

【高校设计研讨】

## 四大色彩体系对比分析研究

黄茜, 陈飞虎

(湖南大学, 长沙 410000)

**摘要:** **目的** 通过对比奥斯特瓦德色彩体系、孟塞尔色彩体系、NCS 色彩体系、PCCS 色彩体系的创立背景、架构逻辑, 观察人类色彩学科的成长历程; 分析各体系的优点和适用领域, 为色彩工作者在选择色彩体系工具时, 提供清晰有据的参考。**方法** 运用文献资料采集法、逻辑分析法、对比研究法, 使用图示语言, 梳理四大体系的联系和区别。**结论** 科学有效的色彩体系的创建在色彩学科中具有标志性的意义。四大色彩体系在创建目的和色彩模型上有所区别。通过对比分析, 奥斯瓦尔德色彩体系创始之初为色彩工作者提供了便利, 目前实际运用较少选择; 孟塞尔色彩体系主要运用于学术界色彩现象和技术分析及工业产业制造; NCS 色彩体系已成为数个国家的国家色彩标准, 在产品色彩上优势明显; PCCS 色彩体系在色彩教育、时尚形象设计、色彩设计等相关领域以直观快捷的配色法取胜。

**关键词:** 奥斯特瓦德色彩体系; 孟塞尔色彩体系; NCS 色彩体系; PCCS 色彩体系; 色立体; 对比分析  
**中图分类号:** J513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)08-0266-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.06.043

### Comparative Analysis of Four Major Color Systems

HUANG Qian, CHEN Fei-hu

(Hunan University, Changsha 410000, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to compare the Ostwald color system, Munsell color system, NCS (Natural color system), PCCS (Practical Color co-ordinate System) in creating background, logic thoughts, the developing process of color disciplines in Chromatic, to analyze the strength and applicable fields of each system, and to provide clear and informative references for color workers choosing color tools. Methods such as literature data collection, logic analysis, comparative research and the graphic language were used to analyze the relations and differences of the four systems. The creation of a scientific and effective color system has a symbolic significance in Chromatic. These four systems differ in purposes and logic thoughts. According to the comparative analysis, the Ostwald color system was originally created for the convenience of color workers and is rarely used now. The Munsell color system is mainly used in the academic color phenomena and technical analysis, as well as industry manufacturing design. The NCS has the obvious advantages in product color and is the standard national color principles of many countries. The PCCS is favored in fields such as color education, fashion color image design and some related fields as an intuitive and effective color matching tool.

**KEY WORDS:** Ostwald system; Munsell color system; NCS; PCCS; color space; comparative analysis

色彩学科的发展, 从无意识到有意识, 从感知经验到逻辑系统, 几乎与人类同时产生并发展。在近现代色彩研究中, 色彩体系的地位如轴线, 一方面吸收了同时代相关学科的先进成果, 另一方面也为色彩现象的分析和色彩的运用提供了坐标参照。目前, 色彩领域国际通用且提及最多的色彩体系分别是奥斯特瓦德体系、孟塞尔体系、NCS 体系、PCCS 体系, 它们

在不同的领域发挥着重要作用。本文尝试用对比分析的方法, 对四大体系由内至外地进行梳理。

### 1 色彩体系的概念及作用

色彩体系, 是以人的视觉特性为出发点, 把物体表面色的基本特性按一定的规律排列, 并做定量描述

收稿日期: 2018-12-14

作者简介: 黄茜 (1979—), 女, 湖南人, 博士, 湖南大学讲师, 主要研究方向为建筑色彩学。

的颜色序列的立体模型<sup>[1]</sup>。

19 世纪之前，人们对色彩的理解主要在定性研究方面，如北宋建筑学家李诫在《营造法式》里记述了当时建筑彩画作制度；文艺复兴三杰之一达·芬奇在《论绘画》中发表了对色彩的观点。17 世纪前后，西方的色彩科学有了突破性进展，光与色的研究通过实验得以推进。20 世纪，色彩体系才相继产生，“它的诞生标志着人类对色彩的认识进入了全面和系统

化、理性化的历史阶段<sup>[2]</sup>”。

## 2 四大色彩体系创建的背景分析

色彩学包括 3 个方面的研究：（1）关于光、色的物理学研究；（2）人类色觉感知的生理学和心理学研究；（3）色彩的应用学科研究。17—19 世纪，色彩学在这 3 个方面都有了重要进展，17—19 世纪色彩学重要研究事件示意图 1。

