ICS 33.060.20
CCS M37

YD

中 华 人 民 共 和 国 通 信 行 业 标 准

YD/T XXXX—XXXX

5G有源一体化系统空口电磁特性测量方法

Over the air performance test methods for 5G active integration system

（报批稿）

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团有限公司、中国信息通信研究院、中国联合网络通信有限公司、中国电信集团有限公司。

本文件主要起草人：赵杰、李男、安少赓、邵哲、曹景阳、景旭、张瑞艳、张涛、林衡华。

5G 有源一体化系统空口电磁特性测量方法

1 范围

本文件规定了5G NR无线网络有源一体化系统空口电磁特性的测量方法。

本文件适用于宏站有源一体化系统的射频与天线性能实验室测试验证。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

3GPP TS 36.104 无线接入网技术标准组： LTE 基站 无线发射与接收性能要求(Technical Specification Group Radio Access Network;Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);Base Station (BS) radio transmission and reception)

3GPP TS 38.104 无线接入网技术标准组：5G NR 基站传导性能要求(Technical Specification Group Radio Access Network;NR;Base Station (BS) radio transmission and reception)

3GPP TS 36.141 无线接入网技术标准组 LTE 基站性能测试(Technical Specification Group Radio Access Network;Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);Base Station (BS) conformance testing)

3GPP TS 38.141-1 无线接入网技术标准组 5G NR 基站性能测试 第一部分：传导测试(Technical Specification Group Radio Access Network;NR;Base Station (BS) conformance testing Part 1: Conducted conformance testing)

3GPP TS 38.141-2 无线接入网技术标准组 5G NR 基站性能测试 第二部分：辐射测试(Technical Specification Group Radio Access Network;NR;Base Station (BS) conformance testing Part 2: Radiated conformance testing)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

有源一体化系统 active antenna unit

基站射频有源单元与无源天线单元一体化设计，内部通过射频连接器将天线部分与射频部分连接。以下简称基站。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

3GPP	第三代合作伙伴计划	The 3rd Generation Partnership Project
NR	新空口	New Radio
LTE	长期演进	Long Term Evolution
AAU	有源天线单元	Active Antenna Unit
RRU	远端射频单元	Remote Radio Unit
BPSK	二进制相移键控	Binary Phase Shift Keying
QPSK	四相移键控	Quadri Phase Shift Keying
QAM	正交幅度调制	Quadrature Amplitude Modulation
DL	下行链路	Down Link
UL	上行链路	Up Link
GPS	全球定位系统	Global Position System
MIMO	多输入多输出	Multi Input Multi Output
EVM	误差矢量幅度	Error Vector Magnitude
EIRP	等效全向辐射功率	Equivalent Isotropic Radiated Power
EIS	等效全向辐射灵敏度	Equivalent Isotropic Sensitivity
AWGN	加性高斯白噪声	Additive White Gaussian Noise
CW	连续波	Continuous Wave
BBU	基带处理单元	Base Band Unit
RB	资源块	Resource Block
FDD	频分双工	Frequency Division Duplex
GNSS	全球导航卫星系统	Global Navigation Satellite System
AC	天线校准	Antenna Calibration
PDSCH	物理下行共享信道	Physical Downlink Shared CHannel
ACLR	相邻频道泄漏比	Adjacent Channel Leakage Ratio
CSI-RS	信道状态信息参考信号	Channel State Information-Reference Signal

4 测试环境

4.1 测试仪表和工具

测试所需仪表和工具见表1所示。

表1 测试仪表和工具

名称	型号或规格	数量	备注
矢量信号分析仪		1 台	用于调制质量与频谱质量等有关发射机性能测试。
矢量信号分析仪		1 台	用于调制质量与频谱质量等有关发射机性能测试。
矢量信号源		2 台	配备 NR/LTE 选件和 AWGN 选件，可做数据调制，用于接收机测试。
矢量信号源		2 台	配备 NR/LTE 选件和 AWGN 选件，可做数据调制，

			用于接收机测试。
微波信号源		1 台	做为 CW 干扰信号源，用于干扰测试。
程控数显电源		1-2 台	用于设备供电，及读取工作电流
衰减器	30dB	若干	
衰减器	6dB～10dB	2-3 个	低互调特性，发射杂散等项目使用
带阻滤波器		1-2 个	
合分路器		若干	
匹配负载		若干	
射频电缆		若干	
时钟电缆		若干	
网线		若干	
串口线		1 根	

