

# 团体标准

T/SUCA 046-2024

## Mini LED 灯板贴合及散热可靠性技术要求 与测试方法

Technology Requirement and Test Method for Lamination and Heat  
Dissipation Reliability of Mini LED Lamp Panel

2024-10-30 发布

2024-10-30 实施

深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟 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 一般要求 .....	2
5 贴合部件基本要求 .....	2
5.1 灯板的要求 .....	2
5.2 背板的要求 .....	5
6 贴合可靠性要求 .....	5
6.1 灯板与背板的贴合可靠性要求 .....	5
6.2 防静电要求 .....	6
7 可靠性测试方法 .....	6
7.1 低温贮存试验 .....	6
7.2 高温贮存试验 .....	6
7.3 高温高湿贮存试验 .....	7
7.4 冷热冲击贮存试验 .....	7
7.5 低温负荷试验 .....	8
7.6 高温高湿负荷试验 .....	8
7.7 温变负荷试验 .....	8
7.8 开关试验 .....	9
7.9 胶开裂试验 .....	9
附录 A .....	10

## 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。

本文件由深圳市8K超高清视频产业协作联盟（SUCA）提出并归口。

本文件起草单位：深圳创维-RGB电子有限公司、深圳赛西信息技术有限公司、武汉创维平面科技有限公司、武汉创维光显电子有限公司、深圳创维光学科技有限公司、深圳TCL新技术有限公司、深圳三诺信息科技有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司。

本文件主要起草人：唐以尧、龙彦好、晁红英、熊承龙、冯南飞、张洋、杨培源、涂志雄、陈秋慧、张广谱、管麟政、徐遥令、胡传辉、尹占江、孙彦竹、毛林山、季洪雷、白莹杰、李当利。

本文件是首次发布。

# Mini LED 灯板贴合及散热可靠性技术要求与测试方法

## 1 范围

本文件规定了 Mini LED 灯板技术要求、贴合可靠性要求、散热要求及可靠性测试方法，以保证产品能满足质量要求。

本文件适用于 Mini LED 背光电视产品，其他 Mini LED 显示产品可参考使用。

## 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，仅所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；如果最新版本未包含所引用的内容，那么包含了所引用内容的最后版本适用。

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A：低温试验方法

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B：高温试验方法

GB/T 2423.3-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 C：恒定湿热试验方法

GB/T 2423.22-2012 电工电子产品基本环境试验规程 试验 N：温度变化试验方法

GB/T 9384-2011 广播电视接收机、磁带录音机、声频功率放大器环境试验要求和试验方法

GB/T 10239-2011 彩色电视广播接收机通用规范

GB/T 10294-2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法

GB/T 37977.51-2023 静电学 第 5-1 部分：电子器件的静电防护 通用要求

SJ/T 11324 数字电视接收设备术语

SJ/T 11325 数字电视接收机及显示设备可靠性试验方法

SJ/T 11326 数字电视接收及显示设备环境试验方法

IPC-TM-650 印制板试验方法手册

T/CVIA-83-2021 Mini LED 背光液晶电视测试方法

T/CVIA-84-2021 Mini LED 背光液晶电视技术要求

## 3 术语和定义

SJ/T 11324 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 Mini LED

单颗芯片（不含封装）短边尺寸在 100-300  $\mu\text{m}$  范围内的 LED 称为 Mini LED。

### 3.2 屏幕尺寸 Screen size

Mini LED 背光液晶电视的有效显示区域内的屏幕对角线的尺寸。

### 3.3 布锡率 Tin plating rate

灯珠锡膏覆盖面积与非空洞面积的比值。

## 4 一般要求

- 环境温度：15℃ ~ 35℃
- 相对湿度：20 %RH ~ 80 %RH
- 大气压力：86 kPa ~ 106 kPa

## 5 贴合部件基本要求

### 5.1 灯板的要求

#### 5.1.1 外观要求

- a) 灯板外观应干净整洁，表面不应有划伤、脏污、断裂、霉斑、毛刺等缺陷。
- b) 灯板上不应有灯颗及元器件脱落、缺失，如贴有反射片，反射片不应起翘、褶皱、破损等。
- c) 灯板上的图案及文字应清晰、正确、牢固。