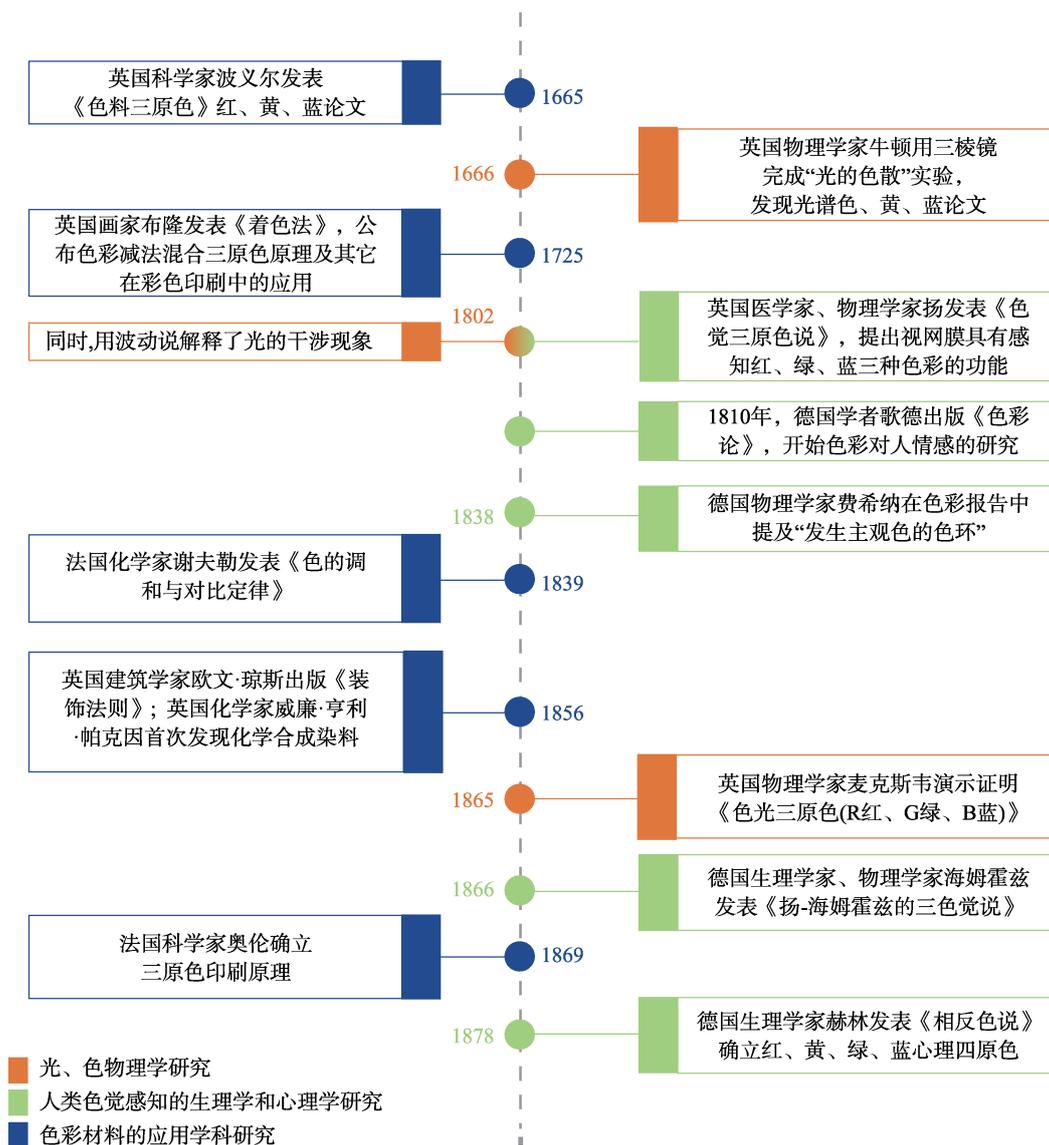


图 1 17—19 世纪色彩学重要研究事件示意  
Fig.1 Time-line of big events on Chromatics during 17<sup>th</sup> to 19<sup>th</sup> century

由此可见，正是在四大色彩体系创立之前的二百年间，色彩学科在基础方面有了突破性进展，同时设计类的专业学校和行业协会也发展起来，迫切需要有通用的色彩语言与科学的色彩模型。随之，20 世纪四大色彩体系相继问世。

观察四大体系出现的时间和承接关系，对比其创

建主体和初始目的，可以发现色彩学科对色彩体系的要求从基础的色彩记录与系统化标识，走向专业化应用及普及色彩沟通的领域；创建主体也从个人走向多专业背景的团队，色彩学科的专业精细度与多领域的融合度不断上升。四大色彩体系创建背景对比分析见表 1。

表 1 四大色彩体系创建背景对比分析  
Tab.1 Comparison on establishment background of four color systems

