

燃料电池测试 – NI 的解决方案

目录：

介绍

什么是燃料电池？

燃料电池测试系统

测量面临的挑战

National Instruments 燃料电池测试工具

总结

介绍

燃料电池正成为未来电能一个非常高效、清洁的来源。与今天的传统能源相比，燃料电池具有许多值得关注的优点。燃料电池的动力来源于一种能够从许多再生资源中提取的元素：氢。从氢到电能的转化不产生污染，而传统发电方法不仅需要使用不可再生燃料，还会造成污染。这些特性是燃料电池成为未来汽车、商业、居住、移动及其他许多电气应用的可行能源的诸多原因中最重要的两个。

目前，National Instruments(美国国家仪器,简称 NI)提供了许多基于计算机的测试测量产品来辅助科学家及工程师进行燃料电池的研究、设计、验证及生产测试。NI 是全球基于计算机测量的领导者，许多领先的燃料电池制造商都在开发的各个阶段使用 NI 硬件及软件工具来测试燃料电池。这些测试工具在许多类型的燃料电池生产及测试中都是至关重要的，包括质子交换膜（PEM）、磷酸型燃料电池（PAFC）和固体氧化物型燃料电池（SOFC）。

NI 的系统集成商 坐落于加拿大卡尔加里市的 Advanced Measurements 公司已使用 NI 基于计算机的测试测量和自动化产品开发出了多种 PEM 和 SOFC 燃料电池测试系统，用于设计、验证和产品测试。图 1(见下一页)及图 2(见下一页)所示是 Advanced Measurements 公司 (www.advmeas.com) 开发的 SOFC 燃料电池测试系统中用来监控实时及趋势信息典型操作界面的两个 LabVIEW 界面。

