

[PLC]

工业自动化中PLC实时监测与故障诊断研究

文/蒲亮
石河子工程职业技术学院

搭建基于边缘云计算和基于中心云计算的两种PLC实时监测与故障诊断系统，并分析它们在技术可行性、经济合理性等方面的优劣。在此基础上提出基于数据驱动和基于知识库的两种故障处理流程。最后根据边缘云计算系统的需求和实际情况，提出针对不同场景的故障处理流程选择建议。

随着工业自动化的发展，可编程逻辑控制器（PLC）作为一种重要的工业控制设备，广泛应用于各个行业。工业自动化领域中，PLC作为一种可编程的数字电子装置，能够模拟现场设备和设施的管理与控制，具有高可靠性、强灵活性和可扩展性等优点。在现代工业生产中，PLC实时监测与故障诊断已成为提高生产效率、保障安全可靠性的的重要手段。然而，随着工业领域数据规模的急剧增长以及工业自动化系统的复杂性日益提高，传统的PLC监测与诊断方法面临着一系列挑战。

传统的PLC监测技术主要依赖于本地数据采集与分析，其局限性在于处理能力和实时性的局限性，无法满足工业自动化系统数据规模庞大和实时性要求的挑战。而大数据技术的出现为解决这一问题提供了新的思路，通过将PLC实时监测数据与大数据技术相结合，可以实现对大规模产生的实时数据的高效处理与分析，进而实现对PLC设备运行情况的全面了解和故障诊断的精确定位。

在大数据技术中，云计算技术无疑是一种具有巨大潜力的解决方案。云计算技术可以分为边缘云计算和中心云计算两个体系。边缘云计算通过PLC的控制系统，结合分散控制系统进行边缘云计算，减少了数据在网络传输中的延迟与带宽消耗；而中

心云计算将大数据集中进行处理与分析，具有强大的存储和计算能力。

在工业自动化中，PLC实时监测和故障诊断与大数据技术结合，特别是云计算技术，为工业自动化系统的监测与诊断提供了创新思路与解决方案。

边缘云和中心云PLC实时监测与故障诊断系统应用方案对比

随着工业自动化水平的不断提升和生产设备的复杂化，对于PLC实时监测与故障诊断系统的研究和应用需求日益迫切。本文分别基于边缘云计算和基于中心云计算，针对工业自动化中的PLC实时监测与故障诊断进行深入分析。

1. 基于边缘云计算的PLC实时监测与故障诊断系统

首先搭建一套基于边缘云计算的PLC实时监测与故障诊断系统，系统架构如图1所示。整个系统架构分为现场级、项目级和企业级三层。现场级指的是在工业自动化生产现场架设大量的传感器、探测器，完成对工作现场数据的搜集，搜集的数据通过5G基站上传至分散控制系统，进行移动边缘计算。项目级指的是通过PLC的控制系统，结合分散控制系统进行移动边缘计算，完成数据的初始处理，实现现场的实时监测与故障诊断，并且可以直

接对现场设备进行控制。企业级指的是，分散控制系统在进行移动边缘计算后，将计算得到的数据上传至工业自动化分散控制云平台进行数据处理，还包括MES、ERP、PLM。经过工业自动化分散控制

