

# 改进的自动化测试系统用于 HVAC 测试：节约能耗与成本





“使用 NI 产品，我们成功设计部署了一套高精度，高可靠性并且节能，省时，节省资源的系统，帮助我们的客户快速研究 HVAC 单元的运转状况”

– Chris Hudson, ProMetric Systems, Inc.

#### **挑战:**

开发一套高精度，低功耗，多单元的自动化测试系统，完成对高达 1500 个传感器，仿真区域和工程环境的实时数据采集，进而对工业级 HVAC 进行不间断的控制和分析，并且要记录长达几个月测试中的所有数据。

#### **解决方案:**

使用 NI 软硬件开发的五单元自动测试系统，包含分布于 1500 多个物理 I/O 的 1700 多个 NI LabVIEW 共享变量，进行精确的自动化控制，监控以及报告 HVAC 单元测试的各方面信息。

图 1 我们的装置在冷凝器和蒸发器之间提供热集成以节省能源

#### **作者:**

Chris Hudson - ProMetric Systems, Inc.

ProMetric System 是一家提供工程，软件开发，项目管理和产品服务的美国系统集成公司。我们的一个客户，在工业 HVAC 行业领先的制造公司，希望能够在降低测试和开发成本的同时提高空气/水蒸气冷凝器产线的市场份额。公司需要一个自动的测试设备，最终采取了我们的包含五个测试单元和两个基础支持设备的系统概念。此系统要求高度的自动化，高精度的控制以及大量通道的数据采集能力。

#### **系统需求和挑战**

我们的客户需要一个包含 800 多个热电阻 (RTD) 通道，500 多个热电偶通道，同时还包括压力，流量和电压传感器通道的系统。这个系统同时还要实现监控 I/O，数据记录的功能，并且能够在长期工作的情况下稳定可靠的运行。

对于五个测试单元的基础支持系统的控制是技术难点。如果解决方案的相关性设计的不好，一个单元控制的改变或是扰动会极大的影响到相邻单元。其他的技术挑战包括分离数据的产生，本地和系统级

( 包括安全关闭 ) 的警告，数据存储，以及在多个实时单元中维持相同的核心软件架构，脱离对微软 Windows 操作系统的依赖。

## NI 工具的选择

为了满足我们客户高性能，高性价比的要求，我们研发、部署了一套全自定义的自动化测试系统，并且能够在系统中仿真现场和工程条件，精确研究 UUT 性能。因为客户要求设备的自动化，我们选择系统使用 NI 的 CompactRIO 和 PXI 为硬件基础，并选择使用 LabVIEW 图形化系统设计软件对系统进行控制，其本身的多通道功能和并行操作能力大大简化了系统的设计难度。同时系统设计也在 LabVIEW 软件环境中进行。

## 系统结构

我们研发的 HVAC 测试系统包括 12 个子系统：6 个 CompactRIO 系统，一个 PXI/SCXI 混合机箱和五个通过 NI M 系列 DAQ 模块连接 SCXI 信号调理硬件的 PXI 实时系统。其中七个系统直接关系到控制机制，其他系统进行直接的数据采集和测试序列。

我们在每个 CompactRIO 和 PXI 实时控制器上部署 LabVIEW 网络发布共享变量，并且使其通过边界控制与客户终端的 PC 进行通信，用来代替客户的 TCP/IP 通信架构。这样就能脱离微软 Windows 操作系统，实现大量 I/O 可靠，实时的通信。每个实时控制器上运行一个或多个定时环路，完成数据采集的子处理程序，比例积分微分 ( PID ) 控制和共享变量的更新。

从测试控制器到控制子系统的测试序列通信，通过支持 RT 控制器上的设定点共享变量的更新来实现。得益于 LabVIEW 灵活的功能，我们能够构建了这个包含 1700 多个共享变量的自动化测试方案，所有变量分布于整个系统的 1500 多个 I/O 节点中。

使用 LabVIEW，我们的工程师还开发了 40 个 PID 环路，用以控制温度，流量，压力和湿度。我们使用 NIST 提供的集成大量制冷制状态方程 ( EOS ) 的动态链接库 ( \*.dll ) 进行热力学的计算。支持实时控制器通过 Modbus I/O 服务器同冷水机组和多个 VFD 通信。另外，每个测试控制器部署了多个使用 VISA TCP/IP 连接的功率分析仪。

## 能量，成本和时间的节省

我们的系统通过冷能器和蒸发器环路的热量集成有效地节省了能量的消耗。通过 LabVIEW 中 PID 模块的可以最大化的降低 UUT 的外部热量负载。由于系统是长时间不间断进行测试的，所以能量消耗的减小还能有效地降低成本。

由于系统的全自动化以及使用易于上手的图形化编程界面，能够大大降低测试系统的安装过程，对操作人员的编程经验要求也大大降低。系统包含七个操作台 ( OWS )，可以同 12 个实时控制器进行远

程通信。系统自动记录文件功能使用 TDMS 文件格式和 FTP 传输机制，并将测试信息存储在一个多 TB 存储容量的服务器上。

使用 NI 产品，我们成功设计部署了一套高精度，高可靠性并且节能、省时、节省资源的系统，帮助我们的客户高效研究 HVAC 单元的运转状况。同时，得益于网络发布共享变量有效的简化了客户的 TCP/IP 数据传输逻辑，使用 NI 产品帮助我们公司大大降低设计和部署系统的研发时间。LabVIEW，CompactRIO 和其他 NI 工具软硬件的无缝结合，使得我们仅仅使用 8 个月就完成了平时使用传统方案一年所完成的工作。

图 2 蒸汽泵用户界面