4.2 配合设备

为控制被测设备正常工作，应配套准备表2中的配合设备：

表2 配合设备

名称	型号或规格	数量	备注
配套基带单元（BBU）		1 台	厂家根据被测 AAU、RRU、微站、皮站等配套提供，用于控制上述被测设备正常工作
计算机及软件		1-2 台	用于配置 BBU 及被测设备等

4.3 测试配置

4.3.1 站型配置

NR站型配置见表3所示。

表3 NR单模站型配置（单位：MHz）

	频段范围	低频点	中频点	高频点	信道带宽
2.1GHz 频段 40MHz 带宽站型	2110～2155	2130	——	——	40
2.6GHz 频段 160MHz 带宽站型	2515～2675	2565	2595	2625	100
3.5GHz 频段 100MHz 带宽站型	3400～3600	3450	——	3550	100
4.9GHz 频段 100MHz 带宽站型	4800～4900	———	4850	———	100

NR/LTE双模站型配置见表4所示。

表4 NR/LTE双模站型配置（单位：MHz）

		频段范围	低频点	中频点	高频点	信道带宽
2.1GHz 频段 40MHz 带宽站型	NR	2110～2155 电信	2130	——	——	40
	LTE		2120	2140	——	20
2.6GHz 频段 160MHz 带宽站型	NR	2515～2675	2565	———	———	100
	LTE		2625	2645	2665	20

4.3.2 信道与帧结构

2.1GHz信道与帧结构

LTE信号：信道带宽20MHz，子载波间隔15kHz，RB总数100个，FDD双工方式。

NR信号：信道带宽40MHz，子载波间隔15kHz，RB总数216个，FDD双工方式。

2.6GHz 信道与帧结构

NR信号：信道带宽100MHz，子载波间隔30kHz，RB总数273个；

LTE信号：信道带宽20MHz，子载波间隔15kHz，RB总数100个。

NR采用5ms帧结构（DDDDDDDSUU），特殊子帧配比6:4:4；TD-LTE业务采用5ms帧结构（DSUDD），特殊子帧配比10:2:2；NR帧头经偏移后与TD-LTE时隙对齐。

