



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2722-2014

60GHz 无线电设备射频 技术要求及测试方法

RF technical requirements and test methods for
60GHz radio equipment

2014-10-14 发布

2014-10-14 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语、定义	1
3.2 缩略语	1
4 技术要求	2
4.1 环境要求	2
4.2 一致性要求	2
5 测试方法	4
5.1 测试所需环境条件	4
5.2 测试结果及不确定度	4
5.3 测试配置	4
附录A（规范性附录） 辐射测试的测试场地	10
附录B（规范性附录） 辐射杂散的通用测试方法	12
参考文献	14

前 言

本标准依据GB/T 1.1 2009给出的规则起草。

本标准由中国通信标准化协会归口。

本标准起草单位：国家无线电监测中心检测中心、中兴通讯股份有限公司、工业和信息化部电信研究院。

本标准主要起草人：刘晓勇、宋起柱、林 磊、王俊峰、许 玲、王洪博、陶洪波、张明远、张骏驰。

60GHz 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60GHz频段的无线电设备的等效全向辐射功率、天线端口输出功率、发射机杂散发射、接收机杂散发射、载波频率容限和带外发射等技术要求和测试方法。

本标准适用于工作在 59GHz~64GHz 频率范围内的无线电设备。

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，仅所注日期的版本适用于本标准。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 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法

ITU-R SM.1539-1(2002) 带外域和杂散域边界 (variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语、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

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

功率谱密度 Spectral Power Density

单位带宽内平均等效全向辐射功率的值。

3.1.3

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。

3.1.4

杂散发射 Spurious Emission

设备在杂散域中的无用发射。

3.1.5

智能天线系统 Smart Antenna Systems

使用多个发射和/或接收天线与信号处理功能相结合的技术来增强其发射和/或接收能力的天线阵列。这种技术包括：空间复用，波束赋形，循环延迟分集等。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power	等效全向辐射功率
RBW	Resolution Bandwidth	分辨带宽
RMS	Root Mean Square	均方根

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。

4.2 一致性要求

4.2.1 峰值等效全向辐射功率

4.2.1.1 概述

输出到天线上的峰值功率在指定方向上相对于全向天线的天线增益的乘积。

4.2.1.2 限值

发射机工作在最大功率等级的情况下，峰值等效全向辐射功率限值为47dBm。

4.2.2 平均等效全向辐射功率

4.2.2.1 概述

输出到天线上的平均功率在指定方向上相对于全向天线的天线增益的乘积。

4.2.2.2 限值

发射机工作在最大功率等级的情况下，平均等效全向辐射功率限值为44dBm。

4.2.3 天线端口输出功率

4.2.3.1 概述

输出到天线端口上的峰值功率。

4.2.3.2 限值

发射机工作在最大功率等级的情况下，天线端口输出功率限值为10dBm。

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。根据ITU-R SM.1539-1的规定，杂散域起止界限定义为当前发射信道的中心频率与特定偏移量的和，特定偏移量与设备占用带宽的关系如表1所示。占用带宽为发射信号的一6dB带宽。

表1 特定偏移量与设备占用带宽的关系

占用带宽	偏移量
占用带宽 \leq 500MHz	$\pm 250\% \times$ 占用带宽
占用带宽 $>$ 500MHz	$\pm (500\text{MHz} + 150\% \times$ 占用带宽)

4.2.4.2 限值

发射机杂散限值见表2。

表2 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a	测试带宽
$30\text{MHz}\leq f<48.5\text{MHz}$	-36dBm	-47dBm	100kHz
$48.5\text{MHz}\leq f\leq 72.5\text{MHz}$	-54dBm		100kHz
$72.5\text{MHz}<f<76\text{MHz}$	-36dBm		100kHz
$76\text{MHz}\leq f\leq 108\text{MHz}$	-54dBm		100kHz
$108\text{MHz}<f<167\text{MHz}$	-36dBm		100kHz
$167\text{MHz}\leq f\leq 223\text{MHz}$	-54dBm		100kHz
$223\text{MHz}<f<470\text{MHz}$	-36dBm		100kHz
$470\text{MHz}\leq f\leq 566\text{MHz}$	-54dBm		100kHz
$566\text{MHz}<f<606\text{MHz}$	-36dBm		100kHz
$606\text{MHz}\leq f\leq 798\text{MHz}$	-54dBm		100kHz
$798\text{MHz}<f\leq 1\text{GHz}$	-36dBm		100kHz
$1\text{GHz}<f\leq 40\text{GHz}$	-30dBm		1MHz
$40\text{GHz}<f\leq 128\text{GHz}$	-20dBm		1MHz
注：f表示发射机杂散频率			
a 发射机待机或空闲状态限值仅在发射机支持此种状态时适用			

