

全国高等院校“十三五”创新型规划教材

设计色彩教程

SHEJI SECAI JIAOCHENG

主编 ©卜林生

全国高等院校“十三五”创新型规划教材

设计色彩教程

主 编 卜林生

副主编 陈 黎 刘 流 王 燕

西南交通大学出版社

· 成都 ·

内容提要

本书阐述的基本内容：第一，着重论述色彩的由来，即光与色彩，光与视觉、物体色，光与色的混合的相互关系以及相关的物理原理，介绍色彩的体系及色彩的色立体及特点、用途；第二，讨论人对色彩的视觉效应，视知觉的多种表现（视觉引起的生理、心理的变化）；第三，色彩的对比和调和，变调、组调及各种调和推移；第四，探讨色彩的心理效应、人的心理与色彩的内在联系以及外在表现；第五，探讨色彩在现代设计中的应用方法。本书附有将近两百幅图，便于读者理解、借鉴和学习。

本书适于艺术设计专业的学生，特别是工科院校的学生，亦可作为艺术设计自学者、爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

设计色彩教程 / 卜林生主编. — 成都：西南交通大学出版社，2017.1
全国高等院校“十三五”创新型规划教材
ISBN 978-7-5643-5232-5

I. ①设… II. ①卜… III. ①色彩学—高等学校—教材 IV. ①J063

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 007693 号

全国高等院校“十三五”创新型规划教材

设计色彩教程

主编 卜林生

责任编辑 罗爱林
封面设计 严春艳

出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网址	http://www.xnjdcbs.com
印刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	210 mm × 285 mm
印张	10.5
字数	175 千
版次	2017 年 1 月第 1 版
印次	2017 年 1 月第 1 次
书号	ISBN 978-7-5643-5232-5
定价	39.80 元

课件咨询电话：028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前言

PREFACE

构成,具有组合、组装或建造、构造的意思,体现为一种创造形态的行为。色彩构成作为三大构成之一,属于设计领域内的色彩运用方法。它的基本概念:将两种以上的颜色,根据设计的不同需要,按一定色彩配合的原则,重新组合、搭配,构成新的色彩关系。

色彩构成是艺术专业设计的基础课,是衔接绘画基础课程到专业设计课程的桥梁,有着承上启下的重要作用,也是色彩理论迈向专业设计的第一步。色彩构成课程侧重于研究色彩本身的色相、明度、纯度之间对比、调和的规律,以及色彩的情感和象征性等方面的问题。它强调自身的创造意识,也充分运用色彩概括、夸张的功能,是一种能够适应各类设计需要的新的色彩体系。色彩构成是一门科学性、逻辑性很强的课程,需循序渐进,才能逐步深入到对色彩本质的认识,才能学好这门课程。

本教材在总结过去“色彩构成”课程教学经验的基础上,新增了“色彩在现代设计中的运用”一章,力求理论联系实际,通过丰富多彩的实例和训练来提升学生的色彩应用能力,促使学生将色彩作为设计要素的认识提升到一个现代设计的高度,对于启发后续各专业课程的学习具有十分重要的意义。

本书具有以下特点:

(1) 在确保色彩构成基础理论和方法的基础上,精选内容、合理安排、优化结构。

(2) 文字精练,图文并茂,针对性强,提高了教材的实用性。

(3) 本书具有工科特色,更适合工科院校的学生使用。

本书由南京航空航天大学卜林生(14~15章)、陈黎(1~7章)和南京航空航天大学金城学院王燕(8~9章)、刘流(10~13章)共同编写。南京航空航天大学陈炳发教授为本书主审。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2016年5月

