

文章编号:1673-887X(2026)06-0035-04

基于南水北调中线工程南阳段的水源地生态协同治理机制研究

赵卫平

(南阳职业学院,河南 南阳 474500)

摘要 重大工程水源地生态治理具有目标高、链条长、主体多的特点,仅靠单部门治理难以实现水质稳定与风险可控。以南水北调中线工程南阳段为例,在梳理区域与工程特征、生态风险类型及治理实践的基础上,分析协同治理的关键环节,提出以职责分工为前提、信息共享为支撑、监测预警与应急联动为抓手、协同执法与日常监管衔接为保障、资金人员与考核评价配套为支撑的机制构建思路,并进一步从小流域源头减排与生态修复、生态补偿与行为激励、敏感时段韧性管控、社会共治与基层能力提升、项目全生命周期管理等方面提出优化路径,以推动重大工程水源地在高标准供水约束下实现常态化、精细化、可持续的协同治理。

关键词 重大工程;水源地保护;生态协同治理;南水北调中线工程

中图分类号 TU991.15;TV68

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2026.06.012

Research on the Ecological Collaborative Governance Mechanism for the Water Source Area of the Nanyang Section of South-to-North Water Diversion Project

Zhao Weiping

(Nanyang Vocational College, Nanyang 474500, Henan, China)

Abstract: Took the Nanyang section of the South-to-North Water Diversion Project as an example, by analyzing the regional and engineering characteristics, types of ecological risks, and governance practices, the key links of collaborative governance were analyzed. A mechanism construction idea was proposed based on the premise of responsibility division, support of information sharing, handling of monitoring and early warning and emergency linkage as the main focus, guarantee of coordinated law enforcement and daily supervision as the support, and support of funds, personnel, and assessment and evaluation as the basis. Further optimization paths were proposed in aspects such as source reduction and ecological restoration of small watersheds, ecological compensation and behavioral incentives, resilience management during sensitive periods, social co-governance and improvement of grassroots capabilities, and full life-cycle management of projects, to promote the collaborative governance of major engineering water source areas under the constraint of high-standard water supply.

Key words: major engineering; water source protection; ecological collaborative governance; south-to-north water diversion project (middle route)

南水北调中线工程是缓解我国北方水资源严重短缺、优化水资源配置、改善生态环境的重大战略性基础设施,是世界上距离最长、受益范围最大、受益人口最多、规模最大的调水工程^[1]。中线工程水源区横跨鄂、豫、陕等多个省份,地貌类型复杂多样,涵盖山地丘陵、河谷平原等典型地形单元,不仅是重要的生态屏障和水源涵养区,也承载着区域经济发展与民生缓解的压

力^[2]。与一般流域治理相比,重大工程水源地治理既要满足更严格的水质目标,也要应对跨区域、跨部门、跨层级的管理复杂性,治理过程呈现事务多、响应慢、协同成本高的特点^[3]。以南阳段为例,库区与支流小流域相互影响,面源与点源压力交织,岸线扰动与极端天气风险并存,单纯依靠末端拦截或阶段性整治难以长期保持水质稳定。南阳面临严峻的“保水质”与“促发展”

收稿日期 2026-02-28

基金项目 2025—2026年南阳市科技计划项目软科学研究项目(25RKX168)。

作者简介 赵卫平(1983-),女,陕西咸阳人,讲师,研究方向为职业教育。

双重压力。近年来,监测、信息化、智能巡查等技术条件不断改善,为提升治理精细化水平提供了可能。基于此,本文立足南阳段治理现状,聚焦协同治理中主体分工、信息共享、预警处置、执法监管、资源保障等关键环节,构建可操作的机制框架,提出优化路径,以期为同类重大工程水源地治理提供经验借鉴。

