

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材
高职高专染整类项目教学系列教材

染整实用仿色技术

RANZHENG SHIYONG FANGSE JISHU

张冀鄂 编著
丁文才

东华大学出版社

全国范围内

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材

高职高专染整类项目教学系列教材

染整实用仿色技术

RANZHENG SHIYONG FANGSE JISHU

张冀鄂 编著
丁文才

东华大学出版社

内 容 简 介

本书为纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材,专门为染整专业学生掌握测色配色技能而编写,主要内容包括仿色基础知识、电子计算机测配色、配色打样实验设备及测配色实际操作指导等,较系统地介绍了配色的工作过程,涵盖多种纤维和染料的染色和印花的配色方法,内容系统而全面,方便教师组织相应的实践教学,也利于学生实践技能的培养。本书本着轻理论、重应用的编写思想,是作者近十年的工厂实践与近十年的教学经验的有机结合,具有很强的实用性和可操作性。

本书是职业教育教材,可作为高等纺织院校、高等职业技术学院、中等职业学校的染整技术专业测色配色课程的教学用书,也可供印染企业的工程技术人员和管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

染整实用仿色技术/张冀鄂,丁文才编著. —上海:
东华大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-81111-916-9

I. ①染... II. ①张... ②丁 III. ①染整—配色—高等学校—教材 IV. ①TS193.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 160560 号

责任编辑:张 静

封面设计:李 博

染整实用仿色技术

张冀鄂 丁文才 编著

东华大学出版社出版

上海市延安西路 1882 号

邮政编码:200051 电话:(021)62193056

新华书店上海发行所发行 苏州望电印刷有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:281 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81111-916-9/TS·276

定价:26.00 元

前 言

在染整加工过程中,对纺织品的颜色进行准确的测量和评价是染整产品生产非常重要的内容之一。这一内容有赖于仿色打样的成功,即通过小样实验,找出能够合乎客户质量要求的最佳染色用料与染色工艺,再将其作为大样投产时的工艺依据。仿色打样技术已逐渐由传统的人工测色转向计算机测色,其应用日趋广泛。

“测色配色技术”课程是纺织类高职院校染整技术专业的主干课程。该课程系统地介绍了染整加工过程中颜色的测量和评价方法以及颜色配方的确定方法,和“染整前处理工艺”“染色工艺”“印花工艺”“整理工艺”课程共同构成专业核心课程。

本书在编写过程中根据“项目课程”的基本要求,试图通过“项目引领和任务驱动”来突显测色配色技术在纺织品染整加工过程中的重要作用,其项目设置主要包括光与色的基础知识、色差、电子计算机测配色、配色打样实验设备、仿色基础知识和仿色综合训练六个模块。其中,模块六由荆州职业技术学院丁文才老师编写,其他模块由荆州职业技术学院张冀鄂老师编写。全书由张冀鄂老师统稿并定稿。

本书在编写过程中参考了许多专家和学者的专著,并得到了多方的支持和指导,南通纺织职业技术学院的沈志平教授提供了许多建设性的意见,在此一并向他们致意并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不足之处在所难免,欢迎读者批评和指正。

编 者



目 录

模块一 光与色的基础知识	1
项目一 光与色的基础知识.....	1
项目二 颜色表示法.....	3
项目三 颜色的分类和特征.....	6
项目四 颜色的混合	13
模块二 色差	17
项目一 色差	17
项目二 色差评定	19
项目三 白度的评定	23
模块三 电子计算机测配色	25
项目一 概述	25
项目二 电子计算机测配色的实际步骤	28
项目三 基础数据的建立	30
项目四 目标色测色	36
项目五 电脑测色配色系统	39
模块四 配色打样实验设备	43
项目一 实验室规则	43
项目二 天平	44
项目三 其他常用仿色仪器设备	46
模块五 仿色基础知识	63
项目一 基本原理	63
项目二 标准光源	66
项目三 影响辨色的因素	68
项目四 染料的选择	72
项目五 仿色准备	78
项目六 仿色操作基本程序	82

模块六 仿色与打样	88
项目一 各类染料单色色卡的制作	88
子项目一 浸染单色色卡的制作	88
任务一 活性染料浸染	90
任务二 直接染料浸染	93
任务三 分散染料浸染	95
任务四 酸性染料浸染	97
任务五 酸性媒染染料浸染	99
任务六 酸性含媒染料浸染	101
任务七 阳离子染料浸染	102
子项目二 轧染单色色卡的制作	105
任务一 涂料轧染	106
任务二 活性染料轧染	107
任务三 还原染料轧染	108
任务四 分散染料轧染	110
任务五 阳离子染料轧染	111
子项目三 印花单色样卡的制作	112
任务一 涂料印花	114
任务二 活性染料印花	115
任务三 分散染料印花	118
任务四 阳离子染料印花	120
任务五 酸性染料印花	121
项目二 三原色拼色宝塔图的制作	123
项目三 染料配伍性能实验	128
项目四 配色	130
任务一 两种同色三原色两两相拼	130
任务二 配二次色	132
任务三 配绿色	133
任务四 配橄榄色	135
任务五 配土黄色	137
任务六 配咖啡色	138
任务七 配卡其色	140
任务八 配红色	141
任务九 配浅蓝色	142
任务十 配深蓝色	143
任务十一 配灰色	144
任务十二 配黑色	146
任务十三 仿来样色	150

