

CVTC

上汽商用车技术中心企业标准

CVTC 37002—2012

通用电子电器零件测试规范

General Specification for Electrical/Electronic Components

2012—03—08 发布

2012—03—08 实施

上汽商用车技术中心

标准化技术委员会 发布

前 言

本标准按照 CVTC 15003-2010 给出的规则起草。

本标准由上海汽车股份有限公司商用车技术中心底盘与电子电器部提出。

本标准由上海汽车股份有限公司商用车技术中心标准化技术委员会归口。

本标准起草部门：上海汽车股份有限公司商用车技术中心底盘与电子电器部。

本标准主要起草人：沈晓斌，宋长法，李真，戴胜晓，赵鸿璐。

本标准于 2012 年 3 月首次发布。

通用电子电器零件测试规范

1 范围

本标准适用于所有的商用车电器/电子装置、总成、组件及零部件，并包括沿用件和售后件。针对每一个安装区域，本标准规定了所有验证试验的操作特性、负载的曲线图及测试条件。本标准还是零部件CTS（产品设计规范）、质量规范和试验规范的基础。在获得任何工程签署前，供应商必须提交一份符合所有验证或有偏差许可的最终验证报告。任何与本标准的偏差，都必须完全地得到上海汽车商用车公司技术中心底盘与电子电器部的批准。

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。

- DIN 40050-9-1993 Road vehicles; degrees of protection (IP-code); protection against foreign objects; water and contact; electrical equipments
- DIN ISO 1431-1-2011 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Resistance to Ozone cracking - Part 1: Static and dynamic strain testing
- EN 60068-2-14-2009 Environmental testing - Part 2-14: Test N: Change of temperature
- EN 60068-2-29-1993 Environmental testing - Part 2: Tests - Test Eb and guidance: Bump
- EN 60068-2-32-1993 Basic environmental testing procedure - Part 2: Tests - Test Ed: Free fall
- EN 60068-2-47-2005 Environmental Testing Part 2-47: Tests - Mounting of specifications for vibration, impact and similar dynamic tests
- EN 60068-2-52-1996 Environmental Testing - Part 2: Tests - Test Kb: Salt Mist, cyclic(sodium chloride solution)
- EN 60068-2-60-1996 Environmental Testing - Part 2: Tests - Test Ke: Flowing Mixed Gas Corrosion Test
- EN 60068-2-78-2001 Environmental Testing - Part 2: Tests - Test Cab: Damp Heat, Steady State
- FMVSS 302 Flammability of interior materials
- IEC 60068-2-10-2005 Environmental testing - Part 2-10: Tests - Test J and guidance: Mould growth
- ISO 11124-2-1993 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Specifications for metallic blast-cleaning abrasives - Part 2: Chilled-iron grit
- ISO 12103-1-1997 Road vehicles - Test dust for filter evaluation - Part 1: Arizona test dust

ISO 16750-2-2010 Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment - Part 2: Electrical loads

ISO 16750-4-2010 Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment - Part 4: Climatic loads

RES. 30.CF.006 Colour Fastness to Light

SAE J400-2002 Test for chip resistance of surface coatings

3 总体信息和缩略语

3.1 总体说明

本标准可能出现的变动不影响已批产的零部件，如果已批产零件作为沿用件使用，可适用此标准。此标准的最新版本应该用于所有电器/电子零部件的验证，并包括现有改进的电器/电子零部件。试验结果，连同试验的文档和被测件一并提交给商用车技术中心底盘与电子电器部门。

供应商应该保存试验报告10年（从试验报告发布之日起），同样对于已经做过试验（包括初始样品检测和批量产品检测）的被测件也应该保存同样长的时间。所有的文档都应该确保对试验样品的可追溯性。

商用车技术中心的相关工程师将提供零部件的分类代码。

供应商有责任获得本标准中所涉及到的所有标准。

3.2 本标准中的缩略语见表 1

不论被测件的试验次序如何，它都应该通过每一个测试项目。如果有失效记录，须咨询上汽商用车技术中心的相关工程师。使用的仪器应有有效标定标识，该标定应遵循国家标准。

除非有特殊申明，仪器的偏差限于如下所示：

电压： $\pm 0.5\%$

电流： $\pm 1.0\%$

电阻： $\pm 2.0\%$

温度（稳态）： $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$

温度（波动）： $\pm 5.0^{\circ}\text{C}$

时间： $\pm 2.0\%$

相对湿度： $\pm 5.0\%\text{RH}$

表 1 缩略语

缩写	含义	缩写	含义	缩写	含义
Cin	输入电容	TR	室温	Uout	输出电压
Cout	输出电容	Tsw	溅水温度	UP	测试电压
CL	负载能力	Tu	下限温度	Zout	输出阻抗
EMC	电磁兼容	tf	下降时间	CTS	零部件技术规范
Frel	相对湿度	tPB	工作时间		
Lin	输入电流	tPS	休眠时间模拟		
IIH	高端输入电流	tr	上升时间		
IIL	低端输入电流	tw	脉冲宽度		
IK	持续短路电流	UB	工作电压		
INS	保险丝额定电流	UBatt	蓄电池电压		
IOH	高端输出电流	UBmax	最大工作电压		
IOL	低端输出电流	Uin	输入电压		

表 1 缩略语 (续)

缩写	含义	缩写	含义	缩写	含义
Iout	输出电流	UN	额定电压		
IR	静态电流	UIH	高端输入电压		
Rin	输入电阻	UIL	低端输入电压		
RISO	绝缘电阻	UOH	高端输出电压		
To	上限温度	UOL	低端输出电压		

4 安装区域

不同安装区域的零部件,有不同的试验要求。零部件图纸上应该包括安装区域的分类代码。如: B1 , 这里 B 表示是发动机舱零部件安装区域的分类代码; 1 表示是安装在车身上的。

安装区域的分类代码列表详见表 2。

由于不同安装区域的环境参数是不同的,所以当零部件的安装区域发生重大变化时,一些试验项目是需要重做的。

表 2 零部件安装区域分类代码, 测试温度范围及适用测试项目

	A 车厢内部-乘客厢						B 发动机仓					C 车身外部								D 开口		E 车底	
	A1	A2	A3	A4	A4 _a	A4b	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	C ₆	C ₇	C8	D1	D2	E	
	无特殊要求	阳光直射	靠近热辐射源	车门	与乘客仓侧面相连	与车门相连	与车体相连	与进气歧管相连	发动机上部或内部	变速器或减速器的上部或内部	散热器的上部或内部	车身	车底或轮罩	未装弹簧的轮轴	其他安装区域	发动机罩	行李箱盖	后挡板	A柱及C柱之间	外部开口	内部开口	车底及行李箱	
正常工作温度范围	-40~80	-40~105	-40~90	-40~80	-40~80	-40~80	-40~105	-40~105	-40~140	-40~140	-40~120	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~120	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	
化学耐受性	√																						
温度阶梯变化	1 个周期																						
热引擎关闭							12 0	12 0	15 0	15 0												90	
重新喷漆												130, 0.25h; 110, 1h		130; 0.25h	130, 0.25h ;110, 1h		110, 0.25h						
结露	电路板																						
低温工作	工作极限温度, 48h																						
高温工作	工作极限温度, 96h																						
温度变化 PTC	正常操作温度范围下 35 个循环																						
热冲击（空气）	100 个循环																						
热冲击测试（飞溅冷水）							100 个循环						100 个循环										
湿热循环（稳态）	21 天																						
湿热循环（周期）	9 个循环						6 个循环															9 个循环	
防尘	IP5KX						IP6KX														IP5KX		
防水							IPX4, 48 个循环																
热水喷射							30 个循环																
密封性评估（浸水测试）							√		√			√					√						

表 2 零部件安装区域分类代码，测试温度范围及适用测试项目（续）

	A 车厢内部-乘客厢						B 发动机仓					C 车身外部								D 开口		E 车底	
	A1	A2	A3	A4	A4 _a	A4b	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	D1	D2	E	
	无特殊要求	阳光直射	靠近热辐射源	车门	与乘客仓侧面相连	与车门相连	与车体相连	与进气歧管相连	发动机上部或内部	变速器或减速器的上部或内部	散热器的上部或内部	车身	车底或轮罩	未装弹簧的轮或轴	其他安装区域	发动机罩	行李箱盖	后挡板	A柱及C柱之间	外部开口	内部开口	车底及行李箱	
正常工作温度范围	-40~80	-40~105	-40~90	-40~80	-40~80	-40~80	-40~105	-40~105	-40~140	-40~140	-40~120	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~120	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	-40~80	
有害（腐蚀）气体	10 天						21 天															10 天	
盐溅							√															√	
盐雾	√																					√	
振动	8h						24h					8h											
冲击	根据安装位置确定严酷水平																						
自由下落	√																						
碎石							√		√					√									
寿命测试	√																						

5 文档要求

开发所需的全部相关文件（例如：对于电子零部件，8.2 节所述的相关文件）要准备完备。这些将被作为一整套文件进行归档，并利用图号可以进行查阅。

对于纯电器零部件，如灯、电动机，图纸就满足要求，但是图纸必须包含全部需要的信息，例如：关键特性和上汽商用车技术中心 CVTC 标准应用的清单。

5.1 验证文档

为了能在开发过程中进行历史查询，试验程序、试验内容、被测件以及试验结果都应该进行归档。被测件还应该贴有标签。

5.2 零部件的历史

每一个零部件都必须有一个受控的零部件历史记录，该记录必须提供给上汽商用车技术中心 CVTC。

5.3 验证报告

对于提供给在上汽商用车技术中心 CVTC 的每一个样品或每一批样品（从 A 样品到 C 样品，见 6.1 和 6.2），必须附有完整的验证报告。没有验证报告的样品将被拒收。应该确定供应商提交最终验证报告的日期，而且它必须证明是完全符合该标准的。

6 样品等级及功能状态分级

6.1 样品等级

6.1.1 “A”级样品

“A”级样品为有条件的使用于开发阶段车辆上的样品，其限制条件主要有温度范围、电压范围、

尺寸大小、材料、功能及可视化外形等。主要适用于初期的开发工作以及设计方案的模拟。这些零部件可被用于上汽商用车技术中心 CVTC 的 LABCAR 台架或 Mule 车上。

