

目录表

- 1. 适用范围
 - 1.1. 目的/主题
 - 1.2. 标准使用说明
 - 1.3. 规范要求
 - 1.4. 供应商分析\开发\试验时 GMW3172 标准使用
 - 1.5. GMW3172 分析\开发\验证工作项目对照表
 - 1.6. 元件安装部位代码
 - 1.7. 电气负载代码
 - 1.8. 机械负载代码
 - 1.9. 温度代码
 - 1.10. 气候代码
 - 1.11. 化学负载试验代码符号与程序
 - 1.12. 国际封闭保护要求
 - 1.13. 可靠性设计评审
 - 1.14. 内置组件设计验证试验流程图
 - 1.15. 内置电气总线设计验证试验流程图
 - 1.16. 机箱电气总线设计验证试验流程图
 - 1.17. 门框外置组件设计验证试验流程图
 - 1.18. 门框下部外置组件设计验证试验流程图
 - 1.19. 门框上部外置组件设计验证试验流程图
 - 1.20. 发动机组件设计验证试验流程图
 - 1.21. 现场可靠性试验
 - 1.22. 可靠性分析
 - 1.23. 可靠性试验
- 2. 参考标准
 - 2.1. 外来标准与规范
 - 2.2. 通用标准与规范
 - 2.3. 附加参考标准
- 3. 试验准备与评审工作项目
 - 3.1. 试验资源
 - 3.1.1. 试验设备
 - 3.2. 试验样件
 - 3.3. 试验条件
 - 3.4. 试验报告
 - 3.4.1. 试验结果
 - 3.4.2. 试验程序偏差
 - 3.5. 试验参数
 - 3.5.1. 参数公差
 - 3.6. 试验大纲
 - 3.6.1. 功能与参数试验
 - 3.6.2. 试验标准

- 3.6.3. 室温、多种电压、功能/参数试验
- 3.6.4. 室温、标准电压、功能/参数试验
- 3.6.5. 三种温度、多种电压、功能/参数试验
- 3.6.6. 五点功能与参数评审试验
- 3.6.7. 尺寸试验
- 3.6.8. 目测
- 3.7. 硬件阶段分类
- 4. 分析、开发与验证程序中的分析阶段
 - 4.1. 分析工作任务
 - 4.2. 标准性能模拟
 - 4.3. 短路/开路分析
 - 4.4. 电气接口模式
 - 4.5. 线路板振动频率与位移分析
 - 4.6. 热疲劳分析
 - 4.7. 弹簧锁定装置
 - 4.8. 碾压试验
 - 4.9. 无铅焊膏核对表
 - 4.10. 元件使用海拔高度评审(分析或试验)
- 5. 分析、开发与验证程序中的开发/评审阶段
 - 5.1. 开发工作任务
 - 5.2. 室温条件下的电路性能
 - 5.3. 搭火起动与电压极性反向开发评审试验
 - 5.4. 短路评审
 - 5.5. 制订电磁兼容性试验程序
 - 5.6. 接地电路电感灵敏度试验
 - 5.7. 制订元件外壳碾压试验程
 - 5.8. 制订自由落体(跌落)试验程序
 - 5.9. 制订 100G 机械冲击试验程
 - 5.10. 高寿命试验设计余量评审
 - 5.11. 高应力(湿度)试验 57
 - 5.12. 制订霜冻湿润试验程序
 - 5.13. 制订热性能试验程序
 - 5.13.1. 热偶试验方法
 - 5.13.2. 红外线图像方法
- 6. 设计验证
 - 6.1. 设计验证范围
 - 6.2. 设计验证任务
 - 6.3. 制订试验方案
 - 6.3.1. 供应商责任
 - 6.3.2. 电源温度变化与热冲击试验指南
 - 6.3.3. 振动试验指南
 - 6.3.4. 高温耐久性试验
 - 6.4. 汽车电气瞬变现象试验
 - 6.4.1. 寄生电流测量结果

- 6.4.2. 搭火电压与极性反向试验
- 6.4.3. 过载电压
- 6.4.4. 电源/接地试验
 - 6.4.4.1. 电源/接地连接
 - 6.4.4.2. 接地补偿试验
 - 6.4.4.3. 电源补偿试验
- 6.4.5. 电压降试验
- 6.4.6. 电池电压断开试验
- 6.4.7. 迭加交流电压试验
- 6.4.8. 短路耐久性试验
 - 6.4.8.1. 间断短路试验
 - 6.4.8.2. 连续短路试验
- 6.4.9. 负载电路电流过载试验
- 6.4.10. 电池连接短路试验
- 6.4.11. 接地连接短路试验
- 6.4.12. 开路电路试验
- 6.4.13. 绝缘性能评审(备选)
- 6.4.14. 击穿强度试验
- 6.4.15. 电磁兼容性
- 6.5. 连接器试验
 - 6.5.1. 端子固定力
 - 6.5.2. 连接器接插力
 - 6.5.3. 连接器固定力
 - 6.5.4. 连接器拉脱力
 - 6.5.5. 连接器挤压试验(见附录 C 图 50)
- 6.6. 振动试验
 - 6.6.1. 发动机与传动装置上的元件正弦加随机振动试验
 - 6.6.2. 弹性部位上的元件随机振动试验
 - 6.6.3. 非弹性部位上的元件随机振动试验
- 6.7. 振动试验中的温度变化
- 6.8. 机械冲击试验
 - 6.8.1. 车门、行李箱盖、发动机箱盖冲击试验
- 6.9. 元件外壳碾压试验
- 6.10. 自由落体(跌落)试验
- 6.11. 低温起动试验
- 6.12. 高温试验
- 6.13. 空气中热振动冲击试验
- 6.14. 电源温度试验与监控
- 6.15. 热冲击及电源温度变化试期间持续时间产生的破损现象
- 6.16. 序列休止法设计余量延时热冲击
- 6.17. 热冲击/水溅试验
- 6.18. 盐雾腐蚀试验
- 6.19. 湿度试验
 - 6.19.1. 湿热循环状态试验

6.19.2.	湿热稳定状态试验
6.19.3.	吸水防霜试验
6.19.4.	凝露试验
6.20.	混合气体腐蚀试验(备选)
6.21.	氙灯老化色牢度试验
6.22.	封闭防尘试验
6.22.1.	沙尘试验
6.22.2.	防水试验
6.22.3.	封闭性能评能(见附录 C 图 51)
6.23.	易燃性试验
7.	产品验证
7.1.	概述
7.2.	产品验证最低试验要求
7.2.1.	运输振动试验
8.	生产后工程评审
9.	防止质量降低进行生产检查
10.	缩写词与符号
11.	代码体系
12.	标准批准与更改
12.1.	批准认可
12.2.	更改
表格目录	
表 1.	汽车安装部位代码字母
表 2.	电气负载代码字母符号
表 3.	机械负载代码字母符号
表 4.	温度范围内操作代码字母符号
表 5.	气候要求代码字母符号
表 6.	化学负载
表 7.	国际防尘与防水保护代码
表 8.	验证操作类型汇总表
表 9.	操作类型定义
表 10.	可靠性关系试验现场
表 11.	设计余量指南
表 12.	参数公差
表 13.	高海拔升温装置类型
表 14.	曼森指数
表 15.	电源试验 23 个样件编号
表 16.	电源温度变化试验 15 个样件编号
表 17.	汽车不同安装部位电源温度变化与热冲击试验
表 18.	发动机/传动装置上的元件的正弦振动烈度
表 19.	发动机部位上元件随机振动模式(18.46GRMS)
表 20.	弹性元件随机振动模式
表 21.	非弹性元件随机振动模式
表 22.	操作温度范围代码

表 23. 机模冲击试验(颠簸与轻微碰撞)
表 24. 机械碰撞冲击试验
表 25. 空气对空气热振动试验
表 26. 电源温度变化输入与输出循环工作表
表 27. 电源温度变化要求
表 28. 溅水试验
表 29. 产品运输振动试验
插图目录
图 1. 标准使用指南
图 2. 产品要求代码字符排列
图 3. 供应商分析、开发、与验证程序
图 4. 内部组件耐久性试验流程图
图 5. (1B)内部组件设计能力试验流程图
图 6. 内部电气总线耐久性试验流程图
图 7.(2B) 内部电气总线试验方法与分析
图 8. (2C)内部电气总线设计能力试验流程图
图 9. 机舱电气总线耐久性试验流程图
图 10. (3B)机舱电气总线试验方法与分析
图 11. (3C)机舱电气总线设计能力试验流程图
图 12. 车门外部组件耐久性试验流程图
图 13. (4B)车门外部组件设计能力试验流程图
图 14. 车身低部位外组件耐久性试验流程图
图 15. (5B)车身低部位外组件设计能力试验流程图
图 16. 车身高部位外组件耐久性试验流程图
图 17. (6B)车身高部件外组件设计能力试验流程图
图 18. 发动机组件耐久性试验流程图
图 19. (7B)发动机组件设计能力试验流程图
图 20. 阿仑纽斯-佩克加速温湿度公式
图 21. 加速电源温度试验公式
图 22. 多重寿命试验公式
图 23. 加速热斜坡率诺里斯兰得堡公式
图 24. 热冲击与电源温度试验近似关系
图 26. 连续试验公式
图 27. 连续试验样件数量
图 28. 加速振动试验公式
图 29. GRMS 到 PSD 缩放比例公式
图 30. 最大振动位移
图 31. 加速温度试验阿纽带斯公式
图 32. 电压降试验恢复特性
图 33. 电池电压断开试验方法
图 34. 迭加交流电脉动扫描试验
图 35. 发动机与传动装置正弦波振动试验
图 36. 发动机组件正随机振动方式
图 37. 轿车与卡车弹性件随机振动方式

图 38. 非弹性件随机振动方式
图 39. 振动试验的 6 至 8 小时的热循环试验
图 40. 到速度的转换公式
图 41. 热冲击试验图
图 42. 电源温度试验方式
图 43. 焊点破损与热时效与冷时效
图 44. 喷水试验
图 45. 试验件喷射口的位置
图 46. 防腐试验
图 47. 运输振动试验方式
图 48. 弹性卡扣的限制装置
图 49. 威布尔点
图 50. 连接器碾压试验设备
图 51. 浸水试验设备
附录
附录 A – 塑料卡扣设计工作表
附录 B – 失效振动试验方法
附录 C – 超大尺寸图

1. 适用范围

本文件为通用全球电气/电子验证标准，其分析、开发、与验证的程序是根据过去经验及产品评审过程中获得的知识编写成的。

标准包括产品多方面电气/电子可靠性与验证试验的要求，未包含产品具体性能要求与失效机制。像机械磨损等失效机制应在元件技术规范或子系统技术规范中具体规定。实际应用时，本标准与具体元件规范或子系统规范有矛盾时，应以具体的元件规范与子系统规范为准。除非得到本豁免权，规范的任何内容均不能代替相关适用的法规。当标准英文版内与各地当地语版有冲突时，应以英文内容为准。

2. 目的/主题

本标准普通的汽车电气/电子元件分析、开发、及验证标准，不包括具体元件（如继电器、螺线管、电机等）的专门技术。其它失效机制问题应根据其它带相关试验流程的试验来确定。

本标准内的试验要求与方法只适用于客车、轻轨车、及轻型与中型卡车的电气/电子元件的试验。为保证本规范的有效性，**试验必须根据本标准内的过程流程图与试验流程图。**

分析程序是在无产品样件情况下，用于产品可靠性设计的，是分析、开发、及验证过程的早期阶段，对产品进行早期的认识，并提出改进。

开发/评审工作是采用首样对产品质量进行早期评审，并提出改进的一个时机。此类工作是采用一个产品样件对其相关不足之处进行区分，如采用高速度寿命试验就是一个例子。

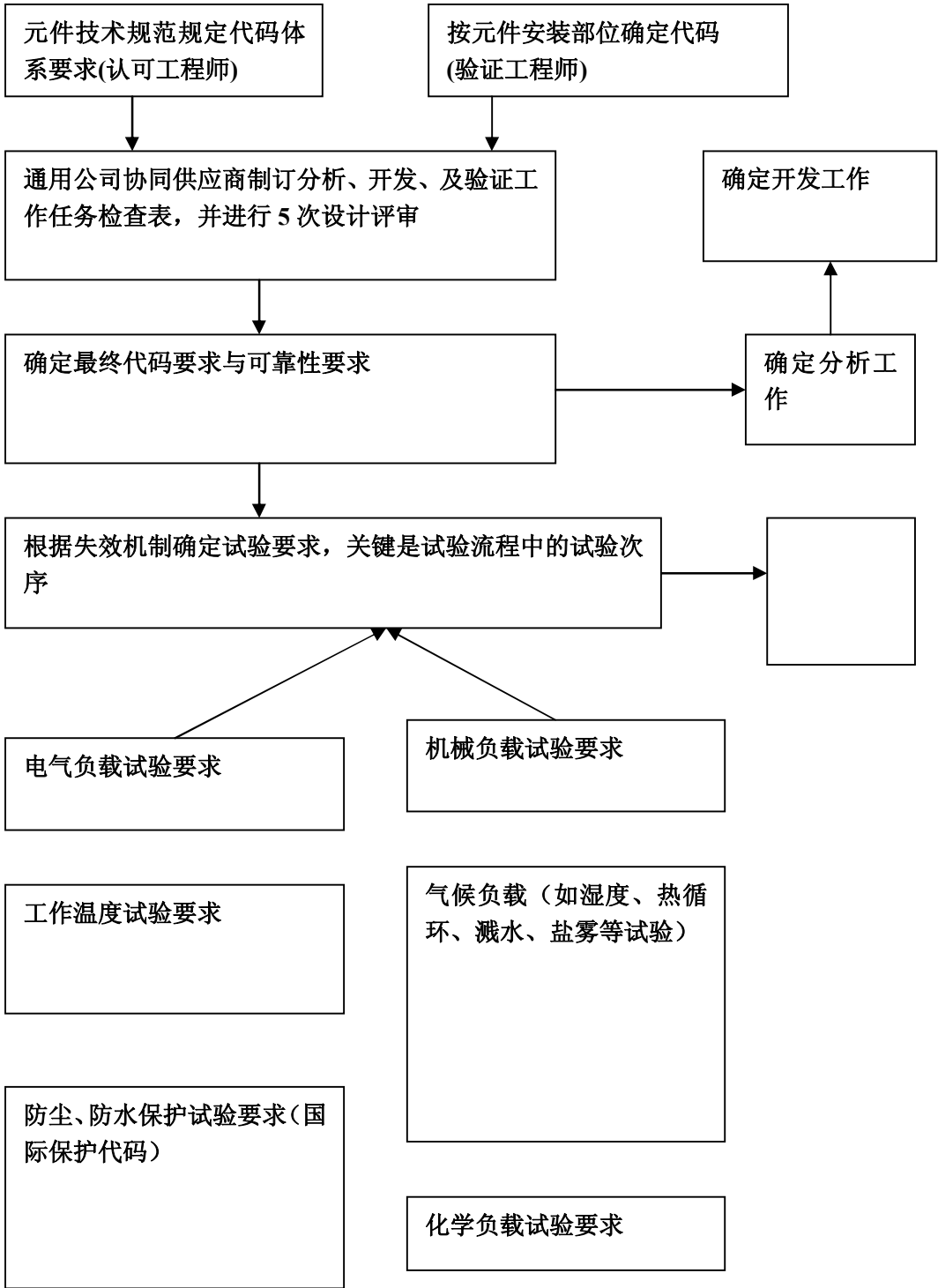
由于失效试验与失效预测的高风险性，设计验证工作应在开发早期阶段进行，争取扩大认识产品的机会。

本标准的设计验证部分包括电气/电子的环境、耐久性、与性能方面的试验。设计验证应采用初始样件进行。本章中规定的一般试验程序是根据元件的安装部位确定的。采用本标准时应注意元件的安装部位代码，并将代码标注在元件技术规范或子系统技术规范内。

本标准中的产品验证一章内的内容规定须要重新进行产品验证项目中的一个子系统的试验。其中至少要进行热循环振动试验、产品验证规定的湿度试验、防霜试验、及运输振动试验。别外，未进行必要的性能试验的设计验证项目在产品验证时应重新进行。过程验证应采用试生产件或生产件进行。生产期间是否可能进行审核检查到本阶段末视具体情况确定。

1.2. 标准使用说明

图 1 标准使用说明



1.3. 规范要求

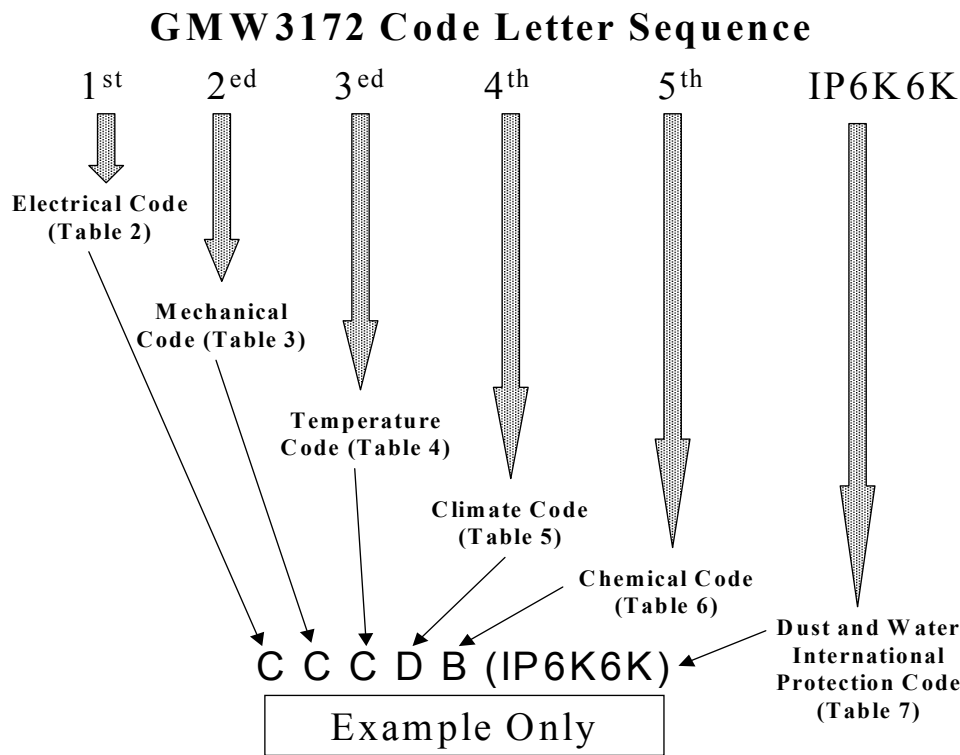
示例：元件可靠性内容

“GWM3172 标准中规定的分析、开发、及验证工作是为了确保产品在开发周期的后期能充分成熟。元件符合 GWM3172 标准中规定的设计验证与产品验证的环境要求与耐久性要求。要使用根据元件安装部位确定的 GMW3172 代码系统时，必须明确上述的要求。本产品的代码是_____。

产品进 GMW3172 标准规定的振动试验与热疲劳度试验的可靠性至少为 97%，统计置信度为 50%。在客户变化率为 3，及韦伯尔坡形率为 2 的前提下，97%的试验可靠性相当于 97%的现场装车的可靠性。除非在制订分析、开发与验证计划前获得同意外，产品生产与试验必须按 GMW3172 标准中规定的过程流程与试验流程。供应商必须达到该产品世界级的可靠性级别。本标准中的试验要求是必要的要求，但不能完全保证能符合世界级的可靠性要求。供应商应负采取措施确保符合产品的世界级可靠性要求。”

本产品的要求代码必须明确地标注在元件技术规范内或子系统技术规范内。GMW3172 中未含的其它补充失效机制试验应在其它标准或规范内加以规定。这此失效机制包括磨损或机械疲劳度。

图 2 产品要求代码字符排列
GMW3172 代码字符排列



图中文字说明：Code letter sequence: 代码字符排列、electrical code(table 2): 电气代码（表 2）、 mechanical code(table 3): 机械代码（表 3）、 temperature code(table 4): 温度代码（表 4）、 climate code(table 5): 气候代码（表 5）、 chemical code(table 6): 化学物代码（表 6）、

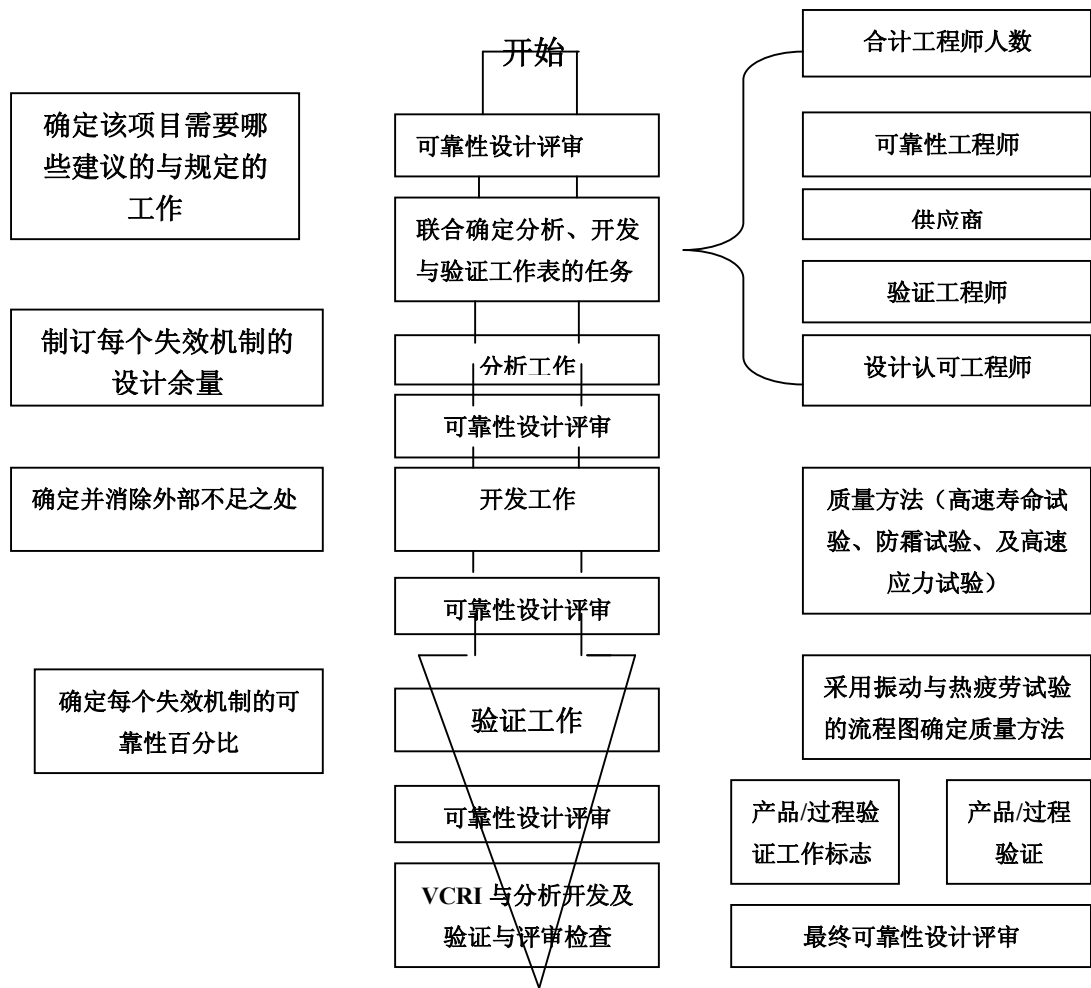
dust and water international protection code (table 7): 国际防水与防尘保护代码（表 7）

Example only: 仅为示例

上述各标注的阶段中的试验应采用表 8 中规定的操作类型。

1.4. 供应商分析\开发\试验时 GMW3172 标准使用

图 3. 供应商分析、开发、与验证过程



上述各过程的关键是要求验证工程师、认可工程师、及供应商参加。本过程中的可靠性设计评审为交流的主要途径，是整个验证过程的主要部分。

1.5. GMW3172 分析、开发、及验证工作检查表

建议的定义

M----电子组件的强制规定；

R----建议采用的工作项目，应被采用，但在特定的情况下可由通用公司取消，建议采用工作项目经通用公司确认后可成为强制性的工作；

C---有条件进行工作项目，根据元件形状、工艺技术、风险度、元件安装部位；

M/C---在特定条件下或具有设计外观尺寸的条件下为强制规定。

减少热传递的元件使用海拔高度分析与试验：线路板上是否有发热的元件，当汽车高海拔地区行驶时，由于空气密度减少元件会产生过热现象。（应采用优先选用的分析方法）	M/C	
第二次可靠性设计评审-分析 确定已知的设计余量，并确定在开发期间应学习的内容。	R	
日期=_____		

GMW3172 标准工作检查表 –开发程序

电气性能开发/评审程序	建议	本项目
室温状态下的电路性能	R	
搭火起动与极性反向电压	R	
短路评审	M	
电磁兼容性试验制订– GMW3097	M	
接地电感灵敏度试验	M/C	
机械与气候负载试验制订/评审程序	M	
元件外壳碾压试验制订	R	
自由落体（跌落试验）制订	R	
100 克机械冲击试验制订	R	
设计余量评审的高速度寿命试验（按 GMW8287，只进行 1-2 日） 最低温度上与以下的性能 – 设计余量评估 最高温度上与以上的性能 – 设计余量评估 规定要求上与以上的宽带随机振动灵敏度 – 设计余量评估 注：带星号*的试验项适用于电子元件，对简单的总线电气元件为备选试验项目。	R/M	
高速应力（湿度）试验按 JEDEC STD 22-A110（为线路板在湿润环境封闭的条件下备选试验项目）		
吸水性防霜试验（1/2 天）		
采用热偶方法或红外线图像方法进行热性能试验 注：当试件散发较大热量时，确保有充分设计余量，防止相邻元件或材料过热现象所进行的评审为强制性的试验项目。		
第三次可靠性设计评审 – 开发期间根据试验结果进行设计评审	R	
日期：_____		

GMW3172 分析、开发、与验证检查表 – 设计验证程序

采用下列工作项目检查表，并同时采用试验流程图。试验流程图中应采用星号“*”来表示产品应在何时进行功能降低或失效的评审。当连续监控不需要进，产品分析、开发、与验证小组必须确定在每个带星号的项目上进行室温三种电压、室温标准电压、三种温度三种电压、或 5 点评审等方法进行监控。各试验章节内会对提出的评审类进行说明，但特殊产品应从提出的评审方法选取适用评审方法。所有评审期间都必须附加目测，及时发现出现的问题。

电气负载机- 挑选电源电压代码：A、B、C、D、E、F、Z 代码：_____	建议方法	本项目
汽车电气瞬变现象试验	M	
寄生电流试验	M	
搭火电压与极性反向电压试验	M	
过载电压	M/C	
电源/接地试验	M	
电压降试验	M	
电池电压断开试验	M	
迭加交流电压试验- 12 -	M	
短路耐久性试验（2）	M/C	
负载电路电流过载试验	M/C	
电池短路试验	M	
接地短路试验	M	
开路电路试验	M	
绝缘电阻试验（备选）	C	
电流击穿强度试验（备选）	C	
电磁兼容性试验（详见 GMW3097 标准内容）	M	
连接器试验	M/C	
端子固定强度试验	M/C	
连接器接插力试验	M/C	
连接器固定强度试验	M/C	
连接器拉脱力试验	M/C	
连接器碾压试验	M/C	
机械负载机- 挑选电源电压代码：A、B、C、D、E、F、Z	M	

GMW3172 分析、开发、与验证工作检查表 – 制订要求

主题	建议方法	本项目
本项目要求的可靠性 – 试验样件数量与试验时间见试验可靠性为 97%、置信度为 50%的试验程序示例。该试验可靠性值相当于 10 万英里行程或 10 年使用寿命的 99.5%的现场可靠性。下列为可靠性与置信度的关系：“我对本次试验得出的 97%的可靠性只相信一半。”当寿命或可靠性要求不同于上述内容时，必须根据运行方法来调整失效机制的试验样件的数量与试验时间。按附录 B 进行失效振动试验时，不需要增加试验样件的数量。卡车的使用期限为 10 年或 20 万英里。汽车使用寿命加长时，应进行下列调整： ● 卡车 – 振动试验 – 加长的试验时间按本标准要求。试验时间在验证试验程序的按英里计。 ● 卡车 – 其它试验不需调整。	M	
第 1 次可靠性设计，采用根据试验结果进行设计评审的方法，与失效预测确定法。	R	
日期：_____	R	
确定采用 7 个试验流程中哪个试验流程。	M	

GMW3172 分析、开发、与验证工作检查表 – 分析程序

电气负载分析（SABER/SPICE）

电气/电子性能分析	建议方法	本项目
标准性能模拟	M	
短路/开路分析	C	
电气接口模型	M	
机械负载与热负载分析	M	
线路板谐振频率与位移分析 谐振频率=_____	R	
热疲劳度分析：采用表面安装技术，将热膨胀系数非常不同的大元件连接起来时，应确定风险性。	C	
止锁装置分析：保证在安装时，固定扣最大程度按下时，不超过弹性极限。	M/C	
碾压试验分析：确定元件在受到人手臂或脚的压力负载时的间隙。	R	
无铅焊膏检查表（生产必须采用无铅焊接的元件必须按此表进行检查，并由通用公司无铅材料可靠性专家评审。	M/C	
代码：_____	M	
随机振动试验：强制要求进行下列一项振动试验	M	
安装在发动机/传动系统上的元件（正弦振动加随机振动）	M	
弹性元件（安装在车身或框架上的悬挂系统上方的元件）	M	
非弹性元件（安装在车轮与车胎或悬挂系统上的元件）	R	
方法 B（汽车装配与使用时受到的脚负载）	M	
机械冲击试验	M	
机械冲击试验：试验 1（模拟 25G 路面不平的冲击，检测在负载冲击时无意的操作，必须采用 3.2 类型的操作，即雨刮系统或车窗开关）。	M	

机械冲击试验：试验 2，100 克冲击物，代表每小 15.3 英里的车速下的轻微冲击。对安装不同方向上的元件应在所有轴向上进行试验。安装在同一方向的产品无需进行垂直轴向上的试验。	M	
采用振动设备进行车门或箱盖关闭的撞击试验	M/C	
元件外壳的碾压试验	R	
自由落体试验（跌落试验）	M	
海拔高度试验：低空气压力问题：在高海拔地区运输时，由气压降低，带封闭的元件是否受到负面影响。（元件封套破裂）	M/C	
气候负载 – 选择工作温度范围代码：ABCDEFGHIZ 代码：_____	M	
极限温度试验时间	M	
低温起动操作试验	M	
高温试验 – 选择 500 或 2000 小时（根据失效机制确定长期扩散）	M	
热疲劳度	M	
空气中热冲击试验 – 试验次数=_____	M	
采用连续闲置方法延长热冲击设计余量评估	M	
热冲击/溅水试验（备选）	C	
防腐试验与湿度试验	M	
盐雾试验	M	
车厢内部件盐雾试验（采用 ISO16750-4 试验 6 天）	M	
外部件轻微度盐雾试验（10 天）-特殊情况下试验可延长到 20 天	M	
循环湿热试验：（温度变化的压力运动）	M	
稳定湿热试验：（长期扩散到元件内部）	M	
吸水性防霜试验	M	
凝露试验（冷凝水气对线路板的影响，试验方法见试验流程图）	M/C	
流动混合气体试验（备选-内含开关与银材料元件的产品需要试验）	C	
氙灯老化色牢度试验	C	
方法 A：欧洲通用公司	C	
方法 B：北美通用公司	C	
封闭件试验 代码：_____	M	
沙尘试验：填入国际沙尘保护代码：_____	M	
防水试验：填入国际防水保护代码：_____	M	
封闭性能评审（浸水试验）	C	
化学负载	M	
化学负载试验	M/C	
易燃性试验	M	
第 4 次可靠性设计评审-验证期间按试验结果进行设计评审 应采用文件证明所有问题均已解决，并确定按失效机制进行的试验在产品验证日期内应特别关注。	M	

注：在开发与评审阶段，也应进行高风险试验。

GMW3172 分析/开发/验证工作检查表 – 产品验证程序

注：产品验证是保证在分析与开发期间产品生产可靠；并确定在设计验证期间，设计验证达到可靠性与性能的等级要求。产品验证的目的是要发现工装更改、过程更改、及设计验证后的最后的更改等因素带来的较大的质量问题。产品验证不能作为第二次设计验证用，并不能用于量化生产变化带的变化程度。

产品验证-设计验证时出现较大的不确定因素时，可增加其它试验	建议方法	本项目
振动试验：运行连续振动试验（体积较大的样件）或失效振动试验（体积较小的样件）都必须在试验进附加热循环。该项试验对在会产生意外缺陷的处理是时引起的疲劳度寿命期限减短进行评审。 选用的试验方法：_____	M M	
产品运输振动试验（包装引起的损坏）	M	
湿度试验-设计验证时重复湿度试验与防霜试验，对离子污染与涂层有效性进行评审。	R	
防霜试验	M	
湿热试验：循环状态	M	
湿热试验：稳定状态	C	
车门与高湿度部位的元件的凝露试验	M/C	
审核挑选工作 – ESS 或 HASA 按 GMW8287 标准 生产准备期间的高频次审核 生产期间的持续审核	R C	
第 5 次最终可靠性设计评审 – 产品验证 产品即使经过验证，必须进行最终设计评审，根据分析与试验结果来确定产品生产缺陷引起的产品特性。该产品特性（KPC）必须在生产中进行控制。另外，采用此类缺陷对在生产准备期间与生产期间必须审核挑选的类型与程度进行说明。日期：_____	M	

填写产品验证需要重复的试验设计验证检查表。

1.6. 按汽车安装部位确定的代码标志

本标准区分出下列安装部位，并确定电气、机械、气候、化学、防水、及防尘等方面的最低要求。其它安装部位的要求可按第二章内的新的代码字母组合来规定。（规范要求）

表 1 汽车安装部位代码字母

安装部位	试验流程	电子负载	机械负载	工作温度	气候负载	化学负载	防水防尘
		代码按表 2	代码按表 3	代码按表 4	代码按表 5	代码按表 6	代码按表 7
发动机机舱							
元离发动机及热源的高部区	3,6	A-F 主要为 C	C	F	C	E	国际标准 6K9K 或 6K6K
靠近发动机及热的高部位区	6	A-F 主要为 C	C	H	A	E	国际标准 6K9K
正温度负载，发动机上/内元件	7	A-F 主要为 C	A 或 B	H	A	E	国际标准 6K9K
高温负载，发动机上/内元件	7	A-F 主要为 C	A 或 B	I	A	E	国际标准 6K9K
传动系统上/内的元件	7	A-F 主要为 C	A 或 B	I	B	E	国际标准 6K9K
低部位	6	A-F 主要为 C	C	H	B	E	国际标准 6K9K
车厢							
仪表盘下部元件(低温负载)	1,2	A-F 主要为 C	C	A-C	E	A/B	国际标准 6K2
仪表盘显示或开关(低温负载)	1	A-F 主要为 C	C	D	D	A/B	国际标准 6K2
仪表盘上部元件(阳光高温)	1	A-F 主要为 C	C	E	D	A	国际标准 6K2

座位下方或下部	1,2	A-F 主要为 C	D	C	E-F	B	国际标准 5K1 或 5K8
其它安装部位							
行李箱	1	A-F 主要为 C	C 或 D	A-C	F	D	国际标准 5K2
车门与舱口部位(湿润区域)	2	A-F 主要为 C	E	B-C	H	B	国际标准 5K3
车门与舱口部位(干燥区域)	2	A-F 主要为 C	E	B-C	E-D	A	国际标准 5K2
外部涉水部位	6	A-F 主要为 C	C	A-C	J	F	国际标准 6K9K
底盘与车身	5	A-F 主要为 C	C	A-C	I-J	F	国际标准 6K8K 或 6K9K
非弹性部位	5	A-F 主要为 C	F	A-C	I	F	国际标准 5K4K 或 6K9K
封闭孔穴	1	A-F 主要为 C	C	A-C	E	B	国际标准 5K2
非封闭孔穴	5,6	A-F 主要为 C	C	A-C	I-J	F	国际标准 5K4K
挡风玻璃座上、充气室内或机舱内	6	A-F 主要为 C	C	D-G	G 用机舱 PTC 要求	E	国际标准 6K6K 充气室内也应进行封闭评审
车厢顶棚上	1	A-F 主要为 C	C	D	E	B	国际标准 6K2K 或 5K2K
Z 部位 (由通用填定)							

1.7. 电气负载代码

下表规定了 12 伏电压系统的标准稳定状下的电压范围，及电气/电子元件试验的最小与最大试验电压。除非元件技术规范另有规定，确定电气/电子元件标准时应采用下表规定的内容。42 伏汽车电气系统的电压范围，见 ISO21848-2 标准的道路车辆 42 伏网络电气/电子设备第 2 部：电气负载。

标准电压 (V 标准)：标准电压应为 14 (±0.1) V。表中字母 A 到 C 为功状态分类。											
稳定状态电源电压 (V)	-13..<0	0.. <4.5	4.5<6	6.. <9	9.. <10	10..<12	12<16	16.. <18		试验电压 (伏)	
代码字母	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类	功能状态分类		最大	最小
A	C	C	A	A	A	A	A	C		4.5	16
B	C	C	C	A	A	A	A	C		6	16
C (最普通)	C	C	C	C	A	A	A	C		9	18
D	C	C	C	C	A	A	A	A		9	16
E	C	C	C	C	A	A	A	C		10	16
F	C	C	C	C	C	C	A	C		12	16
Z(经确定)											

表格使用说明：找出该元件的稳定状态电源电压范围的栏目，找出最左面代码字母相对应的行目。栏目与行目交叉一格就是适用于试验期间各分段的功能状态分类。试验电压见代码行目的最右面。如，代码为 C，电源电压为 9 到 16。功能状态分类为 9 到 10 伏 A、10 到 12 伏 A、及 12 到 16 伏 A。