1 南水北调中线工程南阳段水源地生态治理现状

1.1 区域与工程概况

南水北调中线工程南阳段位于河南西南部,总干渠全长185.5 km,占河南省境内长度的1/4、中线全线长度的1/7^[4]。既受库区及其上游来水的影响,又承接南阳本地多条支流汇入的水系格局,地形上山、丘陵和平原交错,河谷与库湾相连,岸线曲折、村镇点状分布明显。工程运行对水质稳定性、岸线安全和突发风险处置提出了更高标准的要求,水源地管理因此呈现出工程约束强、监管链条长、涉水活动多元等特点。南阳段周边既有农业生产与农村聚落,也有交通廊道、旅游休闲等活动,季节性人流与生产节奏变化会在一定程度上影响岸线环境压力。总体上看,南阳段并不是单一水体治理,而是集水库水源涵养区、入库支流小流域、干渠沿线控制带与城镇乡村生活空间于一体,治理对象既包括水体本身,也包括对水质有影响的土地利用方式和生产生活行为,这也决定了其治理更强调连续性与协同性。

1.2 生态环境基础与主要风险

南阳市作为南水北调中线工程核心水源地及渠首所在地,肩负着“一泓清水永续北上”的政治责任与生态使命^[5]。南阳段水源地生态环境总体具备一定的涵养条件,库区与周边山地林地对水源补给和水质维持起到支撑作用,但风险类型呈现出多源叠加、时空不均的特征。面源风险较为典型,部分坡耕地和沟谷地带,在降雨集中期容易形成径流,携带泥沙、有机质及氮磷养分进入支流和库湾,汛期水色变化、浊度上升更敏感。点源压力主要集中在村镇生活污水、分散式畜禽养殖及小型加工经营活动等方面,这类排放具有隐蔽性和持续性,枯水期稀释能力下降时更容易放大波动。岸线扰动也是不可忽视的风险点,修建、采挖、堆放、垂钓与旅游等活动一旦缺乏规范,就可能造成固废散落、岸坡破坏和缓冲带退化。与此同时,极端天气带来的风险更难预测,短时强降水可能触发面源集中入库,持续干旱则可能改变水体交换和自净节奏。

2 南阳段水源地生态协同治理机制构建

2.1 明确协同主体与职责分工

在南阳段水源地治理中,总体上需要形成政府统

一领导、部门分工负责、工程运行单位共同参与、乡镇村组具体落实、企业依法履责、公众监督参与的工作格局。其中:地方政府负责统筹目标、重大事项协调和资源调配;生态环境、水利、农业农村、林业等部门分别承担水质监管、河道管护、面源污染防治、生态修复等任务;工程运行管理单位负责与调度运行相关的巡护、风险发现和信息报送;乡镇和村级组织承担日常巡查、宣传引导和问题线索上报;企业和经营主体承担污染防治、规范生产和整改义务。对跨乡镇、跨部门的小流域问题,应明确牵头单位和配合单位的责任边界,形成可追溯的协同链条,这样在出现水质波动或突发情况时,才能减少临时协调的时间成本。

2.2 建立信息共享与一致口径的工作机制

需要共享的内容应覆盖水质监测结果、入库支流水质变化、重点排污口和污染源管理情况、保护区巡查记录、执法检查与整改台账、重要工程和项目施工动态等,共享虽不要求所有信息都公开给所有人,但要明确哪些信息必须在部门之间互通,谁更新、多久更新一次、出现异常如何通报。技术支持可以用统一的工作平台或信息系统来实现,但重点不在系统名称,而在于统一表格、统一字段、统一编号和统一流程,让同一条河段、同一个点位、同一次事件在不同部门记录时能够对上。这样水质出现异常时,相关人员能迅速看到附近近期发生了什么,是否有施工扰动、是否有排污口异常、是否有面源集中入河迹象,从而把排查方向尽量缩小,提高协同处置效率。

