

新概念广告与品牌设计书系

S设计 色彩学

SHEJI
SECAIXUE 郭茂来 著



西南师范大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

新概念广告与品牌设计书系

设计色彩学

SHEJI SECAIXUE

郭茂来 著



西南师范大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

设计色彩学 / 郭茂来著. — 重庆 : 西南师范大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5621-7534-6

I. ①设… II. ①郭… III. ①色彩—设计 IV. ①J063

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第172765号

设计色彩学

郭茂来 著

.....
责任编辑: 戴永曦 胡靖雯

书籍设计:  周娟 尹恒

出版发行: 西南师范大学出版社

地址: 重庆市北碚区天生路2号

邮编: 400715

<http://www.xscbs.com>

印 刷: 重庆共创印务有限公司

开 本: 889mm×1194mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 250千字

版 次: 2015年11月 第1版

印 次: 2015年11月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5621-7534-6

.....
定 价: 55.00 元

设计色彩与我们的生活有着极为紧密的联系，无论是工作、学习，还是娱乐、休闲，在衣食住行各个方面，几乎都离不开设计色彩。

设计色彩既可以理解为在设计中所应用的色彩，还可以理解为依据一定的目的和要求，对色彩进行可视化表现的设计和调节过程。设计色彩的本质是一种功能色彩，其功能是多方面的，并可依据具体设计项目需求，通过不同的特点体现出来。例如，美化装饰功能，信息传递功能，心理影响功能，象征功能，标志功能，抒情功能，提示、导引、警示功能，以及迷彩功能等。

设计色彩的特点是强调围绕具体功能进行色彩设计，从色彩与人、色彩与环境、色彩与载体、色彩与施工工艺等角度，使色彩关系与具体应用目标达到和谐。也就是从物理学、生理学、心理学、人机工程学、设计美学、市场学和应用工程的角度，研究如何构成合理、新颖、富有美感的色彩关系，从而有的放矢地设计出能够体现人文精神、符合具体应用功能、便于工艺实施的色彩。因此，设计色彩既具有科学的要素，又具有艺术的要素，既要体现出实用功能，又要体现出精神功能。是一种将实用要素、审美要素与人文关怀要素相互统一，为满足人的实用与精神需求而进行的技术造型活动。

另外，与纯美术中的色彩相比，设计色彩不但重视色彩对心理的影响，追求色彩的形式美，同时格外强调市场意识、设计意识和工程意识，重视对市场信息及消费心理研究，主张围绕具体功能目标进行因势利导的“随类赋彩”，讲究结合材料与工艺的具体特点，因材施艺地发挥出载体材料本身的色彩及肌理优势。

本书将设计色彩的相关问题分为九个章节进行介绍。第一章主要是从物理学、生理学角度阐述色彩产生的原因和色彩的性质。第二章主要是从应用工程的角度介绍对色彩定性和精确定量的基本方法。第三章侧重于从物理学的角度介绍色彩混合的类型、规律和原理。第四章主要是介绍色彩感知特点与其本质的关系，以及色彩在不同对比条件影响之下，使人们产生各种错觉现象的一般视觉规律。第五章侧重于从美学角度探讨色彩的造型结构，及各种色彩调子的构成。第六章是从心理学角度研究色彩的象征性、主观性、感染力和联觉。第七章主要是从美学、传统文化和审美习惯的角度，讲述色彩和谐的理论和基本方法。第八章主要是从设计项目、人机工程学和色彩语意学的角度介绍设计与设计色彩关系，以及具有可操作性的设计色彩方法。第九章主要是从社会学、心理学和市场学的角度介绍色彩创新与流行。

事实上，本书对我来说有其独特的意义。因为它将是我34年教师生涯中，所出版的最后一本书。回顾三十多年来在学术探索的旅途上，我得到了许多师长、朋友、专家和学者的大力帮助和指导，对此，我心中充满了感激之情。在此，需要特别感谢的是：清华大学美术学院博士生导师杭间教授，人民美术出版社编审、首都师范大学教授张荣先生，原河北美术家协会主席、河北美术出版社总编辑赵贵德先生。

