

方向性色彩学及其内涵刍议:从色相环到色球

曹怿然¹, 高飞¹, 伽尔瓦茨卡娅 E. S.²

(1. 安徽师范大学美术学院, 安徽 芜湖, 241002; 2. 俄罗斯国立师范大学美术学院, 圣彼得堡, 191186)

摘要:自牛顿发表色彩理论开始, 色彩学的研究才真正意义上走入正轨, 并成为了现代色彩学研究的根基。主流色彩学著作都指向色彩系统这一对色彩学进行呈现的载体。因此, 对牛顿与歌德的色彩理论、龙格色彩观的研究可知其各自的方向性与内涵, 并最终呈现于牛顿物理学色相环、歌德生理学色相环和龙格色球之中。基于这三个部分的论述也可明了现代色彩系统是如何初步构建而成的。

关键词:色彩学; 方向性; 色相环; 色球

中图分类号: J063

长期以来, 学者们一直试图解开自然界中色彩的奥秘, 他们相继提出了许多理论去解释这一令人费解的现象。从17世纪开始, 前科学时期走到尽头, 随后各类色彩学说开始得到了大力的发展。关于本文的支撑——色彩理论、色彩观、色彩系统与其历史在相关论文中皆有所涉及, 如杨建邺, 刘友文的《歌德颜色论初探》^[1]、杨建邺, 李香莲的《歌德、西贝克和歌德颜色论》^[2]、连哈生的《歌德与浪漫派画家龙格: 关系及批评》^[3]、张春华的《论欧洲色彩理论发展的关键时期》^[4]、莫光华的《色彩是“光的业绩, 业绩和苦难”——论歌德的色彩学和色彩观》^[5]、王静, 张典的《论歌德与龙格、弗里德里希之关系》^[6]、田少煦的《跨媒介色彩及其设计方法研究》^[7]、黄茜、陈飞虎的《四大色彩体系对比分析研究》^[8]等。从总体上审视, 上述论文对歌德、龙格的色彩理论研究随着时间的推移, 呈现出渐行渐远的态势, 而20世纪90年代与21世纪初的研究成果又缺乏深入性。另外, 上述论文中对于牛顿色相环与其内涵同样未进行彻底的剖析。因此, 本文将立足于新见材料, 对牛顿、歌德、龙格的色彩理论或观点进行深入研究, 并阐明其各自的方向性与内涵。而通过这一系列的研究, 也可论证出上述三种色相环或色球是如何奠定现代色彩系统的, 从而成为新的学术增长点。

一、牛顿色彩理论及色相环的表达

1665年, 英国科学家波义尔发表《色料三原色》论文^{[8]267}, 一年之后, 色彩科学悄然发生了真正意义上的变革。1666年, 牛顿在剑桥大学的实验室里通过三棱镜分离从隙缝射入的白色太阳光, 成功将白光分离为光谱色, 并投射于昏暗室内的白墙之上^[9-10]。

尽管在牛顿之前, 人们已经注意到天然晶体可以将白光分解为色彩, 如英国科学家托马斯·哈里特(Thomas Harriot)^①捷克科学家约翰内斯·马尔齐(Johannes Marcus Marci)^②在牛顿之前便对光的色散现象进行了研究^[11]。其中, 马尔齐于1648年解释了彩虹的呈现、色阶层级的判定, 并确定每种光谱色均有自身的折射角度^[12]。然而, 自亚里士多德时代以来, 盛行的观点认为色彩是光与黑暗混合的结果, 人们所看到的彩虹色层向来出现在从暗到亮的过渡之中^{[13]6}。这些自然现象的观测却没有为科学实验所证实。

再言牛顿, 他不仅发现了光的色散现象, 且进一步使用三棱镜做了一系列光学实验来证实他的结论是成立的。1672年, 牛顿在伦敦皇家学会的报告《光与色彩新理论》中提出了他的研究成果, 而该报告直至1704年才在《光学》一书中得以发表^[14]。

收稿日期: 2022-06-08; 修回日期: 2022-07-06

基金项目: 安徽师范大学2020年博士科研启动金项目“苏俄色彩学研究”(752002)

作者简介: 曹怿然, 博士, 讲师, 研究方向为理论与艺术史、色彩学、油画。

E-mail: CaoYiran@ahnu.edu.cn

引文格式: 曹怿然, 高飞, 伽尔瓦茨卡娅 E. S. 方向性色彩学及其内涵刍议: 从色相环到色球[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2022, 22(4): 30-35.

