

ICS 31.120
CCS L47

团 体 标 准

T/CVIA xxx-2024

T/DTIA 00X-2024

Mini-LED 分区背光显示器光晕测量方法

Halo measurement method for Mini-LED partitioned backlit display

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国电子视像行业协会
国家新型显示技术创新中心

联合发布

目 录

前 言	错误!未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 测试方法	2
5.1 测量条件	2
5.2 LMD	3
5.3 测量信号	4
5.4 测量步骤	4
5.5 输出结果	5
附录 A（资料性） 光晕亮度分布数据处理示例	7
附录 B（资料性） 光晕评价感知实验说明	9

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。

本文件由中国电子视像行业协会和国家新型显示技术创新中心共同提出并归口，由国家新型显示技术创新联盟知识产权与标委会组织制定。

本文件起草单位：国家新型显示技术创新中心、东南大学、广东聚华新型显示研究院、苏州华星光电技术有限公司、新型显示与视觉感知石城实验室、广州视源电子科技股份有限公司、深圳市隆利科技股份有限公司、深圳聚飞光电股份有限公司、联想信息产品（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：张宇宁、何乃龙、刘海坤、庄佳庆、马松林、刘琼、黄卫东、陶炳俊、彭益、彭邦银、黄彪、刘海泉。

本文件为首次发布。

Mini-LED 分区背光显示器光晕测量方法

1 范围

本文件规定使用 Mini-LED 分区背光液晶显示设备的光晕测量方法的术语和定义、测量条件、测量方法、计算方法等要求。

本文件适用于信息显示技术领域显示器显示质量的测量，主要针对 Mini-LED 分区背光显示器，包括使用 Mini-LED 分区背光的桌面显示器、监视器、电视、平板电脑等。

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。

IDMS (Information Display Measurement Standard): 信息显示测量标准

T/CVIA 115- 2023 《Mini-LED 背光液晶显示器技术规范》

T/ZSA 142—2023 《Mini-LED 背光液晶显示器光晕测量和评价方法》

ITU-R BT.2100-2:2018 用于制作和国际节目交换的高动态范围电视的图像参数值 (Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

Mini-LED 分区背光 Mini-LED partition backlit

将若干颗Mini-LED光源划分成一定数量区域，作为液晶显示器背光源，背光分区的数量或大小是影响光晕强烈程度的重要因素。

3.2

液晶面板的漏光率 light leakage of liquid crystal panel

液晶关断时的屏幕表面亮度与关断时背光亮度的比值，可以通过液晶面板的原生对比度计算获得。

3.3

光晕 the halo

Mini-LED 分区背光显示器显示画面进行背光分区控制时，从显示器的明亮区域散射至黑暗区域的光，通常表现为围绕明亮区域的环形或轮廓。

3.4

光晕的亮度分布 the luminance distribution of the halo

指 Mini-LED 分区的背光液晶显示器产生光晕现象时，光晕在屏幕上由画面区域逐步远离时光晕亮度的衰减情况。

3.5

光晕的宽度 the width of the halo

光晕的宽度是指显示画面区域的一侧到光晕不可见时的物理尺寸。本文件定义光晕边缘亮度值为 0.001 nits。

4 缩略语

BLU: 背光组件 (Backlight Unit)

CR: 对比度 (Contrast Ratio)

HDR: 高动态范围 (High Dynamic Range)

LD: 区域调光 (Local Dimming)

LMD: 光测量装置 (Light Measuring Device)

MLED-LCD: Mini-LED分区背光液晶显示器 (Mini-LED partition backlit LCD)

5 测量方法

5.1 测量条件

5.1.1 大气条件

——温度: 25 ± 5 °C;

——相对湿度: 25% ~75% ;

——大气压力: 86 ~106 Kpa。

5.1.2 暗室条件

暗室的亮度条件应按照 GB/T 20871.61-2013 标准测量暗室条件执行, 即 MLED-LCD 显示屏幕处于关闭状态时, 屏幕上任意位置的光照度均应小于 0.3 lx。