	奥斯瓦尔特色彩体系	孟塞尔色彩体系	NCS 色彩体系	PCCS 色彩体系
英文全称	Ostwald system	Munsell color system	Natural color system	Practical Color co-ordinate System
创建时间	1919 年 <sup>[3]</sup> 1921 年 <sup>[4]</sup> 1915—1916 <sup>[5]</sup>	1905 年 <sup>[5]</sup>	1964 年 (NCS 官网)	1964 年 (日本色彩研究所官网)
创建主体	奥斯瓦尔特 (1853—1932)	孟塞尔 (1858—1918)	斯堪的纳维亚色彩研究所, 简称 SCI (1945 年成立)	日本色彩研究所 (1945 年成立)
所属国家	德国	美国	瑞典	日本
创建主体背景	德国籍物理化学家, 1909 年获诺贝尔化学奖 <sup>[6]</sup> 。从小热爱艺术, 喜欢绘画和音乐, 晚年投身色彩事业。	画家, 留学巴黎和意大利。学成回国执教, 后投入色彩学研究。	在色彩专家 Anders Hard 博士的领导下, 与当时的心理学, 物理学家, 建筑师共同合作创立 NCS 体系。有政府、公司、机构的大量资金支持。	1927 年, 日本标准色协会由画家和田三造创立, 1945 年改组成日本色彩研究所, 所面临的任務主要包括色彩的标准化和色彩教育。有国家色彩事业发展的需求和政府的支持。
体系创建初始目的	充分使用定量分析的方法, 建立色彩的秩序 <sup>[7]</sup> , 并将色彩调和的问题, 用数量来表示与分析。	使颜色排列有序, 将色彩研究与音乐研究相类比, 希望发明一套“色彩记谱法”(官网), 色立体上直观感受到色彩的三属性变化。	为产品的色彩样本建立一个有效的色彩记录的系统方法。希望用作建筑师, 设计师和其他从事环境色彩设计的专业人士以及色彩制造商的实用辅助工具。照顾不同产品和不同种类的材料色彩需要。	最初目的是专门用于儿童、学生和初学者的色彩教育。基于当时的日本色彩标准, 设计的一套游戏化的配色学习法 <sup>[8]</sup> 。

### 3 四大色彩体系色彩模型架构对比分析

色彩体系的核心之一是色彩模型。早在 18 世纪就有研究者尝试建立色彩模型来标识色彩的组织结构, 曾出现过半圆形和锥体的色彩模型, 但是都因不够完善, 未能推广。直到 20 世纪, 奥斯瓦尔德色立体和孟塞尔色立体相继问世, 才较好地解决了通用色彩参照的问题。色立体就是所有的可见色彩依据其色相、明度和纯度所组成的三维立体模型<sup>[9]</sup>。四大色彩体系的色立体有共通之处, 也各有长短。

#### 3.1 色彩空间形态与逻辑对比分析

四大色彩体系的空间模型见图 2, 从形态上来看, 奥斯特瓦尔德与 NCS 类似, 不同的是奥斯特瓦尔德属于混色系, 即基于物理性的色刺激的混合比例做成的表色系。NCS 则属于显色系, 即按心理上比例将色差等间隔的排列成色票。奥斯特瓦尔德体系建立的基本原理是通过表面色的平均混色得到的表色系做成的色卡, 用白色、黑色、纯色的混合量表现各种颜色, 计算公式为: 白色量 (W)+黑色量 (B)+纯色量 (C)

=100%。NCS 所有颜色的混合通过 6 种原色的心理性混合量来表示, 计算公式为白 (W)+黑 (S)+有彩色 (C)=100, 彩色 (C)=黄 (Y)+红 (R)+绿 (G)+蓝 (B)。

孟塞尔与 PCCS 色立体在形态和构成方法上都非常接近, 不同之处在于孟塞尔的构建目的是形成系统化的数字字母编码的色彩工具, PCCS 则是以实用配色为目的的体系, 也被称为“色相与色调体系”。PCCS 中建立的“色调”概念, 是纯度与明度的复合值, 同时研究不同色调与心理感受的对应关系, PCCS 色调见图 3, 这种研究思路使得 PCCS 成为目前时尚界和设计界概念性配色的使用率最高的工具。

#### 3.2 色立体色相环对比分析

四大色彩体系的色立体外观不尽相同, 但都是在充分利用空间的三维性来表现色彩的色相、明度和纯度。色立体的垂直轴线是模型的非彩色中心, 分布在赤道圆最外边的纯度最高的色彩形成了一个色相环。色相环是在基本色的基础上, 加入间色和复色, 继续细分得来。四大色彩体系色彩模型架构对比分析见表 2。

