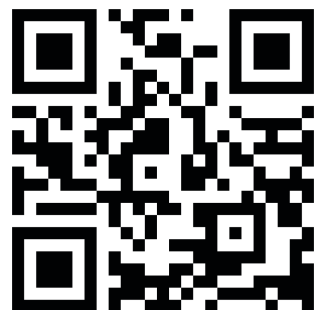




德国莱茵 TÜV 《色彩关怀白皮书》



扫描二维码下载白皮书

版权声明

本报告版权为德国莱茵TÜV所有，由德国莱茵TÜV负责发送和提供相关咨询服务。

德国莱茵TÜV对白皮书拥有唯一著作权。报告有偿提供给限定客户，应限于客户内部使用，仅供客户在分析研究过程中参考。如客户引用报告内容进行对外使用，所产生的误解和诉讼由客户自行负责，本单位不承担责任。如将来用作商业或其他用途，未经本公司同意，不得以任何异于本报告原样之装订或包装形式将本报告出借、转售、出租、或在网上发布。凡使用本报告者均受本条款及本报告一切有关版权之条款约束。

如未获得德国莱茵TÜV书面允许，不得用任何方式抄袭或翻印本报告任何部分之文字及图片，在任何媒体上（包括互联网）公开引用本报告的数据和观点，否则引起的一切法律后果由该使用者自行承担，同时其行为亦涉嫌侵犯了德国莱茵TÜV的著作权，德国莱茵TÜV有权依法追究其法律责任。

报告的所有图片、表格及文字内容的版权归德国莱茵TÜV所有。其中，部分图表在标注有数据来源的情况下，版权归属原数据所有公司。

凡有侵权行为的个人、法人或其它组织，必须立即停止侵权并对其因侵权造成的一切后果承担全部责任和相应赔偿。否则我们将依据中华人民共和国《著作权法》等相关法律、法规追究其经济和法律责任。

—— 德国莱茵TÜV大中华区市场部

前言

色觉异常是一种常见的颜色识别异常的现象。在以正常色觉为基础建立起来的色彩体系中，人们往往忽视了色觉异常人群所面临的色彩辨识的困难与挑战。作为一种先天性视觉障碍，色盲、色弱虽然不致盲、不致残，但患者不仅无法享受五彩世界带来的喜悦与快乐，而且在征兵、升学、考公务员、考驾照等方面均受到严格限制。为解决这一问题，国内外提出了许多检测方法，但目前缺乏科学、系统的定性和定量检测手段。色觉异常的人群往往会因为无法和正常人一样辨识颜色而受到歧视与不平等对待，特别表现在专业与就业领域的筛选上。目前的色觉辨识体系往往会用简单的检测给人们贴上色盲或者色弱的标签，为他们“关上”几乎所有对色觉辨识有一定要求的领域，给他们的心理健康和工作生活都带来了一定的影响。

德国莱茵TÜV一直致力于帮助企业提升电子显示产品的性能和用眼健康，2021年我们发起了色彩关怀项目，联合医院深入的研究了色觉的精确检测方法，并基于定性和定量分析来推进社会标志与就业的色觉分类，我们还将联合电子产品积极推广色彩转换方案，帮助色觉异常人群更好地区分颜色。我们很高兴能够和信息无障碍研究会（以下简称“研究会”）共同携手并致力于推进社会各个领域为色觉障碍群体的工作生活提供便利。研究会曾联合多家科技厂商，主持、主导了多项针对色觉障碍人群的数字产品用户体验调研与设计准则探索研究，对不同类型的色觉障碍人群在生活、工作、娱乐等场景，特别是数字产品使用的场景下的需求产出了深度的洞察，并致力于将研究成果深度融合入数字产品的色彩检测、补偿方案中。

我们共同的愿景是，通过全社会广泛的合作和研究，探索更有效的快速检测方法，实现定性和定量的检测并以此为基础推动发展有效的色彩转换工具，更加精细化地根据色觉异常的程度和类型区分专业和职业要求，让整个社会对色觉异常人群变得更加友好。

