



# 中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××.3—××××

---

## 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第3部分： 车载发射机模拟法

Road vehicles — Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 3: On-board transmitter simulation

(ISO 11451-3: 2007, MOD)

(征求意见稿)

20××-××-×× 发布

20××-××-×× 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布



## 前 言

GB/T ×××××《道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法》包括四个部分：

- 第1部分：一般规定；
- 第2部分：车外辐射源法；
- 第3部分：车载发射机模拟法；
- 第4部分：大电流注入法。

本部分为GB/T××××的第3部分。

本部分按照GB/T1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 11451-3：2007《道路车辆 窄带辐射电磁能的电骚扰 车辆试验方法 第3部分：车载发射机模拟》进行制定。

本部分与ISO 11451-3的技术性差异及原因如下：

- 将标准名称做了改动，便于和内容的对应
- 按GB/T1.1规定对第1章进行规范编写；
- 第4章的题目改为总则。

编辑性修改如下：

- 删除了原文的前言

本部分附录A和附录B为资料性附录。

本部分由工业和信息化部提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：

本部分主要起草人：



# 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法

## 第3部分：车载发射机模拟法

### 1 范围

本部分规定了车辆对连接车外天线的车载发射机和装有集成天线的车载便携式发射机引发的电磁骚扰的抗扰性试验方法。

本部分适用于乘用车和商用车(不限定车辆动力系统,例如火花点火发动机、柴油发动机、电动机)。

### 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。

GB/T ×××××.1-×××× 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第1部分:一般规定(ISO 11451-1: 2005, MOD)

GB/T ×××××.2-×××× 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分:车外辐射源法(ISO 11451-2: 2005, MOD)

### 3 术语和定义

本部分采用下列及GB/T ×××××.1的术语和定义。

#### 3.1

**集成天线** integral antenna

与便携式发射机固定为一体的天线。

### 4 总则

本试验方法的适用频率范围是1.8 MHz~18GHz。用户应指定频率范围内的试验严酷等级。车载发射机典型特性(频段,功率电平和调制方式)见附录A。

注: 附录A仅是资料性附录,没有涵盖所有车载发射机。

下列标准试验条件应符合GB/T ×××××.1的规定:

- 试验温度;
- 试验电压;
- 驻留时间;
- 试验信号质量。

### 5 试验场地

#### 5.1 概述

典型情况下试验在电波暗室(ALSE)中进行,也可在国家相关法规允许的室外试验场地进行。

#### 5.2 电波暗室(ALSE)

电波暗室的特性应符合GB/T ×××××.2的规定。

注: 在吸波材料有效频率范围外,暗室的反射会影响对车辆的辐射。

#### 5.3 室外试验场地

室外试验场地应是至少半径20m内没有大型金属结构或物体的区域。进行室外场地试验务必确保谐波抑制满足法规要求。

## 6 试验仪器

### 6.1 概述

使用下列仪器进行试验：

- 具有内部或外部调制功能的信号源；
- 功率放大器；
- 测量前向功率和反射功率的功率计（或等效测量仪器）；
- 场发生装置：天线；
- 场探头（用于环境监测）。

### 6.2 信号源

#### 6.2.1 天线在车外的发射机

天线在车外的发射机信号源可以是：

- 模拟车载发射机：使用信号发生器和宽带功率放大器进行模拟；
- 安装在车辆上的商用车载发射机，在工作频率范围内能够输出特定射频功率。

注：当使用模拟车载发射机时，为了减少表面电流以及更准确的模拟发射机输出，建议在天线同轴电缆上环绕射频扼流圈（根据频率选择不同的铁氧体环或铁芯环）。

#### 6.2.2 天线在车内的发射机

天线在车内的发射机信号源可以是：

- 模拟便携式发射机：使用与便携式发射机类似尺寸的金属盒以及放大器（如果需要）进行模拟；
- 装有集成天线的商用便携式发射机。

### 6.3 功率计

当使用模拟车载发射机时，应使用通过式功率计测量天线功率。应测量并记录前向功率和反射功率。

### 6.4 天线

#### 6.4.1 天线在车外的发射机

##### 6.4.1.1 模拟车载发射机

当车上没有安装原设备供应商（OEM）提供的天线时，应使用下面所描述的天线：

- 频率范围低于 30 MHz 时，应使用加载天线。加载天线增加了集总或分布式电抗元件，辐射单元的物理尺寸比 1/4 谐振波长短。
- 频率范围高于 30 MHz 时，在甚高频（VHF）和特高频（UHF）范围内，应使用 1/4 波长天线。1/4 波长天线比 5/8 波长天线更适合，因为 1/4 波长天线能产生更大的表面电流。

