

水电厂自动化系统的智能化改造研究

叶青

文成县新力能源开发有限公司, 浙江 温州 325300

[摘要]我国电力行业在自动化系统和智能化技术的推动下取得了显著进展,特别是智能电网和智能变电站的发展已经取得了令人瞩目的成就。虽然我国的智能电网战略已经启动,但对于水电站的智能设计,仍然需要更多的研究和探索。文中的研究为水电厂自动化系统的智能化改造提供了有益的参考和思路,有望推动水电厂领域的智能化发展。

[关键词]水电厂;自动化系统;智能化改造

DOI: 10.33142/hst.v6i8.10152

中图分类号: TV736

文献标识码: A

Research on Intelligent Transformation of Automation System in Hydropower Plants

YE Qing

Wencheng County Xinli Energy Development Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325300, China

Abstract: Chinese power industry has made significant progress under the promotion of automation systems and intelligent technologies, especially in the development of smart grids and smart substations, which have achieved remarkable results. Although China's smart grid strategy has been launched, more research and exploration are still needed for the intelligent design of hydropower stations. The research in the article provides useful references and ideas for the intelligent transformation of automation systems in hydropower plants, and is expected to promote the intelligent development in the field of hydropower plants.

Keywords: hydropower plants; automation system; intelligent transformation

1 智能水电厂的系统结构

智能水电厂的系统结构是一个复杂而多层次的体系,旨在实现水电厂的自动化、智能化和高效运行。在其结构中,站控层位于最底层,负责监控和控制水电厂的基本设备,如水轮机、发电机和变压器,通过精确的监测和控制,确保设备的安全运行和最佳性能。其上是间隔层,用于连接不同设备和子系统,并协调其之间的通信和协作,采用高度可靠的通信协议,以保障信息的传输和设备的互联性。过程层位于中间层,管理发电计划、调度、负荷管理、发电机调速和电网连接等功能,确保电力系统的稳定供应和高效运营。

系统层则位于顶层,整体管理和监控水电厂的运行,包括人机界面、数据存储和处理、报警和事件管理,为运营人员提供实时的运行状态和重要信息,同时支持决策制定和运营优化。此外,智能水电厂还依赖于定义为数据对象的各种信息,如设备状态、电流、电压、温度和湿度等,以实现数据的采集、处理和分析^[1]。这些数据对象不仅有助于实时监测水电厂运行状况,还为高级智能应用系统提供了基础,例如预测维护、能效优化和故障诊断。

2 水电厂智能化改造中存在的问题

系统集成和兼容性问题在水电厂智能化改造中是一个复杂而关键的挑战。

2.1 不同供应商的硬件和软件集成

由于水电厂智能化改造可能涉及到来自不同供应商的硬件和软件组件,因此通信协议的不匹配成为一个主要

问题。不同供应商可能采用不同的通信标准和协议,这使得设备之间难以有效地交换信息和命令。此外,数据格式的不一致也可能导致问题。不同系统生成的数据可能以不同的格式和结构存在,这使得数据的解释和整合变得复杂,可能需要额外的数据转换工作。

设备互操作性问题是另一个关键挑战。不同供应商提供的设备和系统必须能够协同工作,以实现水电厂的高效运行。然而,这些设备和系统之间可能存在互操作性问题,导致数据共享和设备协同工作困难。例如,一个供应商的监控系统可能无法与另一个供应商的控制系统进行无缝集成,这可能会影响水电厂的整体性能。

2.2 数据格式不统一

数据格式的不一致性在水电厂智能化改造中是一个关键的问题。这一问题涉及到来自不同供应商的系统可能采用不同的数据格式和结构。不同数据格式可能导致数据在系统之间的传递问题。当一个系统生成数据时,另一个系统可能无法正确解释或读取这些数据,因为其数据格式与预期不符。这可能导致数据丢失、损坏或无法传递,从而影响了系统之间的信息共享和协作。数据格式的不一致性还可能导致数据的错误解释。不同系统可能对相同的数据进行不同的解释,这可能导致误导性的信息和错误的决策^[2]。例如,一个系统可能将温度数据解释为摄氏度,而另一个系统可能将其解释为华氏度,这可能导致温度数据的混淆和错误的控制操作。不一致的数据格式还可能妨碍了数据的有效利用。数据通常是智能化系统的基础,用于

分析、监控和决策制定。如果数据格式不一致,可能需要额外的工作来将数据转换为可用于分析和决策的标准格式,这可能会增加时间和资源成本。

2.3 设备互操作性

设备互操作性问题是水电厂智能化改造中的一个关键挑战。这一问题涉及到不同供应商提供的设备和系统之间的协同工作和数据共享问题。不同供应商的设备和系统可能采用不同的通信协议和接口标准,这使得设备之间难以无缝地交换信息和命令。例如,一个供应商的监控系统可能使用一种特定的通信协议,而另一个供应商的控制系统可能使用完全不同的协议。这可能导致设备之间的通信障碍,影响了数据的传递和协同工作。设备互操作性问题还可能导致数据共享的困难。不同设备和系统之间的数据共享对于实时监控、决策制定和系统优化至关重要。然而,如果设备无法有效地共享数据,可能会导致信息孤岛和决策的不准确性。例如,一个设备产生的重要数据可能无法传递给另一个设备或系统,从而影响了整个水电厂的运行。最后,互操作性问题可能限制了智能化改造项目的潜力。智能化改造的目标之一是实现设备和系统之间的协同工作,以提高水电厂的效率和性能。然而,如果设备无法有效地协同工作,可能会限制改造项目的实际效益,并阻碍水电厂的现代化进程。

