

基于国产PLC的水电厂自动控制系统研究

罗 永

贵州北源电力股份有限公司 贵州 遵义 563400

摘 要：本文聚焦国产PLC在水电厂自动控制系统的应用研究。阐述水电厂自动控制系统的构成与生产流程，分析国产PLC在其中的实时监控、自动调节、数据处理及故障诊断等功能，探讨硬件设计、软件编程及通讯接口配置，并详述系统设计要点。研究表明，国产PLC助力水电厂实现高效自动化控制，提升运行稳定性与经济效益，为水电厂智能化发展提供有力支撑。

关键词：国产PLC；水电厂自动控制；系统设计

1 水电厂自动控制系统概述

水电厂自动控制系统是保障水电厂安全、稳定、高效运行的关键。水电厂生产流程中，水能需经多次转换并升压输送至电网，自动化控制系统在此过程中不可或缺。该系统由硬件和软件构成：硬件方面，传感器采集水位、电压等数据，控制器分析处理并发出指令，执行机构依令操作设备，通信设备保障子系统间信息互通；软件方面，监控软件提供可视化界面，控制算法程序实现自动发电、电压调节等功能，数据管理软件负责数据存储与分析，为运行管理提供支持。通过软硬件协同，系统能实时监控设备状态，及时发现并处理故障，还可根据电网负荷和水位变化自动调节发电功率，提升自动化水平和经济效益^[1]。在当前国际形势下，保障关键基础设施自主可控性意义重大。水电厂作为国家能源体系重要部分，其自动控制系统采用国产PLC具有多重战略意义。使用国产PLC可减少对外技术依赖，降低外部技术封锁或供应中断风险，确保水电厂稳定运行。同时，国产PLC性价比高，能按国内水电厂实际需求定制开发，满足特殊要求，降低建设和维护成本。因此，研究国产PLC在水电厂自动控制系统中的应用具有重要现实意义。

2 国产 PLC 的水电厂自动化控制系统的功能

2.1 实时监控与报警

国产PLC构建的水电厂自动化控制系统，实时监控与报警功能强大。它借助各类传感器，实时采集水电厂设备运行参数与状态信息，像发电机转速、电压、电流，水轮机导叶开度、流量，变压器油温、绕组温度等。数据以高频次采集并传输至PLC，经其处理分析后，在监控界面以图表、数字等形式动态呈现设备实时运行状态。一旦参数超出预设正常范围，PLC立即触发报警机制，通过声光报警装置发出警报，监控界面以醒目颜色或闪烁提示故障设备与类型。此外，系统会记录报警发生的时

间、地点及具体参数信息，为后续故障分析和处理提供详细依据，助力运行人员及时掌握设备运行状况，快速响应异常情况。

2.2 自动调节与控制

自动调节与控制是国产PLC在水电厂自动化控制系统中的重要应用。水电厂运行中，需依据电网负荷变化、水位波动等情况实时调节设备。PLC依据预设控制策略和算法，自动调节水轮机导叶开度，控制其转速和发电量。电网负荷增加时，PLC增大导叶开度，让更多水流进入水轮机以增加发电量；负荷减少时则减小开度，降低发电量，维持电网功率平衡。对于发电机电压和频率，PLC通过自动电压调节装置（AVR）和自动频率调节装置（AFC）控制。电网电压或频率波动时，PLC迅速响应，调整发电机励磁电流和有功功率输出，确保输出电压和频率稳定。同时，PLC还能自动控制水电厂辅助设备，如厂用电系统切换、液压系统压力调节等，提升水电厂运行自动化水平和稳定性。

2.3 数据记录与分析

国产PLC的水电厂自动化控制系统可高效记录并深入分析运行数据。PLC采集的设备运行参数、操作记录、报警信息等各类数据，实时存储在系统数据库，能按不同时间间隔、设备类型等分类存储，方便后续查询调用。运行人员借助数据管理软件，可对存储数据进行分析处理。一方面，通过绘制趋势图、柱状图等图表，直观展示设备运行参数变化趋势，助其了解设备运行规律，提前发现潜在故障隐患，如分析发电机轴承温度变化趋势判断轴承是否存在问题。另一方面，利用数据挖掘和统计分析算法，深层次处理数据，计算设备平均无故障时间、发电效率等指标，为水电厂运行管理、设备维护和优化调度提供数据支持，提高经济效益和运行效率^[2]。

