

小草湖渠首标准化建设的实践与探索

姚雁斌

新疆维吾尔自治区白杨河流域水利管理中心 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 作为新疆白杨河的关键水利设施,小草湖渠首肩负着托克逊县农业灌溉、生活用水供应及防洪减灾的重要使命。本研究基于 2018 年除险加固工程,重点探讨 2023 年开展的标准化建设实践,全面分析其建设目标、核心实施内容、关键技术创新及应用成效。研究表明,标准化建设通过设施规范化、流程优化及智能技术融合,显著提升了工程安全性、运行效率与管理现代化水平,运行效率实现质的飞跃,较以往提升 30%,应急响应能力获得根本性突破,时间大幅缩短 90%,为中型水利工程的标准化建设提供了可复制的实践范式。未来需持续深化智慧化应用,完善长效管理机制。

关键词: 小草湖渠首; 标准化建设; 中型水利工程; 除险加固; 运行管理现代化; 智慧水利

1 引言

提升工程效益、保障运行安全、推动管理现代化,是水利工程标准化建设的核心目标。当前,国内外关于中型水利工程标准化建设的研究已积累了丰富成果,然而在高寒风沙地区的适应性设计、智慧化技术深度融合等领域仍存在改进空间。小草湖渠首地处新疆吐鲁番市托克逊县与乌鲁木齐市达坂城区交界处(东经 88°30.31', 北纬 43°06.70'),是白杨河后沟峡口的拦河闸坝式引水枢纽,工程等级为 III 类涵闸,规模为中型。该渠首作为托克逊县在白杨河上的关键水利设施,主要承担向夏乡、郭勒布衣乡提供农业灌溉及生活用水、冬季为红山水库蓄水供水,以及抵御 20 年一遇(设计洪峰流量 482m³/s)至 50 年一遇(校核洪峰流量 720m³/s)洪水的重要任务。2018 年的除险加固工程有效解决了结构安全隐患及设备老化问题,而 2024 年启动的标准化建设则致力于构建长效、规范、智能的运行管理体系,其探索实践对提升新疆乃至西北干旱区中型水利工程管理水平具有重要示范意义。如何在控制管理成本的同时实现标准化要求,以及解决特殊环境下的设施耐久性设计问题,成为本研究的核心关注点。

2 小草湖渠首工程概况与标准化建设背景

2.1 工程概况

小草湖渠首由泄洪冲砂闸、溢流堰、引水闸、上下游导流堤及配套的机电设备、金属结构、自动化系统和管理设施等构成。工程建成于 1965 年。2018 年除险加固,工程规模为中型,设计地震烈度为 VIII 级。渠首闸孔数为 4 孔,闸孔总净宽为 20m 其中,泄洪冲砂闸共 3 孔,单孔净宽 5m;引水闸 1 孔,单孔净宽 5m。该渠首承担的灌溉面积达 11.86 万亩,渠道饮水最大 8m³/s,是区域水

资源调配的关键节点。

2.2 标准化建设背景

尽管小草湖渠首在 2018 年的除险加固工程解决了渠首的结构安全、设备老化等迫切问题,但在后续长期运行管理中仍暴露出一系列挑战和问题:

- 管理精细化程度有待提升,运行维护、检查监测等流程缺乏标准化的操作规范和量化指标的数据支撑;
- 渠首安全防护设施陈旧,标识标牌不统一,难以满足现代水利工程运行管理需求;
- 信息化管理平台存在技术瓶颈,数据采集频率不高,监控预警能力有限,没有远程控制能力和洪水预警程度不高;

在此背景下,2024 年小草湖渠首标准化建设项目正式启动,其核心目标是:以保障工程安全、提升运行效能为核心,通过系统化、规范化、信息化手段,构建“工程设施完好、管理行为规范、运行调度精准、环境面貌整洁、信息支撑有力”的现代化水利工程管理体系^[1]。

