

# 是德科技

## 一个灵活的5G波形 及超宽带信号生成和分析测试系统

### 技术白皮书

是德科技公司 Greg Jue  
是德科技公司 Sangkyo Shin



扫描二维码  
关注是德科技5G专题

#### 摘要

目前5G技术研究遇到的一大挑战就是，需要对太多的波形、频率和带宽加以分析。除了6GHz以下频率的波形之外，还包括微波和毫米波频率的波形。有的波形可能还涉及到大带宽。所有这些因素对5G信号的生成和分析提出了新的测试挑战，因此灵活性是当今5G研究的关键要求。本白皮书将讨论部分候选波形，而后会介绍一款创新和灵活的、适用于5G波形生成和分析的测试台。该测试系统将软件解决方案和测试设备完美结合起来，通过仿真前沿的5G波形应用场景来执行“假设-分析”研究。文中还将分析候选5G波形与4G波形共存的场景，并将讨论微波和毫米波频段、调制带宽高达2GHz的宽带信号生成和分析案例。

## 目录

引言 .....	3
设计与测试面临的挑战 .....	4
探索候选波形 .....	5
候选波形: OFDM .....	6
候选波形: FBMC .....	6
候选波形: UFMC .....	7
候选波形: GFDM .....	7
OFDM和FBMC的对比 .....	8
组装推荐的测试系统 .....	9
组装推荐的测试系统(续) .....	10
软件 .....	10
硬件 .....	11
应用: 三个案例研究 .....	12
射频案例研究: 探索LTE和FBMC(<6GHz)的共存 .....	12
微波案例研究: 宽带信号生成和分析(28GHz) .....	14
毫米波案例研究: 宽带单载波调制(60GHz) .....	16
展望 .....	19
参考资料 .....	19

## 引言

在第四代蜂窝系统——LTE和LTE-Advanced——刚刚开始部署之际，对第五代(5G)系统的研究已经展开。5G移动网络的愿景是实现“随时随地万物接入”。

关键特性包括一个高密度和高度集成的网络，组成该网络的小微基站能够支持10 Gbps级的数据速率和1 ms或更短的往返时延。大部分研究都假设使用多个工作在微波和毫米波段工作的空中接口。使用MIMO等高级空间复用技术，可以进一步扩充容量。

这个综合性的网络将能够支持从简单的机对机(M2M)通信到虚拟现实数据流等所有应用。它将能够监控数十亿的传感器和多种同时传输数据流的业务，并支持物联网(IoT)的海量数据收集和分配需求。在这种环境中，预计到2030年无线数据流量将增加5000倍。<sup>1</sup>

为了让这个惊人预测成为现实，首先应创建、生成和分析信号原型。由于5G研究启动之时标准化工作尚未开始。业界尚未对物理层信号给出定义，而且对使用何种波形也有争议，所以正在考察多种候选波形：滤波器组多载波(FBMC)、广义频分复用(GFDM)、通用滤波多载波(UFMC)、滤波正交频分复用(F-OFDM)等等。

灵活性为什么至关重要的一个原因是：它支持工程师执行“假设”分析法评测早期的概念和可能使用的5G波形，包括可能会使用多种调制方法，在多种不同频率和调制带宽条件下进行分析。对于开发人员来说，如果路线选择错误会带来极大的风险，因此他们需要更高的灵活性，尤其是灵活的信号生成和分析工具。当5G演进中出现更好的候选信号时，这些工具使开发人员能够迅速转变研究方向。

本白皮书详细说明了一款灵活的5G测试系统，该测试系统由经过验证的现成的软件和硬件组成。在信号开发阶段有两个关键的软件：一个是SystemVue软件，用于实施仿真、假设分析和算法开发；另一个是Signal Studio软件，用于在研发测试初期生成测试信号。生成测试信号的硬件使用M8190A任意波形发生器(AWG)，它可以生成信号来驱动E8267D PSG矢量信号发生器的宽带I/Q调制输入。使用89600 VSA软件、X系列信号分析仪和宽带Infiniium示波器执行信号解调和分析任务。

1. IWPC白皮书：《关于超高容量网络的演进及颠覆性愿景》：[www.iwpc.org](http://www.iwpc.org)

## 设计与测试面临的挑战

5G 给研发工作带来多方面的新挑战。许多重要的讨论都可以划归为六大技术特性<sup>2</sup>:

- 每个地区的移动数据流量增加 1000 倍
- 连接的设备数量增加 10 到 100 倍
- 典型的用户数据速率提高 10 到 100 倍
- 能耗降低 10 倍
- 端到端时延 < 1 ms
- 5G 接入无所不在, 覆盖低密度区域

以前的移动技术通常是经过逐步的改进而提升性能的。您现在很难想象一种新技术能够同时满足上面列出的所有六个特性。研究人员更有可能会采用不同的技术来实现图 1 所列出的部分特性。

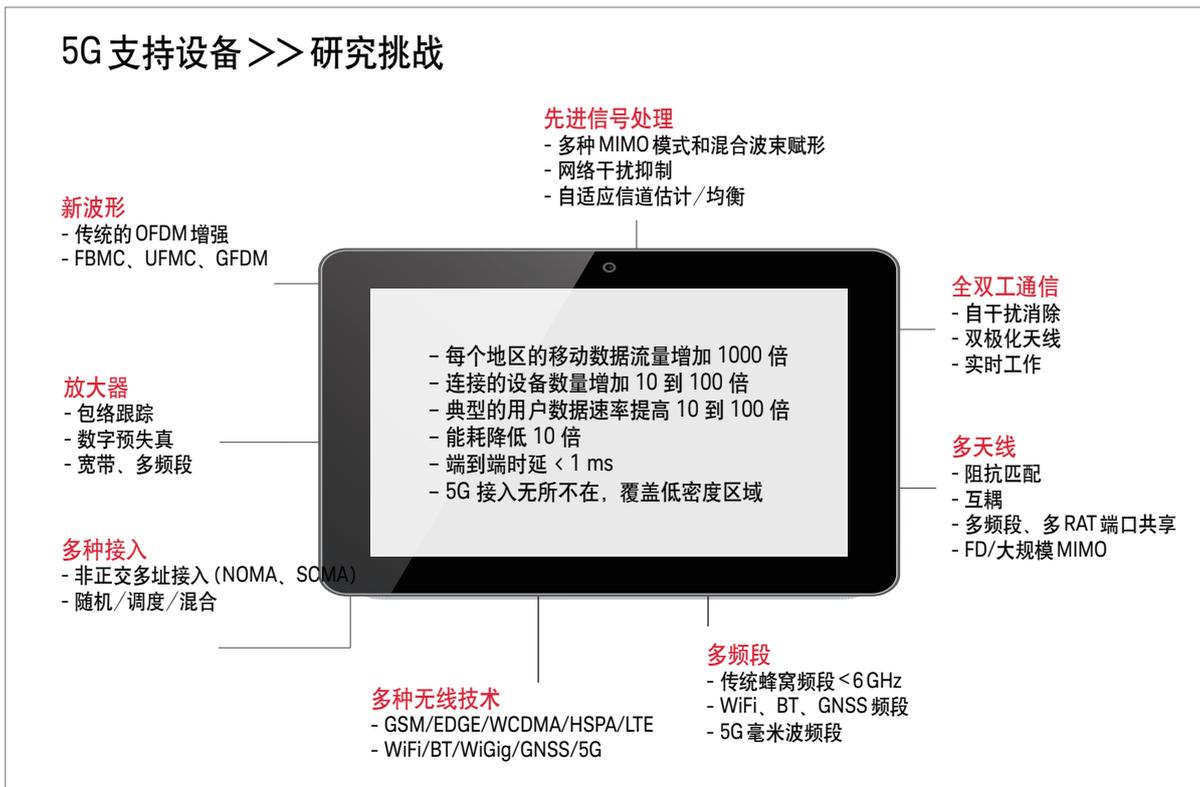


图 1. 研究人员需要采用多种不同的支持技术、设备和方法来实现目前预想的六种 5G 技术特性<sup>2</sup>。

从图中可知, 新波形可能能够支持更高密度的用户群、更高的数据吞吐量以及对所分配频谱更高效的利用。这些波形可能需要先进的信号处理能力、自适应信道评测和均衡, 以加强稳定性和抗扰性。