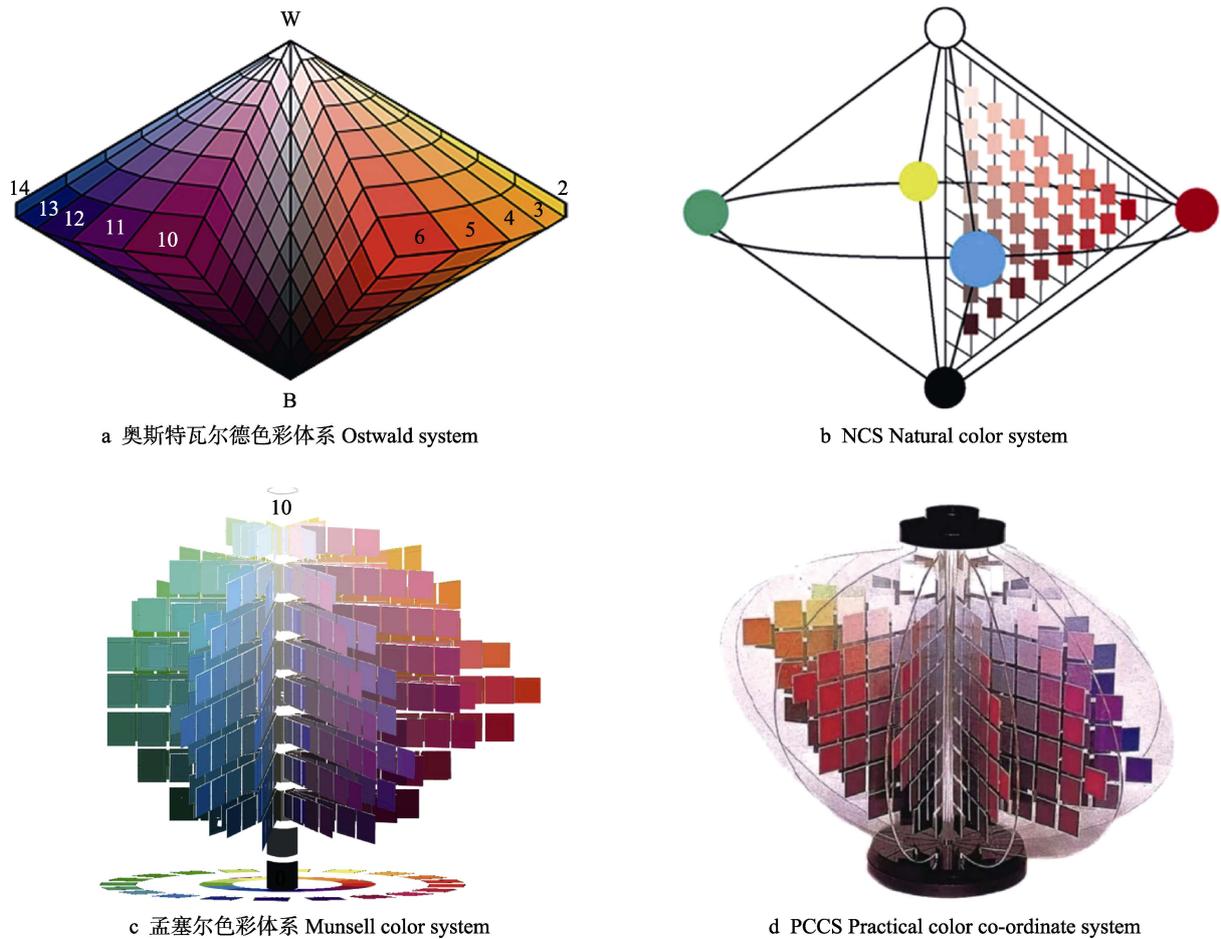


图 2 四大色彩体系色立方体  
Fig.2 Color cube of four color systems

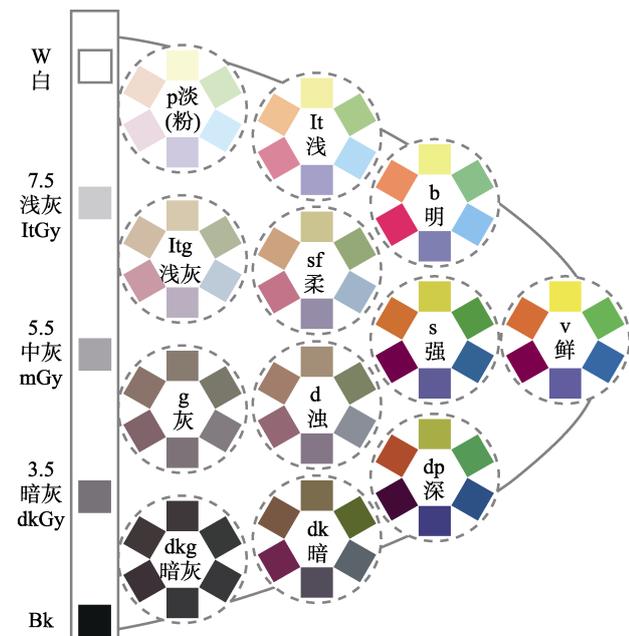


图 3 PCCS 色调  
Fig.3 PCCS tone-map

奥斯特瓦尔德、NCS 和 PCCS 的基本色都是红、绿、黄、蓝四色，其理论根源是来自色彩视觉理论中的赫

林 (E. Hering) 四色学说。1878 年，赫林观察到颜色现象总以红—绿、黄—蓝、白—黑成对关系发生，因而假定视网膜中有 3 对视素即白—黑视素、红—绿视素、黄—蓝视素。这在现代色彩视觉理论得到一定的验证和完善。不同的是，PCCS 色相环沿用了 NCS 的心理四原色的概念，先确定红—绿、黄—蓝的位置。然后，确定心理四原色的补色的位置 (互补色为 180° 夹角)。最后填充间色和复色，形成 24 色的色相环，但是它并没有跟 NCS 一样，把心理四原色放在完全对称的位置上，而是做了位置上的调整，从而保证各个色相之间的色差基本等距。奥斯特瓦尔德色相环则是在四色基本色基础上，加入四间色，在把这 8 色每色分成三等分，形成 24 色环。四大色彩体系色环见图 4。

孟塞尔色相环的基本色是，R (红)、Y (黄)、G (绿)、B (蓝)、P (紫)，加入 YR (黄红)、GY (黄绿)、BG (蓝绿)、PB (蓝紫)、RP (红紫) 共分列 10 种色相。每种色相细分为 10 级，共设有 100 种色相，但是实际颜色样本做不出把 100 色全部列出的色相环，常见孟塞尔色环将所列 10 种色相每种做成 2.5、5、7.5、10 数值的色卡。

