



NI is now part of Emerson.



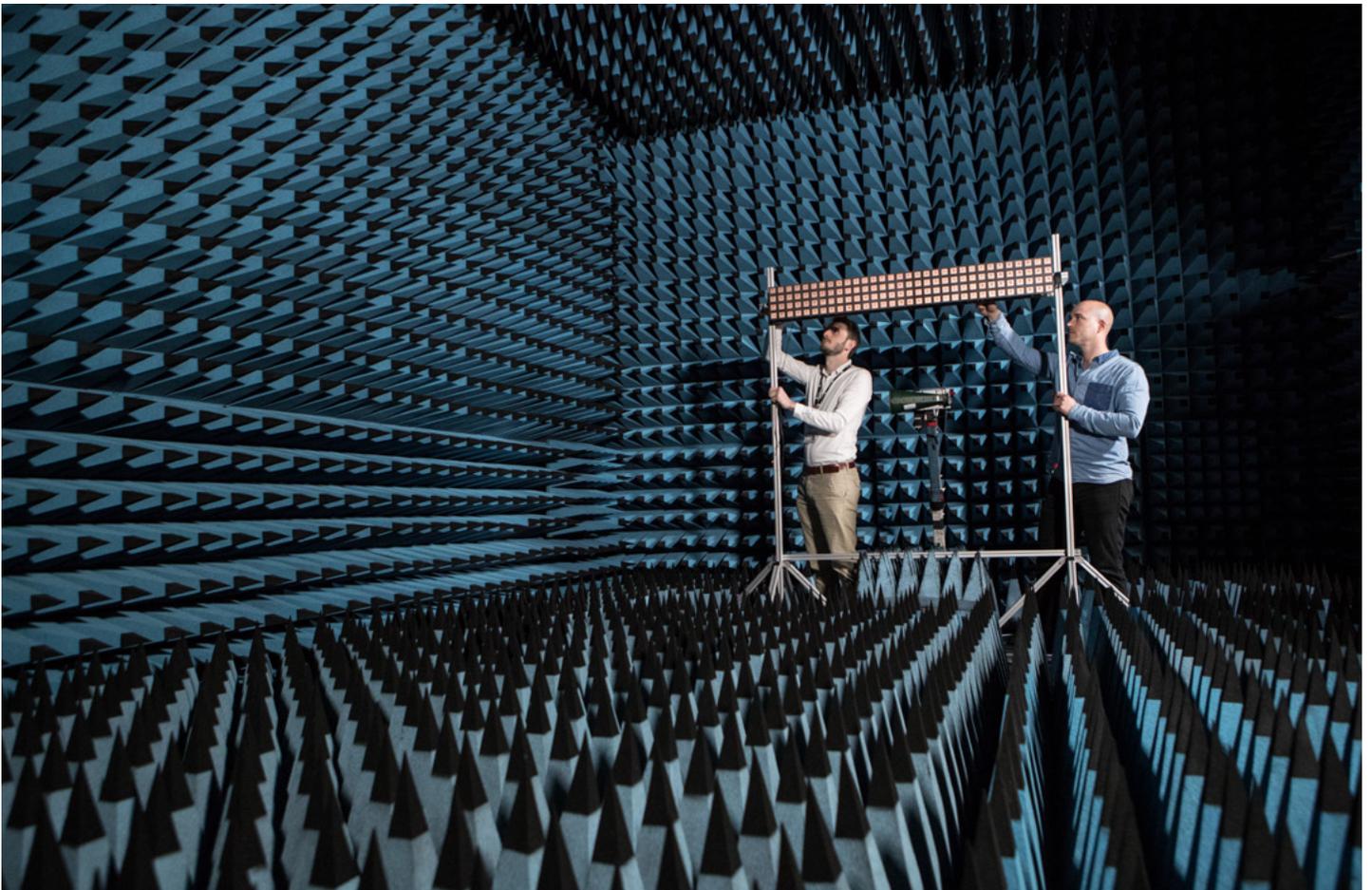
解决方案手册

5G毫米波OTA参考架构

更快地确定精细波束成形性能

实现超快速5G毫米波OTA验证

- 03 5G毫米波OTA参考架构概述
- 04 5G毫米波OTA参考架构硬件和软件交互
- 05 准确快速的OTA验证
- 06 用于快速3D结果的连续运动
- 07 CW和5G NR调制测量
- 07 超快速CHP、ACLR、EVM、SEM 3D结果
- 08 在同一室内使用DFF和IFF (CATR)测量验证小型和大型设备
- 09 验证不同温度条件下的设备性能
- 09 使用PXI VST进行IF-RF和RF-RF测量
- 11 用于TX和RX测试的内置开关
- 11 简化的测量配置
- 12 使用OTA验证软件实现顺畅的工作流程
- 13 OTA结果可视化和分析
- 16 5G毫米波OTA验证配置选项



5G毫米波OTA参考架构概述

OTA验证参考架构是一套互操作硬件和软件，用于简化工作流程、统一控制以及毫米波波束形成和AiP设备的快速测试。其核心是一个软件应用程序OTA验证测试软件，用于设置空间扫描的参数 (频率、功率、路径损耗校准、极化、角分辨率)。它还允许用户以方位角和高程截断、3D模式、极坐标图和热图的形式可视化扫描结果。

更深入地说，OTA参考架构包含一个用于自定义被测设备(DUT)控制的插件和一个用于创建特定代码模块的API。它还包括易于使用和遵循的TestStand范例序列，无需编写测试软件即可自动化广泛的OTA测试和结果报告。在硬件层面，毫米波矢量信号收发仪(VST)用作高带宽波形发生器和分析仪。VST与消声室内的DUT定位器紧密同步，可产生快速、平滑的运动，且测量结果与空间精确坐标相对应。

NI的5G毫米波OTA验证参考架构可帮助团队：

- 将5G毫米波OTA测试从几小时缩短为几分钟
- 验证天线模块(AiM)设备和各种孔径尺寸的参考设计
- 确定3D中的CW和高带宽5G调制性能
- 改善测量结果，降低OTA测量的不确定性
- 设置集成的TX/RX工作台，无需外部切换



