



中国 电影 电视 技术 学会 标准

CSMPTE 002—2016

演播室用 LED 显示屏技术要求和测量方法

Technical requirements and measurement methods for LED displays used in studios

2016 - 8 - 11 发布

2016 - 8 - 11 实施

中国电影电视技术学会 发布

目 次

| | |
|--------------------------------|-----|
| 前言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和缩略语..... | 1 |
| 4 技术要求..... | 2 |
| 5 测量方法..... | 4 |
| 附 录 A（资料性附录） 摩尔纹的影响及减轻方法..... | 14 |
| 附 录 B（规范性附录） 配套屏体控制器接口要求..... | 16 |
| 附 录 C（规范性附录） Gamma 值的计算过程..... | 17 |
| 参考文献..... | 18 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电影电视技术学会标准与测试专业委员会归口。

本标准起草单位：国家新闻出版广电总局广播电视规划院、中央电视台、北京电视台、中国传媒大学、利亚德光电股份有限公司、北京金立翔艺彩科技有限公司。

本标准主要起草人员：邓向冬、王惠明、刘万铭、刘畅、赵贵华、谭阳、刘晓光、徐冬丽、余一华、史萍、谭连起、朱伟、李文萍、兰明、罗啸、李秋慧。

演播室用 LED 显示屏技术要求和测量方法

1 范围

本标准规定了演播室用LED显示屏的技术要求和测量方法。对于能够确保同样测量不确定度的任何等效测量方法也可采用。有争议时，应以本标准为准。

本标准适用于演播室用LED显示屏的研发、生产、应用、测试和运行维护。

2 规范性引用文件

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

GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GY/T 155-2000 高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

LED 显示屏 LED display

通过一定的控制方式，由LED器件阵列组成的显示屏幕。

3.1.2

亮度鉴别等级 distinguishable brightness level

人眼能够分辨的图像从黑到100%白之间的亮度等级。

3.1.3

暗室对比度 darkroom contrast

暗室环境下（显示屏环境照度不大于1lux）显示屏先后显示标准白场和黑场图像时所呈现的亮度之比。

3.1.4

应用对比度 application contrast

应用环境下（显示屏环境照度为10lux±0.5lux）显示屏先后显示标准白场和黑场图像时所呈现的亮度之比。

3.1.5

色纯度 Purity

等能白光（E白）色度坐标至被测显示屏基色色度坐标的直线距离与等能白光色度坐标至该显示屏基色主波长之光谱轨迹色度坐标的直线距离之比，以百分比计。

3.1.6

刷新频率 refresh ratio

LED显示屏显示数据每秒钟被重复显示的次数。

3.1.7

换帧频率 refresh frame frequency

LED显示屏画面信息每秒钟更新的次数。

3.1.8

灰度等级色调重现 grey scale tone reproduction

LED显示屏显示不同电平的灰度信号时，各灰度信号对应的色度坐标与50%电平灰度信号对应的色度坐标之间的偏离程度。

3.1.9

图像锐度 image sharpness

显示图像的边缘锐利程度。以图像由黑到100%白（或由100%白到黑）过渡曲线上升沿（或下降沿）的过渡像素数来衡量，过渡像素越少，图像锐度越高。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

