

# LED 显示屏测试方法

1998年5月，LED显示屏专委会在北京召开成立大会之际，大家提出有必要把LED显示屏的主要光电性能检测方法标准化。会后，专委会根据大家提议，委托南京洛普股份有限公司负责起草《LED显示屏检测方法》，并先后组织了昆明、海口、南京三次会议认真讨论，广泛征求各方面意见、修改补充，于2000年9月在厦门第二次全体会员大会上，把《方法》印发给全体会员单位开始试行，以促进行业规范发展。在试行过程中成立的技术组，接受当时北京奥申委等单位的委托，先后对北京首体、工体、奥体中心和黄山体育馆等多块全彩屏，参照《方法》进行了检测。2001年4月，在杭州召开检测技术研讨会，讨论了《方法》试行情况；并由西安青松、北京蓝通等单位对《方法》的实施作了重点发言。当年9月，在北京国际大屏幕显示设备展上，技术组对参展的多块显示屏进行了现场实测，并用中国计量院标定过的检测仪器对各种仪器做了比对。以后又在北京两次开会对《方法》进行了讨论修改；于2002年底上报信息产业部。原计划于今年5、6月召开全体会员大会时，宣贯《方法》，但由于尚未批印，加之“非典”肆虐取消了大会，而许多会员单位又迫切希望尽快见到《方法》，为满足广大会员单位的要求，先将《方法》讨论修改稿在该刊上刊登以供大家参考。

## 1 范围

本标准对LED显示屏的机械、光学、电学等主要技术性能进行了分级，并严格规定了测试方法。

本标准适用于各类LED显示屏（以下简称显示屏）。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本部分。

GB 4208—1993 电工电子产品外壳防护标准

SJ / T 11141—XXXX LED显示屏通用规范

## 3 分级

接检测结果，将指标分为三个等级。

A级：显示屏应达到的基本指标。

B级：指标高于A级。

C级：指标高于A级和B级。

## 4 测试环境和测试仪表

### 4.1 测试环境

除特殊规定外，测试环境如下：

环境温度：15℃～35℃  
相对湿度：40%～80%；  
大气压力：86kpa～106kpa；  
电源电压：220V±10%、50Hz±1Hz。

#### 4.2 测试仪表及软件

彩色电视信号发生器 S/N大于52dB；  
彩色分析仪：精度大于±5%（用于测量亮度、色度等光学性能的同类仪器也可）；  
游标卡尺：分辨率0.02mm；  
量角器：精度2°；  
温度计：精度±1℃；  
光强仪：精度大于±10%；  
照度计：精度大于±10%；  
示波器：100MHz；  
钢尺：长度大于1m；  
塞规：精度大于1/100mm  
亮度鉴别测试软件；  
灰度测试软件；  
帧频测试软件。

### 5 测试方法

#### 5.1 电性能

##### 5.1.1 换帧频率

###### a 定义

画面信息更新的频率 FHO

###### b) 要求

###### c 测量

——启动帧频测试软件，并在显示屏上开四个区域：A1、A2、A3和A4。第一帧画面在区域A1内显示一个“●”，第二帧画面在区域A2内显示一个“■”，第三帧画面在区域A3内显示一个“▲”，第四帧画面在区域A4内显示一个“★”。以上四画面为一组，并从第五帧开始按此规律循环显示；

——在显示屏上显示该测试软件，若显示屏在四个区域中都有完整的圆形，则换帧频率FH就等于计算机帧频FF，即 $FH = Fr$ ；

——在显示屏上显示该测试软件，若显示屏只在区域A1和区域A3中有完整的图形，或只在区域A2和区域A4中有完整图形，则换帧频率FH就等于计算机帧频的一半，即 $FH = FF / 2$ ；

——在显示屏上显示该测试软件，若显示屏只在任意一个区域中有完整图形，则换帧频率FH就等于计算机帧频的四分之一，即 $FH = Fr / 4$ ；

——在显示屏上显示该测试软件，若显示屏在四个区域中都有图形，但图形不完整被抽行或抽列，则换帧频率FH就等于计算机帧频的一半，即 $FH = FF / 4$ ；

——用示波器测出计算机帧频FF，并根据上面测试结果算出换帧频率FH；

——根据表1的规定，将该指标归入相应级别。

### 5.1.2 刷新频率

#### a 定义

显示屏每秒种显示数据被重复的次数 F C

#### b) 要求

#### c) 测量

——显示屏亮度置最高级，灰度级置为变换的 1 级，双基色显示屏为组合色，全色屏为白色；

$$S J / T 1 1 1 4 1 - X X X X$$

——用示波器观察任一像素一种颜色的 L E D 驱动电流波形，并测出一组驱动电流波形的周期 T，则刷新频率  $F C = 1 / T$ ；

——按表 2 的规定，归入相应级别。

### 5.1.3 占空比

#### a 定义

在最大灰度级和最大亮度级情况下，任意一个像素在一个扫描同期内的导通时间 (T o) 与扫描周期 (T s) 之比，以 Z Q 表示。当  $Z Q \geq 1$  时，定义为静态驱动，当  $Z Q < 1$  时，定义为动态驱动。

