

色彩基础

罗广

脩志

编著

设计学院设计基础教材

Design Elementary Textbook by Design College

Colour Basics

DESIGN

建筑工业出版社

色彩基础

罗广

詹志

编著

设计学院设计基础教材

Design Elementary Textbook by Design College

Colour Basics

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

色彩基础/罗广,詹志编著. —北京:中国建筑工业出版社, 2007

(设计学院设计基础教材)

ISBN 978-7-112-08928-4

I. 色... II. ①罗...②詹... III. 色彩学—高等学校—教材 IV. J063

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第159947号

责任编辑:陈小力 李东禧

责任设计:崔兰萍

责任校对:安 东

设计学院设计基础教材

色彩基础

罗广 詹志 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京广厦京港图文有限公司设计制作

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 880 × 1230 毫米 1/16 印张: 6 1/4 字数: 192 千字

2007年6月第一版 2007年6月第一次印刷

印数: 1-3000 册 定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-08928-4

(15592)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

序

设计学院设计专业大部分没有确定固定教材,因为即使开设专业科目相同,不同院校追求教学特色,其专业课教学在内容、方法上也各有不同。但是,设计基础课程的开设和要求却大致相同,内容上也大同小异。这是我们策划、编撰这套“设计学院设计基础教材”的基本依据。

据相关统计,目前国内设有设计类专业的院校达700多所,仅广东一省就有40多所。除了9所独立美术学院之外,新增设计类专业的多在综合院校,有些院校还缺乏相应师资,应对社会人才需求的扩招,使提高教学质量的任务更为繁重。因此,高质量的教材建设十分关键,设计类基础教学在评估的推动下也逐渐规范化,在选订教材时强调高质量、正规出版社出版的教材,这是我们这套教材编写的目的。

目前市场上这类设计基础书籍较为杂乱,尚未形成体系,内容大都是“三大构成”加图案。面对快速发展的设计教育,尚缺少系统性的、高层次的设计基础教材。我们编写的这套14本面向设计学院的设计基础教材的模型是在中国美术学院设计学院基础部教学框架的基础上,结合国内主要院校的基础教学体系整合而来。本套教材这种宽口径的设计思路,相信对于国内设计院校从事设计基础教学的教师 and 在校学生具有广泛适用性和参考价值。其中《色彩基础》、《素描基础》、《设计速写基础》、《设计结构素描》、《图案基础》等5本书对美术及设计类高考生也有参考价值。

西方设计史和设计导论(概论)也是设计学院基础部必开设的理论课,故在此一并配套列出,以增加该套教材的系统性。也就是说,这套教材包括了设计学院基础部的从设计实践到设计理论的全部课程。据我们调研,如此较为全面、系统的设计基础教材,在市场上还属少见。

本套教材在内容上以延续经典、面向未来为主导思想,既介绍经过多年沉淀的、已规范化的经典教学内容,同时也注重创新,纳入新的科研成果和试验性、探索性内容,并配有新颖的图片,以体现教材的时代感。设计基础部分的选图以国内各大美术学院设计学院基础部为主,结合其他院校师生的优秀作品,增加了教学案例的示范意义。

本套教材的主要作者来自于清华大学美术学院、中央美术学院、中国美术学院、浙江大学、四川美术学院、广州美术学院等国内知名院校,这些作者既有丰富的教学经验,又都有专著出版经验,有些人还曾留学海外,并多次出国进行学术交流。作者们广阔的学术视野、各具特色的教学风格,都体现在这套教材的编写中。

鲁晓波

前 言

光、影和色彩并不存在于我们周围的世界里，我们真正看到并称之为光的是某些电磁辐射作用于眼内网膜中感觉细胞的结果。我们意识到自然界中光的作用、形状的多样性以及颜色的丰富性，归根结底是取决于相应辐射频率和强度的模式。光是由一束束能量组成的，它具有波和微粒的特性。当这些微粒——量子——打击在眼内的网膜上时，它们被特殊的细胞——视杆和视锥所捕获。已知一个量子的光是可能存在的最小能量的光，它足以引起单个视杆的反应。感觉细胞兴奋，产生传向脑的信息。因为眼与脑没有直接连接，信息必须通过一些转运站传递，它们把一些感觉细胞的信号综合在一起，并将其翻译为脑能理解的语言。第一个转运站是在网膜本身内，由复杂的神经网络组成，其结构之完美，已由诺贝尔奖获得者、神经组织学家 Ramon y Cajal 于 1906 年显示出来。在这一复杂的结构中，从大量感觉细胞来的信息会聚在比感觉细胞少得多的视神经纤维上，使信号的模式发生转化。

毕加索 (Picasso) 曾说：“对我来说，绘画是一系列的破坏，我画一个主体，然后毁了它。”绘画经历了一系列变形，但“在问题的解决中什么也没有丢失，不论多少次修改，最后的印象依然存在。”然而每个人都知道，在完工的作品中，主题的原始成分已经过再评价。在某种程度上来说，这也是视觉系统中发生的变化。外部世界的影像在网膜上形成的方式与在照相机胶片上形成的相同，落在感觉细胞密集的镶嵌板上的影像先被分解，因为不同型的细胞对影像的不同部分和不同性质起反应。然后将最初的资料一起带到神经网络中进行相当的加工，有增也有减。对信息的这种加工又产生了一个图像，但这个图像包含着对投射在网膜上的图像的再评价。这是否意味着我们不能信赖眼睛告诉我们的事物呢？不，不是说外部刺激模式与图像完全一致，而是说有基本的生物学和心理学意义的情景的某些特征被强调了。由于对比加强了，形状便显得更突出，颜色被夸大，运动被强调了……

摘自《1967 年诺贝尔生理学或医学奖授奖致词》

设计学院设计基础教材编委会

编委会主任 鲁晓波 (清华大学美术学院副院长、博士生导师)

张惠珍 (中国建筑工业出版社副总编、编审)

编委会副主任 郝大鹏 (四川美术学院副院长、硕士生导师)

黄丽雅 (华南师范大学副校长、硕士生导师)

执行主编 江 滨 (中国美术学院建筑学院博士研究生、副教授)

编委会名单 林乐成 (清华大学美术学院工艺系教授、硕士生导师)

(以下排名不分先后) 洪兴宇 (清华大学美术学院工艺系主任、副教授、硕士生导师)

苏 滨 (清华大学美术学院博士后)

孟 彤 (北京大学深圳研究生院博士后)

赵 伟 (中央美术学院人文学院博士)

郑巨欣 (中国美术学院设计学院博士、教授、硕士生导师)

葛鸿雁 (中国美术学院副教授、硕士生导师)

周 刚 (中国美术学院设计学院副教授、硕士生导师)

陈永仪 (中国美术学院设计学院博士)

艾红华 (中国美术学院造型艺术学院博士研究生、副教授)

王剑武 (中国美术学院硕士、讲师)

