

Q/FPT

北汽福田汽车股份有限公司企业标准

Q/FPT 2800001—2011

电子电器零部件通用技术标准

The Specification Of the electric component

2011 - 10 - 20 发布

2011 - 11 - 5 实施

北汽福田汽车股份有限公司 发布

目 次

前言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 概述 2

 3.1 术语与定义 2

 3.2 工作电压范围 6

 3.3 性能验证 7

4 电气要求和测试 10

 4.1 E1 静态电流试验..... 10

 4.2 E2 电源供电中断试验..... 11

 4.3 E3 电源电压变化试验..... 12

 4.4 E4 正弦叠加电压试验..... 14

 4.5 E5 脉冲叠加试验..... 15

 4.6 E6 短路试验（信号端和负载端） 17

 4.7 E7 开路试验-单路导线..... 18

 4.8 E8 开路试验-多路导线..... 20

 4.9 E9 地偏移试验..... 20

 4.10 E10 离散数字信号输入门槛电压试验..... 21

 4.11 E11 过载试验..... 24

 4.12 E12 绝缘耐压试验..... 24

 4.13 E13 长时过电压试验..... 25

 4.14 E14 短时过电压试验..... 26

 4.15 E15 短时低电压试验..... 27

 4.16 E16 跳跃电压试验..... 28

 4.17 E17 抛负载试验..... 29

 4.18 E18 短时中断试验..... 31

 4.19 E19 启动脉冲试验..... 33

 4.20 E20 电压曲线（智能发电机控制）试验..... 36

 4.21 E21 反向电压试验..... 38

 4.22 E22 电解质强度试验..... 39

 4.23 E23 反馈试验..... 39

 4.24 E24 性能分析-正常和最坏的情况下..... 41

 4.25 E25 短路/开路分析..... 41

5 机械要求和试验 41

 5.1 M1 振动试验..... 42

5.2	M2 机械冲击试验.....	50
5.3	M3 耐久机械冲击.....	51
5.4	M4 外壳碾压试验-肘负荷.....	52
5.5	M5 外壳碾压试验-脚负荷.....	53
5.6	M6 跌落试验.....	54
5.7	M7 共振频率分析.....	55
5.8	M8 高海拔运输压力效应分析.....	55
5.9	M9 塑料卡扣安装分析.....	56
5.10	M10 碾压分析.....	56
5.11	M11 振动噪音（咔咔声和吱吱声）试验.....	56
5.12	M12 插接件试验.....	56
6	环境要求和试验.....	57
6.1	C1 高低温存储试验.....	57
6.2	C2 低温加载试验.....	57
6.3	C3 温度梯度试验.....	58
6.4	C4 喷漆温度试验.....	59
6.5	C5 温度冲击试验（部件、无外壳）.....	59
6.6	C6 溅水温度冲击试验.....	60
6.7	C7 浸水温度冲击试验.....	63
6.8	C8 湿热循环试验.....	64
6.9	C9 湿热常量试验.....	64
6.10	C10 带载盐雾试验-内部.....	67
6.11	C11 带载盐雾试验-外部.....	68
6.12	C12 防水试验.....	69
6.13	C13 结冰试验.....	70
6.14	C14 凝露试验.....	70
6.15	C15 防尘试验.....	72
6.16	C16 阳光辐射试验.....	72
6.17	C17 化学试剂试验.....	73
6.18	C18 有害气体试验.....	76
6.19	C19 高海拔工作过热分析.....	76
6.20	C20 热疲劳分析.....	77
6.21	C21 无铅焊分析.....	77
7	寿命试验.....	78
8	分析.....	79
8.1	分析任务.....	79
8.2	开发任务.....	79
8.3	设计验证任务.....	79
8.4	生产验证（PV）.....	79
9	附录.....	80
9.1	安装区域.....	80

9.2 流程 86

9.3 ADV 概述..... 90

9.4 试验顺序计划 92

前 言

本标准是根据国家、行业等相关标准的规定，结合本公司产品设计、生产、采购、质保等部门的工作需要而制定的。

本标准由北汽福田汽车股份有限公司工程研究院提出并归口。

本标准起草单位：北汽福田汽车股份有限公司乘用车设计院电子电器部。

本标准主要起草人：汪清平；朱传刚。

电子电器零部件通用技术标准

1 范围

本标准适用于乘用车电子电器零部件、汽车电子电器零部件和系统的技术要求、试验条件、试验方法，额外的要求、试验条件和检验规则必须在零部件技术规范中指明。

注：里面的试验内容不是零部件的限制，也不是生产制造过程的限制。

注：这个标准不能取代适用的法律法规

注：在中文和母语有冲突的时候，中文优先。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ASTM D4728	Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers
IEC 60068-2-1	Environmental testing-Part 2-1:Tests – Test A: Cold
IEC 60068-2-2	Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat
IEC 60068-2-11	Environmental testing procedures. Part 2-11 : Tests-Test Ka: Salt mist
IEC 60068-2-14	Environmental testing-Part 2-14 Tests-Test N Change of temperature
IEC 60068-2-27	Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock
IEC 60068-2-29	Environmental testing. Part 2-29: Tests. Test Eb and guidance: Bump
IEC 60068-2-30	Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic
IEC 60068-2-38	Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test
IEC 60068-2-52	Environmental Testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt Mist, Cyclic
IEC 60068-2-60	Environmental testing – Part 2-60: Tests – Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test
IEC 60068-2-64	Environmental testing – Part 2-64: Tests- Test L: Dust and sand
IEC 60068-2-78	Environmental testing – Part 2-78: Tests-Test Cab:Damp heat, steady state
ISO 11124-2	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	Road Vehicles – Test Dust for Filter Evaluation
ISO 16750-1	Road vehicles -- Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -- Part 1: General
ISO 16750-2	Road vehicles -- Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -- Part 2: Electrical loads
ISO 16750-3	Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and

	electronic equipment -- Part 3 Mechanical loads
ISO 16750-4	Road vehicles -- Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -- Part 4: Climatic loads
ISO 20567-1	Paints and varnishes -- Determination of stone-chip resistance of coatings -- Part 1: Multi-impact testing
ISO 20653	Road vehicles -- Degrees of protection (IP-Code) -- Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access
ISO 6270-2	Paints and varnishes -- Determination of resistance to humidity -- Part 2: Procedure for exposing test specimens in condensation-water atmospheres
ISO 8820	Standard ATO/ATC Blade Fuses
DIN 72552	Automobile electric terminal numbers
DIN EN ISO 17025	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
UL94	Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances

3 概述

3.1 术语与定义

3.1.1 电压和温度定义

表1 电压和电流缩写

U_N	标称电压
U_A	发电机操作标称电源电压（交流发电机电压）
U_{Bmin}	最低工作电压限
U_B	工作电压
U_{Bmax}	最高工作电压限
U_{max}	测试过程发生的最大电压
U_{min}	测试过程发生的最小电压
U_{pp}	最高峰值电压
U_{eff}	RMS电压值(有效值)
U_{test}	测试电压
U_A, U_T, U_S, U_R	触发脉冲的电压电平

I_N	标称电流
GND	接地端
T_{min}	最低工作温度
T_{max}	最高工作温度
T_{PH}	加热后温度(冷却)
T_{RPS}	重新喷漆烘烤温度
T_{room}	室温
T_{test}	试验温度
$T_{op,min}$	零件过载/低温保护的最低运行温度
$T_{op,max}$	零件过载/过热保护最高运行温度
T_{min_S}	最低储存温度
T_{max_S}	最高储存温度

3.1.2 时间和周期

表2 时间和周期缩写

t_r	上升时间（电压曲线）
t_f	下降时间（电压曲线）
t_{Test}	试验持续时间

All edge descriptions refer to the 10% or 90% voltage values.

3.1.3 其它

表3 其它定义

R_i	电源内阻
Terminal designations	端子名称
f	频率

3.1.4 参数公差

除非另有规定，所有确认的测试试验环境参数和公差按表4定义：

表4 参数和公差

参数	公差
环境温度	规范±2℃
试验时间	规范± 0.5 %
室内环境的相对湿度	(30...70) %
试验箱湿度	规范± 5 %
电压	规范± 2 %
电流	规范± 2 %
电阻	规范± 10 %
随机加速度	规范± 20 %
加速度	规范± 20 %
频率	规范± 1 %
操作力规范	规范± 10 %
距离	规范± 5 %

注：

公差仅仅应用于有基准值的情况下。在公差范围内，设定的基准值不能调整，除非有福田乘用车验证工程师的正式批准。

3.1.5 标准值

除非另有规定，所有验证试验用到的参数按表5的规定：

表5 参数定义

室温	$T_{\text{room}} = 23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
湿度	45% - 75%
试验温度	$T_{\text{test}} = T_{\text{room}}$
标称电压	$U_N = 12 \text{ V}$
试验操作电压	$U_B = 14 \text{ V}$

3.1.6 功能等级 (FSC)

功能等级定义了零部件的功能状态。每个试验项目均规定了样件的功能状态。对于额外的要求要在零部件技术规范中指定并说明。

对于有记忆功能的零部件必须总是保持在状态A的功能等级。在任何时候都要确保非易失存储器的完整性。功能等级的时序必须在零部件技术规范中规定。

Permissible event log entries must be coordinated with the purchaser and must be stipulated

表6 功能等级

功能等级	功能等级定义
A	试验中和试验结束后被测件各项功能不变，符合设计要求
B	试验中被测件各项功能不变，符合设计要求，但允许有一项或几项功能超出允许误差范围。试验结束后，所有功能自动恢复到允差范围内。记忆功能必须满足以上A级要求
C	试验中被测件的一项或几项功能不能达到设计要求，但是在试验结束后可以自动恢复正常
D	试验中被测件的一项或几项功能不能达到设计要求，但是在试验结束后通过“重新设置”按钮可以恢复正常
E	试验中被测件的一项或几项功能不能达到设计要求，并且在试验结束后需要修理或更换

3.1.7 工作模式

表7 工作模式

操作模式	电气状态	
1	被测件不接电	
	1.1	不连接“插接件、线束”
	1.2	连接“插接件、线束”
2	被测件接电	
	2.1	被测件功能不活动 (例如休眠或者关闭状态)
	2.2	被测件处于最低负载 (产生最低温升)
	2.3	被测件处于最大负载 (产生最大温升)

3.2 工作电压范围

表8 工作电压范围

代码	U_{Bmin}	U_{Bmax}	描述
A			预留
B	6V	16V	用于发动机启动过程中必须保持功能的
C	8V	16V	发动机启动过程中不需保持的功能项目 注：此代码仅用于当测试件不适用于A\B\D\E代码时
D (常规)	9V	16V	用于当发动机关闭时需保持功能的项目
E	10V	16V	用于发动机启动后保持功能的项目
Z	按约定要求		

注：在给定代码的范围内，功能等级应该是A.

注：在-13.5 V to U_{min} 和 U_{max} 到+26V范围内，功能等级应该是C。

3.3 性能验证

对于零部件的5点验证、1点验证、持续监控和功能循环负责。这些程序必须在零部件试验计划中规定。

3.3.1 F-1 1点功能参数测试

目的：在室温和正常工作电压下，验证在CTS中定义的零部件的所有功能。

试验：

表9 F-1 1点功能参数测试

工作模式	2.1 和 2.3
温度和电压	室温和额定电压
应用	应该根据福田责任工程师批准的环境测试计划实施
测试步骤	<p>测试前应保持温度稳定0.5小时以上，然后开始按下列步骤实施：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 通过监测和记录所有的输出（包括硬线和整车通讯数据），或者在部件测试计划中定义的项目，在所设置的输入和时间条件下是否为正确的状态来验证功能。 2 监测和记录详细的输入、输出的电压、电流值，验证零件符合CTS/SSTS的要求。这些参数应在测试计划中明确。 3 测量非电气参数，如LED亮度、电机扭矩等。通过监测和记录必要的参数，验证零件符合CTS/SSTS的要求。这些参数应在测试计划中明确。
要求	<ul style="list-style-type: none"> . 试验件的基本功能必须测量并记录在测试报告中； . 电源装置应能提供足够的电流，避免大功率状态下出现电流限值； . 功能等级应为A级。

3.3.2 F-2 5点功能参数测试

目的：按表10规定的温度和电压下，验证在CTS中定义的零部件的所有功能

试验：

表10 F-2 5点功能参数测试

工作模式	2.1 和 2.3
温度和电压	(Tmin, Umin), (Tmin, Umax), (Troom, Ub), (Tmax, Umin), (Tmax, Umax)
应用	所有样品，在测试序列开始和结束时实施

测试步骤	<p>测试前应保持温度稳定0.5小时以上，然后开始按下列步骤实施：</p> <p>1、通过监测和记录所有的输出（包括硬线和整车通讯数据），或者在部件测试计划中定义的项目，在所设置的输入和时间条件下是否为正确的状态来验证功能。</p> <p>2、监测和记录详细的输入、输出的电压、电流值，验证零件符合CTS/SSTS的要求。这些参数应在测试计划中明确。</p> <p>3、测量非电气参数，如LED亮度、电机扭矩等。通过监测和记录必要的参数，验证零件符合CTS/SSTS的要求。这些参数应在测试计划中明确。</p>
要求	<p>. 试验件的基本功能必须测量并记录在测试报告中；</p> <p>. 功能等级应为A级。</p>

3.3.3 F-3 用漂移分析来连续的参数监控

目的：持续监控可以发现试件暴露在测试环境过程中和结束后的功能状态。持续监控可以发现真实的错误信号、连续的错误信息、故障代码或在其他错误的I/O命令或状态。这些要求应在部件测试计划中详细描述。

试验：

表11 F-3 用漂移分析来连续的参数监控

工作模式	在具体的测试中定义
温度和电压	在具体的测试中定义
应用	在测试计划中定义测试过程中所需监控的项目
测试步骤	<p>1、通过监测和记录所有的输出（包括硬线和整车通讯数据），或者在部件测试计划中定义的项目，在所设置的输入和时间条件下是否为正确的状态来验证功能；</p> <p>2、如果可能，监测和记录内部诊断代码；</p> <p>3、包括定期观察特定部件功能，例如目视确认测试模式。</p>
要求	<p>. 确认持续监测测试设备可以进行准确的确认和全面的数据存储；</p> <p>. 满足功能等级A。</p>

3.3.4 F-4 维持温度

零件在指定工况恒定温度使用过程中，零件任何一点的温度的变化应该维持在一恒定的温度（上下不超过3° C），供应商应该通过实验确定这个使用时间并在测试文件中明确说明。

Note:

对于温度循环试验, 试件必须在指定的温度基准值下保持一定的时间, 为了部件的压力能得到缓解。对于每个试验项目都应该有这个保持时间。

3.3.5 F-5 物理分析

目的: 这项工作是为了确定任何结构的故障, 由于环境试验引起材料/组成降解或者是残渣, 和几乎是不合格的情况

试验:

所有的样件都应该进行物理分析。对于福田按要求评审的所有样件都应该得到。为了进行物理分析, 下面的样件应该提交给福田要求的工程师: 一个机械疲劳的样件, 两个热疲劳的样件 (一个是常量湿热试验的样件, 一个是循环湿热试验的样件), 一个腐蚀状态的样件。

进行零部件外壳外部的检查。然后把零部件切开, 进行内部检查。如果需要, 检查应该用视觉辅助工具 (例如放大镜、显微镜等)。

下面是检查项目的举例:

- 机械和结构完整性:

降解标志, 裂纹, 溶解, 磨损, 卡扣不合格等

- 焊接点/零件导致疲劳裂缝、蠕变破坏或Pad-Lift:

主要发生在大型的集成电路, 大型的部件或者是插接器终端 (尤其是再末端或者是插脚转弯处)。还有电路板的高弯曲部分。

- 安装部件表面损坏:

主要发生在电路板边缘的连接件表面, 支撑或者调整片以及在电路板高柔度区域的连接表面和连接处。

- 大型零件总成和附件:

电解电容的漏电, 继电器污染, 热传递, 附件的渗透和滑动等等。

- 材料降级, 树状结构或者腐蚀残余物:

塑料部件融化; 保型涂料降级, 虚焊或密封; 电路板的界定, 电路板痕迹擦除, 比如脆银点的硫化腐蚀, 自然侵蚀, 或者由于环境中灰尘, 盐, 水蒸气的残留侵蚀等。所有影响材料的组成和传导性的外部残留都要进行分析。

- 其他异常或者非预期的情况:

外观或者气味会发生变化。制造工艺比较简陋的指示牌。尤其是在振动疲劳之后的, 令人生厌的刺耳鸣叫等。

- 当采用Tin, Zinc, or Silver等构造微须结构 (whiskers) 时: 在此文档中提供了微须结构的有效测试计划。在电路板密封检测时所有元件应该有一个放大装置, 尤其是用到PTC的元件。在试验过程中, 微须结构产品的外观应该指出在这个领域里有相似微须结构的可能性。这种微须结构对close-pitched parts有一个潜在的风险, 在维修存储期间可能导致部件短路的情况。

- 无树枝状生长:

电路板和所有部件必须没有树枝状生长的迹象。

- 虚焊:

选择的焊点应该被切开, 确保焊点的形成是在可以接受的最低水平以上。大多数焊点都是有风险的, 包括带大型CTE差分接口或者是有很长对角线固定部件的插脚弯角。

要求:

应该记录每个零部件条件的摘要, 并提交给福田设计发布工程师或福田部件验证工程师。供应商可能需要进一步的调查研究来确定降解的幅度和类型。福田工程师将决定变更措施的必要性。

4 电气要求和测试

电气试验概述见表12.

表12 电气试验概述

序号	测试项目	应用情况
1	E1 静态电流试验	挂 KL30 的部件
2	E2 电源供电中断试验	所有的部件
3	E3 电源电压变化试验	所有的部件
4	E4 正弦叠加电压试验	所有的部件
5	E5 脉冲叠加试验	所有的部件
6	E6 短路试验（信号端和负载端）	所有的部件
7	E7 开路试验—单路导线	所有的部件
8	E8 开路试验—多路导线	所有的部件
9	E9 地偏移试验	部件间有总线\信号线传递时
10	E10 离散数字信号输入门槛电压试验	所有的部件
11	E11 过载试验	所有的部件
12	E12 绝缘耐压试验	所有的部件
13	E13 长时过电压试验	所有的部件
14	E14 短时过电压试验	所有的部件
15	E15 短时低电压试验	所有的部件
16	E16 跳跃电压试验	所有的部件
17	E17 抛负载试验	
18	E18 短时中断试验	
19	E19 起动脉冲试验	挂 KL15 的部件
20	E20 电压曲线（智能发电机控制）试验	
21	E21 反向电压试验	
22	E22 电解质强度试验	
23	E23 反馈试验	
24	E24 技术性能分析试验	
25	E25 短路/开路试验	

4.1 E1 静态电流试验

目的：这项试验是验证部件在IGN OFF状态下，能量消耗满足规范要求。这是为了保证在长期存储或驻车条件下，维持动力管理和发动机启动的能力

试验：

表13 E1 静态电流试验参数

工作模式	2.1
测试电压	12.5V, 11.5V
最大静态电流	0.1mA (T_{\min} To 40°C), 0.2mA (40°C To T_{\max})
应用	所有和蓄电池直接连接的部件
测试步骤	对于在点火开关关闭之后, 仍然可以工作的零部件, 静态电流的消耗要满足要求
样品数	3 件
要求	<ul style="list-style-type: none"> 被测试件的静态电流原则上应为 0mA。其可接受的标准应与 FOTON 验证工程师讨论 缺省值为 $< 0.1\text{mA}$ (T_{\min} 至 40°C, 12 小时平均值) 相当于 1.2mAh ; $< 0.2\text{mA}$ (40°C 至 T_{\max})

4.2 E2 电源供电中断试验

目的: 这项试验是验证零部件在出现电源供电中断时, 电压复位后, 零部件的功能表现。主要是对带有稳压电源或电压调节器的零部件。也应用于带有微处理器的零部件, 来量化短期低压条件下零部件设计的鲁棒性。

表14 E2 电源供电中断试验参数

工作模式	2.3
U_{th}	6V
ΔU_1 (U_{Bmin} to 6V)	0.5 V
ΔU_2 (6V to 0V)	0.2 V
t_0 (试件接通)	最起码 $\geq 10\text{ s}$, 直到部件再次达到 100%工作能力 (所有系统无故障运行)
t_1 (试验流程 1)	5 s

t ₁ （试验流程 2）	100 ms
上升/下降时间	≤100ms
试验程序	把试验脉冲同时施加到所有的电源电压输入端（如图 1）
循环次数	1 次
样品数	3 件
要求	<ul style="list-style-type: none">• 当电压返回到 U_{Bmin} 时，功能应达到 A 级；• 在任何情况下不应出现未定义的动作（如，电压下降时 CD 机不应退碟）；• 必须确认并记录部件第一次离开功能等级 A 时的电压阈值。

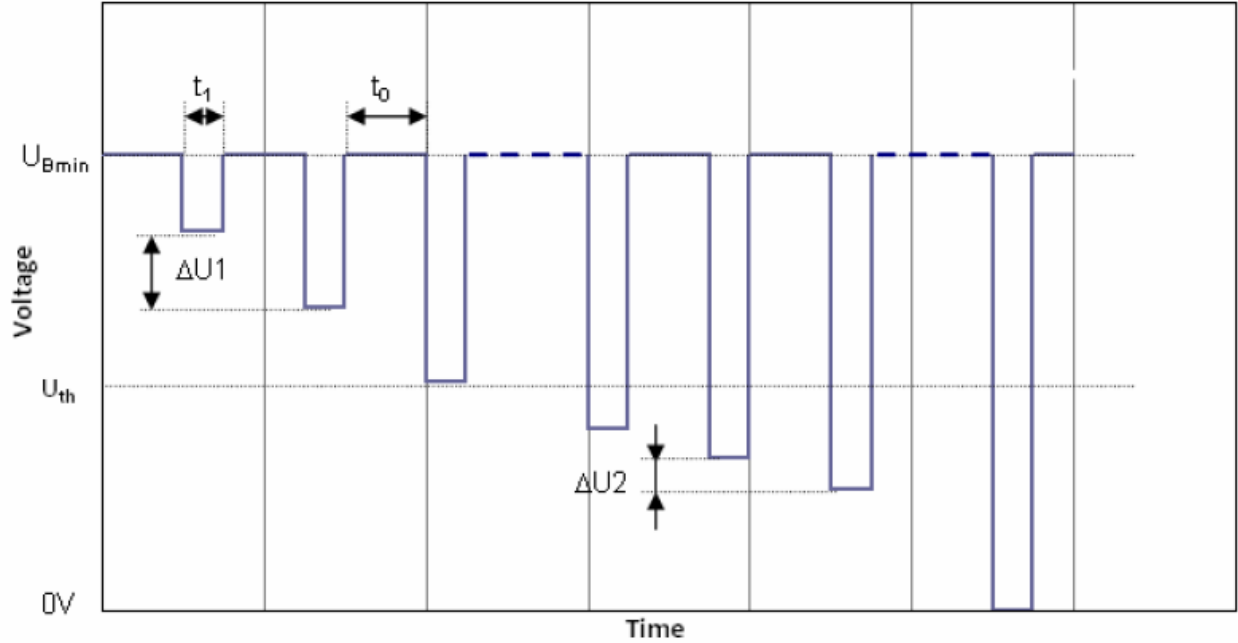


图1 电源供电中断脉冲

4.3 E3 电源电压变化试验

目的：这项试验是验证在蓄电池充电和放电期间引起的电压下降和上升时，零部件的免疫能力试验：

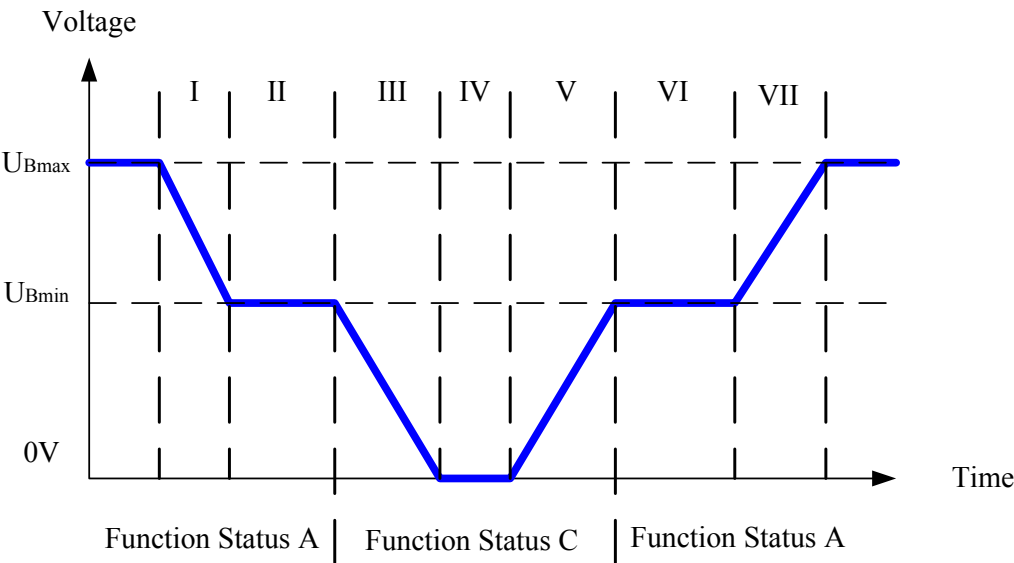


图2 蓄电池电压变化曲线

表15 E3 蓄电池电压变化试验参数

工作模式	2.3 和 2.1																																															
测试步骤	<p>电压变化如图 2，电压变化速度包括以下 4 种情况：</p> <p>1、缓慢减少和缓慢增加（模拟汽车蓄电池缓慢放电和缓慢充电的过程）</p> <p>2、缓慢减少和快速增加（模拟通过施加外部启动电源）</p> <p>3、快速减少和缓慢增加</p> <p>4、快速减少和快速增加</p> <table><tr><td>变化序号</td><td>I</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>V</td><td>VI</td><td>VII</td></tr><tr><td>1</td><td>0.5V/min</td><td>*</td><td>0.5V/min</td><td>0</td><td>0.5V/min</td><td>*</td><td>0.5V/min</td></tr><tr><td>2</td><td>0.5V/min</td><td>*</td><td>0.5V/min</td><td>**</td><td>32V/s</td><td>0</td><td>32V/s</td></tr><tr><td>3</td><td>32V/s</td><td>0</td><td>32V/s</td><td>**</td><td>0.5V/min</td><td>*</td><td>0.5V/min</td></tr><tr><td>4</td><td>32V/s</td><td>0</td><td>32V/s</td><td>**</td><td>32V/s</td><td>0</td><td>32V/s</td></tr></table> <p>* 在UBmin 保持足够的时间，直到故障日志被全部读出为止；</p> <p>**在0V时保持1分钟以上，确保零件内部电容完全放电。</p>								变化序号	I	II	III	IV	V	VI	VII	1	0.5V/min	*	0.5V/min	0	0.5V/min	*	0.5V/min	2	0.5V/min	*	0.5V/min	**	32V/s	0	32V/s	3	32V/s	0	32V/s	**	0.5V/min	*	0.5V/min	4	32V/s	0	32V/s	**	32V/s	0	32V/s
变化序号	I	II	III	IV	V	VI	VII																																									
1	0.5V/min	*	0.5V/min	0	0.5V/min	*	0.5V/min																																									
2	0.5V/min	*	0.5V/min	**	32V/s	0	32V/s																																									
3	32V/s	0	32V/s	**	0.5V/min	*	0.5V/min																																									
4	32V/s	0	32V/s	**	32V/s	0	32V/s																																									
循环次数	以操作模式 2.3 循环 1 次 以操作模式 2.1 循环 1 次																																															
样品数	3 件																																															
要求	<p>• 在试验期间，根据施加到零部件的电压范围，对试验结果进行评估，区分如下：</p> <p>a) 在规定的工作电压范围内：达到功能等级 A，不允许出现故障日志写入记录；</p>																																															

	b) 在规定的工作电压范围外：达到功能等级 C。
--	--------------------------

4.4 E4 正弦叠加电压试验

目的：这项试验是验证当发电机输出电压受到正弦交流电压叠加时，零部件的免疫能力试验：

工作模式	2.3
Ri	50mΩ 到 100mΩ (ISO16750-2 内部电阻)
测试持续时间	30 分钟
频率范围	15Hz - 30kHz
振荡时间	2 分钟 (从 15Hz 到 30kHz 再到 15Hz)
振荡模式	三角形、对数
U _{pp}	波动幅度 1: 2V, 波动幅度 2: 6V
测试步骤	这项试验必须模仿汽车的实际状况，更理想的是采用原装汽车线束，参见图 3
样品数	3 件
要求	达到功能等级 A

