

发光二极管(LED)显示屏测试方法

Measure methods of light emitting diode (LED) displays

2025-05-09

发布

2025-08-01

实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

 4.1 试验条件 1

 4.2 测试仪表及软件 2

 4.3 测试信号 2

5 测试方法 7

 5.1 机械性能 7

 5.2 光学性能 10

 5.3 电性能 21

 5.4 工作噪声声级 27

附录 A（规范性） CIE 1931 色度图标准光源 E（等能光源）恒定主波长线的斜率 28

附录 B（资料性） 配套测试软件说明 31

 B.1 概述 31

 B.2 软件特点 31

 B.3 功能 31

SJ/T 11281-2025

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。

本文件代替SJ/T 11281—2017《发光二极管(LED)显示屏测试方法》。

本文件与SJ/T 11281—2017相比，主要变化如下：

- 修改了“规范性引用文件”中所引用的标准版本号（见第2章）；
- 增加了“测试信号”（见4.3）；
- 修改了“像素中心距相对偏差”的计算公式1（见5.1.2.2.3）；
- 修改了“水平相对错位”的计算公式2（见5.1.2.3.3）；
- 修改了“垂直相对错位”的计算公式3（见5.1.2.4.3）；
- 修改了“视角”的测试方法（见5.2.2）；
- 增加了“帧内对比度”的测试方法（见5.2.4）；
- 增加了“基色色度非均匀度”的测试方法（见5.2.8.4）；
- 增加了“白场色度非均匀度”的测试方法（见5.2.8.5）；
- 增加了“黑屏非均匀度”的测试方法（见5.2.8.6）；
- 增加了“色域覆盖率”的测试方法（见5.2.9）；
- 增加了“色彩还原性”的测试方法（见5.2.10）；
- 修改了“换帧频率”的测试方法（见5.3.1）；
- 增加了“最大功率”的测试方法（见5.3.7）；
- 增加了“平均功率”的测试方法（见5.3.8）；
- 增加了“工作噪声声级”（声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 消声室和半消声室精密法 GB/T6882 1米位置）的测试方法（见5.4）；
- 其他一些编辑性修改和文字性勘误。

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。

本文件由全国电子显示器件标准化技术委员会（SAC/TC547）提出并归口。

本文件起草单位：南京洛普股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、上海三思科技发展有限公司、长春希达电子技术有限公司、西安青松光电技术有限公司、深圳市奥拓电子股份有限公司、北京集创北方科技股份有限公司、深圳市齐普光电子股份有限公司、深圳市立翔文创光电科技有限公司、中认尚动（上海）检测技术有限公司、东莞阿尔泰显示技术有限公司、深圳市大族元亨光电股份有限公司、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、中国计量科学研究院、广州赛西标准检测研究院有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、厦门市产品质量监督检验院、苏州市质量技术监督综合检验检测中心、广东省惠州市质量计量监督检测所、中国光学光电子行业协会、惠州仲恺高新区LED品牌发展促进会、深圳金立翔视效科技有限公司、西安诺瓦星云科技股份有限公司、深圳市兆驰晶显技术有限公司、京东方科技集团股份有限公司、山西高科华杰光电科技有限公司。

本文件主要起草人：李农、刘秀娟、向健勇、白建军、祁峰、洪震、吴蔚华、蔡广超、卢伟、周钢、陈雷、闫康宁、陈冬、成森继、颀信忠。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- SJ/T 11281—2003；
- SJ/T 11281—2007；
- SJ/T 11281—2017；
- 本次为第四次修订。

发光二极管(LED)显示屏测试方法

1 范围

本文件规定了发光二极管(LED)显示屏的机械、光学、电学等主要技术性能参数的测试方法。
本文件适用于发光二极管(LED)显示屏(以下简称显示屏)的测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 6882 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 消声室和半消声室精密法

GB/T 26270—2010 数字电视接收设备标准测试信号

GY/T 330—2020 超高清高动态范围视频系统彩条测试

SJ/T 11141 发光二极管(LED)显示屏通用规范

3 术语和定义

SJ/T 11141界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

4.1 试验条件

4.1.1 大气条件

除另有规定外,测试条件如下:

- 环境温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度: $20\% \text{RH} \sim 80\% \text{RH}$;
- 大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

4.1.2 仲裁试验的标准大气条件

除另有规定外,仲裁试验的标准大气条件如下:

- 环境温度: $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度: $48\% \text{RH} \sim 52\% \text{RH}$;
- 大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

4.1.3 其它环境条件

除另有规定外,其它环境条件应按下列规定:

