

基于NI平台的动力总成测控系统 方案与成功应用

黄睿

资深区域咨询工程师

National Instruments China

王立

技术总监

华依科技

NIDays
WORLDWIDE GRAPHICAL SYSTEM DESIGN
CONFERENCE
全球图形化系统设计盛会 · 中国站

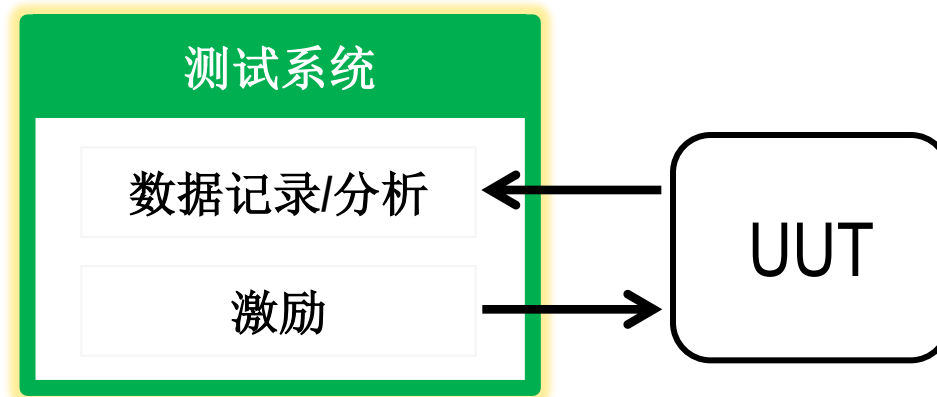
图形有边
系统无界



议程

- 实时测试的概念
- 实时测试系统的架构及实现
- 华依科技：基于NI实时测试平台构建动力总成测控系统

实时测试(Real-Time Testing)的概念



测试系统的一部分基于**实时环境**建立, 从而增加测试的性能和可靠性.

需要实时的响应或激励

从HIL到Test Cells的实时测试应用

HIL (硬件在环)

嵌入软件验证

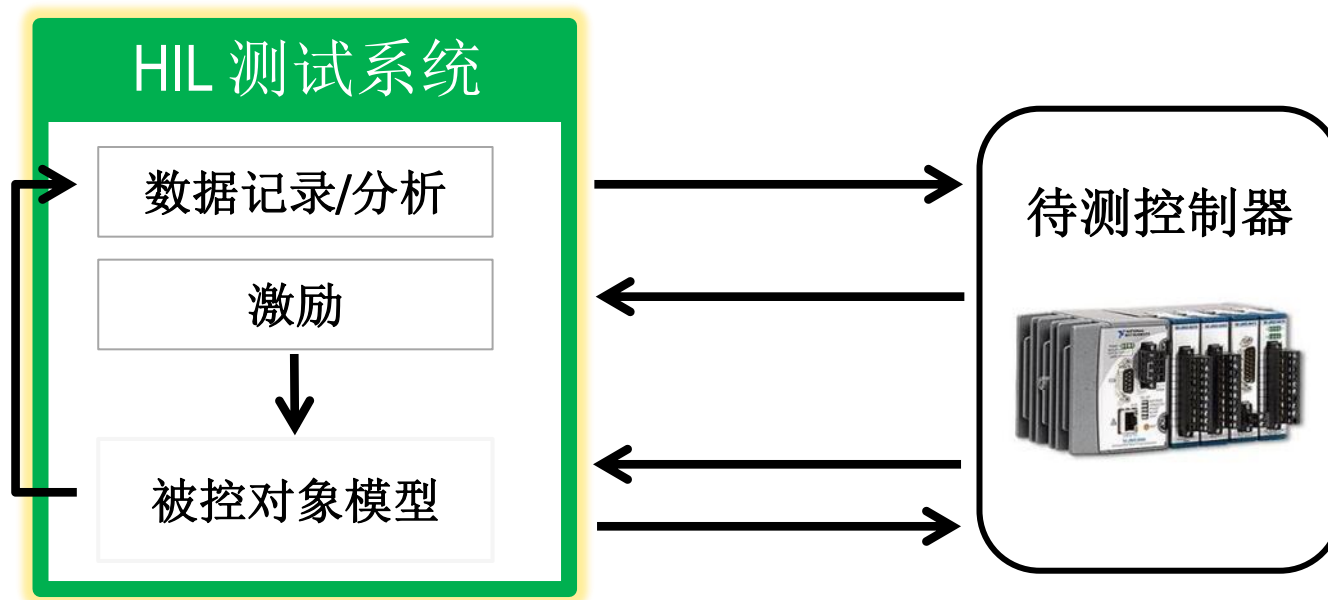


Test Cells (台架实验)

机械测试
(寿命测试、测功机、
环境试验 ...)