#### b 要求

驱动占空比通常有 1 / 3 2、1 / 1 6、1 / 8、1 / 4、1 / 2 和 1 等。

#### c = 测量

——统计出显示屏一个模块的驱动电路路数 Q；

——数出显示屏一个模块的象大数 X；

——若显示屏基色数为 J C；

——驱动占空比  $Z Q = Q ( X \times J C )$ 。

### 5.1.4 模组负载变化率

#### a) 定义

在最高灰度和最大亮度级情况下，显示模组全亮和局部亮两种状况的亮度变化率 B L。

#### b) 要求 按表 3。

#### c) 测量

##### 1) 测量条件：

环境照度变化率小于  $\pm 1 0 \%$ 。

光探头采集范围不得小于 1 6 个相邻像素。

##### 2) 测量步骤：

在全屏黑情况下，用彩色分析仪测量显示屏的背景亮度 B D

以模组的 1 / 1 6 方块为单位，将模组划分为若干个区域，任选一个区域作为测试区域；

模组置于最高亮度级、最高灰度级并且整个模组全亮的状况下，测量该模组的亮度 B Q；

将被测模组置于最高亮度级、最高灰度级，但模组中只有一个区域全亮，测量该区域的亮度 B B；

用下式算出模块亮度的变化率：

$$B L = ( B B - B Q ) / ( B B + B Q - 2 B D ) \times 1 0 0 \% ;$$

用上法分别测量计算红、绿、蓝、黄、白的亮度变化率，取其中最大值即为模组的负载变化率；

按表 3 规定，归入相应级别。

### 5.1.5 灰度等级

#### a) 定义

显示屏在同一级亮度中从零灰度到最高灰度之间的等级G。

b) 要求

标定灰度等级G一般分为无灰度(1-bit灰度技术)、4级(2-bit灰度技术)、8级(3-bit灰度技术)、16级(4-bit灰度技术)、32级(5-bit灰度技术)、64级(6-bit灰度技术)、128级(7-bit灰度技术)、256级(8-bit灰度技术)等级别。在任何一种级别中,亮度随灰度等级数应呈单调上升。

c) 测量

1) 测量条件:

环境照度变化率小于±10%;

在整个测试过程中,彩色分析仪的采集范围不变。

2) 测试步骤

启动灰度测试软件,逐级增加灰度级,显示屏的亮度应随着灰度级的上升呈单调上升;实际灰度级

1 < G ≤ 2 显示屏具有1-bit灰度技术;

2 < G ≤ 4 显示屏具有2-bit灰度技术;

4 < G ≤ 8 显示屏具有3-bit灰度技术;

8 < G ≤ 16 显示屏具有4-bit灰度技术;

16 < G ≤ 32 显示屏具有5-bit灰度技术;

32 < G ≤ 64 显示屏具有6-bit灰度技术;

64 < G ≤ 128 显示屏具有7-bit灰度技术;

128 < G ≤ 256 显示屏具有8-bit灰度技术;

依此类推。

### 5.1.6 信噪比

a) 定义

在播放视频信号的情况下,信号有效值S与噪声有效值N之比(S/N)。

b) 要求 按表4。

c) 测量

用光强仪的光探头罩住某一像素(防止外界光的干扰),并在其后测试过程中光强仪采光探头的状况保持不变;

将显示屏置于最高亮度、最大灰度,测出此状况下光强I<sub>EM</sub>

将显示屏置于最高亮度级、50%灰度,测出此灰度级的光强I<sub>EH</sub>;

用彩色电视信号发生仪(信噪比大于52dB),给控制系统送入白信号(PAL制);调节彩色电视信号发生仪的输出幅度,使像素光强等于I<sub>EH</sub>,然后在此状态下让显示屏连续工作半小时;

将视频画面冻结,测出画面冻结后该像素的光强I<sub>Di</sub>,共重复该步骤20次测出I<sub>D1</sub>、I<sub>D2</sub>...I<sub>D20</sub>,找出其中三个最大的I<sub>Di</sub>,求算术平均得到I<sub>Dmax</sub>,再找出其中三个最小的I<sub>Di</sub>求算术平均得到I<sub>Dmin</sub>;