图1
5G毫米波OTA验证参考架构

5G毫米波OTA参考架构硬件和软件交互

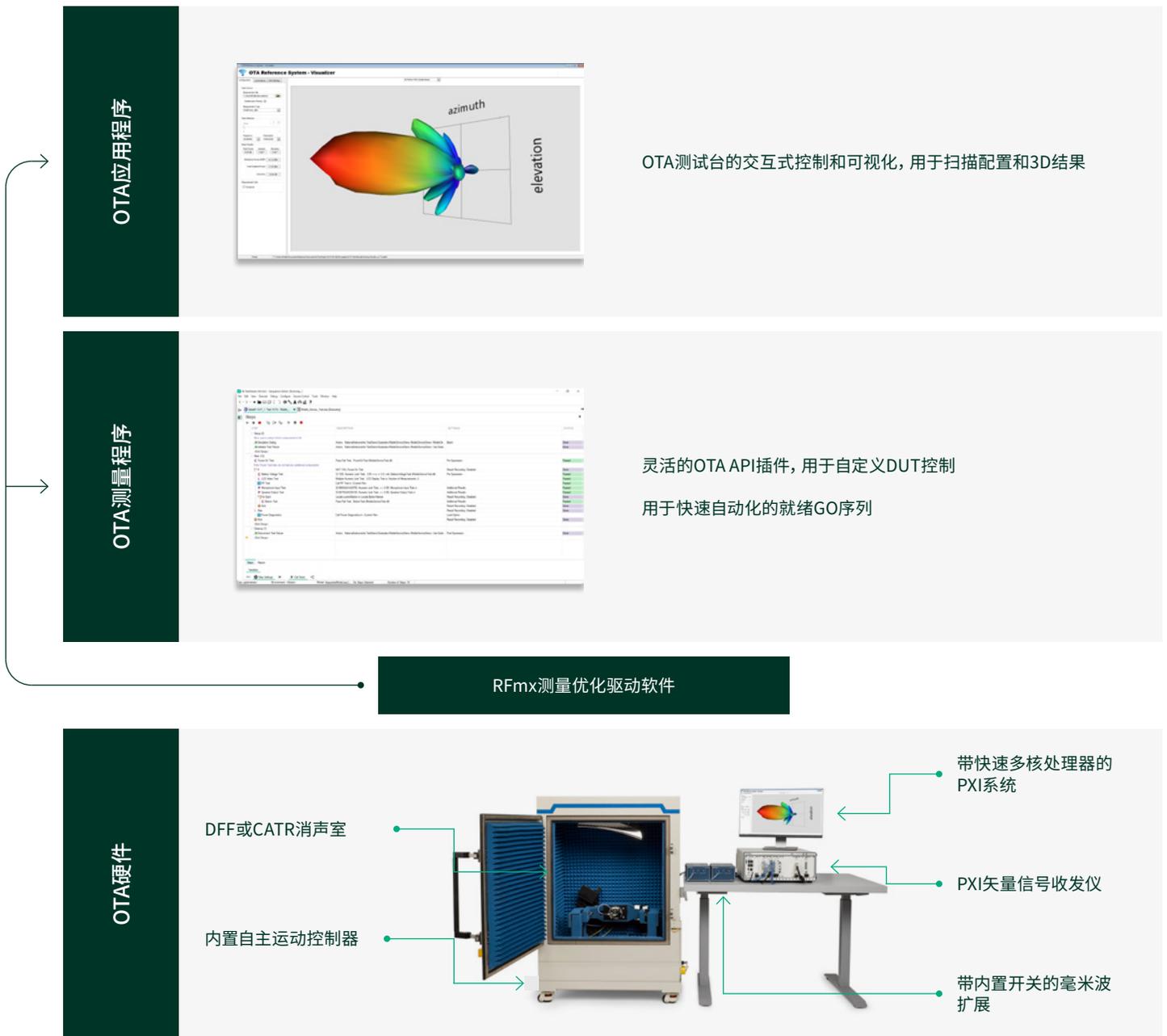


图2
5G毫米波OTA参考架构软硬件交互

准确快速的OTA验证

在消声室的可控RF环境下, 要让5G波束成形设备进行密集的3D空口(OTA)空间扫描, 耗时又耗力。

典型的运动、停止、测量、逐点式、软件控制的测试系统, 带有可在两个独立的轴 (方位角和仰角) 上旋转的定位器, 每秒只进行少数RF测量。但工程师需要在空间中扫描数百个甚至数千个点, 才能进行测量和验证天线性能。3D采样网格越细 (即测量点之间的距离越小), 测试时间就越长, 但测量不确定性也会越低。相反, 过于稀疏的3D网格虽然可以更快地得到结果, 但会产生很大的测量误差。

