

Reflection on the Safety Operation Management Strategy of Hydroelectric Power Stations under Centralized Control Mode

Qiao Zhu Jinxiang Zhang

Hunan Lishui River Basin Water Conservancy and Hydropower Development Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

With the rapid development of technology and the continuous optimization of energy structure, hydropower stations, as an important component of clean and renewable energy, have become increasingly prominent in the power system. The centralized control mode, as an important means of modern management of hydropower stations, achieves remote centralized control and optimized scheduling of various operational links of hydropower stations through highly integrated monitoring systems and intelligent management methods. However, while enjoying the convenience and efficiency improvement brought by the centralized control mode, how to ensure the safe operation of hydropower stations has become an urgent problem to be solved. This article will explore effective strategies for safe operation and management of hydropower stations based on the characteristics of centralized control mode.

Keywords

centralized control mode; hydropower stations; operational risk; effective strategy

集控模式下水电站安全运行管理策略思考

朱樵 张金祥

湖南澧水流域水利水电开发有限责任公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

随着科技的飞速发展和能源结构的不断优化,水电站作为清洁能源的重要组成部分,其在电力系统中的地位日益凸显。集控模式作为水电站现代化管理的重要手段,通过高度集成的监控系统和智能化的管理手段,实现了对水电站各运行环节的远程集中控制和优化调度。然而,在享受集控模式带来的便利与效率提升的同时,如何确保水电站的安全运行成为一个亟待解决的问题。论文将从集控模式的特点出发,探讨水电站安全运行管理的有效策略。

关键词

集控模式; 水电站; 运行风险; 有效策略

1 引言

集控模式是指通过计算机技术、通信技术、自动化技术等现代化手段,实现对水电站各项设备的集中监控和管理,从而提高水电站的运行效率和安全性。在集控模式下,水电站的运行管理人员可以通过集控中心的各种监控设备,实时掌握水电站的运行状态,及时发现和处理各种异常情况,确保水电站的安全稳定运行。

2 集控模式下水电站安全运行管理的重要性

2.1 消除潜在的安全隐患

由于水电站的地理位置往往分布在偏远山区,传统的

分散运行模式依赖于现场人员对设备的日常巡检和维护^[1]。这样的方式不仅效率低下,而且容易因人为疏忽或技术水平不足而导致设备故障和安全隐患的积累。而集控模式则通过远程监控和自动化系统,可以实时监测水电站设备的运行状态,及时发现设备异常或故障,防止事故的发生。

2.2 降低运行成本

在传统的运行模式下,每个水电站都需要配备相对完整的运行维护团队和设备管理人员,这不仅增加了人力成本,也提高了管理的复杂性。而集控模式则通过集中管理的方式,减少了现场值班人员的数量,优化了人力资源的配置。同时,集控系统还可以通过智能化分析和数据处理,优化运行参数,减少能源浪费,提高设备的使用寿命。

2.3 维护社会稳定

水电站作为重要的基础设施,其安全运行直接关系到

【作者简介】朱樵(1997-),男,中国湖南双峰人,本科,助理工程师,从事电气工程及其自动化研究。

电力供应的稳定性。电力供应的中断不仅会对社会生产和生活造成严重影响，还可能引发社会舆论的关注，甚至引发社会不满和恐慌。在集控模式下，水电站的运行管理更加集中和高效，能够及时应对突发情况，减少电力中断对社会秩序的冲击，为社会的稳定和经济发展提供了坚实的保障。

3 集控模式下水电站安全运行风险

3.1 集控中心出现的运行安全风险

由于集控中心与多个水电站相连接，其系统一旦出现故障或漏洞，可能会导致多座水电站的同时失控。同时，集控中心的运行依赖于大量的数据传输和信号反馈，数据传输过程中若出现延迟、数据丢失或错误反馈，可能会导致操作人员做出错误的判断或决策，进而引发运行事故。尤其是在恶劣天气、突发自然灾害或电网波动等情况发生时，集控中心的稳定运行尤为关键，任何系统不稳定或设备失灵都可能引发严重后果。

3.2 远程操作时的安全风险

水电站的设备操作通常要求极高的精准度，而远程操作受限于通信技术的稳定性和传输数据的准确性。在远程操作过程中，网络延迟、信号中断或误操作问题可能会导致设备操作偏差，进而影响水电站的正常运行^[2]。同时，远程操作隔离了操作人员与现场实际环境的接触，使得操作人员无法及时感知现场的实际状况，可能会导致决策失误。

