

T/SLDA 015-2024 《透明式 LED 显示屏通用技术规范》团体标准解读

景发俊¹,

深圳市照明与显示工程行业协会

摘要：透明 LED 显示屏天生的“透”性特点，使得其在精准广告推送、人屏互动、3D 等应用场景中备受推崇。进而在舞台舞美、大型商场、展览厅、玻璃橱窗、4S 店、企业展厅、酒店大堂、营业部、电梯等，但凡是有玻璃的地方，都是透明 LED 显示屏存在的市场。但透明 LED 显示屏种类繁多，包括 LED 硬灯条透明屏（冰屏，又名天幕屏）、LED 柔性网格屏（共形屏）、LED 格栅屏、LED 贴膜屏、LED 光电玻璃屏、LED 晶膜屏（软膜）、LED 隐形全息屏等。市场上应考虑各类透明 LED 显示屏的技术差异性而构建产品标准体系，需要从普适性、广泛性、技术先进性和高质量水平角度，研究透明 LED 显示屏产品的各项功能、性能要求，以及相应的试验方法，为行业提供技术参考依据，促进技术创新，优化产业结构和生态链，有助于行业的健康发展。

关键词：透明 LED 显示屏，镂空状透明、LED 条幕屏、LED 灯条屏、LED 光电玻璃屏、LED 视频玻璃、LED 柔性透明屏、通透率、透光率、屏上特性、透过特性、物体清晰度、色彩变化（色偏移）、对比度变化。

1 引言

LED 透明屏行业是 LED 显示屏领域的一个创新分支，其产品以高通透、超轻薄的特点著称，主要原理是对贴片制造工艺、灯珠封装、控制系统进行针对性改进，加上镂空设计以减少视线阻挡，从而实现高透明度效果。LED 透明屏广泛应用于舞台背景、商业橱窗、展览展示等多个领域。从产业链角度看，LED 透明屏行业涉及上游原材料供应，如蓝宝石、碳化硅等衬底材料，中游的 LED 封装环节，以及下游的各类应用场景。随着技术的不断进步，市场规模逐渐扩大，高清、超高清显示成为主流需求，预示着 LED 透明屏行业的巨大发展潜力。

2 标准编制背景

LED 透明显示屏发展至今，已经出现了多种类型。包括 LED 硬灯条透明屏（冰屏，又名天幕屏）、LED 柔性网格屏（共形屏）、LED 格栅屏、LED 贴膜屏、LED 光电玻璃屏、LED 晶膜屏（软膜）、LED 隐形全息屏等。

无论是传统领域的 LED 显示屏产品还是新兴细分领域的 LED 透明显示屏产品，都在向轻、薄的方向发展。从户外固装到室内大屏显示领域，“透”性趋势也愈见明显。同时在精准广告推送、人屏互动、3D 等技术的叠加使用中，透明 LED 显示屏的应用范围还在进一步扩大。

作者简介：景发俊，工程师，研究方向：照明与显示领域新型光电标准技术、智能控制及工业自动化技术。

行业内，LED 透明显示屏的生产厂商、产品提供商跨界了照明和显示领域，主要包括生产点光源灯具及系统（如洗墙灯）的企业、部分传统 LED 显示屏企业、专业只做 LED 透明显示屏企业等。市场上，产品没有技术门槛，同质化严重，无序竞争激烈，多种情况下的“价格战”将行业逐渐拉入深渊；新技术创新之后优势周期短，容易仿制。由于没有透明显示标准支撑，以及相应的质量评价规范，消费群、建设方/客户如何选择产品应用、如何运维、评判质量好坏等，就没有参考依据。

因此，深圳市照明与显示行业协会经过研究决定，组织会员企业共同汇总行业的技术经验和质量情况，从普适性、广泛性、技术先进性和高质量水平角度研制《LED 透明显示屏通用技术规范》，填补标准空白，通过系统性技术规范推动行业从“价格竞争”转向“价值竞争”，为行业提供技术参考依据，促进技术创新，优化产业结构和生态链，有助于行业的健康发展。

