



TD-LTE 基站射频一致性测试研究和应用

桂 丽, 夏骆辉

(中国信息通信研究院 北京 100191)

摘 要: 目前 LTE 技术已成为整个移动通信网络演进的关键。TD-LTE 基站作为 3GPP 无线接入网中唯一的网元,其射频性能直接影响到整个网络的覆盖、容量以及服务质量。首先对 TD-LTE 基站系统结构以及射频测试相关标准进行介绍;然后在研究 TD-LTE 基站射频一致性测试的基础上,深入分析了测试项的物理意义以及对实际网络部署的影响;最后提出基站射频一致性测试可行性方案,并对部分基站射频测试项实际测量结果进行评估。

关键词: 4G; TD-LTE; 基站射频测试

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015123

Study and Application on RF Conformance Testing of TD-LTE Base Station

Gui Li, Xia Luohui

(China Academy of Information and Communication Technology, Beijing 100191, China)

Abstract: Currently, long term evolution (LTE) technology has become the key to the evolution of the whole mobile communication network. The radio frequency (RF) performance of TD-LTE base station, which is the only element in 3GPP radio access network, directly affects coverage, capacity and quality of service of the entire network. Firstly, the system architecture of TD-LTE base station and the related RF testing standard were introduced. Then, on the basis of the research of TD-LTE RF conformance testing, the physical meaning and influence on the actual network deployment of the test items were analyzed. Finally, a feasibility scheme of the base station RF conformance testing was proposed, and the results of some testing items were evaluated.

Key words: 4G, TD-LTE, base station radio frequency testing

1 引言

随着国内外运营商 4G 网络的相继部署, LTE 基站作为 4G 网络无线接入是决定其部署的重要因素^[1]。LTE 基站对射频参数性能指标是衡量其性能指标的决定要素之一,射频参数的设置将直接影响着运营商 4G 网络的容量、覆盖、

服务质量(quality of service, QoS)等关键性能。因此,研究 LTE 基站射频参数对网络的影响、基站射频指标的制定、网络性能的提高以及用户业务感知的提升具有积极的作用。

本文通过对基站射频测试内容的研究,对 TD-LTE 基站(eNode B)射频一致性测试的相关测试项进行归纳总结,分析其测试项的实际物理意义以及对运营商实际网络

收稿日期:2015-01-12;修回日期:2015-05-14

论文引用格式:桂丽,夏骆辉. TD-LTE 基站射频一致性测试研究和应用. 电信科学, 2015123

Gui L, Xia L H. Study and application on RF conformance testing of TD-LTE base station. Telecommunications Science, 2015123



部署的影响。除此之外,结合实际 TD-LTE 基站测试中的经验,提出了 TD-LTE 基站射频一致性测试的解决方案并对测试结果进行深入分析。

本文首先介绍 TD-LTE 基站的功能架构和作用;其次,对目前国内外 TD-LTE 基站射频一致性测试的标准发展状况进行总结;然后,分析并评估 LTE 基站射频参数对网络性能的影响;最后,提出可行的 TD-LTE 基站射频测试方案,并对实际测试结果进行验证分析。

2 TD-LTE 基站系统结构

TD-LTE 基站是 E-UTRAN (evolved universal terrestrial radio access) 唯一的无线接入节点网元,具有 3GPP UTRAN(universal terrestrial radio access)的 Node B 的功能和无线网络控制器(radio network controller, RNC)的大部分功能,主要包括 S1、X2 接口管理、小区管理、用户设备(user equipment, UE)管理、系统信息广播和移动性管理等功能。与 3G 无线接入节点 Node B 相比,eNode B 还集成了部分类似 RNC 的无线资源控制功能;eNode B 直接接入核心网演进分组核心(evolved packet core, EPC),使得网络结构扁平化,进而减少了协议开销,提高传输效率,降低传输时延,有效提升用户体验。