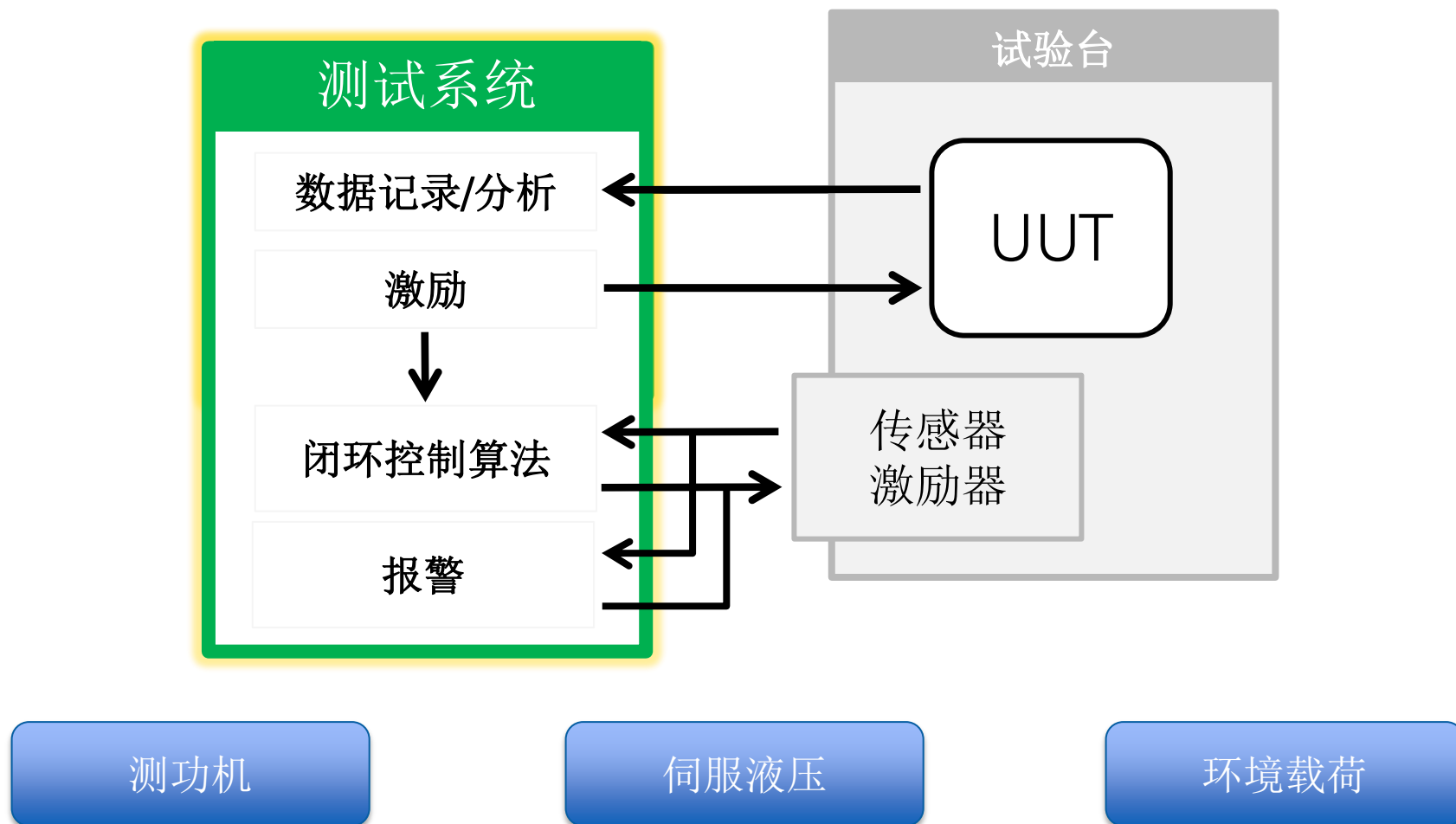


举例一：HIL(硬件在环)测试



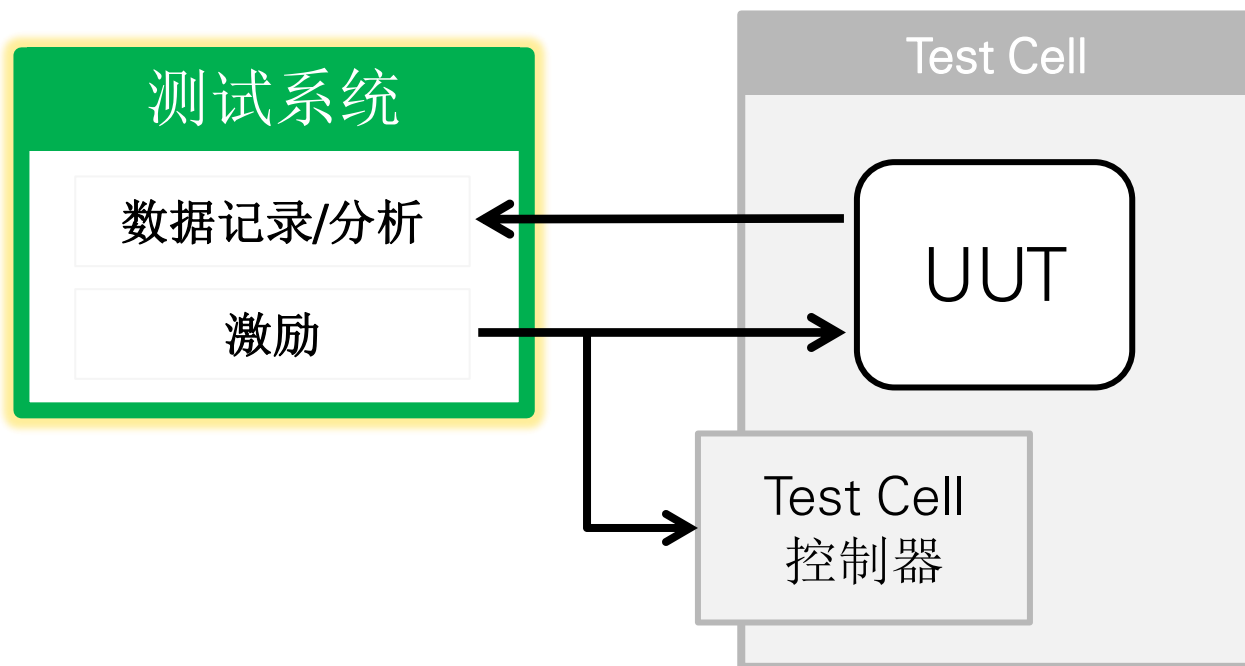
举例二：Test Cell (台架实验)

控制与监测

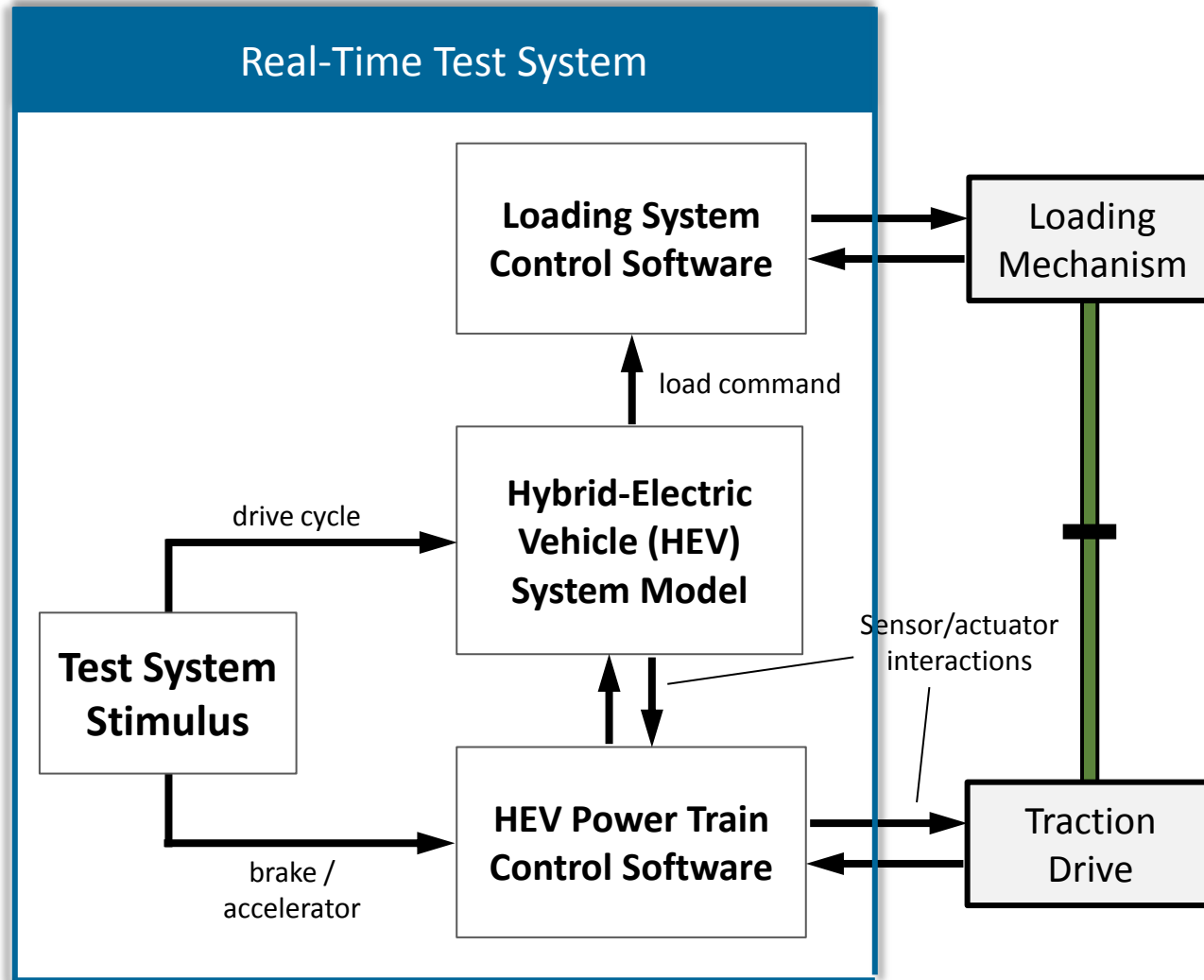


举例二：Test Cell (台架实验)

