



中华人民共和国国家标准

GB/T 40025—2021

24 GHz 车辆无线电设备射频技术要求及 测试方法

RF technical requirements and test methods for 24 GHz vehicle radio equipment

2021-04-30 发布

2021-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、缩略语..... 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 1

4 技术要求 1

 4.1 环境要求 1

 4.2 射频技术要求 2

5 测试方法 3

 5.1 实验室测试环境条件 3

 5.2 测试结果及不确定度 3

 5.3 测试配置 3

 5.4 等效全向辐射功率 5

 5.5 频率范围 5

 5.6 占用带宽 6

 5.7 发射机杂散发射 6

 5.8 接收机杂散发射 7

附录 A（规范性附录） 辐射测试的测试场地 9

附录 B（规范性附录） 辐射杂散的通用测试方法 11

参考文献 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国通信标准化技术委员会(SAC/TC 485)归口。

本标准起草单位:国家无线电监测中心检测中心。

本标准主要起草人:林磊、陈国成、付靖、张明远、张骏驰、冯少懂、刘晓勇、王俊峰、陶洪波。



24 GHz 车辆无线电设备射频技术要求及 测试方法

1 范围

本标准规定了工作在 24 GHz 频段的车辆无线电设备的等效全向辐射功率、发射机杂散发射、接收机杂散发射等技术要求和测试方法。

本标准适用于工作在 24 GHz~24.25 GHz 频率范围内的车辆无线电设备。

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 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

等效全向辐射功率 **equivalent isotropic radiated power; EIRP**

输出到天线上的功率在指定方向上相对于全向天线的天线增益的乘积。

3.1.2

占空比 **duty cycle**

在一串脉冲序列中,正脉冲的持续时间与脉冲总周期的比值。

3.1.3

杂散发射 **spurious emission**

设备在杂散域中的无用发射。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EIRP:等效全向辐射功率(Equivalent Isotropic Radiated Power)

RBW:分辨带宽(Resolution Bandwidth)

RMS:均方根(Root Mean Square)

VBW:视频带宽(Video Bandwidth)

4 技术要求

4.1 环境要求

设备制造商应提前声明设备工作的环境条件,设备应工作于其标称的工作环境下。

4.2 射频技术要求

4.2.1 等效全向辐射功率

发射机工作在最大功率等级的情况下,24 GHz~24.25 GHz 的等效全向辐射功率限值为 13 dBm。

4.2.2 频率范围

发射机工作最大功率等级的情况下,频率使用范围限值为 $f_L \geq 24$ GHz, $f_H \leq 26.65$ GHz。

4.2.3 占用带宽

4.2.3.1 概述

工作在 24 GHz~24.25 GHz 的车辆无线电设备的占用带宽为发射信号 99% 能量的信号带宽。

4.2.3.2 限值

工作在 24 GHz~24.25 GHz 的车辆无线电设备的占用带宽对应的上下限不应超过所规定的使用频率范围。

4.2.4 发射机杂散发射

4.2.4.1 概述

发射机杂散发射是指设备在发射状态时,在杂散域中的无用发射。

4.2.4.2 限值

发射机杂散发射限值应符合表 1。

表 1 发射机杂散发射限值

频率范围	发射状态限值	发射机待机或空闲状态	测试带宽
$30 \text{ MHz} \leq f < 48.5 \text{ MHz}$	-36 dBm	-57 dBm	100 kHz
$48.5 \text{ MHz} \leq f \leq 72.5 \text{ MHz}$	-54 dBm		100 kHz
$72.5 \text{ MHz} < f < 76 \text{ MHz}$	-36 dBm		100 kHz
$76 \text{ MHz} \leq f \leq 108 \text{ MHz}$	-54 dBm		100 kHz
$108 \text{ MHz} < f < 167 \text{ MHz}$	-36 dBm		100 kHz
$167 \text{ MHz} \leq f \leq 223 \text{ MHz}$	-54 dBm		100 kHz
$223 \text{ MHz} < f < 470 \text{ MHz}$	-36 dBm		100 kHz
$470 \text{ MHz} \leq f \leq 566 \text{ MHz}$	-54 dBm		100 kHz
$566 \text{ MHz} < f < 606 \text{ MHz}$	-36 dBm		100 kHz
$606 \text{ MHz} \leq f \leq 798 \text{ MHz}$	-54 dBm		100 kHz
$798 \text{ MHz} < f \leq 1 \text{ GHz}$	-36 dBm	-47 dBm	1 MHz
$1 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$	-30 dBm		1 MHz
$f > 40 \text{ GHz}$	-20 dBm		1 MHz