2.4 故障诊断与恢复

水电厂运行中设备故障难以避免,国产PLC自动化控制系统具备强大故障诊断与恢复功能。系统检测到设备运行异常或报警信号时,PLC依据预设故障诊断逻辑和算法,快速定位和诊断故障。它分析多个相关参数变化,结合设备历史运行数据和故障案例库,判断故障类型和原因。例如水轮机振动异常时,PLC综合分析转速、流量、导叶开度等参数及近期运行记录,确定是机械故障还是水力不平衡等原因。诊断后,系统自动生成故障恢复策略。简单故障,PLC自动执行恢复操作,如重启故障设备、切换备用设备,减少对水电厂运行的影响;复杂故障则向运行人员提供详细处理建议和操作步骤,助其快速排除故障,恢复设备正常运行,同时记录故障处理过程,为后续故障分析和经验总结提供参考。

3 国产 PLC 在水电厂控制系统中的配置

3.1 PLC控制系统的硬件设计

在国产PLC的水电厂控制系统硬件设计中,首先要根据水电厂的规模、设备数量和控制需求选择合适型号的PLC。从自主可控的角度出发,优先选择国内具有自主研发能力和良好市场口碑的PLC品牌,确保系统在关键时刻不受外部因素制约。PLC的I/O点数需满足水电厂各类传感器、执行机构和其他设备的连接需求,同时要考虑一定的冗余量,以便后续系统扩展。例如,对于大型水电厂,可能需要选择具有大量数字量输入/输出(DI/DO)和模拟量输入/输出(AI/AO)通道的PLC型号。硬件配置还包括电源模块、通信模块等。电源模块为PLC及其连接的设备提供稳定的电源,应具备过压、欠压保护功能,确保系统在电源波动情况下仍能正常运行。通信模块负责PLC与其他设备之间的数据通信,常见的通信方式有以太网、RS-485、Profibus等,根据实际需求选择合适的通信模块,实现PLC与上位机、智能仪表、变频器等设备的可靠通信。为了提高系统的抗干扰能力,在硬件设计中还需采取屏蔽、接地等抗干扰措施,如使用屏蔽电缆传输信号,将PLC的接地端子与专用接地极可靠连接等,保障系统在复杂的水电厂环境中稳定运行。

3.2 PLC控制系统的软件设计

PLC控制系统的软件设计主要包括程序编写和系统配置两部分。在程序编写方面,采用符合国际标准的编程语言,如梯形图(LAD)、指令表(STL)、结构化文本(ST)等。梯形图以图形化的方式直观地展示控制逻辑,易于理解和编写,常用于实现基本的开关量控制和顺序控制;指令表类似于汇编语言,适用于编写一些复杂的数学运算和逻辑处理程序;结构化文本具有高级语言的特点,适合编写复杂的算法和数据处理程序^[3]。根据

不同的控制任务和需求,灵活选择合适的编程语言进行程序编写。系统配置主要是对PLC的参数进行设置,如I/O模块的地址分配、通信参数的配置、定时器和计数器的设定等。通过合理的系统配置,确保PLC能够准确地采集数据、执行控制指令和与其他设备进行通信。另外,软件设计还包括人机界面(HMI)的设计,运行人员通过HMI可以方便地监控系统运行状态、设置参数、查询历史数据等,良好的人机界面设计能够提高运行人员的操作效率和系统的易用性。在软件设计过程中,充分考虑国产PLC的特点和优势,结合国内水电行业的实际运行经验,确保软件能够充分发挥国产PLC的性能,保障系统的稳定性和可靠性。

3.3 PLC与其他设备的通讯与接口

在水电厂控制系统中,PLC需要与众多设备进行通信和数据交互,因此其与其他设备的通讯与接口设计至关重要。对于与上位机的通信,通常采用以太网接口,通过TCP/IP协议实现数据的快速传输。上位机可以实时监控PLC采集的数据和设备运行状态,同时向PLC发送控制指令和参数设置信息。PLC与智能仪表、传感器等设备的通信,根据设备支持的通信协议选择相应的接口和通信方式。例如,对于支持Modbus协议的智能仪表,可通过RS-485接口进行通信,PLC作为主站,智能仪表作为从站,按照Modbus协议的规定进行数据读写操作。对于变频器等执行设备,可能采用Profibus-DP等现场总线协议进行通信,实现PLC对变频器的精确控制和状态监测。在接口设计中,要确保电气连接的可靠性和信号传输的准确性,同时遵循相关的通信协议标准,保证设备之间的兼容性和稳定性。考虑到国产PLC在通讯协议兼容性方面的不断优化,在设计过程中积极与国产PLC厂商沟通协作,确保通讯接口能够充分发挥国产PLC的性能,实现高效、稳定的数据交互。