#### 5.1.2 灯板的基本技术要求

灯板的基本技术要求应符合表 1 中的规定。

表 1 灯板基本技术要求

序号	技术参数	技术要求	测试方法
1	表面平整度	翘曲度 $\leq 0.7\%$ ，不允许出现局部翘曲	将被测灯板放在测量平台上，按压三个角，用塞规测量另一个角翘起的高H，测量灯板对角线长度L，翘曲度 $Q=H/L$ 。具体见图1。
2	厚度	$\geq 0.6 T$	二次元测试，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.1（外观尺寸确认）。
3	铜厚	1 OZ, $35\pm 5 \mu m$	取样制作水晶切片，用金相显微镜测量表面厚度，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.18.1(切片测定基材覆铜厚度)。
4	导热系数	$\geq 1 W/m \cdot K$	热板法测试标准，参考 GB/T10294-2008。
5	绝缘层厚度	$120\pm 10 \mu m$	取样制作水晶切片，用金相显微镜测量表面厚度，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.18.1(切片测定基材覆铜厚度)。
6	PCB 耐压	大板： $\geq DC 1200 V$ ，测试时间 5 s，漏电流 $\leq 1 mA$ ； 成品： $\geq DC 1000 V$ ，测试时间 5 s，漏电流 $\leq 0.5 mA$ 。	在正常大气压条件下，按照既定条件，使用耐压仪进行测试。
7	铜箔线路公差	$\pm 20\%$ ，其中最窄为 0.2 mm	二次元测试，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.1（外观尺寸确认）。
8	铜箔线路间距公差	$\pm 20\%$ ，其中最窄为 0.2 mm	二次元测试，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.1（外观尺寸确认）。
9	线路到板边间距	$\geq 0.5 mm$	二次元测试，具体操作可参照 IPC-TM-650 2.2.1（外观尺寸确认）。

