

NI 工业自动化技术文集 入门篇

PAC 基本概念



入门篇

NI 工业自动化参考架构 1-4

新一代工业控制系统 PAC 5-11
——可编程自动化控制发展的未来

选择 PAC 的二十个理由 12-16

PAC 常见问题解答(FAQ) 17-19

NI 工业自动化参考系统

概述

NI 可编程自动化控制器(PAC)由 NI LabVIEW 软件编写而成, 兼具可编程逻辑控制器(PLC)的可靠性和坚固性、PC 的性能和开放性、自定义电路的灵活性。NI 已将这些特征融入单机箱解决方案, 用户因而能够以更快的速度和更低的成本实现工业系统的设计、原型与部署。NI LabVIEW 作为直观的图形化编程语言, 能够抽象化开发测量、监测和控制系统的复杂性。

NI 通过下方显示的工业测量和控制平台, 提供该架构。选择图解中的各个组件, 了解此类技术的详情。

基于 LabVIEW 的工业测量与控制系统



下文中将围绕上图中的每一项进行详细介绍。

工厂和企业网络

监控系统

NI PAC 在直观的 NI LabVIEW 图形化开发环境中接受编程。NI LabVIEW 提供的单一开发环境适合测量、分析、控制和 HMI，从而能够缩短开发时间并尽可能重复使用技术。

借助 NI LabVIEW，您可以利用少则十余个、多则数十万个的标签，交互开发分布式监测和控制系统。NI LabVIEW 中的工具可实现：联网历史数据库的数据记录、实时与历史数据趋势分析、警报和事件管理、NI PAC 与 OPC 设备的联网和在同一完整系统中的集成，用户界面安全机制的增强等。

工业控制器

CompactRIO

NI CompactRIO PAC 由 NI LabVIEW 支持，能为工业和嵌入式控制应用提供高性能和高可靠性。它结合了开放的嵌入式架构、灵活的 FPGA，以及小型、坚固且可热插拔的工业 I/O 模块。NI CompactRIO 十分适合测量与控制解决方案的设计、原型和部署。

PXI

PXI 是一种坚固且基于 PC 的平台，包含：机箱、嵌入式控制器和 I/O 模块。它为测量和自动化系统提供了高性能、低成本的部署方案。嵌入式系统控制器可通过运行 Windows 或实时操作系统实现确定性控制应用，PXI 机箱的额外信号线则能满足定时和同步需求。

工业 PC

工业计算机是一类牢固的常规台式计算机，可满足工业应用需求。工业计算机能够在运行常规 Windows 或实时操作系统的同时，提供工业应用所需的可靠性和坚固性。工业计算机还配有扩展槽，适合专用数据采集卡以及基于以太网或基于 USB 的数据采集系统。工业计算机为运行基于 PC 的控制应用程序，提供理想化平台。

第三方 PLC

NI PAC 和 NI LabVIEW 可与各类现有 PLC 和其它自动化设备进行通信。多种工业现场总线(Fieldbus)和标准（如：Modbus、OPC、以太网/IP、Modbus、EtherCAT、CANopen、TCP/IP 和串口），可供用户选择。通过添加 NI PAC 和 NI LabVIEW 中高速测量、分析与卓越控制功能，用户可优化现有的自动化架构。

网络设备和扩展 I/O

以太网扩展 I/O

通过 NI PAC 可靠的结构和工业标准，您能够摆脱环境或距离的束缚，借助各种传感器和激励器执行测量。该类设备可通过以太网使用 Modbus TCP 等工业协议，因而十分适合集成至现有系统。用户既能使用以太网扩展 I/O 通过扩展实现高通道数应用，又能利用最少的处理器资源维持高度的确定性。

视觉系统

从汽车部件检测到高级药品研究，用户可使用 NI 视觉软件和硬件，以更快的速度和更低的成本解决各类应用难题。借助 NI 视觉平台，用户可选用帧接收器、智能相机、嵌入式视觉系统。使用 NI 视觉软件的用户，可从各类相机上获取图像并使用软件图像库实时分析图像。

操作界面

NI 提供各种牢固的工业触摸屏硬件，是实时嵌入式系统理想的 HMI。用户可根据屏幕尺寸、内存、操作系统，选择符合应用要求的 HMI。为了开发 HMI 应用程序，NI LabVIEW 提供基于配置的开发工具，可实现：记录、警报、追踪和安全，以及 NI PAC 与其它自动化设备的联网。

第三方网络设备

NI LabVIEW 和 NI PAC 可通过以太网和其它工业现场总线(Fieldbus)，连接多种第三方网络设备（如：PLC 和电机驱动器）。借助大多数 NI PAC 提供的双以太网端口，这些坚固的实时控制器可用于 2 类不同的网络：一个端口用于与主控计算机或企业系统的网络通信，另一个端口则用于其它基于以太网的设备的扩展 I/O。

信号、传感器和激励器

信号

NI LabVIEW 提供的算法和函数，专为高级分析和信号处理而设计。这些内容可轻松集成至工业测量和控制应用（如：机器状态监控和机器视觉应用）。用户还能生成信号和数据继而用于系统的建模、仿真和设计，并能对捕获的信号实时执行在线分析。

传感器

NI PAC 可连接多类传感器（如：热电偶、电压与电流传感器）。借助内置的信号调理，它们还能直接连接专用传感器（如：应变计和 IEPE 加速计）。NI PAC 提供的可热插拔的工业 I/O 模块配有内置信号调理，可直接与传感器和激励器连接。

