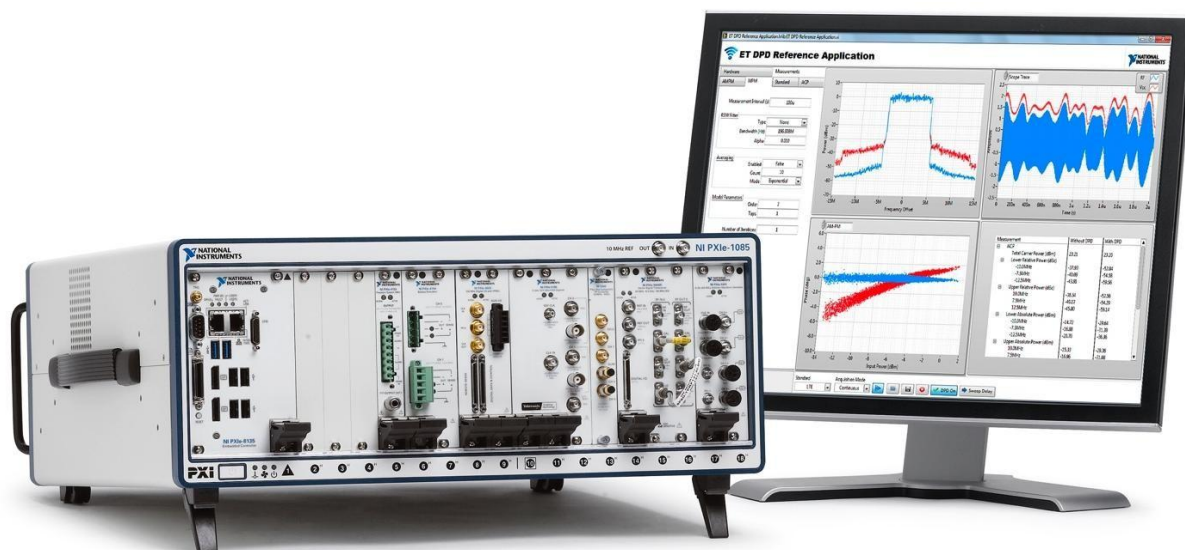


# 功率放大器测试解决方案

数字预失真、包络跟踪、自动表征和生产测试



## 系统特性

- 支持 802.11a/b/g/h/n/ac、UMTS、LTE 和 LTE-Advanced 技术
- 65 MHz 到 6 GHz 的频率范围
- 200 MHz 瞬时带宽
- 集成式直流、数字化仪和数字 I/O

## 包络跟踪参考解决方案

- 领先业界的基带到射频同步
- 自定义 Vcc 波形整形
- 与 DUT 之间的高级数字同步

## DPD 参考解决方案

- 使用调制波形测量 AM-AM 和 AM-PM
- 执行查询表(LUT)和记忆多项式模型 (MPM)DPD 算法

## 特性记述和生产测试解决方案

- 基于 FPGA 的功率级伺服
- 测量速度提高 5 至 10 倍

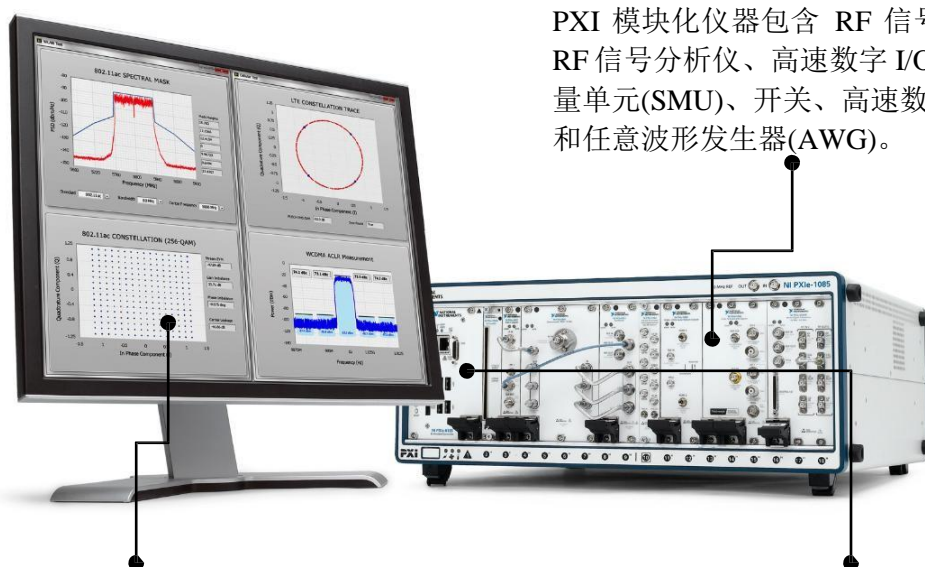
## PXI RF 功率放大器测试解决方案

LTE Advanced 和 802.11ac 等越来越多的无线标准需要与包络跟踪(ET)和预失真(DPD)等 RF 功率放大器(PA)技术相结合, 为此为当今的工程师带来新的测试挑战。NI PXI 为从初始产品设计到生产测试等各个阶段的 PA 测试提供了全面的解决方案。NI PXI 解决方案的优势包括:

- 出色的 RF 测量性能
- 业界领先的测量速度
- 更低的测试成本

### 模块化仪器

PXI 模块化仪器包含 RF 信号发生器、RF 信号分析仪、高速数字 I/O、源测量单元(SMU)、开关、高速数字化仪和任意波形发生器(AWG)。



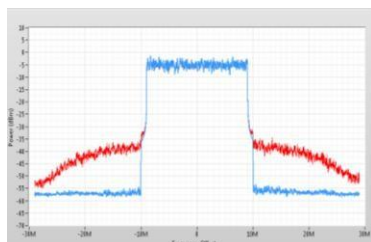
### 应用软件

NI 仪器软件前面板和参考范例软件为模块化仪器提供了易于使用的界面。

### 嵌入式 PC

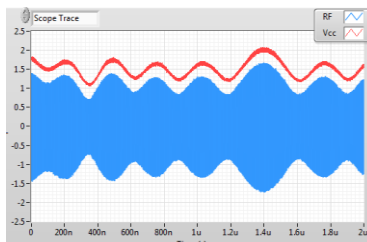
在嵌入式 PC 中, PXI 控制器是 PXI 系统的核心组件, 包含了高性能多核处理器、大容量内存和多个硬盘驱动选项。

### DPD 参考解决方案



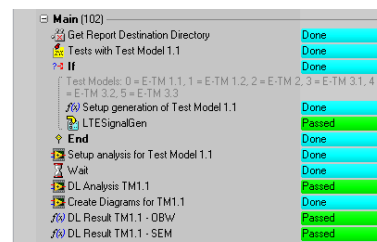
使用无记忆查询表和记忆多项式模型等常见 DPD 模型来测试 PA。

### ET 参考解决方案



用于包络跟踪 PA 测试的 PXI 解决方案实现了 RF 和基带信号发生器之间的紧密同步。

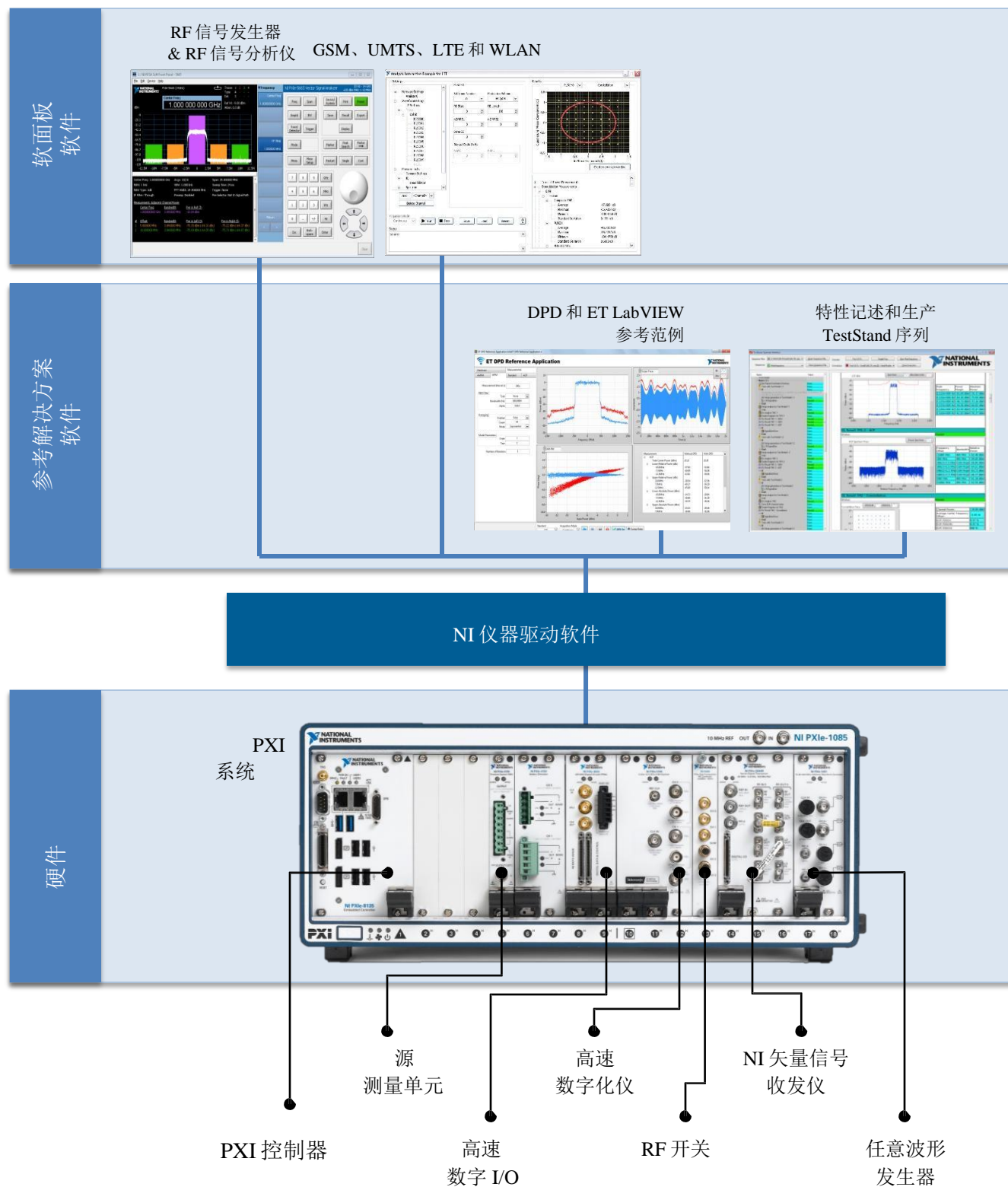
### 特性记述与生产



自动化 PXI 测试系统可通过大幅提高测量速度来缩短产品上市时间和测试成本。

## 参考解决方案架构

用于 PA 测试的 NI 参考解决方案包含了软件和 PXI 模块化仪器的组合。NI 软件包含 LabVIEW 参考范例或 NI TestStand 预配置的测试序列以及仪器软件前面板。所有图形化用户界面可通过 NI-RFmx 和其他 NI 仪器驱动软件来实现 PXI 仪器的自动运行。



