



中华人民共和国国家标准

GB/T 28046.1—2011

道路车辆 电气及电子设备的环境条件 和试验 第1部分：一般规定

Road vehicles—Environmental conditions and testing
for electrical and electronic equipment—
Part 1: General

(ISO 16750-1:2006, MOD)

2011-10-31 发布

2012-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
道路车辆 电气及电子设备的环境条件
和试验 第 1 部分：一般规定
GB/T 28046.1—2011

*

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(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-44101

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

GB/T 28046《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》包括五个部分：

- 第1部分：一般规定；
- 第2部分：电气负荷；
- 第3部分：机械负荷；
- 第4部分：气候负荷；
- 第5部分：化学负荷。

本部分为 GB/T 28046 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 16750-1:2006《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定》进行制定。

本部分与 ISO 16750-1:2006 的技术性差异及原因如下：

- 将术语前后顺序进行了调整，将试验电压提到工作模式3试验电压 U_A 之前，这样更符合逻辑，便于标准的理解；
- 图1采用老版格式，相对原文进行了适度简化。

本部分相对 ISO 16750-1:2006 编辑性修改如下：

- 删除国际标准的前言。

本部分由国家发展和改革委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本部分起草单位：中国汽车技术研究中心、长沙汽车电器研究所、上海市质量监督检验技术研究院、苏州泰思特电子科技有限公司、深圳市航盛电子股份有限公司、东风商用车技术中心、上海科世达华阳汽车电器有限公司、郑州跃博汽车电器有限公司。

本部分起草人：许秀香、胡梦蛟、卢兆明、孙成明、汪锡斌、何玉军、胡尧、马利明。

引 言

本系列标准用于在设备寿命周期内预期将要承受的真实环境系统地向用户提供一组环境条件、试验和要求。

本系列标准内容考虑了下列环境因素：

——世界地理和气候

车辆几乎在世界所有陆地区域使用和运行。由于外界气候,包括可以预测的每天和季节的变化,使车辆环境条件有重大变化。按世界范围考虑温度、湿度、降水和大气条件,还包括灰尘、污染和海拔高度。

——车辆类型

车辆的设计特征决定了车辆内(和车辆上)的环境条件,如发动机类型、发动机尺寸、悬挂特性、车辆自重、车辆尺寸、供电电压等。考虑到了车辆的典型类型,包括商用车、乘用车以及柴油和汽油发动机。

——车辆使用条件和工作模式

由道路质量、路面类型、道路地形、车辆使用(如通讯、牵引、货物运输等等)和驾驶习惯引起的车辆内(和上)环境条件的变化值得重视。工作模式如储存、起动、行驶、停车等都予以考虑。

——设备寿命周期

在制造、运输、装卸、储存、车辆装配、车辆保养和维修过程中,电气、电子设备耐受的环境条件。

——车辆供电电压

车辆使用、工作模式、电气分布系统设计、甚至气候条件会导致供电电压变化,引起车辆电气系统的故障,如可能发生的交流发电机过电压和连接系统的断路。

——在车辆内的安装位置

在目前或未来的车辆中,系统/组件可能安装在车辆的任何位置,每一特定应用的环境要求通常取决于安装位置。车辆的每个位置都有特定的环境负荷。例如,发动机舱的温度范围不同于乘客舱,振动负荷也是如此。此时不仅振动的量级不同,振动的类型也不同。安装在底盘上的组件承受的是典型的随机振动,而安装在发动机上的系统/组件,还应考虑来自于发动机的正弦振动。又如,安装在门上的装置因受门的撞击要经受大量的机械冲击。

车辆制造商期望将不同的环境负荷类型和级别按标准要求进行合理的组合,这样就有可能将某一车辆上的系统/组件扩展到其他车辆。但是精确的量级要求常常在设计未来车型的组件时是未知的,预期的环境负荷往往来自于其他车型的类似条件。通常根据安装位置进行组合,由于有限的几个等级难以满足多样化的实际需求,因此定义不同安装位置及各自负荷特性的合理数值是困难的。环境负荷并不是由安装位置一个因素确定的,还有其他影响系统/组件应力量级的因素,例如,车身的流线,动力系统或紧凑程度对安装在不同车内几乎相同位置的装置能形成完全不同的量级要求。

