



光艺术的 实践之旅

孔荀
编著

东华大学出版社

光艺术的 实践之旅

孔荀  编著

东华大学出版社·上海

图书在版编目 (C I P) 数据

光艺术的实践之旅 / 孔荀编著. -- 上海: 东华大学出版社, 2020.1

ISBN 978-7-5669-1687-7

I. ①光… II. ①孔… III. ①视觉艺术-研究 IV. ①J06

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第278482号

责任编辑 赵春园

封面设计 凌怡亮

版式设计 赵 燕

光艺术的实践之旅

编 著: 孔 荀

出 版: 东华大学出版社

(上海市延安西路1882号 邮政编码: 200051)

出版社网址: dhupress.dhu.edu.cn

天猫旗舰店: <http://dhdx.tmall.com>

营销中心: 021-62193056 62373056 62379558

印 刷: 上海盛通时代印刷有限公司

开 本: 889 mm × 1194 mm 1/16

印 张: 13

字 数: 458千字

版 次: 2020年1月第1版

印 次: 2020年1月第1次

书 号: ISBN 978-7-5669-1687-7

定 价: 98.00元

目录

contents

前言	006	第四章：光艺术大师作品	067
第一章：光与光艺术	007	4.1 丹·弗莱文（Dan Flavin）	068
1.1 光的基本理论与知识	007	4.2 詹姆斯·特瑞尔（James Turrell）	071
1.2 光艺术设计的基本要素	023	4.3 布鲁斯·瑙曼（Bruce Nauman）	078
1.3 光艺术的概念与文化溯源	028	4.4 卡洛斯·克鲁兹-迭斯（Carlos Cruz-Diez）	081
1.4 光艺术设计的现实意义	039	4.5 格里·霍夫施泰特尔（Gerry Hofstetter）	086
第二章：光艺术的分类及特点	041	4.6 大卫·吉利弗（David Gilliver）	087
2.1 光艺术的分类	041	4.7 布鲁斯·芒罗（Bruce Munro）	088
2.2 光艺术的特点	052	4.8 Fred Eerdekens	090
2.3 光艺术的趋势	053	4.9 基斯·索尼尔（Keith Sonnier）	092
2.4 光艺术作品的管理	060	第五章：光艺术设计实践作品赏析	094
第三章：光艺术的技术应用	061	5.1 互动光艺术实践作品赏析	094
3.1 光源技术的发展	061	5.2 光与形态构成类作品实践	105
3.2 数字媒体技术的融合	063	5.3 光与材料类作品实践	120
3.3 互动技术的新时代	065	5.4 光与空间及色彩类作品实践	150
		5.5 临摹光艺术大师作品的实践	164
		5.6 对城市景观光艺术的创作	186
		参考文献	207

前言

对于“光”的认知，或许是儿时在阳光下拿着万花筒欣赏其中斑斓的光影图案，或许是太阳下拿着镜子照射远处行人的恶作剧，又或许是大雨过后的夜晚，车灯留在地面上斑驳的光影记忆；而对于“光”的经验与理解，则源于学生时代知识的积累，以及生活、实践经历中的体验。

“传承”是历史的积淀，而“文化与艺术的传承”则是历史长河中精彩的一瞥，如果将“光艺术”放在整个艺术领域里探讨，就仿佛大海之中偏安一隅的小岛，“光艺术”历史发展的时间也不超过 100 年，但其根源最早却可以追溯到 2000 多年前中国的汉朝。虽然光艺术的创作形式起源于中国，但是光艺术成为一门独立的艺术形态，以及光艺术的发展却立足于西方。

“光与艺术”的结合也许是艺术家的一次创作过程，可能是绘画艺术中的一抹淡彩，又或者是理性与感性的碰撞结合。“光艺术”不再是艺术家们的专属品，它不再让人觉得高高在上、遥不可及，它更具有亲和力。“光艺术”将艺术与设计，艺术与创意融合于一体，做为艺术领域的一支，形式之广不仅仅局限于绘画、雕塑、建筑、摄影，乃至戏剧等艺术形式对于光的视觉表达与需求，更趋向于是一种在三维空间中对“光”的艺术形式美法则的再诠释，“光艺术”更多的是在摸索与探讨“光”在艺术创作与表达中的可能性。

