

大数据驱动的水电站智能化运行系统构建与应用

禄 通

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要]大数据时代给各个行业都带来了效率提升的机遇,水电站智能化系统的构建是推动水电行业高效、绿色发展的关键方向,水电站智能化运行系统能够借助大数据技术,实现对海量数据的实时采集、分析以及智能决策,提高设备运行监测精度和故障预测能力,优化资源配置与调度管理,进而增强水电站的安全性和经济效益。本论文围绕大数据驱动的智能化运行系统构建,探讨其核心技术与应用实践,为水电站智能化升级提供理论支持和技术参考,推动水电行业进入数字化、智能化的新时代。

[关键词]大数据驱动; 水电站智能化; 运行系统; 系统构建; 技术应用

DOI: 10.33142/hst.v8i6.16906

中图分类号: TV736

文献标识码: A

Construction and Application of Intelligent Operation System for Hydropower Stations Driven by Big Data

LU Tong

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

Abstract: The era of big data has brought opportunities for efficiency improvement to various industries. The construction of intelligent systems for hydropower stations is a key direction for promoting efficient and green development in the hydropower industry. The intelligent operation system of hydropower stations can use big data technology to achieve real-time collection, analysis, and intelligent decision-making of massive data, improve equipment operation monitoring accuracy and fault prediction ability, optimize resource allocation and scheduling management, and thereby enhance the safety and economic benefits of hydropower stations. This paper focuses on the construction of an intelligent operation system driven by big data, exploring its core technologies and application practices, providing theoretical support and technical references for the intelligent upgrading of hydropower stations, and promoting the hydropower industry to enter a new era of digitization and intelligence.

Keywords: big data driven; intelligentization of hydropower stations; operating system; system construction; technical application

引言

随着信息技术不断向前发展,大数据时代已然来临,在这样的大背景之下,传统水电站在运行管理方面遇到了前所未有的挑战,同时也迎来了诸多机遇。水电站属于极为重要的清洁能源供应设施,其能否安全且稳定地运行,直接和电网的可靠性以及区域能源结构的优化程度紧密相关联。不过,传统的那种运行管理模式常常依靠人工经验来开展工作,对于实时数据往往做不到全面的监控,也缺少智能分析手段,如此一来便很难契合现代水电站所提出的针对高效、精准以及智能化管理方面的种种需求。借助大数据技术去构建智能化运行系统,可以达成对水电站设备的状态、环境的各项参数以及运行数据等进行实时的采集、存储以及分析的目的。凭借着先进的数据处理办法以及机器学习算法,能够进一步提升在故障预测、风险评估以及决策支持等方面的能力,进而让水电站的运行效率得以明显提高,安全水平也能获得相应的提升。本文将会对由大数据驱动的水电站智能化运行系统的架构设计情况、其中涉及的关键技术以及实际应用状况展开较为系统的探讨,希望通过这样的探讨能为推动水电行业实现数字化转型以及智能升级给予一定的理论层面的支持,并且提

供技术方面的参考依据,以此来促使水电资源能够得到更为科学的管理,实现可持续的发展态势。

1 大数据技术在水电站智能化运行中的作用

大数据技术在水电站智能化运行方面有着极为关键的作用,其已然成为达成高效、安全且智能管理的重要支撑所在。伴随水电站设备数量以及数据规模持续不断地增长起来,传统的数据处理以及监控的方式已经很难去契合现代水电站对于实时性以及精准性方面的要求了。大数据技术凭借对海量的、多源的、多维度的数据展开采集、存储、处理以及分析等一系列操作,能够完整且细致地呈现出水电站的运行状态以及环境方面的变化情况,进而为设备的运行维护工作、故障诊断事宜以及能效优化等相关事项给予科学层面的依据。凭借着大数据分析手段,水电站可以实现针对设备运行趋势的预测功能,能够提前去识别出潜在的风险点,防止因突发性故障而引发的经济损失以及安全隐患出现。除此之外,大数据技术还能够助力智能调度以及优化决策的开展,以此来提升水电资源的利用效率以及经济效益水平。通过将历史数据与实时数据加以整合,并且结合像机器学习这类较为先进的算法,水电站的运行管理正朝着更为自动化以及智能化的方向不断发展前行,其运

