

T/CSMT

中国计量测试学会团体标准

T/CSMT ××××—××××

色彩分析仪测评标准

Evaluation Method of Color Analyzer f

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2022/07/04)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中国计量测试学会 发布

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
3.1 单色及四色校准 Single-point (W) calibration and Four-color (WRGB) Calibration	1
4 性能要求	1
4.1 线性误差	2
4.2 稳定性	2
4.3 复现性	2
4.4 示值误差和重复性	3
4.6 测量速度	3
4.7 环境适应性	3
4.8 外观	3
4.9 其他	3
5 测试环境和设备要求	4
5.1 测试环境	4
5.2 设备要求	4
5.3 试验设备及仪器的安装和调试	5
6 评测步骤	6
6.1 外观检查	6
6.2 功能检查	6
6.3 校准	6
6.4 线性误差	7
6.6 复现性	7
6.7 示值误差	8
6.8 重复性	9
6.9 不同校准通道之间测量结果的一致性	9
6.10 测量速度	10
6.11 环境适应性	10
附录 A (资料性附录) 评测流程	11
附录 B (资料性附录) 评分示例	12
附录 C (资料性附录) 评测报告模板	13

前 言

本标准按照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。

本标准由武汉精测电子集团股份有限公司提出，由中国计量测试学会归口。

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

本标准起草单位：武汉精测电子集团股份有限公司、中国计量科学研究院。

本标准主要起草人：秦明、陈赤、马淼、梁红军、肖恩桥。

本标准为首次发布。

色彩分析仪测评标准

1 范围

本标准规定了平板显示器件测量用遮光筒式色彩分析仪的评测方法。

本标准适用于平板显示器件的光学性能如亮度及色品坐标测量的遮光筒式色彩分析仪(以下简称色彩分析仪)的产品分级、技术要求、试验方法,其他功能相似的色彩分析仪也可参考使用。

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。

JJG 211-2021 亮度计检定规程

JJG 595-2002 测色色差计检定规程

JJF 1079-2002 阴极射线管彩色分析仪校准规范

GB/T 11606-2007 分析仪器环境试验方法

GB/T 39388-2020 照度计和亮度计的性能表征方法

3 术语和定义

3.1 单色及四色校准 Single-point (W) calibration and Four-color (WRGB) Calibration

校准是在规定条件下的一组操作,第一步是确定由测量标准提供的量值与相应示值之间的关系,第二步是用此信息确定由示值获得测量结果的关系。

色彩分析仪的校准分为单色校准和四色校准,单色校准是进行单点白色校准,四色校准是进行红、绿、蓝、白四色矩阵校准。

注:根据色彩分析仪结构和工作原理,由于光谱修正不完善等原因,仪器的测量值和标准值之间会出现偏差,所以需要校准后才能使用。

4 性能要求

各级别的色彩分析仪经校准后的性能要求符合表1、2、3、4的规定。

表1 色彩分析仪线性误差要求

分级	光源类型	亮度范围 (cd/m ²)	线性误差
			$f_{\text{线性}}$
一级	标准亮度源	0.01~1000	2%
二级			3%

表2 色彩分析仪稳定性、复现性要求

分级	光源类型	亮度范围 (cd/m ²)	稳定性 Δf	复现性	
				$\Delta l(Y)$	$\Delta l(x)、\Delta l(y)$
一级	标准亮度源	1000	≤ 0.2	≤ 1.0	≤ 0.002
二级			≤ 0.4	≤ 2.0	≤ 0.006

表3 色彩分析仪示值误差和重复性要求

分级	光源类型	亮度范围 (cd/m ²)	示值误差		重复性	
			亮度 ΔY	色品坐标 $\Delta x, \Delta y$	亮度 s(Y)	色品坐标 s(x), s(y)
一级	标准亮度源 (白色)	0.01~<1	$\pm 3.0\%$	± 0.005	2.0%	0.005
		1~100	$\pm 2.0\%$	± 0.004	0.5%	0.0006
		>100	$\pm 1.5\%$	± 0.003	0.2%	0.0005
二级		0.01~<1	$\pm 6.0\%$	± 0.01	6.0%	0.01
		1~100	$\pm 3.0\%$	± 0.008	1.0%	0.001
		>100	$\pm 2.0\%$	± 0.006	0.5%	0.001
一级	标准屏幕光源(单色)	100 ^a	$\pm 2.0\%$	± 0.004	0.5%	0.0006
二级			$\pm 3.0\%$	± 0.008	1.0%	0.001