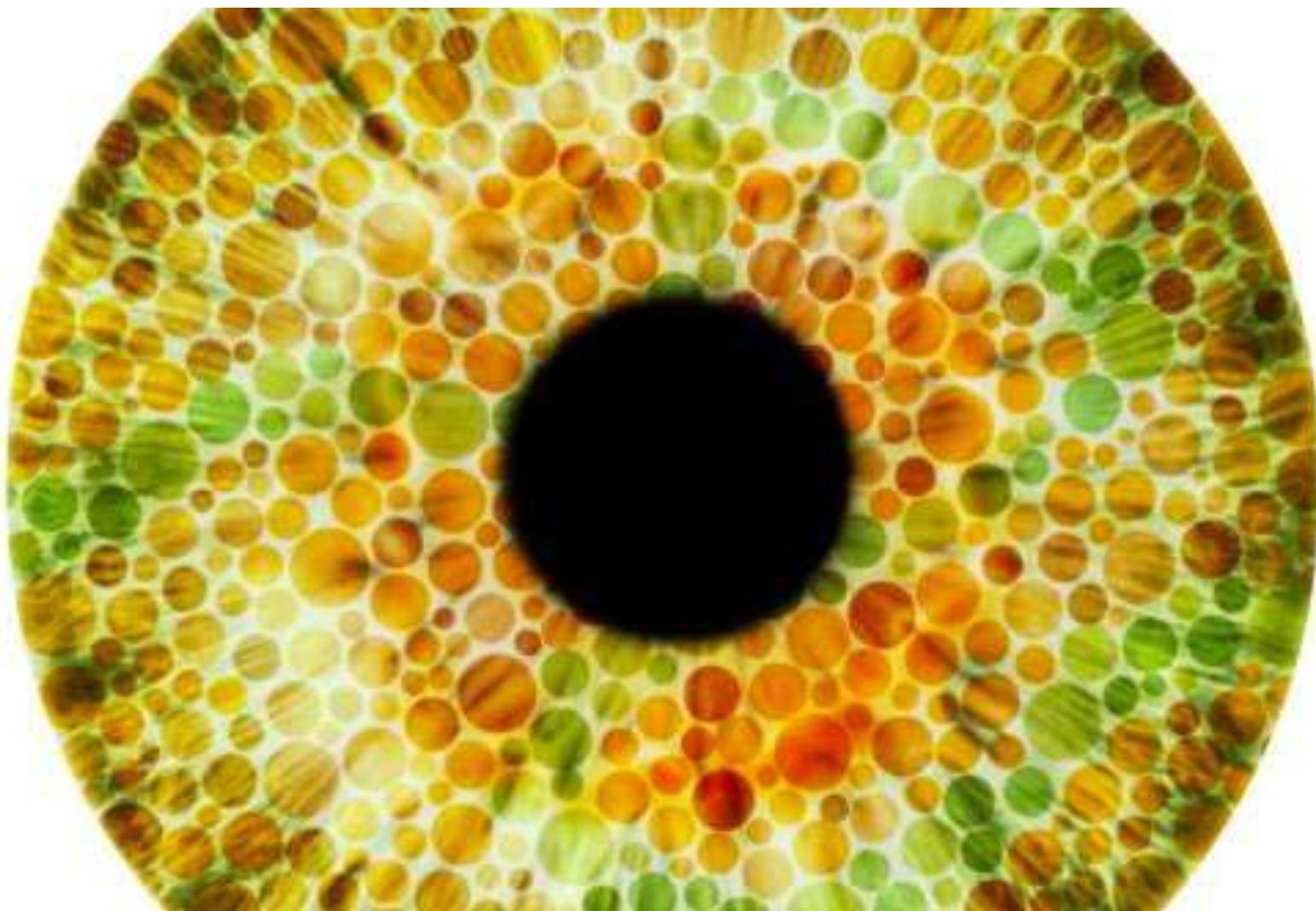


Jay Yang

德国莱茵TÜV大中华区

电子电器副总裁

第一章 什么是色觉异常？



1.1 色觉异常的类型

色觉是视觉功能的一个基本而重要的组成部分，是人类视网膜视锥细胞的特殊感觉功能。正常人视觉器官能辨识波长380~780NM的可见光。色觉异常是指视网膜上的视锥细胞不能正常识别颜色的情况。这可能是由于视锥细胞缺失、变性或功能障碍导致的。这种情况通常会影响到一个人对某些颜色的感知和辨别能力。

根据CIE定义的视锥响应特性曲线提供的指导，科学家在不断的研究色觉产生的更深层原因。根据最新的色觉产生理论三色学说和阶段理论，科学家可以通过配色实验比较精确的测量色觉异常人群的视锥响应曲线。通过实验发现，红绿视锥的敏感波长范围比较接近，因此敏感波长的变化引起的色觉异常比较多见，比如，绿色视锥响应曲线会向长波长迁移，导致红绿视锥的响应比较接近，影响了正常的红绿色觉分辨。