盛天晔 (中国美术学院博士、副教授)

黄斌斌 (中国美术学院设计学院博士研究生)

孙科峰 (中国美术学院建筑学院博士研究生)

陈冀峻 (中国美术学院建筑学院博士研究生)

刘明明 (四川美术学院设计系教授、硕士生导师)

王嘉陵 (四川美术学院设计系教授、硕士生导师)

邵 宏 (广州美术学院研究生处处长、博士后、教授、硕士生导师)

田 春 (武汉大学博士后、广州美术学院讲师)

吴卫光 (广州美术学院博士、教授、硕士生导师)

汤 麟 (湖北美术学院教授、硕士生导师)

张 娜 (湖北美术学院硕士、讲师)

王昕宇 (天津美术学院设计学院视觉传达系讲师)

李智瑛 (天津美术学院设计学院硕士、讲师)

郑筱莹 (鲁迅美术学院硕士)

韩 巍 (南京艺术学院设计学院环境艺术设计系主任、教授、硕士生导师)

孙守迁 (浙江大学现代工业设计研究所教授、博士生导师)

柴春雷 (浙江大学现代工业设计研究所博士后)

苏 焕 (浙江大学现代工业设计研究所博士研究生)

朱宇恒 (浙江大学建筑学院博士)

王 荔 (同济大学传播与艺术设计学院院长、博士、教授、硕士生导师)

李 琪 (上海大学美术学院硕士)

谢 森 (广西艺术学院教务处长、教授、硕士生导师)

柒万里 (广西艺术学院设计学院院长、教授、硕士生导师)

黄文宪 (广西艺术学院设计学院副院长、教授、硕士生导师)

陆红阳 (广西艺术学院设计学院教授、硕士生导师)
韦自力 (广西艺术学院设计学院副教授)
李 娟 (广西艺术学院设计学院硕士、讲师)
陈 川 (广西艺术学院设计学院硕士)
乔光明 (江南大学设计学院讲师)
陆柳兰 (江南大学设计学院硕士、讲师)
张 森 (北京服装学院视觉传达系教授、硕士生导师)
汪燕翎 (四川大学艺术学院讲师、硕士)
林钰源 (华南师范大学美术学院院长、教授、硕士生导师)
方少华 (华南师范大学美术学院副院长、教授、硕士生导师)
程新浩 (华南师范大学美术学院副院长、教授、硕士生导师)
胡光华 (华南师范大学美术学院博士、教授、硕士生导师)
毛健雄 (华南师范大学美术学院副教授、硕士生导师)
罗 广 (华南师范大学美术学院副教授)
汤重熹 (广州大学设计学院院长、教授)
李 娟 (浙江工业大学之江学院艺术系主任、副教授)
刘 懿 (浙江工业大学硕士)
王 颖 (浙江理工大学博士)
何 征 (浙江林业学院艺术设计学院教授)
王轩远 (浙江工商学院艺术设计系博士研究生)
苑英丽 (浙江财经学院硕士)
周晓鸥 (杭州师范大学美术学院院长、副教授、硕士生导师)
李建设 (河南大学艺术学院教授、硕士生导师)
倪 峰 (河南大学艺术学院副教授)
谭黎明 (重庆工商大学设计艺术学院副教授、硕士生导师)
刘沛沛 (西南大学美术学院油画系主任、副教授、硕士生导师)
张 星 (云南大学国际现代设计学院副教授)
裴继刚 (佛山科技学院文学与艺术分院副院长、硕士、副教授)
范劲松 (佛山科技学院艺术设计系主任、博士、教授)
金旭明 (桂林工学院设计系硕士、副教授)
罗克中 (广西师范大学美术系教授)
吴 坚 (福建师范大学美术学院讲师、硕士)
马志飞 (福建师范大学博士研究生)
张建中 (中国美术学院设计学院硕士)
张铤锋 (中国美术学院设计学院硕士)
高 巍 (中国美术学院设计学院硕士)
於 梅 (中央民族大学博士研究生)
周宗亚 (中国艺术研究院博士研究生)
林恒立 (江南大学硕士研究生)

目 录

序

鲁晓波

前言

第1章 眼睛、视觉与色觉	1
1.1 眼睛的结构与功能	1
1.2 人的视觉与色觉	2
第2章 认识色彩	4
2.1 光色与物色	4
2.2 色温	5
2.3 原色	5
2.4 加色法	6
2.5 减色法	7
2.6 色彩系统	7
第3章 写生色彩	10
3.1 固有色、光源色和环境色	11
3.2 源于自然的色彩印象	11
第4章 静物色彩的表现	19
4.1 静物题材与布置	19
4.2 画面结构	24
4.3 自然色彩和设计色彩	28
第5章 人文景观色彩表现	61
5.1 自然光下的色彩规律	61
5.2 风格表现	67
第6章 色彩写生的材料与技法	78
6.1 水彩、水粉画	78
6.2 油画	78

第1章 眼睛、视觉与色觉

眼睛是人类接受外界信息的主要通道。通过眼睛，人类才能感受到外部世界的形象与色彩。从结构上讲，眼睛是一个天生的光学仪器，没有眼睛的各种神奇的功能，根本谈不上视觉色彩的一切问题。因此，我们先讨论眼睛的构造与功能。由于颜色是不同波长的光在眼睛中引起的色视觉，在本章中我们还将讨论与色觉有关的问题。

1.1 眼睛的结构与功能

眼的核心部分，外形呈球状，俗称眼球（图1-1）。眼球最外面包有一层坚韧的膜，其中前面部分透明，称为角膜；其余部分白色不透明，称为巩膜；巩膜内壁为视网膜。巩膜与视网膜之间为黑色的脉络膜，它的作用是吸收杂散光线，使眼球成为一个暗室。眼球内部接近角膜处为水晶体，它的外形如双凸透镜，内部由折射率不同的几层透明介质所组成。水晶体前有一层带颜色的不透明膜，称为虹膜，其颜色因人种而异，中国人的虹膜呈棕色。虹膜中心处有一小孔称瞳孔，它的口径大小可借助于虹膜上的肌肉来调节，以便改变进入眼睛的光通量。水晶体与睫状肌相连，收缩与放松睫状肌可以调节水晶体的曲率半径，从而改变眼睛的焦距。水晶体与角膜间的空隙称为眼房，其中虹膜前的部分称为前房，虹膜后的部分称为后房。眼房中充满水状液体，称房水。

视网膜上分布着光敏细胞，光敏细胞分为两种：圆锥细胞与圆柱细胞。圆柱细胞内含化学物质视紫红质，这种细胞分辨力低，色觉不完善，但对弱光非常敏感，在昏暗中看东西时，圆柱细胞起主要作用（暗视觉）。圆锥细胞内含化学物质红敏素、绿敏素和蓝敏素。这种细胞具有高度的分辨力与完善的色觉，且能感受强光，白天看东西圆锥细胞起主要作用（明视觉）。两种细胞在视网膜上的分布是不均匀的。在接近视网膜中部，有一扁圆形黄色小区域，直径约1~3mm，圆锥细胞最集中，称为黄斑，这是视觉最灵敏的地方。在黄斑附近，有一直径约2.5mm的区域，为视神经入口处，这里没有光敏细胞，没有视觉，称为盲点。