于大海

于大树金港湾逗号居

目录

第一章 色彩性质 01

1.1 光与色 02

1.2 眼睛与色 06

1.3 色彩属性 08

1.3.1 明度 08

1.3.2 色相 13

1.3.3 纯度 15

第二章 色彩标示体系 18

2.1 牛顿色环 19

2.2 蒙塞尔色立体 20

2.2.1 外部形态 20

2.2.2 色相标示 21

2.2.3 明度标示 21

2.2.4 纯度标示 21

2.2.5 色标标示法 22

2.3 奥斯瓦尔德色立体 22

2.3.1 外部形态 23

2.3.2 色相标示 23

2.3.3 明度标示 24

2.3.4 纯度标示 24

2.4 日本色研色立体 25

2.4.1 外部形态 25

2.4.2 色相标示 25

2.4.3 明度标示 26

2.4.4 纯度标示 26

2.4.5 色标标示法 26

第三章 色彩混合 28

3.1 色彩混合概念 29

3.1.1 原色 29

3.1.2 间色 29

3.1.3 复色 29

3.2 色彩加光混合 30

3.2.1 加光混合概念 30

3.2.2 加光混合规律 31

3.3 色彩减光混合 32

3.3.1 色料直接混合 32

3.3.2 透叠 33

3.3.3 减光混合规律 34

3.4 色彩中性混合	36
3.4.1 空间混合	36
3.4.2 机械力混合	41

第四章 色彩视觉规律

4.1 色彩感知特点	43
4.1.1 色彩的适应性	43
4.1.2 色彩的恒常性	44
4.1.3 色彩的胀缩感	46
4.1.4 色彩的进退感	47
4.1.5 色彩的轻重感	48
4.1.6 色彩的软硬感	49
4.1.7 色彩的华丽朴素感	49
4.1.8 色彩的同化感	49
4.1.9 色彩的可变性	49
4.2 色彩对比	53
4.2.1 色彩同时对比	53
4.2.2 色彩先后对比	54

第五章 色彩调子

5.1 色调构成依据	60
5.2 明度调子	63
5.2.1 明度调子概念	63
5.2.2 明度调式构成	67
5.3 色相调子	68
5.3.1 色相调子概念	68
5.3.2 色相调式构成	69
5.4 纯度调子	75
5.4.1 纯度调子概念	75
5.4.2 纯度调式构成	76
5.5 冷暖调子	82
5.5.1 冷暖调子概念	82
5.5.2 冷暖调式构成	82

第六章 色彩心理

6.1 色彩与心理	86
6.1.1 色彩与心理的关系	86
6.1.2 红色	91
6.1.3 橙色	92
6.1.4 黄色	92

6.1.5 绿色	93
6.1.6 蓝色	94
6.1.7 紫色	95
6.1.8 黑色	95
6.1.9 白色	96
6.1.10 灰色	97
6.1.11 色彩影响的多样化	99

6.2 色彩的主观性	99
------------------	----

6.3 色彩的象征性	102
------------------	-----

6.4 色彩联觉	105
----------------	-----

第七章 色彩和谐

112

7.1 色彩和谐概念	113
------------------	-----

7.2 同一和谐	114
----------------	-----

7.2.1 同一和谐原理	114
--------------------	-----

7.2.2 同一和谐技法	115
--------------------	-----

7.3 习惯性和谐	120
-----------------	-----

7.3.1 习惯性和谐原理	120
---------------------	-----

7.3.2 习惯性构成元素	122
---------------------	-----

7.3.3 习惯性和谐技法	127
---------------------	-----

第八章 设计色彩

129

8.1 设计与设计色彩	130
-------------------	-----

8.1.1 设计的领域	130
-------------------	-----

8.1.2 色彩设计的特点	130
---------------------	-----

8.2 产品色彩	132
----------------	-----

8.2.1 产品色彩依据	132
--------------------	-----

8.2.2 提示产品性质的色彩	132
-----------------------	-----

8.2.3 提供便利的色彩	133
---------------------	-----

8.2.4 展示材料的色彩	134
---------------------	-----

8.2.5 突出个性的色彩	135
---------------------	-----

8.3 服装色彩	135
----------------	-----

8.3.1 服装色彩依据	135
--------------------	-----

8.3.2 适应实用性的色彩	137
----------------------	-----

8.3.3 适应精神性的色彩	138
----------------------	-----

8.4 视觉传达色彩	139
------------------	-----

8.4.1 视觉传达色彩依据	139
----------------------	-----

8.4.2 注目性	139
-----------------	-----

8.4.3 象征性	141
-----------------	-----

8.4.4 合理性	142
-----------------	-----

8.5 环境色彩	145
----------------	-----

8.5.1 环境色彩依据	145
--------------------	-----

8.5.2 系统性	146
-----------------	-----

8.5.3 公共性	149
-----------------	-----

第九章 色彩创新与流行 154

9.1 流行色 155

9.1.1 流行色的概念 155

9.1.2 流行色的形成 155

9.1.3 流行色的功能 158

9.2 色彩推陈出新 160

9.2.1 推陈出新原理 160

9.2.2 推陈出新技法 161

推荐阅读书目 176

第一章

色彩性质

色彩是可见光与人眼睛合作的产物。可见光作用于人眼睛，眼睛对光的感受就是色彩。正确认识和理解色彩，就需要从物理学角度理解光的本质，并了解人的视觉生理学机能，这样才能科学而全面地理解色彩。

光的本质是一种电磁辐射。电磁辐射波的种类有很多，其波长的长短也差别各异，而且大部分电磁辐射波是不能够被人的眼睛直接感知和识别的。那些可以被人的眼睛所直接感知和识别的电磁辐射波，被称为“可见光”。可见光的波长在 400 纳米至 700 纳米之间。

牛顿在科学研究中发现并且定义了可见光的光谱，科学阐释了各种色彩形成的原理，同时也揭示了在客观世界中产生各种色彩变化的奥秘。牛顿的发现通过客观事实否定了人们在长期以来所形成的“固有色”观念，成为现代人类科学地认识、分析、理解和应用色彩的基础，是人类更加深入研究色彩的基础。

