

色彩构成

案例解析

主编/张磊 主审/肖玉

Case Analysis of Color Formation

色彩构成是一种对色彩认识、学习与技法训练的课程。它包括色彩基础理论，色彩的物理理论，色彩的生物理论，色彩的心理理论和色彩的构成理论与构成应用等诸方面。

色彩构成案例解析

张 磊 主 编
荣梅娟 张永志 副主编
肖 玉 主 审



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

色彩构成案例解析 / 张磊主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 1
ISBN 978-7-5640-5426-7

I. ①色… II. ①张… III. ①色彩学 IV. ①J063

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 270861 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京凌奇印刷有限责任公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 13.25

字 数 / 304 千字

版 次 / 2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 66.00 元

责任编辑 / 葛仕均

申玉琴

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言 Foreword

色彩构成 (Color Formation), 即色彩之间的相互作用, 是从人对色彩的生理感知和心理效应出发, 用科学的、物理的分析方法, 把复杂的色彩现象还原为各项基本要素, 再利用色彩在性质、数量与空间上的变化, 按照一定的规律对各构成要素进行组合, 从而创造出新的色彩效果的过程。色彩构成是艺术设计的重要基础理论之一, 它与平面构成和立体构成关系密切, 不可分割。同样, 色彩也不能脱离形体、空间、位置、面积、肌理等要素而独立存在。

色彩构成教育以掌握色彩视觉规律、培养配色创新意识为基本原则, 其中以设计配色能力为重点培养目标。运用具有启发性的方法进行教学, 培养学生具有正确的色彩思维方式与灵活的配色构思方法。通过对色彩审美判断力的训练, 引导学生对不同地域文化、设计风格有一个全面的认识。通过配色方法的实践, 掌握色彩的基本原理, 熟练色彩的表现技法, 了解和开拓现代艺术与色彩设计的新语言。色彩构成学习的内容不仅是掌握自然界色彩的客观规律, 还包括认识、研究人们的主观意识对客观色彩现象的反应。

色彩构成是一门研究如何以色彩来提升设计品味的理论与实践相结合的艺术学科, 它是色彩为载体对艺术设计形式进行的创造。色彩构成的训练目的是培养对于视觉艺术形式的创造性思维, 在色彩构成的训练中, 对色彩理论的掌握是基础, 也尤为重要。

本教材的编写, 立足于向读者传递构成无处不在的观念, 如在绘画艺术、摄影艺术、平面设计、网页设计、服装设计、工业设计、室内设计、建筑设计、环境设计、动漫设计等艺术设计领域中。构成设计在整个艺术设计领域都具有十分广泛的运用价值, 对于平面、色彩等构成中各类问题的学习、研究与实践, 已成为学习艺术设计的必经环节。构成知识是所有设计类专业学生所必须掌握的知识, 也是当今世界上大多数设计院校沿用的专业基础课程。本教材注重基本理论与设计实践相结合, 构成理念与设计观念相结合。知识体系完整、层次清晰, 表述方式新颖、理实一体。案例的选择多为国内外优秀设计实例, 说服力强。

在本教材的编写过程中, 编者参阅了大量相关资料, 并选用了不少国内外的典型设计案例。其中, 对部分图例作了出处说明, 但仍有一些作品无法考证其详细的来源。在此, 向本书中所有优秀设计作品的作者们表达诚挚的谢意与敬意。同时感谢为本册教材的编写及完稿做出辛勤奉献的友人、同行和同学们。

由于编写时间仓促, 加之编者水平有限, 书中不足之处难免, 希望专家、同行、广大师生与读者们不吝指正。

张磊

第1章 色彩的基本原理

1

1.1 色彩的物理理论	2
1.2 色彩的生理理论	18
1.3 色彩构成的意义和目的	25

第2章 色彩的对比

29

2.1 无色色系的对比	31
2.2 色相对比	34
2.3 明度对比	42
2.4 纯度对比	46
2.5 冷暖对比	50
2.6 聚散对比	53
2.7 位置对比	56
2.8 面积对比	56
2.9 形状对比	58

第3章 色彩的组合与调色

67

3.1 色彩调和理论	68
3.2 不同明度、纯度的色彩组合	82
3.3 不同色调的色彩组合	88
3.4 其他形式的配色	95
3.5 调色	103

第4章 色彩的特性与功能

113

4.1 色彩的形象	114
4.2 色彩与错觉	135
4.3 色彩心理的影响因素	140
4.4 色彩的特性	144

第5章 形与色的综合表现	157
5.1 色彩构图	158
5.2 形与色	169
5.3 空间的色彩	180
5.4 时间的色彩	184
5.5 流行的色彩	186
第6章 设计与色彩	193
参考文献	205

