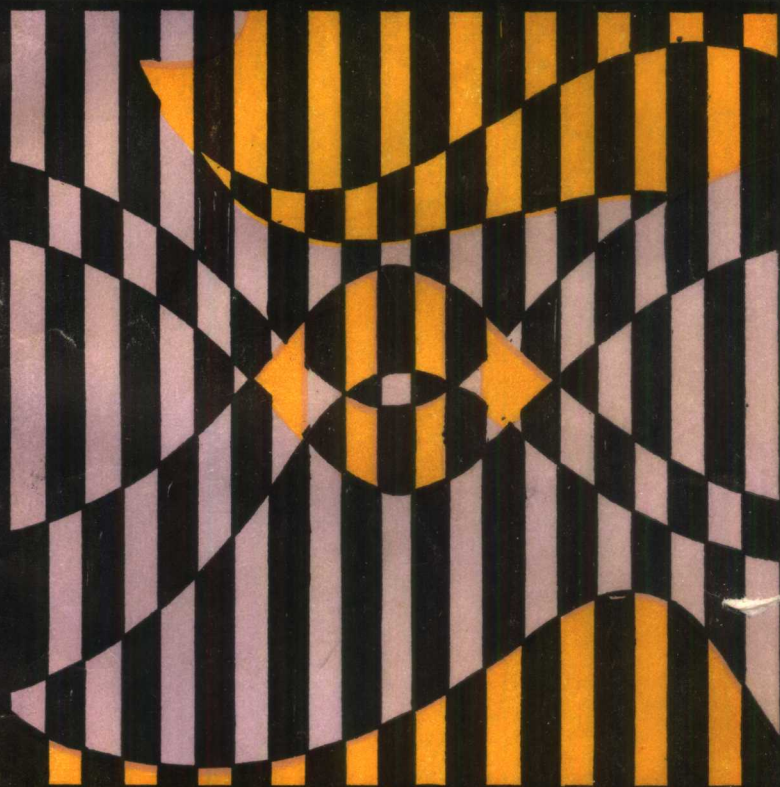


颜色测量

在纺织工业中的应用

— 徐行 潘忠诚 编 —



— 纺织工业出版社 —

颜色测量在纺织工业 中的应用

徐 行 潘忠诚 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书在简述色度学基本原理的基础上,着重介绍仪器测色在纺织工业中的应用,包括色差的测定及考核,围绕标准色号的颜色分类,染料强度和颜色深度,白度以及电脑配色等。同时简介了当前使用比较广泛的测色仪器,指出了测色时的一些注意事项。

本书可供纺织行业工程技术人员及测色仪器的操作人员阅读,也可供纺织院校师生参考。

责任编辑:黄崇芬

颜色测量在纺织工业中的应用

徐 行 潘忠诚 编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

河北省供销合作联合社保定印刷厂印刷

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:8 24/32 字数:193千字

1988年1月 第一版第一次印刷

印数:1—4,000 定价:2.20元

统一书号:15041·1574

前 言

对于颜色，人们既熟悉又陌生。说熟悉，是因为人们无时无刻不碰到它；说陌生，是因为我们对它的了解多是粗浅的，至于对它的产生、性质以及如何定量描述就更不能说是很清楚了，再加上人的主观因素的影响，使问题变得更为复杂。

研究颜色的学科称为色度学，它涉及物理光学、视觉生理学和心理学等科学领域，这是一门新兴的且是重要的学科，它在许多科学研究和生产技术部门有着广泛的应用。本书主要介绍有关色度学的基本知识，颜色测量和实际应用，特别是在纺织工业方面的应用。

一般说来，在纺织工业有关部门和企业中，色度学主要应用于确定色别，鉴定色差和控制染色工艺等。为了提高企业的技术水平和经济效益，促进管理现代化，近年来开始引进由电脑监控的新型测色仪器。使用先进仪器，人们只要按下电钮就可得到所需要的各种结果，如颜色的三刺激值、色差、白度、染料配方和工艺等。面对这些，我们则要理解它、掌握它。因为一个盲目的操作者绝不会举一反三，联系实际去解决千变万化的具体问题。本书试图在这方面也给需要者提供方便。

