

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1484-2006

移动台空间射频辐射功率 和接收机性能测量方法

Measurement Method for Radiated RF Power and
Receiver Performance of Mobile Stations

2006-06-08 发布

2006-10-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义和缩略语	1
3.1 定义	1
3.2 缩略语	2
4 试验条件	2
4.1 坐标系统	2
4.2 测量通用条件	3
4.3 移动台测量	7
5 射频辐射功率测量方法	7
5.1 功率测量设备	7
5.2 功率测量通用条件	8
5.3 CDMA射频辐射功率测量	8
5.4 GSM射频辐射功率测量	9
6 接收机性能测试	10
6.1 CDMA接收机性能测试	10
6.2 GSM接收机性能测试	11
附录A (规范性附录) TRP与TIS计算方法	13
附录B (规范性附录) 人头模型和组织液配方	14
附录C (规范性附录) 纹波测试	15
附录D (规范性附录) 测试系统不确定度分析	19

前 言

本标准在制定过程中参考了以下标准：

YDC 023-2003 800 MHz CDMA 1X 数字移动通信网设备测试方法：移动台 第一部分：基本无线指标、功能和性能；

YD/T 1214-2002 900/1800MHz TDMA数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务设备技术要求：移动台。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D均为规范性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：信息产业部电信研究院

本标准主要起草人：肖 雳 王洪博 郭 琳 宋崇汶 刘彦阳

移动台空间射频辐射功率和接收机性能测量方法

1 范围

本标准规定了移动台的空间射频辐射功率和接收机性能测量方法，包括频率范围和限值。

本标准适用于便携和车载使用的移动台，也适用于那些由交流电源供电且在固定位置使用的移动台。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分。然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

TIA-98-E	cdma2000移动台建议最低性能建议标准
TIA/EIA-690	800MHz蜂窝移动台最低标准
ETSI TR 102 273	辐射测试方法的改进及相应不确定度分析
ETSI TR 100 028	移动台无线设备测试不确定度分析
IEEE 1528	确定人体内无线通信设备产生的峰值空间平均比吸收率(SAR)的推荐准则： 实验方法
TS 51.010	移动台一致性规范，3GPP
TS 05.05	GSM/EDGE无限接入网络技术规范：无线发射和接收，3GPP

3 定义和缩略语

下列定义和缩略语适用于本标准。

3.1 定义

3.1.1

总辐射功率 Total Radiated Power

移动台在空间三维球面上的射频辐射功率积分值，反应了移动台在所有方向上的发射特性。

3.1.2

总全向灵敏度 (Total Isotropic Sensitivity)

移动台在空间三维球面上的接收灵敏度积分值，反应了移动台在所有方向上的接收特性。

3.1.3

最小前向链路功率 Minimum Forward-link Power

由基站发出的使移动台的误码率（或误帧率）达到某一水平时的最小功率。

3.1.4

接近水平面辐射功率 Near Horizon Parital Radiated Power

移动台在接近水平面上一定夹角范围内的辐射功率积分值，反应了移动台在此夹角范围内的发射特性。

3.1.5

接近水平面全向灵敏度 Near Horizon Parital Isotropic Sensitivity

移动台在接近水平面上一定夹角范围内的接收灵敏度积分值，反应了移动台在此夹角范围内的接收特性。

3.2 缩略语

BER	Bit Error Rate	误码率
ERP	Ear Reference Point	耳参考点
EUT	Equipment Under Test	受试设备
FER	Frame Error Rate	误帧率
MS	Mobile Station	移动台
RF	Radio Frequency	射频

4 试验条件

为衡量移动台三维空间射频辐射功率和接收机性能，本标准规定测量移动台的球形有效全向辐射功率，简称总辐射功率（Total Radiated Power, TRP）和球形有效接收机灵敏度，简称总全向灵敏度（Total Isotropic Sensitivity, TIS）。由于移动台在自由空间状态下的测量结果和在人头模型左、右耳两种状态下的测量结果可能互不相同，所以本标准要求分别进行以上三种状态下的测试，对于具有可伸缩天线的EUT，还需要在天线拔出和缩回两种状态下分别进行测试。

4.1 坐标系

图1所示为典型球形坐标系，Phi (ϕ) 轴即为Z轴，Theta角定义为测量点与 + Z轴之间的夹角，Phi角定义为测量点在XY平面上的投影与+X轴之间的夹角。

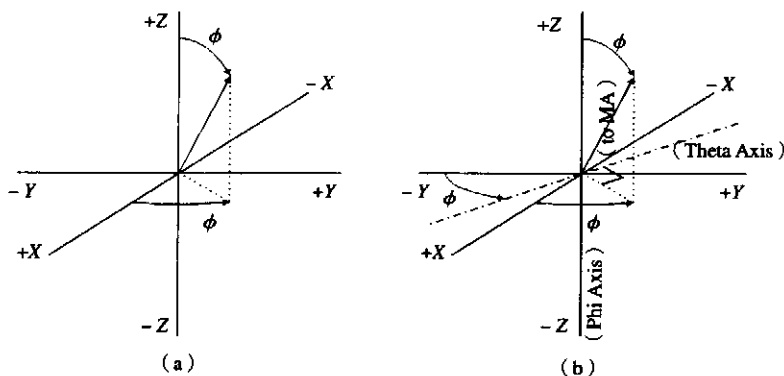


图 1 球形坐标系

定义了球形坐标系以后，定义每个测量点的两个正交极化方向：Phi极化方向定义为Phi轴旋转时的运动方向，Theta极化方向定义为Theta轴旋转时的运动方向，如图2所示。

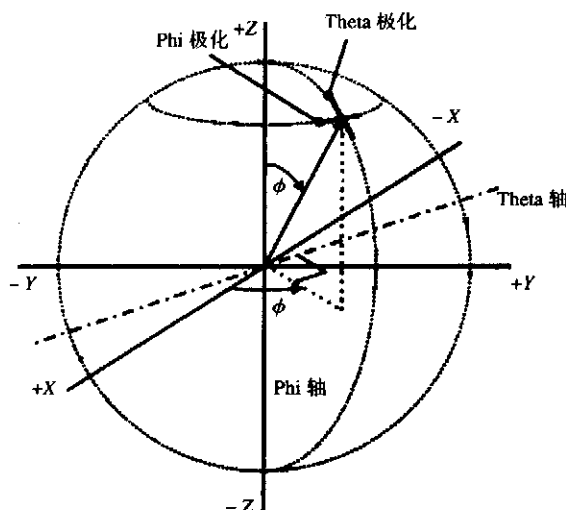


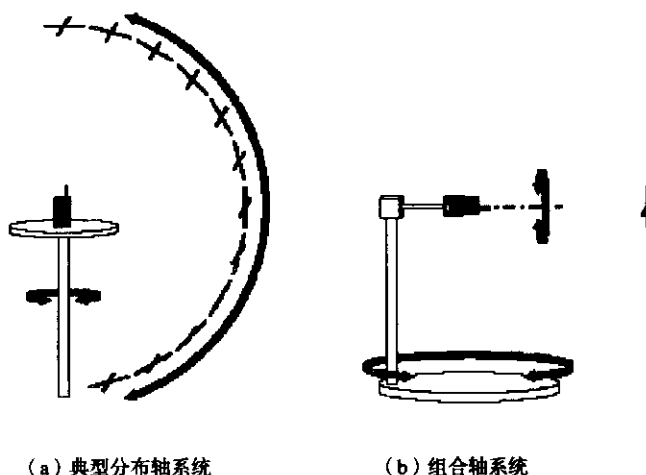
图2 测量天线极化示意图

本标准假定EUT支撑物沿 $-Z$ 轴方向，因此会导致 $\text{Theta} = 180^\circ$ 时的数据点无法测量，所以对于球形测量覆盖区域（基于 15° 步长）不包括 $|\theta| > 165^\circ$ 的区域。

