

解决方案简介

ni.com

电动汽车动力总成测试



电动汽车动力总成测试

了解NI解决方案

电动汽车(EV)动力总成组件和系统的发展非常迅速,这意味着测试团队必须能满足相应需求并完美执行测试。在整个产品开发过程中,NI提供了高度灵活的平台化测试方法,来帮助工程师们加速测试开发、完善测试和改进产品性能,并有效管理数据和系统。

03 电动汽车电池包/模块测试

10 信号级逆变器HIL

05 电池管理系统(BMS) HIL测试

12 功率级逆变器HIL

07 电芯生产测试

14 电动汽车测功机(EDYNO)

ARTURO VARGAS

NI汽车和交通运输解决方案市场部门



电动汽车电池包/模块测试

电池的质量和性能直接影响EV制造商的品牌形象、适销性和利润。快速发展的电池技术使得提升验证速度变得非常困难，并且需要高昂的资本投资和资源来满足产品上市时间承诺和成本预期。

为了确定电池性能、耐用性和安全性，工程师需要在多种环境条件、充电/放电曲线、故障模式下长时间测试数百个变量。此外，EV电池测试要求本身已然非常苛刻，而致力于满足IEC 62660或SAE J2464等标准的合规性测试使其变得更加复杂。

与时俱进的解决方案

NI的电池测试解决方案可提供灵活的定制解决方案、快捷的现成即用功能以及开放的软件连接，帮助您扩展测试能力并应对上市时间的压力：

01

专注于测试，无需分心

利用NI Battery Test System（电池测试系统，BTS）软件的现成即用功能，更快速地进行测试，或自定义您的测试计划，以加速满足各种测试配置下的各类测试需求。

02

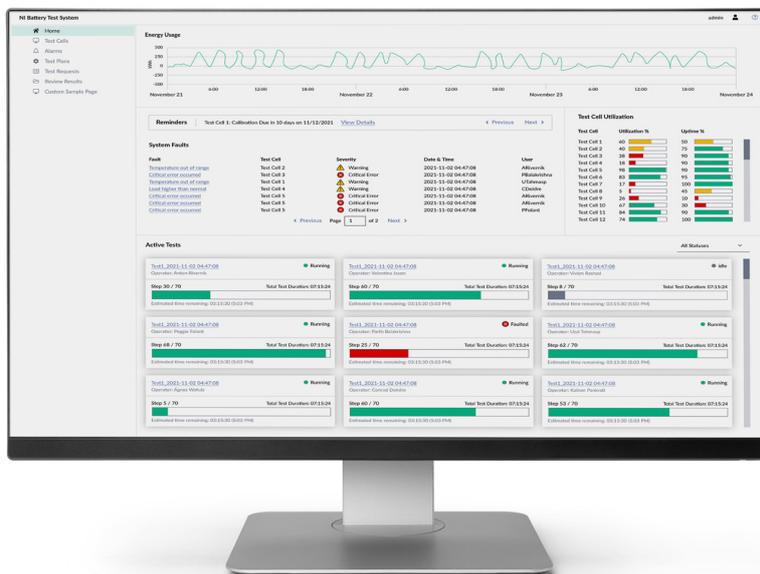
无需测试工程开发

使用统一的软件工具链，完成测试请求、部署、执行和生成测试结果报表，并为不同角色和用户提供可自定义的UI。

03

满足规模和预算需求

通过无缝连接至现有设备、添加新设备并扩展到更大规模测试系统部署，降低测试总成本，同时仍能够根据测试结果快速做出基于数据的决策。



NI的优势

01

借助可从单个测试单元扩展到大规模分布式电池测试实验室的系统架构来应对产品上市时间压力。

02

通过利用强大的管理软件来提高测试单元的利用率和效率，优化运营支出并减少电池测试设施的总体CO2排放量。

03

在预算范围内更快地交付更高性能的电池，最大限度地提高利用率、可追溯性和可重复性，同时保证测试数据的完整性。

NI电池测试系统(BTS)



- 1 通过仪器抽象层连接来自NI或第三方（如NH Research、Heinzinger Automotive和EA Elektro-Automatik）的电池充放电电力电子设备，无需修改测试系统的其余部分即可集成、交换和控制大功率设备
- 2 搭载实时控制器的测量机架，可扩展至数千个通道，可实现直接、同步的待测设备(DUT)测量、与电池管理系统(BMS)通信以及测量环境舱或其他测试和控制设备的其他变量，而且每通道的增量成本非常低
- 3 坚固的IP级室内测量模块和热室控制，用于执行温度和湿度曲线测试以及其他DUT测量，如应变、电压、电流或振动
- 4 电池测试软件，可提供现成即用的体验且可灵活实现自定义部署，该软件包含插件、驱动程序和分析/测试IP；可无损地记录数据，实现出色的测试可追溯性和可重复性，这些功能通过统一的软件工具链实现
- 5 NI数据和系统管理软件，用于创建自定义数据仪表盘，以最大限度地提高利用率、延长正常运行时间，并对设施进行管理来优化能源使用，减少CO2排放

电池管理系统(BMS)HIL测试

在电动汽车行驶的每一英里中，BMS在确保电池安全续航方面均发挥关键作用。为了验证BMS通信、安全功能、电池平衡和故障监控算法是否正常运行，工程师通过仿真电芯和仿真传感器、I/O以及与其他ECU的通信来执行硬件在环(HIL)测试。

