

# 5G 波形生成与 分析测试台参考解决方案



# 引言

## 5G 波形生成与分析研究所需的灵活性

当今的 5G 研究人员面临着一个最重大的挑战，这就是需要研究的波形、频率和带宽无论是数量还是种类都太多了。除了 6 GHz 以下的波形之外，还要研究可能涉及到宽带宽的微波和毫米波波形。

在这个研究 5G 信号生成与分析的阶段中，为了应对如此多的可能场景，灵活的测试环境至关重要。

## 5G 波形生成与分析所面临的测试挑战

灵活性对于 5G 研究是必不可少的。它支持研究人员在对 5G 早期概念和候选波形进行评测时，使用各种具有不同频率和调制带宽的调制方案执行“假设性”分析。如果选择的路径不正确，可能会蕴藏巨大风险，这进一步增加了对灵活性的需求，尤其是在信号创建和信号分析工具方面。随着在 5G 的演进过程中不断涌现出新的候选波形，这些工具必须能够快速调转研究方向。

当开发人员开展实验时，一个高度灵活的测试台将帮助他们通过原型算法和硬件来评测提议的波形。它还能够快速轻松地在仿真的假设场景与通过原型算法和硬件实现的真实测试之间来回切换。

更具体地说，5G 研究和早期测试在三个主要领域需要灵活性：

- 高保真地生成和分析 3GPP 5G NR 和多制式波形
- 支持从 100 MHz 到 5 GHz 以上的广泛调制带宽
- 支持从射频到厘米波再到毫米波的广阔频段

# 5G 3GPP NR 波形生成与分析 (28 - 39 GHz)

为帮助解决这些测试挑战，5G 波形生成与分析参考解决方案结合了是德科技的硬件、软件和专业测量技术，为构建灵活的 5G 波形生成与分析测试平台提供了基石。该参考解决方案使工程师和研究人员能够以高达 2 GHz 的调制带宽生成和分析射频、厘米波和毫米波频率的各种 3GPP 5G NR 波形，重点是 28 GHz 和 37 - 39 GHz 的 5G 3GPP NR 活动。

M9384B VXG 微波矢量信号发生器结合使用 Signal Studio 软件，能够生成各种符合标准的和自定义的 3GPP 5G NR 波形。它配有双通道，能够支持各种用例，包括：生成空间复用的信号；创建低功率电平有用信号和大功率干扰信号；创建相位相干信号，用于使用真实调制信号评测相控阵天线系统中的幅移和相移。为进行信号解调和分析，89600 VSA 软件可在仿真软件内部使用，或在信号分析仪、示波器或负责控制各种仪器或数字化仪的计算机上使用。

下面的图 1 显示了软件和硬件组件的一种常见布置，图 2 显示了是德科技为了构建灵活的 5G 信号生成与分析测试台而提供的硬件和软件组合。

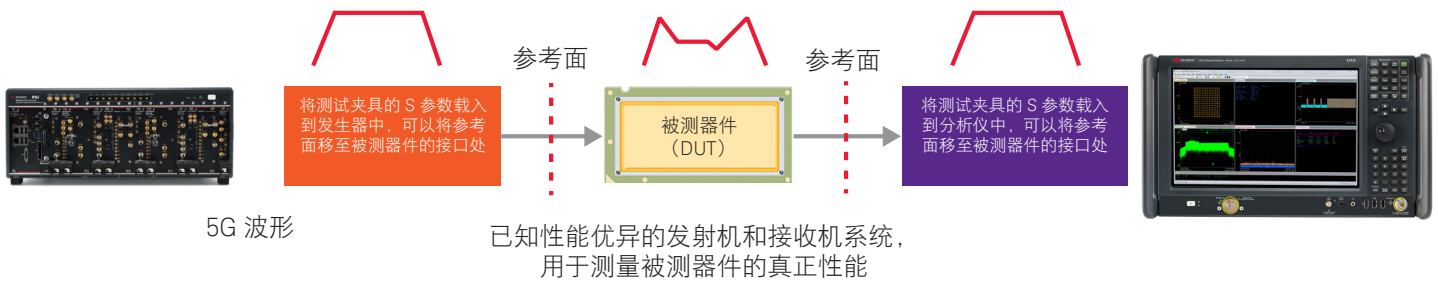


图 1. 这个 5G 测试台提供了硬件和软件的卓越组合，为研究人员探索 5G 技术、而后进行 5G 设计验证带来了所需的测试灵活性和精度。



图 2. 这个 5G 测试台配置支持生成高达 44 GHz 的 3GPP NR 信号, 以及传统台式仪器所提供的高达 50 GHz 的频谱分析。这两种仪器均支持 1 GHz 带宽的综合功能。



图 4. 这个 5G 测试台配置凭借 +5 GHz 以上的超宽带宽, 能够准确生成和分析 50 GHz 至 110 GHz 的信号。M8195A 任意波形发生器为外部混频器提供直接 IF 信号, 同时 N5183B MXG 微波模拟信号发生器提供 LO 信号, 用于上变频至毫米波频率。N9041B UXA 信号分析仪可以将高达 1 GHz 的信号带宽直接数字化, 以便进行分析。UXA 的宽带 IF 输出使示波器能够分析 +5 GHz 带宽的信号。