本系列标准对几种负荷类型定义了要求等级,分别有电气、机械、热、气候和化学负荷。对每一种负荷类型定义若干要求等级,每一要求等级用一特定字母代码表示,全部环境要求由被定义的代码字母组合表示。代码字母由本系列标准的其他有关部分定义,每部分附录的表内包括常规的安装位置和它们各自代码字母的定义示例。对一般应用,这些代码是适用的。如有特殊应用且这些代码组合无法表达时,可创建新的代码组合。当新的要求量级没有适用的代码时,可以用代码“Z”创建。在此情况下,特殊要求需单独定义但不应改变试验方法。

本系列标准的用户应注意受试装置(DUT)试验时安装位置所处的热、机械、气候和化学负荷情况。

a) 对制造商责任的适用性

在设计阶段由于技术限制或变化,车辆制造商要求将组件放置在不能承受本系列标准环境条件的位置,制造商有责任提供必要的环境防护。

b) 对线束、电缆和电气连接器的适用性

尽管本系列标准的一些环境条件和试验与车辆的线束、电缆和电气连接器有关,但将其作为完整标准来使用其范围是不够的,因此不推荐本系列标准直接适于这些装置和设备,应考虑采用其他适用的标准。

c) 对设备部件或总成的适用性

本系列标准描述了直接安装在车辆内/上的电气和电子设备的环境条件和试验,不直接用于构成设备的部件或总成。例如本系列标准不直接用于嵌入设备的集成电路(ICs)或分立元件、电气连接器、印刷电路板(PCBs)、量表、显示器、控制器等等。这些部件或总成的电气、机械、气候和化学负荷与本系列标准的描述可能是完全不同的。此外,对打算用于车辆设备的部件和总成可借鉴本系列标准得到预期的环境条件和试验要求。例如,设备温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$,内装件总成定义的温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+90\text{ }^{\circ}\text{C}$,有 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温升。

d) 对系统集成和验证的适用性

本系列标准的使用者应注意标准的范围在条件和试验上有局限,不能反映车辆系统所有认证和验证所需的条件和试验,设备部件和车辆系统可能需要进行其他环境和可靠性试验。

例如,本系列标准不直接对焊接、非焊连接、集成电路等规定环境和可靠性要求,但是这些项目应由零部件、材料或集成阶段的验证来保证。在车辆上使用的装置需在整车和系统级进行验证。

道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

1 范围

本部分描述了安装在车辆上/内特定位置的系统/组件可能的环境负荷,且规定了试验及要求。

本部分适用于汽车电气电子系统/组件。

本部分包括定义、安装位置、工作模式等一般规定,不包括电磁兼容性(EMC)。

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 28046.2 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分:电气负荷 (GB/T 28046.2—2011, ISO 16750-2:2006, MOD)

GB/T 28046.3 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分:机械负荷 (GB/T 28046.3—2011, ISO 16750-3:2007, MOD)

GB/T 28046.4 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分:气候负荷 (GB/T 28046.4—2011, ISO 16750-4:2006, MOD)