- a) 交流电源: $(220 \pm 22)\text{V}$ 、 $(50 \pm 1)\text{Hz}$;
- b) 测试环境应无影响测试准确度的机械振动、电磁和光电等干扰;
- c) 测试前将显示屏调试到最佳状态,测试过程中不得改变显示屏的配置参数和工作状态:
 - 1) 图像亮度和对比度应按下列方法进行调整:
LED 视频显示系统应将显示屏的亮度级和灰度等级设置在最高位置;
将极限八灰度等级信号输入显示系统,调整对比度和亮度,直到极限八灰度等级信号能够清晰分辨的极限状态。
 - 2) 应将视频显示系统显示屏的色温置于默认设置;
 - 3) 应将视频显示系统显示屏的控制器置于默认设置;

- 4) 若有其他用户控制, 应将其置于默认设置。
- d) 显示屏在进行光电性能测试前, 应以最高亮度的 30 % 点亮全部发光二极管, 预热时间不少于 15 min。

4.2 测试仪表及软件

除另有规定外, 所有测试仪器仪表性能应满足测试具体要求:

- 彩色亮度计或用于测量亮度、色度等光学性能的同类仪器;
- 光强仪;
- 照度计;
- 示波器: 频带宽度不低于 DC~100 MHz;
- 满足精度要求的量具: 分度值不大于 0.01 mm;
- 塞规: 分度值 0.01 mm;
- 量角器: 分度值 1° ;
- 钢尺: 长度 1 m;
- 测温仪;
- 光电传感器: 频率响应 ≥ 50 MHz;
- 测试软件应满足实际测量要求;
- 视频信号发生器。

注1: 测量设备的不确定度满足相关规范的技术要求并检定合格。在检定周期内, 按有关操作规程进行测量。

注2: 根据不同测量需求选择不同量程的测量设备。

4.3 测试信号

4.3.1 概述

信号应符合GB/T 26270—2010数字电视接收设备标准测试信号的规定, 2K全高清测试使用1920×1080, 60Hz, 1:1格式信号; 4K超高清测试使用3840×2160/60Hz, 1:1格式信号; 8K超高清测试使用7680×4320, 60Hz, 1:1格式信号。编码格式为8 bit、10 bit或者12 bit。