人眼睛对光色的感应依赖于视网膜，在视网膜上分布有对光刺激敏感的“柱体细胞”和“锥体细胞”。在这两种细胞中，柱体细胞无色觉，只能够区别明暗变化，锥体细胞负责分辨色彩差异及物体的细节。锥体细胞又可分为感红视锥细胞、感绿视锥细胞和感蓝紫视锥细胞。这三种锥体细胞对色光刺激有不同反应，在大脑皮质内综合处理之后，就可以获得无限丰富的色彩感觉。

色彩的基本要素有三种：明度、色相和纯度。色彩的明度、色相和纯度这三种要素，就是色彩的属性。人们对于色彩属性的感知可以分为光源与物体两种形式。

1.1 光与色

色彩是可见光与人眼睛合作的产物。可见光作用于人眼睛，人眼睛对光的感受就是色彩。

人对色彩的感知需要如下过程：首先光被人眼睛接受，然后眼睛通过视觉神经将光的信息传递到大脑，最后大脑产生知觉并形成对色彩的判断。也就是说，人们对色彩的判断其实最终是在大脑中完成的，眼睛只是让光的信息进入大脑的门户。在人感知色彩的各个环节中，光源的辐射能与物体反光的过程及原理主要属于物理学研究的范畴，而眼睛和大脑的工作过程及原理主要属于生理学研究的内容，人对色彩感觉中的一系列对比与联想等思维过程及原理又主要属于心理学研究的领域。

虽然人类对色彩应用和研究已有相当长的历史，并且人们在对色彩的认识和应用过程中也积累了非常多有益的经验。但是人类对色彩本质的理解，却也在相当长的一段时期内存在着误区，以致人们一直都错误地认为色彩是物体本身所固有的成分，而客观的事实却并非如此。客观的事实是，在没有光的情况下我们能够依靠触觉感知到物体，却无法感知到色彩，因为物体本身并没有色彩。

其实，人们一直以来就意识到，识别和判断色彩离不开光。但是，在人们的意识中极为普遍地认为：无论是有光还是没有光，色彩都存在于物体之内，只是由于借助了光的照明，才使人们能够识别色彩的特征，并因此能够清晰分辨出不同色彩的差别。人类对于色彩认识中的这种错误观念持续了很长的时间，直到英国物理学家牛顿通过科学实验发现和揭示了色彩家族的族谱，才使这一错误观念得到纠正。

那么，色彩究竟是怎么产生的？光与物体的色彩到底又是一种怎样的关系？在同一阳光普照之下，客观物质世界中万紫千红的色彩差别又是如何形成的呢？

要想梳理清楚光与物体色彩的关系，首先就得从光的本质说起。光的本质是一种电磁辐射，除了光以外，属于电磁辐射家族中成员的还有紫外线、X射线、宇宙射线和红外线、微波、雷达波、电磁波、无线电、交流电等（图 1-1-1）。但是，在电磁辐射家族中，并不是所有的成员都能像光一样，可以被人的眼睛所直接感知和识别。

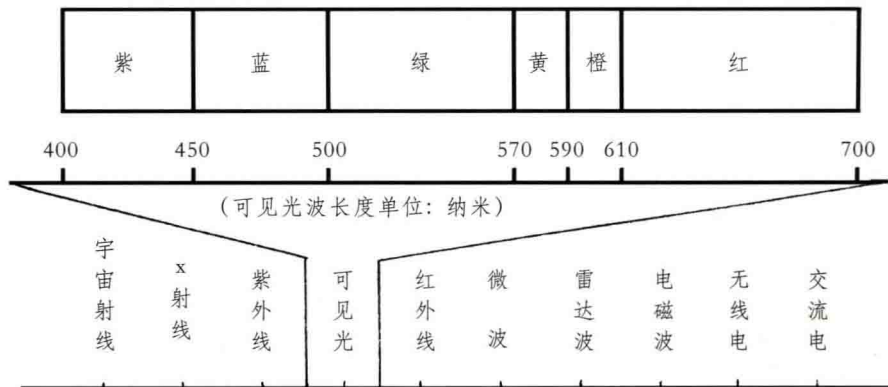


图 1-1-1 电磁辐射示意图

由于各种电磁辐射波波长的长短不同，而且，这种波长的长短差别有些是非常大的。例如，交流电的波长可以达到数千米，而宇宙射线的波长只有千兆分之几米。一般我们正常人的眼睛可以直接看见和识别的电磁波，在 400 纳米至 700 纳米之间。由于受到人生理机能的局限，那些波长短于 400 纳米的紫外线，以及更短的其他电磁波，波长长于 700 的红外线，以及更长的其他电磁波，并不能被人的眼睛直接识别，通常需要借助科学仪器才能够察觉和监测。因此，人们就将这些可以被眼睛直接识别的电磁辐射波称为“可见光”。

