

ICS 31.120

CCS L 53



中华人民共和国电子行业标准

SJ/T 11281—2025

代替 SJ/T 11281—2017

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



中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	III
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	8
5.1 机械性能	8
5.2 光学性能	11
5.3 电性能	23
5.4 工作噪声声级	29
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	30
附录 B (资料性) 配套测试软件说明	33



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“基色色度非均匀性”的测试方法（见5.2.8.4）；
- 增加了“白场色度非均匀性”的测试方法（见5.2.8.5）；
- 增加了“黑屏非均匀性”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/T 6882 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

本文件描述了发光二极管(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

SJ/T 11141 发光二极管(LED)显示屏通用规范

GY/T 330—2020 超高清高动态范围视频系统彩条测试

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°C~35°C;
- 相对湿度: 20%RH~80%RH;
- 大气压力: 86 kPa~106 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°C±1°C;
- 相对湿度: 48%RH~52%RH;
- 大气压力: 86 kPa~106 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±22)V、(50±1)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。

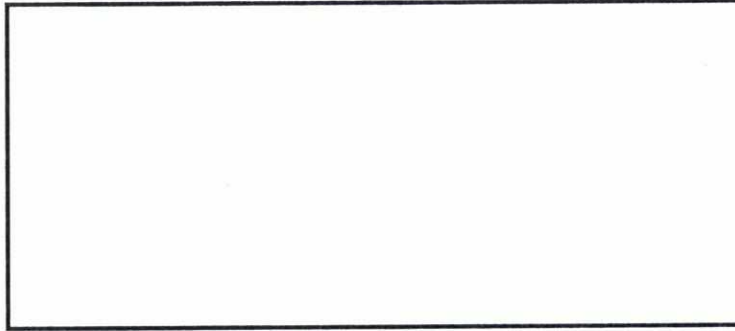


图3 全白场信号

注：实际显示图像为全白场信号图像，无黑框。

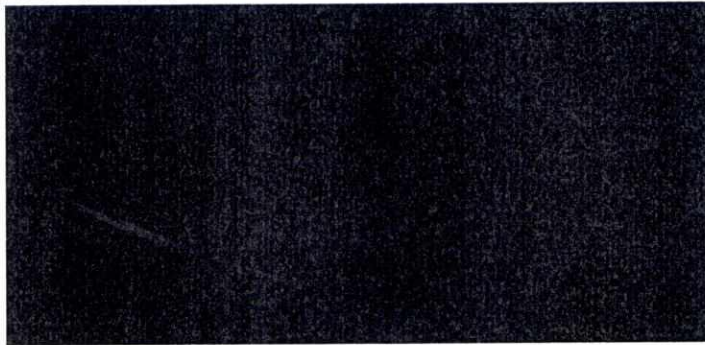


图4 全黑场信号

4.3.4 均匀性测试点位置图

均匀性测试点位置如图5所示。

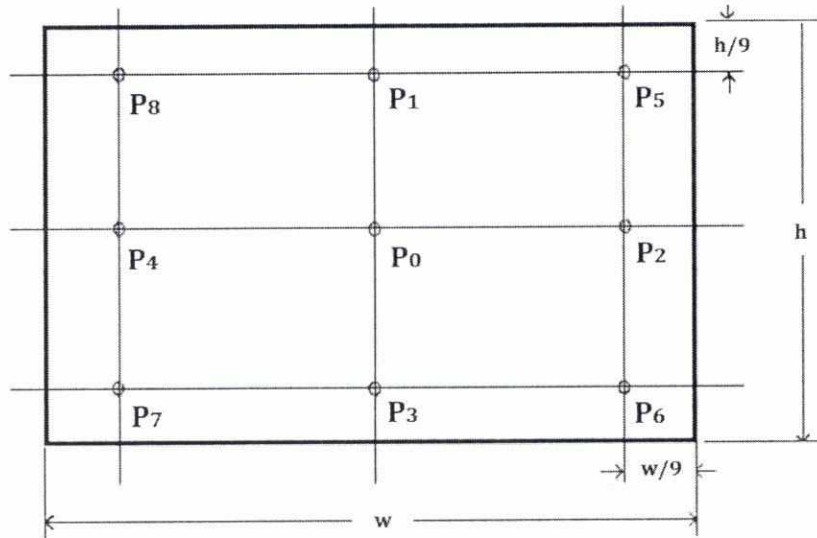


图5 均匀性测试点位置

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。

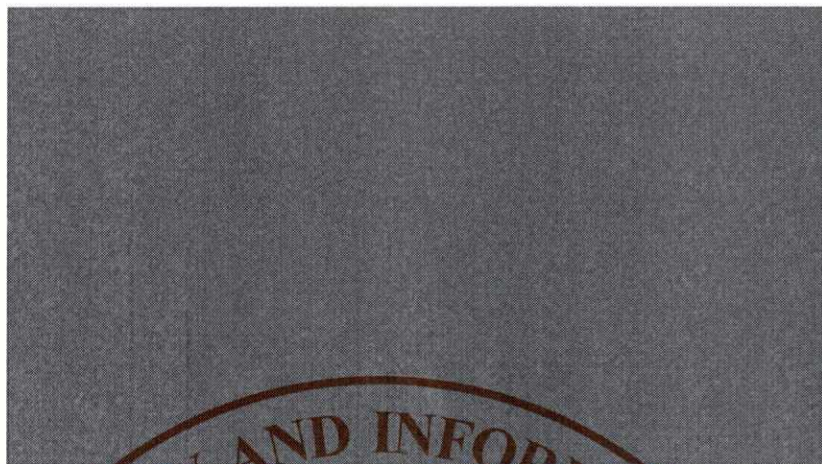


图6 全红场信号



图7 全绿场信号

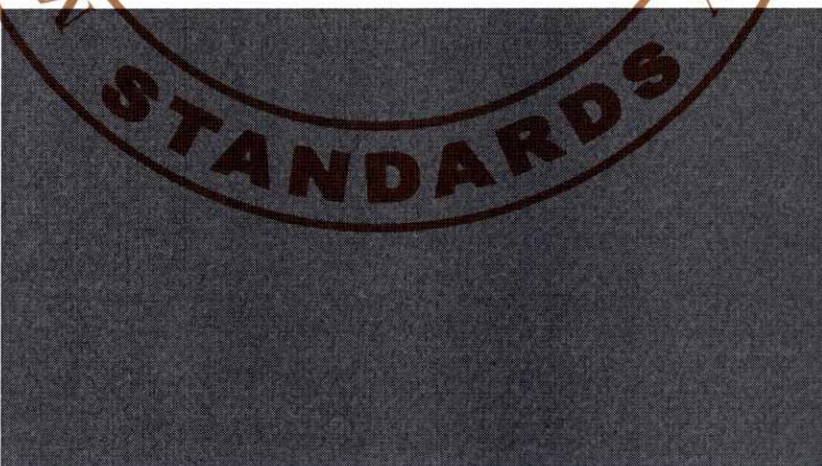


图8 全蓝场信号

4.3.6 单像素信号

单像素测试如图9，图10所示。

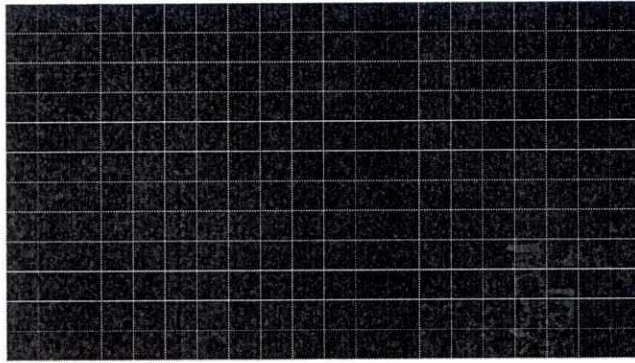


图9 单像素信号

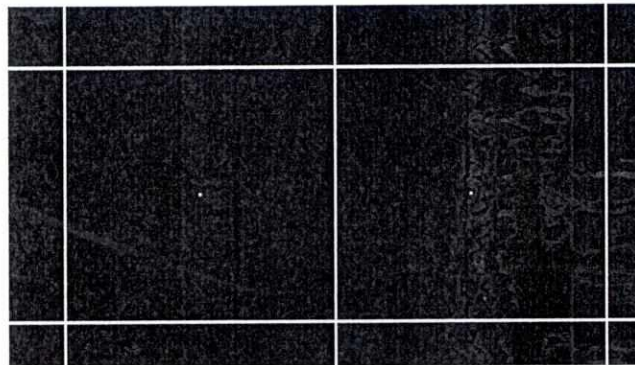
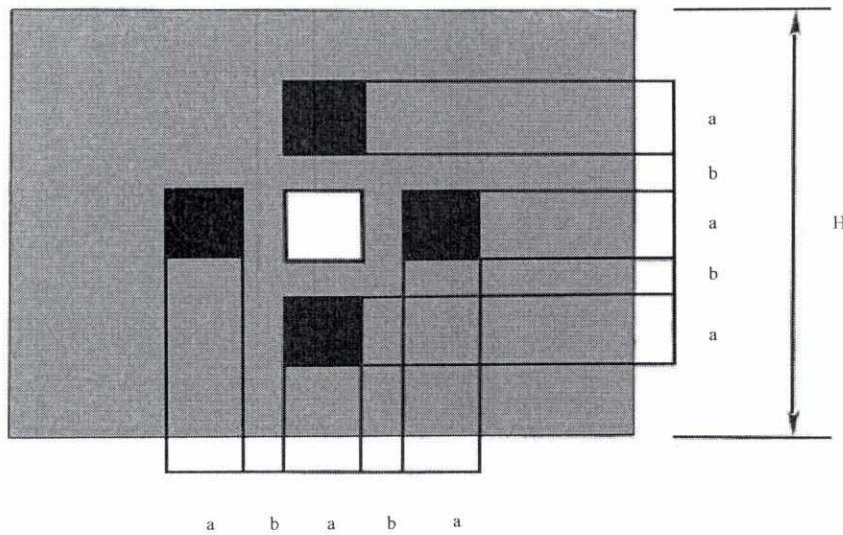


图10 单像素图像局部放大图

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。

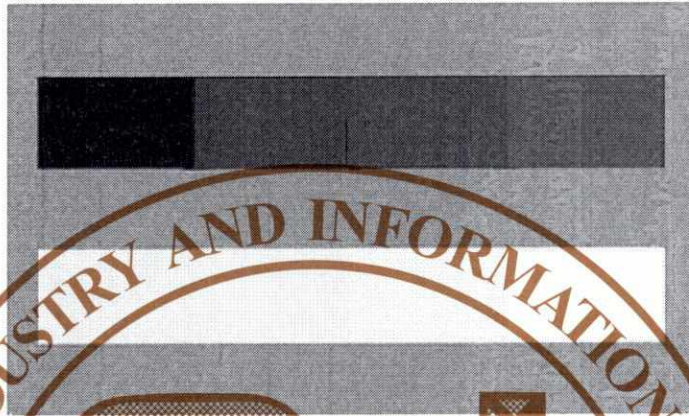


图 12 极限八灰度九窗口测试信号

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的黑白相同的视频信号，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	0.204 5	0.460 0