4.3.2 彩条信号

彩条信号应符合GY/T 330—2020规定的窄域范围测试图, 如图1所示, 彩条信号测试图组成如图2所示。

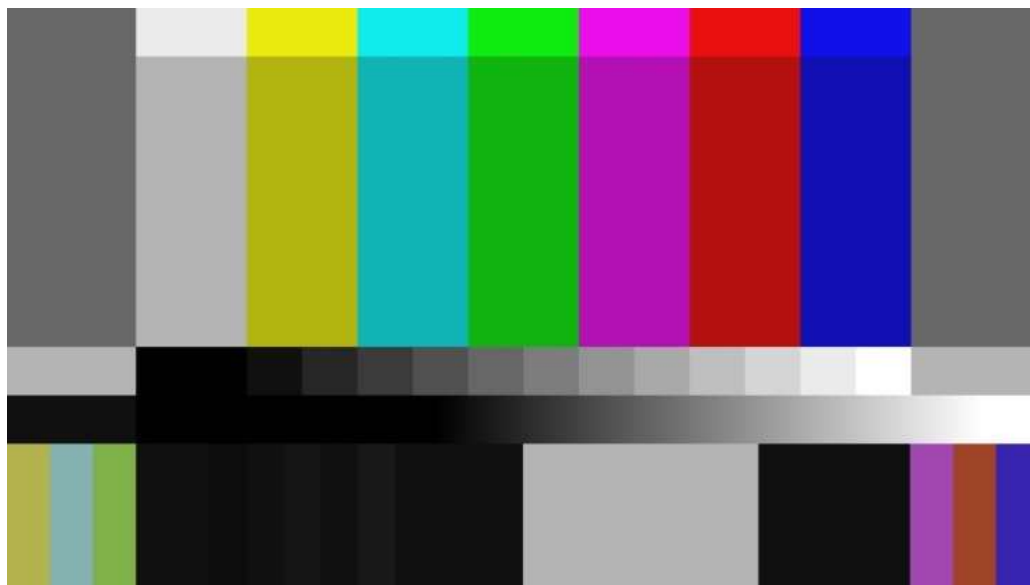


图1 彩条信号示意图

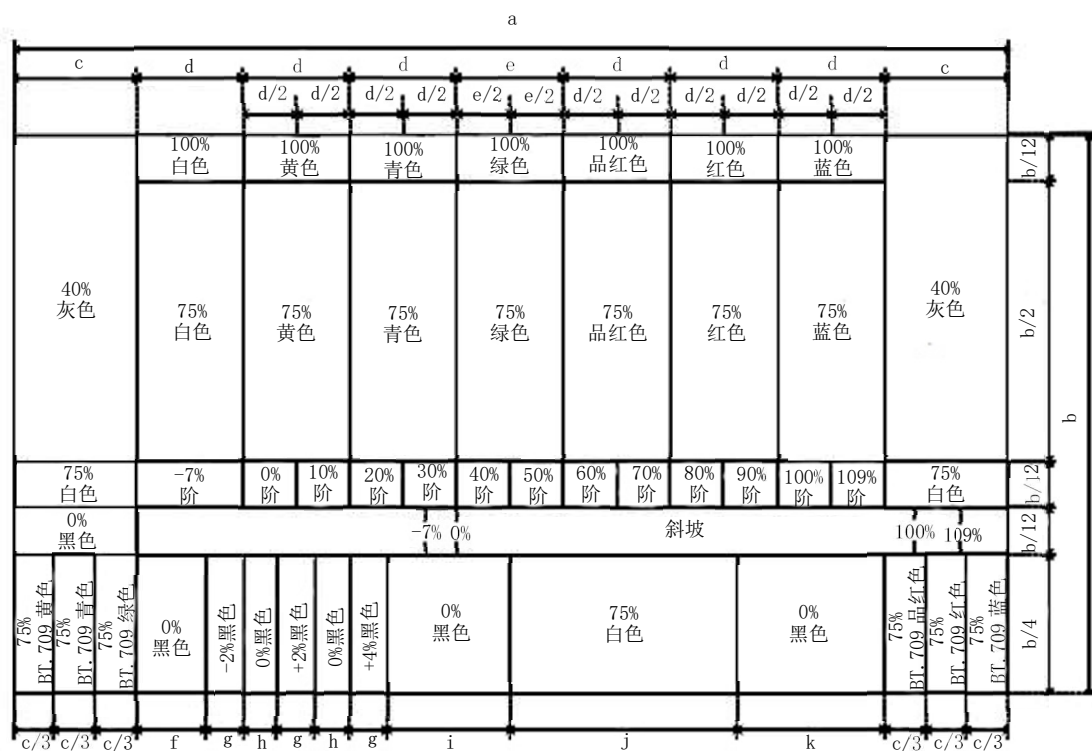


图2 彩条信号测试图组成

4.3.3 全白场信号和全黑场信号

全白场、全灰场和全黑场信号是平坦的亮度信号，其幅度分别为100%、50%和0%，全白场信号如图3所示，全黑场信号如图4所示。



图3 全白场信号

注：实际显示图像为全白场信号图像，无黑框。

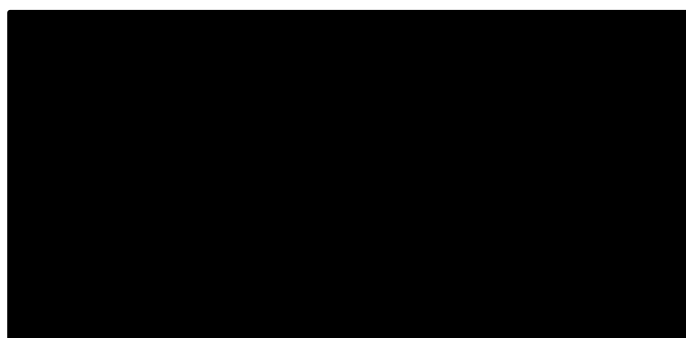


图4 全黑场信号

4.3.4 均匀度测试点位置图

均匀度测试点位置如图5所示。

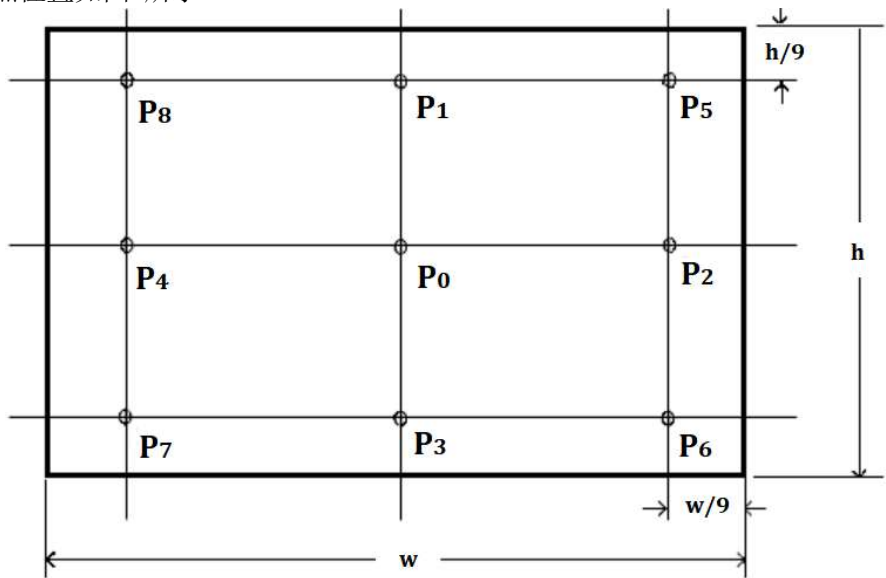


图5 均匀度测试点位置

4.3.5 全红场、全绿场和全蓝场信号

全红场、全绿场和全蓝场信号分别是100%饱和度及100%幅度的满屏红、满屏绿和满屏蓝基色信号，如图6、图7、图8所示。



图6 全红场信号



图7 全绿场信号

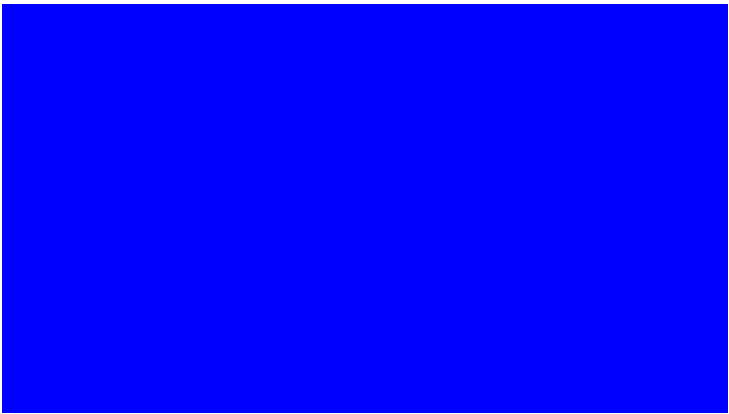


