



# 中华人民共和国国家标准

GB/T ××××.1—××××/ 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

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

(ISO 16750-1:2006 IDT)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

中 华 人 民 共 和 国

国家质量监督检验检疫总局 发布

## 前 言

GB/Txxxx《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/Txxxx 的第 1 部分，采用 ISO16750-1 进行制定。本部分与 ISO16750-1 的一致性程度为等同，主要差异如下：

主要做了下列编辑性修改：

- “ISO 16750 的本部分”一词改为“GB/Txxxx 的本部分”或“本部分”；
- 用小数点“.”代替原作为小数点的逗号“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 将规范性引用文件中已转化或同时转化为我国标准的 ISO 标准改为我国标准；
- 8.1 条相对原文进行适度简化。

本部分附录 A、B 均为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由 全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分起草人：

本部分为首次发布

## 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为用户提供一组国际公认的环境条件、试验和要求。

本系列标准在形成过程中考虑了下列环境因素：

### - 世界地理和气候

道路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道路车辆内（和上）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。考虑到车辆的典型类型，包括商用车（重型载货车），乘用车和载货车，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

在生产、装运、操作（handling）、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。本系列标准包括这些条件和试验（如操作时的跌落试验）。

### - 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。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。本系列标准包括这些条件。

### - 在车辆内的安装位置

在目前或未来的车辆概念中，系统/组件几乎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独特的环境负荷规定（set）。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。此时不仅振动的量值不同，振动的类型也会发生改变。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，应考虑附加的来自于发动机的正弦振动。此外，在门上安装的装置因受门的撞击要经受大量high number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，就有可能将某一车辆上的系统/组件扩展到其他车辆。此外，精确的量值要求常常在设计未来概念车的组件时是未知的，预期的环境负荷往往来自于其他概念车的类似条件。通常根据安装位置进行组合，由于仅有的几个要求等级和适应每种应用的要求量值间是相互矛盾的，定义不同安装位置及各自负荷形态的合理数值是困难的。The grouping is normally done by mounting location, but it is difficult to define the right number of different mounting locations and respective load profiles, because there is a conflict of aims between having only few requirement classes and tailoring to the requirement levels for each application.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/组件应力量值的重要因素，例如，车身的流线，驾驶习惯或包裹密度package densities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值要求。

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。当新的要求量值没有适用的代码时，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，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，其他适用的标准进行说明。

#### 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gauges、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，对打算用于道路车辆设备的部件和总成可借助本标准得到合适的desirable环境条件和试验要求。例如，设备温度范围为-40°C~+70°C，内装件总成定义的温度范围为-40°C~+90°C，有20°C温升。

#### d) 对系统集成和批准的适用性 **Applicability relative to system integration and validation**

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，不能代表（反映）车辆系统所有验证和批准所需的条件和试验，但可以要求设备部件和车辆系统的环境和可靠性试验。

例如，本系列标准不必对焊接、无焊连接、集成电路等确定环境和可靠性要求，这些项目应由零部件、材料或装配量值确定。同样，车辆和系统量值试验需要设备在车辆应用中验证。

# 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

本部分适用于汽车电气电子系统/组件。对于安装在车辆上/内特定位置的系统/组件描述了可能的环境应力，且规定了试验及要求。

本部分包括定义和一般注释，不包括电磁兼容性（EMC）。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/Txxxx.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/Txxxx.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/Txxxx.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/Txxxx.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 IP防护等级 电气设备对外来物体、水和电接触的防护(*Road vehicles - IP protection classes - Protection against foreign objects, water and contact – Electrical equipment*)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

标称电压  $U_N$  nominal voltage

用于描述车辆电气系统的电压值。

#### 3.2

供电电压  $U_S$  supply voltage

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  $U_{Smin}$  supply voltage minimum

在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级的最低供电电压。

#### 3.4

最高供电电压  $U_{Smax}$  supply voltage maximum

在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级的最高供电电压。

#### 3.5

工作模式3供电电压  $U_A$  supply voltage operating mode 3

发电机运行时的供电电压。

#### 3.6

工作模式 2 供电电压  $U_B$  supply voltage operating mode2

发电机停止运转时的供电电压。

#### 3.7

试验电压 test voltage

在试验期间施加到DUT上的电压。例如： $U_A$ 和 $U_B$ 。

### 3.8

最低工作温度  $T_{min}$  minimum operating temperature

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  $T_{max}$  maximum operating temperature

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  $T_{max,HS}$  hot-soak temperature

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  $T_{max,PR}$  paint repair temperature

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  $U_{pp}$  peak to peak voltage

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
- 非刚性的柔性储气筒（plenum chamber）上
- 非刚性的柔性储气筒内
- 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：

- 暴露在太阳光直射下
- 暴露在热辐射下（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

- 内部

### 4.4 安装在外/内凹洞上

装置安装在

- 车身

- 车架
- 底盘/轮毂
  - 1) 簧上质量; sprung masses
  - 2) 簧下质量 (车轮、车轮支架、车轴) unsprung masses (wheel, wheel bracket, axle)
- 客舱车门内/上
  - 发动机舱罩
  - 行李舱盖/门
  - 箱体盖/门
  - 客车门
- 凹洞 (in cavities) 内 (敞开朝外或朝内)
  - 专用厢内 (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), 没有给出标准的规定, 应在 DUT 的说明书中规定负荷。

### 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  $U_0$  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工作模式。

#### 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工作模式。

### 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。

每个试验后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。

在以下每个级别中, 不允许对 DUT 进行不必要的操作。

#### 6.2 A 级

在试验中和试验后, 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规定运行。

#### 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规定运行，需要对装置/系统简单操作重新激活。

### 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/系统修理或更换。

## 7 试验和要求

### 7.1 一般规定

在 GB/Txxxx.2~GB/Txxxx.5 中的规定值覆盖了基本要求。有几个安装位置的 DUT，应采用最严厉的要求进行试验。

### 7.2 通用试验条件

除另有规定，所有试验在+23℃±5℃和相对湿度 25 % ~ 75 %的室温(RT)条件下进行。

除在其他部分另有规定，试验电压应按表 1 的规定。如用户同意采用高于表 1 的试验电压，应记录在试验报告中。

表1 工作模式 2 和工作模式 3 的试验电压（见 5.2、5.3）

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

### 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。

代码 GB/Txxxx **1** **2** **3** **4** **5** **6**



图 1 代码分配

示例: GB/Txxxx-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/Txxxx.2中的电气负荷要求;

- 代码字母A表示GB/Txxx.3中的机械负荷要求;
- 代码字母H表示GB/Txxx.4中的工作温度要求;
- 代码字母A表示GB/Txxx.4中的气候条件;
- 代码字母 A 表示 GB/Txxx.5 中的化学负荷要求;
- IP6K9K表示ISO 20653中的防护度。

## 8.2 自定义代码 Z 的使用

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:

- 不能适当的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:

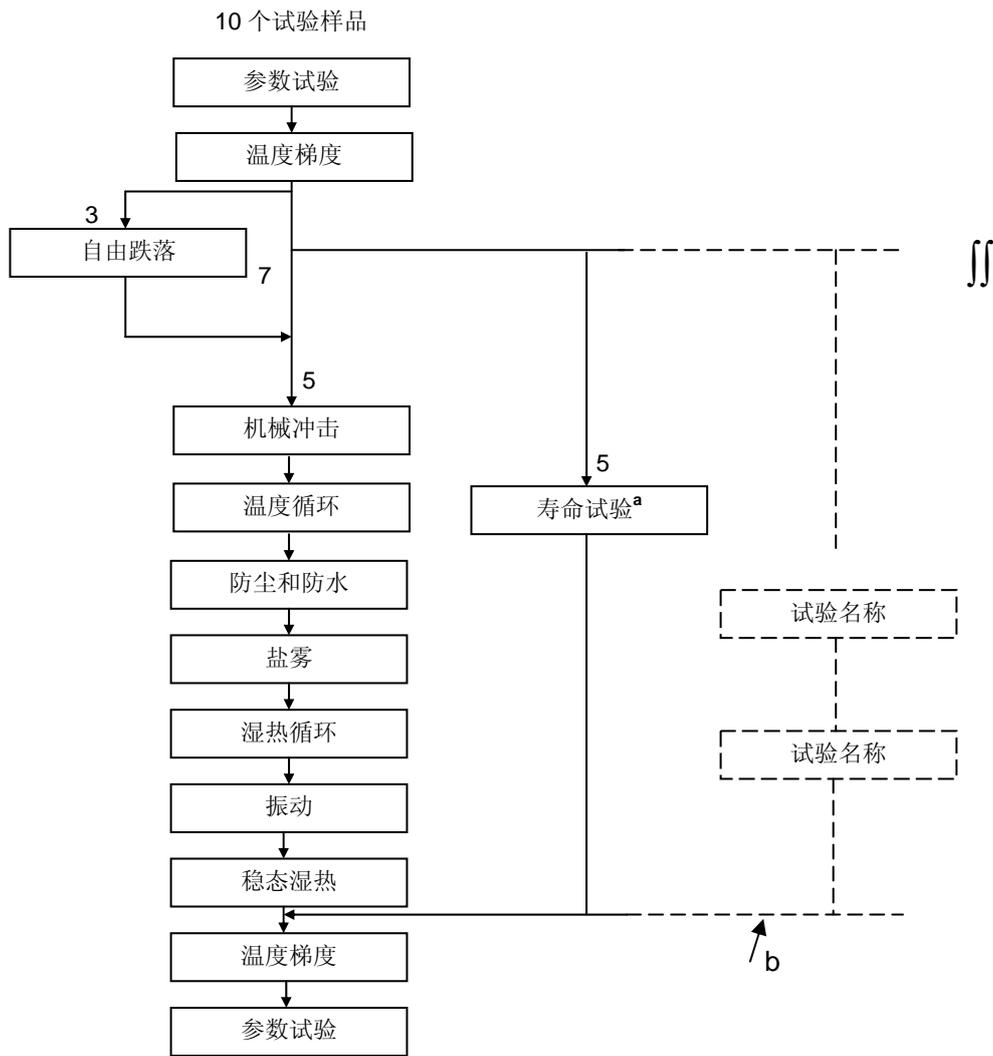
- 不采用给定的条件或试验的理由应充分。
- 自定义条件或试验的全部描述应可信。
- 自定义条件或试验的适宜性应有数据和原理支持。
- “自定义” 代码Z的所有特殊信息含在GB/Txxx.2~5中。
- “自定义” 应得到设备供应商和车辆生产商的确认。

# 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，车辆上使用的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，这种情况以前比较常见。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

测定可靠性是完全不同的任务，建议按以下方法、步骤进行。

- a) 确定与产品保养寿命和特性相关的负荷类型，确定将要进行的试验。
- b) 确定实际负荷，例如运行时间，平均温度等等，
- c) 基于统计相关性，确定生存概率（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，从步骤c) 到增加允许负荷的可行性进行评估，可减少大量试验。增加的负荷不应导致改变预期的损伤过程。通常对照检查潜在的设计缺陷，需要更多的试验。

A reduction of this extensive testing resulting from step c) to feasible values can be performed by a permissible increase of load on the basis of an appropriate correlation between in-practice experience and testing. The increase in load shall not lead to a change of the expected damage process. Generally, compared to the check of potential design weaknesses, considerably more extensive testing will be required.

注：建议采用第1种循序渐进的方法检查设计，但排除第3步（统计算法）。

#### 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 $t$ 内存活概率 $R(t)$ ，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，与二项分布相关的威布尔（Weibull）分布服从下列公式：

$$R \geq \left(1 - P_A\right)^{\frac{1}{n \times L_v^\beta}} \quad (\text{B.1})$$

式中：

- $R$  存活概率  
 $P_A$  置信度（假定）  
 $\beta$  威布尔（Weibull）波形因数  
 $n$  DUT 数量  
 $L_v$  保养寿命比率=试验持续时间/规定保养寿命=t/T

当应用此相关性 correlation 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威布尔（Weibull）分布。

根据任务 task，其它参数已知，B.1式可求出所需的参量；否则，应做试验或基于经验确定。

B.3.2 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，绕在运动部件外的塑料为例。

规定如下：

- 保养寿命，10年；
- 存活概率， $R = 0.99$ （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保养寿命的确定

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 7300 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  $L_v = \frac{N_{1,test}}{N_{prac}}$  及公式 B.1 导出：

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

式中：

- $N_{1,test}$  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：7300（10年）；  
 $R$  存活概率：0.99（规定）；  
 $P_A$  置信度（假定）：0.9；  
 $\beta$  威布尔（Weibull）波形因数：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  $N_{1,test} = 12\ 558$ ，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科芬·曼森（Coffin Manson）公式。如下：

$$N_{2,test} = N_{1,test} \times \left( \frac{\Delta T_{prac}}{\Delta T_{test}} \right)^K \quad (B.3)$$

式中：

$N_{2,test}$  温升试验的试验循环数；

$N_{1,test}$  实际温升试验的试验循环数；

$\Delta T_{prac}$  实际温升：70 K；

$\Delta T_{test}$  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  $N_{2,test} = 200$  循环。因  $k = 5$  是高指数，小的温升可以忽视。

### B.3.3 结论

使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保养寿命）：

- “失效行为”（Weibull 波形因数）对结果有主要影响：失效斜率高，试验持续时间短。
- 尤其对低失效斜率，“DUT 数量”有很大的影响。
- “置信度”，对置信度的过分要求将导致较长的试验持续时间和较高数量的 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 波形因数接近 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。

-----



# 中华人民共和国国家标准

GB/T ××××.2—××××/ ISO 16750-2: 2006

---

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

Road vehicles - Environmental conditions and testing  
for electrical and electronic equipment  
Part 2: Electrical loads

(ISO 16750-2:2006, IDT)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 前 言

GB/T××××《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××××的第 2 部分，采用 ISO16750-2 进行制定。本部分与 ISO16750-2 的一致性程度为等同，主要差异如下：

主要做了下列编辑性修改：

- “ISO 16750 的本部分”一词改为“GB/T×××× 的本部分”或“本部分”；
- 用小数点“.”代替原作为小数点的逗号“，”；
- 删除国际标准的前言；
- 将规范性引用文件中已转化或同时转化为我国标准的 ISO 标准改为我国标准；
- 引用文件增加了正文中用到的 UL 94；
- 增加了附录 A（资料性附录），将 UL 94 有关内容补上，便于整个标准的理解和实施；
- 去掉原文中 4.13 和 5 对电磁兼容和文件的说明；
- 去掉原文中附录 A 列出的电磁兼容标准目录。
- 图 6 最低供电电压后加“%”。

本部分附录 A 为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由 全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分起草人：

本部分为首次发布

# 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

### 1 范围

本部分适用于车用电气和电子系统/组件，对于安装在车辆上/内特定安装位置的系统/组件描述了可能的环境应力，且规定了试验和要求。

本部分描述了电气负荷（EMC除外）。电气负荷与安装位置无关，但可能因车内线束和连接系统的阻抗而有所改变。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T××××.1 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（IDT ISO16750-1：2006）

GB/T××××.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（IDT ISO16750-4：2006）

ISO 8820 道路车辆-熔断器-连接

UL 94 装置和器具中零件塑料材料的可燃性试验（Standard for Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances）

### 3 术语和定义

GB/T××××.1给出的术语和定义适用于本部分。

### 4 试验和要求

#### 4.1 一般规定

如无其他规定，应符合下列公差要求：

- 频率和时间：± 5 %；
- 电压：± 0.2 V；
- 电阻：± 10 %。

#### 4.2 直流供电电压

##### 4.2.1 目的

检验设备在最低和最高供电电压范围内的功能。

##### 4.2.2 试验

按表 1 或表 2 对受试装置（DUT）的有关输入端输入供电电压，工作模式按 GB/T××××.1 的规定。在 DUT 有关端子处测量所有电压。表 1 或表 2 列出的电压与 GB/T××××.4 规定的工作温度范围有关，不受时间限制。

表1  $U_N = 12\text{ V}$ 系统供电电压

代码	供电电压	
	V	
	$U_{smin}$	$U_{smax}$
A	6	16
B	8	16
C	9	16
D	10.5	16

表2  $U_N = 24\text{ V}$ 系统供电电压

代码	供电电压	
	V	
	$U_{smin}$	$U_{smax}$
E	10	32
F	16	32
G	22	32

4.2.3 要求

分别按表1和表2给出的供电电压范围试验时,所有DUT的功能应符合GB/T××××.1定义的A级。

4.3 过电压

4.3.1  $U_N = 12\text{ V}$ 系统

4.3.1.1 在 $T = (T_{max} - 20\text{ °C})$ 下试验

4.3.1.1.1 目的

模拟发电机调节器失效引起的发电机输出电压上升到高于正常电压。

4.3.1.1.2 试验

在加热箱中将DUT加热到 $T = (T_{max} - 20\text{ °C})$ 。向DUT所有相关输入端输入18 V的电压,持续60 min。

4.3.1.1.3 要求

功能状态至少应达到GB/T××××.1定义的C级,必要时可要求达到更严厉的A级。

4.3.1.2 室温下试验

4.3.1.2.1 目的

模拟辅助起动。

4.3.1.2.2 试验

确保DUT在室温下处于稳定状态,向DUT所有相关输入端输入24 V的电压,持续 $60\text{ s} \pm 10\%$ 。

4.3.1.2.3 要求

功能状态至少应达到GB/T××××.1定义的D级,必要时可要求达到更严厉的C级。

4.3.2  $U_N = 24\text{ V}$ 系统

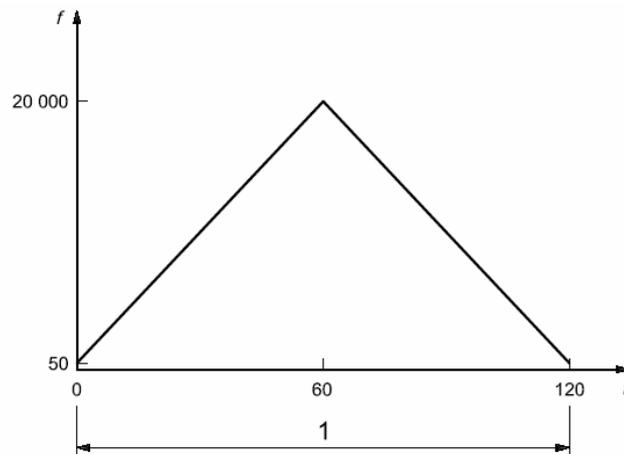
4.3.2.1 目的

模拟发电机调节器失效引起的发电机输出电压上升到高于正常电压。

4.3.2.2 在 $T = (T_{max} - 20\text{ °C})$ 下试验

在加热箱中将DUT加热到 $T = (T_{max} - 20\text{ °C})$ 。向DUT所有相关输入端输入36 V的电压,持续60 min。





其中

1 1 个循环

f 对数频率, Hz (对数刻度)

t 时间, s

图 3 频率扫描

#### 4.4.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的A级。

#### 4.5 供电电压缓降和缓升

##### 4.5.1 目的

模拟蓄电池逐渐放电和充电。

##### 4.5.2 试验

同时对DUT可用的输入端进行下列试验。以 $(0.5 \pm 0.1)$  V/min速率将供电电压由 $U_{\text{max}}$ 降到0 V，然后从0 V升到 $U_{\text{max}}$ 。