2	浅肤色	0.200 1	0.450 2
3	蓝	0.189 8	0.427 1
4	绿	0.145 7	0.327 9
5	红	0.270 3	0.608 1
6	黄	0.188 0	0.423 0
7	品红	0.238 8	0.537 4
8	青	0.128 8	0.289 7
9	50%灰	0.184 6	0.415 5

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。

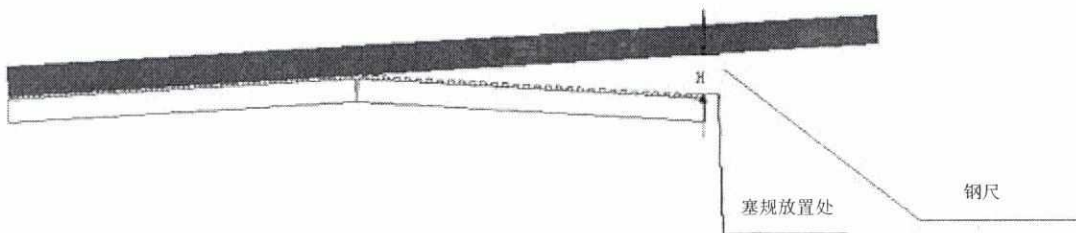


图 14 凸差测量示意图

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：

- a) 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

- b) 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；

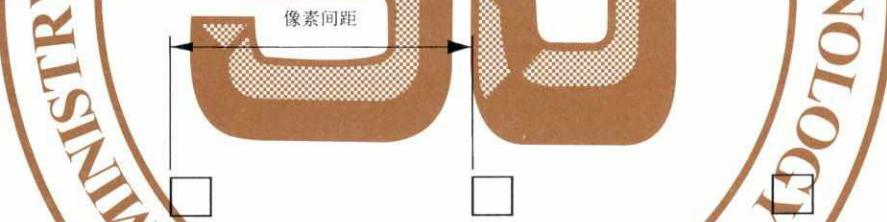


图16 单颗LED组成的像素中心距测量示意图

- c) 按公式（1）计算像素中心距相对偏差。

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

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。

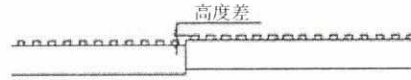


图 17 水平相对错位测量示意图

5.1.2.3.3 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 按公式(2)计算水平相对错位。

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

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。

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

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：

- 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少于 16 个相邻像素；
- 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，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：

- 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 ；
- 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} ；
- 按公式 (4) 计算最大亮度 L 。

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

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)。

- 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。

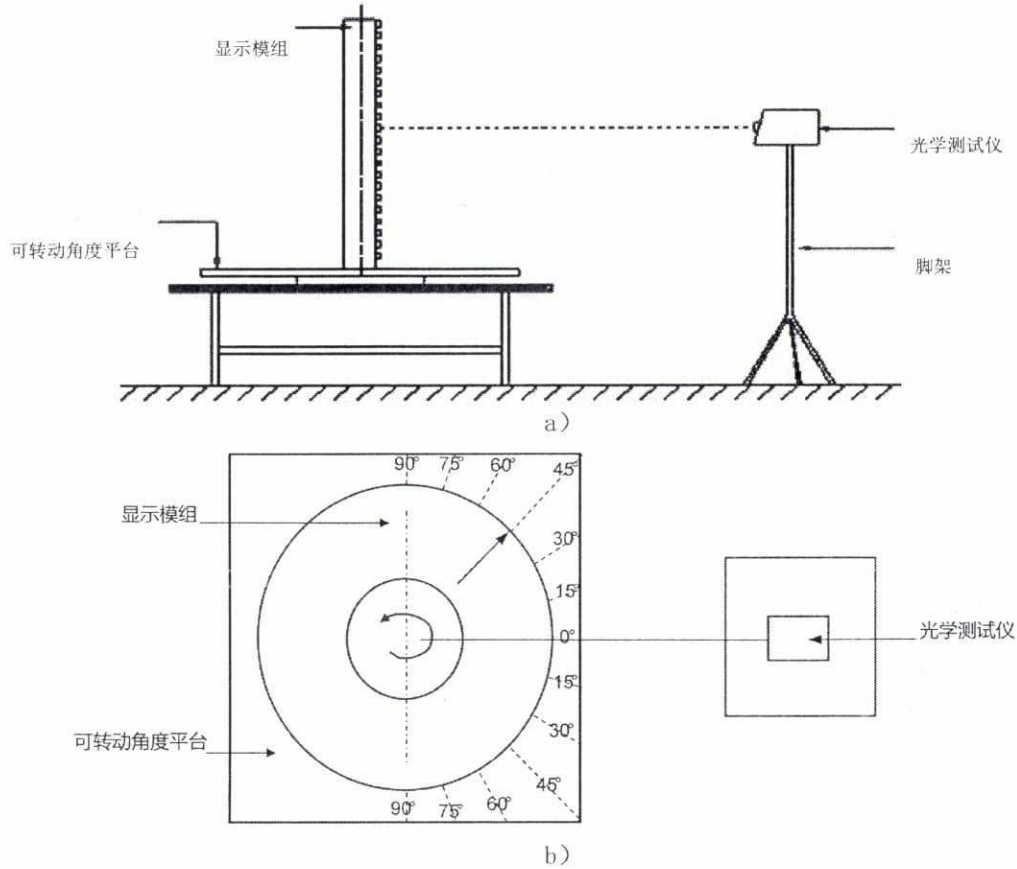


图 20 视角测量示意图

5.2.2.3 测量条件

测量条件如下：

- 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小于 16 个相邻像素；
- c) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，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：