暗室的湿度条件应符合 GB/T 20871.61-2013 中的要求。

5.1.3 设置条件

如图 1 所示, MLED-LCD 光晕测量场景的主要组成包括: MLED-LCD、向 MLED-LCD 发送测量信号的主机、测量 MLED-LCD 光晕的 LMD 以及采集光晕亮度的电脑。MLED-LCD 应提前预热 30 分钟, 期间应禁用设备的屏幕保护程序, 以便在测试前 30 分钟显示处于活跃状态。预热期间应调节屏幕至最大亮度, 并显示全屏白场来预热显示器来确保测试一致性。显示器的稳定状态应符合 T/ZSA 142—2023 中的要求。

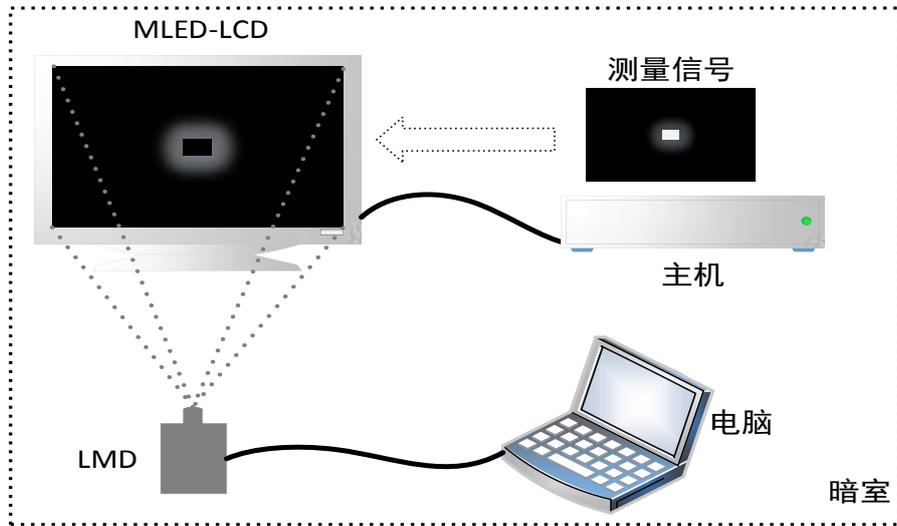


图1 测量场景的示意图

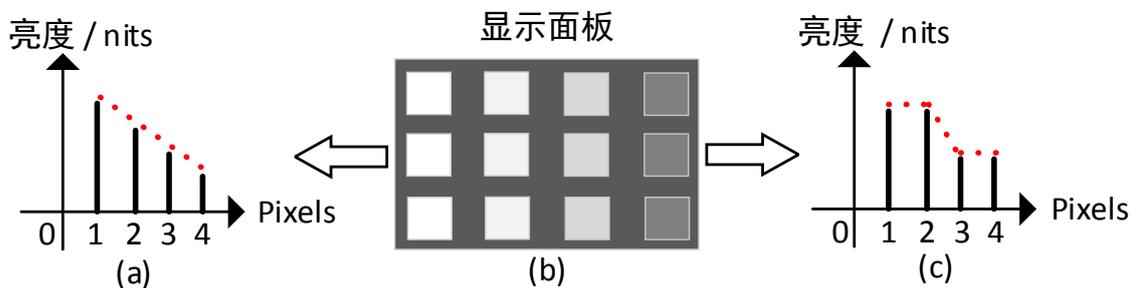
5.2 LMD

5.2.1 基本要求

本文件测量方法中使用的LMD为二维成像亮度计。测量前应仔细检查LMD，包括检查对测量光的灵敏度、低通滤波、混叠效应、线性检测、数据转换和测量区域的尺寸，更为重要的是成像分辨率和亮度测量范围是否可以达到检测要求。

5.2.2 成像分辨率

LMD测量屏幕区域的成像分辨率应不少于待测显示器的分辨率，当成像亮度计镜头分辨率小于待测显示屏测试区域的分辨率时，测得光晕亮度分布无法精确到像素级，即测得光晕的亮度分布在像素上进行合并，进而增加测量误差，具体如图2所示。