与时俱进的解决方案

01

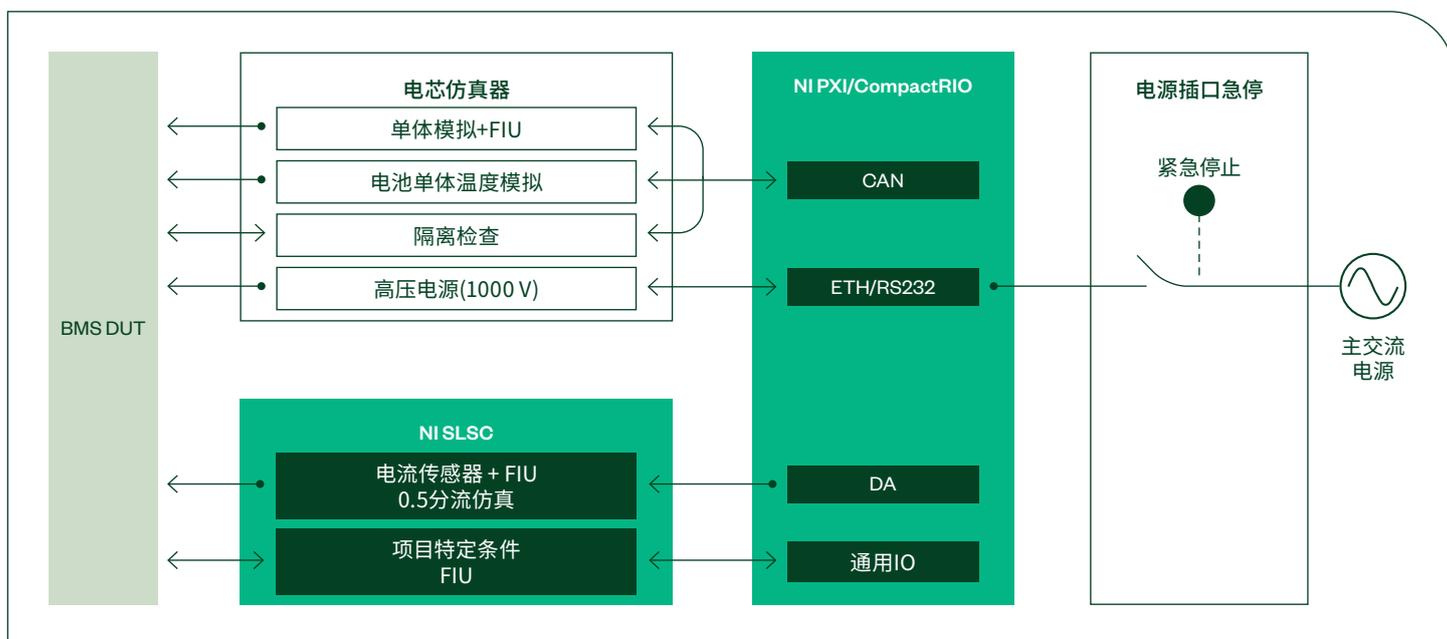
使用高精度的Battery Cell Simulator (电芯仿真器, BCS) 仿真12个电芯, 通过CAN接口模块连接, 并轻松添加更多通道以满足新的测试要求。

02

集成电池模型以仿真大多数电池类型(如NiMH和Li-Ion等)的不同放电特性, 并连接到第三方设备执行实时测试。

03

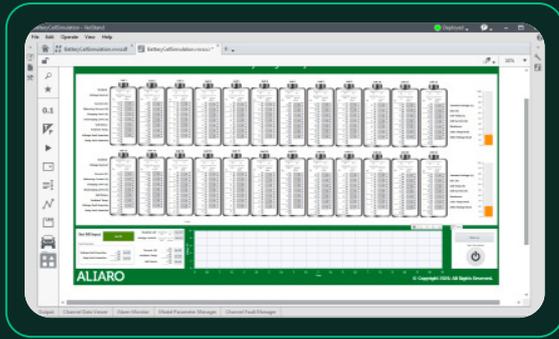
利用NI合作伙伴丰富的集成和定制工程专业知识, 为您的BMS验证测试系统添加额外的保护、分流仿真、分线盒和其他控件。



基于NI平台的BMS HIL测试解决方案由OPAL-RT、ALIARO和其他NI合作伙伴联合提供。

ALIARO

OPAL-RT
TECHNOLOGIES



就实时仿真本身而言, 测试BMS并不具有很高的技术挑战性, 但这种测试的安全性、可靠性、可重复性以及解决方案的灵活开放性对我们十分重要。

Julie Darrah
高级工程师, 艾尔维汽车工程技术有限公司



客户需求

01

对电芯模块和单元、热敏电阻、电池类型、电力电子设备等进行仿真。

02

实时进行多种故障插入测试和失效模式仿真。

03

在不同总线的BMS上进行ECU通信和传感器仿真。

NI和OPAL-RT的优势

- 整合NI和其他专业从事BMS测试的市场领导者提供的现成组件, 缩短测试计划实施时间
- 使用NI的实时测试软件和本地仿真模型集成, 在严苛的安全条件下测试BMS
- 利用NI平台的可扩展性和开放性, 以最小的增量成本向BMS测试系统添加每个信号 (真实信号或仿真信号)
- 在测试系统中结合NI全球足迹和广大合作伙伴的专业知识, 并确保及时交付

主要规格

每个仿真器包含的电芯数量	每个仿真器中包含12个电芯, 可扩展到200个
故障插入总线支持	CAN、LIN、汽车以太网
电芯仿真器(BCS)支持	Comemso、SLSC (Aliaro)
电芯模块单元仿真	受支持(Opal-RT)
通信总线	CAN、汽车以太网
电气故障仿真	断线、短路、极性反转

