

灌区节制闸安全运行与维护管理对策研究

赵 腾

河北省水务中心石津灌区事务中心 河北 石家庄 052260

摘要：本文聚焦于灌区节制闸的安全运行风险分析、安全运行管理策略及维护管理对策，旨在通过系统性的研究，提出有效的管理方案，以确保节制闸的稳定运行，提升灌区水资源管理效率。文章从安全运行风险识别、管理策略制定及维护措施实施三个维度展开，为灌区节制闸的管理提供理论支持和实践指导。

关键词：灌区节制闸；风险分析；安全运行；维护管理

引言

节制闸作为灌区水利工程的核心组成部分，其安全运行直接关系到灌区的灌溉效率、水资源分配及工程安全。然而，在实际运行过程中，节制闸面临着多种潜在的安全风险。因此，深入分析这些风险，制定相应的管理策略和维护对策，对于保障节制闸的长期稳定运行具有重要意义。

1 灌区节制闸安全运行风险分析

1.1 自然因素风险

极端天气条件下的洪水是灌区节制闸面临的主要自然风险之一。洪水的冲击不仅可能对节制闸的结构稳定性造成威胁，还可能影响其运行安全，导致闸门损坏或启闭失效。在地震活跃区域，地震活动也是不可忽视的风险因素。地震可能导致节制闸基础松动、结构变形，甚至引发整体垮塌，从而极大地增加运行风险。此外，在寒冷地区，冬季的冰冻现象同样对节制闸构成威胁。冰冻可能导致节制闸闸门冻结、启闭困难，甚至在严重情况下造成结构损坏，影响灌区的正常供水。

1.2 人为因素风险

人为因素同样是影响灌区节制闸安全运行的重要方面。操作人员技能不足或疏忽大意可能导致闸门启闭失控，进而引发安全事故。此外，缺乏定期维护或维护不到位也是潜在的风险点。这可能导致设备老化加速、故障频发，从而增加运行风险。管理制度的不健全或执行不严同样可能带来问题，如资源配置不合理、应急处置能力不足等，这些都可能在紧急情况下对节制闸的安全运行构成威胁。

1.3 设备因素风险

设备因素也是影响灌区节制闸安全运行的关键因素之一。长期使用必然导致设备磨损、性能下降，从而增加故障发生的概率。如果设计不合理，可能导致闸门结构应力集中、材料疲劳等问题，进而影响使用寿命和安

全性。此外，关键备品备件的储备情况也不容忽视。如果储备不足，可能影响故障抢修的效率，导致停机时间延长，对灌区的正常供水造成不利影响。

2 灌区节制闸安全运行管理策略

2.1 完善管理制度

为确保灌区节制闸的安全运行，必须制定一套详细、专业且操作性强的安全运行管理制度和操作规程。这套制度应明确各级管理人员的职责，包括日常巡检、定期维护、故障处理、应急处置等各个方面的具体工作流程和要求。同时，制度还应规定对操作人员的资质要求、培训内容和周期，以确保他们具备足够的专业知识和操作技能。建立设备档案是管理制度的重要组成部分。档案应详细记录节制闸及其关键部件的制造信息、安装日期、运行状态、历次维护记录以及故障处理情况。这些信息对于评估设备的健康状况、预测潜在故障以及制定维护计划至关重要。定期开展安全检查是保障节制闸安全运行的关键措施^[1]。检查应涵盖节制闸的所有关键部件和潜在风险点，如闸门、启闭机、传动装置、电气系统等。检查过程中，应使用专业的检测工具和方法，确保检查的准确性和全面性。对于发现的安全隐患，应立即采取措施进行消除，并记录处理过程和结果。此外，管理制度还应包括对节制闸运行环境的监测和管理。例如，应定期监测节制闸上下游的水位、流速等水文参数，以及闸门的受力情况，以确保节制闸在正常运行范围内工作。同时，还应关注气候变化对节制闸的影响，如极端天气条件下的洪水、冰冻等，并制定相应的预防措施。

2.2 实施自动化监控

为确保灌区节制闸的安全运行，建立自动化监控系统是至关重要的。这一系统应能够实时监测节制闸的运行状态，包括闸门的开度、启闭速度、水流速度、水位等关键参数，并进行数据采集和存储。通过高精度的

