

南水北调东线工程的运行管理与优化策略

刘钰康

中国南水北调集团中线有限公司河南分公司 河南 郑州 450000

摘要：南水北调东线工程对缓解北方地区水资源短缺意义重大。运行管理方面，面临工程设施老化、调度管理复杂、水质保障压力大、信息化建设不足、管理体制机制有待完善等问题。为优化运行管理，需强化工程设施维护，提升调度管理精准科学性，加强水质保障力度，深化信息化建设与应用，完善运行管理体制机制。通过这些策略，保障南水北调东线工程高效、稳定运行，实现水资源合理调配与可持续利用。

关键词：南水北调；东线工程；运行管理；优化策略

引言：水资源的合理配置是关乎经济社会发展与生态环境稳定的关键问题。南水北调东线工程作为我国重要的水资源调配工程，连接长江与北方地区，在缓解北方水资源短缺、促进区域协调发展等方面发挥着关键作用。然而，随着工程的持续运行，其运行管理面临着诸多挑战，如设施老化、调度复杂、水质保障难等。深入分析这些问题并探索有效的优化策略，对于保障南水北调东线工程的稳定运行与长远发展具有重要的现实意义。

1 南水北调东线工程概述

南水北调东线工程是我国跨流域调水的重大战略性工程，旨在缓解华北和胶东地区水资源短缺问题，对促进区域协调发展意义深远。工程充分利用京杭大运河等现有河道，通过梯级泵站提水北送，自扬州江都水利枢纽取水，途经江苏、山东、河北，向天津、胶东地区供水。工程线路全长 1467 公里，共设立 13 个梯级泵站，形成“梯级抽水、逐级提水”的独特输水模式，有效提升了水资源调配能力。其供水范围涵盖江苏北部、山东西部、河北东南部以及天津等地区，受益人口众多，为沿线城市工业生产、居民生活和农业灌溉提供了稳定的水源保障。东线工程不仅在水资源调配方面成效显著，在生态环境改善上也发挥了重要作用。通过调水，补充了沿线河湖水量，改善了河道生态环境，增强了水体自净能力，对维护区域生态平衡起到积极作用。同时，工程与沿线城市的供水、防洪、排涝等水利工程有机结合，提升了流域整体水利工程效益。南水北调东线工程是优化我国水资源配置、促进经济社会可持续发展的重大基础设施，对保障国家水安全具有不可替代的战略地位^[1]。

2 南水北调东线工程运行管理面临的问题

2.1 工程设施老化与维护难题

南水北调东线工程部分设施已运行多年，受长期水流冲刷、设备磨损及自然侵蚀影响，设施老化问题逐渐

凸显。许多泵站设备运行时间长，关键部件磨损严重，不仅降低了抽水效率，还增加了能耗。输水河道的衬砌结构也出现裂缝、脱落等状况，影响输水安全与效率。由于工程线路长，涉及区域广，维护工作面临诸多挑战。一些偏远地段交通不便，增加了维护人员与物资抵达现场的难度。且维护资金的投入有限，难以满足全面维护需求，致使部分设施的维护工作无法及时、高质量开展，长此以往，将对工程整体运行稳定性构成威胁。

2.2 调度管理的复杂性与精准性挑战

东线工程连接长江、淮河、黄河、海河四大流域，水系错综复杂，涉及众多调蓄湖泊、输水河道与泵站。不同季节、不同区域的用水需求差异大，来水情况也不稳定，加之与当地水利工程联合运行，使得调度管理极为复杂。在实际调度中，要同时兼顾供水、防洪、排涝等多重任务，需精准协调各环节。但目前调度技术手段存在局限性，对水情、雨情等信息的实时监测与精准预测能力不足，难以实现对工程各设施的精准调控。此外，各地区、各部门之间在调度协调上也存在沟通不畅、信息共享不及时等问题，影响了调度管理的整体效率与精准性^[2]。

2.3 水质保障压力持续增大

沿线地区经济发展迅速，工业生产、农业面源污染及生活污水排放量大。部分工业企业环保意识淡薄，存在违规排放现象，大量未经处理或处理不达标的废水排入河道，对输水水质造成威胁。农业生产中农药、化肥的过度使用，经雨水冲刷流入水体，增加了水中氮、磷等污染物含量。虽然工程沿线建设了污水处理厂，但部分处理厂处理能力有限，设备老化，难以满足日益增长的污水治理需求。同时，跨区域的水质监管存在职责不清、协调困难等问题，导致一些污染问题难以及时发现和有效解决，水质保障压力不断增大。