除非试验计划中另有规定，所有天线应在车上调谐以达到最小电压驻波比（VSWR，通常小于2:1），应记录天线下限频率、上限频率和中间频率的VSWR（导则见附录B）。调谐天线所用射频源应和试验所用射频源兼容。

当车辆安装了OEM天线时，应使用该天线在适用频率范围内进行试验。这种情况下不应调整VSWR，但应记录VSWR的值。

##### 6.4.1.2 商用车载发射机

应使用车辆OEM天线在适用频率范围内进行试验。这种情况下不应调整VSWR。

#### 6.4.2 天线在车内的发射机

##### 6.4.2.1 模拟便携式发射机

应使用无源天线（例如1/4波长地网天线、套筒天线或贴片天线）。

除非试验计划中另有规定，所有天线应在车上调谐以达到最小VSWR（通常小于2：1）。为了获得所要求的最小VSWR，天线应在实验室调谐，调谐时天线地网使用车辆试验所用地网。

应记录天线下限频率、上限频率和中间频率的VSWR（导则见附录B）。调谐天线所用射频源应和试验所用射频源兼容。

6.4.2.2 商用便携式发射机

当使用装有集成天线的商用便携式发射机时，应在集成天线工作频率范围内进行试验。这种情况下不应调整VSWR。

6.5 待测装置的模拟和监测

按试验计划要求由执行器操纵车辆（或DUT），执行器应尽量不影响DUT的电磁特性，如在按钮上使用塑料块、使用气动执行器（供气使用塑料管连接）等。

监测车辆对电磁干扰反应的设备应使用光纤或高阻抗导线连接。如使用其它类型的导线连接，应尽量减小线间的相互作用，并记录导线的布置方向、长度和位置以确保试验结果的可复现性。

注：任何监测设备和车辆的电连接都可能造成车辆的误动作，应予高度重视避免类似情况发生

7 试验布置

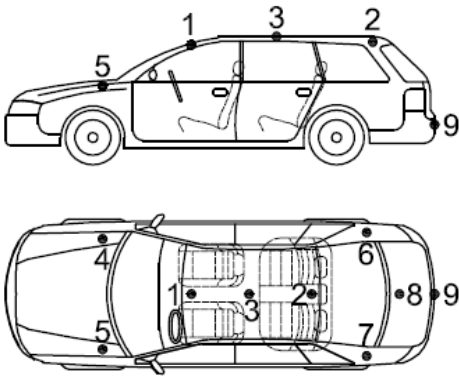
7.1 天线在车外的发射机

7.1.1 模拟车载发射机

使用6.4.1.1 规定的试验天线或车辆OEM天线进行试验。

当使用试验天线作为发射机天线时，天线在车辆上的位置应在试验计划中详细说明。如果用户没有指定位置，推荐使用下列位置，如图1所示。

- 频率≥30 MHz 时默认位置为位置 1（车顶前部）和位置 2（车顶后部）；
- 频率<30 MHz 时默认位置为位置 9（保险杠）。



- 1 车顶（前）
- 2 车顶（后）
- 3 车顶（中间）
- 4 翼子板（前，右侧）
- 5 翼子板（前，左侧）
- 6 翼子板（后，右侧）
- 7 翼子板（后，左侧）
- 8 行李箱盖（中间）
- 9 后保险杠（中间）

图1 车外天线的推荐位置

当使用OEM天线时，天线应按实际安装情况使用，天线特性（位置、VSWR等）不应有任何改变。

模拟车载发射机试验布置示例见图2（使用试验天线）和图3（使用OEM天线）。

注：当车辆OEM天线用于多种发射机/接收机频率时，建议不要使用模拟车载发射机（带有“宽带”放大器），放大器噪声电平可能使GPS卫星接收等一些车辆功能降级。验证这类和车辆车载发射机抗扰度相关的功能只能使用车辆OEM车载发射机。这种情况下，必须在实际条件下操作车载发射机，这可能需要使用专用仪器，例如GSM基站模拟器（见7.1.2 和图4）。