^a 单色的亮度以白色显示 100cd/m² 的状态

表4 测量速度

亮度范围 (cd/m ²)	测量时间 (ms)
<10	$t \leq 800$
≥ 10	$t \leq 50$

4.1 线性误差

色彩分析仪量程范围内的线性误差应符合表1的规定。

4.2 稳定性

稳定性是指色彩分析仪保持其测量性能随时间不变化的能力，稳定性应符合表2的规定。

4.3 复现性

复现性是值色彩分析仪在不同测量条件下对亮度和色坐标进行测量时，其测量结果一致的程度。复现性应符合表2的规定。

4.4 示值误差和重复性

4.4.1 标准亮度源下的亮度及色品坐标示值误差和重复性

考察色彩分析仪测试标准亮度源白场下不同亮度范围的测量值的示值误差和重复性，应符合表3的规定。

4.4.2 标准屏幕下的亮度及色品坐标示值误差和重复性

考察色彩分析仪测试标准屏幕白场及单色场（单色的亮度以白色显示 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 的状态）的测量值的示值误差和重复性，应符合表3的规定。

4.5 不同校准通道之间测量结果的一致性

色彩分析仪不同校准通道测量值之间的误差应满足，亮度 $\Delta Y \leq \pm 1\%$ ，色品坐标 $\Delta x, \Delta y \leq 0.0005$ 。

4.6 测量速度

测量速度即为色彩分析仪每次测量正确量值所需要的时间，应符合表4的规定。

4.7 环境适应性

色彩分析仪的环境适应性应符合表5的规定。

表5 环境适应性要求

序号	项目	要求	试验方法
1	低温试验	试验条件：-10℃、8h 试验后符合4.1~4.6的规定	GB/T 11606-2007 4.4
2	高温试验	试验条件：55℃、8h 试验后符合4.1~4.6的规定	GB/T 11606-2007 5.4
3	振动试验	试验条件：GB/T 11606-2007 表9中III组别对应的试验条件。 试验后符合4.1~4.6的规定	GB/T 11606-2007 9.4

4.8 外观

色彩分析仪应有如下标记：名称、商标、型号、产品号、制造厂、出产日期等；

色彩分析仪的光、机、电各部分应能正常工作，不应有任何影响仪器性能及功能的缺陷，如镜头脏污、紧固件松动、受潮等；

4.9 其他

4.9.1 硬件

硬件组装方便，操作简单，宜支持以下功能：

——支持 USB2.0、RS-232C 接口；

——支持状态指示灯；

——支持定制适配 SDK，协议通用，方便系统集成和自动化系统的使用；

——支持根据应用场景提供匹配配件（包括三角架/云台、终端电脑、数据线、镜头盖等），且装配简单方便。

4.9.2 软件

软件界面简洁明了，易于操作，宜支持以下功能：

- 支持 XYZ, xyLv, Lab 等多种格式；
- 支持不同标准定义下的参数换算；
- 支持单点、连续、间隔等多种测量模式；
- 支持同步，触发等多种协调模式；
- 支持 Windows/MAC 等多系统运行；
- 支持多通道用户校准，支持校准日志；
- 支持自动零点校准；
- 支持错误提示；
- 支持自动记录测量时间；
- 支持结果保存与输出；
- 支持软件升级。

4.9.3 成套

成套仪器包括主机、配套产品、专用附件等。

5 测试环境和设备要求

5.1 测试环境

试验环境应为暗室，温度应保持在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于80%，其它环境条件不应影响设备和仪器精确度。