3 水电厂智能化改造要点

水电厂智能化改造的总体设计框架是确保项目成功实施的关键。这个框架通常包括不同层次的控制和管理,以实现水电厂设备和系统的协同工作和高效运行。

3.1 确定总体设计框架

3.1.1 站控层

站控层作为水电厂智能化系统的底层,扮演着至关重要的角色,主要职责包括监控和控制水电厂的基本设备,如水轮机、发电机、变压器等。设备监测是站控层的核心任务之一。这一功能通过实时监测设备的状态、运行参数和性能来确保设备正常运行。例如,水轮机的转速、温度和振动等关键参数会被不断监测,以确保其在安全范围内运行。通过设备监测,运营人员可以随时获得关于设备健康状况的重要信息,以便及时采取措施预防潜在故障。设备控制是站控层的另一重要职能。通过自动化控制系统,站控层能够实现对设备的远程控制和调整。这意味着运营人员可以远程操控水电厂的设备,以适应负荷变化或应对突发情况。例如,可以通过远程控制系统调整水轮机的运行速度来调整发电功率,以满足不同时段的电力需求。告警和事件管理在站控层中具有重要地位。它的任务是及时识别设备故障和异常,并生成警报,以便运营人员能够立即采取行动。这种即时的警报系统有助于减少停机时间和避免设备损坏,提高了水电厂的可靠性和安全性^[3]。数据采集和存储也是站控层的职责之一。站控层负责收集并存

储设备运行数据,这些数据包括设备的历史运行记录、性能数据和事件日志等。这些数据对于后续的分析、故障诊断和性能优化非常重要。通过数据采集和存储,水电厂能够建立历史数据记录,为未来的决策提供有力支持。

3.1.2 间隔层

间隔层作为水电厂智能化改造中的重要组成部分,位于站控层之上,扮演着连接和协调不同设备和子系统的关键角色。具体而言,间隔层的功能包括:数据集成:间隔层致力于整合来自不同层次和系统的数据,以实现全面的综合分析和监控。这意味着它能够汇集站控层、过程层以及系统层生成的各种数据,从而为运营人员提供全景式的电力系统状态信息。通过数据集成,水电厂能够更全面地了解电力系统的运行状况,有助于更准确地做出决策。通信和协议转换:间隔层需要确保不同设备和系统之间的通信能够顺畅进行。由于不同设备和系统可能采用不同的通信协议和接口标准,因此间隔层需要处理这些差异,并实施必要的协议转换。这确保了设备之间能够相互交换信息,无论它们使用何种通信方式。安全管理:安全管理是间隔层的重要职责之一。它包括管理和实施网络和数据的安全策略,以保护智能化系统免受潜在威胁。这涵盖了防止未经授权的访问、数据的加密、检测和防范恶意软件,以及监控网络的安全性等措施。通过强化安全管理,水电厂能够确保智能化系统的稳定性和可靠性,同时防止敏感数据受到不当访问或攻击。

3.1.3 过程层

过程层在水电厂智能化改造中位于站控层和系统层之间,担负着电力系统的运行管理和控制的重要职责。具体而言过程层包括发电计划和调度:过程层的首要任务之一是制定和管理电力生产计划。这包括确定何时以及以何种方式发电,以满足电力需求并确保电力系统的稳定供应。发电计划和调度涉及考虑负荷预测、水流情况、能源价格等因素,以最优化地配置水电厂的资源和产能。负荷管理:过程层负责监测和调整负荷,以确保满足电力需求。这包括实时监测电网上的负荷情况,并根据需求的变化调整发电机的输出。通过负荷管理,水电厂能够灵活地适应不同时间段的电力需求,从而提供高效的电力分配。发电机调速:过程层的另一个重要功能是控制水轮机和发电机的调速。调速系统确保水轮机能够根据负荷的变化来调整发电机的转速,以保持电网的频率稳定。这是维护电力系统稳定运行的关键控制策略之一。电网连接管理:过程层还管理与电力网络的连接和协调。水电厂通常需要将产生的电力与电力网络连接,以供应城市和地区。因此,过程层需要确保与电力网络的协调和合作,以维持电网的平衡和稳定。