典型 eNode B 架构具有分布式特性,主要由两个部分组成,分别为基带控制单元(base band unit, BBU)和射频拉远单元(radio remote unit, RRU)。BBU 主要提供 BBU 和 RRU 通信的物理接口,完成两者之间的信息交互;提供与 RRU 之间的 Ir 接口;完成上下行数据处理功能;完成操作维护和信令处理功能;提供系统时钟。RRU 主要用于接收射频信号,对信号进行处理后发送给 BBU;接收 BBU 发送的下行基带数据,将该数据处理后在发射频段进行发射。BBU 和 RRU 之间采用 Ir 接口相连,便于射频模块的拉远部署。

典型的 BBU 和 RRU 内部硬件架构如图 1 所示。其中,BBU 中控制与时钟板主要实现主控功能,并完成 RRC 协议处理,时钟板提供系统时钟和射频校准时钟。基带处理板实现对基带的处理、与 RRU 的基带射频接口,其中一个 BBU 可包含多个基带处理板槽位。因此,BBU 可以与多个 RRU 相连。通用时钟接口板提供全球定位系统(global positioning system, GPS)输入接口。此外,还包括告警模块、电源模块和风扇模块等,为 BBU 整体正常运转提供有效支撑。RRU 主要包含 4 个部分:电源、滤波器、收发信板和

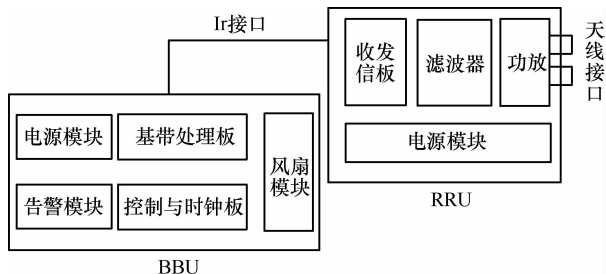


图 1 eNode B 架构示意

功放,是产生基站射频信号的主要模块。

3 TD-LTE 基站射频测试相关标准

目前 TD-LTE 基站射频一致性测试标准主要包括第三代合作伙伴计划(The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP)和中国通信标准化协会(China Communications Standards Association, CCSA)制定的相应国际和行业标准。

3GPP 中 TD-LTE 基站射频测试相关指标主要包括 E-UTRA 基站技术要求^[2]和测试方法^[3],该标准是 3GPP 组织针对 TD-LTE 基站射频测试制定的国际标准,是基站射频指标的最基本要求,由于没有考虑我国不同制式共存的特殊需求,需要在对 3GPP 标准研究的基础上,针对对现有网络不同测试指标的影响进行深入分析。

CCSA 中 TD-LTE 基站射频测试相关指标主要包括 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备技术要求^[4]和测试方法^[5],是目前 TD-LTE 移动通信基站入网测试所依照的测试标准。在射频一致性测试方面有别于 3GPP 相关标准之处在于,考虑到我国蜂窝移动通信的频段划分相关情况,在不同制式共存的相关测试项方面予以进一步明确详细规范。

此外,由于运营商或者企业在基站设备研发或者选型阶段,对设备的射频性能有着较 3GPP 或行业标准更严格的需求。因此,针对运营商或者企业不同需求所制定的企业标准也是基站设备所需依照的标准。

4 TD-LTE 基站射频测试研究

TD-LTE 基站射频一致性测试主要包含发射机测试和接收机测试两部分,如图 2 所示。发射机部分主要是对输出功率、信号质量以及非期望辐射 3 个方面分别进行检测;接收机部分包含 4 个测试项,具体介绍如下。