5.2 设备要求

5.2.1 标准亮度源

采用均匀的积分球A光源作为标准亮度源，能提供线性范围 $0.01\text{cd}/\text{m}^2 \sim 10000\text{cd}/\text{m}^2$ 的亮度，在规定亮度范围内，出光面色温应不超过 $2856\text{K} \pm 20\text{K}$ ，线性误差优于0.3%，测试区域面均匀性优于98%，1h内短期稳定性优于0.5%。

注：可采用合适的中性滤光片配合标准亮度源输出稳定的低亮度。

5.2.2 标准屏幕

标准屏幕的尺寸应不小于 $35\text{mm} \times 35\text{mm}$ ，屏幕亮度应连续可调，应至少能覆盖 $1\text{cd}/\text{m}^2 \sim 400\text{cd}/\text{m}^2$ ；在规定亮度范围内，测试区域亮度面均匀性优于98%，1h内短期稳定性优于0.5%。

标准屏幕应能切换全白场及全红、绿、蓝单色场。

注：标准屏幕刷新率推荐为60Hz，标准屏幕具有与典型显示屏相似的光谱功率分布，一般为全彩LCD或OLED。

5.2.3 标准彩色亮度计

标准彩色亮度计宜采用光谱式亮度计，亮度测量下限 $\leq 0.001\text{cd}/\text{m}^2$ ，亮度测量不确定度优于 $U_{\text{rel}}=3\%$ ， $k=2$ （ $10\text{cd}/\text{m}^2$ 以上，标准A光源条件下），色品坐标x和y的测量不确定度优于 $U=0.002$ ， $k=2$ （ $10\text{cd}/\text{m}^2$ 以上，标准A光源条件下）。

5.2.4 平面透射式标准白板

平面透射式标准白板是采用乳白玻璃等材质制成的平行平面透射式白板,其亮度分布接近于完全漫射体,光谱平坦性对于光谱失配误差的影响不超过1%。

5.3 试验设备及仪器的安装和调试

5.3.1 标准亮度源测试条件的安装和调试

- a) 在 5.1 所述环境中,如图 1a) 所示,将标准亮度源置于平稳台面上,在标准亮度源出光面内平行放置平面透射式标准白板。
- b) 调节标准彩色亮度计,使标准彩色亮度计的测光轴线与亮度源出光面垂直,调节标准彩色亮度计的目镜和物镜,瞄准平面透射式标准白板的中心,使标准彩色亮度计内的孔径光阑清晰可见,平面透射式标准白板成像清晰,并保证孔径光阑覆盖区域小于平面透射式标准白板面积的 2/3,然后对平面透射式标准白板发光面亮度进行定标。
- c) 将色彩分析仪安装在夹持设备上,使色彩分析仪的测光轴线与亮度源出光面垂直,将色彩分析仪的镜头紧贴平面透射式标准白板,且色彩分析仪的测光轴线置于平面透射式标准白板的中心。
- d) 测试区域尺寸应大于标准彩色亮计和色彩分析仪的测量口径。
- e) 标准亮度源、标准彩色亮度计、色彩分析仪均应提前预热。

5.3.2 标准屏幕测试条件的安装和调试

- a) 在 5.1 所述环境中,如图 1b) 所示,将标准屏幕置于平稳台面上,标准屏幕可切换白场和红、绿、蓝单色场。
- b) 调节标准彩色亮度计,使标准彩色亮度计的测光轴线与标准屏幕显示表面垂直,调节标准彩色亮度计的目镜和物镜,瞄准标准屏幕测试区域的中心,使标准彩色亮度计内的孔径光阑清晰可见,标准屏幕图像成像清晰,并保证孔径光阑覆盖区域小于标准屏幕测试区域的 2/3,然后对标准屏幕亮度进行定标。
- c) 将色彩分析仪安装在夹持设备上,使色彩分析仪的测光轴线与标准屏幕垂直,将色彩分析仪的镜头按要求对准标准屏幕表面,且色彩分析仪的测光轴线置于标准屏幕测试区域的中心法线一致。
- d) 测试区域尺寸应大于标准彩色亮计和色彩分析仪的测量口径。
- e) 标准屏幕、标准彩色亮度计、色彩分析仪均应提前预热。