(a) LMD分辨率能测量每个像素的亮度值；(b) 显示面板像素点分布示意图；(c) LMD分辨率无法测量每个像素的亮度值。

图2 LMD分辨率性能匹配需求示意图

5.2.3 亮度测量范围

LMD稳定的最小亮度测量范围应 $\leq 0.001 \text{ cd/m}^2$ ，因为光晕的亮度值较小(最小检测值约为 0.001 cd/m^2)；最大测量范围应 $\geq 5000 \text{ cd/m}^2$ ，MLED-LCD的最大亮度均在此范围内。根据调研各供应商提供的液晶面板类的显示设备性能参数，其最大峰值亮度一般不超过 5000 cd/m^2 ，而绝大部分成像亮度计的亮度可测到最大值都会在最大峰值亮度之上，因此亮度计可测的最大值不做过多的描述。

测试精度应满足以下要求：

$\pm 5\%$ @ 0.1 cd/m^2 - 10000 cd/m^2 ；

$\pm 10\%$ @ 0.001 cd/m^2 - 0.1 cd/m^2 。

5.2.4 其它性能要求

LMD的其它性能要求应符合T/CVIA 115- 2023中的要求。

5.3 测量信号

参考 IDMS 中的设计方式，显示页面为白窗口，显示屏幕长和宽的 5% 白窗口具有最大的光晕效应，以 8 位色深的图片为例，白窗口 (R,G,B) 的灰度等级值是 (255,255,255)，白窗口周围背景的灰度等级是 (0,0,0)。本文件测量方法优先使用显示屏幕长和宽各 5% 大小的白窗口作为测试图片，如图 3 所示；

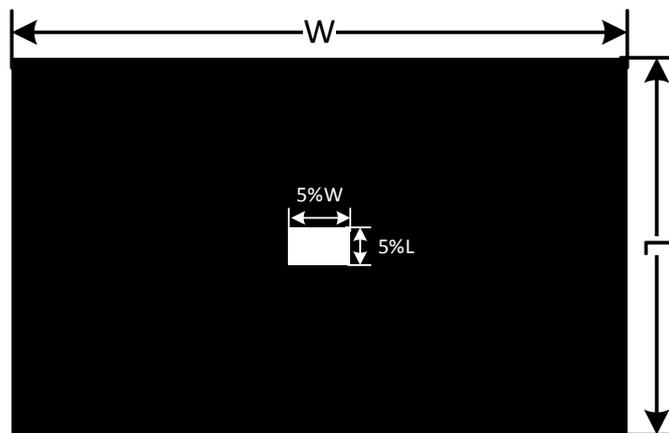


图3 测试信号白窗口的示意图

5.4 测量步骤

MLED-LCD 光晕的测试应按照以下步骤进行：

- 1)：按照 5.3 的要求制作测试信号，并将白窗口的初始位置锁定在屏幕中心；
- 2)：将白窗口在屏幕的水平方向向右依次移动背光分区边长的十分之一的距离，通过肉眼观察或亮度计测量白窗口右侧的光晕宽度是否会发生跳跃性增大，若发生，则该位置为白窗口在水平方向上的最终位置；
- 3)：将白窗口在上述位置上的垂直向上移动背光分区边长十分之一的距离，通过肉眼观察或亮度

计测量白窗口上侧的光晕宽度是否会发生跳跃性增大，若发生，则该位置为白窗口在垂直方向上的最终位置，如图 4 所示；通过上述操作后即可确定白窗口在屏幕水平和垂直方向的最终显示位置。

