

基于可持续发展理念的水利工程管理模式创新分析

孙大旺, 陈江云, 张 状

(江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

摘 要 以江苏省三河闸管理所为研究对象, 围绕水资源高效利用和生态环境保护与管理效能提升三大目标, 开展实地调研与数据分析, 构建智慧化、生态化以及多元化融合的管理框架, 提出基于物联网与人工智能技术的智慧管控方案, 旨在增强系统的智能感知与自主调控能力。研究表明, 该创新模式可有效降低运维成本, 提高资源调度效率, 增强生态承载力。研究成果为区域水利治理转型提供理论依据和实践路径, 具有推广价值。

关键词 可持续发展理念; 水利工程管理; 智慧水利; 三河闸; 管理创新

中图分类号: TV5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.025

0 引言

随着可持续发展理念逐步深入人心, 传统管理模式在资源利用效率、生态保护意识以及管理协同机制等方面逐渐暴露出局限性, 亟需系统性变革。三河闸作为江苏省典型的平原河网水利枢纽, 其管理成效直接影响区域水资源调控能力和生态系统稳定性, 具有代表性和研究价值。为推动水利工程管理理念与技术手段的更新, 有必要从实际运行出发, 探索融合生态优先、智能管控和多元协同的新型管理路径, 提升水利设施运行效率与环境协调能力。本文立足三河闸管理所现状, 借助实地调研和数据支持, 构建适应可持续发展要求的管理模式, 为推动区域水利系统绿色转型和高质量发展提供参考。

1 可持续发展理论基础与政策背景

1.1 可持续发展理论

可持续发展理论起源于对资源过度开发和生态环境退化的深刻反思, 其核心在于实现经济增长、环境保护与社会公平的动态平衡。在水利工程管理领域, 该理论强调水资源系统应具备长期运行的稳定性、环境适应性和社会服务能力, 要求管理模式不仅要关注工程设施的运行效率, 也要重视生态系统的完整性和人类活动的协调关系。理论框架下的水利工程管理需要建立在科学配置资源、合理安排开发、系统整合技术与政策的基础之上, 以提升整体系统的韧性和适应能力。具体到工程实践要求管理体系具备动态调节机制, 可以根据自然条件、水文变化和区域发展需求做出快速响应, 避免管理目标与生态规律产生冲突^[1]。

基于此, 可持续发展理论还推动了工程从以“控制与改造自然”为主导, 向“顺应与调节自然”转变, 强调多目标统筹与全过程协调, 这对提升水利工程的生态价值和社会贡献具有深远意义。

1.2 管理政策导向

国家在水利管理政策上的转型与可持续发展理念密切相关, 体现出“安全、绿色、高效”并重的发展趋势。自“十四五”规划提出构建国家水安全保障体系以来, 水利政策在制度设计上不断强化系统观、整体观与长远观, 强调优化空间布局与资源配置, 推动流域统一治理与跨区域协调。2023 年发布的《国家水网建设规划纲要》明确提出以构建现代化水网为核心任务, 聚焦水资源优化配置、水生态系统保护和数字化基础设施建设, 要求各级水利工程以高质量发展为目标重塑管理模式^[2]。江苏作为水资源调控与防洪减灾任务重的省份, 近年来出台多项政策支持区域水利现代化建设, 包括推动智慧水利平台搭建、生态调度机制创新和工程运维机制转型。政策导向呈现出重视数据支撑、技术融合与制度创新的复合化特征, 为工程管理改革提供了政策基础与制度保障。三河闸作为典型的省级调控枢纽, 处于政策引导和制度变革的关键节点, 具备实施管理模式创新的良好政策环境与制度支撑。

2 三河闸管理现状与问题

2.1 工程运行现状

三河闸位于江苏省淮安市, 是淮河流域重要的水利枢纽工程之一, 主要承担防洪、排涝、灌溉和航运等多重功能。该工程始建于 1950 年代, 经过多次扩建

和技术改造，目前已形成较为完善的水利设施体系。三河闸共有闸孔12个，每孔宽度为8米，总宽度达到96米，设计过水能力为每秒3 000立方米，可以有效调控区域水位，保障下游地区的防洪安全。闸门采用钢筋混凝土结构，配备电动启闭机，具备远程控制和自动化操作功能。闸区还设有船闸，满足中小型船舶的通航需求，促进区域水运发展。近年来，三河闸管理所不断加强设施维护和技术升级，保障工程运行的安全性和稳定性。例如：定期对闸门、启闭机、控制系统等关键部位进行检修和保养，及时更换老化部件，提升设备的可靠性。基于此，管理所还引入信息化管理技术，建立了水情监测、设备管理和应急响应等系统，提高了管理效率和应急处置能力。然而，随着气候变化和区域发展对水资源调控提出更高要求，三河闸在运行管理中仍面临一些挑战，需要进一步优化管理模式，提升工程的综合效益^[3]。