电芯生产测试

制造安全、可靠的高性能EV电池需要在从成分到老化和组装方面进行严格的测试。消费者对EV的需求日益增加,加之践行零排放的承诺,迫使电池制造商和OEM加速生产,但同时又不能影响精确度、可重复性和可追溯性。

现代电池包和模块含数百乃至数千个电芯,导致故障风险成倍增加。由于该行业致力于实现零缺陷目标,因此制造测试和对测试数据的洞察决定了最后的结果是实现高效的电池性能还是需要召回产品。

与时俱进的解决方案

NI的电芯生产解决方案久经验证,提供基于PXI的测试系统,该高质量的测试系统具有确定性且可扩展,可以帮助EV电芯制造商为生产中的三个关键测试提供安全性和性能:

01

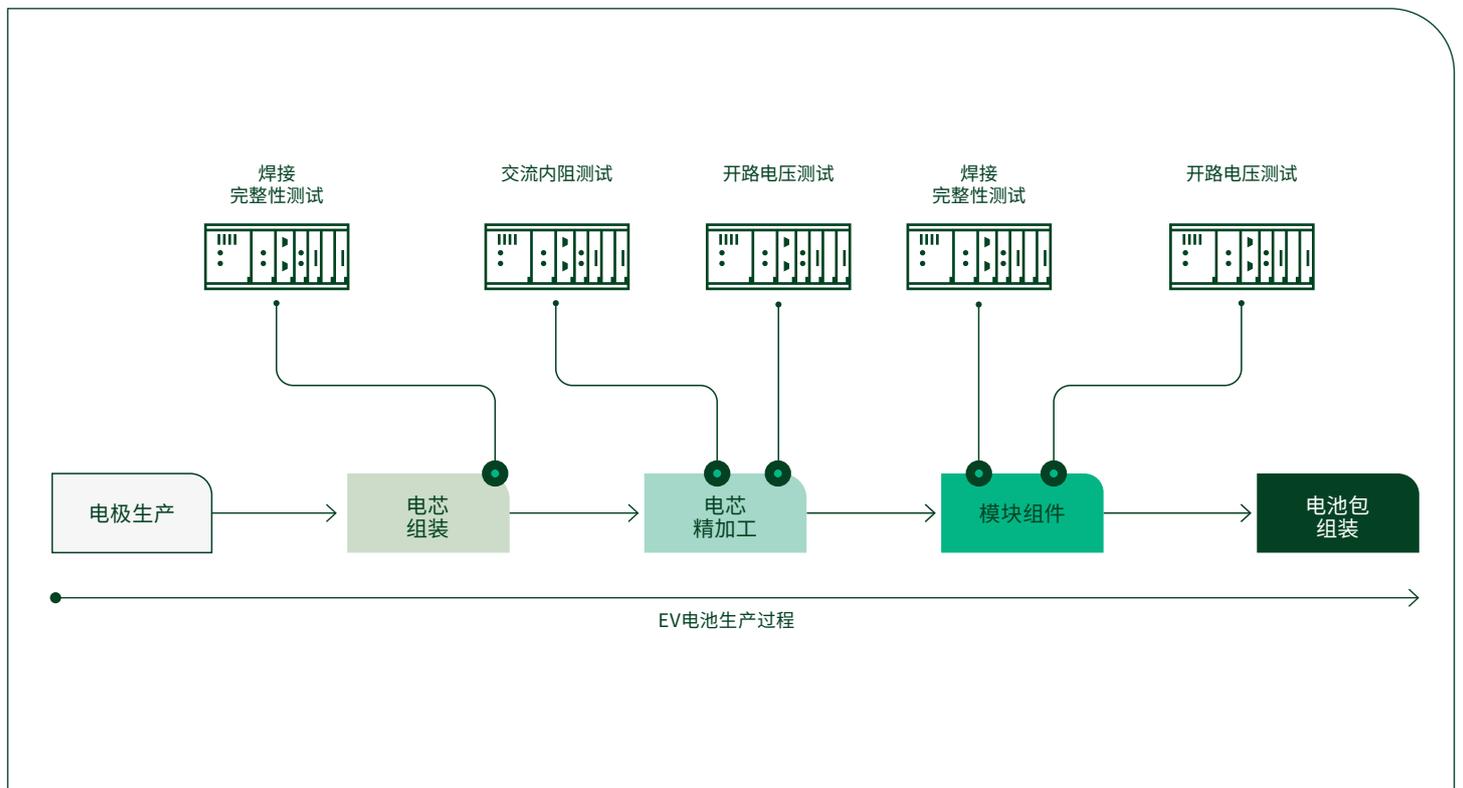
焊接完整性 (激光焊接阻抗)

02

电池交流内阻(AC-IR)

03

开路电压(OCV)



电芯生产测试需求

01

焊接完整性测试

测量电阻并在0.1 mW量程内决定合格/不合格，来确认焊缝质量。

测试需求

- 精确、快速、可重复的4线电阻测量，具有高通道数和电流生成能力 (100 mA至2 A)
- 具有高速精确探针控制的测试台

02

电池交流内阻(AC-IR)

通过施加较小的交流信号并检测测量电压的电阻和电抗分量，在形成后测量阻抗以确保电池质量。

测试需求

- 在运输和验收检测线上以1 kHz的频率测量亚毫瓦的阻抗
- 在不影响测量重复性的情况下满足生产量的要求
- 温度等其他测量的集成可扩展

03

开路电压(OCV)

