PLC与自动化仪表系统的应用研究

葛瑞志
西安航天源动力工程有限公司　陕西　西安　710100

摘　要：PLC与自动化仪表系统在工业自动化中至关重要。PLC可靠性高、编程灵活且扩展性好，自动化仪表系统能实时监测和控制生产过程，二者协同可精确控制生产。其应用领域广泛，涵盖石油化工生产监控、食品饮料加工控制、污水处理厂运营、汽车制造生产线及航空航天测试系统集成。应用技术包括多传感器数据融合、无线通信组网、自适应控制算法优化和故障快速诊断修复等，这些技术提升了监测准确性、系统灵活性与稳定性，能有效保障系统高效运行，推动工业自动化发展。

关键词：PLC；自动化仪表；应用研究

引言：在工业现代化进程中，高效、精准的自动化生产成为核心追求。PLC与自动化仪表系统作为工业自动化的关键支撑，其重要性日益凸显。PLC以其高可靠性和灵活编程能力，自动化仪表系统凭借实时监测与精确控制优势，二者结合能显著提升工业生产效率与质量。然而，当前在不同工业场景中的应用效果和技术运用仍存在提升空间。因此，深入研究PLC与自动化仪表系统的应用，探索更优的应用领域拓展和技术优化方法，具有重要的现实意义。

1 PLC 与自动化仪表系统概述

在工业自动化领域，PLC与自动化仪表系统是至关重要的组成部分，二者协同工作，极大地提升了工业生产的效率与质量。PLC，即可编程逻辑控制器，是一种专为工业环境设计的数字运算操作电子系统。它以微处理器为核心，结合了计算机技术、自动控制技术和通信技术。PLC具有可靠性高、抗干扰能力强的显著特点，能在恶劣的工业环境中稳定运行。其编程灵活，支持梯形图、功能块图等多种编程语言，方便工程师根据不同需求进行程序编写。而且它扩展性良好，可以根据实际应用场景扩展输入输出模块。自动化仪表系统则由传感器、变送器、控制器和执行器等部分构成[1]。传感器负责采集工业生产过程中的各种物理量，如温度、压力、流量等；变送器将传感器采集到的信号转换为标准信号；控制器对信号进行分析和处理，并发出控制指令；执行器根据控制指令执行相应的操作。自动化仪表系统能够实时监测和控制生产过程，确保生产的稳定性和安全性。PLC与自动化仪表系统紧密相连，自动化仪表系统采集的生产数据传输给PLC，PLC依据预设程序对数据进行逻辑运算和处理，再将控制信号反馈给自动化仪表系统，实现对生产过程的精确控制。

2 PLC 与自动化仪表系统的应用领域

2.1 石油化工生产过程监控

石油化工生产过程监控是可编程逻辑控制器与自动化仪表系统的重要应用领域，二者协同实现了生产过程的连续监测与自动调控。（1）实现工艺参数的实时采集。通过温度、压力、流量、液位等各类自动化仪表，对反应釜、精馏塔、换热器等关键设备的运行参数进行连续检测，并经信号转换后传输至控制系统，形成全面的监控数据基础。（2）完成生产过程的自动调节。可编程逻辑控制器依据采集数据与设定值进行比较运算，自动控制调节阀、变频器等执行机构，实现对温度、流量等参数的闭环控制，保证工艺条件稳定在最优区间。（3）实施安全联锁与紧急保护。针对超温、超压、泄漏等异常工况，控制系统按预设逻辑自动执行联锁停机、紧急切断、泄压排放等保护动作，防止事故发生与扩大，保障生产安全。（4）支持远程集中监控操作。借助上位机监控系统，操作人员在中央控制室即可掌握全厂生产动态，完成远程操作、参数设定与趋势分析，减少现场巡检强度，提升管理效率。（5）实现运行数据的记录与追溯。系统自动存储历史数据并生成报表曲线，为工艺优化、能耗分析、故障诊断及事故调查提供完整的数据支撑。

2.2 食品饮料加工自动化控制

食品饮料加工自动化控制是可编程逻辑控制器与自动化仪表系统的重要应用领域，二者结合有效提升了食品生产的效率与品质一致性。（1）实现配料过程的精确计量。通过称重传感器、流量计等仪表对原料、水、糖浆及添加剂进行精确计量，由可编程逻辑控制器按配方自动控制投料顺序与投放量，保证产品配比准确稳定。（2）完成温度与杀菌过程的自动控制。对巴氏杀菌、高