激励器

NI PAC 可连接各种电机和激励器。NI 步进电机为 NI 步进电机驱动器提供大扭矩、高精度和方便连接。NI 步进电机可结合 NI 运动助手、NI LabVIEW 软件、运动控制器和匹配的步进驱动，快速开发系统。NI 步进电机具有 3 种不同的 NEMA 尺寸，并提供达 12.1 N-m 扭矩和 1.8° 精度。

新一代工业控制系统 PAC

——可编程自动化控制发展的未来

概览

随着许多厂商已生产出能结合 PC 功能和 PLC 可靠性的可编程自动化控制器 (PAC)，目前控制系统已逐渐开始采用 PAC。本白皮书介绍 PAC 的起源以及它与 PLC 和 PC 的区别，并指出了使用 PAC 的工业控制未来发展方向。

子目录

- PAC将成为未来的工业控制方式
- “80-20” 法则
- 构建更好的控制器
- 两种不同的软件解决方案
- 基于PAC的视觉和测量应用
- PAC免除了对于专门硬件的需要
- LabVIEW用于自动化控制
- NI PAC系统

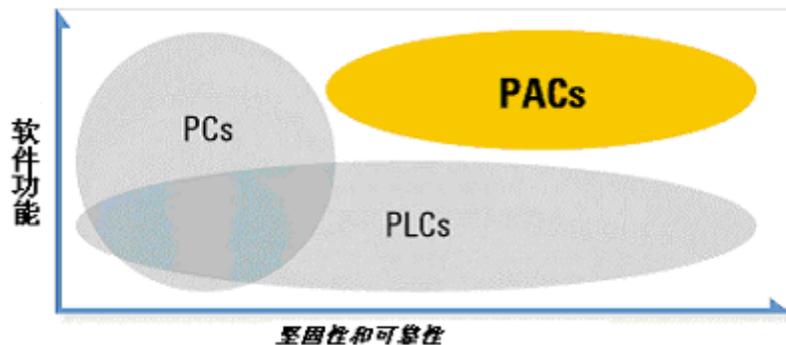


图 1，可编程自动化控制器 PAC 结合 PC 的软件功能以及 PLC 的坚固性

PAC将成为未来的工业控制方式

和基于 PC 控制系统相比，有关 PLC（可编程逻辑控制器）优势和劣势的激烈争论已经持续了十年。由于 PC 和 PLC 在技术上的差别越来越小，并且随着 PLC 采用了商业化（COTS）硬件以及 PC 能采用实时操作系统，从而出现了一种新类型的控制器——PAC。PAC 的概念是由自动化研究机构 (ARC) 提出的，它表示可编程自动化控制器，用于描述结合了 PLC 和 PC 功能的新一代工业控制器。传统的 PLC 厂商使用 PAC 的概念来描述他们的高端系统，而 PC 控制厂商则用来描述他们的工业化控制平台。

“80-20” 法则

在 PLC 被开发出来的三十年里，它经过不断地发展，已经能结合模拟 I/O，网络通信以及采用新的编程标准如 IEC 61131-3。然而，工程师们只需利用数字 I/O 和少量的模拟 I/O

数以及简单的编程技巧就可开发出 80%的工业应用。来自 ARC、联合开发公司 (VDC) 以及网上 PLC 培训资源 PLC.net 的专家估计:

- 77%的PLC被用于小型应用 (低于128 I/O)
- 72%的PLC I/O是数字的
- 80%的PLC应用可利用20条的梯形逻辑指令集来解决

由于采用传统的工具可以解决 80%的工业应用,这样就强烈地需要有低成本简单的 PLC;从而促进了低成本微型 PLC 的增长,它带有用梯形逻辑编程的数字 I/O。然而,这也在控制技术造成了不连续性,一方面 80%的应用需要使用简单的低成本控制器,而另一方面其它的 20%应用则超出了传统控制系统所能提供的功能。工程师在开发这些 20%的应用需要有更高的循环速率,高级控制算法,更多模拟功能以及能更好地和企业网络集成。

在八十和九十年代,那些要开发“20%应用”的工程师们已考虑在工业控制中使用 PC。PC 所提供的软件功能可以执行高级任务,提供丰富的图形化编程和用户环境,并且 PC 的 COTS 部件使控制工程师能把不断发展的技术用于其它应用。这些技术包括浮点处理器;高速 I/O 总线,如 PCI 和以太网;固定数据存储器;图形化软件开发工具。而且 PC 还能提供无比的灵活性,高效的软件以及高级的低成本硬件。

然而,PC 还不是非常适合用于控制应用。尽管许多工程师在集成高级功能时使用 PC,这些功能包括模拟控制和仿真、连接数据库、网络功能以及和第三方设备通信,但是 PLC 仍然在控制领域中处于统治地位。基于 PC 控制的主要问题是标准 PC 并不是为严格的工业环境而设计的。

PC 主要面临三大问题:

- 稳定性:通常 PC 的通用操作系统不能提供用于控制足够的稳定性。安装基于 PC 控制的设备会迫使处理系统崩溃和未预料到的重启。
- 可靠性:由于 PC 带有旋转的磁性硬盘和非工业性牢固的部件,如电源,这使得它更容易出现故障。
- 不熟悉的编程环境:工厂操作人员需要具备在维护和排除故障时恢复系统的能力。使用梯形逻辑,他们可以手动迫使线圈恢复到理想状态,并能快速修补受影响的代码以快速恢复系统。然而,PC 系统需要操作人员学习新的更高级的工具。