传感器和先进的数据采集技术,可以确保所收集数据的准确性和可靠性。数据分析是自动化监控系统的核心环节。通过对实时数据的处理和分析,可以预测节制闸的潜在故障,如传动装置的磨损、电气系统的异常等。这种预测能力使得管理人员能够提前采取措施,如进行维护或更换部件,从而有效预防事故的发生,提高节制闸的运行可靠性。除了监测和预测功能,自动化监控系统还应具备远程操控和智能调度功能。这意味着操作人员可以在远离节制闸的控制室内,通过计算机或移动设备对闸门进行远程操控,实现远程启闭和调节。同时,系统还应能够根据灌区的实际需水量和水位情况,自动调整闸门的开度,实现智能调度,提高运行效率和节水效果^[2]。为确保自动化监控系统的有效运行,还应建立相应的维护和管理机制。定期对系统进行维护和检查,确保其正常运行和数据准确性。同时,管理人员应接受专业培训,掌握系统的操作和维护技能,以便能够及时处理可能出现的问题。

2.3 制定应急预案

为确保灌区节制闸在突发事件中的安全运行,必须制定详细、专业的应急预案和处置流程。这些预案应涵盖各种可能发生的紧急情况,如洪水冲击、地震影响、设备故障、电力中断等,并明确在各种情况下的应对措施和处置步骤。首先,针对洪水冲击,预案应规定当水位达到预警线时,立即启动应急响应机制,关闭节制闸,并启动备用电源和排水系统,以防止洪水对闸门的冲击和损坏。同时,应组织人员进行现场巡查,及时发现并处理可能的安全隐患。其次,对于地震影响,预案应明确在地震发生后,立即对节制闸进行检查,评估其受损情况,并采取必要的修复和加固措施。如果闸门无法正常工作,应迅速启动备用闸门或采取其他临时措施,以确保灌区的正常供水。此外,预案还应包括设备故障和电力中断的应对措施。对于设备故障,应建立快速响应机制,及时组织维修人员进行抢修,并启用备用设备以减少停机时间。对于电力中断,应配备备用电源设备,并确保其能够在紧急情况下迅速启动,以保障节制闸的正常运行。为确保应急预案的有效性,还应建立应急响应机制,明确各级管理人员的职责和应急处置流程。同时,应定期组织应急演练活动,模拟各种紧急情况,检验预案的可行性和员工的应急处理能力。提升灌区节制闸在紧急情况下的安全保障能力。

2.4 加强人员培训

为确保灌区节制闸的安全运行,对操作人员进行专业技能培训是至关重要的。培训内容应涵盖节制闸的工

作原理、操作规程、常见故障及处理方法等,确保操作人员能够熟练掌握节制闸的各项操作技能。同时,还应注重提升操作人员的业务水平,使其能够准确判断节制闸的运行状态,及时发现并处理潜在问题。除了专业技能培训,还应定期组织安全教育和演练活动。安全教育应涵盖水利工程安全知识、应急处置流程、个人防护装备使用等内容,旨在增强员工的安全意识,使其能够在工作中时刻保持警惕,严格遵守安全规定。演练活动则应模拟各种可能出现的紧急情况,如闸门失控、设备故障等,让员工在实战中锻炼应急处理能力,提高团队协作能力。为确保培训效果,还应建立完善的培训考核机制。通过定期考核,评估操作人员对培训内容的掌握程度,以及其在实际工作中的表现。对于考核不合格的员工,应给予额外的培训或指导,确保其能够满足岗位要求。此外,还应鼓励操作人员之间进行经验分享和交流。通过分享成功案例和失败教训,操作人员可以相互学习,共同提高。

3 灌区节制闸维护管理对策

3.1 定期维护检查

为确保灌区节制闸的长期稳定运行,制定并执行严格的定期维护计划是至关重要的。这一计划应详细规定维护的周期、内容、方法和标准,以确保每次维护都能全面细致地覆盖节制闸的所有关键部件和潜在问题点。在维护过程中,应特别关注闸门、启闭机和传动装置等核心部件。对于闸门,需要检查其表面是否有腐蚀、变形或裂纹,以及密封性能是否良好。启闭机作为节制闸的动力来源,其工作状态直接影响到闸门的启闭效果,因此需检查其电机、减速器、制动器等部件的磨损情况和工作性能。传动装置则负责将启闭机的动力传递到闸门,需检查其传动轴、轴承、齿轮等部件的润滑和磨损情况。除了对关键部件的检查,维护计划还应包括更换损坏的零部件和易耗品^[3]。对于磨损严重的部件,如轴承、密封件等,应及时更换以避免影响节制闸的正常运行。同时,对于易耗品,如润滑油、液压油等,也应定期更换以确保设备的润滑和冷却效果。为确保维护工作的有效性,还应建立维护记录档案,详细记录每次维护的时间、内容、发现的问题以及处理措施。这不仅有助于追踪设备的维护历史,还可以为未来的维护工作提供宝贵的参考。

