

广东省照明学会团体标准

T/GIES XXX—2025

三维 LED 显示系统技术规范

Technical specification for 3D LED display systems

（征求意见稿）

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

广东省照明学会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 产品分类与型号 4

5 技术要求 4

6 试验方法 7

7 检验规则 7

8 运输和贮存 7

9 安装、调试与验收 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件属于推荐性标准,本文件的发布机构不承担使用该标准产生的法律责任。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省照明学会提出并组织实施。

本文件由广东省照明学会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

三维 LED 显示系统技术规范

1 范围

本文件规定了三维LED显示系统的术语和定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、安装验收等内容。

本文件适用于以LED为发光元件，通过特定的三维空间结构设计和控制系统驱动，实现三维空间图像或信息显示的固定式或模块化组装式系统。其他类型的立体显示系统可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7000.201 灯具 第2-1部分:特殊要求—固定式通用灯具
- GB/T 39394 LED灯、LED灯具和LED模块的测试方法
- GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 35774 运输包装件性能测试规范
- SJ/T 11591 立体显示器件
- IEC 60598-1 灯具 一般要求和测试

3 术语和定义

XXX界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 三维 LED 显示系统 3D LED Display System

通过将 LED 发光单元（像素）在三维空间中进行分布式排布，并经由控制系统驱动，形成具有深度信息、可实现 360° 或特定角度观看的立体影像的显示装置。

3.2 体素 Voxel

三维空间中的最小显示单元，是二维像素（Pixel）在三维空间中的类比概念，代表体积像素（Volume Pixel）。

3.3 体素间距 Voxel Pitch

相邻体素几何中心之间的最小空间距离。

3.4 最佳视距 Optimal Viewing Distance

观察者能够获得最清晰的立体影像效果时，与显示装置之间的平均距离。

3.5 视角 Viewing Angle

在三维空间中，能满足基本视觉要求（如亮度、对比度等）的观测范围所形成的视角。

3.6 控制系统 Control System

用于管理三维LED显示系统运行、内容处理、图像渲染及交互控制的硬件与软件系统的总称。

3.7 交互延迟 Interaction Latency

从传感器捕获用户指令（如手势、语音）开始，到显示内容产生相应变化所需的时间间隔。

4 产品分类与型号

三维LED显示系统可根据不同维度进行分类，以适应多样化的应用场景和技术实现路径。

4.1 分类

4.1.1 按结构形式

- a) 一体化框架式：通过一体化固定框架，坐地或吊装形成三维结构，结构稳固，适用于固定安装场景。
- b) 模块化拼接式：由多个标准化的 LED 显示模块拼接组装而成，可根据需求灵活自定义系统的整体形状和尺寸，具备良好的扩展性和维护性。
- c) 旋转式：通过高速机械旋转一维或二维的 LED 阵列，利用人眼的视觉残留，在空间中形成动态的、具有体积感的立体影像。
- d) 机械移动式：通过机械结构驱动 LED 像素点、灯条或面板在三维空间中进行物理位移，构建可变的、动态的三维显示形态。

4.1.2 按显示效果

- a) 片状结构显示：通过 LED 片状结构，组合成三维显示。
- b) 线状结构显示：通过 LED 灯条或灯带构成线状结构，组合成三维显示。
- c) 点阵显示：在三维空间中排布点光源，形成具有空间感的点阵图形或文字。
- d) 透明或全息显示：利用透明基板或特殊光学结构，使显示内容悬浮于空中，实现类似全息的三维视觉效果。

4.1.3 按形状形式

- a) 立方体式
- b) 圆柱体式
- c) 球体式
- d) 异型式：根据客户需求定制的非规则形状。

4.1.4 按使用环境

- a) 室内型：用于室内环境，对亮度要求相对较低，但对分辨率、刷新率和观看舒适度要求更高。
- b) 户外型：用于户外环境，要求具备高亮度、高防护等级（防水、防风、抗紫外、防腐蚀等），以应对复杂多变的气候条件。
- c) 便携型：设计紧凑、轻便，易于运输和快速部署。

4.1.5 按交互能力

- a) 基础显示型
- b) 智能交互型
- c) AI 增强型

4.2 型号

产品的型号编制规则建议由企业根据自身产品体系自行规定，但应包含以下信息：产品代号、体素间距、结构特征、环境适应性、交互等级等。

5 技术要求

本章规定了三维LED显示系统在一般要求、光学、电学、功能、智能、安全、环境适应性及可靠性等方面的核心技术指标与要求，是衡量产品质量与性能的主要依据。

5.1 一般要求

- a) 系统整体结构应设计合理，安装后稳固可靠，能承受自身重量及外部环境的影响。
- b) 系统各部件表面处理应均匀、平整，无明显划痕、锈蚀、裂纹、变形等外观缺陷。
- c) 模块、线缆、连接件等应采用标准化设计，标识清晰，便于安装、拆卸、更换和日常维护。
- d) 模块化系统的连接件应具备高可靠性，支持 ≥ 100 次插拔后，其机械性能和电气性能无明显衰减。
- e) 产品正常使用寿命不低于 30,000 小时。
- f) 结构框架材料宜优先选用高强度、轻量化的金属或同等性能材料，确保足够的强度和刚度。