尽管某些工程师采用具有坚固硬件和专门操作系统的专用工业计算机,但是由于 PC 可靠性方面的问题绝大多数工程师还是避免在控制中使用 PC。此外,在 PC 中的用于各种自动化任务的设备,如 I/O、通信、或运动可能需要不同的开发环境。

因此那些要开发“20%应用”的工程师们要么使用一个 PLC 无法轻松实现系统所需的功能,要么采用既包含 PLC 又包含 PC 的混合系统,他们利用 PLC 来执行代码的控制部分,用 PC 来实现更高级的功能。因而现在许多工厂车间使用 PLC 和 PC 相结合的系统,利用系统中的 PC 进行数据记录,连接条码扫描仪,在数据库中插入信息以及把数据发布到网上。采用这种方式建立系统的主要问题是该系统常常难以构建,排除故障和维护。系统工

工程师常常被要结合来自多个厂商软硬件的工作所困扰，这是因为这些设备并不是为了能协同工作而设计的。

构建更好的控制器

由于没有适合的 PC 或 PLC 解决方案，那些需要开发复杂应用的工程师就和控制厂商密切合作开发新的产品。他们需要新产品能结合 PC 的高级软件功能和 PLC 的可靠性。这些重要用户为 PLC 和基于 PC 控制的公司提供了产品开发指导。

实现软件的功能不仅需要高级的软件，而且控制器的硬件功能也需要有所提高。由于世界范围内对 PC 部件的需求在下降，所以许多半导体厂商开始为工业应用重新设计他们的产品。目前控制领域的厂商已开始使用工业化浮点处理器、DRAM、固态存储器如 CompactFlash 以及快速 Ethernet 芯片。这使得厂商能利用基于 PC 控制系统的灵活性和可用性来开发更为强大的软件，而且该 PC 控制系统还可运行实时操作系统以保证可靠性。

这种新的控制器是为解决“20%”的应用问题而设计的，它结合了 PLC 和 PC 两者的优点。ARC 的工业分析家把这种设备称为可编程自动化控制器，即 PAC。在 ARC 的“可编程逻辑控制器世界概览”研究中，他们给出了 PAC 的五个主要特性。这些控制器特性是通过定义软件的能力来实现其功能的。

1. “多功能性，在一个平台上有逻辑、运动、PID 控制、驱动和处理中的至少两种以上功能。”除了为了实现特殊的协议如 SERCOS 要对 I/O 做一些改进；而且软件还能提供逻辑、运动、处理和 PID 的功能。例如，运动控制作为软件控制循环，它能从正交编码器上读取数字输入，执行模拟控制循环并输出控制设备的模拟信号。
2. “单一的多规程开发平台使用通用标签和单一的数据库来访问所有的参数和功能。”由于 PAC 是为更为高级的应用如多功能而设计的，他们需要更为高级的软件。为了能高效地设计系统，软件必须是单一的集成化软件包，而不是多种分离的软件工具，这些软件工具在工程上不能无缝地协同工作。
3. “通过结合 IEC61131-3，用户向导和数据管理，软件工具能设计出在跨越多个机器和处理单元的处理流程。”简化系统设计的另一方面是具有高级的图形化开发工具，利用该工具可以使工程师很轻松地把处理的概念转变为能实际控制机器的代码。
4. “开放的模块化构架能解决的工业应用可从控制分布于工厂机器到加工车间的操作单元。”由于所有的工业应用都需要有高度的定制特性，所以硬件必须是模块化的以便工程师们可以选择合适的部件。而且，软件也必须能让工程师增加和拆除模块以设计出所需的系统。
5. “采用已有的网络接口标准，语言等，如 TCP/IP，OPC/XML 和 SQL 查询语言。”能和企业的网络通信对于现代化控制系统是非常关键的。尽管 PAC 包含有以太网接口，但是为了要把设备和工厂其它系统无问题地集成在一起，通信软件是至关重要的。

两种不同的软件解决方案

一方面软件是 PAC 和 PLC 主要的区别，而另一方面厂商在提供高级软件的方式上也有所不同。通常他们以目前已有的控制软件作为起点，不断增加 PAC 编程所需的功能、可靠性和易用性。一般说来，有两种提供 PAC 软件的方式：基于 PLC 控制的软件和基于 PC 控制的软件

基于 PLC 概念的软件方案——传统的 PLC 软件厂商以可靠且易用的扫描式架构软件为起点，并逐渐增加新的功能。PLC 软件根据通用模型而建立：输入扫描，控制代码运行，输入更新，以及常规功能执行。由于输入循环，输出循环和常规循环都是隐藏的，所以控制工程师只需关注控制代码的设计。由于厂商已完成了大部分工作，这种严格的控制架构使得建立控制系统更为容易和快速。这些系统的严格性也能让控制工程师在开发可靠的程序时无需深入了解 PLC 的底层操作。然而，作为 PLC 主要优势的这种严格的扫描式构架也导致其灵活性的欠缺。绝大多数 PLC 厂商通过在已有的扫描式架构中增加新的功能来建立 PAC 软件，这些新功能包括以太网通信，运动控制和高级算法。然而，通常会保留 PLC 熟悉的编程方式以及其在逻辑和控制方面固有的特点。因此这种 PAC 软件通常是为了适合特殊类型应用而设计的，如逻辑，运动和 PID，但是对于定制的应用则缺乏灵活性，如通信、数据记录或定制的控制算法。