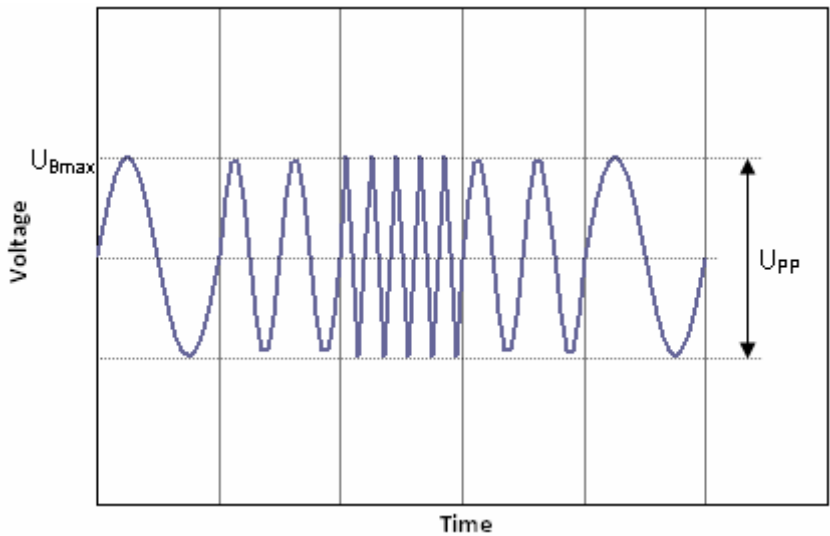


图3 E4 正弦叠加电压曲线

4.5 E5 脉冲叠加试验

目的：这项试验是验证当蓄电池在正常工作电压范围内引起的电压脉冲时，零部件对其的免疫力。这些电压脉冲模拟在开关开或关的时候，在电源线上高电流负载的突然变化，引起电压下降或电压上升。这项试验是模拟有峰值电流行为的负载，如电机，灯泡，或者long wire harness resistive voltage drops modulated by PWM controlled high loads

表16 E5 脉冲叠加电压试验参数

工作模式	2.3
应用	整车 12V 电池系统供电的所有部件
检测	持续监测
测试步骤	参考图 4 1 把零部件连接到 U。的输出端； 2 升高测试温度到 T_{max} ，然后保持部件在设定温度 0.5 小时以上 3 设置 $U_s = U_{max} - 2V$ 4 运行 5 个连续频率扫描循环，持续监测故障信息 5 减少 U_s ，每次减少 1V 6 重复步骤(4)和(5)，直到 ($U_s = U_{min} + 2V$) 7 重复步骤(3)到(6) at T_{room} 8 重复步骤(3)到(6) at T_{min}

试验设置定义及参数	<ul style="list-style-type: none">• $U_0 = U_s + U_p$• $U_s = (U_{\min} + 2V)$ to $(U_{\max} - 2V)$ DC• U_p = 方波, $-1V$ 到 $+1V$, 50%占空比 (2Vp-p)• U_p 频率扫描范围: 1 Hz 到 4 kHz• 频率扫描形式: 对数• 一个循环的频率扫描时间:120s 从 1Hz 到 4kHz 再到 1Hz
注意事项	<ul style="list-style-type: none">• 对有电源输出驱动的部件, 测试时应使用真正的或者相当的负载连接 (Load_1 to Load_n) , 输出全范围的从 $I_{\text{load_min}}$ to $I_{\text{load_max}}$ 的电流驱动给每个 U_s。• U_0 的波形取决于频率, 下图分别显示了 1 Hz, 100 Hz and 4 kHz ($U_s = +14\text{ V}$, $U_p = +1\text{ V} / -1\text{ V}$) 的 U_0 波形• I_o. 输出电流容量 50 A; 上升时间$<10\text{ s}$ 以 2 V 的幅度; $RC=3.18\text{ms}$ ($50\text{ Hz } f_{\text{low}}$)
要求	满足功能等级 A

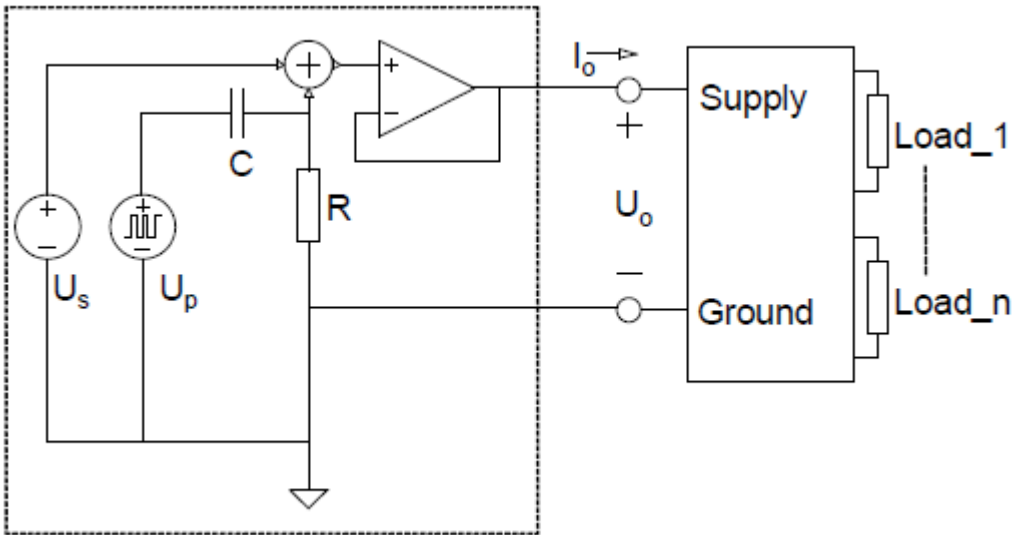


图4 脉冲叠加电压试验设置

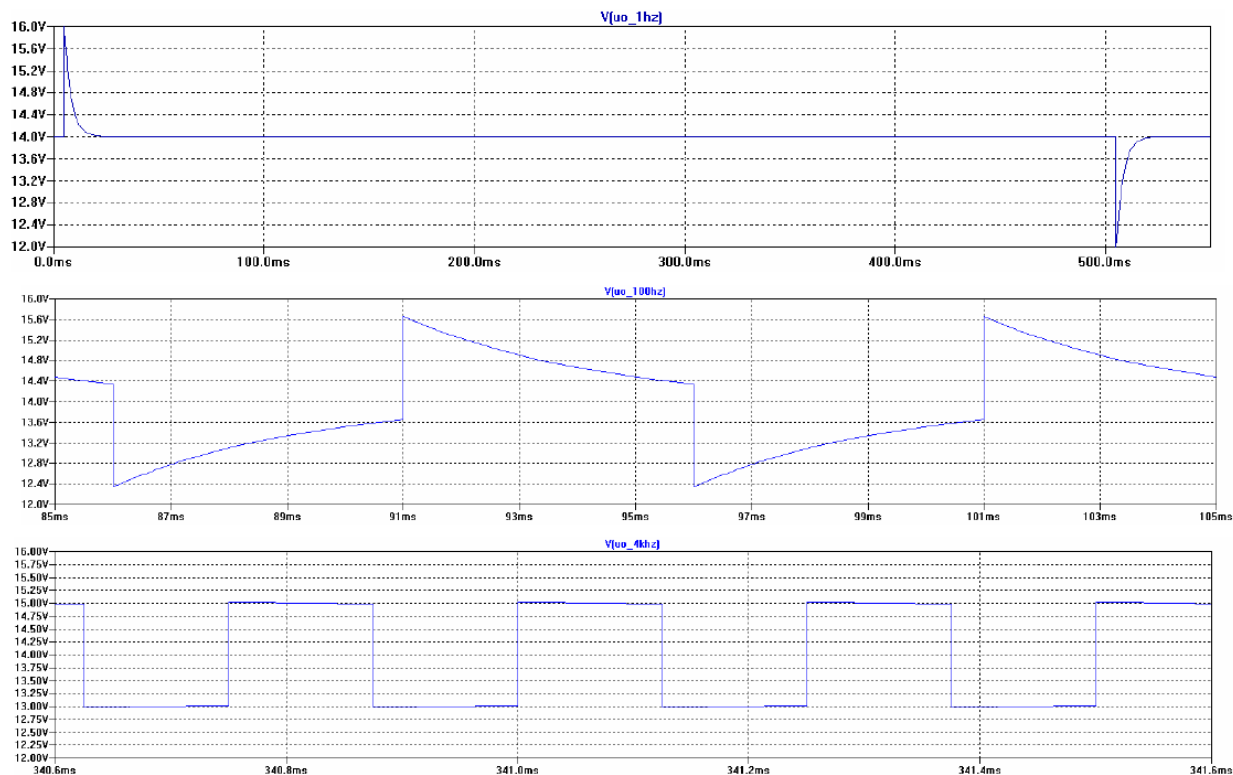


图5 脉冲波形示例

4.6 E6 短路试验（信号端和负载端）

目的：对所有的电器输入端、输出端以及负荷电路中模拟短路。所有输入、输出必须防电源（+U_B）和接地（GND）短路设计(for activated and non-activated outputs as well as for missing voltage supply and missing ground)。部件的短路保护功能必须持续有效。零部件按图6所示进行连接。

试验：

表17 短路试验参数

工作模式	2.3
测试时间	每个 pin 脚分别对地、对电源短路 60 秒
测试电压	U _{Bmin} 和 U _{Bmax}
测试设置	用于测试的电源装置必须能够提供部件要求的短路电流。若条件不允许，可使用车用电池线路的浮充工作（此时，U _{Bmax} 就是最大充电电压）

循环次数	每个 pin 脚分别对地、对电源短路 1 次
样品数	3 件
要求	试验后，必须达到以下功能等级： - 输入输出端（参考图 6 中 E、A）：功能等级 C - 电源电压端（PWR）：功能等级 D - 设备接地端（GND）：功能等级 E

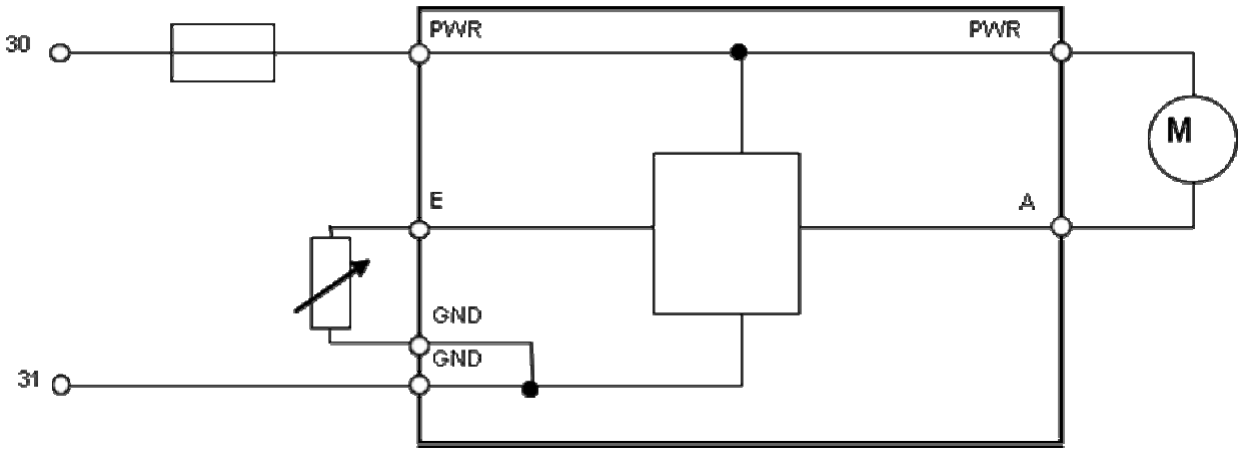


图6 E6 短路电流示意电路

4.7 E7 开路试验-单路导线

目的：模拟单独插脚电源线开路。这个试验在两个不同的工作模式下实施。因为可能由于不同的中断持续时间（从接触不良到永久断开），导致各种各样的失灵，因此用不同的脉冲形式进行试验。

试验：

表18 E7 单路导线开路试验参数

工作模式	Test 1:KL. 30 ON 和 KL. 15 ON Test 2:KL. 30 ON
试验情况 1	每个 pin 脚断开 10s 然后复位（缓慢的时间间隔）
试验情况 2	每个 pin 脚断开 1ms 然后复位，适合于有 100 μ s 继电器的回路
试验情况 3	为了模拟一个接触不良的现象，在每个插脚上施加脉冲群。必须应用下面的选择标准： 接触不良 1：适用于每个零件 接触不良 2：只适用于由继电器控制的零件(bouncing relay)

针对试验情况 3 的波形定义 (图 7)	接触不良 1	接触不良 2
	$t = 1 \mu s$	$t = 0.1ms$
	$t1 = 1ms$	$t1 = 1ms$
	$t2 = 4s$	$t2 = 4s$
	$t3 = 10s$	$t3 = 10s$
循环次数	在上述两种操作模式下，分别按以上的三种情况进行测试，并分别进行评价。	
样品数	3 件	
要求	试验情况 1: C 级 试验情况 2: C 级 试验情况 3: A 级	

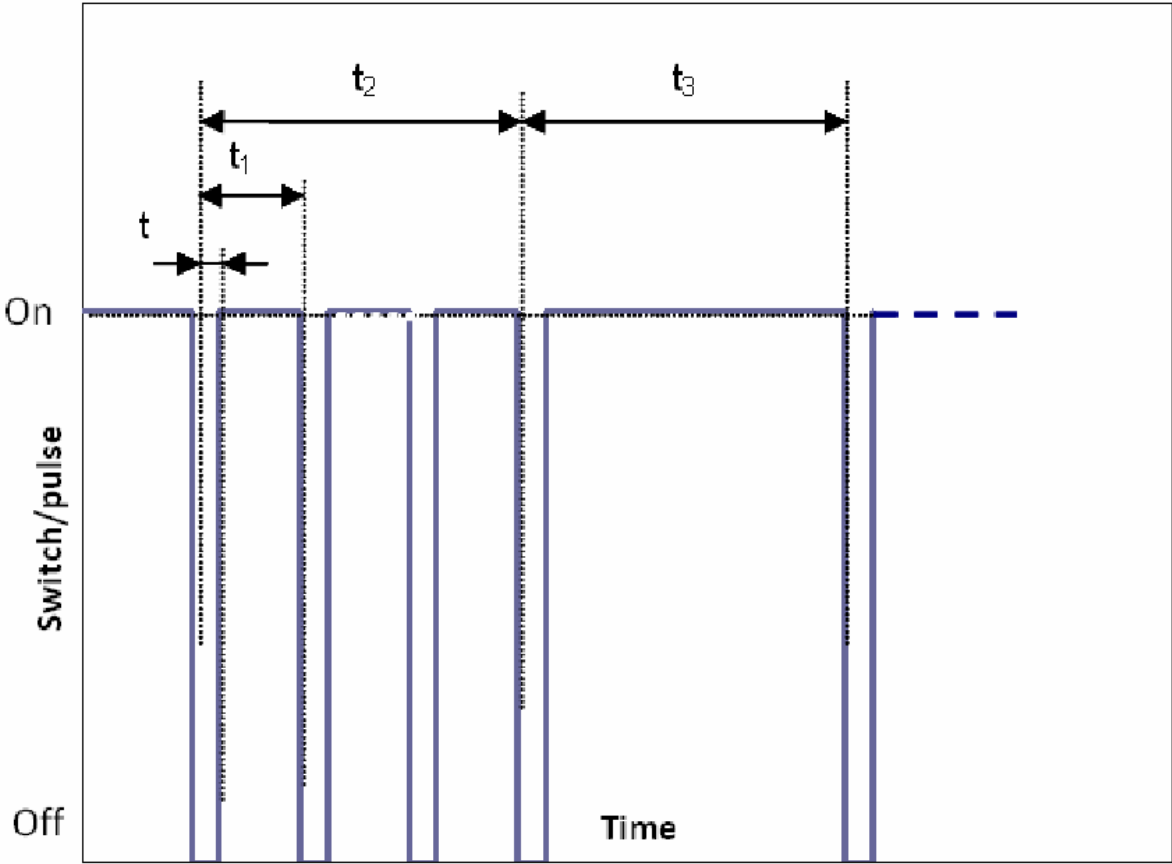


图7 E7 pin 开路试验脉冲

4.8 E8 开路试验-多路导线

目的：这项试验是验证在多路导线断开的情况下，零部件对其免疫的能力。当整车线束插件断开是，会发生这种情况。

试验：

表19 E8 多路导线开路试验参数

工作模式	2.3 和 2.1
测试顺序	所有插接件均需要进行该试验。每个插接件需要从 DUT 上断开 10 秒，然后再连接上。如果 DUT 上有几个插接件，那么插接件都需要单独测试。测试顺序不做要求
循环次数	每个插接件必须断开一次
样品数	3 件
要求	插接件连接后，应达到功能等级 C。

4.9 E9 地偏移试验

目的：对于有多个电压输入端的部件，在各个电压输入端之间可能存在电位差。必须确保零部件的功能不受这种电位差（+/-1V地）的影响

试验：

如果DUT有几个电压和接地的连接端，那么必须对各个连接点进行单独测试。测试线路按照图8连接。

表20 E9 地偏移试验参数

工作模式	2.3
电压源	1V（图中的 U）
循环次数	两种接线位置（开关在位置 1 和位置 2）
样品数	3 件
要求	满足功能等级 A

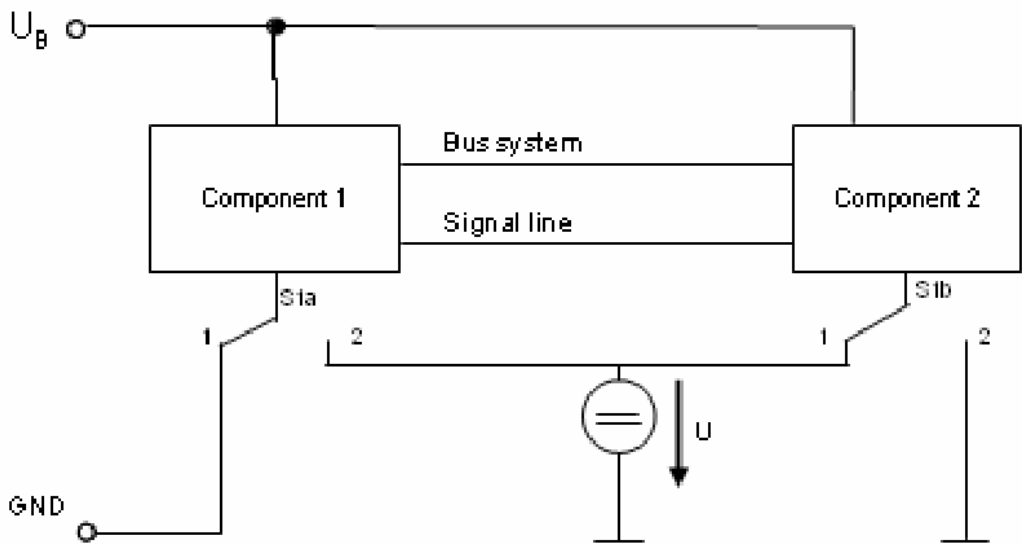


图8 E9 地偏移示意电路

4.10 E10 离散数字信号输入门槛电压试验

目的：这项试验是验证离散数字输入接口的工作性能（包括开关接口）。即验证离散数字输入接口正确识别逻辑电位的能力

试验：

表21 E10 离散数字信号输入门槛电压试验参数

工作模式	2.3
应用	离散数字输入和开关输入（本地接地的发射机）没有信号返回接收机。可以被硬件设计评审时的分析取代。
监测	持续监测，并可读出逻辑状态和电流。
程序	<p>把零部件连接到 U_s 电源盒电源地。参考图 9 和按下面的顺序执行</p> <ol style="list-style-type: none">1 在 T_{room} 完成以下的试验顺序（参考图 10）.2 将 U_s 设置成 U_{min} 后施加在部件上.3 将 U_{step} 设置成 0V.4 将 U_{sin} 设置成 50Hz，振幅峰值为 200mV 的正弦波.5 读取逻辑输出状态及存储信息.6 U_{step} 以 250mV 的梯度从 0 提高到 U_{min}，同时记录输出的逻辑状态。每个梯度保持 5 秒，样品以 100ms 的重复速率输出，直到一排记录的所有 50 个逻辑状态都变成了新的值。7 当 U_{step} 达到 U_{ih_rise} 时，存储 U_{step} 的输入值。继续升高，直到达到 U_{min}。8 达到 U_{min} 后 U_{step} 开始以 250mV 梯度从 U_{min} 减少到 0V。同步骤 6 一样确认逻辑

	<p>状态改变的电压值。</p> <p>9 当 U_{step} 达到 $U_{\text{il_fall}}$ 时, 存储 U_{step} 的输入值。继续降低, 直到达到 0V。</p> <p>10 将 U_{step} 升高到 $(U_{\text{ih_rise}}+U_{\text{il_fall}})/2$, 记录 5 秒内状态变化的次数 $N_{\text{th_Umin}}$ (参考图 11)。</p> <p>11 使用 U_{max} (代替 U_{min}) 重复步骤 (2) to (10), 记录新的 $U_{\text{ih_rise}}$ 和 $U_{\text{il_fall}}$。</p> <p>12 重复 (2) to (11) 在 T_{max} 和 T_{min} 的条件下。</p> <p>13 出据报告, 涵盖以下信息:</p> <ul style="list-style-type: none">• At T_{room} 和 U_{min}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$ and $N_{\text{th_Umin}}$• At T_{room} 和 U_{max}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$ and $N_{\text{th_Umin}}$• At T_{max} 和 U_{min}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$• At T_{max} 和 U_{max}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$• At T_{min} 和 U_{min}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$• At T_{min} 和 U_{max}: $U_{\text{ih_rise}}$, $U_{\text{il_fall}}$
要求	<p>功能等级不适用这个试验。</p> <p>所有的离散数字输入接口应能正确识别逻辑电位:</p> <p>逻辑低: $-1\text{V}<U_{\text{il}}<2\text{V}$</p> <p>逻辑高: $4.5\text{V}<U_{\text{ih}}<U_{\text{max}}+1\text{V}$</p> <p>这就要求在所定义工作温度和工作电压范围内 $U_{\text{ih_rise}}$ 和 $U_{\text{il_fall}}$ 都应该在 $(2.0\dots4.5)\text{V}$ 的范围内。在这个要求中包括接口的滞后作用。在 $(U_{\text{ih_rise}}+U_{\text{il_fall}})/2$ 范围内, 电流不应该显著的增加 ($>5\text{mA}$)。</p>

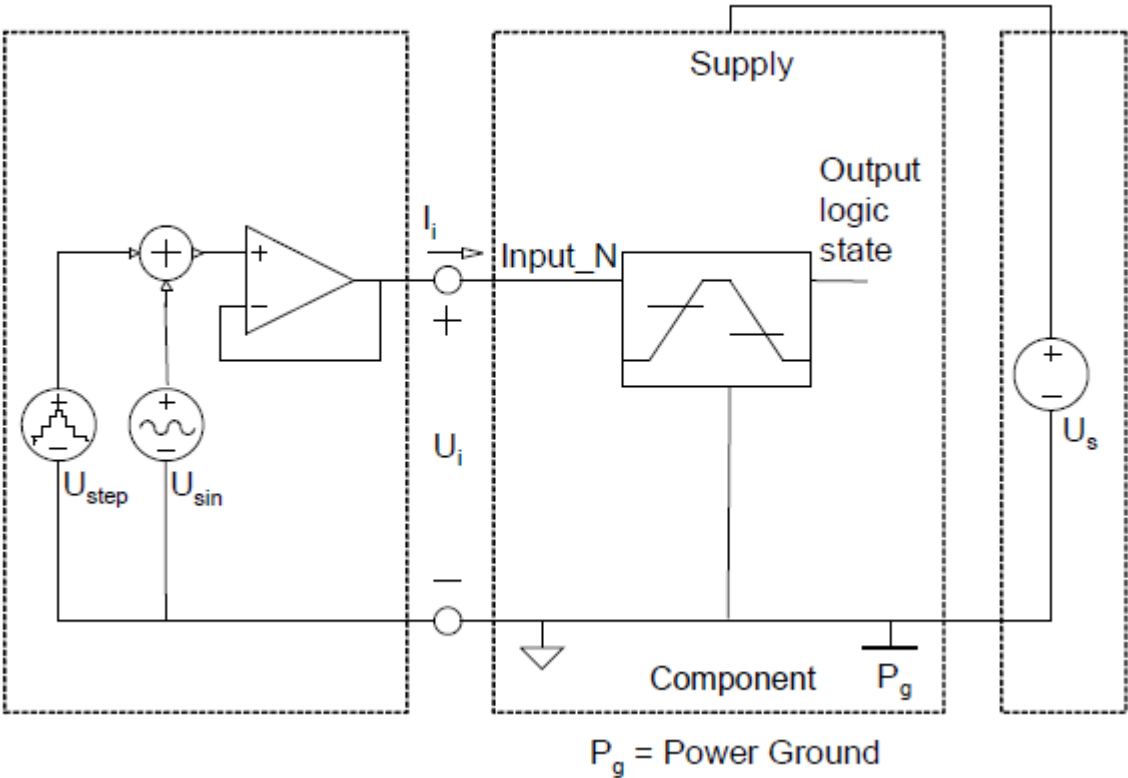


图9 阈值电压试验设置

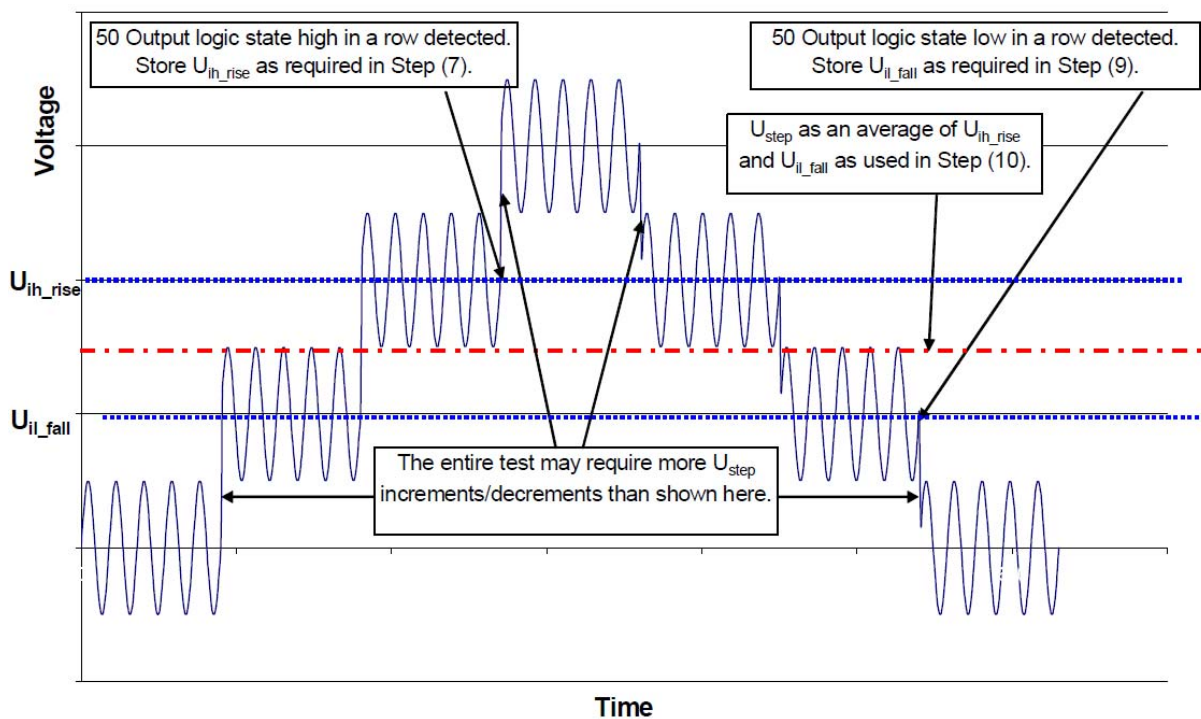


图10 阈值电压波形-所有步骤

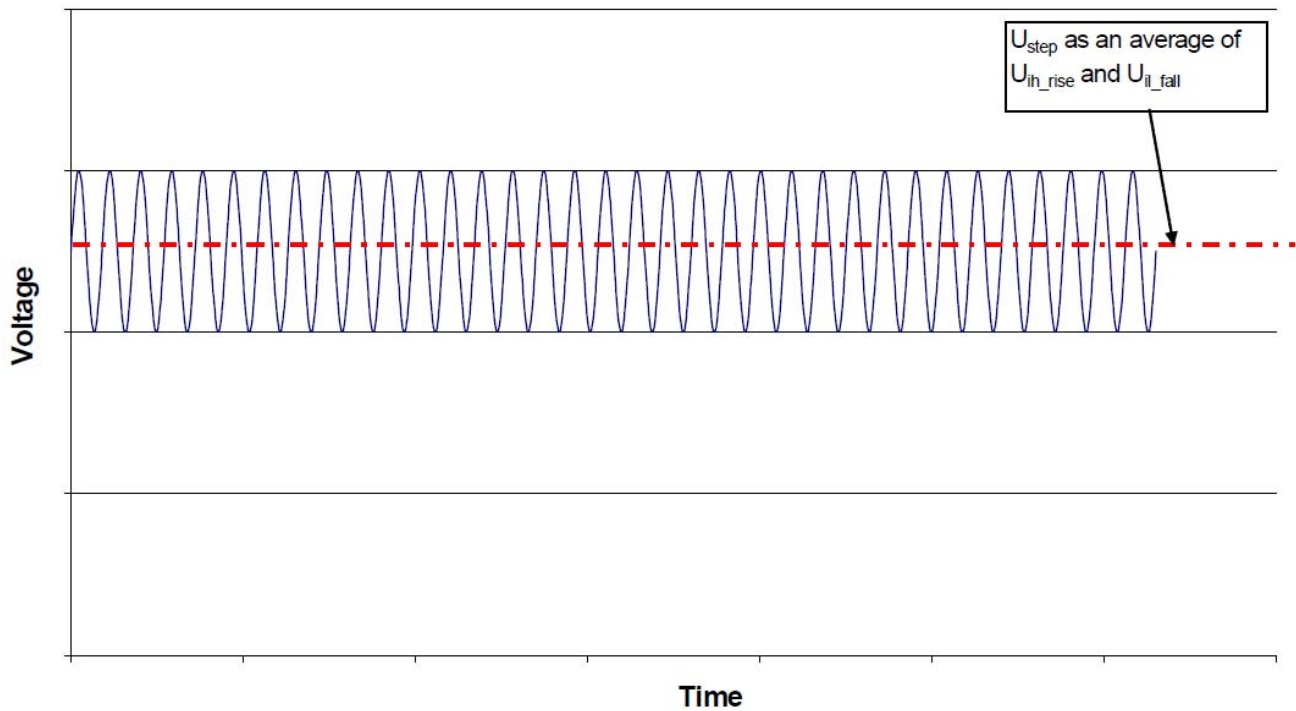


图11 阈值电压波形-步骤 10

4.11 E11 过载试验

目的：检测机械开关，电子输出端和触点的过电流保护能力。必须考虑比正常负载更高的电流（例如，电机的堵转电流）。

试验：

表22 E11 过载试验参数

工作模式	2.3
温度	T_{max}
测试条件 (电子输出端)	输出端必须至少承受额定负载 3 倍的电流值而不损坏。负载持续 30 分钟。
测试条件 (开关输出端)	若最大堵转电流大于 3 倍 I_N ，那么使用最大堵转电流替代 I_N 。 负载加载时间为 10 分钟 部件额定电流 $I_N \leq 10A$ ： $3 \times I_N$ 。 部件额定电流 $I_N > 10A$ ： $2 \times I_N$ 。 但至少达到 30A，最大达到 150A（开关在负载下关、开和再关）。 对于多触点继电器和多触点开关，则每个触点必须逐个测试。
样品数	3 件
要求	<ul style="list-style-type: none">•没有保险丝的机械部件必须达到功能等级 A。若回路中使用保险丝，保险丝要起作用。•具备过载监测（电流、电压、温度）的电子输出端，应满足功能等级 C。•另外，必须对所有部件进行视觉评估，不允许出现影响功能或者寿命（外观和电气特性）的改变。