目 录

CONTENTS

第一部分 色彩原理与基本概念

第 1 章 设计色彩概述 2

- 1.1 设计基础课程概述 3
- 1.2 设计色彩的学习内容与目标、方法 4
- 1.3 现代色彩研究的历史 6

第 2 章 色彩的物理原理 15

- 2.1 光是产生色彩的首要条件 15
- 2.2 光源色、物体色、固有色 17

第 3 章 色彩三要素 21

- 3.1 色相 21
- 3.2 明度 22
- 3.3 纯度 25

第 4 章 三原色、间色与复色 28

- 4.1 三原色 28
- 4.2 间色 31
- 4.3 复色 32
- 4.4 补色 32

第 5 章 色彩的混合 34

- 5.1 加法混合 34

5.2 减法混合	35
5.3 中性混合	37

第6章 色彩的表示法 41

6.1 CIE 系统	41
6.2 色立体	42

第7章 色彩的视觉生理原理 49

7.1 眼睛的视觉感受机理	49
7.2 色彩的错觉与幻觉	53

第二部分 色彩对比与色彩调和

第8章 色彩对比 62

8.1 同时对比	62
8.2 连续对比	63
8.3 色相对比	64
8.4 纯度对比	69
8.5 明度对比	74
8.6 面积、形状、位置、肌理与色彩的对比	79

第9章 色彩调和 86

9.1 调和的概念	86
9.2 调和的原理	89
9.3 调和的分类	91

第三部分 色彩心理与色彩功能

第10章 影响色彩心理的因素 98

10.1 年龄	98
10.2 性格	99

第 11 章 色彩的视觉情感 102

11.1 色彩的情感 102

11.2 色彩的情感分析 104

第 12 章 黑白灰的表现力 108

12.1 黑白灰的对比 109

12.2 黑白灰的层次与空间感 111

第 13 章 色彩的象征性 113

13.1 社会文化与民族心理 113

13.2 现代色彩 115

第四部分 色彩设计

第 14 章 色彩的调子 120

14.1 明度基调 120

14.2 颜色基调 125

14.3 色彩的节奏 126

第 15 章 色彩在现代设计中的运用 134

15.1 视觉传达设计中的色彩设计 134

15.2 环境设计中的色彩设计 139

15.3 工业产品设计中的色彩设计 148

参考文献 159



第一部分 色彩原理与基本概念

Secai Yuanli Yu Jiben Gainian



第1章 设计色彩概述

1.1 设计基础课程概述

1.1.1 从传统工艺美术教育到“构成”

全世界艺术设计院校都非常重视的设计基础课程起源于德国的包豪斯设计学院 (Bauhuas), 如图 1.1、图 1.2 所示。包豪斯设计学院 1919 年成立于德国, 是世界现代设计教育的发源地。包豪斯创立了三个著名的“构成”课程——平面构成、色彩构成、立体构成, 成为设计教育发展史上的一个重要转折点。

2 这所由德国著名建筑家、设计理论家沃尔特·格罗佩斯创建的学院, 经过创办以来 10 多年的努力, 集中了 20 世纪初欧洲各国对于设计的新探索与试验成果, 包括荷兰“风格派”运动、苏联构成主义运动的成果等, 并加以发展和完善。它把欧洲的现代主义设计运动推到一个空前的高度, 并且对现代设计教育产生了巨大的影响。

包豪斯学院最引人注目的成就之一就是它的设计基础课程, 这使设计理论第一次建立在了科学的基础之上, 打破了以往艺术家只注重个人感觉、情感而没有科学化依据的局面。这些强调科学性的思想和实践在包豪斯建立之前是没有的。在基础课程中, 教师们引导学生进行点、线、面的



图1.1 包豪斯部分师生

分解,分析物体的存在因素,从平面和立体等不同角度进行探索,寻找视觉中的变化与规律。对于传统的绘画,也尝试用构成的语言进行拆分、分析,



图1.2 位于德绍的包豪斯校舍

找出视觉上的规律,特别是韵律和结构,再将这些规律加以整合,形成独特的设计作品。包豪斯的基础课程还训练学生对自然的敏感性,培养敏锐的观察力,从而对自然界产生新的认识。他们对物质的色彩、材料、肌理进行深入研究,认为对于不同的材料如石头、皮革、玻璃等应采用不同的表现方式。包豪斯引进了康定斯基、克利、蒙克等教员,开创了色彩教学的新内容体系。康