功能特性	优势
Pre-5G 和 5G 新空口候选波形	快速评测支持新兴波形的设计, 洞察其缺陷并减少风险
可扩展的调制带宽和频段	提供足够的灵活性, 适应 5G 的不断演进 — 降低选择错误路径的风险
出厂时在所有频率、幅度和带宽上进行校准	使用计量级测试设备评测您的被测器件的真实性能

## 参考解决方案配置

### 信号生成配置

对于 28 和 39 GHz 频段的 pre-5G 和 5G 新空口信号, 新型 M9384B VXG 微波矢量信号发生器可以在高达 2 GHz 的带宽内达到 1% EVM, 无需使用外部前端或元器件。

带宽超过 2 GHz 时, 则需要使用外部的任意波形发生器。M8190A AXIe 任意波形发生器采用 14 位分辨率时采样率可达 8 GSa/s, 采用 12 位分辨率时可达 12 GSa/s。它拥有 5 GHz 的模拟带宽。要想获得更高的调制带宽, 可考虑使用 M8195A (稍后讨论)。

要想生成 44 GHz 以上的信号, 需要使用是德科技和 Virginia Diodes 公司提供的紧凑型上变频器 (50 - 110 GHz)。MXG 微波模拟信号发生器为毫米波上变频器提供本振。这些内容将在以下章节讨论。

用于生成 5G NR 信号的 N7631C Signal Studio pro、用于生成 Pre-5G 信号的 N7630C 和用于定制调制的 N7608C 都是十分灵活的软件工具, 它们可以创建各种符合标准的和定制的波形, 组成广泛的信号配置来评测 DUT 特征。图形用户界面 (GUI) 可以显示各种参数, 使您能够轻松快速地创建 5G NR、pre-5G、定制 OFDM 和定制 IQ 波形。VSA 设置文件可以保存备用, 89600 VSA 软件能够在以后快速调用这些配置。Keysight 89600 VSA 软件可进行深度解调和分析。

是德科技信号发生器和信号分析仪在频率、幅度和调制带宽方面均经过校准, 可提供计量级测量, 确保您看到的是被测器件而不是测试设备的真实性能。不过, 随着调制带宽和载波频率逐渐增加, 仪器与被测器件之间的测试夹具开始在整个信号带宽上对信号幅度和相位噪声产生严重影响。典型的测试夹具包括适配器、电缆、耦合器、合路器甚至放大器。信号发生器和分析仪通过导入测试夹具的 S 参数, 将校准面从仪器有效地转移到被测器件的输入/输出端, 从而能够去除这些测试夹具的影响。您可以用网络分析仪来测量 S 参数, 也可以向测试夹具器件制造商直接询问 S 参数。

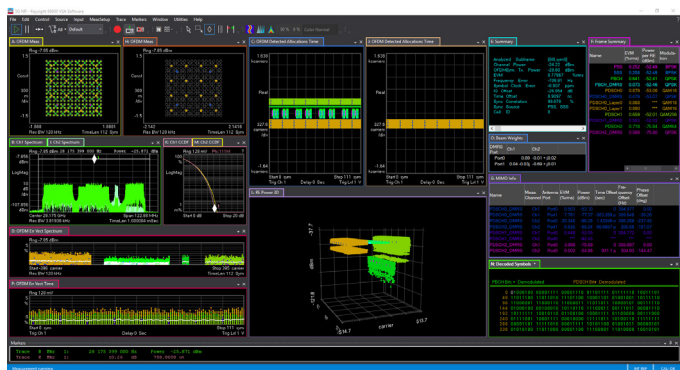
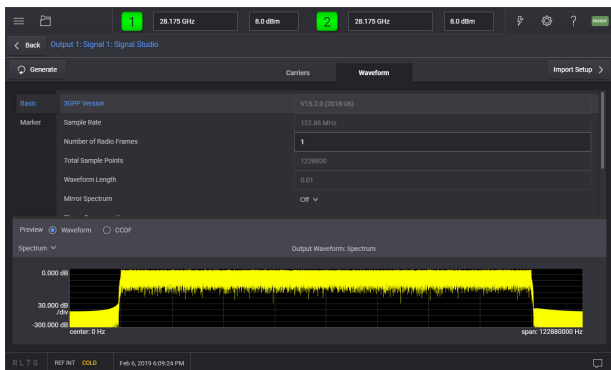


图 3. M9384B VXG 微波矢量信号发生器和 N7630C Signal Studio 软件能够创建各种 3GPP 5G NR 信号。

## 信号分析配置

对于矢量信号分析, UXA (N9040B 50 GHz 或 N9041B 110 GHz) 可以使用选件 H1G 直接解调高达 1 GHz 的带宽。对于带宽宽达 5 GHz 的回程和更高的毫米波频段, N9041B 可以用作 S 系列 Infiniium 示波器的精密型下变频器, 由该示波器对中频进行采样。若是带宽更宽, 则可以使用高性能示波器在射频和毫米波频率上直接数字化该信号。例如, Infiniium UXR 系列示波器拥有高达 256 GHz 的采样率和 10 位垂直分辨率, 使您能够执行类似频谱分析仪一样的高保真度测量。此外, 该示波器有四通道型号, 适用于执行多通道测量, 例如 MIMO 空间复用测量。由于示波器本身就是相位相干的, 因此它可以简单快速地测量相控阵天线和芯片等被测器件。