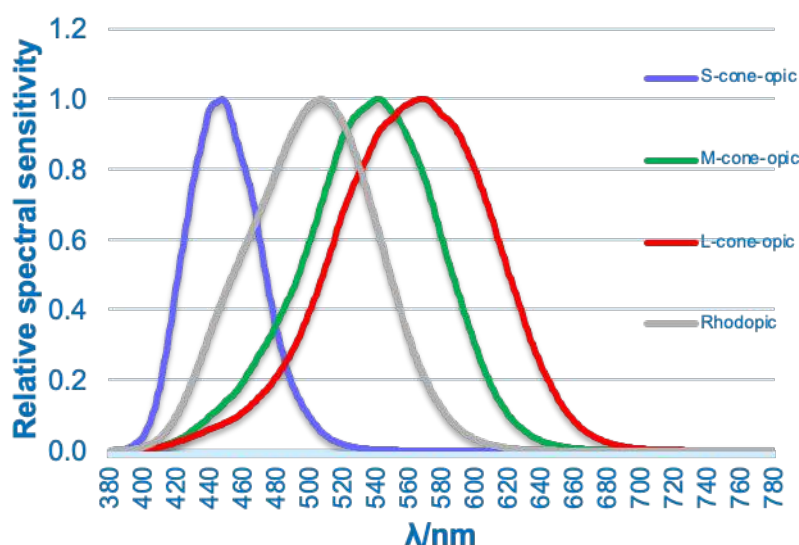


图1-1 IEC 定义的红、绿、蓝视锥细胞响应曲线

色觉异常可分为先天和后天两种，先天性色觉异常分为一色性视觉、二色性视觉、异常三色性视觉以及全色盲：

全色盲：完全没有色觉，只有黑白和灰度的感知。

一色性视觉：缺失红绿蓝三色视锥的两种，只有红、绿或者蓝色一种颜色感知；

二色性视觉：包括红色盲、绿色盲、蓝色盲，这类患者对可见光谱上的红、绿、蓝3种颜色至少能辨别其中的两种；

三色性视觉：分为正常三色性视觉和异常三色性视觉。异常三色性视觉包括红色弱、绿色弱、蓝色弱，是由于某种视锥细胞的响应比较弱导致；正常三色性视觉就是正常的色觉。



张玲琳

深圳市信息无障碍研究会 专家
委员会 障碍用户研究专家

拥有超过5年障碍用户研究的相关经历，主导“视障用户线上购物研究”、“听障用户生活与手机洞察研究”、“中老年智能机用户需求研究”等障碍用户人群洞察调研项目；曾参与国家级研究项目“浙江省失独老人心理健康评估及干预策略研究”，参与撰写《失独老人心理健康手册》，为国家计划生育委员会工作提供理论支持；擅长利用定性和定量研究方法，开展障碍用户研究，了解障碍用户特别是老年人群的行为特征、习惯、痛点等，并结合实际提出特定问题的无障碍解决方案。

色觉类型	通常描述	特点
全色盲	全色盲	没有色觉，只有黑白和灰度的感知
一色性视觉	只有红色视觉，绿色觉或者蓝色觉	缺失红绿蓝三色视锥的两种，只有红、绿或者蓝色一种颜色感知
二色性视觉	包括红红绿色盲，黄蓝色盲	这类患者对可见光谱上的红、绿、蓝3种颜色至少能辨别其中的两种
三色性视觉	红色弱、绿色弱、蓝色弱	某种视锥细胞的响应比较弱导致；正常三色性视觉就是正常的色觉。
	正常色觉	三种视锥功能正常

表1-1 色觉异常分类表

轻微异常的色觉感知本身并不会对自身生活带来很大的困扰，但是对于色彩的认识和表述与正常色觉有一定差异，往往会给色觉异常的人群带来困扰。如果色觉异常程度比较重，就可能会对日常生活造成一定程的影响，例如无法分辨交通信号灯的颜色等。因此，对于色觉异常的人们，应该尽可能地采取适当的措施来避免这种情况的发生。

通过我们的研究发现，医院和体检中心所采用的传统色觉检测方法往往无法给出色觉定性和定量的结果。我们其实可以通过不断优化检测体系来更精确的判断色觉异常的类型和程度，从而更精确地对就业和生活给予指导。电子产品也可以提供更优的色彩转换方案，帮助色觉异常的人群更好地分辨颜色。