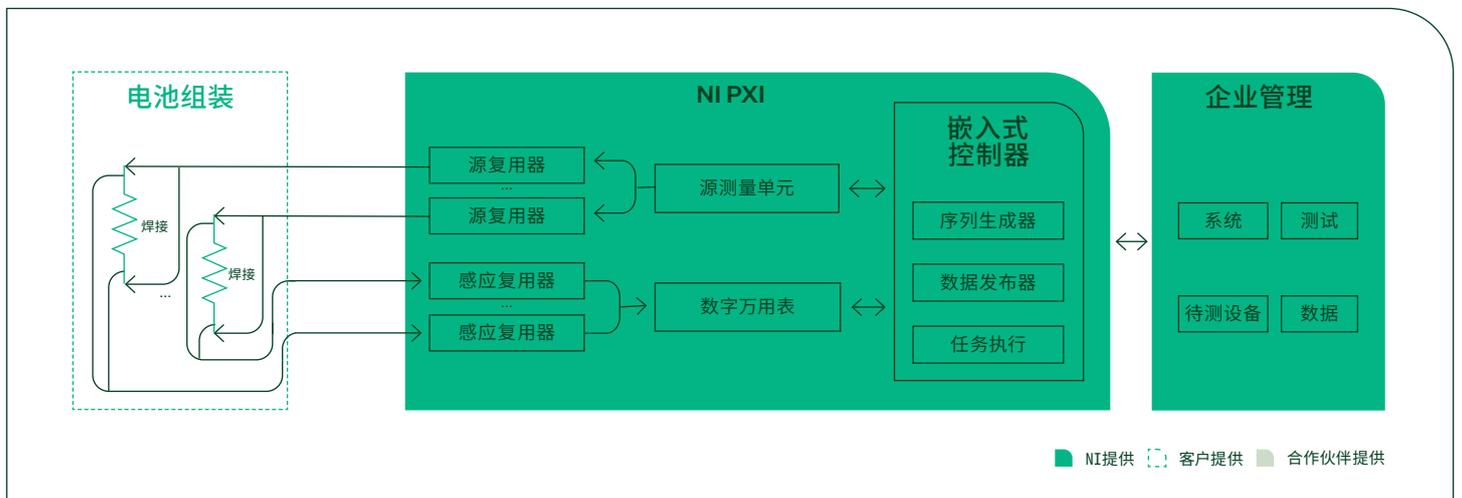
通过监测OCV变化来检测电芯老化过程中发生的微短路。

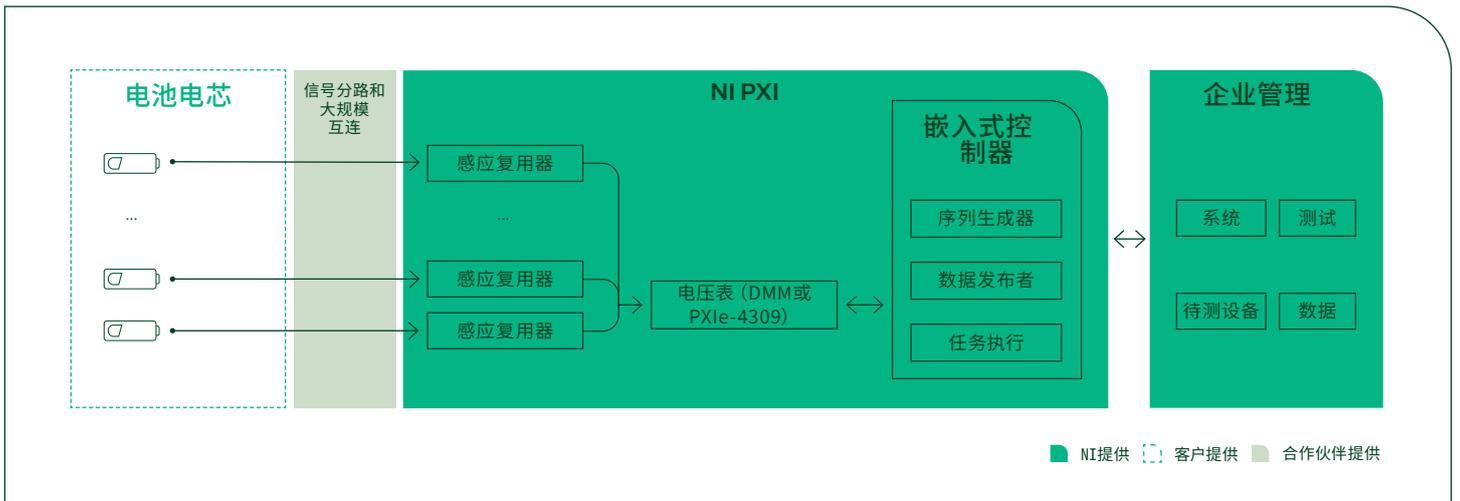
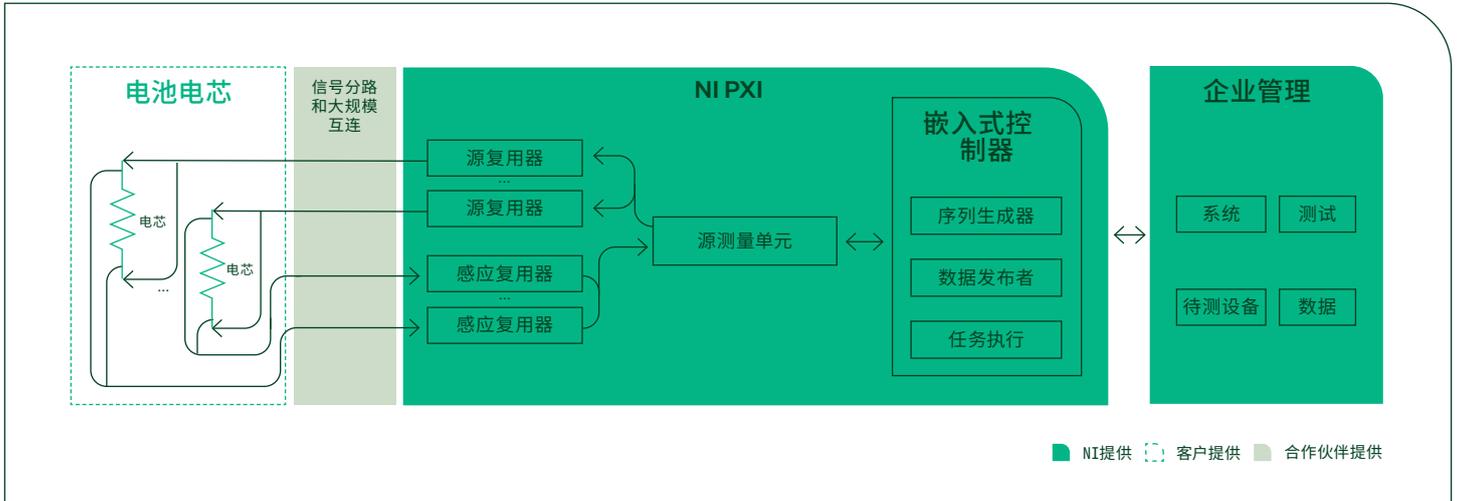
测试需求