2.2 管理中存在的问题

尽管三河闸在工程设施和管理体系方面取得了一定成效，但在可持续发展背景下，其管理模式仍存在一些制约因素。首先，信息化水平有待提升。目前，三河闸的监测系统主要依赖人工巡查和定点采集，缺乏实时、动态的数据获取和分析能力，难以满足精细化管理的需求。其次，生态调度机制尚未建立。在水资源调配过程中，主要考虑防洪和供水需求，忽视了对生态系统的影响，导致下游河道生态环境受到一定程度的破坏。最后，管理体制较为封闭，缺乏多方参与和协同机制。目前三河闸的管理主要由管理所负责，缺乏与地方政府、社区以及科研机构等的有效沟通与合作，难以形成合力推进可持续管理的局面。资金投入不足限制了设施的更新和技术的引进。由于经费有限，部分设备老化严重，影响了工程的运行效率和安全性。人员培训和技术储备不足，制约了新技术的应用和管理水平的提升。综上所述，三河闸在管理模式上需要进行系统性改革，引入先进的技术手段和管理理念建立多元参与的协同机制，提升信息化水平和生态调度能力，推动水利工程管理向可持续方向发展^[4]。

3 管理模式创新路径

3.1 智慧化管理手段

为提升三河闸的管理效率和响应能力，建议引入智慧水利系统，构建集数据采集和分析以及决策于一体的智能化平台。具体措施包括安装高精度水位传感器和流量计，实现对水情的实时监测；部署视频监控

系统，覆盖关键部位，增强安全管理；利用无人机进行巡查，提高巡检效率和范围。在数据处理方面，建立数据中心，集中存储和分析各类信息，支持科学决策。例如：利用历史水文数据和气象预报，结合人工智能算法预测未来水情变化，提前制定调度方案，减少洪涝风险。基于此，开发移动端应用，方便管理人员随时获取信息和下达指令，提高应急响应速度。智慧化系统还应集成预警发布功能，在雨情和水情突变时自动联动各级管理终端，提升调控的准确性与时效性。数据平台建议采用边缘计算技术，以便在现场数据量大的情况下依然保持响应及时，同时保障数据安全。三河闸可依托现有网络架构升级5G通信模块，提升数据回传与指令下达的速度与稳定性。从长期来看，智慧化建设不但能优化资源调度逻辑，也将大幅度降低人力依赖，推动管理重心由“人盯人”向“人机协同”转变，从而实现系统安全性、经济性与敏捷性的多重提升^[5]。

3.2 生态优先理念融合

为实现生态与工程的协调发展，需在三河闸管理中融入生态优先理念，采取具体措施保护和改善水生态环境。一方面，实施生态流量调度，保障下游河道在枯水期仍有足够水量维持生态功能；另一方面，建设鱼道和生态护岸，促进水生生物的迁徙和栖息。此外，还要定期监测水质和生物多样性，评估生态状况，及时调整管理策略。例如：在调度过程中考虑鱼类的繁殖期，适当调整水位变化，避免对其生存造成不利影响。生态调度技术应与遥感监测、河流建模和无人船测绘技术相结合，动态掌握区域水体演变趋势，为生态调度提供精准依据。建议设置闸区生态功能区，并根据软质护岸、生物滩地等形式构建水陆过渡带，有效缓冲水体波动对生态系统的扰动。生态优化过程中可试点建立“水生态账本”，将水体生态指标与调度计划挂钩，纳入年度考核和绩效反馈体系^[6]。对于受控范围内的入河排污口，还需设置实时水质传感装置，自动采集氨氮、总磷等关键参数数据，从而在污染物超限时立即触发预警并反馈至管理平台，推动水质改善与生态调度同步落实。通过这一系列系统化策略，不仅能提升工程的生态弹性，也能保证水资源配置的公平性与科学性。

