

道路车辆 电气及电子设备的环境试验方法和要求

卢兆明 著



中国质检出版社
中国标准出版社

道路车辆 电气及电子设备的环境 试验方法和要求

卢兆明 著

中国质检出版社
中国标准出版社
北京

内 容 提 要

本书从实验室试验应用技术出发,在标准层面上,按一般规定、电源、机械、气候、化学环境和外来物防护分为六个方面,具体地交代了汽车电气及电子设备的环境条件和试验及每项试验的方法和具体要求。对试验的原理和试验中应掌握的原则也作了详细的描述,还对试验设备和实验室环境要求作了介绍。

本书是从事汽车电气及电子设备环境试验及相关产品设计、采购和质量控制工程技术人员的参考用书,也可用作标准的宣贯材料和相关专业大专院校的教学参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

道路车辆:电气及电子设备的环境试验方法和要求
/卢兆明著. —北京:中国标准出版社, 2011
ISBN 978-7-5066-6400-4

I. ①道… II. ①卢… III. ①汽车—电气设备—环境
试验—试验方法②汽车—电子设备—环境试验—试验方法
IV. ①U467.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 152986 号

中国质检出版社
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)
北京市西城区复外三里河北街 16 号 (100045)
网址: www.spc.net.cn
电话: (010) 64275360 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 787×1092 1/16 印张 26 字数 609 千字
2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月第一次印刷

*

定价 55.00 元

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

随着汽车工业的发展,各大汽车厂商都逐渐发展成熟了企业的车载电子电气设备的环境试验方法和评估规范。用统一的试验方法对车载电子电气设备的环境承受能力进行评估,是一个国际范围内的标准化的过程。国际标准化组织 ISO 在 2003 年首次发布了《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》系列标准,编号 ISO 16750,还有 ISO 21848《道路车辆 42V 供电电压的电气和电子设备电气负荷》和 ISO 20653《道路车辆 防护等级 (IP 代码) 电器设备对外来物、水和接触的防护》。本书就是对此范畴所有涉及的环境条件和试验进行介绍和讨论。

ISO 16750 系列和 ISO 21848、ISO 20653 的国标转化工作由 SAC/TC114/SC29 全国汽车标准化技术委员会电子分标委的起草小组承担,也是国际标准化组织的中国国家委员会代表中国参与 ISO 对应 ISO/TC22 /SC3 技术委员会和专业工作组的工作。

ISO 16750 系列标准规定了道路车辆电气及电子设备的环境条件、试验和样品对试验承受能力的要求,属于专业基础标准范畴。ISO 16750 的第 3 部分机械环境试验和第 4 部分气候环境试验,实际上是搭建了一个环境试验和要求的标准平台。对相关试验的具体要求、试验各自的要素和步骤、试验设备及相应的规定的诸多描述都是引用 IEC 60068-2 (GB/T 2423)《电工电子产品环境试验 第 2 部分》试验方法标准来实现的。因此,ISO 16750 对有些试验仅给出了规定的试验及严酷度等级,具体试验方法的描述则相当简约。本书则分章节进行了展开,便于使用。

IEC 60068-2 (GB/T 2423) 系列环境试验标准由国际电工委员会 IEC/TC104 电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会归口,并负责起草和修订。与其对口的是全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会机械环境分技术委员会 SAC/TC8,代表中国参与 IEC 对应技术委员会和专业工作组的工作。SAC/TC8 辖 SC1 (机械) 和 SC2 (气候) 两个分技术委员会,具体负责系列标准各部分的国标转化的修订制定起草工作。



上海市质量监督检验技术研究院 (SQI) 同时是 SAC/TC8 _ IEC/TC104 和 SAC/TC114/ SC29 _ ISO/TC22/SC3 委员单位。本书的著者也同时是这两个委员会的委员, 参与或主持了 GB/T 2423 和 GB/T 2424 系列部分国标转化的起草工作; 以及 ISO/TC22 /SC3 _ WG 13 (环境工作组) 负责的 ISO 16750 系列、ISO 21848 和 ISO 20653 标准制定起草工作。