- 可在mV范围内重复测量，快速检测潜在缺陷
- 可靠的测试性能，可连续运行长达数周
- 高通道数设置中的快速测试

NI的电芯生产测试解决方案

- 由源测量单元、高速多路复用器和电压测量模块组成的PXI配置，具有经济高效、紧凑、精确和高通量的优势
- 每个系统可从32个通道扩展到64个通道，且占用空间小
- 与生产测试工具（如TestStand测试执行程序 and SystemLink™软件）集成，用于企业数据和系统管理
- 提供可更大限度提高设备可用性和正常运行时间的服务计划





信号级逆变器HIL

闭环仿真器可用于对混合动力汽车和EV汽车的逆变器软件和电气功能进行信号级测试。由于测功机存在物理限制,因此,通过使用仿真器代替测功机,可以在设计过程中更快进行测试,同时降低测试成本和扩大测试覆盖范围。快速迭代更新系统,以管理迅速发展的DUT并满足上市时间要求。

与时俱进的解决方案

01

FPGA和RT CPU模型仿真

基于NI COTS FPGA和RT CPU技术与第三方模型进行协同仿真,包括MathWorks Simulink®软件。

02

多DUT配置

在具备信号调理和故障插入功能的单个机架上测试1个、2个或4个DUT。

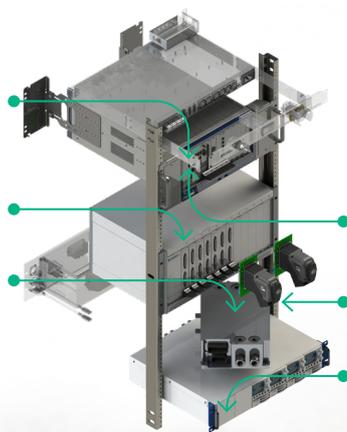
03

系统和数据管理

实现大型测试系统的大规模部署。充分利用测试数据。



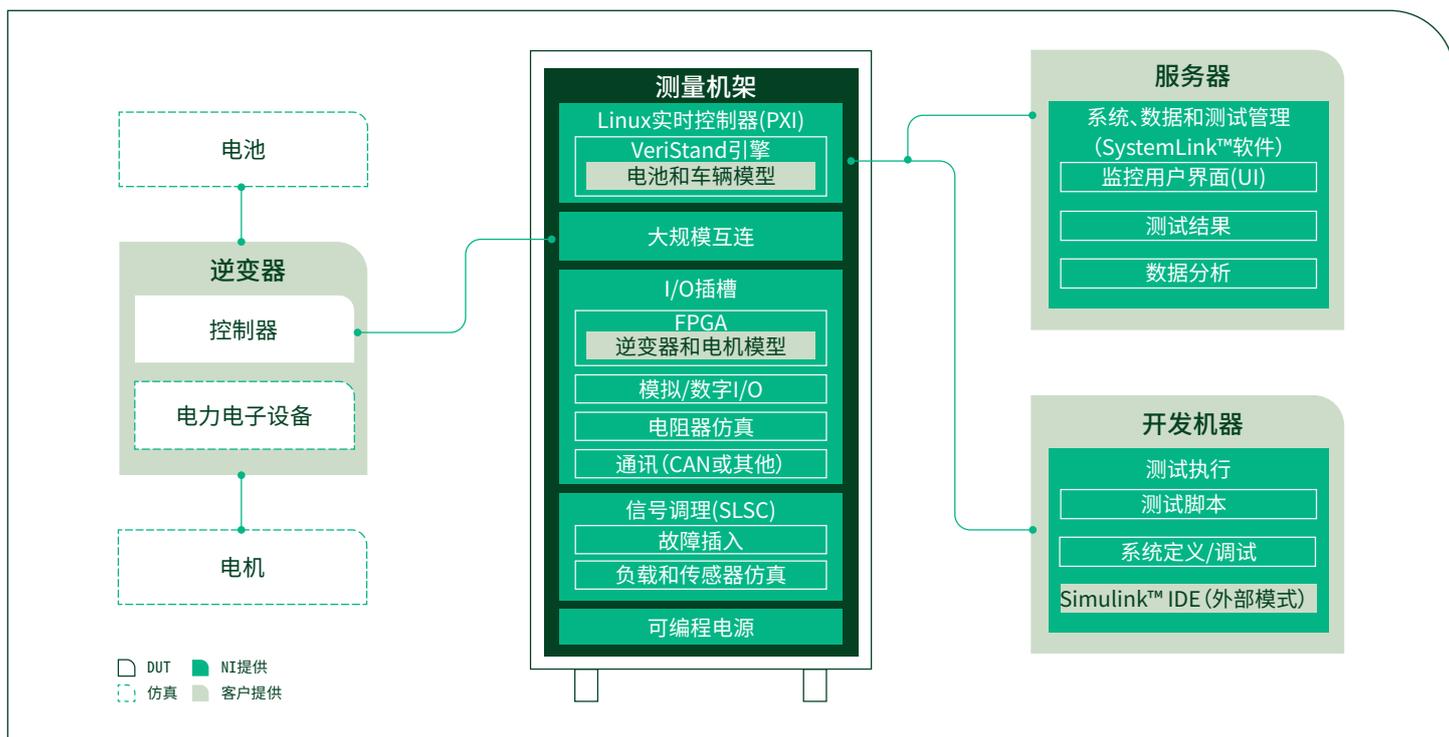
SystemLink—数据和系统管理 TestStand—测试执行 VeriStand—实时测试与模型集成 LabVIEW—编程和自定义	软件
开关、负载和信号调理,用于故障插入和路由信号路径	SLSC
牵引逆变器“控制板”“EDCU”和Vehicle Control Unit (车辆控制单元,VCU)	DUT



PXI	测量I/O、通信ss和FPGA
连接	布线参考,适用于与DUT进行灵活连接
RMX	可编程负载和DUT电源

通过在NI软硬件平台上应用基于FPGA的仿真,我们实现了验证电动机ECU所需的仿真速度和模型保真度。我们的测试时间仅是使用测功机进行同等测试的1/20。

Tomohiro Morita先生
斯巴鲁



客户需求

01

电力电子仿真运行的速度至少比逆变器开关频率快100倍，进而实现高精度。

02

在广泛的参数变化范围内验证ECU性能，以实现全完整的测试覆盖。

03

在各种条件和故障下验证ECU的功能，包括在现实世界中难以创建或复制的极端环境。

NI的优势