定斯基将三原色(红、黄、蓝)带入绘画教学体系,从完全抽象的色彩与形态的理论研究开始,逐步把这些抽象内容与具体设计联系起来,注重以科学为研究前提;同时强调人的精神因素,对于点、线、形态都赋予其心理内容与象征意义,强调各种形态之间的关联和融合关系。

包豪斯的基础教学课程形成了一个适合培养设计人才的完整体系,要求掌握基本的科学原理,强调技术与理论的合一,而不是单纯地追求作业效果,使设计师的能力从注重个人情感的艺术表现转到理性的设计媒介表现上来。

与欧洲早在20世纪初就在积极探索设计基础教育相比,我国的艺术设计教育在20世纪80年代前却一直延续着工艺美术的教学模式。1956年中央工艺美术学院成立,但中国的设计教育还是以传统手工艺为重要内容,在课程设置上没有摆脱传统的美术教育的束缚,从中央到地方的工艺美术学校大都以传统手工艺为中心内容。大多数艺术院校的课程体系来源于原有的绘画美术、中国传统工艺美术和国外艺术设计基础教学体制的混合。这种状况严重阻碍了中国艺术设计的发展。

为了适应改革开放以来的经济建设,国内高校逐渐出现了装潢艺术设计、环境艺术设计、工业设计等专业。但是因为我国没有经历过工业革命的洗礼,缺乏自身的现代设计教育体系,因此在设计教育领域需要大量借鉴国外的教学内容和经验。从1978年起,国内从事艺术设计教育的学者将欧美、日本的设计教育体系引入中国,展开构成的实验教学,开创了中国现代设计教育的



新局面。从此，人们将平面构成、立体构成、色彩构成统称为“三大构成”，这一套课程成为从抽象形态入手培养设计创造性思维的有效手段。从“三大构成”开始，中国现代设计教育逐渐摆脱了以传统手工艺为主要内容的工艺美术教育的影响，并且在这一基础上逐渐发展壮大。

1.1.2 构成的概念

三大构成的教学方法在设计基础教学发展中起着非常重要的作用，那么我们在这里将详细解读设计中所谓的“构成”的真正含义。

“构成”有组合或建造的含义，是造型要素及其组合，即由许多小单元（要素）结合数学逻辑构成新的整体，而其中的要素又是从大自然中提炼、抽象出来的。这其实是大自然的构成方式的一种提炼和抽象，如物质可分解为分子、原子、质子、电子和核子等。再比如，人体是由许多细胞组成器官，又由各器官组成人体，再由不同的人组成不同的社会形态。由基本单元构成组合，但组合中讲求变化，则构成各不相同的崭新的整体。

这种研究问题的方法来源于近现代科学观，简而言之就是分解—组合，即任何物体都可以被还原到一个基本的程度，人们又可以重新把这些已还原的基本要素组合成满足特定需求的新的对象。这个方法也同样适合于研究形态的创造，将之用于设计基础阶段的训练，就是构成的学习方法，这有助于培养理性与感性相融合的设计思维方式，并在提高学生的观察力、分析力、构思能力等方面有着更高的效率。

1.2 设计色彩的学习内容、目标与方法

1.2.1 学习内容

经过多年的探索与发展，如今现代艺术设计中关于色彩的学习与训练，就是以“构成”的方式为基础来进行的。即以人对色彩的知觉和心理规律为依据，运用科学分析的方法，把复杂的色彩现象还原为基本的色彩要素，再以基本要素及其组合的效果来研究色彩在质、量与空间上的变化规律及结果。以此为基础进行色彩设计，就是按照以上得出的结论（色彩规律）去组合各构成要素，从而创造出新的、理想的色彩效果。

在我们的教程中,以色彩构成的理论内容为基础,在色彩混合、色彩对比、色彩调和、色彩心理等方面展开专项讨论与训练,在色彩设计部分就各个常见设计领域的应用进行初步分析,探讨色彩在现代设计中的应用方法。