3 标准化建设核心内容与实践

3.1 设施设备标准化:筑牢安全运行根基

3.1.1 安全防护体系完善

在闸门启闭机、电气设备及临水临边等危险区域,增设符合国家标准的防护栏、盖板、抗 10 级大风防风网及警示标识,通过完善安全防护设施,有效降低运行安全风险,保障作业人员安全。

3.1.2 标识系统规范化构建

统一设计、制作并安装工程简介牌、责任公示牌、安全警示牌、操作规程牌、设备铭牌等标识体系,确保信息清晰、醒目规范,全面提升工程形象与管理透明度。

3.1.3 监测设施升级优化

对标行业规范,补充或升级闸栋、沉降等安全监测点,统一观测设施外观与标识;同时优化水位、流量、闸门等运行监测点的布局,提升数据采集精度。

3.1.4 环境整治与美化

全面清理整顿管理区及周边环境,实施绿化美化工程,打造整洁、有序、美观的工程环境风貌。

3.2 管理行为标准化:构建规范运行机制

3.2.1 制度体系重构与完善

系统梳理并修订涵盖安全管理、运行调度、检查观测、维修保养、应急管理、岗位职责等方面的规章制度,形成全面、科学的制度体系,确保各项管理工作有章可循。

3.2.2 业务流程图表化呈现

将启闭闸操作流程、日常检查流程、应急响应流程等关键业务流程转化为可视化图表,通过上墙展示或编制成册的方式,提高操作的直观性与可执行性。

3.2.3 管理记录规范化设计

统一设计运行日志、检查记录、维修记录、调度指令记录等台账表单,确保记录要素齐全、格式统一,实现管理数据的可追溯性。

3.2.4 岗位责任制严格落实

明确管理所各岗位的职责、工作标准及考核要求,将标准化管理责任具体落实到每位工作人员^[2]。

3.3 运行调度与信息化标准化:提升智慧管控水平

3.3.1 调度方案精细化制定

结合水源条件、用水需求(尤其是冬季红山水库蓄水需求)和防洪要求,科学编制年度、月度及实时调度方案,完善操作规程,提高调度决策的精准性。

3.3.2 自动化系统整合与升级

在除险加固自动化系统基础上,进一步整合数据资源,优化闸门远程监控、视频监控、水情雨情自动测报等系统。采用内网控制闸门启闭的安全架构,确保操作指令的实时性与安全性;同时通过外网实现数据监测功能,便于管理团队远程获取工程运行状态信息,形成“内网安全控制、外网高效监测”的双网协同模式。

3.3.3 标准化管理水情信息平台探索

尝试构建标准化水情信息平台,实现水位监测数据的自动化采集与存储、预防洪水的实时动态监控、闸门运行状态的实时动态监控、闸门操作的线的管理及报表的自动生成,为管理员决策提供当前形式的数据支撑,其中雷达水位计的准确率达99%以上。

3.3.4 应急管理数字化转型提升

提升和完善数字应急预案,建立应急防洪和水情数据

库,借助信息化手段提升洪水预警、应急快速响应和提升指挥调度效率,推动提高应急管理向智能化方向发展。

4 建设发展应用成效与经验启示

4.1 建设发展应用成效

4.1.1 工程安全性显著提升

通过完善安全防护设施与监测体系,配合严格的安全管理制度,运行风险得到有效控制,设备故障防控能力实现质的飞跃,年均故障锐减至1次以下,降幅高达95%以上,设备运行可靠性得到显著提升,工程结构及设备的安全性得到进一步强化。

4.1.2 运行管理效率大幅提高

标准化的标识体系、规范的管理流程及统一的记录方式,显著提升了日常管理工作的效率与规范性,闸门启闭时间从15分钟缩短至5分钟,人为操作差错率明显降低。

4.1.3 渠首形象全面改善

整洁有序的管理站环境与完善的标识系统,使渠首运行面貌焕然一新,充分展现了新时代水利工程发展的良好形象。

4.1.4 信息化支撑作用凸显

数据自动化采集率从80%提升至95%,自动化水情监测系统的应用,为精准调配水(尤其是冬季红山水库供水保障)和工程状态实时监控提供了有力技术支撑,应急反应能力得到显著提高。