ISO 16750-5 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第5部分:化学负荷

ISO 20653 道路车辆 防护等级(IP代码) 电气电子设备对外来物、水和触及的防护

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标称电压 nominal voltage

U_N

用于描述车辆电气系统的电压值。

3.2

供电电压 supply voltage

U_s

随系统负荷和发电机的运行条件而变化的车辆电气系统电压。

3.3

最低供电电压 supply voltage minimum

U_{Smin}

在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级的最小供电电压。

3.4

最高供电电压 supply voltage maximum

U_{Smax}

在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级的最大供电电压。

3.5

试验电压 test voltage

在试验期间施加到 DUT 上的电压。例如： U_A 和 U_B 。

3.6

工作模式 3 试验电压 supply voltage operating mode 3

U_A

发电机供电时的试验电压。

3.7

工作模式 2 试验电压 supply voltage operating mode 2

U_B

蓄电池供电时的试验电压。

3.8

最低工作温度 minimum operating temperature

T_{min}

系统/组件能够工作的周围环境温度的最低值。

3.9

最高工作温度 maximum operating temperature

T_{max}

系统/组件能连续工作的周围环境温度的最高值。

3.10

热浸透温度 hot-soak temperature

T_{maxHS}

在车辆停止且发动机关闭后,发动机舱内可能短时出现的环境温度最高值。

3.11

油漆修补温度 paint repair temperature

T_{maxPR}

在车辆油漆修补过程中可能出现的最高温度。

3.12

峰-峰电压 peak to peak voltage

U_{PP}

叠加的交流电压。

4 安装位置分类

4.1 发动机舱

装置安装在:

- 车身;
- 车架;
- 非刚性连接的柔性进气管上;
- 非刚性连接的柔性进气管内;
- 发动机上;
- 发动机内;

- 变速器/减速器上；
- 变速器/减速器内。

4.2 乘客舱

装置安装在：

- 太阳直射处；
- 热辐射处(不同于太阳光辐射)；
- 无特别要求。

4.3 行李舱/货舱

装置安装在：舱内。

4.4 外部/腔体内

装置安装在：

- 车身。
- 车架。
- 底盘/轮毂：
 - 1) 簧上；
 - 2) 簧下(车轮、车轮支架、车轴)。
- 乘客舱车门内/上。
- 发动机舱罩。
- 行李舱盖/门。
- 箱体盖/门。
- 客车乘客门。
- 腔体内：
 - 1) 朝外；
 - 2) 朝内。
- 专用舱内(如蓄电池盒)。

4.5 其他安装位置

一些有特殊环境条件的位置(如排气系统)没有给出规定,应在 DUT 的说明书中规定。

5 工作模式

5.1 工作模式 1

不向 DUT 供电。

工作模式 1.1: DUT 未连接到线束。

工作模式 1.2: DUT 模拟在车辆上的安装位置,连接到线束。

5.2 工作模式 2

当车辆发动机关闭,且所有电气连接完好,DUT 以电压 U_B 带电运行。

工作模式 2.1: 系统/组件功能不被激活(如休眠模式)。

工作模式 2.2:系统/组件带电运行并控制在典型运行模式。

5.3 工作模式 3

所有电气连接完好,DUT 以电压 U_A 带电运行。

工作模式 3.1:系统/组件功能不被激活。

工作模式 3.2:系统/组件带电运行并控制在典型运行模式。

6 功能状态分级

6.1 一般规定

描述 DUT 在试验期间及试验后所处的功能状态。

对每个试验应给出最低功能状态,附加试验要求由生产商和供应商商定。

在以下级别确认期间,不应 DUT 进行额外操作。

6.2 A 级

试验中和试验后,装置/系统所有功能满足设计要求。

6.3 B 级

试验中装置/系统所有功能满足设计要求,但允许有一个或多个超出规定允差。试验后所有功能应自动恢复到规定限值。存储器功能应符合 A 级。

6.4 C 级

试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求,但试验后所有功能能自动恢复到正常运行。

6.5 D 级

试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到正常运行,需要对装置/系统通过简单操作重新激活。

6.6 E 级

试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到规定运行,需要对装置/系统进行修理或更换。

7 试验和要求

7.1 一般规定

在 GB/T 28046.2~GB/T 28046.4 和 ISO 16750-5 中的规定值覆盖了基本要求。有几个安装位置的 DUT,应采用最严酷的要求进行试验。

7.2 通用试验条件

除非另有规定,所有试验应在 $+23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 25% ~ 75% 的室温(RT)条件下进行。

除非在其他部分另有规定,试验电压应按表 1 的规定。如用户同意采用其他试验电压,应记录在试验报告中。

表 1 试验电压

试验电压	$U_N=12\text{ V}$ 电系 V	$U_N=24\text{ V}$ 电系 V
U_A	14 ± 0.2	28 ± 0.2
U_B	12 ± 0.2	24 ± 0.2