图1-2 正常色觉与异常色觉效果对比

1.2 色盲和色弱有差异吗？

色盲的表现

色盲不能分辨自然光谱中的各种颜色或某种颜色。而对颜色的辨别能力差的则称为色弱。它与色盲界限一般不易严格区别，只不过轻重程度不同。红色盲也就是红色识别障碍者不能分辨红色和深绿色，绿色表现为偏棕色的颜色，红色表现为深褐色，而蓝色紫色很难分辨区别只能依靠深浅判断。绿色盲也就是绿色识别障碍，他们难以区别橙色与淡绿色，与红色盲相似，也无法分辨绿色与红色、蓝色与紫色，因为和红色盲差别较小，医学临床上把他们与红色盲称为“红绿色盲”。这种色觉障碍者最为普遍，他们在色盲群体中占绝大部分。蓝色盲分不清蓝色和黄色，但是可以正常分别绿色和红色。全色盲是最严重的色觉障碍，他们视网膜上的视锥细胞因为某些先天或者后天疾病不能正常发挥作用，所以仅仅只能看到物体亮度的区别，无法看到物体的色彩区别，但是这种色盲类型十分罕见。

色弱的表现

与色盲不同的，色弱可以分辨颜色变化，只是与正常人相对略微不同。当物体颜色对比不明显，或者照明不足时，色弱对于颜色的分辨较差；但是当物体饱和度高对比明显时，色弱对于颜色的分辨较强。

1.3 色觉异常会遗传吗？

色盲可以分为先天性色盲和后天性色盲，先天性色盲主要是由遗传导致，后天性色盲可能由于一些眼底疾病所造成色觉的缺失。

	先天性色觉异常	后天性色觉异常
主要诱因	遗传因素，女性需要聚集两个隐性色盲基因才会呈现为色觉障碍者，男性只需要一个隐性色盲基因就会呈现	疾病因素，如黄斑部病变，青光眼，糖尿病等
主要类型	红绿色觉异常：X性染色体隐性遗传 黄蓝色觉异常：常染色体隐性遗传疾病	
人群比例	红绿色觉异常：男性色觉障碍要比女性更多，国内男性患病率高达4.7%（国外可高达8%），女性患病率约为0.7%【1】（女性携带者率9%）	
是否遗传	有可能遗传	不会遗传给后代

注：

【1】《中华眼科学》第二版；

【2】注：林崇德·心理学大辞典：上海教育出版社，2003年12月

表1-2 色觉异常与遗传特性

1.4 色盲本判断准确吗？

在体检时我们会被要求看是一个由各种色彩斑点组成的复杂图案，这就是我们常说的色盲本。在中国，我们通用的是《俞自萍色盲本》，它是医生用来快速检测色觉状况的一个重要工具。但这个工具真的足够准确吗？让我们一起来深入了解一下。

色盲本的工作原理

色盲本的设计原理其实并不复杂。测试册由许多带有色点的页面组成，这些色点构成了一些特定的图案，只有正常色觉的人才能看清楚。如果你不能看出图案，可能就说明你的色觉存在问题。这是一种相对快捷简单的测试方式，能在一定程度上帮助医生初步判断你是否存在色觉异常。

色盲本的局限性

尽管色盲本在初步诊断色觉异常方面有一定的效果，但它并不能告诉我们色觉问题的具体性质。也就是说，色盲本并不能区分一个人是色盲还是色弱，也无法定量地去判断色觉问题的严重程度。另外，色盲本的图案有限，医生往往通过一两页图案的识别就给人正常或者异常的定性结论。部分人可以通过背诵等方式可以蒙混过关，另外，色盲本的识别与环境灯光条件有一定关系，如果环境灯光不理想，很可能让色觉稍弱的人被定义为色盲，但其实他们的正常生活和工作都没有问题。如果想要得到更具体的信息，医生可能需要使用更精确的设备，或者进行更深入的测试。

色盲本是一个有用但并非完全准确的工具，它能帮助我们初步判断是否存在色觉问题。但色盲本无法检测出所有类型的色觉问题，某些罕见的色觉异常可能就无法通过色盲本被发现。想要得到更准确的诊断，就需要依赖医生的专业知识和更复杂的检测工具。如果我们在日常生活中发现自己在识别颜色上存在问题，即便色盲本测试结果显示正常，我们也应当去寻求医生的帮助，进行进一步的检查。随着新的检测技术的发展，我们对色觉更为精确的定性和定量诊断将逐渐普及。



图1-3 俞自萍色盲本（第六版）



图1-4 俞自萍色盲本测试图

1.5 色盲矫正眼镜能让色觉异常的人和正常人一样看到真实的颜色吗？

色盲矫正镜是根据色谱原理设计，用于提高红绿色盲及色弱患者辨色力的彩色眼镜。一般选择非优势眼配戴色盲矫正镜，通过光谱的拮抗作用，色盲镜片的红颜色与可见光中相应的光谱单色叠加，配戴色盲镜片的眼只能看到红色光，完全看不到绿色光，而另一眼通过对比则可分辨绿色光，从而双眼可感受红色和绿色的不同辉度，经过中枢神经系统的整合，患者可在一定程度上分辨红色和绿色，但是配戴者对红色和绿色的感受与正常人并不相同。



