

# The Role of Computer Technology in Industrial Automation Control Systems

Feng Jiao

Qingdao Jari Industrial Control Technology Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

## Abstract

With the rapid development of computer technology, its application in industrial automation control systems has gradually garnered widespread attention and in-depth research. This paper first explores the evolution of computer technology and its intersection with industrial automation. It then delves into the specific applications of computer technology in automation control systems, including data collection and processing, process control and optimization, and visualization and remote monitoring of industrial status. Furthermore, the paper discusses the innovative points that computer technology brings to industrial automation. In conclusion, computer technology has become a key driver in the innovation and development of industrial automation control systems.

## Keywords

computer technology; industrial automation; control system; data processing; intelligent control

# 计算机技术在工业自动化控制系统中的作用

焦锋

青岛杰瑞工控技术有限公司, 中国·山东 青岛 266000

## 摘要

随着计算机技术的飞速发展,其在工业自动化控制系统中的应用逐渐得到广泛关注和深入研究。论文首先探讨了计算机技术的演进及其与工业自动化的交叉发展点,随后探究了计算机技术在自动化控制系统中的具体应用,包括数据的采集与处理、过程的控制与优化,以及工业状态的可视化与远程监控。此外,论文还深入讨论了计算机技术为工业自动化带来的创新点。综上所述,计算机技术已成为推动工业自动化控制系统创新与发展的关键动力。

## 关键词

计算机技术; 工业自动化; 控制系统; 数据处理; 智能控制

## 1 引言

随着全球经济的快速发展和技术进步,工业自动化已逐渐成为各领域生产和制造的核心驱动力。为了实现更高的生产效率、优化生产流程以及提高产品质量,对于现代控制系统的要求也越来越高。在这样的背景下,计算机技术不仅为工业自动化控制系统提供了强大的数据处理能力,还为其注入了智能化、高效率和高精度的特性。

## 2 计算机技术基础与发展

### 2.1 计算机技术的演进与现状

自计算机诞生以来,其技术从最初的机械式计算、集成电路的发明到如今的量子计算,都经历了飞速的进化。早期的计算机,以其庞大的体积和有限的计算能力起步,主要为科研和军事领域所用。随着半导体技术的革命性进步,计

算机逐渐缩小且其性能大幅增强,从而使得它在工业、商业、教育等多个领域都得到广泛应用。今日,计算机不仅仅是一个独立的计算设备,它更是集合了高速通讯、大数据存储、人工智能算法等高端技术的综合体,为现代工业自动化控制系统提供了强大的后盾。特别是随着云计算、物联网和边缘计算的兴起,计算机技术已经渗透到工业生产的各个环节,从而实现了数据的实时处理、智能优化和远程控制等功能。这种深度整合使得现代计算机技术成为工业自动化发展的核心驱动力,为各行业创新提供了技术支撑。

### 2.2 当代计算机技术与工业自动化的交叉点

随着现代计算机技术的迅猛发展,其与工业自动化的结合越来越紧密,形成了一系列创新的交叉点。特别是在大数据、云计算和人工智能技术的推动下,工业自动化开始从单纯的硬件驱动转向数据驱动。首先,高速数据处理能力使得工业生产中产生的海量数据得以实时分析,从而为生产优化、故障预测和智能控制提供了决策依据。其次,通过云技术,分布在全球的工厂可以实现数据的集中管理和共享,

**【作者简介】**焦锋(1974-),男,中国四川万县人,从事工业控制及自动化应用及研究。

进而实现远程监控和统一决策。最后,人工智能技术,特别是深度学习和机器学习,使得工业设备不再仅仅依靠预设的算法工作,而是能够根据实时数据自我学习和优化,从而达到更高的生产效率和产品质量<sup>[1]</sup>。这种深度融合不仅仅推动了工业自动化的技术进步,更在很大程度上重新定义了现代工厂的生产模式和管理理念,标志着工业生产正朝向更加智能、高效和绿色的方向发展。

### 3 计算机技术在自动化控制系统中的主要应用

#### 3.1 数据采集与处理

##### 3.1.1 传感器数据的实时采集

随着现代工业生产日益复杂化,实时数据采集已经成为工业自动化的关键环节。在传感器数据的实时采集中,多种先进的计算机技术得到了广泛应用。首先,各种类型的传感器,如温度、压力、流量、位置和速度传感器,被部署在生产线的关键位置上。这些传感器通常与嵌入式处理器相连,负责将模拟信号转换为数字信号。随后,采用高速模数转换器(ADC)来实时采样这些数字信号,并确保数据的精确性与完整性。为了支持高频率的数据采集,现代工业控制系统经常采用高速数据总线和网络协议,如 Industrial Ethernet 或 Fieldbus,以保证数据在毫秒或微秒级别的低延迟传输。在数据采集的同时,先进的滤波技术也得到应用,以消除噪声并提高数据质量。