基于 PC 概念的软件方案——传统 PC 软件厂商以非常灵活的通用编程语言为起点，能提供对硬件的深层次访问。该种软件也具有可靠性、确定性以及预设的控制架构。尽管工程师能为 PLC 编程人员建立起扫描式构架，但是它并不是基于 PC 的软件所固有的。这些使得 PC 软件极为灵活，非常适合那些需要高级的架构、编程技巧或者系统级控制的复杂应用，但却使本应简单的应用复杂化。

这些厂商首先要能提供通用操作系统如 Windows 所不具备的可靠性和确定性。它们可以通过采用实时操作系统（RTOS）如来自 Ardence 的 Phar Lap 或 Wind River 的 VxWorks 来实现。这些 RTOS 能控制系统的各个层面，从 I/O 读写速率到控制器上各个线程的优先级。然后为了使工程师能更为容易地开发出可靠的控制程序，厂商增加了抽象层和 I/O 读写架构。因而这种灵活软件非常适合于定制控制，数据记录和通信，但舍弃 PLC 编程架构的代价是使程序的开发难度增加。

NI 已开发出能运行 LabVIEW 程序的一系列 PAC 运载平台。LabVIEW 已成为测试和测量软件的事实标准。它具有直观的类似于流程图的图形化编程方式，并通过易用的界面来提供高级编程语言所具备的所有功能。利用 LabVIEW RT 和 LabVIEW FPGA，我们能结合 LabVIEW 和实时操作系统并直接下载到 FPGA（现场可编程门阵列）平台来提供可靠性和确定性。

基于 PAC 的视觉和测量应用

NI 具有测量的行业背景，它通过引入高速测量和机器视觉使 PAC 超越了简单的 I/O。在许多工业应用中需要高速采集测量结果以用于振动或功率品质分析。采集到的数据用来监测旋转机械的状态，确定维护时间表，识别电机的磨损程度以及调整控制算法。工程师们通常使用专门的数据采集系统或独立仪器来采集这些数据并利用通信总线把数据输入到控制系统。而 NI 的 PAC 正可以以每秒百万个采样点的速率直接进行高精度的测量，并把数据直接传送到控制系统来立即处理。

工程师们也可以在他们的控制系统中使用视觉功能。过去十年中视觉在自动化领域已得到了迅猛发展。在生产环境中，有许多产品缺陷或错误使用传统的测量方法是很难识别出来的，而通过视觉方式则能检测。常见的应用包括用于生产或装配检验的零件检测，如检查电路板上器件的位置是否正确，识别光学字符（OCR）来检查日期条码或对产品进行分类，以及进行光学测量来找出产品的瑕疵或对产品按质量等级进行分类。目前许多工厂采用独立的智能摄像头，它要和生产处理控制器进行通信。NI 的 PAC 引入带有逻辑和运动控制的视觉或是高速测量功能，从而使得工程师们无需集成其他的硬件和软件平台。

PAC 免除了对于专门硬件的需要

PAC 代表着可编程控制器的最新技术，它未来发展的关键取决于嵌入式技术的引入。比如要能通过软件来定义硬件。电子厂商常使用现场可编程门阵列（FPGA）这样的电子器件来开发定制的芯片，它可以让新设备智能化。这些设备包含有能执行多种功能的可配置逻辑块，连接这些功能块的可编程交联点以及为芯片输入输出数据的 I/O 块。通过定义这些可配置逻辑块的功能，其彼此连接以及相应的 I/O，电子设计人员即可以开发出定制的芯片，而不需要花钱来生产专门的 ASIC。FPGA 如同有一个计算机，其内部电路能被重新连接来运行特定的应用程序。

以前只有那些熟悉底层编程语言如 VHDL 的硬件设计人员才能利用 FPGA 技术。然而，现在工程师们已可以用 LabVIEW FPGA 来开发出定制的控制算法并把它下载到 FPGA 芯片上。通过该特性工程师们可以使硬件具备实时的功能，如限度和接近传感器检测和传感器状态监控。由于控制代码直接在芯片上运行，所以工程师们能快速开发采用定制的通信协议或高速循环的程序：数字控制循环速度可高达 1 MHz，模拟控制循环的速度可为 200kHz。

LabVIEW 用于自动化控制

由于 LabVIEW (ni.com/china/labview) 具有强大的功能和图形化编程的易用性，基于 LabVIEW 的 PAC 非常适合有如下要求的应用：

- 图形化 由于 LabVIEW 编程天生引入图形用户界面，您可以为控制系统提供图形化人机界面。
- 测量（高速数据采集，视觉和运动）。NI 在包括视觉采集的高速 I/O 方面有着长期经验，因此您可以在您的标准控制系统中使用振动或机器视觉等功能。

- 处理能力：在某些应用中，您需要有专门的控制算法、高级的信号处理或数据记录。使用 LabVIEW，您可以用 NI 或第三方的工具来建立定制的控制代码，实现如 JTFa 的信号处理，或本地及远程记录数据。
- 平台：利用 LabVIEW，您能开发出用于各种平台的代码，这些平台包括 PC，嵌入式控制器，FPGA 芯片或手持式 PDA。
- 通信：利用 LabVIEW 的数据库连接，OPC 和基于网络浏览器的操作界面，您能很容易地把数据传送到企业数据库中。