2.3 构建监测预警与应急联动机制

监测方面,以水质断面为基础,同时关注入库支流关键点位、库湾敏感区和岸线重点区,形成日常监测与加密监测相结合的安排。预警方面,建立清晰的分级规则。例如,当关键指标连续异常、变化幅度异常或在特定时段出现突变时,自动或及时启动会商研判,明确排查范围和责任分工。联动处置方面,预警触发后要能迅速组织现场核查,生态环境、水利、属地乡镇、工程巡护人员按既定流程到场,按统一要求完成采样、拍照取证、情况记录和初步判断,避免重复跑、反复问。处置之后必须有整改与复核环节,明确整改期限和复核标准,做到问题处置有结果、整改完成能确认、同类问题能复盘。

2.4 完善协同执法与日常监管衔接机制

南阳段水源地治理涉及保护区管控、岸线管理、排污口整治、施工活动监管、非法倾倒查处等多类事项,单靠某一个部门很难独立完成,必须把协同执法与日常监管衔接起来。机制设计上,应明确哪些情形需要联合检查,哪些情形由牵头部门直接处置,哪些情形需要移交并同步跟踪结果。联合执法要统一检查要点和证据要求,避免同一问题在不同部门间出现认定不一

致、取证材料不规范、处罚尺度不统一等情况。日常监管要与执法形成连续链条,巡查发现线索后能够快速转入核查程序,核查确认后依法处置,同时把整改要求纳入台账管理,明确责任人、整改措施和完成时限。对反复出现的问题点位,要建立重点监管清单,提高巡查频次和检查力度,必要时开展“回头看”。技术支持可通过移动巡查记录、定位拍照、电子台账等方式提升证据完整性和追溯性,但关键仍是把巡查、核查、处置、整改、复核串成一条线,让监管不漏环节、执法不脱节。

2.5 形成资金保障、人员能力与考核评价的配套机制

应建立与水源地保护任务相匹配的资金保障机制,涵盖监测运行、巡护管理、污染治理、生态修复、宣传培训和应急处置等必要支出,避免项目建成后缺维护、设备运行缺保障。要面向基层巡查人员、监测人员和执法人员开展常态化培训,重点提升现场识别、规范记录、问题上报和处置协同能力,使基层不仅能发现问题,也能把问题说明白、材料留齐全。考核评价纳入过程指标,用这些指标推动各部门把协同工作做细做实。对表现突出的单位和个人要有激励,对长期整改不到位、问题反复的要有约束。

3 协同治理路径

3.1 以重点小流域为单元,推进源头减排与生态缓冲修复

南阳段水源地治理要把功夫下在源头,可从小流域单元切入,以支流汇入口及其上游沟渠系统为重点,把耕地、村庄、养殖点、道路与岸线扰动等压力源放在同一张图上梳理,找出贡献最大的几个片区,实行分区分类治理。农业面源方面,重点推进减量施肥与精准用肥,推动水肥管理与地力提升相结合,减少雨季氮磷随径流入河的概率;对坡耕地和沟谷地带可配套建设拦截沟、沉砂池、生态沟渠等工程,降低泥沙与养分输移。农村生活污染方面,优先补齐管网与处理设施短板,完善运维机制,避免建而不用、用而不稳。岸线与库湾缓冲方面,恢复或补建植被缓冲带与生态护岸,严格控制临水种植、堆放与无序活动。

3.2 以政策推动生态补偿精准化与行为激励有效化

机制优化不能只靠管控和执法,还要让保护水源的主体有获得感,形成可持续的行为激励。南阳段可在现有生态补偿基础上,推进补偿对象更精准、补偿方式更多元、补偿结果更可检验。优化重点在于把补偿与治理成效绑定,而不是按行政区划平均分配。如将补偿与小流域水质改善、岸线管护到位率、问题反弹率等指标挂钩,形成多劳多得、治理见效的分配机制。对村级组织和农户,可探索以管护任务、减排措施、生态修复参与度为依据的补助方式,鼓励参与巡护、保洁、护岸与农业减排;对企业主体,可通过差别化监管与信用评价

