



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33721—2017

---

## LED 灯具可靠性试验方法

Reliability test methods for LED luminaries

2017-05-12 发布

2017-12-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

# 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般试验要求 .....	2
5 温度循环试验 .....	3
6 电源开关试验 .....	3
7 加速工作寿命试验 .....	4
8 温度冲击试验 .....	4
9 恒定湿热试验 .....	5
10 高温操作试验 .....	5
11 低温启动试验 .....	6
12 极端温度贮存 .....	6
13 振动试验 .....	7
14 LED 灯具的光通维持寿命试验方法 .....	8
15 试验样品数量要求 .....	14
附录 A (资料性附录) 产品暴露时间的确定方法 .....	15
附录 B (资料性附录) 计算光通维持寿命的范例 .....	16

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国照明电器标准化技术委员会(SAC/TC 224)归口。

本标准起草单位:上海时代之光照明电器检测有限公司、国家灯具质量监督检验中心、国家电光源质量监督检验中心(上海)、常州光电技术研究所、通用电气照明有限公司、道康宁(中国)投资有限公司、广东省东莞市质量监督检测中心、飞利浦灯具(上海)有限公司、常州市产品质量监督检验所、广州赛西光电标准检测研究院有限公司、欧普照明股份有限公司、上海亚明照明有限公司、雷士照明(中国)有限公司、华荣科技股份有限公司、浙江阳光照明电器集团股份有限公司、江苏豪迈照明科技有限公司、立达信绿色照明股份有限公司、泰州市华强照明器材有限公司。

本标准主要起草人:李为军、张涛、吕家伟、章海骢、李中凯、虞再道、李本亮、桑高元、施朝阳、周钢、周鼎、朱华荣、熊飞、李妙华、陈以平、龚朴、许建兴、陈龙、倪伟、施晓红、陈超中。

# LED 灯具可靠性试验方法

## 1 范围

本标准规定了电源电压不超过 1 000 V 的室内和室外用 LED 灯具可靠性的一般试验方法。

本标准适用于 LED 灯具的可靠性试验,为了进行产品可靠性的验证,可根据产品的特性和使用环境,选择本标准中适宜的可靠性试验项目。

## 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。

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 N:温度变化

GB/T 2424.5—2006 电工电子产品环境试验 温度试验箱性能确认

GB 7000.1—2015 灯具 第 1 部分:一般要求与试验

GB/T 9468—2008 灯具分布光度测量的一般要求

GB/T 24824—2009 普通照明用 LED 模块测试方法

GB/T 24826—2009 普通照明用 LED 和 LED 模块术语和定义

GB/T 29293—2012 LED 筒灯性能测量方法

IEC 62717:2014 普通照明用 LED 模块性能要求(LED modules for general lighting performance requirements)

IES LM-80 LED 光源光通量维持率的测量方法(Approved method for measuring lumen maintenance of LED light sources)

## 3 术语和定义

GB 7000.1—2015、GB/T 24824—2009、GB/T 24826—2009 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**初始值 initial values**

在样品稳定时所测得的光度和电学特征。

注:LED 灯具的初始值测量一般不需要老炼。如果企业有明确要求,则按照企业要求的时间进行老炼。

### 3.2

**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。

### 3.3

**LED 灯具可靠性 LED luminaries reliability**

灯具在规定时间和规定的环境下满意地执行所设计或指定任务的能力,包括灯具环境可靠性和灯具光通维持率可靠性。

### 3.4

#### 光通维持率 lumen maintenance

LED 灯具寿命期间某一给定时间的灯具光通量除以灯具的初始光通量,以百分数表达。

### 3.5

#### 光通维持寿命 lumen maintenance life

在额定工作条件下,LED 灯具光通量衰减至初始值的 70% 所经历的时间。

### 3.6

#### LED 灯具的失效 LED luminaries failure

LED 灯具由于某元器件失效而无法正常工作或者输出光通量随时间衰减到小于额定光通量的 70% 的现象。

### 3.7

#### 灯具性能的环境温度 ambient temperature of luminaire performance

$t_q$

表征灯具性能质量的灯具周围的环境温度。

注 1:  $t_q \leq t_a$ 。关于  $t_a$ , 见 GB 7000.1—2015 的 1.2.25。

注 2: 对于给定的寿命时间,  $t_q$  温度是一个定值, 不是变值。

注 3: 根据声称的寿命时间, 可以有多于一个的  $t_q$  温度。

### 3.8

#### 基本共振频率 fundamental resonant frequency

激发响应的最低共振频率。

注: 共振是指一个物理系统在特定频率下, 以最大振幅做振动的情形。此一特定频率称之为共振频率。

## 4 一般试验要求

### 4.1 试验环境条件

除非另有规定, 应在相对湿度不超过 65%、温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  的无空气对流环境下, 对处于稳定工作状态 LED 灯具进行性能参数的测量。

### 4.2 电源电压要求

除非另有规定, 所有试验应在额定电压和额定频率下进行, 如制造商给出电压范围, 则在最大电压下进行试验。在稳定期间, 电源电压和频率的稳定性应在  $\pm 0.5\%$  内, 光通维持率试验期间的允差可为  $\pm 2\%$ 。参数测量时, 电源电压和频率的允差应为  $\pm 0.2\%$ 。

电源电压的总谐波含量不应超过 3%。

### 4.3 稳定判定条件

在稳定期间, 灯具应正常工作。每隔 1 min 测量一次光输出, 在连续 15 min 内, 当光输出的最大值和最小值与该 15 min 平均值的差异均小于 1% 时, 则认为灯具达到稳定可以进行测量。如果在 150 min 内仍不能达到稳定, 也可进行测量, 但应描述观察到的波动情况。