常见的色盲矫正镜是通过特殊的涂层对进入眼镜的光线进行有选择性的吸收或反射，通过减少红绿蓝视锥细胞响应曲线重合的部分光谱能量来减弱色觉混淆的情况，从原理上无法帮助色觉异常的人恢复正常的色觉。

目前市面上有许多色盲矫正眼镜销售，有一部分会过度夸大效果，迎合色觉异常人群期盼有正常色觉的迫切愿望，给人一种戴了眼镜就可以和色觉正常的人一样看到所有的颜色的假象。但其实这部分眼镜从原理上只是通过截取红绿蓝视锥响应曲线中部分重合的光谱，能够适度的改变不同颜色的亮度和饱和度，对增强颜色的对比有一定的作用，但根本无法让色觉异常的人看到原本无法看到的颜色，也不是对所有人都有用。

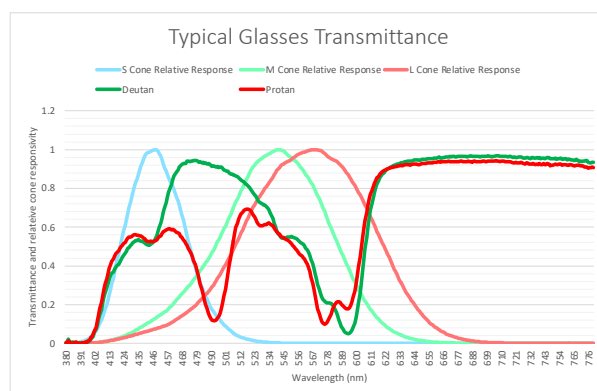


图1-5 典型色盲眼镜的光谱透射率曲线和红、绿、蓝视锥相对响应特性

通过色彩关怀项目我们发现，色觉异常人群对于眼镜这种色觉矫正方法的期待很大，但也最为失望。大家都希望未来能够开展定性定量的精确测量，使用新材料，新技术持续改进眼镜的作用。

误区一：只要是色盲，都可以通过佩戴色盲眼镜来矫正。

色盲分先天性色盲及后天性色盲，后天性色盲因病而得，病愈自然会好；先天性色盲是遗传的，无法治疗。

误区二：色盲眼镜对所有类型的色觉异常都可以通用。

色盲眼镜通常根据色觉异常类型和程度会有不同的设计，一定要在明确自身色觉异常类型的情况下选择合适的眼镜，在购买前建议先试用，体验效果，如果对自己的胜果和工作有帮助的情况下再购买。

第二章 色觉异常检测的医疗现状



2.1 建立科学诊断体系

先天性色觉异常的诊断

先天性色觉异常(色盲、色弱)的诊断一直是一个具有争议的话题。我国数十年来应用的一些检测方法,在特定历史条件下曾发挥过很大的作用。然而,色觉检测属于心理物理学检查,也是主观性检查,因此色觉精准检测的难度较高。常用的鉴别方法包括:

- ① 《俞自萍色盲本》和《石原氏色盲图》检查法:该两法仅能快速筛查是否为色觉异常(色盲或色弱),但不具备鉴别诊断色盲或色弱的能力;
- ② 色觉检查仪器:如色觉镜检测、Farnsworth-Munsell Hue100 (FM-100) 色觉测试、英国伦敦城市大学色觉检测、英国剑桥色觉检测等,这些测试方法可以更准确地诊断色觉异常;
- ③ 临床诊断经验:临床医生根据自己的经验和知识,结合病人的病史、症状和体征进行综合判断。

先天性色觉异常诊断的问题与挑战

- ① 人与人之间的色觉感知系统存在差异,即使相同类型、相同等级的色盲或色弱患者对同一物体也可能产生不同的颜色感知。而色盲本的设计基于平均观察者的辨色能力,忽略了人与人之间客观存在的辨色差异。已有学术研究成果证明石原氏色盲检查本、俞自萍色盲检查本等方法原理上存在一定的误诊率,印刷色差、色盲本褪色等因素会进一步增加误诊率;
- ② 目前国内先天性色觉异常的诊断缺乏科学、系统的检测手段。这导致了诊断过程中的一些困局和乱象。

建议与展望

- ① 为精确诊断先天性色觉异常,不再模糊或者以偏概全的粗略判定是色盲还是色弱,我们建议建立一个科学、系统的诊断体系;
- ② 除了色觉检测方面,应逐步探索色盲、色弱的临床治疗,改善症状,提高色盲本识别率,降低色觉异常的严重程度;
- ③ 提倡对先天性色觉异常进行精细化诊断,结合现代医学技术,如基因检测等,为患者提供个性化的治疗方案;
- ④ 加强相关领域的研究与合作,推动先天性色觉异常诊断方法的创新与发展。通过跨学科的合作,整合资源,提高先天性色觉异常的诊断水平;



