

# 汽车公司

## 部件及子系统电磁兼容性

### 全球要求及测试程序

发行日期：2003 年 10 月 10 日

#### 前言

本工程规格书说明了汽车公司电气/电子部件及子系统的电磁兼容性（EMC）要求（包括所有相关的汽车品牌）。**ARL-09-0466** 上有到本规格书的直接链接。除确保有关车辆电气/电子系统电磁兼容性的客户满意度外，这些要求还用于确保符合当前及预期的国内外规章。

发布日期：10/10/2003

打印副本为不受控副本。

## 目录

<b>1.0 范围</b>	<b>6</b>
1.1 规格书用途	6
1.2 本规格书的使用	6
1.3 附加信息	7
<b>2.0 参考</b>	<b>7</b>
2.1 国际通用文件	7
2.2 军事标准	7
2.3 其它文件	8
<b>3.0 简写、缩写、定义和符号</b>	<b>8</b>
<b>4.0 一般测试要求</b>	<b>10</b>
4.1 试验台	10
4.2 模拟网络	11
4.3 相互连接	11
4.4 测试条件	11
<b>5.0 补充要求</b>	<b>12</b>
5.1 功能重要性分类/性能要求	12
5.2 EMC 测试计划	12
5.3 样品数量	13
5.4 测试顺序	13
5.5 再次生效	13
5.6 测试实验室要求	13
5.7 数据报告	13
<b>6.0 要求适用性</b>	<b>14</b>
<b>7.0 辐射射频抗干扰：RE 310</b>	<b>15</b>
<b>8.0 传导射频放射：CE 420</b>	<b>21</b>
<b>9.0 传导瞬时发射：CE 410</b>	<b>24</b>
<b>10.0 射频抗扰：RI 112、RI 114</b>	<b>26</b>
<b>11.0 磁场抗扰：RI 140</b>	<b>34</b>
<b>12.0 耦合抗扰：RI 130、RI150</b>	<b>38</b>
<b>13.0 连续干扰抗扰：CI 210</b>	<b>42</b>
<b>14.0 瞬时干扰抗扰：CI 220</b>	<b>44</b>
<b>15.0 电源循环抗扰力：CI 230</b>	<b>50</b>
<b>16.0 电压补偿抗扰：CI 250</b>	<b>53</b>
<b>17.0 电压下降抗扰能力：CI 260</b>	<b>55</b>
<b>18.0 过电压抗扰：CI 270</b>	<b>62</b>
<b>19.0：静电放电：CI280</b>	<b>63</b>
附件 A（标准化）：部件 EMC 测试计划	68
附件 B（标准化）：重复 EMC 测试的程序	70
附件 C（说明性）：射频服务波段	72
附件 D（标准化）：ALSE 方式 1000MHz 以上的场校准	73
附件 E（标准化）：模式调节测试室校准	74
附件 F（说明性）：瞬时波形描述（A、B、C）	81
附件 G（标准化）：瞬态测试电路	86
附件 H（说明性）：P&B 继电器规格书	88

表格清单:

表 1-1: 车辆水平 EMC 要求.....	6
表 4-1: 容许公差.....	12
表 4-2: 环境测试条件.....	12
表 6-1: 要求选择方阵.....	14
表 7-1: 1 级要求.....	15
表 7-2: 2 级要求.....	16
表 7-3: 测量仪表装置要求 (波段 EU1, G1) .....	19
表 7-4: 测量仪表装置要求 (除 EU1、G1 外的所有波段) .....	19
表 8-1: 传导放射要求.....	21
表 8-2: 测量设备配置要求 (波段 EU1、G1) .....	22
表 8-3: 测量设备配置要求 (JA1、G3 波段) .....	22
表 10-1: 射频抗扰验收标准.....	26
表 10-2: 测试频率步位.....	26
表 10-3: 400 – 3100 兆赫要求.....	30
表 11-1: 磁场抗扰要求.....	34
表 11-2: 测试频率要求.....	34
表 12-1: 耦合抗扰要求.....	38
表 13-1: 测试频率要求.....	43
表 14-1: 电源电压瞬时干扰—抗扰要求.....	44
表 15-1: 电源循环要求.....	50
表 16-1: 接地电压补偿要求.....	53
表 16-2: 测试频率要求.....	54
表 17-1: 电压下降要求.....	55
表 18-1: 过电压要求.....	62
表 19-1: ESD 要求: 操作 (不通电) .....	63
表 19-2: ESD 要求: 通电.....	64
表 B-1: 印刷电路板, 混合电路板或扁钢丝连接上的电气连接更改.....	70
表 B-2: 软件更改.....	70
表 B-3: 印刷电路板、混合电路板或扁钢丝连接上的电气/电子部件更改.....	71
表 B-4: 包装或机械更改.....	71
表 B-5: 负载更改.....	71
表 C-1: 典型射频服务波段.....	72
表 E-1: 独立样品和频率.....	79
表 H-1: P&B 继电器规格.....	88

示意图清单:

图 4-1: 使用试验台的标准设置.....	11
图 7-1: 测试线缆弯曲半径要求.....	17
图 7-2: 1000M 兆赫以上的测试配置.....	18
图 9-1: 瞬时发射测试配置.....	24
图 10-1: 使用大量电流注入的要求.....	27
图 10-2: BIC 测试导线配置.....	29
图 10-3: ALSE 测试装备 (1000-2000 兆赫) .....	33
图 11-1: 磁抗扰测试装置: 辐射圈.....	35
图 11-2: 磁抗扰测试装置: 亥姆霍兹线圈.....	36
图 12-1: 感应瞬时干扰抗扰的测试装置.....	39
图 12-2: 充电系统噪音抗扰的测试装置.....	40
图 12-3: 屏蔽/扭曲线路使用的测试装置要求.....	41
图 13-1: 连续干扰要求.....	42
图 13-2: 连续干扰测试装置.....	43
图 14-1: 测试脉冲 D 的波形.....	45
图 14-2: 测试脉冲 E.....	45
图 14-3: 测试脉冲 F.....	46
图 14-4: 测试脉冲 G.....	46
图 14-5: 单电源电路装置的测试装置.....	47
图 14-6: 双电源装置的测试装置.....	48
图 14-7: 控制电流装置的测试装置.....	48
图 14-8: 使用负载电阻的控制电路的测试装置.....	49
图 14-9: 为使用脉冲 5 进行的测试测试装置改装.....	49
图 15-1: 电源循环波形和时间顺序.....	51
图 15-2: 电源循环测试装置.....	52
图 16-1: 试验件接地补偿的测试装置.....	54
图 16-2: 试验件接地补偿的测试装置.....	54
图 17-1: 波形 A (电压下降: 高) .....	56
图 17-2: 波形 B (电压下降: 低) .....	56
图 17-3: 波形 C (单电压下降) .....	56
图 17-4: 波形 D (电压突降) .....	57
图 17-5: 波形 E (电池恢复) .....	57
图 17-6: 波形 F (随机弹跳) .....	58
图 17-7: 波形 F (放大) .....	58
图 17-8: 波形 A、B、C 的测试设定细节.....	59
图 17-9: 波形 D 和波形 E 的测试设定详情.....	59
图 17-10: 波形 F 的测试设定.....	60
图 19-1: ESD 操作测试装置.....	65
图 19-2: ESD 通电测试装置.....	66
图 A-1: EMC 测试计划大纲.....	68
图 A-2: 部件/子系统 EMC 测试计划标题页.....	69

图 D-1: 对 1000 到 3100MHz 的校准.....	73
图 E-1: 混响测试配置 (模式调谐) .....	80
图 F-1: 脉冲 A1 复合波形 (模式 1) .....	82
图 F-2: 脉冲 A1 中持续时间较短的脉冲 (模式 1) .....	83
图 F-3: 脉冲 A2.....	83
图 F-4: 脉冲 A2 (详图) .....	84
图 F-5: 测试脉冲 B1.....	84
图 F-6: 测试脉冲 C 的典型波形.....	85
图 F-7: 测试脉冲 C 的典型波形.....	85
图 G-1: 脉冲 A1、A2 和 C 的瞬态发生器电路.....	86
图 G-2: 脉冲 B1、B2 的瞬态发生器电路.....	86
图 G-3: 用于模式 1 瞬变过程的继电器电路详图.....	87
图 G-4: 用于模式 2 瞬变过程的继电器电路详图.....	87

## 1.1 规格书用途

## 1.2 本规格书的使用

## 1.3 附加信息

## 2.0 参考

### 2.1 国际通用文件

**CISPR 16-1 1999-10** 无线电干扰和抗扰测量仪器的规格和方法——第一部分：无线电干扰和抗扰测量仪器

**CISPR 25 第二版** 保护车载接收器所用的无线电干扰特征测量方法和范围

**IEC 61000-4-21** 电磁兼容性 (EMC) —— 4—21 部分：测试和测量技术——混响室测试方法

**ISO 10605 2001-12** 道路车辆——静电放电电气干扰的测试方法

**ISO 7637-1 2002-03** 道路车辆——传导和耦合造成的电气干扰 第一部分——定义和一般考虑事项

**ISO 7637-2 2nd DIS 2002-07** 道路车辆——传导和耦合造成的电气干扰 第二部分——车载 12V 或 24V 标称电压的车辆——通过电源线的电容和电感应耦合进行电气瞬变传输

**ISO 10605 2001-12** 道路车辆——静电放电电气干扰的测试方法

**ISO 11452-1 2001-04** 道路车辆——窄频辐射电磁能电气干扰的部件测试方法——第一部分：总则和定义

**ISO 11452-2 1995-12** 道路车辆--窄频辐射电磁能电气干扰的部件测试方法--第二部分：吸收器——带护衬屏蔽式外壳

**ISO 11452-4 2001-02** 道路车辆——窄频辐射电磁能电气干扰的部件测试方法——第四部分：大量电流注入（BCI）

**ISO/IEC 17025 1999-12** 测试和校准实验室能力的一般要求

### 2.2 军事标准

**MIL-STD-461E** 美国国防部接口标准 子系统和设备的电磁干扰特征的控制要求

## 2.3 其他文件

## 3.0 简写、缩写、定义及符号

**验收标准。**定义了电磁干扰下，设备功能的性能偏差界限

**有源电子模块。**利用数字或模拟电路（包括微处理器、操作放大器、存储器装置）工作的电子模块。

**AEMCLRP.** 汽车 EMC 实验室认可程序

**ALSE.** 吸收器——带护衬屏蔽式外壳。在本文件中亦与 ISO 或 SAE 连用，以表示 ISO 11452-1 或 SAE J1113-21 中所述方法对应的测试本身。

**附录。**规格书末尾所附的补充性材料，通常用于提供一般资讯，而非提供要求。

**模拟网络(AN)。**用于向试验件电源线提供一已知阻抗的设备。

**BCI.** 大量电流注入。将普通模式射频电流耦合到线缆中的方法

**CBCI.** 普通模式 BCI。

**CE.** 传导辐射

**CI.** 传导抗干扰

**CISPR.** “Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques” (无线电干扰特别委员会)的首字母缩写。

**CLD.** 集中式负载突降

**部件。**有源电子模块、电机，无源装置和感应装置。

**控制电路。**经开关、继电器或电阻/电感负载而连接到车载电池的输入/输出电路，其负载是通过电池连接直接馈入，或由带开关的电池馈入。

**部件、子系统的工程规格书。**说明所有性能要求的部件或子系统的工程规格书。

**CP.** 确认样机。CP 是 FPDS 的开发里程标志。

**D&R.** 设计和放行

**dBpT.** dB 微微特斯拉 ( $160 \text{ dBpT}$  或  $10^{-4}$  特斯拉 = 1 高斯)。

**干扰。**可能影响电气/电子设备正确操作的任何电气瞬态或电磁现象（见刺激源）。

**DBCI.** 差动模式的大量电流注入。

**DUT.** 试验件。被测试的任何电气或电子部件、模块、电机、滤波器等。

**DV.** 设计验证（未经生产工具构建而成的部件）。

**电气/电子。**电气和/或电子。

**EMC.** 电磁兼容性

**EMI.** 电磁干扰

**Effect.** 由于施加刺激源而引起的可检测出的试验件性能变化。

**EM.** 电子控制电机。

**ESD.** 静电放电。

**ESD - 空气放电。**一种测试方法，将测试发生器的电极靠近试验件，通过向试验件放出电弧，完成放电动作。

**ESD - 接触放电。**一种测试方法，让测试发生器的电极接触试验件，通过发生器上的开关，向试验件放电，产生放电动作。

**故障安全模式。**一种可预测的作业模式，它的作用是：当重大刺激源导致操作可靠性降低时，通过限制或停止操作，尽可能地减少不良影响。消除刺激源之后，应能恢复操作，同时不会导致功能的永久性损坏，也不能破坏存储数据/诊断信息。

**FMC.** 汽车公司

**FMC D&R Group.** 负责设计/部件/子系统的 FMC 工程技术活动。

**FMC EMC Department.** 与特定品牌有关的 汽车公司的 EMC 部门。

**FPDS.** 产品开发系统

**功能。** 电气或电子模块用于某一特定目的的指定操作。模块可提供许多不同的功能，见模块规格书的定义（功能组与合格性能）。

**功能重要性分类：**定义电气/电子部件/子系统功能在安全车辆操作方面的重要性。

- **A 类：**提供方便的任何功能。
- **B 类：**能够提高车辆的操作或控制性能、但并非车辆操作或控制所必须的功能。
- **C 类：**控制或影响车辆的主要操作或可能引起其他道路用户混乱的功能。注意：某些 C 类功能可能出现无意的、令司机吃惊的变化，并且可能无法马上安全地予以矫正。例如：空气袋布置、底座转向损耗、底座制动损耗、发动机熄火或发动机喘振等。这些功能可能面临更严格的要求。

**功能执行状态。**试验件功能的执行受到干扰时，通过三种状态级别来描述：

- **状态 1：**在受到干扰时和受到干扰后，功能应能按照设计运行（或达到规定要求）。
- **状态 2：**功能遭受干扰时或回复操作的故障安全模式时，可能在某个限定的水平上偏离设计性能，但它能够在消除干扰之后立刻恢复正常。不允许因此对永久性存储器或临时存储器造成影响（见故障安全模式）。
- **状态 3：**遭受干扰时，功能可能偏离设计性能，但不得影响车辆的安全操作或车上乘客的安全。干扰消除后，可能要求司机立刻将功能恢复正常(如转动点火开关、更换保险丝等)。不允许因此影响永久性存储器。
- **状态 4：**装置不得遭受毁坏、输入/输出参量值（电阻、电容、电流泄漏等）更改或功能的永久性减损。

**感应装置。**在磁场中存储能量的机电装置。例如（包括但不限于）电磁线圈、继电器、蜂鸣器、机电喇叭等。

**说明资料。**非标准要求的补充资料，用于帮助理解或使用规格书。

**I/O（输入/输出）。**输入和输出。在本文件中也用于指定 I/O 线路上的瞬时脉冲测试。

**存储器（临时或固定存储器）。**电脑存储器，其用途包括但不限于存储软件代码、发动机校准资料、驱动器个性化设置、无线电预调值等。其硬件包括 ROM（只读存储器）、RAM（随机存取存储器）和瞬时存储器装置。

**N/A（不适用）。**不适用

**NIST.** 美国国家标准与技术研究院的首字母缩写。

**标准资料。**符合要求所必须的条款(非额外补充资料)。

**PCB.** 印制电路板。

**PRR.** 脉冲重复率

**PV.** 生产验证（经生产工具构建而成的部件）。)

**PWM.** 已调制的脉冲宽度，或脉冲宽度的调制。

**RE.** 辐射放射。

**RI.** 辐射抗扰。

**经认可的实验室。**经 汽车公司按照 AEMCLRP 要求执行验收，证实为合格的 EMC 实验室。



**RF 范围。**EMC 测试计划设定的元素之一，它决定了线缆和/或外设的哪一部分将被归入射频环境，而哪些要被排除在射频环境之外。例如，可能包括模拟网络、滤波器连接线插脚、光纤、射频吸收器被复线和/或射频屏蔽罩等。

**应/应该。**表示要求。

**单脉冲** 指数字示波器的捕获模式。单脉冲代表在一规定的扫描时间设定下对电压或电流波形的一次捕获。

**要。**表示推荐。

**替换法。**替换法是一种电源绘制技术，用于计划在没有试验件的情况下，在一指定的基准位置产生一目标射频场、磁场或电流所需的电源。将待测试物引入测试室后，便可使用该预先确定的基准电源产生作用磁场。

**带开关电源电路。**任何通过开关或继电器连接到车载电池的电路。

## 4.0 一般测试要求

- 所有用于测量的测试装置应该根据源于NIST或其他同类国家标准实验室的ISO 17025（或厂家推荐的要求）进行校准。
- 应注意控制辐射和抗干扰能力测试中的射频范围，以减少试验件、试验台和电磁环境之间产生不利的相互作用。
- 应将测试设备、测试装置和测试程序作为测试实验室的程序的一部分记录到文件中。**FMC**保留检查实验室程序的权力。
- 虽然测试通常仅涉及一个物理部件，但也允许涉及多个部件（例如分布式声频元件）的子系统测试。
- 用于测试的典型测试设备可参见：[4.1](#)
- 要求所有DV测试都应有符合附录A要求的EMC测试计划。补充细节请参见5.2节。

### 4.1 试验台

模拟车辆系统（即负载模拟器）的试验台可用于便利试验件操作。图 4-1 所示的试验台带有屏蔽外壳，外壳包含所有试验件常配装置的外部电气接口（传感器、负载等）。

尽可能地使用那些将用于生产的部件作为负载。这对于电感和脉冲宽度调制（PWM）电路尤为重要。如果无法使用实际负载，模拟的负载应精确代表产品车中实际的电阻、电容和电感。不可使用简单的电阻负载，除非可证明它确实存在于实际的车辆设备中。

如果试验件的电源来自其他电子模块（如传感器），应能准确反映模块电源的电流极限。试验台中可包含有源装置。应采取适当措施，防止在抗扰测试中对辅助设备造成潜在影响，或影响辐射放射的测试结果。任何正常连接到车身的电气负载应参考试验台外壳的情况（参见图 4-1）。

试验台是试验件的射频范围，同时，在抗扰测试中，它也是便利试验件操作、监控试验件关键功能所需的测试辅助设备的接口。一般而言，所有的输入输出应参考位于试验台上的已有电源接地，并连接到试验台外壳(见图 4-1)。当包装规定要求试验件的局部接地时，可以例外不遵守这个规定。

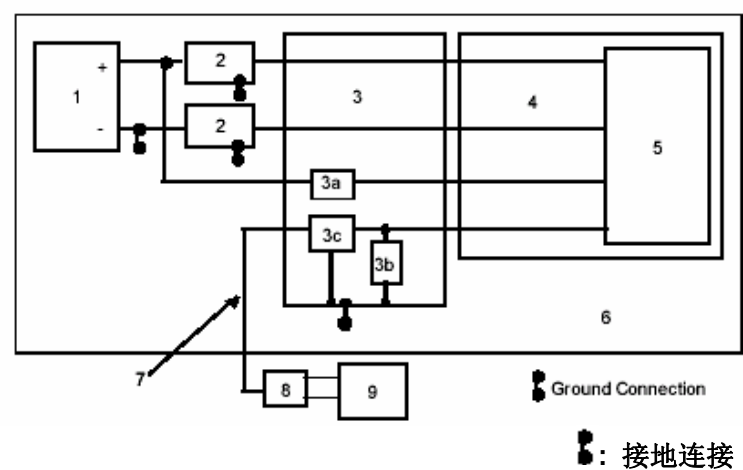
应尽可能使用光学纤维媒介将试验件输入输出连接到远程测试辅助仪表设备（参见图 4-1）。光学纤维媒介应选用适当的频宽，以避免联结器到测试辅助仪表之间产生不必要的信号，以及避免因此影响测试辅助仪表。我们不推荐使用屏蔽电缆，但也可使用屏蔽电缆代替光学纤维媒介，此时试验台和测试室壁之间的屏蔽电缆应尽可能短。应密切注意并确认这些电缆不会影响到测试结果。应在 EMC 测试计划中记录这些电缆的配置（即路线、屏蔽接地等）。

应使用射频滤波器以防止偏离的射频能量造成监控/辅助仪表设备故障。如果使用射频滤波器，应选择适当的滤波器，使之不至于在 EMC 测试中影响部件运行和/或部件性能。射频滤波器电容不得超过部件的常见要求。应在 EMC 测试计划中记录射频滤波器的电容。

4.2 模拟网络

本规格书中有数个测试要求使用模拟网络。除非本规格书另有说明,否则模拟网络的使用与连接应依照图 4-1 所示设定进行。模拟网络的设计和性能特征应符合 CISPR（国际无线电干扰特别委员会）25(版本 2)。

图 4- 1: 使用试验台的标准配置



关键词：

1 电源	4 绝缘支架 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ )
2 模拟网络	5 试验件
3 试验台	6 接地面
3a 试验件负载 (参考电源)	7 光学纤维
3b 试验件负载 (参考试验台外壳)	8 光学纤维接口
3c 光学纤维接口 (可选, 可设置于试验台外)	9 辅助/监控设备

4.3 相互连接

应使用标准测试线缆，方便试验件和试验台之间的相互电气连接。除非本规格书另有说明，**否则该线缆的长度应为 1700 毫米+300/-0 毫米**。线缆应包括能代表车辆内实际设备的线路。

4.4 测试条件

4.4.1 尺寸

除非另有规定，**否则本文件中的所有尺寸单位为毫米**。

#### 4.4.2 公差。

除非另有说明，允许存在表 4.1 中所述的公差。

表 4-1：容许公差

供电电压和电流	± 5 %
时间间隔、长度	± 10 %
电阻、电容、电感、阻抗	± 10 %
射频场强度、电场或磁场强度、注入电流、电源、能量、瞬态电压压振幅（若可调）的测试参数	+10% - 0%

#### 4.4.3 环境测试条件

除非另有说明，表4.2中规定了测试的气候条件。

表4-2:环境测试条件

温度	23 ± 5.0 摄氏度
湿度	20-80%相对湿度(RH)

#### 4.4.4 电源

除非本规格书另有说明，否则电源电压应为 13（+0.5/-1.0）伏特之间。有些测试仅能使用一个车载电池。在那样的条件下，测试中的电池电压不得低于 12 伏特。测试中可对电池充电，但仅可在使用线性电源供应时才可这么做。对于某些测试（例如辐射放射、抗扰），这样做的同时可能还要求线性电源位于屏蔽外壳之外。同时可能还需要使用隔板射频滤波器，以防止寄生射频信号进入或泄漏出屏蔽外壳。