4.1 输出功率测试

输出功率测试主要是对基站功率发射状况进行测量,主要包括的测试项及其定义如下。

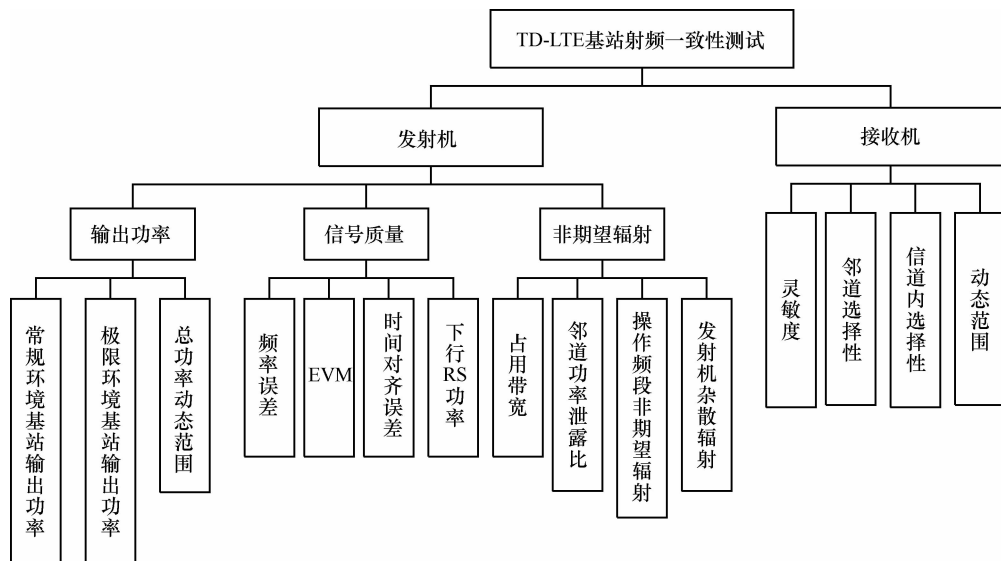


图2 TD-LTE 基站射频一致性测试

- 常规环境/极限环境基站输出功率:指当发射机在特定参考条件下基站天线连接器测量的单载波平均功率。
- 总功率动态范围:指在特定参考条件下,一个正交频分复用符号的最大和最小发射功率的差值。

上述测试项主要是对基站中 RRU 功放的性能以及 BBU 控制与时钟板和基带处理板控制 RRU 发出功率的准确性进行评估。在实际使用中,上述测试对网络的影响主要体现在基站的_{最大输出功率直接影响到小区下行覆盖范围;而在极限环境下对基站输出功率的考察主要是对基站可靠性、顽健性进行评估,特别是在温度进行变化时基站内部的温补曲线是否随温度变化产生作用,使得基站输出功率在极端环境下能满足需求;此外,总功率动态范围直接体现基站对资源调度的能力,如果调制信号最大或最小输出功率无法满足要求,则基站输出信号无法满足需求,易产生波形失真等问题,导致基站无法正常工作。}

4.2 信号质量测试

信号质量测试是对基站发射机发射调制信号在频域、时域以及功率上的准确性,主要包括的测试项及其定义如下。

- 频率误差:对基站实际发射频率和被分配频率差别的度量。
- 矢量幅度误差(error vector magnitude, EVM):测量符号经过均衡器后,测量符号和参考符号之间的差别。EVM 的测试结果是平均矢量误差功率与平均参考功率比值的平方根。
- 时间对齐误差:在发射分集或空间复用环境下,信

号从两个或多个天线发射,发射的信号都应时间对齐。该测试项在发射分集和空间复用环境下被定义为从两个天线端口发射信号之间的时延。

- 下行参考符号(reference symbol, RS)功率:下行 RS 功率是下行参考符号的资源成分功率。下行 RS 绝对功率在下行共享信道(downlink shared channel, DL-SCH)中有所显示,绝对精度是指在 DL-SCH 信号指示的下行 RS 功率和基站天线连接器处下行 RS 功率的最大差值。