色彩的基本原理

01

Color Form

Color Formation

1.1 色彩的物理理论

一、色彩的原理

1. 光与色

没有光源便没有色彩感觉,光是一切色彩的主宰。人们凭借光才能看见物体的形状、色彩,从而认识客观世界。从广义上讲,光在物理学上是一种客观存在的物质,它是一种电磁波。电磁波包括宇宙射线、X射线、紫外线、可见光、红外线和无线电波等(图1-1)。它们都各有不同的波长和振动频率。在整个电磁波范围内,并不是所有光的色彩我们肉眼都可以分辨。只有波长在380~780纳米之间的电磁波才能引起人的色知觉,这段波长的电磁波叫可见光谱(图1-2)。其余波长的电磁波,都是肉眼所看不见的,称为不可见光。如长于780纳米的电磁波叫红外线,短于380纳米的电磁波叫紫外线。

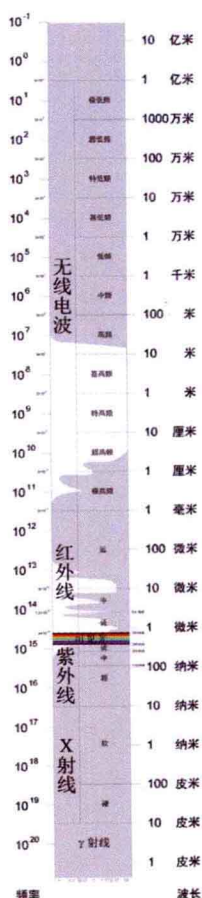


图1-1 电磁波谱

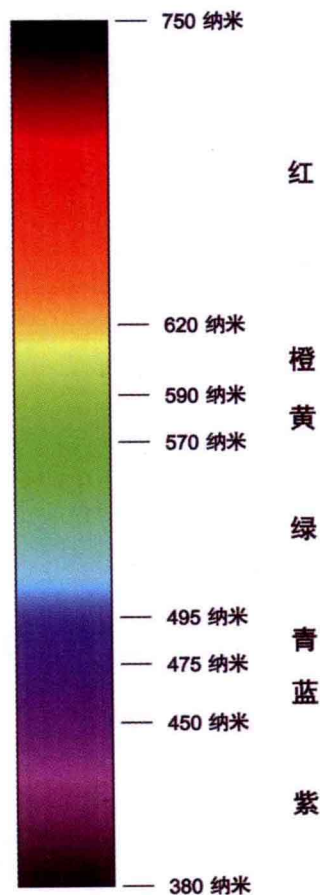


图1-2 可见光谱

1666年,英国物理学家牛顿做了一次非常著名的实验,他用三棱镜将太阳白光分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的七色色带(图1-3)。据牛顿推论:太阳的白光是由七色光混合而成,白光通过三棱镜的分解叫做色散,彩虹就是许多小水滴为太阳白光的色散。各色光波的波长见(表1-1)。



图1-3 牛顿色散实验

表1-1 各色光波的波长

颜色	波长范围 / nm
红	620 ~ 750
橙	590 ~ 620
黄	570 ~ 590
绿	495 ~ 570
青	475 ~ 495
蓝	450 ~ 475
紫	380 ~ 450

实际上, 阳光的七色是由红、绿、蓝(蓝紫)三色不同的光波按不同比例混合而成, 我们把这红、绿、蓝三色光称为三原色光。光的物理性质由光波的振幅和波长两个因素决定。波长的长度差别决定色相的差别, 波长相同, 而振幅不同, 则色相的明暗不同(图1-4)。

