

前 言

GB 5080.6—85 是等同采用国际标准 IEC 605-6:1989《设备可靠性试验 第 6 部分:恒定失效率假设的有效性检验》编制而成的。经原国家标准局批准于 1986 年 1 月 1 日发布实施。几年来此标准未作过修改。

1989 年 7 月,IEC/TC 56 发布了对 IEC 605-6 标准的第一次修订本,该出版物仅对 IEC 605-6:1989 的表 1 χ_p^2 分布数值表中的部分数据作了修改。本次 GB 5080.6—85 的修订就是以此为依据,对标准提供的表 1 $\chi_p^2(p)$ 数值表部分数据作了同样的修改,并对个别文字叙述也作了一些修订,以使其内容更趋准确及便于理解。

本标准自实施之日起代替 GB 5080.6—85。

本标准由全国电子产品可靠性与维修性标准化技术委员会提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准起草单位:电子工业部五所。

本标准主要起草人:李新祥,廖小雄,庄文青。

IEC 前言

- 1) 在技术问题上 IEC 的正式决定或认可是由各技术委员会作出的,它将代表各国家委员会的意见,对于所涉及到的问题尽可能达成一个一致的国际性意见。
- 2) 委员会提供本、推荐文本适用于国际应用,并已被各国家委员会所接受。
- 3) 为了促进国际的统一,IEC 希望所有国家委员会应就本国条件的许可,尽量采用 IEC 推荐的文本为本国标准。在 IEC 推荐文本与相应的本国标准之间存在的任何差异,应尽可能地给予清楚的说明。
- 本标准修订由 IEC TC 56:可靠性与维修性技术委员会负责制定。
- 本修订文本基于如下文件:

2 个月程序	表决报告
56(CO)141	56(CO)147

详细信息可参见上述表决报告。

设备可靠性试验
恒定失效率假设的有效性检验

GB/T 5080.6—1996
idt IEC 605-6:1989

代替 GB 5080.6—85

Equipment reliability testing—
Tests for the validity of a constant failure rate assumption

1 范围

本标准规定了对恒定失效率假设(即寿命服从指数分布假设)作统计有效性检验的方法,并推荐了在假设被拒绝后所采取的措施。

2 引言

通常,在以恒定失效率假设为前提作出可靠性验证试验或测定试验的结论之前,应先用本标准规定的检验法对恒定失效率假设作出检验。

有效性检验应在可靠性试验结束时,利用试验中所有观察到的关联失效数据来实施。

必须认识到有效性检验是具有统计性质的,并且给出的结果是拒绝真实假设的某个小的风险值相联系的。本标准中检验法的显著性水平设计在 10%,即当假设为真时,拒绝假设的风险值为 10%。

本标准给出了适用于不同失效数的两种检验法,每种检验法随着观察的失效数愈多就愈灵敏。在观察的关联失效数不满三个就终止可靠性试验的场合,例如允许失效数为 0、1 或 2 的验证试验,并且由于经济、时间或其他原因不允许继续试验时,则接受恒定失效率假设,不必作有效性检验。

如果为了进一步得到信息延长试验超出可靠性验证试验的判定点,利用所有数据所作的有效性检验的结果只能用于获取信息的目的,附加的数据不应影响已作出的判定。

3 符号与定义

本标准所用的符号如下:

d :与关联失效数有关的参数。当有效性检验实施时刻与第 r 次失效出现的时刻相同时, $d=r-1$;否则, $d=r$;

e :每个区间中的关联失效的期望数;

n :受试产品的总数;

o_i :第 i 个区间中观察的关联失效数;

r :关联失效总数;

T_k :直至第 k 次失效时的累积关联试验时间;

T_r :直至最后一次失效时的累积关联试验时间;

T^* :直至有效性检验时的累积关联试验时间;

u :大失效数检验法中的区间数;

w :区间的宽度;

χ^2 :检验统计量的计算值;

$\chi_p^2(\nu)$: 自由度为 ν 的 χ^2 分布的 p 分位点。

4 累积关联试验时间 T^* 和参数 d

本检验法有赖于累积关联试验时间 T^* 及与失效数有关的参数 d 。如果有效性检验的实施时刻与出现第 r 次失效的时刻相同, 则 T^* 等于 T_r , 并且 d 等于 $r-1$; 如果有效性检验的实施时刻与出现第 r 次失效的时刻不相同, 则 T^* 等于 T_r 与第 r 次失效至实施有效性检验时刻之间的累积关联试验时间之和, 并且 d 等于 r 。