2.6GHz帧结构配置如图1所示。

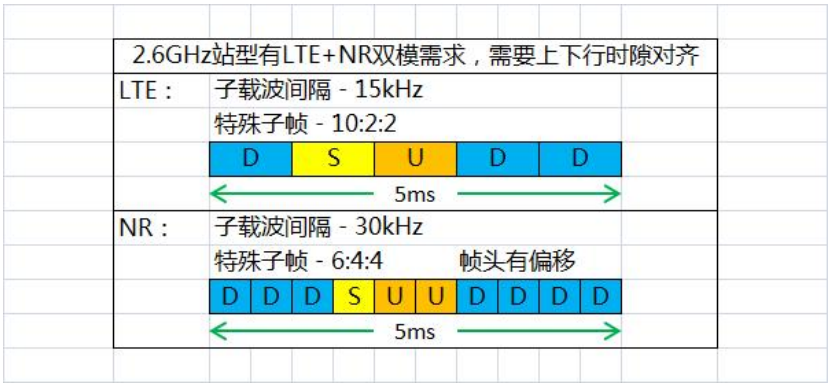


图 1 2.6GHz 帧结构配置

3.5GHz 信道与帧结构

NR信号：信道带宽100MHz，子载波间隔30kHz，RB总数273个。

NR采用2.5ms帧结构（DDDSU DDSUU），特殊子帧配比10:2:2。

4.9GHz 信道与帧结构

NR信号：信道带宽100MHz，子载波间隔30kHz，RB总数273个。

NR采用2.5ms帧结构（DDDSU DDSUU），特殊子帧配比10:2:2。

4.4 测试系统搭建

基站的整机辐射及接收指标测试应在微波暗室中执行，推荐测试环境如图2所示（可使用其它

等效测试环境）。该类测试执行过程中，被测设备与辅助设备均应无需通过GNSS信号同步。

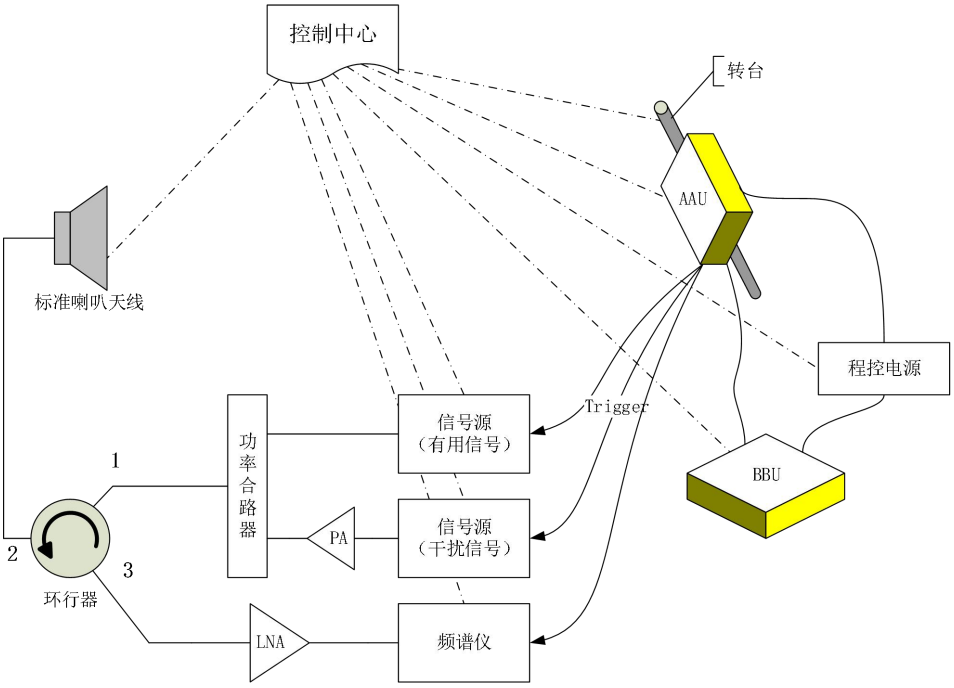


图 2 整机辐射及接收指标测试系统示意图

4.5 坐标系定义与设备安装

所有需要在微波暗室中加装的被测设备，均按照图 3 中坐标系定义：

a) ϕ角也称为水平方向角或水平角，取值范围-180°~180°；

b) θ角也称为垂直方向角或垂直角，取值范围0°~180°；

c) x轴正方向为$\phi = 0°$，$\theta = 90°$方向，也定义为设备天线朝向；

d) y轴正方向为$\phi = 90°$，$\theta = 90°$方向；

e) z轴正方向为$\theta = 0°$方向，与z轴平行的方向定义为设备垂直方向；

f) 天线垂直面下倾为$\theta > 90°$。

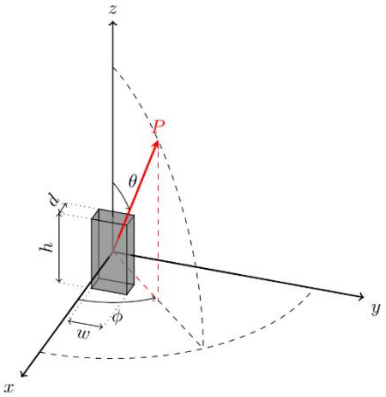


图 3 坐标系与设备方向定义

为了保证测试精度，在正式测试前需要确认待测设备和标准接收喇叭之间的角度关系。确认

方案如下：

a) 通过激光束、水平仪等辅助手段，将AAU固定完毕，确保待测设备的天面处于各维度旋转轴的中心；
b) 控制转台，使待测设备水平0°，垂直预置下倾角度T°方向对准接收喇叭；
c) 令设备以额定功率发射水平0°，垂直T°业务波束；
d) 分别在水平0°，垂直T°±1°范围以及水平0°±1°，垂直T°范围内，以转台最小步进角度扫描，测量每个角度下的EIRP值；
e) 取所有扫描得到的EIRP值中最大值所对应的角度，并规定此角度为测试中实际的水平0°，垂直T°方向；其它被测方向，均须基于此方向通过控制转台而获得，不可另作扫描。

4.6 总体说明

测试前应满足如下前提条件：

a) 被测设备安装完毕，硬件软件全部工作正常，数据正确配置并正常运行；
b) 辅助测试设备硬件软件全部工作正常，已完成各种逻辑数据的正确设置；
c) 辅助测试无线环境正常工作。