- NI基于平台的灵活开放式方法，使您拥有测试系统IP并快速做出更改，无需全盘依靠第三方供应商的能力。
- 以高达4 MHz的循环速率运行电机和电气模型，以便达到足够高的模型精度，从而通过仿真来测试逆变器。
- 使用现有的模型、工具和 workflows 快速部署。迅速启动和运行测试系统，以满足紧迫的交付时间表。
- 对硬件进行故障插入，测试开路 and 短路；对软件进行故障插入，测试网络消息。

信号列表				
信号说明	+/-10 V 具有FIU	4	2	1
电机相电流 (3相)	+/-10 V 具有FIU	4	2	1
电机相电压 (Vab, Vbc)	+/-10 V 具有FIU	4	2	1
旋转变压器 (1个差分AI, 2个差分AO)	0 V-50 V 具有FIU	4	2	1
逆变器栅极驱动PWM输入 (6个输入)	-	6	5	3
CAN或LIN	10 Ω-1 MΩ	16	16	0
电阻通道 (10 Ω-1 MΩ)	0 V-30 V 0 A-12 A	2	1	0
RMX电源	0 V-60 V 0 A-7 A	2	1	1
RMX电源	+/-10 V 具有FIU	4	2	1

功率级逆变器HIL

功率级硬件在环(pHIL)测试是对传统信号级HIL测试的扩展,包括在闭环仿真器中测试EV牵引逆变器中的电力电子电路。通过模拟EV动力总成中的电源组件,牵引逆变器验证工程师可以将其测试能力进行扩展,以在受控环境中安全地覆盖更广泛的测试场景和故障类型。

相对于测功机测试,pHIL测试是一种成本较低的替代方案,可减少EV电机的需求。此外,pHIL测试还可以复制难以通过车载测试轻松实现的场景(例如,单个车轮在结冰的道路上打滑)。快速迭代更新系统,以管理迅速发展的DUT并满足上市时间要求。

客户需求

01

在所有四个象限中,以全功率仿真PMSM或感应电机的所有特性。

02

以100 kHz或更快的循环速率运行电机和电气模型,以便达到足够高的模型精度,从而通过仿真测试逆变器。

03

使用现有的模型、工具和工作流程快速部署。测试系统需要快速投入运行,以满足紧迫的交付时间表。

04

对硬件进行故障插入,测试开路 and 短路;对软件进行故障插入,测试网络消息。

D&V和NI解决方案

01

NI PXI高速串行模块可使用光纤线缆将FPGA直接连接到D&V仿真器,确保在必要的循环速率下实现全功率并进行操作。

02

随时将来自各种电气建模环境(如SimPowerSystems、PSIM和Multisim)的模型直接部署到NI FPGA PXI模块,以重复使用现有模型并加速开发。