这一科学发现的意义在于阐述了色彩是可以用希腊字母“ λ ”描述并进行测量的,即通过清晰的数值对色彩进行描述。根据谢尔盖·瓦韦洛夫(Sergei Ivanovich Vavilov)^③于其著作《Глаз и Солнце. О “теплом” и “холодном” свете》(《肉眼与光线:关于暖光和冷光》)的评述,牛顿成功地剔除了色彩学说中非清晰和混乱的主观印象,并通过可靠的数学推导取而代之^[15]。

同时,牛顿首次将色彩科学划分为两个部分,其一为基于物理学的客观部分,其二为视觉感知相对应的主观部分。根据这一方向,牛顿认为振动通过空气的传播会传入耳中,同理,光在眼中也可产生色彩^[13]¹¹。具体而言,光是由微小的粒子组成的,这些粒子射入眼睛,会引起色彩的感知,即每种色彩由自身的粒子组成。就光的性质而言,虽然牛顿声称其仅于符号层面使用光波的概念,但他却更倾向于微粒子的理论^[16]。

通过牛顿光谱可见,被光分离出来的色彩是按一定的顺序进行排列,每种色彩逐步且和缓地嬗变为另一种色彩。但这就产生了一个合乎逻辑的问题:为什么牛顿选择了七种光谱色而非其他数值?答案在于他通过与八度音程进行类比并将光谱色与七个音阶相对应:do—红色, re—橙色, mi—黄色, fa—绿色, sol—蓝色, la—靛蓝, si—紫色。其中,橙色与靛蓝是牛顿在彩虹可视部分基础上增添的色彩,而在这七色中,靛蓝也可以解释为蓝色,原本的蓝色则可以对应青色或俄语语境中的天蓝(Голубой)^[17-19]。

由此,本文中所关注的研究对象之一便得以显现:虽然艺术家和学者们一直试图将各种色彩置于一个系统中,并确定其主色和派生色,如文艺复兴时期达·芬奇设计的简单色阶、阿尔贝蒂设计的真实色系^[20-21]。但最为直观且更加具有科学性的色彩系统却是色相环。

进一步而言,牛顿发现彩虹的两端被主观印象中的红色和紫色所占据,在此基础上,以笛卡尔音阶环(图1)为先导,若进一步将彩虹色阶头尾相接,便可绘制成为一个类似于音调环的顺时针方向色相环(图2)^[22]。

因此,色相环作为现代色彩系统最初的载体,由牛顿首先设计而成^[23]。牛顿色相环由上述七种光谱色组成,各色依据在光谱中的比例构成非等称的扇面。

进一步挖掘该环的内涵,其中心为白色,象征所有色彩在经历色光相加之后可重新回归于白光。

牛顿在创建色相环时也注意到,当两种对立色彩在混合时,便会产生一种中性消色^[23]。另外,基于色光可得出一个结论,任何色彩均可由红、绿、蓝这三色混合而成。但在牛顿逝世百年后,色光及色料三原色问题才最终得到了妥善的解决^[24]¹⁸。因此,色彩物理学领域的科学发现使得色彩发生的过程正确地为人所掌握,并被运用到实践之中。

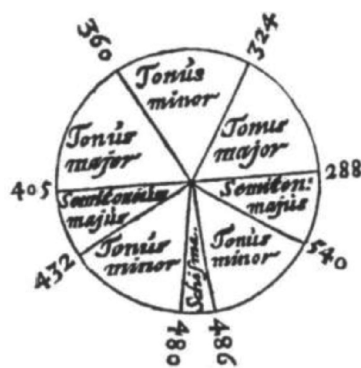


图1 笛卡尔音阶环(1650)