云平台处理后，可以通过外部网关对其进行访问，实现外部应用可视化实现，亦可用于全产业链企业信息系统打造。

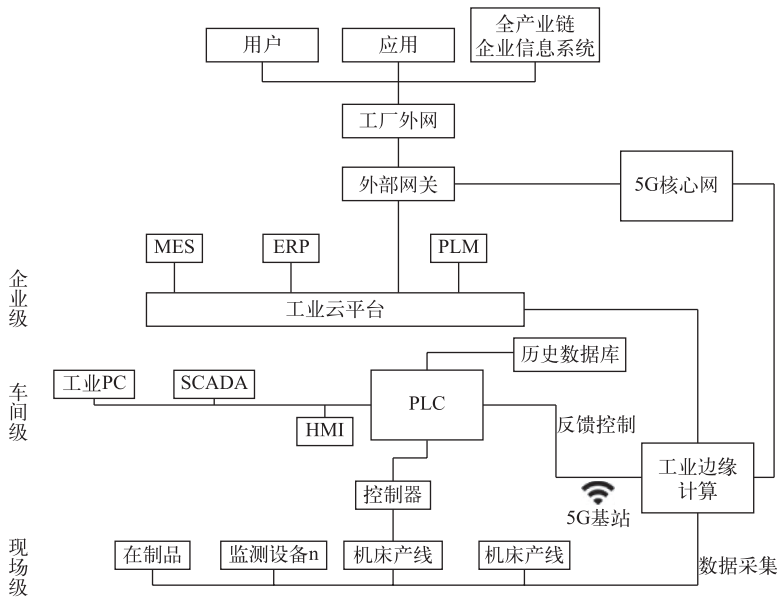


图1 基于边缘云计算的PLC实时监测与故障诊断系统

2. 基于中心云计算的PLC实时监测与故障诊断系统

本文还搭建了一套基于中心云计算的PLC实时监测与故障诊断系统，系统架构如图2所示。整个系统通过在工业自动化生产现场不同的重点区域设置监测点，监测点内设置了大量的传感器，实现对监测点处生产数据的实时监测和故障诊断，监测数据通过局域网将数据汇总至监测点内，监测点再将数据上传至基于中心云计算的PLC实时监测与故障诊断系统，实现人员的远程访问和服务，最终该系统的数

据可以上传至中心大数据云平台，实现数据处理和远程访问。

3. 基于边缘云计算和基于中心云计算的方案比选

综合考虑两种系统方案在技术可行性、经济合理性、时间性以及与其他工作影响等方面的对比，本文进行了边缘云和中心云方案的对比分析，结果见表1。

由表1可知，基于边缘云计算的系统在多个维度上具备较好的特点，适合需要快速实施、对现场设备进行直接控制、注重安全性和用户体验的场景。而基于中心云计算的系统虽然可以实现远程访问和服务、具有较好的可扩展性和安全性，但在灵活

