

世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA 011-2022

超高清超小间距 LED 显示屏技术要求

Technical requirements of ultra-high definition mini/micro pixel pitch LED display

2022-02-10 发布

2022-02-10 实施

世界超高清视频产业联盟

目 录

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语定义和缩略语..... 1

4 LED 显示屏一般结构说明.....2

5 基本光学性能要求.....2

6 缺陷分类及要求(像素失控率).....3

7 环境适应要求.....3

8 像素间距与芯片尺寸建议:3

9 显示屏尺寸系列建议(家用)3

10, 参考测量方法.....4

10.1 测量设置条件.....4

10.2 固有分辨率.....4

10.3 峰值亮度.....4

10.4 亮度均匀性.....5

10.5 色度均匀性.....5

10.6 色域覆盖率.....5

10.7 半亮度视角.....7

10.8 色度视角.....7

10.9 镜面反射率.....8

10.10 墨色一致性.....9

10.11 灰阶渐变.....9

10.12 灰度等级/帧频.....9

10.13 白平衡准确性.....9

10.14 GAMMA 准确性.....9

10.15 色准.....9

10.16 缺陷.....10

附录 A 全灰阶色度数据差值曲线

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。

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。

本标准由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本标准起草单位：TCL 华星光电技术有限公司、深圳市华星光电半导体技术有限公司、深圳市晶台股份有限公司、广州视源电子科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、京东方科技集团有限公司、深圳雷曼光电科技股份有限公司、中国信息通信研究院、上海数字电视国家工程中心、集创北方科技股份有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、海信视像科技股份有限公司、深圳市奥拓电子股份有限公司

本标准起草人：黄卫东、李文涛、冯艳丽、邓红照、杨涌、黄惠贞、王志飞、刘莉、顿胜堡、屠孟龙、王亚军、殷惠清、樊磊、韦胜钰、王烨东、刘玲

超高清超小间距 LED 显示屏技术要求

1 范围

本文件规定了室内用中大尺寸超高清超小间距 LED 显示屏有关基本光学、显示缺陷等重要指标，并给出了对应的测试方法；同时对显示屏像素间距与芯片尺寸的关系以及基本尺寸系列提出了建议。本文件适用于超高清超小间距 LED 显示屏系统的设计、开发、选择、测评和验收。

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。

SJ/T 11281-2017 发光二极管（LED）显示屏测试方法

T/UWA 001-2022 超高清电视机测量方法

3 术语定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 像素 pixel

LED显示屏的最小成像单元。

[参考：SJ/T 11141-2017中的3.6]

3.2 LED发光板 LED lighting plate

将分立的RGB LED芯片或LED封装器件键合/焊接到印制电路板上，形成的基础部件。

3.3 LED显示箱体/模块/模组 LED display box/module

将若干个发光板组合在一起，并加入控制电路与结构件，形成可独立控制发光的显示单元。

3.4 超高清LED显示屏 ultra high definition LED display

使用LED箱体组成的，接收、处理和显示超高清视频信号的显示设备。

3.5 超小间距LED显示屏 ultra small pixel pitch LED display

显示屏像素间距1.0mm以下，且使用尺寸与像素间距相匹配的LED器件直接发光的显示设备。

3.6 点缺陷 dot defect

单一像素的短路或断路所造成的该像素无法正常显示所形成的缺陷。

3.7 线缺陷（毛毛虫） linear defect

某个驱动芯片范围内整个一行或一列的像素失控的所形成的缺陷。

4 LED 显示屏一般结构说明

由于制程和安装的原因，LED显示屏设备并非像LCD、OLED等显示设备由工厂一次性完成最终尺寸的模组，而是多采用拼接的方式来实现最终的尺寸。

从结构来说，LED显示屏的实现可分为以下几个环节，如图1所示。

- a. 从LED芯片/LED封装器件形成LED发光板
- b. 从LED发光版拼接成LED显示箱体
- c. 根据最终显示屏尺寸，由LED显示箱体拼接成特定的LED屏

