



江铃汽车股份有限公司企业标准

Q/JX 08140-2016

电子电气零部件及子系统 电磁兼容性标准

2016-08-01 发布

2016-08-01 实施

江铃汽车股份有限公司发布

目次

目次..... I

前言..... II

1 范围..... 2

2 规范性引用文件..... 2

3 术语和定义..... 2

4 一般测试要求..... 5

5 补充要求..... 8

6 应用要求..... 9

7 试验要求..... 10

附录 A：辐射发射（磁场）测试要求..... 49

附录 B：带状线法测试要求..... 49

前 言

本标准编写格式符合 GB/T 1.1-2009 规定。

本标准是对 Q/JX 08140-2014《电子电气零部件及子系统电磁兼容性标准》的修订。

本标准对 Q/JX 08140-2014 作出的重大技术变到情况如下：

- a) 修订了辐射发射测试频段，去除了长时、短时和宽带、窄带的区分。
- b) 新增了辐射发射（磁场）的测试项，频段范围为 100kHz~150kHz，主要用于检验影响 PEPS 功能的电子模块的辐射量。
- c) 新增了传导发射（低频）的测试项，频段范围为 100kHz~150kHz，主要用于检验影响 PEPS 低频天线正常通信的电子模块线束传导发射量。
- d) 修订了瞬态传导发射的测试及限值要求。
- e) 修订了沿电源线瞬态抗扰度的电压水平，添加了 Level 2 的要求。
- f) 增加了关于高压系统部件测试项目和布置说明；

本标准由江铃汽车股份有限公司整车工程开发部提出。

本标准由江铃汽车股份有限公司整车性能及测试部归口。

本标准起草单位：江铃汽车股份有限公司整车工程开发部。

本标准主要起草人：潘隆涛，熊世文，许翔，余蔚。

本标准负责审核人：王爱春，刘贵涛，龚晖，彭玲，涂丽红，吴静，詹厚顺。

本标准批准人：刘淑英。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：Q/JX 08140-2014。

电子电气零部件及子系统电磁兼容性标准

1 范围

本标准规定了江铃汽车股份有限公司研发生产的自主品牌车型车载电子电气零部件、子系统的电磁兼容（EMC）要求、测试方法及测试顺序。

本标准适用于汽车电气/电子装置、总成、组件及零件。

本标准为基础技术标准，供应商所开发的产品应符合本标准的要求。

任何与本标准要求不一致的更改都应获得江铃汽车股份有限公司的认可。

注意：如果本标准中所引用文档与本标准描述的内容有冲突时，以本标准的描述为准。

注意：除非有特殊许可，本标准不能替代适用的法律或者法规。

2 规范性引用文件

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

ISO 7637-1-2002 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第1 部分：定义和一般要求

ISO 7637-2-2011 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第2 部分：沿电源线的电瞬态传导

ISO 16750-2-2010 道路车辆—电子电气设备的环境测试条件和测试方法

ISO 7637-3-2007 道路车辆—由传导和耦合引起的电骚扰 第3 部分：除电源线外线束的容性和感性耦合瞬态干扰

ISO 10605-2008 道路车辆—静电放电测试方法

ISO 11452-1-2005 道路车辆—电子器件抗窄带辐射骚扰测试方法 第一部分：一般定义及术语

ISO 11452-2-2004 道路车辆—电子器件抗窄带辐射骚扰测试方法 第二部分：电波暗室法

ISO 11452-4-2005 道路车辆—电子器件抗窄带辐射骚扰测试方法 第四部分：大电流注入法

ISO 11452-5-2002 道路车辆—电子器件抗窄带辐射骚扰测试方法 第五部分：带状线法

ISO 11452-8-2007 道路车辆—电子器件抗窄带辐射骚扰测试方法 第八部分：抗磁场干扰

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力认可准则

CISPR 25-2008 用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的限值和测量方法

CISPR 16 无线电干扰和抗扰度测量设备和测量方法

GB/T 18655-2010 用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的限值和测量方法

3 术语和定义

GB/T 18655中确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 半电波暗室（ALSE）

除地板以外，其余内表面均装有吸波材料的屏蔽室。

3.2 天线因子

用于将测量接收机输入端获得的电压，转换为天线处测得的场强值。天线校正因子由天线系数和电缆系数组成

3.3 天线匹配单元

在天线测量频率范围内，用于与 50Ω 测量接收机达成阻抗匹配的天线阻抗匹配单元。

3.4 性能等级

由JMC技术团队认可，并记录在试验计划中的执行限值。

3.5 接收机终端电压（天线电压）

由无线电骚扰源产生的电压，由符合CISPR 16规定的无线电骚扰测量仪器测量，以dBuV表示。

3.6 人工电源网络（AN）/线性阻抗稳定网络（LISN）

串接在被试设备电源进线处的网络。它在给定频率范围内，为骚扰电压的测量提供规定的负载阻抗，并使被试设备与电源相互隔离。

3.7 均值检波器

探测器的输出电压，这是一个适用于信号包络的平均值。

3.8 带宽

3.8.1 带宽（测试设备）

设备或传输通道的给定特性偏离其参考值，但不超过某一规定值或比率时的频带宽度。

3.8.2（发射或信号）带宽

任一带外频谱分量的电平都不超过参考电平的某一规定百分比的频带宽度。

3.9 宽带发射

带宽大于某一特定的测量设备或接收机带宽的发射。

3.10 骚扰抑制

减弱或消除电磁骚扰的措施。

3.11 骚扰电压

在规定条件下测得的两分离导体上两点间由电磁骚扰引起的电压。

3.12 电磁环境

存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

3.13 接地参考平面（接地平板）

一块导电平面，其电位用作公共参考电位。

3.14 窄带发射

带宽小于特定测量设备或接收机的带宽的发射。

3.15 峰值检波器

输出电压为所施加信号峰值的检波器。

3.16 准峰值检波器

具有规定的电气时间常数的检波器，当施加规则重复等幅脉冲时，其输出电压是脉冲峰值的分数，并且此分数随脉冲重复率增加。

3.17 屏蔽室

专门为隔离室内和室外的电磁环境而设计的屏栅或整体金属封闭室。其目的是阻止室外的电磁场干扰室内的环境，并阻止对室外各种电磁活动产生干扰发射。

3.18 耦合

电路间的互容互感作用，能量从一个规定位置传输到另一个规定位置。

3.18.1 耦合网络

为传输电路能量从一个到另一个为目的的电路。

3.18.2 去耦合网络

为减弱或消除电路能量由一个电路转移到另一个电路的电路。

3.19 大电流注入（BCI）

大电流注入。对于线束进行射频耦合的方式。

3.20 电流注入探头

不通过切断导线而向导线中注入电流的设备，也不会向该电路引入阻抗。

3.21 前向功率

由放大器或信号发生器提供的输出功率。

3.22 静电放电（ESD）

具有不同静电电位的物体相互靠近或直接接触引起的电荷转移。

3.23 产品功能重要性划分

Region I: 任何为驾驶员及成员提供便利的功能或提高车辆的操作/控制的功能,但对于车辆的操作/控制功能不具决定性作用并且失效后不会影响车辆的行驶安全;

Region II: 对于车辆的操作和控制起决定性作用并且对车辆或行人造成安全影响的功能。

3.24 性能等级划分

Class A: 被测件或系统的所有功能在干扰中和干扰后正常运转,符合设计要求;

Class B: 在受干扰时,允许一项或多项相关舒适性功能在指定区间内偏移;干扰撤离后,所有偏移功能应立即恢复。所有涉及模块记忆和行车安全相关的功能须保持Class A;

Class C: 被测件或系统的一项或多项功能在受干扰时不能正常运转,但在干扰撤离后能自动恢复至正常状况,但涉及模块记忆和行车安全相关功能应保持Class A;

Class D: 在受干扰之时和受干扰之后,设备和系统的所有功能不能正常运转,但在去除干扰并通过操作者/用户复位启动后,还可以正常运转,但记忆功能不能受到影响;

Class E: 在受干扰之时和受干扰之后,设备和系统的功能不能正常运转,并且如果不对设备或系统进行维修或替换,则功能不能恢复至正常状况。

4 一般测试要求

4.1 测试设备

所有运用于测试的系统及设备应经过ISO/IEC 17025 (江铃汽车股份有限公司产品开发中心指定)的计量审核或具有相应认证资格的国家实验室进行测试,应具有可追溯性。

获得认可的试验室应提供如下证明文件:

ISO 17025认证,至少表1中所列基本规范需要通过认证。

表 1 AEMCLRP 基本要求列表

试验项目	基础规范
辐射电波暗室 (Radiated Emissions Anechoic)	IEC CISPR 25
大电流注入 (Bulk Current Injection)	ISO 11452-4
辐射抗扰度 (Radiated Immunity Anechoic)	ISO 11452-2
瞬态抗扰度 (Transient Immunity)	ISO 7637-2 and ISO 7637-3
静电放电 (Electrostatic Discharge)	ISO 10605

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。江铃汽车技术中心保留检查实验室程序的权力。

测试针对一个零件、一个包含多个零件的子系统 (例如音视频零件) 都是允许的,但需经过江铃汽车股份有限公司技术中心的批准。要求所有EMC测试都应有符合江铃汽车股份有限公司技术中心要求格式的EMC测试计划。测试要求参见第6章节中的细节要求。

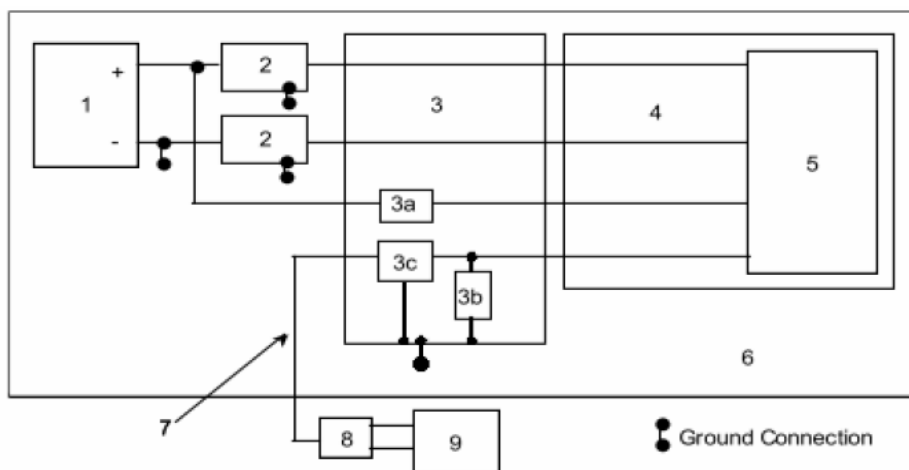
4.2 测试工装

通过建立模拟车辆系统（即负载模拟器）的测试工装，以便为被测样件提供便利的试验测试条件。图1所示的测试设备带有屏蔽外壳，设备包含试验样件所有的外部电气接口（如传感器、负载等）。

尽可能地使用那些将用实车部件作为负载。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，模拟的负载应精确模拟实车负载的电阻、电容和电感。不可使用简单的电阻负载，除非可以证明它确实存在于实际的车辆设备中。

如果被测样件的电源来自其他电子模块（如传感器就属于这种被测样件），应能准确反映模块电源的电流极限。如果测试工装中包含有源装置，应采取适当措施防止在抗干扰测试中对辅助设备造成潜在影响，或影响辐射发射的测试结果。测试工装外壳的接地应该参考实车负载的接地情况（如图1所示）。试验设备在抗扰测试中既是测试样件的测试负载，同时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，所有的输入输出应该将测试工装外壳作为参考点，并将测试工装通过单点连接到试验台(图1)。当接地要求试验件的局部接地时，可以例外不遵守这个规定。

应尽可能使用光纤连接被测样件的输入/输出信号和远程测试辅助设备（图1）。合理的选择光纤的频率带宽以避免耦合无用信号，以及对测试辅助设备造成的潜在影响。在确保不影响试验结果的前提下，也可以使用屏蔽电缆代替光纤，但是测试工装和测试实验室墙壁之间的距离要尽可能的短。应密切关注并确认这些电缆不会影响测试结果。应在EMC测试计划中记录这些电缆的配置（如路线、屏蔽接地等）。应使用射频滤波器以防止射频能量杂散造成监控/辅助设备故障。如果使用射频滤波器，应当选择不影响部件操作，并且在EMC测试中不影响部件EMC性能的射频滤波器。应在EMC测试计划中记录射频滤波器的电容。



- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| 1 电源 | 7 光纤 |
| 2 人工电源网络 | 8 光纤接口 |
| 3 测试台 | 9 辅助/监控设备 |
| 4 绝缘支架 ($\epsilon \leq 1.4$) | 3a 测试样件负载（参考电源） |
| 5 测试样件 | 3b 测试样件负载（参考测试台外壳） |
| 6 接地平板 | 3c 光纤接口（可选，可设置于测试台外） |

图 1 测试工装图

4.3 人工电源网络

本标准中有多个测试要求使用人工电源网络。除非本标准另有说明,否则人工电源网络的使用与连接应依照图1所示设定进行。人工电源网络的设计和性能特征应符合CISPR 25-2008的要求。

4.4 连接要求

应使用标准测试线缆,方便被测样件和测试辅助设备的相互电气连接。除非本标准另有说明,否则该线缆的长度应 $1700(\pm_{-0}^{+300})\text{mm}$ 。线缆应能代表实车使用的线束。

4.5 测试条件

4.5.1 尺寸要求

除非另有规定,否则本标准中的所有尺寸单位为mm。

4.5.2 公差

除非另有说明,允许存在表2中所述的公差。

表 2 公差表

电压、电流	$\pm 5\%$
时间、长度	$\pm 10\%$
电阻、电容、电感、阻抗	$\pm 10\%$
射频场强度(电场或磁场强度)、注入电流、电源、能量、瞬态电压振幅(若可调)的测试参数	$0\% \sim +10\%$

4.5.3 测试环境条件

除非另有说明,表3中规定了测试的气候条件。

表 3 测试环境条件

温度	$(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$
湿度 (静电放电测试 ESD test)	20%~80%相对湿度 (30%~60%)

4.5.4 电源

除非本标准另有规定,否则低压系统电源电压应在 $13.5(+0.5/-1)\text{V}$ 范围内。电源电压测量位置为人工网络输出端。有些测试仅能使用车载电池作为供电电源。在这样的条件下,测试中的电池电压不得低于12V。测试中可对电池充电,但仅能使用线性电源进行充电。对于某些测试(例如辐射发射测试、抗扰测试),这样做的同时要求线性电源位于屏蔽室之外。同时还需要使用穿墙滤波器隔离,以防止寄生射频信号进入或泄漏出屏蔽室。

4.6 测试负载

如无特殊说明，被测样件在抗扰测试中需使用实际的电气负载进行测试，在骚扰测试中需使用等效的模拟负载进行测试。EM类电机类产品测试应尽可能在最大负载条件下测试，且确保负载本身不会影响测试结果。应在测试计划中详细描述负载的相关信息。

4.7 测试线束

如无特殊说明，测试用线束规格（包括线径、材质等）均需与实车使用线束一致，线束长度应符合本标准中各测试项目的要求。

应在测试计划中详细描述测试线束的相关信息。

5 补充要求

5.1 功能重要性分类/性能要求

本标准要求所有的零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)。在测试批准之前，应完成所有部件功能的分类。在许多情况下，常规功能已经预先分类完毕。如果引入了新的功能，供应商应协同江铃汽车股份有限公司技术中心产品设计开发小组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说明书中。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。江铃汽车股份有限公司技术中心产品设计开发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

详细的EMC测试计划应在测试开始前至少30天提交给江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组进行审核。EMC测试计划也提供了一个不断改进和完善的测试平台，以便更好地与整车级的测试关联起来。

EMC测试计划应按照江铃汽车股份有限公司技术中心的格式进行编制，江铃汽车股份有限公司技术中心保留审查和更改EMC测试计划的权力，包括详细的抗扰性测试接受标准。江铃汽车股份有限公司技术中心接受EMC测试计划并没有剥夺供应商的责任，如果后面的审查发现，在测试设置和/或接受标准方面存在缺陷。供应商应与江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组联系并纠正缺陷，如果江铃汽车股份有限公司技术中心有要求，应对产品进行复测。