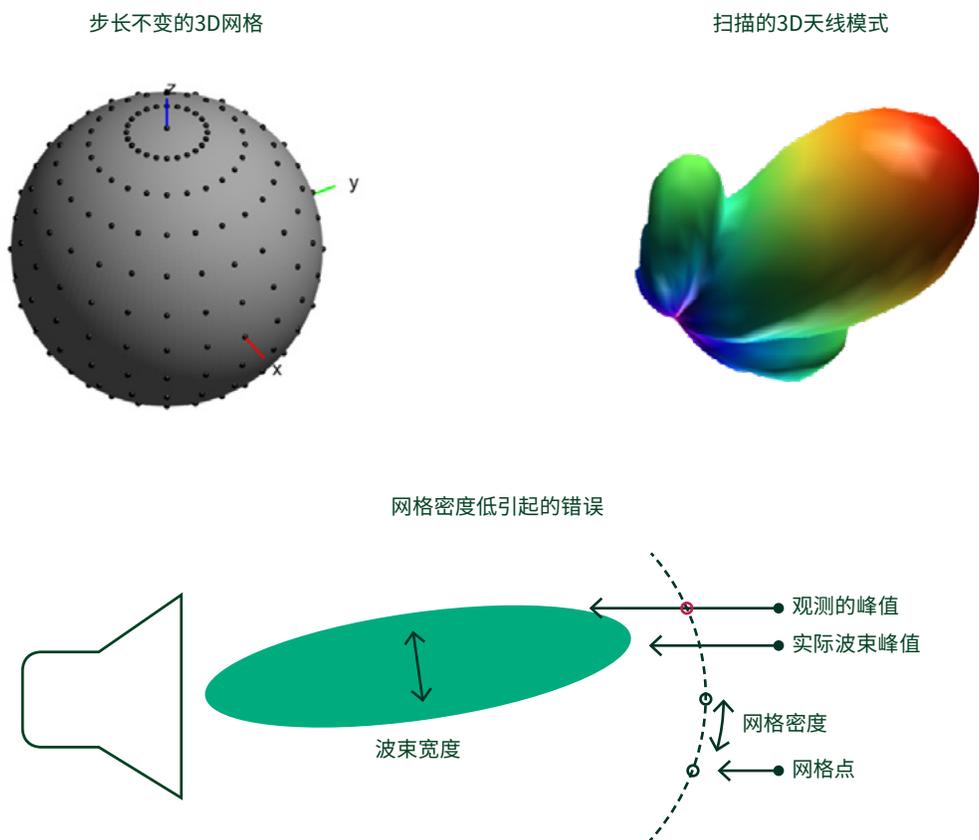


图3 更精细的3D采样网格可实现更精确的结果和更长的时间

用于快速3D结果的连续运动

为了帮助负责波束成形设备验证的工程师在不影响精度的情况下缩短测试时间，NI开发了5G毫米波OTA验证参考架构。

毫米波OTA验证参考架构集成了NI的实时运动控制、数据采集以及PXI触发和同步功能，可快速进行高带宽RF测量，同时与定位器电机的瞬时(ϕ , θ)坐标同步。与传统的OTA测试解决方案不同，NI的方法能够在3D空间中平稳地连续运动被测设备(DUT)，而且RF引擎能够在同一时间快速进行测量。

这可以消除逐点离散运动造成的时间浪费。因此，工程师可以在短时间内对数千个点进行3D空间扫描，同时降低测量不确定性和误差。

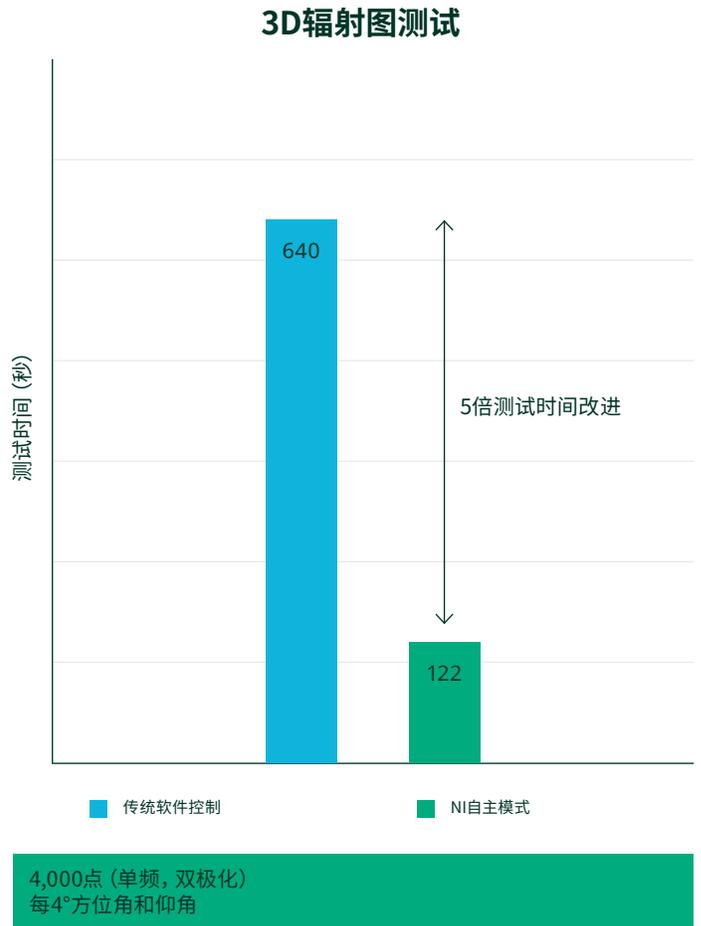


图4
启用快速测试时间

CW和5G NR调制测量

NI的毫米波VST是OTA验证参考架构的核心RF仪器，使用窄带CW信号确定DUT的辐射模式、最大方向性坐标、光束特性、EIRP和TRP。

此外，毫米波VST具有高瞬时带宽，可生成和分析5G NR信号，为用户提供CHP、ACLR、OBW和SEM的详细3D信息。而且，NI软件支持对5G NR信号进行快速、动态解调，以呈现设备误差矢量幅度(EVM)的完整3D图像。