通过实施标准项目，实现以下目标：

① 统一技术标准：制定透明 LED 显示屏的技术标准，以确保产品在设计、生产和应用过程中遵循统一的技术要求，提高产品的一致性和可靠性。

② 提升产品质量：通过规范化的标准，提升透明式 LED 显示屏的整体质量，确保其在不同环境和应用场景下的性能稳定性和耐用性。

③ 促进产业发展：为透明 LED 显示屏行业提供明确的技术指导，推动行业健康有序发展，促进技术创新和市场竞争。

④ 保障用户权益：通过标准化，保护消费者的合法权益，确保用户在使用透明式 LED 显示屏时获得良好的体验和安全保障。

⑤ 推动国际交流：与国际标准接轨，提升我国透明 LED 显示屏的国际竞争力，促进国际间的技术交流与合作。

⑥ 环境友好：在制定标准时，考虑环保因素，推动透明 LED 显示屏的可持续发展，减少对环境的影响。

3 标准主要内容解读

3.1 标准适用范围

标准适用于安装后呈现透明效果的全彩 LED 显示屏，并规定了产品组成及分类、通用技术要求、LED 条幕屏、LED 光电玻璃、LED 柔性透明屏和试验方法。

3.2 术语

透明式 LED 显示屏的定义依据 SJ/T 11141-2017 进行了修改后定义；参考相关词汇解释，对透明式 LED 显示屏进行了定义。

LED 显示屏的定义在 SJ/T 11141-2017 中已经给出，并文件重点针对透明式 LED 显示屏进行定义，此类显示屏，没有显示图文、画面和视频时，能透过显示屏观看屏后的环境及景象；在显示图文、画面和视频时，在一定距离范围内，能透过显示屏/影像观看屏后的环境及景象。

其次，由于市场上对产品的定义五花八门，所以标准从产品的物理结构、技术原理等多角度出发，对市场上常见的产品进行定义，包括 LED 条幕屏、LED 光电玻璃屏、LED 柔性透明屏等。LED 条幕屏分为室内型和室外型 LED 条幕屏，又名 LED 灯条屏，对应市场上的 LED 格栅屏、LED 透明屏等。LED 光电玻璃屏包括将 LED 芯片/灯珠（像素点显示器件）内置于玻璃之中所有透明式 LED 显示屏，又名视频玻璃。LED 柔性透明屏包括 LED 晶膜屏、LED 贴膜屏等。

结合市场产品结构和技术原理，给出了镂空状透明式 LED 显示屏的定义，即结构呈镂空状的、

空气能透过显示屏正面流向背面的 LED 显示屏，此类显示屏包括 LED 格栅屏、LED 透明屏、LED 洞洞屏（全息屏）。本类产品区别于 LED 光电玻璃、柔性透明屏。

针对通透率、透光率分别进行了定义，通透率为物体中空隙的比例，是用来衡量物体的空隙程度的一种指标，是指物体中空隙占物体总体积的比例，主要针对镂空状透明式 LED 显示屏或非透明材料的透明式 LED 显示屏，透光率为显示屏背面出光侧光通量和正面的入射光通量的百分率，主要针对透明材料的显示屏，即 LED 光电玻璃、柔性透明屏两类产品。

物体清晰度、色彩变化和物体对比变化是对显示屏透过特性三个关键技术指标，三个术语的定义清晰界定了特性。透明式 LED 显示屏的两大关键技术特征：一为屏上显示特性，二为可以观看/评价显示屏后面的环境情况技术特性。

3.3 产品组成及分类

透明式 LED 显示屏主要由显示部分（含 LED 屏体（显示模块/模组）、承载屏体的固定结构、显示控制系统等）、辅助系统等组成。本标准对产品的基本构成进行了概念化，以保证标准的广泛性和普适性。

透明式 LED 显示屏在市场上体现的种类特别多，不同厂家、提供商对产品的命名各不相同。标准汇总并提炼了市场上的各种分类方式，给出 10 种类型划分方式：

- a) 按维护方式分为：前维护显示屏和后维护显示屏；
- b) 按照安装结构特性划分为：拼装式和非拼装式；
- c) 按照显示屏结构材料划分为：非透明材料和透明材料的透明式 LED 显示屏；
- d) 按照使用环境划分为：室内显示屏、室外无遮挡显示屏和室外有遮挡显示屏（见本文件 5.12）；
- e) 按照市场产品形态划分为：LED 条幕屏、LED 光电玻璃屏、LED 柔性透明屏和其他屏
- f) 根据显示部分的结构形态划分为镂空状（或透空状）与非镂空状（非透空状）透明式 LED 显示屏；
- g) 根据市场上的产品形态，按照 LED 显示屏屏体结构划分：骨架/框架固定式、无框固定式、玻璃表面贴装式和玻璃夹层式等 LED 显示屏
- h) 按照 LED 灯珠（光源）的安装结构方式分为侧发光、正发光和正发光侧贴等显示屏；
- i) 按照 LED 芯片封装方式分为灯驱合一和灯驱分离两类显示屏；
- j) 按照产品结构软硬属性划分：硬质结构显示屏、柔性结构显示屏。

