

# 大中型水闸日常运维管理的常见问题与新形势下的优化措施

郑健

窑河闸管理处

DOI: 10.12238/jpm.v6i9.8421

**[摘要]** 水闸作为调控水资源、防御洪涝灾害、保障通航、改善水生态的关键性水利设施，在国家水网建设和经济社会可持续发展中扮演着不可或缺的角色。特别是大中型水闸，其运维管理质量直接关系到区域水安全、粮食安全与经济社会稳定发展。本文基于我国大中型水闸运维管理的实际现状，系统梳理了当前日常运维中存在的问题，并结合“智慧水利”“绿色水利”的新形势要求，从管理体系重构、智能化技术应用、人员队伍建设、资金多元保障、绿色运维实践五个维度，提出针对性的优化措施，以期提升我国大中型水闸运维管理的现代化、精细化、智慧化水平，保障其长期安全、高效、绿色运行提供理论参考和实践借鉴。

**[关键词]** 大中型水闸；日常运维；问题；智慧水利；优化措施；安全管理

## Common problems in daily operation and maintenance management of large and medium-sized water gates and optimization measures under the new situation

Zheng Jian

Yaohe Sluice Management Office

**[Abstract]** As a key hydraulic engineering facility for regulating water resources, defending against floods and waterlogging disasters, ensuring navigation, and improving aquatic ecology, water gates play an irreplaceable role in the construction of the national water network and sustainable economic and social development. Especially for large and medium-sized water gates, the quality of their operation and management is directly related to regional water security, food security, and stable economic and social development. This article is based on the actual situation of operation and maintenance management of large and medium-sized water gates in China. It systematically sorts out the problems existing in daily operation and maintenance, and combines the new requirements of "smart water conservancy" and "green water conservancy" to propose targeted optimization measures from five dimensions: management system reconstruction, intelligent technology application, personnel team construction, diversified funding guarantee, and green operation and maintenance practice. The aim is to provide theoretical reference and practical reference for improving the modernization, refinement, and intelligence level of operation and maintenance management of large and medium-sized water gates in China, and ensuring their long-term safe, efficient, and green operation.

**[Key words]** large and medium-sized water gates; Daily operation and maintenance; Problem; Smart water conservancy; Optimization measures; Safety Management

### 引言

水闸是调节水资源分布、防控水旱灾害的关键工程，其中大中型水闸（过闸流量 $\geq 100\text{m}^3/\text{s}$ 或总库容 $\geq 1000\text{万}\text{m}^3$ ）因规模大、功能全、影响广，在国家水安全体系中地位关键。据《中国水利发展报告（2024）》，我国已建成大中型水闸超4500座，覆盖七大流域，年均防洪减灾效益超2000亿元，保障超3亿亩农田灌溉与5亿居民饮水安全。当前，我国经济转向高质量发展，叠加全球气候变化引发极端水文事件频发，对水闸运行可靠性、调度精准性、管理精细化提出更高要求。但多数大

中型水闸仍沿用传统运维模式，管理问题渐显，既影响运行效率，也埋下安全隐患<sup>[1]</sup>。因此，结合“十四五”水利规划中“推进智慧水利建设”“强化水利工程管护”的要求，破解运维难题、探索优化路径，具有重要现实与战略意义。

### 一、大中型水闸日常运维管理的重要性

#### （一）事关防洪安全与人民生命财产安全

大中型水闸多是流域或区域防洪工程体系的关键节点。在汛期，其能否按指令及时、准确地启闭，直接决定了能否有效分泄洪水、降低河道水位，保护下游城镇、农田和重要基础设施

施的安全。运维管理的任何疏漏, 都可能导致闸门操作失灵、工程失稳等灾难性后果。

## (二) 支撑水资源优化配置与可持续利用

在非汛期, 水闸承担着蓄水、供水、灌溉等重要任务。高效的运维管理能确保闸门调节灵活、密封良好, 最大限度地减少水资源漏损, 保障生活、生产和生态用水需求, 服务于国家水网建设和水资源空间均衡配置。

## (三) 保障航运畅通与经济效益发挥

对于建有船闸的水闸, 其运行的稳定性和效率直接关系到内河航运的畅通与否。良好的运维管理能减少故障停航时间, 提升通航效率, 降低物流成本, 促进沿河经济发展。

## (四) 影响水生态环境健康

通过科学的调度和运维, 水闸可以参与调节水流形态、改善水质、维持生物栖息地多样性等生态任务。例如, 通过生态调度进行冲污泄污、营造适宜鱼类洄游的水流条件等。运维管理水平直接影响这些生态功能的实现效果。