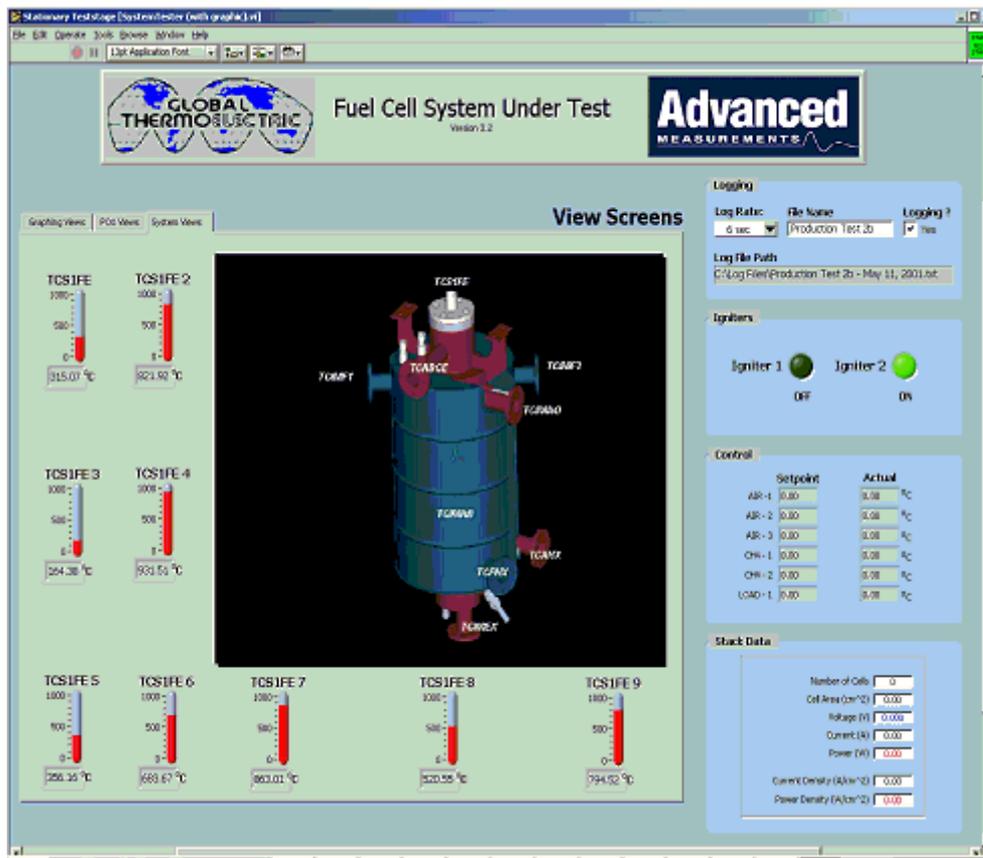


图 1：SOFC 燃料电池测试系统的操作界面

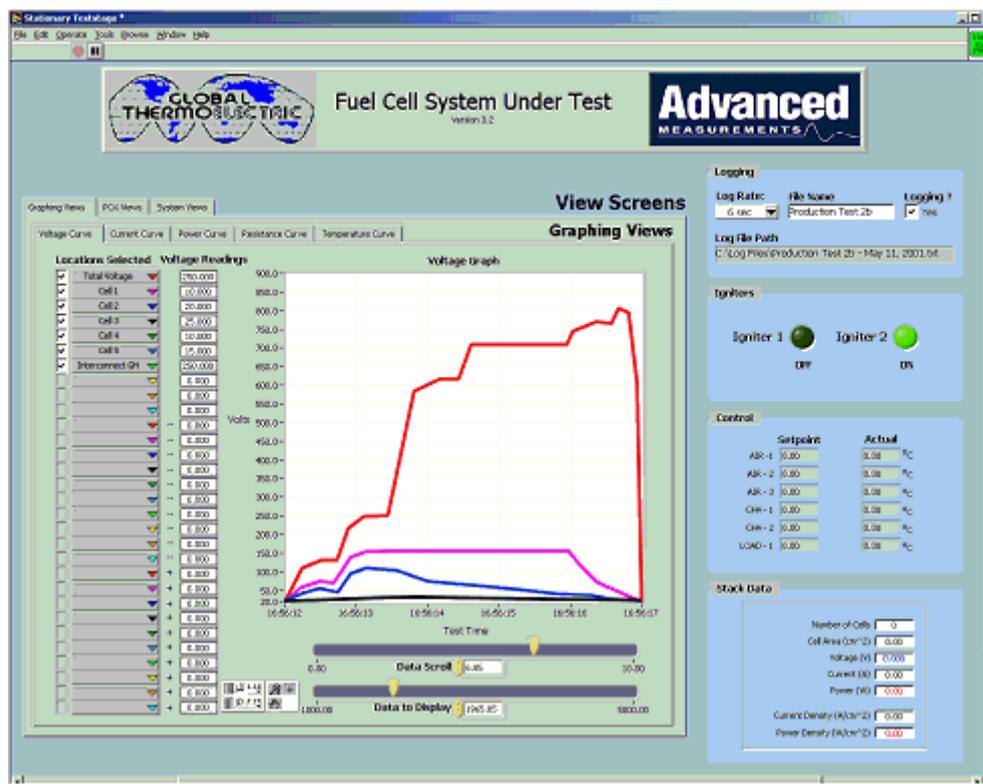


图 2：SOFC 燃料电池测试系统的历史趋势屏幕

什么是燃料电池？

所有燃料电池的基本工作原理都是相同的：将氢的化学能转化为电能。人们已经研究出数千不同类型的燃料电池技术。除了 PEM、PAFC 和 SOFC 之外，还有碱性燃料电池 (AFC) 和熔融碳酸盐 (MC) 燃料电池。PEM 燃料电池因其相对较低的工作温度和较高的效率而广泛用于汽车工业中。图 3 所示为 PEM 燃料电池的工作方式。

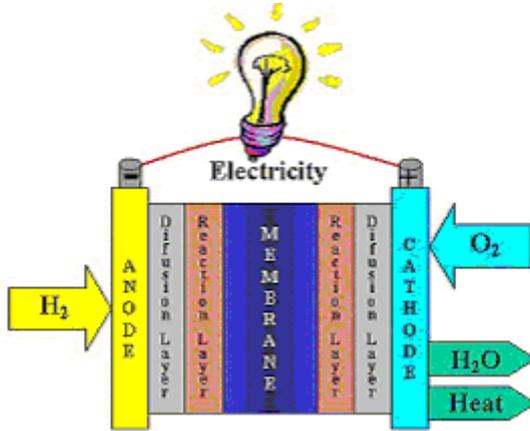


图 3：燃料电池的基本概念

因为一个单电池只能产生不超过 1V 的电压，所以大多数应用都需要多个电池。由多个象普通电池一样串联而成的燃料电池电堆可以实现更高功率的输出。有些燃料电池电堆包含数千个单体电池，能够产生车辆、商业及工业动力应用所需的高电压和大电流。