基站射频指标测试过程中，需要提前准备好基站、仪器和测试组网，一般来说测试执行过程中需要注意以下几点：

a) 所有测试例正式开始测试之前，均应充分预热仪表与被测设备，一般预热30分钟以上（被测设备的预热完成由厂家测试人员确认）。
b) 测试每个项目前，根据测试要求完成测试组网连接，注意人员和仪表的安全。
c) 频谱仪、信号源、功率计等各类仪表在使用前均进行校准。
d) 频谱仪和信号源等具备相应测试选件和功能；如果可以将仪表配置参数保存为配置文件，建议提前保存，测试时可以直接调用；线损根据实际值补偿。
e) 测试前需要提供所有待测波束测试中使用的权值配置或者权值配置文件（可TXT打开）。

5 有源辐射及接收指标测试

5.1 场地校准

本部分描述了远场与紧缩场的校准。

测试场地校准的目的是获得该测试系统的链路损耗与交叉极化比。

对测试场地及环境的校准采用统一方案，在正式测试前须将所有的测试环境，一次性校准完成并计入仪表。正式测试开始后，除非特殊说明，不得再次入场操作。

场地校准的预置条件为：

a) 标准增益天线的增益应经过具有计量资质的机构计量、并提供计量报告，应包含4.3

节中指定的所有频点和各频段的起止频点。

b) 校准分为下行链路损耗校准和上行链路损耗校准，下行链路损耗校准按照图4所示，在微波暗室中搭建测试环境，并将仪表预热；

c) 物理安装确认：使用水平仪，保证喇叭天线在水平及垂直位置上的准确度；

d) 信号源预置为单音信号，频谱仪预置为频谱模式；

e) 标准增益天线的极化固定为+45°。

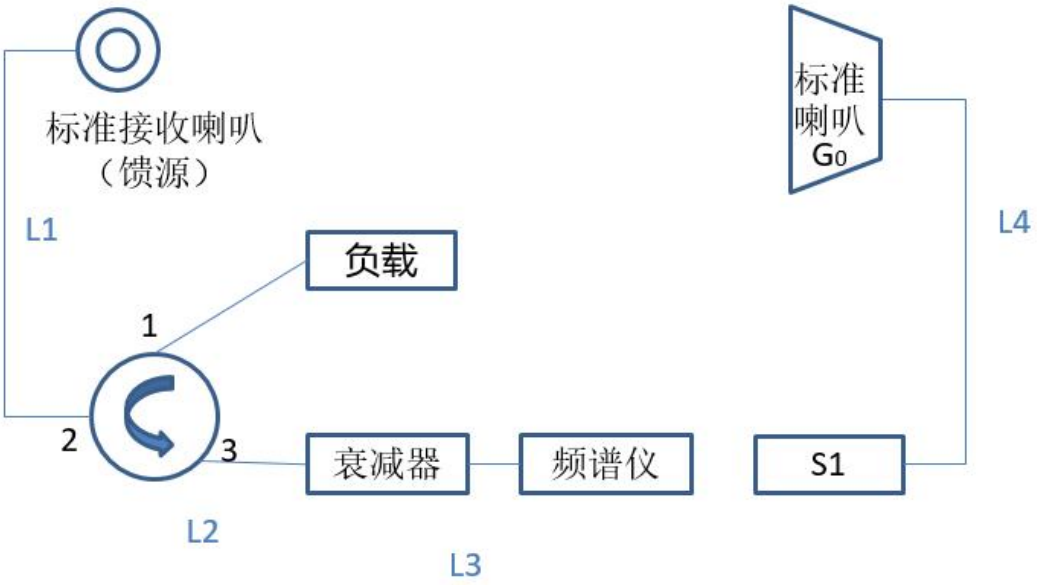


图 4 下行链路损耗校准示意图

下行链路损耗校准的操作过程如下：

a) 按校准示意图4搭建校准，设置信号源与频谱仪为待测频段的中心频点（以下以2565MHz为例，其他频段类似）；

b) 角度校准：

1) 将标准接收喇叭沿自身轴线在-45°±10°范围内扫描，确定最小功率点（即异极化）对应的极化角度T0，继续旋转90° 得到T1并记录；

2) 将标准接收喇叭的极化固定为T1，将标准增益天线在水平±5°范围内进行扫描，确定最大功率点对应的角度T2并记录；

3) 固定T1，T2，将标准增益天线在俯仰±5°范围内进行扫描，确定最大功率点对应的角度T3并记录；

4) 后续校准过程中按照T1、T2、T3进行配置；

c) 验证场地交叉极化性能：标准接收喇叭的极化为T1时，频谱仪接收功率电平为P1

（dBm）；标准接收喇叭的极化为T1+90°时，频谱仪接收功率电平为P2（dBm）；P1-P2须大于30dB，方可认为交叉极化性能验证通过；

d) 下行路损校准：对于2.6G频段，设置信号源与频谱仪的校准频点为2565MHz，调整信号源发射功率，建议频谱仪接收信号功率比底噪高至少20dB，标准接收喇叭的极化为T1时，记录频谱仪接收功率电平为Pr1（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2625MHz，记录频谱仪的接收电平Pr2（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2645MHz，记录频谱仪的接收电平Pr3（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2665MHz，记录频谱仪的接收电平Pr4（dBm）

