
LTE 及 LTE-A 的信号产生方案

1 引言

按照 3GPP 的规范,目前 LTE 至 LTE-A 主要分为三个版本,分别是 Release 8, Release 9, Release 10。也就是说,3GPP 从 Release 8 开始引入 LTE 标准;Release 9 相对于 Release 8 来说,在物理层定义上,增加了“定位参考信号”、“广播多播单频网”、“双流波束赋型”等特性;在 Release 10 里面,物理层上又增加了“载波聚合”、“共享信道分簇”等特性,LTE Release 10 也被称之为 LTE-Advanced 或者 LTE-A。

对于网络设备厂商来说,无论是在研发阶段还是生产阶段,基站和直放站等设备的射频测试采用的都是矢量信号源和信号分析仪的方法。以 LTE 基站射频测试为例,厂商利用矢量信号源产生 LTE 上行信号,模拟终端发射上行信号用来对基站进行接收特性测试和性能测试,利用信号分析仪测试 LTE 基站发射的下行信号射频指标。

对于芯片和终端厂商来说,在研发初期,同样会用到矢量信号源和信号分析仪。与基站测试类似,芯片和终端厂商利用矢量信号源生成 LTE 下行信号,模拟基站的发射信号,用来测试终端的接收灵敏度、吞吐率等特性。信号分析仪则用来测试终端发射的上行信号射频指标。

由此可知,矢量信号源和信号分析仪作为通用的射频测试仪器,广泛应用于 LTE 和 LTE-A 设备的射频测试。

2 LTE 及 LTE-A 信号产生方案

上文说到需要利用矢量信号源产生 LTE/LTE-A 的上行或下行信号用来测试 LTE 设备的接收性能。下面以 3GPP 的 LTE/LTE-A 规范文档为依据,简要介绍如何利用 R&S 的信号源 SMU200A 来产生 LTE/LTE-A 测试信号。

首先,以 LTE Release 8 的网络设备射频测试为例,主要根据规范 3GPP 36.141 的第七章和第八章进行测试。其中,第七章是基站接收测试,需要信号源能够产生有用 LTE 信号、白噪声信号、干扰信号,信号源 SMU200A 能够在一台源内部同时实现所需的所有三种信号。第八章属于基站性能测试部分,主要考察了基站在典型衰落场景下的工作性能和混合自动重传等功能。以 3GPP 36.141 8.2.2 “上行时延调整”测试例为例,该测试例的背景是将两个模拟终端信号输入基站,这两个终端一个是固定终端,另一个是移动终端,移动终端与基站之间的延时是不停变化的,基站为了能够正确的接收移动终端发射的数据包,需要将“混合自动重传(HARQ)”信息发送给移动终端,移动终端根据基站的反馈信号做发射时间的自动调整,同时两个终端的信号上都加载有加性高斯白噪声信号,

此时观测基站吞吐率的变化是否满足规范要求。3GPP 给出的测试框图如图 1 所示。

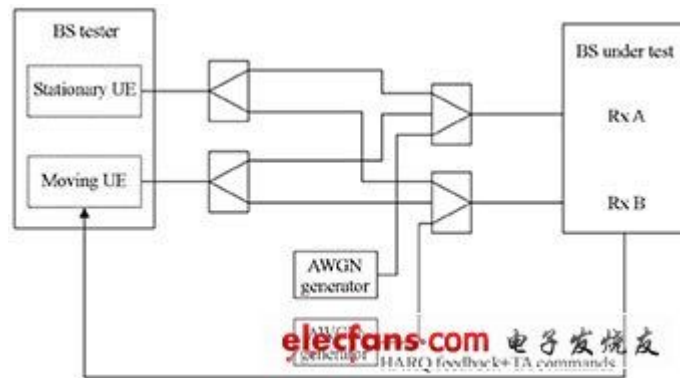


图 1 上行时延调整测试例连接框图

根据图 1 显示，要完成该项测试，需要：两台信号源，一台模拟固定终端，一台模拟移动终端，而且模拟移动终端的信号源需要能够接收基站发出的 HARQ 信息并进行正确响应；噪声信号发生器，用于产生噪声信号；衰落模拟器，用于模拟移动终端与基站之间的时延变化特性。R&S 的信号源 SMU200A 具有很高的集成度，在一台信号源内部可以实现两路独立的信号发射，并且在信号源内部模拟衰落特性和加性高斯白噪声信号，即一台信号源内部实现上述所有功能。单台信号源 SMU200A 测试上行时延调整的配置界面如图 2 所示。



图 2 SMU200A 测试上行时延调整配置界面

然后，LTE Release 8 的后续演进是 LTE Release 9，从信号物理层方面来看，Release 9 主要在下行链路方向做了改进，主要增加了三个特性：

“Positioning reference signal(定位参考信号)”、“Dual layer beamforming (双流波束赋形)”、“MBMS single frequency network (广播多播单频网业

务)”，R&S 的信号源 SMU200A 能够产生完全符合上述所有新特性的 LTE 信号。以定位参考信号的产生为例，信号源 SMU200A 允许用户根据 3GPP 的规范修改多项参数，如发射周期、带、功率等。图 3 显示了 SMU200A 产生顶位参考信号的配置界面和定位参考信号的分布图。

