



中华人民共和国国家标准

GB/T 33012.2—2016

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

Road vehicles—Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband
radiated electromagnetic energy—Part 2: Off-vehicle radiation sources

(ISO 11451-2:2005, MOD)

2016-10-13 发布

2017-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验条件	1
5 试验场地	1
6 试验仪器	2
7 车辆的激励和监测	4
8 试验布置	4
9 试验规程	5
附录 A (资料性附录) 功能特性状态分类(FPSC)	11

前 言

GB/T 33012《道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法》分为四个部分：

- 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 33012 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 11451-2:2005《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》。

本部分与 ISO 11451-2:2005 的技术性差异及原因如下：

- 按 GB/T 1.1—2009 规定对第1章进行规范编写；
- 规范性引用文件 ISO 11451-1:2001 改为修改采用 ISO 11451-1:2005 的 GB/T 33012.1—2016；
- 为实现和第1部分理解及表示方法的一致，将表 A.1 的 I、II、III、IV、V 对应改为 L1、L2 等，将 I、II、III 等理解为状态 I、II、III 等；
- 为和其他部分一致，对第6章的结构进行了调整。

本部分还做了下列编辑性修改：

- 将原国际标准不适于在第1章出现的内容(电磁骚扰仅限于窄带电磁场)移植到第4章试验条件中；
- 原国际标准“图1 电波暗室示例”中标注为“a)垂直极化”和“b)水平极化”，为编辑性错误，国家标准中将其修改为“a)主视图”和“b)俯视图”；
- 为和其他部分一致，附录A增加了“注：FPSC 的详细说明见 GB/T 33012.1”。

本部分由中华人民共和国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(SAC/TC 114)归口。

本部分起草单位：中国汽车技术研究中心、中国电子技术标准化研究所、苏州泰思特电子科技有限公司、陕西重型汽车有限公司、上海汽车商用车技术中心、上海汽车集团乘用车公司、上海大众汽车有限公司、长春汽车检测中心、深圳市航盛电子股份有限公司、华测检测技术股份有限公司、安徽江淮汽车股份有限公司、梅赛德斯-奔驰(中国)汽车销售有限公司、宝马(中国)汽车贸易有限公司、大众汽车(中国)投资有限公司、中嘉汽车制造(上海)有限公司。

本部分主要起草人：丁一夫、许秀香、崔强、孙成明、潘景文、陈彦雷、马谦、刘新亮、林艳萍、汪锡斌、李莉娟、王宜海、崔艳华、吴蒙、赵闻、王伟。

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

1 范围

GB/T 33012 的本部分规定了车辆对连续窄带辐射电骚扰的抗扰性试验方法——车外辐射源法的试验条件、试验场地、试验仪器、车辆的激励和监测、试验规程等内容。

本部分适用于 M、N 和 O 类车辆(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 33012.1—2016 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+A1:2008,MOD)

3 术语和定义

GB/T 33012.1—2016 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验条件

本试验方法适用频率范围为 0.01 MHz~18 000 MHz。覆盖全部频率范围的测试可能需要多个场发生装置,重叠的频率不必进行多次测试。电磁骚扰仅限于窄带电磁场。

用户应指定频率范围内的试验严酷等级。推荐的试验严酷等级参见附录 A。

下列标准试验条件应符合 GB/T 33012.1—2016 的规定:

- 试验温度;
- 试验电压;
- 调制方式;
- 驻留时间;
- 频率步长;
- 试验严酷等级的定义;
- 试验信号质量。

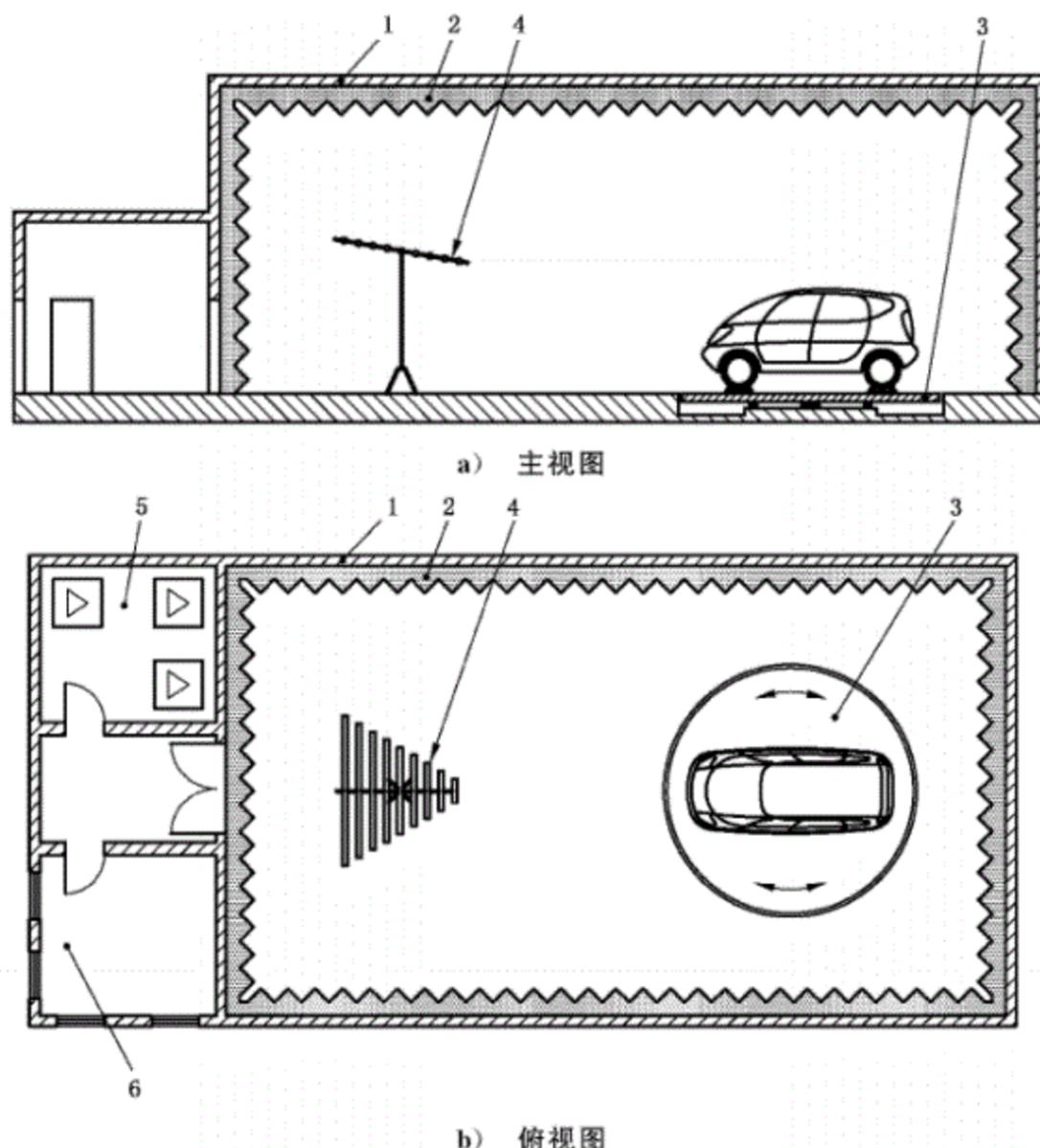
5 试验场地

试验宜在电波暗室(模拟开阔场)中进行。

电波暗室屏蔽壳体的尺寸、形状和结构可以是多种形式。地板上是否铺设吸波材料可能会导致不同的试验结果,典型情况下不铺设,但允许铺设吸波材料。根据以下几个方面确定屏蔽壳体的最小尺寸:试验区域的尺寸,场发生装置的尺寸,场发生装置和最大被测车辆之间所需空间以及吸波材料的特性。为保证试验准确度,应选择合适的吸波材料、场发生系统及屏蔽壳体形状,使无关能量在试验区域

内降至限定值以下。在试验频率范围内,测试区域内反射能量应比直射能量至少低 10 dB(传输线场发生系统除外)。矩形电波暗室示例见图 1。

试验可选择在室外场地进行,试验设施应满足国家法规有关电磁场发射的规定。



说明:

- 1——电波暗室;
- 2——射频吸波材料;
- 3——带测功机的转台(可旋转 $\pm 180^\circ$,两组轴距可调的转鼓);
- 4——天线;
- 5——放大器室;
- 6——控制室。