萌生本书的创作源于对“光和艺术”的关注、热爱、冲动、追求与欣喜，书中将会对光的物理知识、光的色彩、光与材料的关系，光艺术的起源与发展，以及光艺术作品的分类进行梳理、归纳，并将近年来工作中对光艺术的思考与实践进行总结，以期增进对光艺术更为全面的认知与体会。

第一章：光与光艺术

光艺术离不开“光”这一媒介，而对于“光”的理解可以是主观的、人文的，也可以是客观的、科学的。西方宗教里有著名的“神说要有光，便有了光”，这里的“光”代表了希望与正义。东方的佛教也有“开光”的说法，这使得“光”具有了宗教所赋予的神圣意味与特别的灵性。而“光”到底是何种物质，需要科学的解释与理性的研究才能给出答案。

1.1 光的基本理论与知识

1.1.1 光的科学理论

“光”这一物质，它看得见却不可触摸，它在黑暗中驱赶恐惧带来光明，它是促进植物生长的必要条件之一，它是正义与神圣的象征。在被科学认知前的很长一段时间内，都包裹着一丝朦胧的神秘感，下面我们跟随历史的脚步，将科学家们的理论学说进行汇总，让我们可以从科学而客观的角度理解“光”的属性。

光的微粒子说——艾萨克·牛顿（Isaac Newton, 1643 ~ 1727），除其著名的“万有引力理论”外，就是其在“光学”领域的成就，他发现了光穿越三棱镜后折射出七色光的色散现象（见图 1.1），提出白光是由折射性能不同的光组成，并建立起光谱分析的光学基础，他在《光学讲义》中系统地总结了光的反射、折射、光和颜色、太阳光谱等理论，并在 1704 年发表了其著作《光学》。牛顿于 1675 年，在法国数学家皮埃尔·伽桑狄（Pierre Gassendi, 1592 ~ 1655）对于光是大量坚硬粒子组成这个观点基础上（见图 1.2），提出“微粒子理论”。微粒子理论虽然很容易解释光的直进性，也很容易解释光的反射现象，但是在解释一束光射到两种介质分界面处会同时发生反射和折射，或者多个光束交叉相遇后彼此互不妨碍的继续向前传播等现象时却发生了很大困难，我们可以将此理解为科学研究在每个阶段都有其局限性，因此才有后来科学家们新的探索与发现。



图 1.1

艾萨克·牛顿：英国皇家学会会长，数学家、物理学家、天文学家和自然哲学家。其研究领域包括了力学、光学、数学、经济学、天文学、神学、自然哲学和炼金术等，是百科全书式的“全才”，著有《自然哲学的数学原理》《光学》



图 1.2

皮埃尔·伽桑狄：法国哲学家、物理学家、天文学家

光的波动说——罗伯特·胡克 (Robert Hooke, 1635–1703) 于 1655 年提出了光的波动假说(见图 1.3 ~ 1.7)。随后,克里斯蒂安·惠更斯 (Christian Huygens, 1629 ~ 1695) 于 1678 年进一步完善和发展了“光波动理论”,他推算出光的反射和折射定律。随后,菲涅尔 (Augustin-Jean Fresne, 1788 ~ 1827) 对惠更斯的光学理论作了发展和补充,并完成了光的波动说的全部理论,其中包括光的干涉、光的衍射、光的偏振等。但是直到 1850 年,莱昂·傅科 (Jean Bernard Léon Foucault, 1819 ~ 1868) 在其实验中精确地测出光在水中的传播速度只有空气中速度的四分之三,证明了波动理论的正确性,此时牛顿经典的“微粒子理论”才真正被抛弃,可以说波动光学的研究成果使人们对光的认知得到了深化(见图 1.5 ~ 1.7)。“光波动理论”与“微粒子理论”长期对立,这两种理论的争论主要围绕在光的折射现象分析上,尽管波动说可以解释不少光学现象,但同样由于它的不完善,以致于它还解释不了人们最熟悉的光的直线传播和颜色的起源等问题。