牛顿在研究中还发现，每一种波长不同的可见光，其色彩特点都是有差别的。可见光的电磁波长短不同，色彩的相貌也就不同。可见光波的波长决定了色彩的相貌特征。因此，就可以采用记录各种可见光波长的方法，准确区别不同色彩的相貌特征。例如：700 纳米的可见光波是红色，红橙色的波长是 640 纳米，黄色是 580 纳米，绿色是 530 纳米，青色是 500 纳米，蓝色是 480 纳米，紫色是 400 纳米……

那么，人们可能会提出这样一个问题，在我们日常生活中接触最多的主要光源是白光（太阳光）。那么，白光的波长又是多少呢？原来，在我们平常看似单纯的白光，其实是一种内含丰富、波长宽泛的光。确切地讲，白光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种分色光混合在一起的复合光。牛顿利用科学试验，成功地从白光中将红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种分色光分解出来，揭开了不同物体在白光的照射之下，能够形成各种色彩差别的秘密。

当时，牛顿利用不同波长的光具有不同折射率的原理，对白光进行分解和分析。他的实验过程是，将一束太阳光引入一间暗室中，并让这束光透过一个玻璃三棱镜。当白光穿透三棱镜被折射出来之后，就展现出了一条依红、橙、黄、绿、青、蓝、紫顺序排列，犹如彩虹般的分色光带。牛顿将这条分色光带称为“连续光谱”（图 1-1-2）。在此之后，牛顿又以相反的实验验证了这一现象。当他将红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种分色光汇聚在一起之后，又得到白光。据此，牛顿做出了“单色光在性质上比白光更简单”的著名结论。之后，牛顿按照各种分色光波长不同的排列顺序进行归纳，将光谱定义为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色的分色光。有时在雨过天晴之后，天空中会出现美丽的七色彩虹。而彩虹出现的原因与三棱镜的折射很相似，即当太阳光穿过潮湿的空气时，无数微小的水颗粒就像三棱镜一样使光线产生了折射，这样就形成了分色光的七色彩虹。

其实，牛顿最初将光谱定义为红、黄、绿、

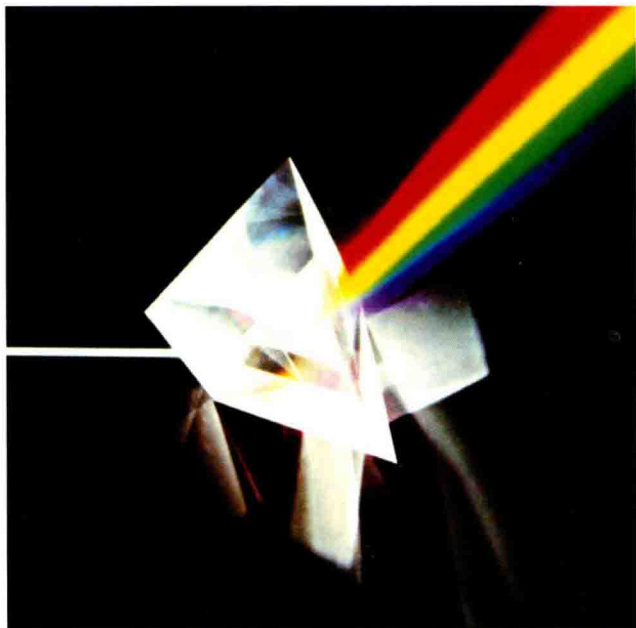


图 1-1-2 三棱镜与连续光谱

蓝、紫五种颜色。但是他很快就发现了五色光谱定义的不完美之处，因为五色光谱序列两端的光谱带间隔明显要比中间部分大。于是，牛顿就在红色和黄色之间又定义了橙色，在绿色和蓝色之间又定义了青色，这样在他看起来光谱的序列就更具有美感，“更具有纯洁的对称性”。

如果单纯就对称的形式而言，在目前的光谱中，黄色与绿色之间的距离还是显得比较大。本来在黄色与绿色之间还可以再定义一种色，但是，牛顿并没有这样做。这是因为，牛顿是一位音乐爱好者，他在定义色光谱的时候，就尝试着将所学习的音乐知识应用于对光和色彩的研究。他把光的特点与音乐的特点进行了类比，并将其研究结论写在1675年向英国皇家学会提交的一篇论文中。牛顿在该论文中指出：“声音的和谐与否取决于空气的震动特性，而色彩的和谐与否取决于光的震动特性。”在定义色光谱时牛顿认为，美妙的色彩和美妙的音乐应该有共同的基础。因为音乐有七个音符，光谱也应只有七种颜色。以红、橙、黄、绿、青、蓝、紫所构成的七个色阶，与七度音阶所构成的声调有相似的韵律感。他说：“在把颜色散开来之后，我发现每种颜色正好就出现在它相应的位置上，匀称地排列成一串，仿佛构成了音乐中的七个个音符。”