CIE 国际照明委员会（Commission Internationale de L'Eclairage）

DVI 数字视频接口（Digital Visual Interface）

HD-SDI 高清串行数字接口（High Definition Serial Digital Interface）

HDMI 高清晰度多媒体接口（High Definition Multimedia Interface）

ITE 信息技术设备（Information Technology Equipment）

LED 发光二极管（Light Emitting Diode）

3G SDI 3Gbps串行数据接口（3Gbps Serial Data Interface）

4 技术要求

4.1 演播室用 LED 显示屏的技术要求

演播室用LED显示屏（以下简称LED显示屏）的技术参数和要求见表1。

表1 演播室用 LED 显示屏技术参数和要求

| 序号 | 项目 | | 技术要求 | | | | |
|-----|---|-------------|--|--|--|-----------|-----------|
| | | | 甲级 | 乙级 | 丙级 | | |
| 1 | 亮度鉴别等级 | | ≥20级 | ≥16级 | ≥12级 | | |
| 2 | 白场亮度范围 | 可调下限 | ≤100cd/m ² | | | | |
| | | 可调上限 | ≥600cd/m ² | | | | |
| 3 | 暗室对比度 | | ≥10000:1 | ≥2500:1 | ≥250:1 | | |
| 4 | 应用对比度 | | ≥100:1 | ≥50:1 | ≥25:1 | | |
| 5 | 白场色度坐标 ^a ($\Delta u'v'$) ^b | 6500K | ≤0.003 | ≤0.010 | ≤0.020 | | |
| | | 5600K | ≤0.003 | ≤0.010 | ≤0.020 | | |
| | | 3200K | ≤0.003 | ≤0.010 | ≤0.020 | | |
| 6 | 灰度等级色调重现 ($\Delta u'v'$) | | ≤0.010 | ≤0.020 | ≤0.040 | | |
| 7 | 白场亮度不均匀性 | | ≤2% | ≤5% | ≤10% | | |
| 8 | 白场色度不均匀性 ($\Delta u'v'$) | | ≤0.003 | ≤0.006 | ≤0.015 | | |
| 9 | 光学特性 | 基色主波长及色纯度 | 红 | 主波长 | 612nm±3nm | 612nm±5nm | 612nm±7nm |
| | | | | 色纯度 | ≥91% | ≥89% | ≥87% |
| | | | 绿 | 主波长 | 548nm±4nm | 548nm±6nm | 548nm±8nm |
| | | | | 色纯度 | ≥72% | ≥70% | ≥68% |
| | | | 蓝 | 主波长 | 465nm±5nm | 465nm±7nm | 465nm±9nm |
| 色纯度 | ≥93% | ≥91% | | ≥89% | | | |
| 10 | 电光转换特性 (Gamma) | | 至少应支持Gamma2.2, 输入信号电平从10%到90%, Gamma测量值与标称值的差异在±0.15之内 | 至少应支持Gamma2.2, 输入信号电平从10%到90%, Gamma测量值与标称值的差异在±0.30之内 | 至少应支持Gamma2.2, 输入信号电平从10%到90%, Gamma测量值与标称值的差异在±0.50之内 | | |
| 11 | 亮度与视角关系 | 水平方向±45° | 亮度变化不超过±15% | 亮度变化不超过±25% | 亮度变化不超过±40% | | |
| | | 水平方向±60° | 亮度变化不超过±30% | 亮度变化不超过±40% | 亮度变化不超过±50% | | |
| 12 | 色温调节功能 | | 色温在3000K~8000K内可调, 调节步长≤100K | 色温在3000K~8000K内可调, 调节步长≤200K | 色温在3000K~8000K内可调, 调节步长≤300K | | |
| 13 | 图像锐度(针对带屏幕膜的显示屏°) | 上升沿过渡像素数 | 暂不规定 ^d | | | | |
| | | 下降沿过渡像素数 | 暂不规定 | | | | |
| 14 | 电学特性 | 最高单灯刷新频率 | ≥3000Hz | ≥2000Hz | ≥600Hz | | |
| 15 | | 最高换帧频率 | ≥50Hz | ≥25Hz | ≥25Hz | | |
| 16 | 功耗特性 | 白场工况下单位面积功耗 | ≤150W/m ² | ≤300W/m ² | ≤500W/m ² | | |
| 17 | | 黑场工况下单位面积功耗 | ≤100W/m ² | ≤200W/m ² | ≤300W/m ² | | |
| 18 | 白场工况下显示屏表面温度(室温25℃±2℃) | | ≤40℃ | ≤50℃ | ≤60℃ | | |
| 19 | 噪声特性(针对带风扇的显示屏箱体) | | NR ^e 15 | NR20 | NR25 | | |

表 1 (续)

| 序号 | 项目 | | 技术要求 | | |
|--|--------------------------------|--------|--------------------------|---------|----|
| | | | 甲级 | 乙级 | 丙级 |
| 20 | 电磁兼容特性 (单个箱体 ^f) | 辐射骚扰场强 | 符合 GB 9254 对 A 级 ITE 的要求 | | |
| 21 | | 传导骚扰电压 | 符合 GB 9254 对 A 级 ITE 的要求 | | |
| 22 | 双路电源热备份 | | 双路供电双电源 | 单路供电双电源 | 可选 |
| 23 | 显示屏箱体主备输入信号自动切换 | | 应支持, 且无闪烁 | 应支持 | 可选 |
| <p>^a测量“白场色度坐标”时, 环境温度应设置为 25℃±2℃, 否则该指标不做技术要求。</p> <p>^bΔu'v'是指在 CIE 1976 色度图中, 实测的色度坐标与理想的色度坐标之间的偏差距离。三种色温的理想坐标(u', v')分别为 6500K (0.1978, 0.4683)、5600K (0.2061, 0.4762)、3200K (0.2440, 0.5173)。</p> <p>^cLED 显示屏加装屏幕膜是为减轻或消除摩尔纹, 摩尔纹的影响及减轻方法参见附录 A。</p> <p>^d通常, LED 显示屏加装屏幕膜后图像锐度降低(画面变模糊), 摩尔纹程度减轻。因不同屏、不同膜的组合会产生多种不同效果, 难以统一图像锐度值, 故本测试项暂不规定具体数值要求, 主要用于提示用户关注图像锐度。</p> <p>^e指 NR 噪声评价曲线的 1/1 倍频程声压级, 具体指标见表 2。</p> <p>^f实验室检测只针对单个箱体。对于由多个箱体拼接而成的现场 LED 大屏, 辐射骚扰一般比单个箱体更强, 建议在正式使用之前对辐射骚扰场强进行测量, 以便于现场无线信号的频率规划, 减少现场 LED 大屏对其他设备的频率干扰。</p> | | | | | |

