



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 36362—2018

## LED 应用产品可靠性试验的点估计和 区间估计(指数分布)

Point estimation and interval estimation for reliability testing of  
LED applied products (exponential distribution)

2018-06-07 发布

2019-01-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 抽样 .....	2
5 失效判据 .....	2
6 获取试验数据 .....	2
7 数据有效性判定 .....	2
8 数据处理方法 .....	2
9 试验报告 .....	3
附录 A (资料性附录) 试验数据用表 .....	4
附录 B (资料性附录) 试验案例 .....	6



仪器服务网  
YIQIFUWU.COM

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部(电子)归口。

本标准起草单位:中国电子科技集团公司第十三研究所、国家半导体器件质量监督检验中心。

本标准主要起草人:黄杰、赵敏、张瑞霞、张晨朝、刘东月、徐立生、赵莉红。



## 引 言

本标准将用于 LED 应用产品可靠性试验的点估计和给定置信度的区间估计(按指数分布)。点估计是单个数值,用于表示一个统计参数的未知真值,如平均无故障时间、失效率。置信度规定了在估计值周围的置信限。本标准以采用 60%、90%的置信度为例,给出 60%、90%的置信度下 LED 应用产品的平均无故障寿命。



# LED 应用产品可靠性试验的点估计和 区间估计(指数分布)

## 1 范围

本标准规定了 LED 应用产品可靠性试验的点估计和区间估计的数据获取和处理方法。

本标准适用于服从指数分布或近似服从指数分布的 LED 应用产品的可靠性试验的实验室试验数据处理和现场使用数据处理。

## 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 2689.1—1981 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法 总则

GB/T 4086.2—1983 统计分布数值表  $\chi^2$  分布

GB/T 5080.6—1996 设备可靠性试验 恒定失效率假设的有效性检验

GB/T 5080.7—1986 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**点估计** **point estimation**

由子样的多个数据确定一个统计量,用它来估计总体的未知参数。

### 3.2

**区间估计** **interval estimation**

从点估计值出发,按给定的概率值建立包含待估计参数的区间。

### 3.3

**置信度** **confidence coefficient**

根据来自母体的一组子样(即观测值),对表征母体的参数进行估计的统计可信程度。

注:置信度是评估某要素可靠性的指标,通常用百分数概率表示,一般取 60%。

### 3.4

**LED 应用产品寿命(单个产品)** **LED applied product's life (single product)**

在规定的工作条件下,产品达到规定失效判据的工作时间。

注:它是一个随机变量,在掌握了一批产品的统计规律后,可以得到其中某一个产品寿命小于某一数值的概率,或在某一范围之内内的概率。

3.5

**LED 应用产品的平均无故障寿命(批产品) LED applied products' mean time to failure(batch products)**

LED 应用产品寿命的平均值(数学期望值)。

注：对于可维修的 LED 应用产品的首次平均失效时间和不可维修的 LED 应用产品的平均失效时间,统称为 LED 应用产品的平均无故障寿命,它与工作环境有关。

4 抽样

对同一设计、同一制造工艺,经过预处理的稳定产品进行抽样。通常情况抽取 20 只,至少 5 只。

5 失效判据

当 LED 应用产品处于工作状态时,一般为多失效判据,当出现以下任一项时则判为失效:

- a) LED 应用产品的光通维持率低于规定值;
- b) LED 应用产品的光源出现人眼可识别的非均匀发光;
- c) LED 应用产品的光源出现异常发光(闪烁、间歇式发光);
- d) LED 应用产品的光源出现死灯。

6 获取试验数据

通过定时截尾试验将抽样的 LED 应用产品在给定的工作环境下,工作到规定时间。工作时间不得少于 1 000 h。样品参数的测试方法及要求应符合相关 LED 应用产品测试标准的规定。

有自动记录失效装置的,以自动记录到的时间计算。

用定时方法对样品进行参数测试时,若在第  $k$  个测试间隔( $t_{k-1}, t_k$ )中测得的失效数为  $r_k$ ,则此测试间隔内第  $i$  个产品的失效时间  $t_i$  根据 GB/T 2689.1—1981 中 6.2 的规定按式(1)计算:

$$t_i = t_{k-1} + i \frac{t_k - t_{k-1}}{r_k + 1} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$i = 1, 2, \dots, r_k$ 。

7 数据有效性判定

根据 GB/T 5080.6—1996 和 GB/T 5080.7—1986 对试验数据进行有效性检验。

8 数据处理方法

8.1 点估计

LED 应用产品点估计的平均无故障寿命按式(2)计算:

$$m = \frac{T^*}{r} = \frac{1}{r} \left[ \sum_{i=1}^r t_i + (n - r)t \right] \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$m$  ——平均无故障寿命,单位为小时(h);

$T^*$  ——到规定截止时间所累计的相关试验时间,单位为小时(h);

$t_i$  ——第  $i$  个样品失效的时间,单位为小时(h);

$n$  ——试验样品的总数,单位为只;

$r$  ——测定试验中相关失效样品的总数,单位为只;

