

工业 4.0 背景下 PLC 与云端协同控制系统的开发

张 贺

渤海水泥（葫芦岛）有限公司 辽宁葫芦岛

【摘要】在工业 4.0 背景下，PLC 与云端协同控制系统开发对于提升制造业智能化水平至关重要。本文分析了 PLC 与云端协同的必要性，指出其在数据采集、远程监控、设备协同及优化方面的重要作用。同时，探讨了开发过程中面临的关键技术挑战，包括数据传输与处理、网络安全、系统集成和实时性优化等。进一步提出了基于工业 4.0 的开发策略，涵盖系统架构设计、数据管理、网络安全、系统集成、实时性优化、标准与协议、测试与验证及人才培养等方面，旨在确保系统的高效、稳定和安全运行，推动工业自动化向智能化、网络化方向发展。

【关键词】工业 4.0；PLC；云端协同；开发策略；关键技术

【收稿日期】2025 年 6 月 11 日

【出刊日期】2025 年 7 月 10 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250307

Development of PLC and cloud collaborative control systems in the context of industry 4.0

He Zhang

Bohai Cement (Huludao) Co., Ltd., Huludao, Liaoning

【Abstract】In the context of Industry 4.0, the development of PLC and cloud collaborative control systems is crucial for enhancing the intelligence level of manufacturing. This paper analyzes the necessity of PLC and cloud collaboration, highlighting its significant role in data acquisition, remote monitoring, equipment coordination, and optimization. It also explores the key technical challenges faced during the development process, including data transmission and processing, network security, system integration, and real-time optimization. Furthermore, it proposes development strategies based on Industry 4.0, covering system architecture design, data management, network security, system integration, real-time optimization, standards and protocols, testing and validation, and talent cultivation. These strategies aim to ensure the efficient, stable, and secure operation of the system and promote the development of industrial automation towards intelligence and networking.

【Keywords】Industry 4.0; PLC; Cloud collaboration; Development strategy; Key technology

引言

随着工业 4.0 的推进，制造业正加速向智能化、数字化和网络化转型。PLC 作为工业自动化的核心设备，其与云端的协同控制成为提升生产效率、降低成本和优化产品质量的关键。这种协同不仅能够实现设备之间的互联互通，还能通过云端的强大计算能力优化生产过程。然而，开发 PLC 与云端协同控制系统面临着诸多技术挑战，需要从系统架构设计、数据管理、网络安全等多方面制定有效的开发策略，以推动工业自动化向更高层次发展。

1 工业 4.0 下 PLC 与云端协同的必要性分析

在工业 4.0 的背景下，制造业正朝着智能化、数字化和网络化的方向加速发展。这一变革的核心在于通过信息技术与工业生产的深度融合，实现生产效率的

大幅提升、生产成本的降低以及产品质量的显著改善。PLC（可编程逻辑控制器）作为工业自动化控制系统的核心设备，已经在传统工业生产中发挥了重要作用。然而，随着工业 4.0 的推进，PLC 的功能和作用需要进一步拓展和升级，以适应新的生产需求^[1]。

工业 4.0 的核心理念是实现生产设备之间的互联互通，以及生产设备与外部信息系统的无缝对接。这种互联互通不仅能够实现生产过程的自动化和智能化，还能够通过数据分析和优化实现生产效率的最大化。PLC 作为工业自动化控制系统的核心设备，其与云端的协同控制成为实现这一目标的关键环节。云端技术的引入为 PLC 提供了强大的数据处理和存储能力，同时也为生产过程的远程监控和管理提供了便利。PLC 与云端的协同控制能够实现生产数据的实时采集和传

输。在传统的工业生产中, PLC 主要负责现场设备的控制和数据采集,但数据的处理和分析能力有限。通过与云端的协同, PLC 可以将采集到的数据实时传输到云端进行处理和分析。云端强大的计算能力可以对这些数据进行深度挖掘,提取有价值的信息,从而为生产过程的优化提供支持^[2]。通过与云端的协同, PLC 可以将生产过程中的关键信息实时传输到云端,管理人员可以通过云端平台随时随地对生产过程进行监控和管理。这种远程监控和管理方式不仅提高了管理效率,还能够及时发现和解决生产过程中出现的问题。PLC 与云端的协同控制还能够实现生产过程的智能化优化。在工业 4.0 的背景下, PLC 与云端的协同控制还能够实现生产设备之间的协同工作。在传统的工业生产中,生产设备之间的协同主要依赖于人工调度和现场协调,这种方式不仅效率低下,而且容易出现协同失误。通过与云端的协同, PLC 可以实现生产设备之间的实时通信和协同工作。例如,在汽车制造过程中,多个生产设备需要协同工作才能完成一辆汽车的生产。通过 PLC 与云端的协同,这些设备可以实现自动调度和协同工作,从而提高生产效率和产品质量^[3]。