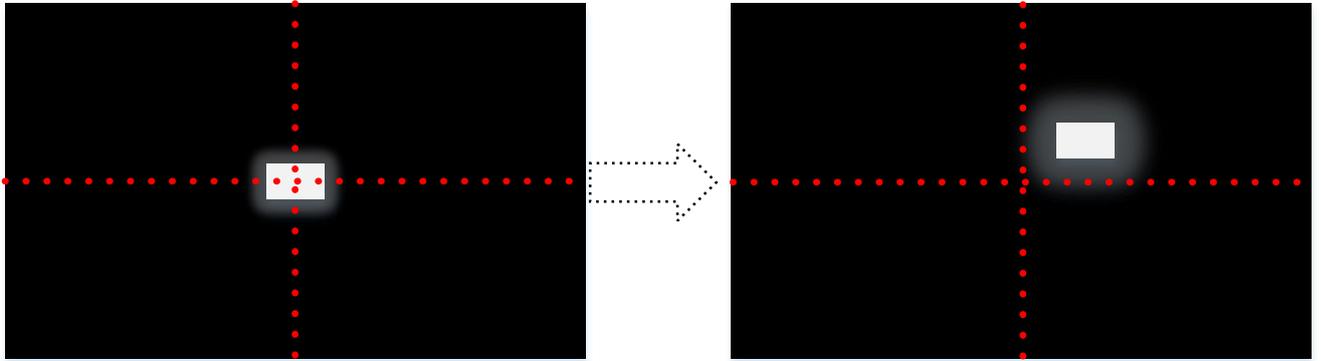


图 4 确定白窗口位置的示意图

4)：调节成像亮度计和 MLED-LCD 的空间位置，成像亮度计的镜头始终垂直于 MLED-LCD 的屏幕，使得亮度计的镜头中心对准白窗口中心；

5)：制作比测试图片显示区域尺寸略大且不透光不反光的掩膜片，并按图 5 所示遮挡住 MLED-LCD 显示白窗口区域，掩膜的尺寸比覆盖白窗口大 1~2 个像素或 1mm 的尺寸；

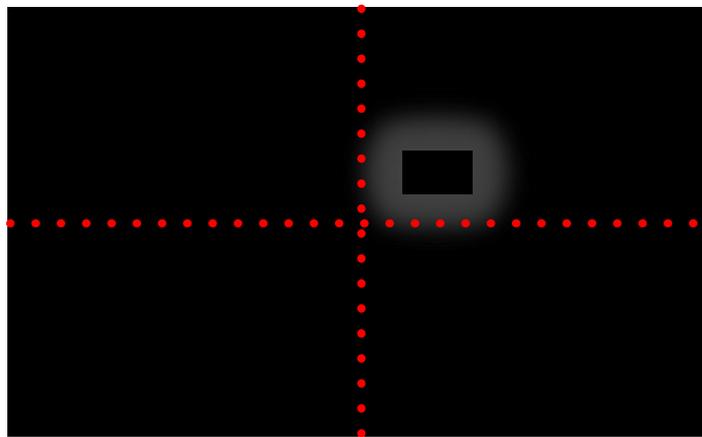


图 5 利用掩膜片遮挡白窗口区域

6)：启动并预热成像亮度计后，需要相对准确且快速的完成测量操作步骤，开始测量，获得光晕的亮度分布数据。本文件以成像亮度计对准白窗口中心进行测量，进而快速区分测量的光晕亮度分布数据的位置。

5.5 输出结果

从 5.4 中可以获得白窗口四周光晕的亮度分布，根据亮度分布，可以获取白窗口光晕最强烈一侧光晕的最大亮度： L_{halo_max} （单位：nits）；光晕的宽度 W_{halo} （光晕最大亮度值 L_{halo_max} 到光晕边缘亮度值为 0.001 nits 之间的物理距离，单位：mm）。

