

# 团 体 标 准

T/CSAE XX - 2018

---

## 电动车高压部件电磁兼容性能测试方法 及要求

EMC test method and requirement of HV component of Electrical  
vehicle

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2018-xx-xx 发布

2018-xx-xx 实施

# 中国汽车工程学会 发布

## 目 录

1	范围.....	7
2	规范性引用文件.....	7
3	术语和定义、缩写及符号.....	8
4	一般测试要求.....	9
4.1	概述.....	9
4.2	供电.....	9
4.3	参考接地平面.....	9
4.4	绝缘支撑.....	9
4.5	测量接收机.....	10
4.6	人工网络.....	10
4.7	EMC 测试计划.....	10
5	应用指南.....	11
6	适用于所有高压部件测试.....	13
6.1	低频磁场测量.....	13
(1)	测试目的.....	13
(2)	测试条件.....	13
(3)	测试布置.....	13
(4)	测量程序.....	14
(5)	要求.....	14
6.2	静电放电.....	14
(1)	测试目的.....	14
(2)	测试条件.....	15
(3)	测试布置.....	15
(4)	测试程序.....	16
(5)	要求.....	17
6.3	辐射抗扰度.....	18
(1)	测试目的.....	18
(2)	测试条件.....	18
(3)	测试布置.....	19
(4)	测试程序.....	24
(5)	要求.....	24
7	适用于屏蔽高压供电系统测试.....	25
7.1	传导发射- 保护车载接收机（电压法）.....	25
(1)	测试目的.....	25
(2)	测试条件.....	25
(3)	测试布置.....	26
(4)	测量程序.....	29
(5)	要求.....	30
7.2	高压-低压耦合衰减的测量.....	30
(1)	测试目的.....	30

	(2)	测试条件.....	30
	(3)	试验布置.....	31
	(4)	测量程序.....	33
	(5)	要求.....	35
7.3		传导发射- 保护车载接收机（电流法） .....	36
	(1)	测试目的.....	36
	(2)	测试条件.....	36
	(3)	测试布置.....	36
	(4)	测量程序.....	40
	(5)	要求.....	41
7.4		辐射发射测量-保护车载接收机.....	41
	(1)	测试目的.....	41
	(2)	测试条件.....	41
	(3)	测试布置.....	41
	(4)	测量程序.....	48
	(5)	要求.....	48
7.5		低频辐射发射-保护车外接收机.....	48
	(1)	测试目的.....	48
	(2)	测试条件.....	48
	(3)	测试布置.....	48
	(4)	测量程序.....	51
	(5)	要求.....	51
7.6		大电流注入.....	51
	(1)	测试目的.....	51
	(2)	测试条件.....	52
	(3)	测试布置.....	52
	(4)	测试程序.....	55
	(5)	要求.....	55
7.7		瞬态发射测量.....	55
	(1)	测试目的.....	55
	(2)	测试条件.....	55
	(3)	测试布置.....	56
	(4)	测量程序.....	57
	(5)	要求.....	57
8		适用于充电端口的测试.....	58
8.1		抗扰度测试.....	58
8.1.1		快速瞬变/脉冲的抗扰度 .....	58
	(1)	测试目的.....	58
	(2)	测试条件.....	58
	(3)	测试布置.....	59
	(4)	测试程序.....	59
	(5)	要求.....	59
8.1.2		浪涌抗扰度.....	60

(1)	测试目的.....	60
(2)	测试条件.....	60
(3)	测试布置.....	60
(4)	测试程序.....	62
(5)	要求.....	62
8.1.3	电压跌落抗扰度.....	62
(1)	测试目的.....	62
(2)	测试条件.....	62
(3)	测试布置.....	62
(4)	测试程序.....	62
(5)	要求.....	62
8.1.4	谐波和谐间波抗扰度.....	63
(1)	测试目的.....	63
(2)	测试条件.....	63
(3)	测试布置.....	63
(4)	测试程序.....	63
(5)	要求.....	63
8.2	发射测试.....	64
8.2.1	高压交流充电电源线的谐波发射.....	64
(1)	测试目的.....	64
(2)	测试条件.....	64
(3)	测试布置.....	64
(4)	测试程序.....	64
(5)	要求.....	64
8.2.2	电压变化, 电压波动和闪变.....	65
(1)	测试目的.....	65
(2)	测试条件.....	65
(3)	测试布置.....	65
(4)	测试程序.....	65
(5)	要求.....	65
8.2.3	充电电源线的传导发射—保护车外接收机.....	66
(1)	测试目的.....	66
(2)	测试条件.....	66
(3)	测试布置.....	66
(4)	测量程序.....	68
(5)	要求.....	68



# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的某些内容可能涉及专利，标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由 XX 提出。

本标准起草单位：。

本标准主要起草人：XX。

本标准为首次制定。

# 电动车高压部件电磁兼容性能测试方法及要求

## 1 范围

本标准适用于存在直流60V~1000V供电或交流供电的车载高压电气部件的电磁兼容性测试，规定发射测试和抗扰度的测试目的、测试条件、测试布置、测试程序和要求。

高压电气部件的示例如下：

- 电机控制器；
- 车载充电机；
- DC-DC转换器；
- 高压电池；
- 电机；
- 电加热器；
- 电空调压缩机；
- 实现以上功能的集成部件。

本标准所包含的高压电气部件仅限于安装在道路车辆上的部件。

## 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。

T/CSAE 63-2017 汽车电器零部件及子系统（12V）电磁兼容性能测试方法及要求

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 33014.1-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第1部分：一般规定

GB/T 33014.2-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分：电波暗室法

GB/T 33014.4-2016 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第4部分：大电流注入（BCI）法

ICNIRP 2010 限值时变电场和磁场暴露的导则

GB/T 6113.102-2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范-第1-2部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备-辅助设备 -传导骚扰

GB/T 6113.201-2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范-第2-1部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 -传导骚扰测量

GB/T 6113.203-2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范-第2-3部分：无线电骚扰和抗扰度测量方法 -辐射骚扰测量

GB 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB 17625.1-2012 电磁兼容(EMC)--第3-2部分:限值-谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)

GB 17625.2-2007 电磁兼容性(EMC)第3-3部分：限值-对每相额定电流≤16A且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限值

GB/T 17625.7-2013 电磁兼容性(EMC)第3-11部分:限值-公用低压供电系统中电压变化、电压波动和闪烁的限值-额定电流 $\leq 75A$ 并有条件连接的设备

GB/T 17625.8-2015 电磁兼容性(EMC)第3-12部分:限值-与每相输入电流 $> 16A$ 且 $\leq 75A$ 公用低压系统连接的设备产生的谐波电流的限值

GB/T 17626.4 电磁兼容性(EMC)-第4-4部分:试验和测量技术--电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容性(EMC)-第4-5部分:试验和测量技术—雷击/浪涌抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容性(EMC)-第4-11部分:试验和测量技术-电压暂降,短时中断和电压渐变抗扰度试验

GB/T 17626.13 电磁兼容-第4-13部分:试验和测量技术-交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验

GB/T 17626.34 电磁兼容性(EMC)-第4-34部分:试验和测量技术—主电源每相输入电流大于 $16A$ 的设备的电压暂降,短时中断和电压渐变抗扰度试验(IEC 61000-4-34:2005).

IEC 61851-21-1 Ed.1 电动汽车传导充电系统 - 第21部分:交流/直流供电电动车载充电器电磁兼容性的要求

ISO 10605 道路车辆-静电放电产生的电骚扰试验方法

### 3 术语和定义、缩写及符号

AMN	Artificial mains network $50\mu H/50\Omega$	人工电源网络 $50\mu H/50\Omega$
AN	Artificial network $5\mu H/50\Omega$	人工网络 $5\mu H/50\Omega$
AV <sup>1)</sup>	Linear average detector	线性平均值检波器
CDN	Coupling-/Decoupling network	耦合/去耦网络
FFT	Fast fourier transformation	快速傅立叶变换
FPSC	Function performance status classification	功能性能状态分类
RF	Radio frequency	无线电频率
HV	High Voltage	高压
HCP	Horizontal coupling plane	水平耦合平面
ISN	Impedance stabiliation network	阻抗稳定网络
LV	Low Voltage	低压
PLC	Power line communication	电源通讯线
PM	Pulse modulation	脉冲调制
PWHD	Partial weighted harmonic distortion	部分权重谐波失真
RBW	Resolution bandwidth	分辨率带宽
RMS	Route means square	均方根
T <sub>A</sub>	Ambient temperature	环境温度
THD	Total harmonic distortion	总谐波失真
IF	Intermediate frequency	中频



## 4 一般测试要求

### 4.1 概述

部件试验的等级应以典型的车辆操作模式的电气环境为参考。

要求发射采用最大发射状态进行测试。

DUT (DUT) 的操作条件应尽可能接近到其正常使用情况下的条件:

- 接地连接应与部件规范和测试计划中的说明相一致。
- 应使用DUT的真实环境和原车负载。如果这个对于样品不太可能实现时, 可以使用模拟器(例如, 传感器, 传动装置和通信)。在测试过程中, 该负载或负载模拟器的发射要求低于限值6dB, 且不应受抗扰度测试干扰的影响。

这些规定仅对每个具体的样品有效。它以书面形式定型, 并记录在试验报告中。

对于测量中使用的原线束的在试验计划中定义。

### 4.2 供电

- 应通过低压电池给DUT提供低压电压。满足下表要求:

表4-1 低压供电要求

额定电压	要求 (V)
12 V系统	13±1
24 V系统	26±2
48 V系统	48±4

- 高压电源供电应满足如下要求:

非车载充电机部件的高压直流供电要求范围为额定电压的10%。

车载充电机的交流供电要求范围为额定电压的-15%~+10%, 频率误差±1%。

电源输出端可加滤波器件, 以保证暗室底噪低于限值6dB。

### 4.3 参考接地平面

EMC测试应在参考接地平面上进行。参考接地平面应具备以下最基本的特点:

- 1) 长: 至少为2000mm或者比被测件长度大500mm(两个适用数值中的较大值)。
- 2) 宽: 每一边测试设备的宽度增加200mm。
- 3) 厚度:  $\geq 0.5 \text{ mm}$
- 4) 材料: 推荐用紫铜、黄铜, 也可以选用镀锌钢板

如果采用拼接方式实现参考接地平面, 可采用如下两种方式

- a) 多块接地板直接互连, 搭接方式采用有意搭接(例如焊接、铆接等方式), 搭接点的间距小于5mm, 当搭接间距不能满足小于5mm间距时, 则要求在搭接点的间隙中填充导电材料(例如金属丝网、导电泡棉等)。
- b) 采用第三导体实现多块接地平板之间互连, 接地平板与互连导体之间的搭接应满足a)的要求, 同时要求采用互连导体的短边方向进行接地平板的互连, 互连导体的长宽比小于5。

### 4.4 绝缘支撑

对于低频磁场测量、辐射抗扰度、辐射发射、传导发射、衰减耦合、瞬态发射测试, DUT和试验布线应通过具有下面特性的支撑与参考接地平面绝缘。DUT应安装在绝缘支撑上, 绝

缘支撑放在参考接地平面上。

表4-2 绝缘支撑特性

厚度	(50 ± 5) mm
相对介电常数	$\epsilon_r \leq 1.4$

注：不允许木质材料

## 4.5 测量接收机

测量接收机设置在表3中给出。

表4-3 测量接收机设置

BW	PK		QP		AV	
	最大步长	时间	最大步长	时间	最大步长	时间
kHz		ms		ms		ms
9	$\leq 0.5 \times BW$	50	$\leq 0.5 \times BW$	1000	$\leq 0.5 \times BW$	50
120	$\leq 0.5 \times BW$	5	$\leq 0.5 \times BW$	1000	$\leq 0.5 \times BW$	5
1000	$\leq 0.5 \times BW$	50			$\leq 0.5 \times BW$	50

## 4.6 人工网络

本标准中所采用的人工网络应符合GB/T18655附录E的要求。人工网络包括：

- 1) 低压人工网络 (LVAN)，用于低压端口；
- 2) 高压人工网络 (HVAN)，用于高压直流端口；
- 3) 人工电源网络 (AMN)，用于交流端口；
- 4) 不对称人工网络 (AAN)，用于信号线端口；
- 5) 直流电源充电模式下零部件的人工网络 (DC-Charging AN)，用于连接到直流电源参与充电模式的零部件（如充电机）的直流端口。

人工网络是为EUT和其供电网络进行射频干扰隔离，并为EUT提供稳定的线路阻抗。

HVAN络应安装在屏蔽体内。测量时，屏蔽电缆的屏蔽层应与HVAN的屏蔽壳体360°搭接。

## 4.7 EMC 测试计划

供应商应制订详细的产品EMC测试计划，且测试计划应在产品正式测试前1个月提交给相应的整车厂EMC工程师进行审核。EMC测试计划应包括以下内容：

- 1) 测试计划编号、生产单位信息（名称和地址）、供应商信息（负责人名字、电话、邮箱），实验室信息以及车厂信息（负责人名字、电话、邮箱）
- 2) 测试计划版本更新信息，如果测试计划有更新
- 3) 目录（概述，产品EMC测试项目、EMC试验描述）
- 4) 基本信息

- a) 本测试计划的目的和要求
  - b) 试验结果的性能判据说明和功能重要性分类
  - c) 被测样件的基本信息（数量、软硬件版本号、供电电压、工作类型、外壳材质、安装位置、人体可接触位置及方式、接地方式等）
  - d) 产品照片（包括负载、线束）
  - e) 产品功能、结构及接口图纸定义
  - f) 产品与外部设备连接原理图
  - g) 产品测试状态描述
  - h) 功能监控方式定义
- 5) 产品 EMC 测试项目
- a) 各个测试项目及它所对应的测试状态
  - b) 被测样件测试项目的优先级安排（如果需要）
- 6) EMC 试验描述
- 每项测试项目的试验需求（要有试验布置参考标准，附布置图，其中发射类试验要有限值要求，接收机参数，特别注意事项等；抗扰度试验要有测试参数和功能状态）

## 5 应用指南

对部件各项测试应用的情况基于下表来说明：

- 驱动电机控制器；
- 车载充电机；
- DC-DC转换器；
- 高压电池；
- 电加热器；
- 电空调压缩机；
- 接触器；
- 实现以上功能的集成部件。

表5-1 测试要求矩阵图

测试项目	高压电气部件种类						
	驱动电机控制器	车载充电机	DC-DC转换器	高压电池	电加热器	电空调压缩机	接触器
低频磁场测量-人体防护	√	√	√	√	√	√	√
静电放电	√	√	√	√	√	√	√
辐射抗扰度	√	√	√	√	√	√	√

传导发射- 保护车载接收机（电压法） <sup>注1</sup>	√	√	√	√	√	√	√
高压-低压耦合衰减 <sup>注2</sup>	√	√	√	√	√	√	√
传导发射- 保护车载接收机（电流法） <sup>注1</sup>	√	√	√	√	√	√	√
辐射发射测量-保护车载接收机 <sup>注1</sup>	√	√	√	√	√	√	√
低频辐射发射-保护车外接收机 <sup>注1</sup>	√	√	√	N/A	√	√	√
大电流注入	√	√	√	√	√	√	√
低压电源线瞬态抗扰度 <sup>注3</sup>	√	√	√	√	√	√	√
信号线瞬态耦合抗扰度 <sup>注3</sup>	√	√	√	√	√	√	√
HVDC线瞬态发射测量	√	√	√	√	√	√	√
快速瞬变/脉冲的抗扰度	N/A	√	N/A	√	N/A	N/A	√
浪涌抗扰度	N/A	√	N/A	√	N/A	N/A	N/A
电压暂降，短时中断和电压变化	N/A	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
谐波和谐间波抗扰度	N/A	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
谐波发射抗扰度	N/A	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
电压变化，电压波动和闪烁	N/A	√	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
充电电源线的传导发射—保护车外接收机	N/A	√	N/A	√	N/A	N/A	N/A

注1：如果后期出现有其他部件，并满足以下条件，可以不用进行该项测试

- 该部件不包含电动马达
- 该部件不提供或驱动调制电源电压或调制电源电流
- 部件不包含晶闸管

注2：其他部件，该部件与内部高压网络（>60V）和低压网络（≤60V）不同时连接，可以不用进行该项测试。

注3：低压电源线瞬态抗扰度和信号线瞬态耦合抗扰度两项测试只针对高压部件的低压线束进行，测试方法直接参考 GB/T21437.2 和 GB/T21437.3.

## 6 适用于所有高压部件测试

### 6.1 低频磁场测量

#### (1) 测试目的

测试目的是评估被测件满足人体电磁防护的水平。

#### (2) 测试条件

磁场探测器应使用参考ICNIRP 2010的设置和参考IEC 62311的场探头。测量线圈的小区域面积为 $100\text{cm}^2$ 。频率范围（磁场）为 $1\text{Hz} - 400\text{kHz}$ 。

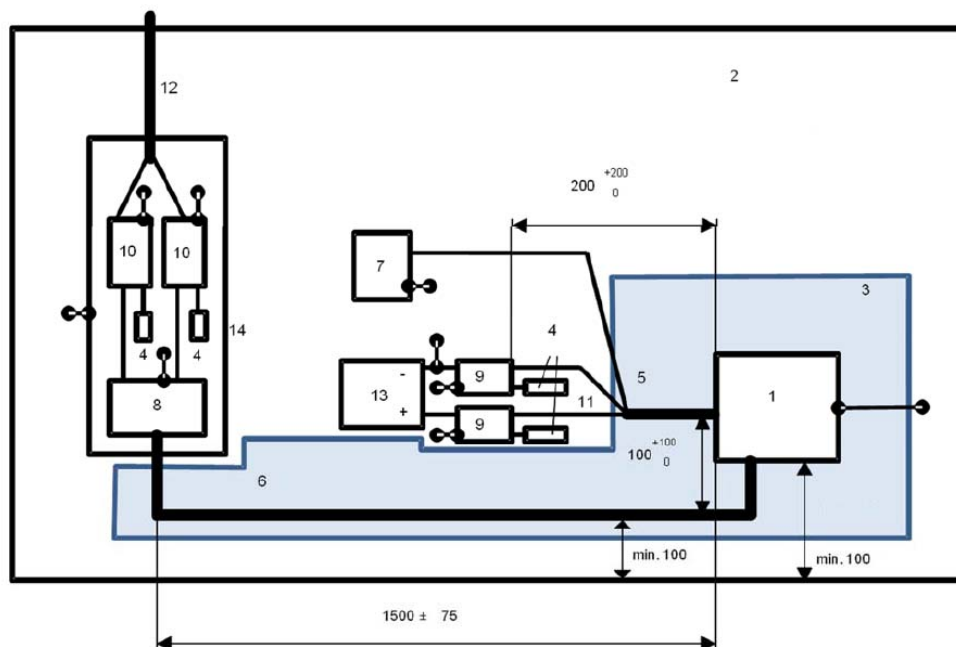
需考虑下面两种情况：

- 第1种情况：驾驶员或乘客可接触的或距离低于 $50\text{mm}$ 近的任何组件；
- 第2种情况：所有其他组件。

如果在DUT规范中没有给出分类，默认为第一种情况的要求。

#### (3) 测试布置

布置图如图6-1所示。



- |   |           |
|---|-----------|
| 1 DUT   | 9 低压人工网络  |
| 2 地平面   | 10 高压人工网络 |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为 $50\text{mm}$ |           |
| 4 $50\Omega$ 负载   | 11 低压供电线  |
| 5 低压线束  | 12 高压供电线  |

- |                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| 6 高压线 (HV+,HV-) | 13 低压电源 12V/24V/48V(应放在桌面上) |
| 7 低压负载模拟器       | 14 附加屏蔽盒                    |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)   |                             |

图6-1 低频磁场测量的试验布置

#### (4) 测量程序

对于第1种情况：各向同性磁场传感器直接放置在被测件上，进行磁场测量；  
 对于第2种情况：各向同性磁场传感器放置在距离DUTd= (50±5) mm进行电磁场的测量。  
 测试计划中给出DUT的测量时的操作模式。  
 测试位置如图6-2所示。

