

附件 2：联盟标准制修订立项申请书

世界超高清视频产业联盟标准制、修订立项申请书

项目名称	超高清显示设备的感知亮度计算方法	制定 ☒ 修订 ☐	被修订标准号	/
采用国际/内标准名称（中文）		/		
申请单位	1.东南大学 2.TCL 华星光电技术有限公司 3.新型显示与视觉感知石城实验室 4.京东方科技集团股份有限公司 5.中国电子技术标准化研究院 6.海信视像科技股份有限公司 7.深圳 TCL 新技术有限公司		联系人	何乃龙
手机	18913354045		Email	ddschnl@163.com
牵头单位	新型显示与视觉感知石城实验室			
计划起止时间	2026 年 9 月—2027 年 8 月			
立项的目的、意义或必要性 一、产业背景与技术挑战 超高清视频产业正进入规模化发展的关键阶段。根据《超高清视频产业发展行动计划（2019-2022 年）》，我国超高清视频产业总体规模已超过 4 万亿元。随着 4K/8K 显示终端加速普及，广色域（BT.2020 色域覆盖率显著提升）、高动态范围（HDR）等技术在各类终端设备上深入应用，超高清显示在呈现更丰富色彩和更宽亮度范围的同时，也带来了新的视觉感知问题。 受 Helmholtz-Kohlrausch（H-K）效应影响，在相同物理亮度条件下，不同色调和饱和度的颜色会诱发明显不同的主观明亮感。传统以光度学物理亮度为核心的评价体系，在超高清广色域高亮度显示场景下已难以准确表征跨色刺激的真实视觉体验。特别是在不同色域条件（如 sRGB 与 BT.2020 之间）下，相同物理亮度的不同颜色刺激所产生的感知亮度差异被进一步放大，给超高清显示设备的画质评价、跨终端视觉一致性校准以及 HDR Vivid（菁彩影像）等超高清内容呈现效果的准确评估带来严峻挑战。 二、政策依据与标准体系衔接 国家层面已将新型显示器件标准研制纳入重点部署。《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035 年）》明确提出研制智能传感器、功率半导体器件、新型显示器件等基础器件标准，以及超高清显示设备等重点产品标准。该实施方案聚焦新一代信息技术等 8 大新兴产业，并将“未来显示”纳入 9 大未来产业领域，要求统筹推进标准的研究、制定、实施和国际化。超高清视频产业相关政策亦明确提出“坚持标准先行”，建立覆盖采集、制作、传输、呈现、应用等全产业链的超高清视频产业综合标准化体系。 与此同时，世界超高清视频产业联盟（UWA）已基于菁彩影像、菁彩声构建起完整技术标准体系。然而，在这些标准体系中，不同色域条件下超高清显示设备的感知亮度计算方法的统一评价方法尚属空白，亟需建立与之匹配的标准化评价方法。 三、现有技术的不足				

目前,虽有研究从不同角度触及色彩对亮度感知的影响问题,但均存在明显局限,未能形成面向超高清广色域 HDR 显示的统一、可复现且适于工程实施的标准化测试规范。

1、基于体验色域（XCR）的感知亮度测量方法

2023 年,某显示企业基于 H-K 效应提出了“体验色域（XCR）”测量方法,首次将色彩因素纳入感知亮度的标准化测量。然而,XCR 方法主要基于 QD-OLED 技术优化,对其他显示技术（如 LCD、Micro-LED 等）的普适性有限,且侧重于单一设备的感知亮度表征,未建立不同色域状态（如 sRGB 与 BT.2020 之间）下的跨色域比较框架。

2、基于颜色外观模型的 H-K 效应补偿方法

颜色外观模型（如 CIECAM02、CAM16 等）的 H-K 补偿方法为本领域提供了理论基础,但相关研究多停留在学术探索阶段,依赖于复杂的心理物理学实验和数学建模,实施门槛高,尚未被采纳为国际或行业标准,难以在产业中直接推广应用。

3、现有显示标准未覆盖感知亮度评价

现有标准体系中,IEC 62977-2-1:2021 聚焦于显示光学特性测量,GB/T 7921-2008 规定了色空间与色差计算方法,GB/T 7922-2023 面向照明光源颜色测量,GB/T 39848-2021 建立了平板显示器色域测量方法,分别从光学特性、色度表征、光源颜色和色域测量等角度对显示相关领域进行了规范,但均未涉及不同色域条件下色彩感知亮度的统一评价。本文件是对现行标准的协调补充而非替代。

四、本标准的创新性与必要性

基于上述分析,拟立项的标准具有明确的必要性和创新性。

必要性体现在:

一是填补标准空白。当前尚无成熟标准统一评价不同色域下的感知亮度,本项目在现有测量体系上新增“等效亮度”评价层,是对现行标准的协调补充而非重复替代。

二是支撑产业高质量发展。随着广色域技术在超高清显示产品中的快速普及,显示终端的色域普遍超越 DCI-P3 并向 BT.2020 迈进,不同色域条件下的超高清显示设备感知亮度差异显著,由此带来了视觉体验不一致、跨终端色彩与亮度感知偏差以及消费者认知混淆等问题。亟需建立一套科学、统一的评价方法。