发射机信号质量测试项主要是对基站 BBU 控制与时钟板和基带处理板对于信号发射处理能力,以及配合 RRU 发射信号的准确性。实际使用中,上述测试对网络的影响体现在:频率误差体现基站在频域上的资源调度,频率误差指标直接影响接收机,甚至影响整个系统各子载波的正交性;EVM 是对下行信号信噪比的评估,其性能影响到网络的吞吐量,但是为优化 EVM 而提升功率将导致运营成本的增加,因此,需要综合考量网络覆盖和运营成本因素;时间对齐误差衡量各通道时延一致性,影响基站与终端之间的同步;下行 RS 信号被终端用于下行解调,下行 RS 功率大小将影响到网络覆盖和小区之间的干扰。

4.3 非期望辐射测试

非期望辐射测试主要是对基站发射机在指定频率范围内、外的辐射情况进行测量,主要包括的测试项及其定义如下。

- 占用带宽:指一段频率范围,平均功率在该范围低频率以下和高频率以上的泄露值应等于总平均发射功率的 0.5%。



- 邻道功率泄露比 (adjacent channel leakage ratio, ACLR):指制定信道频率中心滤波后平均功率与相邻信道频率中心滤波后平均功率的比值。
- 工作频段非期望辐射:指工作频段非期望辐射规定的是下行工作频段最低频率边沿以下 10 MHz 为起点,到最高频率边沿以上 10 MHz。
- 发射机杂散辐射:杂散辐射主要是由于非期望发射机效应,如谐波辐射、寄生发射、互调产物和变频产物等产生,但不包括带外辐射。该测试项主要包含一般频段杂散和共存、共址杂散。

非期望辐射测试项主要是对基站中调制过程以及发射机非线性产生的无用发射进行评估,此外,考察 RRU 的滤波器能否将谐波发射、寄生发射、互调产物以及变频产物有效滤除。实际使用中,上述测试对网络的影响主要体现在,占用带宽反映基站发射机支持的单载波带宽以及杂波数目,如果占用带宽过大,将对相邻信道产生同频干扰;ACLR 反映基站在邻道上杂散辐射情况,保证邻信道的其他通信系统以及工作在相邻信道的小区不会因为该基站的无用发射受到影响;工作频段非期望辐射主要考察基站在工作频段对其他系统的干扰;发射机杂散辐射主要考察发射机对其他系统造成的干扰,一般频段杂散是不考虑其他系统的最低要求,共存杂散考察与其他系统共存时是否会造成系统的电磁兼容性降低以及影响共存系统的接收性能,共址杂散指标主要保护共址部署时其他系统的性能。

4.4 接收机测试

接收机测试主要是对接收机覆盖能力以及抗干扰能力进行评估,主要的测试项及其定义如下。

- 灵敏度:参考灵敏度测试规定了一个参考灵敏度功率水平,该功率为在特定参考测量信道上的吞吐量满足特定的需求时,天线连接处接收功率的最小平均值。
- 邻道选择性(adjacent-channel selectivity,ACS):指接收机接收一个有用信号时,在分配信道频率的邻道存在干扰信号,测量此时接收机的接收能力是否满足要求。
- 信道内选择性(in-channel selectivity,ICS):用于检测当存在一个较大功率谱密度的干扰信号时,接收机在指定资源块上接收有用信号的能力。
- 动态范围:指接收机接收一个有用信号时,在接收信道带宽内存在一个干扰信号,此时测量接收机的接收能力,即吞吐量是否满足要求。

接收机测试项主要是对基站接收机对信号解调的

能力以及 RRU 滤波器对干扰的抑制能力。实际使用中,上述测试对网络的影响体现在:灵敏度是对基站上行覆盖性能的直接反映,良好的接收机灵敏度可有效降低上行接收信号信噪比需求;邻道选择性体现接收机对邻道干扰的抑制能力,将直接影响到接收机与其他系统共存时的接收性能;信道内选择性体现接收带内信号的能力,当多终端共存时,该指标影响到接收机的解调能力;动态范围指接收信号能被检测且不失真的功率范围,该范围反映接收机接收强弱信号的能力范围。