### 5.0 补充要求

#### 5.1 功能重要性分类/性能要求

本规格书要求所有的部件和子系统功能依照其在车辆整车操作中的重要性进行分类(即功能重要性分类)。在项目批准之前，应完成所有部件功能的分类。在许多情况下，一般功能已经预先分类完毕。但对于某一特定汽车品牌而言，其分类可能有所不同。供应商可联系 FMC 的 EMC 部门，索要现有分类的相关说明信息。如果引入了新的功能，FMC 的 D&R 小组应与 FMC 的 EMC 部门合作，开发并协商制定适当的分类。

功能分类确定后，应开发相关的性能要求并将其记录在部件或子系统的工程规格书中。在 EMC 测试中，部件/子系统的验收标准便是基于这些性能要求。FMC 的 D&R 小组及其供应商应负责改进这些性能要求。

#### 5.2 EMC 测试计划

#### 5.3 样品数量

测试至少需要两个样品。每个样品都要通过所有适用的测试。

#### 5.4 测试顺序

#### 5.5 再次验证

#### 5.6 测试实验室要求

所有测试都应在经认可的 EMC 测试设施中进行，无论它是否属于部件供应商，还是属于独立测试服务的一部分。希望获取 FMC 认可的实验室应通过汽车 EMC 实验室认可程序（AEMCLRP）来达到目的。实验室认可的详细信息和步骤可参考

注意：FMC 保留安排后续相关测试和/或实地访问、以评估本文试验方法的权利。对于拒绝此类后续活动的实验室以及意见严重不合的实验室，其获得的认可可能被撤销。

## **5.7 数据报告**

## 6.0 要求适用性

表 6-1 列出本规格书所述的所有电磁兼容性要求以及电气/电子部件的适用范围。注意尽管继续使用规格书前一版本(ES-XW7T-1A278-AB)中的测试标识符参考,其要求和验证方法不一定相同。

表 6 - 1: 要求选择方阵

要求类型	测试标识符 <sup>(1)</sup>	部件种类								
		无源 <sup>(2)</sup> 模块	电感应 装置	电机		有源电子模块				
		P	R	BM	EM	A	AS	AM	AX	AY
要求适用(√)	辐射									
	辐射射频	RE 310			√	√	√	√	√	√
	传导射频	CE 420			√	√	√	√	√	√
	传导瞬变值	CE 410		√	√				√	√
	辐射抗扰性									
	射频抗扰性	RI 112 RI 114			√	√	√	√	√	√
	磁场	RI 140						√		
	电偶瞬变值									
	电感应	RI 130			√	√	√	√	√	√
	充电系统	RI 150			√	√	√	√	√	√
	传导抗扰性									
	连续	CI 210			√	√		√	√	√
	瞬变	CI 220	√		√	√		√	√	√
	电源循环	CI 230			√	√		√	√	√
	接地补偿	CI 250			√	√		√	√	√
	电压漏失	CI 260			√	√	√	√	√	√
	电压过载	CI 270	√	√	√	√		√	√	√
	ESD	CI 280	√		√	√	√	√	√	√
<sup>2</sup> 只适用于连接到车辆电源的装置(直接或带开关的连接) <u>无源模块:</u> P: 无源电气模块只由无源部件组成。例如: 电阻器、电容器、感应器、保护或钳位二极管、发光二极管(LED)、热敏电阻 <u>电感应装置:</u> R: 继电器、螺线管和喇叭 <u>电机:</u> BM: 电刷整流直流电机。 EM: 电子控制的电机。 <u>有源电子模块:</u> A: 包括有源电子装置的部件。样本包含模拟运算放大器电路、切换电源、使用微处理机的控制器和显示器。 AS: 电子部件或模块, 通过位于另一个模块的已调电源操作。通常传感器向控制器提供输入。 AM: 电子部件或模块, 包括磁性灵敏元件或连接到外部的磁性灵敏元件上。 AX: 电子模块, 其包装内包含一电气或电子控制的电机, 或控制外部电感应装置(包括电子或电气控制的电机)。 AY: 电子模块, 其包装内包含一磁控继电器。										

## 7.0 辐射射频抗干扰：RE 310

表7 - 1和7 - 2中所述要求适用于下列部件种类：

电子模块：A, AS, AM

对于波段 EU1 和 G1，这些装置将符合限度 B。对于其余波段，这些装置将符合限度 A。

电子模块：AX, AY, EM

应符合限度 A 和限度 B。

电机：BM

应符合限度 B。这些要求不适用于间歇操作和直接操作员控制操作的装置(两个条件都必须适用)。

### 7.1 要求

- 辐射放射要求包括从 0.15 到 2500 兆赫的频段。要求直接与具体的射频使用波段相联系，并分成 1 级和 2 级要求。1 级要求适用于各种 FMC 汽车品牌和世界范围的市场。
- 2 级要求以具体的品牌或市场需求为依据。在项目批准之前，除车辆项目总工程师或其指定人经书面批准特定除外情况之外，2 级要求适用于所有车辆项目。除外情况应记录在部件或子系统的工程规格书里。
- 注意对于某些车辆应用，某一特定汽车品牌可能需要额外的辐射放射要求（见附录 C）。项目总工程师应在项目批准之前确定并签准这些要求，使其适用。
- 在表 7 - 1 和 7 - 2 中说明了 1 级和 2 级要求。注意，对于各级，相应限度的适用范围（即限度 A、限度 B）是以被测试的部件（见节 7.0）为基础的。注意限度取决于测量系统波段宽度和检波分类表，如节 7.2.2 所述。

**表 7 - 1：1 级要求**

（所有世界范围FMC品牌强制性要求）

波段 #	频段（兆赫）	限度 A 峰值（dBuV/m） <sup>(1)</sup>	限度 B 准峰值（dBuV/m） <sup>(1)</sup>
M1	30 - 75	$52 - 25.13 \cdot \log(f/30)$	$62 - 25.13 \cdot \log(f/30)$
M2	75 - 400	$42 + 15.13 \cdot \log(f/75)$	$52 + 15.13 \cdot \log(f/75)$
M3	400 - 1000	53	63

<sup>1</sup> f = 测量频率（兆赫）

**表7 - 2: 2 级要求**  
(见段落7.1有关这些要求的说明) )

波段 #	地区	射频服务 (用户波段 MHz)	频段 (MHz)	限度 A <sup>(2)</sup> 峰值 (dBuV/m)	限度 B 准峰值 (dbuv/m)
EU1	欧洲	长波	0.15 - 0.28	n/a	41
G1	全球	中波 (AM)	0.53 - 1.7	n/a	30
G2	全球	4 米 (66 – 87.2)	65.2 – 88.1 <sup>(1)</sup>	12	
G3	全球	FM 2 (87.5 – 108)	86.6 – 109.1 <sup>(1)</sup>	12	
G4	全球	2 米 (142 – 175)	140.6 – 176.3 <sup>(1)</sup>	12	
G5	全球	RKE, TPMS 1	310 - 320	20	
G6	全球	RKE, TPMS 2	429 -439	25	
G7	全球	TV	470 - 890	24	
G8	全球	GPS	1567 - 1574	50-20664*log(f /1567) (3,4)	
			1574 - 1576	10 (3,4)	
			1576 - 1583	10+20782*log(f /1576) (3,4)	
G9	全球	蓝牙	2400 - 2500	25	

1 具有1%防护波段的用户波段。只适用于波段NA1、G2、JA1、G3、G4、EU2

2 限度A所列值 (除波段G8) 是以峰值检波为基础。然而, 对于电子模块类AX、AY和EM, 采用平均检波。如果采用平均检波, 限度A值减少了 6 db。例如: 波段NA1, 限度 A = 12 dbuV/m。如果采用平均检波, 限度 A减少到 6 dbuV/m。

3 f =测量频率 (兆赫) )

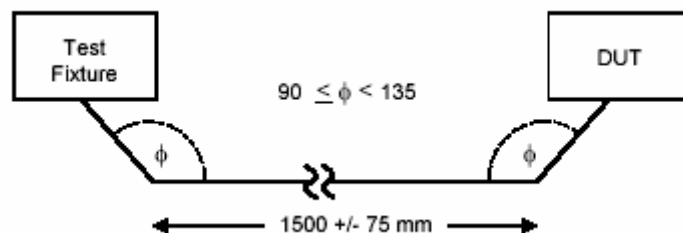
4 限度A所列值、波段G8, 是以平均检波为基础。

## 7.2测试验证和测试装置

CISPR 25 版本 2, 除规格书规定外, ALSE 方法要求应该用于试验件性能验证。在测试期间部件操作应该记录在 EMC 测试计划中, 该计划由部件/子系统供应商和 EMC 测试实验室制作(见节 5.2)。

- 在试验台上的试验件和任何电子硬件应该由车用电池供电(见段落 4.4.4 所述要求)。电池负极应该连接到接地面台架。电池位置可在试验台上或试验台下。图 4 – 1 中所示标准测试装置应该用于试验台、电池和模拟网络。
- 线缆全长应该是 1700 毫米 (+300 / - 0 毫米)。试验件和试验台位置要求线缆弯曲。线缆弯曲半径应该在 90 和 135 度之间, 如图 7 – 1 所示。线缆应放在高于接地面 50 毫米的绝缘支架上。
- 如果试验件外壳是金属, 并在安装到车辆上时可以接地, 则在测试期间应安装试验件并通过电气连接将其接到接地面。如果试验件外壳未在车内接地, 试验件应该放置在接地面以上50mm的绝缘支架上。如对此存在不定性, 试验件应按两种配置进行测试。试验件位置/方位应该记录在EMC测试计划和测试报告中。

**图7 - 1: 测试线缆弯曲半径要求**



Test Fixture: 试验台

DUT: 试验件

### 7.2.1 用于超过 1000 兆赫的测量的测试装置

当测试在 1000 兆赫的情况下执行，接收天线应该重新安置如图 7 - 2 所示，其中心对准试验件中心。其余的测试装置保持不变。

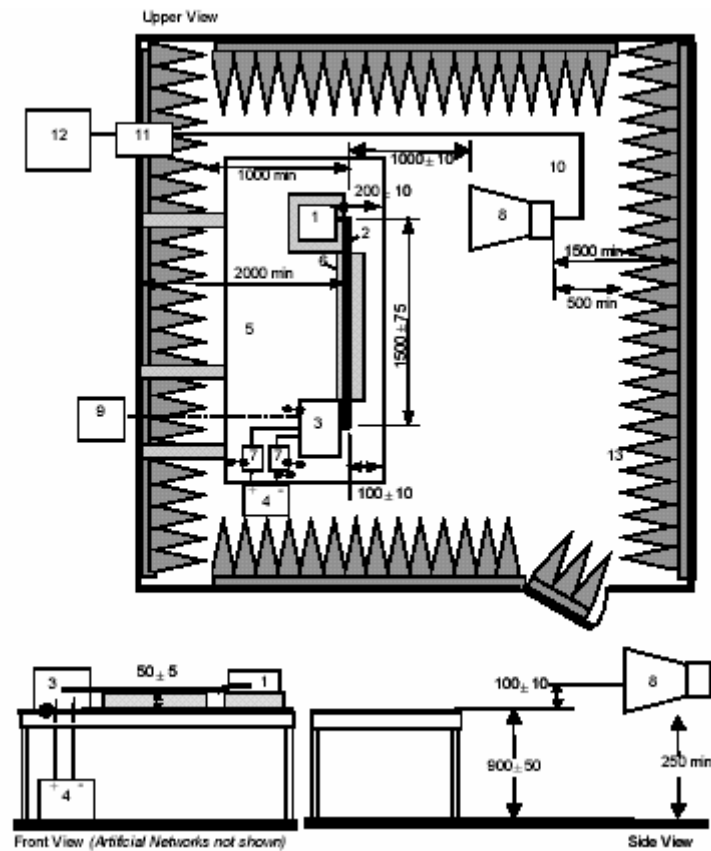
### 7.2.2 测量系统要求

表 7 - 3 和 7 - 4 列出了当使用扫频（即频谱分析仪）或阶段电磁干扰接收器时的测量系统要求。限度 A 要求是以峰值检波（采用 9 ——10 千赫测量频带宽度）为基础的。对于电子模块类 AX、AY 和 EM，除 EU1 和 G1 外的所有波段可选择采用平均检波。如果采用平均检波，限度 A 值减少了 6 db。例如：波段 NA1，限度 A = 12 dbuV/m。如果采用平均检波，限度 A 减少到 6 dbuV/m。限度 B 要求是以采用 9 ——10 千赫或 120 千赫测量频带宽度的准峰值探测（取决于频率）为基础的。

表 7 - 3 和 7 - 4 上所列测量时间可依试验件操作予以增加。这对低重复率信号器是极其重要的。至于波段 EU1 和 G1，建议测量时间（阶段接收器）为  $1/f$ ，其中 f 是信号充满率。扫频接收器需要进行相应的校准。测量所用时间应该记录在 EMC 测试计划。



图7 - 2: 1000兆赫以上的测试配置



Upper View 上视图

Front View ( Artificial Networks not shown)正视图(未显示模拟网络)Side View:侧视图

关键词:

<p>1 DUT (试验件)</p> <p>2 Test harness 测试线缆</p> <p>3 Test Fixture 试验台</p> <p>4 Automotive Battery 车用电池</p> <p>5 Ground plane (bonded to shielded enclosure) 接地面 (连接到屏蔽罩)</p> <p>6 Insulated support (<math>\epsilon_r \leq 1.4</math>) 绝缘支架 (<math>\epsilon_r \leq 1.4</math>)</p> <p>7 Artificial Network (AN) 模拟网络( AN)</p>	<p>8 Receiving Antenna 接收天线</p> <p>9 Support Equipment 辅助设备</p> <p>10 High quality double-shielded coaxial cable (e.g. RG 223) 高质量双护罩同轴电缆 (如: RG223)</p> <p>11 Bulkhead connector 隔板连接器</p> <p>12 Measuring instrument 测量仪表</p> <p>13 RF absorber material 射频吸收器材料</p>
---	--

表7 - 3: 测量仪表装置要求 (波段EU1, G1)

	扫频接收器	阶段接收器
检波方法	准峰值	准峰值
测量频带宽度 (MBW) <sup>(1)</sup>	9 – 10 kHz	9 – 10 kHz
视频带宽	100 kHz	
最大扫描频率 <sup>(2)</sup>	20 sec / MHz	
最大频率步长		50 kHz
每频率阶跃最低测量时间 <sup>(2)</sup>		1 sec

1 考虑到不同的接收器类型, 可采用在这些范围内的任何频带宽度。

2 对于低重复率信号, 扫描频率和测量时间可能增加。详见节7.2.2。

表7 - 4: 测量仪表装置要求 (除EU1、G1外的所有波段)

	扫频接收器		阶段接收器	
	限度 A	限度 B	限度 A	限度 B
检波方法	峰值	准峰值	峰值	准峰值
测量频带宽度 (MBW) <sup>(1)</sup>	9 – 10kHz	120 kHz	9 – 10kHz	120 kHz
视频带宽	100 kHz	1 MHz		
频带扫描频率	1 sec / MHz	1 sec / MHz		
最大频率步长			0.5*MBW	1 MHz
每频率阶跃最低测量时间			5 msec	1 sec

1 对于峰值检波, 可采用此范围内的任何频带宽度。

### 7.3测试程序

a) 在测量试验件辐射放射之前, 验证测试装置环境水平(即除试验件之外全部设备通电)应为 6 db或更高, 低于列在表7 - 1和7 - 2上的指定要求。如果未符合要求, 直到解决相关测试装置问题后方可进行测试。

注意一些实验室使用低噪声前置放大器以符合环境要求。因为存在超载的可能性, 不推荐此方法。如果采用前置放大器, 其增益应该不大于30分贝。实验室也应采取措施验证测量系统不会在采用前置放大器时的测量频率的条件下发生超载。

- b) 试验件辐射发射测量应该在表7 - 1和7 - 2上所列的所有频带范围执行。当测量频带 $\geq 30$ 兆赫时，测量应该在垂直和水平天线极化的情况下进行。
- c) 对于部件EMC测试计划中所述的试验件操作模式，应重复测试。
- d) 当根据限度B评定试验件性能时，允许采用具有相同测量频带宽度的峰值检波，快速预扫描所有适用波段，以提高测试效率。如果峰值放射低于限度B，测试数据将作为最后结果提交。如果峰值放射超出单项的波段要求，则有必要采用准峰值检波重新扫描超过相应波段限度的个别频点。峰值和准峰值数据应该提交到测试报告中。

#### 7.4数据报告

每个试验件操作模式和天线极化测试数据应总结成一页。数据表将包含以下内容：

- 试验件操作模式
- 限度参考（即限度 A、限度 B）
- 天线极化
- 测量系统频带宽度（MBW）
- 检波分类表（即峰值、准峰值、平均）
- 各波段的计划放射数据。
- 总结试验件在各波段的放射情况并制表。表格应包含波段#\_，在该波段测得的最大试验件放射能级和相关波段限制。任何不符合波段要求的情况应清楚地记录下来。

所要求的补充信息包含：

- 与各波段限制和极化有关的测试装置环境数据计划。这些计划也包含 MBW 和所用的检波分类表。
- 如 EMC 测试计划所述，任何测试程序偏差均应记录下来。

## 8.0 传导射频放射：CE420

这些要求适用于以下部件类型：

电子模块：A、AS、AM、AX、AY

电动机：BM、EM

对于具有间歇持续时间和受操作员直接控制的电动机而言，如果项目批准前事先得到汽车项目总工程师或其指定人的书面批准，则可以放松或放弃本要求。

### 8.1 要求

在部件动力和动力返回电路上的传导射频电压发射，不得超过表 8-1 中所列的要求。要求仅限于长波(LW)、中波(也就是 AM)和调频 FM 广播服务。除非在项目批准实施前，汽车项目总工程师或其指定人在书面批准中规定了个别例外情况，否则这些要求适用于所有的汽车项目。这些例外情形将记录在部件工程说明中。

注意：对于一些汽车的应用领域，一些特殊的汽车品牌（见附录 C）可能有额外的传导发射要求。在项目被批准之前，这些要求应得到项目总工程师或其指定人员的确认和签准。

表8-1：传导发射要求

波段 #	射频服务	频率范围 (兆赫)	极限 准峰值(dbuV)
EU1	长波( LW)	0.15-0.28	80
G1	中波(调幅 AM)	0.53 - 1.7	66
JA1	调频 1	76 - 90	36
G3	调频 2	87.5-108	36

### 8.2 测试验证和测试装置

- 国际无线电干扰特别委员会 CISPR 25 (第 2 版)要求,除了在本说明中另有记录的以外，电压方法将用于部件性能的验证。
- 试验件和在测试试验台中的任何电子构件将从一个车用电池获取电源(见 4.4.4 节的要求)。电池负极接线头要连接到地面层。
- 在试验件和模拟网络之间的功率/动力返回布线长度将为 200+/- 50 毫米。
- 如果试验件的外套是金属的，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在测试期间试验件将被安装到地面层并电气连接到地面层。如果试验件外壳在汽车中没有接地，那么试验件将被放置在地面层以上 50 毫米的一个绝缘支架上。如果对此有不确定性，试验件将在两种配置中检测。
- 如果试验件的动力返回是在汽车中局部接地的(< 200 毫米)，那么动力返回将被直接连接到地面层。在这些条件下，可以忽略连接到试验件的动力返回的模拟网络。

#### 8.2.1 测量系统要求

表 8-2 和 8-3 列出了使用扫频仪（也就是光谱分析仪）或阶梯式电磁干扰（EMI）接收器的测量系统要求。注意，射频快速 FFT 分析器可以作为 汽车公司(FMC)电磁兼容部承认的一个方案使用。对于 EU1 和 G1 波段，推荐测量时间（阶梯式的接收器）等于  $1/f$ ，其中  $f$  为信号充满比率。电频接收器需要相应地调整。使用的测量时间将被记录在电磁兼容性测试计划中。

**表8-2：测量设备配置要求(波段EU1,G1)**

	扫频接收器	阶梯式接收器
检测方法	准峰值	准峰值
测量带宽(多字组写入 MBW)(1)	9-10 千赫兹	9-10 千赫兹
视频带宽	100 千赫兹	
最大扫描速度	20 秒/千赫兹	
最大频率步长		50 千赫兹
每频率阶跃最小的测量时间		1 秒

1 允许各种接收器类型的使用，本范围内的任何带宽都可以使用。

**表8-3：测量设备配置要求(JA1,G3波段)**

	电频接收器	阶梯式接收器
检测方法	准峰值	准峰值
测量带宽(多字组写入 MBW)	120 千赫兹	120 千赫兹
视频带宽	1 兆赫兹	
扫频率	1 秒/兆赫	
最大频率步长		1 兆赫兹
每频率阶跃最小的测量时间		1 秒

### 8.3 测试程序

- 在测量试验件的发射之前，测试配置的环境水平(即除试验件外的所有通电的仪器)应比表 8-1 中所列的指定要求低 6 分贝或更低。如果环境水平达不到这个要求，那么除非相关的试验配置问题解决了，否则测试不能继续进行。
- 试验件传导发射的测量将按照表 8-1 中列出的各频率段一一执行。
- 所有在部件电磁兼容性测试计划中描绘的试验件操作模式(s)都要接受测试。
- 当评定试验件性能时，允许具有相同测量带宽的峰值检波作为快速预屏使用，来增强测试的效率。如果峰值发射在限制以下，那么测试数据将作为最后结果被提交。如果峰值发射超过了波段的要求，需要使用准峰值探测重新扫描超过限制处的个别频率。峰值和准峰值基准数据将记录在测试报告中提交。

#### 8.4 数据报告

测试数据总结将做成单页，该页一栏记录测过试验件发射情况，一栏记录适用界限。它的格式应类似于用于传导发射的格式。不符合波段要求的情况也应清楚地记录下来。测试报告还应包括一栏测试设备环境温度的数据。