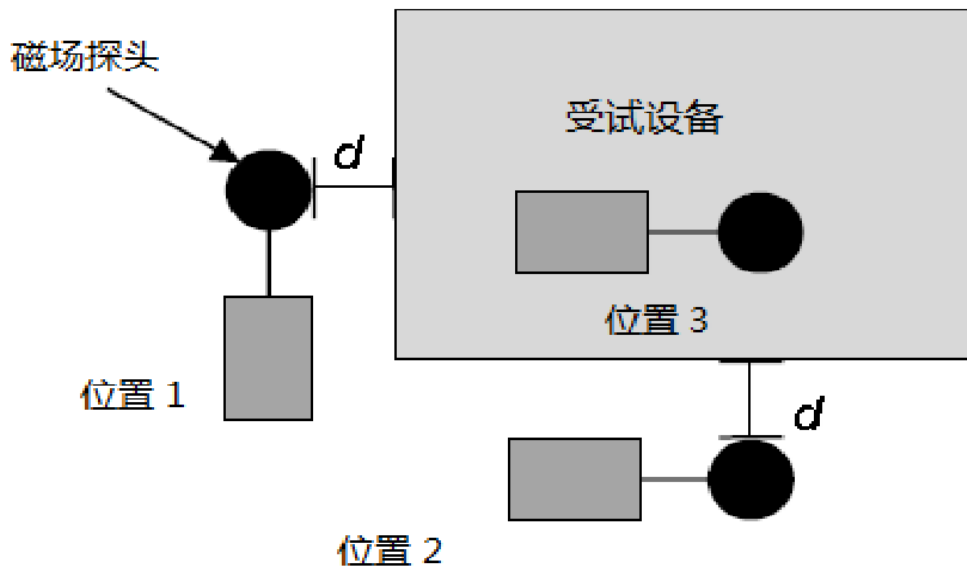


图6-2 DUT各向同性场传感器的测量位置

注：位置3处的探头到DUT的距离为d，位置1处和2处距离一样也为d。

#### (5) 要求

应满足ICNIRP 2010公开的推荐限值。

### 6.2 静电放电

#### (1) 测试目的

测试目的是评估被测件对静电放电的抗干扰能力。

## (2) 测试条件

ISO 10605标准测试所有测试条件适用。包括测试设备、参考接地平面等要求。应在被测件不上电、上电状态下进行测试。所有引脚需要测试。

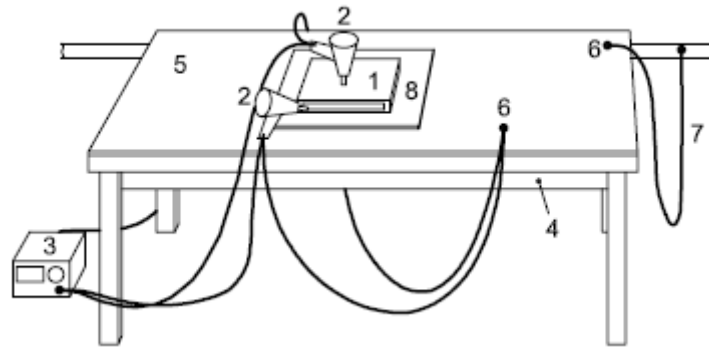
## (3) 测试布置

测试布置应与ISO 10605标准一致。

### a) 不通电工作状态

除非本标准另有说明，应按照 ISO 10605 的要求进行试验布置。不通电工作状态下测试布置如图 6-3 所示，具体说明如下：

- 将未通电的 DUT 直接放在静电消耗材料上；
- 当实施引脚静电放电时，将 DUT 所有负极/地线通过接地母线或不长于 200 mm 的导线连接到接地平板；
- 如果 DUT 有多个接地线且在其内部没有相互连接，则应将逻辑地线与接地平板相连接，其余地线应和其他引脚一样接受静电放电；
- 对于没有接地线的部件，则将低端输出（通常与控制器I/O连接）连接到接地平板。



- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 EUT        | 2 ESD模拟器      |
| 3 ESD模拟器控制单元 | 4绝缘桌子         |
| 5 HCP        | 6接地点          |
| 7接地线         | 8静电消耗材料（如果需要） |

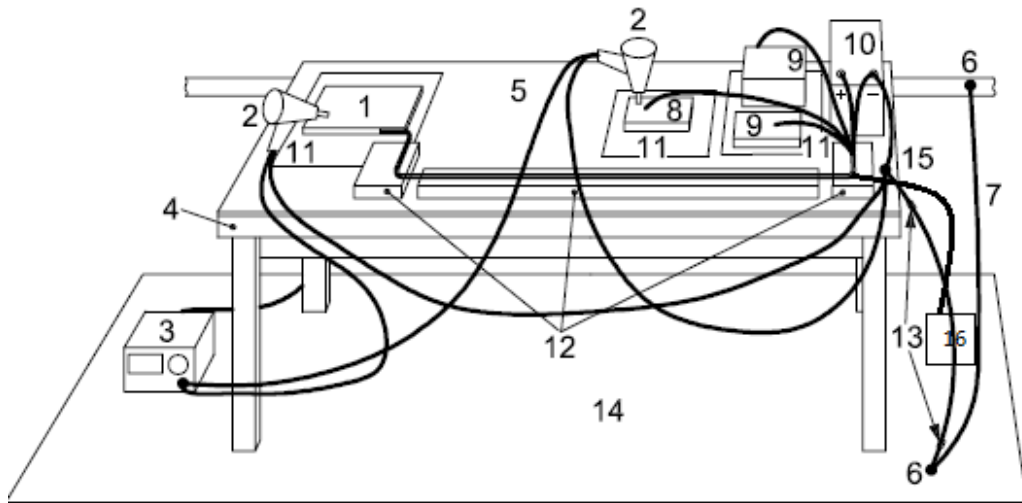
图6-3 静电放电（断电状态下）的试验布置

### b) 通电工作状态下

除非本标准另有说明，应按照 ISO 10605 的要求进行试验布置。测试布置如图 6-4 所示，具体说明如下：

- DUT 及负载模拟器内部的任何硬件的低压端供电都应使用汽车蓄电池供电；
- HVDC 端可采用高压电源通过屏蔽室滤波器供电，HVAC 端可采用公共市电通过屏蔽室滤波器供电；
- DUT 及其 LV、HV 线束应置于干净的厚 50 mm 的绝缘介质 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 上，绝缘介质直接置于接地平板上；
- 连接 DUT 及负载模拟器的线束长度应为  $1700^{+300}_0$  mm，负载模拟器外壳直接与接地平板相连。若 DUT 的外壳是金属且安装在车上时与车身连接，则应直接放在接地平板上。

——接地参考平面应与 12V 蓄电池负极相连接。作为一种替代方式，12V 蓄电池也可置于试验室地面上，但负极要求与接地参考平面相连。



- |                     |          |
|---------------------|----------|
| 1 EUT               | 2 ESD模拟器 |
| 3 ESD模拟器控制单元        | 4绝缘桌子    |
| 5 HCP               | 6接地点     |
| 7接地线                | 8远程I/O口  |
| 9辅助设备（如负载）          | 10低压电源   |
| 11绝缘支撑（如果需要）        | 12绝缘泡沫   |
| 13 470k $\Omega$ 电阻 | 14 GRP   |
| 15 与HCP接地点          | 16 高压电源  |

图6-4 静电放电（上电状态）的试验布置

#### (4) 测试程序

##### a) 总则

测量程序应与ISO 10605标准一致。以下是对测试环境、测试顺序等测试准备方面的总要求：

- 除非本标准另有说明，应按照ISO 10605的要求实施测试。测试设备应置于室温（ $23\pm 5$ ） $^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度20%~40%的环境中；
- 静电放电模拟器的波形经检查应与ISO 10605的要求一致，但接触放电上升时间为 $\leq 1$  ns和空气放电上升时间为 $\leq 20$  ns两项要求除外；
- 测试应按照装卸与装配静电放电测试、通电工作状态静电放电测试的顺序进行；
- 测试开始前，应按表 6-1 和表 6-2 的测试等级要求验证静电模拟器的放电电压。在两次放电之间，应用 1 M $\Omega$ 电阻接触放电部位，以泄放残余电荷，这对于有装饰性镀铬的零部件尤其重要。
- 测试完成后应将测试性能与表 6-1 和表 6-2 的要求相对照，并在后续测试前实施参数检查。



## b) 不通电测试

断电静电测试应按以下步骤进行：

- 对 DUT 所有引脚实施 $\pm 4$  kV 接触放电；
- 对 DUT 最终设计状态所有暴露的轴、按键、开关及表面（包括按键与面板之间的空气间隙），按照表 6-1 所示的测试类型，实施接触放电和空气放电。所有放电位置应在测试计划中明确规定。

若接插件外壳为非金属且引脚未突出，可将长度小于 25 mm 的插针安装到单个引脚上，以便于测试。若引脚未突出但接插件外壳为金属，则不应使用延长插针。

## c) 通电测试

测试应在 DUT 正常工作条件下，使用表 6-1 规定的电压等级和 ESD 放电网络实施。应按测试计划规定的 DUT 工作状态实施测试。监控设备及确定 DUT 测试中性能的方法应记录在测试计划中。测试中对 DUT 特殊功能的监控，不应影响其正常工作或影响其从静电放电模拟器正常接受到的能量。要有防止测试中监控设备损坏的措施。

测试应按以下步骤进行：

- a. 确定 DUT 是完全正常的。若 DUT 有网络通信功能（如 J1850、CAN、LIN），应模拟实车条件下的网络通信。具体的网络通信报文、总线利用率等，应记录在测试计划中；
- b. 对 DUT 最终设计状态所有暴露的轴、按键、开关及表面（包括按键与面板之间的空气间隙），按照表 6-1 列出的测试要求，实施接触放电和空气放电。所有放电位置应在测试计划中明确规定。对每个规定的放电点，应按照要求的放电电压，分别使用正、负极放电各 3 次；
- c. 若 DUT 安装在乘客舱或后备箱中能被人接触到的位置，应按照测试序列 4 重复步骤 b；
- d. 对 DUT 那些能被人接触到的远端输入（如开关），应重复步骤 b 和步骤 c；
- e. 对 DUT 那些能通过诊断口被人接触到的通信总线，应重复步骤 b 中 1—3 测试序列；
- f. 对安装在乘客舱内，但能直接从车外接触到的 DUT 表面（如转向灯开关手柄、车窗开关），及能直接从车外接触到的（如无钥匙进入按键）DUT 表面，应实施 $\pm 25$  kV（序列 5）的静电放电测试。对每个规定的放电点，应按要求的放电电压，分别使用正、负极放电各 3 次；
- g. 所有静电放电测试完成后（包括装卸与安装 ESD 测试），应实施功能性能及参数测试，以检查 DUT 是否满足表 6-1 中的断电测试要求。

## (5) 要求

高压部件的测试等级应与低压部件保持一致。低压部件测试方法及要求见 T/CSAE 63-2017 标准。

上电测试功能性能状态（FSPC）按照应在测试计划中定义。

测试件 DUT 的验收要求包括以下方面：

- DUT 应能抵御正常装卸与装配过程中出现的静电放电现象，具体要求见表 6-1；
- DUT 应能抵御正常工作（即上电状态）中出现的静电放电现象，具体要求见表 6-2；
- 按照表 6-1 实施静电放电测试后，零部件的 I/O 参数（如电阻、电容、泄露电流等），应在技术要求的容差范围内。因此，应在测试完成后立即检查零部件的 I/O 参数。

表 6-1 测试等级要求

放电类型			对应不同严酷等级的放电电压/kV				
			1	2	3	4	5
通电测试	直接放电 2kΩ/330pF <sup>(1)</sup>	接触放电	±4	±6	±8	-	-
		空气放电	±4	±6	±8	±15	±25
	间接放电 2kΩ/330pF	接触放电	±4	±6	±8	±15	±25
断电测试	直接放电 2kΩ/150pF	接触放电	±4	±6	-	-	-
		空气放电	-	-	±8	-	-

(1)：直接放电的空气放电中放电电压为±25kV时用2kΩ/150pF放电模块。

注 1：关于断电模式下的接插件测试，引脚测试适用序列 1，具体适用等级和判定标准也可由客户和零部件制造商商定。

注 2：序列 4 仅适用于在车内可直接接触到的产品。

注 3：序列 5 仅适用于在车外可直接接触到的产品。

表 6-2 测试验收要求

测试序列		A 类	B 类	C 类
通电状态	1	III	II	I
	2	III	III	I
	3	III	III	I
	4	IV	III	II
	5	IV	IV	II
断电状态	1	IV		
	2			
	3			

### 6.3 辐射抗扰度

#### (1) 测试目的

测试目的是评估被测件对窄带射频电磁场的抗干扰能力。辐射抗扰度测试是基于车内外可预见的射频干扰源（如业余电台、移动电话等），测试 DUT 的抗扰度，测试频率范围为 200 MHz~3100 MHz。

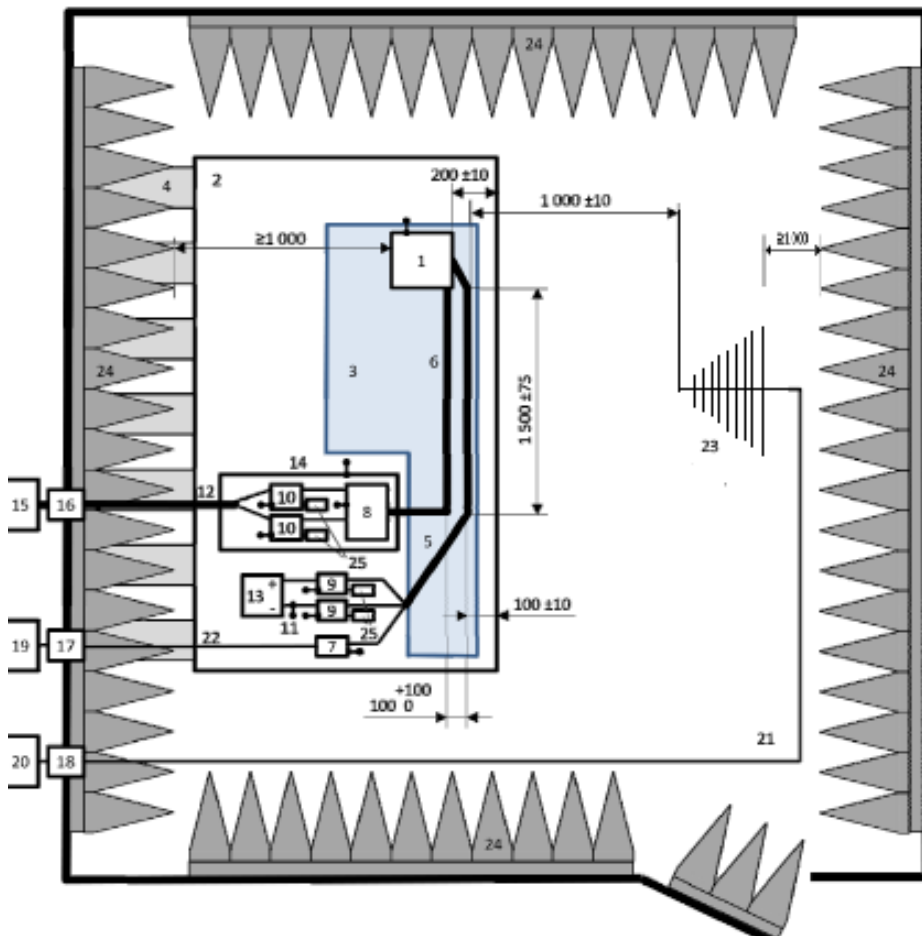
#### (2) 测试条件

GB/T 33014.2 标准测试所有测试条件适用。包括测试设备、ALSE 要求、参考接地平面等要求。

### (3) 测试布置

测试布置应满足 ISO11452-2。测试布置详细说明如下：

- DUT 测试线束，包括高压和低压线束，长度应为  $1700^{+300}_0$  mm。DUT 与负载模拟器之间的全部线束应布置在接地平板上 50 mm 厚的绝缘支撑上（测试频段 1200MHz~1400MHz、2700MHz~3100MHz 除外），绝缘支撑介电常数  $\epsilon_r \leq 1.4$ 。该线束也可与辐射发射测试所用线束相同，线束尽量采用实车线束；
- DUT 应置于接地平板上 50 mm 厚的绝缘支撑上。但如果 DUT 有金属外壳，且安装在车上时与车身有电气连接，则 DUT 应安装到接地平板上并与之电气连接。这种方式仅限于当产品技术要求中有相应记录且为了反映实车条件的情况下使用。DUT 接地方式应记录在 EMC 测试计划与测试报告中；
- 应使用编织接地铜带连接 DUT 外壳和蓄电池负极端子。铜带长为  $1700^{+300}_0$  mm，宽不大于 13 mm。铜带应沿测试线束布置。在 DUT 负极线需要接地的情况下也可使用这种方法；
- 应使用汽车蓄电池向 DUT 与负载模拟器中的所有低压电子硬件供电，蓄电池负极应与接地平板相连，蓄电池可放在接地平板上或测试桌下；
- 当使用高压电源给 DUT 高压供电时，应确保高压电源能够承受电磁场的干扰。
- 对于频率低于 1000 MHz 的测试，场发生天线应置于线束中间的前方。对于频率高于 1000 MHz 的测试，场发生天线应沿接地平板边缘平行移动（ $850 \pm 50$ ）mm，使之正对 DUT。



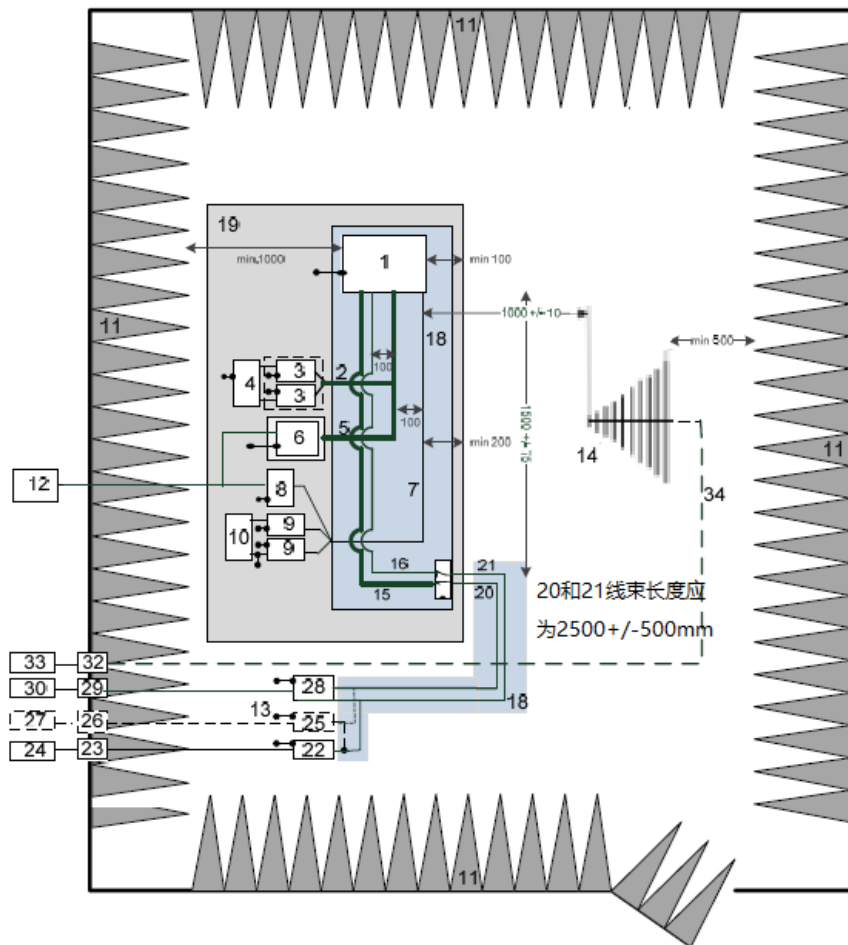
- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 DUT   | 14 附加屏蔽盒               |
| 2 地平面   | 15 高压电源（若放在ALSE内则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）<br>厚度为50mm | 16 电力线滤波器              |
| 4 接地铜带  | 17 馈通滤波器               |
| 5 低压线束  | 18 隔板连接器               |
| 6 高压线（HV+,HV-）                                  | 19 辅助/监控设备             |
| 7 低压负载模拟器                                       | 20 测试设备                |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                    | 21 同轴电缆（50Ω）           |
| 9 低压人工网络  | 22 光纤                  |
| 10 高压人工网络                                       | 23 天线                  |
| 11 低压供电线  | 24 射频吸收材料              |
| 12 高压供电线  | 25 50Ω 负载              |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应放在凳子上)                     |                        |

注1：高压电池充电状态按照本图进行布置，若在放电状态下，应测量高压直流输出端口，高压电源变更为高压负载。

注2：DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置，还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置，应通过LV AN与负载连接，可采用电阻负载与低压电池并联作为负载，以消耗电能。低压输出线缆的（1500±75）mm长度应平行于桌子的前边缘。

图6-5 辐射抗扰度-DC-DC转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机的电流探头试验布置示例（以对数周期天线为例）

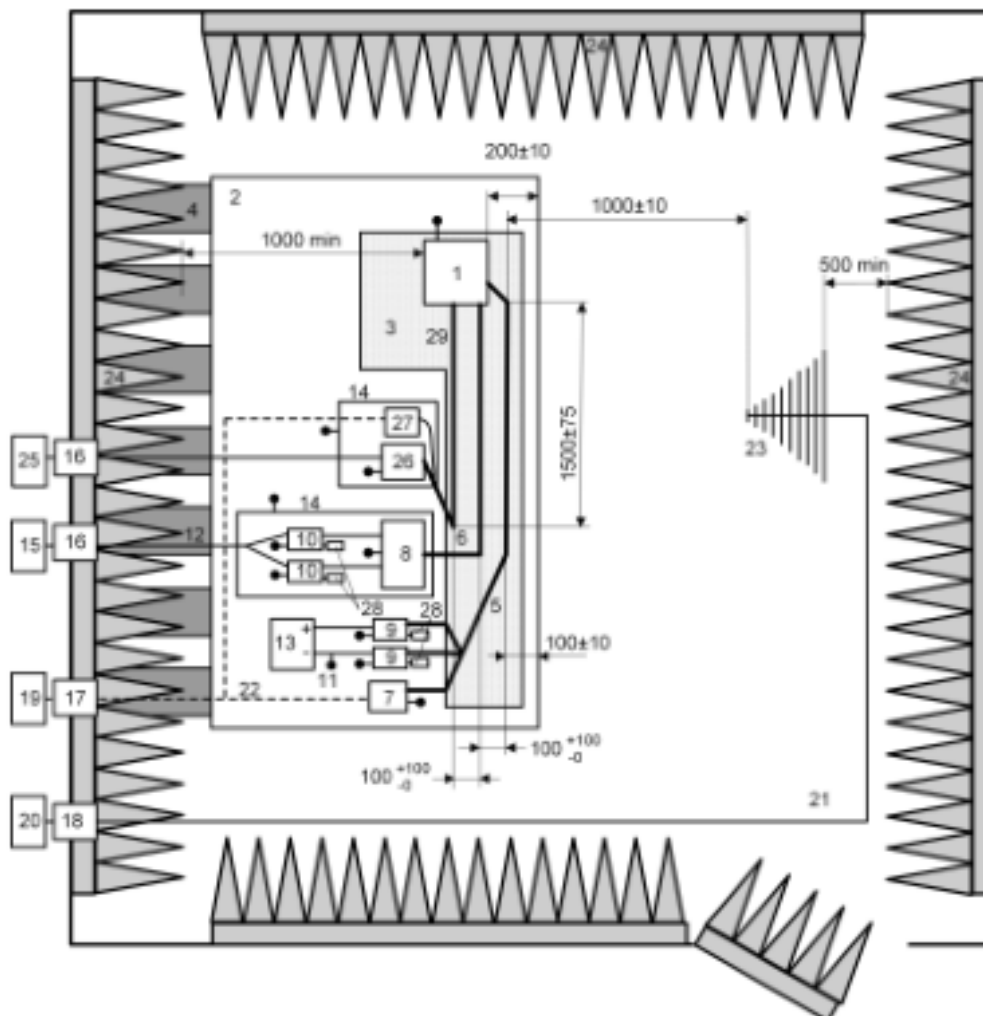




- |                  |  |
|------------------|--|
| 1 DUT            | 17 车载充电机连接器                                    |
| 2 高压蓄电池线束        | 18 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm |
| 3 高压线路阻抗稳定网络     | 19 地平面   |
| 4 高压负载(电池或电池模拟器) | 20 交流充电线束                                      |
| 5 高压线束           | 21 通信电缆  |
| 6 高压负载模拟器        | 22 ISN   |
| 7 低压线束           | 23 馈通同轴电缆连接器                                   |
| 8 低压负载模拟器        | 24 辅助信号发生器                                     |
| 9 低压线路阻抗稳定网络     | 25 PLC耦合器                                      |
| 10 低压蓄电池         | 26 通信馈通  |
| 11 吸波材料          | 27 PLC模拟器                                      |
| 12 监控/激励         | 28 AC人工电源网络/DC人工网络                             |
| 13 参考地           | 29 滤波器   |
| 14 天线            | 30 AC或DC电源                                     |
| 15 AC/DC充电线束(车辆) | 32 隔板连接器                                       |
| 16 通信线           | 33 测试设备  |