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

接收机杂散限值见表3。

表3 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
$1\text{GHz} < f \leq 128\text{GHz}$	-47 dBm	1 MHz
注：f表示发射机杂散频率		

4.2.6 载波频率容限

4.2.6.1 概述

发射所占频带的中心频率偏离声称的中心频率的最大容许偏差，以 10^{-6} 表示。

4.2.6.2 限值

载波频率容限的限值为： 500×10^{-6} 。

4.2.7 带外发射

4.2.7.1 概述

本标准中带外发射特指发射机在频率范围57GHz~59GHz及64GHz~66GHz上的最大功率谱密度。

4.2.7.2 限值

带外发射限值为： -5dBm/MHz 。

4.2.8 一体化天线

设备应具有一体化天线结构，以防止用户在使用过程中自行拆卸一体化天线加装天线连接器更换其他天线。

5 测试方法

5.1 测试所需环境条件

本标准中定义的测试项目应在正常工作环境条件下进行，这些环境条件应在厂家标称的极限操作环境之内。

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 4 中的数值。

表4 测量不确定度

项目	不确定度
频率	$\pm 1 \times 10^{-5}$
功率	$\pm 6\text{dB}$
杂散发射	$\pm 6\text{dB}$
湿度	$\pm 5\%$
温度	$\pm 1^\circ\text{C}$

5.3 测试配置

5.3.1 产品信息

被测设备应在测试开始前提供如下信息：

——被测设备的信道列表及中心频率。如果该设备在实际使用中支持多种信道分配方式，则应分别提供不同的信道列表；

- 被测设备支持的调制方式；
- 被测设备使用的媒体接入协议；
- 在标称的工作频段内，最大的天线增益值。

5.3.2 调制方式、频率和配置

5.3.2.1 调制方式

所用的测试调制应能代表设备的正常使用情况。如果设备正常使用时不能进行持续的发射，则测试时应能确保：

- 每次发射的数据保持一致；
- 固定周期发射；
- 每次发射可以准确地复现；
- 如果设备采用了具备不同特性的多种调制方式，测试应在最高阶和最低阶调制方式下进行。

5.3.2.2 测试频率及配置

所有测试均应在标称的信道列表中的以下信道内实施：

- 最低工作频率的信道；
- 最高工作频率的信道；
- 最接近标称的工作频率范围的中点的信道；
- 在宽带发射时，如果被测设备支持多种带宽，则应针对每种带宽开展测试；

- 如果被测设备支持窄带发射，还应在窄带模式下测试设备的发射功率；
- 应根据信道方案中任何两个中心信道频率之间的最小间距（以 MHz 表示）来计算信道间隔；
- 如果发射功率可调，则应采用可用的最高功率等级开展所有测量；
- 对于智能天线系统，应对被测设备进行配置，以便向测量设备传递最高的输出功率，并且应将该方法记录在测试报告中；
- 如果采用了一体化天线，而缺乏适当的方法用于设备的传导测量，则应在所有此类情况进行辐射测量。

5.3.3 峰值等效全向辐射功率

峰值等效全向辐射功率应采用附录A中所述的测试场地和附录B中的方法进行测量。

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。观察到的发射机占空比，并记录在测试报告中。就本项测试而言，该被测设备的占空比应不小于0.1。

使用频谱仪测量发射机的输出功率，该频谱仪的积分因子应该超过发射机重复周期的5倍或更多，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）。

