

		3.5 吨以下汽车电气和电子部件 试验项目、试验条件和试验要求		VW 80000			
<p>分类号：8MA00</p> <p>关键词：部件，电气部件，电子部件，部件组，试验条件，LV（供货规范）124</p> <p>前 言</p> <p>说明 1：在 BT-LAH Modul 试验文件中专门规定了针对部件的试验和要求。</p> <p>说明 2：在 BT-LAH Modul EMV（电磁兼容性）文件中专门规定了针对部件的 EMV（电磁兼容性）试验和要求。</p> <p>本标准现在的版本是以 LV（供货规范）124 原版为基础的，这份供货规范是由汽车制造商奥迪公司、BMW 公司、戴姆勒公司、保时捷公司和大众汽车公司的代表编写而成的。与 LV124 不一致的地方已在本标准的扉页上一一列出。如遇特殊情况需要对试验章节进行修改，则必须在主管的职能部门和相关的制造商之间分别对此商定。倘若试验是由某一按照 DIN EN ISO / IEC 17025 标准授权的独立机构进行的，产生的试验报告获得认可，并自动无条件认可接受试验报告。</p> <p>以前版本</p> <p>VW 80101：1987—06，1988—08，1992—01，1993—04，1994—05，1995—06，1998—01，1999—06，2000—09，2001—04，2003—05，2004—07，2005—06，2006—10，2009—03</p> <p>更改情况</p> <p>相对于 VW 801 01：2009—03 版本而言，已做如下的更改：</p> <p>— 将 LV（供货规范）124 转变成 VW 80000。</p>							
版本日期	翻译	日期	译校	日期	打印/誊抄	日期	校对
2009.10	孙元隆	2010.2	陈勇华	2010.2	— —	— —	— —

注意保密。未经上海大众汽车有限公司的书面同意，不得复制、外传。译文仅供参考。

LV 124

3.5 吨以下汽车电气和电子部件

试验项目、试验条件和试验要求

目 录	页
适用范围	
第一部分：电气要求	
1 参考标准	
2 通用部分	
2.1 概念和定义	
2.2 扫描率和测量值分辨率	
2.3 工作电压范围	
2.4 功能状态	
2.5 工作方式	
2.6 参数试验	
2.7 用漂移分析法不间断监控参数	
2.8 物理分析	
2.9 接口说明	
2.10 实施的限制条件	
3 试验选择	
3.1 试验选择表	
4 电气试验和要求	
4.1 E—01 长时间过电压	
4.2 E—02 瞬态过电压	
4.3 E—03 瞬态欠电压	
4.4 E—04 Jumpstart（跃变启动）	
4.5 E—05 Load Dump（甩负荷）	
4.6 E—06 叠加的交流电压	
4.7 E—07 供电电压缓慢下降和缓慢提升	
4.8 E—08 供电电压缓慢下降快速提升	
4.9 E—09 复位特性	
4.10 E—10 短时中断	
4.11 E—11 启动脉冲	
4.12 E—12 具有智能发电机调整装置的电压波动波形	
4.13 E—13 插脚中断	
4.14 E—14 插头中断	
4.15 E—15 极性变换	
4.16 E—16 接地偏移	
4.17 E—17 信号线路和负荷电路短路	
4.18 E—18 绝缘电阻	
4.19 E—19 静止电流	
4.20 E—20 击穿强度	
4.21 E—21 反馈	
4.22 E—22 过电流	
第二部分：环境要求	
5 通用部分	
5.1 参考标准	

- 5.2 概念和定义
- 5.3 工作方式
- 5.4 渗透温度
- 5.5 参数试验
- 5.6 用漂移分析法不间断监控参数
- 5.7 物理分析
- 6 使用特性曲线**
- 6.1 寿命设计
- 6.2 温度集中试验
- 7 试验选择**
- 7.1 试验选择表
- 7.2 试验流程图
- 8 机械试验和要求**
- 8.1 M—01 自由落体试验
- 8.2 M—02 碎石冲击试验
- 8.3 M—03 防灰尘试验
- 8.4 M—04 振动试验
- 8.5 M—05 机械冲击试验
- 8.6 M—06 机械持续冲击试验
- 9 气候试验和要求**
- 9.1 K—01 高温 / 低温存放
- 9.2 K—02 梯度温度试验
- 9.3 K—03 低温工作
- 9.4 K—04 再次油漆温度
- 9.5 K—05 温度冲击试验（部件）
- 9.6 K—06 盐雾喷射试验，在舱外工作情况下
- 9.7 K—07 盐雾喷射试验，在舱内工作情况下
- 9.8 K—08 湿热循环试验
- 9.9 K—09 湿热循环试验（附霜冻）
- 9.10 K—10 防水保护 — IPX0 至 IPX6X
- 9.11 K—11 高压射流清洗 / 蒸汽射流清洗
- 9.12 K—12 有浪涌水的温度冲击试验
- 9.13 K—13 浸入式温度冲击试验
- 9.14 K—14 恒定湿热试验
- 9.15 K—15 与部件组一起的凝露试验
- 9.16 K—16 温度冲击试验（无外壳）
- 9.17 K—17 阳光辐射试验
- 9.18 K—18 有害气体试验
- 10 化学试验和要求**
- 11 寿命试验**
- 11.1 L—01 机械 / 液压耐久寿命试验
- 11.2 L—02 高温耐久寿命试验
- 11.3 L—03 温度交变耐久寿命试验

12

附录

12.1

试验流程图

12.2

各种安装范围的典型温度集中试验

12.3

高温耐久寿命试验计算模型

12.4

温度交变耐久寿命试验计算模型

12.5

恒定湿热试验计算模型 — 锐度 2

12.6

凝露试验、试验箱程序设计和曲线

12.7

汇总

适用范围

本标准是对 3.5 吨以下汽车使用的电气、电子、机械电子部件和系统试验项目、试验条件和试验要求的规定。

如对试验项目、试验条件和试验要求有增补或者不一致的话，则必须在相关的部件设计任务书中规定之。

说明：本标准所描述的试验项目，不用作于通用元件生产过程的认证或者资质。

第一部分：电气要求

1 参考标准

DIN 72552	汽车中端子名称： 连接图中的应用例子
UL 94	装置和器件中的部件塑料易燃性试验
DIN EN ISO 17025	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

表 1：参考标准

2 通用部分

2.1 概念和定义

2.1.1 电压和电流

U_N	标称电压
U_{Bmin}	工作电压下限
U_B	工作电压
U_{Bmax}	工作电压上限
U_{max}	在试验期间可能出现的最大电压
U_{min}	在试验期间可能出现的最小电压

U_{PP}	峰—峰电压
U_{eff}	电压有效值
$U_{Prüf}$	试验电压
I_N	标称电流
GND	器件接地
U_A, U_T, U_S, U_R	启动电压脉冲的电压平面

表 2: 电压和电流缩写

凡是电压数据和电流数据，均与部件（端子电压）有关，不包括由于汽车内的线路布设而产生的电压下降。

2.1.2 温 度

T_{min}	最低工作温度
T_{RT}	室温
T_{max}	最高工作温度
$T_{prüf}$	试验温度

表 3: 温度缩写

2.1.3 时 间

t_r	上升时间 / Risetime（例如：某一电压波动波形）
t_f	下降时间 / Falltime（例如：某一电压波动波形）
$t_{prüf}$	试验持续时间

表 4: 时间缩写

所有脉冲边缘说明，均与电压的 10%抑或 90%值有关。

2.1.4 其 他

R_i	电源内阻
端子名称	按照 DIN 72552ff
f	频率

表 5: 其他定义

2.1.5 标准允差

如果没有另外规定的话，适用表 6 的允差。

必须始终注意包络线单面允差，不然的话降低要求锐度。允差与所要求的测量值有关。

频 率	$\pm 1 \%$
温 度	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
空气湿度	$\pm 5 \%$
时 间	$+5\%; -0\%$
电 压	$\pm 2 \%$
电 流	$\pm 2 \%$

表 6: 标准允差定义

2.1.6 标准值

如果没有另外规定的话, 适用表 7 的标准值。

室 温	$T_{\text{RT}} = 23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
空气湿度	$F_{\text{rel}} = 45\% - 75\%\text{RH}$
试验温度	$T_{\text{Prüf}} = \text{TRT}$
标称电压	$U_{\text{N}} = 12\text{V}$
工作电压 (用于试验)	$U_{\text{B}} = 14\text{V}$

表 7: 标准值定义

2.2 扫描频率和测量值分辨率

测量系统的扫描频率抑或带宽必须与各种试验匹配。必须记录所有带最大值 (峰值) 的测量值。

测量值的分辨率必须与各种试验匹配。必须保证产生的电压峰值不会导致溢出或者在分辨率较低时不可测量。

2.3 工作电压范围

编码	U_{Bmin}	U_{Bmax}	说 明
a	6V	16V	用于启动过程期间必须获得的功能
b	8V	16V	用于启动过程期间不必获得的功能 说明: 如果某一种部件不允许归于 a、c 或者 d 编码类, 就只能应用这个编码。
c	9V	16V	用于在 “Motor AUS (发动机关闭)” 情况下必须获得的功能
d	9.8V	16V	用于在发动机工作情况下必须存在的功能

表 8: 工作电压范围

试验电压, 尤其是用于过电压试验和欠电压试验的试验电压, 可能与上面列举的电压范围有明显的差异, 所以要分开列举。

对部件有效的电压范围，必须随时满足 A 功能状态。

2.4 功能状态

本章节是说明试件在试验时和试验后的功能状态。必须说明试件每次试验的功能状态。必须在部件设计任务书中规定和编制增补的要求。

存储器功能必须在任何情况下始终保持在 A 功能状态下。必须随时保证非易失存储器的完整性（不是及时性）。

必须在部件设计任务书中说明功能状态的时间流程。

必须与委托方协调和规定允许的故障存储器项目。

2.4.1 功能状态 A

试件在加载试验参数期间和之后必须满足预先规定的所有功能。

说明：在与设计功率有偏差时（功能受到高温或者低温限制），试件亦必须达到低于抑或高于工作电压情况下的功能状态 A，如果工作电压在部件设计任务书中说明是允许的话（Derating）。

2.4.2 功能状态 B

试件在加载试验参数期间必须满足预先规定的所有功能，但有一项或者多项功能可以处于预先规定的允差范围外。在加载试验参数结束之后试件必须重又满足预先规定的所有功能。

2.4.3 功能状态 C

试件在加载试验参数期间没有满足一项或者多项预先规定的功能，但在加载试验参数结束之后，试件必须自动满足所有预先规定的各项功能。不允许有未规定的功能。

2.4.4 功能状态 D

试件在加载试验参数期间没有满足一项或者多项预先规定的功能，但在加载试验参数结束之后，试件由于一次复位或者一种简单的干涉（例如更换一只失效的熔断器）重又满足所有预先规定的各项功能。不允许有未规定的功能。

2.4.5 功能状态 E

试件在加载试验参数期间没有满足一项或者多项预先规定的功能，并且在加载试验参数结束之后必须予以修理或者更换。

试件必须按照 UL94—v0 满足非易燃性要求。

2.5 工作方式

电气、电子和机械电子部件和系统，在其整个寿命期间是以各种工作方式进行工作的，这些工作方式必须在试验项目中相应得到反映。工作方式细节，工作负荷细节（例如：控制装置，原配传感器，原配执行元件或者等效线路）和不可或缺的边际条件，必须由委托方和受托方之间商定并编制成文。

2.5.1 工作方式 I — 试件未电气连接

2.5.1.1 工作方式 I.a

试件未通电流，无插头和线组。

2.5.1.2 工作方式 I.b

试件未通电流，但与插头和线组连接。

2.5.2 工作方式 II — 试件电气连接

2.5.2.1 工作方式 II.a

试件必须在没有工作负荷情况下工作。

2.5.2.2 工作方式 II.b

试件必须采用最低工作负荷进行工作。

试件必须同时自己产生最低温升情况下进行工作（例如通过减少一种连续的输出功率或者通过罕见的外部负荷控制）。

2.5.2.3 工作方式 II.c

试件必须采用最高工作负荷进行工作（Power—User（电力用电器），但不是滥用情况）。

试件必须同时自己产生最高温升情况下进行工作（例如通过一种连续的输出功率实现最大化或者通过频繁的外部负荷控制）。

2.5.2.4 工作方式例子

部件例子	工作方式 II.a	工作方式 II.b	工作方式 II.c
带导航的汽车无线电	处于 停 车 状 态（睡眠）的部件。随动结束，KL30“EIN”（端子 30 接通）	汽车正在行驶的部件。部件由驾驶员切断，总线/μC 激活，KL15“EIN”（端子 15 接通）	汽车正在行驶的部件。部件已被接通（CD，导航，末级），总线/导航计算机激活

盗窃警报装置	行驶工作时没有功能	监控停车的汽车内舱	
制动调节系统	处于停车状态的部件。随动结束	在不操动制动情况下行驶	在频繁制动循环下行驶（不是滥用，例如不中断制动调节工作）

表 9：工作方式例子

2.6 参数试验

在部件设计任务书中必须规定一组敏感的参数，即所谓的关键参数，比如说静止电流能耗、工作电流、输出电压、接触电阻、输入阻抗、信号速率（上升时间和下降时间）和总线技术要求。这些参数必须在每次试验启动之前和每次试验运行之后检查其与技术要求的一致性。

2.6.1 参数检测（小）

必须在 T_{RT} 和 U_B 下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

2.6.2 参数检测（大）

必须在三种不同的温度（ T_{max} 、 T_{RT} 和 T_{min} ）和每种温度三种不同的电压（ U_{Bmax} 、 U_B 和 U_{Bmin} ）下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

2.6.3 参数检测（功能检测）

必须在某一种给出的温度和三种不同的电压（ U_{Bmin} 、 U_B 和 U_{Bmax} ）下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

2.7 用漂移分析法不间断监控参数

在整个试验期间必须记录监控的关键参数。

如果部件装有故障存储器，则必须不间断监控故障存储器，并将记录项目编制成文。

必须根据对参数不间断监控而获得的数据研究其趋势和漂移，这是为了认识部件的奇异特性、老化情况或者故障性能。

2.8 物理分析

在进行物理分析时必须打开试件，进行目视鉴评。若要增加分析项目（例如：对结构技术和连接技术进行 X 光分析和金相分析），则必须在委托方和受托方之间商定。

2.9 接口说明

所有接口必须完整说明其状态和电气特性。这个说明用作于试验结果鉴评基础，所以必须详细。

2.10 实施的限制条件

试验实验室必须按照 DIN EN ISO/IEC 17025 要求组织和开展工作。所有用于测量工作的检验工具必须按照 DIN EN ISO/IEC 17025 检定（抑或按照制造商的规定或者建议），并可还原为 PTB（联邦物理技术研究所）或者一种等效的国家标准实验室。所应用的试验器具、安装情况和试验方法必须编制在试验方法说明文件内。委托方保留检查实验室和试验方法的权利。

3 试验选择

3.1 试验选择表

对于每次试验来说，必须书面规定部件允许的故障存储器项目以及功能状态。

试 验	应用于	附加规定
E-01 长时间过电压	通过 12V 底板线束供电的部件	试验锐度
E-02 瞬态过电压	通过 12V 底板线束供电的部件	无
E-03 瞬态欠电压	通过 12V 底板线束供电的部件	试验锐度
E-04 Jumpstart（跃变启动）	通过 12V 底板线束供电的部件	无
E-05 Load Dump（甩负荷）	通过 12V 底板线束供电的部件	无
E-06 叠加的交流电压	通过 12V 底板线束供电的部件 —用于直接与蓄电池正极连接的电器： 锐度 1 —用于蓄电池和发电机之间的电器： 锐度 2 如果满足锐度 2（在试件上馈电），则不用提供进一步的验证。	锐度
E-07 供电电压缓慢下降和提升	所有的部件	无
E-08 供电电压缓慢下降快速提升	所有的部件	无

E-09 复位特性	所有的部件	无
E-10 短时中断	所有的部件	无
E-11 启动脉冲	通过 12V 底板线束供电的部件	试验锐度 热态启动, 试验锐度 冷态启动
E-12 具有智能发电机调整装置的电压波动波形	通过 12V 底板线束供电的部件	试验结构
E-13 插脚中断	所有的部件	无
E-14 插头中断	所有的部件	无
E-15 极性变换	所有在汽车中要经受极性变换的部件	参数组按照输入端接线图
E-16 电压偏移	所有的部件	无
E-17 信号线路和负荷电路短路	所有的部件	无
E-18 绝缘电阻	所有的部件	无
E-19 静止电流	所有的部件	无
E-20 击穿强度	具有电感部件的部件(例如:电机、继电器、线圈)。	无
E-21 反馈	所有的部件	无
E-22 过电流	所有的部件	无

表 10: 试验选择表

4 电气试验和要求

4.1 E-01 长时间过电压

4.1.1 目的

试验目的是检测部件对经受长时间过电压的稳定性能。在行驶工作过程中模拟一种发电机调节器效应。

4.1.2 试验

试件工作方式	工作方式 II.c
试验持续时间	60 min
持续试验电压	17V
试验温度	$T_{\max} - 20K$
试验循环次数	1
试件数量	至少 6 件

表 11: E-01 长时间过电压试验参数

4.1.3 要 求

根据部件应用情况鉴评试验结果。

区别在于：

- a) 对于行驶工作不可或缺的功能：
功能状态 B
必要时必须确定紧急启动。必须在部件设计任务书中说明相关的“Derating-Strategie”。
- b) 对于所有的部件：
功能状态 C

4.2 E—02 瞬态过电压

4.2.1 目 的

由于切断用电器和在气体短时冲击（Tip-In）情况下而导致底板线束中的瞬态过电压。用这项试验模拟这种过电压。

可以在做电气寿命试验时结合这项试验。

4.2.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U_{min}	16 V
U_1	17 V
U_{max}	18 V
t_r	1 ms
t_f	1 ms
t_1	400 ms
t_2	600 ms
试验循环次数	1. 短时试验 在 10s 内 3 次试验脉冲 2. 耐久试验 每隔 9s 间隔 1000 次试验脉冲 这两项试验要一个接着一个地进行。
试件数量	至少 6 件

表 12: E—02 瞬态过电压试验参数

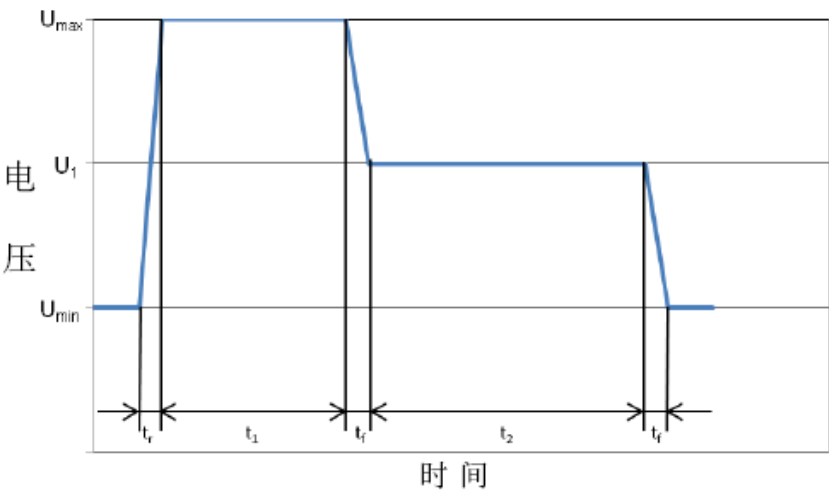


图 1：E—02 瞬态过电压试验脉冲

4.2.3 要 求

功能状态 A

在试验过程中规定的时限内必须保持所有相关的输出—这项要求必须在整个试验持续时间内要得到验证。

4.3 E—03 瞬态欠电压

4.3.1 目 的

由于接通用电器而导致底板线束中的瞬态欠电压。用这项试验模拟这种欠电压。

4.3.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U_{\max}	10.8 V
U_{\min}	9 V
t_r	1.8 ms
t_f	1.8 ms
$t_{\text{prüf}}$	500 ms
试验循环次数	1
试件数量	至少 6 件

表 13：E—03 瞬态欠电压试验参数

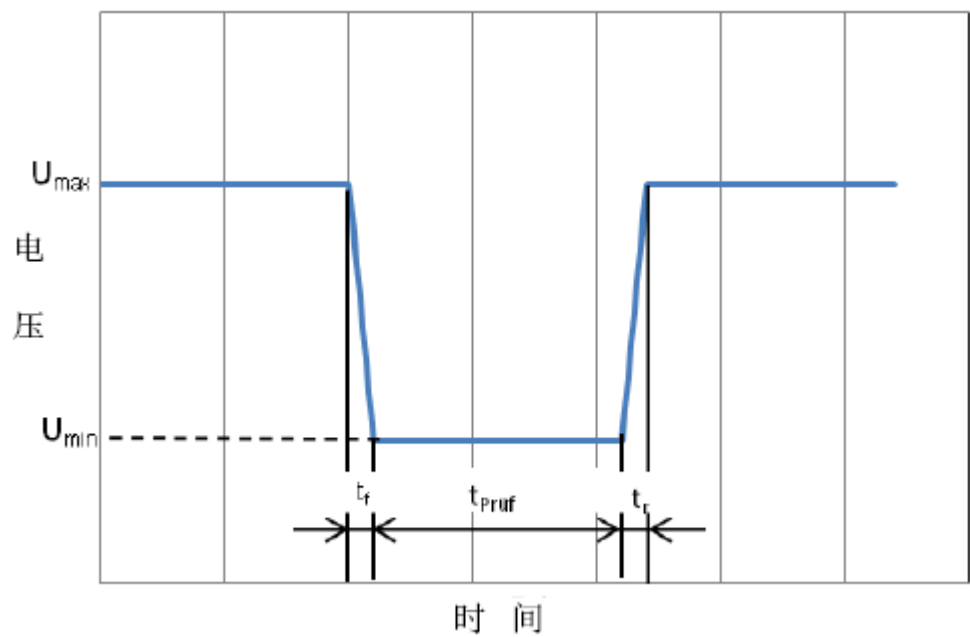


图 2：E—03 瞬态欠电压试验脉冲

4.2.3 要 求

功能状态 A

4.4 E—04 Jumpstart（跃变启动）

4.4.1 目 的

模拟汽车外部启动。从营运汽车和其提高的底板线束电压中产生最大试验电压。

4.4.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U_{min}	13.5 V
U_{max}	26 V
t_{vor}	60 s
$t_{Prüf}$	60 s
试验循环次数	1
试件数量	至少 6 件

表 14：E—04 Jumpstart（跃变启动）试验参数

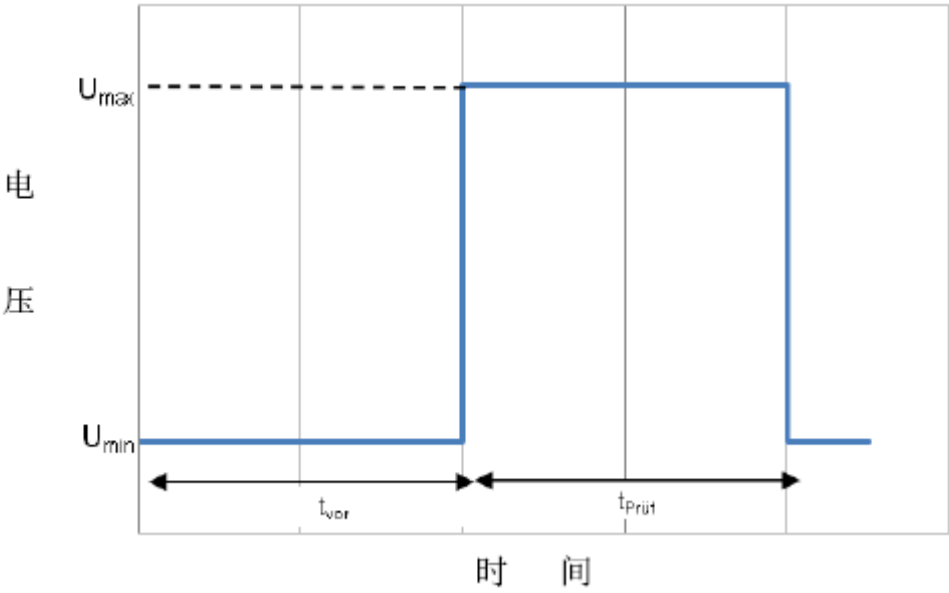


图 3: E-04 Jumpstart (跃变启动) 试验脉冲

4.4.3 要 求

根据部件应用情况鉴评试验结果。

区别在于:

- a) 对于与启动相关的部件 (例如: 启动器):
功能状态 B
传感器必须在整个时间中提供有效的数值 (或者通过部件的等效表予以保证)。
- b) 对于所有其他的部件:
功能状态 C

4.5 E-05 Load Dump (甩负荷)

4.5.1 目 的

由于电气负荷卸载, 在与降低浮充能力的蓄电池连接情况下, 由于发电机性能而导致一种高能的浪涌脉冲。应用这项试验模拟这种脉冲。

4.5.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U_{min}	13.5 V
U_{max}	27 V
t_r	10 ms
t_s	300 ms