3.1.4 系统层

系统层作为水电厂智能化改造的顶层,在整个智能化系统中扮演着关键的管理和监控角色。系统层的主要功能

是人机界面:系统层的首要任务之一是提供直观的人机界面,供运营人员监控系统状态和执行操作。这个界面通常以图形化方式呈现,允许运营人员实时查看水电厂的运行状况、设备状态、警报信息等。通过直观的界面,运营人员可以迅速了解系统情况,并做出及时决策以应对潜在问题。数据存储和处理:系统层负责存储和处理大量的运行数据。这些数据包括设备运行记录、性能数据、传感器数据等。数据存储和处理的功能允许系统层管理大量的历史数据,并支持数据分析和决策制定。通过对历史数据的分析,水电厂可以发现潜在问题、进行性能优化以及进行规划和预测。报警和事件管理:系统层还处理系统中的警报和事件。当设备出现故障、异常或其他问题时,系统层会生成警报并将其呈现给运营人员。这确保了问题能够及时发现,并且采取适当的措施。报警和事件管理还可以记录警报历史,以进行根本原因分析和改进。故障诊断和预测:系统层利用数据分析和智能算法提供设备故障诊断和预测维护的支持。通过对设备数据的分析,系统层可以识别潜在的故障模式,提前预测设备可能出现的问题,从而采取预防性维护措施,减少停机时间和维护成本。

3.1.5 设计数据对象

设计数据对象是水电厂智能化改造中的关键方面,它涉及到如何定义和组织数据以支持系统的运行和管理。在智能化改造项目中,设计数据对象是指为了满足特定目标而收集、存储和管理的数据元素或信息单元。这些数据对象包括设备参数、监测数据、操作记录、事件日志、负荷信息等多种类型的信息。它们的设计和组织的考虑系统的需求以及运营和管理的目标。这些数据对象的有效设计可以支持智能化系统的运行、监控、分析和决策制定,从而提高水电厂的效率和可靠性。因此,在智能化改造项目中,合理地设计数据对象是实现成功的关键因素之一。

3.2 整合数据交换接口

智能水电厂的成功运作依赖于不同系统和设备之间的协同工作和数据共享。整合数据交换接口是确保各个系统、设备和子系统之间能够有效传输和共享数据的关键要素。这需要制定和实施标准化的数据传输协议、数据格式和接口标准。同时,需要关注通信协议、数据格式和转换、实时性要求,以及数据的安全性和权限控制。通过整合数据交换接口,水电厂能够实现全面的系统监控、协同工作和数据分析,从而提高了效率、可靠性和响应速度,为智能水电厂的顺利运行提供了坚实的基础。

3.3 加大自动控制应用管理力度

在水电厂的智能化改造中,自动控制应用是关键要素,它们扮演着监测、控制和优化水电厂运行的重要角色。算法管理是至关重要的。水电厂的自动控制应用通常涉及多

种复杂算法,包括负荷预测、发电机调速、电网连接等。这些算法需要定期更新和维护,以适应不断变化的运行条件。因此,建立有效的算法管理流程是必要的,包括算法的选择、验证、测试和更新。监控和反馈是确保自动控制应用正常运行的关键。水电厂需要建立实时监测系统,以跟踪自动控制应用的性能和输出。一旦出现异常,应该能够及时发出警报并采取纠正措施。此外,反馈机制也需要建立,以确保自动控制应用能够根据实际情况进行调整和优化。应用调度和优化是另一个重要方面。水电厂可能有多个自动控制应用同时运行,它们可能会涉及相互竞争的资源或目标。因此,需要一个智能的调度系统,以协调这些应用的运行,以达到最佳的整体性能。故障容忍和备份也是不可忽视的。自动控制应用在面临设备故障或其他异常情况时必须能够自动切换到备用方案,以确保水电厂的稳定运行。性能评估和改进是一个持续的过程。水电厂应该定期评估自动控制应用的性能,并根据评估结果采取改进措施,以不断提高其效率和可靠性。

3.4 构建高级智能应用系统

高级智能应用系统是智能水电厂的未来发展方向,它利用先进技术如人工智能、大数据分析和预测模型等,实现更高级别的自动化和智能化。这包括数据分析和预测、智能优化、自主决策、远程监控和控制等功能。通过构建高级智能应用系统,水电厂可以实现更高水平的智能化,提高了发电效率、资源利用率,同时提升了系统的可靠性和安全性。高级智能应用系统的成功建设和管理对于水电厂的未来发展至关重要。

4 结束语

水电厂智能化改造是一个充满挑战但也充满机遇的领域。通过合理整合数据交换接口、加大自动控制应用管理力度和构建高级智能应用系统,水电厂可以实现更高效、更可靠地运行,为满足能源需求和应对未来挑战提供了有力支持。随着智能技术的不断发展,水电厂将迎来更加智能和可持续的未来。

[参考文献]

- [1]邱小波,于亚雄,严汉秋.水电厂自动化系统的智能化改造研究[J].通信电源技术,2019,36(8):52-53.
- [2]周江晨.水电厂自动化系统的智能化改造研究[J].智能城市,2021,7(11):163-164.
- [3]郭永康.水电厂自动化系统的智能化改造研究[J].工程技术研究,2021,6(21):241-242.

作者简介:叶青(1976.2—),毕业院校:吉林大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前工作单位:文成县新力能源开发有限公司,职务:发电检修部副主任,职称级别:工程师。