

ICS 31.120
CCS L 53

T/SLDA

团 体 标 准

T/SLDA 018—2024

Mini/Micro LED 直显模块可靠性试验方法

Reliability test method for Mini/Micro LED display modules

2024-12-31 发布

2024-12-31 实施

深圳市照明与显示工程行业协会
深圳市宝安区新型显示产业技术促进中心 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
4 工作环境分类.....	2
5 可靠性试验要求.....	2
5.1 概述.....	2
5.2 温湿环境可靠性要求	2
5.3 盐雾环境可靠性要求	3
5.4 振动环境可靠性要求	3
6 一般试验要求.....	3
6.1 试验环境条件	3
6.2 其他基本条件	3
6.3 试验程序	3
6.4 检查和检测	3
6.5 试验项目的选择.....	3
7 可靠性试验方法.....	4
7.1 温度循环试验	4
7.2 高温贮存试验	4
7.3 高温工作试验	4
7.4 高温高湿贮存试验	4
7.5 高温高湿工作试验	4
7.6 低温贮存试验	5
7.7 低温工作试验	5
7.8 振动试验	5
7.9 盐雾试验	5
8 合格判定	6

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。

本文件由厦门大学、厦门市产品质量监督检验院提出。

本文件由深圳市照明与显示工程行业协会、深圳市宝安区新型显示产业技术促进中心归口。

本文件主编单位：海目星激光科技集团股份有限公司、厦门大学。

本文件参与起草单位：深圳市艾比森光电股份有限公司、厦门大族尚立半导体装备科技有限公司、深圳市创显光电有限公司、厦门强力巨彩光电科技有限公司、海信视像科技股份有限公司、深圳市联建光电股份有限公司、卡莱特云科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、东莞阿尔泰显示技术有限公司、通标标准技术服务有限公司深圳分公司、惠科股份有限公司、深圳视爵光旭电子有限公司、深圳市晶台股份有限公司、深圳市康冠商用科技有限公司、深圳市迈锐光电有限公司、深圳市领灿科技有限公司、广州市赛普电子科技有限公司、深圳市照明与显示工程行业协会、厦门市产品质量监督检验院、嘉庚创新实验室、深圳雷曼光电科技股份有限公司、中国标准化研究院、中国计量科学研究院、北京理工大学、深圳市宝安区新型显示产业技术促进中心。

本文件主要起草人：李金钗、彭信翰、邓汉卿、庄昌辉、成卓、周国华、景发俊、史园、张志睿、刘汉平、张雄涛、白建军、梁文骥、陈惠玲、刘雅斌、张建、严春伟、刘海样、潘青松、粟荣华、褚丰收、黄凯、杨旭、赵飞、庄庆瑞、屠孟龙、朱虹、傅诺毅、陈赤、刘科亮、洪震、余俊霞、王国安、高兆峰、段勇、伍春平、徐雅丽、王蕾。

Mini/Micro LED 直显模块可靠性试验方法

1 范围

本文件规定了Mini/Micro LED直显模块可靠性的一般试验要求、试验样品的确定、试验方法和合格判定。

本文件适用于像素间距大于或等于0.3 mm的Mini/Micro LED直显模块可靠性试验。

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 2423.1—2008 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温（IEC 60068-2-1：2007，IDT）

GB/T2423.2—2008 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温（IEC 60068-2-2：2007，IDT）

GB/T2423.3—2016 环境试验第2部分：试验方法试验Cab：恒定湿热（IEC 60068-2-78：2012，IDT）

GB/T 2423.10—2019 环境试验第2部分：试验方法试验Fc：试验方法试验Fc：振动(正弦)