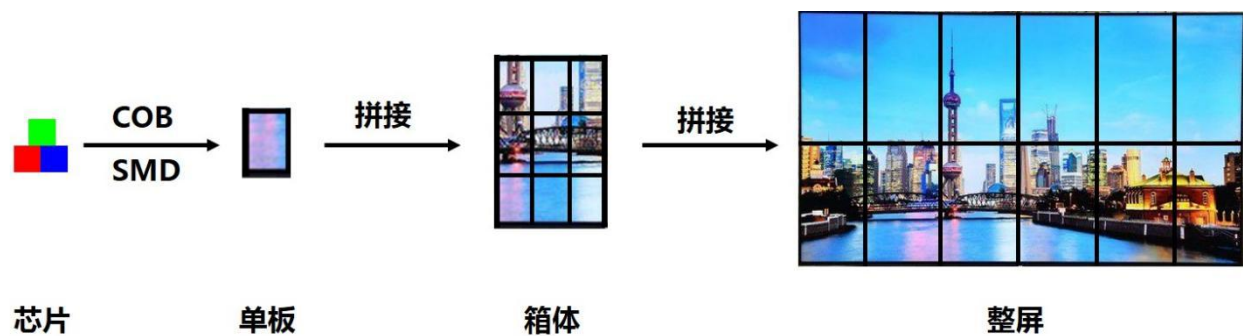


图1 LED显示屏的一般结构

5 基本光学性能要求

显示屏的基本光学性能要求如表1所示：

表1 基本光学性能及要求

序号	基本参数	单位	技术要求
1	固有分辨率	像素	≥4K
2	峰值亮度	nit	≥600
3	亮度均匀性	%	70/80/90
4	色度均匀性	Δuv	0.0015/0.0030/0.0045
5	色域覆盖率	NTSC %	105/110/115
		DCI-P3 %	90/95/99
6	半亮度视角	°	±75/85
7	色度视角	°	±75/80
8	镜面反射率	%	1/3/5
9	墨色一致性	ΔCIE	0.5/1/1.5
10	灰阶渐变	Std	0.4/0.6/1.2
11	灰度等级	bit	8/10
12	帧频	Hz	60/120
13	白平衡准确性	($\Delta X, \Delta Y$)	(0.01, 0.01) / (0.02, 0.02)
14	GAMMA 准确性		2.2/2.3
15	色准	ΔE	0.05/0.04

6 缺陷分类及要求(像素失控率)

显示屏的像素缺陷要求如表2所示:

表2 像素缺陷要求

序号	基本类型	细分类型	单位	要求	
				SMD	COB
1	点缺陷 (失控点)	常亮	PPM	100	40
2		常暗			
3		闪烁			
4	线缺陷 (毛毛虫)	水平	条	0	0
5		垂直			
6		并列			

7 环境适应要求

显示屏的环境适应要求如表3所示:

表3 环境适应要求

序号	基本参数	单位	技术要求
1	工作温度	°C	-10~40
2	存储温度	°C	-40~55
3	工作湿度	%RH	10~90

8 像素间距与芯片尺寸建议:

显示屏的像素间距与芯片尺寸建议如表4所示:

表4 像素间距及相匹配芯片尺寸的建议值

像素间距 (mm)	间距公差 (mm)	芯片尺寸(mil)					正装芯片尺寸 (mil)		尺寸公差 (um)
		7*12	5*9	4*8	4*6	3*5	5*5	4*6	
P1.2	±0.1	√	√	√	√	√	√	√	±15
P0.9	±0.1		√	√	√	√	√	√	±15
P0.7	±0.1			√	√	√	√		±15
P0.6	±0.1			√	√	√			±10
P0.4	±0.1				√	√			±10

注: P1.2数据可作为参考。

9 显示屏尺寸系列建议(家用)

不同分辨率显示屏所推荐尺寸建议如表5所示。

表5 显示屏尺寸建议

单位：英寸

分辨率	建议尺寸			
	P0.9	P0.7	P0.6	P0.4
2K	81~83	65~68	54~59	39~43
4K	163~165	130~136	108~118	78~85
8K	-	-	217~236	156~170