表2 NR 噪声评价曲线的 1/1 倍频程声压级

| NR | 声压级 (dB) | | | | | | | | |
|-------|----------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 31.5Hz | 63Hz | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1000Hz | 2000Hz | 4000Hz | 8000Hz |
| NR-10 | 62 | 43 | 30 | 21 | 14 | 10 | 6 | 4 | 3 |
| NR-15 | 65 | 47 | 35 | 25 | 19 | 15 | 11 | 9 | 8 |
| NR-20 | 69 | 51 | 39 | 30 | 24 | 20 | 16 | 14 | 13 |
| NR-25 | 72 | 55 | 43 | 35 | 29 | 25 | 21 | 19 | 18 |
| NR-30 | 76 | 59 | 48 | 39 | 34 | 30 | 26 | 25 | 23 |
| NR-35 | 79 | 63 | 52 | 44 | 38 | 35 | 32 | 30 | 28 |
| NR-40 | 82 | 67 | 56 | 49 | 43 | 40 | 37 | 35 | 33 |

4.2 LED 显示屏配套屏体控制器接口要求

LED显示屏配套屏体控制器用于将外部输入信号转换为LED显示屏的显示信号。LED显示屏配套屏体控制器的接口要求见附录B。

5 测量方法

5.1 环境要求

除对测试环境有特殊规定的测试项目外, 环境要求如下:

- a) 环境温度: 15℃~35℃;
- b) 相对湿度: 20%~80%;
- c) 大气压力: 86kPa~106kPa;
- d) 电压幅度: 220V±22V;

- e) 电源频率：50Hz±2Hz；
- f) 电磁兼容特性的测试环境：应符合 GB 9254 的要求。

5.2 仪器要求

除特殊规定外，测试信号源应符合GY/T 155-2000的规定，测试信号源输出的信号样值比特数应为10比特，能输出本标准规定的所有测试信号。测量时测试信号源和被测LED显示屏系统的信号接口均采用HD-SDI。

亮度计测量范围应至少满足 $0.01\text{cd}/\text{m}^2\sim 10000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

色度计在亮度为 $0.5\text{cd}/\text{m}^2$ 或以下时，仍能测出数据。优选分光型色度计。

5.3 其他要求

为了确保测量的完整性和可重复性，应遵守以下条件：

- a) 除特殊规定外，测量距离为2米；
- b) 除了测量可视角以外，所有的测量都应保证测量仪器的光轴与被测LED显示屏的表面垂直；
- c) 设备的指示灯等应进行适当遮挡，以避免光线影响测量结果；
- d) 被测LED显示屏的Gamma曲线应设置为Gamma 2.2；
- e) 除特殊规定外，被测LED显示屏的色温应设置为5600K或6500K；
- f) 正式测试前，被测LED显示屏应先输入亮度为 $15\text{cd}/\text{m}^2$ 的灰场信号进行预热，时长30分钟。

5.4 测试信号图

5.4.1 白场信号图和黑场信号图

白场和黑场信号图是平坦的亮度信号图，其电平分别为100%和0%，波形见图1和图2。

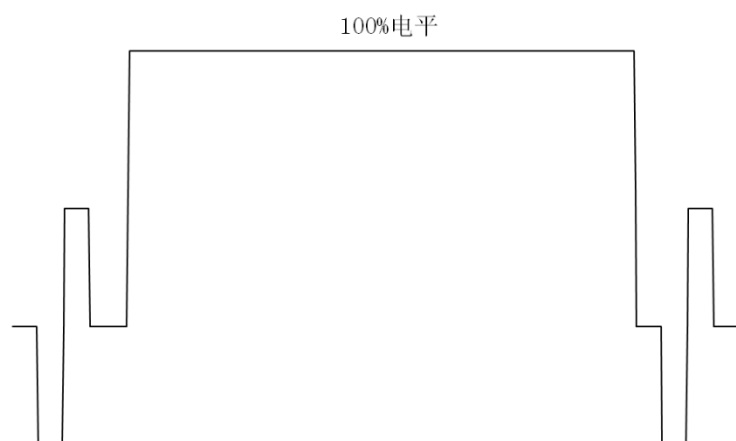


图1 白场信号波形图

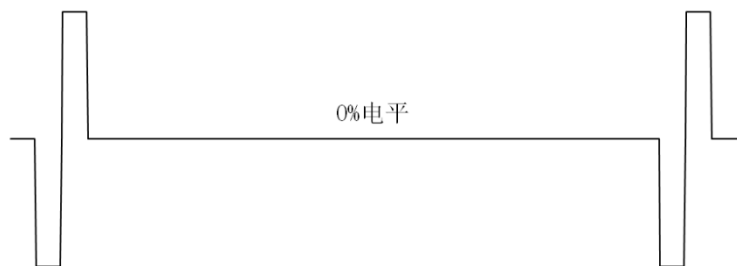


图2 黑场信号波形图

5.4.2 基色信号图

基色信号图分为红场信号图、绿场信号图和蓝场信号图。

5.4.3 灰窗信号图

灰窗信号图是在电平为0%的黑场背景上有一个位于画面中心的灰色正方形窗口的信号图,灰色正方形窗口面积为整个图像的1%。

灰窗信号图共有19个,其窗口电平值见表3。

表3 灰窗信号图的窗口电平值

| 灰阶测试序号 | 信号电平值 (10 比特) |
|--------|---------------|
| 1 | 64 |
| 2 | 86 |
| 3 | 138 |
| 4 | 190 |
| 5 | 242 |
| 6 | 294 |
| 7 | 346 |
| 8 | 398 |
| 9 | 450 |
| 10 | 502 |
| 11 | 554 |
| 12 | 606 |
| 13 | 658 |
| 14 | 710 |
| 15 | 762 |
| 16 | 814 |
| 17 | 866 |
| 18 | 918 |
| 19 | 940 |