3.4 通用技术要求解读

3.4.1 通则

透明式 LED 显示屏应用的基本原则是根据应用场景的需求选择或制造适宜的显示屏，确定现场的显示面积和生产实际需求的显示面积，包含应用场景下需求的显示形态，明确气候、机械环境条件，确定观看距离等。本标准给出了现场应用场景下的设计与结构、硬件环境和软件环境、适宜的环境类别、防护等级等方面需要符合的基本原则，特别要求：人在地面上面对 LED 显示屏、伸手可触及/摸屏体表面的透明式 LED 显示屏，其机械碰撞的防护等级宜不低于 GB/T 20138—2006 中的 IK03，这是产品的基本安全要求，也是对使用者和管理方的应用规范要求。

3.4.2 外观及结构

标准规范了产品外观及表面处理、标识的要求，采用目视法和触摸法检测显示屏的外观质量和显示质量。

规范了厂家及提供商对显示屏的外形尺寸、有效发光区、连接件、散热、走线、材料、结构与电气安全和 EMC 匹配性等要求，规定采用目视法、触摸法、手动法等分别检查显示屏的操作按键、拼接处、散热结构、内部走线、材料、结构工艺等，必要时利用相应的标准计量工具检测结构牢固性。

针对结构工艺特别提出表面墨色一致性要求，标准提出了如何判断或评价墨色一致性的质量要求，以 D65 光源作为基准光源测试并记录显示屏每一个模块中心的 CIE 1931 亮度和色度值(CIE xy)，将测试数据转换为 CIELAB 数值，计算相邻模块(横向，竖向，斜向)间的 CIELAB 色差，计算所有相邻模块计算的色差 ΔE_{CIE} 及最大色差 ΔE_{max} 。

显示屏及显示模组等应具备国家或当地强制性认证的证书或检测报告。

标准规范了采用拼装结构的透明式 LED 显示屏的拼装精度，前维护屏、后维护屏主要从平整度规范；将单位面积像素点划分为三类，每类的相对错位精度分别进行了界定，见下表。

表 1 透明式 LED 显示屏屏幕拼装精度（相对错位）

显示屏类型	屏幕拼装精度	
	水平相对错位	垂直相对错位
单位面积像素点 ≥ 32768 个/ m^2	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$
25600 个/ $m^2 \leq$ 单位面积像素点 < 32768 个/ m^2	$\leq 4\%$	$\leq 4\%$
15625 个/ $m^2 \leq$ 单位面积像素点 < 25600 个/ m^2	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$

在市场上，供需双方容易对显示面积需求所产生的损耗产生矛盾，难以达成共识。本标准给出了相应的原则，即如何计算生产损耗。异形屏生产所需的显示材料面积往往会大于应用场景需求的显示面积。构成显示部分的模组/模块为规模化标准生产输出时，其尺寸是固定的，在组装成异形屏的过程中，根据实际所需而进行尺寸优化裁剪，被裁减部分即为材料损耗。故而针对异形屏实际生产往往需要计算材料损耗率。

3.4.3 显示屏功能

根据显示屏制造厂商或产品提供商所宣传的产品说明书，按照 5.3 规定各项功能逐项操作。标准明确了透明式 LED 显示屏的基本功能及控制系统应具备的设备管理功能。文本、图文或视频显示功能，以及符合透明式显示的功能特质要求而应支持视频、裸眼 3D、演绎等沉浸式体验显示功能。产品说明书应明确宣称显示屏的最佳观看距离、屏上光学特性与透过特性；屏上光学特性指标不限于最大亮度、亮度可视角、亮度均匀性、基色主波长误差、白场色坐标、色度非均匀性（可选）、亮度鉴别等级和色域覆盖率等；透过特性至少应有通透率或透光率特性指标，宜有物体清晰度、物体对比度变化、色彩变化等特性指标。

控制（调节）和管理功能包括：帧频设置，运行状态监控，亮度调节，色温调节，对比度调节（可选），饱和度调节（可选），大屏信息查询，通信接口监控，工作温度，查询产品的操作系统及软件版本（操作系统兼容性）等。宜支持监测产品生命周期状态。

3.4.4 接口要求

透明式 LED 显示屏为信息终端时，应具备与相应管理系统集成的物理通讯接口，以及具备支持信息数据链接或对接的数据接口。标准明确了视频输入、视频输出、控制信号、电源四个方面的基本接口有哪些。