实验室接收到供应商提供的EMC测试计划时，需与江铃EMC工程师确认核实，并在正式测试之前提供具体测试时间安排。

5.3 样件数量

每个测试项目的测试样件最少不得低于2个，且每个产品都需通过测试计划中要求的所有项目的测试并符合要求。

5.4 测试顺序

非工作模式（不上电模式）和工作模式（上电）的静电放电测试应在所有其它测试项目开始之前进行。应确保进行测试的样件都是首先经过ESD测试的样件，ESD之外的其余所有测试项目可以按照任意顺序进行。注意，由于静电放电测试可能引起的损害，我们推荐准备备用的测试样品。但是，所有因为静电放电而进行的纠正性措施都需要重新测试。在任何测试项目一旦出现问题时，应立即向江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组汇报。

5.5 产品硬件变更的复测

为确保最终产品符合EMC要求，当任何电路或PCB设计变动(如新的PCB布局等)都需要增加相应的EMC测试来进行验证。对零件的任何更改都须提供详细的书面的整改报告和补测项目申请给江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组。最终由江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组将根据实际情况同意或减少重复测试的程度。

5.6 测试实验室要求

所有测试都应在江铃汽车股份有限公司技术中心认可的EMC测试试验室中进行，无论它是属于部件供应商，还是属于独立测试服务机构的一部分；同时，实验室在执行每个测试项的前后均须校验DUT功能，以确保执行测试DUT的功能正常。

注：江铃汽车股份有限公司技术中心保留安排后续相关测试和/或实地参加试验，以评估本试验方法的权利。

5.7 测试报告

具体要求参见JMC测试报告规范。

电子电气零部件或集成子系统供应商应在测试完成15个工作日内向江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组提交一份详细的测试报告。所有的测试报告应包含用于追述测试计划的编号及测试试验室的签发文件。对于每个测试详细的要求也应记录在测试报告中。测试报告应以PDF格式提交。开发性质的测试数据不适用此要求。

6 应用要求

DUT（被测设备）应通过满足本标准的部件级的EMC测试和满足江铃整车EMC测试标准要求。部件级EMC测试不能代替整车EMC测试。他们之间的确切关系与部件在车上的安装位置、线束长度、线束走向和接地，以及天线系统都有关。但是，部件的EMC测试可以使部件在整车装配之前得到评估。

如果出现与本标准的测试要求或/和测试流程不一致的情况，应在测试前提出并得到许可。而且这种不一致需要在测试计划和报告中说明。

表4是最少测试项目的选择表，适用于电子/电气零部件或者子系统。无须对表中的项目全部进行测试，最终的测试项目需要由EMC工程师和项目组根据客户需求和产品质量要求讨论后在试验标准中确认。

注：任何的EMC测试结果应附有测试计划。

在本规范中，电子部件、电机和感性负载被分为不同的类别，以便选择适用的测试要求。此分类应在测试计划中说明。对所有测试，在频率交迭处和跳变点上按严格的要求执行。

表 4 EMC 测试项目选择矩阵

测试项目			对应 章节	零部件/子系统类型								
				其它		电子部件					电机	
						D	R	A	AS	AM	AX	AW
发射	辐射发射 ¹		7.1.1			√	√	√	√	√	√	√
	辐射发射-磁场 ²		附录 A					√				
	传导发射-电压法 ¹		7.1.2			√	√	√	√		√	√
	LF 传导发射 ¹		7.1.3			√	√	√	√		√	√
	传导发射-电流法 ¹		7.1.4			√	√	√	√		√	√
	电源线瞬态传导发射		7.1.5		√				√		√	√
抗扰度	辐射抗干扰		7.2.1.2			√	√	√	√	√		√
	BCI 大电流注入		7.2.1.1			√	√	√	√			√
	带状线法		附录 B							√		
	磁场抗干扰		7.2.2				√	√				
	电源线 瞬态	1、2a、2b、3a、 3b、4、5b	7.2.3.1			√		√	√			√
	耦合到除电源线外的 I/O 线的瞬态干扰		7.2.3.2			√		√	√			√
	ESD	加电模式	7.2.4.1			√		√	√	√		
		不加电模式	7.2.4.2	√		√	√	√	√			√
电子部件												
A	包括主动电子设备的部件 例如：模拟放大电路、开关电源电路、微控制器和显示电路等											
AM	包括磁敏感元件的部件											
AS	由其它模块中的受控电源来供电的部件 通常指给控制器提供信号输入的传感器											
AX	用于控制内部或者外部感性负载（例如：电或电子控制的电机或螺线管等）的部件											
AW	没有外部线束的电子模块											
电机												
BM	有刷电机											
EM	无刷电机											
其它类型												
D	仅由无源元器件组成的电子模块。如：电阻、电容、电感、二极管、LED 等											
R	感性负载，继电器、螺线管和喇叭等											
注：												
1. 瞬时工作的执行器或电机，比如侧门锁、尾门锁（工作时间小于 1 秒）、发动机启动电机，可不执行辐射发射和传导发射试验。												
2. 此项仅适用于布置在车厢内乘客附近的电子模块或零部件，且这类部件距离所有置物空间（手套箱、杯托、储物盒）较近；驾驶员可能会将 PEPS 钥匙置于其中。另外，此类部件不适用于全金属封闭外壳部件（例如 ECU、TCU、燃油泵控制器等）。												

另外，针对新能源汽车领域的零部件还需满足 ECE R10 最新版本中的 EMC 测试项要求，例如车载充电机还需满足的测试项目：谐波发射测试、浪涌测试、快速脉冲群测试、闪烁测试等。（此处所述的零部件是否需要执行以上测试，均需获得 JMC EMC 团队的确认）。

6 试验要求

7.1 发射试验

7.1.1 辐射发射

7.1.1.1 测试设备

测试设备应符合CISPR 25-2008的要求。

由于辐射发射测试过程中需要测试低功率的微信号，如果需要可以在接收机前加装前置放大器（或预选器）以提高、改进测试系统的灵敏度。（可选）

测试接收机或频谱仪参数设置应符合CISPR 25-2008的要求。

测试天线：

- a) 0.15 MHz~30MHz 1m单极垂直天线；
- b) 30MHz~200MHz 双锥天线；
- c) 200MHz~1000MHz 对数周期天线；
- d) 1000MHz~2500MHz 喇叭天线。

测试过程中不可以使用组合天线或多个天线同时进行测试。

7.1.1.2 校验和测试布置

除非另有说明，应使用CISPR 25-2008中半电波暗室法的要求来验证被测样件的性能。零件在测试期间的工作模式需要在EMC测试计划中详细定义，该测试计划需要获得零件供应商、零件/系统工程师及江铃汽车股份有限公司技术中心工程师的确认。

被测样件电源回路端及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池（参见4.5.4节的要求）。

蓄电池的负极端须与接地平板连接到一起。蓄电池可以置于接地平板上或者置于测试台下方。标准的测试布置图（测试工装、蓄电池、人工网络）。

测试用线束的总长度应为 $1700(±300)$ mm。线束与被测样件的位置应被固定，且线束弯曲的半径角度应在 90° 到 135° 之间，如图2所示。线束应置于接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）之上。如被测样件的外壳为金属材料且在整车安装过程中外壳与车身金属有直接电气连接，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上与车身金属没有电气连接，被测样件需要放置在接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。如果是否满足以上两种情况不明确，则被测样件需要按上述两种要求进行测试。被测样件的放置位置及放置方向应在EMC的测试计划和测试报告中详细说明。测试布置图如下

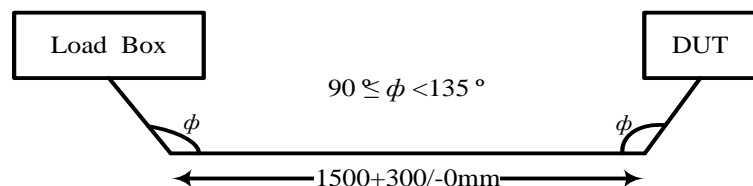
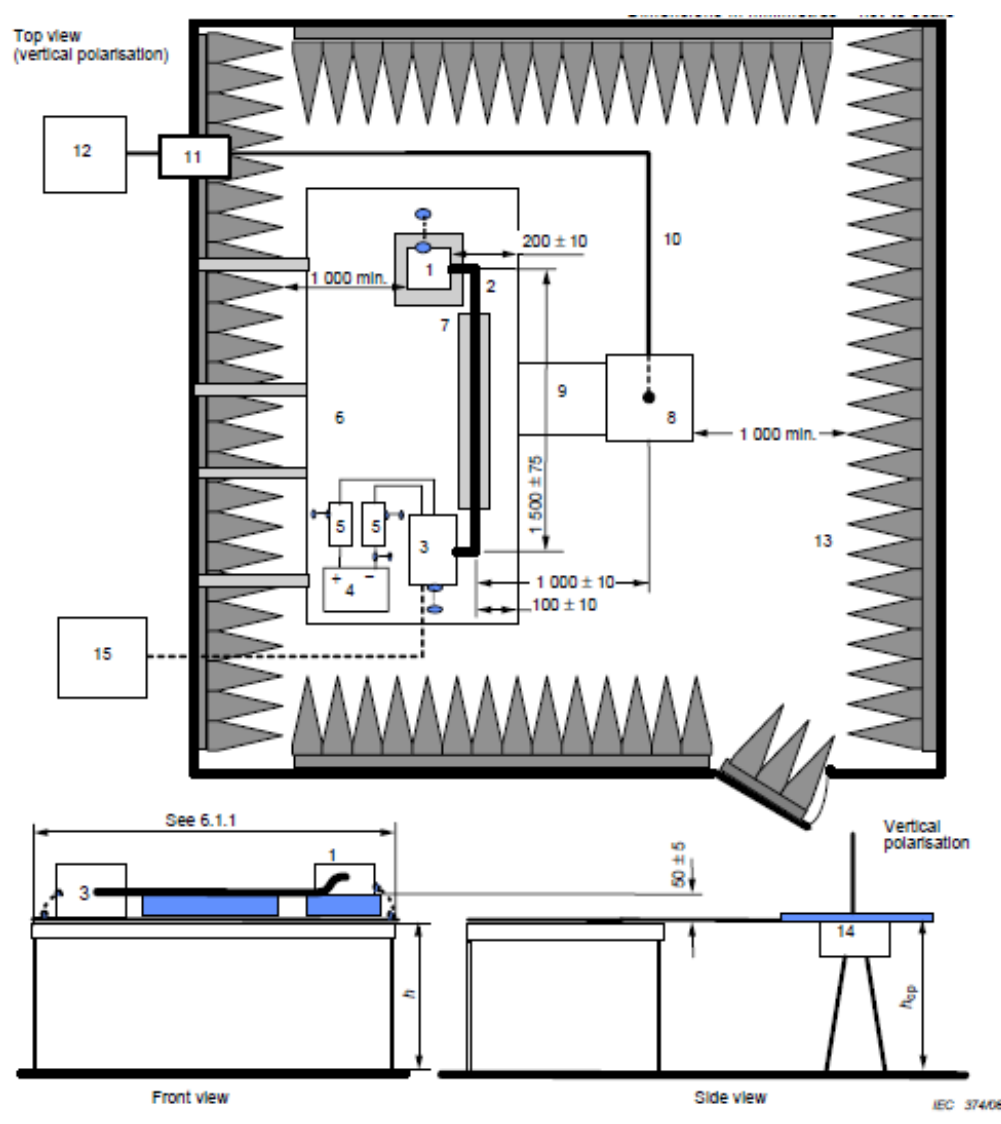


图2 测试线束要求



- 1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地）

2 测试线束

3 负载模拟器

4 电源（位置可选）

5 人工电源网络（AN）

6 接地板（与屏蔽体相连）

7 绝缘材料支撑

8 带有平衡板的单极天线
（典型尺寸：600mm×600mm），h=(900±50)
mm，hcp=（h±10）mm
- 9 地线连接（在接地板与平衡板之间的全宽度连接）