项目五 增白.....	151
任务一 纯棉织物增白	152
任务二 涤纶织物增白	155
任务三 羊毛织物增白	157
任务四 腈纶织物增白	158
项目六 混纺织物仿色技巧.....	160
任务一 分散/还原染料—浴法染涤/棉混纺织物	161
任务二 分散/活性染料—浴法染涤/棉混纺织物	162
任务三 涤/棉混纺织物分散/活性染料同浆印花	163
习题答案.....	167
主要参考文献.....	172

模块一

光与色的基础知识

颜色种类 1

人眼能看到色彩是由于光的存在。颜色是光作用在物体表面发生不同的反应再刺激人们的眼睛而产生的。不同的光产生不同的刺激,人们得到不同的颜色感觉。

物体可以分为发光体与不发光体。本身能发射光谱的物体称为发光体或光源,发光体的颜色是由它的发射光谱决定的。不发光体只在光线作用下才能呈现颜色,颜色是光作用于物体后的结果,所有颜色都离不开光。颜色在物理学中是可见光的特征。

光是人们感觉到所有物体形态和颜色的惟一物质,色是由物体的化学结构所决定的一种光学特征。

项目一

光与色的基础知识

观察一个物体大致要经过以下过程:由光源把物体照亮,从而物体表面有光散射出来,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。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、性质等做出判断。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。

一、光与色

光是一种能量形态。它可以从一种物体传播到另一种物体,不需要任何物体作为媒介;它是电能和磁能以波的形式在空间传播的一种现象;它是电磁波大家族中很窄的、人眼可以看见的那一部分。人眼可看到的那一小部分电磁波叫做光,也叫可见光。关于光的学术解释大致分为三种,即辐射学、波动学和量子学;而对光的描述,用波动学则最为恰当。

人们早已证实,光的本质是电磁波。人们可见的光波是电磁波频谱中很小的一个波段,其波长在 380 nm 到 780 nm 之间,波长小于 380 nm 的波分别称为紫外线、X 射线和伽马射线;而波长大于 380 nm 的波分别称为红外线和无线电波。

对于可见光实际的可视波长范围,不同的人之间是有差异的。实际检测发现,有些人对长波一端的光比较敏感,能看到波长更长的光;而有些人则对短波一侧的光比较敏感,可以看到波长更短的光。

在可见光谱中,紫外线的波长范围为 1~380 nm,红外线的波长范围为 780 nm~1 mm。紫外线和红外线又分别称为紫外辐射和红外辐射,它们都不能被人眼感觉到。波长小于

320 nm 的紫外线对生物组织有害。在工业生产领域的颜色评价中,人们常常把可见光的波长范围确定为 400~700 nm,因为这样的波长范围,对于一般的颜色测量和评价,其精度已经足够。

二、光的色学性质

1. 光的色散

光是由光源发出的,常见的光源有太阳、灯、火焰等。当一束太阳光通过一个三棱镜时,可得到一条彩色谱带,其中有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等一系列颜色,还可以看到各种颜色之间并无明显界限,而是一条连续光带。太阳光常称为白色光,白色光就是没有颜色的光,包含除品红以外的所有色光。

使光按不同波长展开的现象称为光的色散,也就是将白光分解成各种色光的过程。太阳光经色散后可以得到一条连续谱带,由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等色组成,各颜色之间无明显界限,又称为复色光。复色光即是指由不同波长的光组合在一起的光。只含有单一波长成分的光称为单色光或谱色光。白光可以分解为单色光,称为白光的分解。

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,但在颜色测量时,通常将其看成单色光。

2. 光的色学性质

1666 年,英国科学家牛顿第一个揭示了光的色学性质和颜色的秘密。他用实验说明太阳光是各种颜色的混合光,并发现光的颜色取决于光的波长。表 1-1 列出了可见光范围内不同波长的光的颜色。

表 1-1 可见光范围内不同波长的光的颜色

光色	波长 λ (nm)	代表波长 (nm)	光色	波长 λ (nm)	代表波长 (nm)
红(red)	630~780	700	青(cyan)	470~500	500
橙(orange)	600~630	620	蓝(blue)	420~470	470
黄(yellow)	570~600	580	紫(violet)	380~420	420
绿(green)	500~570	550	—	—	—