眼睛可借助肌肉而灵活转动，在观看物体时总能转动眼球使物体成像于黄斑处，以便得到最清晰的视觉。盲点的存在一般不易为人所感觉，但可用下述方法证实（图1-2）。

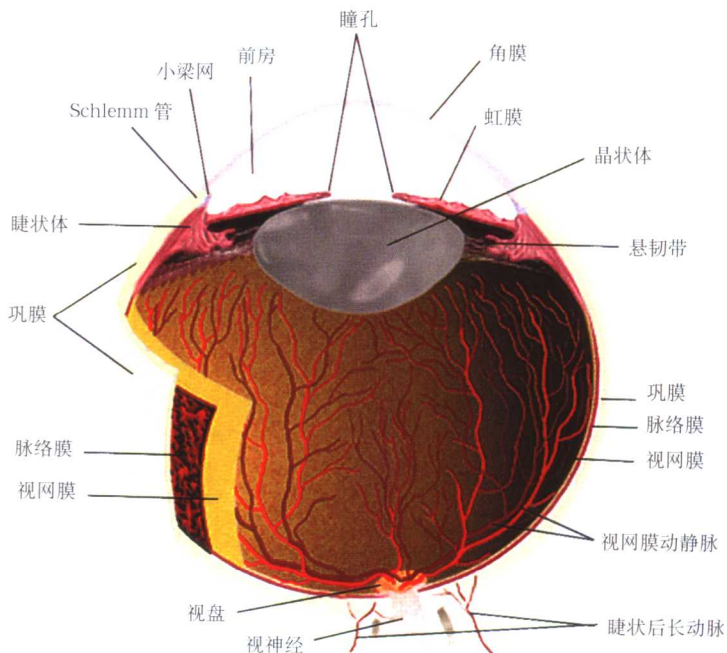


图1-1 眼球解剖图

图中画了一个圆点与一个“十”字，两者相距为7cm，用手遮住左眼而用右眼注视十字，这时在视场边缘可以看到模糊的圆点。把眼由靠近纸面逐渐外移，当眼睛移到离纸面20cm左右处，视场边缘的圆点消失。这是由于圆点正好成像于盲点上的缘故。

光敏细胞对光刺激的反应有一个适应与滞后过程，当人们从亮环境进入暗环境时，起初什么也看不见，以后才逐渐适应，方能看清楚物体。这不但是由于瞳孔的调节需要时间，而且由圆锥细胞主管视觉改变到由圆柱细胞主管视觉也要有个适应过程。从暗环境进入亮环境也有类似情况。以上两种情况分别称为“暗适应”与“明适应”。

在注视一盏明亮的电灯以后若闭上眼睛，会感到眼中仍有一个亮灯的像，经片刻后即消失。若注视亮灯后不闭眼睛而立即转向一面白墙，则会看到一个比墙暗一些的电灯像。这些现象称视觉后像，前者为正后像，后者为负后像。这些现象是由于光敏细胞对于光刺激有滞后效应，即当它们接受光刺激后，其所引起的兴奋要经过一定时间才传到大脑产生视觉，而当光刺激消失后，其引起的兴奋还要持续一段时间才能消失。后一种情况称为视觉暂留，视觉暂留的时间一般为1秒。电影画面之所以产生连续活动的效果就是利用了眼的视觉暂留。

物体在视网膜上形成倒立的实像，这个实像刺激感光细胞，使它们兴奋起来，通过神经把兴奋传给大脑，于是产生视觉。虽然像是倒立的，但由于长期的生活经验，大脑已自动地进行了纠正，把倒像“看”成是正立的。1897年心理学家斯特拉顿曾做过一个有趣的实验，他把开普勒望远镜戴在右眼上，并把左眼完全捂住。在开始时，他觉得一切都是倒立的，想拾地上的东西，手却伸向顶棚，他甚至不敢往椅子上坐，因为他觉得椅子的脚是朝天的。他耐心地训练着、适应着，过了8天以后，倒立感觉消失，他又行动自如了，因为大脑又一次进行了纠正。这时他去掉望远镜，发现一切又颠倒了。又经过几天训练，他的视觉才恢复正常。

1.2 人的视觉与色觉

可见光是电磁波中能引起视觉的部分，其波长范围为390~770nm。色（即颜色）是可见光射入人眼以后，为光敏细胞感受，在大脑中产生的一种综合感觉，这种感觉称为色觉。不同波长的光对人眼引起不同的颜色感觉，每一种感光色素主要对一种原色光发生兴奋，而对其余两种原色仅发生程度不等的较弱反应。例如，在红色的作用下，感红光色素发生兴奋，感绿色光色素有弱的兴奋，感蓝色光色素兴奋更弱，因此构成色彩缤纷的色觉功能。

可见光波长范围大致划分如下：

红 770~622nm

橙 622~597nm

黄 597~577nm

绿 577~492nm

青 492~470nm

蓝 470~455nm

紫 455~390nm

通常所谓的可见光是对人类而言的，其他动物的“可见光”则和人类不同。例如，蜜蜂可以感受光谱中的紫外波段，而鹰甚至连人所能看见的蓝光也看不见。此外，巴

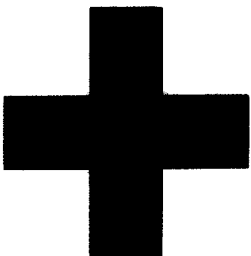


图 1-2 盲点

甫洛夫曾以狗进行条件反射实验（《大脑两半球机能讲义》），证实狗的视觉虽然能够区别圆形和10:9的椭圆形，但不能区别同形状而不同色（对人的视觉而言）的圆，也就是说，对于狗，光是不分色的，狗眼中所见的只是不同深浅的灰色。

人眼视网膜的圆锥细胞具有色觉，圆锥细胞因其所含的光敏素不同而分成三类：

含蓝敏素的圆锥细胞，只对400~500nm的光敏感；

含绿敏素的圆锥细胞，只对470~600nm的光敏感；

含红敏素的圆锥细胞，只对550~700nm的光敏感。

当眼睛接受光刺激以后，如果三类圆锥细胞中单独一种引起反应，则单独产生蓝、绿、红等色觉；如果有两类或三类圆锥细胞引起反应，则产生黄、紫、橙等其他混合色觉；三类圆锥细胞同时受到适当比例的刺激，则产生白色色觉，白色减弱时就成为灰色。如果视锥细胞中缺少某一种感光色素，则发生色觉障碍。例如在光敏细胞中缺乏红敏素，则成为红色色盲。