4.12 E12 绝缘耐压试验

目的：这项试验是验证零部件对绝缘失效的免疫能力。可能导致电气性能降低和信号干扰

试验：

表23 E12 绝缘电阻试验参数

工作模式	1.1
温度/相对湿度	T_{room} 50%
测试电压	500V DC

测试持续时间	60s（每个测试点）
测试点	施加测试电压： - 到没有电路连接的端子。 - 插接件插脚和没有电流导通的导电外壳之间。 - 插接件插脚和围绕外壳（外壳不导电的情况）的某一电极之间。 - 与相关工程师协商的测试点
循环次数	1 次
样品数	3 件
要求	绝缘电阻必须大于 10M。需确认 DUT 无损坏。测试后应达到功能等级 A。

4.13 E13 长时过电压试验

目的：测试部件对长期过电压的抵抗能力。模拟驾驶期间发电机出现调节失效的情况（电压输出超过正常值）。

试验：

表24 E13 过电压试验参数

工作模式	2.3
温度	$T_{\max} - 20^{\circ}\text{C}$
测试持续时间	60 分钟
持续测试电压	17V
循环次数	1 次
样品数	3 件
要求	测试结果的评价取决于不同的部件，区别在于： a) 驾驶系统的功能等级要求： 满足功能等级 B，如果必要，必须定义紧急模式。相应的降级策略必须在零部件性能规范中描述。 b) 对于其他零部件：满足功能等级 C

4.14 E14 短时过电压试验

目的：模拟电气系统中由于负载开关切断和急加速冲击时出现瞬态过电压。
电气寿命测试可能用到这项试验
试验：

表25 E14 瞬态过电压试验参数

工作模式	2.3
U_{min}	16V
U_1	17V
U_{max}	18V
t_r	1ms
t_f	1ms
t_1	400ms
t_2	600ms
循环次数	1. 短期测试：10 秒内实施 3 次脉冲循环 2. 耐久测试：1000 次脉冲循环，每个循环间隔 9s 这两项试验要依次进行。
样品数	3 件
要求	满足功能等级 A 在试验过程中，在定义的极限范围之内，所有相关的输出必须保留；在整个测试过程中持续监测。

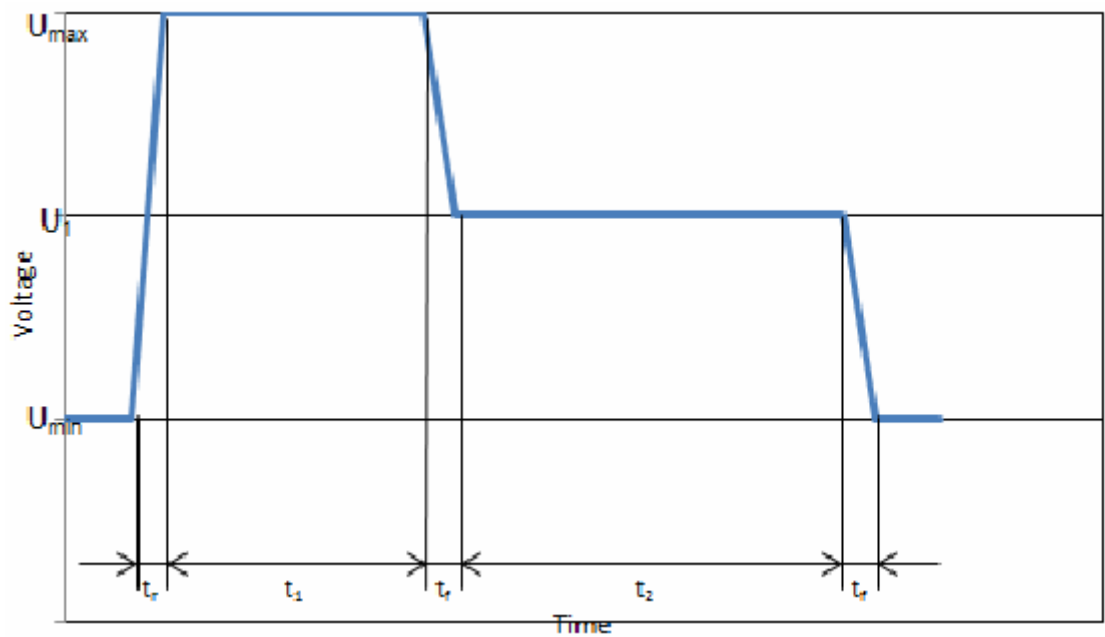


图12 E14 瞬态过电压试验脉冲

4.15 E15 短时低电压试验

目的：模拟电气系统中由于负载开关ON时出现的瞬态低电压。

试验：

表26 E15 短时低电压试验参数

工作模式	2.3
U_{\min}	9V
U_{\max}	10.8V
	18V
t_r	1.8ms
t_f	1.8ms
t_{test}	500ms
循环次数	1 次

样品数	3 件
要求	满足功能等级 A

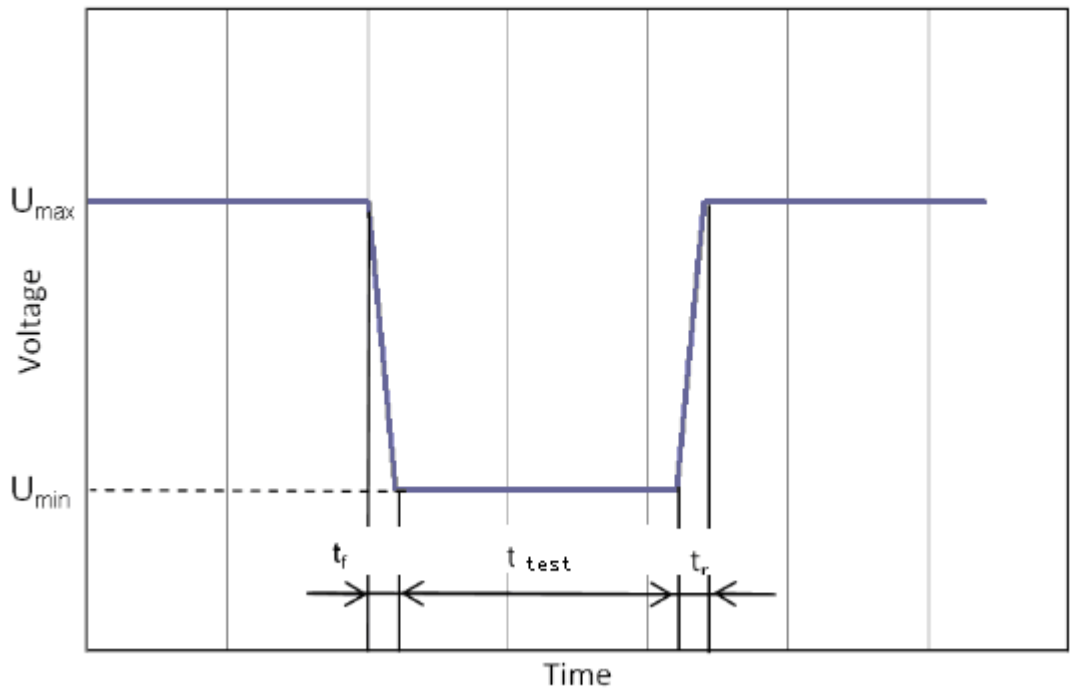


图13 E15 瞬态低电压试验脉冲

4.16 E16 跳跃电压试验

目的：模拟整车外部启动的情况。最大测试电压来源于商用车系统及其可能出现的最大电压试验：

表27 E16 跳跃电压试验参数

工作模式	2.3
U_{min}	13.5V
U_{max}	26V
t_{vor}	60s
t_{test}	60s

循环次数	1 次
样品数	3 件
要求	测试结果的评价取决于不同的部件，区别在于： a) 和启动相关的部件(如起动机)： 到达功能等级 B 传感器在整个测试时间内必须提供有效值（或者通过部件的等效表予以保证） The sensors must deliver valid values over the whole time (or safeguarded by means of replacement tables in the components). b) 所有其他部件： 达到功能等级 C。

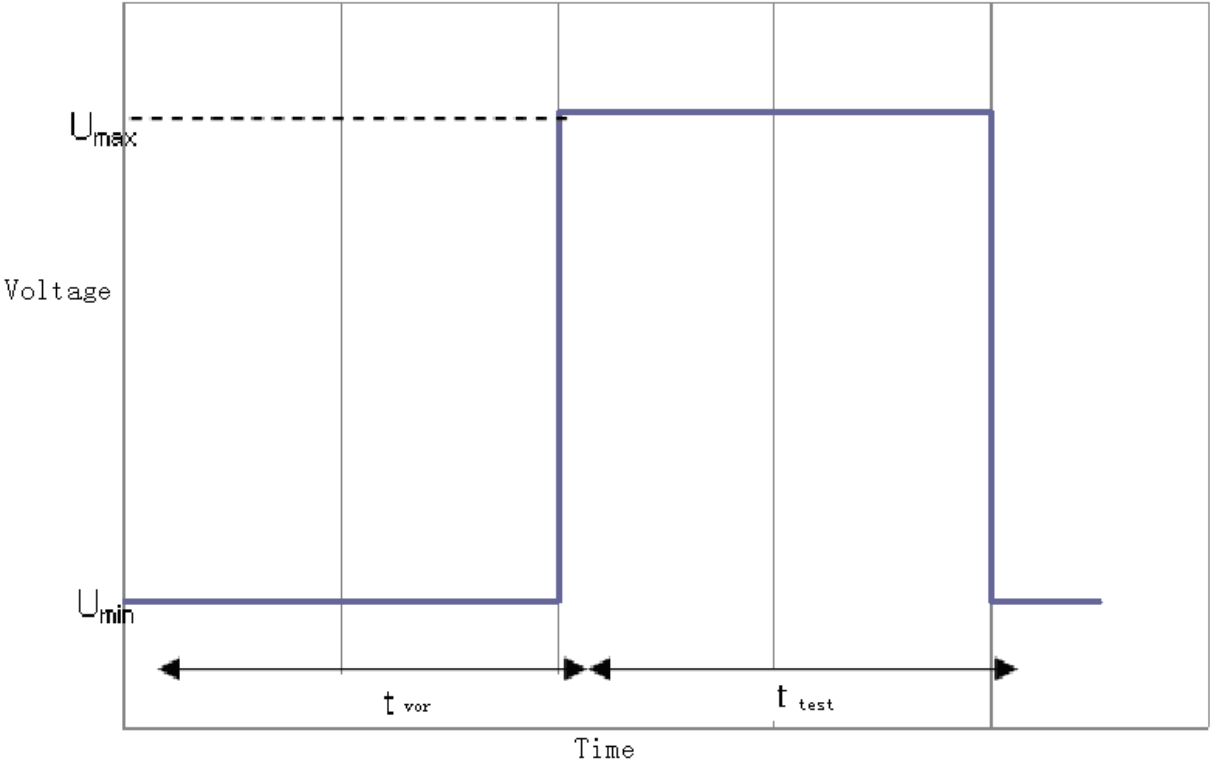


图14 E16 跳跃电压试验脉冲

4.17 E17 抛负载试验

目的：电气负载卸载，同时连接了降低缓冲能力的蓄电池，由于发电机的特性，导致高能量的过电压脉冲。这个试验就是模拟这种脉冲

试验：

表28 E17 抛负载试验参数

工作模式	2.3
U_{min}	13.5V
U_{max}	27V
t_r	10ms
t_s	300ms
R_i	50 到 100 mΩ
循环间隙时间	1 分钟
循环次数	10 次
样品数	3 件
要求	满足功能等级 C。 另外，必须读出部件故障日志。

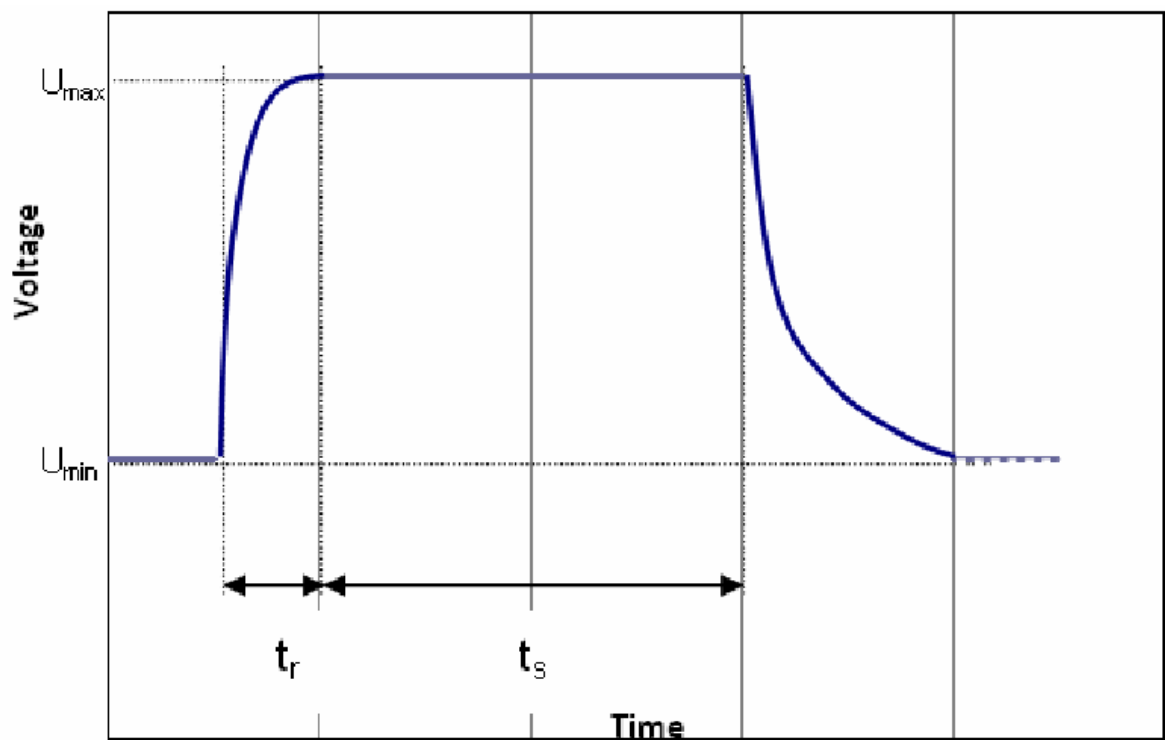


图15 E17 抛负载试验脉冲

4.18 E18 短时中断试验

目的：模拟不同周期的短时中断，监测零部件的表现
试验：

表29 E18 短时中断试验参数

工作模式	2.3	
测试设置	回路原理参加图 17，搭建的整车网络需与工程部门协调。	
检测事件	1. S1 关闭, S2 打开, $R = 100\text{ k}\Omega$ 2. S1 关闭, S2 对 S1 取反, $R \geq 10\text{ k}\Omega$ 3. S1 关闭, S2 打开, $R = 0,1\Omega$ (电气系统) 电阻值只在 “S1 open” 的情况下使用	
U_{test}	11V	
供电电压以变化着的时间间隔被 U_{test} 中断。	t1	间隔
	>10 μs 到 100 μs	10 μs

对此必须遵守下面的排序。	100 μ s 到 1ms	100 μ s
	1ms 到 10ms	1ms
	10ms 到 100ms	10ms
	100ms 到 2s	100ms
试件接通 - 功能接通	> 10s	
t ₂	至少保持试验电压 U _{test} 持续到试件重新达到 100%的工作能力（所有系统再次无故障运行）。	
循环次数	1 次	
样品数	3 件	
说明	表 29 说明了电压周期的时间间隔不断增加，如图 16 所示	
要求	必须记录试件是从哪个时间值 t ₁ 第一次离开功能状态 A 的。 如果试件在 100 μ s 以下范围内达到功能状态 A，在其他情况下达到功能状态 C，则试验被视为通过。在部件设计任务书中必须规定功能状态 C 允许的偏差值。	

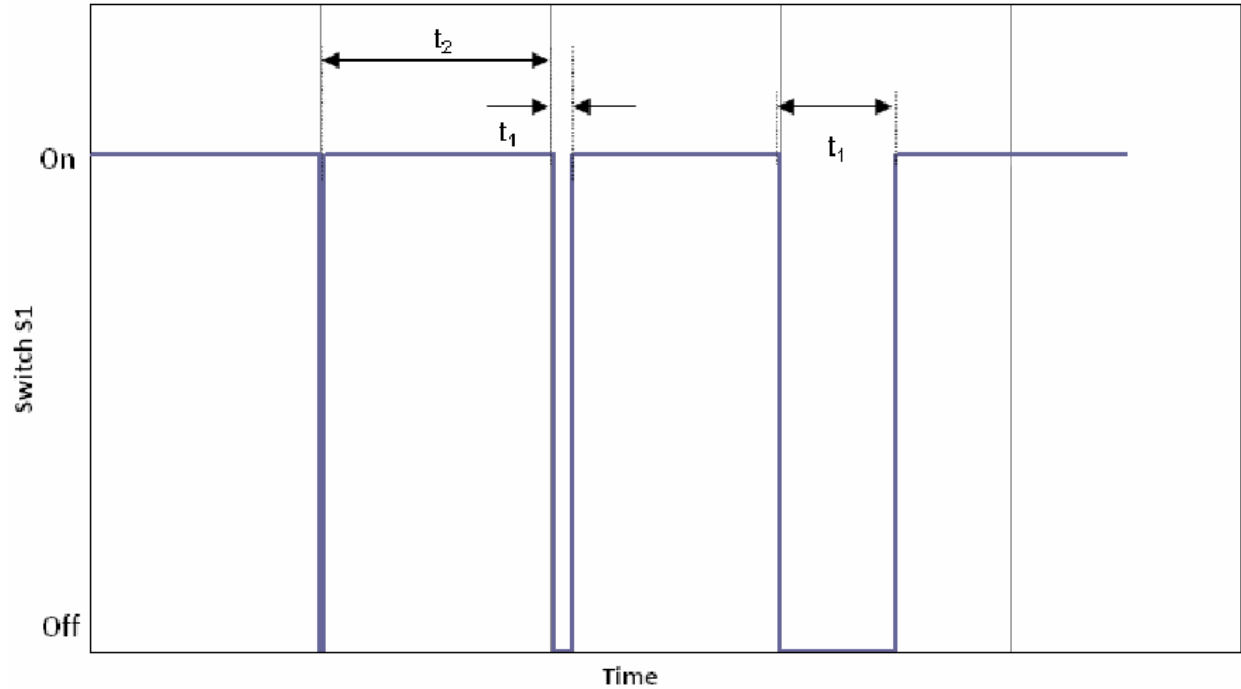


图16 E18 短时中断试验脉冲

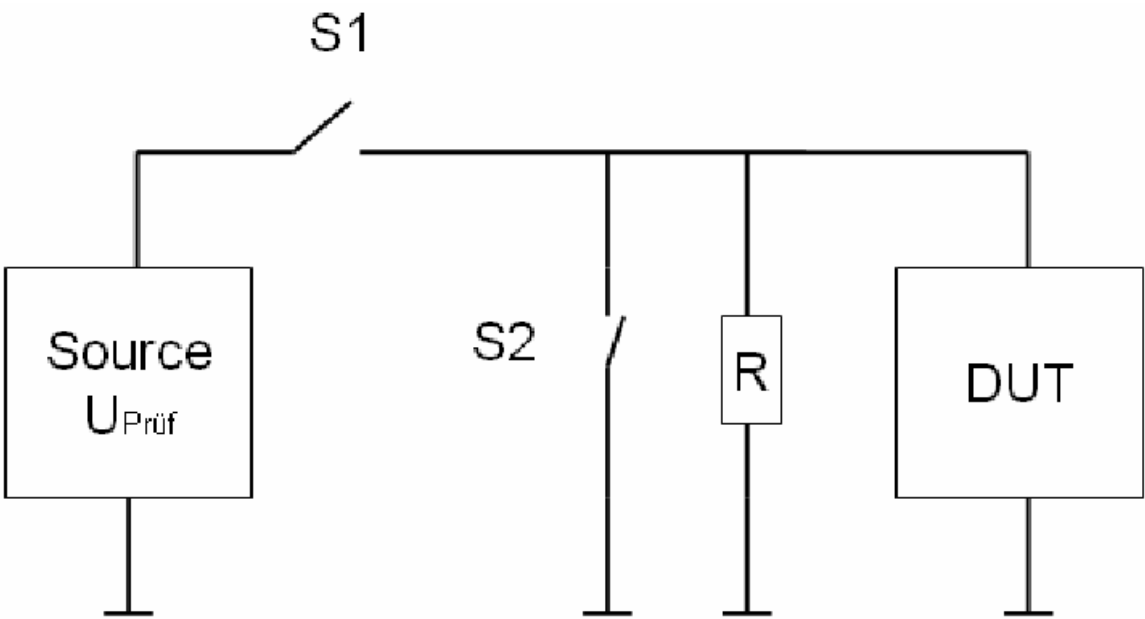


图17 E18 短时中断电路回路

4.19 E19 启动脉冲试验

目的：当发动机启动时，蓄电池电压降在较短的时间段上有一个低值，然后又稍微有所提升。大多数部件在启动之前的短时间内直接被激活，然后在发动机启动时被脱激，接着在发动机启动之后发动机正常运转时，再次被激活。这个试验是验证在这些条件下，零部件能够正常工作。这种启动过程可以在不同的汽车启动情况下进行冷启动和热启动。为了覆盖这两种情况，要求用两种不同的试验流程。零部件必须经历这两种试验流程

试验：

表30 E19 启动脉冲试验参数

工作模式	2.3
测试脉冲	对于和启动相关的零部件： -冷启动：试验脉冲“标准型”和“加强型”参考表 31 -热启动：试验脉冲参考表 32 对于和启动无关的零部件： -冷启动：试验脉冲“标准型”参考表 31 -热启动：试验脉冲参考表 32
样品数	3 件
要求	与启动有关的部件： 不能有故障存储器写入，必须能够启动车辆。 试验 1-冷启动

	试验脉冲“标准型”：达到功能等级 A 试验脉冲“加强型”：达到功能等级 B 试验 2-热启动： 长试验流程：达到功能等级 A 短试验流程：达到功能等级 A 和启动无关的零部件： 试验 1-冷启动 试验脉冲“标准型”：达到功能等级 C 试验脉冲“加强型”：达到功能等级 C 试验 2-热启动： 长试验流程：达到功能等级 A 短试验流程：达到功能等级 A
--	--

4.19.1 试验 1-冷启动

表31 E19 启动脉冲试验参数

参数	“标准型” 试验脉冲	“加强型” 试验脉冲
U_B	11.0V	
U_T	4.5V	3.2V +0.2V
U_S	4.5V	5.0V
U_A	6.5V	6.0V
U_R	2V	
t_f	$\leq 1\text{ms}$	
t_4	0ms	19ms
t_5	0ms	$\leq 1\text{ms}$
t_6	19ms	329ms
t_7	50ms	
t_8	10s	
t_r	100ms	
f	2Hz	
R_i	0.01 Ω	
试验循环之间的暂停	2s	

