

ICS 31.120

CCS L 47

团 体 标 准

T/CVIA xxx-2023

T/DTIA 003-2023

多应用场景下 OLED 智能穿戴显示屏易读性测试与分级评价

Readability Measurement and Classification Evaluation for Organic Light-Emitting Diode (OLED) Smart Wearable Display in Multiple Application Scenarios

2023-xx-xx 发布

2023-xx-xx 实施

中国电子视像行业协会 联合发布
国家新型显示技术创新中心

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测试方法 2

 4.1 测试环境 2

 4.2 测试方法 2

5 分级评价 4

参考文献 6

附录 A（资料性）分级评价实施方式..... 7

 A.1 观察人员挑选规则 7

 A.2 试验环境 7

 A.3 试验标准图片 7

 A.4 测试步骤 7

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，由新型显示产业技术创新战略联盟组织起草。

本文件起草单位：上海天马微电子有限公司、天马微电子股份有限公司、国家新型显示技术创新中心、北京卓立汉光仪器有限公司、复旦大学、华东师范大学、上海精恩光学有限公司、厦门特仪科技有限公司、广东聚华新型显示研究院、海信视像科技股份有限公司。

本文件起草人：熊志勇、李鑫、曹海燕、刘海坤、董磊、张万路、彭晖、常烨、陈嘉劼、李寅、刘露、王晓玲、刘佳。

本文件为首次发布。

多应用场景下 OLED 智能穿戴显示屏易读性测试与分级评价

1 范围

本文件规定了有机发光二极管（OLED）智能穿戴显示屏在不同环境光下的易读性评价方法。以亮度、对比度、反射率等作为显示屏测量参数，对不同应用场景下显示屏的易读性进行主观分级评价。

本文件适用于OLED智能穿戴手表、OLED智能穿戴手环类显示屏的测试和评价（非AR、VR等近眼显示屏），含刚性OLED屏和柔性OLED屏的测试和评价。

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 20871.61-2013 有机发光二极管显示器 第6-1部分：光学和光电参数测试方法
- GB/T 20871.63-2021 有机发光二极管显示器件 第6-3部分：图像质量测试方法
- GB/T 37035-2018 可穿戴产品分类与标识
- GB 50034-2013 建筑照明设计标准
- SJ/T 11461.6.2-2016 有机发光二极管显示器件 第6-2部分：测试方法-视觉质量
- CIE 008/E-2001 室内工作场所照明标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能穿戴手表 smart wearable watch

以手表为外形，具有图形人机交互界面，可以被用户佩戴在腕部的智能电子设备。

3.2

智能穿戴手环 smart wearable bracelet

以手环、手镯为外形，可以被用户佩戴在腕部的智能电子设备。

3.3

刚性OLED显示屏 rigid OLED display screen

硬质平面屏，通常都是由两片刚性玻璃构成，一片是包含控制电路和OLED器件的，另一个是集成触摸板功能。^[1]

3.4

柔性OLED屏 flexible OLED display screen

基于柔性OLED技术的固定曲率屏。^[2]

4 测试方法

4.1 测试环境

4.1.1 标准测试环境

环境温度：(25±5) °C；

相对湿度：25% RH~75% RH；

大气压力：86 kPa~106 kPa。

4.1.2 环境光设定

参考GB 50034-2013中5.2-5.3照度标准值分级方式、居住建筑和公共建筑照度标准值的设定，以及CIES 008/E-2001中5对室内不同场所照明标准的界定，结合本标准中OLED智能穿戴显示屏的多种应用场景，包括但不限于：晴天户外场景（高亮度户外）、办公/学校/图书馆阅读场景（中亮度室内）、日常生活场景（中低亮度室内）、月夜室内场景（低亮度室内）和夜间室内场景（暗环境）的环境光照度水平，将测试空间（试验台平面）的环境光以照度值 E 进行分类，划分为以下五个等级：

- (a) $E \geq 80000 \text{ lx}$ ，对应高亮度户外的应用场景；
- (b) $300 \text{ lx} < E \leq 500 \text{ lx}$ ，对应中亮度室内的应用场景；
- (c) $75 \text{ lx} < E \leq 100 \text{ lx}$ ，对应中低亮度室内的应用场景；
- (d) $0.02 \text{ lx} < E \leq 0.3 \text{ lx}$ ，对应低亮度室内的应用场景；
- (e) $E \leq 0.02 \text{ lx}$ ，对应暗环境室内的应用场景。^[3]