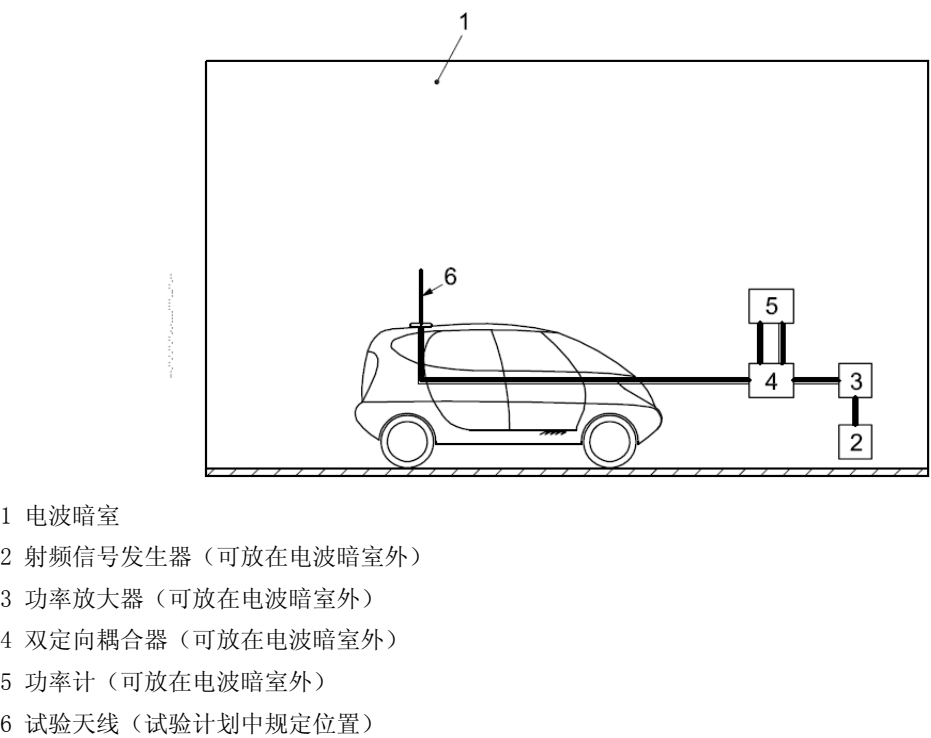
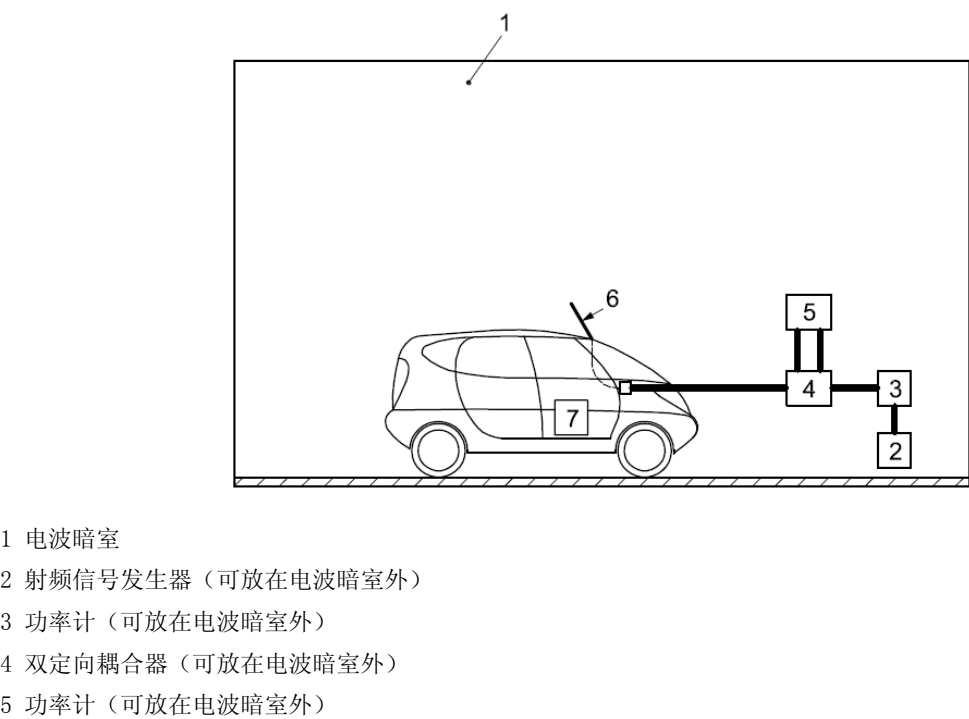