##### 3.1.2 数据清洗与预处理

在工业自动化控制系统中,由于传感器的性能、外部环境变化以及系统本身的复杂性,收集到的原始数据往往充满噪声、缺失值或者异常点。因此,数据清洗与预处理成为数据处理流程中不可或缺的步骤。一方面,数据清洗的过程需要利用各种算法,如均值填充、线性插值等,对缺失数据进行填补。同时,为了消除噪声,常见的平滑算法,如滑动平均、低通滤波等,会被应用于时间序列数据中,从而提高数据的质量。另一方面,异常检测算法也被引入,用于识别和剔除不符合实际物理规律的数据点,确保后续处理和策略基于真实且准确的数据。为了提高数据的计算效率,常常采用降维技术,如主成分分析(PCA)或特征选择,以减少数据的维度同时保持其主要特征<sup>[2]</sup>。这些预处理步骤确保了后续的控制算法能够在高质量的数据基础上制定出更精确和稳定的策略,从而使得整个工业自动化系统运行更加稳健和高效。

#### 3.2 过程控制与优化

##### 3.2.1 控制策略的制定

在工业自动化控制系统中,过程控制的核心是确保工艺流程能够稳定并优化地进行,从而达到生产效率、产品质量和能源消耗的理想平衡。为实现此目标,制定有效的控制策略是关键步骤。随着计算机技术的发展,数据采集不再仅仅是被动记录参数变化,而是被用作实时的、精确的反馈

来优化控制策略。在策略制定阶段,先进的计算方法,如模型预测控制(MPC)或自适应控制,被广泛应用。这些方法依赖于实时采集的数据来预测系统的未来行为,并据此调整控制参数,确保系统沿着期望轨迹运行。为了制定这样的策略,首先需要建立对应的数学模型,描述系统的动态特性。这通常涉及复杂数学方程和算法,其准确性直接依赖于数据采集的质量。高分辨率和低延迟的数据输入确保模型能够精确捕获到工艺流程中的微小变化,从而制定出更加精确和适应的控制策略。

##### 3.2.2 实时反馈与闭环控制

实时反馈与闭环控制在工业自动化控制系统中占据着中心地位,它们为确保生产过程的稳定性和效率提供了坚实的技术支持。基于计算机技术,这一过程从传感器采集的原始数据开始:通过高速、高精度的数据接口,如现代工业以太网或字段总线系统,实时地将工艺参数,如温度、压力和流速,传输至中央处理单元。计算机技术确保了这些数据几乎无延迟地被处理和解析,为控制算法提供即时的输入<sup>[3]</sup>。

在闭环控制策略中,目标是确保系统的输出跟随预定的参考轨迹。系统的实际输出与预期输出之间的差异,通常称为“误差”,被实时地计算出来。这一误差信息随后被用作调整系统的输入,以确保误差的最小化。为了实现这一目标,高性能的计算机算法,如PID(比例—积分—微分)控制,被应用于实时反馈系统中。

#### 3.3 可视化与监控

##### 3.3.1 人机交互界面的设计

人机交互界面(HMI)是工业自动化控制系统与操作员之间的桥梁,为操作员提供了一个直观、友好的平台,用于监视、控制和调整生产过程。随着计算机技术的发展,HMI的设计已经从初期的简单按钮和指示灯发展为高分辨率、多触点、交互式的图形界面。基于高级的数据采集技术,现代HMI可以实时显示从各种传感器和执行器中获取的数据。例如,利用热成像技术和摄像头数据,HMI可以为操作员提供实时的生产线热图,帮助其迅速识别可能的故障点或效率降低的区域。

计算机技术在此方面起到了至关重要的作用。先进的图形处理器和软件算法使得界面设计更为灵活,能够包含3D图形、实时动画和复杂的数据可视化工具。此外,为了提高操作效率和减少错误,现代HMI通常具备自适应特性,它们可以根据操作员的习惯和经常执行的任务进行自我调整。例如,使用机器学习算法,界面可以识别操作员的常规操作模式,并据此预测其接下来可能执行的任务,进而主动提供必要的信息或调整控制元素的布局。

##### 3.3.2 工业状态的远程监控与告警系统

在现代工业自动化控制系统中,远程监控与告警系统起到了至关重要的作用。这一系统集成了高度先进的计算机技术,允许工程师和运营团队无论身在何处都能对生产线、

设备状态及整个工厂的运行状况进行实时监视。该系统首先通过部署于关键位置的传感器对工业设备进行实时数据采集,如温度、压力、流量和震动等物理参数。这些传感器不断地将数据通过无线或有线方式传输至集中的数据处理中心。