4.2 测量通用条件

测试在全电波天线暗室中进行，EUT旋转中心与测量天线相位中心之间的距离必须大于最小测试距离 R （参见附录C），整个测量系统不确定度需小于 2dB 。EUT支撑夹具结构必须能够满足对移动台进行自由空间、人头模型左右耳共3种测试条件的要求，并且使用射频透明材料。

为便于测试，基于球形测试方法，定义两种定位系统：分布轴系统和组合轴系统，如图3所示。分布轴系统是指两个旋转轴相互独立，参见图3（a），此时测量天线围绕 Theta 轴转动，EUT围绕 Phi 轴转动。组合轴系统的两个旋转轴相互结合在一起，参见图3（b），此时是在 Theta 轴定位器基础上加装 Phi 轴定位器，EUT同时绕两个轴旋转。



(a) 典型分布轴系统

(b) 组合轴系统

图3 基于球形测试方法

基于以上定位系统定义两种测量扫描方法：

(1) 圆锥切法即分布轴系统：移动台旋转轴为 ϕ 轴，在每个旋转位置，测量天线在移动台上方和下方多个位置测量。圆锥切法测试配置参见4.2.2小节。对于单天线测量系统，圆锥切法要求测量天线能够在EUT的 θ 平面内旋转，对于多天线测量系统，则通过选择不同位置的测量天线来代替测量天线的旋转。

$\theta = 0^\circ$ 和 $\theta = 180^\circ$ 时不用测试。测试过程中，EUT固定在转台上方，测量天线定位在一个起始 θ 角，EUT绕 ϕ 轴旋转 360° ，测量天线移到下一个 θ 角，重复上述步骤进行测试。在进行射频辐射功率和接收机性能测试时，为了减小EUT复定位引起的测量不确定度， E_{θ} 和 E_{ϕ} 要求同时测试。

(2) 大圆切法即组合轴系统：此时测量天线固定不动，移动台在两个正交轴上按照一定顺序旋转。大圆切法切割方法及测量数据点参见图4（基于 30° 步长），测量在图示的水平圆和垂直圆的交叉点上进行。 $\theta = 0^\circ$ 和 $\theta = 180^\circ$ 时不用测试。

由图4中可以看出：

- (1) 人头模型的方位，此时人头模型水平放置，绕Theta轴旋转；
- (2) 人头模型中心点为坐标原点，测试过程中，两个旋转轴必需通过人头模型中心。

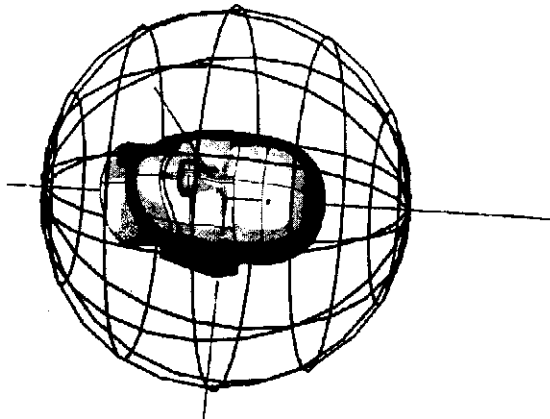


图4 大圆切示意图和测量点

测试过程中要尽量避免测试耳在最顶部情形，在此情况下，若人头含有气泡，可能会得到错误的结果。为了减小测量不确定度，人头模型中应填满组织液以排除气泡，本标准规定每周至少应检查一次组织液的状态，在人头模型水平放置时，所有气泡汇聚以后直径应小于2cm。大圆切法测试配置参见4.2.1和4.2.2小节。

其他具有类似极化特性、并且能够在规定位置获得数据点的定位系统也可以用来进行测试。

根据EUT类型，分别在以下两种情况下进行测试：

(1) 自由空间：当EUT为非便携式设备时只需要进行自由空间下的测试。此时EUT置于转台上方，三维旋转轴的中心为移动台听筒位置，听筒位置定义参见IEEE-1528。图5和图6所示分别为直板式与折叠式移动台在自由空间测试条件下的坐标系统。其中，移动台纵向长轴为Z轴，右手法则定义X和Y轴。

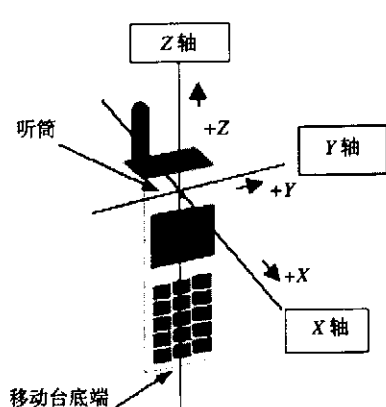


图5 直板式移动台自由空间坐标系

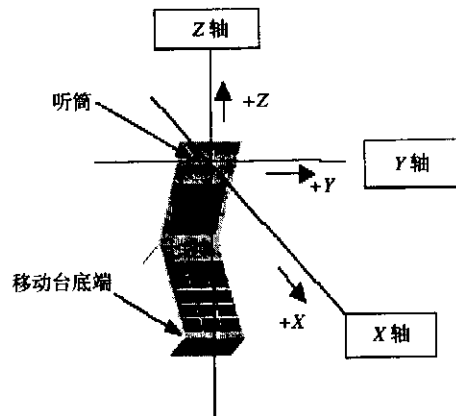


图6 折叠式移动台自由空间坐标系

(2) 人头模型：当EUT为便携式设备时除需要进行自由空间下的测试外还需要进行人头模型下的测试。此时，人头模型置于转台上方，EUT紧贴人头模型。由于EUT在人头模型的左右耳两种情况下测量的数据可能不同，所以本标准要求在两种情况下分别测试。

图7所示为移动台置于人头模型上时的坐标系，此时+Z轴指向人头模型顶部，右手法则定义+X和+Y轴，+Y轴由左耳穿出，如图7中实线所示。

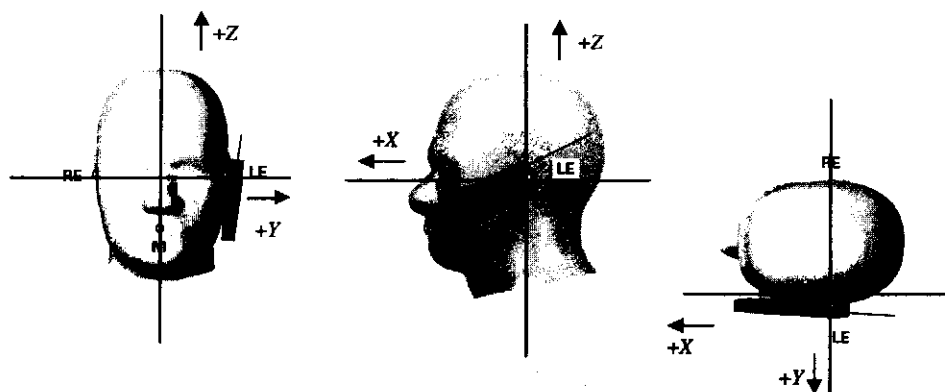


图7 人头模型坐标系

4.1.1 测试系统配置—自由空间

由于圆锥切和大圆切两种测试系统配置定义的暗室轴不同，所以它们在自由空间和人头模型的测试配置上稍有差异。图8所示是自由空间大圆切法典型测试配置，为了完成整个球面扫描，移动台不仅要绕Theta轴旋转，还需要绕Phi轴旋转。

