

Research on Intelligent Manufacturing and Digital Transformation of Chemical Enterprises Based on PLC

Ke Huang

CNOOC(Hainan)Fudao Chemical Ltd., Dongfang, Hainan, 572600, China

Abstract

With the continuous advancement of information technology and automation, intelligent manufacturing and digital transformation have become crucial strategies for the chemical industry to enhance production efficiency, optimize resource allocation, and reduce operational costs. As a core automation control technology, PLC (Programmable Logic Controller) plays a pivotal role in the intelligent manufacturing and digital transformation of chemical enterprises. Through PLC system applications, chemical companies can achieve automated production processes, precise control, and remote monitoring, thereby improving the intelligence level of production workflows and data transparency.

Keywords

PLC; intelligent manufacturing; digital transformation; chemical enterprises; automated control

基于 PLC 的化工企业智能制造与数字化改造研究

黄珂

海洋石油富岛有限公司，中国 · 海南 东方 572600

摘要

随着信息技术和自动化技术的不断发展，智能制造和数字化转型已成为化工行业提升生产效率、优化资源配置、降低生产成本的重要手段。PLC（可编程逻辑控制器）作为核心自动化控制技术之一，在化工企业的智能制造和数字化改造中发挥着至关重要的作用。通过PLC系统的应用，化工企业能够实现生产过程的自动化、精准控制和远程监控，从而提高生产过程的智能化水平和数据透明度。

关键词

PLC；智能制造；数字化改造；化工企业；自动化控制

1 引言

化工行业在全球经济中占据着重要地位，随着市场需求的多样化和生产过程的日益复杂化，传统的生产模式已难以满足现代化高效、安全、环保的要求。因此，化工企业面临着转型升级的巨大压力，智能制造和数字化改造成为行业发展的必然趋势。PLC技术作为自动化控制系统的重要组成部分，在化工生产中的应用已有多年历史，其高效、可靠的特点使其成为智能制造的重要支撑。数字化改造则是指通过信息化、自动化等技术手段，优化生产过程中的资源配置、管理流程和技术设备，实现生产流程的智能化和数字化。PLC技术与数字化改造的结合，为化工企业带来了生产效率、资源利用率和管理效能的显著提升。

2 基于 PLC 的化工企业智能制造概述

2.1 PLC 在智能制造中的作用

PLC作为自动化控制的核心组件，在智能制造中具有不可或缺的作用。它通过实时监控和精准控制生产过程中的各类设备和系统，保证了生产流程的稳定性和高效性。PLC不仅能够进行数据采集和分析，还能与其他智能设备进行联动，形成一个完整的生产控制体系。通过实现生产线的自动化和信息化，PLC有效减少了人工干预，降低了生产成本，并提高了生产效率。其高度的可编程性和灵活性使其可以根据不同生产需求进行调整和优化，从而在智能制造中扮演着基础性角色。此外，PLC的稳定性和抗干扰能力使其在恶劣的工业环境中仍然能保持高效运作，为化工企业的数字化转型提供了坚实的技术支撑。

2.2 化工企业智能制造的特点与挑战

化工企业智能制造的特点主要体现在自动化程度高、信息化水平强和生产灵活性好。通过将先进的自动化控制技术与数字化技术相结合，化工企业能够实现生产过程的精细

【作者简介】黄珂（1990-），男，中国山西人，本科，工程师，从事电气工程及其自动化研究。

化管理, 提高生产线的稳定性和安全性。然而, 化工企业在智能制造过程中仍面临诸多挑战。首先, 化工生产工艺复杂, 涉及的物料、设备、参数繁多, 如何在智能制造中实现精准控制是一个重要难题。其次, 传统设备与新兴自动化技术的融合存在技术障碍, 企业往往需要大规模的设备改造, 投入成本较高。最后, 数据安全与隐私保护在智能制造中也成为企业必须关注的问题, 如何在保障生产效率的同时, 确保信息的安全和保密性, 是智能化改造面临的关键挑战^[1]。

2.3 智能制造的关键技术与发展趋势

智能制造的核心技术包括自动化控制技术、物联网技术、大数据分析、人工智能与机器学习等。PLC 作为自动化控制的基础, 为智能制造提供了可靠的技术支持。物联网技术的应用使得设备之间能够实时传输数据, 形成智能化的生产网络, 大大提升了生产线的自动化和互联互通能力。大数据分析技术能够帮助企业从大量的生产数据中提取有价值的信息, 进行精准预测和决策, 从而优化生产过程, 提高生产效率。人工智能则通过自主学习与决策, 进一步提升了生产的智能化水平。未来, 智能制造将更加注重信息技术与生产技术的深度融合, 推动工艺流程的自动化、智能化和绿色化。随着技术的不断发展, 智能制造将朝着更高效、更安全、更环保的方向发展, 全面提升企业的市场竞争力。