R_i	$\leq 100\text{ m}\Omega$
各试验循环之间的暂停	1 min
试验循环次数	10
试件数量	至少 6 件

表 15: E—05 Load Dump（甩负荷）试验参数

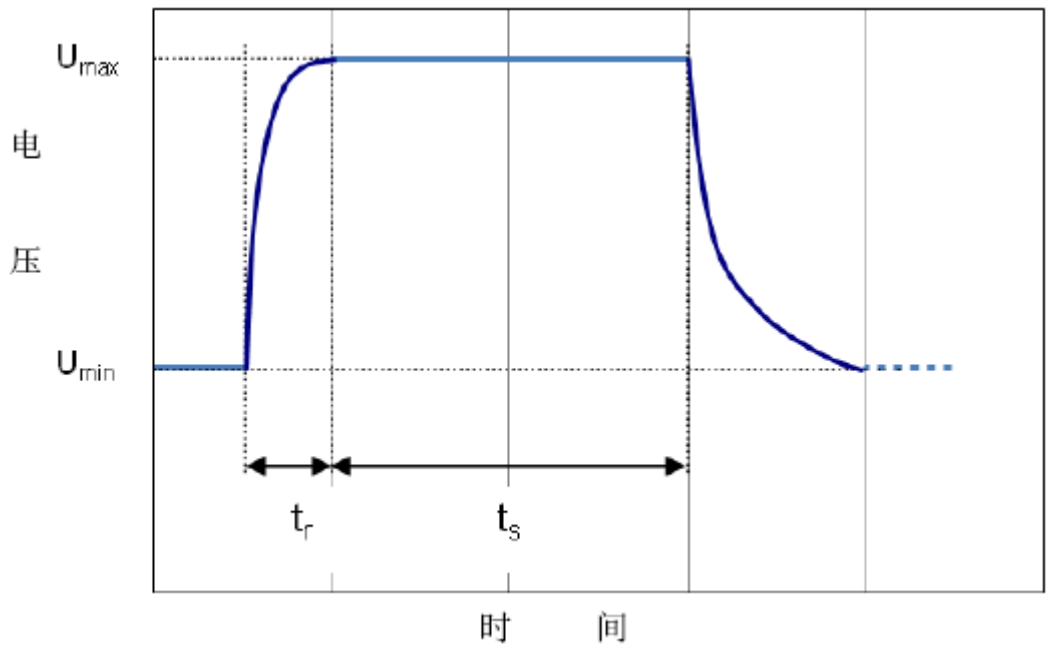


图 4: E—05 Load Dump（甩负荷）试验脉冲

4.5.3 要求

必须达到功能状态 C。

另外必须读出部件的故障存储器。

4.6 E—06 叠加的交流电压

4.6.1 目的

交流电压有可能叠加于底板线束上。在整个发动机运转期间均有可能存在叠加的交流电压。这项试验就是模拟这种情况。

若是高负荷用电器，则必须在部件设计任务书中规定从某一频率起的 Peak-to-Peak（正负峰之间）电压的线性下降。

4.6.2 试验

试件工作方式	工作方式 II.c
R_i	$\leq 100\text{ m}\Omega$
试验持续时间	30 min
频率范围	15 Hz — 30 Hz
摆动周期	2 min
摆动方式	三角对数
锐度 1 U_{PP}	2 V
锐度 2 U_{PP}	6 V
试件数量	至少 6 件

表 16: E—06 叠加的交流电压试验参数

4.6.2.1 试验结构

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路组。

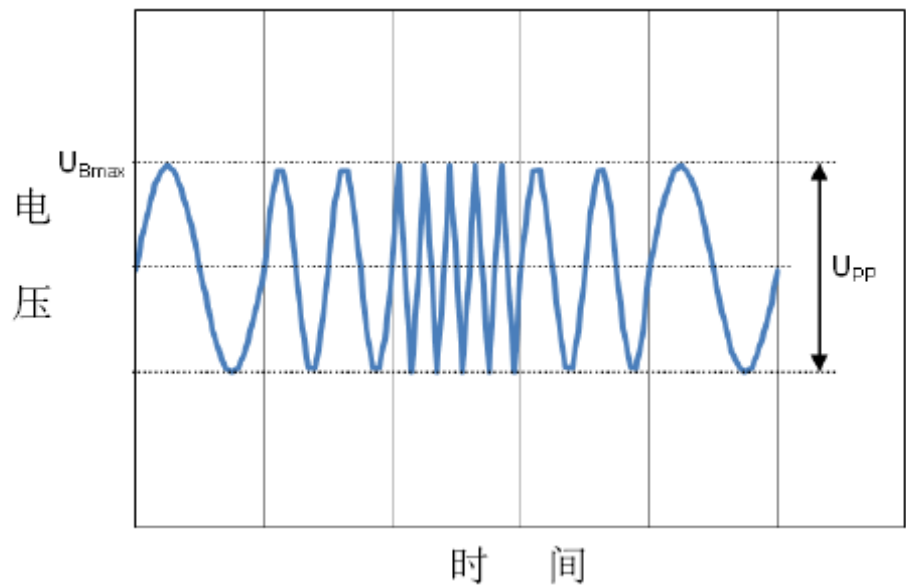


图 5: E—06 叠加的交流电压试验脉冲

4.6.3 要求

功能状态 A

在试验过程中规定的时限内必须保持所有相关的输出—这项要求必须在整个试验持续时间内要得到验证。

4.7 E—07 供电电压缓慢下降和缓慢提升

4.7.1 目的

模拟供电电压缓慢下降和缓慢提升，正如像汽车蓄电池缓慢放电和缓慢充电的过程那样。

4.7.2 试 验

试件工作方式	试验 1: KL30EIN（端子 30 接通）和 KL15EIN（端子 15 接通） 试验 2: KL30EIN（端子 30 接通）
启动电压	U_{Bmax}
电压变化速度	0.5 V / min
保持电压(Plateau(平稳段))	U_{Bmin}
在 U_{Bmin} 时的保持时间	保持到故障存储器被全部读出为止。
最低电压	0 V
终端电压	U_{Bmax}
试验循环次数	一次循环用工作方式 II.c 一次循环用工作方式 II.a
试件数量	至少 6 件

表 17: E—07 供电电压缓慢下降和缓慢提升试验参数

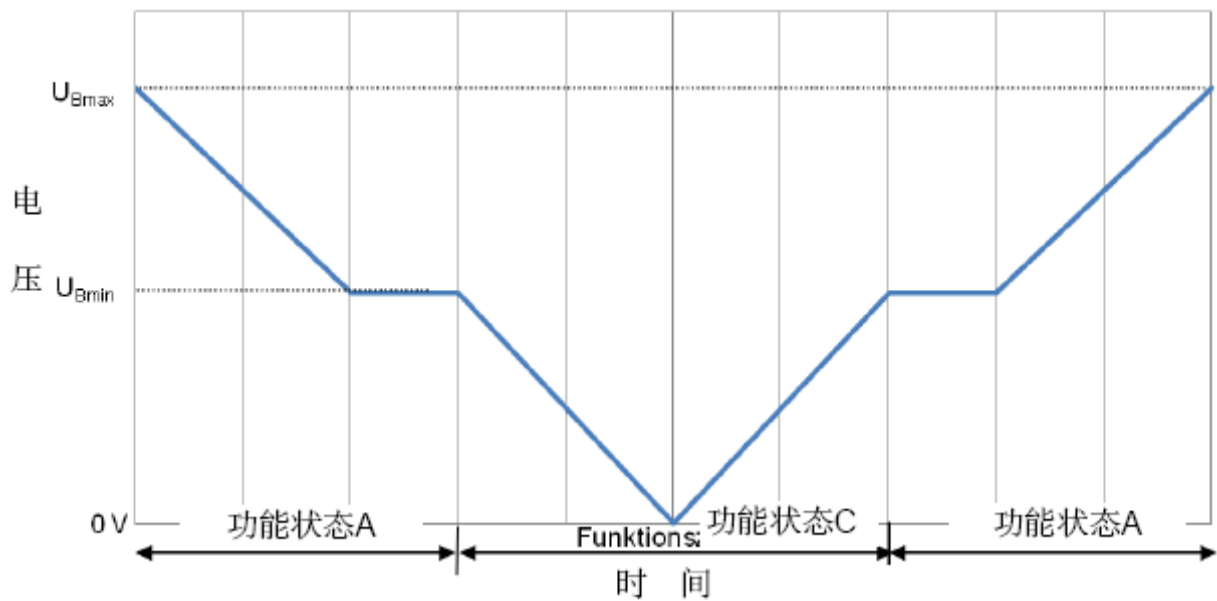


图 6: E—07 供电电压缓慢下降和缓慢提升试验脉冲

4.7.3 要 求

根据在试验期间对部件施加的电压范围鉴评试验结果。

区别在于:

- a) 在规定的部件工作电压范围之内:

- 功能状态 A。
不得导致故障存储器写入。
- b) 在规定的部件工作电压范围之外：
功能状态 C

4.8 E—08 供电电压缓慢下降快速提升

4.8.1 目 的

这项试验是模拟蓄电池电压缓慢下降到 0 V 和又急遽施加蓄电池电压的情况，例如通过施加外部启动电源。

4.8.2 试 验

试件工作方式	试验 1: KL30EIN（端子 30 接通）和 KL15EIN（端子 15 接通） 试验 2: KL30EIN（端子 30 接通）
启动电压	U_{Bmax}
电压降	0.5 V / min
保持电压(Plateau(平稳段))	U_{Bmin}
在 U_{Bmin} 时的保持时间	保持到故障存储器被全部读出为止。
终端电压	0 V
0 V 时的保持时间	至少 1 min，但保持到内部电容完全放电为止。
t_r	$\leq 0.5\text{ s}$
试验循环次数	在 KL15 端子状态必须至少进行一次循环和在 KL30 端子状态一次循环。
试件数量	至少 6 件

表 18: E—08 供电电压缓慢下降和快速提升试验参数

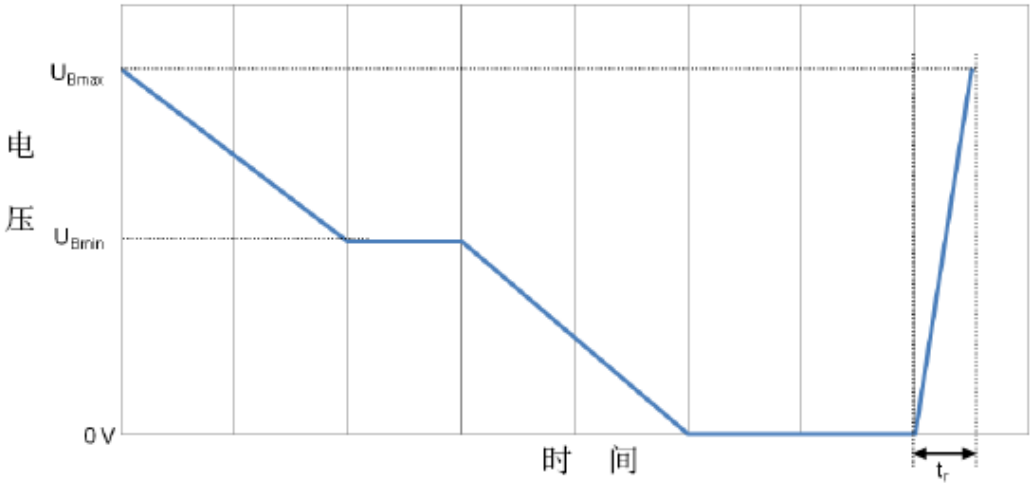


图 7: E—08 供电电压缓慢下降和快速提升试验脉冲

4.8.3 要 求

根据在试验期间对部件施加的电压范围鉴评试验结果。

电压范围的区别在于：

- a) 在规定的部件工作电压范围之内：
功能状态 A。
- b) 在规定的部件工作电压范围之外：
功能状态 C

4.9 E—09 复位特性

4.9.1 目 的

这项试验是模拟和检测部件在其环境中的复位特性。必须详细说明检测的边际条件（例如：互联、端子、系统）。

在工作中出现的一种反复接通 / 切断在任意时间上的操作顺序，不得导致部件特性不确定。以一种电压方差和一种时间方差来反映复位特性。为了模拟各种不同的切断时间，要求两种不同的试验流程。一种部件必须自始至终经历这两种试验流程。

4.9.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U_{th}	6 V
ΔU_1 (U_{Bmin} 至 6V 范围)	0.5 V
ΔU_2 (6V 至 0V 范围)	0.2 V
t_0 — 试件接通	至少 $\geq 10\text{ s}$ ，直到试件再次达到 100% 工作能力为止（所有系统无故障运行）。
t_1 — 试验流程 1	5 s
t_2 — 试验流程 2	100 ms
提升 / 下降时间	$\leq 100\text{ ms}$
试验循环次数	1
试件数量	至少 6 件

表 19: E—09 复位特性试验参数

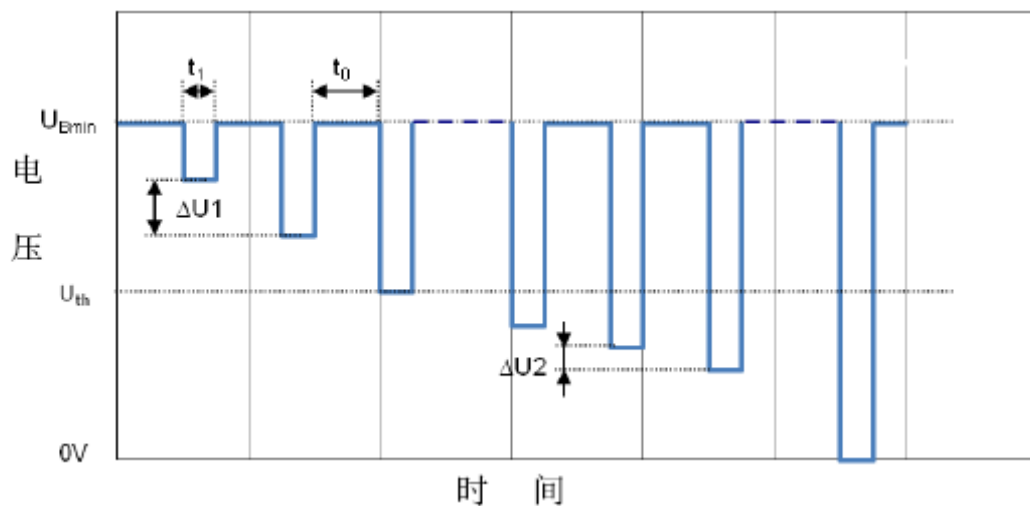


图 8: E-09 复位特性试验脉冲

4.9.3 要 求

在达到 U_{Bmin} 时功能状态 A

绝对不允许导致不确定的工作状态。

必须提供遵守列出的阈值的证据并记录部件是从哪个电压电平第一次离开功能状态 A 的。

4.10 E-10 短时中断

4.10.1 目的

这项试验是模拟各种持续时间在短时中断情况下的特性。

4.10.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c	
试验结构	原理接线图按照图 10。 必须与智能部门商定底板线束的等效电路。	
检测事例	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 $R = 0.1 \text{ }\Omega$ (底板线束) 必须在“S1 打开”状态期间施加电阻。	
$U_{\text{Prüf}}$	11 V	
供电电压以变化着的时间段被 $U_{\text{Prüf}}$ 中断。 对此必须遵守下面的排序。	t_1	步进
	> 10 μs 至 100 μs	10 μs
	100 μs 至 1 ms	100 μs

	1 ms 至 10 ms	1 ms
	10 ms 至 100 ms	10 ms
	100 ms 至 2 s	100 ms
试件接通 — 功能接通	> 10 s	
t ₂	保持试验电压 U _{Prüf} 必须至少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）。	
试验循环次数	1	
试件数量	至少 6 件	

表 20: E—10 短时中断试验参数

以表 20 中列出的步进时间提升电压扰动的持续时间。这时产生一幅如图 9 所示的框图。

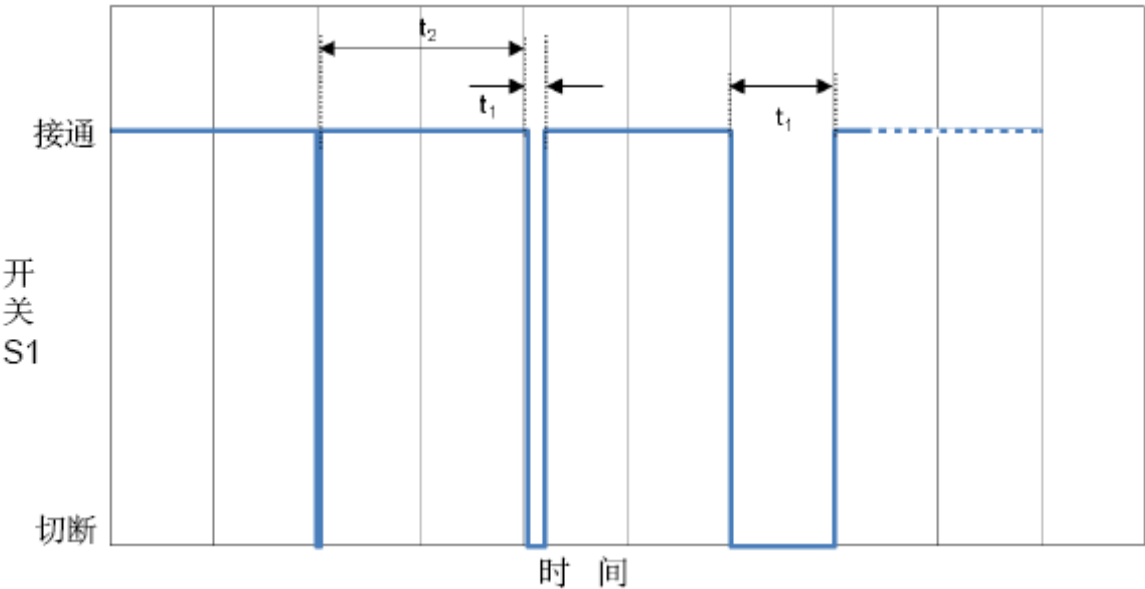


图 9: E—10 短时中断试验脉冲

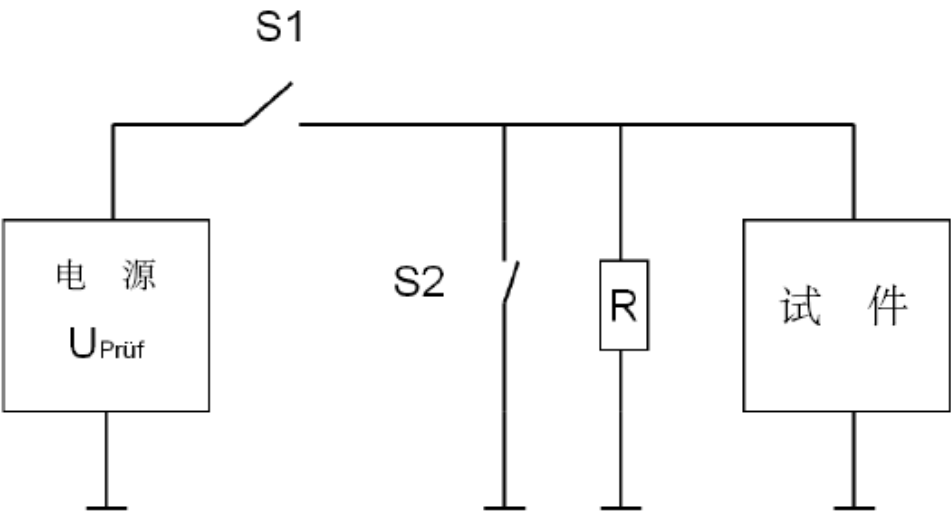


图 10: E—10 短时中断原理接线图

4.10.3 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。

4.11 E—11 启动脉冲

4.11.1 目 的

在启动时（开动发动机）蓄电池电压有一个较短的时间段降落在一个低值上，然后又稍微有所提升。大多数部件在启动之前短时直接被激活，然后在开动期间被脱激，接着在开动之后发动机运转时又被激活。用这种试验来验证这些条件下的正常工作。

这种启动过程可以在各种不同的汽车启动情况下进行，冷态启动和热态启动。为了涵盖这两种事例，要求两种不同的试验流程。一种部件必须自始至终经历这两种试验流程。

4.11.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
试验脉冲	<u>用于与启动有关的部件：</u> <ul style="list-style-type: none">— 冷态启动：按照表 22 的“标准型”和“加强型”试验脉冲— 热态启动：按照表 23 的试验脉冲 <u>用于与启动无关的部件：</u> <ul style="list-style-type: none">— 冷态启动：按照表 22 的“标准型”试验脉冲— 热态启动：按照表 23 的试验脉冲
试件数量	至少 6 件

表 21: E—11 启动脉冲试验参数

4.11.2.1 试验 1—冷态启动

参 数	“标准型”试验脉冲	“加强型”试验脉冲
U_B	11.0 V	11.0 V
U_T	4.5 V	$3.2 V^{+0.2V}$
U_S	4.5 V	5.0 V
U_A	6.5 V	6.0 V
U_R	2 V	2 V
t_f	$\leq 1\text{ ms}$	$\leq 1\text{ ms}$
t_4	0 ms	19 ms
t_5	0 ms	$\leq 1\text{ ms}$
t_6	19 ms	329 ms

t_7	50 ms	50 ms
t_8	10 s	10 s
t_r	100 ms	100 ms
f	2 Hz	2 Hz
R_1	$0.01\ \Omega$	$0.01\ \Omega$
试验循环之间的暂停	2 s	2 s
试验循环	10	10

表 22: E—11 启动脉冲试验参数

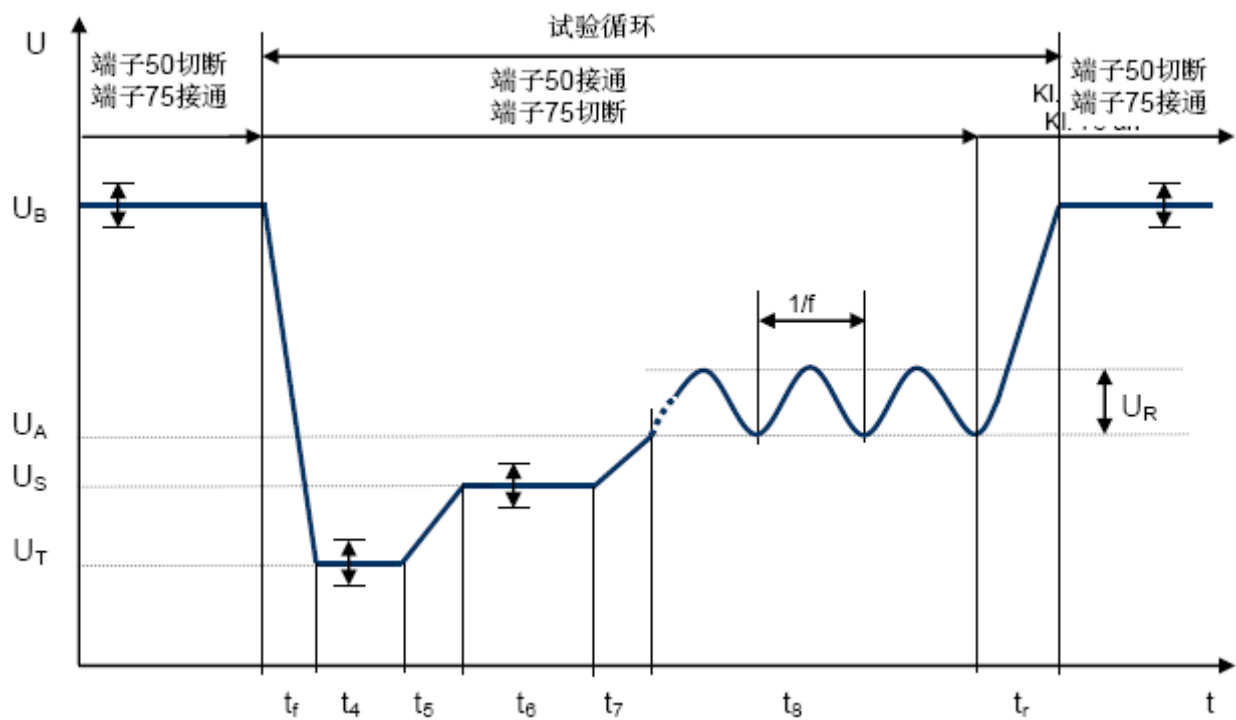


图 11: 冷态启动试验脉冲

4.11.2.2 试验 2—热态启动

参 数	“短” 试验流程	“长” 试验流程
U_B		11.0 V
U_T		7.0 V
U_S		8.0 V
U_A		9.0 V
t_{50}		$\geq 10\text{ ms}$
t_f		$\leq 1\text{ ms}$
t_4		15 ms
t_5		70 ms
t_6		240 ms
t_7		70 ms
t_8		600 ms
t_r		$\leq 1\text{ ms}$

