

无线测试工程师知识点分享：探究LTE终端射频测试主要内容及关键项目，避免踩坑！

产品名称	无线测试工程师知识点分享：探究LTE终端射频测试主要内容及关键项目，避免踩坑！
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

产品详情

随着无线数据业务的迅速增长，新空口技术的不断引入以及来自WiMAX 的市场竞争，UMTS在对实时数据业务、大数据量业务的支持方面面临挑战，需要不断演进。LTE具有频谱使用灵活、可与现有技术无缝互操作以及网络部署和管理成本低廉等特性。一项新的技术能否在市场中生存并蓬勃发展，取决于最终用户对这项技术的认可，关键是这些技术能否满足最终用户的期望。因此，运营商会和网络设备和移动终端进行大量的测试。

LTE 终端射频测试，不仅是考察终端射频芯片指标，更是对终端进行整机测试，考察整机的性能。

LTE 终端射频指标总体要求是：

对于发射机，一方面要求能够精确产生符合标准要求的LTE有用信号，另一方面要求把无用发射和干扰电平控制在一定水平之内。对于接收机，要求能够在一定的环境条件下，能够可靠、准确地接收和解调有用信号，同时也要求能够抵抗一定的干扰信号。LTE 终端射频测试项目分为4大部分，即发射机指标、接收机指标、性能要求、信道状态信息上报。虽然LTE 信号结构与UMTS不同，但是LTE 终端射频测试需求基本上来自于UMTS已定义好的射频需求，只有少部分新增测试项。在接收机和性能统计上，UMTS系统是通过BER 和BLER衡量接收性能，而LTE 系统是通过吞吐量来衡量的。在性能测试部分，针对LTE的信道结构也增加了相应的信道解调性能指标。另外，对于LTE终端射频测试，需要对终端所支持的多种带宽、多种RB配置以及多种调制方式都要进行测试，测试量也是非常巨大的。下面对这4大部分的测试项目进行简单的描述。

(1) 在发射机指标里，包含如下几类测试项目：

发射功率相关的项目如UE最大输出功率，最大功率回退（MPR），UE配置输出功率等。这些测试项目，主要是考察终端的发射功率是否符合标准要求。如果终端最大发射功率过大，会对其他信道或系统造成干扰，最大发射功率过小会造成系统覆盖范围减少。最大功率回退是新增测试项，后面会做详细分析。

输出功率动态范围如最小输出功率、发射关断功率、开关时间模板等。这些测试项目，主要是考察终端的输出功率范围是否符合标准要求。如果最小输出功率以及关断功率过大，就会对其他终端和系统造成干扰。开关时间模板验证终端能否准确地打开或者关闭其发射机，否则会对其他信道造成干扰或者增加上行信道的发射误差。

功率控制如绝对功率控制容限、相对功率控制容限等。功率控制的目的是限制终端的干扰电平和补偿信道衰落，这部分测试主要是验证终端能否正确的设置其发射功率，并且发射功率在一定的容限范围之内。

发射信号质量如频率误差，误差矢量幅度EVM，载波泄漏，非分配RB的带内发射，EVM均衡器频谱平坦度等。终端发射信号质量是考察终端发射机调制性能的非常重要的指标。我们知道，OFDM系统对频偏和相位噪声比较敏感，OFDM技术区分各个子信道的方法是利用各个子载波之间严格的正交性。频偏和相位噪声会使各个子载波之间的正交特性恶化，造成LTE系统的性能下降。所以频率误差，EVM，载波泄漏（IQ不平衡）等是LTE终端必须要考察的指标。

输出射频频谱发射如占用带宽、频谱发射模板、邻道泄漏功率比（ACLR）、发射机杂散辐射等。终端的有用频谱发射必须严格符合标准要求，而带外发射和杂散发射属于无用发射，更需要进行严格的限制，否则会对其他用户的系统造成严重的干扰。

发射互调当两个或两个以上频率的射频信号功率同时出现在无源射频器件中，就会产生无源互调产物，一般来说三阶互调最严重。发射互调的测试原理是设置终端处于最大发射功率下，配置干扰信号后，在频带内观察其互调产物是否超标要求是有用信号和互调产物功率之比（单位dBc）低于限值。本测试项目主要是验证终端抑制其互调产物的能力。