上海市质量监督检验技术研究院 (SQI) 作为 CNAS 认可的政府实验室 (L0128), 充裕的实验室资源为标准转化进行试验方法验证提供了优越的平台。在标准转化过程中进行大量的验证试验同时也作为 CNAS 能力认可的经历试验。SQI 是当前国内唯一具备 ISO 16750 系列、ISO 21848 和 ISO 20653 标准及所有相关试验能力的 CNAS 实验室。

在本书第 3 章和第 4 章中, 不仅介绍对受试样品的试验和要求, 还分章节详细地介绍了各项试验的基本原理、一般要求、试验必备的条件和对实验室的基本要求。

和其他标准一样, 随着对样品的需求和试验室技术的不断发展, 试验方法标准也将被不断地更新改版。本书采用 ISO/IEC 版本都是当前有效的, 也就是最新版本。如, ISO 16750 第 2、4、5 部分采用的分别是 2010 年 3 月 15 日和 4 月 15 日的版本。在完成文本翻译、版本差异和验证试验后, 也完成了该版标准国标转化的工作文本, 并同时将新版内容撰入本书相关章节。可能与日后发布的国家标准文本在文字上会有细小差异, 在技术表述、参数集合、图表引用上无疑是一致的。引用 IEC 60068 - 2/- 3 的标准也是如此, 在具体相关章节中也都分别对版本情况作了介绍。

有一种情况是, 引用的试验与被引用试验方法标准并不完全一致, 或是对试验要素作了修正。经实验室验证, 按照修正的试验要素, 在当前实验室条件下, 按引用标准对试验方法的规定是可以实现的。因此在本书行文中, 也增加了一些关于这些试验已注意的环节和要点。

还有一种情况是, 为 ISO 16750 目标条件要素适用的试验方法标准, 作为引用标准在列, 可能在下一改版时采用。本书编入的内容则是最新的 ISO 和 IEC 文本和技术内容。第 1 章提供了这方面的清单和说明。

在 ISO 16750 系列、ISO 21848 和 ISO 20653 的国家标准转化过程中, 调研比较了一系列的国际标准和较有影响跨国车企的标准。发现 ISO 16750、

ISO 20653 与 DIN 相关标准有较大的影响,而且融合了 GM 企业标准的诸多要素;ISO 20653 标准引用的 ISO 12103 - A2 细小的亚利桑那试验粉尘就基于美国汽车工程师协会 (SAE) 的评估和技术。对比 VW 和 GM 企标,与 ISO 16750 系列、ISO 20653 内容重合的试验和要求,在方法描述、严酷度等级选用和对受试样品的合格评定要求基本上是一致的,有些甚至直接引用了 ISO 16750 系列标准的相关条款。

推荐性国家标准的含义,并不是可用可不用的概念,而是应该达到的最基本要求。推荐性国家标准注重规范试验方法和过程,一般在试验方法和严酷度等级方面给出若干选项,由供需双方选择确定,而非强制性的。一般情况下也会给出缺省的提示,比如类似“有关规范若无规定……”;“除非有关规范另有规定……”引导的条件,以简化引用的文字和过程。其中的“有关规范”泛指受试样品的产品标准、技术要求或条件,甚至是试验委托书等文件。试验文件没有规定,即为同意采用标准文本的缺省条件和规定。但无论如何,在试验实施细则(试验方案、试验大纲)、试验原始记录中应有详细明确的记录,以保证可以复现。IEC 60068 - 2 系列标准在 2005 年后的版本都用单列的章节明确地列出了“有关规范应给出的规定”和“在试验报告中应给出的信息”供试验人员遵照实施。

本书着意将国际标准引进、转化为国标过程中解决的问题和进行标准的验证试验和通过 CNAS 实验室能力认可过程中的经历和积累作一介绍,略补起草、制定国家标准文本时的未尽之言。

苏州苏试试验仪器有限公司是全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会委员和机械环境分技术委员会委员。在成书过程中,参与、提供了自研的环境试验设备、进行了实验验证以及在本书发行方面给予的支持。在此表示感谢!

苏州泰思特电子科技有限公司是全国汽车标准化技术委员会电磁兼容工作组成员。在成书过程中,参与、提供了自研的电磁兼容检测设备、进行了实验验证以及在本书发行方面给予的支持。在此表示感谢!