为了方便对光的色学性质进行研究,将可见光谱围成一个圆环,并分成九个区域(见图 1-1),称之为颜色环。颜色环上的数字表示对应色光的波长,单位为纳米(nm)。颜色环上任何两个对角位置的颜色,互称为补色。例如,蓝色光的补色为黄色光。通过研究发现色光还具有下列特性:

(1) 互补色按一定的比例混合可得到白光,如蓝光和黄光混合得到白光;同理,青光和橙光混合得到白光像这样混合起来能成为白色的两种光,叫做互为补色的光。像这样混合起来能成为白色的两种光,叫做互为补色的光。

(2) 颜色环上的任何一种颜色,都可以用其相邻两侧的两种单色光混合而成,甚至可以用次近邻的两种单色光混合而成,如黄光和红光混合得到橙光,较为典型的是红光和绿光混合成为黄光。

(3) 如果在颜色环上选择三种独立的单色光,就可以

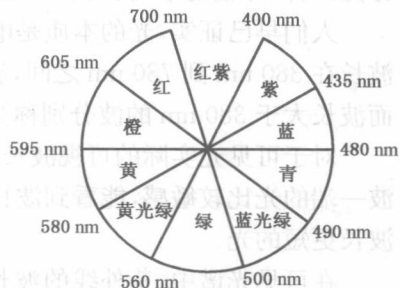


图 1-1 颜色环

按不同的比例混合成日常生活中可能出现的各种色调。这三种单色光称为三原色光。光学中的三原色为红、绿、蓝。三原色的光进行等量混合可以得到白色光。

(4) 当太阳光照射某物体时,某波长的光被物体吸收,则物体显示的颜色(反射光)为该色光的补色。如当太阳光照射到物体上时,若物体吸收波长为 $400\sim 435\text{ nm}$ 的紫光,则物体呈现黄绿色。

(5) 颜色是光作用于人眼所引起的一种视觉反映。人们看到的物体颜色不是该物体所吸收的光波的颜色,而是其反射出来的光波的颜色。比如呈黄绿色的树叶,实际上只吸收了波长为 $400\sim 435\text{ nm}$ 的紫光,显示的黄绿色是反射的其他色光的混合效果,而不只是反射黄绿色光。

3. 光的色温

一定的光谱能量分布表现为一定的色光,光源色光的变化用色温描述。色温可以定义为当某一种光源的色度与某一温度下绝对黑体的色度相同时绝对黑体的温度。色温以字母“K”表示。色温以温度值来表示光源颜色的特征,是光线颜色的一种标志,根据光线所含频率的成分高低而存在。如果高频率的光线比例较大,则光线偏蓝色,说明色温高;如果光线的低频部分比例较大,则光线偏红色,称为色温偏低;如果光线是纯白色,则色温正常。因此,色温是描述光线颜色的物理量。

项目二

颜色表示法

一、颜色的命名

色彩的命名就是最通俗的表色方法。色彩命名法又可分为系统命名法和习惯命名法两类。

1. 颜色的系统命名法

(1) 消色(非彩色)类的系统命名规则 色相修饰语+消色基本色名=色名。色相修饰语分为:带红的、带黄的、带绿的、带青的、带紫的等;消色基本色名分为五个等级:白色、明亮的灰色、灰色、暗灰色、黑色。例如:带青的+明亮的灰色=带青的明灰色。

(2) 彩色类的系统命名规则 使用色相修饰语时有一定的适用范围,一般不能修饰相反色相和相同色相的基本色名。例如:带绿的红色实际上并不存在,带绿的绿色也不合理。

2. 颜色的习惯命名法

习惯命名法无统一规律,不如系统命名法科学与合理。颜色的习惯名称是人们在长期的生活和生产过程中逐步积累起来的,通常用非常熟悉的事物颜色作比喻。尽管有很多颜色采用习惯命名时是含糊不清的,但是由于在民间有一定基础,影响较深,所以就目前来说,远比系统命名法应用得广泛。习惯命名法通常有下列形式:

(1) 以花草、树木、果实的颜色命名,例如玫瑰红、桃红、草绿、荷叶绿、橄榄绿、檀紫、竹叶绿、苹果绿、葱绿、橙黄、枣红、橘红、橘黄、豆沙棕、谷黄、米白等。

(2) 以动物的颜色命名,例如鹅掌黄、鼠背灰、鸽灰、孔雀蓝、蟹青等。

(3) 以天地、日月、星辰、山水、金属、矿石的颜色命名,例如天蓝、土黄、月灰、水绿、金黄、银灰、石绿、翠绿、钴蓝、铅白、锌白、湖蓝、石青等。

(4) 以染料或颜料色的名称命名,例如苯胺紫、靛蓝、甲基红、溴酚蓝等。

(5) 以形容色调的深浅、明暗等形容词命名,例如朱红、蓝绿、紫灰、明绿、暗蓝、鲜红、嫩黄、老黄等。

(6) 以古今文言中常用的抽象名词或形容词命名,例如枯绿、满天红等。

(7) 以习惯称呼的颜色名称命名,例如紫绛、肉色、绯红等。

(8) 以地域流传广泛、使用最多的地方名称命名,例如土耳其红、刚果红等。

通常,人们用饱满或稀薄、较深或较浅、较明亮或较平淡、较鲜艳或较暗淡、饱和度高或饱和度底等词语对色彩进行描述。

3. 常用颜色的中英文对照

有时客户货单系外销,因此,掌握常见颜色的英文对于从事仿色工作及贸易工作是十分必要的。表 1-2 给出了一些常用颜色的英文。

表 1-2 常用颜色的中英文对照表

中文	英文	中文	英文	中文	英文
红色	red	粉蓝色	powder blue	海贝色	sea shell
黄色	yellow	藏青色	navy	褐玫瑰红	rosy brown
蓝色	blue	天蓝色	sky blue	苍麒麟色	palegoldenrod
橙色	orange	石蓝色	slate blue	葡萄酒红	winered
绿色	green	宝石蓝	sapphire	鲜粉红色	shocking pink
紫色	purple	钢蓝色	steel blue	黄绿色	yellow green
紫罗兰色	violet	翠蓝色	turquoise blue	咖啡色	brown
黑色	black	宝蓝色	royal blue	猩红色	scarlet
灰色	grey	银色	silver	蕃茄色	tomato
米色	beige	雪白色	snow	橙红色	salmon pink
奶油色	cream	烟白色	white smoke	宝石红	rubine
白色	white	卡其色	khaki	重褐色	saddle brown
石色	stone	苍绿色	pale green	浅褐色	sandy beige
桃色	peach	鲜肉色	salmon	沙褐色	sandy brown
茶色	tan	海绿色	sea green	浅黄色	wheat
粉红	pink	青绿色	turquoise	灰石色	lategray
赭色	sienna	春绿色	spring green	烟灰色	smoky gray

二、颜色表示法

颜色表示法分为光谱表示法和色谱表示法。以分光光度曲线表示颜色特性的方法称为光谱表示法。将可见光谱的波长作为横坐标,将绝对能量单位或相对能量单位作为纵坐标,可绘制分光光度曲线。根据分光光度曲线可以粗略地判别出该颜色的色调、明度和饱和度。下面详细介绍色谱表示法,即以基本色分量表示颜色的一种方法。

1. 普通色谱

通常以某些颜料为基本色相,按一定比例和形式编排,组成一个含有一定数量的色块,并

有规律地排列而成的颜色图样,就称为色谱。色谱中每一个色块都标出了各种基色的含量,并给多数颜色冠以人们所理解及接受的习惯名称。

1957年,中国科学院曾出版过一本色谱,彩色类与消色类两部分共计1 631种颜色,其中625种颜色有命名,其余以数字符号表示。

1978年日本出版的CC 5000色彩图(Chroma Cosmos 5000)称为日本颜色系,共包括5 000个颜色块,对许多颜色还著有一般称呼颜色的名称,印在覆盖颜色块的半透明薄膜上。1982年,日本又发表了CC 5000的浓缩版本——Chromaton 707系,共有707种色泽,均有孟塞尔标值,在随同色卡提供的说明中介绍了色泽协调和色泽配合的方法。

2. 彩印网纹色谱

彩色印刷品是由黄、品红、青、黑四色油墨以大小不等的网点套印组合而成的半色调彩色图像。印刷色谱也采用四色油墨,以不同的网点面积组合而成,用来表现各种不同颜色,所以又称为彩色网纹色谱。

印刷色谱可分为三色色谱及四色色谱。三色色谱用黄、品红、青三色油墨,拥有1 331种颜色;四色色谱则增加一个黑色油墨,共拥有14 641种色块。

3. 纺织印染用色谱

(1) 染料和颜料制造厂家的色卡 色卡主要以单一染料的颜色介绍其应用方法,制成几种浓度。各染料和颜料生产厂家将其生产的染料或颜料按应用类别分别制有产品样本,一旦替代新产品出现后,即予以补充或另出新样本,供印染厂家选用。

英国帝国化学工业公司染料分部(ICI)出版了用非荧光耐光颜料印制的色样,即ICI颜色图谱,共有1 379块色样,按顺序分为12种卡片,每种卡片用20种中性灰色滤色片覆盖后共可得到27 580种不同颜色,主要应用于纺织工业。

(2) 纺织品销售和染料销售企业色谱 很多纺织品销售企业都制有专门的色卡,一般按棉、毛、麻、丝、化纤分类,每一类色卡都编有序号,数值为80~100,委托其他厂家生产时提供色样号,即配色中的目标样,受委托的厂家按此提出染色或印花配方。