图2 模拟车载发射机和试验天线的布置示例





- 6 车辆 OEM 天线
- 7 车载发射机（与车辆天线断开连接）

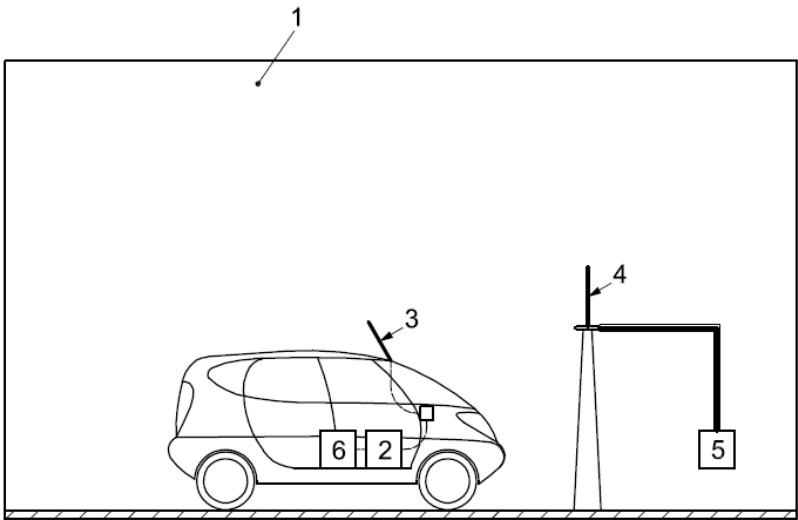
图3 模拟车载发射机和车辆 OEM 天线试验布置示例

7.1.2 商用车载发射机

使用车辆商用车载发射机和OEM天线时，应按实际车辆情况安装使用，发射机和天线特性（位置，VSWR等）不应有任何改变。

可使用信号发生器端接到麦克风输入端口以对车载发射机进行信号调制（OEM麦克风应该断开连接）。

商用发射机试验布置示例见图4。



- 1 电波暗室
- 2 车载发射机（连接车辆天线）
- 3 车辆 OEM 天线
- 4 天线（可选）
- 5 在测试室内部或外部的基站模拟器（可选）
- 6 连接到车载发射机麦克风输入端口的信号发生器

图4 商用车载发射机试验布置示例

7.2 天线在车内的发射机

7.2.1 概述

模拟或商用便携式发射机在车辆上的位置应在试验计划中规定。如果本部分用户没有商定明确的位置，推荐下列位置：

- 驾驶员头部位置（定位在靠背中央，座椅上方 0.8 m，座椅位于中间位置），天线垂直极化；
- 乘客头部位置（定位在靠背中央，座椅上方 0.8 m，座椅位于中间位置），天线垂直极化；
- 后排乘客头部位置（定位在靠背中央，座椅上方 0.8 m，座椅位于中间位置），天线垂直极化；
- 便携式发射机放置位置，例如前排座椅中间、仪表板上方或储物箱内；

7.2.2 模拟便携式发射机

模拟便携式发射机的试验布置示例见图5。

7.2.3 商用便携式发射机

商用便携式发射机的试验布置示例见图6和图7（使用基站模拟器）。如果某种射频系统（比如GSM手机）的发射具有不同射频功率电平和频率，那么试验不必在最大射频功率电平下进行。可使用含可编程软件的试验装置或基站模拟器来控制输出功率和频率。