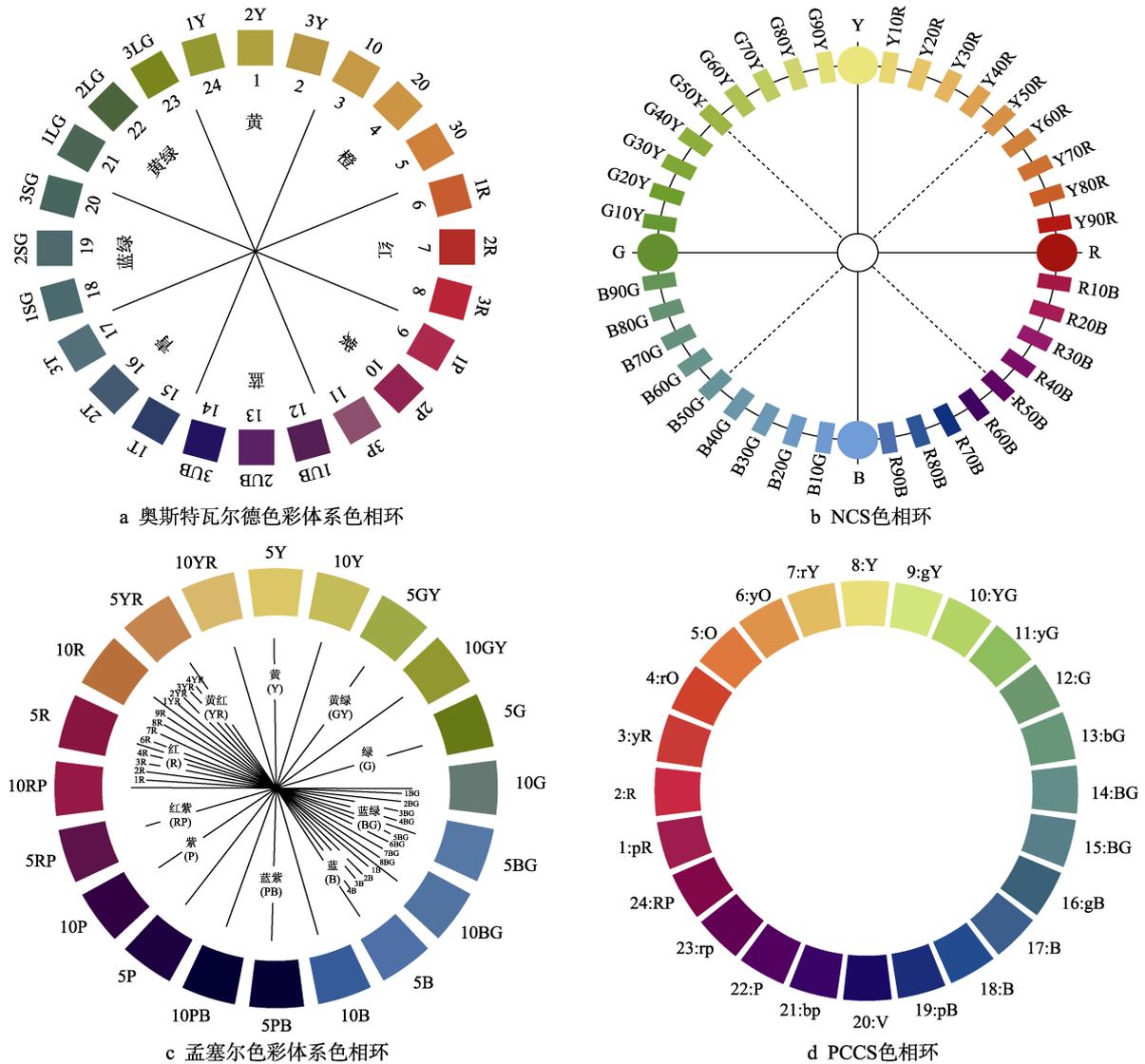


图4 四大色彩体系色环  
Fig.4 Color circle of four color systems

表2 四大色彩体系色彩模型架构对比分析

Tab.2 Comparative analysis on color models of four color systems

	奥斯特瓦尔德	孟塞尔	NCS	PCCS
色相环原始色相	红—绿、黄—蓝 (共4色)	红、黄、绿、蓝、紫 (共5色)	红—绿、黄—蓝 (共4色)	红—绿、黄—蓝 (共4色)
色相级别	24级	100级	400级	24级
明度级数	8级	11级	100级	18级
饱和度级数	8级	30级	100级	9级
色卡标准色	584色	1737色	1950色	1071色
色空间是否对称	是	否	是	否
色值举例及说明	8ga (8号红色, g是含白量, a是含黑量)	5R4/14 (明度值为4, 纯度值为14的5号红色)	S 3050-R80B (黑度为30, 彩度为50, 色相为80%的蓝色和20%的红色)	8:Y-8.0-9S (色相为8Y, 明度为8.0, 彩度为9s)
表色系类别	混色系	显色系	显色系	显色系

3.3 色立体等色相面对比分析

沿着色立体的赤道圆截取某种色相的剖面, 称之为等色相面。研究每个色彩体系的等色相面形状及轴线含义, 能够更深入地分析色彩体系。

为等色相面。研究每个色彩体系的等色相面形状及轴线含义, 能够更深入地分析色彩体系。

NCS 与奥斯特瓦尔德等色相面形状相似, 但是

表示的量具有不同的含义。奥斯特瓦尔德等色相面给出的白色黑色的全色相对含量是指由这些量混合可产生该色，而 NCS 等色相面的颜色成分的相对含量是由感觉判别出来。NCS 自然色系由物理学家约翰森提出，自然色系为每一个具有正常色觉的人提供了一

套判定颜色的方法。使用这种方法，不需测色仪器，也不需要色样比较，这种方法是基于颜色知觉一种绝对度量。这表示出奥斯特瓦尔德体系是色料调和为创建目的，而 NCS 是以人的感知为创建中心。四大色彩体系的等色相见图 5。