1.2.2 学习目标

(1) 提高对色彩的认知理性。

传统的美术教育主要从绘画中培养对色彩的敏锐感觉,从感性的、体验的角度把握色彩的选择与调整。而设计色彩面向的是理性的目标,不是以自我表达为指向。因此,对设计师的要求也要使其能够理性、客观地解决感性的色彩问题。设计师需要对色彩有一个科学、理性的认识,将理性的分析与感性体验结合起来,如此才能在有限制的框架下解决好色彩的美学问题。

(2) 在设计中培养色彩的运用水平和创造性思维能力。

色彩在设计中是一个非常重要的因素,在商品、空间、媒体界面中,首先对用户产生影响的就是色彩,因此在色彩上的构思能力是本课程训练的重点。理论知识的学习、各环节作业的执行、总结,能够为后续设计课程的学习打下坚实的基础色彩设计。

1.2.3 学习方法

(1) 进行原理的分析、掌握理论。

无论哪一个设计领域,要提高色彩的运用能力,理论知识点的学习和掌握都是不能忽视的。要认真阅读和钻研教材,要结合图例、设计案例,真正读懂、消化吸收每个知识要点。要防止重视应用而忽视理论学习的错误观念,先要熟练掌握色彩知识,操作时才能准确地认识到调色、配色等问题的原理所在,进而进行色彩的构思、创意。

(2) 从案例中借鉴。

案例是理解知识要点的重要途径,要结合理论要点细细体会教材中的案例。平时阅读设计案例时,也应从中分析色彩运用方面的问题。对于成功的配色,要对照色彩三要素、色彩对比规律、色彩调和规律、色彩心理规律等知识要点进行鉴赏、分析,总结其成功的要领。对于失败的配色,也同样要



对照色彩理论要点,找出其失败的原因所在。学习色彩构成后,要能够用理性的语言对色彩现象给予充分的解释、说明,只有如此训练,才能够从别人的案例中吸取有益的经验,帮助自己构思和创意。

(3) 从练习中体会、总结。

课程中常常会设置一定量的单项练习和综合设计练习。单项练习是要求针对具体的知识点,以图案和色彩表现为题目要求,以具体的视觉形象体会色彩要素及要素的组合效果。综合设计练习是要求设计者能够运用已学过的知识,用形象对两个或两个以上的知识点进行综合表现的设计,是对设计者进行综合应用能力的考核。要想做好综合设计要多观察、勤思考,丰富设计阅历,还要勤练笔、多实践,提高自身的表达能力。在学习教材案例的同时,可以有意识地借鉴其中的一些设计方法和表现技巧,并指导学生反复进行设计—改进—再设计的实际操作训练,如此才能逐渐提高学生的色彩应用能力。

1.3 现代色彩研究的历史

6

当今的色彩理论是 17 世纪以来的色彩科学与色彩艺术共同发展的结果,现在人们对色彩的认识涉及物理、化学、生理学、心理学等几个方面的科学知识。以下从自然科学领域和艺术领域两个方面对现代色彩研究的发展进行阐述,以便更好地理解后续章节所要详细讲述的色彩理论知识。

1.3.1 色彩科学的发展

(1) 牛顿的光学研究。

在颜色问题上,自古以来一直有一个难解的谜。用肉眼来看,太阳光是没有颜色的,但是雨后的天空会突然出现七色彩虹,于是人们有了种种猜测,有的说这是一条长龙弯身下海吸水;有说这是一座彩桥,仙人踏空而过;有的说这是吉祥的征兆,上天呈祥,总之没有人能够将彩虹产生的原理解释清楚。中国古代已注意到彩虹与阳光和水珠有关,在甲骨文里“虹”是“日”加“水”两个字组成的。唐代张志和的《玄真子》中记载:“昔日喷乎,水成虹霓之状。”意思是端一碗水背向太阳一喷,眼前也能现出一条多彩小练。但这喷出的霓,若伸手去抓却是一把湿气,想多看一会儿又转瞬即逝,既不能抓在手里玩,