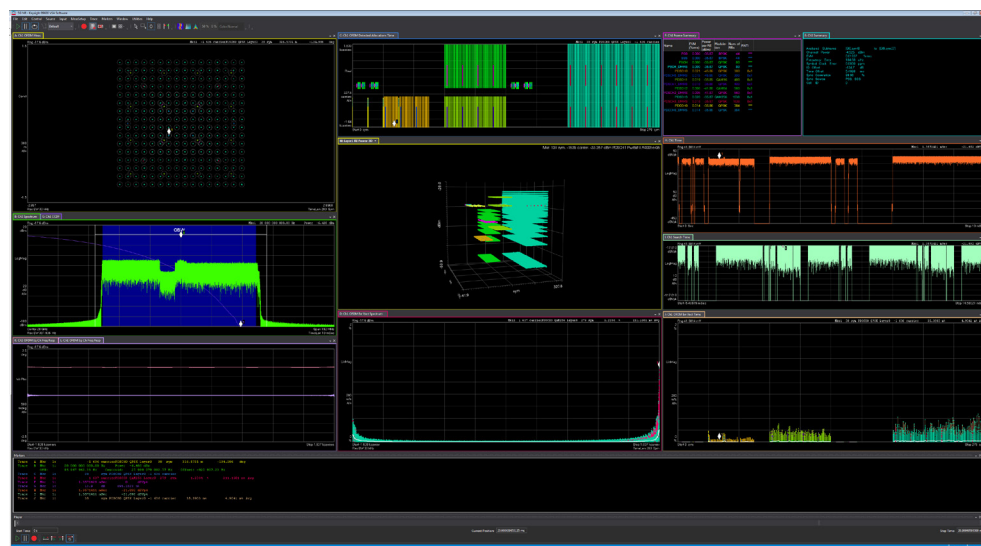
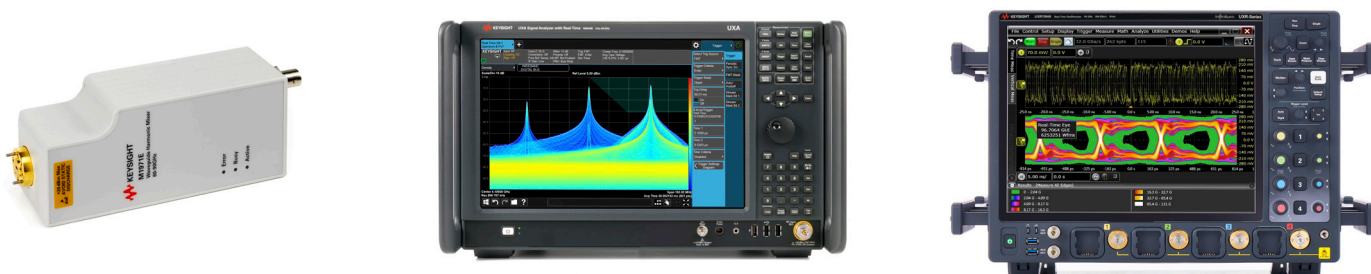