表 2 显示屏接口

序号	接口	状态	技术要求

1	视频输入	DVI/ SDI/ DP/ HDMI 等	必备, 至少支持1种	符合产品制造厂商的产品标准规定
2	视频输出	千兆/万兆网络等	必备, 至少支持1种	千兆网络支持RJ45接口, 万兆网络支持光纤接口
		DVI/ SDI/ DP/ HDMI 等	可选	
3	控制信号	串口 (USB/DB9)、以太网接口	必备, 至少支持1种	支持RS232/RS485/以太网等一种或多种接口
4		Genlock、3D 及其他	可选	
5	电源	类型 1: 220VAC~240VAC, 50/60Hz 类型 2: 100VAC、110VAC~ 130VAC, 50/60Hz	必备, 至少支持1种	符合产品制造厂商的产品标准规定;

3.4.5 显示要求

3.4.5.1 最佳观看距离

最佳观看距离是每个透明式 LED 显示屏的基本体验指标之一。标准要求由产品提供商或厂商宣称。

一般的经验值为:

最佳观看距离 \approx 像素间距 \times 2000。

3.4.5.2 屏上光学特性

屏上光学特性主要包括亮度、亮度均匀性、视角范围、白场色度、白场色度均匀性、色域覆盖率等, 标准要求制造厂或产品提供商应宣称产品在正常使用状态下的屏上光学特性, 宜明示各种指标的额定状态值和极限值。由于每类透明式 LED 显示屏的屏上光学特性因物理特性不同而不同。

亮度的指标范围主要由产品标准详细规定。

视角范围、亮度均匀性、白场色度、白场色度均匀性、色域覆盖率等指标分别在标准中按照由高到低分为三个等级。

视角范围的基本要求不小于 125°。

3.4.5.3 透过特性

透过特性包括通透率、透光率、物体清晰度、物体对比度变化、色彩变化等技术指标。

通透率针对非透明材料构建的透明式 LED 显示屏, 即 LED 条幕屏/灯条屏、LED 洞洞屏, 通透率的基本要求为不应小于 30%。

透光率针对透明材料构建的透明式 LED 显示屏, 即 LED 光电玻璃、LED 柔性透明屏; 透光率的基本要求为不应小于 30%。宜选择高透光率、低雾度、高折射率、小双折射及小色散的透明材料。

透过显示屏屏体观察屏后的景象或环境技术指标基本要求:

- a) 物体清晰度不低于 50%;
- b) 全白场信号下, 物体对比度变化不大于 10%;
- c) 全白场信号下, 色彩变化小于 0.2%。

3.4.6 电学特性

针对灰度等级、换帧频率、刷新频率三个技术指标, 由高到低分按照三个等级进行划分。

标准明确各类透明式 LED 显示屏的灰度等级不应低于 B 级, 换帧频率不应低于 B 级, 刷新频率不应低于 B 级。当符合深圳标准要求时, 显示屏灰度等级不应低于 A 级。

3.4.7 功率要求

在不同像素间距/像素密度情况下, 平均功耗和最大功耗等指标可能不同, 产品提供商或厂商应给以宣称。一般经验值为“平均功耗: 最大功耗 \approx 1:3”。

3.4.8 整屏像素失控率

灯驱合一型透明式 LED 显示屏和灯驱分离型透明式 LED 显示屏各自工艺特性, 以及现阶段的技术条件使得整屏像素失控率不同, 故而标准针对此两类显示屏分别独立给出了技术指标要求, 并由高到低分按照三个等级进行划分。透明式 LED 显示屏的整屏像素失控率不应低于 B 级。

3.4.9 安全

显示屏的总体安全标准符合 GB 4943.1 中相关规定; 接地、安全标记、对地漏电流、抗电强度、温升等主要符合 SJ/T 11141—2017《发光二极管(LED)显示屏通用规范》的基本要求。显示屏的开关电源应具备欠压保护功能、输出过压保护功能、过流保护、短路保护功能、过温保护等功能。

标准对显示屏所使用的材料要求符合 GB/T 26572 的规定。

其他安全要求, 比如防撞、防水防尘、操作和维护等, 见前文内容。

3.4.10 电源要求

主要针对显示屏的电源电压适应性, 厂家及产品提供商应宣称, 保证产品的供电电压适应范围、电源转换率和功率因数符合标准给出的基本要求。

3.4.11 电磁兼容性

本条款要求主要针对室内场景下的透明式 LED 显示屏, 无线电骚扰限值应在企业的宣称中明示符合 A 级或 B 级要求。抗扰度限值符合 GB/T 17618—2015 中的规定。

3.4.12 环境适应性

环境适应性包括气候环境和机械环境适应性两大方面, 主要针对产品的可靠性要求, 即在相应的环境条件应用及工作, 应具备适应环境条件的可靠性。气候环境适应性相关技术要求包括高温低温、湿热(湿热负载、恒定湿热)、贮存、盐雾、抗风力、抗太阳辐射等。机械环境适应性相关技术要求包括垂直吊装承重、振动、运输等。

