

水利水电工程闸门的控制方法与运行维护

陈秀珍

温州瓯海水利物业管理有限公司 浙江 温州 325000

摘要: 水利水电工程闸门作为关键设备,承担着调度、蓄水等重要功能。其控制方法主要包括机械式行程控制和电子式行程控制,两者可单独或配合使用以确保闸门安全、稳定运行。运行维护方面,需定期检查闸门主体、支承移动部件及钢丝绳等,进行清洁、润滑、紧固、防腐除锈等工作。同时,针对闸门可能出现的振动、锈蚀等问题,需采取相应措施进行故障处理和预防。有效的控制与维护策略对于保障闸门功能实现及水利水电工程正常运转至关重要。

关键词: 水利水电工程闸门;控制方法;运行维护

引言:水利水电工程中的闸门,作为调节水流、控制水位和保障工程安全的关键设备,其稳定可靠的运行对于整个水利水电系统的功能发挥至关重要。随着科技的进步和工程需求的提升,闸门的控制方法已从传统的手工操作演变为智能化、自动化的控制系统。同时,为确保闸门的长期稳定运行,科学的运行维护和及时的故障处理成为不可或缺的一环。本文旨在探讨水利水电工程闸门的控制方法与运行维护,以期为相关工程实践提供参考和指导。

1 水利水电工程闸门概述

1.1 闸门的种类与结构特点

闸门的种类繁多,根据结构特点和用途不同,可分为平板闸门、弧形闸门、人字闸门等多种类型。平板闸门结构简单,由门叶、支承装置和启闭设备等组成,适用于各种水库、渠道和河道。弧形闸门则适用于高速水流的情况,如高坝溢流堰、水力发电站等,其通过弧形门叶和启闭机的配合,能够有效地控制水流。人字闸门则呈扇形启闭,适用于挡单向水头,且对景观有一定要求的场合。这些闸门在结构上各具特点,但共同之处在于都具备良好的密封性能和承载能力,以确保在复杂多变的水文环境下稳定运行。同时,闸门的材料选择也至关重要,需具备良好的耐腐蚀性和耐磨损性,以延长使用寿命。

1.2 闸门在水利水电工程中的应用

闸门在水利水电工程中应用广泛,主要用于挡水、泄水、取水以及调节水位等。在防洪排涝系统中,闸门能够关闭以拦截洪水,保护低洼地区免受洪水侵袭。在灌溉系统中,闸门则能够控制水流进入农田的量和时机,确保农作物得到充足的水源。此外,在水电站、航运枢纽等工程中,闸门也发挥着不可替代的作用。

1.3 闸门的工作原理与功能

闸门的工作原理主要基于启闭机的驱动作用。当需要开启或关闭闸门时,启闭机会通过传动装置带动闸门进行上下或旋转运动。闸门的功能则主要体现在控制水流、调节水位以及保护工程安全等方面。通过精确控制闸门的开启程度和时间,可以实现水流的精确调节,满足不同的工程需求。同时,在紧急情况下,如洪水来临或工程出现故障时,闸门能够迅速关闭或开启,以保护工程和人民生命财产的安全。

2 水利水电工程闸门的控制方法

2.1 手动控制方法

(1) 适用范围与特点。手动控制方法适用于小型水利工程或作为紧急备用控制方式。其特点在于结构简单、操作直接,不依赖外部电源,因此在电力供应不稳定或紧急情况下具有独特优势。然而,手动控制效率较低,且对操作人员的技能有一定要求。(2) 操作流程与注意事项。操作流程通常包括观察水位、判断是否需要操作、通过手动装置(如手柄、绳索)控制闸门开启或关闭,以及操作后的状态检查。在操作过程中,操作人员需密切关注闸门动态,确保操作平稳、安全。同时,需注意手动装置是否完好,避免在紧急情况下因装置故障导致操作失败。

2.2 机械控制方法

(1) 机械传动装置介绍。机械控制方法通过机械传动装置实现闸门的控制。常见的机械传动装置包括齿轮传动、链条传动和丝杠传动等。这些装置结构相对简单,易于维护和更换。(2) 控制原理与实现方式。机械控制的原理在于通过机械部件的传动,将动力传递到闸门,实现其开启或关闭。操作人员可以通过手动或电机驱动的方式,控制机械传动装置的运动,进而控制闸门的开闭。在电机驱动的情况下,还需考虑电机的控制回路和保护措施^[1]。(3) 优缺点分析。机械控制方法的优

点在于结构简单、维护方便，且具有一定的可靠性和稳定性。然而，其传动效率相对较低，且受机械磨损和疲劳的影响，长期运行后可能需要更换传动部件。此外，机械控制方法难以实现精确控制和远程监控。