6.1.2 “B”级样品

“B”级样品定义为由软模制造，使用在开发阶段车辆上的样品。“B”级样品涵盖了所有功能。插针位置以及外部尺寸应接近工装样件。这些零部件将被用于 SMTC 的实验车上。

注：“B”级样品可以有不同的等级（B1, B2及B3等），这取决于可能增加的产品阶段功能等级以及车辆开发计划中的各个开发阶段。

限度：“B”级样品允许快闪可编程（Flash Programmable 在线刷新），这些零部件可应用于某些环境测试。

6.1.3 “C”级样品

“C”级样品是按照批量生产条件，利用标准生产工具制造出来的样品。“C”级样品适用于工程师进行测试许可的签署，测试内容包括此标准中要求的环境测试及电磁兼容测试。

6.1.4 初始批产样品

起始生产样品是按照批量生产条件，利用生产工具制造出来的样品。起始生产样品主要被用于在销售车辆上验证其生产过程。该样品为非开发阶段零部件，需要与所实现目的完全吻合，并将相应地进行标注。该样品必须满足此标准以及车辆电磁兼容性工程标准所给出的所有要求。

6.2 功能状态分级

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, 附加试验要求由主机厂和供应商商定。

6.2.1 功能状态A

在试验中和试验后，装置/系统所有功能满足设计要求。

6.2.2 功能状态 B

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。

6.2.3 功能状态C

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。

6.2.4 功能状态D

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。

6.2.5 功能状态E

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 环境与工作范围

7.1 零部件在整车上安装区域的分类代码

安装在车辆不同区域的零部件具有不同的环境条件，例如：安装在发动机舱的零部件比安装在乘客舱的零部件要承受更高的最大温度和更恶劣的化学暴露（例如：润滑油、燃油、防冻液）。出于这个原因，对于不同的车辆区域建立了区域分类系统，详见表 2。一个恰当的安装区域分类代码应该体现在图纸上。

注： 阴影区域表示该试验项不适用，适用项则用打勾（√）或给出试验强度或时间来表示。

不同于其他的安装区域，发动机舱的零部件应当考虑发动机热机“关闭”后的热惯性温度。表 2 中给出的是温度的缺省值。对于一个新车项目，这些位置的实际温度必须在实车上进行测量确认。

有害气体的试验，应符合 10.3.12 小节的要求。

碎石试验必须先于喷盐试验。

7.2 正常工作环境

正如产品设计规范 CTS 中所规定的，在整个工作范围内应该满足下列要求：

- 电器/电子零部件的正确操作及功能；
- 符合输入和输出的规范；
- 符合质量要求；
- 符合法规要求。

7.3 非破坏性的电器工作环境

非破坏性电器工作环境超出了正常电子电器的工作环境，在相关章节里有详细的说明（参考 8.4）。在这个范围内，电器/电子零部件不应该产生任何损坏。电器/电子零部件的全功能并不是必须的，但是在该范围内，不应该有任何与安全相关的故障。不应该存在任何会导致其它电器/电子零部件故障的缺陷。不允许出现没有预先设计的功能。

8 电气系统特殊要求

8.1 输入/输出规范（包括静态-动态的电器工作特性）

如附录 A 所示以及包括 CTS 中所要求的内容，都应该满足电气系统所有的输入/输出规范。

参数表应该根据需要增加额外的参数，特别是对模拟的输入/输出。例如：开关阈值、滞后值、启动和保持时间、偏移量、分辨率、漂移、频率、感性负荷及增益等。

8.2 电器零部件的规范性文档

以下是所需的文件：

- 框图
- 电路图
- PCB 布局
- 零部件安装图
- 零部件清单
- 软件描述（例如结构图等）
- 生产过程文档
- 检查及试验计划（例如试验、筛选等）

8.3 电器零部件的标签

开发样品和产品零部件必须用标贴进行标识。对于小的零部件，附上标贴进行标识。所有需要的信息必须在标签上。

8.4 电器工作范围及其故障状态

8.4.1 总体信息

试验电压：Up= (14±0.2) V

蓄电池电压：Ubatt= (12.5±0.2) V

注 1：所有的试验是针对 12V 车辆电器系统

注 2：试验电压是 14V，而不是 12V，因为当交流发电机为接近充满状态的蓄电池充电时，14V 是电器系统的电压。
如果没有特殊规定，试验工作在室温下进行，实验室条件如下：

室温： Troom = (23 ± 5) °C

相对湿度： Frel = (50 ± 20) %

8.4.2 正常工作电压范围

9V≤UB≤16V（在此范围内的任意电压曲线）。在发动机起动阶段，需要工作的零部件可以要求 6V 的工作电压，具体波形参见图 1 及表 3：

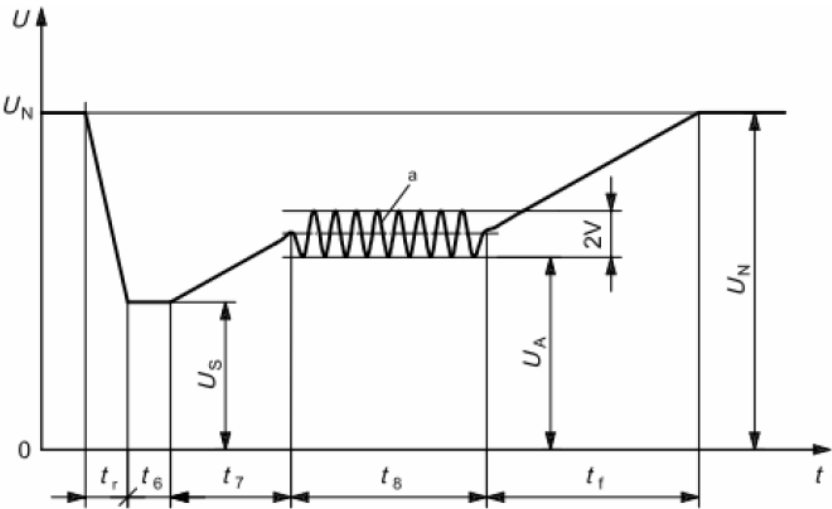


图 1 起动波形

表 3 起动特性参数表

供电电压 Supply Voltage	起动抗干扰测试等级/电源 Levels/voltages/duration of starting profile		
U _N =12.5 V	测试等级 1 Test Level 1	测试等级 2 Test Level 2	容差 Tolerances
	U _S =8 V	U _S =4.5 V	±0.2 V
	U _A =9.5 V	U _A =6.5 V	
	t _r =5 ms		±10 %
	t ₆ =15 ms		
	t ₇ =50 ms		
	t ₆ =1 s		
	t ₇ =10 s		
	t ₁ =40 ms		t ₁ =100 ms
功能状态 Functional status			

8.4.3 12V电气系统的异常电压(叠加交流电压)

目的：模拟交流发电机输出的纹波和干扰量，在供电电压基础上叠加交流电压。

测试：

试验电压：(14 ±0.2) V

叠加交流电压幅度(正弦)：U = ±1V

电源内阻≤100 mOhm

频率范围：50 Hz ~ 20 kHz，锯齿波扫频

扫频周期：2 min

测试时间：10 min

要求：试样品在测试期间和测试之后均应正常工作（功能状态 A）。

8.4.4 工作电压缓慢上升下降

目的：模拟电池缓慢放电和充电

测试：

工作方式：供电电压 UPA（发动机/发电机处于运行状态）进行工作，试验电压和电负荷由主机厂与供应商协商确定。

对全部电压输入端施加试验电压把 U_{Bmax} 的供电电压降到 0 V，把 0 V 的供电电压提高到 U_{Bmax} ，电压变化 $(0.5 \pm 0.1) \text{ V/min}$ 。