峰值等效全向辐射功率 P_{peak} 应根据测得的功率输出 A （以dBm表示）和观察到的占空比 x 来计算，需根据公式（1）计算。

$$P_{\text{peak}} = A + 10 \times \lg(1/x) \quad (1)$$

式中：

P_{peak} ——峰值等效全向辐射功率，单位（dBm）；

A ——测得的输出功率，单位（dBm）；

x ——发射机输出信号占空比。

5.3.4 平均等效全向辐射功率

平均等效全向辐射功率应采用附录A中所述的测试场地和附录B中的方法进行测量。

使用频谱仪测量发射机的输出功率，该频谱仪的积分因子应该超过发射机重复周期的5倍或更多，使用RMS检波方式。此时被测设备应该使用最高的功率等级发射，此时频谱仪测到的值即为平均等效全向辐射功率 P_{ave} （以dBm表示）。

5.3.5 天线端口输出功率

天线端口输出功率应采用传导方式进行测量，被测设备的天线端口或天线转接器匹配阻抗为50Ω。

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。

观察到的发射机占空比，并记录在测试报告中。就本项测试而言，该被测设备的占空比应不小于0.1。

使用频谱仪测量发射机的输出功率，该频谱仪的积分因子应该超过发射机重复周期的5倍或更多，使用RMS检波方式。此时被测设备应该使用最高的功率等级发射。观察到的值应记作“A”（以dBm表示）。

天线端口输出功率 P_{ant} 可以根据公式（2）计算，

$$P_{\text{ant}} = A + 10 \times \lg(1/x) \quad (2)$$

式中:

P_{ant} ——天线端口输出功率

A ——测得的输出功率, 单位 (dBm)

x ——发射机输出信号占空比

如果设备一体化设计无法提供天线接口, 可用公式 (3) 计算得出天线端口输出功率,

$$P_{\text{ant}} = P_{\text{peak}} - G \quad (3)$$

式中:

P_{ant} ——天线端口输出功率, 单位 (dBm);

P_{peak} ——峰值等效全向辐射功率, 单位 (dBm);

G ——设备可以工作的频段上的最大天线增益 (以dBi表示)。

5.3.6 发射机杂散发射

5.3.6.1 配置要求

发射机无用发射应采用附录A中所述的测试场地和附录 B 中的方法进行测量。

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), 而禁用其它发射链路 (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。

5.3.6.2 预扫描

采用以下的测试程序来确定被测设备可能的杂散发射。频谱仪的噪声电平应低于表 2 中给出的限值 6dB。

在 30MHz~1GHz 范围内测量杂散发射, 使用如下设置:

——分辨带宽: 100kHz;

——视频带宽: 100kHz;

——检波器: RMS;

——追踪模式: 最大值保持;

——扫描时间: 对于非连续性发射, 扫描时间应足够长, 以确保对于 100kHz 的分辨率带宽来说, 测量时间长于两次发射时间。

在 1GHz~128GHz 范围内测量杂散发射, 使用如下设置:

——分辨带宽: 1MHz;

——视频带宽: 1MHz;

——检波器: RMS;

——追踪模式: 最大值保持;

——扫描时间: 对于非连续性发射, 扫描时间应足够长, 以确保对于 1MHz 的分辨率带宽来说, 测量时间长于两次发射时间。

如果测试设备无法达到128GHz, 则应记录测量的最大频率。

在如上所述扫描中发现的处于适用限值以下6dB范围的任何发射应采用第5.3.6.3条中的程序单独测量并与表2中给出的限值比较。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。

5.3.6.3 确定杂散发射

本节是对5.3.6.2预扫描过程中在杂散域发现的杂散发射进行精确的测量。

应采用以下步骤来准确地测量在5.3.6.2中预扫描测量过程中发现的单个杂散发射。

对于连续发射信号,允许采用频谱分析仪的 Video Average 检波器进行测量。否则,只应对发射的“高电平”部分进行测量。

采用以下的频谱分析仪设置在时域中测量发射水平:

- 中心频率:在预扫描过程中确定的频率;
- 分辨带宽:如果中心频率小于1GHz,为100kHz,反之则为1MHz;
- 视频带宽:如果中心频率小于1GHz,为100kHz,反之则为1MHz;
- 频带宽度:0Hz;
- 扫描时间:适于捕捉一次突发发射;
- 触发:视频触发;
- 检波器:Average;
- 追踪方式:清除写入。