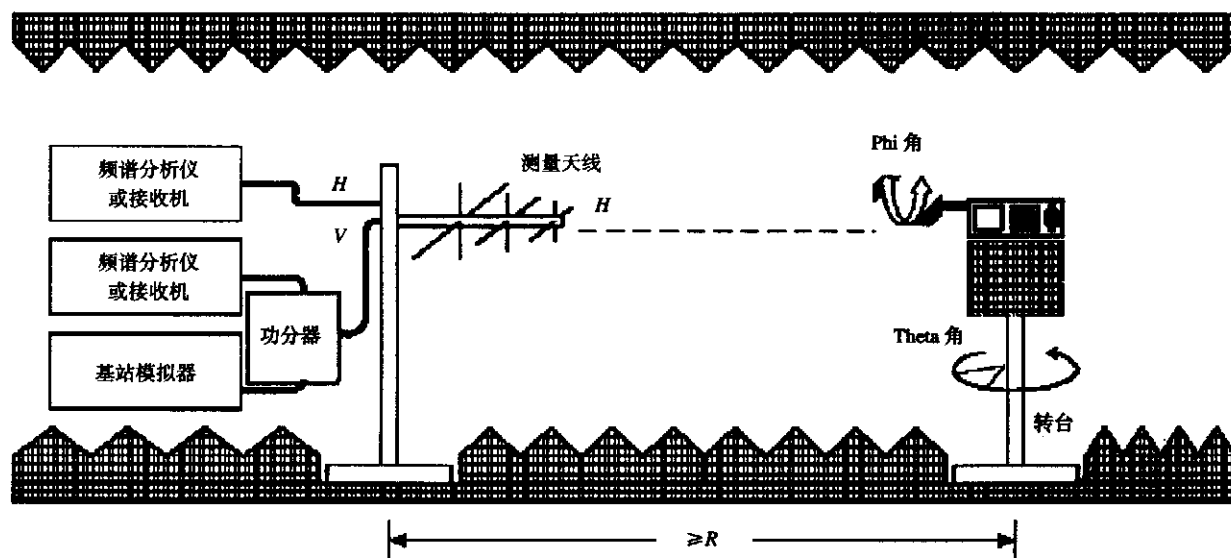


图8 自由空间下大圆切法典型试验配置

图9所示为自由空间圆锥切法典型测试配置，Theta轴和Phi轴通过暗室中相互独立的定位器分别进行旋转。

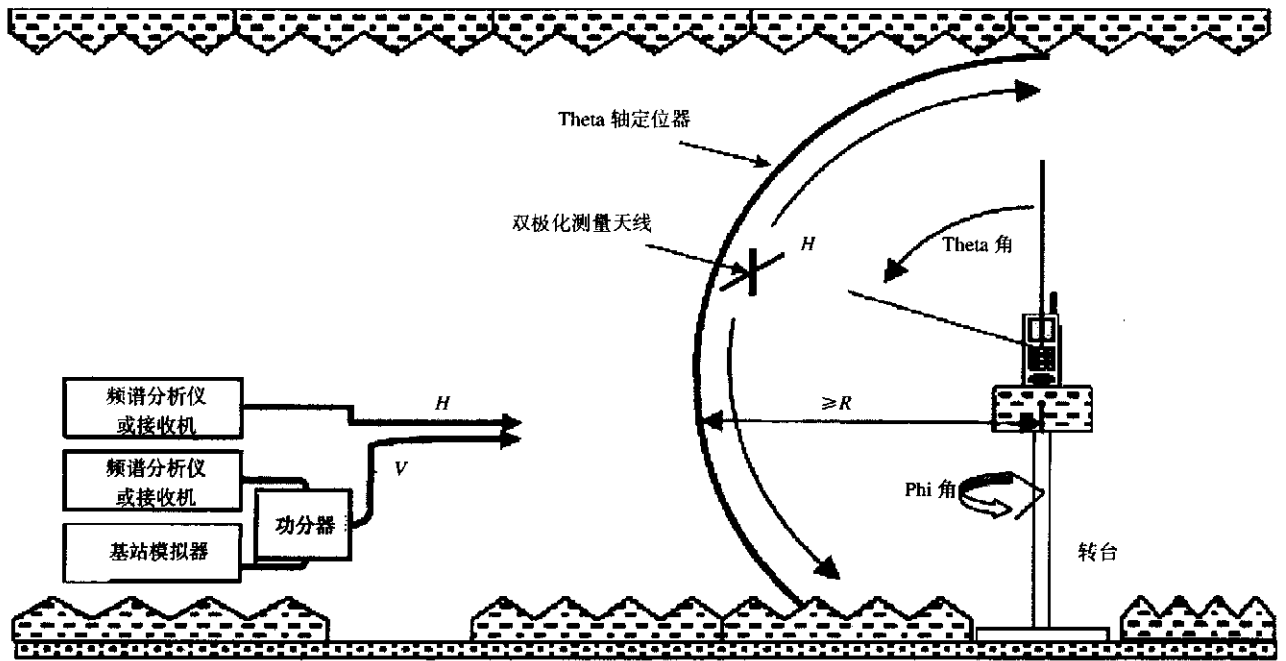


图9 自由空间下圆锥切法典型试验配置

4.2.2 测试系统配置—人头模型

人头模型测试配置实质上与自由空间配置相同，只是此时旋转轴中心为人头模型中心，而不是移动台本身。图10和图11所示分别为人头模型下的大圆切法配置和圆锥切法配置。

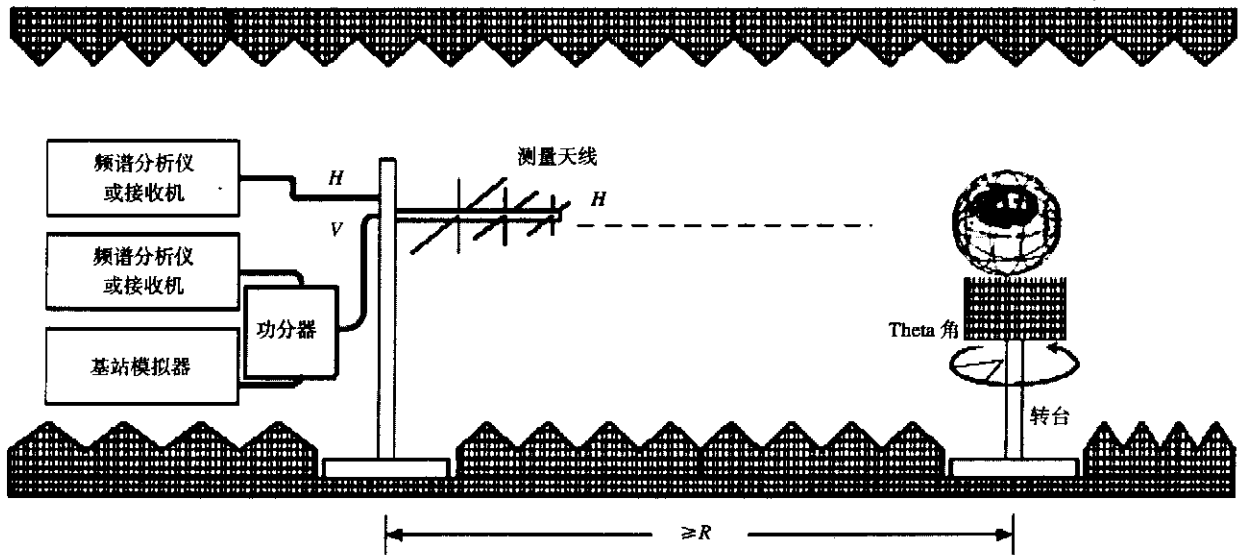


图10 人头模型下大圆切法典型试验配置

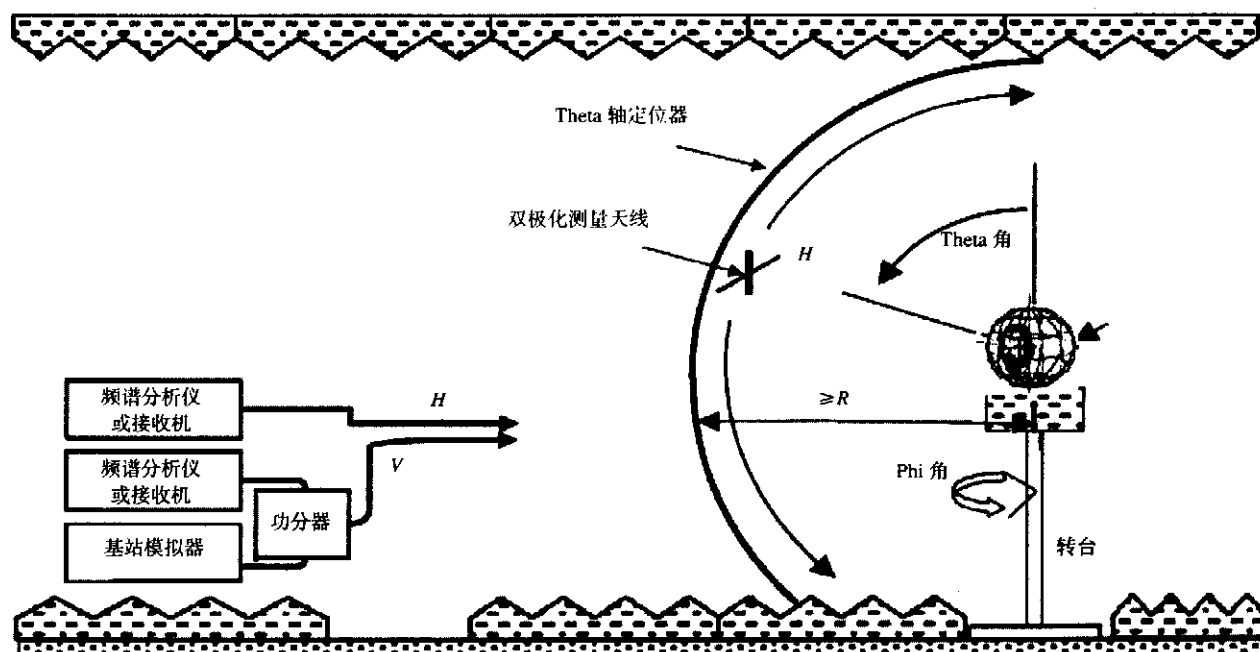


图 11 人头模型下圆锥切法典型试验配置

对于圆锥切法系统，人头模型将竖立，在水平面上旋转，测试的数据点与大圆切法完全相同。

4.3 移动台测量

4.3.1 发射机射频辐射功率测量

通过在移动台球形周围不同位置测量移动台EIRP来衡量EUT的射频辐射性能。本标准通过分析球面上每个测量点的测量数据来评估有效辐射功率，得到EUT的三维辐射特性。在球坐标的Theta轴和Phi轴分别间隔 15° 取1个测量点，即能够充分描述EUT的远场辐射模式和总辐射功率。由于在 $\theta = 0^\circ$ 和 $\theta = 180^\circ$ 时不用测试，所以每个极化需测量264个点，将所有测量结果按照方程A-1积分成总辐射功率（TRP）。

4.3.2 接收机性能测量

通过测量EUT在一定误码率（BER）或误帧率（FER）条件下的最小前向链路功率来衡量EUT的接收机性能。本标准规定在EUT接收灵敏度最差的配置下进行试验，通过分析球面上每个测量点的测量数据来评估有效接收机灵敏度，得到EUT的三维接收机特性。在球坐标的 θ 轴和 ϕ 轴分别间隔 30° 取1个测量点，即能够充分描述EUT的总接收灵敏度。由于在 $\theta = 0^\circ$ 和 $\theta = 180^\circ$ 时不用测试，所以每个极化需测量60个点，将所有测量结果按照方程A-4积分成总全向灵敏度（TIS）。