2 PLC 与云端协同控制系统开发的关键技术挑战

在工业 4.0 的背景下, PLC 与云端协同控制系统的开发面临着一系列关键技术挑战。这些挑战主要集中在数据传输与处理、网络安全、系统集成以及实时性要求等方面,每一个挑战都需要通过创新的技术手段来克服。

数据传输与处理是 PLC 与云端协同控制系统开发中的首要挑战。PLC 在工业现场采集的数据量庞大且复杂,包括设备运行状态、生产参数、传感器数据等。这些数据需要高效地传输到云端进行处理和分析。然而,工业现场的网络环境往往不稳定,数据传输的实时性和可靠性难以保证。此外,云端需要具备强大的数据处理能力,以应对海量数据的存储、分析和挖掘。数据的格式化和标准化也是一个重要问题,因为不同设备和系统产生的数据格式各异,需要统一的接口和协议来实现数据的无缝对接。网络安全是另一个关键挑战。PLC 与云端的协同意味着工业控制系统将暴露在网络环境中,这增加了被攻击的风险。工业控制系统通常涉及关键基础设施,一旦遭受网络攻击,可能导致生产中断、设备损坏甚至人员伤亡。此外,身份认证和访问控制机制也至关重要,以确保只有授权人员和设备能够访问系统。系统集成的复杂性也是开发过程中的一大难题。PLC 与云端协同控制系统需要将不同厂商的设

备、软件和通信协议进行整合^[4]。传统 PLC 系统大多是基于本地网络和专用协议构建的,而云端系统则依赖于开放的互联网和标准化的协议。这种异构系统的集成需要解决兼容性问题,确保各个组件能够无缝协同工作。工业生产过程通常对实时性有严格要求,例如在自动化生产线中,设备之间的协同需要在极短的时间内完成。PLC 与云端的协同需要确保数据传输和处理的低延迟,以满足实时控制的需求。除了上述技术挑战外,开发 PLC 与云端协同控制系统还需要考虑成本效益和用户友好性。系统的开发和维护成本需要在可接受的范围内,以确保其在工业生产中的广泛应用。同时,系统的用户界面需要简洁直观,以便操作人员能够快速掌握和使用。此外,系统的可靠性也是至关重要的,因为工业生产过程通常不允许长时间的停机。

在开发 PLC 与云端协同控制系统的过程中,还需要考虑与现有工业系统的兼容性。许多工业企业已经投入大量资金建设了现有的自动化系统,因此新的协同控制系统需要能够与这些现有系统无缝对接,而不是完全替代它们。这需要开发兼容性强的接口和中间件,以实现新旧系统的协同工作^[5]。最后,开发 PLC 与云端协同控制系统还需要关注法规和标准的合规性。工业控制系统通常受到严格的法规监管,特别是在涉及安全和环保方面。因此,系统的设计和开发需要符合相关的国家和国际标准,以确保其合法性和安全性。同时,随着工业 4.0 的发展,相关的法规和标准也在不断更新,系统需要具备良好的适应性,以应对未来的法规变化。

3 基于工业 4.0 的 PLC 与云端协同控制系统开发策略

在工业 4.0 的背景下,开发 PLC 与云端协同控制系统需要综合考虑技术、经济和实际应用需求等多方面因素,制定全面且有效的开发策略。这些策略应涵盖系统架构设计、数据管理、网络安全、系统集成、实时性优化、标准与协议、测试与验证以及人才培养等多个方面,以确保系统的高效、稳定和安全运行。系统架构设计是 PLC 与云端协同控制系统开发的基础。合理的架构能够确保系统的可扩展性、灵活性和高效性。在设计过程中,需要明确 PLC 与云端之间的功能划分和交互方式。PLC 应专注于实时数据采集和现场设备控制,而云端则负责数据存储、处理、分析以及全局优化。同时,架构设计还应考虑系统的分层结构,将数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层进行合理划分,以实现各层之间的高效协同。此外,采用模块化设计思想,

