

使用矢量信号发生器测试尖端通信技术：性能与功能

Frank-Werner Thümmeler

罗德与施瓦茨公司

1 引言

4G LTE或点对点微波通信等现代通信技术非常复杂，为通信组件和系统的设计者与制造者带来了极大挑战。在增加了国际标准组织实施的综合一致性测试之后，必须通过高性能测试与测量设备而非完成任务来迎接挑战。

2 仪表性能与功能

2.1 同时产生有用及干扰信号

根据Release 11、3GPP TS 36.141 针对4G LTE一致性测试实施的阻塞测试便是一个极好的示例。这些测试要求被测设备能在矢量调制干扰信号或连续波(CW)干扰信号中准确测量出所需的LTE矢量调制信号。在4G LTE一致性测试中，所需的LTE信号为2 GHz左右，干扰信号高达12.75 GHz。

2.2 衰落及MIMO信号模拟

为模拟真实的现实条件，可应用衰落和/或加性高斯白噪音(AWGN)人为恶化矢量信号发生器生成的理想LTE信号。必须选择一种可轻松配置的高性能信号发生器，从而以可复制的方式生成复杂的衰落场景或高斯白噪音。但是，如果预计要处理多种测试场景，则仪器的性能应更加优越。例如，罗德与施瓦茨的R&S SMW200A矢量信号发生器便能

够处理发射机和接收机端多天线系统中的复杂信号(MIMO模式 2×2 、 4×4 、 8×2 等)。

精简测试设置流程是另一重要标准。由于大多数传统信号发生器仅提供一条信道，因此相关设置通常需要两台仪器。而选择R&S SMW200A等含两条信道的高性能矢量信号发生器则更为明智—不仅因为其可内部生成衰落或AWGN以及提供额外信道。

示例：阻塞测试

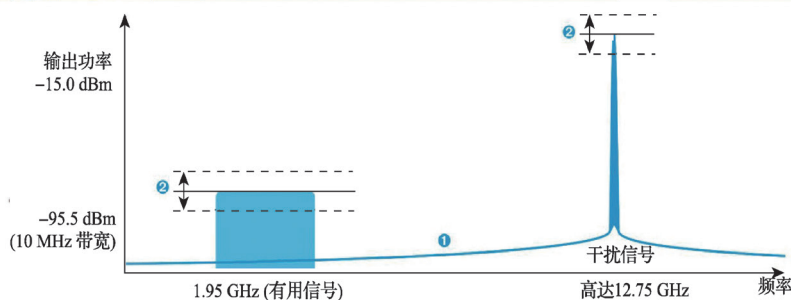


图1 R&S SMW200A 的低宽带噪声

图1中①表示与高电平准确度；②表示可产生准确并且可复制的测量结果。

同时，所生成的4G和干扰信号质量必须拥有高的电平准确度②等性质，且信号内容必须精确定义。在多种测试场景中，配置正确和信号质量对测量结果的准确性与可复制性有着决定性影响。选择满足这些标准的矢量信号发生器是一致性预测试成功的关键。

2.3 高质量的信号性能

选择矢量信号发生器后，生成高质量信号的性能与具备丰富功能同样重要。仪器的邻道泄漏比(ACLR)是一种信号质量指标。如果矢量调制干扰信号的频率与所需的LTE信号频率非常接近，那么卓越的ACLR便是测试成功的关键。如图1中的示例所示，CW干扰信号频率为12.75 GHz时要求宽带噪声非常低。

2.4 便捷的操作界面和测试向导

除性能之外，易于使用也是一项重要的选择标准。手动配置测试设置不仅沉闷耗时，而且容易出错。为更快地进行设置且不产生人为错误，测试工程师应考虑并比较仪器的软件测试向导功能。例如，R&S SMW200A向导可让复杂的测试场景设置如同按下按钮般简单。如图2和图3所示，用户只需简单选择合适的标准Release版本，按下“应用”按钮，即可开始测量。