(1) 电压缓慢降低可能是由于发电机故障或停车后灯未关导致的；

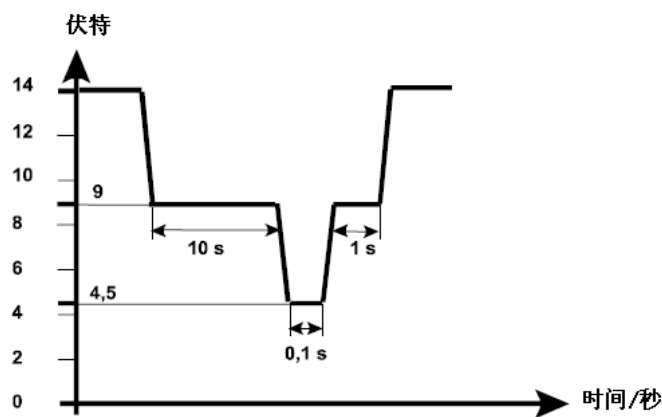
(2) 电压缓慢上升可能是由蓄电池充电器连接在车辆上所导致的。

要求：

在工作电压范围之内，功能状态 A

在工作电压范围之外，功能状态 C

8.4.5 电压跌落（模拟另一路保险丝熔断）



注：最大的上升/下降时间（10%，90%）<10ms

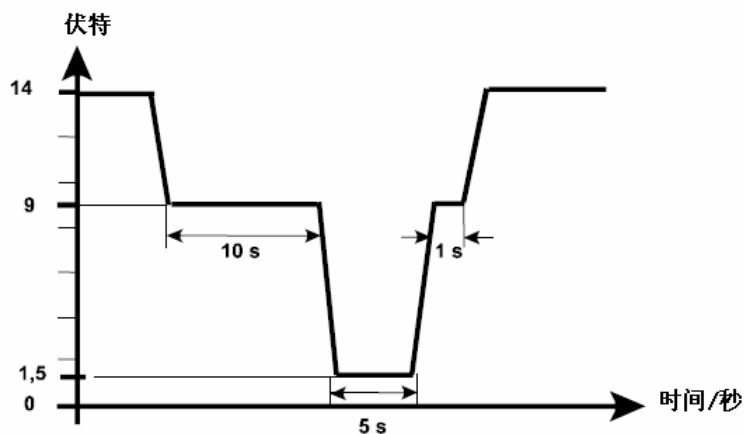
图2 测试脉冲1

此波形（如图2）描述了一个极大的共享保险丝熔断后的的操作电压。

零部件在典型工作模式下，连续对零部件施加5次测试脉冲1，然后对零部件进行评估。

评估：施加干扰时，需满足功能状态 A。

8.4.6 短暂电压跌落



注：最大上升/下降时间（10%，90%）<10ms

图3 测试脉冲2

目的：测试 ECU 恢复电路的操作。

连续对零部件施加 5 次测试脉冲 2，然后对零部件进行评估。

评估：施加干扰时，在工作电压范围内，需满足功能状态 A。在工作电压范围外，需满足功能 C。

8.4.7 绝缘电阻

当试验电压为直流 500V 时，零部件的电绝缘零部件之间的绝缘电阻为 $R_{ISO} \geq 10M\Omega$ 。

注：在按表 2 进行湿热测试之后，即可进行该项测试。在进行该项测试之前，须在室温下对该零部件进行换气操作，时间为 0.5 h。

8.4.8 快速充电/跨接起动

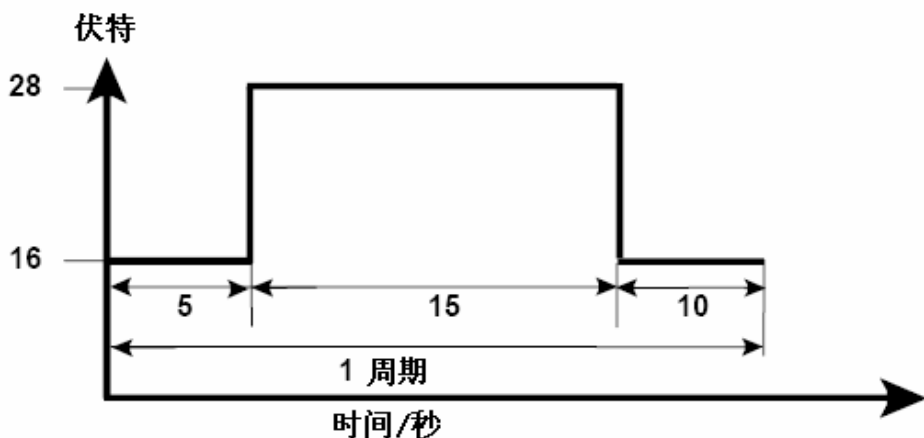


图4 测试脉冲3

此测试是为了考量车辆的电器零部件在遇到高电压环境下的抗扰能力，例如使用 24V 车辆电气系统进行快速充电或者跨接起动。零部件需进行如下测试并进行评估：

- 1. 施加 3 次测试脉冲 3（如图 4 所示），当干扰结束后，零部件需满足功能状态 C。
- 2. 施加 26V 测试电压 1 min，整车起动相关零部件需达到功能状态 A，其他零部件应能满足功能状态 C。

8.4.9 极性反转保护

此试验是为了蓄电池在反极性连接或反极性启动时，测试零部件抗反极性电压冲击的能力

极性反转保护：-14V，持续时间 10 min；

评估：当施加干扰时，零部件不会出现不明情况。保护零部件的保险丝可能被触发。在施加干扰和重新放置/恢复可能动作的保护装置之后，零部件应能满足所规定的功能要求。在试验中不能出现不安全的功能。

8.4.10 插针引脚中断

(1) 所有插接件需提供正常的接插件工作电压。接插器上的每一个插针都需要单独断开及重新连接。整体接插器也需要断开及重新连接。断开时间为 10 s。

(2) 在零件正常工作状态下，能将其接插件断开并重新连接。如果零件不止一只接插件，可以通过任意顺序对接插件进行断开及重新连接操作。

评估：当断开时，零部件不会出现不明情况。在断开之后，零部件应能满足所规定的功能要求。

8.4.11 短路试验

样件在最高工作温度下，按照 ISO 16750-2-2010 中要求的测试方法进行。

需求说明：

测试电压 (14±0.2) V

测试时间 60s

最高工作温度 按表 2

评估：不允许任何电器件损害

8.4.12 负载电路过电流测试（有保险丝）

此测试确保当有负载（例如，由电子控制单元驱动的螺线管）的情况下发生短路时，在保险丝熔断或其它的保护装置动作之前，电子控制单元的负载电路能经受过大的电流。

在给定的时间内施加以下电流来模拟保险丝的熔断：

测试 1： $I_{K1} = 2 \times I_{NS}$, $t \geq 5s$

测试 2： $I_{K2} = 3.5 \times I_{NS}$, $t \geq 0.5s$

对于没有保护措施如电保险丝、限位开关、微型保险丝、热断路器等负载电路，应进行以下附加测试：

测试 3： $I_{K2} = 1.35 \times I_{NS}$, $t \geq 1800s$

注意：车辆最终安装方式、电缆横截面、电线电阻和保险丝在它们对电路运行有实质影响的地方都应考虑。

评估：

允许电路保护装置动作，但不允许任何负载电路破坏除非遵照 UL94V-0(塑料材料燃烧测试))。

8.4.13 内部过载保护测试

零部件内部过载保护与保险丝熔断保护在操作特征上有根本的区别。本测试用来测定启动任何/所有负载电路保护装置所需的负载电流值。

要求：

在温度最高和带电条件下对零部件进行测试。在进行该测试之前，零部件应达到稳定温度。

测试：

增加负载电流直到一个或多个保护装置触发。保护装置按任何顺序操作均可。

评估：

不存在任何负载电路破坏，也就是说保护装置完全保护负载电路。

8.4.14 静态电流

静态电流是通过积分方法计算IG电（15电）断开后50天的电流总消耗。通过这种方式计算，需充分考虑车辆静置下零件所有可能电流消耗情况以及最大的电流消耗。静态电流值等于50天的电流总消耗除以50天，具体参见图5：

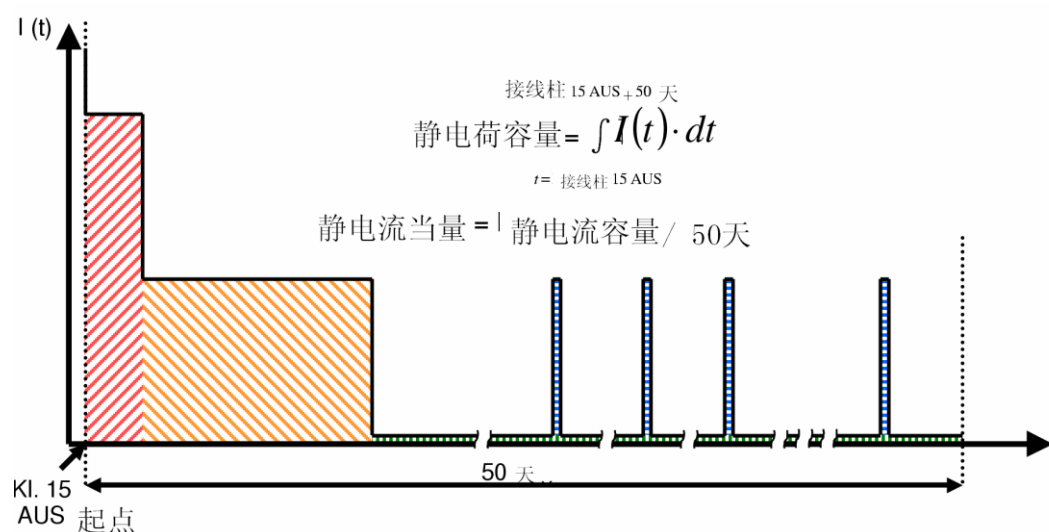


图5 静态电流计算

原则上测试样件的静态电流应是 0 mA，在15电断开后仍有电流消耗（如休眠）的零件，静态电流要求 $<0.1\text{ mA}$ ，50天内零件的电流总消耗不允许超过0.12AH。

8.4.15 过压测试

目的：用于模拟发电机电压调节器失效的情况

测试电压： $18\text{ V} - 0.2\text{ V}$

持续时间： 60 min

测试电压施加于所有电压输入端。

要求：所有与驾驶员行驶相关的功能在试验中及试验后都必须正常工作。其余功能在试验过程中不作考核，但在试验结束后必须恢复正常工作。

9 工作特性

9.1 范围

以下条款适用于所有安装区域：

不得破坏功能稳定性及尺寸稳定性。

如遇与安装位置（如热辐射区域）相关的高温负载情形，其温度值在零部件产品设计规范CTS中应该予以标明。

表2中列出了该温度范围。

注：所有的偏差都必须由上汽商用车技术中心的零部件工程师同意。

10 环境测试

10.1 总体信息

在此标准中所列出的要求都是基于经验数据。测试的目的是模拟车辆在其使用生命周期内所收到的所有可能的环境影响和磨损特性。上述定义的测试环境在车辆运行期间的任意情况下都会影响测试样品。在进行环境测试时，按照车辆具体安装环境，需要考虑安装、定位、周边位置以及电气 / 机械连接状况。

如果所有的单独测试以满足测试样品最大实际负载(maximum realistic load)的顺序进行，那么环境和耐久性试验只将有一个高预计值(high predictive value)。表2没有规定任何被要求测试的顺序，上汽商用车技术中心 CVTC 的零部件工程师以及零部件供应商应对所要执行测试的关键试验项目的顺序达成一致。在附录2中给出了一个默认的测试顺序以及建议的样品数量。在不考虑测试顺序的情况下，参测样品必须通过所有要求的单独测试。

环境测试(cabinets)还应该满足所提到的国际测试标准的要求。

按表2所进行的批量生产测试须由上汽商用车技术中心 CVTC 的零部件工程师定期进行规划及归档。

如无特别规定，在对电气功能进行评估时，一般应用以下规则：“按照规定，在施加干扰源之前，施加过程中以及施加干扰源之后，零部件功能仍能令人满意。”