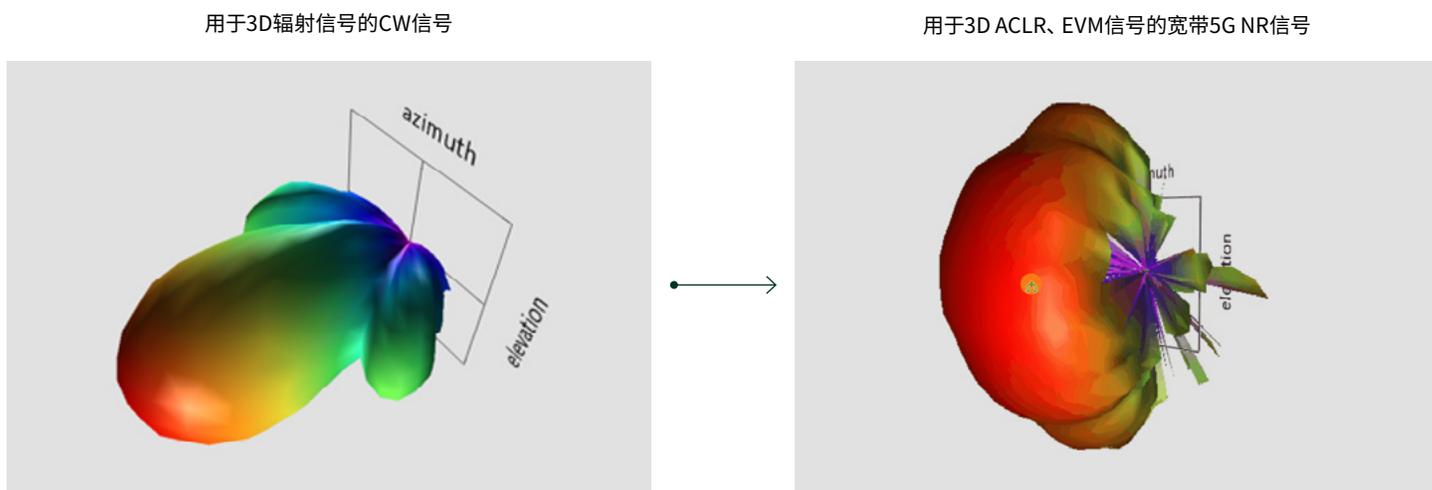


图5
CW和调制测量的空间可视化

超快速CHP、ACLR、EVM、SEM 3D结果

借助先进的测量算法和多线程处理方法，NI毫米波OTA验证参考架构可在完成3D扫描后几秒钟内完成数千个点的CHP、ACLR、OBW、EVM和SEM计算。

这便于工程师快速查看高带宽信号下设备的空间性能。

类型	分辨率	点	测量时间 (秒)
5G NR 100 MHz	每步4°	4583	140
单频	每步4°	4583	122

表1
单频和调制空间参数的测量时间

在同一室内使用DFF和IFF (CATR)测量验证小型和大型设备

直接远场(DFF)方法可节省链路预算并确保测试具有更高的信噪比,对只需少量元素且天线孔径小于5 cm的模块内天线(AiM)设备有益。

而间接远场(IFF)方法可产生高质量的安静区(QZ),相位和幅值变化最小,符合IFF测试的3GPP规范,使用更多天线元素和大于5 cm的天线孔径测试系统级设计需要此方法。

得益于优质的毫米波反射器和智能腔室设计,NI 5G毫米波OTA验证参考架构可在同一腔室提供DFF和IFF测试。通过使用DFF方法验证天线模块,工程师可以降低成本和复杂度并更轻松地完成产品设计周期。它们还可以在IFF配置中重用同一测试台来验证系统级设计,无需额外的大型消声室。

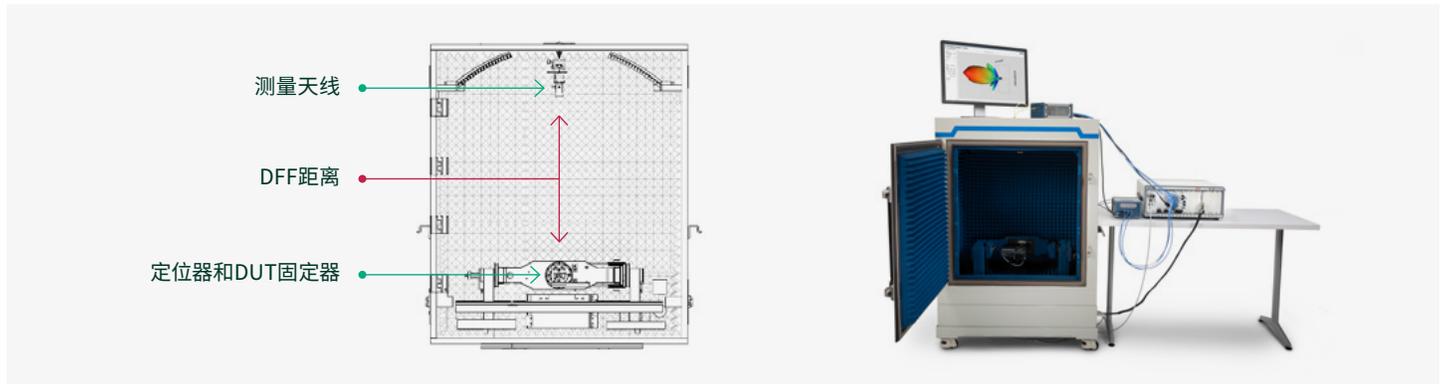


图6

DFF配置测试设置
利用直接远场(DFF)配置提高链路预算和SNR。

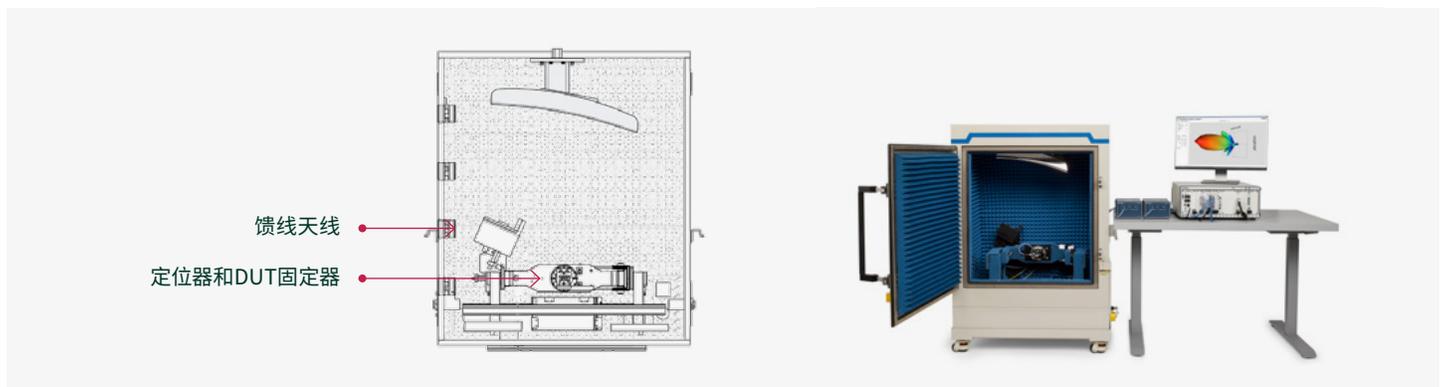


图7

CATR配置测试设置
在同一室内使用间接远场配置验证较大的设备。使用单一设置简化OTA实验室。

验证不同温度条件下的设备性能

要控制消声室内部所有空间的温度，耗时、繁琐又存在一定的风险。消声室内部的DUT定位器上装有NI热穹顶装置。该装置体积较小，具有易于冷却和加热的外壳，同时又能保证完整的3D运动范围。NI热穹顶使用RF可以穿透的材料，可表征和验证DUT在-40 °C至+85 °C之间的波束成形性能。

快速温度控制

01

高达 $\pm 90^\circ$ 仰角和 $\pm 180^\circ$ 方位角的TRP/EIRP (全3D模式)