图 1.3
罗伯特·胡克：17 世纪英国最杰出的科学家之一，被誉为英国的“双眼和双手”，在力学、光学、天文学等多方面都有重大成就



图 1.4
克里斯蒂安·惠更斯：荷兰物理学家、天文学家、数学家。在力学、光学、数学、天文学等方面都有杰出贡献



图 1.5
奥古斯汀-让·菲涅尔：法国土木工程师、物理学家，波动光学奠基人之一



图 1.6
莱昂·傅科：法国物理学家

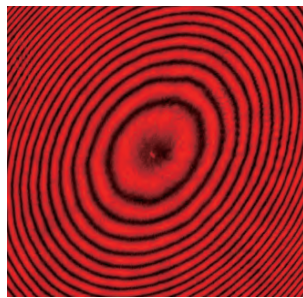


图 1.7
牛顿环 (Newton's Rings) 是牛顿在进一步考察胡克研究的肥皂泡薄膜的色彩问题时提出来的,它是光的一种衍射图样,表现为明暗相间的同心圆环

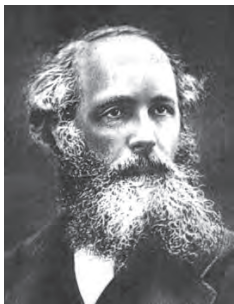


图 1.8

J.C. 麦克斯韦：英国物理学家、数学家，经典动力学的创始人，统计物理学的奠基人之一

光的电磁波理论——对于“光”本质研究的现代学说就是“光的电磁波理论”，由 J.C. 麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831 ~ 1879）在 19 世纪 60 年代提出，他系统地总结了奥斯塔、安培、法拉第等人在电磁学领域的成果，他把光看成是在某一频率范围内的电磁波，在理论上推断出电磁波的存在，并说明其传播速度与光速相同，因此认为光波是电磁波的一种。随后 H.R. 赫兹（Heinrich Rudolf Hertz, 1857 ~ 1894）证实了电磁波的存在，并测量了电磁波速，接着他又证实电磁波与光波一样有衍射、折射、偏振等性质，实验证实了麦克斯韦电磁理论的正确性，并最终确立了“光的电磁波理论”（见图 1.8、1.9）。赫兹以自己的实验证实了电磁波的存在，宣告光的波动说的全胜。



图 1.9

H.R. 赫兹：德国物理学家，国际单位制的频率单位赫（兹）即为纪念他而命名

光量子理论——1900 年，普朗克（Max Planck, 1858 ~ 1947）大胆地假设电磁波能量的量子化，即电磁波只携带一定基本数量整数倍的能量（见图 1.10）。在普朗克量子假说基础上，1905 年阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein, 1879 ~ 1955）提出光量子假说（见图 1.11），认为光波具有独立存在的粒子性质。爱因斯坦因成功解释了光电效应而获得 1921 年诺贝尔物理学奖。



图 1.10

普朗克：德国著名物理学家和量子力学的重要创始人。因发现能量量子化，1918 年荣获诺贝尔物理学奖

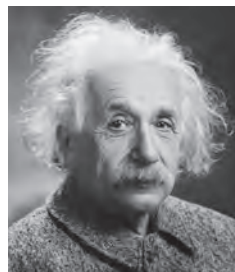


图 1.11

阿尔伯特·爱因斯坦：犹太裔物理学家，提出光子假设，成功解释了光电效应，获得 1921 年诺贝尔物理学奖

物质波理论——1924年法国物理学家路易·维克多·德布罗意（Louis de Broglie, 1892 ~ 1987）在爱因斯坦光量子理论和玻尔的原子论的启发下提出“物质波理论”来解释“光”同时具有波与粒子两元性，并根据不同场合显现不同的特性（见图 1.12）。