试验循环	10
------	----

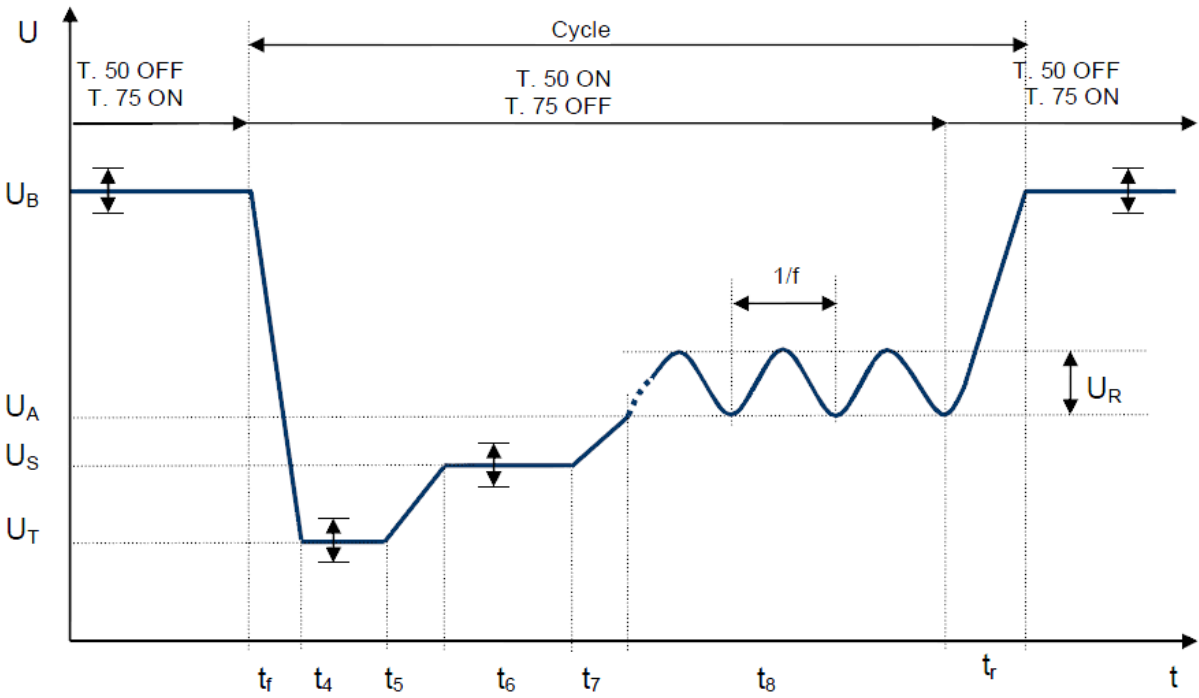


图18 冷启动试验脉冲

4. 19. 2 试验 2-热启动

表32 E19 热启动试验脉冲试验参数

参数	“短”试验流程	“长”试验流程
U_B	11. 0V	
U_T	7. 0V	
U_S	8. 0V	
U_A	9. 0V	
t_{50}	$\geq 10\text{ms}$	
t_f	$\leq 1\text{ms}$	
t_4	15ms	
t_5	70ms	
t_6	240ms	

t_7	70ms	
t_8	600ms	
t_r	$\leq 1\text{ms}$	
R_i	0.01Ω	
试验循环之间的暂停	5s	20s
试验循环	10	

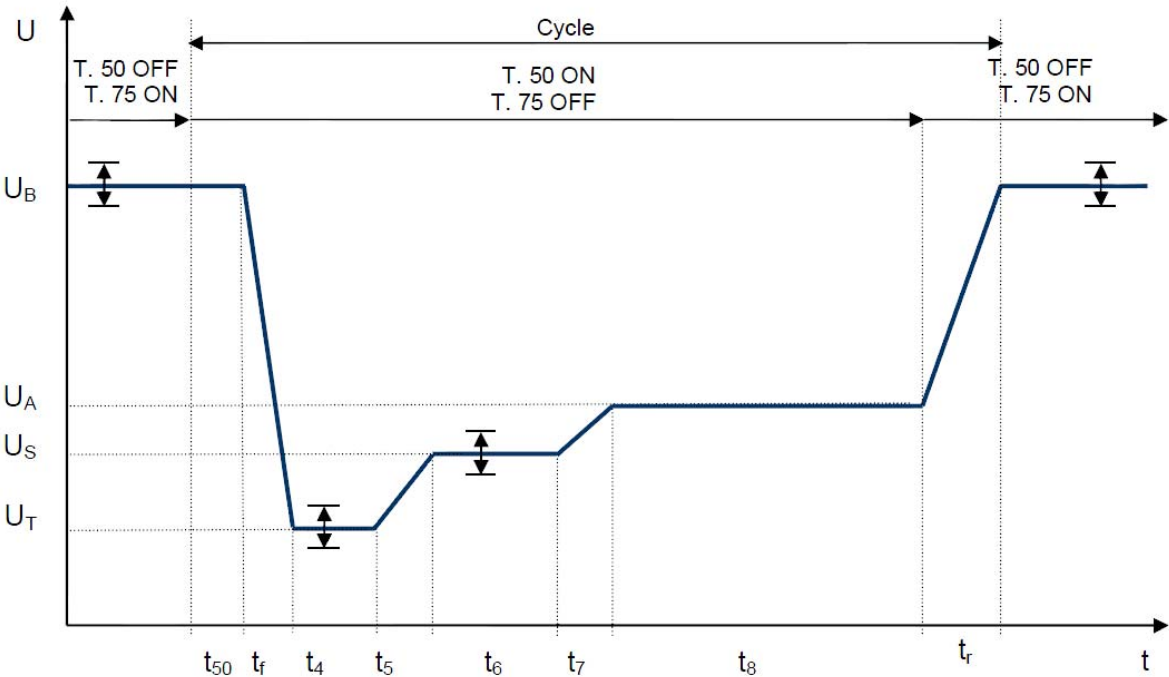


图19 热启动脉冲

4.20 E20 电压曲线（智能发电机控制）试验

目的：模拟用智能发电机控制时，电气系统的行为。The behavior goes from DC to voltage changes within max.300ms.

表33 E20 电压曲线（智能发电机控制）试验参数

工作模式	2.3 - 适用于所有连接到 KL15（发动机运转）的负载（最小到最大）
ΔU	试件和蓄电池端子之间的电压降（按照整车测试）

测试设置 1	U1	11.8V - ΔU
测试设置 2	U1	11.8V
U ₂	14.8V	
t ₁	2s	
t _r , t _f	≥300ms	
循环次数	10 次	
样品数	3 件	
测试顺序	将试件和电源连接。在试件和蓄电池端子之间产生的电压降 ΔU 必须通过调整电压源来实现。电压源和试件之间必须根据表 33 中参数 2 的形式以整车的线束安装	
要求	达到功能状态 A 由于电压的变化导致的电气系统部件功能的变换，可以通过对部件或者（零件）系统采取相应的措施，使乘客不能察觉到这样一个潜在的变化（光学、声学、触觉、热学、运动），也不能使其他的道路使用者察觉到。 这些变换的定义必须在部件功能技术规范中规定。	

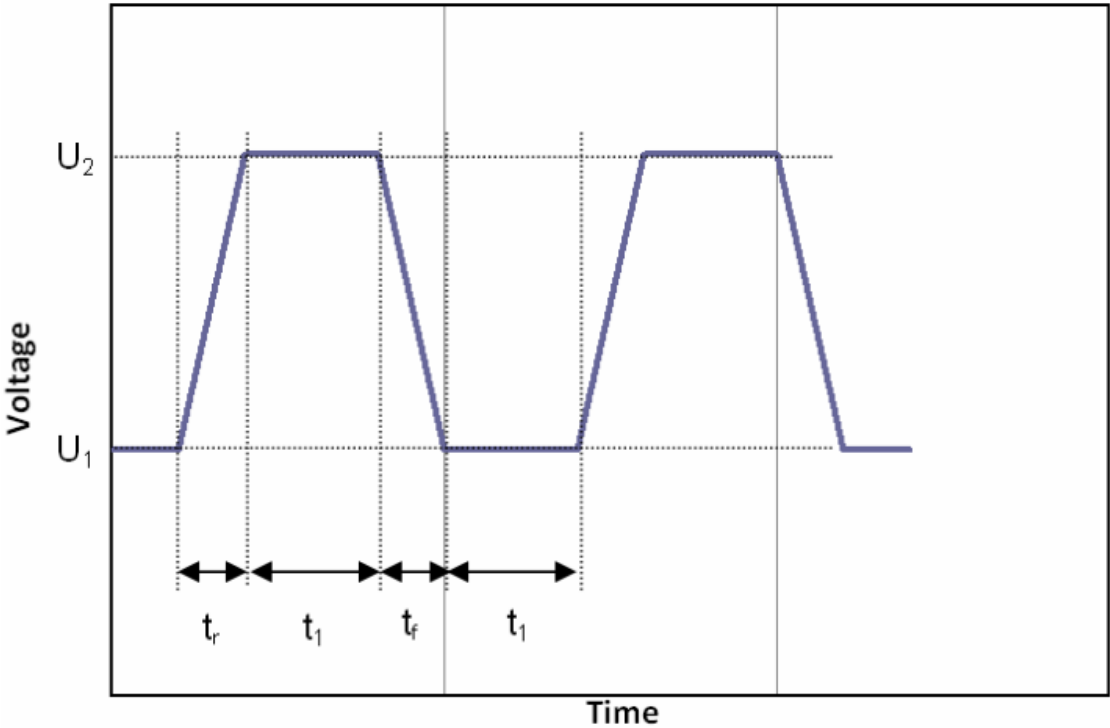


图20 E20 智能发电机控制的电压曲线试验脉冲

4.21 E21 反向电压试验

目的：这项试验是验证零部件对在电源输入端施加反向电压的免疫能力。这个条件可以由放电设备的反转引起。注意：反极性可以产生多次，但是不能导致零部件的损坏

试验：

必须在原配接线情况下试验所有相关的连接。试件根据汽车内的错接而被启动。从0V到表35和表36描述的最大电压值之间的任何一个电压值均适用反极性试验。

表34 E21 反向电压试验参数

工作模式	2.1
循环次数	参考表 35 和表 36
样品数	3 件
说明	“通用”和“半导体断路器”的输入布线是有区别的。必须根据输入布线选择参数设置
要求	在极性变换期间，不能触发与安全相关的功能，例如：电动摇窗机，电动滑动天窗，启动器等等。 在极性变换期间，任何部件不得超过在数据表（CTS）中规定的允许极限值（电气和温度）。 在试验期间，保险丝系统不得超过汽车保险丝的额定电流。 不得由于极性变换而使部件产生预损或者暗伤。 极性变换抵抗力亦适用于从 0V 到最大试验电压的任何电压。 极性变换抵抗力满足功能等级 C。 必须记录试验期间的电流能耗。

4.21.1 通用极性反接

表35 E21 极性反接-通用部分实验参数

U_{test}	-14.0V
R_i	50~100 mΩ
T_{test}	60s
循环次数	3 脉冲之间的时间最大为5分钟

4.21.2 反极性保护-半导体断路器

表36 E21 极性反接-半导体断路器试验参数

U_{test}	-4.0V
R_i	50~100 mΩ

T _{test}	60s
循环次数	3 脉冲之间的时间最大为5分钟

4.22 E22 电解质强度试验

目的：模拟没有电流连接的部件之间的电解质强度，例如，插脚、继电器、绕组或者线路。
 试验：

表37 E22 电解质强度试验参数

工作模式	2.1
测试电压	U _{eff} = 500V AC, 50Hz
测试时间	60s
测试点	施加测试电压： <ul style="list-style-type: none"> – 在非导通的端子之间施加电压。 – 在插接件端子与非导通的导电外壳之间施加电压 – 如果外壳是非导体，那么在插接件端子与外壳周围的某一电机之间施加电压 – 与其他各职能部门协商的测试点。
温度/相对湿度	T _{room} 50%
循环次数	必须完成一个循环，上面提到的测试点都必须至少测试一次
样品数	3件
要求	DUT无损坏，试验后满足功能等级A

4.23 E23 反馈试验

目的：模拟试件连接到KL15上的特性。所有与KL15连接的部件必须做这项试验。
 如其它具有“唤醒功能”的端子，同样必须做这项试验
 试验：

表38 E23 反馈试验参数

工作模式	2.3
U_{test}	$U_{Bmax} - 0.2V$
测试温度	T_{max} , T_{room} 和 T_{min}
样品数	3件
测试顺序	<p>将试件根据汽车内实际的接线情况进行连接（包括传感器、执行元件等等）并以正常工作情况下工作。当KL15切断时，测量在KL15上的电压曲线。必须采用继电器或者开关（$R_{open_switch} \rightarrow \infty$）进行切断。其他有可能存在的电压源，比如说KL30，在试验期间不允许中断或者切断（根据汽车内的特性）。其他在KL15上的电阻器，不允许用于这项试验。</p> <p>用一个对KL31$\geq 10\ M\Omega$的外部电阻（例如：示波器）检测KL15的电压曲线。</p>
要求	<p>仅允许最大1.0V以下电平电压反馈到KL15。这个电压范围必须在切断后$t=20ms$之内达到。</p> <p>未与KL15连接的电压，必须在$t=20\ ms$之内（从切断这个时间点起算），下降到$U_{KL15}=+1V$以下。</p> <p>对于电压波动波形来说，要求一种稳定下降的功能。不允许由于正脉冲而产生一个不稳定的曲线。</p>

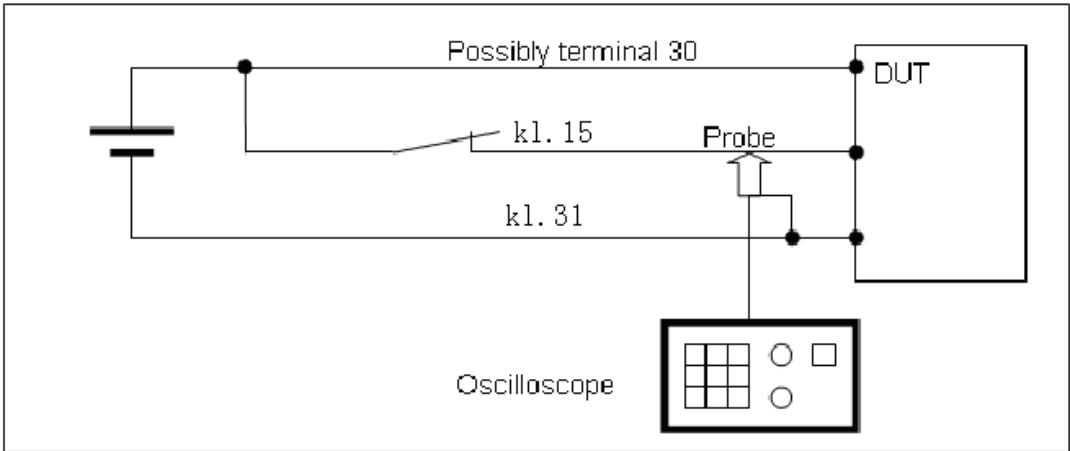


图21 E23 反馈试验电路原理

4.24 E24 性能分析-正常和最坏的情况下

目的：这项分析是验证用于根据设计的电路，能够生产出满足功能要求的产品。

试验：

表39 性能分析试验参数

工作模式	N/A
应用	所有部件
监控	N/A
程序	对每个零部件在遍及整个工作温度、电源和I/O电压范围内，用系统分析程序测定电压，电流和功率消耗。
要求	验证在所有条件下电路的设计能够生产出需要的功能。零部件满足SSTS/CTS规定的要求。

4.25 E25 短路/开路分析

目的：这项分析是为了确定零部件对蓄电池/电源电压和对地间歇中断、连续短路，以及开路条件下的承受能力。

试验：

表40 短路/开路分析试验参数

工作模式	N/A
应用	所有部件
监控	N/A
程序	用一个电路分析程序进行间歇中断（默认：1Hz到100Hz的方波）和连续的短路和开路，在每个零部件整个工作温度、电源、和输出电流范围内，测定其电压、电流、和功率消耗。
要求	验证零部件对间歇中断和连续短路和开路的承受能力。这项分析是为了验证零部件的工作参数不应该超过零部件数据表中定义的参数。

5 机械要求和试验

机械试验项目概述参见表41.

表41 机械试验概述

Test	
M1 振动试验	M7 共振频率分析
M2 机械冲击试验	M8 高海拔运输压力效应分析
M3 耐久冲击试验	M9 塑料卡扣安装分析
M4 外壳碾压试验-肘负荷	M10 碾压分析
M5 外壳碾压试验-脚负荷	M11 振动噪音(吱吱声、咔咔声) 试验
M6 跌落试验	M12 插接件试验

5.1 M1 振动试验

目的：这项试验是模拟在驾驶期间零部件的振动负荷。这项试验是验证对故障的抵抗力，例如零部件移位或者材料疲劳。

试验：

按照下面的参数，对于正弦振动的激励，请参考DIN EN 60068-2-6试验；对于宽带振动激励参考DIN EN 60068-2-64试验。

表42 一般振动的试验参数

工作模式	重复图22：温度曲线-振动
叠加温度曲线	按照图22重复进行：温度曲线-振动
对于正弦激励的扫频时间	1 octave/min, 对数
振动曲线A（用于发动机安装件）	振动激励，正弦振动参见图23和表43；振动激励，宽带随机振动参见图24和表44；正弦和随机可以在一起试验，也可以单独试验
振动曲线B（用于变速箱安装件）	振动激励，正弦振动参见图25和表45；振动激励，宽带随机振动参见图26和表46；正弦和随机可以在一起试验，也可以单独试验
振动曲线C（用于进气套件上的部件）	振动激励，正弦振动参见图27和表47
振动曲线D（安装在簧上的部件）	振动激励，宽带随机振动参见图28和表48
振动曲线E（安装在簧下的部件）	振动激励，宽带随机振动参见图29和表47
试件数量	3
说明	<p>这个试验必须在没有支架或安装件上执行；如果必要的话，带支架或安装件的额外的试验要和福田验证工程师协商；对于安装在支架上的部件或者通过阻尼元件的车辆，必须在零部件技术规范中指定；</p> <ul style="list-style-type: none"> -带有阻尼元件的所有样件 -没有阻尼元件的所有试验样件 -带阻尼元件的三个样件和不带阻尼元件的三个样件必须测试。 <p>选择的扫描速率必须能清楚地识别中断和短路</p>
要求	试件满足功能等级 A，并且所有的参数满足技术规范的要求。进行持续监控，并且按照第 3.3 条规定的 1 点测试进行验证

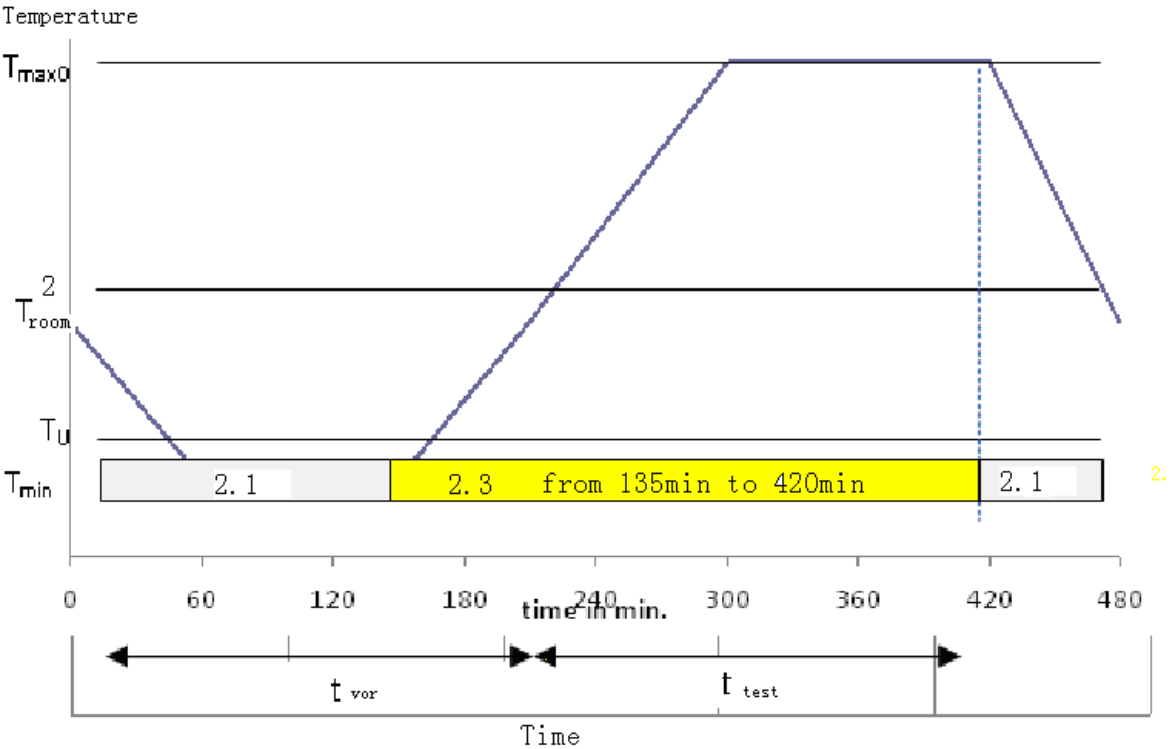


图22 温度曲线-振动

5.1.1 振动曲线 A（安装于发动机的部件）

表43 安装于发动机部件的正弦振动试验参数

振动激励	正弦振动	
各空间轴持续时间	22 h	
振动曲线	曲线 1用于那些安装在5缸或者以下发动机的部件。 曲线 2用于那些安装在6缸或者以上发动机的部件。 将这两种组合起来的曲线，应用于上述两种发动机通用的部件。	
曲线 1，如图23	频率 Hz	加速度振幅 m/s ²
	100	100
	200	200
	240	200
	270	100
	440	100
曲线 2，如图23	100	100
	150	150

	440	150
组合起来的曲线	100	100
	150	150
	200	200
	240	200
	255	150
	440	150

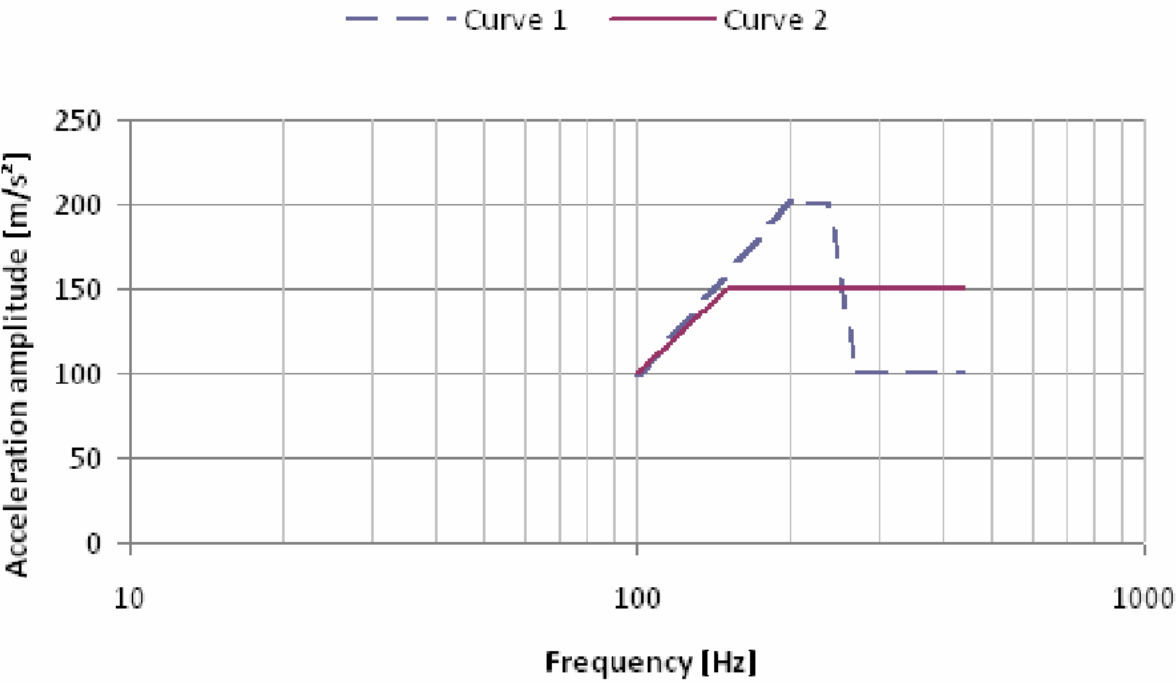


图23 用于安装在发动机部件的正弦振动曲线

表44 安装在发动机部件上的宽带随机振动试验参数

振动激励	宽带随机振动	
各空间轴持续时间	22h	
加速度有效值	181m/s²	
振动曲线，如图24	频率 Hz	功率密度频谱 (m/s²)²/Hz

	10	10
	100	10
	300	0.51
	500	20
	2000	20

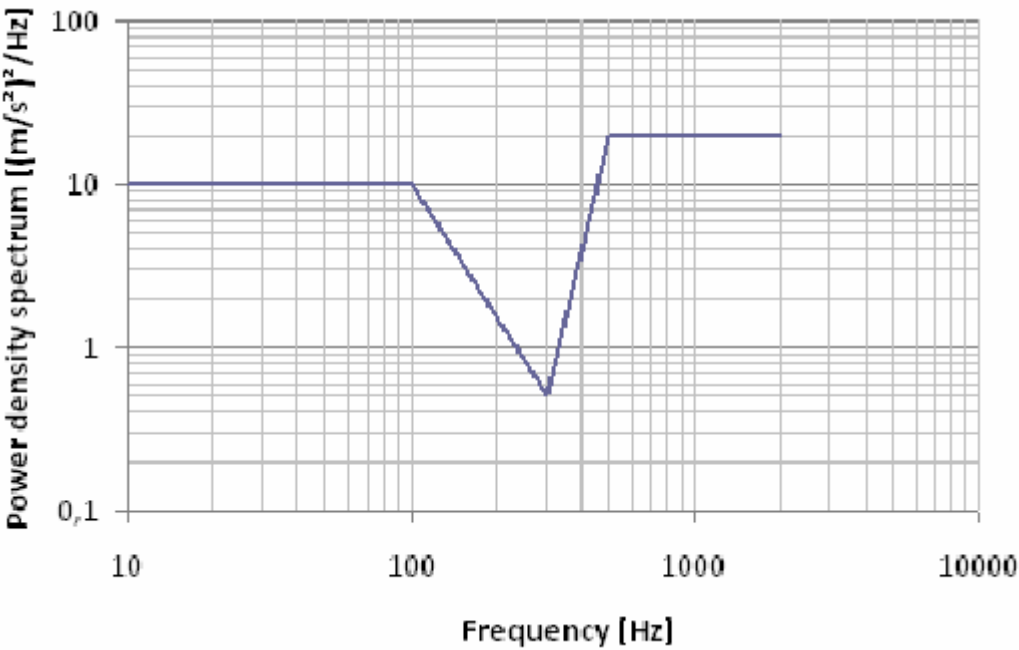


图24 用于安装在发动机部件上的宽带随机振动曲线

5.1.2 振动曲线 B（用于变速箱安装件）

表45 用于变速箱安装件的正弦振动曲线试验参数

振动激励	正弦振动	
各空间轴持续时间	22h	
振动曲线，如图25	频率 Hz	加速度振幅 m/s²
	100	30
	200	60

	440	60
--	-----	----

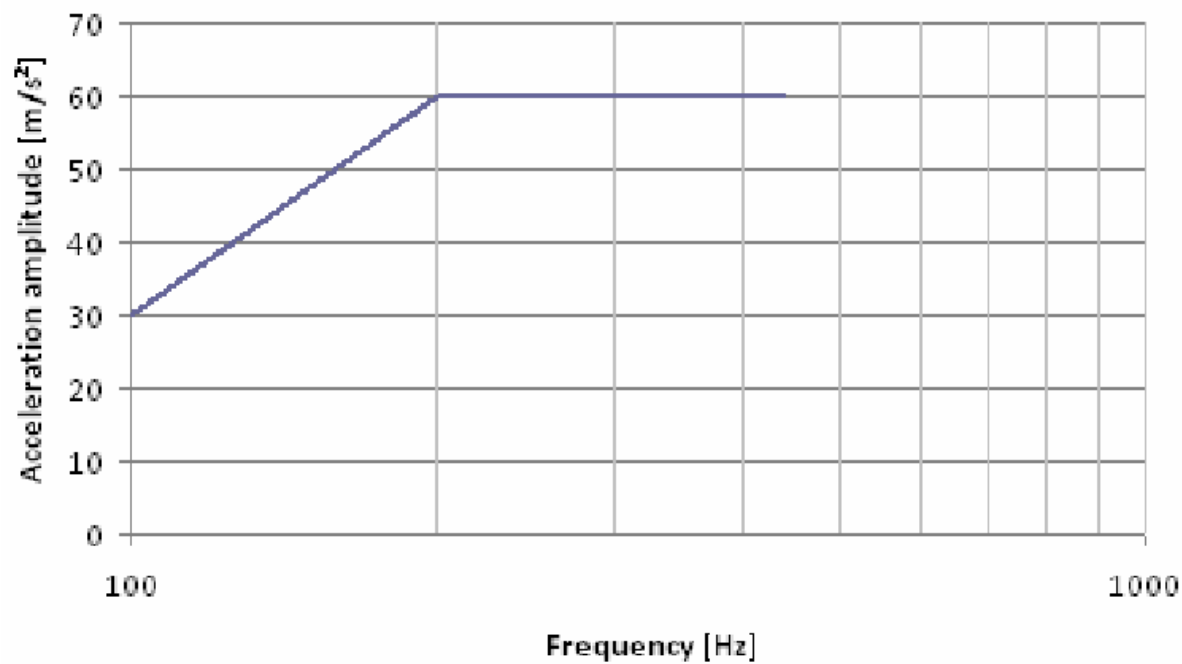


图25 用于变速箱安装件的正弦振动曲线

表46 用于变速箱安装件的宽带振动曲线试验参数

振动激励	宽带随机振动	
各空间轴持续时间	22h	
加速度有效值	96.6m/s ²	
振动曲线，如图26	频率 Hz	功率密度频谱 (m/s ²) ² /Hz
	10	10
	100	10
	300	0.51
	500	5
	2000	5

