

编号	SY-DQ-39-2012
代替	SY-DQ-39-2008 SY-DQ-40-2008 SY-DQ-41-2008 SY-DQ-42-2008 SY-DQ-43-2008
规范等级	二级

重庆长安汽车股份有限公司技术标准

汽车电子电器部件 环境条件及试验标准

2012 -05 -30 制订

2012 -06 -05 发布

重庆长安汽车股份有限公司

发布

前 言

本规范由汽车工程研究总院标准所管理。

本规范由汽车工程研究总院电装开发中心负责起草。

本规范主要起草人：

编制： 杨海琳、冯樱、刘宇、蒋文霞

校核： 关鹏辉

审定： 何文

批准： 何举刚

本规范的版本变动与修订记录

版本号	制定/修订者	制定/修订日期	批准	日期
1.0	杨海琳、冯樱、刘宇、蒋文霞	初版	何举刚	20120605

目录

1	范围	5
2	引用标准	5
3	定义、符号和缩略语	5
4	通用要求	6
4.1	负载模拟器	6
4.2	工作模式	6
4.3	功能状态等级	6
4.4	试验项目	7
4.5	零部件搭载位置定义	8
4.6	故障等级定义	9
4.7	可靠性要求	9
4.8	试验计划的制定 (DV, PV)	10
4.9	各阶段试验内容的选择	10
4.10	试验顺序	12
4.11	关于设计/生产过程变更的验证	13
5	试验项目	
5.1	气候负荷试验	17
5.1.1	恒温试验	17
5.1.1.1	低温放置 CL01	17
5.1.1.2	高温放置 CL02	18
5.1.1.3	低温工作 CL03	19
5.1.1.4	高温工作 CL04	20
5.1.2	温度循环试验 CL05	21
5.1.3	温度冲击试验 CL06	23
5.1.4	温度寿命试验 CL07	25
5.1.5	湿热循环试验 CL08	28
5.1.6	恒定湿热试验 CL09	30
5.1.7	冷水冲击试验 CL10	32
5.1.8	盐雾交变试验 CL11	35
5.1.9	太阳辐射试验 CL12	37
5.1.10	防尘试验 CL13	39
5.1.11	防水试验 CL14	41
5.1.12	耐臭氧试验	46
5.1.12.1	DUT 整机耐臭氧测试: CL15	46
5.1.12.2	橡胶和塑料软管耐臭氧测试: CL16	47
5.1.13	附件一 防护等级	48
5.2	机械负荷试验	51
5.2.1	共振点检测试验 ML01	51
5.2.2	共振点加强振动试验 ML02	53
5.2.3	机械振动	54

5.2.3.1	正弦振动 ML03	54
5.2.3.2	随机振动试验 ML04	59
5.2.4	机械冲击	64
5.2.4.1	车门/盖板部件冲击试验 ML05	64
5.2.4.2	车身/车架部件冲击试验 ML06	65
5.2.5	自由跌落试验 ML07	66
5.3	电气负荷试验	67
5.3.1	直流供电电压试验 EL01	67
5.3.2	过电压试验	68
5.3.2.1	长时过电压试验 EL02	68
5.3.2.2	短时过电压试验 EL03	69
5.3.3	叠加交流试验 EL04	70
5.3.4	电压缓降缓升试验 EL05	72
5.3.5	起动扰动电压试验 EL06	73
5.3.6	电压瞬间下降试验 EL07	75
5.3.7	电压骤降复位试验 EL08	76
5.3.8	接地电压偏移试验 EL09	77
5.3.9	反向电压试验 EL10	78
5.3.10	开路试验	79
5.3.10.1	单线开路试验 EL11	79
5.3.10.2	多线开路试验 EL12	80
5.3.11	短路保护试验	81
5.3.11.1	信号电路短路保护试验 EL13	81
5.3.11.2	负载电路短路保护试验 EL14	82
5.3.12	过电流试验	83
5.3.12.1	开关/继电器触点过电流试验 EL15	83
5.3.12.2	电流输出端过电流试验 EL16	84
5.3.13	电压降试验 EL17	85
5.3.14	击穿强度试验 EL18	86
5.3.15	绝缘电阻试验 EL 19	87
5.4	化学负荷试验	88
5.4.1	耐化学试剂试验	88

汽车电子电器部件环境条件及试验标准

1 范围

本标准规定了重庆长安汽车股份有限公司开发生产的汽车电子电器部件的环境条件和试验要求。目的是保证车载电子电器部件在电气、机械、气候和化学环境条件作用下的工作可靠性。

本标准适用于重庆长安汽车股份有限公司开发的车载电子电器部件。（不含电路板或电子元件的结构件如灯具、蓄电池、空调管路等推荐使用本标准）

本标准中的试验要求及测试方法以第 2 节参考的各种标准为基础。

若本标准与参考标准之间发生矛盾，以本标准规定为准。

重庆长安汽车股份有限公司有权根据需求修改本标准，若本标准发生变更，由长安提前三个月通知供应商，三个月后开始执行修改后的标准。

2 引用标准

下面引用的各标准，以其最新版本为有效标准。

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。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

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 16750-5 Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 5: Chemical loads

GB/T2422—1995 电工电子产品环境试验 术语

GB/T2423 电工电子产品环境试验

3 定义、符号和缩略语

本标准采用以下术语和定义：

U_N：额定电压，用于描述车辆电气系统的电压值。

U_s：供电电压，指随系统负荷和发电机运行条件而变化的车辆电气系统电压。

U_{smin}：最低供电电压，指在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级时的最低供电电压。

U_{smax}：最高供电电压，指在规定的供电电压范围内 DUT 达到 A 级时的最高供电电压。

U_A：工作模式 3 供电电压，指发电机运行时的供电电压。

U_B：工作模式 2 供电电压，指发电机不运行时的供电电压。

试验电压：指在试验期间施加到 DUT 上的电压，例如 U_A 和 U_B。

T_{sl}：最低存储温度，指系统/组件能够存储的周围环境温度的最低值。

Tsh: 最高存储温度, 指系统/组件能够存储的周围环境温度的最高值。

Tmin : 最低工作温度, 指系统/组件能够工作的周围环境温度的最低值。

Tmax: 最高工作温度, 指系统/组件能够工作的周围环境温度的最高值。

Tmaxhs: 浸透温度, 指在车辆停止且发动机关闭后, 发动机舱内可能短时出现的环境温度最高值。

Upp: 峰-峰电压, 指叠加的交流电压峰峰值。

DUT: 试验中的被测电器部件。

RT: 指环境温度为 $+23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 25%~75%的试验条件。

试验顺序: DUT 被依次暴露到两种或两种以上试验环境中的顺序。

4 通用要求

4.1 负载模拟器

供应商负责提供模拟 DUT 在实车上工作时的负载模拟器, 它能够对 DUT 的功能进行检测。在对 DUT 进行试验时, 负载模拟器不能造成负面影响。建议使用汽车上的实际部件来模拟负载。

4.2 工作模式

在试验过程中, 按照试验项目要求确定 DUT 不同的工作模式, 共分为以下四类:

- (1) 工作模式 1: 不向 DUT 供电。
 - 工作模式 1.1: DUT 未连接到线束上
 - 工作模式 1.2: DUT 模拟在车辆上的安装位置, 连接到线束上
- (2) 工作模式 2: DUT 在 U_B 电压下工作。
 - 工作模式 2.1: DUT 未被激活, 如休眠模式
 - 工作模式 2.2: DUT 处于典型工作模式
- (3) 工作模式 3: DUT 在 U_A 电压下工作。
 - 工作模式 3.1: DUT 未被激活, 如休眠模式
 - 工作模式 3.2: DUT 处于典型工作模式
- (4) 工作模式 4: DUT 在具体试验要求的电压下工作。
 - 工作模式 4.1: DUT 未被激活, 如休眠模式
 - 工作模式 4.2: DUT 处于典型工作模式

4.3 功能状态等级

将 DUT 置于规定的环境负荷下, 本标准将 DUT 功能状态划分为五个等级:

-- A 级: 在试验中和试验后, DUT 所有功能与设计要求一致。

-- B 级: 在试验中, DUT 所有功能与设计要求一致, 但允许一个或多个超过规定允差。试验后所有功能自动恢复到设计要求状态。不能对永久和临时存储区造成任何影响。

-- C 级: 在试验中, DUT 一个或多个功能不满足设计要求, 但试验后所有功能自动恢复到设计要求状态。不能对永久和临时存储区造成任何影响。

-- D 级: 在试验中, DUT 一个或多个功能不满足设计要求, 而且在试验后不能自动恢复到设计要求状态, 需要采取简单操作重新激活。不能对永久和临时存

储区造成任何影响。

-- E 级：在试验中，DUT 一个或多个功能不满足设计要求，而且在试验后不能自动恢复到设计要求状态，需要对 DUT 进行整改或更换。

4.4 试验项目

本标准规定的电气负荷、机械负荷以及气候负荷试验 ID 对应的试验项目名称参见表 1，具体的方法及要求分别参见气候负荷、机械负荷、电气负荷以及化学负荷试验。化学负荷试验规定的代码表示化学试剂名称（参见表 2）。

表 1 气候、机械和电气负荷 ID 与试验项目

气候负荷试验		机械负荷试验		电气负荷试验	
ID	试验名称	ID	试验名称	ID	试验名称
CL01	低温放置试验	ML01	共振点检测试验	EL01	直流供电电压试验
CL02	高温放置试验	ML02	共振点加强振动试验	EL02	长时间过电压试验
CL03	低温工作试验	ML03	正弦振动试验	EL03	短时间过电压试验
CL04	高温工作试验	ML04	随机振动试验	EL04	叠加交流试验
CL05	温度循环试验	ML05	车门/盖板部件冲击试验	EL05	电压缓降缓升试验
CL06	温度冲击试验	ML06	车身/车架部件冲击试验	EL06	起动扰动电压试验
CL07	温度寿命试验	ML07	自由跌落试验	EL07	电压瞬间下降试验
CL08	湿热循环试验			EL08	电压骤降复位试验
CL09	恒定湿热试验			EL09	接地电压偏移试验
CL10	冷水冲击试验			EL10	反向电压试验
CL11	盐雾交变试验			EL11	单线开路试验
CL12	太阳辐射试验			EL12	多线开路试验
CL13	防尘试验			EL13	信号电路短路保护试验
CL14	防水试验			EL14	负载电路短路保护试验
CL15	DUT 整机耐臭氧试验			EL15	开关/继电器触点过电流试验
CL16	橡胶和塑料软管耐臭氧试验			EL16	电流输出端过电流试验
				EL17	电压降试验
				EL18	击穿强度试验
				EL19	绝缘电阻试验

表 2 化学试剂代号与名称

代号	化学试剂
A	汽油/无铅汽油
B	蓄电池液
C	制动液
D	冷却液添加剂（未稀释）
E	发动机油（多级油）
F	变速器机油
G	防护漆
H	防护漆去除剂
I	清洁剂
J	发动机清洗剂
K	工业酒精
L	玻璃清洗剂
M	含咖啡因和糖的液体饮料

4.5 零部件搭载位置定义

电子部件在车辆上的搭载位置决定了该部件所处的环境，长安对其车载电子部件的搭载位置定义为以下三类七种（以大写字母 A-G 表示），对应不同的试验条件。具体的搭载位置定义见表 3。

表 3 搭载位置定义

DUT 安装位置	应用		工作温度	存储温度	短时耐热
发动机舱	发动机/变速器内	A	-40~140	-40~95	150
	发动机/变速器本体	B	-40~120	-40~95	140
	远离发动机/变速器 （发动机隔舱壁、翼子板舱壁、前舱室，etc）	C	-40~105	-40~95	125
乘客舱 行李舱	暴露于阳光辐射及强热辐射下 （仪表/中控台表面，顶棚内，钥匙，etc）	D	-40~85	-40~95	-
	无阳光直射及强热辐射 （仪表/中控台内，座椅下，门板内，行李舱内，etc）	E	-40~75	-40~85	-
车外	车轮内	F	-40~105	-40~95	125
	车身 （天线，灯类，后视镜，车门，etc）	G	-40~75	-40~90	-

4.6 故障等级定义

各种电子部件发生故障时对车辆和用户造成的影响有所不同。长安根据对车辆和用户造成的影响划分各种故障的等级（见表4）。各电子部件试验条件的选择应考虑该部件潜在的最高等级的故障。

表4 故障等级定义

故障等级	故障模式	典型故障案例
重	1) 导致车辆行驶中失控 2) 导致车辆火灾 3) 导致乘员人身伤害	* 如电动转向助力控制器故障导致转向失灵 * 如刹车故障警告灯失效导致行驶中刹车失灵 * 如电路板或线束短路导致车辆起火
高	1) 导致车辆无法使用或无法完成行驶功能 2) 使乘员感受到人身危险 3) 导致违反法令法规	* 如电控转向锁故障导致车辆无法启动 * 如油量表失效导致行驶中断油熄火 * 如发电机故障导致失电 * 如安全气囊传感器失效导致气囊不弹出 * 如刹车灯，示宽灯故障导致车检不通过
中	1) 导致车辆无法达到正常行驶性能 2) 导致高昂的维修费用 3) 导致行驶功能以外的功能完全失灵	* 如档位传感器失灵导致自动变速失效 * 如转舵力矩传感器失灵导致转向助力低下 * 如导航模块失效导致需更换影音系统 * 如空调控制器失效导致空调功能丧失 * 如倒车雷达系统失灵且自检报警失效
低	1) 不会影响车辆行驶性能 2) 不会导致高昂的维修费用 3) 影响行驶功能以外的功能但不至于完全失灵	* 如收音效果低下或有杂音等影音系统性能缺陷 * 如发动机转速表失灵 * 如车内灯光系统 * 如环境光传感器失效导致车灯自动开启功能丧失

对于故障等级为“重”的故障模式，车载电子电器产品不允许出现该模式的故障。供应商必须在产品设计中采取健壮设计等设计手段加以避免或采用安全设计手段降低其故障等级，并保证在车辆的整个使用寿命周期中不得发生该类故障。

对于故障等级不为“重”的各类故障模式，供应商应保证其产品车辆在车辆设计寿命周期中累计故障率合计低于0.5%。

4.7 可靠性要求

长安对其车载电子电气产品（易损件除外）的可靠性要求为，在车辆设计寿命周期内的累积故障率应低于0.5%。

车辆设计寿命周期在产品的技术要求中定义。本标准默认的车辆设计寿命周期为10年或16万公里。对于不同的设计寿命周期，部分试验条件将有所调整，供应商应与长安试验工程师确认，并以长安试验工程师签署的试验计划为准。

4.8 试验计划的制定 (DV,PV)

长安电子电气部件的验证分为以下两个环节。

1) 设计验证 (Design Validation, 以下简称 DV 试验): DV 试验用以验证电子电气产品的设计是否满足长安的功能、性能、以及可靠性要求。完成并通过 DV 试验是产品设计冻结 (CC 节点) 的必要条件。DV 试验应包含功能/性能检查和环境/耐久试验, 功能/性能检查可使用快速样件等非定型样件完成, 而环境/耐久试验的样件必须采用与量产产品同等的材料和工艺制作。通过 DV 试验的产品如果发生设计变更必须重新实施 DV 试验。供应商应提交变更内容明细表以便与长安确定需重新实施的 DV 试验项目。长安有权在 CC 节点后随机抽取样件进行 DV 试验复查。

2) 制程验证 (Process Validation, 以下简称 PV 试验): PV 试验用以验证电子电气产品的量产生产线是否满足长安的一致性要求。完成并通过 PV 试验是产品投产签署 (LS 节点) 的必要条件。PV 试验应包含功能/性能检查和环境/耐久试验, PV 试验的样件必须使用量产工装模具设备, 由正式的生产员工在实际的量产生产线上以实际的生产节拍生产。通过 PV 试验的产品如果发生变更必须重新实施 PV 试验, 供应商应提交变更内容明细表以便与长安确定需重新实施的 PV 试验项目。

4.9 各阶段试验内容的选择

各阶段试验内容的选择参考表 5:

表 5 各阶段试验内容选择

试验名称	DV 试验项目							PV 试验项目
	发动机舱			乘客舱行李舱		车外		
	发动机/变速器内	发动机/变速器本体	远离发动机/变速器	暴露于阳光辐射及强热辐射下	无阳光直射及强热辐射	车轮内	车身	
	A	B	C	D	E	F	G	
低温放置	★	★	★	★	★	★	★	★
高温放置	★	★	★	★	★	★	★	★
低温工作	★	★	★	★	★	★	★	★
高温工作	★	★	★	★	★	★	★	★
温度循环试验	★	★	★	★	★	★	★	
温度冲击试验	★	★	★	★	★	★	★	★
湿热循环试验	★	★	★	★	★	★	★	
恒定湿热试验	★	★	★	★	★	★	★	
温度寿命试验	★	★	★	★	★	★	★	★
冷水冲击试验		★					★	
盐雾交变试验	★	★	★	★	★		★	
太阳辐射试验				★				

防尘试验		★	★	★	★	★	★	
防水试验		★	★	★	★	★	★	
耐臭氧试验		★	★					
自由跌落试验	★	★	★	★	★	★	★	
共振点检测试验	★	★	★	★	★	★	★	
共振点加强振动试验	★	★						
正弦振动试验	★	★						★(☆)
随机振动试验			★	★	★	★	★	☆(★)
车门/盖板部件冲击试验					★(☆)		★(☆)	
车身/车架部件冲击试验	★	★	★	★	☆(★)		☆(★)	
直流供电电压试验	★	★	★	★	★	★	★	★
长时间过电压试验	★	★	★	★	★	★	★	★
短时过电压试验	★	★	★	★	★	★	★	★
叠加交流试验	★	★	★	★	★	★	★	★
电压缓升缓降试验	★	★	★	★	★	★	★	★
启动扰动电压试验	★	★	★	★	★	★	★	★
电压瞬间下降试验	★	★	★	★	★	★	★	★
电压骤降复位试验	★	★	★	★	★	★	★	★
接地电压偏移试验	★	★	★	★	★	★	★	★
反向电压试验	★	★	★	★	★	★	★	★
开路试验	★	★	★	★	★	★	★	★
短路保护试验	★	★	★	★	★	★	★	★
过电流试验	★	★	★	★	★	★	★	★
电压降试验	★	★	★	★	★	★	★	★
击穿强度试验	★	★	★	★	★	★	★	★
绝缘电阻试验	★	★	★	★	★	★	★	★
耐化学试剂试验	★	★	★	★	★	★	★	