03

开路、短路和接地硬件故障插入由NI SLSC或D&V仿真器实现,而软件故障则直接在FPGA中实现。

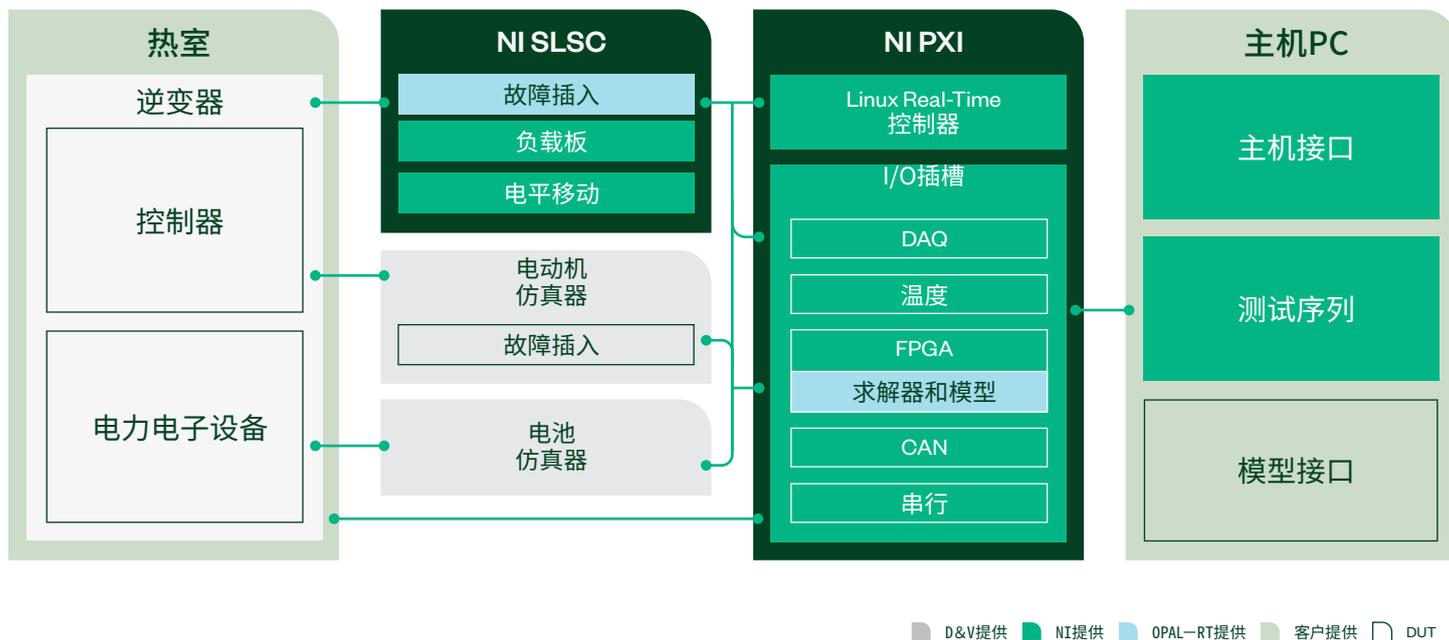
D&V的优势

- 循环电机仿真器的占地面积更小,可降低运营成本
- 通过可扩展的I/O和电力电子设备,使测试系统适应未来发展
- 利用D&V集成专业知识,缩短首次测试时间



D&V电机和直流仿真器

D&V电子设备pHIL逆变器测试结构框图



仿真器规范	150500-1	250500-2	275960-1	550960-2
仿真电机数量	1	2	1	2
机柜数量	1	1	1	2或3
电机类型	同步永磁或感应, 3相/仿真器 (6相并联)			
最大连续运行功率(kw)	150 kw/仿真器;250 kw并联		275 kw/仿真器;550 kw并联	
交流连续运行电流	350 Arms/仿真器;700 Arms并联			
基频	直流至1.5 Hz			
电机电压	0至365 VAC RMS L-L		0至700 VAC RMS L-L	
可扩展性	最多并联4个仿真器;1400 Arms、1200 A直流、最大1.1 MW			
直流仿真器电压	高达500 VDC		高达960 VDC	
直流仿真器带宽	3 Hz至20 kHz (可选择直流电源)			

电动汽车测功机(eDyno)

NI提供高度灵活、快速和高精确度的电机,将尖端控制技术与快速开关电力电子相结合,通过帮助工程师在真实世界和数字孪生测试台之间无缝切换,更全面、更安全地验证EV驱动单元,进而提高开发和测试的性能和生产力。