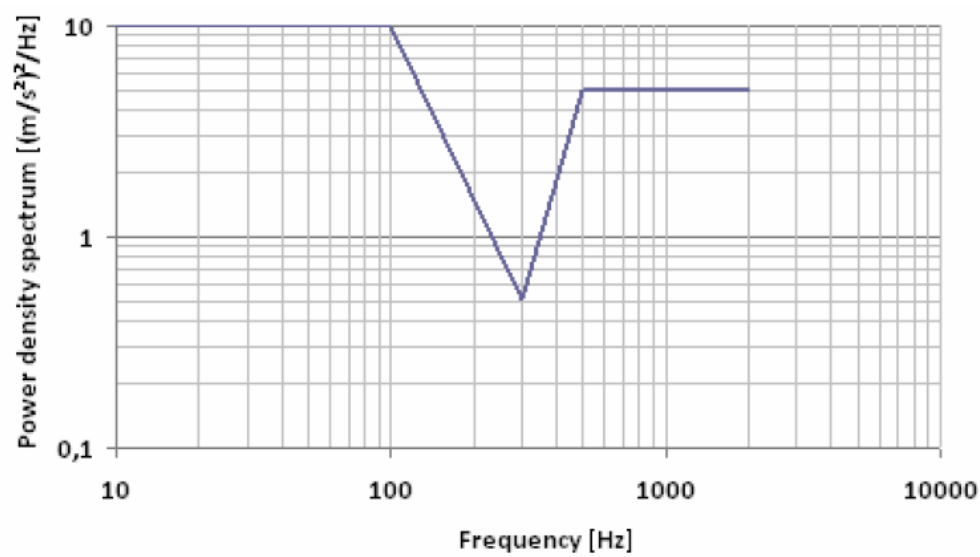


图26 用于变速箱安装件的宽带随机振动曲线

5.1.3 振动曲线 C（用于进气套件上的部件）

表47 用于进气套件上的安装件的正弦振动试验参数

振动激励	正弦振动	
各空间轴持续时间	22h	
振动曲线，如图27	频率 Hz	加速度振幅 m/s²
	100	90
	200	180
	325	180
	500	80
	1500	80

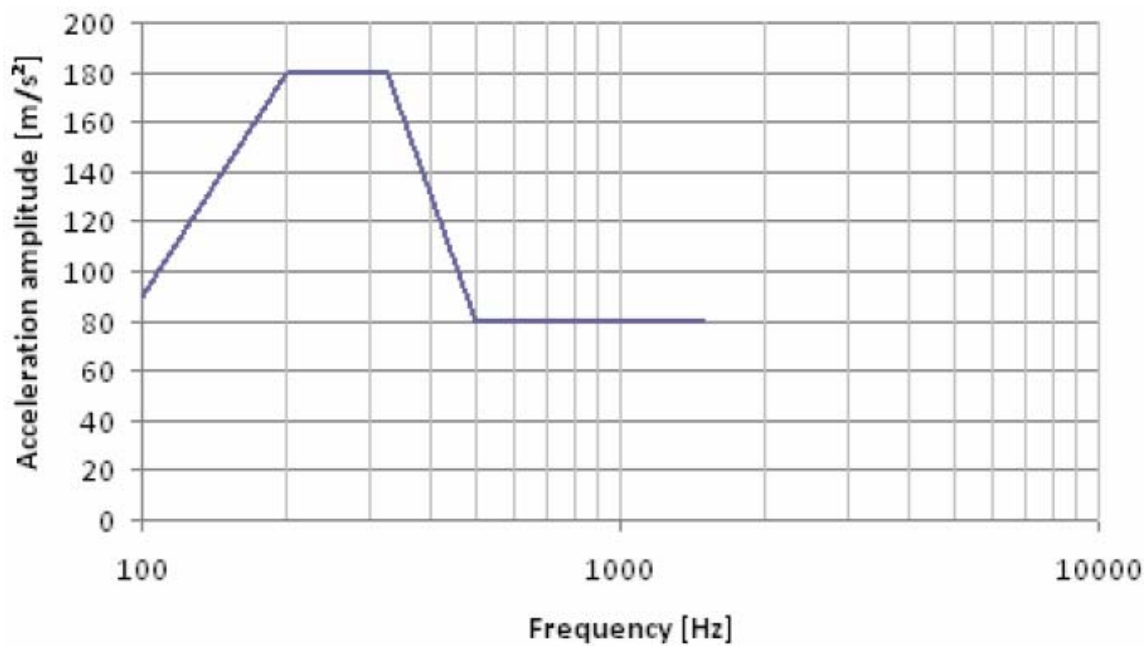


图27 用于进气套件上安装件的正弦振动曲线

5.1.4 振动曲线 D（用于安装在簧上的部件）

表48 安装在簧上部件的宽带振动试验参数

振动激励	正弦振动	
各空间轴持续时间	8h	
加速度有效值	3.07m/s ²	
振动曲线，如图28	频率 Hz	功率密度频谱 (m/s ²) ² /Hz
	5	0.884
	10	20
	55	6.5
	180	0.25
	300	0.25
	360	0.14
	1000	0.14

	2000	0.14
--	------	------

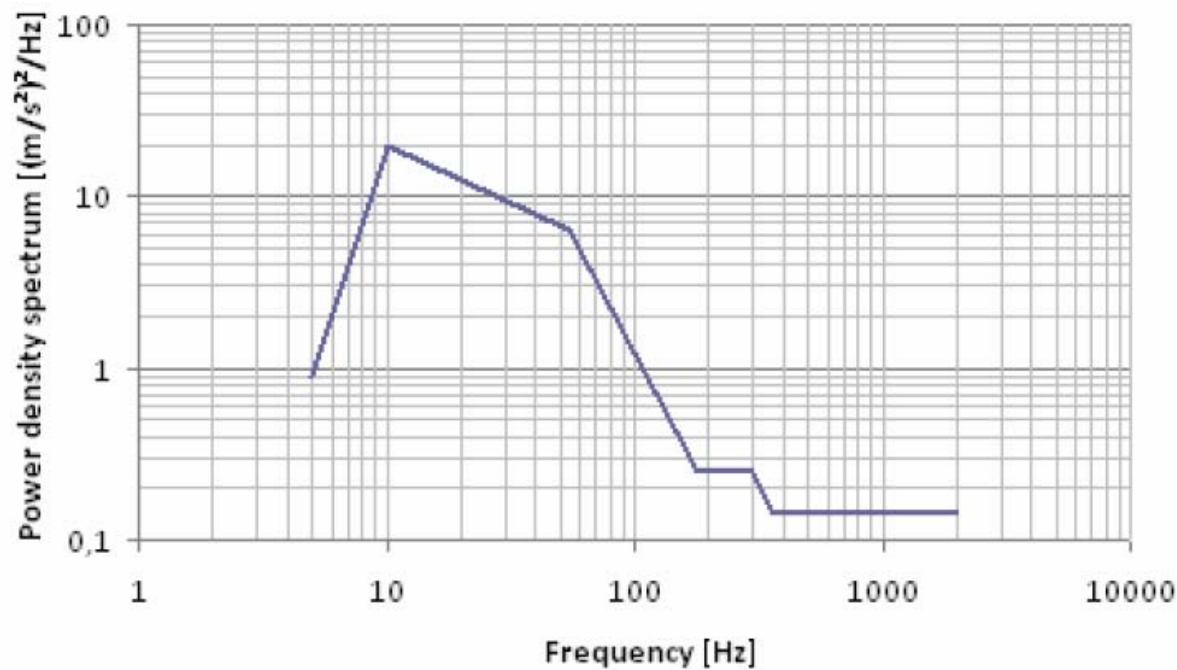


图28 安装在簧上部件的宽带随机振动曲线

5.1.5 振动曲线 E（安装在簧下的部件）

表49 安装在簧下部件的宽带随机振动试验参数

振动激励	宽带随机振动	
各空间轴持续时间	8h	
加速度有效值	107.3 m/s ²	
振动曲线，如图29	频率 Hz	功率密度频谱 (m/s ²) ² /Hz
	20	200
	40	200
	300	0.5
	800	0.5
	1000	3

	2000	3
--	------	---

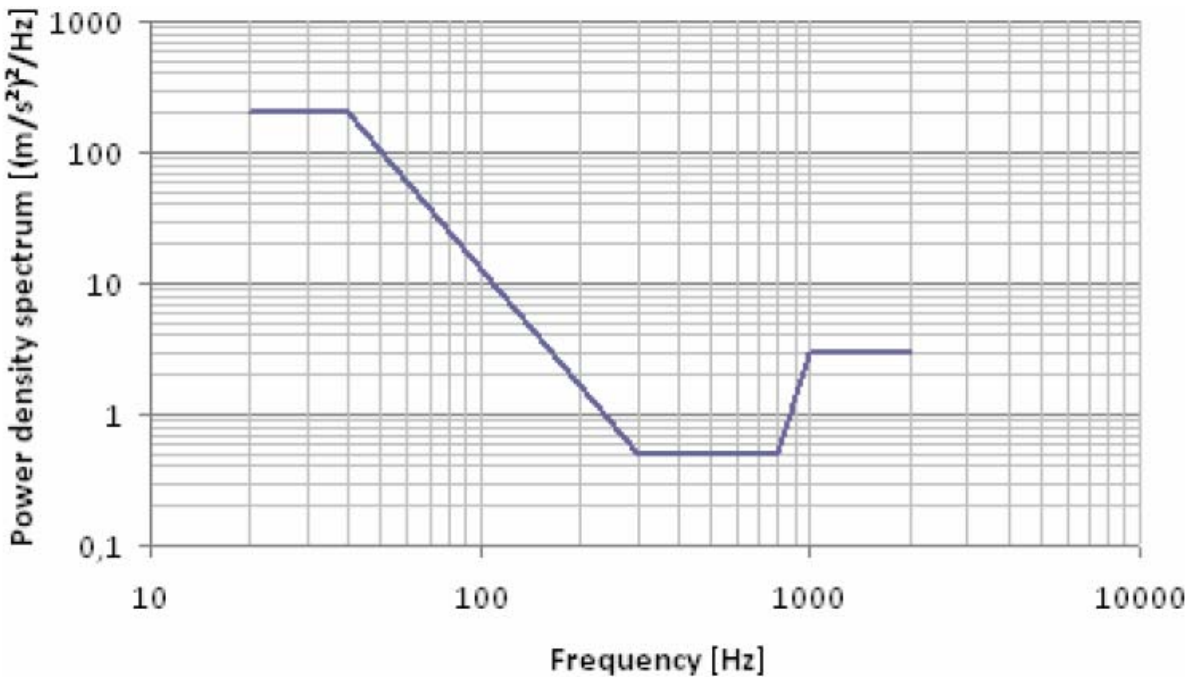


图29 用于安装在簧下部件的宽带随机振动曲线

5.2 M2 机械冲击试验

目的：这项试验是模拟部件的机械负荷，例如当行驶过坑、路边或者发生意外事故时。这项试验是为了验证部件对这些故障的抵抗能力，例如裂纹或者是部件发生位移。

试验：

结合下面的参数，按照DIN EN 60068-2-27的规定进行试验：

表50 M2 机械冲击试验参数

工作模式	2.3		
机械冲击—过坑			
部件位置	峰值	持续时间	次数
簧下	100 G	11 ms	20 x 6= 120
簧上（乘客舱部件）	12 G	20 ms	400 x 6= 2400
簧上（所有其他的部件， including Cradles and Frames）	25 G	10 ms	400 x 6= 2400
振动波形	半正弦		

机械冲击—碰撞	
项目	值
加速度	100 G
名义上的振动持续时间	11 ms
名义上的振动波形	半正弦
总振动次数	3 x 6方向 = 18
样品数	3
要求	试验前、中、后试件必须满足功能等级A。并且所有的参数满足技术规范的要求。用持续监控和第3.3条规定的一点功能测试进行验证。

5.3 M3 耐久机械冲击

目的：这项试验是模拟安装在四门两盖上的部件，在打开和关闭期间所承受的高加速度的加加速度力。这项试验是验证部件对这些故障的抵抗能力，如部件位置发生移动或者材料疲劳老化。

试验：

结合下面的参数，按照DIN EN 60068-2-29的要求进行试验：

表51 M3 耐久机械冲击试验参数

工作模式	2.3	
最大加速度	300m/s ²	
冲击持续时间	6ms	
冲击波形	半正弦形	
冲击次数	安装区域	冲击次数
	司机侧车门	100000
	前排乘员侧车门/后车门	50000
	后盖/后门	30000
	发动机舱盖	3000

	如果一种部件可能安装在多个安装范围，则选最高的冲击次数。 振动方向应模拟部件在整车位置上发生冲击时的振动方向。
安装位置	试件必须以实际装车的情况，安装在试验装置上。
样品数	3
要求	试验前、中、后试件必须满足功能等级A。并且所有的参数满足技术规范的要求。用持续监控和第3.3条规定的一点功能测试进行验证。

5.4 M4 外壳碾压试验-肘负荷

目的：这个试验是验证由于肘负荷施加在零部件上时，零部件外壳和外壳内部组件不受影响
试验：

表52 M4 外壳碾压试验-肘负荷试验参数

工作模式	1.1
应用于	所有部件
监测	Measure case deflection during loading to insure case clearances to parts on the circuit board
步骤	部件应该放置好，允许用 Φ13mm 或更大直径的区域测试所有的外表面。 如图 30 所示，给试件在任意一个 Φ13mm 的直径区域内均匀施加 110N 的力，持续 1 秒（这个力类似于人的肘部施加的）。在所有表面测试完成后，进行 1 点功能验证
样品数	3
要求	1、试件电气性能应无降低， 硬件方面无损坏（满足功能等级 C）。 2、施加负载的过程中，弯曲的壳体不能接触线路板上的任何零件， 除了插接器。 施加负载时，外壳不能分离或者打开。

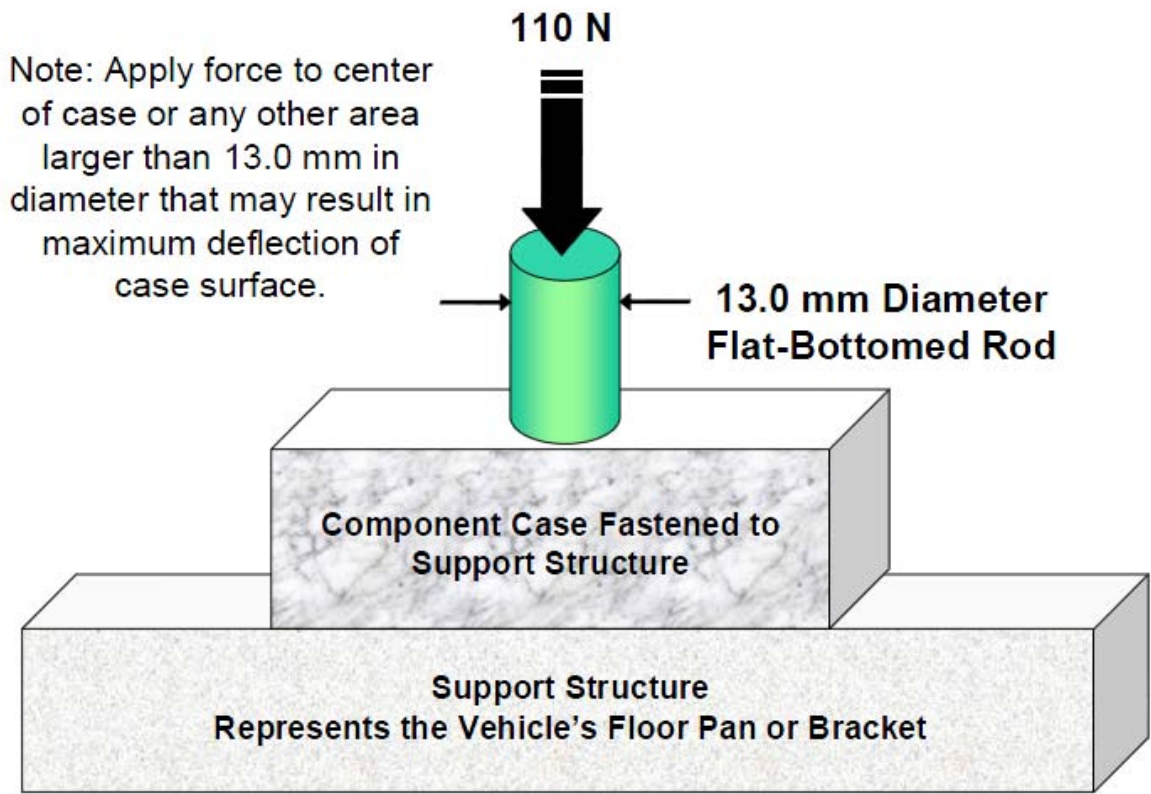


图30 部件外壳顶部施加的轴负荷

5.5 M5 外壳碾压试验-脚负荷

目的：这个试验是验证由于脚负荷施加在零部件上时，零部件外壳和外壳内部组件不受影响试验：

表53 M5 外壳碾压试验-脚负荷试验参数

工作模式	1.1
应用于	在车辆总装或者在维修时可能遭到脚负荷的所有部件
监测	Measure case deflection during loading to insure case clearances to parts on the circuit board.
步骤	在零部件顶部放置一个（50 x 50）mm（或者合适尺寸）的刚性钢板。使890N的作用力通过钢板均匀分布在零部件的顶部， 如图31所示持续1分钟。试验完成后，进行1点功能参数检查。
样品数	3
要求	1、试件电气性能应无降低， 硬件方面无损坏（满足功能等级C）。

	<div>2、施加负载的过程中，弯曲的壳体不能接触线路板上的任何零件，除了插接器。</div> <div>3、施加负载时，外壳不能分离或打开。</div>
--	---

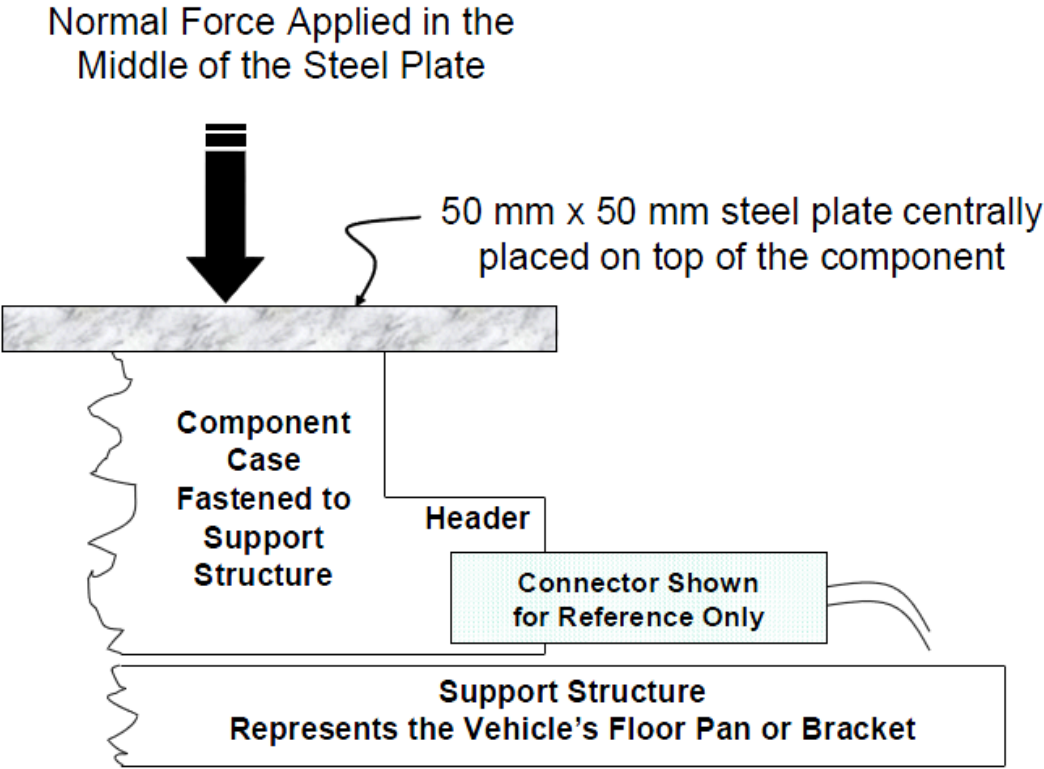


图31 部件外壳顶部施加脚负荷

5.6 M6 跌落试验

目的：这个试验模拟零部件自由跌落到地板上。这种情况在整个生产过程中到按规定安装均可能发生。这个试验为了确保坠落后，零部件没有可见的外观上的损坏，安装在车辆上时，没有隐藏的毁坏或者预损坏，例如内部组件移位或裂纹。

试验：

表54 M6 跌落试验参数

工作模式	1. 1
跌落高度	1m
跌落表面	混凝土地面
测试循环	三个试件的每个试件，一根空间轴的两个方向各坠落一次（第一个试件：±X，第二个试件：±Y，第三个试件：±Z）

样品数	3
要求	<p>必须用肉眼目检试件，并晃动试件检查零件是否有松动或者异响。</p> <p>— 如果试验后的试件外部受损，必须将受损情况记录在试验报告内。</p> <p>— 如果试件外部未受损，试验后的试件必须性能完好，且所有参数必须在技术要求范围之内，即满足功能等级A。按照第3.3章节的“五点功能”进行验证。不允许有隐藏着的损害。</p>

5.7 M7 共振频率分析

目的：这项分析是为了确认共振频率，以便于发现可能导致机械疲劳的组织弱化。

试验：

表55 共振频率分析试验参数

工作模式	N/A
应用	有电路板的所有部件
监控	N/A
程序	考虑电路板安装的结构，用有限元分析等适当的软件，来计算电路板的共振频率
要求	电路板的共振频率应该大于150Hz, 当共振频率低于150Hz时，供应商必须提供能够起到矫正作用的报告

5.8 M8 高海拔运输压力效应分析

目的：这项分析是确认在一个没有增压的飞机上，一直到15240米的海拔高度的条件下，运输期间可能导致的机械破坏。

试验：

表56 高海拔运输压力效应分析试验参数

工作模式	N/A
应用	密封的或者是可能用于高海拔运输的所有部件
监控	N/A
程序	<p>采用下面一系列的步骤确保由于空运时低压应力影响下结构的设计有足够的鲁棒性。</p> <p>1、用有限元分析或一个可以与之比较的方法量化在内部压力下零部件（或者部件）的突然破裂的压力。考虑到材料参数（如最小的料厚）的变化和与温度相关的材料弱化的影响(玻璃传热)用一个最坏的案例分析流程。玻璃导热是材料的一种属性，像硬度一样，可以改变其特性。</p> <p>2、对于这个分析，用下面的方程式：$P_{burst}^3 = (P_{assembly} - P_{altitude}) \times DM$ 其中P_{burst}: 部件破裂产生的压力, $P_{assembly}$: 在装配期间零部件内部的压力(这可能是在装配位置处周围空气产生的压力，或者是通过制造过程修正的不同压力, $P_{altitude}$: 空运时，在15240米的高度产生的压力，取11 kPa, DM: 4.</p>
要求	The component (or part) burst pressure must exceed the resulting internal pressure during air shipment by a factor of 4.

5.9 M9 塑料卡扣安装分析

目的：这项分析是确保充分的设计卡扣的固定方式。同时也确认塑料卡扣结构鲁棒性的设计原理，包括：

- 有足够的固定强度。
- 在总装和维修拆卸期间有可以接受的拆卸力。
- 机械结构合理，防止发出咔咔声。
- 有足够的的设计余量，确保在装配期间挠曲力度不超过塑料的弹性极限。

试验：

表57 塑料卡扣分析试验参数

工作模式	N/A
应用	有塑料卡扣的所有部件
监控	N/A
程序	进行卡扣固定的有限元分析或者其他等效效果的分析来证明设计元件的可接受性，包括： 1、有足够的固定强度 2、在总装和维修拆卸期间有可以接受的拆卸力 3、机械结构合理，防止发出咔咔声 4、有足够的的设计余量，确保在装配期间挠曲力度不超过塑料的弹性极限。
要求	证明设计满足在程序中规定的四个设计要素。

5.10 M10 碾压分析

目的：这项分析是确认外壳的组织弱化，可能导致部件内部或者外壳本身有过多的应力。

试验：

表58 碾压分析试验参数

工作模式	N/A
应用	在总装或维修时，可能遭受肘负荷或脚负荷的所有部件。这可能包括用来做一个支撑面，为了其他部件的装配工作。
监控	N/A
程序	采用有限元分析，确保元件符合物理试验中规定的碾压试验要求。试验负载根据本节试验描述的人的轴或脚压踏部件上产生的力确定。
要求	当施加力时，零部件的组成部分和外壳之间的间隙要得到充分的证明，部件外壳的偏差不能对部件内部或者电路板产生力的作用。

5.11 M11 振动噪音（咔咔声和吱吱声）试验

参考振动噪音试验（标准号TBD）

5.12 M12 插接件试验

参考插接件试验（标准号TBD）

6 环境要求和试验

环境试验一览见表59

表59 环境试验一览

Test	
C1 高低温存储试验	C12 防水试验
C2 低温加载试验	C13 结冰试验
C3 温度梯度试验	C14 凝露试验
C4 喷漆温度试验	C15 防尘试验
C5 温度冲击（部件、无外壳）试验	C16 阳光辐射试验
C6 溅水温度冲击试验	C17 化学试剂试验
C7 浸水温度冲击试验	C18 有害气体试验
C8 湿热循环试验	C19 高海拔工作过热分析
C9 湿热常量试验	C20 热疲劳分析
C10 带载盐雾试验（内部）	C21 无铅焊分析
C11 带载盐雾试验（外部）	

6.1 C1 高低温存储试验

目的：这项试验是模拟零部件在存储和运输期间的热负荷。是为了验证部件在高低温存储时的抵抗能力，例如在运输期间（飞机、船运集装箱）。如果试验是按某一试验顺序开始进行，那么要调整所有的部件到相同的初始条件

试验：

表60 C1 高低温存储试验参数

工作模式	1. 1
测试持续时间 测试温度	2次循环，每次24h（在 T_{min} 下存放12h和在 T_{max} 下存放12h）
样品数	按部件设计任务书上试验流程图的规定
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，即满足功能等级A，且所有参数必须处在技术要求范围之内。通过第3.3条的规定进行“五点功能”验证。

6.2 C2 低温加载试验

目的：这项试验是模拟部件在低温下的负荷。是为了验证部件在极其低温下长时间工作或者长时间停车后的功能稳定性

试验：

结合下面的参数，按照DIN EN 60068-2-1的规定试验Ab进行试验

表61 C2 低温加载试验参数

工作模式	12h工作方式2.1 和 12 h 工作方式 2.3交叉进行
测试持续时间	48 h
测试温度	Tmin
样品数	3
备注	在部件放热情况下试验亦按照DIN EN 60068-2-1试验Ab执行
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内。通过不断对参数监控并按照“一点功能”进行验证。

6.3 C3 温度梯度试验

目的：模拟部件在各种不同环境温度下的工作。是为了验证部件对在工作温度范围某一小范围时间间隔内发生的故障的抵抗能力

试验：

表62 C3 温度梯度试验参数

工作模式	在参数检测期间（功能检测）工作方式2.3，其它工作方式为 2.1
测试温度	试件必须施加按照图32的温度曲线。每个梯度的温度变化为5℃。
测试步骤	试件在各温度梯度下必须完全渗透（参见第3.3.4章节）。 接着按照参数检测章节（参见第3.3.2章节）进行参数检测（功能检测）
样品数	3
要求	在参数测试（功能测试）期间，所有的试件参数必须处在技术要求范围之内，满足功能等级A