## DPD 参考解决方案概述

数字预失真(DPD)是用于修正信号失真和提高 ACLR 和 EVM 等 PA 指标的一种常见技术。测试 DPD 条件的 PA 涉及四个主要操作：设备行为表征、模型提取、模型反演和对基带 IQ 样本进行预失真。

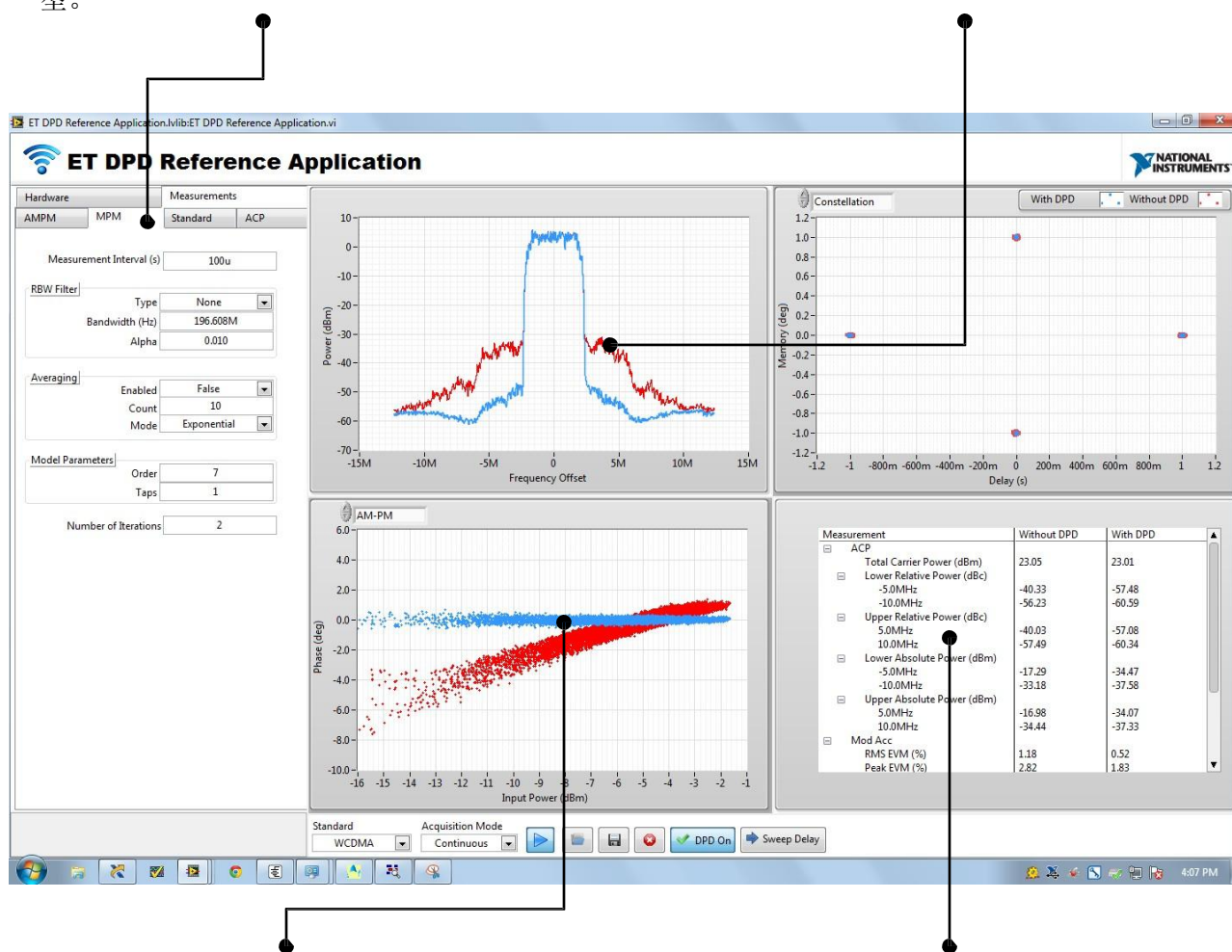
NI DPD 参考解决方案的一个重要元素是易于使用的 LabVIEW DPD 参考应用程序。这一 LabVIEW 代码范例可允许用户交互式地应用 DPD 模型和观察 PA 行为。NI 解决方案支持两种常用的 DPD 模型：无记忆 AM-AM/PM 查询表(LUT)和记忆多项式模型(MPM)。在开发 MPM 模型时用户可自定义抽头的阶次和数量——甚至也可以使用自定义模型。