5.4.4 亮度阶梯信号图

亮度阶梯信号图是将亮度信号由黑到100%白等分成若干个亮度阶梯的信号图。根据等分数量的不同，可分为10阶梯、11阶梯、12阶梯，依次类推到24阶梯。

5.4.5 单像素信号图

单像素信号图是指在黑场画面上有若干由单像素（100%白色）排列而成的行和列的信号图。其中的一种示例图见图3。



图3 单像素信号图

5.4.6 图像锐度测试信号图

图像锐度测试信号图的画面中包含从黑到100%白和从100%白到黑的阶跃变化，用于测量带屏幕膜的显示屏的图像锐度。其中的一种示例图见图4。



图4 图像锐度测试信号图

5.5 测量步骤

5.5.1 LED 显示屏标准测量状态调整

被测显示屏输入12阶亮度阶梯信号图，调整亮度和对比度参数，使得屏幕能够鉴别出12级亮度等级，并且白场亮度为 $100\text{cd}/\text{m}^2 \pm 2\text{cd}/\text{m}^2$ 。除特殊说明外，各项目测试应在此状态下进行。

5.5.2 亮度鉴别等级

测量信号：亮度阶梯信号图；

测量步骤如下：

- a) 输入亮度阶梯信号图，从 10 阶梯开始往上递增，目测检查屏幕能鉴别的亮度等级最大数值；
- b) 采用 5 个观察者进行上述步骤的测量，去除一个最高值和一个最低值，剩余 3 个数值算术平均并四舍五入取整后作为本次测试的亮度鉴别等级结果。

5.5.3 白场亮度范围

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图、亮度阶梯信号图（12 阶梯）；
- b) 测量仪器：亮度计。

测量步骤如下：

- a) 输入 12 阶梯亮度阶梯信号图，被测显示屏亮度由 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 开始逐渐提高亮度，同时目测检查屏幕能否鉴别出 12 级亮度等级；
- b) 在屏幕恰可鉴别 12 级亮度等级时，输入白场信号图，测量此时屏幕中心的亮度，即为白场亮度可调上限；
- c) 输入 12 阶梯亮度阶梯信号图，被测显示屏亮度由 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 开始逐渐降低亮度，同时目测检查屏幕能否鉴别出 12 级亮度等级；
- d) 在屏幕恰可鉴别 12 级亮度等级时，输入白场信号图，测量此时屏幕中心的亮度，即为白场亮度可调下限。

5.5.4 暗室对比度

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图、黑场信号图；
- b) 测量仪器：亮度计。

测量步骤如下：

- a) 输入白场信号，测量屏幕中心区域的亮度，即白场亮度；
- b) 输入黑场信号，测量屏幕中心区域的亮度，即黑场亮度；
- c) 计算暗室对比度，计算公式为：暗室对比度=白场亮度/黑场亮度。

5.5.5 应用对比度

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图、黑场信号图；
- b) 测量仪器：亮度计。

测量步骤如下：

- a) 采用演播室色温的点光源放置在屏幕法线方向 2 米处，调整光源亮度，使得被测显示屏的垂直照度为 $10\text{lux} \pm 0.5\text{lux}$ ；
- b) 输入白场信号，测量屏幕中心区域的亮度，即白场亮度；
- c) 输入黑场信号，测量屏幕中心区域的亮度，即黑场亮度；
- d) 计算应用对比度，计算公式为：应用对比度=白场亮度/黑场亮度。

5.5.6 白场色度坐标

测量条件如下：

- a) 测试信号：白场信号图；

b) 测量仪器：色度计。

测量步骤如下：

- 将被测显示屏的色温设置为 6500K；
- 输入白场测试信号图，测量屏幕中心的色度坐标值，计算测量值与理想值的偏差距离 $\Delta u'v'$ ；
- 将被测显示屏的色温设置为 5600K；
- 输入白场测试信号图，测量屏幕中心的色度坐标值，计算测量值与理想值的偏差距离 $\Delta u'v'$ ；
- 将被测显示屏的色温设置为 3200K；
- 输入白场测试信号图，测量屏幕中心的色度坐标值，计算测量值与理想值的偏差距离 $\Delta u'v'$ 。

5.5.7 灰度等级色调重现

测量条件如下：

- 测试信号：灰窗信号图；
- 测量仪器：色度计。

测量步骤如下：

- 依次输入并显示灰窗信号图的灰阶 1 到灰阶 19，用测量仪器测量被测显示屏中心点的亮度和色度；
- 对亮度测量值大于 1cd/m^2 的灰阶，计算其色度坐标与灰阶 10（白窗电平为 50%信号电平）的色度坐标之间的偏差，取偏差距离最大值作为测试结果。