在对人眼进行解剖学实验的很早以前，亥姆霍兹就提出了光的三基色原理。他认为只要假定红光、绿光和蓝光的色为三种基色，则把这三种光按一定比例混合，在视觉中就可以产生光谱上所有的色，还可以产生光谱中没有的色，如品红、墨绿等。光的混合服从加色法。后来大量实验证明，选择基色的方法不是惟一的，但以红、绿、蓝为基色，则和解剖学的实验结果相符合。由于这三种颜色的光不是单一的波长，而是有一定的波长范围，为了选用统一的标准，1931年国际照明委员会规定下列单色光作为标准基色：

红色光——700nm

绿色光——546.1nm

蓝色光——453.5nm

应该指出，色觉是一种综合感觉，它并不与光的波长有一一对应关系。一定波长的光产生一定的色觉，但要产生同一色觉，却可以有多种色光的组合方式。例如波长为390~455 nm的光使眼产生紫色色觉，但蓝光与红光同时作用于眼也能产生紫色色觉，虽然它们的波长完全不同。

早在19世纪，托马斯·扬最先系统地阐述了彩色视觉的三色理论。这种阐述主要是以加色法彩色感觉为依据，并假设视网膜中存在三种不同的感色体，每种感色体对红光、绿光或蓝光敏感。这个简单的三色理论的另一个问题是“皮质黄”现象：如果一只眼睛接受红光，另一只眼睛接受绿光，当两个影像混合时往往成为黄色，这种感觉只凭视网膜的单独活动是无法产生的。此外，有“绿色色盲”的部分色缺陷的人对光谱的中等波长（即绿色）的反应并不降低。因为这些原因，贺林和其他一些人在19世纪晚期提出了一种彩色视觉的相反理论，它曾被赫维切和詹姆逊大大加以发展。这一理论认为，存在着三对过程，一对是白与黑、一对是蓝与黄、一对是红与绿。现在人们都把这些过程看作是视神经系统按自身速率的高低而出现的兴奋与抑制。相反理论认为各对光线的加色混合很可能产生良好结果，还认为对黑白的感觉应与对色彩的感觉分开是很合理的。这个理论还和一些与接受场、横向抑制及某些色彩因光线亮度的变化而产生颜色偏离等有关的现象相一致。早期的彩色理论无一论及有关缺陷性彩色视觉的感觉问题。为了使事情更复杂化，爱德温·兰德曾展示当只有两个波长带差异极小的彩色影像，用加色法混合放映到屏幕上时，就能看到各种各样的颜色。他因此假设，眼睛内有一个差别估计机制，能对所收到的长波与短波的信号进行比较后作出判断，从而眼睛基本上是一个两渠道的信息处理系统。

至今还没有一种完整的、令人满意的视觉色彩理论。有一点似乎是清楚的，即视网膜至少是一个有三种感光体的系统，但仅这一点并不能解释多样化的视觉现象。神经系统的作用显然与复杂的联系和反馈的机制有关，这种作用可能正是发展视觉色彩理论所需要的。

第2章 认识色彩

色彩是视觉的感性认识的一个方面, 与各种物体有关, 包括物体的表面和光源, 它具有颜色、明度(或亮度)和纯度等特征。

当某人被问及他所见到的是什么色彩时, 答复往往是色彩的“名称”, 例如, 草是“绿色”。事实上, 绿色仅仅是许多颜色中的一种, 还有黄色、红色、紫红、蓝色、翠绿等等, 任何一种颜色, 都存在着许多不同的色彩知觉。草的绿色也有各色各样的, 它与莴苣的浅绿和松针的深绿都不同。所以, 要用语言来描述一种色彩时, 除了颜色之外, 还需加上它的明度。色彩还有第三个方面, 叫纯度, 是指色彩的鲜艳度或浓度, 将广东的橙子与美国新泽西的橙子作一比较, 就可以看出来。它们的颜色相同, 明度也接近, 但后者显得更鲜艳夺目, 所以在色彩感觉上显得更纯。由此可知, 我们看到的色彩至少有三个方面。

能产生特殊色彩感觉的各种有关事物, 都包含着能相互起作用的多种因素的复杂关系。这些因素包括光源、环境、物体的物理特征及观看者本身的生理和心理因素, 所有这些都会影响对色彩的感觉。

尽管色彩感觉形成于一系列物理与化学反应的末尾, 而且这种感觉是内在的, 但通常都反映到外部世界上, 并往往以为物体本身就“含有”色彩, 于是形成了白雪、黑炭及红苹果这些词语。在一般情况下, 由于物体的反射或各种光波波长的传递, 物体确实能强烈影响所见的色彩。譬如, 在白天, 无论室外自然光的色彩有多大变化, 草总是呈现出绿色; 蓝色的海军服在灯光下却可能成为黑色。由此可见, 在感觉中, 光源的色彩是一个重要因素。

树林茂密的远山, 看上去是浅蓝色的, 这是因为光线受大气阻挡而散射的缘故。众所周知, 树木茂密的山坡实际上是墨绿色, 但在这种情况下, 环境却决定了我们的感觉。

尤有甚者, 观看者的状态也会强烈地影响他所看见的色彩。当观看者的眼睛适应于阳光时, 灯光呈黄色, 但当灯光是惟一光源时, 却几乎是白色。

以上各例表明, 观看者要准确地知道所见到的的是什么色彩, 需要一种包含许多微妙的相关因素的知识。在大多数情况下, 这种知识是无法获得的, 正因为如此, 对色彩感觉的研究需要老练的观看者自己善动脑筋。在所见的色彩与到达观看者眼中的光线波长和强度之间, 当然不是一种简单的惟一的关系。

2.1 光色与物色

光的颜色称为光色, 它决定于光的波长, 一定波长的光产生一定的色觉。几种波长不同的单色光所组成的复合光在人眼中引起由这些光色混合而成的复色的感觉, 这种混合称为加色混合, 它服从加色法原理。

加色法可以用(图2-1)来表示, 图中红、绿、蓝三种基色居三角形的三个顶点上, 这些光色以不等量混合可得中间的光色。如红光与绿光以相当强度混合可得黄光(色), 红光较强时为橙光, 绿光较强时为黄绿光。绿光与蓝光混合后可得蓝绿光、青光或绿蓝光。红、绿、蓝三色光适当混合得白光。因红与绿混合可得黄光, 故黄与蓝混合也可得白光。同样, 绿与品红混合也可得白光。当两种光混合后可得白光时, 这两种光色互称为补色, 如黄为蓝的补色, 蓝为黄的补色等。

物体的颜色称为物色, 取决于它表面所反射的光或经过它透射的光的颜色, 通常所谓物的颜色是指在白光照射下所呈现的颜色。在白光照射下, 一个红色的物体只反射红光附近一个波长范围的光, 而吸收其他波长的光, 因此看到的是红色; 当用红光照射, 看到的仍是红光; 而当用蓝光照射时, 由于蓝光被吸收, 看到的是黑色或深紫色。