更不能将它剖开研究，终究还是弄不清这颜色是怎么来的。至于平时自然界中红色的花，绿色的叶，五颜六色的杂物，人们就更不知这不同的色彩是怎么形成的。



图1.3 牛顿（1642—1727）

在欧洲，数学家笛卡儿是这样解释的：颜色是许多小粒子运转形成的，转速不同，颜色也就不同。化学家波义耳说：光是由许多极小粒子向我们的眼睛视网膜上撞形成的，撞的速度不同，看到的颜色也就不同。古今中外，为了解开这个谜，不少人都在试图解开这个问题。

文学，提出了二项式定理和无限理论创立了数学，认识了力的本性创立了力学。他是人类在探索自然界的漫长历程中的一个重要人物，他的科学贡献已成为人类认识自然的里程碑。他创立了光学，并在光学研究中取得了丰硕的成果。

在牛顿之前，捷克有一位名叫马尔西（1595—1667）的医生曾经做过这样的实验：使一束白光通过三棱镜，结果白光被散射成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色。但是如果在其中任何一种颜色（如红色）的光线前面再放一个三棱镜，那么透过它的光依然是这种颜色（红色）。牛顿继续并深入了这个实验的研究。

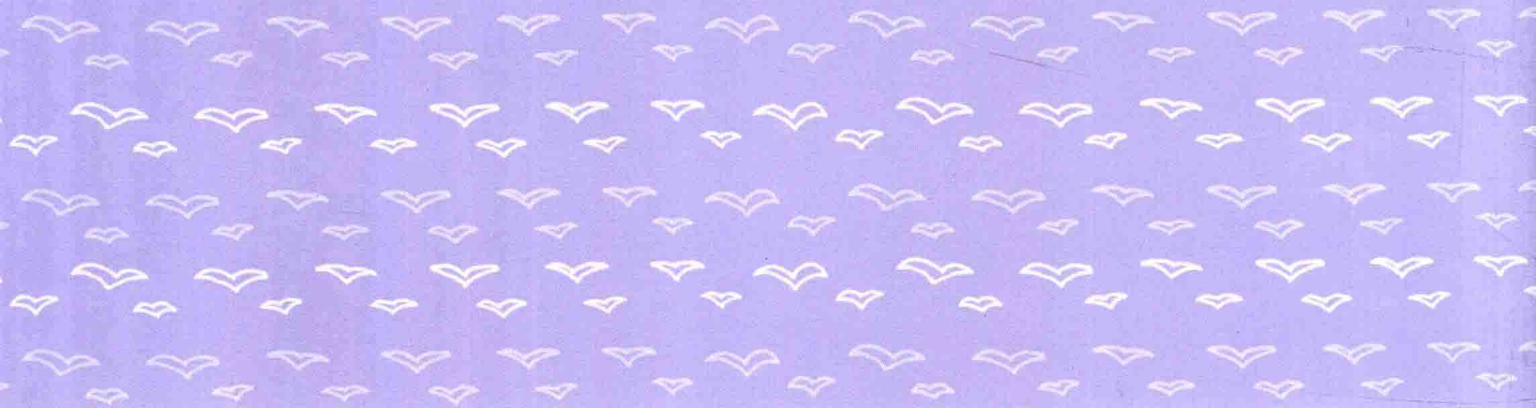
1661年，牛顿就读于剑桥大学的三一学院（Trinity College），修习数学和物理。大学时代初期，他并没有什么特殊表现，后来在巴洛教授（Isaac Barrow, 1630—1677）的指导下才迅速展露非凡的天分。1665年牛顿获得学士学位，但几个月后，伦敦淋巴腺鼠疫流行，大学关闭停课。牛顿便回到家

牛顿（Isaac Newton, 1642—1727），出生于英国，是世界近代科学技术史上伟大的物理学家、天文学家和数学家，如图1.3、图1.4所示。他发现了万有引力定律