- a) 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；
- b) 用彩色亮度计测量出区域内法线方向的亮度 L_F ；

- c) 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 $\theta_H = \theta_{HL} + \theta_{HR}$;
- d) 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:

- a) 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;
- b) 同 5.2.2.4.1a);
- c) 同 5.2.2.4.1b);
- d) 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 $\theta_V = \theta_{VL} + \theta_{VR}$;
- e) 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:

- a) 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 $5000\text{K} \sim 7500\text{K}$ 的背景照明灯;
- b) 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 $10 \times (1 \pm 10\%) \text{lx}$;
- c) 彩色亮度计采集范围不得少于 16 个相邻像素;
- d) 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:

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

$$C = \frac{L_{\max} - L_D}{L_D} \dots \dots \dots (5)$$

式中:

C ——最高对比度;

L_{\max} ——显示屏的亮度,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)。

5.2.4 帧内对比度

5.2.4.1 目的

测量显示屏在规定条件下的帧内对比度。

5.2.4.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.4.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 显示屏屏面法线方向的照度小于 0.01 lx；
- b) 彩色亮度计采集范围不应少于 16 个相邻像素；
- c) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，当不能满足 5.2.4.3b) 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。

5.2.4.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 显示屏显示黑白窗口信号；
- b) 按照 5.2.1 最大亮度测量方法分别测出中心白色块的亮度 L_{max} 和四个黑色块的亮度 L_D ；
- c) 按公式 (6) 算出黑块的平均亮度 L_D 。

$$L_D = \frac{L_{D1} + L_{D2} + L_{D3} + L_{D4}}{4} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

- L_D —— 黑块的平均亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_{D1} —— 黑块1的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_{D2} —— 黑块2的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_{D3} —— 黑块3的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_{D4} —— 黑块4的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

- d) 按公式 (7) 算出帧内对比度 C 。

$$C = \frac{L_{max} - L_D}{L_D} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

- C —— 帧内对比度；
- L_{max} —— 中心白色块的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_D —— 四个黑色块的平均亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

5.2.5 基色主波长误差

5.2.5.1 目的

测量显示屏各基色主波长与标称值的误差。

5.2.5.2 测量原理

基色主波长误差的测试原理见图21，根据彩色亮度计的特性，测量结果可以通过两种方法获取，一种是通过色品坐标计算获取主波长，另外一种是通过测量设备内置软件自动计算获取主波长。

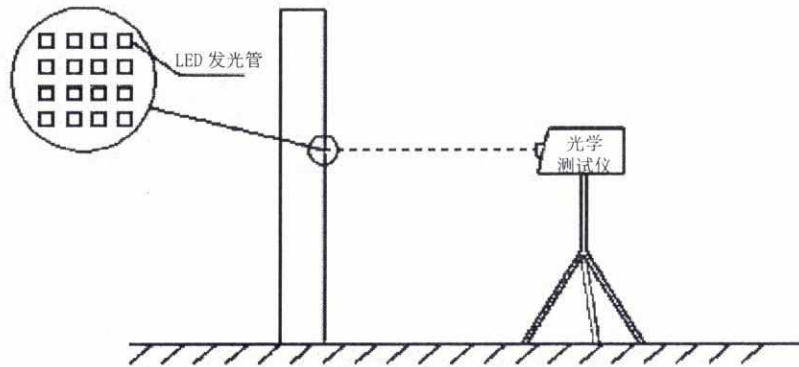


图 21 基色主波长测量原理图

5.2.5.3 测量条件

测量条件如下：

- 正常工作状态应符合的规定；
- 环境照度小于 10 lx；
- 不允许周围存在有色光源；
- 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 3 m，当不能满足条件 5.2.5.3d) 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；
- 显示屏置于最高灰度级和最高亮度级。

5.2.5.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 用彩色亮度计，分别测量红、绿、蓝等各基色的色品坐标；
- 将测出的某基色的色品坐标值 (x, y) 带入公式 (8) 和公式 (9) 进行计算：

$$K_x = \frac{x-x_0}{y-y_0} \quad (8)$$

$$K_y = \frac{y-y_0}{x-x_0} \quad (9)$$

式中：

(x, y) ——测量出的某基色的色品坐标；

x_0, y_0 ——CIE标准光源E（等能光源）的色品坐标 $(x_0=0.3333, y_0=0.3333)$ ；

K_x, K_y ——CIE 1931色度图标准光源E（等能光源）恒定主波长线的斜率。

- 选取 K_x 和 K_y 之中绝对值较小的数值，从附录 A 中表 A.1 中查出相应的（基色）主波长。分别测出红、绿、蓝各基色色品坐标所对应的主波长（当所选取的数值介于表 A.1 中某两个相邻的主波长数值之间时，可通过线性内插计算或相应的测试配套软件，准确得出与该数值相对应的主波长值）；
- 算出各基色主波长与标称主波长的差值，取最大值即为基色主波长误差 $\Delta\lambda_D$ 。

5.2.6 白场色坐标

5.2.6.1 目的

测量全彩显示屏的白场色坐标。

5.2.6.2 测量原理

白场色坐标的测量原理见图22，根据彩色亮度计的特性，直接读取白场色坐标。

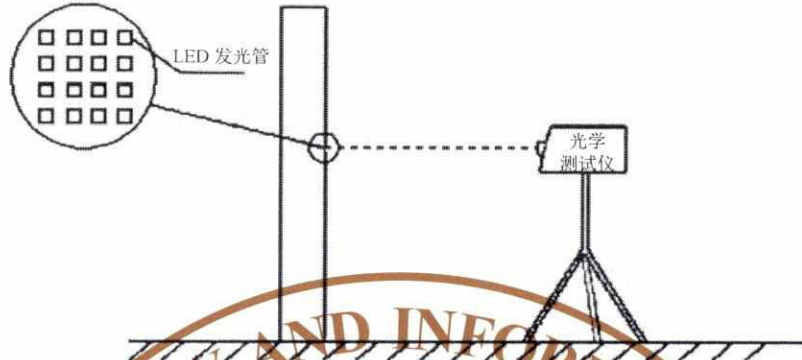


图 22 白场色坐标测量原理图

5.2.6.3 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小于 16 个相邻像素；
- c) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，当不能满足条件 5.2.4.3 b) 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。

5.2.6.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 在最高灰度级和最高亮度级下，显示屏显示全白图像；
- b) 用彩色亮度计测量 CIE1931 色度图的白场色坐标；
- c) 根据 CIE 1931 色度图的规定，以色温 6 500 K~9 300 K 为中心 ABCD 四边形的四个顶点围成的白场色坐标的范围（见表 2）。

表 2 白场色坐标范围

坐标	A点	B点	C点	D点
X	0.280 0	0.270 0	0.370 0	0.330 0
Y	0.250 0	0.300 0	0.330 0	0.370 0

5.2.7 亮度鉴别等级

5.2.7.1 目的

应用主观评价法测量人眼能够分辨的图像亮度等级。

5.2.7.2 测量原理

利用人眼的视觉特性和马赫效应，通过观察，分辨灰度差竖条纹数量进行测量。

5.2.7.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 室内屏环境照度为 $100 \times (1 \pm 10\%) \text{ lx}$ ；