### 4.4 初始值的测量

初始值光通量、电源输入功率、温度和色度的测量应按照 GB/T 29293—2012 的规定进行测量。

### 4.5 试验项目的选择

对于一般场合使用的 LED 灯具, 应满足第 5 章、第 6 章和第 7 章的要求。结合具体产品的实际使

用情况,产品标准可选择适合的其他可靠性试验项目。

## 5 温度循环试验

### 5.1 总则

温度循环试验应按照 GB/T 2423.22—2012 的试验 Nb:“规定变化速率的温度变化”和下述规定进行。

### 5.2 试验要求

试验应在满足 GB/T 2424.5—2006 要求的试验箱内进行。试验温度见表 1,温度容差为 $\pm 2$  K。

表 1 温度循环试验的试验温度

声称值	最大试验温度 ℃	最小试验温度 ℃
仅有 $t_q$	$t_q$ 最大值	$t_q$ 最大值 - 50
仅有最高和最低工作温度	最高工作温度	最低工作温度
既有 $t_q$ , 又有最高和最低工作温度	最高工作温度	最低工作温度
无温度声称值	40	- 10

温度循环试验的循环次数为 250 次。

如制造商提供的文件能够证明 LED 灯具所用的 LED 模块已符合 IEC 62717:2014 中 10.3.2 的要求,则温度循环试验的循环次数可减少为 10 次。

### 5.3 试验程序

单次循环的试验程序如下:

- LED 灯具在最大试验温度环境下达到稳定,然后断开电源,试验箱内的环境温度以 $(10 \pm 2)$  K/min 的速率降低到最小试验温度。
- LED 灯具在最小试验温度下保持断开电源 50 min,然后进行 10 次 10 s 开、50 s 关的循环。
- LED 灯具接通电源。
- 试验箱内的环境温度以 $(10 \pm 2)$  K/min 的速率升高到最大试验温度。
- LED 灯具在最大试验温度下保持接通电源 50 min,然后进行 10 次 10 s 开、50 s 关的循环。

### 5.4 合格判定

试验后,样品的标贴应无开裂、卷曲或脱落,样品无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

## 6 电源开关试验

电源开关试验的环境温度见表 2。

表 2 电源开关试验的环境温度

声称值	温度范围 ℃
仅有一个 $t_q$	$(t_q - 5) \sim t_q$
有多个 $t_q$	$(t_{q \text{ 最大值}} - 5) \sim t_{q \text{ 最大值}}$
无 $t_q$	20~25

开关试验以 30 s 开,30 s 关为一个开关循环。循环次数为 LED 灯具所用的 LED 模块的额定寿命的一半(例如,LED 模块额定寿命为 20 000 h,则循环次数为 10 000 次)。

如制造商提供的文件能够证明 LED 灯具所用的 LED 模块已符合 IEC 62717:2014 中 10.3.3 的要求,则开关试验的循环次数可减少为 1 000 次。

试验后,样品应无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

7 加速工作寿命试验

LED 灯具应在试验条件下连续工作 1 000 h,试验温度见表 3,温度容差为±2 K。

表 3 加速工作寿命试验的试验温度

温度声称值	试验温度 ℃
仅有 $t_q$	$t_{q \text{ 最大值}} + 10$
仅有最高工作温度和最低工作温度	最高工作温度 + 10
既有 $t_q$ ,又有最高和最低工作温度	$t_{q \text{ 最大值}} + 10$
无	35

试验期间,如热保护器会以熄灭或减少其光输出的方式进行保护,则应将热保护器短路。

试验后,将 LED 灯具冷却到室温,按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

如制造商提供的文件能够证明 LED 灯具所用的 LED 模块已符合 IEC 62717:2014 中 10.3.4 的要求,则 LED 灯具不进行加速工作寿命试验,但 LED 模块在灯具内长期工作的适应性由第 10 章的高温操作试验验证。

8 温度冲击试验

对于在冷、热快速切换的场合使用的 LED 灯具,应按照 GB/T 2423.22—2012 的试验 Na:“规定转换时间的快速温度变化”和下述规定进行温度冲击试验。

温度冲击试验参数如表 4 所示。

表 4 温度冲击试验参数

环境		低温 ℃	高温 <sup>a</sup> ℃	暴露时间 <sup>b</sup> h	循环次数 次
室内	IP20	—20	70	1	15
	IP20 以上	—20	70	2	15
室外		—40	70	2	20
<sup>a</sup> 对不适用 70 ℃ 高温的灯具(如灯具中选用了热变形温度低于 70 ℃ 的材料),可按照其声称的最高耐受温度设定高温。 <sup>b</sup> 暴露时间的选择与灯具的热容量有关,产品暴露时间的确定方法可见附录 A。如制造商能够提供相关信息来证明产品具有特殊的暴露时间,则可采用制造商声称的暴露时间。					

试验后,样品的标贴应无开裂、卷曲或脱落,样品无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

## 9 恒定湿热试验

在高湿度条件下使用的 LED 灯具应满足恒定湿热试验的要求。

试验应在试验箱内进行,试验箱应满足 GB/T 2423.3—2006 中第 4 章的要求。

试验时,应先使试验箱和试验样品处于试验室环境条件下,然后将试验箱内的温度调节到 40 ℃ ± 2 ℃,当灯具  $t_a$  高于 40 ℃ 时,试验温度按  $t_a$  进行,且使样品达到温度稳定。然后在 2 h 内将试验箱内的湿度调节到 93% ± 3%,待箱内的温度和湿度达到规定值并稳定后进行通断电循环,同时开始计算试验持续时间,通断电循环的时间见表 5,试验持续时间为 168 h。试验期间,如热保护器会以熄灭或减少其光输出的方式进行保护,则将热保护器短路。

表 5 恒定湿热试验条件

试验	类别	环境温度 ℃	相对湿度	通断电循环	持续时间 h
湿热工作	IP20	40 ± 2	93% ± 3%	30 min 通, 60 min 断	168
	IP20 以上	40 ± 2	93% ± 3%	60 min 通, 120 min 断	168

当规定的试验持续时间结束时,样品应留在试验箱中恢复,先将试验箱内的湿度调节到 75% ± 2%,然后在 0.5 h 内将温度调节到试验室环境温度,且温度容差为 ± 1 K,待箱内的温度和湿度达到恢复条件并稳定后,保持 2 h。