图8 全蓝场信号

4.3.6 单像素信号

单像素测试如图9，图10所示。

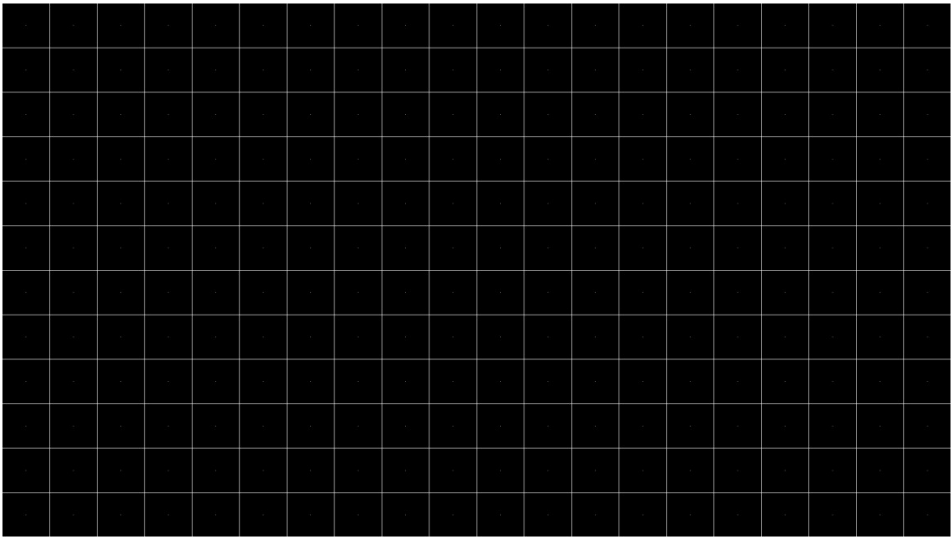


图9 单像素信号

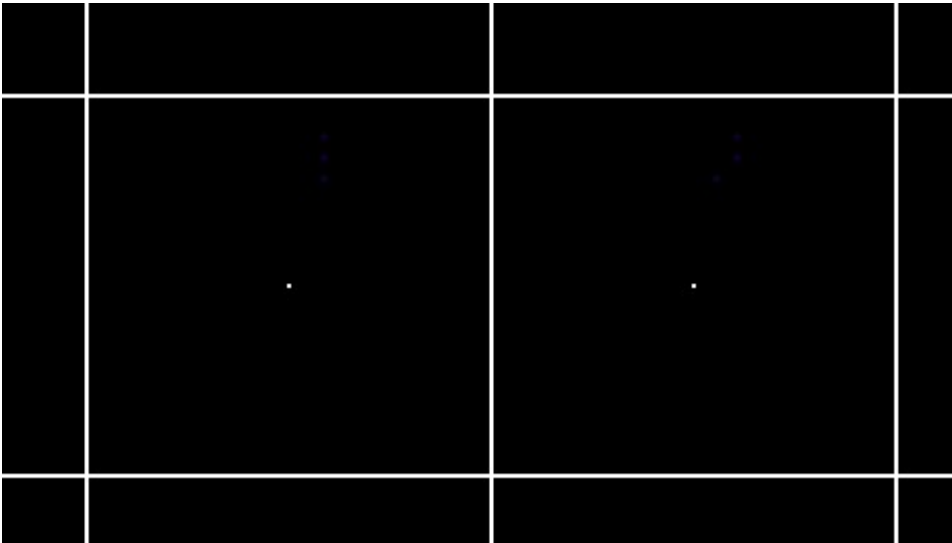
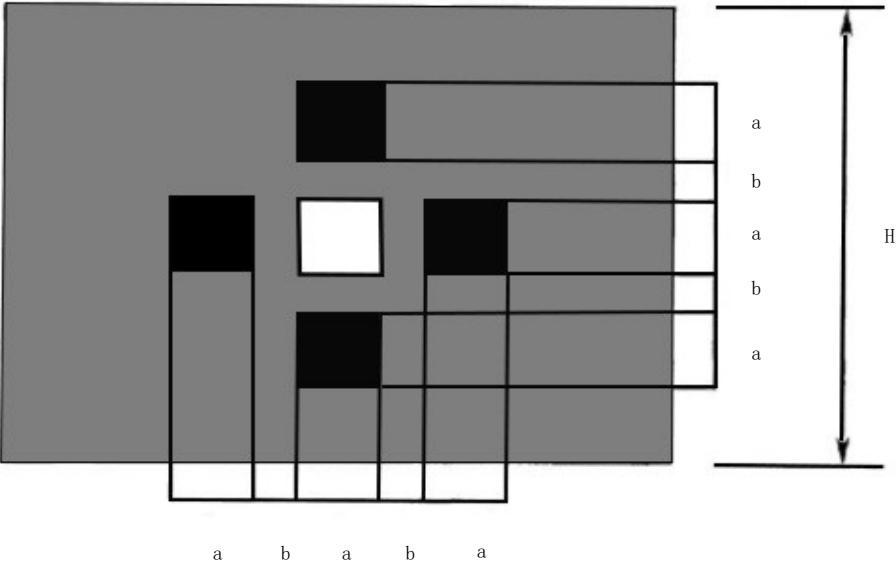


图10 单像素图像局部放大图

4.3.7 黑白窗口信号

黑白窗口信号是一个以50%亮度电平，数字电平是（128，128，128）为背景的灰色图形，其中心位置是亮度电平为100%，数字电平为（255，255，255）的白色窗口，四周是四个亮度电平为0%，数字电平为（0，0，0）的黑色窗口。黑白窗口尺寸的比例见图11。



注： $a=H/6$ ， $b=H/12$ 。

图11 黑白窗口信号

4.3.8 极限八灰度信号

极限八灰度等级信号是一个亮度信号，在50%的灰色背景上产生两排灰度等级。全黑场电平为0%，全白场电平为100%，第一排灰度为0%、5%、10%、15%；第二排灰度为85%、90%、95%、100%，并且具有与整个显示图像一致的幅型比。该信号用来调整LED显示屏测试单元的功能状态。极限八灰度等级信号示意图见图12。