电气操作过程中，通常会应用到以下规则：

电气/机械操作要与测试样品的功能一致。

所有测试的测试电压为： $U_p = (14 \pm 0.2)\text{V}$

实验室条件：

室温： $T_{\text{room}} = (23 \pm 5)^\circ\text{C}$

相对湿度： $F_{\text{rel}} = (50 \pm 20)\%$

如有必要，需要考虑电子及电机机械零部件的变动特性。如遇有争议的情况，需要向上汽商用车技

术中心 CVTC 的零部件工程师或相应的上汽商用车技术中心 CVTC 的专家部门进行协调,并要求进行可靠性测试。

10.2 化学耐受性

10.2.1 对化学流体耐受性

某些电气 / 电子系统由于他们的装配位置,会暴露于化学溢出物(流体)中。那些会削弱车辆电气 / 电子系统性能(机能)的化合物,可能在车辆运行期间作为沉积物形成。

例如:在车辆维修和维护过程中,发动机机油可能沉积在发动机舱内的零部件上。在车辆行驶(使用)时,饮料和护手霜可能留积在乘客舱的电气零部件或开关上。

以下目录列出了与零部件应用及周边位置相应的化学物(流体)。

对于所有的测试物质,都必须遵守相关的事故预防规定及安全防护。

对于内饰零部件:

- 汗液
- 饮料 - 包括咖啡、可乐、橙汁和番茄酱。
- 刷涂用溶剂(SBP3 溶剂或材料工程等同认可的溶剂)
- 石油溶剂油(1976 年 BS245 标准)
- 防晒霜(SPF25)
- 护手霜
- 液体空气清新剂(Ambi-Pur)

对于外饰零部件:

- 汽油 - 美国材料试验协会认证的含有超过 15%甲醇的 C 级燃料
- EN590(1999 年)汽车柴油机燃料
- 工厂加注荧屏洗涤液(Autokleen 90 - 基于甲醇)或 20%甲醇溶液
- 油脂(基于锂化肥皂,与 Retinax 相似)
- 刷涂用溶剂(SBP3 溶剂或材料工程等同认可的溶剂)
- 石油溶剂油(1976 年 BS245 标准)
- 25% Propan-2-ol 溶液(双丙醛溶液)
- 对于发动机零部件:
- 汽油 - 美国材料试验协会认证的含有超过 15%甲醇的 C 级燃料
- EN590(1999 年)汽车柴油机燃料
- 工厂加注机油(Texaco Havoline 10W40)
- 工厂加注变速箱油(Texaco MTF94)
- 工厂加注荧屏洗涤液(Autokleen 90 - 基于甲醇)或 20%甲醇溶液
- 工厂加注 DOT 4 规格的制动液(Shell 壳牌)
- 工厂加注冷却液(Havoline XLC 0F02)
- 油脂(基于锂化肥皂,与 Retinax 相似)
- 电池用酸
- 刷涂用溶剂(SBP3 溶剂或材料工程等同认可的溶剂)
- 石油溶剂油(1976 年 BS245 标准)
- 污染物(one contaminant)可被应用于每一件样品上。

给样品施加以下的一种污染物应用后,该应用确保完全覆盖了样品所有的面,并允许过剩的污染物从样品上滴落。

- 棉布

- 涂刷
- 浸渍
- 喷雾
- 浇铸

于室温环境下,将待测试样品所有不同材料的表面用相应的测试介质进行润湿,接下来将其存放于四周保持自然通风的环境下晾干 1 h,温度保持在 T_r (室温)。根据表 2,将测试样品于 T_0 (最高温度) 温度下存放 24 h。

评估:

样品经过存放周期之后,不会发生损害样品直接应用的变化并且标记 / 标签仍旧清,也没有发生样品 (密封) 封条损害。

10.2.2 阻燃性

这部分测试的目的是为了保证服从 FMVSS 302 标准 - 机动车辆乘客厢内 (可通风的) 12.5mm 范围内材料的耐燃烧要求。

10.2.3 紫外线 (光照) 耐受性

这部分测试提供了一种评估车辆内部且暴露于阳光下的塑料及其他非金属材料 (例如用于车辆乘客厢内的材料) 和车辆外饰材料光照不褪色度和耐久度的方法。测试将按照 RES. 30. CF. 006 标准 (光照不褪色度) 最新版所给出的要求进行。用 RES. 30. CF. 006 中的方法 2,除了需满足光照不褪色要求,还需不产生其他的有害效应,如裂化、网纹、粉化或晒黑等效应。

10.2.4 臭氧耐受性

按照 DIN ISO 1431-1-2011 中方法 A 所给出的要求进行测试。

10.2.5 霉菌测试

所有暴露在空气中的设备零部件,可能被带有霉菌孢子的空气所污染。霉菌生长在材料表面会生成酸性物质和其他电解质。这可能导致电解效应或老化效应。由于常常带有霉菌的味道并破坏了外形的外观,霉菌生长的出现也很可能令人厌恶。

测试将按照 IEC 60068-2-10-2005 中所给出的要求进行,其应用条件将在一个 28 天的周期内变化。

除了 IEC 60068-2-10-2005 第 4 部分中所要求的有机体外,下列有机生物体也将被接种于测试样品上:

- a) *Aspergillus amstelodami* (曲霉菌)
- b) *Paecilomyces varioti* (拟青霉菌素)
- c) *Stachybotrys atra* (水苏碱)
- d) *Chaetomium globosum* (毛壳菌素)
- e) *Penicillium cyclopium* (青霉菌)

要求:

没有任何观察到的霉菌成长

10.3 温度测试

10.3.1 正常温度范围内温度阶梯变化试验

该项测试为电气功能测试,如表 2 所示,在整个温度范围内进行测试。初始温度为 T_r (环境温度),温度变化幅度为 5°C (如图 6 所示)。测试的目的确认所要求的机械和电气功能在规定的温度上限和下限之间的任何温度都能实现。

占用时间 t_1 : 测试时间 (完成电气功能测试的时间)

占用时间 t_2 : 总的占用时间 (温度稳定时间+测试时间 t_1)

测试周期数: 1 周期

测试结束和开始温度均为 T_R

温度变化的速率大约为 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

在测试时间 (t_1) 开始前, 零部件在每个温度点都是稳定的。测试电压 U_P 只是在测试时才接到部件上 (不是永久性电池连接), 测试时零件应工作在典型的工作模式下。

评估: 测试样品在测试期间和测试之后, 在工作电压范围内均能正常工作。

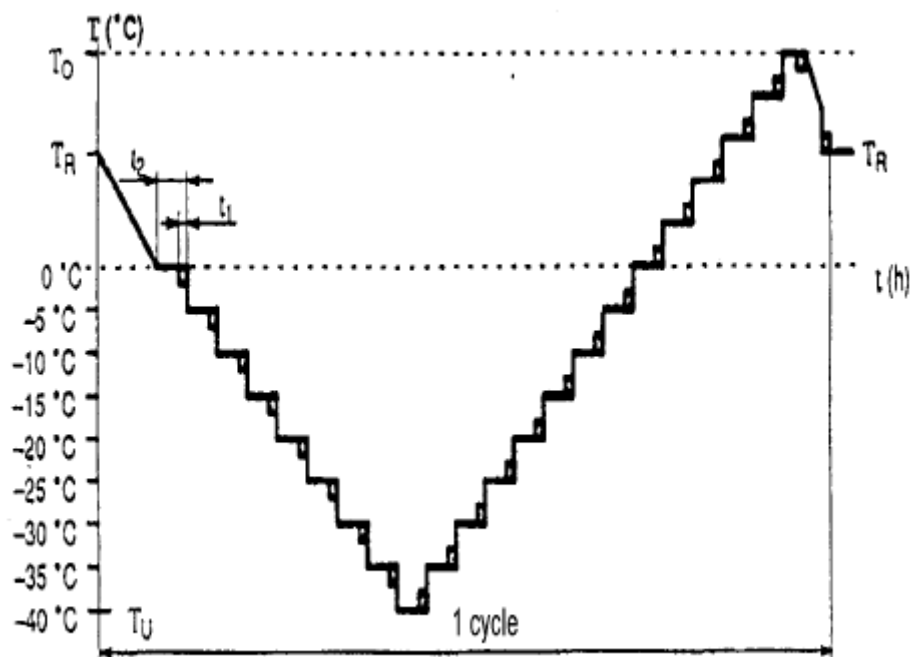


图 6: 阶梯温度变化试验

10.3.2 热引擎关闭温度测试

在高速或大负载驾驶后, 关闭发动机, 发动机舱温度由于所谓的“热浸泡”效应作用会显著地上升。这个测试是为了保证发动机舱的零部件在温度升高的情况下, 仍能正常工作。

具体要求:

温度要求 按照表 2

高温持续时间 30 min

电气测试: 在完全连接情况下温度升高, 样品应能在典型工作模式下正常工作。

评估: 测试样品在测试期间和测试之后均能正常工作, 并且没有可以看见的破坏或变形。

10.3.3 重新喷漆温度测试

如果汽车重新喷了漆, 在油漆干的过程中温度会升高, 这个测试是为了保证零部件不被升高的温度所破坏。这个测试只用于那些会在重新喷漆过程中温度会升高的零部件 (如表 2 所示)。

具体要求:

测试 (暴露) 时间 按照表 2

电气连接: 样品接插件正常连接, 以蓄电池电压正常供电

评估: 测试样品在测试之后能正常工作, 并且没有可见的破坏或变形

10.3.4 结露测试

目的: 结露试验是为了测试冷凝对印制电路板 (PCB) 的影响, 结露试验只适用于包含印制电路板的电子零部件。

具体要求:

按照 ISO 16750-4-2010 中要求的测试方法进行。

评估：测试样品在测试期间和测试之后，能满足功能状态 A

10.3.5 低温工作试验

试验条件：试验环境温度：低温 T_u ；(T_u 值见表 2)

试验方法：零件在典型模式下工作

试验持续时间：48h；

试验要求：在试验过程中和试验以后零部件能满足功能状态 A。

10.3.6 高温工作试验

试验条件：试验环境温度：高温 T_o ；(T_o 值见表 2)

试验方法：零件在典型模式下工作

试验持续时间：96h；

试验要求：在试验过程中和试验以后零部件能满足功能状态 A。

10.3.7 循环温度变化测试

汽车里的部件温度经常会发生变化，这样会产生两个主要的退化或失效形式：

a) 由温度梯度产生机械应力，是由组合在一起的不同材料之间的不同膨胀系数造成的，这同样可以发生在相同材料之间。

b) 温度升高时蒸发，温度低于结露点时冷凝会产生电解腐蚀。这个测试设计成在测试过程中使冷凝最大化。

考虑到温度变化，为了保证在电气、电子部件整个生命周期的可靠性，就需要进行温度循环测试。

为阻止露水的形成，测试舱的最大绝对湿度不超过 20 g/m^3 。舱内样品周围的空气是可循环的且速度不低于 2 m/s 。温度的上、下限如表 2 所示（正常工作温度范围），误差保持在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内。