试验后,样品应无明显的损坏,并满足 GB 7000.1—2015 中 10.2 的要求,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

## 10 高温操作试验

在高温环境下使用的 LED 灯具应满足高温操作试验的要求。

试验应在试验箱内进行,试验箱应满足 GB/T 2424.5—2006 的要求。

试验时,应先使试验箱和试验样品处于试验室环境条件下,样品通电,然后将试验箱温度以不超过



1 K/min 的变化速率调节到制造商声称的最高工作温度+10 K,但室内灯具不应低于 40 ℃,室外灯具不应低于 50 ℃,温度容差为±2 K,试验箱内的相对湿度不应超过 50%,待箱内的温度达到规定值并稳定后,应持续试验 168 h,如制造商有试验时间的特殊说明,则应采用制造商的声称。试验期间,如热保护器会以熄灭或减少其光输出的方式进行保护,则应将热保护器短路。

当规定的试验持续时间结束时,试验样品应在试验箱内保持通电状态,然后以不超过 1 K/min 的变化速率将温度降到试验室环境温度,并稳定 2 h。

试验后,样品应无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

## 11 低温启动试验

在低温环境下工作的 LED 灯具应满足低温启动试验的要求。

试验应在试验箱内进行,试验箱应满足 GB/T 2424.5—2006 的要求。

试验时,应先使试验箱和试验样品处于试验室环境条件下,然后将试验箱温度以不超过 1 K/min 的变化速率降低到制造商声称的最低工作温度,如无声称时室内灯具采用 -20 ℃,室外灯具采用 -40 ℃,温度容差为±2 K,待箱内的温度达到规定值并稳定 2 h 后,样品进行 300 次 1 min 开,19 min 关的循环。循环结束后的样品在低温状态下应能在 5 s 内点亮。

当试验结束时,试验样品应保留在试验箱内,然后以不超过 1 K/min 的变化速率将温度恢复到试验室环境温度,并稳定 2 h。

试验后,样品应无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

## 12 极端温度贮存

### 12.1 高温贮存

当制造商声称的最高贮存温度高于 70 ℃时,应进行高温贮存试验来验证 LED 灯具在极端高温环境下的贮存和运输能力。

试验应在试验箱内进行,试验箱应满足 GB/T 2424.5—2006 的要求。

试验时,应先使试验箱和试验样品处于试验室环境条件下,然后将试验箱温度以不超过 1 K/min 的变化速率调节到制造商声称的最高贮存温度,温度容差为±2 K,试验箱内的相对湿度不应超过 50%,待箱内的温度达到规定值并稳定后,试验应至少持续 72 h,如制造商有试验时间的特殊说明,则应采用制造商的声称。

当规定的试验持续时间结束时,试验样品应保留在试验箱内,然后以不超过 1 K/min 的变化速率将温度恢复试验室环境温度,并稳定 2 h。

试验后,样品应无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

### 12.2 低温贮存

当制造商声称的最低贮存温度低于 -10 ℃时,应进行低温贮存试验来验证 LED 灯具在极端低温环境下的贮存和运输能力。

试验应在试验箱内进行,试验箱应满足 GB/T 2424.5—2006 的要求。

试验时,应先使试验箱和试验样品处于试验室环境条件下,然后将试验箱温度以不超过 1 K/min

的变化速率调节到制造商声称的最低贮存温度,温度容差为 $\pm 2\text{ K}$ ,待箱内的温度达到规定值并稳定后,应至少持续试验 72 h,如制造商有试验时间的特殊说明,则应采用制造商的声称。

当规定的试验持续时间结束时,试验样品应保留在试验箱内,然后以不超过  $1\text{ K/min}$  的变化速率将温度恢复试验室环境温度,并稳定 2 h。

试验后,样品应无明显的损坏,且按 GB/T 9468—2008 的规定测得的光通量相对于初始光通量的变化不应超过 10%。

### 13 振动试验

#### 13.1 试验要求

##### 13.1.1 室外用杆式安装灯具

试验应在灯具的基本共振频率、按规定的加速度进行。

应在 3 个互相垂直的轴( $x$ ,  $y$  和  $z$ )上用 5 Hz 至 30 Hz 扫频,寻找并确定基本共振频率。

试验时,灯具应安装在说明书中规定的最小直径的安装钢管上,悬臂安装灯具的夹紧装置尾端到灯杆的距离为 10 cm。

注:试验时应使用模拟灯杆装置,该装置一般由底座、灯杆和(或)悬臂组成,其中模拟灯杆的高度不应高于 500 mm,模拟悬臂与水平面的夹角与灯具安装说明书一致。

灯具按正常安装位置在振动发生器上扣紧,在每个平面上按振动加速度和基本共振频率经受 100 000 次振动。使用在道路上的灯具的加速度见表 6,使用在桥梁以及天桥上的灯具的加速度见表 7。

每个平面上的振动试验可以用不同的备用样品进行以消除连接部件老化的影响。

表 6 一般应用的灯具的振动试验等级

外壳材料	试验加速度
挤压铝	1.5 g(14.7 m/s <sup>2</sup> )
压铸铝	1.5 g(14.7 m/s <sup>2</sup> )
玻璃纤维化合物	1.5 g(14.7 m/s <sup>2</sup> )
砂型铸造铝	2.0 g(19.6 m/s <sup>2</sup> )
铝板	1.5 g(14.7 m/s <sup>2</sup> )
不锈钢板	1.5 g(14.7 m/s <sup>2</sup> )

表 7 使用在桥梁或天桥上的灯具的振动试验等级

外壳材料	试验加速度
挤压铝	3.0 g(29.4 m/s <sup>2</sup> )
压铸铝	3.0 g(29.4 m/s <sup>2</sup> )
玻璃纤维化合物	3.0 g(29.4 m/s <sup>2</sup> )
砂型铸造铝	3.5 g(34.3 m/s <sup>2</sup> )
铝板	3.0 g(29.4 m/s <sup>2</sup> )
不锈钢板	3.0 g(29.4 m/s <sup>2</sup> )

