

河南省南水北调中线工程生态治理优化路径研究

李孝坤

黄河水利职业技术大学, 河南 开封 475004

DOI: 10.61369/SDME.2025170036

摘 要： 南水北调中线工程作为国家重大水利工程，对河南省生态环境与经济发展具有深远影响。本文聚焦河南省南水北调中线工程生态治理问题，通过梳理国内外典型案例与研究进展，明确当前存在法律衔接不畅、跨省协调薄弱、技术应用碎片化等问题。基于生态系统服务功能理论，采用调研监测、数理统计、法规分析方法，从水资源调控、生态修复、生物多样性保护、协同治理机制等方面构建治理体系，提出“跨区域水生态协同治理”模型与水生态功能区耦合分析框架。研究旨在为河南省生态治理政策制定提供科学支撑，推动工程水生态系统可持续发展，为全国同类工程提供借鉴。

关 键 词： 南水北调中线工程；生态治理；水资源调控；协同治理；生物多样性保护

Research on the Optimization Path of Ecological Management for the Middle Route of the South-to-North Water Diversion Project in Henan Province

Li Xiaokun

Yellow River Conservancy Technical University, Kaifeng, Henan 475004

Abstract： As a major national water conservancy project, the Middle Route of the South-to-North Water Diversion Project has a profound impact on the ecological environment and economic development of Henan Province. This paper focuses on the ecological governance issues of the Middle Route of the South-to-North Water Diversion Project in Henan Province. By reviewing typical cases and research progress both domestically and internationally, it identifies current issues such as poor legal coordination, weak cross-provincial coordination, and fragmented technology application. Based on the theory of ecosystem service function, this study adopts methods such as survey and monitoring, mathematical statistics, and regulatory analysis to construct a governance system from the perspectives of water resource regulation, ecological restoration, biodiversity conservation, and collaborative governance mechanisms. It proposes a "cross-regional water ecological collaborative governance" model and a framework for coupling analysis of water ecological functional zones. The research aims to provide scientific support for the formulation of ecological governance policies in Henan Province, promote the sustainable development of the project's water ecosystem, and offer insights for similar projects nationwide.

Keywords： South-to-North Water Diversion Middle Route Project; ecological governance; water resource regulation; collaborative governance; biodiversity conservation

一、生态治理典型案例与研究进展

（一）国内典型案例与研究进展

1. 南水北调东线工程治理经验：东线工程采用“生态修复 + 水污染控制”双重策略，建设7000亩生态修复区以增强水体自净能力；构建每小时一次的全线水质监测网络，运用生物膜法、人工湿地系统等技术降低水体富营养化；通过动态调度模型保障生态流量，使河段水流量稳定在设计流量的95%以上；借助“河长制”明确责任主体，结合公众参与形成政府、企业、公众共治的管理模式，有效推动了水环境改善。^[2]

2. 南水北调中线前期研究：中线工程前期研究始于2001年，重点解决水源配置与生态保护平衡问题。确定丹江口水库为主要水源，年引水量约90亿立方米，水质维持在二类水标准，满足饮用水需求。工程实施后，生态湿地面积显著恢复，生物多样性指数提高25%；植被覆盖率提升至70%，水土流失率降低30%^[9]。1432公里的引水管道设计输水能力达每天1500万立方米，保障了高峰用水需求，同时带来约500亿元经济效益，促进了沿线农民收入提升与区域经济稳定。

3. 现存问题：中线工程生态治理存在三方面突出问题。一是法律衔接不畅，地方性法规与国家法律存在矛盾，部门职责划分

模糊，导致生态保护措施落实不到位；二是跨省协调机制薄弱，各省利益诉求差异引发矛盾，跨区域治理缺乏深度合作；三是生态技术应用碎片化，因缺乏统筹规划，技术推广不均衡，部分措施因不适应当地条件效果不佳，甚至引发新生态问题。其中，水源地水质安全问题尤为突出，需要针对性加强治理^[3,9]。

（二）国际典型案例借鉴

1. 荷兰海滨湿地：荷兰对2000平方公里海滨湿地采用“生态工程”理论，通过生态补偿机制与营养物质控制管理湿地水位和水质，植被覆盖率超80%，生物多样性指数达0.85，碳储存能力提升30%。结合水利工程与自然湿地建立次生湿地，减少海潮冲击；引入公共参与机制，制定《国家湿地策略》等法律，开展跨界合作维护生态连通性，为全球湿地保护提供了生态与经济平衡的借鉴范例。

2. 美国加州：加州实施“综合水资源管理计划”与“加州水保存法案”，2013年以来水使用量下降22%。在圣华金河等流域开展生态恢复，使磷、氮浓度降低25%以上，生物多样性显著提高。通过“社区参与计划”提升公众环保认知，制定“气候适应计划”，推广再生水灌溉与智能灌溉技术，在水资源匮乏与生态减退的平衡中积累了实践经验。