可能使用全双工通信以改善频谱效率。最大限度减少自干扰将会提高接收机的灵敏度。

2. 《5G 基础设施公私伙伴关系 (The 5G Infrastructure Public Private Partnership)》, 详细信息见 [www.5g-ppp.eu/kpis/](http://www.5g-ppp.eu/kpis/)

可能需要应用MIMO等多天线技术以支持高数据吞吐量，还要研究大规模MIMO和自适应波束赋形等先进技术。MIMO和自适应波束赋形等技术可能还需要非常复杂的算法。

它必须支持传统和全新无线接入技术(RAT)的多个频段，包括用于高数据吞吐量应用的5G毫米波频段扩展。需要支持多种接入模式，包括非正交多址接入(NOMA)模式，以及随机、定期和混合模式。

最后，新的波形、多频段、宽带宽和更高阶调制可能对功率放大器(PA)设计提出全新挑战，并可能需要应用新的PA数字预失真(DPD)技术。

如果能够在研发初期灵活地转变设计验证和测试方式，将有助于研发人员更好地应对这些挑战。

## 探索候选波形

无线标准在演进过程中对更高数据速率的追求永不停顿。在5G标准中，追求的目标变成使用多载波波形、微波频率、毫米波频率和更宽调制带宽。下面是一些期待实现的特性：

- 灵活和可扩展
- 经优化的多址接入
- 高效地利用分配的频谱
- 能够抵御窄带干扰和脉冲噪声
- 短时延
- 同时传输同步和异步流量
- 高频谱和时间碎片
- 与传统OFDM波形共存

图2总结了目前正在考虑实施的波形。部分波形值得认真研究。

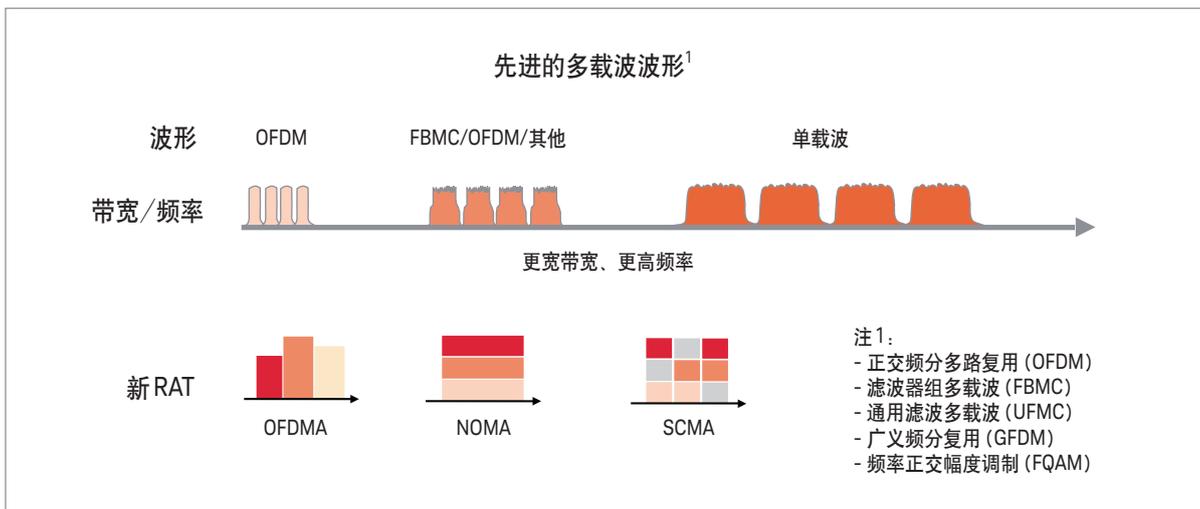


图2. 5G 候选波形覆盖多种可能实施的方法。

### 候选波形: OFDM

正交频分复用(OFDM)正在4G中使用, 再加上其他一些原因, 所以5G也在考虑使用滤波OFDM(F-OFDM)。F-OFDM提供良好的频谱效率和多径干扰抑制能力。其子载波空值对应邻近子载波的峰值, 从而确保载波间干扰为零(图3)。

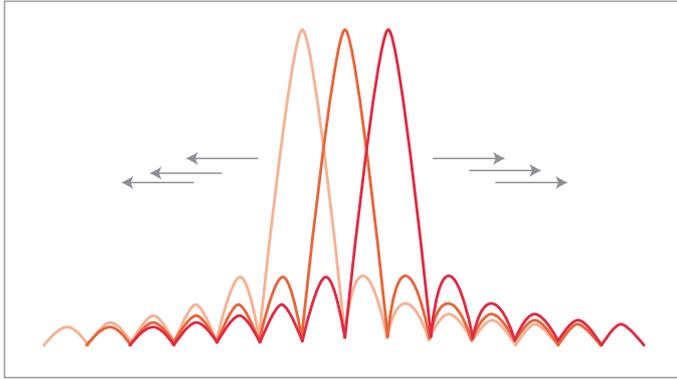


图3. OFDM 提供频谱效率、抗多径干扰性和零载波间干扰等优势。

### 候选波形: FBMC

为提供更出色的带外频谱特性, FBMC对每个子载波实施滤波。图4显示了它使用多相网络(polyphase)或扩展IFFT灵活执行基带滤波的方法。

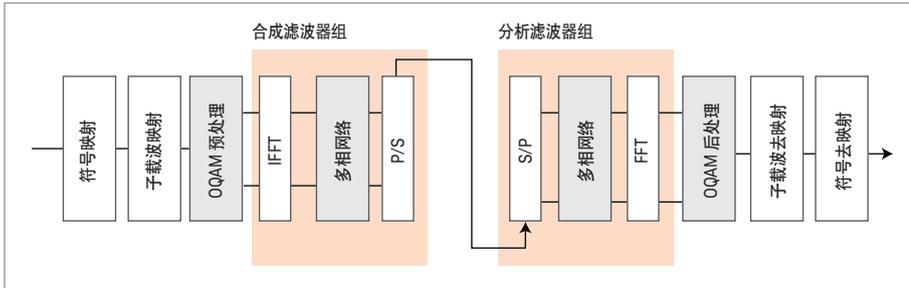


图4. FBMC中的滤波器组可以对每个子载波进行滤波。

滤波可以使用不同的重叠系数(即K系数)提供各种水平的带外抑制。图5中, 红色、蓝色和绿色轨迹分别显示了K系数为4、3、2时的FBMC频谱。随着K系数减小, 带外特性具有与OFDM类似的频谱抑制特征。