3.3 运行监控风险

集控模式下的监控系统主要依赖于自动化监控设备和远程数据分析，虽然自动化技术可以极大提高监控效率，但其可靠性和准确性仍有待进一步提升。尤其在水电站运行过程中，水位、流量、设备温度等关键参数的监测至关重要，一旦监控系统出现故障或数据异常，可能会导致水电站的安全隐患无法及时发现，甚至引发严重事故。同时，自动化监控系统在面对非常规情况时，往往无法做出灵活应对，依赖于预设程序的自动化系统在面对突发的、复杂的、随机性较强的风险时，可能无法迅速做出反应，进而造成安全隐患。

4 集控模式下水电站安全运行管理策略

4.1 优化集控系统架构，提升运行管理效率

4.1.1 硬件设施优化

在水电站集控模式下，硬件设施的可靠性直接关系到系统的稳定性和安全性。例如，现代集控系统对数据采集和传输的要求越来越高，传统的传感器和数据采集设备可能难以满足精度和实时性的需求。因此，应当引入更为先进的传感器设备和高速数据传输网络，确保数据的准确性和及时性。同时，还需要对硬件设施的冗余设计给予足够重视，确保在关键设备出现故障时，系统能够快速切换到备用设备，避免因单点故障导致系统停机。

4.1.2 软件系统优化

随着水电站规模的扩大和运行复杂性的增加，传统的

集控软件系统在处理海量数据和多任务调度方面往往显得力不从心。因此，需要对集控系统的软件架构进行优化，以适应现代化水电站的需求^[1]。可以通过引入先进的算法和人工智能技术，提升系统的自动化水平，使其能够根据实时数据进行智能决策和调度。例如，针对不同的运行工况，系统可以自动调整发电机组的运行状态，优化水电站的整体运行效率。

4.1.3 数据管理优化

在水电站的集控模式下，大量的数据需要实时采集、传输和存储，这对数据管理提出了更高的要求。因此，需要对数据管理流程进行优化，确保数据的高效处理和有效利用。一方面，可以通过引入先进的数据压缩技术和存储管理策略，提高数据存储效率，降低存储设备的负载。另一方面，针对不同类型的数据，可以采用分类存储和分级管理的方式，确保关键数据的优先处理。

4.2 强化实时监测能力，及时发现安全隐患

4.2.1 完善监测设备布局

现阶段，部分水电站的监测设备布局不够合理，存在着监测盲区或监测数据不够全面的情况，这就可能导致某些隐患被忽视。因此，在设计监测设备的布局时，应根据水电站的具体情况，结合各区域的安全风险进行有针对性的布置，确保监测设备能够全面覆盖所有关键环节。同时，需要合理分配监测设备的种类和数量，避免过度集中在某些区域，确保监测数据的全面性和准确性。

4.2.2 升级监测设备性能

为了确保实时监测的有效性，水电站应当逐步淘汰老旧的监测设备，采用更具先进性的设备。新型监测设备不仅具有更高的灵敏度和精度，还能在更恶劣的环境下稳定运行。例如，采用高精度传感器和智能化控制系统，可以大幅提高监测数据的准确性和实时性，从而更快地发现潜在的设备故障或安全隐患。

4.2.3 开发智能化安全预警系统

仅靠设备的监测数据并不足以保证及时发现所有安全隐患，管理人员的判断和反应能力也有其局限性。而智能化预警系统能够通过监测数据进行深度分析，结合大数据和人工智能技术，对潜在隐患进行预测和预警。这套系统能够通过设备运行状态的历史数据和实时数据进行比较分析，识别出设备运行中的异常趋势，从而提前预警可能发生的故障或安全问题。

4.3 建立全面风险管控，确保水电站安全运行

4.3.1 开展风险评估与分级管理

在集控模式下，由于多个水电站的运行集中在一个中心进行调控，因此风险的复杂性和潜在影响范围更大。通过风险评估，可以全面识别出不同运行环节中的潜在风险点，包括设备故障、自然灾害、人为操作失误等。在识别风险后，需要对其进行分级管理。根据风险的发生概率与可能造成的

损失程度,将风险分为不同等级,如高风险、中风险和低风险,从而确保有限的资源优先用于应对高风险事件,避免因资源分配不当导致的安全隐患。

4.3.2 制定针对性的风险控制措施

针对不同等级的风险,需要采取相应的控制措施。对于高风险事件,应优先采取预防性措施,如强化关键设备的监控、增加巡检频率、配置应急预案等。对于中低风险事件,则可以通过加强员工培训、完善操作流程等手段进行预防和控制。集控模式下,水电站的运行依赖于集中的监控和调度系统,因此,对于技术性风险的控制尤为重要。可以通过引入先进的自动化监测设备、升级控制系统等方式,降低因设备故障或系统失灵导致的运行风险。