燃料电池测试系统

在研发 (R&D) 应用中，进行燃料电池测试的目的是确定和优化能量输出的特性，以及延长电堆的使用寿命和鲁棒性。在验证阶段，主要目的是优化设计以备大规模生产，以及在不降低效率的情况下降低电堆的总成本。对于制造应用，监测电堆是为了确保它们符合设计规范。研究、开发或制造燃料电池的科学家及工程师需要各种测量、控制、分析及可视化工具来评估和验证燃料电池技术。

燃料电池测试系统需要精确地监测和控制成百上千次测量，范围从氢燃料的流量、温度、压力和湿度到燃料电池组的输出电压和电流。测试系统必须能够监视和控制燃料电池在各种情况下的运行，并准确获得关于实时性能和工作特性等信息。测试系统还必须具有灵活性的数据采集、监视及控制的能力，以精确地控制燃料电池的工作和试验。图 4 所示是 Advanced Measurements 公司开发的用于固态氧化物燃料电池的测试系统。

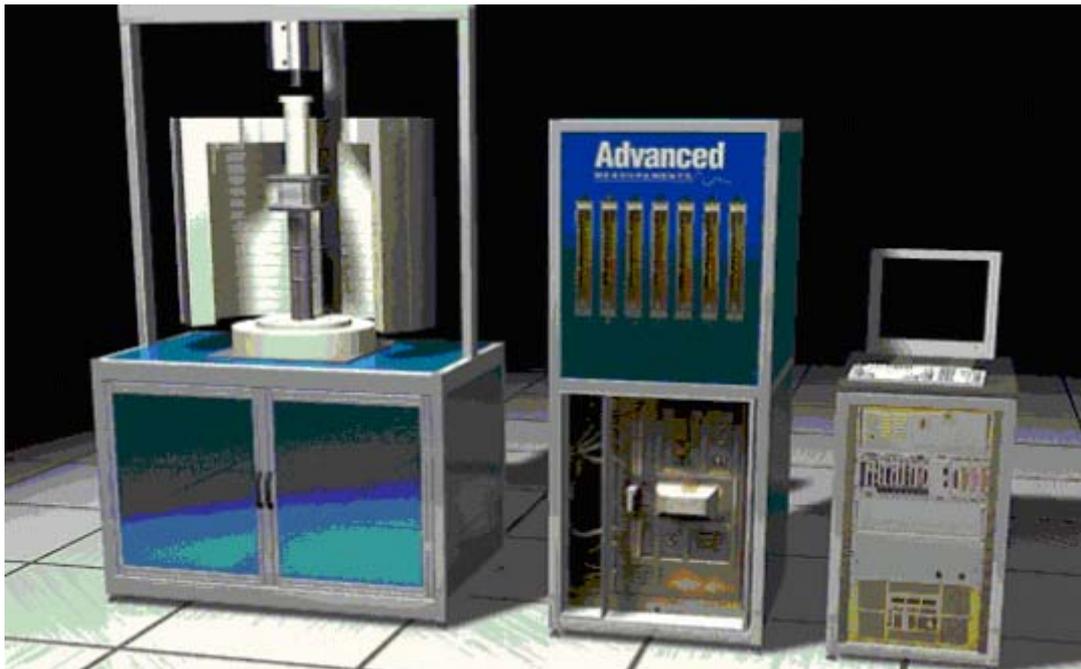


图 4：SOFC 燃料电池测试系统

工程师们不断将新方法应用到他们的测试中，不断寻求可靠、精确及灵活的测试系统来辅助缩短开发周期、提高质量和降低成本，以开发出下一代的燃料电池。

测量面临的挑战

燃料电池测试系统先要进行各种需要信号调理的测量，然后原始信号才能够由数据采集系统数字化。燃料电池电堆测试的一个重要特点是隔离。每个单体电池可以产生大约 1 伏的电压，在一个 PEM 中，薄膜叠在一起以提供更高的电压，所以一组电池的电压可能达到 10 伏。大容量电堆具有数百个电池，从而电压测量要求数百伏的共模抑制。因此，测试不仅必须具有多个每个通道都能够读取 1-10 伏的通道，而且必须保持电堆中第一个和最后一个电池之间高达数百伏的隔离。因为燃料电池测试系统的通道数目可以从 100 个到 1000 多个，所以数据采集系统还必须能够扩展。这些系统也要求可以进行信号的衰减和放大。对于今天的测试系统，模块化也是必需的；您的系统必须能够随着生产及验证技术的变革而变革。任何测试系统都应该进行标定，以确保测量有效和准确。