2.4 信息化建设的深度与广度不足

虽然南水北调东线工程已开展了一定的信息化建设,但在深度和广度上仍有欠缺。在监测方面,部分监测站点分布不合理,对一些关键区域和指标的监测存在空白,无法全面、实时掌握工程运行状态和水质、水情信息。现有信息化系统集成度低,不同部门、不同功能的系统相互独立,数据难以共享与整合,形成“信息孤岛”,降低了信息化系统的综合效能。此外,信息技术在工程调度决策、设施设备智能化运维等方面的应用不够深入,难以实现基于大数据、人工智能等先进技术的精准调度与智能管理,制约了工程运行管理水平的提升。

2.5 运行管理体制机制有待完善

目前东线工程运行管理涉及多个部门与地区,存在管理职能交叉、权责划分不清的情况。在一些问题上,部门间相互推诿,导致工作效率低下,无法及时有效解决工程运行中的问题。工程运行管理的考核评价机制不完善,对管理部门和人员的工作成效缺乏科学、全面的评估,难以充分调动其积极性和主动性。水价形成机制不合理,南水北调水价格相对较高,与当地水资源价格缺乏有效协调,影响了受水区用水积极性,也不利于工程的可持续运营。这些体制机制问题严重制约了工程运行管理的规范化、高效化。

3 南水北调东线工程运行管理优化策略

3.1 强化工程设施维护管理

(1) 构建全方位、动态化的设施监测体系是关键。南水北调东线工程线路绵延、设施繁多,长期运行易出现老化隐患。通过部署智能传感器,可实时监测泵站、渠道、渡槽等关键设施的应力、形变等参数;利用无人机巡检技术,能够高效覆盖长距离输水线路,及时发现裂缝、渗漏等肉眼难以察觉的问题,实现隐患的早发现、早预警。(2) 制定科学的维护计划是保障工程稳定运行的重要支撑。依据不同设施的使用年限、性能状况以及运行环境,将预防性维护与修复性维护有机结合。对于使用时间较长、易损耗的设备,提前进行零部件更换与性能优化;针对突发故障的设施,迅速启动修复机制,确保工程输水不间断。同时,建立设施维护档案,详细记录每次维护的时间、内容与效果,为后续维护决策提供数据依据。(3) 加强专业维护队伍建设是提升维护效能的核心力量。定期组织维护人员参加技能培训,内容涵盖新型设备操作、先进维修技术应用等领域,并通过严格考核检验培训成果,激励人员提升专业水平。此外,引进设施维护领域的高端人才,充实技术力量,打造一支技术精湛、响应迅速的专业维护队伍,从而降

低设施故障率,延长工程设施使用寿命,为南水北调东线工程的安全稳定运行筑牢根基。

3.2 提升调度管理精准性与科学性

(1) 构建精细化水资源调度模型是关键。结合南水北调东线受水区的人口增长趋势、产业发展规划以及生态补水需求,运用大数据分析和数学建模技术,精准预测不同时段、不同区域的用水需求。同时,将工程沿线的泵站、水库等调蓄设施的蓄水能力、运行参数纳入模型,实现对水资源调配的动态模拟,制定科学合理的调度方案。

(2) 加强部门间协同合作,提升调度灵活性。与气象部门建立实时数据共享机制,获取准确的气象预报信息,提前预判降水、干旱等极端天气对水资源供需的影响,及时调整调度计划。与水利部门紧密配合,整合水文监测数据,掌握上下游水位、流量变化情况,确保在洪水期能科学泄洪,枯水期能合理调配水资源,保障输水安全。

(3) 建立健全调度效果评估机制。定期对调度方案的实施效果进行全面评估,分析水资源配置效率、用水满意度、工程运行成本等指标,总结经验教训。引入专家评估和公众反馈机制,广泛收集意见建议,对调度模型和方案进行持续优化,不断提升调度管理的精准性与科学性,实现水资源的高效利用与合理分配^[3]。

3.3 加强水质保障力度

(1) 完善水质监测网络是筑牢水质安全防线的基础。南水北调东线工程输水线路长,途经多个区域,污染源复杂。需在现有监测站点基础上,加密关键节点和敏感区域的监测站点布局,如工业集中区下游、农业灌溉退水口等位置,实现对输水全程的无缝隙覆盖。同时,采用在线监测与实验室检测相结合的方式,运用先进的水质检测设备,实时监测 pH 值、重金属含量、有机物浓度等指标,确保水质数据的及时性与准确性。