提取经过白窗口中心的一行或一列亮度分布数据，选择光晕最强烈方向，本文件列举水平方向上的亮度分布数据，如图 6 所示，可获得光晕的最大亮度和光晕宽度的尺寸。

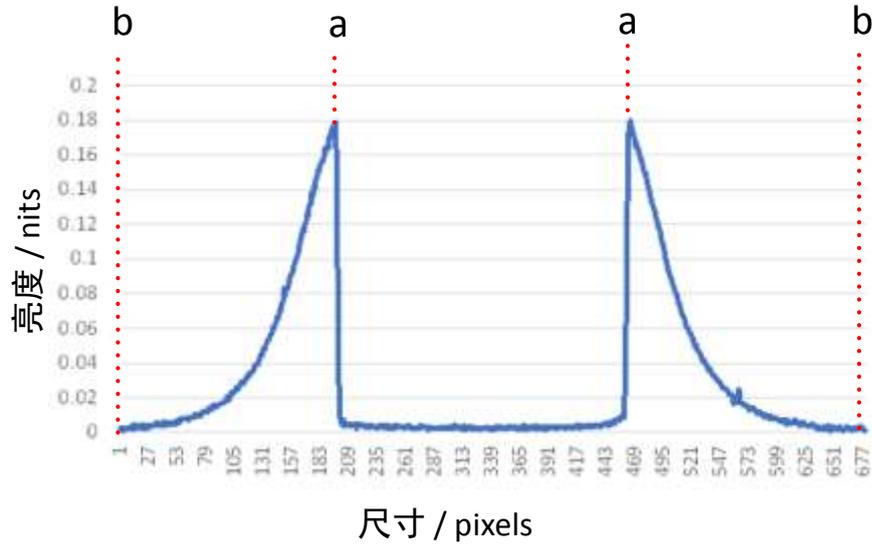


图 6 光晕的亮度和宽度确定示意图

上述右图两侧的 a 点和 b 点之间长度为光晕的宽度，a 点是光晕最大值的位置，b 点作为光晕的边界，其亮度值 0.001 nits。从亮度分布数据中直接获得的光晕宽度的单位是像素数量，然后再根据亮度计与屏幕的位置关系，将其转化物理尺寸。

利用 MATLAB 或其它数学软件对光晕的亮度分布数据进行拟合处理，满足高斯分布。本文件通过拟合图 6 的一侧光晕亮度分布公式，获得得到此时光晕最大亮度和光晕宽度，见式(1)。

$$S = L_{halo-max} \cdot W_{halo}^3 \quad (1)$$

式中：

S ——本文件输出的测试结果，代表光晕可见性的强烈程度；

$L_{halo-max}$ ——光晕的最大亮度，单位：nits；

W_{halo} ——光晕的宽度，单位：mm。

注 1：本文件光晕亮度分布数据处理示例见附录 A。

注 2：本文件测试方法输出的光晕测试值与人眼对光晕可见性的强烈程度感知单调一致，对于制定该测试结果的光晕评价感知实验的说明见附录 B。

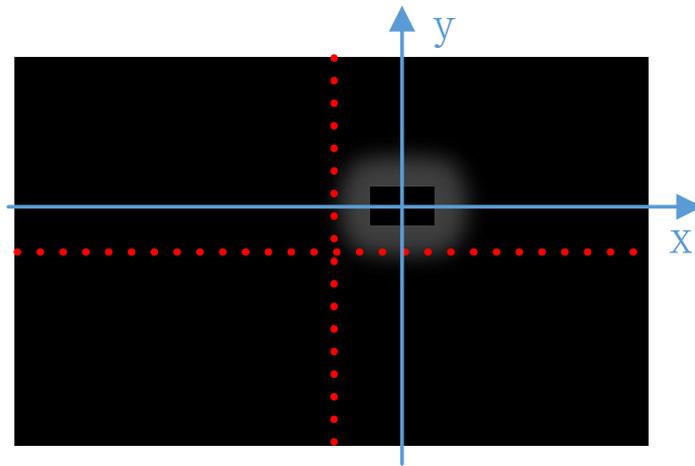
附录 A

(资料性)