##### 4.5.3 要求

在表1或表2的供电电压范围内，功能状态应达到A级；在供电电压范围外，功能状态至少应达到GB/T××××.1定义的D级，必要时可要求达到更严厉的C级。

#### 4.6 供电电压中断

##### 4.6.1 供电电压瞬间下降

###### 4.6.1.1 目的

模拟另一电路内的常规熔断器元件熔化时造成的影响。

###### 4.6.1.2 试验

将试验脉冲（见图 4 和图 5）同时加到 DUT 的所有有关输入端。上升和下降时间 $\leq 10$  ms。

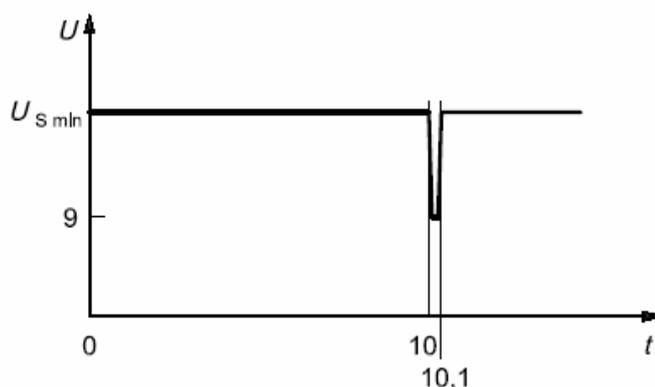


其中:

$U$  电压, V

$t$  时间, s

图 4 短路电压下降( $U_N = 12\text{ V}$  系统)



其中:

$U$  电压, V

$t$  时间, s

图 5 短路电压下降( $U_N = 24\text{ V}$  系统)

#### 4.6.1.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 B 级, 经协商允许重新设置。

#### 4.6.2 对电压骤降的复位性能

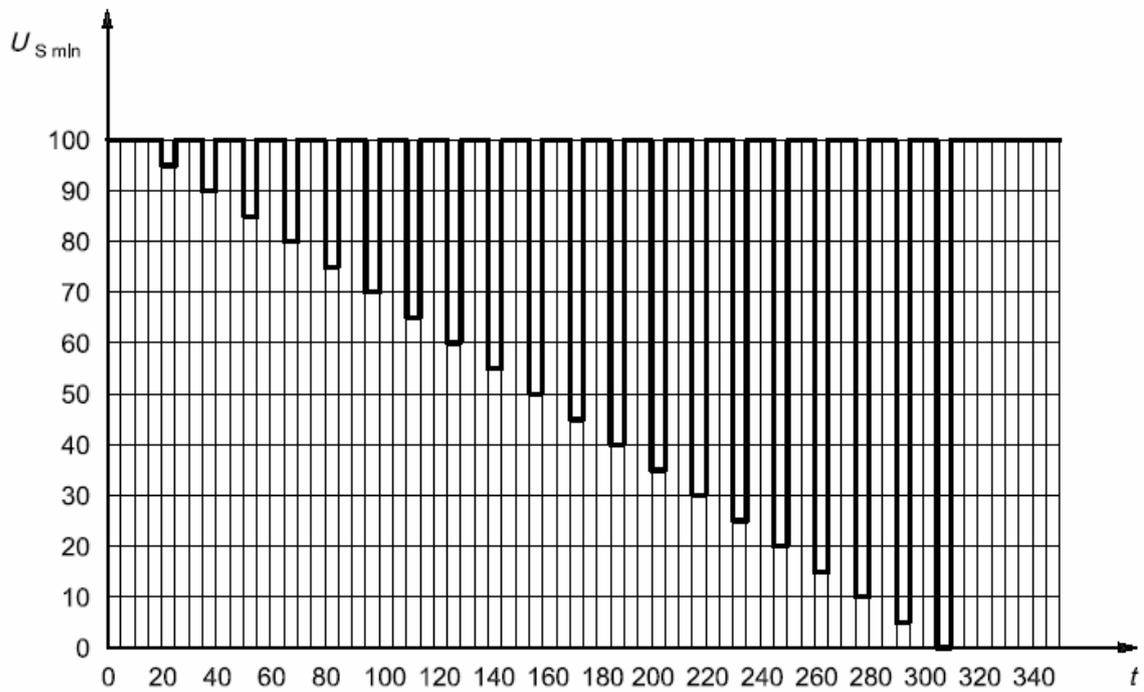
##### 4.6.2.1 目的

检验在不同的电压骤降下 DUT 的复位性能, 适用于具有复位功能的设备 (例如, 装有一个或多个微控制器的设备)。

##### 4.6.2.2 试验

按图6对DUT的有关输入端同时施加试验脉冲, 检查DUT的复位性能。

供电电压以 5% 速率从  $U_{Smin}$  降到  $0.95 U_{Smin}$ , 保持 5 s, 再上升到  $U_{Smin}$ , 至少保持 10 s 并进行功能试验。然后将电压降至  $0.9 U_{Smin}$  等等, 按图6所示以  $U_{Smin}$  的 5% 梯度继续进行直到降到 0V, 然后再将电压升到  $U_{Smin}$ 。



其中:

$U_{S\ min}$  最低供电电压, %

$t$  时间, s

图 6 复位试验供电电压

#### 4.6.2.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

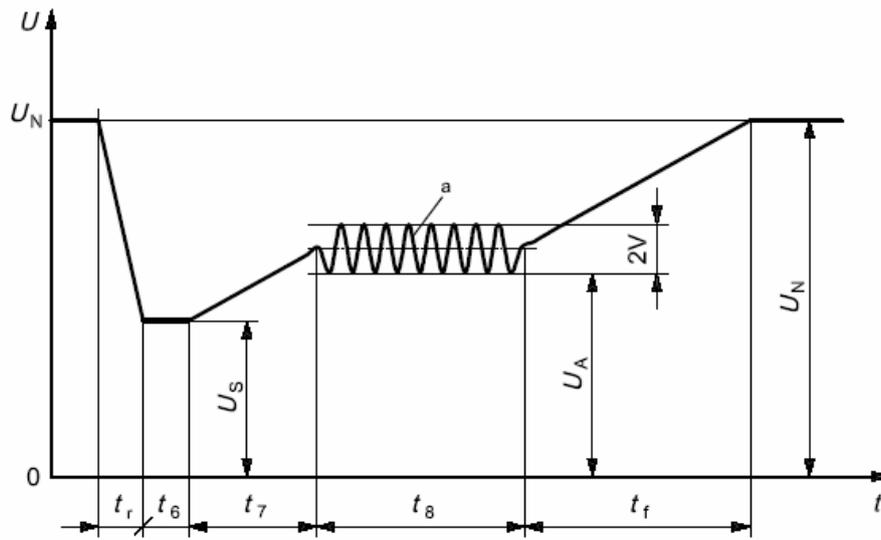
#### 4.6.3 启动特性 (曲线)

##### 4.6.3.1 目的

检验 DUT 在启动时和启动后的特性。

##### 4.6.3.2 试验

按图7及表3或表4给出的启动特性参数同时加到DUT的所有相关输入端, 共进行10次。建议启动循环之间间隔1~2s。根据使用要求选取表3和表4给出的一次或多次启动剖面。



注

a  $f=2\text{HZ}$

图7 启动曲线

表3  $U_N=12\text{ V}$  系统装置的量值

		级别/电压/持续时间				公差
		I	II	III	IV	
		$U_s = 8\text{ V}$	$U_s = 4.5\text{ V}$	$U_s = 3\text{ V}$	$U_s = 6\text{ V}$	$+ 0.2\text{ V}$
		$U_A = 9.5\text{ V}$	$U_A = 6.5\text{ V}$	$U_A = 5\text{ V}$	$U_A = 6.5\text{ V}$	
		$t_r = 5\text{ ms}$				$\pm 10\%$
		$t_6 = 15\text{ ms}$				
		$t_7 = 50\text{ ms}$				
代码	供电电压 V	$t_8 = 1\text{ s}$	$t_8 = 10\text{ s}$	$t_8 = 1\text{ s}$	$t_8 = 10\text{ s}$	—
		$t_f = 40\text{ ms}$	$t_f = 100\text{ ms}$	$t_f = 100\text{ ms}$	$t_f = 100\text{ ms}$	
		功能状态				
	$U_{s\text{ min}}$   $U_{s\text{ max}}$					
A	6   16	A	B	B	A	
B	8   16	A	B	C	B	
C	9   16	B	C	C	C	
D	10.5   16	B	C	C	C	

表 4  $U_N=24\text{ V}$  系统装置的量值

		级别/电压/持续时间			
		I	II	III	公差
		$U_s = 10\text{ V}$	$U_s = 8\text{ V}$	$U_s = 6\text{ V}$	+ 0.2 V
		$U_A = 20\text{ V}$	$U_A = 15\text{ V}$	$U_A = 10\text{ V}$	
		$t_r = 10\text{ ms}$			± 10 %
		$t_6 = 50\text{ ms}$			
		$t_7 = 50\text{ ms}$			
代码	供电电压 V		$t_b = 1\text{ s}$	$t_b = 10\text{ s}$	$t_b = 1\text{ s}$
	$U_{S\min}$	$U_{S\max}$	$t_f = 40\text{ ms}$	$t_f = 100\text{ ms}$	$t_f = 40\text{ ms}$
		功能状态			
E	10	32	A	B	B
F	16	32	B	C	C
G	22	32	B	C	C

4.6.3.3 要求

车辆在启动期间有关装置功能应达到 GB/T××××.1 定义的 A 级，其他为 B 或 C 级且按表 3 和表 4 确定。

4.7 反向电压

4.7.1 目的

当使用辅助起动装置时检验 DUT 对蓄电池反向连接的抵御能力。

本试验不适于交流发电机、或带有钳位二极管而没有外部反极性保护装置的继电器。

4.7.2 试验

4.7.2.1 一般规定

模拟 DUT 接上熔断器（按实车连接），不带交流发电机和蓄电池。从下列情况中选择适合的反向电压同时施加到所有相关的电源端子上。

4.7.2.2 第 1 种情况

如果 DUT 用于交流电路未接熔断器，且整流二极管能耐受反向电压 60s，则对  $U_N = 12\text{ V}$  系统用 4 V 的反向试验电压同时施加到 DUT 所有相关的输入端子上持续  $60\text{ s} \pm 10\%$ 。本试验不适于 24V 系统。

4.7.2.3 第 2 种情况

除上述情况外，用电压  $U_A$ （见 GB/T××××.1 和表 5）反向同时施加到 DUT 所有相关的输入端子上持续  $60\text{ s} \pm 10\%$ 。

表 5 电压范围

标称电压, $U_N$ V	$U_A$ V
12	14
24	28

4.7.3 要求

恢复正常的熔断器连接后，功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

4.8 参考（模拟）接地和供电补偿（偏移，offset）

#### 4.8.1 目的

本试验由供需双方协商确定。

如存在两条或多条供电线路时,本试验用于检验组件的可靠运转情况。比如一个组件的电源接地与信号接地的参考点可能不一致。

#### 4.8.2 试验

所有输入和输出应模拟在车上实际安装连接到典型负荷或网络,对DUT供给 $U_A$  并确认正常工作。

接地/供电补偿试验适用于接地/供电线路,供电补偿分别按次序应用于每条接地/供电线路以及各个接地/供电线路之间。所有DUT的补偿电压为1.0 V。

- a) 对DUT提供电压  $U_A$  。
- b) 对DUT的接地/供电线路进行接地/供电线路电压补偿。
- c) 在该条件下进行功能试验。
- d) 每下一个接地/供电线路连接要重复3号的内容。

反向补偿电压重复上述试验。

#### 4.8.3 要求

所有功能状态应达到GB/T××××.1定义的A级:即被试DUT没有故障也无闭锁效应(latch-up)。

### 4.9 开路试验

#### 4.9.1 单线断路

##### 4.9.1.1 目的

模拟连接断开的电路条件。

##### 4.9.1.2 试验

连接并运行 DUT。断开 DUT/系统接口的一条电路,然后恢复连接。观察装置断路期间和其后的情况。在 DUT 系统接口的每条电路分别重复进行。

-断路时间:  $10\text{ s} \pm 10\%$ 。

-开路阻抗:  $\geq 10\text{ M}\Omega$ 。

##### 4.9.1.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

#### 4.9.2 多线断路

##### 4.9.2.1 目的

确保 DUT 遭受多条线路突然断路情况下功能状态能达到规定要求。

注:不是对连接器的试验。

##### 4.9.2.2 试验

断开 DUT 的连接,然后恢复连接。观察装置断路期间和其后的情况。

-- 断开时间:  $10\text{ s} \pm 10\%$ 。

-- 开路阻抗:  $\geq 10\text{ M}\Omega$ 。

对多连接器装置,应测试每一条可能的连接。

##### 4.9.2.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

### 4.10 短路保护

#### 4.10.1 目的

模拟装置输入和输出端电路短路。

#### 4.10.2 信号电路

##### 4.10.2.1 试验

DUT所有相关输入和输出端，依次连接到 $U_{smax}$  (见表 1 和表 2)且到地，持续 $60 s \pm 10\%$ ；其它输入和输出端保持开路或协商处理。

试验按如下顺序进行：

—连接电源电压并接地；

1) 激活输出；

2) 停止输出；

—切断电源电压；

—切断接地。

除供需双方有协定，所有不使用的输入端保持开路。

#### 4.10.2.2 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

#### 4.10.3 负载电路

##### 4.10.3.1 试验

连接 DUT 到电源，负载电路处于工作状态。按 ISO 8820 的有关部分进行相应的试验，允差上限为 10 %。如使用熔断器外的其他保护（例如，电子保护），试验持续时间应由生产商和用户商定。

##### 4.10.3.2 要求

所有电子保护输出端应确保能承受短路电流且在切断短路电流后能恢复到正常工作（最低级到 GB/T××××.1 定义的 C 级）。

所有常规熔断器保护输出端应确保能承受短路电流且在熔断器复位后能恢复到正常工作（最低级到 GB/T××××.1 定义的 D 级）。

所有无保护输出端可以被试验电流损坏（功能状态为 GB/T××××.1 定义的 E 级），DUT 材料应符合 UL94（参见附录 A）的可燃性要求。

#### 4.11 （绝缘）耐电压

##### 4.11.1 目的

确保电介质的绝缘耐压能力。本试验仅对含有电感元件（例如，继电器，电机，线圈）或连接到电感负载电路的系统/组件有要求。

过电压通过电场引起 DUT 部件间的漏电流，可能对绝缘性能带来负面影响。本试验着重于绝缘系统并检验绝缘材料承受因断开感性负载产生高电压的能力。

##### 4.11.2 试验

按 GB/T××××.4 第 5.6.2 进行湿热循环试验。将系统/组件在室温中放置 0.5h,按如下要求对 DUT 施加正弦电压 500 V（有效值）(50~ 60 Hz),持续 60 s。

- 在带有电绝缘的端子间；

- 在带有电绝缘的端子和带有电传导面的壳体间；

- （在塑料外壳情况下）在端子和裹有外壳（例如金属箔）的电极间。

##### 4.11.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。试验时不得出现击穿和电弧。

#### 4.12 绝缘电阻

##### 4.12.1 目的

确保避免 DUT 的绝缘电路和传导部件间的电流所必须的最小阻抗，用于检验系统和材料的绝缘特性。

##### 4.12.2 试验

按 GB/T××××.4 第 5.6.2 进行湿热循环试验。将系统/组件在室温中放置 0.5h,按如下要求对 DUT

施加 500 V 直流电压，持续 60S。

- 在带有电绝缘的端子间；
- 在带有电绝缘的端子和带有电传导面的壳体间；
- （在塑料外壳情况下）在端子和裹有外壳（例如金属箔）的电极间。

对特殊应用，经供需双方协商试验电压可减为100V。

#### 4.12.3 要求

绝缘电阻应大于 10 MΩ。

## 附录A

(资料性附录)

UL 94<sup>1)</sup> 装置和器具中零件塑料材料的可燃性试验

## A.1 定义(UL94 3)

注：括弧中是UL94原文的章节，以下同。

## A.1.1 余焰 Afterflame

火源移去后，受试材料上留存的火焰。

## A.1.2 余焰时间 Afterflame Time

火源移去后，在规定的条件下，受试材料上留存火焰的时间。

## A.1.3 余灼 Afterglow

在火源移去后，火焰熄灭后或没有火焰，在受试材料上炽热发亮的状态。

## A.1.4 余灼时间 Afterglow Time

火源移去和/或火焰停止后，在规定的试验条件下，受试材料上余灼持续的时间。

## A.2 试验的意义(UL94 4)

**A.2.1** 受试材料进行规定的试验以提供下列信息：比较不同受试材料的燃烧特性，或在使用前评估其燃烧特性的所有变化。本试验方法不提供相关工况条件下的受试材料特性。

**A.2.2** 评估燃烧导致的风险应考虑到燃料引起的结果、燃烧的强度（热释放的速度）、燃烧的产物和燃烧源的强度对环境的后果、材料暴露的方向和空气流通的条件。

**A.2.3** 用试验过程来测定燃烧特性，影响的因素有：密度、颜色、因成形条件造成的材料非均质性和样品的厚度。

**A.2.4** 当材料取自平板的薄材料样品不是因为着火而收缩时，试验的结果应是无效的，应追加试验样品。如果所有取自平板的样品都不是因为着火而收缩时，就不适合用试验过程进行评估，应进行一种替代的试验过程。

## A.3 试验装置(UL94 5;5.1、5.2、5.5-5.8、5.10、5.12-5.15和5.20-5.21)

**A.3.1 通风试验箱**—试验箱至少应有0.5 m<sup>3</sup>内部空间。试验箱应设计观察窗，在燃烧时空气可以流通。为了安全且便于使用，排气罩应有通风装置（应能完全关闭），例如排风扇，以便把燃烧物排出。通风装置应在试验中关闭并在试验结束后立即再次启动。