如果有效性检验是与截尾序贯试验一起进行的, 则有效性检验可利用该试验的累积关联试验时间。

5 小失效数情形的检验法

失效数为 3~40 的情形, 采用下面的检验法; 如果失效数超过 40, 下面的检验法或第 6 章中的易于计算的检验法均可采用。

计算累积试验时间 $T_k (k=1, 2, \dots, r)$ 及 T^* , 并计算下面的检验统计量:

$$\chi^2 = 2 \sum_{k=1}^d \ln \left(\frac{T^*}{T_k} \right)$$

在恒定失效率情形, χ^2 服从自由度为 $2d$ 的 χ^2 分布。

将检验统计量的计算值 χ^2 与本标准表 1 中表 $\chi_p^2(\nu)$ 值相比较, 对于 10% 的显著性水平作双侧检验, 要求 p 值为 5% 和 95%, 自由度 $\nu=2d$,

如果 $\chi^2 < \chi_{0.05}^2(\nu)$

则拒绝恒定失效率的假设, 其失效率很可能是递增的。

如果 $\chi^2 > \chi_{0.95}^2(\nu)$

则也拒绝恒定失效率的假设, 其失效率很可能是递减的。

6 大失效数情形的检验法

失效数大于 40 的情形, 除采用第 5 章中的检验法外, 还可采用下面的检验法。

把时间零到总累积试验时间 T^* 之间的区间分成宽度为 w 的 u 个区间, 要求每个区间中的期望失效数 $e=w \cdot (d/T^*)=d/u$ 必须大于等于 5, 以 o_i 表示第 i 个区间观察的失效数, 计算下面的检验统计量:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^u \frac{(o_i - e)^2}{e}$$

将检验统计量 χ^2 的计算值与本标准表 1 中表 $\chi_p^2(\nu)$ 的值相比较, 对于 10% 的显著性水平作单边检验, 要求 p 值为 90%, 自由度 $\nu=u-1$ 。

如果 $\chi^2 > \chi_{0.90}^2(\nu)$

则拒绝恒定失效率的假设。在采用这种检验法时, 不可能确定失效率是递增的或是递减的。

7 假设被拒绝时采取的措施

有效性检验拒绝了恒定失效率假设, 应进一步分析数据, 以确定被拒绝的原因和获得决定采取适当措施的信息。

恒定失效率假设被拒绝的直接结论是: 依据恒定失效率假设的可靠性验证试验和测定试验的前提没有满足, 因而试验所得的结论很可能是有问题的。此时, 可寻找其他更合理的分布假设。并按相应的方法对这些数据作统计处理。

如果有效性检验表明失效率很可能是递减的, 即存在早期失效。对此, 可采取的措施是改进产品的制造过程的质量控制或实行全部产品的老练筛选。如果有效性检验表明失效率很可能是递增的, 即存在

耗损失效,则可采取改变设计、制造或预防性维修等措施。

改变设计、制造或进行预防性维修以及老练筛选都是影响产品性能的措施。在采取任何这类措施以后,对改进的产品应重新进行验证试验、测定试验和有效性检验。

表 1 $\chi_p^2(\nu)$ 数值表

自由度 ν	$\chi_{0.05}^2(\nu)$	$\chi_{0.90}^2(\nu)$	$\chi_{0.95}^2(\nu)$
2	0.10	4.61	5.99
4	0.71	7.78	9.49
6	1.64	10.65	12.59
8	2.73	13.36	15.51
10	3.94	15.98	18.31
12	5.23	18.55	21.03
14	6.57	21.06	23.69
16	7.96	23.54	26.30
18	9.39	25.99	28.87
20	10.85	28.41	31.41
22	12.34	30.81	33.92
24	13.85	33.20	36.42
26	15.38	35.56	38.89
28	16.92	37.92	41.34
30	18.49	40.26	43.77
32	20.09	42.57	46.17
34	21.70	44.88	48.57
36	23.30	47.19	50.96
38	24.91	49.5	53.36
40	26.51	51.81	55.76
42	28.16	54.08	58.11
50	34.76	63.17	67.51
52	36.45	65.42	69.82
60	43.19	74.40	79.08
62	44.90	76.63	81.37
70	51.74	85.53	90.53
72	53.47	87.74	92.80
80	60.39	96.58	101.88
82	62.14	98.78	104.13
90	69.13	107.57	113.15
92	70.89	109.76	115.39
100	77.93	118.50	124.34
102	79.70	120.68	126.57
110	86.79	129.39	135.48
112	88.57	131.56	137.70
120	95.71	140.23	146.57
122	97.49	142.40	148.78
200	168.28	226.02	233.99
$\nu > 200$	$\frac{1}{2}(-1.64 + \sqrt{2\nu-1})^2$	$\frac{1}{2}(1.28 + \sqrt{2\nu-1})^2$	$\frac{1}{2}(1.64 + \sqrt{2\nu-1})^2$