注：2K分辨率的尺寸数据可做比较参考。

10 测量方法

10.1 测量设置条件

标准测量条件：应在下列温度、湿度和气压条件范围内进行测量，

环境温度：15℃~35℃，优选 20℃；

相对湿度：25%~75%RH；

大气压力：86kPa ~106kPa

测量探头要求：需包括500个以上像素点；

测试位置：如图2所示，如果测量位置刚好处于拼缝，则选择最近的发光板的中心位置；

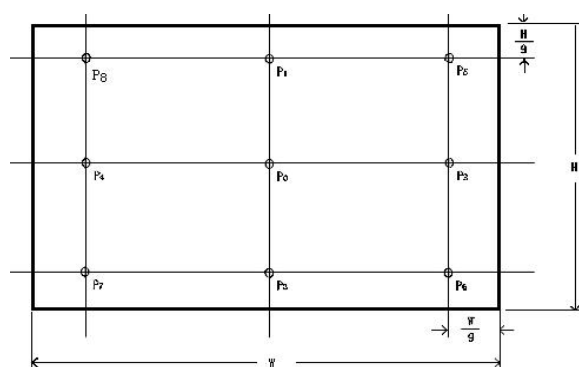


图2 9点测试位置分布

测试距离要求：非接触式测量设备一般选择屏高的2-3倍。

注：如有必要，可选择采用16或25点进行测量。

10.2 固有分辨率

测量设备：CCD尺寸量测系统；

测量画面：不通电；

测量位置：单板边缘及像素间距；

测量方法：1) 测量LED单板长度及像素水平间距，两者相除获得水平分辨率；

2) 测量LED单板高度及像素垂直间距，两者相除获得垂直分辨率；

3) 固有分辨率=水平分辨率×垂直分辨率。

10.3 峰值亮度

参考SJ/T 11281-2017的5.2.7.2。

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面(需使用外部输入的全白场信号)；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：测中心点亮度。

10.4 亮度均匀性

参考SJ/T 11281-2017的5.2.7.3。

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面；

测量位置：显示屏9点测试或每个箱体测中心位置；

测量方法：显示屏9个位置全测，按公式（1）计算显示屏的亮度均匀性；
或每个箱体都测中心亮度，按公式（1）计算显示屏的亮度均匀性。

$$L_J = 1 - \frac{|L_1 - \bar{L}|_{\max}}{\bar{L}} \times 100\% \quad (1)$$

10.5 色度均匀性

参考T/UWA 001-2022中的5.8。

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面

测量位置：显示屏9点测试或每个箱体测中心位置

测量方法：显示屏的9个位置全测，或每个箱体都测中心位置，按公式（2）计算显示屏的色度均匀性；均匀性取各点 Δu^*v^* 的最大值。

$$\Delta u^*v^* = \sqrt{\Delta u'^2 + \Delta v'^2} \quad (2)$$

10.6 色域覆盖率

测量设备：亮色度计；

测量画面：全红、全蓝、全绿画面；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：分别显示R、G和B信号，用亮色度计测量显示屏中心点的色坐标值 (x_r, y_r) ， (x_g, y_g) ， (x_b, y_b) ；