注：在燃烧试验中应保持充足的氧气。当燃烧时间延长，试验箱的尺寸小于1m<sup>3</sup>就无法提供正确的试验结果。

**A.3.2 试验燃烧器**—实验室型燃烧器（本生灯）的灯管长(100 ±10) mm；内口直径(9.5 ±0.3) mm。灯管是可调整的，而不是预先固定在装置上的。燃烧器应符合ASTM D5025的要求。

**A.3.3 回转支架**—将样品和/或丝网水平或垂直地夹持或固定在设备上。回转支架可以调整角度和高度，或在装置上用铝或钢结构支撑。

**A.3.4 计时装置** - 精确到0.5s。

**A.3.5 测量刻度** - mm。

**A.3.6 供气** -至少98%纯度的甲烷气体，且带流量均衡调整和显示装置。

注：采用热值为37 ±1 MJ/m<sup>3</sup>燃气可以有相似的结果。仲裁试验必须采用98%纯度的甲烷气体。

**A.3.7 预处理试验箱** - 试验箱应保持为23°C ±2°C和相对湿度为50%±5%。

**A.3.8 千分尺** - 可读刻度为0.01 mm。

**A.3.9 棉花** - 100%脱脂棉。

**A.3.10 干燥器** -干燥器内应放置无水氯化钙，或其他干燥剂，在23°C ±2°C维持20%相对湿度。

**A.3.11 烘箱** - 烘箱每小时至少换气5次，烘箱维持在70°C ±1°C。

<sup>1)</sup> 本附录给出了UL94中适用于汽车的部分。

**A.3.12 压力调整阀** – 可测量200mm水头高，刻度值5mm。

**A.3.13 流量计** –精度为±2%。

**A.4 条件(UL94 6)**

**A.4.1** 样品应在23°C±2°C 和 50%±5% 相对湿度条件下预处理48h。

**A.4.2** 受试样品应在烘箱中70°C±1°C预处理168h，而后立即放入干燥器内冷却至少4h。

**A.4.3** 从干燥器取出时，样品应在30分钟内进行试验。

**A.4.4** 所有样品在15°C ~ 35°C 和 45% ~75%相对湿度的实验室大气条件下接受试验。

**A.4.5** 棉花应在干燥器中放置24h。

**A.4.6** 从干燥器取出棉花后，应在30min内用于试验。

**A.5 20 mm 垂直燃烧试验;V-0、 V-1 或 V-2(UL94 8) (ASTM D 3801, IEC 60707, 或 ISO 1210)**

**A.5.1 试验要求(UL94 8.1、8.1.1、8.1.3-8.1.4)**

**A.5.1.1** 受试材料分为 V-0、V-1、或 V-2级，用小棒型样品按A.5.2~A.5.4.6描述的试验得出的结果确定等级。

**A.5.1.2** 表A.1给出了受试材料的分级。

**表A.1 受试材料分级**

分级条件	V-0	V-1	V-2
每单个样品余焰时间 $t_1$ 或 $t_2$	10s	30s	30s
各条件组的余焰时间总和（5个样品的 $t_1+t_2$ ）	50s	250s	250s
每单个样品第二次加焰燃烧的余焰加上余灼时间( $t_2+t_3$ )	30s	60s	60s
任一样品余焰或余灼到固定夹	不允许	不允许	不允许
脱脂棉被带火的塑料或滴落物引燃	不允许	不允许	允许

**A.5.1.3** 如果5个一组的样品中仅有1个样品满足要求，就须将另一组5个样品投入试验。在这种情况下，5个样品总余焰时间（ $t_1+t_2$ ） V-0的范围为51~55s；V-1、V-2的范围为251~255s。一组中所有样品时间总和符合相应的要求，这一厚度的受试材料就确定为V-0、V-1、或 V-2级。

**A.5.2 试验样品(UL94 8.3)**

**A.5.2.1** 所有样品应裁成条形材料，或铸造或压注，挤压，转换或压叠浇铸成要求的形状。剪裁后，注意清除表面所有尘埃和颗粒，边缘和端面都应圆滑处理。

**A.5.2.2** 在最小和最大厚度范围内标准的样品条为125mm ±5 mm长，13.0mm ±0.5 mm宽。最大厚度不超过13 mm。当提供最小和最大厚度样品的试验结果不一致时，应对中间厚度的样品进行试验。中间厚度样品的增量不应超过3.2 mm。同样，边角都应圆滑处理，其半径不应超过1.3 mm。

**A.5.2.3** 受试材料范围 – 如果材料需要考虑颜色、密度、融化流动性或增强，应提供这些样品。

**A.5.2.4** 如果试验结果本质上相同，通常提供的样品大部分可以是深色光亮、深暗色彩和有代表性的颜色。此外，应提供一组深色彩组合的样品，除非已包括了大部分深色光亮和深暗色彩。当某些已知色彩（如红、黄或类似色）影响燃烧特性，必须提供样品。

**A.5.2.5** 如果试验结果在本质上一致，提供的样品应具有代表性，包括极端（最低和最高端）密度、融化流动和加强部分样品。如果提供的样品范围在燃烧特性本质上不同，只能对密度、融化流动和加强部分作有限的评估，或增加中间密度、融化流动和加强部分的样品进行试验。

**A.5.3 条件(UL94 8.4)**

**A.5.3.1** 每组5个，共2组样品按A.4.1要求进行预处理。

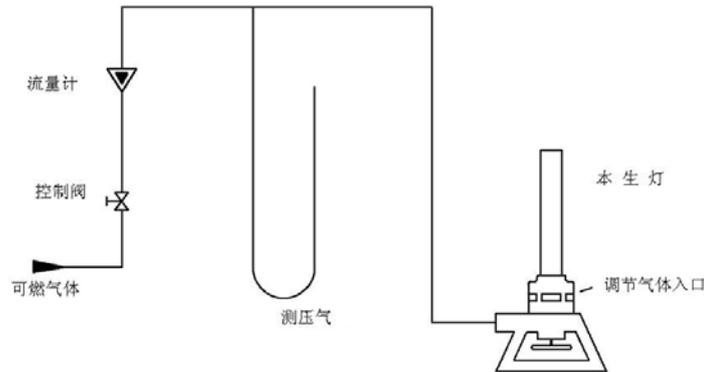
**A.5.3.2** 每组5个，共2组样品按A.4.2要求进行预处理。作为一种替代，对工业层压产品选择125°C ±1°C下24小时预处理。

**A.5.4 程序(UL94 8.5)**

**A.5.4.1** 垂直夹住样品纵向长轴上部6 mm处，样品的下端300mm ±10 mm处水平放置100%脱脂棉0.08 g，

铺开50 mm ×50 mm厚度6 mm（见图A.2）。

**A.5.4.2 甲烷气源按图A.1配置，在小于10 mm水头压力时流量调整到105 ml/min。**



图A.1 甲烷气源供气系统

**A.5.4.3** 调整本生灯产生20mm ±1 mm高的蓝色火焰。调整供气和空气直到20mm ±1 mm黄色火焰顶端有蓝色火焰产生。而后进一步调整空气的供给量消除火焰的黄色顶端。测量火焰的高度并做必要的调整。

**A.5.4.4** 当更换燃气、更换试验装置或数据出现问题时，应按**上述规定**至少每月校准试验火焰一次。

**A.5.4.5** 向样品底部的中间点施加火焰，本生灯上沿处于样品下端的10mm ±1 mm位置，维持这个位置10s±0.5s，根据燃烧样品反应的长度或位置的变化移动本生灯。如果样品有熔化滴落物或受试材料自身燃烧，可将本生灯管倾斜到45°避免滴落物进入灯管，维持本生灯上沿处于样品下端10mm ±1 mm位置，忽视成串滴落的受试材料熔铸物。在施加火焰10s±0.5 s后，本生灯立即以300 mm/s的速度返回到与样品的距离不小于150 mm位置，同时开始测定余焰时间 $t_1$ 并记录 $t_1$ 。

**A.5.4.6** 当样品余焰结束时，不管本生灯是否回到了远离样品150 mm的位置，立即将本生灯置于样品下端10 ±1 mm位置再次燃烧10 s±0.5s，必要时须去除灯上的受试材料滴落物。本次施加燃烧后，本生灯立即以300mm/s的速度返回到与样品的距离不小于150 mm位置，同时开始测定余焰时间 $t_2$ 和 $t_3$ ，记录 $t_2$ 和  $t_3$ 。

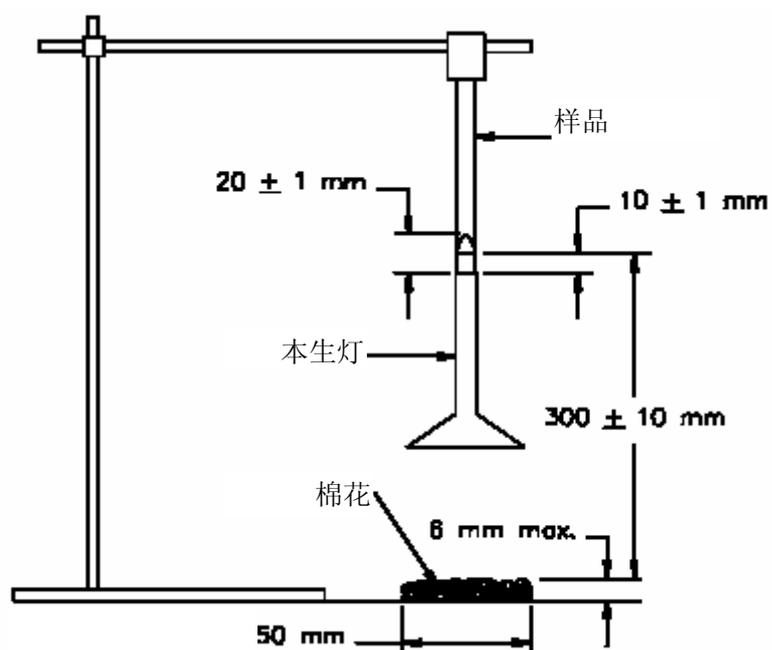
注1：如果视觉分辨余焰和余灼有困难时，用镊子夹持如A.3.9描述的50 mm×50 mm小片棉花接触这个区域，点燃棉花表示存在火焰。

注2：如果由于疏忽，试验火焰对样品加焰期间熄灭，应将另一样品投入试验。只有一种例外，火焰被样品释放的气体吹灭。在这种情况下，本生灯应被直接再次点燃继续试验，总时间还是10 s±0.5s。

## A.5.6 结果(UL94 8.6)

**A.5.6.1** 下列条款应观察和记录：

- a) 第一次加焰后的余焰时间， $t_1$ ；
- b) 第二次加焰后的余焰时间， $t_2$ ；
- c) 第二次加焰后的余灼时间， $t_3$ ；
- d) 是否有样品燃烧到固定夹；
- e) 是否有样品滴落物引燃棉花。



图A.2 V-0, V-1, V-2 级垂直燃烧试验



# 中华人民共和国国家标准

GB/T xxxx.3—xxxx/ ISO 16750-3: 2007

---

## 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

Road vehicles - Environmental conditions and testing  
for electrical and electronic equipment  
Part 3: Mechanical loads

(ISO 16750-3:2007, IDT)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

中 华 人 民 共 和 国

国家质量监督检验检疫总局 发布



## 前 言

GB/T××××《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××××的第 3 部分，采用 ISO16750-3 进行制定。本部分与 ISO16750-3 的一致性程度为等同，主要差异如下：

- “ISO 16750 的本部分”一词改为“GB/T×××× 的本部分”或“本部分”；
- 用小数点“.”代替原作为小数点的逗号“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 将规范性引用文件中已转化或同时转化为我国标准的 ISO 标准改为我国标准；
- 因原标准中的第 6 章无实质内容，本标准予以删除；
- 为保持上下文和理解的统一，4.5 条补充一句：试验和要求由供需双方协商。

本部分附录 A、B 为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分起草人：

本部分为首次发布

# 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

### 1 范围

本部分适用于道路车辆用电气电子系统/组件，对于安装在车辆上/内特定位置的系统/组件描述了可能的环境应力，且规定了试验及要求。

本部分描述了机械负荷。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T××××.1 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 (ISO 16750-1:2006, IDT)

GB/T××××.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 (ISO 16750-4:2006, IDT)

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）（GB/T 2423.10-2007，IEC 60068-2-6:1995，IDT）

GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化（IEC 60068-2-14:1984，IDT）

GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Eb 和导则：碰撞 (IEC 60068-2-29:1987，IDT)

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ed：自由跌落（IEC 60068-2-32:1995，IDT）

GB/T 2423.56 电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 Fh：宽带随机振动(数字控制)和导则（GB/T 2423.56-2006，IEC 60068-2-64:1993，IDT）

GB/T 2423. xx 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fi：振动-混合方式（IEC 60068-2-80，IDT）

### 3 术语和定义

GB/T××××.1 给出的术语和定义适用于本部分。

### 4 试验和要求

#### 4.1 振动

##### 4.1.1 一般规定

按电气和电子设备在车上应用情况规定了不同振动严酷度要求的试验方法。车辆生产商和供应商可根据特定的安装位置选择试验方法、环境温度和振动参数。

规定的量值用于直接安装在所定义的位置。使用支架安装会提高或降低负荷，如果受试装置（DUT）在车上使用支架，在振动和机械冲击试验时应带支架进行。

对DUT进行振动试验时应妥善地将样品安装在振动台面上，将安装方法记录在报告中。正弦振动和正弦加随机的正弦部分扫频速率为0.5 oct/min。推荐的振动试验主要用于避免因疲劳引起的失效和损坏，本部分不包括特殊的磨损试验要求。

在规定频率范围外的负荷应单独考虑。

注: 对大而重的DUT, 因刚性安装和动态响应,按本部分进行的振动试验负荷的偏差可能导致在振动台上的激励不同于实车, 用平均控制方法可以将偏差最小化(见附录A)。

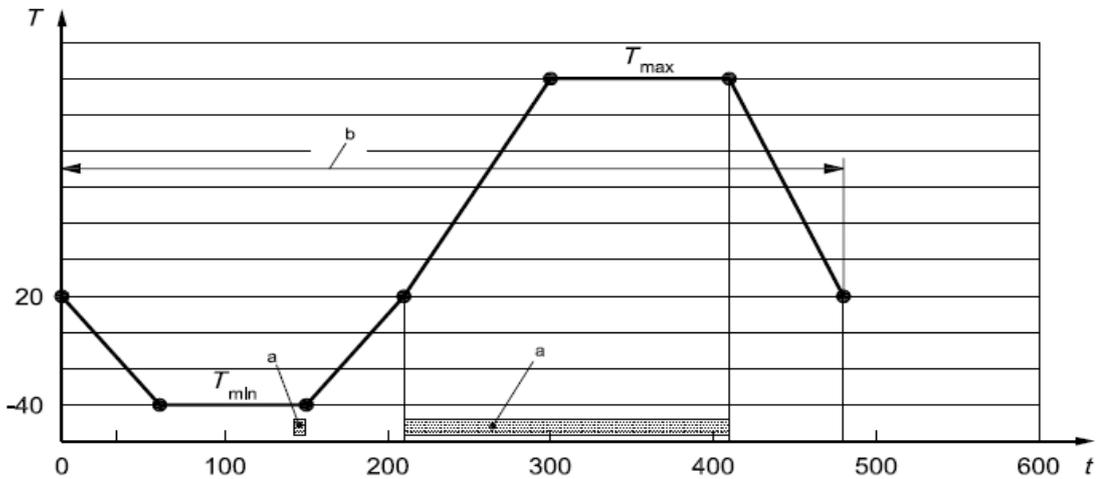
经协商可按GB/T 2423.56采用加权平均值控制方法。

DUT在振动试验期间的温度循环按GB/T 2423.22, 按图1通电运行。经协商可在恒温条件下进行试验。

如图1所示在整个装置达到T<sub>min</sub>后使DUT通电运行, 用尽可能短的时间检查装置的功能(使DUT的自产热量最小), DUT的附加通电运行在循环的第210min和410min间进行。

对试验箱不允许进行辅助烘干。

因车辆振动应力可能在最低温度或最高温度下同时出现, 在试验中模拟机械应力和温度变化应力同时交互作用, 失效机理为: 例如系统/组件的塑料件经高温变软且不能承受加速度。



其中:

- $t$  时间, min
- $T$  温度, °C
- $a$  工作模式 3.2
- $b$  一个周期

图 1 振动试验温度曲线

表 1 振动试验温度与时间的对应关系

时间 min	温度 °C
0	20
60	-40
150	-40
210	20
300	$T_{max}^a$
410	$T_{max}^a$
480	20
<sup>a</sup> $T_{max}$ 见 GB/Txxxx.4	

#### 4.1.2 试验

##### 4.1.2.1 试验 1-乘用车,发动机

###### 4.1.2.1.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏 (malfunctions and breakage)。

活塞发动机的振动可以分为两种类型：

- 一由气缸不平衡质量作用于连杆上产生的正弦振动；
- 一由发动机其他振动源产生的随机噪声，如阀门的关闭。

考虑到路面粗糙产生的10 ~100 Hz的最低频率，本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

注：发动机悬架系统可有效隔离冲击影响。对安装在发动机上的部件，路面产生的冲击通常可以忽略。

下述条款（4.1.2.1.2~4.1.2.1.3）中规定的试验描述适用于四冲程往复发动机。

建议采用 GB/T 2423. xx规定的混合振动试验替代上述试验。

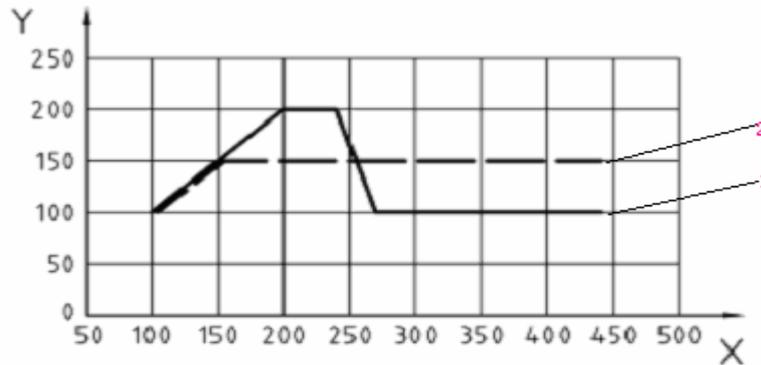
#### 4.1.2.1.2 试验

##### 4.1.2.1.2.1 正弦振动

按 GB/T 2423. 10 进行试验，不同于 GB/T 2423. 10 的是扫频速率等于或低于 0.5oct/min。DUT 每个面的试验持续时间为 22h,加速度幅值和频率按图 2 和表 2 规定。