R_1	0.01 Ω	
试验循环之间的暂停	5 s	20 s
试验循环	10	100

表 23: E—11 热态启动脉冲试验参数

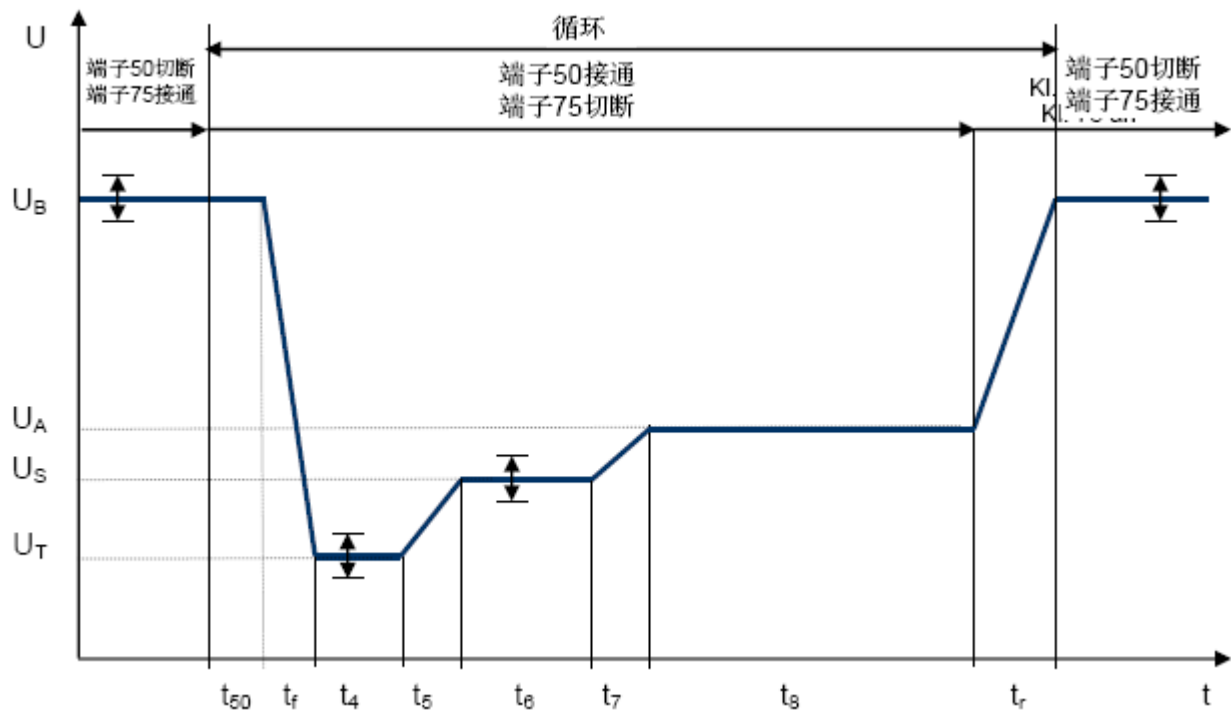


图 12: 热态启动试验脉冲

4.11.3 要 求

4.11.3,1 与启动有关的部件:

不得导致故障存储器写入。

必须无论如何能启动汽车。

试验 1 — 冷态启动

“标准型”试验脉冲: 功能状态 A

“加强型”试验脉冲: 功能状态 B

试验 2 — 热态启动

“长”试验流程: 功能状态 A

“短”试验流程: 功能状态 A

4.11.3.2 与启动无关的部件:

试验 1 — 冷态启动

- “标准型”试验脉冲: 功能状态 C
- “加强型”试验脉冲: 功能状态 C

试验 2 — 热态启动

- “长”试验流程: 功能状态 A
- “短”试验流程: 功能状态 A

4.12 E—12 具有智能发电机调节装置的电压波动波形

4.12.1 目 的

这项试验是模拟在应用智能发电机调节装置情况下的底板线束特性。在最大 300ms 范围之内电压变化之前的 DC（直流电流）检测这种特性足够了。

4.12.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c — 这个工作方式适用于 KL15（端子 15）（发动机运转）的所有负荷事例（最小到最大）。	
ΔU	试件和蓄电池端子之间的电压下降	
试验结构 1	U_1	11.8 V— ΔU
试验结构 2	U_1	11.8 V
U_2	14.8 V	
t_1	2 s	
t_r, t_f	$\geq 300\text{ ms}$	
试验循环次数	10	
试件数量	至少 6 件	

表 24: E—12 具有智能发电机调节装置的电压波动波形试验参数

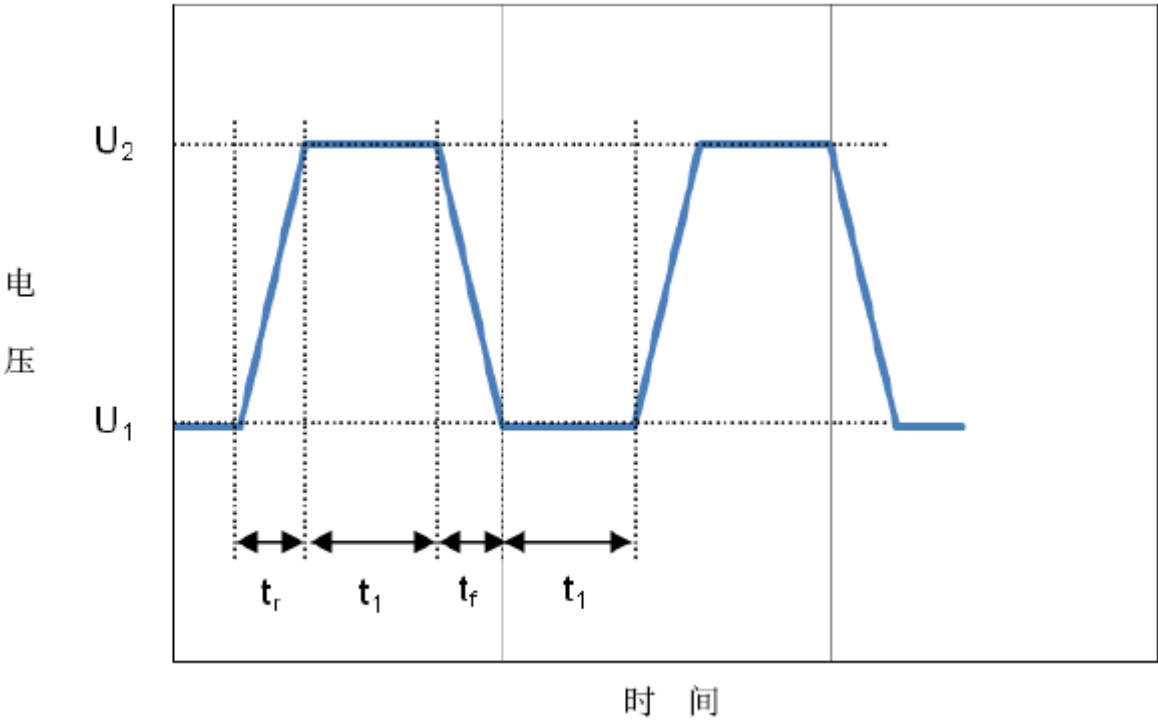


图 13: E—12 具有智能发电机调节装置的电压波动波形试验脉冲

4.12.2.1 试验流程

将试件与电压源连接。

必须通过对电压源的调整考虑到试件和蓄电池端子之间在汽车内调整的电压下降 ΔU 。

在其他情况下必须根据表 24 采用参数 2) 在电压源和试件之间应用在汽车中安装的线路组。

4.12.3 要 求

功能状态 A

通过对部件或者（零件）系统采取相应的措施，使底板线束部件内由于电压方差而形成的功能变化，既不能使乘客亦不能使参与道路交通的其他人员能感觉到这样一种有可能产生的变化（光学、声学、触觉、热学、运动）。

正如这些变化所定义的那样，必须按照部件设计任务书的要求。

4.13 E—13 插脚中断

4.13.1 目 的

模拟各插脚的线路中断。以两种不同的工作状态进行试验。因为这种具有时间特征的中断

可能引起各种各样的失灵（从不良触点到持久中断），所以必须使用各种各样的脉冲形状。

4.13.2 试 验

试件工作方式	<u>试验 1:</u> KL30EIN（端子 30 接通）和 KL15EIN（端子 15 接通） <u>试验 2:</u> KL30EIN（端子 30 接通）	
检测事例 1	每个插脚必须拉拔和再安装 10s，（缓慢的时间间隔）	
检测事例 2	每个插脚必须拉拔和再安装 1ms，对开关电路来说，继电器含有 100μs	
检测事例 3	在每个插脚上模拟一种“不良触点”的脉冲群。必须应用下面的选择标准： <u>不良触点 1:</u> 必须在每种部件上应用 <u>不良触点 2:</u> 仅在部件通过一只继电器进行开关的情况下（振动式继电器）	
检测事例 3 的脉冲定义 （图 14）	不良触点 1	不良触点 2
	t =1 μs	t =0.1ms
	t ₁ =1ms	t ₁ =1ms
	t ₂ =4s	t ₂ =4s
	t ₃ =10s	t ₃ =10s
试验循环次数	必须以上面列出的工作状态检测这三种检测事例之各检测事例。而且要分别对每次试验进行鉴评。	
试件数量	至少 6 件	

表 25：E—13 插脚中断试验参数

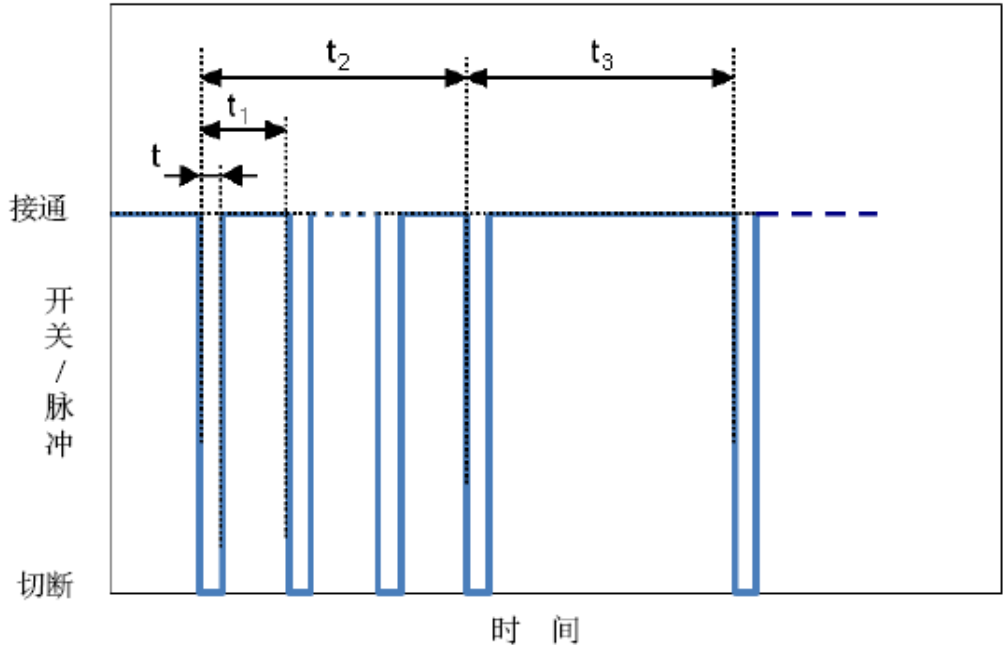


图 14: E—13 插脚中断试验脉冲

4.13.3 要 求

- 检测事例 1: 功能状态 C
- 检测事例 2: 功能状态 C
- 检测事例 3: 功能状态 A

4.14 E—14 插头中断

4.14.1 目 的

模拟插头线路中断。

4.14.2 试 验

试件工作方式	试验 1: 工作方式 II.c 试验 2: 工作方式 II.a
试验流程	每个插头必须施行这两种试验。 试件的每个插头必须拔出和再插进 10s。如果试件有多个插头，则每个插头要分别进行试验。顺序必须变化多样。
试验循环次数	每个插头必须拔出一次。
试件数量	至少 6 件

表 26: E—14 插头中断试验参数

4.14.3 要 求

在插头再插进之后必须达到功能状态 C。

4.15 E—15 极性变换

4.15.1 目 的

这项试验是检测试件在外部启动辅助下对蓄电池极性变换连接的耐受性。同时必须说明可以多次产生极性变换而不会导致部件的损坏。

4.15.2 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 28 和表 29 说明的任何最大的电压值，均适用于极性变换的鲁棒性试验。

试件工作方式	工作方式 II.a
试验循环次数	参见表 28 和表 29
试件数量	至少 6 件

表 27: E—15 极性变换试验参数

“通用”和“半导体断路器”输入布线是有区别的。必须根据输入布线选择参数组。

4.15.2.1 极性变换通用部分

U _{Prüf}	— 14.0V
R _i	< 100 mΩ
t _{Prüf}	60 s
试验循环次数	3 各脉冲之间的时间允许为最大 5 分钟
对于某种通过一只继电器连接工作电压的部件，是不一样的	
t _{Prüf}	8 ms

表 28: E—15 极性变换试验参数 — 通用部分

4.15.2.2 极性变换保护 半导体断路器

U _{Prüf}	— 4 V
R _i	< 100 mΩ
t _{Prüf}	60 s
试验循环次数	3

	各脉冲之间的时间允许为最大 5 分钟
对于某种通过一只继电器连接工作电压的部件，是不一样的	
t Prüf	8 ms

表 29: E—15 极性变换试验参数 — 半导体断路器

4.15.3 要 求

在极性变换期间不得使与安全相关的功能脱扣，例如：电动摇窗机，电动滑动天窗，启动器等等。

在极性变换期间部件不得超过在数据表中列出和允许的极限值（电气和温度）。

在试验期间不得超过汽车熔断器的标称电流。

不得由于极性变换而使部件产生预损或者潜伏着的损害。

极性变换安全性亦适用于从 0V 到最大试验电压的任何电压。

极性变换安全性满足功能状态 C。

必须记录试验期间的电流能耗。

4.16 E—16 接地偏移

4.16.1 目 的

如果部件具有多个电压输入端，在各个供电点之间可能形成电位差。必须保证部件接地电位差在+/-1V 内不影响部件功能。

4.16.2 试 验

如果试件具有多个电压连接端和接地连接端，则必须分别对每个连接点进行试验。

部件按照图 15 连接。

试件工作方式	工作方式 II.c
电压源	1 V
试验循环次数	两种接线位置
试件数量	至少 6 件

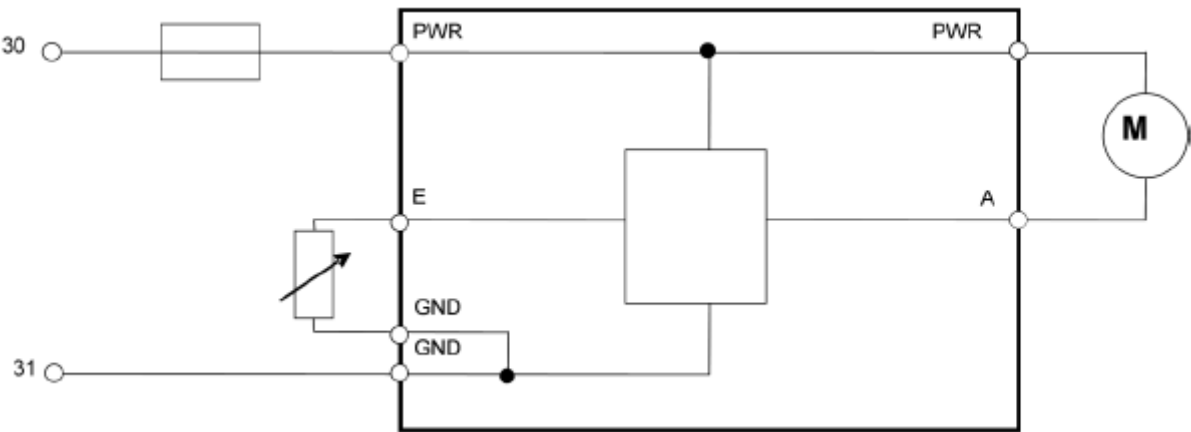


图 16: E—17 信号线路和负荷电路短路接线原理图

4.17.3 要 求

为了通过试验必须达到下面的功能状态：

- 在输入和输出端（E 和 A）：功能状态 C
- 在供电电压方面（PWR）：功能状态 D
- 在器件接地方面（GRD）：功能状态 E

4.18 E—18 绝缘电阻

4.18.1 目 的

采用电流隔断测算各部件之间的绝缘电阻。

4.18.2 试 验

试件工作方式	工作方式 I.a
试验电压	500 V DC
试验持续时间	60 s
相对空气湿度	50 %
温度	35 °C
试验点	在下面说明的部位施加试验电压 — 在无电流结合情况下各连接部位 — 在无电流结合情况下各连接插脚和导电壳体之间部位 — 在连接插脚和周围围绕壳体的某一电极之间，如果壳体不导电的话 — 其他经与各职能部门商定的试验点
试验循环次数	1
试件数量	至少 6 件

表 32: E—18 绝缘电阻试验参数

4.18.3 要 求

绝缘电阻必须至少为 10MΩ。必须提供未出现损坏试件的证据。

4.19 E—19 静止电流

4.19.1 目 的

测算部件静止电流能耗。

4.19.2 试 验

部件如有随动功能（例如：风扇总成），必须在结束这个功能之后才能测算静止电流能耗。

试件工作方式	工作方式 I.a	
试验电压	12.5 V	
试验条件	温度范围	最大静止电流
	T _{min} 至 +40℃	0.1 mA
	+40℃ 至 T _{max}	0.2mA
试件数量	至少 6 件	

表 33: E—19 静止电流试验参数

4.19.3 要 求

原则上所有试件的静止电流能耗目标是 0mA。

对于那些必须在 KL 15 AUS（端子 15 切断）后工作的试件，在静止阶段适用一种静止电流等效值 < 0.1mA（取 12h 的平均值），相当于 1.2 mAh（超过 +40℃ < 0.2 mA）。凡是汽车在特殊的静止状态和在任意的 12h 时间段，必须始终遵守这个数值。不然的话必须得到主管静止电流管理部门的认可。

随动功能同样必须得到主管静止电流管理部门的认可。

4.20 E—20 击穿强度

4.20.1 目 的

这项试验是模拟试件电流隔断的各部件之间的击穿强度，例如：插头插脚，继电器，绕组或者线路。

4.20.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.a
试验电压	U _{eff} = 500 V AC, 50 Hz

试验持续时间	60 s
试验点	在下面说明的部位施加试验电压 — 在无电流结合情况下各连接部位 — 在无电流结合情况下各连接插脚和导电壳体之间部位 — 在连接插脚和周围围绕壳体的某一电极之间部位，如果壳体不导电的话 — 其他经与各职能部门商定的试验点
相对空气湿度	50%
温度	35℃
试验循环次数	必须遍历一次循环，同时必须对上面列出的各试验点至少检测一次。
试件数量	至少 6 件

表 34: E—20 击穿强度试验参数

4.20.3 要 求

必须提供试件没有损坏的证据。

4.21 E—21 反馈

4.21.1 目 的

模拟试件在 KL15（端子 15）上的特性。所有与 KL15（端子 15）连接的部件必须遍历这项试验。

如其他具有“唤醒功能”的端子，同样必须经历这项试验。

4.21.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
U Prüf	U Bmax — 0.2 V
试验温度	T Bmax ， T RT 和 T Bmin
试件数量	至少 6 件

表 35: E—21 反馈试验参数

4.21.2.1 试验流程

将试件根据汽车内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。在 KL15（端子 15）上切断的情况下测量电压变动波形。必须采用比如一只继电器或者一只开关($R_{Schalter_open} \rightarrow \infty$)进行切断。其他有可能存在的电压源，比如说 KL30（端子 30），在试验期间不允许隔断或者切断（根据汽车内的特性）。其他在 KL15（端子 15）上的电阻，不允许用于这项试验。

用一只对 KL31（端子 31） $\geq 10\text{ M}\Omega$ 的外部电阻（例如：示波器）检测 KL15（端子 15）的电压波动波形。

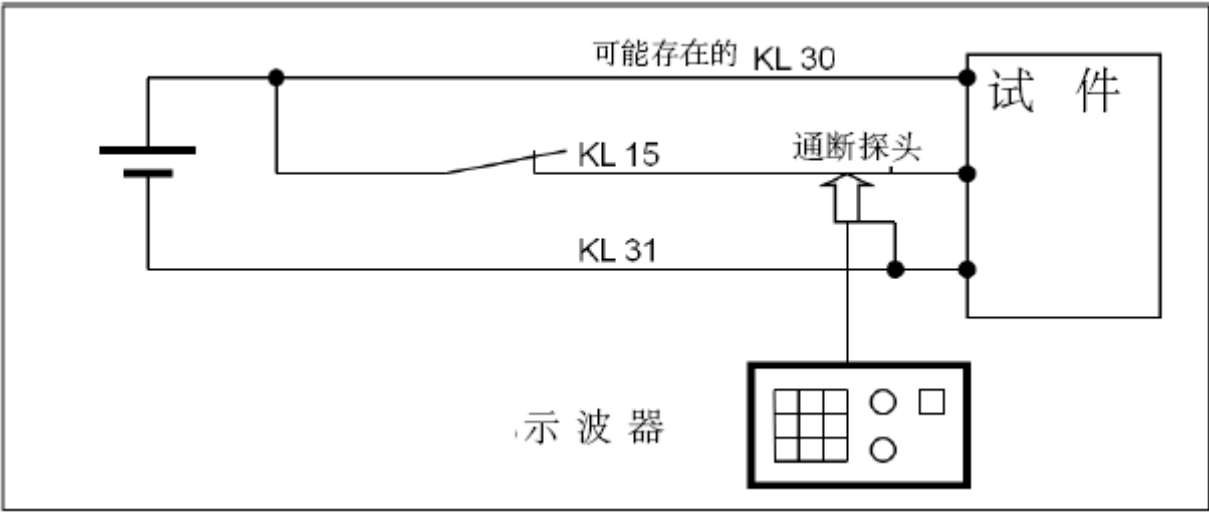


图 17: E-21 反馈试验接线原理图

4.21.3 要 求

仅允许最大 1.0 V 以下电平电压反馈到 KL15（端子 15）。必须在从切断这个时间点起的 $t = 20\text{ ms}$ 之内达到这个电压范围。

未与 KL15（端子 15）连接的电压，必须在 $t = 20\text{ ms}$ 之内，从切断这个时间点起算，下降到 $U_{\text{端子 15}} = +1\text{ V}$ 以下。

对于电压波动波形来说，要求一种稳定下降的功能。不允许有由于正脉冲而形成一种不稳定的曲线。

4.22 E-22 过电流

4.22.1 目 的

检测机械开关、电子输出端和触点的过电流强度。亦必须注意高于正常负荷情况的电流（例如：某一电机的闭锁电流）。

4.22.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.c
温度	T_{max}
电子输出端的试验条件	输出端必须至少能经受住三倍于正常负荷的电流而不损坏。 负荷持续时间 30 min
对连接输出端的试验条件	如果最大闭锁电流大于 $3 \times I_N$ 的话，则必须应用最大闭锁电

	流来代替 I_N 。 负荷持续时间 10 min 用于 $I_N \leq 10\text{ A}$ 的部件: $3 \times I_N$ 用于 $I_N > 10\text{ A}$ 的部件: $2 \times I_N$ 但至少 30 A 和最大 150A (在负荷下操作 “AUS (切断)”、 “EIN (接通)” 一次并再次 “AUS (切断)”) 若是多触点继电器和多触点开关, 则每个触点必须逐个试验。
试件数量	至少 6 件

表 36: E-22 过电流试验参数

4.22.3 要 求

功能状态 A 用于无熔断器的机械部件。如果在负荷电路在存在熔断器元件, 则允许这个元件脱扣。

功能状态 C 用于装有过负荷识别装置 (电流, 电压, 温度) 的电子输出端。

另外在对所有部件进行目检时不允许有明显限制功能或者寿命的不利变化 (外观和电气性能)。

第二部分: 环境要求

5 通用部分

5.1 参考标准

DIN 75220	Alterung von Kfz-Bauteilen in Sonnensimulationsanlagen
DIN EN 60068-2-1	Umgebungseinflüsse - Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte
DIN EN 60068-2-2	Umgebungseinflüsse - Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme
DIN EN 60068-2-11	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ka: Salznebel
DIN EN 60068-2-14	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen – Prüfung N: Temperaturwechsel
DIN EN 60068-2-29	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen Eb und Leitfaden: Dauerschocken
DIN EN 60068-2-30	Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden)
DIN EN 60068-2-38	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen – Prüfung Z/AD: Zusammengesetzte Prüfung, Temperatur/Feuchte, zyklisch
DIN EN 60068-2-60	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ke: Korrosionsprüfung mit strömenden Mischgasen

DIN EN 60068-2-64	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfverfahren Prüfungen Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden
DIN EN 60068-2-78	Umweltprüfungen Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Temperatur/Feuchte, konstant
DIN EN ISO 11124 - 2	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Anforderungen an metallische Strahlmittel - Teil 2: Hartguß, kantig (Grit)
DIN EN ISO 20567-1	Beschichtungsstoffe – Prüfung der Steinschlagfestigkeit von Beschichtungen – Teil 1: Multischlagprüfung
DIN EN ISO 6270-2	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit - Teil 2: Verfahren zur Beanspruchung von Proben in Kondenswasserklimaten
ISO 12103-1	Road vehicles — Test dust for filter evaluation — Part 1: Arizona test dust
ISO 16750	Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment
ISO 20653	Road vehicles — Degrees of protection (IP-Code) — Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access.