图 1 电波暗室示例

6 试验仪器

6.1 概述

使用多个天线和射频(RF)源产生辐射电磁场进行试验,在试验频率范围内应能达到期望场强。应使用以下仪器/设备。

6.2 场发生装置

场发生装置可以是一个或多个天线,或是传输线系统(TLS)。场发生装置的结构和方向应能保证产生的场符合试验计划中规定的极化方式。平行板式 TLS 示例见图 2。

可以使用多个天线、放大器和定向耦合器以覆盖整个频率范围。

6.3 场探头

应具有电小尺寸和各向同性特征,探头的传输线应为光纤。

6.4 RF 信号发生器

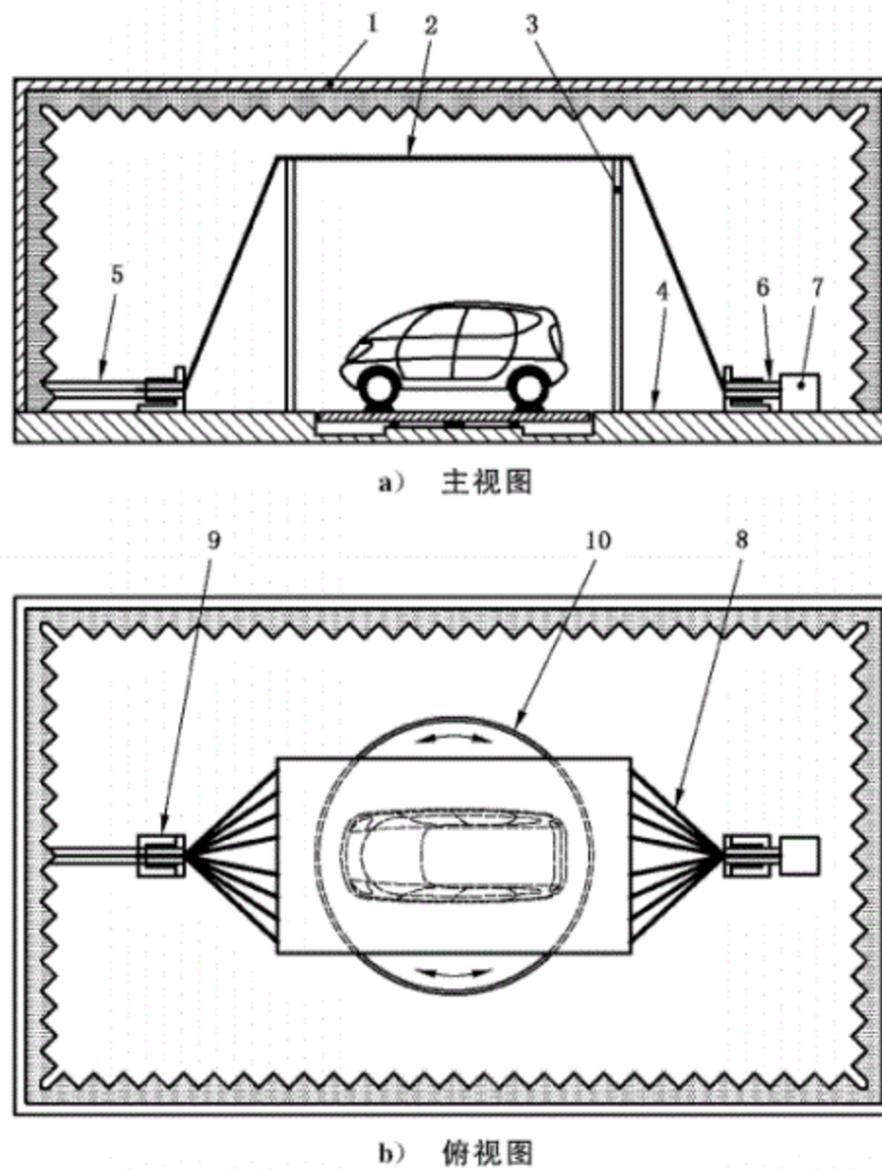
应具有内部、外部调制功能。

6.5 大功率放大器

放大器谐波应符合有关要求。

6.6 功率计(或等效试验仪器)

测试前向功率和反射功率。



说明:

- 1 ——屏蔽室(允许铺设吸波材料);
- 2 ——导电板(或导线组);
- 3 ——非金属支架;
- 4 ——屏蔽室地板;
- 5 ——信号源馈线(同轴电缆);
- 6 ——同轴电缆;
- 7 ——负载;
- 8 ——导线;
- 9 ——馈源连接装置;
- 10 ——转台。

图 2 平行板式 TLS 示例

7 车辆的激励和监测

按试验计划要求由执行器操纵 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。如使用其他类型的导线连接, 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。

应避免监测设备同 DUT 之间的任何电连接可能引起的 DUT 误动作。

8 试验布置

8.1 车辆的放置(见图 3)

车辆应置于图 1 的试验区域内。

8.2 场发生装置(相对于车辆和屏蔽体)的位置

8.2.1 概述

应在试验计划中规定车辆和天线或 TLS 的相对位置。

场发生装置的辐射单元距离任何吸波材料不小于 0.5 m, 距离屏蔽室的墙壁不小于 1.5 m。

8.2.2 天线限制条件

辐射天线的任何部分距车体外表面应不小于 0.5 m。

天线的相位中心与参考点的水平距离应不小于 2 m。

天线辐射单元的任何部分距地板应不小于 0.25 m。

辐射天线和 DUT 之间的直射路径上不得有吸波材料。

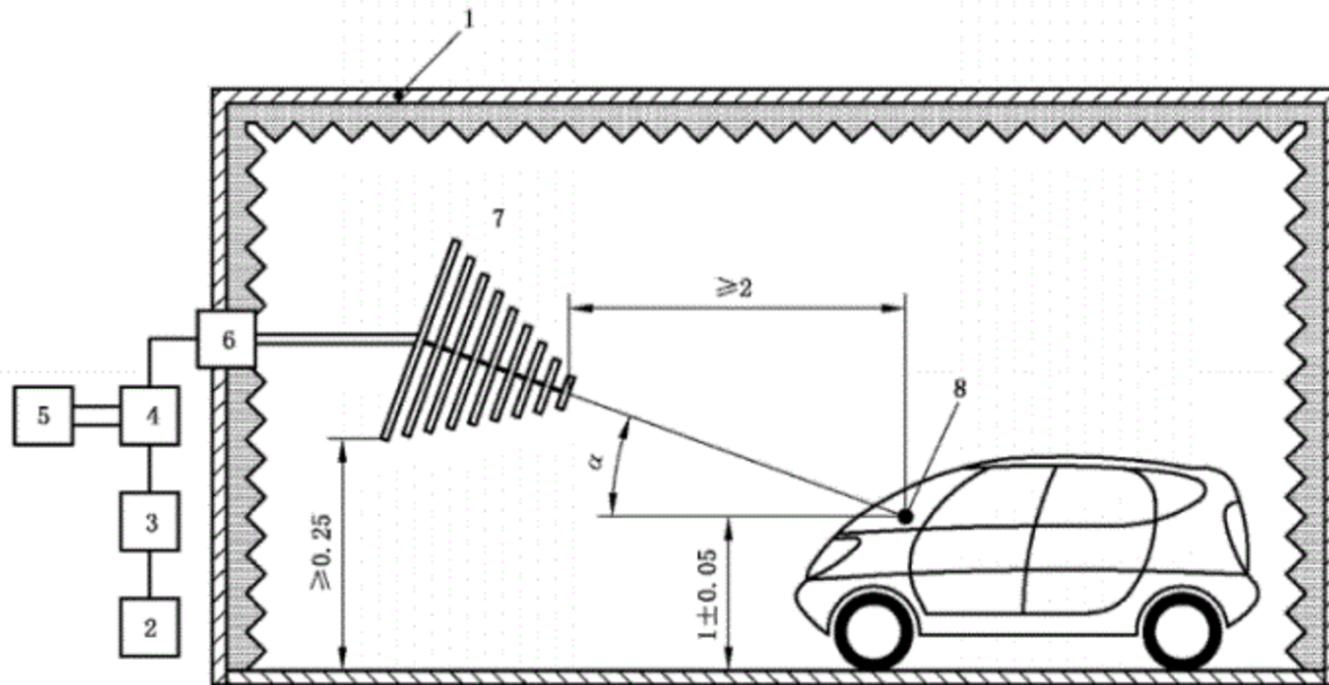
8.2.3 TLS 限制条件

除了接地平面, TLS 的任何部分距离车辆的任何部分应不小于 0.5 m。

TLS 的辐射单元和参考点的垂直距离应不小于 1 m。

TLS 从中心向两侧延伸长度应至少覆盖车长的 75%。

应特别注意重型车辆(例如, 大型客车和卡车)的试验。在一定的尺寸和频率条件下, 根据定向耦合机理, 输入功率可能近 100% 耦合到车辆。暗室的谐振也可能会显著地影响 TLS 产生的场的均匀性、振幅和方向。