NTSC色域覆盖率计算方法如下：

色域面积计算公式：

$$S = \frac{|(x_r - x_b)(y_g - y_b) - (x_g - x_b)(y_r - y_b)|}{2} \quad (3)$$

NTSC色域覆盖率计算公式：

$$G_{NTSC} = \frac{S}{0.157} \times 100\% \quad (4)$$

DCI-P3色域重合率计算方法如下，共包含4种情况：

1) 内含（如图3所示），使用公式（3）和（5）计算色域重合率

$$G_{DCI-P3} = \frac{S}{0.152} \times 100\% \quad (5)$$

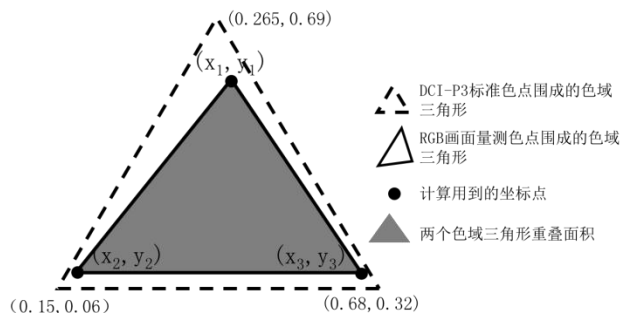


图3 重合部分为内含的示意图

2) 内相切(如图4所示)，使用公式（3）和（5）计算色域重合率

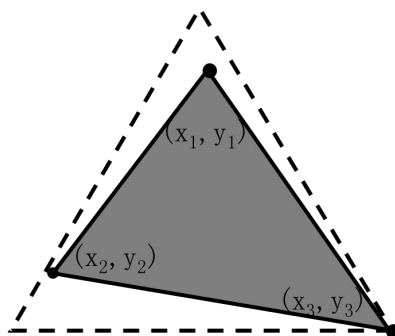


图4 重合部分为内相切的示意图

3) 外相切（如图5所示），需要计算两个新产生交点的坐标（x1、y1）和（x2、y2），加上其中一个测量坐标作为（x3、y3），代替公式（3）中的（xr，yr），（xg，yg），（xb，yb），使用公式（3）和（5）计算色域重合率。

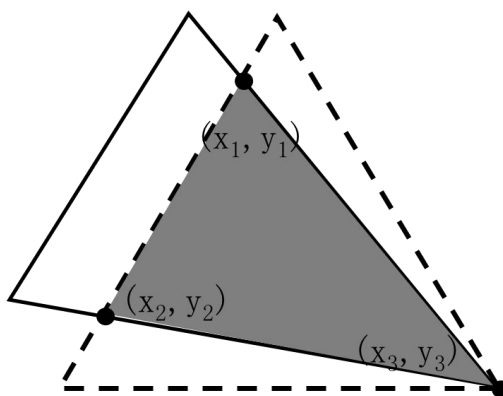


图5 重合部分为外相切的示意图

4) 相交，需根据两个三角形重合的情况，计算色域重合面积：

重合部分为三角形（如图6所示），需要计算两个新产生交点的坐标（ x_1 、 y_1 ）和（ x_2 、 y_2 ），加上DCI-P3的一个顶点坐标（ x_3 、 y_3 ），代替公式（3）中的（ x_r ， y_r ），（ x_g ， y_g ），（ x_b ， y_b ），使用公式（3）和（5）计算色域重合率。

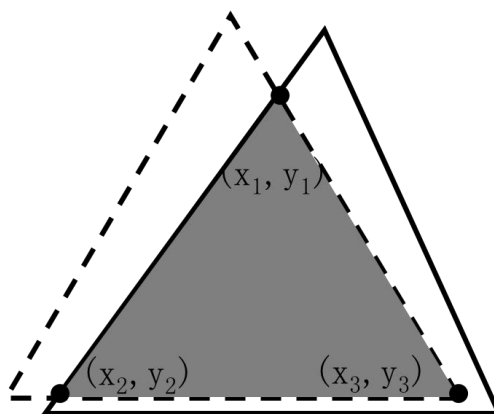


图6 重合部分为三角形的示意图

重合部分为五边形（如图7所示），需要计算四个新产生交点的坐标（ x_1 、 y_1 ）、（ x_2 、 y_2 ）、（ x_3 、 y_3 ）和（ x_4 、 y_4 ），再加上一个测量点的坐标（ x_5 、 y_5 ），使用公式（6）计算重叠面积，再用公式（5）计算色域重合率：

$$S = \frac{|x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + x_4y_5 + x_5y_1 - x_1y_5 - x_2y_1 - x_3y_2 - x_4y_3 - x_5y_4|}{2} \quad (6)$$

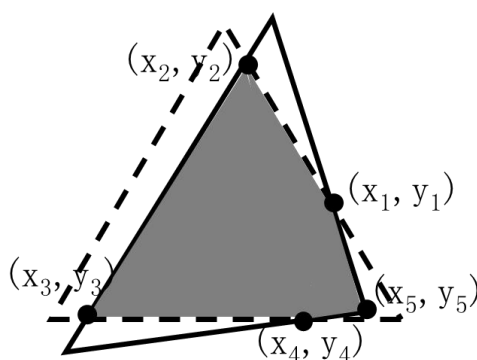


图7 重合部分为五边形的示意图

10.7 半亮度视角

半亮度视角包括水平亮度视角和垂直亮度视角。

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：以0度的亮度为基准，亮色度计偏转范围为±85度，取亮度降为1/2基准亮度时的视角。