GB/T2423.17—2024 环境试验第2部分：试验方法试验Ka：盐雾（IEC 60068-2-11：2021，IDT）

GB/T2423.22—2012 环境试验第2部分：试验方法试验N：温度变化（IEC 60068-2-14：2009，IDT）

GB/T 18910.102—2021 液晶显示器件第10-2部分：环境、耐久性和机械试验方法环境和耐久性（IEC 61747-10-2:2014，IDT）

GB/T 43770—2024 室内LED显示屏规范

SJ/T 11141—2017 发光二极管(LED)显示屏通用规范

SJ/T 11281—2017 发光二极管(LED)显示屏测试方法

3 术语和定义

SJ/T 11281—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

Mini/Micro LED 直显模块 Mini/Micro LED display module

由Mini/Micro LED像素阵列、驱动电路组成的主动显示单元。

3.2

初始值 Initial value

可靠性试验前测得的性能指标参数值。

3.3

可靠性 reliability

产品在规定的条件和规定的时间内，完成规定功能的能力。

3.4

失效 failure

指产品在既定的工作条件下，在规定的时间内，未能实现其预定的功能要求；或者产品的性能参数超出了既定产品标准的允许范围。

4 工作环境分类

将Mini/Micro LED直显模块的工作环境分为以下几类：

- 类别 I：包括但不限于居住或办公环境的室内（例如，客厅、办公室、机房等）；
- 类别 II：包括但不限于室内公共区域（例如，购物区域、商店、餐厅、楼梯、工厂生产装配间等）；
- 类别 III：包括但不限于有直接淋雨和日晒防护的室外，或者极端环境条件的室内（例如，车库、阁楼、仓库和进料台等）；
- 类别 IV：通常意义的室外，指完全暴露于室外环境条件，经受大气环境的气压、湿度、温度、日晒、风力等作用。

类别 I、类别 II、类别 III、类别 IV 的条件试验严酷等级依次递增，适于环境类别 IV 的设备可被用于环境类别 III 的应用中。

针对特殊高温环境条件（如干热地区），在 IV 类后加后缀 A，除了高温（工作状态）条件试验，类别 IVA 的其他试验与类别 IV 相同。

针对特殊低温环境条件（如高寒地区），在 III 和 IV 类后加后缀 B，除了低温（工作状态）和温度变化（工作状态）的条件试验，类别 III B 和类别 IV B 的其他试验与类别 III 和类别 IV 相同。

针对以上四类工作环境的 Mini/Micro LED 直显模块，其低温、高温和恒定湿热工作环境试验参数见表 1。

表 1 Mini/Micro LED 直显模块工作环境试验参数

项目	试验参数	工作环境			
		类别 I	类别 II	类别 III	类别 IV
高温试验 (工作状态)	$T_{max}/^{\circ}\text{C}$	40	55	55	70 (85 ^a) 或 55 ^b
低温试验 (工作状态)	$T_{min}/^{\circ}\text{C}$	-10	-25	-40 ^c	-25 (-40 ^c)
恒定湿热试验 (工作状态)	温度 40 [°] C，相对湿度 (90±3) %				
^a 对于环境类别 IVA 高温为 85 [°] C。 ^b 简单意义上，70 [°] C 的高温试验包含了模拟太阳热辐射效果。如认为这个方法不适当，可实施 55 [°] C 高温试验和模拟太阳热辐射和温升试验（工作状态）来代替。 ^c 对于环境类别 III B 和类别 IV B 低温为 -40 [°] C。					

注： T_{min} ——标称最低温度，[°]C； T_{max} ——标称最高温度，[°]C。

5 可靠性试验要求

5.1 概述

Mini/Micro LED 直显模块在运输、贮存、使用等生命周期中，一般会承受不同的机械及气候环境应力，如温度、盐雾等，Mini/Micro LED 直显模块及因 Mini/Micro LED 直显模块而制造的显示器件应规定产品气候环境可靠性要求，一般性要求见 5.2~5.3，试验方法见 6、7 章。根据 Mini/Micro LED 直显模块的使用场景和用途，制造商可酌情制定要求（含外观、功能、性能异常的规定）。

5.2 温湿环境可靠性要求

Mini/Micro LED 直显模块在寿命周期中温湿环境可靠性的一般要求如下：

- 在低温环境（包含贮存或运行）的影响下，Mini/Micro LED 直显模块不应产生材料脆化、器件失效等引起的外观、功能和性能异常；
- 在高温环境（包含贮存或运行）的影响下，Mini/Micro LED 直显模块不应产生材料脆化、器件失效等引起的外观、功能和性能异常；
- 在温度变化在的影响下，Mini/Micro LED 直显模块不应产生材料脆化、器件失效等引起的外观、功能和性能异常；

- d) 在湿热环境的影响下, Mini/Micro LED直显模块不应产生电化学腐蚀、电气短路、润滑剂性能等引起的外观、功能和性能异常。

5.3 盐雾环境可靠性要求

在盐雾环境的影响下, Mini/Micro LED直显模块不应产生腐蚀损坏等引起的外观、功能和性能异常。

5.4 振动环境可靠性要求

运输过程中经受运载工具通过包装物传递给Mini/Micro LED直显模块的振动应力时, Mini/Micro LED直显模块不应损坏。Mini/Micro LED直显模块在相应的振动环境下正常工作。Mini/Micro LED直显模块经受7.8规定的试验后应满足规定的技术要求。

6 一般试验要求

6.1 试验环境条件

除非另有规定, 所有的试验和测试应在以下标准大气条件下进行:

- 相对湿度: 20%RH~80%RH, 适用时;
- 环境温度: 15°C~35°C;
- 大气压力: 86kPa~106kPa。

除非另有规定, 仲裁试验的标准大气条件如下:

- 相对湿度: 48%RH~52%RH;
- 环境温度: 25°C±1°C;
- 大气压力: 86kPa~106kPa。

6.2 其他基本条件

除非另有规定, 其他环境条件应按下列规定:

- 测量环境应无影响测试准确度的机械振动、电磁和光电等干扰;
- 试验前应将显示模块调到最佳状态, 试验过程中不得改变显示模块的配置参数和工作状态。

6.3 试验程序

每项环境试验一般按下列程序进行:

- a) 初始检测。试验前应在标准大气压条件下对试验样品进行外观、功能检查及性能测试, 并记录检查结果及检测数据;
- b) 条件试验。给试验样品施加规定的试验条件;
- c) 中间检测。在试验期间要求试验样品工作时, 为将其试验时的功能及性能与初始时的功能及性能进行比较, 应进行中间检测;
- d) 恢复(必要时)。条件试验后, 应将试验样品置于标准大气条件下, 进行恢复, 恢复时间2h;
- e) 最后检测。恢复期结束后, 应对试验样品进行外观、功能检查及性能测试, 记录检查结果及检测数据。

6.4 检查和检测

在初始、中间和最后检测时, 应检验下列项目:

- a) 外观目检;
- b) 功能性检测, 主要针对Mini/Micro LED直显模块的亮度、基色主波长误差、亮度均匀性、像素失控率等。室内类别 I、类别 II 用产品的测量方法及要求应符合GB/T 43770—2024的相关规定, 室外类别 III、类别 IV 用产品的测量方法及要求应符合SJ/T 11281—2017、SJ/T 11141—2017中的相关规定;

除制造商另行规定外, 应在标准大气条件下进行Mini/Micro LED直显模块的试验前和试验后检测。

6.5 试验项目的选择

根据本文件第4章的工作环境分类, 结合具体产品的实际使用场景, 选择适合的可靠性试验项目。

7 可靠性试验方法

7.1 温度循环试验

除Mini/Micro LED直显模块技术要求另外规定外，温度循环试验按照GB/T 2423.22—2012中第8章试验Nb的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 首先应将 Mini/Micro LED 直显模块（试样）在室温环境下静态放置 2h 后，在最高亮度级下，Mini/Micro LED 直显模块（试样）显示全白色图像，测量光学参数和电学参数（见 6.4），并记录；
- b) Mini/Micro LED 直显模块（试样）处于不包装、不通电、准备使用的状态或相关规范另外规定的状态；
- c) 温度循环试验过程中的低温值 T_A 和高温值 T_B ，应根据 Mini/Micro LED 直显模块应用所处的工作环境类型（见表 1）确定，温度变化速率不应超过 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ ；
- d) 低温暴露时间（持续）1h；
- e) 高温暴露时间（持续）1h；
- f) 温度循环试验的循环次数 50 次；
- g) 在最后一个循环结束后，关闭试验设备，待试验箱内恢复到室温，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.2 高温贮存试验

贮存试验的高温限值 T_Z 按照表 1 中工作环境分类的高温额定值（ 40°C 和 55°C ）上浮 10°C ，并按 GB/T2423.2—2008 中的规定进行试验，试验方法及要求如下：

- a) 将 Mini/Micro LED 直显模块放入试验箱内，然后将试验箱设置到 T_Z 启动试验箱；
- b) 当试验箱内达到 T_Z 后开始计时，在此条件下连续暴露时间为 120h；
- c) 试验过程中，Mini/Micro LED 直显模块处于不通电贮存状态；
- d) 试验结束后待试验箱内恢复到室温，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.3 高温工作试验

除 Mini/Micro LED 直显模块技术要求另外规定外，高温工作试验应按 GB/T2423.2—2008 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 试验过程中 Mini/Micro LED 直显模块处于工作状态，设置为在最高亮度级下，显示屏显示全白色图像；
- b) 试验过程中试验环境相对湿度不超过 50%；
- c) 将 Mini/Micro LED 直显模块放入试验箱内，将试验箱温度设置到按照工作环境分类的高温额定值 T_{max} 后启动试验箱；
- d) 温度稳定后通电运行，在此条件下连续暴露时间为 240h；
- e) 试验结束后 Mini/Micro LED 直显模块断电停止工作，待试验箱内恢复到室温后，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.4 高温高湿贮存试验

高温高湿贮存试验应按 GB/T2423.3—2016 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 试验箱内，组成类别 I、类别 II Mini/Micro LED 显示屏的显示模组的温度应保持在 40°C ，组成类别 III、类别 IV Mini/Micro LED 显示屏的显示模组的温度应保持在表 1 中的 T_{max} ；
- b) 试验箱内相对湿度应保持在 $(90\pm 3)\%$ 范围内；
- c) 试验持续时间应为 168h；
- d) 试验结束后，将箱内的温度、相对湿度降至正常大气条件，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.5 高温高湿工作试验