- b) 室外屏环境照度为 $10\,000 \times (1 \pm 10\%) \text{ lx}$;
- c) 观察者为 5 人 (矫正视力均 ≥ 1.0)。

5.2.7.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 启动测试软件, 选择亮度鉴别测试功能 (见附录 B)。测试图形共有 24 级等灰度差竖条纹, 其中每一条竖条纹的宽度不得少于 24 列, 条纹颜色为白色。每按动一下 “←” 键, 测试条纹左移 24 列; 每按动一下 “→” 键, 测试条纹右移 24 列;
- b) 观察者站在显示屏正前方一定距离处, 该距离为显示屏宽度的 5 至 8 倍;
- c) 按动 “←” 键或 “→” 键, 使得测试卡的最暗一级竖条纹与显示屏左边对齐。然后, 用目测法数出人眼能够分辨条纹数 T_1 。则此时亮度鉴别等级为 T_1 ;
- d) 若显示屏一帧不够同时显示 24 条竖条纹, 则按动 “←” 键, 左移竖条纹测试卡, 使第一帧条纹测试软件最右边的条纹左移至显示屏的左边。然后, 用目测法数出人眼能够分辨条纹数 T_2 。则此时亮度鉴别等级为 $T_1 + (T_2 - 1)$;
- e) 若显示屏两帧不够同时显示 24 条竖条纹, 则继续按动 “←” 键, 左移竖条纹测试软件, 使第二帧条纹测试软件最右边的条纹左移至显示屏的左边。然后, 用目测法数出人眼能够分辨条纹数 T_3 。则此时亮度鉴别等级为 $T_1 + (T_2 - 1) + (T_3 - 1)$ 。以此类推, 直到 24 条竖条纹全部出现为止;
- f) 将 5 位观察表决者的结果, 去掉一个最大值和一个最小值, 将中间三位的结果取平均值, 即为最终的亮度鉴别等级 L_1 。

5.2.8 均匀性

5.2.8.1 像素光强非均匀性

5.2.8.1.1 目的

测量同一块显示屏中像素与像素之间的发光强度的非一致性。

5.2.8.1.2 测量原理

像素光强均匀性测量原理见图 23。

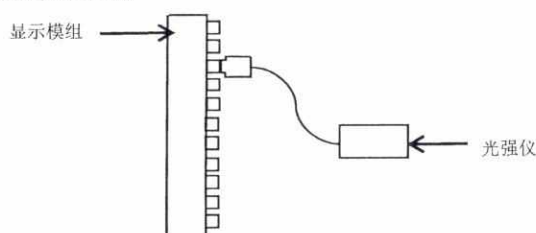


图 23 像素光强测量示意图

5.2.8.1.3 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) 所有测量均指像素法线光强。

5.2.8.1.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 显示屏显示单像素信号;
- b) 在全屏范围内任意离散抽取 30 个像素 (黑屏状态下随机选择 30 个像素点);
- c) 在最高灰度级、最高亮度级下,全屏显示单红色;
- d) 用光强仪分别测量出这 30 个像素的光强值,再进行算术平均计算得到;
- e) 用公式 (10) 和公式 (11) 计算出红色像素光强均匀性 I_{RJ} :

$$I_{RJ} = \frac{|I_i - \bar{I}|_{\max}}{\bar{I}} \times 100\% \quad (10)$$

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^{30} I_i}{30} \quad (11)$$

式中:

I_{RJ} ——像素光强非均匀性;

I_i ——像素光强,单位为坎德拉 (cd);

\bar{I} ——30个像素的光强的算术平均值,单位为坎德拉 (cd);

- f) 用同样方法分别测算出绿色和蓝色像素的光强均匀性 I_{GJ} 、 I_{BJ} ,取最大值即为该显示屏像素光强非均匀性 I_{PJ} 。

5.2.8.2 显示模块亮度非均匀性

5.2.8.2.1 目的

测量同一块显示屏中模块相互之间的亮度非一致性。

5.2.8.2.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.8.2.3 测量条件

测量条件如下:

- a) 环境照度的变化小于 10%;
- 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 3 m,当不能满足条件 5.2.8.2.3 b) 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。

5.2.8.2.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 在测量过程中,观测线与显示屏之间的角度均不变;
- b) 按照均匀性测试点位置图选定测试点;
- c) 在最高灰度级、最高亮度级下,全屏显示某一基色;
- d) 用彩色亮度计分别测量出这 9 个显示模块的亮度值,再进行算术平均计算得到 \bar{L} ;
- e) 用公式 (12) 计算出显示屏该基色显示模块的亮度非均匀性 L_J :

$$L_J = \frac{|L_i - \bar{L}|_{\max}}{\bar{L}} \times 100\% \quad (12)$$

式中:

L_J ——显示模块的亮度非均匀性;

L_i ——显示模块的亮度,单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2);

\bar{L} ——9个显示模块的亮度算术平均值,即 ($i=1, 2, 3 \dots 9$) 单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

- f) 用同样的方法,对红、绿、蓝三种基色分别测量计算;
- g) 取最大值即为该屏显示模块亮度非均匀性 L_{MJ} 。

5.2.8.3 显示模组亮度非均匀性

5.2.8.3.1 目的

测量同一块显示屏中模组之间的亮度非一致性。

5.2.8.3.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.8.3.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 环境照度的变化小于 10%；
- 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 5.2.8.3.3b) 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。

5.2.8.3.4 测量步骤

测量步骤见5.2.8.2.4。

5.2.8.4 基色色度非均匀性

5.2.8.4.1 目的

测量一块显示屏在还原基色时，模块之间的基色非一致性。

5.2.8.4.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.8.4.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 视频测试信号应采用全红场，全绿场，全蓝场信号；
- b) 测量区域不应少于 16 个相邻像素；
- c) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，当不能满足条件 5.2.8.4.3 b) 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。

5.2.8.4.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 按照均匀性测试图选定测试点；
- b) 输入全红场信号；
- c) 在测量过程中，应在各测量点法线方向上进行观测测量；
- d) 分别在均匀性测试点位置图的 $P_1 \sim P_9$ 上测量各自的色坐标值 x 、 y ，表示为 $(x_1, y_1) \sim (x_9, y_9)$ ；
- e) 用公式(13)、公式(14)计算 $P_1 \sim P_9$ 上各自的色坐标值 u' 、 v' ，表示为 $(u'_1, v'_1) \sim (u'_9, v'_9)$ ：

$$u' = \frac{4x}{-2x+12y+3} \dots\dots\dots (13)$$

$$v' = \frac{9y}{-2x+12y+3} \dots\dots\dots (14)$$

- f) 用公式(15)、公式(16)计算 $P_1 \sim P_9$ 点平均色标值 \bar{u}' 、 \bar{v}' ：

$$\bar{u}' = \frac{u'_1 + u'_2 + u'_3 + u'_4 + u'_5 + u'_6 + u'_7 + u'_8 + u'_9}{9} \dots\dots\dots (15)$$

$$\bar{v}' = \frac{v'_1 + v'_2 + v'_3 + v'_4 + v'_5 + v'_6 + v'_7 + v'_8 + v'_9}{9} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

\bar{u}' ——九点平均色标值 \bar{u}' ；

\bar{v}' ——九点平均色标值 \bar{v}' 。

g) 用公式(17)计算色度非均匀性：

$$\Delta u'v' = \text{Max} \sqrt{(u'_i - \bar{u}')^2 + (v'_i - \bar{v}')^2} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

$\Delta u'v'$ ——色度非均匀性；

u'_i —— $P_1 \sim P_9$ 点的色标值 u'_i , $i=1, 2, 3 \dots 9$ ；

v'_i —— $P_1 \sim P_9$ 点的色标值 v'_i , $i=1, 2, 3 \dots 9$ 。

h) 输入全绿场和全蓝场信号重复c)~f)测试步骤；

i) 测量结果表述成表格的格式，见表3。

表3 基色色度非均匀性

基色	u'_i	v'_i	\bar{u}'	\bar{v}'	$\Delta u'v'$
红	—	—	—	—	—
绿	—	—	—	—	—
蓝	—	—	—	—	—

5.2.8.5 白场色度非均匀性

5.2.8.5.1 目的

测量一块显示屏在还原白色图像时，模块之间的色度非均匀性。

5.2.8.5.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.8.5.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 视频测试信号应采用全白场信号；
- b) 测量区域不应少于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5.2.8.5.3b)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。