图12 极限八灰度九窗口测试信号

4.3.9 平均功率测试视频信号

平均功率测试信号用来测量LED显示屏的平均功率。平均功率测试信号是一个平均直流电平为全白场时平均直流电平的1/3的黑白相间的视频信号，其视频画面为第一帧是亮度电平为100%，数字电平为（255，255，255）的全白场，第二帧和第三帧是亮度电平为0%，数字电平为（0，0，0）的全黑场，第四帧同第一帧是亮度电平为100%，数字电平为（255，255，255）的全白场，第五和第六帧同第二帧和第三帧是亮度电平为0%，数字电平为（0，0，0）的全黑场，如此全白场、全黑场、全黑场、全白场、全黑场、全黑场循环往复。

4.3.10 色彩测试信号

色彩测试采用表1所示的9种颜色信号。这些色彩包括：红、绿、蓝、黄、品红、青、深肤色、浅肤色、灰色。

表1 9种颜色测试信号

序号	测试信号	色度坐标	
		u'	v'
1	深肤色	0.2045	0.4600
2	浅肤色	0.2001	0.4502
3	蓝	0.1898	0.4271
4	绿	0.1457	0.3279
5	红	0.2703	0.6081
6	黄	0.1880	0.4230
7	品红	0.2388	0.5374
8	青	0.1288	0.2897
9	50%灰	0.1846	0.4155