10.8 色度视角

色度视角包括水平色度视角和垂直色度视角。

测量设备：亮度计；

测量画面：9个特定画面，如表6所示；

测量位置：亮度计应能以3倍屏幕高度为半径进行圆弧移动，保持观察点为显示屏中心P0（如图2所示）不变；

测量方法：1）依次全屏显示9个固定画面，从水平方向开始变换角度测量并计算 $\Delta u'v'$ ；

2）找出每种颜色的色差为0.020的左右角度位置，左右角度之和为该颜色下的水平色度视角；

3）取9个视角中的最小值，作为所测试的水平色度视角值；

4）同样步骤可测垂直色度视角。

表6 9种色彩信号参数设置表

序号	a) 0-255 范围设定的场合（模拟接口输入）			b) 16-235 范围设定的场合（数字接口输入）			颜色示例
	R	G	B	R	G	B	
1	115	82	68	115	87	74	Dark Skin
2	194	150	130	183	145	128	Light Skin
3	56	61	150	64	69	145	Blue
4	70	148	73	76	143	79	Green
5	175	54	60	166	62	68	Red
6	231	199	31	214	187	43	Yellow
7	187	86	149	177	90	143	Magenta
8	8	133	161	23	130	154	Cyan
9	122	122	121	121	121	120	Grey

10.9 镜面反射率

镜面反射率的测量是为了评估显示屏在环境光下发生炫光的严重程度。

测量设备：反射率测试仪；

测量画面：不通电；

测量位置：9点测试；

测量方法：1）关闭LED显示屏电源；

2）使用反射率测试仪测量LED屏9点的全反射率（SCI）和间接反射率（SCE）；

3）记录每个点的全反射率（SCI）和间接反射率（SCE）；

4）镜面反射率=总反射率（SCI）-间接反射率（SCE）；

5）取镜面反射率的最大值为显示屏的反射率。

注意：测试时，测试仪器长边与显示屏短边平行。

10.10 墨色一致性

测量设备：反射率测试仪；

测量画面：不通电；

测量位置：9点测试；

测量方法：黑屏状态下，在整屏选9个点作为测试点，以显示屏中心作为基准点，测量其他8点与基准点的相对色差 ΔE ，结果取 ΔE 最大值。

10.11 灰阶渐变

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面至全黑画面，均匀分布的255个等级的灰度画面；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：测量全灰阶数据，计算相邻两个灰阶之间的dE2000色差，计算所有dE2000色差之间的标准差std值，结果用std值表示。

10.12 灰度等级/帧频

分别参考SJ/T 11281-2017 5.3.1和SJ/T 11281-2017 5.3.2

10.13 白平衡准确性

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面至全黑画面，均匀分布的255个等级的灰度画面；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：1) 使用亮色度计测量0~255灰阶的亮度和色度数据；
2) 以灰阶L128的色坐标 (x, y) 为基准，计算L20~L255灰阶中x和y分别与灰阶L128的x和y的差值，并取绝对值；
3) 结果取绝对值中的最大值。

10.14 GAMMA 准确性

测量设备：亮色度计；

测量画面：全白画面至全黑画面，均匀分布的255个等级的灰度画面；

测量位置：显示屏中心；

测量方法：1) 使用亮色度计测量0~255灰阶的亮度和色度数据；
2) 根据亮度计算Local Gamma曲线，同时使用最小二乘法计算Gamma值（Gamma标准为2.2，范围：2.0~2.4）。

10.15 色准

测量设备：亮色度计；

- 测量画面：9个特定画面，如表6所示；
- 测量位置：显示屏中心观察点P0点（如图2所示）；
- 测量方法：1）在经过权威计量机构校准的显示器上依次全屏显示9个颜色，测量其色坐标值 $(x_0, y_0)_i (i=1\sim 9)$ 作为每个颜色的基准值，其推荐值见表7；
- 2）在显示屏依次全屏显示9个颜色，测量其色坐标值 $(x, y)_i$ ；
- 3）计算每个颜色的色坐标差 $\Delta E = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$ ，取其平均值作为该显示屏的色准值；
- 4）将测量结果填入表7。