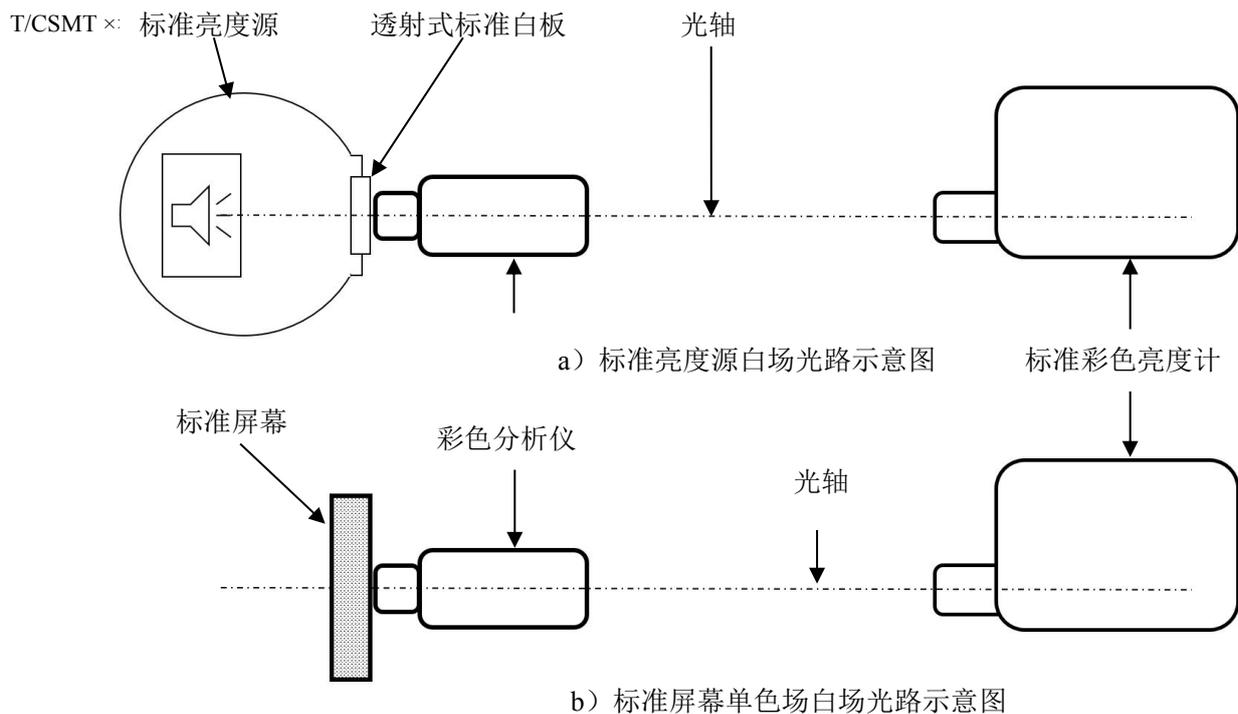


图 1 测试光路示意图

6 评测步骤

6.1 外观检查

用目视观察与手动结合，对照4.8规定的各项内容进行检查。

6.2 功能检查

按色彩分析仪说明书对照4.9的内容进行硬件和软件功能检查。

6.3 校准

性能评测前应对色彩分析仪进行校准。

注：色彩分析仪一般拥有从多校准通道，其中CH00是厂家设定通道，无法进行校准更改，其他用户校准通道可根据不同需求用于校准。另外，出厂时各个用户校准通道应与厂家设定通道完全一致。

6.3.1 标准光源校准

按色彩分析仪使用说明要求，并参照JJF 1079-2002中6.2的方法使用标准A光源在 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 亮度下进行单点白色校准并保存至CH01通道。