注: f 表示发射机杂散频率。

4.2.5 接收机杂散发射

4.2.5.1 概述

接收机杂散发射是指设备在接收状态时,在杂散域中的无用发射。

4.2.5.2 限值

接收机杂散发射限值应符合表 2。

表 2 接收机杂散发射限值

频率范围	限值	测试带宽
$30\text{ MHz}\leq f\leq 1\text{ GHz}$	-57 dBm	100 kHz
$f>1\text{ GHz}$	-47 dBm	1 MHz
注：f 表示接收机杂散频率。		

5 测试方法

5.1 实验室测试环境条件

实验室测试的环境条件要求如下：

- 温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：20%～75%。

5.2 测试结果及不确定度

完整的测试结果表达应由如下部分组成：

- 测量值以及相应的限值；
- 测量不确定度。

测量不确定度应不大于表 3 中的数值。

表 3 测量不确定度

项目	不确定度
频率	$\pm 1\times 10^{-7}$
功率(100 GHz 以下)	±6 dB
相对湿度	±5%
温度	±1℃

5.3 测试配置

5.3.1 测试夹具

设备生产厂商应提供相应的夹具,使设备可以放置稳定并确保设备天线与测试接收天线在同一水平线上。如图 1 所示。

测试夹具要求如下：

- a) 测试中使用的接头和波导等附件匹配负载应为 50 Ω；

- b) 测试中使用的接头和波导等附件匹配负载驻波比应不大于 1.5；
- c) 接收天线增益应不小于 20 dB。

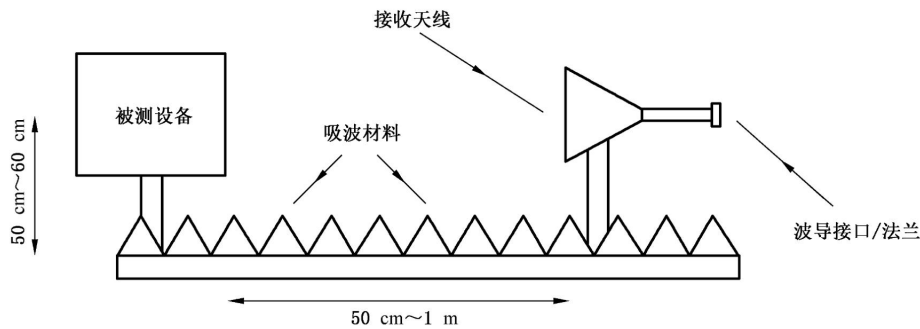


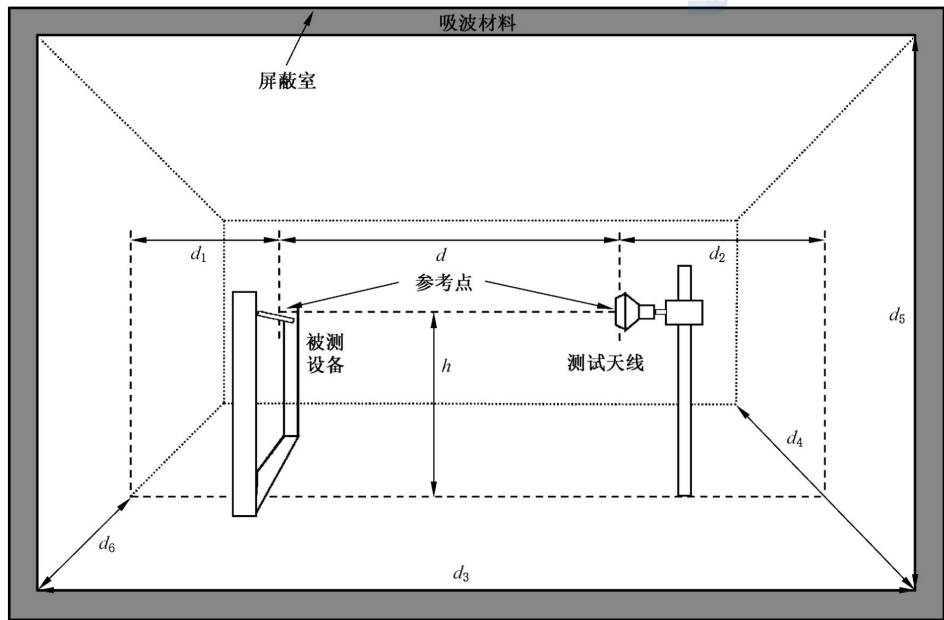
图 1 测试夹具示意图

5.3.2 测试场地

测试场地应是一种室内装有射频吸收材料的全屏蔽室，用来模拟电磁波传播的自由空间环境，它是完成设备辐射发射测试的替换场地。测量天线、被测设备和其替代天线的测试布置同开阔测试场相似，但它们离地板的架设高度是固定的。如图 2 所示。

测试场地要求如下：

- a) 测试中使用的电波暗室屏蔽效能应大于 105 dB；
- b) 测试中使用的电波暗室回波损耗应大于 30 dB；
- c) 测试中使用的场地，测量天线和替代天线等相关设备应定期校准。