4.1.3 标准测试暗室条件

OLED显示屏处于关闭状态时，环境光在屏上任意位置的光照度均应小于 0.02 lx ，当环境光在显示屏上的光照度较高时，应先测量显示屏在关闭状态下屏上的背景亮度，之后屏的亮度测量值都要减去这个背景亮度，并在测试报告中注明。

4.2 测试方法

4.2.1 亮度

参考GB/T 20871.61-2013中5.3.3关于测光仪器的选择标准，选择可以测量亮度的测光仪器。本标准推荐满足1000000:1动态范围，可测量的最低亮度 $\leq 0.001 \text{ cd/m}^2$ 的测光仪器。由于穿戴产品尺寸小，为保证样品发光区域与测试场范围匹配，本标准推荐可支持视场 $\leq 0.2^\circ$ ，对应测试场范围 $3.49 \pm 0.02 \text{ mm}$ 的测光仪器。本标准中亮度测试系统的安装示意如图1所示。

在标准测量环境、标准测量暗室条件下，显示屏最大全屏亮度的测试步骤如下：

- (a) 将OLED显示屏与测试装置置于标准测试条件下；
- (b) 按图1所示安装放置测试系统，穿戴显示屏与LMD的距离推荐为50 cm；
- (c) 测量显示屏在关闭状态下的亮度值，记为 L_0 ；

(d) 对显示屏施加100%的白色信号，使全屏发光；

(e) 测量屏幕的中心位置，记录亮度值为 L_1 ；

(f) 记录显示屏的实际亮度为 $(L_1 - L_0)$ 。

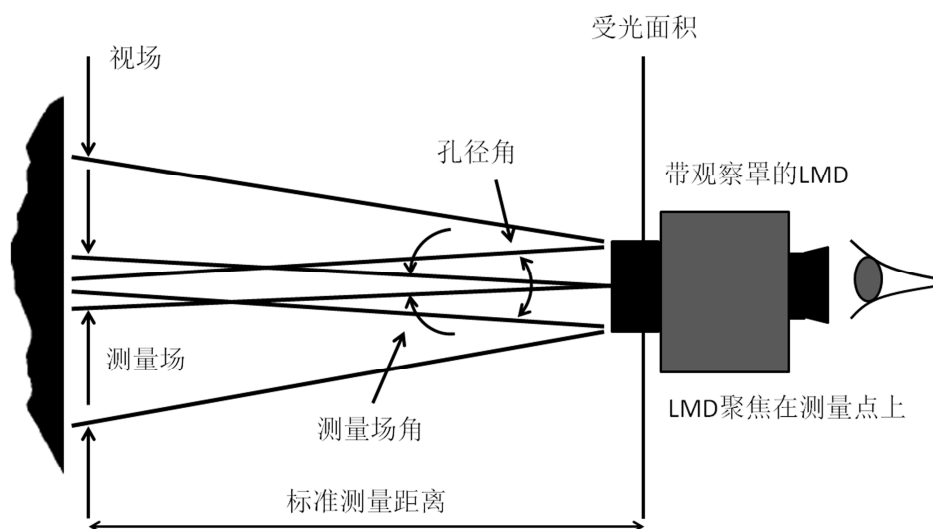


图1 测试系统安装示意图

4.2.2 对比度

参考GB/T 20871.61-2013中5.3.3关于测光仪器的选择标准，选择可以测量亮度的测光仪器。由于OLED穿戴显示屏高对比度的特性，本标准推荐满足1000000:1动态范围的测光仪器。本标准中对比度测试系统的安装示意如图1所示。

在标准测量环境、标准测量暗室条件下，按GB/T 20871.61-2013中全屏暗室对比度的测试步骤执行：

- 用驱动信号源对OLED显示屏施加100%电平信号，测试全白画面中心点的亮度 L_w ；
- 用驱动信号源对OLED显示屏施加0%电平信号，测试全黑画面中心点的亮度 L_{bk} ；
- 计算全屏暗室对比度： $CR=L_w/L_{bk}$ 。