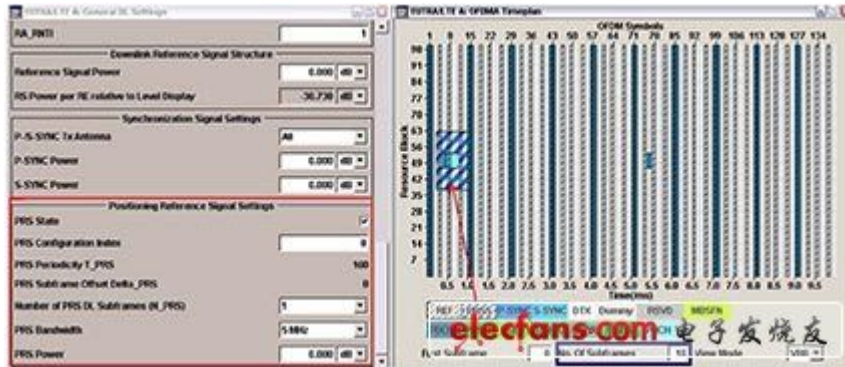


图 3 利用 SMU200A 产生 LTE 定位参考信号

最后，针对 LTE Release 10 版本，也就是我们所说的 LTE-A，3GPP 在下行链路和上行链路两个方向都做了改进，增加了“Carrier aggregation (载波聚合)”、“Enhanced multiple antenna technologies (支持下行 8 天线，支持上行 4 天线)”、“Uplink multiple access (支持 PUSCH 分簇，支持 PUSCH/PUCCH 同时发送)”等特性。R&S 的信号源 SMU200A 已经能够满足 LTE Release 10 大部分新特性。

例如在 LTE-A 的下行方向，需要实现载波聚合，R&S 的信号源 SMU200A 可以设置多达 5 个 LTE 载波，每个载波参数可以单独设定，完全可以满足 LTE-A 的要求。SMU200A LTE-A 载波聚合的配置界面如图 4 所示。



图 4 利用 SMU200A 产生 LTE-A 5 载波聚合信号

再例如 LTE-A 的上行方向，要求能够实现 PUSCH 分簇，并且支持 PUSCH/PUCCH 同时发送，图 5 是 R&S 的信号源 SMU200A 产生 LTE-A 信号时，同时生成的资源分布图，通过该图能够看到，SMU200A 能够轻松实现这些特性。



图5 利用 SMU200A 产生 LTE-A 上行信号

上文介绍了 SMU200A 能够产生符合 LTE 至 LTE-A 各个版本的上下行信号。此外，SMU200A 还提供基带算法验证功能。目前，国内 LTE Release 8 的设备已经比较成熟，各厂商已经开始 LTE Release 9 和 Release 10 的研发工作，而在研发初期，基带算法研发人员对 3GPP 规范给出的算法理解可能会有偏差，R&S 的信号源 SMU200A 为此提供了数据验证功能，研发人员可以将自己做的数据向量与信号源做的数据向量进行比对，SMU200A 可以在 9 个不同的数据处理节点位置产生数据向量用于比对，这有助于研发人员快速定位问题。图 6 显示了 SMU200A 能够在 9 个不同的数据处理产生数据向量。

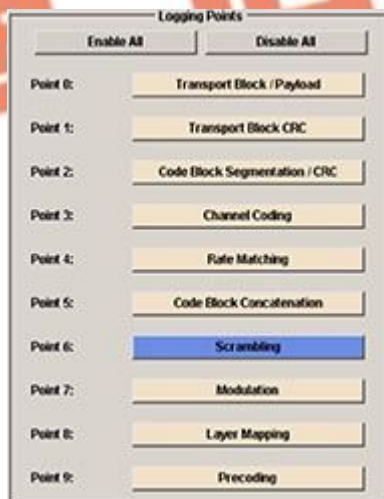


图6 利用 SMU200A 在不同节点产生数据向量

通过上述描述可以看出，R&S 的高端信号源 SMU200A 不但具有很高的集成度，能够在台源内部实现诸多功能，而且正在快速的跟进 3GPP LTE-A 的新规范，以满足客户的多种需求。

3 LTE 及 LTE-A 信号分析方案

本文主要介绍了 LTE/LTE-A 信号的产生方案，实际测试中，我们还需要有仪器能够对被测设备发射的 LTE/LTE-A 信号进行分析，下面我们就简要介绍一下 R&S 公司提供的 LTE/LTE-A 射频发射测试方案。

R&S 公司提供的多种信号分析仪 FSW, FSQ, FSV 等都可以对 LTE/LTE-A 信号进行解调，以 LTE-A 为例，图 7 中显示的是对上一节中 SMU200A 产生的 LTE-A 信号的测试结果，发射配置是 PUCCH 和 PUSCH 同时发射，且 PUSCH 分簇发射。从图 7 中可以看到，信号分析仪能够正确解调出 PUSCH 和 PUCCH 信号的功率、EVM 等指标。



图 7 LTE-A 信号射频测试结果示例

除了可以对 LTE/LTE-A 信号进行解调，R&S 的信号分析仪还可以面对更复杂的测试。例如目前无线通信网络的发展趋势是既要支持多种制式共存，又要节约成本，所以多模基站技术的得到了快速发展。为此，3GPP 专门颁布了 3GPP 37. xxx 系列标准文档，规定了对多模基站和终端的要求。以多模基站为例，3GPP 的文档规定基站要能支持同时发射两种或者两种以上的无线通信信号，这就为测试测量仪器带来了新的挑战。

针对上述多模设备的测试需求，有些厂商采用轮循测试的方法，即打开多个测量窗口，对不同载波不同制式的信号一个一个的进行测试，这样的测试方法不但测试周期长，而且基站处于多制式同时发射状态，但仪器并没有对多制式信号进行同时分析，所以容易错过由于多制式信号共同发射造成的非正常干扰，造成测试结果与实际基站性能不一致。

R&S 新一代信号分析仪 FSW 可以很好地解决多模基站的上述发射测试问题，FSW 内部可以保存多达 400 兆个采样点，可以一次性完成多种不同制式的信号数据采集工作，然后进行信号分析。这样的话，基站出于多种制式同时发射状态，