$t$  ——定时截尾试验规定的试验时间,单位为小时(h)。

当零失效时,建议使用: $m = 3T^*$ 。

## 8.2 区间估计

对于同一母体的 LED 应用产品,在某一置信度水平下进行定时截尾试验的区间估计,其平均无故障寿命下限值根据 GB/T 4086.2—1983 的规定按式(3)计算:

$$m \geq \frac{2T^*}{\chi_p^2(2r+2)} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$\chi_p^2(2r+2)$  ——置信度为  $p$ 、自由度为  $(2r+2)$  的  $\chi^2$  分布的理论值,可通过查附录 A 得到。

当置信度为 60% 时,式(3)中  $p$  取 0.6,LED 应用产品的平均无故障寿命下限值按式(4)计算:

$$m \geq \frac{2T^*}{\chi_{0.6}^2(2r+2)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\chi_{0.6}^2(2r+2)$  ——置信度为 60%、自由度为  $(2r+2)$  的  $\chi^2$  分布的理论值,可通过查附录 A 得到。

当置信度为 90% 时,式(3)中  $p$  取 0.9,LED 应用产品的平均无故障寿命下限值按式(5)计算:

$$m \geq \frac{2T^*}{\chi_{0.9}^2(2r+2)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$\chi_{0.9}^2(2r+2)$  ——置信度为 90%、自由度为  $(2r+2)$  的  $\chi^2$  分布的理论值,可通过查附录 A 得到。

具体试验案例参见附录 B。

## 9 试验报告

试验报告应包括以下信息:

- a) 样品描述;
- b) 试验条件及失效判据;
- c) 设备仪器信息;
- d) 试验方法;
- e) 有效性判定;
- f) 数据处理;
- g) 试验结论。

附录 A  
(资料性附录)  
试验数据用表

置信度为  $p$ , 自由度为  $\nu$  的  $\chi^2$  分布图形见图 A.1, 分位数见表 A.1。

$$\chi_p^2(\nu): \int_0^{\chi_p^2} \frac{1}{2\Gamma(\nu/2)} (\chi^2/2)^{\nu/2-1} e^{-\chi^2/2} d\chi^2 = p$$

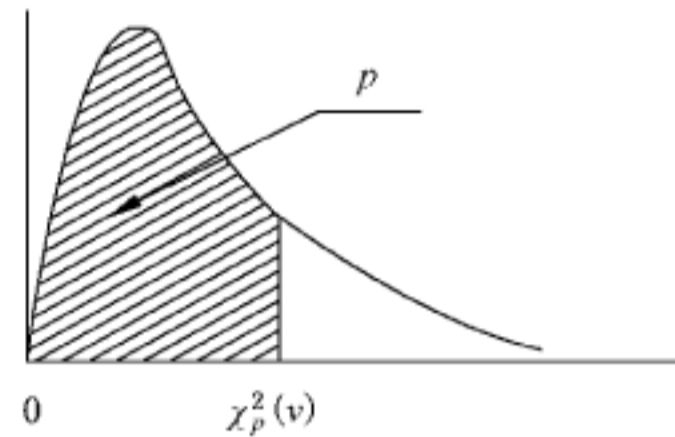


图 A.1 置信度为  $p$ , 自由度为  $\nu$  的  $\chi^2$  的分布图形

表 A.1  $\chi^2$  分布分位数表

$\nu$	$p$					
	0.200 0	0.250 0	0.300 0	0.400 0	0.500 0	0.600 0
1	0.064 18	0.101 53	0.148 47	0.275 00	0.454 94	0.708 33
2	0.446 29	0.575 36	0.713 35	1.021 65	1.386 29	1.832 58
3	1.005 17	1.212 53	1.423 65	1.869 17	2.365 97	2.946 17
4	1.648 78	1.922 56	2.194 70	2.752 84	3.356 69	4.044 63
5	2.342 53	2.674 60	2.999 91	3.655 50	4.351 46	5.131 87
6	3.070 09	3.454 60	3.827 55	4.570 15	5.348 12	6.210 76
7	3.822 32	4.254 85	4.671 33	5.493 23	6.345 81	7.283 21
8	4.593 57	5.070 64	5.527 42	6.422 65	7.344 12	8.350 53
9	5.380 05	5.898 83	6.393 31	7.357 03	8.342 83	9.413 64
10	6.179 08	6.737 20	7.267 22	8.295 47	9.341 82	10.473 24
11	6.988 67	7.584 14	8.147 87	9.237 29	10.341 00	11.529 83
12	7.807 33	8.438 42	9.034 28	10.181 97	11.340 32	12.583 84
13	8.633 86	9.299 07	9.925 68	11.129 14	12.339 76	13.635 57
14	9.467 33	10.165 31	10.821 48	12.078 48	13.339 27	14.685 29
15	10.306 96	11.036 54	11.721 17	13.029 75	14.338 86	15.733 22



表 A.1 (续)