从上述原则可以很明显地看出，只监视电压不足以确定燃料电池的特性和控制燃料电池。另外还需要监视输出电流。因为输出电流可能非常高，所以要经常使用霍尔传感器进行监测，这样工程师才能够安全地监测流过导线的电流。此方法要求进行信号调理和标定，以便将数据转化回电流值。PEM 燃料电池另一个至关重要的参数是温度。要高效率地产生电能，PEM 燃料电池必须在 60-80 °C (140-175 °F) 的范围内工作。监视温度的目的是优化温度的改变，以提高输出功率。热电偶和电阻式温度传感器 (RTD) 是监视电池组温度及反应气体温度的很好的传感器。在许多应用中，气流的压力较高，此压力必须进行监视和管理。压力通过压力传感器进行测量并进行信号调理；氢气和气流速度一般使用产生正比于气流速度脉冲的质量流量计来测量。然后，这些脉冲由计数器 / 定时器接口板进行监视，并使用软件换算成流量。电子调节器可以通过试验台输出的电压或电流来控制压力和流量。

NI 提供许多具有如前文所述特点的燃料电池测试解决方案。此测试平台的关键是易用性、模块化以及灵活性，所有这些都是 NI 产品的优势所在。

National Instruments 燃料电池测试工具

SCXI 信号调理

燃料电池试验台经常使用 SCXI 来测试燃料电池。SCXI 具有多种输入输出信号调理功能。SCXI 提供了测量前信号调理所需的关键技术，例如：

- 模块化 – SCXI 产品采用鲁棒性结构，可从中选择您的 I/O 模块
- 隔离 – 保护您的系统不受瞬态信号的影响；当传感器与测量设备的地电位不同时，也可能需要隔离
 - SCXI-1125 – 高达 160 dB 的共模抑制比 (每通道 300 Vrms 工作隔离)
- 可编程性 – 使用 NI-DAQ 软件逐个通道进行配置
 - MAX 管理软件 – 配置虚拟通道
- 标定 – 内部软件标定及传统外部 NIST 可追踪标定证书
 - 标定用 LabVIEW 软件程序
- 连接性 – 使用热电偶插孔和模块专用接线板连接信号
 - TBX-1316 – ±1000 VDC (CAT III 类) 输入范围 (200:1 衰减)

基于 SCXI 的测试平台

测量	通道类型	信号调理	SCXI 模块
电压	模拟输入	隔离、衰减	1125 (TBX-1316)
电流	模拟输入	标定、衰减	1104
压力	模拟输入	标定	1102C
湿度	模拟输入	标定	1102C
流量	模拟输入	标定	1126 或 PXI-6602
温度	模拟输入	标定、放大	1102B
紧急关闭	数字输出	开关	1161
氮气冲洗	数字输出	开关	1161
压力阀	模拟输出	放大	1124
加热器及风扇	GPIB 或数字输出	开关 (w/dig out)	PXI-GPIB 或 PXI-6602
负载	GPIB		PXI-GPIB

FieldPoint 分布数据采集

NI FieldPoint 分布 I/O 产品也经常用于燃料电池测试。FieldPoint 包含提高分布系统可靠性和可维护性的功能。因为本地智能具有板载诊断功能并且易于维护，系统正常工作时间最大化，所以它对于燃料电池是非常有价值的。另外，嵌入式处理及控制功能的分布系统可以帮助您获得嵌入式、稳定的分布控制系统。

- 模块化 – 将通信、I/O 功能和信号端接模块化的创新性结构
- 隔离 – 保护您的系统不受瞬态信号的影响；当传感器与测量设备的地电位不同时，也可能需要隔离
 - FP-AI110 - 250 Vrms 工作电压通道-地面隔离
- 连接性 – 简化信号连接的螺旋式接线柱