图 1.12
路易·维克多·德布罗意：
法国著名理论物理学家，
波动力学的创始人，物质
波理论的创立者，量子力
学的奠基人之一，1929年
获诺贝尔物理学奖

以上的理论不仅仅是为了研究光的本质问题，其对于电子信息、激光技术等物理学领域同样发挥着重要作用。从 17 世纪“微粒子理论”到 20 世纪“物质波理论”的研究，最终我们可以确定光是一种能量，具有沿直线向外发光的辐射特性，可穿透所有种类的透明物质，并可在真空中传递而无需依靠任何媒介。科学界对于光的研究从未停止，光学也成为物理学重要的分支，并已经在信息传输、存储等多领域取得重大突破。所以说，有光的地方前途是光明的。

1.1.2 光的采集器——眼睛

在大致了解“光”的本质理论之后，我们又是如何看到缤纷的世界，并能够感受其斑斓的色彩呢？这一切完全得益于人自身的生理器官——眼睛，这是人体视觉系统的采集器。在自然界中不同的生物对光的感受程度和成像效果都不相同，人类的眼睛就如同一台小型照相机，对于我们捕捉五彩的光线，观察美好的瞬间都有着无可替代的作用。

“可见光”的概念对于人类眼睛而言，是指在整个光谱中仅能够被人眼采集和感知到的部分。人类眼睛所能接受可见光谱的波长在 380nm ~ 780nm 之间，对于人眼来说可见光谱仅仅是整个光谱中较为狭窄的一部分。举个例子：自然界中昆虫的眼睛能够感受到波长约 240nm ~ 700nm，与人眼相比更加倾向于紫外部分的视觉成像，并且长有多个复眼。人眼的工作原理是当 380nm ~ 780nm 波段的电磁波进入眼球后发生折射，光线通过瞳孔与晶状体后将光线聚集在视网膜上，这时锥状与杆状神经细胞开始作用，将产生的信号传输至视神经，而后在大脑中产生光的信号反应并产生视觉，人类视

觉的产生是由眼睛与大脑相互作用形成的。

人眼的生理结构由虹膜、视网膜、晶状体等几个重要部分组成，其中虹膜具有收缩功能，它可以自动调节进入眼睛内光线的多少（瞳孔是位于虹膜中心的小孔），当光线暗淡时，它会扩张（增加光线的射入量），可以让人看到暗处的物体；反之，当光线较强时，它会缩小（减少光线的射入量），进而保护眼睛免受强光伤害。

视网膜位于眼球的后方，它是眼睛视觉感受和视觉信号处理功能最重要的枢纽，视网膜由一层纤细的神经组织构成，这里就包括了锥状和杆状两种神经纤维末梢，而这两种细胞分别控制了人类眼睛对色彩和明暗的感知能力。锥状细胞的功能是控制观看物体的颜色，一般来说，色盲就是因为锥状细胞的功能失调或缺失导致的；杆状细胞不能够感知颜色，但其在弱光环境下比较活跃，因此起到了夜视和感知明暗的作用，夜盲症就是杆状细胞的缺失引起的。



晶状体是一个多层体，形状与照相机镜头中的透镜相似，具有调焦功能，而眼睛的聚焦是靠肌肉运动改变晶状体的形状来实现，此外眼球中充实的玻璃状液体，则是帮助晶状体使光线产生折射或弯曲（见图 1.13）。

图 1.13
眼睛生理图

人眼的生理特性决定了人类特有的视觉适应能力，视觉适应包含三种基本的适应情况：明暗适应、色彩适应和远近适应。

明暗适应：人类眼睛对于明暗调节的能力体现在明适应与暗适应两个方面。我们都有过从明亮区域移动至黑暗区域后会有短暂致盲期的经验，这就是暗适应，是人眼对光的敏感度逐渐提高的过程，经过 10 ~ 20 分钟后会慢慢适应，并逐渐看清暗处的东西；反之，我们从暗处移动至明亮区域同样会有短暂致盲，特别是突然转至强光下，最初的一瞬间几乎看不清外界事物，这便是明适应，是人眼对光的敏感度逐渐下降的过程，让眼睛能够逐步适应强光，明适应时间比暗适应要短，大约只需要 5 分钟，但是如果在黑暗环境中待十