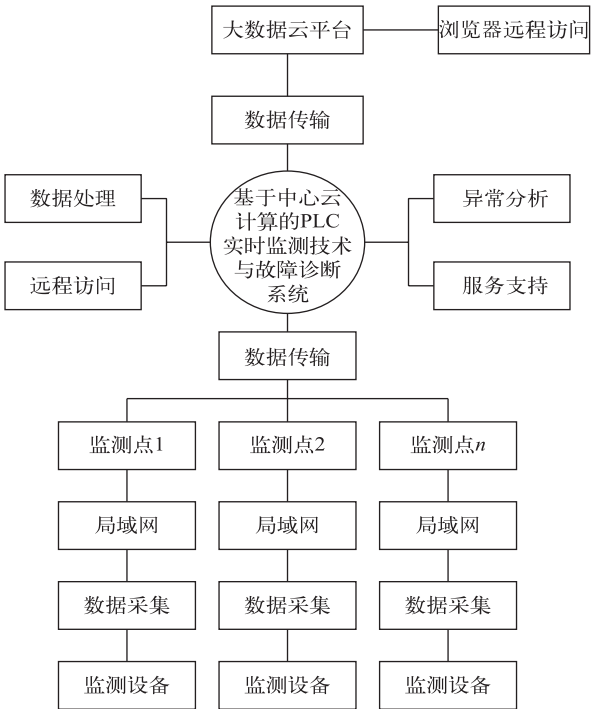


表1 边缘云和中心云方案对比

方案对比维度	基于边缘云计算的系统	基于中心云计算的系统
技术可行性分析	该方案利用边缘云计算技术，能够在现场进行实时监测与故障诊断，具有较高的技术可行性	该方案利用中心云计算技术，能够实现远程访问和服务，具有较高的技术可行性
技术可行性分析	在原材料费用上略高于基于中心云计算的系统，但人工费用相对较低，整体经济合理性较好	在原材料费用上略低于基于边缘云计算的系统，但人工费用相对较高，整体经济合理性较一般
时间性分析	由于在现场进行边缘云计算，系统的实施时间相对较短，能够快速实现实时监测与故障诊断	由于涉及中心云计算，系统的实施时间相对较长，需要一定的时间来实现远程访问和服务
与其他工作影响	该方案对现场设备进行直接控制，对其他工作影响较小，能够提高生产效率	该方案需要通过中心大数据云平台进行数据处理和远程访问，对其他工作影响较大，需要整合多个系统，可能导致实施周期较长
安全性分析	由于数据处理在现场进行，安全性相对较高	由于数据处理在云平台进行，安全性相对较好
灵活性分析	灵活性较好，能够根据现场需求进行调整	灵活性较差，需要通过中心平台进行调整
可扩展性分析	可以根据需求进行扩展，适应不同规模的生产环境	可扩展性较好，能够适应不同规模的生产环境
用户体验分析	用户可以在现场直接监测数据，体验较好	用户可以通过远程访问进行监测，但与现场体验相比较差
选取结论	该方案在技术可行性、经济合理性、时间性、安全性、灵活性、可扩展性和用户体验上均具备较好的特点，适合需要快速实施且对现场设备进行直接控制的场景	该方案适合需要远程访问和服务，对现场设备进行远程监控的场景，但实施周期较长，对其他工作影响较大

基于数据驱动和基于知识库的PLC工业自动化系统故障处理流程

为了更加适配基于边缘云计算的PLC实时监测与故障诊断系统，为该系统提供了两种故障处理流程。

1. 基于数据驱动的PLC工业自动化系统故障处理流程

基于数据驱动的PLC工业自动化系统故障处理流程，流程如图3所示。该流程先获取监测参数，随后大数据分析进行标签识别，一旦发现异常则进入专家系统进行故障诊断，随后对故障进行定位，确定故障原因，进行失效模式分析，再进行失效机理分析，最终输出设备健康状态，完善故障诊断记录，输出解决方案。

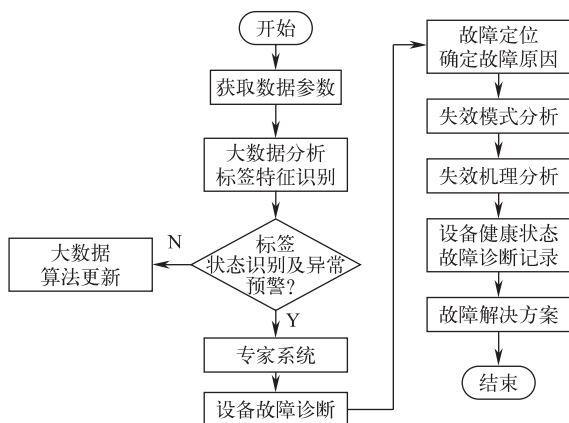


图3 基于数据驱动的PLC工业自动化系统故障处理流程

2. 基于知识库的PLC工业自动化系统故障处理流程

基于知识库的PLC工业自动化系统故障处理流程中，流程如图4所示。该流程先获取各项设备的检测数据，随后进行数据预处理及特征提取，再筛选有效特征数据，在进入故障预测诊断模型中，可以得到故障监测结果，即可进入故障诊断知识库，进而确定故障原因，一旦故障监测结果超出知识库范畴，还可以对数据库进行更新。