### 13.1.2 其他灯具

振动试验可参照 GB/T 2423.10。试验样品不包装、不通电,按其预定使用位置固定在试验台中央,振动方向为互相垂直的 3 个方向,振动试验参数为:

- 频率范围:10 Hz~55 Hz~10 Hz;
- 振幅:0.35 mm;
- 扫描速率:约 1 oct/min;
- 持续时间:30 min。

### 13.2 合格判定

试验结束时,灯具的外壳不应破坏,电气间隙不应减小,灯具的所有部件都不能松动。任何可能造成安全问题的损坏都等同于试验失败。通电后,灯应能正常启动和燃点。

## 14 LED 灯具的光通维持寿命试验方法

### 14.1 试验方法的选择

#### 14.1.1 概述

根据灯具是否使用了有 LM-80 测试报告和确定的  $t'_s$  位置的 LED 模块、测定的参数与 LM-80 报告的符合性(包括灯具中模块的温度  $t'_s$  和电流  $I'_f$  与 LM-80 报告中  $t_s$ 、 $I_f$ )、以及灯具是否使用本标准表 8 给出的二次光学材料,按照图 1 规定的流程确定适用的试验方法。

注:  $t_s$  和  $I_f$  分别为 LM-80 报告中 LED 模块焊点温度和输入电流值,  $t'_s$  和  $I'_f$  分别为 LED 灯具中的 LED 模块焊点温度和输入电流值。

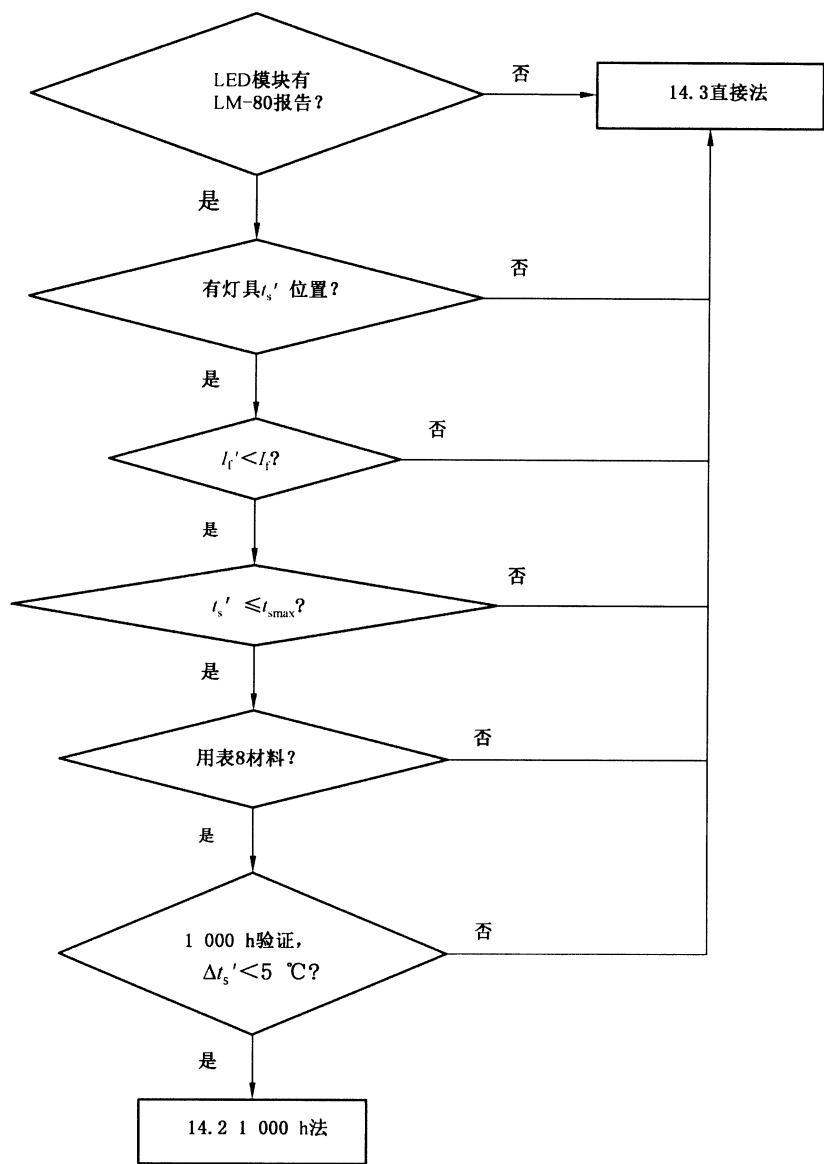


图 1 试验方法选择流程图

14.1.2 测定灯具参数的条件

灯具在制造商声称的工作条件和性能工作温度  $t_q \pm 2^\circ\text{C}$  下工作。如果制造商有多个  $t_q$  的声称,试验应在最高声称的  $t_q$  下进行。

14.1.3 测定计算灯具内 LED 模块单元电流  $I_t'$

测定灯具内 LED 模块的输入电流,根据不同的电路计算模块单元的  $I_t'$ ,以确定  $I_t'$  与 LM-80 报告给出的模块电流  $I_t$  的对应性。测定的结果可能是:

- a)  $I_t' \leq I_t$ ;
- b)  $I_t' > I_t$ 。

14.1.4 测定灯具内 LED 模块  $t_s'$  点的温度,测定的结果可能是:

- a) 灯具  $t_s'$  点温度未超过 LM-80 测试报告中的  $t_s$  点最低温度,即  $t_s' \leq t_{smin}$ ,或灯具  $t_s'$  点温度等于 LM-80 报告中其他两个温度中的任一温度;
- b) 灯具  $t_s'$  点温度超过 LM-80 测试报告中的  $t_s$  点最低温度,但未超过 LM-80 测试报告中的  $t_s$  点

