

化工机械自动化控制中 PLC 技术的应用探析

臧少锋¹ 杜建伟²

(1 中国核电工程有限公司 北京 100089; 2 江苏钮泰克科技有限公司 江苏 无锡 224000)

摘要: 本文主要探讨了化工机械自动化控制中 PLC 技术的应用。首先通过对 PLC 技术、化工生产过程的特点和自动化控制的需求进行概述。在此基础上,详细讨论了 PLC 技术在化工机械自动化控制中的具体应用,包括工艺控制、设备监控与故障诊断以及安全防护与报警系统。通过对某化工厂采用 PLC 技术实现自动化控制的案例进行分析,本文得出了 PLC 技术在提高生产效率、安全性和环保性能方面具有显著优势的结论。本文旨在为相关领域的研究与实践提供一定的参考和启示。

关键词: 化工机械; 自动化控制; PLC; 案例分析

0 引言

化工生产过程涉及多种复杂的物理和化学反应,对自动化控制的需求也日益凸显。自动化控制技术可以提高化工生产过程的稳定性、准确性和效率,同时降低生产成本,保障生产安全。因此,在化工行业中实现自动化控制已成为行业发展的重要趋势。可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)是一种广泛应用于工业自动化领域的控制设备^[1]。自问世以来,PLC 技术经历了几代发展,已成为工业自动化领域的核心技术之一。PLC 具有操作简单、可靠性高、实时性强、易于维护等优点,逐渐替代了传统的继电器、开关逻辑和计数器等控制方式,成为现代工业生产中不可或缺的控制手段^[2]。本文旨在探讨 PLC 技术在化工机械自动化控制中的应用,分析 PLC 技术如何提高化工生产效率、降低生产成本以及提高生产安全。对 PLC 技术在化工机械自动化控制中的应用进行深入研究,有助于提高化工行业的自动化水平,为化工行业的可持续发展提供技术支持。

1 PLC 技术概述

1.1 硬件组成与工作原理

硬件方面^[3]: PLC 由输入模块、输出模块、中央处理单元(CPU)和存储器等组成(表 1)。

1.2 软件组成与工作原理

软件方面^[4]: PLC 的软件主要包括编程语言和操作系统等(表 2)。

表 1 PLC 硬件组成

硬件部件	功能描述
输入模块	接收传感器、开关等设备的信号,将其转换为适合 PLC 内部处理的数字信号
输出模块	将 CPU 处理后的数字信号转换为适合执行器(如电机、阀门等)接收的信号,实现对目标系统的控制
中央处理单元 CPU	执行存储在存储器中的程序,处理输入信号,并生成相应的输出信号
存储器	存储用户编写的控制程序及实时数据等

表 2 PLC 软件组成

软件部件	功能描述
编程语言	用于编写 PLC 控制程序的工具,常见的 PLC 编程语言包括梯形图、指令列表、功能块图等
操作系统	管理 PLC 的硬件资源,提供与外部设备的通信接口,并调度、执行用户编写的控制程序

2 化工机械自动化控制要求

2.1 化工生产过程的特点

如图 1 所示,化工生产过程具有一些独特的特点,这些特点对自动化控制系统的设计和应用提出了特殊的要求^[5]。

(1) 连续性:许多化工生产过程是连续进行的,这意味着原料、中间产物和最终产品在生产线上以流动方式进行处理。连续性生产过程要求自动化控制系统具有高度的实时性和稳定性,以确保生产过程的连续、稳定。

(2) 批量性:与连续生产过程相对应的是批量生产过程,批量生产是指将一定量的原料按照特定的

生产步骤进行处理，直至得到最终产品。批量生产过程要求自动化控制系统具有良好的顺序控制能力，以确保各个生产阶段的正确执行。

(3) 复杂性：化工生产过程通常涉及多种物料、多个工艺步骤和多个参数的控制，这使得化工生产过程的控制变得相对复杂。复杂性要求自动化控制系统具有较高的灵活性和可扩展性，以适应不同的生产场景和需求。

(4) 可变性：由于原料成分、环境条件等因素的变化，化工生产过程的参数可能会发生波动。可变性要求自动化控制系统具有良好的自适应性和鲁棒性，以确保在各种工况下都能实现稳定、可靠的控制。