e) 利用信号源和频谱仪校准线缆L4在步骤4中频点的损耗L4。

f) 按下式分别计算并记录各被校准频点的链路损耗L下（包含标准接收喇叭的增益及其与频谱仪之间的连接损耗，以及空间损耗）：

$$L_{下} = Pt - Pr + G0 - L4$$

其中，Pt-信号源发射功率；Pr-频谱仪接收功率；Go-标准增益天线的增益；L4-信号源与标准增益天线间的线缆损耗。

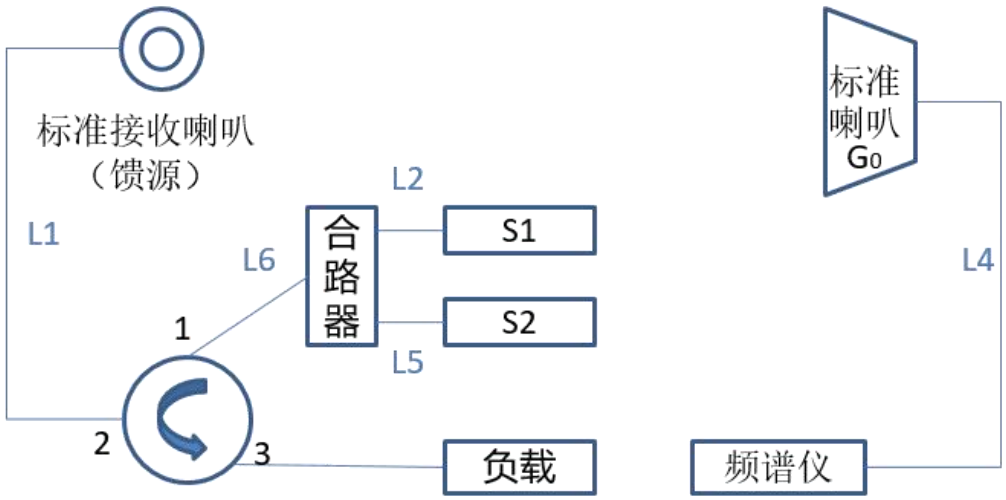


图 5 上行链路损耗校准示意图

上行链路损耗校准如图5所示，操作过程如下：

a) 按校准示意图5搭建校准，设置信号源与频谱仪为待测频段的中心频点（2665MHz）；

b) 首先将S2断开（连接负载），校准上行有用信号链路损耗。

c) 路损校准：对于2.6G频段，设置信号源与频谱仪的校准频点为2565MHz，信号源发射功率为Pt=0dBm，标准接收喇叭的极化为T1时，记录频谱仪接收功率电平Pr1（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2625MHz，记录频谱仪的接收电平Pr2（dBm）；更换

信号源和频谱仪的频点为2645MHz，记录频谱仪的接收电平Pr3（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2665MHz，记录频谱仪的接收电平Pr4（dBm）；

d) 将S1断开（连接负载），连接S2，校准上行干扰信号链路损耗。

e) 路损校准：对于2.6G频段，设置信号源与频谱仪的校准频点为2565MHz，调整信号源发射功率，建议频谱仪接收信号功率比底噪高至少20dB，标准接收喇叭的极化为T1时，记录频谱仪接收功率电平Pr9（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2625MHz，记录频谱仪的接收电平Pr10（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2645MHz，记录频谱仪的接收电平Pr11（dBm）；更换信号源和频谱仪的频点为2665MHz，记录频谱仪的接收电平Pr12（dBm）；

f) 利用信号源和频谱仪校准线缆L4在步骤e)中频点的损耗L4。

g) 按下式分别计算并记录各被校准频点的上行有用链路损耗$L_{上-有用}$和上行干扰链路损耗$L_{上-干扰}$（包含标准接收喇叭的增益及其与信号源之间的连接损耗，以及空间损耗）：