10 高质量双层屏蔽电缆（50Ω）

11 壁板连接器（接头）

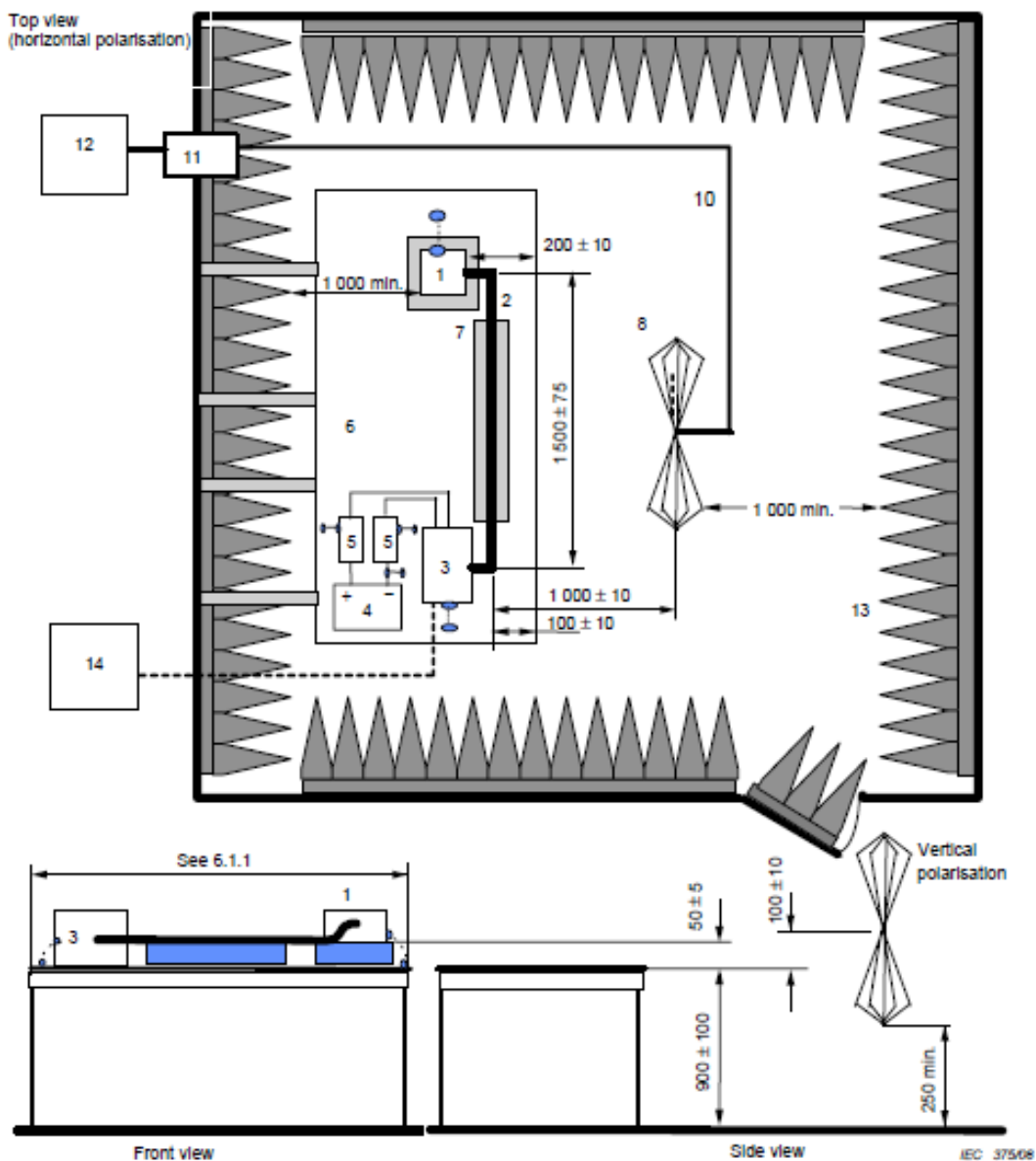
12 测量设备

13 射频吸波材料

14 天线匹配单元（推荐的位置是在平衡板下方；如果在平衡板之上，那么单极天线基座的高度与接地板的高度相同）。

15 模拟及监测系统

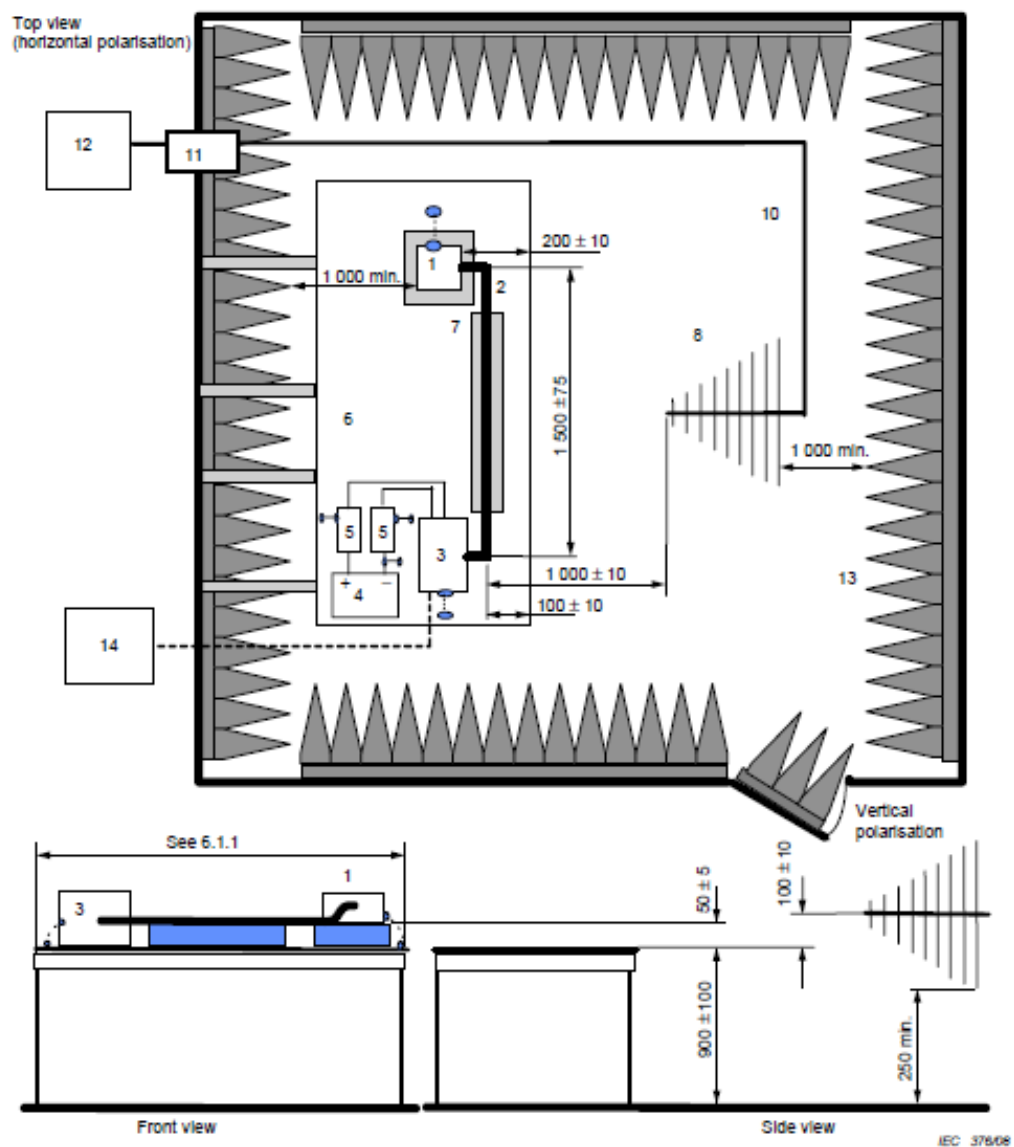
图 3 测试布置示例一单极垂直天线



- 1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地）
- 2 测试线束
- 3 负载模拟器
- 4 电源（位置可选）
- 5 人工电源网络（AN）
- 6 接地板（与屏蔽体相连）
- 7 绝缘材料支撑

- 8 双锥天线
- 10 高质量双层屏蔽电缆（50Ω）
- 11 壁板连接器（接头）
- 12 测量设备
- 13 射频吸波材料
- 14 模拟及监测系统

图 4 测试布置的示例—双锥天线



1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地）

2 测试线束

3 负载模拟器

4 电源（位置可选）

5 人工电源网络（AN）

6 接地板（与屏蔽体相连）

7 绝缘材料支撑

8 对数周期天线

10 高质量双层屏蔽电缆（50Ω）

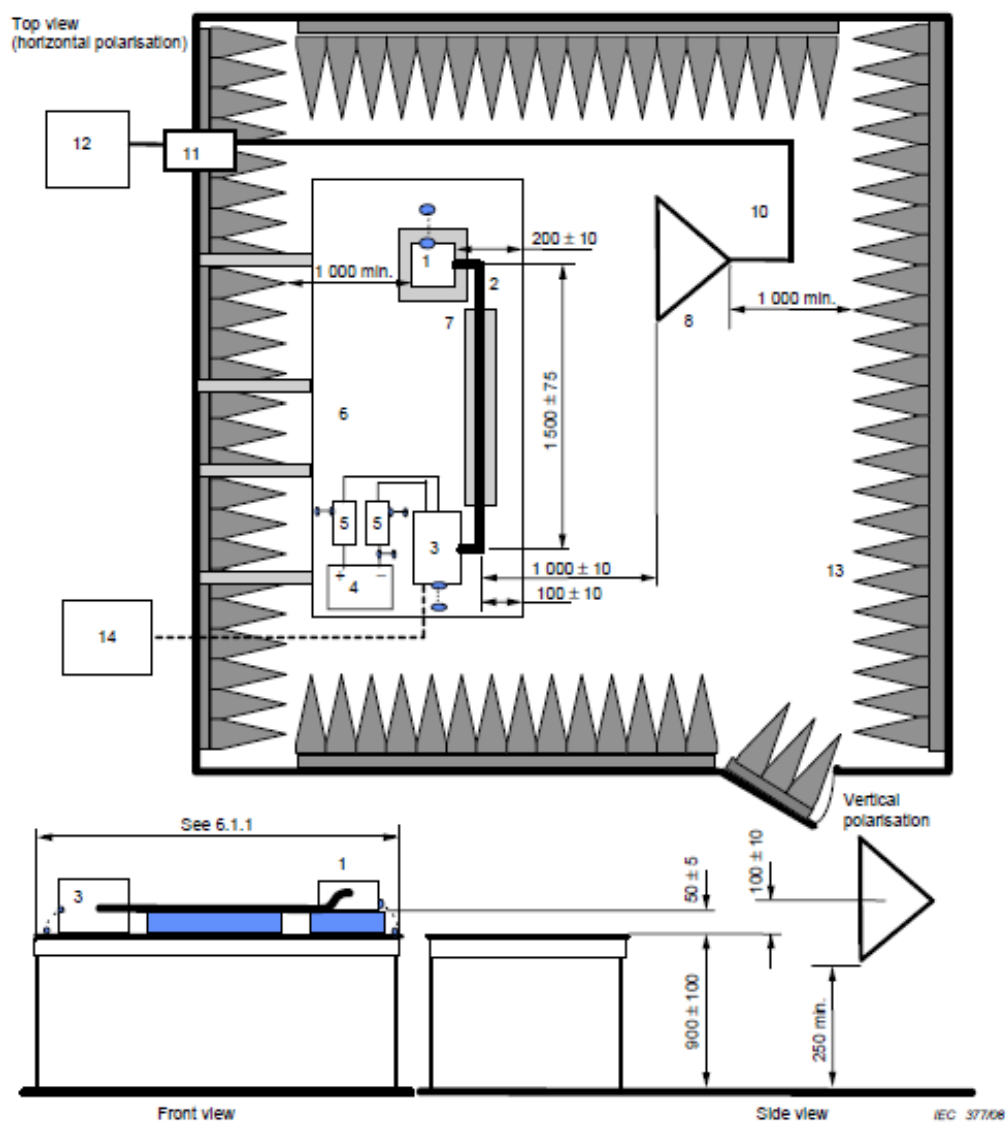
11 壁板连接器（接头）

12 测量设备

13 射频吸波材料

14 模拟及监控系统

图 5 测试布置示例—对数周期天线



- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地） | 8 喇叭天线 |
| 2 测试线束 | 10 高质量双层屏蔽电缆（50Ω） |
| 3 负载模拟器 | 11 壁板连接器（接头） |
| 4 电源（位置可选） | 12 测量设备 |
| 5 人工电源网络（AN） | 13 射频吸波材料 |
| 6 接地板（与屏蔽体相连） | 14 模拟及监控系统 |
| 7 绝缘材料支撑 | |

图 6 测试布置示例—1GHz 以上

7.1.1.3 限值要求

各频段的限值见表5、表6中要求。

表 5 限制 1 要求

频段 Frequency	频段范围 (MHz)	限值 A - 平均值 AV (dBuV/m)	限值 B - 准峰值 QP (dBuV/m)	限值 C - 峰值 PK (dBuV/m/kHz)
M1	30~75	$52 - 25.13\lg(f/30)$	$62 - 25.13\lg(f/30)$	n/a
M2	75~400	$42 + 15.13\lg(f/75)$	$52 + 15.13\lg(f/75)$	n/a
M3	400~1000	53	63	n/a
1. 频率量的单位为 MHz;				
2. 本表中 M1、M2、M3 适用的平均值 AV 和准峰值 QP 检波器的测量带宽 MBW 为 120kHz;				

表 6 限制 2 要求

频段 Frequency	频段范围 Frequency range (MHz)	限值要求 Limit level		
		峰值 Peak (dBuV/m)	准峰值 Quasi-peak (dBuV/m)	平均值 AVG (dBuV/m)
广播服务				
MW	0.53-1.7	48	35	28
FM	76-108	44	31	24
DAB III	172-242	32	N/A	22
DTTV	470-770	51	N/A	41
移动服务				
VHF	30-54	46	33	26
VHF	65-88	41	28	21
VHF	140-176	41	28	21
Analogue UHF	380-430	44	31	24
RKE	310-320	38	N/A	24
RKE	429-439	38	N/A	24
GSM 800	860-895	50	N/A	30
EGSM/GSM 900	925-960	50	N/A	30
GPS L1 civil	1567-1574	N/A	N/A	50-20664*lg(f/1567)
	1574-1576	N/A	N/A	10
	1576-1583	N/A	N/A	10+20782*lg(f/1576)

7.1.1.4 测试系统要求

测试过程中使用的测量接收机或频谱分析仪应满足 CISPR 16-1-1 的要求。测试过程中可以使用 FFT 技术实现的接收机但在使用该设备前应通过江铃汽车股份有限公司技术中心产品开发小组的认可。

7.1.1.5 试验流程

a) 在测试被测样件的辐射骚扰值之前应确认整个测试布置（包括所有设备，被测样件除外）的背景噪声至少比表5、6中规定的限值低6dB以上。如果整个背景噪声达不到这个限值要求，不允许执行该测试。

b) 为了有效节省测试时间，除MW频段外，其它频段被测试样件推荐按照图7和图8所示流程进行测试。

c) 被测样件辐射骚扰限值的测试应覆盖表5、6中所列出的各频段。当测试频率 $\geq 30\text{MHz}$ 时，需要分别测试在水平极化和垂直极化两个方向的值。

d) EMC测试计划中所定义被测样件工作模式都应进行测试。

e) PK和AV两种检波方式可以同时进行测试。

7.1.1.6 试验报告

所有工作模式和极化方向的测试数据应总结在单页报告中。数据至少应包含下列信息：

a) 被测样件的工作模式

b) 参考限值

c) 天线极化方向

d) 测量带宽

e) 检波器的类型（如：峰值检波器、准峰值检波器、平均值检波器）

f) 被测样件在每个频段辐射限值的描点图

g) 应列出被测样件在每个频段的概要表，该表应包括测试频段、在这个频段内被测样件最大的辐射骚扰值。不满足该频段辐射限值的地方需要明确的标注出来。

h) 每个频段及不同极化下测试系统的背景噪声及限值图应附在数据中，这些图中应标明测量系统带宽及所使用检波器的类型。

i) 所有与测试计划中规定不符的偏差都应记录在测试数据中。

7.1.2 传导发射——电压法

7.1.2.1 测试设备

测试设备应符合CISPR 25-2008的要求。

7.1.2.2 校准和测试布置

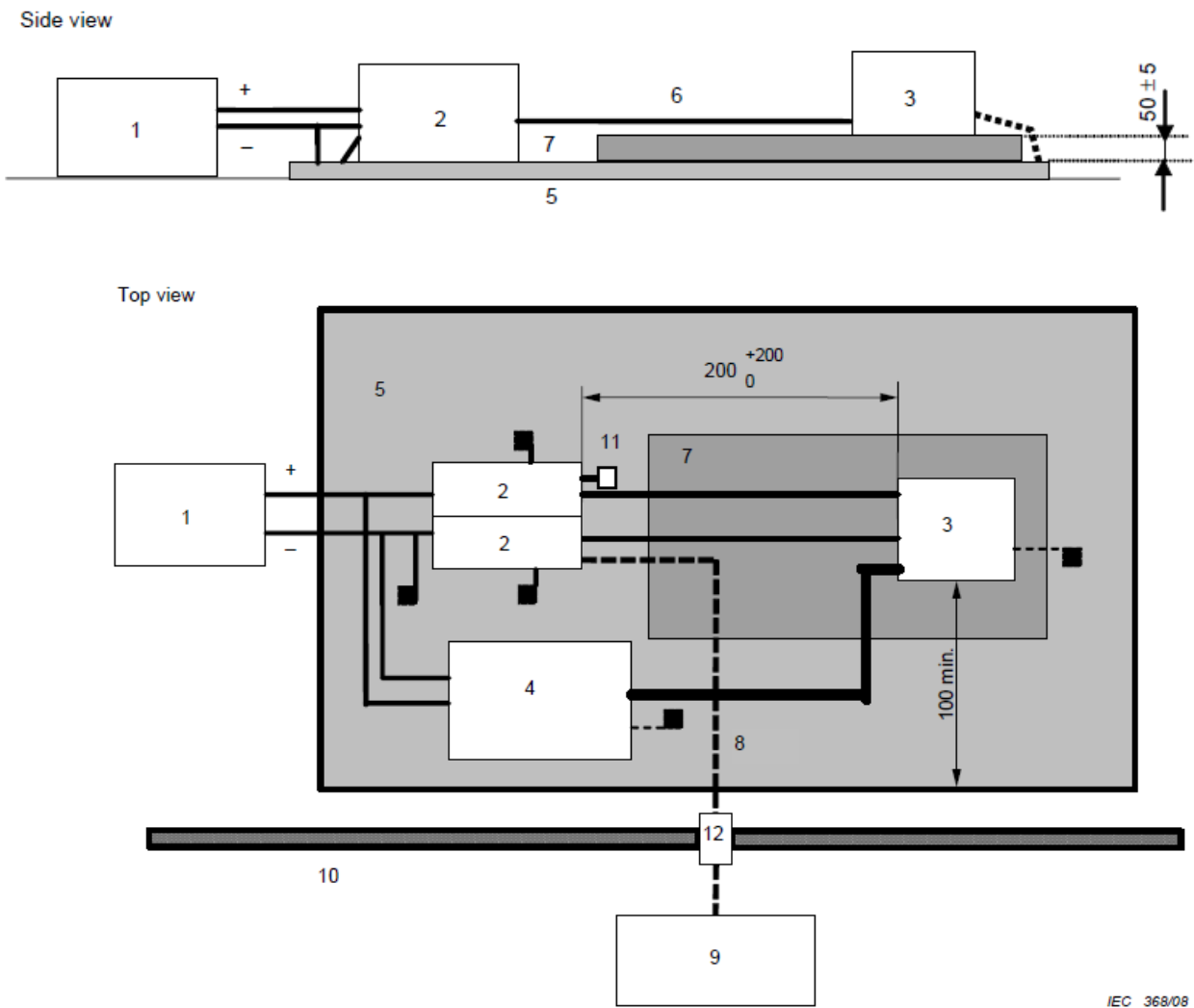
除非另有说明，应使用CISPR 25-2008中电压法的要求来验证被测样件的性能。

被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池。蓄电池的负极端须与接地平板连接到一起，蓄电池的连接方式与实车连接方式一致。

被测样件与人工网络之间电源/电源回路线束的长度应为 $200(\pm 50)\text{mm}$ 。

如被测样件的外壳为金属材料且在整车上的安装位置为外壳接地，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上不是直接连到车身上，被测样件需要放置在接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。如果对以上两种情况不明确，则被测样件需要按上述两种要求进行测试。