注：本技术要求中的灯板主要指以铝基板为载体的灯板。

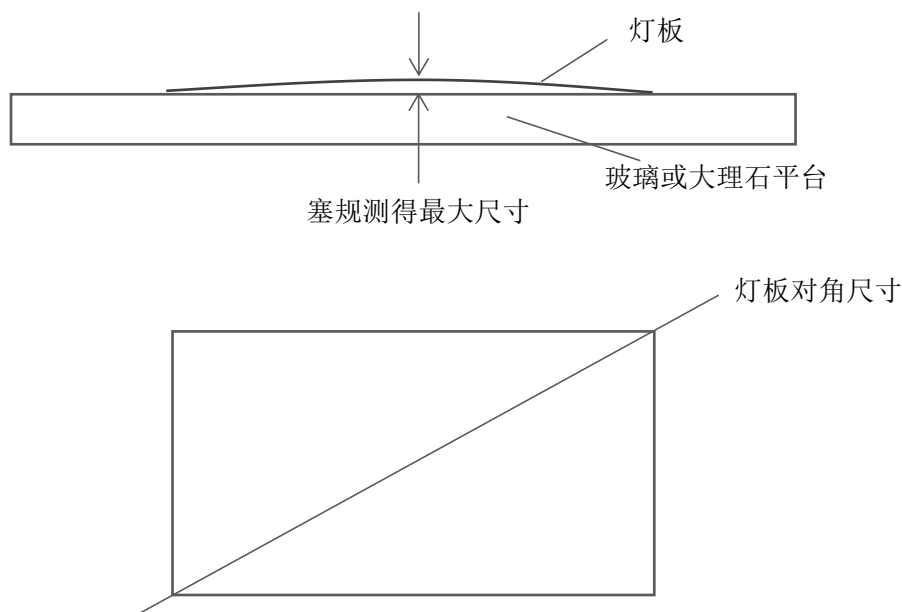


图 1：灯板表面平整度测试方法

### 5.1.3 灯板的散热要求

#### 5.1.3.1 灯板温升要求

##### a) 灯板温升技术要求

(1) 常态电流 (SDR 状态) :  $T_j(@40^{\circ}\text{C}) < T_{j\text{max}} * 0.8$

(2) 峰值电流 (HDR 状态, 10% 白窗口) :  $T_j(@25^{\circ}\text{C}) < T_{j\text{max}} * 0.9$

$$T_j = T_s + R_{th} * V * I_f \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$T_j$  —LED 晶片结温;

$T_{j\text{max}}$  —LED 晶片规格书中结温最大值;

$T_s$  —灯珠正/负极温度;

$R_{th}$  —LED规格书中LED热阻系数 (结温到焊脚热阻);

$V$  —灯珠额定最大电压值;

$I_f$  —灯珠使用电流典型值。

##### b) 灯板温升测试方法

(1) 背光模组点亮老化 5 分钟后, 用红外热成像仪扫描灯板, 从中选取温度较高的 6 颗进行测试。

(2) 关于 LED 封装和 COB 的测试方法不同, 分别如下:

①针对 POB (Package On Board) 封装LED热电偶探头的测试方法: 热电偶线接触 LED 焊脚, 如图 2。

②针对 COB (Chip On Board) 工艺热电偶探头的测试方法: 距离 LED 密封胶边缘 3 mm 位置刮开铜皮用热电偶接触测试, 如图3。

(3) 把接触式热电偶的导线 (一般用 K 型), 用热电偶胶水粘接在 (2) 中①或②所述的位置上, 读取当前温度。

(4) 组装样品，立机状态下，在 SDR 状态及 HDR 状态工作场景，工作 2 小时或者 15 分钟间隔内 3 次成功的读数无温度增加，可视为热稳定，然后记录最终温度。