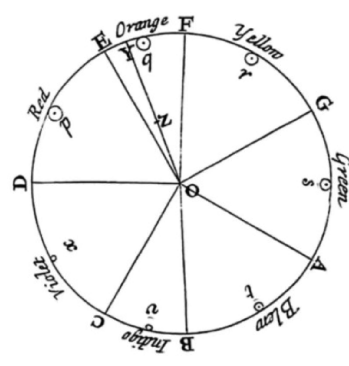


图2 牛顿色相环(1704)

二、歌德《色彩论》与生理学色相环的由来

另一种色彩理论是由歌德提出的^[25]。在牛顿的发现过去125年后,1791年至1794年歌德相继撰写出《光学报告》的四个部分,并将《色彩论》一书于1810年出版。为此,歌德耗费了约二十年的精力,对色彩的研究也直至生命的尽头^[26]^{iii, xii-xv, xviii},因而他对于该著作的欣赏甚至超越了诗歌。但是,歌德同时代的一些理学专家却不赞成他的色彩理论,他们认为歌德的表述过于主观,且不太适用于实践之中^[26]^{iv, xviii, xix-xx, xxii}。同样的,现阶段的色彩学也从未真正意义上重视过《色彩论》,但这并不表示其不具备重要价值——这一色彩研究是以人体生理感受以及心理上针对内心世界造成的影响为方向的^[27]⁸。

作为牛顿色彩理论的一种延续,歌德以牛顿理论坚定的反对者自居,从其《色彩论》第二部分题为《牛顿理论的揭露》^{[28]152}可见一斑。他重复了牛顿的实验,透过棱镜凝视着白色的墙壁并静静等待着光谱的出现。然而白墙上并未出现与牛顿实验一样的彩虹,而该色阶仅出现于墙壁明暗交界处。在歌德看来,色彩应出现在明暗对比边界处。于是歌德得出结论,牛顿的理论是错误的^{[26]xi}。

歌德色彩理论,可以被概括为其接近古希腊哲学家亚里士多德、柏拉图和新柏拉图主义者的立场,即歌德认为黄色和蓝色是光明和黑暗对立的延续^{[26]353,365,367}。其中,红色是黄色的升华,紫色则是蓝色的升华^{[26]434}。歌德在观察自然现象时也得出自己的结论,如他注意到日落时的色彩会因光束消减变为红色、绿色由纯净蓝色和黄色混合而成、红色与蓝色混合可呈现紫色^{④[26]xxii,355,357,359}。因而歌德进一步认为,在色彩理论中使用数学的方法会产生错误。

(一) 色彩之于生理的感受

作为一个观察力极强的跨学科研究者,歌德涉猎范畴包括植物学、矿物学、古生物学、美学与哲学^{[26]iv,[29]3,596-598},因而他可注意到各式视觉效果的色彩呈现。如他于《色彩论》片段44、52及79中的描述:

(译文)傍晚,一堆经由灼烧而赤红的铁被置于铁砧之下,当我转过身偶然瞥见了敞开的煤仓时,一个巨大的紫红色图像呈现于眼中,若把目光自黑暗移至明亮的隔板上,这种图像就变得似乎是半绿色和半紫红色的——这取决于较暗或明亮的背景,且这种现象并未呈现衰减之势^{[26]50};当我晚上回到旅馆时,一个拥有迷人白色面庞、黑色头发和身穿鲜红色紧身胸衣的女孩走进我的房间并站在离我不远的地方,当这名女子离开后,我看到的是一张被光照下的亮墙与黑色的脸庞,而她的衣服是美丽的海浪色^{[26]54};在窗户内侧放置了一张含有窟窿的白色纸张,透过该窟窿可以看见隔壁屋顶上的白雪。当室外为暮色并将蜡烛置于房内时,雪呈现蓝色,这即是纸张被蜡烛映射为黄色的缘故^{[26]68,70}。