颜料或油漆调和后所得的色, 取决于它们在日光照射下所反射的光色。黄色颜料

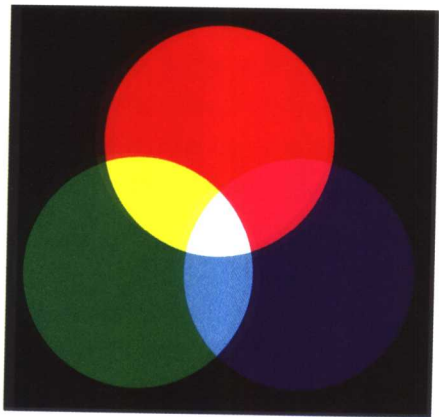


图 2-1 加色法

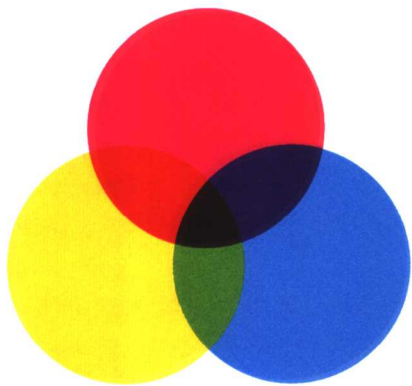


图 2-2 减色法

之所以呈黄色，是因为它从白光中吸收了蓝色光而反射黄色光(黄与蓝互为补色)；青色颜料之所以呈青色，是因为它从白光中吸收了红色光而反射青色光。把黄色和青色两种颜料混合后，它们从白光中吸收了蓝色光与红色光，因此它们就呈现为绿色(因蓝、绿、红三色光合成白光)。如把黄、青、品红三种颜料混合，则它们从白光中吸收了蓝、红与绿三种色光，因此呈现黑色。颜料的这种配色方法称为减色法(图 2-2)。减色法的基色为黄、青与品红，美术工作者通常把它们称为黄、蓝、红。

滤光片叠合后所透过的光色也可用减色法来决定。

2.2 色温

色温是在视觉上与一特定光源的光线相一致的标准光源(黑体)的实际温度。

一块木炭开始加热时，会发出暗红色的光，随着温度的逐渐上升，光的色彩就会出现一系列的变化，由橙色变为黄色再变为白色，最后呈现出偏蓝的白色。对近似理想黑体的木炭来说，其温度与所发出的光线的光谱质量有密切关系。因此，木炭的温度不仅是它的外表形象的指数，而且是光谱中任何波长所产生的光能相对量的指数。表明温度的标度是开尔文(K)，与公制中所用的摄氏标度相同，只是开尔文标度的零度约为 -273°C 。因此，开文尔温度比摄氏值高 273°C 。用明暗调节器控制的钨丝灯，在作用上很像一个黑体，在温度约为 1000K 时，它表现为红色。家用灯泡一般约是 2850K 。短寿命的摄影用钨丝灯(如散光灯)的正常发光是 3200K 或 3400K ，与普通灯泡相比，发出的光线呈偏蓝的白色。色温是前面各种光源概念的延伸，那些光源的光谱输出不一定与标准相符，甚至不必因加热而发光。灯光的色温原则上是通过与标准光源在各种温度下进行视觉比较来决定的，当灯光与标准光源达到一致时，标准光源的实际温度就是灯光的色温。在灯光与标准光源达不到视觉上一致的情况下，“相近”色温这个术语是指可得到的最接近的近似值。因为眼睛无法将光线分析成光波，所以在视觉上对两种光源进行比较并不意味着两种光源在光谱特性上相同。举一个极端的实例：用一个只发射两种互补光波的光源就可以在视觉上觉得它与白色的日光完全一样，但该光源并不等于日光。再举一例，公路上的钠光灯发出的光线主要是一种黄色光波，虽然它与低色温的钨丝灯大致一样，但两种光源在光谱上并不相同，因为，钨丝灯对光谱中每一波长都发出一定的光线。色温数字对各种钨丝灯光源的色彩是否一致是很有用的指数。

2.3 原色

原色是基本色彩，可以混合出其他所有的颜色。色光混合的三原色是红色、蓝色和绿色。这就是所谓的加色原色，将它们全部混合会产生白色光。人类的眼睛能敏感地感受这三种颜色。将红光、蓝光和绿光两两混合产生以下色彩：

红色加蓝色产生品红。

蓝色加绿色产生青色。

绿色加红色产生黄色。

在电视或者电脑的屏幕上通常可以看到以上的色光混合形式。

色料或者染料的三原色称为减色原色。减色原色就是色光三原色混合得到的间色：

青色、黄色和品红。

品红色加黄色产生红色。

青色加品红色产生蓝色。

黄色加青色产生绿色。

与加色原色相比，减色混合产生的红色、黄色和蓝色的纯度不是很高。减色三原色混合产生的颜色接近黑色。商业平版印刷，以制作书的过程为例，运用的通常就是减色三原色，通常还会添加黑色，以形成更强烈的对比效果。由于所有的减色混合都

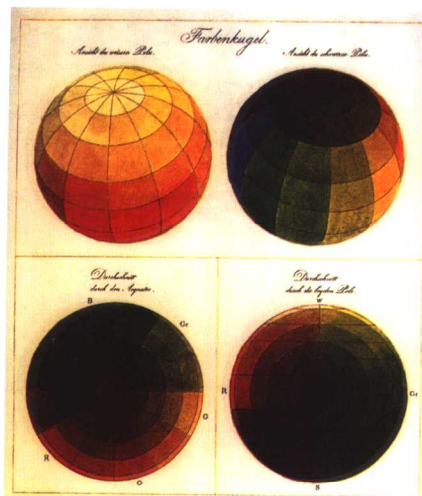


图 2-3 龙格色球体

会导致色彩的纯度损失，所以在绘画或者印刷中，除了减色三原色以外，还会直接使用其他的颜料，这样就可以减少混合的次数。

通过三种属性可以描述我们感知到的色彩：色相、明度和纯度。这表明任何二维模型（例如色相环）都不能完整地体现色彩系统。将颜色汇集，并且在其中可以找到任意色块或色样的模型必须是三维的。这种模型将每一种颜色和其他颜色按一定关系组织在一起。这样我们可以通过色相、明度和纯度级差从任意一种颜色移到另一种颜色。

以色相环为赤道圆周的色球体最初用来描述这种色彩体系，这也是最简洁的方法。贯穿色球体的中心轴是色阶（灰度级差），北极是白色而南极是黑色。由色阶轴线向外到球体表面表示的是色彩纯度。无彩色系的灰色位于球体的中心，饱和度较高的颜色依次延伸到球体表面。