说明：

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| d —— 被测设备与测试天线距离； | d_3 —— 暗室长度； |
| d_1 —— 被测设备与暗室内墙距离； | d_4 —— 暗室宽度； |
| d_2 —— 发射天线与暗室内墙距离； | d_5 —— 暗室高度； |
| h —— 被测设备与暗室天线高度； | d_6 —— 被测设备和测试天线的轴心与暗室一侧距离。 |

图 2 测试场地

5.3.3 测试框图

对于本标准规定的设备应采用如下测试框图进行测试。如图 3 所示。
测试附件要求如下：

- a) 测试中使用的混频器(选用)、信号发生器、波导法兰等匹配负载应为 50 Ω；
- b) 测试中使用的混频器(选用)、信号发生器、波导法兰等驻波比应小于 1.5；
- c) 测试中使用的混频器(选用)、信号发生器、波导法兰等应定期校准。

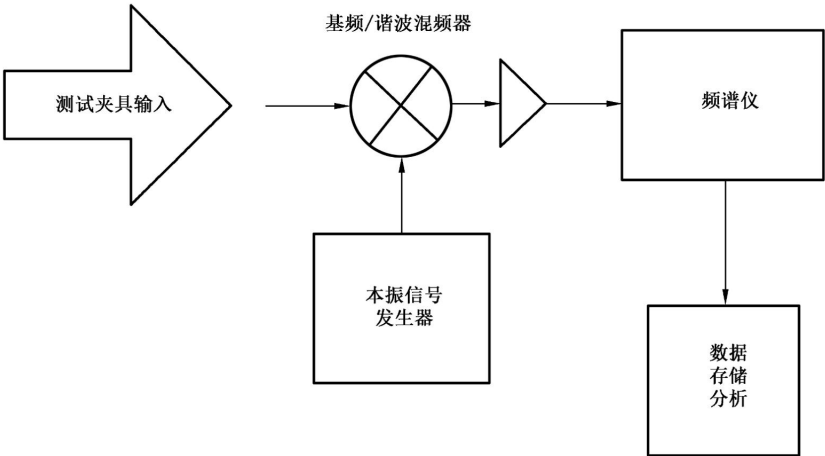


图 3 测试框图

5.4 等效全向辐射功率

5.4.1 测试配置

等效全向辐射功率应采用 5.3.2 中所述的测试场地和 5.3.3 中的方法进行测量。

5.4.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 通过适当的衰减器,将被测设备连接到一个匹配的二极管检波器或同等装置上。二极管检波器的输出端应连接到一个示波器或同等功率测量设备的垂直通道上。二极管检波器和示波器的组合应能够准确地复现发射机输出信号的占空比。
- b) 使用频谱仪测量发射机的输出功率,使用 RMS 检波方式。此时被测设备应使用最高的功率等级发射。观察到的值记作“A”(以 dBm 表示)。
- c) 等效全向辐射功率 P 应根据测得的输出功率 A (以 dBm 表示) 和观察到的占空比 x 来计算,需要根据式(1)计算。

$$P = A + 10 \times \lg(1/x) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- P ——等效全向辐射功率,单位为分贝毫瓦(dBm)；
- A ——测得的输出功率,单位为分贝毫瓦(dBm)；
- x ——发射机输出信号占空比。