$\nu$	$p$					
	0.650 0	0.700 0	0.750 0	0.800 0	0.850 0	0.900 0
1	0.873 46	1.074 19	1.323 30	1.642 37	2.072 25	2.705 54
2	2.099 64	2.407 95	2.772 59	3.218 88	3.794 24	4.605 17
3	3.283 11	3.664 87	4.108 34	4.641 63	5.317 05	6.251 39
4	4.437 69	4.878 43	5.385 27	5.988 62	6.744 88	7.779 44
5	5.573 07	6.064 43	6.625 68	7.289 28	8.115 20	9.236 36
6	6.694 76	7.231 14	7.840 80	8.558 06	9.446 10	10.644 64
7	7.806 12	8.383 43	9.037 15	9.803 25	10.747 90	12.017 04
8	8.909 36	9.524 46	10.218 85	11.030 09	12.027 07	13.361 57
9	10.006 00	10.656 37	11.388 75	12.242 15	13.288 04	14.683 66
10	11.097 14	11.780 72	12.548 86	13.441 96	14.533 94	15.987 18
11	12.183 63	12.898 67	13.700 69	14.631 42	15.767 10	17.275 01
12	13.266 10	14.011 10	14.845 40	15.811 99	16.989 31	18.549 35
13	14.345 06	15.118 72	15.983 91	16.984 80	18.201 98	19.811 93
14	15.420 92	16.222 10	17.116 93	18.150 77	19.406 24	21.064 14
15	16.494 01	17.321 69	18.245 09	19.310 66	20.603 01	22.307 13

**附录 B**  
(资料性附录)  
**试验案例**

**B.1 灯具种类及数量**

本试验选用国产某厂家的照明用 LED 螺口灯,进行平均无故障寿命评估试验。试验样品型号规格为 4 W 的 SRA40,样品数量为 10 只。

**B.2 加电截尾时间 10 000 h 的试验数据及处理**

试验条件为 25 °C ± 5 °C,连续工作 10 000 h。采用定时截尾的点估计和区间估计方法来获取试验数据,并进行数据处理。加电截尾时间 10 000 h 的试验数据如表 B.1 所示。

**表 B.1 SRA40 的试验数据**

序号	失效时间/h	失效数量/只	失效判据类别
1	3 986	1	死灯
2	5 982	1	死灯
3	9 510	1	死灯

**B.3 计算螺口灯的平均无故障寿命的点估计和区间估计值**

4 W 螺口灯 SRA40 样品 10 只,通电截尾时间 10 000 h,失效 3 只( $r=3$ )的平均无故障寿命:平均无故障寿命的点估计:

$$T^* = \sum_{i=1}^r t_i + (n-r)t = 3\,986 \text{ h} + 5\,982 \text{ h} + 9\,510 \text{ h} + (10-3) \times 10\,000 \text{ h} = 89\,478 \text{ h}$$

$$m = T^* / r = 2.98 \times 10^4 \text{ h}$$

置信度为 60% 的平均无故障寿命区间估计下限值:

$$m \geq 2T^* / [\chi_{0.6}^2(2r+2)] = 2T^* / (\chi_{0.6}^2(8)) = 2.14 \times 10^4 \text{ h}$$

置信度为 90% 的平均无故障寿命区间估计下限值:

$$m \geq 2T^* / [\chi_{0.9}^2(2r+2)] = 2T^* / (\chi_{0.9}^2(8)) = 1.34 \times 10^4 \text{ h}$$

**B.4 数据有效性判定**

根据 GB/T 5080.6—1996 和 GB/T 5080.7—1986,对表 B.1 数据进行有效性检验,计算得到  $\chi^2 = 2.56$ ,大于  $1.64(\chi_{0.05}^2)$ ,小于  $12.59(\chi_{0.95}^2)$ ,符合指数分布。





中华人民共和国  
国家标准  
**LED 应用产品可靠性试验的点估计和  
区间估计(指数分布)**  
GB/T 36362—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

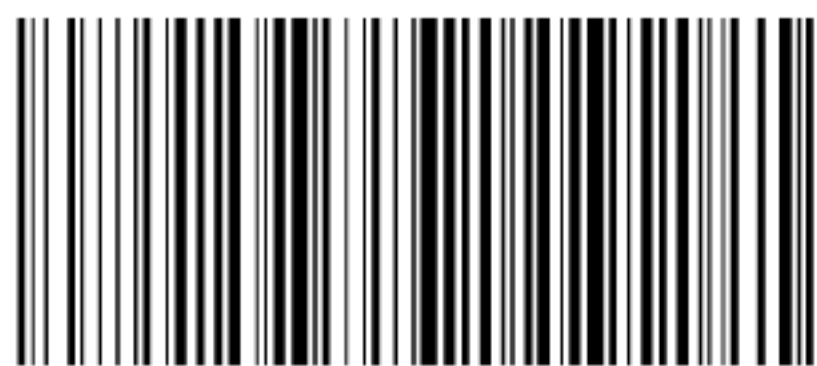
服务热线: 400-168-0010

2018年6月第一版

\*

书号: 155066·1-60055

版权专有 侵权必究



GB/T 36362—2018