(5) 计算LED晶片结温。

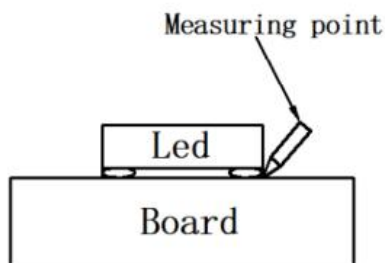


图 2: P0B 热电偶粘贴示意图

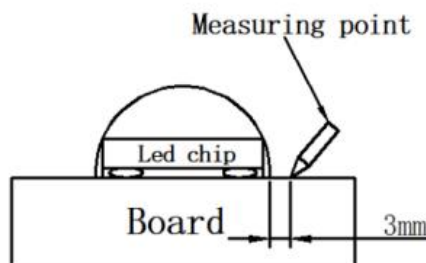


图 3: COB 热电偶粘贴示意图

### 5.1.3.2 布锡率要求

#### a) 布锡率技术要求

LED或晶片焊接良好，布锡率 $\geq 85\%$ ，空洞率 $\leq 15\%$ ，最大单体空洞率 $\leq 5\%$ ，保证散热及可靠性。

#### b) 测试方法

(1) 先使用 X-RAY 对整拼粗略检查，在拼板上选取 4 个空洞较多的灯珠进行布锡率检测，并将实测值进行记录；

(2) 对灯珠正负极焊盘测试，并取其中布锡率最低焊盘的值为该灯珠的布锡率；

(3) 测试时需保证整个灯珠焊锡被框选。

#### c) 计算公式

(1) 布锡率 =  $B / A$

(2) 空洞率 =  $C / B$

(3) 最大单体空洞率 =  $D / B$

式中：

A 一焊盘面积；

B 一焊盘上锡面积；

C 一所有气泡面积；

D 一最大单体气泡面积。

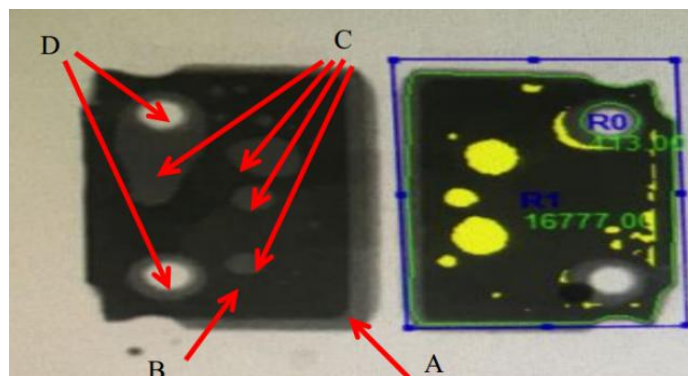


图 4: 焊盘示意图

## 5.2 背板的要求

### 5.2.1 外观要求

- a) 背板贴合面应干净整洁，表面不应有脏污、毛刺等缺陷。  
b) 背板上的图案及文字应清晰、正确、牢固。

### 5.2.2 背板的基本技术要求

背板的基本技术要求应符合表 2 中的规定。

表 2 背板基本技术要求

序号	项目	技术要求	测试方法
01	厚度	$\geq 0.8 \text{ mm}$	卡尺测量
02	表面平整度	55 吋及以下：内凸不允许、外凸 $\leq 2 \text{ mm}$ ； 55 吋以上及 85 吋以下：内凸不允许、外凸 $\leq 2.5 \text{ mm}$ ； 85 吋及以上：内凸不允许、外凸 $\leq 4 \text{ mm}$ 。	将被测背板垂直放置，检查背板大平面是否出现内、外凸等情况，若出现，则用靠尺和塞规测试翘曲程度。
03	表面张力系数	达因值 $\geq 36$	采用达因笔测试，选择对应数值的达因笔垂直于背板平面，在内平面上轻轻画一条 5-10 cm 长直线，观察 2 s 内画线收缩情况，如有收缩水珠，则换低一级数值的达因笔再画直线，直至不收缩、没有水珠点，此时可确定被测物的表面张力值。
04	定位特征	背板上应有灯板贴合定位特征，每块灯板在背板上对应的定位点 $\geq 2$ 个或定位刻线 $\geq 2$ 条。	目测

## 6 贴合可靠性要求

### 6.1 灯板与背板的贴合可靠性要求

灯板与背板的贴合可靠性应符合表 3 规定的要求。

表 3 灯板与背板贴合可靠性要求

序号	项目	要求
01	贴合面平整度	灯板和背板贴合面平整度应符合设计要求，不允许波浪变形，灯板与背板贴合面应尽量避免悬空、凸出位置。
02	贴合面清洁度	贴合面干净整洁，无脏污、油污、粉尘等。
03	贴合环境	贴合应该在模组万级无尘车间进行： 湿度：35 %RH - 75 %RH 温度：18 °C - 28 °C
04	灯板座子固定	灯板线材接插座子附近建议采用螺钉固定，避免接插时灯板受力脱离背板。
05	贴合定位及防呆	灯板放置应有定位参考，如抽芽孔、凸点或刻线等，灯板装配有明显标识及防呆设计（PCB 灯板优先同一个结构图纸，如 A/B 板，考虑防呆设计）。

## 6.2 防静电要求

防静电应符合表 4 规定的要求。

表 4 防静电要求

序号	项目	要求
01	防静电设施配置	灯板拆包、放置灯板、预固定、灯板保压、接插灯板 FFC 线、贴扩板支架、放反射片等岗位应配置离子消散设备等防静电设施，需符合 GB/T 37977.51 规定。
02	防静电穿戴	员工应穿戴防静电服装、防静电鞋子、防静电手套或手指套。
03	测试工装	a) 点灯测试工装应增加“泄放电路”功能，并可以达到有效泄放效果； b) 点灯测试工装外壳推荐使用非金属材质，若使用金属外壳的，应增加辅助接地线将外壳与设备地有效连接。