5.2 光学性能

- a) 灰度等级：系统能表现的颜色层级不低于 8bit。
- b) 可视角度：系统可视角度 360° 。

5.3 电学性能

- a) 功耗：产品的技术规格书中应明确标示额定负载下的最大功耗和典型应用场景下的平均功耗。
- b) 电源适应性：在额定输入电压的 90%~110% 范围内波动时，系统应能稳定正常工作。

5.4 功能与控制性能

- a) 内容兼容性：系统应支持主流的 2D 视频或指定 3D 片源格式播放、实时渲染数据输出等功能。
- b) 控制系统功能：控制系统应具备亮度与颜色调整功能、播放列表、定时播放、外部 UDP 控制等功能。
- c) 协议支持：控制系统应支持多种主流信号输入和控制协议，包括但不限于 HDMI、Art-Net、DMX512、TCP/IP、UDP 等，以保证良好的系统集成性。
- d) 系统延迟：从信号输入到显示画面呈现的系统延迟（不含交互延迟）应 $< 100\text{ms}$ ，保证视频播放和实时数据的流畅性。
- e) 冗余备份：关键应用场景下的系统应具备电源、控制信号的冗余备份设计，确保在部分设备故障时系统仍能继续运行或平稳切换。

5.5 智能与交互性能（可选支持）

本条款适用于智能交互型及AI增强型三维LED显示系统。

5.5.1 智能感知能力

- a) 人体感知：系统能通过红外传感器、激光雷达、视觉传感器（如摄像头）等设备，实时检测有效交互区域内一个或多个用户的位置、移动轨迹、身体姿态、手势等信息。
- b) 环境感知：系统能通过内置或外置的光线传感器自动调节系统整体亮度，以适应环境光变化，达到最佳显示效果并节约能源。

5.5.2 人机交互功能

系统应根据产品定位，支持以下一种或多种交互模式：

- a) 移动端交互：支持用户通过智能手机、平板电脑等移动终端的网页或小程序，进行内容选播、涂鸦互动、文字输入等交互操作。
- b) 姿态与体感交互：能够捕捉用户的全身骨骼点信息，识别用户的整体姿态和动作（如挥手、爱心等），并作出准确的响应。在指定环境下的识别准确率 $\geq 95\%$ 。
- c) 立体剪影交互：能够通过视觉传感器，识别一个或多个用户的三维立体剪影效果并在三维显示系统中实时显示。
- d) AI 语音交互：支持通过麦克风进行语音交互，实现基于语音唤醒的效果内容调度、自由问答交互

等功能。在环境噪音 $\leq 65\text{dB}$ 的条件下，对标准普通话和英文的识别准确率 $\geq 90\%$ 。

5.5.3 数据接口与协议

系统应提供标准、丰富的软件和硬件数据接口，以满足不同信号源和外部设备的接入需求。

表 1 数据协议要求示例

协议类型	主要用途	基本性能要求
TCP/IP	实时数据传输	支持 10/100/1000M 自适应以太网
UDP	实时数据传输	支持 10/100/1000M 自适应以太网
DMX512	灯光控制	标准 512 通道控制
Art-Net	灯光控制	支持 10/100/1000M 自适应以太网

5.6 安全要求

- a) 防护等级：户外型产品的外壳防护等级不应低于 IP65。
- b) 电气保护：系统应具备有效的过流、过压、短路、过热保护功能。户外型产品还应具备符合当地标准的雷击浪涌保护功能。

5.7 环境适应性要求

- a) 工作温度：室内型： $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ；户外型： $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ （可根据具体区域气候条件定制）。
- b) 存储温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 相对湿度：10%~90%RH（无凝露）。
- d) 抗风等级：户外型产品的结构设计应能抵御不低于 10 级的风力。

6 试验方法

本标准中各项技术要求的试验方法，应遵循科学、可复现的原则。

光学性能测试、电学性能测试、环境适应性试验、安全试验可参照第2章规范性引用文件中对应的国家标准或行业标准执行。

7 检验规则

检验分为出厂检验和型式检验。

出厂检验：每套产品出厂前必须进行出厂检验，检验项目应至少包括外观检查、电气安全测试、基本功能测试（点亮、播放）、坏点检查等。出厂检验应进行全检，所有项目合格后方可出厂。

型式检验：型式检验是为验证产品是否全面符合本标准要求的活动。在正常生产情况下，应周期性进行，或在有下列情况之一时进行：新产品定型、设计或工艺有重大改变、停产后恢复生产、国家质量监督机构提出要求时。

8 运输和贮存

运输和贮存：运输过程中应避免剧烈振动、冲击和雨淋。产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的仓库中，堆放高度应符合包装箱要求。

9 安装（维护）与验收

系统的安装、调试与验收是确保其长期稳定运行的关键环节。应提供系统安装的基础要求、详细的调试流程以及明确的最终验收标准。

- a) **安装：**必须严格依据设计图纸和安装指南进行施工，确保承重结构牢固可靠，电气连接正确安全，接地措施到位，各项防护措施（如防水、散热）落实。
- b) **调试：**安装完成后，需进行系统调试。调试内容应包括：信号源接入与切换测试、三维显示测试、控制软件功能验证、以及交互功能（如适用）等。
- c) **验收：**系统调试完成后，由使用方或其代表依据本标准、合同协议及设计文件进行验收。验收内容应全面涵盖功能测试、显示效果测试、及交互性能测试等。验收标准至少应包括：所有 LED 像素点正常工作，无死灯、常亮点；交互功能（如适用）响应灵敏，延迟时间小于 100ms。