3 PLC 控制系统在化工企业中的应用

3.1 PLC 控制系统的基本原理与结构

PLC 是以数字计算机技术为基础, 专为工业自动化控制设计的一种电子设备。PLC 控制系统由输入部分、处理部分和输出部分组成。输入部分通过传感器或信号采集装置接收来自现场的信号, 如温度、压力、流量等参数, 然后将这些信号传输到 PLC 的处理器。处理部分即 PLC 的中央处理单元 (CPU), 负责接收、处理输入信号, 并根据预设的程序进行逻辑运算、控制判断, 最终输出控制信号。输出部分将处理结果传递给现场执行设备, 如电机、阀门、传送带等, 完成自动化控制任务。PLC 系统的灵活性、可靠性和可编程性使其在工业自动化中得到了广泛应用, 特别是在化工企业中, PLC 能够实时监控和调整生产过程中各类参数, 保证生产的精确度和稳定性。

3.2 PLC 在化工生产流程中的应用分析

在化工生产过程中, PLC 控制系统广泛应用于多个环节, 包括物料配料、反应过程控制、温度压力监测、设备启停管理等。PLC 可以根据不同生产工艺和设备需求, 灵活调整控制策略。比如, 在反应过程的自动化控制中, PLC 能够根据设定的温度、压力和流量等参数, 精确调节反应炉的加热和冷却系统, 确保反应过程在最佳条件下进行, 从而提高产品的质量和生产的安全性。此外, PLC 在化工企业中的应用还包括对设备运行状态的监控, 通过实时数据采集与反馈, 能够及时发现设备故障或异常, 减少停机时间和维

修成本。PLC 的高可靠性和实时控制能力使其在化工生产中起到了至关重要的作用, 确保了生产过程的高效、安全和稳定。

3.3 PLC 与其他自动化技术的集成方式

在现代化工企业中, PLC 常与其他自动化技术, 如 DCS (分布式控制系统)、SCADA (数据采集与监控系统)、MES (制造执行系统) 等进行集成, 形成一个完整的自动化生产控制系统。PLC 与 DCS 系统的结合, 可以实现大规模生产过程中各个环节的集中控制与远程监控, 提升了生产过程的智能化与自动化水平。PLC 与 SCADA 系统的集成, 能够实现数据的实时监控、远程报警和历史数据查询, 确保生产的透明度和可追溯性。PLC 还可以与 MES 系统集成, 通过实时数据交换与生产调度, 优化生产排程、提升生产效率和产品质量。通过这些技术的集成, 化工企业能够实现高度智能化的生产控制系统, 提升整体生产水平, 确保生产安全与稳定。

4 化工企业数字化改造的必要性与目标

4.1 数字化改造对提升企业竞争力的重要性

随着全球化和科技进步的不断加速, 化工行业面临着市场需求变化、生产环境复杂化以及成本压力不断增加等多方面挑战。传统的生产模式已经难以适应现代化管理与竞争的要求。数字化改造为企业提供了一种通过信息技术与智能化手段提升竞争力的有效途径。通过引入先进的自动化控制、数据分析、智能决策等技术, 化工企业能够实现生产过程的精确控制、资源的高效配置以及生产效率的显著提升。数字化转型不仅能够降低运营成本, 优化生产流程, 还能够提升产品质量, 增强企业的市场适应能力和创新能力。通过实现生产的智能化、信息化, 化工企业能够提高应对市场变化的灵活性, 增强企业的核心竞争力, 从而在激烈的市场竞争中立于不败之地^[2]。

4.2 化工企业数字化改造的主要目标

化工企业数字化改造的核心目标是通过信息技术与智能化手段的深度融合, 提升生产过程的效率、透明度和安全性。首先, 数字化改造能够实现生产设备的智能化, 通过实时监控与反馈机制, 确保生产过程中的每个环节都在最佳条件下运行, 降低故障率并提高生产稳定性。其次, 通过数据采集与分析技术, 企业能够实时获取生产数据, 进行精准预测和优化决策, 从而提升生产效率和资源利用率。数字化改造还可以通过提高产品质量控制的精确度, 实现产品的可追溯性, 进一步增强市场竞争力。最后, 数字化改造还需促进企业管理模式的升级, 实现生产、销售、库存、供应链等各个环节的协同与信息共享, 提升整体运营效率, 推动企业朝着智能化、绿色化的方向发展。