(5) 安全性：由于化工生产过程涉及易燃、易爆、有毒等危险物质的处理，生产过程中可能存在较高的安全风险。安全性要求自动化控制系统具有有效的安全防护和报警功能，以防止事故的发生和减轻事故的影响。

(6) 环保性：化工生产过程中可能产生污染物和废弃物，对环境造成一定影响。环保性要求自动化控制系统具有节能、减排等环保功能，以降低生产过程对环境的影响。



图 1 化工生产过程中的典型特点

2.2 化工机械自动化控制的需求

化工机械自动化控制在化工生产过程中发挥着至关重要的作用。自动化控制系统通过实时监控和调整生产过程中的各个参数，优化生产流程，能够显著提高生产效率。同时，自动化控制系统还能减少人为操作干预，降低人力成本。化工生产过程中涉及许多易燃、易爆、有毒等危险物质，安全性至关重要。自动化控制系统可以有效地监测和控制这些危险因素，防止事故的发生。当事故发生时，自动化控制系统能够迅速采取应急措施，降低事故的影响，确保生产安全。此外，环保性也是化工机械自动化控制的重要需求之一。

通过对生产过程的优化，自动化控制系统可以实现资源的合理利用，降低能耗和排放，减少对环境的影响。同时，自动化控制系统还能对废水、废气等污染物进行有效治理。化工生产过程中，参数波

动可能导致生产不稳定，自动化控制系统可以对波动参数进行实时监控和调整，保证生产过程的稳定，提高产品质量。此外，随着市场需求和原料供应等因素的变化，化工生产过程需要具备一定的灵活性。自动化控制系统可以快速适应这些变化，实现生产过程的灵活调整，满足不同的生产需求。最后，自动化控制系统具备可追溯性，可以记录生产过程中的各种数据，便于对生产过程进行分析和改进，同时为产品的质量追溯提供有力支持^[6]。

2.3 化工机械自动化控制系统的组成

化工机械自动化控制系统由多个组成部分构成，根据不同的需求会有不同的部件。一般控制系统由传感器、执行器、控制器、通信网络和监控操作界面等部分组成（表 3），共同完成整个控制过程，实现对生产过程的监测、控制和优化^[7]。

表 3 常见组成

部件	功能
传感器	检测生产过程中的物理量，并将其转换为电信号
执行器	根据控制器指令执行相应动作，如调节阀门、启停泵等
控制器	接收传感器信号，处理分析，并根据控制策略发出指令给执行器
通信网络	负责在控制系统中传输数据和信号
操作界面	显示系统运行状态、参数设定、故障诊断等信息，供操作人员监控和操作

3 PLC 技术在化工机械自动化控制中的应用

3.1 工艺控制应用

在化工生产过程中，PLC 技术在工艺控制方面发挥着重要作用。作为现代工业自动化的核心技术之一，PLC 技术能够实时监控、处理和调节生产过程中的关键参数，如温度、压力、流量等，从而确保生产过程的稳定和高效。同时，PLC 技术的高度可编程性和灵活性，以及与其他自动化系统的无缝集成特性，使其在化工机械自动化控制中具有广泛的应用前景。

在化工生产中，温度控制至关重要，因为许多化学反应都需要在特定温度范围内进行，以保证反应速率和产物质量。PLC 通过接收来自温度传感器的信号，实时监测生产过程中的温度变化，并根据设定的目标温度及控制策略，通过调节加热或制冷设备来控制温度。这种精确的温度控制有助于提高化

学反应的效率和产物质量。同样,压力控制在化工生产中也起着关键作用,许多化学反应和分离过程需要在特定压力下进行。PLC能够根据来自压力传感器的信号实时监测和调整压力,通过控制压缩机、泵等设备来保持生产过程中的压力稳定。良好的压力控制有助于优化生产过程,提高设备的使用寿命和降低能耗。准确的流量控制可以确保原料和反应物在恰当的比例下进入反应器,并保证产品的质量和产量。PLC通过接收来自流量传感器的信号,对各种流体的流量进行实时监控。根据预定的控制策略,PLC可以调整阀门、泵等设备来控制流量,从而保证生产过程的连续性和稳定性。通过对温度、压力和流量等关键参数的精确控制,PLC技术为化工生产过程提供了强大的支持^[8]。