数据处理中心,多数基于强大的计算机服务器和存储系统,对这些原始数据进行初步的清洗、校验和预处理。随后,专门的算法会对这些数据进行分析,确定工业设备的运行状态是否正常。当系统检测到超出预定阈值的参数或识别出异常模式时,即刻触发告警机制。此告警可以通过多种方式传达给相关人员,包括短信、邮件或专门的应用程序通知<sup>[4]</sup>。

更为先进的远程监控系统还融合了机器学习和人工智能技术,使其具备了预测性功能。这意味着系统不仅可以在设备出现问题时发出警报,还可以预测并预警即将出现的问题,从而减少停机时间、提高生产效率和确保设备安全运行。

## 4 计算机技术为工业自动化带来的创新点

### 4.1 智能制造与工业 4.0

智能制造与工业 4.0 被视为制造业的下一阶段,其中计算机技术起到了核心的推动作用。工业 4.0 不仅仅是一次工业进化,它代表了制造业的彻底数字化和智能化。在这一转型中,各种先进的计算机技术,如物联网(IoT)、大数据分析、人工智能和机器学习被广泛应用,它们共同为实现高度个性化的生产、资源的最大化利用、及时响应市场变化提供了可能性。

其中,物联网技术使得工厂内的每一个设备、机器甚至产品都可以互相连接、交流信息。通过高度的传感器整合与实时数据采集,工业 4.0 的生产线能够自我调整和优化,实现真正的自动化。与此同时,大数据分析技术使工厂能够从海量数据中提取有价值的信息,对生产流程进行微调,预测设备故障并实现预防性维护<sup>[5]</sup>。此外,人工智能和机器学习算法被用于模式识别、质量控制和生产优化,它们不断从实时数据中学习,持续提高生产效率和质量。

### 4.2 云计算与工业自动化的整合

云计算,作为一种可为企业提供弹性、可扩展的计算资源的技术,正在逐渐渗透到工业自动化的每一个领域。这种整合首先表现为对生产数据的集中存储和处理。通过将工厂的数据上传到云平台,企业可以利用强大的云计算能力进行深度分析,而不受到本地计算能力的限制。此外,基于云的数据存储还能够确保数据的安全性和可恢复性,大大减少了数据丢失的风险。

这种整合方式意味着工厂内的传感器、控制器和其他智能设备不再只是局域网内的节点。它们通过安全的通信协

议与云端服务器进行实时交互,将产生的大量数据上传至云端,并从云端接收指令。这样的架构为远程监控和控制提供了可能,使得企业能够在全球范围内管理其生产线。

进一步地,云计算也为工业自动化中的机器学习和人工智能应用提供了必要的计算能力。传统的工厂往往难以承载复杂的算法,但通过与云平台的整合,复杂的预测、优化和决策过程可以在云端完成,再将结果传输至工厂现场执行。

### 4.3 机器学习与预测性维护

随着工业数据量的急剧增加和计算能力的提升,机器学习技术已逐渐成为工业自动化的核心竞争力。在预测性维护领域,机器学习技术提供了一种动态、自适应的方式来分析设备的健康状态和预测潜在故障。通过收集来自传感器、日志和其他设备的大量数据,算法能够识别出复杂的模式和趋势,预测设备可能出现的问题,从而提前采取预防措施<sup>[6]</sup>。特征工程对于建立准确的模型至关重要,它涉及从原始数据中提取、选择和构造与设备健康状态和故障模式有关的特征。深度学习,特别是卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN),已被广泛用于处理时序数据,准确捕捉设备的动态行为。此外,半监督学习和迁移学习方法,鉴于其在数据稀缺场景中的应用潜力,也为预测性维护提供了新的视角。

## 5 结语

工业自动化控制系统是现代工业发展的核心,而计算机技术正成为推动其深度和广度进步的重要驱动力。从数据采集、处理到过程控制,再到智能决策,计算机技术不断地塑造和重定义自动化领域的边界,实现了工业生产的更高效率、更低成本和更高质量。特别是在云计算、机器学习和人工智能的推动下,工业 4.0 的理念已逐渐成为现实,工厂正在变得更加智能和互联。

### 参考文献

- [1] 李晓东.计算机控制技术在工业自动化控制中的应用[J].现代制造技术与装备,2023,59(5):204-206.
- [2] 胡春梅.计算机控制技术在工业自动化生产中的应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(4):134-136.
- [3] 黄炜.计算机控制技术在工业自动化生产中的应用研究[J].产业创新研究,2020(22):46-48.
- [4] 王建芳.计算机技术在工业自动化控制系统中的运用[J].新型工业化,2021,11(8):182-183.
- [5] 韩君辉.计算机技术在工业自动化控制系统中的应用[J].中国新通信,2018,20(6):118.
- [6] 马淑清.计算机技术在工业自动化控制系统中的应用研究[J].信息记录材料,2020,21(4):114-115.