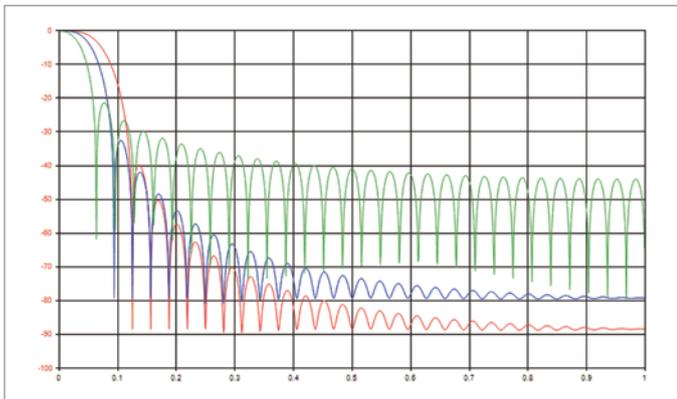


图5. 改变重叠系数(K)就会改变FBMC的带外抑制特征。

## 候选波形: UFMC

此方案对每个子频段实施滤波(图6), UFMC的一大优点是可以降低基带算法的复杂性。图7显示的是使用SystemVue仿真的UFMC频谱实例。

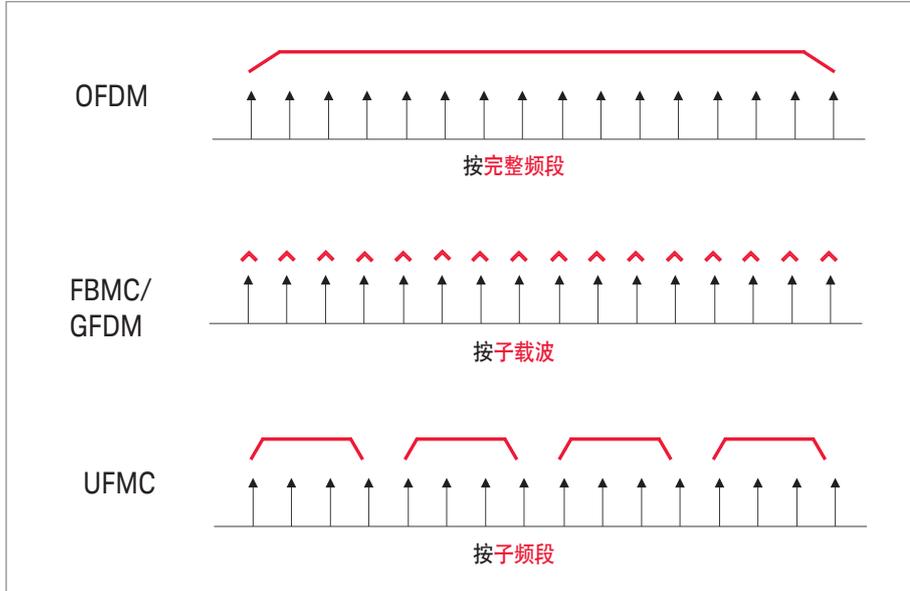


图6. OFDM、FBMC和UFMC使用的滤波方法差别很大。

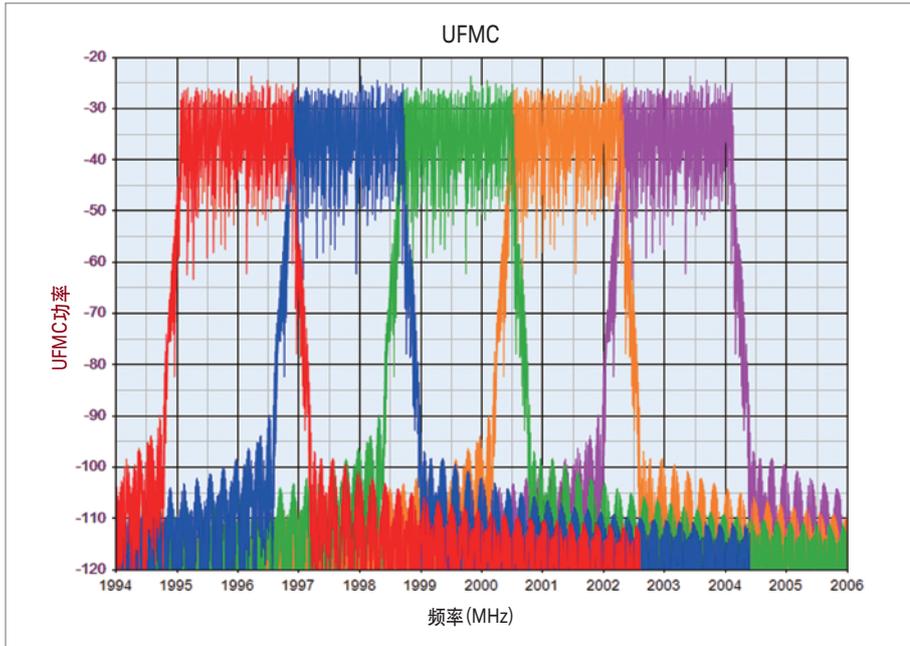


图7. UFMC波形(由SystemVue生成)仿真显示了5个复用频段。

## 候选波形: GFDM

这是另一种多载波系统, 它通过数字方式实施典型的滤波频段方法。GFDM信号基于来自特定星座图映射的KM总数据符号( $dk, m$ )的数据块结构。M符号插入一个循环前缀(CP)以提高频谱效率并减少接收机端的复杂均衡。

## OFDM 和 FBMC 的对比

OFDM 有两个明显缺点: 一个是插入循环前缀降低了频谱效率, 另一个是存在极大的带外发射。相比之下, FBMC 的优势在于能够高效利用所分配的频谱, 以及能够为频谱感知应用生成或占用频谱"空洞"。

使用 SystemVue 及其 5G 基带探测程序库可以证明这一点。图 8 显示了 OFDM (橙色轨迹) 和 FBMC (蓝色、绿色和黑色) 频谱的仿真结果。FBMC 频谱有从 2 (蓝色) 到 4 (黑色) 不同的重叠系数, 与 OFDM (橙色) 相比, FBMC 在带外频谱功率方面有所改善。

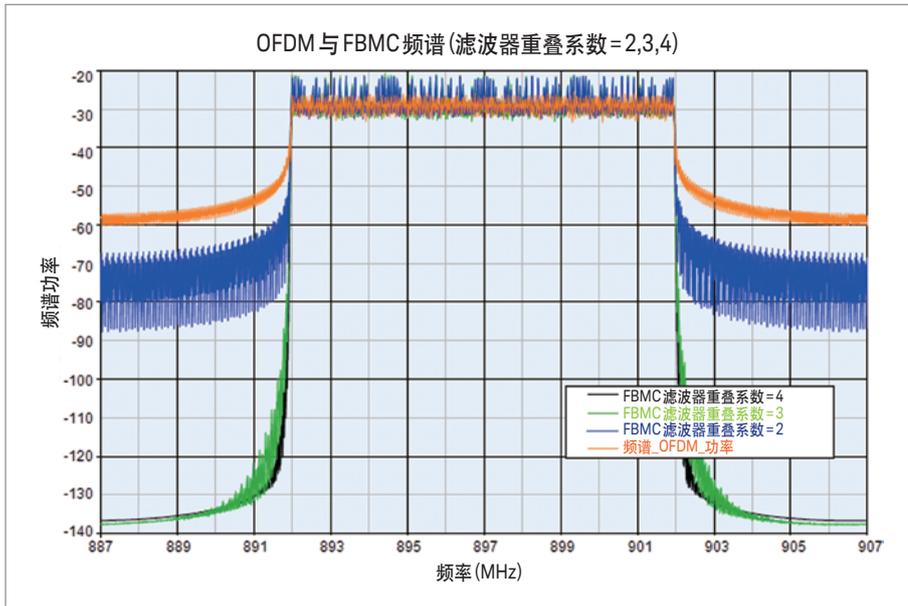


图8. 与 OFDM 相比, FBMC 的重叠更多, 因此带外功率得到改善。

## 组装推荐的测试系统

当开发人员使用这些波形和其他波形进行试验时，极其灵活的测试系统可以为他们提供高性能的原型算法和硬件，帮助他们更好地测试推荐的波形。在假设分析的场景下，它还可以在原型算法及原型硬件的仿真和实际测试中更加容易和快速地过渡。

具体而言，5G研究和早期测试的三个重要领域都需要出色的灵活性：

- 生成和分析新波形
- 支持从几 MHz 到几 GHz 的广泛调制带宽
- 支持从射频到微波再到毫米波的广泛的频率范围

推荐的测试台通过其软件和硬件元素提供这种灵活性。软件用于创建和分析 5G 波形及定制波形。该信号生成软件与两个硬件——精密型 AWG 和具有宽带 I/Q 输入的矢量信号发生器——相结合，能够生成调制带宽高达 2 GHz、频率高达 44 GHz (使用上变频器可以达到更高) 的宽带测试信号。另外，VSA 软件也能够驻留在仿真软件中使用，或在信号分析仪、示波器以及负责控制各种仪器或数字转换器的 PC 上运行，以实施信号解调和分析。图9显示了软件和硬件元素的概念性配置。