按下式算出信噪比

$$S/N = 20 \lg [2\sqrt{2} I_{EM} / (I_{Dmax} - I_{Dmin})];$$

按表4的规定,归入相应级别。

### 5.1.7 像素失控率

a) 定义

像素失控分为盲点和常亮点两类。整屏像素失控率P<sub>z</sub>等于整屏盲点数与整屏常亮点数之和对整屏像素数之比。区域像素失控率P<sub>Q</sub>等于盲点数与区域常亮点数之和对区域像素数之

比（区域指  $100 \times 100$  的像素矩阵）。

b) 要求 按表 5。

c) 测量

1) 整屏像素失控率 P Z 的测量:

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;

清屏, 用目测法数出红色常亮像素数 P L

用下式算出红色像素失控率

$$P T R = (P F + P L) / P;$$

式中, P 为全屏像素总数 (P 若小于一万, 则按一万计算);

用同样的方法可测算出蓝色像素失控率 P T B 和绿色的像素失控率 P T G;

取 P T R、P T B、P T G 中最高值认定为整屏像素失控率 P T, 并按表 5 的要求, 纳入相应级别。

2) 区域像素失控率 P Q 的测量

用软件做一个  $100 \times 100$  像素的可移动红色方块 (最高灰度级);

移动该方块找出红色盲点最稠密的区域 A P;

用目测法数出方块内红色盲点数 M;

清屏, 用目测法数出 A P 内的红色常亮点数 N;

区域红色像素失控率等于 M、N 之和除以区域像素数 ( $P A R = (M + N) / 10000$ )

用同样方法可测出区域绿色像素失控率 P A G 和区域蓝色像素失控率 P A B。

取 P T R、P R B、P T G 中的最高值认定为区域像素失控率 P Q, 并按表 5 的要求, 纳入相应级别。

## 5.2 光学性能

### 5.2.1 最大亮度

a) 定义

显示屏在一定环境照度下, 在最高灰度级和最高亮度级下测量的亮度 B。

b) 测量

1) 测量条件

环境照度变化小于  $\pm 10\%$

测量区域不得少于 16 个相邻像素。

2) 测量步骤:

显示屏全黑情况下, 用彩色分析仪测量显示屏的背景亮度 B D;

显示屏在最高亮度级、最高灰度级情况下, 用彩色分析仪测量显示屏的最大亮度度 B m a

x;

实际最大亮度:  $B = B m a x - B D$ ;

用上述方法在白平衡情况下, 分别按需测量红、绿、蓝、黄、白等的最大亮度。

### 5.2.2 视角

a) 定义

假定显示屏发光像素法线方向的亮度为 B F, 从显示屏左右两侧检测显示屏的亮度。当左右两侧亮度值下降到 B F / 2 时, 称两条观测线之间的夹角  $\theta S$  ( $\theta S < 180^\circ$ ) 为显示屏水平方向的视角。从显示屏上下两侧检测显示屏的亮度, 当上下两侧的亮度值下降到 B F / 2 时, 称两条观测线之间的夹角  $\theta C$  ( $\theta C < 180^\circ$ ) 为显示屏垂直方向的视角。

b) 视角的测量

1) 测量条件

环境照度变化小于 $\pm 10\%$ ，且不存在明显的有色光源；

光探头采集范围不得小于16个相邻像素；

2) 水平视角测量步骤：

显示屏全屏显示最高亮度级、最高灰度级的某一基色；

用彩色分析仪测量方块内法线方向的亮度 $B_F$ ；

以显示屏中心亮块为圆心，在转动半径不变的情况下，沿着水平方向向左右两侧分别转动彩色分析仪，当亮度值下降到 $B = B_F / 2$ 时量出两条观测线之间的夹角 $\theta_S$ ；