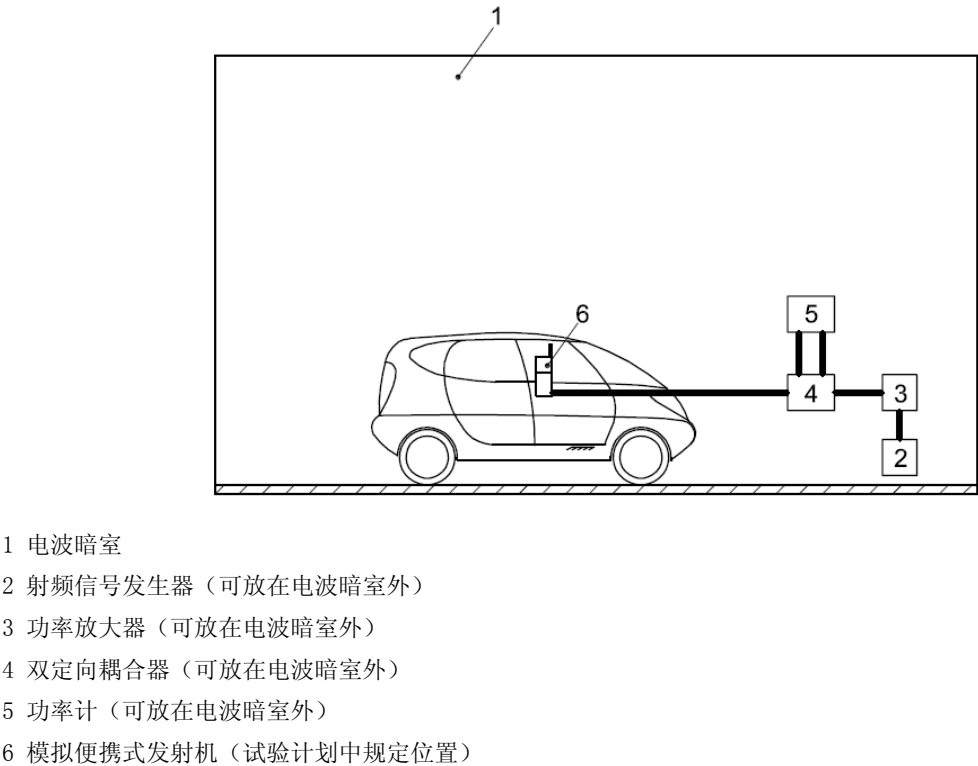


图5 模拟便携式发射机试验布置示例

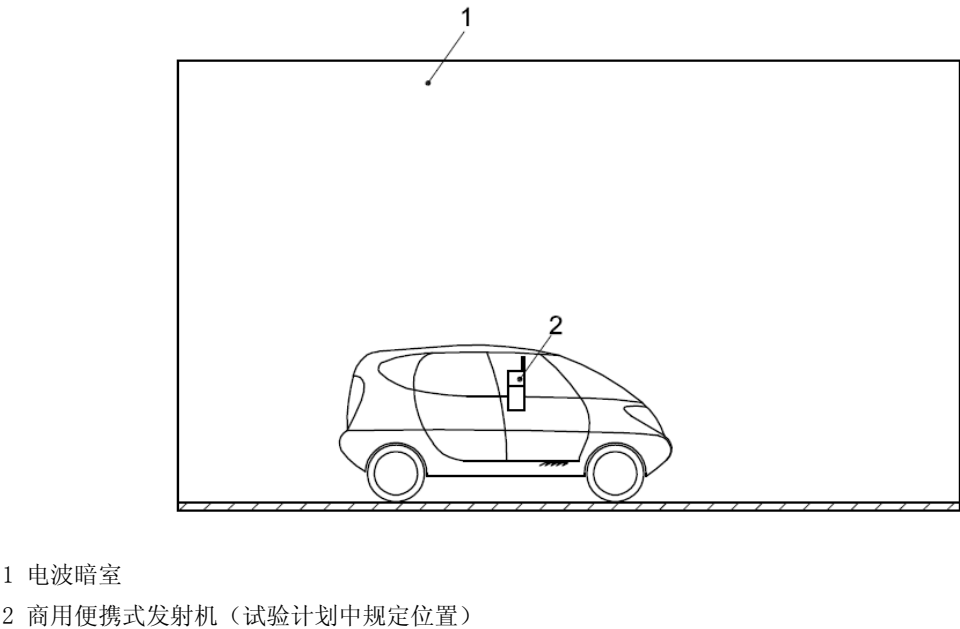
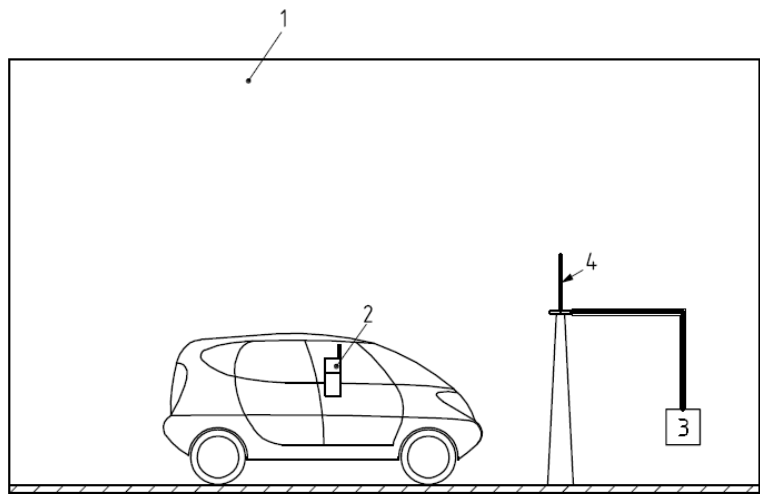


图6 商用便携式发射机试验布置示例



- 1 电波暗室
- 2 商用便携式发射机（试验计划中规定位置）
- 3 在测试室内部或外部的基站模拟器
- 4 天线

图7 商用便携式发射机和基站模拟器试验布置示例

8 试验规程

8.1 概述

车辆、发射机和相关设备的总体布置代表规范化的试验条件。任何与规范化试验条件的偏离都应在试验前得到认可，并在试验报告中记录。

车辆应处于典型负荷和运行条件。这些运行条件应在试验计划中明确规定。

8.2 试验计划

试验计划应在试验前制定，包括以下内容：

- 试验布置；
- 频率范围和相应调制方式；
- 发射持续时间；
- 天线位置和极化方式；
- 天线同轴电缆在车辆中的路径（模拟车载发射机）；
- 车辆方向；
- 车辆工作模式；
- 车辆监测条件；
- 车辆判定准则；
- 试验严酷等级的定义；
- 天线最大 VSWR 值（需要时）；
- 试验报告内容；
- 其他特别说明及相对标准试验的差异。