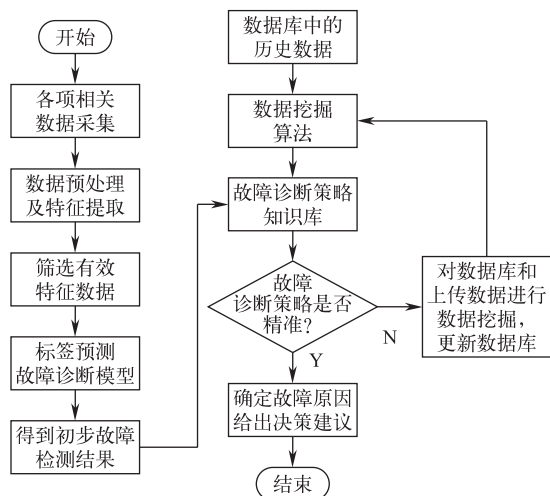


图4 基于知识库的PLC工业自动化系统故障处理流程

3. 基于数据驱动和基于知识库的流程对比

从技术可行性、经济合理性、时间性和安全性等几个方面对基于数据驱动和基于知识库两个流程进行了对比分析，结果见表2。

表2 基于数据驱动和基于知识库的流程方案对比

维度	基于数据驱动的流程	基于知识库的流程
技术可行性	需要大数据分析和专家系统支持，对技术要求较高	依赖于故障预测诊断模型和知识库的积累，技术实施相对较简单
经济合理性	需要投入大量资源用于大数据分析和专家系统的建设	相对成本较低，主要投入在故障预测诊断模型的建设和知识库的维护
时间性	故障诊断过程相对较长，需要进行大数据分析和专家系统的判断	故障诊断过程相对较快，依赖于故障预测诊断模型的快速判断
安全性	需要确保大数据分析和专家系统的准确性和可靠性	故障预测诊断模型的准确性对系统安全性有一定影响
灵活性	对实时数据响应较慢，不太适合对实时性要求高的场景	对实时数据响应较快，适合对实时性要求高的场景
可扩展性	随着数据量的增加，需要不断优化大数据分析和专家系统	随着知识库的积累和模型的更新，可逐步提升系统的可扩展性
用户体验	相对较慢的故障诊断速度可能影响用户体验	相对较快的故障诊断速度有利于提升用户体验

基于数据驱动的流程和基于知识库的流程在多个维度下都有各自的优势和劣势。基于数据驱动的流程在技术可行性和灵活性方面较为薄弱，需要大量资源用于大数据分析和专家系统的建设，且对实时数据响应较慢，不太适合对实时性要求高的场景。而基于数据驱动的流程在安全性和用户体验方面表现较好，能够确保大数据分析和专家系统的准确性和可靠性，从而提升系统的安全性和用户体验。

相反，基于知识库的流程在经济合理性和时间性方面表现较好，相对成本较低且故障诊断过程相对较快，依赖于故障预测诊断模型的快速判断。此外，基于知识库的流程在灵活性和可扩展性方面也具备一定优势，对实时数据响应较快，适合对实时性要求高的场景，并且随着知识库的积累和模型的更新，可逐步提升系统的可扩展性。

结束语

在工业自动化系统中，PLC作为控制设备的核心，其与云计算技术的结合无疑是一种具有巨大潜力的方案。本文分别基于边缘云计算和基于中心云计算，针对工业自动化中PLC实时监测与故障诊断进行深入分析，并各自为其搭建系统架构，发现基于边缘云计算的系统在多个维度上具备较好的特点。为了更好地适配基于边缘云计算的系统，本文

提供基于数据驱动和基于知识库的PLC工业自动化系统故障处理流程，综合考虑两种流程的优劣势，可以根据具体的工业自动化环境需求和系统特点来选择合适的故障处理流程。如果对实时性要求较高，且注重系统的安全性和用户体验，则可以考虑采用基于数据驱动的流程；如果更注重经济合理性和时间性，并且需要灵活性和可扩展性，则可以选择基于知识库的流程。EA

(收稿日期：2024-01-11)

参考文献

[1] 郑伟锋. 工业自动化系统中各种通信方式及其应用分析[J]. 电工技术, 2023, (22): 8-11.

[2] 舒奕杨, 岳伟挺. 基于云计算的船舶冷却泵变频智能控制技术[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(6): 125-128.

[3] 郭贺铨. 边缘计算助力工业互联网[J]. 自动化博览, 2023, 40(2): 10-13.

[4] 原崇蛟, 郭肖旺, 贡春燕. 工业互联网时代的PLC发展趋势研究[J]. 网络安全与数据治理, 2022, 41(11): 16-21.

[5] 孟建, 薛峰. 基于PLC联网、万兆环网和组态软件的智控平台研究[J]. 煤炭科技, 2022, 43(5): 103-111+116.