3.2 设备监控与故障诊断

在化工生产过程中,设备的运行状况对整个生产过程的稳定性和生产效率具有重要影响。PLC技术可以实时收集和处理来自设备上各种传感器的信号数据,如温度、压力、振动、电流等。通过对这些数据的实时分析,PLC可以实时监控设备的运行状态,并在设备出现异常时进行报警,帮助操作人员及时采取措施。此外,通过对设备运行数据的长期分析,PLC技术可以识别出潜在的故障迹象,为预防性维护提供依据。PLC技术还可以结合先进的故障诊断算法,对设备运行数据进行深入分析,从而快速准确地识别故障原因,有助于减少设备故障排查时间,提高维修效率。同时,PLC技术还可以实现对设备维修过程的自动化控制,如自动切换到备份设备或降低生产速度等,以保证生产过程的稳定进行^[9]。

3.3 安全防护与报警系统

化工生产过程涉及多种化学物质和高压、高温等工艺条件,因此安全性对于化工生产具有重要意义。在安全防护方面,PLC技术可以实现对生产环境中各类安全隐患的实时监测,如可燃气体泄漏、温度过高、压力超限等。一旦检测到潜在危险,PLC系统将立即启动相应的安全防护措施,如自动切断电源、关闭阀门、启动应急排放系统等。通过这些自动化防护措施,PLC技术可以在第一时间应对安全事故,降低生产过程中的安全风险。

在报警系统方面,PLC技术可以实现对化工生产过程中各类异常情况的实时报警。通过与现场声光报警装置、监控系统等设备的联动,PLC技术可以

及时向操作人员发出报警信息,提高信息报告的及时性和准确性。同时,PLC技术还可以将报警信息上传至上位机或远程监控系统,便于生产管理人员对生产过程进行全面掌控^[10]。

4 典型案例分析

某化工厂位于安徽合肥工业新区,生产液体化肥,主要生产过程包括原料加料、混合、分离、浓缩等。为了提高生产效率和安全性,该厂引入了PLC技术来实现生产过程的自动化控制。

在引入PLC技术之前,该厂的生产过程主要依靠人工操作,生产效率较低,且容易出现安全事故。引入PLC技术后,生产过程中的现场环境、生产效率等得到了显著改善。根据现场数据统计,在引入PLC技术后,该厂的生产效率提高了30%左右。如图2所示,具体表现为:生产周期缩短,每小时产量从100t提高到130t;设备故障率降低,由原来的5%降低到2%;原料损耗减少,原料利用率提高了5%。

在安全性方面,引入PLC技术后,该厂的安全事故率显著降低。据统计,事故率由引入PLC技术前的每年5起降低到1起,下降了80%。通过实时监控设备运行参数,如温度、压力、流量等,PLC系统可以在设备出现异常时及时采取措施,避免事故发生。

此外,PLC技术还有助于提高化工厂的环保性能。在自动化控制下,生产过程中的废气、废水和废渣处理得到了有效管理。据统计,经过PLC技术改造后,该厂的废气排放量减少了20%,废水排放量减少了15%,如图3所示。