以上片段便可以表明,歌德是通过收集随机案例进行生理学色彩的实验,并突出色对之间的对比的。

(二) 色彩对内心世界的影

根据对彩色玻璃的实验,歌德也试图解答出心理状态对某种色彩的感知。他认为色彩对内心世界的影

响,歌德将色彩划分为积极色黄色、红黄色(橙色)、黄红色(铅丹色、朱砂)与消极色蓝色、红蓝色(紫色)、蓝红色,并在片段764与777中认为积极色可以唤起饱满、活泼、积极的情绪,消极色会引起不安、软弱和忧郁的情绪^{[26]348,352}。需要说明的是,上述色彩是以纯色^⑤形式为歌德定义并进行了举例,其中,黄色会引起一种温厚的情绪,在片段769、770以及771中该色可被表述为:“纯净温暖的黄色会使人感到愉悦,但当它的边缘沾染污秽或稍稍移至冷色调一边,便会带来非愉悦的感受。如黄色调处于呢绒、毛毡这类不洁或非优雅品之中,即便是微妙的改变,也可使其从美丽与高贵转变为一种肮脏的色彩。”^{[26]350}

另一纯净蓝色在片段779、784和785中被认为是一种惊人的、几乎无法形容感觉的色彩^{[26]354},而该色的玻璃被认为是可描绘出忧郁光线的物体,若该色稍稍混合积极色一端,将会混合出浅海浪绿这种令人惬意的色彩^{[26]354}。此外,片段789对于纯色紫的描述为令人不安的色彩,而居于它框架内经过高度稀释的雪青色虽有些许活跃,但仍显得凄凉^{[26]356}。

因此,考虑到色彩对于内心世界的影

响,歌德将该属性的凸显与服装色彩的选择建立联系,并将这一选择与国家、民族的文化、特定个人与群体的教育水平联系起来。例如,片段835对野蛮人、文明程度不高的民族、孩童倾向于高亮度色彩,特别是黄红色和花色进行了叙述^{[26]370}。与之相反,歌德在片段841中描述受过教育的人为:

(译文)他们对色彩有些许反感。这出于某种程度上的审美疲劳,且部分人群是由于不确定的品位,并乐意处于虚无中。因而女人现今只愿意穿白色衣服,而男子则身着黑色衣服^{[26]372}。

在片段799、836和838中,这一特殊属性可被总结为法国人偏爱积极色,其中红色调正如法式偏向黄色的深红染料一般,固守自身尊严的意大利人和西班牙人却是消极的,他们的紫红染料与红色调斗篷^⑦会使人预感到蓝色或消极色的一面。至于性情温和的英国人和德国人,他们喜欢干草黄或皮革黄,并与暗蓝色相搭配^{[26]358,372}。而南欧人,特别是南欧女性喜爱穿着异常鲜艳的衣物^{[26]370}。而在片段840中,歌德在839关于色彩判断性格^{[26]372}基础上针对某一个体和年龄的特殊性做出补充说明:

(译文)年轻女性偏好粉红和天蓝,长者喜爱雪

青色和暗绿。白皮肤金发女子倾心于紫色和亮黄,黑发女郎会选择蓝色和黄红色^{[26]372}。

由此,歌德同样于心理学层面表达出色彩的对比。作为其色彩理论的一种呈现,歌德在生理学和心理学现象例证的基础上以红黄蓝三色构建出六色相环(图3),这一色相环与牛顿早期色相环在色相选择上相一致^{⑧[24]20}。值得一提的是,由席勒与歌德最初共同商议创建的色相环(图4)、歌德初版色相环(图5)同属顺时针方向色相环,并与图3最终版色相环在走向上相反^[22]。该色彩系统中共有三组对比色:红色对应绿色、蓝色对应橙色、黄色对应紫色,这些相反的色相均由肉眼所产生,而这三组色对在对比后便可产生出相对的色相,如红色可产生绿色等。在建构方法上,该色相环以“升华”概念^⑨作为引导,即纯净黄蓝两色通过混合可产生绿^{[26]420-421},绿与红色相对应,而橙紫为黄蓝两色的升华,并逐渐向红色靠拢^[5],若红色进一步基于完整性色相环概念,则可升华为紫红^{[26]363-365}。因此,关乎色彩方向性分类这一文章的主题,以该环为基底的歌德色彩理论开创了色彩生理学与心理学研究的先河^[1]。