注：车载充电机充电状态按照本图进行测试，如果车载充电机存在放电状态，则在放电状态也应进行测试，此时，高压负载换成高压直流电源或者高压电池，高压电源换成高压交流阻性负载。

图6-7 辐射抗扰度-带屏蔽电源供电的车载充电机测试布置（以对数周期天线为例）



- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1 DUT  | 16 电源线滤波器                            |
| 2 地平面  | 17 馈通滤波器                             |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ )<br>厚度为50mm | 18 隔板连接器                             |
| 4 接地铜带   | 19 辅助/监控设备                           |
| 5 低压线束   | 20 测量设备                              |
| 6 高压线 (HV+,HV-)                                  | 21 同轴电缆 (50Ω)                        |
| 7 低压负载模拟器  | 22 光纤                                |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)                                    | 23 天线                                |
| 9 低压人工网络   | 24 射频吸收材料                            |
| 10 高压人工网络  | 25 交流负载模拟器 (非阻性负载模拟器置<br>于ALSE内时应屏蔽) |
| 11 低压供电线   | 26 AMN                               |
| 12 高压供电线   | 27 辅助信号模拟器                           |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                      | 28 50Ω负载                             |
| 14 附加屏蔽盒   | 29 交流电源线                             |
| 15 高压电源  |                                      |

图6-8 辐射抗扰度-带屏蔽电源供电的逆变器测试布置 (以对数周期天线为例)

## (4) 测试程序

测试程序依据 ISO11452-2。测试步骤如下：

- 应在使用线性频率步长的条件下实施测试，步长不大于 ISO 11452-1 的要求；
- 应按照 ISO11452-1 要求，使用峰值保持。最小等幅波（CW）及调制（幅度或脉冲）驻留时间为 2 s。如可预见 DUT 的响应时间大于 2 s，应使用更长的驻留时间。对驻留时间的改变应记录在测试计划中；
- 使用垂直极化和水平极化方式分别测试；
- 测试 1000MHz 以上频段的时候，除非测试计划中有明确说明，应至少对 DUT 的三个正交平面实施测试；
- 先使用等级 2 的要求进行测试，如果发现偏离，则将强度等级降低到 DUT 能够正常工作的程度，再将强度增大到偏离再次出现。这点的强度等级应被用来检查是否满足表 6-3 中的要求。如不满足，则这点的强度等级应作为偏离的阈值写入报告中；

测试注意事项如下：

- 场调制与分级及放大器的谐波含量应满足 ISO 11452-1 的要求；
- 采用幅度调制法时，幅度调制的频率应为 1 kHz，调制深度为 80%；
- 前向功率应作为强度等级特性和实测强度之间的参照参数；
- 采用脉冲调制法时，需使用峰值包络功率传感器（PEP）或频谱仪来测量前向功率，但前者为首选。如选用频谱仪，应使用零档设置将其调至单个频点，测量带宽不小于 3 MHz（适用时，包括分辨率带宽或中频带宽和视频带宽）。校准与测试过程应使用同型号设备；
- DUT 各种工作模式在测试过程中的表现应满足 EMC 测试计划的规定；
- 在使用脉冲调制方式实施频段 1200MHz~1400MHz、2700MHz~3100MHz 的时候，不应在实施脉冲调制之前使用等幅脉冲分级；
- 在实施频段 1200MHz~1400MHz、2700MHz~3100MHz 测试的时候，选用的喇叭天线将极大地影响到表 6-3 列出的场强所需的前向功率。天线的近场增益衰减特性会显著地影响 1 米外达到规定场强需要的实际功率。考虑到这个问题，不能仅仅简单地基于公布的天线增益来选择天线。并且达到所需的场强的高功率等级也被证明显著地影响某些天线的电压驻波比。

### 11.3.2.2 校准

使用替代法进行测试场强的校准规程请参考 ISO 11452-2，频段 1200MHz~1400MHz、2700MHz~3100MHz 测试的场的校准规程请参考附录 A。

对两种规程，应按照表 6-3 等级 2 所列出的场强特性实施测试。不允许预先产生较低场强再输入能量来叠加出更高的场强。

## (5) 要求

辐射抗扰度的测试要求应与整车其他低压部件的抗扰度要求保持一致。低压部件测试方法及要求见 T/CSAE 63-2017 标准。

对应表 6-3 所述的辐射抗扰度测试等级和调制条件，DUT 应符合表 6-4 的测试验收准则。可根据 DUT 线缆在实车上将会耦合的信号大小，选择测试等级，对有模拟信号的产品需要选择更高等级的要求。



表 6-3 辐射抗扰度测试等级要求

波段	频率范围 MHz	场强 V/m				调制
		等级 1	等级 2	等级 3	等级 4	
1	200~800	50	75	100	200	CW, AM 80%
2	800~2000	50	75	100	200	CW, Pulsed PRR= 217 Hz, PD=0.57 ms
3	2000~3000 <sup>a</sup>	50	75	100	200	CW, Pulsed PRR= 217 Hz, PD=0.57 ms

表 6-4 辐射抗扰度测试验收准则

测试等级	验收等级要求		
	A 类	B 类	C 类
1	I	I	I
2	I	I	I
3	II	II	I
4	× <sup>a</sup>	× <sup>a</sup>	× <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 由整车企业根据情况确定。

## 7 适用于屏蔽高压供电系统测试

### 7.1 传导发射- 保护车载接收机（电压法）

#### （1） 测试目的

这个测试的目的是评估高压屏蔽系统的直流高压线的RF传导骚扰电压。

#### （2） 测试条件

测试条件参考GB/T18655。被测件的测试布置按照本标准的测试布置进行，低压端口的测量过程及要求依据T/CSAE 63标准传导骚扰部分，高压端口的测量过程及要求依据本标准，应当依次对输入和输出的HVDC线进行测试。DC-DC输出端口也应进行测试。

需要使用长为1700mm（0,+300）的线束。因长度不同，首选原始的车辆线束。测试线束被放置在离参考接地平面（50±5）mm的绝缘支撑上。

高压线的（1500±75）mm长度应平行于桌子的前边缘。在LV AN和DUT间的低压电源线的长度应为200mm（0，+200）。其它线应直接放在距离高压线200mm的最短距离的地平面处。

高压人工网络屏蔽壳体应连接到HVDC屏蔽线的屏蔽层上，并360° 搭接。

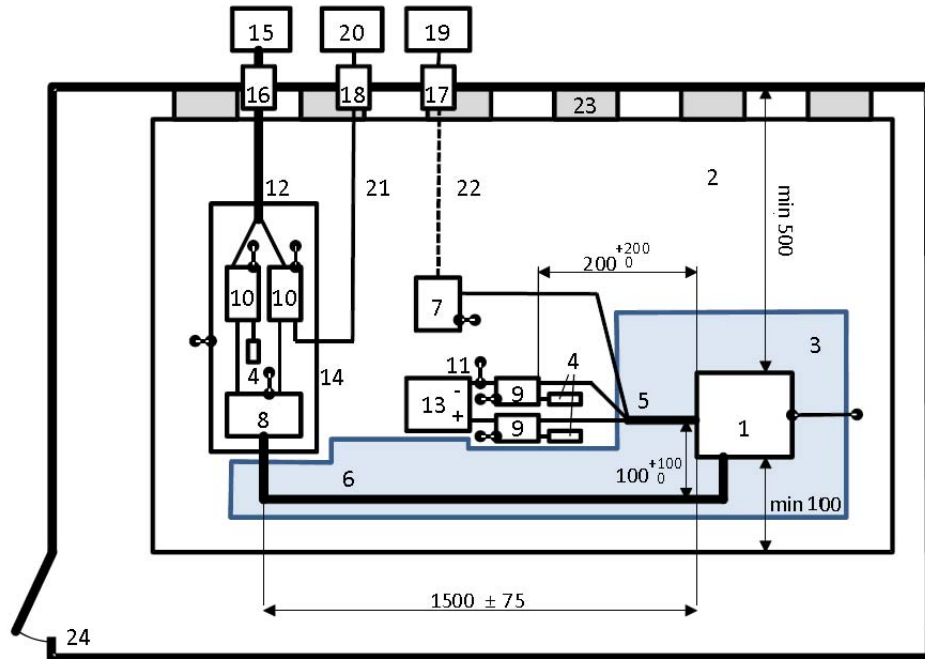
DUT被放置在离参考接地平面（50±5）mm的绝缘支撑上。根据测试计划连接到参考接地平面的，不允许其他接地连接。

所有没有连接测量接收机的人工网络应端接50 Ω 电阻。

DUT应满足每个操作模式的要求。

### (3) 测试布置

测试布置如下图所示：

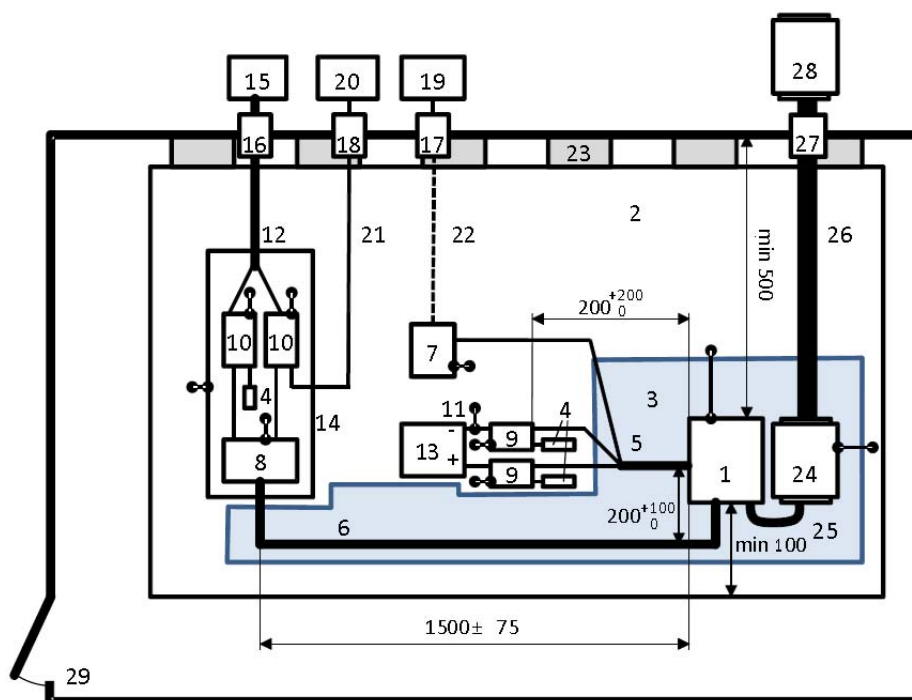


- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 DUT                                       | 14 附加屏蔽盒                |
| 2 地平面                                       | 15 高压电源（如果放在ALSE内则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）厚度为50mm | 16 电源线滤波器               |
| 4 50Ω负载                                     | 17 馈通滤波器                |
| 5 低压线束                                      | 18 隔板连接器                |
| 6 高压线（HV+,HV-）                              | 19 辅助/监控设备              |
| 7 低压负载模拟器                                   | 20 测量设备                 |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                | 21 同轴电缆（50Ω）            |
| 9 低压人工网络                                    | 22 光纤                   |
| 10 高压人工网络                                   | 23 接地铜带                 |
| 11 低压供电线                                    | 24 屏蔽外壳                 |
| 12 高压供电线                                    |                         |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                 |                         |

注1：高压电池充电状态按照本图进行布置，如果高压电池在放电状态下，应测量高压直流输出端口，高压电源变更为高压负载。

注2：DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置，还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置，应通过LV AN与负载连接，可采用电阻负载与低压电池并联作为负载，以消耗电能。低压输出线缆的（1500±75）mm长度应平行于桌子的前边缘。

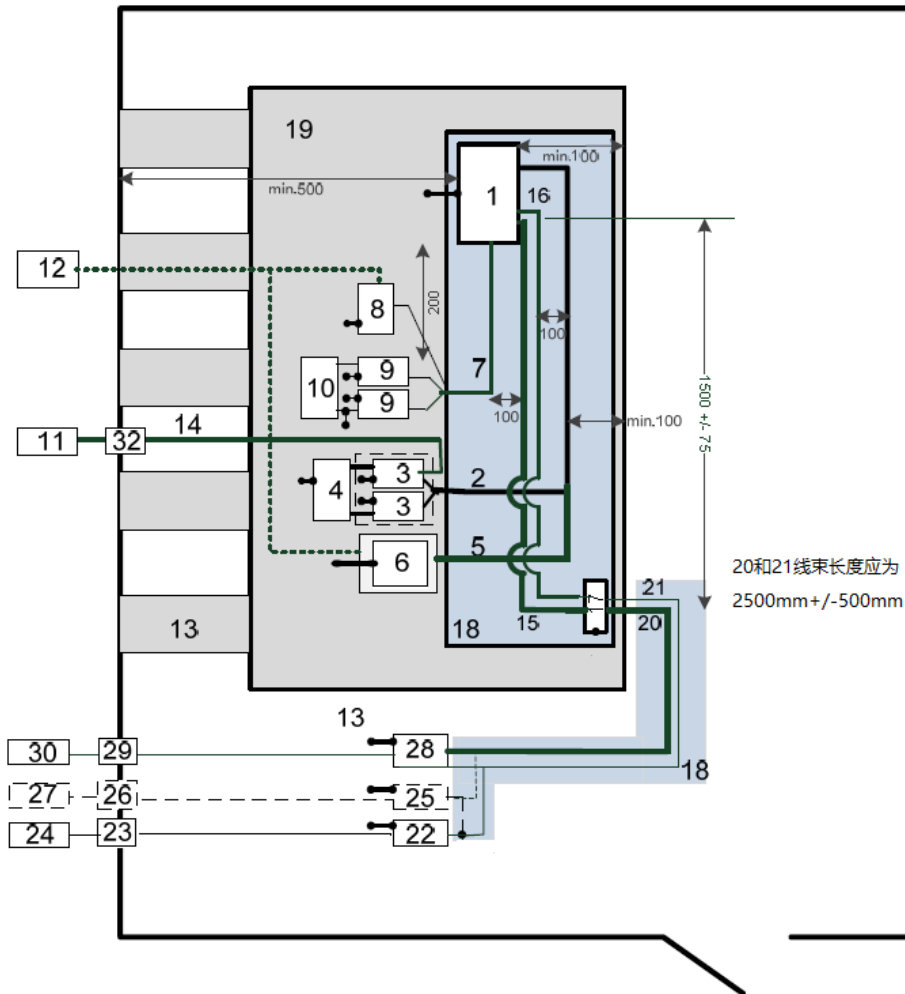
图7-1 传导骚扰电压法-DC-DC转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机测试布置图



- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 DUT   | 16 电源线滤波器              |
| 2 地平面   | 17 馈通滤波器               |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm | 18 隔板连接器               |
| 4 50 $\Omega$ 负载                              | 19 辅助/监控设备             |
| 5 低压线束  | 20 测量设备                |
| 6 高压线 (HV+,HV-)                               | 21 同轴电缆 (50 $\Omega$ ) |
| 7 低压负载模拟器                                     | 22 光纤                  |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)                                 | 23 接地铜带                |
| 9 低压人工网络                                      | 24 电机                  |
| 10 高压人工网络                                     | 25 电机三相线               |
| 11 低压供电线                                      | 26 隔离未使用的机械连接          |
| 12 高压供电线                                      | 27 过滤的机械轴承             |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                   | 28 制动或驱动电机             |
| 14 附加屏蔽盒                                      | 29 屏蔽外壳                |
| 15 高压电源 (置于ALSE内时应屏蔽)                         |                        |

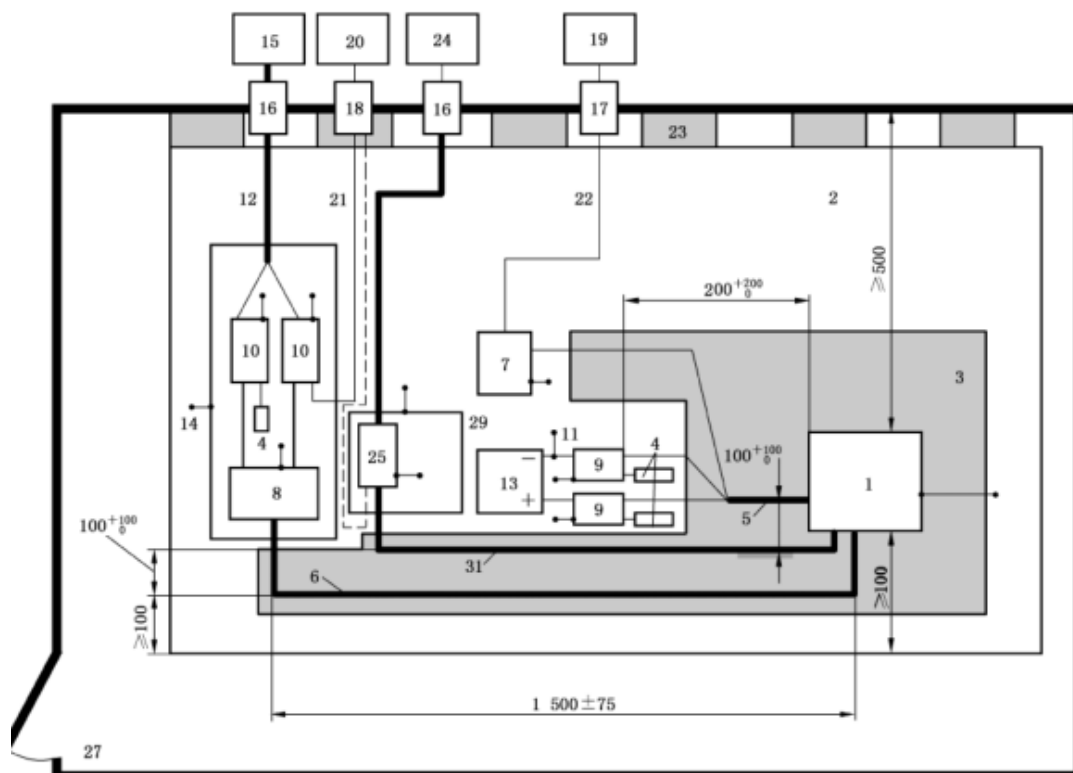
注: 如果被测件是电机控制器与DC-DC的集成, 测试布置应做相应调整, 无三相线布置。

图7-2 传导骚扰电压法-电机控制器试验布置示例



- |                  |  |
|------------------|--|
| 1 DUT            | 16 通信线   |
| 2 高压蓄电池线束        | 17 车载充电机连接器                                    |
| 3 高压网络           | 18 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm |
| 4 高压负载(电池或电池模拟器) | 19 地平面   |
| 5 高压线束           | 20 交流充电线束                                      |
| 6 高压负载模拟器        | 21 通信线   |
| 7 低压线束           | 22 ISN   |
| 8 低压负载模拟器        | 23 馈通同轴电缆连接器                                   |
| 9 低压线路阻抗稳定网络     | 24 辅助信号发生器                                     |
| 10 低压蓄电池         | 25 PLC耦合器                                      |
| 11 EMI接收机        | 26 通信馈通  |
| 12 监控/激励         | 27 PLC模拟器                                      |
| 13 接地铜带          | 28 AC人工电源网络/DC人工网络                             |
| 14 同轴电缆          | 29 滤波器   |
| 15 AC/DC充电线束(车辆) | 30 AC或DC电源                                     |

图7-3 传导骚扰电压法-车载充电机测量试验布置示例



- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 DUT                                       | 14 附加屏蔽盒                            |
| 2 地平面                                       | 15 高压电源（如果放在ALSE内则需要屏蔽）             |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）厚度为50mm | 16 电源线滤波器                           |
| 4 50 $\Omega$ 阻抗                            | 17 馈通滤波器                            |
| 5 低压线束                                      | 18 隔板连接器                            |
| 6 高压线（HV+,HV-）                              | 19 辅助/监控设备                          |
| 7 低压负载模拟器                                   | 20 测量设备                             |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                | 21 同轴电缆（50 $\Omega$ ）               |
| 9 低压人工网络                                    | 22 光纤                               |
| 10 高压人工网络                                   | 24 交流负载模拟器（非阻性负载模拟器置于<br>ALSE内时应屏蔽） |
| 11 低压供电线                                    | 25 AMN                              |
| 12 高压供电线                                    | 27 ALSE                             |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                 | 29 屏蔽壳体（可选）                         |
|   | 31 交流线                              |

图7-4 传导骚扰电流法-逆变器测量试验布置示例

#### (4) 测量程序

测量过程参考 GB/T18655.