图 2-3 所示，是菲利普·奥托·龙格在 1810 年创建的色球体，它以减色法为基础。

上方的两个视图是球体的外观（较浅的半球和较深的半球）；下方的两个视图是球体的剖面：左边是球体的横剖面，它的圆周边缘是 12 级色相环；右边是球体的纵剖面。

早期的龙格色立体为随后的模型设定了一种形式，它可能并不能提供很多颜色，但是它的形式与随后的色立体相一致。这种形式包括：

原色（红色、黄色和蓝色）

间色（橙色、绿色和紫色）

复色（位于间色之间的色阶）

补色（在色相环上位置对应，混合后颜色会调和）

在此之后的色彩系统，对原色和补色进行改进并作出详细的阐述。

2.4 加色法

加色法是利用三种不同色光的组合进行色彩表现的一种方法，通常用的三种色光是红光、绿光和蓝光。

彩色电视用的是一种加色法。在电视中，光线是显像管表面的微小荧光点。当电子光束冲击这些荧光点时，它们便发光——有些是红光，有些是绿光，而有些则是蓝光。所有看到的色彩，都是由荧光点发出的不同程度的光所形成。在正常观看距离上，各个分开的荧光点是辨别不出来的。这些光点加在一起，便形成图像中各种各样的色彩。

在现实世界中，几乎所有的色彩都可以简单地通过三种不同强度的光线相混合而表达出来。所有不同的颜色都可以由各种的光线组合而成，不同数量的红光与蓝光形成各种紫红色，不同数量的蓝光和绿光形成种种的青色，不同数量的红光与绿光可以形成一系列由橙红到黄绿的颜色。当红光与绿光的数量大致相等时，便可看到感觉上的纯黄色。红光与绿光相混合，看上去是黄色，但与感觉到的分开的红光和绿光又很不一样，这是一个很难解释的、实验出来的事实。如果你在一只眼睛上加一块红色滤镜，另一只眼睛上加一块绿色滤镜，便可看到黄色。至少在这个例子中，黄色的感觉与神经系统的信息处理性能有关，因为，在这里仅仅由视网膜的活动是不能产生黄色的。

对一定颜色来说，调整光线的强度可以得到任何程度的明度，灰暗的色彩来自强度低的光线，而明亮的色彩则来自强度高的光线。

当任何一对色光加上第三个色光时，结果会使纯度或鲜艳度受到损失。当光线单独使用或成对使用时，可以得到最高的纯度。因此，最纯的黄色是来自红光与绿光的混合。如果在成对的红光与绿光中加上少量的第三种光（蓝光），黄色就会显得较为苍白，不那么鲜艳。假如适当调整蓝光的数量，观看者便可看到所想看到的任何白色。在所有三种光线强度都同样低的情况下，观看者看到的是灰色，在光线强度极低（不

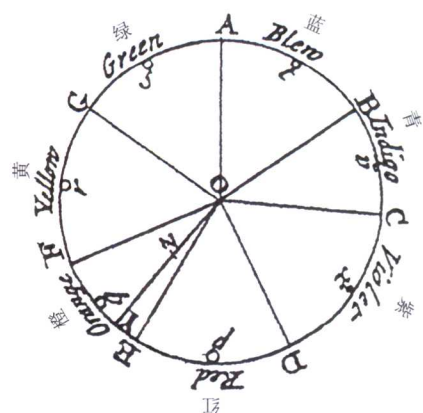


图 2-4 牛顿色相环



图 2-5 伊顿色相环

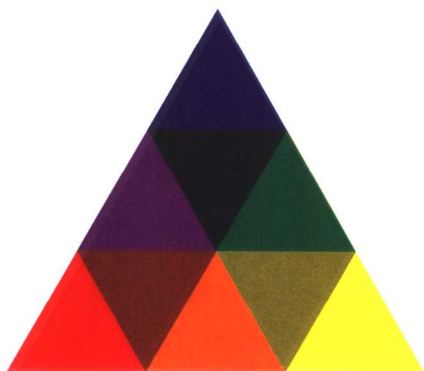


图 2-6 高斯色彩三角

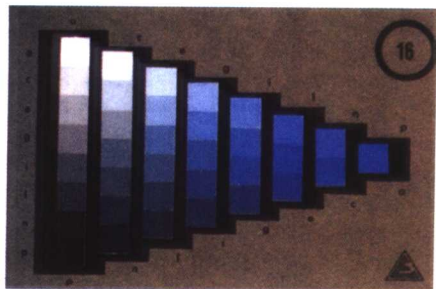


图 2-7 可视级差

是零)的情况下,看到的是黑色。因此,正确地调整加法可以形成任何没有色彩的黑色、白色或灰色。

2.5 减色法

减色法类似于色彩的层层叠加,通常当我们混合色料时会发生减色混合,这一过程产生的混色比母色的色性要弱,明度要低。例如,红色和绿色颜料相混产生深褐色,红色颜料只反射光谱中的红色区域,同时吸收其他波长的色光,而绿色颜料只反射光谱中的绿色区域。深褐色的混合结果表明大部分波长的色光都被混色吸收。

像当今所有的彩色摄影一样,杂志和报纸所用的制版印刷法基本上是采用减色法,它们用三种彩色油墨——黄、紫红、青;当这些油墨在纸上叠印在一起时,其作用就像摄影影像中的色素一样。第四种油墨,即黑色,常用来改善黑色的表现。

当美术家在调色板或画布上调色时,是以减色法彩色构成原理为基础的。当询问那些与色彩打交道的人时,最引人入胜的话题可能就是色彩混合。观摩油画的最初阶段,最多的问题可能是“我怎样才能调配出那种皮肤的色泽呢”?当汽车车身的油漆因为年久褪色时,汽车维修站的工人可能就要调配出符合汽车原色的油漆。设计师由羽毛触发灵感,希望找到类似颜色的染料。这些混合,涉及任何染料或颜料的混合,都属于减色混合。

2.6 色彩系统

多年以来,人们想要明确色彩之间的关系和相互作用,由于这种好奇心和需求,色彩系统逐步发展起来。解释色彩关系最简单也是最易懂的形式就是色相环。将可视光谱的两端闭合,就形成了色相环。它是其他更为复杂精细的色彩系统的基础。18世纪,伊萨克·牛顿首先创建了这种色相环(图2-4)。牛顿对我们观察理解物理世界作出了许多贡献,色相环就是其中之一。所有衍生的色相环都是采用这种基本的色相顺序。不同的色相环有相似之处,也有一些重要的差异,例如色阶的数量或者每个色阶的级数不同。基于原始色相环作出的改进,就是通过设置关键色来阐述色相之间的关系。

一些色相环以原色作为关键色:原色可以混合成其他颜色,但本身不能被调配出来。在色相环中位置互相对应的颜色也非常重要,称为补色。这种位置安排并不是随意的。补色相互混合时颜色会调和,并置时则对比强烈。