染料销售企业制成的色卡与染料生产企业提供的色卡类似,但更强调其应用方法。

(3) 纺织品生产厂家使用的色谱 按针织、印染、色织、毛纺、丝绸等行业的不同,均有由行业制作的专门色谱,这种色谱附有染色处方和染色方法、所用染料类型、色牢度等。色谱涉及针织布、印染布、色纱、色丝样、散毛样等,实用性极强,最受工程技术人员的欢迎。

4. 非纺织工业用色谱

(1) 塑料和橡胶色样 对塑料着色剂,是以不同的塑料制成约30 mm×40 mm×0.5 mm的有色塑料片样卡,另附带介绍着色剂使用性能及简单应用方法。

橡胶制品的着色剂有色浆、色母粒。胶母粒的色样是由15 mm×20 mm×1 mm的橡胶球皮制成的着色样块,介绍各色使用浓度及制品的各项色牢度。

(2) 陶瓷彩烧色样板 陶瓷颜料生产厂提供的陶瓷颜料配有专用的彩烧瓷板样,也有以瓷盘或印刷纸样制成的色谱,使用中要注意烧成温度、气氛和颜色的重置、并置性能及原料组成等。

(3) 涂料色样 涂料用于木质家具和室内装饰用的色漆样,大多制成4 cm×4.8 cm×0.8 cm的弓形木块样。汽车漆常制成1 cm×2 cm金属片色漆涂层样,并附有相应的色漆配比和配方。墙面用漆有印刷的彩色纸板样卡,附有涂施方法和相应的用料。

项目三

颜色的分类和特征

一、颜色的分类

世界由于颜色的存在而变得丰富多彩。颜色分为无彩色(黑白)系列和有彩色系列两大类。颜色是有彩色和无彩色的总称。

无彩色(黑白)系列在有些领域中也叫消色,只有明度,无色相和彩度,包括白、灰、黑三种颜色。测色学中,将理想的“白”和绝对的“黑”也归入无彩色之列。

所谓理想的白色是指某物体对可见光的不同波长的照射被百分之百地反射出来,其光谱反射比为1。理想的白色物体在现实世界中并不存在,一些物体接近理想的白色物体,比如冬日覆盖大地的皑皑白雪以及已被世人公认为最白物质的硫酸钡、氧化镁和聚四氟乙烯等。这些物质对可见光的反射比可达98%以上,是目前作为白色标准样品最理想的原材料。

所谓纯黑的物质在物理学中是指理想的绝对黑体,即照射在该物体表面的光被全部吸收,其光谱反射比为0。通常把只开有一个小孔的腔体称为黑体,因为它可以吸收进入腔体内的全部光线。但在现实生活中,理想的纯黑物体是不存在的,而高质量的黑平绒、高纯度的石墨等接近理想的黑色物体,可作为最黑的材料。

黑白系列的物质对于照射光的反射比的变化,在视觉上就表现为明度或称亮度的变化,物质越白,其明度越高;相反,物质越黑,其明度越低。一般而言,当物质的表面对可见光的反射比在4%以下时,一般认为它是黑色的,明度也是很低的;当物质对可见光的反射比在80%以上时,它就是白色的,其明度亦非常高。无彩色对各个波长的可见光的吸收没有明显的选择性。

物体的另外一类颜色称为有彩色,是指黑白系列以外的各种颜色。在光照下,物体显示出的各种色彩,像红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色,反映了各种颜色的差异。试想,如果万物只有无彩色,一切都是灰、白、黑,世界将是单调、乏味、呆板的,毫无生气可言。反过来,假如世界只有有彩色,人们就会受不了太鲜明、太强烈的刺激,视觉负担太重,会觉得色累,烦躁不安。幸运的是,我们拥有无彩色和有彩色,享受着和谐、美丽、庄严、优雅的颜色世界,这是大自然给人的恩赐。

有彩色对可见光范围内某一部分的波长有比较明显的吸收。图1-2所示为不同颜色物体的分光反射率曲线。反射率是指在可见光谱内光照射于物体后所反射的光量与标准白板的反射光量的比率。实际测试的反射率值是根据分光光度仪测量的色样与积分球壁的反射光量,经过比较并计算而得的一种数据。色样的反射率值就如同每