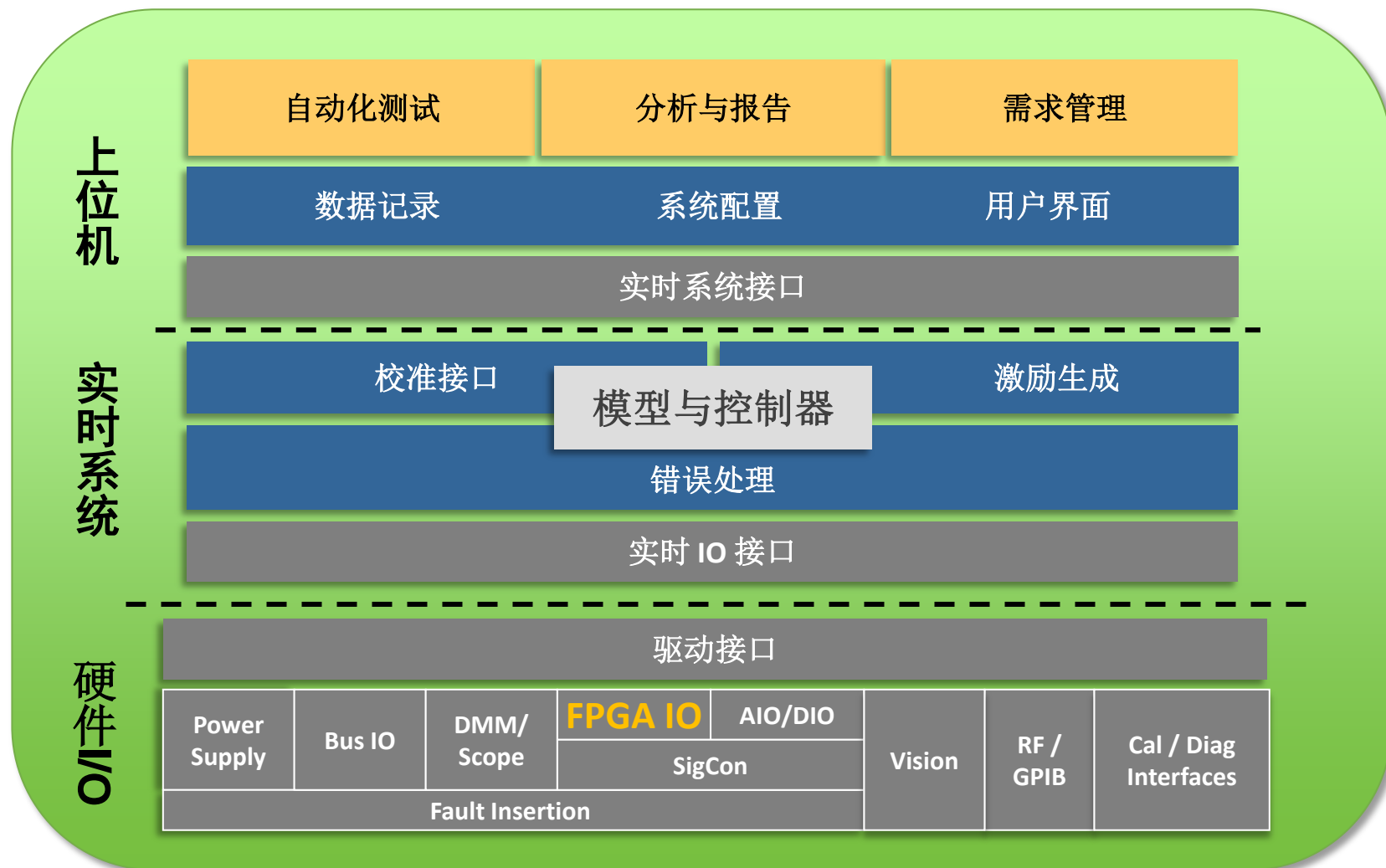
激励与监测



Model Based Dynamometer Setup



实时测试系统实现的架构



PXI平台用于实时测试系统



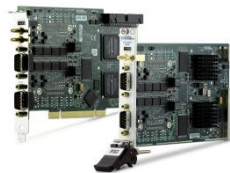
实时控制器



模拟、数字
I/O



总线接口



故障注入

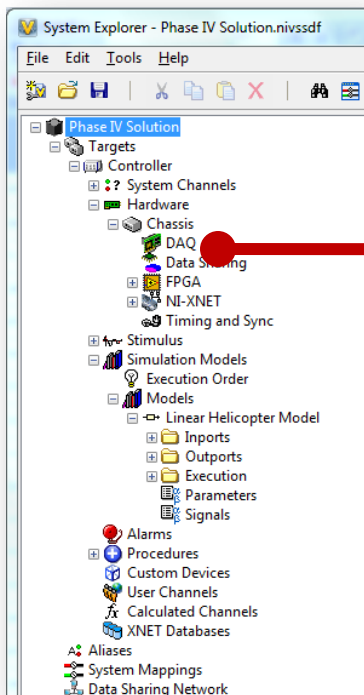


扩展测试仪器



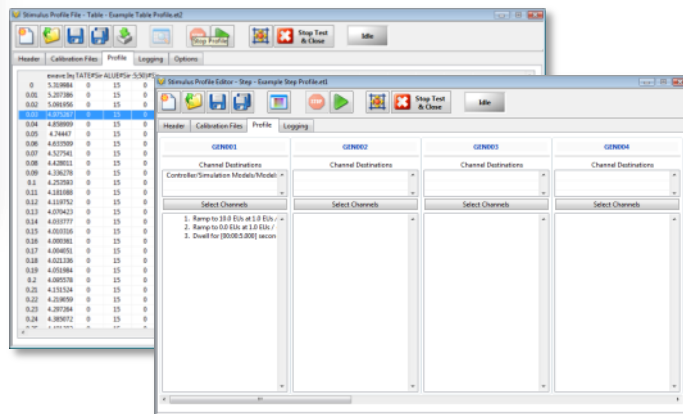
机器视觉与
控制

基于专业软件快速开发各种实时测试应用



基于配置的开发环境

硬件I/O配置
调用模型或控制算法
计算通道
报警



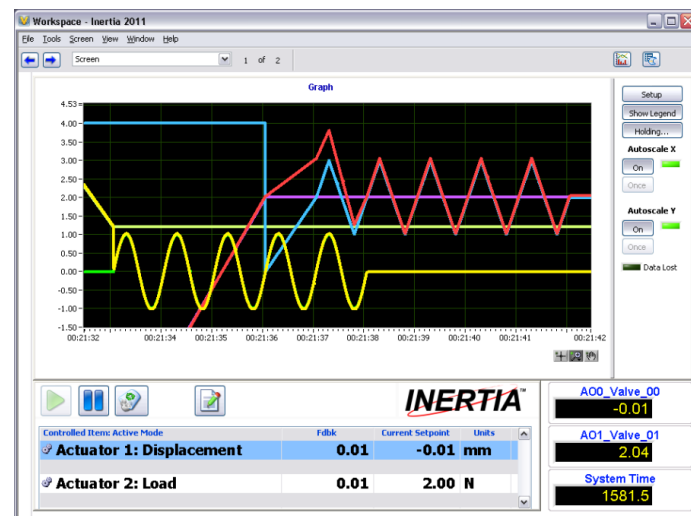
运行时可编辑的用户界面

配置实时激励
/数据记录

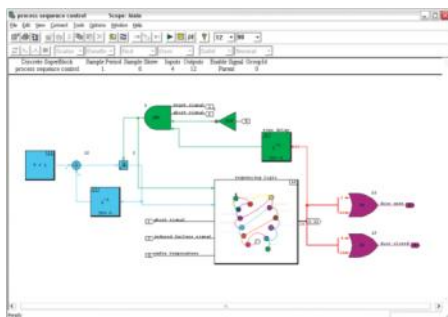
INERTIA™ add-on for **NI VeriStand™**

适用于多执行机构的闭环控制，与NI VeriStand组件无缝集成

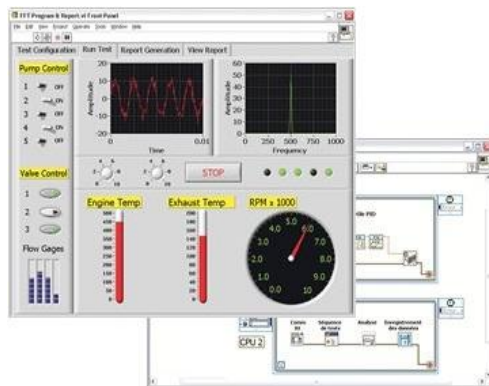
- 现成可用的闭环控制
 - 多模式PID间无扰动切换
 - 多轴同步、抖动和速度限制、幅值控制
- 控制器交互工具
 - PID调试工具
 - 工作区提供多模式的object
- 可扩展的实时激励
 - 通过GUI可设计自定义的Test cell激励
 - 与闭环控制器紧密集成



