

水利工程运行管理的关键要点与发展趋势

郑 晶

平度市河湖服务中心双山水库管理科 山东 青岛 266700

摘 要：水利工程运行管理是保障工程安全稳定、发挥防洪抗旱、水资源调配等综合效益的核心环节。本文系统阐述了其关键要点，涵盖工程安全管理（监测、隐患治理、评估）、日常运行维护、调度管理、人员管理及信息化管理。同时分析了工程老化、极端气候、体制机制不完善、资金不足及环保要求提高等挑战，并展望了智能化、绿色可持续、一体化协同、全生命周期管理及新技术应用的发展趋势，为提升水利工程运行管理水平提供参考。

关键词：水利工程；运行管理；关键要点；发展趋势

引言：水利工程作为国民经济和社会发展的基础基础设施，其运行管理直接关系到人民生命财产安全、水资源可持续利用及生态环境平衡。随着经济社会的快速发展和气候变化加剧，水利工程面临的运行环境日趋复杂，对管理的精准性、高效性和适应性提出了更高要求。当前，部分工程存在老化失修、调度效率不高、信息化水平滞后等问题，亟需通过系统梳理运行管理关键要点，破解工程老化、极端气候影响、体制机制障碍等挑战。本文立足水利工程运行管理实践，深入剖析核心要点与面临的困境，展望未来发展趋势，为推动水利工程管理现代化、保障工程长期稳定运行提供理论与实践借鉴。

1 水利工程运行管理的概述

水利工程运行管理，是保障水利工程设施长期处于正常、安全运行状态，充分发挥其防洪、供水、灌溉、发电、航运、生态环境保护等综合功能的关键环节。作为水利管理的核心构成部分，其贯穿于工程运行的全生命周期，通过一系列科学、系统的日常管理与安全管理活动，确保水利工程高效兴利除害，创造显著的社会效益与经济效益。日常管理活动涵盖调度管理，即依据不同时期的水资源状况与用水需求，科学制定调度方案，实现水资源的合理调配；巡视检查，定期对水利工程的建筑物、设备设施等进行巡查，及时发现潜在问题；安全监测，利用专业设备对工程关键部位的变形、渗流等指标进行实时监测，为工程安全提供数据支撑；维修养护，对老化、损坏的设施进行及时修复与保养，维持工程良好运行状态；防汛抢险，在汛期来临前做好各项准备，遭遇险情时迅速组织抢险，保障工程安全。安全管理活动则包括建立并落实安全责任制，明确各部门、人员在工程安全管理中的职责；开展注册登记、安全鉴定工作，掌握工程安全现状；对病险工程进行除险加固，及时消除安全隐患；针对功能萎缩或丧失的工程，合理

实施降等报废；完成确权划界，明晰工程管理与保护范围；制定应急预案，提升应对突发事件的能力^[1]。

2 水利工程运行管理的关键要点

2.1 工程安全管理

2.1.1 安全监测

借助自动化监测设备，对水利工程关键部位如大坝的变形、渗流，水闸的位移、应力等指标，进行 24 小时不间断监测。像在水库中，通过在坝体埋设传感器，实时收集坝体沉降、水位变化数据，经数据传输系统汇总至监测平台。一旦监测数据超出预先设定阈值，系统自动发出预警，为及时发现工程隐患、评估安全状况提供数据支撑，助力管理人员提前采取应对措施，保障工程安全运行。

2.1.2 隐患排查与治理

定期组织专业人员，运用人工巡检、无人机巡查等方式，对水利工程开展全面隐患排查。重点关注水库大坝的裂缝、滑坡隐患，溢洪道的堵塞风险，堤防险工险段的冲刷情况，穿堤建筑物的渗漏问题等。对排查出的隐患，建立详细台账，明确整改责任人和期限，采取除险加固、修复破损设施、清理堵塞物等针对性治理措施，做到早发现、早整治，将安全隐患消除在萌芽状态。

2.1.3 安全评估

依据工程运行状况、监测数据及相关规范，定期开展安全评估。委托有资质的专业机构，运用科学评估方法，对水利工程的结构安全性、运行可靠性、防洪能力等进行综合评价。例如，对运行多年的水库，评估其大坝结构是否因老化、地质变化等因素影响安全性，依据评估结果制定科学合理的维修养护、除险加固或改造升级方案，确保工程始终处于安全稳定运行状态。

2.2 日常运行维护

2.2.1 设备设施维护

水利工程的设备设施众多,像水闸的闸门、启闭机,泵站的电机、水泵等,需定期维护。运用专业工具与技术,对设备进行清洁、润滑、紧固,检查零部件磨损情况。例如每季度对启闭机进行一次全面保养,清洁机体,给传动部件添加润滑油,检查制动装置灵敏度,及时更换磨损严重的零件,确保设备运行稳定,关键时刻能正常启停,保障水利工程的正常调度与运行。