(2) 严格管控沿线污染源是保障水质的核心举措。联合环保、工信等部门,对沿线工业企业开展定期排查,加大对偷排、超排企业的处罚力度,推动企业采用清洁生产,实现达标排放。针对农业面源污染,推广生态农业模式,鼓励使用有机肥和生物农药,建设生态沟渠、人工湿地等生态净化设施,拦截和降解农田退水污染物。此外,加强城镇生活污水治理,提高污水处理厂的处理能力和排放标准,减少生活污水对输水水质的影响。(3) 建立健全水质应急处理机制是应对突发污染事件的关键保障。制定详细的水质应急预案,明确应急响应流程和各部门职责,建立应急物资储备库,储备活性炭、絮凝剂等应急处理材料和设备。定期组织应急演练,模拟化学品泄漏、非法排污等突发场景,提升应急

处置队伍的快速反应和协同作战能力。通过完善的应急机制,确保在突发污染事件发生时,能够迅速启动响应,采取有效措施控制污染扩散,保障输水水质安全。

3.4 深化信息化建设与应用

(1) 构建统一智慧管理平台是基础。南水北调东线工程现有多个独立运行的信息系统,存在数据孤岛问题。通过搭建统一平台,整合工程监测、调度运行、水质监测等系统,打破信息壁垒,实现数据的互通共享。运用数据中台技术,对海量数据进行清洗、分类和存储,为后续分析与决策提供高质量数据支撑。(2) 加速先进技术应用是提升管理效能的核心。引入物联网技术,实现工程设施运行状态的实时感知与自动采集;借助云计算强大的计算能力,快速处理复杂调度模型和大规模数据;利用数字孪生技术,构建工程全生命周期的虚拟镜像,直观呈现工程运行全貌,辅助管理者制定科学决策。同时,开发智能巡检、智能调度等应用模块,替代传统人工操作,降低人为失误风险,提升管理效率。(3) 筑牢网络安全防护体系是重要保障。信息化建设快速推进的同时,网络安全威胁也日益严峻。建立完善的网络安全管理制度,加强人员网络安全意识培训;部署入侵检测系统、防火墙等防护设备,实时监测和拦截网络攻击;定期开展网络安全风险评估与应急演练,及时发现并修复安全漏洞,确保工程信息系统安全稳定运行,为南水北调东线工程信息化管理保驾护航。

3.5 完善运行管理体制机制

(1) 明确权责划分是优化管理体制的前提。南水北调东线工程涉及多部门、跨区域管理,常因职责不清导致执行效率低下。需通过制定详细的权责清单,明确水利、环保、交通等部门在工程设施维护、水质监管、输水调度等环节的具体职责,避免出现推诿扯皮现象。同时,建立跨区域协调联动机制,打破地域壁垒,针对工程运行中的重大问题,实现多部门协同决策、联合行动,提升管理效能。(2) 健全考核评价机制是保障管

理质量的关键。将工程设施完好率、水质达标率、调度执行准确率等核心指标纳入考核体系,制定量化考核标准,确保考核的科学性与公正性。定期开展考核评估,对表现优异的单位和个人给予表彰奖励,对未达标的进行督促整改,形成“奖优罚劣”的良性竞争氛围,充分调动工作人员的积极性与责任感。(3) 优化公众参与机制是提升管理透明度的重要途径。畅通公众监督渠道,通过设立举报热线、网络平台等方式,鼓励社会各界对工程运行中的违规行为进行监督反馈。同时,定期向公众发布工程运行数据、水质监测结果等信息,增强管理工作的公开性与透明度。此外,积极吸纳专家、学者及民间组织的建议,凝聚多方智慧,形成政府主导、部门协同、公众参与的多元共治格局,推动南水北调东线工程运行管理向规范化、制度化方向持续迈进^[4]。

结束语

南水北调东线工程作为国家战略性水资源调配工程,其运行管理与优化关乎水资源安全与区域协调发展。通过强化工程设施维护、提升调度精准性、保障水质安全、深化信息化建设及完善管理体制机制等多维度策略协同推进,可有效提升工程运行效能与综合效益。未来,需持续关注工程运行动态,结合技术创新与管理变革,动态优化策略方案,进一步增强工程的可靠性、稳定性与可持续性,为沿线地区经济社会发展与生态保护筑牢坚实的水资源保障根基。

参考文献

- [1]张国栋.南水北调工程运行期的安全管理分析[J].低碳世界,2021,9(1):136-137.
- [2]孙涛,金鑫.南水北调东线一期工程运行管理机制探讨[J].居舍,2023(35):129.
- [3]佚名.南水北调中线工程建设的目标管理浅析[J].低碳世界,2021,186(12):137-138.
- [4]王峰.南水北调工程运行管理规范化建设探索与实践[J].中国水利,2022(16):23-26.