5 基站射频测试方法与应用

通过上述介绍可知,每项测试分别从不同角度反映了基站射频性能。如何准确地测量出上述射频指标并对其加以评估成为基站射频指标测试实践的目标。下面将介绍基站射频一致性测试环境搭建及配置;基于该环境对部分射频测试项进行验证并依照行业标准进行判定;此外,针对基站射频测试结果进行对比,以此来表明不同基站在射频指标上存在的差异。

5.1 测试环境和配置

测试主要包括发射机和接收机测试,整个基站射频测试环境在屏蔽室中进行搭建,主要是为了保证整个检测环境不受到外部信号的影响。

发射机测试连接如图 3 所示。主要通过射频电缆将被测 RRU 和 BBU 与频谱分析仪相连,基站控制端主要按照要求将基站配置成测试所需模式。接收机测试连接如图 4 所示。该测试环境主要包括两个信号源分别用于产生有用信号和干扰信号,并通过合路器接入 RRU,基站控制端用于按

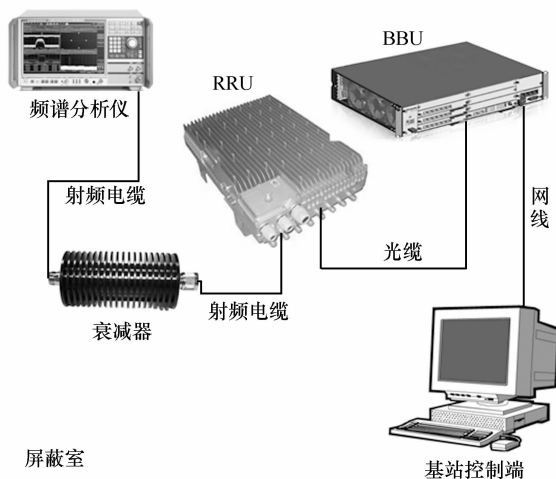


图3 基站射频一致性发射机测试连接

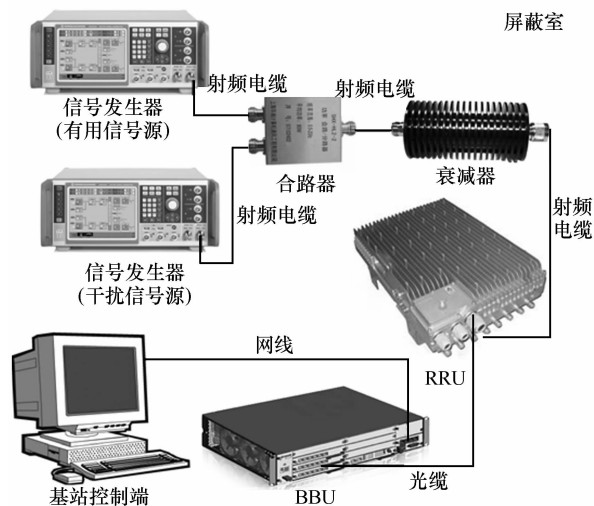


图4 基站射频一致性接收机测试连接

照测试需求配置基站,此外对基站的吞吐量进行统计。在测试前,需要对整个测试系统进行校准,以保证测量结果的准确性。

5.2 测试内容

对于发射机射频指标测试,本测试主要针对两款工作频段分别为 2 575~2 635 MHz 和 2 635~2 655 MHz 的基站进行工作频段非期望辐射和 ACLR,配置基站采用 E-TM1.1 配置基站发射,具体配置内容参见 3GPP 标准 36.141,测试频点为低频点,系统带宽为 20 MHz。对于接收机射频指标测试,本测试主要针对两款工作频段分别为 2 320~2 370 MHz 和 2 575~2 635 MHz 的基站进行灵敏度、ACS 和 ICS 测试,有用信号按照 3GPP 中 FRC A1-3 配置,具体配置内容参见 3GPP 标准 36.141^[3]。射频指标主要依照《YD 2572-2013 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网 基站设