牛顿受音乐理论启发所定义的七色光谱，以及对色彩本质破译所得出的科学结论，对现代色彩学和美术的发展贡献巨大，产生了原创性地推进作用。因为这一研究成果使科学家和艺术家们都注意到长期以来人们在色彩认识中所存在的误区，所以牛顿对光谱的发现和对色彩本质的破译成果，其意义是划时代的。牛顿对光色关系的这一研究成果，也成为日后人们科学地理解和应用色彩，更加深入地研究色彩的基础。

当我们了解了光和色彩的本质之后，对于正确理解物体色彩就有了依据。我们可以跟随着光线的运动轨迹，去探寻各种物体色彩特征的形成过程。

世界上一切物体本身都是无色的，我们所能看到的物体色彩，都形成于光对物体的照射。光是色的源泉，色是光的表现。或者说，是光赋予了自然界丰富多彩的面貌，如果没有光，就不会有色彩；如果光的成分发生了变化，物体的色彩特征也随之而产生变化。

原来，各种物体的色彩特征是由它们对光谱中不同波长的光吸收和反射的特点所决定的。当光照射到物体之上时，有些波长的光能够被物体吸收，而有些波长的光不能被物体吸收。当那些不能被物体吸收的光被物体反射出来，并且被人们的眼睛观察到之后，由视觉神经将这些光的信息传递到大脑，再由大脑做出判断，这时就形成了人们对物体色彩特征的认知。

物体的色彩取决于物体对光线的吸收与反射，关联于物体的物质结构。因为，不同的物质结构对不同波长的光在吸收和反射时的特点是有差异的。事实上，在自然界中不同的物体对可见光在吸收和反射时的选择是千差万别的。例如，当光照射到物体时，有些物体能够吸收光，有些物体能够透射光（图1-1-3），有些物体能够反射光。物体对于光的反射轨迹也存在差别，一类属于平行反射（图1-1-4），另一类则属于漫反射（图1-1-5）。这种物体对光波透射、

吸收、反射的选择,以及反射轨迹所形成的差别,导致不同的物体在相同的光源照射之下,因为对不同波长光波吸收、反射、反射轨迹的不同,形成其色彩特征的各种差异。也正是由于这种物体对光波选择差异的客观存在,才让人们观赏到了丰富多彩、魅力无穷的世界。在自然界中,红花、绿叶、黄土、碧海等各种色彩的差别,本质上都是由于物体对不同波长的光在吸收和反射时所具有的选择差异所决定的。

例如,在通常的阳光(白光)下,绿草之所以呈现出绿色,是因为绿草具有大量吸收白光中的红、橙、黄、青、蓝、紫色光并大量反射出绿色光的特性。由于白光中所含的红、橙、黄、青、蓝、紫色光被绿草吸收,我们的眼睛就无法看到;相反,由于大量绿色光受到绿草排斥,被集中反射出来,并且使我们的眼睛感觉到,这样就使我们对草形成了绿色的知觉印象(图1-1-6)。

我们对红花的知觉,也是由于红花具有大量吸收白光中的橙、黄、绿、青、蓝、紫色光并大量反射红色光的特性所致。相同的原理,我们对橙、黄、青、蓝、紫等各种色彩的知觉规律也都是如此。

我们通常所说的黑色、白色和灰色的物体,对于色光则没有选择性。如果物体将照射其表面的光全部吸收,就不会有光反射到我们的眼睛中,这时我们对物体的感知则为黑(图1-1-7)。反之,如果物体拒绝吸收所有光线,将白光全部反射,则使人感知为白(图1-1-8)。当物体对白光没有特殊选择性地等量吸收和反射时,我们所看到的就是灰。