（2）在接收机指标里，包含如下几类测试项目：

参考灵敏度电平 考察终端接收小信号的能力。如果终端灵敏度过差，将会降低eNodeB的有效覆盖范围。

最大输入电平 考察终端接收大信号的能力。如果终端最大输入电平不合格，将会降低eNodeB近端的覆盖范围。

邻道选择性、阻塞特性、杂散响应、互调特性 以上几类是考察终端在有干扰信号（单音/双音/调制干扰）情况下的接收性能。如果终端抗干扰能力过差，将会降低终端接收机性能。

杂散辐射 考察接收机抑制接收机中产生或放大的杂散信号功率的能力。

（3）在性能要求部分，包含如下几类测试项目：

PDSCH信道的解调。 PCFICH/PDCCH信道的解调。 PHICH信道的解调。 PBCH信道的解调。 性能测试部分主要是考察LTE终端的信道解调性能。性能测试是通过满足一定的吞吐量条件下的SNR（信噪比）来考察的。

SNR的计算公式如下：

(1)

公式中的表示符号上的接收的能量，表示白噪，公式上标代表接收相应的天线端口。

性能测试部分可以分为单天线端口和多天线（分集，空间交织，MU-MIMO）相关的UE性能测试。单天线端口性能，是通过满足一定吞吐量要求时候的多径衰落条件下的SNR来衡量的。双天线端口性能主要是考察终端的MIMO性能（分集，空间复用，MU-MIMO），也是通过满足一定吞吐量要求时多径衰落条件下SNR来衡量的。

（4）在信道状态信息上报部分，包含如下几类测试项目：

加性高斯白噪声（AWGN）环境下的CQI上报。衰落环境下的CQI上报。预编码矩阵指示（PMI）上报。秩指示（Rank Indicator）上报。这部分测试项目主要是考察终端的MIMO反馈性能。空间复用的性能测试又可以分为开环和闭环。开环MIMO，没有信道的先验信息；闭环MIMO系统是接收端将信道信息反馈给发射端，然后对传输数据进行预编码、波束成型或者天线选择等操作。闭环MIMO的反馈方式又可以分为全反馈和部分反馈等。

下面针对LTE终端射频测试的部分关键测试项进行分析和说明。

功率回退

LTE的信号结构和R99（WCDMA）是不同的，下行采用OFDM信号，上行采用SC-FDMA信号。虽然SC-FDMA信号的功率峰均比比OFDM信号低，但是当SC-FDMA信号的功率峰均比比比较高时，意味着终端的射频功率放大器必须具有高度的线性来保证终端发射信号不失真。但使用线性射频功率放大器会导致发射机的成本大幅增加，而且即使是用线性射频功率放大器，也会严重降低整个系统的效率。而实际系统基本都是峰值功率受限的系统，大多数实际系统为了保证一定的效率，通常在一定的输出功率回退条件下使用非线性功率放大器对信号进行放大，所以考察功率回退测试项是很有必要的。当上行信号的功率峰均比比比较高时，就需要进行功率回退到放大器的线性区内。当资源块（RB）数越多，调制方式越高，则需功率回退值越大。

载波泄漏（IQ不平衡）

IQ不平衡对于信号质量EVM的结果有重大的影响。IQ不平衡表现为最初的星座图的IQ偏移，是由于DSP的取整等导致的直流偏移所引起的。IQ两路信号是分别放大的，由于器件的不一致性难免会导致I路和Q路增益的不平衡，使得IQ幅度不一样，这样本来正方形的星座图将会变成长方形，即相同频点上，信号的幅度和相位发生了变化。然而，在R99规范上并无相关的测试，主要是通过测量EVM来衡量信号的调制品质的。由于OFDM技术对相位和频偏及其敏感，通过对IQ不平衡性的测量，能更好地衡量发射机调制的性能。

IQ原点偏移用相对载波泄漏功率（IQ原点偏移功率）来衡量。根据UE发射功率的不同，相对载波泄漏功率要求不同，范围在-10dBc ~ -25dBc。

频谱平坦度

频谱平坦度是LTE终端射频测试中新增的测试项。频谱平坦度对应频带内波纹的大小，直接影响终端射频的稳定性，因此需要对频谱平坦度进行测试。例如，如果波纹变化很大，相当于终端的输出功率变化很大，那么功放的输出效率在不停地变化，进而引起供电电压的变化，对终端发射机性能造成不利的影响。这个测试项分为测试信号位于整个频带的中间和边缘两种情况。

如表1所示，范围1意味着测试信号位于整个频带的中间，要求频谱的波动范围在4dB。范围2意味着测试信号位于整个频带的边缘处，要求频谱的波动范围在8dB。为了系统的正常工作，需要在频带中间平坦度要比边缘处好。