$$LS2 = Pt - Pr + Go - L4$$

其中，Pt-信号源发射功率；Pr-频谱仪接收功率；G0-标准增益天线的增益；L4-频谱仪与标准增益天线间的线缆损耗。

说明：关于线缆损耗的校准可以统一进行。插损按照载波分别补偿。

5.2 发射机有源辐射及接收指标测试

5.2.1 概述

除非另有说明，本节内容均为常温下整机测试；所有测试用例执行期间，均须以程控数显电源设置供电电压为-48V（电源线缆的压降忽略不计），并随时读取和记录供电电流。

5.2.2 EIRP

测试目的:	验证被测设备的 EIRP 满足要求
参考组网:	图 2
预置条件:	1. 按照组网搭建测试环境并校准路径损耗，路径损耗须补入仪表中； 2. 设置仪表为外部参考信号同步和帧触发，数据采集仅在下行时隙进行； 3. 标准喇叭的极化和设备垂直方向保持一致； 4. 仪表和转台采用远程控制，数据采集设置为触发模式。
测试步骤:	1. 按照 4.3 节中指定的频段与带宽，根据设备所支持的最大载波数配置，并按照等功率谱密度原则分配各载波功率； 2. 启动发射机，NR 工作模式为 NR-FR1-TM3.1a 或 NR-FR1-TM1.1，LTE 工作模式为 E-TM3.1a 或 E-TM1.1，所有通道以最大功率同时发射，并完成 AC 校准；查看设备的功率等配置参数是否符合要求； 3. 在每个波束角度下，配置该角度对应的天线权值，与预先提供的权值配置对照检查是否一致。调整转台使标准喇叭对准该角度方向；对该角度，分别测试每个载波带宽内连续 20ms 的所有下行子帧的积分功率，并测试所有载波的总积分功率；

	4. 遍历测试所有波束角度，重复步骤 3，分别记录。
备注：	1. 基站的业务波束的角度，同技术要求中定义。 2. EIRP 测试也可在天线方向图测试过程中完成，即直接读取指定角度下的数据，其中因极化合并导致的功率补偿统一以 3dB 计算。该测试方法获得的测试结果与本测试方法具有同等效力；若两种方法的测试结果不一致，则取较差者为最终结果。

5.2.3 EVM

测试目的:	验证被测设备的 EVM 满足要求
参考组网:	图 2
预置条件:	1. 按照组网搭建测试环境并校准路径损耗，路径损耗须补入仪表中； 2. 设置仪表为外部参考信号同步和帧触发，数据采集仅在下行时隙进行； 3. 标准喇叭的极化和设备垂直方向保持一致； 4. 仪表和转台采用远程控制，数据采集设置为触发模式。
测试步骤:	1. 按照 4.3 节中指定的频段与带宽，根据设备所支持的最大载波数配置，并按照等功率谱密度原则分配各载波功率； 2. 启动发射机，NR 工作模式为 NR-FR1-TM3.1a，LTE 工作模式为 E-TM3.1a，所有通道以最大功率同时发射，并完成 AC 校准； 3. 在每个业务波束角度下，配置该角度对应的天线权值，并调整转台使标准喇叭对准该角度方向；对该角度的每个载波，分别测试 PDSCH 信道，256QAM 调制下的 EVM；其它调制方式同理； 4. 遍历测试所有业务波束角度，重复步骤 3，分别记录。
备注：	1. 基站的业务波束的角度，同技术要求中定义。

5.3 接收机有源辐射及接收指标测试

除非另有说明，本节内容均为常温下整机测试；所有测试用例执行期间，均须以程控数显电源设置供电电压为-48V（电源线缆的压降忽略不计），并随时读取和记录供电电流。

5.3.1 EIS

测试目的:	验证被测设备的 EIS 满足要求
参考组网:	图 2
预置条件:	1. 按照组网搭建测试环境并校准路径损耗，路径损耗须补入仪表中； 2. 设置仪表为外部参考信号同步和帧触发； 3. 标准喇叭的极化和设备垂直方向保持一致； 4. 仪表和转台采用远程控制，数据采集设置为触发模式。
测试步骤:	1. 按照 4.3 节中指定的频段与带宽，根据设备在被测频段内所支持的最大载波数建立起所有小区，并以设备额定功率发射满载波下行信号； 2. 所有通道同时接收，标准喇叭由极化带来的 3dB 功率损失计入线损；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/585114212332011131