备测试方法(第一阶段)》中关于发射机和接收机的无线指标规定进行判定。

5.3 测试结果

5.3.1 发射机射频指标

(1)工作频段非期望辐射

工作频段非期望辐射的测试结果见表 1。

表 1 分别针对工作频段为 2 575~2 635 MHz 和 2 635~2 655 MHz 的两款 TD-LTE 基站的工作频段非期望辐射进行测量,两款基站的发射功率分别为 41.76 dBm 和 46 dBm。该测试项对向低、向高偏离中心频点 10.050~15.050 MHz、15.050~20.050 MHz 和 20.500~22.500 MHz 频段中峰值功率进行测量,保证上述 6 个频段内的峰值功率低于相应限值,具体限制可参见《YD 2572-2013 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备测试方法(第一阶段)》,结果表明两款基站均符合行业标准中该测试项的要求,判定为合格。由于工作频段非期望辐射测试结果与功率和滤波器的范围相关,结果中两款基站的左端峰值功率即前 3 行测试数据比较来看,发射功率较大基站的峰值功率比功率较小基站的峰值功率均偏大;而右端峰值功率即后 3 行测试数据主要受到滤波器的影响,工作频段为 2 635~2 655 MHz 的基站由于带宽仅为 20 MHz,右端测量频段落于工作频带以外,因此测得峰值功率较 2 575~2 635 MHz 的峰值功率小。

(2)ACLR

ACLR 的测试结果见表 2。

表 2 中对上述两款 TD-LTE 基站的 ACLR 测试结果进行对比。该测试项的测量带宽为 20 MHz,该测试项主要针对工作频段外 20 MHz 和 40 MHz 的辐射情况进行测量,测

表 1 工作频段非期望辐射测试结果

工作频段/ MHz	功率/dBm	相对中心频点 起始频点/MHz	相对中心频点 终止频点/MHz	测量带宽/ MHz	峰值频点/GHz	峰值功 率/dBm	峰值功率与 限制差/dB	结论
2 575~2 635	41.76	-22.500	-20.500	1.00	2.564 433 000	-39.90	-24.90	合格
		-20.050	-15.050	0.10	2.569 839 000	-49.47	-36.97	
		-15.050	-10.050	0.10	2.574 043 000	-34.90	-28.13	
		10.050	15.050	0.10	2.599 453 000	-34.75	-23.09	
		15.050	20.050	0.10	2.600 116 000	-35.57	-23.07	
		20.050	22.500	1.00	2.605 567 000	-28.25	-13.25	
2 635~2 655	46.00	-22.500	-20.500	1.00	2.623 900 000	-36.49	-21.49	合格
		-20.050	-15.050	0.10	2.629 928 000	-42.73	-30.23	
		-15.050	-10.050	0.1	2.632 052 000	-35.75	-26.19	
		10.050	15.050	0.10	2.658 789 000	-36.01	-25.27	
		15.050	20.050	0.10	2.660 161 000	-39.67	-27.17	
		20.050	22.500	1.00	2.667 478 000	-36.22	-21.22	



表 2 ACLR 的测试结果

工作频段/MHz	功率/dBm	带宽(BW)/MHz	距最低或最高载波中心频点的邻道中心频点偏移量	指标	测试结果/dB	结论
2 575~2 635	41.76	20	+ BW	≥ 44.2 dB	56.33	合格
			+ 2×BW		62.05	
			- BW		61.59	
			- 2×BW		66.11	
2 635~2 655	47.80	20	+ BW	≥ 44.2 dB	63.81	合格
			+ 2×BW		67.66	
			- BW		64.26	
			- 2×BW		68.30	