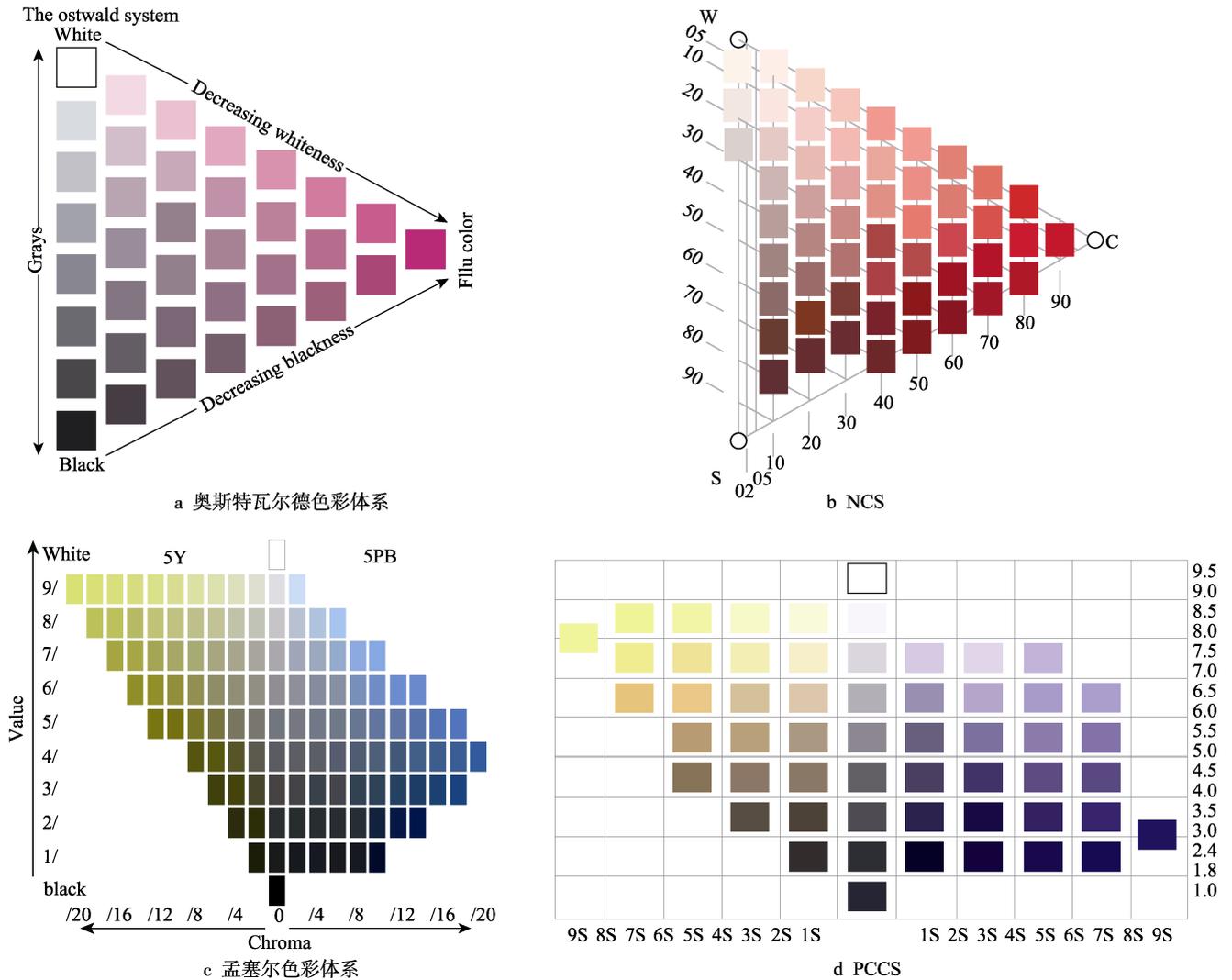


图 5 四大色彩体系的等色相  
Fig.5 Color triangle of four color systems

孟塞尔用独特的用语给孟塞尔色立体的 3 个要素命名，色相仍然沿用"Hue"，但是明度上没有使用"lightness"，而使用了美术用语"Value(明暗)";没有使用表达纯度的"Saturation"，而使用了表示色彩强度的"chroma"，可见孟塞尔创立色彩体系有意将色彩的物理参数转换为人的感知指数。

PCCS 是在孟塞尔体系上发展而来，从等色相面上来看，两者形状很接近，同样是不同纯色相明度值有差异，但是孟塞尔的不同色相的最高纯度值不同，如 10YR 的最高纯度值为 14，而 2.5B 的最高纯度值为 8，表示最高的纯度的 10YR 比 2.5B，对人的刺激度要更高。PCCS 所有色相的最高纯度值都完全一样。这又再次体现出孟塞尔体系在纯度轴上其实更为准

确的解释为“色彩刺激度轴”，是以人的感受为标准的数值，而 PCCS 的纯度轴则是以色彩的物理属性纯度为标准的数值。

#### 4 四大色彩体系优缺点对比分析

奥斯特瓦尔德提出了理想色立体模型，它的混色方法借助麦克斯韦转盘的配色理论，容易被人们理解和接受，色彩调和的方法简单易懂。由于在其等色相面的处于相同位置的颜色都有相同的符号，所有符号间具有严格的规律性，因而只要取得色立体中有规律的位置就可以得到调和，这样的规律性为应用计算机软件来实现色彩调和理论打下了很好的基础。但是，奥

氏体系的三角形的等色相面限制了色彩数量,如果发现了新的色彩,就无法在色彩体系中表示出来,因此目前基本没有人在大范围的应用领域使用奥氏体系。但它的思路和方法被很多后来的色彩体系所借鉴,如德国在其基础上改造创建了 DIN 色彩体系继续发挥实际作用。

孟塞尔在其著作《色彩原理》中提出了孟塞尔色立体的概念,它实现了真正的色相、明度、饱和度的三维标准,是一个较为成熟、完备的颜色系统。它的色立体在理论上有限扩展可能,新的颜色能在这个体系内找到对应的位置。强调视觉的等感觉差,色立体的形状更具科学性;标注方法简单,易于直观给出颜色的形象。孟塞尔体系不仅适用色彩表示和管理上,同时也作为一种标准与工具去界定色彩关系,评价配色效果,记录色彩形态。目前,孟塞尔色彩体系是国际上色彩分类和标定表面色标使用最广泛的方法之一。我国高校色彩教育也基本上是以孟塞尔色彩体系为基础的。孟塞尔色彩体系也是学术界色彩相关的技术工作者和研究者最常使用的色彩分析工具。