说明：★ 表示需要做该试验；

★(☆)标识与☆(★)标识的试验根据具体位置不同选择其一；

4.10 试验顺序

为了模拟 DUT 在实车上可能遭遇的所有环境条件，长安要求将试验项目分组顺序排列。

下列各图给出了 DV 试验和 PV 试验的推荐分组顺序。（参见图 1、图 2）

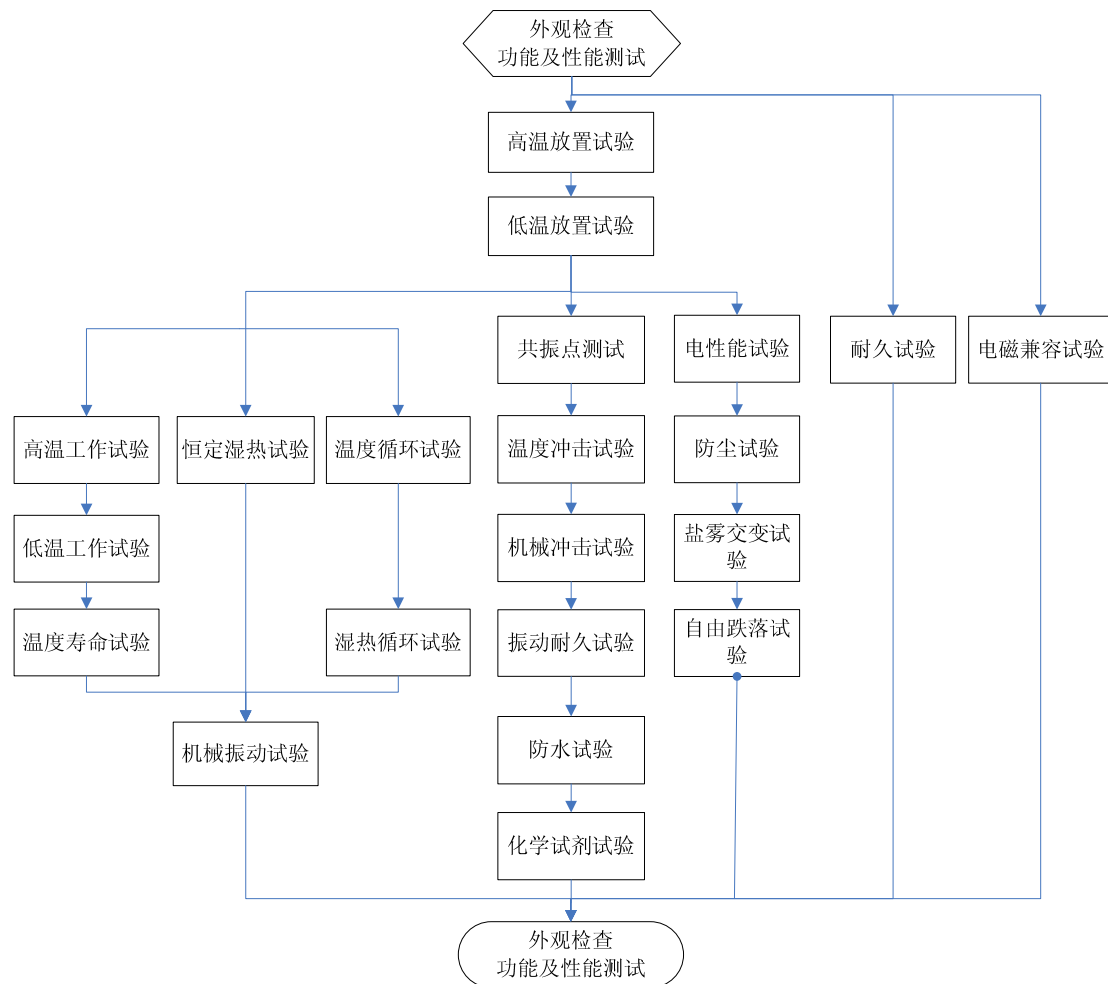


图 1：DV 试验推荐分组

说明：表 5 中规定需进行但以上 DV 试验推荐分组中不包含的试验项目，在制定 DV 试验计划之前，供应商应与长安试验工程师确认分组情况，并以长安试验工程师签署的试验计划为准。

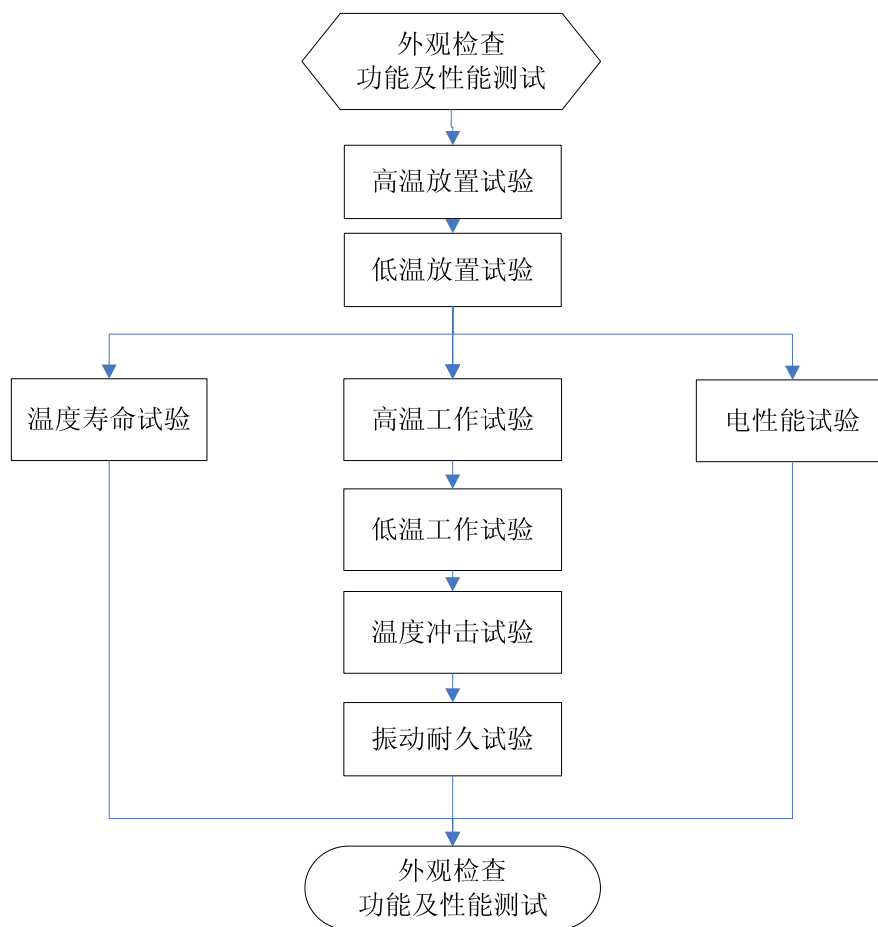


图 2：PV 试验推荐分组

4.11 关于设计/生产过程变更的验证

当电子电器产品需发生设计变更或生产过程变更时，供应商应向长安提交完整无误的变更内容明细表。（表 6 列出了部分主要变更项目作为示例，上述设计/生产过程变更包括但不限于表 7 所列内容。）

供应商应参照表 7 的规定制定重新试验的计划并报长安批准。只有经过重新验证并得到长安试验工程师的认可方可提出变更申请流程。

特别指出，电子电气产品在不同车型项目间借用的情况视同发生变更（包括安装位置、支架等的改变）。供应商亦应向长安提交完整无误的变更内容明细表并参照表 7 的规定计划/实施重新验证。

表 6 产品变更内容明细

设计变更	PCB 板材料改变
	PCB 板生产厂商改变
	元器件型号改变
	元器件生产厂商改变
	PCB 板走线布局改变
	电路设计方案的改变
	焊锡/助焊剂材料改变
	塑封、喷涂、点胶等所用有机材料改变
	外壳结构、尺寸、材料改变
	支架、固定位置变更
	...
生产过程变更	生产工厂改变
	同一工厂内生产线改变
	生产设备改变
	检查方式改变
	焊接温度，速度等工艺改变
	塑封、喷涂、点胶等工艺改变
	...

表 7 产品变更后验证需求明细

试验项目	重新试验项目							
	借用产品	生产厂/生产线改变	PCB 材料/厂商改变	电路设计方案的改变	元器件型号/厂商改变	焊锡/助焊剂改变	外壳结构/支架/固定点改变	有机材料改变
低温放置			☆	★	☆	☆	☆	★
高温放置	☆		☆	★	☆	☆	☆	★
低温工作			★	★	★	☆		☆
高温工作			★	★	★	☆		☆
温度循环			★	★	★			★
温度冲击		★	★	★	☆		☆	★
湿热循环		★	★			★	☆	★
恒定湿热			★		☆	★		★
温度寿命			★	★	☆	★		★
冷水冲击	☆	☆					☆	
盐雾交变							☆	☆
太阳辐射								☆
防尘试验		☆					☆	
防水试验	☆	☆					★	★
耐臭氧试验								☆

自由跌落							☆	
共振点检测	☆		★		☆		★	
共振点加强振动	☆		☆				☆	
正弦振动	(☆)		(☆)		(☆)	(★)	(★)	
随机振动	☆		☆		☆	★	★	☆
车门盖板冲击	☆		☆		☆	★	★	☆
车身车架冲击	(☆)		(☆)		(☆)	(★)	(★)	
直流供电电压				★	★			
长时间过电压				★	★			
短时过电压				★	★			
叠加交流				★	☆			
电压缓升缓降				★	☆			
启动扰动电压				★	☆			
电压瞬间下降				★	☆			
电压骤降复位				★	☆			
接地电压偏移				★				
反向电压				★	☆			
开路试验				★	☆			
短路保护试验				★	☆			
过电流试验				★	☆			
电压降试验				★				
击穿强度试验			☆	★				
绝缘电阻试验			★	★		★		☆

说明：★ 表示应实施该项试验

☆ 表示根据需要实施该试验

(☆) 表示根据 DUT 具体搭载位置选择性实施该实验

5 试验项目

本标准的试验项目中包含气候负荷试验、机械负荷试验、电气负荷试验以及化学负荷试验等四个部分。通过这四部分环境试验模拟产品所承受的自然环境条件和人工环境条件，以评价产品在实际使用、运输和贮存等各种过程中的性能。

负荷试验内容中都包含具体的试验项目以及各个项目实施的试验目的、试验条件、试验方法和试验完成后 DUT 是否合格的判定标准。

试验前应确认样品和试验条件是否满足本标准要求；试验中应严格按试验步骤进行试验，同时，如条件允许则应在试验过程中注意对 DUT 的工作状态进行观察或确认，并做好相应的现象记录；试验后应根据本标准的判定要求进行评估是否合格。

试验完成后，应有完整的测试报告，报告中须包含以下内容：DUT 的测试布置图，DUT 的软/硬件版本，检验合格的测试设备，测试过程中的原始数据，DUT 的功能、性能等详细检验项目及判定结论，测试和审核人员，测试时间等。

5.1 气候负荷试验

5.1.1 恒温试验

5.1.1.1 低温放置 CL01

- 试验目的： 检验 DUT 在低温环境下的运输、贮存等过程中的耐受能力。
- 工作模式： 1. 1
- 试验温度： T_{s1}
- 试验时间： 48h
- 试验方法： 按 GB/T2423.1 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为实验室温度的试验箱中，然后将温度调节到 T_{s1} 。
 3. 当试验样品温度达到稳定后，在该条件下暴露 48h。
 4. 本试验通常采用低气流速度循环。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、颜色退变、脆裂、变形等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。（试验中不要求进行功能确认）

5.1.1.2 高温放置 CL02

- 试验目的： 检验 DUT 在高温环境下的运输、贮存等过程中的耐受能力。
- 工作模式： 1. 1
- 试验温度： T_{sh}
- 试验时间： 48h
- 试验方法： 按 GB/T2423.2 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为实验室温度的试验箱中，然后将温度调节到 T_{sh}
 3. 当试验样品温度达到稳定后，在该条件下暴露 48h。
 4. 本试验通常采用低气流速度循环且温箱内温度均衡。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、颜色退变、变形等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。（试验中不要求进行功能确认）

5.1.1.3 低温工作 CL03

- 试验目的： 检验 DUT 在低温环境下启动和正常工作的能力。
- 工作模式： 3.2
- 试验温度： T_{\min}
- 试验时间： 48h
- 试验方法： 按 GB/T2423.1 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为实验室温度的试验箱中，然后将温度调节到 T_{\min} 。当试验样品温度达到稳定后 2 小时后，对试验样品进行通电或加电负载，在该条件下暴露 48h。
 3. 本试验通常采用低气流速度循环。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、颜色退变、脆裂、变形等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

5.1.1.4 高温工作 CL04

- 试验目的： 检验 DUT 在高温环境下正常工作的能力。
- 工作模式： 3.2
- 试验温度： T_{\max}
- 试验时间： 72h
- 试验方法： 按 GB/T2423.2 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为试验室温度的试验箱中，对试验样品通电或加电负载，然后将温度调节到 T_{\max} 。
 3. 当试验样品温度达到稳定后，在该条件下暴露 72h。
 4. 本试验通常采用低气流速度循环且温箱内温度均衡。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUTZ 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、颜色退变、变形等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

5.1.2 温度循环试验 CL05

- 试验目的：检验DUT耐环境温度变化的能力及在环境温度变化期间的工作能力。
- 工作模式：3.2
- 试验程序：非发动机舱件见图3及表8，发动机舱件见图4及表9
- 试验时间：8h/循环×30循环
- 试验方法：按GB/T2423.22规定的方法进行试验。
 - 1. 在室温下对各DUT外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保DUT外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 - 2. 将试验样品放入温度为试验室温度的试验箱中，对试验样品通电或加电负载。
 - 3. 按照试验程序要求设定温度变化曲线，设定循环次数为30次。
 - 4. 试验箱应具备控制温度以规定速率变化到规定温度的能力。
- DUT状态考察：
 - 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间2h。
 - 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT状态要求：
 - 1. DUT表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。
 - 2. DUT功能状态应满足A级要求。

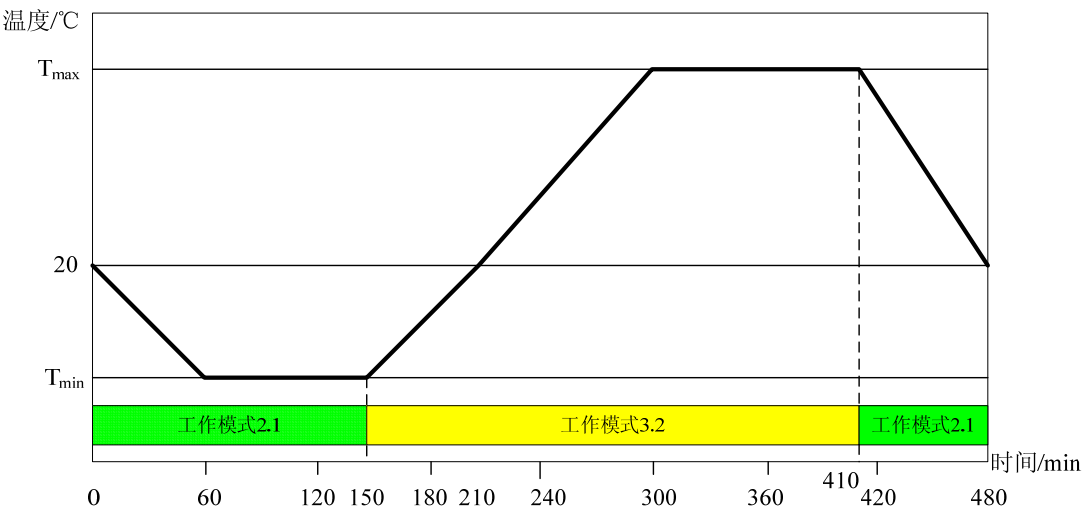


图3 非发动机舱试验温度循环曲线：

表 8 非发动机舱试验温度循环曲线温度和时间要求

时间（min）	温度（℃）
0	20
60	T_{\min}
150	T_{\min}
210	20
300	T_{\max}
410	T_{\max}
480	20

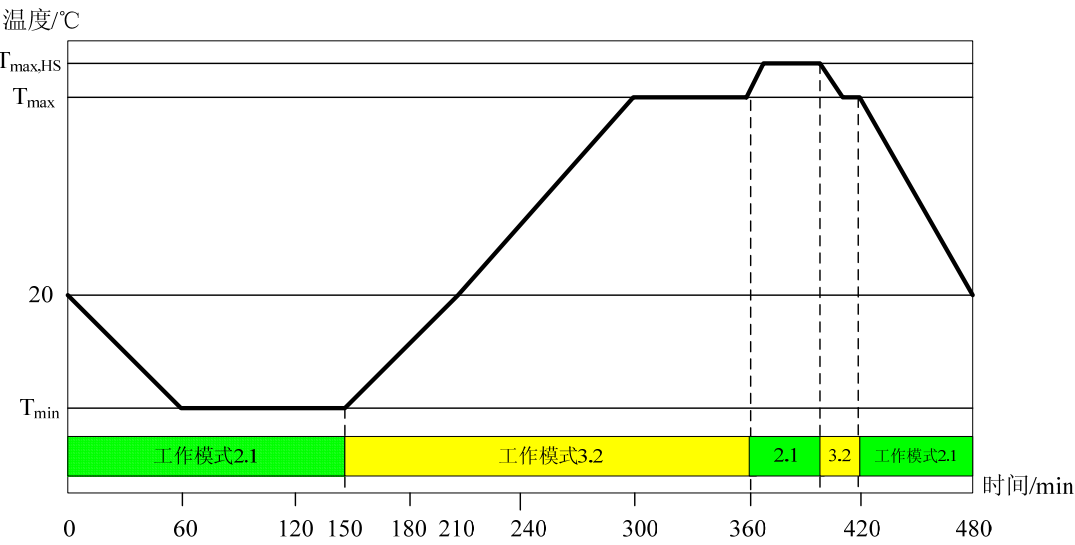


图 4 发动机舱温度循环试验曲线：

表 9 发动机舱温度循环曲线温度和时间要求

时间（min）	温度（℃）
0	20
60	T_{\min}
150	T_{\min}
210	20
300	T_{\max}
360	T_{\max}
370	$T_{\max,HS}=T_{\max}+15$
400	$T_{\max,HS}=T_{\max}+15$
410	T_{\max}
420	T_{\max}
480	20