NI PAC 系统

NI 提供五种基于 LabVIEW 的 PAC 平台。

PXI——是由多个厂商制定的基于 CompactPCI 架构的工业标准化 PAC 硬件平台，它能提供模块化、紧凑而坚固的工业化系统。PXI 系统的嵌入式控制器内置上 GHz 的高性能处理器。您可以选来自 NI 或第三方厂商的 PXI 和 CompactPCI 模块。PXI 能提供最为广泛的 I/O，包括有 1000 V 的隔离式模拟输入，大容量数字 I/O，用于机器视觉的模拟/数字帧抓取器，联合多轴运动模块。PXI 模块的前端都配置有方便电缆连接的接口。PXI 平台提供全面的测量模块，以及包括 CAN，DeviceNET，RS-232，RS-485，Modbus 和 Foundation Fieldbus 的广泛连接性。

Compact FieldPoint 产品系列——包括有可热抽换的模拟和数字 I/O 模块和控制器，并带有以太网和串行总线接口。其中 I/O 模块能直接连接热电偶、RTD、应力计、4–20 mA 传感器、5–30 V 的直流信号以及 0–250 V 的交流信号。Compact FieldPoint 网络通信接口能自动通过以太网络传送数据。您也可以以读写本地 I/O 的方式来读写经由网络传输的几英里之外的 I/O。由于软件的接口非常简单，您可以快速地建立和编写 Compact FieldPoint 应用程序，但又不失复杂控制，数据记录和通信的强大功能。

Compact Vision 系统——整合了高性能 Intel 处理器、FPGA，数字 I/O 和三个 1394 端口。这种 PAC 天生就可以通过 FireWire（IEEE1394）技术在控制应用中使用视觉功能，并兼容 80 多种工业摄像头。利用 CVS 上的可重复配置 FPGA 和数字 I/O 通路，您也可以进行低通道数的数字和步进电机控制。当使用 LabVIEW 编程时，您还能配置该系统以得到高性能的视觉以及高速的数字控制和步进电机控制。

CompactRIO——是基于 FPGA 的可重复配置控制和采集系统，它是为需要高度定制和高速控制的应用而设计的。该架构采用实时嵌入式处理器，并结合可重复配置 I/O（RIO）的 FPGA 内核来实现复杂的算法和定制的计算。CompactRIO 平台可使用多达八个模拟或数字 I/O 模块。这些模块可由 NI 或其它厂商提供。CompactRIO 平台非常适合如机器控制这样的复杂和高速应用，并且，对于那些通常需要开发专门的硬件的应用，结合了 FPGA 的这种系统也是非常好的选择。

标准的工业计算机——也可以使用 NI 所提供的广泛的 PCI 模块。这些插入式板卡包含有

为模拟和数字 I/O，运动控制和机器视觉而设计的硬件。要得到确定性、实时的性能，可结合 PCI 硬件和运行于基于 PC 的实时操作系统上的 LabVIEW 来实现。LabVIEW RT 可被加载到绝大多数标准的工业 PC 上，从而能提供用于工业测量和控制的低成本平台。

		PXI	Compact FieldPoint	Compact Vision System	CompactRIO
Functionality	Data-Logging Capability	●	●	○	○
	Floating-Point Processing Speed	●	○	●	○
	High-Frequency Measurements	●	○	○	○
Reliability	Real-Time Operating System	●	●	●	●
	Industrial Certification	○	●	●	●
	FPGA Control	Yes	No	Yes	Yes

○ Good ○ Better ● Best

表 1. NI 提供了各种 PAC 硬件目标平台，为工业测量与控制实现了功能与可靠性的最佳组合。

由于 NI 能提供广泛的测量和控制平台，这使得 PAC 可用于几乎所有的应用。您可以使用网上的评估版进行编程以了解有关 LabVIEW 的更多信息，或致电 (800) 820-3622 向 NI 工程师了解更多有关 PAC 产品与技术信息。

选择 PAC 的 20 个理由

概览

系统开发商一直在设法以尽可能少的成本完成更多的工作，在设计控制系统时也不例外。他们希望一个控制系统不仅可以处理数字 I/O 操作，也能够整合视觉和仪器控制应用，以便快速进行自动化测试。此外，控制系统还必须能够及时处理高阶控制运算法以及分析运算，并且有条理地将数据传回系统。

可编程自动化控制器能够将 PC 的多功能性与 PLC（可编程逻辑控制器）的可靠性结合到于自动控制系统下，并且正迅速朝企业自动化领域迈进。PAC 使用适合工业环境使用的 COTS（商用现成可用）技术，能够确保系统的扩展性、维护简单，并能够显著降低停机时间。十年前，当机器视觉仍是一种奢侈品，基于 PC 的控制系统仍处在萌芽阶段，而 PLC 则主宰了自动化世界。即使在今天，仅需要使用数字 I/O 来完成简单控制工作的工程师仍然会认为 PLC 是很好的选择。但考虑到当 PLC 中加入视觉、运动、以及高级分析运算后所产生种种问题，就可以理解为什么 PAC 会在自动控制领域迅速发展。

本文将从价格、高级功能、坚固性与稳定性、控制器与 I/O 以及软件等五个方面，列举 PAC 的二十个优势。

子目录

- 价格
- 高级功能
- 坚固性与稳定性
- 控制器与 I/O
- 软件

价格

1. 使用单一控制器节省成本

多数情况下，选择工业自动化系统时，价格是决定性因素。在小型的数字控制应用上，控制器的价格可能超越 I/O 模块的价格。对这些应用而言，一个仅控制数字 I/O（或加上运动控制）的小型 PLC 是一个理想的解决方案。但是，当系统需要视觉或高级模拟 I/O 功能，就必须为这些功能额外添加独立的控制器，相对而言，成本也大大提高。采用一个 PAC 控制器和机箱就可以处理数字及模拟 I/O、运动控制、机器视觉等功能，相当于省下了多个独立控制器的费用。当控制系统需要多重功能时，PAC 是最节省成本的解决方案。

