

自动化仪表控制技术的智能化发展趋势分析

赵天东

大连辽南计量检测院有限公司, 辽宁大连, 116000;

摘要: 自动化仪表控制技术是工业自动化的核心组成部分, 正随着科学技术发展逐步智能化。数据采集与处理分析、远程监控与自动化控制、自主学习与技术优化等智能化技术的应用, 使其工业生产的效率和可靠性显著提升。智能化技术的深度融合、功能升级与市场驱动共同促使自动化仪表控制技术快速发展。本文将从智能化发展概述、智能化技术应用、智能化发展趋势三方面入手, 详细分析自动化仪表控制技术的智能化发展趋势。

关键词: 自动化仪表; 控制技术; 智能化; 发展趋势

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 02. 020

科技的发展、工业需求的增长以及自动化控制技术的出现, 给工业仪器仪表带来具有革命性变化。也让仪器仪表能够自动达成数据采集、处理、分析以及控制指令的发出, 实现了生产过程的智能化与自动化, 推动工业生产不断向前迈进。^[1]因此, 深入分析自动化仪表控制技术的智能化发展趋势, 对于把握行业未来方向具有重要意义。

1 自动化仪表控制技术的智能化发展概述

1.1 自动化仪表控制技术的特征

自动化控制技术融合了控制理论、计算机技术、传感器技术及信息处理技术等多领域先进成果。^[2]其特征有: 1. 实时性与精准性。其最根本特征和价值体现。自动化仪表通过高精度传感器实时采集数据, 如0.05%精度的压阻式传感器能感知极其微小的物理量变化, 确保工业生产中关键参数的精准监控。仪表内部集成高速信号处理单元, 快速处理和转换传感器采集的信号, 确保数据的实时性和准确性。2. 网络化与集成化。随着物联网技术的发展, 自动化仪表逐步实现设备间互联互通, 支持数据实时传输和共享, 打破传统的信息孤岛。将各个子系统有效连接, 根据生产实际分析物理层关系, 建立相应通信模块, 实现具体工作实施。^[3]如新一代现场总线控制系统通过标准化协议实现仪表与控制系统的无缝集成, 不同厂家、不同类型的仪表能够连接到同一个控制网络中, 实现数据共享和协同控制。3. 智能化与自主性。这是自动化仪表未来发展方向。将人工智能技术与自动化仪表结合, 分析和挖掘采集的数据, 发现数据背后规律和趋

势, 使其具备更强的数据分析、故障诊断和自主学习能力。仪表能够根据生产需求或参数变化规律自动调整控制策略, 优化生产流程。通过人们与机器设备之间的交互, 可实现仪器仪表以及整个工业产业生产的数字化解析。^[4]

1.2 智能化发展的驱动因素

人工智能、物联网、大数据、云计算等技术的智能化发展, 共同驱动自动化仪表控制技术朝着更智能、更高效、更可靠的方向发展。

一是人工智能技术的推动。首先 AI 技术能分析设备历史数据, 学习设备运行规律, 实现关于设备故障早期诊断和预测, 优于传统基于阈值的报警机制。其次 AI 技术优化控制算法, 在复杂环境下做出最优决策, 实现更高控制精度和更快响应速度。再次 AI 技术能为操作人员提供智能决策支持, 辅助其进行生产管理和优化。最后 AI 自然语言处理技术可对仪表数据进行语义理解, 实现操作人员和系统以自然语言为桥梁的交互功能, 简化操作流程, 提高人机交互的效率和友好性。

二是物联网技术的支持。首先 IoT 技术方便自动化仪表通过各种传感器接入网络, 实现数据实时采集和传输与数据分析和处理。其次 IoT 技术通过将工业仪器仪表接入互联网且应用物联网技术, 企业顺利实现远程监控、故障诊断以及预测性维护等多样功能。^[5]用户可实时查看设备运行状态, 接收报警信息, 进行远程控制和参数设置。再次 IoT 技术可实现不同厂家、不同类型自动化仪表互联与协同, 提高生产