2.3 液压控制方法

(1) 液压装置的工作原理。液压控制方法利用液压传动原理，通过液压泵提供动力，液压阀控制油液的流向和流量，从而实现了对闸门的控制。液压装置具有结构紧凑、传动平稳、负载能力强的特点。(2) 液压控制在闸门中的应用。在闸门控制中，液压装置通常安装在闸门附近，通过液压缸推动闸门进行开启或关闭。操作人员可以通过控制液压阀的开闭，调节油液的流向和流量，从而实现了对闸门运动速度、加速度和位置的精确控制。此外，液压控制方法还具有响应速度快、抗干扰能力强的优点。(3) 精确性与稳定性分析。液压控制方法的精确性和稳定性主要取决于液压装置的性能和控制系统的精度。高性能的液压装置和精确的控制系统可以显著提高闸门的控制精度和稳定性。同时，液压控制方法还具有较好的自适应性和鲁棒性，能够应对复杂多变的工作环境。然而，液压控制方法也存在一些挑战，如液压油泄漏、污染和温度升高等问题，需要定期维护和保养。

2.4 电气控制方法

(1) 电气控制系统的构成。电气控制方法通过电气控制系统实现闸门的远程监控和控制。电气控制系统主要由传感器、控制器、执行器和通讯设备等部件组成。传感器用于监测闸门和水位的状态；控制器根据传感器信号和预设的控制策略发出控制指令；执行器（如电机或液压缸）接收指令并驱动闸门进行开启或关闭；通讯设备则用于实现远程监控和通信。(2) 远程监控与控制实现。电气控制系统可以实现闸门的远程监控和控制。操作人员可以在控制中心通过计算机界面实时查看闸门的状态和水位信息，并根据需要发出控制指令。控制系统接收指令后，通过通讯设备将指令传输到执行器，驱动闸门进行相应的动作。同时，控制系统还可以实时反馈闸门的状态信息，帮助操作人员了解闸门的运行情况。(3) 自动化程度与效率分析。电气控制方法的自动化程度较高，可以实现闸门的远程监控和自动控制。这种自动化控制不仅提高了闸门的控制精度和稳定性，还降低了人工操作的难度和强度。同时，电气控制系统还可以与其他自动化系统进行集成，实现水利工程的整体自动化控制和管理。在效率方面，电气控制方法能够显著提高水利工程的运行效率，减少因人工操作带来的延误和错误^[2]。

3 水利水电工程闸门的运行维护

3.1 定期巡视与检查

(1) 巡视与检查的内容与方法。定期巡视与检查是预防闸门故障的第一道防线。巡视内容应包括闸门的整体结构、启闭装置、电气控制系统及其周边环境。方法上，应采用直观观察、专业测量与记录分析相结合的方式。观察闸门有无变形、锈蚀或损伤，启闭装置是否运行平稳，电气控制线路是否连接可靠。同时，使用专业仪器测量闸门的启闭力、行程及密封性，确保各项参数在正常范围内。(2) 异常状况的发现与处理。一旦发现闸门存在异常状况，如启闭困难、密封不严或电气系统故障，应立即停止使用，并进行初步排查。对于能够立即解决的问题，如杂物卡住导致的启闭不畅，应立即清理；对于复杂或需专业维修的问题，应及时上报，并安排专业人员进行处理，确保闸门尽快恢复正常运行。

3.2 清洁与润滑

(1) 沉积物与杂物的清理。闸门长期运行，容易在导轨、门槽等部位积累沉积物与杂物，这不仅会增加启闭阻力，还可能损坏闸门结构。因此，需定期对闸门进行清洁，特别是导轨、门槽等关键部位。清洁时，可采用高压水枪冲洗或人工铲除等方式，确保闸门表面及内部清洁无垢。(2) 导轨与门槽的润滑维护。导轨与门槽的润滑对于减少摩擦、保护闸门结构具有重要意义。应根据闸门材质、运行环境及运行频率等因素，选择合适的润滑剂进行定期涂抹。涂抹前，需清理导轨与门槽表面的油污与杂质，确保润滑剂能够均匀附着。同时，需定期检查润滑剂的使用情况，及时补充，避免润滑不足导致的磨损加剧^[3]。

3.3 定期维修与检测

(1) 维修与检测的项目与周期。定期维修与检测是确保闸门长期稳定运行的关键。维修项目主要包括闸门结构修复、启闭设备检修、电气元件更换等；检测项目则涵盖闸门启闭力、行程、密封性等关键性能指标。维修与检测的周期应根据闸门的使用频率、运行环境及历史故障数据等因素综合确定，一般为每年或数年一次。(2) 润滑系统、密封系统、减振系统的维护。润滑系统、密封系统、减振系统是闸门的重要组成部分，其运行状态直接影响到闸门的性能与寿命。因此，需定期对这些系统进行维护。润滑系统需检查润滑剂的质量与数量，及时更换变质或不足的润滑剂；密封系统需检查密封条、密封圈等部件的磨损情况，及时更换损坏部件；减振系统则需检查减振器、缓冲器等部件的性能，确保其能够有效减少闸门启闭时的振动与冲击。