基于 FieldPoint 的测试平台

测量	通道类型	信号调理	FieldPoint 模块
电压	模拟输入	隔离、衰减	FP-AI-100
电流	模拟输入	标定、衰减	FP-AI-111
压力	模拟输入	标定	FP-AI-110 或 100
湿度	模拟输入	标定	FP-AI-110 或 100
流量	模拟输入	标定	FP-CTR-500
温度	模拟输入	标定、放大	FP- TC-120 FP-TC-K
紧急关闭	数字输出	开关	FP-DO-401 FP-DO-DC
氮气冲洗	数字输出	开关	FP-PWM-520
压力阀	模拟输出	放大	FP-AO-200 FP-AO-Vx FP-A0-Cxxx
加热器及风扇	GPIB 或数字输出	开关 (w/dig out)	FP-PWM-520
负载	GPIB		PXI-GPIB

National Instruments 软件

LabVIEW 数据记录及监控模块具有内置高通道数数据采集、数据记录、显示界面及安全功能，满足了燃料电池研究者及测试者的需要。燃料电池测试系统可能需要数百个数据采集传感器和控制器来处理温度、湿度、大气压力、氧气和其他参数。典型测试可能包括升高温度等参数到一个特定点，保持参数稳定，并绘制出整个燃料电池上由此引起的电压及电流。LabVIEW 数据记录及监控模块包括一个大型历史数据库，获得的所有测量及测试数据都可以保存在此数据库中，以便将来查阅，以及与 NI 的技术数据管理软件 DIAdem 协调使用。通过 DIAdem，用户可以载入测试数据，并进行互动式离线分析和生成报告。

正常运行时间、可靠性和安全性是验证、生存周期及生产测试系统中所用燃料电池试验台至关重要的因素。在这些至关重要的应用中，制造商正在使用 LabVIEW Real-Time 等实时解决方案来设计一个具有鲁棒性的系统。该系统出色的可靠性（每年的停机时间不超过 1 秒）也不断为厂商所推崇。LabVIEW 的易用性、灵活性、代码可重用性以及从试验台测量值转换为实时控制等特点使之成为燃料电池应用在其产品生产周期每个阶段的理想开发环境。另外，当制造商转入燃料电池大规模生产时，他们可以匹配 LabVIEW 和 NI 产品并应用到自己的生产场所中进行制造测试。燃料电池制造商可以充分利用 LabVIEW 的稳定性和可扩展性。

所有 NI 软件产品都能够很容易地集成到前文提到的硬件产品中。测试软件在 PXI (CompactPCI) 计算机上运行，与上面列出的所有系统均无缝地连接。

关于 PXI 的更多信息，参见 ni.com/pxi

总结

NI 的可扩展性、灵活性和易用性对于所有基于计算机的测量系统都是至关重要的。这些由 NI 硬件和软件组成的系统可以用在从初始研发阶段的设计和验证测试到最终生产的整个过程中。

尽管研发、制造和运行的整体目标是不同的，但是它们对监控燃料电池的需要是相同的。对于研发，测试是为了确定和优化能量输出的特性，以及延长电堆的使用寿命和鲁棒性。在设计验证阶段，主要目的是优化设计以备大规模生产，以及在不降低效率的情况下降低电池堆的总成本。对于制造应用，监测电堆是为了确保它们符合规范。在实际使用中，监测对于电堆的使用寿命和运行也是至关重要的。幸运的是，燃料电池应用的各个阶段都具有共同的需要——一个精心设计的测试系统。

易于理解并具有测试平台灵活扩展性的软件使您能够轻松地增添平台功能。在整个研发和生产过程中共享一个统一、标准的测试平台能够同时节省时间和金钱。基于采用 PXI/Compact PCI 平台开放式结构的 PC 技术的测试平台通过集主流 PC 技术与可靠性于一身，以及其本身的高度模块化，为测试提供了一个良好的基础。凭借每年数百万美元的投入，以及对燃料电池发展的兴趣因环境、政府和消费者的压力而增加，燃料电池将持续快步前进，而基于虚拟仪器的控制器将在它前进的每一个转折点对其进行测试。