

编号	SJ-DQ-16-2009
代替	SJ-DQ-16-2008
密级	商密 2 级 ▲

重庆长安汽车股份有限公司内部技术规范

## 电器部件电磁兼容测试规范

**Testing Criterion of electromagnetic compatibility for  
electronic sub-assemblies in vehicles**

**2009-09-15 制定**

**2009-9-25 发布**

---

重庆长安汽车股份有限公司

## 前 言

本规范为指导整车所使用的电器部件满足电磁兼容法规而制定。为保证车内电器设备之间，以及整车和周围环境之间的电磁兼容性，本规范规定了电器部件电磁兼容的测试方法、容许发射的干扰限值以及抗干扰的要求。本规范与《整车电磁兼容测试规范》配合使用。

本规范代替 SJ-DQ-16-2008《电器部件电磁兼容测试规范》，与 SJ-DQ-16-2008 相比主要变化如下：

- 1、明确了 EMC 测试时 DUT、连接线束及模拟负载等的详细布置；
- 2、调整了辐射发射和传导发射的测试频段和限值要求；
- 4、明确了传导发射（电流法）和大电流测试时电流钳的布置位置；
- 5、调整了辐射抗扰度和大电流注入的测试步长和频带范围；
- 6、调整了传导抗扰度的测试脉冲数和测试时间；
- 7、对测试模版进行了修订和补充。

本规范由汽车工程研究院标准所管理。

本规范由汽车工程研究院电装所负责起草。

本规范主要修订人：李旭、翟建鹏、陈立东。

编制：李旭 翟建鹏

校核：马钢 王峰

审定：C23207

批准：汪正胜

本规范的版本记录和版本号变动与修订记录（5 号字宋体）

版本号	制定/修订者	制定/修订日期	批准	日期
SJ-DQ-16-2008	高锋	2007-10-10	汪正胜	2007-12-25
	李旭	2009-7-25		

# 电器部件电磁兼容测试规范

## 1 范围

### 1.1 适用范围

本规范规定了重庆长安汽车股份有限公司关于电器部件电磁兼容的测试方法和限值要求。

本规范适用于重庆长安汽车股份有限公司所有汽车电子电气部件和子系统的电磁兼容性。

### 1.2 规范说明

本规范中关于汽车电器部件电磁兼容的测试方法和限值要求以第2节中参考的标准为基础，若本规范与参考标准之间发生矛盾，以本规范规定为准。

长安有权根据公司需求修改本规范，若该规范发生变更，由长安提前三个月通知供应商，三个月后开始执行修改后的规范要求。

长安电磁兼容小组负责对电器部件测试规范变更（如 DUT 测试状态的变化）的可行性进行验证，并记录到产品设计说明中。

供应商根据本规范制订测试计划，并提交给长安电磁兼容小组对测试计划进行审核。供应商需在长安认可的电磁兼容试验室完成测试计划中规定的所有测试内容，且测试结果满足要求。

除满足本规范规定的要求外，供应商提供的电器部件在安装到汽车上后还必须满足长安公司《整车电磁兼容测试规范》的要求。

长安公司保留为进一步确定电磁兼容问题而追加相关测试的权利，有权随时到测试现场对测试过程进行评估。

本规范最终解释权归长安电磁兼容小组，关于本规范存在的任何疑问请询问长安电磁兼容小组，电话：023-67921134。

## 2 规范性引用文件

### 2.1 国际标准和技术规范

CISPR 16-1-1 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus-measuring apparatus.

CISPR 25 Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on-board vehicles, boats and on devices- Limits and methods of measurement.

IEC 60050-161 International electro-technical vocabulary, Chapter 161: Electromagnetic compatibility.

ISO 7637-1 Road vehicles, Electrical disturbance by conduction and coupling Part 1- Definitions and general considerations.

ISO 7637-2 Road vehicles, Electrical disturbance by conduction and coupling Part 2-Vehicles with nominal 12V or 24V supply voltage-Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via supply lines.

ISO 11452-1 Road vehicles- Component test methods for electrical disturbance from narrowband radiated electromagnetic energy – Part 1: General and definitions.

ISO 11452-2 Road vehicles, Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy- Component test methods Part 2- Absorber-lined shielded enclosure。

ISO 11452-4 Road vehicles- Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy- Part 4: Bulk current injection。

ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories。

ISO 11451 Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy。

ISO 10605 Road vehicles – Test methods for electrical disturbances from ESD。

## 2.2 国内标准和技术规范

GB/T 18655 车辆、船和内燃机—无线电骚扰特性—用于保护车载接收机的限值和测量方法。

GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法。

GB/T 21437.2 沿电源线的电瞬态传导。

GB/T 19951 道路车辆 静电放电引起的产生的电骚扰试验方法。

## 2.3 长安汽车的标准和技术规范

SJ-DQ-35-2009 整车电磁兼容测试规范。

## 3 术语缩写和定义

本规范采用以下术语和定义：

<b>ALSE.</b>	Absorber-lined shielded enclosure 带吸波材料的屏蔽室。
<b>BB.</b>	Broad band emissions 宽带辐射，带宽大于特定测量设备或接收机带宽的发射。
<b>BCI.</b>	Bulk Current Injection 大电流注入。一种将共模无线电频率电流耦合到线束的方法。
<b>CE.</b>	Conducted emission 传导发射测试。
<b>CI.</b>	Conducted immunity 传导抗扰度测试。
<b>DUT.</b>	Devices under test 被测设备，可能是任何的电器部件。
<b>EMI.</b>	Electro Magnetic Interference 电磁干扰，任何会影响电气/电子设备正常工作的电磁现象。
<b>ESD.</b>	Electrical static discharge 静电放电。
<b>HF.</b>	High Frequency 高频。
<b>I/O.</b>	Input and Output 输入和输出。
<b>NB.</b>	Narrow band emissions 窄带辐射，带宽小于特定测量设备或接收机带宽的发射。
<b>PCB.</b>	Printed Circuit Board

	印刷电路板。
<b>RE.</b>	<b>Radiated emission</b> 辐射发射。
<b>RI.</b>	<b>Radiated immunity</b> 辐射抗扰度。
<b>短时工作电机.</b>	需要人为控制, 工作时间短的电机, 如车窗电机、后视镜调节电机等。
<b>长时工作电机.</b>	工作时间长的电机, 如雨刮电机、暖通电机。
<b>电磁环境.</b>	存在于给定场所的所有电磁现象的总和。
<b>断电状态.</b>	被测设备未与蓄电池连接, 断开所有接头, 所有可开启功能未开启。
<b>电控电机.</b>	内部包含有源器件的电机。
<b>峰值检波器.</b>	<b>Peak detector</b> 输出电压为所施加信号峰值的检波器。
<b>激励.</b>	被测设备电气环境的一种变化。这种变化可能是施加的电压、交流信号或无线电场。
<b>绝缘层.</b>	相对介电常数 $<2.5$ , 相对磁导率 $<2$ 的非传导材料。
<b>感性设备.</b>	将能量存储在磁场中的机电设备, 如线圈、继电器。
<b>屏蔽室.</b>	<b>Shielded enclosure</b> 专门设计用来隔离内外电磁环境的网状或薄板金属壳体。
<b>人工电源网络.</b>	串接在 DUT 电源线上的网络, 它在给定频率范围内提供规定的负载阻抗, 并使 DUT 与电网相互隔离。
<b>失效.</b>	被测设备性能偏离设计要求或偏离测试计划中规定要求的现象。
<b>替代法.</b>	一种确定在实验室内规定参考点产生需要的无线电场强所需要的能量的办法。被测设备放置到实验室后, 使用先前确定的能量来产生需要的场强。
<b>稳定性.</b>	存在激励时, 被测设备的某一功能维持在要求指标内的能力。
<b>响应.</b>	处于某种激励下时, 发生的可观测的 DUT 性能变化。
<b>自动循环电机.</b>	不需要人为控制输入, 能够自动循环工作的电机, 如散热器风扇、ABS 油泵。对于电磁兼容性, 将这类电机看作长时工作设备。

## 4测试要求

长安认可的电磁兼容实验室所有测试设备必须根据 ISO17025 进行标定。

所有电器部件在进行测试前, 必须准备好经过长安电磁兼容小组认可的测试计划。

### 4.1 负载模拟器

供应商负责提供模拟 DUT 在实车上工作时负载和环境的模拟器, 它能够对 DUT 的功能进行检测。在对 DUT 进行测试时, 负载模拟器不能造成负面影响。负载模拟器与 DUT 等之间的一般连接关系如图 1 所示。负载模拟器要求放置在屏蔽盒内。

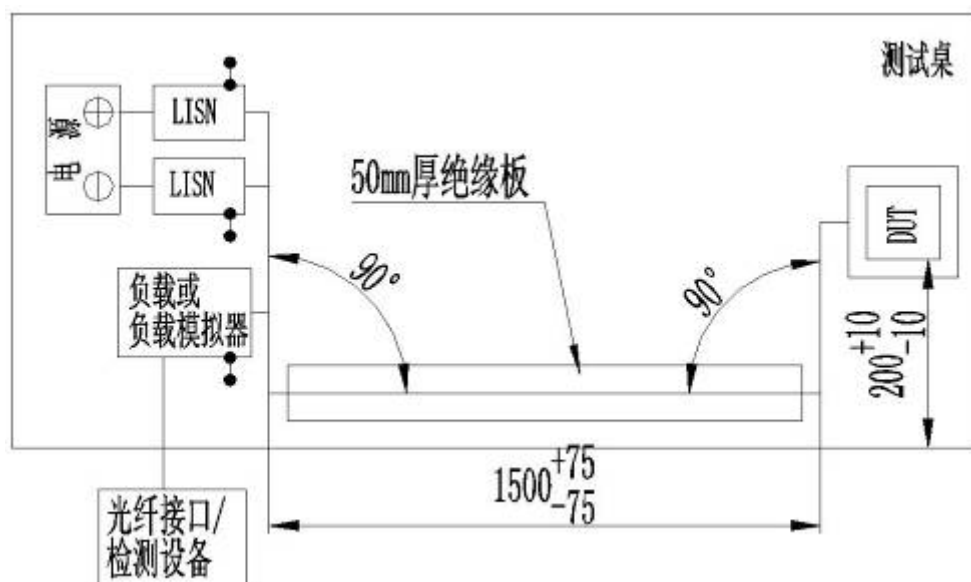


图 1 负载模拟器与 DUT 的连接关系

注：1、图中尺寸单位为 mm；2、●● 接地

如果可以的话，建议使用汽车上的实际部件来模拟负载，尤其对于感性和脉宽调制电路。在实际负载难以实现的情况下，才选择负载模拟器。供应商提供的模拟器必须能够正确模拟 DUT 的负载特性，如等效的电阻、电容和电感。简单的电阻不能作为负载模拟器，除非能够说明实车条件下 DUT 的负载与之一致。

如果 DUT（如传感器）由其它电器部件供电，那么负载模拟器可包含有源设备以给 DUT 供电，但要求能够正确模拟给该 DUT 供电的电器部件的电源特性。同时，要注意避免负载模拟器中的有源器件对辐射发射测试结果和测试设备造成影响。采用光纤通信时，必须保证光纤通信产生辐射骚扰要低于限值 6dB。

## 4.2 功能划分和性能等级要求

根据电器部件在汽车行驶过程中的重要性，本规范将电器部件的功能划分为以下 4 类：（功能类型划分的例子参见附录 A。）

- A 类：提供操作方便性的功能；
- B 类：能够增强或帮助驾驶员驾驶或控制车辆，但并非驾驶员驾驶或控制车辆所必须的功能；
- C 类：会影响驾驶员驾驶或控制车辆，或者会影响道路其它使用者的功能；
- D 类：控制被动安全系统的爆炸装置的功能。