图 4. 宽带智能混频器、UXA 信号分析仪、UXR 系列示波器和 89600 VSA 软件

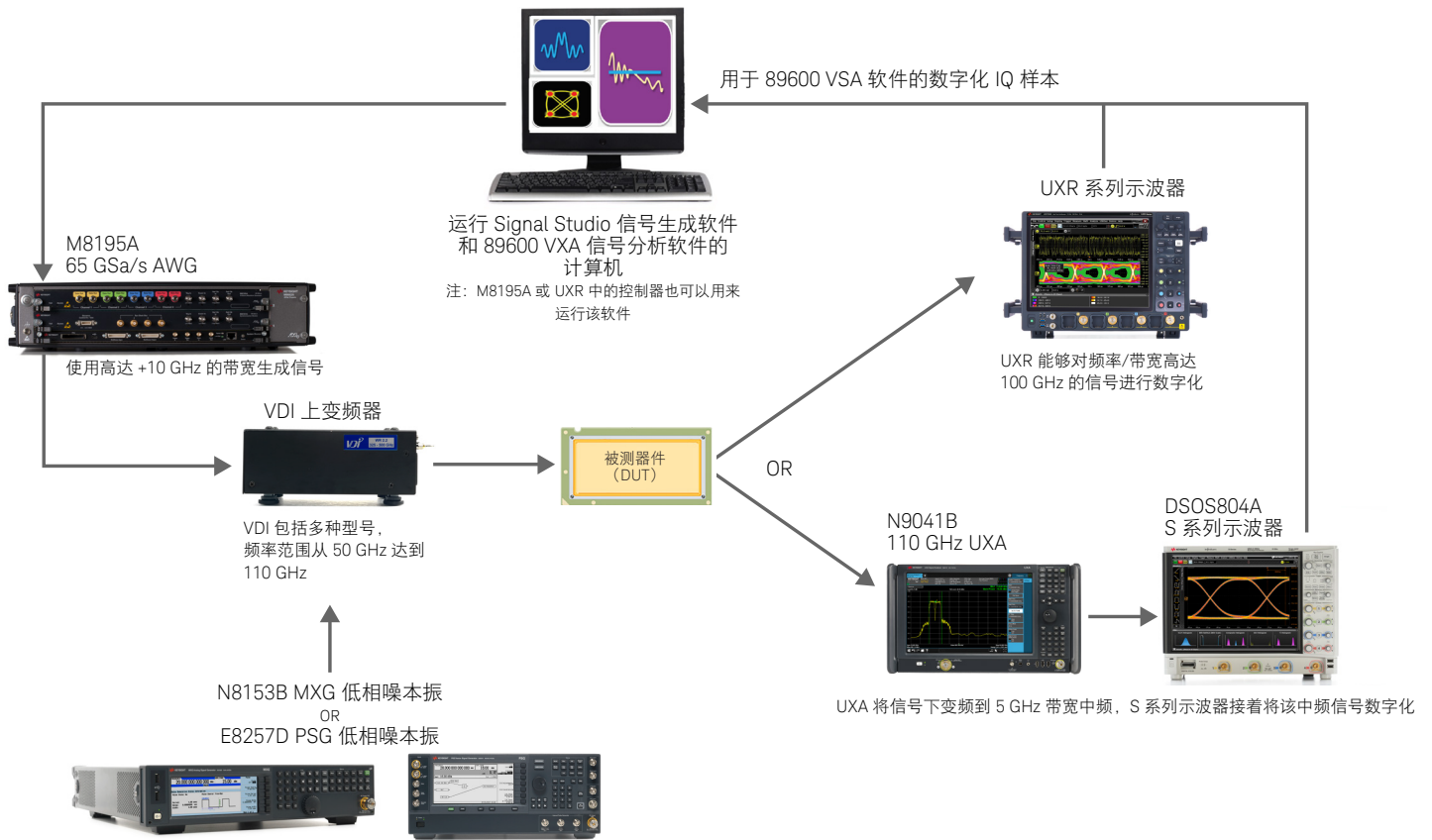


图 5. 用于 73 GHz 毫米波波形生成与分析的硬件配置示例。

73 GHz 配置的简单方框图如图 5 所示, 该配置可用于 5G 射频、微波和毫米波信号的生成与分析。此硬件配置也可进行修改, 以分析您所关注的真实频率、带宽和波形。图 5 包括了一个此前介绍过的任意波形发生器, 还有一个 Virginia Diodes 上变频器。这个上变频器可将信号升频至 73 GHz。低相位噪声本地振荡器 (MXG 或 PSG) 驱动毫米波上变频器。另外, 您还可以根据需要, 在 VDI 上变频器的输出端添加波导放大器、可变衰减器和带通滤波器 (未显示), 以便改善幅度范围和抑制带外图像。

若要进行 50 GHz 以下的信号分析, 可使用配有选件 H1G 的 N9040B UXA 直接数字化和分析高达 1 GHz 的信号带宽, 以满足 3GPP 5G NR 在 FR1 和 FR2 频段的要求。若要进行 50 GHz 至 110 GHz 的信号分析, 可使用 N9041B UXA 将毫米波信号下变频至宽带中频, 再使用 S 系列示波器将得到的中频信号数字化 (该示波器与 89600 VSA 软件配合使用, 可进行 5 GHz 宽带宽解调分析)。这个解决方案可以解决 57-71 GHz 范围内的 FCC 免许可频段、71-76 GHz 和 81-86 GHz 范围内的回程频段, 以及高达 110 GHz 的新兴应用等方面的问题。对于任意频率且带宽超过 5 GHz 和/或多通道相位相干解调等应用, Infiniium UXR 系列示波器能够直接数字化频率/带宽高达 110 GHz 的射频和毫米波信号。