相应微调中心频率来捕获待测突发发射中的最高幅度。

更改频谱分析仪上的检波方式为Video average,最少100次扫描。

测得值是突发发射平均杂散发射功率,应记录该数值并与表2中的限值进行比较。

5.3.7 接收机杂散发射

5.3.7.1 配置要求

接收机无用发射应采用附录A中所述的测试场地和附录B中的方法进行测量。

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),而禁用其它发射链路(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。

5.3.7.2 预扫描

采用以下的测试程序来确定被测设备可能的杂散发射。频谱仪的噪声电平应比表3中给出的限值低6dB。

在30MHz~1GHz范围内测量杂散发射,使用如下设置:

- 分辨带宽:100kHz;
- 视频带宽:1MHz;
- 检波器模式RMS;
- 追踪方式:最大值保持。

在1GHz~128GHz范围内测量杂散发射,使用如下设置:

- 分辨带宽: 1MHz;
- 视频带宽: 1MHz;
- 检波器模式 RMS;
- 追踪方式: 最大值保持。

如果测试设备无法达到128GHz, 则应记录测量的最大频率。

在扫描中发现的处于适用限值以下6dB范围的任何发射应采用第5.3.7.3条中的程序单独测量并与表3中给出的限值比较。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。

5.3.7.3 确定杂散发射

本节是对5.3.7.2预扫描过程中在杂散域发现的杂散发射进行精确的测量。

应采用以下的频谱分析仪设置:

- 中心频率: 在预扫描过程中确定的频率;
- 分辨带宽: 如果中心频率小于 1GHz, 为 100kHz, 反之则为 1MHz;
- 视频带宽: 如果中心频率小于 1GHz, 为 100kHz, 反之则为 1MHz;
- 检波器模式: RMS;
- 追踪方式: 最大值保持。

测得值是突发接收平均杂散发射功率, 应记录该数值并与表3中的限值进行比较。

5.3.8 载波频率容限

载波频率容限应采用附录A中所述的测试场地。

发射机应调整为单载波发射模式。

使用频谱仪读取信号包络的最大值 f , 按照式(4)计算载波频率容限。

$$\Delta f = (f - f_0) / f_0 \quad (4)$$

式中:

- Δf ——载波频率容限;
- f ——信号包络的最大值 f ;
- f_0 ——为标称中心频率。

5.3.9 带外发射

带外发射应采用附录A中所述的测试场地和附录B中的方法进行测量。

发射机应在所标称的最大功率等级发射。

频谱仪设置如下:

- 中心频率: 58GHz;
- 扫频宽度: 2GHz;
- 分辨带宽: 1MHz;
- 视频带宽: 1MHz;
- 检波器模式: RMS;
- 追踪方式: 最大值保持。

记录带外发射的最大值, 其数值不得超过 4.2.7 中限值要求。

改变频谱仪设置如下:

- 中心频率：65GHz；
- 扫频宽度：2GHz；
- 分辨带宽：1MHz；
- 视频带宽：1MHz；
- 检波器模式：RMS；
- 追踪方式：最大值保持。

记录带外发射的最大值，其数值不得超过 4.2.7 中限值要求。

5.3.10 占用带宽

占用带宽应采用附录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。

发射机应在所标称的最大功率等级发射。

频谱分析仪应采用以下设置：

- 中心频率：被测信道的中心频率；
- 分辨带宽：1MHz；
- 视频带宽：1MHz；
- 扫频宽度：2 倍标称信道带宽；
- 检波器：RMS；
- 追踪模式：最大值保持。