8.3 试验方法

警告：试验区域可能存在危险的电压和电磁场。应确保满足人身暴露限值的有关要求。

8.3.1 天线在车外的发射机

8.3.1.1 模拟车载发射机

8.3.1.1.1 概述

车辆、天线和相关设备的布置如7.1.1 所述。试验严酷等级根据非调制波（CW）功率的均方根值（RMS）来确定。

#### 8.3.1.1.2 OEM 天线配置

试验的基准参数为车辆天线电缆端口的前向功率。对于安装了OEM天线的车辆，如果使用试验天线进行测试，也应至少在OEM天线配置下进行测试。试验时OEM天线电缆应端接功率放大器输出，增加前向功率电平直到预定电平。应根据GB/T ×××××.1规定的等峰值原理应用调制信号。应在OEM天线设计带宽的频率范围内（至少为下限频率、上限频率和中间频率，并且频率步长不大于GB/T ×××××.1的规定）进行试验。

应根据试验计划中规定的所有频段、调制方式、天线的极化方向和位置进行试验。

注： 可以按照8.3.1.2 的规定，使用商用车载发射机以最大允许发射功率电平在车辆上各个试验位置重复进行试验，并观察系统相互影响（性能的改变/降级）。

当试验计划需要时，应确定敏感度门限。

#### 8.3.1.1.3 试验天线配置

试验基准参数为试验天线馈电端口的净功率。

试验时试验天线馈电端口应端接功率放大器输出，增加净功率电平直到预定电平。应根据GB/T ×××××.1规定的等峰值原理应用调制信号。应在试验天线设计带宽的频率范围内（至少为下限频率、上限频率和中间频率，并且频率步长不大于GB/T ×××××.1的规定）进行试验。覆盖全部频段可能需要多个试验天线。

应根据试验计划中规定的所有频段、调制方式、天线的极化方向和位置进行试验。

注： 可以按照8.3.1.2 的规定，使用商用车载发射机以最大允许发射功率电平在车辆上各个试验位置重复进行试验，并观察系统相互影响（性能的改变/降级）。

当试验计划需要时，应确定抗扰度门限。

#### 8.3.1.2 商用车载发射机

车辆在测试室的布置如7.1.2 所述。

使用商用车载发射机和车辆OEM天线进行试验，不应改变发射机特性（功率、调制等）及天线特性。通常使用车载发射机的额定功率进行试验。任何例外情况应在试验计划中注明。按照试验计划配置说明运行连接OEM天线的车载发射机，注意任何异常情况。

应根据试验计划中规定的所有频段、调制方式、天线的极化方向和位置进行试验。

#### 8.3.2 天线在车内的发射机

##### 8.3.2.1 模拟便携式发射机

车辆、天线和相关设备的布置如7.2.2 所述。

试验基准参数为模拟便携式发射机馈电端口的净功率。确定净功率时应将模拟便携式发射机置于车外（距离车辆的任何部分和屏蔽体的最小距离为1 m），然后调整净功率电平直至达到预定电平。记录此时前向功率电平。

试验时将模拟便携式发射机置于车内（前向功率电平与确定净功率过程中记录的一致）。应根据GB/T ×××××.1规定的等峰值原理施加调制信号。应在试验天线设计带宽的频率范围内（至少为下限频率、上限频率和中间频率，并且频率步长不大于GB/T ×××××.1的定义）进行试验。天线端接功率放大器输出，按照附录A定义的频率点和试验计划规定的功率电平下运行发射机，注意任何异常情况。

应根据试验计划中规定的所有频段、调制方式、天线的极化方向和位置进行试验。

注： 便携式发射机在车内所有可能的位置都进行试验是不切实际的，所以可以首先使用高于附录A给定典型值的功率电平在限定的位置进行试验。然后按照8.3.2.2 的规定，使用商用车载发射机以最大允许发射功率电平在车辆上各个试验位置重复进行试验，并观察系统相互影响（性能的改变/降级）。

##### 8.3.2.2 商用便携式发射机

车辆和相关设备的布置如7.2.3 所述。

进行试验时不应改变商用便携式发射机的特性（功率、调制等）。通常使用商用便携式发射机的额定功率进行试验。任何例外情况都应在试验计划中声明。按试验计划规定操作商用便携式发射机，注意任何异常情况。

应根据试验计划中规定的所有频段、调制方式、天线的极化方向和位置进行试验。。

#### 8.4 试验报告

试验报告应按照试验计划要求提交关于试验设备、试验场地、试验布置、被测系统、频率、功率电平、所用天线、所用便携式或商用发射机、VSWR值、系统相互影响的详细说明以及试验相关的其它信息。