高级功能

2.高级控制

在工业现场，当能源或材料费用很高时，工程师需要尝试将控制运算最佳化。PLC 上使用的最多的是 PID 控制算法。然而当简单 PID 控制无法满足精确，快速控制的要求时，工程师们需要运用复杂的高级控制技术（例如离散逻辑或神经网络）将稳定时间(settling time)减到最小。为了实现高级控制运算，不但需要强大的浮点运算处理器，也需要大量的内存，而 PAC 平台正可以同时结合这两项技术。

3.实时分析

在机器状态监视等应用中，通常需要对于采集的模拟与数字信号进行及时分析，以便快速诊断机器故障。在这种情况下，需要快速实现复杂的分析算法（例如阶次分析与震动分析），来有效率地监督机器的整体运作状况。PAC 提供一个高效率平台，能够快速实现并运行算法，为此类应用实现实时分析功能。

4.数据库 / 网络连结

对于企业而言，管理层需要及时了解工厂的运行状况，若能够将现场数据及时传送到生产管理网络，就能够帮助管理层进行快速决策。企业的管理系统通常会通过 ODBC、ADO 及 XML 等协议，获取自动化系统的数据。采用 PAC 就能够直接和外部数据库通讯，有效地将工厂数据整合到企业 ERP 系统中。

5.安全性

当控制系统被连接到企业数据库与互连网络的同时，安全性尤其重要。而 PAC 可以在利用网络传输数据的同时对数据进行编码，从而保护资料。这一点，在对于安全性要求很高的工厂网络中，将会是采用 PAC 的主要因素。

6.不同速率循环的并行运行

PLC 采用的是扫描模式，以固定的扫描速率执行代码。与其不同的是 PAC 采用的是工业实时处理器，能够实现代码的并行执行。在一些复杂控制系统当中，通常需要在同一个控制器上执行多个控制循环，并采用不同的循环速率。PAC 能够轻松胜任这种具有并行处理能力的控制系统。

坚固性与稳定性

7.坚固性

对于工业现场而言，恶劣的运行环境是系统运行的主要问题，控制系统必须能够保证在恶

劣的环境下长时间稳定的运行。PAC 控制系统具备坚固的外壳以及防振能力，能够保证系统的稳定。例如 NI CompactRIO 控制器具有坚固的金属封装的外壳，能够抗 5g 震动与 50g 冲击，操作温度范围可达 -40 to 70 ° C，并通过了 1 类 II 区危险地区等级认证，能够完全满足工业现场可靠运行的需要。

8. 可扩展性

工业应用复杂而多变，控制器的生产厂商希望能够通过模块化、同时具备灵活性以及可扩展性的控制系统来满足不同客户对应用的不同需求。PAC 的主控制器可以在同一平台下实现多领域功能，如机器视觉、高速模拟 I/O 以及无线传输等功能，更灵活地符合不同客户的需求。

在为系统添加新功能的同时，PAC 也能够通过各种工业总线或者 OPC server 连接到现有的工业设备和 PLC，在保留您现有投资的基础上快速升级系统。

9. 快速更换 I/O

当控制系统需要升级，或替换 I/O 模块时，工程师必须将系统停机时间限制在最低程度。NI CompactRIO 平台具有模块化的架构，并且支持模块的热插拔，保证系统在最短的时间内更换或者添加模块。

控制器与 I/O

10. 处理能力

PAC 能够运行 Pentium 处理器或 Freescale MPC 工业实时处理器，并具有 2G 内存，非常适用于需要快速进行分析和控制运算的应用(如机器状态监测)。

11. 储存能力

在获取数据过程中，通常我们希望将数据进行存储以便随时查看历史数据，而 PAC 本身就拥有大量的存储器，能够将数据在本地记录，此外也可以通过网线将数据发布到主控制器或者外部存储器。

12. 数字 I/O

针对工业数字 I/O 应用，PAC 同样能够提供 24V 数字 I/O，最高可达 500 mA 电流驱动及光学隔绝，同时也提供 watchdog 计时、强化的可编程状态(开机状态设置以及数字滤波)等功能，能够提高系统的安全性及稳定性。

13. 模拟 I/O

模拟 I/O 一直是 PC 平台的强项，依靠 PCI 总线速度，PC 能够进行快速的模拟采集和传输。PAC 继承了 PC 的模拟 I/O 能力，能够实现超过 800k/s 的模拟采集，并能够实现高达 16bit 的采集精度。此外配合高级信号处理算法，实现模拟数据从采集、分析到显示的完整流程。

14. 运动

在决定不同的运动平台时，软件扮演著重要的角色，尤其是当需要执行两个轴以上的动作时。PAC 最高可以提供八轴的运动控制，并可以使用像 NI Motion Assistant 之类的软件轻易设定。

15. 视觉

视觉应用需要高速数据传输能力，在 PAC 平台上则可以轻松方便地集成视觉功能，通过 PXI 平台可以直接连接模拟、数字及 FireWire 摄像头，此外，也可以采用独立的视觉控制器 Compact Vision System 或者 Smart Camera 实现独立的汽车零部件检测或者药品的包装识别，快速实现模式匹配，光学识别，色彩对比等视觉算法。

16. 工业总线

和 PLC 一样，PAC 也同时支持多种工业总线（例如 FOUNDATION Fieldbus、DeviceNet、CAN、Modbus、Ethernet、Profibus、串口等）。