7.3 试验顺序

试验前,应制定合适的试验顺序方案,确定类型、数量、组合及单独试验的顺序。产品的寿命试验应明确规定并纳入试验顺序方案中。

示例见附录 A。

8 代码标示

8.1 代码

提交试验的样品应按图 1 的描述或其他文件确定代码。

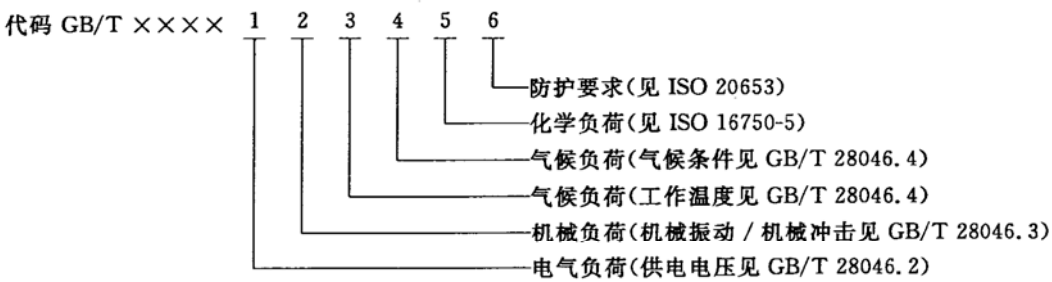


图 1 代码分配

示例:GB/T 28046-A-A-H-A-A-IP6K9K

该例给出了对系统/组件环境要求的代码标示:

- 代码字母 A 表示 GB/T 28046. 2 中的电气负荷要求;
- 代码字母 A 表示 GB/T 28046. 3 中的机械负荷要求;
- 代码字母 H 表示 GB/T 28046. 4 中的工作温度要求;
- 代码字母 A 表示 GB/T 28046. 4 中的气候负荷要求;
- 代码字母 A 表示 ISO 16750-5 中的化学负荷要求;
- IP6K9K 表示 ISO 20653 中的防护要求。

8.2 自定义代码 Z 的使用

本系列标准各部分可使用规定的代码和“自定义”代码 Z,代码 Z 的使用受定义的条件或试验的限制,由设备供应商和/或车辆生产商确定:

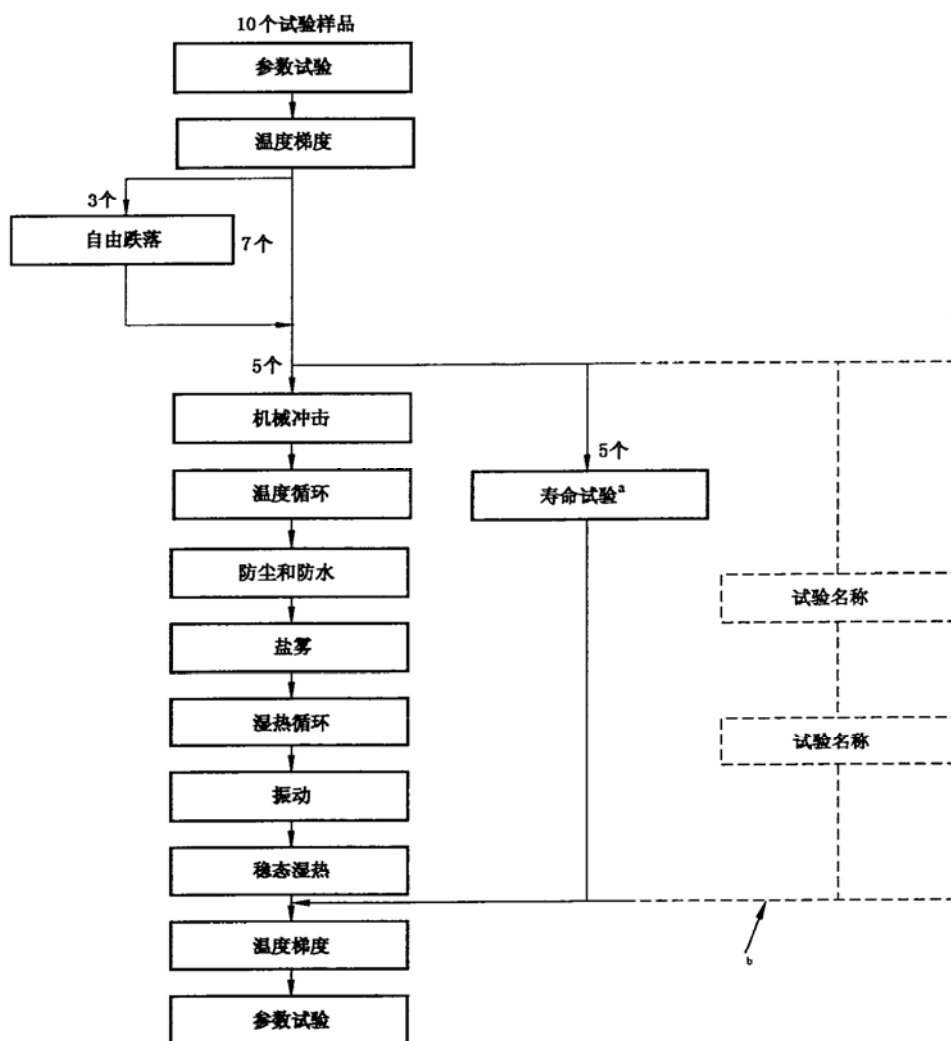
- 不能达到期望的产品质量/可靠性目标,和/或
- 当定义的条件或试验不可行。

自定义代码 Z 推荐用于如下情况:

- 不采用给定的条件或试验的理由应充分；
- 自定义条件或试验的全部描述应可信；
- 自定义条件或试验的适宜性应有数据和原理支持；
- “自定义”代码 Z 的所有特殊信息含在 GB/T 28046.2~28046.4 和 ISO 16750-5 中；
- “自定义”应得到设备供应商和车辆生产商的确认。

附 录 A
(资料性附录)
试验顺序方案示例

图 A.1 给出了试验顺序方案示例。



^a 见附录 B。

^b 选择的附加试验顺序按试验规程进行,可删减。

图 A.1 试验顺序方案(示例)

附 录 B
(资料性附录)
寿命试验/可靠性综述示例

B.1 一般规定

除环境负荷外,车上产品还承受自身功能产生的负荷,以下称之为功能负荷。寿命试验通常模拟功能负荷以及同时存在的相关环境负荷的组合。试验按实际运行操作程序进行。

B.2 寿命试验目的**B.2.1 一般规定**

有两种明显不同的情况,由问题的类型确定。

B.2.2 潜在的设计缺陷

用实际时间寿命试验或加速寿命试验(增加负荷),对功能负荷结合更多的环境负荷检验能发现设计缺陷。通常仅用少量的 DUT 就可满足要求,这种情况比较常见。但 DUT 数量太少,不适合统计上正确描述可靠性。

B.2.3 可靠性

判定可靠性是完全不同的工作,建议按以下方法、步骤进行。

- a) 确定与产品寿命周期和特性相关的负荷类型,明确将要进行的试验。
- b) 确定实际负荷,例如运行时间、平均温度等。
- c) 基于统计相关性,确定可靠度和置信度,计算必需的 DUT 数量或基于实际负荷的试验持续时间,通常这种计算需要大量的试验。
- d) 基于实际经验和试验间的相互关系,通过增加允许负荷达到步骤 c) 需要大量试验的目的。增加的负荷不应导致改变预期的损伤过程。通常,与检查潜在的设计缺陷相比,可靠性验证需要更多的试验。

建议按上述步骤的方法逐步进行来检查设计,但 c) 除外。

B.3 基于试验数据的可靠性计算**B.3.1 一般统计相关性**

如对可靠性量值有要求,例如在时间段 t 内可靠度 $R(t)$,规定了必需的置信度 P_A ,利用寿命试验数据按 B.1 给出的统计计算公式可进行评价。

该算法基于二项分布相关的 Weibull 分布,服从式 B.1:

$$R(t) \geq (1 - P_A)^{\frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{t}{t_i}\right)^\beta} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$R(t)$ ——可靠度;

P_A ——置信度(假定);

