

水利工程项目全生命周期管理优化策略研究

田地 邹佳怡

吉林松辽水资源开发有限责任公司，吉林省长春市，130021；

摘要：水利是国民经济的重要基础设施，水利全寿命期的管理能力直接影响水利工程效益能否发挥、能否持续运行。本文对水利工程项目前期规划、建设实施、运营维护等各个阶段的管理问题进行分析，并提出相应的优化对策。通过加强全过程统筹协调、采用信息化管理手段、健全制度保障体系，可以明显提高水利工程项目的综合管理水平，保证工程质量、安全和长期效益。研究对推进水利工程项目的管理现代化、提高资源利用率有很重要的参考意义。

关键词：水利工程；全生命周期；管理优化；项目效益；可持续发展

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.035

水利工程对经济发展、民生安全、生态平衡等方面都发挥着不可替代的作用。水利工程一般具有投资大、工期长、技术复杂、涉及利益方多等特点，因此水利工程的管理难度大。传统管理模式一般只关注某一个阶段，缺少全过程统筹，容易出现前期规划与后期运营脱节、建设质量与长期效益不匹配等状况。全生命周期管理理念重视对项目从策划、设计、施工、运行直至报废全过程进行系统管理，有利于实现资源的最优化配置，降低风险，获得最大的综合效益。我国水利工程全生命周期管理仍存在很多不足，必须从体制机制、技术手段、管理方法等多方面加以改善。本文在剖析现有问题的基础上，结合现代项目管理理论，提出具有可操作性的优化路径，以期为提高水利工程整体管理水平提供理论参考。

1 水利工程项目全生命周期管理的理论框架

水利工程项目全生命周期管理，是对水利工程项目从规划到建设、到运行直至报废的全过程的一种新的管理模式。其要义在于冲破传统分段管理的局限性，用系统化手段达成各阶段的有效接洽并加以整体改善。该模式除了建设阶段的成本、工期以及质量的控制，更重视运营维护阶段的性能保持、经济效益、环境影响，其最终目标就是使整个项目的生命周期综合效益达到最佳。理论基础主要是系统工程理论、价值链管理、可持续发展等，从整体优化、过程效率、资源可持续性角度给管理实践提供理论支持，体现的是技术可行性与长期效益并重的管理思想。

2 当前水利工程全生命周期管理中存在的主要问题

2.1 前期规划阶段缺乏系统性与协同性

项目规划是决定水利工程成败的基础。但调查显示，部分水利工程项目在可行性研究阶段存在明显不足，一方面没有对区域水资源供需关系做出准确预测，另一方面也没有对生态环境影响做出详细的评价，造成项目建成后实际效果远远达不到预期目标。另外一个明显的短处就是缺少有效的跨部门协作机制，水利部门同环保、国土、农林等其他部门间的信息共享途径不通畅，所制定的规划方案无法充分体现出各个利益方的合理诉求，在日后执行的时候就会埋下隐患^[1]。在大型跨流域调水工程中，由于缺少有效的区域协调机制，经常出现水资源配置的矛盾，从而影响工程效益的充分发挥。

2.2 建设实施阶段管理粗放，监督机制不完善

建设实施阶段招投标不规范现象偶有发生，影响工程选择是否公允、质量基础是否牢固。部分施工单位的质量安全意识比较淡薄，仍然采用落后的施工工艺，现场管理比较混乱，容易造成质量缺陷甚至安全事故。根据水利部近年来的统计，由于施工管理不到位而导致的质量问题占水利工程事故总数的30%以上。并且由于设计变更频繁、自然灾害等不可抗力的影响，项目进度控制也存在较大的困难，成本超支的情况很常见。现有的监督体系大多注重事后的检查，过程中的监管显得力不从心，很难及时发现并改正实施过程中出现的偏差，从而影响项目的整体推进。

2.3 运营维护阶段重视不足，管理体系不健全

调研表明，很多水利项目存在着“重建设、轻运营”的现象，运营维护期间缺少专门的管理队伍与持续的资金保障。由于维护技术更新迟缓，设施老化检测手段不足，使部分小病害未能及时处理，造成重大隐患累积。

另外由于没有完善的运营成本控制机制,资源利用率低,影响工程的经济效益和可持续服务能力。水利部门的调查数据显示,水利工程由于维护不到位,设计使用寿命缩短,工程效益降低的情况占到40%左右。