特别注解：带稳压控制的汽车，元件试验时应采用 14 伏电压。性能评审时，尤其是带电机试验时的标准电压应在 12.8 伏时，进行一半时间的试验，在 14.5(±0.1)伏时，进行一半时间的试验。

*稳压控制是用于对汽车系统电压进行监控。是采用于车载电脑，最大程度上扩大发电机的效率、对电气负载进行控制、提高电池的充电状态、并节省燃料成本。电池的工作电一般在 12.5 伏到 15 伏之间变化。

功能状态分类

功能状态分类的目的与应用范围，提供确定时汽车电气/电子元件试验状态下与实际运用状态下的功能状态分类的一般方法。

该分类原要将在电磁干扰或试验状态下的功能状态区分开来。但在本标准中，一般用于区分任何状态下（也指标准状态下或特殊行驶状态下）的功能。因此，受干扰影响的与受到影响应确定为受到任何条件的影响。

分类等级	功能状态分类的定义
A	在受到干扰期间与受到干扰之后，电气/电子元件的所有功能运行符合规定要求。
B	在受到影响期间，电气/电子元件的所有功能运行符合规定要求，但是，其中可能有一个或数个功能超出公差要求。影响作用停止后，所有功能会自运恢复到标准限制要求内。记忆功能必须保持到 A 级。
C	在受到影响期间，电气/电子元件的所有功能不能按规定要求运行，但在影响停止后，功能会自动恢复到标准的限制内。电压设在规定的范围内时，未设置诊断代码或其它错误输入/输出命令前，电子子系统或元件不会输出任何错误的操作信号。
D	在受到影响期间，电气/电子元件的所有功能不能按规定的要求运行；且在影响停止后，不能恢复标准的操作，元件/系统需要经过操作人的简单的操作才能恢复。
E	在受影响期间与受到影响之后，电气/电子元件不能按规定的要求运行；且未在修理或置换电气/电子元件或系统的情况下，不能恢复到正常的标准操作。功能必须符合所有瞬时电压性要求。

特殊注解：该元件在超出设计电压范围时，不能产生危险现象。该要求适用于上述功能等级分类的所有等级要求。

1.8. 机械负载代码

表 3：机械负载代码

	规定要求				
代码字母	碾压试验	随机振动试验	机械冲击试验	车门/箱盖冲击	自由落体试验
A	方法 A	外壳 1	是	否	是
B	方法 A	外壳 2	是	否	是
C	方法 A	弹性元件	是	否	是
D	方法 A 与 B	弹性元件	是	否	是
E	方法 A	弹性元件	是	是	是
F	方法 A	非弹性元件	是	否	是
Z(按确定)					

碾压试验注解：方法 A 为模拟手臂放在试验件面盖上对元件产生的压力。种现象在汽车生产与汽车实际使用时均会出现。方法 B 是模拟脚踏在元件上，对元件或元件的导线会造成损坏现象。这种现象在汽车生产与实际使用中，及客户某些特殊用途中会出现。

随机振动注解：弹性元件是安装在汽车弹簧或悬挂系统上的元件。非弹性元件是指固定在悬挂系统本身上的元件，及安装在车轮、刹车、轮胎上的元件。

1.9. 温度代码字母

最低/电高工作温度代码字母

表 4：工作温度范围代码字母

代码字母	最低温度 (摄氏度)	最高温度 (摄氏度)	加热后最高温度 (吸热时间:30 分)	重复烤漆最高温 (摄氏度)
A	-40	+70		+95
B	-40	+80		+95
C	-40	+85		+95
D	-40	+90		+95
E	-40	+105		+95
F	-40	+105	+120	+95
G	-40	+120		+95
H	-40	+125	+140	+95
I	-40	140		+95
Z (按确定)				

温度定义

温度	符号	定义
最低温度	Tmin	系统或电气/电子元件操作环境温度的最低限值。
最高温度	Tmax	系统或电气/电子元件操作环境温度的最高限值。
加热前 (吸热)	TmaxPH	汽车熄火临时环境下的, 及系统或电气/电子元件在发动机上或其附近环境下的最高限值。
重复烤漆	TmaxRP	重复烤漆时, 元件无需操作的情况下的最高温度的限值。

1.10. 气候代码字母

表 5：气候代码字母

代码字母	高温耐久性	热冲击最少次数（去电源，可增加）	同电源热疲劳度试验次数，样件 15 件	溅水试验	封闭性试验	盐雾试验	循环湿度试验	稳定湿度试验	氙灯老化试验
A	2000	300	2456	否	否	10	是	是	否
B	2000	300	2456	是	是	20	是	是	否
C	500-2000	100	1396	否	否	10	是	是	否
D	500	100	873	否	否	6*	是	是	是
E	500	100	873	否	否	6*	是	是	否
F	500	100	873	否	是	6*	是	是	否
G	500	100	873	是	是	10	是	是	否
H	500	100	873	否	否	20	是	是+凝露	否
I	500	100	575	否	是	20	是	是	否
J	500	100	575	是	是	20	是	是	否
Z (按确定)									

注解：上表电源循环温度等数为 15 只样件。该损坏等级应采用安电源循环温度的混合热冲击试验完成。混合程度根据《电源循环温度试验与热冲击试验》这一章内容进行量化。上表中规定所有等级的热冲击试验最少的次数应为 100 或 300 次。一次热冲击试验损坏程度等于二次电源循环温度试验的损坏程度，并等于热冲击试验与电源循环温度试验累积疲劳损坏的合计程度。如，873 次电源循环温度试验可以等于 100 次热冲击试验加上 673 次电源循环温度试验。但 873 次电源循环试验的损坏程度必须由 336 次热冲击试验与 200 次电源循环温度试验的完成。在热冲击试验后，进行适当的失效检测，就必须进行 200 次电源循环温度试验。所有代码分类项目都必须进行高海拔试验与分析（备选）

1.11. 化学负载试验的代码字母与程序

目的

该试验的目的是用来确定试验件在实际使用过程中遇上油液后，是否能符合规范要求。

该项试验要进行四次油液污染，试验温度为室温。

方法 A – 正常清洗试验；

方法 B – 产生表面破损的意外遇上油液试验；

方法 C – 产生内部破损的意外遇上油液试验，试验时间元件不起动操作；

方法 D - 产生内部破损的意外遇上油液试验，试验时间元件起动操作；

元件技术规范应确定元件的代码字母、油液试验的方法、及试验采用的环境油液表中的油液与化学品栏目规定的内容。试验方法 C 与 D 只在元件技术规范有要求时才进行。

性能的影响

此类试验的目的是评审油液对元件表面与功能带来的影响。

程序（操作类型 1.1）

方法 A

正常清洗，外露的车厢电气/电子元件，应采用《汽车元件耐正常清洗液-程序 A》方法与玻璃清洗液作为清洗剂来进行试验。

方法 B

该项试验是要对材料表面可能产生的损坏现象进行评审。《汽车环境试验油液表》中 a 与 b 部位的元件应采用 GMW3431 开关试验程序的涂刷方法试验。试验件上可涂上多种油液，

但不能只涂在一个地方。试验件要用于其它试验时，可将涂上的油液擦拭掉。

方法 C

该项试验是用来对未通电的电气/电子元件的内部坏损进行评审。试验件应按 GMW3431 标准内规定的倾倒方法进行试验。

方法 D

该项试验是要对水溅试验时对元件可能产生的坏损进行评审。水溅试验是：先将盛一杯 200 毫升的自来水，在试验件通电 10 分钟后，一次性泼在试验件上。

评审标准

方法 A

外露表面应符合 GM9900P 标准中规定的等级要求。

方法 B

试验件接触到油液后，油液不会使试验件融化、开裂、破损、或是使其表面结晶。试验件表面的符号与标记嵌件受到油液影响后，也不会破碎、开裂、分解、或脱落。

方法 C

试验件的功能参数试验应合格，不会自动通电操作，并不会产生有危险的振动与热应力现象。

方法 D

在水溅试验期间或试验后，试验件操作无需正常，只要求不会产生危险的振动或热故障。

表 6:化学负载

表格中的字母代表应用方法、通电条件、及验收标准 注：无具体年产品时，可采用类似的产品进行试验		安装部位代码					
		A	B	C	D	D	E
	化学品/油液	车厢外露件	车厢隐蔽件	车门部件	行李箱部件	引擎盖下	底盘件
1	氨水清洗剂或类似品	a	b	b	b	b	b
2	地毯清洗剂	a					
3	10 盎司咖啡、5 盎司奶油、2 匙糖调制成的咖啡液	b,c	c	c	c	c	c
4	可口可乐公司的可乐	b	c	c	c	c	c
5	指甲油清除剂	b	b	b		b	
6	电气接触油脂	b			b		b
7	头发定型剂	b		b			
8	洗手液	b	b			b	
9	护手霜	b			b		b
10	驱蚊剂	b		b		b	
11	润滑剂	b	b				b
12	肥皂与洗洁剂	a				b	b
13	防晒霜	b			b		b
14	乙烯清洗剂	a				b	
15	乙烯可塑剂	a					
16	自来水	d					
17	挡风玻璃清洗剂	a					b
18	酸雨（按 GMW3431 标准）				b	c	b
19	5%盐水（按 GM3431 标准）				c	c	c
20	油脂	b			b	b	b
21	内层油漆材料					b	b

22	清洗与腊浓缩剂	b				b	
23	刹车液	b				c	b
24	清洗剂/去油剂	b				c	b
25	柴油	b				c	
26	发动机冷却剂加 50%水混合剂	b				c	
27	机油	b				c	b
28	乙醚（起动液）					c	
29	酒精汽油混合燃料 10%	b				c	
30	汽油	b				c	
31	动力方向液					c	b
32	油漆（搪瓷漆）					c	b
33	传动液					c	b
34	齿轮油					c	b
35	轮胎清洗液	b				c	b

方法	程序	说明
a	清洗，喷水或采用粗棉布擦拭	喷水清洗，或用粗棉布擦洗，稍后擦干
b	刷洗	用户或是维候人员手的杂物可能掉落
c	浇水清洗	杂物飞落在不带电的部位
d	喷水清洗	饮料溅在杯架上（被饮料溅到的元件可能带电）

1.12. 国际密封保护代码字母

第 6 章为汽车部位国际保护要求。除非元件另有不同规定，均应采用此国际保护代码字母。该产品在完成防水试验后应立即通电。

表 7 为国际保护代码系统的结构。整个评审过程见国际照明协会 60529 标准与德国工业标准 40050 第 9 部分。

表 7：国际防尘防水保护代码

	IP	1	L	2	L	L	L
代码	■						
第 1 个代码数字（0 至 6 或字母 X），0 至 4 数字通用公司不采用。		■					
第 1 个补充字母（K）			■				
第 2 个代码数字（0 至 9 或字母 X）				■			
第 2 个补充字母（K）					■		
第 3 个补充字母（A、B、C），通用公司不采用。						■	
第 4 个补充字母（M、S），通用公司不采用							■

国际保护代码使用示例：

第 1 个代码数字与补充字母与防尘试验有关：

X-----不需要

5K-----防尘试验，不影响功能

6K-----防尘封闭保护

第 2 个代码数字与补充字母与防水试验有关：

X-----不需要

1-----垂直跌落试验

2-----15 度斜角跌落试验

3-----轻喷水试验

4-----喷水试验

4K-----高压喷水试验

5-----水枪射试验

6-----水枪重射试验

6K-----高压水枪重射试验

7-----短时间浸水试验

8-----长时间浸水试验

9K-----高压蒸汽枪清洗试验

示例：

IPXX----无封闭要求

IP5K2---防尘与防水滴试验

IP5K6K—防尘与清洗车时高压水射保护

IP6K9K---防尘封闭保护与清洗高压水射保护

IP6K8K---防尘封闭保护与长期浸水保护

（需要封密性试验）

表 8：试验操作类型总表

试验名称	操作类型
海拔试验（试验 1 与试验 2）	试验 1=3.2, 试验 2=1.1
寄生电流测量	2.1
搭火起动电压与极性反向试验	2.1 与 3.1
过载电压试验	3.2
电源与接地试验	3.1 与 3.2
电压降试验	3.1
电池电压断开试验	3.1
迭加交流电压试验	3.1
短路试验	3.2

负载电路电流过载试验	特殊-见文字说明
电池短路试验	2.1
接地短路试验	2.1
开路试验	1.2
安全性试验(备选)	1.1
电击穿强度试验(备选)	1.1
电磁兼容性试验	按 GMW3097
连接器试验	1.1
连接器碾压试验, 方法 A(手臂按压)	1.1
连接器碾压试验, 方法 B(脚踩踏)	1.2
随机振动试验	3.2
机械振动试验	1.2 或 3.2(见文字说明)
车门、行李箱、引擎盖等关闭振动试验	3.2
元件外壳碾压试验, 方法 A (手臂按压)	1.1
元件外壳碾压试验, 方法 B (脚踩踏)	1.2
自由落体试验	1.1
低温起动试验	3.2
高温试验	3.2
空气热振动试验	1.1 或 1.2
电源温度变化试验	3.2
热振动/喷水试验	3.2
盐雾/盐水试验	3.2
循环状态湿热试验	3.2
稳定状态湿热试验	3.2
吸水防霜试验	3.2 定期
凝露试验	1.1 与 3.2
混合气体腐蚀试验	1.1
氙灯老化色牢度试验	1.1
沙尘试验	1.2
防水试验	1.2
密封性试验 (浸水试验)	3.2
化学负载试验	1.1 或 2.1
易燃性试验 (最后一项试验)	1.1

表 9: 操作类型定义

操作类型	电气状态
1.1	不连接电路, 无电压。
1.2	按实际汽车使用方式接通电路, 但无电压。
2.1	试验件按照装车要求通电, 所有输入信号按停车时睡眠模式, 所有输出带原负载。
2.2	条件同上述第 2.1 条要求, 试验件通电电压为标准电压。
3.1	模拟汽车运行模式, 所有连接与负载安装到位, 但元件无需通电。
3.2	条件同上述第 3.1 条要求, 但元件通电。

1.13. 可靠性设计评审

其它设计应分别进行 5 次不同的评审，确保注重解决产品可靠性不足之处的措施。此 5 个不同的评审应在整个产品开发过程中，按第 3 章的图表顺序进行。可靠性评审主要是回答下列几个问题：

产品更改评估采用《按失效模式进行的设计评审》-第 1 次设计评审。

- 与前次的设计相比，该设计有何不同之处，或有何更改？
- 更改的带来何问题？
- 不同设计会给最终用户，及其它系统中的相关元件带来何影响？
- 为确保问题不会成为难解决的难题，采用何措施？

失效预期确定（AFD）- 为依据 TRIZ 确定方法 – 第 1 次设计评审

该方法是用来快速发现产品的潜在不足，并帮助制订最佳的《预期失效确定方案》。失效预期确定是改变或延缓问题产生的一项技术。通常情况下，在《设计失效模式与后果分析》内会提出这样的问题：产品是如何失效的？这样的问题体现了工自然的否认现象，对找出产生的失效的机制并无帮助。预期失效改变问题的发展方向，不是提出产品为什么会产生失效现象的问题，而是先问：怎样使产品产生的失效的？然后问：如何使产品的失效现象一致？确定了这类状态后，就能确定最能产生失效的风险机制，并对状态条件进行控制防止失效的产生。该过程会保证更加注意认为存在关键后果的失效机制。在试验及试验后的对产品进行分解期间，应对此类失效机制特别关注。产品名称一旦注册为商标，该方法就成了公共领域内的普通概念，并在无需订立合同的情况下就能使用。

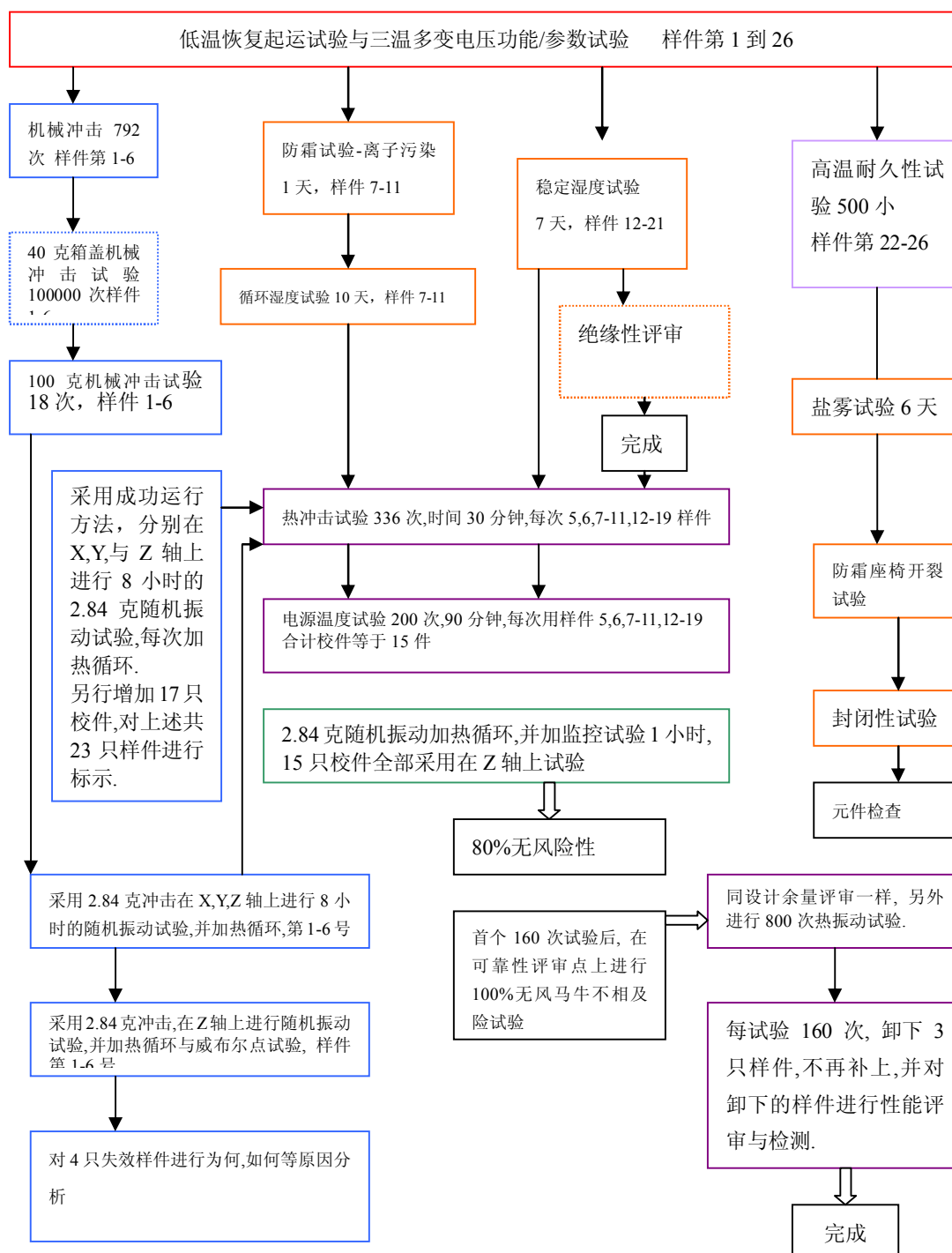
- 该试验方法是否包括全部的失效机制？
- 如何评估此类失效机制的设计余量？
- 在整个设计评审过程中，必须对各供应链部门之间的沟通交流时产生问题进行控制。可行的话，这类沟通交流至少应延伸到三级供应商。各部门之间的沟通交流必须要有文件记录，在整个设计评审过程中，各级配套供应商之间交流的问题必须反馈给通用公司的工程项目小组。示例：如果从 1 级供应商起使用无铅焊锡，此无铅焊熔点温度比含铅焊锡要高出 30 度，该信息应如何通知供应会产生温度升高现象的元件的二级供应商。针对这种状态，二级供应商反馈的风险是什么？
- 在各失效预期确定过程之间，采用根据试验结果进行设计评审 – 第 3 到 5 次评审。
 - 对产品进行详细分解对了解现有全部的信息是一项关键工作。
 - 找出什么是关键的，并找出必须经通用公司评审的试验结果。
 - 每个失效机制有多少设计余量？
 - 产品尺寸与参数对限制设计余量的设计不足之处有多大影响？
 - 如何将设计余量产生影响的变化减少到最低程度？
 - 生产中如何控制此类参数。
 - 在产品开发的各个阶段，设计余量低的部位应进行何种改进？何时/如何确定此类改开始生效？
 - 根据前一阶段所学的经验，如何在下一阶段中改进行试验计划？

下列试验流程图例出各个试验阶段中的重点，及其重点之间的关系。此类试验的设计及其与可靠性要求的关系是根据“失效的物理学”确定的。在 PDF 格式文件内，蓝色框内为振动形式与冲击产生的疲劳度。紫色框为由于材料的 CTE 值失调产生焊接热疲劳度的形式。红色框为湿气与腐蚀的重点问题，并为热疲劳度与电源温度试验的二元热疲劳度。淡紫色框高温环境操作由于扩散引起的失效。最后绿色框为采用振动与送加热试验的有力检测过程。绿框内的多项试验是要对由于前期湿气、振动、与热冲击试验项目出现的失效进行检测。在符合可靠性要求的同时，每项工作都能在最短的时间内对最大破损进行检测。在此试验程序中，首先进行较快、较大破损的试验，这样就能尽快找出设计缺陷。

1.14. 内部组件设计验证试验流程(1a)

图 4：内部组件耐久性试验流程

内部组件耐久性试验流程图（R97/C50）

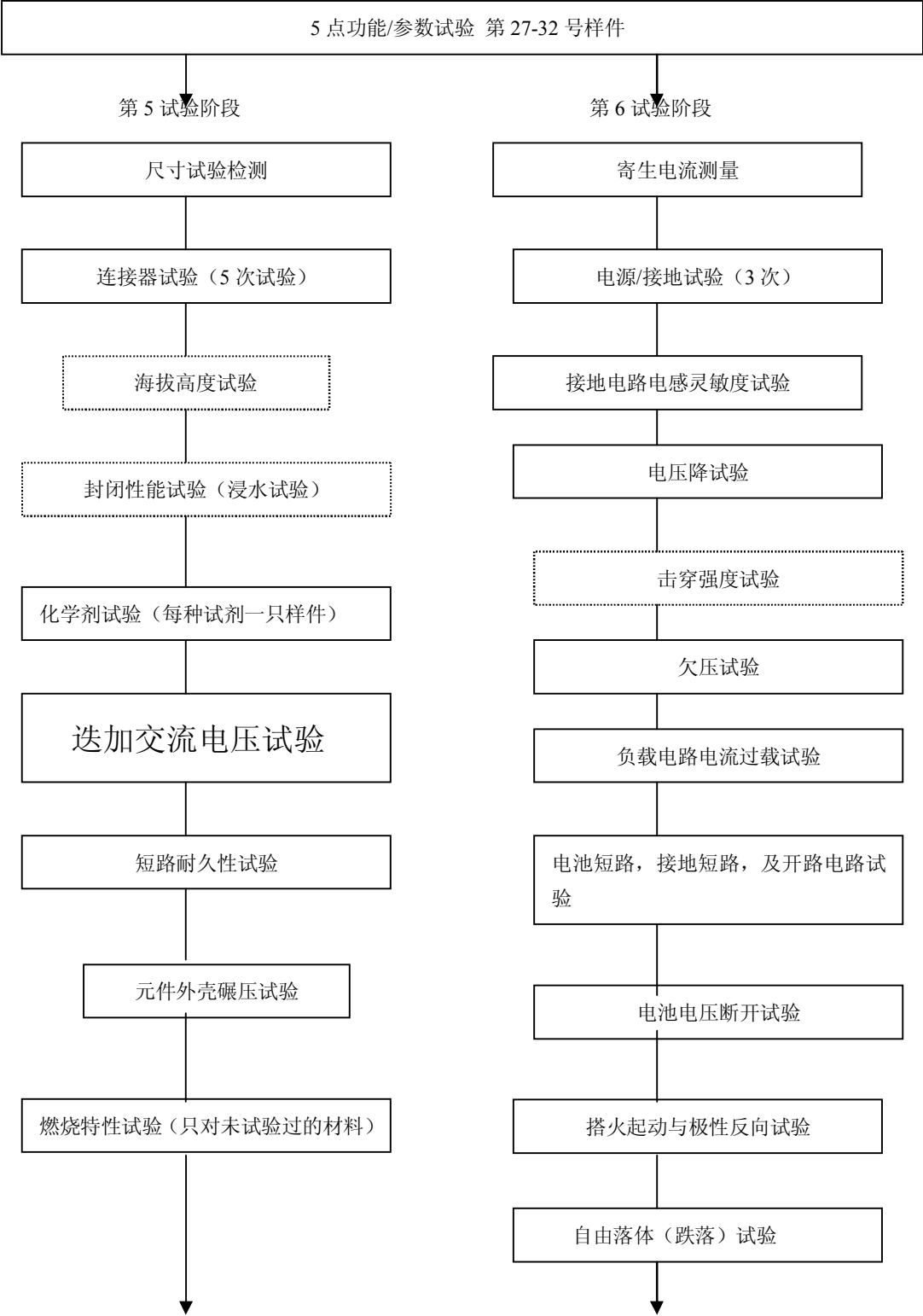


*= 性能评审

**= 根据安装部位确定

***= 根据热量确定

图 5(1b)内部组件设计能力试验流程
内部组件设计能力试验流程



图中符号说明: = 为备选试验项目
* = 在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查, 确保样件工作正常。

1.15. 试验流程 – 内部总线连接电气中心

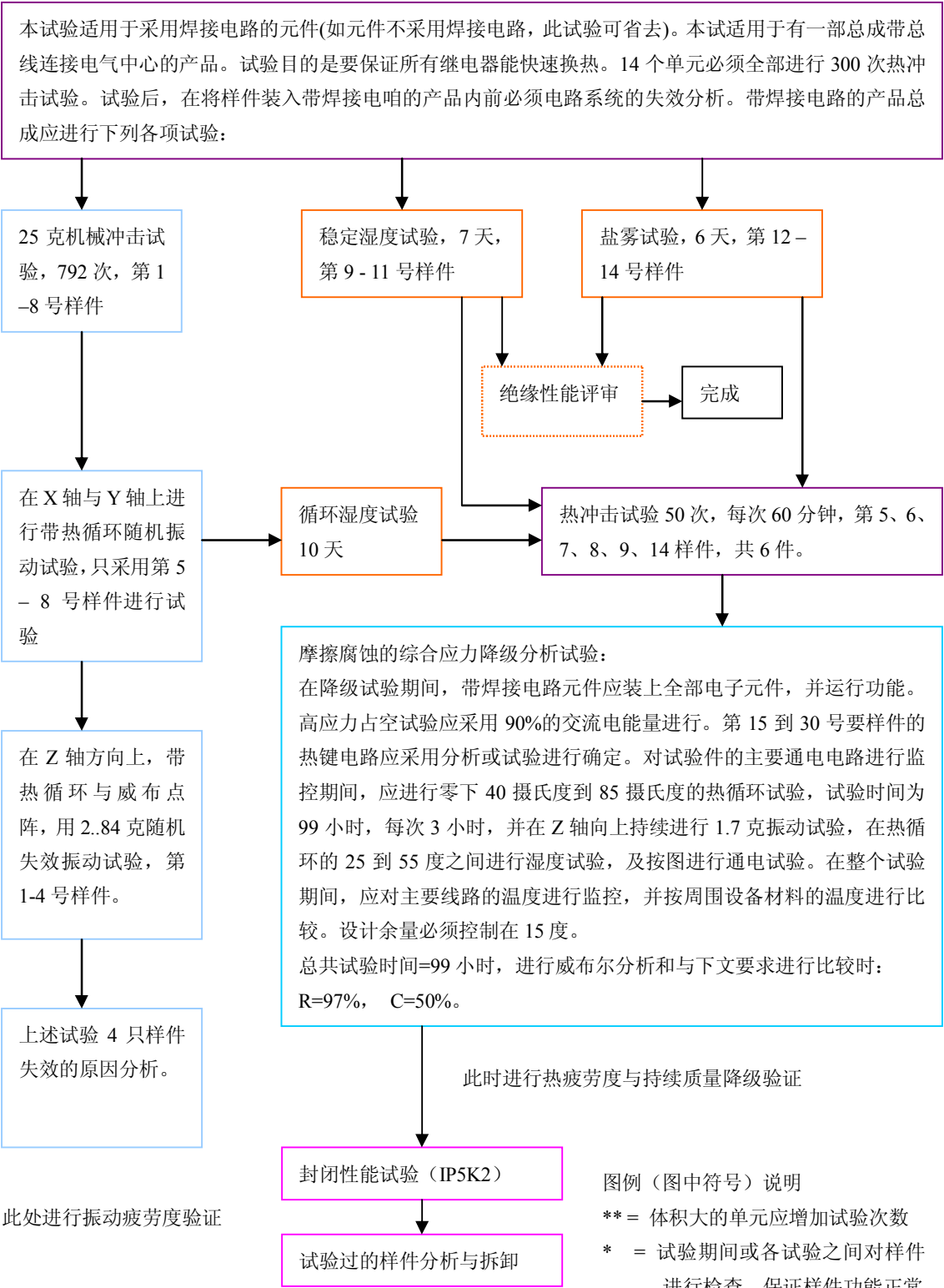
图 6 内部总线连接电气中心耐久性试验

内部总线连接电气中心耐久性试验程序(R97/C50)

第 1 试验阶段

第 2 试验阶段

第 3 试验阶段



此处进行振动疲劳度验证

图 7（2b）内饰件电气总线连接中心试验方法与分析

内饰件电气总线连接中心试验方法与分析

（R97/C50）

综合应力电气总线连接中心试验方法

为确保熔断器的完整性，最高温度期间不进行湿度试验

试验图见英原文第 31 页

图中文字说明：

Humidity Applied Here:此处进行湿度试验、 Temperature Cycling: 温度变化、Random Vibration: 随机振动、Power Cycling:通电 Time on Test: 试验时间

电气总线连接中心电阻数据威布尔分析程序

对 6 个带电气总线中心的样件的全部电路的初始电阻进行威布尔分析。对 6 个带电气总中心的样件的全部电路上的在综合环境试验期间从头到尾期功能电阻进行威布尔分析。采用所记录的最大电阻值。确定主要的 20%初始大电阻电路，及主要的 20%大电阻系数电路。下图为 2 件样件的威布尔分析的点阵图。

另外采用 6 个不同带电气总线中心样件对主要 20%电路进行威布尔分析（无图示），6 个样件中每个威布尔点阵图有 6 个数据点，每个电路 2 个威布尔点。任何初始电阻超过 20 毫欧的主要 20%电路，或是在可靠性为 97%及置信度为 50%的条件下，电阻增加系数超过 3 的主要 20%电路必须另行进行的分析研究与识别。

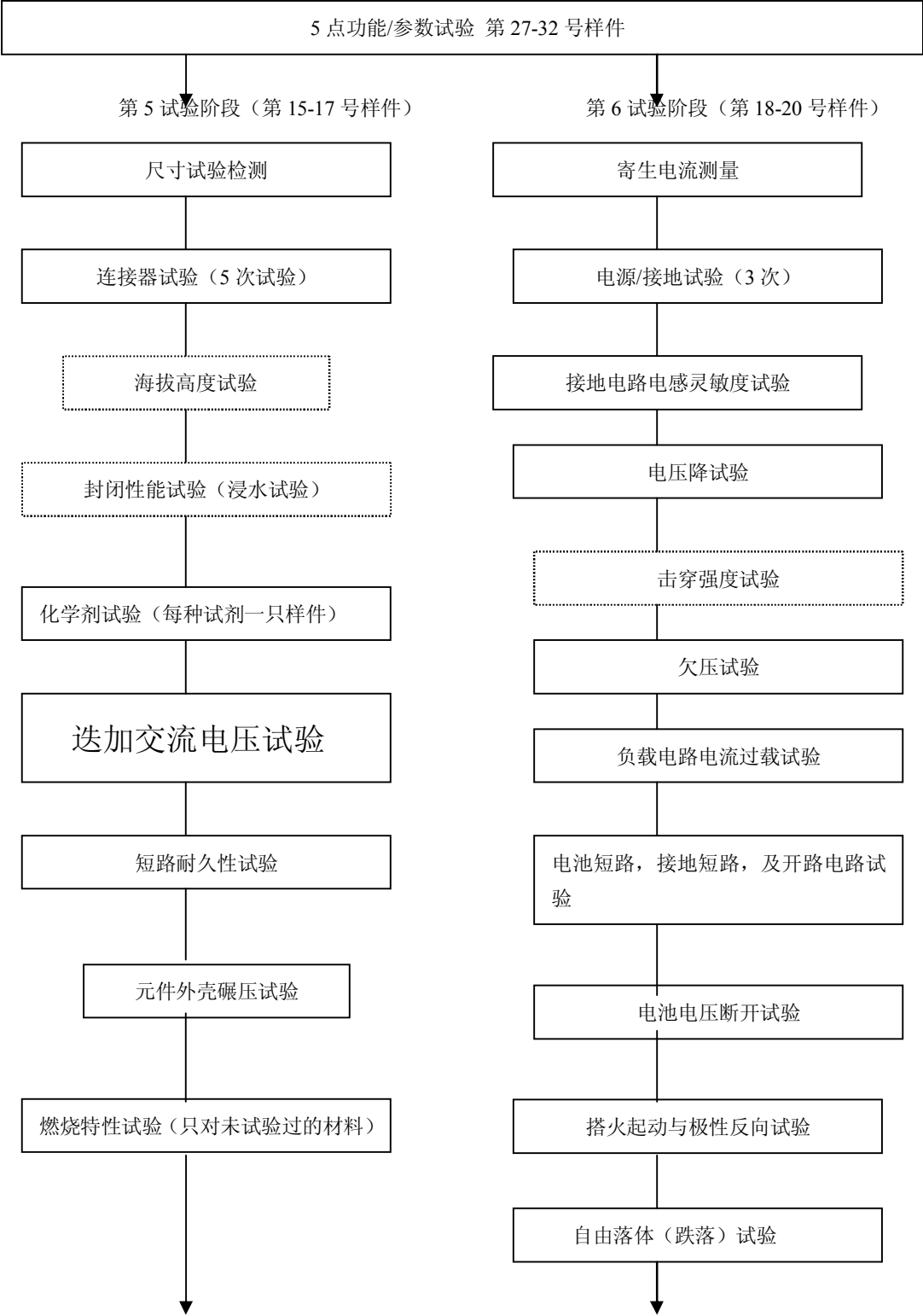
$$\text{电阻增加系数} = \frac{R_{\text{最终}}}{R_{\text{初始}}}$$

点阵图见英文原版第 31 页。

图中文字说明：

Initial Resistance: 初始电阻、Ratio Increase in Resistance: 电阻增加比例、Worst: 劣势状态、Weibull Analysis: 威布尔分析、Unreliability: 不可靠性

图 8(2c)内部组件设计能力试验流程
内部组件设计能力试验流程



图中符号说明: =为备选试验项目
*=在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查，确保样件工作正常。

1.16. 试验流程 – 引擎盖下总线连接电气中心

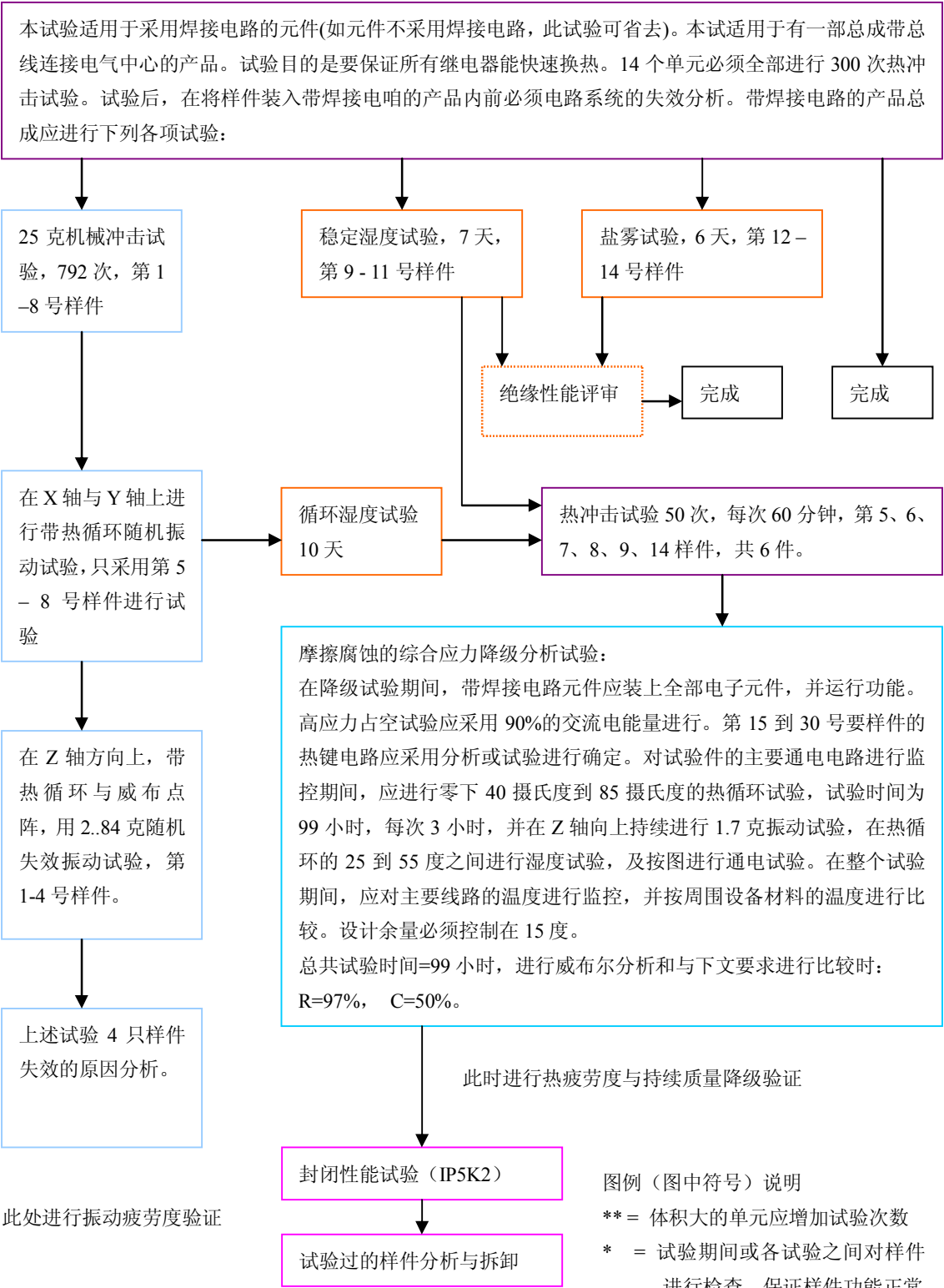
图 9 引擎盖下总线连接电气中心耐久性试验

引擎盖总线连接电气中心耐久性试验程序(R97/C50)

