

5G SA RF Test Method

Kun Liu Jie Zhang

Testing Center of the National Radio Monitoring Center, Beijing 100041, China

【Abstract】 Before 5G, the base station RF index test mostly adopts the method of transmission test, but in the 5G era, due to the application of MassiveMIMO technology, the complexity of the transmission test is greatly increased, and the transmission test completely characterizes the RF performance of the base station.

【Key words】 5G; Standalone; RF; test method

5G SA 射频测试方法

刘坤 张杰

国家无线电监测中心检测中心, 中国·北京 100041

【摘要】 在 5G 之前的基站射频指标测试大多采用传导测试的方法, 但在 5G 时代由于 Massive MIMO 技术的应用, 使得传导测试的复杂程度大幅度上升, 而且传导测试完全表征基站射频性能。

【关键词】 5G; Standalone; 射频; 测试方法

DOI: 10.12349/iser.v3i3.754

1 引言

5G 是第五代移动通讯系统的简称, 是 4G 的升级, 它是 2020 年以后的新一代移动通信系统, 它不是一个单一的无线接入技术, 也不都是全新的无线接入技术, 是新的无线接入技术和现有无线接入技术的高度融合, 是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术^[1], 是实现人机物互联的网络基础设施, 5GSA 中的 SA 是 Standalone 的缩写, 独立组网的意思, 在 3GPP 技术标准中 38 系列标准为 5G 技术标准, 其中 TS38.521-1 为 5G 射频技术标准, TS38.521-1 中有四个测试标准, 分别是 TS38.521-1: 用户设备(UE)一致性规范无线电传输和接收(SA); TS38.521-3: 用户设备(UE)一致性规范无线电传输和接收(NSA); TS38.521-4: 一致性规范无线电传输和接收(Performance); TS38.533: 一致性规范无线电传输和接收(RRM)。

2 测试系统介绍

SP9500 射频测试系统是星河亮点公司最新研发得 5G 终端一致性测试解决方案(图 1), 满足 3GPPTS38.521-1、38.521-2、38.521-3、38.533 和 38.523-1 规范要求的 5G 测试需求, 包括射频一致性测试、RRM 一致性测试以及协议一致性测试。SP9500 射频测试系统由信号发生器, 频谱分析仪, SP9500-CTS 综测仪和射频切换箱组成, 主要用于 GCF/PTCRB/CE 等认证测试^[2]。

(1) 信号发生器: 信号发生器又称信号源, 信

【作者简介】刘坤 (2015-), 男, 中国北京人, 通信工程师, 本科, 从事全球 GCF、北美 PTCRB 认证及电信运营商射频测试工作。

号发生器可以用来产生各种波形的电路, 可以用来测量 UE 频率响应、噪声系数、电压表校准等重要参数。要求提供满足技术前提的电信号, 模拟实际工作中使用的待测设备的励磁信号。在测量系统稳态特性时, 应采用已知幅度和频率的正弦信号源。在测试系统的瞬态特性时, 必须使用已知前沿时间、脉冲宽度和重复周期的矩形脉冲源。信号源输出信号的频率、波形、输出电压或功率等参数要求在一定范围内进行精确调整。

(2) 频谱分析仪: 用于信号失真度、调制度、谱纯度、频率稳定性和交调失真等信号参数的测量, 可用以测量放大器和滤波器等电路系统的某些参数, 是一种多用途的电子测量仪器。它又可称为频域示波器、跟踪示波器、分析示波器、谐波分析器、频率特性分析仪或傅里叶分析仪等。现代频谱分析仪能以模拟方式或数字方式显示分析结果, 能分析 1 赫以下的甚低频到亚毫米波段的全部无线电频段的电信号。仪器内部若采用数字电路和微处理器, 具有存储和运算功能; 配置标准接口, 就容易构成自动测试系统。

(3) SP9500-CTS 综测仪: 测试 5G 通信终端、芯片组和设备的新平台。通过支持信令和射频测试, 一体化平台可轻松地对包括射频、协议及与模块构造匹配的用例测试等各种测试进行配置。

(4) 射频切换箱: 用于射频和 RRM 一致性测试, 在测试系统中各台仪表和 UE 之间建立符合 TS38.508-1^[1]标准要求的射频链路, 针对天线终端提供灵活的空口合路和切换矩阵, 提供涵盖 GCF/PTCRB 中定义的 5GR15FR1 相关频段的滤波器支路。