将 DUT 置于一定外部干扰下，本规范将 DUT 功能的性能要求划分为 5 级：

- I 级：装置或系统在施加骚扰期间和之后，能执行其预先设计的所有功能。
- II 级：装置或系统在施加骚扰期间，能执行其预先设计的所有功能；然而，可以有一项或多项指标超出规定的偏差。所有功能在停止施加骚扰之后，自动恢复到正常工作范围内。存储功能应维持 I 级水平。
- III 级：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，但在停止施加骚扰之后能自动恢复到正常操作状态。
- IV 级：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，直到停止施加骚扰之后，并通过简单的“操作或使用”复位动作，才能自动恢复到正常操作状态。
- V 级：装置或系统在施加骚扰期间和之后，不执行其预先设计的一项或多项功

能，且如果不修理或不替换装置或系统，则不能恢复其正常操作。

### 4.3 DUT 布置

如果 DUT 外壳为金属，且在实车上 DUT 外壳与车身可靠连接，那么在进行辐射发射测试时 DUT 应直接放置在测试桌面上；如果 DUT 外壳在实车上与车身无可靠的电连接，那么进行发射测试时 DUT 应放置在 50mm 厚的绝缘体上。如果不能确定 DUT 在实车上的安装情况，那么两种情况均要进行测试。

进行辐射发射测试时，若已知 DUT 辐射最大的面，那么应该让该面朝向天线，若不能确定最大辐射面，按长安认可的测试计划进行测试，且要在测试报告中说明。

当电流回线超过 200mm 时，采用远端接地方式；当电流回线小于 200mm 时，采用近端接地方式。

### 4.4 测试过程

测试过程中，需要确保 DUT 发射出正常工况下可能产生的最大的骚扰能量，根据 DUT 在汽车上的实际工作条件设置不小于额定负荷 80% 的机械负载。为保证 DUT 在测试过程中正常工作，测试过程中 DUT 所有连接传感器、执行器等负载的接口需连接能够模拟整车负载条件的负载模拟器。

### 4.5 测试计划和测试报告

测试计划中的任何与本规范不一致的改动均要在测试前征得长安电磁兼容小组同意。

测试计划至少需要包含以下信息：（测试计划模版参见 0。）

- ① 零部件信息，如制造商、样式、序列号、软硬件版本等；
- ② 每个管脚的电压、电流和阻抗信息；
- ③ 测试样本数量；
- ④ 需要进行的测试内容、功能等级和限值要求、工作状态；
- ⑤ 定义功能等级和失效的准则；
- ⑥ 重要的负载要求，如 CAN、LIN 总线，电机等；
- ⑦ 重要的可能会影响 DUT 测试的工作参数；
- ⑧ 负载模拟器信息；
- ⑨ 针对电磁兼容问题所采取措施的说明；
- ⑩ 其它对部件进行合理测试需要的信息。

在测试完成后 5 日内，供应商必须将测试结果提交给长安电磁兼容小组。在测试完成 30 日内，供应商必须将完整的测试报告提交给长安电磁兼容小组。

测试报告应包含以下内容：

- ① 产品基本信息；
- ② 保证整个试验过程均符合本规范的声明；
- ③ 测试系统和测试过程中使用的所有负载详细文档信息和照片；
- ④ 测试过程中 DUT 工作状态的信息；
- ⑤ 设备型号列表；
- ⑥ 抗扰度测试时，产生异常动作的频带和异常动作的详细描述；
- ⑦ 所有测试数据、曲线和实验室背景噪声曲线。

### 4.6 测试内容

并非所有电器部件要进行本规范中规定的所有测试。对于不同类型的电器部

件需要进行的测试内容见表 1（打“√”表示需要进行该项测试）。

表 1 电器部件 EMC 测试项选择表

测试内容	ID	电器部件类型						
		无源模块	感性设备	电机		有源模块		
		P	R	BM	EM	A	AS	AX
发射								
辐射发射	RE01			√	√	√	√	√
传导发射	CE01			√	√	√	√	√
瞬态传导发射	CE10		√	√	√			√
抗扰度								
辐射抗扰度	RI01				√	√	√	√
大电流注入	RI02				√	√	√	√
瞬态传导抗扰度	CI01	√			√	√		√
静电放电	CI10	√			√	√	√	√

注：无源模块 P 的瞬态传导抗扰度测试仅针对由蓄电池直接供电的设备。

电器部件分类如表 2 所示：

表 2 电器部件分类表

P	仅包含无源器件的电器部件或模块。 例如：电阻、电容、发光二极管、电发热器。
R	继电器与电磁阀和喇叭。
BM	电刷整流电动机。
EM	内部带有控制电路的电机。
A	含有有源器件的电器模块。 例如：开关电源、微处理器控制器、模拟放大器和显示器。
AS	由其它模块中的调节电源供电的电器部件或模块。 这类器件通常是向控制器提供信号输入的传感器。
AX	内部带有电机、继电器等感性设备的电器部件以及控制外部感性设备的电器部件。

4.7 测试仪器

测量设备应符合 CISPR16-1-1，手动和自动频率扫描方式均可。扫描接收机驻留时间应设定用于 CISPR 频段和检波模式，最小驻留时间应符合 CISPR16-2-3 的要求，测量仪器的本底噪声值至少比所选限值低 6dB。要求的驻留时间、最大步长和带宽如表 3 所示。

表 3 扫描接收机的参数设置

频带（MHz）	峰值检波			均值检波		
	BW	步长	驻留时间	BW	步长	驻留时间
0.15~30	9kHz	5kHz	50ms	9kHz	5kHz	50ms
>30	120kHz	50kHz	5ms	120kHz	50kHz	5ms

其它参数设置参照 CISPR 25。



## 5 辐射发射测试: RE01

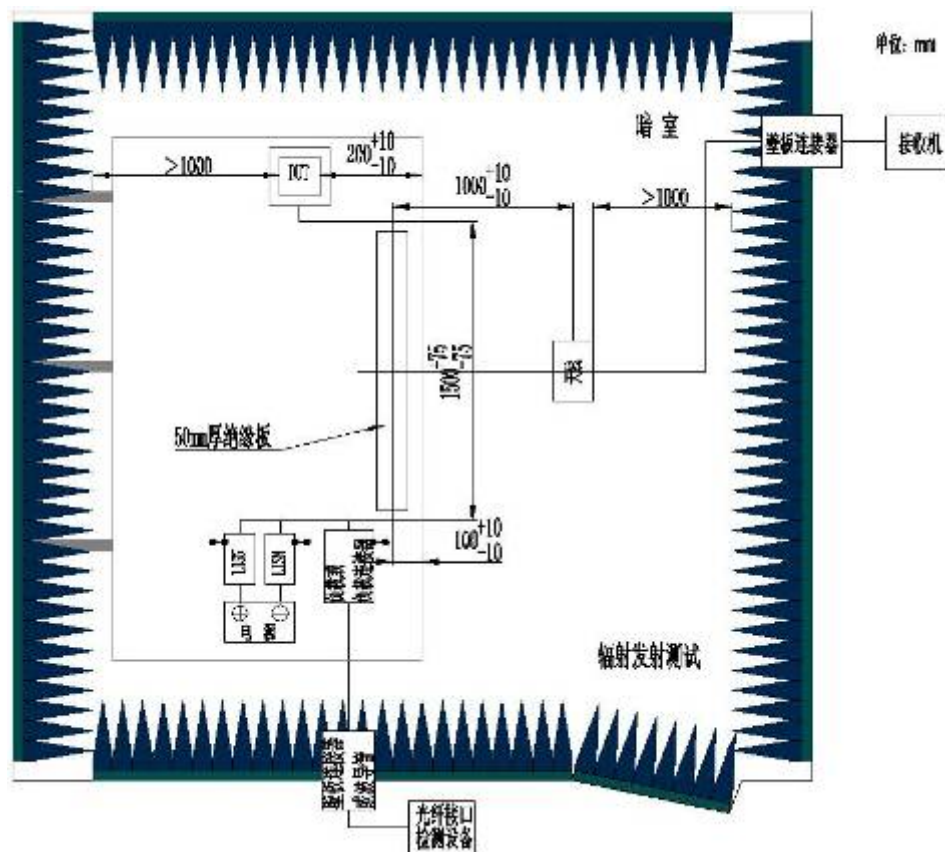


图 2 辐射发射的试验布置

### 5.1 辐射发射测试布置

电器部件辐射发射测试可参照 CISPR 25 标准中的 ALSE 方法进行。其一般布置如图 2 所示。

## 5.2 辐射发射限值要求

若测试频率小于 30MHz 时,采用垂直极化方式进行测试;若测试频率在 30MHz~2.5GHz 范围时,应该分别采用垂直和水平极化对 DUT 辐射发射进行测试;当测试频率大于 1GHz,天线正对 DUT 中心。

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 要求，AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求，BM 类型的电器部件需要满足限值 B 要求。辐射发射需要在 0.15MHz~2.5GHz 的全频带范围内进行测试，辐射发射的限值等级要求见表 4。

表 4 辐射发射限值要求

频带	频率范围 (MHz)	限值 A, 均值检波 (dBμV/m)	限值 B, 峰值检波 (dBμV/m)
长波-调幅广播	0.15~0.3	35	76
	0.3~0.53	55	96
中波-调幅广播	0.53~2	28	67
	2~5.9	48	86
短波-调幅广播	5.9~6.2	28	48
	6.2~30	48	68



6.1.2 电源线传导发射的限值要求

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 要求。AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求。BM 类型的电器部件需要满足限值 B 要求。电源线传导发射需要在 0.15MHz~108 MHz 的全频带范围内进行测试，其限值要求见表 5：

表 5 电源线上传导骚扰限值

频带	频率范围 (MHz)	限值 A，均值检波 (dBμV)	限值 B，峰值检波 (dBμV)
长波-调幅广播	0.15~0.3	64	93
	0.3~0.53	84	113
中波-调幅广播	0.53~2	44	79
	2~5.9	64	99
短波-调幅广播	5.9~6.2	39	65
	6.2~30	59	85
通信频带	30~54	34	65
	54~68	54	85
通信频带	68~87	24	49
调频广播	87~108	30	49