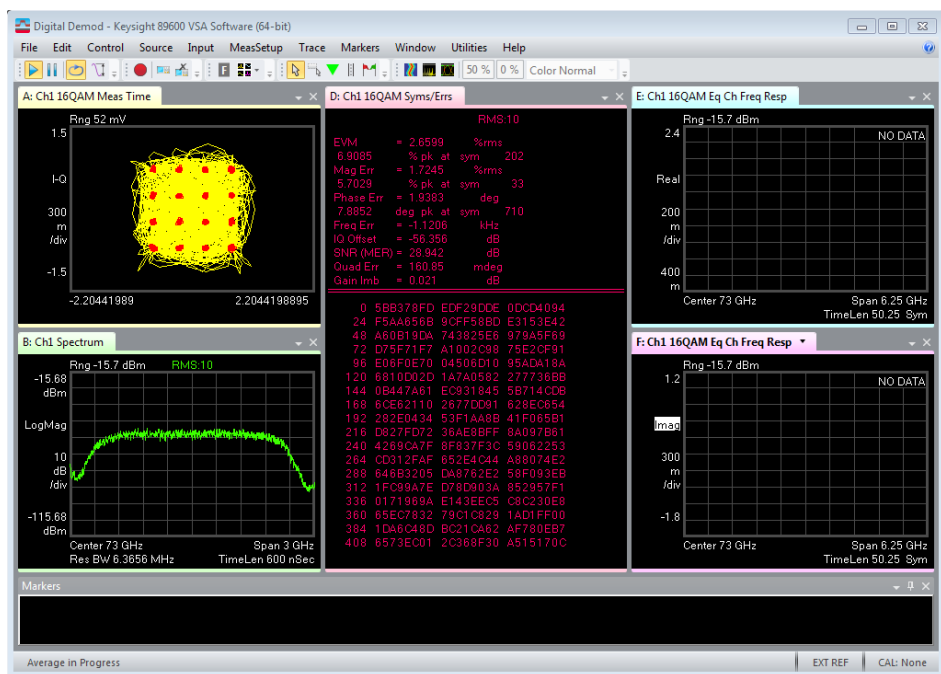


图 6. 解调具有 2 GHz 调制带宽的 73 GHz 波形

图 6 显示了使用 89600 VSA 软件对具有 2 GHz 调制带宽的 73 GHz 矢量校正波形进行解调分析的结果。如果不进行自适应均衡，由于在如此宽的带宽上存在硬件减损，通常很难解调 2 GHz 的宽带信号。不过，在本例中，线性幅度和相位误差在仿真过程中得到了校正，所生成的波形即使不经过自适应均衡，也具有较低的 EVM。

这个 73 GHz 示例配置是多种可能配置中的一个。您也可以创建其他配置，以便测量不同频率和带宽（如表 1 所示）。是德科技工程师能够根据您的特定应用要求，为您推荐最佳的硬件配置。

载波频率	调制带宽	信号源配置	分析仪配置
< 6 GHz	< 160 MHz	MXG	X 系列分析仪 (MXA、PXA、UXA)
< 44 GHz	< 1 GHz	M9394B VXG 微波信号发生器	N9040B UXA
50 - 110 GHz	< 5 GHz	M8195 AWG + N5183B MXG (LO) + VDI 毫米波上变频器	N9041B UXA + S 系列示波器 或 UXR1104A Infiniium 示波器

表 1. 针对不同载波频率和调制带宽的信号源和分析仪配置概览



## 参考解决方案的主要性能特征

### M8190A AXIe 12 GS/s 任意波形发生器

14 位分辨率和高达 8 GSa/s 采样率, 适用于驱动外部 IQ 输入

5 GHz 模拟带宽 (直接 DAC 输出)

每通道配有高达 2 GSa 的任意波形存储器

### M8195A AXIe 65 GS/s 任意波形发生器

分辨率为 8 位时, 采样率可以达到 65 GSa/s (但有适当的过采样)

25 GHz 模拟带宽, 能够直接进行中频合成

可扩展到 16 个同步通道

### M9384B VXG 微波矢量信号发生器

1 MHz 至 44 GHz

在 8CC 800 MHz 5G NR 信号上: 2 GHz 带宽, ~1% EVM 典型值,

双通道可以相位相干模式工作

+23 dBm 连续波输出功率

通过导入 S 参数文件进行去嵌入

综合的 Signal Studio 信号生成应用软件

易于使用的 API、GUI 可以实现自动操作

### E8267D PSG 矢量信号发生器

100 kHz 至 20、31.8 或 44 GHz

当与 M8190A AXIe AWG 结合使用时, 外部 I/Q 输入提供高达 2+ GHz 的调制带宽

### 适用于生成微波本振信号的 N5183B MXG 微波模拟信号发生器

9 kHz 至 13、20、31.8 或 40 GHz

+ 15 dBm 输出功率 (20 GHz 频率时)

-124 dBc/Hz 相位噪声 (10 GHz 频率, 10 kHz 频偏时)

### N9029AV12-UDC 毫米波上变频器/下变频器

频率范围: 60 至 90 GHz

### M1971E 波导宽带智能混频器

55、60 至 90 GHz

27 dB 最大变频损耗

### N9040B UXA 信号分析仪

3 Hz 至 8.4、13.6、26.5 或 50 GHz

25 MHz (标配)、40、255、510 和 1GHz 分析带宽

多点触控界面

### N9041B UXA 信号分析仪

3 Hz 至 90 GHz 或 110 GHz

25 MHz (标配)、40、255 和 1 GHz 内部分析带宽

高达 5 GHz 外部中频分析带宽

低 DANL (110 GHz 时 < -150 dBm)

