

# 起草中 LED 灯具性能的 IEC 规范的现状

陈超中 施晓红 李为军 杨樾

[上海市质量监督检验技术研究院 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）上海时代之光照明电器检测有限公司 全国照明电器标准化技术委员会灯具分技术委员会 中国照明学会灯具专业委员会 上海 200233]

## The State of IEC Specifications of Drafting LED Luminaire Performance

Chen Chaozhong, Shi Xiaohong, Li Weijun, YangYue

Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research (SQI), China National Luminaire Supervision Testing Center (CLTC), National Center of Supervision & Inspection on Electric Light Source Quality (Shanghai), Shanghai Alpha Lighting Equipment Testing Ltd., Subcommittee 2 on Luminaire of National Technical Committee 224 on lighting of Standardization Administration of China, Luminaries Specialty Committee of China Illuminating Engineering Society, Shanghai, 200233

**摘 要：**2010 年从 IEC TC34 召开的芬兰赫尔辛基会议到美国的西雅图会议，LED 灯具性能等 IEC 规范的起草进展明显。对于灯具设计者，在声称的最高环境温度  $T_a$  下，应确保 LED 模块的性能温度  $T_p$  不超过。利用样本均值为总体均值的无偏估计的数理统计原理，在实现对灯具功率和光通量总体均值考核的同时，给出了相应均值所在的置信区间与置信水平。

**关键词：**LED；LED 灯具；LED 灯具性能； $T_p$

**Abstract:** From Helsinki meeting to Seattle meeting, IEC LED luminaire performance standard and other relevant standards have made obvious progress in 2011. For luminaire manufacturers, designed luminaire should ensure that in the nominated environment temperature  $T_a$ , the temperature of LED modules performance  $T_p$  should not be exceeded. In accordance with the principal of mathematical statistics and probability theory of unbiased estimation by using parameter sample mean as population mean, giving corresponding confidence interval and confidence level when realizing the assessment of population mean for luminaire power and luminous flux.

**Keywords:** LED; LED luminaires; LED luminaries performance;  $T_p$

2010年6月21日至6月24日在芬兰首都赫尔辛基召开了LED 照明产品及相关标准制修订研讨会（LED Workshop），同时还召开了TC 34 各维护工作组会议，包括光源维护工作组会议（MT PRESCO）、灯头和灯座维护工作组会议（MT EPC1/2/3/4）、灯用附件维护工作组会议（MT COMEX）和灯具维护工作组会议（MTLUMEX）。会前形成的文件为LUMEX(EG)49 Draft IEC/PAS Luminaire

performance Specification – Part 2: LED Luminaires for General Lighting。

第74届IEC大会及IEC部分技术委员会(TC)、分技术委员会（SC）和工作组（WG）会议于2010年10月6日至10月16日在美国西雅图召开，包括与照明电器TC34、TC34 MT PRESCO、TC34 MT COMEX、SC34A、SC34B、SC34C、SC34D、SC34B WG1 MT LUMEX、SC34B MT EPC1，2，3，4有关的会议。会议之后形成了34D/977/DC文件: DRAFT IEC/PAS - LED LUMINAIRE PERFORMANCE。

一、适用范围与分类

正在起草中的 IEC/PAS 《LED 灯具性能》适用于普通照明 LED 灯具，包括带整体式 LED 模块的灯具、带内装式 LED 模块的灯具和带 LED 灯的灯具。

LED 灯具可分为 A 型、B 型或 C 型，LED 灯具的分类示意图如图 1 所示。

A 型-整体式 LED 灯具，带整体式 LED 模块或分离的 LED、用自镇流的或分开的控制装置；

B 型-带内装式 LED 模块的灯具；模块可以作为一个内装式 LED 模块维护（自-或半镇流或分开的控制装置）或可用标准化的内装式 LED 模块（自-或半镇流或分开的控制装置）替换。