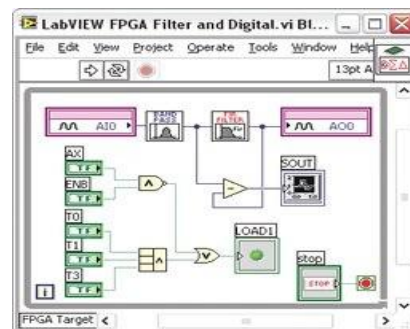
利用NI VeriStand的开放性



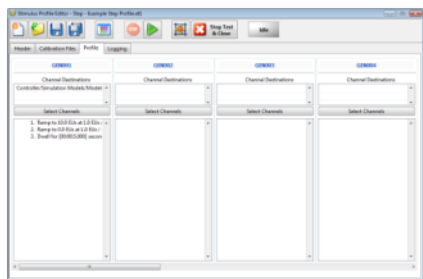
可调用多种环境下建立的模型



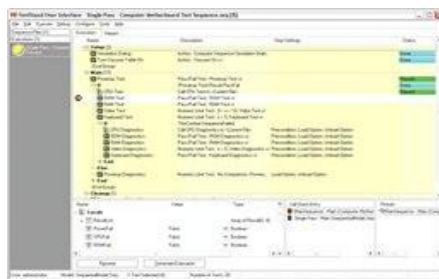
通过NI LabVIEW自定义NI VeriStand的用户界面



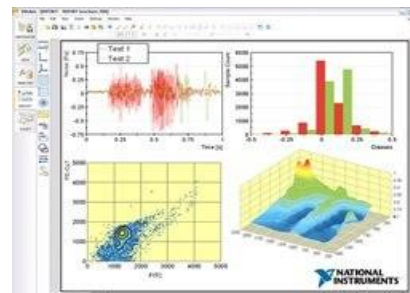
通过LabVIEW FPGA模块自定义板载FPGA功能



支持使用Python编辑的测试序列



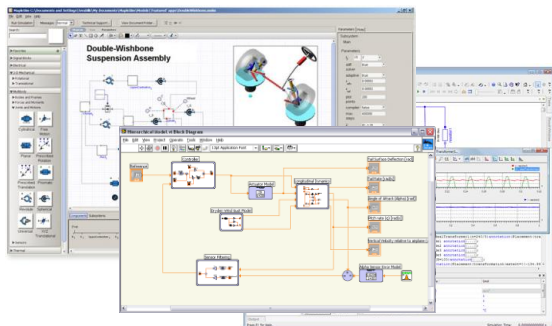
结合NI TestStand进行测试管理



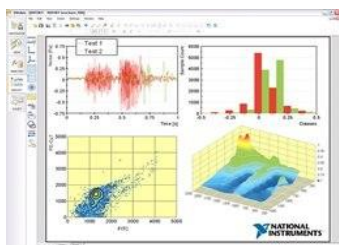
结合NI DIAdem进行数据管理

总结：NI实时测试平台

建模与仿真
LabVIEW以及第三方模型

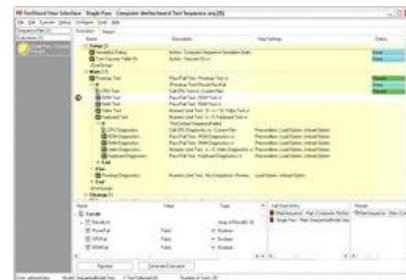


分析与报表
NI Diadem

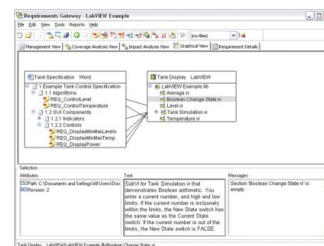


NI VeriStand

测试自动化
NI TestStand



测试需求跟踪
NI Requirements Gateway



实时控制器



模拟、数字
I/O



总线接口



故障注入



扩展测试仪器



机器视觉与控制

基于NI平台的动力总成测控系统 方案与成功应用

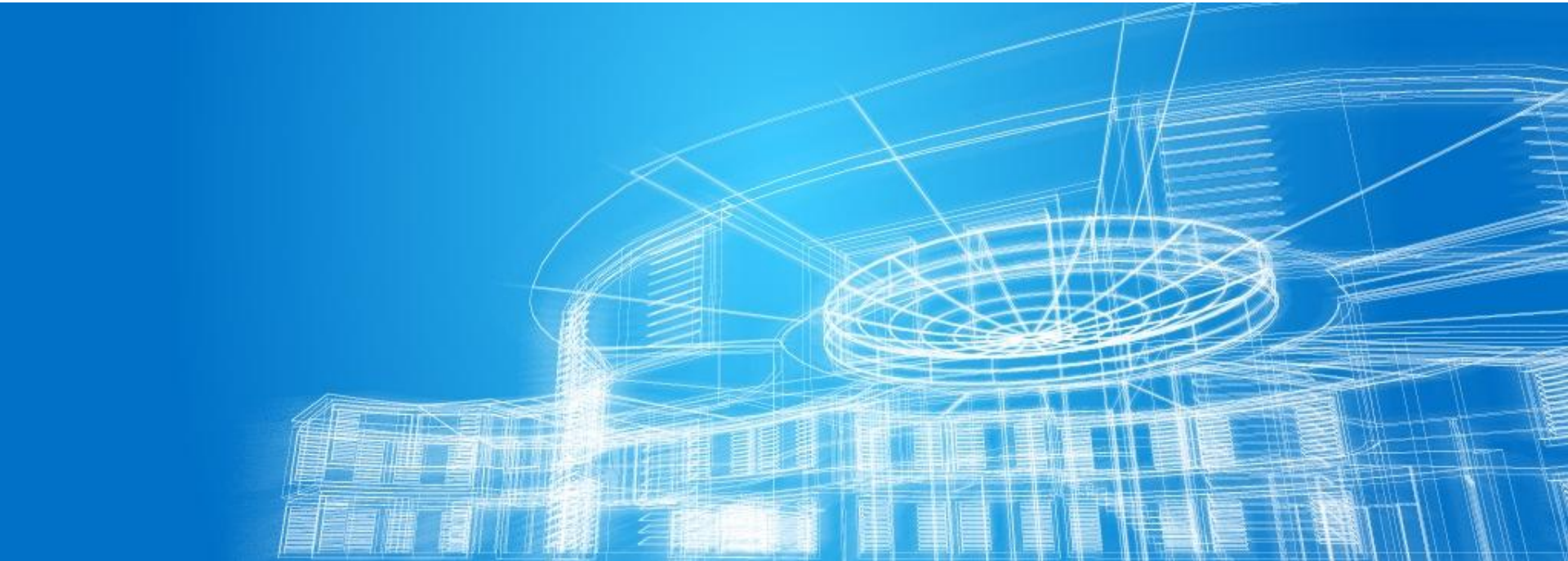
王立

上海华依科技发展有限公司

<http://www.w-ibeda.com>

上海市浦东新区川沙路6999号川沙国际精工园C4

华依科技简介





华依科技于1998年在中国上海成立。

我们专注于可持续发展的能源动力测试系统及其相关领域，秉承节能、环保、高效的创新理念与社会责任，竭尽全力为客户提供科学进步所必须的一流产品与服务，赢得了客户广泛的信赖与支持。