### UXR1104A Infiniium UXR 系列示波器

110 GHz 带宽, 高保真度

256 GSa/s 最大采样率

10 位模数转换器 (ADC) 垂直分辨率

### DSOS804A S 系列示波器

8 GHz 带宽, 具有平坦的频率响应, 可实现高信号保真度

20 GSa/s 最大采样率

10 位模数转换器 (ADC) 垂直分辨率

## 硬件组件

这个测试设备组合能够生成和分析具有超宽带宽、频率范围高达 110 GHz 的毫米波波形。是德科技工程师可根据应用的特定需求，为您推荐最佳的硬件配置。

---

### M9384B VXG 微波矢量信号发生器

[www.keysight.com/find/VXG](http://www.keysight.com/find/VXG)



M9384B VXG 微波矢量信号发生器能够生成高性能的宽带毫米波信号。关键特性包括：提供 2 个通道，可进行 MIMO 空间复用或利用宽广的幅度动态范围生成有用信号和干扰信号；配有大功率选项，能够克服 OTA 损耗问题；通过导入 S 参数进行去嵌入，从而能够查看被测器件的真实特征；综合 Signal Studio 软件，可以快速创建信号；出厂时在所有频率、幅度和信号带宽上进行信号校准，使测量能力达到计量级水平。

---

### M8190A AXIe 12 GS/s 任意波形发生器

[www.keysight.com/find/m8190a](http://www.keysight.com/find/m8190a)



M8190A 任意波形发生器用于驱动配有宽带外部 I/Q 输入的矢量信号发生器，以实现高达 2 GHz 的调制带宽。它具有 5 GHz 的模拟带宽、超高质量的 SFDR，且每通道配有 2 GSa 存储器。

---

### M8195A AXIe 65 GS/s 任意波形发生器

[www.keysight.com/find/m8195a](http://www.keysight.com/find/m8195a)



M8195A 任意波形发生器用于驱动毫米波上变频器，以获得宽达 10 GHz 的调制带宽，从而使您能够探索更高的毫米波回程和免许可频段。M8195A 是一个精密的 1、2 或 4 通道任意波形发生器，采用 8 位分辨率时采样率高达 65 GSa/s，因而能够直接合成到中频频率。虽然精度略逊一筹，但它可以消除常见的 IQ 调制器误差、平坦度问题以及第一级上变频，使 EVM 性能得到改善。

---

### E8267D PSG 矢量信号发生器

[www.keysight.com/find/e8267d](http://www.keysight.com/find/e8267d)



E8267D PSG 矢量信号发生器包括宽带差分外部 I/Q 输入，可在高达 44 GHz 的频率范围内提供最高 2+ GHz 的调制带宽。这使您可以充分利用现有的投资进行 5G 测试。

---

### N5183B MXG 微波模拟信号发生器

[www.keysight.com/find/n5183b](http://www.keysight.com/find/n5183b)



N5183B MXG 微波模拟信号发生器用于为毫米波上变频器和下变频器提供本振信号。

---

### N9029AV12-UDC 毫米波上变频器/下变频器\*

[www.keysight.com/find/SA\\_mmwave](http://www.keysight.com/find/SA_mmwave)



N9029AV12 毫米波信号分析仪频率扩展模块是 VDI 公司提供的混频器/放大器/乘法器系列 (WRxx SAX 系列) 中的一个模块。选件 UDC 使它能够充当毫米波上变频器，用于 50-110 GHz 的 E、V 和 W 频段。它还可重新配置为下变频器，直接与 X 系列信号分析仪一起使用。

\*注：针对不同的应用，可能还会支持其他频段。此处没有介绍 VDI VDI12.0AMP 放大器和 WR12BPF71-76 滤波器。请与 VDI ([www.vadiodes.com](http://www.vadiodes.com)) 联系，了解更多信息。

## 硬件组件 (续)

### M1971E 波导谐波智能混频器

[www.keysight.com/find/smartmixer](http://www.keysight.com/find/smartmixer)



M1971E 宽带智能混频器可与 X 系列信号分析仪 (例如 N9030A PXA 信号分析仪和 DSOS804A S 系列示波器) 结合使用, 分析 60 GHz 到 90 GHz 的宽带信号。这个智能混频器是一个经济型的分频段信号分析选项, 杂散和噪声性能处于中档水平。当把 X 系列信号分析仪扩展至毫米波时, 它虽然未经预选, 但仍可提供超过 2 GHz 的下变频带宽。

### N9040B UXA 信号分析仪

[www.keysight.com/find/n9040b](http://www.keysight.com/find/n9040b)



Keysight N9040B UXA 信号分析仪用于进行频谱和解调分析。这款 UXA 信号分析仪是 X 系列中的高性能成员, 它能提供高达 50 GHz 的频率范围, 并可选配测量功能和升级硬件, 确保灵活地满足当前和未来的需求。根据应用需求, 您也可以使用 UXA。 [www.keysight.com/find/n9040b](http://www.keysight.com/find/n9040b)

Keysight N9040B UXA 信号分析仪用于进行频谱和解调分析。这款 UXA 信号分析仪是 X 系列中的高性能成员, 它能提供高达 50 GHz 的频率范围, 并可选配测量功能和升级硬件, 确保灵活地满足当前和未来的需求。根据应用需求, 您也可以使用 PXA。