图3 1810年版歌德色相环

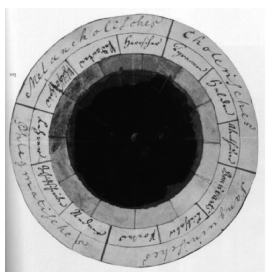


图4 1799年版席勒歌德色相环

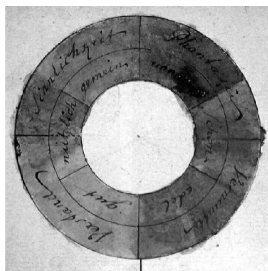


图5 1808年版歌德色相环

三、龙格色彩观与色球的内涵

龙格是歌德同时代的后辈,且对其相当熟悉。自1803年与歌德结识以来,龙格和他一样钟情于色彩、自然哲学等各种问题的研究^[3],与此同时,他也表达出象征唯心主义的色彩观,这种观点促使其更加趋近于歌德并远离牛顿。具体来说,龙格认为色彩之间是通过一个神秘的三角进行关联的,这个三角关系是最为原始的“相减”,并在形式上达成基督教三位一体的联系,其中,黄色是圣灵、蓝色被视作圣父、红色则为圣子耶稣^[6]。1809年,龙格又将代表生命的绿色调置于物理的世界、象征寒冷的蓝与紫与女性世界相连接、关乎爱的红色与理想的世界进行对接,而橙黄两色对应温暖,并被龙格视为男性的世界。至此,这些联想与色调构成了其色彩系统最初的逆时针走向六芒星。1810年,《相互混合色料及其完全共同性的色球或结构》一书出版。这本在龙格过世后出版的书籍总结了他对艺术的相关实验和思考,描述了属于他的色彩系统,并得到了歌德的高度评价^[30]。

作为一位以实践为起点的油画家,龙格经过对色料混合的规律性研究,试图将多样性的色彩融入一个系统之中。在此过程中他却意识到色相环这一平面色彩系统绝无可能涵盖所有可能出现的色调,因而他提出以球形结构对色彩进行排列的方案。这种球形结构类似于地球模型,两极是处于北极的白色与南极的黑色,色相环中的十二种饱和和色相位于赤道的方位,并对地球模型进行一周的环绕(图6)。

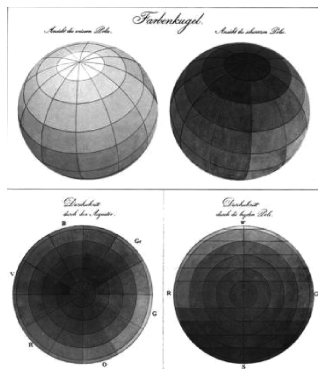


图6 龙格色球彩稿及其剖面

再言龙格象征性色彩的混合方法,龙格色相环可通过上述红黄蓝三色的两两混合,得到派生色橙色、绿色以及紫色。如上文所言,这六种色相组成的六芒星成了该环乃至色球的支撑(图7),并使得

球体经线上各色由白色和黑色按适当比例调和而成。除此之外,龙格还对色球的水平和垂直剖面图进行了介绍(图6),并在此图中填充了经过模糊化处理的所有色彩。其中色球的圆核为中性灰色,黑白为轴的消色阶与各色所处方位对应,并以此混合出不同程度的灰色。

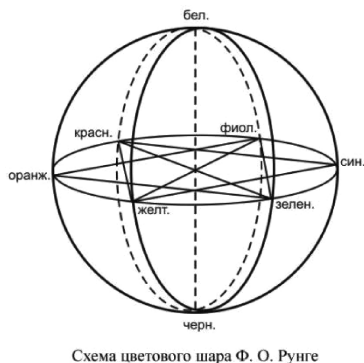


图7 龙格色球结构

因此,画家出身的龙格对于低饱和度灰色问题的关心促使了色彩空间模型的完善,而这一立体色彩系统的混合原则也被认为是正确的^{[27]11}。如著名心理学、生理学家谢尔盖·科拉夫科夫(Sergei Vasilievich Kravkov)所述:“龙格已然找出所有色彩变化自身的位置及它们的三个基本特征:首先是不同纬度上的色相,其次为黑白轴上不同层级的消色阶,再次为根据黑白轴不同远近所体现出的饱和度。必须承认,从现代角度审视龙格色球,其构造是合理的。”^{[31]13-14}另外,从产生时间顺序上进行判定,龙格色球也可成为奥斯特瓦尔德双锥体、孟塞尔螺旋体等20世纪涌现出的色立体^{[8]268}原型。