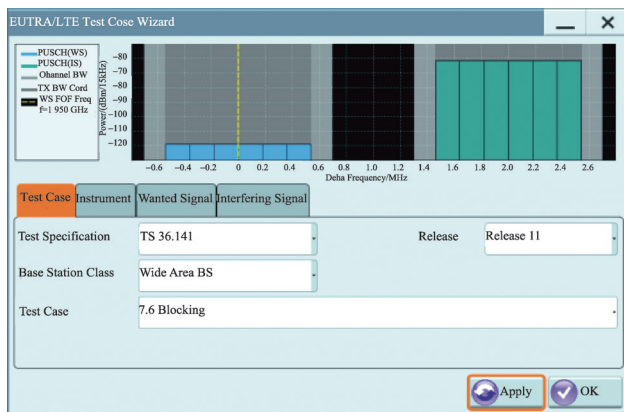


图2 可使用测试用例向导迅速配置复杂的 LTE 测试场景

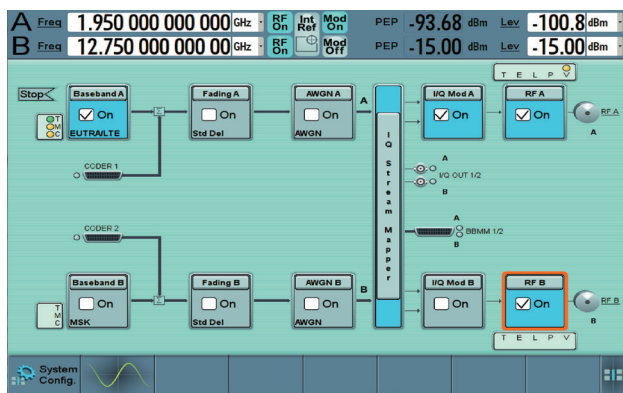


图3 R&S SMW200A 阻塞框图中的 LTE 阻塞测试。上层信号路径中，所生成的LTE有用信号为1.95 GHz，电平为 -100.8 dBm；下层信号路径中，所生成的CW干扰信号为 12.75 GHz，电平为 -15 dBm

3 高达 20 GHz的相参信号

测量有源天线系统等波束成型应用要求有高质量的相参测试信号。共时钟参考并不足以确保相对相位能长

时间保持稳定。耦合两个信号发生器路径的本振（LO）可解决这一问题。无需额外连接线缆，它便能确保单个仪器内部的两条发生器路径的相位同

步精准且可长时间保持稳定。

在R&S SMW200A等功能全面的矢量信号发生器中能够轻松进行LO耦合。如若需额外的相参信号，主站中的LO信号则会输入从站发生器中。

4 测试直传微波链路

通过空口而非有线连接的基站网络是直传微波链路（点对点通信）的一个主要应用方面。高达18 GHz的Ku波段是这些链路使用的频段之一。这种连接要求有高数据速率，可通过合适的高阶调制(128QAM及以上)和宽带(50 MHz及以上)实现。

由于需要测量的是被测设备（DUT）而非信号源的误差矢量幅度（EVM），因此这些技术对信号质量要求很高。此类测量要求使用具有卓越EVM性能的仪器。即使对于高阶调制和宽带，R&S SMW200A也能提供优越性能。对于10 GHz载频，128QAM条件下其所测EVM为0.36%，1024QAM条件下所测EVM为0.37%（均为20 MHz带宽条件下）。两种高阶调制的信噪比都约为49 dB。如图4所示为1024QAM信号条件下仪器的EVM vs. 频率测量值。

5 总结

每一种新型现代RF通信技术都会为设计者和制造者带来新的挑战。要确保产品开发过程中的设计和制造工作有效且优异，需要借助性能愈加优越的矢量信号发生器进行测试。下一代通信技术同样要求仪器的功能种类也有所增加。更大的频率范围、能够准确可靠地生成干扰信号以及持续提