与时俱进的解决方案

01

基于模型的方法。尽早发现问题并快速迭代,以避免浪费宝贵的台式测试时间并产生意外的停机时间。

02

可扩展的功率和测量。使用在20 kHz以上运行的同步模型可高精度地控制多个电机。

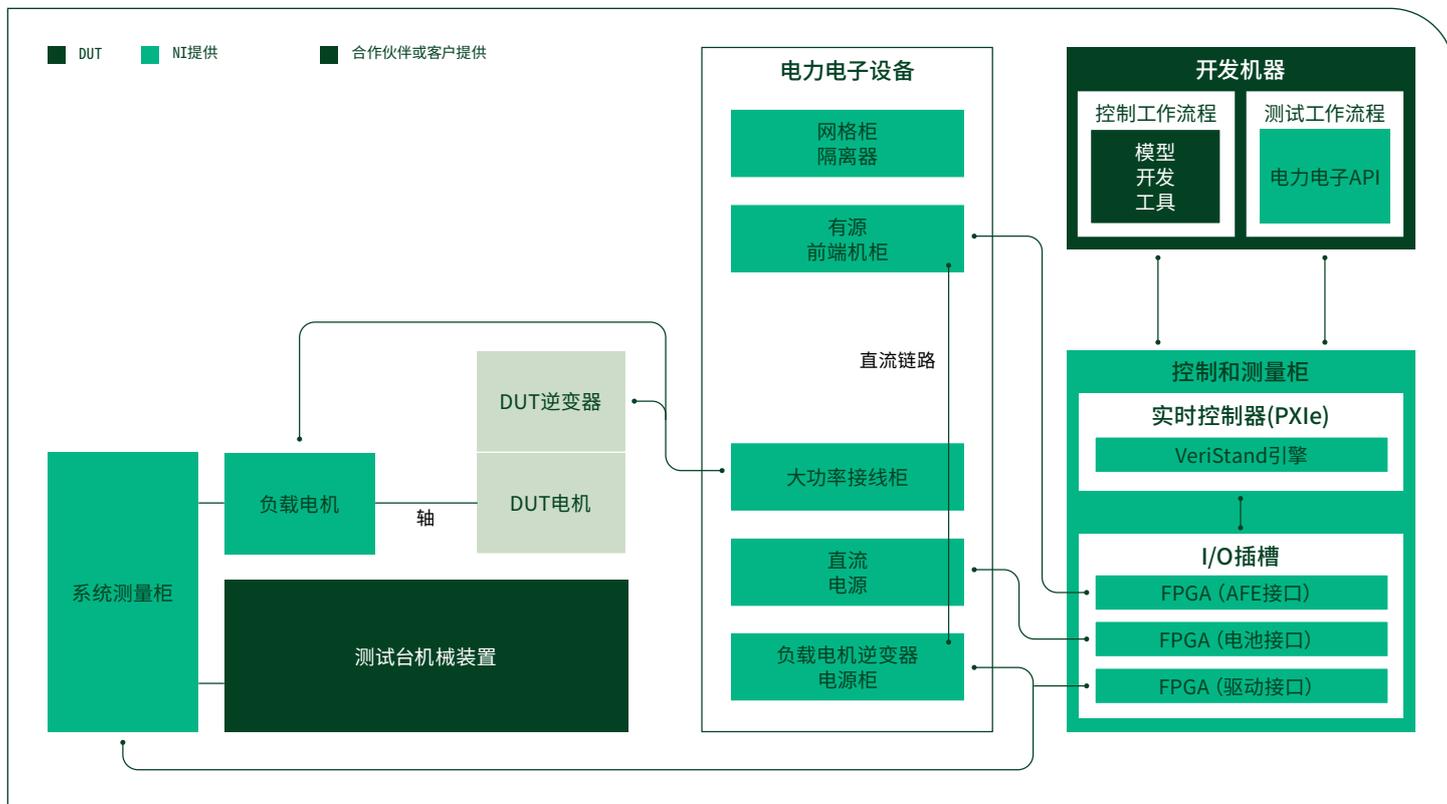
03

增强的数据管理、挖掘和查看。远程访问,快速评估测试和测试资产。

Flanders Make ePowertrain实验室



NI eDyno测试系统架构



NI的优势

- 轻松设置并调整负载电机和DUT
- 与Simulink™外部模式集成，通过模型参数调整进而简化迭代过程
- 开放式驱动技术支持各种具有任意相数的高速、低电感电机
- 可扩展技术支持从10 kW到700 kW的电机功率输出
- 高速、全系统同步可实现精确的多电机运动控制
- 测试台数字孪生技术通过实时执行MATLAB®/Simulink®模型来推动测试开发并提高验证测试性能，以进行高级控制原型验证

EDYNO系统变体	
高速EDYNO系统	高扭矩EDYNO系统
轴功率为100 kW至700 kW, 取决于机柜数量	轴功率为100 kW至500 kW, 取决于机柜数量
最大失速扭矩460 Nm	最大失速扭矩1200 Nm
最大扭矩695 Nm	最大扭矩1400 Nm
运行速率高达25000 RPM	运行速率高达18000 RPM
1200 V/1000 A直流电源, 适用于DUT	
20 kHz+控制, 便于设置和调试	
100 kHz扭矩和速度设定值更新	
电流纹波小于0.01%	



按您所需集成系统

NI提供了各种集成解决方案供您选择,满足您特定应用的需求。您可以将全面系统控制工作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。

如需进一步了解NI解决方案如何提高产品质量和缩短测试时间,请联系您的客户经理、或者致电(888) 280-7645或发送电子邮件至info@ni.com,联系NI。

NI服务与支持



咨询与集成



一站式解决方案交付和支持



维修和校准



全球支持



原型验证与可行性分析



培训与认证

ni.com
ni.com/automotive



©2022 NATIONAL INSTRUMENTS. ALL RIGHTS RESERVED. 版权所有NATIONAL INSTRUMENTS、NI、NI.COM、COMPACTRIO、CVI、LABVIEW、SYSTEMLINK、TESTSTAND和VERISTAND均为NATIONAL INSTRUMENTS的商标。此处提及的其他产品和公司名称均为其各自公司的商标或商业名称。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。MATLAB®和SIMULINK®为THE MATHWORKS, INC.的注册商标。注册商标LINUX®的使用获得了LINUS TORVALDS专属授权商LMI的再授权,LINUS TORVALDS拥有LINUX®注册商标在全球范围内的所有权。122850