由于某些数字技术的EUT需要特殊的控制方法才能对BER进行测量，在这种情况下，该设备就可能需要外部电缆和手动命令来进入设置状态，但这些只能用于对EUT进行设置，在测试过程中，必须拆除所有电缆连接，EUT运行在独立电池供电模式。

5 射频辐射功率测量方法

5.1 功率测量设备

推荐的功率测量设备为频谱分析仪，因为它可以直接控制相关参数来满足不同通信信号功率测量要求。由于功率计探头的宽带响应，很难将反向链路功率与前向功率进行隔离，因此不推荐使用功率计作为本标准的功率测量设备，除非功率探头有合适的响应时间和隔离度。

5.2 功率测量通用条件

对所有的功率测量，本节列出通用要求。假定使用频谱仪作为功率测量设备，除非特殊注明，频谱仪使用峰值检波方式。

频谱仪接收的峰值信号强度至少要高于本底噪声40dB。调整频谱仪的参考电平和衰减值，使接收的峰值信号比频谱分析仪显示方格最大值至少低5dB。为了满足不同调制信号的特性要求，频谱仪应支持扫描时间和测试数据点的调整功能。频谱仪用来进行数据分析的软、硬件必须支持相应的数字信号分析功能来得到所需的结果。

除非特殊指出，EUT的工作模式应为通话并且以最大功率发射。

对支持多种制式的EUT，每一种制式都应进行测试。

5.3 CDMA 射频辐射功率测量

5.3.1 测试步骤

按照TIA/EIA-98-D的4.4.5小节设置CDMA参数，在移动台与基站模拟器之间建立连接，调整移动台射频输出功率至最大。在EUT所支持频段内选择高、中、低三个不同的信道进行测试，见表1。

表 1 CDMA 射频辐射功率测试频率

频段	信道号	Designation	频率 (MHz)
Cellular A	1013	上行	824.70
Cellular A	1013	下行	869.70
Cellular B	384	上行	836.52
Cellular B	384	下行	881.52
Cellular C	777	上行	848.31
Cellular C	777	下行	893.31

将CDMA功率控制信号设为“Always Up”可以使移动台在数毫秒之后发射最大功率。

将频谱分析仪的最小驻留时间设为100ms，触发方式设为“free-run”，零扫描带宽，分辨率带宽为3MHz，视频带宽为10MHz。接收信号必须稳定，所有数据点应在其中值±0.5dB范围内，频谱分析仪采用RMS检波。典型测量结果如图12所示。