C 型-带 LED 灯和自镇流的或分开的控制装置的灯具。

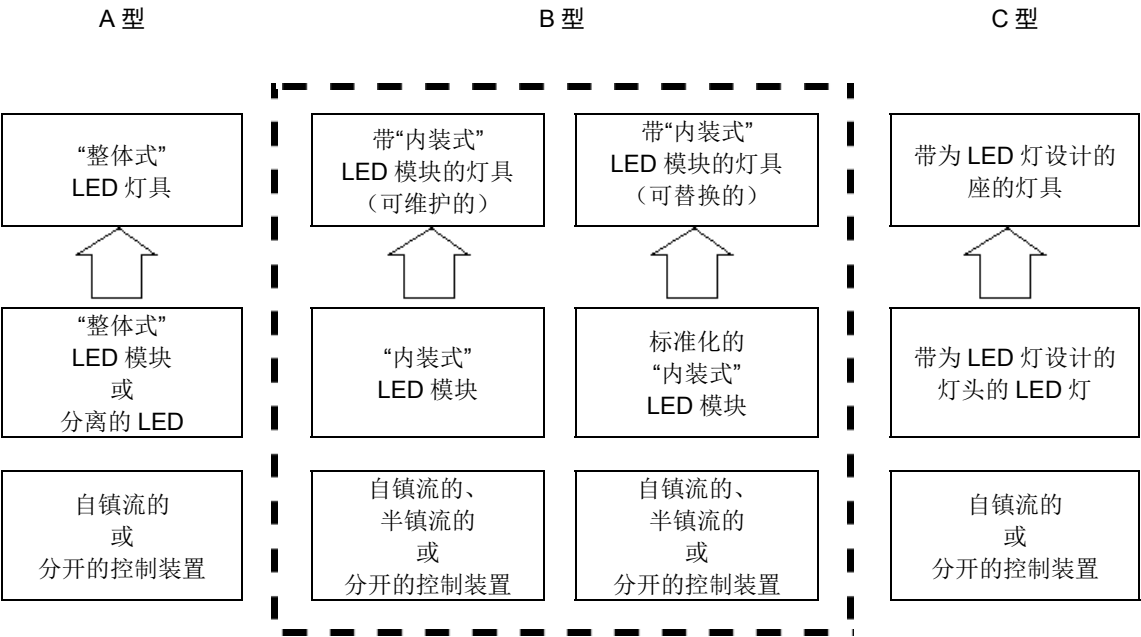


图 1 LED 灯具的分类示意图

本 IEC/PAS 《LED 灯具性能》是对 IEC/PAS 《灯具性能标准》的补充。由

于本 IEC/PAS 与 LED 模块的 PAS 是同时开发与制订,适宜时,IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》规定的模块的符合性可以转换到整个灯具中。

## 二、术语和定义

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》第 3 章的规定适用。另外,给出了下列定义的有关内容: LED 灯具(LED-luminaire)、整体式 LED 灯具(Integral LED-luminaire)、带内装式(自镇流的或半镇流的)LED 模块的灯具(LED-luminaire with built-in(self-ballasted or semi-ballasted) LED-module)、可维护的 LED 模块(Serviceable LED-module)、可替换的 LED 模块(Replaceable LED-module)、族或系列(Family)、环境温度范围(Ambient temperature range)。

术语“族或系列(Family)”定义为:当至少满足下列所有的要求时,LED 灯具属于相同的族或系列:1)LED 灯具必须使用相同型号的模块,“自镇流的”、“半镇流的”或“非镇流的”LED 模块;2)LED 灯具必须使用相同型号的模块,“内装式”、“独立式”或“整体式”LED 模块;3)LED 模块必须不超过给定外形尺寸的最大功率;4)LED 灯具必须有相同的外形尺寸。

术语“环境温度范围(Ambient temperature range)”定义为:保证推荐的最高 LED 模块工作温度( $T_p$ )不超过的 LED 灯具的环境温度范围。注:整体式灯具,环境温度范围由制造商或责任销售商规定。

散热对 LED 灯具来说是至关重要的。由于热可以导致 LED 灯具光通量或者光输出的减少;热可以导致 LED 灯具寿命的减少;热可以导致波长增加(颜色向红色偏移)等。因此,从 LED 发光原理和热传递特性考虑,与传统灯具有很大不同的热管理是 LED 灯具散热设计的重要任务,其目的是有效地将 LED 芯片产生的热量有效地传导出去,并有效地控制灯具内的微环境温度,从而使 LED 结温控制在可接受的范围内。 $T_p$  是由 LED 模块制造商或责任销售商指定或规定的最高 LED 模块工作温度,在此温度及以下,LED 模块制造商所声称的额定性能值才能达到,规定最高 LED 模块工作温度( $T_p$ )是为了控制 LED 模块的结温。如果 LED 灯具的环境温度范围  $T_a$  使得推荐的最高 LED 模块工作温度( $T_p$ )被超过,那么 LED 模块制造商所声称的额定性能值(如光衰或寿命)将无法实现。