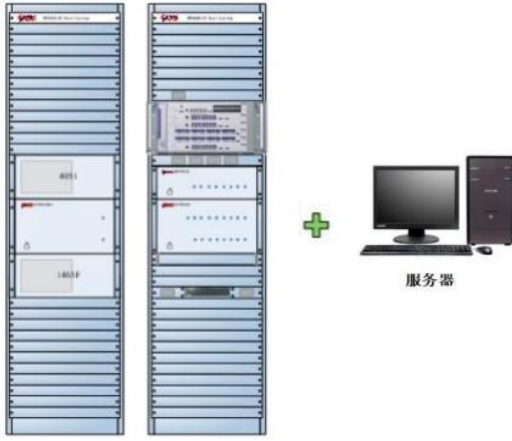


图 1

表 1 标准中对 UE 最大输出功率测试的要求（移动终端的功率等级为 PC3）

NR band	Class1 (dBm)	Tolerance (dB)	Class2 (dBm)	Tolerance (dB)	Class3(dBm)	Tolerance(dB)
n1					23	$\pm 2 \pm TT$
n2					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n3					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n5					23	$\pm 2 \pm TT$
n7					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n8					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n12					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n14					23	$\pm 2 \pm TT$
n20					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n24					23	$+2 + TT / -3.0^3 - TT$
n25					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n26					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n28					23	$+2 + TT / -2.5 - TT$
n30					23	$\pm 2 \pm TT$
n34					23	$\pm 2 \pm TT$
n38					23	$\pm 2 \pm TT$
n39					23	$\pm 2 \pm TT$
n40					23	$\pm 2 \pm TT$
n41					23	$\pm 2^3 \pm TT$
n48					23	$+2 + TT / -3 - TT$
n50					23	$\pm 2 \pm TT$
n51					23	$\pm 2 \pm TT$
n53					23	$\pm 2 \pm TT$
n65					23	$\pm 2 \pm TT$
n66					23	$\pm 2 \pm TT$
n70					23	$\pm 2 \pm TT$
n71					23	$+2 + TT / -2.5 - TT$
n74					23	$\pm 2 \pm TT$
n77					23	$+2 + TT / -3 - TT$
n78					23	$+2 + TT / -3 - TT$
n79					23	$+2 + TT / -3 - TT$

3 测试例介绍

TS38.521-1 (SA) 测试标准^[2]中 6.2.1 UE maximum out put power (UE 最大发射功率) 是验证 UE 最大输出功率的误差不超过规定的标准最大输出功率和容差规定的范围。此测试用例适用于所有类型的 NR 功率等级 1、1.5、2 和 3 UE 版本 15 及更高版本。下列表 1 是标准中对 UE 最大输出功率测试的要求 (移动终端的功率等级为 PC3)，表 2 是 6.2.1 测试配置表。

表 2 测试配置表

Initial Conditions			
TestEnvironmentasspecifiedinTS38.508-1[1]subclause4.1		Normal,	
TestFrequenciesasspecifiedinTS38.508-1[1]subclause4.3.1		Lowrange, Midrange, Highrange	
TestChannelBandwidthsasspecifiedinTS38.508-1[1]subclause4.3.1		Lowest, Mid, Highest(NOTE3)	
TestSCSasspecifiedinTable5.3.5-1		Lowest, Highest	
TestParameters			
TestID	DownlinkConfiguration	UplinkConfiguration	
	N/Aformaximumoutput	Modulation(NOTE2)	RBallocation(NOTE1)
1	powertestcase	DFT-s-OFDMPI/2BP SK	InnerFull
2		DFT-s-OFDMPI/2BP SK	Inner1RBLeft
3		DFT-s-OFDMPI/2BP SK	Inner1RBRight
4		DFT-s-OFDMQPSK	InnerFull
5		DFT-s-OFDMQPSK	Inner1RBLeft
6		DFT-s-OFDMQPSK	Inner1RBRight

4 测试步骤

(1) 按照 UE 天线图将 UE5G NR 主天线与测试系统上的 ANT1 (TX) 口用射频线相连接 (图 2)

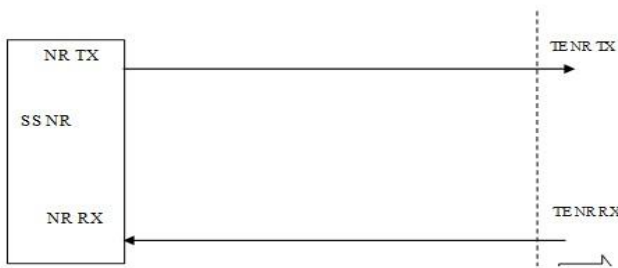


图 2

(2) 确保 UE 处于 RRC_CONNECTED 状态, SS 通过 PDCCH DCI 格式 0_1 为 C_RNTI 发送每个 UL HARQ 进程的上行调度信息, 根据表 2 调度 ULRMC。由于 UE 没有有效载荷和环回数据要发送, 因此 UE 在 ULRMC 上发送上行链路 MAC 填充位。

(3) 在每个上行调度信息中不断向 UE 发送上

行功率控制 “up” 命令; 允许从本步骤中的第一个 TPC 命令开始至少 200 毫秒让 UE 达到 PUMAX 级别 [3]。

(4) 测量 UE 在无线接入模式信道带宽内的平均功率, 详见表 1。

5 测试结果判定

系统在测试 UE 平均功率时依照表 1 中 PC3 限定的功率值 $23 \pm 2\text{dB}$ (21dB-25dB) 为判定依据, UE 在测量过程中功率正常会在 21dB-25dB 之间, 如果有功率低于或高于 $23 \pm 2\text{dB}$ (21dB-25dB) 系统判定该测试为 fail。

参考文献

- [1] 3GPP TS 38.508-15GS; User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Common test environment
- [2] 3GPP TS 38.521-1NR; User Equipment (UE) conformance specification; Radiotransmission and reception; Part 1: Range 1 standalone.
- [3] 张琪琪. 探究蓝牙技术的原理及应用[J]. 中国新通信, 2018(23):2.