第 1 试验阶段

第 2 试验阶段

第 3 试验阶段



*=在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查,确保样件工作正常。

图 10（2b）引擎盖电气总线连接中心试验方法与分析

引擎盖电气总线连接中心试验方法与分析

（R97/C50）

综合应力电气总线连接中心试验方法

为确保熔断器的完整性，最高温度期间不进行湿度试验

试验图见英原文第 34 页

图中文字说明：

Humidity Applied Here:此处进行湿度试验、 Temperature Cycling: 温度变化、Random Vibration: 随机振动、Power Cycling:通电 Time on Test: 试验时间

电气总线连接中心电阻数据威布尔分析程序

对 6 个带电气总线中心的样件的全部电路的初始电阻进行威布尔分析。对 6 个带电气总中心的样件的全部电路上的在综合环境试验期间从头到尾期功能电阻进行威布尔分析。采用所记录的最大电阻值。确定主要的 20%初始大电阻电路，及主要的 20%大电阻系数电路。下图为 2 件样件的威布尔分析的点阵图。

另外采用 6 个不同带电气总线中心样件对主要 20%电路进行威布尔分析（无图示），6 个样件中每个威布尔点阵图有 6 个数据点，每个电路 2 个威布尔点。任何初始电阻超过 20 毫欧的主要 20%电路，或是在可靠性为 97%及置信度为 50%的条件下，电阻增加系数超过 3 的主要 20%电路必须另行进行的分析研究与识别。

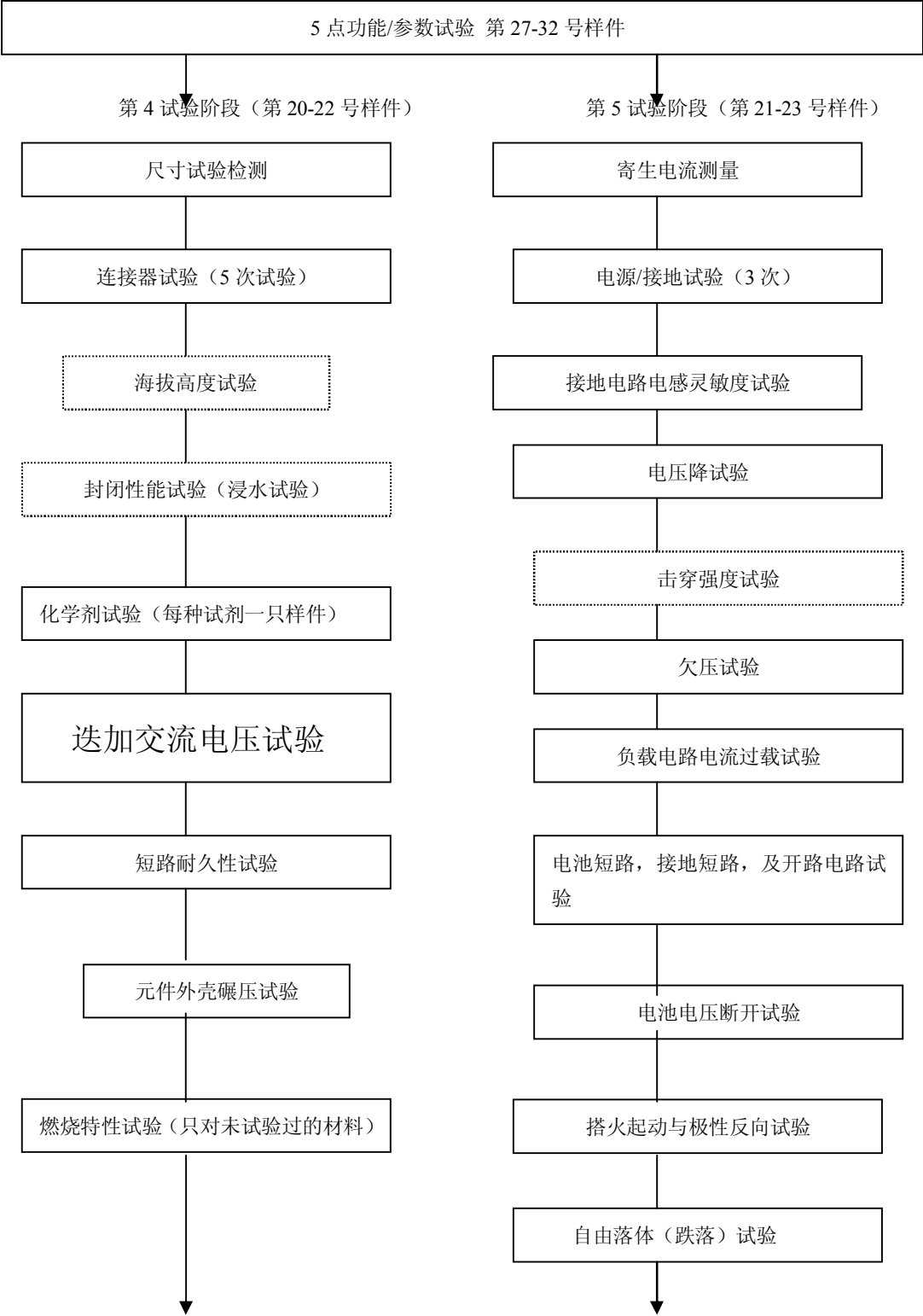
$$\text{电阻增加系数} = \frac{R_{\text{最终}}}{R_{\text{初始}}}$$

点阵图见英文原版第 34 页。

图中文字说明：

Initial Resistance: 初始电阻、Ratio Increase in Resistance: 电阻增加比例、Worst: 劣势状态、Weibull Analysis: 威布尔分析、Unreliability: 不可靠性

图 11(3c)引擎盖下组件设计能力试验流程
引擎盖下组件设计能力试验流程



图中符号说明: =为备选试验项目

*=在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查，确保样件工作正常。

1.17.(4a) 车门外部组件验证试验流程

图 12: 车门外部组件耐久性试验程序

车门外部组件耐久性试验程序结(R97/C50)

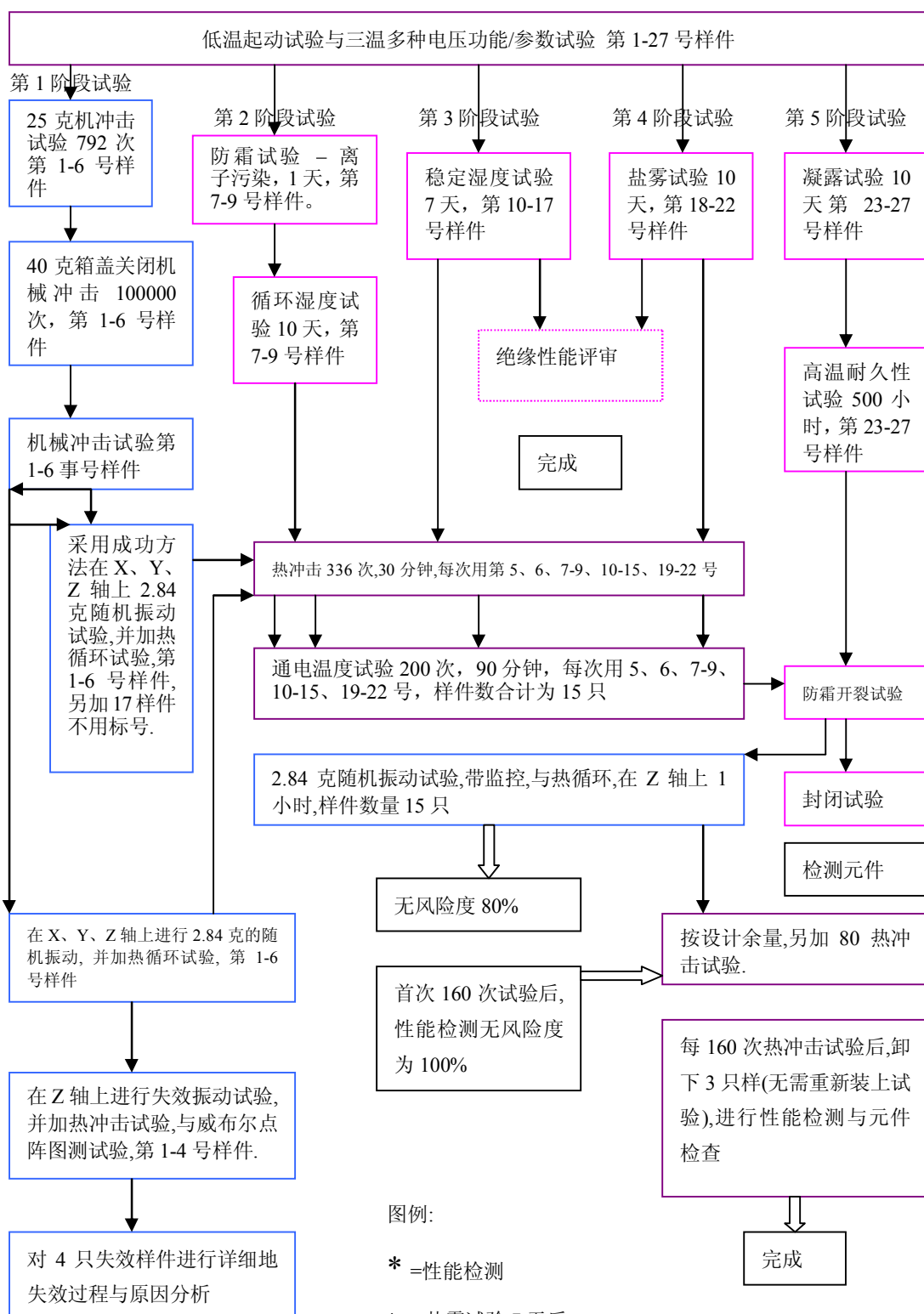
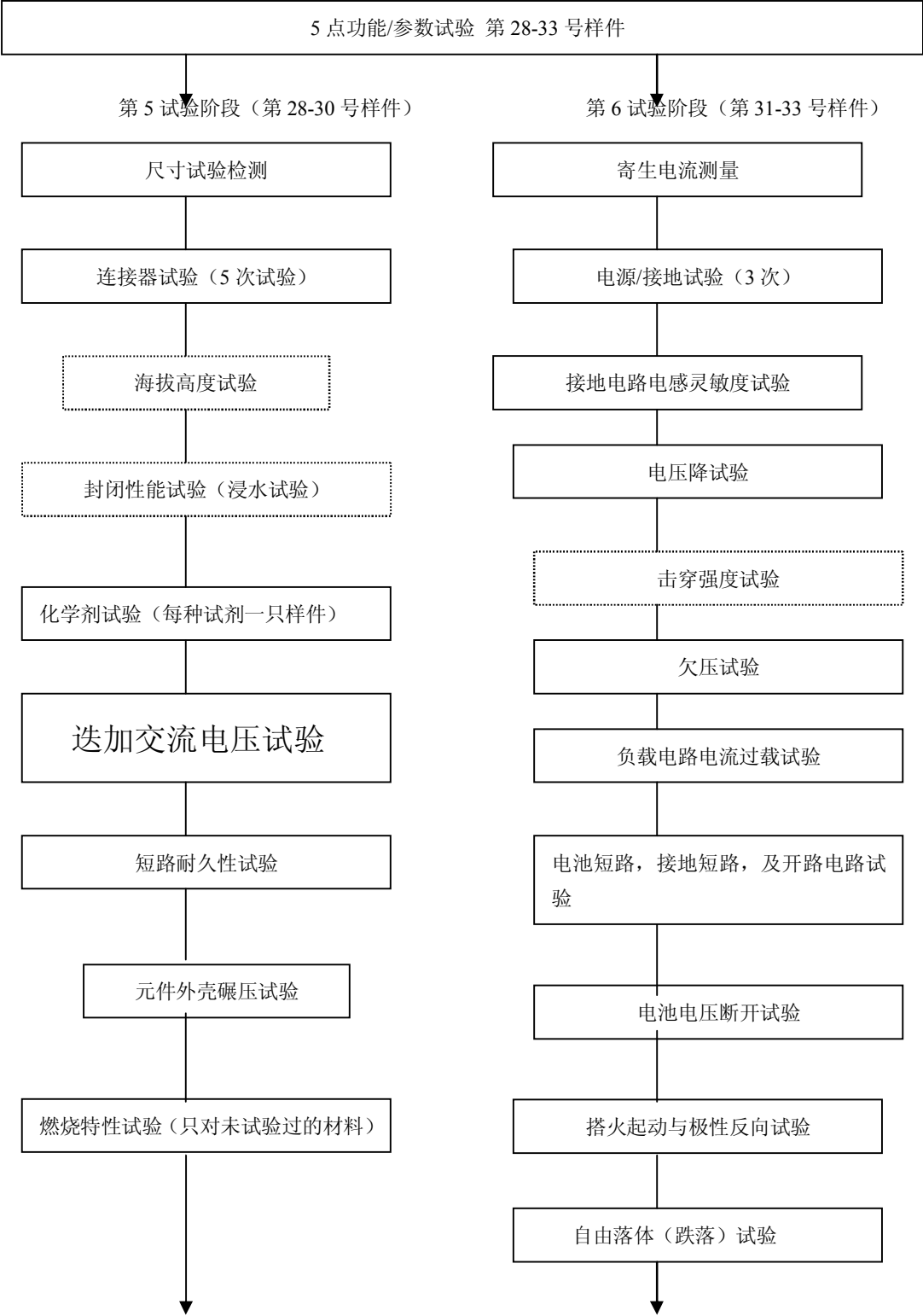


图 13(4b)车门外部组件设计能力试验流程
车门外部组件设计能力试验流程



图中符号说明: = 为备选试验项目
* = 在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查, 确保样件工作正常。

1.18.(5a) 低部位组件验证试验流程

图 14: 低部位组件耐久性试验程序

低部位组件耐久性试验程序结(R97/C50)

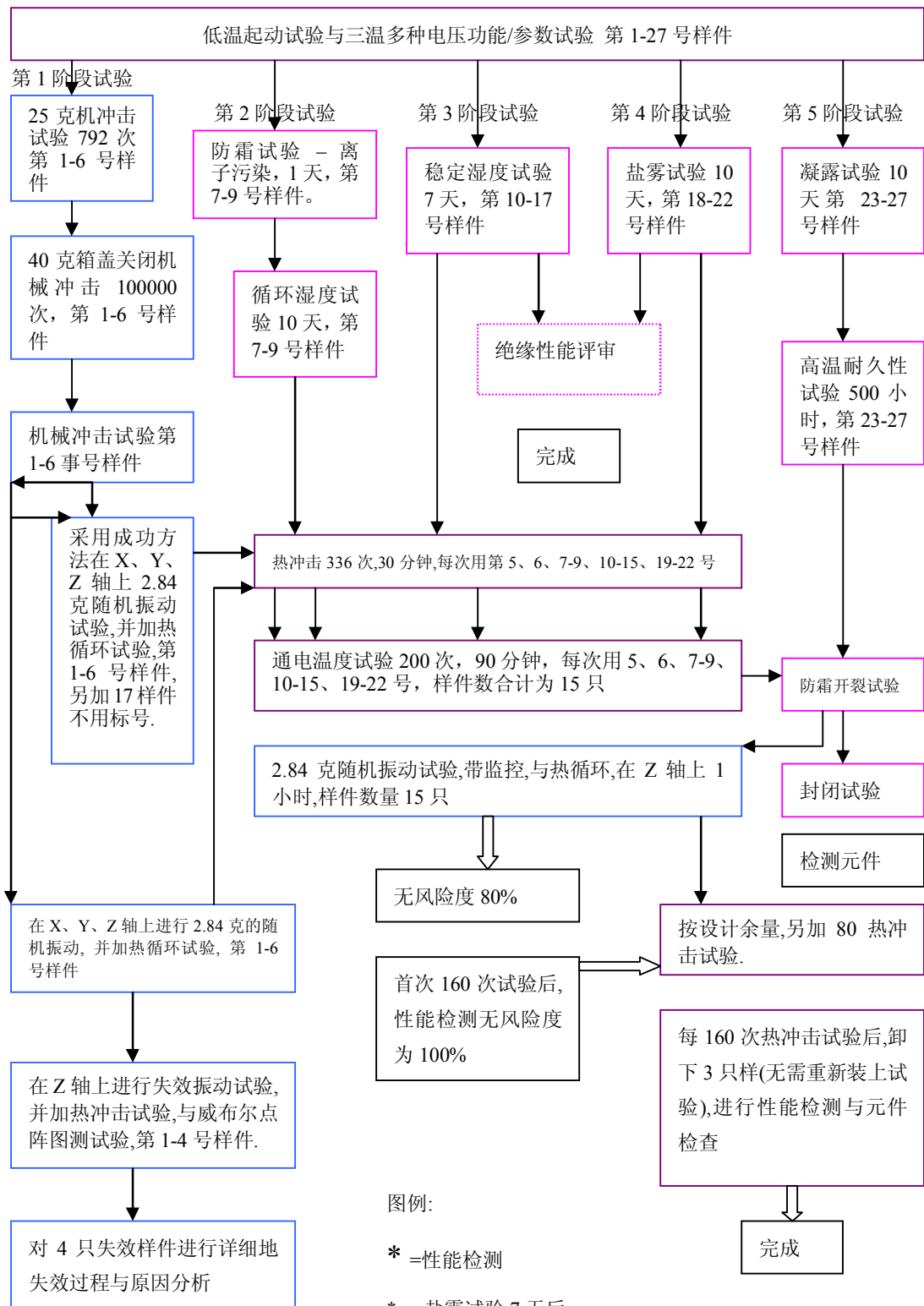
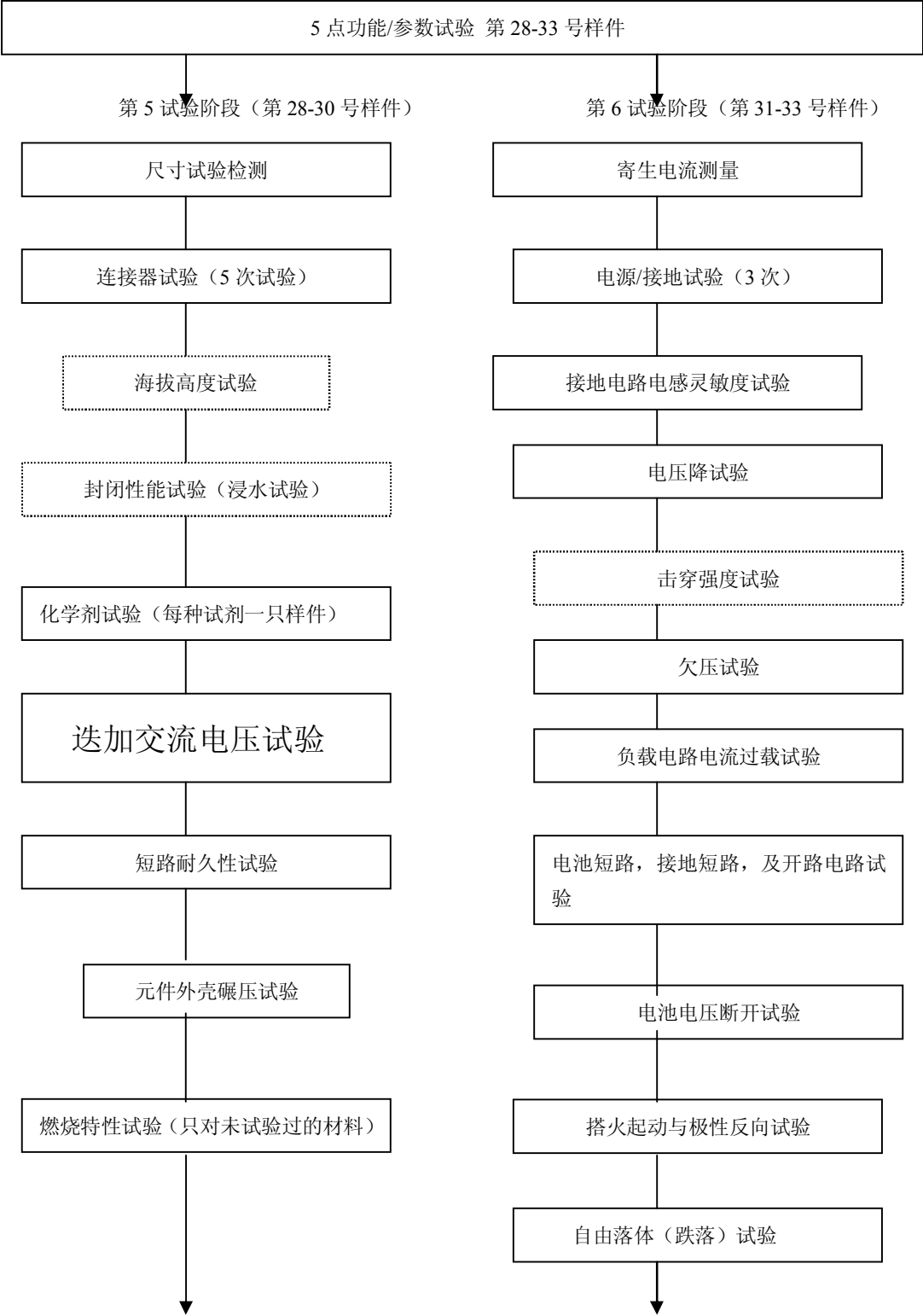


图 15(5b)低部位组件设计能力试验流程
低部位组件设计能力试验流程



图中符号说明： =为备选试验项目
*==在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查，确保样件工作正常。

1.19.(6a) 高部位组件验证试验流程

图 12: 高部位组件耐久性试验程序

高部位组件耐久性试验程序结(R97/C50)

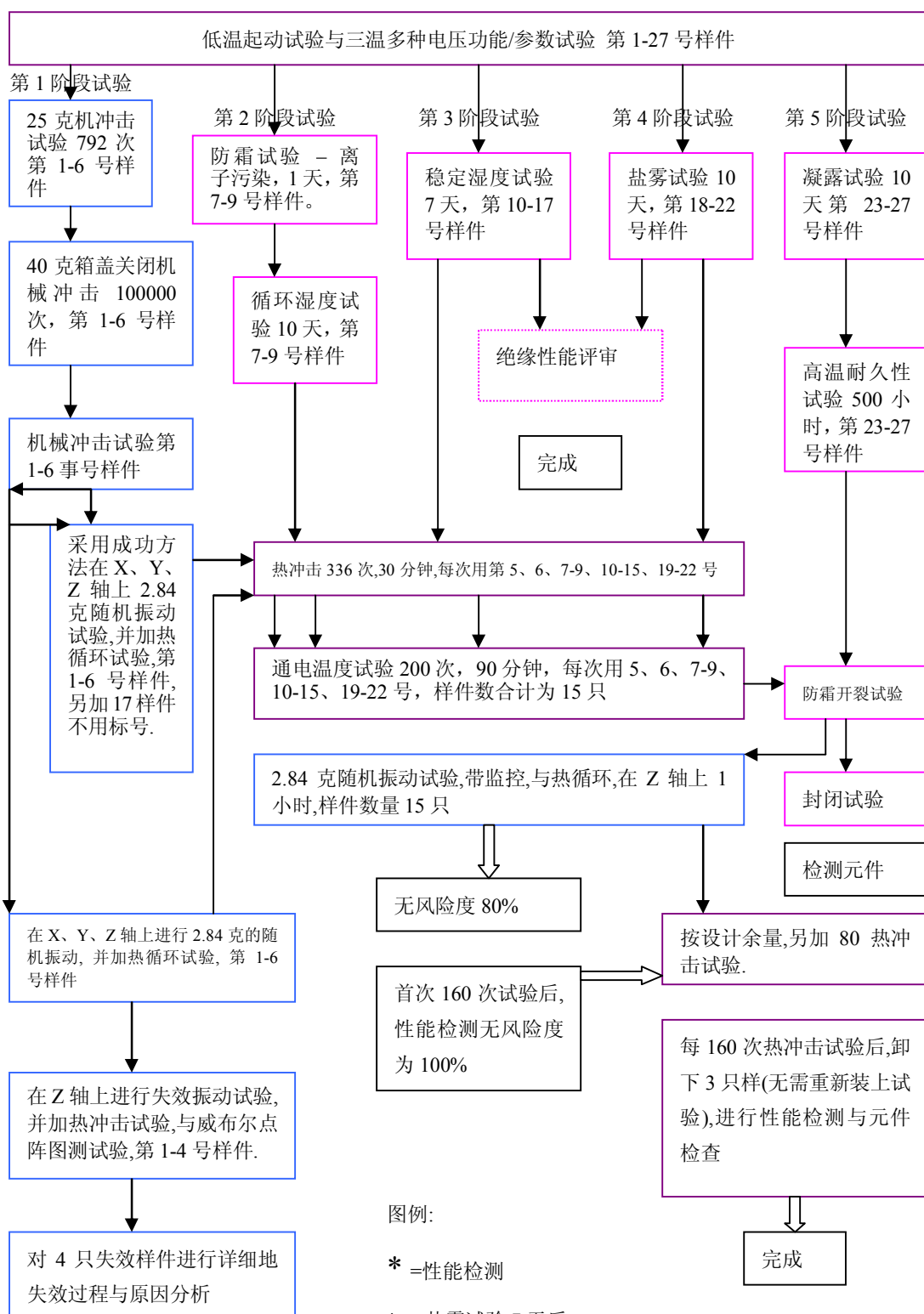
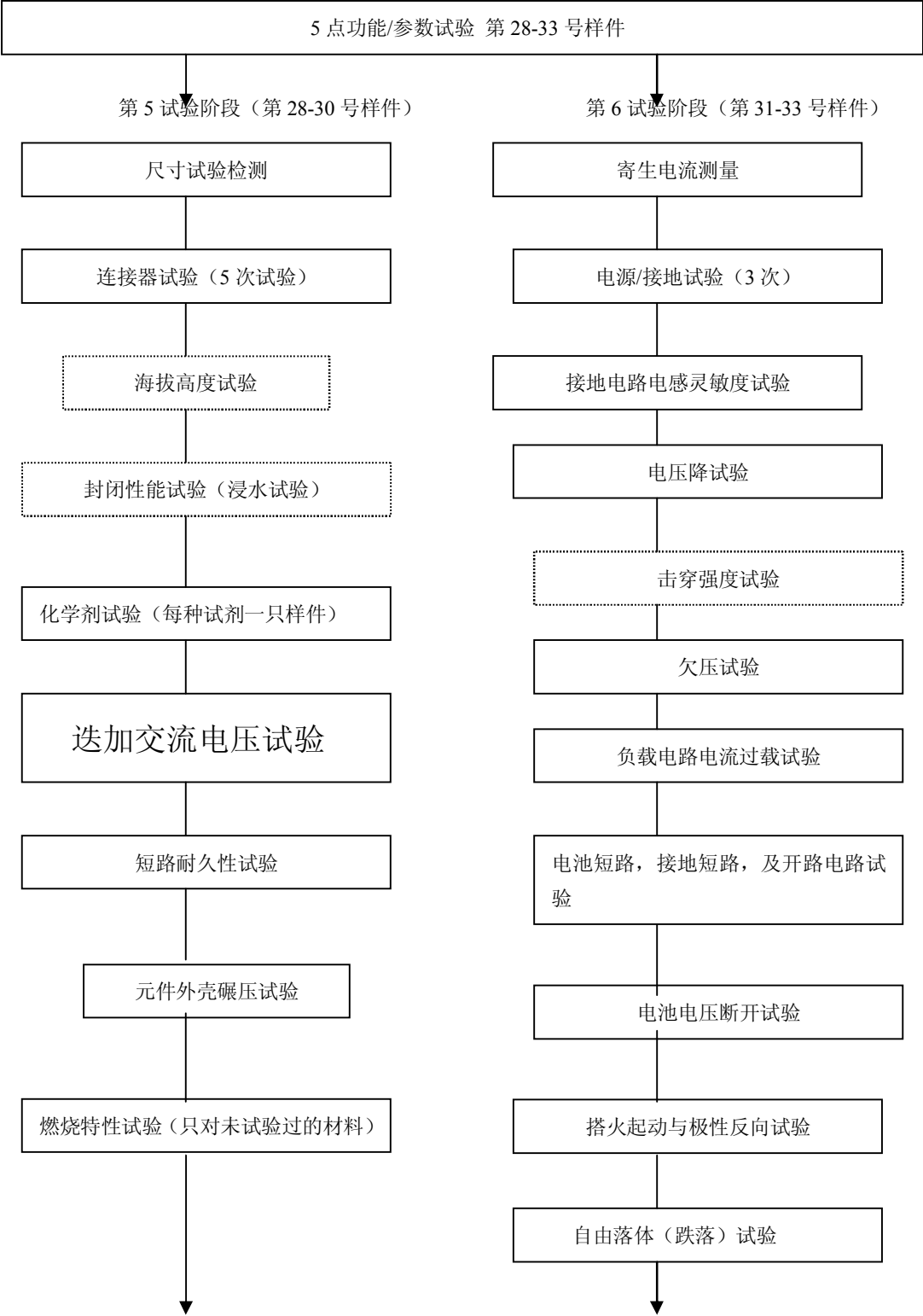


图 17(6b)高部位外部组件设计能力试验流程
高部位外部组件设计能力试验流程



图中符号说明: =为备选试验项目
*=在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查，确保样件工作正常。

1.20.(7a) 发动机组件验证试验流程

图 18: 发动机组件耐久性试验程序

发动机组件耐久性试验程序结(R97/C50)

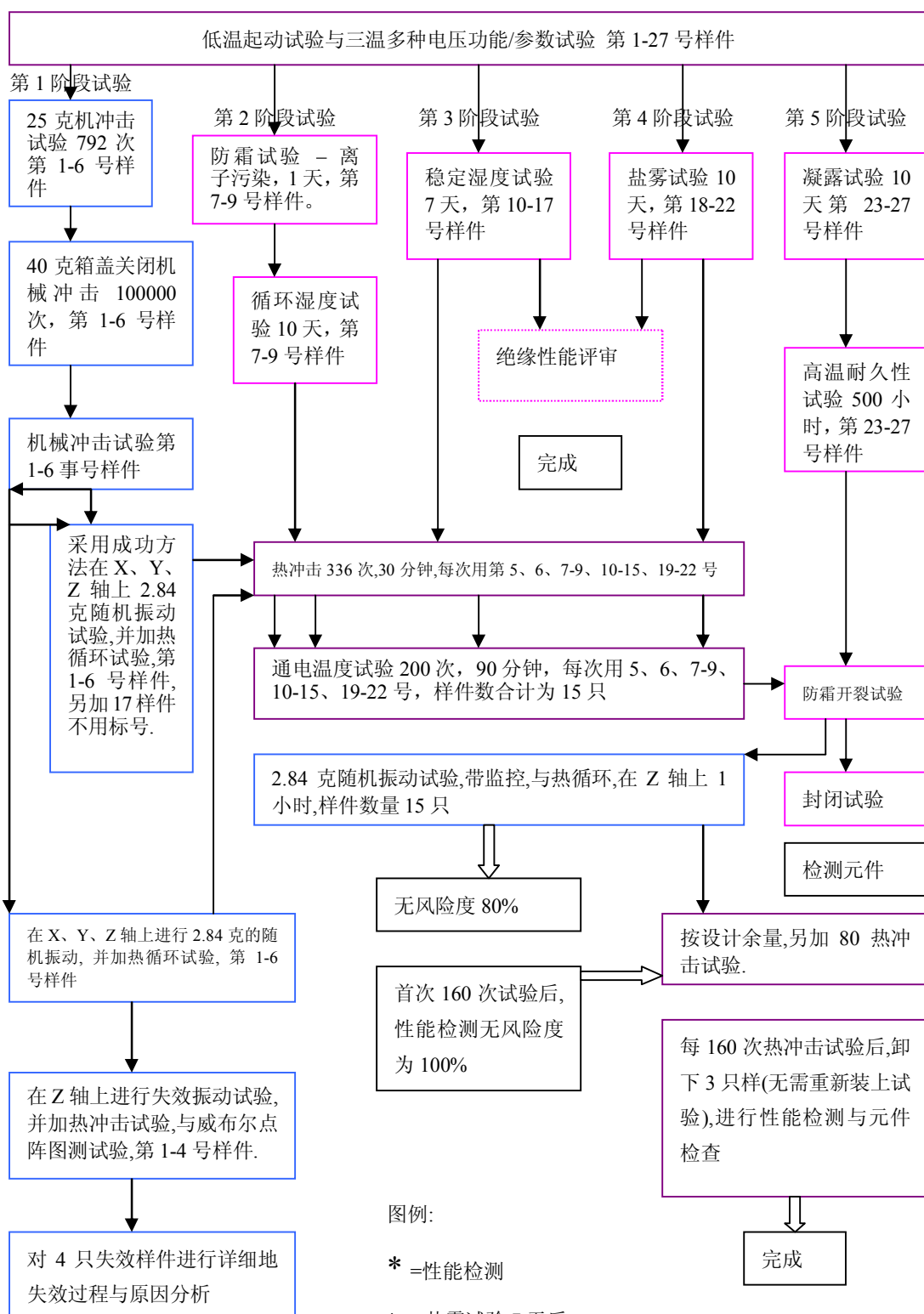
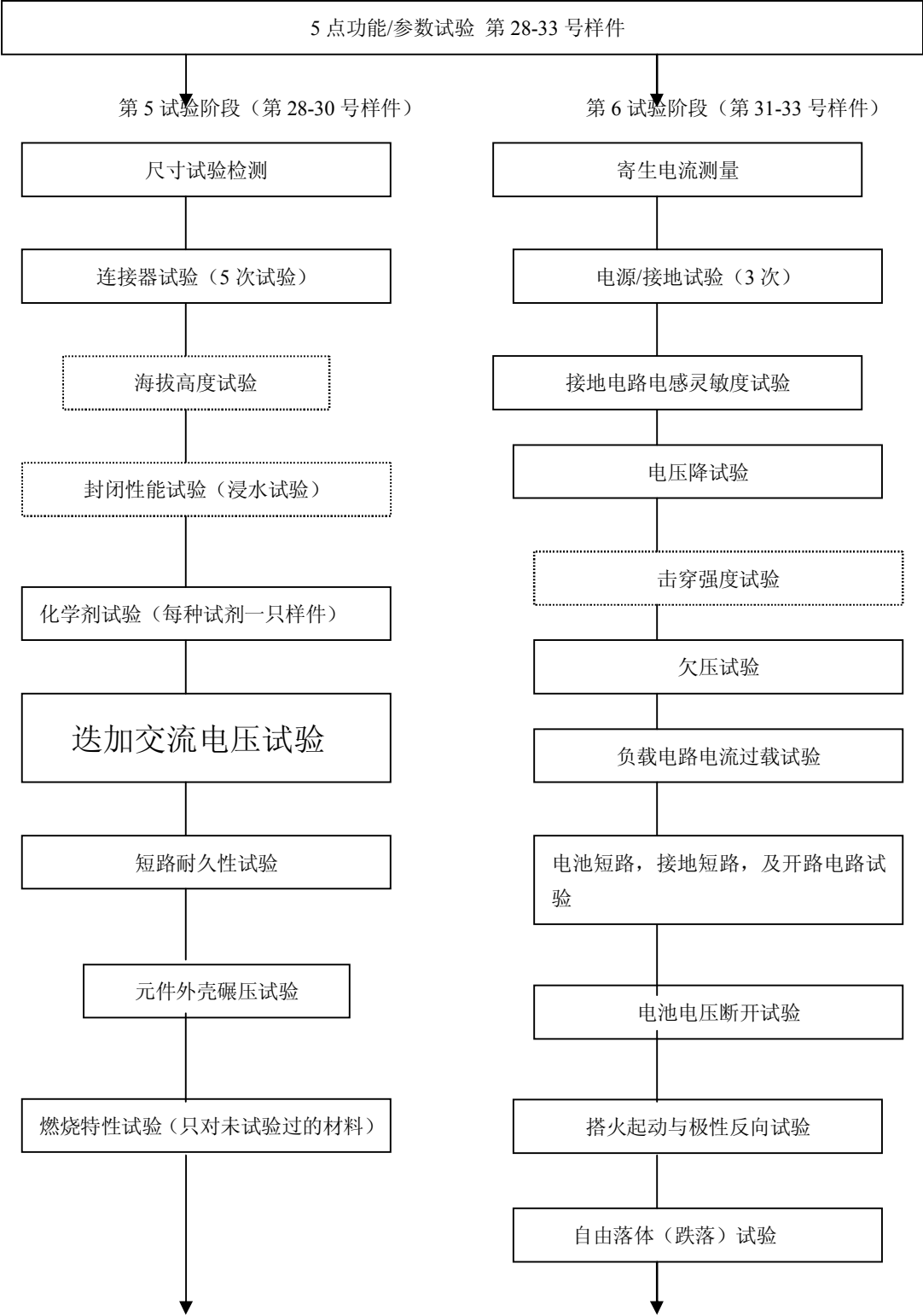