应依次对每个高压端口进行，在人工网络的测试端进行测试。

## (5) 要求

测试计划中需定义测试限值，测试计划限值需根据所要满足的低压限值水平来制定（可选的低压测试限值包括CISPR25:2016低压侧辐射发射等级2、3、4、5的要求）。表5中是平均值和峰值或平均值和准峰值的限值示例，表中Class 5A5~ Class 5A1是限值的5个等级，是针对于满足CISPR25低压class5的情况下，而由于不同的耦合衰减给出的限值等级。被测件的耦合衰减可根据7.2描述的测量方法得到。限值的计算方法如式1所示。

$$U_{Limit,HV} = U_{Limit,LV} + S \quad (1)$$

其中  $U_{Limit,HV}$ 是高压限值， $U_{Limit,LV}$ 是低压部件限值， $S$ 是被测件的耦合衰减，详细见7.2。

限值和衰减等级在测试计划中定义。如果测试计划中没有定义等级，采用最苛刻的限值，此时，需要满足发射级HV5和衰减级A1的要求。

表7-1 屏蔽HV线的传导发射平均值和峰值或平均值和准峰值的限值示例

Service / Band	Frequency MHz	Levels in dB(μV)														
		Class 5A5			Class 5A4			Class 5A3			Class 5A2			Class 5A1		
		Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average
BROADCAST																
LW	0,15 – 0,30	108	95	88	118	105	98	128	115	108	138	125	118	148	135	128
MW	0,53 – 1,8	85	72	65	95	82	75	105	92	85	115	102	95	125	112	105
SW	5,9 – 6,2	77	64	57	87	74	67	97	84	77	107	94	87	117	104	97
FM	76 – 108	50	37	30	60	47	40	70	57	50	80	67	60	90	77	70
TV Band I	41 – 88	48	-	38	58	-	48	68	-	58	78	-	68	88	-	78
MOBILE SERVICES																
CB	26 – 28	61	48	41	71	58	51	81	68	61	91	78	71	101	88	81
VHF	30 – 54	60	47	40	70	57	50	80	67	60	90	77	70	100	87	80
VHF	68 – 87	51	38	31	61	48	41	71	58	51	81	68	61	91	78	71

## 7.2 高压-低压耦合衰减的测量

### (1) 测试目的

测试目的是评估高压连接和低电压连接之间或高压与地之间连接的部件的耦合衰减。  
方法1用于产品不通电测试，方法2用于产品通电的测量。

### (2) 测试条件

测试所使用的设备为网络分析仪，也可以使用带有跟踪信号源的测量接收机。

网络分析仪符合以下要求：

- 发生器等级：最小0dBm
- 平均因子:4(平均4次扫描)

- 频率步长：对数
- 带有跟踪信号源的测量接收机符合以下要求：

- 发生器等级：最小0dBm
- RBW：120kHz
- 频率步宽：500 kHz
- 频率步长：对数

### (3) 试验布置

#### a) 方法1：DUT不通电的高压-低压耦合衰减的测量

测试应用于处于高压连接器和低压连接器（如12V）之间、高压连接器和地之间的DUT,且该DUT不产生任何射频骚扰或者产生的骚扰不会影响测试结果。

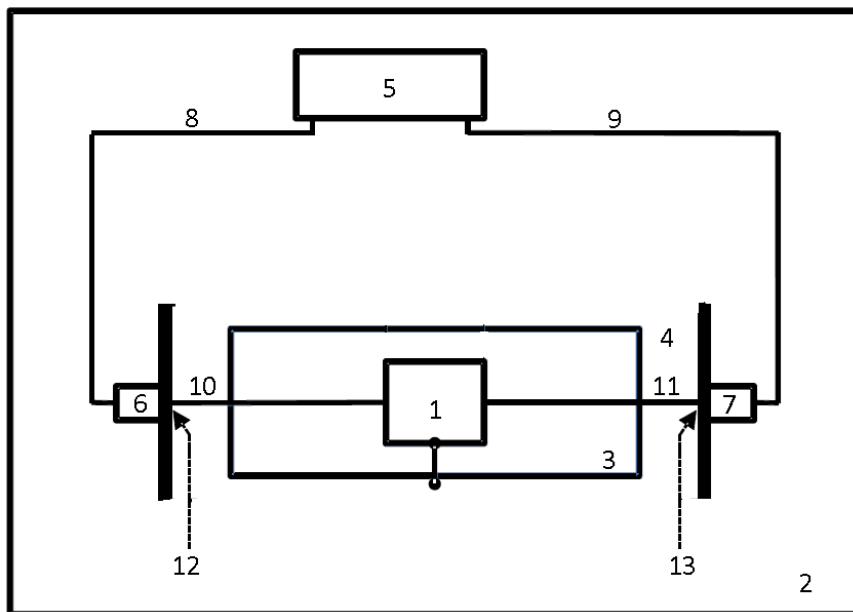
测量应在DUT未通电情况下执行。

对于有多个正/负高压或低压连接元件，应在测试计划中规定测量配置（对于多个连接器，是采用分别连接或者一起连接）。

试验布置如图7-5所示，DUT被放置在两个金属L型隔板之间的（50±5）mm绝缘支撑上。如果是屏蔽线则不需要L型隔板，直接用连接器连接网络分析仪的输出或输入端口。

在L型隔板和DUT输入口间的连接长度要求尽可能短。L型隔板与地平面间的阻抗必须小于10mΩ。

该测试需要对网络分析仪进行全端口校准。



- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1 DUT                                       | 8 同轴电缆（50Ω），连接到网络分析仪输出端口 |
| 2 地平面                                       | 9 同轴电缆（50Ω），连接到网络分析仪输入端口 |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）厚度为50mm |                          |
| 4 金属L型隔板（非屏蔽线适用）                            | 10 低压线                   |
| 5 网络分析仪                                     | 11 高压线                   |
| 6 隔板连接器                                     | 12 网络分析仪校准的参考平面（输出端口）    |
| 7 隔板连接器                                     | 13 网络分析仪校准的参考平面（输入端口）    |

图7-5 不通电DUT的高压-低压耦合衰减测量的试验布置

b) 方法2: DUT通电的高压-低压耦合衰减的测量

测量应在被测件通电情况下执行。

对于有多个正/负高压连接和/或正/负低压连接元件, 测量配置(多个分别连接或一起连接)应在试验计划中规定。

需要使用长为2000mm的线束。因长度不同, 可能需要首选初始的车辆线束。测试线束被放置在离参考接地平面(50±5)mm的绝缘支撑件上。

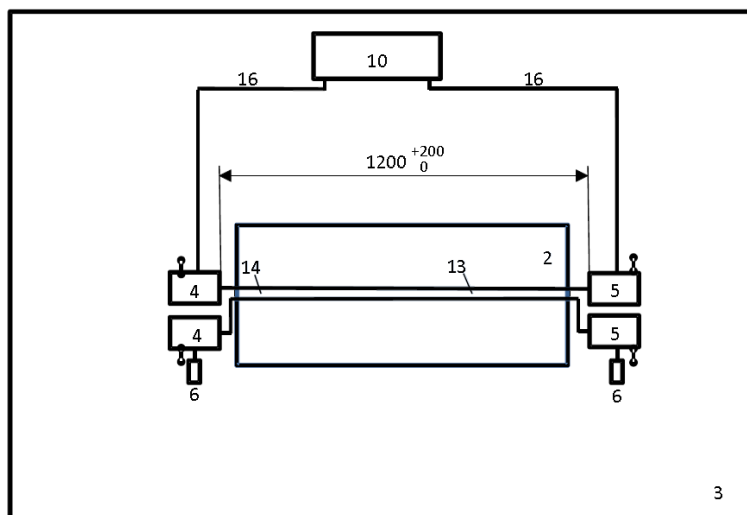
在HV人工网络和DUT间的高压线的长度应为(1500+200/+0)mm长。在12V人工网络和DUT间的12V电源线的长度应为(200+200/+0)mm。其它线应直接放在距离12V高压线200mm的最短距离的地平面处。

HVDC AN屏蔽壳体应连接到HVDC屏蔽线上。

DUT被放置在离参考接地平面(50±5)mm的绝缘支撑件上, 根据测试计划连接到参考接地平面, 不允许有其他接地连接。

测量应分三个阶段进行:

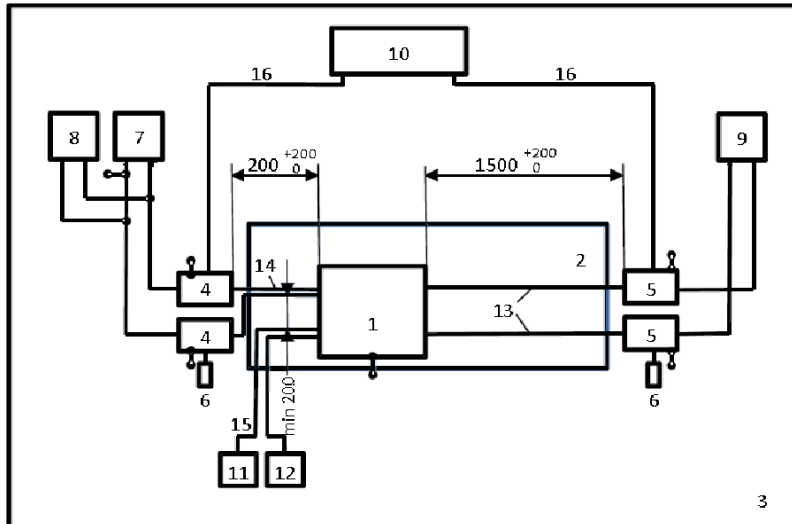
- (1) 如果该测量是使用网络分析仪执行, 则需要进行全端口校准;
- (2) 没有DUT的试验布置测量, 如图7-6所示;
- (3) 有DUT的测量, 如图7-7所示。



- |   |                  |
|---|------------------|
| 2 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm | 10 网络分析仪         |
| 3 地平面   | 13 HV线(HV+, HV-) |
| 4 低压人工网络                                      | 14 LV线(+, -)     |
| 5 高压人工网络                                      | 16 同轴电缆(50Ω)     |
| 6 50Ω负载                                       |                  |

图7-6 无DUT的参考测量/校准的试验布置





- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 DUT   | 9 高压电源                  |
| 2 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm |                         |
| 3 地平面   | 10 网络分析仪                |
| 4 低压人工网络                                      | 11 传感器                  |
| 5 高压人工网络                                      | 12 执行器                  |
| 6 $50 \Omega$ 负载                              | 13 HV线(HV+, HV-)        |
| 7 低压电源 12V/24V/48V                            | 14 低压线束LV线(+, -)        |
| 8 蓄电池   | 15 LV线束 (传感器和执行器)       |
|   | 16 同轴电缆 ( $50 \Omega$ ) |

图7-7 DUT衰减测试的试验布置

#### (4) 测量程序

##### a) 方法1: DUT不通电的高压-低压耦合衰减的测量

测量应分两个阶段进行:

- 如果测量是使用网络分析仪执行, 则应进行全端口校准;
- 带有DUT的测量, 得到高压耦合衰减系数 $S_{21HV}$ 。

耦合衰减测量的配置列于表7-2, 根据产品的实际装车情况进行测量配置的选择, 测试数据应包括:

- 没有DUT的试验布置的本底噪声;
- 测量曲线: 包括频率,  $S_{21}$ , 限值 (dB);
- 超出部分的表格: 包括频率 (以MHz为单位且三位有效数字),  $S_{21}$ , 偏差/限值。

表7-2 耦合衰减测量的配置示例

网络分析仪或测量接收机				
配置	输出端口	测量端口	详细 <sup>(1)</sup>	DUT的外壳接地连接
1	正高压直流线	正12V线	负12V线与参考接地平面连接	断开
2	正高压直流线	正12V线		断开
3	负高压直流线	正12V线	负12V线与参考接地平面连接	断开
4	负高压直流线	正12V线		断开
5	正高压直流线	负12V线		断开
6	负高压直流线	负12V线		断开
7	正高压直流线	正12V线	负12V线与参考接地平面连接	断开
8	正高压直流线	正12V线		连接
9	负高压直流线	正12V线	负12V线与参考接地平面连接	连接
10	负高压直流线	正12V线		连接
11	正高压直流线	负12V线		连接
12	负高压直流线	负12V线		连接
13	正高压直流线	DUT机壳		断开
14	负高压直流线	DUT机壳		断开
15	高压直流线	每一个非屏蔽低压线	HV+和 HV- 短路	连接
16	高压直流线	每一个非屏蔽低压线	HV+和 HV- 短路	断开
17	3相交流高压线 (UVW)	DUT的非屏蔽低压或高压线	所有3相短路	连接
18	3相交流高压线 (UVW)	DUT机壳	所有3相短路	断开
19	1相交流高压线 (U)	DUT机壳	V和W断开	断开
20	1相交流高压线 (V)	DUT机壳	U和W断开	断开
21	1相交流高压线 (W)	DUT机壳	U和V断开	断开

<sup>(1)</sup> 除另有规定外，不连接到测量或输出端口的DUT连接口需悬空。

b) 方法2: DUT供电的高压-低压耦合衰减的测量

A. 没有DUT的参考测量 (根据图7-6)

高压线 (在HV人工网络和DUT间) 直接与12V电源线 (12 V 人工网络和DUT间) 相连, 其没有DUT, 长度为 (200+200/+0) mm。其它线应直接放在距离12V高压线200mm的最短距离的地平面处。

高压人工网络屏蔽外壳应连接到高压直流屏蔽线上。

**注:** 从12V电源处断开的12V人工网络侧和从高压源/负载处断开的高压人工网络侧使用的端接应在测试计划中规定。

耦合衰减系数 $S_{21ref}$ 的测量参考值应按表7-3中所列的配置实施。

B. 含有部件的测量 (根据图7-7)

DUT被放置在离参考接地平面（ $50 \pm 5$ ）mm的绝缘支撑件上。根据测试计划连接高压线、低压线、地线。

耦合衰减系数 $S_{21HV}$ 的测量配置列在表7-3中。

高压耦合衰减系数 $S_{21HV}$ 由下式得到：

$$S_{21HV} = S_{21DUT} - S_{21ref}$$

表7-3 耦合衰减测量配置

网络分析仪或测量接收机		
配置	输出端口	测量端口
1	正高压直流线的人工网络	正12V人工网络线
2		负12V人工网络线（接地）
3	负高压直流线的人工网络	正12V人工网络线
4		负12V人工网络线（接地）

注：两个AN的测量端口（一个高压和一个12V）与输出端口不连接或者这个测量端口接一个 $50 \Omega$ 负载的端接。

试验报告应包括基于频率的 $S_{21ref}$ 、 $S_{21DUT}$ 、 $S_{21HV}$ ，限值（dB）的测量曲线。在规范中定义分类。

## (5) 要求

耦合衰减系数 $S_{21HV}$ 的限值分类在表7-4中给出。

表7-4：有源和无源器件最小耦合衰减系数 $S_{21}$

频率[MHz]	分类	最小衰减系数[dB]
0.10-10	A1	60
	A2	50
	A3	40
	A4	30
	A5	20
10-100	A1	$60 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A2	$50 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A3	$40 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A4	$30 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A5	$20 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
100-108	A1	$60 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A2	$50 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A3	$40 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A4	$30 - 20 \cdot \log(f\text{MHz}/10)$
	A5	0

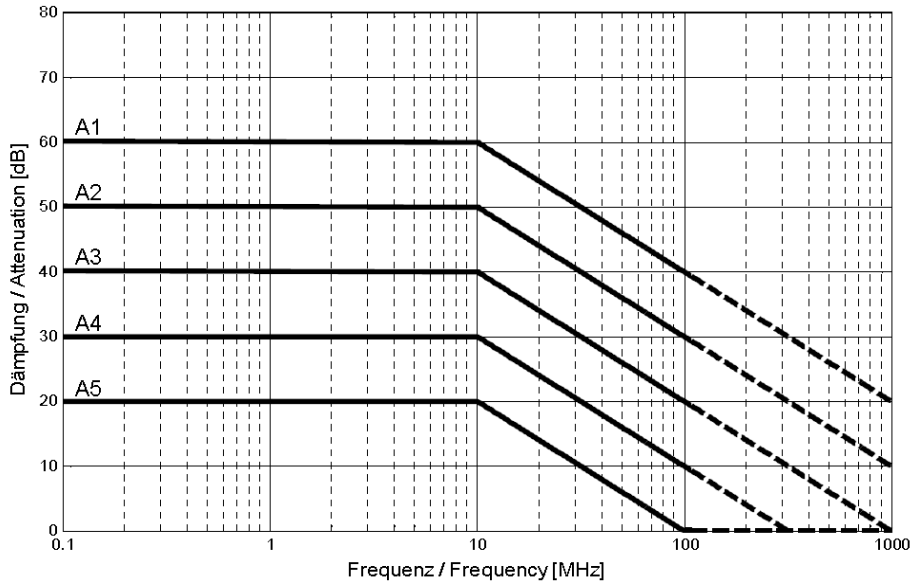


图7-8 HV-LV耦合衰减等级

### 7.3 传导发射- 保护车载接收机（电流法）

#### (1) 测试目的

测试目的是评估屏蔽高压供电系统射频电流的干扰。

#### (2) 测试条件

测试条件依据GB/T18655。所有高压部件HV+电源线、HV-电源线、电机控制器的三相线（如果适用）都应合在一起进行测量。测试布置按照本标准执行。

需要使用长为1700 (0/+300) mm的线束。因长度不同，可能需要首选初始的车辆线束。屏蔽高压线的长度应为1700 (0/+300) mm。在12 V 人工网络和DUT间的12V电源线的长度应为1700 (0/+300) mm。信号线长度也应为1700 (0/+300) mm。电机控制器的三相线长度应为1000mm（超过1000mm按照1000mm要求，低于1000mm可按照实车进行要求），测试线束被放置在离参考接地平面（50±5）mm的绝缘支撑件上。低压线束与高压线束的间距应为100 (0/+100) mm。

电流探头应放在距离DUT 50mm、750mm处，电机控制器的三相线50mm处测量（如果实现不了，则车企和供应商进行协商决定）。

根据测试计划连接DUT与地平面。不允许其他接地连接。所有的AN测量端应端接50 Ω负载。

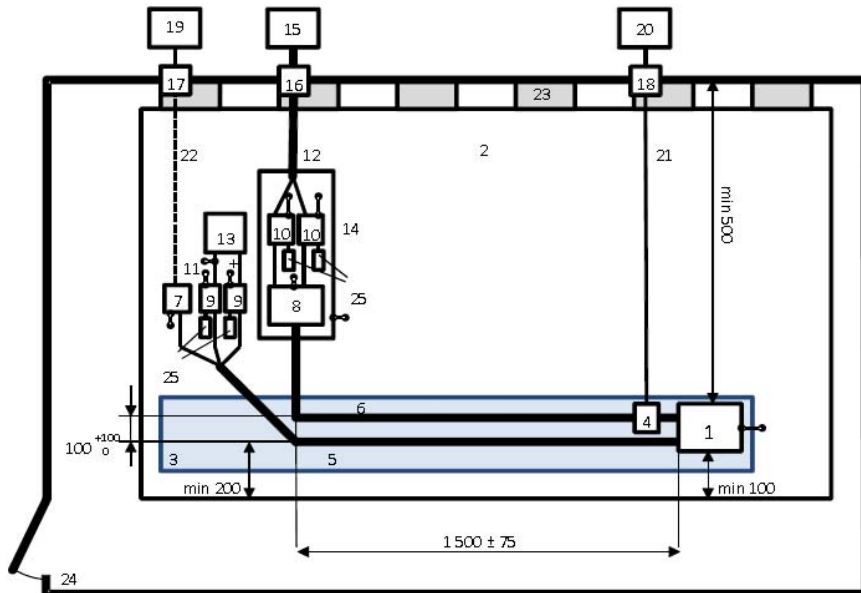
系统底噪水平应低于规定限值6dB。为满足这个标准，如有必要，可以插入前置放大器。