注:试验持续时间按附录A.4,当试验结束时（2.75 温度循环），试验箱的温度高于室温。

- 使用图2和表2中曲线1的DUT装在五缸或少于五缸的发动机上；
  - 使用图2和表2中曲线2的DUT装在六缸或多于六缸的发动机上；
- 两条曲线组合可以覆盖所有类型的发动机。



其中:

- X 频率, Hz
- Y 最大加速度,  $m/s^2$
- 1 曲线 1 ( $\leq 5$ 缸的发动机)
- 2 曲线 2 ( $> 5$ 缸的发动机)

图 2 振动严酷度曲线

表2 最大加速度与频率

曲线 1 (见图 2)	
频率 Hz	最大加速度 $m/s^2$
100	100
200	200
240	200
270	100
440	100

曲线 2 (见图 2)	
频率 Hz	最大加速度 $m/s^2$
100	100
150	150
440	150

二者组合	
频率 Hz	最大加速度 $m/s^2$
100	100
150	150
200	200
240	200
255	150
440	150

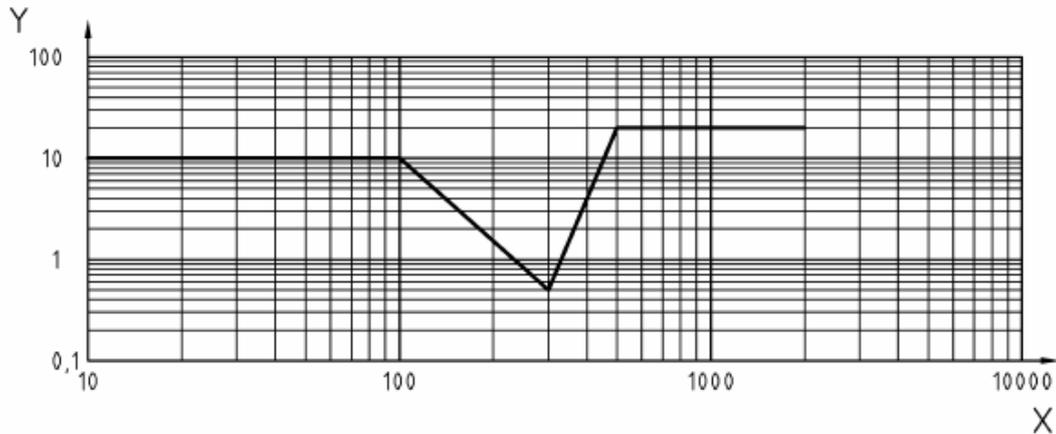
##### 4.1.2.1.2.2 随机振动

按GB/T 2423. 56进行试验，DUT每个面的试验持续时间为22h。

注:试验持续时间基于附录A.4,当试验结束时（2.75温度循环），试验箱的温度高于室温。

加速度均方根 (r.m.s) 值应为 $181 \text{ m/s}^2$ 。加速度功率谱密度 (PSD) 与频率见图3和表3所示。

注：在正弦振动频率范围内PSD值(随机振动)被减小。



其中：

X 频率, Hz

Y PSD,  $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$

图3 PSD与频率

表3 PSD与频率

频率 Hz	PSD $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
10	10
100	10
300	0.51
500	20
2 000	20

#### 4.1.2.1.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/Txxxx.1 定义的工作模式 3.2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

#### 4.1.2.2 试验II- 乘用车，变速箱

##### 4.1.2.2.1 目的

检验DUT因受振动导致的故障和损坏。

变速箱的振动可以分为两种类型：由不平衡质量产生的频率范围在100 Hz ~ 440 Hz的正弦振动和由齿轮摩擦产生的振动及其它随机振源。考虑到路面粗糙产生的10 ~ 100 Hz的最低频率，本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

下述条款中规定的试验描述用于变速箱振动产生的负荷，换挡引起的机械冲击应单独考虑。

建议采用 GB/T 2423. xx规定的混合振动试验替代上述试验。

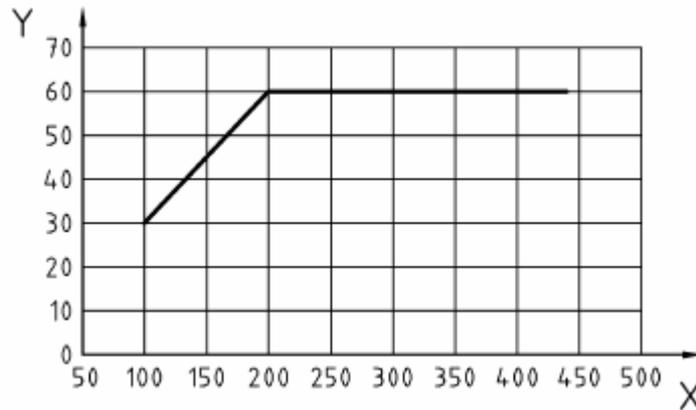
##### 4.1.2.2.2 试验

###### 4.1.2.2.2.1 正弦振动

按GB/T 2423. 10 进行试验，不同于GB/T 2423. 10的是扫频速率等于或低于0.5oct/min。DUT每个面的试验持续时间为22h。

注：试验持续时间按附录A.4，当试验结束时（2.75温度循环），试验箱的温度高于室温。

加速度幅值和频率按图4和表4规定。



其中:

X 频率, Hz

Y 最大加速度, m/s<sup>2</sup>

图 4 最大加速度与频率

表 4 最大加速度与频率

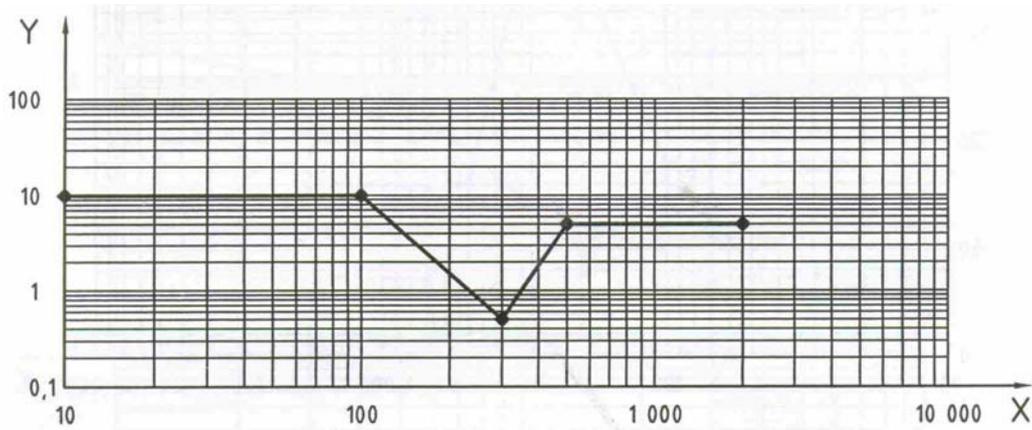
频率 Hz	最大加速度 m/s <sup>2</sup>
100	30
200	60
440	60

#### 4.1.2.2.2 随机振动

按GB/T 2423. 56 进行试验, DUT每个面的试验持续时间为22h, 加速度均方根 (r.m.s) 值应为 96.6 m/s<sup>2</sup>。

注: 在正弦振动试验的频率范围内, PSD值 (随机振动) 被降低。

PSD与频率按图5和表5规定。



其中:

X 频率, Hz

Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz

图5 PSD与频率

表5 PSD与频率

频率 Hz	PSD (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	10
100	10
300	0.51
500	5
2 000	5

## 4.1.2.2.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/T××××. 1 定义的工作模式 3. 2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

## 4.1.2.3 试验III-乘用车,柔性增压室(flexible plenum chamber)

## 4.1.2.3.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

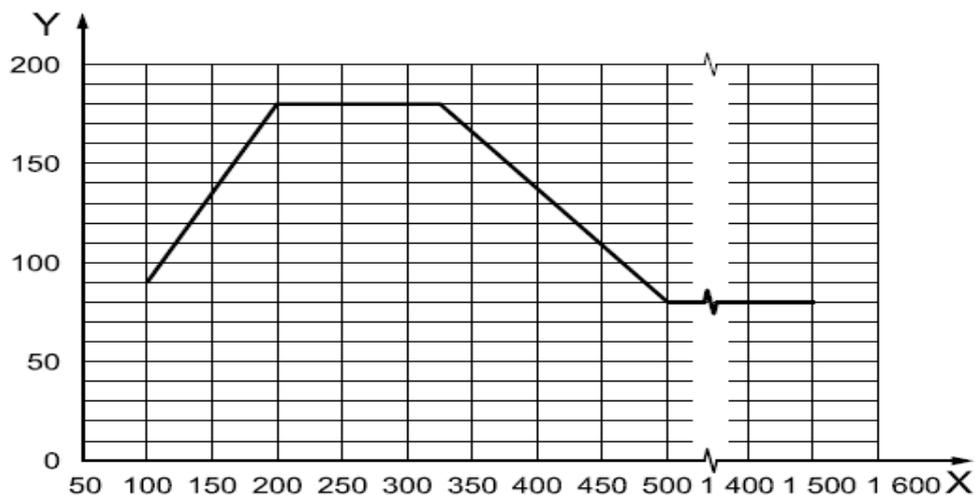
本试验适用于非刚性地安装在柔性的增压室上的设备。此位置的振动主要是由入口气体的颤动引起的正弦振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

## 4.1.2.3.2 试验

按GB/T 2423. 10进行试验，不同于GB/T 2423. 10的是扫频速率等于或低于0.5oct/min。DUT每个面的试验持续22h。

注:试验持续时间按附录A.4,当试验结束时(2.75温度循环)，试验箱的温度高于室温。

加速度幅值和频率按图6和表6规定。



其中:

X 频率, Hz

Y 最大加速度, m/s<sup>2</sup>

图6 最大加速度与频率

表6 最大加速度与频率

频率 Hz	最大加速度 m/s <sup>2</sup>
100	90
200	180
325	180
500	80
1 500	80

4.1.2.3.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/T××××. 1 定义的工作模式 3.2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

4.1.2.4 试验 IV-乘用车,弹性体(车身)

4.1.2.4.1 目的

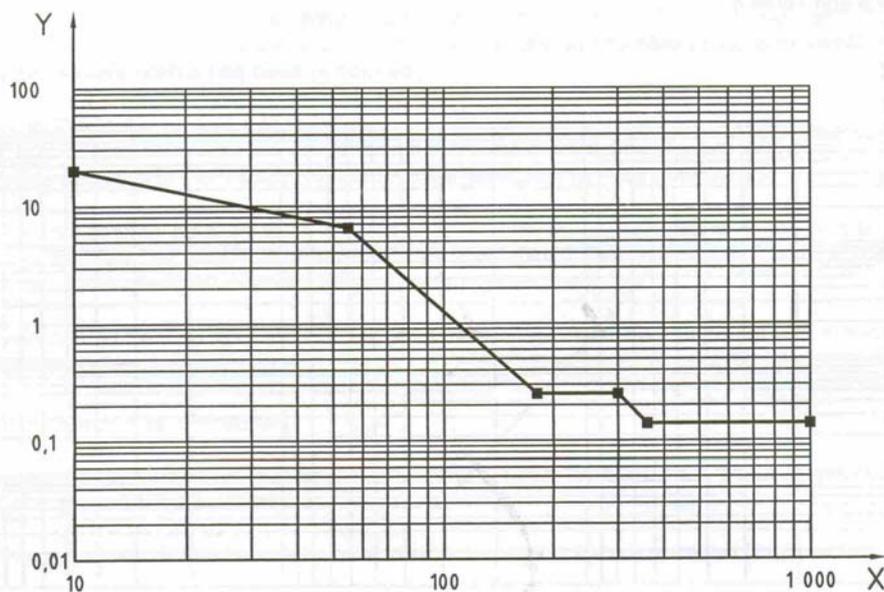
检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

车身的振动是由在粗糙路面行驶引起的随机振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

4.1.2.4.2 试验

按GB/T 2423. 56 进行随机振动试验，DUT每个面的试验持续 8h，加速度均方根 (r.m.s) 值应为 27.8m/s<sup>2</sup>。PSD与频率按图 7 和表 7 规定。

注: 试验持续时间按附录A.5.



其中:

X 频率, Hz

Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz

图 7 PSD 与频率

表 7 PSD 与频率

频率 Hz	PSD (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
----------	---

10	20
55	6.5
180	0.25
300	0.25
360	0.14
1 000	0.14

4.1.2.4.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/T××××. 1 定义的工作模式 3.2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

4.1.2.5 试验 V-乘用车,非弹性体（车轮，车轮悬挂）

4.1.2.5.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

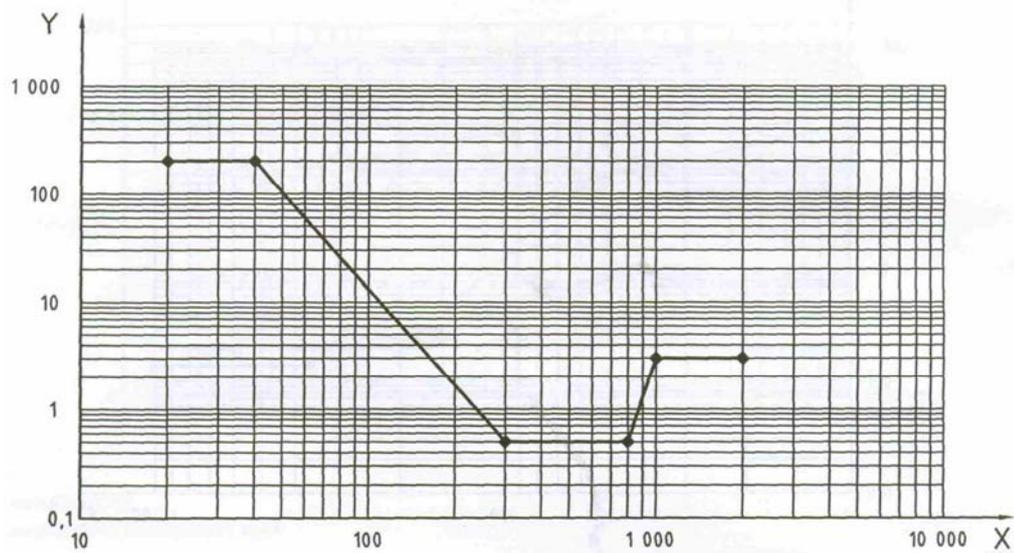
非弹性体的振动是在粗糙路面行驶引起的随机振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

本试验没有包括频率低于20 Hz的负荷。实际上大振幅可能发生在频率低于20 Hz，在此频率范围对DUT作用的负荷应单独考虑。

4.1.2.5.2 试验

按GB/T 2423. 56 进行随机振动试验，DUT每个面的试验持续8h，加速度均方根（r.m.s）值应为107.3m/s<sup>2</sup>。PSD与频率见图8和表8所示。

注：试验持续时间基于附录A.5.



其中：

X 频率, Hz

Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz

图 8 PSD 与频率

表8 PSD与频率

频率	PSD
Hz	(m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz

20	200
40	200
300	0.5
800	0.5
1 000	3
2 000	3

#### 4.1.2.5.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/T××××. 1 定义的工作模式 3. 2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

#### 4.1.2.6 试验VI-商用车发动机、变速箱

##### 4.1.2.6.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

活塞发动机的振动可以分为两种类型：

- 由气缸不平衡质量作用于连杆上产生的正弦振动；
- 由发动机其他振动源产生的随机噪声，如阀门的关闭。

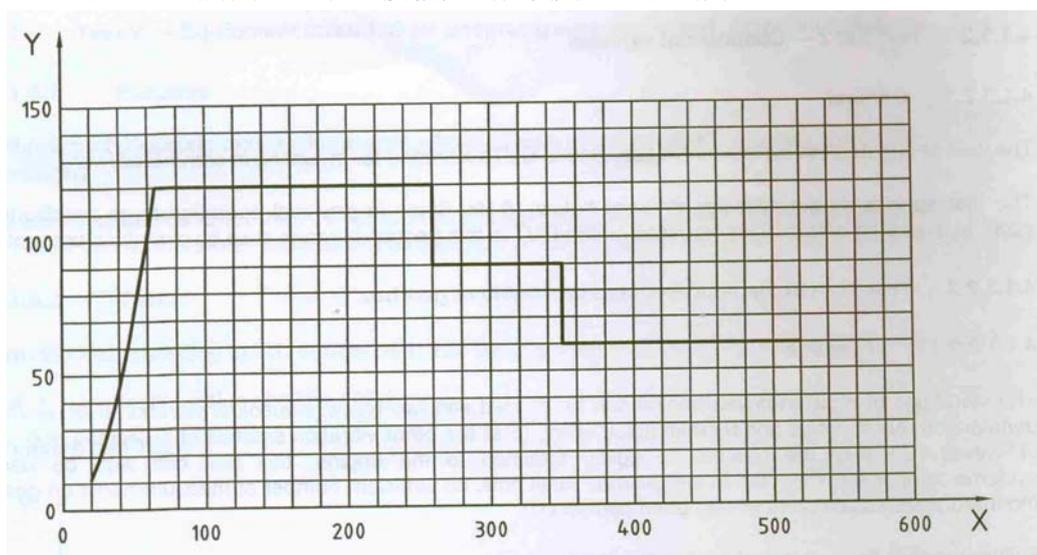
因变速箱刚性地附于发动机上，本试验也可用于安装在变速箱上的系统/组件（目前安装在变速箱上的系统/组件没有充分的测量数据），本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

如下试验描述适于由四冲程往复发动机产生的负荷。建议采用GB/T 2423. xx规定的混合振动试验替代上述试验。如果DUT的固有频率低于30 Hz，应对DUT所有的关键面附加32h的试验。

##### 4.1.2.6.2 试验

###### 4.1.2.6.2.1 正弦振动

按GB/T 2423. 10 进行试验，不同于GB/T 2423. 10的是扫频速率等于或低于0.5oct/min。DUT每个面的试验持续94h（约20 h / 倍频程）。加速度幅值和频率按图9和表9 规定。



其中：

- X 频率, Hz
- Y 最大加速度,  $m/s^2$

图9 最大加速度与频率

表9 最大加速度与频率

频率 Hz	位移幅值 mm	最大加速度 m/s <sup>2</sup>
20	0.72	(11.4)
65	0.72	120
260		120
260		90
350		90
350		60
520		60