## 7 可靠性测试方法

### 7.1 低温贮存试验

#### a) 试验要求

样品在温度为  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  的气候试验箱内搁置 1000 小时，试验后恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求。

#### b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.1-2008 中第 4 章的要求。

#### c) 试验方法

(1) 样品应不包装、不通电和正常工作位置的状态下放入具有室温的试验箱内（为了防止凝露现象，允许将样品用塑料薄膜密封后进行试验，必要时还可以在密封套内放吸湿剂）；

(2) 试验箱温度按  $(0.7\sim 2.5)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速率下降至  $(-40\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，当样品达到温度稳定后，搁置 1000 小时；

(3) 试验箱按  $(0.7\sim 2.5)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速率上升至大气压某数值范围，除去密封塑料薄膜并恢复 4 小时后进行检测。

#### d) 试验依据

根据 GB/T 2423.1-2008 第 6 章给出的试验严酷等级，试验时间取 1000 小时。

### 7.2 高温贮存试验

#### a) 试验要求

样品在温度为  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  的高温试验箱内搁置 1000 小时，试验后恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求。

#### b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T2423.2-2008 中第 4 章的要求。

#### c) 试验方法

(1) 样品应不包装、不通电和正常工作位置的状态下放入具有室温的试验箱内（为了防止凝露现象，允许将样品用塑料薄膜密封后进行试验，必要时还可以在密封套内放吸湿剂）；

(2) 箱温按  $(0.7\sim 2.5)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速率上升，逐渐升温至预定温度，搁置 1000 小时；

(3) 箱温按  $(0.7\sim 2.5)^\circ\text{C}/\text{min}$  的平均速率降低至正常试验大气条件范围内的某数值, 恢复 4 小时后进行检测。

d) 试验依据

(1) 试验温度依据: SJ/T 11326-2016 数字电视接收及显示设备环境试验方法, 第 6 章。

(2) 试验时间依据: 按照在 90 % 的信心度下 Mini LED 平均失效前时间 MTF 为 10 万小时, 利用温度的加速因子由 Arrhenius 模型计算得出。

### 7.3 高温高湿贮存试验

a) 试验要求

样品在温度为  $85^\circ\text{C}$ , 相对湿度为 85 %RH 的气候试验箱内搁置 1000 小时, 试验后恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求。

b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.3-2008 中第 4 章的要求。

c) 试验方法

(1) 样品应在不包装、不通电和正常工作位置的状态下放置在具有室温的试验箱里, 然后将试验箱的温度调节至  $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ , 当样品达到稳定温度后再加湿度至  $(85\pm 3)\%$  RH, 搁置 1000 小时;

(2) 先把试验箱的湿度在 0.5 小时内降低至  $(75\pm 3)\%$  RH, 然后将设备的温度在 0.5 小时内调节降至正常大气压条件范围; 恢复 4 小时后进行检测。

d) 试验依据

(1) 试验温湿度依据: SJ/T 11326-2016 数字电视接收及显示设备环境试验方法, 第 6 章。

(2) 试验时间依据: 按照在 90 % 的信心度下 Mini LED 平均失效前时间 MTF 为 10 万小时, 利用湿度的加速因子由 Hallberg 和 Peck 模型计算得出。

### 7.4 冷热冲击贮存试验

a) 试验要求

样品应能承受规定要求的温度变化试验, 共 200 个循环。恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求, 不允许出现胶开裂、死灯等现象。

b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.22-2012 中第 1 章的要求。

c) 试验方法

(1) 灯板应在不包装、不通电和正常工作位置的状态下放入具有试验室环境温度的试验箱内;