17. 分布式控制能力

工业应用需要具备实时性，通过实时以太网，PAC 能够扩展到几十米甚至几百米的距离，并同时保证高度的同步性。带有编程能力的分布式 I/O 能够在数十米之外实现控制和处理，并将数据在微妙内传回 PAC 主控制器。

软件

18. 即时作业系统与 FPGA

PAC 中最常用的是实时操作系统（RTOS，例如 RT Linux、Pharlap ETS、QNX 以及 VxWorks 等）。然而实时操作系统必须采用特殊的编程方式，对于惯用 Windows 操作系统的工程师而言上手非常困难。然而采用 LabVIEW 就能够同时进行 Windows 操作系统和实时操作系统的开发，工程师能够非常方便地将 Windows 系统中开发的程序应用程序式转移到实时控制平台上。

此外，NI 工业控制平台中集成了 FPGA(现场可编程门阵列)技术，将芯片级的处理能力直接展示在自动化工程师的面前，LabVIEW 大大简化了 FPGA 编程的难度，在享受新技术的同时也降低了使用的成本。

19. 人机交互界面

同样采用 LabVIEW 进行开发，在同一个软件平台中就能够实现完整的系统。

20. 简易的开发环境 LabVIEW

在开发平台上，PAC 提供弹性的选择，您可以使用各种流行的编程方式（例如 C、C++、Visual Basic、LabVIEW）来设计你的代码，甚至在 LabVIEW 平台上，您仍然可以选用熟悉的梯形图的编程方式。

很显然，当您升级现有系统的时候，具备更高性能 PAC 自动化控制器将能够为您带来更快速的功能扩展。PAC 将 PC 功能与高级控制，实时分析以及可扩展能力相结合，并能够同时具有不逊于 PLC 的可靠性。当您的应用不仅仅需要数字 I/O 及运动控制，或者需要更快速的运算能力时，PAC 将是您更好的选择。

PAC 常见问题解答(FAQ)

问题汇总

- PAC和PLC以及DCS相比有什么不同？
- 在构建基于PAC 的现代化工业系统时，需要考虑哪些因素？
- NI的PAC与其他的PAC系统相比有什么优势？
- PAC会不会取代现在的PLC？
- PAC支持哪些工业总线？其扩展性如何？
- 是否可以使用NI PAC构建一套完整的生产管理自动化系统？
- 我想进一步了解NI PAC的产品与技术，请问有什么途径？

PAC和PLC以及DCS相比有什么不同？

PLC(可编程逻辑控制器)的出现取代了原来的工厂的继电器，一直占据着工业控制的主流地位。然而在当前，人们需要的功能越来越多，例如快速运算、海量存储、与其他硬件平台以及网络的连接等，因而传统的 PLC 已不能满足所有的控制需求。

PAC(可编程自动化控制器)在 2001 年由权威咨询机构 ARC Group 提出。PAC 是具有更高性能的工业控制器，在保留了 PLC 可靠性的同时，更添加了 PC 的强大的运算能力，为实现高级工业自动化应用铺平了道路。

PAC 的概念一经推出，得到了行业内众多厂商的响应。包括 NI、倍福、研华等在内的众多知名厂商纷纷推出各自的 PAC 控制器。而像 GE、RockWell 等老牌 PLC 厂商也陆续跟进，推出了全新的 PAC 产品。目前 PAC 产品已经被应用到冶金，化工，纺织，轨道，建筑，水处理，电力与能源，食品饮料，机器制造等诸多行业中。

与 PAC 和 PLC 不同的是，DCS(集散控制系统)的核心在于系统网络，它和 PLC 或 PAC 的差异类似“系统”和“装置”的区别，系统可以实现任何装置的功能与协调，而装置只实现本单元所具备的功能。在实际应用中，我们可以采用 PLC 和 PAC 构成 DCS 网络，并将网络中的复杂控制交给 PAC 完成。

在构建基于 PAC 的现代化工业系统时，需要考虑哪些因素？

无论您是在考虑升级现有的工业控制器还是准备构建一套全新的工业系统，您都需要考虑以下几点因素：

一、控制系统的循环速率(Loop Rate)：无论是采用开环控制还是闭环控制系统，您都需要考虑系统的循环速率。工业系统的一个循环周期通常包括采集、分析处理和输出三个环节，而循环速率则由输入的采样率，控制器的运算速度以及输出的刷新率所决定。

二、分析和控制算法的应用：当获取来自工业现场的各种信号之后，需要应用相关的分析算法提取信号中有用的信息，用以实时监测和故障诊断等应用。不仅如此，分析的结果还可以作为控制系统的判决条件，通过合适的控制算法，实施决策性的控制，确保控制应用的稳、准、快。在开发合适的算法时，还需要考虑如何将算法快速应用到物理 I/O 上，获取实际的运行结果。

三、与现有工业系统的连接：工业系统通常牵涉到多种工业设备的协同工作，所以控制系统必须能够与各种传感器，以及现有的工业设备进行快速连接，以确保已有的投资。在选择 PAC 平台时，不仅需要考虑到处理器以及 I/O 的性能以满足系统对循环速率的要求。更重要的是，选择一个合适的 PAC 开发平台，发挥其强大的软件能力，确保控制的性能和系统的连接性。