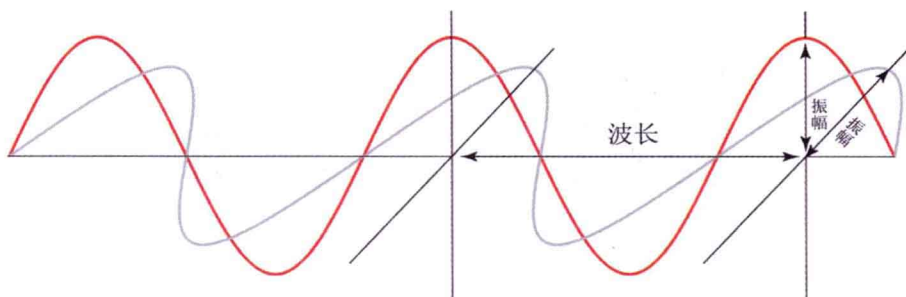


图1-4 光波的波长和振幅

2. 物体色

在物体有没有固有色的问题上, 人们争论很大, 为避免争论, 我们称其为“物体色”。不同物体反射不同色光, 因为不同物体具有不同的反光曲律, 这种曲律, 人们称为色素。比如说, 红色物体, 它的曲律能反射红光, 也就是它的曲律是能反射 640 ~ 750 纳米的电磁波。如果红光照到它表面, 即可产生同步共振的效应, 使红光反射回来, 只有一部分红光在共振时消耗了能量, 所以人们看到它为红色, 也称该物体反射红光。如果是黑色物体, 它不能纯净地反射某种色光, 只能反射干扰后的混合型较杂的电磁波, 所以称它为黑色吸光体。色光照到黑色上面不能产生同步共振的返回, 所有不同波长电磁波被干扰, 干扰后将光能消耗在干扰之中, 产生热量, 这就是黑色吸光的原因。而白色物体能将七色光的电磁波大部分同步共振地反射回去, 仅有一小部分在共振时消耗了能量, 所以, 它反光率高, 有凉爽感。这就是物体反射不同色光的原理(图1-5 ~ 图1-7)。

任何物体对光都具有吸收、透射、反射、折射的作用。在可见光谱中, 红色光的波长最长, 穿透性也最强。比如清晨的太阳光要照到我们身上需穿过比中午几乎厚三倍的大气层。而且清

晨的空气中含有大量水分子，阳光穿过它时，其他色光大多被吸收、折射或反射，只有红光穿过大气层和水蒸气来到地面，所以太阳看上去是红的（图 1-8）。



图1-5 红色花朵

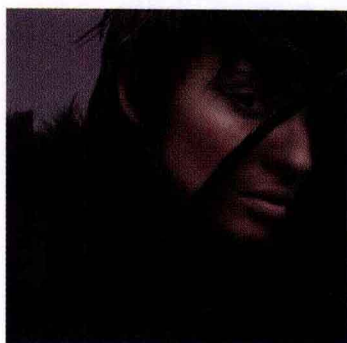


图1-6 黑色羽毛服

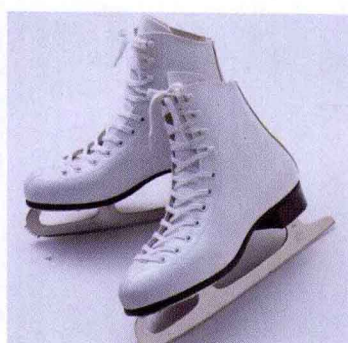


图1-7 白色溜冰鞋



图1-8 清晨的太阳是红色的（亚马逊热带雨林）

在地球上天空之所以是蓝色的，就是因为太阳光照到地球上，其中蓝紫色的光因其穿透性最弱而被空气吸收、折射、反射，从而散布在空气中。海水看上去是绿的，也是因为阳光照入水中，大部分青绿色光折射在水中。在空气污染极少的山区，近景山是绿树，中景山是青蓝色，而远景山则是蓝紫色，故称“青山绿水”。因此，绘画中就出现了“色彩的透视”，即：近暖、远冷、近实、远虚、近纯、远灰（图 1-9 ~ 图 1-12）。

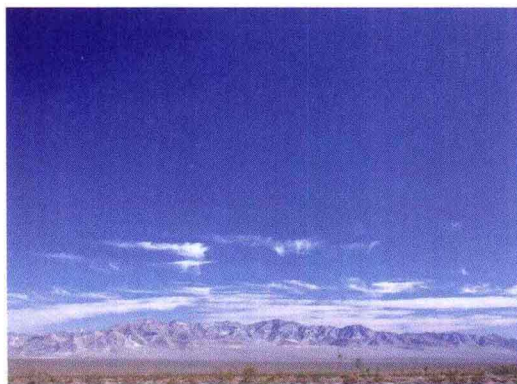


图1-9 蓝色的天空（天山山脉）



图1-10 绿色的海水（加勒比海码头）



图1-11 绿色的层次感(天山草原)



图1-12 油画中的色彩透视

二、色彩的分类与特性

我国古代把黑、白、玄(偏红的黑)称为色,把青、黄、赤称为彩,合成色彩。现代色彩学,可以说是西洋色彩学。现代色彩学中把色彩分为两大类:

1. 无彩色系

无彩色系是指黑、白、灰。将纯黑逐渐加白,使其由黑、深灰、中灰、浅灰直到纯白,均分为0~10共11个阶梯,构成明度渐变,成为明度标尺。明度在0~3阶的色彩称为低调色,4~6阶的色彩称为中调色,7~10阶的色彩称为高调色(图1-13)。

