

Innovation in the full-process engineering management model of the large-scale water conservancy project South-to-North Water Diversion

Kaiwen Cai

Chushou Branch of China South-to-North Water Diversion Group Middle Route Co., Ltd., Nanyang, Henan, 473000, China

Abstract

The temporal and spatial distribution of water resources in China is extremely uneven. Water resources are abundant in the south, while the problem of drought and water shortage is prominent in the north. The South-to-North Water Diversion Project, as a national strategic project to alleviate water shortage in northern China, spans the eastern, central and western lines and involves multiple provinces and complex stakeholders. The traditional engineering management model faces numerous challenges in aspects such as fund raising, cross-regional coordination, and ecological protection, making it difficult to meet the demands of the entire life cycle management of projects. With the development of digital technology and the advancement of market-oriented reforms, the innovation of the whole-process engineering management model has become the key to enhancing the comprehensive benefits of engineering. This article first conducts a detailed analysis of the traditional management model of the South-to-North Water Diversion Project, then specifically expounds the theoretical framework for the innovation of the full-process engineering management model, followed by the innovative practice of the full-process engineering management model of the South-to-North Water Diversion Project from multiple perspectives, and finally verifies the relevant innovative effects through specific case analysis, with the aim of providing useful references and inspirations for related research.

Keywords

South-to-north water diversion; Large scale water conservancy projects; Whole process engineering management; Model innovation

南水北调大型水利工程全过程工程管理模式创新

蔡凯文

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司, 中国·河南 南阳 473000

摘要

中国水资源时空分布极不均衡, 南方水资源丰沛, 北方干旱缺水问题突出。南水北调工程作为缓解北方水资源短缺的国家战略工程, 横跨东、中、西三线, 涉及多个省份与复杂利益主体。传统工程管理模式在资金筹措、跨区域协调、生态保护等方面面临诸多挑战, 难以适应工程全生命周期管理需求。随着数字化技术发展与市场化改革推进, 全过程工程管理模式创新成为提升工程综合效益的关键。本文先是详细分析了南水北调工程传统管理模式, 随后具体阐述了全过程工程管理模式创新的理论框架, 紧接着从多角度提出了南水北调全过程工程管理模式创新实践, 最后通过具体案例分析验证了相关创新效果, 以期为相关研究提供有益参考与借鉴。

关键词

南水北调; 大型水利工程; 全过程工程管理; 模式创新

1 引言

中国水资源 81% 集中于长江以南, 而北方地区干旱与南方洪涝并存, 水资源供需矛盾突出。南水北调工程作为国家战略工程, 总工期 50 年、总投资超 5000 亿元, 覆盖东、中、西三线, 对保障北方供水安全、促进区域协调发展具有不可替代的作用。然而, 传统工程管理模式以行政主导为主,

存在资金缺口大、跨区域协调难、生态保护滞后等问题, 难以适应工程全生命周期管理需求。随着数字化技术发展与市场化改革深入, 全过程工程管理模式创新成为提升工程综合效益的关键。本文基于南水北调工程实践, 系统分析传统管理模式局限, 提出涵盖顶层设计、建设期、运营期及配套工程的全过程创新路径, 旨在为大型水利工程管理模式转型提供理论支持与实践参考。

【作者简介】蔡凯文(1994—), 男, 中国甘肃天水人, 本科, 工程师, 从事安全工程管理方向研究。

2 南水北调工程传统管理模式分析

2.1 现行体制框架与运行机制

南水北调工程现行体制框架与运行机制颇具特色。在管理体制上，构建了“国务院领导小组—项目法人—地方供水公司”的三级架构。国务院领导小组统筹规划、制定政策，保障工程契合国家战略；项目法人作为核心主体，负责主体工程全流程管理，如中线水源公司承担关键任务；地方供水公司聚焦配套工程，确保受水区供水安全，此架构兼顾中央宏观把控与地方实施灵活性。建设模式采用“直管—委托—代建制”多元模式，直管用于核心标段，委托利用地方资源，代建制引入市场竞争，三种模式并行兼顾效率与风险。资金筹措呈“中央—地方—市场”多元化，中央财政拨款为核心保障，地方配套资金有困难，银行贷款与专项基金作补充，这种“财政主导、市场参与”结构虽保障推进，但也埋下偿债风险隐患。

2.2 现存问题与挑战

南水北调工程现存诸多问题与挑战。资金上，动态投资需求与财政赤字矛盾凸显，实际投资常超预算，财政拨款滞后致部分标段停工，过度依赖行政性筹资增加企业负担，基金使用不透明、偿债机制不健全，部分省份逾期还款。跨区域协调方面，水量分配与生态补偿机制缺失，省际冲突频发，水量分配未充分考虑流域承载力，生态用水保障不足且缺乏补偿机制，省际利益诉求差异大，协调难度大。精细化管理不足，调度衔接信息共享差、水质监测设备兼容性低、应急响应预案操作性不强，制约工程效能。此外，调蓄工程缺乏、土地权属不清威胁工程可持续性，调蓄功能不足影响供水连续性，土地征用补偿标准不一，村民不当行为危及工程安全，生态保护与安全平衡难题待解。