5.2.8.5.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 按照均匀性测试图选定测试点；
- b) 输入全白场信号，并按照5.2.8.4.4c)到5.2.8.4.4f)的步骤进行测试和计算；
- c) 测量结果表述成表格的格式，见表4。

表4 白场色度不均匀性

色彩	u_i'	v_i'	\bar{u}	\bar{v}	$\Delta u'v'$
白场	—	—	—	—	—

5.2.8.6 黑屏非均匀性

5.2.8.6.1 目的

测量同一块显示屏中模块之间的黑屏非均匀性。

5.2.8.6.2 测量原理

测量原理同5.2.1.2。

5.2.8.6.3 测量条件

测量条件如下：

- 室内环境照度为 $200 \times (1 \pm 10\%) \text{ lx}$ ，环境光为漫反射光源；
- 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 3 m，当不能满足条件 5.2.8.6.3 b) 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。

5.2.8.6.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- 在测量过程中，应在各测量点法线方向上进行观测测量；
- 关断显示屏电源，在全屏范围内目测选取偏差最大的 9 对相邻区域；
- 用彩色亮度计分别测量出这 9 对相邻区域中各显示单元（显示模块/显示模组）的亮度值；
- 用公式（18）分别计算出每 1 对相邻方格的亮度非均匀性：

$$L_i = \frac{|L_{i1} - L_{i2}|}{(L_{i1} L_{i2})_{\min}} \times 100\% \quad (18)$$

式中：

- L_i —— 各对相邻区域的非均匀性 ($i=1, 2, 3 \dots 9$)；
- L_{i1} —— 各对相邻区域中第一个显示单元（显示模块/显示模组）的亮度测量值 ($i=1, 2, 3 \dots 9$)，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；
- L_{i2} —— 各对相邻区域中第二个显示单元（显示模块/显示模组）的亮度测量值 ($i=1, 2, 3 \dots 9$)，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

- 取最大值即为该显示屏黑屏非均匀性 LB。

5.2.9 色域覆盖率

5.2.9.1 目的

在 CIE 1931 色空间 xy 坐标系色度图上测试显示屏三基色色度点组成的三角形色域面积，占对应色域面积的百分比

5.2.9.2 测量原理

测量原理同 5.2.1.2。

5.2.9.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 正常工作状态应符合规定;
- b) 环境照度小于 10 lx;
- c) 不允许周围存在有色光源;
- d) 彩色亮度计采集范围不得少于 16 个相邻像素;
- e) 实验室测量时, 彩色亮度计距离显示屏 3m, 当不能满足条件 5.2.9.3 d) 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。

5.2.9.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 显示屏分别显示全红场信号、全蓝场信号和全绿场信号;
- b) 观测点为屏幕中心点, 分别测量三种信号对应的色度坐标 (x_r, y_r) 、 (x_b, y_b) 和 (x_g, y_g) ;
- c) 按照公式(19)分别计算标准三基色三角形的面积 A_s , 被测显示屏的三基色三角形的面积 A_{LED} ;

$$A = \frac{|(x_r - x_b)(y_g - y_b) - (x_g - x_b)(y_r - y_b)|}{2} \times 100\% \quad (19)$$

式中:

A —— CIE 1931色空间中三基色色度点组成的三角形色域面积。

- d) 色域覆盖率按公式 (20) 计算:

$$G_{LED} = \frac{A_{LED}}{A_s} \times 100\% \quad (20)$$

式中:

G_{LED} —— 色域覆盖率;

A_{LED} —— CIE 1931色空间中显示屏三基色色度点组成的三角形色域面积;

A_s —— CIE 1931色空间标准色域空间三基色色度点组成的三角形色域面积。

注: 常用的CIE 1931色空间标准色域三基色色度点组成的三角形面积绝对值 (A_s): NTSC为0.1582, Rec. 709 (BT. 709)为0.11265, DCI-P3为0.1520, sRGB为0.11285, AdobeRGB98为0.15115, Rec. 2020 (BT. 2020)为0.3116。

5.2.10 色彩还原性

5.2.10.1 目的

测试LED显示屏色彩的还原能力。

5.2.10.2 测量原理

按照图24所示测量表1中指定色坐标的图形的色坐标符合性。

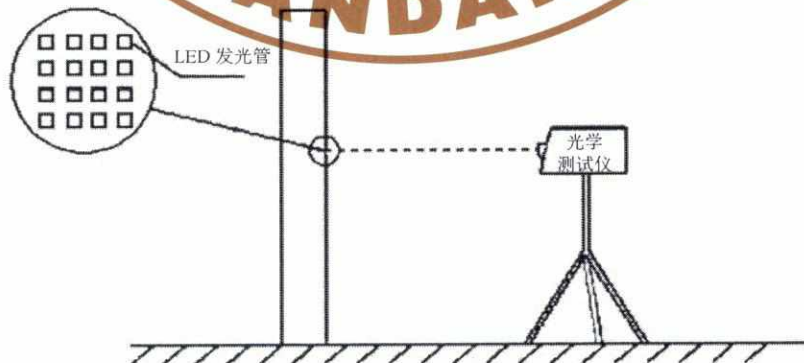


图 24 色彩还原性测量原理图

5.2.10.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 正常工作状态应符合规定；
- b) 环境照度小于 10 lx；
- c) 不允许周围存在有色光源；
- d) 彩色亮度计采集范围不得少于 16 个相邻像素；
- e) 实验室测量时，彩色亮度计距离显示屏 3 m，当不能满足条件 5.2.9.3 d) 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。

5.2.10.4 测量步骤

按照如下步骤进行测量：

- f) 将显示设备调整到规定最佳工作状态，输入表 1 中所示的 9 种色彩还原测试信号，这些色彩包括：红、绿、蓝、黄、品红、青、深肤色、浅肤色、灰色。
- g) 分别测量每个色块中心点的色坐标 (u_1', v_1') 、 (u_2', v_2') …… (u_9', v_9') ；
- h) 用公式 (21)、公式 (22) 计算每个色块的色坐标测量值与标称值的偏差绝对值，标称值见表 B.1 色度坐标标称值：

$$\Delta u_i = |u_i - u_{\text{标称 } i}| \dots\dots\dots (21)$$

$$\Delta v_i = |v_i - v_{\text{标称 } i}| \dots\dots\dots (22)$$

- d) 用公式 (23) 分别计算上述 9 个色块中每种颜色的 ΔE_i ：

$$\Delta E_i = \sqrt{\Delta u_i^2 + \Delta v_i^2} \dots\dots\dots (23)$$

- e) 用公式 (24) 计算上述 9 个色块中每种颜色 ΔE_i 的均方误差。

$$\Delta E_i = \sqrt{\frac{\sum \Delta E_i^2}{9}} \dots\dots\dots (24)$$

5.3 电性能

5.3.1 灰度等级

5.3.1.1 目的

测量显示屏从零灰度到最高灰度之间的亮度变化级数。

5.3.1.2 测量原理

标定灰度等级一般分为无灰度、4级灰度、8级灰度、16级灰度、32级灰度、64级灰度、128级灰度、256级灰度、1024级灰度、4096级灰度等。任一灰度等级中，亮度随灰度级数的递增而单调上升。

5.3.1.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 环境照度变化率小于 10%；
- 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 3 m，当不能满足条件 5.3.1.3 b) 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；
- d) 在整个测试过程中彩色亮度计的采集范围不变。