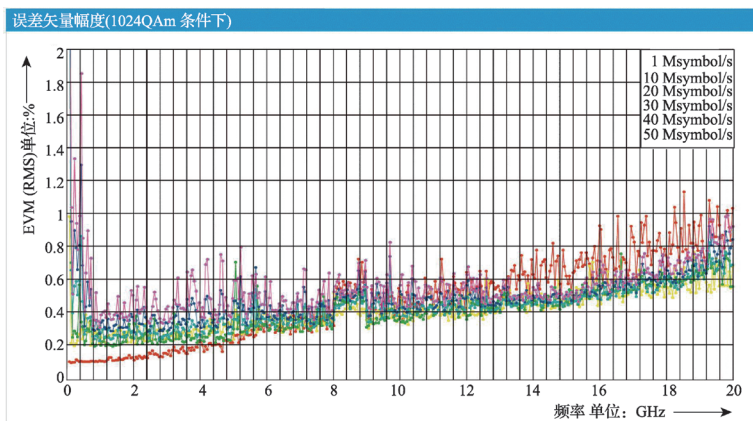


图4 R&S SMW200A 生成的 1024QAM 信号条件下多种带宽的 EVM vs. 频率测量值

供顶级性能,所有这些是矢量信号发生器需要具备的重要特性。

5.1 高达20 GHz的两条RF路径

R&S SMW200A矢量信号发生器拥有两条RF路径,频率上限高达20 GHz,非常适合用于航空航天和国防(A&D)、电信、研究院以及教育领域的大范围测试应用。

通过R&S SMW200A中现在可使用的20 GHz频率选件,A&D领域的应用可运行于X波段和Ku波段。如果装备了2个20 GHz频率选件,则两路

RF信号可针对相控阵天线系统测试进行相位耦合。如果需要两路以上相参信号,则可串联另一台信号发生器。

5.2 关键技术指标

为满足飞速发展的世界所带来的最新测试挑战,许多解决方案都需要连接并同步多种仪器。但是R&S SMW200A具备广泛功能,通常单台设备便已足够。其特性包括:

- 1) 频率范围可扩展至20 GHz (一条或两条路径);
- 2) 基带带宽高达160 MHz (射频);

3) 外部I/Q带宽高达2 GHz(射频);

4) 电子衰减器高达12.75 GHz;

5) 衰落模拟器;

6) 模拟更高MIMO模式 (2×2 、 4×4 、 8×2 等);

7) 触摸屏,带框图;

8) 上下文相关帮助;

9) 基于SCPI语句的宏录制器。

R&S SMW200A满足当今一系列测试标准,其易于使用的特点也可让用户专注于眼前的测量任务而无需浪费时间为不同测试设置进行连线与校准。

(上接第8页)

3.2 多线程软件架构

正如上文例子中所示的测试方法,在选择大规模多DUT无线制造的测试系统时,系统的软件架构必须具有多线程且可进行并行测试。NI

LabVIEW是一种具有内在并行机制的图形化编程语言,非常适用于多DUT制造测试,如图7所示。相对于顺序语言,LabVIEW图形化数据流程序本身包含有可以并行运行的信息。

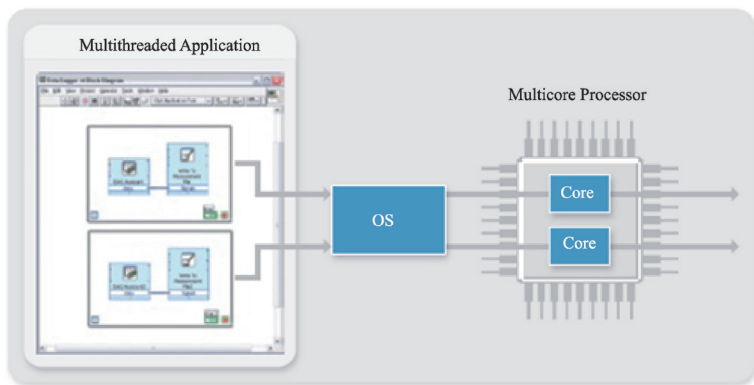


图7 作为一种固有的多线程编程语言,NI LabVIEW是大规模多DUT制造测试的理想之选

4 理想的多DUT WLAN测试系统

PXI平台的灵活性和可扩展性以及NI LabVIEW的固有并行机制为多DUT WLAN制造测试提供了一个革命性的新工具。NI PXIe-5646R矢

量信号收发仪(VST)具有高达6 GHz的频率覆盖范围和高达200 MHz的RF带宽,使其不仅成为测试802.11ac等最新WLAN标准的理想仪器,而且也适用于极具挑战性的未来标准(如

LTE-Advanced载波聚合等)的测量。

当搭配PXI平台和基于NI LabVIEW的NI WLAN测量套件软件的多种开关功能时,NI矢量信号收发仪就成为大规模多DUT制造测试的理想仪器。此外,NI矢量信号收发仪还可测试许多其他无线标准,包括蓝牙、NFC、GPS/GNSS、2G/3G蜂窝和LTE等,具有业界领先的性能和测试时间^[2]。

参考文献

- [1] Gropp, Henry. Nonsignaling Technique Improves RF Test. edn.com.EDN Network, 1 Mar. 2008. Web. 10 Jan. 2014.
- [2] OHNSON E, VERRET R, THOMPSON S. Advancing RF Test With Open FPGAs. AUTOTESTCON Proceedings, 2012.