NCS 颜色分级基本和视觉感觉一致,使用方便,非专业人士无需使用测量仪器或参考色卡也可以用 NCS 的方法判定色相、含彩量和黑白色含量;色域宽,色彩分级细,色彩数量多,色彩样本与色彩参数的公差小。有配套色彩测量仪器和软件,已经成为瑞典、挪威、西班牙的国家色彩标准<sup>[10]</sup>;由于高精度和产业化的服务,在产品色彩制造行业领域具有优势。

PCCS 是一个集合了孟塞尔体系和 NCS、奥斯特瓦德各自优点的色空间,各方面都更为成熟。虽然在生产领域,色彩表达的精确性是色彩体系追求的目标,但是色彩感觉本身具有模糊性、主观性、非线性等特征。PCCS 建立了“色调”概念,将不同色调与色彩心理感受对应,配色方法易懂实用,更接近色彩设计思维。它的优势在于将庞大的颜色数据进行了有效的分析和归纳,形成了有限的色彩组合和分类指标并对应为形象性的词汇,即“色相和色调分析体系”,使色彩搭配和应用符合实际操作的需要。其不足在于无法直观定位色彩搭配间的相对颜色数值,从而影响了后期成果的具体应用。PCCS 是以配色为主要目的的色彩体系,最初为中小学做色彩教学时候使用。目前,讲究配色色彩形象的时尚行业和色彩教育行业也在广泛使用,设计行业进行概念性配色时候也常使用。

色彩体系的构成方式是将各种颜色组织成为一个有序体系,就颜色间的关系作出假设,并且系统的展示出来。在色彩实际应用的过程中,不同的行业根据色彩设计目的,行业惯例,国际规范等不同要求选择合适的色彩体系,以提高色彩工作的效率。

## 5 结语

总体而言,色彩体系的作用在于:(1)建立色彩

内部的逻辑架构,对色彩的描述从模糊的感性描述进入精确的理性描述;(2)由于色彩体系是全球通用的可参照体系,使色彩产品可能成为全球化统一产业;(3)设计者可以直观地通过色立体的选择出调和的配色,快速确定设计信息与色彩的对应关系。

色彩体系是理解色彩与运用色彩的一种理论研究,任何一种色彩体系的产生都是色彩多个领域研究共同努力的成果。通过分析四大色彩体系的产生,色彩逻辑与色立体,可为不同需要的色彩工作者提供选择参考。

## 参考文献:

- [1] 林仲贤. 颜色视觉心理学[M]. 北京: 北京人民出版社, 2011.  
LIN Zhong-xian. Psychology of Color Vision[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2011.
- [2] 郑晓红. 色彩调和论研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2013.  
ZHENG Xiao-hong. Color Harmony Theory Research[D]. Suzhou: Soochow University, 2013.
- [3] 渡边安人. 色彩学基础与实践[M]. 北京: 中国工业出版社, 2010.  
WATANABE Y. Color Fundamentals and Practice[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010.
- [4] 程杰铭, 陈夏洁, 顾凯. 色彩学[M]. 北京: 科学出版社, 2006.  
CHENG Jie-ming, CHEN Xia-jie, GU Kai. Chromatic[M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [5] 吴伟. 城市风貌规划: 城市色彩专项规划[M]. 南京: 东南大学出版社, 2009.  
WU Wei. Planning of the Cityscape, Practice of City Color Planning[M]. Nanjing: Southeast University Press, 2009.
- [6] 张磊. 2015 中国色彩学术年会论文集[C]. 北京: 中国流行色协会, 2015.  
ZHANG Lei. The Seminar of 2015 China Color Theory[C]. Beijing: China Fashion and Color Association, 2015.
- [7] 尾上孝一, 金谷喜子, 田中美智, 等. 色彩学用语词典[M]. 北京: 中国工业出版社, 2011.  
ONOU K, KANAYA Y, TANAKA M, et al. Color Co-ordinator[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2011.
- [8] 児玉. PCCS は一日にして成らず[J]. 日本色彩学会誌, 2000, 24(4): 244—250.  
KODAMA A. PCCS Was not Built in a Day[J]. Color Science Association of Japan, 2000, 24(4): 244—250.
- [9] 珍妮·科帕茨. 三维空间的色彩设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.  
JEANNE K. Color in Three-dimensional Design[M]. Beijing: China Water Power Press and Intellectual Property Publishing House, 2007.
- [10] ANDER H, LARS S, GUNNAR T. NCS, Natural Color System—from Concept to Research and Applications. Part I[J]. Color Research and Application, 1996, 21(3): 180—205.