说明：

- α —— 天线倾斜角；
- 1 —— 电波暗室；
- 2 —— 射频信号发生器；
- 3 —— 功率放大器；
- 4 —— 定向耦合器；
- 5 —— 功率计；
- 6 —— 同轴贯通连接器；
- 7 —— 场发生装置；
- 8 —— 车辆参考点。

图 3 试验布置示例

9 试验规程

9.1 试验条件

骚扰源和车辆的总体布置作为标准的试验条件，如与标准试验条件有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正常运行条件，车辆运行条件及试验时车辆的方向应在试验计划中规定。

9.2 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；
- 参考点(如使用 4 探头方法则是参考线)；
- 车辆工作模式；
- 车辆验收准则；
- 试验严酷等级的定义；
- 车辆监测条件；
- 调制方式；

- 极化方向；
- 车辆方向；
- 天线位置；
- 试验报告内容；
- 其他特别说明及相对标准试验的差异。

每个 DUT 应在最典型的条件下进行试验,即至少在待机模式和所有的执行器被激励的模式下进行试验。

由于高频天线的波瓣宽度较窄,需要增加车辆位置、天线位置或二者位置进行测试,以确保干扰源能辐射到整个车辆。

9.3 试验方法

应使用替代法。场标定和试验过程中使用前向功率作为基准参数。

试验分两个阶段:

- a) 场标定(无车辆);
- b) 车辆试验。

场标定阶段应确定达到期望场强所需的射频功率。

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

9.4 场标定

9.4.1 基本程序

进行标定时试验场地不得出现车辆。

规定的试验信号电平(场强)应采用未调制正弦波定期进行标定,标定时记录每个试验频率下产生规定场强(使用场探头进行试验)所需的前向功率,在垂直极化和水平极化条件下标定场强。

需要时,标定文件应记录前向功率和反射功率,试验报告中应准确描述场探头相关位置。

场发生装置放置于规定位置,用于标定的各向同性场探头放置于参考点处,或者 4 个场探头放置于垂直参考线上(见图 4 和图 5)。

应使用实验室参考点或参考线,如实验室参考点无法在试验区域获得期望场强,可使用车辆参考点。

频率在 200 MHz 以上时场均匀性应满足:参考点两边 0.5 m 处位置的场强在至少 80% 试验频点下位于参考点场强的 -6 dB~0 dB 范围内。若试验配置无法满足场均匀性,应在试验报告中声明。

试验电平所需前向功率可以根据标定电平所得前向功率使用插值法进行计算。实际应用中放大器工作在线性范围时,标定电平步进量比放大器工作非线性范围时要大。

9.4.2 参考点和参考线

9.4.2.1 概述

0.01 MHz~20 MHz 或 0.01 MHz~30 MHz、2 GHz~18 GHz 频率范围内标定应使用单个场探头。场探头位于参考点处,在点上达到期望场强。20 MHz~2 GHz 或 30 MHz~2 GHz 频率范围内使用 4 探头法标定,4 个场探头的读数平均值作为标定值。场探头位于垂直参考线上,在线上达到期望场强。

注: 分界点 20 MHz 或 30 MHz 的选择取决于试验设备辐射源的特性,通常为 TLS 和天线的衔接频率。

9.4.2.2 车辆参考点或参考线

位于车辆的中心线(纵向对称面上),具体定义如下:

a) 单探头位置

- 1) 车顶高度不超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 (1 ± 0.05) m;
- 2) 车顶高度超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 (2 ± 0.05) m。