厂区面积：**4000 m²**

* 5S标准化管理

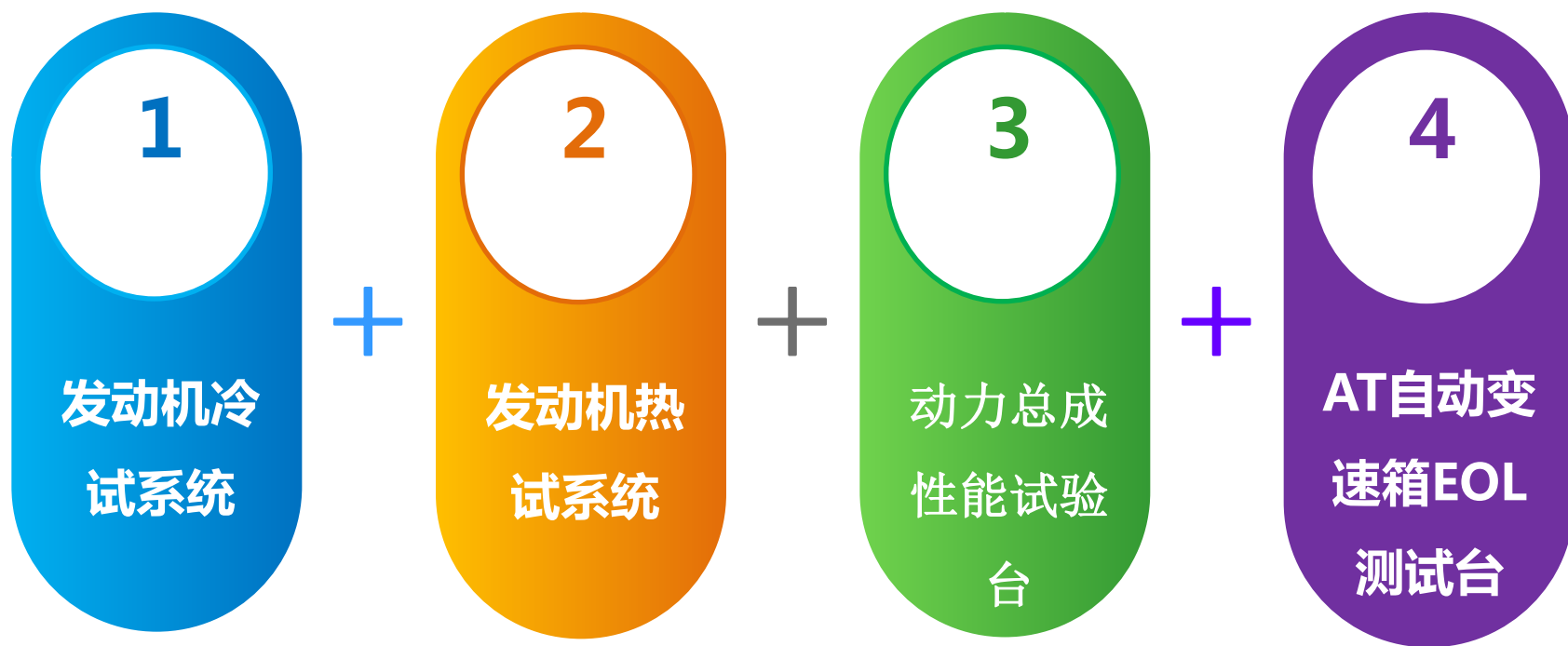


测控工程师：**20**人

机械工程师：**28**人

电气工程师：**32**人





发动机在线冷试台



上海通用东岳动力总成厂

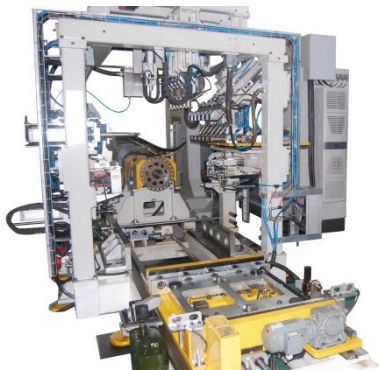
发动机在线冷试台



东风日产发动机分公司

- ◎ 华依科技第一台冷试在东岳动力使用已达8年。
- ◎ 华依科技冷试在国内已有30套。
- ◎ 华依科技冷试不仅使用在下线，还使用在实验室。

发动机在线冷试台



潍柴动力——柴油机

冷试实验室用冷试台



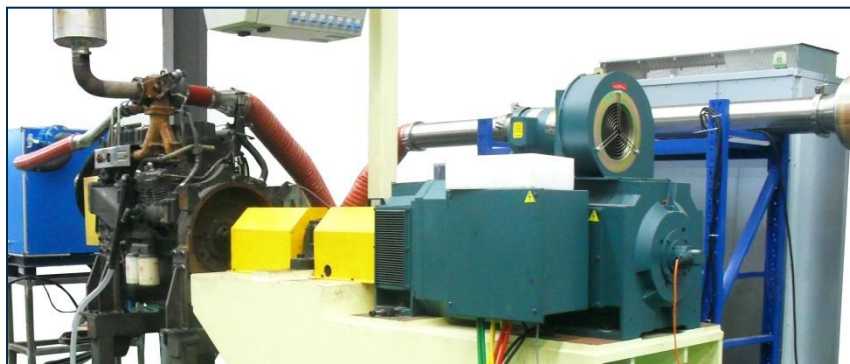
上海泛亚技术中心



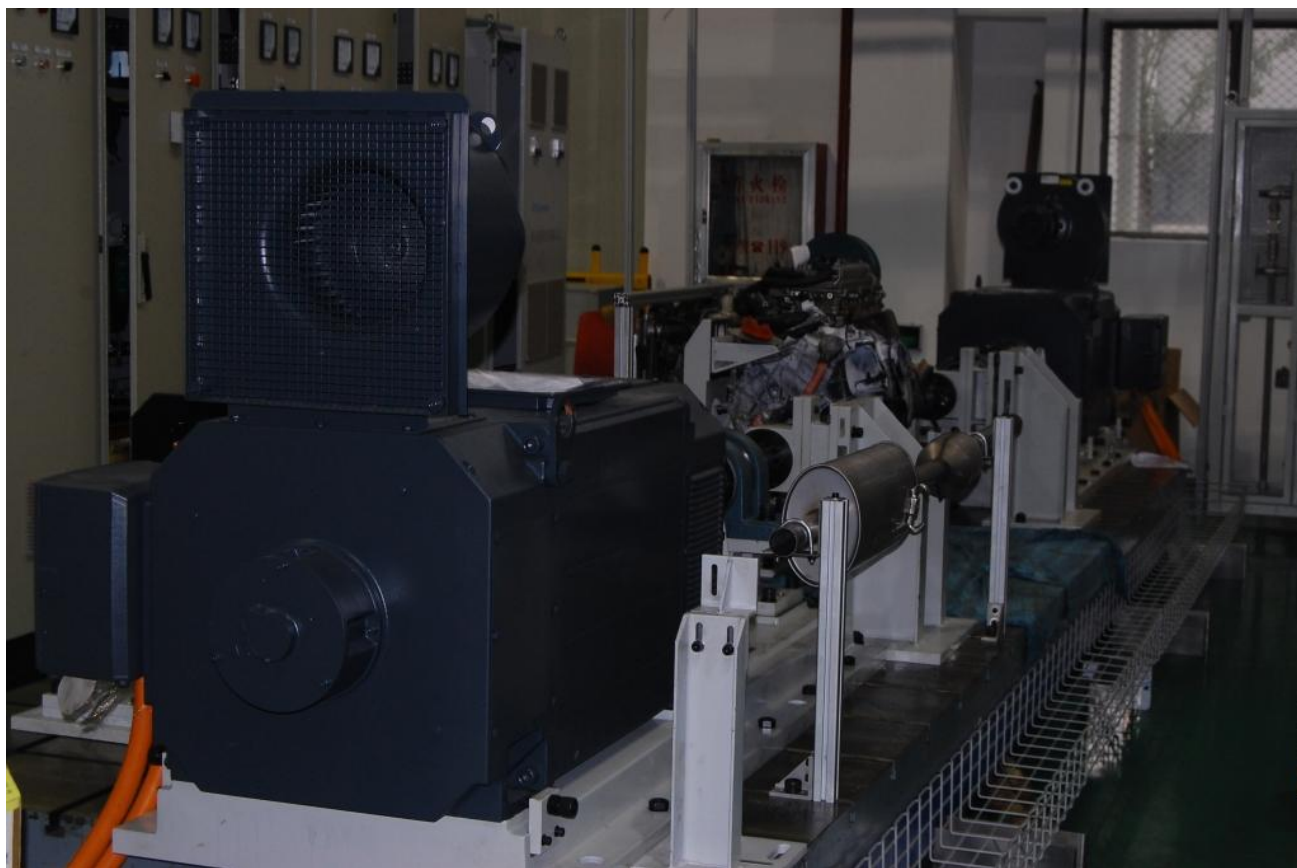
东风乘用车——点火试验台



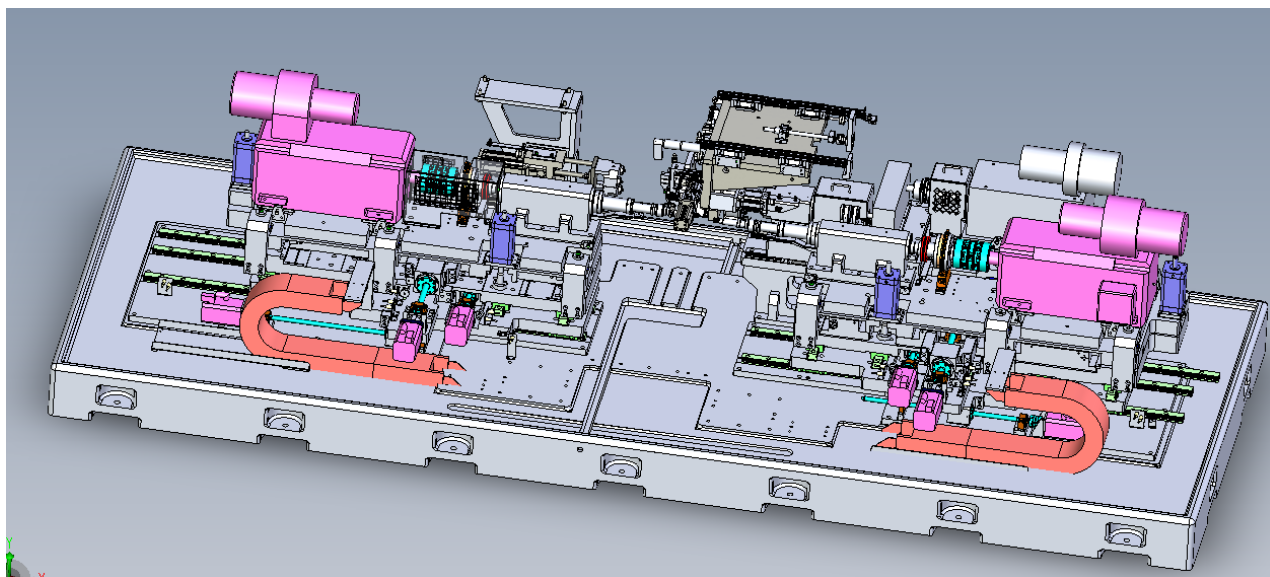
东风裕隆——点火试验台



玉柴重工——综合性能试验台



- 混合动力总成及部件性能试验台；
- 可配置成不同的混合动力形式进行测试（单独发动机测试、单独电机测试、混合动力总成测试、混合动力总成分离测试）；
- 双向直流电源用于模拟动力电池进行驱动电机再生制动性能测试；
- 电闭环测试系统，同时包括能量回馈单元；
- 强大的软件试验平台，可进行灵活定制，满足各种混合动力测试需求，包括道路模拟仿真试验。



- 4/6速电控液力自动变速器下线试验台；
- 全自动下线测试机；
- 通过TEHCM或者台架控制器实现对AT变速器的各种离合器电磁阀控制；
- 使用一个输入电机、两个低惯量负载电机，完全模拟变速器的实际工况；
- 三轴使用伺服机构自动调整，适应多种机型；
- 自主研发的AT变速器软件测试平台，可进行灵活的配置以适应不同的测试需求

