

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^[1]。

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^[2]。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责任，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^[3]。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^[4]。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^[5]。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。