

【视觉传达设计】

面向色盲人群的导视系统色彩无障碍设计研究

王雪皎

(北京科技大学, 北京 100083)

摘要: **目的** 从提高色盲人群色彩识别能力的角度, 探讨导视系统色彩无障碍设计的具体方法。**方法** 采用色觉模拟器, 将正常色觉人群与色盲人群的色彩识别效果对比分析。**结论** 采用色盲人群中色相变化较小的黄色和蓝色, 采用明度对比强烈的色彩组合, 注重色彩与图形的搭配, 不以颜色作为唯一的识别编码, 为色盲人群构建了能与正常人共享导视色彩信息的途径。

关键词: 色盲; 导视系统; 色彩无障碍设计

中图分类号: J524 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)24-0054-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.24.010

Color Barrier-free Design of Guide System for the Color Blind

WANG Xue-jiao

(University of Science & Technology Beijing, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: The work aims to discuss the specific method for the color barrier-free design of guide system from the perspective of improving the color recognition ability of the color blindness group. Chromatic vision simulator was used to compare and analyze the effect of color recognition between normal color vision group and color blindness group. The yellow and blue of small hue change in the eyes of color blindness group are used. The color combinations of sharp lightness contrast are applied. The attention paid to the collocation of color and graphics and the color not as the only recognition code construct the path to sharing guide color information with normal people for color blindness group.

KEY WORDS: color blindness; guide system; color barrier-free design

色彩是导视系统信息传达的必要视觉元素之一, 我国目前的导视系统主要针对色觉健全的普通人群, 对色盲人群的色彩缺陷研究大多停留在理论层面, 实际应用设计相对缺乏。据调查统计表明, 我国男性色盲患者发病率为5%至8%、女性约为0.5%至1%, 我国至少有7000万以上的男性和700万以上的女性是色盲患者^[1]。由于辨色能力的缺失, 色盲患者在寻路过程中容易遇到色彩信息识别的障碍, 造成导视色彩信息的误读, 甚至可能发生交通事故的危险。国内外色彩无障碍设计研究主要聚焦在两个方面: 一是关于色盲人群色彩识别方面的研究, 探究色盲人群的生理原因、类型特征, 以及认知识别色彩时所遇到的障碍

问题。二是关于数字技术的无障碍色彩设计研究, 主要是指色盲人群的色彩模拟研究, 即通过计算机数字技术与算法的研究, 模拟出不同色盲人群眼中所见到的色觉图像进行研究, 并研发出了一些色觉模拟软件, 用来检验配色方案能否给色盲人群良好的认知体验^[2]。这里期望以色盲人群的色彩识别障碍问题为牵引, 对比研究色盲人群的色彩识别效果与普通人群的色彩识别效果, 提出导视系统色彩无障碍设计的具体方法, 旨在弥补色盲人群的色彩缺陷, 减轻或消除色盲人群寻路过程中的色彩识别障碍。这一研究不仅只为色盲人群服务, 同时要兼顾普通人群对色彩信息的需求, 使导视系统色彩信息成为服务于整个社会公众

收稿日期: 2018-08-15

基金项目: 中央高校基本科研业务经费精品文科资助项目 (FRF-BR-17-010B); 北京科技大学教学改革基金资助项目 (JG2017M16)

作者简介: 王雪皎 (1978—), 男, 辽宁人, 博士, 北京科技大学讲师, 主要研究方向为视觉传达设计、设计文化与设计美学。

的色彩无障碍设计。

1 导视系统色彩无障碍设计概念界定

无障碍设计的概念开始于 1974 年联合国召开的“障碍者生活环境”专家会议提出的设计主张，其主要是为各类有生理和心理障碍的人群设计消除障碍的环境和产品^[3]。导视系统色彩无障碍设计主要考虑色盲人群生理和心理的特殊需求，为色盲人群提供方便、安全、无障碍的导视系统色彩信息，体现色盲人群平等的权利。导视系统色彩无障碍的设计目标就是实现全社会的公共色彩信息指引的无障碍化，其中主要包括两个层面的内容：一是生理上的色彩无障碍，也就是通常所说的公共场所导视系统色彩信息方便色盲人群识别，不会产生歧义甚至是误读。二是心理上的色彩无障碍，只有色盲人群识别导视系统色彩信息实现生理无障碍的时候，才能获得所谓心理上的平等感，使他们真正融入到社会群体之中，不会觉得自己是人群中的“异类”^[4]。