## 附录 A

（资料性附录）

### 车载发射机的典型特性

车载发射机典型特性示例见表A.1和A.2。表格中术语的解释见表A.3。这些特性仅仅作作为参考，发射机在不同地区可能适用不同的频率范围，所用功率电平也可能大于表中所列的值。

根据等峰值原理，由等峰值CW信号功率的均方根值来推导调幅（AM）信号和脉冲调制信号的功率。

表 A.1 天线在车外的发射机典型特性

发射机类型	频段 (MHz)	功率 (W)	发射机典型调制方式	试验调制方式
短波	1.8~30	100 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	AM (调制频率为 1 kHz, 调制深度为 80 %)
8 m	30~50	120 (RMS)	FM	CW
6 m	50~54	120 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	AM (调制频率为 1 kHz, 调制深度为 80 %)
4 m	68~87.5	120 (RMS)	FM	CW
2 m	142~176	120 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
70 cm	410~470	120 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
TETRA/TE TRAPOL	380~390 410~420 450~460 806~825 870~876	20 (峰值)	TDMA/FDMA , Tetra: $\pi/4$ DQPSK	PM (频率为 18 Hz, 50 %占空比)
AMPS/GS M850	824~849	20 (峰值)	GMSK, PSK, DS	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
GSM900	876~915	20 (峰值) 或 8 (峰值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
23 cm	1200~1300	25 (RMS.)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
PCS, GSM1800/ 1900	1710~1785 1850~1910	2 (峰值) 或 1 (峰值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
IMT-2000	1885~2025	1 (峰值)	QPSK	PM (频率为 1600Hz, 50 %占空比)

表 A.2 天线在车内的发射机典型特性

发射机类型	频段 (MHz)	功率 (W)	发射机典型 调制方式	试验调制方式
10 m	26~30	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	AM (调制频率为 1 kHz, 调制深度为 80 %)
2 m	146~174	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
70 cm	410~470	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
TETRA/TE TRAPOL	380~390 410~420 450~460 806~825 870~876	10 (峰值)	TDMA/FDM A, Tetra: $\pi/4$ DQPSK	PM (频率为 18 Hz, 50 %占空比)
AMPS/GS M850	824~849	10 (峰值)	GMSK, PSK, DS	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
GSM900	876~915	16 (峰值) or 2 (峰 值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
PDC	893~898 925~958 1429~1453	0.8 (峰值)	TDMA	PM (频率为 50 Hz, 50 %占空比)
PCS, GSM1800/1 900	1710~1785 1850~1910	2 (峰值) or 1 (峰 值)	GMSK	PM (频率为 217Hz, 50 %占空比) 或 PM (脉冲宽度为 577 $\mu$ s, 周期为 4600 $\mu$ s)
IMT-2000	1885~2025	1 (峰值)	QPSK	CW 及 PM (频率为 1600Hz, 50 %占空比)
Bluetooth/ WLAN	2400~2500	0.5 (峰 值)	QPSK	PM (频率为 1600Hz, 50 %占空比)
IEEE 802.11a	5725~5850	1 (峰值)	QPSK	PM (频率为 1600Hz, 50 %占空比)

表A.3 术语解释

术语（调制/访问系统/名称）	定义	使用示例
AM	调幅	广播
AMPS	高级移动电话服务	——
BT	蓝牙	——
DECT	数字增强无绳通信	——
DQPSK	差分四相相移键控	铱卫星电话
FDMA	频分多址	——
FM	调频	广播
GMSK	高斯最小频移键控	GSM
GSM850	全球移动通信系统 850 MHz 频段	——
GSM900	全球移动通信系统 900 MHz 频段	——
GSM1800/1900	全球移动通信系统 1800/1900 MHz 频段	——
HAM	得到许可的业余无线电的术语/名称	HAM 无线电台
IEEE802.11a	IEEE802.11 工作组制定的无线局域网技术规范之一	WLAN
IMT-2000	国际移动通信 2000	UMTS
PCS	个人通信系统	——
PDC	个人数字蜂窝电话	——
PM	脉冲调制	PDC
PSK	相移键控	CDMA
QPSK	四相相移键控	UMTS, W-LAN
SSB	单边带	军用, HAM 无线电
Telegraphy (CW)	摩斯码电报	——
TDMA	时分多址	Tetra25, DECT, GSM
TETRA	陆上集群无线电系统	——
TETRAPOL	警用陆上集群无线电系统	——
UMTS	通用移动通信系统	——
WLAN	无线局域网	——
10m/6m/2m/70 cm/23 cm	HAM 无线电波段的波长	——



## 附录 B

(资料性附录)