按同样方法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 $\theta_S$ 。

3) 垂直视角测量步骤：

显示屏全屏以最高亮度级和最高灰度级显示某一基色；

其余步骤和水平视角的测量方法基本相同，只是彩色分析仪的转动方向不同，若条件许可，也可以采用转动显示屏的方式进行测量；

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 $\theta_C$ 。

### 5.2.3 最高对比度

a) 定义

显示屏在一定的环境照度下，其最大亮度与背景亮度之比 $C$ 。

b) 测量

1) 测量条件：

室内显示屏屏面法线方向的照度为 $100 \times (1 \pm 10\%) \text{ L X}$ ；

室外显示屏屏面法线方向的照度为 $10000 \times (1 \pm 10\%) \text{ L X}$

测量区域不得少于16个相邻像素。

2) 测量步骤：

按照5.2.1最大亮度测量方法分别测出 $B_{max}$ 和 $B_D$ ；

按下式算出对比度 $C$

$$C = (B_{max} - B_D) / B_D；。$$

### 5.2.4 基色主波长误差

a) 定义

显示屏各基色主波长的实际值与标称值的误差 $\Delta\lambda_D$ 。

b) 要求 按表6。

c) 测量

1) 测量条件：

环境照度变化小于 $10 \text{ L X}$ ；

不允许周围存在有色光源；

光探头采集范围不得少于16个相邻像素。

2) 测量步骤：

用彩色分析仪，分别测量红、绿、蓝等各基色的色品坐标；

根据其色品坐标，在色度图上查找出各基色的主波长；

算出实测主波长与标称主波长的差值，取最大值即为基色波长误差 $\Delta\lambda_D$ ；

按表6的规定，归入相应级别。

### 5.2.5 白场色坐标

a) 定义

由三基色组成的全色显示屏在显示白场时，对应于CIE1931色度图中的X、Y坐标。

b) 要求 按表7。

根据国际照明委员会(CIE)1931色度图的规定，以色温6500K—9500K

为中心给出白场色坐标范围。

c) 测量

1) 测量条件:

环境照度变化小于 $\pm 10\%$ ，且不存在明显的有色光源；  
光探头采集范围不得小于16个相邻像素。

2) 测量步骤:

在最高灰度级和最高亮度级下，显示屏显示全白色图像；  
用彩色分析仪进行白场色坐标的测量；  
应能纳入表7的规定。

### 5.2.6 亮度鉴别等级

a) 定义

人眼能够分辨的图像从最黑到最白之间的亮度等级BJ。

b) 要求 按表8。

c) 测量

1) 测量条件:

室内屏环境照度为 $100LX \pm 10\%$ ；  
室外屏环境照度为 $10000LX \pm 10\%$ ；  
观察表决者为5人。

2) 测量步骤:

启动亮度鉴别测试软件。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。每按一下“←”键，测试条纹左移24列；每按一下“→”键，测试条纹右移24列；

观察者站在显示屏正前面，离显示屏宽度5至8倍远的地方；

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的条纹数T1，则此时亮度鉴别等级 $T = T1$ ；

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T2 则此时亮度鉴别等级 $BJ = T1 + (T2 - 1)$ ；

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的条纹数T3。则此时亮度鉴别等级 $BJ = T1 + (T2 - 1) + (T3 - 1)$ 。依次类推，直到24条竖条纹全部出现为止；

将5位观察表决者的结果，去掉一个最高分和一个最低分，将中间三位的结果相加并除3，就是最终的亮度鉴别等级；

按表8的规定，归入相应级别。

### 5.2.7 均匀性

#### 5.2.7.1 像素光强均匀性

a) 定义

显示屏中特别亮(或特别暗)的像素光强与该像素相关联区域内像素光强的一致性BPJ。  
关联区域划定如下：

☆☆☆

☆★☆☆ ★ 中心像素

☆☆☆☆ ☆ 相关联像素

b) 要求 按表9。

### c) 测量

所有测量均指像素法线光强的测量;

在全屏中随机抽取 20 个像素;

用光强仪分别测量出这 20 个像素的光强值, 并选出其中 3 个最亮像素和 3 个最暗像素, 编号分别为 P 1、P 2、P 3、P 4、P 5 和 P 6。他们的光强值分别为  $I_0(P 1)$ 、 $I_0(P 2)$ 、 $I_0(P 3)$ 、 $I_0(P 4)$ 、 $I_0(P 5)$ 、和  $I_0(P 6)$ ;

根据定义, 用光强仪分别测出 P 1 像素周围关联区域的像素光强  $I_1(P 1)$ 、 $I_2(P 1)$ 、...  $I_8(P 1)$  并用下式计算出 P 1 关联区域的像素光强均匀性  $E[P 1]$ ;

从 8 个关联值中取最大的一个作为 P 1 的像素光强均匀值  $E_{P 1 \max}$   
 $E_{P 1 i} = \times 100\% \quad i = 1 \sim 8$

用同样方法分别测出 P 2、P 3、P 4、P 5 和 P 6 的光强均匀性, 取三个最大值进行算术平均; 算出像素光强均匀性 B P J;