本书第一、二、三、四章以及第五、十章的部分内容由南开大学潘忠诚撰写，上海纺织科学研究院徐行撰写了其余内容，并对全书进行了统稿。

由于作者水平有限，期望得到广大读者和各界专家的指正。

作者

1985年9月

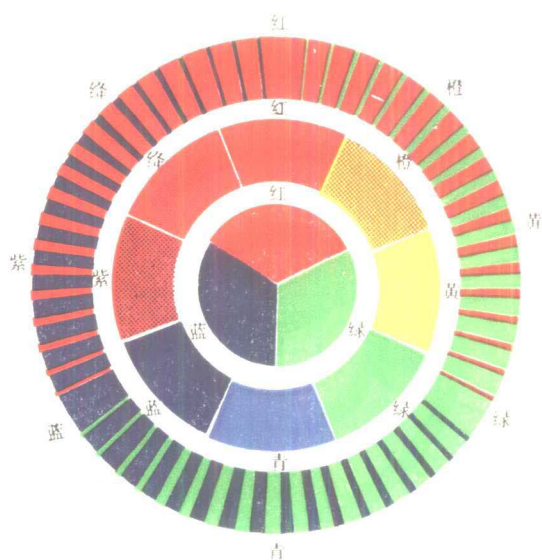


图2-1 提供混色效果的彩环

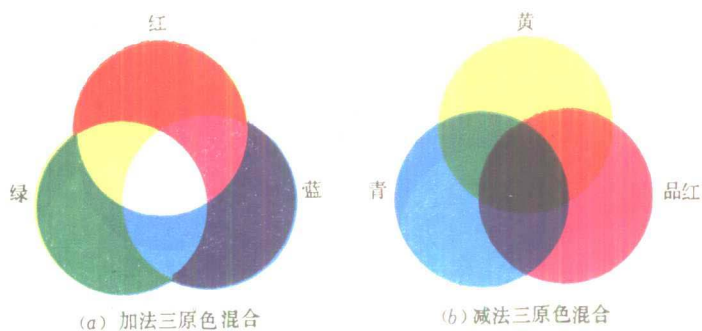


图2-5 加法混色与减法混色的比较

封面设计：李 歆

统一书号：15041·1574

定 价： 2.20 元

目 录

第一章 光、光源、颜色	(1)
第一节 光与颜色	(1)
第二节 光的色散	(2)
第三节 几种光源的光谱能量分布	(5)
第四节 物体的颜色和光泽	(12)
第五节 颜色的三个基本属性和孟塞尔 色立体	(16)
第二章 混色	(22)
第一节 混色定律	(22)
第二节 加法三原色与减法三原色	(27)
第三节 色觉	(31)
第四节 光视效率	(35)
第五节 等能光谱的仿色曲线	(41)
第三章 CIE 测色制	(47)
第一节 色空间与光谱轨迹	(47)
第二节 CIE测色制与色度图	(50)
第三节 刺激值与色度坐标	(64)
第四节 主波长与纯度	(70)
第五节 绝对黑体辐射	(75)
第四章 物体色色度值的计算	(81)
第一节 物体的反射光	(81)
第二节 反射光的刺激值	(83)
第三节 反射光刺激值的计算方法	(85)
一、等间隔波长法	(85)