在测试程序中的任何偏差（如电磁兼容性测试计划中所述）也要记录下来。

## 9.0 传导瞬时发射：CE 410

这些要求适用于以下部件类型：

电子模块：AX, AY

电动机和电感性器件：BM, EM, R

### 9.1 要求

部件不得在它的电源电路上产生超过+100 伏的正瞬时电压或超过-150 伏的负瞬时电压。

### 9.2 测试验证和测试装置

试验件将按照 ISO 7637-2 进行测试，除了在本说明中另有说明之外，使用图 9-1 中阐明的测试设备。

- 试验件电源电路通过带有单套接点的机械或者机电开关，与模拟网络直接连接。开关具有以下特性：
  - 接点容量：电流 $\geq 30$  安培，连续,电阻性负载；
  - 高纯度银接点材料；
  - 继电器接点全程无抑制；
  - 单一/双重位置触点与线圈电路之间有电气绝缘；
  - 带有瞬时抑制的线圈。

电磁兼容性测试报告规定了用于测试的实际开关。

- 在试验件和模拟网络之间的布线长度应为 200+/- 50 毫米。在开关和试验件之间没有别的连接。
- 车用电池将作为电源来使用（见 4.4.4 节的要求）电池负极接线头要连接到地面层。
- 电子取样观察仪器将被用于电压测量，使用每秒 1 千兆-样本的取样率（单脉冲容量）
- 如果试验件的外壳是金属的，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在测试期间试验件将被安装并通过电气连接到地面层。如果试验件外壳在汽车中没有接地，那么试验件将被放置在地面层以上 50 毫米的一个绝缘支架上。如果对此有不确定性，试验件将在两种配置中测试。
- 如果试验件是一个电动机或传动装置，它将通过机械手段，使其装载量模拟达到 80% 的指定最大载荷。在正常操作期间可能失速的发动机和调速控制器，将在“失速”状态下测试；但是，失速不能超过一秒钟。这是为了防止联机保护装置的起动会限制或中断流到试验件的电流。

### 9.3 测试程序

- a) 关闭外部开关接点(参见图 9-1)并为试验件加电。验证试验件功能是否正确运行。
- b) 把电子取样观察仪器的触发电平设置为+80 伏。
- c) 把时基设置为 1 毫秒/分 (div)。
- d) 把示波器取样率调整到可供所选择的时基可用的最高水平。
- e) 如果试验件是部件 AX、AY 类别的部件，那么在运行电磁兼容性测试计划中规定的操作模式的试验件功能时，测量并记录下峰值瞬时电压。*注意，此步骤对于部件 BM 和 R 类别可以忽略。*
- f) 对于所有带有开关电源电路的部件类别，使用表 9-1 中所示的外部开关，关闭和打开试验件十次（每种情况测量 10 次）时，测量并记录峰值瞬时电压。

e) 对以下各时基值，重复步骤 d)到 f):

100 usec/div;

1 usec/div;

0.5 usec/div;

f) 把电子取样观察仪器的触发电平重新调整到-120 伏特。重复步骤 c)到 e)，但不用记录峰值负瞬时电压。

**图9-1：瞬时发射测试配置**

**关键词：**

1 车用电池

2 模拟网络(AN)

3 机械/电机开关

4 数字示波器

5 高阻抗探测( >1兆欧，C<4 pf)

6 试验件

7 隔离支架(  $\epsilon_r \leq 1.4$ )

8 实验台

9 地面层

## **9.4 数据报告**

报告每个时基超过触发电平的峰值正负瞬时电压。



## 10.0 射频抗扰：RI 112, RI 114

辐射抗扰的要求覆盖了从 1 兆赫兹到 3100 兆赫兹的频率范围。要求是建立在预期“车外”射频来源（例如，业余无线电、便携式电话）以及“车上”射频电磁来源之上的。这些要求适用于以下部件类型：

电子模块：A, AS, AM, AX, AY

电机：EM

### 10.1 一般要求

部件的功能特性要符合表 10-1 中所述的验收标准。由于频率范围宽，性能验证需要多样的测试方法。级别 1 和 2 的要求取决于那些测试方法。注意：对于一些汽车应用范围，一些特殊的汽车品牌（见附录 C）可能会有更多严格的射频抗扰要求。但是，在项目被批准实施之前，这些要求应得到项目总工程师或其指定人员的确认和签准。

表10-1：射频抗扰验收标准

要求 级别	功能特性状况		
	A类	B类	C类
1	I <sup>(1)</sup>	I	I
2	II <sup>(1,2)</sup>	II	I

- 1 对于音频、视频和射频功能，其性能的些许降低（例如失真）是允许的，但是要在部件子系统的工程规格中加以确定并定量。
- 2 对于音频部件、音量级别（在扬声器末端测量）的增加量不得超过 50%。

### 10.2 一般测试程序

- 进行射频抗扰测试时，线性频率步长不得大于表 10-2 中列出的数值。
- CW 和调制度(调幅 AM 和脉冲)的停留时间最少是 2 秒。注意：如果预计试验件运行响应时间会更长，那么停留时间也应更长。该信息应记录在电磁兼容性测试计划中。
- 调幅 AM 调制度频率在 80%水平上应为 1 千赫兹。

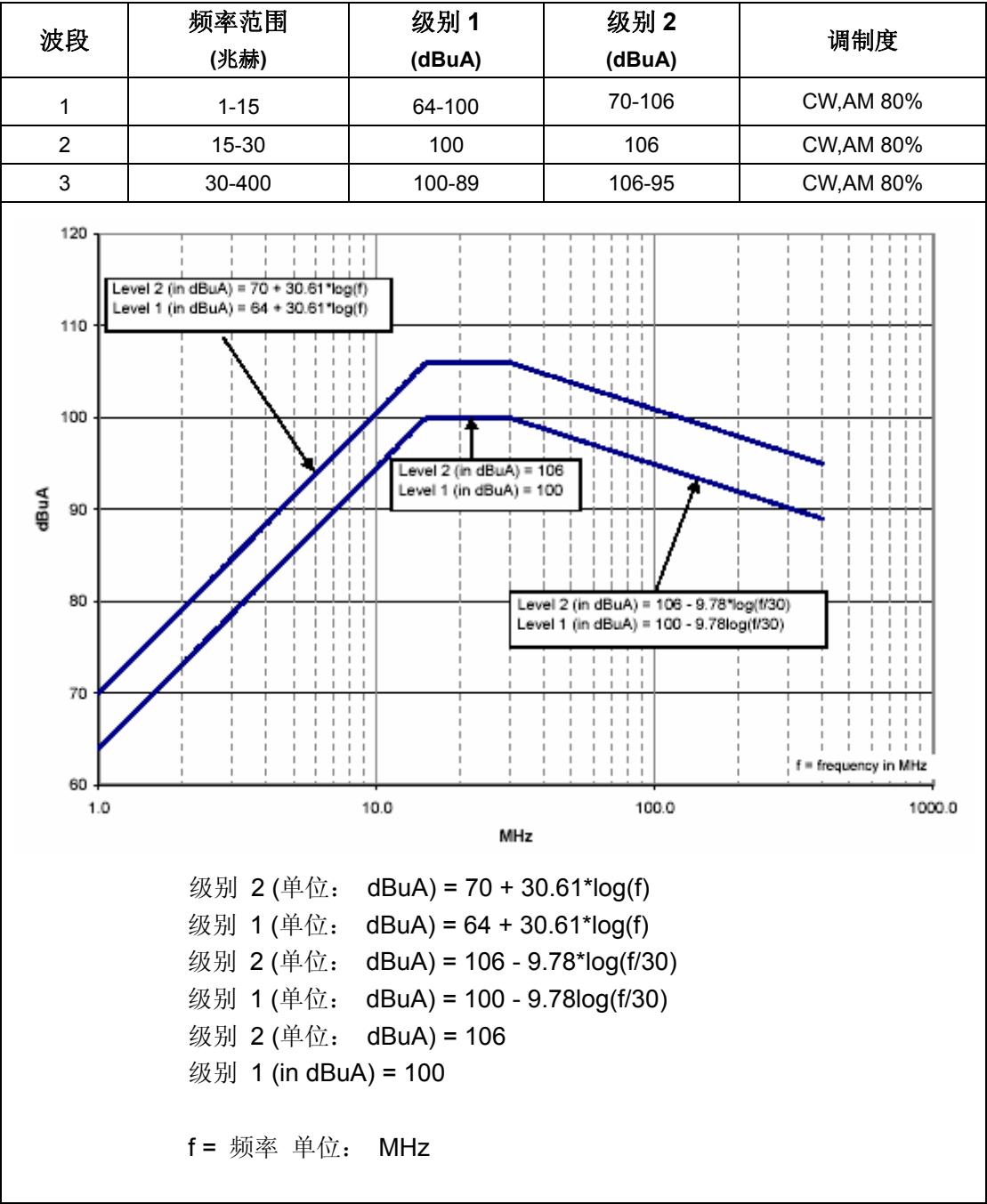
表10-2：测试频率步位

频率范围 (兆赫)	最小频率步长（兆赫兹）
1-30	0.5
30-200	2
200-400	5
400-1000	10
1000-2000	20
2700-3100	40

10.3 要求1- 400 兆赫兹： RI 112

当暴露于图 10-1 中所示和说明的射频电流级别和调制度当中时，应按要求操作设备。用 BCI 测试方法产生电流。

图表10-1： 使用大量电流注入的要求(BCI)



### 10.3.1 测试验证和测试装置

部件性能的验证应按照 BCI 方法(ISO 11452-4)，在本规格中另有说明的除外。

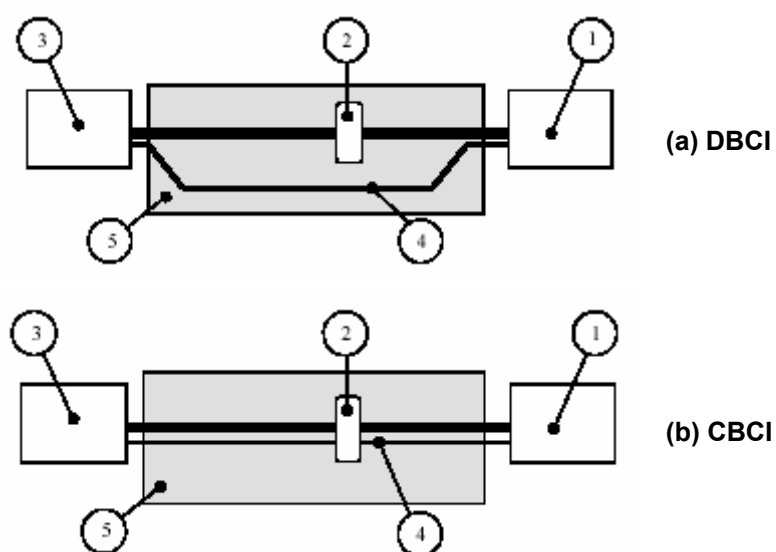
- 试验件应从一个车用电池获取电源(见 4.4.4 节的要求)。电池负极接线头要连接到地面层。电池可以放置在测试工作台上或下面。在图 4-1 中显示的标准测试配备应用于测试试验台、电池和模拟网络。
- 测试导线为 1700 毫米 (+300/-0 毫米) 长，并在地面层的一个绝缘支架上 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 布线 50 毫米，超过试验件和测试试验台之间的全长。注意，导线也可以用于国际无线电干扰特别委员会 (CISPR) 25 传导发射测试。
- 测试工作台应包括一个足够大的地面层，以使层面在每边的长度超过测试配备至少 100 毫米。
- 测试配备和所有其它传导构架之间的距离 (比如屏蔽罩壁) 应  $\geq 500$  毫米，地面层除外。
- 如果试验件的外套是金属的，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在工作台测试期间试验件应安装并电气连接到地面层。如果试验件外壳在汽车中没有接地，那么试验件应被放置在地面层以上 50 毫米的一个绝缘支架上。如果对此有不确定性，试验件应在两种配置中测试。
- 在从 1 兆赫兹到 30 兆赫兹的频率范围内，试验件配线的所有动力返回 (即接地) 线应像图 10-2a 中说明的那样，配置在注入管口外面。1 注意，如果试验件带有专用电源且该专用电源返回到另一个模块的传感器，那么与之相关的所有配线应配置在注入探针内部。
- 在 30 兆赫兹-400 兆赫兹的频率范围内，试验件配线的所有线应向图 10-2b 所示那样，配置在注探针内部。
- 注入探针应与地面层绝缘。
- 一个不影响偏差曲线的适当的电流监控器探头，可以放置在离试验件 50 毫米远的地方(可选)。

### 10.3.2 测试程序

根据 ISO 11452-4 使用已校准注入探针的方法(替换方法)。

- a) 正向功率可以作为校准和试验件实际测试过程的参考系数。
- b) 使用表 10-2 中所列的阶梯频率和图 10-2 中指定的调制度。
- c) 在 1 兆赫兹至 30 兆赫兹的频率范围中，测试应在两个固定的注入探针位置(150 毫米、450 毫米)进行。
- d) 在 30 兆赫兹至 400 兆赫兹的频率范围中，测试应在两个固定的注入探针位置(450 毫米、750 毫米)进行。
- e) 如果观察到了偏差，应减少感生电流，直到试验件正常运行为止。然后，应增加感生电流，直到偏差发生。这个水平应作为偏差数极限进行报告。
- f) 所有在测试期间运行的试验件的操作模式都要遵守电磁兼容性测试计划的规定。
- g) 如果使用了监控探头，那么它不能用来调整表 10-1 中描绘的射频电流。测量值仅供参考，并可以记录到测试报告中。

图10-2: BCI测试导线配置



关键词:

- 1 试验件
- 2 注入探针
- 3 测试试验台

- 4 试验件接地线
- 5 绝缘支架

### 10.3.3 数据报告

以下部分应被包括在测试报告中:

- 来自两个探针位置的表列数据和图表。
- 综合列表数据和栏目, 形成了每个观察到的偏差的单一最坏情况数据集。注意, 对于每个频率, 选择带有最低偏差极限的探针位置用于综合数据集。各偏差需要独立栏记录。
- 抗扰极限栏目(以  $\text{dB}\mu\text{A}$  对频率来计算电流)。
- 测量的电流来自使用的电流监控器探针(可选)。详情请参见 10.3.1 和 10.3.2 部分。

## 10.4 要求400 – 3100兆赫兹：RI 114

当如表 10-3 中所述，暴露在射频电磁场中时，应按要求操作设备。

表10-3：要求400- 3100兆赫兹

波段	频率范围 (兆赫)	级别 1 (V/m)	级别 2(V/m)	调制度
4	400-800	50	100	CW,AM 80%
5	800-2000	50	70	CW,波动脉冲重复频率=217 赫兹,电位差 PD = 0.57 毫秒
6	1200-1400	n/a	600	波动脉冲重复频率=300 赫兹,电位差= 3 usec,每 (1,2) 秒的波动输出仅为 50
7	2700–3100	n/a	600	

1. 当使用混响(模式已调谐)法测试时，电位差PD应延至6 usec。见10.4.2.2的补充细节。
- 2 波动地区强度要求为峰值V/m (最大RMS)水平。

### 10.4.1测试验证和测试装置

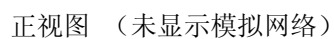
设备性能的测试应按照下列任一方法进行：

1. ALSE 法( ISO 11452-2)，在本说明中注释的除外。注意，该测试装置类似于被用于传导发射测试的装备(见 7.2 节)。
2. 混响(模式已调谐)法( IEC 61000-4-21)，在本说明中注释的除外。

#### 10.4.1. 1 ALSE方法

- 在测试试验台中的试验件和任何电子构件应从一个车用电池获取电源(见 4.4.4 节的要求)。电池负极接头要连接到地面层工作台。电池可以放置在测试工作台上或下面。在图 4-1 中显示的标准测试配备应用于测试试验台、电池和模拟网络。
- 对于≤1000 兆赫兹的频率，产生磁场的天线应放置在导线中间的前端(参见 ISO 11452-2)。对于在 1000 兆赫兹以上的频率，天线应平行地面层前缘向试验件移动 750 毫米。天线的中心应直接指向试验件而非指向线缆的中心（见图 10-3）。关于测试校准程序，请参考附录 D。
- 导线总长应为 1700 毫米( +300/-0 毫米)。试验件和测试试验台的位置要求导线弯曲。导线弯曲的半径应像图 7-1 中说明的那样，在 90 和 135 度之间。导线应放置在离地面层 50 毫米的一个绝缘支架上。
- 如果试验件的外套是金属的，并且在被安装到汽车上时可以接地，那么在工作台测试期间，试验件应被安装并电气连接到地面层。如果试验件外壳在汽车中没有接地，那么试验件应被放置在地面层以上 50 毫米的一个绝缘支架上。如果对此有不确定性，试验件应在两种配置中测试。试验件的位置/定向应记录在电磁兼容性测试计划和测试报告中。

上视图



图由 ISO/CD 11452-2 改编而来。注意：喇叭式天线已经被移到试验件的观测器上。

**关键词:**

- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| 1 试验件                           | 8 发射天线              |
| 2 测试导线                          | 9 支架/监测仪器           |
| 3 试验台                           | 10 高质量双重屏蔽同轴电缆(50Ω) |
| 4 车用电池                          | 11 穿墙式连接器           |
| 5 地面层(与屏蔽罩结合)                   | 12 射频产生仪器           |
| 6 绝缘支架( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) | 13 射频吸收材料           |
| 7 模拟网络                          |                     |

#### 10.4.1.2 混响法

- 测试装置在附录 E 的图 E-1 中有说明
- 混响室的规模要足够大，以测试室内工作音量范围之内的试验件。
- 地面层不得用于本测试。
- 考虑到整个室的规模和工作音量，机械调谐器应尽可能大(至少是最小室尺寸的四分之三)。各调谐器的形状应使得转动调谐器时，能产生一个非重复性的场。
- 电场探针应能够读取并汇报三个直角轴。
- 射频信号发生器应能够覆盖频带范围和指定的调制范围。
- 发射天线应为线式极化，并能够满足频率范围要求。发射天线直接不能直接照射测试音量。
- 接收天线应是线式极化并能够满足频率范围要求。接收天线不能导入测试音量。
- 功率放大器应能够放大射频信号来产生需要的磁场强度。
- 应有配套设备用来记录对需要的磁场强度必要的功率级别。
- 试验件至少离室墙、调谐电路、发射天线和接收天线 250 毫米远。
- 导线总长应为 1700 毫米( +300/-0 毫米)。导线、试验件以及试验台应一起平放在测试音量中间内部的一个绝缘支架上。绝缘支架的介电常数应小于 1.4。
- 不使用模拟网络。
- 来自试验件返回的功率应直接连接到电池负端。
- 如果试验件的外套是金属的并且在安装在汽车内的时候须接地，那么铜接地母线绞线应用来连接试验件外壳到电池负端。母线宽度不超过 13 毫米，长为 1700 毫米( +300/-0 毫米)。如果试验件动力返回是局部接地，那么也可以使用本方法。

#### 10.4.2 测试程序

所有在测试期间运行的测试件操作模式都要遵守电磁兼容性测试计划中的说明。

##### 10.4.2.1 ALSE法

- a) 测试应利用替换法来执行。1000 兆赫兹以下的测试，请参考 ISO 11452-2 的校准程序。  
关于 1000 兆赫兹以上的校准程序，请参考附录 D。
- b) 正向功率可以用作磁场特性的参考参数，并用于试验件的实际测试中。
- c) 使用表 10-2 中所列的阶梯频率。使用表 10-3 中规定的调制度。
- d) 全部的调制度停留时间(即射频应用于调制类型的时间)应至少为 2 秒。
- e) 进行测试时，应使用到水平与垂直的天线极化。
- f) 当测试频率 $\geq 1000$  兆赫兹，试验件应在最少三个(3)直角的方向接受测试。
- g) 如果观察到了偏差，应减小磁场，直到试验件正常运行为止。然后应增加磁场，直到偏差发生。这个级别应被作为偏差数极限报告。

##### 10.4.2.2 混响法

- a) 按照表 10-2 使用测试频率。使用表 10-3 中规定的除波段 6 和 7 之外的调制度。对于波段 6 和 7，增加脉冲持续时间 (PD)至 6 usec。
- b) 全部的调制度停留时间(即射频应用于调制类型的时间)应至少为 2 秒。
- c) 不得在测试期间使用电场探针。

- d) 测试室应按照附录 E 的 E.1.1 节进行校准（磁场统一性确认）。
- e) 在收集数据之前， 执行附录 E 的 E.2 节(校准和试验件载荷校对)程序。
- f) 发射天线应在根据附录 E 用来校准的相同位置。
- g) 试验件应在各模式调谐器位置的各磁场层和频率中接受测试。
- h) 电场级别的室输入功率可通过下列方程式确定：

$$Test\_Input\_Power = \left[ \frac{E_{test}}{\left\langle \vec{E} \right\rangle_{24or9} \cdot \sqrt{CLF(f)}} \right]$$

其中：

$E_{test}$  =在 V/m 中要求的磁场强度(见表 8.3)

$CLF(f)$  =来自附录 E, E.2 节， 步骤 7 的室载荷系数。

=附录 E, E.1 节规定的空室校准的标准电场。可能需要在校正频率端之间直线插入 (  $CLF$  和标准化电场值)。

- i) 如果观察到了偏差，应减小磁场，直到试验件正常运行为止。然后，应增加磁场，直到偏差发生。这个级别应作为偏差数极限写入报告。

### 10.4.3 数据报告

测试报告中应包括以下部分：

- 描述受监控的功能。
- 调制度状况
- 任何性能偏差
- 监控仪器和技术
- 在偏差发生时，各频率上最小的射频磁场强度。包括调制度和极化(仅限于 ALSE 法)
- 三个试验件位置的照片(仅限于 ALSE 法)
- 在各频率上的调谐器步位数(仅限于混响法)。



11.0 磁场抗扰：RI 140

磁场抗扰要求涵盖的频率范围为 50 到 10000Hz。要求的基础是预期的“车外”电磁源（如交流电源线）和“车内”电磁源（如充电系统，PWM 电磁源）。本要求适用于下列部件种类：

电子模块：AM

11.1 要求

应当准确操作暴露在表 11-1 所列的磁场等级中的部件，包括任何附带的磁感应器（如适用）。

表 11-1：磁场抗扰要求

要求		功能状态		
频率（Hz）	等级（dBpT RMS）	A 类	B 类	C 类
50 - 340	$L = 163 - 39.64 \cdot \log(f/50)^{(1)}$	I	I	I
340 - 10000	$L = 130 + 20.43 \cdot \log(f/50)^{(1)}$	I	I	I
600 - 10,000	122 <sup>(2)</sup>	I	-	-