试结果为在指定信道频率上平均功率与相邻信道频率上平均功率的比值不得大于 44.2 dB。从表 2 测试结果可看出,两款基站差别不大,工作频段为 2 635~2 655 MHz 的基站略优,测试结果均在 63 dB 以上,判定结果为合格。该指标的结果主要取决于基站系统底噪,而该底噪主要来源于设备物理原器件设计,功率大小对其影响不大。

5.3.2 接收机射频指标测试结果

测试频点为低频点。测试中虚拟资源块偏移量以资源块个数为单位,以工作频段最低 20 MHz 带宽的最低沿为起始点计算偏移。

(1)灵敏度

灵敏度的测试结果见表 3。

表 3 分别针对工作频段为 2 320~2 370 MHz 和 2 575~2 635 MHz TD-LTE 基站的灵敏度进行测量。测试中通过信号源在工作频段的低频点,即 2 330 MHz 和 2 585 MHz 两个频点上分别发射功率大小为-100.8 dBm 的 TD-LTE 调制信号,此时观察基站对于该信号的接收情况,查看是否有分组丢失情况发生,如果分组丢失率大于 5%即判定结果为不合格。上述测量中,两款基站在信号大小为-100.8 dBm

时,分组丢失率均为 0%,因此结论为合格。为了测量基站灵敏度的极限值,笔者将信号源发射信号的功率降低,两款基站分别在信号功率为-105.4 dBm 和-105.2 dBm 时出现分组丢失率大于 5%的情况。

(2)ICS

ICS 测试结果见表 4。

表 4 中对上述两款 TD-LTE 基站的 ICS 测试结果进行对比。测试中通过信号源分别发射有用信号和干扰信号。虚拟资源块偏移量为信号的偏移位置,单位为资源块个数,有用信号和干扰信号均为 TD-LTE 调制信号,有用信号功率为-97.1 dBm,干扰信号功率为-77 dBm,有用信号和干扰信号发射后观察基站对于有用信号的接收情况,查看是否有分组丢失情况发生,如果分组丢失率大于 5%即判定为不合格。上述测试中,基站分组丢失率为 0%,因此判定结论为合格。为了测量 ICS 测试项的极限值,将信号源中干扰信号的发射功率提高,即加大带内干扰强度,工作频段为 2 320~2 370 MHz 的基站干扰信号在有用信号右侧和左侧,功率极限值分别为-54.26 dBm 和-57.36 dBm 时,出现分组丢失率超过 5%的现象;而工作频段为 2 575~2 635 MHz 的基站

表 3 灵敏度测试结果

工作频段/MHz	系统带宽/MHz	参考灵敏度/dBm	吞吐量限值	测量结果/dBm	结论
2 320~2 370	20	-100.8	$\geq 95\%$	-105.4	合格
2 575~2 635	20	-100.8	$\geq 95\%$	-105.2	合格

表 4 ICS 测试结果

工作频段/ MHz	有用信号			干扰信号		干扰信号功 率/dBm	吞吐量限值	干扰信号功 率测试结果/dBm	结论
	虚拟资源块 偏移量/个	带宽/MHz	平均功率/ dBm	虚拟资源块 偏移量/个	带宽/MHz				
2 320~2 370	25	20	-97.1	50	20	-77	$\geq 95\%$	-54.26	合格
	50	20	-97.1	25	20			-57.36	
2 575~2 635	25	20	-97.1	50	20	-77	$\geq 95\%$	-45.96	合格
	50	20	-97.1	25	20			-46.86	

表 5 ACS 测试结果

工作频段/ MHz	有用信号			干扰信号		干扰信号 功率/dBm	吞吐量限值	干扰信号 功率测试 结果/dBm	结论
	虚拟资源块 偏移量/个	带宽/MHz	平均功率/ dBm	中心频率/ MHz	带宽/MHz				
2 320~2 370	0	20	-94.80	2 317.497 5	5	-52	≥95%	-38.00	合格
	75	20	-94.80	2 342.502 0	5			-39.30	
2 575~2 635	0	20	-94.80	2 572.497 5	5	-52	≥95%	-36.20	合格
	75	20	-94.80	2 597.502 5	5			-36.10	