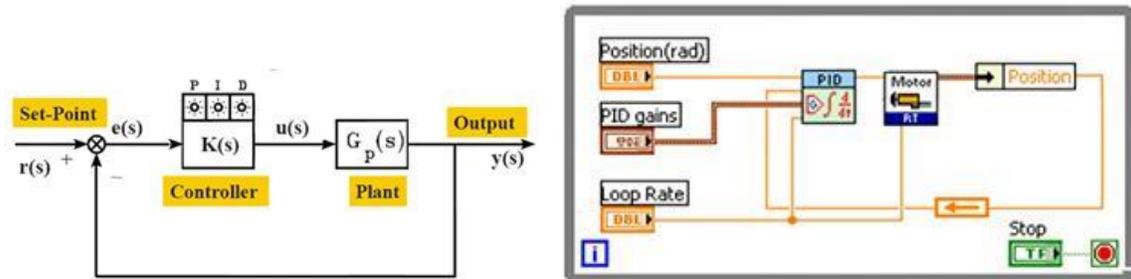
NI 的 PAC 与其他的 PAC 系统相比有什么优势？

作为基于计算机的测量与自动化技术的领导者，NI 一直致力于将全新的科技带入工业领域。从处理器、I/O 到开发软件，NI PAC 均提供了高性能的产品供您选择。

NI PAC 集成了工业实时的处理器和基于 FPGA 的硬件级的处理器，满足您对于高速工业控制应用的需求。常见的工业控制系统的循环周期一般为毫秒级，工业实时处理器则能提供微秒级的响应时间，而采用基于 FPGA 的 NI PAC 系统，能够在几秒钟内实现超过 400 亿次的运算，以及百万次以上的 PID 闭环控制，从而获得纳秒级的时间确定性。在高性能处理器的平台上，NI 还提供了丰富的 I/O 模块可供选择，涵盖模拟、数字、总线通信以及其它可自定义的 I/O，可以实现高达 800kS/s 的模拟采样速率，100kS/s 的输出刷新率以及 10M 的高速数字 I/O 通信速率等。

更重要的是，配合高性能的硬件平台，NI 还提供了图形化的编程软件 LabVIEW 作为 PAC 的软件开发平台，可以针对多种工业处理器进行开发，并能够满足用户对高级算法应用以及现有工业系统连接的要求。

LabVIEW 中内置了丰富的分析和控制的算法供用户选择，并能快速在硬件上实现。如下图所示，在 LabVIEW 图形化的开发平台下，算法的实现能够直观的对应于系统的框图，从而工程师得以快速完成代码的开发。



不仅如此，在 LabVIEW 的平台下您还可以非常方便地集成各种工业总线，并通过 OPC Server 快速连接到现有的 PLC 系统。此外，LabVIEW 还提供了对机器视觉、运动控制以及人机交互界面(HMI)等硬件的支持，确保工程师在统一的平台下完成对整个工业系统的开发。

PAC 会不会取代现在的 PLC ？

PAC 诞生的目的是为工控系统添加更高的测量和控制性能，所以它不会取代现有的 PLC 系统，并且能够作为您升级现有系统的首要选择。

在对 PLC 系统进行升级的时候，首要考虑的是对于 PLC 系统的连接性，NI 的 PAC 平台能够通过 NI OPC server 或多样的工业总线连接到几乎所有的现有 PLC 系统，确保您已

有的对于 PLC 系统的投资，并将 PAC 高速模拟量的输入输出，多平台的联合工作、大容量存储能力、复杂高确定性的控制等性能添加到系统中。

例如：I2S 钢铁公司需要在生产线上实现对钢板的厚度的精确测量和轧钢控制，原有 PLC 系统采样率无法满足要求，NI CompactRIO 则以 800k/s 的模拟采样率和 200k 的 PID 循环速率胜出。

PAC 支持哪些工业总线？其扩展性如何？

PAC 能够方便地连接到多样的控制设备，确保您已有的投资，同时方便升级和扩展。

NI PAC 平台可以直接连接到串口、以太网、CAN、CANopen、DeviceNet、FOUNDATION Fieldbus、PROFIBUS、I2C/SPI、EtherCAT 等工业总线。还可以通过第三方的 Gateway 连接到 AS-Interface、CC-Link、ControlNet、EtherNet/IP、FIPIO、InterBus、LonWorks、Modbus Plus、PROFINET I/O 等工业网络。

不仅如此，NI PAC 平台的开放性还体现在与视觉系统，PDA 远程控制，HMI 人机交互等多样的连接性上，从而保证未来对于系统升级和扩展的需求。

是否可以使用 NI PAC 构建一套完整的生产管理自动化系统？

是的。NI 的 PAC 平台不仅可以方便地集成到各种工业网络中，还能够以 NI LabVIEW 为架构，快速组织成一套完整的企业监控网络。

通过工业网络，用户可以在主控制器中将通过 PAC 传输来的数据进行快速处理、显示和分析，实现多点记录和监控功能。并完成快速的企业数据库连接、历史数据的记录和报警、安全管理机制(加密)、专业的工业界面设计工具、Word/Excel/Html 报表生成以及网络发布的功能，从而构建一个完整的监控系统。

例如：世界第五大石油集团——墨西哥国家石油集团公司采用 NI 的监控系统及 PAC 硬件管理原油的运输和分配，实现超过 4000 个监控点，大于 100 公里的传输距离、以及对于上千种不同第三方硬件的连接。

我想进一步了解 NI PAC 的产品与技术，请问有什么途径？

欲了解更多 NI PAC 产品和技术，您可以采用以下几种方式：

- 登陆 ni.com/pac/zhs，查看更多关于 NI 工业自动化行业应用案例，最新技术，以及 PAC 平台硬件的详细介绍；
- 在线报名(ni.com/china/events)参加针对 PAC 应用的研讨会；