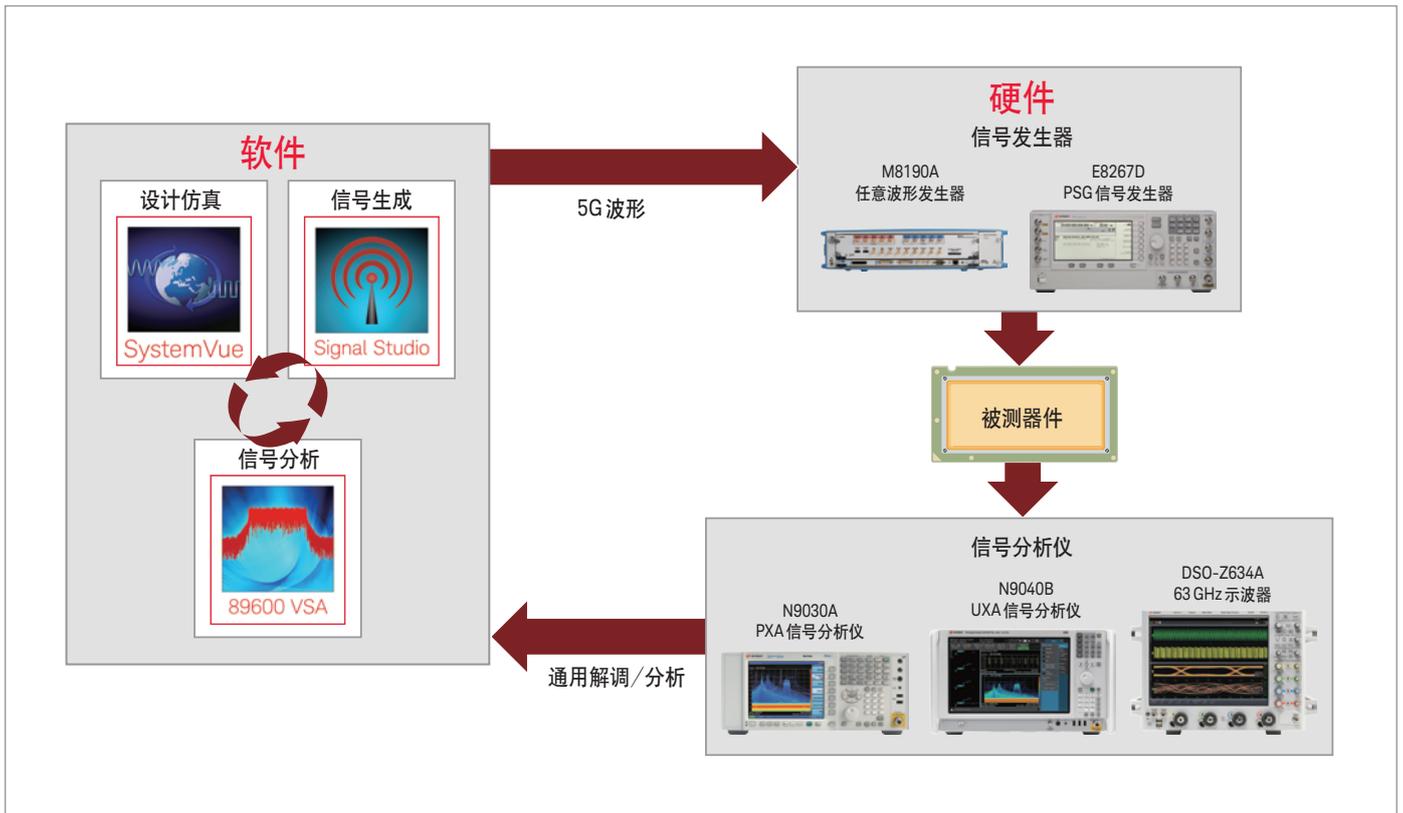


图9. 硬件 + 软件 + 经验丰富的开发人员可以开辟 5G 研究的新视野。

## 组装推荐的测试系统(续)

图 10 显示了是德科技推荐的软件和硬件组合。

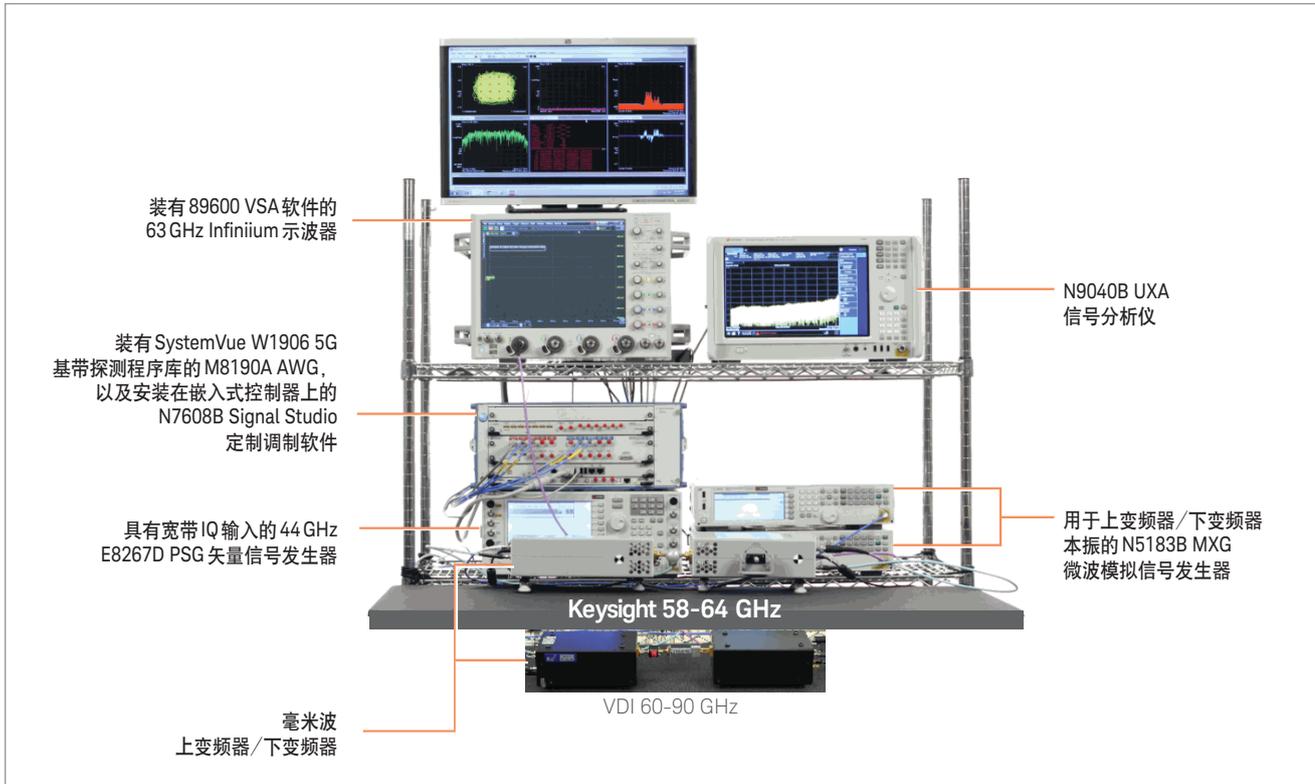


图 10. 仪器与硬件完美结合, 可以为探索可能实现的 5G 技术提供极大的灵活性。

## 软件

在测试台硬件中，M8190A AWG 任意波形发生器与嵌入式控制器一起安装在 AXIe 机箱中。有两个软件在该控制器上运行：SystemVue (配有 W1906 5G 基带探测程序库) 和用于定制调制的 N7608B Signal Studio 软件。

SystemVue 支持仿真候选的 5G 波形以及定制的 OFDM 和 I/Q 波形，这些定制波形可以用于测试定制算法或专有算法。虽然 SystemVue 主要用于系统设计和算法开发，但它也能下载波形至 M8190A AWG。

Signal Studio 定制调制软件具有参数化的图形用户界面 (GUI)，使用户可以非常轻松地创建定制的 FBMC、I/Q 和 OFDM 波形。定制 OFDM 和定制 I/Q VSA 设置文件可以保存到存储设备中，以便在使用各种是德科技信号分析仪和示波器执行 EVM 测试时调用。Signal Studio 还可用于为 M8190A AWG 生成波形，并下载波形至三个矢量信号发生器中：E8267D 微波 PSG、N5182B 射频 MXG 和 N5172B 射频 EXG。