因此,在色彩学理论中黑、白、灰被定义为非彩色类,而红、橙、黄、绿、青、蓝、紫则被定义为彩色类。

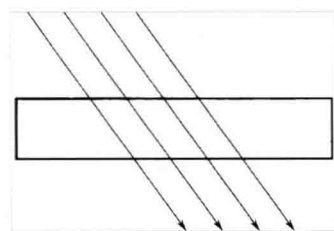


图 1-1-3 透射光示意图

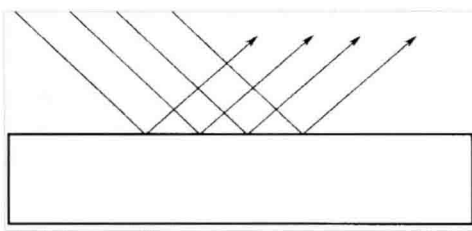


图 1-1-4 平行反射示意图

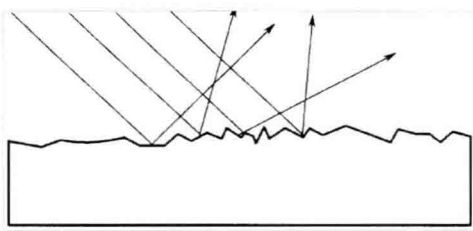


图 1-1-5 漫反射示意图

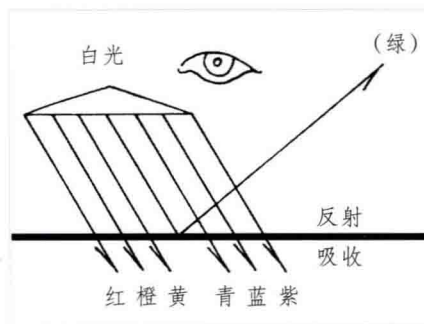


图 1-1-6 人对绿色知觉形成的示意图

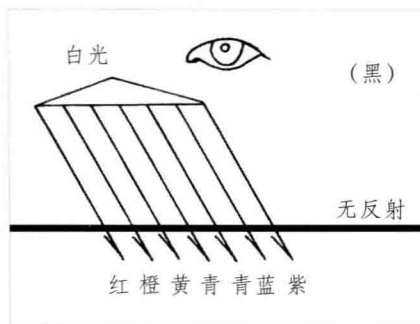


图 1-1-7 人对黑色知觉形成的示意图

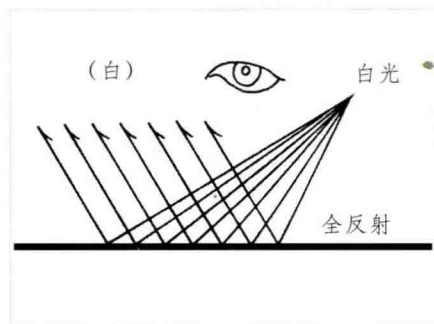


图 1-1-8 人对白色知觉形成的示意图

用一个比较直观的例子就很能充分说明色彩并不是物体固有的，而是由于物体对色光不同程度地吸收或反射而形成的。如果在屏幕上放映彩色电影，能使我们平时感觉为白色的屏幕，随着色光的各种变化呈现出相应的色彩变化。可是，在没有任何光线时，屏幕上不但没有了色彩，就连白色也不见了。所以，对物体的色彩而言，光源的特征是决定性的，因为光源的特征决定了物体色彩的基本特征。光源的色彩照射到物体，又通过物体反射出来被人的眼睛感知。如果光源色彩特征发生了变化，物体的整体色彩面貌也将随之而发生变化。

光源可以分为阳光、火光、灯光等不同的光源。不同的光源其色光谱特征也是不同的。阳光属于全色光，当全色光中的每一种色光相对平衡稳定的时候，阳光呈现为白光。火光的色光谱主要是由橙色组成。灯光则属于人造光，当采用不同的灯具照明时，所形成的色光特征是不同的。例如，白炽灯的光有橙色的倾向，日光灯的光有青色的倾向，绿灯的光则比较单纯而鲜明的绿色光。因此，同一张白纸，在阳光照射下呈现为正常的白色，在火光照射下有显著的橙色，在白炽灯照射下有含蓄的橙色，在日光灯照射下有微微的青色，在绿灯照射下则有纯粹而鲜艳的绿色。

经过长时间的进化演变，人类已经习惯于在日光下辨认物体的色彩。而且人们对物体所呈现的不同色彩的记忆及其称呼，随着历史的发展而逐渐固定下来。由此，人们已经约定俗成地将物体在标准日光下的色彩称为“固有色”。这是因为在自然界中，一切物体对于射入的白光都有固定的吸收和反射特性，也就具有相对固定的吸收率、反射率或透射率，所以，人们在标准日光下所看到的色彩是相对稳定的。由于“固有色”给人的印象最深刻，也便于记忆和表述，因此，在日常生活和工作的习惯中，以“固有色”来称呼色彩一直是人们最通用的方式。

1.2 眼睛与色

眼睛对光色的感应需要依赖于视网膜。视网膜是一层透明的薄膜，其功能是将进入眼睛的光进行能量转换（图 1-2-1）。在视网膜上分布有大量结构复杂的视觉神经体，其中就包括对光刺激高度敏感的“柱体细胞”和“锥体细胞”。这些细胞能够随时将其所接受到的视觉信息转变为电信号，并在视网膜内进行初步处理，然后传向大脑，进入视觉中枢，产生视觉。柱体细胞和锥体细胞是相对独立的感光细胞，两种细胞有职责明确的分工，人们正确识别色彩就依赖于这两种细胞的正常工作。

柱体细胞和锥体细胞在人的视网膜中并不是均匀分布的。柱体细胞主要分布于视网膜的边缘，擅长在比较昏暗的条件下感受弱光的刺激并引起视觉。但是柱体细胞无色觉，只能够区别明暗变化，而且对细节变化的分辨能力也比较差。

锥体细胞主要集中在视网膜中央地带的黄斑部位，在明亮的光线中比较活跃，擅长分辨色

彩变化及物体的细节。锥体细胞在光亮充足的条件下, 有较高的视觉敏感度和色彩分辨能力; 在光亮不充足时, 眼睛中央区域的视力就比较差; 当光亮降低到一定程度时, 大部分锥体细胞进入休息状态, 眼睛对色彩的分辨能力就会显著下降, 甚至无法分辨色彩。