在整个测试期间测试样品在典型模式下工作，因为在车上实际使用情况就是这样的。在温度 T_u 下持续一个小时之后即进行全功能测试，直到温度从 $+20^\circ\text{C}$ 增加到 T_o 。

表 2 规定了所要求的测试循环数。如果在寿命试验中超过表 2 规定的循环次数，可以不要求进行此项试验。

评估：测试样品在测试期间和测试之后，均能满足功能状态 A。测试完成后验证所有的电气/机械功能。

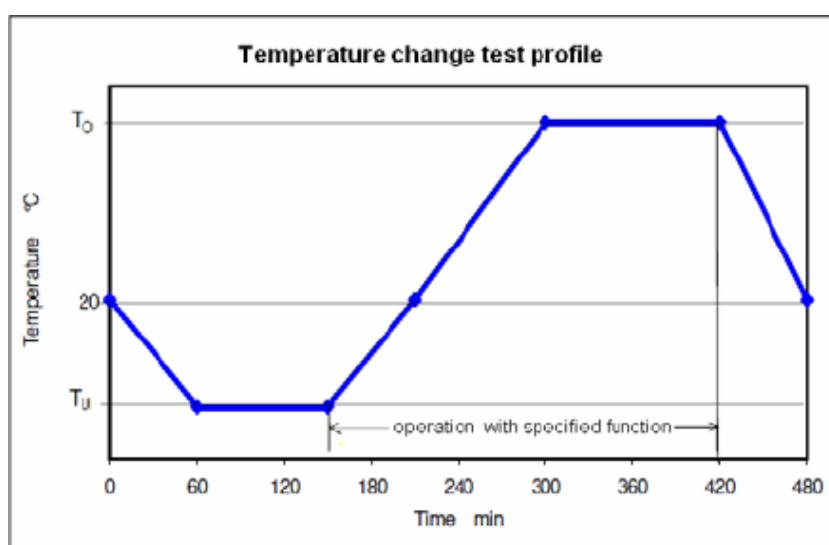


图 7：温度变化试验曲线图

表 4：温度变化及持续时间

时间（分钟）	温度（℃）
0	20
60	T_U
150	T_U
300	T_O
420	T_O
480	20

10.3.8 热冲击试验

10.3.8.1 空气中热冲击试验

这个测试模拟零部件受到突然的热冲击后所受到的影响。剧烈的温度梯度将产生材料应力，那会造成部件内由不同材料组成的结合处（如金属/塑料结合处和焊接点）的破裂。热冲击测试将导致测试样品快速的老化。

这个测试应按照标准 EN 60068-2-14-2009：（以规定的迁跃时间完成测试）。

具体要求：

测试循环数 见表 2

温度的上、下限 见表 2（正常工作温度范围）

T_O 下暴露时间： $t_1=30 \text{ min}$

T_U 下暴露时间： $t_2=30 \text{ min}$

过渡时间： $t_3 \leq 30 \text{ s}$

在整个测试期间测试样品以蓄电池电压正常供电，因为在车上实际使用情况就是这样的。

评估：测试样品在测试期间和测试之后，均能满足功能状态 A。测试进行到一半时（完成了一半的测试循环）验证所有的电气/机械功能和表面，测试完成之后，返回到室温。

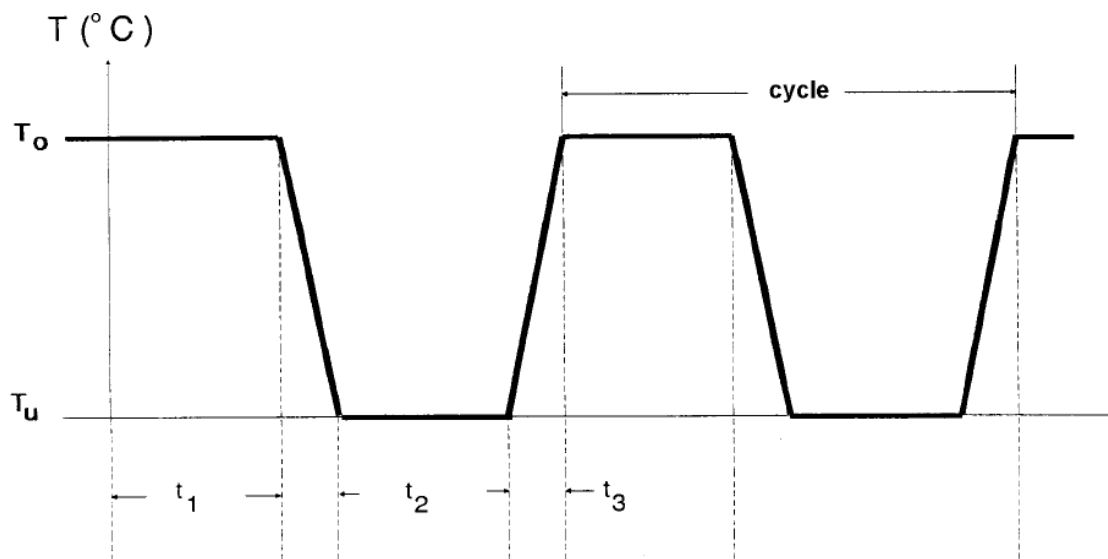


图 8：空气热冲击

10.3.8.2 热冲击测试（飞溅冷水）

要求：按照 ISO 16750-4-2010 中要求的测试方法进行。

评估：测试样品在测试期间和测试之后，均能满足功能状态 A。没有水渗入样品中。

10.3.9 湿热循环（稳态）

该项试验决定了在恒温 and 样品没有浓缩的情况下高湿度的影响。

测试过程应与 EN 60068-2-78-2001 一致。

具体要求:

测试周期: 见表 2

温度: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $93\% \pm 3\%$

装配位置: 在安装位置状态下进行实验, 配以正确的连接器和线束长度。

在整个车辆应用测试过程中, 试验样件应有持久性电池电源供电。由于点火供电会导致样品变热, 除功能测试之外点火供电不允许。

评估: 测试样品在实验中和试验后均应满足功能状态 A。在测试最后一个小时应进行一个完整的功能测试。在标准大气压下, 样品恢复后不应该显示出可见的有害作用, 比如破裂、扭曲、膨胀和软化。

10.3.10 湿热循环 (周期)

这个实验决定了温度变化下高湿度的影响, 也许伴有样品浓缩的发生。在高湿度下进行车辆操作会使电子设备处于特殊风险。可变的温度和高湿度会导致样品浓缩, 从而在电气电流回路之间产生湿度桥。如果伴有先前的杂质, 如灰尘或者焊料残渣, 这可能会引起新的电流回路和电子移动的产生。

这个实验将按照 EN 60068-2-30-1999 进行。

具体要求:

测试周期: 见表 2

测试变量: 变量 1 (EN 60068-2-30-1999)

上限温度: $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

装配位置: 在安装位置状态下进行实验, 配以正确的连接器和线束长度。

在整个车辆应用测试过程中, 试验样件应有持久性电池电源供电。由于点火供电会导致样品变热, 除功能测试之外不允许点火供电。

评估: 测试样品在实验中和试验后均应满足功能状态 A。在测试最后一个小时应进行一个完整的功能测试。在标准大气压下, 样品恢复后应不应该显示出可见的有害作用, 比如破裂、扭曲、膨胀和软化。

10.3.11 防护试验

10.3.11.1 粉尘试验

这个实验的目的是为了检验粉尘的影响, 多年来这一影响对于车辆操作日益增大。举例来说, 电子控制单元内粉尘的聚集, 加以潮湿的环境会在绝缘漆未涂得电路板上产生导电回路。

粉尘沉积可能会削弱机械系统的功能, 比如移动互相连接的零部件。振动会对覆盖有粉尘的零部件产生摩擦的作用。

这个实验基于 DIN 40050-9-1993, 并按照此标准使用一个非真空的粉尘室。根据 ISO 12103-1-1997 这个试验粉尘是亚利桑那粉尘;

具体要求:

保护级别: 见表 2

安装位置: 在安装位置状态下进行实验

测试持续时间: 15 周期

周期定义: 5 min 电器操作, 5 s 钟粉尘影响和 15 min 静止时间

电器操作: 每个粉尘周期前 5 min 进行完整操作。

注意: 当零部件冷却后粉尘会进入零部件的内部。

评估: 试验样品在实验中和实验后均应正常工作。除此之外, 试验样品应该被拆除检查以确保没有可感知的粉尘产生, 而这些粉尘可能会带来故障, 或者潮湿情况下很可能会产生电气导电连接。

10.3.11.2 防水试验

该试验的目的是在一条湿路上对处于毫无保护位置的电气/电子原件进行模拟喷水。这个实验影响的一个例子是车前灯内侧产生了薄雾。这个试验基于 DIN 40050-9-1993。根据模拟组建实际水喷情形