图 19(7b)高部位组件设计能力试验流程
高部位组件设计能力试验流程



图中符号说明: =为备选试验项目
*=在试验进行期间或在各试验项目之间对样件进行检查，确保样件工作正常。

1.21. 实际使用的可靠性与试验可靠性

本规范规定的该项试验是根据最差的操作确定的。必要的可靠性（97）就是按此类最差操作的试验确定的。产品在用户操作时的可靠性要比试验时的可靠性要高。确定实际使用可靠性等组的标准工作，及试验 97 的可靠性均应从标准工作中确定。下表为电子产品实际使用的可靠性与试验可靠性的比较数值。

示例：

假如为最差操作而设计的一项试验的出现下列情况：用户变化率为 3，失效配比威布尔坡形系数为 2。通过 97%可靠性试验要求，此可转化成实际使用 99.5%的可靠性。实际使用包含各种操作，有些为最差的，有些不为最差的。在理论上，实际使用的可靠性与试验时表现的可靠性要高。

表 10：实际使用可靠性与试验可靠性的关系

定义：下列各操作方式应进行区分									
试验相当于实际使用中的最差操作状态									
一次寿命中调整的使用可靠性	一次寿命的可靠性								
	用户变化率（最差操作用户/一般中等操作用户） -CVR								
	1	3				10			
	所有坡形	试验中的威布尔坡形系数（ β ）				试验中的威布尔坡形系数（ β ）			
		1	1.5	2	3	1	1.5	2	3
0.9999	0.9999	0.99973	0.99958	0.99937	0.99876	0.99927	0.99854	0.99749	0.99484
0.99975	0.99975	0.99932	0.99895	0.99844	0.99689	0.99827	0.99652	0.99404	0.98777
0.9995	0.9995	0.99865	0.99790	0.99686	0.99379	0.99660	0.99319	0.98833	0.97605
0.99925	0.99925	0.99797	0.99685	0.99530	0.99068	0.99493	0.98986	0.98262	0.96449
0.999	0.999	0.99730	0.99580	0.99373	0.98759	0.99327	0.98951	0.97696	0.95292
0.995	0.995	0.98652	0.97913	0.96896	0.93905	0.96689	0.93431	0.88924	0.77950
0.99	0.99	0.97314	0.95855	0.93861	0.88087	0.93461	0.87197	0.78735	0.59188
0.98	0.98	0.94670	0.91825	0.87995	0.77251	0.87238	0.75632	0.60883	0.31225
0.97	0.97	0.92068	0.87910	0.82395	0.67442	0.81321	0.65239	0.46181	0.14366
0.96	0.96	0.89507	0.84108	0.77055	0.58600	0.75695	0.55950	0.34324	0.05658
0.95	0.95	0.86987	0.80418	0.71970	0.50672	0.70357	0.47703	0.24967	0.01879

1.22. 可行性分析

产品可行性可根据振动失效机制和热疲劳度试验来进行分析得出。特别要注意的是产品可能包含在分析中不能预测出的不足之处，此不足之处可能会引起产品产生永久性失效。必须采取试验来确定产品不含不能预测出的不足之处。

振动：

分析过程必须模拟设计验证内规定的振动程序，展示振动可靠性。

热疲劳度：

分析程序必须模拟设计验证中规定的热冲击与通电温度试验程序，展示可靠性要求。

设计余量：

分析程序必须对设计变量加说明。对设计变量的说明方法是要确保模拟试验期间的产品损耗少于下规定的量值。

表 11: 设计余量数值

试验可靠性	威布尔坡形系数	设计验证中产品最大损耗	本规范模拟试验最小设计余量
0.97	2	0.20	5.1
0.97	3	0.34	2.9
0.97	4	0.45	2.2
0.97	5	0.56	1.8
0.97	6	0.59	1.7
0.98	2	0.16	6.2
0.98	3	0.30	3.3
0.98	4	0.42	2.4
0.98	5	0.50	2.0
0.98	6	0.56	1.8
0.99	2	0.11	8.8
0.99	3	0.24	4.1
0.99	4	0.35	2.9
0.99	5	0.44	2.3
0.99	6	0.50	2.0

黑体字为标准值。最右面一栏中的设计余量值为符合试验可靠性设计规范的各种参数。

1.23. 试验可靠性

在附加下列其它应力试验时的数个失效机制应按元件可靠性要求:

- 带温度变化试验的振动
- 热疲劳度
- 电气总线中心进行的综合环境降级分析试验, 该试验是确保符合摩擦腐蚀的失效机制。

3. 参考标准

注: 除非另行规定, 只有最近批准过的标准才适用。

2.1. 外来标准与规范

DIN (德国工业标准) 40050;	IEC (国际照明协会) 600068-2-60
IEC (国际照明协会) 600068-2-1	IEC (国际照明协会) 600068-2-64
IEC (国际照明协会) 600068-2-6	IEC (国际照明协会) 60529
IEC (国际照明协会) 600068-2-13	ISO (国际标准组织) 12103-1
IEC (国际照明协会) 600068-2-14	ISO (国际标准组织) 16750-(1-5)
IEC (国际照明协会) 600068-2-27	ISO /IEC(国际标准组织)/ (国际照明协会)17025
IEC (国际照明协会) 600068-2-29	ISO (国际标准组织)21848-2
IEC (国际照明协会) 600068-2-38	QS9000(质量标准)
IEC (国际照明协会) 600068-2-56	SAE (汽车工程师协会)J726
	SAE (汽车工程师协会) J1885

2.2. 通用公司标准/规范

GM 9900P	GMW3103
GME3139	GMW3232
GME60206	GMW3431
GMI12537	GMW8288
GMI60211	GMW8288
GMW3091	
GMW3098	

2.3 其它标准

1. 斯坦伯 大卫 E:《电子元件振动分析》第二版, 1988 年, 约翰与桑斯
2. 霍伯斯 格雷格格 K: 《加速可靠性工程》- 海尔特与哈斯, 1988 年约翰与桑斯
3. 普森, 查里斯与谢尔斯, 纳人德拉 J: 《工程实验统计设计与分析》
4. 内尔森, 卫恩:《加速寿命试验》, 1990 年, 约翰卫利与桑斯
5. 佩克 D 司徒伍德:《湿度试验综合模式》, 1986 年 IEEE 目录第 86CH2256-6 号
6. 《电气与电子环境试验的基本概念》第 5 号技术报告, 1998 年 TABAI 公司
7. 阿沙 凯威尔:《电子冷却-理论与应用》, 1998 年短期培训
8. 怀特 FM:《流体机械》第二版, 第 60 页
9. 克拉克, 丹娜 W:《失效预测确定与故障检测》, 2000 年 IDEATION 国际公司
10. 《美国军事标准》2000 年 1 月美国政府出版
11. 克雷希, 琼:《焊膏可靠性保证方法》1996 年评审结果
12. 格罗斯曼, 古恩特等:《无铅合金焊膏比较可靠性试验结果》, 瑞士联邦材料与试验机构
13. 通用公司: GP-11 分析/开发/验证计划
14. 通用公司: 材料与紧固件中心在《固定件设计》第 2 版或后续版中规定的分析指南
15. 通用公司: 北美公司第二级功能交流规范

3. 试验准备与评估工作

3.1. 资源

3.1.1. 设备

试验设备必须通 QS9000 和/或 ISO/IEC17025 认证。

3.2. 试验样件

试样件应按生产要求设计, 并采用通过设计验证的材料在生产工装上制造。样件生产材料与工艺过程应进行产品验证。

3.3. 试验条件状态

试验条件具体要求见《样件试验特殊规范》或《元件技术规范》。

3.4. 试验报告

需按本规范认可的电气/电子元件样件或材料必须通过本规范要求的试验, 并在批量供货之前由通用公司相关部门批准。

设计、功能、特性、制造工艺及生产地点等方面的更改必须经通用公司工程部批准, 并需要进行重新试验。供应商有责任主动将产品或/和生产工艺的调整与更改文件通知客户, 并申请重新认可。

除非另行同意, 整个认可试验必须在更改产品批量交货之前由供应商重新进行并重新制订试验报告。简单的产品, 经通用公司相关部门与供应商协商同意后可缩短试验。

3.4.1. 试验结果

所有试验结果必须记录到试验报告内, 并交送给通用公司相关部门。数据汇编的连续记录应妥善保管并随时提交通用公司检查。

3.4.2. 试验程序偏差

出现与本试验程序要求不同的偏差应在试验前进行确认。此要求可在元件图纸、试验证书、及报告上找到。

3.5. 参数

3.5.1. 参数公差

除另有规定，所有验证试验都必须采用下表规定的试验环境参数与公差：

参数	公差	参数	公差
高室温	最高温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$	高工作电压	表 2 规定 ± 0.1 伏
室温	$(+23\pm 5)^{\circ}\text{C}$	标准工作电压	表 2 规定 ± 0.1 伏
低室温	最低温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$	低工作电压	表 2 规定 ± 0.1 伏
试验时间	规范 $+0\%/-0\%$	试验电压	规范 ± 0.1 伏(按组件测量)
室温下的相对湿度	$(50\pm 20)\%$	振动试验	规范 $\pm (0.2X_{gn})$ 或 规范 $\pm 20\%$,按大的为准
试验箱湿度	规范 $\pm 5\%$	冲击试验	规范 $\pm 20\%$
		频率	规范 $\pm 20\%$

3.6. 试验大纲

3.6.1. 功能与参数试验

供应商负责制订电气/电子元件功能/参数试验、持续监控、功能检测等工作计。功能/参数试验是用来验证《元件技术规范》内规定功能与参数要求。持续监控试验是对试件在试验环境状态下是否符合功能要求进行验证。试验程序应在试验前由通用公司批准。

功能与参数试验应按下列要求进行：

1. 确认功能时，对硬件与汽车通讯的全部输出在规定的输入与定时条件下是否是正确的进行监控与记录；
2. 确认参数时，对规定的输入与输出的电压、电流、与定时等方面的等级加以监控与记录，并确保各方面的等级符合规范要求；
3. 选用参数时，应进行统计分析，对生产变化引起的样件性能变化的可接受程度进行评审；测量值的分布图不会产生大于公差的偏斜分布图；
4. 在试验前，新的产品完成时，及在试验件完成试验程序时，应采用电气/电子元件的参数测量来选取对比的参照标准件。应与原始测量结果进行单独地并且整组地对照，从而确定并量化性能降级的结果。如果元件技术规范中未规定降级限度，供应商应协同通用公司产品认可工程师共同确定降级验收/失效的标准。

持续监控试验应按列要求：

1. 产品在进行试验时，应对在已知输入与定时条件下的硬件与汽车通讯的所有输出不同的例外情况进行监控与记录。持续监控可接受的形式是定期进行抽检。抽检比例应由通用公司工程部评审与批准。通电温度试验与振动试验期间的抽检比例应能反映出一次热试验期间识别的程度。通电温度试验与振动试验的定期监控的频次为 3 至 6 秒钟一次，但在数据收集在限制时可延长 1 分钟监控一次。
2. 在所有适用通电模式与电池电压上，应持续对所有试验件地输入与输出（包括汽车通讯）的功能运行进行试与监控。
3. 在进行不符合规范要求检测的试验过程中，输入与输出试验与监控应自动进行，无需人工参与和观察。试验系统应设有不合格自动提示报警装置。该报警装置可采用显示器提示，也可采用音响提示。

功能检测应按下列要求：

1. 当试件在试验环境下时，对功能进行检测。
2. 试验件应从关闭模式到正常操作模式进行通电。应对所有试验件的输入/输出（包括汽车通讯）的合适的功能操作进行试验与监控。功能检测应限制时间，避免元件在试验条件下自行发热。
3. 在进行不符合规范要求检测的试验过程中，输入与输出试验与监控应自动进行，无需人工参与和观察。

3.6.2. 试验标准

由供应商负责制订详细的试验标准项目清单，标准应包含下列内容：

功能操作如何进行验证与持续监控？哪些功能操作应进行验证与持续监控？

1. 要进行测量与记录的主要参数表；
2. 统计分析参数相关的生产变化表；
3. 统计分析参数相关的性能降级表；
4. 确保符合元件技术规范测得参数的标准与范围限制值；

该试验大纲必须提交通用公司工程部批准。试验大纲批准后，文件更改必须受控，有更改要求必须提交通用公司工程部批准。下列为性能、变化、和/或性能降级的示例：

1. 元件或系统的输入电压与电流；
2. 输出电压与电流；
3. 通过数据链接模拟输入电压变为数字的转换；
4. 频率或占空比的反应；
5. 相对于起动输入的定时输出；

应在验证试验流程规定时间段进行功能/参数试验。如在试验期间对试验件进行持续监控，功能/参数试验可不要求进行。不符合规范要求的功能/参数试验结果应视为验证不合格项。

3.6.3. 室温\多种电压功能/参数试验

功能/参数试验应在室温条件下，与多种电压的工作电源条件下进行。应选用不同的电源电压对元件所需的电压限值进行验证。至少应选最低标准电压与最高电压进行试验。

电源电压应充分供应，避免用电高峰时出现限流现象。所有功能/参数试验必须采用实汽车负载或模拟负载进行试验。模拟负载应经通用公司工程部批准。

3.6.4. 室温，标准电压功能/参数试验

功能/参数试验应在室温条件，并只能在经通用公司工程部批准的标准电压条件下进行。

3.6.5. 三种温度，三种电压状态下的功能/参数试验

三种温度，三种电压状态下的功能/参数试验程序		
程序	温度	电压
1	室温	标准
		最大
		最小
2	最低温度	最小
		标准
		最大
3	重喷漆（必要的话）	不带电压
	最高温度	最大
		标准
		最小

功能/参数试验应分别在高、中、低三个不同的室温条件下，与多种工作电源电压条件进行。应选用不同电源电压对元件所需的电压限度进行验证。至少应选最低标准电压与最高电压进行试验。选用最低电压试验时，试验应在各人阶段的初期与尾期进行。在功能/参数试验前温度应至少稳定半小时。电源电压应充分供应，避免用电高峰时出现限流现象。所有功能/参数试验必须采用实汽车负载或模拟负载进行试验。模拟负载应经通用公司工程部批准。如果高温不超过重新喷漆烘烤的温度，试验只需在重新喷漆的温度下稳定半小时，而无需进行功能/参数试验。

3.6.6. 五点功能与参数评审试验

功能/参数试验可按通用公司工程部批准的五点试验：

1. （最低温度，最小电压）
2. （最低温度，最大电压）
3. （室温，标准电压）
4. （最高温度，最小电压）
5. （最高温度，最大电压）

3.6.7. 尺寸试验

尺寸试验应在验证试验流程规定的阶段上，在室温条件下进行。除非另有通用公司工程部的规定，通用公司认可发行的产品图纸上的所有尺寸与外形要求，包括标签要求，都必须加以验证与文件。所有不符合产品图纸要求的尺寸试验结果均应视为验证试验不合格项。

3.6.8. 元件检测

电气/电子元件检测，是在验证试验流程中规定的可靠性试验完成后，对元件外壳与内部件用显微镜进行目测评审。检测的目的是要对由于可靠性试验引起的结构缺陷、材料/零件质量降级或残留物、或是近似于失效状态等现象进行确认。检测必须采用放大镜、显微镜、染料等目测工具与材料来进行。下列为检测的各个项目：

- 1) 试验件机械与结构的完整性：

质量降级、开裂、熔化、磨损、紧固件失效等迹象。

- 2) 焊点/零件引线的疲劳裂缝或松动：重点检测大型集成电路、大体积零件或连接端子，特别是元件边角上引脚，及线路板弯曲部位的零件。

- 3) 安装在受损表面上的元件：重点检测安装在线路板边角上的、支架上的、或输送带上的零件，以及安装线路板弯曲部位上与连接器端子附近的零件。

- 4) 大型集成元件与附件：漏泄电解电容、受污继电器、吸热器/片附件等零件。

- 5) 材料降级、体积增大、或腐蚀残留物；熔化塑料件、降级保形涂层、焊迹或焊点封口、线路板分层、线路板流挂线与树形线痕迹、芯片元件上的硫化银黑点、有机物、或由于沙尘、盐、潮湿等因素引起的环境残留物。

- 6) 其它异常或意外的状态：

外观或气味变化。

各个元件的状态应加以汇总编成文件，并向通用公司工程部报告。供应商必须进行分析研究确定元件质量降级的类型与程度。通用工程部将确定必要改进措施。

3.7. 产品阶段分类

产品阶段分为下列几阶段：

试生产阶段：

本阶段中的样件是采用非生产工装与非生产工艺过程制造的。

样件与样件匹配/检测阶段：

本阶段中的样件是采用按设计意图的并确定为最终设计非生产工装或生产工装的配件制造的。该设计等级是用于验证试验的，必须包含同生产用相同的助焊剂、化学物、及材料类型。

试生产阶段：

本阶段应确定产品元件是采用生产工装，按生产工艺过程制造的。产品元件内所有零部件必须按 PPAP（生产件批准程序）确定合格，所有生产用的工装、夹具、紧固件及工艺流程必须准备到位，并用于整个生产期限内。生产中应采用生产质量控制流程。汽车装配厂应采用试生产件进行过程验证。

4. 分析/开发/验证中的分析阶段

4.1. 分析工作任务

在试生产的产品设计确定前，必须完成分析工作。

供应商应采用正式报告将每次分析的假设、模型、工具、结果、结论、与建议编成文件。供应商应采用验证试验报告相同的方式来编制与保管分析报告，并将复印件分发给产品设计小组评审。分析确定供应商自行不能解决设计不足问题，该问题应写入《事故报告》，并提交产品开发小组共同解决。得出的改进措施应写入《事故报告》中，并将该报告复印件交通用公司。

资源采购确定后，由供应商与通用分析/开发/验证小组应组成联合策划小组，选出分析工作任务，并对产品外形与验证工作进行分配与讨论。此类工作任务应在通用公司的《GP-11 分析/开发/验证计划》中，并按此计划进行跟踪。项目小组应选出元件要求、工艺技术、及特性相关的增值任务，根据进度时间统筹安排资源。重点应放在减少新设计与有困难特性的设计风险上，放在完成时间进度与减少成本上。如采用计算机辅助工程模拟，在美国最好采用 **Saber**，在欧洲最好采用 **Spice**，来辅助应用通用制模系统与现有的模型。采用其它电路型程序必须经通用公司评审。

4.2. 标准性能模拟

目的：

标准性能模拟是要对电路设计是否能产生必要的输出反映进行验证。建议对新的、高风险的、高精度的元件，或性能电路进行模拟验证。

程序：

使用电路分析程序对标准电路状态进行分析。

标准：

对电路设计是否能产生必要的输出反映进行验证。

4.3. 短路/开路电路分析

目的：

对电路或系统对电池/电源电压的破坏性短路，及对接地与开路电路的短路如何做出反应进行验证。也对元件与导体承受短路/开路状态的能力进行评审。

程序：

使用电路分析程序对短路/开路电路进行分析。

4.4. 电气接口模式

传输性能

根据要求，供应商向元购买方提供现有电气接口模电路模式，或设计出汽车与子系统上的接口模式。电气/电子接口模式应包括汽车燃料与电源控制分析中采用的电池、点火、与其它输入/输出的元件的电气负载特性、主要特性、最坏情况及寄生负载等状态。必要时，在规定的元件电压与温度范围内，此类模式应为动态的，并且是有效。接口模式应包括模式相对精确度、限度及其它模式设计假设设计条件。

4.5. 线路板谐振频率与位移分析

目的：

对带内置印刷线路板的元件进行分析。结构动态模式分析对线路板的基本频率与最大位移进行确定。低谐振频率与大位移会对线路板上的内连接线与接头产生过度的疲劳损坏。

程序：

采用正式分析方法，或通过参考标准内更为简单的模式来计算线路板谐振频率。

标准：

线路板的谐振频率必须大于 150 赫兹，最好大于 250 赫兹。低谐振频率意味着由于线路板位移的增加将带来疲劳失效的风险度不断增加。

4.6. 热疲劳分析

目的:

线路板上的元件的差胀与收缩会使焊点与导线接头产生疲劳应力。

程序:

对有最大热疲劳损坏风险的线路板上的带引线或不带引线的元件进行确定。确定过程按下列要求:

- 确定线路板上安装面积最大的元件;
- 确定热胀系数不同于线路板大多数元件的元件;

对上确定的元件的角上接头进行分析。元件对角线最近的角最容易受元件差胀与收缩系数及元件安装基板的影响。采用分析方法确定按本规范的热冲击试验与通电温度试验对减少元件寿命比例。该应力(疲劳度)可采用参考标准 1 中的经验模式,或通过有限元分析来确定模式。

标准:

设计寿命等于或大于设计余量表 11 规定的寿命倍数。

4.7. 弹性卡扣

目的:

对塑料卡扣特性的分析是确保符合下列要求:

- 有充分的固定力;
- 符合装配人工操作力的要求;
- 设计符合防止松动机制;
- 有充的设计余量保证安装时的弯曲不会超过塑料的弹性限度。

程序:

编制附录 A 中的卡扣设计工作表。填入的信息有:《弹性卡扣设计基本原理》中规定的通用公司材料与紧固中心分析指南。

标准:

采用附录 A 中的弹性卡扣设计工作表中规定标准来保证不会超过塑料材料的弹性限度。

4.8. 碾压分析

目的:

对线路板外壳进行有限元分析,确保胳膊或脚的负载不会对外壳内的元件产生损坏的现象。

程序:

采用有限元分析,保证物理试验中规定的碾压试验能符合要求。试验负载必须按操作人员胳膊与脚产生的负载来确定。

标准:

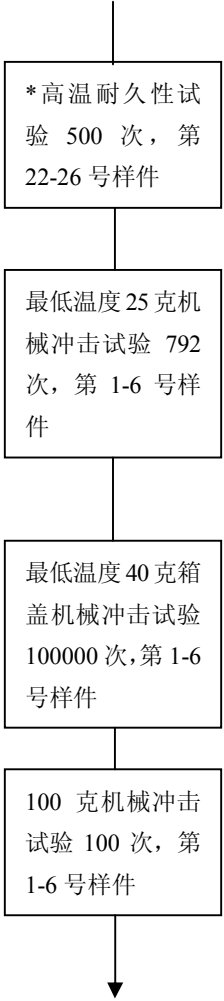
4.9. 无铅焊膏检查表

全球都通过法律手段来消除产品的含铅材料,这条规定对汽车行业越来越适用。线路板在填埋后会使板上的铅流入地下水。铅对儿童的健康危害最大,因为铅在儿童的体内停留比例最大。为消除对人类产生的危害,工业上已采用一种焊接材料 – 无铅焊接材料。无铅焊接材料通常的化学成份有:锡、银、铜。

虽然无铅焊接材料张力(抗拉强度)比含铅的焊接材料要强,但无铅焊接材料的疲劳寿命比含铅的焊接材料的疲劳寿命要少得多。使用有铅焊接材料会有下列风险。供应商应对下列检查表进行评审,防止问题的出现,并对试验计划按下列要求进行调整:

- 进行综合的失效模式与后果分析,对焊接材料的具体的失效机制进行确定与处理。
- 与含铅焊接材料相比,无铅焊接材料熔点更高,湿润能力更差。温度比含铅焊接材料要高出 34 度。因此无铅焊接材料产生温度会电子元件在安装过程中受较高温度的影响,这种高温也会使带塑料外壳的元件爆开。爆开现象是指同过热蒸汽元件的塑料外壳开裂或爆炸。而过热蒸汽是由于塑料盒在元件焊接过程中受热使内部残留水蒸汽引起的。储藏待装配元件的场所必须采取措施来控制其湿度。在项目初期,必须与元件供应商协商采取措施防止出现温度相关的问题。

- 热冲击试验期间与带电温度试验期间，应将试验件长时间存放，将无铅焊接材料与含铅材料进行比较。采用无铅焊接材料焊接的元件的存放时间在试验的热阶段上调整为 10 分钟，在冷阶段上调整为 25 分钟。
- 热老化（升温时间）可能会引起电路的锡与铜的接头产生气孔。一连串的气孔会产生裂纹，对热冲击试验的承受能力相对较低。无铅产品的试验流程应在首次机械冲击试验前增加热老化试验。
- 无铅焊接材料在零下 30 摄氏度时会从柔软材料变成易碎材料。而含铅焊接材料不会产生这种现象。这样，采用无铅焊接材料会增加安装在车门上或无弹性部件上的元件的风险。使用无铅焊接材料时，机械冲击试验应在最低温度的条件下进行。
- 综合考虑到热老化与严重脆化的问题，试验流程应按下列程序进行更改：



- 与含铅焊接材料相比，无铅焊接材料的助焊剂残留可能会产生更多的离子污染，因此必须特别注意采用无铅焊接材料焊接的总成的防霜试验与湿度试验。
- 无铅焊接材料加工期间受铅污染后会使金属间留有异物，并会降低焊点的寿命。因此，严禁在同一路板上，或在同一工作环境下，混合使用含铅焊接材料与无铅焊接材料。一般说来，将不带无铅焊接材料元件焊在带有铅焊接材料的线路板上不会有问题，但遇到铋材料时例外。铋锡材料可用于在元件上涂锡，并能用于将元件焊接在线路板上。制造线路板时，在锡合金上加铋材料的优点是减低熔点，但铋材料内含铅与锡，会形成极低的 95 摄氏度的熔点的三元相。这样低的熔点会在焊接点形成，对于汽车是个较大的风险。因为，铋是制铅时的副属产品，因此，在焊接材料中不提倡加铋。
- 含锡焊接材料的“锡须现象”是无铅焊接材料的严重问题。冷却时，或是在在铜扩散在锡内时引起的内部压力会形成锡须，从而减低压力。这种现象在任何普通的环境下都会产生。室温下的库存件产生

锡须的速度与产品在使用时产生锡须的速度几乎相同。元件采用无铅焊接材料焊接在线路板上时，应在铜与锡之间加镀镍层，从而减少铜扩散到锡内。

- 含锡焊接材料的第二问题是“锡瘤变”现象，可能在锡未受保护时产生的。在低温条件下，锡表面上会长瘤，会使锡变成灰色的粉末。“锡瘤变”是在零下 13 摄氏度的低温度条件下产生的，在零下 30 摄氏度下会有最大的反应速度。

4.10. 海拔高度评审（分析或试验）

目的：

该项试验有两个目的。试验 1 是用来确定车在 4267 米（14000 英尺）以上的高海拔地区行驶时，试验件汽是否产生过热现象。高海拔地区，由于空气密度降低，热对流也会减低。试验 2 是用来确定试验件在海拔 15240 米（50000 英尺）高空上运输时，会不会产生永久性的损坏现象。

试验 1 – 高海拔试验与分析，所须线路板上的元件会产生过热现象的电气/电子产品都必须进行该项试验。高海拔地区空气密度减少，会使热对流降低，引起车内元件在使用其热扩散的设计余量降低。

试验 2：如果电气/电子产品对气压敏感的话，持续的低压环境会对其性能有影响。产品密封件会产生破裂现象，最终导致失效。

程序：

试验按 IEC（国际照明协会）60068-2-13 标准进行。试验件应与汽车接口连接器配套，试验时，应一直与线束相连。试验 1 期间，如果只是进行分析，试验件无需连接，如果进行物理试验，试验件应连接并进行监控。

试验 1：低气压（操作类型 3.2）最好应采用其它分析方法，并交此方法作为首选措施。如果需要实际试验，按下列过程：将试验件放置在气压试验箱内，将绝对气压降至 11 千帕。该项试验的时间为 16 小时，试验尾期时行功能/参数试验。

试验 2：低气（操作类型 1.1）将试件放置在气压试验箱内,将绝对气压降至 5.5 千帕。试验时间为 16 小时。每隔 15 分钟进行一次功能检查。

试验 2 的替代试验。可采用分析方法来统计空气密度降低的后果，并计算海拔增高造成对流冷却。分析时，应采用下列方法与等式：

对流冷却的后果是由于空气密度的降低。表 29 中适用的增加倍数能产生这种现象。下列为产生这些增加倍数的假设：

- 自然冷却体系中的热传输系数可用 GASHOFF 与 PRANTL 数字的函数。按 PRANDTL 数字确定的温度与密度测定元件外壳对环境耐性，并对操作温度升高进行测定。
- 强迫通风系统中应进行能量平衡，气温升高与空气密度成反比。
- 电源耗散确定大电流电扇冷却系统的温度升高。空气密度的雷诺数变化的后果会产生元件外壳对环境承受能力增大，从而导致操作温度的升高。

表 13 高海拔的温度升高倍数

海拔高度	倍数		
米（英尺）	普通电扇冷却	大电流电扇冷却	自然冷却
0	1	1	1
1500（5000）	1.2	1.16	1.1
3000（10000）	1.45	1.35	1.21
4500（15000）	1.77	1.58	1.33
6000（20000）	2.18	1.86	1.48

表 19 中的倍数，与下列等式一同使用可用于调节海拔的温度升高：

高海拔温度 – 环境温度=（海拔温度 –海拔环境温度）X 高海拔倍数

“高海拔度 – 环境温度”是表面温度或空气温度减去海拔上的环境温度。

“海拔温度 – 海拔环境温度”是表面或空气温度减去海拔上的环境温度。

计算温度升高的倍数需要了解海拔上电源开足时操作的温度。当高海拔上元件表面温度一旦测定，其它关键温度，如接头温度就能采传统的耐热网络进行核算。

标准：

如果需要实际的物理试验的话，试验件应在试验 1 与试验 2 完成后，通过功能/参数试验。通过分析过程的标准需要在文件在注明相关元件操作规范的充足设计余量的证据。

5. 分析/开发/验证程序中的开发/评审阶段

应对设计验证试验加以评审，确定在开发期间是否要进行此类试验。

已证明开发工作任务对汽车电气/电子产品的开发有利。该工作任务表并不完整，供应商或产品小组可提出其它增加的工作任务。该试验程序可用于支持与确定分析与模拟工作的精确度，或增加新的设计能力，降低项目风险，达到验证要求。工作任务包括对试验程序进行比较，选出设计的最好的材料与元件，或是对分析的精确度进行确定，或获得数据对确定材料关键特性等分析假设进行改进。无分析程序，或无资源时应采用开发程序来填补。采购资源确定后，应按元件选择开发工作任务，由供应/通用公司分析/开发/验证策划小组共同确定。策划小组应采用适用组件工艺与元件，制定有效的/实际的外形开发计划。在项目开始时，所有的工发计划均不能预测。设计创造与分析工作可发现需进行设计持续增长的实验的问题。因此，在项目期间，应进行分析结果、失效模式与后果分析及设计评审，对分析/开发/验证计划表中的外形开发工作任务进行更新。

大多数外形开发工作都是采用试生产的硬件进行。高风险问题需要对元件或功能模拟电路进行开发早期的评审。由于设计不断进展或变化，采用后期硬件重新分析，对变化产生影响进行评估。同样，如果相关设计无变化，或未受其它变化影响，对要求符合性的进行验证的开发评估就不必重复进行。所选的工作任务与进度应写入项目的分析/开发/验证计划中，并按此计划进行跟踪。

5.2. 环境温度电路性能

目的：

应采用样件先期阶段硬件对内外电路的电气性能进行优化，并确认与记录设计的电气和接口要求的符合性。评审样件的数量应由供应商确定。此类早期电气评估首先是对设计能力进行验证，或是对无制造变化影响的差异进行确认。对于新的或是高风险的电路，在试生产阶段的电路板设计的确定前，供应商应对手工作样件或是试验件的电路子系统进行早期开发评估。

程序：

评审应在室温条件下，在试验室内的试验台上进行。评审时，元件与实际或模拟的汽车接口或负载连接。供应商应采用像万用表、示波器、及数据记录仪等适用的仪器对产品电路的性能进行测量/验证。关键性能参数应在低、标准、高操作电压上（除非元件技术规范上另有规定）进行测量，并与要求及电路分析/模拟结果进行比较。最好具有从最小负载变为最大负载的接口能力，但在物理试验中常常不能达到，也不是最为合适的。因此，如果元件技术规范中的中电气部分未确定最小、标准、最大、或变化的接口试验负载的话，通用公司的产品认可工程师将与供应商的电路设计人员共同确定测量的关键条件与参数。

标准：

测量结果与设计的或分析预测的结果不同的电路，或与不充分的或余量性能不同的电路，都应当进行分析并加以解决。由于评审只是采用小量样件对基本性能的能力时确定，因此，本程序不能单独用于对整个生产变化的累积公差验证。变化系数可采用该试验程序的结果与电气/电子参数公差敏感性分析要求来验证，或在对采用生产工装生产的统计分析需要的数量的样件重新进行该项试验程序来验证。

5.3. 搭火起动与级性反向电压开发评审试验

评审/验证搭火起动与极性反向保护特性正确定功能与防止元件损坏的能力，应至少采用一个试生产的单元来试验。

程序:

本验证试验应在试室内的试验台上进行, 并使用适用的元件电路测量与验证的测量仪器。短路试验程序只适用于规范规定的防止短路的包括元件、内部线束、电路轨迹等电路。应采用实际负载或模拟汽车接口负载与元件技术规范规定的熔断/保护条件。

标准:

采用搭火起动与极性反向电压及过载电压试验标准相同的标准。

5.4. 短路电路评审试验

目的:

至少采用一个要试生产单元件对短路电路、保护特性正确操作及防止元件受损的功能进行评审/验证。

程序:

该评审试验应在试验室内的试验台上进行, 并采用测量/验证元件电路性能适用的测量仪进行试验。短路试验程序只适用于包括元件、内部线束、电路轨迹等规定的必要防止短路的项目。

应采用按元件规范规定的熔断/保护条件的实际接口与负载或模拟汽车接口与负载进行试验。

注 1: 如短路电路条件需要时行电流限流以符合电路保护/熔断的要求, 应该采用实际的熔断器或电路断路器, 而不应采用限流电源。如一定要采用限流电流, 应按时间电流曲线设置保护的元件的断开电流的限度。带 UL (美国保险商试验所) 规定的额定电流 (该额定电流是元件在 UL 试验时不会断电的电流) 的元件, 不能用于短路电路试验的限流电流。因为一般情况下的实际断路电流为快束熔断元件的 135%, 是慢速熔断电路元件的 200%, 因此, 按 UL 额定电流试验不会元件的负载达到实际全部的电流的状态。

注 2: 评审短路电路保护特性操作的试验程序本身不能用于评审持续短路状态或重复短路状态下的耐久性, 或是用于测短路状态下的热应力或电气应力。

标准:

采用短路试验标准相同的标准。

5.5. 电磁兼容性(EMC)试验开发

应采用试生产的硬件来评审元件符合 GMW3097 与 GMW3091 标准要求的能力。

5.6. 接地感应灵敏度试验

目的:

该试验要对在接地线的长度上与路径上自然产生的感应的潜在问题进行量化。感应能阻碍汽车快速记忆编程, 这种现象除非考虑感应问题外, 在试验台上试验时发现不了。

程序:

在试验台上放置一个 5 微亨的感应器, 对快速记忆编程进行评审。

标准:

感应产生时, 编程仍能进行。

5.7. 元件外壳碾压试验

目的/程序/标准

至少采用一个试生产的单元件对产品是否符合碾压试验的要求进行评审/验证。

5.8. 自由落体试验(跌落试验)

目的/程序/标准

至少采用一个试生产的单元件对产品是否符合自由落体试验的要求进行评审/验证。

5.9. 100 克机械冲击试验

目的/程序/标准

至少采用一个试生产的单元件对产品是否符合 100 克机械冲击试验的要求进行评审/验证。该试验是模拟每小时 15.3 米的保险杆弯曲事故, 目的是确定在事了生汽车能安全驶回原出点。该试验的主要问题是安全方面的问题。试验时, 脱落的元件或外形破损引起的漏电失控应视为失效。保险杆碰撞弯曲后, 汽车能安全

驶回的能力是确定本试验中元件第二个性能验收标准。

5.10.设计余量高速加速寿命试验

目的:

高速加速寿命试验是在所有轴向上进行振动并附加温度变化试验与超过正常规定的应力对潜在的弱项进行检测。主要目的是对硬件进行评审,该试验过程另有一个优点就是对由温度与应力引起元件参数变化等软件性能的弱项进行检测。该试验为定性试验,并且使用分级应力方法对强项与弱项进行区分。试验期间,必须对产品持续监控。由于在唯一的振动与温度综合条件下,常常会引间断失效,这一点证明持续监控是最基本的要求。在该项试验中,设计与工艺过程问题只要 1 到 2 天就很快被揭露出来。

程序:

在开发期间,通用公司要求供应商采用试生产样件等级的总成进行至少一次高速加速寿命试验。如果设地等级有充分的信任度,确保设计改进,试验越早越好。如果连续发现新弱项,需要另外进行高速加速寿命试验,确定所有改进工作。在实际试验前,应制订高速加速寿命试验,并由通用公司工程师评审。通用公司工程师与代应商的工程师必须共同参与试验过程。

完成的高速加速寿命试验必须按 GMW8287 标准详细说明。

标准:

高速加速寿命试验不是确定合格或失效的试验,而是根据振动与温度来确定产品弱项或操作限度的定性试验。试验中的应力极限等级将对硬件设计余量进行评审,还将由于元件温度与应力变化引起的软件与硬件互动中的弱项揭示出来。出现极限温度时的软件与硬件问题应得到解决。分析采用专业级别硬件失效分析。产品改进的措施应由通用公司对设计进行评审来确定。制订改进措施需要下列数据:

- 对所有操作限度与设计余量进行确定;
- 对所有硬件与软件失效全面进行了解;
- 对设计余量如何提高进行确定;
- 对提高设计余量的障碍进行确定;
- 当技术短缺限制停止时,设计余量提高限制的“投资收益率”理由。