卢兆明

2011 年 7 月 上海

目 录

第 1 章 电气及电子设备的环境条件和试验	(1)
1.1 一般规定	(2)
1.2 电气及电子设备环境试验顺序的方案设计	(10)
1.3 电工电子产品环境试验概述和指南	(16)
1.4 相关标准和参考文献	(26)
第 2 章 电源环境试验和要求	(29)
2.1 12V/24V 系统供电环境试验和要求	(29)
2.2 42V 系统供电环境试验和要求	(43)
2.3 抛负载试验	(51)
2.4 起动低电压试验	(57)
2.5 可燃性试验介绍	(61)
2.6 电源环境试验仪器和设备	(67)
2.7 相关标准和参考文献	(70)
第 3 章 机械 (力学) 环境试验和要求	(72)
3.1 概 述	(72)
3.2 机械 (力学) 环境试验方法和要求	(75)
3.3 振动试验方法	(96)
3.4 冲击试验	(205)
3.5 自由跌落试验	(244)
3.6 外表强度和耐磨试验	(247)
3.7 关于力学动态机械试验设备	(253)
3.8 相关标准和参考文献	(263)
第 4 章 气候环境试验和要求	(266)
4.1 概 述	(266)
4.2 试验方法和要求	(269)



4.3	气候试验的基本要求	(284)
4.4	温度试验	(303)
4.5	温度变化试验	(307)
4.6	湿度试验	(316)
4.7	湿热循环试验	(318)
4.8	盐雾试验	(335)
4.9	流动混合气体腐蚀试验	(341)
4.10	太阳光辐射试验	(351)
4.11	气候试验不确定度要素	(352)
4.12	关于气候环境试验设备	(368)
4.13	气候试验方法的相关标准和参考文献	(372)
第5章 化学环境试验和要求		(375)
5.1	试验的一般规定	(375)
5.2	受试样品准备	(375)
5.3	试剂准备	(375)
5.4	试验操作	(375)
5.5	条件试验	(376)
5.6	试验程序	(376)
5.7	要 求	(376)
5.8	文 件	(376)
5.9	综 述	(376)
5.10	相关标准和参考文献	(380)
第6章 外来物防护		(381)
6.1	概 述	(381)
6.2	防护等级 (IP 代码)	(383)
6.3	试验用粉尘	(397)
6.4	关于外来物防护试验设备	(402)
6.5	外来物试验方法的相关标准和参考文献	(405)
后 记		(406)

第 1 章 电气及电子设备的环境条件和试验

ISO 16750 系列标准在《道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验》标题下按试验类型分为 5 个部分，不包括电磁兼容性（EMC）。

各部分在 2003 年首版发布后先后都进行了技术性改版。本书所有技术内容到交稿时，都采用的是 ISO 16750 系列标准中最新当前有效版本。在引用技术内容时应注意之后发布版本的内容和日期。

5 个部分的历次版本和国标转化项目编号如下：

——第 1 部分：一般规定，（ISO 16750 - 1: 2003 - 12 - 15, 1Ed; 2006 - 08 - 01, 2Ed; 国标项目编号：20068337）；

——第 2 部分：电气负荷，（ISO 16750 - 2: 2003 - 12 - 15, 1Ed; 2006 - 08 - 01, 2Ed; 2010 - 03 - 15, 3Ed; 国标项目编号：20068338）；

——第 3 部分：机械负荷，（ISO 16750 - 3: 2003 - 12 - 15, 1Ed; 2007 - 08 - 01, 2Ed; 国标项目编号：20068339）；

——第 4 部分：气候负荷，（ISO 16750 - 4: 2003 - 12 - 15, 1Ed; 2006 - 08 - 01, 2Ed; 2010 - 04 - 15, 2Ed; 国标项目编号：20068340）；

——第 5 部分：化学负荷，（ISO 16750 - 5: 2003 - 12 - 15, 1Ed; 2010 - 04 - 15, 2Ed; 国标项目编号：20068341）。

ISO 21848: 2005 1Ed（国标项目编号：20068336 - T - 303）《道路车辆 42V 供电电压的电气和电子设备 电气负荷》相对 ISO 16750 - 2 的 12V/24V 供电系统的电气负荷，描述了 42V 系统单电压/多电压系统的电气负荷的试验和要求。