5.5 频率范围

5.5.1 测试配置

频率范围应采用 5.3.2 中所述的测试场地和 5.3.3 中的方法进行测量。

5.5.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 发射机应调整为最大发射模式；
- b) 使用频谱仪读取信号包络的上下限处起始频率和截止频率，辐射功率不大于 -80 dBm/Hz (EIRP)。并记录，其数值不得超过 4.2.2 中限值要求。

5.6 占用带宽

5.6.1 测试配置

占用带宽应采用 5.3.2 中所述的测试场地和 5.3.3 中的方法进行测量。

5.6.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 发射机调整为最大发射模式；
- b) 设置频谱分析仪中心频率=被测信道的中心频率，RBW=1 MHz，VBW=1 MHz，扫频宽度为 2 倍标称信道带宽，检波器 RMS，追踪方式最大值保持；
- c) 工作在 24 GHz~24.25 GHz 的车辆无线电设备记录发射信号 99% 能量的信号带宽。

5.7 发射机杂散发射

5.7.1 配置要求

如果发射机采用将功率对称分布的天线阵列，在可行的情况下，应只保留一个发射链路(天线)，而禁用其他发射链路(天线)，如果不可行，应在测试报告中记录所采用的方法。

如果仅仅测试一条发射链路，应对测试结果进行修正，以便适用于整个系统(所有发射链路)。一条发射链路的发射功率(mW)需要乘以发射链路的数量，从而得到系统的总发射功率。

应对被测设备进行配置，以便使其工作在最大的占空比和最大输出功率等级的状态下。

5.7.2 小于 40 GHz 的杂散发射测试方法

5.7.2.1 测试配置

检测小于或等于 40 GHz 杂散发射时采用附录 A 中所述的测试场地和附录 B 中的相关测量程序进行测量。

5.7.2.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 在 30 MHz~1 GHz 范围内测量杂散发射，设置频谱仪 RBW=100 kHz，VBW=100 kHz，检波器 RMS，追踪模式最大值保持。
- b) 在 1 GHz~40 GHz 范围内测量杂散发射，设置频谱仪 RBW=1 MHz，VBW=1 MHz，检波器 RMS，追踪模式最大值保持。
- c) 在扫描中发现的处于限值以下 6 dB 范围的任何发射应记录。如果测量是在规定以外的距离开展，那么应给出等效场强数值的计算结果。

5.7.3 大于 40 GHz 的杂散发射测试方法

5.7.3.1 测试配置

检测大于 40 GHz 杂散发射时应采用 5.3.2 中所述的测试场地和 5.3.3 中的方法进行测量。

5.7.3.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 在设备支持的情况下,测试最高频段的杂散并记录,设置频谱仪 $RBW = 1\text{ MHz}$, $VBW = 1\text{ MHz}$,检波器 RMS,追踪模式最大值保持。
- b) 在扫描中发现的处于限值以下 6 dB 范围的任何发射应记录。对于结果进行分析排除混频器镜像的影响。

5.8 接收机杂散发射

5.8.1 配置要求

如果接收机用天线阵列的形式,在可行的情况下,应只保留一个发射链路(天线),而禁用其他发射链路(天线),如果不可行,应在测试报告中记录所采用的方法。

如果仅仅测试一条接收链路,应对测试结果进行修正,以便适用于整个系统(所有接收链路)。

一条接收链路的杂散发射功率(mW)需要乘以接收链路的数量,从而得到系统的总接收机杂散发射功率。

应对被测设备进行配置,以便使其工作在持续接收或没有发射的状态下。

5.8.2 小于 40 GHz 的杂散发射测试方法

5.8.2.1 测试配置

检测小于或等于 40 GHz 杂散发射时采用附录 A 中所述的测试场地和附录 B 中的相关测量程序进行测量。

5.8.2.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 在 30 MHz~1 GHz 范围内测量杂散发射,设置频谱仪 $RBW = 100\text{ kHz}$, $VBW = 100\text{ kHz}$,检波器 RMS,追踪模式最大值保持。
- b) 在 1 GHz~40 GHz 范围内测量杂散发射,设置频谱仪 $RBW = 1\text{ MHz}$, $VBW = 1\text{ MHz}$,检波器 RMS,追踪模式最大值保持。
- c) 在扫描中发现的处于限值以下 6 dB 范围的任何发射应记录。如果测量是在规定以外的距离开展,那么应给出等效场强数值的计算结果。