5.11.高速加速应力(湿度)试验

湿度后果引起对汽车使用固有的失效混合机制。高速加速湿度试验是一种湿度扩散试验,只在 106 摄氏度以上的温度适用。该项试验只适用于电子线路板与电子元件,但不适用于塑料电子总成,因为试验中的温度超过大多数塑料件的使用温度。

目的:

高速加速应力试验是采用升高的温度与压力来对非冷凝的高湿度环境进行评审。高应力环境会按下列阿列纽斯与佩克的关系来增加对湿度与温度的影响。

- 1 天高速加速湿度试验等于 21 天 85 摄氏度与 85%相对湿度的环境试验;
- 1 天高速加速湿度试验等于 97 天 65 摄氏度与 85%相对湿度的环境试验;
- 1 天高速加速湿度试验等于 1414 天 35 摄氏度与 85%相对湿度的环境试验;

10 年水蒸汽进入元件内部与线路板内部的湿度效果,可在温度为 130 摄氏度与相对湿度为 90+%的环境下试验 2 天来完成。

程序:

除下列情况外,按 EIA/JEDEC 标准 JESD22-A110-B 进行高速加速湿度试验:在 130 摄氏度的温度条件下,试验周期为 48 小时;采用阿列纽斯-佩克应力寿命数学模型,确定试验相当于按本规范规定的在 65 摄氏度温度,85%相对湿度的条件下的试验所产生的损坏效果,或相当于 194 天持续湿度试验所受到的损坏效果。同样相当地采用按下列阿列纽斯-佩克关系进行的长期低温试验所产生的效果。

图 20 阿列纽斯 – 佩克加速温度与湿度公式

$$Accel\ factor = Exp\left(\frac{E_A}{k} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right) \times \left(\frac{Humidity_{low}}{Humidity_{high}}\right)^{-2.66}$$

等式中的文字说明: accel factor: 加速系数 exp:指数 humidity湿度 low:低 high: 高

其中: k=玻尔曼=(1.380 658±0.000 012) X 10⁻²³ J/K 或 k=(8.6173 x 10⁻⁵ eV.K)⁻¹

Ea=平均守恒能量=1.28 X 10⁻¹⁹ Jea=(0.8eV)

T₂=试验时高温

T₁=环境低温

温度单位为凯氏温度(即摄氏度+273), 湿度为%之几相对湿度。

标准:

在 48 小时试验期间, 试验件不应出现超过验收标准的电流升高现象, 而且在高速加速寿命试验后, 经冷却后功能操作正常。试验结果必须由通用公司评审。

5.12.易受潮件的防霜试验

目的/程序/标准

至少采用一个试生产单元件来对产品是否符合《验证试验》中规定防霜试验要求。该试验能快速做出评估, 确定线路板是否需要采用等角涂层或类似的处理来进行防潮保护。

5.13.热性能

5.13.1. 热偶方法

必要时, 必须至少采用一个试生产件来进行相应的评审。测量结果与分析预测出现较大偏差时, 或出现不能符合要求的性能或验收标准的情况或出现余量时, 应时采用优化/改进措施。

目的:

采用热偶测得的温度结果是用于观测确定斑点。

程序:

在可疑斑点附近采用热偶方法, 并启动元件使其进入产生最大热量的状态。最大热量不超过 GMW3172 标准规定的范围)。对温度进行量化并对设计余量进行评审。

标准:

在该程序规定的条件下达到的温度必须小于元件最大许可值加上设计余量的总和。必要的设计余量必须由通用公司确定。

5.13.2. 红外线图像显示方法

此类方法可用于提高或替代热偶方法, 也可用于在电路短路状态下对斑点进行观测确定。

目的:

红外温度记录是用于观测确定试验件的斑点。

程序:

按 GMW8288 标准中规定的程序进行评审。

标准:

必要时, 按 GMW8288 标准中的指南, 对设计进行修改。

6. 设计验证

6.1. 设计验证范围

本标准包括客车或轻型卡车的电气/电子设备的环境试验、耐久性试验、与能力试验的要求。标准按电气/电子设备的安装部位确定了普通的试程序。电磁兼容性要求见其它标准。

根据目前与将来的汽车概念，电气/电子设备可能安装汽车任何部位。当然，各安装部位都有其独特的环境负载。

如：

- 引擎盖下的温度要大于车厢内的温度；
- 汽车开动的振动方式有正弦振动与随机振动。其它安装部位只能采用随机振动方式。
- 安装在车门上的，或装在车门框或箱开口处的电气/电气元件容易受到多次的机械冲击。

汽车制造商最好将不同的环境负载类型与等级分成合理的要求类。此办法能直接沿用其它电气/电子元件，无须重新安排试验。

本章目的是要确定电气负载、机械负载、气候负载、与化学负载等各自不同的负载的要求等级。每种负载应有数个负载。一个特别的代码字母规定每个要求等级。确定代码字母组合形成完整的环境要求。环境代码字母是根据标准的各章确定的。另外，表 1 确定了一般的安装部位的代码字母。正常用途可采用此类代码字母。如用途特别，规定的代码字母无法使用，可采用新的代码字母组合。如果规定的字母组合都不够用，可采用代码字母 Z 来重新制订新的等级。这样，具体要求可分别确定，但这种方法不应更改试验方法。此类试验程序对试验完成电气/电子元件进行优化。对适合特殊用途的电气/电子元件的内部配件与材料，无需优化，也不适用。元件供应商负责对特殊用途性能、用法、及环境耐久性需要的内部配件进行定义与验证。

此类试验程序不包括元件所有的系统的评审与验证要求。如，电磁兼容性与环境耐久性要求编订在其它文件上。

供应商应支持并参与《要求汇总》、《元件技术规范》、及通用工程部的规定的子系统等级的或整车等级的验证试验。

6.2. 设计验证工作

标准中的设计验证这一章是要将汽车电气/电子元件的所有普通环境试验与耐久性试验编订成文件。本标准未包含像继电器、螺线管、电机等元件技术的特殊试验要求。目的是要编订出一组包含元件工艺技术的独特的试验与试验流程。

6.3. 试验计划制订

本标准内的试验计划是根据多种开关产品制造的多年经验编订出的。该纵横交错的策略是根据与实际使用相关的失效制的概念确定。实际使用的数据是由通用公司产品应用与测量结果分析部门根据多年收集的数据制订的。该试验程采用弱项相关的振动疲劳度的失效试验。对带不同机械与湿润相关的应力前处理的热疲劳度试验采用成功运行的方法。

6.3.1. 供应商责任

供应商应制订出一套试验程序，并交通用公司批准。试验程序应模拟电气输入到输出整个寿命过程，并包括热试验、功能试验、环境试验、及机械试验。目的是要验证所有的失效机制。供应商的试验计划应包括技术规范规定的可靠性要求。

试验样件数量

除非另有规定，每次试验至少采用 3 只样件。同一只样件可用于几次试验。样件数量是展示可靠性的关键问题。

可靠性验证

磨损失效机制及电输入输出使用次数必须验证元件技术规范的可可靠性要求。对于电子组件，磨损可能由于热与振动产生的疲劳试验引起。试验件在通电温度试验期间一般要运行一次电气操作。通电温度试验期间，时间不充足时，在高温耐久性试验时可累积期操作次数。本规范未包括产品其它机械部分的磨损或疲劳度

的试验，该方面的内容见元件技术规范的其它章节。

成功运行试验计划

对于热疲劳度，本标准采用成功运行试验计划，并附加质量降级过程对潜在问的苗头进行预测。

失效试验计划

本标准采用失效试验对振动可靠性进行量化。详细说明见附录 B。

6.3.2. 通电温度试验与热冲击试验指南

本章是用于确定通电温度试验与热振动试验的周期。为了优化试验总时间，需要说明试验间的交替方法。

试验周期是根据电气/电子元件的寿命及可供试验的样件数量来确定的。元件的使用寿命首先要转换成试验寿命，应确定适当的样件数量，来演示必要的置信度上的必要的可靠性。如果样件数量太多，应减少寿命试验的次数。要减少试验时间，可在确保每次试验最少的操次的前提下，交替通电温度试验与热冲击试验。

过程按下步骤：

第 1 步：元件使用寿命转换为试验寿命

使用寿命：电气/电子元件假设为 7300 次热试验，加上 50 摄氏度的车厢温度、70 摄氏度的引擎盖下温度、及 100 度的发动温度的变化试验。1 次寿命 7300 次试验是根据 10 年内每天 2 次冷起动，这试验次数适用于车厢内外的元件。

通电温度试验次数可采用下等式计算：

其中：

N_{PTC} (1 次寿命) = 一次寿命的通电温度试验次数

ΔT 使用 = 实际使用温度变化，温度单位为摄氏度；

ΔT 试验 = 试验温度变化 = 最高温度 - 最低温度，温度单位为摄氏度；

m = 实际失效机制指数，焊接指数为 2.5。

图 21 加速通电温度试验次数计算公式

$$N_{PTC(Life)} = 7300 \times \left(\frac{\Delta T_{service}}{\Delta T_{Test}} \right)^m$$

“m” 科芬 曼森指数值

表 14 科芬 曼森指数值

材料	m 值	材料	m 值
316 不锈钢	1.5	PQFP 分层/导线故障	4.2
316 不锈钢沃斯普合金、4340 钢	1.75	ASTM2024 铝合金	4.2
焊接剂（97Pb/3Sn）超过 30 摄氏度	1.9	铜	5
焊接剂（37Pb/63Sn）超过 30 摄氏度	2.27	金材料导线开裂	5.1
焊接剂（37Pb/63Sn）低于 30 摄氏度	1.2	ASTM6061 铝合金	6.7
焊接剂（37Pb/63Sn）高于 30 摄氏度	2.7	铝开裂记忆材料	5.5
无铅焊接剂（97Sn/3 镁与 91Sn/9Zn）	2.4	中间层电介材料	5.5+/-0.7
铜与铅合金	2.7	硅裂	5.5
铝导线	3.5	硅裂	7.1
金 4 铝合金导线	4	薄膜开裂	8.4

表 15: 23 只样件通电温度度过次数

电气/电子元件安装部位	ΔT 使用温度	ΔT 试验温度	一次寿命通电试验次数
车厢或外部车顶	50	125	23 只样件 739 次
引擎盖下	70	145	23 只样件 1182 次
发动机上	100	165	23 只样件 2087 次

第 2 步：减少样件数量

示例，如果需要演示至少 97%的试验可靠性，与 50%的统计置信度，应采用 23 只样件来完成试验，而不应有失效现象产生。如果想减少热疲劳度试验的可靠性演示的样件数量，可进行多次的寿命试验。寿命试验的次数可根据下列等式来计算：

图 22：寿命试验次数的计算等式

$$L = \left(\frac{\ln(1 - C)}{n \times \ln(R)} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

其中：

R=需要演示的可靠性；

C=置信度等级；

n=减少的寿命试验次数；

L=要进行寿命试验次数=试验次数/一次寿命通电温度试验次数；

β =威布尔坡形系数（建议采用的数值为 2 至 3 之间）。

例如，本标准开头几章中的试验程序，热冲击试验与通电温度试验建议采用的样件数量为 15。为达到上述规定的 15 只样件的可靠性与置信度等级，采用 2.5 的坡形系数试验 1.18 次。

$$L = \left(\frac{\ln(1 - .5)}{15 \times \ln(.97)} \right)^{\frac{1}{2.5}} = 1.18$$

$$N_{test} = L \times N_{ptc(1life)} = 1.18 \times N_{ptc(1life)}$$

表 16：15 只样件的通电温度试验次数

电气/电子元件的安装部位	15 只样件通电温度试验次数
车厢内，或不发热的车底部	15 只样件 873 次
引擎盖下	15 只样件 1396 次
发动机上	15 只样件 2465 次

第 3 步：交替通电温度试验与热冲击试验来确定试验次数

采用替代热冲击试验来产生热疲劳度（在相同的温度限度内），从而减少通电温度试验的次数。每次热冲击试验所受到的损坏是通电温度试验的两倍。上述关系是采用分析工具对在试验期间观察到的主要失效机制的焊点的热疲劳度进行测量得出的。诺里斯 兰茨伯格等式包括该关系，并包括汽车大多数情况下的近似值。

图 23：加速热斜坡率的诺里 兰茨伯格等式

$$Acceleration\ Factor = \left(\frac{\Delta T\ rate_{high}}{\Delta T\ rate_{low}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

如果采用以前符号与定义，交替等式可采用下列等式表示：

图 24：热冲击与热温度之间的近似关系

$$N_{test} = N_{ptc\ test} + (2 \times N_{ts\ test})$$

其中：N_{PTC test}=通电温度试验次数

N_{TS test}=热冲击试验次数

通电温度次数与热冲击试验次数超过了最低要求的试验次数时，其次数可变化。如果通电温度试验与热冲击试验是按顺序进行的，此两项试验才可交替进行。通电温度试验必须在热冲击试验后进行。热冲击试验会积累出许多潜在的问题，通电温度试验会进一步积累出并测出这类问题。

表 17：按安装部位确定通电温度试验与热冲击试验

注：下表包括两类试验件数量-15 只与 23 只的试验值。每一类试验都有通电温度试验与热冲击试验的两个极限值。试验计划中，通电温度试验与热冲击试验混合试验不得少于 200 次，通电温度试验不少于 50 次。

Temp Code	Temperature Difference		#-PTC-Test	Cycle Time – min		Sample Size n	PTC Cycles Needed with sample size	Number of Cycles		Test Time
	Service	Test		Thermal Shock	Power Temp			Thermal Shock	Power Temp	
Interior or Exterior										
A (-40...+70) °C	50	110	1017	30	90	15	1201	500	200	23
	50	110	1017	30	90	15	1201	575	50	15
	50	110	1017	30	90	23	1017	406	200	21
	50	110	1017	30	90	23	1017	481	50	13
C (-40...+85) °C	50	125	739	30	90	15	872	336	200	20
	50	125	739	30	90	15	872	411	50	12
	50	125	739	30	90	23	739	267	200	18
	50	125	739	30	90	23	739	342	50	11
E (-40...+105) °C	50	145	510	30	90	15	602	201	200	17
	50	145	510	30	90	15	602	276	50	9
	50	145	510	30	90	23	510	154	200	16
	50	145	510	30	90	23	510	229	50	8
Underhood										
E (-40...+105) °C	70	145	1182	30	90	15	1396	598	200	25
	70	145	1182	30	90	15	1396	673	50	17
	70	145	1182	30	90	23	1182	488	200	23
	70	145	1182	30	90	23	1182	563	50	15
Engine Mounted										
H (-40...+125) °C	100	165	2087	30	90	15	2466	1133	200	36
	100	165	2087	30	90	15	2466	1208	50	29
	100	165	2087	30	90	23	2087	939	200	32
	100	165	2087	30	90	23	2087	1014	50	25

表格中文字说明：

temp code: 温度代码、temperature difference: 温差 service: 实际温度、test: 试验温度、#-PTC test: 通电温度试验次数、cycle min: 最少次数、Thermal shock: 热冲击试验、Power temp: 通电温度试验、Sample size: 样件数量、Number of cycle: 试验次数、Test time: 试验时间、Days: 天数、Interior or Exterior: 内饰件或外部件、Underhood: 引擎盖下、Engine Mounted: 发动机上。

$$Test\ Hours_{reduced\ sample\ size} = Test\ Hours_{normal\ sample\ size} \times \left(\frac{\ln(1-C)}{n_{reduced} \times \ln(R)} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

图 25：样件数量减少后的振动试验时间

图中文字说明：

Test hours:试验时间、 reduced sample size:样件数量减少、 normal sample size:正常样件数量、 reduced:减少

6.3.3. 振动试验指南

本章规范是确定在采用成功运行试验来代替附录 B 中规定的失效试验方法进行试验所需的样件数量。

图 26：成功运行等式

$$R = (1 - C)^{\frac{1}{n}}$$

图 27：成功运行等式的样件数量

$$n = \left(\frac{\ln(1-C)}{\ln(R)} \right)$$

其中：

R=试验时演示的可靠性；

C=置信度等级；

N=样件数量；

N 减少=减少后的样件数量。

如：

如果 R=0.97, C=0.50, 那么 n=23.

由于项目进度或供应商的设备的原因，不需要 23 只试验样件，那么在试验周期增加的情况下，样件可以减少。

样件减少时试验加速系数的计算公式是：

$$TAF_{ss} = \left(\frac{\ln(1-C)}{n_{reduced} \times \ln(R)} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

试验样件减少，应增加试验周期，并通过冲击强度，提高试验的能量等级，从而将试验时间减少到需要的限度。

当 R=0.97, C=0.50 时，假如威布尔系数为 2.5, n=12（在温度试验前后 2 套试验件），分别在 3 个轴向上的标准试验时间为 8 小时。

$$Hours_{new} = Hours_{old} \times \left(\frac{\ln(1-.5)}{n_{new} \times \ln(.97)} \right)^{\frac{1}{2.5}} \quad \text{图中文字 } Hours_{new} : \text{新试验时间 } Hour_{old} \text{ 原试验时间}$$

$$Hours_{new} = 8 \times \left(\frac{\ln(1-.5)}{12 \times \ln(.97)} \right)^{\frac{1}{2.5}} = 10.33 \quad \text{图中文字 } Hours_{new} : \text{新试验时间}$$

因此，样件数量从 23 只减到 12 只后，试验时间就可从 8 小时增至 10.33 小时，而冲击强度不变。不能增加冲击强度来将试验时间减至 8 小时，或以下。

下列示例（汽车振动方式的弹性体）采用加速振动等式来加大振动能量，从而减少试验时间。

图 28：加速振动试验等式

$$\left(\frac{G_{accelerated}}{G_{normal}} \right)^m = \left(\frac{Test\ Time_{normal}}{Test\ Time_{accelerated}} \right) = TAF$$

图中文字说明：G accelerated：加速后振动能量负载 G normal 正常振动能量负载 Test Time normal 正常试验时间 Test Time accelerated 加整后试验时间 TAF 加速后时间系数

其中：

G 正常 =正常负载（如轿车为 2.84 克）

G 加速=加速试验负载

m=材料疲劳常数（如，电气总成的铝导线为 6.4；总体应用数值为 5；一般金属疲劳度，或每个斯坦伯的连接器摩擦疲劳为 4）。供应商负责对试验件材料疲劳系数信息进行收集。

$$Grms_{accelerated} = Grms_{normal} \times \left[m \sqrt{\frac{Test\ Time\ Normal}{Test\ Time\ Accelerated}} \right]$$

$$Grms_{accelerated} = 2.84 \times \left[6.4 \sqrt{\frac{10.33}{8}} \right] = 2.96$$

图中文字说明：Grms accelerated：加速冲击能量、Grms normal：正常冲击能量、Test Time Normal：正常冲击时间、Test Time Accelerated：加速试验时间。

下列为轿车示例结果：

- 成功运行试验等式计算的样件数量为 23 只；
- 采用 12 只样件试验，试验时间应从 8 小时增至 10.33 小时。
- 试验时是重新减至 8 小时，试验冲击能量应从 2.84 克增至 2.96 克。

功率谱密度值可按比例进行向上调节，采用下列等式中规定的调节系数将冲击能量调节器至需要的能量值。

图 29：功率谱密度调节系数

$$\left(\frac{Grms\ accelerated}{Grms\ normal} \right)^2 = Adjustment\ Factor$$

图中文字说明：Grms accelerated：加速冲击能量，Grms normal：正常冲击能量、Adjustment Factor 调节系数

该调节系数在每个频率设置点等级上都要增加几倍，确定一个新的总体能量增加值，与新的必要的 2.9 冲击能量相符。

冲击能量成比例增加的受电动振动器的最大偏移的限制。大多数的电动振动器都可能产生 1 英寸的最大峰对峰偏移。应采用减去该值的安全系数来防止振动器受损。

电动振动器的峰峰偏移值应采用所需光谱的最低频率通过下列等式计算。

图 30 最大振动位移

$$D = 42.8 \times \sqrt{\frac{G^2 / Hz}{f_{lowest}^3}}$$

6.3.4. 高温耐久性试验指南

在高于最高温度的条件下进行时，高温耐久性试可减去 500 小时或 2000 小时。试验加速系数可根据下阿纽斯等式进行计算。

图 31 加速温度试验的阿纽斯等式

$$TAF = \exp\left(\left(\frac{1}{k}\right) \times E_a \left(\frac{1}{273 + T_{\max}} - \frac{1}{273 + T_{\text{test}}}\right)\right)$$

其中：

k=伯茨曼常数= (1.380658±0.000012) X 10⁻²³J/K

Ea=平均守恒操作能量=1.28 X 10⁻¹⁹J=0.8eV

示例：

当最高温度=+85 摄氏度，试验温度=+105 摄氏度，试验时间为 500 小时

$$TAF = \exp\left(\left(\frac{1.28 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23}}\right) \times \left(\frac{1}{273 + 85} - \frac{1}{273 + 105}\right)\right) = 3.94$$

$$500 / 3.94 = 127 \text{ hours}$$

如果温度从+85 摄氏度增到+105 摄氏度，此试验时间可从 500 小时减至 127 小时。采用本办法试验时，供应商应负责对操作能量的收集记录。

6.4. 汽车电瞬态试验

6.4.1. 寄生电流测量

目的：

汽车在起动状态下，所有消耗电池能量的功能必须明确，并通过批准。**寄生电流指汽车熄火的状态下，及所电所附件都关闭的状态下，电气元件消耗的电流。**该项试验是要确定寄生电流的测量方法，并确定电气元件平均寄生电流可接受的最大等级。

对性能的影响

操作类型 2.1.

对所有试验电源线上的电流进行监控，并选用合适的电流测量仪。电流测量仪必须设有大于组件最小电流峰值 10 倍的标准频率。另外，试验产生的最大峰值必须在测量仪的测量能力的范围内。所输入、输出、及传感器都必须相连，并设置在其正常的无电源状态。

1. 将试验件连接在可变的电源上，并将电压调节到 12.6±0.1 伏，系统温度应设在 25 摄氏度。
2. 将系统设在关闭的模式上。
3. 用比最长的预计组件的定期重复故障多出 9 倍的时间，来测量某个时间段内系统的电流。某些组件在关闭时，可能会有定期的或偶然的起动。因此，关闭到休眠时与关闭到苏醒时的所有电流都必须记录。此数据用于计算 40 天时间内的平均寄生电流。
4. 测量电流时，将电源电压按 1 伏的量减至零伏。在减电压过程中应符合标准。
5. 该试验应采用不同的方法重复进行，该试验方法能让试验件进入关闭到休眠状态。

标准：

平均寄生电流应计算为 40 天内的平均电流。如元技术规范内未规定的话，最大的许可电流应为 0.25 毫安。另外，钥匙旋到关闭状态时，模块在 GMLAN 的环境下，应继续操作一段时间。如，如果 ECU 是灯光虚拟网络的一部分，该虚拟网络应维持一段时间，并依次维持 ECU，从而使车内灯打开一段时间。平均寄生电流的计算应包括该增加的负载。

试验报告应包括下列的内容:

a) 关闭到休眠时期的寄生电流; b) 关闭到休眠状态下的寄生电流; c) 40 天内消耗的寄生电流; d) 12.6 降到 0 伏的电压范围内的寄生电流。

平均寄生电流计算例子:

关闭 ECU, 并按下列程序计算。该例子中, 假设在钥匙设在关闭状态下, ECU 不属于带电的虚拟网络。

- 关闭通电模式 1 小时后, ECU 通电 1 分钟;
- 关闭通电模式 24 小时后, ECU 通电 1 分钟;
- 关闭通电模式 5 天后, ECU 通电 1 分钟;
- 关闭通电模式 2 周后, ECU 通电 1 分钟;
- 关闭通电模式 4 周后, ECU 通电 1 分钟;
- 关闭通电模式 6 周后, ECU 通电 1 分钟。

在模块打开期间内, 模块要消耗 350 毫安; 关闭时, 消耗 0.200 毫安。此两种情况下, 电流供应温度为 25 摄氏度, 电压 12.6 伏。该例子要求的答案是: “40 天内网络消耗的电流是多少?”。

答案是: 寄生电流 = (验通电时的电流 X 试验次数) + [试验时关闭时的电流 X (1-试验次数)]

第一, 6 周等于 42 天, 因此, 在估算平均寄生电流时, 不采用此额定电流。在 40 天的期限内, ECU 通电时, 有 5 次 1 分钟的时间间隔, 而通电关闭的时间就有 57600 分钟-5 分钟 (因为 40 天有 57600 分钟)。因此, 平均寄生电就是:

$$=[350 \text{ 毫安} \times (5 \div 57600)] + [0.200 \text{ 毫安} \times (57600 - 5) \div 57600] = 0.230 \text{ mA}$$

6.4.2. 搭火起动与极性反向试验

目的:

该试验确定了电气/电子元件对过载正电压与电流输入的反向极性的阻抗性。

性能影响:

该试验是对元件因搭火起动 (瞬间超大电压) 与极性反向电压产生的损坏进行评估。

程序:

先按 2.1 类型进行操作, 然后, 进行 3.1 类型操作

该试验程序所需的直流应符合下列要求:

持续供应电源应有小于 0.01 欧姆的内部电阻。从 0 到最大电流负载 (包括冲击电流) 的输出电压偏差不能超过 1 伏, 并在 100 微秒内恢复最大偏移的 63%。迭加小波纹电压不应超过 0.2 伏的峰对峰值, 最小频率为 400 赫兹。

如果采用标准电源 (带充足的电流能量) 来模拟电池, 也模拟电池的内部阻抗, 这一点非常重量要。采用电池时, 需要配置充电电流, 使是流达到标准规定的要求。

试验件的试验装置应满足汽车电气/电子元件的实际装置与功能要求。试验装置上应采用与汽车相同类型与功率的熔断器, 但不应使用易熔的连线。试验装置使用的熔断器的阻值都应填入试验报告中。除非另有规定, 电源与试验件电源输入点间的连线的长度不应超过 2 米, 但连线的横截面的面积应大于或等于 4.0 平方毫米。

- 在施加过载电压与极性反向电压前应进行功能参数试验;
- 将电源与电池输入用带电池输入的负载相连接;
- 打开电源, 并将试验件进行规定时间的规定的试验电压试验;
- 关闭电源;
- 将电源与电池输入与试验件的转换的电池输入及其它所有相关负载相连接 (如果试验件带有数个开关, 此类开关都必须设在开的状态)
- 打开电源, 将试验按规定的时间进行规定的试验电压试验, 并进行功能与参数试验。

标准

试验件应符合下列要求：

试验电压（伏）	试验时间(分钟)
+26±0.5	1
-13.5+1/0.5	2

系统与试验件不应受到损坏。除非元件技术规范内另有规定，熔断器应作为偏差来考虑。如元件技术规范中未明确规定，起动发动机的所有功能都必须能在 26 伏的电压起动。

注：试验项试验对交流发动机或元件技术规范内容规定不要求试验的元件不适用。

6.4.3. 过压试验

目的：

试验过压试验针对的有两个问题：一，测试汽车警报系统对有意施加过载电压电流使系统失效的耐破坏能力；二，测试所元件对受带过载电压的高电压电池电流的影响的能力。

性能影响：

该项试验是要对受到过载电压影响的电气/电子元件所产生的损坏情况进行评审。

程序：

操作类型 3.2

功能状态分类=C

该项试验的直流电应符合下列要求：

持续电源应带有 0.01 欧姆的直流电阻，与一个频率小于 400 赫兹的内部阻抗。从 0 到最大电流负载（包括冲击电流）的输出电压偏差不能超过 1 伏，并在 100 微秒内恢复最大偏移的 63%。迭加小波纹电压不应超过 0.2 伏的峰对峰值，最小频率为 400 赫兹。

如果采用标准电源（带充足的电流能量）来模拟电池，也模拟电池的内部阻抗，这一点非常重要。采用电池时，需要配置充电电流，使是流达到标准规定的要求。

试验件的试验装置应满足汽车电气/电子元件的实际装置与功能要求。试验装置上应采用与汽车相同类型与功率的熔断器，但不应使用易熔的连线。如果熔断器的类型未具体规定，应采用 20 安培的熔断器。试验装置使用的熔断器的阻值都应填入试验报告中。除非另有规定，电源与试验件电源输入点间的连线的长度不应超过 2 米，但连线的横截面的面积应大于或等于 4.0 平方毫米。

- 每过载试验前，进行功能/参数试验；
- 将电源与试验件电池输入及带输入的所有负载相连；
- 打开电源，将试验件按下表规定的试验时间进行电压试验。根据是否有过载电压保护来记录试验时的电压类型与范围。
- 电气/电子元件应承受至少 1 小时的+16 到+18 伏之间的系统电压，功能状态分类为 C（电气负载代码字母 D 状态持续操作，功能状态分类为 A）；
- 带电源自动关闭驱动功能硬件的的电气/电子元件，或在+16 伏到 18 伏之间带 MOSFET 门驱动器的电气/电子元件都应进行设计点上的电源电压慢速变化试验（每分钟 1 伏）。该项试验是要避免由于开关半导体在模拟模式范围内运行时开关受损产生的问题。
- 关闭电源。
- 打开电源，将试验件按规定时间进行规定的电压度过，并进行功能/参数试验。

注：VAS 试验应在设置与未设置的两种状态下进行。

- 设置是指系统中一个警报信号可传至警报的元件的状态。
- 不设置是指系统中一个警报信号不能传至警报的元件的状态。

标准:

试验在下列条件下操作不会有失效现象:

试验电压 (伏)	试验时间 (分钟)
对带过压保护的元件, 电压在 +16 伏至 18 ± 0.2 伏之间, 以每分钟 1 伏的速度变化。	60 分钟
对无过压保护的元件, 电压为 +18 伏稳定电压。	60 分钟

除非元件技术规范另有规定, 可熔断器应作为偏差。

6.4.4. 电源/接地试验

目的:

该试验是要确定元件是否因不完善的电源/接地线路而不会受损, 并确定元件在电源/接地线路改进行能即刻运行。

该试验也用来确定元件在受到 ± 1.0 伏的电源补偿、仪表盘组件之间 ± 0.8 伏的接地补偿、仪表盘组件与动力系统之间 ± 1.0 伏电压的影响, 或按元件技术规范规定的影响后, 功能是否运行正常。

通讯元件、第二级元件、及 CAN (单线与双线应分别符合北美公司第二级功能通讯规范、GMW3098 标准的要求、及通用公司串行通讯局域网络系统的要求。

对性能的影响:

传感器可能产生误码、通讯错误、或报文遗失。

6.4.4.1. 电源/接地线路试验

操作类型 3.1

执行下列电源/地连接组合方式, 在所有线路连好后测试件返回到一般操作模式。

- 所有输入/输出连到汽车负载, 在每一个/所有地端都断开的情况下, 给电池正极或开关点火 (例如点火、开关点火、辅助点火、运行模式 1) 供电。
- 重新连接地, 再进行功能/参数测试。
- 所有输入/输出连到汽车负载, 在每一个/所有电源端 (电池和开关点火) 都断开的情况下, 提供地线。
- 重新连接电源, 再进行功能/参数测试。

6.4.4.2 接地补偿试验

操作类型 3.1

接地补偿试验适用于接地线路。补偿应同时分别施加给各个线路。所示的电压值适用于带 14 伏标准电压组件的所有接口。

- 仪表盘组间的接地补偿:
 1. 给试验件施加最小的电压;
 2. 试验件进行试验接地的+0.8 伏补偿试验;
 3. 在下列条件下进行功能/参数试验:
 - 另一件接地线路重复试验;
 - 同时重复线路。
 4. 重复试验件接地补偿-0.8 伏补偿试验;
 5. 在最大电压条件下, 重复 1 到 4 项试验。
- 仪表盘组件与动力系统间的接地补偿
 1. 给试验件施加最小的电压 ;
 2. 接地线路进行试验件接地的+1.0 伏的补偿试验;
 3. 在下列条件下进行功能/参数试验;

4. 另一件接地线路重复试验；
5. 对线路重复进行试验；
6. 重复试验件接地的-0.1 伏补偿试验；
7. 在最大电压条件下，重复第 6 项试验。

6.4.4.3. 电源补偿试验

操作类型 3.2.

电源补偿试验适用于电池正极与点火、通电的点火、辅助点火、运行 1 等通电打开的电池线路，也适用于与带电池正极或接通电池的电感负载接通的输入/输出线路。补偿应分别施加给电池正极、各个接通电池的线路、及各个输入/输出线路。另外，电池正极与接通的电池线路应同时试验。

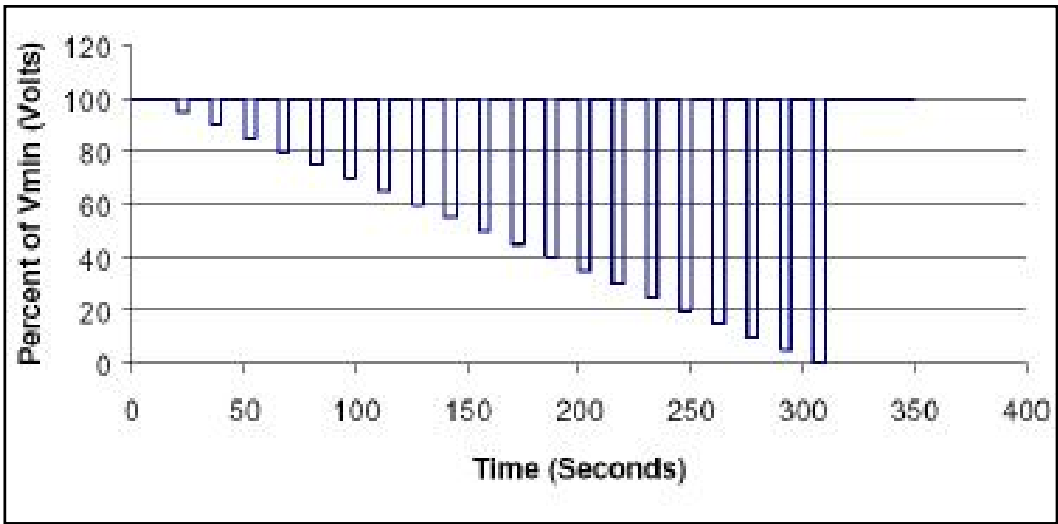
1. 给试验件施加最小的电压；
2. 适用的电源线路进行试验件电源的+1.0 伏的补偿试验；
3. 在下列条件下进行功能/参数试验：
 - 另一个适用的线路重复进行试验；
 - 同时重复线路试验。
4. 重复进行试验件的-1.0 伏的补偿试验；
5. 在最大电压条件下，重复第 1 到第 5 项试验。

所有电源/接地试验标准：

试验件不应受损，性能操作或功能无意起动时都不应有降级现象。试验件应能通过所有的功能/参数试验。

6.4.5. 电压试验

图 32：恢复性能电压降试验



图中文字说明：

Percent of Vmin(volts): 最小电压百分比、Time(Seconds): 时间（秒）

目的：

该试验是对元件的恢复性能进行验证，主要是对带调节电源的元件，或带电压调节的元件进行验证。

性能影响：

电气/电子元件进行电源恢复。

程序：

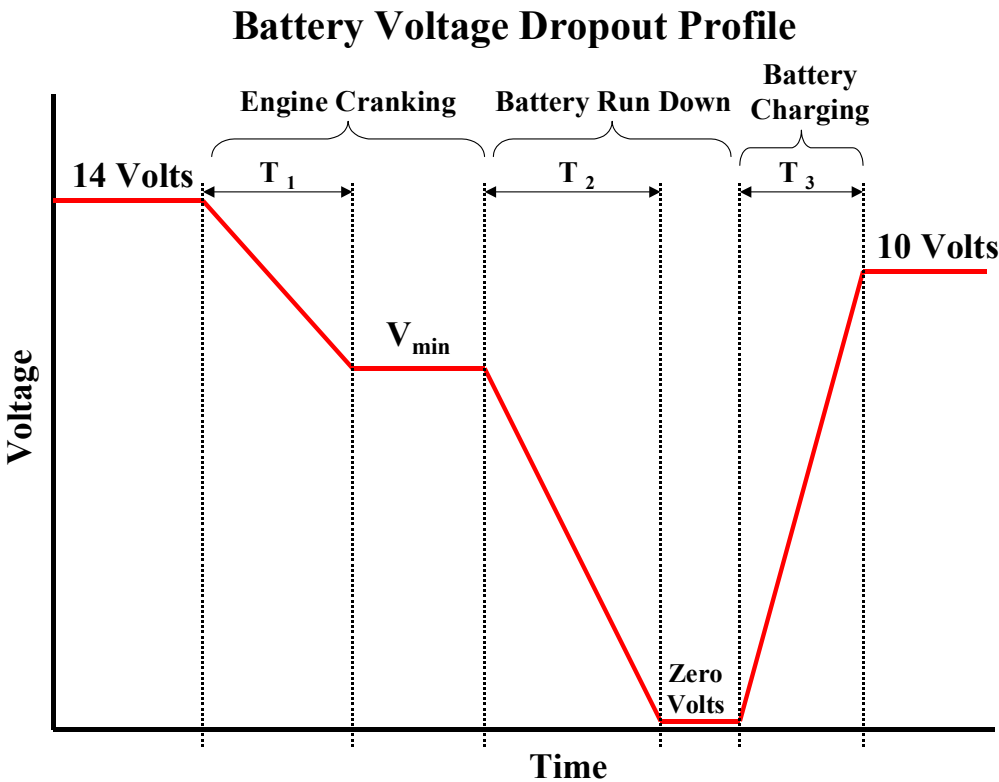
操作类型 3.1.