其他最高温度,即  $t_{smin} < t'_s < t_{smid/max}$ ;

c) 灯具  $t'_s$  点温度超过 LM-80 测试报告中的  $t_s$  点最高温度,即  $t'_s > t_{smax}$ 。

14.1.5 灯具中常用二次光学材料光衰  $\Delta L_o$  典型估计值见表 8。

表 8 二次光学材料光衰  $\Delta L_o$  的典型估计值

材料	声称寿命 $\leq 25\,000\text{ h}$ 光衰估计/%	$25\,000\text{ h} < \text{声称寿命} \leq 35\,000\text{ h}$ 光衰估计/%	$35\,000\text{ h} < \text{声称寿命} \leq 50\,000\text{ h}$ 光衰估计/%
玻璃	0	0	0
硅胶	1	2	3
聚苯乙烯(PS)	6	8	11
聚碳酸酯(PC)	5	7	10
聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	4	6	9
注 1: 光衰值是基于这些材料在正常工作温度条件下(一般不超过 $80^\circ\text{C}$ )的一个估计。 注 2: 本表中只列出灯具上常用的在正常工作温度条件下会发生衰减的材料。 注 3: 对户外使用的无透光罩的直接照射的灯具, $35\,000\text{ h}$ 和 $50\,000\text{ h}$ 寿命声称不适用。 $50\,000\text{ h}$ 的光衰值用作 $25\,000\text{ h}$ 。 注 4: PS 不适用户外灯具使用。 注 5: $50\,000\text{ h}$ 寿命声称至少需要提供 $9\,000\text{ h}$ 的 LM-80 数据。			

## 14.2 1 000 h 法

### 14.2.1 1 000 h 验证试验

灯具按表 9 规定的条件进行 1 000 h 试验,试验结束后,灯具应满足表 9 规定的各项指标。

表 9 试验条件和考核指标

验证参数	声称寿命 $\leq 25\,000\text{ h}$	$25\,000\text{ h} < \text{声称寿命} \leq 35\,000\text{ h}$	$35\,000\text{ h} < \text{声称寿命} \leq 50\,000\text{ h}$
环境温度和相对湿度	$40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}, 65\% \pm 5\%$	$50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}, 65\% \pm 5\%$	$60^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}, 65\% \pm 5\%$
试验时间/h	1 000	1 000	1 000
光通维持率	$>93\%$	$>94\%$	$>95\%$
灯具内 LED 焊点温度变化 $\Delta t'_s$	$<5^\circ\text{C}$	$<5^\circ\text{C}$	$<5^\circ\text{C}$
电源输入功率变化	$<3\%$	$<3\%$	$<3\%$
色品漂移( $\Delta u'v'$ )	0.004(考虑中)	0.004(考虑中)	0.004(考虑中)

考虑到实际试验过程中环境温度在容差范围内的漂移的影响,  $\Delta t'_s$  的计算需要引入环境温度  $t_a$ 。在 1 000 h 试验前后漂移的补偿, LED 焊点温度上升  $\Delta t'_s = t'_s(1\,000\text{ h}) - t'_s(0\text{ h}) + \Delta t_a$ , 其中, 环境温度的漂移  $\Delta t_a = t_a(0\text{ h}) - t_a(1\,000\text{ h})$ 。

#### 14.2.2 根据 LM-80 数据确定灯具内 LED 模块的 6 000 h 光通维持率 $L_1$

根据测定灯具内 LED 模块  $t'_s$  点的温度和 LM-80 报告数据,确定灯具内 LED 模块光通维持率作为  $L_1$ :

- 当灯具内 LED 模块  $t'_s$  点的温度属于 14.1.4 中 a),直接采用 LM-80 数据为该灯具内 LED 模块光通量数据,即将 LM-80 报告中相关温度下的 6 000 h 光通维持率作为  $L_1$ 。
- 当灯具内 LED 模块  $t'_s$  点的温度属于 14.1.4 中 b),通过式(1),用插入法推算出该  $t'_s$  温度下 6 000 h 的光通维持率  $L_1$ 。

$$L_1 = L_{\text{LED}}(t'_s, 6khs) = L_{\text{LED}}(t_{s1}) + \frac{(t'_s - t_{s1}) \times [L_{\text{LED}}(t_{s2}) - L_{\text{LED}}(t_{s1})]}{t_{s2} - t_{s1}} \quad \dots\dots (1)$$

其中  $L_{\text{LED}}(t_{s1})$  和  $L_{\text{LED}}(t_{s2})$  是与  $t'_s$  点温度最临的 LM-80 报告中给定的两个焊点温度  $t_{s1}$  和  $t_{s2}$  (例如 55 °C 和 85 °C)在试验时间为 6 000 h 的光通维持率。

- 当灯具内 LED 模块  $t'_s$  点的温度属于 14.1.4 中 c),则 LM-80 的数据不能用于确定灯具内 LED 模块光通维持率作为  $L_1$ 。

#### 14.2.3 根据灯具的声称寿命等确定灯具内 LED 模块的 6 000 h 光通维持率 $L'_1$

根据灯具寿命期间灯具光输出衰减、二次光学材料光衰减、散热结构老化对光输出衰减的影响,由式(2)得出与灯具声称寿命  $T$  有关的 LED 模块 6 000 h 最低光通维持率  $L'_1$ :

$$L'_1 = e^{\frac{6\,000}{T} \ln [L_{\text{lum}}(T) + \Delta L_O + \Delta L_S]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中,

$L_{\text{lum}}(T)$ ——灯具声称寿命为  $T$  时的光通维持率,例如 0.7;

$\Delta L_O$  ——二次光学材料光输出随时间衰退估计值;其中,表 8 给出了部分二次光学材料的典型光输出衰减估计值;

$\Delta L_S$  ——散热结构随时间老化造成的 LED 光输出衰减。如果  $\Delta t'_s < 5$  °C,  $\Delta L_S$  可以忽略不计。如果  $\Delta t'_s \geq 5$  °C,按 14.3 规定的方法进行。 $\Delta t'_s$  值可从 1 000 h 验证试验得到,验证试验条件见 14.2.1。

注:当产品宣称寿命不超过 35 000 h 时,使用现有公式计算。当产品声称寿命超过 35 000 h 且不超过 50 000 h 时,将现有公式中的“6 000”更改为“9 000”。