4.1.2.6.2.2 随机振动

按GB/T 2423.56进行随机振动试验。

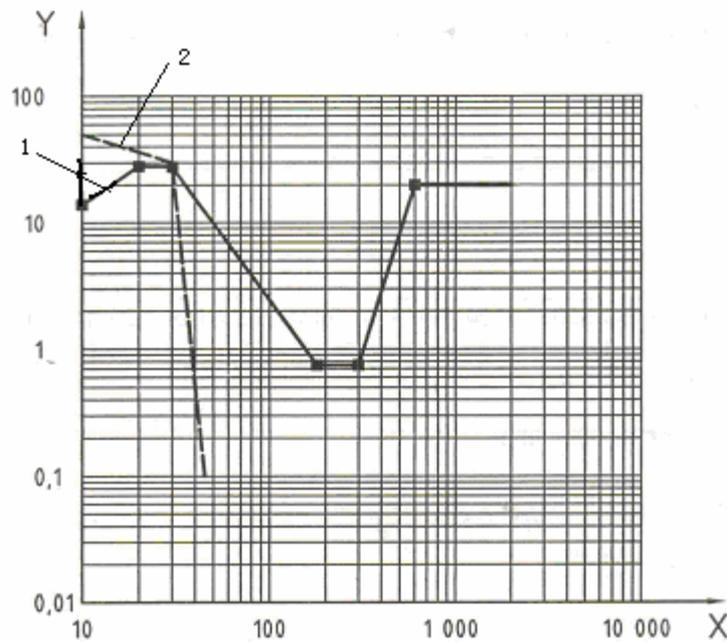
试验持续时间为：

—一般情况：DUT每个面的试验持续时间为94h（见图10和表10）；

—固有频率低于30 Hz时：DUT的每个关键面附加32h（见表11）。

注：在正弦振动试验的频率范围内，PSD值（随机振动）被降低。

PSD和频率见图10和表10、11。



其中：

X 频率, Hz

1 一般情况下的随机试验曲线

Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz

2 < 30 Hz 的附加曲线

图 10 PSD 与频率

表 10 PSD 与频率

频率	PSD
----	-----

Hz	$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
10	14
20	28
30	28
180	0.75
300	0.75
600	20
2 000	20

注：加速度均方根（r.m.s）值为 $177\text{m/s}^2$

表11 PSD与频率（固有频率低于30 Hz的附加试验）

频率 Hz	PSD $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
10	50
30	30
45	0.1

注：加速度均方根（r.m.s）值为 $28.6\text{m/s}^2$

#### 4.1.2.6.3 要求

不允许出现损坏。在 GB/T××××.1 定义的工作模式 3.2 下达到功能状态 A，其他工作模式下达到功能状态 C。

#### 4.1.2.7 试验VII- 商用车，弹性体

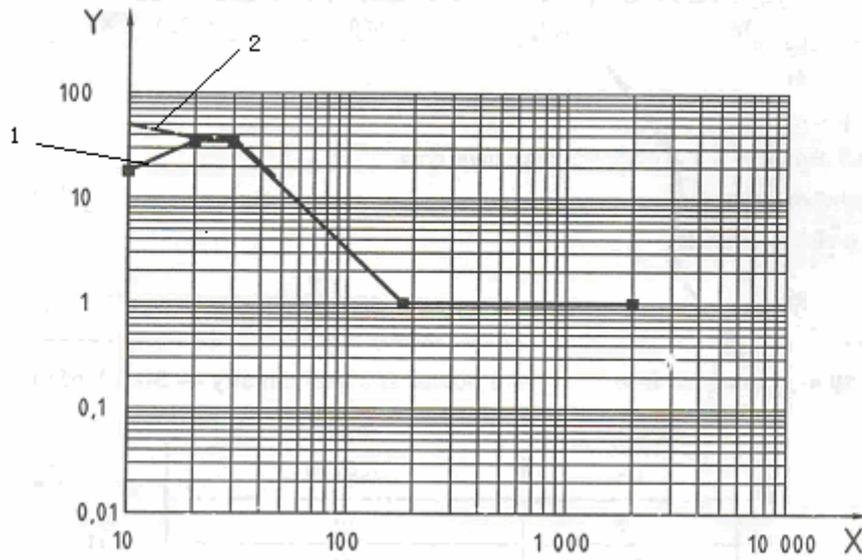
##### 4.1.2.7.1 目的

检验DUT因受振动导致的故失效和损坏。

弹性体的振动是由在粗糙路面行驶引起的随机振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

##### 4.1.2.7.2 试验

按GB/T 2423.56进行随机振动试验，DUT每个面的试验持续时间为32h。PSD与频率按图11和表12、13 规定。



其中:

- X 频率, Hz
- Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz
- 1 一般情况下的随机试验曲线
- 2 < 30 Hz的附加试验曲线

图 11 PSD 与频率

表 12 PSD 与频率

频率 Hz	PSD (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	18
20	36
30	36
180	1
2 000	1

注: 加速度均方根 (r. m. s) 值为57.9 m/s<sup>2</sup>

表 13 PSD 与频率 (固有频率低于 30 Hz 的附加试验)

频率 Hz	PSD (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	50
20	36
30	36
45	16

注: 加速度均方根 (r. m. s) 值为33.7m/s<sup>2</sup>

4.1.2.7.3 要求

不允许出现损坏。在GB/Txxxx.1定义的工作模式3.2下达到功能状态A, 其他工作模式下达到功能状态C。

4.1.2.8 试验VIII- 商用车, 分离的驾驶室 (decoupled cab)

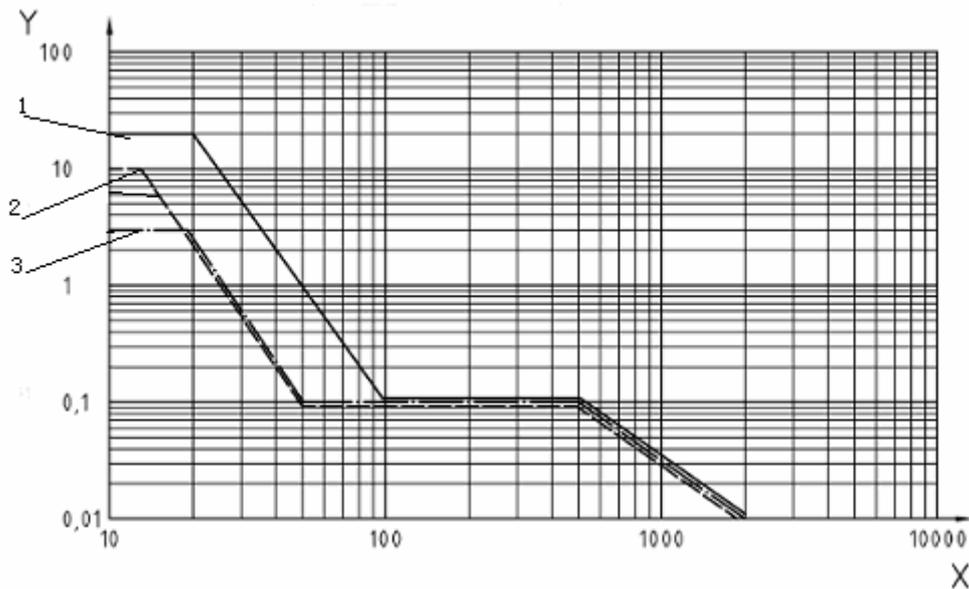
4.1.2.8.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

商用车分离驾驶室的振动是由在粗糙路面行驶引起的随机振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

4.1.2.8.2 试验

按GB/T 2423.56进行随机振动试验，DUT每个面的试验持续32h。PSD与频率按图12和表14规定。



其中

- X 频率, Hz
- Y PSD, (m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>/Hz
- 1 垂直
- 2 横向
- 3 纵向

图 12 PSD 与频率

表14 PSD与频率

频率 Hz	PSD (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz		
	垂直	纵向	横向
10	20	3	10
13	—	—	10
19	—	3	—
20	20	—	—
50	—	0.1	0.1
100	0.1	—	—
500	0.1	0.1	0.1
2 000	0.01	0.01	0.01
加速度均方根 (r.m.s) 值	21.3 m/s <sup>2</sup>	11.8 m/s <sup>2</sup>	13.1 m/s <sup>2</sup>

4.1.2.8.3 要求

不允许出现损坏。在GB/T××××.1定义的工作模式3.2下达到功能状态A，其他工作模式下达到功能状态C。

#### 4.1.2.9 试验 IX-商用车，非弹性体

##### 4.1.2.9.1 目的

检验DUT因受振动导致的失效和损坏。

非弹性体上的振动是由在粗糙路面行驶引起的振动。本试验引起的主要失效是由疲劳造成的损坏。

##### 4.1.2.9.2 试验

按4.1.2.7.2 试验 VII 的随机振动试验进行，按如下规定进行正弦振动试验。正弦振动试验在室温下进行。

按表15 规定的车轮和**车轮悬挂（wheel suspension）**上的最大加速度幅值及相应频率进行试验。如果DUT的固有频率大于等于40Hz（DUT固有频率低于40Hz可排除在外），试验按表16的35 Hz频率，在电动-机械试验台上进行。

表15 最大加速度和频率（ DUT最低固有频率< 40 Hz）

车辆平面方向	频率 Hz	最大加速度 m/s <sup>2</sup>	持续时间 min	循环数（近似值）
纵向，横向	8 - 16	150	4	2 800
	8 - 16	120	10	7 000
	8 - 32	100	20	21 000
垂直	8 - 16	300	4	2 800
	8 - 16	250	10	7 000
	8 - 32	200	20	21 000

表16 最大加速度和频率（ DUT最低固有频率≥40 Hz）

车辆平面方向	频率 Hz	最大加速度 m/s <sup>2</sup>	循环数（近似值）
纵向，横向	35	150	2 800
	35	120	7 000
	35	100	21 000
垂直	35	300	2 800
	35	250	7 000
	35	200	21 000

##### 4.1.2.9.3 要求

不允许出现损坏。在GB/T××××.1定义的工作模式3.2下达到功能状态A，其他工作模式下达到功能状态C。

#### 4.2 机械冲击

##### 4.2.1 装在门和盖板(flaps) 内/上装置的试验

###### 4.2.1.1 目的

检验 DUT 因受冲击导致的失效和损坏。

当门被关闭撞击时出现机械冲击。失效模式为机械损坏（damage）（例如门撞击产生的高加速度使电子控

制模块壳内的电容器分离)。

#### 4.2.1.2 试验

按表17选择一种曲线且按GB/T 2423. 6进行试验。采用下列试验参数：

- DUT工作模式：1.2（见GB/T××××.1）。
- 冲击脉冲型式：半正弦波。

DUT 应固定在冲击试验台上，加速度作用方向与 DUT 装车使用发生冲击加速度的方向相同。

表 17 冲击次数

	冲击曲线 1 500 m/s <sup>2</sup> , 11 ms	冲击曲线 2 300 m/s <sup>2</sup> , 6ms
驾驶员门, 货舱门	13 000	100 000
乘客门	6 000	50 000
箱盖, 挡板	2 400	30 000
发动机罩	720	3 000

#### 4.2.1.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 C 级。

### 4.2.2 装在车身和车架刚性点上装置的试验 (rigid points on the body and on the frame)

#### 4.2.2.1 目的

检验 DUT 因受车身或车架冲击导致的失效和损坏。

负荷发生在高速驾驶越过路边石头的情况下。失效模式为机械损坏（例如由于高加速度冲击使电子控制模块壳内的电容器分离）。

#### 4.2.2.2 试验

按GB/T 2423.06，采用下列参数进行试验：

- DUT工作模式：3.2（见GB/T××××.1）。
- 冲击脉冲型式：半正弦波。
- 加速度：500 m/s<sup>2</sup>
- 持续时间：6 ms。
- 冲击次数：每个试验方向10次。

冲击试验的加速度方向应与车辆发生冲击实际产生的加速度方向相同。如果实际方向未知，DUT 应在所有 6 个方向上进行试验。

#### 4.2.2.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 A 级。

### 4.2.3 在变速箱内/上装置的试验

#### 4.2.3.1 目的

检验 DUT 因受换挡冲击导致的失效和损坏，适用于专门装在变速箱内/上的 DUT。

负荷发生在气动助力换挡操作中。失效模式为机械损坏（例如，由气动助力换挡操作产生的高加速度冲击使电子控制模块壳内的电容器分离）。

#### 4.2.3.2 试验

按GB/T 2423. 6，采用下列参数进行试验：

- DUT工作模式：3.2（见GB/T××××.1）；
- 冲击脉冲型式：半正弦波；
- 典型最大加速度：商用车3000 m/s<sup>2</sup> ~50000m/s<sup>2</sup>，乘用车由供需双方协商；
- 典型持续时间：< 1 ms。
- 冲击次数：由供需双方协商。
- 温度：由供需双方协商。

商用车的上述参数主要用于气动助力换档操作（如果安装了 range-change 系统，150000 次换档操作是有代表性的）。

实际冲击应力由变速箱的安装位置和设计特点决定，也有个别情况是由相应的测量手段决定（推荐取样频率至少为 25 kHz）。试验须由生产商和用户合作进行。

试验时冲击加速度应与在车上实际工作时所受的冲击加速度方向一致。如果实际方向未知，DUT应在所有6个方向上进行试验。

#### 4.2.3.3 要求

功能状态应达到 GB/T××××.1 定义的 A 级。

### 4.3 自由跌落

#### 4.3.1 目的

检验 DUT 因自由跌落导致的失效和损坏。

系统/组件在加工处理过程中可能跌落到地面（例如，在汽车生产商的生产线上）。如果跌落后系统/组件有明显的损坏要被更换，如损坏不明显，就会被装上车，然后按正常的产品要求工作。失效模式为机械损坏（例如，DUT落到地面产生的高加速度使电子控制模块壳内的电容器分离）。

#### 4.3.2 试验

跌落后明显会损坏的部件不予考核（如前照灯），能耐受跌落冲击而无明显损坏的部件应进行如下试验：按GB/T 2423. 8，采用如下试验参数进行试验：

- DUT数量: 3;
- 每个DUT跌落次数: 2;
- 落差： 1m自由跌落或按协议高度；
- 撞击面: 混凝土地面或钢板;
- DUT方向 :每个 DUT的第1次跌落应在不同的空间轴向，第2次跌落与第1次的空间轴向相同，但方向相反。
- DUT 工作模式:1.1（见GB/T××××.1）；
- 温度：由供需双方协商。

跌落试验后目视检查 DUT 。

#### 4.3.3 要求

不允许有隐性损坏，在不影响DUT性能的情况下允许外壳有微小损坏，特有性能将在后续试验证实（Proper performance shall be proven following the test.）。

功能状态应达到GB/T××××.1定义的C级。

### 4.4 外表强度/划痕和耐磨性能

试验和要求由供需双方协商(例如控制部件和钥匙上的标记和商标应保持清晰可见)。

## 4.5 砂石轰击

检验 DUT 耐砂石轰击能力（安装在暴露的位置上，如车身的前部和后部）。试验和要求由供需双方协商。

## 5 机械负荷代码字母

见表18。

表 18 试验和要求代码

代 码 字 母	对应要求条款														
	4.1.2.1.2.1	4.1.2.1.2.2	4.1.2.2.2	4.1.2.3.2	4.1.2.4.2	4.1.2.5.2	4.1.2.6.2.1	4.1.2.6.2.2	4.1.2.7.2	4.1.2.8.2	4.1.2.9.2	4.2.1.2	4.2.2.2	4.2.3.2	4.3.2
	试验 I 正 弦	试验 I 随 机	试验 II	试验 III	试验 IV	试验 V	试验 VI 正 弦	试验 VI 随 机	试验 VII	试验 VIII	试验 IX	机械冲击 严 酷 度 1	机械冲击 严 酷 度 2	机械冲击	自由跌落
A	曲线1	是													是
B	曲线2	是													是
C				是											是
D					是										是
E					是									是	是
F					是							是			是
G					是								是		是
H						是									是
I						是								是	是
J							是	是							是
K									是						是
L									是					是	是
M									是			是			是
N									是				是		是
O											是				是
P										是					是
Q										是				是	是
R										是		是			是
S										是			是		是
T											是			是	是
U			是												是
V								是							是
Z	按协议														

附录 A  
(资料性附录)  
**振动试验曲线建立指南**

### A.1 目的

该指南用于确保本标准的使用者根据振动测量结果按照可再现的方法建立试验曲线，从而消除误差。

### A.2 概述

建立试验曲线的过程应采用所推荐的文件加以描述。

建立试验曲线的过程在表 A.1 中描述。

### A.3 平均控制方法

通常安装在车辆上与安装在振动台面上的 DUT 的频率响应有所不同。这是由于两种情况下的安装刚度和动态反馈不同。

为能在实验室中再现振动试验，振动夹具应尽可能地硬，通常比在汽车上硬得多。应考虑到 DUT 在振动夹具上的各个安装点的运动是同向的，而其在汽车里安装点的运动在特定的频率上可能不是同向的。这是因振动试验夹具比在车辆上的安装部位有更高的刚度。

此外，在振动试验期间 DUT 的动态反馈（激励衰减）通过振动控制单元被最小化。

至少对于大/重的 DUT 在共振状态下，类似的激励在振动台试验时比在汽车里产生更大的响应峰值。

为避免过试验，需采用 GB/T 2423.56 中相关的平均控制方法。

额外推荐：平均控制信号 = (3 × 激励) + (1 × DUT 响应)

表 A.1 振动试验曲线建立

术语	文件 车辆描述	推荐的文件/参数 技术数据（即：功率、最大 r/min、标称速度、体积、 发动机种类、汽缸尺寸）	注解
发动机安装	边界条件	测力计和/或道路	满负荷
车身安装		试验场地/试验轨迹描述	
		路面（即：比利时石块、搓板、斜脊 跳跃hip hop）	
		驾驶速度	
车辆数据采集	采样速率	≥ f <sub>max</sub> 的 2.5 倍	D <sub>f</sub> = 1/ (f <sub>sample</sub> × b)
	数据块长度, b	≥ 2k	
	分辨率	LSB < 最大值的 0.1%	LSB = 最小的有效位
	滤波技术和方法	在 f <sub>max</sub> 抗混淆滤波衰减率 > 48 dB/oct 高通滤波 (f <sub>filter</sub> < f <sub>min</sub> ) 消除支流偏置	
数据分析	峰值保持 FFT	峰值保持	参照建立正弦试验或 正弦加随机试验的正 弦部分
	加窗	对稳态信号（不含瞬态信号）加汉宁（Hanning）窗	
		对瞬态信号不加窗（峰值因子 > 6）	
	关于速度/时间的 r. m. s		