来决定转盘及嵌管的旋转弧度。

具体要求：

使用零部件：见表 2

安装位置：在安装位置状态下进行实验，并保持相连支架及组件

测试持续时间：48 周期

电气操作:30 min 操作，然后是 30 min 的电池储备

水喷操作:30 min 开，30 min 关，10 min 电气操作叠加

评估：实验样品在实验中和实验后均应正常运行。这个样品在测试过程中应进行电气监控以确保正确操作。水不能进入车辆内部。

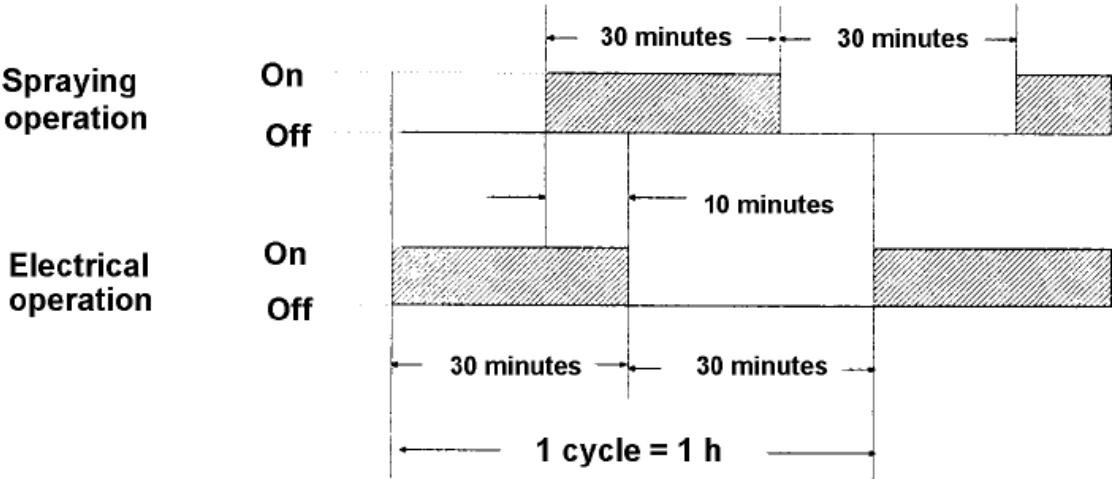


图 9： 喷水试验

10.3.11.3 热水喷射试验

该试验的目的是模拟当车辆被水喷射时，喷射到暴露位置的电气/电子零部件的过程。实验需使用商用蒸汽加热(热水)设备。

具体要求：

使用零部件：见表 2

安装位置：在安装位置状态下进行实验，并保持相连支架及组件

测试持续时间：30 周期

电气操作：只有在持续电压供电下进行

水温：80℃

水压：(100±3) bar

水喷射角度：35° ±5°

喷射与试验样品之间的距离：80 mm ~ 100 mm

喷射时间：在每一个可接触的空间方向上喷淋 10 s(安装在车辆内), 接下来间隔 10 s

评估:试验样品在实验后应正常运行，满足功能状态 C。水不能进入零件内部。

10.3.11.4 浸水试验

该试验目的是模拟涉水区域的电气/电子设备的浸渍过程，如 ABS 传感器。

试验样品按照表 2 被加热到上应力温度 T0 并持续一个小时，再完全浸入 0℃、5%的盐水溶液中。

使用零部件：见表 2

转换时间：从加热到完全浸泡≤5 s

浸泡周期：5 min

周期数目：20 周期

电气操作：处于典型工作模式

评估：测试样品在实验中和试验后均应能满足功能状态 A。水不能进入车辆内部并且附件等级应该是 IPX7

10.3.12 有害（腐蚀性）气体测试

该实验模拟零部件在腐蚀性气体下的使用，例如被污染的大气。由开关或连接器等电气接触的表面产生的非导电性物质可能会引起电气故障。除此之外，外表保护性物质(如油漆)的渗透也可能会引起材料下面的腐蚀。

注：对于装配中自由接触组件的接触表面及保护涂层，如果已经进行了有害气体耐受性测试，则不用再进行该项测试。但是需要提供说明文件。

测试标准：EN 60068-2-60-1996

气体浓度：方法 4（EN 60068-2-60-1996）

测试持续时间：见表 2

安装位置：在安装位置状态下进行实验，并配以正确的连接器

电气操作：测试样品在整个测试过程中已蓄电池电压供电。

评估：对于电气接触面，在进行耐受性测试之前应该进行一项视觉检查，随后整个测试完成；严重腐蚀是不被接受的，并且接触应遵循它的规范。对于保护性覆盖，也要进行视觉检查，上汽商用车技术中心 CVTC 将根据是否接受腐蚀而做出判断。

10.3.13 盐雾试验

目的：为了验证在沿海地区和含盐道路环境中功能是否正常，需要做盐雾或盐溅试验。对于乘客舱和行李舱（车厢内部），须选择盐雾测试：

按照 EN 60068-2-52-1996 进行配置，测试时间间隔基于表 5。

表 5 盐雾测试要求

零件类型	操作测试	材料退化测试
非密封零件，带通风口 (防水等级 2 级)	Y(内部风扇关闭)	N
非密封零件，不带通风口 (防水等级 2 级)	Y	零件连接插件，3 个循环，每个循环 2h 盐雾， 22h 湿热
非密封件，不带通风口 (防水等级 3/4)	Y	零件在典型模式下工作，6 个循环，每个循环 8h 盐雾，16h 湿热
密封件	N	零件在典型模式下工作，10 个循环，每个循环 8h 盐雾，16h 湿热

操作测试：按照 EN 60068-2-52-1996, Test Kb 进行测试，喷雾 2h，用水平收集面积为 80cm² 的干净收集器放置于空间内任意一点，平均在每个收集周期内每小时收集的溶液应在 (0.25-0.5) ml/h 之间。

材料退化测试：按照 EN 60068-2-52-1996, Test Kb 进行测试，测试循环按照表 5。

评估：在测试之后，记录零件特征，解下零件，对被破坏的内部电路进行详细检查，检查是否有腐蚀，密封是否完整。

标准：零件应达到功能等级 A。零件表面不应有腐蚀，零件标签，标记应清晰可见。对密封件没有明显的盐雾侵入标记。

10.3.14 盐水喷溅：

目的：为了验证在沿海地区和含盐道路环境中功能是否正常，需要做盐雾或盐溅试验。对于安装在发动机舱，车身底部的电子器件，需要做盐水喷溅测试。

安装和盐水喷溅测试流程：

把样件置于盐水喷嘴下，并按照下面的描述加上合适的负载和电压。盐水的剂量和力度都应该能冲走任何能在金属上成型的腐蚀物质。调整通过喷嘴喷射出来的盐水的流量，从而使它能足够击打到试验

箱的对面和样件的支撑物。一种用来做本测试的典型试验箱是有 12 个喷嘴，工作在 15psi 并且能够具有每分钟 30 加仑的流量能力。喷嘴一般是一个圆锥型的洞并且喷射范围能够覆盖整个试验箱(4 英尺)，盐水含盐量 5%。

测试方法：

以下 24 时的测试可以根据安装在不同位置的要求尽可能多的重复进行：

以下序列（1，2，3）要重复三次，总共 9 个小时。

- a) 当经过一个小时含 5% 盐量的盐水喷射后，关闭温度试验箱并使样件工作起来。
- b) 室温下喷柜大约 35℃。喷射物的 PH 值从 6.5 到 7.2。零件在典型模式下工作，功能状态级别 A。
- c) 关闭盐水喷射并断电，让它在 25℃ 下冷却 1 h。在这一小时内，湿度不受控制但是希望高一点。在 25℃ 下，关闭电源，经过 15 h 的干燥期。湿度不受控制但希望高点。

这个 24 h 的测试根据下表重复几天：

表 6：盐溅测试要求

位置	总测试小时数 (h)
安装在发动机仓上部或外饰高位置—非直接盐溅	720
车底—直接盐溅	960

评估：最后一个循环以后，在 1 h 内进行功能测试，需满足功能等级 A。零件外部与接插件内不允许出现腐蚀，如果样件需要继续做测试，不需要被清洁。

10.4 机械测试

10.4.1 振动试验(叠加温度变化)

在温度周期变化的环境下，对处于上电运行中的样件进行振动测试，同时观察样品的任何异常状态。

以下内容适用于所有的安装区域：

如果被测样件依靠其他装配零部件（如：支架）安装在车身、发动机或其它汽车部件之上的话，那么这些装配零部件也要在测试中安装。

在被测样件的连接口处，应该使用和实际装车相同的线束和连接插头。对于集成了线束的样件，除非特别说明，在固定后线束应该有额外的 150mm 自由活动长度。

按照标准 EN 60068-2-47-2005 的规定，样件须用振动发生器上的夹子装置安全固定。

为控制振动发生器，尽量尝试将加速计安装在原始的样件固定点上。在某些特定的情况下，要安装多个加速计以获得平均的加速值。

样件须安装于三个空间方向（相对于已安装位置），分别进行测试。对安装位置和方向的敏感的样件系统，需在预计装车方位上进行测试。如本标准中的特性参数不适合，上汽商用车技术中心 CVTC 将会给出其他的测试特性。

10.4.1.1 在安装区域A、B1、B5、C、D和E（见表2）的振动测试

振动模式： 随机振动

频率范围： 5Hz~200Hz

振动特性： 参见表 7、表 8、表 9 和表 13。

空间每个轴向的试验时间：8 h

注意：对于安装在边界区域（如：发动机舱壁、乘客舱隔板）的器件，要使用最恶劣的试验环境。

表 7：安装区域 A、C1、C2、C4 到 C8 和 D 的振动特性

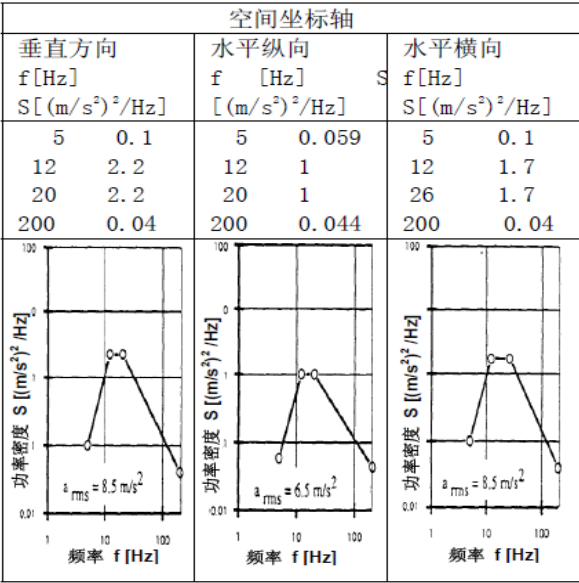


表 8：安装区域 B1 和 B5 的振动特性

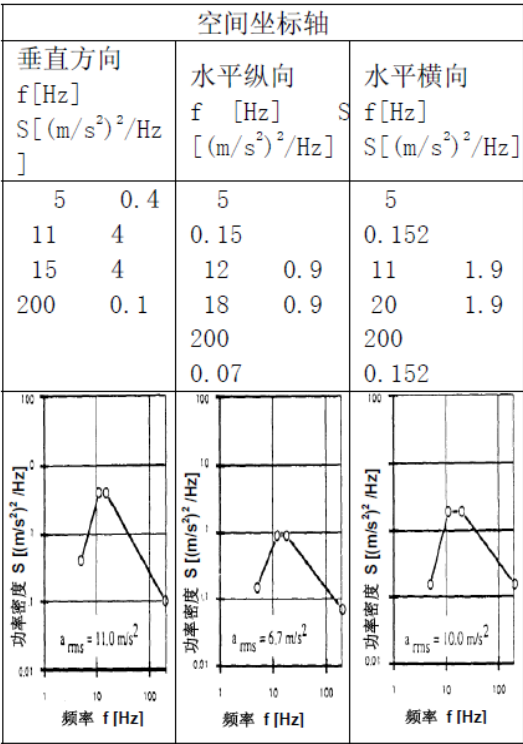
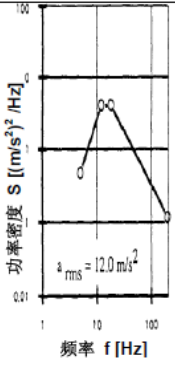
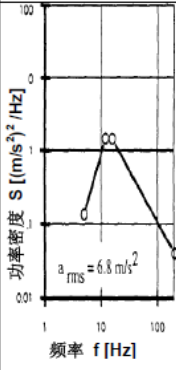
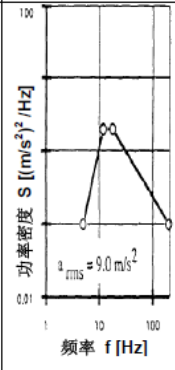