3.4 应急处理预案与安全演练

(1) 应急预案的制定与演练。针对闸门可能出现的紧急情况,如启闭故障、水位异常等,应制定详细的应急预案。预案应明确紧急停机程序、故障排查方法以及人员疏散方案。同时,定期组织应急预案演练,提高操作人员的应急处理能力,确保在紧急情况下能够迅速响应、有效处置^[4]。(2) 安全警示标志的设置与管理。在闸门周边及关键操作区域设置清晰的安全警示标志,能够提醒操作人员注意安全,预防事故发生。标志应包括禁止入内、注意安全、紧急停机等标识。同时,需定期对标志进行检查与维护,确保其清晰可见、完好无损,为闸门的安全运行提供有力保障。

4 水利水电工程闸门控制与维护中的关键问题与对策

4.1 闸门腐蚀与漏水问题

(1) 腐蚀原因与预防措施。闸门腐蚀主要由电化学腐蚀和物理腐蚀引起。电化学腐蚀是由于闸门金属部件在潮湿环境中与电解质溶液接触,形成原电池反应,导致金属逐渐溶解。物理腐蚀则是由于水流冲刷、泥沙磨损等物理作用,使闸门表面材料逐渐剥落。为预防腐蚀,可采取以下措施:选用耐腐蚀材料,如不锈钢、铜合金等;加强闸门表面处理,如喷砂除锈、热镀锌等;定期涂刷防腐涂料,形成保护层;保持闸门周围环境干燥,减少电化学腐蚀条件。(2) 漏水检测与维修方法。漏水是闸门常见的问题之一,主要由止水橡胶老化、密封面损坏或安装不当引起。检测漏水可采用压力测试法,通过观察闸门在特定压力下的渗漏情况,确定漏水部位。维修方法包括更换止水橡胶、调整密封面间隙、重新安装闸门等。在维修过程中,应确保止水橡胶质量可靠,密封面平整无缺陷,安装精度符合要求。

4.2 闸门振动与异常响声问题

(1) 振动原因分析。闸门振动主要由水流冲击、结构共振、闸门变形等原因引起。当水流速度过快或流量过大时,会对闸门产生强烈冲击,导致闸门振动。此外,若闸门结构设计不合理,如刚度不足、支撑结构不稳定等,也易引发振动。(2) 消音设备与减振措施的应用。为解决闸门振动与异常响声问题,可采用消音设备与减振措施。消音设备包括消音器、隔音板等,可有效

降低噪声水平。减振措施包括在闸门与支撑结构之间设置减振器、调整闸门刚度等,以减少振动传递。同时,优化水流条件,如设置导流板、调整水流速度等,也可有效减轻振动。

4.3 自动化监控系统的完善

(1) 自动监控系统的构成与功能。自动化监控系统主要由传感器、数据采集与处理系统、远程控制设备等构成。传感器负责采集闸门运行状态数据,如开度、水位、流量等;数据采集与处理系统对传感器数据进行处理与分析,实现闸门状态的实时监测与预警;远程控制设备则可根据系统指令,对闸门进行远程操控。(2) 系统完善与升级的建议。为完善与升级自动化监控系统,建议加强传感器精度与稳定性,提高数据采集的准确性与可靠性;优化数据处理算法,提升系统预警与故障诊断能力;增强系统安全性,采用加密通信、防火墙等技术,防止黑客攻击与数据泄露。此外,随着物联网、大数据等新技术的不断发展,可将这些技术融入自动化监控系统中,实现闸门的智能化管理与维护。

结束语

综上所述,水利水电工程闸门的控制方法与运行维护是确保工程安全、高效运行的关键环节。通过不断优化控制策略,提升自动化与智能化水平,我们能够更精确地调控水流,满足多样化的工程需求。同时,加强闸门的日常巡视、定期维护以及应急处理,可以有效延长闸门的使用寿命,降低故障发生率。未来,随着新技术的不断涌现,我们将继续探索更加高效、环保的闸门控制与维护方法,为水利水电事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]金辉之.三门峡水利枢纽泄洪闸门集中控制系统设计[J].水电厂自动化,2022,(07):76-77.
- [2]田多明.水利水电工程闸门的控制方法与运行维护[J].水上安全,2024,(15):179-180.
- [3]王萍,陈祥梅.水利工程闸门制作质量控制建议[J].水上安全,2023,(15):143-144.
- [4]李钦哲.水利水电工程中的水闸设计问题及其优化措施[J].工程建设与设计,2021,(09):86-87.