5.3.1.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 启动测试软件，选择灰度测试功能（参见附录 B），逐级增加灰度级，显示屏的亮度应随着灰度级的上升，呈现单调上升；
- b) 实际灰度级按以下规定：
 - 1) 若 $1 < G \leq 2$ ，显示屏无灰度；
 - 2) 若 $2 < G \leq 4$ ，显示屏具有 4 级灰度；
 - 3) 若 $4 < G \leq 8$ ，显示屏具有 8 级灰度；
 - 4) 若 $8 < G \leq 16$ ，显示屏具有 16 级灰度；
 - 5) 若 $16 < G \leq 32$ ，显示屏具有 32 级灰度；
 - 6) 若 $32 < G \leq 64$ ，显示屏具有 64 级灰度；
 - 7) 若 $64 < G \leq 128$ ，显示屏具有 128 级灰度；
 - 8) 若 $128 < G \leq 256$ ，显示屏具有 256 级灰度；
 - 9) 若 $256 < G \leq 512$ ，显示屏具有 512 级灰度；
 - 10) 若 $512 < G \leq 1024$ ，显示屏具有 1024 级灰度；
 - 11) 若 $1024 < G \leq 2048$ ，显示屏具有 2048 级灰度；
 - 12) 若 $2048 < G \leq 4096$ ，显示屏具有 4096 级灰度；
 - 13) 按规律类推的实际灰度。

5.3.2 换帧频率

5.3.2.1 目的

测量显示屏画面信息的更新频率。

5.3.2.2 测量原理

测量原理见图 25，显示屏显示相邻两帧交替黑白场循环视频信号，光电传感器感应黑白场电平信号，观察周期性包络线在示波器上出现的频率即为换帧频率。

注：通常显示屏的换帧频率在 30 Hz~240 Hz 之间。

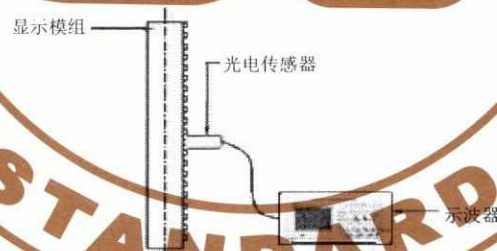


图 25 换帧频率测量示意图

5.3.2.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试信号：相邻两帧交替黑白场循环视频信号；
- b) 测试仪器：光电传感器、示波器。

5.3.2.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 将信号源输出设置为被测设备所标称的分辨率、帧率的视频格式；
- b) 输入黑场与白场交替出现（1 帧黑场、1 帧白场）的测试信号；

- c) 光电传感器置于显示屏像素法线方向的正前方，传感器距离像素点的距离以像素光强能够辐射到光电传感器的受光靶面为宜；
- d) 将示波器的探针夹在光电传感器的输出端；
- e) 调整示波器，选择适当的量程，使其输出呈现稳定的有规律的波形；
- f) 观察波形，并测出一组波形的周期 T ；
- g) 由公式 (25) 计算出换帧频率 F_H ：

$$F_H = \frac{1}{T} \quad (25)$$

式中：

F_H ——换帧频率，单位为赫兹 (Hz)；

T ——波形的周期，单位为秒 (s)。

5.3.3 视觉刷新频率

5.3.3.1 目的

测量显示屏每秒显示数据被重复的次数。

5.3.3.2 测量原理

测量原理见图26，由于发光二极管没有余晖效应，所以显示屏的每一帧画面会进行多次的重复刷新，观察周期性包络线在示波器上出现的频率即为刷新频率。

注1：通常显示屏的视觉刷新频率在60 Hz~10 000 Hz之间。

注2：有源选址驱动 (AM) 的显示屏视觉刷新频率测试方法参照5.3.1换帧频率测试方法。

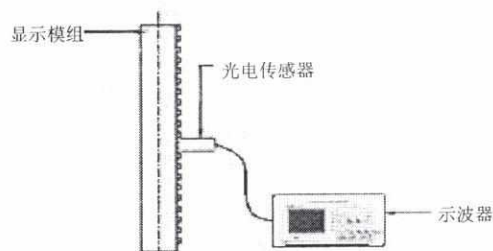


图 26 视觉刷新率测量示意图

5.3.3.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 环境照度变化率小于 10%；
- b) 光电传感器的频响带宽 > 50 MHz。

5.3.3.4 测量步骤

按如下步骤进行测量：

- a) 显示屏亮度置于最高级，显示 50%灰度的刷新率标准测试图像 (参见附录 B)；
- b) 光电传感器置于显示屏像素法线方向的正前方，传感器距离像素点的距离以像素光强能够辐射到光电传感器的受光靶面为宜；
- c) 将示波器的探针夹在光电传感器的输出端；
- d) 调整示波器，选择适当的量程，使其输出呈现稳定的有规律的波形；
- e) 观察波形，并测出一组波形的周期 T ；
- f) 由公式 (26) 计算出视觉刷新频率 F_C ：

$$F_C = \frac{1}{T} \quad (26)$$

式中:

F_C ——视觉刷新频率,单位为赫兹(Hz);

T ——波形的周期,单位为秒(s)。

5.3.4 信号处理深度

5.3.4.1 目的

测量显示屏在规定条件下的信号处理深度。

5.3.4.2 测量原理

信号处理深度,一般分为1bit技术(无灰度)、2bit技术(4级)、3bit技术(8级)、4bit技术(16级)、5bit技术(32级)、6bit技术(64级)、7bit技术(128级)、8bit技术(254级)、9-bit技术(512级)、10-bit技术(1024级)、11-bit技术(2048级)、12bit技术(4096级)、13bit技术(8192级)、14bit技术(16384级)、15bit技术(32768级)、16bit技术(65536级)、17bit技术(131072级)、18bit技术(262144级)等依此类推。

应用发光管(LED)的线性特性,其亮度变化的最小步进量就是信号处理深度的最低有效位(1LSB)。由于量化误差的存在,信号处理深度取以2为底的对数,并四舍五入。

5.3.4.3 测量条件

测量条件如下:

- 环境照度变化率小于10%;
- 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5.3.4.3b)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;
- 在整个测试过程中彩色亮度计的采集范围不变。

5.3.4.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- 显示屏亮度置于最高级,灰度级置于变换的1级,用彩色亮度计测量出亮度值 L_1 ;
- 显示屏亮度置于最高级,灰度级置于亮度明显变换的第2级,用彩色亮度计测量出亮度值 L_2 ;
- 显示屏亮度置于最高级,灰度级置于最高级,用彩色亮度计测量出亮度值 L_M ;
- 由公式(27)计算出信号处理深度 S_d :

$$S_d \leq \log_2 \frac{L_M}{L_2 - L_1} \quad (27)$$

式中:

S_d ——信号处理深度,结果四舍五入取整;

L_1 ——显示屏1级灰度的亮度,单位为坎德拉每平方米(cd/m^2);

L_2 ——显示屏2级灰度的亮度,单位为坎德拉每平方米(cd/m^2);

L_M ——显示屏最高级灰度的亮度,单位为坎德拉每平方米(cd/m^2)。

5.3.5 像素失控率

5.3.5.1 目的

测量显示屏上失控的像素。

5.3.5.2 测量原理

目测法识别并计数显示屏上失控的像素。

5.3.5.3 测量条件

正常驱动LED显示屏。

5.3.5.4 测量步骤

5.3.5.4.1 整屏像素失控率的测量

按如下步骤进行测量：

- a) 整屏显示最高灰度级红色，用目测法数出不亮的像素数 P_F ；
- b) 显示全黑屏信号，用目测法数出红色常亮像素数 P_L ；
- c) 用公式（28）计算出红色像素失控率 P_{ZR} ：

$$P_{ZR} = \frac{P_F + P_L}{P} \dots\dots\dots (28)$$

式中：

- P_{ZR} ——红色像素失控率；
 P ——全屏像素总数，单位为个。
 P_F ——不亮的像素数，单位为个；
 P_L ——常亮的像素数，单位为个。

注：若 $P < 10\,000$ 个，则按 $10\,000$ 个计算。

- d) 用同样的方法可测算出蓝色像素失控率 P_{ZB} 和绿色的像素失控率 P_{ZG} ；
- e) 取 P_{ZR} 、 P_{ZB} 、 P_{ZG} 中最高值即为整屏像素失控率 P_Z 。