二、研究目标、价值与思路方法

（一）核心目标

量化评估河南省南水北调中线工程沿线水质（pH值、溶解氧、氨氮等指标）、水量及生态功能现状，精准识别生态风险成因，制定河道整治、湿地恢复、植被种植等针对性治理方案。通过生态恢复模型模拟不同措施对水质、栖息地及生物多样性的影响，选出最优方案，优化生态系统服务功能再造路径。结合地方水资源管理政策创新制度设计，协调生态治理与经济发展关系，通过问卷调查和访谈掌握公众态度，确保治理措施的可行性与实效性。

（二）实践价值

研究成果将推动南水北调中线工程水生态系统可持续发展，全面改善区域生态环境，提升区域生态安全和生物多样性保护水平。构建的生态治理框架与协同机制可为全国其他地区水资源管理和生态恢复提供借鉴，为河南省乃至全国生态治理政策的制定和实施提供科学支持，促进绿色经济模式形成，实现生态效益与经济效益的协同提升。

（三）总体思路

基于生态系统服务功能和环境安全理论，构建多学科综合生态治理框架。通过对河南地区水土特征、水资源配置现状及河流生态环境质量的全面评估，识别关键生态风险与污染路径，明确核心治理区域和敏感点。优化河岸生态护砌、清淤清障、湿地构建等技术措施，结合国家生态规划探索政策引导机制和法规措施。引入多维空间遥感、智能水质在线监测等技术，建立动态大数据监控平台，实时评估治理效果。构建“省际-流域-地方”协同治水体系，借鉴国际经验形成本土化治理对策。

（四）研究方法

采用调研与监测法，对水源地、输水渠道、受水区域进行多周期监测，测定水土保持、水质、生物多样性等指标，评估工程生态影响；运用数理统计分析法，收集生态、社会经济、水资源配置等数据，分析治理措施对水资源分布和生态改善的影响；通过法规政策分析法，剖析相关法规效力，提出《南水北调中线工程水资源管理规定》修订建议，完善法制基础。研究分四阶段推进：立项与前期准备（文献梳理、实地调研）、系统设计与方法创新（方案设计）、方案优化与效果评估（标准化方案构建）、推广应用与成果总结（措施推广、问题总结）。值得注意的是，在研究过程中，需关注类似华北平原农灌区土壤水文过程演变等相关区域水文特性，以更好地制定符合实际的治理方案^[10]。

三、创新亮点

提出“跨区域水生态协同治理”模型，以河南省为中心，建立上游流域、中游枢纽、下游生态恢复区联动机制，在单一流域管理基础上，引入跨流域水资源动态调配与生态环境共生共治理念，通过生态服务功能评价和水资源承载力分析，实现工程调度与生态保护有机结合，具有原创性和现实指导意义。引入水生态功能区与人类活动耦合分析，从系统层面研究工程对河南省水生态系统及社会经济的影响，探究生态治理对策在区域水安全、食物安全与能源安全互动中的作用机制，为区域生态治理提供全新视角。

四、生态治理技术体系与协同机制创新

（一）生态治理技术体系

1. 水资源调控策略

生态流量保障机制：精准设定最小流量阈值，根据生态功能区、季节变化及水生生物习性动态调整，湿地和鱼类繁殖区提升至日均流量60%。利用物联网、遥感技术和大数据分析构建实时监测平台，每小时采集水位、水温、流速及水质等数据，建立流量预警机制，流量低于阈值时立即启动应急调度，定期评估并调整最小流量指标。

多源补水体系优化：优化水源布局，依托中线工程引水，将水资源引入本地重要河湖，充分利用现有河湖库蓄水能力。干旱季节优先向缺水区域输送中线水，确保年均补水量达5000万立方米，满足生态及农业用水需求。健全水资源管理体系，创新“水权交易”机制，采用智能水利管理系统实时评估水源水质水量，推广滴灌、喷灌等节水技术，加强公众参与和宣传，构建高效环保的水资源支撑系统。

2. 生态修复路径

湿地恢复工程：对鹤壁淇河湿地实施底泥清淤与生态护岸改造，采用机械清淤技术减少底泥有害物质，清淤后通过植物护岸、栖息地恢复增强岸线稳定性和生物多样性；在南阳淅川开展退耕还湿，识别退耕区土壤与水文特征，选择适生湿地植被，提

升碳汇能力和水文功能，应用生物滤池和人工湿地处理农田径流，实施生态补水确保水位稳定，引入遥感与GIS技术监测恢复过程^[8]。生态保护措施对水源区碳中和的影响显著，需在湿地恢复中充分考量^[7]。