注：也可以指定其他高度进行测试。

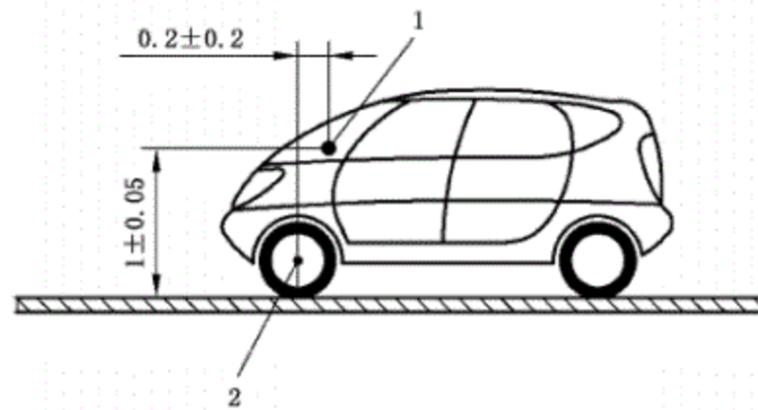
b) 4 探头位置

- 1) 车顶高度不超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 0.5 m、0.8 m、1 m 和 1.2 m;
- 2) 车顶高度超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 1.2 m、1.5 m、1.8 m 和 2.1 m。

车辆参考点可以是前轴后 $0.2 \text{ m} \pm 0.2 \text{ m}$ 处(见图 4),也可以是挡风玻璃和前舱盖的交界处向车内 $1 \text{ m} \pm 0.2 \text{ m}$ 处(见图 5),根据车辆几何形状取二者距离天线较近的点作为参考点。