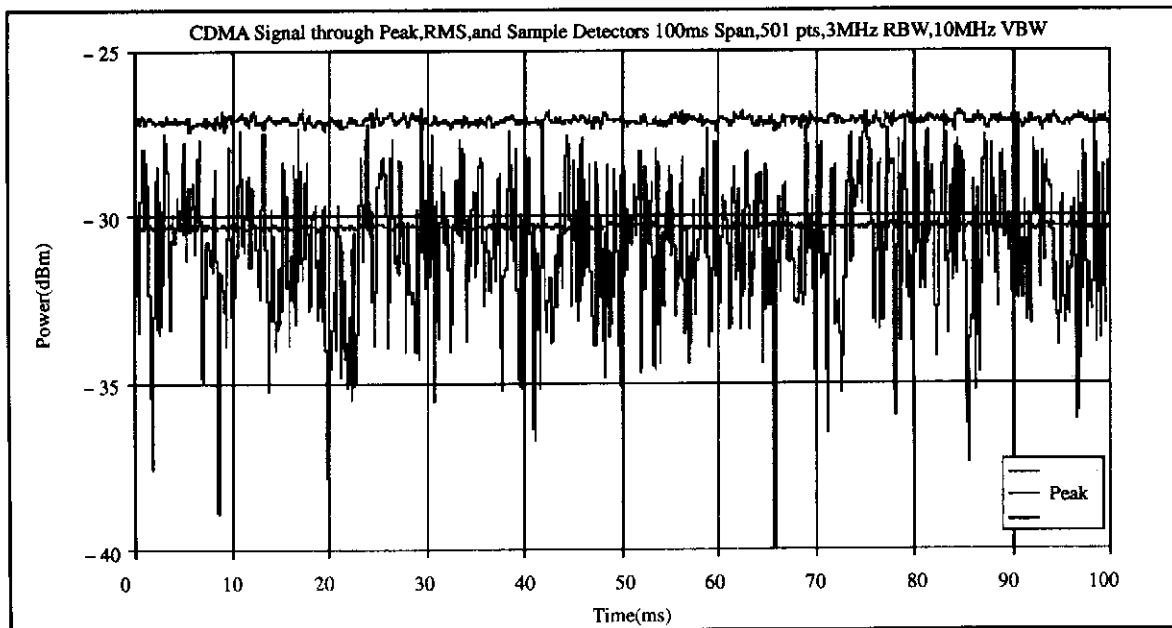


图 12 CDMA 射频辐射功率图

5.3.2 限值 - CDMA 辐射功率

完整的射频辐射功率测量应该包括在自由空间和人头模型两种配置下（如果适用）和天线拔出和缩回两种模式下（如果适用）进行所有测试信道的测试。CDMA最小辐射功率应符合表2的规定。

表 2 CDMA 最小辐射功率要求

功率控制	CDMA	
	自由空间 TRP	人头模型TRP
Always up	≥20dBm	待定

5.4 GSM 射频辐射功率测量

5.4.1 测试步骤

按照表3设置GSM基站模拟器参数。

表 3 GSM 基站模拟器参数

参数	值
类型	GSM
频段	900MHz/1800MHz
功率等级	5/0

在基站模拟器与移动台之间建立连接，调整移动台射频输出功率至最大。测试应在EUT所支持频段内选择高、中、低三个不同的信道进行，见表4。

表 4 GSM 射频辐射功率测试频率

频段	信道号	Designation	频率 (MHz)
GSM 900 A	975	下行	925.2
GSM 900 A	975	上行	880.2
GSM 900 B	38	下行	942.6
GSM 900 B	38	上行	897.6
GSM 900 C	124	下行	959.8
GSM 900 C	124	上行	914.8
GSM 1800 A	512	下行	1 805.2
GSM 1800 A	512	上行	1 710.2
GSM 1800 B	661	下行	1 835
GSM 1800 B	661	上行	1 740
GSM 1800 C	885	下行	1 879.8
GSM 1800 C	885	上行	1 784.8

为刻画天线性能，定义宽度在 $0.577\text{ms} \pm 10\%$ 范围内的GSM脉冲为有效脉冲，应在单个有效GSM脉冲中心85%宽度上作线性功率平均，在多个脉冲上进行平均可以降低随机不确定度。频谱仪应该设置为零扫描带宽，触发方式为“Video”，分辨率带宽和视频带宽均为300 kHz，扫描时间应使得在脉冲中心85%宽度范围至少有400个采样，典型设置为0.6ms。触发电平尽可能设置接近本底噪声，为防止产生杂散触发，应高于本底噪声10dB。图13所示为一可接受分辨率下的GSM功率包络。

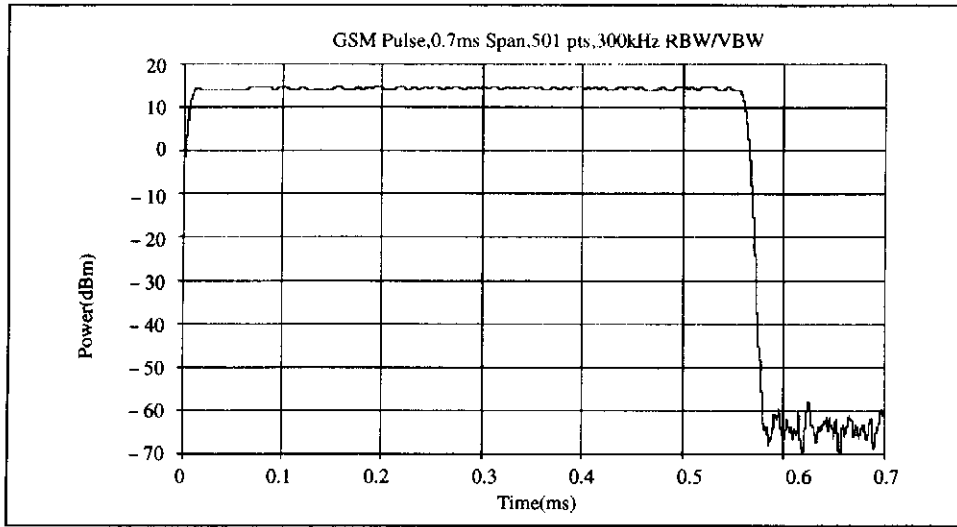


图 13 可接受分辨率下的 GSM 功率包络

5.4.2 限值——GSM 辐射功率

完整的射频辐射功率测量应该包括在自由空间和人头模型两种配置下（如果适用）和天线拔出和缩回两种模式下（如果适用），进行所有测试信道的测试。GSM最小辐射功率应符合表5的规定。

表 5 GSM 最小辐射功率要求

功率等级	GSM 900 TRP		GSM 1800 TRP	
	自由空间	人头模型	自由空间	人头模型
5	≥26dBm	待定	NA	NA
0	NA	NA	≥25dBm	待定

6 接收机性能测试

总全向灵敏度（TIS）应在第五节中描述的EUT所支持频段的高、中、低3个信道上进行完整测试。其余的中间信道还需进行相对接收灵敏度的测试。由于某些EUT支持大量的中间信道，此时只要实际测量的两个连续信道之间间隔不大于500kHz，则可以将它们之间的中间信道忽略不测。

非便携式EUT需要进行自由空间下的测试，便携式EUT还需要进行人头模型下的测试。EUT在规定的测试信道和配置下，与基站模拟器建立连接，基站模拟器记录EUT向它报告的误码率或误帧率。调节基站模拟器的射频输出电平，使得EUT的误码率或误帧率在每一个球形测量点上达到期望值。测量的比特数或帧数必须足够多以使得误码率的置信水平大于95%。由于接收机灵敏度测量没有发射机射频辐射功率测量精确，本标准允许进行TIS测试时，Theta轴和Phi轴以30°步长进行旋转。

6.1 CDMA 接收机性能测试

6.1.1 测试步骤

用基站模拟器测量移动台接收灵敏度，记录当EUT的误帧率达到2%并且置信水平大于95%时的最小前向链路功率。

按照5.3节参数进行设置，以下参数除外：

- 前向链路功率：-75dBm。
- 功率控制：环回模式。

其他参数设置见TIA/EIA-98-D的3.5.1小节和6.5.2小节。

如果某个测试点无法建立通话，可以增大前向链路功率来建立或保持通话。在规定的测试信道上建立连接，移动台以最大功率发射，启动误帧率（FER）测量，测量帧数应使误帧率的置信水平大于95%，但最大为2 000帧。当前向链路功率接近CDMA灵敏度电平时，功率下降步长应不大于0.5dB。对每个测试点作灵敏度测量时，基站模拟器的功率控制应设置为“Always Up”。降低基站模拟器输出功率，直到FER上升到2%。所有测试点的灵敏度测试值应按照公式A-4，积分成总全向灵敏度（TIS）。