按照色彩识别异常的程度不同，色彩无障碍设计对象可以分为色盲和色弱两种人群。色盲人群主要表现为患者完全不能分辨自然光谱中的某种色彩或全部色彩。从生理学的角度看，人的眼睛之所以能够辨识所有的色彩，主要是因为视网膜上有几百万个视锥细胞，这些视锥细胞分别可以吸收不同波长的色光，色光将信息传递到视网膜的视锥细胞上产生色觉冲动，并且由视觉纤维传导到视觉中枢，在视觉皮层的作用下分辨相应的色彩。色盲产生的生理原因就是由于视锥细胞发育不正常或受到了损害，使其吸收的光谱发生偏移或者在神经传递过程中发生变异而导致

的某种感光锥细胞不能有效地辨别部分色彩或全部色彩^[5]。另一类是色弱人群，色弱人群虽然不像色盲人群那样完全不能分辨色彩，但是色彩分辨能力比正常人较差或迟缓。其由于视网膜上的视锥细胞对色光感知不够敏锐，色彩辨识的效果比较差。色弱人群的辨色能力也有轻重程度的不同，轻度和中度的色弱患者能够看到正常人所见的色彩，只是在分辨色彩时比正常人迟缓和困难，大多数并不需要治疗。在光线较暗时，有的色弱者几乎和色盲者的辨识能力差不多。重度色弱患者的辨识色彩程度基本接近色盲，重度色弱和色盲两者的界限不容易区分^[6]，因此，本文的研究对象限定在完全无法识别色彩信息的色盲人群，探讨面向色盲人群的导视系统色彩无障碍设计研究。

从色盲人群的类型特征看，依据瑞典乌普萨拉大学教授霍姆格伦的色盲调查研究，将先天性色盲划分为 4 个类型：（1）红色盲，红色盲患者分辨不出红色以及含有红色成分的颜色，很容易将紫红色看成蓝色、绿色看成为土黄色，男性所占比例为 1.3%，女性为 0.02%；（2）绿色盲，绿色盲患者分辨不出绿色以及含有绿色成分的颜色，很容易将绿色看成土黄色，男性所占比例为 1.2%，女性为 0.015%，红色盲与绿色盲患者占的比例较高，并且男性高于女性；（3）蓝色盲，蓝色盲的患者表现为不能分辨蓝黄色系，男性与女性所占比例均为 0.03%；（4）全色盲，全色盲患者眼中的世界是黑白色的，蓝色盲与全色盲所占比例男女均为 0.001%，患者比例极为稀少^[7]。考虑到蓝色盲、全色盲在人群中所占比例极为稀少，在接下来的导视系统色彩无障碍设计研究中，只将色盲群体中比例较多的红色盲和绿色盲作为色彩无障碍设计研究的主要对象。色盲的类型及特点见表 1。

表 1 色盲的类型及特点
Tab.1 Types and characteristics of color blindness

类型	红色盲	绿色盲	蓝色盲	全色盲
特点	患者不能分辨红色、深绿色、青蓝色与紫红色。 患者混淆的颜色为红与绿、蓝与紫、浅绿与橘。	患者不能分辨淡绿色与深红色、紫色与青蓝色。 患者混淆的颜色为黄与黄绿，浅绿与棕色。	患者不能分辨蓝黄色系。 患者混淆的颜色为黄绿与蓝绿，橘与红。	如同观黑白电视一般，仅有明暗之分，而无颜色差别。
比例	男 1.3%，女 0.02%	男 1.2%，女 0.015%	男女均在 0.03%	男女均在 0.001%

2 面向色盲人群的导视系统色彩无障碍设计方法

2.1 选择采用色相变化较小的颜色

对于色盲人群来说，到底能够理解导视系统版面上的哪些色彩信息？他们在辨识色彩信息的时候究竟会遇到哪些障碍？为了回答这些问题，在色盲人群色彩识别实验中，采用色觉模拟器模拟了普通人、红