02

体积小可实现稳定、快速的温度控制

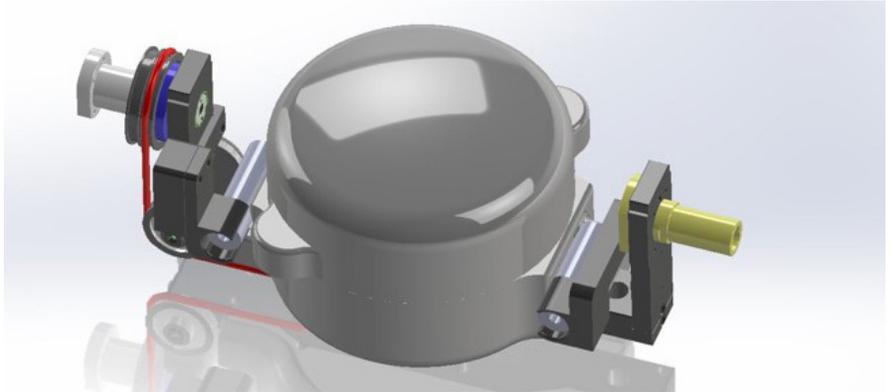


图8
热室示意图

使用PXI VST进行IF-RF和RF-RF测量

NI的PXI毫米波VST将毫米波矢量信号发生器(VSG)和矢量信号分析仪(VSA)组合在一个模块中。这些PXI仪器使用外部毫米波头，可覆盖5G FR2频带。这些磁头紧挨着消声室放置，以尽量减少通过电缆的信号损耗。此外，每个毫米波头有两个双向(TX/RX)RF端口。

毫米波VST还具有已校准的中频端口，可为多频带IF至RF DUT提供测试覆盖范围。



图9
PXIe-5831 (详细信息见产品规范)

PXIe-5831毫米波VST产品规范	
工作频率范围	22.5 GHz-44 GHz
带宽	1 GHz
幅值精度	±0.25 dB
最大输出功率	+17 dBm
5G NR EVM	<1%
直接端口	2



图10
54 GHz扩频PXIe-5842 (详细信息见产品规范)

54 GHz扩频PXIe-5842产品规范	
RF I/O频率范围	22.5 GHz-54 GHz
IF I/O频率范围	200 MHz-23 GHz
带宽	2 GHz
RF IN/OUT绝对精度 @ 39 GHz	±1.0 dB
最大输出功率	+13 dBm
5G NR EVM, 100 MHz带宽	-43 dB @ 47 GHz
双向端口	2