## (五) 关乎工程自身寿命与投资效益

“三分建, 七分管”。精细化的日常维护能够及时发现并处理结构、金属结构、机电设备的早期缺陷, 防止“小病”拖成“大病”, 有效延缓工程老化, 延长使用寿命, 避免因大修或报废重建带来的巨大经济损失, 确保国家投资的长期效益<sup>[2]</sup>。

## 二、大中型水闸日常运维管理的常见问题

### (一) 管理机制不健全, 责任落实“碎片化”

大中型水闸运维涉及水利、财政等多部门, 部分还跨区域管理, 易出现“权责交叉”或“管理真空”。部分地区未明确流域机构、地方水利局等主体责任, 导致“多头管、无人担”; 多数水闸仍沿用 2010 年前的《水闸技术管理规程》, 未结合智慧化、生态保护需求更新制度, 形成“制度与实践脱节”。此外, 水闸运维需与水文、气象等部门实时联动, 但多数地区无统一协同平台, 信息共享不畅; 不少水闸应急预案流于形式, 缺乏实战性且演练不足, 突发险情时易出现响应混乱、处置低效的情况。

### (二) 设施设备老化失修, 安全隐患“显性化”

我国 70% 以上的大中型水闸建于 20 世纪 70-90 年代, 受水流冲刷、环境腐蚀等影响, 设施老化突出且运维不足, 隐患加剧。闸门、闸墩等主体结构常现裂缝、碳化、钢筋锈蚀, 海水、盐碱地等区域水闸腐蚀更严重; 闸门、启闭机轨道等金属结构因干湿交替, 防腐层脱落易锈蚀变形, 影响闸门运行。同时, 启闭机、电动机等机电设备超期服役普遍, 部分设备停产致配件难寻; 多数水闸依赖每周 1-2 次人工巡检, 缺乏实时监测设备, 部分虽装传感器但数据传输不稳, 难以及时发现隐患。

### (三) 人员队伍专业不足, 运维能力“薄弱化”

水闸运维需水利、机电、信息化等复合型人才, 但当前队伍存在“老龄化、低专业化、流失严重”问题。多数管理单位一线运维人员老龄化, 35 岁以下青年占比低且多在行政岗, 基层单位面临技术人员将退休、年轻人才“不愿来、留不住”的困境, 复合型人才稀缺。一线人员多仅会传统水利维护, 缺乏物联网、无人机等新技术应用能力, 遇复杂难题时自身解决能力弱、外部支持少。加之水闸管理单位多为公益二类事业单位, 薪酬低、晋升窄, 专业人才流失严重。

### (四) 资金保障乏力, 运维投入“常态化不足”

大中型水闸运维需持续资金支持, 但当前资金来源单一、投入不足问题突出。运维资金主要依赖地方财政, 部分地区因财政压力压缩预算, 公益性水闸还常面临拨款不确定、到位迟的问题, 导致日常保养、定期检测等工作难推进。部分地区“重硬件采购、轻后期维护”, 设备易因无后续资金停用; 有限经费还多用于应急抢修, 对预防性维护、周期性检测投入少, 长远经济效益差。且水闸属公益工程, 投资回报周期长、收益低, 难以吸引社会资本参与, 仅少数发达地区尝试引入, 占比极低<sup>[3]</sup>。

## 三、新形势下大中型水闸日常运维管理的优化措施

### (一) 重构管理体系, 实现“权责清晰、协同高效”

重构管理体系是破解水闸运维“权责混乱、协同薄弱”的核心, 关键在于达成“权责清晰、协同高效”目标。可依据《水利工程管理条例》制定“大中型水闸运维责任清单”, 明确流域机构、地方水利局等管理单位的主体责任, 财政部门的资金保障责任, 应急部门的应急联动责任, 并将责任落实纳入地方政府绩效考核, 考核结果与人员薪酬挂钩, 倒逼隐患处置效率提升。在此基础上, 需彻底厘清各类水闸的管理主体与责任边界, 探索建立流域与区域结合、涉水部门协同的“一体化”调度机制, 避免条块分割; 同时制定覆盖巡检、保养、检修等全环节的精细化标准作业程序 (SOP), 推行“台账式”管理, 确保运维工作可记录、可追溯、可考核。结合智慧化、绿色化运维需求修订《水闸技术管理规程》, 新增智能化设备维护细则、生态流量保障标准等内容, 推动运维与生态保护协同。此外, 具备条件的水闸可引入专业运维公司, 通过购买服务承接日常养护维修, 管理单位专注监管与决策; 依托“国家水利大数据中心”构建区域级协同平台, 整合水文、气象等部门数据, 实现“预警-调度-处置”联动, 如广东“珠江流域水闸协同平台”, 2023 年汛期将调度指令传递缩至 5 分钟内, 避免 3 起内涝。还需基于风险评估修订可操作的应急预案, 定期组织多部门实战演练, 全面提升应急处置能力<sup>[4]</sup>。