1 f =频率，单位为 Hz

2 该要求仅适用于多媒体子系统发出的失真声音信号

11.2 测试验证和测试装置

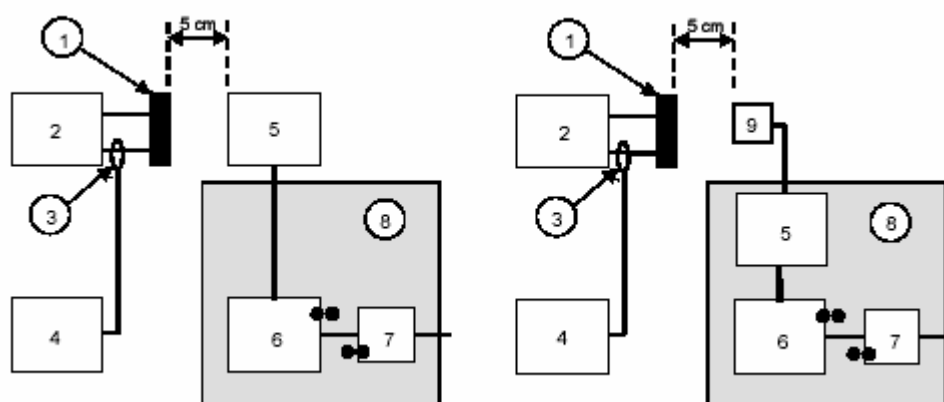
- 除本规格书有注明者外，验证部件性能时应当使用 MIL-STD-461E，RS101 规定的测试方法。测试装置的配置应当有助于将试验件直接暴露在表 11-1 所列磁场中，还应当有助于将可能与试验件相连的磁感应器暴露在磁场中。这可以通过直径为 120mm 的磁辐射圈或亥姆霍兹线圈来实现。测试装置见图 11-1 和 11-2。测试时应当使用表 11-2 所列的频率。

表 11-2：测试频率要求

测试频率范围（Hz）	频率幅度（Hz）
50 -100	10
100 - 1000	20
1000 - 10000	500

- 使用两种测试方法时都应当将试验件放置在木桌或绝缘桌上。试验台和其它辅助设备应当安装在一个接地面上，但是试验台或该接地面的任何部分与辐射圈或亥姆霍兹线圈的距离应当不小于 200mm。
- 试验台内的试验件和电子硬件的电源应当使用自动电池或线性电源（要求见节 4.4.4）。电池或电源的负极应当与接地面台架相连。电池/电源应当放置在测试台的下面或临近的地面。

图 11-1：磁抗扰测试装置：辐射圈



试验件测试的配置

带磁感应器试验件测试的配置

关键词：

- 1 辐射圈
- 2 信号源
- 3 电流探针
- 4 测量数值接收器
- 5 试验件

- 6 试验台
- 7 模拟网络
- 8 接地面
- 9 磁感应器

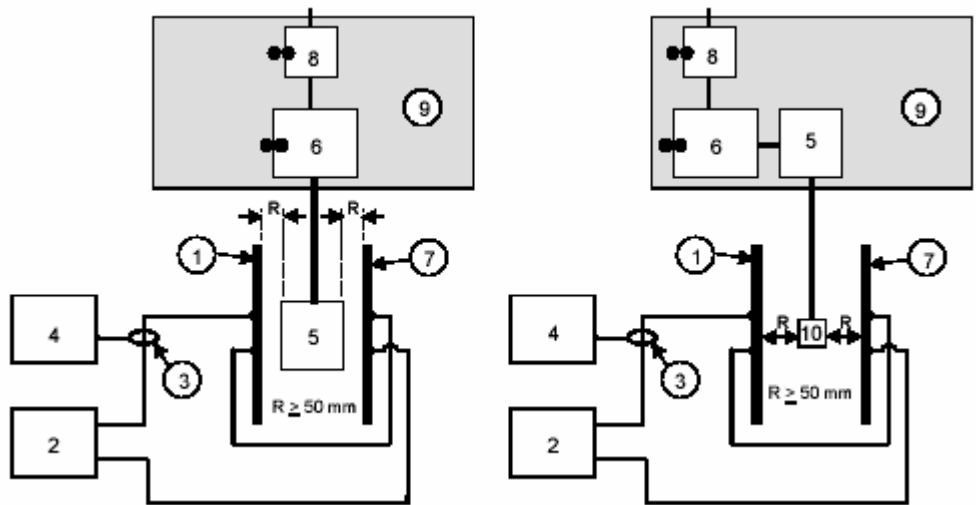
### 11.3 测试程序

测试时试验件的操作模式应当符合 EMC 测试计划的规定。

#### 11.3.1 辐射圈方法

- (a) 在进行试验件测试前，使用 *MIL-STD-461E*, *RS101* 规定的程序校准辐射圈。
- (b) 将试验件的各面分成  $100 \times 100\text{mm}$  的方形区域，并将辐射圈对准这些区域的中心。如果试验件的表面小于  $100 \times 100\text{mm}$ ，则将辐射圈对准该表面的中心。辐射圈面与试验件表面之间的间隔应当为  $50\text{mm}$ 。使辐射圈感应器平面与试验件表面平行，并与任何连接器的轴平行。
- (c) 在每一个位置，以表 11-2 所列的每个测试频率幅度向辐射圈施加足够的电流以产生表 11-1 所列的相应磁场等级。
- (d) 持续时间应当至少为 2 秒。注意如果预计的试验件功能反应时间较长，则可能需要较长的持续时间。此信息应当记录在 EMC 测试计划中。
- (e) 如果观测到偏差，应当降低磁场强度直至试验件功能恢复正常。然后提高磁场强度直至又出现偏差。该强度应当作为偏差门限值予以报告。
- (f) 如果试验件有附带磁感应器，在验证试验件的正确工作时应当进行仅暴露感应器的分别测试（见图 11-1）。

图 11-2：磁抗扰测试装置：亥姆霍兹线圈



试验件测试的配置

带磁感应器试验件测试的配置

关键词：

- 1 辐射圈 A
- 2 信号源
- 3 电流探针
- 4 测量数值接收器
- 5 试验件

- 6 试验台
- 7 辐射圈 B
- 8 模拟网络
- 9 接地面
- 10 磁感应器

### 11.3.2 亥姆霍兹线圈方法

- (a) 在进行试验件测试前,使用 *MIL-STD-461E, RS101* 规定的程序校准亥姆霍兹线圈。根据试验件的实际尺寸选择线圈的间距。
  - 对于尺寸小于线圈半径的试验件,线圈间距应当为线圈半径。试验件各表面与线圈之间的距离应当不小于 50mm。
  - 对于尺寸大于线圈半径的试验件,线圈间距应当使试验件表面与线圈平面之间的距离不小于 50mm,并且线圈间距不超过半径的 1.5 倍。
- (b) 以表 11-2 所列的每个测试频率幅度向亥姆霍兹线圈施加足够的电流以产生表 11-1 所列的相应磁场等级。
- (c) 持续时间应当至少为 2 秒。注意如果预计的试验件功能反应时间较长,则可能需要较长的持续时间。此信息应当记录在 EMC 测试计划中。
- (d) 依次重新放置试验件或亥姆霍兹线圈,使两线圈与试验件表面平行,并与任何连接器的轴平行。
- (e) 如果观测到偏差,应当降低磁场强度直至试验件功能恢复正常。然后提高磁场强度直至又出现偏差。应当将该强度作为偏差门限值予以报告。
- (f) 如果试验件有附带磁感应器,在验证试验件的正确工作时应当进行仅暴露感应器的分别测试(见图 11-2)。

#### 11.4 数据报告

测试报告应当包括以下要素：

- 测试装置的详情，包括测试的位置/方向以及亥姆霍兹线圈的间距。
- 观测到的功能的描述。
- 任何性能偏差。
- 每一个频率出现偏差时的最大暴露磁场强度。
- 验证辐射圈校准的数据表格。

12.0 耦合抗扰：RI 130、RI 150

本要求是关于部件对于意外连接的寄生耦合以及瞬时干扰的抗扰。这些干扰源自车辆的充电和点火系统以及电感负载包括螺线管和电机的开关。本要求适用于下列部件种类：

电子模块：A、AS、AM、AX、AY

电机：EM

12.1 要求

装置暴露在表 12-1 所列的电磁干扰中时应当正常工作。

表 12-1：耦合抗扰要求

要求	频率（Hz）	等级	功能状态		
			A 类	B 类	C 类
感应瞬时干扰抗扰 RI 130	无	+100/-280 V <sup>(1)</sup>	I	I	I
充电系统抗扰 RI 150	600 – 10000 (正弦波)	0.5 安培 (p-p)	I	I	I

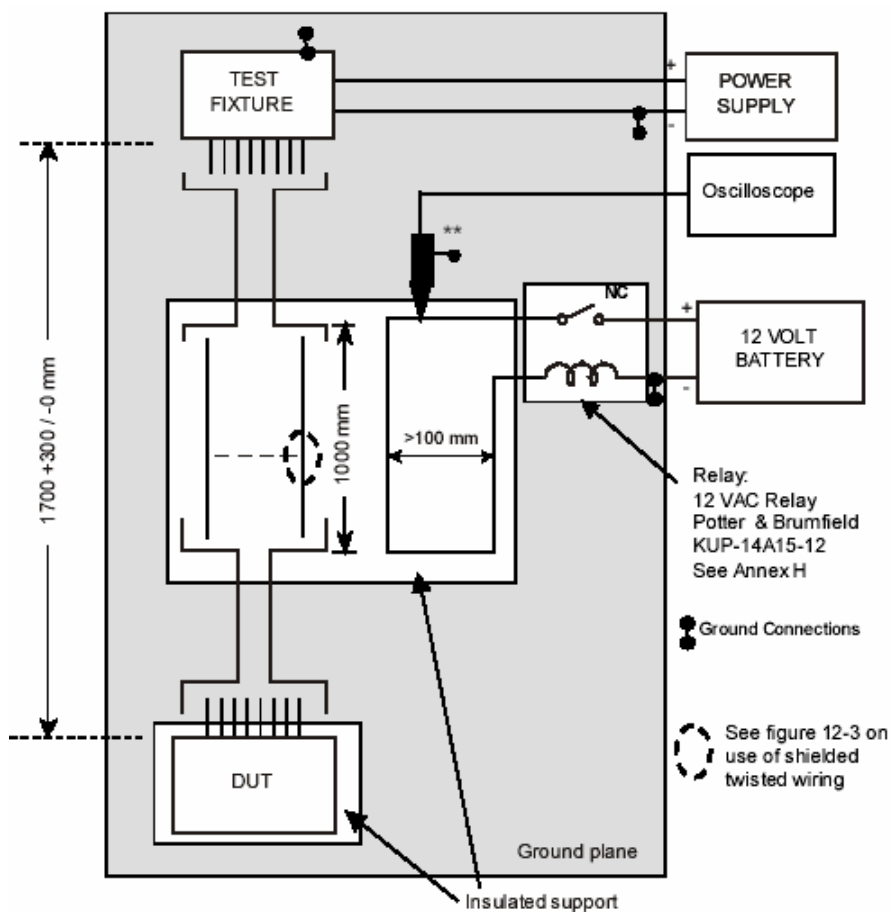
1 所列数值为基于测试设置的估计值。实际测得的数值可能偏高 20-50%。

12.2 测试验证和测试装置

验证时应当使用图 12-1 和 12-2 所示的测试装置。

- 对于 RI 130，继电器规格见附录 H。
- 将试验件、线缆、试验台和瞬时生成硬件放置在图 12-1 和 12-2 所示的接地面上。测试线缆由一个位于接地面上方 50mm 处的绝缘支架（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）支持。如果试验件含有被屏蔽的和/或扭曲的线路，该线路应当作为测试线缆的一部分。但是如果使用了该线路，该线路的一段应当作为测试线缆的一部分，去除屏蔽物并且拉直。见图 12-3。*注意该段线路包含的内容代表了使用串联连接器的典型车辆应用。*
- 如果试验件外壳为金属材质，并且在安装在车辆上时可以接地，那么测试时应当将试验件安装在接地面上并且与该接地面进行电气连接。如果试验件的外壳在车辆上不接地，应当将试验件放置在一个位于接地面上方 50mm 处的绝缘支架上。如果不确定，应当通过两种配置测试试验件。
- 试验台内的试验件和电子硬件的电源应当使用自动电池或线性电源（要求见节 4.4.4）。电池或电源的负极应当与接地面台架相连。电池/电源应当放置在试验台的下面或临近的地面。
- 试验件和测试装置的所有部分与接地面边缘的距离应当不小于 100mm。
- 测试电压的验证应当使用数字取样示波器，取样率为每秒 10 亿次（单脉冲）。应当使用高阻抗探针来促进示波镜与试验台的连接。探针电容应当小于 4 皮可法拉。

图 12-1: 感应瞬时干扰抗扰的测试装置



TEST FIXTURE: 试验台

POWER SUPPLY: 电源

Oscilloscope: 示波镜

12 VOLT BATTERY: 12 伏电池

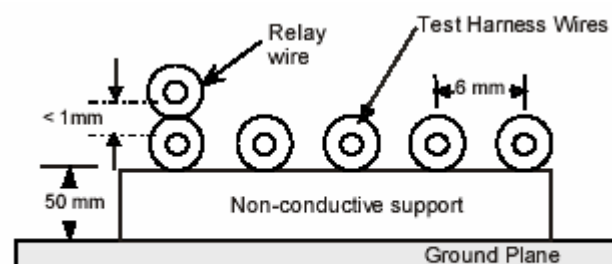
Relay: 12V AC Relay Potter & Brumfield KUP-14A15-12 See Annex H: 继电器: 12 伏交流继电器 Potter & Brumfield KUP-14A15-12 见附录 H

Ground Connection: 接地

See figure 12-3 on use of shielded twisted wiring: 屏蔽/扭曲线路的使用见图 12-3

Ground plane: 接地面

Insulated support: 绝缘支架



\* Note that relay should be replace after 100 hours of usage

\*\* Use 10X high impedance probe (1 M ohm, C < 4pf)

Relay wire: 继电器线

### Test Harness Wires: 测试线缆线

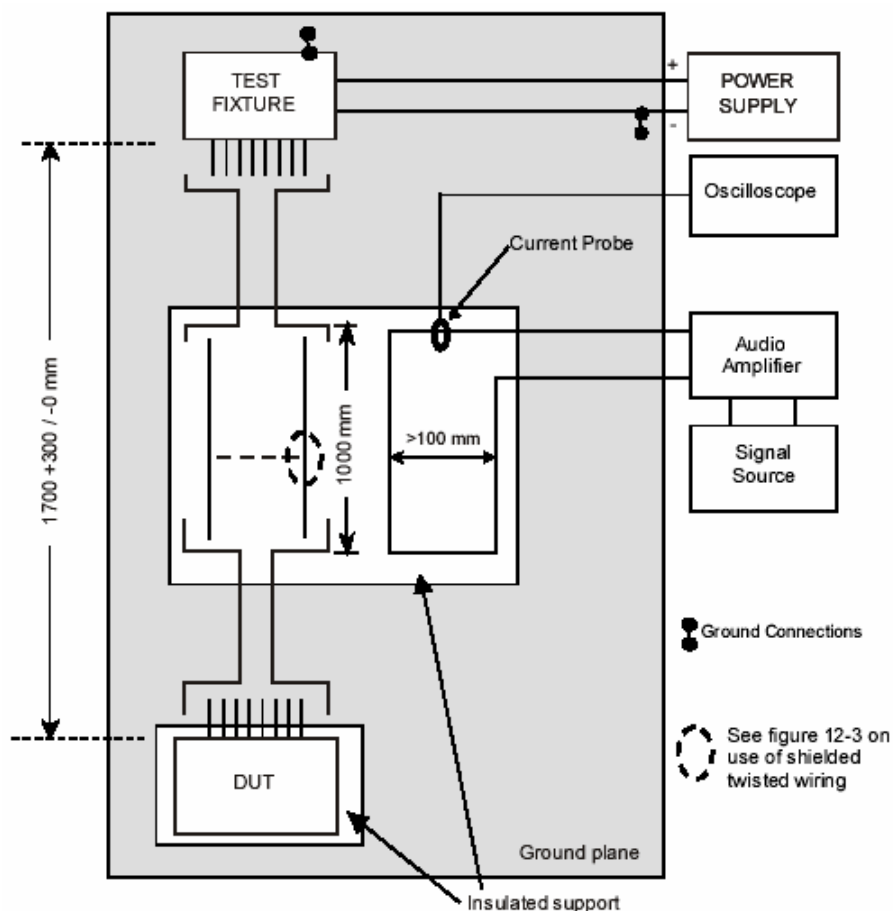
Non-conductive support: 绝缘支架

Ground Plane: 接地面

\* 注意使用 100 小时后应当更换继电器

**\*\* 使用 10X 高阻抗探针 (1M 欧姆, C< 4pf)**

图 12-2：充电系统噪音抗扰的测试装置



TEST FIXTURE: 试验台

POWER SUPPLY: 电源

Oscilloscope: 示波镜

Current Probe: 电流探针

Audio Amplifier: 音频扩大器

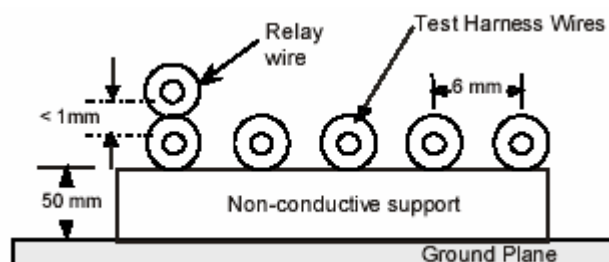
Signal Source: 信号源

Ground Connection: 接地

See figure 12-3 on use of shielded twisted wiring: 屏蔽/扭曲线路的使用见图 12-3

Ground plane: 接地面

Insulated support: 绝缘支架



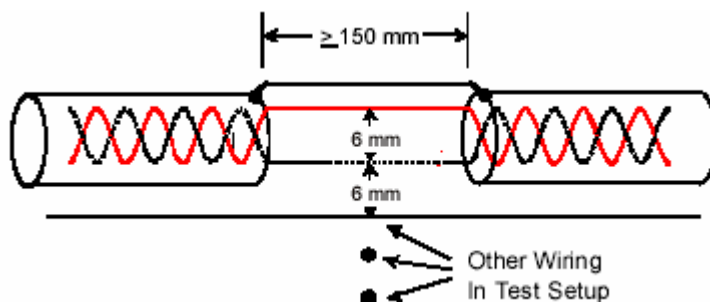
Relay wire: 继电器线

Test Harness Wires: 测试线缆线

Non-conductive support: 绝缘支架

Ground Plane: 接地面

图 12-3：屏蔽/扭曲线路使用的测试装置要求



Other Wiring In Test Setup: 测试装置中的其它线路

## 12.3 测试程序

应当重复测试 EMC 测试计划所列的所有试验件操作模式。

### 12.3.1 感应瞬时干扰抗扰

- 验证在测试点（见图 12-1）测得的电压是否大于+100 / -280 伏（负脉冲/正脉冲）。
- 启动试验件并验证其是否正确工作。
- 暴露每根试验件线路最少 5 秒。

### 12.3.2 充电系统抗扰

- 启动试验件并验证其是否正确工作。
- 将信号源调至 600Hz，信号等级达到表 12-1 所列的最大峰值电流。
- 保持该等级，干扰每根试验件线路最少 2 秒。
- 在表 12-1 所列的频率范围重复步骤（a）到（c），使用最大频率幅度 500Hz。

## 12.4 数据报告

测试报告应当包括以下内容：

- 观测到的功能的描述。
- 观测到的任何性能偏差。



13.0 连续干扰抗扰：CI 210

本要求适用于下列部件种类：

电子模块：A、AM、AX、AY

电机：EM

13.1 要求

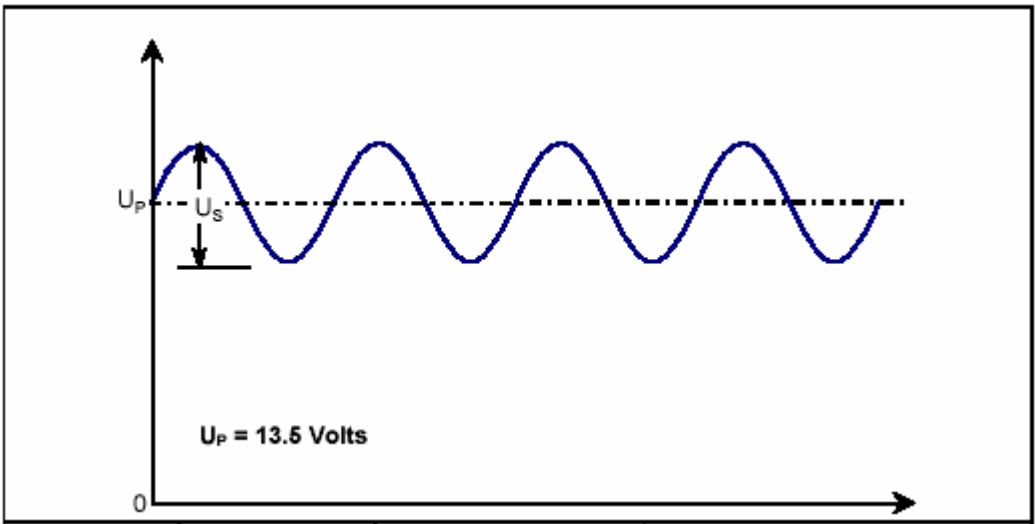
装置不受车辆充电系统对其电源和控制电路产生的连续干扰。装置功能符合图 13-1 所示的验收标准。

13.2 测试验证和测试装置

测试时应当使用图 13-2 所示的测试装置。

- 连接试验件与试验台和瞬时脉冲发生器的测试线缆的长度应当 $\leq 2000\text{mm}$ 。
- 试验件和线缆线应当放置在位于接地面上方 50mm 处的绝缘支架上。如果试验件的外壳材质是金属并且安装在车辆上时能接地，应安装该试验件并将其与接地面进行电气连接。