- 说明：
- 1. 对布置在发动机舱内的部件要求在高温阶段增加浸透温度阶段，以便模拟车辆停止且发动机关闭后，发动机舱内可能短时出现的环境温度最高值。
 - 2. 本标准的 4.5 搭载位置定义中规定的短时耐热温度即为浸透温度 T_{max}HS 值。

5.1.3 温度冲击试验 CL06

- 试验目的：
 1. 检验 DUT 经受环境温度迅速变化的能力。
 2. 模拟车辆中慢温度循环的加速试验，即用较快的温度变化率及更宽的温度变化范围对 DUT 进行检测。
 3. 失效模式为热应力引起的材料劣化或密封失效。
- 工作模式：
 1. 1
- 试验程序：见图 5、表 10
- 试验时间：1 小时/循环 × 100 循环，
- 试验方法：按 GB/T2423.22 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将样品放置在事先按照要求将温度调到最低温 T_{min} 的试验箱内。
 3. 将 DUT 放置在试验箱 2 小时或者更长时间直到 DUT 达到稳定的设置温度 T_{min} ，然后根据表 1 中规定的循环次数进行相应的热冲击循环试验。
 4. 如果在试验过程中出现失效，应立即报告长安设计部门并保存失效样机。同时试验应继续进行直到剩余样机全部失效为止。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 分别在室温、 T_{max} 及 T_{min} 条件下依照技术要求对样机进行外观、功能及电气性能测试。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

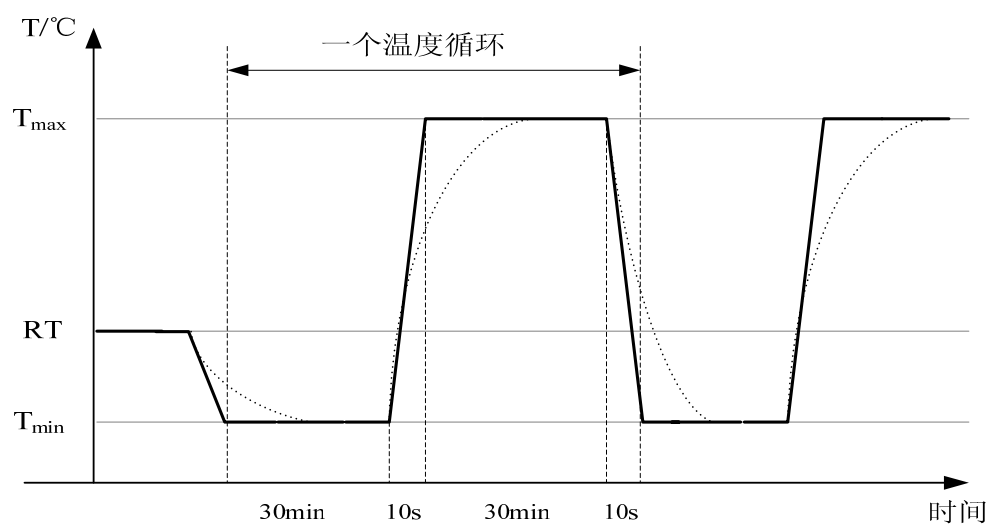


图 5 温度冲击循环曲线要求

表 10 温度冲击循环参数要求

开始温度	RT
在 T_{\max} 的换位操作时间	$\leq 10\text{s}$
在 T_{\max} 的持续时间	$\geq 30\text{min}$
在 T_{\min} 的换位操作时间	$\leq 10\text{s}$
在 T_{\min} 的持续时间	$\geq 30\text{min}$

5.1.4 温度寿命试验 CL07

- 试验目的：
 1. 检验 DUT 经受环境温度迅速变化的能力。
 2. 模拟车辆中慢温度循环的加速试验，即用较快的温度变化率及更宽的温度变化范围对 DUT 进行检测。
 3. 失效模式为热应力引起的材料劣化或密封失效。
- 工作模式：
 1. 1
- 试验程序：见图 6、表 11、表 12、表 13
- 试验时间：1 小时/循环 × N 循环，(N 的选取参见【表 12 温度循环次数】)
- 试验方法：按 GB/T2423.22 规定的方法进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将样品放置在事先按照要求将温度调到最低温 T_{min} 的试验箱内。
 3. 将 DUT 放置在试验箱 2 小时或者更长时间直到 DUT 达到稳定的设置温度 T_{min} ，然后根据表 1 中规定的循环次数进行相应的温度寿命试验。
 4. 试验过程中，在总循环次数完成 1/3、2/3 处分别对 DUT 进行中间检查（外观、功能及电气性能测试）。
 5. 如果在试验过程中出现失效，应立即报告长安设计部门并保存失效样机。同时试验应继续进行直到剩余样机全部失效为止。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 分别在室温、 T_{max} 及 T_{min} 条件下依照技术要求对样机进行外观、功能及电气性能测试。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
 4. 对于使用无铅焊锡及其他长安认为有必要的 DUT，需实施指定部位的焊点断面检查。供应商应提交符合长安要求的断面分析图片供长安设计部门作判断。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

表 11 温度循环次数

DUT 耐久性等级		高				中				低			
搭载位置		E/G	D	C/F	A/B	E/G	D	C/F	A/B	E/G	D	C/F	A/B
样品数量	3	745	1055	1600	4000	500	700	1000	3000	250	350	550	1400
	6	520	740	1200	3200	350	490	800	2500	180	250	400	1200

说明：

1. 对于搭载位置为 C、D 的 DUT，如果车辆发动机为 4 汽缸以上，试验循环次数为以上次数的 1.3 倍。
2. 对于搭载位置为 C 的 DUT，如果在升温 and 高温保持阶段采用工作模式 3.1，则试验循环次数可适当调整，具体调整范围须与长安试验工程师协调。

表 12 试验温度选择范围和试验循环次数修正系数

试验温度差 ΔT_r (°C)	温度范围	试验循环次数修正系数 γ	
		D/E/G	A/B/C/F
160	- 40~120°C	0.5	1
150	- 40~110°C, - 30~120°C	0.6	1.2
140	- 40~100°C, - 30~110°C	0.7	1.5
130	- 40~90°C, - 30~100°C	0.9	1.9
125	- 40~85°C, - 30~95°C	1	2.1
120	- 40~80°C, - 30~90°C	1.1	N/A
110	- 40~70°C, - 30~80°C	1.5	N/A
100	- 30~70°C	2	N/A

说明：

1. 对于工作温度受限的部件（如 LCD 显示屏等），试验温度范围可适当调整，但试验循环次数须相应延长。同理也可按表 13 所示通过提高试验温度范围以减少循环次数。

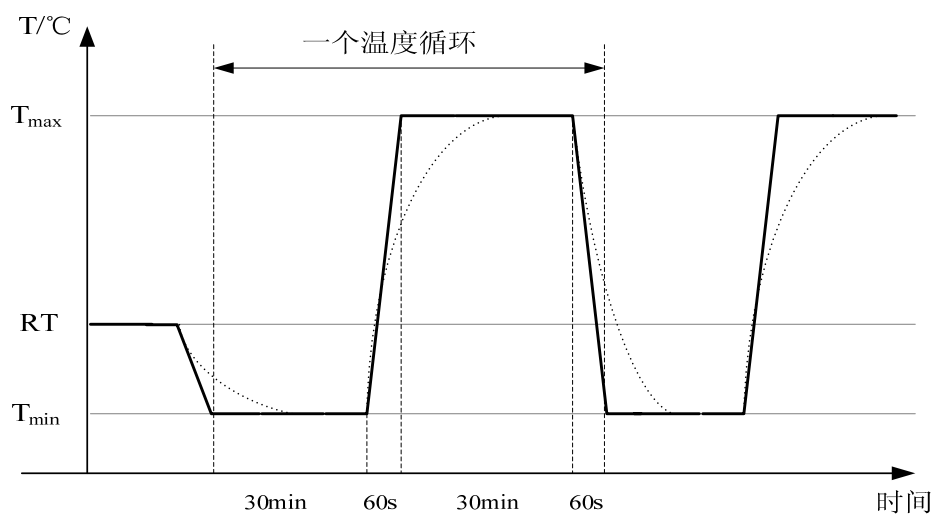


图 6 温度寿命试验曲线要求

表 13 温度寿命循环参数要求

开始温度	RT
在 T_{\max} 的换位操作时间	$\leq 60\text{s}$
在 T_{\max} 的持续时间	$\geq 30\text{min}$
在 T_{\min} 的换位操作时间	$\leq 60\text{s}$
在 T_{\min} 的持续时间	$\geq 30\text{min}$

5.1.5 湿热循环试验 CL08

- 试验目的：
 1. 检验 DUT 应对潮湿环境及“呼吸效应”的能力，以及 DUT 在潮湿环境下工作的能力。
 2. 失效模式为“呼吸”作用引起的电气故障以及吸附于样品缝隙中的水分的结冰效应引起的机械故障。
- 工作模式：2.1
- 试验程序：见图 7
- 试验时间：24h / 循环 × 10 循环
- 试验方法：按 GB/T2423.34-2005 规定的方法 a 进行试验
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为试验室温度的试验箱中，对试验样品通电或加电负载。
 3. 按照试验程序要求设定温度变化曲线，设定循环次数为 10 次。
 4. 试验过程中，每次打到最高循环温度时以工作模式 3.2 对 DUT 进行中间检查（外观、功能及电气性能测试）。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 在室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
 4. 对于使用无铅焊锡及其他长安认为有必要的 DUT，需实施指定部位的焊点断面检查。供应商应提交符合长安要求的断面照片以便长安设计部门作判断。
- DUT 状态要求：
 1. 在工作模式 2.1 时，DUT 暗电流不应增加。
 2. 在工作模式 3.2 时，DUT 功能状态应满足 A 级要求。
 3. DUT 表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。

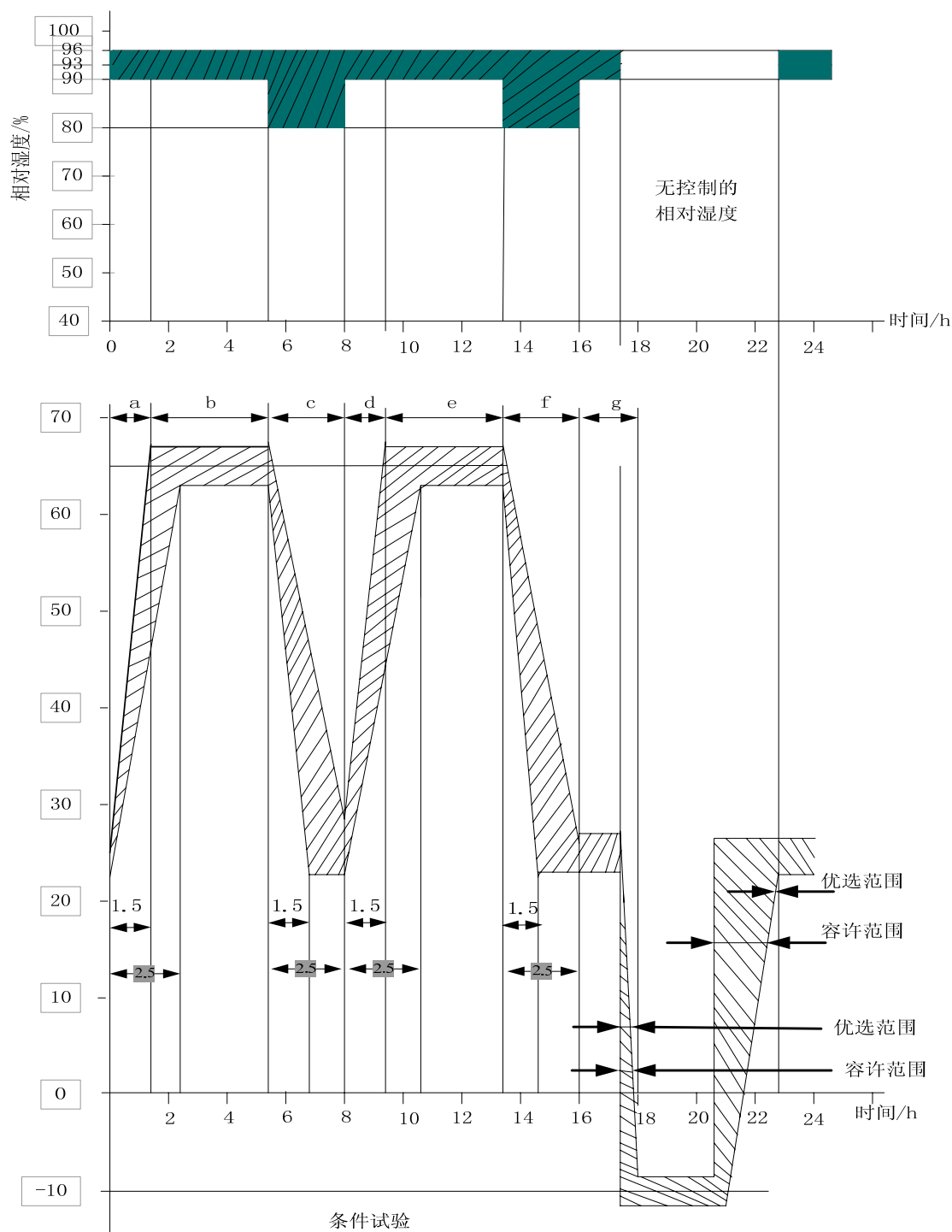


图7 湿热循环试验程序：（暴露于湿接着暴露于高温）

5.1.6 恒定湿热试验 CL09

- 试验目的：检验 DUT 在高温高湿度条件下贮存、运输、使用等过程中的耐受能力。
- 工作模式：见图 8
- 试验程序：见图 8
- 试验时间：
 1. 通电时间及断电时间之总和，见表 14。
 2. 对于工作温度受限的部件（如 LCD 显示屏等），温湿度要求可适当调整，但试验时间须相应延长，温湿度可选范围和试验时间延长系数见表 15。
 3. 如车辆发动机为 4 汽缸以上，试验时间为表 14 所列时间的 1.5 倍。
- 试验方法：
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入温度为试验室温度的试验箱中，对试验样品通电或加电负载。
 3. 设置试验箱的温度为 $85 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $85 \pm 5\%$ ，保持这样的试验环境 $1 \pm 0.5\text{h}$ 以达到稳定的状态。
 4. 样件按照表 14 中规定的时间暴露于上述试验箱中。
 5. 试验中按照图 8 规定的时间对样机进行通电（IGN on）与断电（IGN off）的循环。没有特别规定时，每个循环中通电时间为 1 小时。总的试验周期是整个通电时间与整个断电时间段之和。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 然后分别在室温、 T_{max} 及 T_{min} 条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
 4. 对于使用无铅焊锡及其他长安认为有必要的 DUT，需实施指定部位的焊点断面检查。供应商应提交符合长安要求的断面照片以便长安设计部门作判断。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

表 14 试验工作模式及试验时间（单位：Hr）

样 本 数	通 / 断 电 模 式 (IGN-ON/OFF)	耐久等级								
		高			中			低		
		E/G	D	A/B/C/ F	E/G	D	A/B/C/ F	E/ G	D	A/B/C/ F
3	IGN OFF	210	276	440	140	186	294	69	91	147
	IGN ON	10	14	40	7	10	26	3	5	13

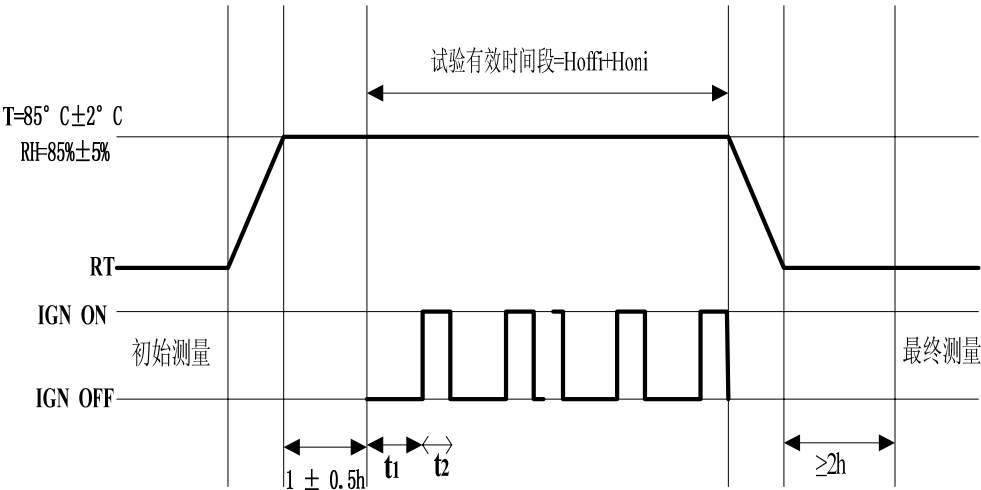


图 8 试验程序

表 15 温湿度范围调整系数

温湿度	试验时间延长系数
85°C、85%RH	1
75°C、85%RH	2.58
65°C、90%RH	6.58
55°C、95%RH	15.2

5.1.7 冷水冲击试验 CL10

- 试验目的：检测 DUT 在高温时受水喷溅或浸没引起温度突变条件下的功能状态。
- 工作模式：1. 1
- 试验程序：见图 9
- 试验时间：每个方向 100 次
- 试验方法：
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 在温度箱中把 DUT 加热到 T_{max} ，并保持 T_h 时间，然后用冷水喷向 DUT. 要求 DUT 从温度箱到喷水设备的转换时间不大于 2min。
 3. 如果 DUT 在车上仅在一个方向受水喷溅，则在该方向进行喷水试验。如果 DUT 在车上受多个方向受水喷溅，应在测试计划中说明，而且每个方向用一个新的 DUT 进行试验。
 4. 喷水的宽度要大于 DUT 的宽度，如果 DUT 体积较大，可以使用多个排列紧密的喷嘴。试验设备和布置要求图 10 和 11 所示。
 5. 试验相关参数：
 - 在 T_{max} 保持时间 T_h : 1h 或直到 DUT 温度稳定
 - 试验液体：去离子水
 - 水温 : $0^{\circ}\text{C} \sim +4^{\circ}\text{C}$
 - 每个喷嘴流量 : $3\text{L} \sim 4\text{L}/3\text{s}$ ，喷射时
 - 喷嘴到 DUT 距离 : $(325 \pm 25)\text{mm}$
- DUT 状态检查方法：
 1. 试验结束后，样品于室温环境下静置 2h。
 2. 在室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、脆裂、颜色退变等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