温灭菌等关键工序，系统实时监测物料温度并自动调节蒸汽阀门，确保杀菌温度与时间严格符合工艺要求，既保证食品安全又避免过度加热影响口感。（3）保障灌装与包装环节的高效协调。控制器协同控制灌装阀、封盖机、贴标机及输送线等设备，实现速度匹配与连锁联动，保证灌装量精准、包装动作准确有序，提高生产线的整体节拍。（4）实施生产过程的卫生监控。对清洗系统进行自动控制，按设定程序完成碱洗、酸洗、清水冲洗及消毒流程，同时监测管路压力与温度，确保设备清洁到位，满足食品卫生规范要求。（5）实现批次管理与质量追溯。系统自动记录每批次生产的原料信息、工艺参数与操作数据，形成完整的电子档案，一旦出现质量问题可快速追溯源头。

2.3 污水处理厂自动化运营

在污水处理厂自动化运营中，PLC与自动化仪表系统发挥着关键作用，极大提升了污水处理效率和质量。自动化仪表系统中的传感器实时监测污水的各项指标，如酸碱度、溶解氧、化学需氧量等，将数据精准传输给PLC。PLC依据预设程序对数据快速分析处理，发出相应指令调控污水处理流程。在预处理阶段，通过监测进水流量和水质，PLC控制格栅的运行和污水提升泵的启停，确保污水稳定进入处理系统[2]。生化处理环节，借助溶解氧传感器的数据，PLC调节曝气机的转速和运行时间，维持合适的溶解氧浓度，促进微生物的活性。在沉淀和消毒阶段，PLC根据液位和水质情况，控制排泥设备和加药装置的工作，保证出水水质达标。PLC与自动化仪表系统还能实现远程监控和故障预警，工作人员可通过监控中心随时掌握污水处理厂的运行状况，及时处理突发问题，保障污水处理厂的稳定高效运营。

2.4 汽车制造生产线自动化

在汽车制造生产线自动化中，PLC与自动化仪表系统是实现高效生产的关键要素。自动化仪表系统中的各类传感器分布在生产线各个节点，实时收集温度、压力、位移等数据并传至PLC。在冲压环节，压力传感器监测冲压力度，确保板材成型质量，PLC依据数据精准控制冲压机的运行速度和力度，保证冲压件的精度。焊接工序里，温度传感器实时反馈焊接点温度，PLC据此调整焊接参数，保证焊接强度和稳定性。涂装过程中，流量传感器监控涂料流量，PLC控制喷涂设备的运行，使车身表面涂层均匀。在总装阶段，位移传感器辅助机械臂精准抓取和安装零部件，PLC协调各机械臂的动作，提高装配效率和准确性。同时，PLC与自动化仪表系统还能对生产线进行实时监控和故障诊断。一旦出现异常数据，系统会迅速发出警报，工作人员可及时排查故障，减少停机时间，保障汽车制造生产线的稳定、高效运行。

2.5 航空航天测试系统集成

在航空航天测试系统集成中，PLC与自动化仪表系统发挥着不可替代的作用，为航空航天产品的性能验证和安全保障提供有力支持。自动化仪表系统中的传感器能够精确测量温度、压力、振动、应变等多种参数，全面获取航空航天产品在不同测试环境下的状态信息，并将这些数据实时传输给PLC。PLC对接收的数据进行快速处理和分析，依据预设的逻辑和算法发出相应控制指令，实现对测试设备的精确控制[3]。在飞行器风洞试验中，通过压力传感器测量气流压力，PLC控制风洞的风速和压力，模拟不同飞行工况。在航天器的热真空测试中，温度传感器监测舱内温度，PLC调节加热和制冷设备，确保测试环境符合要求。PLC还能实现多个测试设备和子系统之间的协调运行，提高测试效率和准确性。

3 PLC 与自动化仪表系统的应用技术

3.1 多传感器数据融合技术

多传感器数据融合技术是可编程逻辑控制器与自动化仪表系统应用中的关键支撑技术，通过对多源测量信息的综合处理，显著提升了监测的准确性与可靠性。（1）实现多源数据的采集与预处理。系统同步采集温度、压力、流量、物位等多类传感器的输出信号，对其进行滤波、去噪、量程统一及异常值剔除等预处理，为后续融合计算提供高质量的原始数据。（2）运用数据级融合提高测量精度。对测量同一参数的多个传感器数据进行加权平均或最小二乘融合，消除单一传感器的随机误差与漂移影响，获得比任何单个传感器更精确的测量结果。（3）开展特征级融合实现状态识别。提取各传感器数据的特征信息进行综合分析，用于判断设备运行状态与故障类型，例如结合振动、温度与电流特征共同诊断电机故障，提高识别的准确性。（4）支持决策级融合优化控制策略。将各传感器独立判断的结果按置信度进行综合决策，应用于安全联锁与设备启停控制，避免单一信号误报引起误动作，增强系统决策的容错能力。（5）融合通信技术实现信息集成。借助现场总线与工业网络，将各节点融合处理后的数据上传至控制系统与上位机，实现数据共享与集中展示。