2. 有彩色系

有彩色系有三个基本特征:色相、明度、纯度,在色彩学上也称色彩的三要素、三属性或三特性。

(1) 色相

色相是指色彩的相貌,也就是依据光波的波长来划分的色光的相貌。可见色光因波长的不同,给眼睛的色彩感觉也不同,每种波长色光的色感就是一种色相。根据色散可分出色相的序列关系,即红、黄、蓝三原色加间色,即:红、橙、黄、绿、蓝、紫(图1-14),并可在色相环中进一步细分(图1-15、图1-16)。



图1-13 无彩色系明度标尺

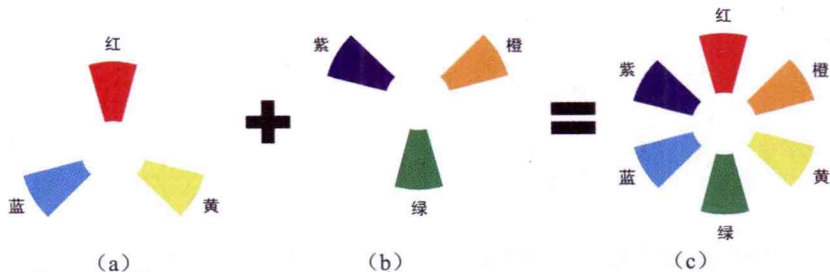


图1-14 三原色加三间色

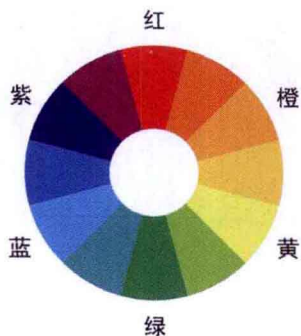


图1-15 12色色相环

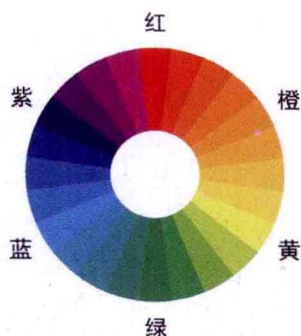


图1-16 24色色相环

(2) 明度

明度是指色彩的明亮程度。对光源来说可以称为“光度”，对物体色来说，还可以称为“亮度”“深浅度”等。无论投射光还是反射光，在同一波长中，光波的振幅越大，色光的明度越高。在不同波长中，振幅与波长的比值越大，明亮知觉度就越高。不同色相的光的振幅不同，比如红色振幅虽宽，但波长也长，黄色虽然振幅与红色相当，但它的波长短。红色的振幅比波长的比值小于黄色，所以红色较黄色明度要弱。有彩色系中，黄色明度最强，紫色最弱。

(3) 纯度

纯度是指色光波长的单纯程度，也可称之为“艳度”“彩度”“鲜度”或“饱和度”。七色相各有其纯度，七色光混合成为白光，七色颜料混合成为深灰色。黑、白、灰属无彩色系，即没有彩度。任一纯度的有彩色，加入任一无彩色混合，即可降低其纯度。七色中除各有各的最高纯度外，它们之间也有纯度高低之分（表1-2，图1-17和图1-18）。