#### (3) 测试布置

电源、信号和数据线的测试布置在GB/T18655中描述。高压线的测试布置在测试计划中描述。下面的例子作为指南。测量充电机时，桌子的接地平板应通过保护地线与

AMN和HVDC AN参考地连接。详细的布置在测试计划中规定。

**注：**电流探头的测量范围必须支持被测电缆总的最大电流测试，包括功能性的电流，特别是在对单个屏蔽电缆进行测量的情况下，可能导致电流探头饱和而产生错误结果。

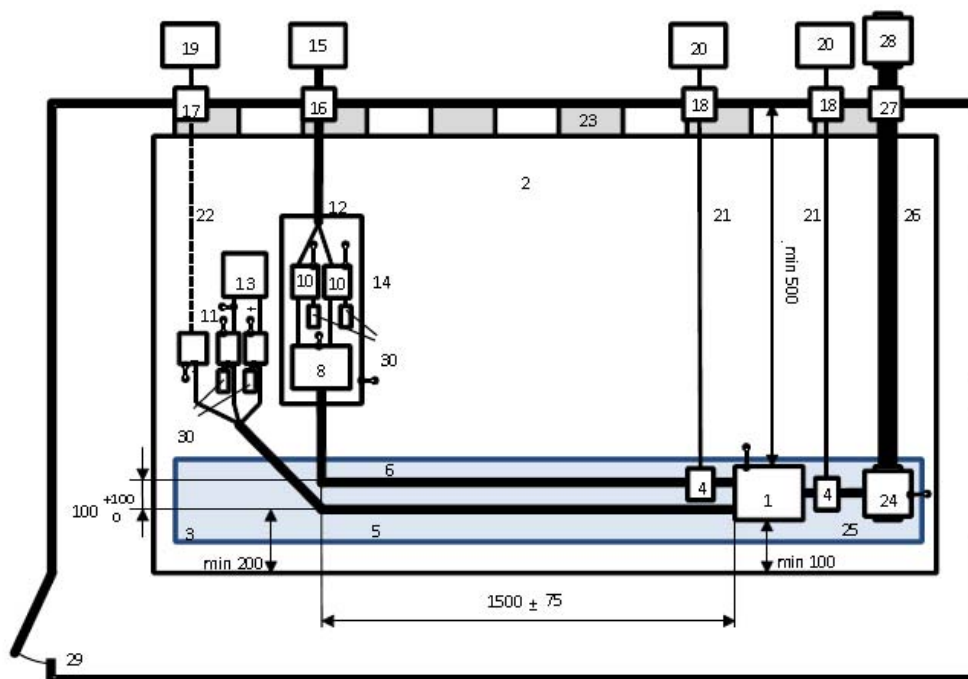


- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1 DUT                                | 14 附加屏蔽盒               |
| 2 地平面                                | 15 高压电源（置于ALSE内的应屏蔽）   |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ） | 16 电源线滤波器              |
| 4 电流探头                               | 17 馈通滤波器               |
| 5 低压线束                               | 厚度为50mm                |
| 6 高压线（HV+,HV-）                       | 18 隔板连接器               |
| 7 低压负载模拟器                            | 19 辅助/监控设备             |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                         | 20 测量设备                |
| 9 低压人工网络                             | 21 同轴电缆（ $50 \Omega$ ） |
| 10 高压人工网络                            | 22 光纤                  |
| 11 低压供电线                             | 23 接地铜带                |
| 12 高压供电线                             | 24 屏蔽外壳                |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)          | 25 $50 \Omega$ 负载      |

注1：高压电池充电状态按照本图进行布置，在放电状态下，应测量高压直流输出端口，高压电源变更为高压负载。

注2：DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置，还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置，应通过LV AN与负载连接，可采用电阻负载与低压电池并联作为负载，以消耗电能。低压输出线缆的（ $1500 \pm 75$ ）mm长度应平行于桌子的前边缘。

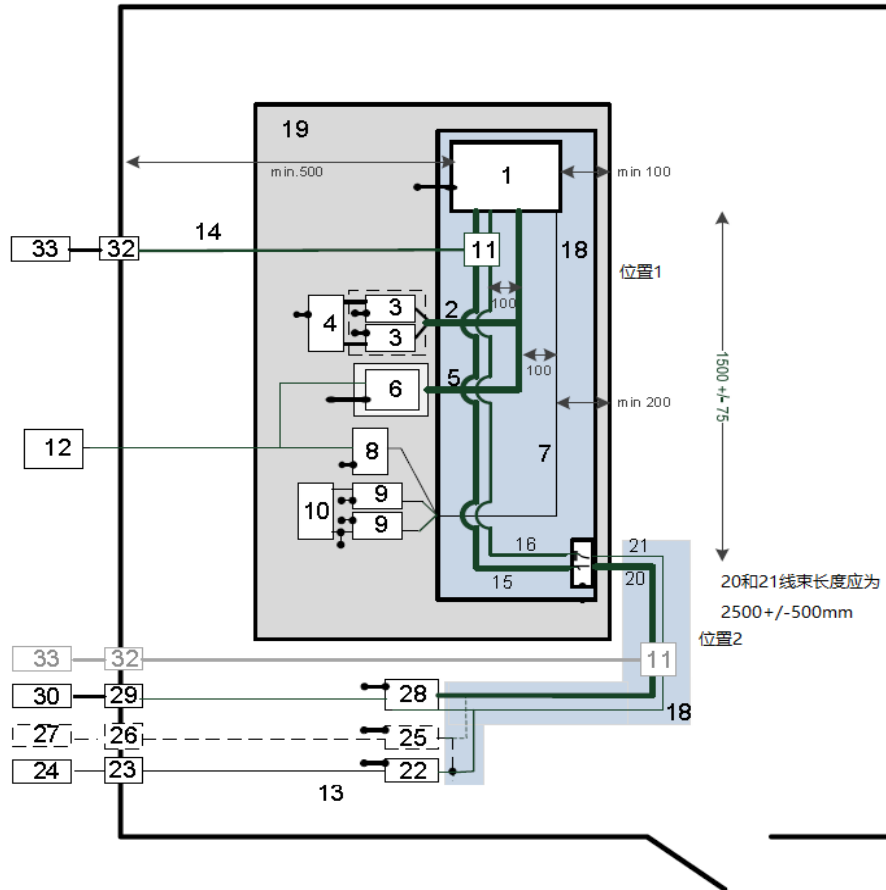
图7-9 传导发射- DC-DC转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机的电流探头试验布置示例



- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 DUT   | 16 电源线滤波器              |
| 2 地平面   | 17 馈通滤波器               |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm | 18 隔板连接器               |
| 4 电流探头  | 19 辅助/监控设备             |
| 5 低压线束  | 20 测量设备                |
| 6 高压线 (HV+, HV-)                              | 21 同轴电缆 (50 $\Omega$ ) |
| 7 低压负载模拟器                                     | 22 光纤                  |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)                                 | 23 接地铜带                |
| 9 低压人工网络                                      | 24 电机                  |
| 10 高压人工网络                                     | 25 三相电机供电线             |
| 11 低压供电线                                      | 26 机械连接                |
| 12 高压供电线                                      | 27 过滤的机械轴承             |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                   | 28 制动或驱动电机             |
| 14 附加屏蔽盒                                      | 29 屏蔽外壳                |
| 15 高压电源 (置于ALSE内的应屏蔽)                         | 30 50 $\Omega$ 负载      |

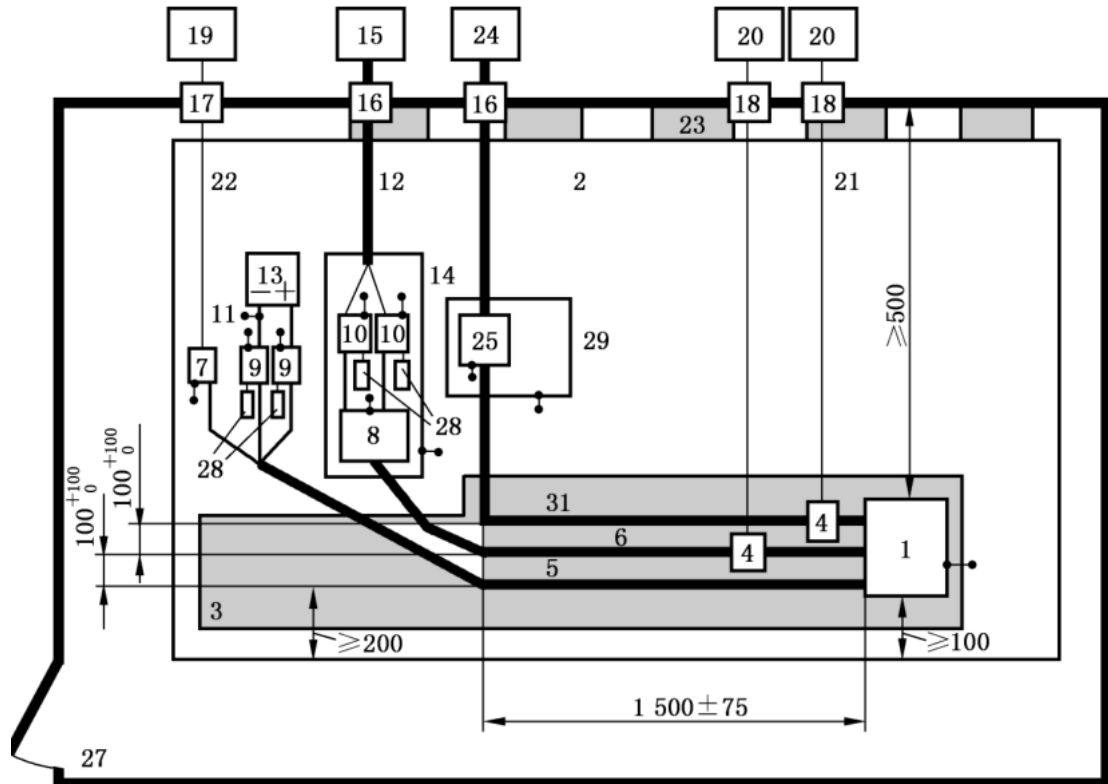
注：如果被测件是电机控制器与DC-DC的集成，测试布置应做相应调整，无三相线布置。

图7-10 传导骚扰电流法-屏蔽电源供电的电机控制器试验布置示例



- |                  |  |
|------------------|--|
| 1 DUT            | 18 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm |
| 2 高压蓄电池线束        | 19 地平面   |
| 3 高压线路阻抗稳定网络     | 20 交流充电线束                                      |
| 4 高压负载(电池或电池模拟器) | 21 通信电缆  |
| 5 高压线束           | 22 ISN   |
| 6 高压负载模拟器        | 23 馈通同轴电缆连接器                                   |
| 7 低压线束           | 24 辅助信号发生器                                     |
| 8 低压负载模拟器        | 25 PLC耦合器                                      |
| 9 低压线路阻抗稳定网络     | 26 馈通连接  |
| 10 低压蓄电池         | 27 PLC模拟器                                      |
| 11 电流探头          | 28 AC人工电源网络/DC人工网络                             |
| 12 监控/激励         | 29 滤波器   |
| 13 参考接地          | 30 AC或DC电源                                     |
| 14 同轴电缆          | 32 隔板连接器                                       |
| 15 AC/DC充电线束(车辆) | 33 EMI接收器                                      |
| 16 通信线           | 34 通讯模拟器                                       |
| 17 车载充电机连接器      |  |

图7-11 传导发射电流法-车载充电机的试验布置示例



- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 DUT                                       | 14 附加屏蔽盒                            |
| 2 地平面                                       | 15 高压电源（如果放在ALSE内则需要屏蔽）             |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）厚度为50mm | 16 电源线滤波器                           |
| 4 电流探头                                      | 17 馈通滤波器                            |
| 5 低压线束                                      | 18 隔板连接器                            |
| 6 高压线（HV+,HV-）                              | 19 辅助/监控设备                          |
| 7 低压负载模拟器                                   | 20 测量设备                             |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                | 21 同轴电缆（50Ω）                        |
| 9 低压人工网络                                    | 22 光纤                               |
| 10 高压人工网络                                   | 24 交流负载模拟器（非阻性负载模拟器置于<br>ALSE内时应屏蔽） |
| 11 低压供电线                                    | 25 AMN                              |
| 12 高压供电线                                    | 27 ALSE                             |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                 | 28 50Ω负载                            |
|   | 29 屏蔽壳体（可选）                         |
|   | 31 交流线                              |

图7-12 传导骚扰电流法-逆变器测量试验布置示例

#### (4) 测量程序

这个测试应用到除了低压电源线外的所有线，应进行电流测量：

- 依次在每个低压信号线、屏蔽和非屏蔽高压电缆上（包括输入和输出）测量。



- 所有HVDC线路一起测量。因此需要两个高压部件之间的所有HVDC线路（屏蔽和非屏蔽）必须测量，在这里，HV（+）和对应的HV（-）线应被电流钳（共模）钳在一起。
- 在三相高压电缆上（屏蔽和非屏蔽）上测量。因此，逆变器和电机之间的每一个三相束应一起放在电流钳中进行测量（共模）。
- 对于车载充电机，在每相线、中性线、接地线进行测量。所有线束应一起放在电流钳中进行测量（共模），如果需要的话，也可以进行分别放在电流钳中进行测量（差模）。

## （5） 要求

高压线电流限值应与低压部件所使用的电流限值一致，可选的电流限值包括GB/T18655的低压侧等级2,3,4,5的限值。

## 7.4 辐射发射测量-保护车载接收机

### （1） 测试目的

测试目的是评估屏蔽高压供电系统射频辐射的干扰，以限制对车载接收机的影响。

### （2） 测试条件

应满足GB/T18655的测试条件。包括测量设备、测量场地、参考接地平面的要求。

### （3） 测试布置

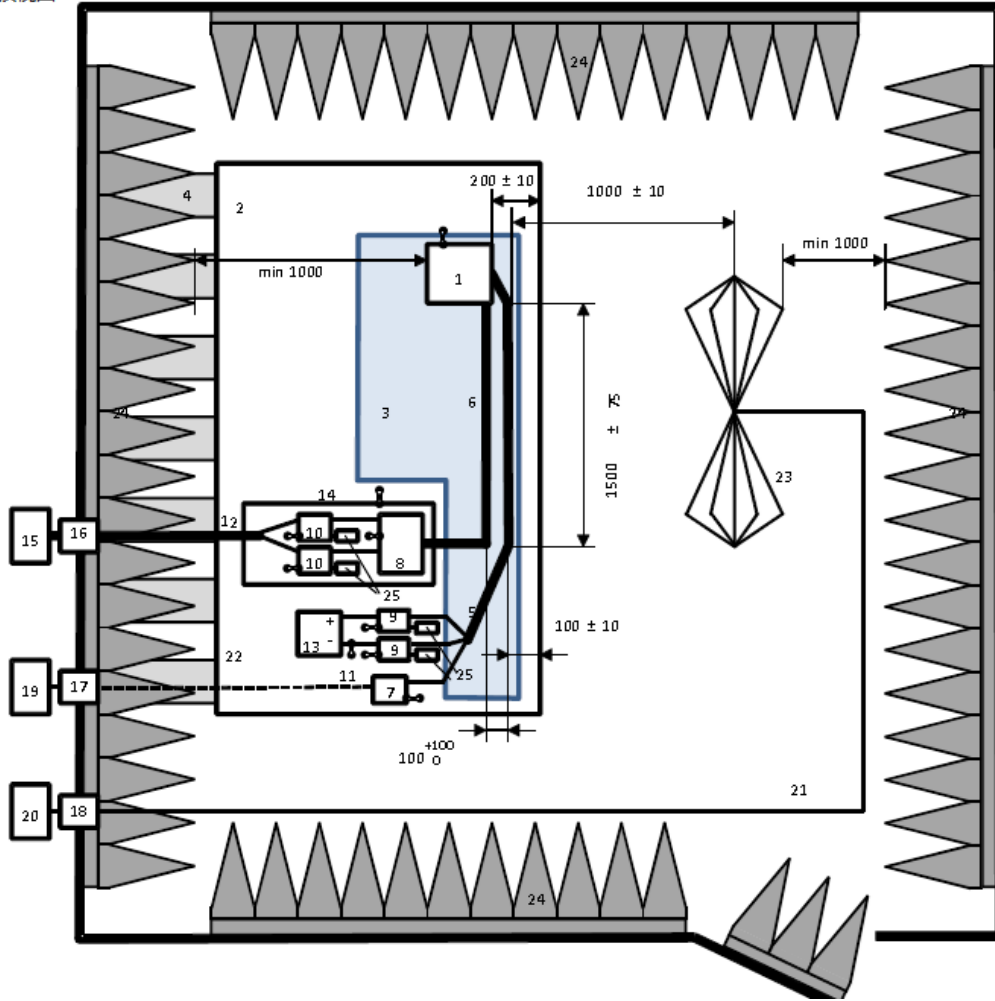
电源，信号和数据线的测试布置在GB/T18655中描述。

高压线的测试布置在测试计划中描述。下面的例子作为指南。

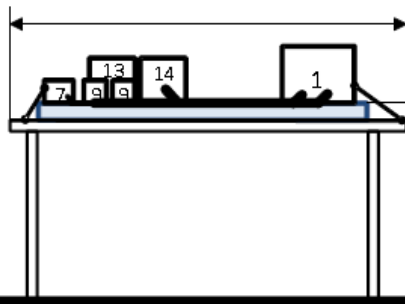
测量充电机时，桌子的接地平板应通过保护地线与AMN和HVDC AN连接接到参考地。详细的布置在测试计划中规定。

用于与单极测量天线的天线接地平面必须连接测试桌的接地平板。为了避免通过地面系统的电流回路，应使用一个合适的电流滤波器连接到单极天线的终端。

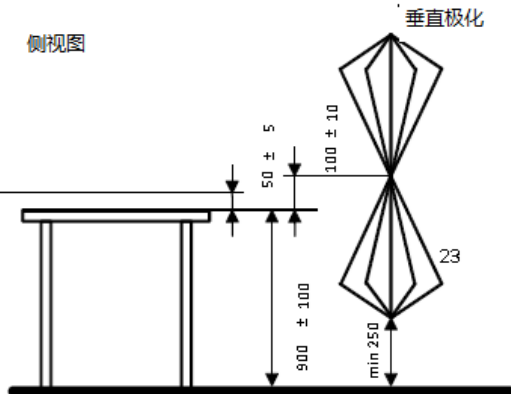
顶视图



前视图



侧视图



- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1 DUT  | 14 附加屏蔽盒                 |
| 2 地平面  | 15 高压电源 (如果置于ALSE内则需要屏蔽) |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ )<br>厚度为50mm | 16 电力线滤波器                |
| 4 接地铜带   | 17 馈通滤波器                 |
| 5 低压线束   | 18 隔板连接器                 |
| 6 高压线 (HV+, HV-)                                 | 19 辅助/监控设备               |
| 7 低压负载模拟器  | 20 测量设备                  |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)                                    | 21 同轴电缆 ( $50 \Omega$ )  |

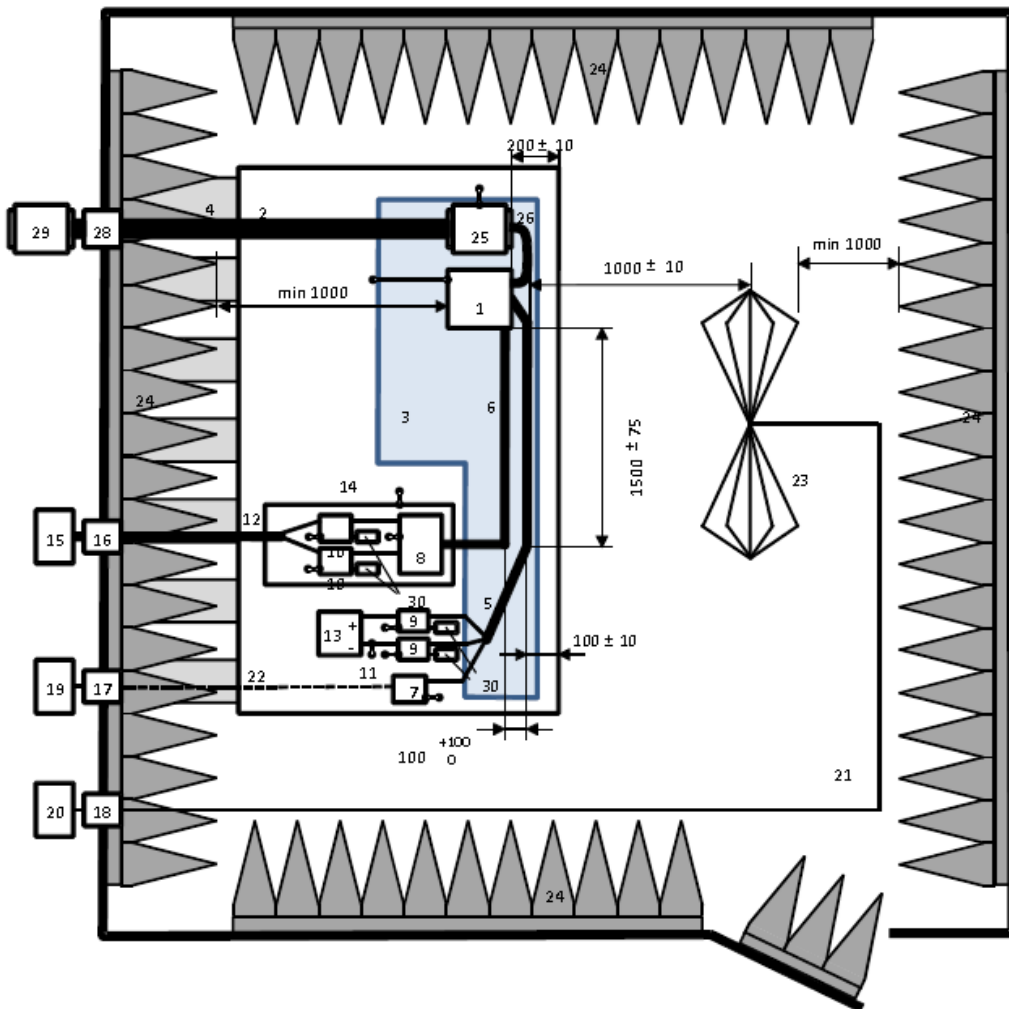
- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 9 低压人工网络                    | 22 光纤      |
| 10 高压人工网络                   | 23 双锥形天线   |
| 11 低压供电线                    | 24 射频吸收材料  |
| 12 高压供电线                    | 25 50 Ω 负载 |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上) |            |