针对透明式 LED 显示屏在国内所应用的各种场景, 标准首次将产品所能支持的气候环境按照环境条件和严酷等级进行了划分, 以引导行业各产业链环节的对标定位; 共划分为三大类, 内容

如下：

- a) 类别 I：通常意义的室内，本处指外部能看见空间内景象的建筑内房间/空间；
- b) 类别 II：处于室外有遮蔽的环境条件，有直接淋雨和日晒的防护，或者室内极端条件（如建筑内空间的出入口处），经受大气环境的气压、湿度、温度、日晒、风力等作用；
- c) 类别 III：通常意义的室外，指完全暴露于室外环境条件，经受大气环境的气压、湿度、温度、日晒、风力等作用。
- d) 类别 I、类别 II、类别 III 逐级严酷，后续表中所要求的类别 III 产品可被用于类别 I、类别 II 的应用中，类别 II 产品可被用于类别 I 的应用中。
- e) 后缀 A、B 可加于类别 III 中，类别 IIIA 对应我国南部热带地区的特殊高温条件，类别 IIIB 对应最北部地区的特殊低温条件以及沙漠地区早晚温差极大的恶劣条件，类别 IIIA 和类别 IIIB 应作为类别 III 处理。

表 3 显示屏或显示模组所处环境适应性要求

项目	室内安装的显示屏		室外1安装的显示屏		室外2安装的显示屏			
	类别 I		类别 II		类别 IIIA		类别 IIIB	
	额定值	试验时间	额定值	试验时间	额定值	试验时间	额定值	试验时间
高温试验	40℃±2℃	8h	55℃±2℃	8h	85℃±2℃	8h	70℃±2℃	8h
低温试验	-10℃±2℃	8h	-25℃±2℃	8h	-25℃±2℃	8h	-40℃±2℃	8h

高温工作、低温工作、高温贮存、低温贮存、湿热分别按照 SJ/T 11141—2017 中 6.16.1~6.16.4、6.16.5.1、6.16.5.2 规定的方法进行测试。盐雾按照 GB/T 2423.17—2008 中规定的方法进行试验。

根据室外有风应用场景的需求，选择适宜安装条件的类别 II、类别 III 透明式 LED 显示屏类型，有作为幕墙用途的透明式 LED 显示屏应按照 GB/T 15227—2019 中 10 规定的方法进行试验，只作为信息显示用途的透明式 LED 显示屏应按照 GB/T 7106—2019 中 9 规定的方法进行测试。

3.4.13 平均失效间隔工作时间

试验方法参考 GB/T 11643—1989，平均失效间隔工作时间的定义见 GB 3187—1994，7.2.3、7.2.8 和 7.2.9。

3.5 产品差异性技术要求

3.5.1 概述

标准将市场上常见的 LED 条幕屏、LED 光电玻璃屏、LED 柔性透明屏纳入了标准中，重点在通用技术要求基础上明确相关技术指标的差异性，以利于引导市场秩序。

3.5.2 LED 条幕屏

标准将室内、室外 LED 条幕屏的技术特征分别进行了要求。主要的技术特征区别如下：

序号	室内 LED 条幕屏	室外 LED 条幕屏
1	室内安装室外观看类型。	室外安装室外观看类型。
2	像素点的 LED 灯珠（光源）具备正发光、侧发光和正发光侧贴等多种工艺。	像素点的 LED 灯珠（光源）具备表贴、直插等多种工艺方式。
3	像素中心间距不宜大于 16，常见的中心间距为	像素中心间距不宜小于 16，常见的中心间距为 10、

	1. 98、2. 97、3. 91、7. 81、10. 4、15. 625 等，单位：毫米。	15. 625、16. 33、20、31. 25、50 等，单位：毫米。
4	防护等级不应低于 SJ/T 11141—2017 中 5.5 的室内 A 级要求 (>IP20)。	防护等级不应低于 SJ/T 11141—2017 中 5.5 的室外 A 级要求 (>IP33)；类别 II 的显示屏防护等级可不大于 IP54；类别 III 的显示屏不应小于 IP54。
5	环境适应性符合类别 I 的要求。	环境适应性符合类别 II、类别 III 的要求。
6	最大亮度不应小于 400 cd/m ² ，且可进行调整，宜支持可调范围 400~4500 cd/m ² 。	最大亮度不应小于 1000 cd/m ² ，且可进行调整，宜支持可调范围 1000~7000 cd/m ² 。
7	水平视角不应小于 140°，垂直视角不应小于 140°。	LED 直插类型的的室外 LED 条幕屏的水平视角不应小于 60°，垂直视角不应小于 60°； LED 贴装类型的室外 LED 条幕屏的水平视角不应小于 120°，垂直视角不应小于 120°。
8	通透率不宜小于 40%。	通透率不宜小于 30%。
9	平均功耗不宜大于 300W/m ² ； 最大功耗不宜大于 1000W/m ² 。	平均功耗不宜大于 300W/m ² ； 最大功耗不宜大于 1000W/m ² 。