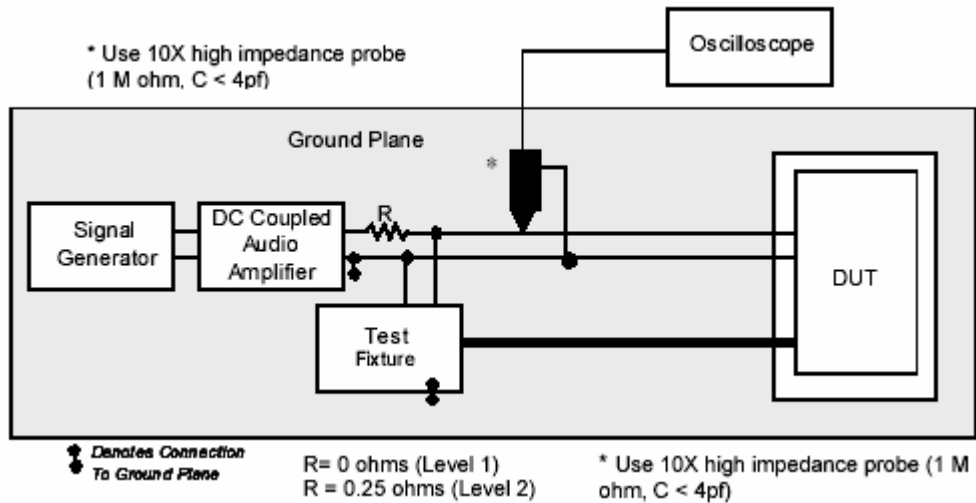
图 13-1：连续干扰要求



要求等级	频率范围 (Hz)	Us (Vp-p)	功能状态		
			A 类	B 类	C 类
1	50-600	0.23	I	I	I
	600-10,000	$0.2 + 1.47 \cdot \log(f/600)$	I	I	I
2	50-600	2	III	II	II
	600-3,000	$2 + 14.31 \cdot \log(f/600)$	III	II	II
	3000-10000	12	III	II	II

f = 频率，单位为 Hz

图 13-2：连续干扰测试装置



\*Use 10X high impedance probe (1M ohm, C<4pf):

\*使用 10X 高阻抗探针 (1M 欧姆, C< 4pf)

Oscilloscope: 示波镜

Ground plane: 接地面

Signal Generator: 信号发生器

DC Coupled Audio Amplifier: 直流耦合音频放大器

Test Fixture: 试验台

- Denotes Connecting To Ground Plane:
- 表示连接到接地面上

R=0 ohms (Level 1): R=0 欧姆 (等级 1)

R=0.25 ohms (Level 2): R=0.25 欧姆 (等级 2)

### 13.3 测试程序

- 在不连接试验件 (开路) 的情况下将信号发生器/音频放大器的直流偏移量设置为 13.5 伏。
- 在不连接试验件 (开路) 的情况下, 设置并记录每个测试频率的信号发生器输出为指定的电压等级。使用表 13-1 所列的频率幅度。
- 在没有测试信号的情况下连接试验件并验证其是否正常工作。
- 向试验件和试验台发出信号, 干扰所有电源和控制电路。同时测试所有电源和控制电路。
- 重复测试 EMC 测试计划所列的所有试验件操作模式。

表 13-1: 测试频率要求

测试频率范围	频率幅度 (Hz)
50 - 100	10
100 – 1000	20
1000 – 10000	500

### 13.4 数据报告

- 观测到的功能的描述。
- 任何性能偏差。

14.0 瞬时干扰抗扰：CI 220

本要求是关于来自电源和与车辆电池直接相连或通过开关相连的控制电路的传导瞬时干扰。  
本要求适用于下列部件种类：

- 电子模块：A、AM、AX、AY
- 电机：EM
- 无源装置：P

14.1 要求

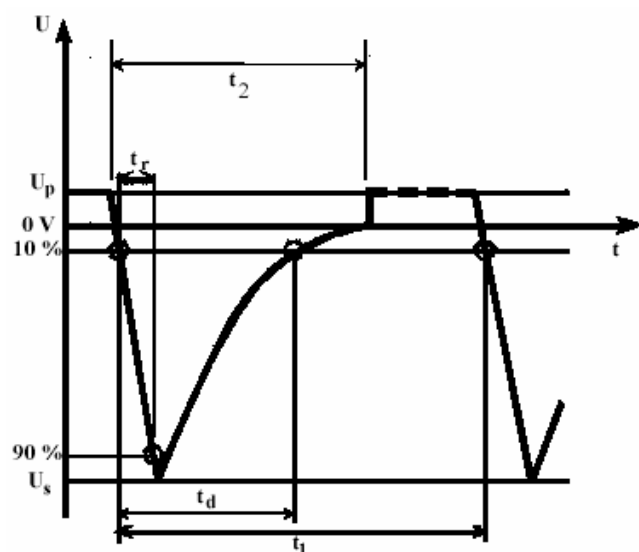
部件能够抵抗来自其电源和控制电路（如直接与电源开关相连或通过电气负载间接相连的输入/输出电路）的电压瞬时干扰。具体瞬时干扰的适用性和部件性能要求列于表 14-1。

表 14-1：电源电压瞬时干扰—抗扰要求

瞬时脉冲	适用	瞬时干扰特征	持续时间	功能状态		
				A 类	B 类	C 类
脉冲 A1	可开关的电源电路 控制电路	模式 1 <sup>(1, 2)</sup> PRR=0.2Hz, 10%工作循环	120 秒	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>
脉冲 A2	可开关的电源电路 控制电路		120 秒	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>
脉冲 B1	控制电路	模式 1 <sup>(1, 2)</sup> PRR=0.2Hz, 10%工作循环	120 秒	I	I	I
脉冲 B2	控制电路		120 秒	I	I	I
脉冲 C	可开关的电源电路 与电池直接相连的电 源/控制电路	模式 2 <sup>(1, 2)</sup> 随机	30 秒	I	I	I
脉冲 D	可开关的电源电路 控制电路	见图 14-1	120 脉冲	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>
脉冲 E	可开关的电源电路 控制电路	见图 14-2	24 脉冲	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>
脉冲 F	可开关的电源电路 与电池直接相连的电 源/控制电路	见图 14-3	120 脉冲	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>	II <sup>(3)</sup>
脉冲 G (卸载)	与电池直接相连或通 过开关相连的电源/ 控制电路	见图 14-4	3 脉冲	III	III	II

- 1 瞬时脉冲 A、B 和 C 的描述见附录 F
- 2 测试电路和模式描述见附录 G。
- 3 控制电路为状态 I。试验件可以重新设置电源输入，但在测试结束时应当恢复正常工作状态。

图 14-1：测试脉冲 D 的波形



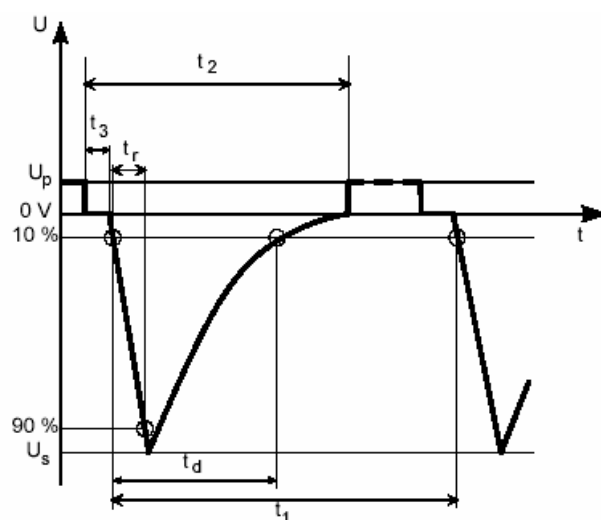
测试脉冲 D 模拟的是电源与并联于试验件的电感负载之间的关闭状态。该脉冲只测试带开关的电源和控制电路。

测试脉冲 D—参数

$U_p$	13.5 V
$U_s$	-300 V
$t_r$	1 $\mu$ s
$t_d$	50 $\mu$ s
$t_1$	5 sec
$t_2$	200 –500 ms
$R_l$	4 ohms

波形电压开始并结束于  $U_p$

图 14-2：测试脉冲 E



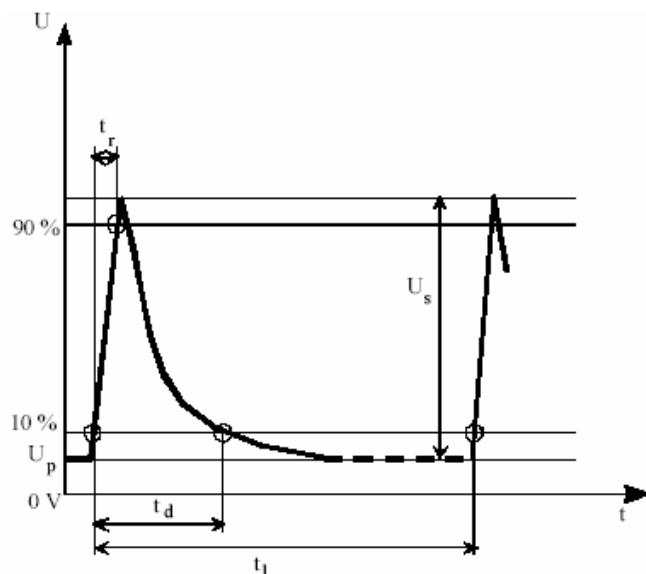
测试脉冲 E 模拟的是电源与并联于试验件的电感负载之间的关闭状态。该脉冲只测试带开关的电源和控制电路。该测试脉冲等同于 ISO 7637-2 中的测试脉冲 1。

测试脉冲 1—参数

$U_p$	13.5 V
$U_s$	-100 V
$t_r$	1 $\mu$ s
$t_d$	2 ms
$t_1$	5 s
$t_2$	200 ms
$t_3$	$\leq 100 \mu$ s
$R_l$	10 ohms

波形电压开始并结束于  $U_p$

图 14-3: 测试脉冲 F



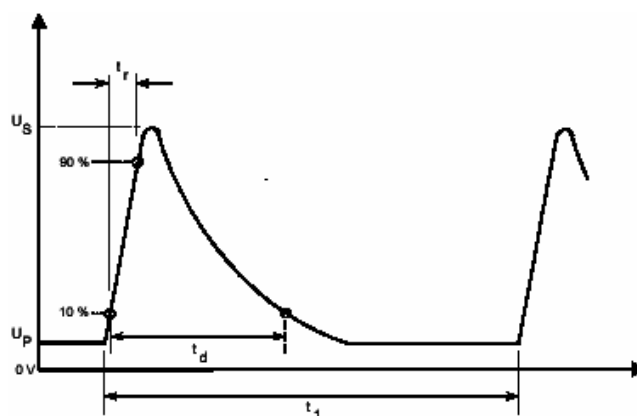
测试脉冲 F 模拟的是通过与试验件串联的带开关感应器的电流的中断。该脉冲只测试直接与电池连接的电源和控制电路。该测试脉冲等同于 ISO 7637-2 中的测试脉冲 2。

测试脉冲 2—参数

$U_p$	13.5 V
$U_s$	150 V
$t_r$	1 $\mu$ s
$t_d$	50 $\mu$ s
$t_1$	200 – 500 ms
$R_l$	4 ohms

波形电压开始并结束于  $U_p$

图 14-4: 测试脉冲 G



测试脉冲 G 模拟的是电气负载与交流发电机的连接突然中断时产生的瞬时干扰。该脉冲适用于所有电源和直接或通过开关与电池连接的控制电路。该测试脉冲等同于 ISO 7637-2 中的测试脉冲 5。

测试脉冲 5—参数

$U_p$	13.5 V
$U_s$	60 V
$t_r$	1 – 10 ms
$t_d$	150 ms – 0/+20%
$t_1$	30 s
$R_l$	0.5

波形电压开始并结束于  $U_p$

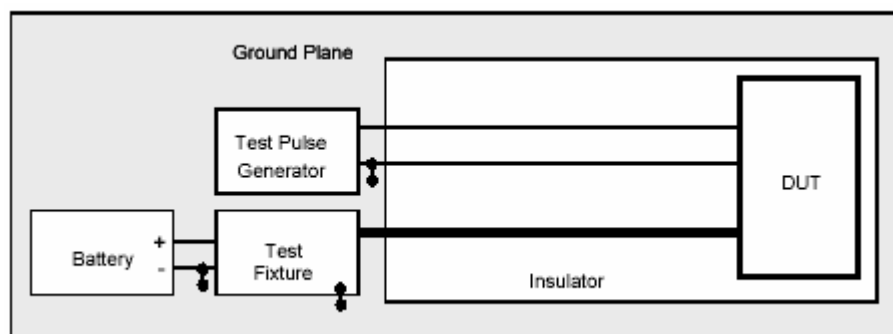
## 14.2 测试验证和测试装置

除本规格书有注明者外，部件性能的验证应当符合 ISO 7637-2。

- 测试脉冲 D、E、F 和 G 应当由能够生成符合 ISO 7637-2 标准的测试脉冲的标准瞬时脉冲发生器来生成。
- 测试脉冲 A、B 和 C 应当由附录 G 所示的测试电路来生成。
- 应当使用车辆电池作为试验台内试验件和电子硬件的电源（要求见节 4.4.4）。
- 用来将试验件与试验台和瞬时脉冲发生器相连的线缆的长度应当 $\leq 2000\text{mm}$ 。注意独立的接地电路可以是电缆线的一部分，也可以如图所示分开。如果试验件有多个电源和控制电路，应当分别测试。
- 试验件和测试线缆应当放置于接地面上方 50mm 处的绝缘支架上。如果试验件有自己的接地线（长度 $<200\text{mm}$ ），应当在试验件所在位置将试验件直接与接地地面连接。
- 对于由位于另一个模块（AS 类）的外部电源供电的装置，应使用纯源化模块或同等电源将其当作一个系统来测试。该装置的细节应当记录在 EMC 测试计划中。

图 14-5 所示为远距接地的单试验件电源电路测试的一般测试装置。

图 14-5：单电源电路装置的测试装置



- 表示与接地面的连接

Ground Plane: 接地面

Test Pulse Generator: 测试脉冲发生器

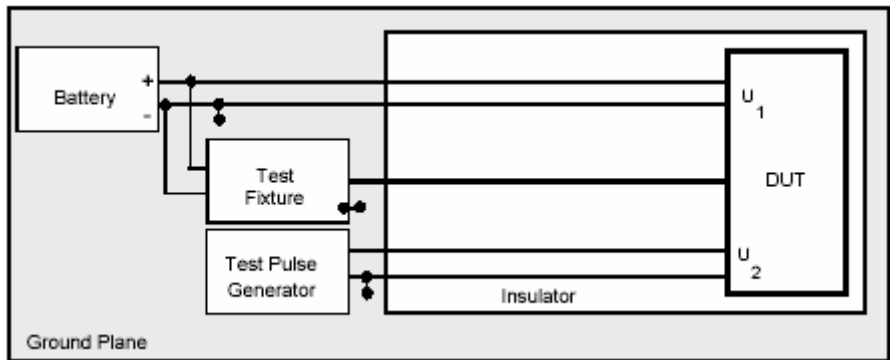
Battery: 电池

Test Fixture: 试验台

Insulator: 绝缘体

图 14-6 所示为双电源电路装置的测试装置。在该设置中，未测试的电源电路（ $U_1$ ）直接与电池相连。如果该装置有工作电压相同的另外的电源电路，这样的电路也应当直接与电池连接。

图 14-6：双电源装置的测试装置

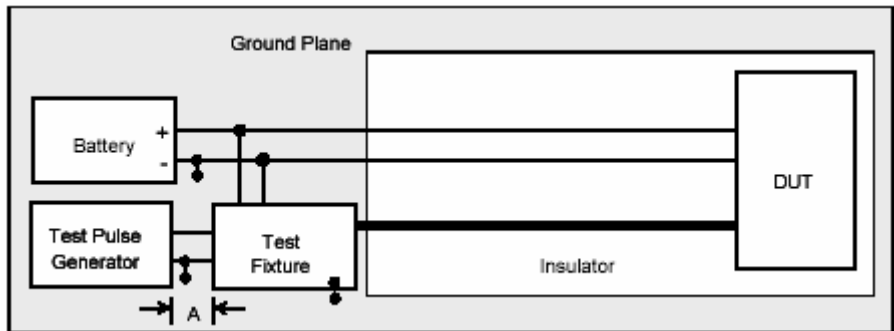


• 表示与接地面的连接

Battery: 电池      Test Fixture: 试验台      Test Pulse Generator: 测试脉冲发生器  
Insulator: 绝缘体      Ground Plane: 接地面

图 14-7 所示为控制电路测试所用的装置。注意控制电路可以直接或间接与电池连接。图 14-8 所示为控制电路通过负载电阻间接与电池连接的特殊情况。

图 14-7：控制电流装置的测试装置



• 表示与接地面的连接

$A \leq 200\text{mm}$

Ground Plane: 接地面      Battery: 电池      Test Pulse Generator: 测试脉冲发生器  
Test Fixture: 试验台      Insulator: 绝缘体

在使用脉冲 5 的时候，除非与某个具体汽车品牌相关的 EMC SDS 要求有规定，应当对以上装置进行改装以增加一个和测试脉冲发生器相连的 0.7 欧姆电阻。该改装见图 14-9。

注意对于部分使用中央卸载（CLD）保护的车辆，还应当把一个齐纳二极管与测试脉冲发生器相连。该二极管的具体规格见于相关车辆适用的 SDS 要求。在测试开始之前，供应商应当就齐纳二极管的使用与 FMC EMC 部门进行联系。

图 14-8：使用负载电阻的控制电路的测试装置

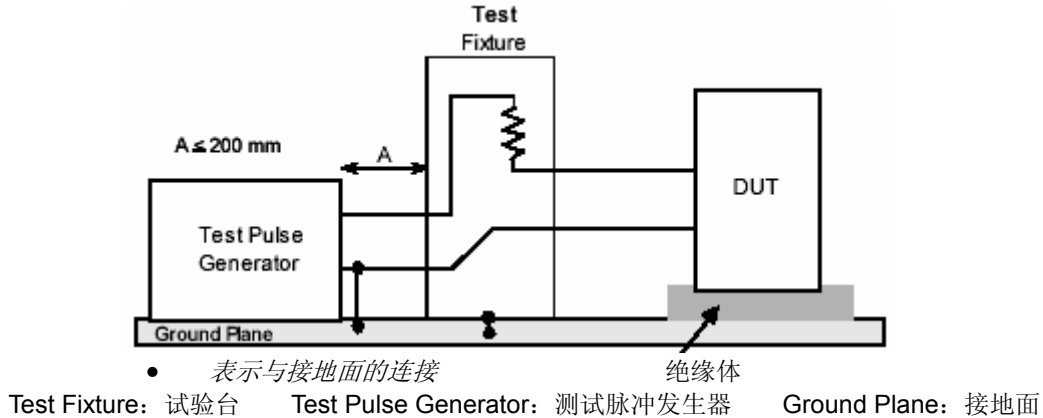
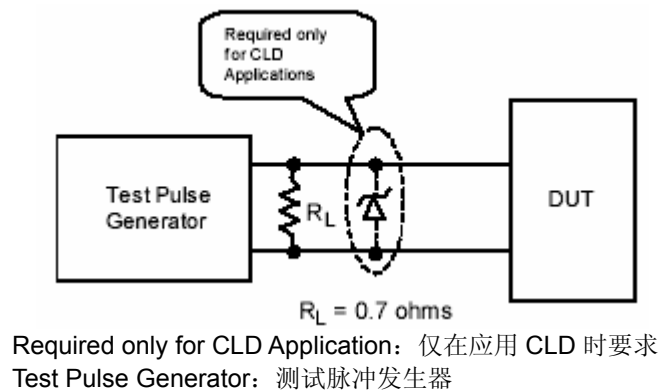


图 14-9：为使用脉冲 5 进行的测试测试装置改装



### 14.3 测试程序

#### (a) 测试前：

- 对于脉冲 D、E、F 和 G，在未连接试验件的情况下（开路状态）通过 14-4 将瞬时干扰发生器的电压调节为图 14-1 所列的等级。
- 对于脉冲 A、B、C 和 D，验证瞬时测试电路（开路状态）的输出是否产生附录 F 所示的典型波形。

#### (b) 连接并启动试验件。验证其是否正常工作。

#### (c) 除脉冲 5 外，向每一个试验件电源和控制电路施加表 14-1 所示的每一个脉冲，一次一个，除非分析显示无须单独测试每个电路。该分析应当记录在 EMC 测试计划中，并且在测试开始前获得 FMC EMC 部门的批准。

#### (d) 在使用脉冲 5 之前，如图 14-9 所示将 0.7 欧姆电阻与瞬时脉冲发生器连接。在应用 CLD 的情况下还要连接二极管选件（默认状态不包括二极管）。应当同时向所有电源和控制电路发出脉冲 5。

#### (e) 按照表 14-1 所列的时间长度，在每一个系列的测试脉冲发出之前、发出期间和发出之后监测试验件功能。

### 14.4 数据报告

- 观测到的功能的描述。
- 任何性能偏差。



15.0 电源循环抗扰：CI 230

本要求适用于下列部件种类：

电子模块：A、AM、AX、AY

电机：EM

15.1 要求

部件能够抵抗车辆发动机发动时出现的电压波动。代表这样的波动的电压波形见图 15-1。这些波形的具体应用依部件电源和控制电路的连接方法而定。每个波形的应用要求和部件的性能要求列于表 15-1。

表 15-1：电源循环要求

波形 <sup>(1)</sup>	应用	持续时间	功能状态 <sup>(2)</sup>		
			A 类	B 类	C 类
A	通过点火开关的 IGN 1（运行）触点与电池连接的电源和控制电路（如运行时而不是发动时启动的电路）。	间隔 30 分钟的两次循环	II	II	II
B	通过点火开关的 IGN 2（运行/发动）触点与电池连接的电源和控制电路（如运行和发动时启动的电路）。也包括和电池的继电器开关连接。		II	II	II <sup>(3)</sup>
C	通过点火开关的发动触点与电池连接的电源和控制电路（如只在发动机发动时启动的电路）。		II	II	II
D	直接与电池连接的电源和控制电路		II	II	II