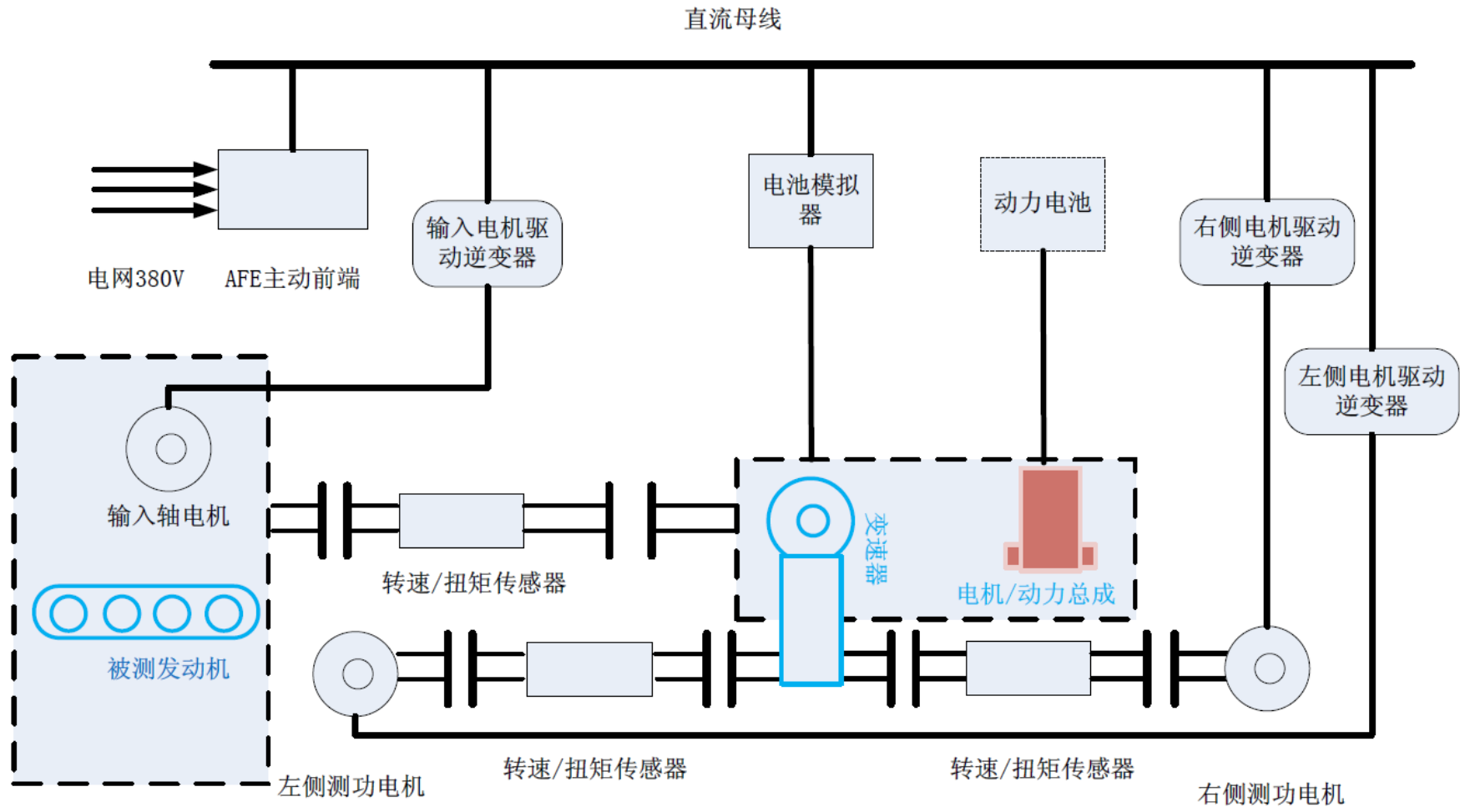
华依科技的产品广泛应用于全国各大汽车及发动机生产厂家。主要客户有一汽集团、通用汽车、东风集团、长安集团、北汽集团、马自达、福特汽车、江淮汽车、奇瑞汽车、玉柴动力、潍柴动力、卡特彼勒等。



动力总成测控 系统方案



- ◆ 发动机（汽油机、柴油机）
- ◆ EV（纯电动车）电机
- ◆ 动力电池
- ◆ 传统变速器（MT、AMT、AT、CVT、DCT）
- ◆ 混动变速器EDU
- ◆ 传统动力总成（传统发动机+变速器）
- ◆ 混合动力总成（例如油电混合动力总成）



■功能试验

如同步器试验、变速器换档试验、电机再生制动能力试验、电池充放电试验

■性能试验

如发动机转速扭矩特性试验、变速器传动效率试验、电机转速扭矩特性试验)

■耐久试验

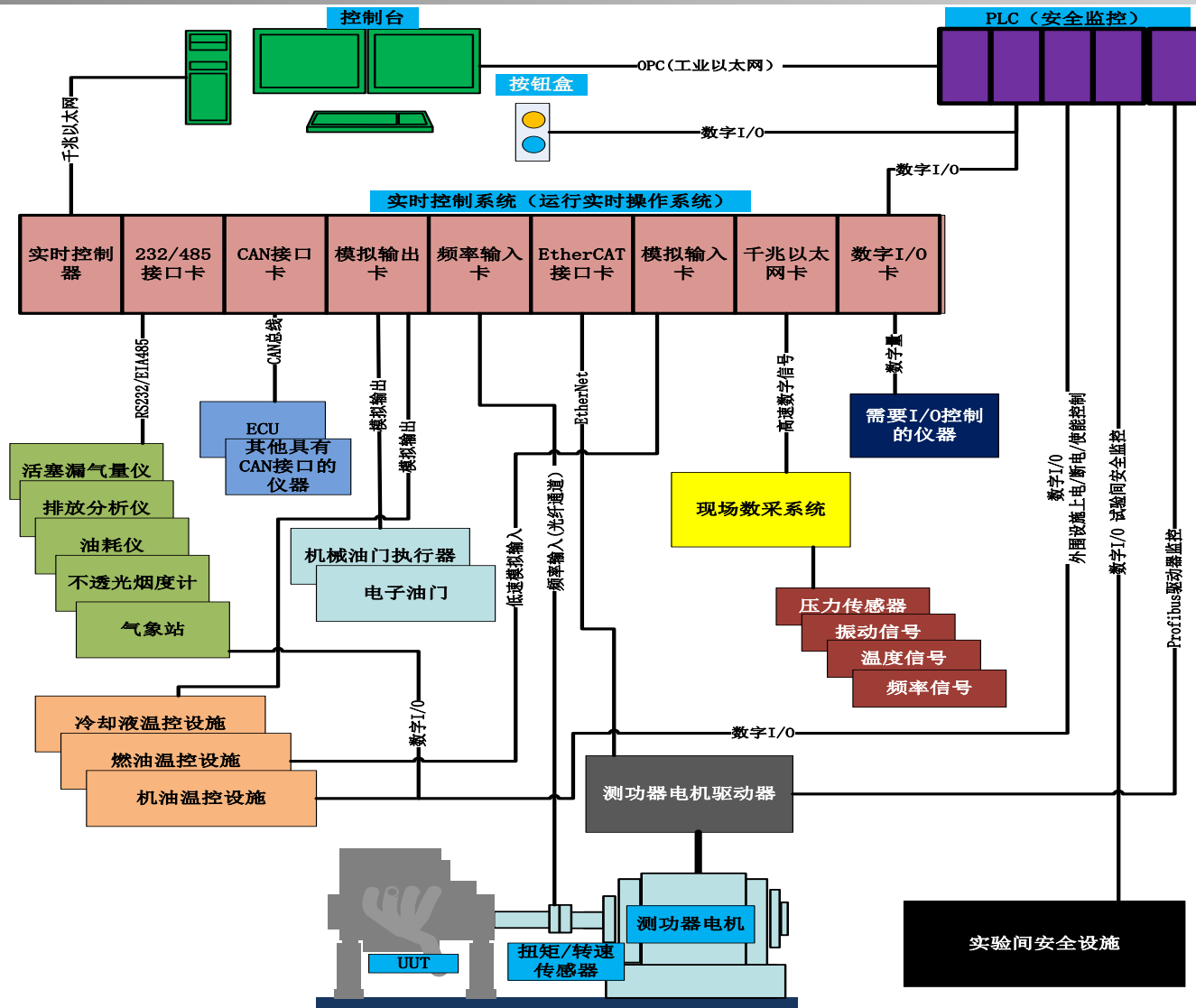
如变速器500小时耐久试验

■道路仿真试验

在台架上模拟部件装车后在道路上按指定测试循环（北京工况循环， EPA FTP75， LA92， US06， ECE15等）运行

■控制策略优化试验

- 对被测对象和测功机的工况（如油门、转速、扭矩、模拟电池电压）进行独立或者联合实时控制；
- 需要与各种动力总成控制器或整车控制器（ECU、TCU、HCU）通过CAN总线，使用各种协议标准（如ASAM、XCCP）进行通讯；
- 多通道数据的高速同步采集（转速、扭矩、电压、电流、压力、温度、油耗等）；
- 采集系统可以方便的根据测试对象的不同进行通道数量增加/减少
- 测试流程需要实时执行，实时性和确定性必须达到毫秒级。
- 用户可以方便、灵活的自定义测试流程、数据观察和记录方式