6.2信号/控制线的传导发射

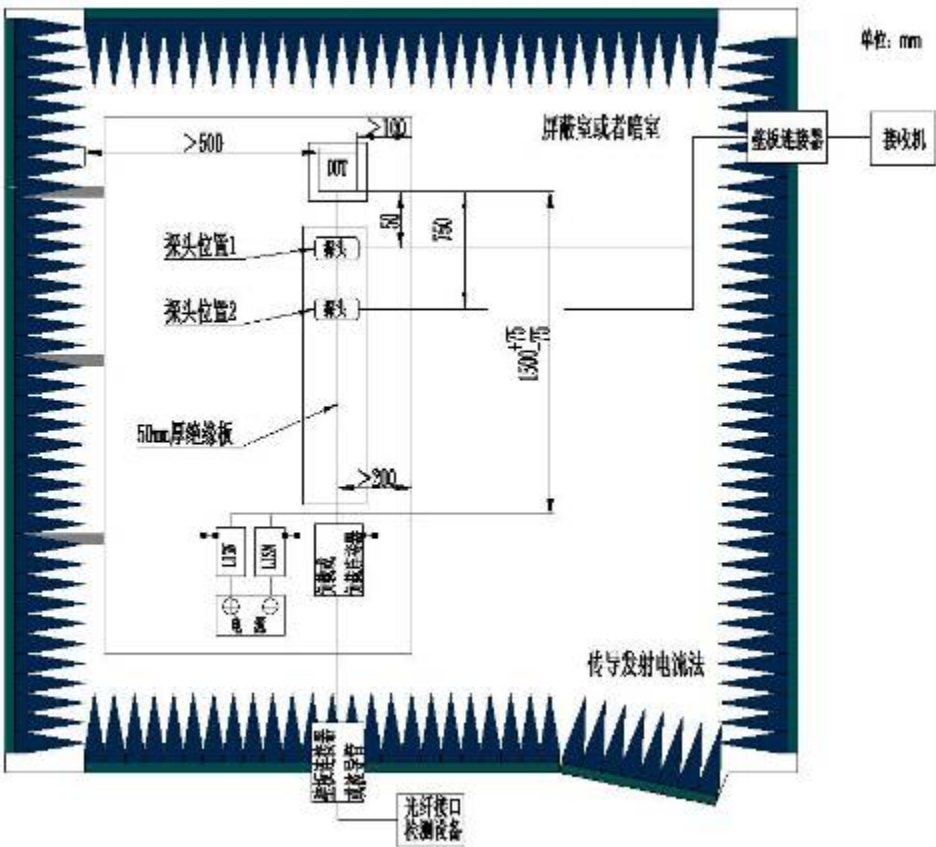


图 4 控制/信号线传导发射的试验布置

6.2.1控制/信号线传导发射的测试布置

电器部件控制/信号线的传导发射的测试可参照 CISPR 25 标准中关于车辆零

部件和模块的电流探头测量方法进行。电流探头距 DUT 距离 50mm 和 750mm。其一般布置如图 4 所示：

6.2.2 控制/信号线传导发射的限值要求

A、AS 类型的电器部件需要满足限值 A 要求。AX、EM 类型的电器部件需要同时满足限值 A 和限值 B 要求。控制/信号线发射需要在 0.15MHz~108MHz 的全频带范围内进行测试，其限值要求见表 6。

表 6 控制/信号线上传导电流限值

频带	频率范围 (MHz)	限值 A，均值检波 (dBμA)	限值 B，峰值检波 (dBμA)
长波-调幅广播	0.15~0.3	54	80
	0.3~0.53	74	100
中波-调幅广播	0.53~2	54	76
	2~5.9	74	96
短波-调幅广播	5.9~6.2	39	62
	6.2~30	59	82
通信频带	30~54	34	62
	54~68	54	82
通信频带	68~87	34	56
调频广播	87~108	40	56

7 瞬态传导发射：CE10

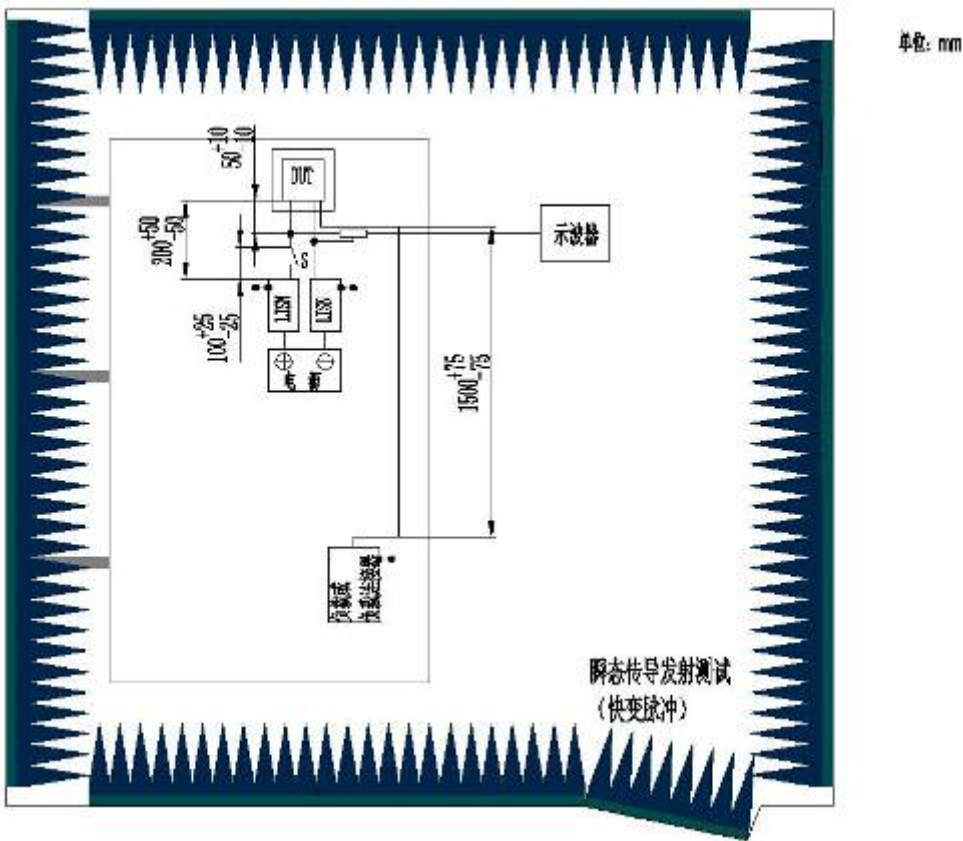


图 5 瞬态传导发射的试验布置图（快变脉冲）

## 7.1 瞬态传导发射测试布置

电器部件电源线瞬态传导发射的测试可参照 ISO7637-2 标准中的电压瞬态发射试验的快变脉冲测试方法。电器部件快变脉冲发射试验的一般布置如图 5 所示。

DUT 的电源应直接通过人工网络进行滤波处理。DUT 的电源负极线中应串联一个机械开关或电子开关。机械开关或电子开关的选择应在测试计划中说明。

DUT 与人工网络之间的线束长度  $200\pm 50\text{mm}$ ，除开关外应没有其他装置连接在 DUT 与人工网络之间。开关距离人工网络  $100\pm 25\text{mm}$ 。示波器探头距离 DUT 为  $50\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 。

DUT 应布置在离接地平板 50mm 高的绝缘泡沫上。如 DUT 外壳为金属且在车上直接安装在车身上，则应布置在接地平板上，且可靠接地。DUT 的接地方式应在测试计划及测试报告中描述。

如果 DUT 是电机或执行器，那么测试过程中需给 DUT 施加一定的机械负载，不小于 DUT 额定负载的 80%。

## 7.2 测试过程

1. 闭合开关使 DUT 上电，确认 DUT 工作正常。
2. 设置示波器时基分辨率为  $1\text{ms}/\text{div}$ 。
3. 设置示波器触发模式为单个触发 (single shot)，设置触发电压为  $+10\text{V}$ 。
4. 不断地断开、闭合开关，直到电压脉冲能够触发示波器记录数据。
5. 将示波器触发电压修改为  $+40\text{V}$ 。
6. 将时基分辨率改为  $100\mu\text{s}/\text{div}$ 、 $1\mu\text{s}/\text{div}$ ，同时将示波器采样率调整到所选择时基能够实现的最高等级，重复步骤 4。

注：如果示波器不能满足以上时基分辨率设置，选择最接近以上设置的时基分辨率，所选的分辨率应记录在试验报告中。

7. 断开、闭合开关，测试记录最大峰值。进行 10 次测试。
8. 调整示波器的触发脉冲为  $-40\text{V}$ ，重复以上步骤。

注：如触发电压设置为  $\pm 40\text{V}$ ，电压脉冲不能触发示波器记录数据，则认为电器部件符合瞬态传导发射要求。

AX、EM 类型的电器部件，需要对测试计划中规定的实现功能时所产生的峰值瞬态电压进行测试并记录。

AX、BM、EM、R 类型的电器部件需要均需要对开关断开、闭合瞬间所产生的峰值瞬态电压进行测试并记录。

## 7.3 瞬态传导发射限值要求

AX、BM、EM、R 类型的电器部件需要进行瞬态传导发射测试。电器部件在开关断开和闭合瞬间所产生的快变瞬态脉冲电压必须在  $-150\text{V}\sim 100\text{V}$  之间。



8辐射抗扰度测试：RI01

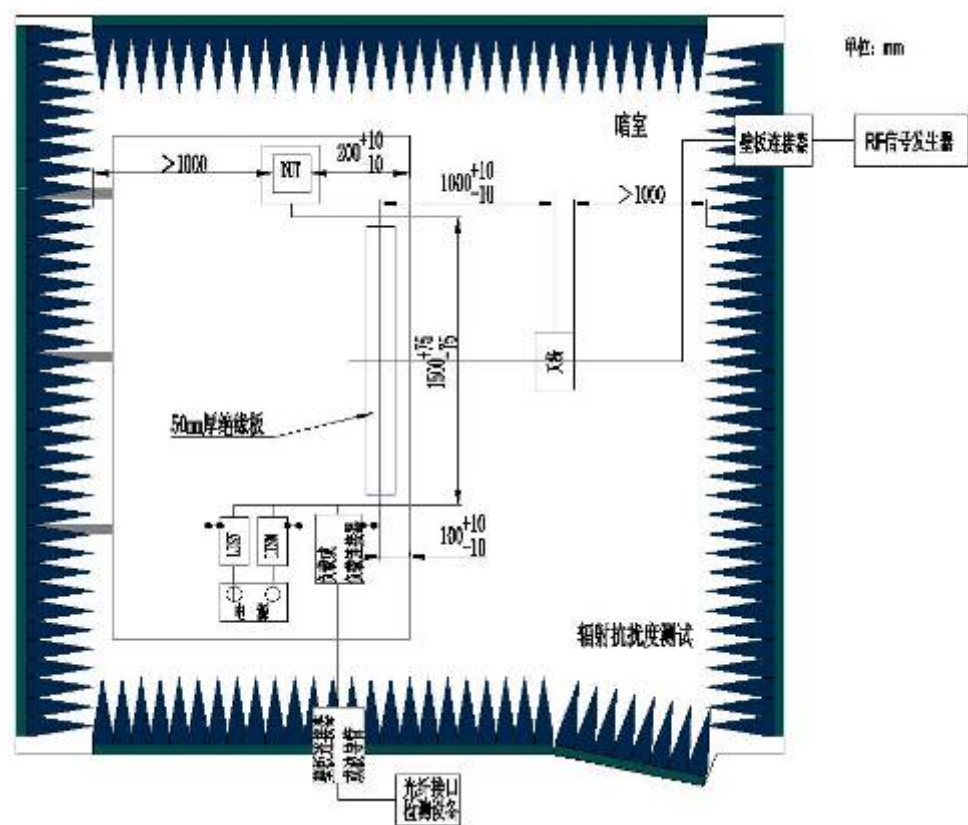


图 6 辐射抗扰度的试验布置图

8.1辐射抗扰度测试布置

电器部件辐射抗扰度的测试可参照 ISO11452-2 标准中的 ALSE 测试方法。电器部件辐射抗扰度试验的一般布置如图 6 所示：

辐射抗扰度测试频率范围为 400MHz~2000MHz。信号频率大于 1000MHz 时，天线中心应正对 DUT 中心，分别用水平和垂直方向测试。

8.2辐射抗扰度限值要求

采用调幅方式（AM）时，调制频率为 1kHz，调制等级 80%。采用脉冲调制方式（PM）时，方波重复频率为 217Hz（±10%），高电平持续时间为 577μs。每个频率点的停留时间不小于 2s。干扰信号要求如表 7 所示：

表 7 测试信号要求

频带（MHz）	步长（MHz）	调制方式	等级 1（V/m）	等级 2（V/m）
400~1000	10	调幅（AM）	30	50
1000~2000	20	脉冲调制（PM）	30	50

A、AS、AX、EM 类型的电器部件需要进行辐射抗扰度测试。A 类和 B 类电器部件处于 30V/m 的干扰电场下进行测试，C 类和 D 类电器部件应处于 50V/m 的干扰电场下进行测试，辐射抗扰度的性能等级要求如表 8 所示：