注：如待测色彩分析仪出厂校准使用的是A光源，则无需对CH01通道进行标准光源校准。

6.3.2 用户校准

按色彩分析仪使用说明要求，并参照JJF 1079-2002中6.2的方法使用标准屏幕在其最大亮度下（屏幕最大亮度宜大于400cd/m²）进行四色（红、绿、蓝、白）用户校准并保存至CH02通道。

注：色彩分析仪针对被测对象屏幕（或其他光源）进行用户校准后可高精度测量校准光源附近的亮度及色度。

6.4 线性误差

6.4.1 按 5.3.1 的要求安装调试好测试设备，设置待测色彩分析仪的测试通道为 CH00。

6.4.2 将标准亮度源白场的亮度调节至待测色彩分析仪满量程的 90%，分别用标准彩色亮度计和待测色彩分析仪读取对应的亮度值，保持同一位置连续测量 2 次取平均值作为最终结果。

6.4.3 将标准亮度源白场的亮度依次调节至待测色彩分析仪满量程的 60%、30%、10%，分别用标准彩色亮度计和待测色彩分析仪逐次读取并记录对应的亮度值，保持同一位置连续测量 2 次取平均值作为最终结果。

6.4.4 参照 GB/T 39388-2020 中 5.7.2 按公式(1)计算线性误差 $f_{\text{线性}}$ ：

$$f_{\text{线性}} = \max\left(\left|\frac{Y_i}{Y_0} \cdot \frac{X_0}{X_i} - 1\right|\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Y_0 ——对应90%量程时色彩分析仪亮度显示值；

X_0 ——对应 Y_0 的标准亮度值；

Y_i ——对应60%、30%、20%、10%量程时色彩分析仪亮度显示值；

X_i ——对应 Y_i 的标准亮度值；

注：如色彩分析仪量程超过标准亮度源的亮度范围，则取标准亮度源的亮度范围的上限进行测试。

6.5 稳定性

6.5.1 按 5.3.1 的要求安装调试好测试设备，设置待测色彩分析仪的测试通道为 CH00。

6.5.2 用标准彩色亮度计将标准亮度源白场的亮度标定至 1000cd/m²。

6.5.3 用待测色彩分析仪测量标准亮度源白场的亮度值，一天测一次，持续一周。

6.5.4 稳定性 Δf 参照 JJG 595-2002 中 6.3.2，按公式（2）计算：

$$\Delta f = |Y_i - \bar{Y}|_{\text{max}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

\bar{Y} ——7次测量的平均值；

Y_i ——第*i*次测量值；

6.6 复现性

6.6.1 按 5.3.1 的要求安装调试好测试设备，设置待测色彩分析仪的测试通道为 CH00。

6.6.2 用标准彩色亮度计将标准亮度源白场的亮度标定至 1000cd/m²。

6.6.3 用待测色彩分析仪对标准亮度源白场连续进行 8 次测量，测量中每次都要以色彩分析仪光路为轴线转动约 45°（如图 2 所示）。

6.6.4 复现性 Δl 参照 JJG 595-2002 中 6.3.4，按公式（3）计算：

$$\Delta l(u) = |u_i - \bar{u}|_{max} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