3 全生命周期视域下水利工程管理优化策略

3.1 前期规划阶段:强化科学决策与跨部门协同

3.1.1 建立多方案比选与评估机制

项目立项论证阶段要建立系统化的方案比选制度。利用大数据分析技术对区域水资源供需状况进行动态预测,用云计算平台的环境承载力评价模型提高可行性研究的准确性。具体实施时,可构建包含工程技术、经济性、环境影响等方面的评价指标体系,用层次分析法等科学方法综合比选^[2]。在某流域治理工程中通过建立20个指标的评价体系对三个备选方案进行量化评价最后选择最优方案。

3.1.2 构建跨部门协同规划平台

建议成立以水利部门为主导,自然资源、生态环境、农业农村等部门参加的规划协调小组。该平台要形成统一的数据标准格式,创建定时会商机制,做到规划信息及时共享。实践中可以借鉴“多规合一”的经验,将水利专项规划和国土空间规划同步编制、相互衔接。某省在大型灌区建设项目中,采取跨部门联合办公的方式来解决原有规划中的用地矛盾,从而使得项目进展的速度提升了30%以上。

3.1.3 完善公众参与和利益协调机制

在规划阶段要建立规范的利益相关方参与程序,采用听证会、公示公告等方式征求各方意见。对于移民安置、土地征用这样的敏感问题要制订出详细的补偿方案及安置计划。提出建立第三方机构对规划方案的社会影响做独立评估,保证各利益相关者的利益平衡。

3.2 建设实施阶段:推行精细化管理与全过程监控

3.2.1 优化招投标与合同管理体系

健全招投标管理制度,推行电子招投标系统,实现全过程留痕、可追溯。扩大评标专家库的规模,实行专家的随机抽取和回避制度。在合同管理方面推行使用标准合同范本,确定各方权利义务^[3]。某重大水利项目引进合同履行评价系统,把承包商绩效同后续项目的投标联系起来,从而改善了施工品质。

3.2.2 推进施工过程精细化管理

实行标准化施工工艺,制订作业指导书。积极使用建筑信息模型(BIM)技术,达到施工过程可视化的管理以及碰撞检测的目的。建立质量安全巡检制度,用移

动终端实时记录检查情况。例如某水库工程建设过程中利用BIM技术提前发现设计冲突56处,避免了近千万元返工损失。

3.2.3 强化风险防控与应急管理

建立完善的地质灾害、极端天气等风险因素动态监测的风险识别和评估机制。制订详细的应急预案,定期开展演练。建议采用工程保险的方式,通过购买工程质量潜在缺陷保险等来分散工程风险。

3.3 运营维护阶段:构建专业化、信息化运维体系

3.3.1 建立专业化运维管理团队

成立专门的运营管理机构,确定各个岗位的职责以及任职要求。建立培训体系,定期安排技术人员参加培训。推行持证上岗制度,保证关键岗位人员有相应的资格。某大型水利枢纽建立了“运维工程师-技术员-操作工”三级人才体系,运维管理得到了明显提高。

3.3.2 构建智能化运维管理平台

用物联网、大数据等信息技术建设监测、预警、调度的智能运维平台。在重要的地方布置传感器,对运行的数据实施及时的采集。建立设备健康状态评价模型,实施预测性维修。如某泵站增设智能监测系统后,设备故障预警准确率超过90%。

3.3.3 完善成本控制与绩效评估机制

实行全面预算管理,建立科学的成本核算体系。推行全成本核算,把能耗、维修等间接成本算进去。建立以运行效率、服务质量为主绩效评价体系,绩效评价结果同预算安排、人员薪酬挂钩。

4 创新技术在全生命周期管理中的应用路径

4.1 信息化与智能化技术赋能管理升级

建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)、物联网等现代信息技术可以对水利工程的全生命周期进行管理。在规划设计阶段,BIM与GIS技术的有机结合可以做到工程布局与地形、环境的精准匹配,有效避免规划设计冲突。在施工建设阶段使用BIM技术进行碰撞检测与工艺模拟可以减少设计变更、工程返工,提高施工效率。进入运营维护期以后,依靠物联网技术搭建的监测网络能够实时采集到工程运行的数据,给设施维护和调度决策提供科学的依据。实践表明,用BIM技术进行水利工程项目的施工,可以降低设计变更率40%,提高施工效率25%,技术经济优势显著。