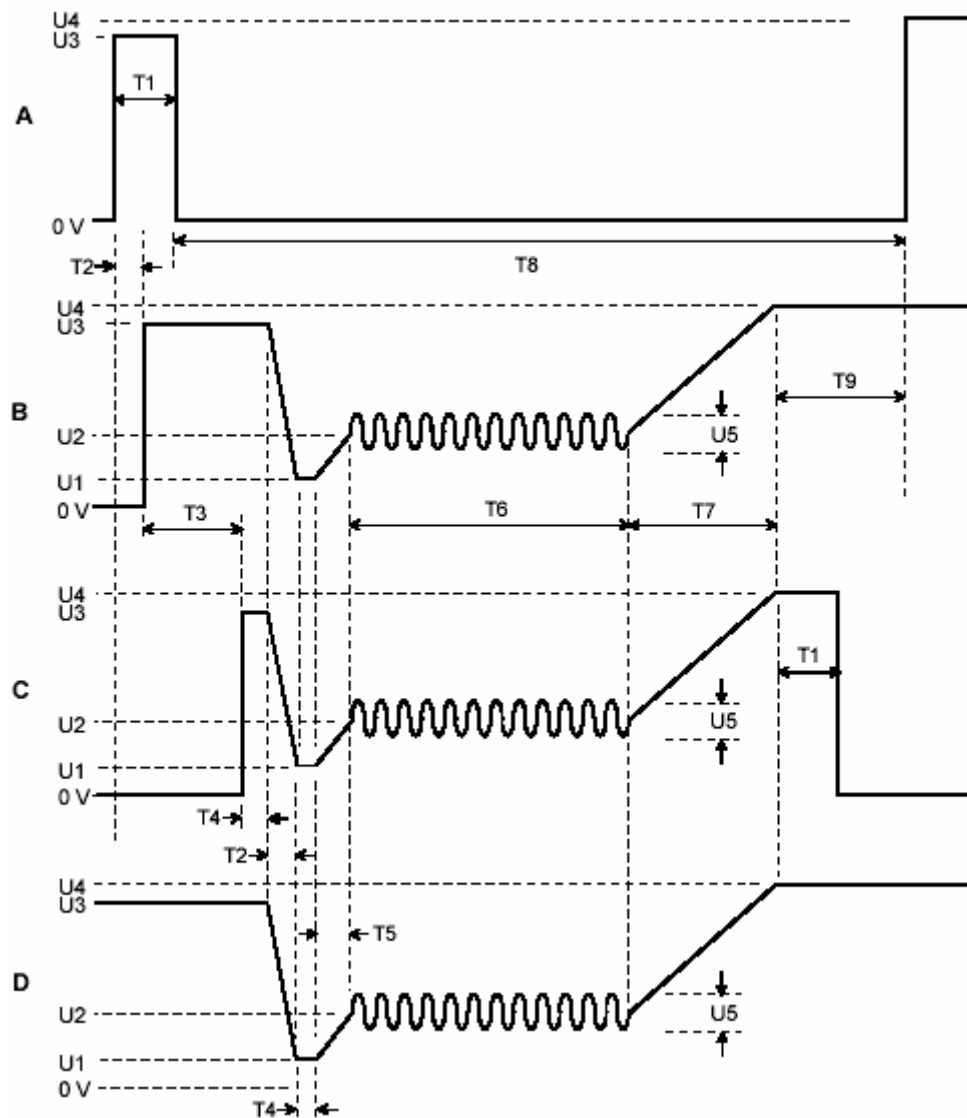
- 1 波形同时应用于所有电源和控制电路。  
2 任何性能退化都不应当阻止车辆的发动能力。  
3 发动发动机要求的 C 类功能为状态 I。

15.2 测试验证和测试装置

应当使用图 15-2 所示的测试装置进行测试。

- 用来将试验件与试验台和瞬时脉冲发生器相连的线缆的长度应当<2000mm。
- 测试应当在摄氏-40 +0 / -5 度或部件工程规格书规定的最低温度下进行。该温度应当记录在 EMC 测试计划中。
- 试验件应当放置在位于恒温室金属地面上方 50mm 处的绝缘支架上。

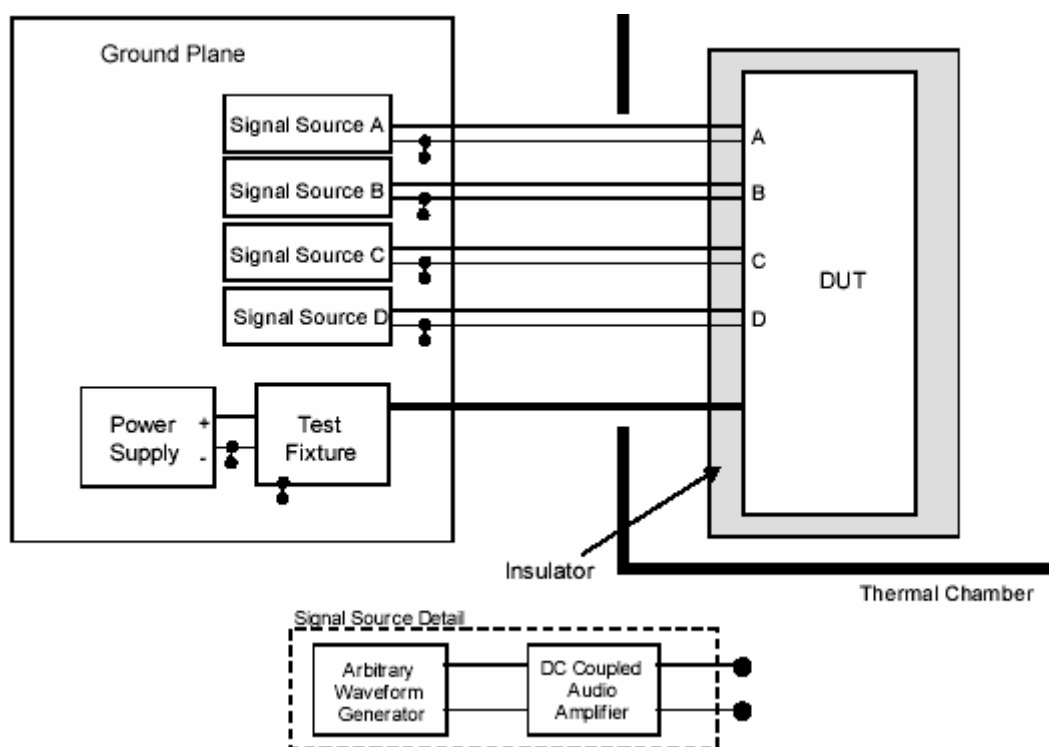
图 15-1：电源循环波形和时间顺序



关键词

T1 = 100 毫秒	T8 = 11 秒
T2 = 5 毫秒	T9 = 325 毫秒
T3 = 185 毫秒	U1 = 5 伏
T4 = 15 毫秒	U2 = 9 伏
T5 = 50 毫秒	U3 = 12.5 伏
T6 = 10 秒	U4 = 13.5 伏
T7 = 500 毫秒	U5 = 2 Vp-p @ 4 Hz

图 15-2：电源循环测试装置



Ground Plane: 接地面      Signal Source: 信号源      Power Supply: 电源  
 Test Fixture: 试验台      Insulator: 绝缘体      Thermal Chamber: 恒温室  
 Signal Source Detail: 信号源详情      Arbitrary Waveform Generator: 随机波形发生器  
 DC Coupled Audio Amplifier: 直流耦合音频放大器

### 15.3 测试程序

所有波形应当根据图 15-1 所示的时间顺序同时应用于所有电源和控制电路。在应用于试验件之前先验证波形。

- 在应用于试验件之前先验证波形。
- 除 EMC 测试计划另有说明者外，在测试前将试验件（未通电）在部件工程规格书规定的最低工作温度或摄氏  $-40 +0 / -5$  度的环境中放置一小时。详情见节 15.2。
- 使用图 15-1 所示的测试顺序。在测试前、测试期间和测试后监测试验件功能。  
*注意，虽然推荐将测试顺序用于恒温室内的试验件（见图 15-2），但如果经过一小时恒温放置的试验件在移出恒温室十（10）分钟内使用测试顺序，则可以测试恒温室外的试验件。如果采用该方法，放置温度应当再降低 10 摄氏度。只有经 FMC EMC 部门书面同意才允许不遵循该方法。*
- 将试验件在步骤（b）的温度环境中放置 30 分钟并重复步骤（c）。注意如果在恒温室外测试试验件，应当在 10 分钟内将其送回恒温室。

### 15.4 数据报告

- 观测到的功能的描述。
- 任何性能偏差。

16.0 电压补偿抗扰：CI 250

本要求适用于以下部件种类：

电子模块：A、AM、AX、AY

电控电机：EM

本要求不适用于带有回流到另一模块的电流的部件（如感应器）。

16.1 要求

部件应当能够抵制交流接地电压补偿的干扰。涉及的电路包括所有电源和可能被连接到其它子系统部件的信号返回。要求见表 16-1。

表 16-1：接地电压补偿要求

波形	频率	振幅	持续时间	功能状态		
				A 类	B 类	C 类
正弦波	50 – 100 Hz	200 mV <sub>p-p</sub>	每个频率 60 秒	I	I	I

16.2 测试验证和测试装置

应当使用图 16-1 所示的标准测试装置进行测试。图 16-2 所示为试验件与另一个单独和车辆连接的模块、感应器或电气负载相连时使用的测试装置。仅在模块或感应器带有回流到试验件的电流时不要求有补偿波形。

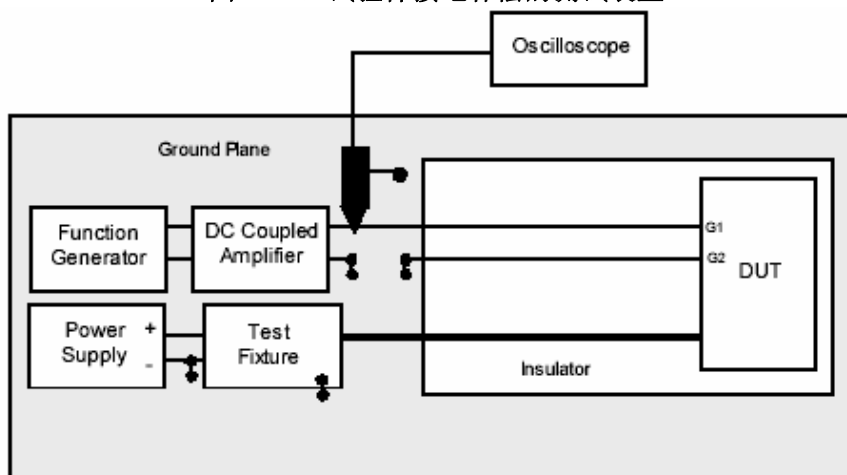
- 连接试验件和试验台的测试线缆长度应当≤2000mm。注意个别接地电路可以是电缆线的一部分，也可以如图所示分开。如果试验件有多个接地电路，应当分别进行测试。
- 不进行测试的接地电路应当直接与接地面连接。
- 试验台内的试验件和电子硬件的电源应当使用自动电池或线性直流电源（要求见节 4.4.4）。试验件的电源电路应当与电源连接。电源负极应当与接地面连接。
- 试验件和测试线缆应当放置在位于接地面上方 50mm 处的绝缘支架上。

16.3 测试程序

除非分析显示无须单独测试每个电路，波形应当一次施加于一个接地电路。该分析应当记录在 EMC 测试计划当中并且在测试前取得 FMC EMC 部门的批准。

- (e) 在未连接试验件（开路）的情况下，在每一个测试频率将信号发生器的输出设置为规定的电压水平并作记录。使用表 16-2 所列的频率幅度。
- (f) 连接试验件并验证其是否正确工作。
- (g) 分别向每个接地电路施加波形。按照表 16-1 所列的时间长度施加波形，并在施加前、施加期间和施加后监测试验件的功能。
- (h) 重复测试 EMC 测试计划所列的所有试验件操作模式。

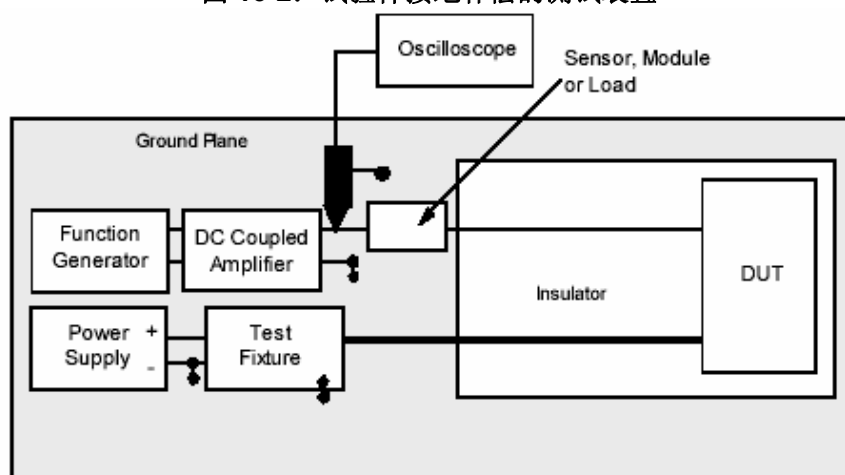
图 16-1：试验件接地补偿的测试装置



- 表示连接到接地面 G1、G2 为接地电路

Oscilloscope: 示波镜    Ground Plane: 接地面    Function Generator: 功能发生器  
DC Coupled Amplifier: 直流耦合放大器    Power Supply: 电源    Test Fixture: 试验台  
Insulator: 绝缘体    DUT: 试验件

图 16-2：试验件接地补偿的测试装置



- 表示连接到接地面

Oscilloscope: 示波镜    Sensor, Module or Load: 感应器、模块或负荷    Ground Plane: 接地面  
Function Generator: 功能发生器    DC Coupled Amplifier: 直流耦合放大器    Power Supply: 电源  
Test Fixture: 试验台    Insulator: 绝缘体    DUT: 试验件

表 16-2：测试频率要求

测试频率 (Hz)	频率幅度 (Hz)
50 - 100	10
100 - 1000	300

## 16.4 数据报告

- 观测到的功能的描述。
- 任何性能偏差。

## 17.0 电压下降抗扰：CI 260

这些要求适用于下列部件类型：

电子模块： A、AS、AM、AX、AY

电控电机： EM

### 17.1 要求

车辆的寿命周期中可能出现瞬时电压下降。部件应不受瞬时电压下降的干扰。涵盖的电路包括所有的电源和控制电路。如果部件连接到由另一模块（例如感应器）提供电源的受控电源，这样的部件也适用这些要求。表 17-1 列出了各要求。该测试的目的是验证电源中断而又恢复之后，硬件和软件的受控恢复情况。

表 17-1 电压下降要求

波形	应用	水平	持续时间	功能性能状态 <sup>(2)</sup>		
				A 类	B 类	C 类
A 电压下降：高	所有电源和控制电路	参见图17-1	3 个周期， 间隔 20 秒	II	II	II
B 电压下降：低	所有电源和控制电路	参见图17-2	3 个周期， 间隔 20 秒	II	II	II
C 单电压下降	所有电源和控制电路	参见图 17-3	3 个周期， 间隔 20 秒	I	I	I
D 电压突降	所有电源和控制电路	参见图 17-4	10 个周期， 间隔 20 秒	II	II	II
E <sup>(1)</sup> 电池恢复	限于与电池直接连接的 电源电路	参见图 17-5	2 个周期， 间隔 20 秒	II	II	II
F 随机弹跳	所有电源和控制电路	参见图 17-6、17-7	60 秒	II	II	II

1 仅适用于直接电池连接

2 每次波形循环之后，检查性能状态

17.2 测试验证和测试装置

应按照图 17-8 至 17-10 所示设置进行测试。连接试验件和试验台、瞬态脉冲发生器的测试线缆的长度应小于或等于 2000 毫米。

图 17-1：波形 A（电压下降：高）

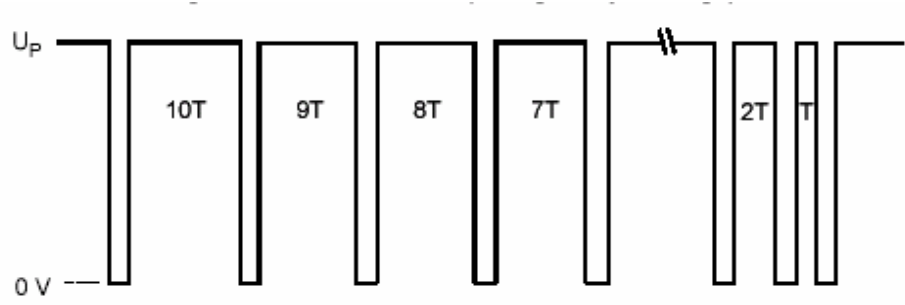
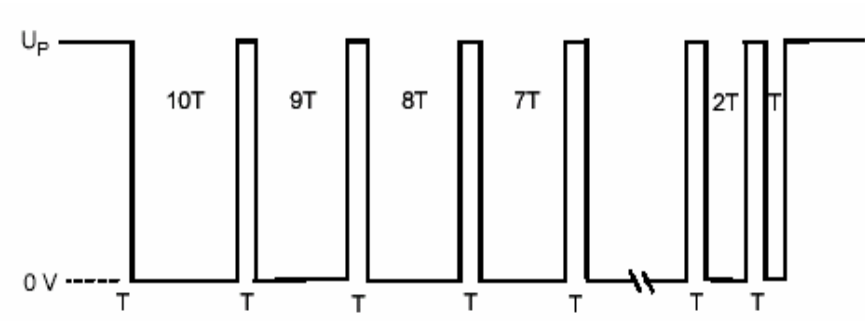


图 17-2：波形 B（电压下降：低）

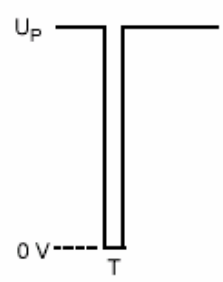


关键词：

U <sub>P</sub>	车用蓄电池电源					另一模块提供的受控电源				
	13.5 VDC					标称电源电压（例如 5 Vdc, 3 Vdc）				
T	100us	300 us	500us	1ms	3ms	100us	300 us	500us	1ms	3ms
	5 ms	10 ms	30 ms	50 ms		5 ms	10 ms	30 ms	50 ms	

波形瞬变时间大约是 10us。

图 17-3：波形 C（单电压下降）

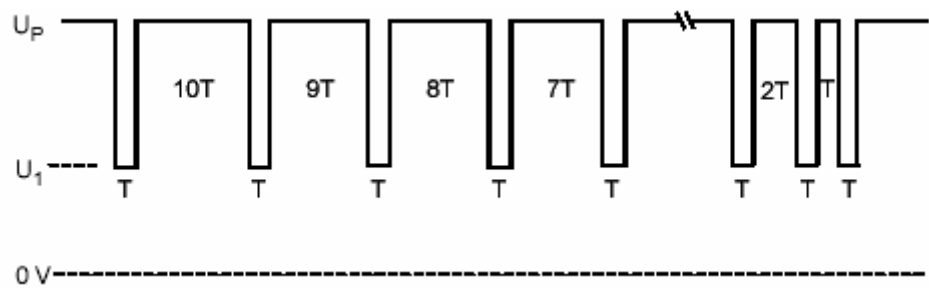


关键词：

U <sub>P</sub>	车用蓄电池电源			另一模块提供的受控电源		
	13.5 VDC			标称电源电压（例如5 VDC, 3 VDC）		
T	100us	200 us	400us	100us	200 us	400us

波形瞬变时间大约是 10us。

图17-4：波形D（电压突降）

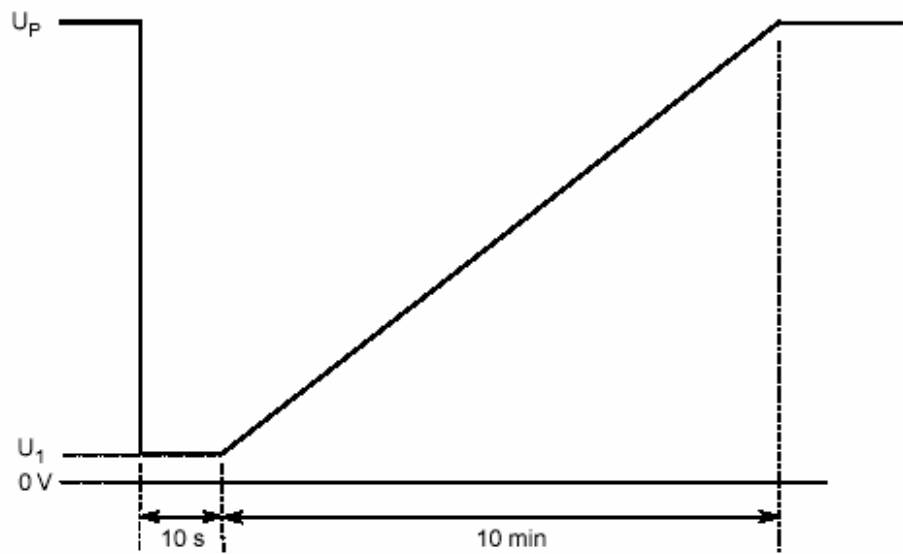


关键词：

	车用蓄电池电源					另一模块提供的受控电源				
$U_P$	13.5 VDC					标称电源电压（例如 5 V, 3 V）				
$U_1$	5 V					标称电源电压的 80%				
$T$	100us	300 us	500us	1ms	3ms	100us	300 us	500us	1ms	3ms
	5 ms	10 ms	30 ms	50 ms		5 ms	10 ms	30 ms	50 ms	

波形瞬变时间大约是 10us。

图 17-5：波形 E（电池恢复）

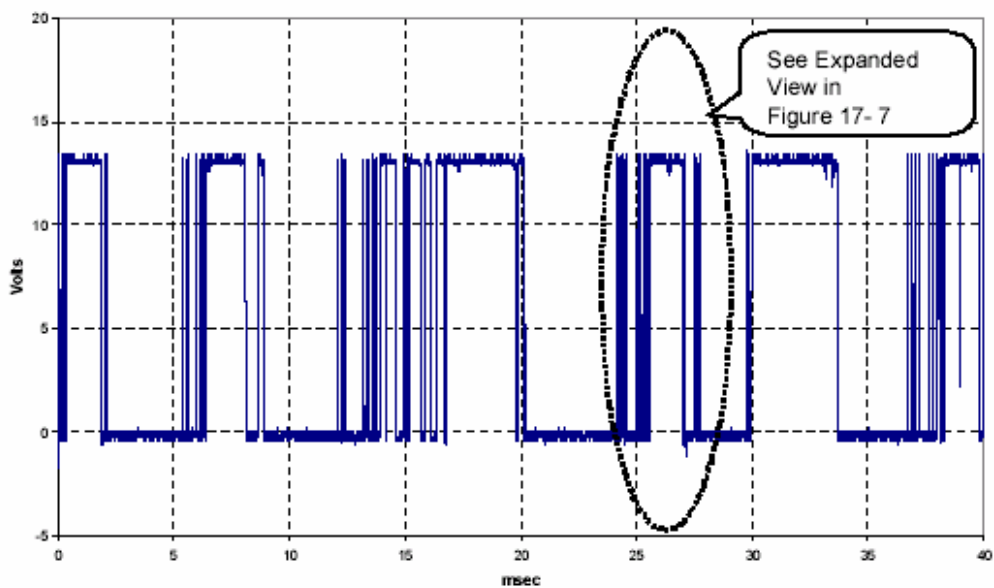


关键词：

$U_P$	12.5 V DC
$U_1$	5 V



图17-6: 波形F (随机弹跳)



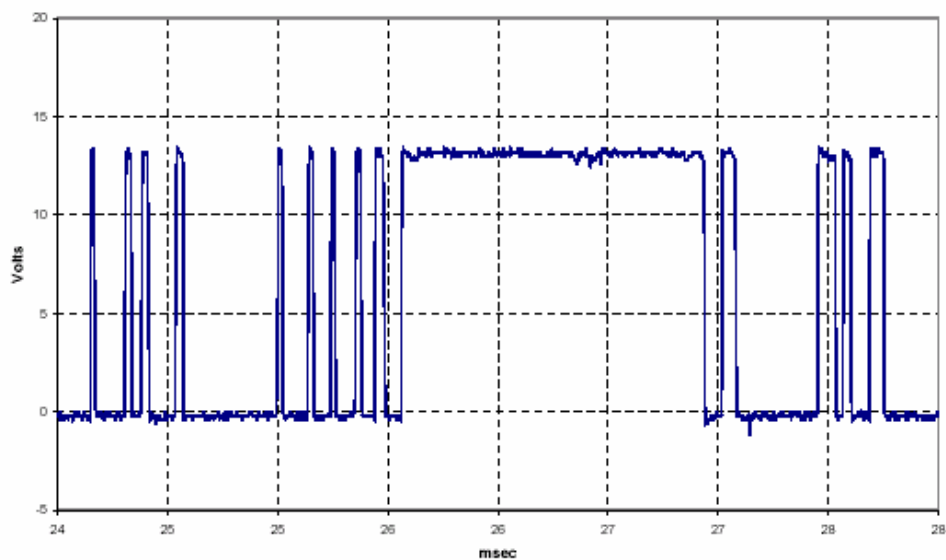
图中文字:

see expanded view in figure 17-7 放大图见图17-7

msec: 毫秒.