表 9：安装区域 E 的振动特性

空间坐标轴		
垂直方向 f [Hz] S [(m/s ²) ² /Hz]]	水平纵向 f [Hz] S [(m/s ²) ² /Hz]	水平横向 f [Hz] S [(m/s ²) ² /Hz]
5 0.473 11 4.091 18 4.091 200 0.1	5 0.135 12 1.435 16 1.435 200 0.04	5 0.098 11 1.956 20 1.956 200 0.098
		

测试参数：

在空间每个轴向上各试验 8 个小时

振动特性参数：

限幅： 3 sigma

频率分析范围： 250Hz

采样点数： 200（滤波器带宽 1.25Hz）

自由度： 154

截止极限（线数） 6dB

截止极限（有效值）： 3dB

10.4.1.2 在安装区域B2、B3和B4（见表2）的振动试验

适用于直接安装在发动机或变速箱上的电器/电子总成件、模块和零部件。

振动模式： 正弦曲线或近似的正弦曲线-随机振动

频率范围： 50Hz～800Hz 的正弦波

或 20Hz～100Hz 的近似正弦波-随机振动

频率变化率： 1 倍频程/ min

振动特性： 参见表 10、表 11 和表 12

空间每个轴向的试验时间： 24 h

表 10 安装区域 B2、B3 和 B4 的振动特性 (m/s²)

发动机类型	频率范围 (HZ)	振幅 (mm)	振动加速度 (m/s ²)
4 缸 (无平衡轴)	50-73	-	40
	73-200	0.190	-
	200-220	-	300
	230-350	-	200
	400-800	-	120
4 缸 (有平衡轴) 6 缸	50-90	-	40
	90-200	0.127	-
	200-350	-	200
	400-800	-	120
8/12 缸	50-90	-	40
	90-155	0.127	-
	155-800	-	120

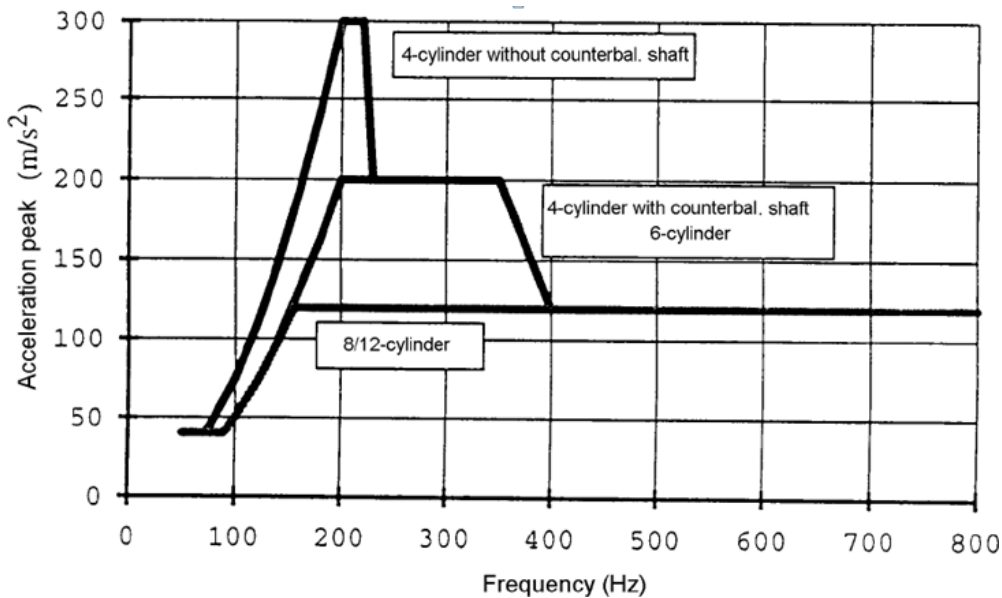


图 10 安装区域 B2、B3 和 B4 的振动特性——近似正弦波-随机振动

表 11 正弦波特性

发动机类型	频率范围 (HZ)	振幅 (mm)	振动加速度 (m/s ²)
4 缸 (无平衡轴)	100-200	0.15	-
	200-220	-	240
	230-250	-	160
	400	-	100
4 缸 (有平衡轴) 6 缸	100-200	0.10	-
	200-350	-	160
	400	-	100
8/12 缸	100-160	0.10	-
	160-400	-	100

表 12 随机振动特性

发动机类型	频率范围 (HZ)	功率密度 ((m/s ²) ² /hz)	振动加速 (m/s ²)
所有发动机相同	20	10.00	20~800 HZ:79
	95	10.00	
	110	0.01	
	380	0.01	20~1500 HZ:106
	410	20.00	
	800	10.00	
	1500	5.00	

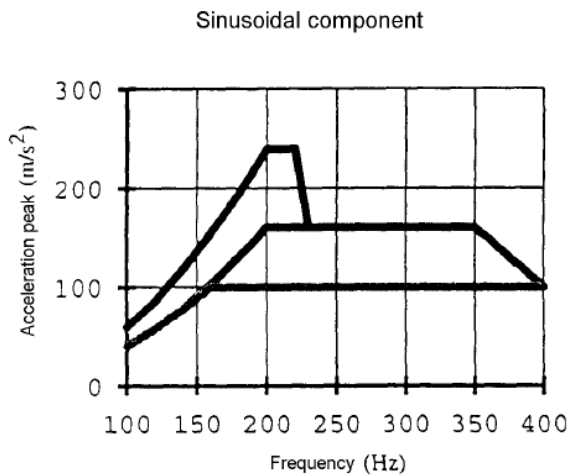


图 11 220 ~ 230 Hz 间的线性过渡图

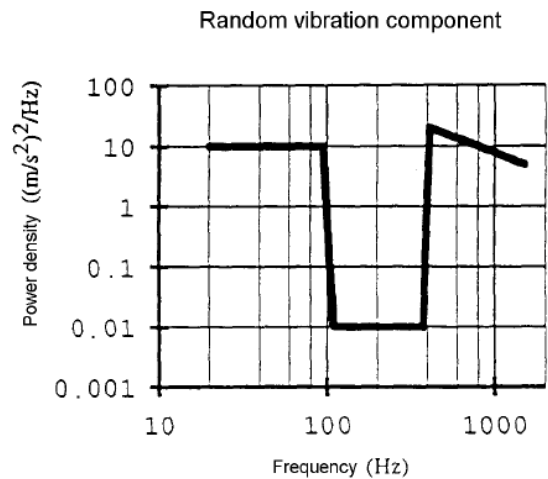


图 12 350 ~ 400 Hz 间的线性过渡图

正弦波和随机振动同时作用。

正弦波特性：

随机振动特性：

频率变化率：1 倍频程/ min

频率分析范围：2,000Hz

频率区间： 100 Hz ~ 400Hz

采样点数： 400

自由度： 154

截止极限（线数）： 6dB

截止极限（有效值）： 3dB

限幅： 3 sigma

表 13 安装区域 C3 的振动特性

振动源方向

垂直

频率[Hz]	功率密度 [(m/s ²) ² /Hz]
10	7.7
12	120.3
14	120.3
500	0.5

$$a_{rms} = 54 \text{ m/s}^2$$

水平

频率[Hz]	功率密度 [(m/s ²) ² /Hz]
10	0.96
12	13.5
30	13.5
500	1.9

$$a_{rms} = 45.1 \text{ m/s}^2$$

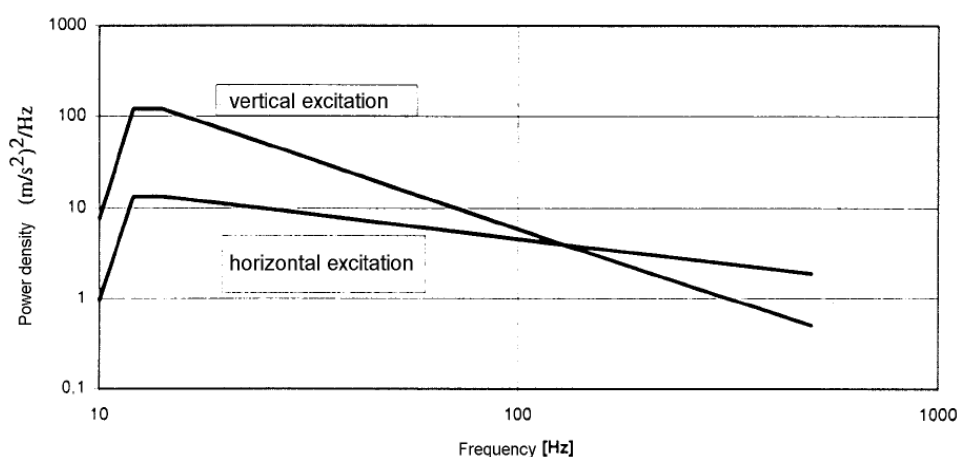


图 13 功率密度

测试参数:

空间每个轴向上各试验 24 个小时

振动特性参数:

限幅: 3 sigma

频率分析范围: 500Hz

采样点数: 400 (滤波器带宽 1.25Hz)

自由度: 154

截止极限 (线数): 6dB

截止极限 (有效值): 3dB

10.4.2 冲击试验

10.4.2.1 频繁承受振动的冲击试验

该试验适用于那些零部件安装在车门、引擎盖、尾门和行李箱。

特殊要求:

试验标准: EN 60068-2-29-1993

固定位置: 与车内安装姿态相同 (注意冲击方向与运动方向相反)

冲击方向: 与车辆上的冲击方向相同

加速度和加载时间: $a=50g$, $t=11ms$

冲击次数:

驾驶门/尾门 13,000 次

前/后乘客门 6,000 次

行李箱 2,400 次

引擎盖 720 次

电器操作:

在试验过程中, 电子系统运行良好; 当门等器件受到撞击时, 电器系统处于期望的工作状态中。

评估: 在实验中和试验后, 试验样品必须满足全功能要求。不允许有可见损伤。

10.4.2.2 偶尔承受振动的冲击试验

该试验应用于上述 7.2.1 中没有覆盖的零部件。它模拟车辆经过坑洼地面或碰击石头路肩。

特殊要求:

测试标准: EN 60068-2-29-1993

固定位置: 三个垂直轴

冲击方向: 三个垂直轴

加速度和加载时间: $a=50g$, $t=6ms$

冲击次数: 每个轴 10 次

电器操作: 在试验过程中, 电子系统应运行良好; 电器系统处于通电状态。

评价: 在实验中和试验后, 试验样品必须满足全功能要求。不允许有可见损伤。

10.4.3 自由下落 (跌落测试)

除非有特殊说明, 否则该试验适用于所有零部件。在运输或车辆总装过程中, 零部件可能会跌落到地面上, 重要的是, 如果它没有损伤, 它还会被安装到车辆上。如果有清晰可见的损伤, 也不会有问题, 因为它会被及时更换。但是, 如果有隐蔽的损伤, 例如在密封的零部件里, 有电路板上的电容脱落了, 这是不能接受的。跌落试验的目的就是通过人为跌落零部件, 确保能检测到零部件跌落后的损伤后果。

特殊要求:

试验标准 EN 60068-2-32-1993

跌落高度 $1.0m \pm 0.05m$

跌落次数 每个轴向进行 2 次, 总共 6 次。

电器操作 在试验过程中, 零部件不通电, 也不与其它零部件连接。

评价: 除非有特殊说明, 否则允许有可见的损伤。不能接受有会影响零部件功能和可靠性的隐蔽性损伤; 零部件必须进行拆解分析以确定是否有隐蔽性损伤。

对于每一个试验样件, 在两个垂直方向上进行两次跌落试验。六个方向上的试验, 则需要用三个试验样件。

跌落方向:

X 和 -X

Y 和 -Y

Z 和 -Z

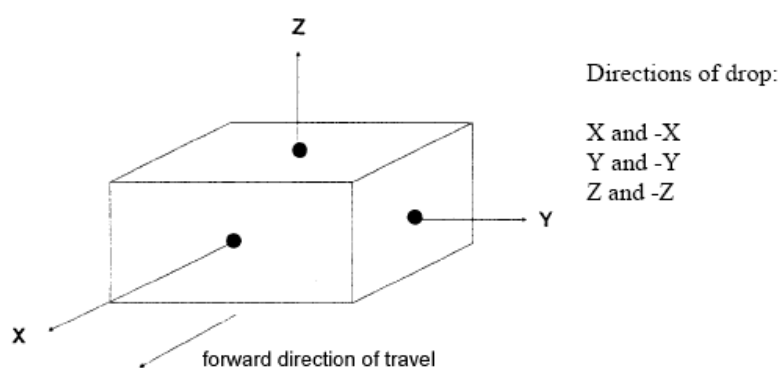


图 14 跌落试验

10.4.4 碎石试验

该试验对象是那些会被碎石撞击的零部件, 碎石可能会损坏零部件的表面或护套。进行该试验的零部件如表 2 所示。很少有电子电器零部件需要进行该测试, 因为它们的安装位置使得它们很少有机会与沙砾直接产生撞击。需要进行该试验的一个例子是 ABS 轮速传感器。

该试验是基于 SAE J400-2002 (Gravelometer 试验), 碎石材料按 ISO 11124-2-1993 的要求, 颗粒大小为 $4mm \sim 5mm$ 。

注意: 碎石撞击试验在盐喷试验之前进行。

特殊要求:

包含 50 g 金属颗粒的两个周期

测试压力: 2bar

试验温度：室温

评价：试验后，试验样品满足功能状态 A。材料表面和护套的损坏评估应在盐喷试验完成后再进行。

11 寿命测试

11.1 使用寿命试验

车辆的使用寿命以 12 年或者 200,000 公里计，相当于 4000 h 的工作时间和 101200 h 的休眠时间。除非在图纸中有特别说明，否则在既定的使用寿命试验中，最多 1% 的零部件可以失效。在进行使用寿命试验时， T_u （工作温度下限）到 T_o （工作温度上限）的工作温度范围必须考虑在内。在同时施加机械振动试验，温度交变试验，外接电气负载强化条件的基础上，各安装区域的机电零部件寿命试验如下。

试验条件：

- a) 振动试验条件参照 10.4.1。每一个零部件都须经过 X, Y, Z 方向的振动。
- b) 温度交变曲线参照 10.3.7。
- c) 零部件在工作时间内必须模拟在整车环境下工作条件：外接电源，传感器，执行器负载。每一工作循环间隔，循环次数，最大允许实效率须在图纸或 CTS 中说明。
- d) 各安装区域电子电器零部件寿命试验时间要求如下表 14。

表 14 电子电器零部件寿命试验要求（共 1200 h）

	在安装区域 A、B1、B5、C、D 和 E （见表 2）的零部件(小时)	在安装区域 B2、B3 和 B4（见表 2） 的零部件(小时)
正弦振动+温度交变+工作负载	—	66
随机振动+温度交变+工作负载	24	66
高温下带载试验*	656	656
温度交变+工作负载	520	412

注意：没有进行前面测试的新元件才能用作寿命测试，且至少需 5 套零部件进行寿命试验。

附录 A
(资料性附录)

附录 A. 1 电气系统所有的输入/输出特性测试表

Limit values: _____ V ≤ Uin ≤ _____ V, at Iin = _____ A, for t _____ s							
Operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	Iin	Input current					Uin =
	Rin	Input resistance					
	Cin	Input capacitance					f = _____ MHz

附录 A
(资料性附录)
附录 A. 2 模拟输出

Limit values: _____ V ≤ Uout ≤ _____ V, at Iout = _____ A ≤ _____ A, at Uout = _____ V, for t ≤ _____ s CL ≤ _____ pF LL ≤ _____ mH							
Operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	Iout	Output current					at Uout =
	Uout	Output voltage					at Iout =
	Zout	Output impedance					

附录 A
(资料性附录)
附录 A.3 数字输入

Limit values: $\underline{\hspace{2cm}} \text{ V} \leq U_{in} \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$, at $I_{in} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$, for $t \geq \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$							
Static operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	UIL	Input voltage "LOW"				V	
	UIH	Input voltage "HIGH"				V	
	IIL	Input current "LOW"				mA	
	IIH	Input current "HIGH"				mA	
	RIL	Input resistance "LOW"				k Ω	
	RIH	Input resistance "HIGH"				k Ω	
Dynamic operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	Cin	Input capacitance					f = _____ MHz
	tr	Rise time					
	tf	Fall time					
	tw	Pulse width					

附录 A
(资料性附录)
附录 A.4 数字输入

Limit values: $\underline{\hspace{2cm}} \text{ V} \leq U_{out} \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$, at $I_{out} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$ $I_{out} \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$, at $U_{out} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$, for $t \geq \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ $C_L \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ pF}$, $L \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ mH}$ Output type: _____							
Static operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	UOL	Output voltage "LOW"				V	at IOL = _____
	UOH	Output voltage "HIGH"				V	at IOH = _____
	IOL	Output current "LOW"				mA	at UOL = _____
	IOH	Output current "HIGH"				mA	at UOH = _____
Dynamic operating characteristics							
Designation	Symbol	Parameter	min.	Type	max.	Unit	Testing condition
	Cout	Output capacitance					f = _____
	tr	Rise time					at CL = _____
	tf	Fall time					at CL = _____
	tw	Pulse width					at CL = _____

附录 B
(资料性附录)

附录 B.1 默认的试验项目次序及测试样件数量

测试项目	样件 1	样件 2	样件 3	样件 4	样件 5	样件 6	样件 7	样件 8	样件 9	样件 10	样件 11-13	样件 14-16	样件 17-20	样件 21-25
8.4 电气范围及其故障状态	√	√	√	√	√									
10.2 化学耐受性													√	
10.3.1 温度阶梯变化	√	√	√	√	√									
10.3.2 热引擎关闭	√	√	√	√	√									
10.3.3 重新喷漆	√	√	√	√	√									
10.3.4 结露	√	√	√	√	√									
10.3.5 低温工作	√	√	√	√	√									
10.3.6 高温工作	√	√	√	√	√									
10.3.7 温度变化 PTC	√	√	√	√	√									
10.3.8.1 热冲击(空气)	√	√	√	√	√									
10.3.8.2 热冲击测试(飞溅冷水)	√	√	√	√	√									
10.3.9 湿热循环(稳态)	√	√	√	√	√									
10.3.10 湿热循环(周期)	√	√	√	√	√									
10.3.11.1 防尘						√	√	√	√	√				
10.3.11.2 防水						√	√	√	√	√				
10.3.11.3 热水喷射						√	√	√	√	√				
10.3.11.4 浸水测试						√	√	√	√	√				
10.3.12 有害(腐蚀性)气体											√			
10.4.4 碎石											√			
10.3.13 盐雾											√			
10.3.14 盐溅											√			
10.4.1 振动试验(叠加温度变化)												√		
10.4.2 冲击												√		
10.4.3 自由下落													√	
11 寿命测试														√