找到峰值功率下降6dB的频率，占用带宽计算公式见公式（5）。

$$B_{-6} = f_H - f_L \quad (5)$$

式中：

B_{-6} ——占用带宽；

f_H ——下降6dB的频率最高边界；

f_L ——下降6dB的频率最低边界。

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

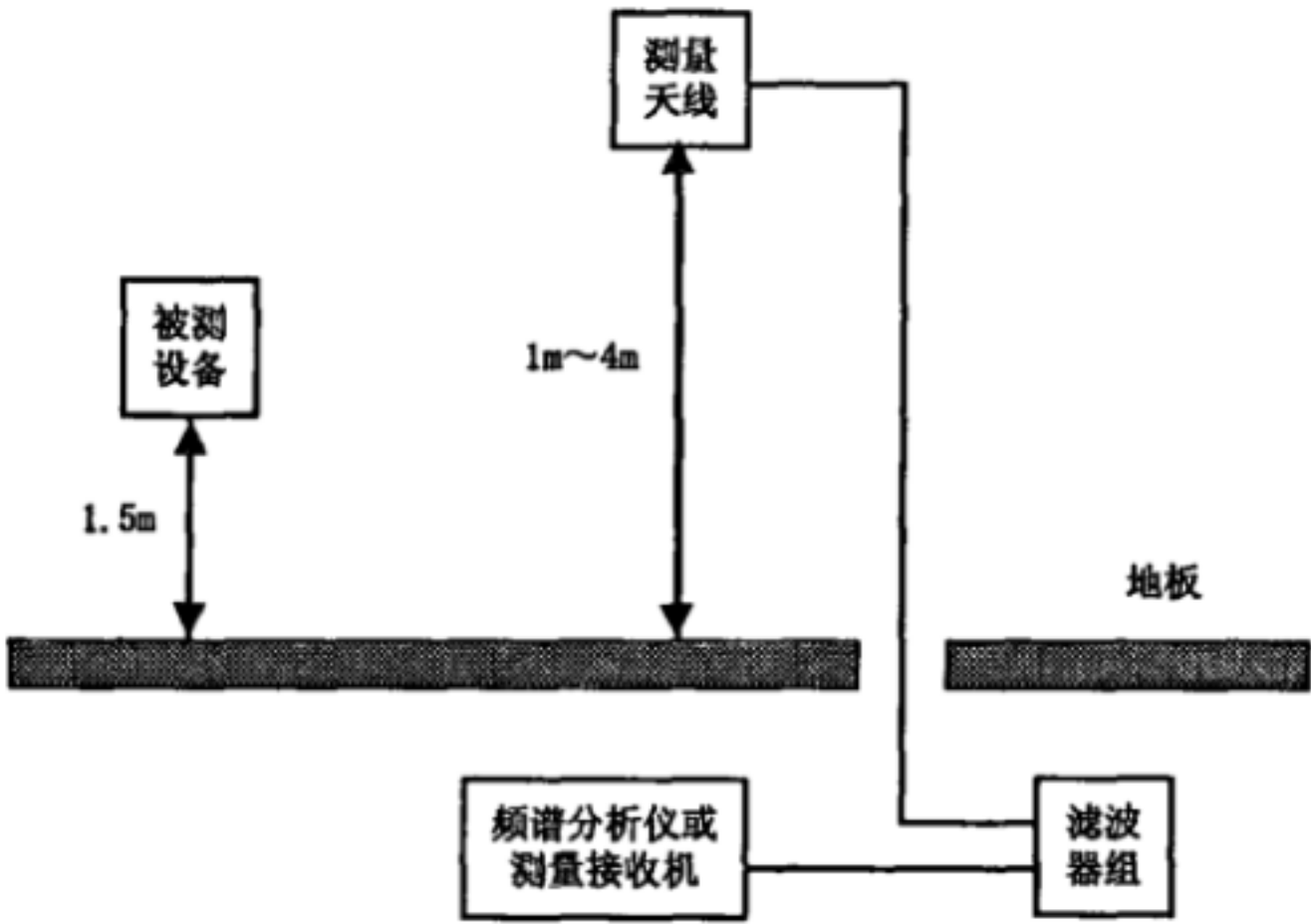
开阔测试场或半电波暗室应符合 GB 9254-2008 附录 A 中对测试场地的要求。

在 1GHz 以下频段，测量收发天线的测试距离不小于 3m。在 1GHz 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 1.5m，测量天线架高要求在 1~4m 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 $\pm 4\text{dB}$ 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)
10kHz~100kHz	60
100kHz~30MHz	80
30MHz~10GHz	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)
30MHz~100MHz	10
100MHz~300MHz	22
300MHz~10GHz	30