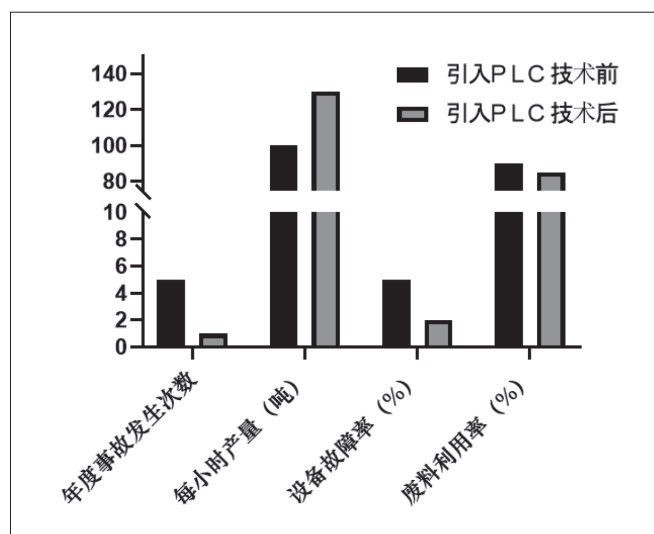


图2 生产效率相关数据对比

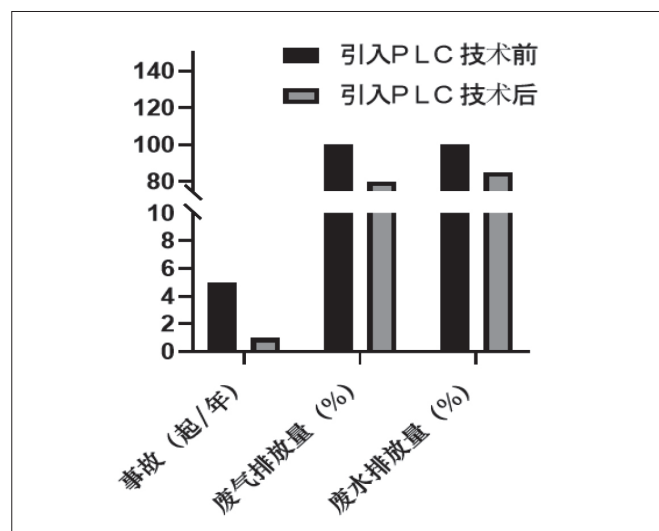


图3 安全性与环保相关数据对比

综上所述,这个化工厂采用 PLC 技术实现自动化控制的案例表明,PLC 技术在提高生产效率、安全性和环保方面具有显著的作用。这也充分证明了 PLC 技术在化工机械自动化控制中至关重要、应用前景广泛。

5 结语

本文对 PLC 技术在化工机械自动化控制中的应用进行了深入探讨。PLC 技术在化工机械自动化控制中具有显著的优势,能够提高生产效率、安全性和环保性能;具体表现为:生产周期缩短、产量提高、设备故障率降低、原料利用率提高、事故发生率减少以及废气和废水排放量降低等。随着自动化技术的发展和化工生产过程对自动化控制需求的不断提高,PLC 技术将在化工机械自动化控制领域发挥越来越重要的作用。因此,加强 PLC 技术的研究和应用,对于提升化工行业的整体竞争力具有重要的战略意义。

参考文献:

- [1] 徐子骏. PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析 [J]. 科技风, 2023 (09): 66-68.
- [2] 朱斐斐. 探究 PLC 技术在电气自动化控制中的应用 [J]. 时代汽车, 2023 (08): 7-9.
- [3] 赵云. PLC 技术在电气设备自动化控制中应用 [J]. 石化技术, 2023, 30 (03): 261-262.
- [4] 高汉昆. PLC 技术在工业电气自动化中的应用 [J]. 集成电路应用, 2023, 40 (03): 67-69.
- [5] 郝瑞卿, 任谦. 解析化工机械设备与电气自动化控制的有机结合 [J]. 粘接, 2021, 46 (05): 119-123.
- [6] Lavenue Cédric, Chauvenet Cédric, Treffiletti Paolo, et al. Standardization Challenges, Opportunities and Recent Evolutions for the G3-PLC Technology [J]. Energies, 2021, 14 (7): 1-18.
- [7] 钱宇洋. 化工机械设备及电气自动化控制研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41 (05): 36-38.
- [8] Dzemo Borovina, Matej Zajc, Aljo Mujcic, et al. Error Performance Analysis and Modeling of Narrow-band PLC Technology Enabling Smart Metering Systems [J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2020, 116 (03): 105536.
- [9] 左莉红. 机械自动化控制中 PLC 技术的应用 [J]. 东西南北, 2019 (23): 203.
- [10] 苗华. 化工机械设备以及电气自动化控制的有效结合 [J]. 粘接, 2019, 40 (10): 181-183.

作者简介: 臧少锋 (1985.10-), 男, 汉族, 江苏盐城人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 化工机械。