几小时或更长时间，当被移动至明亮区域时如不把眼睛蒙上，视网膜在受到强光的刺激后会被灼伤，所以要先将双眼蒙上转移至稍微的暗光环境，待适应后再到正常光线下。

色彩适应：关于色彩适应可以用这样的例子来说明，将一张白纸移动至色温较低（偏暖的白光）的光照环境时，短时间内会感觉到白纸整体呈黄色或略泛红色，但这种带有色彩的感觉不久就会减弱，重新感觉到白纸的本色；反之，将白纸移动至色温较高（偏冷的白光）的光照环境时，短时间内会感觉到白纸泛蓝色，不久便重新感觉到纸张的白色，这种视觉现象便是由色彩适应导致的。色彩适应影响着人们对色彩的认识，如果我们缺少对光色变化的理性分析，那么它将影响人们客观真实地反映世界的真实面貌。

远近适应：人眼相当于一架具有调焦功能的单反照相机，并且具有自动调节焦距的功能。人眼的晶状体相当于相机镜头里的透镜，而且比透镜具有更大的优点，照相机必须依靠镜头的伸缩来调节焦距，而晶状体是通过眼部肌肉收缩来改变其厚度调节焦距，使物体在视网膜上始终保持清晰的影像，因此在可承受的视觉范围内，对于远近距离不同的物体，眼睛都能够进行有效的识别和观察。

对于明暗、色彩、远近三种视觉适应的理解，在光艺术创作中便可利用视觉错觉、视觉残像等人眼生理缺陷进行创作尝试，而后面所介绍的光艺术大师，如詹姆斯·特瑞尔和卡洛斯·克鲁兹-迭斯便是利用视觉适应进行光艺术创作的。

1.1.3 自然光与人工光

在进行光艺术作品的创作时，我们总会面临“光”的选择问题。而对于光源的选择，通常以自然光（一般指太阳光）和人工光来区别其光源属性。像太阳光、烛光所发出的光统称为自然光，这类光源主要通过碳基物质的加热燃烧产生光。与自然光相对的就是人工光，统指具有发光特性的各种电光源，细分下来人工光又可分为热辐射光源、气体放电光源、LED 固态光源三大类。

一般对于人工光源的发光特性可以用显色性、色温、照度、亮度等专业指标来进行对比和区分。在显色性方面，自然光无疑是目前已知的显色性最优秀、色温范围最广泛的光源，这主要得益于其光谱分布是连续的、均匀的；而人工光，虽然一直在技术上进行模拟和提升，尽最大可能地接近自然光的光谱分布，但就目前来看还是存在一定差距。而从色温来讲，自然光（太阳光）的色温表现就比较受限（受天气状况、时间、地理位置的影响较多），而人工光对于色温及颜色的模拟则更加游刃有余。

1.1.4 光的色彩

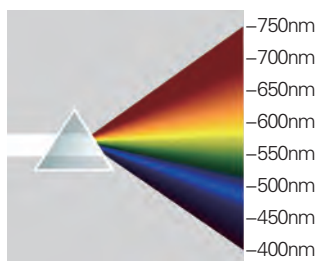


图 1.14
光透过三棱镜时产生的色散现象

自牛顿将一束光透过三棱镜后，光因折射而被分散成红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色，让我们了解了光的色散现象，因此也认识了光与颜色的关系（见图 1.14）。色彩赋予了光艺术作品不同的视觉效果与个体视觉体验，色彩所能产生的视觉刺激和象征也在主观和客观上形成不同的心理预期和感受。色温、显色性、光色与物色分别代表光的不同物理属性，而色彩心理学则是对光的色彩进行生理与心理的探讨。

1. 色温

色温的概念由 19 世纪末的英国物理学家开尔文所创立，一般情况下光源颜色的物理量用色温来表示，即将黑体加热到不同温度时所发出的光色则是一个光源的颜色，也称为光源的颜色温度（随着温度不同，光的颜色各不相同，黑体呈现由红—橙红—黄—黄白—白—蓝白的渐变过程），简称色温（Colour Temperature），单位为 K（开尔文）。或者也可以理解为，某种光源所发出的光的色度与黑体在某一温度下所发出的光的色度完全相同时，则黑体的温度就称为该光源的色温。