3 全过程工程管理模式创新的理论框架

3.1 创新原则与目标

全过程工程管理模式创新需遵循四大原则。系统性原则要求统筹全生命周期管理，规划阶段综合评估水资源、需求及生态承载力，建设阶段协调各方同步构建实体与数字模型，运营阶段建立“建管一体”机制，维护阶段实施预防性维护，通过数据与流程协同实现效益最大化与风险最小化^[1]。市场化原则平衡公益性与经营性需求，以水权交易机制为核心，如美国加州工程允许农业水权转让，辅以差异化定价与多元化经营，形成“公益兜底+经营增值”循环。数字化原则以技术赋能，构建“空—天—地”监测网络实时采集数据，通过5G+LoRa组网稳定传输，开发智能决策平台优化调度，并利用数字孪生技术模拟调度方案，为决策提供科学依据。生态优先原则将生态流量与水质纳入核心考核，建立“最小生态流量”标准，构建全链条水质监控体系，并将生态指标纳入地方政府绩效，形成闭环约束机制，保障工程可持续性。

3.2 国际经验借鉴

国际调水工程经验为南水北调提供多元借鉴：美国加州工程以“政府规划+市场运作”平衡供需，政府制定配额与立法保障水权交易合法性，市场允许用水户转让节水水权，并引入“水银行”应对干旱，南水北调可试点水权交易与跨省“水银行”；以色列工程以数字化贯穿全生命周期，利用GIS、BIM优化规划建设，物联网与AI实现智能运营，数字孪生优化维护，并开发公众APP，南水北调可推广物联网监测与智能调度平台；欧盟工程以立法保障生态流量，水框架指令要求评估最小生态流量、预留生态通道，建立监测与公开机制，并对受损生态补偿，南水北调可在关键断面设监测站，将生态流量纳入考核，探索生态补偿措施。

4 南水北调全过程工程管理模式创新实践

4.1 顶层设计创新

南水北调工程在顶层设计上创新不断。立法保障方面，积极推动《南水北调工程保护条例》修订，明确生态补偿标准、方式与范围，如对水源区受调水影响给予资金补偿和生态修复支持；清晰界定水量调配原则、程序与权限，避免分配矛盾，为工程长期稳定运行提供法律支撑。政企分开改革上，将项目法人转型为国有独资公司，中央控股超60%，既确保国家战略掌控，又减少行政干预，让公司能按市场规律自主决策经营。同时建立现代企业制度，完善法人治理结构，明确各层级职责权限，提升工程管理专业化精细化水平。水权交易平台建设上，建立全国统一水权交易市场，允许受水区与水源区市场化补偿，交易价格由市场供需决定，政府制定规则、监管行为，保障公平公正公开，促进水资源合理流动优化配置。

4.2 建设期管理创新

南水北调建设期管理创新亮点纷呈。代建制在东、中线全面推行，通过公开招标选专业代建单位，其经验丰富、人才技术与管理方法先进。明确代建、建设、使用单位权责边界，代建单位负责项目全过程管理，建设单位提供资金支持，使用单位提功能要求并参与验收，实现专业分工，提升专业化水平与整体效益。数字化施工管理应用BIM技术，实现设计—施工—运维一体化^[2]。如徐州分公司用BIM模型优化穿黄隧道施工，设计阶段模拟分析提前发现问题、优化方案；施工阶段模拟进度、调配资源、控制质量；运维阶段提供详细信息支持精准运维，提高信息化与协同效率，降低成本风险。生态补偿机制方面，在丹江口水库下游建引江济汉等生态工程，引江水补充汉江下游，维持生态流量、改善水质、保护栖息地，结合生态修复恢复河流功能，实现工程建设与生态保护协调发展。

4.3 运营期管理创新

南水北调运营期管理创新成效显著。在统一调度与智能监控方面，建立全国调水数据中心整合各类监测数据，借

助大数据分析、云计算等技术,实现工程运行状态实时监测与动态分析。中线总调中心借此实现全线自动化调度,依据多方情况自动调整运行参数,精准高效调配水资源。智能监控系统还能及时发现异常并预警,为应急处置提供支持。标准化运维体系上,制定《南水北调工程运行管理标准》,涵盖多方面运维工作,明确流程、标准与要求。推行“固定专职+灵活专业+外部专家”督查模式,专职人员保障日常运行,专业人员提供技术支持,外部专家评估指导,提升运维科学化、规范化水平^[3]。管养一体化改革中,鼓励地方供水公司自主实施机电金结维养,地方公司熟悉当地情况,自主维养可减少外包环节、降低成本、提高响应速度与服务质量,如徐州分公司完成多个自主项目,节约费用、培养人才,有助于建立长效运维机制,保障工程长期稳定运行。