3.5.3 LED 光电玻璃屏

LED 光电玻璃屏的显示部分一般由导电玻璃、面层玻璃、中间夹胶嵌入 LED 芯片这三部分组成。根据应用场景需求选择适宜的像素中间间距，支持定制化；常见的像素中心间距为 6、8、10、16、20、30、40、60 等，单位：毫米。

LED 光电玻璃屏应具备适宜安装场景的固定结构，相应的固定结构强度要求固定结构件应至少能承受 4 倍产品重量；并应考虑运输条件的产品保护措施，符合 5.12.10 的相关要求。

标准特别对玻璃的选用提出了要求，即为了降低碎玻璃引起的伤害风险，LED 光电玻璃屏的玻璃至少符合以下一种要求：

由能碎成小块的玻璃制成；或由抗高冲击强度的玻璃制成；或用一旦破损能挡住玻璃碎片的保护方法（例如：膜覆盖层）；

使用玻璃的保护要求：将玻璃构件整个面积支撑起来，以保证玻璃碎裂时碎粒（片）不会散射开来，并防止碎粒（片）移动；（从一条玻璃长边的中心点朝玻璃中心 30mm 处，用中心冲头打碎玻璃）

在 5J（IK08）冲击能量的冲击后玻璃不应破碎；

玻璃破碎不应碎成大的碎片。

在符合标准第 5 章的要求基础上，根据 LED 光电玻璃实际的技术特征，提出了以下要求：

- a) 最大亮度不应小于 800 cd/m²，且可进行调整；宜支持可调范围 800~4500 cd/m²；
- b) 水平视角不应小于 140°，垂直视角不应小于 140°；
- c) 亮度均匀性不应低于 A 级；
- d) 透光率不宜小于 50%；
- e) 平均功耗不宜大于 300W/m²；
- f) 最大功耗不宜大于 1000W/m²。

3.5.4 LED 柔性透明屏

LED 柔性透明屏是一种将 LED 芯片（或灯珠）或 LED 柔性灯条固装在柔性透明材料中，借助显示控制系统来呈现光电显示效果的透明式 LED 显示屏，市场上的产品主要有 LED 晶膜屏、LED

薄膜屏等，此类产品通常采用薄膜等透明材料，通过特有的盖胶工艺，将这些薄膜组合在一起形成可发光显示的透明光学基板。LED 晶膜屏指一种将 LED 芯片（或灯珠）固装在柔性透明薄膜中的 LED 柔性透明屏；LED 薄膜屏/贴膜屏为一种将柔性 LED 灯条（柔性 PCBA）固装的柔性透明薄膜中的 LED 柔性透明屏。

LED 柔性透明屏应根据应用场景需求选择适宜的像素中间间距，支持定制化；常见的像素中心间距为 P3.9-7.8, P7.8, P5.2-10.4, P10.4 等（单位：mm）。

产品支持贴装、吊装、固装模式。贴装即直接粘贴于玻璃表面；吊装为柔性透明显示部分呈悬空状；固装即采用框架固定柔性透明显示部分。

LED 柔性透明屏支持任意尺寸裁剪，具有可弯曲、不受尺寸形状限制、适应弧形结构等特性，即可直接粘贴于玻璃上面时，正面背面都可以贴，产品现场可直接用美工刀裁剪，可 360 度任意弯曲（建议弯曲半径不小于 3 倍厚度），产品的厚度不宜超过 (3 ± 0.5) mm，重量不宜大于 $5\text{kg}/\text{m}^2$ 。

LED 柔性透明屏显示部分材料的选择需要考虑满足工作环境要求的涨缩系数，工程安装时应设置相应的措施，保障产品安装后不受涨缩系数的影响而正常工作。

在符合标准第 5 章的要求基础上，根据 LED 光电玻璃实际的技术特征，提出了以下要求：

- a) 最大亮度不应小于 $800\text{ cd}/\text{m}^2$ ，且可进行调整（根据环境亮度自动调节或手动调节）；宜支持可调范围 $800 \sim 4500\text{ cd}/\text{m}^2$ ；
- b) 水平视角不应小于 140° ，垂直视角不应小于 140° ；
- c) 亮度均匀性不应小低于 B 级，此处指安装后的 LED 柔性透明屏亮度均匀性，一个 LED 柔性透明显示模组的亮度均匀性高于几个模组拼装后的显示屏；
- d) 透光率不宜小于 50%；
- e) 平均功耗不大于 $300\text{W}/\text{m}^2$ ；
- f) 最大功耗不大于 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 。