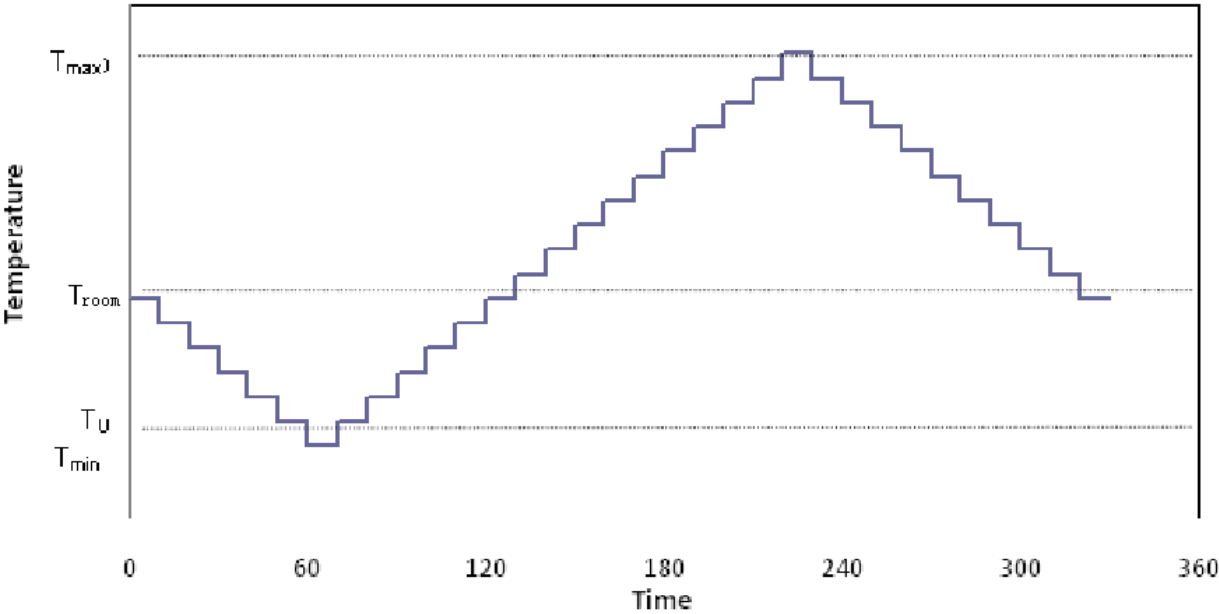


图32 温度梯度试验温度曲线

6.4 C4 喷漆温度试验

目的：这项试验是模拟部件在再次喷漆期间的负荷。是为了验证部件对由于热负荷导致的故障的抵抗能力，例如：在钎焊连接、粘贴连接、耦合连接和焊接连接处产生裂纹和在密封衬垫和外壳上产生裂纹

试验：

表63 C4 喷漆温度试验参数

工作模式	2.1
测试持续时间和测试温度	在130℃下15 分钟和在110℃下1小时
样品数	3
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，满足功能等级A, 且所有参数必须处在技术要求范围之内。通过不断对参数监控并按照第3.3条规定的“一点功能”进行验证。

6.5 C5 温度冲击试验（部件、无外壳）

目的1（部件）：模拟部件在汽车工作期间通过急剧的温度交变而产生的热负荷。

验证部件由于受热负载而产生失效的功能稳定性，例如：在焊点、焊缝、粘贴点、密封衬垫和外壳上产生裂纹。

目的2（无外壳）：这项技术试验不模拟实际的负荷。这项试验更确切地说是为了发现部件组上机械连接的薄弱环节，例如：钎焊部位。仅采用无外壳和机械零件的电气部件进行这项试验。

试验：

这项试验按照DIN EN 60068-2-14（部件）和按照DIN EN 60068-2-14Na(无外壳) 并采用下面的参数实施

表64 C5 温度冲击试验（部件、无外壳）参数

工作模式	1.2(部件)、1.1（无外壳）
最低温度	T_{min}
最高温度	T_{max}
在上限温度/下限温度下停留时间	在温度完全渗透之后15min(参见第 3.3.4)
转移时间（空气—空气，介质—介质）	$\leq 30s$ （部件）， $\leq 10s$ （无外壳）
用于试验 Nc 的试验液（部件）	部件在汽车工作时的液体
试验（部件）	按照 DIN EN 60068-2-14 Na用于不是长久在液体中工作的部件。 按照 DIN EN 60068-2-14 Nc用于长久在液体中工作的部件（IP X8）。 必须将试件浸没，使试件所有的面被试验液团团围住至少25 mm。
测试循环	100（部件），300（无外壳）
样品数	3
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，即FSC满足A级，且所有参数必须处在技术要求范围之内。通过按照“五点功能”进行验证。 在进行介质—介质试验时（部件）增加： 液体不得渗入。只有在完成按照试验流程图（第8.2章节）全部试验顺序之后才可打开试件。

6.6 C6 溅水温度冲击试验

目的：模拟部件在驶过积水时而产生的溅水的负荷情况，这项试验是验证由于水而使部件温度急剧冷却（期间和之后）的情况下，部件的功能稳定性

试验：

表65 C6 溅水温度冲击试验参数

工作模式	按照图 33交叉进行
应用	行驶中可能接触到溅水区域的部件（例如发动机底部的凸出物）
测试步骤	将试验加热到试验温度。接着按照图33对试件循环溅水。必须对试件整个宽度进行溅水。
循环持续时间	30 分钟
测试温度	T_{max}
溅水介质	自来水加3%重量百分比的亚利桑拉灰，细度按照ISO 12103-1，必须保证不断混和。
溅水温度和喷嘴温度	0 到+4℃
溅水喷嘴	参见图34
溅水时间	3s
水流量	3 ~4 L/ 次/喷嘴
喷嘴到试件的 距离	300到 350mm
测试循环次数	100
试样数	3
注意事项	这项试验必须仿造部件装车姿态。试验结构（装车姿态、盖板、饰板、工作状态）由受托方建议，并与委托方一起协调商定并编制成文件。试验结构按照图35。
要求	不得有水渗入。试件只有在按照试验流程完成整个试验顺序之后才允许打开。 在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即FSC满足A级。通过对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。

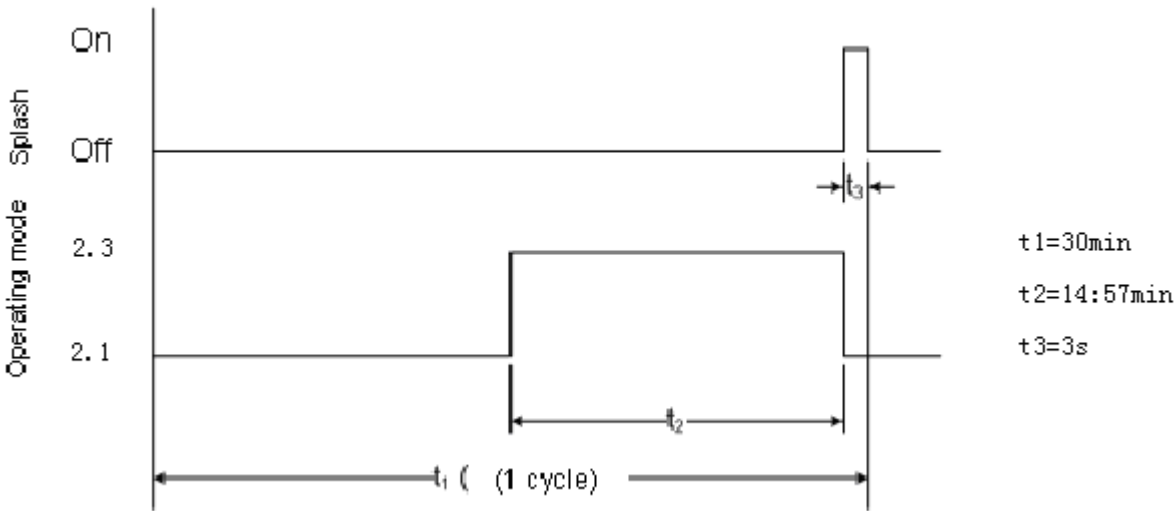


图33 喷水试验喷洒时间

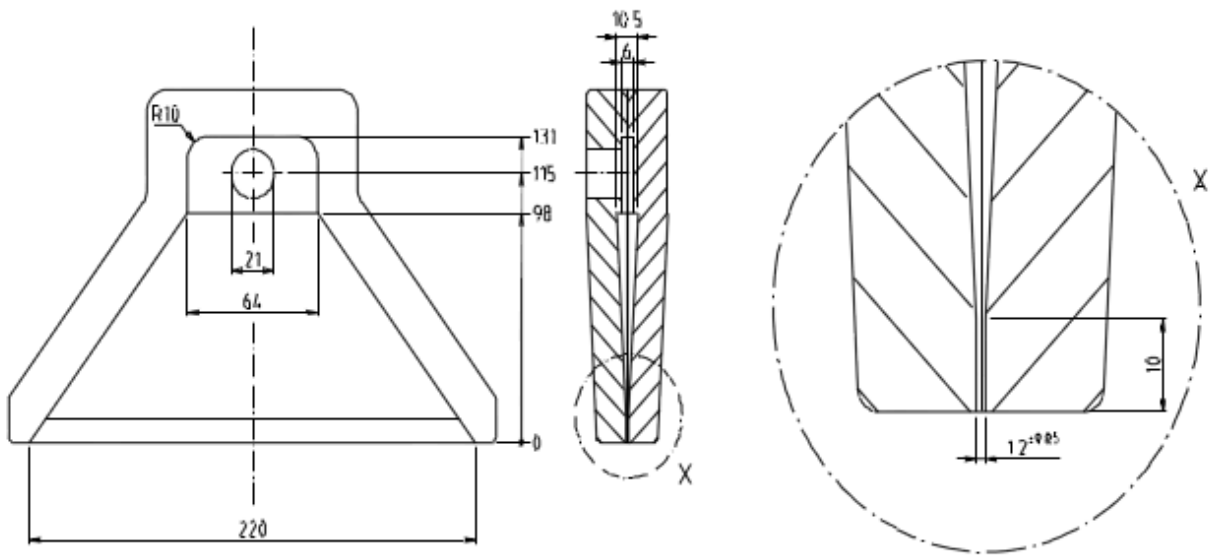


图34 喷水试验-喷嘴

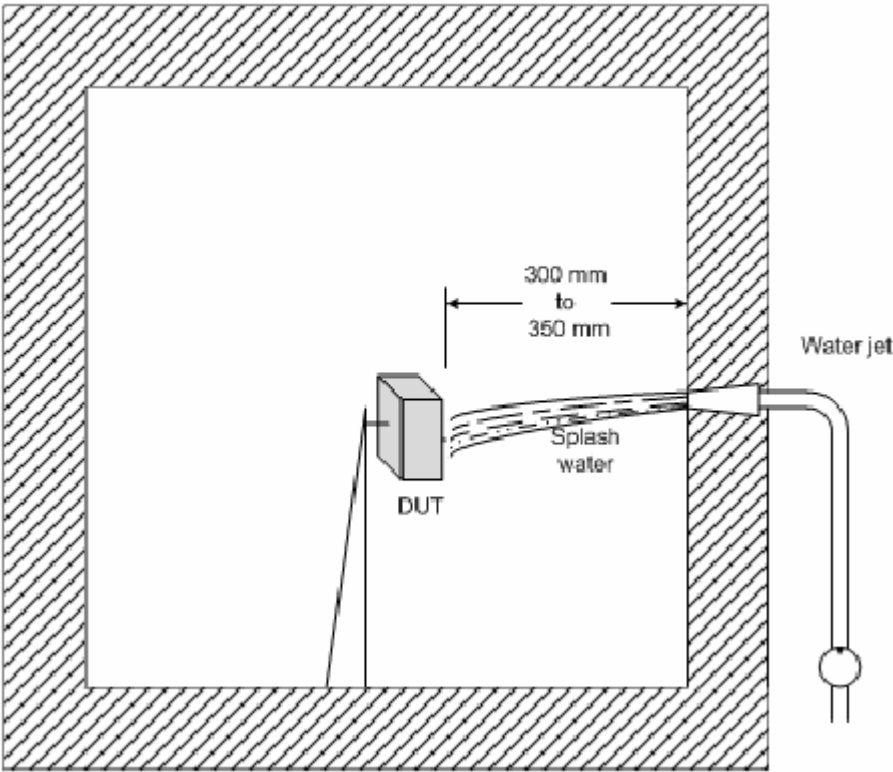


图35 喷水试验装置

6.7 C7 浸水温度冲击试验

目的：模拟部件在浸入水中时的负荷情况。是为了验证温升的部件由于浸入水中而快速冷却情况下的功能稳定性。

试验：

表66 C7 浸水温度冲击试验参数

工作模式	2.3
要求的防护等级	IP X7
测试步骤	将试件加热到试验温度上 在试验温度上保持到温度完全渗透试件（参见第3.3.4章节）再加15 min。 然后在5秒内将试件完全浸没在试验介质内，使试件的所有的面被试验介质团包围住至少25mm。
试验介质	0℃冷水， 5%浓度的盐水（重量百分比）
浸没时间	5分钟

循环次数	20
样品数	3
要求	<p>不得有水渗入。试件只有在按照试验流程图完成整个试验顺序之后才允许打开。</p> <p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即满足功能等级A。通过对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。</p>

6.8 C8 湿热循环试验

目的：这项试验是模拟部件在汽车工作期间由于空气湿度高而形成的温度交变循环下的热负荷。是为了验证部件对湿热环境的抵抗能力。

试验：
 这项试验按照DIN EN 60068-2-30并采用下面的参数实施。

表67 C8 湿热循环试验参数

工作模式	2.3
测试总时间	144h
试验方案	方案 1
试验上限温度	55℃
循环次数	6
样品数	3
要求	<p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即满足功能等级A。通过对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。</p> <p>另外在达到上限试验温度和下限试验温度后必须进行各一次参数检测（功能检测）。</p>

6.9 C9 湿热常量试验

6.9.1 湿热常量-锐度 1

目的：模拟部件湿热负荷情况。验证部件耐抗湿热负载而产生失效的功能稳定性，例如：腐蚀、迁移/枝状生长、塑料膨胀和降解、密封材料和浇注材料。

试验：
 这项试验按照DIN EN 60068-2-78并采用下面的参数实施：

表68 湿热常量试验参数-锐度 1

工作模式	2.3
测试温度	40℃
湿度	93%
测试持续时间	21天
样品数	3
要求	<p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即FSC满足A级。通过按照3.3章节对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。</p> <p>另外每隔七天进行一次参数检测（功能检测）。</p>

6.9.2 湿热常量-锐度 2

目的：模拟部件在汽车使用寿命期间湿热负荷情况。验证部件耐抗湿热负载而产生失效的功能稳定性，例如：腐蚀、迁移/枝状生长、塑料膨胀和降解、密封材料和浇注材料。

试验：

这项试验按照DIN EN 60068-2-78并采用下面的参数实施：

表69 湿热常量试验参数-锐度 2

工作模式	每次47h工作方式2.1和1h工作方式2.3交叉工作 重复至试验持续时间结束
测试持续时间	按照部件性能规格书
测试温度	65℃
湿度	93%
样品数	3
要求	<p>在进行这项寿命试验之前必须在对试验参数 65℃和93%相对湿度这种高度提炼情况下检查部件使用的材料是否超过物理极限（例如：塑料的水解）。必要时在提高试验持续时间的同时按照“Lawson模型”经与委托方商定调整试验温度和试验湿度（例如：调整到55℃和93%相对湿度），从而使试验时使用的材料不超过物理极限。同时必须仍能获得整体试验锐度。试验湿度不得大于93%相对湿度这个数值。</p> <p>必须保证在试验期间不得在试件上出现凝露（包括局部凝露）</p>

	满足功能等级A。
--	----------

部件在恒定高温下而使性能降低的不同试验：

对于部件在 $T_{op, max}$ 以上的高温（ $T_{op, max} < 65^{\circ}\text{C}$ ）会使性能降低（例如：LCD背光显示降低）的情况，不必一定要在恒定温度 65°C 下试验，而是可以采用表70和下面的参数进行试验：

表70 部件在恒定高温下而使性能降低的湿热常量试验参数

工作模式	按照下图36交叉工作
测试持续时间	按照部件性能规格书。 在 65°C 和 $T_{op, max}$ 之间的各装卸时间没有算入试验持续时间。
测试温度	如图36，温度梯度的选择应使在试件上不形成凝露
湿度	93% 相对湿度
间隔时间 t_1	47h
间隔时间 t_2	1h
样品数	3
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即FSC满足A级。通过不间断的监控和“一点性能”进行验证。

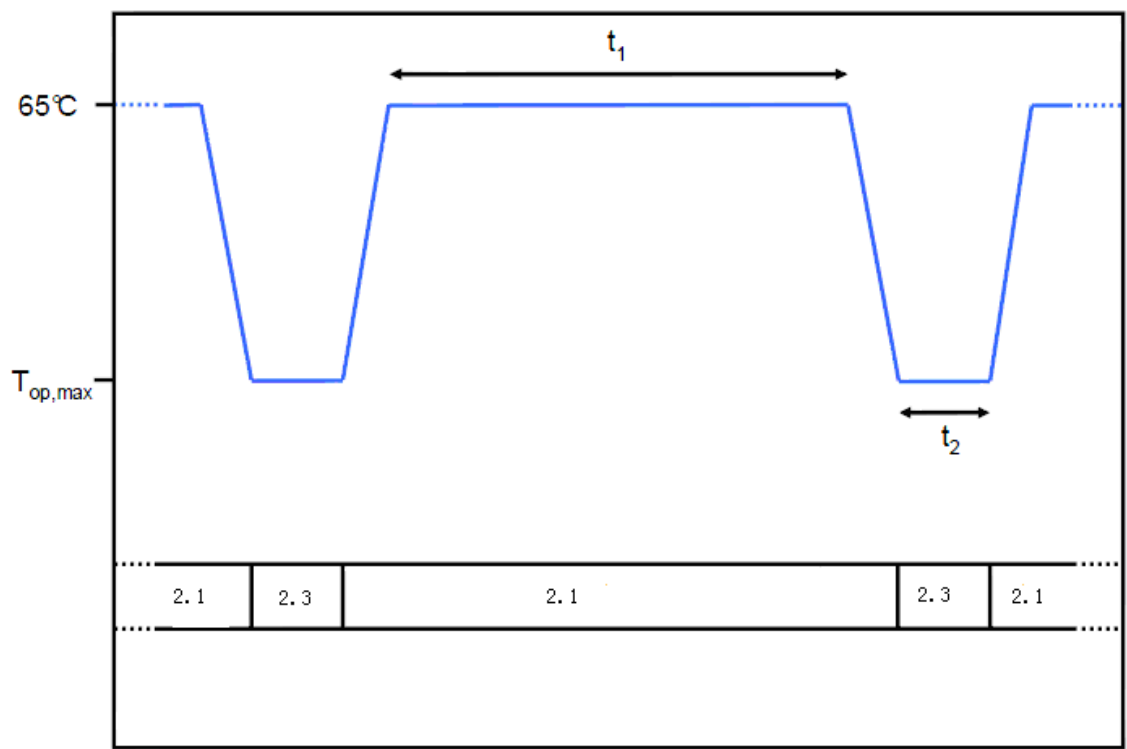


图36 部件在 $T_{op,max}$ 以上恒定高温下而使性能降低的试验温度曲线

6.10 C10 带载盐雾试验-内部

目的：这项试验是验证部件承受暴漏在盐雾环境下得能力，例如在沿海地区和路面洒盐。试件要按整车位置下放置。

试验：

这项试验按照DIN EN 60068-2-11 Ka并采用下面的参数实施：

表71 C10 带载盐雾试验参数-内部

工作模式	在喷雾阶段：55 min工作方式 2.1和5 min工作方式2.3 交叉进行 在停止阶段：工作方式2.1
测试循环	每个试验循环按照图37，由8 h 喷洒阶段和4 h 静止阶段组成。静止时保持试样在盐雾室内。
测试温度	35℃
测试循环次数	2
样品数	3
注意事项	在实施这项试验时部件必须仿造装车姿态。试验结构（装车姿态、盖板、饰板、工作状况）由受托方建议，并与委托方一起协调商定并编制成文件。

要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，即FSC满足A级，且所有参数必须处在技术要求范围之内。通过对参数进行不间断的监控和“一点功能”进行验证。
----	---

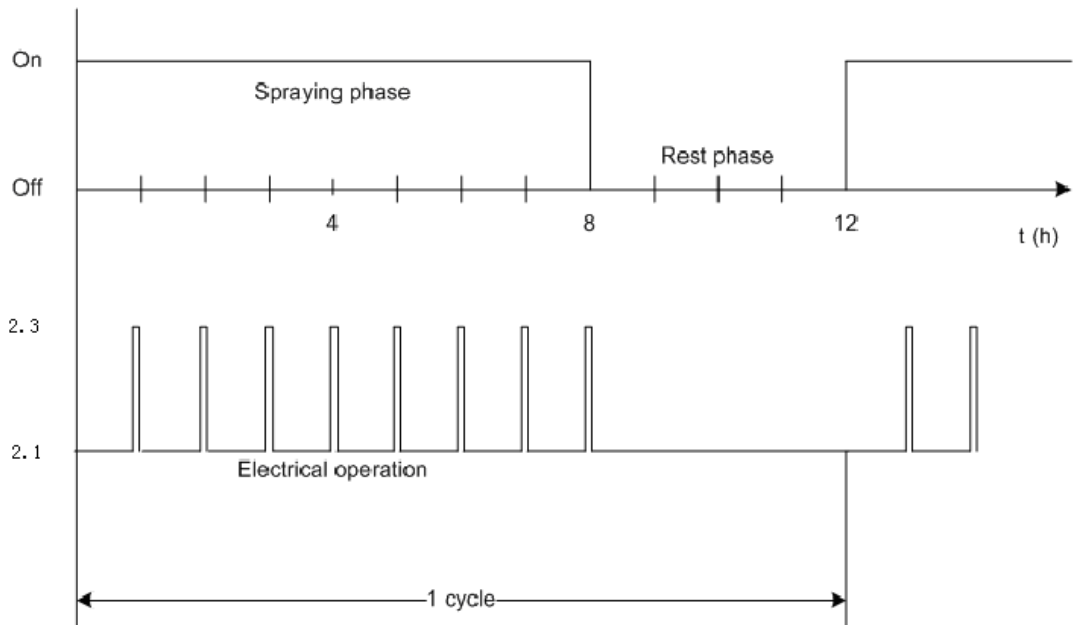


图37 带载盐雾试验（内部）-喷洒阶段

6.11 C11 带载盐雾试验-外部

目的：这项试验是验证部件承受暴漏在盐雾环境下的能力，例如在沿海地区和路面洒盐。试件要按整车位置下放置。

试验：这项试验按照DIN EN 60068-2-11 Ka并采用下面的参数实施：

表72 C11 带载盐雾试验参数-外部

工作模式	在喷洒阶段：1h工作方式 2.1和1h工作方式2.3 交叉进行 在静止阶段：工作方式2.1
测试循环	每个试验循环按照图38，由8h喷洒阶段和4h静止阶段组成。静止时保持试样在盐雾室内。
测试温度	35℃
测试循环次数	对于车身以下 / 发动机舱的部件：12个循环 对于其他部件：8个循环
样品数	3
说明	在实施这项试验时， 部件必须按整车的位置固定。

要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即满足功能等级A。通过对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。
----	---

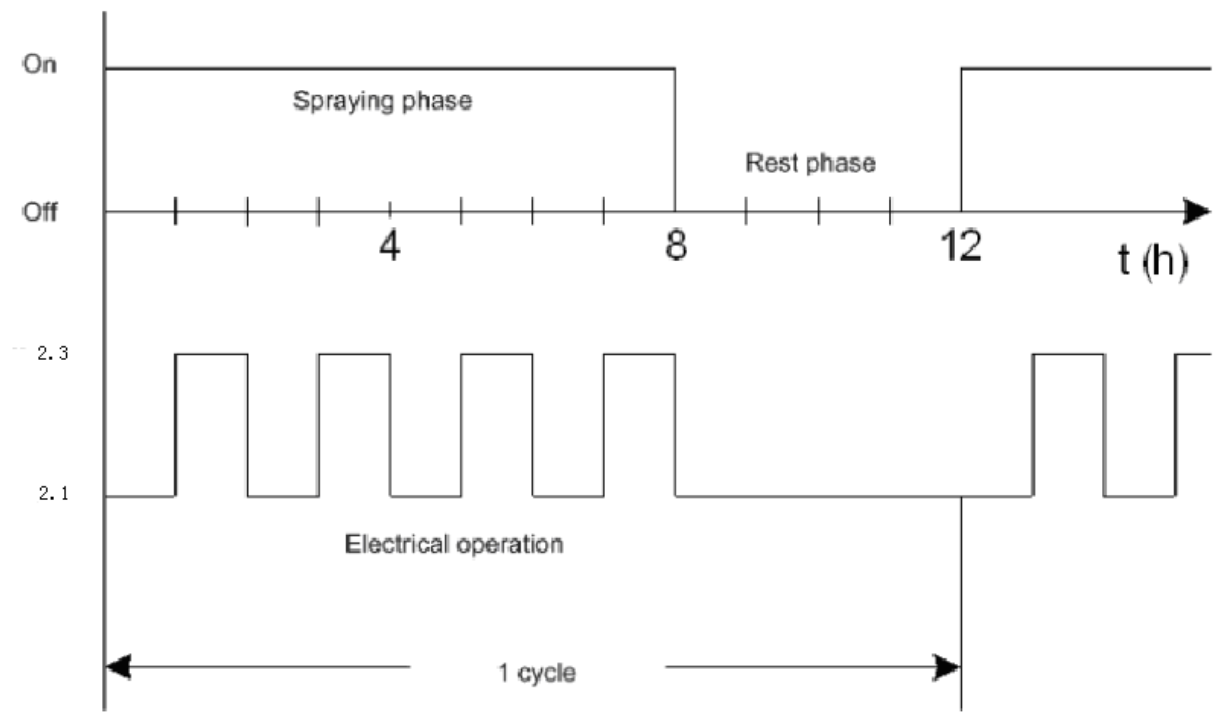


图38 带载盐雾试验喷洒阶段-外部

6.12 C12 防水试验

目的：这项试验是模拟部件在遭受水（≤IPX6K）或者车辆清洗（IPX9K）期间的负荷。是为了验证部件的功能稳定性，例如当遇到露水、雨、和喷水（≤IPX6K），或者是高压清洗（IPX9K）时。

试验：
这项试验按照ISO 20653并采用下面的参数实施：

表73 C12 防水试验参数

工作模式	1min工作方式2.1和1min工作方式2.3交叉进行（≤IPX6K）；2.1（IPX9K）
水压（IPX9K）	蒸汽射流最低压力为10000 kPa（100bar），直接在喷嘴上测得。
水温（IPX9K）	80℃
步骤（IPX9K）	必须从任意空间方向对着汽车部件进行喷射。
样品数	3

要求	<p>必须达到部件设计任务书中要求的ISO 20653防护等级。</p> <p>不得有水渗入。试件只有在完成整个试验顺序之后才允许打开。</p> <p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即满足功能等级A。通过对参数进行不间断的监控和“一点性能”进行验证。</p>
----	---

6.13 C13 结冰试验

目的：这项试验是验证暴露在水环境下的部件在低温下的工作性能。是模拟部件周围结冰是产生的影响

试验：

表74 C13 结冰试验参数

工作模式	2.1和 2.3
应用	所有可能遇水的外壳或者机械联接（布置在乘员舱内的的部件除外）
监测	在2.3模式时持续监测
测试步骤	<p>若该试验应用于提供机械运动的部件，那么所有的机械附件都应该按照在整车环境下的布置位置放置。</p> <p>1、在模式2.3下根据默认的IP代码及T_{room}温度下进行防水试验；</p> <p>2、在5分钟内，将试件移到温度为T_{min}的低温室，放置24小时，期间试件按2.1的模式工作；</p> <p>3、24小时后，仍保持T_{min}，在2.3模式下持续监测试件功能1小时；</p> <p>4、重复步骤1至步骤3，循环5次。</p>
样品数	3
要求	FSC满足A级

6.14 C14 凝露试验

目的：评估试样抵抗在高湿环境下快速温变的能力。该试验可以暴露出影响功能的间断性失效和漏电流

试验：

表75 C14 凝露试验参数

工作模式	在冷阶段：1.2； 暴露在高湿环境时：2.3
应用	所有密封或关闭的部件

监测	在部件通电后持续监测
测试步骤	测试方法根据IEC 60068-2-30 ， 试验Db， 湿热， 循环。温度和湿度曲线按照图39定义
样品数	3
要求	满足功能等级A； 目视检查时不允许形成电化迁移 / 枝状生长现象。