二、等间隔刺激量法	(86)
第五章 色差	(114)
第一节 概述	(114)
第二节 色差的目测	(116)
一、鉴定人员的色觉	(116)
二、照明的光源	(118)
三、样品接受照明光和人眼观察方向 之间的几何条件	(119)
四、背景	(120)
五、试样的大小与比较的方法	(120)
六、评级的参比标准	(120)
第三节 Y 、 x 、 y 色空间的不均匀性	(122)
第四节 比较均匀的色空间 (UCS) 和色 差公式	(126)
一、明度的均匀分度	(126)
二、色度坐标的均匀化	(129)
三、明度和色度图相结合——UCS 空间及色差公式	(142)
第五节 色差的仪器考核	(162)
一、概述	(162)
二、目光鉴定数据的取得和最佳化 配合公式	(163)
三、已提出的最佳化色差公式	(165)
四、印染纺织品染色坚牢度中沾色牢度和 变褪色牢度的仪器评级	(173)
第六章 围绕标准色号的颜色分类	(178)
第七章 染料强度和颜色深度	(182)

第八章 白度	(192)
第一节 白色及其度量.....	(192)
第二节 荧光增白及其白度的测定.....	(202)
第三节 白度的目光鉴定.....	(205)
第四节 黄度.....	(205)
第九章 电脑配色	(207)
第一节 简史.....	(207)
第二节 电脑配色的三种方式.....	(209)
第三节 基本光学原理.....	(210)
第四节 基本算法原理.....	(213)
一、反射光谱匹配法.....	(214)
二、三刺激值匹配法.....	(216)
第五节 电脑配色的实际步骤.....	(223)
一、仪器选型.....	(223)
二、强化染色工艺.....	(224)
三、染料预先编组.....	(225)
四、染好“单色”.....	(226)
五、建立基础数据文件.....	(226)
六、标样测色.....	(227)
七、预告处方.....	(228)
八、选择处方.....	(228)
九、小样试染.....	(229)
十、校正计算.....	(229)
十一、色差考核.....	(230)
第六节 电脑配色的优缺点.....	(231)
第十章 测色仪器和测色技术	(232)
第一节 综述.....	(232)

第二节 分光光度计.....	(234)
一、概述.....	(234)
二、光源.....	(237)
三、照明和受光的几何条件.....	(238)
四、镜面反射光的对策.....	(239)
五、测样窗口.....	(241)
六、单光束和双光束问题.....	(241)
七、单色器.....	(243)
八、光电检测器.....	(243)
九、光谱反射率的物体标准.....	(244)
十、分光光度计的测量精度.....	(245)
十一、分光光度计产品型号介绍.....	(249)
第三节 简式分光光度计.....	(250)
一、美国A.C.S.公司的产品.....	(257)
二、瑞士Datacolor公司的产品.....	(258)
三、瑞士Pretema公司的产品.....	(258)
四、美国IBM公司的产品.....	(259)
第四节 三刺激值光电测色仪.....	(259)
一、DFC 5 Elrepho Mat.....	(263)
二、Hunter D 25M-9.....	(264)
三、日本电气公司的色差计.....	
ND-1001 DP.....	(265)
第五节 测色的其他注意事项.....	(266)

第一章 光、光源、颜色

第一节 光与颜色

任何东西都具有颜色。但在漆黑的夜里或在暗室之中，因为没有光，就看不见颜色，只有在白天，或在灯光下，才能辨别物体的颜色，才产生颜色的感觉。由此可见，颜色必然和光联系在一起。

事实上，颜色是人的一种感觉，这种感觉由光而引起。所以，我们不能孤立地了解颜色，而有必要先从光谈起。

光由光源发出。最重要的光源是太阳，还有灯和火焰等。

由实验证实，光是以一定速度传播的电磁波，它在真空中或在空气中的传播速度近似为：

$$c = 3 \times 10^8 \text{ km/s}$$

需要指出，通常所谓的电磁波，它的波长范围很宽。其中包括无线电波（波长从毫米到数百米的量级），光线（包括紫外线、可见光、红外线，其波长从毫米到百万分之一厘米的量级），以及波长更短的X光和 γ 射线等等。图1-1表示各类电磁波的波长范围，其中波长用的是对数坐标。

从图1-1中可看到，我们眼睛能见到的光，即可见光，只是电磁波中极小的一部分，其波长范围是： $\lambda = 380 \sim 780 \text{ nm}$ 。由于越接近光谱两端的光，人眼敏感性越差，因此实际上一般只考虑400~700nm的范围。