约翰尼斯·伊顿是位画家和教师,在20世纪20年代执教于德国包豪斯学院。伊顿色相环(图2-5)是一个常用的色彩模型,它以红色、蓝色和黄色作为原色。这些原色互相混合形成间色——橙色、紫色和绿色。伊顿色相环在色彩关系对称方面非常出色。三原色组成等边三角形,这一形式与先前约翰尼·沃尔夫冈·冯·高斯的色彩三角(图2-6)很相像。

然而伊顿的模型也有不足之处,色相没有按照可视顺序平均排列,品红作为紫色和红色间的混色而被遗漏。该色彩模型在显示混色方面也是不完善的,黄色光加上蓝色光产生的是白色光,黄色料与蓝色料混合产生纯度很低的绿色。

比起等分可见光谱的模型,以色光或者色料原色为基础的色相环更卓有成效。在显示颜色相互混合、相互作用方面,这种色彩模型被证明与真实情况更加一致。

威尔黑姆·奥斯特瓦尔德在20世纪初发展出一种色彩系统,它以龙格的模型为基础,并加以改进。奥斯特瓦尔德系统采用四种原色和24级差的色相环。色立体在红色、黄色和蓝色之外又添加了绿色作为生理四原色,提供了更多的高纯度,24级色相环则提供了更多等分可视级差(图2-7)。奥斯特瓦尔德色立体呈复圆锥体,而不是球体。色相环位于圆周,色立体的中轴是非彩色明度级差,轴的顶部为白色,底部为黑色。色相环的纯色位于复圆锥体的表面,并进行明度变化,由圆周到顶部明度依次增高,变为浅色(在色相中加入白色),由圆周到底部明度依次降低,变为暗色

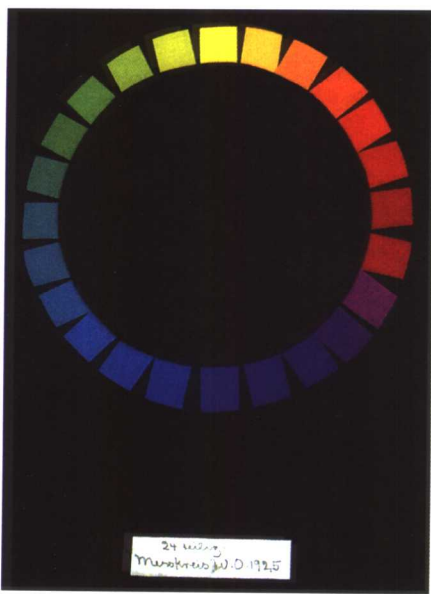


图 2-8 奥斯特瓦尔德色立体

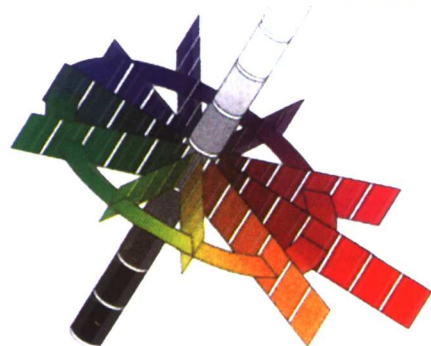
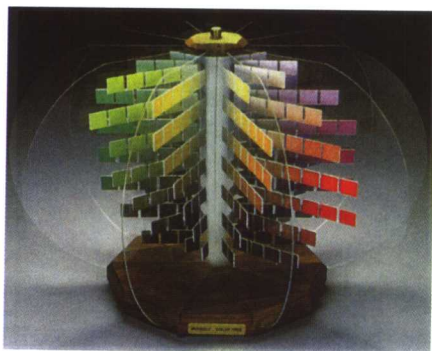


图 2-9 孟塞尔色立体

(在色相中加入黑色)。奥斯特瓦尔德把色立体表面的颜色称为“清色”，与浊色进行区分。浊色因为与一定量的灰色混合而纯度降低。图 2-8 中所示是色立体的一部分剖面。

系统对称是奥斯特瓦尔德色立体的一个特点。这种对称结构与设计中经常要求的和谐感或者平衡感相呼应。然而系统的这种对称结构有一个缺点：它是一个闭合的系统。当发现更多色相的颜料或染料时，系统无法做到加入这些色相而不影响自身的对称性。事实上，奥斯特瓦尔德色立体中就不包含高纯度的青色和品红。

系统的对称性也导致了不能合理地等分可视级差。在系统中，蓝色到白色的级数与黄色到白色的级数相同。然而黄色的固有明度比蓝色高，黄色到白色实际的级差变化要比色立体所显示的蓝色到白色的级差变化细致得多。

奥斯特瓦尔德系统为色彩的减色混合提供了有趣的模型，在这个三维模型中，依据不同的路径可以获得不同的色谱。但是，这个系统在颜色识别方面不能提供很多有用的参考。

埃尔伯特·孟塞尔的色彩系统（图 2-9）创建于 20 世纪早期，最初用于辅助教学，一直沿用至今。与奥斯特瓦尔德系统不同，孟塞尔色立体是一个开放的系统，多年来不断地进行修正。孟塞尔色彩系统和早期的色立体结构相似，明度级差位于中轴，颜色依次排列在以此为轴心的色相环上，纯度由内向外逐步增高直至纯色。孟塞尔色彩系统有一个开放的结构，这是一个重要的改进。这样当发现其他的纯色时，系统允许添加更多的色阶。

孟塞尔将等分可视级差作为色彩系统的原则。孟塞尔系统关注的是对色彩的视觉观察，而不是色料混合。系统中的色相环以十等分的颜色为基础，原色在其中并没有显得非常重要或者被特别强调。模型又将每个基本色细分为十份，色相总数为 100。色彩系统用十步级差来阐释明度，并将色相的固有明度考虑在内。纯黄色位于高明度的水平层。蓝色则位于低明度的位置。纯色色相环并不像早期的色彩系统那样排列在圆周上。这些纯色按照它们的固有明度排列在模型中不同的层次上，因此系统的外观并不对称。

孟塞尔用术语色度来形容色彩的鲜艳程度。色度等级依次从无色色排列到纯色或饱和色。这样就可以在色彩系统中看到不同颜色的不同色度。当发现新的颜料或者染料时，系统可以添加色度层进行修正。不同的颜色有不同的纯度范围，这也会导致系统的不对称性。图 2-9 下面所示的是一个色相的部分色样。

孟塞尔色彩系统能为颜色观察提供详细有用的参考信息。不同的人对于可口可乐的红色有不同的色彩感觉，而色相 5R，明度 4，色度 12 就能明确地定义一种红色，一些颜料制造厂商就用孟塞尔系统信息来标明他们生产的颜色。

通过残像测试可以确定补色。当观测者长时间注视一种颜色，随后在非彩色的表面将会出现补色的残像。这种残像的产生与加色、减色混合的原则相一致，那就是：将互补色混合会产生调和。