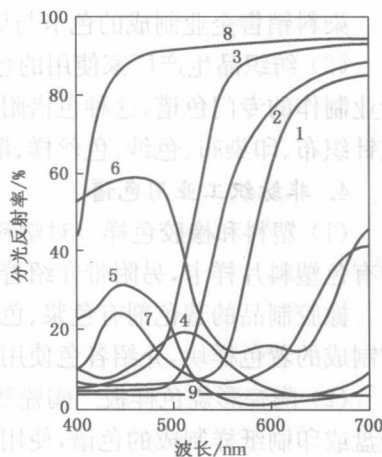


图1-2 不同颜色物体的分光反射率曲线

1—红 2—橙 3—黄 4—绿 5—深蓝
6—浅蓝 7—紫 8—白 9—黑

个人的身份证号码,无法仿冒。因此,也有人把物体的分光反射率曲线称为物体颜色特征的“指纹”。

二、颜色的特征

颜色是物体对不同波长的光的吸收特性表现在人们视觉上的反映。人们把眼睛观察事物而感受到的色泽特征——色调、明度、彩度,称为颜色的基本特征或称为颜色的三要素。熟悉和掌握颜色的基本特征,对于描述和分辨颜色是极为重要的,可以用色的三要素来比较确切地确定一种颜色。

客观地研究颜色的特征,首先要排除干扰因素,如物体形状、大小、性质、用途、背景等的影响。非相关色,例如测色仪对颜色的测量更客观。无论是主观的观察,还是客观的测试,共同的研究结果是自然界的所有颜色都可以用颜色的基本特征进行描述。

1. 色调

色调又称色相,指能够比较确切地表示某种颜色色别的名称,如红、橙、黄等。色调是颜色最基本的性质和最突出的特点,是颜色与颜色之间最主要的区别。

色彩彼此区分的特性,是指颜色中所含的有色成分和消色成分的比例,或是指颜色中光谱色的含量;在物理学中,表现为可见光的光谱波长不同;在视觉上,表现为红、橙、黄、绿、蓝、紫等色调。在人的视觉中,物体表面色的色相取决于三方面:其一是照明体光源的光谱组成;其二是物体对光的吸收和反射特性;其三是不同观察者对观察条件的差异。最后一个容易被忽略而又不容易察觉的因素,因为在一般条件下,很难发现人与人之间的视觉差别,以及在不同观察条件下颜色视觉上的差异。

光源色的色调取决于光源的光谱组成对人眼刺激的感知。物体色的色调取决于照射光源的光谱成分和物体本身对照射光的反射或透射情况。例如:在阳光下,如果一个物体反射480~560 nm光的照射,人们就看到它的颜色呈绿色。

在红、橙、黄、绿、蓝、紫各色中间加插两个中间色,红色和紫色中再加一个中间色,按光谱顺序为:红、橙红、黄橙、黄、黄绿、绿、绿蓝、蓝绿、蓝、蓝紫、紫、红紫,即十二基本色相。

2. 彩度

彩度是指彩色的纯洁性,也有人称为饱和度、纯度,指颜色中所含的有色成分和消色成分的比例,或者说是颜色中光谱色的含量。

可见光谱中,各种单色光为最饱和的颜色。光谱色中的白光成分越多,它就越不饱和。当光谱色中加入的白光成分达到很大的比率时,人眼看来,它就不是彩色光,而变成白光了。

物体色的饱和度取决于物体表面对光反射的选择性。如果一物体对光谱的某一较窄的波段的反射比很高,而对其他波段的反射比很低,甚至不反射,表明它有很高的光谱选择性,即通常所说的色彩很纯;反之,通常称其为“过渡色”。

3. 明度

明度是指有色物体单位面积所反射或发射的光的强弱程度,表示彩色在视觉上所引起的明亮程度,又称为亮度。某物体表面的反射比愈高,它的明度也愈大。对彩色光源来说,它的亮度越高,人眼的感知就越亮。

影响明度的因素主要有四个方面:

(1) 照射光的强弱程度 同一有色物体,由于照射光线的强度不同,会产生不同的明度

感觉。

(2) 有色物体的反射率 物体对光的反射率越大,对视神经的刺激越强,则感觉的颜色越亮;反之,亮度越小。

所有的消色,区别就在于对光的反射率(或透射率)不同,也就是说,区别在于亮度。黑色物体表面对光全吸收,所以是黑色,亮度最低;白色物体对光全反射,所以明度最高。在黑色和白色之间的一系列灰色中,越接近白色,灰色越明;而越接近黑色,灰色越暗。

彩色的明度差别与消色情况相同。如同一红色调,饱和度相同,亮度不同,则会产生一系列浓淡不同的红色,产生色泽上的明、暗、强、弱,实质上是它们对光的反射强度不同。

通过反射率曲线,可以判别色调、亮度、纯度。色调可通过曲线的最高处的波长来表示,如 $\lambda_{\max}=450\text{ nm}$ 应是蓝色;亮度则可以从曲线下包围的面积来判断,曲线下包围的面积越大,亮度越大;纯度则可根据曲线波峰的宽窄、高低来判别,波峰越高、越窄,纯度越高,反之则越低。

(3) 饱和度大小 明度与饱和度之间是相互联系、相互制约的。通常情况下,明度改变时,饱和度也随之发生变化。一般只有在明度适中时,才能有最大的饱和度,因为太亮接近于白色,太暗接近于黑色,饱和度都会降低。所以说,各种颜色在明度增加或减小时,其饱和度都会发生变化。