4.3.3 建立风险管控的持续改进机制

风险管理并非一劳永逸的过程,而是需要随着水电站运行环境的变化和技术发展不断优化与改进。建立持续改进机制,一方面要定期对已实施的风险控制措施进行评估,分析其有效性和适用性,及时发现管理中的薄弱环节,并根据实际情况不断调整和优化风险管控措施。另一方面,应建立信息反馈和经验交流机制,确保水电站的管理人员能够及时掌握最新的风险信息和控制方法,增强团队的风险意识和应对能力。

4.4 加强应急管理体系,提高事故处置能力

4.4.1 完善应急管理组织架构

一个高效的应急管理组织架构应当明确各级管理人员和操作人员的职责划分,确保在紧急情况下,能够迅速启动应急响应机制。应急组织架构的层次划分要清晰,并根据水电站的规模、地理位置和运行特点进行合理设计。在集控模式下,集控中心作为应急指挥的核心,应与各个水电站保持实时信息互通,确保应急指令能够迅速传达。

4.4.2 优化应急预案和处置流程

应急预案作为事故发生时的重要指导文件,应当根据水电站的实际运行情况进行动态调整。在集控模式下,由于多个水电站的运行监控集中在一起,预案的制定需要更加细致和系统化,涵盖不同类型事故的应对策略。具体而言,应急预案应当包括事故的分级分类处置方案,对于不同类型的事故,如洪水、设备故障、电力系统波动等,制定针对性的应对措施。

4.4.3 加强应急物资和设备管理

在集控模式下,应急物资的储备应当根据各个水电站的具体需求进行合理配置,并建立统一的物资调度机制,确保在发生紧急情况时,能够迅速调配到位。除了常规的应急物资,如救生设备、通讯工具、应急照明等,还应储备专门用于水电站事故处置的特殊设备,如泄洪控制装置、应急电

源、备用传感器等。此外,设备的日常检测和维护也是确保应急物资发挥作用的关键,应定期对设备进行检查和保养,确保其处于良好状态。

4.5 深化人员培训管理,提升团队综合素质

4.5.1 建立完善的培训管理制度

一个系统化、科学化的培训制度能够为员工提供明确的学习路径和成长方向。培训制度的制定应根据水电站的实际需求,结合集控模式的特点,涵盖核心技术技能、设备操作规范、安全生产意识等多个维度。通过规范化的制度设计,确保每位员工都能够获得系统的学习机会,避免培训工作流于形式或重点偏离实际需求。同时,培训制度还应与时俱进,定期调整和优化,以应对技术更新和生产要求的变化。

4.5.2 开展多样化的培训方式

在传统的课堂式培训基础上,水电站应探索更多创新的培训方法,以增强培训的实效性和员工的参与度。例如,结合实际生产需求,组织模拟操作培训或现场演练,使员工能够在接近真实的环境中提高操作技能和应急处理能力。利用现代信息技术手段,如网络课程、虚拟仿真技术等,也能够为员工提供灵活的学习方式,使他们能够随时随地进行知识更新和技能提升。

4.5.3 加强人员技能考核与评估

通过科学合理的考核机制,能够有效检验员工的培训成果,并对其技术能力和工作表现做出全面的评估。考核应以实际操作能力为重点,结合理论知识测试,确保员工不仅掌握了理论基础,还具备实际操作和应急处理能力。在考核过程中,应注重公平、公正,同时做到定期考核与不定期抽查相结合,以全面了解员工的技术水平和工作状态。考核结果应作为员工绩效评价、晋升和奖惩的重要依据,激励员工不断提升自身素质。

5 结语

总之,在集控模式下,水电站的安全运行管理是一项系统工程,需要从制度、设备、人员、技术等多个方面入手,采取综合措施,不断提高水电站的安全运行水平。只有这样,才能够确保水电站在为国家和社会提供清洁、可靠能源的同时,也能够实现自身的可持续发展,为中国能源事业的发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 何沐星,王江,邓明洋.集控模式下水电站安全运行管理模式探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(2):64-67.
- [2] 柯志冬.集控模式下水电站安全运行管理模式探讨[J].红水河,2022,41(6):154-157.
- [3] 王凤羽.水电站集控运行安全评估及风险预防措施分析[J].水电站机电技术,2023,46(10):105-108.