度量波长的单位，对不同的电磁波是不同的。有时，不同的应用领域也取不同的单位。色度学用的波长单位是纳米 (nm)，即 10^{-9} m。

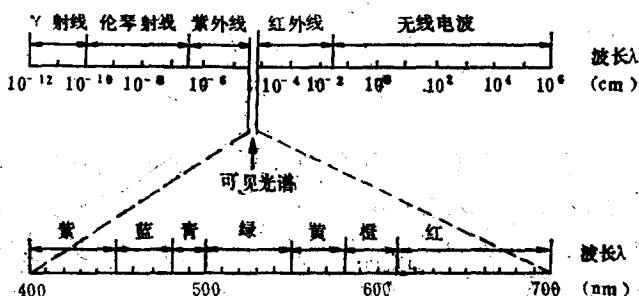


图1-1 可见光在电磁波中的位置

第二节 光的色散

太阳是一个由炽热气体构成的星球，它源源不断地向四周辐射能量，这种能量表现为电磁波。其中可见光占一定的比例，而我们讨论的主要是可见光，又称太阳“光”的部分。

太阳光在波长上是连续的，表现在外观上呈“白”色。如果我们让太阳光照在一条狭缝上，穿过狭缝的光经过一个三棱镜，然后照在一块白色的屏面上，如图1-2所示。这时屏上显示的并非白色光带，而是象彩虹一样的彩色光带，有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色。各色带的变化是渐变的，连续的，其间不存在截然的界线。

以上现象说明：白光可分解为一系列的彩色光，亦即按

不同波长排列的光。光按不同波长而展开的现象，称为光的色散。

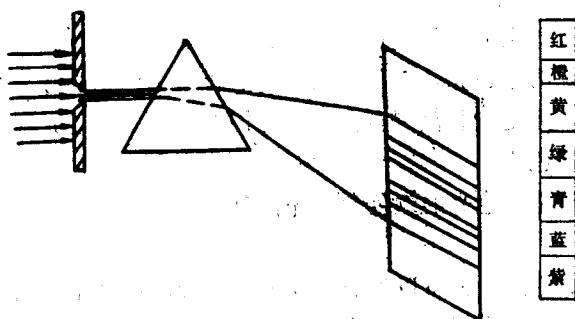


图1-2 太阳光的色散

光的色散的产生，是因为各种波长的光，尽管在真空中的传播速度相同，可是在玻璃内就不同了。在棱镜内，光的速度要比在真空中(或空气中)减慢。而不同波长的光，其减慢的程度并不一样，波长短的比波长长的减得多。由于在两种介质中速度不同，在棱镜界面处便发生光的折射，而不同波长光的折射角度也不同，波长越短，折射角越大，于是导致光的色散，呈现彩色的光带。

关于彩色与波长的关系，如前所述，很难截然划分，因此文献上往往有不同的数据。大致采用以下对应关系：

波长 (nm)	色相
小于420	紫
420~460	蓝紫
460~480	蓝
480~500	青(绿蓝)
500~550	绿
550~570	黄绿

570~585	黄
585~610	橙 (红黄)
大于610	红

具有一定波长的光称为单色光。但实际上只有原子光谱才是真正的单色光，其他手段获得的所谓单色光都有一个波长范围。无论波长范围多么狭，也仍然是许多波长光混合在一起的复色光。

人们把单色光的颜色称做光谱色。光谱色是最纯的颜色。

光的色散，也可以说成是复色光展开成单色光。包括各种波长的光的系列，称为光谱。太阳光谱是连续光谱，白炽灯光也是连续光谱。汞灯光则只含有彼此不连续的若干波长。荧光灯虽然发出连续光谱，但少数几个波长的光所具相对能量非常突出。