表1-2 色相、明度、纯度测量表

色相	明度	纯度
红	4	14
橙黄	6	12
黄	8	12
黄绿	7	10
绿	5	8
青绿	5	6
青	4	8
青紫	3	12
紫	4	12
紫红	4	12

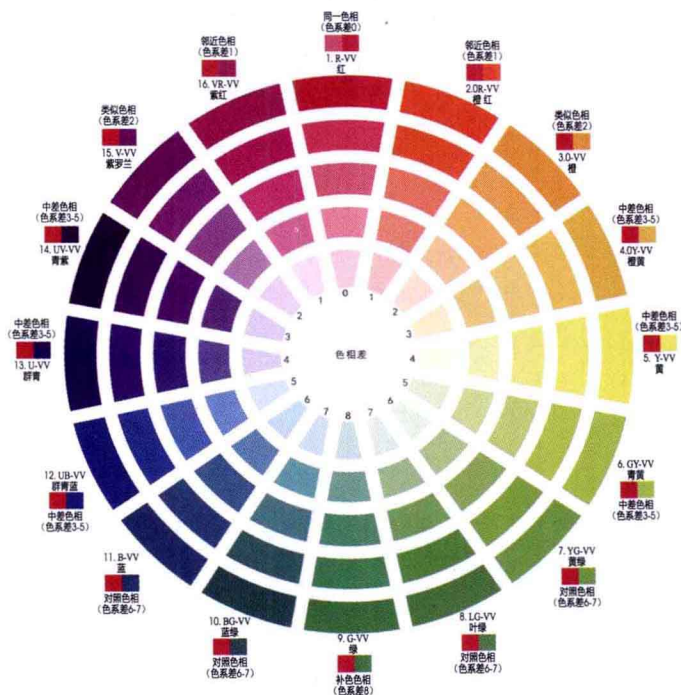


图1-17 CCS16色色相环

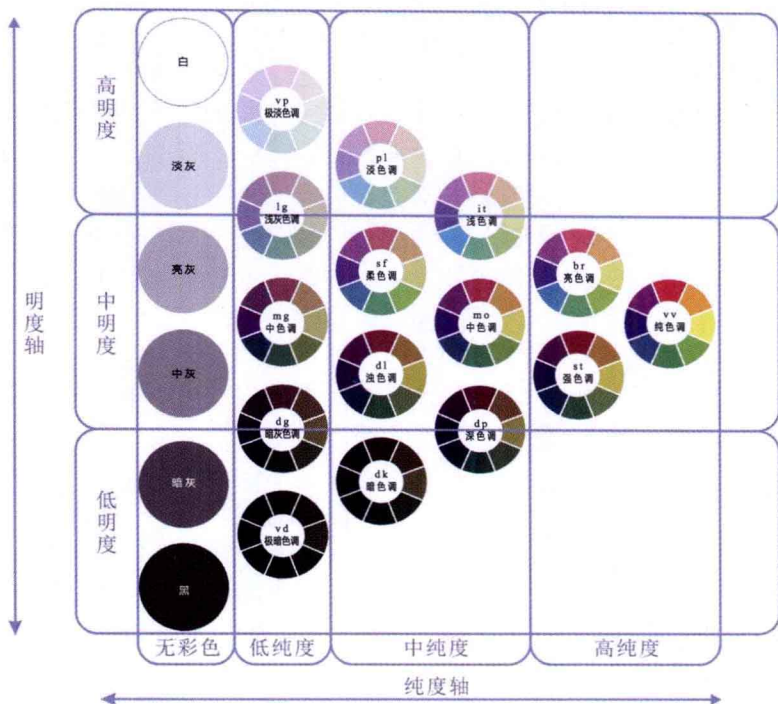


图1-18 CCS色调（明度、纯度）图

三、色彩的表示法

为了在实际工作中更方便地运用色彩，必须将各种色彩按照一定的规律和秩序排列起来。

1. 伊顿色相环

伊顿（图 1-19）色相环是较为科学的早期表示方法。后来人们把太阳七色概括为六色，并把它们圈起来，头尾相接，变成六色色相环，将三原色与三间色明确地区分开来。红、黄、蓝三原色（色料三原色）被一个正放的等边三角形的三个角所指，而橙、绿、紫三间色也正处于一个倒置的等边三角形的三个角所指处。三原色中任何一种原色都是其他两种原色之间色的补色。也可以说，三间色中任何一种间色都是其他两种间色之原色的补色（图 1-20）。



图1-19 约翰内斯·伊顿

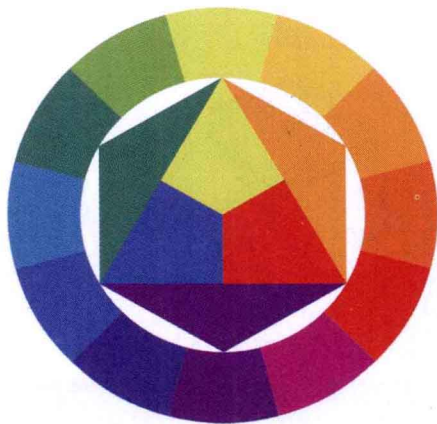


图1-20 伊顿色相环

2. 色彩表示系统

(1) 色彩的体系化

色彩的世界非常广阔,色彩的种类无穷无尽。但人们在语言中所能够表述出来的色彩数量则是非常有限的。事实上,口语中所能描述出来的色彩称谓,只不过是一个大致的说法。例如,我们口语中“红色”“绿色”的指向范围是非常广泛的,绝不能将其颜色的概念限定在某一点上。即使是像“玫瑰红”“铁青”等一些稍微具体的说法,也只是一些模糊不清的色彩概念。虽然在日常生活中,这些指代不清晰的色彩概念并不会给生活带来不便,但在色彩的研究领域里,则需要对色彩给予明确、具体的命名。因此,将色彩进行条理化、体系化十分必要(图 1-21、图 1-22)。