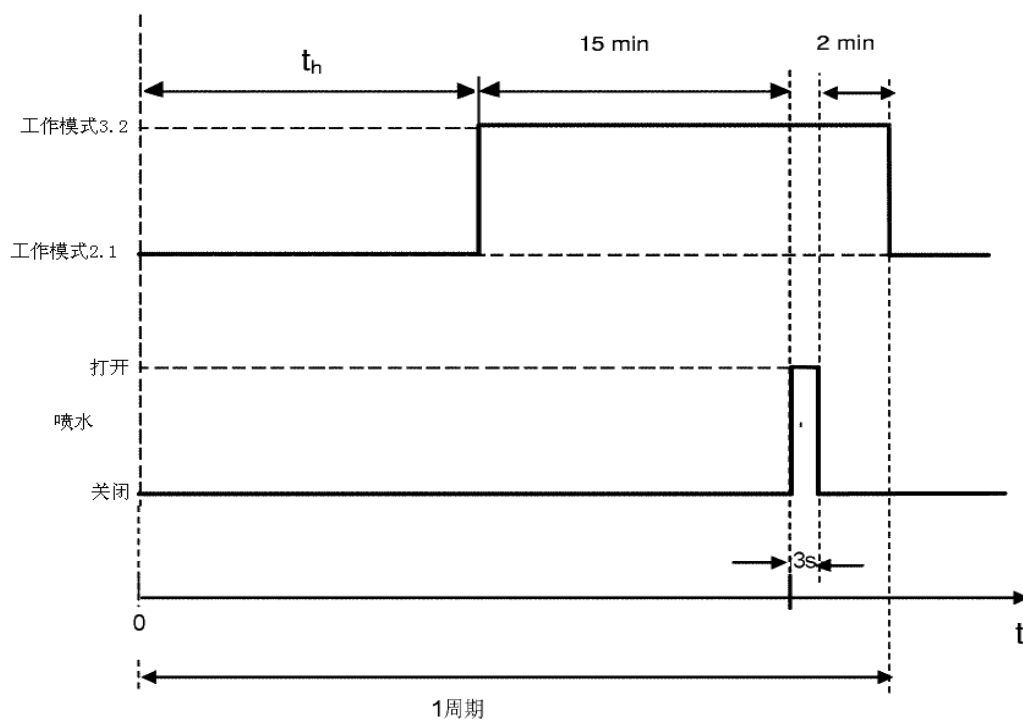
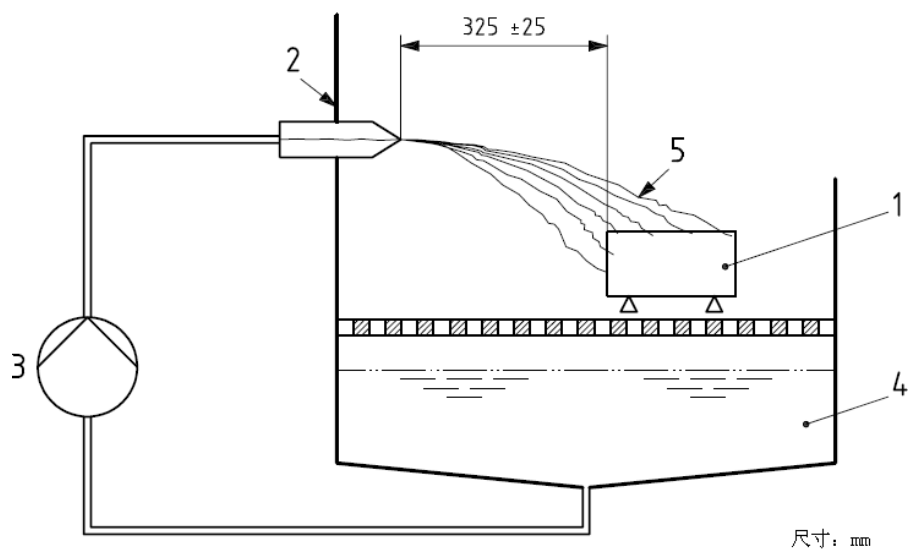


图9 喷水试验循环工作模式



其中：1-DUT；2-喷嘴；3-泵；4-贮存水；5-喷水

图10 喷水试验设备布置

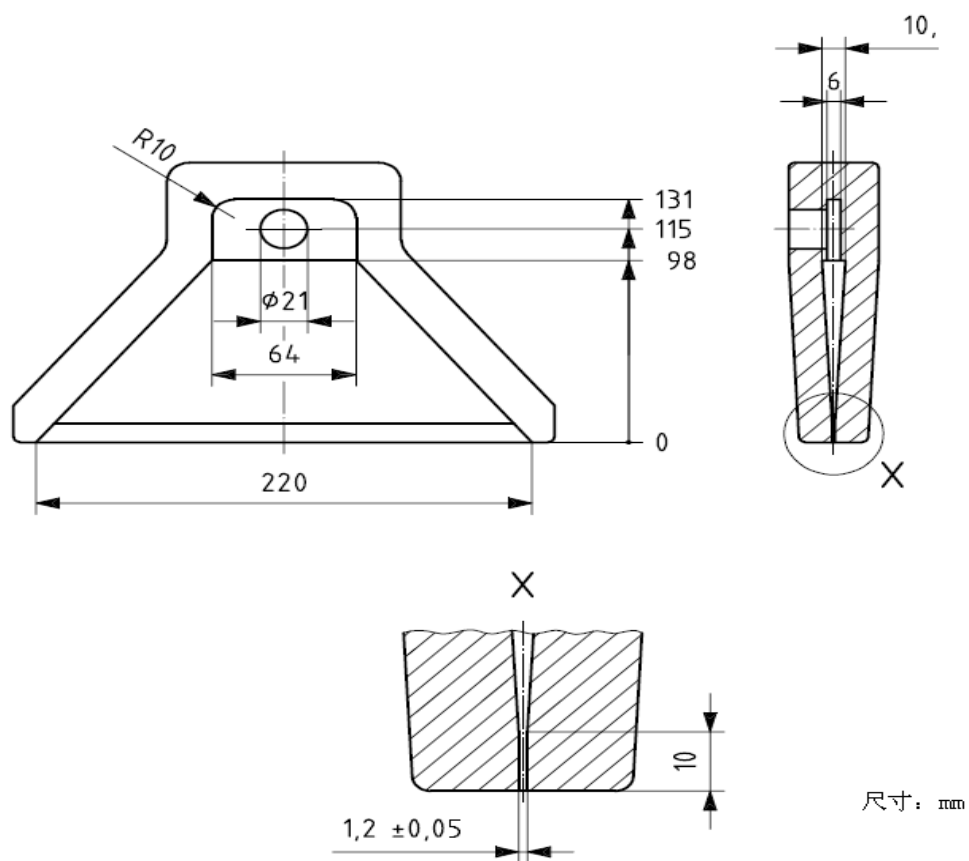


图 11 喷水试验喷嘴要求

5.1.8 盐雾交变试验 CL11

- 试验目的：通过检查盐对金属材料的电化学腐蚀作用，以及非金属材料因吸收盐而产生的劣化及降解作用，来检验 DUT 对含盐大气的耐受性。
- 工作模式：1.2
- 试验程序：见图 12、表 16
- 试验时间：7 天/循环。内部零部件为 1 循环；发动机舱及外部零部件为 4 循环。
- 试验方法：按 GB/T2423.18-2000 规定的方法进行，严酷等级为 (3)。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将试验样品放入盐雾箱内，在 15℃—35℃ 环境下喷射盐雾 2h。（支架与 DUT 一同交货时，支架亦应按正常状态安装并试验）
 3. 盐溶液要求：氯化钠和蒸馏水或去离子水配制，质量百分比为 $5 \pm 1\%$ ，pH 值应在 6.5~7.2 之间 ($35 \pm 2^\circ\text{C}$)。试验期间，pH 值要维持在该范围内。
 4. 2h 盐雾喷射结束后，将试验样品转移到湿热箱中，在 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 ($93_{-2}^{+3}\%$) 贮存 22h。
 5. 贮存结束再将喷射和贮存重复 3 次。
 6. 试验样品置于温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 45%—55%（试验用标准大气）条件下贮存 3 天。
 7. 以上四个喷雾周期和湿热贮存周期之后再加一个试验用标准大气的贮存周期为一个试验循环。
 8. 规定的试验循环结束后，对试验样品进行清洗，清洗要求：在流动的自来水中清洗 5min（温度应低于 35°C ），再用蒸馏水或去离子水漂洗，然后用手摇晃或用水流吹去水珠，在 $55 \pm 2^\circ\text{C}$ 的条件下干燥 1h，接着在室温条件下恢复冷却 2h。
- DUT 状态检查：
 1. 在室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 2. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 外表面不应出现变形、变色、失去光泽、粉化、开裂等表面损坏。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

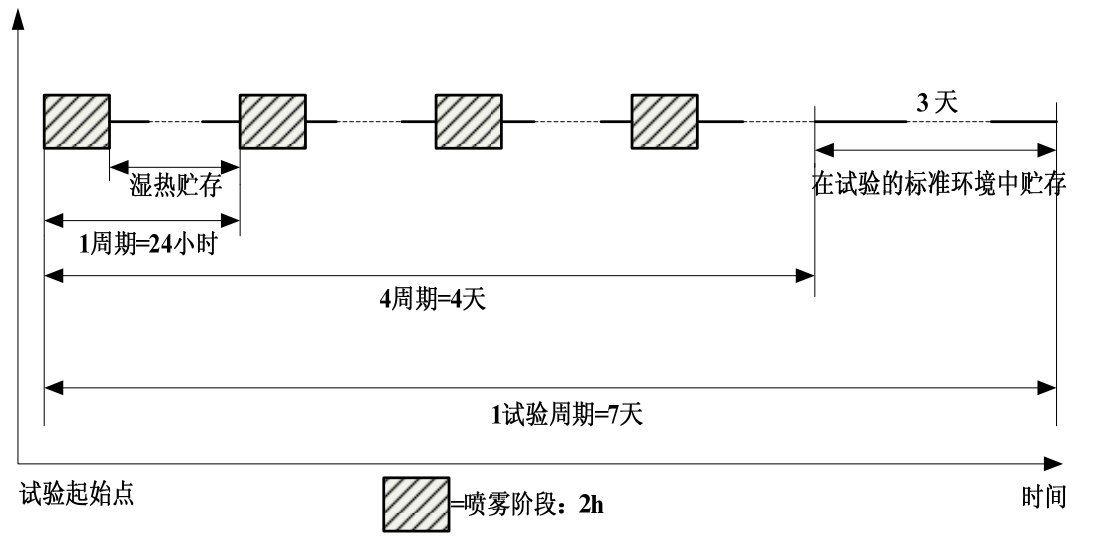


图 12 盐雾试验程序

说明：1 个试验循环=4×(2h 的盐雾试验+22h 的湿热贮存试验)+72h 的存储试验=168h。

表 16 1 个试验循环参数要求

测试周期	测试类型	持续时间	温度	温度偏差	相对湿度	湿度偏差
4	盐雾试验	2 h	25℃	±10℃	\	
	湿热贮存	22 h	40℃	±2℃	93%	2/-3%
1	储存试验	72 h	23℃	±2℃	50%	±5%

5.1.9 太阳辐射试验 CL12

- 试验目的：检测可能受到阳光照射的 DUT 在太阳辐射作用下（如产生的热效应、光化学效应等）对其功能及性能的影响。
在材料、生产工艺等要素不发生改变的情况下，供应商可以就试验结果是否沿用与长安试验工程师协商，以长安试验工程师的判定为准。
- 工作模式：1. 1
- 试验程序：见图 13
- 试验时间：24h/循环×3 循环
- 试验方法：按 GB2423. 24-1995 规定的试验程序 B 进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将 DUT 置于试验箱内，试验参数要求：试验箱（室）内规定的照射测量平面上辐射强度：1.120kW/m²±10%，其光谱能量分布和容差见表 17
 - 照射阶段箱内温度：+55℃
 - 容许最大气流速度：0.1~0.5m/s
 - 受照射面：与实车安装方向相同。
 3. 以照射 20h 和停照 4h 为一循环，共进行 3 个循环的试验。每个循环的总辐射量为 22.4kW/m²。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间至少>2h。
 2. 在室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 3. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 外表面不应出现变形、变色、失去光泽、粉化、开裂等表面损坏。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

表 17 光谱能量分布及容差要求

谱区	紫外线 B	紫外线 A	可见光			红外线
带宽 (μm)	0.28~ 0.32	0.32~ 0.40	0.40~ 0.52	0.52~ 0.64	0.64~ 0.78	0.78~ 3.00
辐射强度 (W/m ²)	5	63	200	186	174	492
容差 (%)	±35	±25	±10	±10	±10	±20

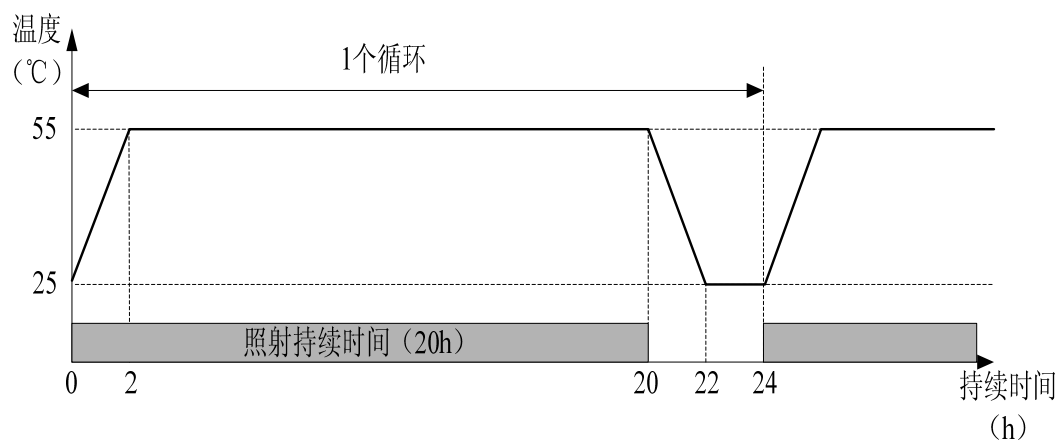


图 13 太阳辐射试验循环

5.1.10 防尘试验 CL13

- 试验目的：检测 DUT 外壳防尘密封性能，确定空气中悬浮的细尘对产品的影响。用于 IP 代码第一位特征数字为 5 和 6（IP5X 和 IP6X）两个等级的 DUT。本试验不适用于具有开放式通风孔的样品。
- 工作模式：1. 1
- 试验程序：依照图 14 中规定的压降周期进行。
- 试验时间：2h。
- 试验方法：试验按照 GB/T2423.37-2006 规定的方法 La1 进行，模拟样品内外气压差。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 将样品按照实际装车方向置于试验箱中，试验参数要求：
 - 箱内环境：温度 15~40℃，相对湿度<25%；
 - 压力要求：试验箱内气压按图 14 中规定的压降周期改变，压降应为 2kPa (20mbar)
 - 灰尘要求：能通过筛孔为 75 μm、金属丝直径为 50 μm 的方孔筛的干燥滑石粉。试验箱（室）内的灰尘浓度为 (600±200) g/m³h。
 - 持续时间：依照图 14 中规定的压降周期，持续 2h。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间 2h。
 2. 使用软毛刷去除样品表面的尘粒，在室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 防尘要求如下，DUT 功能状态应满足 A 级要求。
 2. 防尘等级说明见表 18：

表 18 防尘等级说明

防尘等级	简要说明	具体要求
IP5X	防尘	有少量灰尘进入，但进入的灰尘量不得影响 DUT 正常工作，DUT 功能正常
IP6X	尘密	无灰尘进入，DUT 功能正常

