

# 水利工程闸门运行管理及技术

邹思晗

江苏省骆运水利工程管理处, 江苏省宿迁市, 223800;

**摘要:** 水利工程是水资源调控与防洪减灾的核心基础设施, 闸门作为关键控制性设施, 其运行状态直接决定工程综合效益与安全。本文以闸门运行管理及技术为研究对象, 阐述闸门分类、功能与作用机制, 构建涵盖目标原则、制度建设等的运行管理体系, 剖析启闭控制、状态监测等关键技术, 总结核心结论, 为闸门安全高效运行提供理论与实践支撑。

**关键词:** 水利工程; 闸门; 运行管理

**DOI:** 10.64216/3080-1508.26.02.084

## 1 绪论

水资源是基础性资源, 水利工程在水资源调控、防灾减灾中作用关键。闸门广泛分布于各类水利工程, 其运行状态直接决定防洪、灌溉等综合功能的实现。我国现有水利工程及闸门数量庞大, 但部分闸门存在运行年限长、设备老化、管理滞后等问题, 导致运行效率低、安全隐患突出, 甚至可能引发安全事故。因此, 加强闸门运行管理、提升技术水平, 实现安全高效智能运行, 是水利工程管理领域的重要课题。本文旨在明确闸门运行管理核心要点与关键技术应用机制, 为管理水平提升提供支撑。研究涵盖闸门概述、管理体系构建等内容, 采用文献研究、理论分析等方法, 梳理成果与经验, 构建完善的管理与技术体系。

## 2 水利工程闸门概述

### 2.1 闸门的分类与功能

水利工程闸门根据不同的分类标准, 可划分为多种类型, 不同类型的闸门具有各自独特的结构特点与功能定位, 适用于不同的水利工程场景。

按结构形式, 闸门可分为平面、弧形、人字、扇形等类型。平面闸门结构简单、应用广泛; 弧形闸门受力好、适用于高水头工程; 人字闸门密封性能优、用于通航船闸; 扇形闸门结构紧凑、适用于小型泄水孔。按用途可分为防洪、灌溉、通航等类型, 分别承担相应水利功能, 保障工程综合效益实现<sup>[1]</sup>。

按运行用途分类, 闸门可分为防洪闸门、灌溉闸门、通航闸门、供水闸门、生态闸门等。防洪闸门是抵御洪水的关键设施, 主要用于水库、河道、堤防等工程, 通过启闭闸门调节洪水流量, 保障下游地区的防洪安全; 灌溉闸门主要用于灌区工程, 通过控制闸门开度调节灌溉水量, 满足农作物生长的用水需求; 通航闸门用于通

航河道或船闸工程, 为船舶通行提供通道, 保障航运安全与顺畅; 供水闸门主要用于城市供水、工业供水工程, 控制供水流量与压力, 保障供水稳定; 生态闸门是近年来兴起的一种新型闸门, 主要用于调节河道生态流量, 改善水生态环境, 维护水生态系统平衡。

### 2.2 闸门系统的组成

主体结构包括门叶、门框、止水装置等核心部件。门叶承受水压力, 材质多为钢材或混凝土; 门框为门叶提供支撑导向; 止水装置防止水流渗漏, 保障密封性能。启闭设备包括卷扬式、液压式、螺杆式等类型, 分别适用于不同规模与工况的闸门。

启闭设备是驱动闸门启闭的动力装置, 其性能直接决定了闸门的启闭效率与可靠性, 主要包括卷扬式启闭机、液压式启闭机、螺杆式启闭机等。卷扬式启闭机通过电动机驱动卷扬机卷筒旋转, 带动钢丝绳牵引门叶升降, 具有启闭能力大、适用范围广等优点, 适用于大、中型闸门; 液压式启闭机通过液压系统驱动液压缸伸缩, 带动门叶启闭, 具有启闭平稳、出力大、结构紧凑等特点, 适用于高水头、大跨度的闸门; 螺杆式启闭机通过电动机或手动驱动螺杆旋转, 带动螺母及门叶升降, 结构简单、操作方便, 但启闭速度较慢, 适用于小型闸门。

辅助系统包括控制系统、监测系统、供电系统。控制系统实现闸门手动或自动启闭, 正向远程智能方向发展; 监测系统实时采集运行参数, 及时发现异常; 供电系统保障稳定供电, 多采用双电源确保应急运行。

### 2.3 闸门在水利工程中的作用机制

闸门作为水利工程的关键控制性设施, 通过调节闸门的开度来改变水流的流量、水位、流速等参数, 实现水利工程的各项功能, 其作用机制贯穿于水利工程运行的全过程。

在水位调控与水量调度中,闸门通过启闭调节水位,实现水资源合理分配。水库中调节闸门控制蓄水位,保障防洪与用水需求;跨流域调水中分级调控实现水资源长距离精准输送。在防洪排涝中,闸门作为关键防线,阻挡洪水漫溢、排出城市内涝,沿海地区还可抵御风暴潮、防止海水倒灌。