#### 14.2.4 样品数量

试验样品数量见表 11。

#### 14.2.5 合格判定

当  $L'_1 > L_1$  时,则认为制造商声称的寿命可接受,反之则不接受。

### 14.3 直接法

#### 14.3.1 试验条件

灯具在制造商声称的工作条件和性能工作温度  $t_q \pm 2$  °C 下工作。如果制造商有多个  $t_q$  的声称,试验应在最高声称的  $t_q$  下进行。

#### 14.3.2 试验时间 $t$

灯具在制造商声称的工作条件和性能工作温度下工作至少 6 000 h。对于声称寿命 50 000 h 的灯

具,在时间和测试设备容许的条件下,可增加测试时间到 10 000 h 或更长。应每隔 1 000 h 测量一次光通量,初始的 1 000 h 测量时间间隔可以缩短。

应精确记录 LED 灯具实际工作时间。为了时间的精确性,可以使用视频监控、电流监控和其他的方法,以确定实际工作时间。

### 14.3.3 样品数量 $n$

试验样品数与最大可估算寿命有关,具体见表 10。试验样品数量至少为 3 个。

### 14.3.4 计算光通维持寿命 $L_p$

#### 14.3.4.1 归一化:

对每个测量点光通量数据对 0 h 归一化。

#### 14.3.4.2 平均:

对归一化得到的多组数据进行算术平均值计算。

#### 14.3.4.3 选择用于拟合的数据:

- 测量周期为 6 000 h 时,使用 1 000 h 之后的数据用于拟合。
- 测量周期为 6 000 h~10 000 h 时,取最后 5 000 h 的数据用于拟合。
- 测量周期大于 10 000 h 时,取总测量周期的后半段数据作为拟合数据。例如,如果试验周期为 13 000 h,那么使用的数据,是处于 6 500 h 和 13 000 h 之间的。如果在 50% 处没有数据,那么之前一个时间点的数据用在数据拟合中。例如,测量周期为 13 000 h,每 1 000 h 读一次,应使用 6 000 到 13 000 h 之间的数据点。

#### 14.3.4.4 数据拟合和光通维持寿命的计算:

- 假设灯具流明衰减遵循自然指数规律,用式(3)拟合得到初始常数  $B$  和衰减率常数  $\alpha$ 。

$$\Phi(t) = B \times e^{-\alpha t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Phi(t)$ ——归一平均后流明输出;

$t$ ——试验时间,单位为小时(h);

——使用式(4)计算光通维持寿命。

$$L_p = \frac{1}{\alpha} \ln\left(\frac{B}{p}\right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$L_p$ ——光通维持寿命,单位为小时(h);

$p$ ——光通维持寿命对应的光通维持率,该值由制造商声称,如果没有特殊说明,则默认为 70%。

注 1: 当  $\alpha > 0$  时,指数拟合曲线呈下降趋势,此时得到的  $L_p > 0$ ; 当  $\alpha < 0$  时,指数拟合曲线呈增长趋势,此时得到的  $L_p < 0$ 。

拟合的例子见附录 B。

### 14.3.5 光通维持寿命的最大可估算值 $L'_p$

根据试验样品数量  $n$  按表 10 得到相应的放大系数  $x$ ,按式(5)计算光通维持寿命的最大可估算值:

$$L'_p = t \times x \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$t$ ——试验时间,单位为小时(h)。

表 10 光通维持寿命的最大可估算值与试验样品数量的关系

试验样品数量 $n$	放大系数 $x$
3	3
4	4
5~6	5
7~9	5.5
10+	6

例如,试验样品数量为 6 个,对应的放大系数  $x$  为 5,当试验时间  $t$  为 6 000 h 时,光通维持寿命的最大可估算值为 30 000 h。

14.3.6 确定预测光通维持寿命

根据计算光通维持寿命  $L_p$  和光通维持寿命的最大可估算值  $L'_p$ ,确定预测光通维持寿命,具体步骤见图 2。

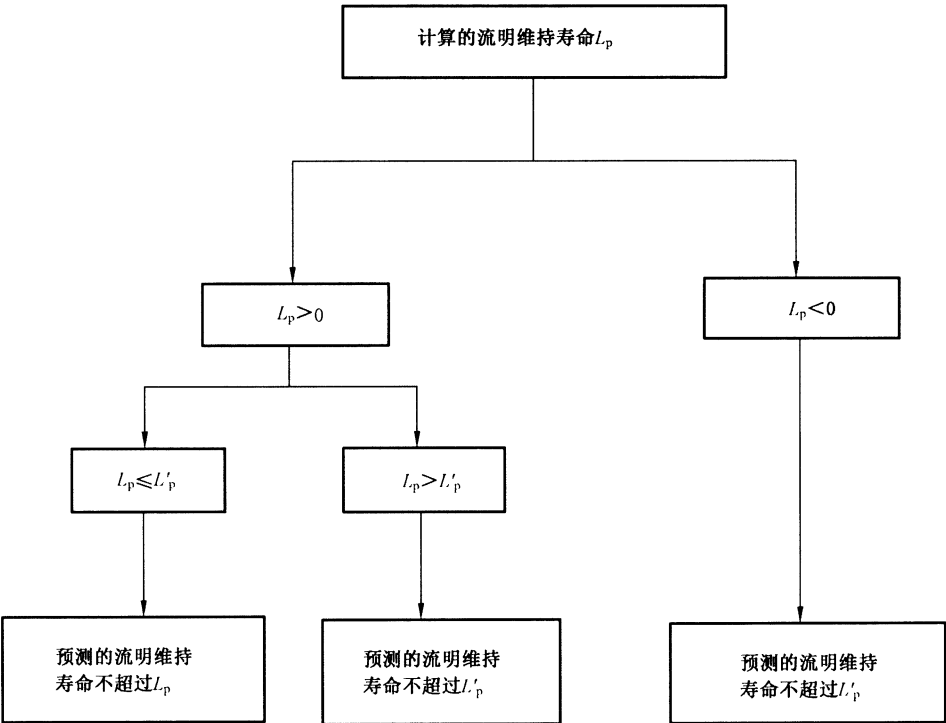


图 2 确定预测光通维持寿命的流程

注: 计算得到的光通维持寿命  $L_p > 0$ , 且  $L_p \leq L'_p$  时, 则预测的光通维持寿命不超过  $L_p$ ; 计算的光通维持寿命  $L_p > 0$ , 且  $L_p > L'_p$  时, 则预测的光通维持寿命不超过  $L'_p$ ; 计算的光通维持寿命  $L_p < 0$ , 则预测的光通维持寿命不超过  $L'_p$ 。