白光可以色散，反之，也可以由单色光“合成”白光。后者可由牛顿盘实验获得证明，如图1-3所示。

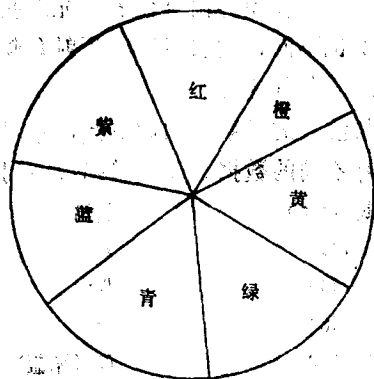


图1-3 牛顿盘

牛顿盘是一个可旋转的圆形盘，各扇形按比例涂上各种光谱色。当盘转动相当快时，我们可以看到各种颜色的感觉逐渐消失而变成灰白色。

白光还可由红、绿、蓝三种色光合成，例如新近出现的三基色荧光灯，就是利用这一原理制成的。这种灯的光色比较接近天然日光，但与日光的光谱组成却截然不同。

第三节 几种光源的光谱能量分布

太阳光和白炽灯光虽然都属于连续光谱的“白”光，但它们是有区别的，主要是它们所包含的同波长单色光在各自总的光能通量中占的比例不同。为了说明这个问题，须先了解光能通量即辐通量的概念。

光是一种物质。同其他物质一样，也具有自己的能量。所以光的传播伴随着能量的传播，叫做辐射。光能随着光的照射而传播，因而光波是一种能量流。在度量这种能量流时，采用了辐通量（ E ）这一概念。它表示在单位时间内通过某一截面的光能数量，其单位用瓦（ W ）表示。

对于发出连续光谱的光源，虽然发射出含有所有波长的可见光，但不同光源在相同波长上的辐通量所占比例却不同，例如，某波长 λ_0 在太阳光（ I ）和白炽灯光（ II ）中，对应该波长的单色光的辐通量分别为 $E_I(\lambda_0)$ 和 $E_{II}(\lambda_0)$ 。

对于一个光源而言，使辐通量与波长对应表示，就得到所谓光谱能量分布，即光谱分布。在光谱分布中，一般用辐通量的相对值来表示，如用相对于某个波长的百分比表示，它较绝对值表示显得简洁明了。这因为相对分布已经能够反映出光线的颜色特性。因此，当用坐标图表示光谱分布时，

用波长作横坐标, 辐通量相对值作纵坐标。每种光源都有对应的光谱分布曲线。

知道了光源的光谱分布, 就知道了光源的颜色特性。反过来说, 光源颜色取决于发出光线中不同波长上的相对能量比例, 而与能量的绝对值无关, 绝对值只反映光的强弱。

对于非光源物体色, 则照明光的颜色无疑会影响它的颜色。为了明确地表示物体色, CIE (国际照明委员会) 规定了几种标准的光谱分布, 叫做“标准施照态”。如果光源发出的光线符合标准施照态, 它就是标准光源。所规定的标准施照态有A、B、C、D (包括 D_{55} , D_{65} , D_{75} 等) 和E。其中A、B、C、E都有相应的标准光源, 例如A光源是有适当功率的充气钨丝白炽灯; 标准施照态B代表太阳的直射光; C代表晴空平均昼光 (从北向窗户射入的日光近似于C); E代表一种理想的等能白光, 即各波长单色光所具能量相等, 其光谱分布曲线是平行于横坐标的直线。就人眼色觉而言, 标准施照态都是白光。

标准施照态A、B、C的光谱分布曲线见图1-4所示。同时由表1-1提供了A和C的具体数值。

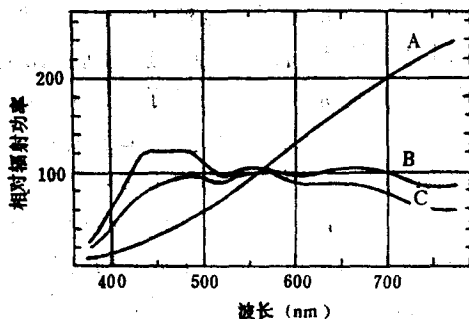


图1-4 CIE标准施照态A、B、C的光谱分布曲线