色盲和绿色盲观看导视牌的色彩视觉效果，在红色盲和绿色盲眼中原有以绿色为主体的导视牌色彩已经难以分辨其色相，导视牌上字母信息的红色圆圈和橙色圆圈的地铁路线信息在色盲人群的眼中色彩过于接近，都难以区分其色相的差别，因此，对于色盲人群来说，导视系统采用不同色彩区分地铁各条线路信息已经失去了实际效用，色彩信息没有起到其应有的传达作用。色盲人群色彩识别效果见图 1。

为了建构导视系统色彩无障碍设计方法，消除

或减轻色盲人群的识别障碍,将普通人、红色盲、绿色盲在色谱中的色彩识别效果进行了模拟和对比分析,发现了这3类人群色彩识别的差异,形成了关于色盲人群色彩变化的规律性认识,也就是将色盲人群与普通人的色彩识别特征相互比较,辨析了色盲眼中哪些色彩是变化的,哪些色彩是不变的。色盲人群的色谱识别实验见图2,与普通人相比,在红色盲和绿色盲的眼中只有蓝色和黄色是几乎没有明

显变化的,将色相保持在蓝色和黄色的范围内有利于普通人、红色盲和绿色盲识别色彩^[8],因此,在导视系统色彩应用设计中将蓝色与黄色作为公共场所导视系统的识别色彩,充分考虑到色盲患者的生理缺陷与认知体验,避开色盲人群难以识别的色彩,使正常色觉的普通人、红色盲和绿色盲都能有效识别色彩信息,达到色彩信息有效传递给所有人的通用性设计目的。



图1 色盲人群色彩识别效果
Fig.1 Color recognition effect in color blindness population

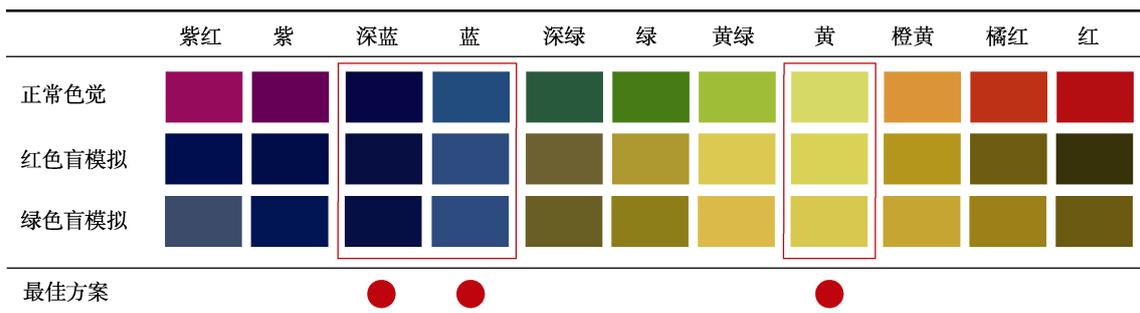


图2 色盲人群的色谱识别实验
Fig.2 Chromatographic recognition experiment of color blindness population

2.2 采用明度对比强烈的色彩组合

在色盲人群色相识别研究基础上,进一步探讨正常色觉的普通人、红色盲、绿色盲对于色彩搭配组合时明度对比的识别问题。色盲人群的色彩明度对比实验见图3,一组将色相环中相邻90度临近色的文字信息与底色进行搭配,另一组将色相环中相邻180度对比色的文字信息与底色进行搭配。在色盲者看来,相邻90度临近色搭配组合比较容易将某些色彩错误地辨识为不同明度的灰阶,灰阶容易使色盲者在辨色

上产生混淆,并且如果使用低明度的彩色搭配对色盲者来说也会容易产生视觉污浊的效果。相比较而言,色相环中相邻180度对比色进行搭配的文字信息识别强度要明显高于色相环中相邻90度临近色的色彩搭配。色彩的明度与色相一样都属于色彩的感知层面,色盲人群对色彩的明暗度感知是较差的,他们看到的色彩明度相比正常人看到的色彩明度要弱得多,明度近似的色彩配色对于红色盲和绿色盲来说都难以识别,而明度对比强烈的色彩能够增强信息的有效识别强度和视觉信息的冲击力。