过程效率。最后 IoT 技术的边缘计算可在数据源头附近进行实时数据处理、本地化控制等操作,减少数据传输延迟,提高系统实时性和可靠性。

三是大数据与云计算的赋能。首先大数据技术不仅能高效处理和分析现场传输的数据,挖掘数据潜在价值,还能预测设备故障,优化控制算法。其次云计算平台具有海量的存储空间、高效的数据管理能力和强大的计算能力,不仅支持复杂的数据处理和分析任务,提高数据分析的效率和准确性。还可根据用户所需获取相应资源,此模式降低自动化仪表控制技术的应用门槛。云计算平台还可用于 AI 模型的训练和部署,将训练好的模型部署到云端或边缘设备上,实现自动化仪表的智能控制和优化。

2 智能化技术在自动化仪表中的应用

2.1 数据采集与处理分析

首先,智能化技术的应用使自动化仪表集成如温度、压力、流量等多种类型的传感器,实现多参数、多维度、全方位的数据采集。多传感器融合技术帮助自动化仪表更全面地感知被测对象的状态,为后续数据分析和控制提供更丰富参考。其次,智能化仪表内置的边缘计算模块具备数据处理能力,意味着数据可在采集源头进行初步清洗、过滤、压缩和特征提取,减少数据传输量,提高其处理效率。再次,智能化仪表借助大数据分析技术和数据挖掘算法对产生的海量数据进行深入分析,发挥其最大价值。通过分析历史数据,发现潜在规律和趋势,预测未来变化,为优化生产过程、提高产品质量、降低运营成本提供决策支持。最后,智能化仪表的数据处理分析还应用人工智能算法,这些算法可以用于数据分类、模式识别、预测建模等任务,进一步提高数据处理的智能化水平。

2.2 远程监控与自动化控制

首先,智能化仪表采用 Wi-Fi、蓝牙、5G 等无线通信技术,实现与上位机、手机 APP 等终端设备的连接,获取实时测量数据,进行远程控制和参数设置,为用户随时随地远程监控仪表运行状态提供便利。其次,云计算平台提供强大的计算能力和存储空间、海量数据的存储和处理、丰富的数据分析工具和可视化界面,方便用户进行数据分析和决策,更好实现数据

远程存储、管理和分析。通过云计算平台,用户可查看和分析历史数据曲线等数据,发现参数变化规律和趋势,同时实现多台仪表间数据共享和协同控制,提高系统整体效率和智能化水平。再次,智能化仪表能根据采集到的数据和预设的控制策略,自动控制被控对象的运行状态。通过引入人工智能算法,提高控制精度和响应速度。最后,智能化仪表能实时监测自身的运行状态,通过数据分析识别出潜在的故障模式,提前进行故障诊断和预测性维护。

2.3 自主学习与自身优化

首先,智能化仪表可利用机器学习算法,从历史数据中学习被测对象运行规律,自动优化控制策略,实现控制效果最优化。其次,智能化仪表采用自适应控制技术,根据被控对象的变化自动调整适应不同工况的控制参数。如智能温度控制器采用自适应控制算法,根据被控对象特性和环境温度的变化自动调整控制参数。再次,智能化仪表利用模型预测控制技术,根据被控对象的模型预测未来状态,提前采取控制措施精准控制被控对象。如流量控制器采用模型预测控制算法,预测流量变化并提前调整阀门开度,实现流量的精确控制。最后,智能化仪表具备持续学习和自我优化能力,通过不断学习新数据和经验,优化自身的性能和智能化水平。如智能压力变送器通过学习新的压力数据,不断提高其压力测量精度和稳定性。