这是目前国内市场上出现 LED 灯具没有达到 LED 模块制造商声称的额定性能值的原因，而恰恰是 LED 灯具设计者应关注的散热要求。

### 三、标记

除 IEC60598-1 要求的强制性标记以外，制造商或责任销售商应提供表 1 所示的参数信息，且标记的位置应按表 1 所描述。

表 1 强制性标记与标记的位置<sup>1)</sup>

(表中×表示有要求的，-表示没有要求的)

参数	产品	产品数据单、说明书或网站
a) 灯具功率 (W)	×	×
b) 光度代码	-	× <sup>2)</sup>
c) 额定光通量 (lm)	-	× <sup>3)</sup>
d) 额定寿命 (h) 以及相关流明维持因子 ( $L_x$ )	-	×
e) 与额定寿命对应的失效率 ( $F_y$ )	-	×
f) 光通维持等级 1-3 <sup>4)</sup> 包括	-	×
光输出缓慢衰减的寿命特性 ( $L_x B_y$ ) <sup>5)</sup>	-	根据要求
光输出突然衰减的寿命特性 ( $L_0 C_y$ ) <sup>6)</sup>	-	根据要求
g) 表达为公差等级“3”至“7+” <sup>7)</sup> 的初始和维持的额定色坐标值	-	×
h) 额定显色指数	-	×
i) 老化时间 (h)，如不同于 0h	-	×
j) 灯具的环境温度 ( $T_a$ ) 范围 <sup>8)</sup>	-	×
k) LED 灯具的效能	-	×

1) 地区要求可适用且废止；

2) 见 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》附录 D；

3) 对于定向输出的灯具，中心光束强度和光束角度按照 IEC TR 61341 加以测量与标记；

4) 见 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》表 6；

5) 见 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》附录 C 中 C.3 和 C.6；

6) 见 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》附录 C 中 C.4 和 C.6-对于带 LED 模块的灯具，在 LED 灯具的总的寿命/失效率的整个评价中，应包括外部控制装置的失效率（正在考虑之中）；

表 1 强制性标记与标记的位置<sup>1)</sup>

(表中×表示有要求的，-表示没有要求的)

7) 见 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》表 5；

8) 要理解  $T_a$  和  $T_p$  的关系，见附录 A 中 A1 最后一段。

#### 四、性能要求

表 2 中给出的性能要求只适用于 LED 灯具，每个类型灯具要求的试验用“x”指出。所有其它数据可以从相关产品标准中得到。

表 2 要求检测的性能要求

(表中×表示有要求的，-表示没有要求的)

1	2	灯具带有		
		整体式 LED 模块 (A 型)	内装式 LED 模块 (B 型) <sup>1)</sup>	LED 灯 (C 型) <sup>2)</sup>
4.1 表 1b)	光度代码	×	-	-
4.1 表 1c)	额定寿命	×	-	-
4.1 表 1i)	老化时间，如不同于 0h	×	-	-
7	功率	×	×	正在考虑之中
8.1	光通量	×	×	正在考虑之中
8.2.3	光强值	×	×	正在考虑之中
8.2.5	光束角值 <sup>3)</sup>	×	×	×
9.1	初始色容差	×	-	-
9.1	维持色容差	×	-	-
9.3	CRI (显色指数) 初始值	×	-	-
9.3	CRI (显色指数) 维持值	×	-	-
10.2	光通维持因子 $L_x$ <sup>4)</sup>	×	-	-
10.3.1a)	通电的温度循环	×	-	-
10.3.1b)	电源电压开关	×	-	-
10.3.2	加速工作寿命试验	×	-	-

表 2 要求检测的性能要求

(表中×表示有要求的，-表示没有要求的)

- |   |
|---|
| <p>1) 带内装式 LED 模块的 LED 灯具 (B 型) 的检测要求取决于 IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》。不再测量符合其自身标准的产品的值。然而将不同的模块组合在一个灯具内时, 某些参数可能要求测量, 例如有颜色混合时, 灯具内最终的显色指数和相关色温需要测量;</p> <p>2) 使用 LED 灯的 LED 灯具 (C 型) 的许多检测要求已经由 IEC PAS 62612 《自镇流 LED 灯性能要求》涵盖;</p> <p>3) 适用于修正来自 LED 模块或 LED 灯的光分布的灯具;</p> <p>4) 对于带 LED 模块的灯具, 在该灯具的总的寿命/失效率的整个评价中, 应包括外部控制装置的失效率 (正在考虑之中)。</p> |
|---|