5.5.8 白场亮度不均匀性

测量条件如下：

- 测试信号：白场信号图；
- 测量仪器：亮度计。

测量步骤如下：

- 输入白场信号图，测量被测显示屏不同区域 9 个点（见图 5）的亮度值；
- 计算亮度不均匀性，计算公式为：（测量最大值-测量最小值）/平均值 $\times 100\%$ 。

| 测试点 | 坐标（相对于屏幕中心） | |
|-------------|-------------|------------|
| | w | h |
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 和 6 | 0.0 | $\pm 0.4H$ |
| 4 和 8 | $\pm 0.4W$ | 0.0 |
| 3, 5, 7 和 9 | $\pm 0.4W$ | $\pm 0.4H$ |

图5 亮度不均匀性测量区域

5.5.9 白场色度不均匀性

测量条件如下：

- a) 测试信号：白场信号图；
- b) 测量仪器：色度计。

测量步骤如下：

- a) 输入白场信号图，测量被测显示屏不同区域 9 个点（见图 5）的色度值；
- b) 计算各点色度测量值与屏幕中心点测量值的偏差距离 $\Delta u'v'$ 。

5.5.10 基色主波长及色纯度

测量条件如下：

- a) 测试信号：基色信号图；
- b) 测量仪器：色度计。

测量步骤：被测显示屏依次输入红场、绿场、蓝场测试信号图，分别测量屏幕中心的色度坐标，并计算相应的主波长及色纯度。

5.5.11 电光转换特性

测量条件如下：

- a) 测试信号：灰窗信号图；
- b) 测量仪器：亮度计。

测量步骤如下：

- a) 依次输入并显示灰窗信号图的灰阶 1 到灰阶 19，用测量仪器测量被测显示屏中心点的亮度。在测试过程中，亮度和对比度的设置不能改变；
- b) 按照附录 C 的方法计算 Gamma 值。

5.5.12 亮度与视角关系

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图；
- b) 测量仪器：量角器、亮度计。

测量步骤如下：

- a) 输入白场信号图，在亮度计垂直于被测显示屏的情况下，测量屏幕的亮度，记为 L_0 ；
- b) 将亮度计从屏幕法线方向向左调整至与被测显示屏夹角为 45° ，测量屏幕的亮度值，记为 L_{-45} ；
- c) 计算亮度变化 $(L_{-45} - L_0) / L_0 \times 100\%$ ；
- d) 将亮度计从屏幕法线方向向右调整至与被测显示屏夹角为 45° ，测量屏幕的亮度值，记为 L_{+45} ；
- e) 计算亮度变化 $(L_{+45} - L_0) / L_0 \times 100\%$ ；
- f) 将亮度计从屏幕法线方向向左调整至与被测显示屏夹角为 60° ，测量屏幕的亮度值，记为 L_{-60} ；
- g) 计算亮度变化 $(L_{-60} - L_0) / L_0 \times 100\%$ ；
- h) 将亮度计从屏幕法线方向向右调整至与被测显示屏夹角为 60° ，测量屏幕的亮度值，记为 L_{+60} ；
- i) 计算亮度变化 $(L_{+60} - L_0) / L_0 \times 100\%$ 。

5.5.13 色温调节功能

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图；
- b) 测量仪器：色度计。

测量步骤如下：

- a) 输入白场信号图，将被测显示屏的色温设置为 3000K，测量此时屏幕的白场色温；

- b) 以最小调节量调高被测显示屏的色温，测量此时屏幕的白场色温，并计算测量值与步骤 a) 的测量值之差，记为 ΔT_1 ；
- c) 将被测显示屏的色温设置为 5600K，测量此时屏幕的白场色温；
- d) 以最小调节量调高被测显示屏的色温，测量此时的白场色温，并计算测量值与步骤 c) 的测量值之差，记为 ΔT_2 ；
- e) 将被测显示屏的色温设置为 8000K，测量此时屏幕的白场色温；
- f) 以最小调节量调低被测显示屏的色温，测量此时的白场色温，并计算测量值与步骤 e) 的测量值之差，记为 ΔT_3 ；
- g) 判断 ΔT_1 、 ΔT_2 、 ΔT_3 中的最大值是否符合表 1 序号 12 的技术要求。

5.5.14 图像锐度

测量条件如下：

- a) 测试对象：针对带屏幕膜的显示屏箱体；
- b) 测量信号：图像锐度测试信号图；
- c) 测量仪器：照相机（像素不低于 3840×2160 ）。

测量步骤：

- a) 输入图像锐度测试信号图；
- b) 在被测显示屏正前方用照相机进行拍摄取景，取景画面主体为图像锐度测试信号图的黑白过渡区，调节照相机焦距使焦点处于显示屏屏幕表面并进行拍摄；
- c) 对拍摄的照片进行逐样值分析，绘制图像亮度变化曲线（亮度上升曲线示例图见图 6）。为保证测量准确性，照片中每个显示屏像素所对应的样值点数应不小于 2，否则应重新取景拍摄；
- d) 计算亮度上升曲线中上升沿（10%到 90%）经历的样值点数，并根据样值点与显示屏像素的比例关系，换算成对应的显示屏像素数，记为上升沿过渡像素数；
- e) 计算亮度下降曲线下降沿（90%到 10%）经历的样值点数，并根据样值点与显示屏像素的比例关系，换算成对应的显示屏像素数，记为下降沿过渡像素数。