### DPD 模型参数

选择无记忆查询表或记忆多项式模型。

### 性能可视化

实时观察频谱再增长和调制质量的优化。



### PA 线性度测量

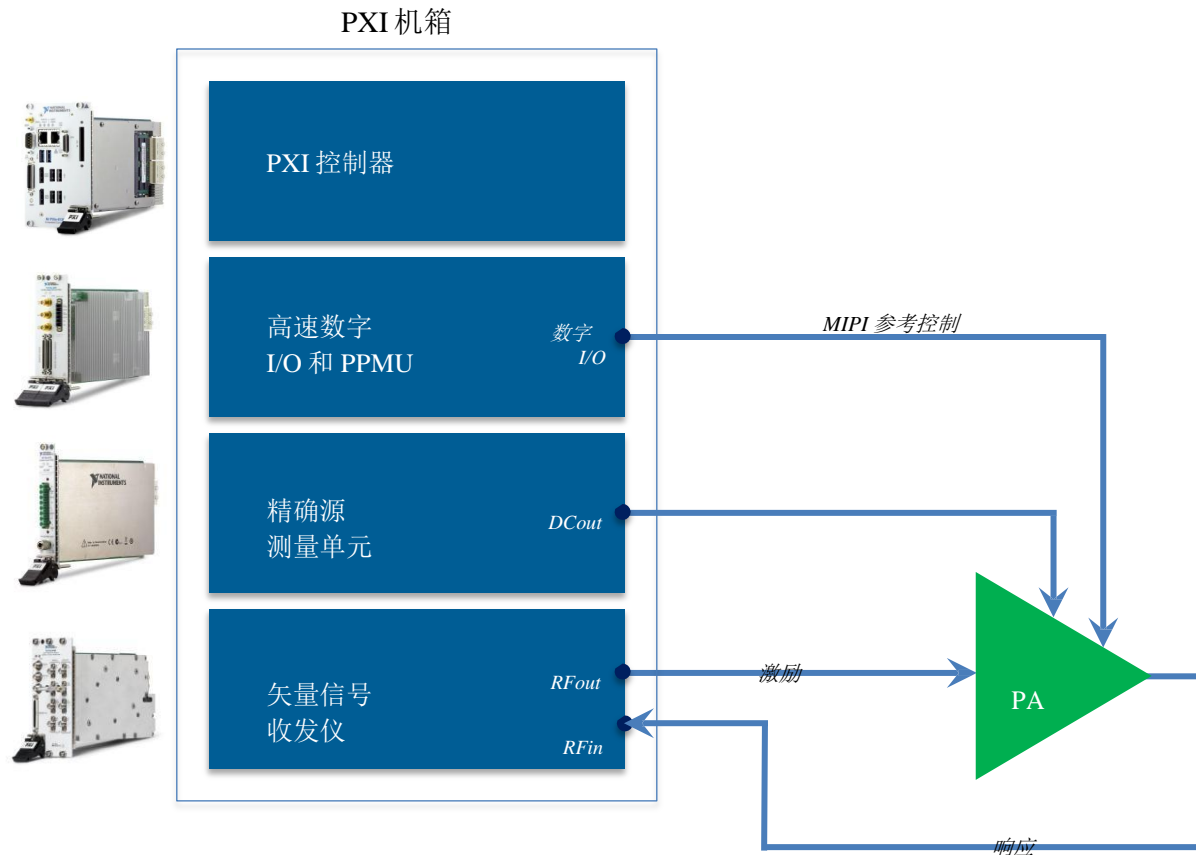
观察有无应用 PDP 的 AM-AM 和 AM-PM 响应

### PA 性能指标

使用 ACLR、EVM、功率和 RMS 内存等指标表征 PA 的性能。

## DPD 参考解决方案的硬件配置

NI 的数据预失真(DPD)参考解决方案将多种仪器组合到单个系统中, 包括 NI 矢量信号收发仪 (VST)、精确电源和高速数字 I/O。NI VST 是测量配置的一个主要部分, 它将 RF 信号发生器和 RF 信号分析仪集成到单个模块中。RF 信号发生器和采集之间的紧密集成使您能够使用调制波形精确测量 AM-AM/PM。NI PXI 的另一个优势是采用多核处理器技术来提高高度复杂的记忆多项式模型的测量速度。



## DPD 解决方案的特性和规范

### DPD 模型

- 无记忆 AM-AM/PM LUT
- 记忆多项式模型

### 测量

- AM-AM/PM
- 功率
- EVM
- ACLR
- RMS 内存 (相位)

### 内含的产品

- NI LabVIEW 软件
- NI PXI-1085 18 槽 PXI 机箱
- NI PXIe-8135 嵌入式控制器
- NI PXIe-5646R 矢量信号收发仪
- NI PXIe-4139 源测量单元
- NI PXIe-6556 高速数字 I/O

### 支持的信号类型

- UMTS (WCDMA、HSPA、HSPA+)
- LTE / LTE-Advanced
- WLAN 802.11a/b/g/h/n/ac



## 包络跟踪参考解决方案概述

包络跟踪(ET)是一项日益普及的技术,它运用现代无线信号的高均峰比(PAPR)提高了功率放大器的效率。当 PA 接近压缩状态时,其效率最高,包络电源(ETPS)常用于动态改变供给电源及调制无线信号的振幅。包络跟踪使 PA 尽量保持靠近压缩状态---从而提高整体效率。