5.3.5.4.2 区域像素失控率的测量

按如下步骤进行测量：

- a) 启动测试软件，选择像素失控率测试功能（参见附录 B），设定一个 100×100 像素的可移动红色方块（最高灰度级）；
- b) 移动该方块找出红色盲点最稠密的区域 A_P ；
- c) 用目测法数出方块内红色盲点数 M ；
- d) 显示黑屏，数出区域 A_P 内红色常亮点数 N ；
- e) 用公式（29）计算出红色像素区域红色像素失控率：

$$P_{QR} = (M + N) / 10000 \dots\dots\dots (29)$$

式中：

- P_{QR} ——区域红色像素失控率；
 M ——红色盲点数，单位为个；
 N ——红色常亮点数，单位为个。

- i) 用同样的方法可测算出区域绿色像素失控率 P_{QG} 和区域蓝色像素失控率 P_{QB} ；
- j) 取 P_{QR} 、 P_{QB} 、 P_{QG} 中最高值即为区域像素失控率 P_Q 。

5.3.6 显示屏亮度自动调整

5.3.6.1 目的

测量显示屏的亮度随环境亮度变化进行调整的能力。

5.3.6.2 测量原理

显示屏的自动亮度调整功能,是通过光电传感器感应环境照度,反馈给显示屏控制器进行亮度调节。

5.3.6.3 测量条件

测量条件如下:

- a) 环境照度变化率小于 10%;
- 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 3 m,当不能满足条件 5.3.6.3 b) 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;
- d) 在整个测试过程中彩色亮度计的采集范围不变。

5.3.6.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 将显示屏置于指定的环境照度下,并调节屏的亮度为最大值;
- b) 用彩色亮度计测量并记录显示屏的亮度;
- c) 用照度计测量人造光;
- d) 对显示屏的光感探头,投射人造光,调整到大于 10 000 lx,测量显示屏的亮度;
- e) 对显示屏的光感探头,投射人造光,调整到 $1\ 000 \times (1 \pm 20\%)$ lx,测量显示屏的亮度;
- f) 对显示屏的光感探头,投射人造光,调整到 $100 \times (1 \pm 20\%)$ lx,测量显示屏的亮度;
- g) 对显示屏的光感探头,投射人造光,调整到 $10 \times (1 \pm 20\%)$ lx,测量显示屏的亮度;
- h) 对显示屏的光感探头,投射人造光,调整到小于 1 lx,测量显示屏的亮度;
- i) 查看上述测量记录,显示屏的亮度应有明显的变化,且应随着环境照度变暗或变亮,显示屏的亮度也相应变低或变高。

5.3.7 最大功率

5.3.7.1 目的

测量显示屏最高亮度白场工作条件下的电功率。

5.3.7.2 测量原理

显示屏在最高亮度下的功耗最大。

5.3.7.3 测量条件

测量条件如下:

- a) 交流电源: (220 ± 22) V, (50 ± 1) Hz;
- b) 测量信号: 白场信号;
- c) 功率测量: 积分功率计。

5.3.7.4 测量步骤

按如下步骤进行测量:

- a) 按照图 27 所示连接测试系统,给全部测试设备接通电源,控制计算机给出测试信号,确保测试单元处于开机状态,确保除显示以外的功能均关闭;

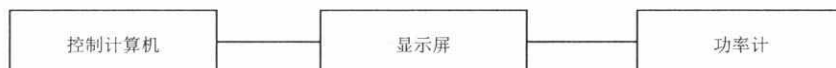


图 27 功率测量系统框图

- b) 显示屏输入最高灰度白场信号；
 c) 显示屏持续点亮15分钟，用积分功率计测量此时间段的功耗E，并记录测量时间。按照公式(30)计算测试单元的最大输入功率 P_1 ：

$$P_1 = \frac{E}{t} \quad (30)$$

式中：

- P_1 ——最大输入功率；
 E ——积分功率计测量的测试单元功耗，单位为瓦时（W·h）；
 t ——积分功率计测量时间，单位为小时（h）。

5.3.8 平均功率

5.3.8.1 目的

测量显示屏在播放标准视频条件下的电功率。

5.3.8.2 测量原理

通常显示屏不会持续显示全白场画面，一般LED显示屏像素的平均电平是最高电平的三分之一。

5.3.8.3 测量条件

测量条件如下：

- a) 交流电源：(220±22)V、(50±1)Hz；
 b) 测量信号：平均功率测试信号；
 c) 功率测量：积分功率计。

5.3.8.4 测量步骤

按照如下步骤进行测量：

- a) 按照 5.3.7.4a) 进行测量；
 b) 显示屏输入平均功率测试视频信号；
 c) 按照 5.3.7.4c) 的步骤进行测量并计算出平均功率 P_{AVG} 。

5.4 工作噪声声级

显示屏工作噪声声级按GB/T 6882的规定方法进行。

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

CIE 1931色度图标准光源 E (等能光源) 恒定主波长线的斜率如表A.1所示。

表 A.1 CIE 1931 色度图标准光源 E (等能光源) 恒定主波长线的斜率

波长 nm	E $x_0=0.3333, y_0=0.3333$		波长 nm	E $x_0=0.3333, y_0=0.3333$		波长 nm	E $x_0=0.3333, y_0=0.3333$	
	$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$
—	—	—	—	—	—	—	—	—
380	+0.48508	—	410	+0.4893	—	440	+0.5240	—
381	+0.48513	—	411	+0.4897	—	441	+0.5267	—
382	+0.48517	—	412	+0.4900	—	442	+0.5296	—
383	+0.48525	—	413	+0.4903	—	443	+0.5323	—
384	+0.48532	—	414	+0.4906	—	444	+0.5354	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
385	+0.48537	—	415	+0.4909	—	445	+0.5391	—
386	+0.48548	—	416	+0.4913	—	446	+0.5428	—
387	+0.48555	—	417	+0.4916	—	447	+0.5465	—
388	+0.48563	—	418	+0.4924	—	448	+0.5507	—
389	+0.48574	—	419	+0.4927	—	449	+0.5555	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
390	+0.48584	—	420	+0.4935	—	450	+0.5600	—
391	+0.48595	—	421	+0.4942	—	451	+0.5648	—
392	+0.48606	—	422	+0.4950	—	452	+0.5701	—
393	+0.48620	—	423	+0.4959	—	453	+0.5753	—
394	+0.48633	—	424	+0.4960	—	454	+0.5811	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
395	+0.48643	—	425	+0.4979	—	455	+0.5871	—
396	+0.48659	—	426	+0.4991	—	456	+0.5935	—
397	+0.48673	—	427	+0.5000	—	457	+0.6003	—
398	+0.48687	—	428	+0.5012	—	458	+0.6079	—
399	+0.48705	—	429	+0.5024	—	459	+0.6155	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	+0.48722	—	430	+0.5038	—	460	+0.6236	—
401	+0.48740	—	431	+0.5055	—	461	+0.6319	—
402	+0.48757	—	432	+0.5072	—	462	+0.6410	—
403	+0.48774	—	433	+0.5086	—	463	+0.6510	—
404	+0.48792	—	434	+0.5108	—	464	+0.6622	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
405	+0.48813	—	435	+0.5126	—	465	+0.6743	—
406	+0.48830	—	436	+0.5148	—	466	+0.6877	—
407	+0.48854	—	437	+0.5167	—	467	+0.7030	—
408	+0.48877	—	438	+0.5190	—	468	+0.7200	—
409	+0.48906	—	439	+0.5212	—	469	+0.7382	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
470	+0.7594	—	500	—	-0.6304	530	-0.3782	—
471	+0.7825	—	501	—	+0.7013	531	+0.3652	—
472	+0.9084	—	502	—	+0.7714	532	+0.3523	—
473	+0.9372	—	503	—	+0.8403	533	+0.3394	—

表 A.1 (续)