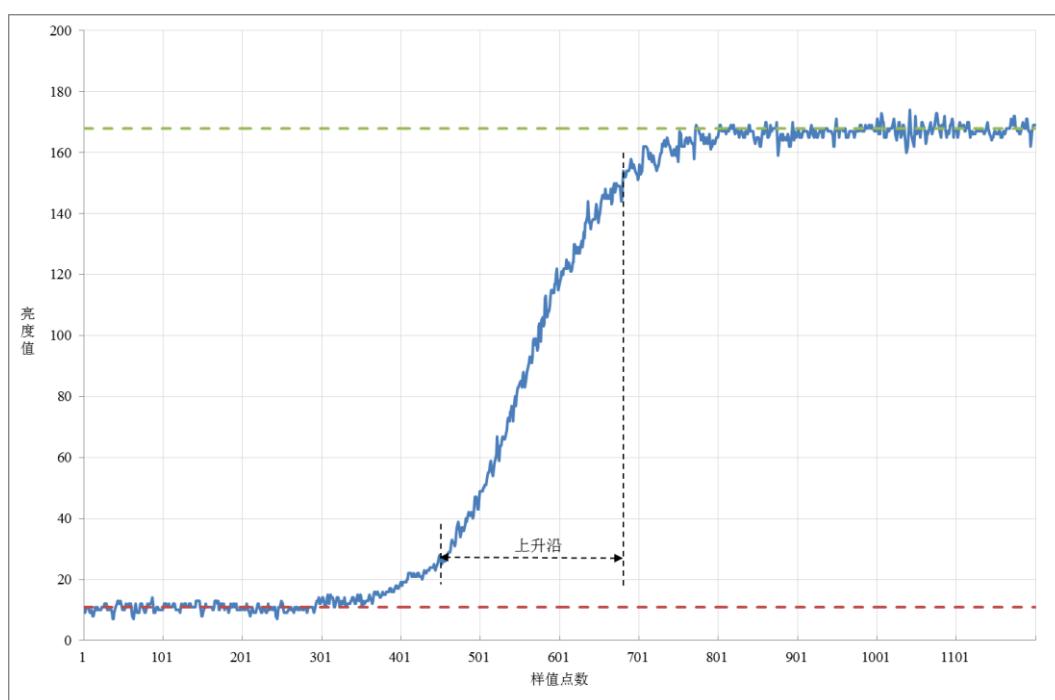


图6 图像亮度上升曲线图

5.5.15 最高单灯刷新频率

测量条件如下:

- a) 测量信号: 单像素信号图;
- b) 测量仪器: 光电转换器(响应时间不大于 50us)、示波器。

测量步骤如下:

- a) 将被测显示屏的单灯刷新频率设置为最大值;
- b) 输入单像素信号图, 用光电转换器拾取屏幕上某 1 个发光像素的光信号;
- c) 用示波器观测光电转换器输出的单灯驱动信号波形, 测量该信号波形的周期 T , 则单灯刷新频率为 $1/T$ 。

5.5.16 最高换帧频率

测量条件如下:

- a) 测量信号: 黑场信号图、白场信号图;
- b) 测量仪器: 光电转换器、示波器。

测量步骤如下:

- a) 将被测显示屏的换帧频率设置为最大值;
- 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, 用光电转换器拾取屏幕上某区域 4 个以上相邻像素的光信号;
- c) 用示波器观测光电转换器输出的屏幕信号波形, 如在该信号波形中可识别出相邻的两帧图像, 则测量两帧图像之间的间隔 T , 换帧频率即为 $1/T$; 如在信号波形中无法识别出相邻的两帧图像, 则继续步骤 d) 和 e);
- d) 通过 3G SDI 或 HDMI 接口输入不低于 1920×1080/50/P 格式的黑场与白场交替出现的测试信号, 用光电转换器拾取屏幕上某区域 4 个以上相邻像素的光信号;
- e) 用示波器观测光电转换器输出的屏幕信号波形, 测量该信号波形中相邻两帧图像之间的间隔 T , 换帧频率即为 $1/T$ 。

5.5.17 白场工况下单位面积功耗

测量条件如下:

- a) 测量信号: 白场信号图;
- b) 测量仪器: 功率计。

测量步骤如下:

- a) 输入白场测试信号图, 在 1 小时内对被测显示屏(不含其他配套设备)的单路电源功耗进行 5 次抽测, 并计算测量的平均值;
- b) 测量并计算被测显示屏的面积;
- c) 计算单位面积功耗。

5.5.18 黑场工况单位面积功耗

测量条件如下:

- a) 测量信号: 黑场信号图;
- b) 测量仪器: 功率计。

测量步骤如下:

- a) 输入黑场测试信号图, 在 1 小时内对被测显示屏(不含其他配套设备)的单路电源功耗进行 5

- 次抽测，并计算测量的平均值；
- b) 测量并计算被测显示屏的面积；
 - c) 计算单位面积功耗。

5.5.19 白场工况下显示屏表面温度

测量条件如下：

- a) 测量信号：白场信号图；
- b) 测量仪器：温度测量仪器。

测量步骤：被测显示屏连续显示白场信号图1小时后，抽测显示屏屏幕表面10个以上不同区域的温度值（测量距离不宜大于10厘米），测试结果用最大测量值表示。

5.5.20 噪声特性

测量条件如下：

- a) 测试对象：针对带风扇的显示屏箱体，若显示屏箱体面积不足1平方米，应采用多个显示屏箱体拼接至面积不小于1平方米；
- b) 测量信号：白场信号图；
- c) 测量仪器：声学分析仪。

测量步骤：

- a) 关闭被测显示屏及测量环境中可产生噪声的设备（如空调、灯光等），在被测显示屏中心正前方1米处测量此时的背景噪声声压级 $L_{n,BG}$ （第n个频点的声压级）；
- b) 开启被测显示屏并显示白场信号图，测量此时的噪声声压级 $L_{n,Test}$ ；
- c) 按照公式(1)计算显示屏的噪声声压级 $L_{n,Disp}$ 。

$$L_{n,Disp} = 10 \lg (10^{L_{n,Test}/10} - 10^{L_{n,BG}/10}) \dots \dots \dots (1)$$

5.5.21 电磁兼容特性

按照GB 9254《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》规定的方法进行测试。

附 录 A
(资料性附录)
摩尔纹的影响及减轻方法

A.1 摩尔纹的产生及影响

LED显示屏在演播室实际应用中,有时会出现一种称为摩尔纹的现象,其主要表现是:人眼直接观看LED显示屏时,画面无条纹,而通过摄像机拍摄LED显示屏再用监视器监看拍摄画面时,拍摄画面上会有一些不规则的干扰条纹,示意图见如图A.1。

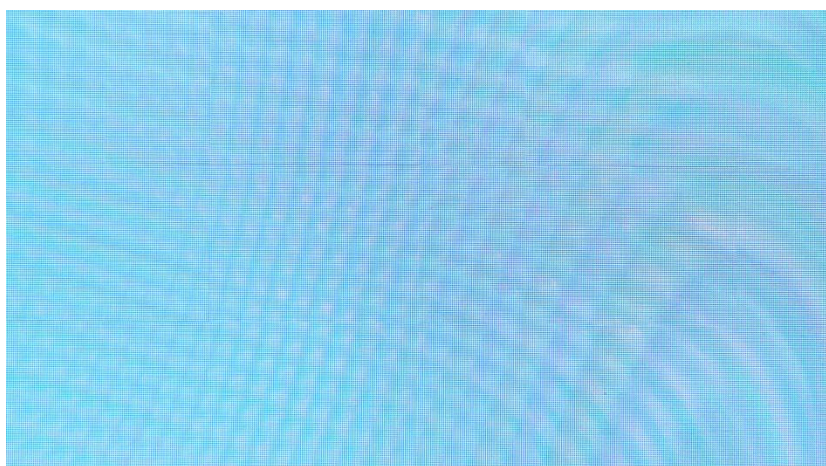


图 A.1 LED 显示屏摩尔纹现象示意图

通常,摩尔纹是指在数码相机或数字摄像机等拍摄设备的感光器件上出现的不规则干扰条纹。当感光元件CCD(CMOS)像素的空间频率与影像中条纹的空间频率接近,就会产生摩尔纹。摩尔纹的产生实际是一种空间频率的差拍,是LED显示屏和摄像机共同形成的一种物理现象,并非LED显示屏本身的缺陷。

对于演播室用的LED显示屏,屏上像素点间的间距通常在1.2mm~6mm之间,整个显示屏形成一个像素阵列,示意图见图A.2中 a),而摄像机的感光器件CCD也是一个阵列,示意图见图A.2中 b)。在常规拍摄时,LED显示屏像素阵列与CCD阵列的空间频率有时会比较接近,于是产生频率差拍,形成摩尔纹,通过监视器监看拍摄画面时,可以看到不规则干扰条纹。

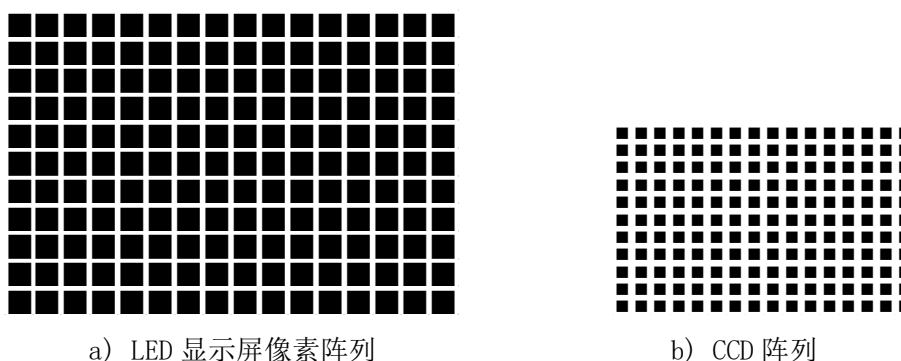


图 A.2 LED 显示屏阵列和 CCD 阵列示意图

摩尔纹现象会造成节目画面的闪烁及条纹干扰,影响用户的观看体验。因此,LED显示屏在演播室应用中应尽量避免产生摩尔纹现象。

A.2 摩尔纹的减轻方法

LED显示屏在演播室应用时，减轻摩尔纹的方法主要有以下三类方法。

A.2.1 采用特殊的摄像机

第一类方法是采用对摩尔纹现象有特殊处理技术的摄像机，主要包括：CCD像素偏置技术和低通滤波器技术等。

CCD像素偏置是指摄像机中的R、G、B三个CCD具有一定的像素偏移，改变了CCD阵列的空间频率，可在一定程度上减少LED显示屏像素阵列与CCD阵列产生差拍，从而减轻摩尔纹现象，但由于CCD的阵列特性并未消失，因此不能完全消除摩尔纹。