(2) 试验箱温度按  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  的平均速率下降至  $-40^\circ\text{C}$ , 温度稳定后搁置 30 min;

(3) 试验箱温度再以  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  的升温速率升到  $(125\pm 2)^\circ\text{C}$ , 温度稳定后搁置 30 min;

(4) 以上 (2) ~ (3) 构成一个循环, 依次进行 200 个循环;

(4) 样品从试验箱中取出之前, 应在试验室环境温度下达到温度稳定;

(5) 试验结束, 将样品从试验箱中取出进行检测。

d) 试验依据

温度循环的筛选强度  $SS=1-\exp\{-0.0017(R+0.6)^{0.6} [\ln(e+v)]^3 N\}$

式中:

R—温度循环的变化范围 ( $^\circ\text{C}$ ), 取 165;

V—温变率 ( $^\circ\text{C}/\text{min}$ ), 取 10;

N—温度循环次数，200 次；

e—自然对数的底数 2.71828。

## 7.5 低温负荷试验

### a) 试验要求

样品在温度为  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的气候试验箱内搁置 2 小时，再持续工作 2 小时，进行 200 个循环后，应符合附录 A.1 规定的要求。

### b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.1-2008 中第 4 章的要求。

### c) 试验方法

(1) 样品应正常贴装在背板上、不通电和正常工作位置的状态下放入具有室温的试验箱内（为了防止凝露现象，允许将样品用塑料薄膜密封后进行试验，必要时还可以在密封套内放吸湿剂）；电源开关置于接通位置，但电源插头不接入电网；

(2) 试验箱温度按  $(0.7\sim 2.5)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速率下降至  $(-10\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，当样品达到温度稳定后，搁置 2 小时，然后接通电源持续工作 2 小时，此为一个循环；

(3) 样品断开电源，再搁置 2 小时，通电 2 小时，经历 200 个循环后，试验箱按  $(0.7\sim 2.5)\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速率上升至大气压某数值范围，除去密封塑料薄膜并恢复 4 小时后进行检测。

### d) 试验依据

GB/T 9384-2011 广播电视接收机、磁带录音机、声频功率放大器环境试验要求和试验方法 3.2.2.4 低温负荷试验。

## 7.6 高温高湿负荷试验

### a) 试验要求

样品在温度为  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 85%RH 的气候试验箱内通电持续工作 1000 小时，试验后恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求。

### b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.1-2008 中第 4 章的要求。

### c) 试验方法

(1) 样品应正常贴装在背板上、不通电和正常工作位置的状态下放置在具有室温的试验箱里，然后将试验箱的温度调节至  $(85\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，当样品达到稳定温度后再加湿度至  $(85\pm 3)\text{ \%RH}$ ，然后接通电源持续工作 1000 小时；

(2) 先把试验箱的湿度在 0.5 小时内降低至  $(75\pm 3)\text{ \%RH}$ ，然后将设备的温度在 0.5 小时内调节降至正常大气压条件范围；恢复 4 小时后进行检测。

## 7.7 温变负荷试验

### a) 试验要求

样品在温度为  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ （温变速率  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ， $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  各停留 30 min）气候试验箱内通电持续工作 200 个循环，恢复 4 小时后应符合附录 A.1 规定的要求。

### b) 试验设备

试验设备应符合 GB/T 2423.22-2012 中第 1 章的要求。

### c) 试验方法

(1) 样品应正常贴装在背板上、不通电和正常工作位置的状态下放置在具有室温的试验箱里；

- (2) 试验箱温度按 10 °C/min 的平均速率下降至 -20°C;
- (3) 当样品达到温度稳定后, 然后接通电源持续工作 30 min;
- (4) 试验箱内的温度以 10 °C/min 的升温速率升到 (60±2) °C, 持续工作 30 min;
- (5) 以上步骤(2)~(4)构成一个循环, 依次进行200个循环;
- (7) 样品从试验箱中取出之前, 应在试验室环境温度下达到温度稳定;
- (8) 试验结束, 将样品从试验箱中取出进行检测。