实现激励约束并用,让守法成本更低、违规代价更高。

3.3 以工程运行安全为牵引,完善敏感时段管控与韧性治理

围绕工程运行安全需求,把敏感时段管控做细做实,形成韧性治理能力。具体做法是建立按季节和事件触发的管理模式。例如:汛前对重点小流域开展隐患排查,清理沟渠阻塞点,完善沉砂与拦截设施,提前布设应急物资和移动监测手段;汛期重点盯住入库支流汇入口与库湾回水区,强化巡查频次和临时管控措施,及时发现异常浑水带与漂浮物聚集;枯水期重点加强生活污水、分散养殖与排污口管理,防止小流量下污染影响被放大;在节假日与旅游高峰期,强化岸线秩序管理与垃圾收运体系。

3.4 以社会共治为突破提升公众参与质量与基层治理能力

第一,信息公开更可读,不仅要公开结果数据,还要以通俗方式解释风险点在哪里、哪些行为会影响水质、群众如何参与监督与维护,让公众知道该盯什么。第二,参与渠道更顺畅,建立问题线索反馈和处理结果回告机制,群众举报或反映事项要有办理时限和结果反馈,形成信任循环。第三,把共治嵌入基层日常事务(如将岸线保洁、护坡护岸、沟渠清理、秸秆与畜禽粪污规范处置等),与村规民约、志愿服务、公益性岗位相结合,形成常态化维护力量。以降低参与门槛和提高反馈效率,减少反复描述;同时把处理进度公开,提升透明度。

3.5 以项目全生命周期来管理,提升治理投资效益与可持续运行

把项目管理从立项到运行全过程打通,提升投资效益和持续性。立项阶段:要做足问题诊断,明确项目解决的是哪一类风险、对应哪个小流域或哪个薄弱环节,避免重复建设或与实际需求脱节;建设阶段:要强化质量控制与过程监督,把关键节点验收与数据记录结合起来,确保设施建得对、建得好;运行阶段:要把运维责任、运维资金、运维人员培训同步纳入方案,尤其是污水处理设施、监测设备、生态拦截工程等,必须明确日常巡检、故障处置、耗材更换和年度评估要求,防止设施闲置或带病运行;评估阶段:要把结果评估与过程评估结合起来,不仅看是否达标,还要看运行稳定性、问题反弹率和群众满意度,并将评估结果用于下一轮项目调整和资金安排。

4 结语

本文以南水北调中线工程南阳段为例,围绕职责分工、信息共享、预警联动、执法监管衔接及资金人员与考核配套,提出协同治理机制构建思路,并从小流域

(下转第40页)

4 不同类型空气源热泵设备烤制烟叶试验对比

4.1 开式空气源热泵设备烤烟试验分析

开式模式下空气源热泵在2仓3台烤房的烤烟测试数据见表4。在开式模式下试验得出1 kg干烟叶的耗电量在2.15 kW·h。

表4 开式空气源热泵烤烟试验数据表
Tab.4 Open-type air-source heat pump tobacco curing test data

项目	鲜烟质量/kg	干烟质量/kg	开式热泵能效	耗电/(kW·h)	单位干烟耗电/[(kW·h)·kg ⁻¹]
参数	5 050	755	2.5	1 623	2.15

4.2 闭式空气源热泵干燥机组烤烟试验分析

在闭式无排湿模式下空气源热泵在2仓3台烤房的烤烟测试数据见表5。在闭式无排湿模式下试验得出1 kg干烟叶的耗电量在1.91 kW·h。

表5 闭式空气源热泵烤烟试验数据表
Tab.5 Closed-type air-source heat pump test data for curing tobacco

项目	鲜烟质量/kg	干烟质量/kg	制冷能效	制冷功耗/(kW·h)
参数	5 080	760	2.5	440
项目	闭式制热能效	闭式功耗/(kW·h)	总耗电/(kW·h)	单位干烟耗电/[(kW·h)·kg ⁻¹]
参数	3	1 010	1 451	1.91

4.3 半开式空气源热泵干燥机组烤烟试验分析

在半开式模式下空气源热泵在2仓3台烤房的烤烟测试数据见表6。在半开式制热模式下试验得出1 kg干烟叶的耗电量在1.23 kW·h。

表6 半开式空气源热泵烤烟试验数据表
Tab.6 Test data of semi-open air-source heat pump for curing tobacco