在EUT所支持频段的高/中/低3个信道作完整TIS测试。对于中间信道，在满足最大间隔条件下，测量相对接收灵敏度。参考图14所示。

相对接收灵敏度测量步骤为：

（1）找到最佳接收灵敏度的测量点，调整EUT、定位器以及测量天线的位置和极化，使之与该测量点相同，在最接近该测量点并满足两相邻连续信道间隔不大于500kHz的信道上进行测量。

（2）将基站模拟器输出功率提高到最佳接收灵敏度 + 5dB。

（3）测量中间信道的FER，FER不应超过2%。

（4）报告中间信道的测量结果。

6.1.2 限值—CDMA 接收灵敏度

完整的接收机灵敏度测量应该包括在自由空间和人头模型两种配置下（如果适用）和天线拔出和缩回两种模式下（如果适用），进行所有信道的测试。另外，还应进行中间信道的相对灵敏度测试。CDMA接收机接收灵敏度应符合表6的规定。

表 6 CDMA 接收灵敏度要求

	CDMA	
	自由空间	人头模型
功率控制		
Always up	-98dBm	待定

6.2 GSM 接收机性能测试

6.2.1 测试步骤

用基站模拟器测量移动台接收灵敏度，接收机灵敏度测量步骤与第5章射频辐射功率测量方法相同。用基站模拟器将EUT设置为环回模式。EUT与基站模拟器在规定的测试信道上建立连接，EUT以最大功率发射，启动误码率（BER）测量，测量的比特数应使误码率的置信水平大于95%，但最大为10 000bit。当前向链路功率接近EUT灵敏度电平时，功率下降步长应不大于0.5dB。降低基站模拟器输出功率，直到BER上升到2.44%（±0.1%），所有测试点的灵敏度测试值应按照公式A-4，积分成总全向灵敏度（TIS）。

在EUT所支持频段的高/中/低3个信道作完整TIS测试。对于中间信道，在满足最大间隔条件下进行相对灵敏度测量。

相对灵敏度测量步骤为：

（1）找到最佳接收灵敏度的测量点，调整EUT和定位器的位置和极化，使之与该测量点相同，在最接近该测量点并满足两相邻连续信道间隔不大于500kHz的信道上测量。

（2）将基站模拟器输出功率提高到最小接收灵敏度 + 5dB。

（3）测量BER，BER不应超过2.44%。

（4）报告中间信道的测量结果。

6.2.2 限值—GSM 灵敏度判据

完整的接收机灵敏度测量应该包括在自由空间和人头模型两种配置下（如果适用）和天线拔出和缩

回两种模式下（如果适用），进行所有测试信道的测试。另外，还应进行中间信道的相对灵敏度测试。
GSM接收机的接收灵敏度应符合表7的规定。

表 7 GSM 接收灵敏度要求

功率等级	GSM 900		GSM 1800	
	自由空间	人头模型	自由空间	人头模型
5	$\leq -102\text{dBm}$	待定	NA	NA
0	NA	NA	$\leq -100\text{dBm}$	待定

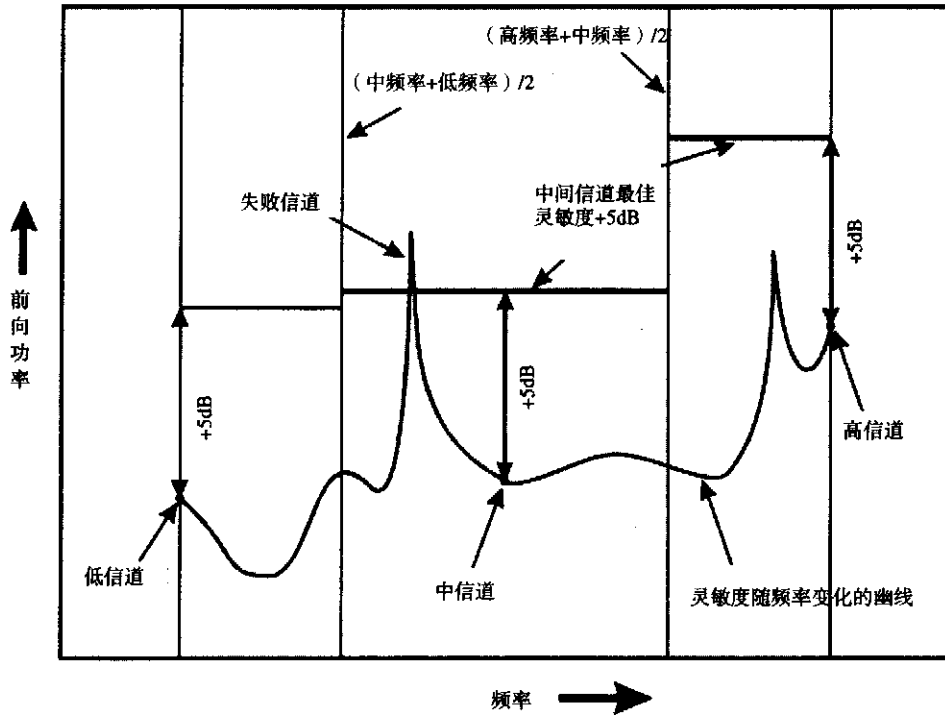


图 14 CDMA 中间信道灵敏度测试示意图

附录 A

(规范性附录)

TRP 与 TIS 计算方法

本附录定义总辐射功率 (TRP) 和总全向灵敏度 (TIS) 的计算方法。假设 N 和 M 分别是 Theta 轴和 Phi 轴的采样点数。对于 TRP 测试和 TIS 测试, N 和 M 的数量不同, TRP 测试时, $N = 12$, $M = 24$ 。TIS 测试时, $N = 6$, $M = 12$ 。下式中, EIRP 和 EIS 分别表示单方向、单极化下的峰值有效全向功率和有效全向灵敏度, 其下标表明测试时的极化情况。

A.1 总辐射功率 (TRP)

$$TRP \equiv \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} [Eirp_{\theta}(\theta_i, \phi_j) + Eirp_{\phi}(\theta_i, \phi_j)] \sin(\theta_i) \dots\dots\dots (A-1)$$

A.2 接近水平部分辐射功率 (NHPRP)

假定完整的球面用 $N=12$ 个 θ 和 M 个 ϕ 间隔表示, NHPRP 可以用下面的式子表示。其中, 接近水平 $\pm 45^\circ$ 辐射功率为:

$$HRP_{\pm 45} \equiv \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=3}^9 \sum_{j=0}^{M-1} [Eirp_{\theta}(\theta_i, \phi_j) + Eirp_{\phi}(\theta_i, \phi_j)] \sin(\theta_i) \dots\dots\dots (A-2)$$

接近水平 $\pm 30^\circ$ 辐射功率为:

$$HRP_{\pm 30} \equiv \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=4}^8 \sum_{j=0}^{M-1} [Eirp_{\theta}(\theta_i, \phi_j) + Eirp_{\phi}(\theta_i, \phi_j)] \sin(\theta_i) \dots\dots\dots (A-3)$$

A.3 总全向灵敏度 (TIS)