我们通常所指的“暖光”就是光源呈现出低色温的特征，光源能量分布中红辐射相对多些；而通常所指的“冷光”就是光源呈现出高

色温的特征，是光源能量分布中蓝辐射的比例增加所致（见图 1.15）。不同色温会带来不同的视觉感受，因此在光艺术作品中不同色温的使用会带来独特的感受，低色温（ $<3300\text{K}$ ，暖白光）最适合打造温馨、温暖、情意绵绵的情景；应用中色温（ $3000\text{K} \sim 5000\text{K}$ ，白光）并且光线柔和时能营造轻松喜悦气氛；高色温（ $>5000\text{K}$ ，冷白光）能使人注意力集中，具有清晰且严谨的感觉（见表 1）。

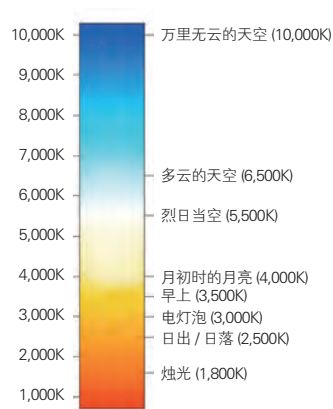
表 1. 色温表

低色温	$<3300\text{K}$	温暖（带红的白色）
中色温	$3000\text{K} \sim 5000\text{K}$	中间（白色）
高色温	$>5000\text{K}$	清凉（带蓝的白色）

色温到底有什么用呢？一般来说，色温是衡量光源光色的标尺，它主要用来表示光色的客观倾向性，色温的概念被广泛地应用在与光密切相关的照明设计、摄影、影视、图像处理等领域。那么对于色温的理解与通常所说的色调又有什么区别呢？简单来说，色温更强调的是光的色彩倾向性，即光源发出光的冷暖；而色调表达的则是物体颜色，强调一幅画作或一张摄影作品展现出来的颜色偏重于冷或暖。通常高色温光源下，如果亮度不高则会产生阴冷的光环境；低色温光源下，如果亮度过高则会产生炎热感的光环境。对于一幅画作来说，冷色调的亮度越高，画面整体会偏冷；而暖色调的亮度越高时，画面整体感觉则会偏暖。

2. 显色性

对于显色性的理解比色温要简单许多，显色性就是指不同光源（具有不同光谱属性）照射在同一物体上时，光对其色彩还原的能力，即光源的显色指数越高，其色彩还原能力越好。光的显色性由光谱能量分布（SPD）所决定，一束光中所包含的光谱越连续越均匀。如自然光（太阳光）则因光谱能量分布是连续而均匀的，因此显色性是最优的。近年来，人工光在显色性技术上的进步也非常卓越。

图 1.15
色温参考图

那么色温与显色性又存在什么关系呢？色温与显色性指数均受光谱能量分布的影响，因此不同的光源（人工光）可能具有相同的色温指数，但其显色性却差异巨大，该如何来理解呢，比如在同样高色温时，但是光谱能量分布却不是连续的、均匀的，可能此时光谱能量分布于短波的成分较多，因此显色性就存在了差异；反之相同的光源在不同的色温情况下，其显色性却又可能是相同的，因此我们不能通过一种光的色温来衡量其显色性，色温在光的显色性评价中不是主要的影响因素（见表 2）。

表 2. 显色指数 Ra 表

指数 (Ra)	等级	显色性	一般应用
90 ~ 100	1A	优良	需要色彩精确对比的场所
80 ~ 89	1B		需要色彩正确判断的场所
60 ~ 79	2	普通	需要中等显色性的场所
40 ~ 59	3		对显色性的要求较低，色差较小的场所
20 ~ 39	4	较差	对显色性无具体要求的场所

3. 光色与物色

关于色彩的研究是很复杂的过程，它涉及物理学、生物学、心理学和材料学等多学科，人类对于色彩的认识经历了极为漫长的过程，直到近代才逐步完善。国际照明委员会（CIE : Commission Internationale de L'Eclairage）制订了一系列色度学标准，尝试以一维、二维、三维甚至四维空间坐标来表示某一色彩。CIE 于 1931 年 9 月在英国剑桥召开大会，颜色科学家用数学的方法从真实的基色推导出理论的三基色，并以此创建了一个新的颜色系统，使颜料、染料和印刷等工业能够明确指定产品的颜色，最终产生了 RGB、