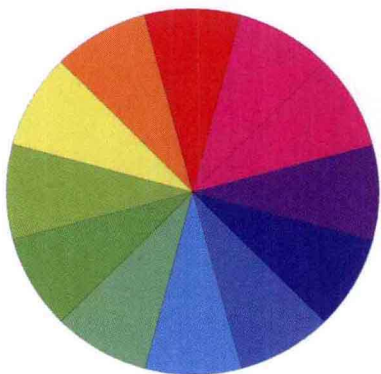


图1-21 一些常用的色彩

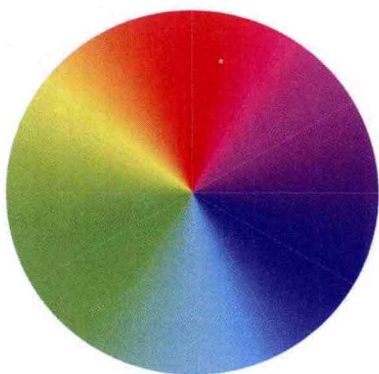


图1-22 色彩的种类其实无穷无尽

很早以前,人们就从经验中了解到,色彩的变化是逐渐进行的。在 13 世纪就有人提出设想,要把色彩的连续变化组织成一个体系,使色与色的关系趋于明确易懂的条理化之中。以某种色彩理论或法则为基础,将色彩的连续变化组织成体系,称为色彩体系。如果要想将色彩的连续变化制作成一个系统,一般有以下几种常用的方法:

① 混合色法。以三原色为起点,用为数不多的原色进行各种混合,制作出色彩连续变化的系统;

② 着色剂混合法。使用各种颜料、染料中的黑、白及其他色彩,并以适当的比例进行各种混合,制作出色彩连续变化的系统;

③ 网版多重印刷表示法。将几种印刷用的原色分别在几块网版上按一定比例进行网点密度变化,然后进行重叠印刷,制作出使色彩发生连续变化的系统(图 1-23、图 1-24)。



图1-23 印刷四色

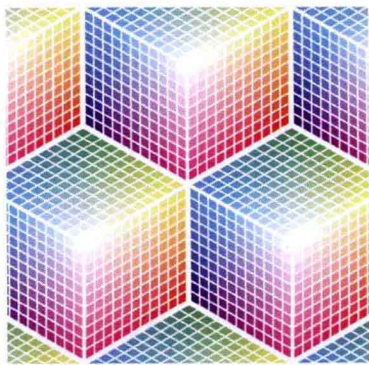


图1-24 印刷色立方

④ 显色法。将人的视觉感受到的色彩变化按色彩知觉心理的色相、明度、纯度这三个方向进行一定间隔的变化，并将这个色的连续变化制作成色彩系统。

作为色彩系统，使用者期待它有两个方面的功能：全部的色彩都能得到正确的指定；能够合理地选择出调和的配色。但至今还没有一个能同时满足这两个要求的色彩系统。各种色彩系统在共存中各自炫耀自己的优势，人们只能根据自己的目的，选择和运用相应的色彩系统。

(2) 色立体

色立体是借助于三维空间来表示色相、明度、纯度的概念。借助地球仪为模型，色彩的关系可以用这样的位置和结构来表示：赤道部分表示纯色相环；南北两极连成的中心轴为无彩色系的明度序列，南极为黑，用S表示，北极为白，用N表示，球心为正灰；南半球为深色系，北半球为明色系；球的表面为清色系；球内为含灰色系（浊色系）；球表面任何一个到球中心轴的垂直线上，表示着纯度序列；与中心轴相垂直的圆的直径两端表示补色关系。但事实上纯度最大的黄色不在赤道上，而是偏向N极，纯度最大的紫色也不在赤道上，而是偏向S极，这样就构成一个波浪起伏式偏赤道的色球仪(图1-25)。

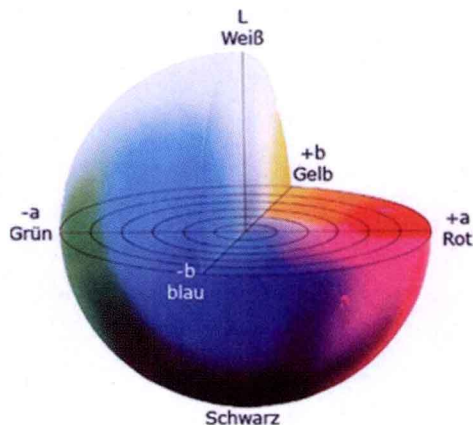


图1-25 色球仪

色立体的优势在于：

① 色立体相当于一本“配色字典”，它为用户提供了几乎全部色彩种类，从而丰富色彩词汇，开拓新的色彩思路。

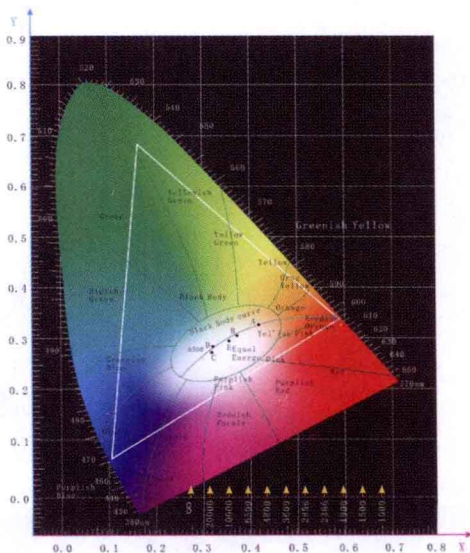
② 各种色彩在色立体中都是按一定秩序排列的，色相、明度、纯度秩序都组织得非常严密，从而指示着色彩分类、对比、调和的规律。