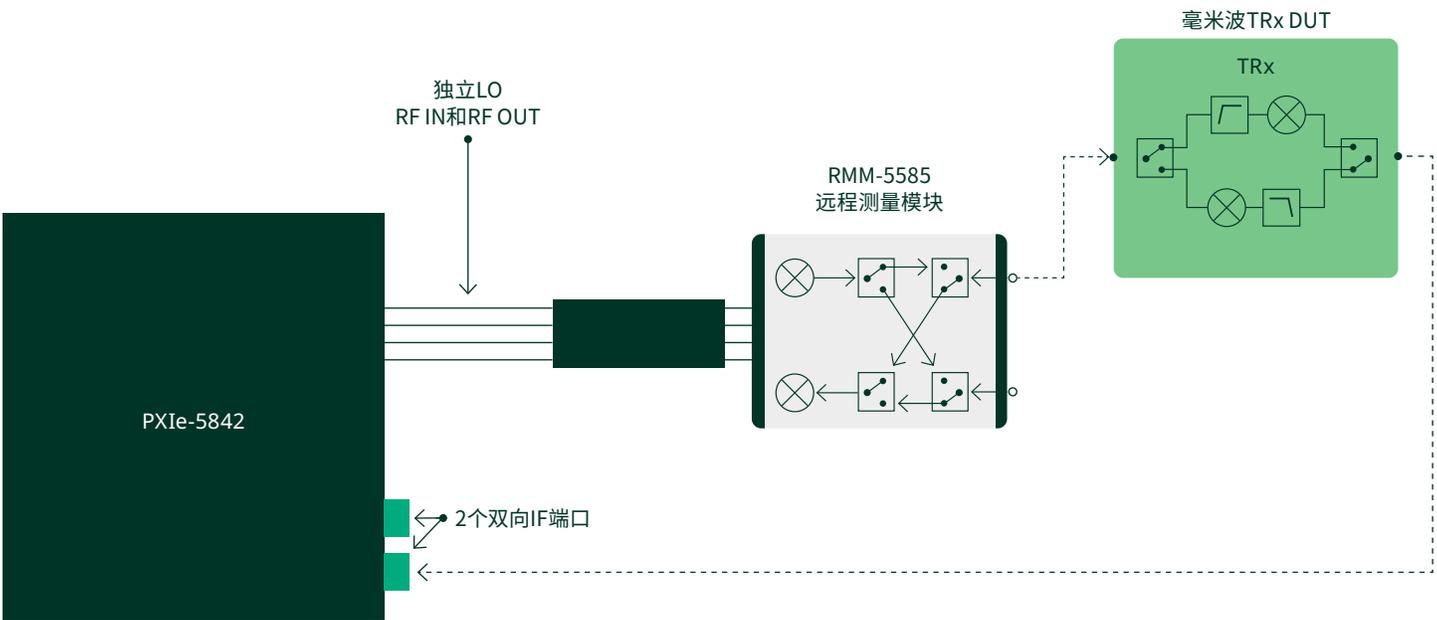


图11
配备一个远程测量模块的RF-IF双向测试设置

用于TX和RX测试的内置开关

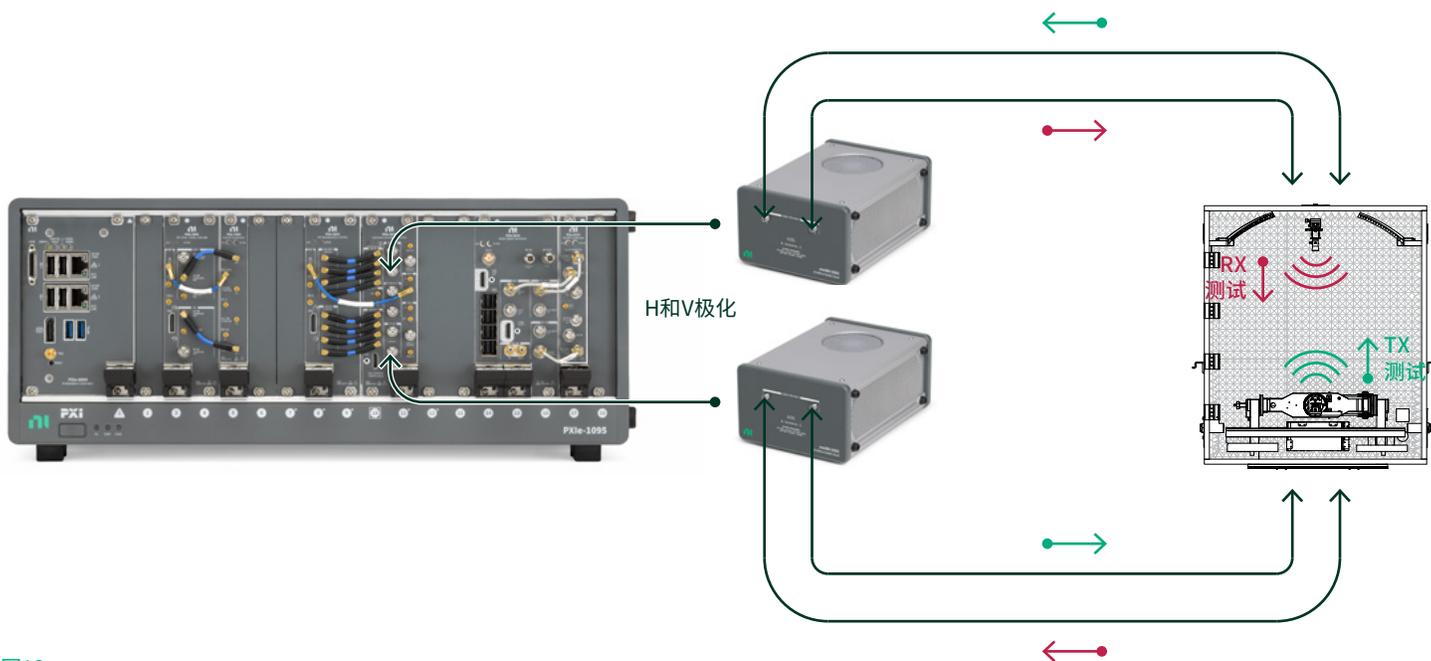


图12
PXIe-5842 (详细信息见产品规范)

简化的测量配置

NI的5G毫米波OTA验证参考架构可灵活地使用不同的PXI VST。为简化硬件配置和双向测试端口，请充分利用54 GHz扩频PXIe-5842的带宽、灵活性和简易性。

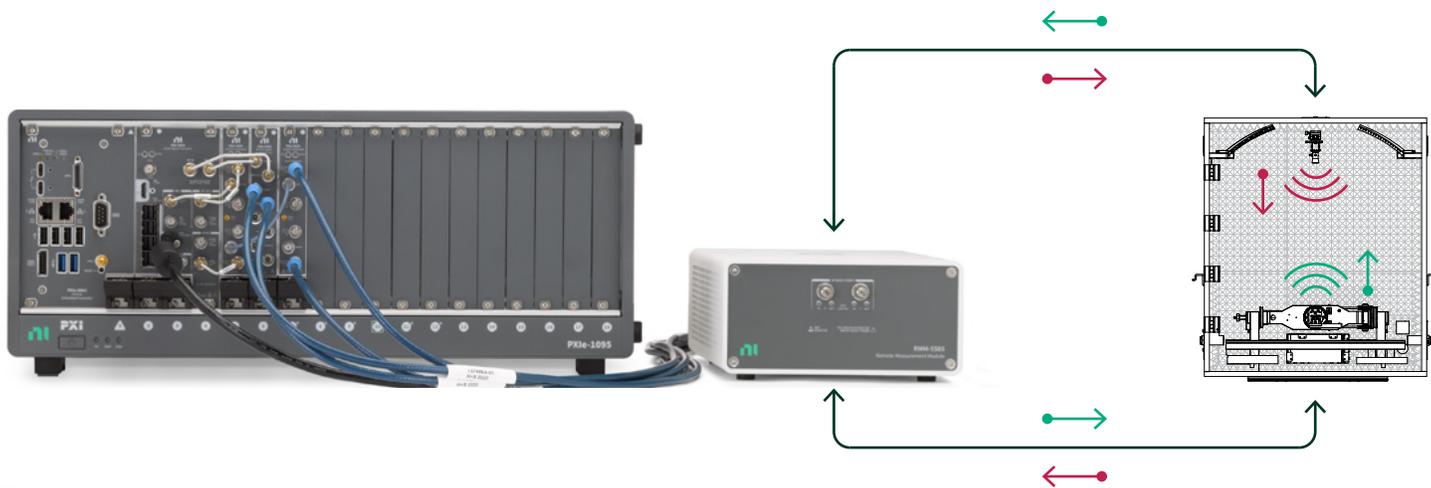


图13
54 GHz扩频PXIe-5842 (详细信息见产品规范)