5 测试方法

5.1 机械性能

5.1.1 外壳防护等级

按GB/T 4208规定的方法进行。

5.1.2 拼装精度

5.1.2.1 平整度

5.1.2.1.1 目的

测量LED显示屏拼装的平整度。

5.1.2.1.2 测量原理

凹差测量原理见图13。

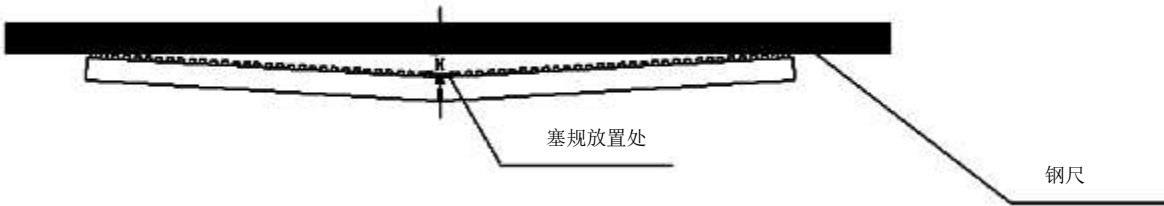


图13 凹差测量示意图

凸差测量原理见图 14。



图14 凸差测量示意图

5.1.2.1.3 测量条件

被测显示屏断开电源，为黑屏状态。

5.1.2.1.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 将 1 m 长的钢尺的侧面放置在显示屏屏面的任意位置；
- 对于凹差的测量，按照图 13 的方法，用塞规测量钢尺侧面与显示屏屏面之间的最大空隙 H 即为平整度 P ；
- 对于凸差的测量，按照图 14 的方法，用塞规测量钢尺侧面与显示屏屏面之间的最大空隙 H ，平整度 $P = H/2$ 。

5.1.2.2 像素中心距相对偏差

5.1.2.2.1 目的

测量任意相邻像素之间的中心距，通过公式（1）计算实测中心距和标称值的相对误差。

5.1.2.2.2 测量原理

像素中心距相对偏差的测量原理见图15和图16。

5.1.2.2.3 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 对于多颗 LED 组成的像素，找出两颗像素中相同位置的 LED，如图 15 方法用通用量具测量像素中心距；

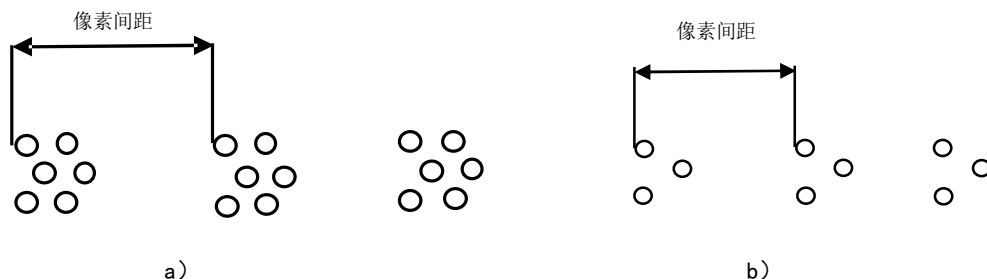


图15 多颗 LED 组成的像素中心距测量示意图

- 对于单颗 LED 组成的像素，如图 16 方法用通用量具测量像素中心距；

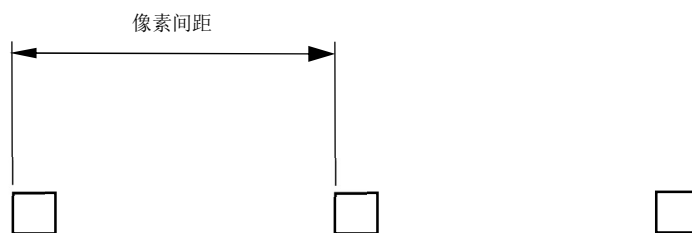


图16 单颗 LED 组成的像素中心距测量示意图

c) 按公式 (1) 计算像素中心距相对偏差。

$$J_x = \frac{|Z_C - Z_B|}{Z_B} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

J_x ——像素中心距相对偏差；

Z_C ——实测像素中心距；

Z_B ——标称像素中心距。

5.1.2.3 水平相对错位

5.1.2.3.1 目的

测量显示屏在水平方向相邻模块形成的像素上下错位。

5.1.2.3.2 测量原理

水平相对错位的测量原理见图17。

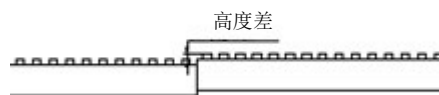


图17 水平相对错位测量示意图

5.1.2.3.3 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 对于多颗 LED 组成的像素，找出 2 颗像素中相同位置的 LED，按图 17 方法用通用量具测量水平错位；
- 对于单颗 LED 组成的像素，按图 17 方法用通用量具测量水平错位；
- 按公式(2)计算水平相对错位。

$$C_S = \frac{D_{SC}}{Z_B} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C_S ——水平相对错位；

D_{SC} ——实测水平错位值；

Z_B ——标称像素中心距。

5.1.2.4 垂直相对错位

5.1.2.4.1 目的

测量显示屏在垂直方向相邻模块形成的像素左右错位。

5.1.2.4.2 测量原理

垂直相对错位的测量原理见图18：

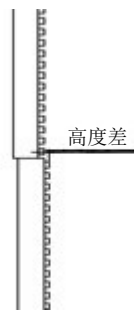


图18 垂直相对错位测量示意图

5.1.2.4.3 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 对于多颗 LED 组成的像素，找出两颗像素中相同位置的 LED，按图 18 方法用通用量具测量垂直错位；
- b) 对于单颗 LED 组成的像素，按图 18 方法用通用量具测量垂直错位；
- c) 按公式（3）计算垂直相对错位。

$$C_C = \frac{D_{CC}}{Z_B} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- C_C ——垂直相对错位；
- D_{CC} ——实测垂直错位值；
- Z_B ——标称像素中心距。