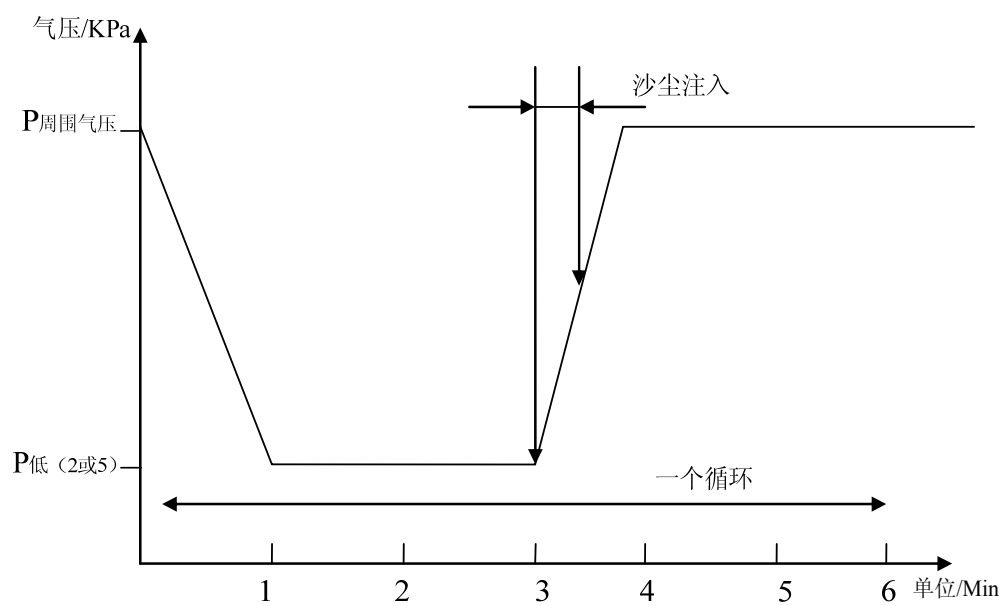


图 14 试验箱内的气压循环

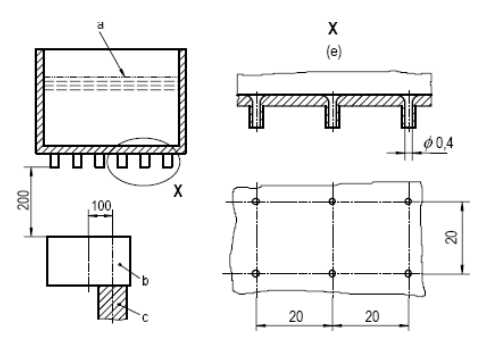
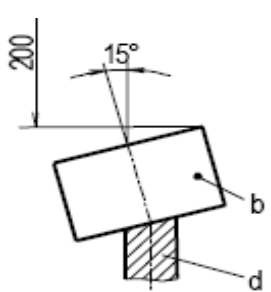
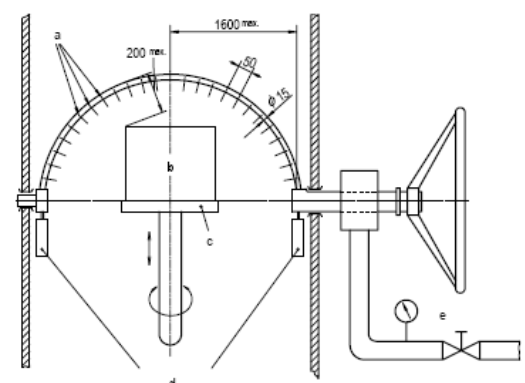
5.1.11 防水试验 CL14

- 试验目的：
 1. 检测在运输、存储、使用等过程期间可能遭受滴水、冲水或浸水时 DUT 的防护性能。
 2. 用于 IP 代码第二位特征数字为 1-8 的 DUT。
 3. IP 代码第二位特征数字防护等级说明见表 19。
- 工作模式：1. 2
- 试验程序：—
- 试验时间：产品技术要求规定的防护等级试验时间见表 21
- 试验方法：按 GB4208-2008 规定的试验程序进行试验。
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 根据产品技术要求规定的防水等级从表 20 中选择需满足试验设备要求。
 3. 将样品按照实际装车方向置于试验箱/台内，从表 21 中选择对应等级的试验方法及条件要求进行试验。
- DUT 状态检查：
 1. 试验结束后，样品于试验箱中于室温下进行恢复，恢复时间至少为 2h。
 2. 在室温条件下依照产品技术要求检查外壳进水情况。
 3. 产品技术要求应规定允许进水量及耐电压试验细节。
 4. 一般说来，如果进水，应不足以影响设备的正常操作或破坏安全性；水不积聚在可能导致沿爬电距离引起漏电起痕的绝缘部件上；水不进入带电部件，或进入不允许在潮湿状态下运行的绕组；水不积聚在电缆头附件或进入电缆。
 5. 如外壳有泄水孔，应通过观察证明进水不会积聚，且能排出而不损害设备。
 6. 对没有泄水孔的设备，如发生水积聚并危及带电部分时，有关产品标准应规定接受条件。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 进水情况应满足产品技术条件规定范围。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

表 19 IP 第二位特征数字所表示的防止水进入的防护等级

第 二 位 特征数字	防护等级	
	简要说明	含义
0	无防护	—
1	防止垂直方向滴水	垂直方向滴水应无有害影响
2	防止当外壳在 15° 范围内倾斜时垂直方向滴水	当外壳的各垂直面在 15° 范围内倾斜时, 垂直滴水应无有害影响
3	防淋水	各垂直面在 60° 范围内淋水, 无有害影响
4	防溅水	向外壳各方向溅水无有害影响
5	防喷水	向外壳各方向喷水无有害影响
6	防强烈喷水	向外壳各个方向强烈喷水无有害影响
7	防短时间浸水影响	浸入规定压力的水中经规定时间后外壳进水量不致达有害程度
8	防持续潜水影响	按生产厂和用户双方同意的条件 (应比特征数字为 7 时严酷) 持续潜水后外壳进水量不致达有害程度

表 20 防水试验设备描述

防水等级	关于试验设备的体制及空间布局
1	<p>检验防垂直滴水试验装置（滴水箱） 单位为毫米</p> <p>注解：a、可调的水面 b、试样 c、转台 d、支承物 e、网络状线（剖面图）</p> 
2	<p>检验防垂直滴水试验装置（滴水箱） 单位为毫米</p> <p>注解：a、可调的水面 b、试样 c、转台 d、支承物 e、网络状线（剖面图）</p> 
3、4 和 4k	<p>检验第二位特征数字为 3 和 4，防淋水和溅水试验装置（摆管） 单位为毫米</p> <p>注解：a、孔直径 D b、试样 c、支承物 d、平衡锤 e、流量计</p> 

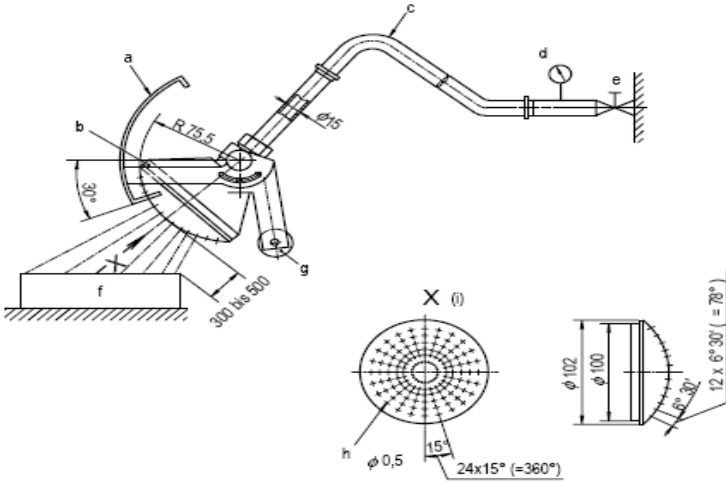
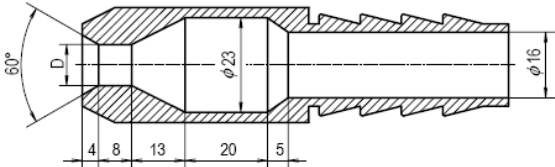
3 和 4	<div>检验防淋水和溅水手持式试验装置（喷头）</div> <div>单位为毫米</div> <div><p>注解：a、活动挡板 b、喷头 c、蛇管 d、压力表 e、阀门 f、试样 g、平衡锤 h、孔径 i、A 向视图（移去挡板）</p><p>直径 0.5 的孔 121 个， 里面 2 圈共 12 个孔，间距 30° 外面 4 圈共 24 个孔，间距 15° 活动挡板：铝 喷头：黄铜</p></div> <div></div>
5、6 和 6K	<div>检验防喷水试验装置（软管喷嘴）</div> <div>单位为毫米</div> <div><p>D=6.3（第二位特征数字为 5 和 6K 的防水等级） D=12.5（第二位特征数字为 6 的防水等级）</p></div> <div></div>

表 21 防水等级对应的试验方法和试验条件

第 二 位 特征数字	试验方法	水流量	试验持续时间
0	不需要试验	—	—
1	使用表三中滴水箱，外壳置于转台上	1mm/min	10min
2	使用表三中滴水箱，外壳在四个固定的位置上倾斜 15°	3mm/min	每一个倾斜位置 2.5min
3	使用表三中摆管，与垂直方向±60° 范围淋水，最大距离 200 mm	每孔 0.07 (1±5%) L/min 乘以孔数	10min
	使用淋水喷头，与垂直方向±60° 范围内淋水	10 (1±5%) L/min	1min/ m² 至少 5min
4	同数字为 3 的试验，角度为与垂直方向±180° 范围淋水	同数字 3	
5	使用表三中喷嘴，喷嘴直径 6.3 mm，距离 2.5m~3m	12.5 (1±5%) L/min	1min/ m² 至少 3min
6	使用表三中喷嘴，喷嘴直径 12.5 mm，距离 2.5m~3m	100 (1±5%) L/min	1min/ m² 至少 3min
7	使用潜水箱，水面在外壳顶部以上至少 0.15m，外壳底面在水面下至少 1m	—	30min
8	使用潜水箱，水面高度由用户和制造厂协商	—	协议由用户和 制造厂协商

5.1.12 耐臭氧试验

5.1.12.1 DUT 整机耐臭氧测试：CL15

- 试验目的：检测含有橡胶材料（如密封圈、导电橡胶等）的 DUT 的耐臭氧性能。
在材料、生产工艺等要素不发生改变的情况下，供应商可以就试验结果是否沿用与长安试验工程师协商，以长安试验工程师的判定为准。
- 工作模式：1. 2
- 试验程序：40±2 °C
- 试验时间：24h
- 试验方法：DUT 整机测试：
 1. 在室温下对各 DUT 外观、功能及产品开发技术条件中规定的性能指标进行测试，确保 DUT 外观、功能、性能指标符合产品技术条件要求。
 2. 把试验样品按正常装车方式放置在 40±2°C 的恒温箱中。
 3. 使恒温箱暴露在臭氧含量达 50±5pphm 的环境中 24h（不间断）。
 4. 取出样品放入温度为 23 °C ± 5 °C，相对湿度为 60 ± 15%，大气压为 96±10kPa 的环境中至少 4h。
- DUT 状态检查：
 1. 室温条件下依照产品技术要求检查样品外观、功能及技术指标。
 2. 对于有密封要求的 DUT，应实施密封性检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 表面应无裂纹、起皱、龟裂、颜色退变等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

5.1.12.2 橡胶和塑料软管耐臭氧测试：CL16

- 试验目的：检测含有橡胶材料的各种软管、胶条的耐臭氧性能。
在材料、生产工艺等要素不发生改变的情况下，供应商可以就试验结果是否沿用与长安试验工程师协商，以长安试验工程师的判定为准。
- 工作模式：采用试样进行试验
- 试验程序：温度 40 ± 2 °C，臭氧含量 50 ± 5 pphm 中 72h
- 试验时间：72h
- 试验方法：
 1. 试样应为一根足够长的软管样品，至少能绕试验中使用的圆辊一周。
 2. 按照按图 15 所示，将每个试样缠绕在外径为软管外径 8 倍的圆辊上。
 3. 将试样置于臭氧环境下 72h 后，在保持拉伸状态下放大两倍检查试样，靠近试样两端固定点的部位忽略不计。如果发现龟裂，记录龟裂特征及首次发现龟裂的时间。

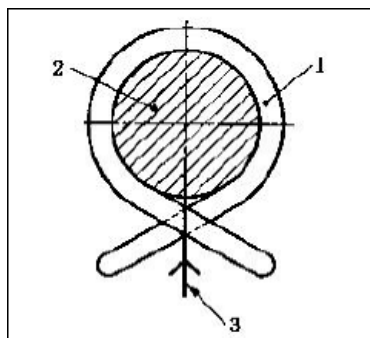


图 15 试样在圆辊上的缠绕方式（方法 4）

图 15 说明：

1——试样；

2——圆辊；

3——将试样两端捆绑在一起的金属线或绳索等。

- DUT 状态检查：
 1. 室温条件下依照产品技术要求检查试样外观
- DUT 状态要求：
 1. 试样表面应无裂纹、起皱、龟裂、颜色退变等现象。

5.1.13 附件一 防护等级

- 本章节阐述了 DUT 外壳防护等级（下简称防护等级）的分级系统。本分级系统参照 GB4208-2008/IEC 60529 规定的 IP 代码系统。
- 对相应防护等级所采用的试验应符合本章节的规定。必要时，在相关产品技术要求中可增加补充要求。
- IP 代码的各要素及涵义，IP 代码以下述方式表示（CopyGB4208）

IP

2

3

C

H

代码字母
(国际防护)

第一位特征数字
(数字 0-6 或字母 X)

第二位特征数字
(数字 0-8 或字母 X)

附加字母
(字母 A, B, C, D)

补充字母
(字母 H, M, S, W)
- IP 代码的简要说明见下表 22、表 23，详细说明参照 GB4208-2008/IEC 60529。

表 22 IP 代码的简要说明

组 成	数字或字母	对设备防护的含义
代码字母	IP	防止固体异物进入
第 一 位 特 征 数 字	0	无防护
	1	≥直径 50 mm
	2	≥直径 12.5 mm
	3	≥直径 2.5 mm
	4	≥直径 1.0 mm
	5	防 尘
	6	尘 密

表 23 IP 代码的简要说明

组 成	数字或字母	对设备防护的含义
代码字母	IP	防止进水造成有害影响
第 二 位 特 征 数 字	0	无防护
	1	垂直滴水
	2	15° 滴水
	3	淋水
	4	溅水
	5	喷水
	6	猛烈喷水
	7	短时间浸水
	8	连续浸水

说明：第二位特征数字为 6 及以下各级时，表示其防水性也满足低于该级的各级要求。而第二位特征数字为 7 或 8 时，其防水性则不必满足 5 或 6 级的要求，表示其防水性仅适于短时或连续浸水而不必适用于喷水或猛烈喷水（5 或 6 级）。如需同时满足对浸水和喷水的防护性，则需采用下表 24 所示的双标志表示。

表 24 双标志表示方式

外壳通过如下试验		标识和标志	应用范围
喷水	短时/持续潜水		
第二位特征数字	第二位特征数字		
5	7	IPX5/IPX7	多用
6	7	IPX6/IPX7	多用
5	8	IPX5/IPX8	多用
6	8	IPX6/IPX8	多用
—	7	IPX7	受限
—	8	IPX8	受限

DUT 适用防护等级的范例
DUT 所适用的防护等级在该 DUT 的产品技术要求中规定。
下表 25 提示了部分典型情况下的防护等级确定范例。

表 25 部分典型情况下的防护等级确定范例

搭载位置	最小防护等级	最大防护等级
乘员舱内布置的 DUT	IP41	协商
车门/盖板内布置的 DUT	IP43	IP55
发动机舱及车体外装的 DUT	IP55/IPx7	IP66/IPx7

- 防护性试验

防护性试验包括固体防护试验（对应 IP 代码中第一位特征数字表征的防护等级）和液体防护试验（对应 IP 代码中第二位特征数字表征的防护等级）。防护试验方法请查看本标准【防尘试验 CL10】及【防水试验 CL10】。

5.2 机械负荷试验

5.2.1 共振点检测试验 ML01

- 试验目的：

检测 DUT 及支架的共振频率。

本试验为机械负荷试验中的基本试验，所有电子电气产品均须完成本试验，并根据检测结果进行后续试验或设计修正，避免产品在车辆振动环境下产生共振而损坏。
- 工作模式：3.2
- 试验程序：见图 16
- 试验时间：

每个轴向的持续时间为 33min；

此为振动频率范围的上限和下限之间往复扫频一次所需的时间。
- 试验方法：
 1. 根据规定的产品标准，对 DUT 进行电气性能检查、功能验证和目视检查；
 2. 按照 DUT 在实车上的安装方式把 DUT 安装在振动测试台上，如 DUT 在实车上使用支架，则进行试验时必须带支架进行；安装时应严格按照规定扭矩进行紧固。
 3. 将与 DUT 连接的接插件、线束或其他附件安装并固定好。将加速度传感器安装在 DUT 上（见图 17），并将 DUT 安装方法和传感器的安装位置以照片或图示的形式详细记录在试验报告中；
 4. 分别在三个轴向上对 DUT 进行扫频振动，设置振动加速度恒为 9.8m/s^2 ，最大幅值为 20mm。扫频范围为 10-1000Hz，扫频速率为 1Hz/s。对 DUT 的振幅响应进行检测，当 DUT 的响应振幅大于激励振幅的 2 倍时，此时的激振频率即为 DUT 的共振频率；
 5. 如果共振频率在 50Hz-100Hz 之间，应用另外两个 DUT 重复上述步骤，共振点取 3 个值中的最小值；
 6. 详细的记录三个轴向上的共振频率。
- DUT 状态检测：
 1. 响应值大于两倍激励值幅度的频率被考虑为共振频率。
 2. 对 DUT 进行目视和功能检测
- DUT 状态要求：
 1. DUT 的电气性能和功能达到 A 级