创立了天



图1.4 牛顿的三棱镜试验



乡乌尔索普，他利用这段被强迫“放假”的两年时间，认真思考自然界的规律问题。假日中的一天，牛顿在自己房中推演着引力的公式。日已当午之时，门缝里照进一缕细细的阳光，在幽暗的房间里阳光显得格外明亮，这引起了他的注意。他突然想到：“从来没有见过这样细的光丝，不知可否将它再分成几缕？”于是他便伸手从抽屉里摸出一块三棱镜，迎上去截住那丝细光，然后又回过头去看光落在墙上的影子，墙上竟出现一段红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的彩色光带。他将镜子转转，光带不变，再前后移动，终于选出一个最佳点，天上的彩虹便清楚地出现在他的眼前。从这天起，牛顿一有空，就把自己关在房子里，还把门窗都用床单遮严，放一道光进来，做着这种玩三棱镜的游戏。他已经领悟到一个秘密：我们平时看到的白光，其实不是一色白，它是由许多光混合成的。但是那些单色又是什么呢？它们之间靠什么区分成不同颜色呢？按道理应将那单色光再分一次，但这还得要一块三棱镜，还得有暗室设备，他这个穷学生是办不到的。

牛顿的恩师巴洛与牛顿是忘年之交。一日巴洛去找牛顿，牛顿将自己的实验发现和正在思考的问题告知了老师，巴洛也大为惊喜。第二天，他给牛顿又弄来一块三棱镜，布置起一个真正的暗室。他们先让一束光穿过一个黑色木板上的小孔，用三棱镜将它分成七条不同的彩色光，再用一个有孔的木板挡住分解后的光，让每条单色光逐一从孔里通过，木板后再放一个三棱镜。这时新的发现出现在粉墙上：一是这单色光通过三棱镜时不会再分解，二是各色光束经过三棱镜时折射的角度不同。凭着数学天才和实践才能，牛顿很快就计算出红、绿、蓝三色光的折射指数。这一实验不久，1669年年底，牛顿便接替巴洛老师，开始在剑桥大学向学生们开设光学课。1672年2月6日，牛顿向英国皇家学会写了一封详细的信《光和新理论》，归纳了13个命题。他指出：我们平常看见的白光不过是发光体发出的各种颜色光的混合；白光可以分解成从红到紫的七色光谱；一切自然物体之所以显示出不同的颜色是因为它们对光的反射性能不同；对哪一种光反射的更多些，就是那种颜色。按照这个理论，彩虹的问题就解决了。彩虹是白光被空中的水滴（相当于三棱镜）分成七色而形成的。牛顿并因此而创立了光谱理论。

（2）歌德的色彩研究。

在牛顿之后一个多世纪，德国剧作家兼诗人歌德（Johann Wolfgang von Goethe, 1749—1832，见图1.5）又将色彩理论推进了一大步。歌德因为诗、

戏剧、小说而闻名世界，但其实他是一个多方面的天才，他在自然科学领域，主要是在比较解剖学、植物学和地质学这几方面有着浓厚的兴趣，并做出了一定的贡献。

1790年年初，歌德向一位友人借到一块三棱镜，想自己重新研究一下心中一直存有疑惑的色彩问题。他打开盒子取出棱镜，透过棱镜朝向一堵白墙投射。刚开始他认为，按照牛顿的理论，这时应当能看到白光分解为彩虹的现象。但结果却出乎他的意料，因为出现在他眼前的仍是一片雪白。然后，他把棱镜朝向窗口，以为直接观察阳光也许会看到它分解成七色，但这一次的结果仍然不像他想象的那样。这时，一个意外的结果出现了，那一根根挡住日光的窗棂两侧竟出现了色彩，一侧是蓝和紫，另一侧则是红和黄。歌德认定自己做出了新的发现，并且推断：通过棱镜所显现的颜色，不是像牛顿所说的那样来自白光的分解，而是来自于在黑白分界处光与暗的遭遇。