4.3 数字化转型的实施路径与战略

化工企业的数字化转型需要系统性规划和实施, 以确

保各个环节能够高效协同。数字化转型的首要步骤是确定数字化改造的战略目标，分析企业的当前技术水平与需求，制定切实可行的改造方案。其次，企业需要在数字化转型过程中进行基础设施的建设，提升信息技术基础设施、通信网络以及设备的智能化水平。对于生产环节，企业应逐步实现自动化与信息化的深度融合，通过引入 PLC、工业物联网、云计算、大数据等技术，优化生产过程中的资源配置与调度管理。在管理方面，企业应建立起全员参与的数字化文化，促进技术与管理的双向升级。最后，企业应注重人才的培养与技术支持，建设专业的数字化管理团队，以保障数字化改造的持续推进与技术创新。

5 PLC 在化工企业数字化改造中的关键技术

5.1 PLC 与工业物联网 (IIoT) 的结合

工业物联网 (IIoT) 技术使得各类工业设备能够通过传感器和网络互联，实现数据的实时采集与传输。PLC 作为自动化控制的核心，能够与物联网技术紧密结合，将生产线上的各类设备、传感器和监控系统集成到一个统一的平台中，实现设备间的信息交互与远程控制。通过 PLC 与物联网的结合，企业能够实现对设备的实时监控与故障预警，及时调整生产参数，确保生产过程的稳定性与安全性。物联网技术的应用使得 PLC 不仅仅局限于单一的控制功能，而是拓展为一个智能数据处理与分析的节点，提升了整体生产系统的智能化水平。通过 PLC 与 IIoT 的结合，企业能够实现更加精准的生产控制，提高生产效率和资源利用率，同时为数字化改造奠定坚实的基础^[3]。

5.2 数据采集与分析在数字化改造中的应用

数据采集与分析是数字化转型的核心内容之一。在化工企业的数字化改造中，PLC 通过与传感器、仪器和数据采集设备的联动，能够实时采集生产过程中的各类数据，如温度、压力、流量、湿度等关键参数。这些数据通过 PLC 系统传输到中央控制系统或云平台中进行存储与处理。数据分析技术能够对采集到的海量数据进行深度挖掘与分析，识别出潜在的生产瓶颈、设备故障或质量问题，并为决策者提供精准的优化建议。通过数据分析，企业能够在生产过程中及时发现问题，调整生产参数，优化工艺流程，从而提高生产效率、降低能耗，并保证产品的质量稳定。数据采集与分析不仅为智能制造提供了数据支持，还推动了生产决策的科学化与智能化，成为化工企业数字化改造中的关键技术。

5.3 PLC 与大数据、云计算技术的融合

PLC 与大数据、云计算的融合使得化工企业的数字化转型更加全面与高效。大数据技术能够处理和分析来自 PLC 系统、传感器和生产设备的大量数据，提取有价值的信息，帮助企业实现智能化决策和生产优化。云计算为大数据提供了强大的计算能力与存储资源，确保数据能够在云平台上高效存储、共享与分析。PLC 与云计算的结合使得企业能够实现跨地域、跨部门的数据协作与共享，提升了数据的实时性和可访问性。通过云计算平台，企业还能够对生产过程中的各类数据进行长期存储与归档，支持历史数据分析与未来趋势预测。这种技术的融合为化工企业提供了更强的数据处理能力和更广泛的应用场景，推动企业生产流程的智能化与透明化，为数字化改造提供了更为坚实的技术基础^[4]。

6 结语

在化工企业的智能制造与数字化改造过程中，PLC 技术发挥了至关重要的作用。通过实现生产过程的自动化和信息化，企业不仅提高了生产效率，降低了生产成本，还推动了企业在智能化管理、资源优化、环保等方面的提升。数字化转型不仅是提升企业竞争力的必由之路，也是应对日益复杂的市场需求和严格的环保法规的有效手段。尤其是在化工行业，面对高能耗、高污染的生产特性，数字化改造为企业带来了显著的环境效益和社会效益。随着工业物联网、大数据、云计算等技术的融合应用，化工企业能够更加精准地监控生产过程中的每一个环节，进行数据驱动的决策，从而实现智能化管理和优化生产过程。尽管在实施过程中仍面临技术、资金和人才等多方面的挑战，但随着技术的不断进步和行业经验的积累，化工企业的数字化转型将逐渐从实验阶段走向广泛应用，推动企业向更加智能、绿色和高效的方向发展。

参考文献

- [1] 熊姝涵,周倩茹.材料化工企业数字化转型研究——智能制造成熟度诊断案例分析[J].数字通信世界,2025,(03):235-237.
- [2] 刘嘉文.物联网与大数据融合在化工企业智能制造中的应用探索[J].信息与电脑,2025,37(03):84-86.
- [3] 丁玉林.智能制造在化工企业电气设备中的应用与发展前景[J].化工管理,2024,(30):92-95+108.
- [4] 潘培青.数字化转型让企业更智能——读《石油化工智能制造》[J].企业文明,2022,(06):17.