14.3.7 合格判定

试验期间,对偶然失效样品记录在报告中,但不参与计算评定。企业声称的光通维持寿命不应超过预测光通维持寿命。



## 15 试验样品数量要求

最低试验样品数量要求见表 11。

表 11 样品数量要求

试验条款	试验项目	最低样品数/个	备注
5	温度循环试验	5	LED 灯具所用的 LED 模块已符合 IEC 62717:2014 中 10.3.2, 最低样品数为 3 个
6	电源开关试验	5	LED 灯具所用的 LED 模块已符合 IEC 62717:2014 中 10.3.3, 最低样品数为 3 个
7	加速工作寿命试验	5	/
8	温度冲击试验	3	/
9	恒定湿热试验	3	/
10	高温操作试验	3	/
11	低温启动试验	3	/
12	极端温度贮存	3	/
13	振动试验	3	/
14.2	1 000 h 法	3	/
14.3	直接法	见表 10	/

附录 A  
(资料性附录)  
产品暴露时间的确定方法

暴露时间可按以下步骤来确定(见图 A.1):

- a) 在试验样品上布置一个或几个有代表性的温度测量点来测量样品温度;
- b) 当试验样品从环境温度  $T_A$  转移到新环境温度  $T_B$  时,暴露开始,立即记录开始时间;
- c) 当样品温度和新环境温度  $T_B$  的温差  $\Delta T$  在 3 K~5 K 的范围内,或试验规范规定的范围内,认为温度达到稳定;
- d) 温度稳定时间  $t_s$  是从暴露开始到温度达到稳定的时间;
- e) 试验样品的暴露时间  $t_1$  应比温度稳定时间  $t_s$  长,可选择 3 h、2 h、1 h 或 30 min。

本示例不适合于发热试验样品。

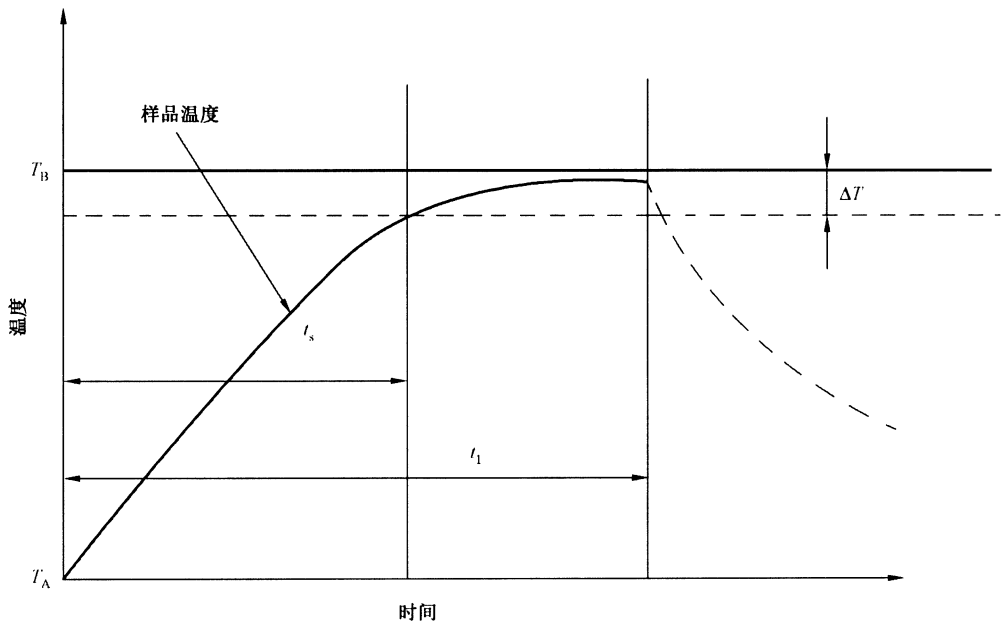


图 A.1 暴露持续时间( $t_1$ )的确定

## 附 录 B

### (资料性附录)

### 计算光通维持寿命的范例

#### B.1 拟合的实例

##### B.1.1 拟合公式

假设灯具流明衰减遵循自然指数规律,则使用式(B.1)或式(B.2)进行拟合。

$$\Phi(t) = B \times e^{-\alpha t} \quad \text{.....( B.1 )}$$

或者,

$$\ln \Phi = \ln B - \alpha \times t \quad \text{.....( B.2 )}$$

式中:

$\Phi(t)$ ——平均归一化后流明输出;

$t$ ——点灯时间,单位为小时(h);

$B$ ——初始常数;

$\alpha$ ——衰减系数。

按线性拟合公式的一般形式,式(B.2)可以写成:

$$y = m \times x + b \quad \text{.....( B.3 )}$$

根据式(B.2)和式(B.3)可知,  $y = \ln \Phi$ ,  $m = -\alpha$ ,  $b = \ln B$ ,  $x = t$ 。

因为,

$$m = \left[ n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i \right] \div \left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] = -\alpha \quad \text{.....( B.4 )}$$

$$b = \left[ \sum_{i=1}^n y_i - m \sum_{i=1}^n x_i \right] \div n = \ln B \quad \text{.....( B.5 )}$$

式中:

$n$ ——拟合用测试数据的点数。

在线性拟合分析中,需要对  $x$ 、 $y$  之间相关程度做出判断,这就要计算相关系数,如果  $r^2$  越接近于 1,表明拟合程度越好。该数值应在报告中给出。 $r$  的计算公式如下:

$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \quad \text{.....( B.6 )}$$

$$S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \quad \text{.....( B.7 )}$$

$$S_{xy} = \sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} \quad \text{.....( B.8 )}$$

$$r = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sqrt{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}} \times \sqrt{\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}} = \frac{S_{xy}}{S_{xx} \times S_{yy}} \quad \text{.....( B.9 )}$$

##### B.1.2 拟合并计算得到预测光通维持寿命的例子

以 6 000 h 试验数据拟合得到初始常数  $B$  和衰减率常数  $\alpha$  的具体步骤和实例如下:

a) 归一化

在试验温度 55℃下,对某 6 个受试样本 6 000 h 光通量测量数据进行相对 0 h 数据的归一化处理,相关结果见表 B.1,对归一化得到的多组数据进行算术平均值计算,得到该组样品在各个时间点相对于 0 h 光通量的光通维持率的一组数据

表 B.1 6 000 h 光通量数据的归一化处理

6 000 h $t_s=55\text{℃}$ 的试验数据								
样品编号	0	500	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
1	1.000	0.970	0.957	0.962	0.957	0.950	0.944	0.947
2	1.000	0.987	0.973	0.976	0.971	0.967	0.960	0.960
3	1.000	0.984	0.966	0.967	0.960	0.954	0.947	0.949
4	1.000	0.990	0.977	0.980	0.976	0.970	0.967	0.965
5	1.000	0.981	0.963	0.969	0.965	0.959	0.953	0.953
6	1.000	0.988	0.975	0.979	0.974	0.968	0.964	0.966
平均值	1.000	0.983	0.969	0.972	0.967	0.961	0.956	0.957

b) 拟合并得到初始常数  $B$  和衰减率常数  $\alpha$

仅考虑大于 1 000 h 之后(包括 1 000 h)数据,拟合点数  $n$  为 6 ( $t=1\,000, 2\,000, \dots, 6\,000$ ),按最小平方曲线拟合结果见表 B.2,用式(4)和式(5)计算得到初始常数  $B$  和衰减率常数  $\alpha$ ,这样就可以用公式计算光通维持寿命。

表 B.2 6 000 h 试验寿命预测

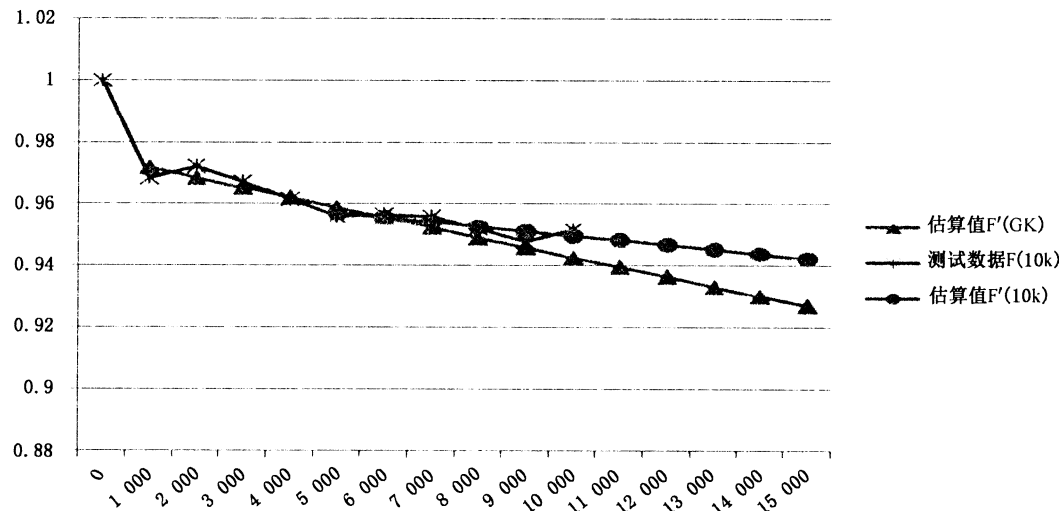
点 #	时间 $t$	平均 $L_n$	$x$	$y$	$xy$	$x^2$
$n=6$	$=x$	$=y$				
1	1 000	-0.032 0	1 000	-0.032 0	-32.0	1.0E+06
2	2 000	-0.028 2	2 000	-0.028 2	-56.5	4.0E+06
3	3 000	-0.033 4	3 000	-0.033 4	-100.2	9.0E+06
4	4 000	-0.039 4	4 000	-0.039 4	-157.7	1.6E+07
5	5 000	-0.045 2	5 000	-0.045 2	-225.9	2.5E+07
6	6 000	-0.044 3	6 000	-0.044 3	-265.8	3.6E+07
求和		-0.222 5	21 000	-0.222 5	-838.0	9.1E+07
$m(=-\alpha)$	-3.381 37E-06					
$b(=\ln B)$	-0.025 252 748					
$r^2$	0.82					
计算			计算			
L70 (6k)	98 014		L80 (6k)	58 524		
报告			报告			
L70 (6k)	>30 000		L80 (6k)	>30 000		

B.2 试验时间及采用的拟合数据与预测寿命的关系

预测光通维持寿命的试验至少需要 6 000 h,如果试验时间达到 10 000 h 或以上,拟合应该使用最

后的 5 个数据。试验 6 000 h 得到的预测光通维持寿命与试验 10 000 h 或以上得到的预测光通维持寿命可能不同,这时应以试验 10 000 h 或以上得到的预测光通维持寿命为准。

图 B.1 给出了根据不同试验时间的 6 000 h 拟合曲线和 10 000 h 拟合曲线的例子,由于后段测试数据(6 000 h~10 000 h)趋于平坦,根据 10 000 h 测试数据拟合的预测光通维持寿命比 6 000 h 的长。



注 1:  $F'(6\text{ K})$ :根据 6 000 h 测试数据的拟合曲线。

注 2:  $F'(10\text{ K})$ :根据 10 000 h 测试数据的拟合曲线。

注 3:  $F(10\text{ K})$ :样本测试数据的平均值。

图 B.1 根据测试数据拟合的流明维持曲线