带内装式 LED 模块的 LED 灯具应符合《IEC PAS 62XXX 一般照明用 LED 模块-性能要求》的要求, 符合《IEC PAS 62XXX 一般照明用 LED 模块-性能要求》的要求、并单独标有额定值, 是建立在适合于在使用时可能发生的条件的基础上的。相关标准不覆盖的使用方面应要求他们符合附加的该标准的相关要求。符合性有目视和相关试验检验。

带有整体式 LED 模块的 LED 灯具应尽量符合作为灯具部分的《IEC PAS 62XXX 一般照明用 LED 模块-性能要求》的要求。

## 五、灯具功率

总的灯具功率应按照 IEC/PAS 《LED 灯具性能》附录 A 加以测量, 用 W 为单位表示。应测量电源至灯具功率或在远距离控制装置下, 应测量电源至控制装置的功率。在所测的样品中, LED 灯具所消耗的初始功率: 对于 LED 灯灯具, 不应超过额定功率的 15%; 对于 LED 模块的灯具, 不应超过额定功率的 10%。

灯具功率平均值不应超过额定功率值,  $97.5\%$  单侧上置信限。

根据表 3 样本大小  $n$  用下面公式进行计算,  $97.5\%$  单侧上置信限:

$\bar{X} + S \cdot 0.468$ , 式中  $\bar{X}$  和  $S$  分别是样本均值和标准偏差。

根据数理统计原理, 假定为右方单侧检验, 见图 2, (1) 公式成立。

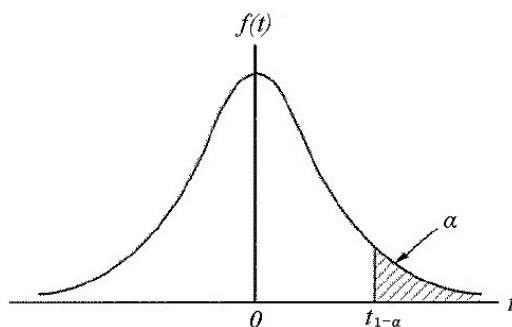


图 2 右方单侧置信区间  $(1-\alpha)$  的 t 分布

$$P\left(\mu \leq \bar{X} + t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1-\alpha \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式的意义是  $\mu$  在置信上限  $\{\bar{X} + t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\}$  及其以下的概率为  $1-\alpha$ 。

LED 是一种怕热的光源，如果消耗功率较大的话，会产生较大的热量。灯具功率合格判定的指导思想是要限制功率，不能大，只能小。模块功率显然为单侧区间，且为右方单侧检验。样本的功率平均值即为总体或批的功率平均值（是无偏估计），总体的功率平均值在  $\bar{X} + t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$  置信上限内的概率为 97.5%。

当  $n=20$  时， $t_{1-\alpha}(n-1) = t_{0.975}(19) = 2.093$ ， $t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0.468$ ，得到置信上限为  $\{\bar{X} + S \cdot 0.468\}$ 。100 次抽样中，大致有 97.5 次  $\mu$  在置信上限  $\{\bar{X} + S \cdot 0.468\}$  及其以下，而其余的 2.5 次可能超过该置信上限。

## 六、光输出

### 1 光通量

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 8.1 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 8.1 规定如下：

光通量按照附录 A 进行测量。

合格性：

在所测的样品中，每个单独的 LED 模块的初始光通量不应小于额定光输出的 90%。

光通量平均值应超过额定光通量值，97.5%\*单侧下置信限。

根据样本大小n用下列公式计算，97.5%\*单侧下置信限：

$$\bar{X} - S \cdot 0.468$$

式中， $\bar{X}$  和  $S$  分别为样本平均值和标准差。

根据数理统计原理，假定为左方单侧检验，见图 3，(2) 公式成立。

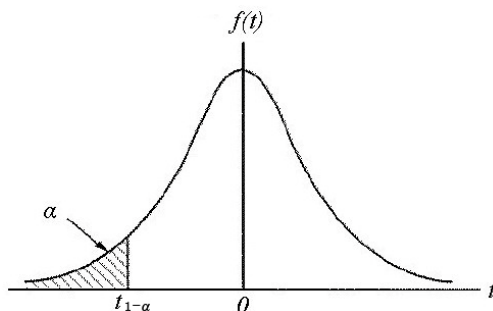


图 3 左方单侧置信区间  $(1-\alpha)$  的 t 分布

$$P\left(\bar{X} - t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu\right) = 1 - \alpha \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式的意义是  $\mu$  在  $\{\bar{X} - t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\}$  置信下限以上的概率为  $1-\alpha$ 。