3.6 试验方法

3.6.1 概述

针对通用技术要求中规范的外观、结构、功能、接口、显示要求（屏上光学特性、透过特性）、电学特性、功率要求、整屏像素失控率、安全、电源要求、电磁兼容性、环境适应性、平均失效间隔工作时间等提出符合透明式 LED 显示屏的试验方法。

3.6.2 内容重点

- a) 文件对透明式 LED 显示屏的标准测试条件、测试设置条件进行了规范，旨在建立统一的标准化测试基础。
- b) 外观与结构关注墨色一致性、拼装精度的试验方法。
- c) 显示屏功能要求按照厂商提供的宣称文件（产品说明书等）逐项进行操作验证。其中如果产品作用于公共信息显示终端设备时，应按照信息安全的要求进行验证。
- d) 屏上光学特性的技术指标包括亮度、亮度均匀性、视角范围、色坐标偏差、白场色坐标、白场色度均匀性、色域覆盖率等，其中各指标的测试方法首先按照 SJ/T 11281—2017 中的相关方法为基准。色坐标偏差由本标准根据透明式 LED 显示屏的特征设定测试方法。色域覆盖率采用 BT2020 方案，根据 CIE 1931 均匀色空间 x、y 坐标系色度图上，三基色（R, G, B）色度点组成的三角形色域面积，与 BT. 2020 标准色度点组成的三角形色域面积的重叠面积，占 BT. 2020 色域面积的比值。

- e) 透过特性包括通透率、透光率、物体清晰度、物体对比度变化、色彩变化等技术指标。这些指标是符合透明显示屏基本特征（区别与传统 LED 显示屏）的技术指标。
- f) 通透率为透光空隙部分的面积（屏体面空的面积）在屏体面总面积中所占比例。测试工具主要为卡尺，分别测量单条灯条的灯板宽度、同一列内上下两颗相邻灯珠的中心间距两个值，然后按照标准中给出的公式计算通用率。
- g) 透光率为显示屏背面出光侧光通量和正面的入射光通量的百分率，或者为出射的光通量与入射的光通量之比，亦为明确在规定条件下透射光亮度与入射光亮度之比。本标准采用的测试方法为测试全白场信号与全黑场信号下的透光性能，即在标准测试条件下，测试透明 LED 显示屏入光侧中心点处垂直照射亮度，然后显示全白场信号与全黑场信号的模式下，分别测量屏幕出光侧中心点的亮度值，根据标准中的公式计算透光率。
- h) 标准首次给出了物体清晰度、物体对比度变化、色彩变化三个技术指标的测试装置/设备搭建、测试方法，物体清晰度如何搭建暗室、D65 模拟环境背光、测试系统、物体清晰度测试用参考物。
 - A: 在标准测试条件下，用相机式亮度计在全白场信号下测量物体清晰度测试用参考物的亮度分布，选取测量区域水平中线区域测试数据，画出亮度曲线，按照标准给出的公式计算清晰度。
 - B: 将黑白标准色板置于背光或模拟背光系统下，用亮度计分别测量无透明屏幕时的黑白标准色板中心点的亮度值并计算对比度；当透明显示屏显示全白场/全黑场信号时，透过透明屏幕用亮度计测量黑白标准色板中心点的亮度值；按照标准给出的公式计算物体对比度变化。
 - C: 将白、红、绿、蓝标准色板置于背光或模拟背光系统下，用亮度测试仪器分别测量无透明屏幕时的黑白标准色板中心点的色度，当透明显示屏显示全黑场信号、75%全黑场信号、50%全黑场信号、25%全黑场信号各全白场信号时，透过透明屏幕用亮度计分别测量白、红、绿、蓝标准色板中心点的色度，按照标准给出的方法计算色彩变化。
- i) 电学特性、功率要求、整屏像素失控率等按照 SJ/T 11281—2017 中规定的方法进行测试。
- j) 电气安全按照 SJ/T 11141—2017 中规定的方法进行测试。
- k) 材料安全按照 GB/T 26125 规定的方法进行测试。
- l) 防撞等级依据 GB/T 20138—2023 中 6 的要求的规定，对产品暴露面（显示屏表面任意选取 9 个点，每个点之间保持一定间距）按照 GB/T 2423.55—2023 中规定的试验方法进行测试。
- m) 防护等级根据 GB/T 4208 中规定的试验方法进行测试。