2.2.2 工程巡查

通过人工徒步、无人机巡查等方式,对水利工程主体及附属设施进行全方位检查。人工巡查时,工作人员仔细查看堤坝有无裂缝、渗漏,渠道是否有坍塌、堵塞。在汛期,加大巡查力度,像水库每日至少巡查一次,堤防每3天至少巡查一次。利用无人机可快速巡查大面积区域,查看工程周边环境变化、建筑物外观状况,及时发现潜在隐患,为工程安全提供早期预警。

2.2.3 维修养护计划制定与实施

依据工程运行状况、设备设施使用年限及巡查结果,制定年度、季度维修养护计划。在计划中明确维修养护项目、时间安排、资金预算与人员分工。如冬季农闲期安排渠道清淤、建筑物检修项目。实施时,严格按照计划推进,对维修养护过程进行质量监督,完成后及时验收。

2.3 调度管理

2.3.1 优化调度方案

以流域水资源综合利用为导向,运用先进的水文模型与算法,综合考虑来水预测、用水需求、工程特性等要素,制定科学合理的调度方案。例如,将水库汛期划分为不同阶段,分别设定汛限水位,利用数字孪生平台构建“预报—预泄—调控”系统。模拟显示,新方案可使非汛期年均蓄水量增加,弃水量大幅减少,在保障防洪安全的同时,显著提升水资源利用效率,为区域供水、灌溉、发电等提供有力支撑。

2.3.2 实时调度决策

借助实时监测数据,如水位、流量、水质等,结合短期水文气象预报,运用智能化决策系统,对水利工程运行状态进行动态分析与评估。一旦出现突发水情,系统迅速响应,经专家会商,快速调整调度策略。在某次洪水期间,依据实时监测到的水位快速上涨情况,及时加大水库泄洪量,有效减轻下游防洪压力,实现精准、高效的实时调度决策,保障工程安全与周边区域稳定。

2.3.3 协调调度

建立健全跨部门、跨工程的协调调度机制,打破信息壁垒。水利、电力、航运等部门共享数据,协同合作,统一调度流域内各类水利工程。如在枯水期,协调

水库、泵站、水闸等工程联合运行,保障下游生态用水、居民供水及航运需求;在汛期,通过联合调度,实现洪水错峰,提升流域整体防洪能力,发挥水利工程的综合效益,促进区域经济社会与生态环境协调发展。

2.4 人员管理

2.4.1 专业技能培训

定期组织水利工程运行管理相关培训,邀请业内专家、技术骨干授课,内容涵盖工程设施操作维护、安全监测技术、调度运行知识等。例如针对水闸操作人员,开展启闭机操作技巧、故障排查与维修培训。同时,利用线上学习平台,提供丰富学习资源,鼓励员工自主学习。

2.4.2 绩效考核

构建科学合理的绩效考核体系,从工作业绩、工作态度、专业能力等维度,对水利工程管理人员进行量化考核。在工作业绩方面,考量工程巡查完成质量、设备维护及时率、调度执行准确性等指标。依据考核结果,给予员工相应绩效奖励或惩罚,如绩效奖金调整、职位晋升或岗位调整。

2.4.3 团队建设

通过组织团队拓展活动,如户外徒步、素质拓展训练等,增强员工间的沟通与协作能力,提升团队凝聚力。开展内部经验交流分享会,让员工分享工作中的成功经验与问题解决办法,促进知识共享与共同成长。关心员工生活,解决员工工作与生活中的困难,营造良好工作氛围,打造积极向上、团结协作的水利工程运行管理团队。

2.5 信息化管理

2.5.1 数据采集与管理

数据采集与管理是信息化管理的基础。通过在工程关键部位布设传感器,实时采集大坝变形、渗流、水位、流量等安全及水文数据,结合无人机航拍和卫星遥感获取大范围工程状态信息。建立标准化数据库,对采集数据进行分类存储、清洗校验,剔除无效和异常数据。

2.5.2 信息平台建设

信息平台是数据整合与业务协同的核心。整合工程安全监测、设备运行、水文气象等各类数据,打破部门和系统间的数据壁垒,实现多源数据无缝融合。平台具备实时监控功能,动态展示工程运行状态;内置预警机制,当数据超限时自动发出警报;提供决策支持模块,辅助制定调度方案;支持远程控制设备操作。