5.2 概念和定义

5.2.1 电 压

U_{Bmin}	工作电压下限值
U_B	工作电压
U_{Bmax}	工作电压上限值

表 37: 电压定义缩写

5.2.2 温 度

T_{min}	最低工作温度
T_{RT}	室温
T_{max}	最高工作温度
$T_{op, min}$	用于具有防过负荷保护 / 防低温保护部件的最低工作温度
$T_{op, max}$	用于具有防过负荷保护 / 防低温保护部件的最高工作温度
$T_{Prüf}$	试验温度

表 38: 温度定义

5.2.3 时 间

$t_{Prüf}$	试验持续时间
$t_{Betrieb}$	整个使用寿命的工作小时

t _{ParkFeld}	整个使用寿命的停工时间
-----------------------	-------------

表 39: 时间定义

5.2.4 标准允差

如果没有另外规定的话，适用表 40 的允差。

允差与所要求的测量值有关。

频率	± 1%
温度	± 2°C
空气湿度	± 5%
时间	± 5%; -0%
振动	± 3Db
PSD（功率频谱密度）振动	± 5%
电压	± 2%

表 40: 标准允差

5.2.5 标准值

如果没有另外规定的话，适用表 41 的标准值。

室温	T _{RT} = 23°C ± 5°C
空气湿度	F _{rel} = 45% — 75% RH
试验温度	T _{Prüf} = T _{RT}
工作电压（用于试验）	U _B = 40 V

表 41: 标准值

5.2.6 扫描速率和测量值分辨率

测量系统的扫描速率抑或带宽必须与各项试验匹配。

测量值的分辨率必须与各项试验匹配。

5.3 工作方式

电气、电子和机电部件和系统，在其整个使用寿命期间是以各种工作方式进行工作的，这必须在各项试验中相应反映出来。工作方式、工作负荷（例如：控制装置、原配传感器、原配执行元件或者等效线路）和必要的边际条件等细节，必须在委托方和受托方之间商定并编成文件。

5.3.1 工作方式 I — 试件未电气连接

5.3.1.1 工作方式 I.a

试件未通电流，无插头和线路组。

5.3.1.2 工作方式 I.b

试件未通电流，但与插头和线路组连接。

5.3.2 工作方式 II — 试件电气连接

5.3.2.1 工作方式 II.a

试件必须在无工作负荷下工作。

5.3.2.2 工作方式 II.b

试件必须采用最低工作负荷进行工作。
试件必须同时自己产生最低温升情况下进行工作(例如通过减少一种连续的输出功率或者通过罕见的外部负荷控制)。

5.3.2.3 工作方式 II.c

试件必须采用最高工作负荷进行工作 (Power—User (电力用电器)，但不是滥用情况)。
试件必须同时自己产生最高温升情况下进行工作(例如通过一种连续的输出功率实现最大化或者通过频繁的外部负荷控制)。

5.3.2.4 工作方式例子

部件例子	工作方式 II.a	工作方式 II.b	工作方式 II.c
带导航的汽车无线电	处于 停 车 状 态 (睡眠)的部件。随动结束, KL30 “EIN”(端子 30 接通)	汽车正在行驶的部件。部件由驾驶员切断, 总线/μC 激活, KL15“EIN”(端子 15 接通)	汽车正在行驶的部件。部件已被接通 (CD, 导航, 末级), 总线/导航计算机激活
盗窃警报装置	行驶工作时没有功能	监控停车的汽车内舱	
制动调节系统	处于停车状态的部件。随动结束	在不操动制动情况下行驶	在频繁制动循环下行驶 (不是滥用, 例如不中断制动调节工作)

表 42: 工作方式例子

5.4 渗透温度

按定义的工作条件在环境温度保持恒定下的部件，从这个时间点起适用为渗透温度，从这个时间点起环境温度随着时间的流逝不可与部件温度有 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的变化。

必须由受托方根据试验确定温度完全渗透需要多长的时间并在试验文件中说明。

说明：

在进行温度交变试验时，在达到规定温度重要数值和一定时间的渗透温度后的试件，必须保留，这是为了能在部件中施行膨胀应力。在每次试验时均必须给出这个增加的保持时间。

5.5 参数试验

在部件设计任务书中必须确定一组敏感的参数，所谓的关键参数，例如：静止电流能耗、工作电流、输出电压、接触电阻、输入阻抗、信号速率（上升时间和下降时间）和总线技术要求。这些参数必须在每次试验启动之前和每次试验运行之后检查其与技术要求的一致性。

5.5.1 参数检测（小）

必须在 T_{RT} 和 U_{B} 下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

5.5.2 参数检测（大）

必须在三种不同的温度（ T_{max} 、 T_{RT} 和 T_{min} ）和每种温度三种不同的电压（ U_{Bmax} 、 U_{B} 和 U_{Bmin} ）下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

5.5.3 参数检测（功能检测）

必须在某一种给出的温度和三种不同的电压（ U_{Bmin} 、 U_{B} 和 U_{Bmax} ）下测量关键参数。

必须测量部件的基本功能并编制在试验记录报告内。

5.6 用漂移分析法不间断监控参数

在整个试验期间必须记录监控的关键参数。

如果部件装有故障存储器，则必须不间断监控故障存储器，并将记录项目编制成文。

必须根据对参数不间断监控而获得的数据研究其趋势和漂移，这是为了认识部件的奇异特性、老化情况或者故障性能。

5.7 物理分析

在进行物理分析时必须打开试件，进行目视鉴评。若要增加分析项目（例如：对结构技术和连接技术进行 X 光分析和金相分析），则必须在委托方和受托方之间商定。

6 使用特性曲线

6.1 寿命设计

在表 43 中概括了寿命设计的典型参数：

使用寿命	15 年
工作小时	8000h
行驶里程	300 000 km

表 43：寿命要求

6.2 温度集中试验

为了完整说明部件在汽车安装位置上经受的温度负荷，除了说明最低工作温度 T_{min} 和最高工作温度 T_{max} 外，还必须给出 T_{min} 和 T_{max} 之间的各种温度分布在部件上要经受多长时间。

原则上这种温度分布是一种不间断的分布，这是因为部件的环境温度可接受 T_{min} 和 T_{max} 之间任何的数值。

为了设计部件和简化计算试验时间，借用 Arrhenius 寿命加速模型（参见附录第 12.3 章节），通过一些不连贯的温度支点 $T_{Feld,i}$ ，足以说明这种连续的温度分布。对于各温度支点来说，必须每次说明部件经受支点温度的工作时间的百分比 p_i 。

相关的温度集中试验就有了下面一般的形式

温度 °C	分 布
$T_{Feld,i}=T_{min}$	p_1
$T_{Feld,2}$	p_2
...	...
$T_{Feld,n}=T_{min}$	p_n

表 44：温度集中试验

温度集中试验基本上是以场测量和技术经验为基础的。

在附录 12.2 中给出了不同安装空间的典型温度集中试验。

必须通过比如说汽车测量、模拟或者经验来验证这种典型的温度集中试验对某一特殊部件的

可应用性。如有异差，必须针对部件调整温度集中试验。

对于特殊的安装位置或者安装情况来说（例如：安装位置靠近热源），必须确定一种对部件有针对性的温度集中试验。

必须在部件设计任务书中编制有效的温度集中试验。

在附录 12.2 中，给出了汽车某一部件必须经历的平均温度行程典型数值，作为对典型的温度集中试验的补充。

这个数值同样是对部件有针对性地规定用于为部件专门规定的温度集中试验，而且必须编制在部件设计任务书内。

7 试验选择

7.1 试验选择表

试 验	必须应用在	必要的说明
M—01 自由落体试验	所有部件。 若在试验时明显会受损的部件（例如：玻璃件，高灵敏度的测量传感器），经与委托方商定可以取消这项试验。但这种情况必须编成文件。	无
M—02 碎石冲击试验	那些安装在可能遭受碎石冲击范围的部件	无
M—03 防灰尘试验	所有部件。 — 防护程度 IP6KX 用于不允许灰尘进入的部件。 — 防护程度 IP5KX 用于灰尘允许进入的程度不影响功能和安全的部件。	无
M—04 振动试验	所有部件。 — 按照振动特性曲线 A 用于安装在发动机上的部件。 — 按照振动特性曲线 B 用于安装在变速箱上的部件。 — 按照振动特性曲线 C 用于与进气传流管去耦合安装的部件。 — 按照振动特性曲线 D 用于安装在有弹性质量上的部件（车身）。 — 按照振动特性曲线 E 用于安装在无弹性质量上的部件（车轮，吊环）。	无
M—05 机械冲击试验	所有部件。	无
M—06 机械持续冲击试验	安装在四门两盖内或者四门两盖边的部件。	冲击次数
K—01 高温 / 低温存放	所有部件。	无
K—02 梯度温度试验	所有部件。	无

K-03 低温工作	所有部件。	无
K-04 再次油漆温度	那些装配在外面的部件, 在这些部件上在再次油漆时有可能产生温度提高的情况。	无
K-05 温度冲击试验 (部件)	所有部件。 — 按照 DIN EN 60068-2-14 Na (空气—空气) 用于不是持续在液体中工作的部件。 — 按照 DIN EN 60068-2-14 Nc (介质—介质) 用于持续在液体中工作的部件 (IPX8)。	试验方法 (Na 或者 Nc, 如果是 Nc: 试验介质)
K-06 盐雾喷射试验, 在舱外工作情况下	那些装配在外面底部或者发动机舱的部件。	试验循环次数
K-07 盐雾喷射试验, 在舱内工作情况下	那些装配在内舱暴露位置的部件 (例如: 行李舱内的侧袋, 车门潮湿空间, 备用轮胎模块)。	无
K-08 湿热循环试验	所有部件。	无
K-09 湿热循环试验 (附霜冻)	所有部件。	无
K-10 防水保护 — IPX0 至 IPX6X	所有部件。 — 防护程度 IPX0 用于不必防水的部件。 — 防护程度 IPX1 用于水在垂直滴落时不得具有有害影响的部件。 — 防护程度 IPX2 用于安装位置倾斜 15° 以下水在垂直滴落时不得具有有害影响的部件。 — 防护程度 IPX3 用于在喷洒水时不得具有有害影响的部件。 — 防护程度 IPX4K 用于在提高压力喷洒水时不得具有有害影响的部件。 — 防护程度 IPX5 用于在喷射水时不得具有有害影响的部件。 — 防护程度 IPX6K 用于在提高压力强烈喷射水时不得具有有害影响的部件。	无
K-11 高压射流 / 蒸汽射流清洗	那些可能经受高压射流 / 蒸汽射流清洗或者下部地板清洗的部件。	无
K-12 有浪涌水的温度冲击试验	安装在外部或者发动机舱预计遭受水涌的部件 (例如在驶过水坑时)。	无
K-13 浸入式温度冲击试验	安装在预计短时浸没在 (盐) 水的涉水部件 (例如: 驶过水域) (IPX7)。	无
K-14 恒定湿热试验	所有部件。	锐度
K-15 与部件组一起的	必须针对部件鉴评试验的必要性。如有必要的	无

凝露试验	话，在设计任务书上引入这项试验。	
K—16 温度冲击试验 (无外壳)	所有部件的部件组。	无
K—17 阳光辐射试验	直接遭受阳光辐射的部件	无
K—18 有害气体试验	那些开关触点不气密的部件。	无
C 化学试验	所有部件。	化学品 工作方式
L—01 机械 / 液压耐久 寿命试验	那些采用机械/液压操动循环/功能循环的部件，例如：制动操动，座椅调节循环，开关操动/键控操动。	功能循环/ 操动循环次数
L—02 高温耐久寿命试验	所有部件。	试验持续时间
L—03 温度交变耐久寿命试验	所有部件。	试验循环次数

7.2 试验流程图

在部件设计任务书中必须详细开列一份部件的试验流程图。

在附录 12.1 中介绍的一份试验流程图，是多个 OEM（原始设备制造商）（例如：工业组装部件（IBK））之间协调项目讨论基础。

8 机械试验和要求

8.1 M—01 自由落体试验

8.1.1 目的

这项试验是模拟部件自然坠落在地板上，这种情况在部件整个生产过程链到按规定安装均有可能发生的。

这项试验是为了保证部件在坠落时外面不受损而安装到汽车后没有隐藏着的损坏或者预损，比如说在部件里面裂开或者产生裂隙。

8.1.2 试验

试件工作方式	工作方式 I.a
坠落高度	1 m
冲击面	混凝土地面
试验循环	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）
试件数量	3

表 46: M—01 自由落体试验参数

8.1.3 要 求

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。

- 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。
- 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。通过按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。不允许有隐藏着的损害。

8.2 M—02 碎石冲击试验

8.2.1 目 的

这项试验是模拟部件受到碎石打击的机械应力。

这项试验是为了保证部件耐抗缺陷的稳定性，例如：变形和裂纹。

8.2.2 试 验

依照 DIN EN ISO 29567—1 采用下面参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 I.a
喷丸剂量	500 g
试验压力	2 bar
冲击材料	按照 DIN EN ISO 11124—2 的铁丸颗粒，颗粒大小 4 至 5 mm
试件上的试验面	在汽车上任何可达到的面
冲击角度	对着冲击方向 54°
试验装置	按照 DIN EN ISO 20567—1 的多功能碎石冲击试验机
试验循环次数	2
试件数量	6

表 47: M—02 碎石冲击试验参数

8.2.3 要 求

试验前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。按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

另外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。
必须将变化情况 / 受损情况编制在试验报告内，并与委托方一起进行鉴评。

不必按照 DIN EN ISO 20567—1 的特征值进行分析。

8.3 M—03 防灰尘试验

8.3.1 目 的

这项试验是模拟部件汽车在工作期间的灰尘负荷。

这项试验是为了保证部件耐抗电气和机械缺陷的稳定性。

8.3.2 试 验

按照 ISO-20653 采用下面参数进行试验：

试件工作方式	电气 / 电子部件：工作方式 II.a 机械电子部件（例如：装有风扇的部件）： 断断续续的工作方式 II.c 和按图 18 的工作方式 II.a
必须达到的防护程度	同部件设计任务书的规定
试件数量	6

表 48：M—03 防灰尘试验参数

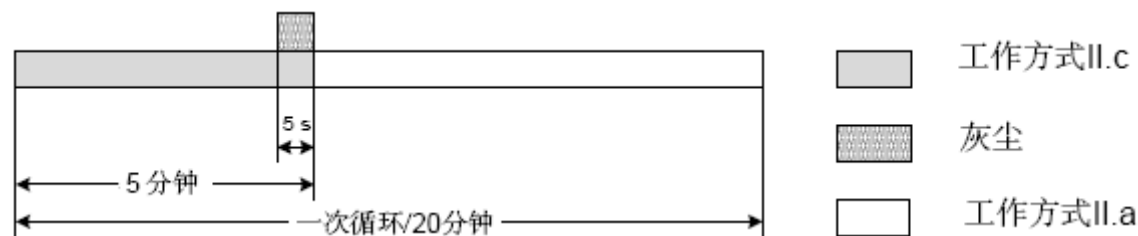


图 18：M—03 防灰尘试验流程

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。

8.3.3 要 求

必须按照 ISO 20653 达到部件设计任务书要求的防护等级。

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。按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

另外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。必须将变化情况 / 受损情况编制在试验报告内，并与委托方一起进行鉴评。

8.4 M—04 振动试验

8.4.1 目 的

这项试验是模拟部件在汽车行驶工作期间的振动负荷。

这项试验是为了保证部件耐抗缺陷比如部件解构和材料疲劳的稳定性。

8.3.2 试 验

按照 DIN EN 60068—2—6 正弦形振动激励和按照 DIN EN 60068—2—64 宽带形振动激励采用下面的参数进行试验：

试件工作方式	反复地，按照图 19： 温度曲线 振动
叠加的温度曲线	按照图 19 反复的曲线： 温度曲线 振动
正弦形振动激励时的频率变动时间	1 倍频程 / min，对数
振动曲线 A（用于发动机安装件）	振动激励，正弦形 按照图 20 和表 50 振动激励，宽带形 按照图 21 和表 51
振动曲线 B（用于变速箱安装件）	振动激励，正弦形 按照图 22 和表 52 振动激励，宽带噪音 按照图 23 和表 53
振动曲线 C（用于与进气传流管去耦合安装的部件）	振动激励，正弦形 按照图 24 和表 54
振动曲线 D（车身安装件用于安装在有弹性质量上的部件）	振动激励，宽带噪音 按照图 25 和表 55
振动曲线 E（用于安装在无弹性质量上的部件（底盘））	振动激励，宽带噪音 按照图 26 和表 56
试件数量	6

表 49：M—04 一般振动试验参数

必须在无支架或者安装件情况下进行试验。

必要时经与委托方商定下增加有支架抑或安装件的试验。

如果部件安装在支架或者汽车上有阻尼件，则必须在部件设计任务书中规定，是否必须

- 所有试件装有阻尼件，
- 所有试件不装有阻尼件，
- 各有三个试件装有阻尼件，三个试件不装有阻尼件

进行试验。

选择的扫描速率必须能毫无犹疑地识别中断和短路。

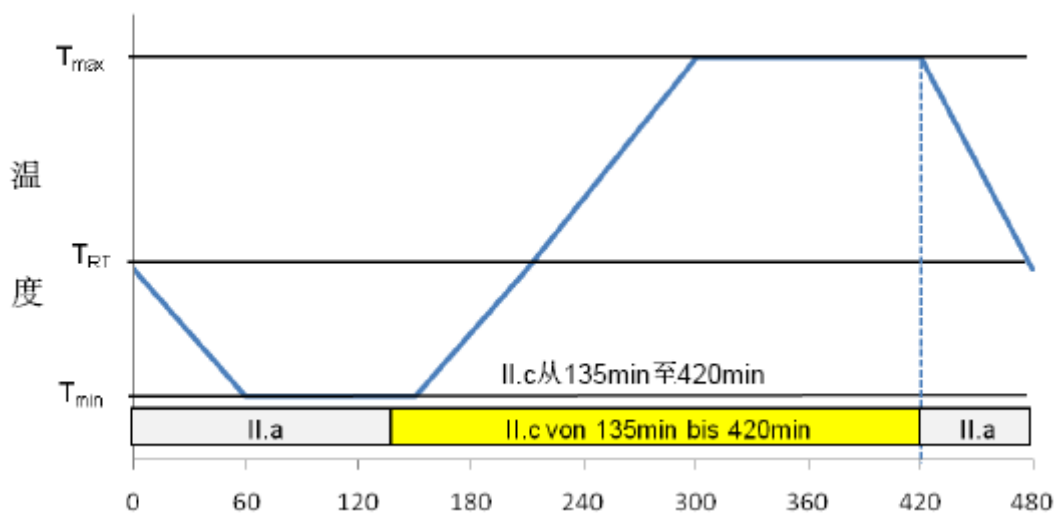


图 19: 温度曲线 振动

8.4.2.1 振动曲线 A（用于发动机安装件）

振动激励	正弦形	
各空间轴的试验持续时间	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,应用于上述两种事例兼用的部件。	
图 20 中的曲线 1	频率 Hz	加速度振幅 m/s ²
	100	100
	200	200
	240	200
	270	100
	440	100
图 20 中的曲线 2	频率 Hz	加速度振幅 m/s ²
	100	100
	150	150
	440	150
组合起来的曲线	频率 Hz	加速度振幅 m/s ²
	100	100
	150	150
	200	200
	240	200
	255	150
	440	150

表 50: 用于发动机安装件的正弦形振动试验参数

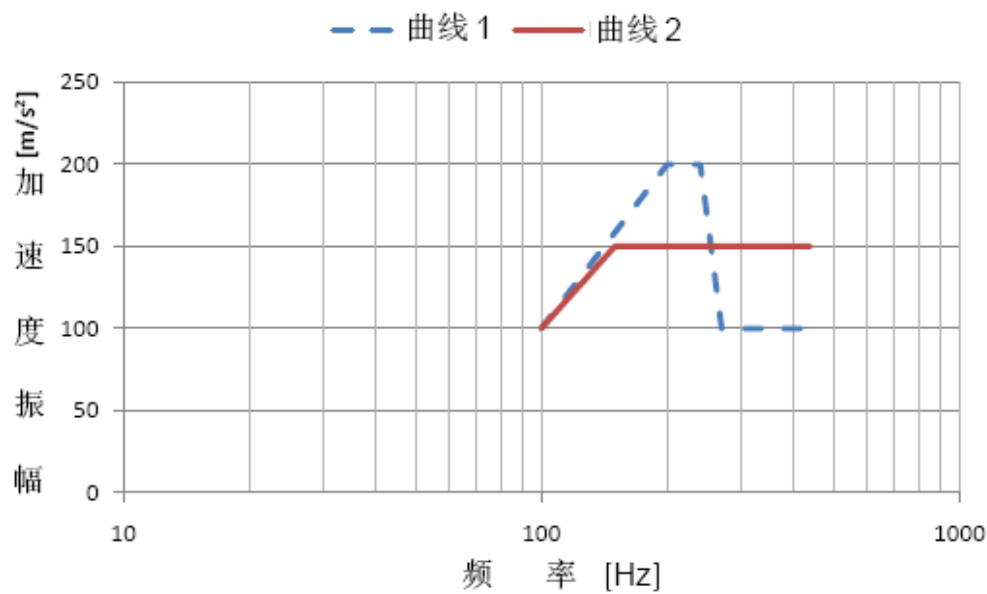


图 20：用于发动机安装件的正弦形振动曲线

振动激励	宽带噪音	
各空间轴的试验持续时间	22 h	
加速度有效值	181 m/s ²	
图 21 中的振动曲线	频率 Hz	功率密度频谱 (m/s ²) ² /Hz
	10	10
	100	10
	300	0.51
	500	20
	2000	20

表 51：用于发动机安装件的宽带噪音振动试验参数

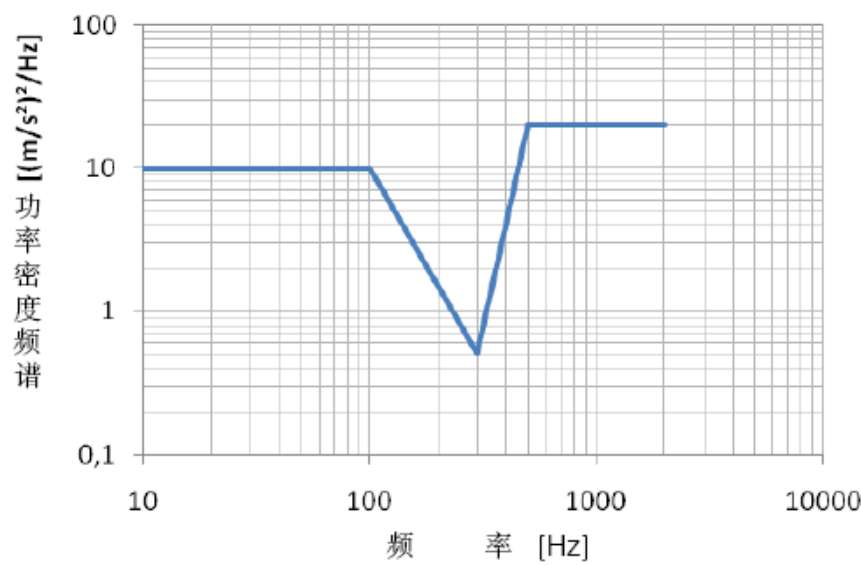


图 21：用于发动机安装件的宽带噪音振动曲线

8.4.2.2 振动曲线 B（用于变速箱安装件）

振动激励	正弦形	
各空间轴的试验持续时间	22 h	
振动曲线 图 20	频率 Hz	加速度振幅 m/s^2
	100	30
	200	60
	440	60

表 52：用于变速箱安装件的正弦形振动试验参数

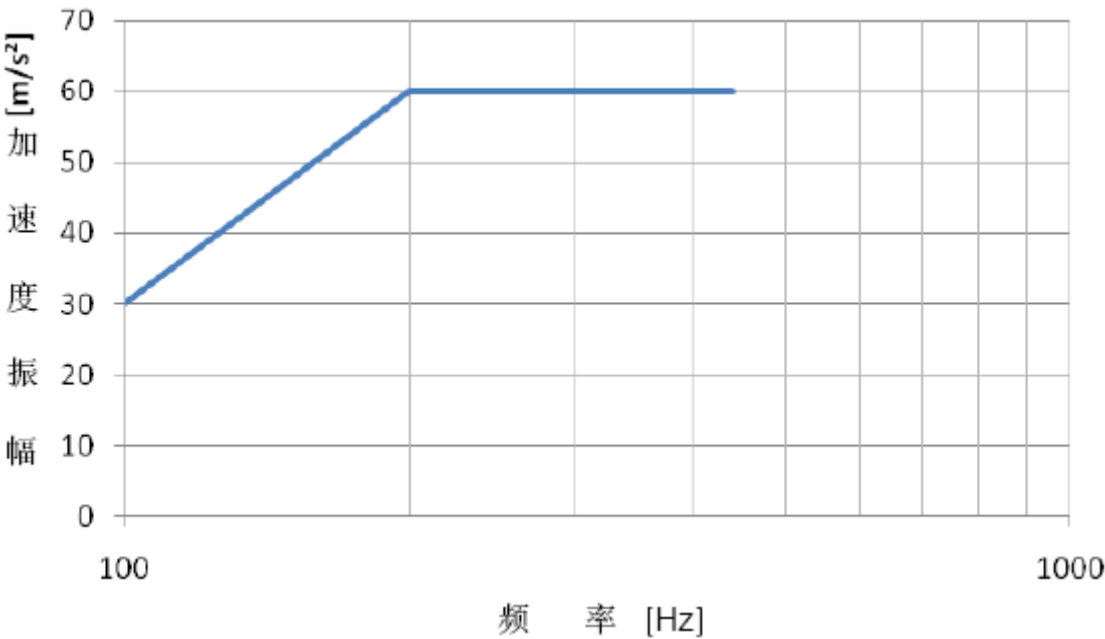


图 22：用于变速箱安装件的正弦形振动曲线

振动激励	宽带噪音	
各空间轴的试验持续时间	22 h	
加速度有效值	96.6 m/s^2	
振动曲线 图 23	频率 Hz	功率密度频谱 $(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$
	10	10
	100	10
	300	0.51
	500	5
	2000	5

