

PAC (Programmable Automation Controller)

— 新一代工业控制系统, 可编程自动化控制发展的未来

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。

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
- PAC 的视觉和测量应用
- PAC 免除了对专门硬件的需要
- LabVIEW 用于自动化控制
- NI PAC 系统

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，这也在控制技术上造成了不连续性，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；固定数据存储设备；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：

1. **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。
2. **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。
3. **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在工业控制产品中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，通常他们会保留 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。您可以选用来自 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，高容量数字 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 System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。

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 或 021-65557838 向 NI 工程师了解更多有关 PAC 产品与技术信息。

关于NI

美国国家仪器公司 (NI) 是虚拟仪器技术的创始人与倡导者，成立近 30 年以来，NI 一直在为广大用户提供建立在诸如工业标准计算机及互联网等飞速发展的商业科技基础上的虚拟仪器解决方案，彻底改变着工程师和科学家们的工作方式。NI 为用户提供易于集成的软件如图形化开发环境 NI LabVIEW，以及模块化硬件如用于数据采集或用于数据采集、仪器控制和机器视觉的 PXI 模块化仪器，帮助全世界的用户们提高工作效率。NI 总部设于美国德克萨斯州的奥斯汀，共拥有 3100 多名员工，在 40 个国家中设有分支机构。2003 年度，全球共有 90 多个国家的超过 25,000 家公司购买了 NI 产品。在过去连续五年里，《财富》杂志评选 NI 为全美最适合工作的 100 家公司之一。请访问 ni.com/china，或致电 800-820-3622，了解公司详细信息。