4.2 大数据与人工智能辅助决策优化

创建水利工程大数据平台并加以利用,把历史项目

的数据同实时的运作数据以及环境水文学数据整合起来,借助人工智能算法深入挖掘并加以分析,可以在项目前期做出更为精确的需求预估和风险识别,在运营期间达成优化调度和智能预警,进而明显改善管理决策的科学性与前瞻性。通过机器学习算法对历史水文数据进行分析,可以提高洪水预报的准确性,给水库调度提供决策支持。目前我国一些大型水利工程已经开始使用人工智能技术实现智能调度,取得了较好的效果。

5 完善全生命周期管理的制度与政策保障

5.1 健全法律法规与标准体系建议

进一步完善水利工程全生命周期管理的法律法规体系,从国家层面明确各阶段责任主体和管理要求。加快制定规划、设计、施工、运营各阶段的技术标准和管理规范,给全过程管理提供制度依据。特别要建立统一工程质量标准体系和验收规范,使各个阶段管理有章可依。另外,要健全水利工程后评价制度,把全生命周期理念贯彻到项目管理的全过程。

5.2 构建协同监管与绩效评价机制

创建跨部门的协同监管平台,达成信息共享以及联动执法的目的,提升监管效率。建议建立水利工程全生命周期绩效评价指标体系,把工程质量、安全、成本、环境效益等纳入考核范围,引导项目管理方向,推动持续改进。绩效评价结果要与项目评优、资金使用结合起来,形成有效的激励约束机制。并引入第三方评价机构,对项目管理效果进行独立的评价,并保证评价结果的真实性、公正性。

6 案例分析与实践启示

6.1 典型水利工程全生命周期管理实践

以某大型水库工程为例,在规划阶段就进行了详细的多方案比选和环境影响评价,保证工程方案技术可行,经济合理。在建设阶段使用 BIM 技术对施工全过程进行可视化管理,从而达到控制工程质量、进度、投资的目的。运营阶段建立了智能运维平台,利用各种传感器实时监测大坝变形、渗流等关键指标,实现预测性维护。项目实施全生命周期管理之后,运营维护成本下降 18%,设备可用率提高到 98.5%,经济效益明显提高。

6.2 经验总结与启示

从典型案例中总结出如下经验,第一是重视前期规划的科学决策是项目成功的基础,充分论证工程的必要性和可行性;第二技术创新与应用是提升管理效能的重

要手段,积极推广信息化、智能化技术与工程管理的深度融合;第三专业化、信息化的运维体系是产生长期效益的根本,建立完善的运维管理制度和人才队伍^[4]。对于其他水利工程开展全生命周期管理有着一定的参考价值。

7 推进全生命周期管理的实施建议

7.1 加强专业人才培养体系

建设全生命周期管理的顺利实施要依靠专业人才。人才培育方面,高校要对水力工程专业课程安排加以改进,全生命周期经营内容须要充实进内;行业协会需开展专门的培训活动,提升从业人员有关经营方面的水准;工程项目单位应当创建起常态化的培训体系,定时组织员工学习新技巧、新办法。人才分层分类培养,全方位全方面保障人才。

7.2 建立信息化管理平台

建议开发一个统一的水利工程全生命周期管理信息平台,各阶段数据无间断传递、共享。平台需要具备如下功能:一是项目全过程数据管理,做到信息可追溯;二是风险预警功能,及时发现潜在的风险;三是决策支持功能,为管理决策提供数据支持。用信息化平台的构建来破解信息孤岛,提升管理效率。

8 结束语

水利工程全生命周期管理是实现项目高质量可持续发展的主要途径。通过创建覆盖规划、建设、运营的一体化管控体系,利用信息化和智能化技术赋能,可以明显提高工程综合效益。未来还需要进一步强化跨部门协同机制,完善制度保障,推动技术创新与人才培养,实现从传统分段管理向全过程精细化管理的转型升级。同时也要重视生态保护、资源节约,把可持续发展观念充分融入到各个管理环节之中,为我国水利事业的持续健康发展赋予有力支撑。

参考文献

- [1] 赵可兴,李明. 水利工程项目施工成本与管理优化措施研究[J]. 中华建设, 2025, (10): 47-49.
- [2] 李俊铭. 垦造水田项目中水利工程测量技术的精度优化研究[J]. 水上安全, 2025, (16): 196-198.
- [3] 赵玉昆. 水利工程建设项目的质量控制与监督管理体系研究[J]. 水上安全, 2025, (16): 118-120.
- [4] 尹朝阳. 水利工程施工组织与项目管理技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (24): 202-204.