在防洪排涝与减灾方面,闸门是抵御洪水、排除内涝的关键防线。在河道堤防工程中,当遭遇洪水时,关闭防洪闸门可阻挡洪水漫溢,保护沿岸地区的人民群众生命财产安全;在城市排涝工程中,通过开启排涝闸门,将城市内的积水及时排出,减轻内涝灾害损失。此外,在沿海地区的水利工程中,闸门还可抵御风暴潮的侵袭,防止海水倒灌,保护内陆地区的生态环境与农业生产。

在综合效益保障方面,闸门调节灌溉流量满足农业需求,控制供水参数保障城乡与工业用水,调节船闸水位保障航运顺畅。同时,通过调节生态流量维护水生生物生存环境,实现水利工程与生态环境协调发展。

### 3 水利工程闸门运行管理体系构建

#### 3.1 闸门运行管理的目标与原则

闸门运行管理核心目标是保障安全稳定高效运行、发挥综合效益、延长使用寿命。安全运行是首要目标,确保无安全隐患;高效调控是核心目标,实现水流参数精准调节;延长寿命是长远目标,降低运维成本。管理应遵循安全第一、预防为主、科学规范、权责明确、协同高效的原则。将安全贯穿全程,加强巡检维护防患未然,采用科学方法实现标准化管理,明确岗位职责形成考核机制,强化多方协同提升效率。

#### 3.2 闸门运行管理制度建设

健全完善的运行管理制度是保障闸门运行管理工作有序开展的基础,应结合水利工程的实际情况,制定涵盖日常运行操作、定期巡检维护、安全管理、应急管理等方面的管理制度体系。日常运行操作规程明确启闭流程、权限与注意事项,涵盖启闭前检查、过程监控与事后记录等环节。同时建立24小时值班制度,保障闸门及时响应运行需求。定期巡检与维护保养制度需制定合理周期与计划,开展日常与定期巡检,及时实施清洁、润滑等保养工作,并建立台账提供数据支持。

根据闸门的类型、运行工况、使用年限等因素,制定合理的巡检周期与维护保养计划。日常巡检应每天进行,重点检查闸门的外观、止水装置、启闭设备的运行状态等;定期巡检可分为每周、每月、每季度、每年等不同周期,对闸门系统进行全面检查,包括门叶的结构

损伤、腐蚀情况,启闭设备的零部件磨损、润滑情况,控制系统、监测系统的运行稳定性等<sup>[2]</sup>。维护保养工作应根据巡检结果及设备运行要求,及时开展清洁、润滑、紧固、调整、更换零部件等工作,确保闸门及设备处于良好的运行状态。

安全管理与应急管理制度需建立风险分级管控与隐患排查治理机制,制定应急预案,明确组织机构与处置措施,定期开展应急演练。人员岗位职责与考核制度明确各岗位职责,将业绩与安全等纳入考核,加强培训提升人员专业能力与安全意识。

#### 3.3 闸门运行管理的组织架构

合理的组织架构是保障闸门运行管理工作高效开展的组织保障,应根据水利工程的规模、类型、管理体制等因素,明确管理主体,划分管理职责,配置专业的运维团队。

管理主体包括建设、运维、监管单位,建设单位负责工程质量与初期管理,运维单位承担日常运行、维护、应急等核心工作,监管单位负责监督检查。专业运维团队需配备管理、技术、操作、维修人员,明确分工并建立协作机制,大型工程可采用分级管理架构提升管理针对性。

专业运维团队的配置应根据闸门的数量、类型、复杂程度等因素确定,确保团队成员具备相应的专业技能与工作经验。运维团队通常应包括管理人员、技术人员、操作人员、维修人员等。管理人员负责统筹协调闸门运行管理工作,制定管理计划与制度,组织开展培训与应急演练等;技术人员负责闸门运行技术指导、故障诊断与分析、技术改造等工作,为运行管理提供技术支持;操作人员负责闸门的日常启闭操作、值班监控等工作,严格按照操作规程开展操作;维修人员负责闸门及设备的维护保养、故障维修等工作,确保设备处于良好的运行状态。

#### 3.4 闸门运行管理的信息化建设基础

闸门运行管理的信息化建设基础主要包括管理数据的收集与整理、管理台账的建立与更新等方面,为后续的智能化管理奠定数据基础。管理数据收集需明确范围、方式与频率,涵盖设备参数、运行数据等多类信息,采用自动采集与人工记录相结合的方式,按标准整理数据并建立质量管理制度。管理台账包括设备、运行等多类台账,依托信息化平台动态更新,全面掌握闸门运行与管理情况,为决策提供支持<sup>[3]</sup>。管理台账的建立与更新是信息化建设的重要载体,应依托信息化管理平台,建