可以提高系统的灵活性和可维护性,便于后续的功能扩展和升级。数据管理是系统开发中的关键环节。PLC 采集的数据具有多样性和复杂性,因此需要建立有效的数据管理机制。数据的采集频率、格式化、压缩和传输策略都需要精心设计,以确保数据的完整性和实时性^[6]。在云端,数据存储方案应支持大规模数据的高效存储和快速检索,同时提供数据备份和恢复功能,以保障数据的安全性。数据的分析和挖掘是实现智能化控制的核心,通过机器学习和大数据分析技术,可以从海量数据中提取有价值的信息,为生产过程的优化提供决策支持。

在网络层面,部署防火墙、入侵检测系统和加密通信协议,确保数据传输的安全性。此外,建立严格的访问控制和身份认证机制,限制对系统的访问权限,防止未经授权的操作。系统集成是实现 PLC 与云端协同控制的关键步骤。由于工业现场通常存在多种不同厂商的设备和系统,因此需要解决异构系统的集成问题。开发标准化的接口和协议,确保不同设备之间的无缝通信。同时,利用中间件技术,实现数据的转换和适配,提高系统的兼容性。在系统集成过程中,还需要考虑系统的可扩展性,以便在未来能够方便地添加新的设备和功能模块。实时性优化是确保系统高效运行的重要保障。工业生产过程对实时性有严格要求,因此需要优化数据传输和处理流程,减少延迟。在 PLC 与云端之间的数据传输中,采用高效的通信协议和数据压缩技术,降低数据传输时间。在云端,优化数据处理算法,提高系统的响应速度。此外,通过边缘计算技术,将部分数据处理任务下放到靠近 PLC 的边缘设备上,进一步提高系统的实时性^[7]。标准与协议的制定和遵循是系统开发中的重要环节。工业 4.0 的发展需要统一的标准和协议来确保不同系统之间的互操作性。积极参与国际和国内标准的制定工作,推动 PLC 与云端协同控制系统的标准化发展。在开发过程中,需要进行全面的测试和验证,包括单元测试、集成测试和系统测试。单元测试主要针对系统的各个模块进行功能验证;集成测试则关注模块之间的协同工作;系统测试则在实际工业环境中对整个系统进行全面测试,确保其满足生产

需求。此外,还需要进行安全测试,评估系统的抗攻击能力和数据保护能力。通过严格的测试与验证,确保系统在实际应用中的可靠性和稳定性。人才培养是实现 PLC 与云端协同控制系统开发的重要支撑。工业 4.0 的发展需要既懂工业自动化又懂信息技术的复合型人才^[8]。

4 结语

PLC 与云端协同控制系统开发是工业 4.0 背景下制造业转型升级的重要方向。通过分析协同控制的必要性,明确其在提升生产效率、优化生产过程中的重要作用;针对开发过程中的关键技术挑战,提出系统架构设计、数据管理、网络安全等多方面的开发策略,为系统的高效、稳定和安全运行提供了保障。

参考文献

- [1] 庄鑫财.智能制造工业 4.0 时代下“PLC 实践教学体系”探索与研究[J].科技风,2025,(09):38-40.
- [2] 李冬冬,石科.工业 4.0 视角下 PLC 系统的优化策略[J].化工管理,2024,(12):93-97.
- [3] 杨富跃.PLC 在电气自动控制中的应用与关键技术分析[J].电气技术与经济,2023,(10):174-176.
- [4] 杨强.PLC 在智能机械控制上的应用与关键技术分析[J].大众标准化,2023,(03):174-176.
- [5] 邱铁军,许莹,肖智旗.基于 PLC 的换电站设备安装调试关键技术研究[J].电气技术与经济,2025,(03):93-95.
- [6] 闫哲.PLC 在智能机械控制上的应用与关键技术分析[J].中国信息界,2024,(08):225-227.
- [7] 丁文康.PLC 程序的远程升级关键技术研究[D].齐鲁工业大学,2024.
- [8] 郑苏芮.基于 PLC 控制的熟化智能立体仓库设计及关键技术研究[D].山东理工大学,2024.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