CMYK 等色彩模型，至今这些色彩模型系统仍在不断完善并被应用（见图 1.16）。

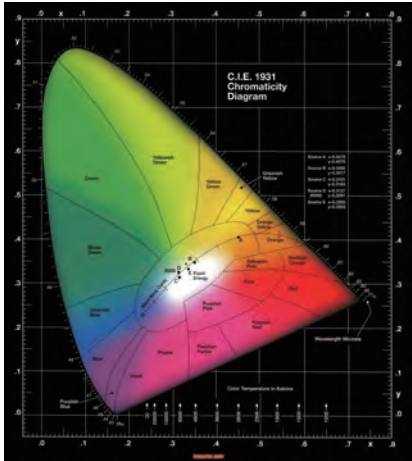


图 1.16

国际照明委员会（CIE）：前身是 1900 年成立的国际光度委员会（International Photometric Commission；IPC）。CIE 共有七个分部从事光和照明领域的研究。第一分部：视觉和颜色；第二分部：光与辐射的丈量；第三分部：内部环境和照明设计；第四分部：交通照明和信号；第五分部：外部照明和其他应用；第六分部：光生物和光化学；第七分部：图像技术

光色三原色（RGB）——加法原理

牛顿在发现光的色散现象之后，提出新的推论：既然白光能被分解与合成，那么被分散出的七种色光是否也可以被二次分解或合成，通过实验与计算后得出结论：七种色光中的红（Red）、绿（Green）、蓝（Blue）三种色光无法被二次分解，既然不能被分解，也就不会被合成，因此红（R）、绿（G）、蓝（B）也就是光的三原色，除去三原色之外的色光均可由红、绿、蓝这三种色光以不同比例混合而成。



图 1.17a

RGB 三原色光（加法原理）

红、绿、蓝三种色光以相同的比例混合，并在一定的强度下，就会呈现白色（白光）；若三种光的强度均为零，就是黑色（黑暗），这种现象就是加法原理，加法原理被广泛应用于人造光源、电视机、监视器等主动发光的产品中。

物色三原色（CMYK）——减色法原理

物色可以理解成物体固有色，在印刷、绘画、油漆等物体表面反射而被动发光时，因物体表面的色料吸收（或减去）了白光中的某些色光产生，这种成色的原理叫做减色法原理。减色法原理被广泛应



图 1.17b

CMYK 三原色颜料（减色原理）

用于各种被动发光的场合，在减色法原理中的三原色颜料分别是青色（Cyan）、品红（Magenta）和黄色（Yellow）。CMY 三原色叠加为黑色，黑色（K）其实也并非 100% 的纯黑色，只不过是接近黑色的褐色。在印刷工业中，印刷中的颜色是通过青（C）、品红（M）、黄色（Y）三原色油墨配比的不同，最终通过印刷出来的网点叠印而表现颜色的深浅与不同（见图 1.17a、1.17b）。

4. 光的色彩心理学

色彩是眼与脑共同作用下对光的生理反应，在客观上是人体的一种视觉刺激与存在，在主观上又是一种情感象征和心理的反应，因此当我们看到色彩时会勾起对生活的思绪与联想。据已知的研究表明，色彩对于人的心理与生理影响都是真实存在的，如红色（光）的热情让人有一种勇敢的冲劲，紫色（光）充溢着神秘、妖娆、妩媚的灵性，蓝色（光）可以给沙漠地区的炎热带来一丝清凉。

色彩心理学做为是一门重要的学科，同样支撑着彩色光在其应用中的研究，色彩心理是由视觉引起，从感观知觉再到意识与思想，它的反应变化是极为复杂的过程（见图 1.18）。色彩在应用中需要重视这种反应变化的因果关系，即由对色彩的经验积累而变成对色彩的心理规范，例如当受到同种刺激后能产生什么反应，都是色彩心理所要探讨的内容。