CIE 系统（国际照明委员会）（图 2-10）用于光源的比较和参考，至今仍在应用。这个系统以光的原色为基础：即人类视觉三基色或者三原色。色度图用于阐述这个系统，它采用二维坐标的形式显示这三个色光变量(A)。这样可以看到，白色光是红、绿和蓝三色光相混合的结果。它的坐标点位于红色 0.33(x轴)和绿色 0.33(y轴)。第三基色光蓝色的坐标 0.33(z轴)被省略。黄色在图中显示为 50%红色，50%绿色，不含蓝色成分。

色相环上的紫红区域，在色度图中位于红色和紫色之间的混色线上。当直线通过白色的光点坐标时，位于直线两端的颜色互为补色关系。

色度图用波长的长短(以毫微米为单位)来划分色度(或光线的颜色)。图中色光的发光度(或者强度)以流明为单位，恒定不变。

CIE 系统在显示不同光源的色彩变化方面非常有用。正午的日光最接近白光坐标。

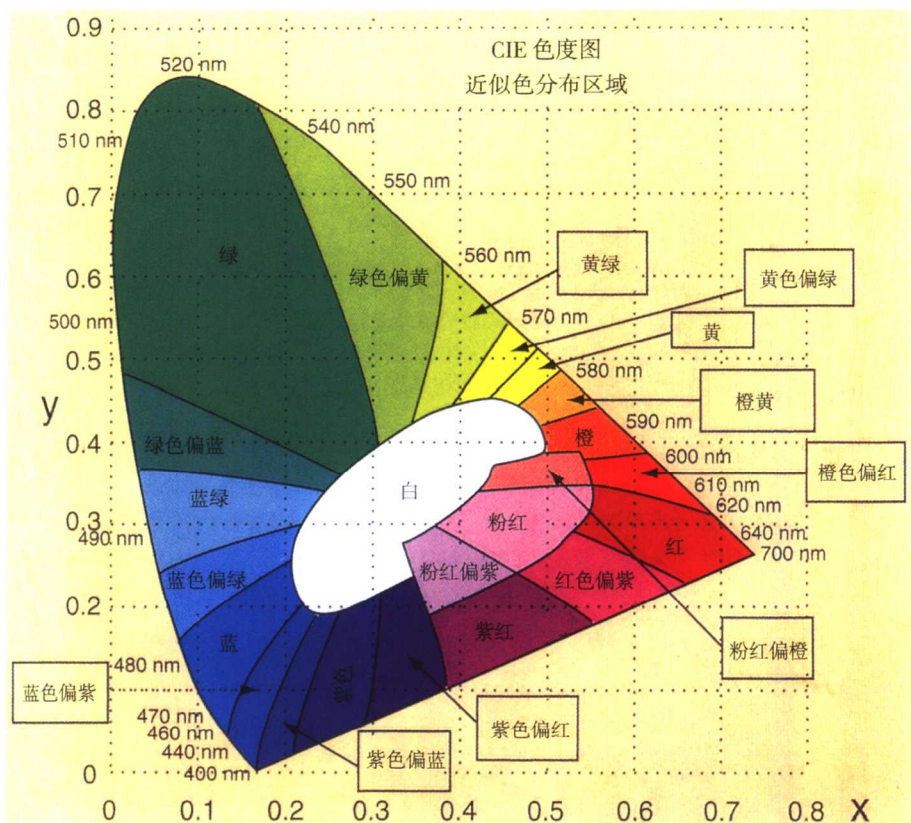


图 2-10 CIE 系统

日出的光色则明显接近红色。不同的人造光源可以根据各自的偏色进行划分。白炽灯光偏向黄色。在正午日光下色彩偏蓝的物体，在白炽灯光下色彩纯度不高。

CIE 色彩系统的基础是测谱学，同时它也是研究视觉的三种刺激光色(红色、蓝色和绿色)的关键。作为光源的参考资料，它详尽准确，但是无法像孟塞尔色彩系统那样有效地显示物体表面色彩的对比。

像奥斯特瓦尔德、孟塞尔和CIE这样研究色彩理论的基础模型，主要用于阐述色彩之间的关系以及提供一些交流专用的色彩信息：一些特殊用途的色彩目录和系统就是从这些模型衍生出来的。

潘通目录(图 2-11)是一种应用广泛的色彩指南。潘通公司提供了这种色彩目录，上面的色彩和印刷四色 CMYK(青色、品红色、黄色和黑色)相匹配。它是半透明油墨的减色混色系统，例如，青色和黄色产生绿色。这一目录也可应用于六色印刷，这种印刷能产生更多鲜艳的混色。将目录上的颜色转换成红色、蓝色和绿色就可以应用于加色混色系统，例如电脑屏幕的混色应用。

当缺乏一种印刷色时，最常用的潘通色彩系统就能提供专色匹配(定制油墨)的替代方案。附加目录可以将专色转换成以红色、蓝色、绿色为原色的加色混色系统，这种混色系统是电脑显示的基础。目录也可以为一种专色提供四色混合匹配，以产生最近似色。这种色彩参考目录也可以满足纺织业和塑料业的特殊需要。

第二种应用广泛的色彩目录是 256 色电脑设置色(图 2-12)。目录为红色、绿色和蓝色都设定从 0 到 255 的等级。这是电脑混色的标准级差。在这种色彩目录中白表示为 255R, 255G, 255B; 而黑色表示为 0R, 0G, 0B; 红色表示为 255R, 0G, 0B, 蓝色表示为 0R, 0G, 255B; 将不同等级的红色、绿色和蓝色混合可以得到所有的混色。

以上几种色彩系统确保了印刷色的可预见性，色彩也可以从一种系统转换到另一种系统而不发生变化。任何色彩系统都会有局限：CMYK 印刷色的范围小于“色域”(比电脑屏幕上所示的色光范围略小)。在专业的实际应用中，就能充分领会系统的复杂性和通用性。

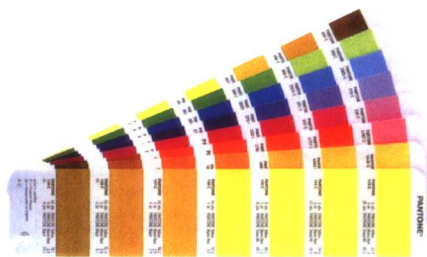


图 2-11 潘通目录

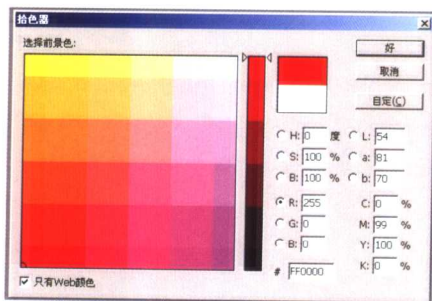


图 2-12 电脑设置色