- 实时控制系统（完成UUT/测功机控制、实时流程执行以及数据采集）与台架安全系统（由PLC系统完成）分别使用独立的硬件系统；
- 实时控制系统使用NI公司的PXI硬件，运行实时操作系统及相应的控制程序来实现对发动机/测功机的控制、数据采集及实时测试流程；
- PLC系统实现试验室及台架安全监控，并提供各种外围设施的管理；
- 操作员控制台通过千兆以太网与实时控制器通讯，下发试验流程、获取测试结果并通过合适的界面展示

- 我们需要可以快速推向市场的性能试验台产品
- 高可靠性需求：动力总成的一个性能试验或者耐久试验循环可能长达十几个小时，不允许中途故障停机；
- 高扩展能力：需要针对多种测试对象，测试流程经常需要根据企业、国家、国际标准进行更新；
- 具有丰富多样的软件和硬件产品供选择

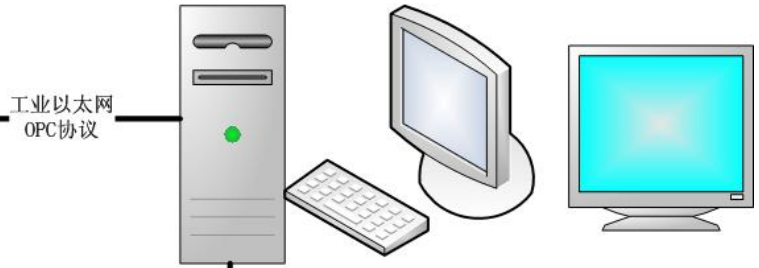
NI CompactRIO系统



西门子 PLC



研华工控机（运行非实时的Windows系统）



工业以太网
OPC协议

千兆以太网

专用电缆



NI PXI系统（运行实时操作系统）

■实时控制器PXIe-8135

运行NI实时操作系统，用于执行实时测试流程和仿真模型计算；

■高速CAN通讯卡PXI-8512/2

用于与各种被测对象的控制器进行通讯，这些控制器包括ECU、TCU、HCU等等。同时还用于与具有CAN接口的测试仪器进行通讯获取测试数据；

■32路模拟输出卡PXI-6723

用于需要进行模拟量控制的设备的控制，例如温控系统、模拟电池系统等；

■8路同步采样卡PXI-6123

用于高速数据采集，如模拟电池、动力电机的电压、电流的采集

■48通道工业数字I/O

用于测功机驱动器或者其他外围设施的数字控制；

■双端口千兆以太网卡

一个端口用于与上位机通讯，另外一个端口用于与测功机驱动器通过EtherCAT协议通讯；

■16口RS485通讯卡PXI-8430/16

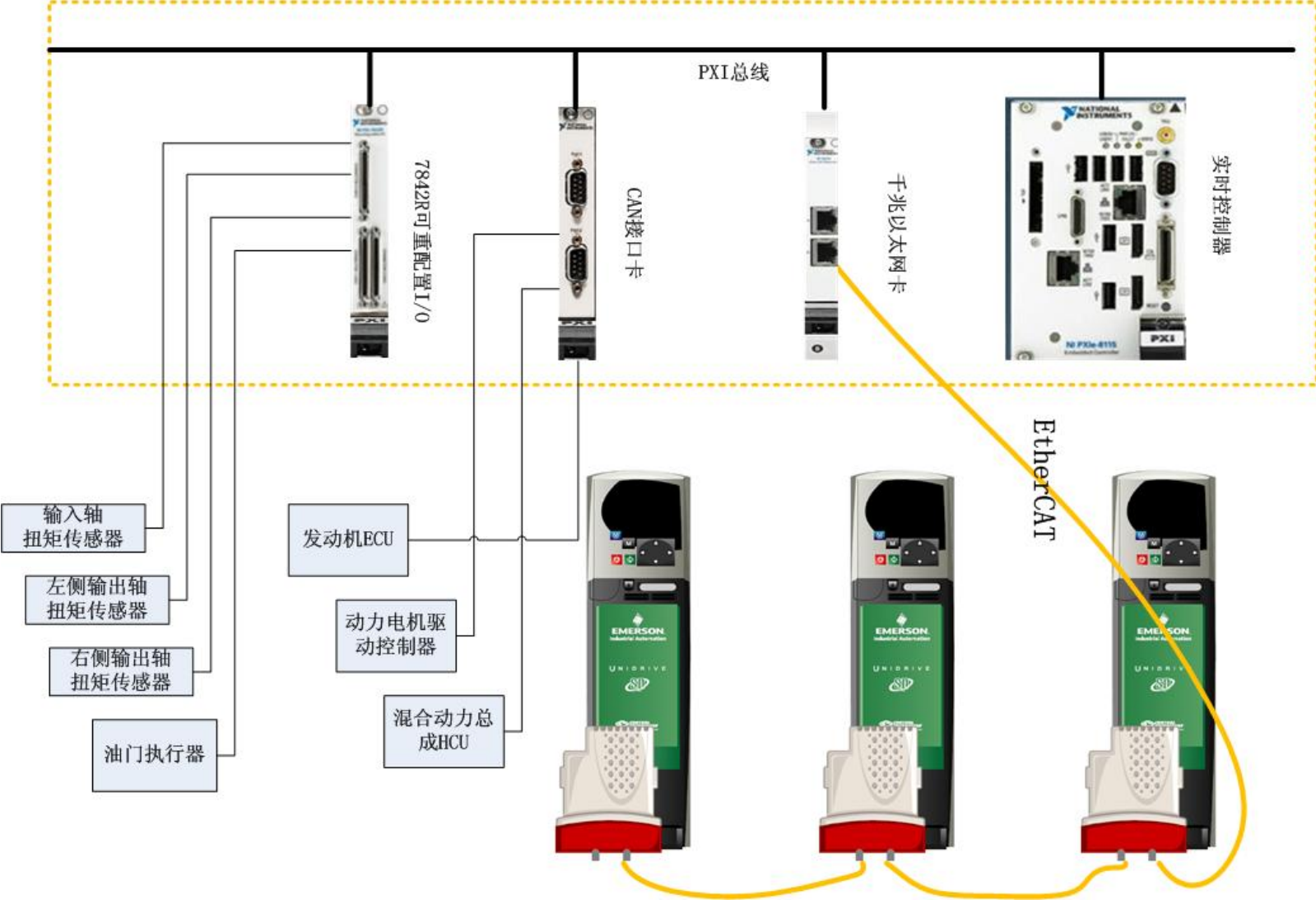