\bar{u} ——测量8次的平均值；

u_i ——（亮度和色品坐标的）第i次测量值；

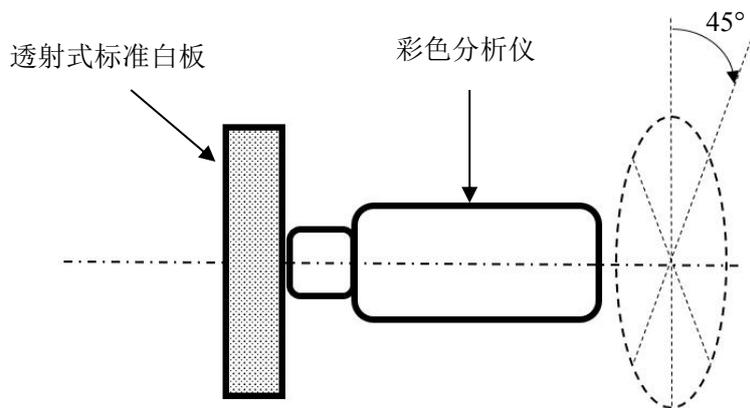


图 2 复现性测试示意图

6.7 示值误差

6.7.1 标准亮度源下的亮度和色坐标的示值误差

6.7.1.1 按 5.3.1 的要求安装调试好测试设备，设置待测色彩分析仪的测试通道为 CH01。

6.7.1.2 调节标准亮度源白场的亮度从低到高依次为：0.01cd/m²、0.01cd/m²、1cd/m²、10cd/m²、100cd/m²、1000cd/m²（根据待测色彩分析仪的标称量程选择对应的亮度点，低亮度可选择合适的中性滤光片进行亮度的衰减）。

6.7.1.3 分别用标准彩色亮度计和待测色彩分析仪依次读取对应亮度和色品坐标值，保持同一位置连续测量 3 次取平均值。

6.7.1.4 亮度示值误差 ΔY 参照 JJG211-2021 中 6.3.3，按公式（4）计算：

$$\Delta Y = \frac{Y_i - Y_0}{Y_0} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

式中：

式中：

Y_i ——色彩分析仪测得的亮度值

Y_0 ——标准彩色亮度计测得的亮度值

6.7.1.5 色品坐标示值误差 Δx 、 Δy 参照 JJG211-2021 中 6.3.4，按公式（5）、（6）计算：

$$\Delta x = x_i - x_0 \dots\dots\dots (5)$$

$$\Delta y = y_i - y_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

x_i, y_i ——色彩分析仪测得的色品坐标值

x_0, y_0 ——标准彩色亮度计测得的色品坐标值

6.7.2 标准屏幕下的亮度和色品坐标示值误差

6.7.2.1 按 5.3.2 的要求安装调试好测试设备，设置待测色彩分析仪的测试通道为 CH02。

6.7.2.2 调节标准屏幕白场亮度为 $100\text{cd}/\text{m}^2$ ，设置标准屏幕依次切换白场和红、绿、蓝单色场。

6.7.2.3 分别用标准彩色亮度计和待测色彩分析仪测试标准屏幕的白场和红、绿、蓝单色场的亮度与色度，保持同一位置连续测量 3 次取平均值。

6.7.2.4 按公式（4）、（5）、（6）计算亮度及色品坐标的示值误差。

6.8 重复性

6.8.1 在 6.7.1 和 6.7.2 的测试时用待测色彩分析仪读取对应的亮度和色品坐标值，保持同一位置连续测量 8 次；

按公式（7）、（8）计算色彩分析仪的色品坐标重复性 $s(x)$ 、 $s(y)$ ：

$$s(x) = 2\sigma \dots\dots\dots (7)$$

式中：

σ ——连续测量 8 次色品坐标 x 的标准差

$$s(y) = 2\sigma \dots\dots\dots (8)$$

式中：

σ ——连续测量 8 次色品坐标 y 的标准差

按公式（9）计算色彩分析仪的亮度重复性 $s(Y)$ ：

$$s(Y) = \frac{2\sigma}{\mu} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

σ ——连续测量 8 次亮度值的标准差

μ ——连续测量 8 次亮度值的平均值

6.9 不同校准通道之间测量结果的一致性

在进行 6.7 测试中，同时记录待测色彩分析仪的 CH01 和 CH02 通道测试值，并进行一致性比较。

不同校准通道之间的测量结果的一致性用示值误差来表示，亮度一致性误差 ΔY ，按公式（4）计算：

$$\Delta Y = \frac{Y_{CH01} - Y_{CH02}}{Y_{CH01}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