89600 VSA 软件提供定制 I/Q (选件 BHK) 和定制 OFDM (选件 BHF) 解调分析。前面提到过，它可以在 SystemVue 中使用，或在各种是德科技信号分析仪和示波器中运行，或在连接各种是德科技仪器的独立 PC 上运行。Signal Studio 定制调制软件可以作为信号生成和分析工具的伴侣，与 89600/BHK 配合执行定制 I/Q 调制分析，或与 89600/BHF 配合执行定制 OFDM 分析。

## 硬件

M8190A 是一款双通道精密任意波形发生器，它拥有 14 位分辨率和 8 GSa/s 采样率或 12 位分辨率和 12 GSa/s 采样率两种工作模式，以及 5 GHz 模拟带宽和每通道 2 GSa 存储器。

该 AWG 用于驱动配有宽带差分外部 I/Q 输入 (选件 016) 的 E8267D PSG 矢量信号发生器。宽带输入能够在高达 44 GHz 的载波信号上产生高达 2 GHz 的调制带宽。对于毫米波频率的信号生成，可以使用是德科技 (58-64 GHz N5152A) 和 Virginia Diodes Inc. (60 GHz 至 90 GHz) 的上变频器。使用 MXG 微波模拟信号发生器 (N5183B) 为毫米波上变频器提供本振。

使用 Keysight N9040B UXA 或 N9030A PXA 信号分析仪执行频谱分析和解调分析。使用配有 89600 VSA 软件的 Keysight Infiniium 高性能示波器执行高达几个 GHz 到几十个 GHz 解调分析。

这个实例配置可以用于射频、微波和毫米波信号生成与分析。适用于特定应用的最佳硬件配置取决于您所关注的实际频率、带宽和波形。有时，推荐的解决方案可能还包括经简化的仪器配置和较少的仪器。

## 应用: 三个案例研究

测试系统的通用性使它适用于各种可能的射频、微波和毫米波频率应用场景。下面的案例有助于说明测试系统的通用性。<sup>3</sup>

### 射频案例研究: 探索 LTE 和 FBMC (<6 GHz) 的共存

LTE 和 FBMC 信号的生成可以通过图 11 所示的 SystemVue 原理图实现。这两个信号经过重采样后结合到一个复合波形中，该复合波形而后下载到 M8190A AWG 中。使用 PXA 信号分析仪和 89600 VSA 软件分析 AWG 的输出。

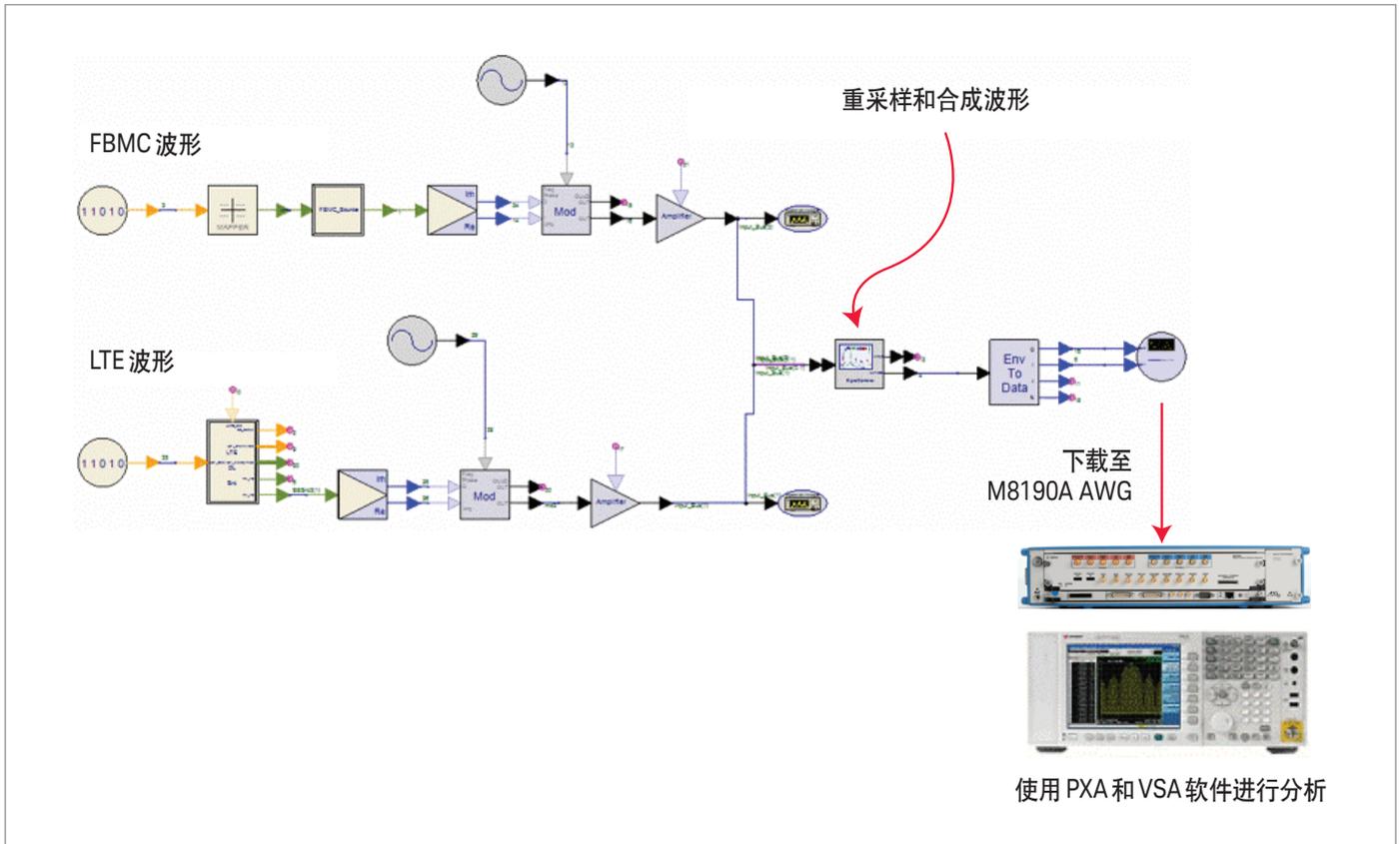


图 11. FBMC 和 LTE 信号可以在 SystemVue 中生成, 它们组成的复合波形下载到 AWG。

3. 注释: 这些实例中的技术、波形、频率和带宽仅用于展示这种测试台方法的灵活性, 而不表明它们适用于 5G。

图12显示了PXA测得的测试信号结果。请注意FBMC频谱与LTE频谱相比，带外频谱的急剧降低。这是由施加到FBMC信号的每子载波滤波导致的。

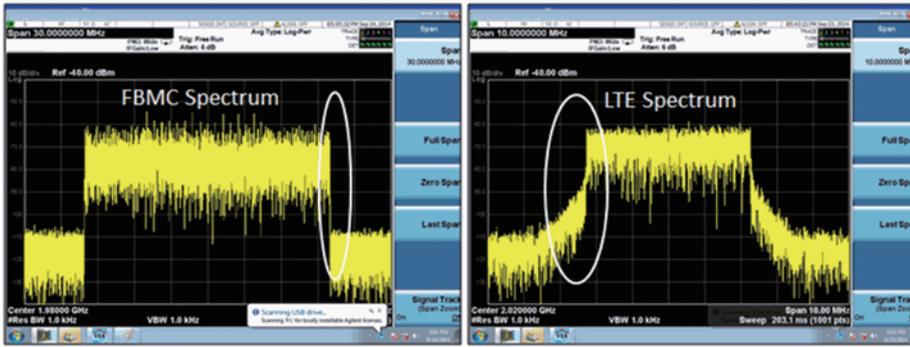


图12. 与LTE相比，FBMC具有很明显的带外优势。

为了评测LTE与FBMC的共存，我们在SystemVue中修改了测试场景，使FBMC信号中存在部分有效子载波陷波。而后设置LTE中心频率以匹配陷波的中心频率(图13)。注释：使用M8190A的单一输出通道生成复合的LTE/FBMC波形；它不需要两个独立的信号发生器。