5.2 光学性能

5.2.1 最大亮度

5.2.1.1 目的

测量显示屏在指定环境照度下的最大亮度。

5.2.1.2 测量原理

最大亮度的测量原理见图19。按照图19的方式摆放显示屏和设置彩色亮度计，通过彩色亮度计可直接读取显示屏的亮度。

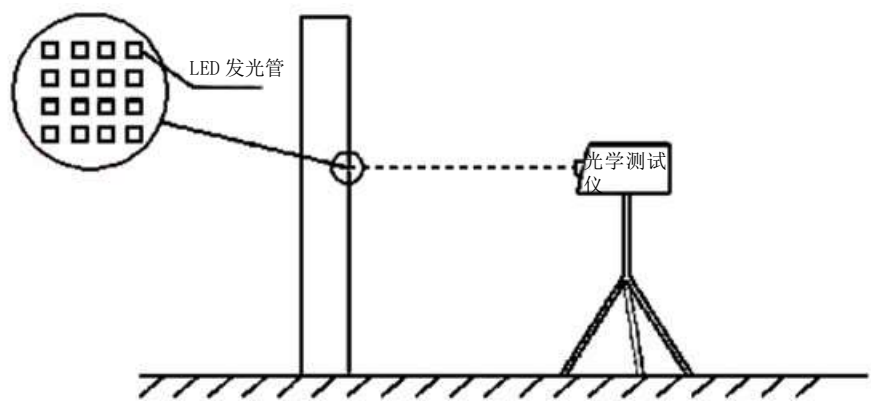


图19 亮度测量原理图

5.2.1.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 环境照度变化小于 10%, 且不存在明显的有色光源；
- b) 彩色亮度计采集范围不得少于 16 个相邻像素；

- c) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3m，当不能满足条件 5.2.1.3b) 项的时候，可适当增加距离到彩色亮度计采集范围大于 16 个相邻像素。

5.2.1.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 显示屏全黑情况下，用彩色亮度计测量显示屏的背景亮度 L_D ；
- b) 显示屏在最高亮度级、最高灰度级情况下，用彩色亮度计测量显示屏的亮度 L_{max} ；
- c) 按公式（4）计算最大亮度 L 。

$$L = L_{max} - L_D \cdots \cdots \cdots (4)$$

- 式中：
- L ——最大亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
 - L_{max} ——背景亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
 - L_D ——背景亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）。
- d) 用上述方法分别按需测量红、绿、蓝、黄、白（在规定的白场坐标下）等的最大亮度。