5.8.3 大于 40 GHz 的杂散发射测试方法

5.8.3.1 测试配置

检测大于 40 GHz 杂散发射时应采用 5.3.2 中所述的测试场地和 5.3.3 中的方法进行测量。

5.8.3.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 在设备支持的情况下,测试最高频段的杂散并记录,设置频谱仪 $RBW = 1\text{ MHz}$, $VBW = 1\text{ MHz}$,检波器 RMS,追踪模式最大值保持。
- b) 在扫描中发现的处于限值以下 6 dB 范围的任何发射应记录。对于结果进行分析排除混频器镜像的影响。



附录 A
(规范性附录)
辐射测试的测试场地

A.1 开阔测试场或半电波暗室

开阔测试场或半电波暗室应符合 GB/T 9254—2008 的附录 A 对测试场地的要求。

在 1 GHz 以下频段,测量收发天线的测试距离不小于 3 m。在 1 GHz 以上频段,选择合适的测试距离。被测设备大小应小于测试距离的 20%。被测设备架高或替代用天线架高要求为 1.5 m,测量天线架高要求在 1 m~4 m 范围内调整。

为确保因测试场地附近有障碍物而产生的反射波信号对测试结果没有影响,测试场地应满足如下条件:

- a) 测试场地近处不能有直径大于测试最高频率 $\lambda/4$ (λ 为电波波长)的导电物体存在;
- b) 连接电缆尽量沿地板表面铺设,最好铺设在地板下面,低阻抗电缆要采用屏蔽电缆。

典型的测试场地布置如图 A.1 所示。

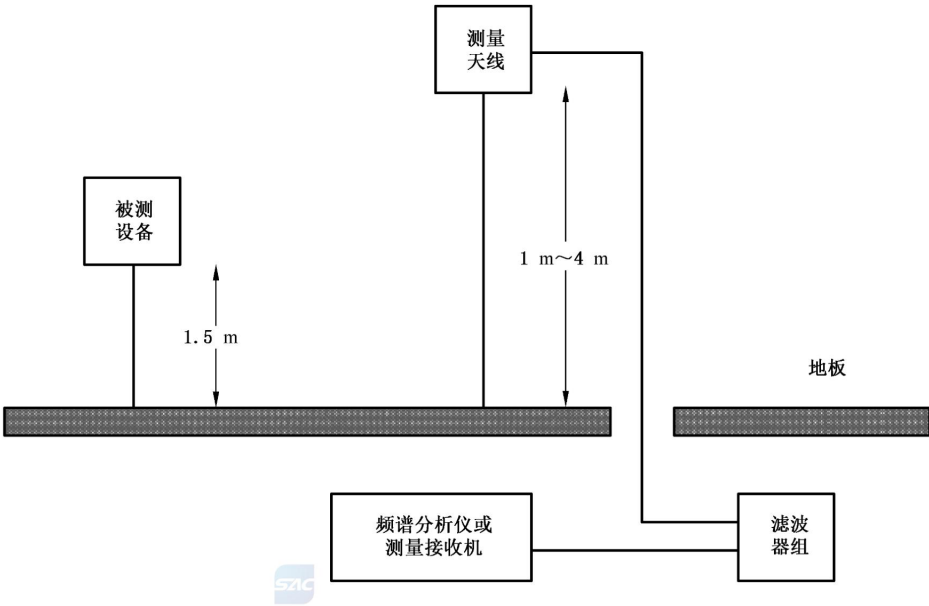


图 A.1 测试场地布置

A.2 全电波暗室

A.2.1 综述

全电波暗室是一种室内装有射频吸收材料的全屏蔽室,用来模拟电磁波传播的自由空间环境,它是完成设备辐射发射测试的替换场地。测量天线、被测设备和其替代用天线的测试布置同开阔测试场相似,但它们离地板的架设高度是固定的。