(4) 观察者的灵敏度 颜色的明度不仅和光谱的功率有关,还与人的视觉灵敏度有关。人眼对整个可见光谱范围内的感光、感亮灵敏度是不均匀、不一致的。一般来讲,在反射率相差不大的情况下,人眼对 550 nm 的绿光感觉最灵敏,红光次之,蓝光最差,因此往往会对含绿色成分多的颜色感觉灵敏,而对其他色成分的感觉差一些。

4. 颜色的三个基本特征之间的关系

一般来说,颜色的明度取决于有色物质的浓淡;色调取决于有色物质的颜色,是颜色与颜色之间最主要的区别;饱和度则和颜色的鲜艳度有关。

明度、色相、饱和度三者之间不是简单的线性关系。例如明度决定颜色的浓淡,而饱和度和颜色的鲜艳度有关。但是鲜艳度不能代表饱和度,因为饱和度是色度学概念,是客观的;而鲜艳度是主观的,受精神和心理因素的影响较大。

对于颜色来讲,色调、明度、彩度三者之间是相互联系、相互制约的。明度和彩度是量的变化,一个确定的颜色必须由色调、明度、彩度这三者共同描述,其中任一项发生变化,就会产生不同的颜色。虽然色调决定颜色的性质,色调不同即代表颜色不同,但是当彩度和明度的变化达到一定程度,也会改变颜色的性质。如某彩色,当其彩度和明度降低到一个极限值时便接近黑色,而明度达到一定程度便接近白色。无彩色(黑白)系列只有明度的差别,而没有色调和饱和度的特征。因此,许多颜色的定量表示方法都是以这三个基本特征为基础的。

色彩在工业中的术语,是用偏红、偏黄、偏蓝、偏绿表示色相的差异,以较浅或较亮、较深表示明度的差异,以较鲜艳、较纯表示彩度的差异。

三、影响物体颜色的因素

我们知道,在没有光线的暗室中或在漆黑的夜里,谁也无法辨认出物体的颜色。只有在光照射下,物体的颜色才能为人眼所见。所以,物体的颜色是光和眼睛相互作用而产生的,是大脑对投射在视网膜上的不同波长的光线进行辨认的结果。

物体为什么会显示出各种各样的颜色呢?其根本原因就是它们对光具有选择吸收的特

性。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。

我们日常所说的物体的颜色,是指在日常环境里太阳光照射时物体所呈现的颜色,称之为物体的本色;在特殊环境里物体呈现的颜色,称之为衍生色。例如,在阳光照射下树叶呈绿色,这是其本色;而在红光照射下这一“绿色”的树叶呈现黑色,改用紫外线照射时它又呈火红色,这后两种颜色是衍生色。一个物体的本色只有一个,而衍生色可以有几个。故讨论物体的颜色时,若无特殊说明,即指物体的本色。

光照射到物体上时,一部分光被物体反射,一部分光被物体吸收;如果物体是透明的,还有一部分光透过物体。不同物体,对不同色光的反射、吸收和透过的情况不同,因此呈现出不同的颜色。黑色物体吸收各种颜色的光,白色物体反射各种色光。所以白色物体在红光照射下呈红色,在蓝光照射下呈蓝色。

物体的颜色取决于它对光线的吸收和反射,实质上取决于物质的结构。不同的物质结构对不同波长的光的吸收能力不同,物质结构改变,对光的选择吸收也发生变化。人们已根据这一性质制成变色涂料等物质。另外,溶剂、荧光等也会影响物质的颜色,这里不再赘述。

物质在光源如太阳光提供的能量作用下,构成物质元素的原子中的电子将发生从基态到激发态、又从激发态回到基态的跃迁,导致物质选择性地吸收或发射相应特定的光波,从而显示其特有的颜色。如果物质吸收光能后进行电子跃迁所产生的发射光谱在可见光范围内,物质的颜色实际上为其吸收的入射光的互补色与发射光谱产生的光的混合色;若产生的发射光谱不在可见光范围内,物质的颜色则取决于物质吸收入射光后产生的互补色。物质颜色和吸收光颜色的对应关系见表 1-3。

表 1-3 物质颜色和吸收光颜色的对应关系

序号	物质颜色	吸收光颜色	波长范围(nm)	序号	物质颜色	吸收光颜色	波长范围(nm)
1	黄绿色	紫色	400~450	1	紫色	黄绿色	560~580
2	黄色	蓝色	450~480	2	蓝色	黄色	580~600
3	橙色	绿蓝色	480~490	3	绿蓝色	橙色	600~650
4	红色	蓝绿色	490~500	4	蓝绿色	红色	650~750
5	紫红色	绿色	500~560	—	—	—	—