四、结语

牛顿色彩理论以色彩物理学为研究方向,通过数学推导对色彩进行了诠释,且其本人以八度音程与笛卡尔音阶环为先导,创造出了首个色相环,且环内色相呈现顺时针走向。可以认为,牛顿理论及其色相环是现代一切色彩学和色彩系统的基础;基于对随机色彩现象的汇总和对比,歌德最终成功创造出以其色彩理论为基底的生理学逆时针走向色相环,并成为生理学与心理学色彩研究的开拓者。然而,歌德的色彩理论虽然是牛顿理论的一种延续,但他却以反对者自居;龙格以画家身份对色彩学进行了长期的研究,最终以其色彩观为基础创造出合理性色球,其中,龙格色球基底一色相环的走向与歌德1810年版趋于一致,而该球也成为之后

各型色立体的原型,使色彩系统不再局限于平面形式。综上所述,牛顿与歌德色相环、龙格色球建构出了现代色彩系统最初的模样。

注释:

- ① 托马斯·哈里特(1560—1621.7.2),英国天文学家、数学家、民族志学家以及翻译家。他以改进代数学符号的成就而闻名,他的发明包括了较为常用的比较符“>”和“<”。
- ② 约翰内斯·马尔齐(1595.6.13—1667.12.30),捷克科学家,他于布拉格大学学习哲学和神学,并在1630年和1662年分别出任该校教授和校长。因为科学研究被授予贵族封号和皇家医学职务。他最为重要的贡献体现于光学方面——他解释了彩虹中的色彩,并使之与光线折射率之间建立联系,并对折射原理进行了实际研究。此外,他也分析了固态球体的碰撞,并首次提出弹性碰撞于非弹性碰撞之间的区别。
- ③ 谢尔盖·瓦韦洛夫(1891.3.11—1951.1.25),苏联物理学家。他曾于1943年、1946年、1951年和1952年四次获得斯大林奖。
- ④ 紫色须由红蓝两色混合而成,但对于牛顿来说,蓝光与红光位于光谱的相对两侧,且这两种色彩永远不会形成重叠,因而基于色光与色料概念的紫色之于牛顿,是存疑的色彩。
- ⑤ 纯色是指红黄蓝绿橙紫六种色彩,并非黄蓝为代表的初始纯净色。
- ⑥ 从片段758至结论前皆为歌德《色彩论》的《感知》部分。
- ⑦ 偏向消极色一端红色调可视为紫红色。
- ⑧ 牛顿早期色相环中色相也可认为是红黄蓝绿橙紫六种色相,这在歌德《色彩论》的描述中同样被进行描述。此外,法国画家克劳德·布泰(Claude Boutet)于1708年首次对牛顿六色相环进行了绘制,并使其建构成十二色相环。
- ⑨ 升华指环中色相所具有增强性与减弱性,也可称为对色相的加浓与减淡。

参考文献:

- [1] 杨建邺,刘友文.歌德《颜色论》初探[J].华中理工大学学报(社会科学版),1992(4):92-99.
- [2] 杨建邺,李香莲.歌德、西贝克和歌德《颜色论》[J].自然辩证法通讯,1994(4):59-65.
- [3] 连哈生.歌德与浪漫派画家龙格:关系及批评[J].中山大学学报论丛,2006(11):95-97.
- [4] 张春华.论欧洲色彩理论发展的关键时期[J].新美术,2007(1):64-65.
- [5] 莫光华.色彩是“光的业绩,业绩和苦难”——论歌德的《色彩学》和色彩观[J].同济大学学报(社会科学版),2012(4):17-25.
- [6] 王静,张典.论歌德与龙格及弗里德里希之关系[J].齐鲁艺苑,2013(3):103-106.