A.2.2 测试天线

测量天线的物理尺寸不能超过测试距离的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0.3m。

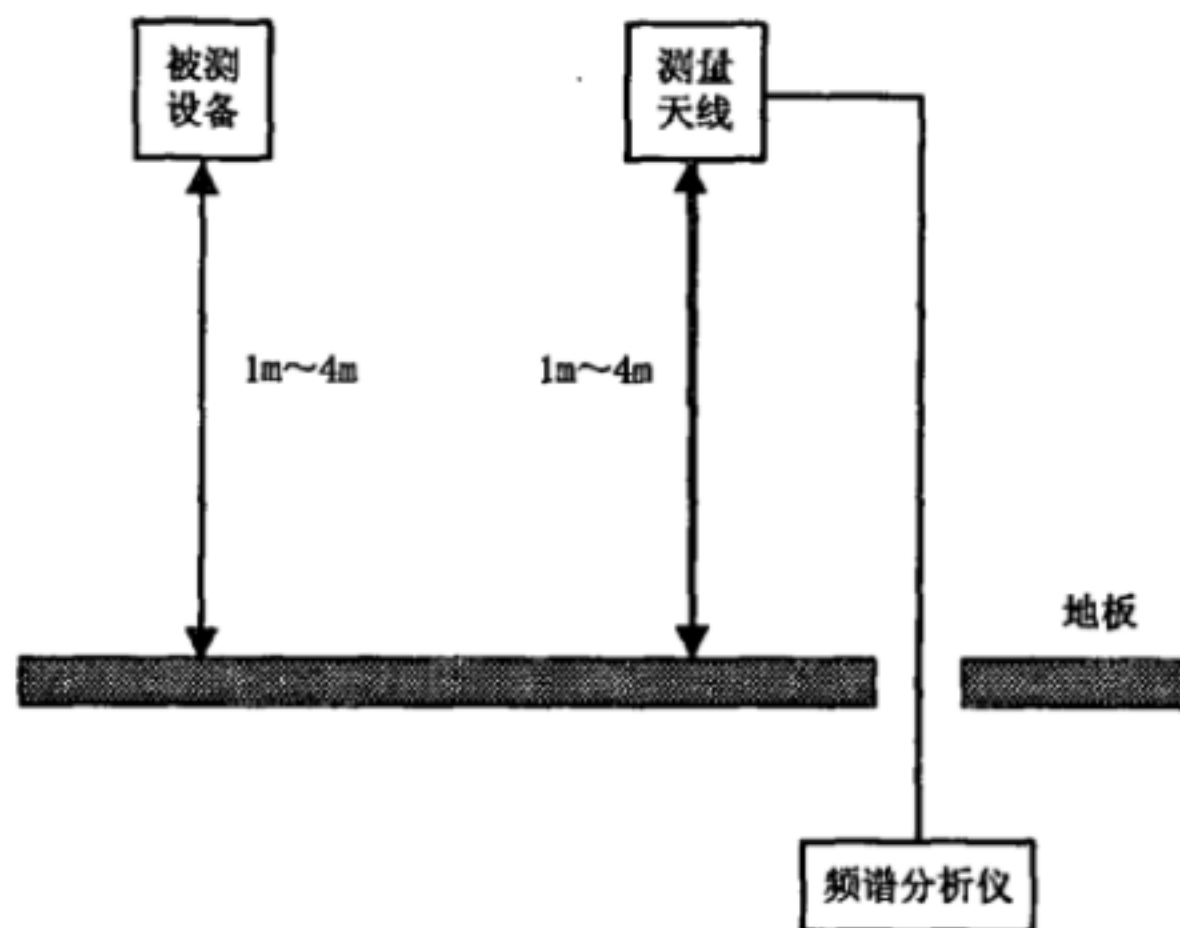
A.2.3 替代天线

替代用天线的增益精度在 $\pm 1\text{dB}$ 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。