低通滤波器技术是指摄像机内置了特定的低通滤波器，能够对拍摄信号进行滤波后再输出。由于摩尔纹通常具有较高的空间频率，因此经过低通滤波后，摩尔纹现象能有效减轻，但图像的锐度也有所降低，对画面质量有一定的损伤。

A.2.2 加装特定屏幕膜

第二类方法是在LED显示屏表面加装特定的屏幕膜，使得LED显示屏形成一个连续发光面，而不是一个发光阵列，消除了像素阵列的固有空间频率，从而避免与CCD阵列产生频率差拍，减轻甚至消除摩尔纹现象。然而，加装屏幕膜可能会对节目拍摄带来一定的影响，如：亮度降低、色彩变化、图像锐度降低等。

A.2.3 调整拍摄参数

第三类方法是调整摄像机的拍摄参数，改变拍摄画面的空间分布规律，减少摩尔纹的产生。主要调整参数如下：

a) 拍摄焦点

在节目拍摄允许的前提下，尽量避免将拍摄焦点设置在LED显示屏上，因为显示屏的画面越清晰越容易产生摩尔纹。

b) 拍摄位置

通过调整摄像机的拍摄位置，包括：上下、左右或前后移动等，可减轻或消除摩尔纹。

c) 拍摄角度

通过调整摄像机的拍摄角度，包括：俯仰、旋转等，也可减轻摩尔纹。

对于演播室中固定配套使用的LED显示屏和摄像机，可以在演播室正式运行前对不同拍摄参数（包括角度、距离、景别、光圈、焦距等）下的摩尔纹现象进行测量，结合摩尔纹的产生原理，研究总结出摩尔纹的产生规律，在后续节目拍摄过程中，可根据这些规律，有效减少摩尔纹的产生。

附 录 B
(规范性附录)
配套屏体控制器接口要求

配套屏体控制器接口要求见表B. 1。

表 B. 1 LED 显示屏配套屏体控制器接口要求

| 序号 | 项目 | | 技术要求 | | |
|--|------|--------------|------------------|-----|-----|
| | | | 甲级 | 乙级 | 丙级 |
| 1 | 输入接口 | HD-SDI | 应具备 ^a | 应具备 | 应具备 |
| 2 | | SDI | 应具备 ^a | 应具备 | 应具备 |
| 3 | | DVI | 应具备 | 可选 | 可选 |
| 4 | | HDMI 1.3 或以上 | 应具备 | 可选 | 可选 |
| 5 | | 3G SDI | 可选 ^a | 可选 | 可选 |
| ^a 3G SDI、HD-SDI、SDI 可共用同一个物理接口。 | | | | | |

附 录 C
(规范性附录)
Gamma 值的计算过程

亮度的 Gamma 值 (γ_N) 计算见公式 (C.1)。

$$\gamma_N = \frac{\lg\left[\frac{L_N - L_{MIN}}{L_{MAX}}\right]}{\lg\left[\frac{Y_{IN} - Y_{MIN}}{Y_{MAX} - Y_{MIN}}\right]} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- Y_{IN} ——当 $N=\{10\%, 20\%, \dots, 90\%\}$ 时对应的输入信号电平;
- L_N ——当 $N=\{10\%, 20\%, \dots, 90\%\}$ 时测得的屏幕亮度;
- L_{MAX} ——输入信号电平为 Y_{MAX} 时测得的屏幕亮度;
- L_{MIN} ——输入信号电平为 Y_{MIN} 时测得的屏幕亮度;
- Y_{MAX} ——对于数字 10 比特系统, Y_{MAX} 为 940;
- Y_{MIN} ——对于数字 10 比特系统, Y_{MIN} 为 64。

参 考 文 献

- [1] GY/T 284-2014 《节目制播用高清晰度电视监视器技术要求和测量方法》
 - [2] GY/T 5086-2012 《广播电视录（播）音室、演播室声学设计规范》
 - [3] SJ/T 11281-2007 《发光二极管（LED）显示屏测试方法》
 - [4] SJ/T 11141-2003 《LED显示屏通用规范》
 - [5] SJ/T 11348-2006 《数字电视平板显示器测量方法》
-

中国电影电视技术学会标准
演播室用 LED 显示屏技术要求和测量方法
CSMPTE 002—2016

中国电影电视技术学会
查询网址：www.csmpte.com
北京市西城区真武庙二条真武家园 4 号楼 1 层西区
邮编：100045
联系电话：（010）63959031