波长 nm	E		波长 nm	E		波长 nm	E	
	$x_0=0.3333, y_0=0.3333$			$x_0=0.3333, y_0=0.3333$			$x_0=0.3333, y_0=0.3333$	
	$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$
474	0.8699	—	504	—	0.9081	534	0.3264	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
475	+0.9075	—	505	-1.0252	-0.9754	535	-0.3135	—
476	+0.9510	+1.0515	506	0.9594	-1.0423	536	+0.3005	—
477	+1.0009	+0.9991	507	0.9021	—	537	+0.2872	—
478	—	+0.9449	508	0.8516	—	538	+0.2737	—
479	—	+0.8883	509	0.8068	—	539	+0.2602	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
480	—	+0.8290	510	-0.7666	—	540	-0.2466	—
481	—	+0.7670	511	+0.7304	—	541	+0.2325	—
482	—	+0.7033	512	+0.6977	—	542	+0.2182	—
483	—	+0.6374	513	+0.6677	—	543	+0.2034	—
484	—	+0.5704	514	+0.6403	—	544	+0.1884	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
485	—	+0.5013	515	-0.6153	—	545	-0.1729	—
486	—	+0.4302	516	+0.5928	—	546	+0.1573	—
487	—	+0.3577	517	+0.5722	—	547	+0.1409	—
488	—	+0.2838	518	+0.5528	—	548	+0.1239	—
489	—	+0.2089	519	+0.5347	—	549	+0.1067	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
490	—	+0.1333	520	-0.5178	—	560	+0.1364	—
491	—	+0.0560	521	+0.5019	—	561	+0.1647	—
492	—	-0.0225	522	+0.4870	—	562	+0.1949	—
493	—	-0.1008	523	+0.4726	—	563	+0.2261	—
494	—	-0.1785	524	+0.4587	—	564	+0.2591	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
495	—	-0.2559	525	-0.4448	—	565	+0.2939	—
496	—	+0.3329	526	+0.4313	—	566	+0.3307	—
497	—	+0.4087	527	+0.4177	—	567	+0.3695	—
498	—	+0.4838	528	+0.4045	—	568	+0.4107	—
499	—	+0.5574	529	+0.3913	—	569	+0.4544	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
570	+0.5002	—	610	—	+0.0018	640	—	-0.1362
571	+0.5485	—	611	—	-0.0075	641	—	+0.1382
572	+0.6005	—	612	—	-0.0162	642	—	+0.1399
573	+0.6564	—	613	—	-0.0243	643	—	+0.1417
574	+0.7154	—	614	—	-0.0320	644	—	+0.1432
—	—	—	—	—	—	—	—	—
575	+0.7784	—	615	—	-0.0395	645	—	-0.1448
576	+0.8456	—	616	—	+0.0464	646	—	+0.1463
577	+0.9180	—	617	—	+0.0526	647	—	+0.1476
578	+0.9952	+1.0048	618	—	+0.0588	648	—	+0.1489
579	+1.0788	+0.9269	619	—	+0.0646	649	—	+0.1502
—	—	—	—	—	—	—	—	—
580	—	+0.8554	620	—	-0.0701	650	—	-0.1513
581	—	+0.7894	621	—	+0.0750	651	—	+0.1524
582	—	+0.7289	622	—	+0.0798	652	—	+0.1535
583	—	+0.6729	623	—	+0.0844	653	—	+0.1543
584	—	+0.6207	624	—	+0.0886	654	—	+0.1554

表 A.1 (续)

波长 nm	E		波长 nm	E		波长 nm	E	
	$x_0=0.3333, y_0=0.3333$			$x_0=0.3333, y_0=0.3333$			$x_0=0.3333, y_0=0.3333$	
	$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$		$\frac{x-x_0}{y-y_0}$	$\frac{y-y_0}{x-x_0}$
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
585	—	+0.5724	625	—	+0.0929	655	—	-0.1562
586	—	+0.5276	626	—	+0.0968	656	—	+0.1571
587	—	+0.4857	627	—	+0.1005	657	—	+0.1577
588	—	+0.4463	628	—	+0.1038	658	—	+0.1586
589	—	+0.4101	629	—	+0.1074	659	—	+0.1592
—	—	—	—	—	—	—	—	—
590	—	+0.3755	630	—	-0.1105	660	—	-0.1599
591	—	+0.3433	631	—	+0.1136	661	—	+0.1603
592	—	+0.3136	632	—	+0.1167	662	—	+0.1609
593	—	+0.2852	633	—	+0.1196	663	—	+0.1613
594	—	+0.2589	634	—	+0.1223	664	—	+0.1618
—	—	—	—	—	—	—	—	—
605	—	+0.0572	635	—	-0.1248	665	—	-0.1622
606	—	+0.0449	636	—	+0.1273	666	—	+0.1626
607	—	+0.0329	637	—	+0.1296	667	—	+0.1630
608	—	+0.0218	638	—	+0.1319	668	—	+0.1634
609	—	+0.0115	639	—	+0.1341	669	—	+0.1637
—	—	—	—	—	—	—	—	—
670	—	-0.1641	680	—	-0.16700	690	—	-0.16908
671	—	+0.1643	681	—	+0.16725	691	—	+0.16920
672	—	+0.1647	682	—	+0.16750	692	—	+0.16931
673	—	+0.1649	683	—	+0.16773	693	—	+0.16939
674	—	+0.1652	684	—	+0.16796	694	—	+0.16947
—	—	—	—	—	—	—	—	—
675	—	-0.1655	685	—	-0.16819	695	—	-0.16951
676	—	+0.1660	686	—	+0.16839	696	—	+0.16957
677	—	+0.1662	687	—	+0.16858	697	—	+0.16960
678	—	+0.1664	688	—	+0.16877	698	—	+0.16962
679	—	+0.1668	689	—	+0.16893	699	—	-0.16964
—	—	—	—	—	—	—	—	—

附录 B
(资料性)
配套测试软件说明

B.1 概述

本附录给出了与软件SJ/T 11281—2025知悉相配套测试软件的说明，该软件可与本文件配套使用（详见配套测试软件操作说明）。

B.2 软件特点

测试软件具有如下特点：

- a) 提供了亮度鉴别测试、灰度测试、换帧频率（简称帧频）测试、像素失控率测试、视觉刷新频率、平均功率测试等功能，界面简洁，使用方便；
- b) 可用于中文版本操作系统上。支持 LED 同步显示系统，兼容性好。

B.3 功能

B.3.1 亮度鉴别测试

测试界面共有24级灰度条纹，每一条纹的宽度为24列，条纹颜色为白色，可进行左右移动，每按动一下“←”键，测试条纹左移24列；每按动一下“→”键，测试条纹右移24列。满足亮度鉴别测试要求。

B.3.2 灰度测试

灰度测试界面可分别显示红色、绿色、蓝色、白色各256个等级，级差均等。“R”键“G”键“B”键“W”键控制颜色的选择，可手动或自动增加或降低每个灰度等级。每按动一下“↑”键，被选基色的亮度增加一个等级，每按动一下“↓”键，被选基色的亮度降低一个等级。使用自动增减灰度等级功能时，间隔时间可设定或更改。

B.3.3 换帧频率测试

在显示窗口内显示换帧频率专用测试图像。

B.3.4 像素失控率测试

测试界面可满足显示屏盲点和常亮点测试要求，实现全屏像素失控率、区域像素失控率测试功能。测试颜色可满足红色、绿色、蓝色、白色的要求。

B.3.5 视觉刷新频率测试

在显示窗口内显示视频刷新频率专用测试图像。

B.3.6 平均功率测试

在显示窗口内显示平均功率专用测试图像。

中华人民共和国
电子行业标准
发光二极管(LED)显示屏测试方法
SJ/T 11281—2025

*

中国电子技术标准化研究院 编制
中国电子技术标准化研究院 发行

电话：(010) 64102612 (010) 64102617
地址：北京市安定门东大街1号
邮编：100007
网址：www.cesi.cn

*

开本：880×1230 1/16 印张：2 $\frac{1}{2}$ 字数：16千字

2025年8月第一版 2025年8月第一次印刷
印数：200册 定价：100.00元

版权专有 不得翻印