	信号特征（信号的 正弦/随机部分	具有最大 r. m. s 值的窗函数计算平均 PSD	参照建立随机试验或 正弦加随机试验的随 机部分
		瀑布图	
		稳态信号的自相关	
试验曲线建立	用于建立试验曲 线的方法与过程	如：描述包括数据压缩（平均或取包络）在内的所有 关键点	
	用于确定试验持 续时间的方法和 过程	说明将试验应力和试验时间用于相关场合的应力和工 作寿命的假设和模型。正如有在 MIL 810 标准中采用的 基于最严酷材料的 M-值。	M-值 =S/N 曲线的梯 度（应力对应的数字）
	发动机上安装的 部件	考虑 r/min 的分布	
	车身上安装的部 件	考虑劣质路面条件的里程数	
	过程和工程评价 方法的基本原理		
	试验参数	例如：在第 4.1.3 中的试验	

#### A.4 发动机转速分布

指发动机转速（r/min）与振动量级的一般关系。振动量级随着发动机转速的提高而增加（见图A.1和表A.2）。

疲劳试验中，最大加速度量级需要充分考虑发动机转速的范围。通常的范围在 $0.9n_{\text{nominal}}$ 与 $n_{\text{max}}$ 之间。 $n_{\text{nominal}}$ 为发动机最大功率时的转速， $n_{\text{max}}$ 为发动机最大安全转速。

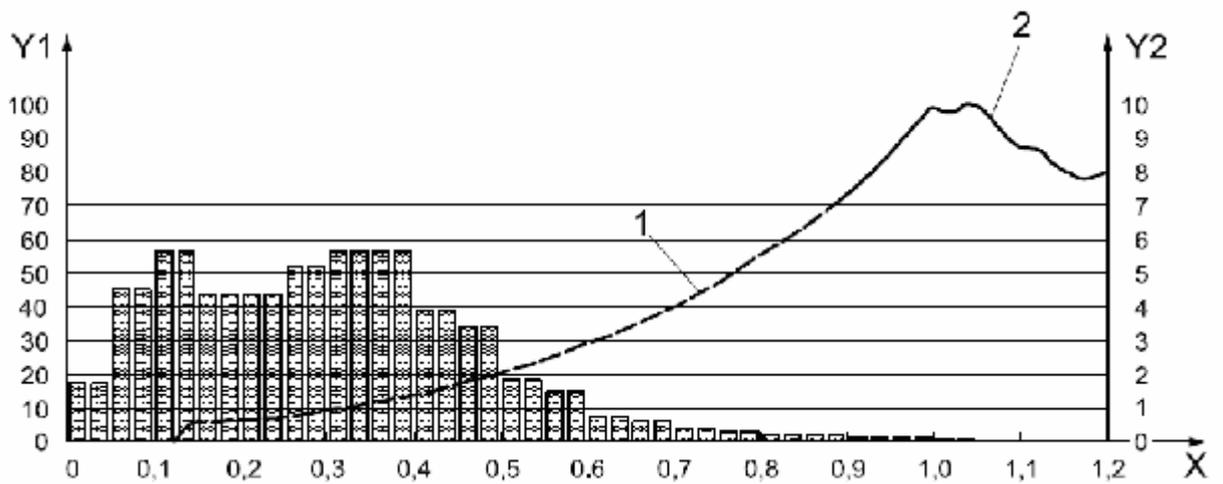
评估试验持续时间，应考虑不同的转速分布和车辆寿命。所有可利用的转速分布表明，转速范围从 $0.9n_{\text{nominal}}$ 到 $n_{\text{max}}$ 之间一般是不常使用的。

本标准选择三种分布：

- a) SAE出版物（SAE2005-01-1071）的转速分布。其中调查了55辆车（70000km，10000次往返）。
- b) 在温度测量期间记录下来的达到很高温度的“最差情况”的转速分布，这时车辆工作的转速非常高。
- c) 一种有利的分布，组成如下：
  - 1) SAE出版物 = 80% ；
  - 2) “最差情况” = 20% 。

这就导出转速范围从 $0.9n_{\text{nominal}}$ 到 $n_{\text{max}}$ 之间的0.5%相对分布。每个轴向试验22h，相当于车辆4400h的寿命，若平均时速40km/h，则表示176000km里程。考虑到其它寿命，里程和转速分布情况，允许试验工程师适当地改变试验持续时间。

根据实际情况建议每个轴向最长的试验时间为100h。这段时间对于多数振动环境容易达到等效疲劳损伤。



其中：

X r/min —  $n_{nominal}$

Y1 r. m. s. — %

Y2 r/min — 概率 (有利分布), %

1 r. m. s. 对应  $n \leq 0.9n_{nominal}$  转速的量级

2 r. m. s. 对应  $n > 0.9n_{nominal}$  转速的量级

图 A.1 对应发动机转速r. m. s. 加速度量级和有利的转速分布

表 A.2 对应发动机转速 r.m.s.加速度量级和有利的转速分布

$n/n_{nominal}$	r.m.s. 量级对应 r/min %	r/min 概率 <sup>a</sup> ( $p_x$ ) %	r/min 概率 <sup>b</sup> ( $p_x'$ ) %	有利的 r/min 分布 <sup>c</sup> ( $20p_x + 80p_x'$ )/100
0.050	—	0.56	2.14	1.82
0.075	—	0.56	2.14	1.82
0.100	—	0.02	5.69	4.56
0.125	—	0.02	5.69	4.56
0.150	7.0	8.00	5.09	5.67
0.175	6.3	8.00	5.09	5.67
0.200	6.1	5.75	4.04	4.38
0.225	7.2	5.75	4.04	4.38
0.250	7.4	3.06	4.73	4.40
0.275	8.4	3.06	4.73	4.40
0.300	10	4.70	5.31	5.19
0.325	11	4.70	5.31	5.19
0.350	12	5.69	5.61	5.62
0.375	13	5.69	5.61	5.62
0.400	14	5.06	5.72	5.59
0.425	15	5.06	5.72	5.59
0.450	17	3.95	3.85	3.87
0.475	18	3.95	3.85	3.87
0.500	20	3.23	3.48	3.43
0.525	22	3.23	3.48	3.43
0.550	24	2.26	1.71	1.82
0.575	26	2.26	1.71	1.82

0.600	29	1.56	1.39	1.42
0.625	31	1.56	1.39	1.42
0.650	34	1.34	0.55	0.71
0.675	36	1.34	0.55	0.71
0.700	39	1.20	0.39	0.55
0.725	42	1.20	0.39	0.55
0.750	46	1.00	0.19	0.35
0.775	50	1.00	0.19	0.35
0.800	54	0.79	0.09	0.23
0.825	59	0.79	0.09	0.23
0.850	63	0.57	0.03	0.14
0.875	67	0.57	0.03	0.14
0.900	72	0.40	0.01	0.08
0.925	77	0.40	0.01	0.08
0.950	84	0.31	0.00	0.06
0.975	90	0.31	0.00	0.06
1.000	98	0.22	0.00	0.04
1.025	96	0.22	0.00	0.04
1.050	100	0.19	0.00	0.04
1.075	92	0.19	0.00	0.04
1.100	86	0.06	0.00	0.01
1.125	85	0.06	0.00	0.01
1.150	79	0.04	0.00	0.01
1.175	77	0.04	0.00	0.01
1.200	79	0.02	0.00	0.00
1.225	79	0.02	0.00	0.00

a “最差情况”分布；

b SAE出版物；

c 累加有利的  $r/\text{min}$  分布 ( $n > 0.9 N_{\text{nominal}}$ ) 是 0.5 %; 22 h 的试验持续时间相当于在车辆上 4 400 h。

## A.5 疲劳计算

### A.5.1 乘用车、车身安装（弹性体）示例

验证 8h 的随机振动试验是否足以覆盖该车寿命期间的应力。

注：测量和计算在一个 ECU 上进行。目的是给出一个例子，所提供的方法对 ECU 和车身安装部件均无限制。

### A.5.2 步骤

**A.5.2.1** 在进行道路行驶试验（道路颠簸）的车辆上做振动测量。对 ECU 进行随机振动试验时，至少设置 2 个测量点。一个点在 ECU 的安装位置（输入或者激励），一个点测量印刷电路板（PCB）的响应。

**A.5.2.2** 在测量期间通过周期计算方法确定在 PCB 上的负荷分布（见 A.5.5、A.5.6 和图 A.2）。

**A.5.2.3** 选择汽车寿命周期和“劣质道路百分数”（二者均为选择的参数）。

**A.5.2.4** 将下列因子与计数结果相乘计算预期的 PCB 负荷的分布：

- 试验时持续时间/测量次数；
- 车辆寿命 × 劣质道路百分数/车辆上测量时间。

**A.5.2.5** 这种新的负荷分布用于计算疲劳极限，该计算是基于出现 1 个损坏：

- “沃勒（Woehler）假定”和修改（“Haibach”）。和

——“线性损伤累积的帕姆格伦-迈因纳 (Palmgren - Miner) 定理假定” (详细资料见 A. 5. 7 和图 A. 3)。

——表 A. 5 所示的疲劳计算简略结果作为应力不同模式对应的负荷循环数(S/N 模式)。

### A.5.3 结论

#### A.5.3.1 概述

选择示例的结果显示：8h 试验持续时间试验结果的应力（疲劳极限）比车辆 5 400h 道路行驶试验应力高大约 1.7（1.37~2.06）倍。这样的测量和计算已经在许多方面应用了 20 年以上，结果始终是相近的，8h 的试验持续时间确认是足够的。

#### A.5.3.2 附加证明

根据野外场地经验，在 20 多年时间内还没有经历因为振动而引起的失效。选择试验场和劣质的公共道路测量之间进行比较，证明试验场比劣质的公共道路严酷得多。

选择的参数（6 000h 的车辆寿命，90%的劣质道路部分）绝对是最坏的情况。通常采用小于劣质道路 50%的部分进行计算。

### A.5.4 试验参数

试验参数如下：

- 试验设备：电动振动台；
- 安装：ECU 牢固地固定在振动台面上；
- 控制点：在振动台面上；
- 方向：C，垂直于 PCB 方向；
- r.m.s.加速度值：33 m/s<sup>2</sup>；
- 试验谱：见下面（表 A.3）。

表 A.3 随机振动试验示例,参数

频率 Hz	PSD <sup>a</sup> (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz
10	20
30	20
200	0,5
1 000	0,1

a 选择的谱密度与第4. 1. 2. 4. 2条中有些细微的不同；在 ECU 的共振点上（大约600Hz）差异是可以忽略的。

### A.5.5 结果

表 A. 4 显示的试验结果基于下列参数：

- 负荷分布通过 19.91s 的测量，对 8h 试验的计算。
- 负荷分布通过用 3.69s 在粗糙路面（道路颠簸，50km/h）的测量，对 5400h 试验的计算（车辆寿命 6 000 h，粗糙道路占 90%）

表 A.4 试验结果

8 h 随机振动试验		5 400 h 劣质道路行驶	
加速度量级 $a_i$ m/s <sup>2</sup>	每个量级周期数 $n_i$	加速度量级 $a_i$ m/s <sup>2</sup>	每个量级周期数 $n_i$
403.4	6 509	403.4	6 509
377.4	9 402	377.4	9 402
351.3	18 082	351.3	18 082
325.3	43 396	325.3	43 396
299.3	104 150	299.3	104 150
273.3	203 237	273.3	203 237
247.2	434 680	247.2	434 680
221.2	721 815	221.2	721 815
195.2	1 160 835	195.2	1 160 835
169.2	1 595 516	169.2	1 595 516
143.1	2 104 692	143.1	2 104 692
117.1	2 438 116	117.1	2 438 116
91.09	2 606 636	91.09	2 606 636
65.06	2 345 538	65.06	2 345 538

表 A.5 对应的负荷周期数(S/N 模式)对应应力不同模式疲劳计算的简略结果

S/N 模式疲劳周期	S/N模式曲线的斜率, k	假设	随机振动试验计算的疲劳水平 (24 “S/N 模式”) m/s <sup>2</sup>	5400 h 劣质道路行驶必需的疲劳水平 (24 “S/N 模式”) m/s <sup>2</sup>	比较
2 000 000	3.5	Haibach	250	165	OK
		Miner	229	133	OK
	5	Haibach	246	144	OK
		Miner	236	131	OK
	7	Haibach	252	136	OK
		Miner	249	130	OK
	10	Haibach	267	132	OK
		Miner	266	130	OK
10 000 000	3.5	Haibach	173	126	OK
		Miner	169	112	OK
	5	Haibach	187	118	OK
		Miner	184	112	OK
	7	Haibach	205	116	OK
		Miner	203	113	OK
	10	Haibach	229	117	OK
		Miner	229	115	OK
	3.5	Haibach	112	91	OK
		Miner	112	87	OK

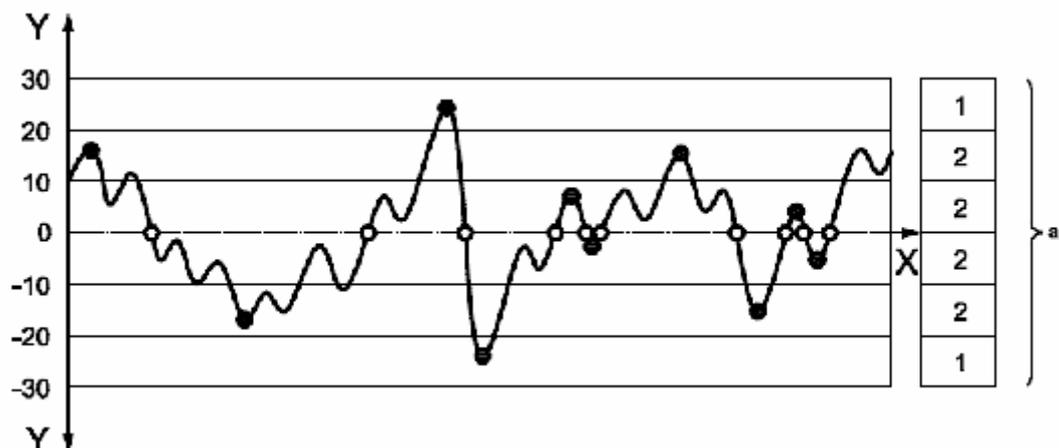
50 000 000	5	Haibach	137	93	OK
		Miner	137	91	OK
	7	Haibach	164	97	OK
		Miner	164	96	OK
	10	Haibach	196	102	OK
		Miner	196	101	OK

### A.5.6 通过时间历史记录的测量确定负荷分布

在 2 个过零点之间有一个最大值。在每个加速度量级对测量时间内最大值的个数进行计数。这种计算方法的结果给出各个级别半个周期数，或者说，根据时间历史记录确定负荷分布。

通过每个量级的（试验时间/测量时间）因子获得试验期间的负荷分布，即  $(8h \times 3600s/h)/19.9s=1477$ 。

通过每个量级的（汽车寿命×劣质路面的百分数/测量时间）因子获得试验期间的负荷分布，即  $(6000h \times 0.9 \times 3600 s/h) / 3.69s=5268293$ 。



其中：

- X 时间
- Y 量级， $m/s^2$
- a 各振级半周期数

图 A.2 负荷分布的计算方法

### A.5.7 疲劳极限的计算

为确定疲劳极限  $a_D$ ，选择 S/N 模式。S/N 模式通过斜率  $k$  和疲劳数  $N_D$  描述。然后选择任意值为  $a_D$  的初始值。

选择 S/N 模式，可以计算出对应每个振级  $a_i$  的失效循环数  $N_i$  及相应的循环数  $n_i$ 。

符合姆格伦-迈因纳（Palmgren - Miner）假设，在每一振级  $a_i$ ，局部损坏  $s_i$ ，由下述公式确定：

$$s_i = \frac{n_i}{N_i}$$

整体损坏  $S$ ，由下述公式确定：

$$S = \sum s_i$$

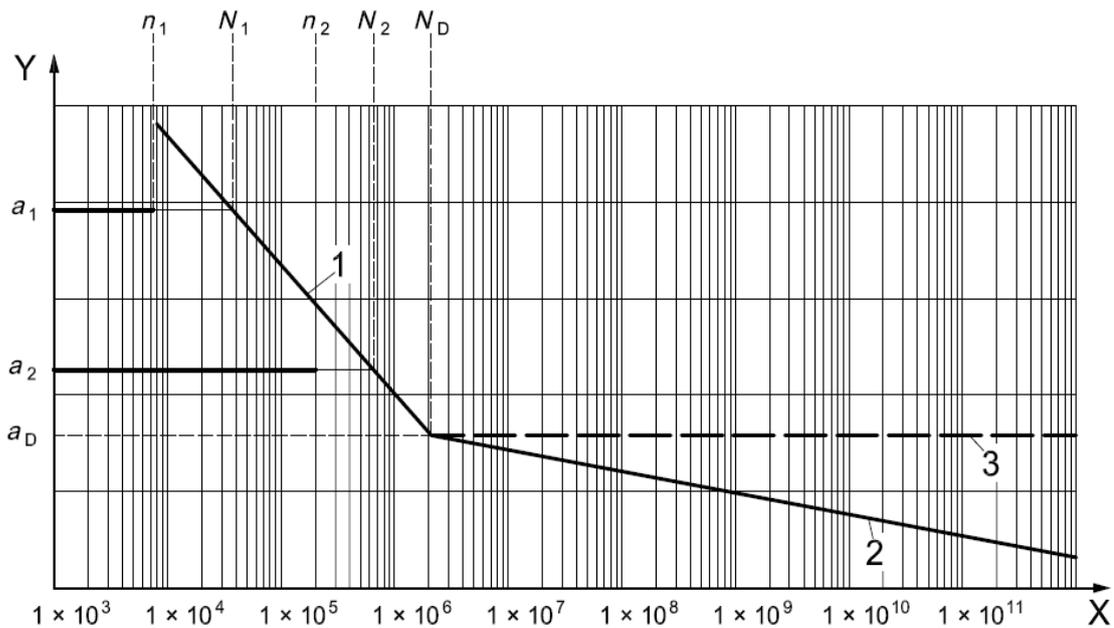
$S \geq 1$  定义为损坏发生。

任意选择 $a_D$ 的初始值，损坏（ $S$ ）将 $< 1$  或  $> 1$ 。反复选择 $a_D$ ，直到有 1 个 损坏发生， $a_D$ 值就被确定。

没有非常广泛地调查和试验，不可能知道选择的 $S/N$  模式是否实际。因此，覆盖宽范围的 $S/N$ 参数（专门的文献）是有意义的。常用的有 24 种模式（“2 种不同的假设”、“4 种斜率 $k$ ”、“3 种疲劳极限周期 $N_D$ ”）。

即使其中的一些模式是不实际的，还会有其他的模式。24 模式中希望至少有一种模式是贴近实际的。无论如何，只要对两种情况（车辆和试验）采用同样的模式或者假设，尽管不尽合理，比较的实质不会产生太大影响，因为在比较中，有些错误的假设会被补偿。