表 53：用于变速箱安装件的宽带噪音振动试验参数

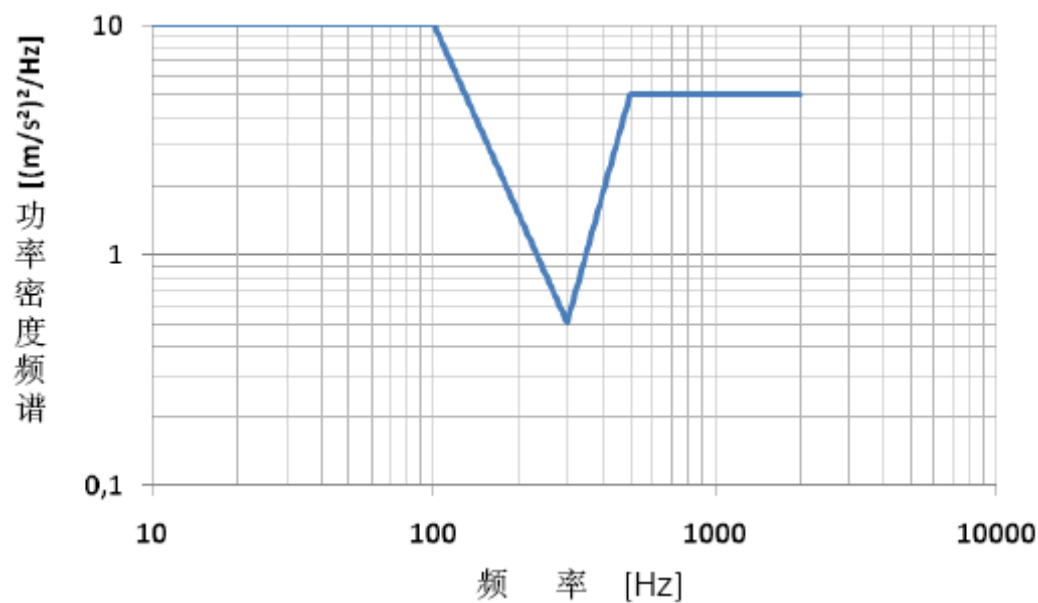


图 23：用于变速箱安装件的宽带噪音振动曲线

8.4.2.3 振动曲线 C（用于与进气传流管去耦合安装的部件）

振动激励	正弦形	
各空间轴的试验持续时间	22 h	
振动曲线 图 24	频率 Hz	加速度振幅 m/s^2
	100	90
	200	180
	325	180
	500	80
	1500	80

表 54：用于与进气传流管去耦合安装的部件的正弦形振动试验参数

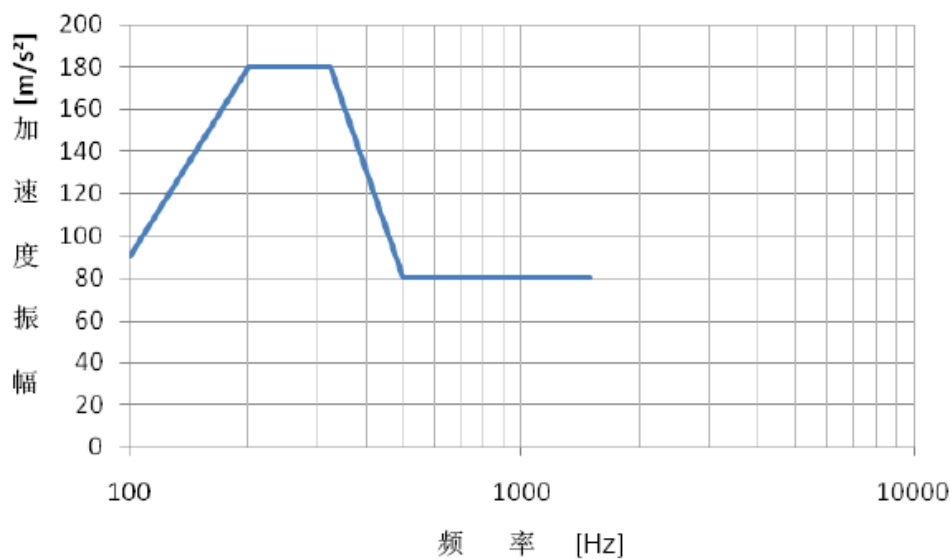


图 24：用于与进气传流管去耦合安装的部件正弦形振动曲线

8.4.2.4 振动曲线 D（车身安装件（用于安装在有弹性质量上的部件））

振动激励	宽带噪音	
各空间轴的试验持续时间	8 h	
加速度有效值	30.8 m/s ²	
振动曲线 图 25	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

表 55: 用于安装在有弹性质量上的部件宽带噪音试验参数

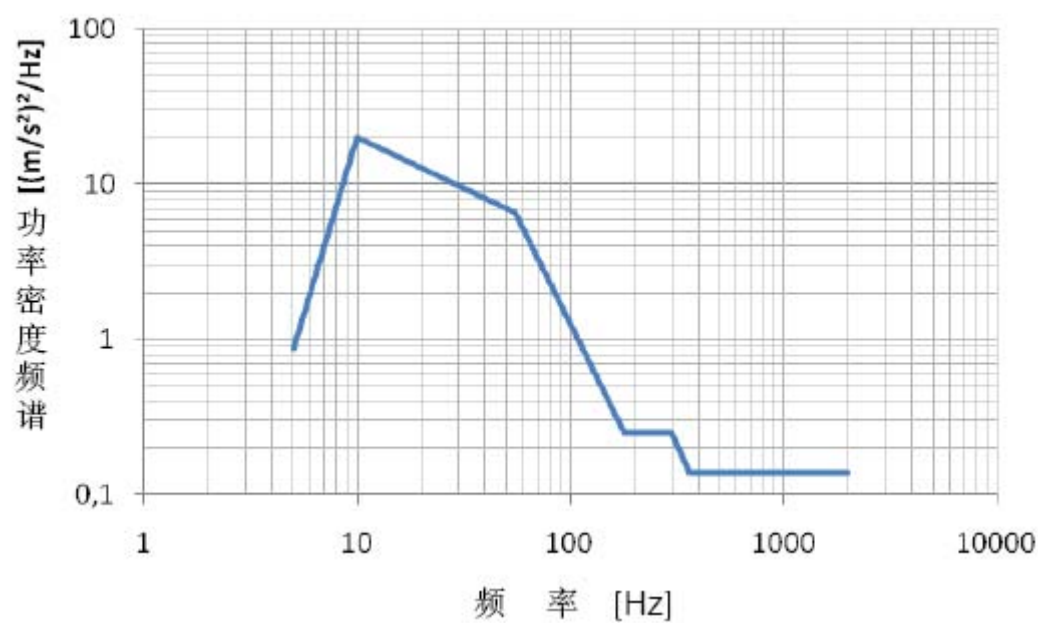


图 25: 用于安装在有弹性质量上的部件宽带噪音振动曲线

8.4.2.5 振动曲线 E（用于安装在无弹性质量上的部件）

振动激励	宽带噪音	
各空间轴的试验持续时间	8 h	
加速度有效值	107. 3 m/s ²	
振动曲线 图 26	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

表 56：用于安装在无弹性质量上的部件宽带噪音试验参数

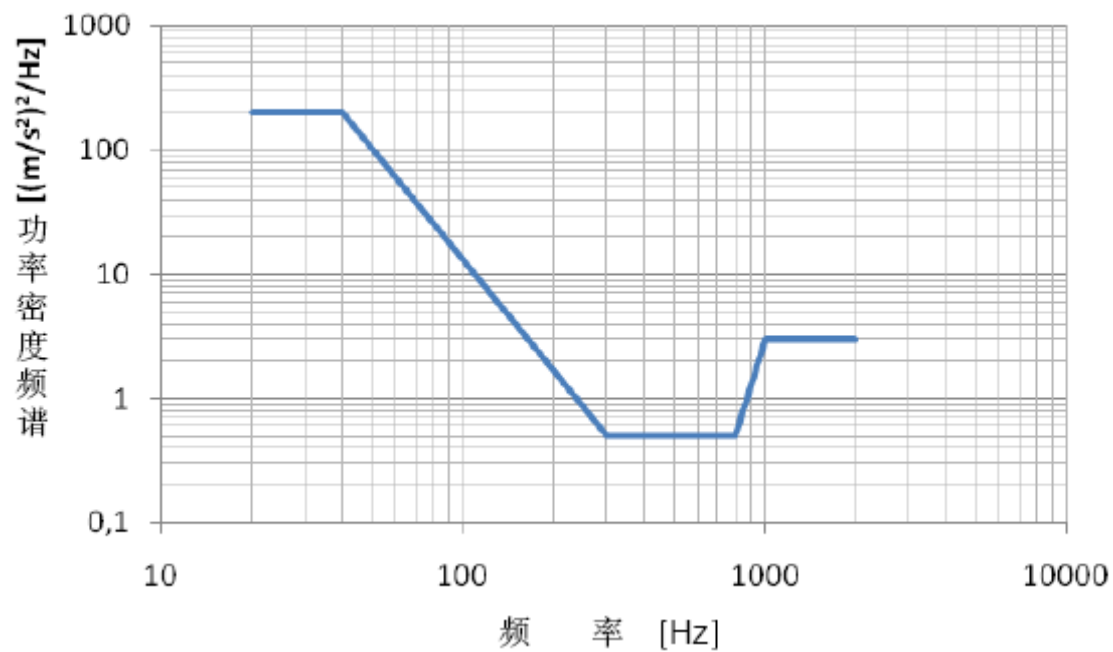


图 26：用于安装在无弹性质量上的部件宽带噪音振动曲线

8.4.3 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。通过不断对参数监控并按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

8.5 M—05 机械冲击试验

8.5.1 目 的

这项试验是模拟部件比如说在驶过路边碎石等或者在发生事故时产生的机械负荷情况。这项试验是为了保证部件耐抗缺陷的稳定性，例如：裂纹和部件解构。

8.5.2 试 验

按照 DIN EN 60068—2—27 采用下面参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 II.c
最高加速度	500 m/s ²
冲击持续时间	6 ms
冲击形状	半正弦形
每个方向（±X，±Y，±Z）冲击次数	10

试件数量	6
------	---

表 57: M—05 机械冲击试验参数

8.5.3 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。通过不断对参数监控并按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

8.6 M—06 机械持续冲击试验

8.6.1 目 的

这项试验是模拟安装在四门或者两盖上的部件在打开和关闭动作遭受高加速的加速度力。这项试验是为了保证部件耐抗缺陷比如部件解构和材料疲劳的稳定性。

8.6.2 试 验

按照 DIN EN 60068—2—29 采用下面参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 II.c											
最高加速度	300 m/s ²											
冲击持续时间	6 ms											
冲击形状	半正弦形											
冲击次数	<table><tr><th>安装范围</th><th>冲击次数</th></tr><tr><td>驾驶员车门</td><td>100000</td></tr><tr><td>副驾驶员车门和后车门</td><td>50000</td></tr><tr><td>后盖 / 后门</td><td>30000</td></tr><tr><td>发动机舱盖</td><td>3000</td></tr></table> <p>如果是安装在多个安装范围的部件，则选最高的冲击次数。</p>		安装范围	冲击次数	驾驶员车门	100000	副驾驶员车门和后车门	50000	后盖 / 后门	30000	发动机舱盖	3000
安装范围	冲击次数											
驾驶员车门	100000											
副驾驶员车门和后车门	50000											
后盖 / 后门	30000											
发动机舱盖	3000											
安装位置	试件必须以装车姿态安装在试验装置上。											
试件数量	6											

8.6.3 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。通过不断对参数监控并按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

9 气候试验和要求

9.1 K—01 高温 / 低温存放

9.1.1 目 的

这项试验是模拟部件在仓储和运输时的热负荷。
这项试验是为了验证部件在高温或者低温存放时的稳定性，比如说部件运输（飞机、船运集装箱）。如果试验是按某一试验顺序开端进行的，那么这项试验必须对所有的部件同样要调整到相同的输出条件。

9.1.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.a
试验持续时间和试验温度	2 次循环, 每次 24h (各由在 T _{min} 下存放 12h 和由在 T _{max} 下存放 12h 构成)
试件数量	按部件设计任务书上试验流程图的规定

表 59: K—01 高温 / 低温存放试验参数

9.1.3 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。
通过一种按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

9.2 K—02 梯度温度试验

9.2.1 目 的

这项试验是模拟部件在各种环境温度下的工作。
这项试验是为了保证部件对可能在工作温度范围某一小范围内产生的故障功能的稳定性。

9.2.2 试 验

试件工作方式	在参数检测期间（功能检测）工作方式 II.c, 其他工作方式 II.a
试验温度	试件必须施加按照图 27 的温度曲线。 每个梯度的温度变化为 5℃。
试验流程	试件在各温度梯度下必须完全渗透（参见第 5.4 章节）。 接着按照参数检测章节（参见第 5.5 章节）进行参数检测（功能检测）
试件数量	6

表 60: K—02 梯度温度试验参数

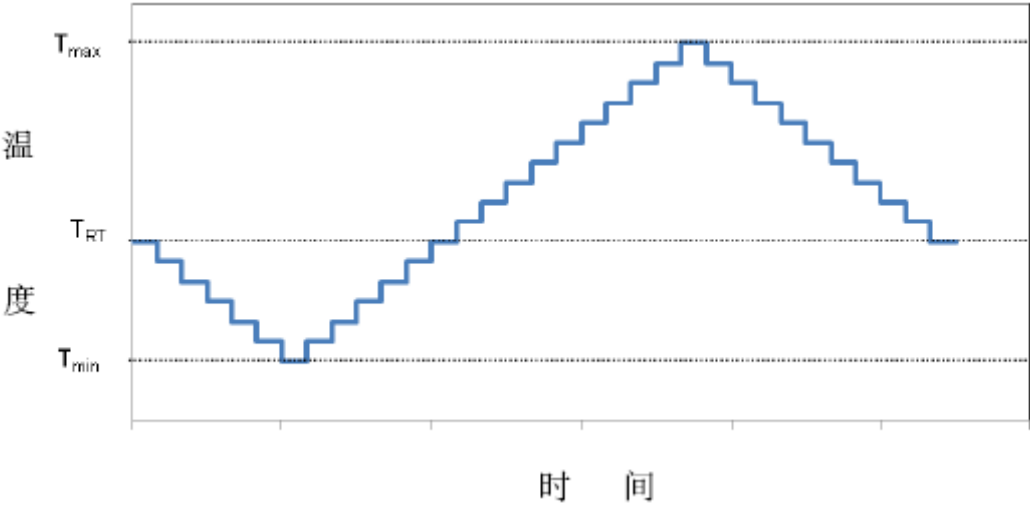


图 27: K—02 梯度温度试验温度曲线

9.2.3 要 求

所有的试件参数在每次参数检测（功能检测）时必须处在技术要求范围之内。

9.3 K—03 低温工作

9.3.1 目 的

这项试验是模拟部件在低温下的负荷。
这项试验是为了保证部件在极端低温下长时间行驶或者长时间停车后的功能稳定性。

9.3.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-1，试验 Ab，并采用下面的参数实施。

试件工作方式	12 h 工作方式 II.a 和 12 h 工作方式 II.c 交叉进行
试验持续时间	48 h
试验温度	T _{min}
试件数量	6

表 61: K—03 低温工作试验参数

说明：在部件放热情况下试验亦按照 DIN EN 60068-2-1 试验 Ab 执行。

9.3.3 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。
通过不断对参数监控并按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

9.4 K—04 再次油漆温度

9.4.1 目 的

这项试验是模拟部件在再次油漆情况下的负荷。
这项试验是为了保证部件由于受热制约的缺陷图谱的功能稳定性，例如：在钎焊连接、粘贴连接、耦合连接和焊接连接时的裂纹形成和在密封衬垫和外壳上的裂纹形成。

9.4.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.a
试验持续时间和试验温度	在 130℃下 15 min 和在 110℃下 1h
试件数量	6

表 62: K—04 再次油漆温度试验参数

9.4.3 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。
通过按照第 5.5 章节的参数检测（小）进行验证。

9.5 K—05 温度冲击试验（部件）

9.5.1 目 的

这项试验是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。
这项试验是为了保证部件由于受热制约的缺陷图谱的功能稳定性，例如：在钎焊连接、粘贴连接、耦合连接和焊接连接时的裂纹形成和在密封衬垫和外壳上的裂纹形成。

9.5.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-14 并采用下面的参数实施。

试件工作方式	工作方式 I.b
下限温度 / 冷试验槽温度	T _{min}
上限温度 / 热试验槽温度	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 15 min（参见第 5.4 章节）
迁移时间(空气—空气, 介质—介质)	≤ 30 s
用于试验 Nc 的试验液	部件在汽车工作时的液体。
试验	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。
试验循环次数	100
试件数量	6

表 63: K—05 温度冲击（部件）试验参数

9.5.3 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。通过按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

在进行介质—介质试验时增加：
液体不得渗入。只有在完成按照试验流程图（第 7.2 章节）全部试验顺序之后才可打开试件。

9.6 K—06 盐雾喷射试验，在舱外工作情况下

9.6.1 目 的

这项试验是模拟部件在含盐空气和含盐水系下的负荷，比如地球上的某些地区和冬季道路条件可能产生的情况。

这项试验是为了保证部件耐抗盐分负荷（比如由于短路和电流泄漏而使盐分渗入部件）缺陷的稳定性。

9.6.2 试 验

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

试件工作方式	在喷洒阶段：1 h 工作方式 II.a 和 1 h 工作方式 II.c 交叉进行 在静止阶段：工作方式 II.a
试验温度	35 °C
试验循环	每个试验循环按照图 28 由 8 h 喷洒阶段和 4 h 静止阶段组成。
试验循环次数	对于底部 / 发动机舱的部件：12 个循环 对于其他部件：8 个循环
试件数量	6

表 64: K—06 盐雾喷射试验，在舱外工作情况下，的试验参数

在实施这项试验时部件必须仿造装车姿态。

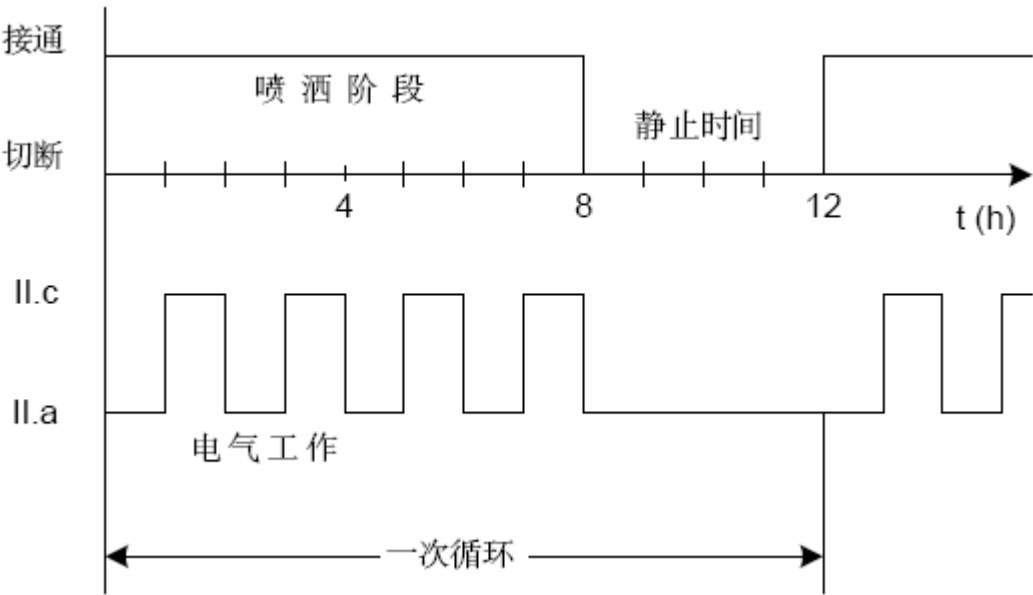


图 28：盐雾喷射试验，在舱外工作情况下一喷洒阶段

9.6.3 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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（小）进行验证。

9.7 K—07 盐雾喷射试验，在舱内工作情况下

9.7.1 目 的

这项试验是模拟部件在含盐空气和含盐水系下的负荷，比如地球上的某些地区可能产生的情况。

这项试验是为了保证部件耐抗盐分负荷（比如由于短路和电流泄漏而使盐分渗入部件）缺陷的稳定性。

9.7.2 试 验

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

试件工作方式	在喷洒阶段：55 min 工作方式 II.a 和 5 min 工作方式 II.c 交叉进行 在静止阶段：工作方式 II.a
试验温度	35 °C
试验循环	每个试验循环按照图 29 由 8 h 喷洒阶段和 4 h 静止阶段组成。
试验循环次数	2
试件数量	6

表 65：K—07 盐雾喷射试验，在舱内工作情况下，的试验参数

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、工作状态）由受托方建议，并与委托方一起协调商定并编制成文件。

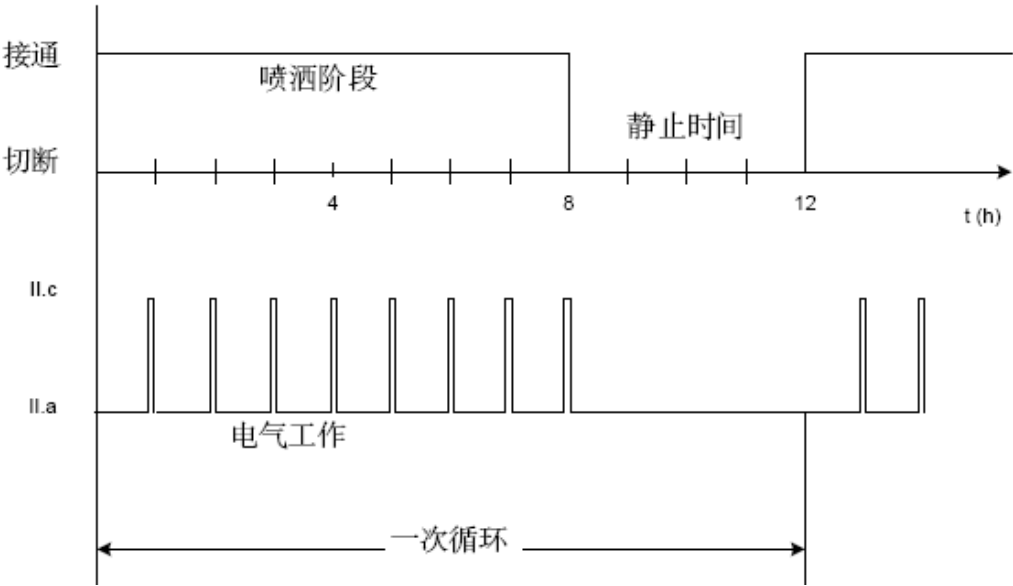


图 29：盐雾喷射试验，在舱内工作情况下一喷洒阶段

9.7.3 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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（大）进行验证。

9.8 K—08 湿热循环试验

9.8.1 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。这项试验是为了保证部件耐抗湿热的稳定性。

9.8.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-30 并采用下面的参数实施。

试件工作方式	工作方式 II.a
整个试验时间	144 h
试验方案	方案 1
试验上限温度	55 °C
试验循环次数	6
试件数量	6

表 66：K—08 湿热循环试验的试验参数

9.8.3 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。
通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（大）进行验证。

另外在达到上限试验温度 and 下限试验温度后必须进行各一次参数检测（功能检测）。

9.9 K—09 湿热循环试验（附霜冻）

9.9.1 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（包括霜冻）。
这项试验是为了保证部件耐抗湿热的稳定性。

9.9.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-38 并采用下面的参数实施。

试件工作方式	40 min 工作方式 II.a 和 10 min 工作方式 II.c 交叉进行
整个试验时间	240 h
试验循环次数	10
试验循环顺序	首先的五次试验循环必须有冷却阶段，余下的试验循环必须无冷却阶段。
试件数量	6

表 67：K—09 湿热循环试验的试验参数（附霜冻）

9.9.3 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。
通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（大）进行验证。

9.10 K—10 防水保护 — IPX0 至 IPX6X

9.10.1 目 的

这项试验是模拟部件对水的负荷。
这项试验是为了保证部件在露水、下雨、喷水情况下的功能稳定性。

9.10.2 试 验

这项试验按照 ISO 20653 并采用下面的参数实施：

试件工作方式	1 min 工作方式 II.a 和 1 min 工作方式 II.c 交叉进行
要求的防护等级	按部件设计任务书的规定

表 68：K—10 防水保护 — IPX0 至 IPX6X 试验参数

9.10.3 要 求

必须达到部件设计任务书中要求的 ISO 20653 防护等级。

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。

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。
通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（小）进行验证。

9.11 K—11 高压射流清洗 / 蒸汽射流清洗

9.11.1 目 的

这项试验是模拟部件在汽车清洗时对水的负荷。
这项试验是为了保证部件在高压射流清洗 / 蒸汽射流清洗情况下的功能稳定性。

9.11.2 试 验

这项试验按照 ISO 20653 并采用下面的参数实施：

试件工作方式	工作方式 II.a
要求的防护等级	IP X9K
水压	蒸汽射流最低压力为 10000 kPa（100bar），直接在喷嘴上测得。
水温	80 °C
实施	必须从任意空间方向对着汽车部件进行喷射。
试件数量	6

表 69：试验参数

9.11.3 要 求

必须按照 ISO 20653 达到防护等级 IP X9K。

不得有水渗入。试件只有在按照试验流程图（第 7.2 章节）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。
通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（小）进行验证。

9.12 K—12 有浪涌水的温度冲击试验

9.12.1 目 的

这项试验是模拟部件在驶过积水时而产生的浪涌水的负荷情况。
这项试验是为了保证部件由于水而急剧冷却情况下的功能稳定性。

9.12.2 试 验

试件工作方式	按照图 30 交叉地进行
试验实施	将试验加热到试验温度。 接着按照图 30 对试件循环浪涌。必须对试件整个宽度进行浪涌。
循环持续时间	30 分钟
试验温度	T _{max}
浪涌试验介质	管道水加 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。
浪涌水温度	0 至 +4℃
浪涌喷嘴	参见图 31
浪涌时间	3 秒钟
水流量	3 至 4 升 每次浪涌/每个喷嘴
喷嘴至时间的距离	300 至 350 mm
试验循环次数	100
试件数量	6