灯具光通量合格判定指导思想是不能低，只能高。光通量显然为单侧区间，且为左侧单侧检验。样本的光通量平均值即为总体或批的光通量平均值（前面提到是无偏估计），总体的光通量平均值在  $\{\bar{X} - t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}\}$  置信下限以上的概

率为 97.5%。当  $n=20$  时， $t_{1-\alpha}(n-1) = t_{0.975}(19) = 2.093$ ， $t_{1-\alpha}(n-1) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0.468$ ，

得到置信下限为  $\{\bar{X} - S \cdot 0.468\}$ 。100 次抽样中，大致有 97.5 次  $\mu$  在置信下限  $\{\bar{X} - S \cdot 0.468\}$  以上，而其余的 2.5 次可能在该置信下限以下。

## 2 光强分布

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 8.2.3 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 8.2.3 规定如下：

光强分布应按照制造商声称。



合格性正在考虑之中。

### 3 峰值光强

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 8.2.4 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 8.2.4 规定如下：

峰值光强由制造商或责任销售商提供时，在所测试的样品中每个单独的 LED 模块的初始峰值光强应不低于额定光强 75%。

合格性按照附录 xx 加以检验。

### 4 光束角

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 8.2.5 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 8.2.5 规定如下：

光束角值由制造商或责任销售商提供时，在所测试的样品中每个单独的 LED 模块的光束角不应偏离超过额定值 25%。

合格性按照附录 xx 加以检验。

注：测量见 IEC/TR 61341。应该注意的是光束角不是由半峰决定的，而是取决于半中心光束强度。

### 5 灯具效能

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 8.3 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 8.3 规定如下：

LED 模块效率应通过所测的单个 LED 模块光通量除以同一单个 LED 模块所测得的输入功率而计算而成。

合格性：

LED 模块效率不应低于制造商或责任销售商声称的额定 LED 模块效率的 90%。

## 七、色坐标、相关色温和显色性

### 1 色坐标

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 9.1 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 9.1 规定如下：

测量初始色坐标。25%额定 LED 模块寿命（最长持续时间 6 000 h）工作时间之后第二次测量维持色坐标。所测得的实际色坐标值（包括初始和维持）应是 4 个类别中的一个范围内，这些类别对应于额定的色坐标值附近一个特殊的麦克亚当椭圆，椭圆的尺寸（用 n-步表示）是测量单个 LED 模块公差或偏差。

合格性：

所测的 LED 模块（初始值和维持值）色坐标漂移不应超出制造商或责任销售商指定的色坐标公差类别。

LED 模块色坐标特性应由说明初始色坐标和维持色坐标两个测量结果表示。

## 2 相关色温（CCT）

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 9.2 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 9.2 规定如下：

确保互换性的优先值正在考虑之中。当使用附录 D 中的光度代码时，四位数字的 CCT 值除以 100，将结果数字取到下一整数。

## 3 显色指数（CRI）

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 9.3 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

IEC PAS 62XXX 中 9.3 规定如下：

测量 LED 模块初始显色指数（CRI）。25%额定寿命（最长持续时间 6 000 h）总的工作时间之后第二次测量显色指数（CRI）。

合格性：

所测的 CRI 值的减少不应超过

- 对于初始 CRI 值，额定 CRI 值的 3 点；

- 对于维持 CRI 值，额定 CRI 的 5 点。

## 八、寿命

## 1 流明维持

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 10.2 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。

## 2 耐久性试验

IEC PAS 62XXX 《普通照明用 LED 模块性能要求》中 10.3 的规定不适用于 LED 模块，而适用于灯具。耐久性试验应仅在整体式 LED 灯具上完成。对于加速工作寿命试验，整体式 LED 灯具应在相当于最高额定环境温度加 20K 的温度下工作。