注：由于车辆参考点位置可选,所以参考点相对于暗室的位置不同,比如测功机前轴位置因车辆轴距不同而不同,这时可根据不同参考点位置进行一系列标定。

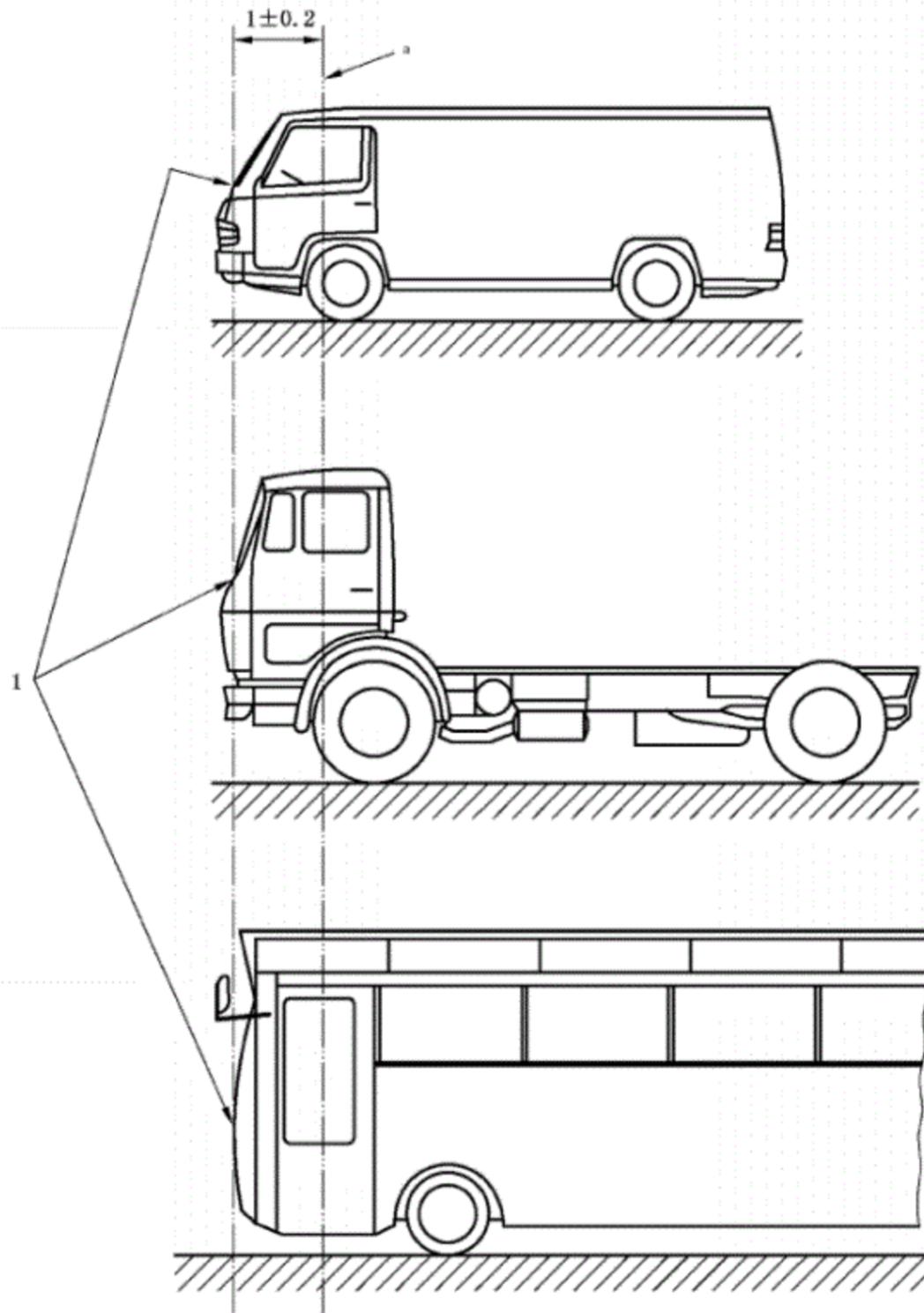
单位为米



说明：

- 1——车辆参考点；
2——前轴。

图 4 车辆参考点示例 1



说明:

1——挡风玻璃和前舱盖的交界处。

a 车辆参考点所在线。

图 5 车辆参考点示例 2

9.4.2.3 实验室参考点和参考线

位于试验区域中心,具体定义如下:

a) 单探头位置

- 1) 车顶高度不超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 (1 ± 0.05) m;
- 2) 车顶高度超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 (2 ± 0.05) m。

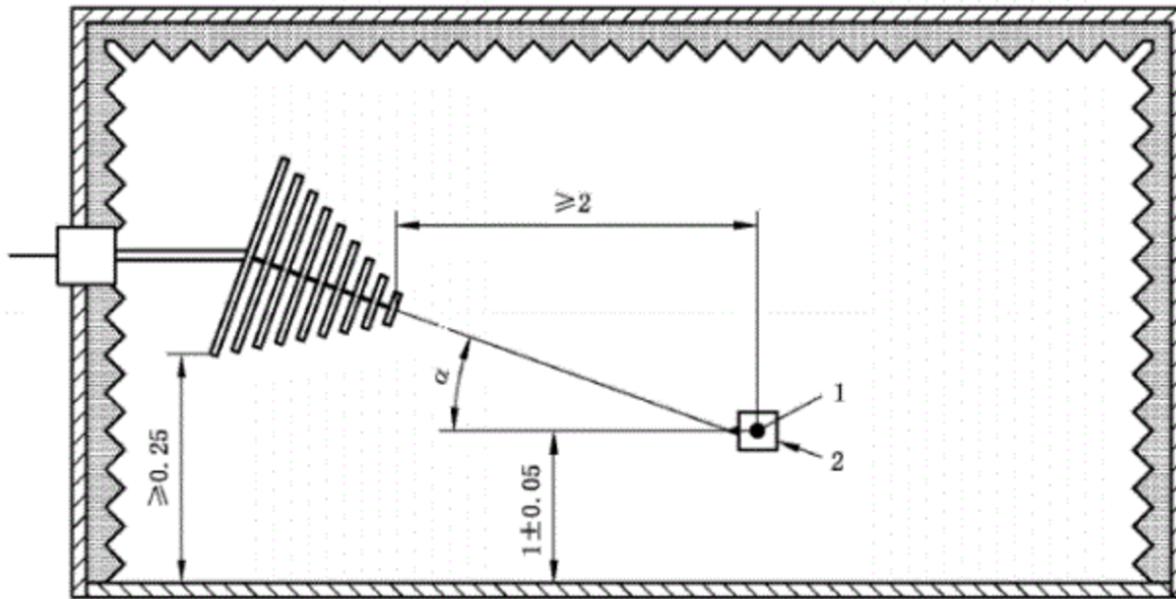
注:也可以指定其他高度进行测试。

b) 4 探头位置

- 1) 车顶高度不超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 0.5 m、0.8 m、1 m 和 1.2 m;
- 2) 车顶高度超过 3 m 时相对于屏蔽室地板的高度为 1.2 m、1.5 m、1.8 m 和 2.1 m。