表 70: K-12 有浪涌水的温度冲击试验参数

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、工作状况）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 32。

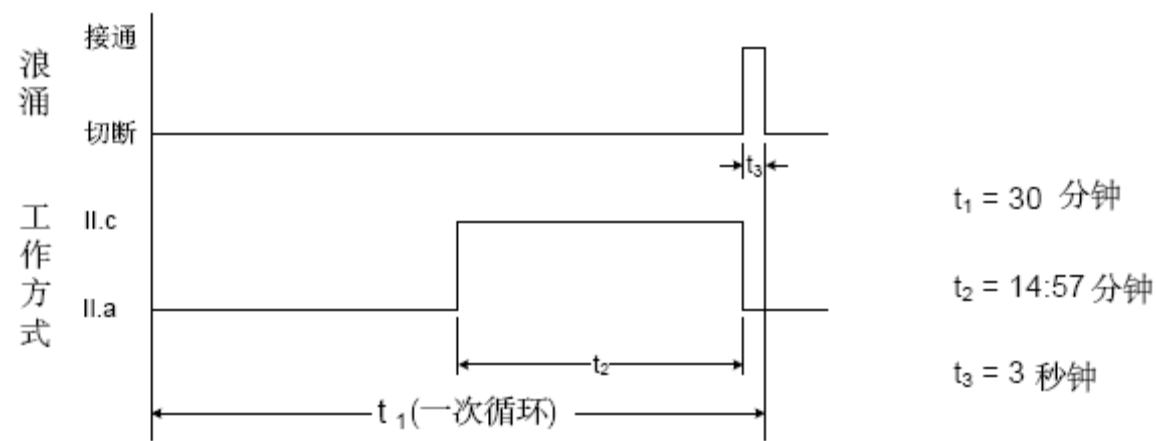


图 30: 浪涌水试验—浪涌时间

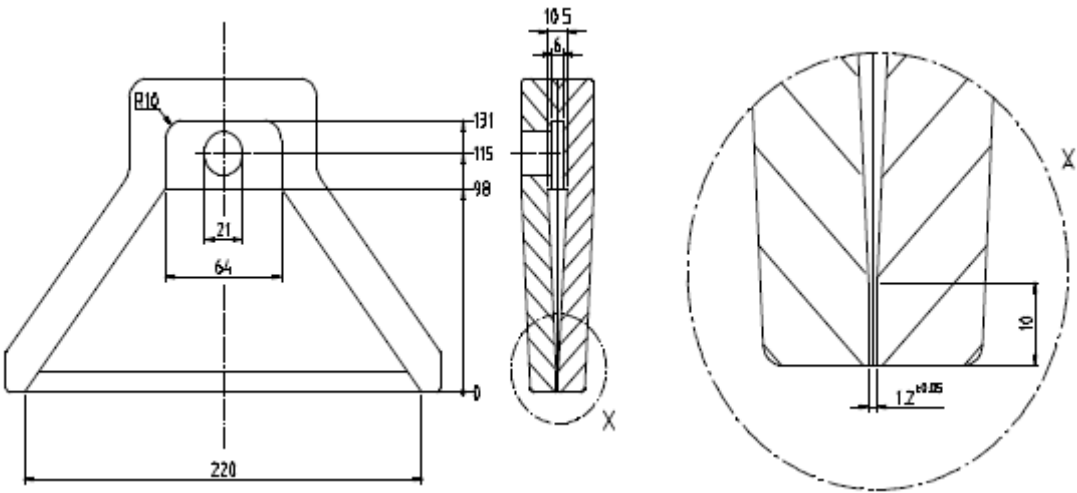


图 31：浪涌水试验—浪涌喷嘴

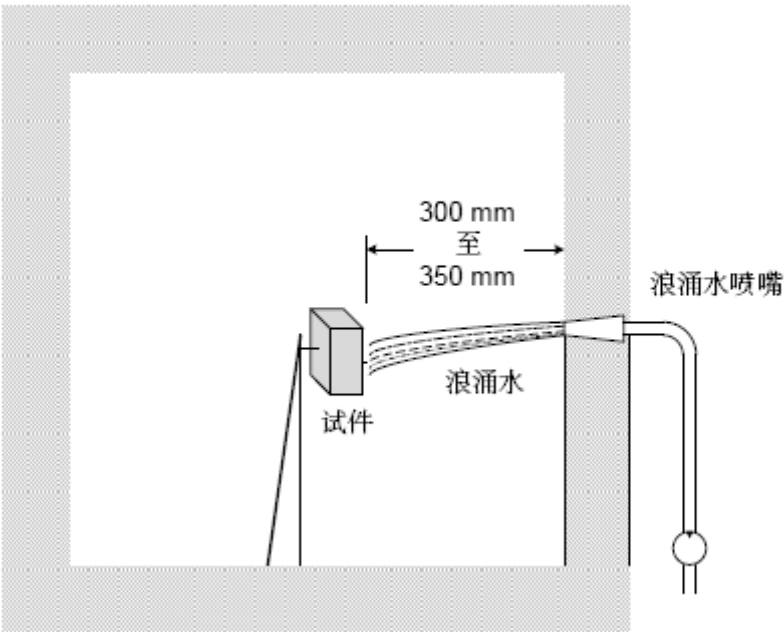


图 32：浪涌水试验结构

9.12.3 要 求

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。

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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（小）进行验证。

9.13 K-13 浸入式温度冲击试验

9.13.1 目 的

这项试验是模拟部件在浸入水中时的负荷情况。
这项试验是为了保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。

9.13.2 试 验

这项试验按照 ISO 20653 并采用下面的参数实施：

试件工作方式	工作方式 II.c
要求的防护等级	IP X7
试验实施	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 5.4 章节）再加 15 min。然后在最多 5 秒钟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团围住至少 25 mm。
试验介质	0 °C 冷水，5% 盐水
浸没时间	5 min
试验循环次数	20
试件数量	6

表 71：K—13 浸入式温度冲击试验参数

9.13.3 要 求

不得有水渗入。试件只有在按照试验流程图（第 7.1 章节）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。
通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（小）进行验证。

9.14 K—14 恒定湿热试验

9.14.1 恒定湿热试验—锐度 1

9.14.1.1 目 的

这项试验是模拟部件湿热负荷情况。
这项试验是为了保证部件耐抗由于湿热而引起的缺陷图谱的功能稳定性，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。

9.14.1.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-78 并采用下面的参数实施：

试件工作方式	工作方式 II.a
试验温度	40 °C

空气湿度	F _{相对} = 93%
试验持续时间	21 天
试件数量	6

表 72: K—14 恒定湿热试验—锐度 1 试验参数

9.14.1.3 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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（大）进行验证。

另外每隔七天进行一次参数检测（功能检测）。

9.14.2 恒定湿热试验—锐度 2

9.14.2.1 目 的

这项试验是提纲挈领地模拟部件在汽车使用寿命期间湿热负荷情况。
这项试验是为了保证部件由于湿热而引起的缺陷图谱的质量和可靠性，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。

9.14.2.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-78 并采用下面的参数实施：

试件工作方式	每次 47h 工作方式 II.a 和 1h 工作方式 II.c 交叉工作 重复至试验持续时间结束
试验持续时间	按照第 12.5.1 章节的部件设计任务书（Lawson 模型）
试验温度	65 °C
试验湿度	93%相对湿度
试件数量	6

表 73: K—14 恒定湿热试验—锐度 2 试验参数

在进行这项寿命试验之前必须在对试验参数 65 °C 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°C 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。

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）

9.14.2.3 部件在高温下而使性能降低的不同试验

对于部件由于 $T_{op, max}$ 以上的高温 ($T_{op, max} < 65^{\circ}\text{C}$) 而使性能降低 (例如: 降低 LCD 显示器背景照明) 而言, 必须不是在恒定温度 65°C 下, 而是采用下面参数 (参见表 74) 进行与表 73 不一样的试验:

试件工作方式	按照图 33 交叉工作
试验持续时间	按照第 12.5.1 章节的部件设计任务书 (Lawson 模型)。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。
试验温度	按照图 33 温度梯度的选择应使在试件上不形成凝露。
试验湿度	93%相对湿度
间隔时间 t_1	47 h
间隔时间 t_2	1 h
试件数量	6

表 74: 部件在高温下而使性能降低的 K—14 湿热恒定试验参数

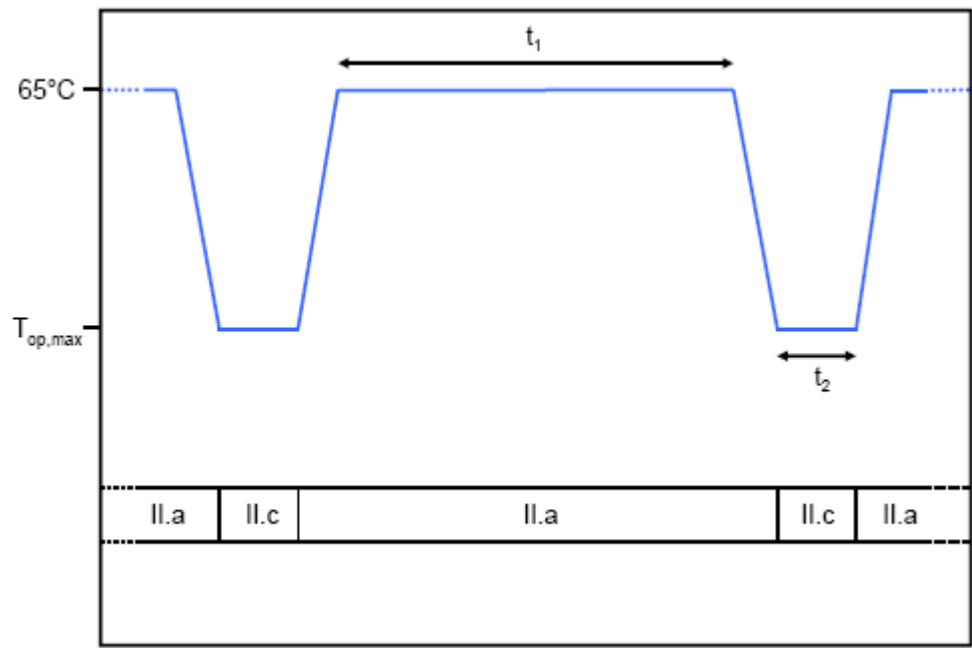


图 33: 部件在高于 $T_{op, max}$ 高温下而使性能降低的试验温度曲线

9.14.2.4 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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测 (大) 进行验证。

9.15 K—15 与部件组一起的凝露试验

9.15.1 目 的

这项试验是模拟汽车部件组的凝露情况。
 这项试验是鉴评电子部件组的凝露鲁棒性情况。

9.15.2 试 验

试件工作方式	工作方式 II.a 另外必须按照“试验实施”栏内说明的进行参数检测（功能检测）。
试验装置	装有凝露装置的空调柜（装有专用调节的水槽，可将必要的水量转换为水蒸汽）。在凝露阶段切断空调调节装置。通过恒温处理的水槽调节试验空间室温。
试验实施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空调柜在初始温度上保持 60 min，保证使温度渗透试件。接着开始凝露阶段。 2. 在凝露阶段开始之后的 30 min 至凝露阶段结束之前的 30 min 范围内（按照图 36），在水槽温度每次提高 10K 时进行一次参数检测（功能检测），但在有电压 U_B 情况下。 说明：必须用尽可能低的损耗功率进行参数检测最多 2min，这是因为试件通常会强烈温升，不再凝露了。
试验温度	参见图 36
相对试验空间湿度	参见图 36
试验持续时间	35 h（5 次循环各 7h）
试验介质	具有一种导电能力最大 5 $\mu S/cm$ 的蒸馏水
试件位置	同装车位置。 必须应用塑料支架使部件组在试验舱内保持装车姿态。 如果部件组具有不同的装车姿态，试件在试验舱内亦必须具有各种装车定位姿态。
试验结构	参见图 34 在试验期间必须应用一个按照图 35 的塑料罩，这是为了在各种气流速度下消除令人不快的效应。塑料罩的斜面必须面向试验室门。 塑料罩的尺寸必须与试验室大小匹配。 塑料罩至试验室壁的距离为试验室宽 / 深的 10%，但起码 8cm。 必须按照 DIN EN ISO 6270-2 使塑料罩顶的倾斜角度 $\alpha \geq 12^\circ$ 。
试验条件	必须在最终确定线路布置之前（硬件冻结）但已在接近量产条件下生产的部件组上第一次进行凝露试验，这是为了优化已规定的凝露灵敏度，例如：通过布置变化和线路变化。 说明：在生产中的部件组如果发生变化（例如：线路载体、焊料、焊剂、钎焊工艺、布置、产地转移或者安装器件），必须重新进行试验。 接着必须用 5 个量产件进行试验。
试验循环次数	5
试件数量	5

表 75: K—15 采用部件组的凝露试验参数

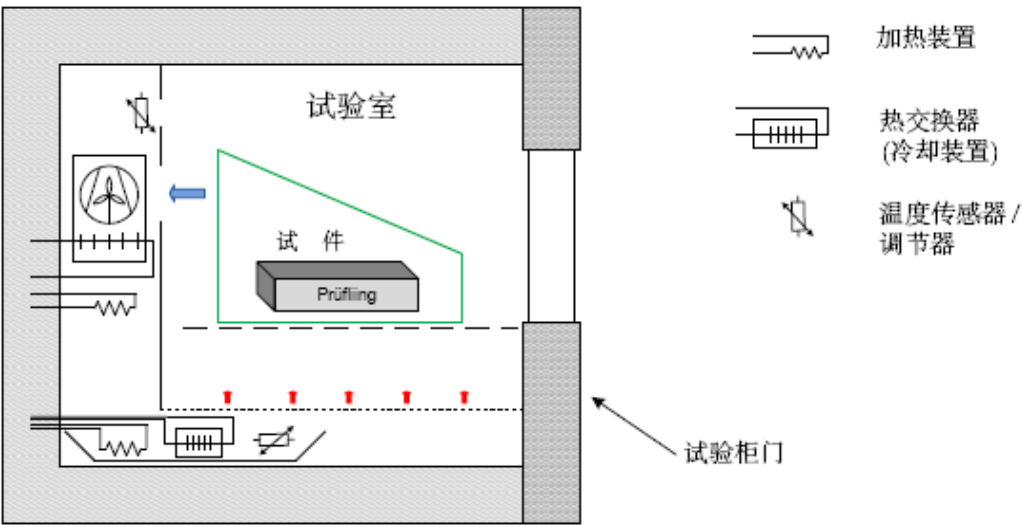


图 34: K-15 凝露试验结构

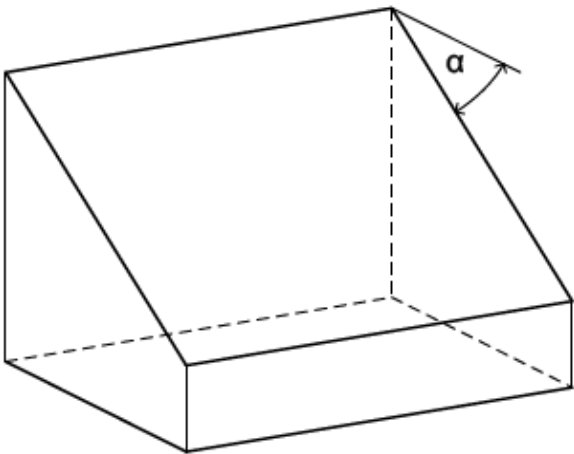
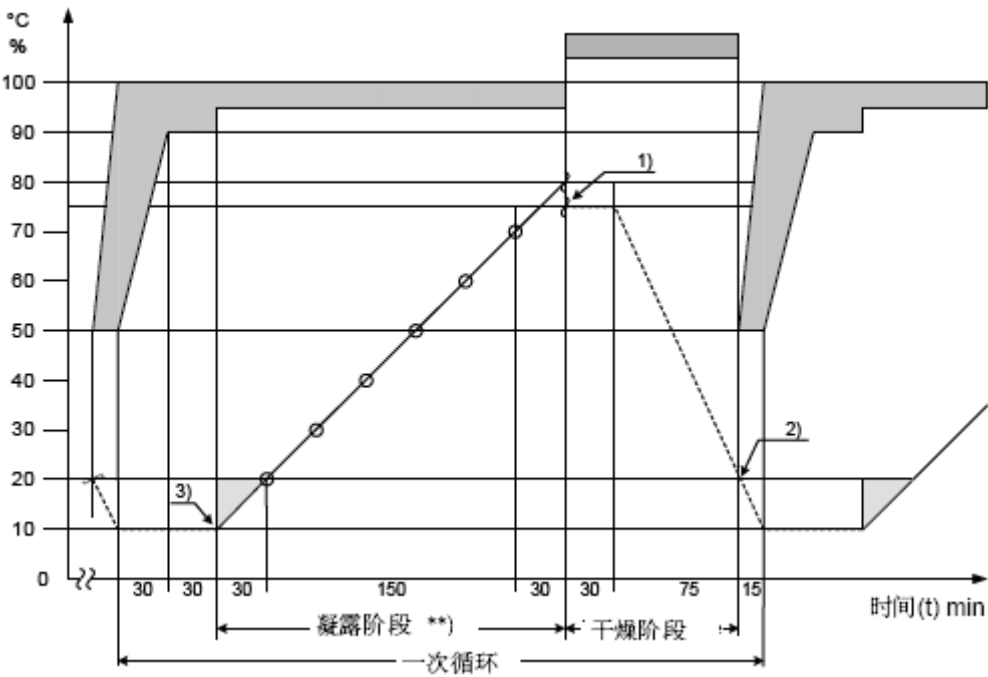


图 35: 塑料罩



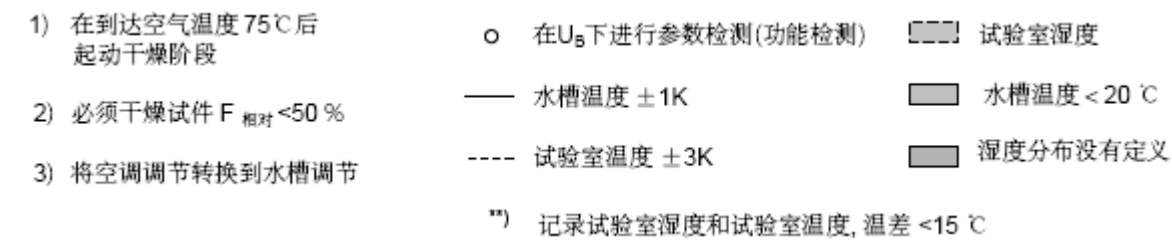


图 36: K—15 凝露试验流程

9.15.3 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。通过按照第 5.5 章节对参数进行不间断的监控和参数检测（大）进行验证。

另外必须对部件组研究电化迁移（例如：银—锡蠕变征兆）和枝状生长。

不允许形成电化迁移 / 枝状生长现象。

其他部件组变化（例如：腐蚀、沾染）必须编制在试验报告内，并与委托方一起进行鉴评。

试验报告必须附有以下文件：

- 1. 试验柜设计程序
- 2. 一次循环的参数（额定 / 实际）
- 3. 每隔五个循环的参数（额定 / 实际）

例子参见附录 12.6。

9.16 K—16 温度冲击试验（无外壳）

9.16.1 目 的

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。

仅采用部件无外壳的部件组和机械零件进行这项试验。

9.16.2 试 验

按照 DIN EN 60068—2—14 Na 并采用下面的参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 I.a
下限温度	T_{min}
上限温度	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 15 min（参见第 5.4 章节）
迁移时间	$\leq 10\text{ s}$

试验循环次数	300
试件数量	6 部件组

表 76: K—16 温度冲击（无外壳）试验参数

9.16.3 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。
通过按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

9.17 K—17 阳光辐射试验

9.17.1 目 的

这项试验是模拟阳光辐射和 UV（紫外线）对部件的影响。
这项试验是为了保证部件耐抗由于材料疲劳而产生的损伤，比如说裂纹和变色。

仅采用部件无外壳的部件组和机械零件进行这项试验。

9.17.2 试 验

按照 DIN 75220 并采用下面的参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 I.a
所应用的试验曲线	根据部件安装空间应用 DIN 75220 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。
试验持续时间	25 天（15 天干，10 天湿）
试验循环次数	1
试件数量	6

表 77: K—17 阳光辐射试验参数

9.17.3 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。
通过按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

另外必须对试件用肉眼进行目检。

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。

9.18 K—18 有害气体试验

9.18.1 目 的

这项试验是模拟有害气体对部件的影响，主要是对插头触点和开关的影响。
这项试验是为了保证部件耐抗缺陷图谱的稳定性，比如说腐蚀和部件损伤。

仅采用部件无外壳的部件组和机械零件进行这项试验。

9.18.2 试 验

按照 DIN EN 60068-2-60 方法 4 并采用下面的参数进行试验：

试件工作方式	工作方式 I.b	
温度	T _{RT}	
空气湿度	75%	
有害气体浓度	SO ₂	0.2ppm
	H ₂ S	0.01ppm
	NO ₂	0.2ppm
	Cl ₂	0.01ppm
试验持续时间	21 天	
试件数量	6	

表 78: K—18 有害气体试验参数

9.18.3 要 求

在试验之前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。通过按照第 5.5 章节的参数检测（大）进行验证。

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。

10 化学试验和要求

10.1.1 目 的

这项试验是模拟部件耐抗各种化学药品的负荷。
这项试验是为了保证部件耐抗外壳上的化学变化和由于化学反应而使功能受到影响。

10.1.2 试 验

试件工作方式	按部件设计任务书的规定。
化学药品	按部件设计任务书的规定。 表 80 列出了用于各种安装空间的典型的化学药品。
常化处理	如果没有另外技术规定，试件和化学药品必须存放在标准气候下。
试验实施	1. 化学药品必须在 T _{RT} 下应用于试件上。如果在部件设计任

	<p>务书上没有另外规定，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>
试件数量	<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>

表 79：化学试验的试验参数

说明：必须注意各种化学药品的安全说明和警示说明。

10.1.2.1 化学药品

ID	化学药品	试件温度	有效时间	化学药品举例
1	柴油	T _{max}	22 h	EN 590
2	“生物”柴油	T _{max}	22 h	EN 14214
3	汽油，无铅	T _{RT}	10 min	EN 228
4	煤油	T _{RT}	10 min	ASTM 1655
5	甲醇	T _{RT}	10 min	CAS 67-56-1
6	发动机油	T _{max}	22 h	Multigrade oil SAE 0W40, API SL/CF
7	差速器油	T _{max}	22 h	Hypoid gear oil SAE 75W140, API GL-5
8	变速器油	T _{max}	22 h	ATF Dexron III
9	液压油	T _{max}	22 h	DIN 51524-3 (HVLP ISO VG 46)
10	油脂	T _{max}	22 h	DIN 51502 (KP2K-30)
11	硅有机绝缘油	T _{max}	22 h	CAS 63148-58-3 (AP 100)
12	蓄电池酸液	T _{RT}	22 h	37%H ₂ SO ₄
13	制动液	T _{max}	22 h	ISO 4926
14	防冻剂	T _{max}	22 h	乙基乙二醇 (C ₂ H ₆ O ₂) 一水 (混合比 1: 1)
15	尿素	T _{max}	22 h	ISO 22241-1
16	空腔防护剂	T _{RT}	22 h	例如：底部保护, Teroson 公司 ¹⁾
17	防腐剂	T _{RT}	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 _{RT}	2 h	5%负离子表面活性剂，蒸馏水
20	自变速箱清洗化学药品	T _{RT}	2 h	CAS 25155-30-0 CAS 9004-82-4
21	舱内清洗剂 / 驾驶舱喷洒	T _{RT}	2 h	例如：驾驶舱喷洒 (Motip 公司)
22	玻璃清洗剂	T _{RT}	2 h	CAS 111-76-2
23	轮辋清洗剂	T _{RT}	2 h	例如：Xtreme (Sonax) ¹⁾
24	低温清洗剂	T _{RT}	22 h	例如：P3-Solvclean AK (Henkel 公司) ¹⁾

25	丙酮	T _{RT}	10 min	CAS 67-64-1
26	清洗汽油	T _{RT}	10 min	DIN 51635
27	含氨的清洗剂	T _{RT}	22 h	例如: Ajax (Henkel 公司) ¹⁾
28	酒精	T _{RT}	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 _{RT}	22 h	DIN 53 160
31	化妆品, 例如: 润肤膏	T _{RT}	22 h	例如: Nivea, Kenzo ¹⁾
32	含咖啡因和糖的清涼饮料	T _{RT}	22 h	Cola
33	除霜剂 (航空)	T _{RT}	2 h	SAE AMS 1435A
34	其他化学药品	T _{RT}		
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 80: 化学药品一览表

特征数	应用方法
I	喷洒
II	用毛刷涂
III	擦洗 (例如: 用棉毛巾)
IV	泼洒
V	短时浸入
VI	浸入

表 81: 应用方式

10.1.3 要 求

在试验之前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。通过按照第 5.5 章节的参数检测 (大) 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。

11 寿命试验

11.1 L—01 机械 / 液压耐久寿命试验

11.1.1 目 的

这项试验是模拟部件在汽车整个使用寿命期间的功能循环/操作循环。
这项试验是为了保证部件功能—操作循环的质量和可靠性, 例如: 制动操动、座椅调节循环、开关操动 / 键钮操动等等。