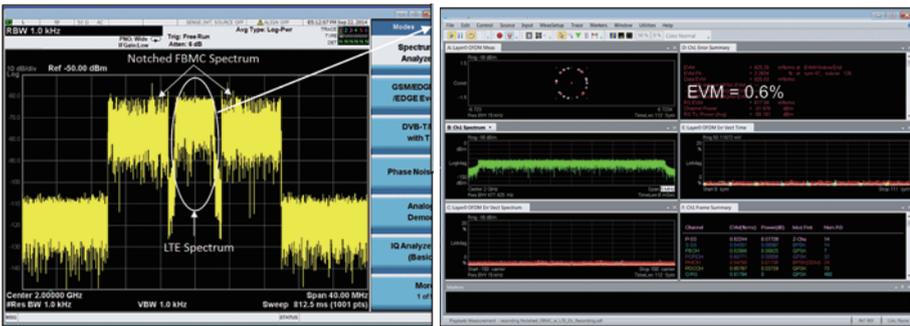


图13. LTE信号位于凹陷的FBMC频谱的中心。

图13中的右上方轨迹使用89600 VSA软件生成。它解调LTE信号并计算出EVM为0.6%，这表明FBMC带外特性对包含此陷波的LTE信号影响极小。

陷波宽度很容易修改，LTE EVM可以通过宽度(由子载波数量决定，宽度单位为MHz)得出。图14显示了一组与FBMC陷波宽度有关的LTE EVM结果。这个假设分析场景实例可以用测试台轻松测试。

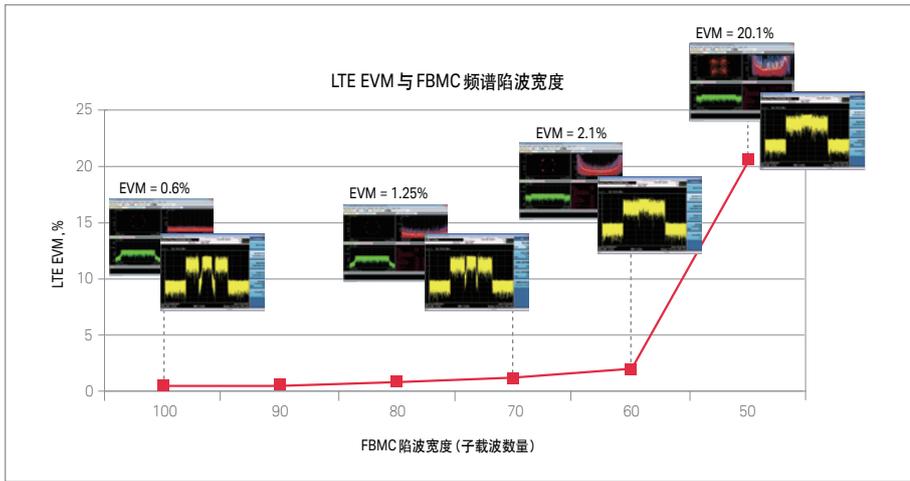


图14. 随着陷波宽度的减小, LTE EVM 变差。

### 微波案例研究: 宽带信号生成和分析 (28 GHz)

如前所述，测试台在微波频率范围内具有高达2 GHz的调制带宽，可以用来生成和分析宽带波形。在此案例中，我们可以使用M8190A AWG和E8267D PSG矢量信号发生器(具有宽带I/Q输入)的组合来生成最高44 GHz的宽带微波测试信号。

1 GHz调制带宽的28 GHz宽带FBMC信号用Signal Studio定制调制软件生成。帧数、采样率和过采样率等参数通过该软件的参数化图形用户界面(GUI)设置。FBMC-OQAM波形参数，例如FFT长度、上下保护子载波、多载波符号数量和空闲间隔等，也可以设置。基本的FBMC滤波器设置——K系数和滤波器组结构——可以由用户输入(图15)。

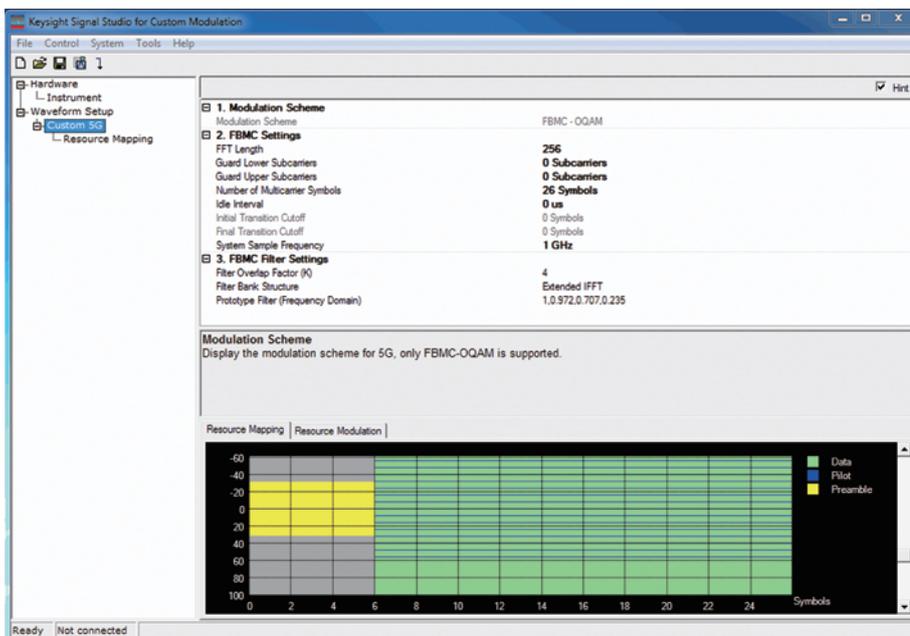


图15. Signal Studio 定制调制软件 GUI 用户可以非常方便地输入全套 FBMC 参数。

图16显示了测试信号结果。频谱中心频率为28GHz，测量扫宽为1.2GHz。

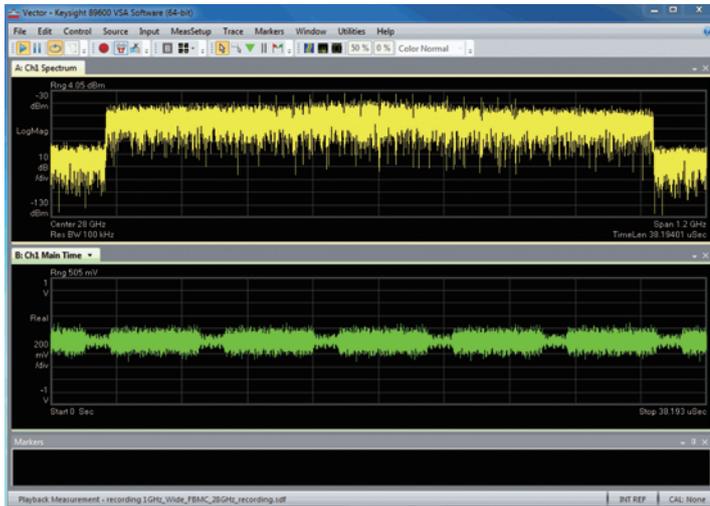


图16. Signal Studio定制调制软件可以简化FBMC波形的生成。

同样，Signal Studio定制调制软件可以用于创建具有1 GHz调制带宽、频率为28 GHz的OFDM波形。使用GUI可以设置基本的参数(例如帧数等)。而且可以针对前导码、导频和数据子载波设置资源映射参数，包括每个资源块的位置和功率提升(boosting)。针对导频和数据的前导码、调制以及净荷设置I/Q值。

测试信号结果在图17中的六条轨迹屏幕中显示:

- 左上: 星座图
- 中上: EVM与子载波
- 右上: 搜索时间
- 左下: 28GHz中心频率处的~1GHz宽频谱
- 中下: 误码摘要
- 右下: OFDM均衡信道频率响应



图17. 89600 VSA软件屏幕快照显示了解调OFDM信号的多个视图。

## 毫米波案例研究: 宽带单载波调制 (60 GHz)

本例使用了图 18 所示的硬件配置。用 SystemVue 以 2GHz 符号率、4 倍过采样和 8GSa/s 采样率生成宽带波形。波形随后下载至 M8190A AWG，M8190A 的输出连接至 PSG 矢量信号发生器的宽带 I/Q 输入端。PSG 产生一个 5 GHz 信号，再通过 Keysight N5152A 60GHz 上变频器转换为 60GHz。MXG 模拟信号发生器 (右下) 为上变频器提供本振信号。