关于全电波暗室屏蔽效能和墙面反射损耗的指标要求见表 A.1、表 A.2。要求全电波暗室内被测

设备到测量天线的空间传输损耗与在自由空间环境下的传输损耗的偏差在±4 dB 以内。

表 A.1 说明全电波暗室屏蔽效能指标要求

频率范围	屏蔽效能最低限值 dB
$10\text{ kHz} \leq f < 100\text{ kHz}$	60
$100\text{ kHz} \leq f < 30\text{ MHz}$	80
$30\text{ MHz} \leq f < 40\text{ GHz}$	105

表 A.2 全电波暗室墙面反射损耗指标要求

频率范围	反射损耗最低限值 dB
$30\text{ MHz} \leq f < 100\text{ MHz}$	10
$100\text{ MHz} \leq f < 300\text{ MHz}$	22
$300\text{ MHz} \leq f < 40\text{ GHz}$	30

A.2.2 测试天线

测量天线的物理尺寸不应超过测试距离的 20%。测量天线应适合于极化波的接收,应安装在水平臂的末端,应允许天线能按测量电场的水平分量或垂直分量来定位安装。当按垂直极化取向及在最低位置安装时,天线的低端应至少离地 0.3 m。

A.2.3 替代天线

替代用天线的增益精度在±1 dB 以内。



附录 B
(规范性附录)
辐射杂散的通用测试方法

B.1 辐射杂散测试

辐射杂散测试应在全电波暗室内按照图 B.1 的布置进行。测试时,测量天线要正对被测设备的最大辐射电平方位,将测量方位记录在测试报告中,并在该方位上进行测量。

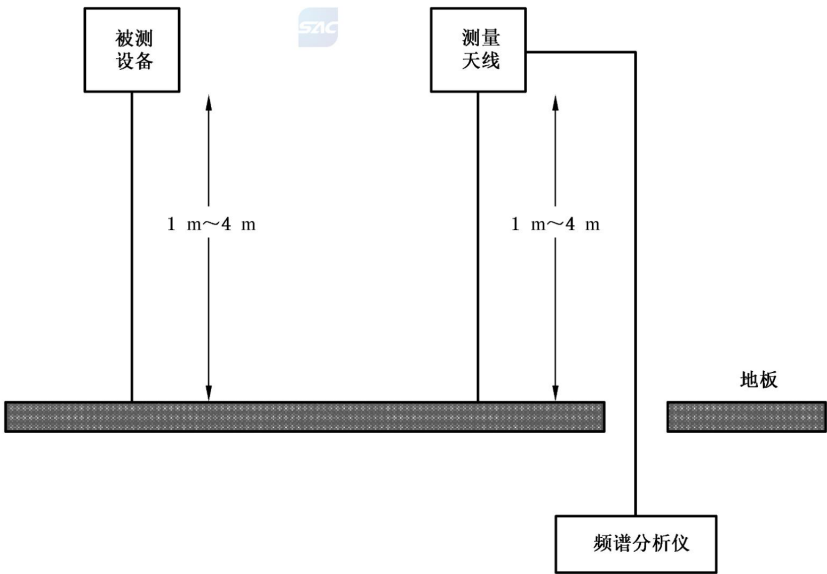


图 B.1 测试布置示意图

辐射杂散测试步骤如下：

- a) 测试场地应满足指定测试频段的测试要求,被测设备放置在标准转台(或支架)上,除非特别要求,测量天线应垂直极化正对被测设备,天线高度与被测设备的高度相同。
- b) 设置频谱分析仪为峰值检波方式。在规定的辐射杂散测试频段内进行扫描,搜索除免测频段以外的由被测设备产生的有效杂散频谱分量。若有必要,对测量天线在较小范围内进行升降,使频谱分析仪获得有效输出频谱分量的最大功率读数。
- c) 旋转被测设备,使频谱分析仪获得最大电平读数。若有必要,再次对测量天线在较小范围内进行升降,使频谱分析仪在上述最大电平读数基础上获得更大电平读数,记录有效频谱分量的频率和最大电平读数在测试报告中。
- d) 将测量天线设置为水平极化位置,重复上述测试过程。