Volts: 伏特

图17-7: 波形F (放大)

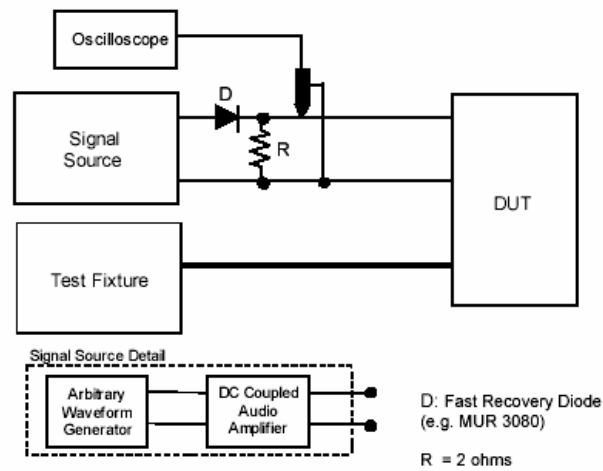


图中文字:

msec: 毫秒.

Volts: 伏特

图17-8：波形A、B、C的测试装置细节



图中文字：

oscilloscope 示波器

signal source 信号源

test fixture 试验台

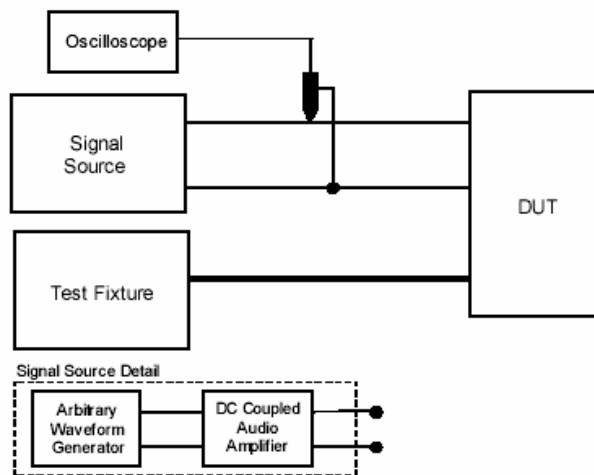
signal source detail 信号源详情

arbitrary waveform generator 任意波形发生器

DC coupled audio amplifier 直流耦合音频放大器

D: fast recovery diode (e.g. MUR 3080) D: 快速恢复二极管（例如 MUR 3080）

图17-9：波形D和波形E的测试装置详情



图中文字：

oscilloscope 示波器

signal source 信号源

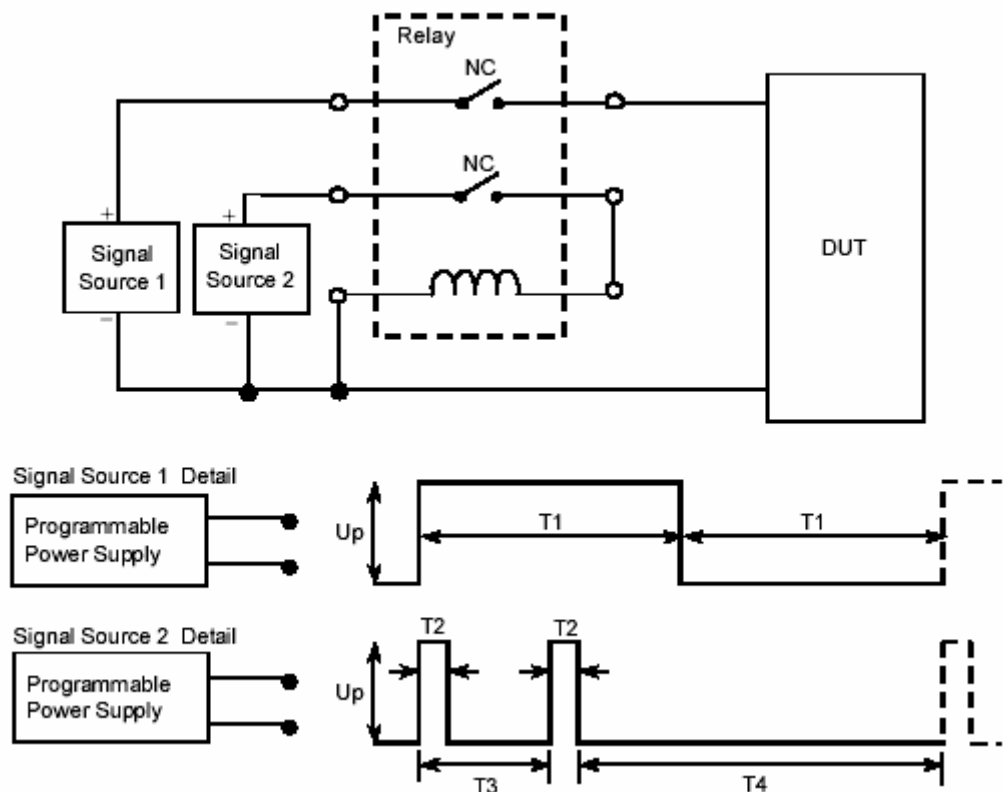
test fixture 试验台

signal source detail 信号源详情

arbitrary waveform generator 任意波形发生器

DC coupled audio amplifier 直流耦合音频放大器

图17-10：波形F的测试装置



图中文字：

relay 继电器

signal source 信号源

signal source 1 detail 信号源 1 详情

programmable power supply 可编程电源

signal source 2 detail 信号源 2 详情

关键词：

Up = 13.5 volts	继电器*： 12伏特交流继电器：Potter & Brumfield KUP-14A15-12。非经FMC的EMC部门书面核准，不得替换。继电器规格见附录H。
T1 = 5 sec	
T2 = 100 毫秒	
T3 = 2.5 sec	
T4 = 7.4 sec	

\* 注意：P&B继电器触点仅限于10安培。如果测试要求更高的工作电流，可使用其他继电器代替，但应事先取得FMC的EMC部门的书面同意。

### 17.3 测试程序

- a) 在试验件断开的情况下（开路），调整信号发生器/声频放大器的直流电偏移量至13.5伏特。
- b) 测试之前，测量并核实测试波形A、B、C、D、E是否和第17.2节中图示的波形一致。测量波形F，核实其测试波形电压是否与图17-6和图17-7的图示相似。应在试验件与波形发生器断开的情况下进行全部测量。
- c) 连接试验件，为试验件供电。确认试验件的功能运行正常。
- d) 除波形E之外，向每个电源施加各个波形，并分别控制电路。与此同时，向所有直接连接电池的电源电路施加波形E。
- e) 施加波形时应按照表17-1所述要求操作。在施加各个测试波形之前、期间和之后，应监控试验件的功能。
- f) 重复测试测试所要求的所有试验件工作状态。

### 17.4 数据报告

- ♦ 描述监控的功能。
- ♦ 任何性能偏差。

### 18.0 过电压抗扰CI 270

这些要求适用于下列部件种类：

电子模块： A、AS、AM、AX、AY

电控电机： EM

无源模块和电感器件： P、R

### 18.1 要求

部件应能抵抗潜在的过电压。该要求适用于全部电源或控制电路，无论它们是通过开关连接到电池，还是直接连接到电池。该要求同样适用于直接连接到开关电池连线或通过外部负载电阻连接的控制电路。表 18-1 描述了这些要求。注意：如果分析显示部件符合表 18—1 的要求，可以不考虑这方面的要求。然而，此分析应取得 FMC 的 EMC 部门的审核和同意，以避免进行此测试。

表 18—1：过电压要求

要求		功能性能状态	
振幅	持续时间	A 类	B 类和 C 类
-14 V	60 sec	III	III
19 V	60 min	III	II
24 V	60 sec*	III	II

\*适用于直接连接到电池或通过点火开关连接的装置。对于仅仅连接到启动电路的装置，持续时间可减少到15秒。

### 18.2 测试装置和验证

试验件和试验夹具中的任何电子硬件的电源来自一线性直流电源（要求见 4.4.4 段）。注意：对于这些测试，电源的最小短路容量应有 200 安培。

对于使用逆变电池进行保护（利用带保险丝的电源电路和与装置并联的逆变偏置二极管）的装置，应当在代表车辆的配置设施中进行测试。例如：如果车辆保险丝用来保护该装置，应使用该车辆使用的同样型号（即类型和保险丝额定值）进行测试。保险丝类型应记录在该部件的工程标准和其 EMC 测试计划中。

### 18.3 测试程序

- 用直接电池连接将仅-14 伏特的电压施加到电源电路上。60 秒之后，将同样的电压施加于其他的开关电源和控制电路上，时长为 60 秒；同时在直接电池连线上保持同样的电压。完成此测试后，施加正常的+13.5 伏特电压，确定被测器件通电且功能正常。
- 用 24 伏特的电压重复步骤 a)。
- 施加+19 伏特电压到所有电源和控制电路上。应同时测试所有电路。根据表 18-1 确定功能性。

### 18.4 数据报告

- 描述监控的功能。
- 任何性能偏差。

**19.0静电放电: CI280**

由于静电放电（ESD），部件应该不受过载影响。这些要求适用于下列部件种类：

电子模块：A、AS、AM、AX、AY

电机：种类 EM

无源模块：P

**19.1 要求**

- 在标准操作和装配期间，部件应该不受 ESD 现象影响。这些要求列在表 19 - 1 上。
- 在正常运行（即通电）期间，部件应该不受 ESD 现象影响。要求列在表 19 - 2 上。这包括从乘客车厢可直接使用部件、或车辆外面的人通过敞开的窗户直接使用部件 (例如门锁、转向信号灯杆)。
- 在暴露于表 19 - 1 和 19 - 2 中所列的 ESD 现象之后，部件输入/输出参数值(例如：电阻、电容、漏泄电流,等等)应保持在特定容限之内。

**19.2 测试验证和测试装置**

除非规格书另有说明，测试应该按照ISO 10605执行。测试设备应该维持在环境温度为 23±3°C的条件，相对湿度为20 %到40 % ( 20°C和 30 %相对湿度更佳)。

ESD 模拟器波形验证应遵守 ISO 10605 标准，以下为例外情况：

- 触点放电上升时间≤1 ns
- 空中放电上升时间≤20 ns

在前沿和/或振鸣之后，应该采用波形的指数式衰减部分进行计算以验证阻容时间常数。

**表 19 - 1： ESD 要求： 操作(未通电)**

放电类型	测试电压水平	各极最低 放电量	功能性能状态		
			A 类	B 类	C 类
触点放电 C = 150 pF, R = 2k Ω	±4 kV	3	IV*		
触点放电 C = 150 pF, R = 2k Ω	± 6 kV	3			
空中放电 C = 150 pF, R = 2k Ω	± 8 kV	3			

\* 部件参数值（例如：电阻、电容、漏泄电流、等等），应该在规定的范围内。

表19 - 2: ESD要求: 通电

放电顺序	放电类型	测试电压水平	各极最低放电量	功能特性状态		
				A 类	B 类	C 类
1	空中放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 4 \text{ kV}$	3	I		
2	触点放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 4 \text{ kV}$	3			
3	空中放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 6 \text{ kV}$	3			
4	触点放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 6 \text{ kV}$	3	II		
5	空中放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 8 \text{ kV}$	3			
6	触点放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 8 \text{ kV}$	3			
7	空中放电 $C = 330 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 15 \text{ kV}$	3			
8 <sup>1</sup>	空中放电 $C = 150 \text{ pF}$ , $R = 2\text{k}\Omega$	$\pm 25 \text{ kV}^1$	3			

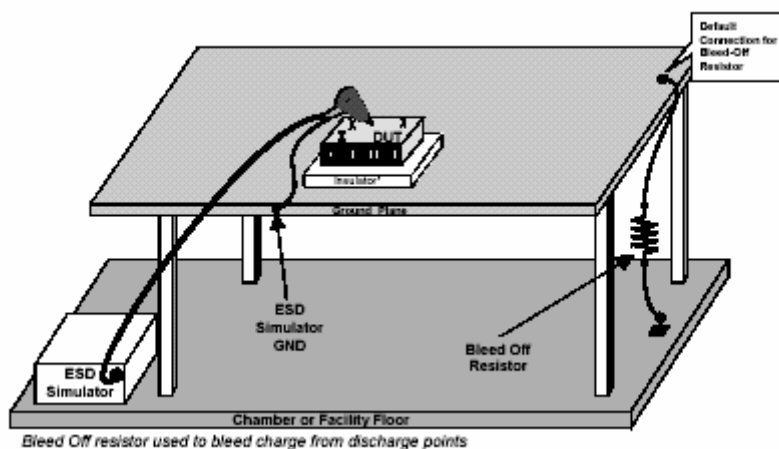
1要求限于乘客车厢内的装置，可无需接触车辆任何部位而从车外直接使用该类部件。（例如：车门开关、前灯开关、仪表总成模块）

#### 19.2.1操作测试

ESD 操作测试应该在任何其他 EMC 测试之前执行。详见节 5.4。

操作测试的标准测试装置如图 19—1 所示。试验件不通电，且所有导线断开，放置于干净的、不吸潮的 50 毫米厚的绝缘体上。绝缘体直接放在接地面上。接地面应连接在设备地线上。

图19—1： ESD操作测试装置



Default Connection for Bleed-Off Resistor:放电电阻器缺省接线

Insulator<sup>1</sup>:绝缘体<sup>1</sup>

Ground Plane:接地面

ESD Simulator GND: ESD模拟器地线

Bleed Off resistor:放电电阻器

ESD Simulator: ESD模拟器

Chamber or Facility Floor 测试室或设备基底

Bleed Off Resistor used to bleed charge from discharge points用于从放电点放电的放电电阻器

### 19.2.2通电测试

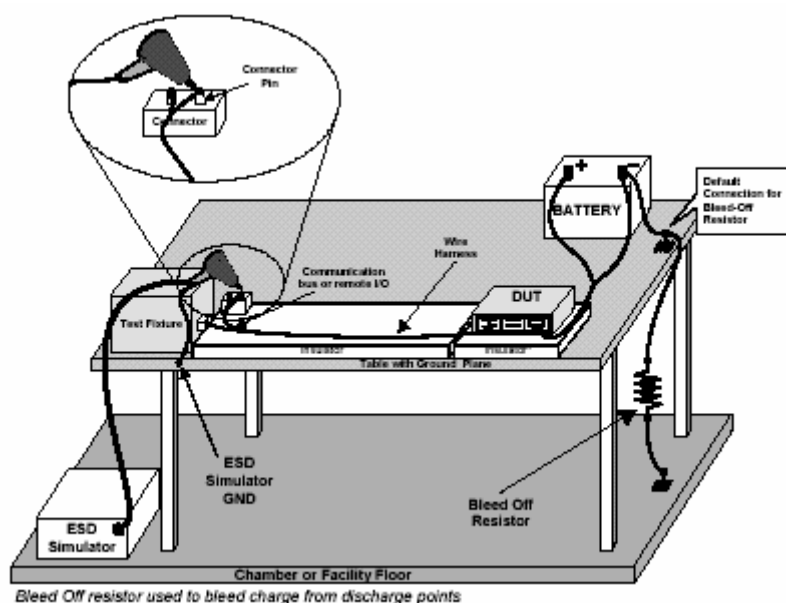
图 19— 2 说明当试验件通电运行时所用的标准装置。在试验台内的试验件和任何电子硬件应该由车用电池供电(见段落 4.4.4 要求)。

试验件和附带测试线缆应该置于清洁的、不吸潮的50mm厚的隔离支架上。绝缘体直接与接地面连接。连接试验件和试验台的测试用线缆长度应该是1700 mm ( +300 / - 0 mm)。试验台应该直接连接到接地面上。如果试验件外壳是金属，安装在车辆上时可接地，试验件应该直接放置在接地面上。如果不确定试验件安装在车辆上的情况，应该采用两种配置对试验件进行测试。接地面应该与电池负极和测试设备地线连接。*注意，作为备选方案，电池也可放置在设备基底上。*

如果试验件有操作员可使用的远程输入端(例如：开关、通过诊断连接器可使用的通信总线电路)，相关线路应该从主线缆中分开，连到导电插脚上(参见图19 - 2)。这些插脚将有助于从ESD枪直接放电。*注意，对于正常地接于用户可使用的开关的远程输入端，可用代表性的开关，但是在测试开始前应经FMC EMC部门书面批准。如果批准，有关开关的详细资料应包括在EMC测试计划中。*



图19—2： ESD通电测试装置



Connector Pin 接线插脚

Connector 连接器

BATTERY 电池

Default Connection for Bleed-Off Resistor 放电电阻器缺省接线

Wire Harness 电线线缆 Communication bus or remote I/O 通信总线或远程的输入/输出

Test Fixture 试验台

Insulator 绝缘体

Table with Ground Plane 带有接地面的桌子

ESD Simulator GND: ESD模拟器地线

Bleed Off Resistor 放电电阻器

ESD Simulator: ESD模拟器

Chamber or Facility Floor 测试室或设备基底

Bleed Off resistor used to bleed charge from discharge points 用于从放电点放电的放电电阻器

### 19.3 测试程序

测试应按顺序从操作测试开始，继之以通电和直接使用部件的测试(放电 1-7)。

- 在单次放电之间，剩余电荷应该通过碰触放电点和接地面，采用放电电阻器（大约1M欧姆电阻）进行放电。
- 一些模块放电之间的电荷损耗（仪表板、大型塑料模块等等），要求使用电离器。如果使用，空气电离器应该在每次放电前关闭或拆除。

#### 19.3.1操作（未通电）测试

在测试开始之前，ESD 模拟器的放电电压应该按表 19 – 1 所列等级进行验证。

a)在± 8 千伏下对所有试验件表面进行空中放电测试（连接器插脚除外），用户可在包装、安装或拆除期间碰触试验件表面。所有放电表面应该在 EMC 测试计划中予以规定。

b)如果在测试期间发现一次或多次放电，对这些表面重复二（2）次额外放电（两极），总共进行三（3）次放电。

如果连接器本体是金属的且有凹头插座插脚，以下列出的其余步骤应省略。

- c) 所有试验件连接器重复步骤 a)。试着对一个或多个试验件插脚进行放电。
- d) 如果发现一次或多次放电，各接线插脚执行步骤三次+/- 4 KV 触点放电（各极都进行三次）。如果连接器本体是非金属的，且有凹头插座插脚，应安装延伸触点（< 25 毫米）以方便测试。
- e) 通过三次+/- 6 KV 接触器放电重复步骤 d)（各极都进行三次）
- f) 完成全部放电之后，要进行功能特性和参数测试以验证试验件符合表 19 - 1 所述要求。

### 19.3.2 通电测试

试验件运行时，使用列在表 19 - 2 上的电压级和 ESD 线路值进行所有测试。在测试开始之前，应验证 ESD 模拟器放电电压。测试应该限于一个试验件操作模式。操作模式应在 EMC 测试计划中予以规定。连接在试验件上的测量仪器，在测试期间会干扰测试和/或被损坏。因此，测试期间不提倡使用该类附件。

- a) 证实试验件完全正常。如果试验件包括网络功能（例如：J1850, CAN, LIN），应该模拟正常网络通信量代表车辆使用的典型性。
- b) 在所有试验件表面执行触点和空中放电测试，包括轴、激励器联动装置、布线以及车辆乘客可直接接触的表面(例如：遥控开关输入端、显示器、时钟、无线电预置等等)。如果试验件有操作员可使用的远程输入端(例如：开关输入、通过诊断连接器可使用的通信总线电路)，直接对连接器插脚进行触点和空中放电(参见图19 - 2)。对于正常地接于用户可使用的开关的远程输入端，可用代表性的开关，但是在测试开始前应经FMC EMC部门书面批准。
- c) 对于各个所需的放电电压，应对每一指定放电点进行3次正极放电和3次负极放电。应按表19-2的放电顺序进行放电。各个放电点应该在EMC测试计划中予以规定。使用±25千伏的测试应该仅限于：
  - 封装在乘客车厢内的部件，可直接从车外使用(例如：转向信号灯杆开关)
  - 部件可从车外直接或遥控使用（例如：无钥匙开车门)