表 8 辐射抗扰度功能等级要求

干扰信号等级	功能等级要求			
	A 类	B 类	C 类	D 类
30V/m	I	I		
50V/m			I	I

## 9大电流注入测试：RI02

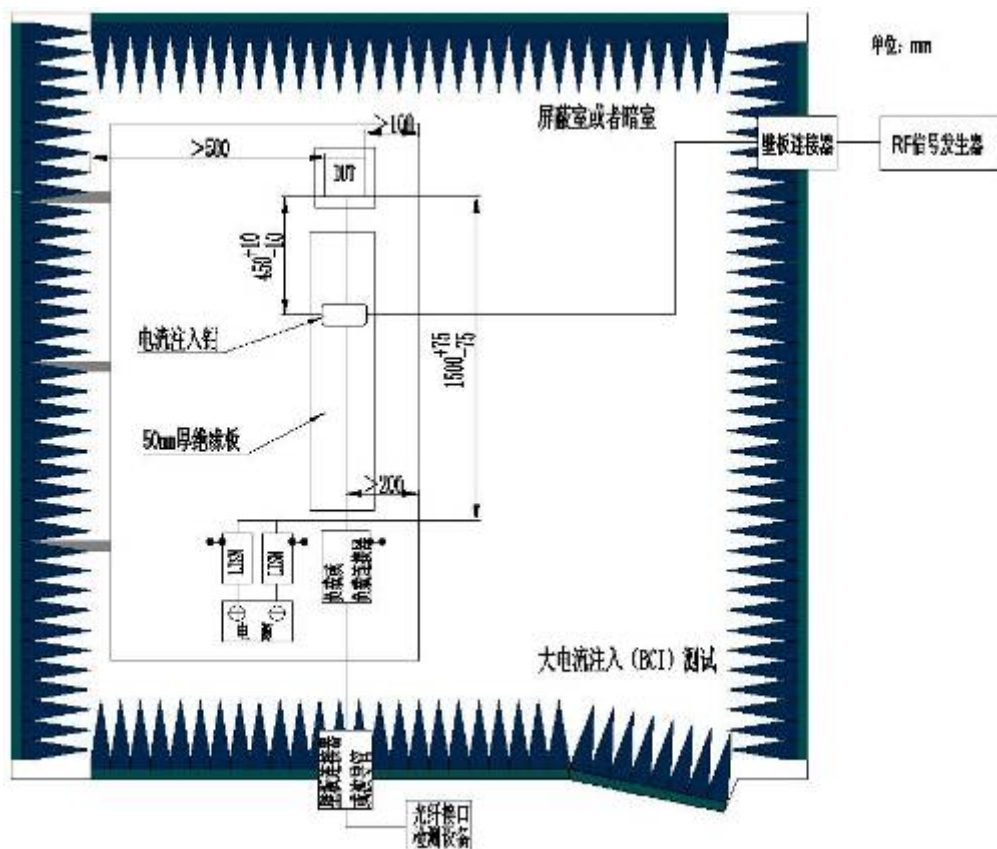


图 7 大电流注入的试验布置图

### 9.1大电流注入测试布置

电器部件大电流的测试可参照 ISO11452-4 标准中的 BCI 测试方法中的替代法进行测试,注入钳距 DUT 为 450mm。电器部件大电流注入试验的一般布置如图 7 所示。

## 9.2大电流注入限值要求

大电流测试频率范围为 20MHz~400MHz。采用调幅方式 (AM) 时, 调制频率为 1kHz, 调制等级 80%。每个频率点的停留时间不小于 2s。干扰信号要求如表 9 所示:

表 9 测试信号要求

频带 (MHz)	步长 (MHz)	调制方式	等级 1 (mA)	等级 2 (mA)
20~200	2	调幅 (AM)	60	100
200~400	5	调幅 (AM)	60	100

A、AS、AX、EM 类型的电器部件需要进行大电流注入的测试。功能为 A 类和 B 类电器部件处于 60 mA 的干扰电流下进行测试，C 类和 D 类电器部件应处于 100 mA 的干扰电流下进行测试，DUT 大电流注入的性能等级要求如表 10 所示：

表 10 大电流注入功能等级要求

干扰信号等级	功能等级要求			
	A 类	B 类	C 类	D 类
等级 1	I	I		
等级 2			I	I

图 9 测试脉冲 1 波形



表 11 测试脉冲 1 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	-75	-450
$t_r$ (us)	1	3
$t_d$ (ms)	2	2
$t_1$ (s)	5	5
$t_2$ (ms)	200	200
$t_3$ (us)	50	100
$R_i$ ( $\Omega$ )	10	50
脉冲数	500	500

10. 2. 2测试脉冲 2a

脉冲 2a 模拟由于线束电感使与 DUT 并联的装置内电流突然中断引起的瞬态现象。图 10 和表 12 对脉冲 2a 进行了定义。

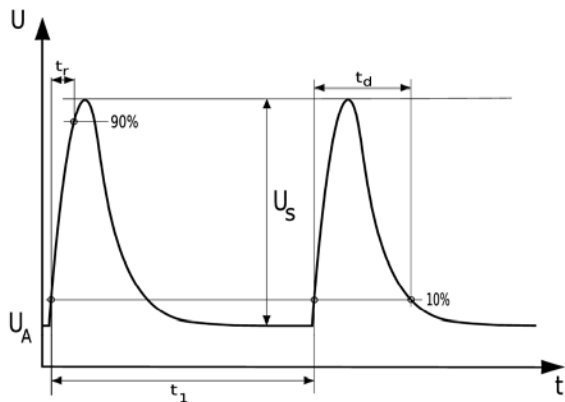


图 10 测试脉冲 2a 波形

表 12 测试脉冲 2a 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	37	50
$t_r$ (us)	1	1
$t_d$ (us)	50	50
$T_1$ (s)	0.5	0.5
$R_i$ ( $\Omega$ )	2	2
脉冲数	500	500

10. 2. 3测试脉冲 2b

脉冲 2b 用于模拟点火开关断开后，直流电机成为发电机而产生的瞬态现象。图 11 和表 13 对脉冲 2b 进行了定义。

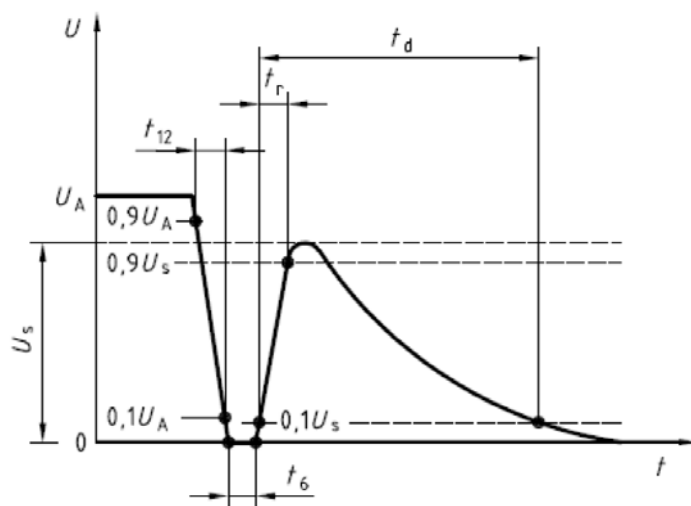


图 11 测试脉冲 2b 波形

表 13 测试脉冲 2b 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	10	20
$t_r$ (ms)	1	1
$t_d$ (s)	0.5	0.5
$t_{12}$ (ms)	1	1
$t_6$ (ms)	1	1
$R_i$ ( $\Omega$ )	0.05	0.05
脉冲数	10	10

#### 10.2.4 测试脉冲 3a 和 3b

脉冲 3a 和 3b 用于模拟开关过程产生的瞬态现象，这些瞬态干扰的特性受线束的分布电容和分布电感的影响。

测试脉冲 3a:

脉冲 3a 是为了模拟开关过程形成的负脉冲。图 12 和表 14 对脉冲 3a 进行了定义。

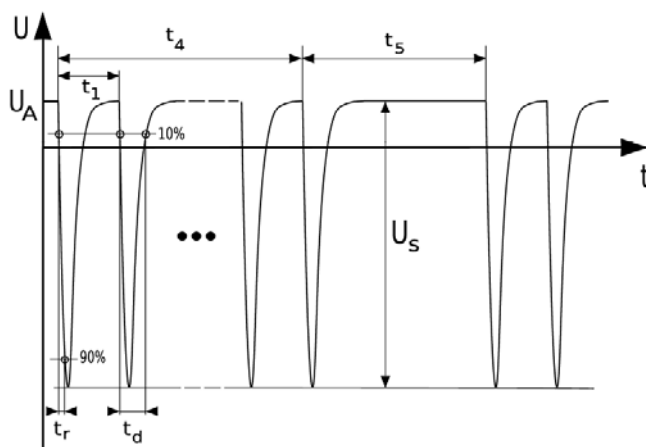


图 12 测试脉冲 3a 波形

表 14 测试脉冲 3a 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	-112	-150
$t_r$ (ns)	5	5
$t_d$ (us)	0.1	0.1
$t_1$ (us)	100	100
$t_4$ (ms)	10	10
$t_5$ (ms)	90	90
$R_i$ ( $\Omega$ )	50	50
脉冲时间 (分钟)	10	10

测试脉冲 3b:

测试脉冲 3b 模拟开关过程形成的正脉冲。图 13 和表 15 对测试脉冲 3b 进行了定义。

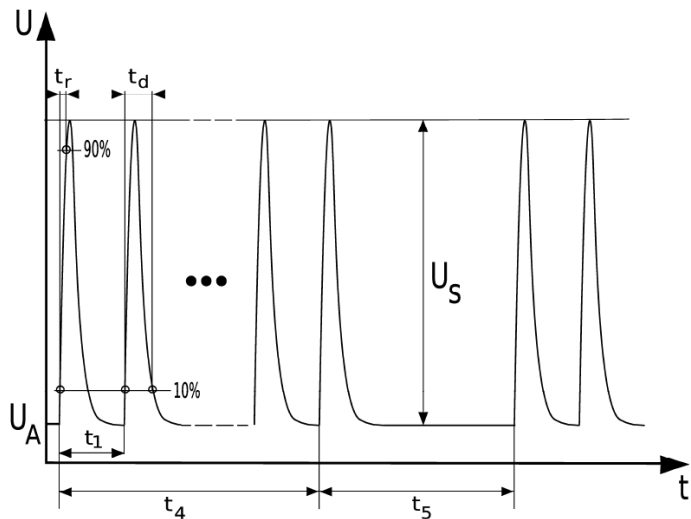


图 13 测试脉冲 3b 波形

表 15 测试脉冲 3b 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	75	150
$t_r$ (ns)	5	5
$t_d$ (us)	0.1	0.1
$t_1$ (us)	100	100
$t_4$ (ms)	10	10
$t_5$ (ms)	90	90
$R_i$ ( $\Omega$ )	50	50
脉冲时间 (分钟)	10	10