2.5.3 智慧化应用

智慧化应用推动管理向精准高效升级。人工智能技术中,机器学习可分析监测数据预测安全隐患,图像识别能快速识别设施裂缝等缺陷;智能算法优化水资源调

度,提升利用效率。大数据技术挖掘历史数据规律,为管理提供参考^[2]。

3 水利工程运行管理面临的挑战

3.1 工程老化与设施损坏

部分水利工程建设年代久远,超期服役现象普遍。大坝混凝土出现裂缝、碳化,闸门锈蚀变形,启闭机等设备老化失灵,输水渠道渗漏、淤积严重。因长期运行缺乏系统维护,工程结构强度下降,安全储备不足,难以满足当前高强度、高标准的运行要求,潜藏着溃坝、决堤等安全风险。

3.2 极端气候事件影响

全球气候变化导致极端天气频发,强暴雨、特大洪水、持续干旱等事件增多。暴雨引发的洪水超出工程设计防洪标准,造成堤坝漫溢、冲刷;干旱导致水库水位骤降,影响供水与发电,还可能使坝体因失水出现裂缝,给工程安全运行带来不确定性和突发性威胁。

3.3 管理体制机制不完善

跨区域、跨部门的水利工程存在管理权责划分模糊现象,易出现多头管理或监管真空。上下级管理机构协调不畅,信息共享机制缺失,决策执行效率低。部分工程管理标准不统一,考核评价体系不健全,难以形成常态化、规范化的管理模式,制约管理效能发挥。

3.4 资金投入不足

水利工程运行管理资金来源单一,主要依赖财政拨款,且总量有限。日常维修养护、设备更新、安全监测系统升级等均需大量资金,但实际投入远低于需求。资金短缺导致工程失修问题累积,先进技术和设备难以推广应用,管理手段滞后,影响工程正常运行与功能发挥。

4 水利工程运行管理的发展趋势

4.1 智能化管理

智能化管理借助物联网、大数据和人工智能技术,实现工程运行的精准化管控。通过布设智能传感器网络,实时采集工程状态数据,经 AI 算法分析生成预警信息和决策建议。例如,智能监测系统可自动识别大坝异常变形,智能调度平台能动态优化水资源分配,减少人工干预,提升响应速度与管理效率,推动水利工程从传统经验管理向数据驱动的智能管理转变。

4.2 绿色可持续发展

绿色可持续发展强调工程运行与生态保护的协同。在调度中兼顾防洪、供水与生态流量需求,减少对河流天然水文节律的干扰。采用环保材料进行工程维修,推广生态护岸、鱼道等设施,降低对水生生物栖息地的破

坏。通过水资源循环利用、水土保持措施,实现工程效益与生态效益的平衡,促进水利工程长期可持续运行。

4.3 一体化协同管理

一体化协同管理打破跨区域、跨部门的管理壁垒,构建统一协调机制。通过共享信息平台整合各方数据,实现水利、环保、农业等部门的联动决策。例如,流域级水利工程形成统一调度体系,上下游、左右岸协同应对洪水或干旱,避免各自为政,提升整体运行效能,确保水资源管理的系统性和整体性。

4.4 全生命周期管理

全生命周期管理覆盖工程规划、建设、运行、维护直至退役的全过程。在运行阶段对接前期设计与后期评估,通过数字化建模记录工程全周期数据,为维修养护、改造升级提供依据。针对老化工程,结合安全鉴定制定退役或改造方案,实现工程从“重建设”向“建管并重”转变,最大化延长工程使用寿命与综合效益。

4.5 新技术应用与创新

新技术应用与创新为管理升级提供核心动力。区块链技术保障数据传输与共享的安全性,数字孪生技术构建工程虚拟镜像实现模拟仿真,无人机、无人船提升巡检范围与精度。3D 打印技术用于快速制造小型配件,BIM 技术优化维修方案设计,这些技术创新不断突破传统管理瓶颈,推动水利工程管理向更高效、更精准的方向发展^[3]。

结束语

水利工程运行管理的关键要点是保障工程稳定运转的基石,发展趋势则指引着行业前行的方向。抓好安全、维护、调度等要点,能筑牢工程安全防线、提升运行效率;顺应智能化、绿色化等趋势,可推动管理升级。未来,需以关键点为抓手,以发展趋势为导向,破解挑战、创新实践,让水利工程在保障民生、促进发展、守护生态中持续发挥重要作用,为水利事业高质量发展注入强劲动力。

参考文献

- [1]林运东,张龙,刘勇.数字孪生技术在水利工程运行管理中的分析与探索[J].黑龙江水利科技,2025,53(03):168-170.
- [2]陈太文,孙康,赵启浩,等.海河流域水利工程运行管理现状研究[J].海河水利,2025,(03):24-28.
- [3]夏天.水利工程运行管理标准化建设对策[J].大众标准化,2025,(05):126-128.