测试采用±25千伏不应用于诊断插座可进入的远程的电路。

- g) 完成全部放电之后，要进行功能特性和参数检验以证实试验件符合节13.1所述要求。

### 19.4数据报告

- 功能监控说明。
- 任何放电现象
- 任何性能偏差。

。 。 。 。 。 。

## 附录 F（说明性）：瞬时波形描述（A、B、C）

传导瞬时脉冲抗扰测试包括 ISO 7637-2 描述的标准脉冲和开关电感负载所产生的脉冲。后者所产生的脉冲波形能够更准确地模拟车辆电气系统所产生的实际电压瞬时脉冲。注意使用机械开关来对电感负载进行开关会产生接触电弧，而接触电弧又会导致下述瞬时脉冲波形的产生。和标准的 ISO 测试脉冲相比，如此产生的瞬时脉冲并非一定是可重复的。但是，经验显示此种方法可以产生仅使用标准 ISO 脉冲时常会遗漏的异常情况。此处描述的波形代表了附录 G 中瞬时脉冲发生器电路所产生的典型瞬时脉冲。注意由于机械开关，脉冲的实际波形会有所不同。此处所示的波形只是用于说明瞬时脉冲发生器可能产生的瞬时脉冲。注意此处所示的所有波形都是在开路状态下测得的。

### 测试脉冲 A1

测试脉冲 A1 模拟的是将与试验件并联的强电流（> 1 安培）电感负载的电源电压关闭时产生的电压瞬时脉冲。用于产生该种脉冲的电路见附录 G。该脉冲适用于以下电路：

1. 通过机械开关（如点火开关）以及电磁或固态继电器与车辆电池连接的部件电源电路。
2. 直接与车辆电池连接或通过机械开关（如点火开关）以及电磁或固态继电器间接连接（如负载电阻）的控制电路。

脉冲 A1 由两种基本元素组成。第一种是如图 F-1 所示的持续时间较长的脉冲。该脉冲由开关接触时释放的初始电弧产生。脉冲持续时间为 4 到 5 毫秒之间。第二种脉冲的持续时间要短得多（20 – 50 微秒），它是由感应器残存的能量导致的电感回归所产生的。如图 F-2 所示，该脉冲的电压峰值水平可以达到-280 到-500 伏特之间。

图 F-1 和 F-2 所示的波形由附录 G 所述的测试电路产生，脉冲重复频率为 0.2 Hz，10% 工作循环（模式 1）。

### 测试脉冲 A2

测试脉冲 A2 模拟的是将与试验件并联的弱电流（< 0.4 安培）电感负载的电源电压关闭时产生的电压瞬时脉冲。用于产生该种脉冲的电路见附录 G。该脉冲适用于以下电路：

1. 通过机械开关（如点火开关）以及电磁继电器与车辆电池连接的部件电源电路。
2. 直接与车辆电池连接或通过机械开关（如点火开关）以及电磁继电器间接连接（如负载电阻）的控制电路。

图 F-3 所示的脉冲 A2 由开关接触时释放的次生电弧（“显示电弧”）产生。总计干扰时间可为 20 到 400 微秒不等。个别脉冲的持续时间（见图 F-4）可为 100 毫微秒到 10 微秒之间。该脉冲的正电压峰值水平可达到+100 到+200 伏特之间。负电压峰值水平可达到-280 到-500 伏特伏特之间。

图 F-3 和 F-4 所示的波形由附录 G 所述的测试电路产生，脉冲重复频率为 0.2 Hz，10% 工作循环（模式 1）。

## 测试脉冲 B1

测试脉冲 B1 模拟的是将强电流 ( $> 1$  安培) 电感负载的低压端关闭时产生的电压瞬时脉冲。该脉冲仅适用于直接与车辆电池连接或通过机械开关 (如点火开关) 以及电磁继电器间接连接 (如负载电阻) 的控制电路。除极性相反外, 图 F-5 所示的脉冲 B1 与脉冲 A1 有较为相似的特征。

脉冲 B1 由附录 G 所述的测试电路产生, 脉冲重复频率为  $0.2 \text{ Hz}$ ,  $10\%$  工作循环 (模式 1)。

## 测试脉冲 B2

测试脉冲模拟的是将弱电流 ( $< 0.4$  安培) 电感负载的低压端关闭时产生的电压瞬时脉冲。该脉冲仅适用于控制电路。除极性相反外, 脉冲 B2 与脉冲 A2 有较为相似的特征。

脉冲 B2 由附录 G 所述的测试电路产生, 脉冲重复频率为  $0.2 \text{ Hz}$ ,  $10\%$  工作循环 (模式 1)。

## 测试脉冲 C

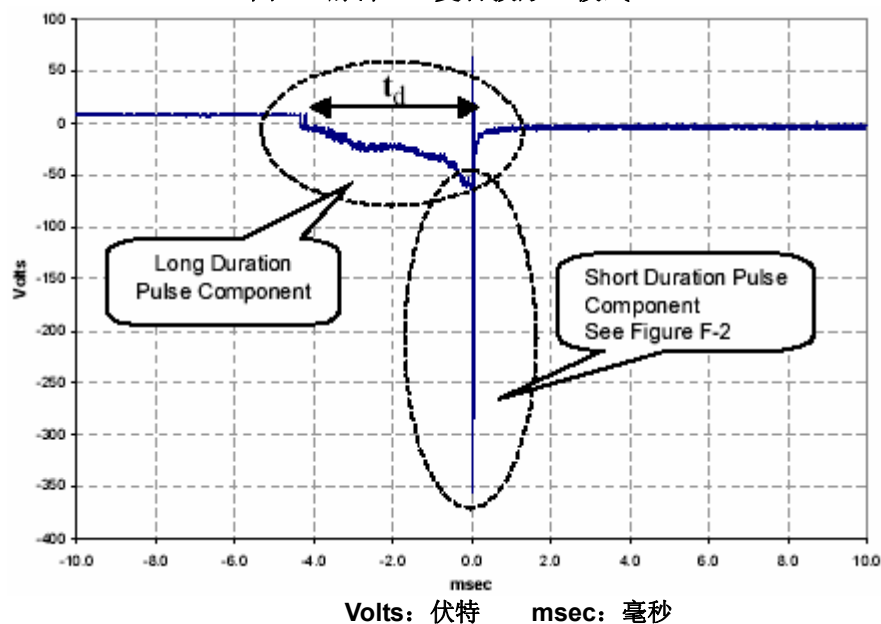
测试脉冲 C 模拟的是将与试验件共用一个车辆电池连接的弱电流 ( $< 0.4$  安培) 电感负载开关时产生的电压瞬时脉冲。用于产生该种脉冲的电路见附录 G。该测试脉冲适用于以下电路:

1. 直接与车辆电池连接 (如无开关) 的部件电源电路。
2. 通过机械开关 (如点火开关) 以及电磁继电器与车辆电池连接的部件电源电路。
3. 直接与车辆电池连接或通过机械开关 (如点火开关) 以及电磁继电器间接连接 (如负载电阻) 的控制电路。

脉冲 C 的典型波形见图 F-6 和 F-7。注意在每次应用于试验件时波形可能会发生重要改变。

脉冲 B2 由附录 G 所述的测试电路产生, 使用伪随机脉冲 (方式 2)。

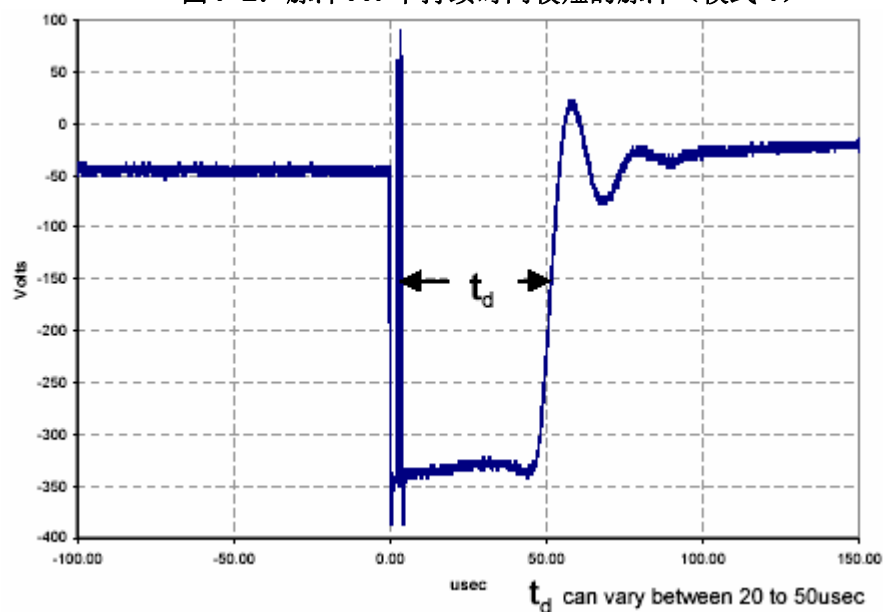
图 1: 脉冲 A1 复合波形 (模式 1)



Long Duration Pulse Component: 持续时间较长的脉冲

Short Duration Pulse Component See Figure F-2: 持续时间较短的脉冲, 见图 F-2

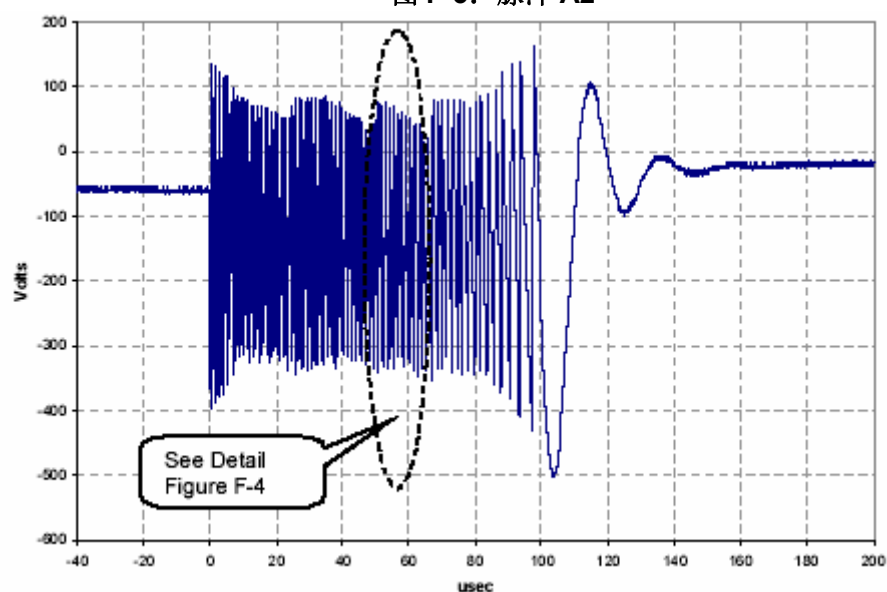
图 F-2: 脉冲 A1 中持续时间较短的脉冲 (模式 1)



Volts: 伏特      usec: 微秒

$t_d$  can vary between 20 to 50usec:  $t_d$  可为 20 到 50 微秒之间

图 F-3: 脉冲 A2



Volts: 伏特      usec: 微秒

See Detail Figure F-4: 见详图 F-4

图 F-4: 脉冲 A2 (详图)

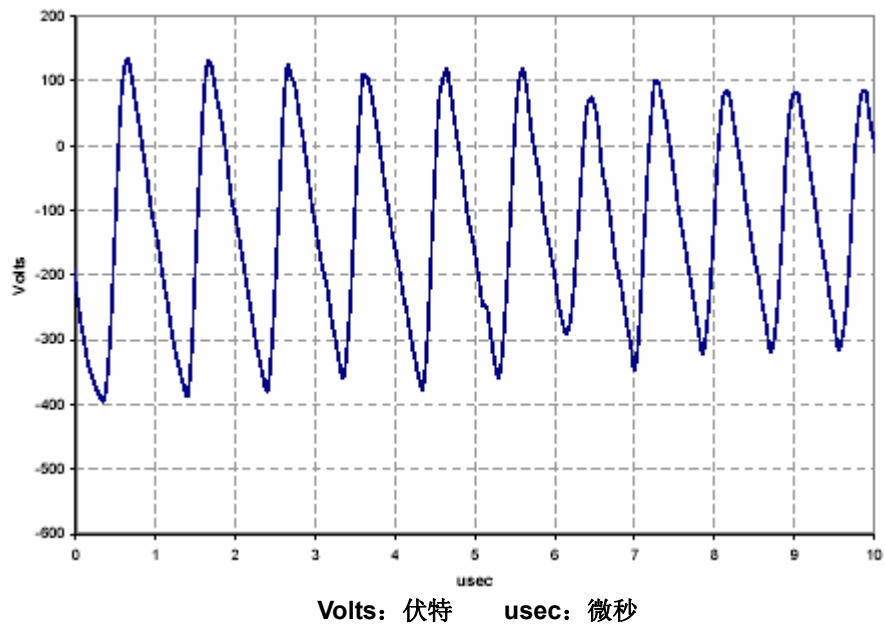


图 F-5: 测试脉冲 B1

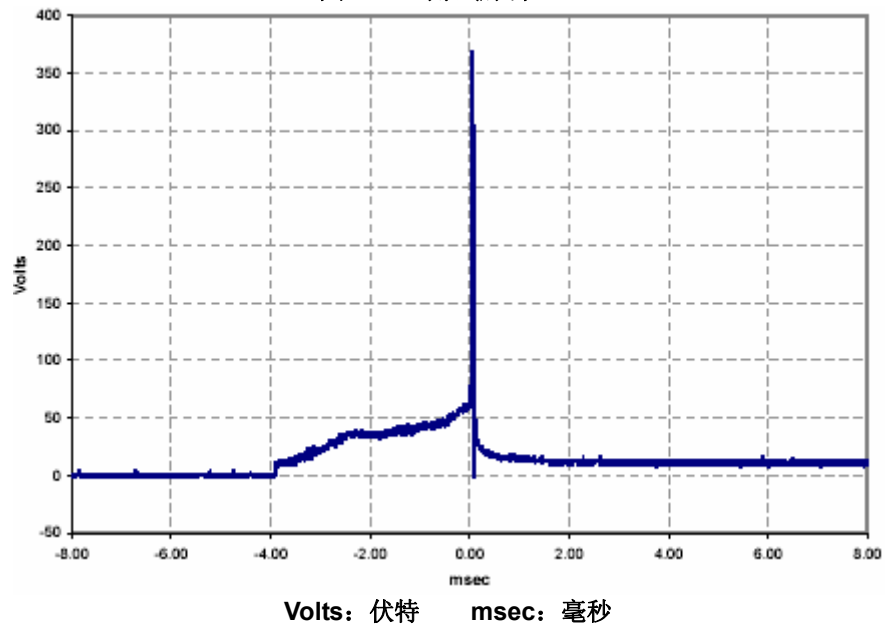


图 F-6: 测试脉冲 C 的典型波形

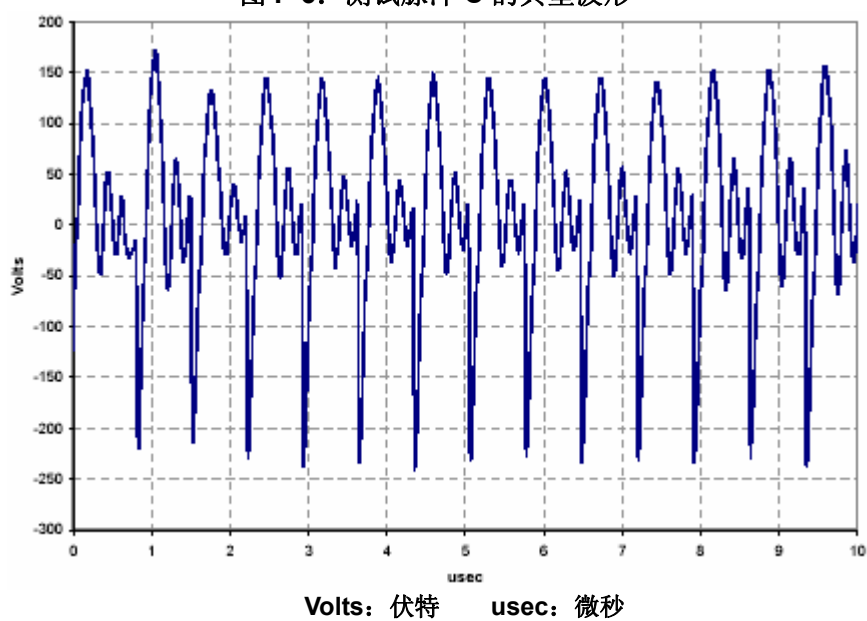
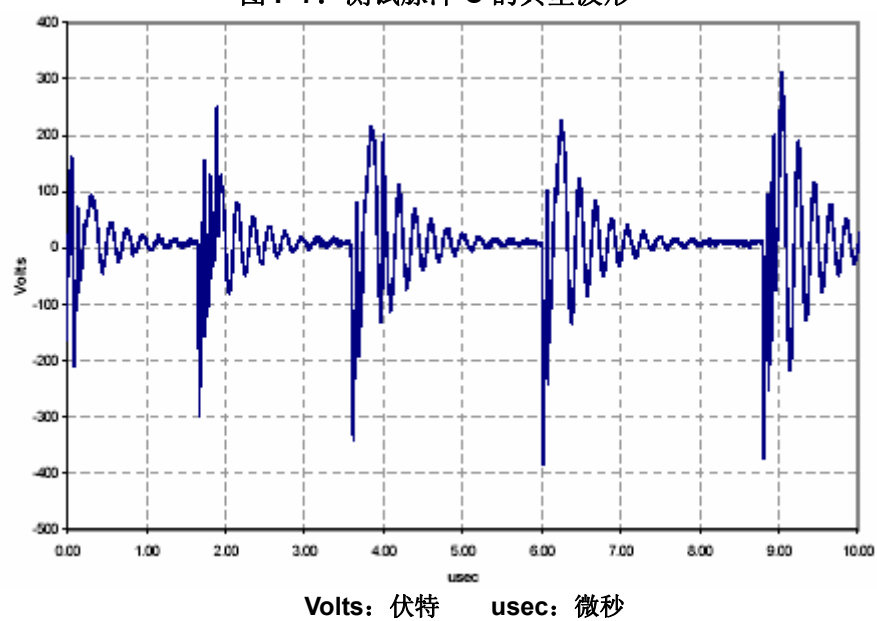


图 F-7: 测试脉冲 C 的典型波形



瞬态脉冲 A、B 和 C (见节 14 和附录 F) 应通过图 G - 1 到 G 4 所示的测试电路生成。电路包括一些关键部件, 这些部件未经 FMC EMC 部门的许可, 不能代替。这些部件在图中突出显示。测试电路详情包括关键部件的触点位置, 请查阅 <http://fordemc.com>。

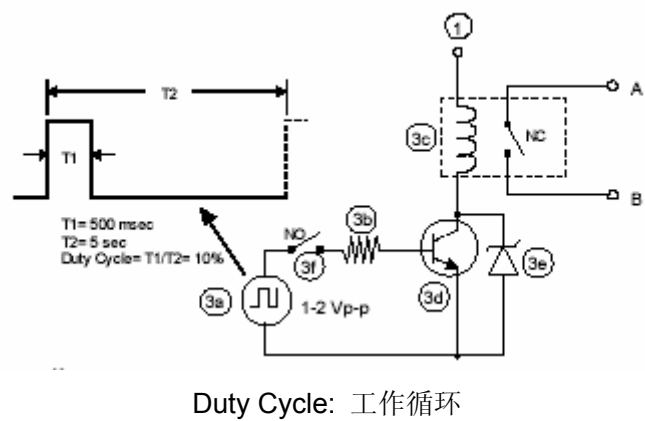
电路促进模式 1 和模式 2 瞬变过程的产生。模式 1 由重复的脉冲组成, 脉冲重复率 0.1 Hz 或 10% 工作循环。G3 所示分路促进模式 1 脉冲的生成。模式 2 由 G4 所示分路产生的随机脉冲组成。

1 车用电池 (12 VDC)	5 电阻器: 6 ohms+/- 5 %
2 5 uH感应器 (50安培) * (Osborn 变压器部件号 8745)	6 电阻器: 100ohms+/- 5 %
3 继电器分路 (详见图G3)	7 开关: 单刀单掷开关 (1安培)。 脉冲A1和C时, 开关闭合
4. 感应器: 100mH@_ 1amp * (Osborn变压器部件号32416)	

2003 年 10 月 10 日  
打印副本为不受控副本



图G-3：用于模式1瞬变过程的继电器电路详图

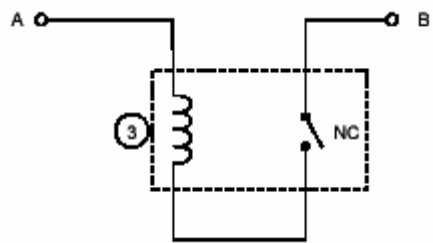


关键词

1 车用电线接线
3a 函数发生器（0.1及20赫兹方波）
3b 电阻器：51 ohms.25瓦
3c 12伏特交流继电器：Potter & Brumfield KUP -14A15 - 12 <sup>(1)</sup>
3e NPN型晶体管：TIP 41
3e 齐纳二极管：39V、5w（1N5366A）
3f 测试开关：单刀单掷开关

1关键部件：未经FMC EMC部门的书面许可不得替换。  
见附录H。继电器应该在使用100小时之后替换。

图G-4：用于模式2瞬变过程的继电器电路详图



## 附录H（说明性）：P & B继电器规格书

规格书中的几个测试采用 Potter 和 Brumfield (P & B) 继电器。当继电器在北美洲很容易买到时，在世界的其它地区也许很难。继电器的规格列在下面的表 H - 1 上。经验表明可用大多数 12 交流继电器按规格书进行性能测试。在使用备选继电器之前，应进行电压测量并与附录 D 所示波形相比较。在使用这些备选继电器之前，测量结果应经 FMC EMC 部门审批。

注意按规格书所述的用途使用这些继电器，最好在使用 100 小时以后才替换继电器。

表 H - 1：P & B 继电器规格

触点布置：	3 Form C, 3PDT, 3 C/O
触点额定电流 (Amps)：	10
线圈电磁系统：	单稳态
线圈选择标准：	标称电压
激励系统：	AC
输入电压 (VAC)：	12
线圈抑制二极管：	没有
线圈电阻 ( $\Omega$ )：	18
线圈标称功率 (VA)：	2.70
配件选择：	普通外壳
端接类型：	.187 x .020 快速接线端子
封装：	已封装
触点材料：	银氧化镉
已批准标准：	UL 认可，CSA 认证