10.2.5测试脉冲 4

测试脉冲 4 模拟内燃机的启动机电路通电时形成的电源电压的降低，不包括启动时的尖峰电压。图 14 和表 16 对脉冲 4 进行了定义。

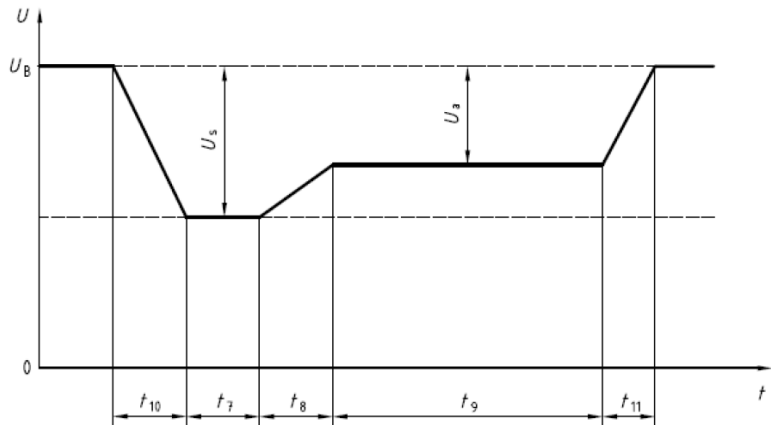


图 14 测试脉冲 4 波形

表 16 测试脉冲 4 参数

参数	12V 系统	24V 系统
$U_A$ (V)	13.5	27
$U_S$ (V)	-6	-12
$U_a$ (V)	-2.5	-5
$t_r$ (ns)	5	5
$t_7$ (ms)	15	40
$t_8$ (ms)	50	50
$t_9$ (s)	10	10
$t_{10}$ (ms)	5	10
$t_{11}$ (ms)	100	100
$R_i$ ( $\Omega$ )	0.02	0.02
脉冲数	1	1

10.3瞬态传导抗扰度限值要求

瞬态传导抗扰度功能等级要求如下：

A、AX、EM、P 类型的电器部件需要进行瞬态传导抗扰度测试。瞬态传导抗扰度要求如表 17 所示。由其它模块中电源供电的 DUT，必须将 DUT 与供电模块（或等效的电源）作为一个系统进行测试。

表 17 瞬态传导抗扰度功能等级要求

脉冲	功能等级要求			
	A 类	B 类	C 类	D 类
脉冲 1	III	III	III	III
脉冲 2a	III	III	I	I
脉冲 2b	III	III	III	III
脉冲 3a	III	III	I	I
脉冲 3b	III	III	I	I
脉冲 4	III	III	III	III

对于在发动机机启动过程中需要正常工作的功能，在测试脉冲 4 时电器件功能必须满足功能等级 I 的要求。

11静电放电测试：ESD01

A、AS、AX、EM、P 类型的电器部件需要进行静电放电测试。  
试验室环境温度和湿度应满足 ISO 10605 要求。

11.1断电状态下静电放电测试

11.1.1测试要求

DUT 功能未产生任何损害，测试完成后，DUT 功能符合设计要求，DUT 存储的数据正常。

静电放电测试条件如表 18 所示。

表 18 静电放电测试条件表（断电状态）

DUT 外壳为非导体 空气放电（kV）	DUT 外壳为导体 接触放电（kV）	管脚 接触放电（kV）
±8	±6	±4

11.1.2测试系统

测试系统参考 ISO 10605。

测试系统结构如图 15 所示：

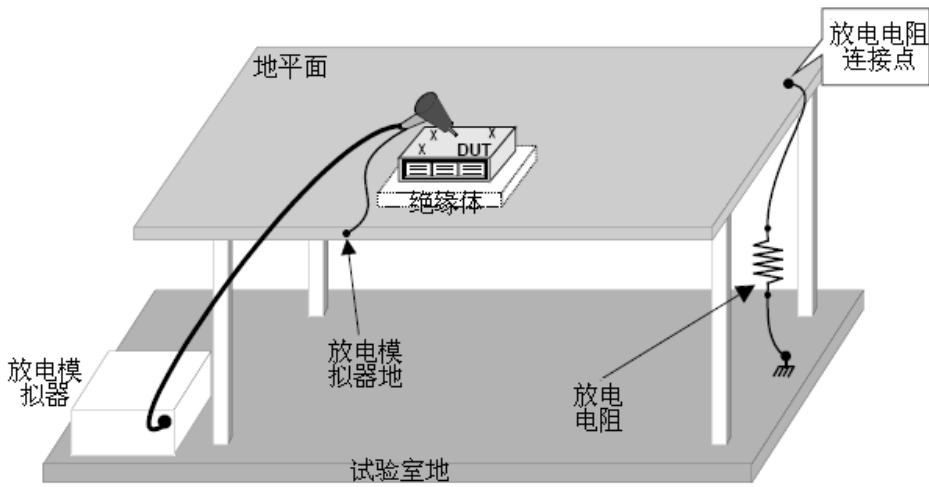


图 15 静电放电测试系统图（断电状态）

静电放电发生器的参数为 150pF 和 2000Ω。

静电发生器主体距离 DUT 的距离不小于 200mm，可放置在试验室地上。

DUT 应放置在 50mm 厚的绝缘体上。

地平面要足够大，以保证 DUT 任何一个边缘距离地平面的边缘距离不小于 100mm。

放电电阻连接点距离 DUT 的距离不小于 500mm。

放电电阻为 1MΩ。

11.1.3测试过程

在进行测试前，需要对静电放电发生器的放电电压进行标定。

对 DUT 外壳进行放电：要对包装、安装、拆除过程中任何可能接触到的位置

进行测试。要在测试计划中说明测试位置。

对 DUT 管脚进行放电：如果由于结构原因，很难直接对单个 DUT 管脚进行测试，那么可以采用电缆连接管脚，而在电缆另一端进行放电测试。电缆长度不大于 100mm。

在每个放电位置和每个放电电压至少进行 3 次放电，两次放电之间的间隔不小于 5s。

完成一次放电后，需要利用放电电阻接触放电位置释放电荷。

完成一个放电电压的所有放电测试后，需要对 DUT 功能进行检测。在测试报告中需要说明 DUT 功能情况。

11.2 工作状态下静电放电测试

11.2.1 测试要求

工作状态下静电放电测试信号如表 19 所示。

表 19 静电放电测试条件表（工作状态）

电器类型	传导和非传导位置 空气放电（kV）	传导位置 接触放电（kV）
仅具备 A 或 B 类功能的电器 部件	±6，±8，±15	±4，±6，±8
具备 C 类功能的电器部件	±6，±8，±15，±20	±4，±6，±8
具备 D 类功能的电器部件	±6，±8，±15，±20，±25	±4，±6，±8

电器部件应达到的功能等级要求如表 20 所示。

表 20 静电放电测试功能等级要求（工作状态）

测试电压（kV）	A 类	B 类	C 类	D 类
±25	-	-	-	I
±20	-	-	III	I
±15	III	III	III	I
±8	III	III	I	I
±6	I	I	I	I
±4	I	I	I	I

11.2.2 测试系统

工作状态下测试系统参考 ISO10605。

测试系统结构如图 16 所示。

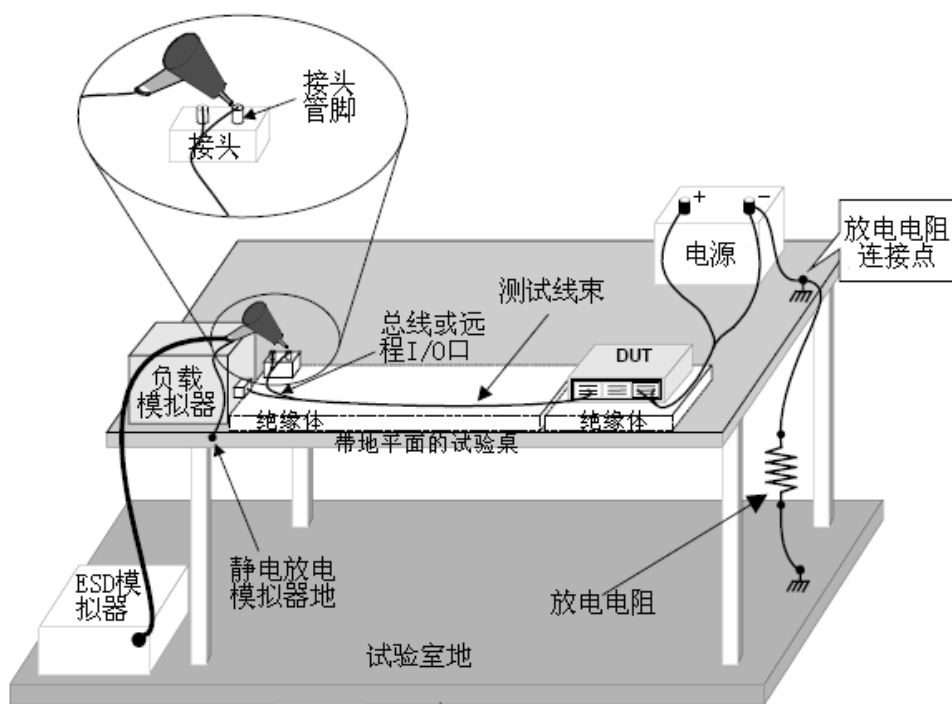


图 16 静电放电测试系统图（工作状态）

静电放电测试台距离其它传导结构至少 500mm。

测试前需要对放电电压进行标定。

测试台地平面应足够大，使得 DUT 的任何边缘距离地平面边缘的距离不小于 10mm。

如 DUT 外壳为金属外壳，且装配在实车上与车身搭接，则 DUT 应直接放置在测试桌上保证良好接地；否则 DUT 应放置在 50mm 厚的绝缘体上。测试线束应放置在 50mm 厚的绝缘体上，连接 DUT 和负载模拟器的线束长度为  $1500 \pm 75$ mm。

放电电阻为  $1M\Omega$ 。

### 11.2.3 测试过程

如果 DUT 存在远端的接头，且该接头可能被驾驶员接触到，那么在测试过程中，需要对这些接触点进行放电测试。

测试过程中应尽可能将 DUT 与实车状态下的负载进行连接。

测试过程中需要对 DUT 的功能状态进行监测。

对于能够被车内驾驶员或乘客接触到的 DUT 的，在放电测试时采用的放电网络参数为：330pF 和  $2000\Omega$ 。对于在发动机舱或行李箱内能够被接触到的 DUT，放电测试时的放电网络参数为：150pF 和  $2000\Omega$ 。

完成安装后，任何可能被使用者接触到的位置均需要进行放电测试，包括 DUT 的开关、显示器、线束、接头等。在测试计划中需指明静电放电测试点。

对于每个放电位置和放电电压，至少进行 3 次放电。两次放电之间的时间间隔最小为 1s。

完成一次放电后，需使用放电电阻接触放电位置以释放积累的电荷。

## 附录A. 功能类型划分例子

### A 类功能:

辅助加热功能;  
娱乐和显示: DVD 或其它仅用于娱乐的显示功能;  
前大灯清洗功能;  
车内照明;  
组合仪表上的非法规要求的功能和显示;  
驻车辅助系统;  
雨量传感器;  
后雨刮;  
座椅和方向盘加热功能;  
远程无钥匙进入功能(带手动钥匙);  
天窗;  
里程表;  
电压变换器(转化为 110 交流等)。

### B 类功能:

自适应巡航功能(驾驶员优先或带有失效保护功能);  
MOST 和 D2B 数据总线系统;  
信息系统及信息显示;  
紧急求助系统;  
组合仪表的增强功能,如油量表等;  
内部照明稳定性;  
远程无钥匙进入系统启动稳定性;  
轮胎压力监测;  
汽车防盗;  
巡航系统;

### C 类功能:

防抱死系统;  
前大灯自动调节;  
制动系统故障指示。  
CAN、LIN 和其它串行数据总线;  
故障码存储稳定性;  
汽车稳定性控制系统;  
电控的传动系统;  
发动机加速控制;  
发动机故障指示;  
发动机转速稳定性;  
娱乐系统声音稳定性;  
雾灯和远光灯互锁功能;  
喇叭;  
组合仪表;  
停车和位置灯;