- β ——Weibull 因子;
 n ——DUT 数量;
 t ——试验持续时间;
 T ——规定的寿命周期。

当应用此公式时,应满足以下两个条件。

- 试验中应不产生失效。如果产生失效,只有到第一次失效的试验持续时间用于计算。
- 实际预期失效应符合 Weibull 分布。

在母本数量已知的情况下,采用式 B.1 需给出所需的 DUT 数量。否则,样本数量应通过做试验或基于经验确定。

B.3.2 中用示例进行方法说明。

B.3.2 对假设的可靠性确定需要的试验持续时间示例

B.3.2.1 DUT

选择用于乘用车发动机舱内,绕在非运动部件外的塑料为例。

规定如下:

- 寿命周期:10 年;
- 可靠度: $R=0.99$ (失效率 1%);
- 置信度: $P_A=0.9$ (标称值)。

B.3.2.2 产品负荷特性和相关寿命周期的确定

根据这类产品和类似产品的经验,由温度循环引起的不同组件的不同热膨胀过程产生的主要机械应力负荷可以确定。这就导致温度循环试验被采用。

B.3.2.3 实际负荷的确定

在实际应用中的最高温升是由冷态工作条件加热发动机舱引起的温度升高。因车辆的高热负荷,温度升高每天最多仅能发生两次。10 年温度循环不超过 7 300 个,温升(由测量确定) $\Delta T=70\text{ K}$ 。

相对该温升值的许多较小的温升将忽略,在 B.3.2.5 中陈述了理由。

B.3.2.4 试验持续时间的计算

试验持续时间由试验中所需要温度循环数确定。用 $L_v = \frac{N_{1\text{ test}}}{N_{\text{prac}}}$ 及式 B.1 导出:

$$N_{1\text{ test}} = N_{\text{prac}} \left[\frac{\ln(1 - P_A) \cdot \frac{1}{n}}{\ln R} \right]^{\frac{1}{\beta}} \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中:

- $N_{1\text{ test}}$ ——实际温升试验中所要求的温度循环数;
- N_{prac} ——实际温度循环数:7 300(10 年);
- R ——可靠度:0.99(规定);
- P_A ——置信度(假定):0.9;
- β ——Weibull 因子:3(试验确定,用于线状破裂);
- n ——DUT 数量:45(小且为简单的 DUT)。

将以上数值带入公式,结果是 $N_{1\text{ test}} = 12\,558$,也就是对 $\Delta T=70\text{ K}$ 的实际负荷,需要 12 558 次试验循环可确保 $R=0.99$ (附加条件:无失效)的可靠性。

如此的持续时间是不可接受的,采用在允许范围内增加负荷的方法(见 B.3.2.5)可减少持续时间。

B.3.2.5 增加负荷

适于增加负荷的计算方法用 Coffin Manson 公式。如式(B.3):

$$N_{2\text{ test}} = N_{1\text{ test}} \times \left(\frac{\Delta T_{\text{prac}}}{\Delta T_{\text{test}}} \right)^k \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中:

$N_{2\text{ test}}$ ——温升试验的试验循环数;

$N_{1\text{ test}}$ ——实际温升试验的试验循环数;

ΔT_{prac} ——实际温升:70 K;

ΔT_{test} ——试验温升:160 K (−40 °C ~ +120 °C, 最大允许温度);

k ——按失效程序确定的指数:5(试验确定, S/N (相对循环数应力)斜率)。

将以上参数带入公式,结果是 $N_{2\text{ test}} = 200$ 循环。因 $k=5$ 是高指数,小的温升可以忽视。

B.3.3 结论

用寿命试验确定可靠性受以下因素影响(通常给出最低可靠性要求的寿命周期):

——失效行为(Weibull 因子)对结果有主要影响:失效斜率高,试验持续时间短。

——对低失效斜率, DUT 数量有很大的影响。

——对置信度的过分要求将导致较长的试验持续时间和较大数量的 DUT。

假如磨损或疲劳有明显的失效且试验允许增加高负荷,描述的方法可以顺利使用。一般用于机械和机-电产品。

这种方法并不适用于单纯电子组件,因为大量意外失效(Weibull 因子接近 1)导致大量试验无法接受(DUT 数量和试验持续时间),而增加负荷(例如升温)是仅有的缓解方法。