人的眼睛只能感觉到电磁波谱中很窄的一段,这一部分称为可见光,而可见光中的不同频率成分又能引起不同的颜色感觉。因此,物体的颜色是由入射到人的眼睛中的光波的频率决定的。自然界的物体是多层次的,有丰富的色彩,而产生各种颜色的原因是一个很复杂的问题,下面只从两个方面粗略地加以说明。

1. 发光物体的颜色

发光物体即光源,光源可分为两大类。一类是热辐射光源,发射的光谱都是连续光谱,而光谱中各成分的权重分布,与发光体的温度有关。温度越高,光谱中的高频率部分(包括可见光中的蓝色、紫色光及紫外线)越多;温度越低,则光谱中的低频率部分(可见光中的红色、橙色光及红外线)越多。因此,热辐射光源的温度与颜色有对应关系。恒星发光就是热辐射,天文学中按照颜色把恒星分为青、白、黄、红四个等级,太阳底色“黄”,属于温度较低的第三等级。炼钢炉里铁水的温度,以前是根据工人经验依靠眼睛观察其颜色来判断的,现在可以采用光电

比色仪等精密仪器,但原理相同。另一类光源是非热辐射光源,例如荧光、磷光、激光等。这类光源辐射的电磁波的频率成分,与物质内的分子、原子、电子的跃迁及振动等运动有关,而决定颜色的主要是电子的能级跃迁,因为电子在能级跃迁过程中辐射的光子能量通常落入人和可见光相对应的区域内。

2. 不发光物体的颜色

不发光物体的颜色与物体本身的性质有关,也与入射光的频率成分有关。同一个物体在不同的光源照射下可以呈现不同的颜色,这是由于不同光源所发射的光波的频率成分不同而造成的。在复色光(白光)照射下,物体可以呈现多种色彩;而使用单色光照明,物体只能呈现一种颜色或黑色。下面具体分析白光照射物体的情况。

白光照射到物体上,会出现三种不同的颜色,即表面色、内体色和干涉色。表面色是指物体表面层对光的直接反射而形成的颜色。一般来说,这些反射光遵守反射定律,与物质本身没有其他作用,因此表面色一般为白色。但也有一些物体的表面(特别是一些颜料)在直接反射过程中有强烈的选择吸收作用,因而表面色为某种特定的颜色。内体色是指光波进入物质表面以内一定深度再反射或透射而形成的颜色,这些光在物质内与物质本身发生作用,由于物质对光波的选择吸收作用,使物体呈现一定颜色。干涉色则是由于表面层(有时是附着层或镀膜)的干涉、衍射作用而使某种色光得到加强或减弱而形成的颜色。

3. 影响物体颜色的因素

物体颜色的深浅取决于反射率的高低,这与物体中的有色物质浓度和有色物质的状态、物体的表面积大小、表面性质、照明光源以及入射角大小等物理因素有关。

(1) 有色物质的浓度对颜色的影响 有色物质的浓度对物体颜色的影响与溶液相似。即有色物质的浓度越大,颜色一般越深;反之,有色物质的浓度越低,物体的颜色越浅。

(2) 有色物质的状态对颜色的影响 固体物质中有色物质的物理状态和分布状态对物体颜色的影响,对纺织品来说显得更加重要,因为上染于纤维的染料产生物理状态的变化是普遍存在的,而且染料不同,其物理状态在染整加工中的变化以及对颜色造成的影响往往有很大的差异。例如,在还原染料染棉织物的过程中,大多数染料在皂煮工艺前后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 445 nm,而皂煮后则变为 462 nm,两者相差 17 nm。产生色相变化的原因,一般认为是染料在纤维中发生取向结晶或晶形转变的结果,即还原黄 GK 经过皂煮工艺处理后,其物理状态发生了变化。

(3) 物体表面光学性质对颜色的影响 纤维的比表面积大小、织物的组织结构不同、不同的纤维材料以及可以改变织物表面光学性质的加工方法,都会使纤维表面的光学性质产生差异。如常规聚酯纤维及聚酯超细纤维的碱减量加工、合成纤维的低温等离子体加工、纺织品的某些后整理加工等,影响加工的因素很多,各种因素又相互关联,与物体颜色之间有着很复杂的关系。

例如聚酯超细纤维的比表面积比常规聚酯纤维的比表面积大得多,所以,用同一种染料染色,在染料的上染量相同的情况下,比表面积较大的聚酯超细纤维的颜色显得浅而且萎暗;或者说,如果想把聚酯超细纤维染成很浓艳的颜色,必须用更多的染料。

再如涤纶单纤维的半径有大有小,其比表面就大小不同。用同样的染料上染比表面积不同的纤维,其得色深度会有明显差异。由此可知,纤维的比表面积大小导致其光学性质不同,对固体表面色的影响是相当明显的。通常,比表面积越大,得色越浅,比表面积小则得色深。