

水力发电厂自动化监控系统在运行管理中的应用

王伟

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂，甘肃 陇南 746412

[摘要]水力发电在能源结构中所占的重要性日益凸显，自动化监控系统在水力发电厂的运行管理方面获得了极为广泛的运用。该系统可针对机组、水工设备以及电气设备展开实时的监控操作，进而达成发电调度、设备状态监测、故障预警以及数据管理等诸多目标，由此使得运行的安全性与效率均得到了一定程度的提升。然而就当前情况来看，系统的智能化程度存在一定局限，其在数据分析以及设备集成这两方面依旧有着可以进一步提升的空间，并且应急响应的能力同样需要加以强化，所以说对自动化监控系统予以优化并使其得以完善，这无疑具有十分重要的意义。

[关键词]水力发电厂；自动化监控系统；运行管理；技术应用

DOI: 10.33142/hst.v8i10.18067 中图分类号: TV736 文献标识码: A

Application of Automation Monitoring System in Operation and Management of Hydroelectric Power Plant

WANG Wei

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

Abstract: The importance of hydropower in the energy structure is increasingly prominent, and automated monitoring systems have been widely used in the operation and management of hydropower plants. This system can carry out real-time monitoring operations for units, hydraulic equipment, and electrical equipment, thereby achieving many goals such as power generation scheduling, equipment status monitoring, fault warning, and data management, thereby improving the safety and efficiency of operation to a certain extent. However, based on the current situation, there are certain limitations to the intelligence level of the system. There is still room for further improvement in data analysis and equipment integration, and the emergency response capability also needs to be strengthened. Therefore, optimizing and improving the automation monitoring system is undoubtedly of great significance.

Keywords: hydroelectric power plants; automated monitoring system; operation management; technology application

引言

随着社会经济持续快速发展以及能源需求不断增加，水力发电作为一种清洁且可再生的能源，在保障能源供应、优化能源结构以及促进环境保护等方面都发挥着十分重要的作用。不过，水力发电厂的运行管理涵盖了机组调度、水库水位控制、设备状态监测以及安全运行等诸多环节，传统的人工管理方式存在着信息更新滞后、调度不够精确、故障预警不到位等一系列问题，很难契合现代电力系统对于高效、安全以及智能化管理的要求。伴随自动化技术、信息技术以及智能化控制技术不断发展，水力发电厂自动化监控系统便顺势诞生了，并且正逐步变成提升运行管理水平的一项重要工具。该系统借助对发电厂关键设备以及运行参数展开实时采集、监控、分析以及控制等操作，能够达成发电调度优化、设备状态监测、故障预警、安全保障以及数据管理等多项功能，从而为水力发电厂实现高效、稳定且安全的运行给予技术方面的有力支撑。本文着重探讨自动化监控系统在水力发电厂运行管理当中的具体应用情况，剖析其在发电调度、设备监测、安全管理以及数据分析等方面所起到的作用，并且深入探讨其未来的发展趋势，进而为提升水力发电厂运行效率以及智能化管理水

平给出一定的参考。

1 水力发电厂运行管理特点

从水力发电站自身特征来看，具有以下几个方面的优势。首先，水电生产过程不产生污染，能够实现水资源的综合利用，通过结合河势、地形以及周边环境等条件进行多目标开发，建设水库，使水资源得到高效管理与利用。其次，水力发电站的运行成本相对较低，发电效率较高，生产过程相对简单且不可逆，同时在运行方式上具有多样性。水力发电站主要依靠水工建筑物蓄水、挡水以及集中水头等设施，将水能转化为电能。与电力系统相比，水力发电厂在生产和运行管理上具有独特特征：电能的生产、输送和消费几乎是同步完成的，电能不能储存，因此在生产、输送和变配电过程中，安全性始终被放在首位。同时，电力企业属于资金和技术密集型产业，具有规模经济效益。在管理方面，电能作为商品流通，必须遵循统一电网的调度指令和约定，确保电力交易的安全、稳定和高效运行。

2 水力发电厂自动化监控系统

2.1 自动化监控系统的组成与结构

水力发电厂自动化监控系统属于核心技术平台，可有力保障水力发电厂得以安全、高效且稳定地运行。该系统

主要涵盖控制层、监测层、数据采集与传输层以及人机交互接口这几个部分。其中，控制层一般包含集中控制室里的主控制系统以及各个发电机组所配备的控制装置，其职责在于针对机组的启停情况、负荷调节事宜以及运行参数展开实时控制方面的相关工作。监测层是由各类传感器、检测装置还有现场测量单元共同组成的，它能够对水轮机、水泵、发电机、电气设备以及水工设施的运行状态予以实时采集与监控，从而保证关键设备的各项运行参数均处于安全的范围之内。数据采集与传输层借助工业以太网、光纤通信或者无线通信技术，把现场监测所得的数据传送到控制中心，以此达成信息的集中处理与分析的目的，并且还能为远程监控与诊断给予相应支持^[1]。人机交互接口能够为操作人员提供一个可视化的监控平台，通过图形化的界面来呈现设备的状态、运行曲线以及报警信息等内容，进而使得操作人员可以快速地获取到运行信息，作出合理的决策并且实施有效的控制操作。