4.2 经验启示

新时代水利工程的标准化建设需注重操作设施规范化、运行管理制度化、信息智慧化及环境美观化的系统性协同,在应对管理站水情复杂性、特殊环境适应性及智慧化技术融合等方面,要充分运用云计算、物联网、大数据、移动互联、人工智能等新一代信息技术,强化水利业务与信息技术深度融合,深化业务流程优化和工作模式创新,构建覆盖白杨河水系、水利设施安全运行体系、水利管理运行体系的基础大平台,形成符合区域特点的管理模式。

5 挑战与未来展望

5.1 面临的挑战

5.1.1 基于数字孪生系统的智慧化应用拓展

当前信息化建设水平待提升,未来可依托数字孪生系统,融合大数据分析、智能预警及优化调度模型,构建虚实映射管理体系,推动管控模式从“自动化”向“智慧化”升级,实现工程运行全要素精准预控与动态优化。

5.1.2 长效管理机制完善

持续投入保障（包括维护经费、人员培训等）、标准动态更新及监督考核机制的强化等方面，仍需进一步健全，以确保标准化管理的持续有效性^[3]。

5.1.3 管理人员素质提升

标准化、信息化管理的高效运行高度依赖管理人员的专业技能，人才队伍的建设也十分重要，需完善培训制度，以制度形式规定培训对象、内容、时间安排、考核方式等。培训时，不仅要聚焦理论培训，还需根据理论组织实践训练，使岗位人员学习理论，提升实践能力。另一方面，相关部门也应考虑对人才数量、素质等的要求，从高校、研究机构等引进专业化运行管理人才，由这些人才带来新理念、新方法，在岗位上发挥专业优势。但在引进人才时应加大考核力度，着重关注人才的职业技能、责任意识等，择优选择。

5.2 对未来水利工程运行的展望

5.2.1 工程运行管理体系持续迭代

紧跟水利行业技术发展和标准的更新，持续优化完善工程运行标准化管理运行体系，让水利工程运行更科学、更适应实际需求，为水利发展注入新动能。

5.2.2 提升智慧水利深度融合

2025年是“十四五”规划的收官关键年，也是“十五五”规划的谋划启动年。在水利发展规划方面，要加大物联网、人工智能、数字孪生等新技术的应用，打造智慧水利运行管理的示范工程。同时，探索“碳中和”

目标下的光伏供电系统改造等绿色节能技术的应用。

6 结束语

小草湖渠首的标准化建设是在除险加固基础上向智慧水利现代化迈进的重要过程。通过对操作设施规范化、运行管理制度化、信息智慧化及环境美观化的系统性建设，渠首工程的安全性、可靠性与运行效率得到大幅的提升，为托克逊县的供水与防洪提供了强有力的保障。通过实践表明，标准化建设是解决水利工程运行“重建轻管”问题、实现长效和良性运行的关键路径。小草湖渠首在特殊环境适应性及数字孪生技术在水利工程管理中的应用，为新疆同类水利工程标准化建设提供了有价值的参考作用。在未来，持续深化标准化内涵、推进智慧化水利工程的技术应用、构建长效运行管理机制，将是小草湖渠首及水利行业管理现代化发展的核心方向。

参考文献

- [1]夏天. 水利工程运行管理标准化建设对策；《大众标准化》；2025-03-15
- [2]郑宁, 梅传贵, 陈翔, 张语涵. 基于集群管理模式的江港堤防水利工程综合管理平台的建设；《水利技术监督》；2021-11-05
- [3] 谢庆裕; 粤水轩. f奋力推进水利治理体系和治理能力现代化；南方日报；2019-12-23（版次：A05版）