### (二) 推进设备智能化升级, 实现“精准监测、智能运维”

推进设备智能化升级是破解传统运维“效率低、隐患难发现”的关键路径, 核心是通过物联网、大数据、AI、无人机等技术, 构建“感知-分析-决策-执行”的智能化运维闭环体系, 切实达成“精准监测、智能运维”目标。

具体可在水闸关键区域布设多类型传感器: 在闸墩、闸门等主体结构安装裂缝、应变传感器, 实时捕捉结构变形与应力变化; 在启闭机、电动机等机电设备加装振动、温度传感器, 预警轴承磨损、电机过热等故障; 在周边水环境布设水位、流量、水质传感器, 监测来水情况与下游生态流量。如黄河某大型水闸通过部署 52 个物联网传感器, 实现“闸门状态、渗压、水位”等 12 项指标实时监测, 将隐患发现时间从“天级”压缩至“分钟级”, 2023 年成功预警 2 次启闭机故障。结合历史运维数据 (故障记录、检修日志) 与实时监测数据构建 AI 预警模型, 既能通过 AI 分析设备运行数据, 预测故障概率与时间以提前安排检修 (江苏某水闸启闭机故障预测准确率达 85%, 2023 年通过预测性维护减少停机 60 小时), 也能融合气象、水文数据自动生成“汛期预泄方案”“灌溉供水方案” (湖北

某灌溉水闸 AI 调度模型可按农田需水量、来水情况调整闸门开度，灌溉效率提升 25%、节水 15%)，辅助科学决策。针对闸门、闸墩等人工难巡检区域，采用“无人机航拍+水下机器人 (ROV) 探测”模式：无人机每周 1 次航拍闸顶、启闭机房，识别结构裂缝与设备异常；ROV 每季度 1 次探测闸门水下部分，检查锈蚀、变形情况。长江某水闸借此将巡检时间从传统人工的 3 天缩短至 1 天，还发现 3 处人工未察觉的水下闸门锈蚀隐患。与此同时，要按国家规范委托专业机构开展安全检测与健康诊断，精准掌握工程状态；争取资金更换超期服役、故障频发的机电设备，优先选用节能高效产品；对锈蚀严重的金属结构除锈防腐或更换，结构修复推广高性能混凝土、碳纤维布等新材料，水下作业采用 ROV、无人船降本减风险；同时确保备用电源、防汛物资、抢险设备等基础保障设施配备齐全、状态良好，保障关键时刻可靠启用<sup>[5]</sup>。

(三) 强化人员队伍建设，打造“专业精干、稳定高效”的运维团队

强化人员队伍建设以打造“专业精干、稳定高效”的运维团队，核心是围绕“引才、育才、留才”三维发力提升队伍专业能力，针对智能化运维需求，可通过“校招+社招”引入水利工程、机电工程、计算机 (大数据/AI) 等专业人才，比如浙江省水利厅与河海大学、浙江大学合作开展“水闸运维人才定向培养”，2023 年为全省大中型水闸输送 350 名青年专业人才，将 35 岁以下人员占比提升至 30%，同时需制定特殊政策，吸引既懂水利又懂信息化、智能化的复合型青年人才，从源头优化人员结构。在此基础上构建系统化培训体系，与高校、企业合作建立常态化培训机制，培训内容既涵盖传统水工、机电知识，也包含自动化控制、数据分析、智能系统操作等新技能，还鼓励员工考取职业资格证书，同时针对不同岗位制定差异化计划，一线运维人员重点培训“智能化设备操作 (如传感器校准、无人机使用)”“应急处置技能 (如闸门卡阻处理、渗漏抢险)”且每年培训不少于 40 学时，技术管理人员重点学习“AI 模型应用”“大数据分析”“绿色运维技术”并定期赴江苏、浙江等先进地区交流，负责人则侧重“多部门协同”“资金管理”“政策解读”以提升统筹能力，山东省水利厅便开发“水闸运维线上培训平台”，提供视频课程、模拟操作、在线考核，2023 年培训覆盖全省 80% 的水闸运维人员，使专业能力考核通过率提升至 92%。为进一步稳定队伍，需完善薪酬与晋升机制，优化薪酬设立“智能化运维补贴”“技术骨干津贴”以提高专业人才待遇、缩小与企业差距，拓宽晋升渠道在事业单位职称评审中增设“水闸运维专业方向”，允许一线人员凭故障处置案例、运维创新方案等技术成果晋升，同时开展“年度优秀运维人员”“技术能手”评选给予荣誉激励，广东省某流域管理局通过这些措施，2023 年专业人才流失率从 15% 降至 5%，此外还需建立与技术等级、工作绩效紧密挂钩的薪酬体系，畅通职业发展通道留住核心人才，还要注重培育“工匠精神”与安全文化，通过宣传、评选、奖励等方式涵养精益求精、尽职尽责的运维文化，让安全意识内化于心、外化于行，成为每一位员工的自觉行动<sup>[6]</sup>。