2.2 自动化监控系统的功能

水力发电厂自动化监控系统所具备的功能，重点在于针对发电厂各式各样的设备以及各个运行环节展开全方位的监控活动、实施有效的管理举措并且达成优化控制的目的。该系统可实时对水轮机、发电机、变压器以及辅助设备的运行数据予以采集，其中囊括了转速、电压、电流、振动、温度、压力等一系列关键参数，进而实现对设备状态开展在线监测以及相关诊断工作。借助先进的控制算法以及调度策略，系统能够自动完成机组负荷的调整事宜、促使发电效率得以优化，并且依据水库水位以及电网负荷的具体状况，达成功动态调度以及能量管理的相关目标。与此系统还拥有完善的报警以及保护功能，一旦设备出现异常情况或者超出安全运行的范围，便能够及时发出警示信息并且启动相应的保护举措，以此来防止设备遭受损坏以及安全事故的出现。除此之外，系统另外还提供了数据记录、分析以及报表生成功能，从而为运行管理人员给予决策方面的有力支持，进而实现运行过程具备可追溯性以及管理呈现出透明化的状态。

2.3 自动化监控系统关键技术

水力发电厂自动化监控系统所涉及的关键技术包含了诸多方面，像传感与测量技术、通信与数据传输技术、数据处理与分析技术还有人机交互与可视化技术等等，这些技术协同起来，对系统的高效、稳定且智能的运行起到了支撑作用。传感与测量技术属于系统的基础部分，借助布置高精度的传感器以及测量装置，可达成对水轮机、发电机、变压器以及水工设备的转速、压力、温度、电流、电压、振动等一系列运行参数的实时采集，进而为系统给予可靠的原始数据。通信与数据传输技术能够保证现场的数据可以快速并且稳定地传送到控制中心，一般会采用工业以太网、光纤网络以及无线通信技术，并且通过冗余设

计以及协议优化来确保数据传输的安全性和可靠性。数据处理与分析技术是系统智能化的关键核心所在，其包含实时数据处理、趋势分析、故障诊断、预测维护以及决策支持等功能，依靠先进的算法对采集到的数据加以处理，以此助力管理人员及时察觉潜在的问题并且优化运行的策略^[2]。人机交互与可视化技术给操作人员提供了直观且友好的操作界面，凭借图形化的形式来显示运行的状态、报警的信息、趋势的曲线以及报表等内容，从而实现对复杂系统的便捷管理。

3 自动化监控系统在运行管理中的应用

3.1 发电调度管理

在水力发电厂的运行管理环节当中，自动化监控系统于发电调度管理这一方面占据着极为关键的地位。其借助实时监控以及数据分析这两项手段，达成对机组负荷展开科学调度以及优化控制的目的。该系统具备对各个发电机组的运行状况、水库的水位情况、电网的负荷状态以及用电需求等多方面内容加以综合分析的能力，并且会依据电力系统的调度指令以及实际的运行条件，自行去调整机组的启停次序以及出力分配情况，以此来保证发电效率能够达到最大化的程度，同时也确保电网可以安全且稳定地运行。通过构建动态负荷管理模型的方式，系统还能够对短期内的用电变化走向做出预测，进而提前对调度计划予以优化，如此一来便能够降低能量方面的浪费情况，也能避免因频繁启停而给设备带来的冲击影响。与此系统还提供了详尽的调度数据记录以及报表相关的功能，从而为管理人员给予决策方面的有力支撑，进而促使发电调度朝着科学化、可追溯性以及透明化的方向不断发展。

3.2 设备运行状态监测

在水力发电厂开展运行管理工作期间，自动化监控系统于设备运行状态监测这一方面有着颇为重要的作用，可达成对发电机组、水轮机、变压器、泵站以及其他关键设备实施实时状态监控以及综合管理的目标。该系统会布置各式各样的高精度传感器与测量装置，持续不断地采集设备的转速、振动、温度、压力、电流、电压等运行参数，而后借助数据采集与传输网络实时将其上传到控制中心。监控系统不但可以对设备运行状况予以实时呈现，而且能凭借趋势分析、状态评估以及故障诊断算法，针对潜在的设备异常做出预测并发出预警，进而防止因突发性故障而引发的生产中断或者设备损坏情况出现。除此之外，系统还能够自动形成运行报告与分析图表，给运维人员给予直观的数据方面的支撑，助力他们制订出科学合理的维护计划与检修策略，提升设备的利用率以及可靠性。