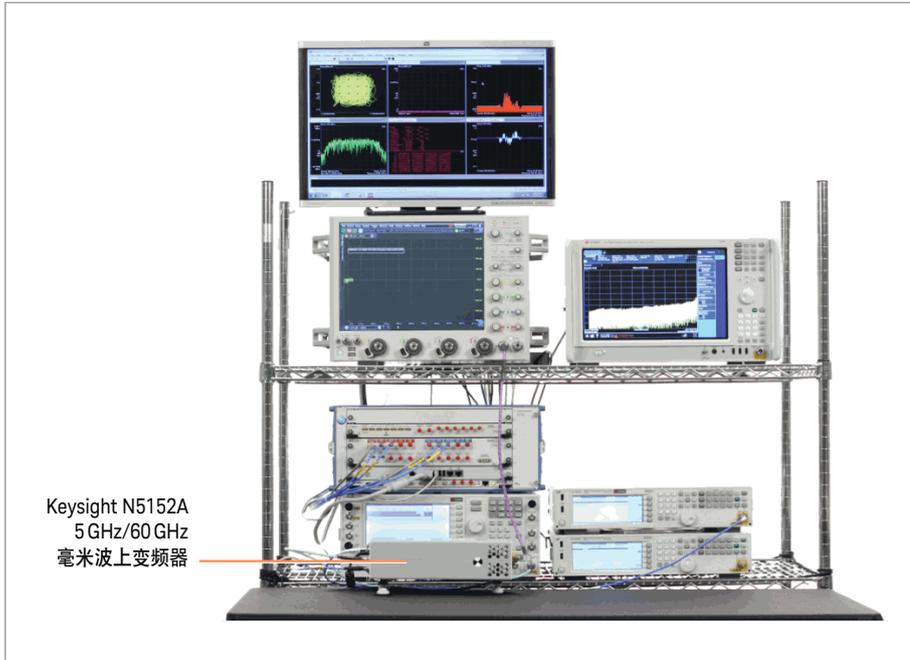


图 18. 此版本的推荐测试台能够生成毫米波信号。

对于带宽高达 2 GHz 的 5G 应用，最重要的是应考虑到幅度和相位可能发生的变化，这些变化对信号质量有不利影响。在这种情况下，使用 Infiniium 示波器来直接测量 60 GHz 测试信号，并使用已安装的 89600 VSA 软件解调和分析该信号。能够不依赖外部下变频器完成这些操作的优势，可以对减少因系统未正确校准而产生的幅度和相位误差提供很大帮助。

信号链内部 (M8190A、PSG、电缆、上变频器、电缆和互连) 有可能在这些频率上产生幅度和相位线性误差。使用 89600 VSA 软件中的自适应均衡器加以必要的矢量校正，可以减少这些误差。均衡器会产生复数值的频率响应，用它们可以最大限度地减少幅度和相位误差。具体做法是，将频率响应读数输入 SystemVue 软件，使用它校正波形响应 (图 19)。

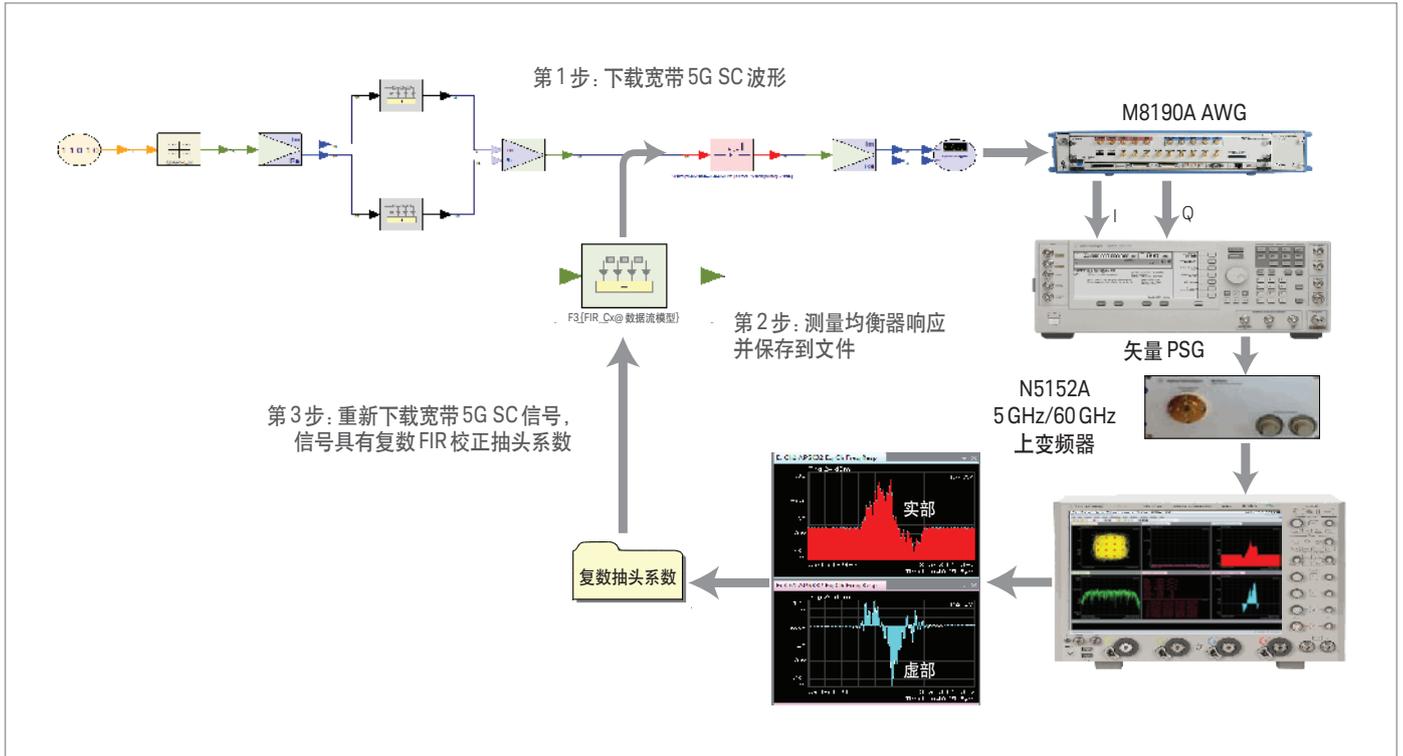


图19. 自适应均衡器产生的频率响应可以补偿测试信号中的线性幅度和相位误差。

图20显示了经矢量校正的60.48 GHz信号的解调分析结果。注意，不使用自适应均衡，通常很难解调2GHz宽带信号，因为硬件在宽带宽上会导致信号减损。不过在本例中没有使用自适应均衡，幅度和相位线性误差在仿真过程中得到校正，从而生成经校正而具有低EVM的波形。