生态廊道构建：针对渠化河道生物阻隔问题，建立复合型廊道，包括50-100米宽生态隔离带，配置本地原生树种、灌木及草本植物形成多层次植被结构；设置宽度不低于5米、长度不低于100米的野生动物通道，采用自然材料设计，布置于动物活动路径。在廊道关键位置部署监测设备评估动物通过率，结合人工湿地改善水质和水文条件，多学科合作确保廊道构建与维护成效。

3. 生物多样性保护

珍稀物种保育工程：建设丹江口水库特有鱼类增殖放流站，重点保护中华鲟、白鲟等长江流域特有鱼类。选择遗传多样性高、健康状况好的亲鱼，在25-28℃水温下采用人工繁殖技术繁育，每年放流约10万尾鱼苗，运用智能监测技术标记追踪生长和回游情况。放流时间选在鱼类自然繁殖季节，后续通过监测点和水下摄影评估生存情况，推动周边水域综合治理，建立信息共享平台汇聚各方数据。

入侵物种防控：建立“监测-消杀-生态替代”三级体系，构建生物监测网络，结合遥感与地面调查，每季度更新入侵物种分布及扩散数据；采用化学（环境友好型药剂）、生物（引入天敌）、物理（机械清除）多元化消杀措施；种植原生植物提升本地物种竞争力，培育土著物种构建多样生态系统。明确责任分工，建立定期评估机制，五年内将重点入侵物种影响降低50%。

（二）协同治理机制创新

1. 多层治理架构：构建“省际-流域-地方”三层联动机制，省级层面强化统筹规划，设立跨区域生态补偿机制、生态红线和环境质量监测共享平台；流域层面建立综合治理委员会，协调省

市资源配置，推进水质在线监测和大数据优化治理；地方层面鼓励政府、企业、公众参与生态修复工程，多元化筹集项目资金，形成治理合力^[1]。

2. 制度保障设计：建立生态补偿动态定价机制，依据生态服务供需评估设定基准价，采用生态服务评价模型定期评估水源涵养、生物多样性等指标，每年调整补偿标准，设立激励措施、风险基金和信息公开机制，加强立法保障^[6]；推进生态产权制度改革，开展水权和碳汇权跨省交易试点，建立统一交易平台和碳汇评估标准，完善绿色信贷、保险等金融机制和诚信体系，创建试点区积累经验，加强公众宣传形成参与氛围。

3. 法律与政策创新：修订《河南省南水北调配套工程水质管理办法》，增设跨省污染追究条款，明确跨省污染源责任、排污口设置等义务，建立投诉机制、联合监测系统和定期会议制度，设定分级罚款（最高数十万元）和经济补偿机制，追究违法者行政及刑事责任^[4]；推行“河长+检察长”双长制，河长负责水资源管理保护，检察长开展法律监督追责，建立信息共享和联席会议制度，利用大数据识别环保风险，实行终身问责和跨部门追责，公开处理结果，将工作实绩与绩效考核挂钩。

五、研究展望与未来方向

研究将持续关注河流生态系统脆弱性、城乡差异与不平衡发展等突出问题，未来聚焦智慧水务、物联网技术在水资源管理中的深度应用，提升管理智能化水平；加强气候变化适应性策略研究，应对气候变化对水资源和生态系统的影响。通过精准的资源配置和科学治理，进一步促进河南省乃至受水区的生态环境质量提升与经济社会可持续发展，为南水北调中线工程的长期稳定运行提供坚实保障。

参考文献

[1] 杨磊. 基于多主体协同的南水北调中线工程水源区生态保护与治理的长效机制研究 [J]. 南阳理工学院学报, 2022, 14(06): 22-27.
[2] 王婧. 南水北调中线湖北水源区生态清洁小流域生态修复模式与技术研究 [D]. 华中农业大学, 2021.
[3] 刘兆孝, 习刚正, 王超. 南水北调中线工程水源区水质安全问题与对策思考 [J]. 中国水利, 2024, (20): 74-80.
[4] 郭漫漫. 白洋淀流域生态补水法律制度研究 [D]. 河北大学, 2023.
[5] 赵茂敏. "南水北调"中线工程核心水源区水生态安全研究 [D]. 西华师范大学, 2021.
[6] 刘晨燕. 汉江流域生态补偿法律制度研究 [D]. 陕西理工大学, 2023.
[7] 郝雨彤, 张玲玲. 南水北调中线生态保护措施对水源区碳中和的影响——以南阳市为例 [J]. 环境保护科学, 2024, 50(02): 139-146.
[8] 周桃龙. 南水北调中线工程核心水源区石漠化治理探讨 [J]. 河南林业科技, 2024, 44(02): 50-53.
[9] 刘兆孝, 习刚正, 王超. 南水北调中线工程水源区水质安全问题与对策思考 [J]. 中国水利, 2024(20): 74-80.
[10] 王艳艳. 华北平原增厚包气带的农灌区土壤水文过程演变 [D]. 华北水利水电大学, 2024.