锥体细胞又可分为感红视锥细胞、感绿视锥细胞和感蓝紫视锥细胞。在每种细胞中都包含一种敏色素, 感红视锥细胞的视色素为红敏色素, 感绿视锥细胞的视色素为绿敏色素, 感蓝紫视锥细胞的视色素为蓝紫敏色素, 三种锥体细胞分别对红光、绿光和蓝紫色光形成反应。三种锥体细胞对色光刺激的不同反应在大脑皮质内经过综合处理之后, 就可以获得无限丰富的色彩感觉。

例如, 当用绿色光刺激视网膜时, 感绿视锥细胞就开始兴奋, 而感红视锥细胞和感蓝紫视锥细胞则几乎没有反应, 其结果使人们产生绿色的感觉。

当用黄色光刺激视网膜时, 能够引起感红视锥细胞和感绿视锥细胞的同时兴奋, 而感蓝紫视锥细胞则反应迟钝, 其结果使人们产生黄色的感觉。

当用蓝色光刺激视网膜时, 能够引起感蓝紫视锥细胞和感绿视锥细胞的同时兴奋, 而感红视锥细胞则反应迟钝, 其结果使人们产生蓝色的感觉。

人们对客观世界中各种色彩特征地识别都依赖于感红视锥细胞、感绿视锥细胞、感蓝紫视锥细胞在感色时的正常工作。如果在这三种锥体细胞中, 缺少任何一种细胞, 或在工作时不能有效配合, 就会造成工作状态紊乱, 从而导致眼睛对色彩的识别出现问题。这是因为不能进行正常工作的锥体细胞, 能够导致人眼睛的感色机能失调, 所以在这种情况下, 人就无法准确感知和判断色彩。这种因为锥体细胞退化、不健全, 或者机能紊乱、出现障碍而导致不能正确分辨色彩的情况, 就是通常人们所说的色盲或色弱。虽然患色盲、色弱的人因锥体细胞不健全不能正确分辨色彩, 但是他们眼睛中的柱体细胞大多都相对发达, 对各种微妙明度差别的分辨能力则显得比一般人更为敏感。

柱体细胞对人的视觉也非常重要, 如果柱体细胞出现了问题则会患夜盲症。通常患夜盲症的主要原因是柱体细胞缺失, 或者柱体细胞内缺少感光的化学物质。

科学家们通过进一步深入研究还发现, 色盲现象不仅仅存在于人类, 在自然界中爬虫类的动物也有大量的色盲。这些爬虫类动物的视网膜只有柱体细胞, 没有锥体细胞, 因此只能够识别明暗差别, 不能够分辨色彩差别。有趣的是, 自然界还存在着一些只有锥体细胞, 没有柱体细胞的动物。比如, 大多数鸟类的视网膜就只有锥体细胞, 没有柱体细胞, 属于典型的昼视动物。

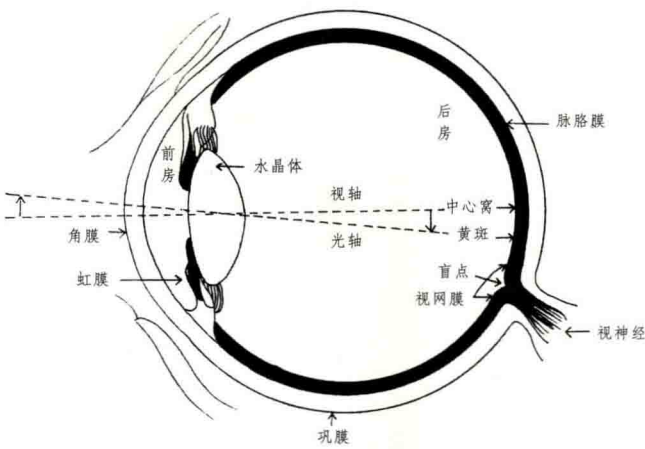


图 1-2-1 人眼睛示意图

也就是说,在这些鸟类的视觉中,世界也是丰富多彩的,但是在其所感受的丰富多彩中分辨不清楚明暗差别。相比之下人类在长期的生物进化中显得十分幸运和非常优秀,因为人类既有柱体细胞,又有锥体细胞。这样,就使人类能够更加全面、完整、多层次地观察世界,并能够在绚丽多彩的世界中去感受世界的丰富、神奇与美好。

1.3 色彩属性

大千世界的色彩丰富多彩、千差万别。但是,如果从物理学的角度对色的性质进行分类,可以将其分为“有彩色系”和“非彩色系”两大类。红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等各种能够体现个性化光波特征,对色光谱有明确选择倾向的色都属于有彩色系的范围;而黑、白、灰这些不能够体现个性化光波特征,对色光谱不具有选择倾向的色都属于非彩色系的范围。

无论是属于有彩色系的色,还是属于非彩色系的色,都可以将其基本要素归纳为明度、色相和纯度三种。而色彩的明度、色相和纯度这三种基本要素,就是色彩的属性。

1.3.1 明度

明度是指色彩明暗程度的特征。在非彩色系中的白和黑分别是所有色中明度最高和明度最低的两个极端。在有彩色系中,明度最高的是黄色,其次是黄绿色,然后依序是橙色、绿色、红色、蓝色、紫色,明度最低的是蓝紫色。而产生色彩明度差别的因素主要有振幅和反射率等。