对每一种基色分别测量计算, 并取最大值即为该屏像素光强均匀性, 并按表 9 的规定, 归入相应级别。

## 5. 2. 7. 2 显示模块亮度均匀性

### a) 定义

若干个显示像素构成一个结构上独立的最小单元, 称为模块。相关联区域的最小单元之间的亮度一致性, 称为模块亮度均匀性 B M J。关联区域的划定与像素关联区域的划定相同。

b) 要求 按表 10。

### c) 测量

#### 1) 测量条件

环境照度的变化小于  $\pm 10\%$

光探头采集范围不得少于 16 个相邻像素。

#### 2) 测量步骤:

在测量过程中, 观测线与显示屏之间的角度均不变;

在最高灰度、最高亮度下, 全屏显示某一基色图形;

在全屏范围内, 用目测法找出 3 组关联区域亮度差最大的显示模块, 编号分别 J 1、J 2 和 J 3

用彩色分析仪测量出显示模块 J 1 的亮度值  $B_0(J 1)$ ;

根据第 5. 2. 7. 1 条关联区域的定义, 用彩色分析仪分别测出 J 1 显示模块关联区域显示模块的亮度值  $B_1(J 1)$ 、 $B_2(J 2)$ 、.....  $B_8(J 8)$ 。并用公式 (3) 计算出 J 1 关联区域的显示模块亮度均匀性  $E[J 1]_{\max}$ ;

用同样方法分别测出 J 2 和 J 3 的显示矩阵块亮度均匀性  $E_{J 2 \max}$ 、 $E_{J 3 \max}$

将  $E_{J 1 \max}$ 、 $E_{J 2 \max}$ 、 $E_{J 3 \max}$  进行算术平均, 即得到该基色的全屏显示模块亮度均匀性;

用同样方法, 对每一种基色分别测量计算;

取最大值即为该屏显示模块亮度均匀性 B M J, 并按表 10 的规定, 纳入相应级别。

## 5. 2. 7. 3 模组亮度均匀性

### a) 定义

由若干显示模块, 驱动电路、控制电路以及相应的结构件构成一个独立的显示单元, 称为模组。相关联区域的模组之间的亮度一致性, 称为模组亮度均匀性 B G J。关联区域的划定与像素关联区域的划定相同。

b) 要求 按表 11。

c) 测量

测量条件、测量方法、计算方法等均与显示模块亮度均匀性的测量相同。  
按表 1 1 的规定，纳入相应级别。

### 5.3 机械性能

#### 5.3.1 外壳防护等级

a) 要求 按表 1 2。

b) 外壳防护等级试验

按 GB 4 2 0 8 — 9 3 的规定方法进行。并按表 1 2 的规定，纳入不同的级别。

#### 5.3.2 模块拼装精度

##### 5. 3. 2. 1 平整度

a) 定义

显示屏任意范围内像素间的凸凹偏差，用符号 P 来表示。

b) 要求 按表 1 3。

c) 测量

将 1 米长钢尺的侧面放置在显示屏屏面任意位置，用塞规测量钢尺侧面与显示屏屏面之间的最大空隙 P，并按表 1 3 的规定，纳入相应的级别。

##### 5. 3. 2. 2 像素中心距相对偏差

a) 定义

任意相邻像素之间实测中心距与标称中心距的相对误差 J X。

b) 要求 按表 1 4。

c) 测量

用精度为 0. 0 2 mm 的通用量具测量；再按下式进行计算，并按表 1 4 的规定，纳入不同的级别。

$$J X \geq / 3 0 1 g \quad Z B / 2$$

式中：J x 为像素中心距相对偏差 Z C 为实测像素中心距 Z B 为标称像素中心距。

##### 5. 3. 2. 3 水平相对错位

a) 定义

在显示屏水平方向上，相邻模块的像素上下错位，称为水平相对错位 G S。

b) 要求 按表 1 5。

c) 测量

用分辨度为 0. 0 2 mm 的通用量具测量，再按下式进行计算，并按表 1 5 规定，纳入不同级别。

$$D S C \leq 3 0 \times C S \times / 1 g \quad ( Z B / 2$$

式中 C S 为水平相对错位 D S C 为实测水平错位值 Z B 为标称像素中心距。

##### 5. 3. 2. 4 垂直相对错位

a) 定义

显示屏在垂直方向上，相邻模块的像素左右错位，称为垂直相对错位 G C。

b) 要求 按表 1 6。

c) 垂直错位精度 C C 的测量

用分辨度为 0. 0 2 mm 的通用量具测量，再按下式进行计算，并按表 1 6 的规定，纳入不同级别。

$$D C C \leq 3 0 \times C C 1 g \quad ( Z B / 2 )$$

式中 C c 为垂直相对错位；D C C 为实测垂直错位值 Z B 为标称像素中心距。