- [7] 田少煦. 跨媒介色彩及其设计方法研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2015(2):148.
- [8] 黄茜, 陈飞虎. 四大色彩体系对比分析研究[J]. 包装工程, 2019(8):267.
- [9] Sun I. 视觉设计. 配色设计原理[M]. 北京: 科学出版社, 2011:2.
- [10] 约翰内斯·伊顿. 色彩艺术[M]. 杜定宇, 译. 上海: 上海人民美术出版社, 1978:14.
- [11] Сурдин В. Г. Путешествия к Луне [М]. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009:61.
- [12] Яковлев В. И., Остапенко Е. Н. История и методология механики. Основы классической механики [М]. Пермь: ПГНИУ, 2019:51 – 52.
- [13] Зернов В. А. Цветоведение [М]. Москва: Книга, 1972.
- [14] Вавилов С. И. Исаак Ньютон [М]. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1945:43, 82.
- [15] Вавилов С. И. Глаз и Солнце. О “теплом” и “холодном” свете [М]. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1961: 20.
- [16] 樊小龙. 微粒论视野中的牛顿环与光的“阵发”理论[J]. 自然辩证法通讯, 2018(10):20.
- [17] 戴维·卡斯坦, 斯蒂芬·法辛. 谈颜论色 [М]. 徐嘉, 译. 北京: 北京大学出版社, 2020:16.
- [18] Renzo Shamey. Newton, (Sir) Isaac [М]. New York: Encyclopedia of Color Science and Technology, 2015:4.
- [19] Рудин Н. Г. Руководство по цветоведению [М]. Москва: ГИЗЛЕГПРОМ, 1956:11.
- [20] Леонардо да Винчи. Трактат о живописи [М]//Губарев А. А. перевод. Москва: Издательство «Филио», 2013:72.
- [21] Альберти Л. Б. Десять книг о зодчестве, т. II [М]. Москва: Издательство Всесоюзной Академии архитектуры, 1937: 31 – 32.
- [22] Серов Н. В. Хроматическая теория цвета: Ньютон-Гете-Кандинский-Виттенштейн [J]. Социальные трансформации, 2019(30):182 – 183.
- [23] Волков Н. Н. Цвет в живописи [М]. Москва: Издательство «Искусство», 1965:48.
- [24] 李鹏程, 王玮. 色彩构成 [М]. 上海: 上海人民美术出版社, 2015.
- [25] 城一夫. 色彩史话 [М]. 杭州: 浙江人民美术出版社, 1990:121.
- [26] Месяц С. В. Иоганн Вольфганг Гёте и его учение о цвете [М]. Москва: Кругъ, 2012.
- [27] Цойгнер Г. Учение о цвете [М]. Москва: Издательство литературы по строительству, 1971.
- [28] Стефанов С. И. Термины по цвету и не только [М]. Москва: Репроцентр, 2003.
- [29] 范大灿. 歌德论文学艺术 [М]. 上海: 上海人民出版社, 2016.
- [30] Natural_colours. Исследования в области цвета в Европе 19 века. Филипп Отто Рунге и Мишель Эжен Шеврель [ЕВ/ОЛ]. (2010 – 12 – 11) [2022 – 05 – 08]. <https://yandex.ru/turbo/natural-colours.livejournal.com/s/23008.html>.
- [31] Кравков С. В. Цветовое зрение [М]. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1951.

On Directional Chromatics and Its Connotation: from Color Circle to Color Ball

CAO Yi-ran¹, GAO Fei¹, Korvatskaya E. S²

(1. Institute of Fine Arts, Anhui Normal University, Wuhu 241002, China;

2. Institute of Fine Arts, Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg 191186, Russia)

Abstract: Research into chromatics has been on track and has become the foundation of modern chromatics since Newton published his color theory. A look at any mainstream chromatics works may show the color system, which is a carrier of chromatics. Studies of Newton and Goethe's color theory and Runge's color view, therefore, can indicate their respective directionality and connotation. Discussions based on Newton's physical color circle, Goethe's physiological color circle and Runge's color ball help to understand how modern color system is preliminarily constructed.

Key words: chromatics; directional; color circle; color ball