11.1.2 试 验

试验详细情况必须按照部件设计任务书中的功能循环 / 操作循环的定义。

试件工作方式	工作方式 II.c 根据功能循环 / 操作循环
试验温度	必须在温度集中章节给出的温度下并以相应的时间百分比进行功能循环 / 操作循环。
功能循环 / 操作循环次数	按部件设计任务书的规定
试件数量	6

表 82: L—01 机械 / 液压耐久寿命试验参数

11.1.3 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。必须通过不断对参数监控进行验证。

只有在试验期间不可监控到部件功能深层次的程度下才须按照试验流程图在试验持续时间和参数检测的 25%、50%和 75%时进行中间测量。

必须进行作为参数检测（大）的中间测量。

必须对不间断参数监控的数据鉴评漂移、趋势和异常特性或者异常现象。

11.2 L—02 高温耐久寿命试验

11.2.1 目 的

这项试验是提纲挈领地模拟部件在汽车使用寿命期间热负荷情况。
这项试验是为了保证部件由于受热制约的缺陷图谱的质量和可靠性，例如：扩散、迁移和氧化。

11.2.2 试 验

这项试验按照 DIN EN 60068-2-2 并采用下面的参数实施。

试件工作方式	47 h 工作方式 II.c 和 1 h 工作方式 II.a 交叉进行
试验持续时间	必须按照第 12.3.1 章节（Arrhenius 模型）计算试验持续时间，并规定在部件设计任务书中。
试验温度	T _{max}
试件数量	6

表 63: L—02 高温耐久寿命试验参数

11.2.2.1 部件在高温下而使性能降低的不同试验

对于部件由于 T_{op, max} 以上的高温而使性能降低（例如：降低 LCD 显示器背景照明）而言，必须不是在恒定试验温度 T_{max} 下，而是采用具有下面参数的温度曲线进行与表 84 不一

样的试验：

工作状态	按照图 37
试验持续时间	必须按照第 12.3.2 章节（用于部件在高温下而使性能降低的 Arrhenius 模型）进行计算并规定在部件设计任务书内。 在 T_{\max} 和 $T_{\text{op, max}}$ 之间的各装卸时间没有算入试验持续时间。
试验温度	按照图 37
间隔时间 t_1	必须按照第 12.3.2 章节进行计算并规定在部件设计任务书内。
间隔时间 t_2	必须按照第 12.3.2 章节进行计算并规定在部件设计任务书内。
试件数量	6

表 84：部件在高温下而使性能降低的 L-02 高温耐久寿命试验参数

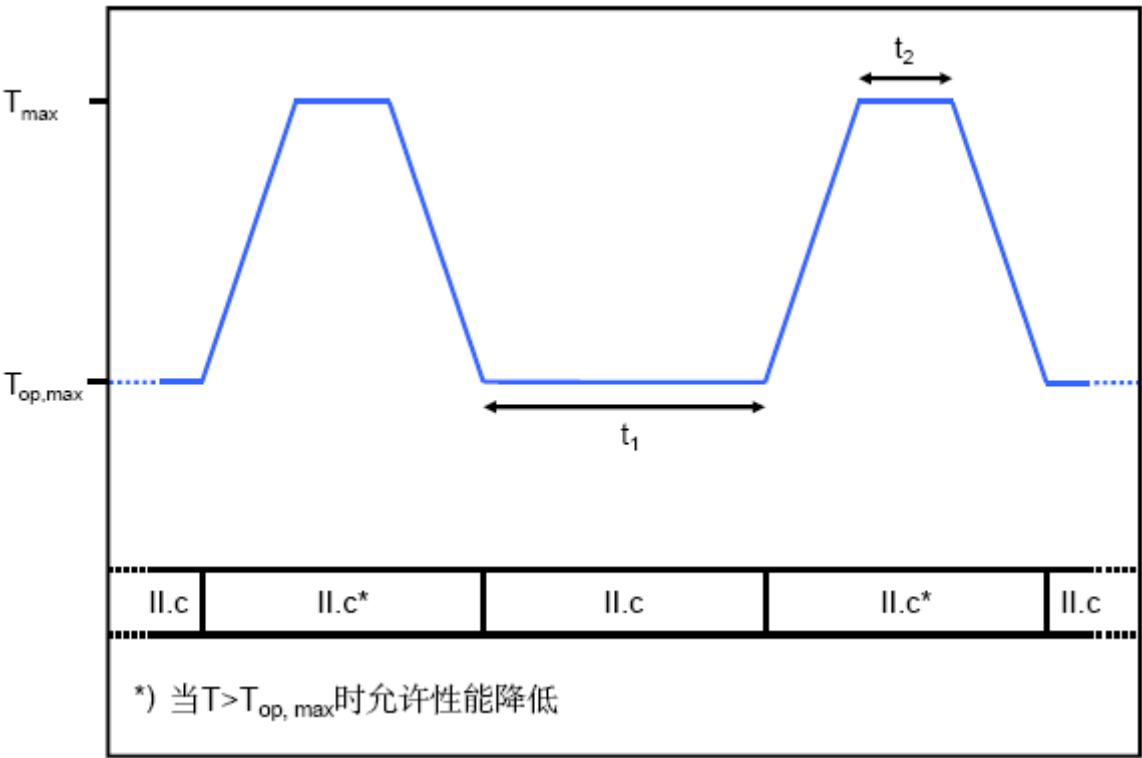


图 37：用于部件在高温下而使性能降低的试验温度曲线

11.2.3 要 求

在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好，且所有关键参数必须处在技术要求范围之内。必须通过不断对参数监控进行验证。

只有在试验期间不可监控到部件功能深层次的程度下才须按照试验流程图在试验持续时间和参数检测的 25%、50%和 75%时进行中间测量。

必须进行作为参数检测（大）的中间测量。

必须对不间断参数监控的数据鉴评漂移、趋势和异常特性或者异常现象。

11.3 L—03 温度交变耐久寿命试验

11.3.1 目 的

这项试验是提纲挈领地模拟在汽车使用寿命期间由于温度交变而使部件热机负荷的情况。这项试验是为了保证部件由于受热机械制约的缺陷图谱的质量和可靠性，例如：在钎焊连接、粘贴连接、耦合连接和焊接连接上的老化和裂纹形成和在密封衬垫和外壳上的老化和裂纹形成。

11.3.2 试 验

按照 DIN EN 60068—2—14 采用下面参数进行试验：

试件工作方式	按照图 38 的工作方式 II.a 和工作方式 II.c 交叉进行
温度曲线	按照图 38
最低试验温度	T_{min}
最高试验温度	T_{max}
温度梯度	4℃ / min 如果在试验装置内不能实现温度梯度，可以经与委托方商定后降低到最低限度的 2℃ / min 这个数值。
在 T_{min} 和 T_{max} 下保持时间	在温度完全渗透之后 15min（参见第 5.4 章节）
试验循环次数	必须按照第 12.4.1 章节进行计算并规定在部件设计任务书内。
试件数量	6

表 85: L—03 温度交变耐久寿命试验参数

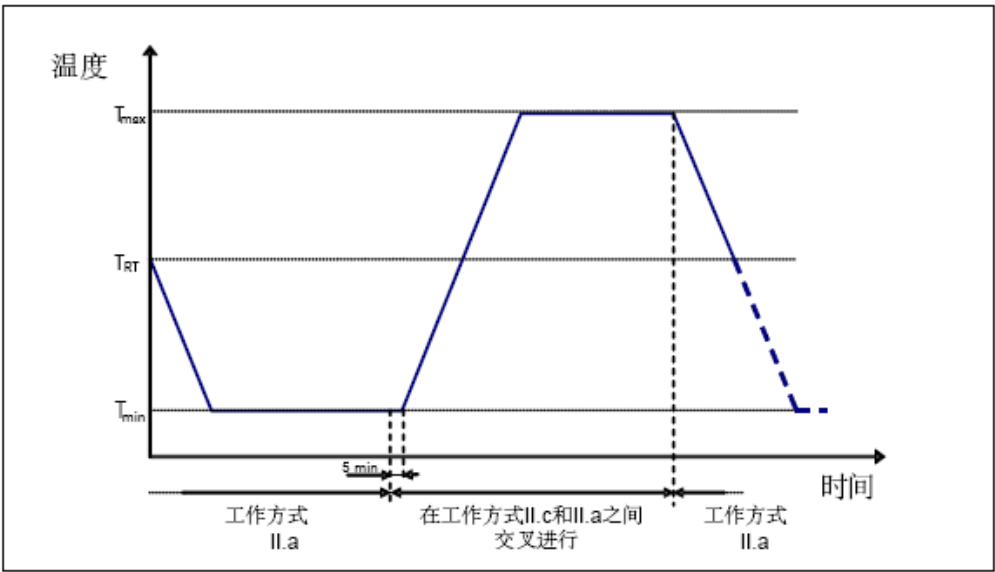


图 38: L—03 温度交变耐久寿命试验温度曲线

11.3.2.1 部件在低温或者高温下而使性能降低的不同试验

对于部件由于 $T_{op, min}$ 以下抑或 $T_{op, min}$ 以上的低温或者高温而使性能降低(例如:降低 LCD 显示器背景照明)而言, 必须采用下面的参数进行试验:

试件工作方式	按照图 39 的工作方式 II.a 和工作方式 II.c
温度曲线	按照图 39
最低试验温度	T_{min}
最高试验温度	T_{max}
温度梯度	$4^{\circ}\text{C} / \text{min}$
在 T_{min} 、 T_{max} 、 $T_{op, min}$ 和 $T_{op, max}$ 下保持时间	在温度完全渗透之后 15min (参见第 5.4 章节)
试验循环次数	必须按照第 12.4.1 章节 (Coffin—Manson 模型) 进行计算并规定在部件设计任务书内。
试件数量	6

表 86: L—03 温度交变耐久寿命试验参数—部件在高温下而使性能降低的不同试验

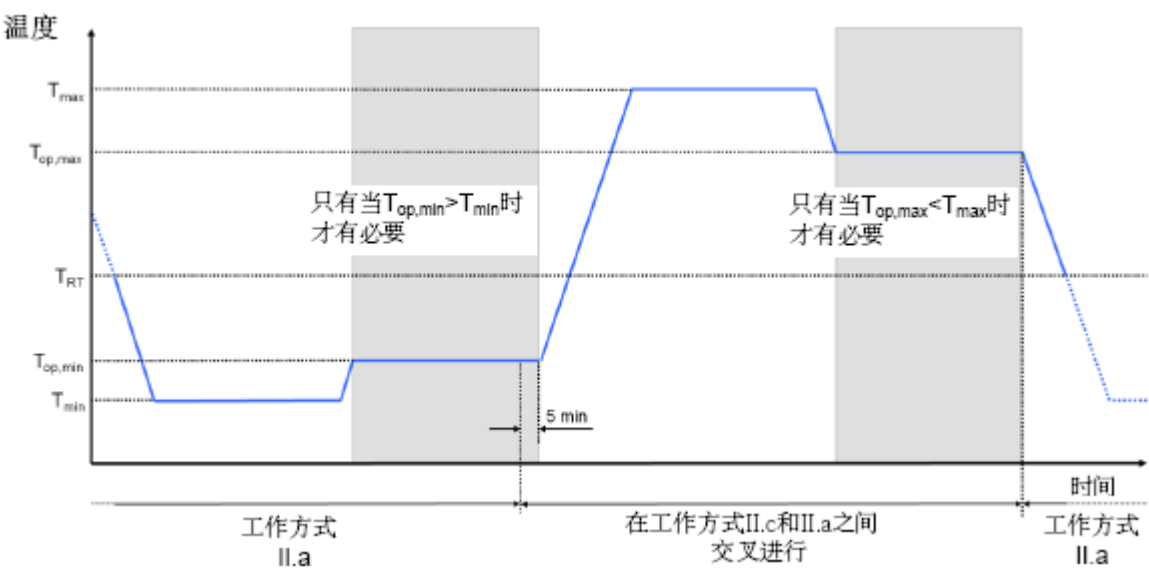


图 39: 用于部件在低温或者高温下而使性能降低的不同试验的温度曲线

11.3.3 要 求

在试验之前、期间和之后的试件功能必须完好, 且所有关键参数必须处在技术要求范围之内。必须通过不断对参数监控进行验证。

只有在试验期间不可监控到部件功能深层次的程度下才须按照试验流程图在试验持续时间和参数检测的 25%、50%和 75%时进行中间测量。

必须进行作为参数检测 (大) 的中间测量。

必须对不间断参数监控的数据鉴评漂移、趋势和异常特性或者异常现象。

12 附 录

12.1 试验流程图

按照试验选择表对部件没有必要进行试验的，必须从试验流程图中删去。

如果有必要针对部件调整试验顺序，则必须应用两个试件用于进一步的顺序试验。要不然必须应用备用试件。

说明：如果在顺序试验中湿热循环试验（附霜冻）代替湿热循环试验的话，则可取消平行试验的湿热循环试验（附霜冻）。

12.1.1 顺序试验

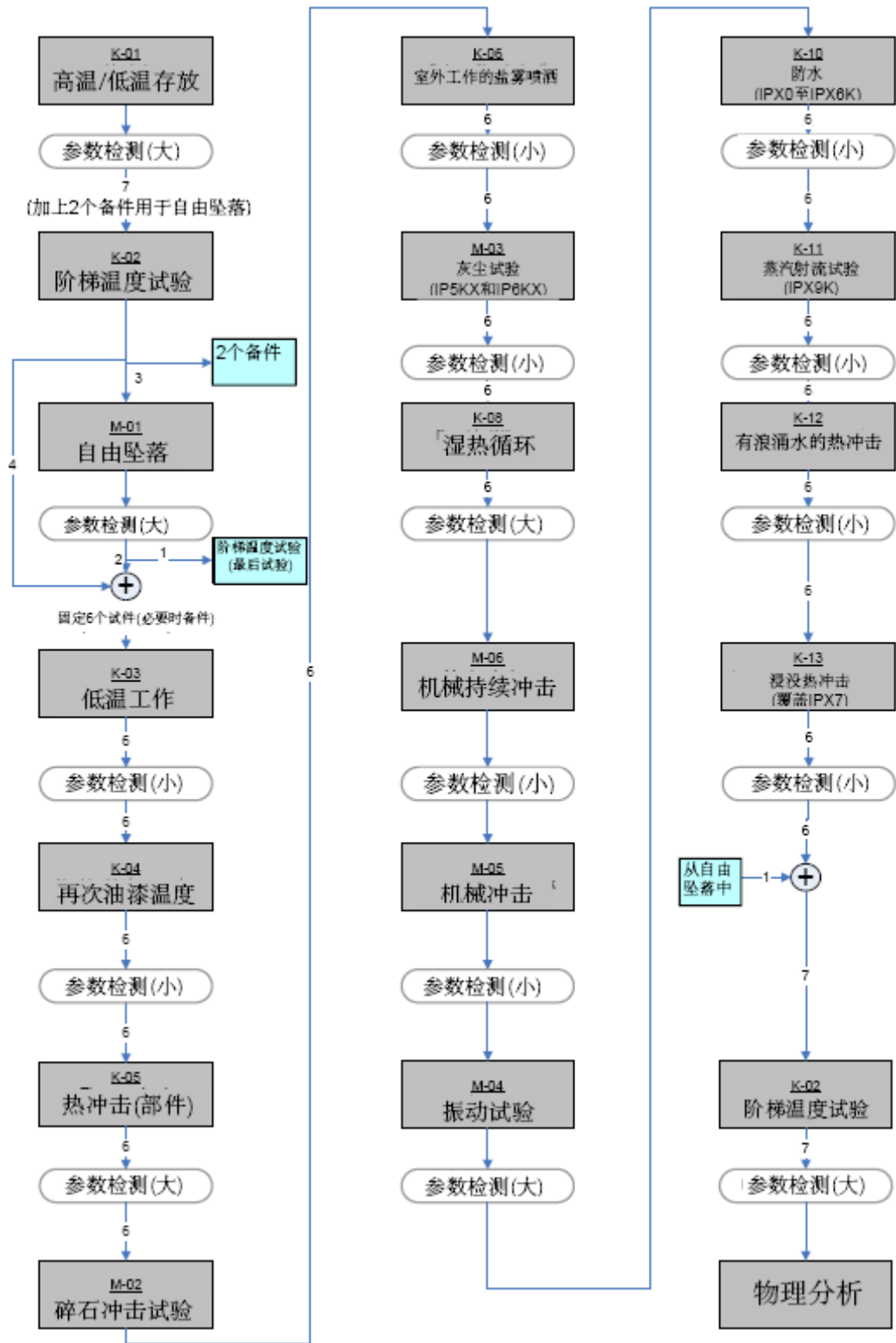


图 40: 试验流程图—顺序流程

说明：所有部件从 M-01 “自由坠落” 试验起附原配插头或者转接器进行试验。

12.1.2 顺序外的试验（平行试验）

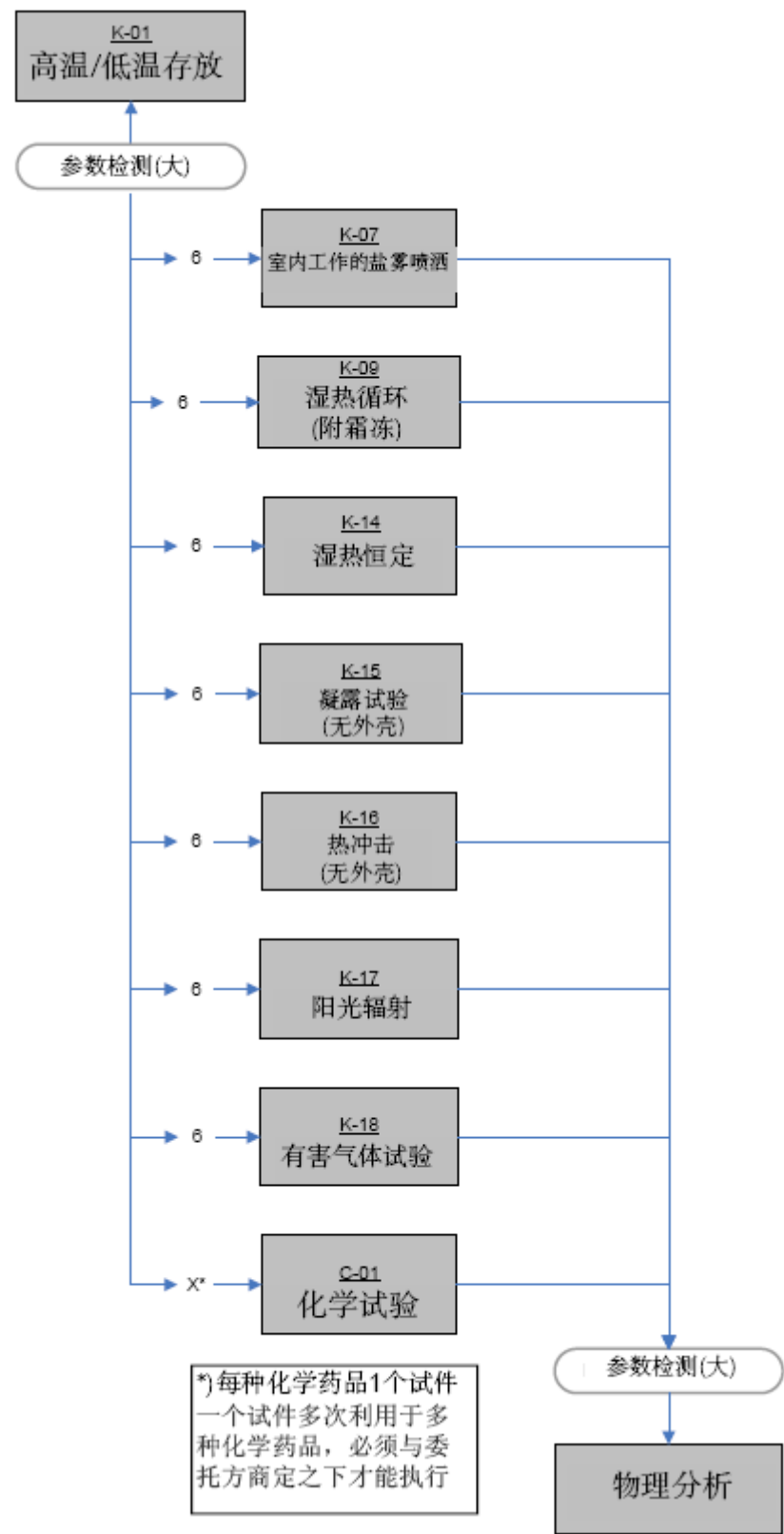


图 41：试验流程图—平行试验

12.1.3 使用寿命试验

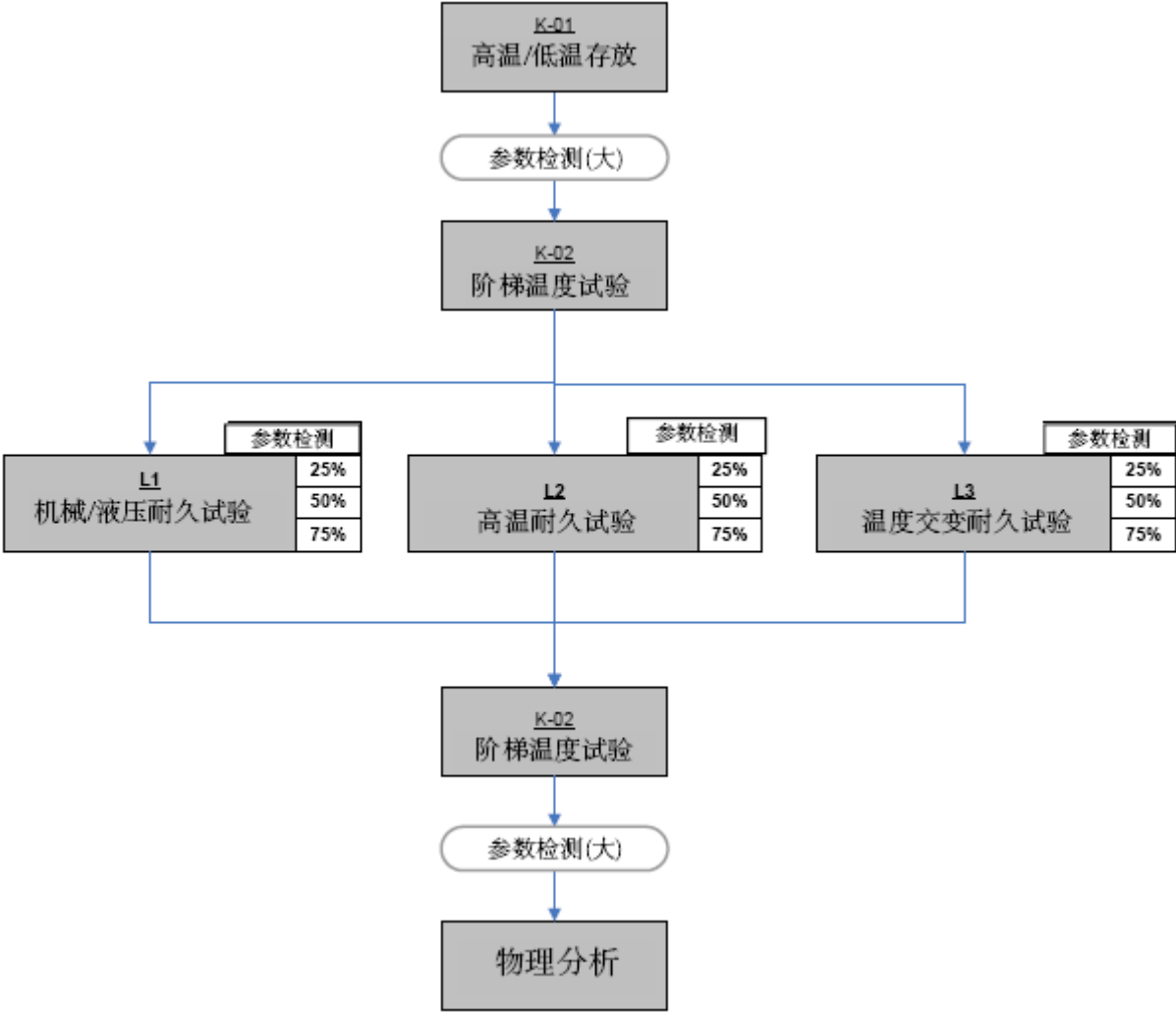


图 42：试验流程图一使用寿命试验

12.2 各种安装范围的典型温度集中试验

部件安装空间	集中号	温度行程 K
舱内，无特殊的要求	1	36
车身安装件，无特殊的要求	1	36
有阳光辐射的舱内	2	46
车身安装件 车顶	2	46
发动机舱，但不是在发动机上	3	60
在散热器上	3	60
发动机安装件	4	75
变速器安装件	4	75

表 87：安装空间一览表，典型的温度集中和温度行程

12.2.1.1 温度集中 1

温 度	分 布
—40℃	6%
23℃	20%
40℃	65%
75℃	8%
80℃	1%

表 88: 温度集中 1

12.2.1.2 温度集中 2

温 度	分 布
—40℃	6%
23℃	20%
50℃	65%
100℃	8%
105℃	1%

表 89: 温度集中 2

12.2.1.3 温度集中 3

温 度	分 布
—40℃	6%
30℃	20%
65℃	65%
115℃	8%
120℃	1%

表 90: 温度集中 3

12.2.1.4 温度集中 4

温 度	分 布
—40℃	6%
23℃	20%
85℃	65%
135℃	8%
140℃	1%

表 91: 温度集中 4

12.3 高温耐久寿命试验计算模型

12.3.1 Arrhenius 模型

为了计算高温耐久寿命试验的持续时间，必须按照部件设计任务书的应用曲线，并结合按百分比计算的温度集中和汽车在场地的的工作小时 t_{Betrieb} 进行考虑。

温 度 °C	分 布
$T_{\text{Feld.1}}$	p_1
$T_{\text{Feld.2}}$	p_2
.....
$T_{\text{Feld.n}}$	p_n