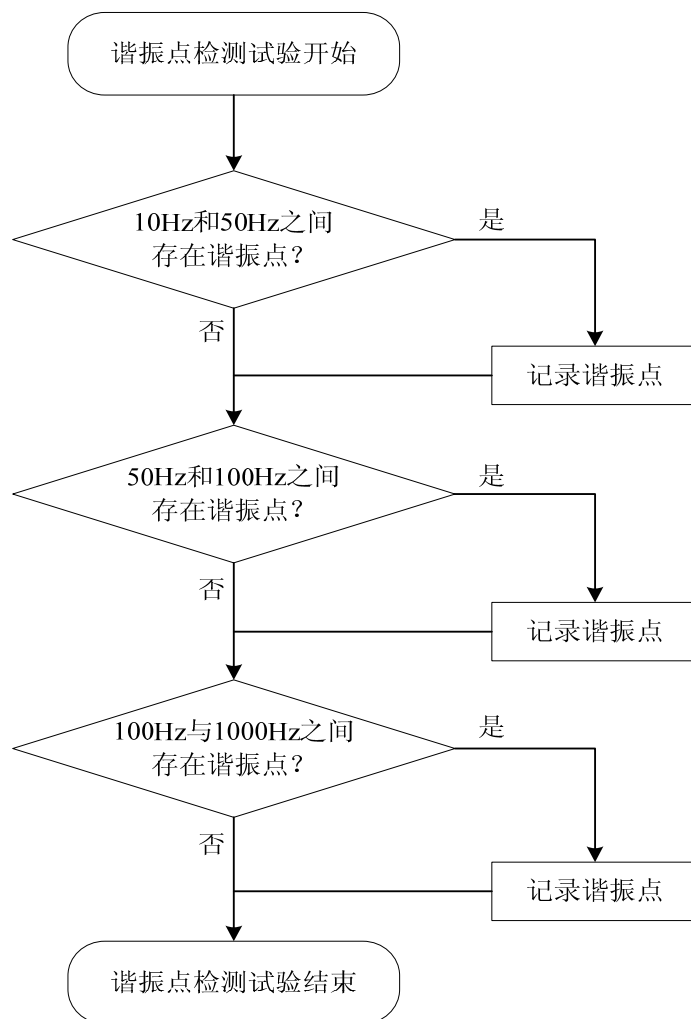


图 16 检测程序

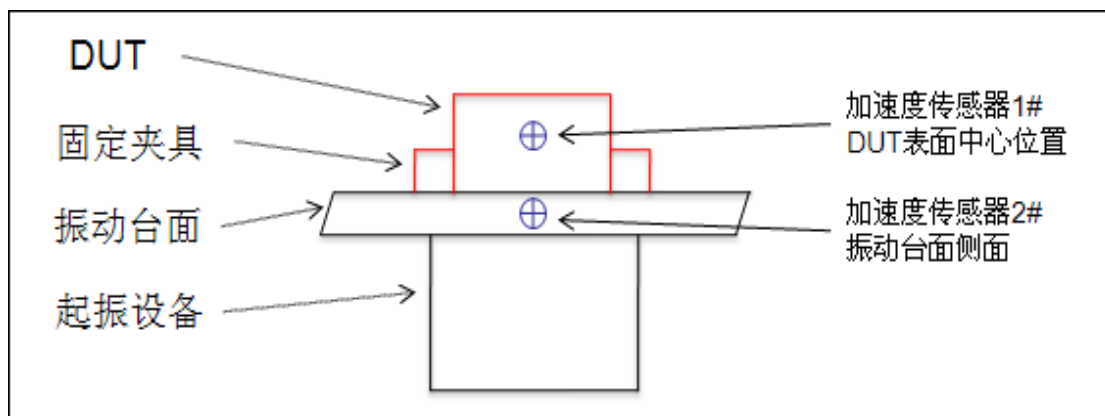


图 17 加速度传感器安装示意图

5.2.2 共振点加强振动试验 ML02

- 试验目的：检测 DUT 及支架在共振状态下的耐受能力。
如果 DUT 通过 ML01 试验被检测出在 10-1000Hz 范围内存在共振点，则应实施本试验。
- 工作模式：3.2
- 试验时间：见表 26
- 试验方法：
 1. 根据规定的产品标准，对 DUT 进行电气性能检查、功能验证和目视检查；
 2. 按照 DUT 在实车上的安装方式把 DUT 安装在振动测试台上，如 DUT 在实车上使用支架，则进行试验时必须带支架进行；安装时应严格按照规定扭矩进行紧固。
 3. 将与 DUT 连接的接插件、线束或其他附件安装并固定好。将加速器传感器安装在 DUT 上，并将 DUT 安装方法和传感器的安装位置以照片或图示的形式详细记录在试验报告中；
 4. 按照表-a 的规定实施振动试验。
- DUT 状态检测：
 1. 对 DUT 进行目视检测、电气性能检测和功能检测；
 2. 对 DUT 进行一次温度循环试验，并在期间对 DUT 功能进行检测。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 不能有任何损坏；
 2. DUT 功能状态应达到 A 级要求。

表 26 试验持续时间

振动加速度 (m/s^2)	振动频率 (Hz)	持续时间 (h)			试验电压 (V)
		垂直方向	横向方向	纵向方向	
29.4	共振频率	1	1	1	13.5 ± 0.5

5.2.3 机械振动

5.2.3.1 正弦振动 ML03

- 试验目的：检验安装在发动机舱内的 DUT 因受正弦振动导致的失效和损坏。
- 工作模式：3.2
- 试验温度：见图 18 和表 28 所示的温度循环
- 试验要求：
 - 1. 试验时间：
 - 扫频时间为 1 倍频程/min，对数；
 - 持续时间见表 27

表 27 各轴向试验持续时间

	设计寿命里程	
	160000km	240000km
发动机部件 变速器部件 增压室/进气歧管部件	22Hr/轴向	33Hr/轴向

说明：对于其它设计寿命里程，试验时间应与长安试验工程师另行确认。

- 2. 加速度幅值和频率要求：
 - 变速器部件：加速度幅值和频率要求见图 19 表 29 所示；
 - 增压室/进气歧管部件：加速度幅值和频率要求见图 20 和表 30 所示；
 - 发动机部件：加速度幅值和频率要求见图 21 和表 31 所示；

- 试验方法：按 GB/T2423.10-1995 规定的方法进行试验。
1. 按照 DUT 在实车上的安装方式把 DUT 安装在振动测试台上，如 DUT 在实车上使用支架，则进行试验时应带支架进行；
 2. 将与 DUT 连接的接插件、线束或其他附件安装并固定好，将 DUT 安装方法详细记录在试验报告中；
 3. 根据部件的位置选择试验的频率范围、振动幅值和持续时间。
 4. 试验开始前对 DUT 的外观、尺寸、功能状态进行检查；
 5. 在要求的频率范围内对 DUT 进行振动响应检查，在试验报告中记录这些频率、幅值和 DUT 特性；
 6. 按选择的频率、振动幅值和持续时间进行连续扫频；
 7. 在三个互相垂直的轴线上依次进行振动试验，并且选择最可能出现故障的方向作为轴向；
 8. 在试验过程中选择合适的时间对 DUT 的功能状态进行检查。
- DUT 状态检查：
1. 对 DUT 进行目视检查；
 2. 对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
1. DUT 不能出现任何损坏；
 2. DUT 的功能状态应满足 A 级。

温度循环参数：

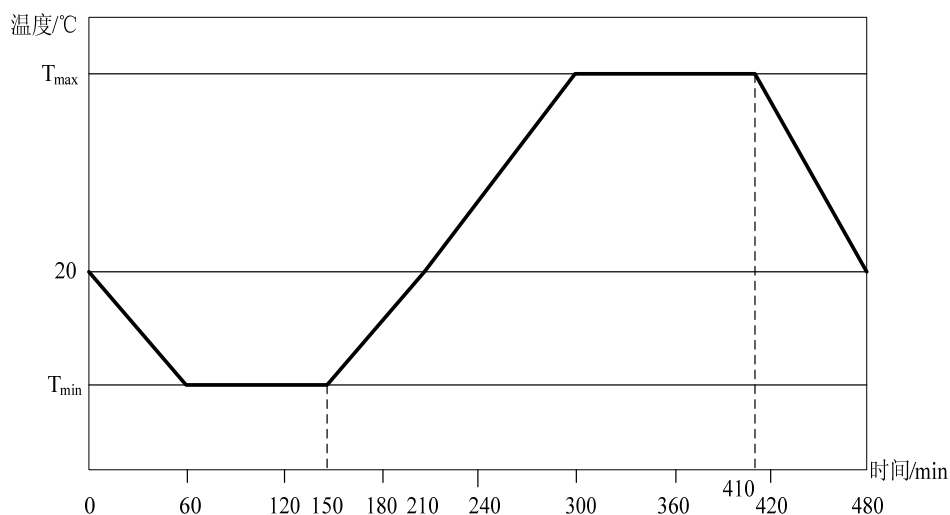


图 18 温度循环曲线

表 28 温度循环参数要求

时间（min）	温度（℃）
0	20
60	T_{\min}
150	T_{\min}
210	20
300	T_{\max}
410	T_{\max}
480	20

变速器部件试验参数

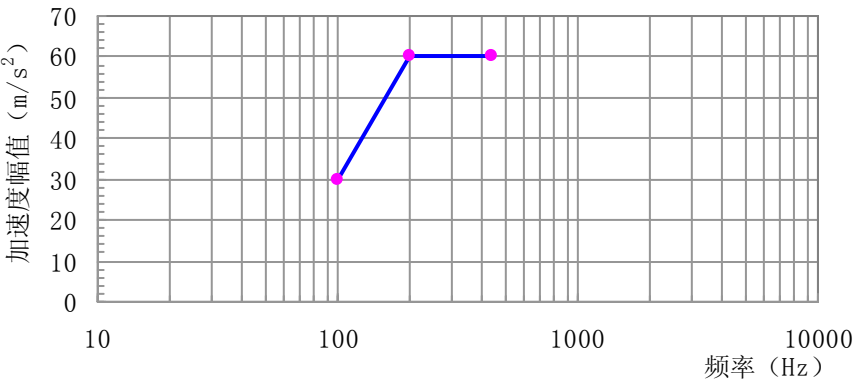


图19 振动曲线要求

表 29 振动曲线参数设置要求

频率（Hz）	加速度幅值（ m/s^2 ）
100	30
200	60
440	60

增压室/进气歧管部件试验参数

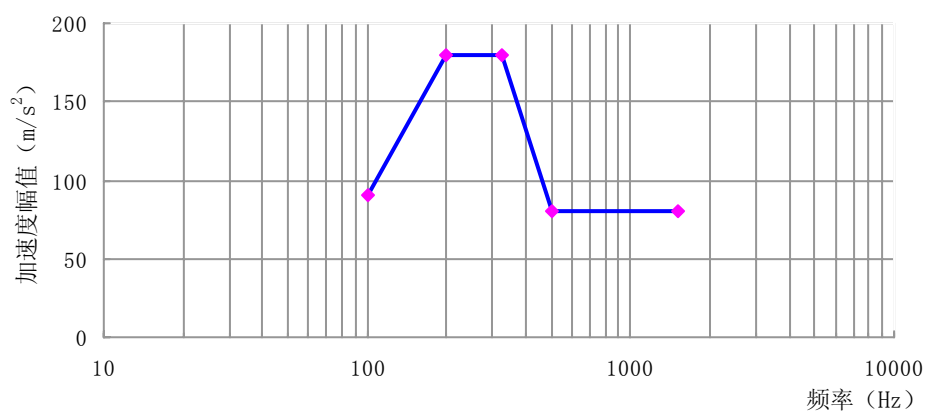


图20 振动曲线要求

表 30 振动曲线参数设置要求

频率 (Hz)	加速度幅值 (m/s ²)
100	90
200	180
325	180
500	80
1500	80

发动机部件试验参数：

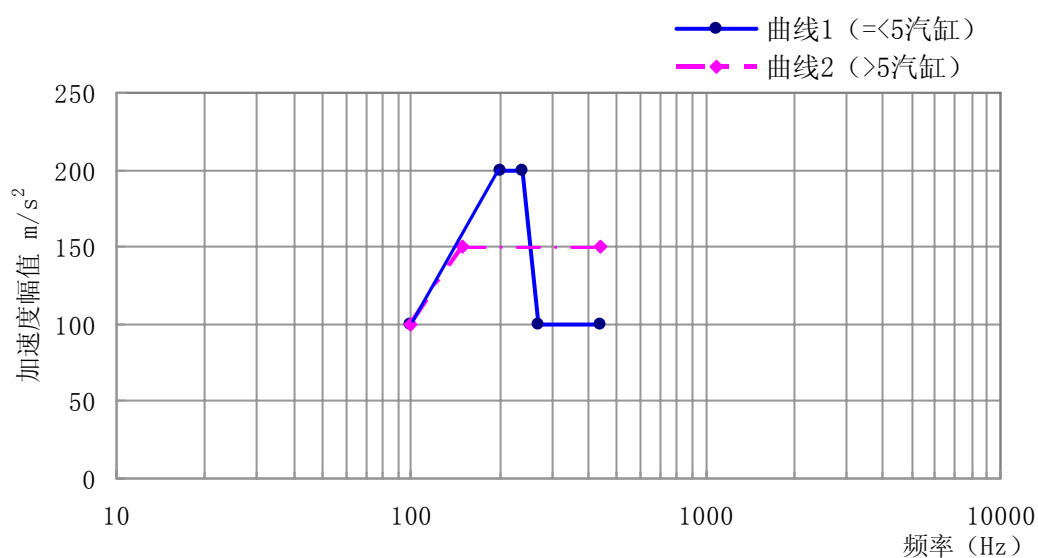


图21 振动曲线要求

表 31 振动曲线参数设置要求

曲线 1（见图 21）要求		曲线 2（见图 21）要求	
频率 Hz	加速度幅值 m/s^2	频率 Hz	加速度幅值 m/s^2
100	100	100	100
200	200	150	150
240	200	440	150
270	100		
440	100		

说明：

—— 曲线 1：适用于五缸及以下的发动机

—— 曲线 2：适用于六缸及以上的发动机

5.2.3.2 随机振动试验 ML04

- 试验目的：检验 DUT 因受随机振动导致的失效和损坏。
- 工作模式：3.2
- 试验温度：见图 22 和表 33 所示的温度循环
- 试验要求：试验时间：见表 32

表 32 各轴向试验持续时间

	设计寿命里程	
	160000Km	240000Km
发动机部件 变速器部件	22Hr/轴向	33Hr/轴向
车身部件 车轮/悬挂部件	8Hr/轴向	12Hr/轴向

说明：对于其它设计寿命里程，试验时间应与长安试验工程师另行确认。

1. 试验参数：

- 发动机部件：加速度均方根值为 181m/s^2 ，功率谱密度（PSD）与频率设置见图 23 和表 34 所示；
- 变速器部件：加速度均方根值为 96.6m/s^2 ，功率谱密度（PSD）与频率设置如图 24 和表 35 所示；
- 车身部件：加速度均方根值为 27.8m/s^2 ，功率谱密度（PSD）与频率设置如图 25 和表 36 所示；
- 车轮/悬挂部件：加速度均方根值为 107.3m/s^2 ，功率谱密度（PSD）与频率设置见图 26 和表 37 所示；

● 试验方法:

按 GB/T2423. 56-2006 规定的方法一进行试验。

1. 按照 DUT 在实车上的安装方式把 DUT 安装在振动测试台上, 如 DUT 在实车上使用支架, 则进行试验时应带支架进行;
2. 将与 DUT 连接的接插件、线束或其他附件安装并固定好, 将 DUT 安装方法详细记录在试验报告中;
3. 根据 DUT 的安装位置选择试验的频率范围、加速度谱密度、谱型和持续时间。
4. 试验前使用随机激励进行振动响应检查;
5. 试验开始前对 DUT 的外观、尺寸、功能状态进行检查;
6. 试验前对 DUT 使用低量值激励进行均衡;
7. 在三个互相垂直的轴线上依次进行振动试验, 并且选择最可能出现故障的方向作为轴向;
8. 在相同的时间间隔, 在检测点上对加速度谱密度和加速度方均根值, 并记录在试验报告中;
9. 在试验过程中选择合适的时间对 DUT 的功能状态进行检查。

● DUT 状态检查:

1. 对 DUT 进行目视检查;
2. 对样品通电或加电负载, 检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。

● DUT 状态要求:

1. DUT 不能出现任何损坏;
2. DUT 的功能状态应满足 A 级。

温度循环曲线:

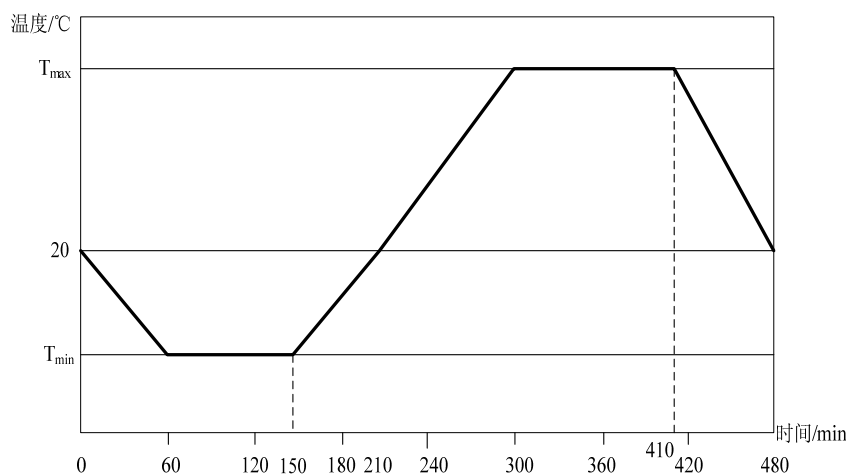


图 22 温度循环曲线

表 33 温度循环参数要求

时间 (min)	温度 (℃)
0	20
60	T_{\min}
150	T_{\min}
210	20
300	T_{\max}
410	T_{\max}
480	20