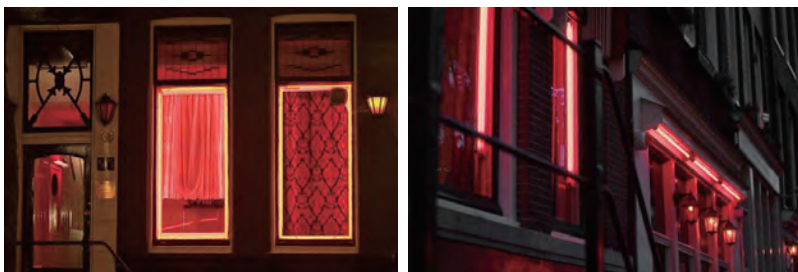


图 1.18

荷兰阿姆斯特丹红灯区的橱窗——建筑师格尔哈德·奥耶针对德国汉堡的红灯区进行了光学研究，他对区域内的红色灯光非常感兴趣，他说：“在视觉上红灯使轮廓变得柔和，能抚平皱纹，甚至会使得皮肤上不太光泽的地方消失。更令人奇怪的是，全世界都以相同的方式来理解红色，不仅在亚洲，在美洲以及欧洲也一样，红色象征着占有，它体现了温暖与靠近，或许还让我们联想到日落，总之红色对我们具有舒适的心理象征。”

受人眼生理特征的约束，在我们观察颜色时会产生下面两种比较突出的视觉现象：

色彩的同化现象——当两种颜色相遇时，如果一方的颜色面积很小，另一方的颜色面积较大，那么面积小的颜色就会与面积大的颜色形成相近的色彩效果，这种色彩现象便是色彩同化。发生这种情况的原因是色彩对比的视觉刺激值小于视觉的可见值。例如，在大面积浅黄色背景上照射色彩相近的橙色光，如果橙色光的强度不够或面积不够大的话，那么橙色光在视觉上便不起作用，也就是橙色光被黄色背景同化了。反之，如果将同样的橙色光照射在白色背景上时，色彩对比加强，此时的白色背景就会呈现橙色，白色背景墙被橙色光同化。因此，彩色光在应用时需要注意调节各种色光的亮度、强度、照射的角度与距离等关系，避免在光艺术创作过程中产生不合适的色彩同化效应。现实生活中我们经常遇到绿色植物用绿色灯光进行照射的案例，当然本意是想让树木看起来更加绿色健康，而最终的效果却是阴森恐怖的，其实这就是色彩同化现象的错误应用（见图 1.19 ~ 1.21）。

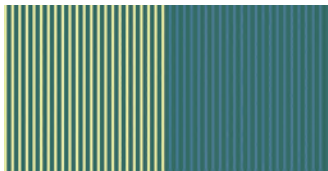


图 1.19
色相同化——两图背景都是绿色，左半边画有黄线，右半边画有蓝线。左边的背景和黄线产生同化现象，看起来是黄绿色；右边的背景和蓝线产生了同化现象，看起来是蓝绿色

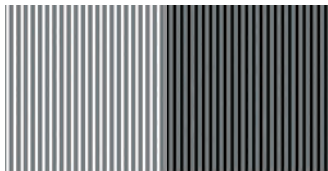


图 1.20
明度同化——灰色背景上绘制黑色和白色线。左半边图中白线和背景发生了同化现象，灰色看起来比原来更浅了；右半边图中黑线和背景之间也发生了同化现象，灰色看起来更黑了

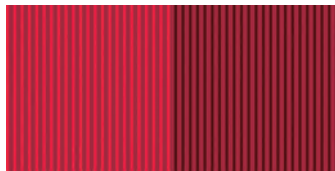


图 1.21
彩度同化——淡红色背景上，左半边画上高饱和红，右半边画上无彩色的灰。这种情况下，背景和线重合起来，左边的底色看上去更加鲜艳，而右边的颜色看上去更加灰暗

色彩的易见度问题——是色彩在视觉上的强弱感觉，又称知觉度。色彩的易见度主要是因为人眼辨别色彩的能力有一定限度，当两者过分接近，由于色彩的同化作用眼睛无法辨别。