③ 如果建立一个标准化的色立体谱，将为色彩的使用和管理带来很大的方便。只要知道某种色的标号，就可在色谱中迅速而准确地找到它。

(3) XYZ 色彩表示系统

XYZ 色彩表示系统是混合色系代表性的色彩系统，它是现代色彩科学的代表性成果，也是当今唯一在全世界都可以通用的色彩表示系统。

电视机就是运用色光三原色红、绿、蓝（蓝紫）的加法混色来再现所有色彩的。1931年，国际照明学会规定分别用X、Y、Z来表示红、绿、蓝之间的百分比。由于是百分比，三者相加必须等于1，故色调在色图中只需用X、Y两值即可。将光谱色中各段波长所引起的色调感觉在X、Y平面上做成图标，即得到色度图。白色可用等量的红、绿、蓝三色混合而得，因此在图1-26中越接近中心的部分，表示越接近于白色，也就是饱和度越低；而越接近边缘曲线部分，饱和度越高。因此，图中一定位置



代表了物体色的一定色调和一定的饱和度。

当代的彩色电视、彩色摄影、彩色印刷、彩色复印，甚至电脑视觉设计等现代色彩再现技术，几乎都与 XYZ 色彩表示系统密切相关。色度图中用点线连成的三角形，是可以被现代色彩再现技术所再现的，实线三角形是可以被高清晰度彩色电视机再现的范围。这些三角形以外就很少有鲜艳的色彩了，所以一般的影像在这个范围内完全可以被很好地展现。

(4) 奥斯特瓦尔德系统

奥斯特瓦尔德（图 1-27）是德国化学家，他对染料化学做出过很大的贡献，曾经得过诺贝尔化学奖。他在 1917 年发表了这个在 20 世纪上半叶具有代表性的色彩系统。在美国的 CCA 发售了名为《色彩调和便览》的色标集后，这一色彩体系才得以在世界范围内被广泛利用。这个色标集将奥氏的色彩理论以理想的形式公布于世。

奥氏色彩理论将各个明度分成 8 份，分别用 a、c、e、g、i、l、n、p 表示，每个字母分别含白量和黑量。以明暗系列为垂直中心轴，并以此作为三角形的一条边，其顶点为纯色，上端为明色，下端为暗色，位于三角中间部分为含灰色。各个色的比例为：纯色 + 白 + 黑 = 100%。方法是将纯色、白色、黑色按不同比例分别在旋转盘上涂成扇形，旋转混合，得出混合各种所需的色光，然后再以颜料凭感觉复制。该系统的色相环由 24 色组成，色相环直径两端的色互为补色，以黄、橙、红、紫、青紫、青、绿、黄绿为 8 个主色，各主色再分三等分组成 24 色相环，并用 1 ~ 24 的数字表示。每个色都有色相号、含白量、含黑量。如 8ga 表示 8 号色（红色），g 是含白量，由表查得是 22 a 是含黑量，查得是 11，结论是浅红色。将每片颜色订在一起，形成一个陀螺状的色立体。

可以说奥斯特瓦尔德的色彩系统完全是其“调和等于秩序”的色彩理论的实践。当然，也有一些艺术家反对这种虽然单纯明快但又过分刻板的调和论。但正是由于这个色彩体系可以简单合理地选择出调和的色彩，所以仍受到美术、建筑、设计以及教育界的广泛欢迎与支持。但是，现在没人把奥斯特瓦尔德的色彩体系当作色彩表示系统来使用。即便在他的祖国——德国，也是把他的色彩体系改造成显色法的 DIN 色彩表示系统后，作为该国的工业规格使用（图 1-28 ~ 图 1-30）。