# 九、试验条件

## 1 试验时间

试验时间是 25%额定寿命时间，最长 6000h。

注：一个系列（见 3.6）的 LED 灯具可以减少试验时间。识别 LED 灯具系列见 LED 模块性能标准（PAS）中的表 4，系列的样品数量见 LED 模块性能标准（PAS）中的表 7。

测量应在交货状态的灯具上进行，如果提交的灯具没有光源或控制装置，应使用符合其自身性能标准的光源和控制装置。任何情况下光源和控制装置的光度数据应在制造商出版物内给出。

## 2 一般试验条件

所有试验在“n”个相同型号 LED 灯具上进行。数字“n”应是表 3 中的最少产品数。耐久性试验使用的 LED 灯具不应用于其他试验。

## 3 族或系列的识别

型式试验 LED 灯具族或系列的识别要求见 3.6 的定义。IEC PAS 62XXX 一般照明用 LED 模块-性能要求中 6.3 的规定用于 LED 灯具，不用于 LED 模块。

# 十、验证

型式试验最小的取样数目应见表 3。样品应能代表制造商的生产情况。

试验结果应符合表 3 给出的要求。如果试验结果不能符合这些要求，应要求提供制造商的试验记录。

注：整个生产检测的要求正在考虑之中。

表 3 样本大小

1	2	3	4
条款或分条款	试验	按照 6.3 改变产品特征后减少试验时间，用于检测的族或系列的样本大小（单元）	25%寿命（最长 6000h）用于检测的样本大小（单元）
8.2.4	光强值	正在考虑之中	正在考虑之中
8.2.5	光束角		
7	功率	正在考虑之中	正在考虑之中
8.1	光通量		
8.3	灯具效能		
9.1	色容差		
9.2	显色指数CRI		
10.2	流明维持		
10.3.1a	通电的温度循环	正在考虑之中	正在考虑之中
10.3.1b	电源电压开关	正在考虑之中	正在考虑之中
10.3.2	加速工作寿命试验	正在考虑之中	正在考虑之中
1) 样品数量正在考虑之中，需要联合LED模块。			

## 十一、草案正在完善过程中

起草中的 LED 灯具性能要求的标准草案正处于完善过程中，根据各方提出的目前各方提出的修改建议，标准还会作进一步的修改，在 IEC/991/INF 中给出了一些需要修改的要求，主要包括：

-关于灯具系列划分的原则中会考虑具有相同的灯具热管理、相同的光学系统（如反射器、透镜等）；

-关于型式试验样本的数量，按灯具能否提供元件的可靠性数据将有不同的样本数量要求，对不能提供相关可靠性数据的灯具试验样本数量为最多；

-关于型式试验时间，按灯具能否提供元件的可靠性数据而有所不同。

-寿命试验合格判定的样本数量要求可能提高。

## 十二、参考文献

[1] IEC 34D/977/DC: DRAFT IEC/PAS - LED LUMINAIRE PERFORMANCE.

[2] IEC 34D/978/DC DRAFT IEC/PAS - LUMINAIRES PERFORMANCE REQUIREMENTS:PART 1 – GENERAL REQUIREMENTS

[3] IEC 34D/977/DC: LED MODULES FOR GENERAL LIGHTING  
Performance requirements

[4]《聚焦 LED 灯具和 LED 光源的基本概念》，施晓红 陈超中 李为军 王 晔，

《中国照明电器》2010 年第 10 期

- [5] 《聚焦正在起草中的 LED 灯具性能的 IEC 规范》，陈超中 施晓红 李为军 王 晔，《照明工程学报》2010 年第 21 卷第 6 期
- [6] 《聚焦正在起草中的 LED 寿命预测的 IEC 规范》，陈超中 施晓红 李为军 王 晔
- [7] 《LED 模块性能的 IEC 规范研究》，李为军 杨 樾
- [8] 《LED 模块性能的 IEC 规范之统计技术研究》，陈超中 李为军 杨 樾 施晓红
- [9] 《LED 灯具标准体系建设研究》，陈超中 施晓红 杨 樾 王 晔，《中国照明电器》2010 年第 1 期和 2010 年第 2 期
- [10] 《LED 灯具特性及其标准解析》，陈超中 施晓红 李为军 王 晔，《中国照明电器》2010 年第 11 期和 2010 年第 12 期
- [11] 《功率型 LED 光通维持寿命的预测》，陈超中 李为军 施晓红 王 晔，《中国照明电器》2010 年第 8 期