- 1. 进行一次功能/参数试验
- 2. 在所有相关输入内都加上图 1 中的试脉冲，并检测试验件的恢复性能。按 5%的递减量将电压从最高降到 0.95 伏的最低水平。保持此电压水平至少 10 秒钟，然后时行一次功能试验。将电压提高到最低电压，保持该最低电压水平至少 10 秒钟，并进行一次功能试验。又将电压降到 0.9 伏的最低水平。按图 1 规定的 5%递减步骤将电压降到零伏，然后又升至最小电压。
- 3. 每次递减步骤上，及试验程序后期，各按规定进行一次功能/参数试验。

标准：试件的所有功能/参数试验都必须合格。试验件在每次脉冲时都必须符合规定的功能状态分类要求。

6.4.6. 电池电压断开试验

图 33 电池电压断开曲线图



图中文字说明: Voltage: 电压、volt:伏、Engine cranking: 发动机起动、Battery run down:电池关闭、 Battery charging: 电池充电、Zero volts:零伏、 Time:时间

	时间(s)		
类型	时间 1	时间 2	时间 3
A	0.01	10	1
B	0.1	600	10
C	0.5	3600	120
D	1	28800	7200

目的:

该试验是要确定电气/电子元件能承受发动机起动与电池关闭时电池电压增大与电池充电时电池电压升高产生影响。主要是对带稳压电源或电压调节器的电气/电子元件进行试验。上表中 A 到 D 中不同的状态表示不同的放电与充电的速度。

对性能产生的影响试验：

电气/电子元件电源可能要重新恢复。

程序：

操作类型 3.1.

1. 进行一次功能/参数试验；
2. 将未带电的试验件进行冷却，温度降到最低为止；
3. 制定电池停压波形；
4. 给试验件通电，并按上表 A 类中的参数加入电池停压波形参数；
5. 在时间 1 与时间 2 时段之间进行一次最低电压的功能检查；
6. 在时间 3 时段之后进行一次 10 伏电压的功能/参数检查；
7. 用 B、C、D 类的时间另外重复上述 1 到 6 项；
8. 在最高温度条件下重复上述第 2 到第 7 项；

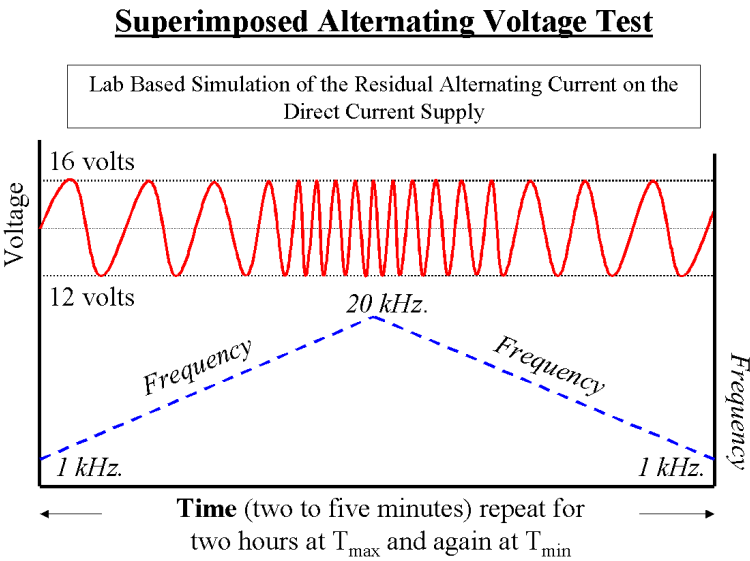
注：对电源恢复功能检查时，可将电压从零伏升至 1 伏。此方法对微处理器元件与处 EE-PROM 记忆最为合适。

标准：

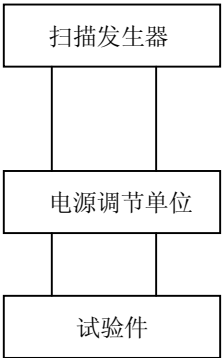
试验件不应有损坏、性能降低，或功能被无意起动现象。试验件的功能/参数应合格。

6.4.7. 迭加交流电压试验

图 34 迭加交流电脉动扫描试验



图中文字说明：Superimposed Alternating Voltage:迭加交流电压、Test:Lab Based Simulation of the Residual Alternating Current on the Direct Current Supply:试验内对直流电源上的剩余交流电模拟、Voltage:电压、volts: 伏特、kHz:千赫、Frequency: 频率、Time (two to five minutes): repeat for two hours at T_{max} and again at T_{min}: 时间（2 到 5 分钟）最高温度上重复 2 小时、最低温度上又重复 2 小时。



正极————→ ←————— 负极

目的:

该试验是在电源上带有正弦交流电压时,对电气/电子的性能进行验证,是模拟发动机每毫秒的转数范围内阻尼交流发动机的输出。

程序:

操作类型 3.1.

下列程序与 ISO16750-2 标准中规定的程序相似。

1. 功能/参数试验;
2. 升高试验箱温度,并保持稳定一段时间,或是按元件技术规范设定试验箱温度;
3. 准备迭加交流电压试验,扫描时间为 2 到 5 分钟;
 - 电源电阻应少于或等于 100 毫欧;
 - 试验所有适用的输入上都要施加波形;
4. 给试验件通电并加入规定的波形 2 小时;
5. 在上述试验完成后,进行功能/参数试验;
6. 在最高温度上,重复上述第 1 至 5 项试验。

标准:

试验完成后,试验件性能不损坏或降低,试验件的功能/参数试验应合格。

6.4.8. 短路耐久性试验

该试验是对电气/电子元件受到间断或连续短路影响时是否能符合规定的要求。试验只对必须采用电子限流方式进行短路保护的输出要求。

程序: 操作类型 3.2

要求每件试验件的每种短路保护类型都要进行该试验。不正确的输入/输出或是不正确的汽车通讯报文均视试验不合格。

将按下列规定的试验时间及程序进行试验的试验件的输入/输出与最大电压连接连(见表 2,最大电压为 16V)并与接地连接。试验应符合下列要求:

- 先将与输出元件相连的电源电压与接地通电,然后断电;
- 断开电源电压;
- 断开接地。

按《试验准备》这一章的内容,将试验件放置于环境试验箱内,并加上热偶。

注:应注意避免由于电路故障,及电线连接与固定未预定的试验应力等级要求等因素引起的错误试验。

6.4.8.1. 间断短路电路试验

1. 升高试验箱温度,并将试验箱温度保持在最高状态;
2. 对试件施加最高电压;
3. 在时间为零秒时,开始将试验件电源从关切换到开,试验件输出应在 5 秒内起动;
4. 在时间为 15 秒时,进行 5 分钟的短路试验,然后停止 2 分钟 45 秒(第 3 项试验与第 4 项试验的合计时间为 8 分钟);
5. 电源打开模式样为从关到开;
6. 重复进行第 3 到第 5 项,完成 60 次为止(整个短路试验时间为 8 小时);
7. 完成 60 次试验后,进行必要的循环/恢复/冷却试验,并确定在正常的负载下和输入操作;
8. 将电池电压调至最低,并重复第 3 至第 7 项试验;

9. 将试验箱温度稳定最低状态, 并重复第 3 至第 7 项试验。

6.4.8.2. 持续短路试验

采用除电源切换模式以外的其它模式定期重复输出的短路保护输出类型需要进行此项试验, 如要求同时进行多次短路试验, 供应商应确定每次的短路试验均有效。

1. 降低试验箱温度, 并将温度保持在最低状态;
2. 对试验件施加最高电压;
3. 进行 8 小时的连续短路试验;
4. 停止短路试验, 并进行必要的循环、恢复、冷却试验, 并确定在正常负载条件下, 试件能正确操作;
5. 升高试验箱温度, 并将温度保持在最高状态;
6. 对前一次的试验结果进行一次 8 小时的连续试验;
7. 停止短路试验, 并进行必要的循环、恢复、冷却试验。

标准:

试验后, 确定试验件在正常负载下的正确操作。试验件不应有永久性的损坏或质量降级, 如: 无灼伤, 及线路板电路、接口、元件、材料受损, 等现象。外部短路缺陷不应妨碍其它接口符合规定的要求。试验结果应包含在参数检测的范围内。参数检测应能测出电流消耗不合格与电压降变化等潜在输出降低的现象。

6.4.9. 负载电路电流过载试验

目的:

该试验目的是对确定试验件受保护熔断器许可的范围内的最大电流的影响时是否符合规定的要求。

程序:

操作类型: 特殊 (见下列内容)

1. 降低试验箱温度, 并将温度保持最低状态;
2. 对试验件施加正常电压;
3. 按通用设计工程部要求对输出进行短路试验, 使负载电流保持在 $1.35 I_{RP}$ (采用分流方法来进行电流过载试验);
4. 按通用设计工程部要求对输出进行短路试验, 使负载电流保持在 $2 \times I_{RP}$ (用分流方法来进行电流过载试验);
5. 按通用设计工程部要求对输出进行短路试验, 使负载电流保持在 $3 \times I_{RP}$ (用分流方法来进行电流过载试验);
6. 升高试验箱温度, 并将温度保持在最高状态, 重复第 3 到第 5 项试验。

试验时间可根据相应的熔断器特性曲线确定, 上线公差为正 10%。

电气总线中心负载电路电流过载试验程序

1. 在最高温度条件下, 采用高于额定电流 35% 的电流进行试验;
2. 在目标电路上进行一次电流试验, 所有其它的电路负载均设为正常负载;
3. 记录熔断器熔断的次数, 并确定所有熔断均符合熔断器的规范;
4. 采用放电方法来代替熔断器, 重复进行试验, 并将电流保持在熔断时间的上线要求。

标准:

试验后, 确定试验件在正常负载下的正确操作。试验件不应有永久性的损坏或质量降级, 如: 无灼伤, 及线路板电路、接口、元件、材料受损, 等现象。外部短路缺陷不应妨碍其它接口符合规定的要求。试验结果应包含在参数检测的范围内。参数检测应能测出电流消耗不合格与电压降变化等潜在输出降低的现象。此类测量结果应采用本规范内未规定的同类输出类型进行试验, 并进行比较。

6.4.10. 电池短路试验

目的:

验证电气/电子元件对电池电压短路的承受能力。

程序:

操作类型：2.1.

该试验应在除以短路耐久性试验或电流过载试验中规定的输入与输出试验外的其它所有输入与输出在进行试验。该试验应包括所有相同类型的未经试验的输入与输出。试验件电池与接地输入不必进行试验。所有输出应在通电的条件状态下进行。

除非元件技术规范另有规定，所有试件必须进行 14.0 ± 0.1 伏的电压试验。

进行一次功能/参数试验。

标准：

试验件在停止短路试验后，应回复到正常操作上。电池失效短路不应影响其接口符合规定的要求。试验件的功能/参数试验应合格。

6.4.11. 接地短路试验

目的：

验证电气/电子元件对接地短路的承受能力进行验证。

对性能产生的影响：

该试验是对接地短路对电气/电子元件产生的影响进行评估。

程序：

操作类型 2.1.

该试验应在除以短路耐久性试验或电流过载试验中规定的输入与输出试验外的其它所有输入与输出在进行试验。该试验应包括所有相同类型的未经试验的输入与输出。试验件电池与接地输入不必进行试验。所有输出应在通电的条件状态下进行。

1. 除非元件规范另有规定，所有输入与输出必须进行 2 分钟的接地试验；
2. 进行一次功能参数试验。

标准：

试验件在停止短路试验后，应回复到正常操作上。电池失效短路不应影响其接口符合规定的要求。试验件的功能/参数试验应合格。

6.4.12. 开路电路试验

目的：

系统异常情况检测。

程序：

操作类型 1.2

该试验应在所有试验件输入与输出上进行试验，试验件的电池与接地输入不必试验。所有输出在试验时必须通电。

1. 除非元件规范另有要求规定，对每次输入与输出应进行 2 分钟的开路电路试验；
2. 重新连接电路；
3. 进行一次功能/参数试验。

标准：

试验件在停止短路试验后，应回复到正常操作上。电池失效短路不应影响其接口符合规定的要求。试验件的功能/参数试验应合格。

6.4.13. 绝缘性能评估 (备选)

由于电路分布间隔减小及介电材料质量降低引起的绝缘性能降低会产生性能问题。该项试验是对受潮后的关键元件间的电阻进行量化。该项试验对低压电路附近的高压电路最为重要。如，适用于电压在 30 伏以上的电路附近的 5 伏的电路，并适用向外部变频显示输入电流的元件。该项试验不适用于只有 12 伏电压与 5 伏电压混合的电路。

程序:

操作类型 1.1.

该项试验应在每次在湿热试验后进行,所有的干燥工作是用来表面受潮,并非用来将基本的介电材料进行脱水。

1. 湿热试验后,在室温条件下交试验件吹风半小时;
2. 将试验件放置在+70 摄氏度的热空气炉中进行加热,确保表面无滞留的水分。将试验件从试验箱内取出后立即进行下列各项试验:
3. 在下列各元件上对试验件施加 60 分钟的 500 伏的试验电压:
 - 在各相互绝缘的相邻的端子之间;
 - 在相互绝缘的端子与绝缘外壳之间;
 - 在相互绝缘的端子与塑料外壳上的金属箔片封套的电极之间,所有插针都必在此条件下进行试验。

标准:

对 500 伏试验电压的电流进行测量,并对电阻进行计算。绝缘电阻应大于 1 兆欧。

特殊注释:电阻值是标准的重点,电子元件应采用略小的电压(小于 100 伏),以防止电容类的元件受损。

6.4.14. 击穿强度试验(备选)

目的:

该试验是对在高电压应用时绝缘性能的击穿强度进行量化。该试验适用于超过电压超过 100 伏的电路,但不适用于低电压电路。本试验中采用 500 伏电压是要对绝缘性能的设计余量进行确定。

程序:

操作类型: 1.1.

1. 在热气炉中将试验件加热到最高温度;
2. 在下列元件中施加 2 秒频率为 50 赫兹的、电压为 500 伏的交流试验电压:
 - 在各相互绝缘的相邻的端子之间;
 - 在相互绝缘的端子与绝缘外壳之间;
 - 在相互绝缘的端子与塑料外壳上的金属箔片封套的电极之间,所有插针都必在此条件下进行试验。

标准:

绝缘体无击穿与火花产生。

6.4.15. 电磁兼容性

电气/电子元件应符合 GMW3097 与 GMW3103 的标准要求。

6.5. 连接器试验

所有连接器必须符合 GME3191 的要求,下列试验必须采用试验件进行:

6.5.1. 端子固定强度

目的:

该试验是用于确定电气/电子元件的连接器端子是否符合固定强度的要求。

程序:

操作类型 1.1.

按 GME3191 标准内的《非锁定型拆卸力》进行试验。

标准:

连接器拆卸力应符合 GME3191 标准的要求。

6.5.5. 连接器挤压试验(见附件 C 中的图 50)

目的:

对受到装配人员的手臂或脚的挤压时的弯曲力的缺陷进行评估。

程序:

方法 A: 操作类型 1.1.

试验件的外部表面必须留有直径至少 13 毫米区域用于试验。将 110 牛的挤压力均匀地施加在直径至少为 13 毫米的区域上 10 秒钟时间，模拟手臂的压力。该项试验后期应进行一次功能/参数试验。

方法 B：操作类型 1.2.

试验件连接器与插座应承受按连接器整体结构图通过一块约 50 x 50 毫米的钢板均匀施加的 890 牛的压力，时间为 1 分钟。试验后，元件不会有电气质量降低、或永久性被破坏现象，也可将此力加在连接器与试验件插座上。另一种方法是试验件应设计成能防止此压力。

该试验是用来确定电气/电子元件在装配时受机左压力时是否能符合规范要求。方法 A 表示人员靠在试验件外壳上对试验件产生的压力；方法 B 表示人站在试验件连接器或插座上产生的压力。

两种状态均为在装配时，由于违规引起的。

注释：该程序的目的是不允许连接器 A 点碰到支座上，使其对连接器的负载减少。

标准：

试件应承受上述压力，不会产生拆断、扭曲、及功能降低与绝缘性能降低等现象。试验件在该项试验的后期进行的功能/参数试验应合格。

6.6. 振动试验

6.6.1. 安装部位在发动机上与传动系统上的元件的随机加正弦振动试验

目的：

该试验是对由于振动产生的疲劳度的充分设计余量时进行评估。耐磨性能试验包含本规范未汇入的其它要求。并对试验件进行相应的汽车振动等级试验时，是否能符合规范要求。规定的振动方工适用于规定的部位上的元件。安装时采用支架会较高或较低的负载。

程序：

在振动负载试验期间，试验件应按振动温度变化次数，同时进行振动与温度变化试验。试验时，应对试验件电气操作进行持续监控。

轿车：

试验时间：分别在 X、Y、Z 坐标轴上试验 22 小时，相当于 10 万英里的振动。此试验方式对汽油发动机与柴油发动机均适用。试验时间对随机振动试验与正弦振动试验均适用。

卡车：

试验时间：按元件技术规范规定的 10 万英里要求，在三个轴向上分别试验 22 小时。20 万英里的要求在各轴向上试验 44 小时。该振动方式对汽车发动机与柴油发动机均适用。试验时间分别适用于正弦振动方式与随机振动方式。

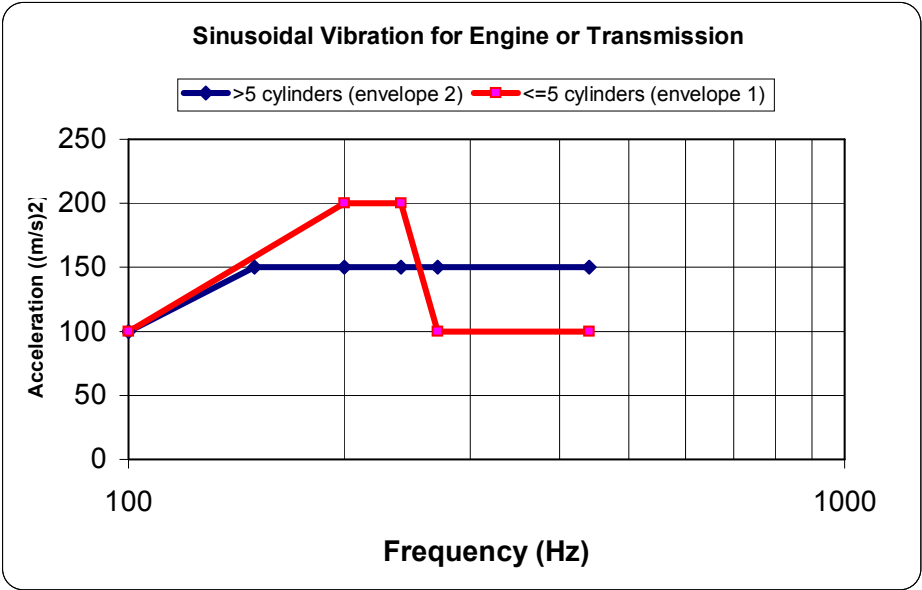
试验采用同一元件先进行正弦振动试验，然后进行随机振动试验。如需要节省时，可在同一次上同时进行正弦振动试验与随机振动试验。

正弦振动试验

按 IEC60068-2-6（国际电工委员会标准）进行试验。

操作类型 3.2

图 35 安装在发动机与传动系统上的元件的振动曲线图



图中文字说明：5 cylinders: 5 缸发动机、 envelope 2/1: 试验方式、 acceleration: 、frequency: 频率、 Hz: 赫兹

表 18 安装在发动上与传动系统上的元件的正弦振动烈度

第 1 类试验		第 2 类试验	
频率（赫兹）	最大(m/s ²)	频率（赫兹）	最大(m/s ²)
100	100	100	100
200	200	150	150
240	200	200	150
270	100	240	150
440	100	270	150
		440	150

频率扫描	小于等于 8 倍频程
第 1 试验类型	用于 5 缸及 5 缸以下的发动机元件
第 2 试类型	用于 6 缸及 6 缸以上的发动机元件与带平衡轴的 4 缸发动元件。

随机振动:

按 IEC60068-2-64（国际电工委员会标准）进行试验。

操用类型 3.2

图 36 安装在发动机上的随机振动试验方式

重力值=180.55 m/s²=18.41 有效值

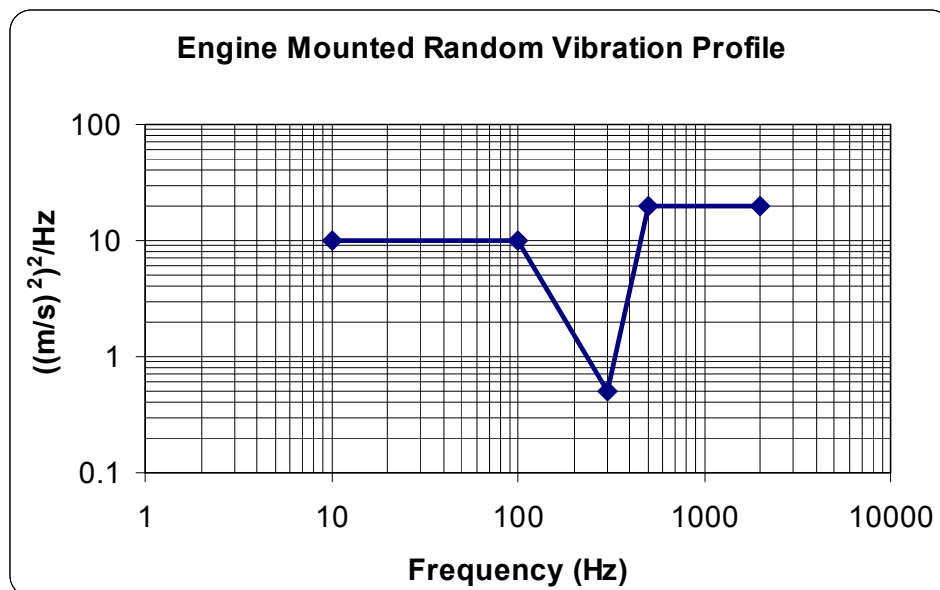


表 19 安装在发动机上的元件的随机振动方式(18.46 个有效值)

频率(赫兹)	功率密度 (m/s ²) ² /赫兹	功率谱密度 g ² /赫兹
10.00	10.000	0.10
100.00	10.000	0.10
300.00	0.5100	0.01
500.00	20.000	0.21
2000.00	20.000	0.21

标准:

出现不正确输入/输出或不正确的通讯报文均视为试验不符合规范要求。另外，试验件应能承受上述等级规定的振动试验，不会产生损坏、性能降低、松动或异响、或自行功能运行等现象。

松动与异常声响试验可将元件用手摇动或拍打，或是按 PSD 振动方式减低的等级要求 (0.6 有效值)，用《振动试验指南》中的内容进行振动试验。

失效试验的元件按附录 B 中的要求，该分析方法是用于对振动设计余量进行量化，分析应采用威布尔分析方法进行。振动可靠性等级应在振动报告中记录。

6.6.2. 安装弹性物体上的元件的随机振动试验

目的:

该试验是对试验件受振动影响的疲劳度的充分设计余量进行评估。耐磨性试验需要按本规范未收入的其它要求进行。并确定电气/电子元件在受到类似于汽车振动等级的振动影响后是否能符合规范要求。如试验件是采用支架固定在车身上的，试验时应在试验件上装上支架。振动通过支架传到试验件进，实际振动等级可有所改变。

程序:

振动负载试验期间，试件应振动温变试验要求，同时加上温变试验。试验时，试验件应进行电气操作，并加以持续监控。

轿车:

应采用下列 2.84 有效的能量，分别在三个轴向上试验 8 小时，这相当于 10 英里的汽车行程。试验所受到损坏程度相当于在通用公司米尔福德试验场的路面上行驶 95 小时所受到的损坏程度，也等于消耗了 99.8% 的使用寿命。优先进行的失效试验应将试件试验到失效为止，时间应大于 8 小时。8 小时的量值与 3% 的失效率应在威布尔概率纸上标出可靠性要求点。

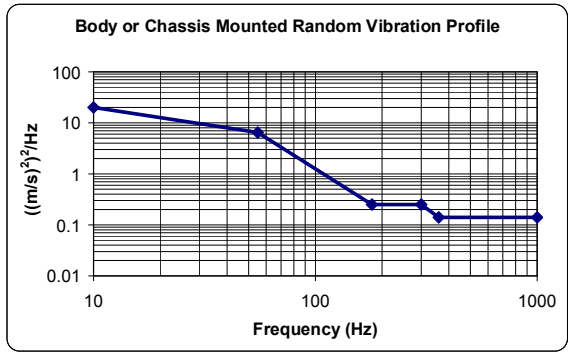
卡车：

GMW8289 标准内收编的数据是按通用公司试验场道路试验制定的轿车与卡车对照应用的标准。此类数据表示卡车每 10 万英里行程中所振动的烈度值要小一些，而时间要多一些。卡车在 10 万英里在粗糙路面上行驶的时间为 380 小时，而轿车只要 95 个小时。采用图 31 中的等式可计算出相同的能量等级试验（2.84 有效值），但会得出不同的时间来说明上述状态。卡车电子元件，按元件技术规范，每 10 万英里应运行 2.23 x 8 小时的时间。因此，卡车电子元件，相当于 10 公里的行程的每个轴向上的振动时间应为 17.84 小时。试验应按 IEC 60068-2-64（国际电工委员会标准）的随机振动试验进行。

操作类型 3.2

试验时间为在三个试验件的坐标座上 X、Y、Z 上分别为 8 至 17.3 小时。（SAAB 车型例外，轿车每个轴向上为 16 个小时）

图 37，安装在弹性物体上的轿车与卡车元件的随机振动试验曲线



图中文字说明：Body or Chassis Mounted Random Vibration Profile: 安装在车射与底盘上的元件的随机振动试验

每毫秒转数的值

27.8 m/s²=2.84 个有效值

表 20 安装在弹性物体上的元件的随机振动方式

频率(赫兹)	功率密度 (m/s²)²/赫兹	功率谱密度 g²/赫兹
10	20	0.208
55	6.5	0.0677
180	0.25	0.0026
300	0.25	0.0026
360	0.14	0.00146
1000	0.14	0.00146

标准：

出现不正确输入/输出或不正确的通讯报文均视为试验不符合规范要求。另外，试验件应能承受上述等级规定的振动试验，不会产生损坏、性能降低、松动或异响、或自行功能运行等现象。

松动与异常声响试验可将元件用手摇动或拍打，或是按 PSD 振动方式减低的等级要求（0.6 有效值），用《振动试验指南》中的内容进行振动试验。

失效试验的元件按附录 B 中的要求，该分析方法是用于对振动设计余量进行量化，分析应采用威布尔分析方法进行。振动可靠性等级应在振动报告中记录。

6.6.3 安装在非弹性物体上的元件的随机振动试验

目的：

该试验是要对试件受到振动影响后疲劳度充分设计余量进行评估。并确定元件受到汽车振动等级相同的振动影响时是否能符合规范要求。元件采用支架安装时，可能较高或较低的负载。

程序:

振动负载试验期间, 试件应振动温变试验要求, 同时加上温变试验。试验时, 试验件应进行电气操作, 并加以持续监控。

试验按 IEC 60068-2-64 (国际电工标准) 的随机振动要求进行。

操作类型 3.2

试验时间

轿车:

按下列振动方式, 使用 10.95 个有效值, 在分别相当于 10 万英里行程的三个轴向上各试验 8 小时。

卡车:

按下列振动方式, 使用 10.95 个有效值, 在分别相当于 10 万英里行程的三个轴向上各试验 8 小时。如 20 英里就要求采用 10.95 个有效值, 试验 16 小时。

本振动方式未包括低于 20 赫兹的负载。实际上, 大振幅的振动可在低于 20 赫兹的条件下产生, 因此, 元件受到该范围内的负载应分别对待。10 赫兹到 20 赫兹之间的负载见元件技术规范。大于 1000 赫兹的振动频率, 经通用公司工程部批准后可忽略。

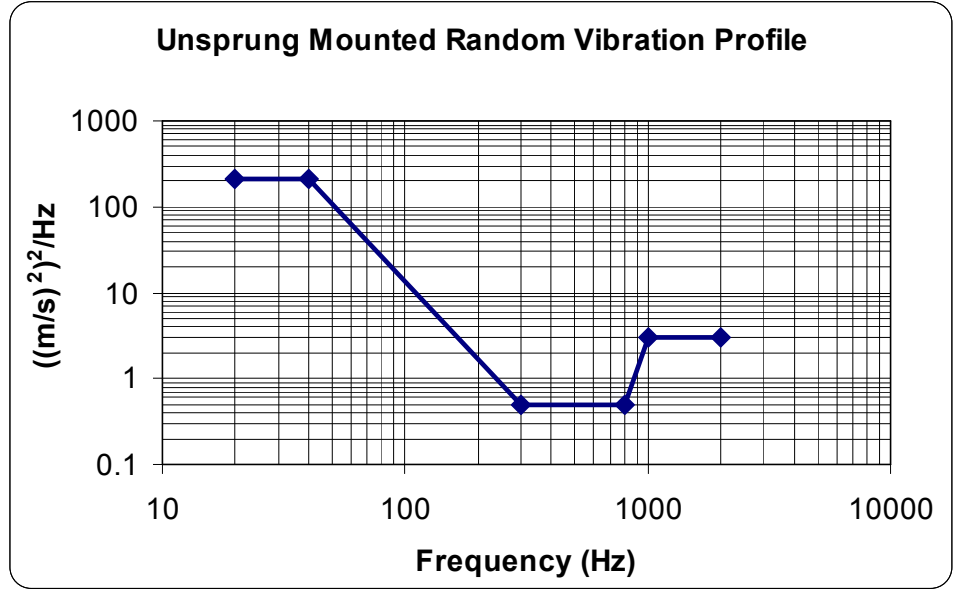
出现不正确输入/输出或不正确的通讯报文均视为试验不符合规范要求。另外, 试验件应能承担上述等级规定的振动试验, 不会产生损坏、性能降低、松动或异响、或自行功能运行等现象。

松动与异常声响试验可将元件用手摇动或拍打, 或是按 PSD 振动方式减低的等级要求 (0.6 有效值), 用《振动试验指南》中的内容进行振动试验。

失效试验的元件按附录 B 中的要求, 该分析方法是用于对振动设计余量进行量化, 分析应采用威布尔分析方法进行。振动可靠性等级应在振动报告中记录。

图 38 安装在非弹性物体上的随机振动曲线

有效值: $\sqrt{180.55 \text{ m/s}^2}=18.41$



图中文字说明: Unsprung Mounted Random Vibration Profile:安装在非弹性物体上的元件的随机振动试验

表 21 安装在非弹性物体上的元件的随机振动方式

频率(赫兹)	功率密度 (m/s^2) ² /赫兹	功率谱密度 g^2 /赫兹
20	208	2.08

40	208	2.08
300	0.5	0.005
800	0.5	0.005
1000	3	0.031
2000	3	0.031

6.7. 振动试验期间的温度变化试验

目的:

该项试验是用于对试件在最低温度与最高温度的范围内进行振动试验后进行评审。振动与温变应同时进行，产生疲劳度，并对间断与连续的失效进行检测。

程序:

操作类型 3.2

温度变化应按下图的曲线进行，在整个振动与温变试验期间，试件应按操作类型 3.2 起动，并持续监控。

不允许采用其它试验箱进行空气干燥，也不必要。

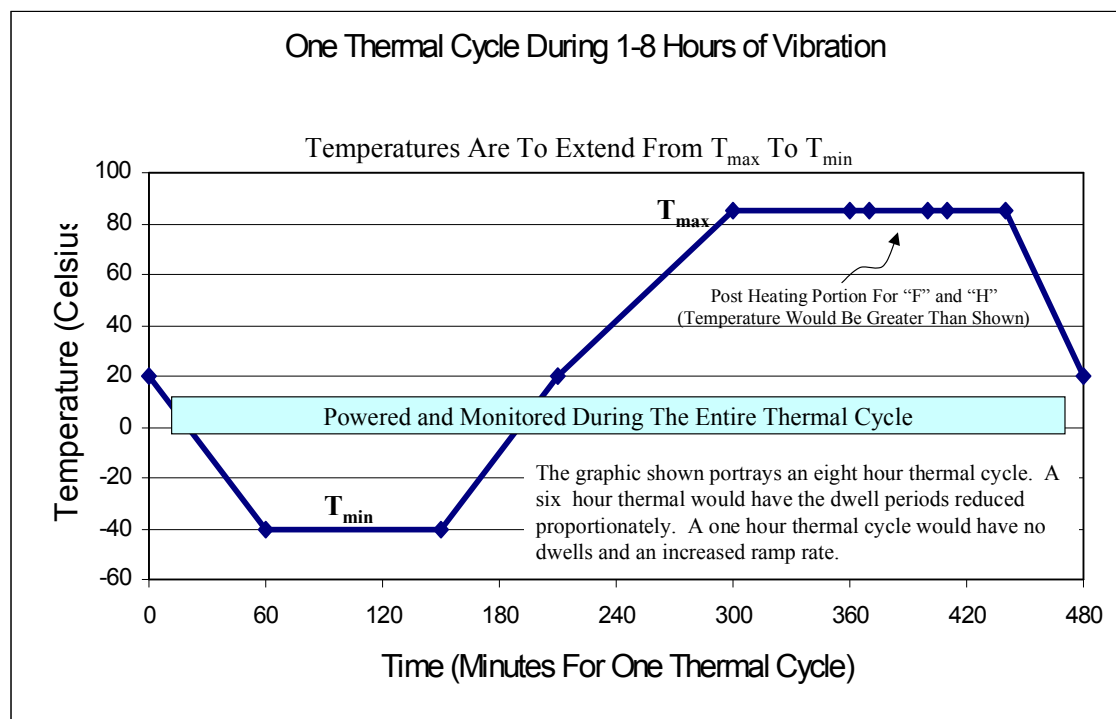
最后一阶段的温变试验毋须进行振动试验。

试验程序：按下图要求同时进行振动试验与温变试验。对产品元件进行连续监控与起动功能运行可检测可能产生的间断失效。调整闲置时间以适应出现的不同的温变时间。X 与 Y 平面的 6 小时的振动试验会产生 1 个 6 小时的温变试验。长时间的振动试验不方便，可按下图内容重复进行 8 小时的温变试验来代替。温变试验应按 IEC 60068-2-14 Nb 标准进行。

标准:

产品在试验后，不应有任何形式的操作间断与功能损失现象。

图 39 振动试验期间的 6 到 8 小时的温变试验



图中文字说明：One Thermal Cycle During 1-8 Hours of Vibration:1-8 小时的振动试验内的一次温变、Temperature (Celsius): 温度（摄氏度）、Temperatures Are to Extend From T_{max} To T_{min}: 从最高温度变到最低温度、Post Heating Portion For “F” and “H” (Temperature Would Be Greater Than Shown): F 与 H 的后期升温

阶段、Powered and Monitored During The Entire Thermal Cycle: 温变试验期间进行通电与监控、This graphic shown portrays an eight hour thermal cycle. 本图为一次 8 小时的温变试验、A six hour thermal would have the dwell periods reduced proportionately. 一次 6 小时的温变试验须需要按比减小闲置时间、A one hour thermal cycle would have no dwells and an increased ramp rate:一次 1 小时的温变试验无闲置时间与增加的斜率。

表 22 操作温度范围代码

累积时间 (分)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20
60	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
150	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
210	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20
300	+70	+80	+85	+90	+105	+105	+120	+125	+140
360	+70	+80	+85	+90	+105	+105	+120	+125	+140
370	+70	+80	+85	+90	+105	+120	+120	+140	+140
400	+70	+80	+85	+90	+105	+120	+120	+140	+140
410	+70	+80	+85	+90	+105	+105	+120	+125	+140
440	-	-	-	-	-	+105	-	+125	-
480	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20

注：确定好各栏中的代码，然后找出下面的温度顺序。所有温度值单位为摄氏度。

6.8 机械冲击试验

目的：本试验是用来确定试验件受下表规定的机械应力冲击后是否能符合规范的要求。试验 1 代表在 10 万英里（160935 公里）行程上所受的坑洼振动影响；试验 2 代表代表每小时 16 英里的速度的碰撞冲击影响。该项试验假设汽车是开动的，重点是在于安全与功能在碰撞后的失效。

程序：

两次冲击试验都应采用不同的冲击参数来进行。所有元件，无论其安装部是何处，都应进行此项冲击试验，且试验应合格。试验按 IEC 60068-2-27Ea（国际电工委员会标准）进行。采用同一样件，先进行试验 1，然后进行试验 2。如果元件在汽车上或其它用途上的安装方向要改变时，必须在所有轴向上采用 100 克冲击物进行试验。对于在实际应用中不会安装在不同方向上产品，如安装在仪表盘上的产品就不必进行垂直方向上的冲击试验。

操作类型：试验期间为 1.2、试验后为 3.2

然而，像雨刮电子组件与电动窗组件等含继电器的元件，在进行冲击试期间应对功能的正确运行进行评估，保证不会产生功能无意自行运行。

表 23 坑洼振动加轻微碰撞振动的机械冲击试验

要求项目	试验 1 适用所有车	试验 2 任何车的速度为 15.3 英里/小时
	25 重力常数	100 重力常数
标准冲击时间	15 毫秒	11 毫秒
标准冲击方式	半波正弦	半波正弦
每轴向的冲击次数	132 x 6 = 792	6 x 6 = 18

下列为将试验 2 转换为可比较的速度变化的等式：

$$\Delta Velocity(m/s) = \frac{\frac{2}{\pi} \times A \times 9.8 \times D}{1000}$$

图中文字说明：velocity (m/s)：速度（米/秒）

标准：

试验件在进行冲击试验，功能/参数试验必须合格，并能承受上述等级的冲击，不会产生损坏与性能降低现象。

6.8.1. 车门/行李箱盖/引擎盖关闭冲击试验

目的：

安装在车门、行李箱盖、车箱盖、引擎盖等部位上的元件必须进行此项试验。目的是确定试验件在受下表规定的应力冲击后是否符合规范要求。

程序：

操作类 3.2

冲击试验按 IEC 60068-2-29Eb(国际电工委员会标准)

表 24 车门\箱盖关闭机械冲击试验

	40 x 重力常数
标准冲击时间	6 毫秒
标准冲击方式	半波正弦

车门/盖板	主要方向上的冲击次数
司机门	1000000
乘客门(副位门)/车厢盖	50000
行李箱盖	30000
后门	20000
引擎盖	15000

标准：

在车门/箱盖关闭试验中，出现不同偏差结果，无意功能操作，包括间断操作与操作失效，均视为试验失效。试验件，包括所固定件，都不应有任何的机械质量降级，如破损、开裂、异响、松动等现象。所有配套的连接件均应完整无缺。

6.9. 元件外壳挤压试验

目的：

至少应采用 1 只手工样件对元件是否条符合挤压试验要求进行评估与验证。

并确定电气/电子元件在装配时受到机械应力的挤压是否能符合规范要求。试验方法 A 代表员工手臂靠在试验件外壳上产生的应力；方法 B 代表员工站在试验件上，或是站在连接器或插座上。两种状均为装配在厂出现的违规现象。试验时采用挤压不对线路板用其上面的零件产生损坏现象。

程序：

方法 A：操作类型 1.1

试验件应能承受模拟手臂斜靠在元件上产生的 110 牛的挤压力，而不会产生电气质量降低或永久性的损坏现象。试验件必须设一个大于等于 13.0 毫米直径的部位用于试验。在此直径为 13.0 毫米的试验件表面上均匀施加 110 牛的挤压力，时间为 1.0 秒。这表示员工手臂靠元件产生应力。此项试验后应进行功能以参数

试验。

方法 B：操作类型 1.2

试验件连接器与插座应承受按连接器整体结构图通过一块约 50 x 50 毫米的钢板均匀施加的 890 牛的压力，时间为 1 分钟。试验后，元件不会有电气质量降低、或永久性被破坏现象，也可将此力加在连接器与试验件插座上。

6.10. 自由落体试验(跌范试验)

目的：

该项试验是确定试验件在从 1 米高处落在水泥地面上受到机械应力影响后是否能符合规范要求。

程序：

操作类型 1.1.