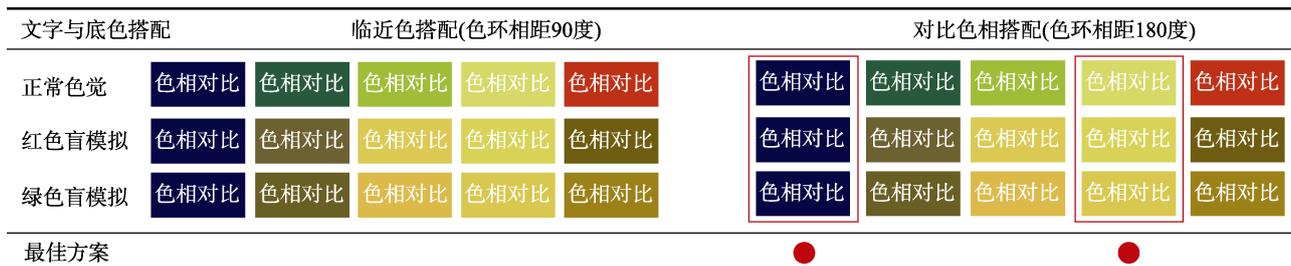


图3 色盲人群的色彩明度对比实验
Fig.3 Color lightness contrast experiment of color blindness population

如果考虑到红色盲和绿色盲的色相识别因素，蓝色与黄色的文字信息与底色搭配在红色盲和绿色盲眼中几乎没有明显的色相变化，对于正常色觉的普通人、红色盲和绿色盲来说都最容易识别，是导视系统无障碍色彩设计的最佳解决方案。色盲人群对黄色与蓝色的明度对比实验见图 4，色彩无障碍地铁导视牌设计方案见图 5，进一步以蓝色与黄色为

例，提高了亮色黄色的色彩明度，降低了暗色蓝色的色彩明度，增加了亮色黄色和暗色蓝色的明度对比，使色盲人群能更清晰地识别导视信息。黄色与蓝色的色彩组合明度对比强烈，正常色觉和红色盲、绿色盲的视障者都能够清晰地识别出导视系统所传达的信息，是导视系统色彩无障碍设计的最佳组合搭配。

文字明度变化	30%	50%	70%	100%	30%	50%	70%	100%
正常色觉	明度对比							
红色盲模拟	明度对比							
绿色盲模拟	明度对比							
最佳方案				●				●

图 4 色盲人群对黄色与蓝色的明度对比实验
Fig.4 Color contrast test of color difference between yellow and blue



图 5 色彩无障碍地铁导视牌设计方案
Fig.5 The design scheme of color barrier-free subway guide sign

2.3 注重色彩与图形的搭配

在现有的导视系统设计中，通常以不同的色彩来区分地铁路线和公交站牌路线等，这些功能色彩成为色盲人群认知色彩信息的障碍^[9]。如果只是采用蓝色和黄色对于已经习惯了五彩缤纷世界的色觉正常者来说并不现实，对于复杂道路交通的导视系统设计来说，色彩功能区分也是十分必要的方式。导视系统的

色彩无障碍设计应该考虑到色彩和图形的搭配问题，不以颜色作为唯一的信息识别编码，并且在设计上应该使图形和背景色彩有明确清晰的反差，避免明度接近的临近色搭配的情况出现，减少红色盲、绿色盲人群的寻路障碍，使导视系统的设计更加人性化。