行的可靠性以及管理水平都得到了大幅度的提升。

2 智能化运行系统架构设计

2.1 系统总体架构

智能化运行系统的总体架构乃是构建高效且可靠的水电站智能管理平台的根基所在,其一般是由感知层、网络层、数据层、应用层以及安全保障层这五大核心部分所构成的。感知层借助传感器以及各类监测设备来实时且细致地采集水电站的运行相关数据,像机组的具体状态、水流的各项参数以及环境方面的诸多信息等等,以此来保证所采集数据能够做到极为全面并且高度准确。网络层的主要职责在于将经由感知层采集而来的海量数据凭借稳定且高速的通信网络顺利传输到专门的数据处理中心,进而切实保障这些数据能够实现实时的传输以及高效的流通运转。数据层重点负责数据的存储、管理以及初步的处理工作,通过运用大数据平台以及云计算技术,达成对海量数据进行高效存储以及快速检索的目的,同时也为后续的分析环节筑牢了坚实的基础^[1]。应用层依托先进的算法以及人工智能技术,针对数据展开深入且细致的分析与挖掘操作,以此来支撑起诸如智能决策、故障预测、能效优化以及运行调度等一系列功能的实现,从而进一步提升水电站在自动化以及智能化方面的整体水平。

2.2 数据采集与传感技术

数据采集以及传感技术在智能化运行系统里属于极为关键的基础环节,它直接对系统感知水电站运行状态的能力以及数据质量起到决定性作用。布置各类高精度传感器,像压力传感器、温度传感器、流量计还有振动传感器等等,系统可实时监测机组设备的运行参数、水流变化情况、环境条件以及设备健康状况。这些传感器一般都拥有高灵敏度、稳定性以及抗干扰能力,能够在复杂工业环境下长时间可靠地开展工作。采集所得的数据不但包含传统物理量,而且涉及图像、声波等多种形式的信息,能够满足从多个维度、多个角度展开监控的需求。现代传感技术还融入了无线传输以及低功耗设计,这便让数据采集变得更为灵活且高效,减少了对现场布线及维护的依赖程度。与此传感设备朝着智能化方向发展,使得部分数据预处理以及异常检测能够在采集端就完成,从而减轻了数据传输以及后端处理方面的压力。

2.3 数据传输与存储技术

数据传输与存储技术在智能化运行系统里属于极为关键的环节,其主要负责把所采集来的大量数据有效地且稳定地传送到后台系统,并且要妥善地予以存储。要契合水电站那种复杂环境下数据传输的需求,系统往往会采用多种通信技术相互融合的方式来达成目的,像有线网络、无线传感网络还有光纤通信等等,以此来确保数据传输具备实时性以及可靠性这两方面的特性。与此对于传输进程当中有可能会出现的干扰状况以及数据丢失的问题,会运用数据校验、纠错以及冗余备份等技术手段,进而提升传输工作的准确性与稳定性。在数据存储这个层面上,系统

把本地数据库和云端存储技术相互结合起来,去构建起一种分布式且呈多层次分布的存储架构,如此一来既能保障数据能够实现快速的访问以及高效的处理能力,又能达成数据安全备份以及灾难恢复的目标^[2]。将大容量且性能出色的存储设备同智能化的数据管理系统相互配合起来,可对结构化以及非结构化数据的存储需求给予支持,从而满足那种复杂多样化的数据格式以及各类不同的访问方式。