3 自动化仪表控制技术的智能化发展趋势

3.1 技术融合:智能化与数字化深度融合

未来,智能化仪表将实现智能化与数字化技术深度融合,实现虚拟仿真与实际生产联动,形成更高效的控制体系。智能化与数字化技术深度融合将成为自动化仪表控制技术发展的核心驱动力,主要是多传感器融合技术、边缘计算与云计算、人工智能与机器学习等关键技术的应用,不仅提升仪表的测量精度和控制能力,还实现数据的实时采集、处理和共享,为工业生产提供更高效、更可靠的解决方案。总之,智能化与数字化技术深度融合具有提升自动化仪表的性能和可靠性和推动工业生产向高效、绿色和可持续方向发展的双重优势。如通过数据共享和智能分析,企业能够优化生产流程,降低能耗和排放,实现绿色制

造。

3.2 功能升级：标准化与兼容性提升

随着智能化与数字化技术的进步，自动化仪表功能复杂化，智能化仪表的标准化和兼容性急需提升，其中提高标准化更为关键。标准化的提高需要操作者通过制定统一技术标准和通信协议，不同厂商的仪表以此实现不同设备间的无缝对接，提高系统整体效率。兼容性主要体现在模块化设计方面，模块化设计使得仪表按需灵活扩展其功能。如智能压力变送器通过增加通信模块、数据分析模块等，实现从单一测量到多功能控制的无缝升级。总之，智能化仪表的标准化和兼容性的提升，降低设备的集成和维护成本、提高系统的可靠性和稳定性同时，满足仪表快速适应不同行业的个性化需求，增强市场竞争力。

3.3 市场驱动：需求变化与规模扩大

我国仪器仪表行业市场规模和市场需求的不断扩大与变化为智能化仪表的发展提供广阔空间。1. 工业4.0与智能制造。工业4.0强调以信息物理系统为基础，将生产设备、智能工厂和物流系统紧密联系，实现智能制造。智能化仪表是实现智能制造不可或缺的关键环节。2. 绿色化与低碳转型。全球环境问题日益严峻和我国“双碳”目标的提出，一方面企业需要开发更加节能、环保的仪表产品，降低生产过程能源消耗和污染物排放；另一方面环保监测设备日益旺盛的需求为智能化仪表开拓新的市场空间。3. 设备更新与自主可控。企业技术改造步伐的加快对老旧设备更新换代需求日益迫切。智能化仪表因其高精度、高可靠性、易于集成和远程维护等特征成为设备更新的首

选。其核心技术和关键部件的自主可控更是对保障国家经济安全具有重要意义。国家出台相关政策鼓励企业加大研发投入，突破关键核心技术，实现仪器仪表的国产化替代。

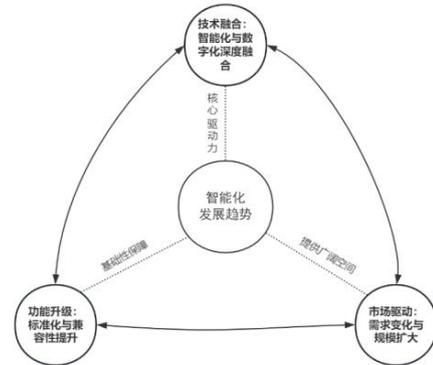


图1 自动化仪表控制技术的智能化发展趋势示意图

参考文献

[1]高媛媛. 工业仪器仪表中自动化控制技术的应用探析[J]. 机械工业标准化与质量, 2024, (3): 41-44.
 [2]袁洪超. 自动化控制技术在工业仪器仪表中的应用研究[J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(03): 108-110.
 [3]郑金亮. 浅析自动化控制技术在仪器仪表中的应用[J]. 中国设备工程, 2021, (21): 138-139.
 [4]吕文渊. 仪器仪表中的自动化控制技术应用[J]. 集成电路应用, 2022, 39(03): 49-51.
 [5]孙柏林, 刘哲鸣. 5G下的仪器仪表发展[J]. 仪器仪表用户, 2019, 26(11): 90, 107-109.

作者简介：赵天东（1997-），男，辽宁大连人，本科，毕业于辽宁科技学院测控技术与仪器专业，助理工程师，研究方向为仪表自动化。