功率极限值分别为-45.96 dBm 和-46.86 dBm。

(3)ACS

ACS 测试结果见表 5。

表 5 中对上述两款 TD-LTE 基站的 ACS 测试结果进行对比。有用信号中的虚拟资源块偏移量为有用信号位置,单位为资源块个数,带宽为 20 MHz,功率为-94.80 dBm;干扰信号均紧邻有用信号,带宽为 5 MHz,功率为-52 dBm。两种信号均为 TD-LTE 调制信号。当信号源发射两种信号后,观察基站对于有用信号的接收情况,是否有分组丢失情况出现,分组丢失率大于 5%即为不合格。上述测试中,基站分组丢失率为 0%,因此判定为合格。为了测量 ACS 测试项的极限值,将信号源中干扰信号的发射功率提高,即加大带外干扰强度,工作频段为 2 320~2 370 MHz 的基站干扰信号在有用信号左侧和右侧,功率极限值分别为-38.00 dBm 和-39.30 dBm 时,出现分组丢失率超过 5%的现象;而工作频段为 2 575~2 635 MHz 的基站功率极限值分别为-36.20 dBm 和-36.10 dBm。

ICS 和 ACS 的测量结果可看出,工作频段为 2 575~2 635 MHz 的基站优于工作频段为 2 320~2 370 MHz 的基站,但是从数据结果可知两者 ACS 大致差别为 3 dB,而 ICS 则为 9 dB,可见 ICS 受干扰的影响更大,即干扰如果出现在带内对基站吞吐量的影响更大。这是由于带外干扰可以通过物逻辑滤波器进行抑制,但对于带内干扰则主要通过信号处理模块对干扰进行滤除。

6 结束语

本文对 TD-LTE 基站系统的内部结构进行分析,然后,对 TD-LTE 基站射频一致性测试内容进行深入研究,对发射机、接收机测试项进行分类,并分别介绍其定义及其对网络部署时的影响。最后,针对上述测试项本文提出 TD-LTE 基站射频一致性测试方法和实现,并基于该测试环境对基站进行测试,最后对测试结果进行分析以说明不同基站在射频指标上体现出的差异。

参考文献

1 王映民,孙韶辉. TD-LTE 技术原理与系统设计. 北京:人民邮电出版社, 2010
Wang Y M, Sun S H. TD-LTE Principles and System Design. Beijing: Posts&Telecom Press, 2010

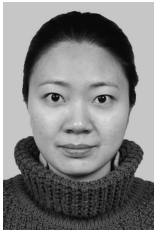
2 3GPP TS36.141 V9.8.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Bases Station (BS) Conformance Testing, 2012

3 3GPP TS36.104 V9.8.0. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Bases Station (BS) Radio Transmission and Reception, 2011

4 工业和信息化部. YD 2571-2013 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备技术要求(第一阶段), 2013
MIIT. YD 2571-2013 TD-LTE Digital Cellular Mobile Telecommunication Network-Technical Requirement of eNode B Equipment (Phase 1), 2013

5 工业和信息化部. YD 2572-2013 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备测试方法(第一阶段), 2013
MIIT. YD 2572-2013 TD-LTE Digital Cellular Mobile Telecommunication Network-Test Method of eNode B Equipment (Phase 1), 2013

[作者简介]



桂丽,女,博士,中国信息通信研究院泰尔系统实验室工程师,主要研究方向为无线移动通信网技术、TD-LTE/FDD-LTE 基站行业标准制定和测试方法。



夏骆[通信作者],男,中国信息通信研究院泰尔系统实验室主任工程师,主要研究方向为 TD-LTE/FDD-LTE 通信系统、宽带泛在通信网、下一代 WLAN 等关键技术和测试方法及标准制定。