## 7.8 开关试验

### a) 试验要求

样品在常温条件下, 通电、断电情况下 30000 个循环, 不出现死灯现象。

### b) 试验设备

符合灯板电流、电压参数的恒流源, 控制开关时间的单片机。

### c) 试验方法

(1) 样品平放于基台上面, 环境温度: 20 °C - 35 °C, 相对湿度: 25 %RH - 75 %RH, 大气压强: 86 kpa - 106 kpa;

(2) 恒流源接通单片机, 设定好控制程序, Ta = ON: 10 sec, OFF: 10 sec, IF = 工作电流, 开始工作;

(3) 设置 30000 个循环, 试验过程中观察是否出现死灯现象。

## 7.9 胶开裂试验

### a) 试验要求

样品按照要求开展试验, 250 小时内不允许出现胶开裂、死灯等现象。

### b) 试验设备

符合灯板电流、电压参数的恒流源, 控制开关时间的单片机, 高温烤箱, 红外热像仪。

### c) 试验方法

(1) 将红外热像仪放射率为 0.91;

(2) 在 Ta=25 °C 时, 调节 LED 电流, 驱动 1 条灯板电流直到 LED 胶体温度 Tr 为 LED 结温规格值即 Tjmax, 此时记录电流值为 IF1;

(3) 将该灯板移至试验箱中, Ta=80°C, 电流为 IF1, ON(1 小时)/OFF(15 分钟);

(4) 每 24 小时用显微镜检查 LED 状况。

附录 A  
(规范性附录)

## 灯板可靠性测试项目一览表

## A.1 灯板可靠性测试项目一览表

灯板可靠性测试项目一览表如表 A.1 所示。

表 A.1 灯板可靠性测试项目一览表

序号	试验项目	试验条件	试验时长	判定标准	☆可选 / ★必选
1	低温贮存	温度: -40 °C	1000 小时	外观无异常; 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 15\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.008$ 、 $\Delta y \leq 0.008$	☆
2	高温贮存	温度: 100 °C	1000 小时	外观: 无异常 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 15\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.008$ 、 $\Delta y \leq 0.008$	☆
3	高温高湿贮存	温度: 85 °C, 湿度: 85 %RH	1000 小时	外观: 无异常 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 15\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.008$ 、 $\Delta y \leq 0.008$	★
4	冷热冲击贮存	-40 °C~125 °C (-40 °C、 125 °C各停留 30 分钟)	200 个循环	不允许出现死灯等功能性问题 以及胶裂、锡开裂等外观性不良	★
5	低温负荷	-10 °C, 低温通电 2 小时, 关闭 2 小时, 一个循环 4 小时, IF = 额定电流	200 个循环	外观: 无异常 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 15\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.008$ 、 $\Delta y \leq 0.008$	☆
6	高温高湿负荷	温度: 85 °C, 湿度: 85 %RH, IF = 额定电流	1000 小时	外观: 无异常 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 20\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.015$ 、 $\Delta y \leq 0.015$	★
7	温变负荷	-20 °C~60 °C (-20 °C、 60 °C各停留 30 分钟), IF = 额定电流	200 个循环	外观: 无异常 光衰: $\Delta IV(\Phi) \leq 15\%$ 色偏: $\Delta x \leq 0.008$ 、 $\Delta y \leq 0.008$	☆
8	开关试验	Ta=ON: 10sec, OFF: 10sec, IF = 额定电流	30000 个循环	不允许出现死灯问题	☆
9	胶开裂试验	Ta=80 °C, IF = LED 最大 可支持电流, ON(1 小 时)/OFF (15 分钟), 250 小时	250 小时	不允许出现胶裂及死灯问题	★

备注: 关于光衰及色偏的测试, 建议使用高精度快速光谱辐射计设备(积分球)进行测试。