(四) 创新资金保障模式，构建“多元投入、高效使用”的资金体系

创新资金保障模式旨在构建“多元投入、高效使用”的资金体系，核心是突破“单一财政依赖”，通过“财政+社会资本+自身收益”多元渠道保障运维投入。

地方政府可将大中型水闸运维资金纳入“财政预算刚性支出”，并根据物价上涨、设备老化速度建立“运维资金逐年增长机制”，江苏省就已明确“大中型水闸运维资金占地方水利财政支出比例不低于 10%”，2023 年全省水闸运维预算较 2022 年增长 7%，保障了 120 座水闸的检修计划落地，同时需科学编制规划和项目方案，主动向发改委、财政部门汇报，将水闸运维、更新改造、智慧化建设等项目纳入政府投资计划，进一步争取稳定的财政资金支持。针对具备“公益+经营”属性的水闸，可通过“PPP 模式”“委托运营”引入社会资本参与运维，政府通过“可行性缺口补助”支付费用，社会资本可通过供水、发电获得收益，委托运营则是政府将水闸运维委托给专业水利企业，依据“运维绩效合同”按设备完好率、调度准确率等指标支付费用；此外也可运用专项债等模式，拓宽社会资本引入渠道。为提高资金使用效率，需推行“精细化管理”，建立“水闸运维资金使用台账”明确资金用于“设备维修、人员培训、技术改造”的比例，同时引入第三方审计定期核查资金使用情况，避免“挪用、浪费”。

### 结语

大中型水闸作为国家水安全的“生命线”，其日常运维管理质量直接决定工程的安全稳定性与功能发挥效率。当前，我国大中型水闸运维仍面临管理机制碎片化、设施设备老化、人员专业不足、资金保障乏力等问题，亟需在新形势下寻求突破。本文提出的“管理体系重构、智能化升级、人员队伍建设、资金多元保障、绿色运维实践”五位一体优化措施，既贴合“智慧水利”“绿色水利”的发展要求，又能针对性解决当前痛点，旨在提升运维效率、降低安全隐患、兼顾生态保护。未来，随着 5G、AI、数字孪生等技术的进一步发展，大中型水闸运维管理将向“全生命周期智能化”“全域协同化”“生态化”方向迈进。建议各地结合实际情况，因地制宜推进优化措施落地，同时加强跨区域、跨部门经验交流，共同推动我国大中型水闸运维管理水平迈上新台阶，为水利现代化建设提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1]林森. 水利工程管理中水闸安全运行措施分析[J]. 水上安全, 2025, (03): 173-175.
  - [2]冯诗舒. 大中型水闸工程现代化安全管理评价分析[J]. 水上安全, 2024, (17): 159-161.
  - [3]马福恒, 胡江, 谈叶飞. 我国大中型水闸安全鉴定现状与对策建议[J]. 中国水利, 2024, (01): 38-41.
  - [4]颜晓聪. 大型水闸机电设备安全复核及运维分析[J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 6(12): 125-128.
  - [5]龙厚祥. 基层水闸工程运行管理标准化探析[J]. 山东水利, 2023, (08): 75-76.
  - [6]马福恒, 王国利, 俞扬峰, 等. 我国大中型水闸安全监测现状与对策建议[J]. 中国水利, 2023, (13): 36-40.
- 作者简介：郑健，1997.11.21，男，安徽淮南，汉族，大学本科，助理工程师，窑河闸管理处，研究方向：大中型水闸运行管理。