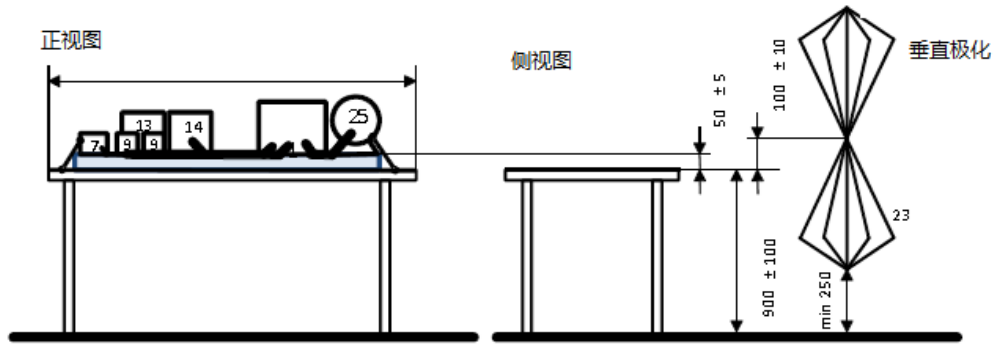
注1: 高压电池充电状态按照本图进行布置, 在放电状态下, 应测量高压直流输出端口, 高压电源变更为高压负载。

注2: DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置, 还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置, 应通过LV AN与负载连接, 可采用电阻负载与低压电池并联作为负载, 以消耗电能。低压输出线缆的(1500±75) mm长度应平行于桌子的前边缘。

图7-13 辐射发射-DC-DC转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机的试验布置示例(以双锥天线为例)

顶视图





- |  |                |
|--|----------------|
| 1 DUT  | 16 电源线滤波器      |
| 2 地平面  | 17 馈通滤波器       |
| 3 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ )<br>厚度为50mm | 18 隔板连接器       |
| 4 接地铜带   | 19 辅助/监控设备     |
| 5 低压线束   | 20 测量设备        |
| 6 高压线 (HV+,HV-)                                  | 21 同轴电缆 (50 Ω) |
| 7 低压负载模拟器  | 22 光纤          |
| 8 阻抗匹配网络 (可选)                                    | 23 双锥形天线       |
| 9 低压人工网络   | 24 射频吸收材料      |
| 10 高压人工网络  | 25 电机          |
| 11 低压供电线   | 26 三相电机供电线     |
| 12 高压供电线   | 27 机械连接        |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                      | 28 过滤的机械轴承     |
| 14 附加屏蔽盒   | 29 制动或推进电动机    |
| 15 高压电源 (置于ALSE内的屏蔽)                             | 30 50 Ω 负载     |

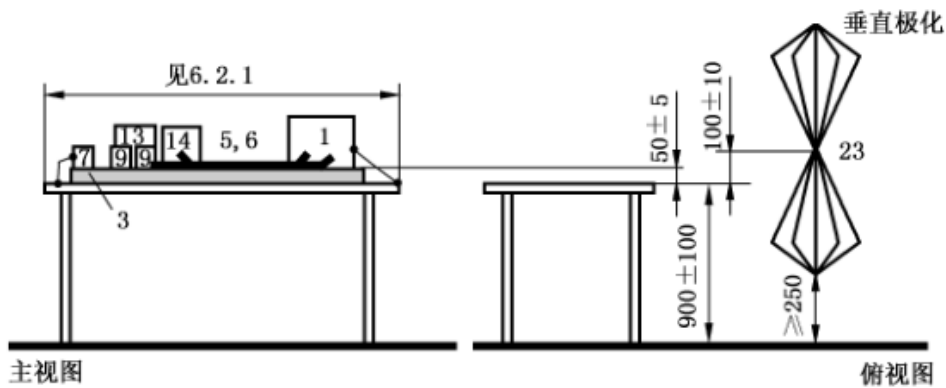
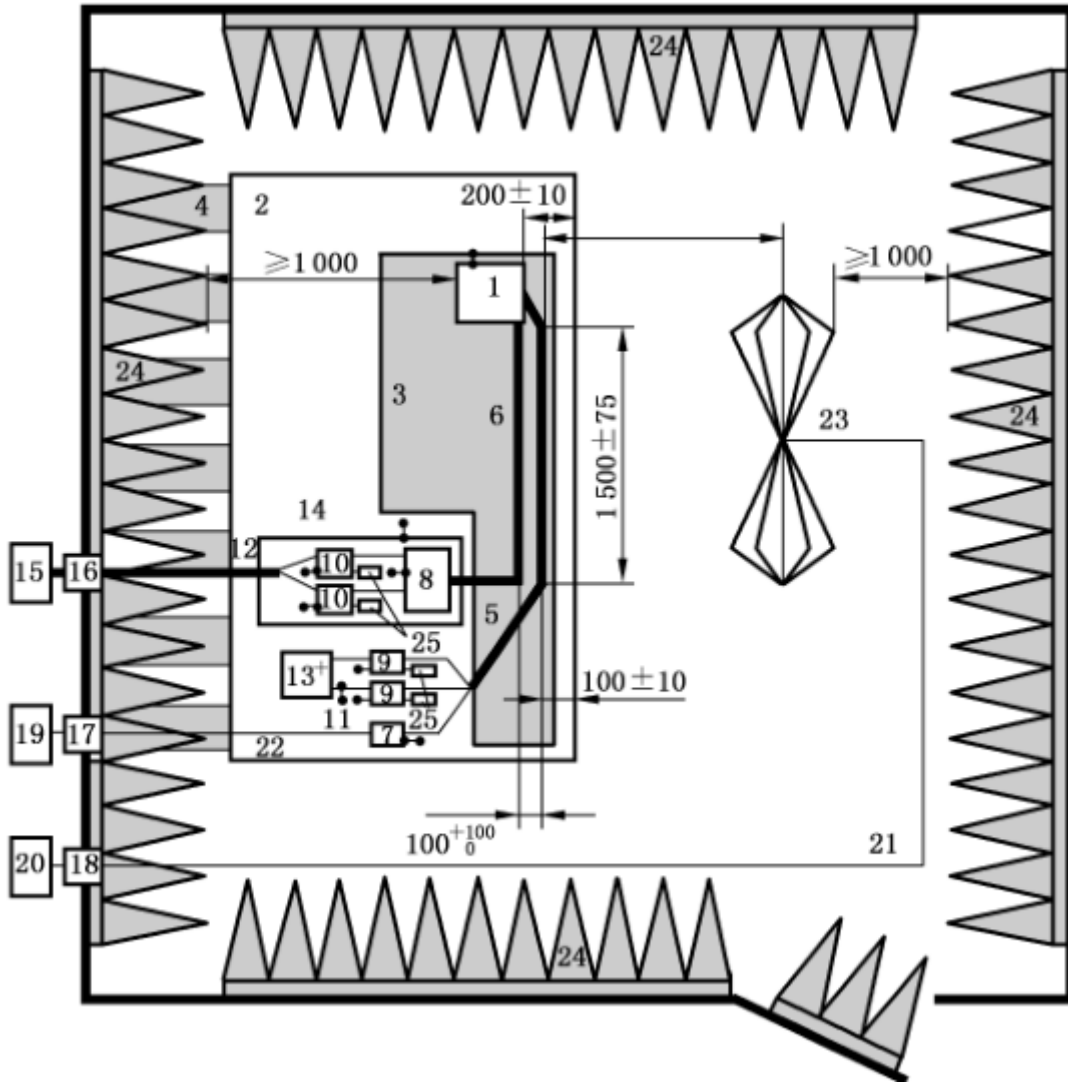
注：如果被测件是电机控制器与DC-DC的集成，测试布置应做相应调整，无三相线布置。

图7-14 辐射发射-带屏蔽电源供电的电机控制器的试验布置示例（以双锥天线为例）



- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 4 高压负载(电池或电池模拟器) | 20 交流充电线束          |
| 5 高压线束           | 21通信电缆             |
| 6 高压负载模拟器        | 22 ISN             |
| 7 低压线束           | 23 馈通同轴电缆连接器       |
| 8 低压负载模拟器        | 24 辅助信号发生器         |
| 9 低压线路阻抗稳定网络     | 25 PLC耦合器          |
| 10 低压蓄电池         | 26 通信馈通            |
| 11 吸波材料          | 27 PLC模拟器          |
| 12 监控/激励         | 28 AC人工电源网络/DC人工网络 |
| 13 参考地           | 29 滤波器             |
| 14 天线            | 30 AC或DC电源         |
| 15 AC/DC充电线束（车辆） | 32 隔板连接器           |
| 16 通信线           | 33 EMI接收机          |

图7-15 辐射发射-车载充电机试验布置示例（以双锥天线为例）



- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 DUT                                       | 14 附加屏蔽盒                |
| 2 地平面                                       | 15 高压电源（如果放在ALSE内则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）厚度为50mm |                         |
| 4 电流探头                                      | 16 电源线滤波器               |
| 5 低压线束                                      | 17 馈通滤波器                |
| 6 高压线（HV+,HV-）                              | 18 隔板连接器                |
| 7 低压负载模拟器                                   | 19 辅助/监控设备              |

8 阻抗匹配网络（可选）	20 测量设备
9 低压人工网络	21 同轴电缆（50 Ω）
10 高压人工网络	22 光纤
11 低压供电线	24 交流负载模拟器（非阻性负载模拟器置于 ALSE内时应屏蔽）
12 高压供电线	25 AMN
13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)	27 ALSE
	28 50 Ω 负载
	29 屏蔽壳体（可选）
	31 交流线

图7-16 辐射发射-逆变器测量试验布置示例（以双锥天线为例）

#### （4） 测量程序

测量程序与GB/T18655中保持一致。

#### （5） 要求

高压线辐射限值应与低压部件所使用的辐射限值一致，可选的辐射限值包括GB/T18655中的低压侧等级2,3,4,5的限值。

### 7.5 低频辐射发射-保护车外接收机

#### （1） 测试目的

测试目的是评估被测件对 GB/T18387-2017 标准限值的符合性。

#### （2） 测试条件

应对被测件进行电场和磁场的测试。电场采用符合 GB/T18655 的杆天线进行测量，磁场采用符合 GB/T6113.104 标准规定的 60cm 环天线进行测量。

仅允许使用步进接收机进行测量，不允许采用频谱分析仪。可以采用符合 GB/T6113.101 标准的 FFT 测量接收机。

#### （3） 测试布置

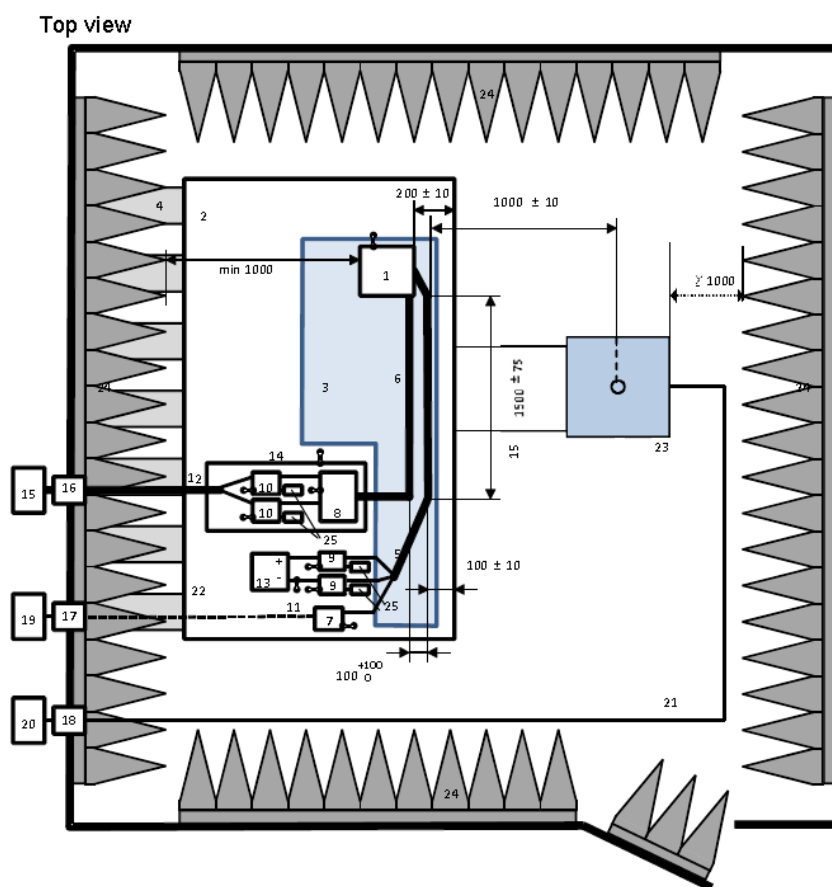
测试计划里应定义被测件的方向，尽量参考被测件在实车的安装情况。被测件的测试布置参考 GB/T18655 进行布置，天线的布置要求如下。

电场测量时，杆天线距离线束中心 1m，且底板连接至测试桌的接地平板。

磁场测量时，要求环天线在两个位置变换三个极性进行测量。第一个位置是距离线束中心 1m 处，第二个位置是正对被测件中心位置处。



测试布置参考图 7-17 和图 7-18 进行测试，图 7-17 和图 7-18 是以 DC-DC 转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机等带屏蔽电源供电系统的 DUT 为例，给出了低频辐射发射测试的试验布置，其他 DUT，如电机控制器、逆变器、车载充电机的测试布置图，参考辐射发射测量的试验布置（见图 7-14、图 7-15、图 7-16）。



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 DUT   | 14 附加屏蔽盒              |
| 2 地平面   | 15 高压电源（如果放在屏蔽体则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）<br>厚度为50mm | 16 电源线滤波器             |
| 4 接地铜带  | 17 馈通滤波器              |
| 5 低压线束  | 18 隔板连接器              |
| 6 高压线（HV+,HV-）                                  | 19 辅助/监控设备            |
| 7 低压负载模拟器                                       | 20 测量设备               |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                    | 21 同轴电缆（50Ω）          |
| 9 低压人工网络  | 22 光纤                 |
| 10 高压人工网络                                       | 23 棒天线                |
| 11 低压供电线  | 24 射频吸收材料             |
| 12 高压供电线  | 25 50Ω 负载             |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                     |                       |

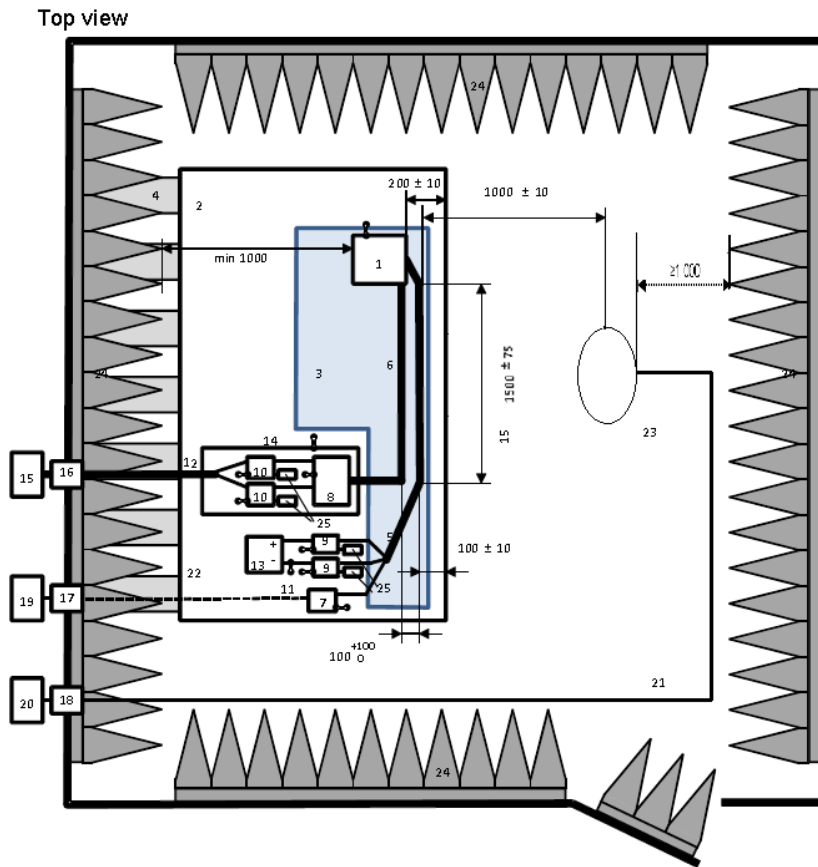
注1：高压电池充电状态按照本图进行布置，若在放电状态下，应测量高压直流输出端口，高压电源变更为高压负载。

注2：DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置，还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置，应通过LV AN与负载连接，可采用电阻负载

与低压电池并联作为负载，以消耗电能。低压输出线缆的 $(1500 \pm 75)$  mm长度应平行于桌子的前边缘。

注3: 如果被测件是电机控制器与DC-DC的集成，测试布置应做相应调整，无三相线布置。

图7-17 低频辐射发射-电场的试验布置示例（以带屏蔽电源供应系统的DUT为例）



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 DUT   | 14 附加屏蔽盒              |
| 2 地平面   | 15 高压电源（如果放在屏蔽体则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）<br>厚度为50mm | 16 电力线滤波器             |
| 4 接地铜带  | 17 馈通滤波器              |
| 5 低压线束  | 18 隔板连接器              |
| 6 高压线（HV+,HV-）                                  | 19 辅助/监控设备            |
| 7 低压负载模拟器                                       | 20 测量设备               |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                    | 21 同轴电缆（50Ω）          |
| 9 低压人工网络  | 22 光纤                 |
| 10 高压人工网络                                       | 23 环天线                |
| 11 低压供电线  | 24 射频吸收材料             |
| 12 高压供电线  | 25 50Ω负载              |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                     |                       |

注1: 高压电池充电状态按照本图进行布置，若在放电状态下，应测量高压直流输出端口，高压电源变更为高压负载。

注2: DC-DC转换器的低压控制电压输入按照本图进行布置，还有一路低压输出是给低压电池供电。给低压电池供电输出一路的测试布置，应通过LV AN与负载连接，可采用电阻负载

与低压电池并联作为负载，以消耗电能。低压输出线缆的(1500±75) mm长度应平行于桌子的前边缘。

注3: 如果被测件是电机控制器与DC-DC的集成，测试布置应做相应调整，无三相线布置。

图7-18 低频辐射发射-磁场的试验布置示例(以带屏蔽电源供电系统的DUT为例)

#### (4) 测量程序

根据测试计划中给出的被测件的测试模式和状态依次进行测量。

接收机设置如下表所示。

表 7-5 低频辐射发射测量接收机设置

频率 (MHz)	RBW	Step size	Time
0.009~0.15	200Hz	≤100Hz	≥5ms
0.15~4.77	10kHz	≤5kHz	≥5ms
4.77~15.92			
15.92~20			
20~30			

#### (5) 要求

测量结果要求符合以下电场和磁场的限值。

表 7-6 低频辐射发射电场限值

频率 (MHz)	电场限值 (dB μ V/m)
0.15~4.77	117.16-20log ( f )
4.77~15.92	144.32-60log ( f )
15.92~20	96.25-20log ( f )
20~30	70.23

表 7-7 低频辐射发射磁场限值

频率 (MHz)	磁场限值 (dB μ A/m)
0.15~4.77	65.63-20log ( f )
4.77~15.92	92.79-60log ( f )
15.92~20	44.72-20log ( f )
20~30	18.7

### 7.6 大电流注入

#### (1) 测试目的

测试目的是基于车内外可预见的射频干扰源(如业余电台、移动电话等)，测试被测件的抗扰度，测试频率范围为1 MHz~400 MHz。

## (2) 测试条件

GB/T 33014.4标准测试所有测试条件适用。包括测试设备、屏蔽室要求、参考接地平面等要求。

## (3) 测试布置

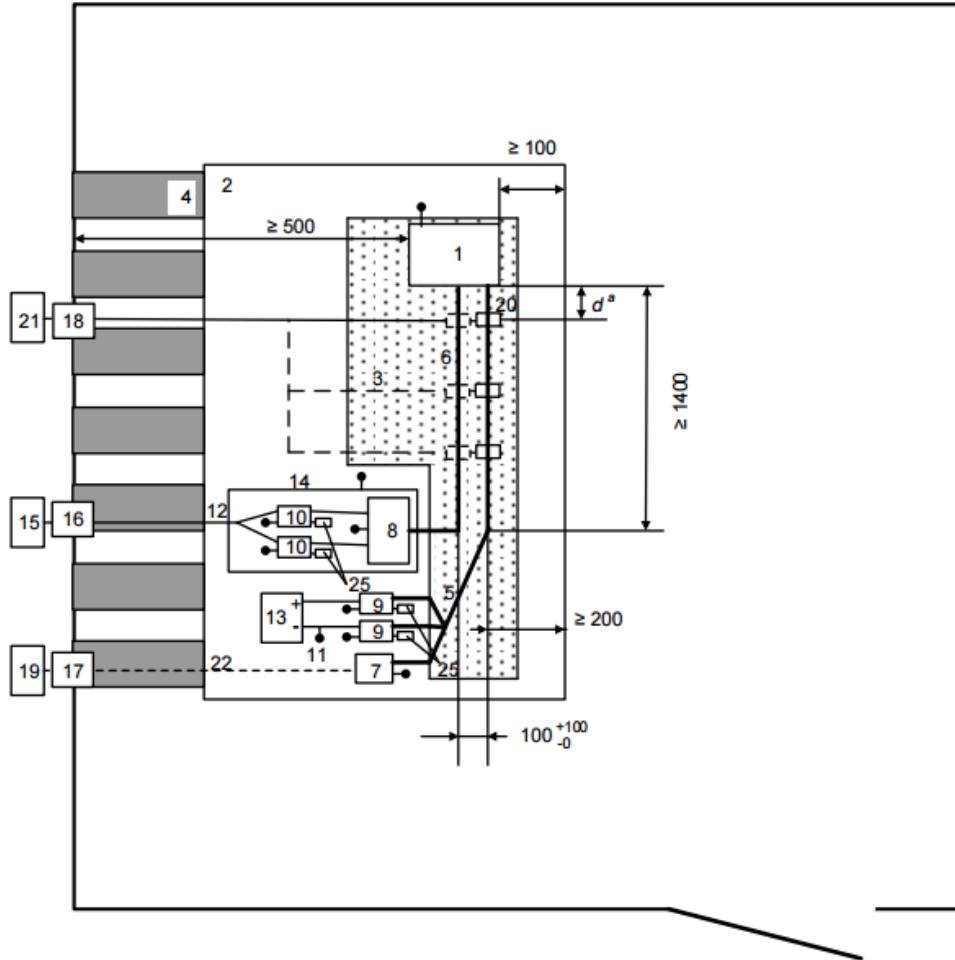
测试布置应满足ISO11452-4。替代法、闭环法测试布置分别参考图7-19和图7-20进行测试，图7-19和图7-20是以DC-DC转换器、高压电池、电加热器、电空调压缩机等带屏蔽电源供电系统的DUT为例，给出了大电流注入的试验布置，其他DUT，如电机控制器、逆变器、车载充电机的测试布置图，参考传导发射电流法的试验布置（见图7-10、图7-11、图7-12）。