4.2.3 反射率

测量装置由测光仪器LMD、光谱辐射计、积分球、标准漫反射白板、漫射照明光源（卤素灯）/D65光源、双轴定位装置组成。在标准测量环境、标准测量暗室条件下，参考SJ/T 11461.6.2-2016中关于反射率的测试：

- 将穿戴显示屏放入如图2所示的积分球内，打开积分球内的光源，使光源达到稳定（球内照度的变化可通过色温等参数进行监测）；
- 将测试仪器穿过测试口，对准标准白板的中心，在 0° 和 8° 位置，在漫射照明开启状态下，测得白板的光谱辐亮度或亮度；
- 将测试仪器对准显示屏中心，在 0° 和偏离显示屏法线方向 $8^\circ \sim 10^\circ$ 的位置，在漫射照明开启状态下测得屏幕中心的光谱辐亮度或亮度；
- 读取4个方位下（ $0^\circ/90^\circ/180^\circ/270^\circ$ ）视角下 0° 和 8° 的反射率结果。

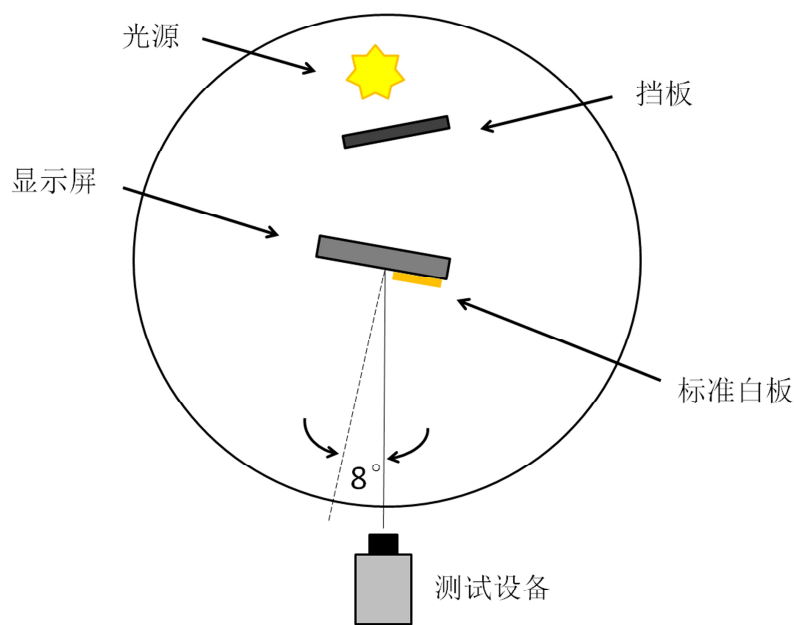


图2 积分球示意图

5 分级评价

OLED智能穿戴显示屏在不同环境光下（如高亮度户外环境、中亮度室内环境、中低亮度室内环境、低亮度室内环境或暗环境等）的显示画面是否清晰可见，可通过设置显示设备的相关参数进行调节。本标准选择3个参数（对比度、反射率、亮度）对智能穿戴设备在不同环境光下的易读性进行分级评价。

易读性分级评价设定为6个等级，分别为1级、2级、3级、4级、5级和6级。

- 1级表示不少于90%的观察人员认为画面清晰可见；
- 2级表示75%~90%的观察人员认为画面清晰可见；
- 3级表示60%~75%的观察人员认为画面清晰可见；
- 4级表示45%~60%的观察人员认为画面清晰可见；
- 5级表示30%~45%的观察人员认为画面清晰可见；
- 6级表示少于30%的观察人员认为画面清晰可见。

*注意：画面清晰可见，指的是图像色彩分辨清晰，文字数字等细节辨识度高。

级数越高说明穿戴显示设备在该环境光下的画面易读性越低，详细试验过程见附录A。表1中记录了不同环境光下穿戴设备的易读性分级评价。

表1 易读性分级评价表

环境光照度	对比度	反射率	亮度 (cd/m ²)	易读性分级评价
E=80000 lx	CR>1000000	4%~6%	800<L<1000	3级
			600<L<800	6级
		7%~10%	800<L<1000	4级
			600<L<800	6级