发动机部件试验参数要求

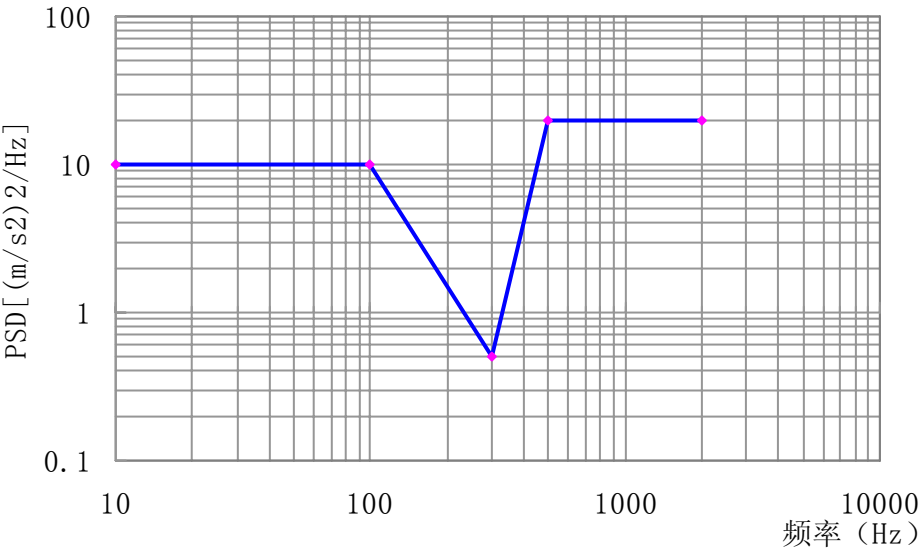


图23 PSD曲线要求

表 34 PSD 曲线参数设置要求

频率 (Hz)	PSD $[(m/s^2)^2/Hz]$
10	10
100	10
300	0.51
500	20
2000	20

变速器部件试验参数要求

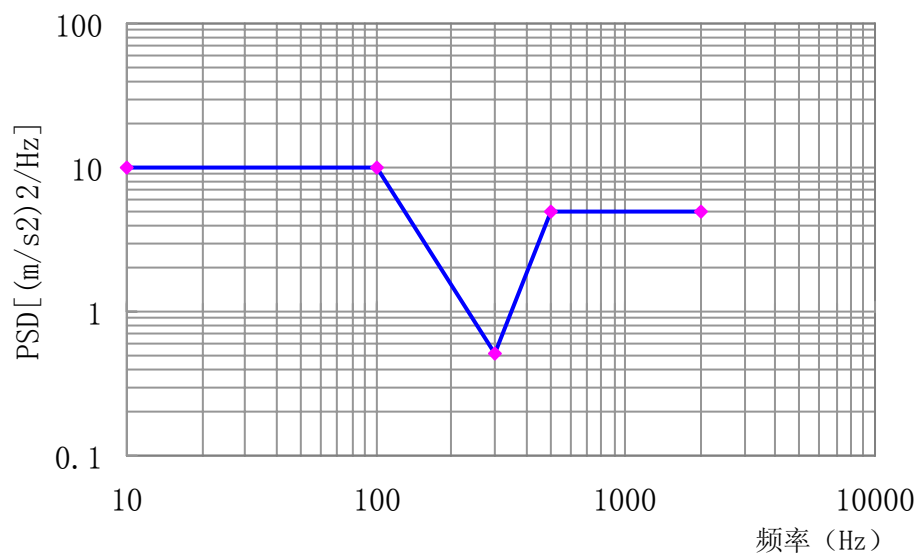


图24 PSD曲线要求

表 35 PSD 曲线参数设置要求

频率 (Hz)	PSD[(m/s²)²/Hz]
10	10
100	10
300	0.51
500	5
2000	5

车身部件试验参数

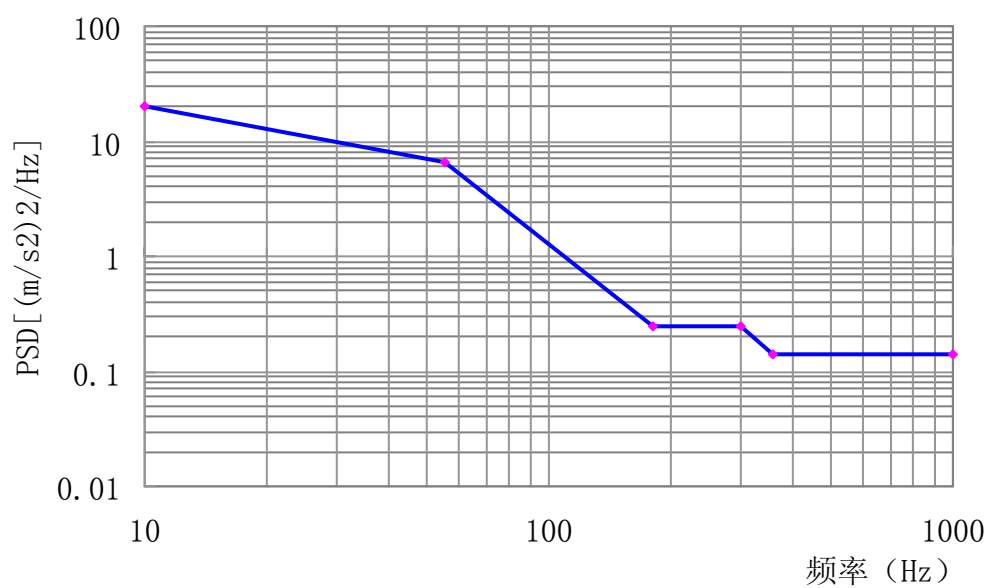


图25 PSD曲线要求

表 36 PSD 曲线参数设置要求

频率 (Hz)	PSD[$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$]
10	20
55	6.5
180	0.25
300	0.25
360	0.14
1000	0.14

车轮/悬挂部件试验参数

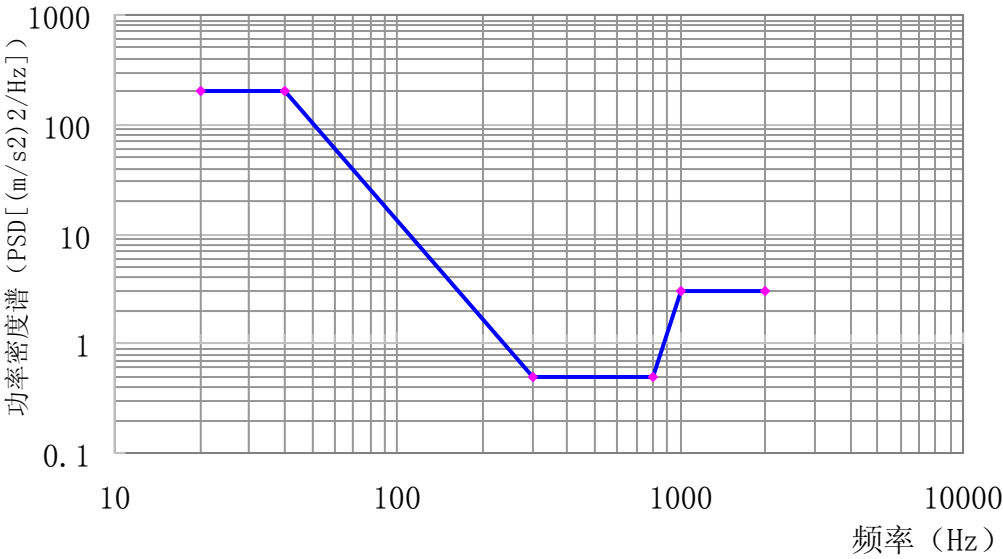


图26 PSD曲线要求

表 37 PSD 曲线参数设置要求

频率 (Hz)	PSD[$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$]
20	200
40	200
300	0.5
800	0.5
1000	3
2000	3

5.2.4 机械冲击

5.2.4.1 车门/盖板部件冲击试验 ML05

- 试验目的：检测 DUT 因猛关车门引起的机械冲击条件下的功能状态。
- 工作模式：1.2
- 试验次数：见表 38
对于设计寿命不等于 10 年的车型，试验次数按比例增减，以长安试验工程师确认的信息为准。
- 试验方法：按照 GB/T2423.6-1995 规定的方法进行试验。
 1. 将 DUT 按正常安装的方法固定在冲击试验台上；
 2. 对各 DUT 进行外观、功能及电气性能测试，确保 DUT 外观、功能、技术指标符合产品技术条件要求；
 3. 对 DUT 在实车上受到的冲击方向施加脉冲冲击，如果加速度实际方向未知，应在 6 个方向对 DUT 进行冲击试验；
 4. 在试验过程中对 DUT 进行通电进行相关的功能检测。
 5. 试验相关参数：
 - 脉冲形状：半正弦
 - 脉冲参数： 300m/s^2 ，6ms
- DUT 状态检查：
 1. 对 DUT 的进行目视检查；
 2. 试验中和试验后对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 不能出现任何损坏；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

表 38 试验次数

DUT 安装位置	试验次数
驾驶员侧车门	100,000
副驾驶员侧车门/后开车门	50,000
行李舱盖	30,000
发动机舱盖	3,000

5.2.4.2 车身/车架部件冲击试验 ML06

- 试验目的：检测 DUT 因受车身/车架冲击导致的失效和损坏。
- 工作模式：3.2
- 试验次数：每个方向 10 次
- 试验方法：按照 GB/T2423.6 规定的方法进行试验。
 1. 对各 DUT 进行外观、功能及电气性能测试，确保 DUT 外观、功能、技术指标符合产品技术条件要求；
 2. 将 DUT 按正常安装的方法固定在冲击试验台上；
 3. 对 DUT 在车辆发生冲击时实际产生的加速度作用方向施加脉冲冲击，如果加速度实际方向未知，应在 6 个方向对 DUT 进行冲击试验；
 4. 在试验过程中对 DUT 进行通电进行相关的功能检测。
 5. 试验相关参数：
 - 脉冲形状：半正弦
 - 脉冲参数： 500m/s^2 ，6ms
- DUT 状态检查：
 1. 对 DUT 进行目视检查；
 2. 试验中和试验后对样品通电或加电负载，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 不能出现任何损坏；
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

5.2.5 自由跌落试验 ML07

- 试验目的： 检验 DUT 因装配及运输过程中自由跌落导致的失效和损坏。
- 工作模式： 1. 1
- 试验方法： 按照 GB/T2423. 8-1995 规定的方法一进行试验。
 1. 试验前拆除包装对 DUT 的外观、电气性能和机械性能进行检测；分别对 DUT 进行带包装和不带包装的跌落试验。
 2. 使 DUT 分别从三个垂直的空间轴向进行试验，每个 DUT 在同一轴向相反的方向各进行一次试验；
 3. DUT 从 1m 高的位置自由跌落在水泥地面或者钢板上，释放时要使干扰最小；
 4. 试验相关要求：
 - DUT 个数： 带包装和不带包装各 3 个
 - 跌落次数： 每个轴向正反面各 1 次
 - 跌落地面： 水泥地面或者钢板上
- DUT 状态检查：
 1. 每次跌落后对 DUT 的外观进行检测。
 2. 试验后，对样品进行功能检测，检查产品技术条件中规定的所有功能、技术指标
- DUT 状态要求：
 1. 试验后如果所有 DUT 均发生明显的外观损坏，则对 DUT 功能不作要求，但供应商应报告功能检测结果。
 2. 试验后如果至少一个 DUT 外观没有明显损坏，则要求 DUT 满足产品技术条件中规定的所有功能、技术指标。

5.3 电气负荷试验

一般规定

如无特殊说明，在 DUT 所有电源输入管脚，包括 B+、IG1、IG2、ACC 应同时施加相同的试验电压进行试验，所有接地都为试验台参考地。试验参数应符合下列公差要求：

- 频率：±5%
- 时间：±5%
- 电压：±0.2V
- 电阻：±10%

5.3.1 直流供电电压试验 EL01

- 试验目的：检测 DUT 相关功能在最低和最高工作电压范围内的功能状态。
- 试验环境 RT
- 工作模式：4.2
- 试验时间：60min
- 工作电压 分别接通 U_{Smin} 和 U_{Smax} ，具体见表 39
- 试验方法：
 1. 在 4.2 的工作模式下，按照表 39 对 DUT 的有关输入端输入供电电压；
 2. 室温下对在 DUT 有关端子处测量所有电压，并测量 DUT 的功能状态。
- DUT 状态检查：试验中和试验后，检查产品技术条件要求中规定外观、所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验结束后，DUT 表面应无裂纹、颜色退变、脆裂等现象。
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

表 39 直流供电电压要求

工作电压范围		适用功能范围
U_{Smin}	U_{Smax}	
6.0	16	在发动机起动过程中应保持正常的功能
9.0	16	在发动机停止运行期间保持正常的功能
10.8	16	在发动机运行期间应保持正常的功能

5.3.2 过电压试验

5.3.2.1 长时过电压试验 EL02

- 试验目的：检测 DUT 在发电机调节器失效时引起发电机输出电压上升到高于正常电压条件下的功能状态。
- 试验温度： $T_{\max} - 20^{\circ}\text{C}$
- 工作模式：4.2
- 试验时间：60min
- 试验电压：18V
- 试验方法：
 1. 在加热箱中将 DUT 加热到 $T = (T_{\max} - 20^{\circ}\text{C})$;
 2. 对 DUT 所有相关输入端输入 18V 的电压，持续 60min。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求，整车安全和法规要求的功能状态应满足 A 级要求。

5.3.2.2 短时过电压试验 EL03

- 试验目的：检测 DUT 在短时间过电压条件下的功能状态。(模拟常温下辅助起动情况下的功能状态)
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 试验时间：60 s
- 试验电压：24V
- 试验方法：
 1. 确保 DUT 在室温条件下处于稳定状态；
 2. 对 DUT 所有相关输入端输入 24V 的电压,持续 60s $\pm 10\%$ 。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后,DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 D 级要求,整车安全和法规要求的功能状态应满足 C 级要求。

5.3.3 叠加交流试验 EL04

- 试验目的：检测 DUT 在直流供电中存在残留交流电条件下的功能状态。
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 试验电压： U_{Smax}
- AC 电压峰峰值： $U_{pp}=2V$
- 电源内阻： $50\text{ m}\Omega \sim 100\text{ m}\Omega$
- 频率范围： $50\text{ Hz} \sim 20K\text{ Hz}$
- 扫频类型：三角型，对数
- 试验时间： $120\text{ s/循环} \times 5\text{ 循环}$
- 试验方法：
 1. 按照图 27 连接好试验装置设备；
 2. 在 DUT 所有可用输入端输入叠加交流电压电压（见图 28 所示）；
 3. 所加电压按照图 29 所示的帧频扫描要求进行试验；
 4. 使用的电源内阻为 $50\text{ m}\Omega \sim 100\text{ m}\Omega$ 。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

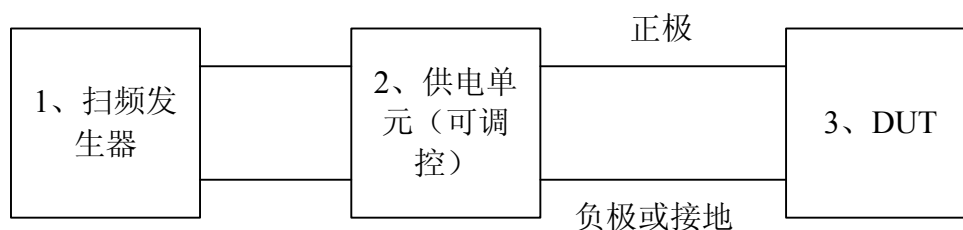


图 27 叠加交流电压的试验布置

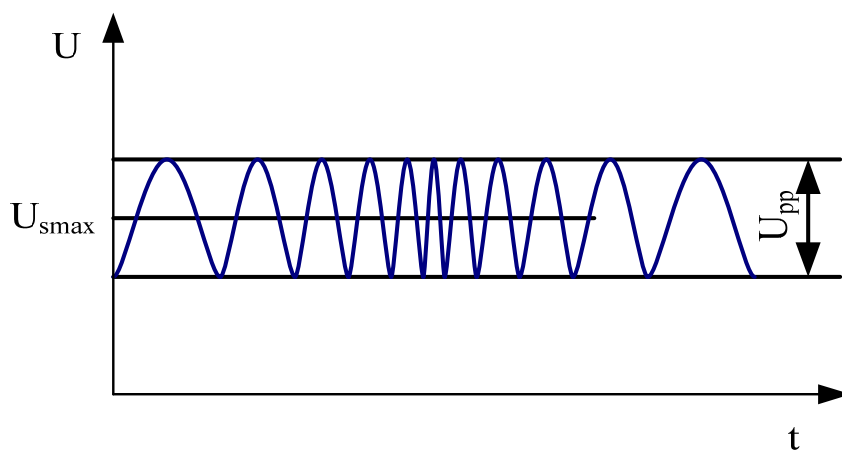


图 28 叠加交流电压的试验电压 ($U_{pp}=2V$)

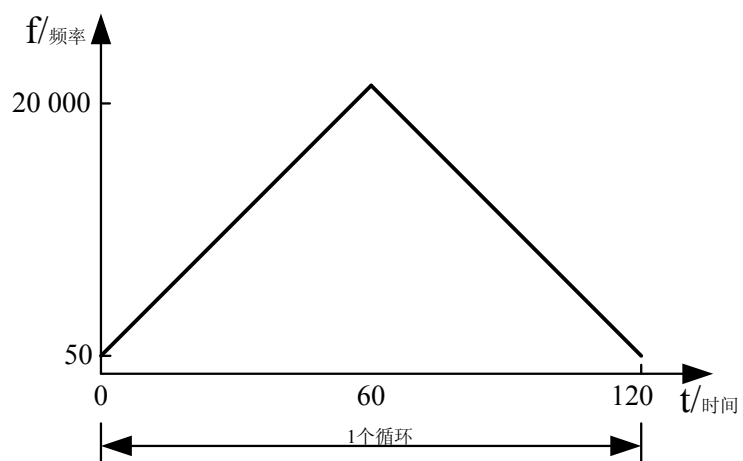


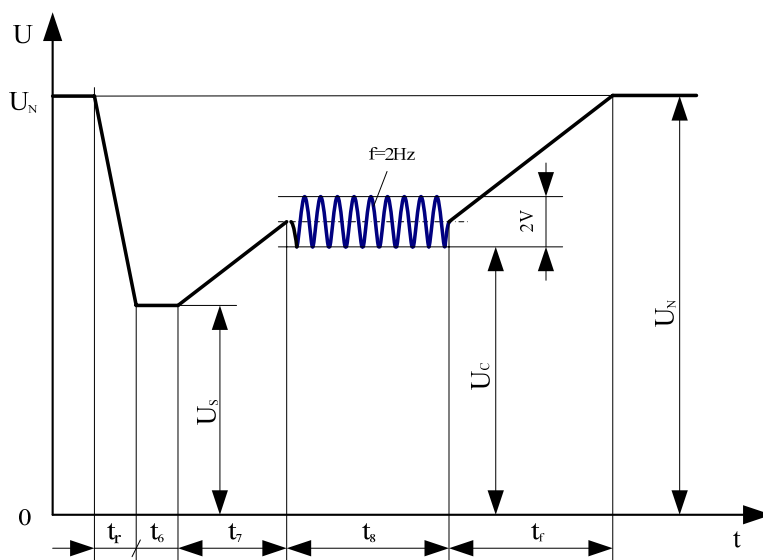
图 29 频率扫描 (其中: 1-一个循环; f -对数频率, Hz; t -时间, s)