表 92: 温度集中

对于 $T_{\text{Feld.1}}$ $T_{\text{Feld.n}}$ 的各温度来说，通过下面的方程式计算加速度系数 $A_{T,1}$ $A_{T,n}$:

$$A_{T,i} = e^{\left[-\left(\frac{E_A}{k} \right) \left(\frac{1}{T_{\text{Prüf}} + 273,15} - \frac{1}{T_{\text{Feld,i}} + 273,15} \right) \right]}$$

(1)

式中:

- $A_{T,i}$
 E_A
 k
 $T_{\text{Prüf}}$
 $T_{\text{Feld,i}}$
 -273.15°C

Arrhenius 模型的加速度系数
激活能量 $E_A=0.45\text{ eV}$
玻尔兹曼常数 ($k=8.617 \times 10^{-5}\text{ eV/K}$)
试验温度[°C], 通常为 T_{max}
按照应用曲线在温度集中之后的场地温度
温度的绝对零点

按照下式依据加速度系数得出高温耐久寿命试验的整个试验持续时间。

$$t_{\text{Prüf}} = t_{\text{Betrieb}} \cdot \sum_i \frac{p_i}{A_{T,i}}$$

(2)

式中:

- $t_{\text{Prüf}}$
 t_{Betrieb}
 p_i
 $A_{T,i}$

高温耐久寿命试验的试验持续时间 (小时)
场地的工作时间
部件在场地温度 $T_{\text{Feld,i}}$ 下的工作时间百分比数
温度 $T_{\text{Feld,i}}$ 的加速度系数

12.3.1.1 例 子

对于具有下表给出的温度集中

温 度 [°C]	分 布
−40	6
23	20
60	65
100	8
105	1

表 93: 温度集中例子

和工作时间为 8000h 的控制器来说, 按下面方式计算高温耐久寿命试验的试验持续时间:

采用方程式 (1) 和 $T_{\text{Test}} = T_{\text{max}} = 105^{\circ}\text{C}$ 计算上面给出的温度集中所有五种温度 (参见表 93) 的加速度系数:

$$\begin{aligned} A_{T,1} &= 5369 \\ A_{T,2} &= 45.8 \\ A_{T,3} &= 6.46 \\ A_{T,4} &= 1.20 \\ A_{T,5} &= 1.00 \end{aligned}$$

部件的工作时间为 $t_{\text{Betrieb}} = 8000\text{h}$ 。

采用方程式 (2) 得出温度交变耐久寿命试验的整个试验持续时间为:

$$t_{\text{Prüf}} = 8000 \text{ 小 时} \cdot \left(\frac{0,06}{5369} + \frac{0,20}{45,8} + \frac{0,65}{6,46} + \frac{0,08}{1,20} + \frac{0,01}{1,00} \right) = 1452 \text{ 小 时}$$

12.3.2 部件在高温下而使性能降低的 Arrhenius 模型应用

为了计算部件在 $T_{\text{op,max}}$ 以上的高温下而使性能降低的高温耐久寿命试验的试验持续时间, 将温度集中按照部件设计任务书的应用曲线被分为两个温度范围 $T \leq T_{\text{op,max}}$ 和 $T > T_{\text{op,max}}$:

温 度 °C	分 布
$T_{\text{Feld.1}}$	p_1
$T_{\text{Feld.2}}$	p_2
.....
$T_{\text{Feld.n}} (\leq T_{\text{op,max}})$	P_m

$m < n$

表 94: 当 $T \leq T_{\text{op,max}}$ 时采用试验温度 $T_{\text{op,max}}$ 的温度集中

温 度 °C	分 布
$T_{\text{Feld},m+1} (>T_{\text{op},\text{max}})$	p_{m+1}
$T_{\text{Feld},m+2}$	p_{m+2}
.....
$T_{\text{Feld},n}$	P_n

$m < n$

表 95: 当 $T_{\text{op},\text{max}} < T \leq T_{\text{max}}$ 时采用试验温度 T_{max} 的温度集中

对于每个温度 $T_{\text{Feld},1}.....T_{\text{Feld},m}.....T_{\text{Feld},n}$ 来说, 采用方程式 (1) 计算加速度系数 $A_{T,1}.....A_{T,m}.....A_{T,n}$, 同时假设当温度范围 $T \leq T_{\text{op},\text{max}}$ 时试验温度 $T_{\text{Prüf}} = T_{\text{op},\text{max}}$, 当温度范围 $T > T_{\text{op},\text{max}}$ 时试验温度 $T_{\text{Prüf}} = T_{\text{max}}$ 。

按照方程式 (2) 采用 $i=m+1.....n$ 得出试验温度 T_{max} 下所要求的试验持续时间 t_{max} 。

整个试验持续时间 t_{Ges} 为 $t_{\text{op},\text{max}}$ 和 t_{max} 的总和。

为了试验接近现实, 在试验温度 $T_{\text{op},\text{max}}$ 抑或 T_{max} 下交叉进行试验 (参见图 37)。

同时按部分试验持续时间 $t_{\text{op},\text{max}}$ 和 t_{max} 比例划分型式为 48h 的间隔持续时间。

12.3.2.1 例 子

控制器适用表 96 和表 97 的温度集中。若是工作时间为 8000h 的控制器, 则按下面方式计算的高温耐久寿命试验的试验持续时间应用于在 $T_{\text{op},\text{max}}=90^{\circ}\text{C}$ 以上而降低性能的部件:

按照应用曲线的百分比温度分布被划分为两种范围 $T \leq T_{\text{op},\text{max}}$ 和 $T > T_{\text{op},\text{max}}$:

温 度 [°C]	分 布
-40	6
23	20
60	65

表 96: 当 $T \leq 90^{\circ}\text{C}$ 时温度集中例子

温 度 [°C]	分 布
100	8
105	1

表 97: 当 $T > 90^{\circ}\text{C}$ 时温度集中例子

采用方程式 (1) 和 $T_{\text{Prüf}}=90^{\circ}\text{C}$ 计算用于温度集中第一部分的所有温度 $T \leq 90^{\circ}\text{C}$ (参见表 96) 的加速度系数 $A_{T,i}$:

$$\begin{aligned} A_{T,1} &= 3060.78 \\ A_{T,2} &= 25.95 \\ A_{T,3} &= 3.65 \end{aligned}$$

从中得出在试验温度 $T_{\text{op,max}} = 90^\circ\text{C}$ 下的试验持续时间 $t_{\text{op,max}}$ 为

$$t_{\text{op,max}}(T_{\text{Prüf}} = 90^\circ\text{C}) = 8000 \text{ 小时} \cdot \left(\frac{0,06}{3060,78} + \frac{0,2}{25,95} + \frac{0,65}{3,65} \right) = 1485 \text{ 小时}$$

采用方程式 (1) 和 $T_{\text{Prüf}} = 105^\circ\text{C}$ 计算用于温度集中第二部分的所有温度 $T > 90^\circ\text{C}$ (参见表 97) 的加速度系数 $A_{T,i}$:

$$A_{T,4} = 1.20$$

$$A_{T,5} = 1.00$$

从中得出在试验温度 $T_{\text{max}} = 105^\circ\text{C}$ 下的试验持续时间 t_{max} 为

$$t_{\text{max}}(T_{\text{Prüf}} = 105^\circ\text{C}) = 8000 \text{ 小时} \cdot \left(\frac{0,08}{1,20} + \frac{0,01}{1,00} \right) = 612 \text{ 小时}$$

得出的这两个试验时间的总和是温度交变耐久寿命试验的整个试验持续时间, 为

$$t_{\text{Ges}} = t_{\text{op,max}} + t_{\text{max}} = 1485 \text{ 小时} + 612 \text{ 小时} = 2097 \text{ 小时}$$

按照图 37 在试验温度 $T_{\text{op,max}}$ 抑或 T_{max} 下采用下面的间隔时间交叉进行试验

$$t_1 = 48\text{h} \cdot t_{\text{op,max}} / t_{\text{Ges}} = 48\text{h} \cdot 1485 / 2097 = 34\text{h}$$

$$t_2 = 48\text{h} \cdot t_{\text{max}} / t_{\text{Ges}} = 48\text{h} \cdot 612 / 2097 = 14\text{h}$$

12.4 温度交变耐久寿命试验计算模型

12.4.1 Coffin-Manson 模型

为了计算温度交变耐久寿命试验的试验持续时间, 必须考虑部件在场地 ΔT_{Feld} 的平均温度变化和在场地使用寿命期间的温度循环次数 $N_{\text{TempZyklenFeld}}$ (场地温度循环)。

按下面方式计算 Coffin-Manson 模型的加速度系数与场地平均温度变化的关系:

$$A_{\text{CM}} = \left(\frac{\Delta T_{\text{Test}}}{\Delta T_{\text{Feld}}} \right)^c \quad (3)$$

式中

A_{CM}	Coffin-Manson 模型的加速度系数
ΔT_{Test}	在一次试验循环期间的温差 ($\Delta T_{\text{Test}} = T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$)
ΔT_{Feld}	在场地使用寿命期间的平均温差
c	Coffin-Manson 模型参数
	在本标准中 c 固定设置为 2.5

按照下式计算试验循环的总次数

$$N_{\text{Prüf}} = \frac{N_{\text{TempZyklenFeld}}}{A_{\text{CM}}} \quad (4)$$

式中

$N_{\text{Prüf}}$	试验循环不可或缺的次数
$N_{\text{TempZyklenFeld(场地温度循环)}}$	在场地使用寿命期间的温度循环次数
A_{CM}	按方程式 (3) 的 Coffin-Manson 模型的加速度系数

12.4.1.1 例子

对于 $T_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$ 和 $T_{\max} = 105^{\circ}\text{C}$ 、场地使用寿命为 15 年、场地平均温差为 $\Delta T_{\text{Feld}} = 40^{\circ}\text{C}$ 的控制器来说，按下面方式计算试验循环次数 ($N_{\text{Prüf}}$):

1. 场地温度循环次数:

$$N_{\text{TempZyklenFeld(场地温度循环)}} = 2 * 365 * 15 \text{ (年)} = 10950 \text{ 次循环}$$

2. 在一次试验循环期间的温差:

$$\Delta T_{\text{Test}} = 105^{\circ}\text{C} - (-40^{\circ}\text{C}) = 145^{\circ}\text{C}$$

3. 采用方程式 (3) 算出 Coffin-Manson 模型的加速度系数为 $A_{\text{CM}} = 25.02$

4. 从而采用方程式 (4) 算出试验循环次数为:

$$N_{\text{Prüf}} = \frac{10950 \text{ 循环}}{25.02} = 438 \text{ 循环}$$

5. 保持时间为温度渗透部件的时间再加 15min。假定温度在 20min 后渗透部件，则保持时间为 35min。

6. 这样一次循环的时间为:

$$t_{\text{循环}} = 2 \cdot \left(\frac{(T_{\max} - T_{\min})}{4^{\circ}\text{C/min}} + t_{\text{保持时间}} \right)$$

7. 举例:

$$t_{\text{循环}} = 2 \cdot \left(\frac{(105^{\circ}\text{C} - (-40^{\circ}\text{C}))}{4^{\circ}\text{C/min}} + 35\text{min} \right) = 142.5 \text{ min}$$

8. 所以当 438 次循环时整个试验时间为 1040h。

12.5 恒定湿热试验计算模型 — 锐度 2

12.5.1 Lawson 模型

为了计算恒定湿热试验—锐度 2 的试验持续时间，必须考虑部件在汽车停车时的平均环境湿度 $RH_{\text{FeldParken(场地停车)}}$ 和平均温度 $T_{\text{FeldParken(场地停车)}}$ 。
只要在部件设计任务书中没有另行规定，就采用下面的数值用于计算：

安装部位	在汽车停车时的平均环境湿度 $RH_{\text{FeldParken(场地停车)}}$	在汽车停车时的平均温度 $T_{\text{FeldParken(场地停车)}}$ 。
在乘客舱 / 行李箱舱内	60% rH	23℃
在乘客舱 / 行李箱舱外	65% rH	23℃

按下面方式计算 Lawson 模型的加速度系数与场地平均环境湿度和温度的关系：

$$A_{T/RH} = e^{\left[-\left(\frac{E_A}{k} \right) \left(\frac{1}{T_{\text{Prüf}} + 273,15} - \frac{1}{T_{\text{FeldParken}} + 273,15} \right) \right] + b \left[(RH_{\text{Prüf}})^2 - (RH_{\text{FeldParken}})^2 \right]}$$

(5)

式中

$A_{T / RH}$	Lawson 模型的加速度系数
b	常数 ($b=5.57 \times 10^{-4}$)
E_A	激活能量 ($E_A=0.45 \text{ eV}$)
k	玻尔兹曼常数 ($k=8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$)
$T_{\text{Prüf}}$	试验温度[℃]
$T_{\text{FeldParken}}$	汽车停车状态的平均温度[℃]
$RH_{\text{Prüf}}$	试验期间的相对湿度[%]
$RH_{\text{FeldParken}}$	汽车停车状态的平均相对湿度[%]
-273.15°C	温度的绝对零点

通过下式计算湿热恒定试验—锐度 2 的试验持续时间：

$$t_{\text{Prüf}} = \frac{t_{\text{FeldParken}}}{A_{T/RH}}$$

(6)

式中

$t_{\text{Prüf}}$	试验持续时间[h]
$t_{\text{FeldParken}}$	在场地使用寿命期间非工作时间（停车时间）[h]（131 400 h，在不利的情况下，如果汽车没有被利用的话）
$A_{T / RH}$	按照方程式（5）的 Lawson 模型的加速度系数

12.5.1.1 例 子

按下面方式计算的试验持续时间用于安装在发动机舱内的控制器：

- 1. 假设部件在汽车停车状态的平均温度为 $T_{\text{FeldParken}}=23^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $RH_{\text{FeldParken}}=65\%$ 。
试验条件是 $T_{\text{Prüf}}=65^{\circ}\text{C}$ 和 $RH_{\text{Prüf}}=93\%$ 。

这些数值采用方程式（5）产生一个组合的 Lawson 模型的加速度系数为 $A_{T/RH}=82.5$

- 2. 在场地上的停车时间为 $t_{\text{FeldParken}}=131\,400\text{ h}$ 。
所以采用方程式（6）得出整个试验持续时间为：

$$t_{\text{Prüf}} = \frac{131400 \text{ 小 时}}{82,5} = 1593 \text{ 小 时}$$

12.6 凝露试验、试验箱程序设计和曲线

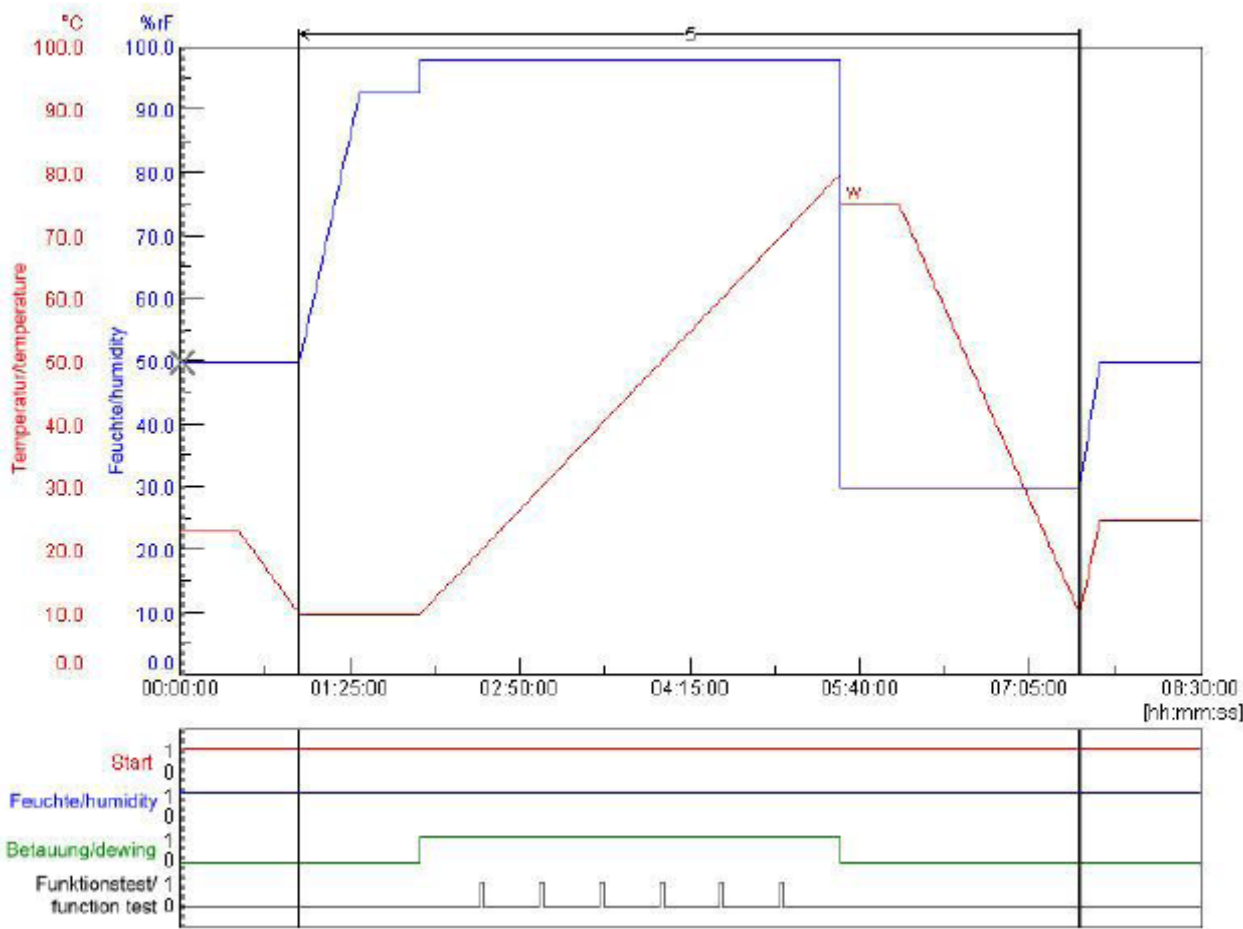


图 43：试验箱的程序设计

在温度提升期间水槽的温度作为被调参数应用。在达到 80℃时转换到空调柜的温度控制上（正常工作）。

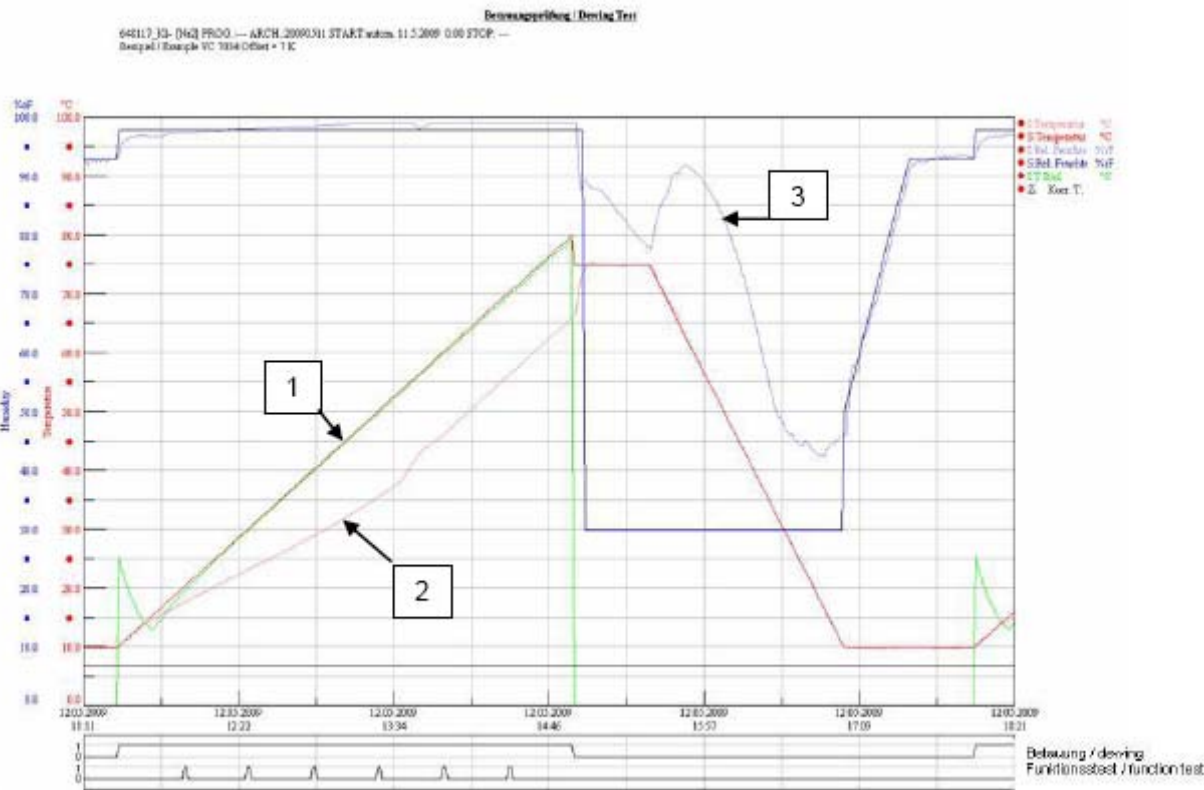


图 44：凝露试验流程，一次循环

- 1. 已调节的水槽温度
- 2. 形成的试验室温度
- 3. 试验箱内的实际空气湿度

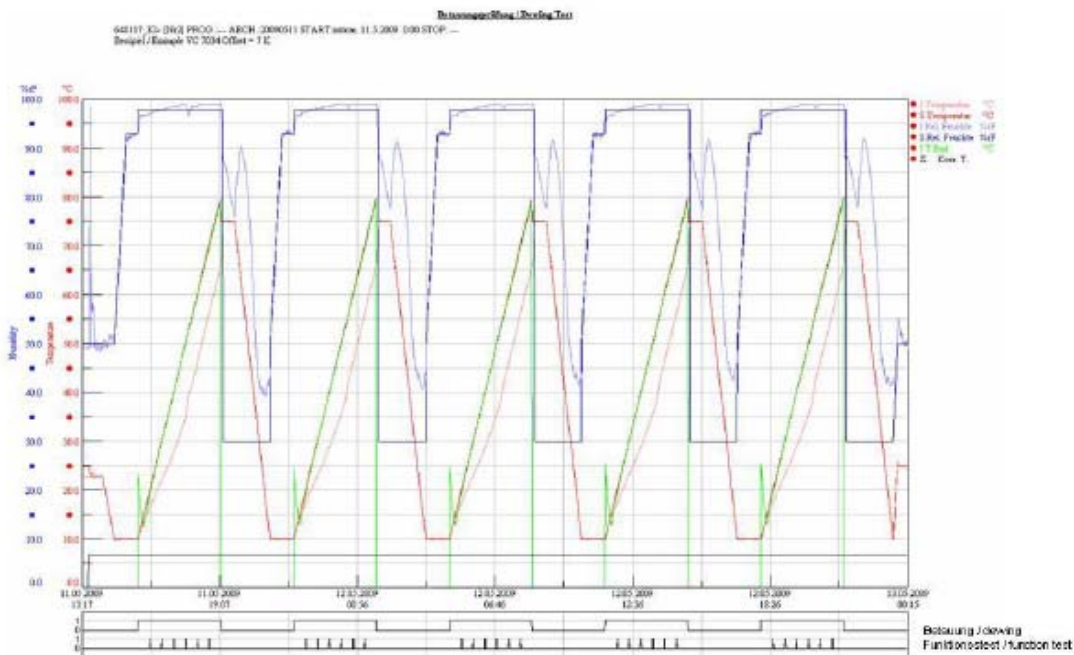


图 45：凝露试验流程，五次循环

12.7 汇 总

这份汇总表是本标准应用的概念说明。

概念 / 缩写	定 义
部件组	装备元器件的电子线路载体（无外壳）
部件 / 元器件	电气、电子或者机电元器件 （例如：电阻、电容、晶体管、IC、继电器）
功能	包括与系统有关的功能和诊断功能
硬件冻结	为开发期间硬件不可更改起的时间节点
装有凝露装置选项的 空调柜	这种空调柜在里面装有专门可调节的水槽，使必需的水量转化为水蒸汽。 线路载体上的凝露膜程度与热物质、相对空气湿度和水槽的温度梯度有关。 在凝露阶段，切断空调试验柜的调节装置。可通过调节水槽温度调节试验室温度。
部件	全套的器件、控制器或者机电器件（有外壳）
短路	所谓负载输出端的短路，是指单位负荷至极限情况 $0\ \Omega$ 的低欧临界负载。必须涵盖潜在的短路，也就是说，在识别短路情况下电流不足。 可以持续施加短路（部件处于工作状态/不处于工作状态）
PKW	乘用车（轿车）
试件	受试系统或者受试部件
PTB	Physikalisch—Technische Bundesanstalt 联邦物理技术研究所
PSD	Power Spectral Density 功率频谱密度
线路载体	未装备的电子一般线路载体 （未装备的印刷电路板、陶瓷、引线框、柔性带……）
系统	功能链接的部件，例如：制动调节系统（控制器、液压、传感器）