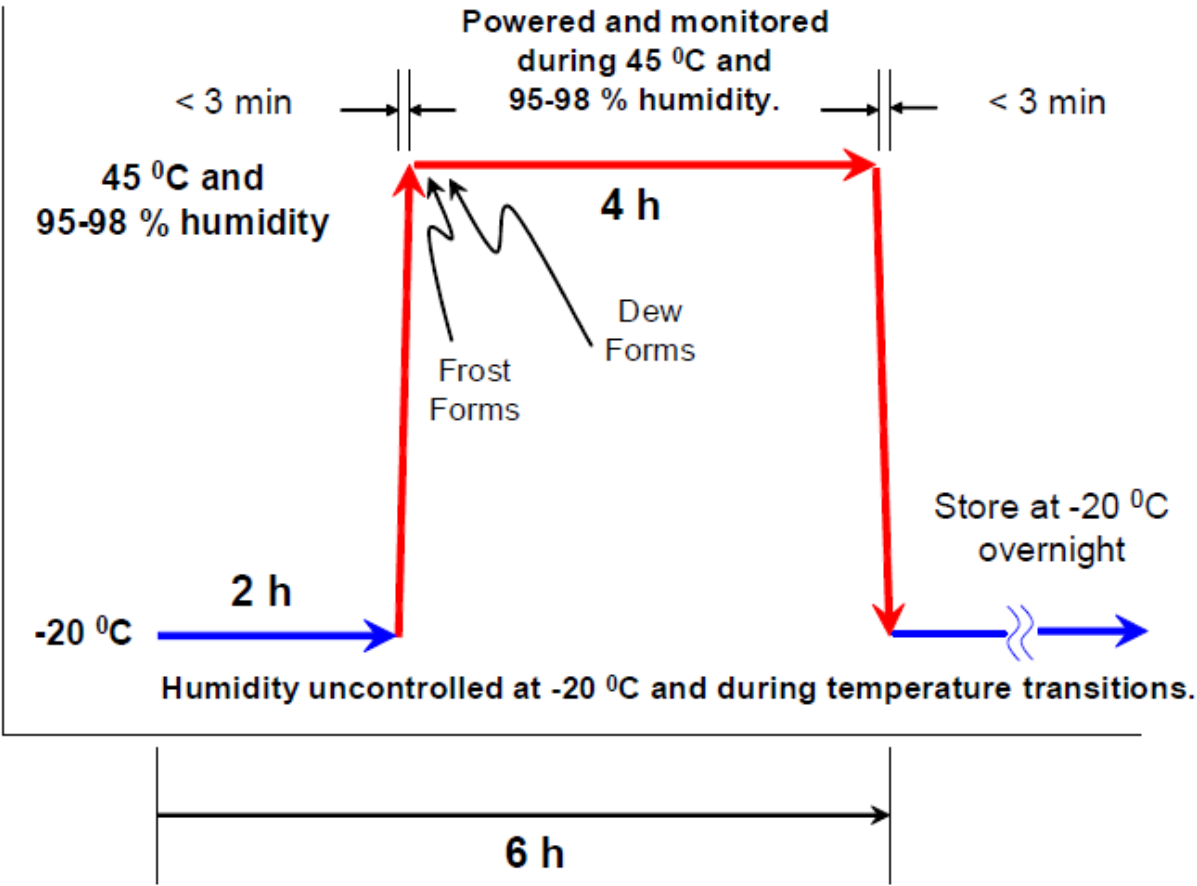


图39 凝露试验曲线

对于试验循环按表76执行。

表76 凝露试验要求

部件类型	循环次数
有或没有压力交换膜的密封部件	10
没有排气口的非密封件	1
有排气口的非密封件	0

6.15 C15 防尘试验

目的：该试验是验证试件对周围灰尘的防护能力。灰尘可能来自风沙、路边灰尘或者其他灰尘类型。堆积的灰尘会影响散热和产品功能

试验：

表77 C15 防尘试验参数

工作模式	1.2
应用	所有部件
监测	N/A
测试步骤	1、根据ISO20653标准的防水、防异物试验方法进行。试验沙尘采用ISO 12103-1标准Arizona test dust和A2精细沙尘。如果用其他的灰尘进行试验，在适当的地方做规定（对于交替灰尘参考SSTS/CTS）。试验持续时间8小时。对于机电部件，持续时间可以适当超过8小时。部件在封闭的环境里，模拟整车的装配位置进行试验。 2、按照“一点功能”进行检查
样品数	3
要求	满足功能等级A

6.16 C16 阳光辐射试验

目的：这项试验是模拟阳光辐射和紫外线对部件产生的影响。是为了验证部件对由于材料疲劳引起的损伤的抵抗能力，例如裂纹或变色。

试验：

按照DIN 75220并采用下面的参数进行试验：

表78 C16 阳光辐射试验参数

工作模式	1.1
所应用的试验曲线	根据部件安装位置应用DIN 75220（全光谱）的试验曲线。
在舱外的部件	按照DIN 75220的表2和表5应用Z-Out曲线
在舱内的部件	按照DIN 75220应用Z-IN曲线。

测试持续时间	25 天（15 天干，10 天湿）
测试循环次数	1
样品数	3
要求	<p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即FSC满足A级。通过按照第3.3章节的“五点性能”进行验证。</p> <p>另外必须对试件用肉眼进行目检。</p> <p>如有变化或者损坏必须记录在试验报告内，并与委托方一起进行鉴评。</p>

6.17 C17 化学试剂试验

目的：这项试验是模拟部件在遭受不同化学药品时的负荷。是为了验证部件由于在外壳上的化学变化和化学反应引起的功能损坏的抵抗能力，

试验：

表79 C17 化学要求和试验参数

工作模式	按照部件性能规格书.
化学药品	<p>按照部件性能规格书.</p> <p>表80列出了用于各种安装位置的典型的化学药品，供应商必须在ADV计划中对每个位置的部件按照表81提供应用方法</p>
存放环境	如果没有另外的技术规定，试件和化学药品必须存放在标准气候下。
测试步骤	<p>1. 化学药品必须在T_{room}下应用于试件上。如果在部件性能规格书上没有另外规定，则必须对每种化学药品按照表81选取一种适宜的应用方式。选取的应用方式必须记录在试验报告内。必须保证试件完全被化学药品覆盖。</p> <p>2. 接着试件必须在按表80给出的温度下和按给出的有效持续时间进行存放处理。</p>
测试持续时间	根据表 80
样品数	<p>每种化学药品1个试件。</p> <p>一个试件多次利用于多种化学药品，必须与委托方商定之下才能执行。</p>
注意事项	必须注意各种化学药品的安全说明和警示说明。
要求	在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即FSC满足A级。通过按照第3.3.2章节的“五点性能”进行验证。

如有文字和标识的变化，必须记录在试验报告内，并与委托方一起磋商。

表80 化学药品一览

ID	化学试剂	样品温度	有效时间	化学样品举例
1	柴油	T _{max}	22 h	EN 590
2	FAME	T _{max}	22 h	EN 14214
3	无铅汽油	T _{ROOM}	10 min	EN 228
4	煤油	T _{ROOM}	10 min	ASTM 1655
5	甲醇	T _{ROOM}	10 min	CAS 67-56-1
6	发动机油	T _{max}	22 h	多效机油 SAE 0W40, API SL/CF
7	差速器油	T _{max}	22 h	准双曲面齿轮油SAE 75W140, API GL-5
8	变速箱油	T _{max}	22 h	ATF Dexron III
9	液压油	T _{max}	22 h	DIN 51 524-3 (HVP ISO VG 46)
10	润滑油	T _{max}	22 h	DIN 51 502 (KP2K-30)
11	硅树脂油	T _{max}	22 h	CAS 63148-58-3 (AP 100)
12	蓄电池酸液	T _{ROOM}	22 h	37% H ₂ SO ₄
13	制动液	T _{max}	22 h	ISO 4926
14	防冻液	T _{max}	22 h	(C ₂ H ₆ O ₂)-水(混合比 1:1)
15	尿素	T _{max}	22 h	ISO 22241-1
16	空腔防护剂	T _{ROOM}	22 h	例如底部保护 Teroson公司 ¹⁾
17	防腐剂	T _{ROOM}	22 h	例如W550 (Pfinder公司) ¹⁾
18	除防腐剂	T _{max}	22 h	例如Friapol 750(Pfinder公司) ¹⁾
19	挡风玻璃清洗剂	T _{ROOM}	2 h	5%负离子表面活性剂，蒸馏水
20	自变箱清洗化学药品	T _{ROOM}	2 h	CAS 25155-30-0 CAS 9004-82-4
21	舱内清洗剂 / 驾驶舱喷洒	T _{ROOM}	2 h	例如驾驶舱喷洒 (Motip公司) ¹⁾

22	玻璃清洗剂	T _{ROOM}	2 h	CAS 111-76-2
23	轮辋清洗剂	T _{ROOM}	2 h	例如Xtreme (Sonax) ¹⁾
24	低温清洗剂	T _{ROOM}	22 h	例如 P3-Solvclean AK (Henkel公司) ¹⁾
25	丙酮	T _{ROOM}	10 min	CAS 67-64-1
26	清洗汽油	T _{ROOM}	10 min	DIN 51 635
27	含氨的清洗剂	T _{ROOM}	22 h	例如Ajax (Henkel公司) ¹⁾
28	酒精	T _{ROOM}	10 min	CAS 64-17-5 (乙醇)
29	接触喷洒剂	T _{max}	22 h	例如WD 40 ¹⁾
30	汗水	T _{ROOM}	22 h	DIN 53 160
31	化妆品, 例如: 润肤膏	T _{ROOM}	22 h	例如Nivea, Kenzo ¹⁾
32	含咖啡因和糖的清凉饮料	T _{ROOM}	22 h	可乐
33	除霜剂 (航空)	T _{ROOM}	2 h	SAE AMS 1435A
1) 制造商是举例的确切的化学药品必须与职能部门商定。				

表81 应用类型

代码	应用方式
1	喷洒
2	用毛刷涂
3	搽洗 (例如: 用棉毛巾)
4	泼洒
5	短时浸入
6	浸入

6.18 C18 有害气体试验

目的：这项试验是模拟有害气体对部件的影响，尤其是对插接件触点和开关的影响。是为了验证部件对这种故障的抵抗能力，例如腐蚀和部件损坏。

试验：

按照DIN EN 60068-2-60 方法4并采用下面的参数进行试验：

表82 C18 有害气体试验参数

工作模式	1.2	
温度	T_{room}	
湿度	75%	
测试步骤	SO ₂	0.2ppm
	H ₂ S	0.01ppm
	NO ₂	0.2ppm
	Cl ₂	0.01ppm
测试持续时间	21天	
样品数	6	
要求	<p>在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有参数必须处在技术要求范围之内，即满足功能等级A。通过按照第3.3章节的“五点性能”进行验证。</p> <p>另外必须测量开关和触点的接触电阻。测量值必须处在技术要求范围之内。</p>	

6.19 C19 高海拔工作过热分析

目的：这项试验是确定在高海拔地区由于空气密度低冷却能力减弱而导致部件过热的影响。高海拔分析适用于在电路板内有重大热量产生的元器件和靠空气对流冷却的所有零部件。高海拔地区空气密度降低会减少传热效果，当在车辆内操作时，对于过热来说，可能引起边缘设计

试验：

表83 高海拔工作过热分析试验参数

工作模式	N/A
应用	在高海拔地区由于空气密度低，导致散热能力降低的所有部件
监控	N/A
程序	<p>用下面的方程式来测定在高海拔地区最大的零部件工作温度：</p> $T_{max_part} - T_{altitude} = T_{part_oper} \times Multiplier_{altitude} + T_{ambient} + 10^{\circ}C$

	<ul style="list-style-type: none"> • Tmax_part: 从零部件数据表中查到的可以允许的最大温度。 • Taltitude: 在高海拔地区计算得到的工作温度。 • Tambient: 在高海拔地区的环境温度。 +35℃是默认值。 • Tpart_oper: 由于工作, 部件增加的温度(这是当试件在海平面时, 试件的温差)。 • Multiplieraltitude: 基于海拔高度和空气流动的乘数。表84中注明的乘数是用来修正方程式中海拔高度的影响产生的温升。 • +10℃: 这是安全系数。
要求	Tmax_part一定要比Taltitude更高或者相等。Tmax_part是试件基于操作规范产生的热量和附件发热部件的影响。

表84 过热分析参数

海拔	乘数		
	风扇冷却（低功率风扇）	风扇冷却（高功率风扇）	自然对流冷却（无风扇）
0 m	1	1	1
4572 m	1. 77	1. 58	1. 33
注意	在福田算法中最常用的估计值为1. 33。		

6. 20 C20 热疲劳分析

目的: 这项分析是确定当两种有不同热膨胀系数的材料混合在一起时, 由循环温度变化引起的热疲劳缺陷。例如, 电路板部件的不同热膨胀系数导致连接到电路板的部件的结合处存在热应力(如焊料和焊锡)。增加到电路板总成的不同材料膨胀比率也可能导致在结合处存在无法接受的变形或者部件的结构导致电或机械的问题产生。

试验:

表85 热疲劳试验参数

工作模式	N/A
应用	所有部件
监控	N/A
程序	确定试件所有部分的包装类型。以及每个包装类型的热膨胀系数, 还有在包装类型之内的所有变量。确定每个部件包装类型和与他们在一起部件的包装类型的热膨胀系数的差别。确定分析方法来测定疲劳寿命和提供分析方法的确认报告。在试件温度周期变化期间, 进行分析来量化部件结合处(来自膨胀和收缩)的疲劳寿命。
要求	计算得到的疲劳寿命应该比部件要求的寿命大3倍以上

6. 21 C21 无铅焊分析

目的: 这项分析是确认由于无铅焊的应用可能产生的焊接点的虚焊情况。这个分析可以通过硬件设计评审来评估焊接过程的可行性。

试验:

表86 无铅焊分析试验参数

工作模式	N/A
应用	有无铅焊的所有部件
监控	N/A
程序	把附录A（考虑到无铅焊）作为参考来讨论对生产设计和制造过程的潜在影响。把这个最为基础来开展基于失效模式(DRBFM)的设计评审。当采用无铅焊接时，需要提供在整个供应体系中的全部风险。通过设计评审和失效模式流程来减轻和规避所有的风险。提供失效模式给福田。
要求	这项分析应该提供评审的无铅焊影响的报告，并调整试验计划，设计，流程。部件的数据表应该指导所有无铅焊流程

7 寿命试验

目的：这项试验是模拟在整车保修寿命期间部件的功能/激活循环。是为了验证在各种环境下部件的质量和可靠性。

试验：

表87 寿命试验参数

工作模式	2.3
试验步骤	a) 参考第5.1条规定做振动试验。每个部件都在3个空间轴方向试验 b) 根据地6.5条规定做温度交变试验。 c) 部件应该在整车环境下工作：带电源输入，传感器和激励被连接的情况下工作。在保修期间应力循环的次数，应该在部件图纸中指明最大不合格率。 d) 表88说明了不同总成的试验周期。
样件数量	3
要求	在本标准中在顾客正常使用的情况下，寿命要求暴露在环境中达到10年或50万公里。当在VTS里以公里或英里定义了不同的目标寿命时，仅仅可以对振动试验进行适当的调整。例如，15万英里的要求，应该规定按照本标准定义的振动试验小时总数的1.5倍。当在VTS里以年定义了不同的目标寿命时，应该不做调整。

表88 电气电子部件试验周期要求（1200h）

——	安装区域 A, B1, B5, C, D 和 E (见表 91) 部分(h)	安装区域 B2, B3, B4 (见表 2) 部分 (h)
带温度冲击和负载的情况下做正弦振动	——	66
在温度冲击和负载的情况下做随机振动	24	66
在高温(T ₀)下工作	656	656

温度冲击和带载工作	520	412
-----------	-----	-----

8 分析

8.1 分析任务

这项分析是当机械结构还没有形成时，用来辅助零部件设计的可靠性。这项分析应该在ADV过程的早期执行，并且在早期提供部件设计知识和改进时机。所有的分析应该在部件环境试验中指出，包括结果。分析工作应该在设计冻结前全部完成

8.2 开发任务

开发阶段用来发现设计缺陷和没有被领会或者是在分析阶段没有被评估的设计疏忽。开发阶段的第一个样件是为质量评估和改进机械结构提供早期机会。HALT是这个阶段的典型的例子。在设计阶段发现的缺陷可以先于验证阶段纠正过来。在部件环境试验计划中指明所有的开发工作，包括结果。

8.3 设计验证任务

DV应该是对部件设计满足环境、耐久和可靠性要求的一个定量和定性的验证。DV阶段应该在基于工装件的情况下进行。所有DV工作应该在部件环境试验计划中说明，包括结果。

8.4 生产验证（PV）

8.4.1 PV 任务

PV应该是对满足环境，耐久和可靠性要求的部件进行一个定量和定性的验证，包括生产制造过程的影响。PV阶段的工作应该是在工装件和制造过程中的样件进行。在部件环境试验计划中应该说明所有的PV工作，包括结果。

8.4.2 运输振动

目的：这项试验是验证在运输期间，带有包装部件的鲁棒性
试验：

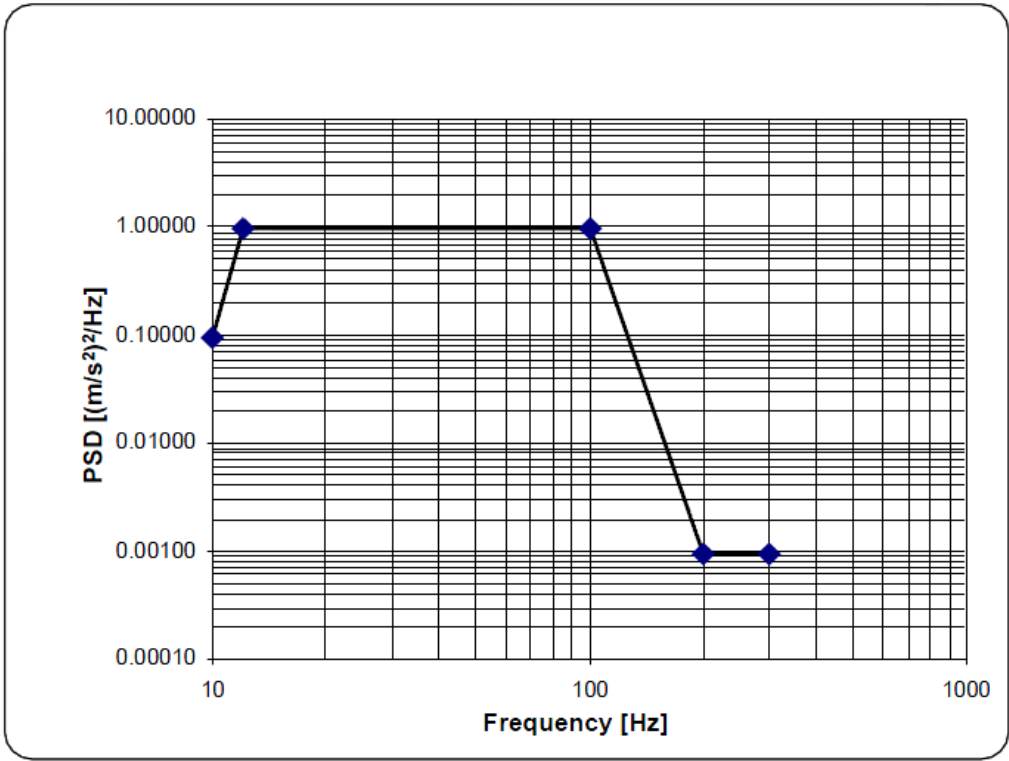
表89 运输振动试验参数

工作模式	1.1
应用	对于客户来说表面可见的所有部件
监控	N/A
程序	用一个振动试验固定设备，要求集装箱（部件的一个箱子）可以在振动台的垂直轴向上自由运动。这样一个固定设备由一个底座、比集装箱稍微大一些的四个立柱组成。规定在所有的三个方向上允许布置集装箱。 1、用在ASTM D4728中规定的方法概述，在三个互相垂直方向上的每一个方向振动集装箱24小时，对于集装箱随机振动试验，这是标准的试验方法。这项试验是用来操作在他们最终集装箱里的一个零部件箱子。集装箱应该包括所有内部包装材料。采用表90和图40所示的随机振动曲线。 2、检查所有对客户可见的结构损坏和表面降解的情况。

	3、从集装箱里选择有最高应力面积的部件（默认3个样品），进行5点功能验证。
要求	满足功能等级C，部件的任何地方没有可见的损坏

表90 运输的随机振动曲线

频率	功率谱密度
10 Hz	0.096000 (m/s ²) ² /Hz = 0.00100G ² /Hz
12 Hz	0.962000 (m/s ²) ² /Hz = 0.01002G ² /Hz
100 Hz	0.962000 (m/s ²) ² /Hz = 0.01002G ² /Hz
200 Hz	0.000962 (m/s ²) ² /Hz = 0.00001G ² /Hz
300 Hz	0.000962 (m/s ²) ² /Hz = 0.00001G ² /Hz



Effective Acceleration = 9.81 m/s² = 1.0 GRMS

图40 运输随机振动曲线

9 附录

9.1 安装区域

An entry shall be made on the FOTON drawing in the space allocated for the reference standards. 图纸中应该包括安装区域分类代码如表91所示。

零部件安装位置的任何改变都至少应该重复一部分试验，因为环境参数是不同的。

表91 安装区域代码，温度范围和适用的试验

试验项目	A 整车内饰乘客舱					
	A1	A2	A3	A4	A4a	A4b
	没有特殊要求	阳光直接辐射的区域	暴露在热辐射的区域（如加热器）	乘客舱门	安装在乘客车舱侧的部件	安装在门腔的部件
正常工作温度范围 ℃	-40 to +80	-40 to +105	-40 to +90	-40 to +80	-40 to +80	-40 to +80
正常存储温度范围 ℃	-40 to +90	-40 to +115	-40 to +120	-40 to +100	-40 to +100	-40 to +100
M1 振动试验	√					
M2 机械冲击试验	√					
M3 耐久冲击试验	严重度依赖于安装位置					
M4 外壳碾压试验-肘负载	严重度依赖于安装位置					
M5 外壳碾压试验-脚负载	严重度依赖于安装位置					
M6 跌落试验	√					
C1 高低温存储试验	√					
C2 低温加载试验	√					
C3 温度梯度试验	√					
C4 喷漆温度试验	√					
C5 温度冲击（部件、不带外壳）试验	√					
C6 溅水温度冲击试验	严重度依赖于安装位置					
C7 浸水温度冲击试验	严重度依赖于安装位置					
C8 湿热循环试验	√					
C9 湿热常量试验	√					
C10 带载盐雾试验（内部）	√					
C11带载盐雾试验（外部）	严重度依赖于安装位置					

C12 防水试验	严重度依赖于安装位置
C13 结冰试验	严重度依赖于安装位置
C14 凝露试验	严重度依赖于安装位置
C15 防尘试验	IP5KX
C16 阳光辐射试验	严重度依赖于安装位置
C17 化学试剂试验	√
C18 有害气体试验	√
寿命试验	√

部件区域 试验项目	B 发动机舱				
	B1	B2	B3	B4	B5
	装在车身上的部件	安装在进气口附件的部件	在发动机舱上或里的部件	在变速箱或减速器上或里的部件	在散热器上或里的部件
正常工作温度范围 ℃	-40 to + 105	-40 to + 105	-40 to + 140	-40 to + 140	-40 to +120
正常存储温度范围 ℃	-40 to +120	-40 to +120	-40 to +140	-40 to +140	-40 to +140
M1 振动试验	8 小时/轴	24小时/轴			8小时/轴
M2 机械冲击试验	√				
M3 耐久冲击试验	√				
M4 外壳碾压试验-肘负载	√				
M5 外壳碾压试验-脚负载	√				
M6 跌落试验	√				
C1 高低温存储试验	√				
C2 低温加载试验	√				
C3 温度梯度试验	√				
C4 喷漆温度试验	----				
C5 温度冲击（部件、不带外壳）试验	100 循环				
C6 溅水温度冲击试验	100 循环	---	100循环		

C7 浸水温度冲击试验	√
C8 湿热循环试验	6个循环
C9 湿热常量试验	21天
C10 带载盐雾试验（内部）	—
C11带载盐雾试验（外部）	√
C12 防水试验	IPX4, 48个循环
C13 结冰试验	√
C14 凝露试验	严重度依赖于安装位置
C15 防尘试验	IP6KX
C16 阳光辐射试验	√
C17 化学试剂试验	√
C18 有害气体试验	21天
寿命试验	√

试验项目	C 整车外饰车身部件							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	在车身上	在车身上/轮胎里	车轮/车轴	其他安装区域	发动机舱区域	前舱盖	行李箱盖	A 柱和 C 柱
正常工作温度范围 ℃	-40 to +80	-40 to + 80	-40 to +80	-40 to +80	-40 to +120	-40 to +80	-40 to +80	-40 to +80
正常存储温度范围 ℃	-40 to +90	-40 to + 90	-40 to + 90	-40 to + 90	-40 to +120	-40to +90	-40 to +90	-40 to +90
M1 振动试验	8小时/轴							
M2 机械冲击试验	严重度依赖于安装位置							
M3 耐久冲击试验	√							

M4 外壳碾压试验-肘负载	√			
M5 外壳碾压试验-脚负载	√			
M6 跌落试验	√			
C1 高低温存储试验	√			
C2 低温加载试验	√			
C3 温度梯度试验	1个循环			
C4 喷漆温度试验	+130℃保持 0.25小时，和 +110℃保持1小时	+130℃ 保持 0.25小 时	+130℃保持 0.25小 时，和 +110℃保持1 小时	
C5 温度冲击（部件、不带外壳） 试验	100个循环			
C6 溅水温度冲击试验	100个循环	-----	100个循环	
C7 浸水温度冲击试验	30个循环			
C8 湿热循环试验	6个循环			
C9 湿热常量试验	21天			
C10 带载盐雾试验（内部）	√			
C11带载盐雾试验（外部）	√			
C12 防水试验	IPX4，48个循环			
C13 结冰试验	√			
C14 凝露试验	√	——	√	——
C15 防尘试验	IP6KX			
C16 阳光辐射试验	√			
C17 化学试剂试验	√			
C18 有害气体试验	21天			
寿命试验	√			

部件区域 试验项目	D Cavity		E Boot
	D1	D2	E
	Cavities Open to Exterior	Cavities Open to Interior	Boot / Luggage Compartment
正常工作温度范围 °C	-40 to + 80	-40 to + 80	-40 to + 80
正常存储温度范围 °C	-40 to +90	-40 to +90	-40 to +90
M1 振动试验	8小时/轴		
M2 机械冲击试验	严重度依赖于安装位置		
M3 耐久冲击试验	严重度依赖于安装位置		
M4 外壳碾压试验-肘负载	严重度依赖于安装位置		
M5 外壳碾压试验-脚负载	严重度依赖于安装位置		
M6 跌落试验	√		
C1 高低温存储试验	√		
C2 低温加载试验	√		
C3 温度梯度试验	1个循环		
C4 喷漆温度试验	+110°C 保持 0.5小时		-----
C5 温度冲击（部件、不带外壳）试验	100个循环		
C6 溅水温度冲击试验	严重度依赖于安装位置		
C7 浸水温度冲击试验	严重度依赖于安装位置		
C8 湿热循环试验	6个循环		9个循环
C9 湿热常量试验	21天		
C10 带载盐雾试验（内部）	√		
C11带载盐雾试验（外部）	-----		
C12 防水试验	----		
C13 结冰试验	-----		
C14 凝露试验	严重度依赖于安装位置		
C15 防尘试验	IP5KX		
C16 阳光辐射试验	严重度依赖于安装位置		

C17 化学试剂试验	√	
C18 有害气体试验	21天	10天
寿命试验	√	

9.2 流程

9.2.1 电气电子零部件 ADV 流程

对于所有包含电子电器内容的零部件都应该满足本标准中定义的全球环境部件分析、开发、验证（ADV）流程。这里包括，但不局限于电源、底盘、HVAC、内饰、车身、关闭件、外饰和电气相关的部分。