贾亮 博士

解放军总医院眼科医学部
副主任医师、副教授

眼科医学部派驻第一医学中心眼科副主任医师、副教授,擅长先天性/后天性色盲、色弱等色觉异常性疾病的临床及基因诊断、鉴别诊断、矫正,遗传咨询、产前诊断、生育风险排查;擅长迎风流泪、急慢性泪囊炎、泪道阻塞等泪道疾病的诊断和手术治疗,擅长虹膜炎、葡萄膜炎等自身免疫性眼病的诊断及治疗。

学术任职:中国老年学和老年医学学会眼科学分会委员;全国保健服务标准化技术委员会专家委员会专家。

教育培训:毕业于解放军医学院,获得眼科学博士学位。留学美国波士顿Tufts大学担任访问学者。

- ⑤ 提高公众对先天性色觉异常的认识和了解，消除社会对色盲、色弱患者的歧视与偏见。倡导平等、包容的社会氛围，为患者提供更好的生活环境与支持。

总之，在今后的研究与工作中，我们应关注先天性色觉异常的诊断问题，努力提高诊断的准确性和科学性，以期为患者带来更好的诊疗服务和生活质量。

2.2 建立行业标准

色觉异常的影响与建议

- ① 职业受限：色觉异常会对一些特定职业的选择造成限制，例如警察、飞行员、海关员等。例如，《公务员体检特殊标准》部分体检要求：不同职位对色觉异常有不同的限制。人民警察职位要求中第二条为“色盲，不合格”，而法医物证检验及鉴定职位要求“色弱，法医、物证检验及鉴定职位，不合格”。
- ② 教育机会受限：色觉异常也会对受教育机会产生影响，高考招生录取中也涉及到色弱或色盲的限制。例如不能报考某些专业或学校。
- ③ 社会歧视：有些人对色觉异常者存在歧视，因此建立客观、全面的色觉检测体系至关重要。

为了解决这些问题，我们提出以下建议：

- ① 建立标准化的色觉检测体系：引进多种方法进行综合性判断，确保诊断的准确性和客观性。提高色觉检测机构的权威性：在各省、市设立权威复检中心，避免主观性影响。
- ② 制定色盲、色弱患者考取驾驶证、公务员及高等教育相关专业能否录取的明确标准。针对色盲和色弱者的特殊需求，我们也建议在交通、特殊职业等领域中，制定相应的标准和措施，为他们提供更多的选择和机会。例如，在飞行员报考方面，美国联邦司法部规定了道路交通准入条例，只要通过初始色觉测试并符合医疗标准，即使带有色觉限制的医疗证明也可以签发。
- ③ 加强宣传教育：提高公众对色觉障碍的认识和理解，消除社会歧视现象。我们呼吁社会各界对色盲和色弱患者给予更多的理解和关注。虽然色觉障碍会对他们的生活造成一定的影响，但这并不影响他们拥有平等的权利和机会。我们希望通过我们的努力，让色盲、色弱等色觉异常人群能够得到应有的尊重和待遇。

总之，对于先天性色觉异常的分类与鉴别以及其在医学、教育和社会方面的影响，我们需要建立更加精准、客观的检测体系，以保障患者的权益和消除社会歧视现象。我们希望通过更精准、客观的检测体系早日研发出来，能够赋予该人群合理权利，让他们能够享受正常的生活。



晋秀明 博士

浙江大学眼科医院副院长，浙江大学附属第二医院眼科中心副主任、角膜和眼表疾病专科主任

- 医学博士，主任医师，博士生导师
- 中华眼科专家会员，2021年度中国优秀眼科医生
- 中华医学会、中国医师协会眼科学分会角膜学组委员
- 中国医药卫生事业发展基金会干眼病专业委员会主任委员
- 中国康复医学会视觉康复专委会副主任委员兼干眼康复专业组组长
- 浙江省角膜病诊治技术指导中心副主任
- 擅长角膜和眼表疾病，主持国家自然科学基金面上项目，浙江省重点研发项目等课题8项，第一作者和通讯作者发表SCI收录论文50余篇

第三章 TÜV莱茵色彩关怀



3.1 色彩关怀活动结果汇总

2021年，我们联合浙江大学医学院附属第二医院临平院区，开展了为期1年多的色彩关怀项目，并基于对色觉异常用户的深刻了解，开发更有效的色觉检测工具，结合TÜV莱茵在显示人体工程学领域的丰富经验，推出了色彩关怀认证。