ISO 16750 系列标准适用于具有可检出功能的，装用在道路车辆上的电气及电子系统、设备和组件。电子元器件、装车使用的线束、接插组件、机械结构的元件或组件等如有必要也可有条件地参照使用。

本章描述了安装在车辆上/内特定位置的受试样品可能的环境应力，且规定了试验及要求。适用于汽车电气电子受试样品。本章对定义、安装位置、工作模式、功能状态分级、试验环境、试验顺序、试验代码等一般规定作了罗列和诠释。以后各章也按序对应其中一个部分。

车辆制造商在设计阶段由于技术限制或变化要求将组件放置在不能承受 ISO 16750 系列标准环境条件的位置，制造商有责任为产品及受试样品提供额外附加的环境防护措施。

尽管 ISO 16750 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，但对这些样品作为内容完整的标准来使用其覆盖范围是不够的，因此，ISO 16750 系列标准不推荐将直接用于这类产品，应由其他更为适用的标准进行说明。

ISO 16750 系列标准描述了直接安装在车辆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 ISO 16750 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。这些部件或总成的电气、机械、气候和化学负荷与 ISO 16750 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 ISO 16750 系列标准得到预期的环境条件和试验要求。例如,设备受试的温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$,而在这些设备内装件总定义的温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+90^{\circ}\text{C}$,有 20K 温升。

ISO 16750 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,但可以要求设备部件和车辆系统的环境和可靠性试验。

ISO 16750 系列标准不直接应对焊接、非焊连接、集成电路等规定环境和可靠性要求,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进行验证。

ISO 16750 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。标准内容已经考虑了下列环境因素:

——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(载货车、大客车等),乘用车(小轿车,及类似车辆),以及柴油和汽油发动机或其他源动力。

——寿命周期。在制造过程中产生自身功能开始、运输、装卸、储存、车辆装配、车辆保养、维修,直至报废或退出使用全过程,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。

1.1 一般规定

1.1.1 术语和定义

(1) ISO 16750 定义了下列术语和定义,这里是在系列标准中通用的部分。

U_N 标称电压,用于描述车辆电气系统的电压值;

U_S 供电电压,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;

U_{Smin} 最低供电电压,在规定的供电电压范围内受试样品达到 A 级的最低供电电压;

U_{Smax} 最高供电电压,在规定的供电电压范围内受试样品达到 A 级的最高供电电压;

U_A 和 U_B 试验电压,在试验期间施加到受试样品上的电压;

U_A 发电机供电时的供电电压,工作模式 3 试验电压;

- U_B 蓄电池供电时的供电电压，工作模式 2 试验电压；
- $T_{\min}$ 最低工作温度，受试样品能够工作的周围环境温度的最低值；
- $T_{\max}$ 最高工作温度，受试样品能连续工作的周围环境温度的最高值；
- $T_{\max, HS}$ 热浸透温度，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；
- $T_{\max, PR}$ 油漆修补温度，在车辆油漆修补过程中可能出现的最高温度；
- U_{PP} 峰—峰电压，叠加的交流电压。

(2) ISO 21848 定义了下列术语和定义，注意与 ISO 16750 在系列标准中不通用的部分。

- U_{high} 正常直流供电范围的上限电压；
- U_{low} 正常直流供电范围的下限电压；
- $U_{\max, \text{dyn}}$ 发电机瞬间保护产生的最大动态过电压；
- U_T 条件定义试验期间使用的静态或瞬态电压；
- U_S 起动脉冲伴随允许的最低动态欠电压；
- U_A 在发动机不稳定运转时允许的最低稳态电压。

1.1.2 安装位置分类

在目前或未来的车辆中，受试样品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，经受的振动也是如此，不仅振动的量级不同，振动的类型也不同。安装在底盘上的受试样品承受的是典型的随机振动，而安装在发动机上的受试样品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关门的撞击要经受大量级的机械冲击。

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受试样品扩展到其他车辆。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，还有其他影响受试样品应力量级的因素，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。

可见环境试验的项目和严酷度等级是由客观的使用环境条件确定的。在车辆不同部位安装使用的环境条件是不同的。ISO 16750 对受试样品的安装位置进行分类，并以此确定试验项目和试验严酷度等级。