该试验应按 IEC 60068-3-32- Ed(国际电工委员会标准)进行，将试件在不同的轴向上从 1 米高处落下。每只试验件首次试验时，都应选不同的空间轴方向。第二次试验可在第一试验同一空间轴相反的方向上试验。每只试验件都应在其每个空间轴正反两个方向上试验两次。因此，3 个产品共应试验 6 次。

标准：

- 试验件外部无明显的破损现象，内部也不应有破损现象，而且，在此跌落试验后进行的功能/参数试验也应合格。
- 在跌落试验后，试验件如出现明显的破损时，其破损程度应由通用公司工程部来评判：
 - 如果破损程度不严重，试验件应无明显的破损现象，并在跌落试验后，其功能/参数试验合格；
 - 如果破损程度严重，试验件就确定为不能符合性能要求。

6.11. 低温起动试验

目的：

该项试验是要对长期处于低温状态正气元件恢复起动的功能进行验证。

程序：操作类型 3.2

试验应按 IEC 60068-2-1(国际电工委员会标准)的试验 Ab 进行，试验时的操作温度范围为最低温度。在 24 小时的试验的初期，试验件应在室温下通电 2 分钟，并在正常电压状态下对正确功能运行进行评估。然后，试验件在 12.8 伏的电压状态、及关闭与休眠状态下，进行低温适应过度 24 小时。此适用主要是对试验件寄生电流消耗进行试验。在 24 小时试验的后期的低温状态下，试验件应进行打开、或是从休眠状态下恢复起动的试验，并对 1 小的正确功能运行进行评估。

所有试验件的输入/输出，包括通讯，在试验后期 1 小时的功能测试期间，应对正确功能运行进行连续试验与监控。

注：该项试验应与在最高温度条件下进行功能检测一同进行，是该试验流程中的首个项目。

标准：出现不正确的输入/输出，或是出现不正确的通讯报文均视为不符合规范要求。长时间断电后，应特别注意电路的正确恢复操作与功能。

6.12. 高温试验

目的：

将试验件进行持续的高温试验，对材料质量降低与失效机制的扩散进行评估。

80%的功能试验时间或次数的试验操作电压为标准电压，10%的为低电压，另外 10%的为高电压。

试验应按 IEC 60068-2-2（国际电工委员会标准）的干热试验进行，试验温度按表 4 中的最高温度范围。

负载时间为 500 小时，1000 小时，或按元件技术规范。

功能试验期间应起动试验件，这样才能对性能降低或失效进行检测。

在试验期间或试验后，试验件必须符合所有的功能要求。出现不正确的输入/输出，或是出现不正确的通讯报文，均视为不符合规范要求。

6.13. 空气中的热冲击试验

目的：

该项试验为加速试验，是对由于元件与线路板之间的热扩张系数不协调产生的。这种热扩张系数不协调是产生的焊接疲劳度的主要原因。热冲击试验与通电温变试验是进行热循环，产生热疲劳度。热冲击试验应在通电温变试验前进行，并应设计成能产生 75%的总疲劳度。可交替进行热冲击试验与通电温变试验，以减少试验时间。

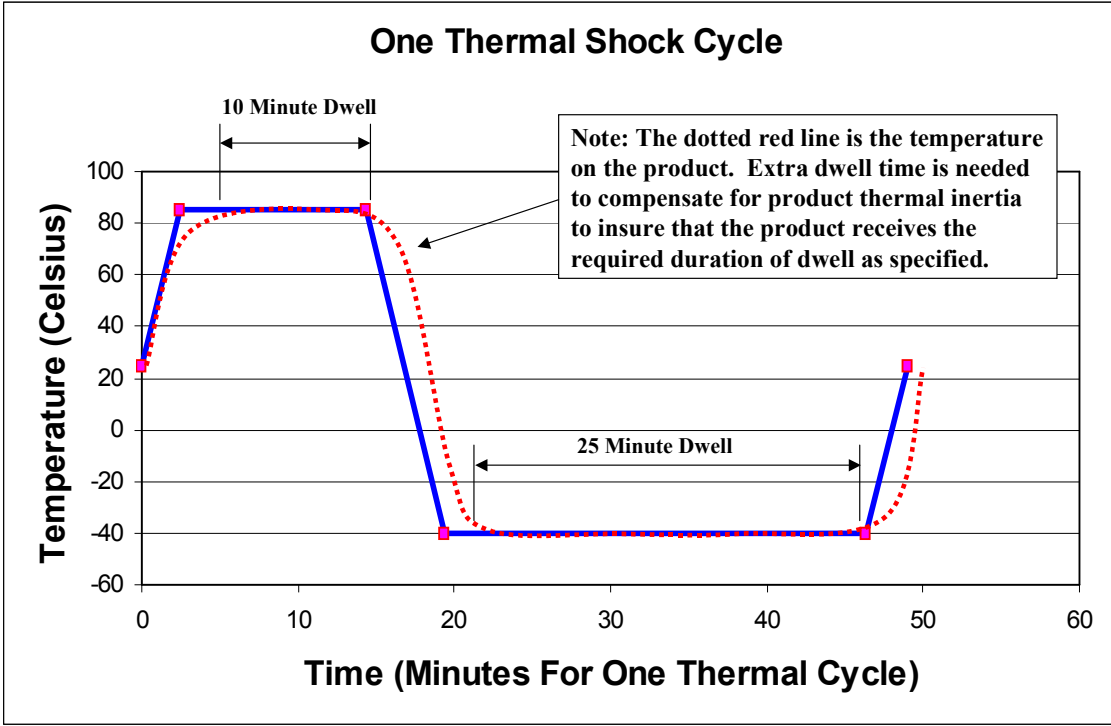
程序：

温变试验应按 IEC 60068-2-14 Na（国际电工委员会标准）。本身有严重发热现象的元件进行比表 4 中规定的温度更高的温度试验。高温持续时间应根据元件操作的测量结果来确定。

表 25 空气对空气热振动试验

升温方式	最低温度到最高温度
操作类型	1.1 或 1.2
过渡时间	小于等于 30 秒
一次冷热温度变化的总共时间	根据试验件的热量, 可为 45 分钟, 60 分
确定温度稳定性	持续定时器, 在元件在最高温度-3 摄氏度与最低温度+3 摄氏度的范围内时, 要打开.
稳定期后的低温时间	在最低温度状态下, 为 25 分钟
稳定期后的高温时间	在最高温度状态下, 为 10 分钟
热试验的最少次数	内部元件与外部元件均为 100 次, 发动机仓内元件为 300 次

图 41 热冲击试验图



图中文字说明：One Thermal Shock Cycle: 一次热冲击试验、Temperature (Celsius):温度（摄氏度） 10 Minutes

Dwell: 10 分钟持续时间、Note: The dotted red line is the temperature on the product. Extral dwell time is needed to compensate for product thermal inertia to insure that the product receives the requiere duration of dwell as specified. 注：红色虚线为产品温度。增加的持续时间需用来补偿产品的热恒量，确保产品能按规定获提必要的持续时间。25 Minutes Dwell: 25 分钟持续、Time (Minutes For One Thermal Cycle): 一次热振动试验时间（分钟）

注：重点是，元件处于最高温度的稳定状态，或处于最低温度的稳定状态，持续延时才开始。热恒量见上图中的红色虚线，此恒量必须在首次热冲击试验中对产品试验件进行测量来量化。采用在线路板上高热部位上增加热偶来完成。对由于热冲击产生的温度滞后进行补偿，可延长图 41 规定的持续时间。所有持续时间应在温度进入完全稳定状态进才开始计。

经同意确认，该项试验可采用不带外壳的元件进行试验，或对外壳进行修改进行试验，以增加试验的速度。试验件应在热冲击试验后进行通电温变试验。如果有别的原因不能这样试验，经通用公司同意，可在热冲击试后，进行三次的功能试验。

标准：
通电温度试验必须在元件进行热冲击试验后的一次试验。通电试验时，应加强持续监控，并可当作为在热冲击后的功能试验。产品元件在热冲击试验后进行通电温变试验时，必须符合所有功能要求。

6.14. 通电温变试验加监控

目的：
该试验是要对试件在进行通电试验与温变的影响后，产生机械部位固定、电路完整性、电迁移、及焊点蠕变等失效现象是否符合规范要求。

程序：
温变试验应按 IEC 60068-2-14Nb（国际电工委员会标准）进行。输入/输出的试验计划应保证下表中的一次寿命试验的最少次能在整个通电温变试验中均匀排列。除非元件技术规范中另有规定，试验件应按 100 秒钟开，20 秒钟关的通电方式操作。

控制仪能与试验箱温度变化能同时进行开与关操作。

表 26 通电温度试验的输入/输出次数表

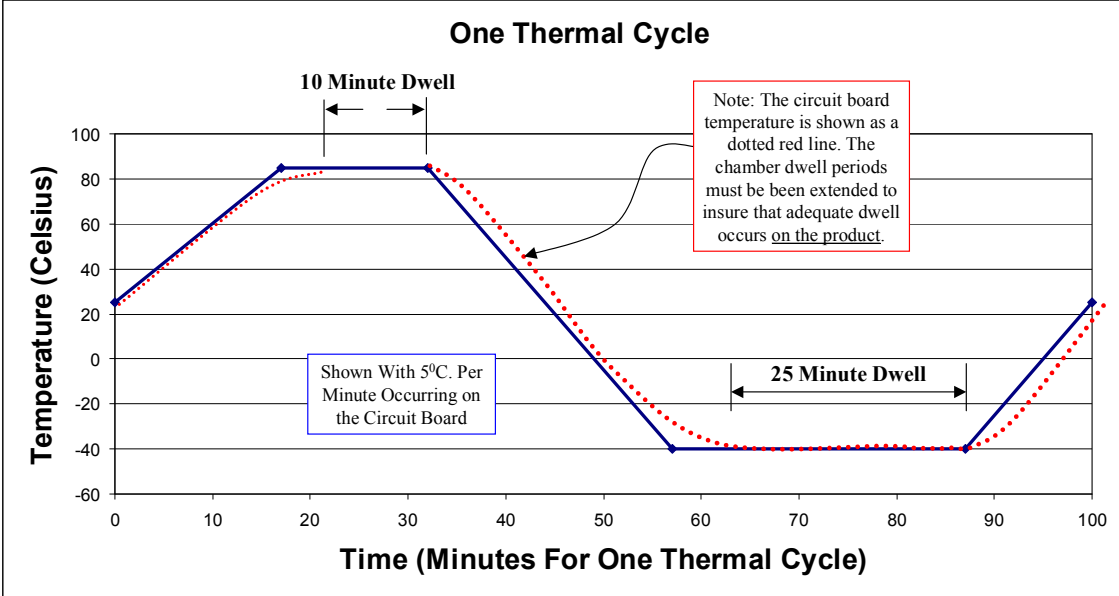
一次寿命试验的最少通电温变试验	
（本表由通用公司工程部填写）	
功能	试验次数
1	试验次数
2	

表 27 通电温变试验要求

温度范围	最低温度到最高温度
操作类型	3.2
温度变化速度	经通用公司工程部批准，为 4 摄氏度到 15±1 摄氏度。 注：试验件 75%的热疲劳损坏在通电温变试验之前的热冲击试验中应已产生；通电温变试验只产生 25%的热疲劳度，其主要目的是对前期产生的间断失效现象进行检测。
温度稳定期起始点	持续时间计时应从产品进行最高温度-3 摄氏度，及最低温度+3 摄氏度开始计。
试验温度稳定后的持续时间	最高温度上热持续时间为 10 分钟，然后在最低温度上低温持续 25 分钟，是用于使每次热试验的损坏程度最大化。在低温状态下的蠕变损坏时间比高温状态下的时间要多得多。
温变试验最少次数	一般情况下，应试验 200 次。但在特殊情况下，经通用公司的书面批准，

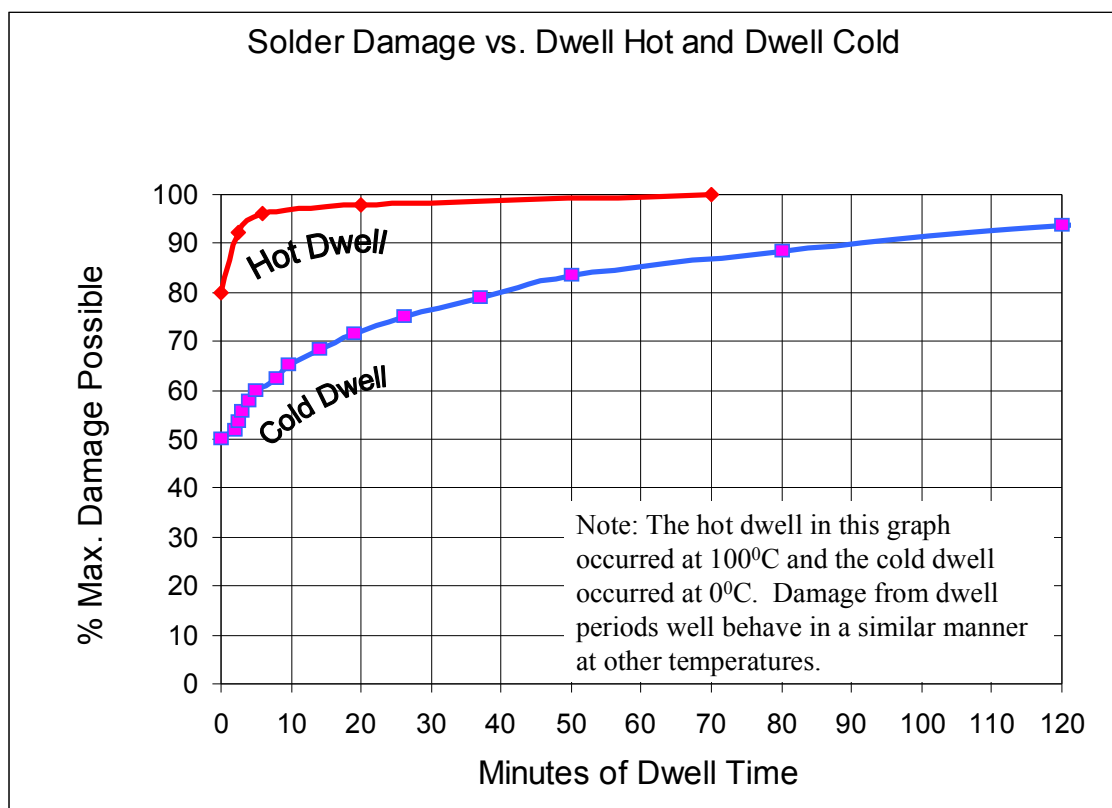
	可试验 50 次，但在通电温变试验的热冲击试验的次数应相应增加。
负载试验通电模式为 100 秒 钟开，20 秒中关。	在高温持续时间内； 在低温持续时间的后半部分内； 在所有温度变化期间。
电源关闭	只在通电模式中中 20 秒。
电源电压	操作次数的百分比，低电压操作占 10%，标准电压操作占 80%，高电压操作占 10%

图 42，通电温变试验操作方式



图中文字说明：One Thermal Cycle:一次温变试验、 Temperature (Celsius): 温度（摄氏度）、10 Minutes Dwell:10 分钟持续时间、 Note: The circuit board temperature is shown as a dotted red line. The chamber dwell periods must be extended to insure that adequate dwell occurs on the product. 注：线路板温度用红色虚线表示，试验箱持续时间必须延长，保证产品有充分的持续时间。25 Minute Dwell: 25 分钟的持续时间、 Shown With 5°C. Per Minute Occurring on the Circuit Board.线路板上温度每分钟为 5 摄氏度、 Time (Minutes For One Thermal Cycle): 一次温变试验的时间（分钟）

图 43 焊接破损与高温持续时间和低温持续时间



图中文字说明： Solder Damage vs. Dwell Hot and Dwell Cold: 焊接破损与高温持续时间和低温持续时间、 % Max. Damage Possible: 可能产生的最大破损比例、Hot Dwell: 高温持续时间、Cold Dwell: 低温持续时间、Note: The hot dwell in this graph occurred at 100°C and the cold dwell occurred at 0°C. Damage from dwell periods will behave in a similar manner at other temperature. 注：本图的高温持续时间是 在 100 摄氏度上的，低温持续时间是 在 零度上的。持续时间内产生的破损与在其它温度上产生的破损情况类似、Minutes of Dwell Time:持续时间（分钟）

标准：

出现不正确的输入/输出或出现不正确的通讯报文均视为不符合规范的要求。

6.15. 热冲击试验与通电温变试验期间破损的持续时间的分布

每次温变试验的持续时间由于热胀系数不协调产生的应力可能有蠕变现象。最近的分析研究表明，蠕变现象低温的持续时间比高温的持续时间要长。图 43 为累积损坏和程度的高温持续时间与低温持续时间，全部损坏程度相当于极限温度的 4 小时的持续时间。

6.16. 采用连续停止方延长热冲击对设计余量进行评估

目的：

延长热冲击试验是要对近似于设计余量的缺陷进行检测，但采用前次成功运行的样件不能测出。热疲劳在安装面较大的表面上可能最为明显，也是一个最不容易测出的失效现象。因此，需要此延长试验来检测。热冲击试验是加速此失效机制最为有效的方法之一，仔细分解与分析是确认失效产生原因的一项有效途径。在冲击试验与通电温变试验期间，10 分钟的高温持续时间与 25 分钟的低温持续时产生的损坏程度，相当汽车使用持续时间所产生的损坏程度的 80%。图 42 为 4 小时内的损坏程度。

程序：

从 15 件生产的产品中定期取出 3 件，进行正确的性能评估。然后进行分解分析，特别注留意焊点与其它连接点的质量降低现象。这些样件经分解分析后的产品应重新进行试验，性能降低评估应按试验-取出-评估这一程序不断增加。

标准:

在首次热冲击抽样延长试验期间, 无失效现象产生 (在首次 160 次热冲击试验后, 取出 3 个样件)。取出 3 个样件表示在热疲劳试验过程中的可靠性点。在连续停试过程中, 首次抽样后试验程序中发现的失效现象, 应表示设计余量不足。本试验程序末期产生的失效现象是在意料之中。线路板的失效部位应通知生产部门。生产部门应将此失效点作为评估焊接评估过程控制 (焊板的高度与焊料的质量) 的自然失效点。

6.17. 热冲击/水溅试验

目的:

该试验是对试验件受任意长时间水溅试验时温度变化引起的功能进行验证。试验是模拟冬季在水中行驶时受水溅的影响。该试验适用于会受到水溅影响的雾灯、喇叭等元件。

程序:

操作类型 3.2

试验件应按汽车正常行驶时的方式通电。

试验过程: 将试验件加热到最高温度, 并保在此温度上保持 30 分钟。用冷水喷射加热的试验件。试验应在试验件安装部位上的一方向上喷射水。如汽车元件会受到不同方向的泼水的影响, 那么试验时应考虑这些方向。这样的话, 每个方向上应采用一只新的样件进行试验。泼水的宽度应大于试验件的宽度。如果试件的要进行试验泼水宽度比喷射的宽度要大, 应采用数个喷头进行喷射。

重复该项试验, 如果试验同时要采用数个试验件, 每个试验件都应采用 1 个喷头。

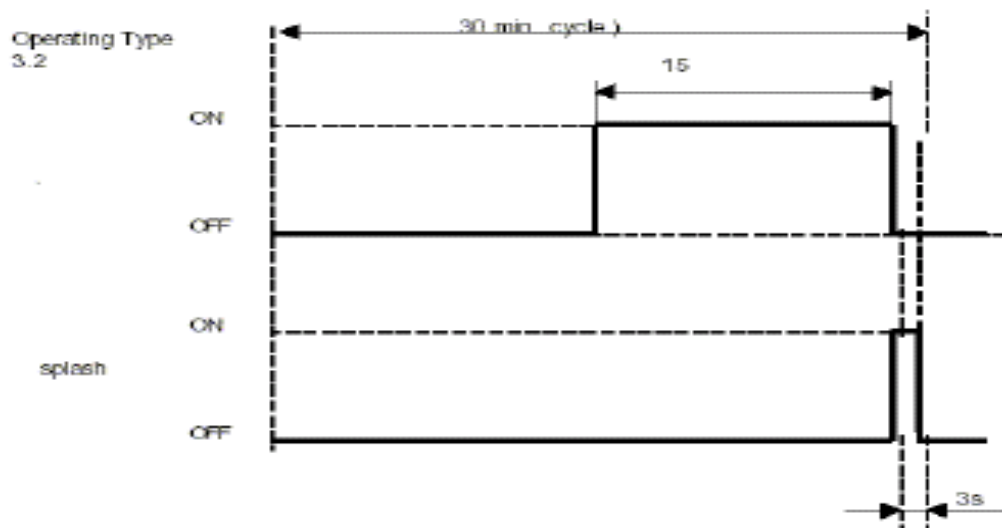
表 28 水溅试验

试验次数	100
高最温度持续时间	30 分钟
过渡时间	小于 20 秒
	试验件温度存放与喷射之间的手工过渡
试验液体	脱离子水
水温	零摄氏度与+4 摄氏度
喷水时间	3 秒
喷头规格	喷头规格见图 13
喷头宽度	1.2 毫米
喷头长度	220 毫米
喷射速度	每 3 秒钟 3 到 4 升, 每秒钟 1.00 到 1.33 升
喷射距离 (喷头与试验件距离)	325±25 毫米, 水应喷射在整个表面宽度上.
操作类型	整个试验期间, 操作类型为 3.2, 在试验末期的最高温度上应特别留意间断特性.

标准:

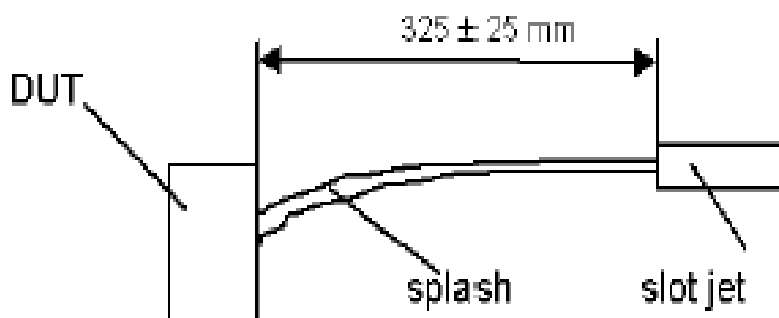
试验件期间与试验后, 试验件应符合功能状态。

图 44 水溅试验周期图



图中文字说明：Operating Type: 操、30 min cycle: 30 分钟试验周期、splash: 水喷射、ON: 电源开、OFF: 电源关

图 45 试验部件部位与喷头喷射图



DUT mounting according to as-installed condition in vehicle.

图中文字说明：DUT: 试验件、splash: 喷水、slot jet: 喷头、DUT mounting according to as-installed condition in vehicle.按汽车实际安装的试验件安装位。

6.18. 盐雾腐蚀试验与盐水喷水试验

图 46 盐雾腐蚀试验

目的：

试验件安装部位	试验重复天数	试验时间	每次试验的盐雾试验操作
车厢	6	144	24 试验时间内加盐雾时间为 8 小时
车门内饰件	10	240	每 24 小时试验内喷盐水 3 小时
机仓高部位元件与受盐雾高部位的外饰件	10	240	每 24 小时试验内喷盐水 3 小时
	20	480	每 24 小时试验内喷盐水 3 小时
机仓受盐雾影响的低部位元件，试验时间可延长到 40 天。	20	480	每 24 小时试验内喷盐水 3 小时

对模拟沿海地区或含盐份的环境下行驶进受盐雾的影响的试验件的功能进行验证。

应留意按汽车实际安装方式固定试验件。与汽车相连接的连接器及相关线束应与试验件连接并挂到试验箱

外，或放在试验箱内，其未连接一头封闭好。

操作类型 3.2 (盐雾试验与喷盐水试验)

盐雾试验:

安装部位: 标准内饰件与行李箱内元件

程序: 采用 ISO16750-4 盐雾试验进行, 试验时间为 6 规。每次试验包括 8 小时的盐雾试验时间与 16 小时的干燥时间。试验件在 8 小时的盐雾试验期间内, 第 4 到第 5 小时内进行功能操作。1 小时的操作试验时的操作类为 3.2, 功能状分类为 A。6 天试验期限内包括每天 24 (8+16) 小时的试验与评审。试验按 IEC 60068-2-11Ka 标准进行。

标准:

每次试验时的 1 小时操作期间, 试验样件必须功能运行正确, 在 6 天试验末期的 1 小时干燥后, 功能试验应合格。

盐雾试验

安装部位: 机仓内元件、门内饰件、外饰件及车身下元件

安装在易受盐水而非盐雾影响的电气元件, 应进行下列盐雾试验。下列试验是按 ASTM B117B (美国试验与材料协会) 标准确定的, 是模拟在沿海地区或含盐份的路面上行驶上的所受到的影响所产生的后果。

程序:

试验件安装与试验流程:

将试验件固定好后, 喷头对着试验件中心点, 试验负载与电压按下列要求确定。喷头喷出的水流要加以调节, 使其能喷到样件支架后板拆卸后的对面的试验箱壁上。

试验程序:

下列 24 小时的试验程序应按元件安装部位的需要确定重复次数。

□ 下列试验程序应重 3 次, 时间为 9 小时;

1. 在 70 摄氏度的温度上试验 1 小时, 电源关闭;
2. 喷盐水 1 小时, 电源打开, 喷房温度为 35 摄氏度, 盐水温度为室温, 盐水的酸碱度值为 6.5 到 7.2。在 1 小时的操作评审期间的操作类为 3.2, 功能状态为类别为 A 类。
3. 在 25 摄氏度的温度上试验 1 小时, 电源关闭, 湿度无须加以控制, 高湿度状态是在意料之中的事。

□ 在 25 摄氏度的温度上干燥 15 小时, 干燥期间电源关闭。湿度无须加以控制, 高湿度状态是在意料之中的事。

该试验程序按表内要求重复进行数次数。

最后一次试验后, 在 1 小时内进行一次功能与参数试验。并对试验件受腐蚀的痕迹进行检查, 同时需要对连接器外部情况与连接接口进行检查, 连接器的内部情况检查作为备选项目。在试验末期的内外部检查时, 需要对试验件内部进行检查。试验件在进行本试验程序中的其它试验件前应擦拭干净。

标准:

该防腐验收标准不只是对在盐雾试验末期对试验状态观察作要求, 腐蚀作用在试验程序中的不同时间均可产生, 因此该腐蚀验收标准适用于整个试验的所有阶段。

1. 任何功能/参数试验项目的失效均视为不合格。
2. 腐蚀部位上由于结构受腐蚀影响, 材料物理特性减少 25%的视为不合格。结构腐蚀包括受腐蚀影响, 材料损失或质量降低, 从而使元件结构完整性的物理特性降低, 或是元件/总成/外形的强度等方面的物理特性降低。该物理特性包括但不限于: 屈服强度、硬度、刺穿强度、重量、膨胀率或弯曲率等。
3. 元件接触到司乘人员的表面不应有腐蚀现象。
4. 不外露的元件表面的腐蚀程度不得大于其面板厚度的 5%, 或不超过其表面面积的 10%。
5. 腐蚀降级引起电气参数性能变化, 超过了从头到尾参数分析的许可变化范围。
6. 不应进行功能/参数的比较分析。

6.19. 湿度试验

在循环湿热试验、恒温湿热试验、及凝露湿热试验时，试验件通电的系统试验电压应为 11.0 伏，（目的是减少试验件过度发热现象，从而引起自身干燥）。试验件应起功功能操作，而且必须持续保持在稳定状态，或是保持在输入/输出状态（即在统计操作状，而不是在输入/输出动态运行状态）。

在相邻的电路之间及线路板与抽片上的端子之间，应选取择输入/输出状态来增加电压不同偏差，使之增到 11.0 系统电压。如，一条电路为高电压状态，另一条相邻的电路为接地或是低电压状态（注：不是开路电路），下一个又电高压电路，以此类推。这种电路排列，根据具体的线路板设计，应加优化，在实际中最大化。

6.19.1. 循环湿热试验

目的：

循环湿热试验是对由于在温度变化时人的空气呼吸引起线路板内部或周围湿润空气使元件产生缺陷进行检测。空气呼吸不但会封闭件产生影响，而且对无论有/无表面喷有涂层的组件的内腔产生影响。该项综合试验是重要特性在于加速空气湿度试验，及自来水冷冻产生开裂的后果。

程序：

试验按 IEC 60068-2-38-Z/AD 进行。

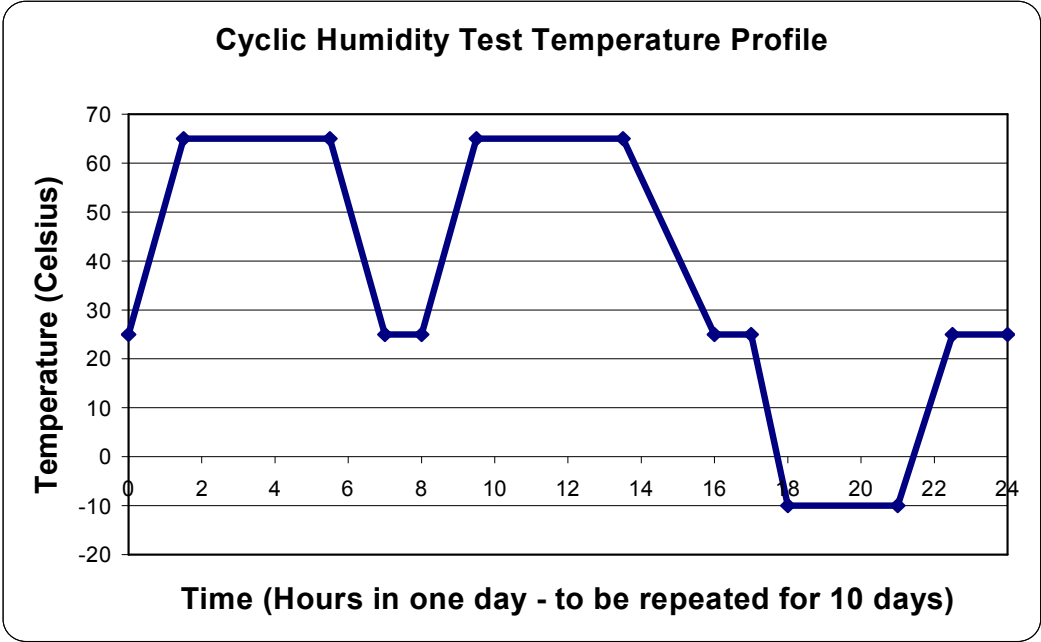
高温	+65 摄氏度
低温	-10 摄氏
试验时间	10 天

电气总线中心熔断器的特别问题：

熔断器内部锌材料对高湿度与 85 摄氏度的高温反应最大。对电气总线中心进行循环湿度试验时可按上述规定进行，试验时应特别注意熔断器的完整性。

操作类型 3.2.

在循环湿度环境下，试验件的电源电压起操作 2 小时，1 小时开，1 小时关。下图为循环湿度试验，包括冷试验。冷试验包括首个 9 次 24 小时试验的 5 次试验。



注：在按 IEC-60068-2-38 的高温试验期间，湿度应在高水平温度上加以控制。

标准：整个试验过程中，应符合功能状态 A 要求，线路板上无树状图形产生。

6.19.2. 恒温湿热试验

目的:

本试验是对在极限湿度与温度条件下试验的产品的功能进行评估。

程序:

试验按 IEC 60068-2-56Cb 标准进行。

高温	+65±3 摄氏度
试验时间	7 天
相对湿度	(95……100) %

备选试验项目：重点是线路板是否会长菌，试验应在 42 摄氏度的条件下进行 21 天。

操作类型 3.2

标准:

整个试验过程中，应符合功能状态 A 要求，线路板上无树状图形产生。

特别注解：该试验可采用阿列纽斯 佩克等式来加速进行，温度不能超过塑料件的使用温度。目的就是减少试验时间。

6.19.3. 易受潮元件防霜试验

目的:

该试验的目的是确定试验件受到冷凝潮湿影响后是否能符合规范的要求，是对元件耐潮湿能力的弱势的定性试验。在试验流程中，此项试验排在振动试验与热疲劳度试验之前是要对离子污染额外等级进行确定。在振动试验与热疲劳试验后进行该项试验是元件保护层与总成整体性降低的检测。

程序:

操作类型 3.2 （定期间隔）

该程序应操作一次，试验件应在-20 摄氏度的试验箱内至少 2 小时，然后移到另一只温度为+45 摄氏度、相对湿度为 95%的试验箱内存放 1 分钟。试验件进行功能/参数试验时应配带汽车实际应用的连接器与线束。在温度为 45 摄氏度，相对湿度为 95%到 100%的条件下，分别在 5 分钟、30 分钟、及 2 小时后进行功能/参数试验。也可以在整个试验期限内进行连续监控。

标准:

试验件的三次不周期限的功能/参数应合格。防霜试验在试验程序的前期进行，以便对线路板受污染产生的树枝状物进行检测。防霜试验也可在试验程序的尾期进行，对线路板护封质量降低进行检测。

6.19.4. 凝露试验

该试验包括安装在车门、充气雨括系统、与天窗上，易受高湿度影响的元件的要求。

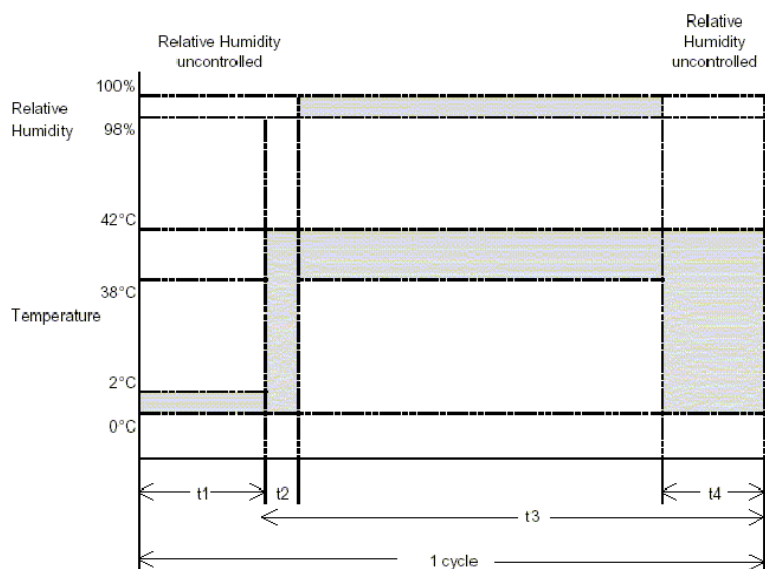
程序:

操作类型 1.1 与 3.2

试验条件:

拆开元件，或打开元件盖子，保证周围空气能进入试验件内部（线路板）。该项要求是为了在 10 次（10 天）内保证产生有意义的结果。如果不能保证周围空气进入元件内部，试验参数就应按相关规范进行更改。

该试验按下列程序包括 10 天:



图中文字说明: Relative Humidity uncontrolled:相对湿度不受控、 Relative Humidity: 相对湿度 Temperature: 温度

一次 24 小时试验说明:

T1	试验时间
1	2 小时
2	最多 3 分钟
3	22 小时
4	1 小时

操作类型	时间	
1.1	2 小时	温度为 0+2 摄氏度,相对湿度未受控
		在 3 分钟内,将件转至高湿度试验箱
3.2	22 小时	温度为+40±3 摄氏度,相对湿度为 98+2%

该项试验建议采用 2 个不同环境要求的试验箱。

功能操作: 在试验程序的 40 摄氏度的试验阶段中, 元件应进行功能操作。功能操作与操作次数应在元件规范中或元件图纸中分开注明。试验必须符合功能状态 A 的要求。如果不能在高湿度状态下进行功能操作, 应在 24 小时试验尾期的 1 小时元件转移期限内完成操作。该项要求应在相关规范与图纸内标明。

标准: 整个试验中应符合功能状态 A 的要求。

6.20. 混合气体腐蚀试验(备选 0

目的:

该项试项只有在元件技术规范有规定的情况下才能进行。试验包括插头接触、开关切断接触、保形喷涂(硅基涂料会使元件内部产生积污现象), 及银含量较高的并有保护漆的表面安装元件。访项试只要求采用新材料或涂料元件进行。

程序:

试验按 GMW3431 内的混合气体防腐试验程序进行。

标准:

试验件的功能/参数试验应合格, 并应由通用公司工程部进行目视检测与批准。

6.21. 色牢度氙灯老化试验

目的:

氙灯老化试验是首先对装饰件表面进行评审,然后是对车内受阳光照射装饰件表面进行评审。只有外露总成的元件才需进行该项试验。试验在生产设计工艺运行后进行。此类试验应采用以前标示过的样件分别进行试验。如果产品材料、颜色、与工艺相同时,前次试验过的产品结果应在试验报告上注明。

程序操作类型 1.1.