三是服务国家战略部署。本标准直接对应《新产业标准化领航工程实施方案》中“新型显示器件”及“超高清显示设备”的标准研制部署,是落实国家新型显示与超高清显示标准研制任务的具体举措。

创新性体现在:

一是提出“等效亮度+等效亮度系数”双核心指标,将 H-K 增亮效应转化为工程可计算参数,实现从物理亮度测量到跨色域感知亮度统一评价的升级。

二是建立客观一致性与主观亮度匹配双重验证机制,形成可复现的标准化测试方法,确保评价结果与真实视觉体验的高度吻合。

三是方案输入参数（RGB 驱动值、通道透过率、CIE XYZ 三刺激值）均采用显示行业通用测量设备获取,可嵌入研发、检测、校准与能效优化流程,具备工程化推广条件。

综上,拟立项的《超高清显示设备的感知亮度计算方法》标准,在政策层面直接对应国家新型显示器件与超高清显示设备的标准研制部署,在产业层面填补了不同色域下感知亮度评价的标准空白,在技术层面实现了从物理参数测量到人因感知评价的方法升级。该标准的制定对于完善我国超高清显示标准体系、提升超高清显示产业竞争力、推动显示产业评价体系向以人因视觉感知为导向的转型具有重要意义。

适用范围或主要技术内容

本文件规定了不同色域条件下超高清显示设备的感知亮度计算方法,包括评价原理、测试条件、测试步骤、数据处理及评价指标等要求。

本文件适用于采用液晶显示（LCD，含 Mini LED 分区背光）、有机发光二极管显示（OLED）技术的超高清电视机、超高清显示器等终端产品，在广色域及高动态范围（HDR）显示模式下的色彩感知亮度评价。其他类型显示终端可参照执行。 本方案的技术核心在于引入等效亮度及等效亮度系数两个核心指标。具体地，通过测量显示设备在不同色域状态（如 sRGB、DCI-P3、BT.2020）下各颜色通道的光谱功率分布，结合 RGB 驱动值与实测通道透过率，建立从 CIE XYZ 三刺激值到感知亮度的映射关系。其中，等效亮度系数用于量化 H-K 效应对感知亮度的增量贡献——即相同物理亮度下，高饱和度颜色比无色光显得更亮的视觉效应。 本文件规定了统一的测试条件（暗室环境、固定观看距离、中性灰背景）、测试图像集（涵盖典型色调及饱和度等级）、测量设备要求，以及数据处理规则。通过客观测量与主观视觉评分相结合的双路径验证，建立等效亮度与实际感知亮度感受之间的量化映射关系，形成一套可复现、可比较的标准化测试评价方法。
国内外情况简要说明 当前，超高清显示设备的评测方法标准体系主要聚焦于基础光电性能测试和视觉舒适度要求等方面，尚未针对超高清显示设备技术特点并融合人眼视觉系统感知特性，形成统一针对色彩的超高清显示设备的感知亮度计算方法。具体如下： 1、国际标准： IEC 62977-2-1:2021 《Electronic displays - Part 2-1: Measurements of optical characteristics - Fundamental measurements》，规定了电子显示模块和系统光学特性的标准测量条件与测量方法，适用于发射和透射直视显示器。该标准聚焦于亮度、对比度、色度等基本光学参数的测量，输入信号为相对 RGB，不包含编码真实亮度、色彩空间或色度坐标的元数据信息，未涉及不同色彩/色域条件对显示亮度感知的调制作用评价。 2、国家标准： （1）GB/T 7921-2008 《均匀色空间和色差公式》，规定了 CIE 1976（L*a*b）色空间和 CIE 1976（L_u*v*）色空间以及相应的色差公式和 CIEDE2000 色差公式的计算方法，适用于物体色和光源色的表示以及色差的表示和计算。该标准建立了颜色定量表征与色差计算的基础框架，但未延伸至感知亮度评价层面； （2）GB/T 7922-2023《照明光源颜色的测量方法》规定了照明光源颜色的测量方法、测量结果的处理及试验报告，适用于各类照明光源颜色的测量。该标准面向照明光源而非显示设备，未涉及显示屏幕的亮度感知评价； （3）GB/T 39848-2021 规定了平板显示器色域测量的一般要求、测试信号、测量方法和测量数据处理方法，适用于采用平板显示屏的电视接收机和电视显示器的色域测量。该标准建立了色域的物理测量方法，但未建立色域差异条件下感知亮度的评价方法。 上述标准分别从光学特性测量、色度表征、光源颜色测量、色域测量等角度对显示相关领域进行了规范，但均未建立面向不同色域条件下的色彩感知亮度统一评价方法。因此，本文件旨在建立跨色域的感知亮度统一评价方法，填补超高清显示色彩感知亮度评测的标准空白，为超高清显示设备的视觉体验提升与标准化发展提供技术支撑。
申请立项单位意见 本项目契合超高清显示设备的产业应用方向，将有力推动显示技术迭代升级。我单位将统筹牵头及参与单位的技术资源，确保标准高质量研制与落地推广，特申请批准立项。
备注：