如果被测样件的接地线为直接接到车身上（线长<200mm），则接地线应使用导线（线长<200mm）直接连接到接地平板上。在这个条件下接地线端不使用LISN。



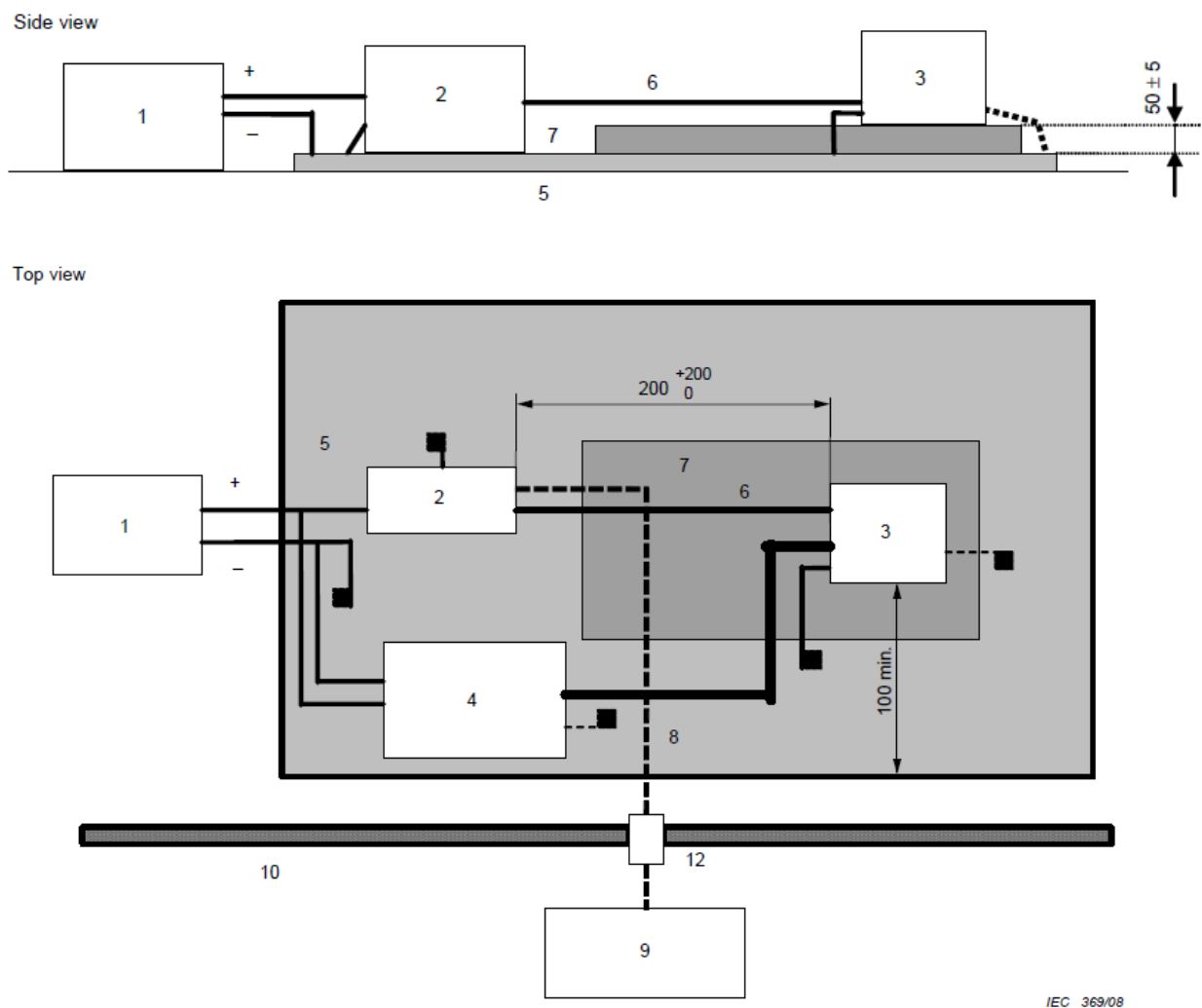
IEC 368/08

- 1 电源（可能布置在接地平板上）
- 2 人工电源网络
- 3 DUT（如果测试计划要求则应将壳体接地）
- 4 模拟负载（如果测试计划要求则应将回线接地）
- 5 接地平板
- 6 电源线
- 7 低相对介电常数支撑物

- 8 双重屏蔽的高质量同轴电缆（50Ω）
- 9 测量设备
- 10 屏蔽室
- 11 50Ω负载
- 12 壁板连接器

注：若试验计划要求DUT外壳接地，则DUT外壳接地线长度不超过150mm

图 7 传导发射远端接地测试布置图



- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1 电源（可能布置在接地平板上） | 8 双重屏蔽的高质量同轴电缆（50Ω） |
| 2 人工电源网络 | 9 测量设备 |
| 3 DUT（如果测试计划要求则应将壳体接地） | 10 屏蔽室 |
| 4 模拟负载（如果测试计划要求则应将回线接地） | 11 50Ω负载 |
| 5 接地平板 | 12 壁板连接器 |
| 6 电源线 | 注：如果测试计划需要，DUT的接地线长度不应超过150mm |
| 7 低相对介电常数支撑物 | |

图 8 传导发射近端接地测试布置图

7.1.2.3 限值要求

所有被测样件的电源线正极、开关正极都应分开单独连接到人工网络的输出端，电源线负极、开关负极及接地也需要单独进行测试。

传导发射的电压限值应满足表7中的要求，该值不包含人工网络的修正因子。

表 6 传导发射限值要求(电压法)

频段 Frequency	频段范围 Frequency range (MHz)	限值要求 Limit level		
		峰值 Peak (dBuV/m)	准峰值 Quasi-peak (dBuV/m)	平均值 AVG (dBuV/m)
广播服务				
MW	0.53-1.8	62	49	42
SW	5.9-6.2	59	46	39
FM	76-108	44	31	24
1. 频率量的单位为 MHz;				
2. 本表中峰值和平均值、准峰值限值均按照 CISPR 25 进行测试;				

7.1.2.4 试验流程

a) 在测试被测样件的传导骚扰值之前应确认整个测试布置（包括所有设备，被测样件除外）的背景噪声至少比表10中规定的限值低6dB以上。如果整个背景噪声达不到这个限值要求，不允许执行该测试。

b) 被测样件的传导骚扰值应按表10中各频段的要求进行测试;

c) 测试应覆盖测试计划中对测样件定义的所有工作模式。

7.1.2.5 试验报告

所有工作模式的测试数据应总结在单页报告中。数据至少应包含下列信息:

a) 被测样件的工作模式

b) 参考限值

c) 测量带宽

d) 检波器的类型（如：峰值检波器、准峰值检波器、平均值检波器）

e) 被测样件在每个频段辐射限值的描点图

e) 应列出被测样件在每个频段的概要表，该表应包括测试频段、在这个频段内被测样件最大的辐射骚扰值。不满足该频段辐射限值的地方需要明确的标注出来。

f) 测试系统的背景噪声及限值图应附在数据中，这些图中应标明测量系统带宽及所使用检波器的类型;

g) 所有与测试计划中规定不符的偏差都应记录在测试数据中。

7.1.3 LF 传导发射

7.1.3.1 测试设备

测试设备应符合CISPR 25的要求。

7.1.3.2 校准和测试布置

测试设备的校准需满足CISPR 16-1-1的相关要求，测试系统的配置要求如表8，电流钳要求如表9，同时具体的试验搭建需与如图11保持一致，如果DUT有分开的电源电路，则需要单独对各条电源电路进行测试，未测试的电路可直接连接供电，如果DUT包含多个电路且仅为了达到DUT操作电

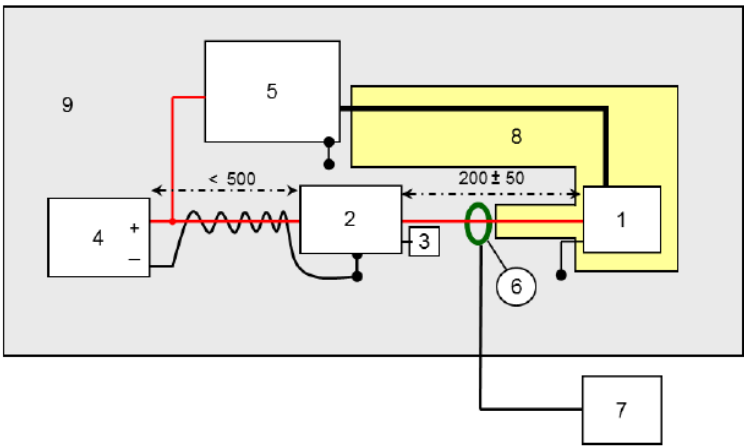
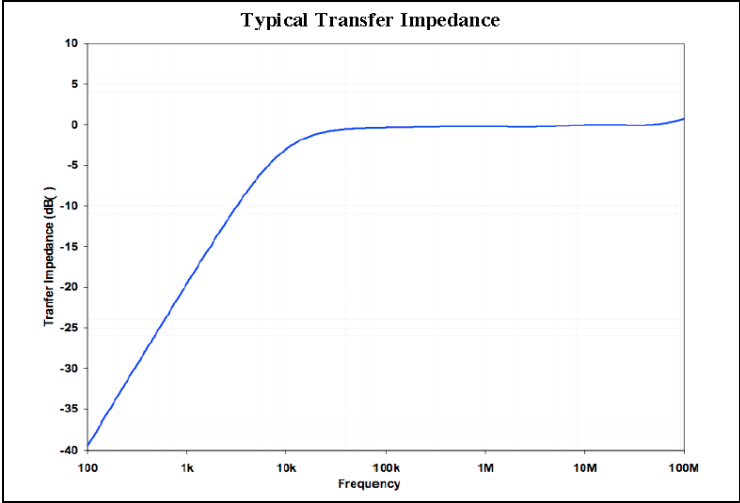
流要求，（例如信号电源电路，但含多个接插件PIN）那人工网络上的所有电源电路应系在一起。
如实际情况与以上存在差异需获得JMC EMC的审核和认可。

表 8 测试系统设置要求

检波方法	Peak
测试带宽{MBW}（kHz）	0.2-1
步进频率幅度（kHz）	0.5*MBW
每频率步进的驻留时间（sec）	≥0.02

表 9 电流钳要求

频率带宽	100Hz~100MHz
最大主要电流（A）DC-400Hz	200
最大主要电流（A）RF(CW)	3



- 1.DUT

2.人工电源网络

3.开路终端

4.供电电源

5.负载模拟器
- 6.电流钳

7.测试接收机

8.不导电支撑 ($\epsilon_r \leq 1.4$)

9.地平台

图10 测试搭建示意图

7.1.3.3 限值要求

所有部件电源电路上的传导电流发射不应超出如下限值：

表 10 传导发射限值

频率范围 (kHz)	限值 (dBuA)
0.1~0.8	138~120
0.8~15	120
15~150	120~60

7.1.3.4 试验流程

- a) 优先执行传导发射测试，测试环境噪声必须低于表10所列的值
- b) DUT电源线传导发射测试应涵盖在表10所列的频段
- c) EMC测试计划内的所有模式都需要进行测试

7.1.3.5 试验报告

所有工作模式的测试数据应总结在单页报告中。数据至少应包含下列信息：

- a) 被测样件的工作模式；
- b) 参考限值；
- c) 测量带宽；
- d) 检波器的类型（如：峰值检波器、准峰值检波器、平均值检波器）；
- e) 被测样件在每个频段辐射限值的描点图；
- f) 应列出被测样件在每个频段的概要表，该表应包括测试频段、在这个频段内被测样件最大的辐射骚扰值。不满足该频段辐射限值的地方需要明确的标注出来；
- g) 测试系统的背景噪声及限值图应附在数据中，这些图中应标明测量系统带宽及所使用检波器的类型；
- i) 所有与测试计划中规定不符的偏差都应记录在测试数据中。

7.1.4 传导发射——电流法

电流法仅适用于包含有信号线（或控制线）的DUT。

7.1.4.1 测试设备

测试设备应符合CISPR 25-2008的要求。

7.1.4.2 校准和测试布置

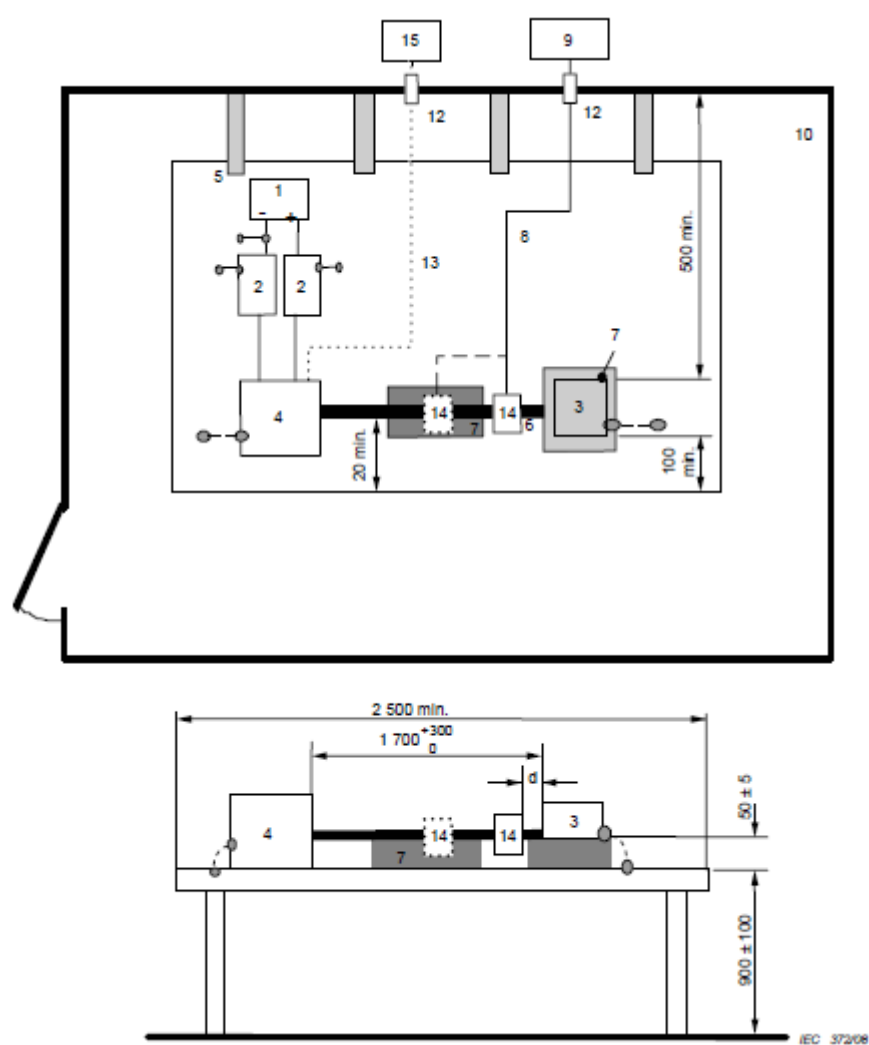
除非另有说明，应使用CISPR 25-2008中电流法的要求来验证被测样件的性能。

被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池，蓄电池的负极端须与接地平板连接到一起。

被测样件与人工网络之间电源/电源回路线束的长度应为 1700 ± 300 mm。

如被测样件的外壳为金属材料且在整车上的安装位置为外壳接地，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上不是直接连到车身上，被测样件需要放置在

接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。如果对以上两种情况不明确，则被测样件需要按上述两种要求进行测试。



- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1 电源 | 8 高质量同轴电缆，比如双层屏蔽式的（50Ω） |
| 2 人工网络 | 9 测量仪器 |
| 3 DUT（接地，如果在试验计划中明确） | 10 屏蔽体 |
| 4 负载模拟器 | 12 壁板连接器 |
| 5 接地平板 | 13 光缆 |
| 6 导线线束 | 14 电流探头（两个典型位置） |
| 7 低相对介电常数支撑物 | 15 模拟和监视系统 |

图 11 传导发射—电流探头测量布置实例

7.1.4.3 限值要求

连接DUT的所有线束（除电源线和地线）均需放在电流探头中测试。
传导发射的电压限值应满足表11中的要求。

表 11 传导发射限值要求(电流法)

频段 Frequency	频段范围 Frequency range (MHz)	限值要求 Limit level		
		峰值 Peak (dBuV/m)	准峰值 Quasi-peak (dBuV/m)	平均值 AVG (dBuV/m)
广播服务				
MW	0.53-1.8	34	21	14
SW	5.9-6.2	25	12	5
FM	76-108	10	-3	-10
1.频率量的单位为 MHz;				
2.本表中峰值和平均值、准峰值限值均按照 CISPR 25 进行测试;				