5.3.4 电压缓降缓升试验 EL05

- 试验目的：检测 DUT 因蓄电池逐渐放电和充电引起电压变化情况下的功能状态。
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 试验电压： $U_{Smin} \sim U_{Smax}$
- 电压变化速率： $(0.5 \pm 0.1) \text{ V/min}$
- 试验方法：
 1. 同时对 DUT 可用的输入端加以 $(0.5 \pm 0.1) \text{ V/min}$ 速率将供电电压由 U_{Smax} 降到 0 V；
 2. 然后再由 0 V 以 $(0.5 \pm 0.1) \text{ V/min}$ 速率升到 U_{Smax} 。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. 在工作电压范围 ($U_{Smin} \sim U_{Smax}$) 内，DUT 功能状态应满足 A 级要求；
 3. 在工作电压范围外，DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.5 起动扰动电压试验 EL06

- 试验目的：检测 DUT 在发动机起动瞬间时的功能状态。
- 试验环境：RT
- 试验次数：每个级别曲线 10 次
- 试验间隔：2 s
- 试验方法：
 1. 选取图 30（参数设置见表 40）给出的起动电压变化曲线同时加到 DUT 的所有输入端，上升和下降时间 ≤ 10 s；
 2. 分别进行表 33 所设置的级别进行对应的试验参数进行试验；各级别进行 10 次试验；
 3. 每次启动循环之间间隔 1~2s。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. 车辆在起动期间有关装置功能应达到 A 级要求，其他应满足表 41 要求。



（其中，a 表示交流频率，为 2Hz； U_N 表示额定电压，为 12V。）

图 30 起动电压变化曲线

表 40 起动电压曲线参数设置

级别/电压/持续时间				
I	II	III	IV	公差
$U_s=8V$	$U_s=4.5V$	$U_s=3V$	$U_s=6V$	$\pm 0.2V$
$U_c=9.5V$	$U_c=6.5V$	$U_c=5V$	$U_c=6.5V$	
$t_r=5ms$				$\pm 10\%$
$t_6=15ms$				
$t_7=50ms$				
$t_8=1s$	$t_8=10s$	$t_8=1s$	$t_8=10s$	
$t_f=40ms$	$t_f=100ms$	$t_f=100ms$	$t_f=100ms$	

表 41 DUT 功能状态要求

工作电压范围		功能状态			
U_{Smin}	U_{Smax}	I	II	III	IV
6.0	16	A	B	B	A
9.0	16	B	C	C	C
10.8	16	B	C	C	C

5.3.6 电压瞬间下降试验 EL07

- 试验目的：检测 DUT 在其他部件熔断器熔化造成电压瞬间下降条件下的功能状态。
- 试验环境：RT
- 上升和下降时间： $\leq 10\text{ s}$
- 试验次数：每个级别曲线 10 次
- 试验次数：5 次
- 试验间隔：10 s
- 试验电压：见图 31
- 试验方法：
 1. 将试验脉冲（图 31）同时加到 DUT 的所有有关输入端；
 2. 电压上升和下降的时间 $\leq 10\text{ms}$ ；
 3. 循环进行上述试验 5 次，试验间隔时间为 10 s。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

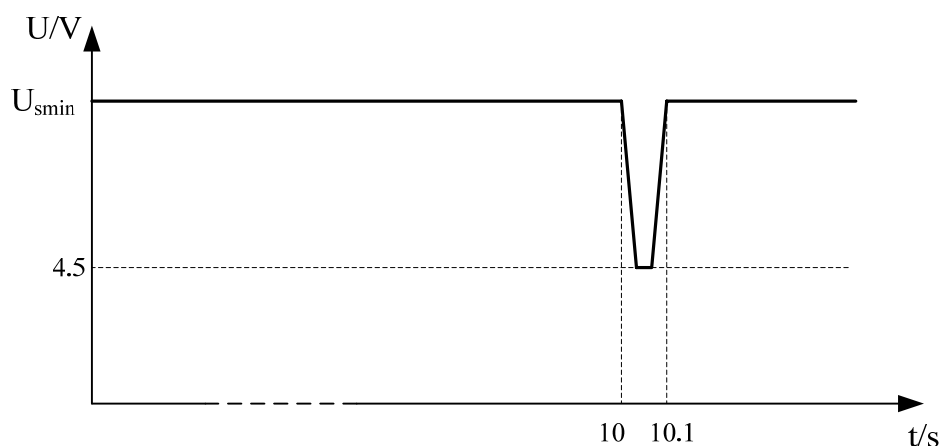
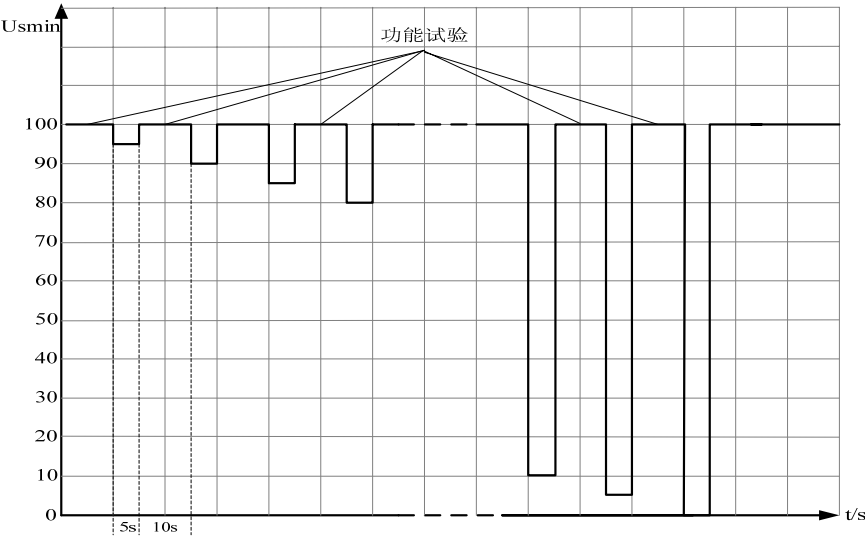


图 31 电压瞬间下降曲线

5.3.7 电压骤降复位试验 EL08

- 试验目的：检测 DUT 在不同电压骤降条件下的复位功能，适用于具有复位功能的设备（如装有一个或多个微控制器的设备）。
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 电压变化速率：5% U_{Smin}
- 试验方法：
 1. 如图 32 所示，供电电压以 5%速率从 U_{Smin} 降到 0.95 U_{Smin} 试验脉冲电压，保持 5s；
 2. 再上升到 U_{Smin} ，保持 10 s，并检查 DUT 复位功能；
 3. 然后将电压降至 0.9 U_{Smin} 保持 5s 后再上升到 U_{Smin} ，保持 10 s，并检查 DUT 复位功能；
 4. 按图 32 使 U_{Smin} 以 5%梯度直至降到 0V，然后再将电压升到 U_{Smin} 。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。



（其中： U_{Smin} - 最低供电电压）

图 32 电压骤降试验供电电压曲线要求

5.3.8 接地电压偏移试验 EL09

- 试验目的：检测 DUT 存在多条供电线路，如 DUT 不同信号地之间或传感器地与控制器地不同造成电压偏移时的功能状态。功率地不进行此项试验。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 偏移电压： $+1.0\text{ V}$ 和 -1.0 V
- 试验电压： U_A
- 试验方法：
 1. 模拟在实车上实际安装连接到典型负荷或网络的输入和输出，对 DUT 提供电压 U_A ，确保 DUT 正常工作；
 2. 对 DUT 的接地/供电线路进行接地/供电线路电压补偿，进行功能试验；
 3. 每下一个接地/供电线路连接要重复上述的内容；
 4. 反向补偿电压重复上述试验。
 5. 若 DUT 存在多条信号线接地线路，如图 33 所示，要求对支路 1、支路 2、支路 3……依次施加 $+1.0\text{ V}$ 和 -1.0 V 偏移电压进行试验。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 A 级要求。

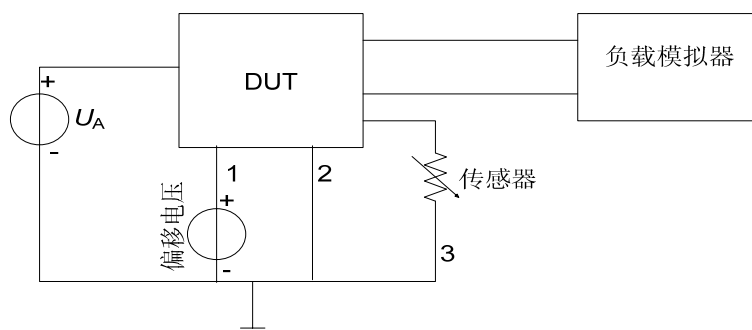


图 33 接地电压偏移试验布置图

5.3.9 反向电压试验 EL10

- 试验目的：检测 DUT 对蓄电池反向连接时的抵御能力，本试验不适用于交流发电机或带有钳位二极管而没有外部反极性保护装置的继电器。
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 试验时间：60s±10%
- 试验电压：-14.0±0.1 V
- 试验方法：
 1. 按实车的连接方式连接 DUT 和熔断器，不带交流发电机和蓄电池；
 2. 在 DUT 所有相关的电源端子上加上反向电压，持续 60s±10%。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. 恢复正常的熔断器和工作电压连接后，DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.10 开路试验

5.3.10.1 单线开路试验 EL11

- 试验目的：检测管脚短时间开路期间和恢复连接时的 DUT 的功能状态。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 试验时间： $10\text{s} \pm 10\%$
- 开路电阻： $\geq 10\text{M}\Omega$
- 试验方法：
 1. 连接上输入电压，使 DUT 正常运行；
 2. 断开 DUT 的一个管脚 $10\text{s} \pm 10\%$ ，检查此时 DUT 的功能状态，开路阻抗不小于 $10\text{M}\Omega$ ；
 3. 恢复连接，并检查 DUT 的功能状态；
 4. 重复对 DUT 的每个管脚进行上述试验。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.10.2 多线开路试验 EL12

- 试验目的：检测管脚短时间开路期间和恢复连接时 DUT 的功能状态。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 试验时间： $10\text{s} \pm 10\%$
- 短路电阻： $\geq 10\text{M}\Omega$
- 试验方法：
 1. 断开 DUT 的一个接插件 $10\text{s} \pm 10\%$ ，检查 DUT 的功能状态，断开电阻不小于 $10\text{M}\Omega$ ；
 2. 恢复连接后，并检查 DUT 的功能状态；
 3. 重复对 DUT 的每个接插件进行上述试验。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.11 短路保护试验

5.3.11.1 信号电路短路保护试验 EL13

- 试验目的：检测 DUT 输入端和输出端在电路短路条件下的功能状态。
- 试验环境：RT
- 试验时间：60s ± 10%
- 试验方法：
 1. 按照图 34 连接好试验布置；
 2. 将 DUT 的有关输入和输出端依次连接到电压 U_{Smax} ，持续 60s ± 10%，其他输入和输出端保持开路（或协商处理）；
 3. 试验结束后，检查其功能，DUT 不能被烧坏；
 4. 需分别在下述三种工况条件下进行短路试验：
 - 1) 闭合开关 1 和 2 使 DUT 处于上电状态，然后分别在激活输出和停止输出模式进行短路试验；
 - 2) 闭合开关 1，断开开关 2；
 - 3) 断开开关 1，闭合开关 2
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 不能被烧坏，DUT 功能状态应满足 C 级要求。

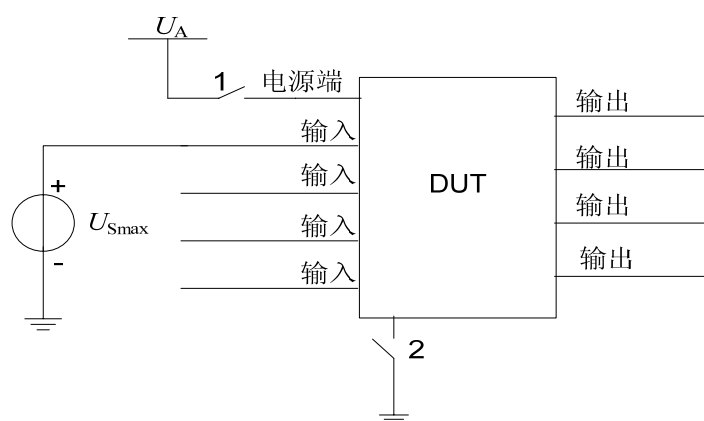


图 34 短路试验布置

5.3.11.2 负载电路短路保护试验 EL14

- 试验目的：检测 DUT 在负载电路短路条件下所具备的保护功能。
- 试验环境：RT
- 试验时间：10 s
- 试验方法：
 1. 连接 DUT 到电源，按实车要求配备熔断器，使其处于正常工作状态；
 2. 将负载电路直接接地短路 10s；
 3. 进行此试验时，供电电源应采取一定保护措施。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 电子保护输出端应满足 C 级要求，即能承受短路电流且在切断短路电流后能恢复到正常工作；
 3. DUT 熔断器保护输出端应满足 D 级要求，即能承受短路电流且在恢复熔断器以及切断短路电流后能继续正常工作；
 4. DUT 无保护输出端应满足 E 级要求，即可以被短路电流损坏，但不能燃烧起来。

5.3.12 过电流试验

5.3.12.1 开关/继电器触点过电流试验 EL15

- 试验目的：检测开关和继电器触点抵御大电流的能力。对于电流输出端采用继电器的部件，也应对内部的继电器进行试验。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 加载电流： $I_{\text{额定}} \leq 10\text{A}$ 时，加载电流为 $3I_{\text{额定}}$ ；
 $I_{\text{额定}} > 10\text{A}$ 时，加载电流为 $2I_{\text{额定}}$ ，要求最小 30A，最大 150A；
- 试验时间：10 min
- 试验方法：
 1. 在 RT 环境下进行对 DUT 输入端输入相应的加载电流；
 2. 加载时间为 10min，在加载时完成一次接通和断开的操作；
 3. 若 DUT 为多出点开关或继电器时，对每个触点各自单独进行试验。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 触点不能有烧蚀痕迹，功能状态应满足 A 级要求。

5.3.12.2 电流输出端过电流试验 EL16

- 试验目的：检测控制器电流输出端抵御正向大电流的能力。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 加载电流： $3 \times I_{\text{额定}}$ ，正向
- 试验时间：30 min
- 试验方法：
 1. 在 RT 环境下进行对 DUT 输入端输入 $3 \times I_{\text{额定}}$ 电流，加载时间为 30min；
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.13 电压降试验 EL17

- 试验目的：检测继电器触点、开关触点在一定工作电流下的电压降。
- 试验环境：RT
- 工作模式：4.2
- 试验方法：
 1. 对继电器触点、开关触点按技术要求规定施加电流，测量电压降；
 2. 在试验期间不能超过技术要求所规定的电压降。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.14 击穿强度试验 EL18

- 试验目的：检测绝缘层的绝缘耐压能力，包含电感元件（如继电器、电机、线圈）或连接到电感负载电路的部件必须进行此项试验。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 试验时间：60 s
- 试验电压：500V AC，50Hz
- 试验方法：在绝缘端子或绝缘端子与壳体之间，加载上频率为 50Hz，500V 的交流电 60s。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. DUT 功能状态应满足 C 级要求。

5.3.15 绝缘电阻试验 EL19

- 试验目的：检测 DUT 绝缘材料的绝缘特性。
- 试验环境：RT
- 工作模式：3.2
- 试验时间：60 s
- 试验电压：间距 $<3.8\text{mm}$ 时，100V DC；
间距 $\geq 3.8\text{mm}$ 时，500V DC。
- 试验方法：
 1. 按气候负荷试验中的湿热循环项目进行试验，然后将 DUT 在 RT 环境下放置 30min；
 2. 在绝缘端子之间或绝缘端子与壳体之间，加载上规定的直流电压 60s；
 3. 测量绝缘端子之间或绝缘端子与壳体之间电压的电阻值。
- DUT 状态考察：试验中和试验后，检查产品的外观和技术条件要求中的所有功能、技术指标。
- DUT 状态要求：
 1. 试验进行和结束后，DUT 表面应无明显起火、冒烟、裂纹等现象；
 2. 试验结束后，要求测得的绝缘电阻应大于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.4 化学负荷试验

5.4.1 耐化学试剂试验

- 试验目的：检测 DUT 在足以影响材料性能的时间和温度条件下，抵御各类化学试剂腐蚀的能力。
- 工作模式：1.2
- 试验温度：按照表 42 规定的温度条件使 DUT 老化
- 试验时间：24h
- 试验方法：选择表 42 中的某种化学试剂进行试验。

表 42 化学试剂列表

代号	化学试剂	DUT 老化温度
A	汽油/无铅汽油	23℃
B	蓄电池液	80℃
C	制动液	T _{max}
D	冷却液添加剂（未稀释）	T _{max}
E	发动机油（多级油）	T _{max}
F	变速器机油	T _{max}
G	防护漆	T _{max}
H	防护漆去除剂	RT
I	清洁剂	T _{max}
J	发动机清洗剂	T _{max}
K	工业酒精	RT
L	玻璃清洗剂	T _{max}
M	含咖啡因和糖的液体饮料	T _{max}

- 1、A~F 以装配车辆采用的化学试剂为标准，G~M 采用市面上常用的化学试剂；
- 2、用棉布（30cm×30cm）吸入某种试剂 50ml，擦拭 DUT 所有外表面，允许试剂从 DUT 表面滴下少许
- 3、将 DUT 放入温度箱内保持上述老化温度 24h

- DUT 状态检查：试验后，对 DUT 进行目视检查。
- DUT 状态要求：
 1. DUT 不应出现削弱正常性能的变化（例如：密封功能），标志和标签清晰可见。
 2. DUT 标志、外观、工艺和油漆等符合技术要求规定。
 3. DUT 功能状态应满足 C 级要求。（试验中不要求进行功能确认）