如果所有24个试验获得的 $a_D$ 值均高于车辆需要值，则该应力是被允许的。所选择示例的负荷分布和对应 $S/N$ 图（1个模式）如表A.6和图A.3所示。

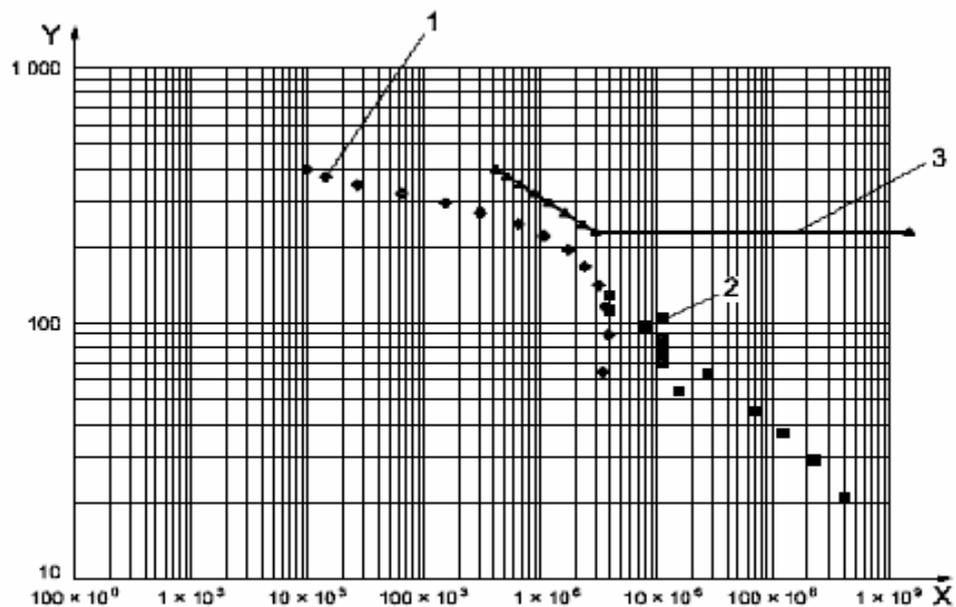


其中：

- X 周期数
- Y 加速度量级
- 1 斜率  $k$
- 2 Haibach 修正斜率  $2k-1$
- 3 损伤线性累积准则 (Palmgren-Miner)

表 A.6 图 A.3 Palmgren-Miner 假设——线形损坏累积， $S$  随机振动试验和试验场测量法负荷分布的比较

随机振动试验 (8h)		对应 S/N 模式曲线图 ( $2 \times 10^6$ , $k=5$ , $a_D=229 \text{ m/s}^2$ )		车辆测量, 颠簸道路 (5 400h)	
加速度 $\text{m/s}^2$	周期数, n	加速度 $\text{m/s}^2$	S/N 周期数, n	加速度 $\text{m/s}^2$	S/N 周期数, n
403.40	6 509	403.4	276 718	129.40	2 636 719
377.40	9 402	377.4	349 387	112.70	2 636 719
351.30	18 082	351.3	448 993	1004.4	7 910156
325.30	43 396	325.30	587 650	96.04	5 273 438
299.30	104 150	299.3	786 574	87.69	7 910 156
273.30	203 237	273.3	1 081 121	79.34	7 910 156
247.20	434 680	247.2	1 536 185	70.99	7 910 156
221.20	721 815	229.0	2 000 000	62.64	18 457 031
195.20	1 160 835	229.0	1 000 000 000	54.28	10 546 875
169.20	1 595 516	—	—	45.93	47 460 938
143.10	2 104 692	—	—	37.58	84 375 000
117.10	2 438 116	—	—	29.23	152 929 688
91.09	2 606 636	—	—	20.88	271 582 031
65.06	2 345 538	—	—	12.53	690 820 313
39.04	1 823 343	—	—	4.176	3 158 789 063



注:

X 周期数

Y 加速度  $\text{m/s}^2$ 

1 随机振动试验 (8h)

2 车辆测量

3 随机振动试验对应的沃勒 (Woehler) 曲线图 ( $2 \times 10^6$ 、 $k=5$ 、 $a_D=229 \text{ m/s}^2$ )

)

附录 B  
(资料性附录)  
按设备安装位置推荐的机械要求

表 B.1 给出了根据设备安装位置推荐的机械要求。

表 B.1 安装位置

安装位置	推荐的试验和要求 (代码字母见 GB/T××××.1)
<b>发动机舱</b>	
车身	D, K
框架	K, L
柔性而非刚性增压室上	C
柔性而非刚性增压室内	C
在发动机上	A, B, J
在发动机内	A, B, J
在变速箱/减速器上	U, V
在变速箱/减速器内	U, V
<b>乘客舱</b>	
无特殊要求	D, E, K, L,
直接暴露于太阳光辐射下	D, E, K, L,
暴露于热辐射下	D, E, K, L,
<b>行李舱/货舱</b>	
舱内	D, E, K, L,
<b>安装在外部</b>	
车身	D, E, K, L,
框架	K
车身下/车轮罩	
弹性体	D, E, K, L,
非弹性体	H, I, O, T
乘客舱门内/上	F, G, R, S
发动机舱盖	F, G, R, S
行李舱盖/门	F, G, R, S
箱盖/门	F, G, R, S
凹洞内	
敞开朝里	D, E, K, L,
敞开朝外	D, E, K, L,
专用舱内	D, E, K, L,



# 中华人民共和国国家标准

GB/T xxxx.4—xxxx/ ISO 16750-4: 2006

---

## 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

Road vehicles - Environmental conditions and testing  
for electrical and electronic equipment  
Part 4: Climatic loads

(ISO 16750-4:2006 , IDT)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

**中 华 人 民 共 和 国**  
**国家质量监督检验检疫总局 发布**

## 前 言

GB/T××××《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××××的第 4 部分，采用 ISO16750-4 进行制定。本部分与 ISO16750-4 的一致性程度为等同，主要差异如下：

- “ISO 16750 的本部分”一词改为“GB/T×××× 的本部分”或“本部分”；
- 用小数点“.”代替原作为小数点的逗号“，”；
- 删除国际标准的前言；
- 将规范性引用文件中已转化或同时转化为我国标准的 ISO 标准改为我国标准；
- 因原标准中的第 8 章无实质内容，本标准予以删除。

本部分附录 A 为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分起草人：

本部分为首次发布

# 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

### 1 范围

本部分适用于道路车辆用电气电子系统/组件，对于安装在车辆上/内特定位置的系统/组件描述了可能的环境应力，且规定了试验及要求。

本部分描述气候负荷。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T××××.1 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（ISO16750-1:2006，IDT）

GB/T××××.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（ISO16750-2:2006，IDT）

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温（IEC 60068-2-1，IDT）

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温（IEC 60068-2-2，IDT）

GB/T 2423.3 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（IEC 60068-2-78，IDT）

GB/T 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 试验Db：交变湿热试验方法（IEC 60068-2-30，EQV）

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ke：流动混合气体腐蚀试验（IEC 60068-2-60，IDT）

GB/T 2423.17 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ka：盐雾试验方法（IEC 60068-2-11，EQV）

GB/T 2423.18 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）（IEC 60068-2-52，IDT）

GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化（IEC 60068-2-14，IDT）

GB/T 2423.34 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验（IEC 60068-2-38，IDT）

ISO 20653 道路车辆 电气设备防护程度（IP代码）-对外来物，水和触点的防护（*Road vehicles - Degrees of protection (IP-code) - Protection against foreign objects, water and contact - Electrical equipment*）

### 3 术语和定义

GB/T××××.1给出的术语和定义适用于本部分。

### 4 工作温度范围

表 1 定义了工作温度范围。受试装置（DUT）按表 1 选择适用的温度范围且在技术条件中注明。

表 1 工作温度范围

代码	$T_{\min}$ °C	$T_{\max}$ °C
A	-20	65
B	-30	65
C	-40	65
D		70
E		75
F		80
G		85
H		90
I		95
J		100
K		105
L		110
M		115
N		120
O		125
P		130
Q		140
R		150
S	155	
T	160	
Z	按协议	

在热浸透要求 $T_{\max HS}$ 情况下， $T_{\max}$ 增加 15 °C，详见 5.3.1。油漆修补温度( $T_{\max, PR}$ )可以高于工作温度且应在DUT技术条件中注明。采用的试验温度应由供应商和车辆制造商协商确定。

#### 试验和要求

### 4.1 恒温试验

#### 4.1.1 低温试验

##### 4.1.1.1 贮存

###### 4.1.1.1.1 目的

模拟DUT暴露在低温不带电工作状态，如系统/组件装运期间。失效模式为不能承受霜冻，例如液晶显示器凝结。

###### 4.1.1.1.2 试验

除DUT技术条件另有规定，在低温-40 °C按GB/T 2423.1进行试验，持续24 h。DUT工作模式为GB/T××××.1定义的1.1。

###### 4.1.1.1.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的C级。

#### 4.1.1.2 运行

##### 4.1.1.2.1 目的

模拟DUT暴露在低温带电工作状态，如系统/组件使用于很低的环境温度。失效模式为因低温造成的电气故障（例如带电解液的电容器冻结）。

#### 4.1.1.2.2 试验

在低温 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 按GB/T 2423.1进行试验，持续24 h。DUT工作模式为GB/T××××.1定义的3.2。

#### 4.1.1.2.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的 A 级。

#### 4.1.2 高温试验

##### 4.1.2.1 贮存

##### 4.1.2.1.1 目的

模拟DUT暴露在高温不带电工作状态，如系统/组件装运期间。失效模式为不能承受高温。

##### 4.1.2.1.2 试验

除DUT技术条件另有规定，在 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温干热下按GB/T 2423.2进行试验，持续48 h。DUT工作模式为GB/T××××.1定义的1.1。

##### 4.1.2.1.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的C 级。

##### 4.1.2.2 运行

##### 4.1.2.2.1 目的

模拟DUT暴露在高温带电工作状态，如系统/组件使用于很高的环境温度。失效模式为因高温造成的电气故障（如组件的热退化）。

##### 4.1.2.2.2 试验

在 $T_{\max}$ 高温干热下按GB/T 2423.2进行试验，持续96 h。DUT工作模式为GB/T××××.1定义的3.2。

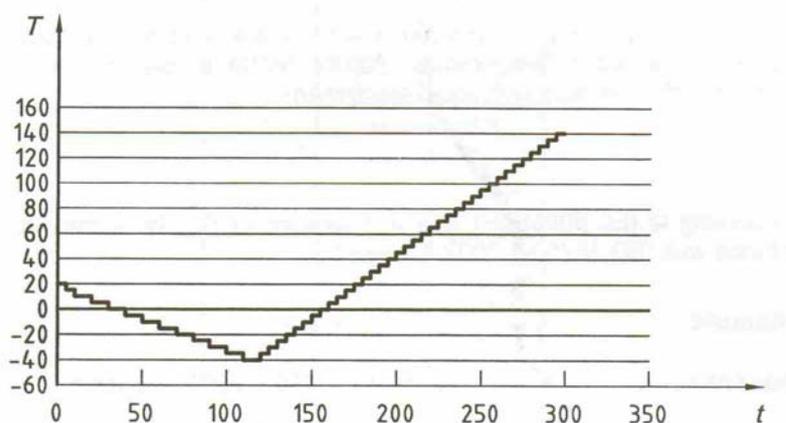
##### 4.1.2.2.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的 A 级。

#### 4.2 温度梯度

##### 4.2.1 目的

用于检查机械和电气装置在工作温度小的局部范围可能出现的故障。



其中

t 时间, min。

T 温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

图1 温度梯度试验示例（以表1中代码Q为例）

#### 4.2.2 试验

将DUT安放在温箱中,以5°C温度梯度从20°C 降到  $T_{min}$ , 然后以5°C温度梯度从 $T_{min}$  升到  $T_{max}$ (见表1), 每步都要等到DUT达到新的温度。每到新的温度,按GB/T××××.2规定的代码字母分别在 $U_{Smin}$  和  $U_{Smax}$ 以 GB/T××××.1定义的3.2工作模式进行功能试验。在调温过程中将DUT关闭。

#### 4.2.3 要求

在 $T_{min}$  和 $T_{max}$  间的每个温度点, DUT应保持正常功能,即功能状态应符合GB/T××××.1定义的 A 级。

### 4.3 温度循环

#### 4.3.1 规定变化率的温度循环

##### 4.3.1.1 目的

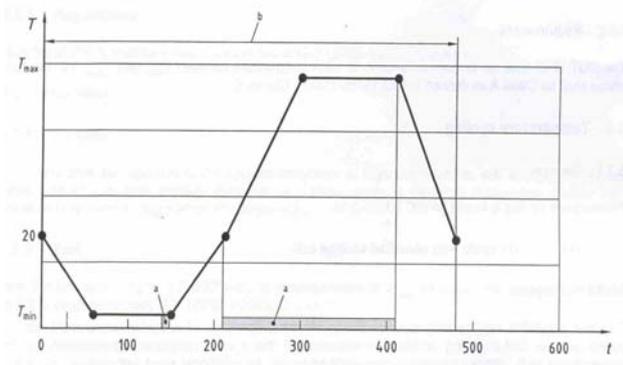
模拟 DUT 带电工作时随温度的变化,如在系统/组件工作时快速改变周围温度。如果系统/组件处在热浸透温度(例如安装在发动机上的系统/组件),高温阶段附加的短暂温度峰值要确保 DUT 在这期间的基本功能。为避免系统/组件内的电热扩散抑制系统/组件达到 $T_{min}$ ,在降温阶段将 DUT 关闭。失效模式为温度变化引起的电气故障。

注:本试验不是寿命试验。

##### 4.3.1.2 试验

温度循环试验按GB/T 2423.22进行。

在整个装置达到 $T_{min}$ 后DUT通电工作(功能试验),用尽可能短的时间检查装置的正常功能。此外,在循环的第 210~410min 期间(见图 2)通电工作。通电运行阶段采用 3.2 工作模式。温度变化范围应符合表 2,试验包括热浸透温度( $T_{maxHS}$ ),见图 3 和表 3。考虑到DUT上可能的凝露,周期长的电气运行启动温度在 20°C。在 $T_{min}$ 启动的持久运行应防止电功率耗散。不允许对试验箱空气进行辅助烘干,按规定进行 30 个试验循环。



其中

T 温度, °C。

t 时间, min。

a 工作模式为 GB/T××××.1 定义的 3.2。

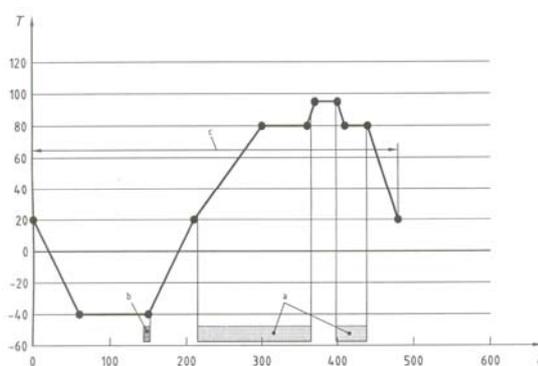
b 一个循环。

图2 规定变化率的温度循环( $T_{min}$  和  $T_{max}$ 见表1)

表2 温度循环期间的温度和持续时间（见图2）

按表1的代码 A~T	
时间 min	温度 °C
0	20
60	$T_{\min}$
150	$T_{\min}$
210	20
300	$T_{\max}$
410	$T_{\max}$
480	20

注：在车辆环境中，一些设备可能经受不同的温度、温度梯度和时间，这种情况下使用代码 Z。



其中

T 温度，°C。

t 时间，min。

a 功能试验的工作模式为 GB/Txxxx.1 定义的 3.2。

b 工作模式为 GB/Txxxx.1 定义的 3.2。

c 一个循环。

图3 热浸透阶段温度循环示例(按表1代码F为例)

表3 热浸透阶段温度循环的温度和持续时间(见图3)

(按表1代码F为例)

时间 min	温度 °C
0	20
60	-40
150	-40
210	20
300	80
360	80
370	95 ( $T_{\max\text{HS}}$ )
400	95 ( $T_{\max\text{HS}}$ )
410	80
440	80
480	20

#### 4.3.1.3 要求

功能状态应符合GB/Txxxx.1定义的 A 级。

### 4.3.2 规定转换时间的温度快速变化

#### 4.3.2.1 目的

这是一个加速试验，模拟车辆中大量的慢温度循环。对应实际车辆温度循环，用较快的温度变化率及更宽的温度变化范围，加速是可行的。失效模式为因老化和不同的温度膨胀系数导致材料裂化或密封失效。本试验将导致机械缺陷（裂缝），不要求带电工作。

#### 4.3.2.2 试验

按GB/T 2423.22 Na 进行温度循环试验。

从  $T_{\min}$  升到  $T_{\max}$  温度转换时间不超过30 s，根据尺寸和性能特点，DUT在每个温度点保持20 min, 40 min, 60 min 或 90 min。工作模式为GB/T××××.1定义的1.1，循环次数见表4。根据协议，本试验可在DUT开发期间打开盒子或不带盒子进行。

#### 4.3.2.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的C级。

### 4.4 冰水冲击试验

#### 4.4.1 目的

模拟应用在车辆受溅区域的产品由冰水引起的热冲击。模拟冬季在有水路面驾驶时冰水溅落到热的系统/组件上。失效模式为不同的温度膨胀系数导致材料机械破裂或密封失效。在5.3.2.1未涉及到的另外失效模式是密封性降低和水侵入系统/组件。

试验有两种可选方法（见5.4.2和5.4.3）

注：该试验不属于腐蚀试验。

#### 4.4.2 水飞溅试验

##### 4.4.2.1 试验

在烘箱中加热DUT到 $T_{\max}$ ，保持规定的时间( $t_h$ )，然后用冰水喷向DUT持续3s。如果DUT在车上仅受一个方向的溅水，就只按安装位置的这个方向喷水。如果设备在车上受多个方向的溅水，对这些方向应进行说明，每个方向用一个新的DUT进行试验。溅水的宽度控制在始终远大于DUT的宽度，如果接受溅水的DUT的尺寸远大于单个喷水头，应安排多个喷头成排地溅水到DUT上。见图 4、5 和 6。

试验参数包括：

- 循环数：100；
- 在 $T_{\max}$ 保持时间 $t_h$ ：1h或直到DUT温度稳定；
- 转换持续时间：< 20 s（在 DUT 贮存温度和溅水温度间手动转换）；
- 试验用液体：去离子水；
- 水温：0°C ~+4°C；
- 水流量：(3 L - 4 L)/3 s（喷射时）；
- 喷口到 DUT 的距离：(325 ± 25) mm (提供的水应超过 DUT 的宽度)；
- 工作模式：见图 5；
- DUT 的方向：与装车方向同。