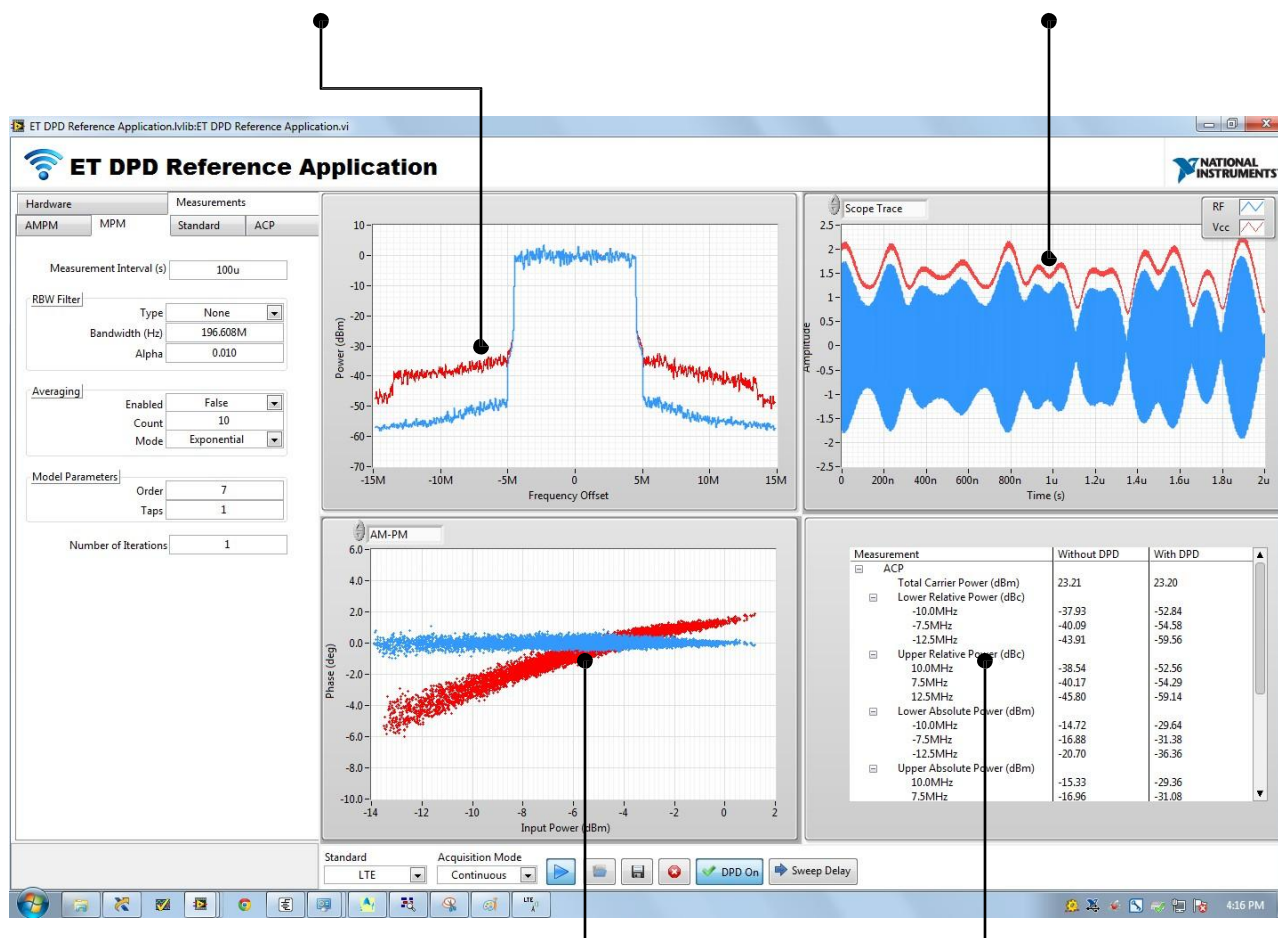
NI 的数据预失真(DPD)参考解决方案将多种仪器组合到单个系统中,包括 NI 矢量信号收发仪(VST)、任意波形发生器(AWG)、高速数字化仪、精确电源和高速数字 I/O。LabVIEW ET 参考应用程序提供了一种易于操作的界面来控制所有这些仪器---使您能用 UMTS 和 LTE 信号表征包络跟踪功率放大器的性能。