单探头和 4 探头的位置见图 6 和图 7。

单位为米

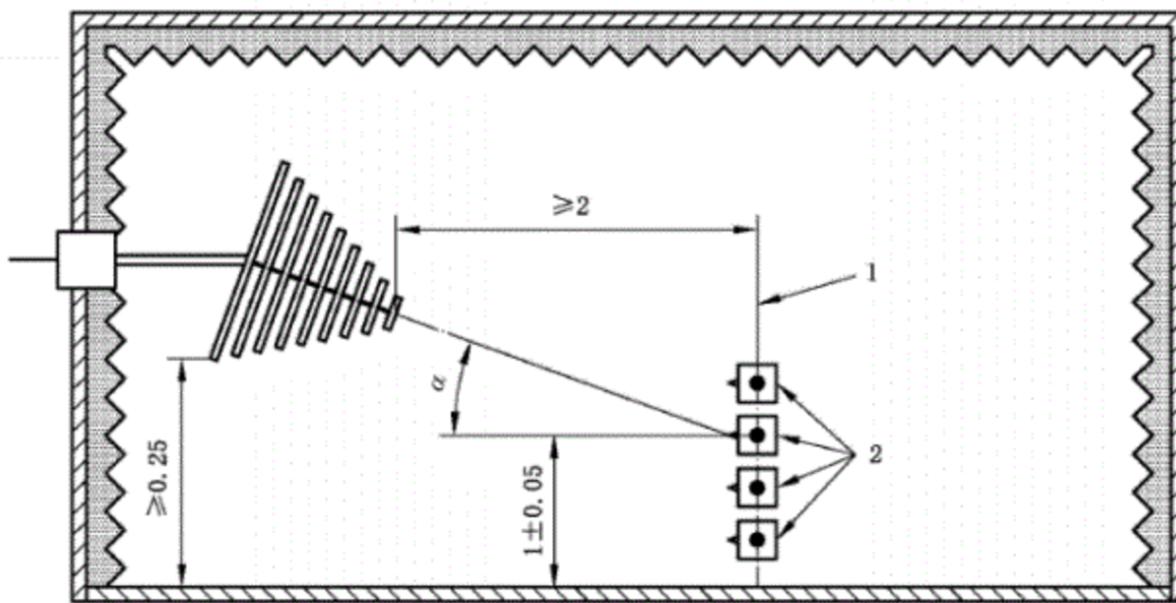


说明：

- α —— 天线倾斜角；
- 1 —— 参考点；
- 2 —— 场探头。

图 6 试验布置示例——单探头位置(车顶高度不超过 3 m 时)

单位为米



说明：

- α —— 天线倾斜角；
- 1 —— 参考线；
- 2 —— 场探头。

图 7 试验布置示例——4 探头位置(车顶高度不超过 3 m 时)

9.5 试验程序

根据第 8 章的规定将车辆及相关设备置于试验位置。车辆应按试验计划的规定运行,按标定值向车辆施加试验信号。

试验过程中可以在车内或车外放置一个场探头。

在试验频率范围内施加垂直极化场和水平极化场进行测试,如有例外情况应详细记录在试验计

划中。

场发生装置在规定极化方式下,以试验信号电平进行扫频,注意任何异常情况。

应完成试验计划中规定的所有频率、调制方式、极化方向、车辆方向和天线位置的试验。

9.6 试验报告

按照试验计划要求,试验报告应提交有关试验设备、试验场所、试验布置、被测系统、频率、功率电平、系统相互影响以及与试验有关的其他信息。

附 录 A
(资料性附录)
功能特性状态分类(FPSC)

表 A.1 和表 A.2 分别给出了推荐的试验严酷等级和频段。

表 A.1 推荐试验严酷等级

试验严酷等级	试验电平 V/m
L1	25
L2	50
L3	75
L4	100
×	协商确定

表 A.2 推荐频段

频段	频率范围 MHz
F1	$0.01 \leq f \leq 10$
F2	$10 < f \leq 30^a$
F3	$30^a < f \leq 200$
F4	$200 < f \leq 1\ 000$
F5	$1\ 000 < f \leq 8\ 000$
F6	$8\ 000 < f \leq 18\ 000$

^a 该值也可能为 20 MHz,取决于场发生系统的特性。

注: FPSC 的详细说明见 GB/T 33012.1—2016。