光晕亮度分布数据处理示例

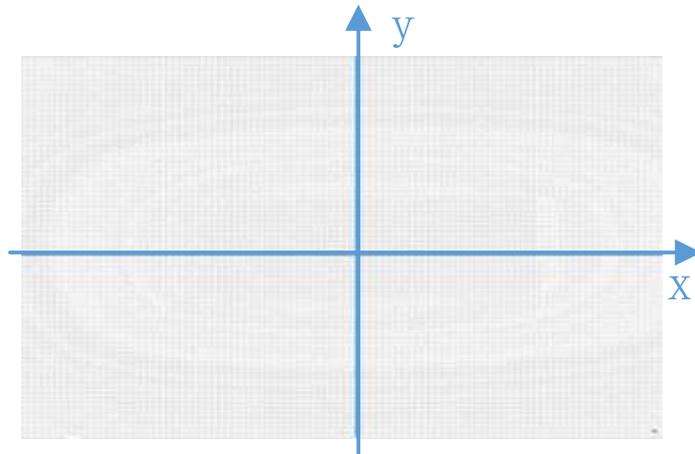
通过 LMD 测得 MLED-LCD 屏幕区域的亮度分布数据，并导出为 Excel 或其它便于读取的数据文件格式。关于获取和处理光晕亮度分布数据，宜按照以下步骤进行：

1)：先确认如图 A.1 所示的白窗口中心的位置；



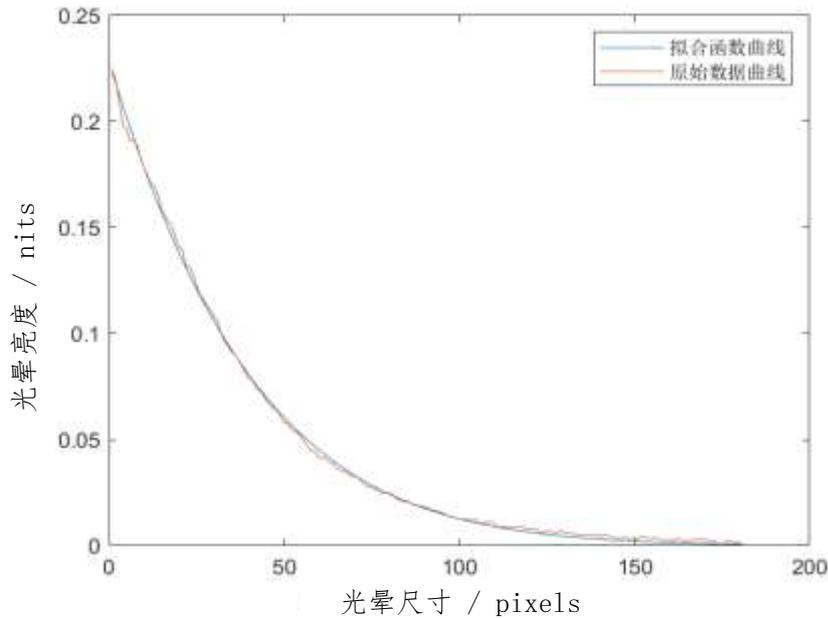
图A.1 确认白窗口中心的位置

2)：从 Excel 中的亮度分布数据中找到如图 A.2 所示的白窗口及周围光晕区域的亮度分布数据；



图A.2 Excel中的白窗口及周围光晕区域的亮度分布数据

3)：提取经过白窗口中心的一行或一列亮度分布数据，选择光晕强烈一个方向，此部分直接获取光晕的最大亮度： $L_{halo-max}$ ，和光晕的宽度 W_{halo} 已在5.5中进行说明。下面举例说明通过MATLAB数学软件的方式快速计算获取光晕最大亮度和光晕宽度。如图A.3所示，利用高斯函数对图6中右侧的光晕亮度分布数据进行拟合处理，式(A.1)为拟合的光晕亮度分布公式。



图A.3 拟合光晕的亮度分布关系

$$L_{halo}(x) = 0.24 \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-34}{58.36} \right)^2} \quad (x \geq 34) \quad (\text{A.1})$$

通过公式A.1，分别令 $x = 34$ 和 $L_{halo}(x) = 0.001$ 时，可以获得光晕的最大亮度值 $L_{halo-max}$ ，以及光晕宽度所跨越的像素数，并进一步根据亮度计与屏幕的位置关系计算得到光晕宽度的物理尺寸。