1.3.1.1 振幅

振幅是指光波在波浪式运动过程中,所形成的波峰与谷底之间的空间差。波峰与谷底之间的空间差越大,其振幅就大;反之,波峰与谷底之间的空间差越小,其振幅就小。色彩明度与振幅之间的关系为,振幅大其明度就高,振幅小其明度就低。例如,太阳光的振幅大于灯光;灯光的振幅大于萤火虫的光。

1.3.1.2 反射率

反射率是指物体反射光的能力。物体反射光的能力高,其反射率就高,物体反射光的能力低,其反射率就低。物体色彩明度与反射率之间的关系为,反射率高其明度就高,反射率低其明度就低。物体表面的肌理状态对反射率高低能够产生直接影响,肌理光滑的物体比肌理粗糙的物体反射率高。例如,白绸缎的反射率大于白的确良布;白的确良布的反射率大于白帆布。因此在人们的印象中,白的确良布比白帆布更白一些,而白绸缎比白的确良布更白一些。又如,一块表面粗糙的白色大理石经过抛光之后,其明度比没有加工之前有明显提高的感觉。

出现这种此白与彼白不同现象的原因,是由于我们在判断事物时,仅仅依据了直观的感觉,凭借经验和印象做出判断结论。如果严格地讲,无论是白的确良布,还是比白的确良布更白一些的白绸缎,以及被抛光之后的大理石都不属于真正意义上的白。依据物理学理论给白色物体

的定义，物体的白是对色光谱不加选择的全部反射。如果按照这个定义所确定的白色标准，在现实生活中的镜子，以及电镀制品的高光区域，才比较接近于真正意义上的白。之所以说镜子、电镀制品的高光区域比较接近于真正意义上的白，而不说镜子或者电镀制品的高光区域就属于真正意义上的白，是因为在现实生活中的镜子及电镀制品的高光也很难达到百分之百的全部反射。因此，如果严格地依据物理学对白物体的定义来审视白的确良布、白绸缎或者白大理石的话，我们通常依据直观感觉所认为的这些白，充其量也只能算是“浅灰”了。

其实，物理学对于白色物体的定义只是为了方便人们理解光与色彩的关系，认识白色的本质和形成白色的科学原理。我们没有必要因此而苛刻、教条地颠覆人们长期以来对所熟悉的白的习惯性称呼。在人们认知经验中已经习惯的这个白，虽然不是理论意义上的白，但却是在公众心目中已经广泛达成共识的实际生活中的白，是一个与特定色感的具体特征紧密联系，并在人类历史的悠久文化传统中约定俗成的符号。

因为在各种颜料中，白色是明度最高的颜料，也是反射率最高的颜料，所以在其他任何色中加入了白就可以提高明度，同时也就相应地提高了反射率。

黑色与白色相反，是各种颜料中明度最低的色，也是反射率最低的色，所以在其他任何色中加入了黑就可以降低明度，同时也就相应地降低了反射率。

根据这个原理，我们能够以任何一个色为基础，通过有序加入白或者黑的方法调节其反射率，并制成该色的明度序列色标。其操作方法是：以所选择的色为基础，在此基础上分别加入黑色与白色，并逐步等差推移制成该色的明度序列色标（图 1-3-1）。

在对明度关系的研究中，既可选择任何一个色，在此基础上逐渐加入黑构成明度序列的等差推移；也可以在所选择色的基础上逐渐加入白，构成明度序列的等差推移（图 1-3-2 ~ 图 1-3-10）。

在实训环节中，构成明度等差推移的操作一般可以分为七步：

（1）在水粉颜料中选择任何一个色作为明度等差推移的基础色，然后在此基础上再考虑选择白色或者黑色与其相配合。

（2）将所选择的一对色分别放在不同的容器中适度脱胶。在一般的水粉颜料中所含的胶都比较多，而等差推移所需要的颜料含胶量则不能太多，所以需要将多余的胶去除。给颜料适度脱胶的目的，是为了使将要构成的画面中的每一部分颜色能够涂得更加均匀、平整。但是对于等差推移的构成而言，也不能将颜料中的胶全都脱净。因为如果颜料中的胶全部脱干净，颜料干燥后将会成为粉末，无法依附在纸上。因此，对颜料脱胶的时间要掌握适度，并不是越长越好。

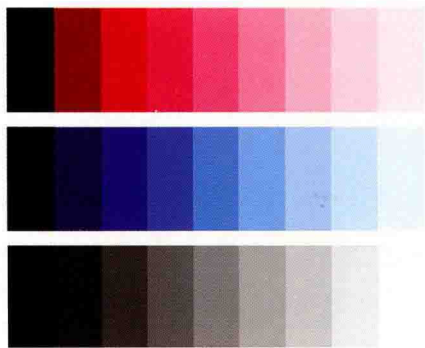


图 1-3-1 明度序列色标