图1-27 奥斯特瓦尔德

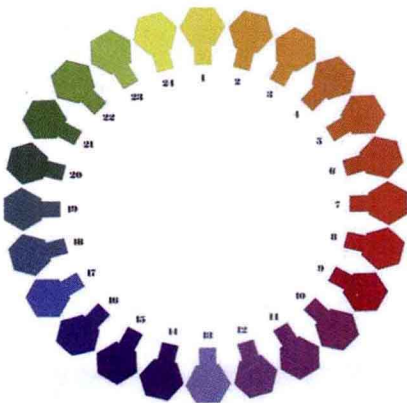


图1-28 奥斯特瓦尔德色相环

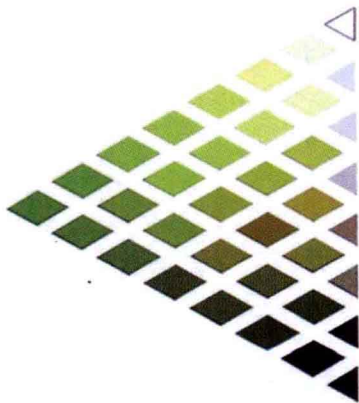


图1-29 等色相面

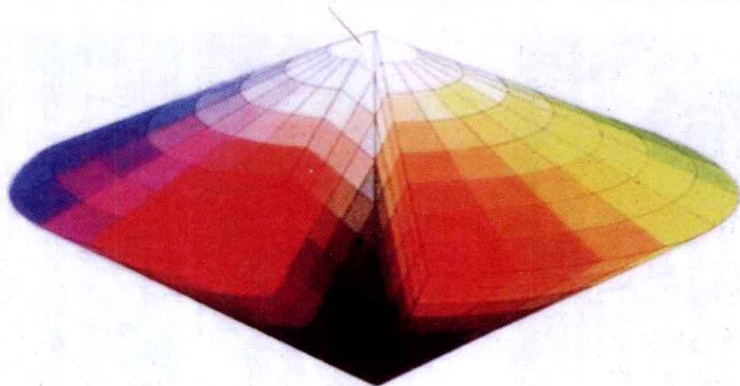


图1-30 奥斯特瓦尔德色立体

(5) 孟塞尔系统

孟塞尔色彩表示系统是显色法的代表性色彩体系，由孟塞尔在1905年首创。孟塞尔是美国著名的画家、色彩学家和美术教育家，长期从事美术教育工作。美国早在1915年就出版过《孟塞尔颜色图谱》，1929年和1943年分别经美国国家标准局和美国光学会修订出版了《孟塞尔颜色图册》。最新版本的颜色图册包括两套样品，一套有光泽，一套无光泽。有光泽色谱共包括1450块颜色，附有一套黑白的37块中性灰色，无光泽色谱有1150块颜色，附有32块中性灰色。每块大约 $1.8\text{cm} \times 2.1\text{cm}$ 。

孟氏把人对物体表面色彩直觉的三个心理属性进行了尺度化，并据此构筑了三维的色立体。关于各个心理属性的尺度化，孟氏当初的目标就是，不管是哪种色的色标，都要求在外观上能够呈现色彩等间隔的连续变化。孟氏色谱是从心理学的角度，根据颜色的视知觉特点所指定的标色系统，目前国际上普遍采用该标色系统作为颜色的分类和标定的办法。孟氏色立体的中心轴无彩色系从白到黑分为11个等级，其色相环主要有10个色相组成：红(R)、黄(Y)、绿(G)、蓝(B)、紫(P)以及它们相互的间色黄红(YR)、绿黄(GY)、蓝绿(BG)、紫蓝(PB)、红紫(RP)。为了作更细的划分，每个色相又分成10个等级。每5种主要色相和中间色的等级定为5，每种色相都分出2.5、5、7.5、10四个色阶，全图册共分40个色相。任何颜色都用色相/明度/纯度(即H/V/G)表示，如5R/4/14表示色相为第5号红色，明度为4，纯度为14，该色为中间明度，纯度为最高的红。

现在，孟氏的色彩系统被广泛运用在色彩表示、工业产品的色彩管理上。同时它也作为一种尺度与工具去评价配色的色彩关系、配色效果，调查、记录社会上的色彩实用形态等。因此，它对色彩构成来说也是一份重要的参考资料(图1-31～图1-34)。

(6) PCCS——日本色彩研究所配色体系

1964年日本色彩研究所发表的色彩系统——Practical Color Co-ordinate System 是日本纯国产的，是显色法色彩体系的独特变种。在日本作为儿童、学生、色彩初学者的色彩教育体系，也作为配色设计、市场调查的工具被广泛使用。在国际上，它的简称“PCCS”为业内所熟知。

“PCCS”共有24个色相。明度从黑的1.5到白的9.5，共设置9个阶梯。虽然在视觉上各色相的纯度尺度明显参差不齐，但这个色彩系统的特点在于它不仅用正确的尺度构成了色彩的三属性，而且能够通过色相、色调这两个色彩的基本概念来说明全部色彩的连续变化。一般把具有这个特征的色彩系统称为“色调系统”。