T/CSMT ××××—

Y_{CH01} ——色彩分析仪CH01通道测得的亮度值

Y_{CH02} ——色彩分析仪CH02通道测得的亮度值

色品坐标一致性误差 Δx 、 Δy 按公式（5）、（6）计算：

$$\Delta x = x_{CH01} - x_{CH02} \dots\dots\dots (11)$$

$$\Delta y = y_{CH01} - y_{CH02} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

x_{CH01} ， y_{CH01} ——色彩分析仪CH01通道测得的色品坐标值

x_{CH02} ， y_{CH02} ——色彩分析仪CH02通道测得的色品坐标值

6.10 测量速度

在进行6.7项目测试的同时记录待测色彩分析仪每次测量的时间。

注：只有符合4.4中示值误差要求的数据才算有效。

6.11 环境适应性

6.11.1 低温试验

低温试验方法按照GB/T 11606-2007第4章的规定进行试验，试验温度为-10℃，试验持续时间为8h，试验后应符合4.1~4.8的要求。

6.11.2 高温试验

高温试验方法按照GB/T 11606-2007第5章的规定进行试验，试验温度为55℃，试验持续时间为8h，试验后应符合4.1~4.8的要求。

6.11.3 振动试验

振动试验方法参照GB/T 11606-2007第9章表9中组别III规定的条件进行试验，试验后应符合4.1~4.8的要求。

附 录 A
(资料性附录)
评测流程

序号	评测内容		评测项目	测试条件
1	外观、功能		外观、功能	
2	CH00通道测试标准亮度白场-不同亮度		线性误差	色分析仪满量程的90%、60%、30%、10%
3			稳定性	1000cd/m ²
4			复现性	1000cd/m ²
5	校准	对CH01通道进行A光源校准 - 单点白色校准100cd/m ²	校准	校准亮度100cd/m ²
		对CH02通道进行显示器(LCD、LED等)用户校准-四色矩阵校准400cd/m ² ,		校准亮度400cd/m ²
6	CH01通道测试标准亮度源白场		示值误差、重复性	0.01cd/m ² 、0.01cd/m ² 、1cd/m ² 、10cd/m ² 、100cd/m ² 、1000cd/m ²
7	CH02通道测试标准屏幕白场及单色场(单色的亮度以白色显示100cd/m ² 的状态)		示值误差、重复性	100cd/m ²
8	标准亮度源	用CH01通道和CH02通道测试	不同校准通道之间测量结果的一致性	参见第六步
	标准屏幕	用CH01通道和CH02通道测试		参见第七步
9	环境适应性		低温试验 高温试验 振动试验	
10	评测分析报告			

附 录 B
(资料性附录)
评分示例

从线性误差、稳定性、复现性、示值误差、重复性、测量速度、环境适应性以及其他性能八项对色彩分析仪进行评分。

单项性能评分满分为10分的情况下，针对各项的评分规则见表

表 C.1 色彩分析仪综合性能评分规则

单项性能	评分规则
线性误差	一级：8~10分 二级：4~6分 其他：0~4分
稳定性	
复现性	
示值误差	
重复性	
测量速度	满足并优于表5要求：5~10分； 其他：0~5分
环境适应性	所有项目都合格：8~10分 八成项目合格：6~8分 六成项目合格：4~6分 其他：0~4分
其他	4.8、4.9项目（外观、软件、硬件），主观评价0-10分

附 录 C
(资料性附录)
评测报告模板

测评仪器							
测评人员							
测评环境	温度						
	湿度						
	大气压力						
测量设备及标准器							
测评项目	测试项目	子项目	子项目测试结果		子项目评级	项目评级	备注及附图
	线性误差						
	稳定性						
	复现性						
	示值误差	标准亮度源下的示值误差	亮度(白光)				
			色度(白光)				
		标准屏幕下的示值误差	亮度(白光)				
			色度(白光)				
			亮度(单色)				
			色度(单色)				
	重复性	标准亮度源下的示值误差	亮度(白光)				
			色度(白光)				
		标准屏幕下的示值误差	亮度(白光)				
			色度(白光)				
			亮度(单色)				
			色度(单色)				
	测量速度	<10cd/m ² 亮度测试速					
		≥10cd/m ² 亮度测试速					
	环境适应性	低温					
		高温					
振动							
其他	外观						
	软件						
	硬件						