7.1.4.4 试验流程

a) 在测试被测样件的传导骚扰值之前应确认整个测试布置（包括所有设备，被测样件除外）的背景噪声至少比表11中规定的限值低6dB以上。如果整个背景噪声达不到这个限值要求，不建议执行该测试。

b) 被测样件的传导骚扰值应按表11中各频段的要求进行测试；

c) 测试应覆盖测试计划中对被测样件定义的所有工作模式。

7.1.4.5 试验报告

所有工作模式的测试数据应总结在单页报告中。数据至少应包含下列信息：

a) 被测样件的工作模式；

b) 参考限值；

c) 测量带宽；

d) 检波器的类型（如：峰值检波器、准峰值检波器、平均值检波器）；

e) 被测样件在每个频段辐射限值的描点图；

f) 应列出被测样件在每个频段的概要表，该表应包括测试频段、在这个频段内被测样件最大的辐射骚扰值。不满足该频段辐射限值的地方需要明确的标注出来；

g) 测试系统的背景噪声及限值图应附在数据中，这些图中应标明测量系统带宽及所使用检波器的类型；

i) 所有与测试计划中规定不符的偏差都应记录在测试数据中。

7.1.5 瞬态传导发射

7.1.5.1 测试设备

测试用设备应符合ISO 7637-1和ISO 7637-2中的相关要求。

7.1.5.2 校准和测试布置

被测样件的电源线应直接通过单触点机械或电子机械开关连接到人工网络上。该类型开关应符合下列要求：

- 触点容量： $I \geq 30A$ ，连续，低阻抗；
- 高纯度镀银触点材料；
- 无抑制作用继电器触点；
- 单/双触点与线圈电路电气绝缘；
- 瞬态抑制作用绕组；
- 如使用的是实际连接的开关进行测试，则应在测试报告中注明。

被测样件与人工网络之间的线束长度应为 $200 (\pm 50)$ mm。其间不应包含任何的连接器。

车载蓄电池应作为电源给被测样件进行供电。蓄电池的负极端应与接地平板连接到一起。测试用示波器的采样率应在每秒1GHz以上。

如被测样件的外壳为金属材料且在整车上的安装位置为外壳接地，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上不是直接连到车身上，被测样件需要放置在接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。如果对以上两种情况不明确，则被测样件需要按上述两种要求进行测试。

如果被测样件为电机或执行器，则其在测试中应加载其定义的最大模拟负载。

7.1.5.3 限值要求

处于12V电源网络的DUT：

- 正脉冲不应超过+75V，
- 负脉冲不应超过-100V。

处于24V电源网络的DUT：

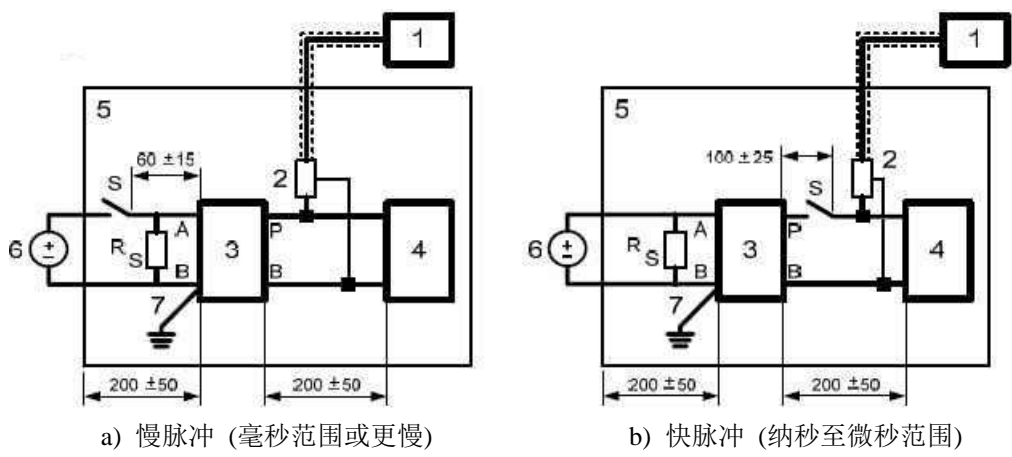
- 正脉冲不应超过+150V，
- 负脉冲不应超过-450V。

7.1.5.4 试验流程

参照ISO 7637-2的试验流程执行，DUT应在断开、闭合以及各种不同的工作模式下进行测试，应将DUT准确的工作情况在测试计划中指明。

测试前，应对取样率以及触发电平进行选择，以便获取显示完整的瞬态宽度的波形，并具有足够高的分辨率以显示瞬态的最大正、负值部分，按照测试计划操作DUT，并记录电压幅度以及其他的瞬态参数，例如上升时间，下降时间以及瞬态宽度等。

除非测试计划另有说明，否则要求采集10个波形并记录所偶有相关信息和试验结果。



1. 示波器或等效设备
2. 电压探头
3. 人工网络
4. DUT
5. 接地平板
6. 电源
7. 接地线 (长度<100mm)

图 12 瞬态传导发射试验布置

7.1.5.5 试验报告

测试报告应包括以下内容：

测试脉冲的描点图；

被测样件的情况描述；

对于脉冲的描点图应添加适当的说明。

7.2 抗干扰试验

7.2.1 射频辐射抗干扰测试

辐射抗扰度覆盖从1MHz至3.1GHz频段的要求。当测试过程中出现与设计要求的偏差时需要按下面的方法找出发生偏差时的阈值；

在出现偏差点将RF信号逐渐降低，直到DUT恢复正常；

RF信号以小于1dB的步进逐渐增加，直到出现偏差；

记录此时的RF场强值作为此频点的抗扰度阈值；

在此过程中出现的所有与正常状态存在偏差的现象均应有详细记录；

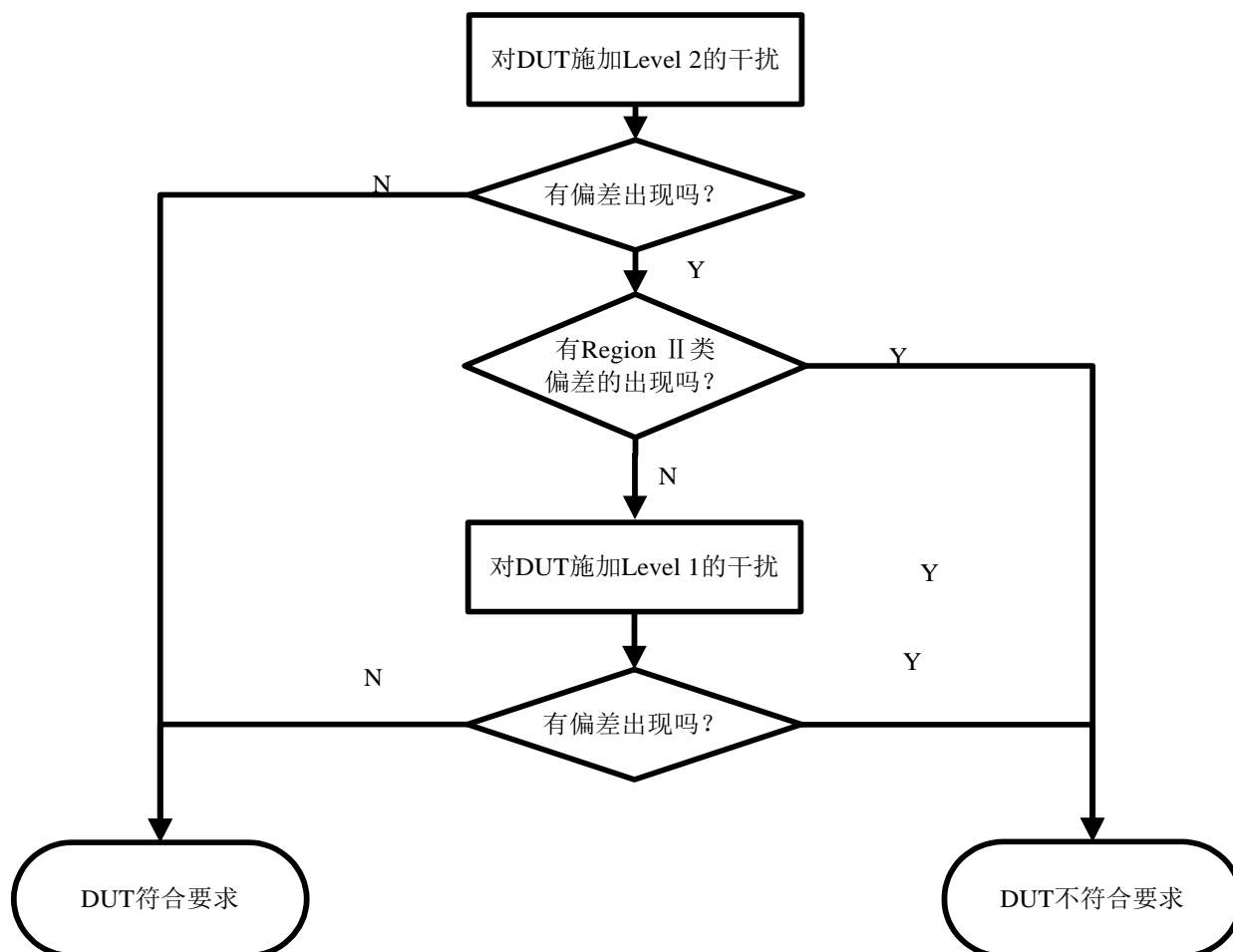
部件在进行抗扰度测试过程中DUT的功能状态应满足表12的要求。

射频辐射抗扰度测试的频率步进要求见表12的要求：

表 12 射频抗扰度频率步进表

频率范围 (MHz)	频率步进 (MHz)
0.1~1	0.1
1 ~ 30	0.5
30 ~200	2
200~ 400	5
400 ~1000	10
1000 ~ 2000	20
2000 ~3100	40

当一个产品同时包括Region I、Region II 二类功能中的多个功能类型时，推荐的射频抗干扰测试的流程如图14所示：



* 上图所示的“偏差”即为偏离EMC测试计划中规定的功能状态等级要求；

* 如实际测试执行的测试流程与上图不同，需获得JMC EMC部门确认。

图13 辐射抗扰度测试流程

7.2.1.1 辐射抗干扰测试——大电流注入法(BCI)

7.2.1.1.1 测试设备

测试设备应满足ISO 11452-1和ISO 11452-4中的要求。

7.2.1.1.2 校准和测试布置

测试按ISO 11452-4中的替代法进行。

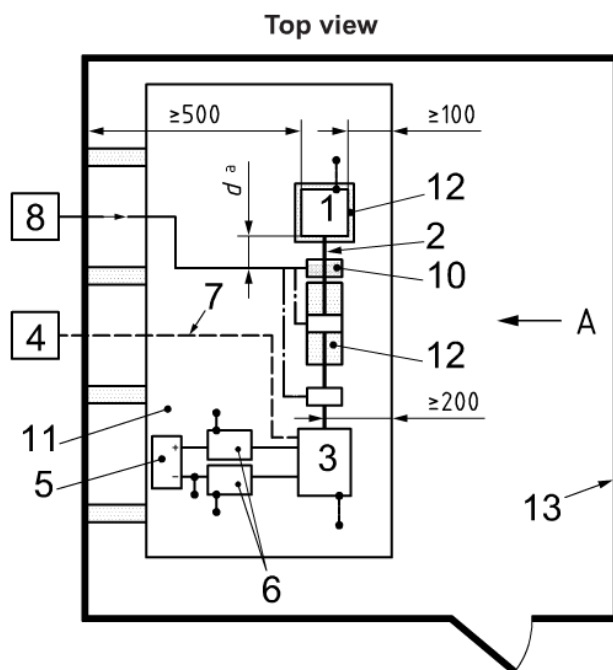
被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池（参见4.5.4 节的要求）。

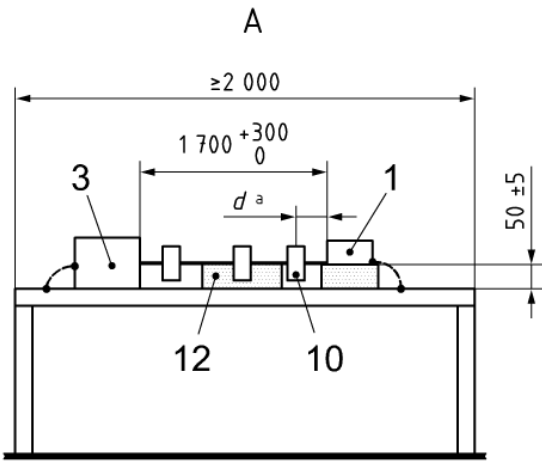
蓄电池的负极端需要与接地平板连接到一起。蓄电池可以置于接地平板上或者置于测试台下方。标准的测试布置图（测试工装、蓄电池、人工网络）参见图1要求。

如被测样件的外壳为金属材料且在整车上的安装位置为外壳接地，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上不是直接连到车身上，被测样件需要放置在接地平板上50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。如果对以上两种情况不明确，则被测样件需要按上述两种要求进行测试。被测样件的放置位置及放置方向应在 EMC 的测试计划和测试报告中详细说明。

在测试频率范围内，被测样件的所有线束都应置于注入钳之内。如果一次无法将所有线束放入注入钳内，可以以一个接插件为单位分别进行测试。

注入钳应与接地平板绝缘。





- | | |
|------------------------|----------------|
| 1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地） | 7 光纤转换器 |
| 2 测试线束 | 8 高频设备 |
| 3 负载模拟器 | 10 注入探头 |
| 4 模拟及监系统 | 11 接地板（与屏蔽体相连） |
| 5 电源（位置可选） | 12 绝缘材料支撑 |
| 6 人工电源网络（AN） | 13 屏蔽室 |

图 14 BCI 替代法测试布置示例

7.2.1.1.3 限值要求

被测样件的功能只能注入电流值大于表13中的要求时才能与设计要求的有偏差。

DUT需要按照要求的方式进行测试，同时根据DUT的功能划分达到相应的功能等级，此信息需要在测试计划中明确列出。

对于DUT中多个功能分别属于不同的REGION类别的，其干扰等级及功能状态按照其功能分别记录其状态，并分别判断其是否达到要求；

表 13 大电流注入抗扰度限值表

频率 (MHz)	Level 1 (dBuA)	Level 2 (dBuA)	调整方式
1~15	64~100	70~106	CW, AM 80%
15~30	100	106	CW, AM 80%
30~400	100~96	106~100	CW, AM 80%
	功能状态要求		
	Class A	Class C	
	Class A		

7.2.1.1.4 试验流程

应使用符合ISO 11452-4要求的校准注入钳，使用替代法进行测试。

校准注入钳法（替代法）测试要求：

- a) 前向功率将作为电磁场的特征参数，并且需将其运用于实际的测试中；
- b) 频率步进要求需满足表13中的要求，调制方式需满足表13中的要求；
- c) 在频率范围1 MHz到30 MHz，注入钳应分别置于距被测样件（150 mm，450 mm）的位置进行测试，30 MHz到400 MHz，注入钳应该分别置于距被测样件（450 mm，750 mm）的位置进行测试；
- d) 如在测试中发现测试样件功能出现异常现象，则注入电流应逐步降低，直到被测样件功能恢复正常；然后注入电流应逐步增加，直到被测样件功能再次发生异常现象。此时，这个注入电流值应作为阈值记录在测试报告中；
- e) 在测试期间被测样件的工作模式应符合测试计划中的要求。