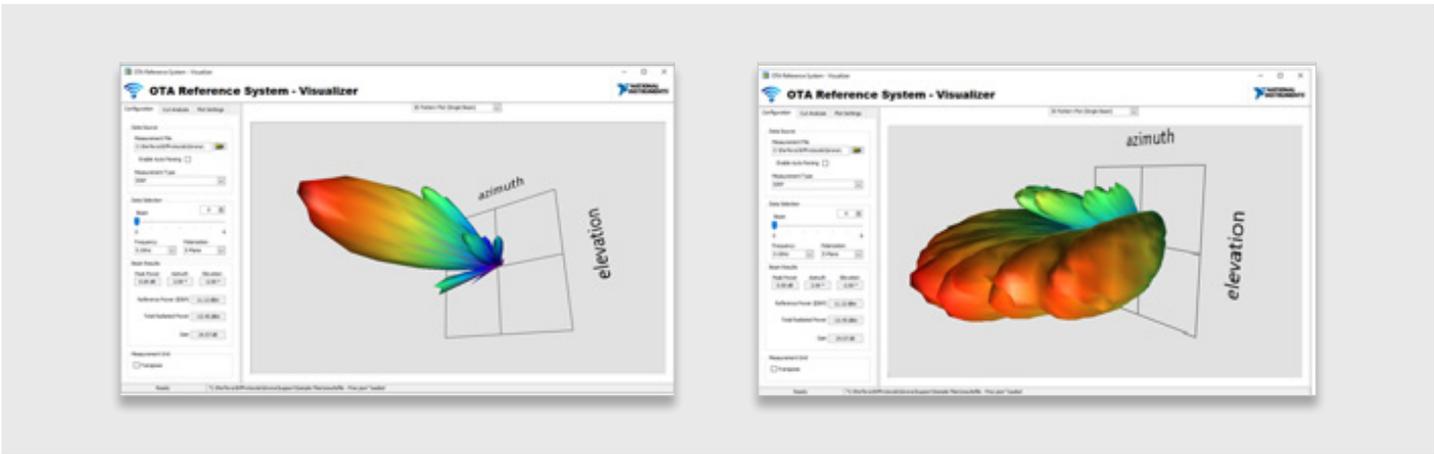


图14
单波束和多波束3D天线方向图

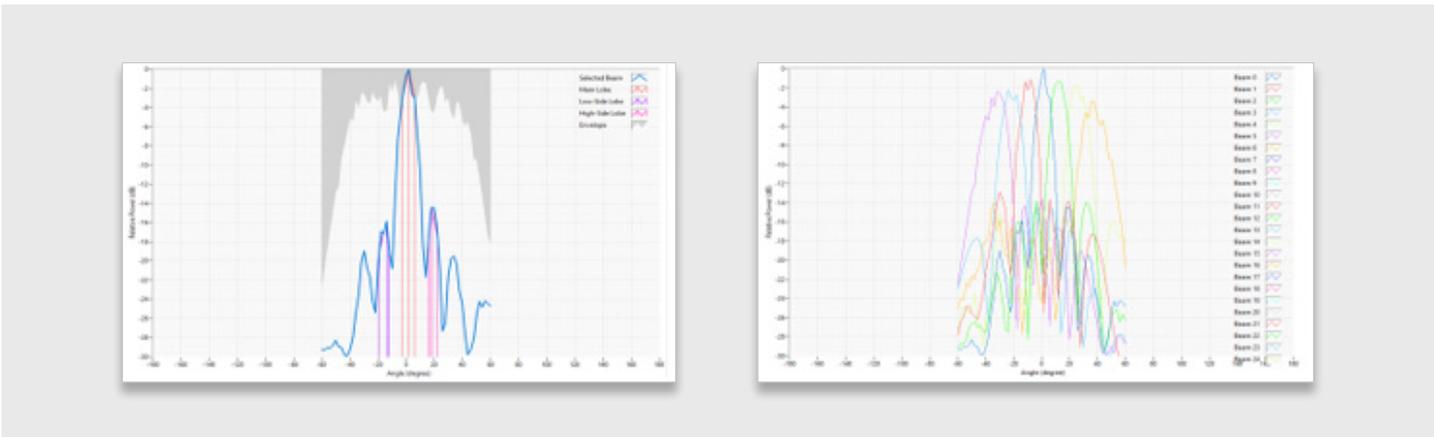


图15
天线分割分析 (单波束和多波束)