DUT的供电线，直流线通过HV AN与供电电源连接，交流线通过AMN与供电电源连接。HVAN和AMN的测试端口末端需要接一个50欧姆的负载。屏蔽线束和连接器推荐使用实车线束。

DUT表面和接地平面的边缘至少距离100mm。样品和任何金属部分要保持至少500mm的距离。

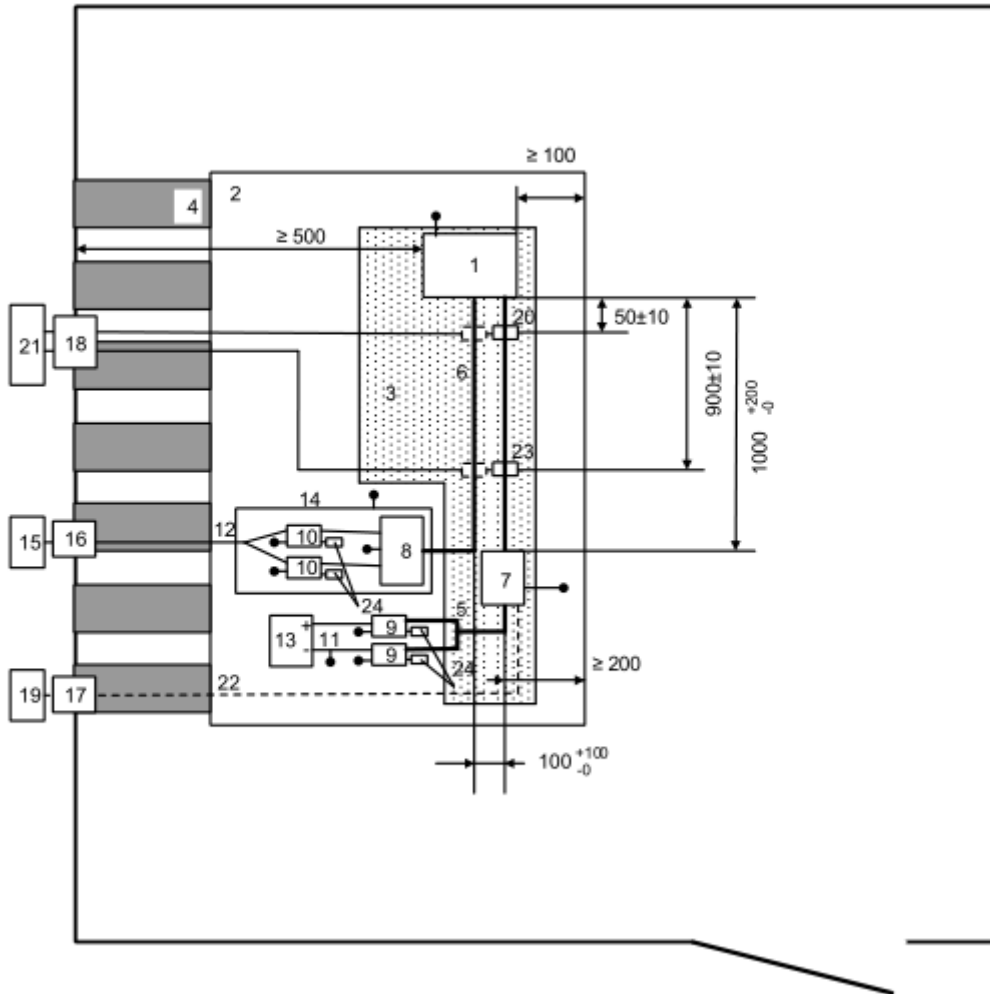
线束布置要求如下：

- 替代法测试时，所有的高压和低压线束均要满足1700mm-2000mm的长度，要求从样品开始至少有1400mm的长度的线束必须拉直。
- 闭环法测试时，所有的高压和低压线束均要满足1000mm-1200mm的长度
- 样品和电动机之间的三相线最大长度为1000mm
- 所有测试线束放置在 $50\pm 5$ mm的低介电常数绝缘材料上，高压线束和低压线束的布置在测试计划中定义。高压线束的长直部分穿过电流注入探头和监测探头，且与接地参考平面边缘平行，保证距离接地参考平面至少200mm。低压线束的长直部分应与高压线束保持100（+100/0）mm的距离。交流电源线和最近的线束之间的距离为100mm-200mm。



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 DUT   | 14 附加屏蔽盒              |
| 2 地平面   | 15 高压电源（如果放在屏蔽体则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）<br>厚度为50mm | 16 电源线滤波器             |
| 4 接地铜带  | 17 光纤通路               |
| 5 低压线束  | 18 隔板连接器              |
| 6 高压线（HV+,HV-）                                  | 19 辅助/监控设备            |
| 7 低压负载模拟器                                       | 20 注入探头               |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                    | 21 高频设备（发生器和功放）       |
| 9 低压人工网络  | 22 光纤                 |
| 10 高压人工网络                                       | 25 50欧姆负载             |
| 11 低压供电线  |                       |
| 12 高压供电线  |                       |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                     |                       |

图 7-19 BCI 试验布置示例——替代法（带屏蔽电源供应系统的 DUT）



- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 DUT   | 14 附加屏蔽盒              |
| 2 地平面   | 15 高压电源（如果放在屏蔽体则需要屏蔽） |
| 3 支持低相对介电常数（ $\epsilon_r \leq 1.4$ ）<br>厚度为50mm | 16 电源线滤波器             |
| 4 接地铜带  | 17 光纤通路               |
| 5 低压线束  | 18 隔板连接器              |
| 6 高压线（HV+,HV-）                                  | 19 辅助/监控设备            |
| 7 低压负载模拟器                                       | 20 监测探头               |
| 8 阻抗匹配网络（可选）                                    | 21 高频设备（发生器和功放）       |
| 9 低压人工网络  | 22 光纤                 |
| 10 高压人工网络                                       | 23 注入探头               |
| 11 低压供电线  | 24 50欧姆负载             |
| 12 高压供电线  |                       |
| 13 低压电源 12V/24V/48V(应置于台架上)                     |                       |

图 7-20 BCI 试验布置示例——闭环法（带屏蔽电源供应系统的 DUT）

#### (4) 测试程序

测试程序依据ISO11452-4，注入等级与低压部件要求一致，见表7-8。

替代法测试：注入探头距离DUT的高压/低压/交流连接器 $150 \pm 50\text{mm}$ ， $450\text{mm} \pm 50\text{mm}$ 和 $750\text{mm} \pm 50\text{mm}$ 分别测试。对于车载充电机，距离车载充电机连接器 $200\text{mm}$ 处也要进行测试。测试过程中如果应用到电流监测探头，此探头应放置在距离样品的高压/低压/交流连接器 $50 \pm 10\text{mm}$ 处。

闭环法测试：注入探头距离DUT的高压/低压/交流连接器 $900 \pm 10\text{mm}$ 处。测试过程中电流监测探头应放置在距离样品的高压/低压/交流连接器 $50 \pm 10\text{mm}$ 处。

#### (5) 要求

表7-8大电流注入测试等级（低压/高压）

测试	频率范围	测试电流 mA		功能状态
		等级1	等级2	
BCI	1~400	等级1	60	I
		等级2	100	I
		等级3	150	II
		等级4	200	II

### 7.7 瞬态发射测量

#### (1) 测试目的

试验的目的是测量直流线路上部件的瞬态发射。

#### (2) 测试条件

低压直流端口按照GB/T21437.2瞬态发射测试进行

高压直流端口按照本标准进行瞬态发射测试。在对直流高压线进行测试时，应满足以下要求：

- 该测试应用于连接车辆高压电气系统的，并可以进行电流切换的所有部件。高压线缆的长度应参考整车布线，推荐 $500\text{mm}+200/-0\text{mm}$ 长度的原车高压线缆。该长度应在测试计划中定义。DUT的接地连接的线长度和直径应根据整车应用情况。
- 在HV人工网络和DUT间的高压线的长度应为 $(500+200/0)\text{mm}$ 。在12V人工网络和DUT间的12V电源线的长度应为 $(200 \pm 50)\text{mm}$ 。其它线应直接放在距离12V低压线 $200\text{mm}$ 的最短距离的地平面处。人工网络屏蔽线连接高压屏蔽线。
- 电缆的尺寸应与实车一致，例如应能够承受被测件开关切换电流产生的冲击。
- 测试配线放置在离参考接地平面 $(50^{+10})\text{mm}$ 的绝缘支撑件上。
- DUT放置在离参考接地平面 $(50^{+10})\text{mm}$ 的绝缘支撑件上。它是根据测试计划而连接到参考接地平面的，不允许其他接地连接。

- 采用厚度为50mm和  $\epsilon_r < 1.4$  的绝缘支撑。
- 实时数字示波器要求为带宽  $\geq 500\text{MHz}$ ，采样频率  $\geq 2\text{GHz}$ 。
- 差分探头要求为带宽范围DC ~100MHz，且DC情况下输入阻抗  $Z \geq 1\text{M}\Omega$ 。
- 高压开关要求采用实车上安装的型号，如果是内置于被测件中，则直接采用被测件本身的高压开关进行测试。

高压电池只需在放电状态下进行测试，高压电池负载要求为电阻值为500 (+\ -5%)  $\Omega$  且电容值为10  $\mu\text{F}$  (+\ -10%)，在10kHz相当于串联ESR  $\leq 5\text{m}\Omega$  的电阻，最小能承受电流在10kHz时要求达到50A。

电机控制器只需在驱动电机状态下进行测试，在直流高压端口进行测试。

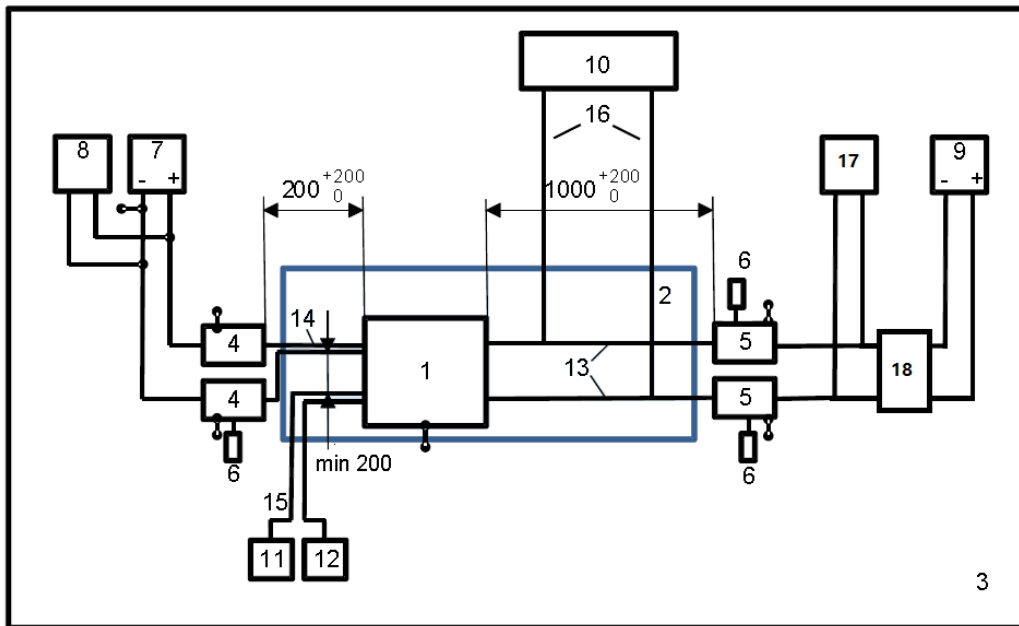
DC-DC需在高压输入端口进行测试。

DC-DC低压输出端口也要求进行测量，测量结果要求满足低压侧瞬态发射要求。

车载充电机测量直流输出端

电空调压缩机测量直流输入端。

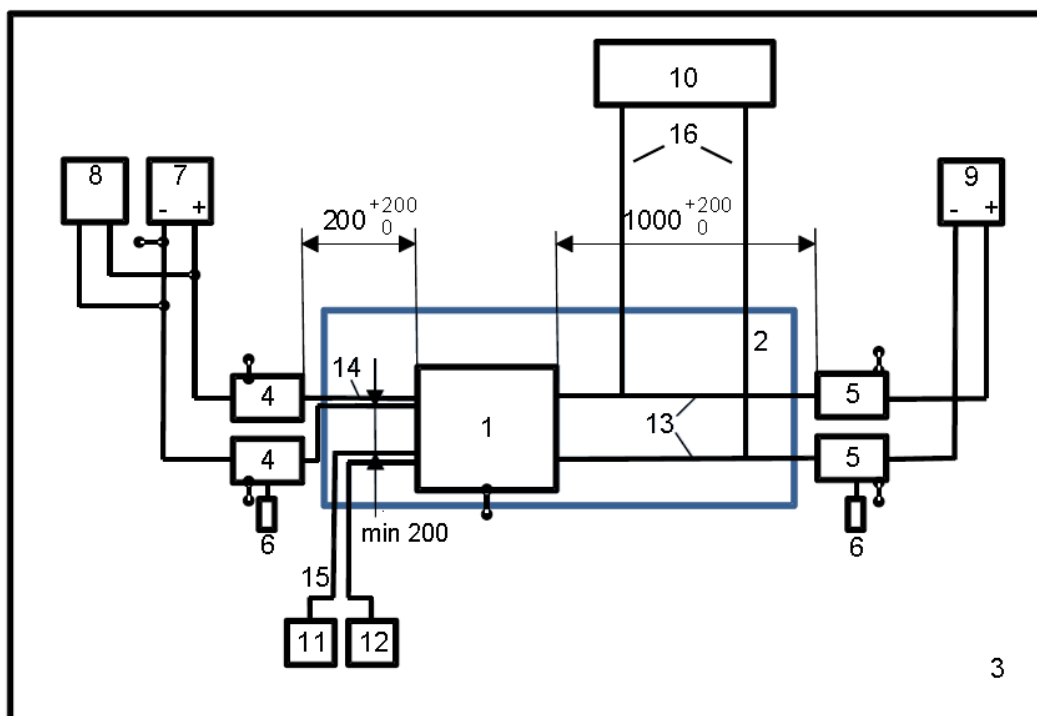
### (3) 测试布置



- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 DUT  | 10 示波器            |
| 2 支持低相对介电常数<br>( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm | 11 传感器            |
| 3 地平面  | 12 执行器            |
| 4 低压人工网络   | 13 HV线(HV+, HV-)  |
| 5 高压人工网络   | 14 LV线(+, -)      |
| 6 50 $\Omega$ 负载                                 | 15 LV线束 (传感器和执行器) |
| 7 低压电源 12V/24V/48V替代                             | 16 高压差分探头         |
| 8 蓄电池  | 17 高压负载 (若需要)     |
| 9 高压电源   | 18 高压开关           |

图7-21 对有内部开关的DUT在高压直流线路上的瞬变测量





- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 DUT   | 9 高压电源            |
| 2 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm | 10 示波器            |
| 3 地平面   | 11 传感器            |
| 4 低压人工网络                                      | 12 执行器            |
| 5 高压人工网络                                      | 13 HV线(HV+, HV-)  |
| 6 50 $\Omega$ 负载                              | 14 LV线(+, -)      |
| 7 低压电源 12V/24V/48V替代                          | 15 LV线束 (传感器和执行器) |
| 8 蓄电池   | 16 高压差分探头         |

图7-22 对有内部开关的DUT在高压直流线路上的瞬变测量

#### (4) 测量程序

测量DUT内部开关产生的瞬变，在高压AN的端口，在内部开关打开的时刻（开关需要操作以便产生瞬变干扰），探头尽可能靠近DUT端口。

为了确定脉冲产生的最大振幅，开关切换次数最低10次，相邻两次开关切换的时间间隔要大于DUT恢复的时间。

测量应在HV+和HV-之间、HV+和地、HV-和地之间进行。

#### (5) 要求

脉冲最大振幅要求如表7-9所示。

表7-9: 瞬态干扰限值

分类	测试	最大振幅和脉宽
外置开关	高压直流线上的瞬变	最大振幅 ± 50V 和脉宽 < 20ns
内置开关	高压直流线上的瞬变	最大振幅 ± 50V 和脉宽 < 20ns

试验报告应除其他事项外，应包括以下要素：

- 试验布置使用：接线，DUT 环境
- 通过指定的测量信号（持续时间，上升和下降时间，电压值）的参数来决定对应的 DUT 操作模式（接通/关闭）。
- 示波器测量出的典型波形。

## 8 适用于充电端口的测试

### 8.1 抗扰度测试

#### 8.1.1 快速瞬变/脉冲的抗扰度

##### (1) 测试目的

该测试旨在验证连接到电源部件，沿着高压交流、高压直流及信号线、数据线的传导干扰的快速瞬变/脉冲群抗扰度。

##### (2) 测试条件

GB/T 17626.4标准测试所有测试条件适用。包括测试设备、测试场地、参考接地平面等要求。

- 车载充电机交流输入线、信号线需要进行测试。
- 测试设备由参考地平面（不需要屏蔽室），瞬变/脉冲群发生器，耦合/去耦网络（CDN）和容性耦合钳组成。
- 瞬变/脉冲群发生器应满足GB/T 17626.4 的6.1章节所定义的要求。
- 在GB/T 17626.4的6.2节中定义的耦合/去耦网络应被用于HVAC或HVDC电源。如果耦合/去耦网络不能用在交流或直流电源线，可以采用在GB/T 17626.4中7.2.2.1描述的用33nF电容直接注入的方法，不建议使用容性耦合夹的方法。
- 充电系统工作期间，试验过程中SOC 应保持在20~80%之间，充电电流至少为额定充电电流的80%以上。电源线的最大长度10m。
- 在GB/T 17626.4 6.3节中定义的电容耦合钳可用于信号线和数据线。

### (3) 测试布置

试验布置在GB/T 17626.4 7.2节中描述。高压交流、高压直流端口测试布置的示例如图8-1所示，信号线和数据线测试布置示例如图8-2所示。

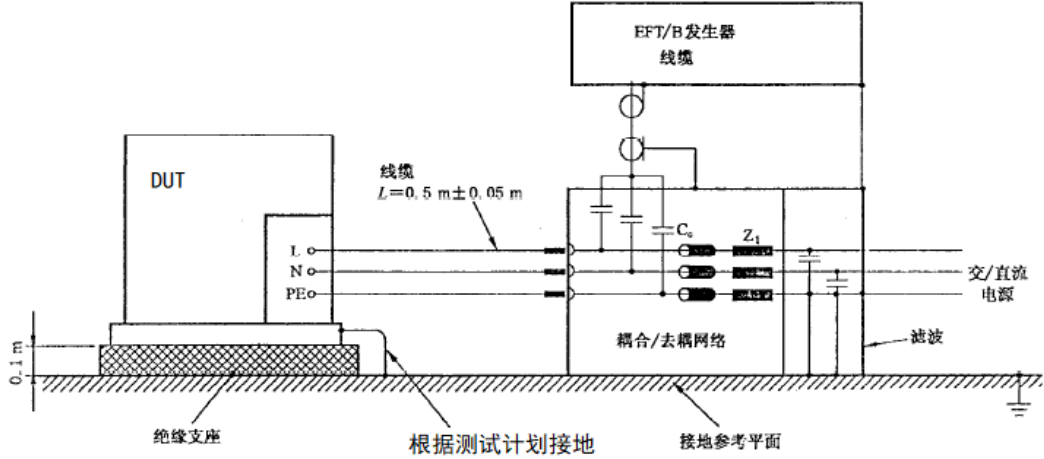


图8-1 脉冲群高压交流和高压直流端口测试布置示例

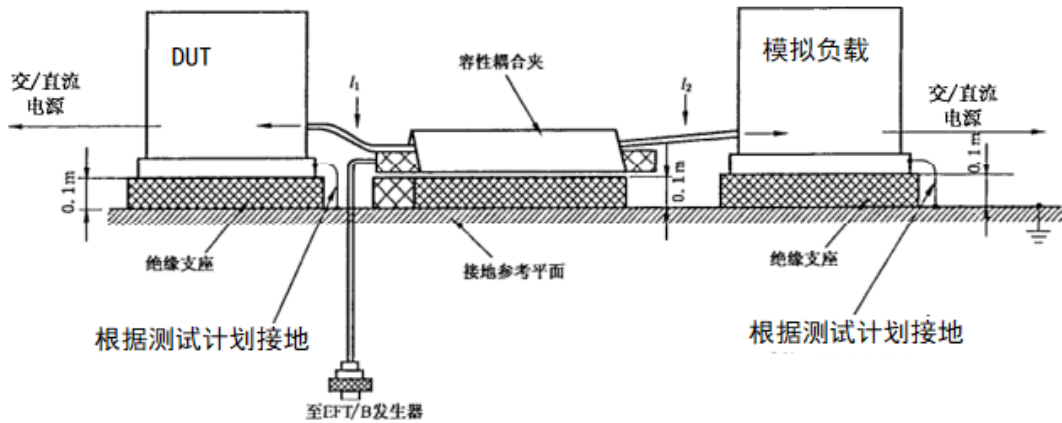


图8-2 脉冲群信号线和数据线测试布置示例

### (4) 测试程序

按照GB/T 17626.4的测试方法来建立测试等级。

### (5) 要求

DUT必须满足表8-1的要求。在对HVAC线进行瞬态抗扰度测试时，应测量耦合脉冲及其在HVDC、LV、信号和数据线上的影响。

表8-1 瞬态测试等级

测试	测试等级 <sup>(1)</sup>	功能状态
高压交流电源线的瞬变/脉冲群	0.5 kV、1 kV、2kV	I

高压直流电源线的瞬变/脉冲群	0.5 kV、1 kV、2kV	I
信号线的瞬变/脉冲群	0.25kV、0.5 kV、1 kV	I
<sup>(1)</sup> 这个试验需要对每个测试等级分别进行试验		