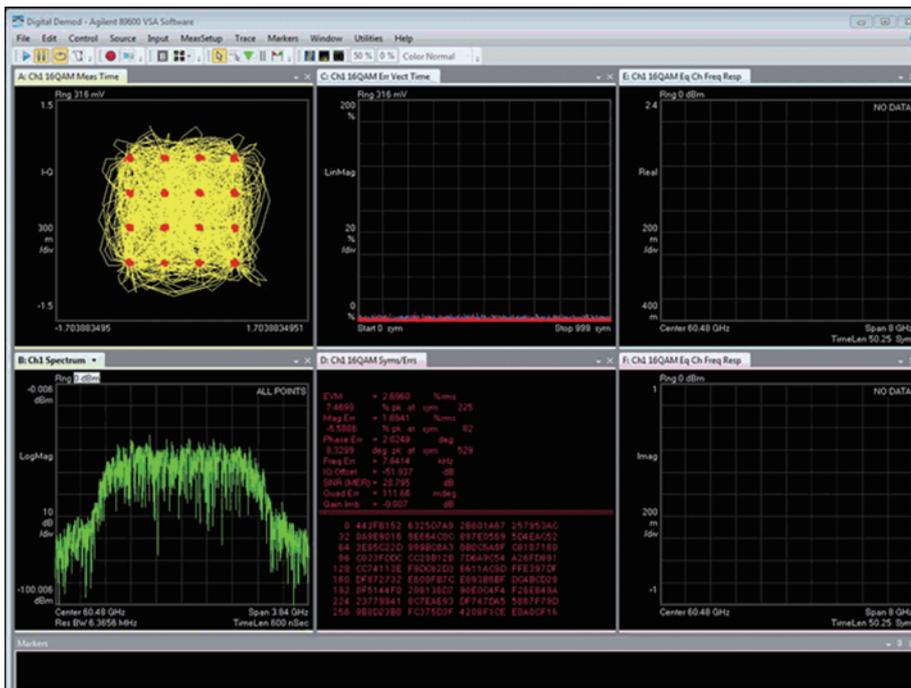


图20. 解调结果显示了误差补偿所带来的改善。

通过用 60-90 GHz VDI 上变频器代替 N5152A 60 GHz 上变频器，并添加滤波器和隔离器，相同的测试台配置可以在 72 GHz 频率上使用。对于信号分析，使用 60-90 GHz VDI 下变频器将信号降频到 4 GHz IF (图 21)。在此情况下，使用 MXG 模拟信号发生器 (右下) 为上变频器和下变频器提供本振信号。

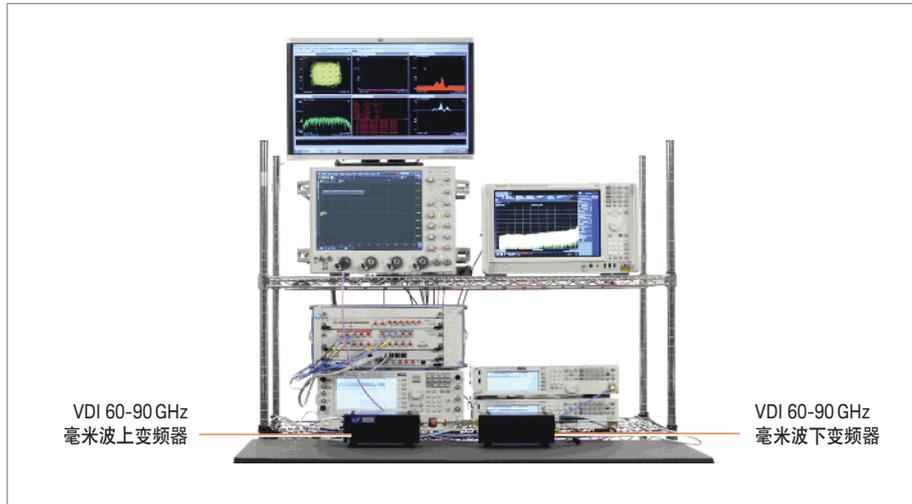


图 21. 改变上变频器并添加下变频器可以实现在 72 GHz 上的工作。

## 展望

5G的愿景设定了一系列雄心勃勃但实施难度极大的特性目标。为帮助开发人员解决这些固有的挑战并针对研究方向的变化快速做出反应，是德科技推荐的测试台集软件和硬件于一身，以灵活地探索各种波形、算法和技术的应用。由于测试系统是利用现成的仪器和软件构成，所以能够在设计的假设仿真和原型设备的实际测量中提供精确和可复验的结果。

5G正处于不断发展的阶段，是德科技推荐的测试台同样如此。如欲了解5G技术的最新发展，请与是德科技公司联系，或访问我们的网站：

[www.keysight.com/5G](http://www.keysight.com/5G)。

## 参考资料

标题	出版物编号
<i>SystemVue</i> 电子系统级 (ESL) 设计软件——手册	5992-0106CHCN
<i>W1906BEL</i> 5G基带探测程序库——技术资料	5992-0218CHCN
手册: 利用 <i>Signal Studio</i> 软件简化信号生成——手册	5989-6448CHCN
用于定制调制的 <i>N7608B Signal Studio</i> 软件——技术概述	5992-0048CHCN
<i>89600</i> 矢量信号分析软件——手册	5990-6553CHCN
<i>89601B/BN-AYA</i> 矢量调制分析——技术概述	5990-6387CHCN
<i>89601B/BN-BHF</i> 定制 OFDM 调制分析——技术概述	5990-6625CHCN
<i>89601B/BN-BHK</i> 定制 I/Q 调制分析——技术概述	5991-4221CHCN
<i>M8190A</i> 任意波形发生器——技术资料	5990-7516CHCN
<i>PSG</i> 信号发生器——技术资料	5989-1324CHCN
<i>X</i> 系列信号发生器——技术概述	5990-9957CHCN
<i>N9040B UXA X</i> 系列信号分析仪——手册	5992-0089CHCN
<i>N9030A PXA X</i> 系列信号分析仪——手册	5990-3951CHCN
<i>Infiniium Z</i> 系列示波器——技术资料	5991-3868CHCN

myKeysight

myKeysight  
www.keysight.com/find/mykeysight  
个性化视图为您提供最适合自己的信息!



www.axiestandard.org  
AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA 标准扩展到通用测试半导体测试领域。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。



www.lxistandard.org  
局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。是德科技是 LXI 联盟的创始成员。



www.pxisa.org  
PCI 扩展仪器 (PXI) 模块化仪器提供坚固耐用、基于 PC 的高性能测量与自动化系统。



3年保修  
www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty  
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的3年保修服务完美结合, 从另一途径帮助您实现业务目标: 增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



是德科技保证方案  
www.keysight.com/find/AssurancePlans  
5年的周密保护以及持续的巨大预算投入, 可确保您的仪器符合规范要求, 精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/go/quality  
Keysight Technologies, Inc.  
DEKRA Certified ISO 9001:2008  
Quality Management System

是德科技渠道合作伙伴  
www.keysight.com/find/channelpartners  
黄金搭档: 是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

[www.keysight.com/find/5G-Insight](http://www.keysight.com/find/5G-Insight)

更多资讯请查找 [www.keysight.com/find/5G](http://www.keysight.com/find/5G)

关注以下二维码, 获得是德科技更多信息资料



是德科技官方账号



开放实验室



数字测试

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息, 请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表, 请访问: [www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

**是德科技客户服务热线**

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189  
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863  
电子邮件: [tm\\_asia@keysight.com](mailto:tm_asia@keysight.com)

**是德科技(中国)有限公司**

北京市朝阳区望京北路3号是德科技大厦  
电话: 86 010 64396888  
传真: 86 010 64390156  
邮编: 100102

**是德科技(成都)有限公司**

成都市高新区南部园区天府四街116号  
电话: 86 28 83108888  
传真: 86 28 85330931  
邮编: 610041

**是德科技香港有限公司**

香港北角电器道169号康宏汇25楼  
电话: 852 31977777  
传真: 852 25069233

**上海分公司**

上海市虹口区四川北路1350号  
利通广场19楼  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200080

**深圳分公司**

深圳市福田区福华一路6号  
免税商务大厦裙楼东3层3B-8单元  
电话: 86 755 83079588  
传真: 86 755 82763181  
邮编: 518048

**广州分公司**

广州市天河区黄埔大道西76号  
富力盈隆广场1307室  
电话: 86 20 38390680  
传真: 86 20 38390712  
邮编: 510623

**西安办事处**

西安市碑林区南关正街88号  
长安国际大厦D座501  
电话: 86 29 88861357  
传真: 86 29 88861355  
邮编: 710068

**南京办事处**

南京市鼓楼区汉中路2号  
金陵饭店亚太商务楼8层  
电话: 86 25 66102588  
传真: 86 25 66102641  
邮编: 210005

**苏州办事处**

苏州市工业园区苏华路一号  
世纪金融大厦1611室  
电话: 86 512 62532023  
传真: 86 512 62887307  
邮编: 215021

**武汉办事处**

武汉市武昌区中南路99号  
武汉保利广场18楼A座  
电话: 86 27 87119188  
传真: 86 27 87119177  
邮编: 430071

**上海MSD办事处**

上海市虹口区欧阳路196号  
26号楼一楼J+H单元  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200083