B.2 替代测量

用 B.1 的测试方法获得的测试数据并非最终的测试结果,被测设备产生的杂散信号的实际发射电平需要用替代测试来确定。替代测试的原理是用已知的信号发生器替代被测设备,从而定量给出被测设备产生的各个信号的发射电平,测试连接如图 B.2 所示。将替代用天线替代被测设备放置在原位置

处,并且是垂直极化方式,信号发生器频率调谐至 B.1 测试过程中的各个信号的测试频率。调整信号发生器输出功率大小,使得测量频谱分析仪获得与在 B.1 测试过程中记录的测试电平相同。则对应频率信号的辐射发射功率即为信号发生器输出电平与替代用天线的增益之和减去连接电缆损耗后的计算值,这样就得到了各个频率信号的实际辐射功率。

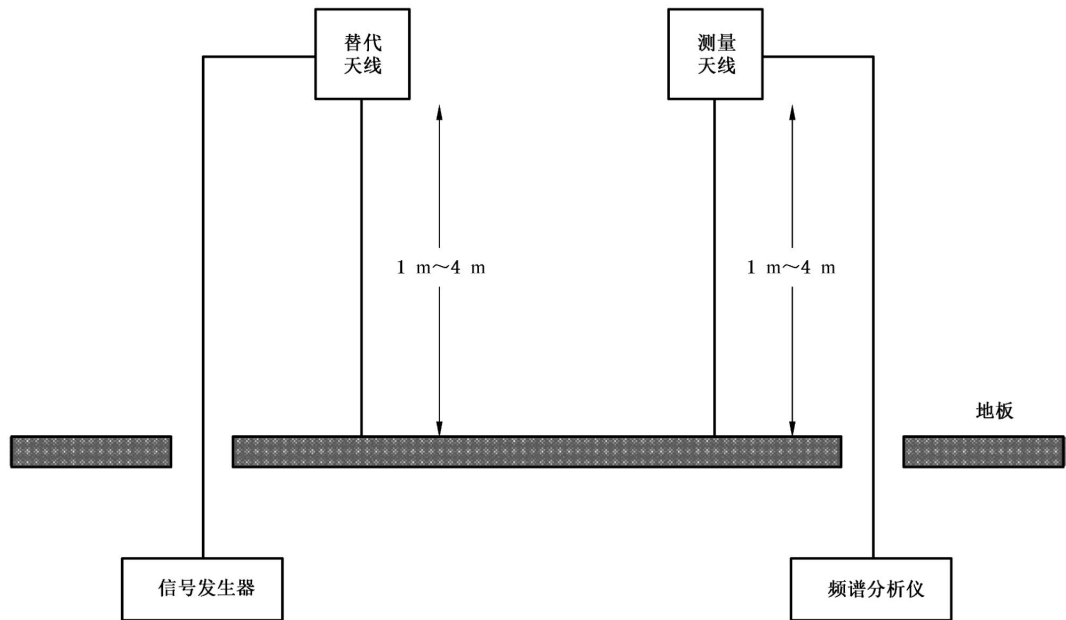


图 B.2 替代测试布置示意图



参 考 文 献

- [1] 关于发布微功率(短距离)无线电设备的技术要求的通知(中华人民共和国工业和信息化部2019年第52号公告)
- [2] 工业和信息化部关于发布24 GHz频段短距离车载雷达设备使用频率的通知(工信部无〔2012〕548号)
- [3] ETSI EN 300 440-1 V1.6.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Radio equipment to be used in the 1 GHz to 40 GHz frequency range; Part 1: Technical requirements and methods of measurement
- [4] ETSI EN 300 440-2 V1.4.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Radio equipment to be used in the 1 GHz to 40 GHz frequency range; Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
- [5] ETSI EN 302 288-1 V1.6.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Road Transport and Traffic Telematics(RTTT); Short range radar equipment operating in the 24 GHz range; Part 1: Technical requirements and methods of measurement
- [6] ETSI EN 302 288-2 V1.6.1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Road Transport and Traffic Telematics(RTTT); Short range radar equipment operating in the 24 GHz range; Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
-