(1) 发动机舱

受试装置安装在：

- 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。

(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。

(3) 行李舱/货舱

装置安装在：

- 舱内。

(4) 腔体内/外

装置安装在：

- 车身；
- 车架；
- 底盘/轮毂：减震弹簧上方；减震弹簧下方（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；
- 模腔（in cavities）内（开口朝外或朝内）；
- 专用舱内（如蓄电池盒）。

(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，应在受试样品的技术文件（说明书）中规定负荷。

1.1.3 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）和驾驶习惯引起的车辆环境条件的变化值得重视。考虑了如储存、起动、行驶、停车等工作模式。

ISO 16750 的每项试验都对受试样品的工作模式分别作了规定。并将工作模式作为对受试样品合格性判据的重要前提。工作模式的规定也适用于 ISO 21848。在试验环节中至少有如下环节要求有明确的工作模式的规定：

- 初始检查：检查的内容和记录的要素；
- 条件试验期间：应明确运行的功能和内容、检查运行状态的方法和评价准则；
- 最终检查：检查的内容和评价准则。

在试验中，处于不同的工作模式，对受试样品的影响是完全不同的。另一方面，对工

作模式的定义也应具体,而且要明确:

- 带电运行:应明确运行的内容、检查运行状态的方法和评价准则;
- 典型工作模式:应是受试样品主要的应用功能,应明确运行的功能和内容、检查运行状态的方法和评价准则;
- 功能不被激活(如休眠模式):对功能激活和功能进入休眠的过程作出明确的描述。

受试样品所运行的功能和内容、检查运行状态的方法和评价准则由供需双方协议或由产品规范给出。并编入试验计划中。

(1) 工作模式 1:不向受试样品供电。

——工作模式 1.1:受试样品未连接到线束;

——工作模式 1.2:受试样品模拟在车辆上的安装位置,连接到线束。

(2) 工作模式 2:当车辆发动机关闭,且所有电气连接完好,受试样品以蓄电池供电时的供电电压(U_B 电压)带电运行。

——工作模式 2.1:受试样品功能不被激活(如休眠模式);

——工作模式 2.2:受试样品带电运行并控制在典型工作模式。

(3) 工作模式 3:所有电气连接完好,受试样品以发电机供电时的供电电压(U_A)带电运行。

——工作模式 3.1:受试样品功能未被激活;

——工作模式 3.2:受试样品带电运行并控制在典型工作模式。

1.1.4 功能状态分级

ISO 16750 对试验后受试样品的功能状态进行分级评价。按 A、B、C、D、E 5 个等级描述受试样品在试验期间及试验后所处的功能状态,并作为试验的合格性判据和最终结论。合格性判据和最终结论的规定也适用于 ISO 21848。

ISO 16750 对提出每个试验项目的试验要求的同时,对每个试验项目给出受试样品在试验后应达到的最低功能状态,附加试验要求由生产商和供应商协商形成文件予以确定。

ISO 16750 规定受试样品在试验期间,不应受对受试样品进行额外操作。

受试样品在试验过程中所运行的功能和内容、检查运行状态的方法和评价准则由供需双方协议或由产品规范等技术文件给出。

任何一个试验项目都必须给出受试样品在经历该试验后的 A、B、C、D、E 5 个等级描述。即使其状态未能达到 ISO 16750 的要求,也要给受试样品按这 5 个等级中的一个等级描述功能状态给出客观具体的分级评价。

当然,试验报告应详细描述功能检查的各个细节,记录试验和检查的过程和结果。这些内容是最终的功能状态评价的技术支撑,缺一不可。

——A 级 试验中和试验后,受试样品所有功能满足设计要求。

——B 级 试验中受试样品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。

——C 级 试验中受试样品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。



——D级 试验中受试样品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，需要对受试样品通过简单操作重新激活。

——E级 试验中受试样品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，需要对受试样品进行修理或更换。

1.1.5 试验要求

(1) 一般规定

受试样品可能装用在车辆的不同的部位，其承受的环境条件和应力可能是完全不同的。在装车时又是可以互换的。在这种情况下，应采用对受试样品最不利的原则，取用最严酷的要求进行试验。