用于与具有RS485的外围测试仪器通讯，获取测量数据；

■可重配置FPGA7842R

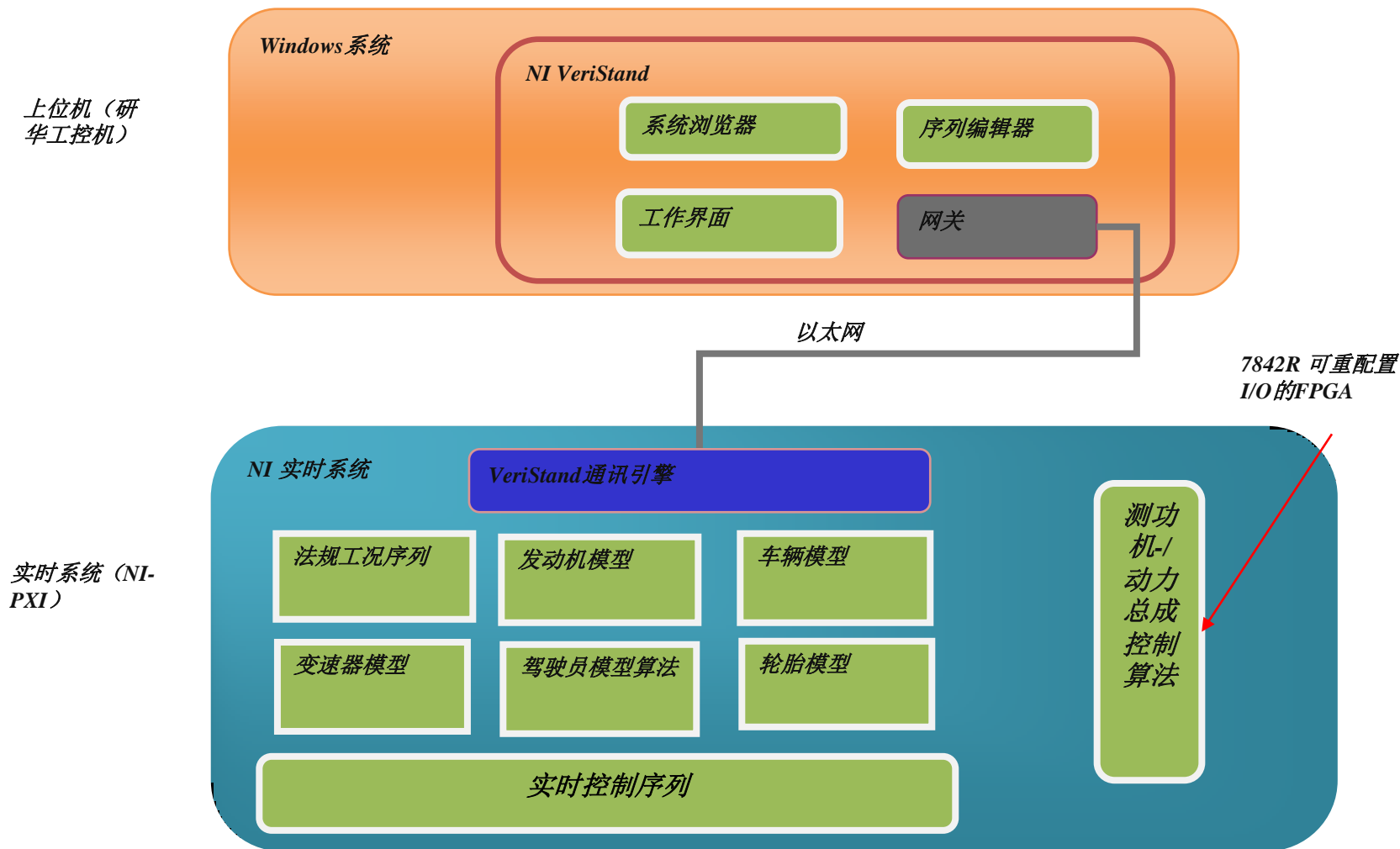
用于实现扭矩信号的处理以及实现测功机/动力总成的高速闭环控制器

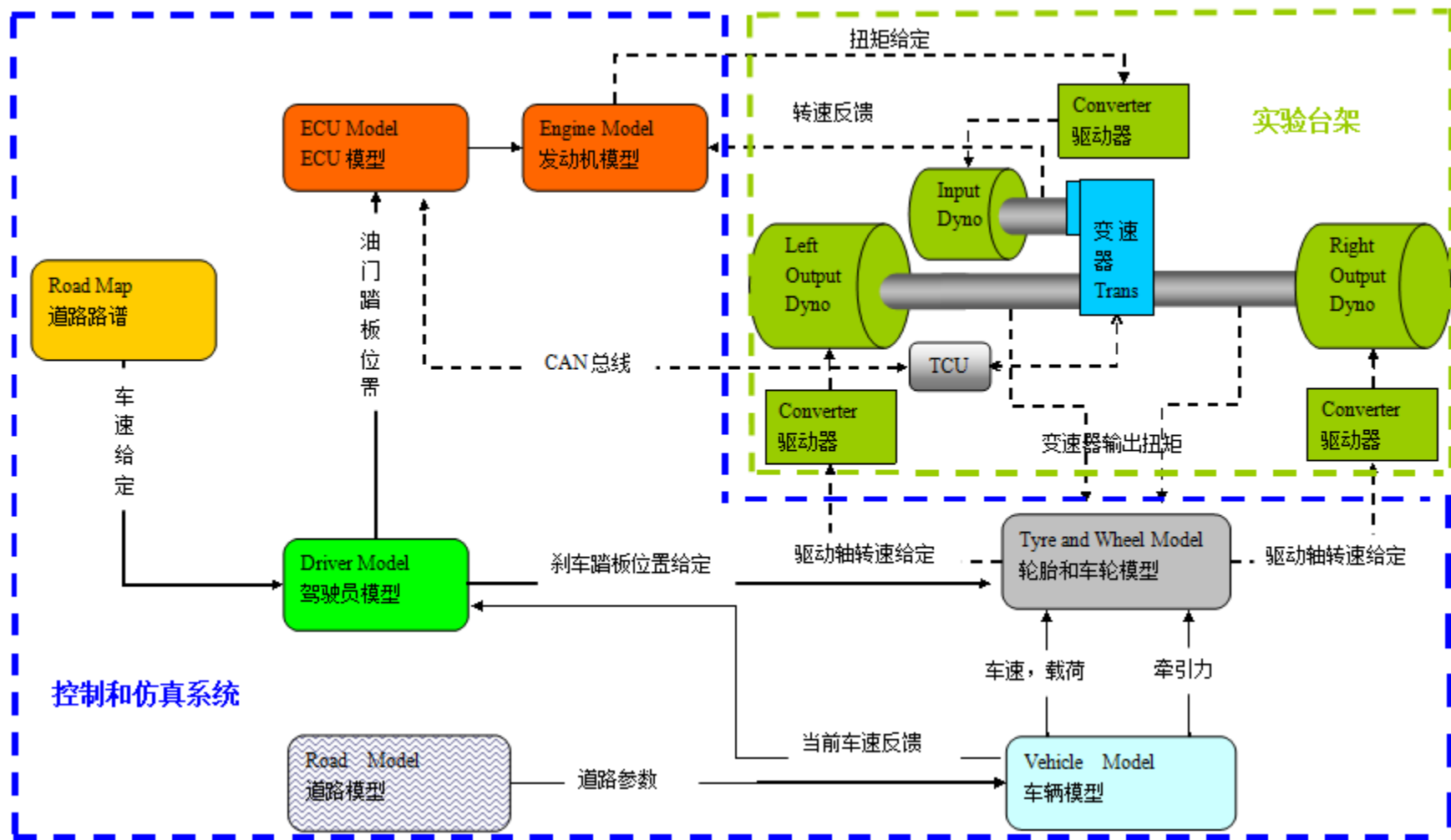
■可重配置FPGA7831R

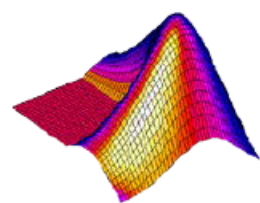
用于连接NI CRIO系统，实现可扩展的现场数据采集



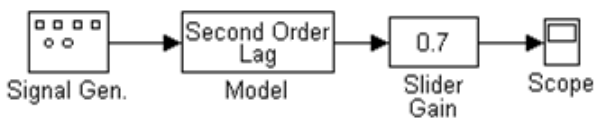
- ◆使用一个可重配置的FPGA实现扭矩频率信号的解码，提高扭矩测量信号的抗干扰能力；
- ◆使用实时总线EtherCAT与测功机驱动器通讯，发送扭矩和转速设置命令，在保证实时性的前提下，避免了驱动器对信号的干扰；
- ◆测功机高速闭环控制（转速和扭矩闭环控制）由FPGA实现，其他控制模式由实时控制器实现，既达到了高速控制的目的，又具有非常高的灵活性；
- ◆测功机-动力总成控制器作为PXI系统的一部分，与其他采集卡使用同一条PXI总线，可以方便的实现与其他信号的精确同步采集







建立模型



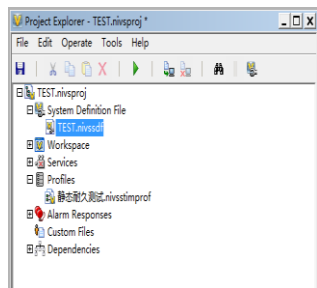
计算机仿真



生成实时代码



执行试验流程



使用NI-Veristand配置



下载到实时系统

成功案例



DCT变速器耐久试验台，
具有三个测功机；
使用NI PXI系统及NI
VeriStand，完成：

- 测功机控制
- 道路仿真
- 测试流程执行
- 数据采集和记录





油电混合动力总成性能试验台，具有三个测功机，使用NI PXI系统及NI VeriStand，：

- 测功机可进行任意组合以实现发动机、电机、动力总成的单独性能测试；
- 具有基本的电池模拟功能；
- 整车台架仿真，在不同法规工况下模拟动力总成装车后在道路上运行的工况；
- 动力总成控制器策略优化

感谢观映

www.w-ibeda.com