7.2.1.1.5 试验报告

试验报告中至少应包括以下内容：

详细叙述功能的检测方式；

测试所用调制方式；

任何出现与设计的要求不一致的现象；

检测设备及相应的检测技术；

DUT出现偏差时每个频率点的最小注入电流值；

应包含相应的调制方式、电流注入钳的位置和工作模式；

被测样件的测试照片；

检测系统校准数据。

7.2.1.2 辐射抗干扰测试——电波暗室法

7.2.1.2.1 测试设备

测试设备应满足ISO 11452-1和ISO 11452-2中的要求。

7.2.1.2.2 校准和测试布置

测试按ISO 11452-2中的替代法进行。

被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池（参见4.5.4节的要求）。

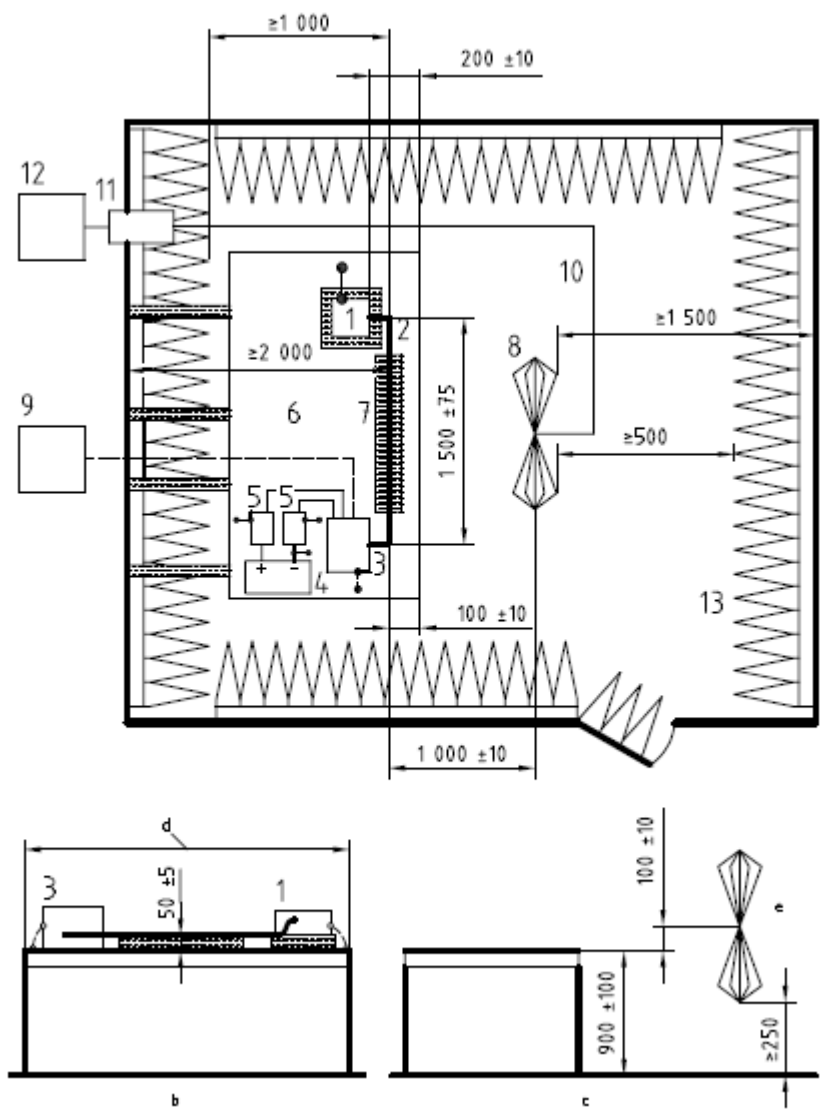
蓄电池的负极端需要与接地平板连接到一起。蓄电池可以置于接地平板上或者置于测试台下方。标准的测试布置图（测试工装、蓄电池、人工网络）参见图1要求。对于频率 $\leq 1\text{GHz}$ 的测试，发射天线应置于被测样件线束的中心位置正前方（参照ISO 11452-2-2004 图1、图2）。对于频率 $\geq 1\text{GHz}$ 的测试，天线应沿接地平板前沿平移750mm，正对被测样件。天线的中心应正对被测样件，不再正对测试线束中心（参照ISO 11452-2-2004 图3）。线束长度应为1700 (\pm_{0}^{300})mm。被测样件和测试辅助设备线束呈弯曲放置。线束弯曲的角度应在90°至135°之间，如图2所示。测试线束应置于接地平板50mm厚的绝缘垫（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）上。

如被测样件的外壳为金属材料且在整车上的安装位置为外壳接地，则该样件在测试时应直接将其与接地平板连接到一起。如被测样件的外壳在整车上不是直接连到车身上，被测样件需要放置在

接地平板上50mm厚的绝缘垫 ($\epsilon_r \leq 1.4$) 上。如果对以上两种情况不明确, 则被测样件需要按上述两种要求进行测试。被测样件的放置位置及放置方向应在EMC的测试计划和测试报告中详细说明。

在低于1GHz频段, DUT只需在一个方向上进行测试, 测试过程中DUT方向尽量与实车安装方向一致, 高于1GHz的频段被测样件需要至少在三个正交垂直放置方向上进行测试。

在校准和实际的测试中, 前向功率需要记录作为参考参数。



1 DUT (如果在测试计划中需要则就近接地)

2 测试线束

3 负载模拟器

4 电源 (位置可选)

5 人工电源网络 (AN)

6 接地板 (与屏蔽体相连)

7 绝缘材料支撑

8 双锥天线

9 模拟及监测系统

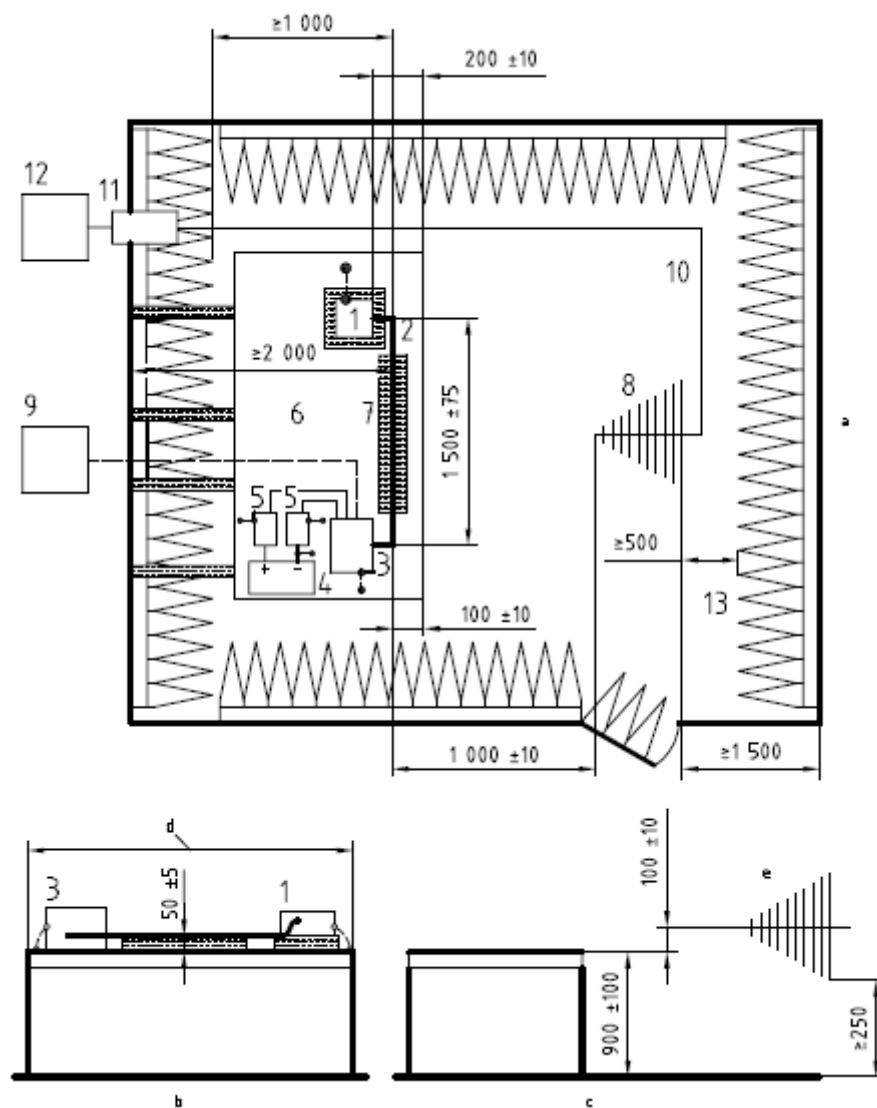
10 高质量双层屏蔽电缆 (50Ω)

11 壁板连接器 (接头)

12 射频信号发生器和放大器

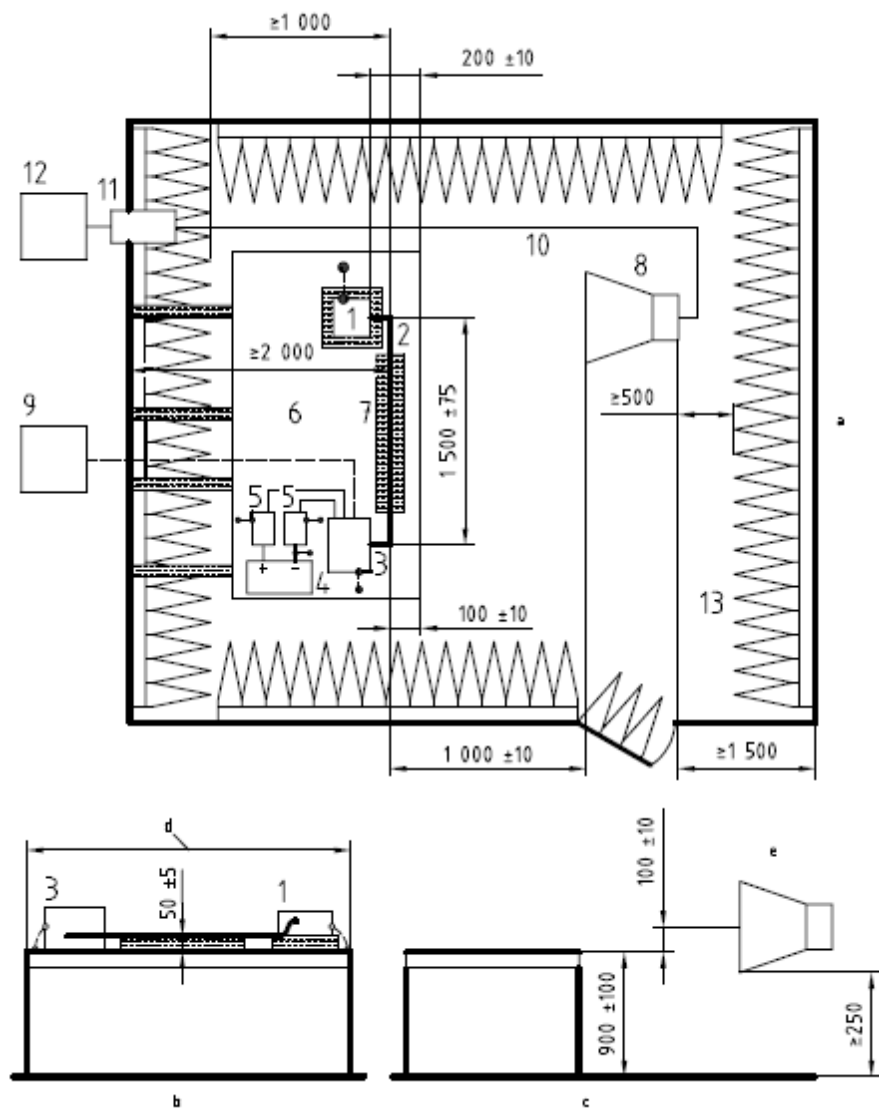
13 射频吸波材料

图 15 测试布置的示例—双锥天线



- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1 DUT（如果在测试计划中需要则就近接地） | 8 对数周期天线 |
| 2 测试线束 | 9 模拟及监系统 |
| 3 负载模拟器 | 10 高质量双层屏蔽电缆（50Ω） |
| 4 电源（位置可选） | 11 壁板连接器（接头） |
| 5 人工电源网络（AN） | 12 测量设备 |
| 6 接地板（与屏蔽体相连） | 13 射频吸波材料 |
| 7 绝缘材料支撑 | |

图 16 测试布置示例—对数周期天线



- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1 DUT (如果在测试计划中需要则就近接地) | 8 喇叭天线 |
| 2 测试线束 | 9 模拟及监控系统 |
| 3 负载模拟器 | 10 高质量双层屏蔽电缆 (50Ω) |
| 4 电源 (位置可选) | 11 壁板连接器 (接头) |
| 5 人工电源网络 (AN) | 12 测量设备 |
| 6 接地板 (与屏蔽体相连) | 13 射频吸波材料 |
| 7 绝缘材料支撑 | |

图 17 测试布置示例—1GHz 以上

7.2.1.2.3 限值要求

被测样件的功能只能在场强值大于表14中的要求时才能与设计要求有偏差。

表 14 射频辐射抗扰度限值表

频率 (MHz)	Level 1 (V/m)	Level 2 (V/m)	调整方式
400~800	50	100	CW , AM 80%
800~1000	50	70	CW , AM 80% ; Pulse, t _{on} = 577 us, T = 4.6 ms
1000~3100	50	70	CW , Pulse, t _{on} = 577 us, T = 4.6 ms
	功能状态要求		
REGION I	Class A	Class C	
REGION II	Class A		
脉冲场强为峰值 RMS 场强			

7.2.1.2.4 试验流程

- a) 测试采用替代法进行，参照ISO 11452-2的要求进行校准和测试；
- b) 前向功率将作为电磁场的特征参数，并且需将其运用于实际的测试中；
- c) 频率步进要求需满足表12中的要求，调制方式需满足表14中的要求；
- d) 所有调制方式的驻留时间（驻留时间：用于每种射频调制的时间）应大于控制工作一个周期的时间，最短不小于2s；
- e) 测试极化方式应包括水平极化和垂直极化两个方向；
- f) 在测试频率范围 $\geq 1000\text{MHz}$ 时，被测样件应在三个正交垂直方向上分别进行测试；
- g) 如在测试中发现测试样件功能出现异常现象，则测试场强应逐步降低，直到被测样件功能恢复正常；此时，场强应逐步增加，直到被测样件功能再次发生异常现象。此时，这个场强值应作为阈值记录在测试报告中。

7.2.1.2.5 试验报告

试验报告中至少应包括以下内容：

- 详细叙述功能的检测方式；
- 测试所用调制方式；
- 任何出现与设计的要求不一致的现象；
- 检测设备及相应的检测技术；
- DUT出现偏差时每个频率点的最小场强值；
- 应包含相应的调制方式和工作模式；
- 被测样件三个轴向的测试照片；
- 检测系统校准数据。

7.2.2 磁场抗干扰测试

对于磁场抗扰度测试可以根据实验室情况在赫姆霍兹线圈法和小环天线法之间任选一种方法进行该项试验。

7.2.2.1 测试设备

测试设备应满足ISO 11452-1和ISO 11452-8中的要求。

表 15 磁场抗扰度频率步进表

频率范围 (kHz)	频率步进 (kHz)
0.05 ~ 1	0.05
1 ~ 10	0.5
10 ~ 100	5

7.2.2.2 校准和测试布置

测试过程和测试布置按照ISO 11452-8中的方法进行，本标准中注明不做要求的部分除外。测试设置应以方便配置被测样件直接暴露于表15中所列出的磁场区域，任何可能被连接到被测样件的磁性传感器都应置于磁场领域中。

在测试中被测样件应放在一个木制平板或绝缘平板上。测试辅助设备和其他支持设备应安装在地平面，但测试辅助设备及接地平板与赫尔姆霍兹线圈的距离不应小于200mm。

被测样件及测试辅助设备中的电子硬件的供电需使用车载蓄电池（参见第4.5.4条的要求）。

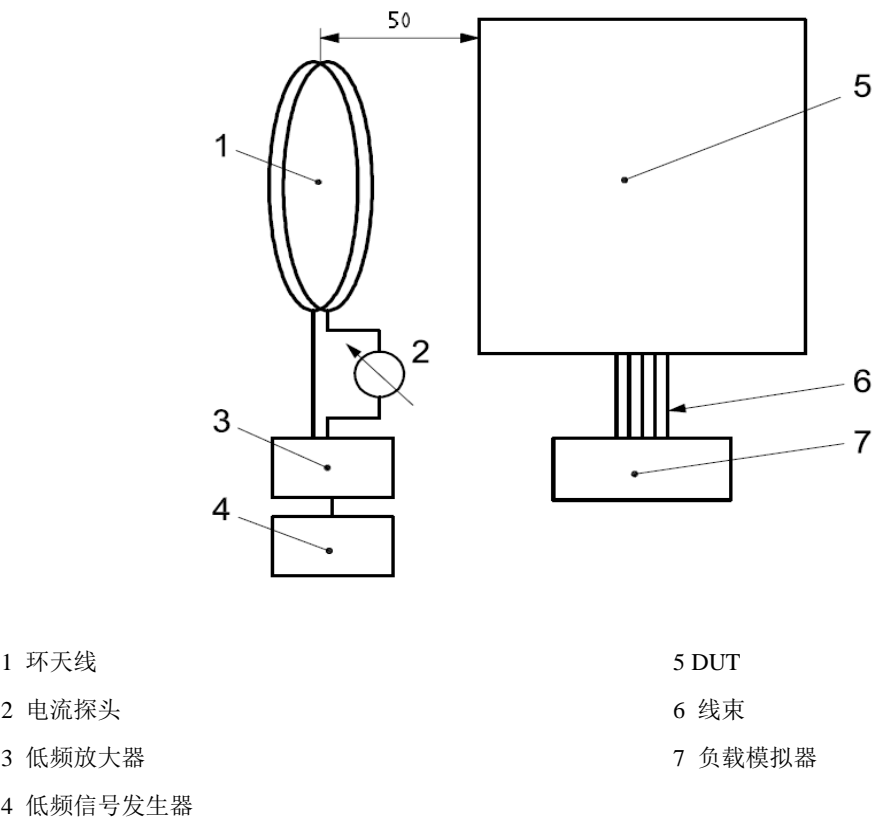
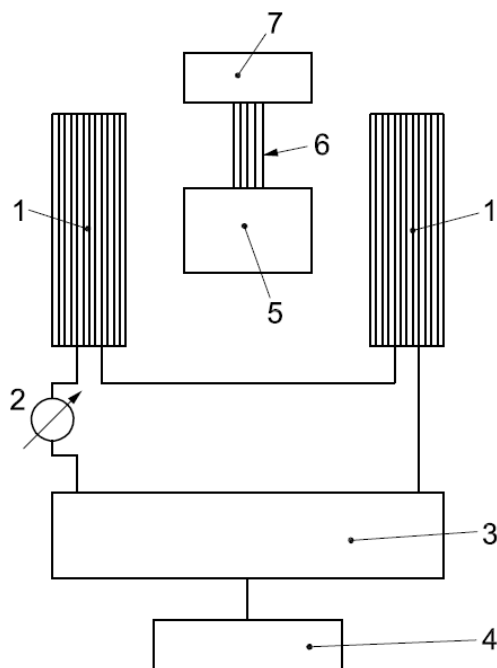