制动灯；  
被动安全系统；  
电动车门、行李箱稳定性；  
变速器档位指示（法规要求功能）；  
座椅和方向盘加热稳定性；  
安全带；  
启动稳定性；  
方向盘位置稳定性；  
悬架系统稳定性；  
转向指示等；  
汽车制动稳定性；  
汽车转向稳定性；  
挡风玻璃除雾；  
挡风玻璃清洗；  
挡风玻璃雨刮。

**D 类功能：**

任何可能启动由爆炸装置激活的被动安全系统的功能。

附录B. EMC 测试计划模版

1 基本信息

产品名称	车身控制器（BCM）	商标	
型号规格	BCM V3	生产单位全称	
生产单位地址		生产单位邮编	
硬件版本	V3	软件版本	V2
负责人		电话	
装配车型		手机	
E-mail		传真	
电器类型	P/R/BM/EM/A/AS/AX	接地方式	地线接地/外壳接地
供电电压	12V	外壳材质	金属/非金属
测试样品数量			

注：电器部件的类型根据表 1 进行划分，接地方式说明是直接通过外壳接地还是通过地线接地。若通过地线接地，说明接地线长度。

2 产品照片

（包括必要的连接线束及附属机构，可以有多张照片）

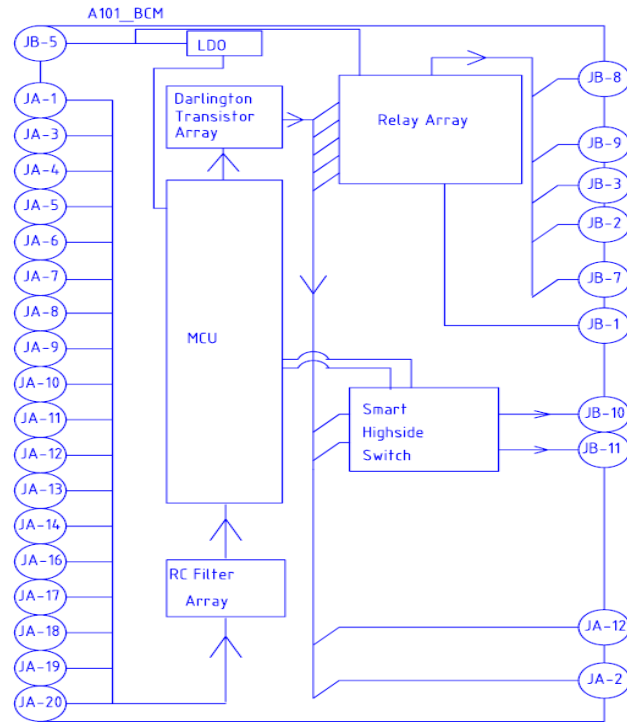


3 产品功能描述

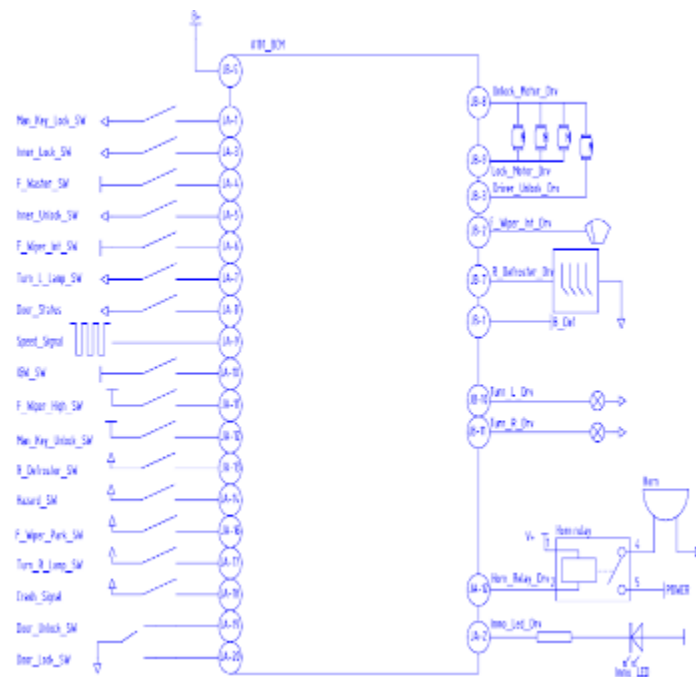
产品功能详细描述		功能类型	负载说明及抗扰度考核判别方法
功能 1	转向灯控制	C 类	BCM 所接转向灯（或模拟负载）按预定逻辑正确动作，且闪光频率无明显变化。
功能 2	雨刮电机控制	C 类	BCM 所接雨刮电机（或模拟负载）按预定逻辑正确动作，且动作频率无明显变化。

功能 3	门锁电机控制	C 类	BCM 所接门锁电机（或模拟负载）按预定逻辑正确动作。
功能 4	汽车电喇叭控制	C 类	BCM 所接电喇叭（或模拟负载）按预定逻辑正确动作。
功能 5	防盗指示灯控制	C 类	BCM 所接电喇叭（或模拟负载）按预定逻辑正确动作。
.....			

#### 4 产品内部结构及说明

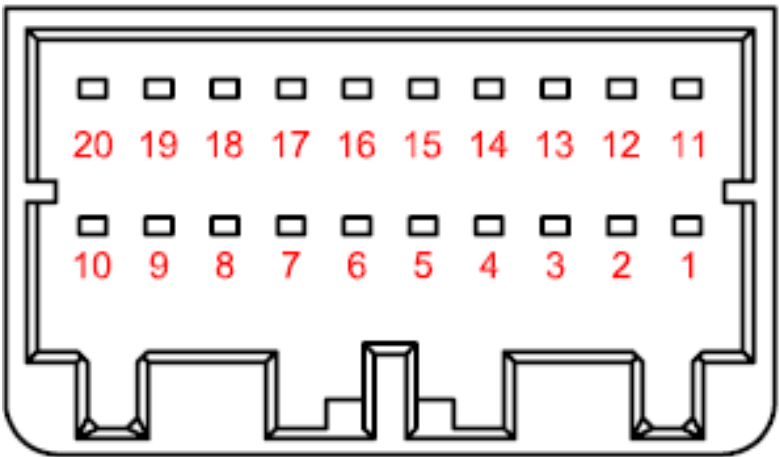


#### 5 产品与外部设备连接原理图及说明

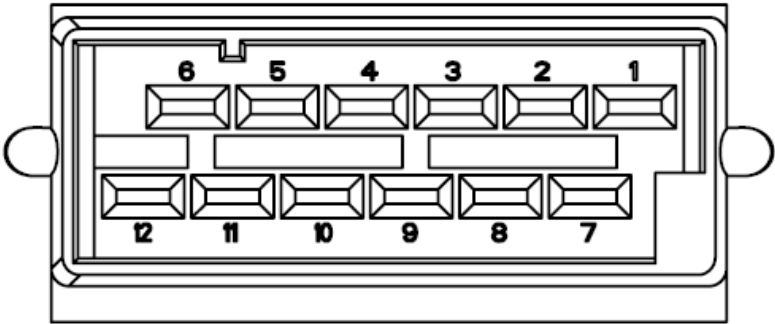


6 产品的接口说明

6.1 插座型号及管脚外形



AMP-175975-1 (JB)



AMP-827229-1 (JB)

6.2 管脚说明：

管脚序号	功能	管脚信息说明（额定电压、电流、频率、占空等）	负载
JA-1	机械钥匙闭锁开关输入		
JA-2	防盗指示灯驱动信号	防盗 LED，额定电流 5mA	
JA-3	内部闭锁开关输入		
JA-4	前洗涤开关输入		
JA-5	内部解锁开关输入		
JA-6	前雨刮间歇开关输入		
JA-7	左转向灯开关输入		
JA-8	门状态信号输入		
JA-9	速度信号输入		
JA-10	点火开关输入		
JA-11	前雨刮高速开关输入		
JA-12	电喇叭继电器驱动	外部继电器，额定电流 45mA	
JA-13	机械钥匙解锁开关输入		
JA-14	后除霜开关输入		

JA-15	危险报警开关输入		
JA-16	前雨刮到位开关输入		
JA-17	右转向灯开关输入		
JA-18	碰撞信号输入		
JA-19	门解锁开关输入		
JA-20	门闭锁开关输入		
JB-1	后除霜供电电源		
JB-2	前雨刮间歇驱动	额定电流 5.8A;峰值电流 8A	功率电阻
JB-3	驾驶室门解锁驱动	额定电流 2.9A;峰值电流 5A	功率电阻
JB-4	系统参考地		

注：1）若接口负载为感性设备，需说明负载主要电气参数，包括额定电流、峰值电流等。需给出感性负载的驱动电路原理图；  
2）若接口为通信网络，需说明所连接网络的主要参数，包括通信类型、通信速率等；  
3）若接口为传感器信号的输入口，需说明传感器名称、信号类型。

### 7 内部主要电磁骚扰源说明

骚扰类型	主要骚扰模块	用途说明	骚扰模块主要电磁参数说明
宽带骚扰	继电器	驱动外部雨刮、后除霜设备、中央门锁等。	触点额定负载 20A,13.5VDC；线圈额定电压 12VDC；绝缘电阻 100MΩ，线圈触点间介质耐压 500VAC
	高边开关	转向灯	脉冲频率 3.3Hz
窄带骚扰	微处理器	中央处理单元	工作频率 4MHz
	陶振	提供时钟源	工作频率 4MHz

注：1）电机类感性设备说明电机类型（有刷、无刷、步进等）、额定电压/电流、控制方式，若采用 PWM 控制说明脉冲频率；  
2）窄带器件说明工作频率；  
3）宽带骚扰电器主要指电机、继电器等感性设备；  
4）窄带骚扰电器主要指微处理器、振荡器、开关电源等设备。

### 8 产品采取的电磁兼容设计及抑制措施说明

序号	采取的电磁兼容设计及抑制措施	针对的电磁兼容问题
1	适当选用上下拉电阻	提升传导抗扰度
2	减小信号回路面积	降低辐射发射、提升辐射抗扰度
3	增大不同信号线间距	提升抗静电放电能力
4	增大端子走线线径	大电流注入
.....		

### 9 产品测试状态说明

测试状态	接地方式	实现功能	负载连接	备注
测试状态 1		功能 1		
		功能 2		
测试状态 2		功能 1		
		功能 4		
.....				