地铁路线色彩改进方案见图 6，由于绿色与红色地铁线路在色盲人群中色相会变色，蓝色和黄色在

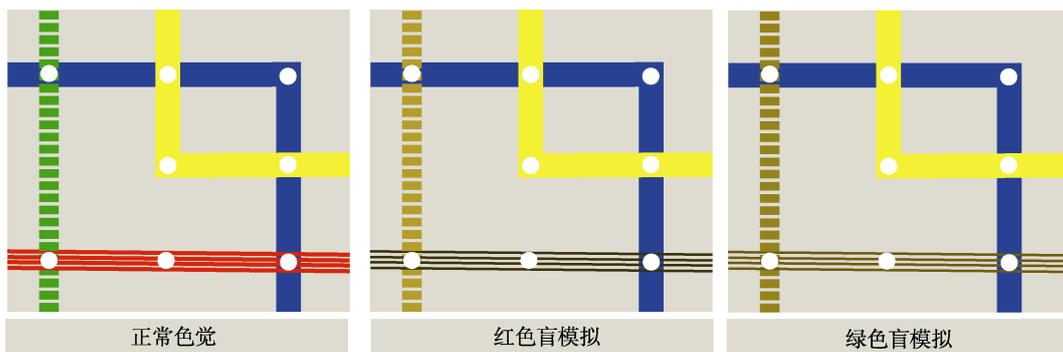


图 6 地铁路线色彩改进方案
Fig.6 Color improvement scheme of subway route

色盲人群中色相是基本保持不变的,因此将绿色与红色地铁线用不同形状的图形来辅助表达。在红色盲和绿色盲的眼中,4条地铁线的区分是十分明显的,不会出现因为色彩障碍而辨识不清的情况。

色盲人群的红绿灯色彩认识实验见图7,色盲人群的红绿灯色彩改进设计方案见图8。在红色盲和绿色盲眼中,红色、黄色、绿色的信号灯都变成了深浅不同的土黄色圆形,3种信号灯的色难以形成明显区分。如果将红色、黄色、绿色3种信号灯的色分别辅助以圆形、三角形、方形的形状就能够产生明显区分。在红色盲和绿色盲眼中虽然颜色还是深浅不同

的土黄色,但是3种色彩信号灯的形状不同,会有效地提醒色盲人群注意信号灯在指代意义上的差别,特别是黄色信号灯的三角形具有“注意”、“危险”的语意,是变灯提醒的最佳图形符号。另一方面,可以进一步对信号灯的色进行改良设计,由于在红色盲和绿色盲眼中,黄色和蓝色是几乎不变的色彩,因此将绿色信号灯的色变成蓝绿色,这样就会在色盲人群中使得红黄绿3种信号灯的色形成明显反差。日本东京地区多年前就将绿色信号灯变成了蓝绿色,这种色彩改进后的信号灯能有效降低交通事故的发生,充分弥补了红色盲和绿色盲的实际色觉缺陷^[10]。

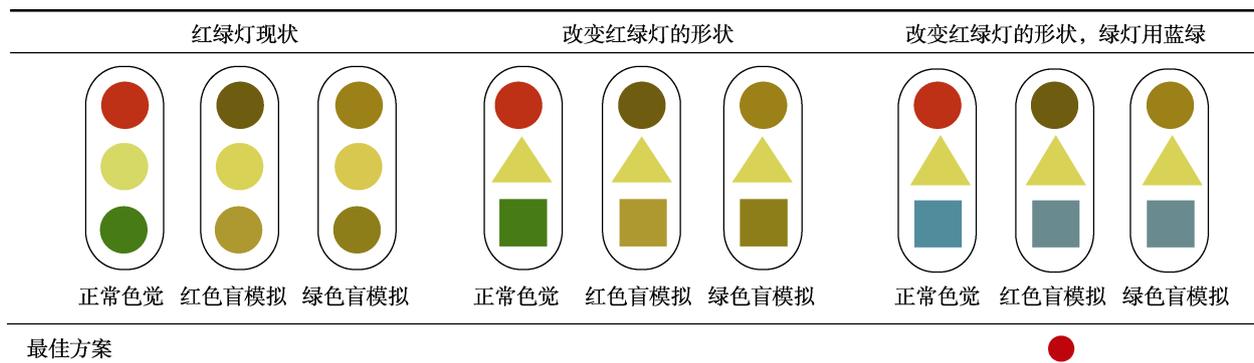


图7 色盲人群的红绿灯色彩认识实验

Fig.7 Color perception experiment of traffic light color for people with color blindness