4 基于国产 PLC 的水电厂自动控制系统设计

4.1 PLC控制程序的编写与调试

PLC控制程序编写是基于国产PLC的水电厂自动控制系统设计核心。编写前,需详细分析水电厂控制需求,明确设备控制逻辑与运行流程。依据需求,选合适编程语言与工具,按模块化设计思想,将程序划分为数据采集、控制算法、报警处理等功能模块。编写时严格遵循规范标准,确保程序可读、可维护且可靠。编写完成后进行调试,分离线与在线两阶段。离线调试在模拟环境测试,模拟输入信号检查程序逻辑与输出结果。在线调试则将程序下载至PLC,在实际环境测试,观察设备运行状态与采集数据,优化完善程序,解决存在问题,确保

准确稳定运行。调试中充分考虑国产PLC硬件特性与性能指标,针对性优化程序,提升执行效率与稳定性^[4]。

4.2 数据采集与处理算法的实现

数据采集与处理算法实现对准确获取水电厂运行数据并有效分析至关重要。数据采集时,PLC通过配置I/O模块与通信接口,按设定采样频率采集传感器数据。为提高准确性与可靠性,需对采集数据滤波处理,去除噪声与干扰信号。根据数据特点与噪声类型,选均值滤波、中值滤波、加权平均滤波等合适算法。数据处理方面,针对不同应用需求,采用相应算法计算分析数据。如处理发电机功率、电压、电流数据,计算效率、功率因数等指标;分析水位、流量数据,预测发电量。利用数据压缩算法压缩存储大量历史数据,节省空间,提高查询与分析效率。通过合理算法,为运行监控、优化调度和故障诊断提供准确可靠数据支持。实现时结合国产PLC计算能力与数据处理特点,优化调整算法,确保高效运行。

4.3 故障报警与恢复策略的设计

故障报警与恢复策略设计是保障水电厂安全稳定运行的重要举措。故障报警除常规参数越限报警外,还可采用人工智能与机器学习方法,实时分析设备运行数据,提前预测潜在故障。如建立设备故障预测模型,学习正常与故障状态数据特征,检测到异常趋势时提前预警,使运行人员及时采取措施,避免故障发生。故障恢复策略设计上,根据故障类型与严重程度制定相应方案。轻微故障,系统自动恢复,如重启故障设备模块;严重故障,在确保安全前提下,自动切换到备用设备或模式,同时向运行人员提供详细处理步骤与建议。还需设计恢复后设备检测与验证机制,确保设备恢复正常后稳定工作,防止故障再次发生。设计时充分考虑国产PLC控制能力与响应速度,优化策略,确保故障时快速准确执行报警与恢复操作。

4.4 系统安全性与可靠性的设计

系统安全性与可靠性设计是基于国产PLC的水电厂自动控制系统重要保障。安全性方面,严格进行用户权限管理,不同级别用户有不同操作权限,防止非法操作破坏系统。同时采用数据加密技术,对传输与存储数据加密处理,防止数据泄露与篡改^[5]。可靠性设计上,采用冗余技术提高可靠性。定期对系统维护检测,及时更换老化设备与部件,更新系统软件与控制程序,确保系统良好运行状态。通过加强安全性与可靠性设计,提高系统抵御风险能力,保障水电厂安全稳定运行。设计过程中充分考虑国产PLC安全防护机制与可靠性指标,结合国内水电行业安全标准与规范,全面深入设计优化系统,确保在各种复杂环境下稳定可靠运行。

结束语

综上所述,国产PLC在水电厂自动控制系统中展现出强大优势与广阔应用前景。使用国产PLC不仅能够保障水电厂自动控制系统的自主可控性,降低外部风险,还能在性价比和定制化服务方面满足国内水电行业的需求。通过对系统功能、配置及设计的深入研究,实现了水电厂运行的高效自动化。然而,随着技术发展,仍需持续优化系统性能,加强自主创新。未来,应进一步探索国产PLC与新技术融合,提升水电厂智能化水平,为能源行业可持续发展注入新动力。

参考文献

- [1]杨辉.马迹塘水电厂电气二次屏柜等电位接地改造[J].云南水力发电,2022,38(04):250-253.
- [2]史俊.探究水电厂自动化技术的电气二次设备状态检修[J].电气技术与经济,2022,(01):68-70.
- [3]董岩,陈润尧.大型水电厂自动发电控制系统的优化设计及应用分析[J].光源与照明,2023(10):240-242.
- [4]李继平.大型水电厂自动发电控制系统负荷分配策略研究[J].水电站机电技术,2023,46(01):117-120.
- [5]杨小优.水电厂自动控制系统存在的问题及优化措施[J].科技风,2020(19):99.