### DPD 算法

应用 DPD 算法来修正包络跟踪功率放大器的 AM-AM 和 AM-PM 失真。

### 包络控制

应用包络成形并实时控制 VSG 与 AWG 之间的延时。



### PA 性能

在包络跟踪条件下观察 PA 的 AM-AM 和 AM-PM 行为

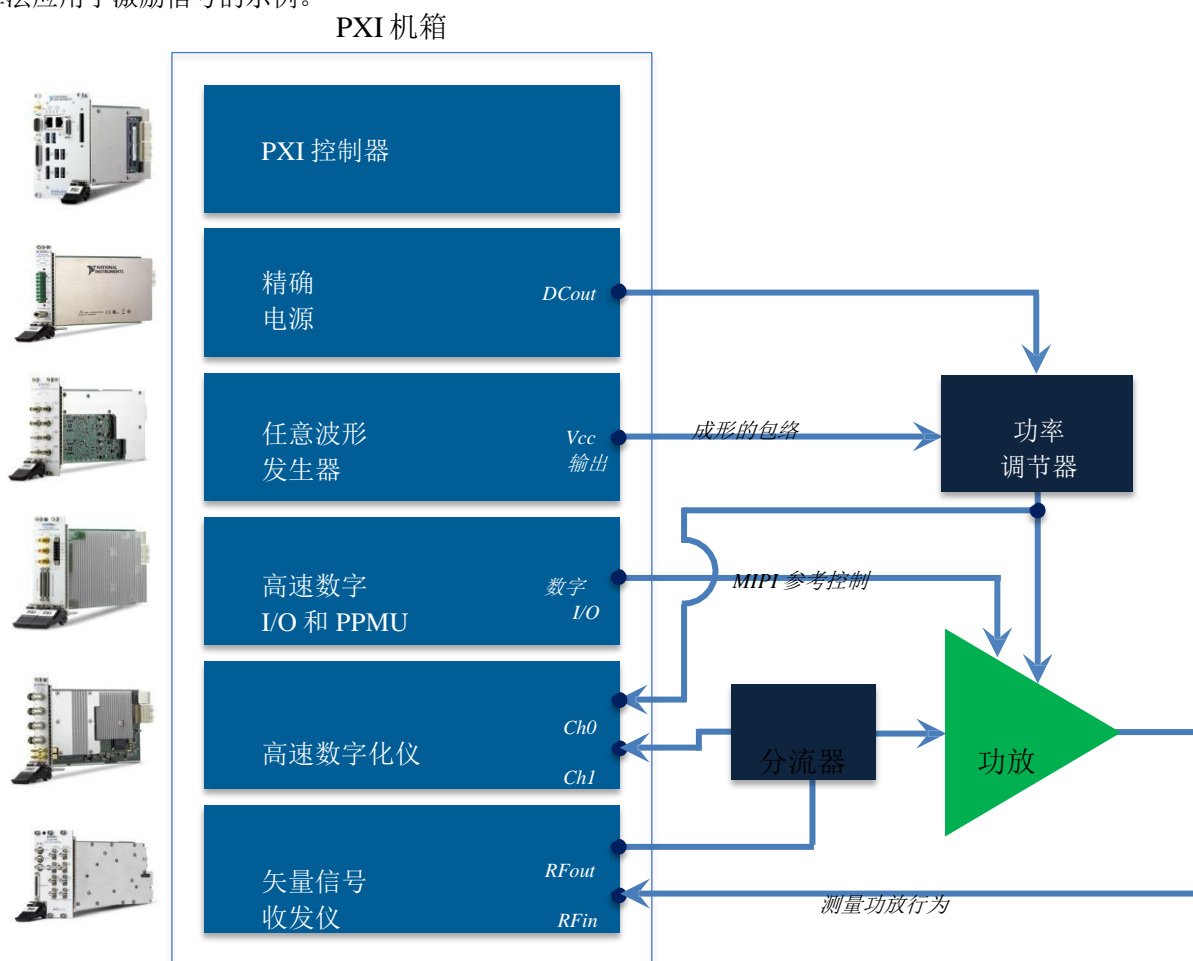
### PA 性能指标

使用 ACLR、EVM、功率和 RMS 内存等指标表征 PA 的性能。

## 包络跟踪参考解决方案的硬件配置

包络跟踪功率放大器测试最主要的挑战是保持矢量信号发生器(VSG)生成的射频信号以及任意波形发生器(AWG)生成的  $V_{cc}$  信号间的同步及稳定对齐。NI 包络跟踪参考方案基于 NI PXI 的仪器，仪器间共享触发和定时总线资源。该方案中，射频和  $V_{cc}$  信号之间的同步抖动不超过 20ps。此外，通过在 PXI 的背板上路由定时信号，得到的结果既稳定又具可重复性。软件包括 NI Fast ET Align 测量软件，可快速估算射频和  $V_{cc}$  的对齐情况。

由于将电源调制为功率放大器会产生 AM-AM 和 AM-PM 失真，因此 NI ET 参考方案软件包含了将 DPD 算法应用于激励信号的示例。



## 包络跟踪解决方案的特性和规范

### 同步

- AWG 与 VSG 间抖动 < 20 ps
- AWG 与 VSG 间偏移分辨率 1 ns

### 支持的信号类型

- UMTS (WCDMA、HSPA、HSPA+)
- LTE / LTE-Advanced
- WLAN 802.11a/b/g/h/n/ac

### 内含的产品

- NI LabVIEW 软件
- NI PXIe-1085 18 槽 PXI 机箱
- NI PXIe-8135 嵌入式控制器
- NI PXIe-5646R 矢量信号收发仪
- NI PXIe-5451 任意波形发生器
- NI PXIe-4139 精确源测量单元
- NI PXIe-5162 高速数字化仪
- NI PXIe-6556 高速数字 I/O

## 功率放大器表征方案概述

新无线技术和多模功率放大器的出现使得特性测试和高容量生产测试应用对功率放大器自动化测试的需求不断增长。NI PXI 自动化测试系统提供了一流的射频测量性能，测试时间一般比传统仪器快 5~10 倍。