### N9041B UXA 信号分析仪

[www.keysight.com/find/n9041b](http://www.keysight.com/find/n9041b)

Keysight N9041B UXA 信号分析仪具有低噪声、低毛刺、单次扫描和宽解调带宽等特性, 因此适用于 3 Hz 至 110 GHz 的高性能频谱和解调分析。N9041B 分析仪能够适应新的频段要求, 不仅可以诊断研发问题, 还能够验证灵敏的频谱发射模板 (SEM) 在新兴的回程和高毫米波频段是否符合规范。

### UXR1104A Infiniium UXR 系列示波器

[www.keysight.com/find/uxr](http://www.keysight.com/find/uxr)



Infiniium UXR 系列示波器具有宽广的带宽和高达 110 GHz 的频率范围, 能够用于直接数字化射频信号和微波信号。256 GHz 采样范围、10 位 ADC、内置前置放大器和衰减器结合在一起, 能够在所有通道上同时进行高保真度测量, 性能与信号分析仪不相上下。多通道测量功能适合进行 MIMO 空间复用测量, 或比较天线阵列和芯片中的各个同相单元路径。与 89600 VSA 软件的连通性使其可以进行广泛的分析, 包括 4G 和 5G 以及未来随着标准演进而出现的新需求。

### DSOS804A 示波器

[www.keysight.com/find/oscilloscopes](http://www.keysight.com/find/oscilloscopes)



Infiniium S 系列高清示波器与 N9030A PXA 信号分析仪 (用作宽带下变频器) 和 M1971E 波导谐波智能混频器结合使用, 可用于执行宽带解调分析。10 位 ADC、低噪声前端、校正滤波器、垂直定标功能 (最小 2 mV/格) 与精密时基相结合, 可以获得高保真测量结果。此外, S 系列的先进框架和广泛功能使其能够满足广泛的测试需求。

## 软件组件

这个信号生成与分析软件组合与上面列出的硬件配置结合使用，能够生成和分析 5G 候选波形。

---

### 适用于 5G NR 的 N7631C Signal Studio Pro

[www.keysight.com/find/n7631c](http://www.keysight.com/find/n7631c)

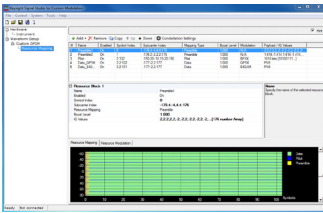
适用于 5G NR 的 N7631C Signal Studio Pro 软件能够生成符合 5G 3GPP NR 标准的信号，用于 sub-6 GHz 或微波频段的 BTS、UE 或元器件（放大器）测试。快速生成包含多个分量载波的信号，每个分量载波具有高达 400 MHz 的调制带宽。通过高达 256QAM 的调制能力，定制每个用户的资源块分配。

---

### 适用于 pre-5G 标准的 N7630C Signal Studio 软件

[www.keysight.com/find/n7630c](http://www.keysight.com/find/n7630c)

适用于 Pre-5G 标准的 N7630C Signal Studio 软件通过图形用户界面，能够为 28 GHz 的 BTS 或用户设备测试生成完全符合 Verizon pre-5G 标准的信号，并提供单载波或多载波支持。它也可以导出设置文件，供 89601B VSA 软件（选件 BHN）用于进行解调分析。

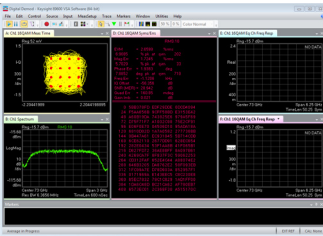


---

### N7608B Signal Studio 定制调制软件

[www.keysight.com/find/n7608b](http://www.keysight.com/find/n7608b)

N7608B Signal Studio 定制调制软件是一套灵活的信号生成工具，可缩短信号仿真时间。它可以为新兴 5G 应用中的元器件、发射机和接收机测试轻松地生成定制的 FBMC、OFDM 和 IQ 信号。



---

### 89600 VSA 软件

[www.keysight.com/find/89600](http://www.keysight.com/find/89600)

89600 VSA 软件提供了全套解调和矢量信号分析工具。这些工具能够帮助您评估设计折中，洞察复杂问题。选件 BHN（3GPP NR 和 pre-5G）能够进行基于标准的信号分析，而选件 BHF 能够执行定制 OFDM 分析。

## 推荐的参考解决方案基本配置

这个参考解决方案十分灵活，而且可以扩展。您可以购买当前所需的性能，并在今后根据 5G 测量要求的变化添加更多功能。

以下是 5G 波形生成与分析基本配置的汇总。这个配置是为 1 GHz 以下的射频调制带宽和 100 kHz 至 44 GHz 的频段设计的。这是最低配置，取决于特定的应用要求，可能需要添加其他测试设备和/或选件。