4.4 配套工程管理创新

南水北调配套工程管理创新亮点颇多。在城乡供水一体化方面,推动受水区管网互联互通意义重大,像北京市南水北调二环线工程实现双路供水保障,通过完善供水管网系统,合理调配南水北调与本地水源,正常时两路同时供水满足需求,突发情况或水源短缺时可切换路线,保障安全,还能促进水资源合理配置与节约利用,提升综合效益。生态补水通道建设上,建设中线工程向永定河、白洋淀等补水通道,这些河流湖泊长期缺水致生态恶化,补水通道引入南水北调水源,补充生态用水,维持生态流量,改善水质,促进生物繁殖生长,恢复生态功能,还能带动周边生态与产业发展,实现双赢。河湖长制深化层面,把工程保护纳入地方河湖长考核,建立“单位+家庭”监督网,地方河湖长作为第一责任人定期巡查,单位与家庭参与监督,形成全社会参与保护的良好氛围,提高工程保护力度与效果,保障工程长期安全运行。

5 案例分析:中线公司某地分公司的创新实践

5.1 改革背景与挑战

中线公司某地分公司在成立之初,便陷入重重困境。体制机制上,部门间协调沟通成本高昂,工作流程亟待优化,运转不畅的问题较为突出;工程建设方面,部分项目尚处收尾阶段,未完全接管,这无疑给整体运营与管理增添了难度,诸多事务难以高效推进;员工队伍状况也不容乐观,能力参差不齐,专业技能与综合素养存在短板,难以契合公司快速发展的步伐。面对这些难题,分公司没有退缩,而是积极探索创新,试图通过一系列举措突破困境,实现自身的稳健发展。

5.2 创新举措与成效

中线公司某分公司在创新发展的征程中多管齐下,收获了令人瞩目的显著成效。在管理机制创新上,大胆推行限

时办结制与竞争上岗制。限时办结制为各项工作划定了明确的办理时限,从根源上杜绝了拖延与推诿现象,让工作节奏紧凑有序;竞争上岗制则打破了传统用人模式的束缚,通过公开竞争的方式选拔人才,充分激发了员工的积极性与竞争意识。在此举措推动下,公司问题整改率高达95%,各项工作的推进效率大幅提升。

技术创新领域,分公司于水质监测方面独辟蹊径,应用“第三方平台+自有团队”的创新模式。借助第三方先进的技术设备优势,结合自有团队扎实的实地操作与数据分析能力,实现了对水质的全面、精准监测。截至目前,已完成2683个指标的检测工作,为供水安全筑牢了坚实的数据防线;党建融合方面,分公司构建“单位+家庭”监督网,强化内部监督考核的同时,积极与员工家庭沟通,形成共同管理的良好局面。此外,还通过开展无偿献血、节水宣传等丰富多彩的活动,有效增强了员工的凝聚力与责任感。

5.3 经验启示

中线公司某地分公司的实践,充分彰显了基层创新对顶层设计的补充作用。面对实际难题,基层结合自身情况大胆创新探索,不仅有效化解了自身困境,还为公司顶层设计提供了有益补充与完善,推动公司整体发展进步。而在管理上,分公司巧妙平衡市场化与行政手段。一方面,以竞争上岗制等市场化手段激发员工竞争意识与工作积极性,提升效率;另一方面,运用行政手段强化监督考核,保障工作按标准流程推进。二者优势互补,形成了良好的管理格局,为公司稳健发展奠定了坚实基础。

6 结语

总的来说,本文聚焦南水北调大型水利工程全过程工程管理模式创新,分析传统模式局限后构建理论框架,从顶层设计到配套工程提出多维度创新实践路径。中线公司某地分公司的案例验证了创新举措成效,其基层创新补充顶层设计,市场化与行政手段结合的经验值得借鉴。展望未来,该工程管理模式创新需持续深化,数字化技术将深度融入提升智能化水平,市场化改革激发活力,生态保护理念保障可持续性。此外,加强国际合作交流、借鉴先进经验,完善创新模式,能推动南水北调更好服务国家战略,为大型水利工程管理模式转型提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 梁楚君.S区某水厂扩建工程全过程跟踪审计体系构建及应用[D].广东工业大学,2025.
- [2] 王学洲.基于“互联网+BIM”技术的水利工程管理策略研究[J].中国水运(下半月),2021,21(06):97-98.
- [3] 卢明湘,谢晓莉.基于WSR的水利工程全过程协同管理研究[J].经济数学,2019,36(02):85-90.