NI 方法结合了高性能模块化仪器和高度创新的测量软件。典型的自动化功放测试系统集成了模块化仪器和测试自动化软件，并采用多种技术来测试功放，包括：GSM/EDGE、UMTS (WCDMA/HSPA/HSPA+)、LTE/LTE-A、CDMA2000/EV-DO 和 802.11a/b/g/n/ac。

“ 借助 NI PXI，我们成功将新部件的特性测试时间从两周缩短为大约一天。”

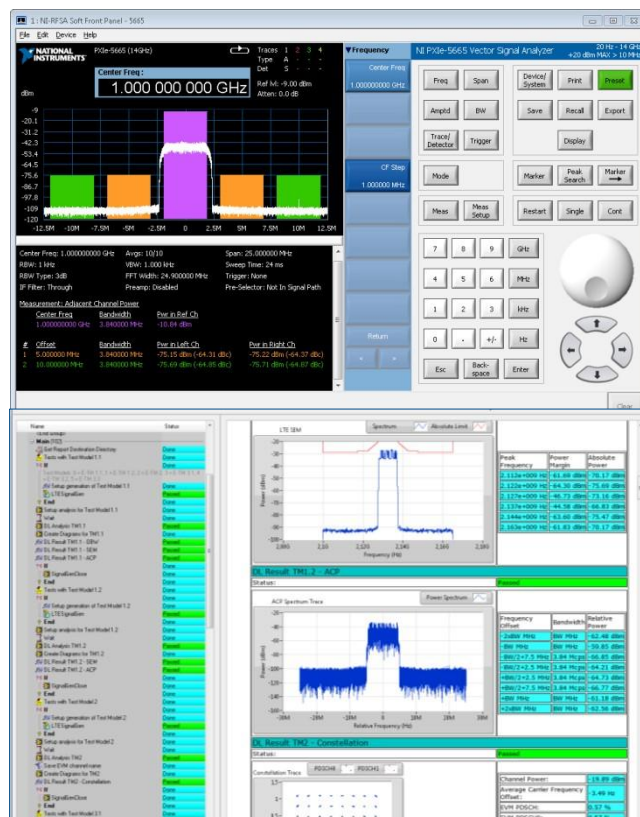
”

Gary Shipley, 高级工程师  
Triquint Semiconductor 公司

## NI 仪器的软件前面板

通过信号发生器和信号分析器软件前面板，您可以使用射频矢量信号收发仪来交互式地生成和测量信号。

射频信号分析仪软件前面板支持各种测量，包括信道功率、临近信道功率(ACP)、互补累积分布函数(CCDF)、互调失真(IMD)、三阶截点(TOI)等。



## NI TestStand 测试执行软件

NI TestStand 是一款可立即执行的测试管理软件，它可以帮助用户更快地开发自动测试和验证系统。测试序列可用于执行流、生成测试报告、进行数据库记录以及连接其他公司系统。