3.2 加强防腐处理

针对灌区节制闸中的水工钢闸门等金属结构,采取有效的防腐措施是延长其使用寿命的关键。由于金属结构长期暴露在水中或潮湿环境中,容易受到腐蚀侵蚀,

因此必须采取专门的防腐技术来保护其表面。涂层法是一种常用的防腐技术,通过在金属表面涂覆一层或多层防腐涂料,形成一层隔绝空气和水分的屏障,从而防止金属腐蚀。在选择涂料时,应考虑其耐水性、耐候性、耐磨性和附着力等性能,以确保涂层能够有效地保护金属表面。此外,涂层的施工也应按照相关规范进行,确保涂层均匀、无漏涂和气泡等缺陷。除了涂层法,电化学法也是一种有效的防腐技术。这种方法通过利用电化学原理,在金属表面形成一层保护膜,从而防止金属与腐蚀介质直接接触。电化学法具有防腐效果持久、对环境友好等优点,在水工钢闸门的防腐处理中得到了广泛应用。为了确保防腐措施的有效性,还应定期对防腐涂层的状态进行检查。检查内容包括涂层的完整性、附着力、颜色变化等。如果发现涂层有破损、脱落或变色等情况,应及时进行修补和重新涂装,以防止腐蚀介质侵入金属表面。

3.3 优化备品备件管理

为确保灌区节制闸在出现故障时能够迅速恢复运行,优化备品备件管理至关重要。这要求根据设备的实际运行情况和历史故障记录,科学、合理地储备关键备品备件。首先,需要详细分析节制闸各关键部件的故障频率和更换周期,以此为基础确定备品备件的种类和数量。对于故障率高、更换周期短的部件,如密封件、轴承等,应确保有足够的库存量。同时,对于关键性的、故障后难以迅速采购的部件,如电机、减速器等,也应适当储备,以应对突发情况。其次,建立严格的备品备件管理制度是确保备品备件质量可靠、供应及时的关键。该制度应明确备品备件的采购、验收、存储、发放等各个环节的标准和流程。采购时,应选择信誉良好的供应商,确保备品备件的质量。验收时,应对备品备件进行严格的质量检查,确保其符合相关标准。存储时,应按照规定条件进行存放,避免备品备件因存储不当而损坏。发放时,应建立详细的领用记录,确保备品备件的使用情况可追溯^[4]。最后,定期对备品备件进行盘点和更新是保持其有效性和可用性的重要措施。盘点时,应对备品备件的数量、质量、有效期等进行全面检查,及时发现并处理过期、损坏或缺失的备品备件。更新

时,应根据设备的运行情况和市场供应情况,及时调整备品备件的种类和数量,确保其满足实际需求。

3.4 提升维护技术水平

为进一步提高灌区节制闸的维护效率与准确性,必须积极引入先进的维护技术和设备。这包括但不限于采用现代化的检测仪器,如超声波探伤仪、红外热像仪等,对节制闸的关键部件进行无损检测,以及利用智能机器人技术进行远程监控和故障排查,从而在不中断节制闸运行的情况下,实现对其状态的实时监测和精准维护。同时,加强与科研机构和高校的合作也是提升维护技术水平的重要途径。通过与这些机构建立紧密的合作关系,可以共同开展技术创新和研发工作,将最新的科研成果应用于节制闸的维护实践中。例如,共同研发基于大数据和人工智能的预测性维护系统,通过对节制闸运行数据的深度分析,提前发现潜在故障并采取相应的预防措施。此外,对维护人员进行系统的技术培训也是提升维护技术水平关键环节。培训内容应涵盖最新的维护技术、设备的使用方法、故障排查与处理的技巧等方面。通过培训,使维护人员能够熟练掌握先进的维护技术和工具,提高其专业水平和技能水平,确保在维护工作中能够迅速准确地定位和解决问题。

结语

灌区节制闸的安全运行与维护管理是保障灌区水利工程安全稳定运行的关键环节。通过深入分析安全运行风险、制定科学的管理策略和实施有效的维护对策可以显著提高节制闸的运行安全性和可靠性为灌区的可持续发展提供有力保障。未来应继续加强相关领域的研究和实践探索不断提升灌区节制闸的管理水平和技术含量。

参考文献

- [1]尉晓浩,上官润生.河北省引黄工程杨庄节制闸标准化管理工作探析[J].河北水利,2024,(03):25-26.
- [2]徐荣强.溧史杭灌区罗管节制闸水闸精细化养护初探[J].江淮水利科技,2017,(03):45-46.
- [3]李书月,郑友志,王志明.潘庄灌区赵庄节制闸施工技术与管理措施[J].工程建设与设计,2020,(12):194-195.
- [4]尹小萍.溧史杭灌区罗管节制闸安全监测设计[J].治淮,2018,(06):36-37.