注：分别对每种工作状态进行测试！

10 电磁兼容测试内容

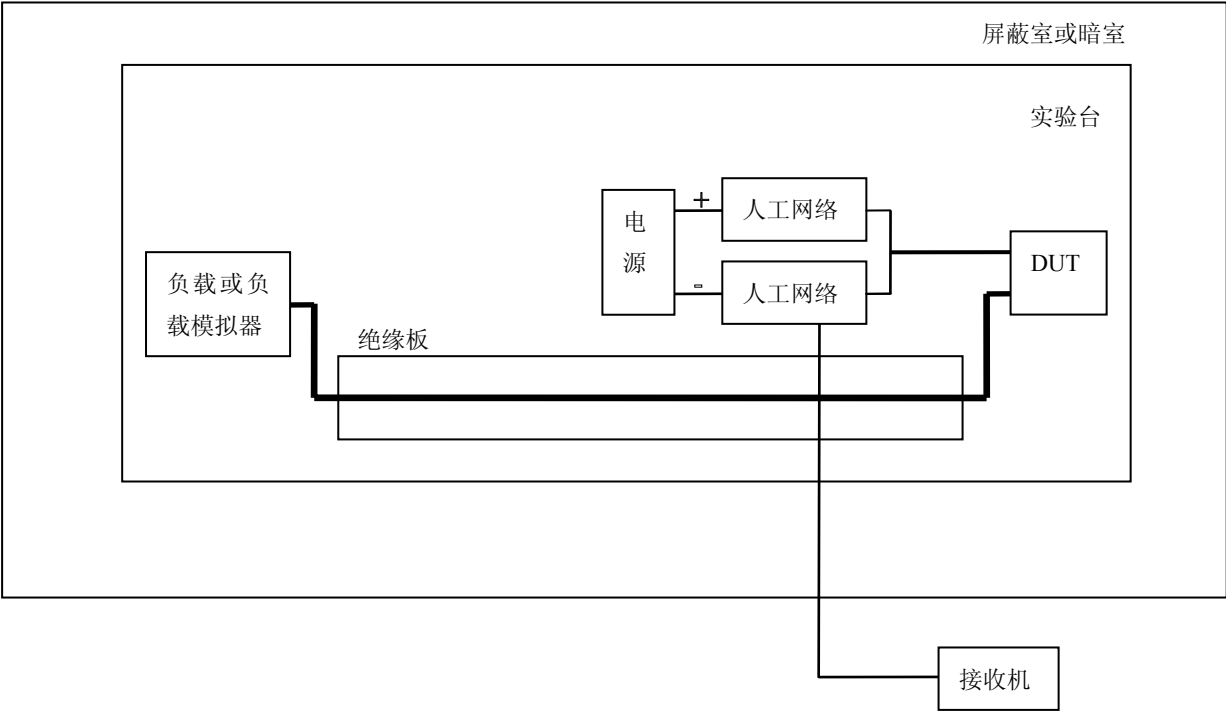
测试内容	ID	测试状态 1	测试状态 2	测试状态 3	...
辐射发射	RE01	√	√	√	
传导发射电压法	CE01	√	√	√	
传导发射电流法	CE01	√	√	√	
瞬态传导发射	CE10	√	√	√	
辐射抗扰度	RI01	√	√	√	
大电流注入	RI02	√	√	√	
瞬态传导抗扰度	CI01	脉冲 1	√	√	√
		脉冲 2a	√	√	√
		脉冲 2b	√	√	√
		脉冲 3a	√	√	√
		脉冲 3b	√	√	√
		脉冲 4	√	√	√
静电放电	CI10	√	√	√	

11 测试过程

11.1 传导发射

11.1.1 传导发射电压法

- 布置图：

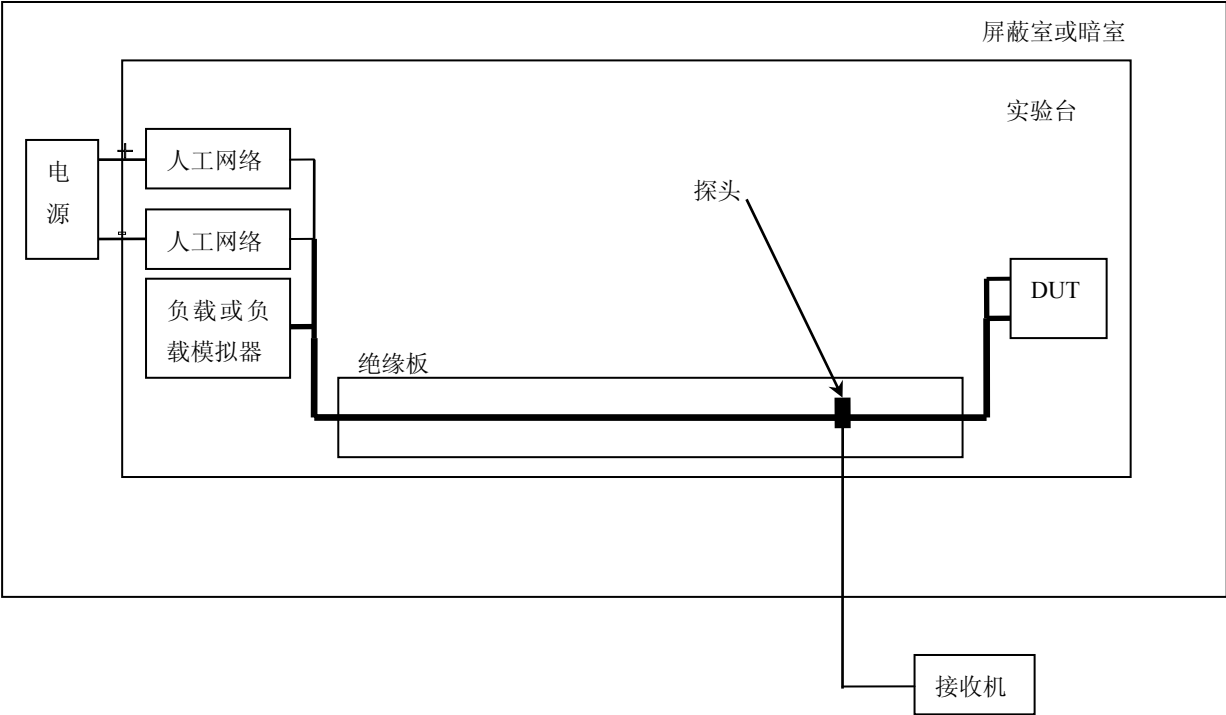


传导发射电压法测试布置图

- 测试说明：

11.1.2 传导发射电流法

● 布置图

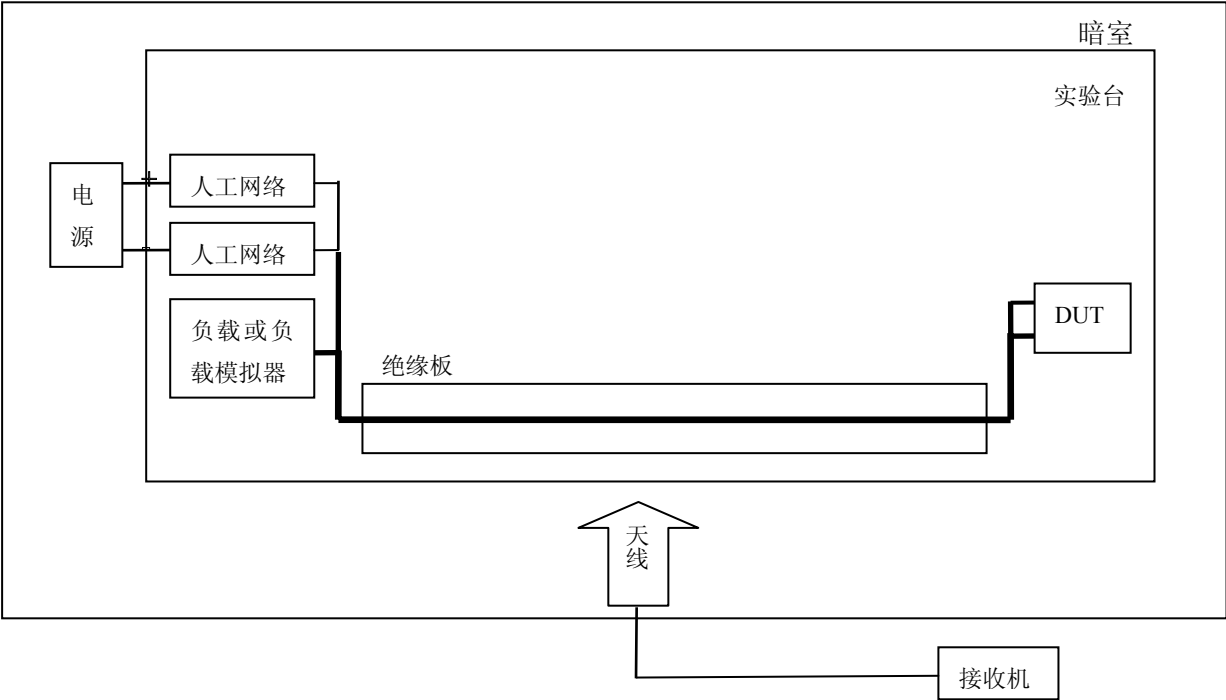


传导发射电流法测试布置图

● 测试说明:

11.2 辐射发射

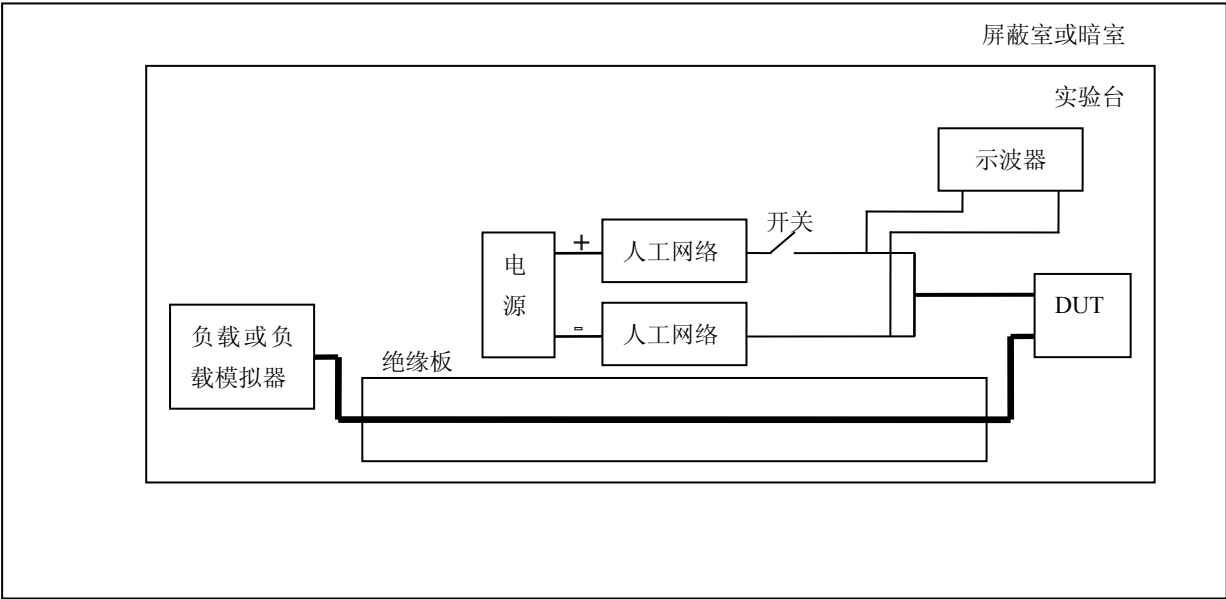
● 布置图



● 测试说明:

11.3 瞬态传导发射

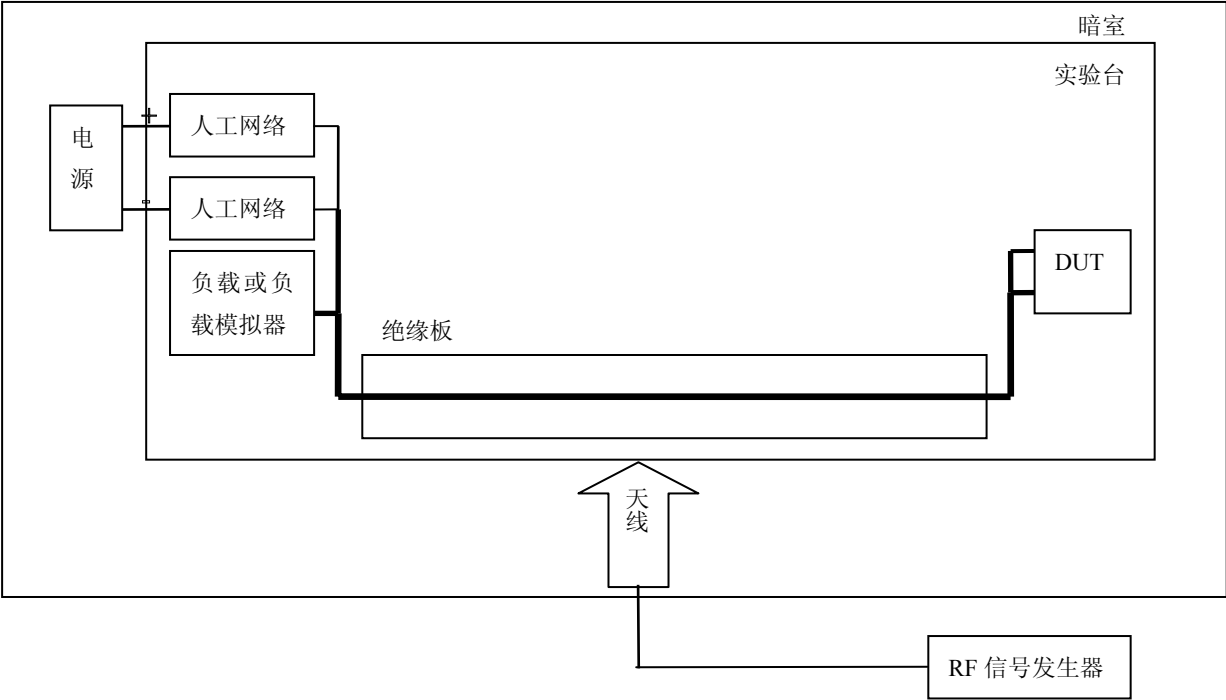
- 布置图：



- 测试说明：

11.4 辐射抗扰度

- 布置图：

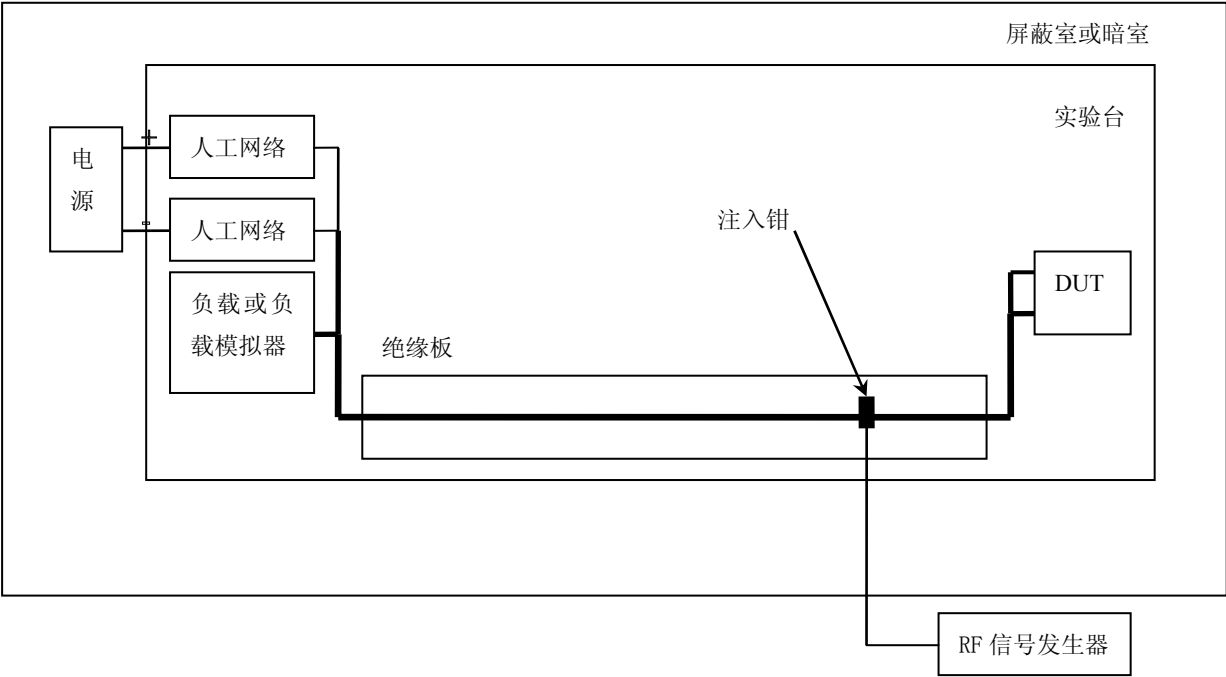


- 测试说明：



11.5 大电流注入

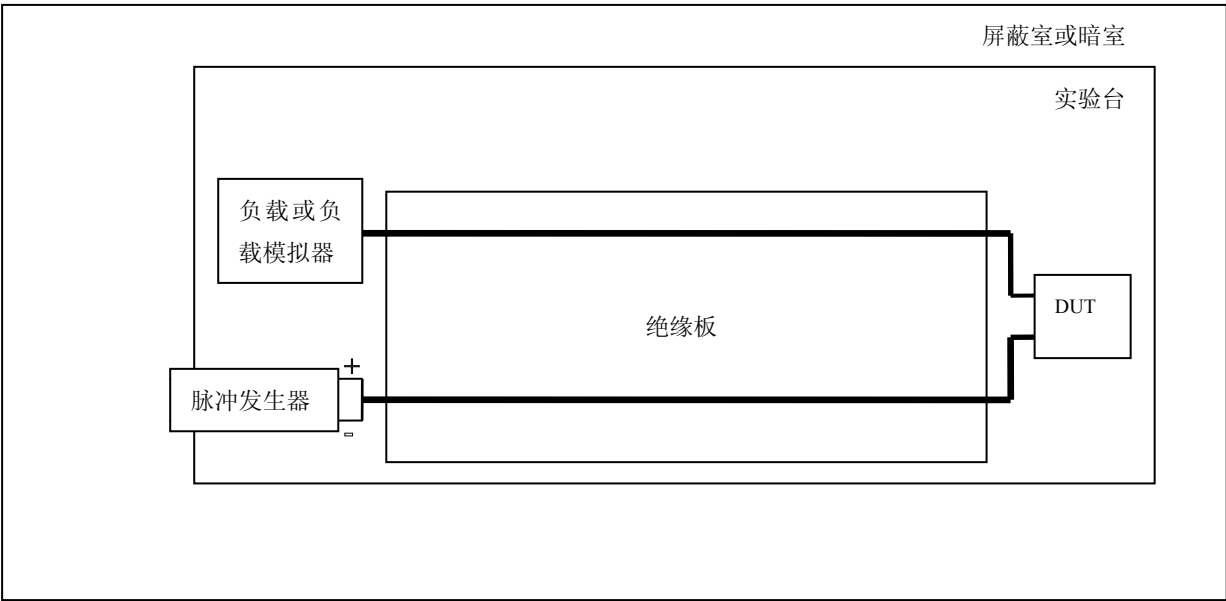
- 布置图：



- 测试说明：

11.6 瞬态传导抗扰度

- 布置图：

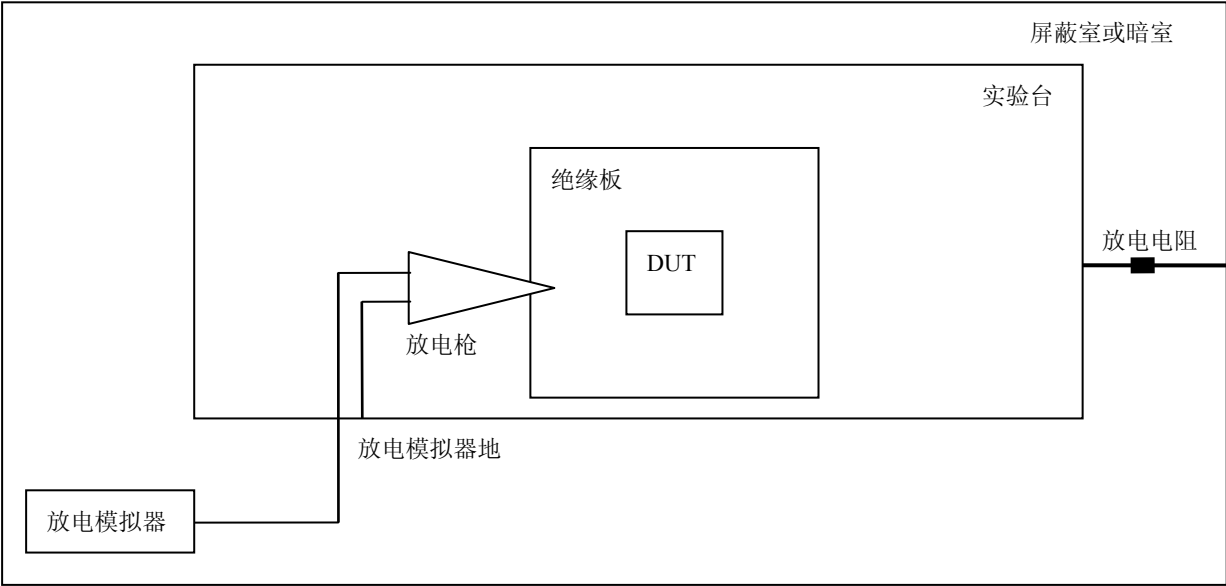


- 测试说明：

11.7 静电放电

11.7.1 断电状态

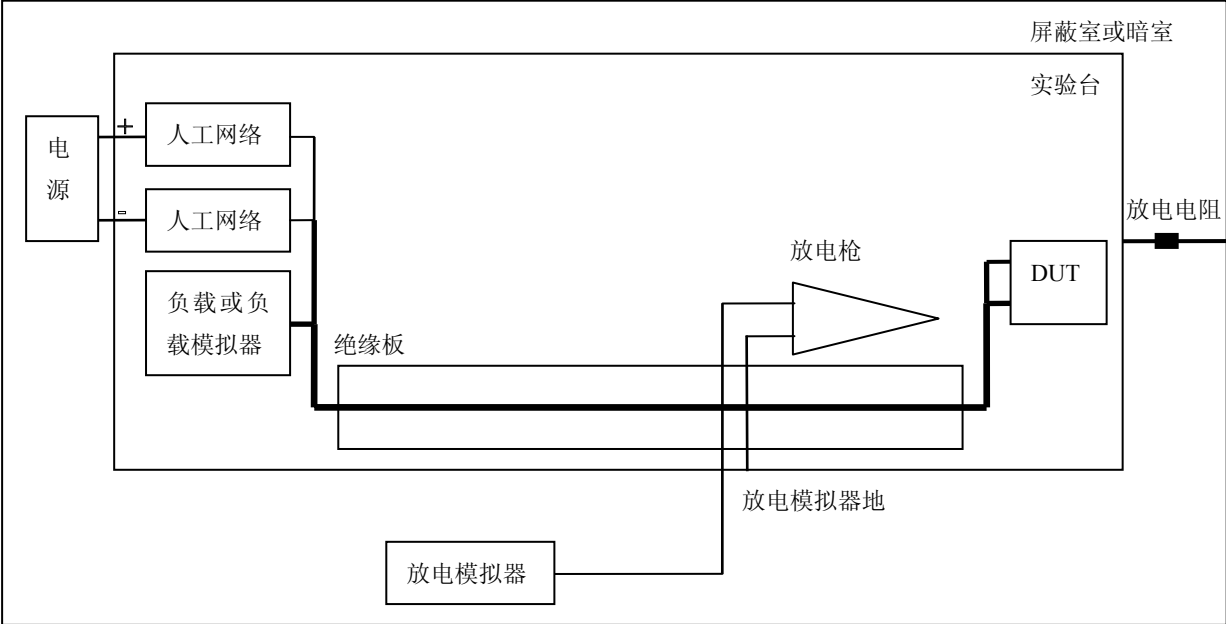
- 布置图：



- 测试说明：

11.7.2 工作状态

- 布置图：



- 测试说明：