组成类别 III、类别 IV Mini/Micro LED 显示屏的显示模组应进行高温高湿工作试验，并按 GB/T2423.3—2016 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 试验过程中 Mini/Micro LED 直显模块处于工作状态，在最高亮度级下，显示屏显示全白色图像；
- b) 试验箱内温度应保持在表 1 中的 T_{\max} ；
- c) 试验箱内相对湿度应保持在 $(90\pm 3)\%$ 范围内；
- d) 试验持续时间应为 144h；
- e) 试验结束后，Mini/Micro LED 直显模块断电停止工作，将箱内的温度、相对湿度降至正常大气条件，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.6 低温贮存试验

贮存试验的低温限值 T_Z 按照表 1 中工作环境分类的低温限值(限值为 -10°C 和 -25°C)宜下沉 10°C ，并按 GB/T2423.2—2008 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 将 Mini/Micro LED 直显模块放入试验箱内，然后将试验箱设置到 T_Z 启动试验箱；
- b) 当试验箱内达到 T_Z 后开始计时，在此条件下连续暴露时间为 130h；
- c) 试验过程中，Mini/Micro LED 直显模块处于不通电贮存状态；
- d) 试验结束后待试验箱内恢复到室温，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.7 低温工作试验

除 Mini/Micro LED 直显模块技术要求另外规定外，低温工作试验应按 GB/T2423.1—2008 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 试验过程中 Mini/Micro LED 直显模块处于工作状态，设置为在最高亮度级下，显示屏显示全白色图像；
- b) 将 Mini/Micro LED 直显模块放入试验箱内，将试验箱温度设置到按照工作环境分类的低温额定值 T_{\min} 后启动试验箱；
- c) 当试验箱内达到 T_{\min} ，待温度稳定后通电运行，在此条件下连续暴露时间为 240 h；
- f) 试验结束后 Mini/Micro LED 直显模块断电停止工作，待试验箱内恢复到室温，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.8 振动试验

除 Mini/Micro LED 直显模块技术要求另外规定外，振动试验应按 GB/T 2423.10—2019 中的规定进行，试验方法及要求如下：

- a) 频率范围：10Hz~55Hz~10Hz；
- b) 加速度幅度值：3 或 20 m/s^2 ；
- c) 交越频率：13Hz；
- d) 试验持续时间：每一扫频循环时间 15min，每一轴线上的扫频循环次数 20 次，样品应按工作位置在三个垂直的轴线上依此振动，共 15h。
- e) 试验结束后，关闭试验设备，取出试验样品静置 2h 后，对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

7.9 盐雾试验

组成类别 III、类别 IV Mini/Micro LED 显示屏的显示模组在盐雾环境中应符合 5.3 中的要求，并按 GB/T2423.17—2008 中的规定进行试验，试验方法及要求如下：

- a) 试验过程中试验样品状态为不包装、不通电、不工作状态；
- b) 试验箱内温度应保持在 $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 试验箱内盐雾浓度应保持在 $(5\pm 1)\%$ ；
- d) 溶液的 pH 值应在 6.5~7.2 之间；
- e) 以上条件下的暴露时间或试验持续时间：168h；
- f) 试样应在标准回复条件下，不少于 1h，且不超过 2h；
- g) 对试验样品进行清洗（清洗用水的温度不超过 35°C ）后再去湿处理（烘干温度不超过 70°C ），然后在正常大气压下放置 1~2h，进行恢复处理；

h) 对试验样品进行外观、功能检查及性能测试，记录检查结果及检测数据。

注：完全暴露于室外环境条件，经受大气环境的气压、湿度、温度、日晒、风力、淋雨等作用，此情况下的耐盐雾在我国北部寒冷地区、沙漠地区不做要求。

8 合格判定

在完成试验后，应依据本文件第 5 章的规定，对产品的合格性进行判定。性能指标方面的具体要求如下：

- a) 对于室内使用的类别 I、类别 II Mini/Micro LED 直显模块，若样品无功能性失效，应参照 GB/T 43770—2024 标准进行测量，包括最大亮度、基色主波长误差、亮度均匀性和像素失控率。其中，最大亮度的测量结果不应低于初始值的 70%。
 - b) 对于室外使用的类别 III、类别 IV Mini/Micro LED 直显模块，若样品无功能性失效，应按照 SJ/T 11281—2017 标准进行测量，包括最大亮度、基色主波长误差、亮度均匀性和像素失控率。同样，最大亮度不应低于初始值的 70%。此外，基色主波长误差、亮度均匀性和像素失控率等参数，还应满足 SJ/T 11141—2017 标准的规定。
-