图1.5 歌德（1749—1832）

其实这种现象叫作“边界色”，是完全可以用来解释清楚的。因为在扩展光源照射来的一片白光里，中间各部分所分解开来的各种光谱色互相叠合而重新组成白光，只有在两侧边界上的部分光谱色未受补偿而显现其他颜色。这也就是我们平常使用有（色差）缺陷的光学系统（如望远镜）观察物体时所见到的颜色“镶边”现象。

歌德于1791到1792年发表了两篇《光学论文》，公开对牛顿的理论提出挑战。1810年，歌德开始出版他多年潜心研究的成果——《颜色论》专著，系统地阐述了他的学说，同时向不同的学术观点开战。歌德执着地把颜色同光学研究隔绝开来，对于颜色现象，他所依靠的只是对自然界整体的直觉感受，唯恐冰冷的实验仪器和死板的数学玷污了对自然界的美妙体验。他曾经说过：“为了了解颜色现象，只需要无偏见的观察和健全的头脑。”

应该承认，在歌德的这部著作里，除了与物理学有关的内容存在错误之外，对其他方面的理论总结确实很有价值。这是因为颜色感觉其实不单是物理现象，也与生理机制、心理机制和美学规律有关。他将全部的色彩分为冷色与

暖色两大类，研究了色彩的同时对比现象以及色彩对人们情感的影响。在他的《色彩学》里有这样一节记载：“有一天，我走进一个小旅馆的房间里，一个美艳的少女向我走来。她的脸色洁白而有光泽，头发乌黑，身上穿一件绯红色的紧身衣裙。当她在距我稍远的地段站定时，我在微暗的黄昏光线下对她注视了一会。她离开时，我在对面的白色墙上，看到一个被发亮的光晕包围着的黑色脸庞。那件裹着极其苗条体型的衣裙，竟是美丽的海水绿色。”这段话其实提出了视觉生理上的补色问题。当我们看的实物突然从红的波段过渡到白的混合波段时，视神经系统不能一下适应，便在中间绿波段上停留片刻。

（3）其他对色彩科学有贡献的科学家。

法国化学家谢弗勒尔（M. E. Chevreul, 1786—1889），在一家著名的制毯企业当染色指导时，他就对色彩心理学产生了兴趣。他于1839年发表论文《论色彩的同时对比规律与物体固有色彩的相互配合》，提出了全新的色彩对比概念及观点，这对后来满腔热情的印象派绘画产生了强烈的影响。按照这一法则，红与绿、黄与紫、青与橙等这些互补色的颜色被相邻放置时，其色彩显得最为鲜艳。但是，将这些颜料在调色板上混合后，色彩便会暗淡。

19世纪中叶，英国物理学家麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879），发表了光的电磁波学说，还制作出了为画家们应用的色彩空间混合实验的旋转盘。他在电磁学中的工作成果是19世纪物理学最伟大的成就，是继牛顿之后的历史上又一划时代的贡献。1873年，麦克斯韦出版了巨著《电磁学通论》，归纳出有关电磁场理论，统一了电学、磁学和光学，实现了物理史上的第二次大综合。同时他预言，光就是电场和磁场在空间以互相垂直的方式交替传播的波动行为，根据他提出的波动方程，可以得到光在真空中的传播速度（ c ）为300 000千米/秒。同时知道了光的频率或波长决定了光的颜色。麦克斯韦理论还表明，电磁波是一个极宽的连续波谱，可见光只是其中很窄的一段，其他部分都是眼睛无法感受的。

德国心理学家赫林（Edward Hering 1834—1918），在1878年以心理物理（psychophysical，研究刺激与感觉的关系）的方法进行研究，提出了一种色觉理论，认为视网膜上存在着三对颜色相互拮抗的视锥细胞，即红—绿对、黄—蓝对、白—黑对，这三对细胞的活动结果产生了各种颜色知觉和各种颜色混合现象。