立完善的闸门运行管理台账体系。管理台账主要包括设备台账、运行台账、维护保养台账、故障维修台账、安全管理台账、应急管理台账等。设备台账应详细记录闸门及设备的基本信息,如设备名称、型号规格、生产厂家、安装时间、技术参数、检修记录等;运行台账应记录闸门的启闭时间、开度、上下游水位、流量等运行参数;维护保养台账应记录维护保养的时间、内容、人员、设备状态等信息;故障维修台账应记录故障发生时间、故障类型、故障原因、维修措施、维修结果等信息;安全管理台账应记录安全风险评估结果、安全隐患排查整改情况、安全培训与演练情况等;应急管理台账应记录应急预案、应急物资储备情况、应急处置记录等。管理台账应实现动态更新,及时录入新的运行管理数据,确保台账信息的时效性与准确性。

## 4 水利工程闸门运行关键技术分析

### 4.1 闸门启闭控制技术

闸门启闭控制技术是保障闸门精准、高效运行的核心技术,随着技术的发展,已从传统的手动控制逐步发展为半自动控制、自动控制乃至智能控制,满足了不同水利工程的运行需求。传统手动控制结构简单、成本低,但劳动强度大、精度低,适用于小型工程或应急备用。半自动与自动控制依托 PLC、变频器实现自动化操作,减少人工干预,提升精度与响应速度,可按预设逻辑自主启闭,适用于中大型工程。智能控制融合物联网、大数据技术,通过传感器采集数据,经控制中心分析制定最优策略,实现远程精准调控<sup>[4]</sup>。其具备自适应、自学习优势,可动态调整策略,在跨流域调水等工程中实现水资源高效分配,已在三峡、南水北调工程中成功应用。

### 4.2 闸门状态监测技术

闸门状态监测技术是及时掌握闸门运行状态、发现潜在故障隐患的重要手段,通过对闸门系统的关键参数进行实时监测,为闸门运行管理提供数据支持,保障闸门的安全运行。常用的闸门状态监测技术主要包括应力应变监测技术、位移与变形监测技术、止水效果与渗漏监测技术、启闭设备运行状态监测技术等。

应力应变监测采用应变片、光纤传感器,光纤传感器精度高、抗干扰强,适用于长期高精度监测。位移与变形监测利用位移计、GPS 等设备,及时捕捉门叶位移与结构变形,为维护加固提供依据。止水渗漏监测可通过直观观察、水量测量、传感器监测实现,传感器监测

精度高、适用于长期监测。启闭设备监测通过采集电机电流、油压等参数,及时发现过载、泄漏等故障,保障启闭可靠性,延长设备寿命。

### 4.3 闸门故障诊断与预警技术

闸门在长期运行过程中,由于受到水压力、水流冲刷、腐蚀、设备老化、操作不当等因素的影响,容易出现各种故障,如结构变形、止水失效、启闭设备故障等。闸门故障诊断与预警技术能够及时发现故障隐患,准确判断故障类型与原因,提前发出预警信号,为故障处理提供指导,保障闸门的安全运行。闸门常见故障包括结构、止水、启闭设备及控制系统故障,多由受力、腐蚀、老化等因素引发<sup>[5]</sup>。故障诊断方法分为人工诊断、传感器监测诊断、智能算法诊断三类。故障预警模型通过数据驱动或机理分析构建,输入运行与环境参数、输出故障风险等级。实时接入监测数据,风险超标时发出预警,模型具备自学习能力可优化精度,为故障处理提供提前指导。

## 5 结论

综上所述,闸门运行管理及技术提升是系统工程,需完善管理体系、应用先进技术、强化多方协同。本文围绕水利工程闸门运行管理及技术展开系统研究,通过对闸门概述、运行管理体系构建、关键技术分析等方面的深入探讨。构建完善的运行管理体系是安全高效运行的基础。关键技术是提升运行水平的核心支撑。未来应深化智能化技术应用,推进管理标准化规范化建设,为水利工程安全运行与效益发挥提供更强保障。

### 参考文献

- [1] 刘海芬. 水利工程渠道闸门运行管理及技术探讨[J]. 现代工程项目管理, 2025, 4(6).
- [2] 程一鸣. 关于水利工程渠道闸门运行管理及技术的研究[J]. 现代工程项目管理, 2025, 4(4).
- [3] 高磊. 水利工程渠道闸门运行管理及技术探讨[J]. 水利电力技术与应用, 2025, 7(3).
- [4] 董晨, 张显. 水利工程闸门安全运行管理措施[J]. 现代建筑工程技术, 2025, 1(6).
- [5] 赵超锋. 水利工程闸门安全运行管理措施[J]. 水利电力技术与应用, 2024, 6(7).

作者简介: 邹思晗, (1994.4-), 男, 江苏省宿迁市人, 汉族, 工程师, 本科, 研究方向: 水利工程。