图 18 环天线法测试布置



- 1 环天线

2 电流探头

3 低频放大器

4 低频信号发生器
- 5 DUT或场强测试仪（校准时用）

6 线束

7 负载模拟器

图 19 赫姆霍兹线圈法测试布置

7.2.2.3 限值要求

被测样件的功能只能注入电流值大于表16中的要求时才能与设计要求有偏差。

表 16 磁场抗扰度限值表

频率（kHz）	Level (dBpTrms)
0.05 - 1	165 – 20lg(f /0.05)
1 - 10	139
10 - 100	139 – 20lg (f/ 10)
	功能状态要求
REGION I	Class A
REGION II	

7.2.2.4 试验流程

采用赫姆霍兹线圈法需按下列流程进行：

a) 在对被测样件进行测试之前，应按照ISO 11452-8中规定的程序对赫尔姆霍兹线圈特性进行校准。应根据被测样件的物理尺寸选择合适的测试线圈。

对于被测样件尺寸小于一个线圈半径的样件，线圈应该离开一个半径的距离。被测样件各表面距离相邻线圈应至少为50mm。

对于被测样件尺寸大于一个线圈半径的样件，线圈的距离应该使得DUT面所在平面与两线圈中任一线圈所在平面至少50mm，两线圈之间的距离不超过1.5倍半径。

b) 频率步进要求需满足表16中的要求。

c) 给赫尔姆霍兹线圈提供足够的电流以产生表17中各频率点相应的磁场强度。

d) 驻留时间应至少为2s。请注意，如果被测样件的功能响应时间很长，则延长驻留时间可能是必要的。该情况应在EMC测试计划写明。

e) 重新定位被测件或赫尔姆霍兹线圈，先后使两个线圈与被测样件的每个面平行并平行任何连接器的轴面。

f) 如果发现有异常，应减小测试磁场强度直到被测样件的功能正常。然后，应增加测试磁场强度，直至被测样件出现异常。这时的磁场强度应作为阈值记录在测试报告中。

g) 如果被测件有附加的磁传感器，应对传感器进行单独的测试以验证被测样件能够正常工作。采用小环天线法测试需按下列流程进行：

a) 在对被测样件进行测试前须按照 ISO 11452-8中所述的方法对辐射线圈进行校准。

b) 频率步进要求需满足表7.12中的要求。

c) 将被测样件的表面分为100×100mm的区域并将辐射线圈面向被测样件置于上述各区域的中心。如果被测样件的表面小于100x100mm，则将被辐射线圈置于被测样件表面的中心。辐射环的表面到被测样件表面的距离应为50mm。传感器应平行被测样件的表面且平行任何连接器的轴心。

d) 在每个位置，给辐射线圈提供足够的电流已产生满足表17所定义的场强，并按表16中列出的各频率步进要求进行测试。

e) 驻留时间应至少为2s。请注意，如果DUT的功能响应时间较长，则停留时间较长是必要的。这种信息应在EMC测试计划中说明。

f) 如果有异常现象发生，则应减少测试场强直到被测样件的功能恢复正常。然后，再增加测试场强直至被测样件出现异常。这场强值应作为阈值记录在测试报告中。

7.2.2.5 试验报告

试验报告中至少应包括以下内容：

该测试装置的细节，包括DUT的位置方向与干扰线圈的相对距离等；

监测状态的描述；

DUT所有的工作异常；

DUT所有出现异常的频点及该点的阈值；

被测样件的测试照片；

试验系统校准数据。

7.2.3 瞬态抗干扰

高压端产生的瞬态干扰根据实车测试情况进行补充。

7.2.3.1 瞬态传导抗干扰

7.2.3.1.1 设备

测试设备需满足ISO 7637-1和ISO 7637-2中的相关要求。

7.2.3.1.2 校准和测试布置

应按照ISO 7637-2和 ISO 16750-2中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。

7.2.3.1.3 限值要求和干扰波形参数

被测样件的功能只能在干扰大于表17、18中的要求时才能与设计要求有偏差。根据JMC EMC零部件及功能的分类,选择不同的干扰等级执行, REGION II类执行Level 2, REGION I类执行Level 1。

表 17 12V 系统电源线瞬态抗扰度限值表

脉冲序号	Level 1	Level 2	测试脉冲要求	功能状态要求
1	$U_s = -112V$	$U_s = -150V$	500 次	Class C
2a	$U_s = +55V$	$U_s = +112V$	500 次	Class A
2b	$U_s = +10V$	$U_s = +10V$	10 次	Class C
3a	$U_s = -165V$	$U_s = -220V$	1h	Class A
3b	$U_s = +112V$	$U_s = +150V$	1h	Class A
4	$U_{S6} = 4.5V (U_S = 6.5V),$ $U_{S6} = 6.5V (U_S = 8.5V)$	$U_{S6} = 3V (U_S = 5V),$ $U_{S6} = 5V (U_S = 7V)$	各 1 次	Class A, B ¹
5b	$U_s = +87, U_s^* = 35V, R_i = 2\Omega, t_d = 350ms$ 具体要求江铃技术中心确认后实施		1min 内 5 次	Class C

表 18 24V 系统电源线瞬态抗扰度限值表

脉冲序号	Level 1	Level 2	测试脉冲要求	功能状态要求
1	$U_s = -450V$	$U_s = -600V$	500 次	Class C
2a	$U_s = +55V$	$U_s = +112V$	500 次	Class A
2b	$U_s = +20V$	$U_s = +20V$	10 次	Class C
3a	$U_s = -220V$	$U_s = -300V$	1h	Class A
3b	$U_s = +220V$	$U_s = +300V$	1h	Class A
4	$U_{S6} = 8V (U_S = 15V),$ $U_{S6} = 10V (U_S = 17V)$	$U_{S6} = 6V (U_S = 10V),$ $U_{S6} = 8V (U_S = 12V)$	各 1 次	Class A, B ¹
5b	$U_s = +174, U_s^* = 58V, R_i = 6\Omega, t_d = 350ms$ 具体要求江铃技术中心确认后实施		1min 内 5 次	Class C

注 1：启动过程中需要正常工作的零部件需满足 Class A，具体请参考表 24

如下以 Level 1 的具体波形图及参数为例。

表19 干扰脉冲波形1参数

参数	12V 系统	24V 系统
U _s	-112V	-450V
R _i	10Ω	50Ω
t _d	2ms	1ms
t _r	1 ⁰ _{-0.5} us	3 ⁰ _{-1.5} us
t ₁ ^a	0.5s—5s	
t ₂	200ms	
t ₃ ^b	<100us	
a t ₁ 应该选择应保证 DUT 在两个干扰脉冲间能完成初始化。		
b t ₃ 为断开电源与施加脉冲之间所需的最短时间。		

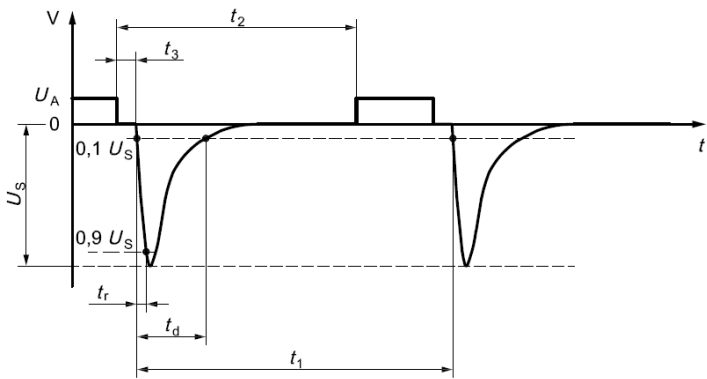


图20 干扰脉冲波形1

表20 干扰脉冲波形2a参数

参数	12V 系统	24V 系统
U _s	55V	
R _i	2Ω	
t _d	0. 05ms	
t _r	(1 _{-0.5} ⁰)us	
^a t ₁	0. 2s ~ 5s	
a 根据开关的情况，重复时间 t _i 可短些。使用短的重复时间可以缩短试验时间。		

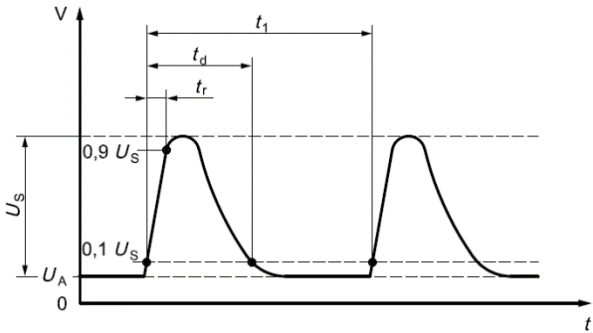


图21 干扰脉冲波形2a

表21 干扰脉冲波形2b参数

参数	12V 系统	24V 系统
U_S	10V	20V
R_i	$0\Omega \sim 0.05\Omega$	
t_d	$0.2s \sim 2s$	
t_{12}	$1ms \pm 0.5ms$	
t_r	$1ms \pm 0.5ms$	
t_6	$1ms \pm 0.5ms$	

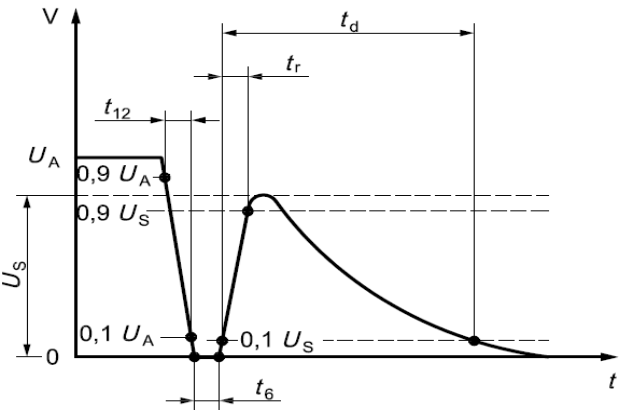


图22 干扰脉冲波形2b

表22 干扰脉冲波形3a参数

参数	12V 系统	24V 系统
U_S	-165V	-220V
R_i	50Ω	
t_d	$0.1(^{+0.1}_0)\mu s$	
t_r	$5ns \pm 1.5ns$	
t_1	$100\mu s$	
t_4	$10ms$	
t_5	$90ms$	

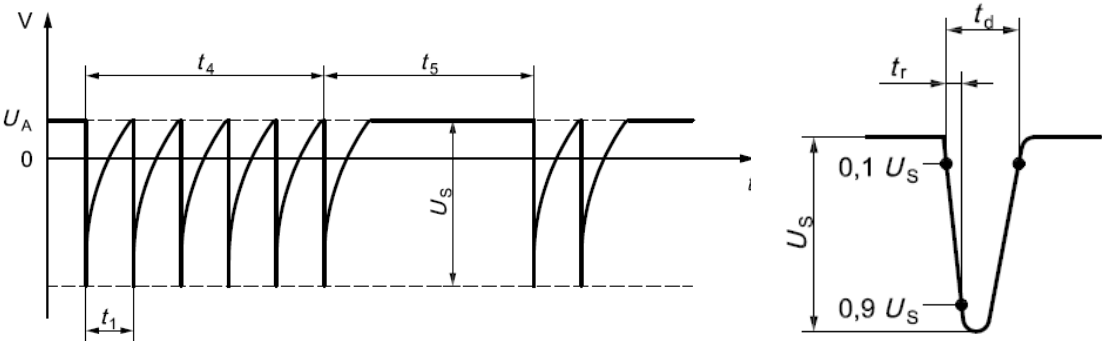


图 23 干扰脉冲波形 3a

表23 干扰脉冲波形3b参数

参数	12V 系统	24V 系统
U_S	+112V	+220V
R_i	50Ω	
t_d	$0.1(^{+0.1}_0)\mu s$	
t_r	$5ns \pm 1.5ns$	
t_1	100us	
t_4	10ms	
t_5	90ms	

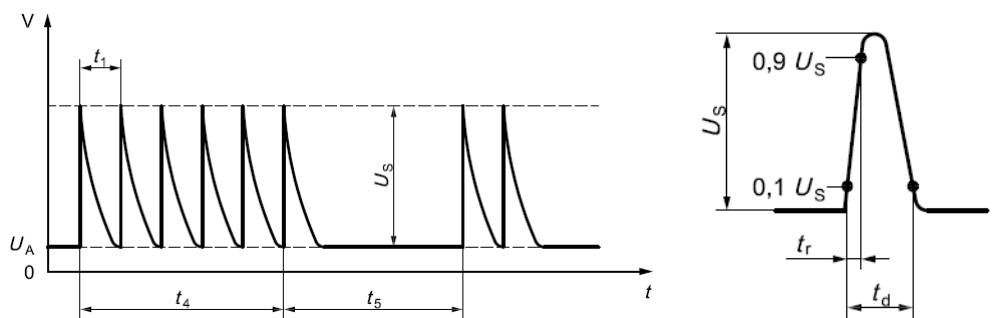
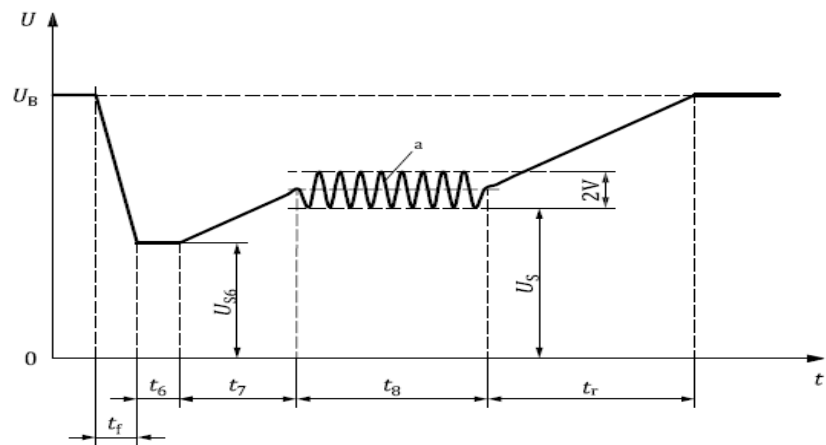


图24 干扰脉冲波形3b

表24 干扰脉冲波形4参数

参数	12V 系统		24V 系统	
U_S	6.5V	9.5V	15V	20V
U_{S6}	4.5V	8V	8V	10V
t_f	$5(\pm 0.5)$	$5(\pm 0.5)$	$10(\pm 1)$	$10(\pm 1)$
t_6	$15(\pm 1.5)$	$15(\pm 1.5)$	$50(\pm 5)$	$50(\pm 5)$
t_7	$50(\pm 5)$			
t_8	$10000(\pm 1000)$	$1000(\pm 100)$	$10000(\pm 1000)$	$1000(\pm 100)$
t_r	$100(\pm 10)$	$40(\pm 4)$	$100(\pm 10)$	$40(\pm 4)$
DUT 功能	Class B	Class A	Class B	Class A