总全向灵敏度 TIS 为:

$$TIS \equiv \frac{2NM}{\pi \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \left[\frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_i, \phi_j)} + \frac{1}{EIS_{\phi}(\theta_i, \phi_j)} \right]} \sin(\theta_i) \dots\dots\dots (A-4)$$

A.4 接近水平部分全向灵敏度 (NHPIS)

接近水平 $\pm 30^\circ$ 灵敏度:

$$TIS \equiv \frac{2NM}{\pi \sum_{i=2}^4 \sum_{j=0}^{M-1} \left[\frac{1}{EIS_{\theta}(\theta_i, \phi_j)} + \frac{1}{EIS_{\phi}(\theta_i, \phi_j)} \right]} \sin(\theta_i) \dots\dots\dots (A-5)$$

附录 B
(规范性附录)
人头模型和组织液配方

B.1 人头模型

本附录所用的人头模型参见 IEEE 1528。测试时，移动台放置在人头模型的侧面通话位置。此位置与 IEEE 1528 里定义的“脸颊”或“紧贴”位置一致。

B.2 组织液配方

本附录要求的组织液是基于糖和水的混合物，配方详见表B.1，表中的数据按照重量百分比给出。

表 B.1 组织液成分和重量百分比

成 分	重量百分比 (%)
水	45.3
糖	54.3
羟乙基纤维素	0.3
防腐剂	0.1

组织液的射频电介质特性要满足表B.2的要求，最大允许误差为±10%，应定期检查组织液的电介质特性，保证满足本附录要求。

表 B.2 组织液电介质特性

频 段	组织液电介质特性	
	ϵ_r	σ (S/m)
900 MHz	48	0.70
1800 MHz	41	1.7

附录 C
(规范性附录)
纹波测试

本附录规定了进行场地静区性能验证的方法。该方法用来衡量暗室的反射引起的性能变化,描述包括定位器和支撑结构在内的整个测试系统的特性。

本测试程序运用高对称性偶极子和环天线在静区中不同位置和方位进行测量。测量得到的天线模式与理想模式之间的偏差(纹波)通过分析以后计入整个测量系统总的不确定度,要求总扩展不确定度小于2dB。

C.1 最小测量距离

本节给出了远场测试所需的最小测量距离 R 的要求,参见表C.1。测量距离是指EUT旋转中心与测量天线相位中心之间的距离。

表 C.1 最小测量距离 R

频 率	最小测量距离 R (m)
CDMA (824 - 894 MHz)	1.09
GSM900 (880 - 960 MHz)	1.02
GSM1800 (1710 - 1880 MHz)	1.13

C.2 测试设备

(1) 暗室和球形定位系统。暗室必须满足 EUT 和测量天线之间的最小测量距离 R 的要求,测试场地无电磁干扰。

(2) 包含表 C.1 中频段的同轴偶极子探测天线,在平面模式上的对称性小于 ± 0.1 dB。

(3) 包含表 C.1 中频段的标准环探测天线,在平面模式上的对称性小于 ± 0.1 dB。

(4) 用于探测天线定位的低介电常数支撑系统。

(5) 测量天线。

(6) 网络分析仪或信号源/接收机。

C.3 测试频率

静纹波测试频率为:

(1) 920 MHz \pm 1 MHz;

(2) 1 790 MHz \pm 1 MHz。

C.4 测试程序

测试程序分为两部分:Phi 轴纹波测试和 Theta 轴纹波测试。测试过程中,正常测试所需要的 EUT 支撑系统均需按测试时布置。

C.4.1 Phi 轴纹波测试

Phi 轴纹波测试的静区为一个直径 300mm,长 300mm 的圆柱体,探测天线平行于 Phi 轴,共测

量 6 个位置，其中 3 个沿 Phi 轴：中间点位于静区的中心，另外 2 个在沿 Phi 轴并与中心点正、负偏置 150mm 的位置，其余 3 个位于平行并垂直偏离 Phi 轴 150 毫米的高中低 3 个位置，如图 C.1 所示。在每个位置，Phi 轴旋转 360°，测量天线在 $\theta = 90^\circ$ 的位置测量。每个位置用它的半径和轴向偏差 (R, Z) 表示，分别运用 +, - 来表示半径或轴与中心之间的正、负偏差。

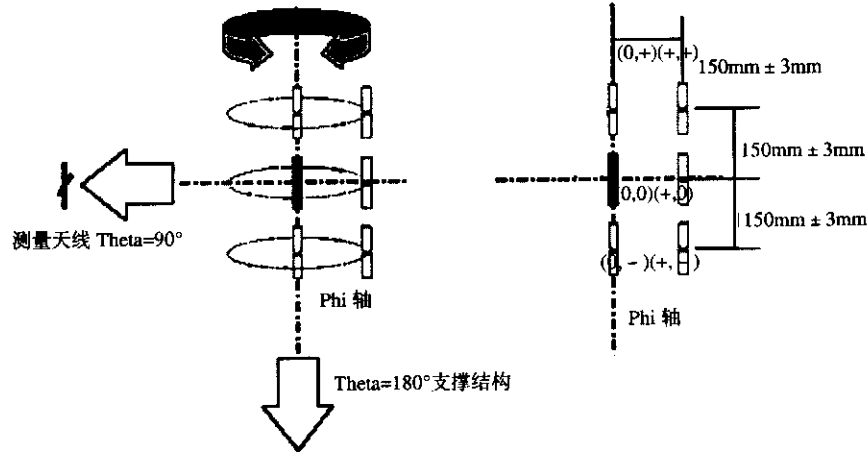


图 C.1 Phi 轴纹波测试示意图

对任一极化和频率，重复以下步骤：

(1) 测量天线固定在 $\theta = 90^\circ$ 位置并与静区中心在同一水平高度上。测量天线与探测天线之间的距离与实际测量时相同，并大于表 C.1 中的要求。测量天线与探测天线为相同极化。

(2) 将探测天线用低介电常数的绝缘支撑物固定在 Phi 轴定位器上。Theta 极化测试用偶极子探测天线，Phi 极化测试用环探测天线进行。

(3) 用同轴电缆连接信号源与探测天线，根据测试频率设置信号源的输出频率，根据接收机的测量范围设置信号源的输出幅度。将测量天线与接收机相连，在纹波测试过程中，接收机接收到的信号强度应至少大于本底噪声 40dB。所有的电缆必须合理布置和连接，以对测量结果的影响降到最小。

(4) 探测天线绕 Phi 轴旋转一周，每 2 度记录一个测量值。

(5) 记录测试结果，记录的参数包括：

- (a) 测量天线和探测天线的距离。
- (b) 测试布置中的电缆损耗和其他相关损耗。
- (c) 探测天线输入口的信号功率。
- (d) 接收机当没有信号注入时的本底噪声。

(6) 在 6 个位置，2 个极化上分别重复第 (1) 步至第 (5) 步。

C.4.2 Theta 轴波纹测试

Theta 轴波纹测试的静区是一个直径为 300mm 的球。探测天线平行于 Theta 轴，共测量 7 个位置，每个测试点偏离笛卡儿轴 150mm。在每个测试点，测量天线固定在 $\phi = 0^\circ$ 位置，Theta 轴从 -165° 旋转到 165° ，或者测量天线分别在 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 180^\circ$ 位置，Theta 角从 1° 旋转到 165° ，测试两次。用 (X, Y, Z) 表示各测试点的位置，如图 C.2 所示。