2.4 数据处理与分析技术

数据处理与分析技术作为智能化运行系统的关键部分,负责针对所采集的大量运行数据展开清洗、转换、融合以及深入挖掘等工作,进而从中提取出有实际价值的信息与规律。该技术运用较为先进的数据预处理手段来清除噪声以及异常值,以此确保数据的质量,而且依靠多源数据融合技术把来自不同传感器以及系统的数据加以整合,达成数据的统一管理以及协同分析的目的。凭借大数据分析平台以及分布式计算框架,系统可以高效地处理海量数据,为实时和离线分析提供支持。借助应用统计分析、机器学习、模式识别以及人工智能算法,系统可实现对设备状态的精准诊断、故障预测以及运行优化。

2.5 智能决策与控制技术

智能决策与控制技术属于智能化运行系统里的关键构成部分,其主要承担着依据数据分析所得到的结果以及实时监测获取的信息,自动地去制定出运行策略并且落实精准控制的任务,从而达成水电站设备能够高效、安全且稳定运行的目的。此项技术借助引入人工智能、专家系统还有优化算法,可针对复杂的运行环境以及多变的工况展开动态建模以及实时决策操作,能够迅速对突发事件和异常状况做出响应。智能决策系统把历史数据与实时数据相结合起来,凭借机器学习模型来预测设备性能以及潜在故障,进而制定出科学合理的维护以及调度方案,并且在此过程中还会对能量输出以及资源配置加以优化。在控制这个层面上,系统依靠自动化控制器以及执行机构,对水轮机、发电机以及辅助设备达成精确的调节效果,以此保证设备参数始终维持在最优的范围之内,从而促使运行效率得以提升,设备寿命也能获得延长。

3 关键技术研究

3.1 物联网技术在水电站中的应用

物联网技术在水电站的应用,使得设备的互联互通以及智能管理水平得到了大幅度的提升。通过安装各式各样的传感器以及智能终端,物联网达成了对水电站关键设备还有环境参数展开实时监测的目标,其中涵盖了水位、水流、温度、压力、电流等诸多维度数据的采集工作。凭借无线通信技术,这些所采集到的数据可以迅速地传送到中央控制系统或者云平台,进而实现远程监控以及集中管理的功能。物联网一方面提升了数据采集的准确性与及时性,另一方面还能够对设备状态予以实时诊断,并且发出异常预警,切实有效地降低了设备出现故障的风险^[3]。除此之

外,物联网技术推动了自动化运维以及智能调度的实现,让水电站能够依据实时数据自动地去调整运行参数,以此来优化发电效率以及资源的利用情况。

3.2 大数据处理与实时分析技术

大数据处理以及实时分析技术在水电站智能化运行方面占据着极为关键的地位。它可高效地处理来自诸多传感器以及设备所形成的数量庞大且类型多样的数据,以此来保证系统能够对运行状态予以即时的感知,并且能够做出快速的响应。该技术借助分布式计算与存储架构,达成对海量数据的高速采集、清洗、存储以及管理,进而保障数据具备完整性以及一致性。依靠实时分析技术,系统能够针对数据流展开在线处理操作,快速地识别出设备出现的异常情况、环境发生的变动以及潜在存在的风险,从而为动态决策以及自动化控制给予有力支撑。除此之外,凭借先进的机器学习以及数据挖掘算法,大数据处理技术可以从历史数据当中提炼出规律,进而实现对故障的预测、性能的优化以及能效的提升。

3.3 机器学习与故障预测技术

机器学习以及故障预测技术于水电站智能化运行方面有着颇为关键的作用。其借助对海量历史运行数据以及实时监测数据展开详尽剖析的方式,可自动辨别出设备运行所遵循的规律以及潜在存在的异常模式,进而达成早期故障预警以及精准诊断的目的。运用监督学习、无监督学习还有深度学习等多种多样的算法,机器学习技术能够搭建起高效的故障预测模型,以此来精准捕捉设备状态出现的细微变动,识别出故障信号,提高预测所具有的准确性以及可靠性。经过对设备运行所处的环境状况、负荷发生的变化以及历史故障数据加以综合性的分析,该系统便能完成对设备健康状况的动态化评估工作,提前对可能出现的故障风险做出预判,引导运维人员展开具有针对性的检修与维护操作,以此降低因突发故障而致使的停机时长以及由此产生的经济损失。