### 8.1.2 浪涌抗扰度

#### (1) 测试目的

该测试旨在验证连接到电源部件，沿着HVAC电源线，信号线和数据线浪涌传导的抗扰度。

#### (2) 测试条件

车载充电机交流输入线、信号线需要进行测试。

浪涌发生器应满足GB/T 17626.5 6.1章节所定义的要求。在GB/T 17626.5的6.2节中定义的浪涌发生器应被用于HVAC线、信号线和数据线。耦合/去耦网络应满足GB/T 17626.5 6.3节中定义的要求。

#### (3) 测试布置

试验布置在GB/T 17626.5 第7章中描述。测试布置的示例如图8-3、图8-4、图8-5所示。

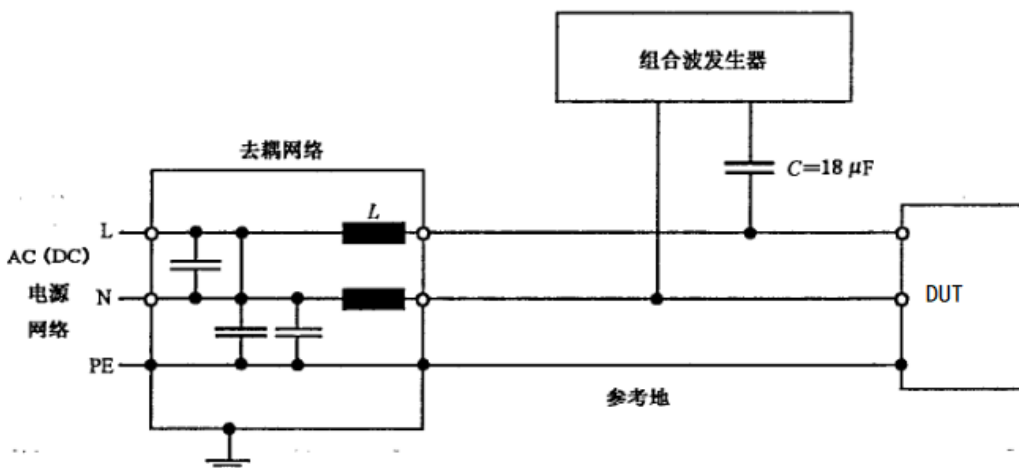


图8-3 电源线浪涌试验布置图示意（线对线）

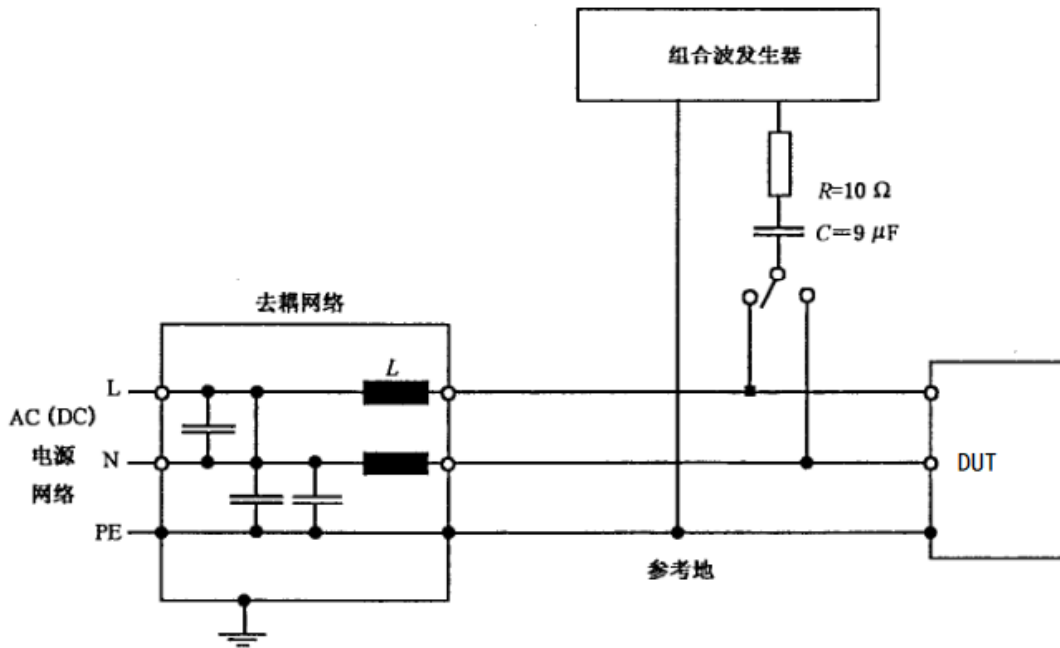
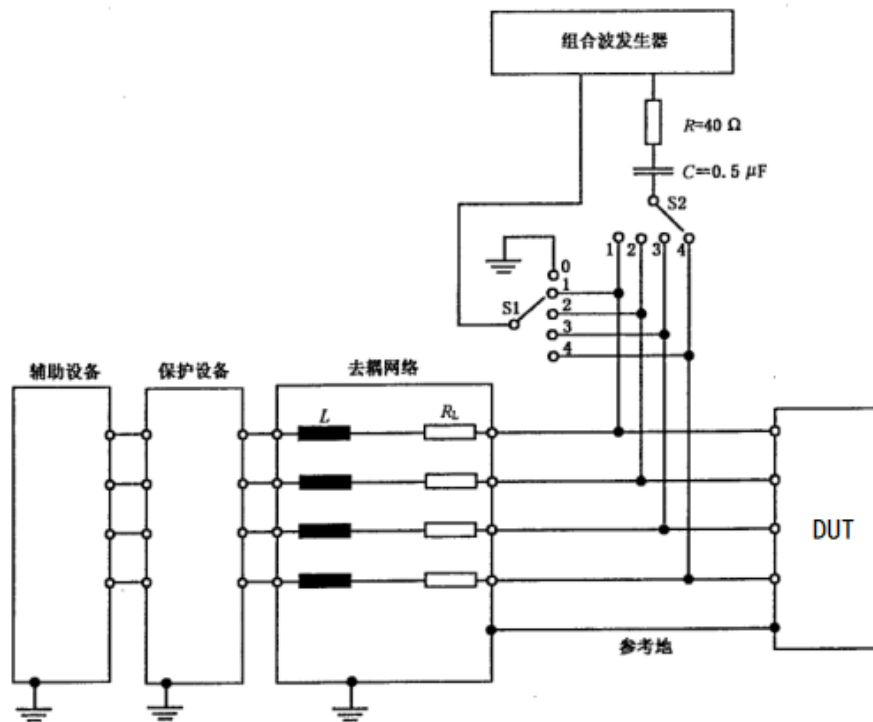


图8-4 电源线浪涌试验布置图示意（线对地）



- 1) 开关 S1: 线-地, 置于“0”; 线-线, 置于“1”~“4”。
- 2) 开关 S2: 试验时置于“1”~“4”, 但与 S1 不在相同的位置。
- 3)  $L=20\text{ mH}$ ,  $R_L$  代表电感线圈的电阻部分。

图8-5 信号线浪涌试验布置图示意（线对线、线对地，适用于非屏蔽不对称线）

#### (4) 测试程序

按照GB/T 17626.5测试方法来建立测试等级。

#### (5) 要求

DUT必须满足表8-2中的要求。这个测试需要分别在每个测试等级进行。

每个浪涌需要按照1分钟间隔时间，对每个角度施加5次测试：0°，90°，180°和270°。

注：时间间隔可以减少到10s。

表8-2 浪涌测试等级

测试	测试等级 <sup>(1)</sup>	功能状态
高压交流电源线-线对地	0.5 kV、1 kV、2kV	II
高压交流电源线-线对线	0.5kV、1kV	II
信号线-线对地	0.5kV、1kV	II
<sup>(1)</sup> 这个试验需要对每个测试等级分别进行试验		

### 8.1.3 电压跌落抗扰度

#### (1) 测试目的

测试目的是验证连接到电源的电源部件根据工作电流交流电源线上的电压暂降，短时中断和电压渐变的抗扰度。

#### (2) 测试条件

测试发生器应符合 GB/T 17626.11 6.1 节和 GB/T 17626.34 中规定的要求。

电源应符合 GB/T 17626.11 6.2 节和 GB/T 17626.34 中规定的要求。

#### (3) 测试布置

试验布置在GB/T 17626.11 第7节和GB/T 17626.34中描述。

#### (4) 测试程序

按照GB/T 17626.11和GB/T 17626.34使用的测试方法来建立测试等级。

#### (5) 要求

对象应满足表8-3的要求。

表8-3 电压暂降、短时中断、电压渐变

测试	测试等级	功能状态
高压交流电源线的电压下降	一个周期内有0%的残余电压	II
	50Hz电网: 10个周期内有40%的残余电压	
	50Hz电网: 25个周期内有70%的残余电压	
高压交流电源线的短期需求	50Hz电网: 250个周期内有0%的残余电压	II
高压交流电源线的电压变化	电压测试等级: 70% 电压下降时间: abrupt 降低电压持续时间: 1个周期 (period) 电压上升时间 (50Hz): 50Hz—50%占空比 (占25)	I

#### 8.1.4 谐波和谐间波抗扰度

##### (1) 测试目的

该测试旨在验证连接到电源部件HVAC充电电源线上谐波和间谐波的抗扰度。  
GB/T 17626.13测试要求的偏差应适用于电流高达32 A。

##### (2) 测试条件

测试发生器应符合GB/T 17626.13第6节所规定的要求。

##### (3) 测试布置

试验布置在GB/T 17626.13第7节中描述。

##### (4) 测试程序

根据GB/T 17626.13用于环境类2的测试方法可以建立需求测试等级。

##### (5) 要求

要求是GB/T 17626.13在表8-4中用于环境类2定义的那些。

表8-4 谐波和间谐波抗扰度的测试等级

测试	测试等级	功能状态
高压交流电源线的谐	测试等级在GB/T 17626.13 环境类2中	I

波和间谐波	定义： 8.2.1章：谐波组合平面曲线和振动曲线 8.2.4章：“迈斯特”曲线的应用	
-------	--	--

## 8.2 发射测试

### 8.2.1 高压交流充电电源线的谐波发射

#### (1) 测试目的

该测试旨在测量连接电源的部件通过交流线产生的谐波水平，以确保住宅，商业和轻工业环境的兼容性。

#### (2) 测试条件

电源和测量电路应分别满足GB 17625.1中附录A和GB 17625.1中附件B的条件。

#### (3) 测试布置

测量的观察时间和GB 17625.1中表4中定义准静态设备的一样。

连接到HVAC电源线的单相设备的试验布置如GB 17625.1中的图A.1所示。

连接到电源再到HVAC电源线的三相DUT的试验布置如GB 17625.1中的图A.2所示。

#### (4) 测试程序

根据GB 17625.1的测试方法可用于进行A类设备每相充电模式下的输入电流 $\leq 16$  A的谐波测量。

根据GB/T 17625.8的测试方法可用于进行A类设备每相充电模式下的输入电流 $> 16$  A且 $\leq 75$  A的谐波测量。

#### (5) 要求

表8-5定义了每相输入电流 $\leq 16$  A限值。表8-6定义了每相输入电流 $> 16$  A且 $\leq 75$  A的限值。

表8-5 输入电流 $\leq 16$  A的限值

谐波数	最大授权的谐波电流A
奇次谐波	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40



11	0.33
13	0.21
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times 15/n$
偶次谐波	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times 8/n$

表8-6 输入电流 $>16A$ 且 $\leq 75A$ 的限值

R <sub>sce</sub>	可接受的单个谐波电流 $I_n/I_1$ %						最大电流谐波比 %	
	$I_3$	$I_5$	$I_7$	$I_9$	$I_{11}$	$I_{13}$	THD	PWHD
33	21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	23	23
$\leq 12$ 的偶次谐波的相对值应低于 $16/n\%$ 。 $> 12$ 的偶次谐波和奇次谐波一样考虑THD和PWHD的值。								

## 8.2.2 电压变化，电压波动和闪变

### (1) 测试目的

该测试旨在测量通过HVAC电源线连接电源部件产生的电压变化、电压波动和闪变的水平，以确保住宅，商业和轻工业环境的兼容性。

### (2) 测试条件

测量电路应满足GB 17625.2 中6.6节定义的条件。

### (3) 测试布置

试验布置如GB 17625.2中6.6节图1所描述。

### (4) 测试程序

根据GB 17625.2第4节进行测试部件，该部件的每相额定电流 $\leq 16 A$ 且且无条件连接。

根据GB/T 17625.7第6节进行测试部件，该部件的每相额定电流 $>16 A$ 且 $\leq 75A$ 并受到条件连接。

### (5) 要求

在时域确定的参数是“短时闪烁值”，“长时闪烁值”和“电压相对变化”。其要求在

表8-7中列出。

表8-7 闪烁和电压变化的要求

测试	限值
高压交流电源线的电压变化，电压波动和闪烁 -每相输入电流 $\leq 16A$ 且不受条件连接	GB 17625.2 第5章给出此值
高压交流电源线的电压变化，电压波动和闪烁 -每相输入电流 $> 16A$ 且 $\leq 75A$ ，不受条件连接	GB/T 17625.7 第5章给出此值

### 8.2.3 充电电源线的传导发射—保护车外接收机

#### (1) 测试目的

该测试旨在测量车载充电机HVAC、HVDC充电电源线以及信号线的电源部件的射频传导骚扰水平，以确保住宅，商业和轻工业环境还有车辆功能的兼容性。

#### (2) 测试条件

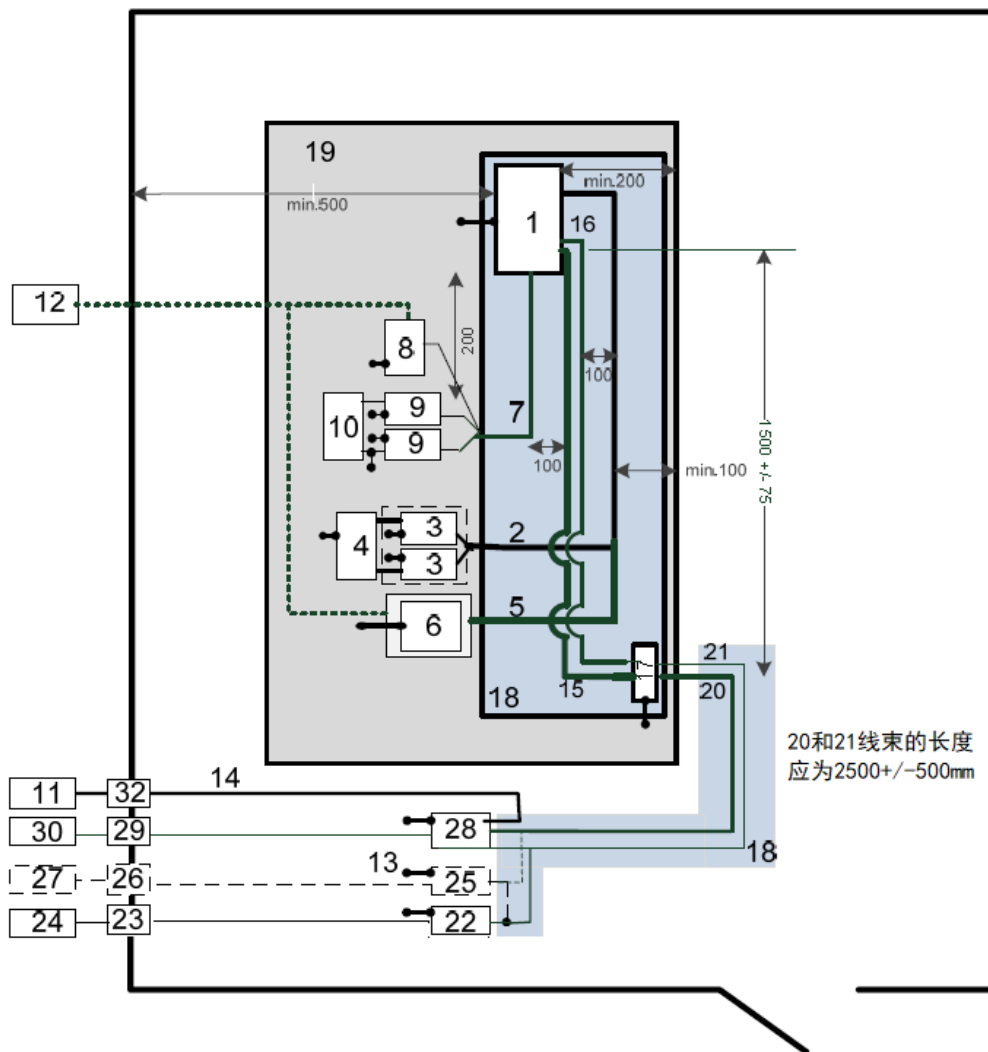
GB/T6113.201标准测试所有测试条件适用。有关HVAC充电电源线的人工电源网络（AMN）的测量在GB/T 6113.102-2008第4.3节中定义，信号线的网络要求符合GB9254标准，测量接收机的要求符合GB/T 6113.101。

#### (3) 测试布置

HVAC电源线测量的试验布置根据GB/T 6113.201-2008 7.4.1节图6（台式设备）定义。应使用GB/T 6113.201-2008中的一个仅通过保护地线到AMN连接到参考地面的金属接地面的偏差表。这个表也可以用于DC电源测量。

AC和/或DC电源测量的试验布置的具体例子如图8-6所描述。

连接信号线和数据线的ISNs在GB 9254-2008 9.6.2节附录D中定义。ISN试点在IEC61851-21-1 A.4.4中定义并如图5所示。



- |                  |  |
|------------------|--|
| 1 DUT            | 17 车载充电器连接器                                    |
| 2 高压蓄电池线束        | 18 支持低相对介电常数 ( $\epsilon_r \leq 1.4$ ) 厚度为50mm |
| 3 高压线路阻抗稳定网络     | 19 地平面   |
| 4 高压负载(电池或电池模拟器) | 20 交流充电线束                                      |
| 5 高压线束           | 21 通信电缆  |
| 6 高压负载模拟器        | 22 ISN   |
| 7 低压线束           | 23 馈通同轴电缆连接器                                   |
| 8 低压负载模拟器        | 24 辅助信号发生器                                     |
| 9 低压线路阻抗稳定网络     | 25 PLC耦合器                                      |
| 10 低压蓄电池         | 26 通信馈通  |
| 11 测量接收机         | 27 PLC模拟器                                      |
| 12 监控/激励         | 28 AC人工电源网络/DC人工网络                             |
| 13 参考接地          | 29 滤波器   |
| 14 同轴电缆          | 30 AC或DC电源                                     |
| 15 AC/DC充电线束(车辆) | 32 隔板连接器                                       |
| 16 通信线           |  |

图8-6 车载充电机HVAC和HVDC电源及信号线的传导发射-试验布置的示例

#### (4) 测量程序

测量程序依据 GB/T6113.201 进行测量。

#### (5) 要求

车载充电机 HVAC 和 HVDC 电源及信号线的传导发射测试结果应符合表 8-8、表 8-9、表 8-10 的限值要求

表 8-8 交流电源线上最大允许的射频传导干扰

频率 (MHz)	限值和检波器
0.15-0.5	66-56 dB $\mu$ V (准峰值) 56-46 dB $\mu$ V (平均值) (随着频率的对数线性递减)
0.5-5	56 dB $\mu$ V (准峰值) 46 dB $\mu$ V (平均值)
5-30	60 dB $\mu$ V (准峰值) 50 dB $\mu$ V (平均值)

表 8-9 直流电源线上最大允许的射频传导干扰

频率 (MHz)	限值和检波器
0.15-0.5	79 dB $\mu$ V (准峰值) 66 dB $\mu$ V (平均值)
0.5-30	73 dB $\mu$ V (准峰值) 60 dB $\mu$ V (平均值)

表 8-10 对网络和电信接入的最大允许射频传导干扰

频率 (MHz)	电压限值 (检波器)	电流限值 (检波器)
0.15-0.5	84-74 dB $\mu$ V (准峰值) 74-64 dB $\mu$ V (平均值) (随着频率的对数线性递减)	40-30 dB $\mu$ A (准峰值) 30-20 dB $\mu$ A (平均值) (随着频率的对数线性递减)
0.5-30	74 dB $\mu$ V (准峰值) 64 dB $\mu$ V (平均值)	30 dB $\mu$ A (准峰值) 20 dB $\mu$ A (平均值)