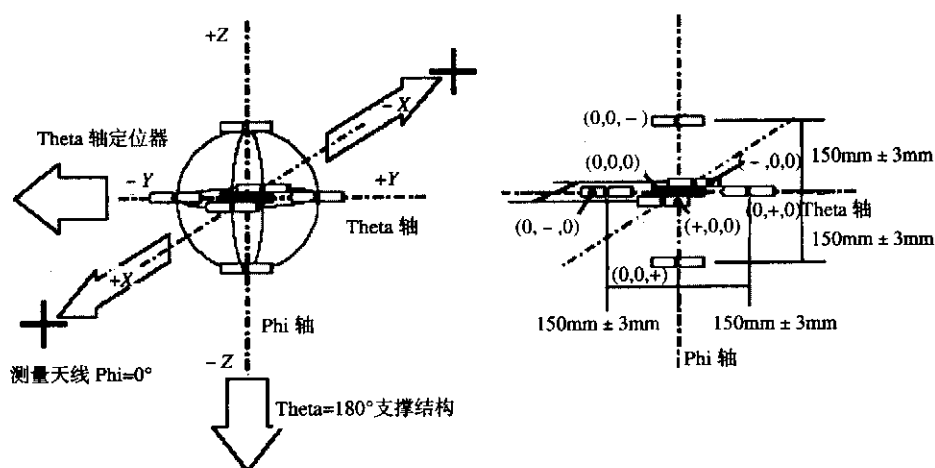


图 C.2 Theta 轴纹波测试示意图

每一个极化和频率，重复以下步骤：

(1) 测量天线固定在 $\text{Phi}=0^\circ$ 位置并与静区中心在同一水平线上。测量天线与探测天线之间的距离与实际测量时相同，并大于表 C.1 中的要求。测量天线与探测天线为相同极化。

(2) 如果 Theta 轴定位器活动范围小于 $\pm 165^\circ$ ，可以将测量天线分别置于 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 180^\circ$ 进行两次测试，用低介电常数的绝缘支撑物固定探测天线，确保探测天线与 Theta 轴平行。Theta 极化测试用环探测天线，Phi 极化测试用偶极子探测天线。对于分为 $\phi = 0^\circ$ 和 $\phi = 180^\circ$ 两次测试的情况，两次测试的电缆和探测天线布置应该保持相同。

(3) 用同轴电缆连接信号源与探测天线，根据测试频率设置信号源的输出频率，根据接收机的测量范围设置信号源的输出幅度。将测量天线与接收机相连，在纹波测试过程中，接收机接收到的信号强度应至少大于本底噪声 40dB。所有的电缆必须合理布置和连接，以对测量结果的影响降到最小。

(4) 探测天线绕 Theta 轴旋转 330° （或两个 164° ），每 2 度记录一个测量值，共记录 165 个数据点。

(5) 记录测试结果，记录的参数包括：

- (a) 测量天线和探测天线的距离。
- (b) 电缆损耗和其他损耗。
- (c) 探测天线输入口的信号功率。
- (d) 接收机的噪声电平。

(6) 在 7 个位置，2 个极化上分别重复第 (1) 步至第 (5) 步。

C.4.3 测试点的调整

当用实际定位器进行以上测试时，用于固定 EUT 或 SAM 模型的支撑物可能会阻挡某些测试点的进行。为了在这种情况下进行测试，可以对以上的测试方法稍作修改，本节详细给出了可以进行修改的部分，如果可能，应尽量减少对测试方法的修改。

(1) 自由空间纹波测试时，可以除去部分 Phi 轴旋转的支撑物。测试者应该证明相对于保留的支撑物，除去的部分支撑物对纹波测试产生的影响可以忽略。

(2) 对介电常数小于 1.2 的支撑材料，可以离静区的最大距离为 250mm，即离测试中心 400mm。

(3) 用于连接固定 SAM 模型的适配器，如果厚度不大于 13mm，介电常数小于 4.5，可以认为是 SAM 模型的一部分，在纹波测试时可以与 SAM 模型同时除去。

(4) 对于 Phi 轴纹波测试, 机械装置可能会阻挡探测天线绕 Phi 轴旋转, 可以将 Phi 轴定位结构移到静区以外, 移动距离为满足 $(X, -)$ 位置测试的最小距离。

(5) 为了避免近场效应对纹波测试的影响, 任何介电常数大于 1.2 的支撑材料离探测天线的物理表面任何点的最小距离大于 75mm。当在带有 SAM 模型进行 Theta 轴测试时, 环天线和偶极子与 SAM 模型支撑物会有交叉, 此时影响最大。为了不减少测试点数, 将 $(0, 0, -)$ 点测试用以下几种方法代替, 按优先选择的顺序排列:

(a) 用 $(0, +, -)$ 和 $(0, -, -)$ 两点的测量结果最大值代替 $(0, 0, -)$, 这两个点的笛卡尔坐标分别为 $(0, 150, -150)$ 和 $(0, -150, -150)$ 。

(b) 如果 $(0, +, -)$ 和 $(0, -, -)$ 两点无法进行测试, 以下两个方法任选其一:

(i) 用 $(+, 0, -)$ 和 $(-, 0, -)$ 两点的最大值代替 $(0, 0, -)$;

(ii) 将 ϕ 轴定位器从静区中移开, 直到和探测天线的距离满足最小距离为止。

附录 D
(规范性附录)
测试系统不确定度分析

D.1 TRP测试系统不确定度分析

进行 TRP 测试时，整个测量系统不确定度主要从以下方面进行分析，见表 D.1。

表 D.1 TRP 测试系统不确定度因素

不确定度因素
接收端失配：（例如，接收设备和测量天线间失配）
发送端失配（例如，信号源与校准参考天线间失配）
信号源：绝对输出电平和稳定度
电缆因子：测量天线电缆和校准参考天线电缆对测试的影响
插入损耗：测量天线电缆和校准参考天线电缆
插入损耗：测量天线端衰减器和校准参考天线端衰减器（若存在）
测量距离：校准参考天线相位中心与旋转中心的偏差
静区内纹波对测量结果的影响
天线：测量天线以及校准参考天线的增益
测量距离： <ul style="list-style-type: none"> > EUT相位中心与旋转轴中心的偏差。 > EUT对测量天线阻塞影响。 <ul style="list-style-type: none"> ■ VSWR； ■ 暗室驻波。 > EUT的相位曲率
测试中环境温度影响
EUT在人头模型下的定位不确定度
随机不确定度

依照以上不确定度因素进行不确定度分析，得到 95 %置信水平下的扩展不确定度。要求扩展不确定度小于 2dB。

D.2 TIS测试系统的不确定度分析

进行 TIS 测试时，整个测量系统不确定度主要从以下方面进行分析，见表 D.2。

表 D.2 TIS 测试系统不确定度因素

不确定度因素
接收端失配：（例如，接收设备和校准参考天线间失配）
发送端失配（例如，基站模拟器与测量天线间失配）
基站模拟器：绝对输出电平和稳定度
电缆因子：测量天线电缆和校准参考天线电缆对测试的影响
插入损耗：测量天线电缆和校准参考天线电缆
插入损耗：测量天线端衰减器和校准参考天线端衰减器（若存在）
测量距离：校准参考天线相位中心与旋转中心的偏差
静区内纹波对测量结果的影响
EUT的调制检测对测量结果的影响
TIS测试过程中取点步长对测试结果的影响
天线：测量天线以及校准参考天线的增益
测量距离： <ul style="list-style-type: none"> > EUT相位中心与旋转轴中心的偏差。 > EUT对测量天线阻塞影响。 <ul style="list-style-type: none"> ■ VSWR； ■ 暗室驻波。 > EUT的相位曲率
测试中环境温度影响
EUT在人头模型下的定位不确定度
随机不确定度

依照以上不确定度因素进行不确定度分析，得到95 %置信水平下的扩展不确定度。要求扩展不确定度小于2dB。