### 在车上调谐天线获得最小 VSWR 的导则

试验电平使用净功率作为基准参数时，耦合器处所需的前向功率可根据电缆损耗和耦合器 VSWR 的测量值计算得出。

天线端反射功率和前向功率的比值与 VSWR 的关系见公式 (B.1)，净功率和前向功率的比值与 VSWR 的关系见公式 (B.2)，公式 (B.3) 表示天线端净功率和前向功率的关系。

$$\frac{P_{\text{ant,REFL}}}{P_{\text{ant,FWD}}} = \left( \frac{k_{\text{VSWR,ant}} - 1}{k_{\text{VSWR,ant}} + 1} \right)^2 \quad (\text{B. 1})$$

$$\frac{P_{\text{ant,NET}}}{P_{\text{ant,FWD}}} = 1 - \left( \frac{k_{\text{VSWR,ant}} - 1}{k_{\text{VSWR,ant}} + 1} \right)^2 \quad (\text{B. 2})$$

$$\Delta P = 10 \times \lg \left( \frac{P_{\text{ant,NET}}}{P_{\text{ant,FWD}}} \right) \quad (\text{B. 3})$$

式中：

$k_{\text{VSWR,ant}}$  ——天线的电压驻波比；

$P_{\text{ant,REFL}}$  ——天线的反射功率；

$P_{\text{ant,FWD}}$  ——天线的前向功率；

$P_{\text{ant,NET}}$  ——天线净功率。

当电缆（传输线）损耗为 0 dB 时， $\Delta P$  作为 VSWR 的函数绘图见图 B.1。



X 电压驻波比

Y  $\Delta P$  (dB)图 B.1  $\Delta P$  和 VSWR 关系图

耦合器的前向功率和天线的净功率之间的关系可以计算得出。设功率耦合器和天线之间的电缆损耗为A，定义见公式 (B.4)。

$$A = \frac{P_{\text{ant,FWD}}}{P_{\text{meas,FWD}}} \quad (\text{B. 4})$$

天线的净功率  $P_{\text{ant,NET}}$  计算公式 (B.5):

$$P_{\text{ant,NET}} = (A \times P_{\text{meas,FWD}}) - \left( \frac{1}{A} \times P_{\text{meas,REFL}} \right) \quad (\text{B. 5})$$

式中:

$P_{\text{meas,FWD}}$  —— 测量的前向功率;

$P_{\text{meas,REFL}}$  —— 测量的反射功率。

通过耦合器测量的 VSWR 可以表示成公式 (B.6)，公式 (B.7) 表示天线端净功率和测量的前向功率的关系:

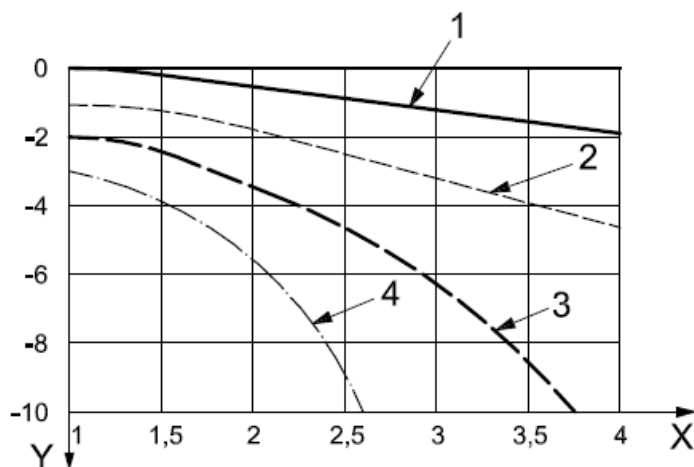
$$\frac{P_{\text{ant,NET}}}{P_{\text{meas,FWD}}} = A - \frac{1}{A} \times \left( \frac{k_{\text{VSWR,meas}} - 1}{k_{\text{VSWR,meas}} + 1} \right)^2 \quad (\text{B. 6})$$

$$\Delta P' = 10 \times \lg \left( \frac{P_{\text{ant,NET}}}{P_{\text{meas,FWD}}} \right) \quad (\text{B. 7})$$

式中:

$k_{\text{VSWR,meas}}$  —— 电压驻波比测量值。

电缆损耗值为0 dB、1 dB、2 dB和3 dB的等效结果如图B.2所示。



X 电压驻波比

Y  $\Delta P'$  (dB)

- 1 A = 0 dB
- 2 A = 1 dB
- 3 A = 2 dB
- 4 A = 3 dB

图 B.2  $\Delta P$ 和 VSWR 之间的关系

如果VSWR和电缆损耗低，那么天线净功率可根据前向功率测量值乘以电缆损耗因子进行估算，见公式（B.8）：

$$P_{\text{ant,NET}} = A \times P_{\text{meas,FWD}} \quad (\text{B. 8})$$

如果VSWR或电缆损耗高，那么应该考虑以上描述的非线性相互关系来确定天线的净功率。