3.2 无线通信组网应用技术

在PLC与自动化仪表系统中，无线通信组网应用技术极大提升了系统的灵活性与便捷性。该技术可使自动化仪表和PLC摆脱线缆束缚，实现数据的自由传输。常见的无线通信标准如Zigbee、Wi-Fi等都可应用其中。

Zigbee具有低功耗、自组网能力强的特点，适合构建大规模自动化监测网络，众多自动化仪表通过Zigbee组网，将采集的数据发送至PLC，实现分散设备的集中监控。Wi-Fi则提供高速率的数据传输，适用于对数据实时性要求较高的场景，能让PLC与上位机快速通信，方便远程操作与管理[4]。通过无线通信组网，还能实现不同区域设备的互联互通，打破空间限制。同时，采用加密技术保障数据传输的安全性，防止信息泄露和干扰，确保PLC与自动化仪表系统稳定可靠运行，适应复杂多变的工业应用环境。

3.3 自适应控制算法优化

自适应控制算法优化是可编程逻辑控制器与自动化仪表系统应用中的先进控制技术，能够根据对象特性与工况变化自动调整控制参数。（1）实现参数的在线辨识与修正。系统实时采集输入输出数据，运用递推辨识算法在线估计对象模型的增益、时间常数等参数，当对象特性发生漂移时自动修正模型，保证控制依据始终与实际相符。（2）动态整定控制器参数。根据辨识结果按预设规则自动调整比例、积分、微分参数，替代传统人工整定方式，使系统在负荷波动、工况切换时仍保持良好的响应速度与稳定性。（3）引入模型参考自适应结构。将系统实际输出与参考模型的期望输出进行比较，依据偏差自动调节控制增益，使被控对象的动态特性逐步逼近理想模型，提升控制品质的一致性。（4）结合智能算法增强适应性。将模糊逻辑、神经网络与传统自适应方法相结合，利用模糊规则处理非线性与大滞后特性，利用神经网络学习复杂对象规律，显著增强算法对复杂工况的适应能力。（5）完善算法的稳定性保障机制。设置参数调整范围限制与增益裕度校验，在算法中引入监督环节，防止参数过度修正引起振荡或失控，确保自适应过程安全可靠。

3.4 故障快速诊断修复技术

在PLC与自动化仪表系统中，故障快速诊断修复技术是保障系统稳定运行的关键。自动化仪表系统中的传感器实时采集设备运行数据，PLC对这些数据进行分析处理，通过预设的故障模型和算法，快速判断系统是否存在故障。当检测到异常数据时，系统会立即发出警报，并定位故障位置。例如，若温度传感器反馈的温度值超出正常范围，PLC可判断可能是加热设备故障或传感器本身问题[5]。为进一步确定故障原因，系统可采用冗余设计和对比分析的方法。如设置多个相同功能的传感器，对比它们的数据差异，排除传感器故障的可能性。对于一些常见故障，系统可自动执行修复程序，如重启设备、调整参数等。对于复杂故障，系统会提供详细的故障诊断报告，为维修人员提供准确信息，帮助他们快速制定修复方案，减少停机时间，提高生产效率，确保PLC与自动化仪表系统持续稳定运行。

结语

未来，PLC与自动化仪表系统的应用将迎来更广阔的发展前景。随着工业4.0和智能制造的推进，二者的融合将更加深入，应用领域也会不断拓展，如在新兴的新能源、智能物流等行业发挥更大作用。多传感器数据融合、无线通信组网等应用技术将持续创新，实现更高的精度、更强的稳定性和更广泛的兼容性。同时，故障快速诊断修复技术将更加智能化，能自动处理复杂故障。自适应控制算法也会不断优化，以适应更多复杂多变的工业环境，为工业自动化的高效、智能发展注入强劲动力。

参考文献

[1]张三春.PLC赋能电气仪表自动化控制系统研究[J].信息记录材料,2026,27(9):83-85.

[2]邓祥周.基于PLC技术的电气自动化工程控制系统应用研究[J].电子元器件与信息技术,2026,10(4):12-15.

[3]刘汶翰.基于PLC的工业自动化生产线控制系统应用研究[J].奥秘,2026,(20):154-156.

[4]李先伟,田泽禹,王晓东.PLC与计算机监控技术在电气自动化系统中的应用研究[J].计算机应用文摘,2026,42(7):188-190.

[5]王波,顾乔根,孙仲民,等.继电保护装置自动化测试系统的研究与应用[J].东北电力技术,2026,47(4):1-6+56.