表7 基准色坐标参考值及色准测量结果

序号	基准色坐标值		测量色坐标值		ΔE	颜色示例
	x_0	y_0	x	y		
1	0.3934	0.3724				Dark Skin
2	0.3735	0.3696				Light Skin
3	0.1889	0.1124				Blue
4	0.3026	0.5237				Green
5	0.5257	0.3199				Red
6	0.4274	0.4966				Yellow
7	0.3639	0.2356				Magenta
8	0.2151	0.2760				Cyan
9	0.3094	0.3431				Grey
色准值						

10.16 缺陷

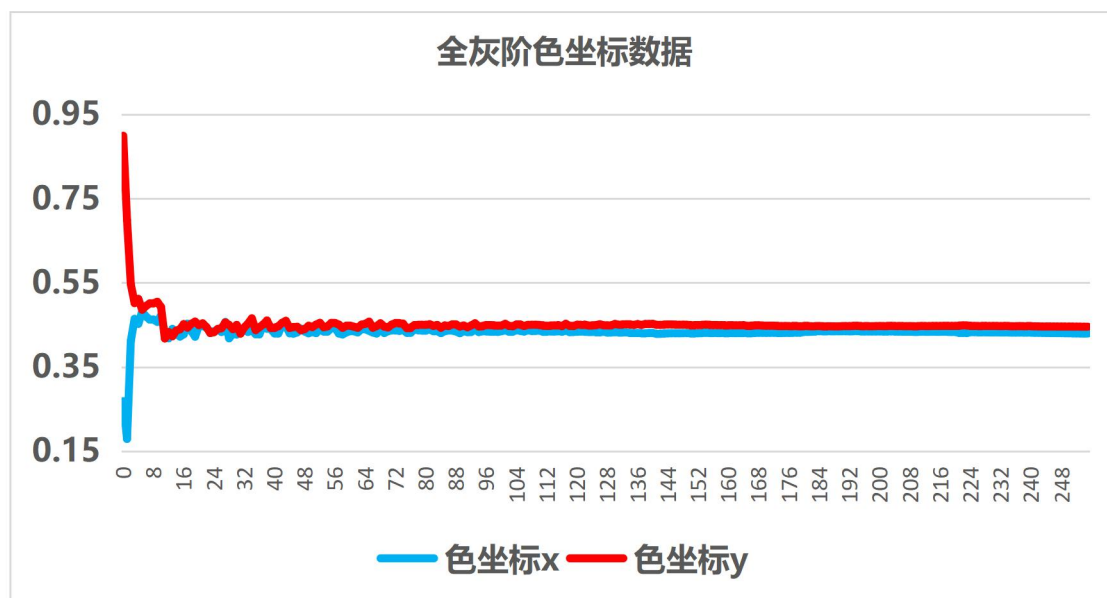
- 测量设备：成像亮度计；
- 测量画面：R、G、B、W纯色画面；
- 测量位置：全屏；
- 测量方法：1）使用暗场信号（低灰阶）驱动全屏，使用人工或自动的方法分别计算屏幕上R、G、B、W被点亮的点，为亮缺陷，记为亮点；超过两个以上的连续亮点记为亮线；
- 2）在上述情况下，亮度不稳定的点，为R、G、B、W闪烁缺陷，记为闪烁点；
- 3）分别使用R、G、B、W纯色画面信号，使用人工或自动的方法分别计算屏幕上R、G、B、W应该点亮而不亮的点，为暗缺陷，记为暗点；超过两个以上的连续暗点记为暗线；
- 4）在上述情况下，某一单色驱动情况下导致其他颜色点亮的点，为串扰缺陷，记为串扰点。

附录 A 全灰阶色度数据差值曲线

(资料性)

0-255全灰阶的色坐标示例如图A. 1。

从图中可见，20灰阶以下的色坐标数据变化较大，其准确性不具有参考性。



图A. 1 全灰阶色坐标示例