3.6.3 测试条件说明

标准规范了标准测试条件和测试设置条件。标准测试条件包括气候条件、照明条件，气候条件规定了光电性能的检验条件，对于其它项目，除另作规定外。照明条件包含暗室、照明光谱、环境照明条件。

标准规定满足暗室条件的要求为：经被测透明显示器件反射或透射的背景光亮度应小于 0.01 cd/m² 或透明显示器件黑场亮度的 1/20（两者取较小者）。若该条件无法满足，应扣除背景光的亮度并在测试报告中记录。

照明光源的光谱分布对显示器件的环境性能具有重大影响。除非有特别指定，照明光源一般要接近 CIE 标准照明体 D65（见 CIE 15）。用于测试显示器件反射和透射特性的照明光源应该是光谱平滑的宽带光源。光谱反射和透射测试可以用于预测在任意照明光源下的环境显示性能。故而，对透明显示器在室内环境下的性能评估时，宜使用与半球或定向照明光源相同光谱分布的光源。对于室内应用，宜使用光谱类似 CIE 标准照明体 A、D50 和 D65 的光源。模拟室外应用时，可

使用标准照明体 D50 作为定向照明，D75 作为半球照明。

环境照明条件对透明显示器件的性能有很大影响。透明式 LED 显示屏应用于各种场景，测试时，应规范观看透明显示器的观察者的各种不同环境照明条件，标准提出屏幕设计照度应参照 GB/T 50034 的相关规定。试验时的标准室内和日光环境照明条件宜符合 ISO 9241-307:2008 (E) Table 1(表 1)中关于一般建筑区域、博物馆、中等组装和装饰工程、简单查看、柜台、图书馆、教育区域、控制室等的规定。

“At indoor locations (see References[5], [9], [19], [25]):
up to 200 lx, e.g. (mostly) general building areas;
up to 300 lx, e.g. (mostly) general machine work, rough assembly work, (general) museum;
up to 500 lx, e.g. medium assembly and decorative work, simple inspection, counters, libraries, (mostly) educational areas, control rooms;”

均匀半球漫射照明被用于模拟照射至显示屏的室内背景照明或阻隔的太阳光，模拟这些环境照明条件的具体信息参见 SJ/T 11461.6.2-2016。

测试设置条件中，电源条件、计算机、测试环境的准备、测试样品的准备等在符合 SJ/T 11281—2017 发光二极管 (LED) 显示屏测试方法的基础上，按照本标准的要求进行准备。测试仪器包含光源、标准色板、亮度计与色度计、其他仪器和软件等。标准对测试角度、测量位置进行规范。

4 国内外透明 LED 显示屏相关标准现状

国内外针对 LED 显示屏的标准不少，但透明 LED 显示屏仍缺乏针对性标准。LCD 和 OLED 显示屏已经建立了相应的国家标准。比如 GB/T 44077.41-2024《透明显示器件 第 41 部分：测试方法 光学性能》（非等效 IEC 61747-30-5:2019, IEC 62341-6-4:2017）、SJ/T 11687-2017《透明液晶显示终端通用技术要求》、SJ/T 11686-2017《透明液晶显示终端测试方法》。这些标准给透明 LED 显示屏产品的标准建立提供了参考作用。市场上有个别社会团体曾建立相应的团体标准，以及深圳标准认证针对透明 LED 显示屏建立了先进性细则，这些标准给行业提供了参考标杆。但是，透明 LED 显示屏有很多品（种）类，相应的技术特征存在差异，即之前存在的标准没有解决这些差异性问题的。同时经过近几年的 LED 显示及工艺技术发展，透明 LED 显示屏的产品技术也得到了较大发展，建立透明 LED 显示屏通用技术规范对于行业意义重大。

5 结语

T/SLDA 015—2024《透明 LED 显示屏通用技术规范》明确了“通透率”、“透光率”等核心指标，兼顾显示效果与建筑采光需求；支持 Mini/Micro LED 技术预留接口，为未来高密度透明屏（如车载 AR-HUD）提供技术兼容路径；总结绿色节能设计经验，响应国家“双碳”目标。通过统一技术门槛，明确各类透明 LED 显示屏的技术差异性标准，引导市场质量水平提升，推动企业向高附加值领域转型。作为国内首个透明 LED 显示屏通用技术标准，其技术指标对标国际先进水平（如 ANSI/ISA 标准），同时具备中英文版本，将助力企业参与全球竞争。