色彩关怀项目的核心是通过色觉异常用户的真实体验，找到有效的色觉检测方式，同时推动电子产品提供色彩转换方案，帮助用户提升色彩辨识能力。我们先后总共开展了120位色觉异常志愿者的色觉测试，针对目前常见的各类色觉测试工具进行了有效性的验证，通过深入的访谈了解他们的困惑与期待，同时也对目前提供色觉转换的产品（如色盲眼镜，电子产品）等进行了有效性分析。

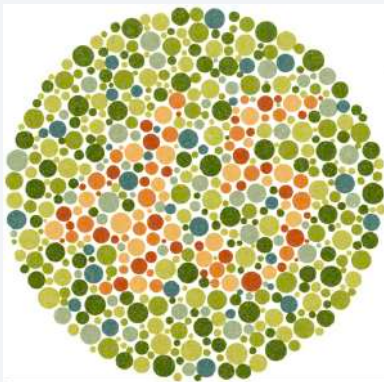
临床上，假同色图检查、Panel D-15色调测验操作简单、携带方便可用于临床大规模筛查。色盲镜、FM -100Hue色调测验法操作复杂、检查时间长，但能较准确地判定色觉异常的类型和程度，可作为进一步检查和获得性色觉异常的早期诊断。儿童或聋哑人等特殊人群可使用彩色ERG或VEP等客观检查法。但现阶段针对色觉异常的检查虽然可以定性和定量，但是定量检查缺乏简单、有效、易于推广的方法，因而色觉定量检查在临床上应用较少。同时，定量检查的精确性也有待提高。



范芳丽 主治医师

浙江大学医学院附属第二医院
临平院区眼科主治医师

浙江大学眼科学在读博士。
曾参加多项国家自然科学基金项目及临床项目的研究工作，目前主持2项市级科研项目，1项区级科研项目及1项院级科研项目，在国内外重要学术期刊发表多篇论文，其中SCI收录论文8篇，参与发明专利3项。

常见测试方法	示例图
色盲检查图法 最经典的为假同色原理的色觉检查图（色盲本），常运用于色盲或色弱的筛查。但只能进行定性检查，不能定量检查。常见的假同色测试图如我们国家使用的《俞自萍色盲本》和国际广泛使用的《石原氏色盲图》。 色盲图使用简便，容易快速区分正常何色觉异常类型，但无法区分色觉异常的程度，常常将轻微的色弱判定为色盲。在门诊检测，医生往往也不会让每个人辨识所有图卡，通过一两页的辨识结果就粗略的判定一个类型，对色觉异常人群的生活、学习和工作缺乏有针对性的指导。 图3-1 《石原氏色盲图》和《俞自萍色盲本》	
色棋排列检测 色相排列检测方法要求受试者将一系列颜色的样品按照颜色色调的顺序排列，从而反映出受试者在颜色区域的色调辨别缺陷。Farnsworth panel D-15色性检测法是由15个色相子组成，记录其排列顺序，按图表要求记录后画出曲线，以判断色觉异常的类型。该测试相比FM-100测试相对简单，但因为色棋的色坐标比较离散，部分非典型的复杂色觉异常人群排序会比较困难，同一个人反复测试的一致性不是很好。 图3-2 Farnsworth Panel D-15 Test color blind test	
色相排列检测 色相排列检测方法要求受试者将一系列颜色的样品按照颜色色调的顺序排列，从而反映出受试者在颜色区域的色调辨别缺陷。主要包括Farnsworth munsell（FM）-100 hue色相测验法和Farnsworth panel D-15色性检测法。FM -100Hue 该设计方法是由85个明度、饱和度相同及色调呈现出逐渐变化的色棋组成，可以对色觉进行定量检查分析，准确度较高。这种测试方法不仅可以检测出是否有色盲，还能够评估色觉能力的程度。但这种检测方法用时长，需要经过培训的专业人员进行检查，因此临床上无法进行大规模推广，目前多应用于实验室对色觉的研究及航空航天人员的色觉检查。 图3-3 Farnsworth Munsell 100 Hue Test color blind test	