*此表所有时间单位为ms



* $U_B=12\pm0,2$

图25 干扰脉冲波形4

表25 干扰脉冲波形5b参数

参数	12V 系统	24V 系统
U_S	87V	174V
U_S^*	35V	58V
R_i	2Ω	6Ω
t_d	350ms	350ms
t_r	$10^{(0-5)}\text{ms}$	

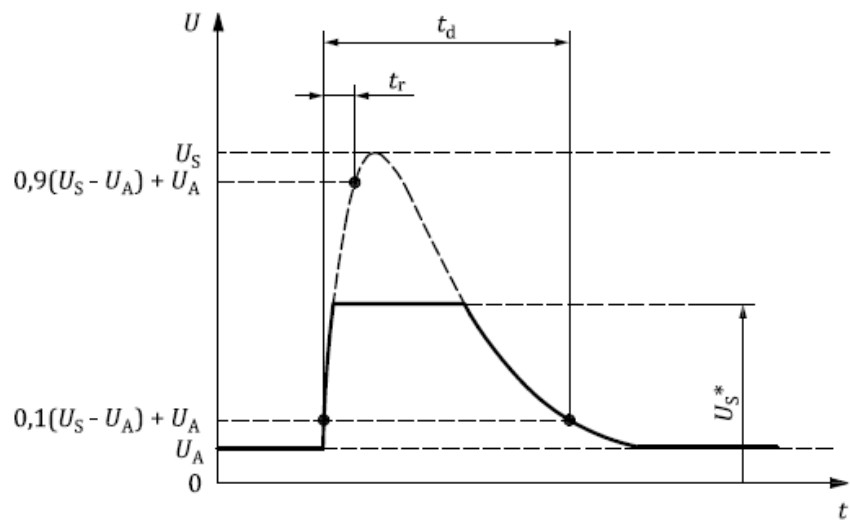


图 26 干扰脉冲波形 5b

7.2.3.1.4 试验流程

干扰波形1和2b只适用于电源线上有开关存在的电路。

干扰波形4只适用于在车辆启动过程中带电的电路。

该测试同样也适用于连接到由蓄电池提供电源的感性负载输入/输出端口。测试脉冲应施加所有与B+相关的引脚和由B+提供电源的I/O口。

测试应符合ISO 7637-2中的要求，测试前首先进行试验系统的校准。

7.2.3.1.5. 试验报告

测试报告中至少应包括以下内容：

- 所实施的测试脉冲波形（脉冲编号）；
- 每个测试脉冲实施重复测试的数量；
- 脉冲周期；
- 脉冲注入点；
- 在每个测试脉冲测试期间被测样件的功能状态；
- 被测样件的测试照片；
- 试验系统校准数据。

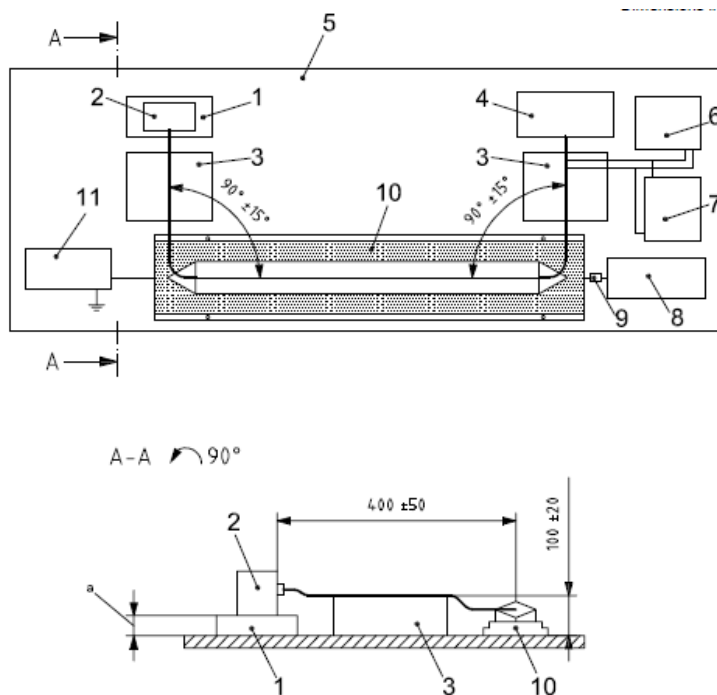
7.2.3.2 瞬态耦合抗干扰

7.2.3.2.1 设备

测试设备需满足ISO 7637-1和ISO 7637-3中的相关要求。

7.2.3.2.2 校准和测试布置

应按照ISO 7637-3中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。



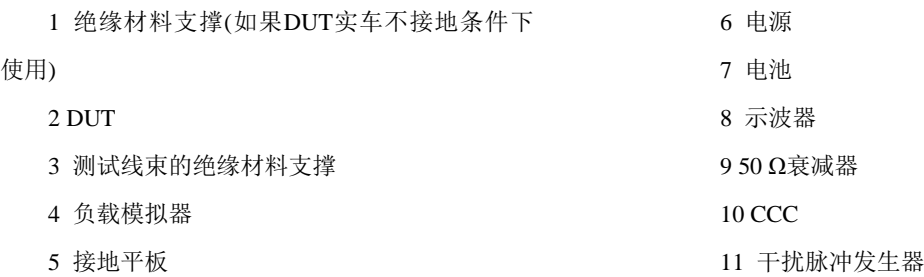


图 27 信号线瞬态抗干扰测试布置图

7.2.3.2.3 限值要求

被测样件的功能只能在干扰大于表26中的要求时才能与设计要求有偏差。

表26瞬态耦合抗扰度限值表（12V系统）

脉冲序号	脉冲参数	测试脉冲要求	功能状态要求
3a	Us =-60 V	10 min	Class A
3b	Us =+40 V	10 min	Class A

表27 瞬态耦合抗扰度限值表（24V系统）

脉冲序号	脉冲参数	测试脉冲要求	功能状态要求
3a	Us =-80 V	10 min	Class A
3b	Us =+80 V	10 min	Class A

7.2.3.2.4 试验流程

测试应符合ISO 7637-3中的要求，测试前首先进行试验系统的校准。

7.2.3.2.5 试验报告

- 测试报告中至少应包括以下内容：
- 所实施的测试脉冲波形（脉冲编号）
 - 每个测试脉冲实施重复测试的数量；
 - 脉冲周期；
 - 在每个测试脉冲测试期间被测样件的功能状态；
 - 被测样件的测试照片；
 - 试验系统校准数据。

7.2.4 静电放电（ESD）

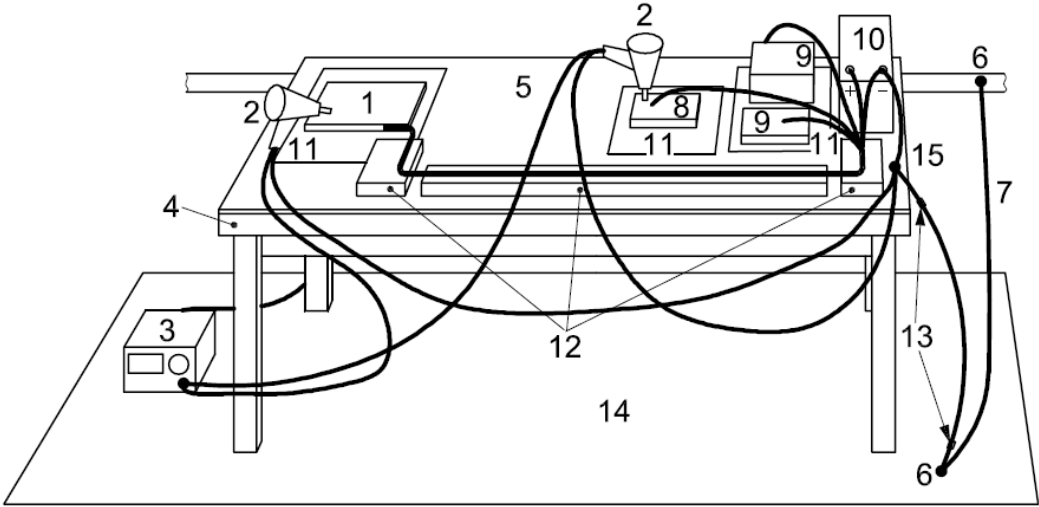
7.2.4.1 加电模式 ESD

7.2.4.1.1 设备

测试设备需满足ISO 10605的相关要求。

7.2.4.1.2 校准和测试布置

应按照ISO 10605中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。



- 1 DUT

2 ESD发生器

3 ESD 发生器主机

4 不导电桌

5 水平耦合板

6 接地点

7 地连接线

8 DUT远端放电点
- 9 模拟负载

10 电池

11 绝缘支撑物（如果需要）

12 绝缘块

13 470kΩ 电阻

14 GRP 参考地平面（可选）

15 水平耦合板接地点

图 28 加电模式 ESD 测试布置参考图

7.2.4.1.3 限值要求

被测样件的功能只能在干扰大于表28中的要求时才能与设计要求有偏差。

表28 工作模式ESD放电参数表

序号	放电类型	电压 要求	最少次 数	功能状态分类	
				Region I	Region II
1	空气放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±4kV	3	Class A	
2	接触放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±4kV	3		
3	空气放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±6kV	3		
4	接触放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±6kV	3	Class C	
5	空气放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±8kV	3		
6	接触放电	±8kV	3		

	C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω			
7	空气放电 C = 330 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±15kV	3	
8	空气放电 C = 150 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±25kV	3	
1. 除第 8 项之外所有测试均适用于乘客坐在车内可接触到的部件表面以及与部件相连的开关、连接器等可以在使用或维修过程中接触到的部位； 2. 第 8 项适用于在车外不接触车体的情况下可以接触到的部件表面以及与部件相连的开关、连接器等可以在使用或维修过程中接触到的部位。				

7.2.4.1.4 试验流程

测试开始前，应按照表格28所列出的电压等级对ESD模拟器的放电电压进行校验。

按测试计划中定义的放电位置对所有放电点分别进行测试。

测试结束后对DUT的所有功能状态进行检查，以确认DUT没有出现故障。

7.2.4.1.5 试验报告

测试报告中至少应包括以下内容：

- 试验过程中出现的性能偏差；
- 被测样件的测试照片；
- 试验系统校准数据。

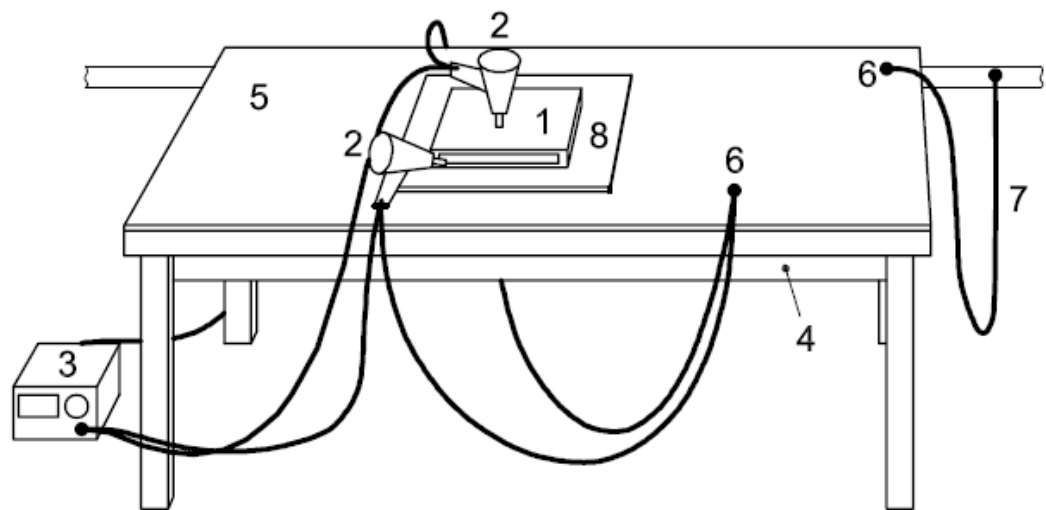
7.2.4.2 不加电模式 ESD

7.2.4.2.1 设备

测试设备需满足ISO 10605的相关要求。

7.2.4.2.2 校准和测试布置

应按照ISO 10605中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。



- 1 DUT

2 ESD发生器

3 ESD发生器主机

4 绝缘桌
- 5 HCP

6 接地点

7 地连接线

8 耗散垫，如有要求
- *如模块针脚定义有接地要求，则执行测试时将对应的针脚单独接地（ $L \leq 200\text{mm}$ ）

图29 不加电模式ESD测试布置参考图

7.2.4.2.3 限值要求

被测样件的功能只能在干扰大于表29中的要求时才能与设计要求有偏差。

表29 不加电模式ESD放电参数表

序号	放电类型	电压 要求	最少次 数	功能状态分类	
				Region I	Region II
1	接触放电 C = 150 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±4kV	3	Class C	
2 ¹	接触放电 C = 150 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±6kV	3		
3 ¹	空气放电 C = 150 pF, R = 2kΩ 和 R=330Ω	±8kV	3		
1. 本项不适用于连接器针脚；					

7.2.4.2.4 试验流程

测试开始前，应按照表格29所列出的电压等级对ESD模拟器的放电电压进行校验。

按测试计划中定义的放电位置对所有放电点分别进行测试。

测试结束后对DUT的所有功能状态进行全面检查，以确认DUT没有出现故障。

7.2.4.2.5 试验报告

测试报告中至少应包括以下内容：

试验过程中出现的性能偏差；

被测样件的测试照片；

试验系统校准数据。

■ 附录 A

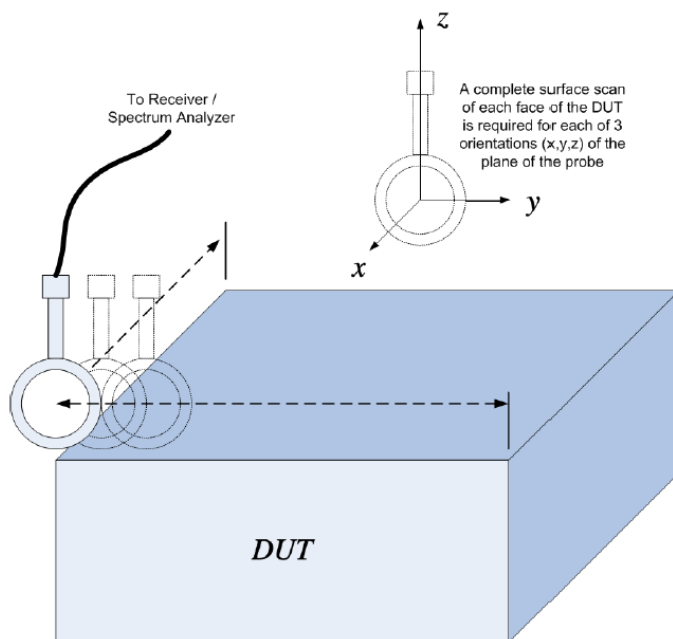
辐射发射-磁场 测试要求

A.1 试验设备

测试设备需满足CISPR 16和ISO 17025中的相关要求。

A.2 校准和测试布置

应按照CISPR 16和ISO 17025中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。



图A1 磁场测试的扫描方向示意图

A.3 参考测试限值要求

DUT在测试过程中得到的限制不能超过小表中的值。

表A1 带状线法测试参考限值表

频段	频段范围 (kHz)	Level (dBU _T)
RE-LF	100 - 120	-4~-24
	120 - 130	-24
	130 - 150	-24~-4

A.4 试验流程

具体的试验流程可与JMC EMC团队确认后执行。

A.5 试验报告

测试报告中至少应包括以下内容：

- 试验过程中出现的性能偏差；
- 被测样件的测试照片；
- 试验系统校准数据。

■ 附录 B

带状线法测试要求

B.1 试验设备

测试设备需满足ISO 11452-5中的相关要求。

B.2 校准和测试布置

应按照ISO 11452-5中的要求对测试用设备进行校准和测试布置。

B.3 参考测试限值要求

被测样件的功能只能在干扰大于表B1中的要求时才能与设计要求有偏差。

表B1 带状线法测试参考限值表

频率 (MHz)	Level 1 (V/m)	Level 2 (V/m)	调整方式
1~400	100	200	CW, AM 80%

B.4 试验流程

测试应按ISO 11452-5中的要求进行。

B.5 试验报告

测试报告中至少应包括以下内容：

- 试验过程中出现的性能偏差；
- 被测样件的测试照片；
- 试验系统校准数据。