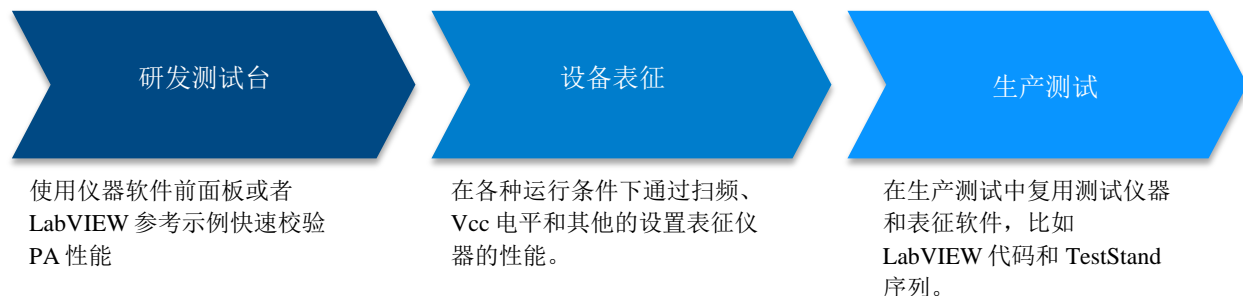
在测试射频功率放大器时，您可以自定义预配置序列来满足您的应用需求。



## 功率放大器自动化生产测试

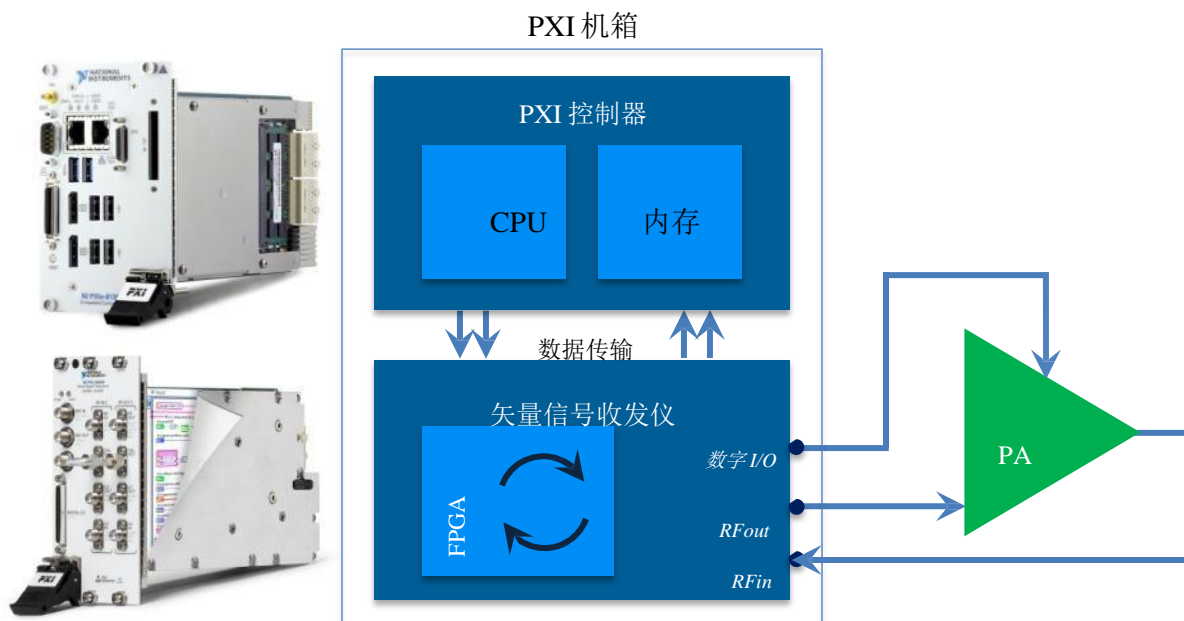
NI PXI 测试方案结合了射频测试、精密直流仪器和高速数字 IO，提供了用于大规模生产测试的完整解决方案。NI PXI 解决方案可缩短测量时间、降低设备成本以及缩减测试人员，从而帮助客户显著地降低成本。

NI RF 功率放大器测试系统提供了研发测试平台所需要的 RF 测量性能和生产测试所需要的测量速度和重复性。因此，您可以在初始产品设计到最终产品测试的整个流程中重复使用同样的设备和测试软件。该方法不仅可以减少测试开发时间，也可以增强测量数据的相关性。



## 快速功率级伺服技术

NI 功率放大器测试方案的一个独特技术在于基于 FPGA 和 NI 矢量信号收发仪的功率级伺服。功率级伺服过去一直是一个非常耗时的过程。通过完全在仪器上的 FPGA 进行控制循环，您可以实现最快速的功率级收敛。通过解耦嵌入式控制器的功率级伺服算法并在 PPGA 上执行算法，测试软件就可以利用高效的测量并行机制。这可以显著地减少了测量时间和成本。



硬件描述

NI DPD 和包络跟踪(ET)参考解决方案基于标准的 PXI 模块化仪器配置。这些仪器均可使用 LabVIEW 参考范例代码或作为独立式仪器使用。

PXIe-5646R 规范（信号分析仪）	
频率范围	65 MHz – 6 GHz
带宽	200 MHz
幅值精度	+/- 0.34 dB
平均本底噪声	-161 dBm/Hz
802.11ac EVM	-45 dB
LTE EVM	-50 dB

PXIe-5646R 规范（信号发生器）	
频率范围	65 MHz – 6 GHz
带宽	200 MHz
最大输出功率	+15 dBm
802.11ac EVM	-45 dB
LTE EVM	-50 dB
UMTS ACLR	65 dB

参考 PXIe-5646R 规范文档，了解更多信息



NI PXIe-5646R 矢量信号收发仪  
NI PXIe-5646R VST 将 RF 矢量信号发生器(VSG)和 RF 矢量信号分析仪(VSA)结合到单个模块中。高宽带与高质量的 RF 测量性能相结合，使得 NI PXIe-5646R 成为射频功率放大器测试的理想解决方案。



PXIe-5451 任意波形发生器规范	
最高采样率	400 MS/s
带宽	145 MHz
SFDR (1 MHz)	98 dB



NI PXIe-4139 精确源测量单元规范	
最大脉冲功率	500 W
最大连续功率	20 W
瞬态响应	< 70 $\mu$ s

硬件描述

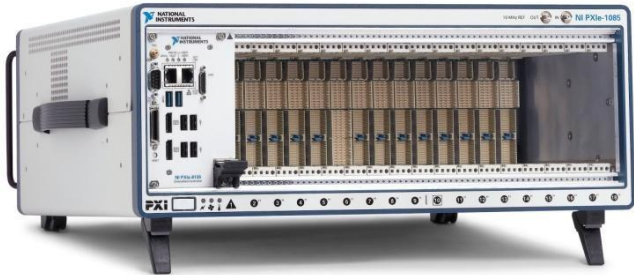
NI DPD 和包络跟踪(ET)参考解决方案基于标准的 PXI 模块化仪器配置。这些仪器均可使用 LabVIEW 参考范例代码或作为独立式仪器使用。



PXIe-5162 10 位数字化仪规范	
最高采样率	5 GS/s
带宽(3 dB)	1.5 GHz
最大通道数	4



PXIe-6556 高速 DIO 规范	
时钟速率	800 Hz – 200 MHz
PPMU 通道	24
电压范围	-2 V 到 7 V



PXIe-1085 机箱规范	
PXI Express 插槽	18
总系统带宽	12 GB/s
总额定功率	925 W



PXIe-8135 嵌入式控制器规范	
处理器	2.3 GHz 四核
最大内存	16 GB DDR3
操作系统	Windows 操作系统

如需更多信息:



[www.ni.com/pa](http://www.ni.com/pa)

Heath Noxon  
heath.noxon@ni.com  
BDM, Semiconductor  
(512) 683-5847