方法 A(欧洲通用公司)

人造光源下的色牢:

- 外露部位直接阳光照射下的区域至少为 GME60292-1 标准规定的 6 级,无变色;
- 直接阳光照射下的区域至少为 GME60292-2-X-2 标准规定的 4 级,无变色;
- 非直接阳光照射下的区域至少为 GME60292-2 标准规定的 6 级,无变色。

方法 B(北美通用公司)

按生产设计样件应按 SAE J1885 标准放在氙灯试验箱内试验,试验要求按外壳材料确定:

- ABS 材料应在每平米热量为 263200 焦耳试验 7 天;
- 尼龙材料应在每平米热量为 601600 焦耳试验 16 天;
- 外壳喷漆件应在每平米热量为 1240800 焦耳试验 33 天;

具体材料要求请参考元件图纸或元件技术规范内容。

标准:

方法 A 试验:

色牢度至少为 7 级;

方法 B 试验:

外观要求:

1. 试验件表面不应有表面质量降低、产生斑点、颜色或亮度变化,及其它不良现象。
2. 每个元件上的不同材料件应装在一起并进行评审,确定色调有无变化,颜色是否匹配。
3. 如果样件形状许可,试验后,应对色变量 (ΔE) 进行记录,色变值不能大于 3.3。在试验前后都要对相同区域的样件进行测量,试验件在色度数记录后,应采用水与中性清洁剂进行擦拭,并采用吸水干擦干。色变量 (ΔE) 与目视检查结果应进行记录。如样件形状不宜用于测量色变量,目测结果应加以记录。

6.22. 密封性试验

防尘与防水试验应按元件技术规范规定的国际保护代码进行。该国际保护代码是用于确定保护等级及必要的试验程序。完整的国际保护程序代码见第 3.5.3 节内容。

操作类型 1.2

6.22.1. 防尘(沙尘)试验

目的:

试验按 IEC60529(国际照明协会标准)第 13.4 节要求,采用脉冲沙尘采用滑石粉,按 SAE 试验程序进行(沙尘散布方式呈稳定状态)。该试验应采用 SAE J726 规定的精细沙尘,试验周期为 8 小时。

标准:

试验件应无性能等级降低或受损现象,且在沙尘试验后的功能/参数试验应合格。

保护代码第二位数字是 8 时,除非元件技术规范另有规定,应采用封闭性能试验。

保护代码第二位数字是 9K(高压水枪清洗),试验应采用 DIN40050(德国工业标准)第 9 部分程式序。

试验件应固定在转动速度为每分钟 5 ± 5 转的转台上。

应在四个不同的部位上分别安装 4 个喷枪对试验件进行喷洒,或采用一个喷枪分别从四个不同的角度对试验件进行喷射。

喷头离试验件表面的距离应控制在 100 至 150 毫米之间。喷头对试验件的扫射角为 90 度。

喷头应分别从 0 度、30 度、60 度、90 度的角度上对着试验件的 3 维中心。0 度角度为喷头与试验件的 3 维中心呈水平状态，90 度的角为喷头与试验件表面呈垂直状态。

6.22.2 防水试验

目的:

该试验是要对元件规范中规定的国际保护要求的符合性进行确定。

程序:

操作类型 1.2.

(国际保护代码第二位数字分别为 1-8、4K、6K、或 9K)，第二位代码为 9K 时，试验按 IEC60529 标准中的表 8，采用 DIN 40050 第 9 节内容规定的沙粒，对于第二位代码为 4K 或是 6K 的，除按表 8 内容要求外，还得按下表的内容要求：

第二位特性代码	试验方式	水流速度	试验时间
4K	按 IEC60529 标准，喷头开口直径为 0.8 毫米，喷射角度为 90 角.	每次平均流速为: 每分钟 0.5 升±5%	10 分钟(一个喷射角 5 分钟, 90 度角度 5 分钟)
	按 IEC60529 标准第 6 要求，喷头开口直径为 6.3 毫米.	流速为每分钟 75 升±5%，注：如果水压与喷头直径保持不变时，流速可减小.	至少 3 分钟

喷头应直接对着试验件 3 维中心部位，喷洒区域应包括四个喷头能垂直喷射到的部位。

喷头对试件的喷射角度为 30±6 度。喷头离试验件的距离为 100 毫米时，喷射区域宽度为 8±2 毫米；150 毫米时，喷射区域宽度为 10±2 毫米。水压为 8000 至 10000 千帕时，水流速为每分钟 14 至 16 升。每个试验件应采用温度为 85±5 摄氏度（或按确定温度）进行喷射试验 30 秒钟。

标准:

试验件在试验后不应有受损现象，或是性能等级降低现象。

6.22.3. 封闭性评估(见附录 C 中的图 51)

目的:

该评估项目是要对试件在空气加热并在水中冷却后产生的热冲击试验后的功能，并对封闭的电子元件的封闭性能进行评估。当元件国际保护代码第二位数是 8，该试验为默认项目。不会浸水的元件无须进行该项试验。对会进水并会使内部封闭元件电气性能变化的车门电子锁元件也必须进行该项试验。

程序:

将试验件放入温度设在最高状态的试验箱内试验 30 分钟，之后立即取出浸入试验液中。

试验件电压	最高电压
试验液温度	0 摄氏度
高于试验液温度的试验件温度	最高温度
浸水深度	76±5 毫米

将电源与试验/监控设计接通，并起动试验件功能操作。在浸水期间应至少检测一次试验件所有的功能，必要时还得检测功能参数。试验件应在水中浸泡 30 分钟，5 次试验中，应重复该项程序 4 次。

特别注意事项：当接地线的部位在汽车低部位时，在试验时，接地线应与试验件一起放在水中。

标准:

试验尾期，应打开试验件检查漏水迹象。之后试验件的功能/参数试验应合格，并无漏水现象。

6.23. 易燃性

目的:

该项试验的目的是要对元件采用材料是否符合 GMW3232 标准中的内饰件材料易燃性确定试验方法的规范要求。特殊材料如能出具试验符合性的证明可无须进行该项试验。该项试验要求适用于各安装部位的电气/

电子元件。

性能影响

对性能不会产生影响。

程序

操作类型 1.1

参考标准：GMW3232 内饰件材料易燃性确定方法。

标准：

燃烧速度不能超过每分钟 100 毫米（每分钟 4 英寸）。

7. 产品验证

7.1. 总则

在出现生产地点变更、主要工艺更改、或产品设计更改等现象时，应注明产品验证需要哪种试验，并需要试验多少次。另外，在制订产品验证计划时，应考虑产品的设计余量弱点。供应商与通用公司应联合确定过程验证应进行的哪些试验。

出现 1 类的变更项目时，质量试验报告内应注明产品验证需要进行的设计验证项目。关于 1 类更改的说明见通用制订的〈供应商硬件更改控制过程〉文件。

7.2. 产品验证的最低试验要求

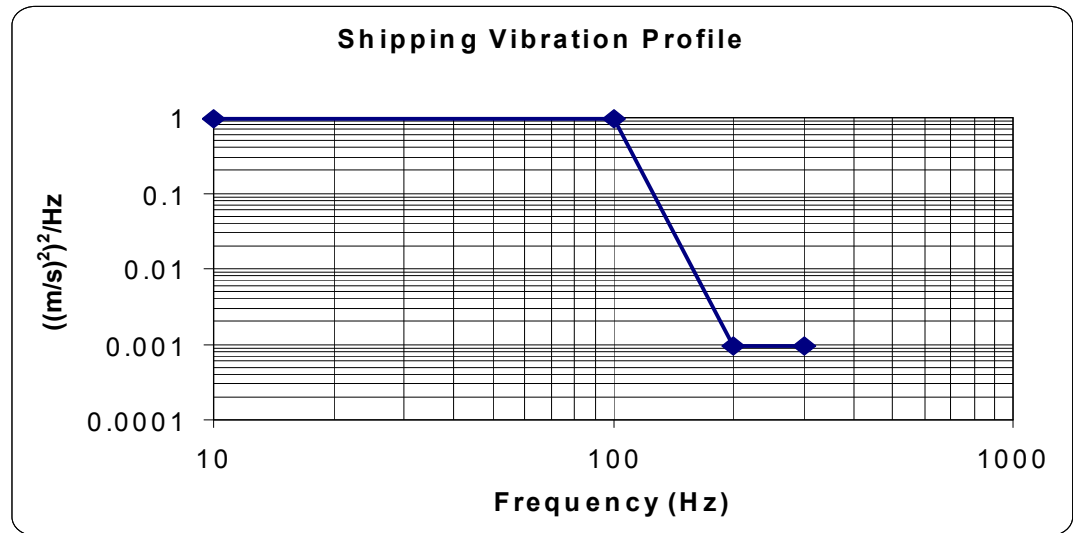
- 未完全通过设计验证的产品的产品验证应完全合格；
- 失效振动试验应与产品验证试验一同进行（4 只样件进行失效试验，并加上威布尔分析）；
- 湿热循环试验（试件至少 4 只）；
- 电气元件产品验证时应进行运输振动试验。

对设计验证结果及产品相关的更改进行评审，以确定在产品验证时是否重复某些试验项目。

7.2.1. 运输振动试验

该项试验包含先前所有振动试验，目的是对运输包装箱防止元件受损的性能有效性进行评估。该振动方式规范是更后的综合最劣势振动方式，是按 ASTM D4728（美国试验与材料协会）标准规定的卡车、火车、及飞机运输时可能受到的振动影响。振动方式更改后，采用大于 10 赫兹的频率，防止对振动器产生损坏。

下列为振动曲线图：



图中文字说明：Shipping vibration profile: 运输振动曲线图、Frequency: 频率。

表 29：运输振动试验参数

频率（赫兹）	功率密度（米 ² /秒 ² /赫兹）	振幅（g ² /赫兹）
10	0.96	0.01
100	0.96	0.01
200	0.00096	0.00001
300	0.00096	0.00001

程序：

采用 ASTM D4728（美国试验与材料协会标准）中规定的方法，分别在三个轴向上将运输包装箱振动 24 小时。该试验是将一盒产品放进运输包装箱内进行试验，试验时必须加上所有内包装材料。振动试验夹具必须能保证一盒产品能在振动台上进行垂直方向的自由运动。一种有效振动试验设计是在振动台树起四根比产品包装箱高的柱子，并留有一定的空间，目的是保证产品包装箱在振动试验时不会从振动台上落下。按上图的振动方式试验 72 小（每个轴向上 24 小时，共 3 个轴向）。

标准：

在 72 小时振动试验后，打开产品包装，彻底检查产品产生损坏现象。另外，产品必须符合元件规范中规定的功能与参数试验。通用产品设计认可工程允许对产品进行统计抽样评审，以便与产品运输包装箱内的所有产品进行对比。进行抽检时，样件必须从包装箱内随机选取。

8. 批生产后工程更改评审

在产品验证完成后进行工程更改可能会降低分析/开发/验证期间的可靠性。对更改产生的影响进行试验首先要确认工程更改带来的失效机制。

检测潜在的工程更改失效制弱点，应采用定性方法进行对比试验来解决。进行工程更改的产品应与未进行工程更改的产品进行配对比较。该配对比较试验应采用加速试验方法。

建议采用 3 对 3 进行配对比较试验，更改评审的置信度应为 95%。此概念是采用非参数方法来处理变量，具体内容如下：

- 如设计 B 的 3 只样件比设计 A 的 3 只样件要好，那么就有 95%把握确认设计 B 与设计 B 好。两组中值之差为设计 B 比设计 A 优势值。重要的是此类比较的重点是对工程更改进行现场功能运行。无需连系现场操作情况，因为该项设计均在同一次试验上进行评审过。

工程更改可能影响振动疲劳度、热疲劳度、及防湿性。采用加速寿命试验进行配对比较是一项解决振动疲劳度与热疲劳问题的有效办法。加速寿命试验包括了相对湿度为 85%，温度为 85 摄氏度，时间为 72 小的预处理，对水份相关的问题进行检测。采用加速温变试验或循环湿度试验是一项对防止水蒸气进入元件性能进行评审的有效方法。采用防霜试验是对等角喷涂的替代方法进行评审的有效方法。

另外，也可以采用附录中规定的失效振动试验来代替加速寿命试验的振动试验项目，也可以采用冲击试验加上通电温度试验来代替加速寿命试验中的快速温变试验。

9. 防止次品的筛选方法

成熟或可靠的产品是按此规范要求产生的结果，可保持该等级的可靠性需要在生产中定期进行对产品进行筛选甄别，工艺降低与元件更改都可能产生意外的索赔。GMW8287 标准中的筛选取方法能有效地防止次品装车。配有加速寿命试验的设备时，筛选的形式是加速统计分析。此方法适用于对用于出售产品的甄别，但对不用于出售产品，或是配有常规范试验设备时，可进行决策性统计评审。采用加速统计分析方法评审过的产品可用于出售，采用决策性统计评审过的产品不能用于出售。抽检频次可根据预计的风险性来确定。生产开始时，抽检频次应高一点。

10. 缩写词与字符

表 30 缩写词

ABS	丙烯腈二丁烯苯乙烯共聚物塑料	L	寿命试验次数
A/D/C	分析/开发/验证	m	疲劳指数
AFD	失效先行确定	n	试验样件只数
ASNT	美国非破坏试验协会	NAO	北美公司
C	统计置信度	PCB	印刷线路板
CAE	计算机辅助工程	PDT	产品开发小组
CSST	分级应力校准试验	PWM	脉宽调节
CAN	控制区域网络	PTC	通电温度试验
CD	连续负载	PV	产品验证
CTS	元件技术规范	PWA	印刷线路总成
DMA	动态机械分析	R	可靠性
DRBFM	根据失效模式评审设计	REP	可靠性评审点
DRBTR	根据试验结果评审设计	RFA	遥控功能操作
D-SMC	表面单独安装元件	RKE	遥控无钥匙开门
DUT	试验件	SAGT	模拟辅助/指导试验
DV	设计验证	SD	短期时间
E/E	电气/电子	SDM	传感诊断模块(气囊控制器)
EMC	电磁兼容性	SOR	要求声明
ESD	静电放电	SS	稳定状态
FSC	功能状态分类	SW	溅水热冲击试验
GM	通用公司	TS	空气热冲击试验
GMIO	通用国际公司	Tmax	标准高温状态温度
G _N	自由落体标准, 每秒 9.80665 米	Tmin	标准低温状态温度
HALT	高速寿命脉试验	TmaxRP	重新喷漆温度
IEC	国际照明协会	TmaxPH	加热后温度
IP	国际保护组织	Vlow	低电压
I/O	输入/输出	Vnominal	标准电压
IR	故障报告	Vhigh	高电压
I _{PR}	额定保护电流	β	威布尔坡形
		Δ E	色变量

11. 代码体系

代码的详细说明见 1.4 节元件技术规范。

12. 文件发布与更改

12.1. 文件发布

本规范于 2000 年 12 月首次批准发行, 并替代 GM123P 与 GMI12558。

12.2. 文件更改

更改版本	批准日期	更改内容
B	2001 年 12 月	全部修订(北美通用公司)
C	2004 年 8 月	全部修订(北美通用公司)
D	2005 年 2 月	确定无铅的定义, 并更改误差

附录 A——塑料卡扣设计工作表

1. 主要目的是设计出整体工连锁式固定件, 该固定件是采用连接耳, 在主力方向上固定。

卡扣的形状应保证挂耳连接固定, 并能不同与主力主向的其它方向上操作。如一个由两半球组成的一个球体。应用时是在主力方向上把两球拉开。一种方法就是将两个半球直接扣在一起, 但这种方法达不到上述的目的。最佳力法是采用需要稍稍转动一下才能相互锁住的挂扣来将两个半球扣在一起。采用卡扣的基本设计原理将卡扣紧固在一起。该卡扣只是防止由于操作力方向上松开卡扣现象, 尽管这种现象产生的可能性很少。

- 由于元件活动的原因, 不能采用互锁的挂扣方法, 应考虑采用挂钩与卡扣。挂钩强度大、固定性能好、且容易注塑。挂钩有固定、定位、及限制元件活动与完善卡扣作用等性能。
 - 由于元件活动受限制或内部空间结构等原因, 不能采用挂钩与卡扣的方法, 采用的卡扣数量应控制到最少程度。设计中全部采用卡扣的方法为下策。
2. 设计过程将对下列两个不同的设计力进行分析, 两种力必须在设计过程开始前确定。
- 挂扣连接分离力;
 - 挂扣连接安装力。

A. 大部分情况下, 卡扣都必须有动态的操作力, 用于汽车的卡扣也是如此。固定功能必须考虑到振动、应用、及意外跌落等方面的要求。先根据卡扣必须承担实际重量固定力, 然后计实际重量受动态操作影响时卡扣的固定力。

例子:

- 固定力需要下列动太条件:
 - 连接必须承担 1 磅的重量;
 - 在严重坑尘洼路面行驶时, 1 磅重量的物体可能产生 10G 的;
 - 固定力必须有承担 10 倍于被固定物重量的 (大于 10 磅的固定力);
 - 对固定力的要求是_____磅。
- B. 一般情况下, 卡扣的安装都采用手功完成。重复的安装力应确保安装操作人员不会受到伤害。全球人类学专家制定了下卡扣安装方法所需的力的上限:
- 最大安装力不超过:
 - 单手安装力 27 牛顿 (6 磅);
 - 大拇指安装力 11 牛顿 (2.5 磅);
 - 单指安装力 9 牛顿 (2 磅);
 - 安装时一般都会采用 1 只手、2 只手, 或是手指安装 (请选择) _____。
 - 请注明最大安装力: _____ (磅)

3. 安装时不允许在除规定外的其它方向上活动, 包括转动。如何控制 3 轴方向上活动与转动应采用文件形式进行记录。

记录如何限制活动与转动的方法, 未加倍限制的活动与转动。任意方向上多次限制活动与转动会产生干扰问题。

4. 确定卡扣总成是否在分离时会受损

需要对卡扣进行分离时, 卡扣形状必须采用施加力或采用分离工具进入总成内部进行分离拆卸。卡扣总成设计的分离方法是采用施加力方法时, 固定斜角不应超过临界角的度数。该临界角的度数应小于 90 度, 如等于 90 度时, 用拆卸也能进行; 但大于 90 度时, 就不应采用施加力方法来进行拆卸。总成设计采用工具进行分离拆卸时, 总成上必须高设有工具入口, 并设计限制装置, 以免拆卸时对卡扣的悬臂产生损坏现象。(限制装置见第 12 章内容)。

- 该总成设计是否可进行分离拆卸: _____

5. 总成材料工程参数

A. 确定在安装时要受到应力影响的塑料件的短期许可应力。下列为有代表性的塑料件的合理近似值:

- 带玻璃填充物的塑料为 1%;
- ABS 为 2%;
- ABS 与聚碳混合物为 2.5%;
- 聚碳为 3%;
- 乙酰与尼龙为 4%;
- TPO 与聚碳为 5%;
- 本设计采用的软质材料为: _____
- 本材料承受的最大应力许可值为: _____ (在 1%到 5%之间)

B. 磨擦力

- 磨擦力为总成应用的拆卸与安装所需的力的临界系数。磨擦系数是一个无单位的参数, 量值在 0.2 到 0.8 之间, 最佳平均值为 0.5。
- 本总成设计采用的两种互相磨擦的材料的预计磨擦系数为: _____

6. 挂钩连接

元件带有动态负载的, 或易受污染或水溅的, 或尺寸容易变化的, 必须采用挂扣方法来连接。

汽车卡扣经验方法: 卡扣连接处不应超过 2 毫米。体积大的总成最佳为 3 到 6 毫米。

- 需要较大的动态力进行拆卸的总成应采用较大的连接卡扣。
该设计的所需的挂扣的尺寸是_____。

7. 作用力变化对卡扣连接变化的影响

- 需要对卡扣安装所需的作用力控制时, 应进行下列各项的析:
- 在等式力= $k \times$ 位移量中, k 是弹性常数;
- 如 $4 \times \sigma$ 位移量是连接位移的时间的 95%的范围, σ 位移量是该等式中采用的值;
- 如 $4 \times \sigma$ 力是连接安装力的 95%的范围;
- 如 $4 \times \sigma$ 力等于根号下 $K^2 \times \sigma$ 位移²;
- $4 \times \sigma$ 力在这安装力标准值的范围内。

较小的 K 值会产生较小的变化, K 值需要减小就应加长悬臂的长度。多数情况下, 由于空间限制, 较长的悬臂很难安装, 因此应折衷考虑此问题。

8. 环境条件

- 应力塑料的应用温度必须大于劣势状态下的最高温度;
- 高温状态会产生有害现象, 因为高温会加速受到连续压力的塑料产生蠕变现象。汽车在行驶时, 或是停亚里桑那州的阳光下会产生高温现象。
- 温度的设计余量是使用温度减去最劣势状态下的最高环境温度, 该设计余量应为正数值, 如果为负数值, 就应更改材料, 将安装部位换至低温区域, 或是将悬臂上受到的应力减到零。
- 本设计会受到应力影响的塑料件使用温度为_____摄氏度。
- 本设计中的卡扣的最劣势温度为_____摄氏度。
- 温度设计余量为_____摄氏度。

9. 本设计应采用符合要求的防松机制

该设计是用于防止产品配件变化时产生的松动现象, 此符合要求的机制通常采用两种方法中一种。卡扣形状的锁定的斜面角应符合要求, 或采用一个独立的弹簧形式的装置来防止总成的松动现象。该机制见参考章节内的内容。

- 展示并说明本设计中能防止松动现象的符合要求的机制; 并对符合要求的机制变化进行量化。

10. 软质卡扣形状设计

软质悬臂的设计方法应首先考虑对应力的控制，然后考虑操作力，下列程序为最佳方法：

- 需采用软质悬臂时，应对应力与操作力进行评审，并说明尺寸比其它因素产生的影响更大，因为在等式中尺寸要进行二次方与三次方计算。
- 确定挂钩连接程度（见第 5 项说明）。
- 确定连接量所需的悬臂长度。
- 最佳经验方法是：悬臂的长度为塑料（类似于 ABS）挂钩连接处的长度的 10 倍。
- 悬臂厚度常常根据元件壁厚度预先设定，当壁厚大于 2 毫米时，悬臂厚度应进行调整以对悬臂所受的应力进控制。
- 计算悬臂宽度，确定所需的操作力。
- 一般情况下，改变悬臂的宽度，不会改变悬臂的应力，而要改变所需的操作力。增加悬臂的宽度会按比例增加操作力，减少悬臂的宽度会按比例减少操作力。
- 悬臂头又宽又厚，会使设计更加有效，参考要标准中的悬臂头宽与厚的比例为 2 比 1。短悬臂要达到最软质状态，其头部应设计成尖细形状。
- 软质悬臂产生力是根据所用材料确定的，割线模数是塑料的一大特性，用来确定在弯曲的状态下某种材料会产生的力。参考资料中可找到不同塑料的割线模线。
- 通用公司《材料与固定设计中心分析说明》中的卡扣设计基本原理第二版包含下力的计算公式。市场上也有软件用来提高分析的精确度与速度。
- 安装与拆卸力的计算公式；
- 拆卸力的计算公式；
- 小于最大应力的塑料应力的计算公式，该应力是在安装过程中最大偏斜时产生；
- 卡扣这安装与拆卸斜角的计算公式，卡扣斜角图；
- 尺寸检测与弯曲变化比例计算公式；
- 工程设计时应采用折衷方法，即使对此总成设计有把握时，也应记下卡扣设计最为明显的弱点。此项内容能让设计小组成员了解在生产时须要特别注意的搬运/包装尺寸问题。

11. 卡扣外部导轨

该导轨系统能保证轴杆安装上大圆锥体上，并能在卡扣连接前对其活动进行控制。下列为累积采用该导轨的经验：

好例子：第一个导轨很容易被装配人员掌握，并将连接装置确定一个轴向上。第二个导轨是在第一个导轨后进行连接的，并控制转动。对此两种导轨的先后无需留意，装配人员只需靠触觉与声音来判断卡扣是否接牢。

差例子：扬声器的网罩是采用卡扣安装在车门板内则上，未采用导轨，只是在四周设有 12 个卡扣，此 12 个卡扣必须同时连接。将网罩放在车门扬声器上的，装配人员无法看见这 12 卡扣，是否全部装牢只能靠猜测。

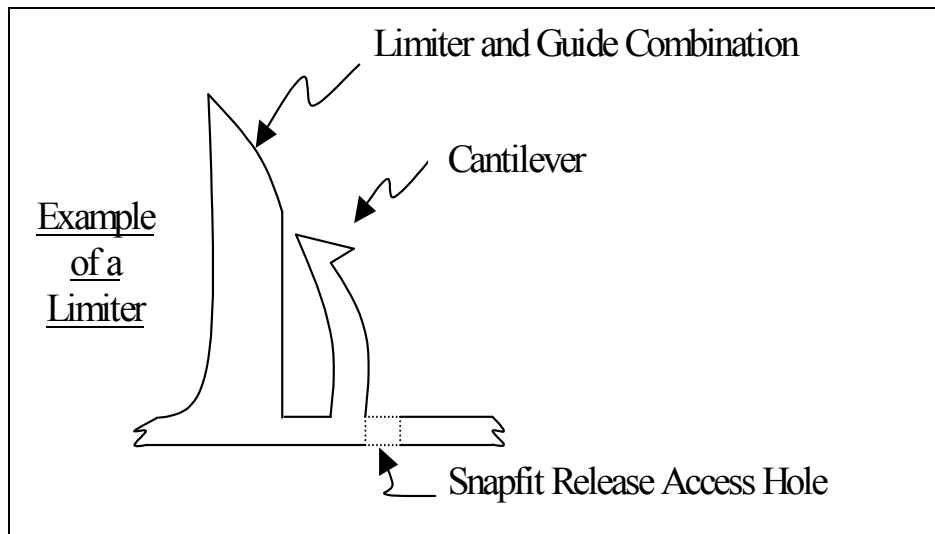
- 确定采用的导轨，并说明在连接前是如何连接的。

12. 卡扣结构强度不足会在安装时弯曲，这样可增加限制特性保护卡扣过渡延伸或受损

采用工具撬开、运输时受压力影响，或在注塑时从型腔内取出时扭曲过，这些都会使卡扣受损。下图中的有限制装置，该限制装置也可作为导轨，因此一物两用。

确定采用的限制装置，如未采用限制装置，请说明原因。

图 48 卡扣设计中的限制装置



图中文字说明：limiter and guide combination:限制器与导轨、 example of a limiter: 限制器示例、cantilever: 悬臂、snapfit release access hole: 卡扣开启入口

附录 B 失效振动试验方法

本规范要求产品必须各在三个轴向上，采用 2.84 克加速度，并按规定的功率谱密度试验 8 小时。先在 X 轴方向上试验 8 小时，然后在 Y 轴方向上试验 8 小时。X 轴与 Y 轴是代表线路板的水平方向。最后在 Z 轴方向上试验。Z 轴代表的是与线路板平面垂直的方向。所有振动试验都应同时加上温变试验，并同时监控。在 Z 轴向采用 2.84 克的加速度试验到失效为止。产品失效是进行威布尔分析最为重要的数据。该分析过程要求所有失效模式都应类似。分析时可采用少量样件来证明必要的可靠性等级。如果先在 X 轴与 Y 轴进行 8+8 小时的试验，然后在 Z 轴上进行 8 小时试验后，再进行 20 小时（轿车）的试验，或 43 小时（卡车）的试验，产品仍未失效，试验可停止，并可确定产品合格。试验停止时获得的量值是根据威布尔坡形等于 2 时确定的。如，4 只轿车配件在 X 轴上试验 8 小时，然后在 Y 轴上试验 8 小时，又继续在 Z 轴上试验并同时加温度试验。有一只产品在 Z 轴上试验 19 小时（即 8+8+19=35 小时）。剩余的 3 只必须试验到失效为止，试验中途不应停止。

威布尔分析应根据此四次失效值进行。失效值应标在威布尔表上，寿命要求的可靠性应进行确定，并采用合适的威布尔分析方法来记录。

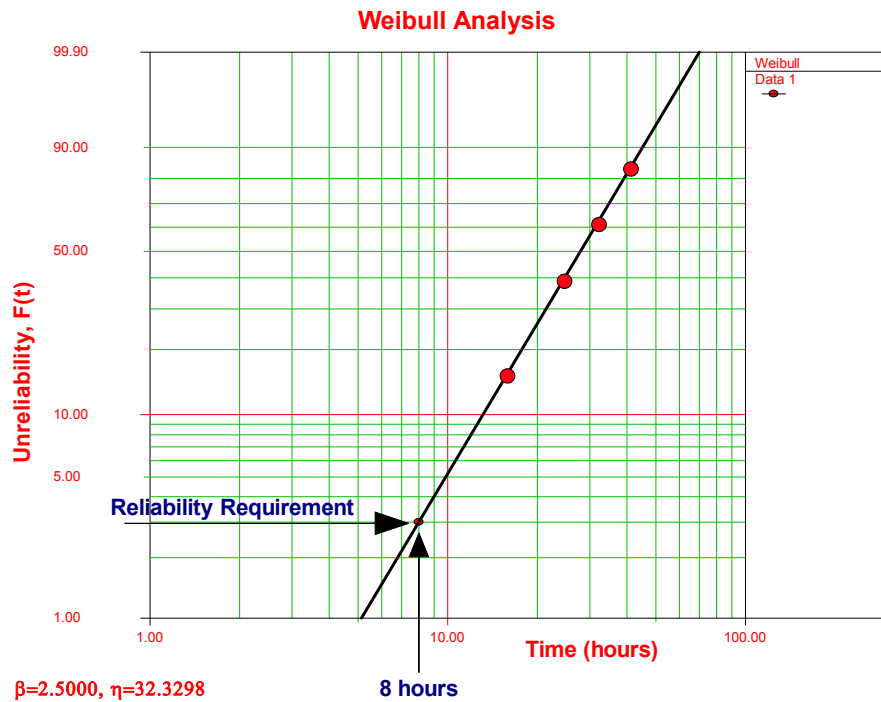
下页为四只样件的失效试验与威布尔表标示的例子，失效值采用增加值与相应的中位值表示。试验件数量相同，其中位值也应相同，但形成点偶的失效次数将成为试验件的积。试验件数量不同时，其中位值也不同。

下列为 4 只样件采用中位值标示的偶点：

- 数据记录中的最早失效, 15.9%;
- 数据记录中的第二次失效, 38.6%;
- 数据记录中的第三次失效, 61.4%;
- 数据记录中的最后一次失效, 84.1%;

本例子中的产品符合可靠性要求，因为在各 8 小时的互相交叉的试验（每方向轴各 8 小时，共 24 小时）中通过合格线，并且符合 97% 的可靠性要求（只有 3% 的失效率）。该点左面的线均未符合要求。该线的坡度的变化代表试验数的变化。

图 49 威布尔点图

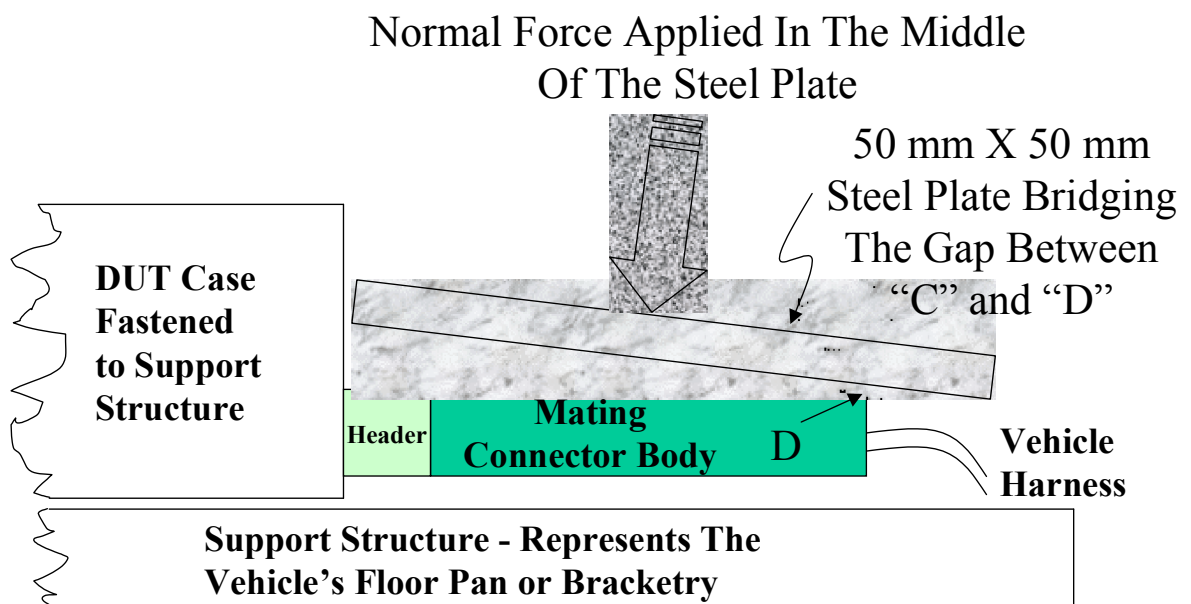


特别注解：安装在橡胶绝缘体或绝缘圈上的元件，上述试验时会产生过渡热量，使橡胶绝缘体产生异常驻的失效现象。建议采用下列程序进行预防：

- 采用标准规定的振动等级对安装在橡胶体上的元件进行试验，并记录从橡胶体上传来的加速度（GRMS）与功率谱密度。
- 采用新的加速度与功率谱密度，按第 15 节内容将产品从橡胶体上拆下进行试验。

附录 C 超大产品试验示意图

图 50 连接挤压试验装置



图中文字说明：normal force applied in the middle of the steel plate 加在钢板中点上的正常力

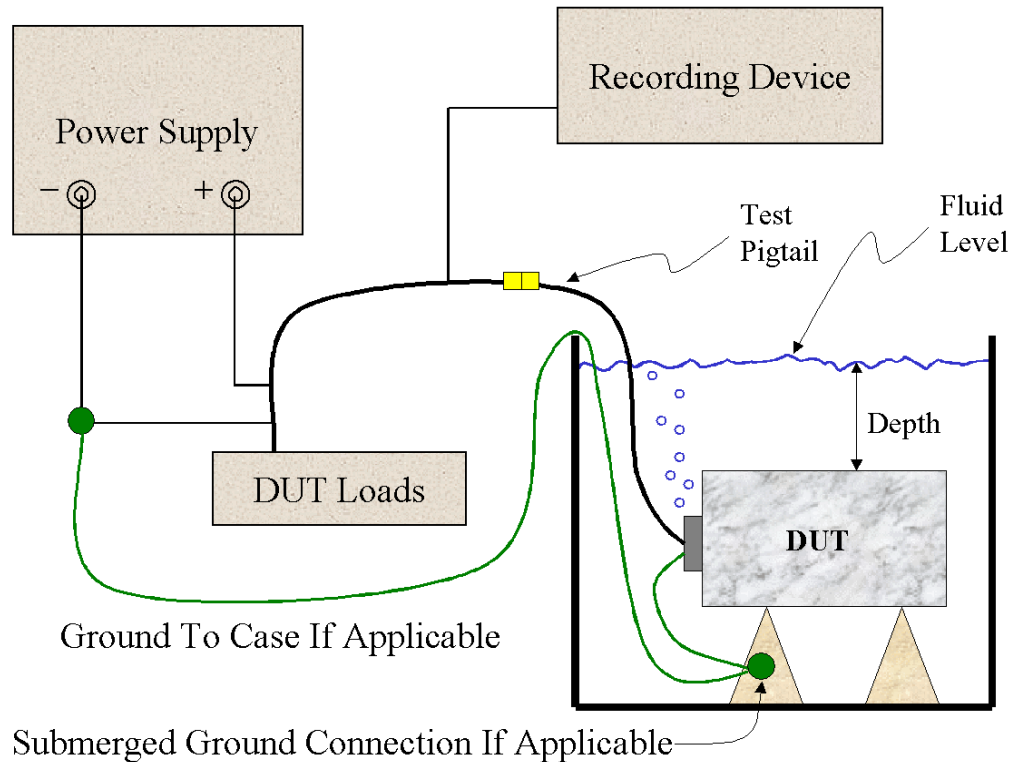
50mm x 50mm steel plate bridging the gap between C and D: 架在 C 点与 D 点上的钢板

DUT case fastened to support structure 试验件外壳固定在底座上

Header: 头、mating connector body: 配套连接器体、vehicle harness: 汽车线束

Support structure represents the vehicle's floor or bracketry: 底座代表汽车底板或安装支架

图 51 浸水试验装置



power supply: 电源、recording device: 记录设备、test pigtail: 试验电缆、fluid level: 水平面、DUT loads 试验件负载、depth: 试验液深度、DUT: 试验件 Ground to case if applicable: 适用时外壳接地、submerged ground connection if applicable: 适用时水液接地。

内容出入之处

随机振动 – 安装部位: 弹性物 (车身)

其它标准: 试验件的 X、Y、Z 坐标轴上试验时间分别是 16 小时。