注意，根据特定的应用要求，也可能提供其他配置。是德科技工程师能够根据您的特定需求，为您推荐最佳的硬件配置。

型号	描述
<b>M9384B</b>	<b>VXG 微波信号发生器</b>
M9384B-001	添加通道 1 (必选)
M9384B-002	添加通道 2
M9384B-F44	1 MHz 至 44 GHz 频率范围
M9384B-D21	2 GHz 射频带宽和 256 MSa 存储器
M9384B-600	增强的高性能参考
M9384B-ST6	增强的低相位噪声
M9384B-1EB	从 20 GHz 至 44 GHz 提供大输出功率
M9384B-M10	基带信号发生器存储器升级到 10 MSa
M9384B-EXT	宽带差分外部 IQ 输入
M9384B-PCH	N 个通道相位相干
<b>N9040B*</b>	<b>UXA X 系列信号分析仪</b>
N9040B-550	3 Hz 至 50 GHz 频率范围
N9040A-H1G	1 GHz 分析带宽
N9040A-P50	50 GHz 前置放大器
<b>UXR0252AP</b>	<b>Infiniium UXR 实时示波器, 25 GHz, 1 mm, 256 GSa/s, 2 通道</b>
UXR0000-610	10 GHz 毫米波可配置带宽范围
UXR0000-02G	每通道 2 Gpts 存储器选件
Y1901B	加固的 1 mm 至 1.85 mm 适配器
<b>DSOS804A*</b>	<b>S 系列高清示波器, 8 GHz</b>
DSOS000-400	存储器 — 400 Mpts/通道

\*注:

DSAZ504A 或 DSAZ634A 等高性能示波器也可以用于高频宽带宽测量 (例如 2 GHz 调制带宽)。如欲了解更多信息, 请与是德科技公司联系。

## 推荐的参考解决方案基本配置 (续)

软件	
<b>N7631C</b>	<b>适用于 5G NR 标准的 Signal Studio Pro 软件</b>
N7631APPC	生成 5G NR 信号
<b>N7630C</b>	<b>适用于 Pre-5G 标准的 Signal Studio 软件</b>
N7630APPC	生成 Pre-5G 信号
<b>N7608C</b>	<b>Signal Studio 定制调制软件</b>
N7608CAPPC	生成定制 IQ、定制 OFDM 和 5G 候选波形
<b>89601B</b>	<b>89600 VSA 软件</b> N7608APPC
89601B-200	基础矢量信号分析和硬件连通性
89601B-BHF	定制 OFDM 调制分析
89601B-AYA	数字调制分析
89601B-BHK	定制 IQ 调制分析 (需要 AYA)
89601B-BHN	5G 3GPP NR 和 Pre-5G 分析

## 适用于 50 至 110 GHz 频率和高达 5 GHz 带宽的配置

以下汇总了将基本配置扩展到高达 5 GHz 射频调制带宽和 50 至 110 GHz 频率范围时所需要的其他设备。取决于混频方案 (例如 所需的本振频率), 测试设备配置可能有所不同。这是最低配置, 取决于特定的应用要求, 可能需要添加其他测试设备和/或选项。

型号	描述
<b>N5183B</b>	<b>MXG X 系列信号发生器 (用于上变频器本振)</b>
N5183B-520	9 kHz 至 20 GHz 频率范围
N5183B-UNY	增强的低相位噪声
<b>N9029AV12-UDC*</b>	<b>毫米波上变频器/下变频器</b>
<b>M8195A</b>	<b>AXIe AWG (替代 M8190A)</b>
M8195A-001	AWG — 1 通道
M8195A-16G (推荐)	升级至 16GSa 存储器 (可选)
M8195A-BU1	套件 1 (5 插槽机箱和控制器)
<b>N9041B</b>	<b>UXA 信号分析仪 (N9040B)</b>
N9041B-590 (5CX 可选)	频率范围高达 90 GHz (110 GHz 可选) 的信号分析仪
N9041B-H1G	1 GHz 信号分析带宽
N9041B-P50	前置放大器 (低于 50 GHz)
N9041B-CRW	5 GHz (使用外部中频输出)

\*注: N9029AV12-UDC 也可以配置为下变频器。如果使用 N9029AV12-UDC 替代 M1971E 波导智能混频器, 那么我们推荐使用一个额外的 N5183B MXG 来提供下变频器本振信号。在 73 GHz 应用中, 如果 N9029AV12-UDC 用作上变频器, 那么可能需要添加其他硬件, 例如 Virginia Diodes 公司的 VDI12.0AMP 放大器和 WR12BPF71-76 滤波器。这个额外的硬件视应用要求而定, 并未在此列出。请与 VDI 联系, 了解更多信息。

## 硬件支持与保修

是德科技为其所有的硬件产品提供标准保修。保修服务在产品使用国家或地区范围内提供标准保修, 包括:

- 完全恢复到规定性能所需要的全部部件和劳务
- 对最初出厂时附有校准证书的产品进行重新校准
- 返回装运

标准硬件保修包括每件产品享受 3 年保修, 周转时间通常为 15 天。

是德科技为其每件产品提供可选的升级保修服务, 包括:

- 保修期从 3 年延长到 5 年
- 快速保修, 缩短周转时间。在 3 年和 5 年保修期内提供升级。

如欲了解更多信息, 请访问: [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息, 请与是德科技联系。

如需完整的联系方式, 请访问: [www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