(2) 实验室通用试验条件

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

除非在ISO 16750的其他部分另有规定，试验电压应按表1.1-1的规定。如用户同意采用高于表1.1-1的试验电压，应记录在试验报告中。

表 1.1-1 试验电压

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

(3) 试验顺序

ISO 16750 对一系列的环境试验实施的顺序作了一般性的规定。根据环境试验的原理，不同的试验顺序，试验的效果是完全不同的。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。试验的顺序应明确地形成文件编入试验报告中。

环境试验的顺序示例见1.2。

1.1.6 试验代码

ISO 16750 包含了众多环境试验的项目，全面地涵盖了道路车辆所有的电气及电子设备的环境条件和试验。然而，并不是每一个受试样品都将经受所有试验。ISO 16750 根据受试样品在不同种类车辆的不同位置和各自的工作条件规定了不同的试验项目。并按受试样品的装用位置用不同的代码表示所经受相应的试验条件。在ISO 16750 的各部分中按试验代码给出了需要进行的试验项目和有差异的试验严酷度等级。

ISO 16750 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ISO 16750 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。

ISO 16750 用规定的代码排列可以清晰地表达受试样品经历规定试验的组合，在工程表达和商业流通上都是一种简约有效的标示。

在实验室试验阶段，试验代码组合可以表达试验项目的组成。受试样品将按试验代码编制试验方案；按照 ISO 16750 相关部分的具体要求实施试验；出具相应的试验报告。

在商业流通中，试验代码组合的标示可以完整地表达产品能够经受相应环境条件的能力。但只有在通过实验室试验对标示试验代码相应项目检测，并取得合格的试验报告后，代码组合的标示才是合法有效的。

同理，标示某产品“符合 ISO 16750 试验要求”，显然是无效的，是虚假的。

某产品按 ISO 16750 的某项试验要求进行试验，并取得合格的试验报告，只能标注该项具体试验合格。在试验代码组合的标示中，对未行项试验代码应该用“X”填补，不能空缺。

(1) 代码的含义

提交试验的样品应按图 1.1-1 的描述或其他文件确定代码。

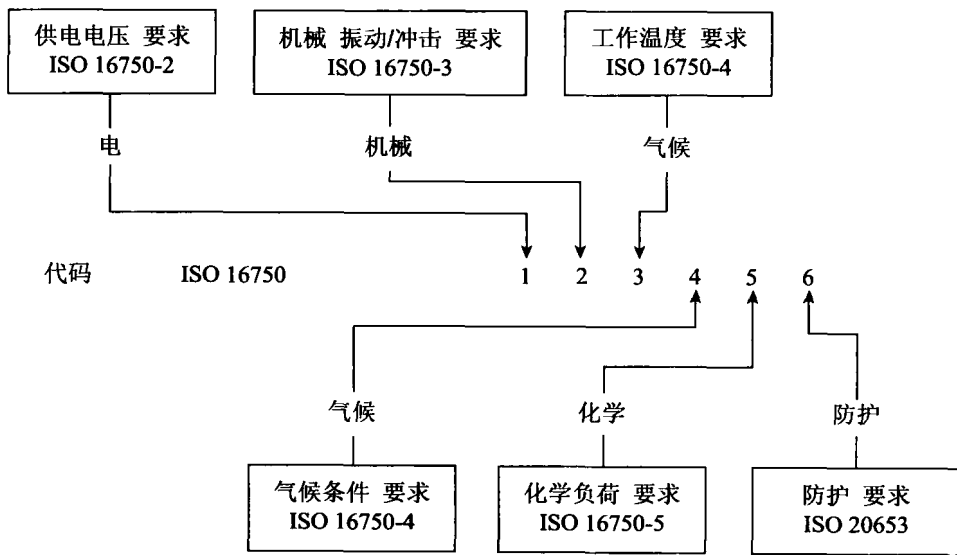


图 1.1-1 代码分配

ISO 16750 - A - A - H - A - A - IP6K9K 对受试样品环境要求的代码示例见表 1.1-2：

表 1.1-2 对受试样品环境要求的代码示例

代码位置	1	2	3	4	5	6
代码字母	A	A	H	A	A	IP6K9K
适用试验类型	电 供电电压等	机械 振动、冲击等	气候 工作温度	气候 环境条件	化学 油、试剂等	防护 水、尘等
适用标准	ISO 16750 - 2	ISO 16750 - 3	ISO 16750 - 4		ISO 16750 - 5	ISO 20653