5.2.2 视角

5.2.2.1 目的

测量在规定条件下的显示屏的垂直视角和水平视角。

5.2.2.2 测量原理

视角的测试原理见图20。

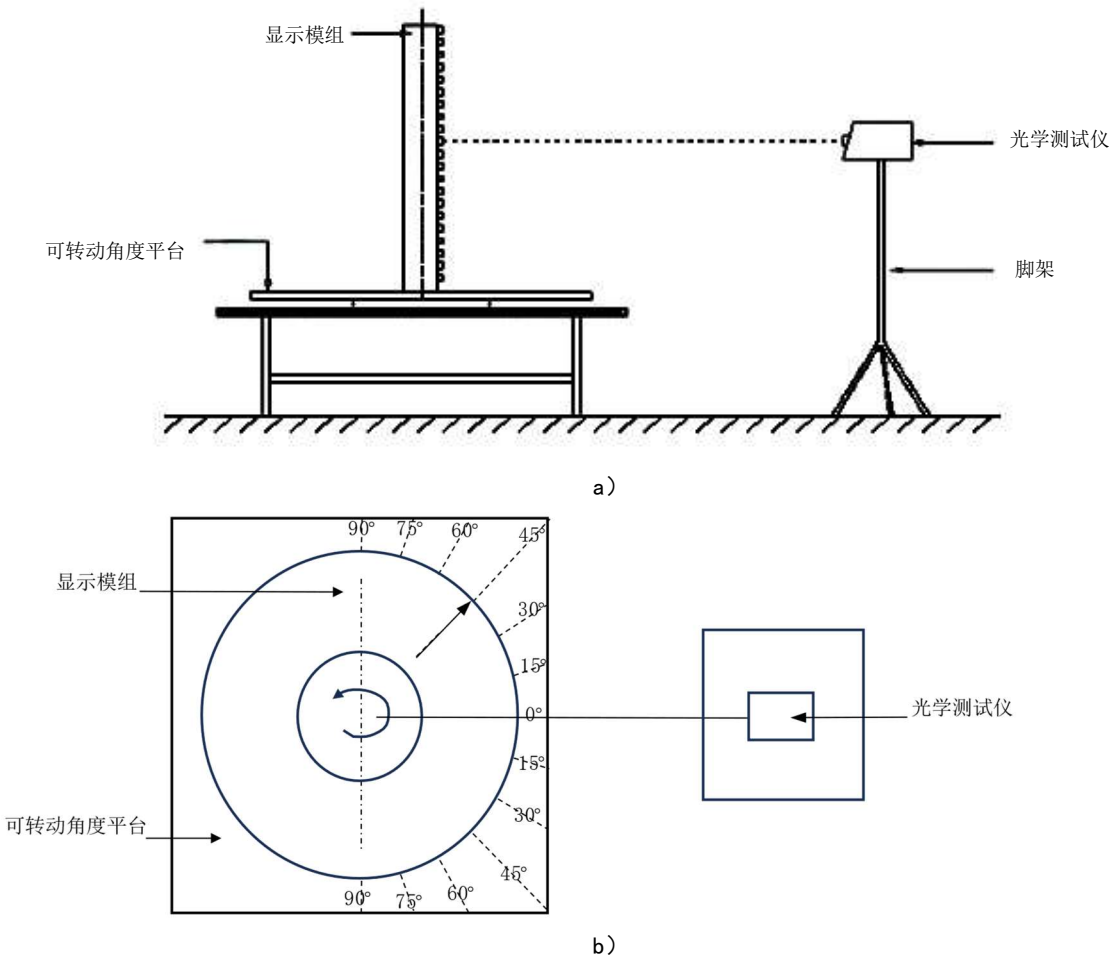


图20 视角测量示意图

5.2.2.3 测量条件

测量条件如下：

- 环境照度变化小于 10%，且不存在明显的有色光源；
- 彩色亮度计采集范围不得小于 16 个相邻像素；
- 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3m，当不能满足 5.2.2.3b) 时，可适当增加距离到彩色亮度计采集范围大于 16 个相邻像素。

5.2.2.4 测量步骤

5.2.2.4.1 水平视角

按如下步骤进行测量：

- 显示模组全屏显示某一单基色（最高亮度级，最高灰度级），并在该屏中央选择一个被测区域；
- 用彩色亮度计测量出区域内法线方向的亮度 L_F ；
- 将被测显示模组放置在托具上，以被测区域几何中心为轴心，保持托具水平，分别向左右两侧转动，保持彩色亮度计探头始终对准原被测区域，当亮度下降到 $L_F/3$ 时，用量角器分别测量出托具向左旋转的夹角 θ_{HL} ，向右旋转的夹角 θ_{HR} ，水平视角 $\theta_H = \theta_{HL} + \theta_{HR}$ ；
- 按同样方法测量出每一种基色的水平视角，取最小值即为该显示屏的水平视角 θ_H ，一般该值小于 180° 。

5.2.2.4.2 垂直视角

按如下步骤进行测量：

- 面对 LED 发光面顺时针方向将显示模组旋转 90° 放置在托具上；
- 同 5.2.2.4.1a)；
- 同 5.2.2.4.1b)；
- 将被测显示模组以几何中心为轴心，保持托具水平，分别向左右两侧转动，保持彩色亮度计探头始终对准原被测区域，当亮度下降到 $L_F/3$ 时，用量角器分别测量出托具向左旋转的夹角 θ_{VL} ，向右旋转的夹角 θ_{VR} ，水平视角 $\theta_V = \theta_{VL} + \theta_{VR}$ ；
- 按同样方法测量出每一种基色的垂直视角，取最小值即为该显示屏的垂直视角 θ_V ，一般该值小于 180° 。

5.2.3 最高对比度

5.2.3.1 目的

测量显示屏在规定条件下的最高对比度。

5.2.3.2 测量原理

测量原理同 5.2.1.2。

5.2.3.3 测量条件

测量条件如下：

- 在显示屏屏面测试区域法线方向 8° 夹角的位置内设置色温为 5000K-7500K 的背景照明灯；
- 调整照明灯的亮度使显示屏屏面测试区域法线方向的照度为 $10 \times (1 \pm 10\%) \text{ lx}$ ；
- 彩色亮度计采集范围不得少于 16 个相邻像素；
- 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3m，当不能满足条件 5.2.3.3c) 项的时候，可适当增加距离到彩色亮度计采集范围大于 16 个相邻像素。

5.2.3.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 按照 5.2.1 最大亮度测量方法分别测出 $L_{\max}$ 和 L_D ；
- 按公式 (5) 算出对比度 C 。