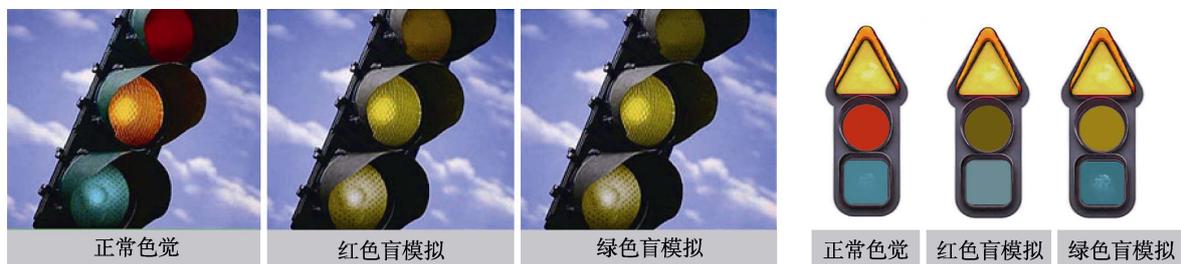


图8 色盲人群的红绿灯色改进设计方案

Fig.8 Design scheme of traffic light color improvement for color blindness population

3 结语

本文从色盲人群的色觉缺陷特征入手,通过一系列色觉实验的分析与讨论,提出了导视系统色彩无障碍设计的具体方法,即采用色盲人群中色相变化较小的黄色和蓝色,采用明度对比强烈的色彩组合,注重色彩与图形的搭配,不以颜色作为唯一的识别编码,为色盲人群构建了能与正常人共享导视色彩信息的途径。导视系统设计最终是面向社会所有的寻路者,无障碍色彩设计应该兼顾正常色觉的普通人群和色盲人群的特殊需求,应该尽可能地使导视系统色彩信息具有通用识别性,为色盲人群能够公平地获取导视系统色彩信息、感受现代设计为生活带来的便利,获得心理上的平等,使设计真正具有人文主义关怀,成为一种改善人类生活和增进人类福祉的方法和手段。

参考文献:

- [1] 沈英甲. 色盲怎样识别彩色[J]. 科学, 2006(6): 11. SHEN Ying-jia. How Color Blindness Recognise Color[J]. Science, 2006(6): 11.
- [2] 杨露. 数字媒体无障碍交互色彩的认知与情感联想研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2014. YANG Lu. Research on Cognitive and Emotional Association of Digital Media Barrier Free Interactive Color[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2014.
- [3] 王小荣. 无障碍设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011. WANG Xiao-rong. Barrier Free Design[M]. Beijing: China Construction Industry Press, 2011.
- [4] 常成, 史津. 城市公共空间无障碍设施设计人文化研究[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 57—60. CHANG Cheng, SHI Jin. Human and Culture of Acces-

- sible Facilities Design of Urban Public Space[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 57—60.
- [5] 袁疆. 色觉与色盲[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
CHANG Jiang. Color and Color Blind[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010.
- [6] 陈晓光, 陈言, 陈谋. 人类色觉导论[M]. 北京: 军事医学出版社, 2002.
CHEN Xiao-guang, CHEN Yan, CHEN Mou. Introduction to Human Color Vision[M]. Beijing: Military Medical Publishing House, 2002.
- [7] 李亮之. 色觉缺陷与排障设计[C]. 北京: 中国纺织出版社, 2004.
LI Liang-zhi. Color Vision Defects and Barrier Removal Design[C]. Beijing: China Textile Publishing House, 2004.
- [8] 孙凤临. 适用于色盲群体的色彩设计探究[J]. 美与时代, 2016(9): 23—25.
SUN Feng-lin. A Study of Color Design for Color Blind Groups[J]. Beauty and Times, 2016(9): 23—25.
- [9] 沈意浪, 傅梅杰. 针对色盲人群的地图色彩选择方式研究[J]. 科技资讯, 2012(15): 216—217.
SHEN Yi-lang, FU Mei-jie. Map Color Selection for Color Blindness Population[J]. Science and Technology Information, 2012(15): 216—217.
- [10] 冯莹. 色盲人群的信息设计研究[D]. 北京: 中央美术学院, 2011.
FENG Ying. Research on Information Design of Color Blindness Population[D]. Beijing: China Central Academy of Fine Arts, 2011.