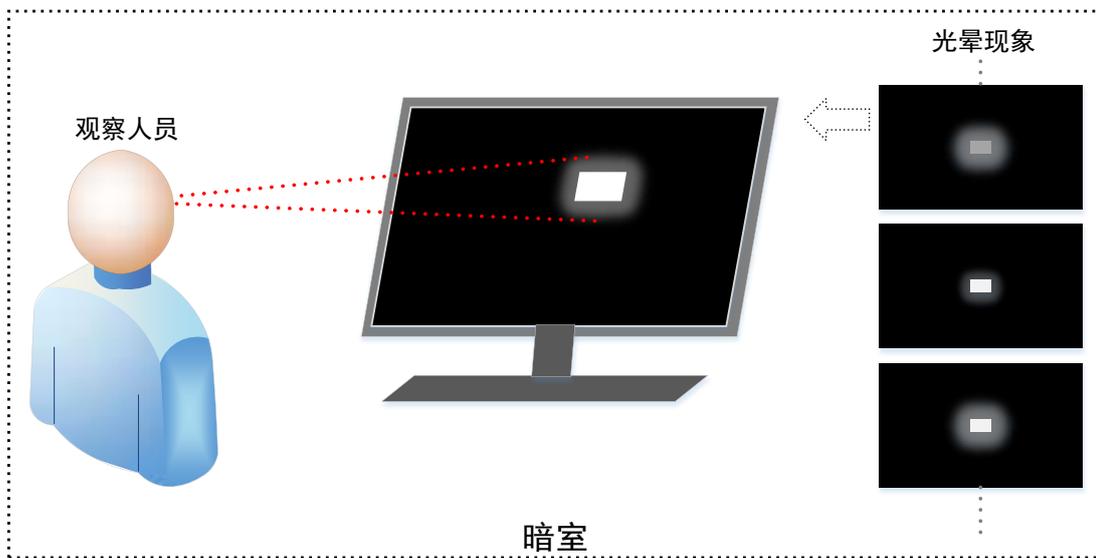
附件 B

(资料性)

光晕评价感知实验说明

本文件输出的测试结果S的获得方法是不同状态下的光晕图像按光晕可见性的强烈程度由低到高进行分级，每级光晕强烈程度逐渐增大。光晕强烈程度等级确定后，可以通过视觉感知实验来区分不同光晕的等级。光晕可见性的强烈程度等级参考ITU-R BT.2100-2:2018中的分级方法。

具体感知实验方式如图B.1所示：



图B.1 MLED-LED光晕评价感知实验示意图

图B.1中的观察人员对于不同的光晕现象按可见性的强烈程度由高到低进行了评级。另外，本文件光晕所述评价感知实验考虑了眩光对于人眼判断光晕可见性的影响。

通过不同光晕可见性的强烈程度等级与光晕最大亮度和光晕宽度量化分析可得到关于本文件的输出结果关于 $L_{halo-max}$ 和 W_{halo} 的函数关系。当光晕可见性的强烈程度等级取为 L 时（利用不同的光晕最大亮度和光晕宽度的组合的测试图像通过感知评价实验对其分级），可构建以 L_{halo} 和 W_{halo} 为自变量表征光晕可见性强烈程度的公式，见式(B.1)。

$$L = f(L_{halo-max} \cdot W_{halo}^3) \quad (B.1)$$

式中：

L ——光晕强烈程度的等级；

L_{halo} ——光晕的亮度，单位：nits；

W_{halo} ——光晕的宽度，单位：mm。

综上，本文件提取 L 变量因子即式(1)作为本测试方法的输出结果。

本文件对式(1)的输出结果进行了光晕可见性的强烈程度应用验证，见表B.1。

表B.1 应用验证结果

MLED-LCD 及参数	样机一	样机二	样机三	样机四
尺寸/英寸	27	27	32	65
分区数	1152	576	2304	576
$L_{halo-max} / nits$	0.3161	0.0799	0.1213	0.0557
W_{halo} / mm	33.554	87.184	18.675	82.988
□	11,941	52,948	782	31,835

通过上述实测的4台MLED-LCD样机输出的测试结果 S 对比，符合人眼对这四台样机的光晕可见性的强烈程度判断。