3.4 云计算与边缘计算的集成应用

云计算和边缘计算的集成运用在水电站智能化运行体系里有着极为重要的意义。把这两者的优势结合起来,便能够达成数据处理所具备的高效性以及实时性。云计算凭借着其颇为强大的计算能力,还有海量的存储资源,可以针对水电站各类设备以及传感器所产生的大规模数据展开集中化的管理操作,进行较为深入的分析,并且能够实现长期的存储,以此来为智能决策给予稳固可靠的数据方面的有力支撑。而边缘计算会把部分数据处理的任务下放到距离数据源比较近的边缘设备那里,进而实现对关键数据的快速响应以及在本地的实时处理,如此一来便降低了数据传输时出现的延迟情况,同时也缓解了带宽方面所面临的压力。这两者协同起来加以运用,一方面提升了系统的处理效率,另一方面也加快了系统的响应速度,而且还强化了系统的稳定性以及安全性^[4]。在发生突发事件或者出现网络异常的情形之下,边缘计算能够确保关键控制以及监测功能可以持续不断地

正常运行,从而保障水电站能够安全地开展生产活动。

3.5 网络安全与数据保护技术

网络安全以及数据保护技术对于水电站智能化运行系统的稳定且安全地运行而言,属于极为关键的一个环节。伴随大数据、物联网还有云计算技术得到广泛的应用,水电站所面临的网络攻击以及数据泄露的风险呈现出日益复杂的态势。要想保证系统当中数量众多的敏感数据以及控制指令能够实现安全的传输与存储,那就得采取有着多个层次、多个维度的安全防护举措,像身份认证、访问控制、数据加密、入侵检测以及防火墙技术等等都包含在内。与此还需建立起完善的安全生产管理体系以及应急响应机制,以便能够及时地察觉到各种各样的网络威胁以及攻击事件,并且给予妥善的应对,进而防止出现系统瘫痪或者数据被篡改的情况。数据保护不单单涉及到对数据的机密性、完整性以及可用性的保障方面,而且还涵盖了备份与恢复策略,以此来确保关键数据在发生意外状况的时候可以快速地恢复过来,从而把损失减少到最低限度。

4 结语

大数据技术一直在不断发展并得到广泛应用,在这样的背景下,构建水电站智能化运行系统已然成为提升水电站管理水平以及运行效率的一条重要路径。该系统把物联网、云计算、机器学习等诸多先进技术加以整合,如此一来,其不但可以达成对设备运行状态进行实时监测以及精准分析的目的,而且能够较为有效地预测可能出现的潜在故障,进而提升安全保障方面的能力以及资源利用的效率。在往后的日子里,伴随技术不断趋向成熟并且逐步普及开来,由大数据所驱动的智能运行系统会在水电站运营管理当中起到越发关键的作用,推动水电行业朝着智能、高效、绿色这样的方向不断地向前发展,从而为能源领域的可持续发展增添更多的助力。

[参考文献]

- [1]戴蕾.智能化水电站发展前景浅析[Z]//中国水力发电工程学会自动化专业委员会.中国水力发电工程学会自动化专委会 2022 年年会暨全国水电厂智能化应用学术交流会会议论文集.南瑞集团(国网电力科学研究院)有限公司,2022:380-382.
 - [2]王仲.基于大数据技术的水电站运行管理分析[J].信息记录材料,2019,20(12):153-155.
 - [3]陈敏,刘卫国,徐勇晖.智能化技术在水电站中的应用研究[J].电子元器件与信息技术,2024,8(6):88-89.
 - [4]马月姣,刘永珺,胡丰,等.智能化水电站技术应用[J].科学技术创新,2020(28):99-100.
- 作者简介:禄通(1997.6—),男,毕业院校:甘肃钢铁职业技术学院,所学专业:电气自动化,当前就单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水电厂,职务:运行值班员。职称级别:助理工程师。