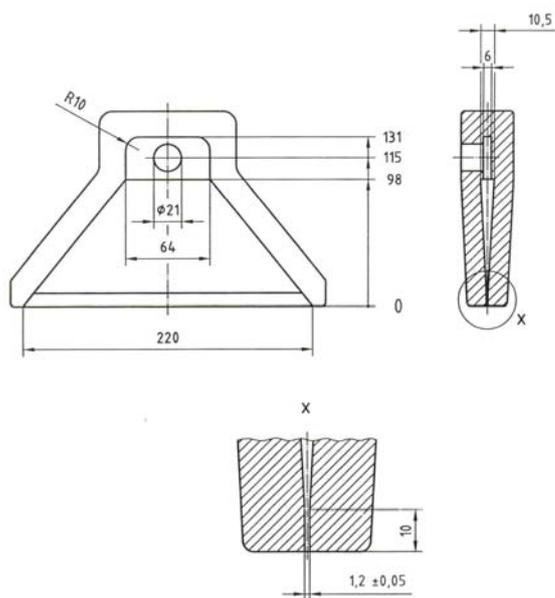
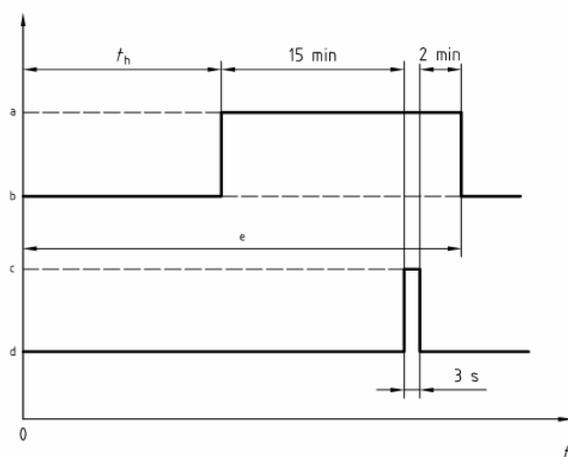


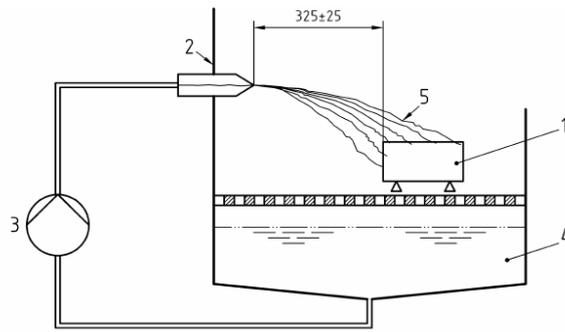
图4 喷射



其中:

- a 工作模式为 GB/T××××.1 定义的 3.2。
- b 工作模式为 GB/T××××.1 定义的 1.2。
- c 打开。
- d 关闭。
- e 一个循环。

图5 水飞溅试验循环



其中:

- 1 DUT。
- 2 喷头。
- 3 泵。
- 4 飞溅水。
- 5 飞溅。

图6 水飞溅试验装置

#### 4.4.2.2 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的A级。

#### 4.4.3 浸没试验

##### 4.4.3.1 试验

将DUT与试验设备连接。DUT在 $T_{max}$ 的烘箱中运行规定的时间( $t_h$ )，将在运行状态下的装置浸没在冰水容器中5 min，浸没深度  $\geq 10\text{mm}$ 。

试验参数包括:

- 循环数: 10;
- $T_{max}$ 下保持时间 $t_h$ : 1 h 或直到DUT温度稳定;
- 转换持续时间:  $< 20\text{ s}$ ;
- 试验用液体: 去离子水;
- 水温:  $0^\circ\text{C} \sim +4^\circ\text{C}$ ;
- 浸没时间: 5 min;
- 工作模式: GB/T××××.1定义的3.2;
- DUT的方向: 与装车方向相同。

##### 4.4.3.2 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的A级。

#### 4.5 耐盐雾

##### 4.5.1 腐蚀

###### 4.5.1.1 目的

检查系统/组件的材料和表面涂层在冬季街道上抵御盐雾和盐水侵蚀的能力。试验类似真实的腐蚀，失效模式为侵蚀。对照有关规定目视检查下列项目:标志、外观、工艺及涂层。

###### 4.5.1.2 试验

按GB/T 2423.18进行试验。从表4和附录A选择严酷度等级，采用GB/T××××.1定义的1.2工作模式。在最佳的距离和适当的照度条件下，具有正常视力的观察者用肉眼目视检查。

###### 4.5.1.3 要求

应没有降低正常功能的变化（例如，密封功能，标志和标签应清晰可见）。功能状态应达到GB/T××××.1定义的C级。

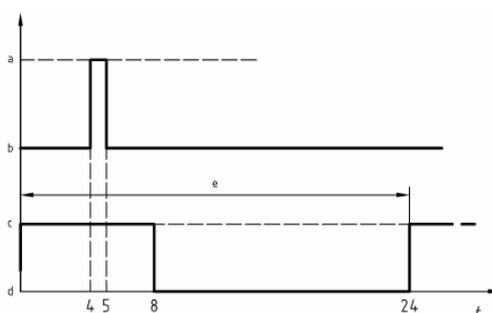
#### 4.5.2 渗漏和功能

##### 4.5.2.1 目的

检查系统/组件对冬季街道上盐雾和盐水的抵御能力，失效模式为盐水渗漏导致的漏电流而引起电气故障。

##### 4.5.2.2 试验

试验按GB/T 2423.17Ka，按图7所示循环进行。一个循环持续24h。对DUT喷雾8h，然后休息16h，在一个循环的第4和第5小时之间以GB/T××××.1定义的3.2工作模式运行DUT，共进行6个循环即最少6天。



其中

- t 时间，h。
- a 工作模式为GB/T××××.1定义的3.2。
- b 工作模式为GB/T××××.1定义的1.2。
- c 打开（喷盐雾）。
- d 关闭（停喷盐雾）。
- e 一个循环。

图7 盐雾试验循环

##### 4.5.2.3 要求

不得有盐水进入壳体。

在GB/T××××.1定义的3.2工作模式下功能状态应达到A级。

#### 4.6 湿热循环

##### 4.6.1 目的

模拟系统/组件用于高湿条件，失效模式为因潮湿引起的电气故障，例如，印制电路板因潮湿产生的漏电流。附加失效模式为壳内潮气流动的“呼吸”效应，当系统/组件壳内空气温度下降时，外部高湿气体就会被吸入。

##### 4.6.2 试验

##### 5.6.2.1 一般要求

按表4和附录A进行如下试验中的一个。

##### 5.6.2.2 试验1：湿热循环

按GB/T 2423.4 Db 变量1进行试验：

- 上限温度: + 55 °C,
- 循环数: 6.

当达到最大循环温度以GB/T××××.1定义的3.2工作模式进行功能试验。

5.6.2.3 试验2: 温度/湿度组合循环试验

按GB/T 2423.34-Z/AD 的规定进行试验。

- 推荐循环数: 10.

当达到最大循环温度以GB/T××××.1定义的3.2 工作模式进行功能试验。

4.6.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的 A级.

4.7 稳态湿热

4.7.1 目的

模拟系统/组件用于高湿条件。失效模式为潮湿引起的电气故障（例如，印制电路板因潮湿产生漏电流）。

4.7.2 试验

按GB/T 2423.3 进行试验。

试验持续时间: 21天;

工作模式: 采用GB/T××××.1定义的2.1工作模式，但在最后1小时采用3.2工作模式。

4.7.3 要求

发动机关闭时工作的系统，功能状态应达到GB/T××××.1定义的 A级。其他系统直到最后一小时前应达到C级，最后一小时达到A级。

4.8 流动混合气体腐蚀试验

4.8.1 目的

模拟系统/组件用于有腐蚀气体的环境中，例如，在高度污染的空气中。失效模式为在端子表面由绝缘腐蚀物导致的电气故障。本试验与连接插头和开关有关。另一失效模式是因保护涂层（如油漆）被渗透导致与其下面结构组织并发遭到腐蚀。

本试验的应用应在DUT技术条件中规定。

4.8.2 试验

按GB/T 2423.5, 试验 Ke、方法 4 进行试验,DUT工作模式为GB/T××××.1定义的 1.1。对安装在乘客舱或行李/货物舱的组件试验持续 10 天，其它安装位置为 21 天。

4.8.3 要求

功能状态应达到GB/T××××.1定义的 C级。

4.9 太阳光辐射

如有要求，应选择合适的材料抵御太阳光辐射。

5 气候负荷代码

见表4。

表 4 代码、试验和要求

代码	试验和要求条款										
	5.1.1 低温	5.1.2 高温	5.2 温度 梯度	5.3.1 温度循 环	5.3.2 温度快速变 化（循环数）	5.4 冰水 冲击	5.5.1 盐雾喷射， 腐蚀 （严酷度）	5.5.2 盐雾喷射，泄漏 和功能	5.6 湿热循 环 （试验次 数）	5.7 湿热（严酷 度）	5.9 太阳光 辐射
A	是	是	是	是	300	-	4	是	2	1	-
B	是	是	是	是	300	-	-	-	2	1	-

C	是	是	是	是	100	-	-	-	1	1	-
D	是	是	是	是	100	是	4	是	2	1	-
E	是	是	是	是	100	是	5	是	2	1	-
F	是	是	是	是	100	是	-	是	1	1	-
G	是	是	是	是	100	是	-	是	1	1	是
H	是	是	是	是	100	是	4	是	2	1	是
I	是	是	是	是	100	是	5	是	2	1	是
Z	按协议										
注：5.8条试验不属于基本代码规定部分。											

## 7 防尘、防水

按ISO 20653检查DUT,推荐的IP见附录A。

附录 A

(资料性附录)

根据安装位置设备的常规试验和要求

表A.1 常规试验和要求

安装位置	推荐的工作温度范围 (见表 1)	推荐气候要求 (见表 4)	推荐防尘和防水 (见 ISO 20653)
<b>发动机舱</b>			
车身	L, O	A, D	IP6K9K
框架	H	A, D	IP6K9K
柔性而非刚性增压室上	L, O	A	IP6K9K
柔性而非刚性增压室内	L, O	B	不规定
发动机上	O, Q	A, D	IP6K9K
发动机内	O, Q	B	不规定
在变速箱/减速器上	Q	A, D	IP6K9K
在变速箱/减速器内	Q	B	不规定
<b>乘客舱</b>			
无特殊要求	D	C	IP5K0
直接暴露于太阳光辐射下	H	G	IP5K0
暴露于热辐射下	J	C	IP5K0
<b>行李舱/货舱</b>			
舱内	E	C	IP5K0
<b>安装在外部</b>			
车身	E	D, H	IP5K4K, IP6K9K
框架	E	D	IP5K4K, IP6K9K
车身下/车轮罩 弹性体 非弹性体	H	E	IP5K4K, IP6K9K
	H	E	IP6K9K
乘客舱门内/上	E	D, H	IP5K3
发动机舱盖	N	D, H	IP5K4K
行李舱盖/门	D, E	D, H	IP5K
箱盖/门	D, E	D, H	IP5K3
凹洞内 敞开朝里 敞开朝外	D	C	IP5K0
	D	E, I	IP5K4K
专用舱内	Z	Z	不规定

-----



# 中华人民共和国国家标准

GB/T ××××.5—××××/ ISO 16750-5: 2003

---

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

Road vehicles - Environmental conditions and testing  
for electrical and electronic equipment  
Part 5: Chemical loads

(ISO 16750-5:2003, IDT)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

中 华 人 民 共 和 国  
国家质量监督检验检疫总局发布

## 前 言

GB/T××××《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××××的第 5 部分，采用 ISO16750-5 进行制定。本部分与 ISO16750-5 的一致性程度为等同，主要差异如下：

主要做了下列编辑性修改：

- “ISO 16750 的本部分”一词改为“GB/T×××× 的本部分”或“本部分”；
- 用小数点“.”代替原作为小数点的逗号“，”；
- 删除国际标准的前言；
- 将规范性引用文件中已转化或同时转化为我国标准的 ISO 标准改为我国标准；
- 因原标准中的第 6 章无实质内容，本标准予以删除。

本部分附录 A 为资料性附录。

本部分由全国汽车标准化技术委员会提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分起草人：

本部分为首次发布

# 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

### 1 范围

本部分适用于汽车电气电子系统/组件。对于安装在车辆上/内特定位置的系统/组件描述了可能的环境应力，且规定了试验及要求。

本部分描述化学负荷。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T××××.1 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××××.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

ISO 3170 液体石油-样品指南(Petroleum liquids - Manual sampling)

EN 228 汽车燃料-无铅汽油-要求和试验方法(Automotive fuels -- Unleaded petrol-- Requirements and test methods)

DIN 51604-1 聚合材料用 FAM 试验液：成份和要求(FAM testing fluid for polymer materials; composition and requirements)

DIN V 51606 液体燃料,甲基脂植物油柴油机燃料（PME）要求(Liquid fuels; diesel fuel of vegetable oil methylester (PME); requirements)

DIN 532459 油漆和涂料溶剂；酒精；供货规定，远期属性和试验方法(Solvents for paints and varnishes; alcohol; supply specification, further properties and methods of test)

SAE J 1709 欧洲制动液技术(European Brake Fluid Technology)

### 3 术语和定义

GB/T××××.1给出的术语和定义适用于本部分。

### 4 一般规定

有可能接触特定化学试剂的组件和有关部件应能耐受这些试剂，应进行可能接触到的所有试剂的试验，除非在有关文件中说明不受污染物影响，可免于试验。在第 5 章规定的足以影响材料性能的时间和温度下，定义的抵御性能不应发生变化。化学试剂的型号应由供应商和车辆生产商协商确定。在产品材料选择过程中应尽早考虑对接触到的化学试剂的耐受能力。

### 5 试验和要求

#### 5.1 试验

##### 5.1.1 目视检查

在最佳距离和适当的照明条件下用具有正常视力和色彩感的肉眼进行目视检查。按有关规定目视检查标志、外表、工艺和油漆等。

### 5.1.2 准备

一种污染物用于一个样品。

生产商和用户可以协商增加额外的试验。

在未被污染的样品表面涂上表 1 中规定的试剂。

采用如下方式之一使受试装置(DUT)所有外表面完全覆盖上试剂：

- 棉布；
- 刷子；
- 浸没；
- 喷雾；
- 喷淋。

允许过量的化学试剂由 DUT 上滴下。

### 5.1.3 老化

沾满试剂的 DUT 在表 1 规定的温度下放置 24h。

### 5.1.4 目视检查

老化后对 DUT 进行目视检查。

## 5.2 要求

试验后，功能应达到 GB/Txxxx.1 定义的 C 级。

不应出现削弱正常性能的变化（例如，密封功能），标志和标签应保持清晰可见。

表1 化学试剂

项目	化学试剂	描述	DUT老化温度 <sup>a b</sup>
A	车用柴油	按 ISO 3170 (EN 590)	T <sub>max</sub>
B	车用生物柴油	按 DIN 51606	T <sub>max</sub>
C	汽油/无铅汽油	按 ISO 3170 (EN 228)	RT
D	含 15%甲醇的汽油	按 DIN 53245	RT
E	FAM 试验燃料	按 DIN 51604 B	RT
F	蓄电池液	37 % 硫酸 或 KOH	80°C
G	制动液	DOT 4 (见 SAE J 1709)	T <sub>max</sub>
H	防冻液添加剂(未稀释的)	C	T <sub>max</sub>
I	防护漆	C	T <sub>max</sub>
J	防护漆去除剂	C	RT
K	发动机油（多级油）	见 SAE 10 W 50	T <sub>max</sub>
L	低温清洗剂	C	TA
M	甲醇	按 DIN 53245	RT
N	差动器油	C	T <sub>max</sub>
O	变速器液体	C	T <sub>max</sub>
P	内部清洁剂	C	T <sub>max</sub>
Q	含咖啡因和糖的液体饮料	C	T <sub>max</sub>
R	液压油	C	T <sub>max</sub>
S	车用化学清洗剂	C	RT
T	风挡玻璃清洗剂	C	T <sub>max</sub>
U	玻璃清洗剂	C	T <sub>max</sub>
V	车轮清洗剂	C	T <sub>max</sub>
W	发动机清洗剂	C	T <sub>max</sub>
X	煤油	C	RT
Y	工业酒精	C	RT
Z	腔孔防护物	C	T <sub>max</sub>
0	附加试剂	C	

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| a | $T_{\max}$ 在GB/T××××.4 表 1 中选取 |
| b | RT, 见 GB/T××××.1               |
| c | 其成分由生产商和用户协商确定                 |

## 附录 A

(资料性附录)

## 由安装位置确定设备的典型化学负荷

项目	化学试剂	安装位置							
		发动机舱		乘客舱		货物/行李舱		安装在外部	
	代码示例 <sup>a</sup>	A	ZA <sup>b</sup>	B	ZB <sup>b</sup>	C	ZC <sup>b</sup>	D	ZD <sup>b</sup>
A	车用柴油	X		-		-		-	
B	车用生物柴油	X		-		-		-	
C	汽油/无铅汽油	X		-		-		-	
D	含 15%甲醇的汽油	X		-		-		-	
E	FAM 试验燃料	X		-		-		-	
F	蓄电池液	X		X		X		-	
G	制动液	X		-		-		-	
H	防冻液添加剂(未稀释的)	X		-		-		-	
I	防护漆	X		-		-		X	
J	防护漆去除剂	X		-		-		X	
K	发动机油(多级油)	X		-		-		-	
L	低温清洗剂	X		-		X		X	
M	甲醇	X		-		-		-	
N	差动器油	X		-		-		X	
O	变速器液体	X		-		-		-	
P	内部清洁剂	-		X		X		-	
Q	含咖啡因和糖的液体饮料	-		X		X		X	
R	液压油	X		-		X		-	
S	车用化学清洗剂	X		-		-		X	
T	风挡玻璃清洗剂	X		-		X		X	
U	玻璃清洗剂	-		X		X		X	
V	车轮清洗剂	-		-		-		X	
W	发动机清洗剂	X		-		-		-	
X	煤油	-		-		X		-	
Y	工业酒精	X		X		X		X	
Z	腔孔防护物	-		-		-		X	
0	附加试剂								

按车型和用途,化学负荷可有重大改变,本部分的使用者可根据应用在表中选取适当的值,附加试剂可以由生产商和用户确定。

a 由组合确定  
b 由生产商和用户确定