色盲镜 利用的是色光辨别，利用特殊的颜色匹配从而判断出色觉缺陷的类型。观察者从色盲镜中看到两个视野，一个视野是一定波长的色光仅有亮度变化，另一个视野是两色的混合，其亮度是可变的。混合两种颜色可以使之与一定波长的光色调相等，依据受试者要求的两色成分，再与正常人对比，即可确定色觉是正常或异常。色盲镜是动态的检查，其在色调、饱和度及亮度方面更为稳定。是目前公认的用于异常色觉检测和分类最准确的仪器，色觉异常的辨别准确度更高，而且可以准确测定辨色能力的强弱。 图3-4 HMC色觉检测镜	
客观检查法 上述检查都是主观检查，此外视网膜电图和颜色视诱发电位为主观检查色觉的方法。视网膜电图（ERG）是光刺激引起的视网膜电反应。色觉异常者的 ERG 特征主要为明视成分异常，如红色觉异常者可看到以红光引导暗视 ERG 的明视成分缺乏或消失。颜色视诱发电位（C-VEP）是视皮层对颜色刺激产生的电信号，经叠加、放大系统后在显示器上记录到的一系列电位变化。现在多用彩色棋盘方格翻转和光栅刺激。	

在科技不断发展的今天，科学家们正在不断研发更好的工具和方法来诊断色觉问题。一些基因检测技术可以直接找出导致色觉问题的基因，而新型的色觉检测设备也能提供更详细的信息。通过色彩关怀活动我们发现，医院门诊和体检中心需要针对色觉开展更为精确的快速筛查，给出色觉异常的定性和定量结果，帮助社会在后续开展更为精细化的色觉分类，比如，并非所有的色觉异常人都不能分辨红绿灯，高校和就业可以根据色觉的分类和程度来制定更为细致的条件等。目前医院正在发展一种快速的色觉检测方法，通过几组色彩图的辨识可以快速锁定其类型，再通过快速的单色图辨识，就可以确定其程度。这种测试约1-2分钟，可以帮助医生快速筛选，并给出定性和定量的结果。

3.2 电子显示产品色彩转换方案

目前部分电子显示产品已经提供了针对色觉异常人群的色彩转换模式，方便有需要的用户更好分辨色彩。

色彩转换方案	示例图
苹果公司IOS操作系统色彩滤镜 苹果公司的手机和电脑都提供色彩转换选项，如果知晓自己色觉异常情况的用户可以有针对性的选择对应模式和程度，如果不知晓，可以尝试不同的模式，看彩色铅笔的色调变化，直到自己能够较好的区分颜色。 图3-5 苹果笔记本Macbook Pro 色彩滤镜	
微软公司Windows操作系统色彩滤镜 使用微软公司的Windows系统的电脑都配备了色彩转换选项，如果知晓自己色觉异常情况的用户可以有针对性的选择对应模式和程度，如果不知晓，可以尝试不同的模式，看圆盘中9个颜色的色调变化，直到自己能够较好的区分颜色。 图3-6 Windows系统笔记本色彩滤镜	
三星公司SeeColors 三星电视提供了SeeColors色觉检测和转换功能，能够通过简单的测试帮助用户筛选色觉异常的类型和程度，并且推荐对应的模式（D10, D20, D30, P10, P20, P30, T10, T20, T30）以实现色彩辨识能力的提升。 图3-7 三星电视SeeColors	
OPPO公司千人千屏技术 OPPO手机为用户开发了千人千屏的色彩转换模式，通过电子化D15色棋的测试，帮助用户定制适合他们的个性化色彩增强模式，在色彩增强的过程中，也兼顾用户对于记忆色的还原，重视用户整体色彩体验的平衡与提升。 图3-8 OPPO公司手机色觉检测和增强模式	

我们邀请120名志愿者分别针对手机，笔记本，电视机，手机的功能进行了有效性验证，发现的问题如下：

整个行业缺乏统一的色觉检测标准：色觉异常的类型和程度往往决定了一个人的色彩体验，往往无法通过简单的软件尝试就找到真正适合自己的模式和程度设定，很多用户并不知晓这些功能，即使知晓，也不会经常使用，因为往往自己的选择并非最优的色彩转换；

色彩转换效果差异大：部分色彩转换进行了大范围的色彩压缩和转移，能够有效帮助颜色的区分，但是同时也导致屏幕色调的变化，影响用户偏好。

3.3 德国莱茵TÜV 色彩关怀认证

为了引导电子显示产品为色觉异常人群提供有效的色彩转换功能，德国莱茵TÜV开发了“色彩关怀”认证。

该认证采用实验室光学参数测量与色觉异常用户使用评价相结合的方式，通过正常模式与对应推荐色觉异常模式的对比测试，判定产品提供的色觉检测功能有效性，色觉转换功能有效性，同时也确保产品不会因为对用户熟悉的记忆色产生大的偏离而影响用户体验。



We sincerely thank following brands
in contributing the study and the
whitepaper:



TÜV Rheinland Greater China
Contact: Jing Liao
Tel +86 21 6108 1331
jing.liao@tuv.com

Accessibility Research Association
Contact: Hua Yang
Tel +86 19166250323
feedback@siaa.org.cn

www.tuv.com