代码表达的具体含义为：

- 1) 代码位置 1 代码字母 A 表示：电气负荷试验要求
在 ISO 16750 - 2 的表 1 中对应代码 A 的供电电压为：



代码	供电电压/V	
	$U_{\min}$	$U_{\max}$
A	6	16

在 ISO 16750 - 2 的其他各项试验中, 代码 A 的试验参数也有专项限定。如 ISO 16750 - 2 的表 3。

2) 代码位置 2 代码字母 A 表示: 机械负荷要求

在 ISO 16750 - 3 的表 18 (部分) 中对应代码 A 字母代表的是乘用车发动机, 要求的试验为:

代码字母	试验 I 正弦	试验 I 随机	自由跌落
A	曲线 1	是	是

机械负荷要求的位置代码 (ISO 16750 - 3 表 B1), 见 1.1.8。

3) 代码位置 3 代码字母 H 表示: 工作温度要求

在 ISO 16750 - 4 的表 1 (部分) 中对应代码 H 的工作温度范围为:

代码	$T_{\min}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\max}/^{\circ}\text{C}$
H	-40	90

4) 代码位置 4 代码字母 A 表示: 气候负荷要求

在 ISO 16750 - 4 的表 4 (部分) 中对应代码 A 要求的试验为:

代码	低温	高温	温度梯度	温度循环	温度快速变化 (循环数)	盐雾喷射, 腐蚀 (严酷度)	盐雾喷射 泄漏和功能	湿热循环	稳态 湿热
A	是	是	是	是	300	4	是	试验 2	是

5) 代码位置 5 代码字母 A 表示: 化学负荷要求

在 ISO 16750 - 5 的表 1 (部分) 中对应代码 A 要求的试验为:

试剂代码	化学试剂	安装位置	暴露条件	
		发动机舱 A	温度/ $^{\circ}\text{C}$	持续时间
AA	柴油机燃料	I, III, IV, V	$T_{\max}$	22h
AB	柴油机燃料	I, III, IV, V	$T_{\max}$	22h
AC	汽油/无铅汽油	I, III, IV, V	RT	10min

6) 代码位置 6 代码字母 IP6K9K 表示: 防护要求

在位置 6 代码字母 IP6K9K 占用 1 个字母位置。其中 IP 是国际防护代码 IP-code (International Protection code) 缩写符号。6K 是第 1 位特征数字; 9K 是第 2 位特征数字。

6K 和 9K 分别表示了要求不同的试验。

在 ISO 20653 的表 1（部分）中对代码 IP6K9K 要求的试验为：

字母	IP	对电气设备防护的含义	对人体防护的含义
第 1 位特征数字	6K	粉尘密封	金属丝
第 2 位特征数字	9K	高压/水汽喷射清洗	—

（2）自定义代码 Z 的使用原则

对一般应用，上述代码是适用的。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。标准的用户应注意受试样品试验时安装位置所处的热、机械、气候和化学负荷情况。

ISO 16750 在试验代码序列中启用了“Z”自定义试验代码。由供需双方协议制定试验的严酷度等级或试验条件。自定义的所有技术内容的描述方式都必须符合 ISO 16750 相关部分的标准化描述规范；试验方法和试验的严酷度等级等所有细节必须清晰、明确、可再现。

ISO 16750 在试验代码序列中可使用规定的代码和“自定义”代码 Z。代码 Z 的使用由供应商和车辆生产商协议确定：

- 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 ISO 16750 的各相关部分中；
- 自定义应得到设备供应商和车辆生产商的确认。

所有上述关于采用自定义代码 Z 技术内容和协议情况的详细描述应在技术文件和试验过程文件中用文字说明，在实施相关试验的过程中和结论用语中都将遵循或予以采用这些细节的说明。

1.1.7 设备安装位置推荐的机械要求

见表 1.1-3。

表 1.1-3 安装位置对应的代码（ISO 16750-3 表 B1）

安 装 位 置	推荐的试验和要求代码
发动机舱	
车身	D, K
车架	K, L
非刚性的柔性储气筒上	C