项目	鲜烟质量/kg	干烟质量/kg	热泵能效	耗电/(kW·h)	单位干烟耗电/(kW·h·kg ⁻¹)
参数	5 090	765	3	941	1.23

综合以上分析,三杰克机组的实测耗电量与河南、云南产区现场应用数据基本吻合。

5 理论分析及试验结论分析

通过对烟叶烤制热值的分析得出:半开式空气源

热泵干燥机组在烟叶的烤制过程中,利用闭式循环回收烤房内水分的热量,同时开启新风引入,烤房正压排湿排热抵消机组电功率的余热,有效提升烘烤节能效果。

通过3种模式的试验对比,采用半开式制热模式可以较大幅度降低单位质量烟叶的烤制耗电量,实现优异的节能效果。在实际应用的过程中,需要根据烤房的大小、装烟量的多少、烟叶含水率及多段式的烤制曲线,适当调整匹配的机组参数及控制策略,贴近理论计算值,进一步提升节能效益。

6 结语

本文通过理论计算与现场试验,完成了开式、闭式、半开式空气源热泵在烟叶烘烤工况下的对比研究。结果显示:三类机组均能满足烟叶烘烤工艺要求,但能耗差异显著;开式机组新风负荷大、整体能效偏低;闭式机组余热回收效果较好但排湿灵活性不足;半开式机组可根据烘烤阶段需求切换运行模式,通过回收水汽潜热、动态排湿散热双重作用大幅降低能耗,是烟叶烘烤场景下综合节能性最优的设备。在实际生产应用中,可结合烤房规模、装烟量、烟叶初始含水率及分段烘烤曲线,对半开式热泵的运行参数、控制策略进行精细化调节,进一步缩小实际能耗与理论计算值的差距,最大化节能效益。

参考文献

[1] 姚曜.排热回收式热泵密集烤烟房节能性研究[D].合肥:合肥工业大学,2017.

[2] 黄剑川.热泵干燥系统设计与性能优化[D].武汉:华中科技大学,2020.

[3] 杨立均,宫长荣.烤烟三段式烘烤操作技术[J].烟草科技,2003,7(7):46-48.

[4] 段绍米,罗会龙,刘海鹏.烟叶密集烤房的研究应用进展与改进设计[J].江苏农业科学,2019,47(1):202-207.

[5] 郭仁宁,任常在,范华亮,等.变频回热式热泵烤烟房的研究[J].黑龙江农业科学,2012,9(3):139-142.

[6] 刘向伟,王世伟,李栓柱,等.热泵密集烤房节能应用分析[J].能源与环保,2022,44(7):169-173.

(上接第37页)

源头治理、激励约束、敏感时段管控、社会共治和项目全生命周期管理等方面给出优化路径。下一步,应更加重视运行维护与能力建设,推动数据口径统一与闭环管理固化为制度,逐步形成可复制、可推广的水源地协同治理经验,为重大工程长期安全运行提供更稳固的生态支撑。

参考文献

[1] 水利部科学技术委员会丹江口库区及其上游流域研究专家咨询组.丹江口库区及其上游流域水质安全保障建议[J].中国水利,2026(3):10-12,20.

[2] 李小根,董馨月,朱四新,等.南水北调中线工程水源区土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J/OL].水资源保护,1-18(2026-01-20)[2026-02-22].https://link.cnki.net/urlid/32.1356.TV.20260822.006.

[3] 苏吉敏.基于多源供水与生态修复的水城河流域治理策略研究[J].黑龙江水利科技,2026,54(2):183-187.

[4] 何建刚,陈彦,李玉英,等.南水北调中线工程南阳段干渠浮游细菌群落春秋季特征及其组装过程[J].南阳师范学院学报,2025,24(3):72-81.

[5] 段西钰,吴凡.“两山论”在南水北调核心水源地的实践与价值转化路径研究:以南阳市为例[J].新西部,2026(1):170-174.