在2008年11月开始，供应商、和与福田相关的环境\耐久\ADV行为之间的所有ADV试验计划、试验结果、记录、数据均应该上传到福田全球EMC\环境\耐久数据库。

9.2.2 ADV 流程图

ADV流程图按图41执行。

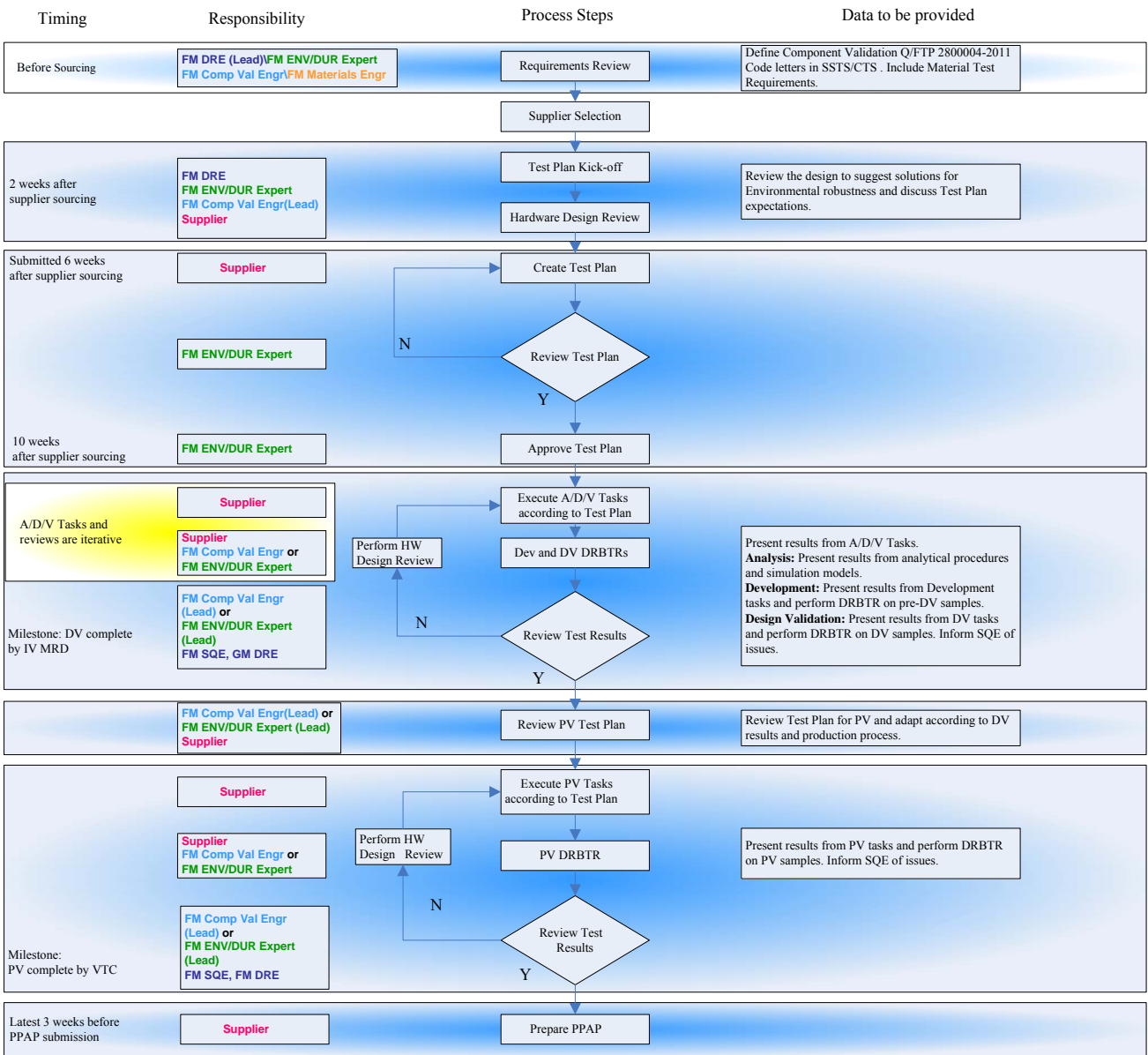


图41 ADV 流程图

ADV流程图包含以下主要任务：

9.2.2.1 要求评审

要求评审应该在福田内部实施，以便于定义Q/FPT 2800001-2011的代码。 Q/FPT 2800001-2011 译码应该在CTS “验证” 章节里说明 。福田环境/耐久 (ENV/DUR) 专家应该和福田设计发布工程师和福田部件验证工程师一起定义这个信息。福田ENV/DUR专家应该先于原始资料根据Q/FTP 2800004-2011评审CTS。还有，福田材料工程师需要提供材料试验要求。供应商不用按照Q/FPT 2800001-2011进行试验的，必须经过福田专家批准。在没有CTS的情况下，对于Q/FPT 2800001-2011的译码，参考在SSTS里规定的验证章节。

9.2.2.2 试验计划下发/硬件设计评审

试验计划下发/硬件设计评审会议在确定潜在供应商两周后由福田和供应商一起完成。会议的目的是评审设计方案，对环境鲁棒性提出解决方案，并讨论零部件试验计划的预期。对于更多的细节说明参考本标准的“硬件设计评审”。

9.2.2.3 编制和评审试验计划

供应商应该完成附录B（部件环境试验计划），并且供应商在6周内以电子编制格式提交给福田。供应商在10周内，完成批准。附录B的电子编制版本可以从福田ENV/DUR专家的要求中得到。

9.2.2.4 执行 ADV 任务

ADV任务，包括分析、开发、和设计验证，应该通过IV MRD 顺利地，以便于支持整车验证。

每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告，并且提交给福田部件验证工程师（或者福田ENV/DUR专家）以便于福田评估和批准。

如果试验不合格，福田部件验证工程师或者福田ENV/DUR专家和福田SQE和DRE评审试验结论，并确定是否需要重新做必要的DV试验。福田部件验证工程师或ENV/DUR专家会进行一个硬件设计评审。如果有必要，试验计划可以根据需要做出修正。

9.2.2.5 执行生产（PV）验证任务

PV任务可以通过VTC顺利完成。应该评审试验计划，使其适合生产过程的变化或改变，从而评估试验结论。

每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告，并且提交给福田部件验证工程师（或者福田ENV/DUR专家）以便于福田评估和批准。

如果试验不合格，福田部件验证工程师或者福田ENV/DUR专家和福田SQE和DRE评审试验结论，并确定是否需要重新做必要的PV试验。福田部件验证工程师或ENV/DUR专家会进行一个硬件设计评审。如果有必要，试验计划可以根据需要做出修正。

9.2.3 试验计划协商

供应商应该以word电子编制格式提交全部的试验计划给福田ENV/DUR专家，以便于6周后得到福田的批准

9.2.4 硬件设计评审

对于所有新开发的部件和当前流水线上可以进行变更的部件都应该按照图42所示进行硬件设计评审，以便于保证设计满足试验的要求。这里包含任何和变更相关的硬件（如内部部件交换或者材料的改变）和制造过程的改变（如工具、焊接过程、或者是制造位置）。可能影响到Q/FPT 2800004-2011相关的要求的软件的变化也要给予关注。福田部件验证工程师应该主导并制定硬件设计评审计划。建议硬件设计评审和EMC设计评审可以在一起进行。

硬件设计评审的目标是：

- 评审部件示意性设计和电路板布置
- 评审部件总成和机械结构
- 评审电子电器设计概念、机械设计概念和材料选择的技术合理性
- 检查前期相关的分析，计算和试验结论
- 评估部件设计潜在的变化
- 对问题提出解决方案，并且进行适当的重新验证
- 验证建议的电路板和总成的设计满足部件试验的要求

- 评估制造过程和变更
- 评估可能影响Q/FTP 2800004-2011相关要求的软件的变化
- 进行热疲劳分析

供应商应该交付的:

供应商应该比会议提前10个工作日向福田ENV/DUR专家和/或福田部件验证工程师提交下面的文档:

- 功能描述
- 整车位置
- 接口描述, 部件内部和外部
- 硬件图纸
- 电子电器零件清单和相关的数据表
- 所有部件的材料数据表单(如PCB、焊料、焊剂、总成、插接件等所使用的材料), 包括热膨胀系数
- 零件布置图
- PCB布置
- 焊接过程描述(焊接合金, 焊接温度曲线, 清洗材料, 过程等)
- 总成机械化程度(总成图纸, 安装定位, 外壳的开口, 冷却概念等)

注: 必须要对实际的硬件样品或者物理模型进行视觉检查。

出席者:

福田:

- Q/FTP 2800001-2011 试验专家
- 部件验证工程师
- 设计发布工程师
- EMC专家(可选)
- 供应商质量工程师(可选):
- 硬件设计工程师
- 电气系统工程师
- 试验专家
- 验证/试验工程师
- 项目管理(可选)

9.2.5 分析工作

供应商应该根据批准的试验计划指导分析工作。按照试验计划, 进行的分析模型和担当应该提供给福田。每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告, 并且提交给福田部件验证工程师(或者福田ENV/DUR专家)以便于福田评估和批准。

9.2.6 开发工作

供应商应该根据批准的试验计划指导开发工作。按照试验计划的要求, 试验样件要提交给福田, 并且提交的样件包括试验前的部件和试验后的部件。每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告, 并且提交给福田部件验证工程师(或者福田ENV/DUR专家)以便于福田评估和批准。

在一个试验期间已经失败的部件, 供应商应该进行及时的分析。这个部件在试验流程中不应该被修复和进一步使用。供应商要及时和福田部件验证工程师联系, 来确定下一步的工作。

9.2.7 设计验证工作

供应商应该根据批准的试验计划指导设计验证（DV）。根据试验计划，试验样件提交给福田，并且这个试验样件包括试验前和试验后的部件。每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告，并且提交给福田部件验证工程师（或者福田ENV/DUR专家）以便于福田评估和批准。

在一个试验期间已经失败的部件，供应商应该进行及时的分析。这个部件在试验流程中不应该被修复和进一步使用。供应商要及时和福田部件验证工程师（或福田ENV/DUR专家）联系，来确定下一步的工作。

9.2.8 生产验证工作

供应商应该根据批准的试验计划指导生产验证（PV）。根据试验计划，试验样件提交给福田，并且这个试验样件包括试验前和试验后的部件。每个试验结论都应该在电子编制试验计划的协商条款下形成报告，并且提交给福田部件验证工程师（或者福田ENV/DUR专家）以便于福田评估和批准。

在一个试验期间已经失败的部件，供应商应该进行及时的分析。这个部件在试验流程中不应该被修复和进一步使用。供应商要及时和福田部件验证工程师（或福田ENV/DUR专家）联系，来确定下一步的工作。

9.3 ADV 概述

表92是ADV概述，福田批准的试验计划中定义的试验，在默认情况下按表92执行。福田批准的试验计划仅仅是工作的一个规定。

表92 ADV 工作概述

试验项目	阶段	功能等级
分析		
电气		
技术性能分析试验	A	N/A
短路/开路试验	A	N/A
机械		
共振频率分析	A	N/A
高海拔运输压力效应分析	A	N/A
塑料卡扣安装分析	A	N/A
碾压分析	A	N/A
环境		
高海拔工作过热分析	A	N/A
热疲劳分析	A	N/A
无铅焊分析	A	N/A
设计验证 (DV)		
电气		
E1 静态电流试验	DV	N/A
E2电源供电中断试验	DV	A, C
E3 电源电压变化试验	DV	A, C
E4正弦叠加电压试验	DV	A

E5脉冲叠加试验	DV	A
E6 短路试验（信号端和负载端）	DV	A
E7开路试验—单路导线	DV	C
E8 开路试验—多路导线	DV	C
E9 地偏移试验	DV	A
E10 离散数字信号输入门槛电压试验	DV	N/A
E11 过载试验	DV	D, E
E12 绝缘耐压试验	DV	C
E13 长时过电压试验	D, DV	C
E14 短时过电压试验	DV	D, E
E15 短时低电压试验	DV	D, E
E16 跳跃电压试验	D, DV	C
E17 抛负载试验	DV	/
E18 短时中断试验	DV	/
E19 起动脉冲试验	DV	/
E20 电压曲线（智能发电机控制）试验	DV	/
E21 反向电压试验	D, DV	C
E22 电解质强度试验	DV	/
E23 反馈试验	DV	/
机械		
M1 振动试验	DV, PV	A
M2 机械冲击试验	DV	A
M3 耐久冲击试验	DV	C
M4 外壳碾压试验-肘负载	DV	C
M5 外壳碾压试验-脚负载	DV	C
M6 跌落试验	DV	N/A
环境		
C1 高低温存储试验	DV	A
C2 低温加载试验	DV	A
C3 温度梯度试验	DV	A
C4 喷漆温度试验	DV	A
C5 温度冲击（部件、不带外壳）试验	DV	A
C6 溅水温度冲击试验	DV	A
C7 浸水温度冲击试验	DV	A
C8 湿热循环试验	DV, PV	A
C9 湿热常量试验	DV, PV	A
C10 带载盐雾试验（内部）	DV	A
C11带载盐雾试验（外部）	DV	A

C12 防水试验	DV	A
C13 结冰试验	DV	A
C14 凝露试验	DV	A
C15 防尘试验	DV	A
C16 阳光辐射试验	DV	A
C17 化学试剂试验	DV	A
C18 有害气体试验	DV	A
生产验证 (PV)		
运输振动试验	PV	C

9.4 试验顺序计划

部件详细的试验顺序计划必须在部件功能技术规范中定义。

对于一个特定的零部件，根据试验选择表不要求的试验必须从试验顺序中删除。如果一个零部件详细的试验顺序需要改变，那么试验顺序计划可能更适合特定的零部件。如果在M6自由跌落试验中样件没有损坏，那么这两个样件必须在下一个试验顺序中使用。否则使用备用的样件。

9.4.1 试验顺序

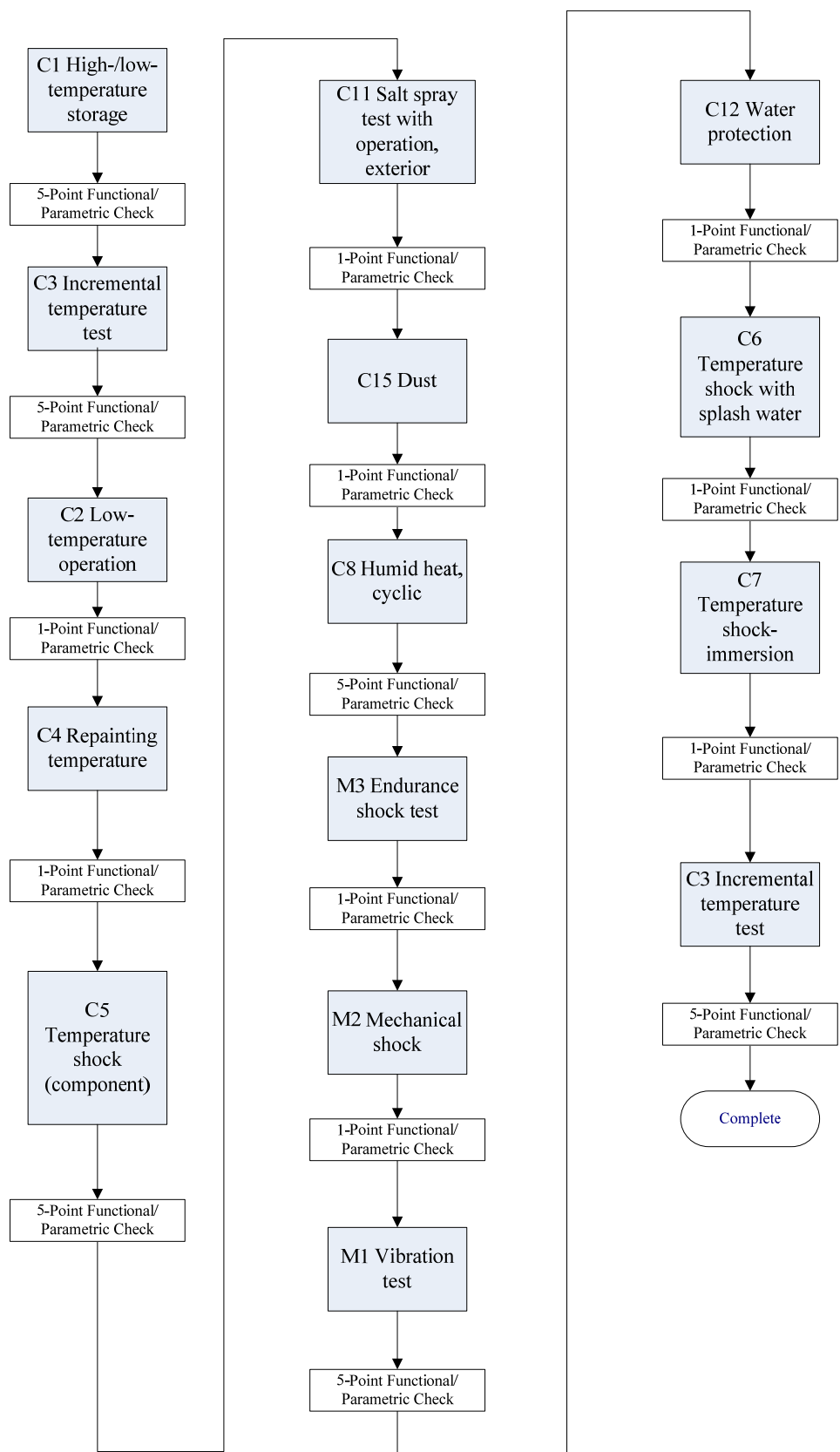


图42 试验顺序

9.4.2 顺序之外的试验（并列试验）

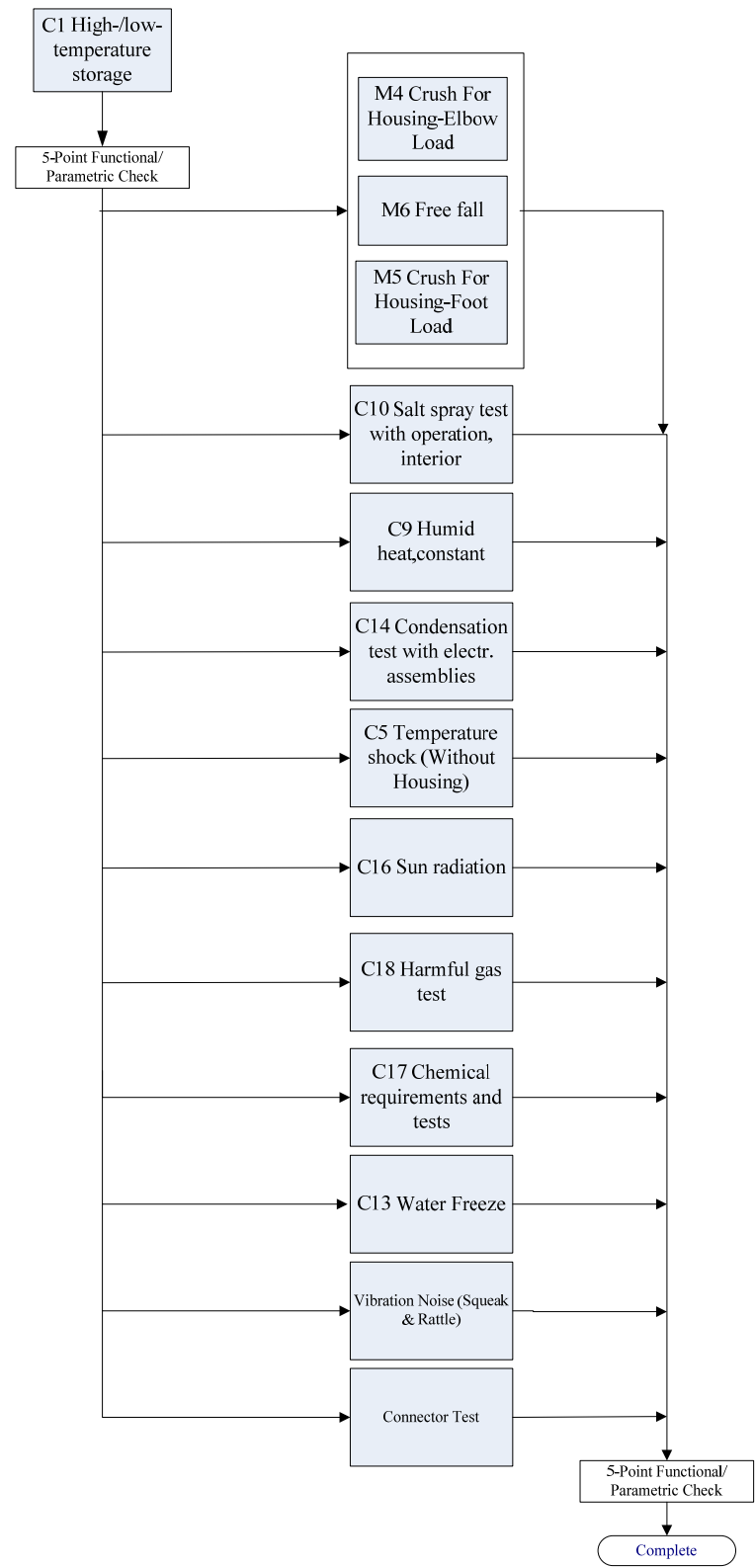


图43 顺序之外的试验

9.4.3 寿命试验顺序

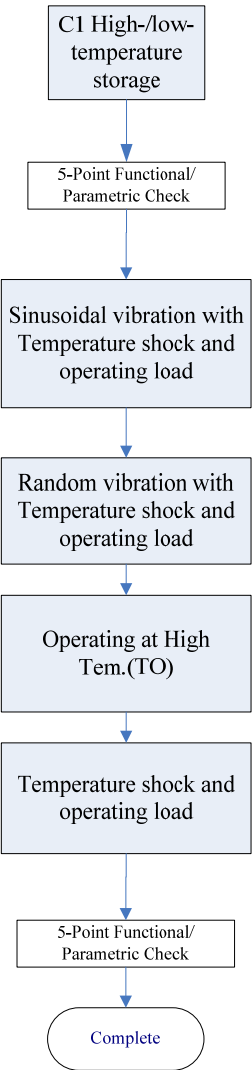


图44 寿命试验顺序

9.4.4 电气试验顺序

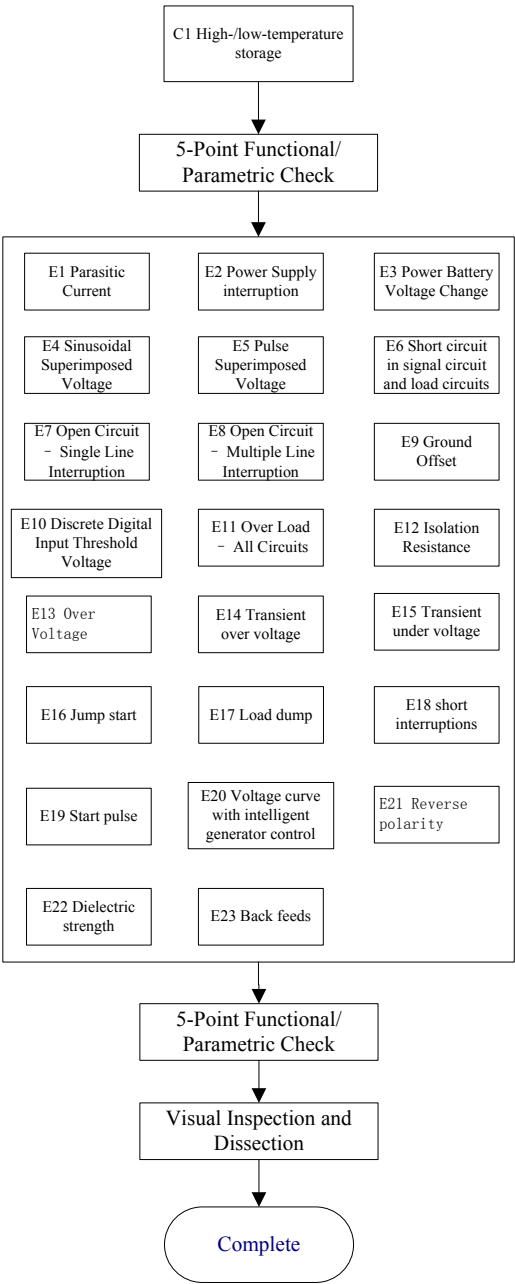


图45 电气试验顺序

9.4.5 分析试验顺序

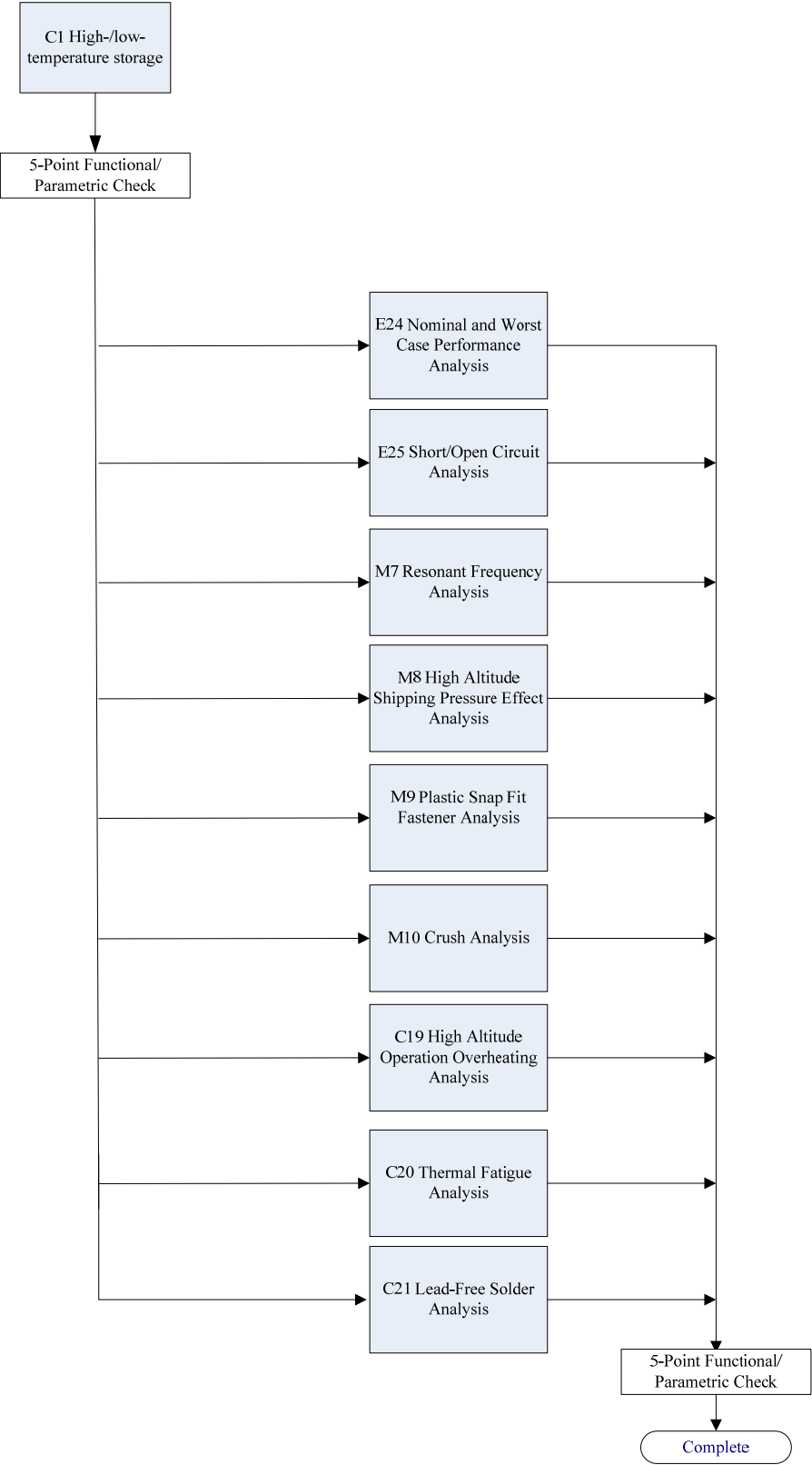


图46 分析试验顺序

9.4.6 PV 试验顺序

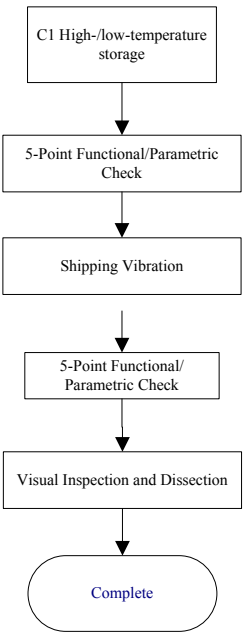


图47 PV 试验顺序