3.3 多元协同机制建设

为提升三河闸的管理效能，需建立多元协同机制，整合各方资源和力量形成合力，具体措施包括：成立由水利、环保、农业等部门组成的联合管理委员会协

调各项工作，与科研机构合作，开展技术研究和培训，提高管理人员的专业水平。鼓励公众参与建立信息公开平台，收集社会反馈，提高管理的透明度和公众满意度。例如：在制定调度方案时，邀请相关专家和利益相关方参与讨论，保障决策的科学性和公平性。多元协同不仅指管理部门间的互动，还应扩展至行政区域之间的流域统筹与信息互通。设立三河闸流域治理联动机制，明确上下游城市在水量调配、生态保护及应急响应中的职责边界，形成跨行政区域的共治共管格局。在人才机制上，可以引入“水利工程+环境工程+信息技术”复合型岗位设置，以项目制方式鼓励青年专业人才参与实际运维。在公众参与层面，可根据建设“水利公众体验中心”或组织“闸区生态观测志愿者”计划，增强社区居民对水利设施运行的认同感与责任感^[7]。在制度设计方面，推动管理透明化与开放化，建立常态化公示机制，定期发布运行报告与调度纪要，拓展社会监督与舆情反馈渠道，为治理模式创新构建信任基础^[8]。

3.4 成本与效益优化

为实现三河闸管理的经济效益最大化，需采用成本效益分析方法，评估各项管理措施的经济性，优化资源配置（见表 1）。具体措施包括：引入节能设备，降低能源消耗；优化人力资源配置，提高工作效率；采用信息化技术，减少纸质材料和人工操作，降低运营成本。例如：安装太阳能照明系统，减少电力消耗；实施远程监控，减少现场巡查次数，节省人力成本。通过以上措施降低运营成本，提高经济效益，实现可持续的管理模式。

表 1 三河闸智慧化管理前后成本与效益对比

项目	实施前（万元/年）	实施后（万元/年）	变化（万元/年）
能源消耗成本	120	90	-30
人力资源成本	150	100	-50
维护与维修成本	80	60	-20
总成本	350	250	-100
系统运行效率提升收益	—	50	50
总效益	—	100	100

（数据来源：三河闸管理所年度报告，结合智慧化管理实施情况统计。）

由表 1 可知，在实施智慧化管理系统后，三河闸在各项运营成本中均实现了明显的下降。其中能源消

耗成本从每年 120 万元降至 90 万元，下降 30 万元，主要得益于照明系统改用太阳能、泵站运行优化调度减少无效运行时间等节能措施。人力资源成本由 150 万元降至 100 万元，下降 50 万元，说明远程监控和无人巡查等手段有效减少了对现场操作人员的依赖。维护与维修成本减少 20 万元，这与设备状态在线监测系统及时预警设备故障而避免大修密切相关。综合来看，总运营成本从 350 万元降至 250 万元，降低 28.6%，节支效应显著。在效益方面，智能调度系统提高了水资源利用效率和应急响应能力，带来年均直接经济收益 50 万元。总效益与成本相抵后实现 100 万元净增，表明智慧化措施不仅能提升管理水平，也显著改善了工程的经济效益，具有推广价值^[9]。

4 结束语

构建符合可持续发展理念的水利工程管理模式，是提升工程运行效能与生态协调水平的关键路径。三河闸在智慧化、生态化与协同化方面的实践探索，展示了传统水利工程管理向现代治理体系转型的可行方向。结合具体策略实施与实际数据支撑，可为区域水利系统改革提供有力参考，推动水利事业高质量发展与生态文明建设协同前行。未来应进一步强化数据智能分析与系统集成能力，提升调控精度与应急响应效率，实现管理效益的持续优化升级。

参考文献：

- [1] 葛燕.农村小型水利工程建设与管理模式创新研究[J].中国品牌与防伪,2024(07):76-77.
- [2] 钟闯.澧县河湖水网连通生态水利工程:创新水利管理的PPP模式实践[J].湖南水利水电,2024(02):49-51.
- [3] 王鹏,杨挺博,范书婷,等.行唐县小型水库管理模式创新及成效[J].河北水利,2022(06):32-33.
- [4] 李慧敏.城镇水系综合治理合同环境服务模式创新与管控[M].北京:中国水利水电出版社,2021.
- [5] 陶春.西淝河泵站管理模式探索与创新[J].中国水利,2021(16):46-47.
- [6] 赵勇.新发展理念下水利投融资模式创新对工程建设的影响分析[J].水利水电快报,2024,45(S2):71-73,86.
- [7] 陈冯.精细化管理在海外精装工程项目施工中的探讨[J].建设机械技术与管理,2024,37(04):110-112.
- [8] 李元海,秦德吉.精细化管理在水利工程项目施工管理中的应用[C]//中国水利学会.2023中国水利学术大会论文集(第二分册).济南市水利工程服务中心,2023.
- [9] 刘宇.探讨可持续发展观为指导的水利水电管理方法分析[J].科技风,2022(05):81-83.