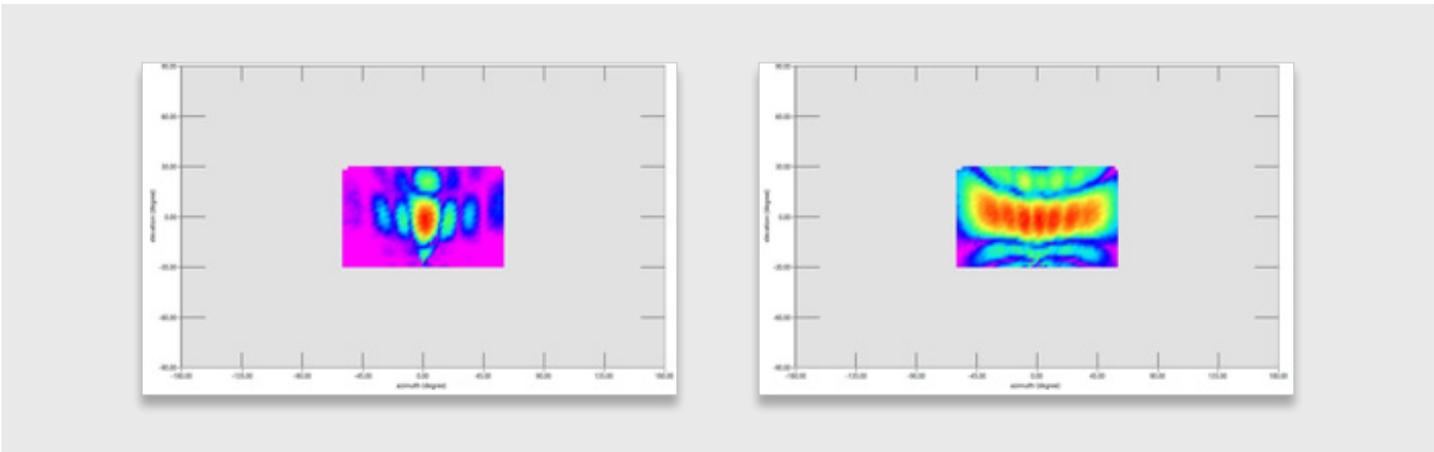


图16
单波束和多波束热图

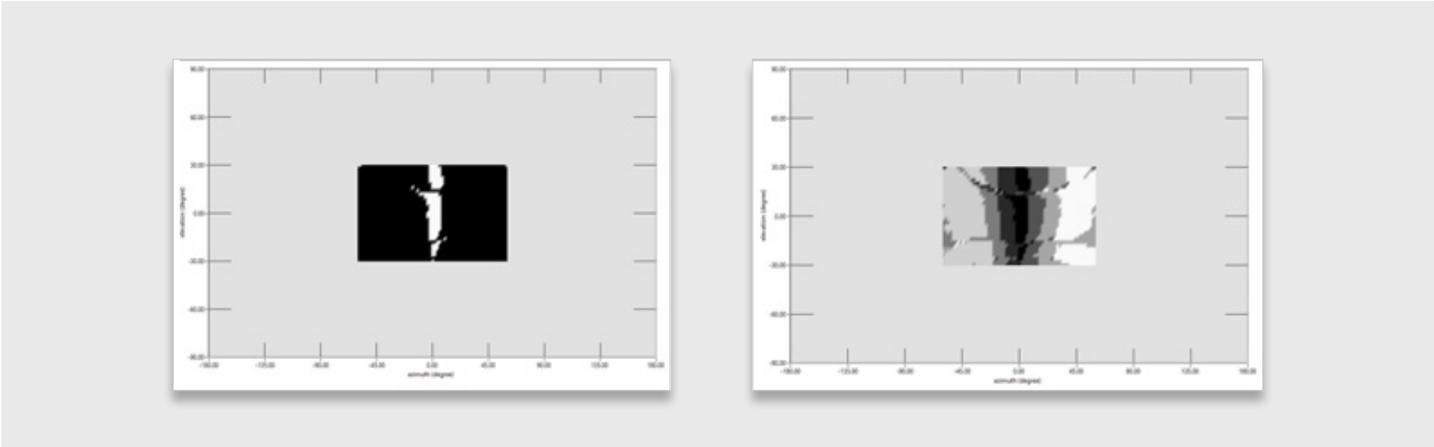


图17
单波束和多波束最佳波束指数

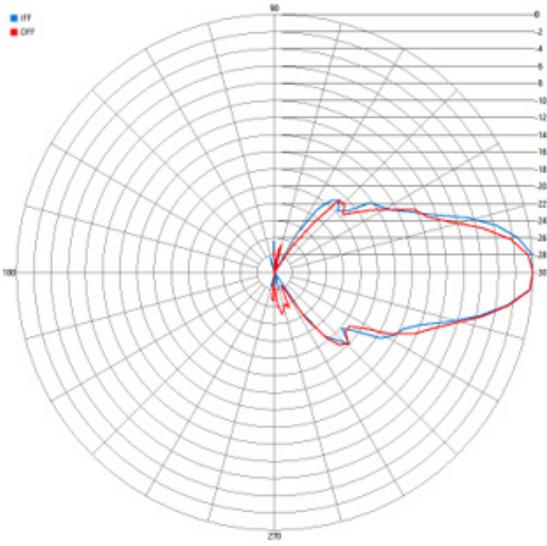


图18
极坐标图

5G毫米波OTA验证配置选项

5G毫米波OTA验证参考架构包含各种软件包，便于入门体验。所有基本配置都包含开始测试所需的一切。还有一些可选的附加软件，用于实现其他功能。

参考解决方案基本配置

解决方案名称	产品编号	说明
54 GHz IF-RF毫米波测试参考解决方案	868109-01B	毫米波、200 MHz–54 GHz VST、2 GHz BW、18插槽机箱、控制器
54 GHz RF-RF毫米波测试参考解决方案	868109-02B	毫米波、200 MHz–54 GHz VST (x2)、2 GHz BW、18插槽机箱、控制器
44 GHz RF-RF毫米波测试参考解决方案	868109-03B	毫米波、5 GHz–44 GHz VST (双头)、1 GHz BW、18插槽机箱、控制器
44 GHz IF-RF毫米波测试参考解决方案	868109-04B	毫米波、5 GHz–44 GHz VST (单头)、1 GHz BW、18插槽机箱、控制器
54 GHz IF-RF毫米波测试参考解决方案 (远程控制)	868109-05B	毫米波、200 MHz–54 GHz VST、2 GHz BW、18插槽机箱、PXI远程控制模块
54 GHz RF-RF毫米波测试参考解决方案 (远程控制)	868109-06B	毫米波、200 MHz–54 GHz VST (x2)、2 GHz BW、18插槽机箱、PXI远程控制模块
44 GHz RF-RF毫米波测试参考解决方案 (远程控制)	868109-07B	毫米波、5 GHz–44 GHz VST (双头)、1 GHz BW、18插槽机箱、PXI远程控制模块
44 GHz IF-RF毫米波测试参考解决方案 (远程控制)	868109-08B	毫米波、5 GHz–44 GHz VST (单头)、1 GHz BW、18插槽机箱、PXI远程控制模块

表2

参考解决方案基本配置

注意：

- 50 GHz天线升级仅适用于使用54 GHz扩频PXIe-5842的基本配置，频率覆盖范围可达50 GHz
- 客户可选择从DFF升级到CATR配置，或最初就购买CATR配置
- 捆绑包中包含的PXI机箱为PXIe-1095 (定时和同步)，控制器为PXIe-8881 (8核，Windows 10) 或PXIe-8398 MXI控制器 (远程控制选项)
- 对于CATR配置，请使用包含PXIe-5831 VST的基本部件号 (44 GHz选项)

参考解决方案可选附加软件

选件名称	产品编号	说明
OTA消声室: DFF	868109-04P	毫米波OTA消声室版本B, 毫米波OTA附件套件
OTA消声室: CATR*	868109-05P	毫米波OTA消声室版本B, 毫米波OTA附件套件, DFF至CATR转换套件
DFF至CATR转换套件*	868109-06P	DFF至CATR转换套件
散热外壳	868109-07P	毫米波OTA验证热选件
50 GHz天线升级	868109-08P	毫米波验证50 GHz测量天线

表3

参考解决方案可选附加软件

*CATR配置仅适用于PXIe-5831 VST (44 GHz基础配置)

软件

产品编号	说明
784584-35	LabVIEW专业版
免费	RFmx频谱分析
788024-35	RFmx Digital Modulation
788018-35	RFmx Analog Modulation
788033-35	RFmx Cellular Bundle
788036-35	RFmx NR
免费	第三方许可和激活工具包
免费	NI Modulation工具包
788372-35	TestStand
787917-35	RFIC Test Software专业版 (包含RFmx PA)
788590-35	mmWave OTA Validation Test Software

表4

软件

软件未包含在套件中, 必须单独购买。



按您所需集成系统

NI提供了各种集成解决方案供您选择，可满足您的特定应用需求。您可以将系统控制工作完全交给公司内部的集成团队，也可借鉴NI遍布全球的合作伙伴联盟拥有的专业知识，获得一站式系统解决方案。

如需详细了解NI如何帮助您提高产品质量和缩短测试时间，请联系您的客户经理或直接联系我们，致电 (888) 280-7645或发送电子邮件至info@ni.com。

NI服务与支持



咨询与集成



全球支持



一站式解决方案交付和支持



原型验证与可行性分析



维修和校准



培训与认证

Emerson、Emerson Automation Solutions或其任何关联实体均不对任何产品的选择、使用或维护承担任何责任。正确选择、使用和维护任何产品的责任完全由购买者和最终用户承担。

National Instruments、NI、NI.com和TestStand是Emerson Electric Co.测试和测量业务部门旗下一家公司的商标。Emerson和Emerson徽标是Emerson Electric Co.的商标和服务商标。NI合作伙伴是独立于NI的商业实体，与NI之间不存在代理或合资关系，亦不属于NI相关业务的一部分。

本出版物的内容仅供参考，尽管已尽力确保其准确性，但不应将其解释为对本出版物所述产品或服务或其使用或适用性的明示或暗示的担保或保证。所有销售均受我们的条款和条件约束，可应要求提供。我们保留随时修改或改进此类产品的设计或规范的权利，恕不另行通知。

NI
11500 N Mopac Expwy
Austin, TX 78759-3504

© 2024 National Instruments. 版权所有 420248

ni.com/5g