3.3 安全运行与应急管理

在水力发电厂开展运行管理工作期间，自动化监控系统于安全运行以及应急管理层面发挥着极为关键的作用，其能切实有效地保障设备以及人员的安全状况，使事故风

险得以降低。该系统借助对机组、水轮机、变压器、泵站还有水工结构等关键设备的运行状态展开实时的监控操作，可迅速识别出异常情况，像过载、过压、振动出现异常、水位产生波动以及设备发生故障等等，并且会及时地发出报警方面的信息。综合预设的安全规则以及控制逻辑来看，系统能够自动去采取保护相关措施，比如启动机组停机操作、切断电源供应、调节水闸或者执行备用运行程序等方式，以此来避免事故进一步扩大^[3]。与此自动化监控系统还能给予应急预案的实施以及管理工作有力的支持，凭借仿真演练、故障模拟以及应急调度等功能，助力管理人员快速作出科学合理的决策，提升应急响应的速度以及处理的效率。并且，该系统还能够记录并分析历史故障数据，从而为未来开展安全管理工作以及设备维护事宜提供相应的依据，达成风险预警以及持续改进的目标。

3.4 运行数据管理与分析

在水力发电厂的运行管理环节当中，自动化监控系统于运行数据的管理以及分析层面发挥着极为重要的作用，其一方面达成了对全厂运行数据加以集中收集以及存储的目标，另一方面也给科学决策以及优化管理给予了强有力的支持。该系统可以针对发电机组、水轮机、变压器以及其他一些关键设备的运行参数、能耗数据、故障记录、报警信息等等展开实时的采集工作并实施统一的管理举措，以此来保证数据具备完整性、准确性以及可追溯性这些特性。借助对海量数据开展统计分析、趋势监测以及异常检测等相关操作，系统能够察觉到潜在存在的各类问题，对设备性能做出评估，进而优化机组运行的相应策略，同时还能为发电调度事宜、维护计划安排以及能效管理工作给予数据方面的依据。与此系统还拥有数据可视化的功能以及报表生成的能力，凭借图形化的界面来呈现运行状态、能耗曲线、设备健康状况还有运行效率等情况，从而让管理人员能够较为直观地掌握全厂的运行具体情况，并且能够迅速制定出合理的调度以及维护方面的决策。再进一步来讲，运行数据的分析还可以与预测性维护以及智能决策模型相互结合起来，进而达成对设备寿命周期、运行成本以及能效指标的综合性评估，为水力发电厂实现长期的安全运行以及经济效益的提升给予科学层面的有力支撑，使得运行管理的智能化程度以及管理效率都得到了颇为显著的提高。

4 自动化监控系统在水力发电厂中的发展趋势

随着水力发电技术持续向前发展，电力系统智能化程度也在不断提高，在这样的大背景之下，水力发电厂自动化监控系统的发展趋势就展现出了智能化、网络化、集成化以及数据驱动化等一系列特点。智能化无疑是其中最为关键的核心方向，系统会更多地依靠人工智能、机器学习

还有大数据分析等相关技术，以此来达成对设备运行状态的自主监测、故障预测以及优化调度等目的，进而促使发电效率得以提高，设备可靠性也能获得增强。网络化以及远程化的趋势同样十分明显，借助工业物联网以及高速通信技术的应用，各类监测节点以及控制装置便能够实现全厂范围内的互联互通，并且还能够给予远程监控以及跨区域调度予以支持，如此一来，管理的实时性以及灵活性都得到了相应的提升。在系统集成化方面，其将会朝着更为深入的方向去发展，自动化监控系统不再仅仅是对单一机组或者电气设备进行管理，而是逐步去实现对水轮机组、水工建筑、变电设备以及环境监测等多个系统的统一管理，进而形成一个较为完备的运行管理平台^[4]。而数据驱动化已然成为发展的重点所在，通过对海量运行数据展开深度挖掘以及智能分析，系统便能够为发电调度、能效优化、维护决策以及安全管理工作提供具有一定科学依据的参考，达成全生命周期管理以及精细化运营的目标。在未来，随着技术不断进行迭代更新，自动化监控系统将会朝着更加自主、智能以及高效的方向不断发展，这既能够提升水力发电厂的运行效率以及经济效益，还能够为可再生能源实现高比例接入以及智能电网建设给予强有力的支撑。

5 结语

水力发电厂自动化监控系统于运行管理环节发挥着颇为关键的作用。其借助发电调度方面的功能、设备监测的相关举措、故障预警的有效手段以及数据管理的科学方式，切实提升了发电厂所具备的安全性，并且也使得运行效率得以提高。就当前状况而言，该系统在智能化这一领域以及数据分析这个层面，依旧存有可以进一步提升的空间。不过伴随技术的不断发展，自动化监控系统将会变得更加完备，进而能够为水力发电厂实现高效且安全的运行给予强有力的支撑。

【参考文献】

- [1] 吴建新,吴双,李乐,等.水力发电运行中的压板状态监管系统设计[J].电子技术,2024,53(6):354-356.
- [2] 朱大才.水力发电厂电气设备维护及安全运行研究[J].设备监理,2023(5):62-65.
- [3] 周文青.水力发电厂电气设备监控管理系统的应用[J].现代工业经济和信息化,2022,12(2):32-33.
- [4] 水力发电厂计算机监控系统设计规范:NB/T 10879-2021[S].奔流电子音像出版(北京)有限公司,2021.
作者简介: 王伟 (1993.1—), 男, 毕业院校: 华北水利水电大学, 所学专业: 能源与动力工程(水动), 当前就职单位: 大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 职务: 集控中心值班员, 职称级别: 助理工程师。