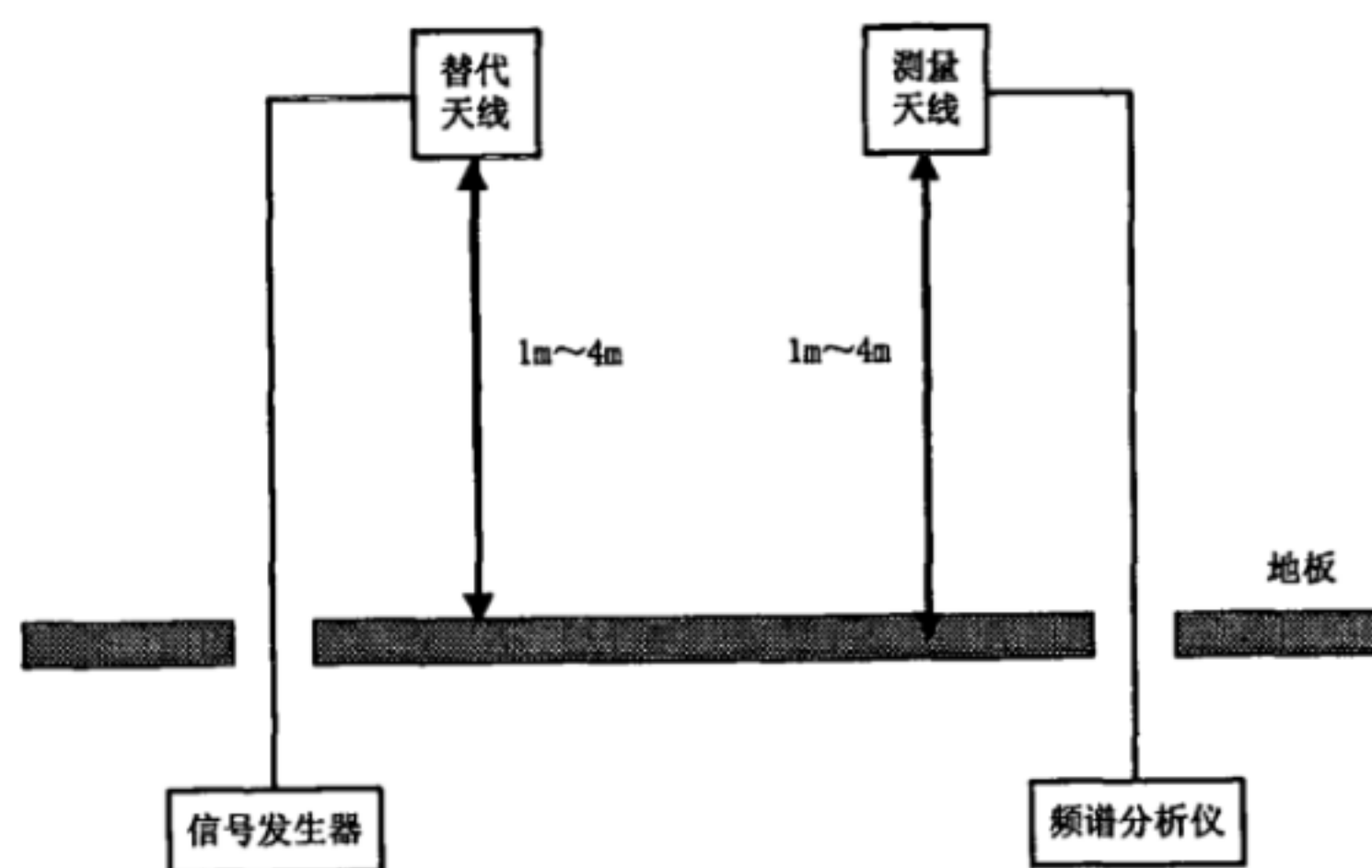
图B.1 测试布置示意图

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,测量天线要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

用上述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。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]信无函[2006]82号 关于60GHz频段微功率(短距离)无线电技术应用有关问题的通知
 - [2]信部无[2005]423号 微功率(短距离)无线电设备的技术要求
 - [3]ETSI EN 302 567 V1.2.1 (2012-01) Broadband Radio Access Networks (BRAN); 60GHz Multiple-Gigabit WAS/RLAN Systems; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
-

中华人民共和国
通信行业标准
60GHz 无线电设备射频技术要求及测试方法
YD/T 2722-2014

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦
邮政编码：100164
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2014 年 11 月第 1 版
印张：1.25 2014 年 11 月北京第 1 次印刷
字数：32 千字

15115 • 528

定价：15 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492