	100000<CR<1000000	4%~6%	800<L<1000	4级
			600<L<800	6级
		7%~10%	800<L<1000	4级
			600<L<800	6级
E=500 lx	CR>1000000	4%~6%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
		7%~10%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
	100000<CR<1000000	4%~6%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
		7%~10%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
E=75 lx	CR>1000000	4%~6%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	1级
		7%~10%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	1级
	100000<CR<1000000	4%~6%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
		7%~10%	450<L<600	1级
			300<L<450	1级
			100<L<300	2级
E=0.3 lx	CR>1000000	4%~6%	80<L<100	1级
			60<L<80	2级
			40<L<60	3级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
		7%~10%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
			40<L<60	2级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
	100000<CR<1000000	4%~6%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
			40<L<60	2级

			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
		7%~10%	80<L<100	1级
			60<L<80	2级
			40<L<60	3级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
E= 0.02 lx	CR>1000000	4%~6%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
			40<L<60	2级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
		7%~10%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
			40<L<60	2级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
	100000<CR<1000000	4%~6%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
			40<L<60	2级
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级
		7%~10%	80<L<100	1级
			60<L<80	1级
		40<L<60	2级	
			10<L<40	4级
			5<L<10	6级

参考文献

[1] GB/T 37035-2018 可穿戴产品分类与标识

[2] Shan-Chen Kao, Liang-Jian Li, Ming-Che Hsieh, Song Zhang, Pao-Ming Tsai, Zhong-Yuan Sun, Da-Wei Wang. The Challenges of Flexible OLED Display Development, SID Symposium Digest of Technical Papers, vol. 48, no. 1, pp. 1034-1037, May 2017.

[3] GB 50034-2013 建筑照明设计标准

附录 A
(资料性)
分级评价实施方式

A.1 观察人员挑选规则

人员挑选应覆盖范围广泛，数量不少于30人。可考虑从视力水平、年龄方面进行筛选。视力水平可包括裸眼视物正常、矫正视力1.0 以上人员，年龄可依据试验开展的背景和可实施性，分为青年组（18岁~35岁）、中年组（36岁~45岁）。各个筛选条件下人员应均匀分布，不应含有色盲色弱、黄斑变性以及白内障等眼疾患者，观察人员试验期间应无眼部不适症状。

*注：眼部不适症状包括视物模糊、畏光、飞蚊症、异物感、眼干等各类综合症状。

A.2 试验环境

将试验空间环境光设置为环境1组、环境2组、环境3组、环境4组和环境5组，对应照度值分别为 $E=80000\text{ lx}$ 、 $E=500\text{ lx}$ 、 $E=75\text{ lx}$ 、 $E=0.3\text{ lx}$ 和 $E=0.02\text{ lx}$ 。

A.3 试验标准图片

选取应用场景广泛的数字表盘作为标准图片（图片包含表盘的指针和数字、可包括文字。文本可由不同字号的不同字符组成，数字可由不同字号组成），符合通过梯度性差异区分易读性等级筛选条件。图A.1为本标准推荐的测试标准图片示例。



图A.1 测试标准图片示例

A.4 测试步骤

(a) 试验人员将亮度值在 $600 \sim 1000\text{ cd/m}^2$ 的8个样品，记为样品组1，将亮度值在 $100 \sim 600\text{ cd/m}^2$ 的12个样品，记为样品组2，将亮度值在 $5 \sim 100\text{ cd/m}^2$ 的20个样品，记为样品组3。环境1组放置样品组1，环境2组和环境3组放置样品组2，环境4组和环境5组放置样品组3。

(b) 试验人员将样品组1放置于环境1组中，样品水平放置在离地100 cm的试验平台上，一字排开，进行编号，接通电源并确认试验画面显示正常；

(c) 观察人员在暗室闭目休息15 min，依次进入环境1组；

(d) 观察人员站在测试平台的中间位置，保持站立状态，确认样品均在 45° 视角范围内。试验员计时1 min，观察人员目视样品，确认显示画面是否清晰可见。计时结束，观察人员记录各个样品的目视结果，然后回到暗室等待；

(e) 环境1组样品全部观察完毕后试验人员统计各个样品的可见性，依据本标准设定的分级方式，确认各个样品的可见性等级（1级、2级、3级、4级、5级和6级），将结果填写在评价表中（如表1），完成环境1组的试验；

(f) 重复步骤（b）~（e），完成环境2组~环境5组的试验，完成评价分级表，本轮试验结束。
