

北运河流域水资源协同管理模式与跨区域调水工程适配性研究

龙娜娜

北京市北运河管理处 北京 101100

摘要：本文聚焦北运河流域水资源协同管理与跨区域调水工程的适配性问题，结合京津冀协同发展战略背景，系统分析流域水资源管理现状。通过整合国内外流域管理经验，阐述协同管理模式体系构建及实践成效。结合南水北调等跨区域调水工程实践，探讨其与北运河流域水资源协同管理的适配路径，重点研究再生水利用、水生态修复与水环境改善技术的集成应用。研究表明，通过制度创新、技术赋能与区域协作，可实现跨区域调水工程与流域水资源协同管理的深度融合，为京津冀水安全保障与绿色发展提供理论支撑与实践参考。

关键词：北运河流域；水资源协同管理；跨区域调水；再生水利用；水生态修复

1 引言

北运河流域是京津冀重要生态廊道与经济纽带，关乎区域可持续发展。其横跨三省市，具多重功能，但受多种因素影响，面临水资源短缺等问题^[1]。京津冀协同发展需破解“水资源瓶颈”，构建多水源联合调度体系。南水北调中线工程缓解了区域供需矛盾，但与北运河流域管理机制适配性待优化。本文将从多维度探讨流域水资源协同管理模式，为区域水安全与绿色发展提供参考。

2 北运河流域水资源管理现状

2.1 管理体制逐步优化但仍存协调难点

北运河流域现行管理体制已突破“条块分割”传统模式，北京市北运河管理处整合昌平、朝阳、顺义、通州四区管理段，构建统一防洪指挥体系，通过修订调度方案及防汛预案，实现“水网互通、调度互联、安全互保”的协同治理格局^[2]。但跨区域协调仍需加强，京津冀三省市在水量分配、水质保护等方面存在利益博弈，需进一步建立常态化联动机制。

2.2 水资源供需矛盾仍需缓解

北运河流域受气候变化影响，长期降水呈下降趋势且极端天气加剧，2025年汛期预测降水量偏多1-3成（490-550mm）。流域覆盖京津冀核心区，常住人口约5000万，GDP占全国5%左右，生产生活用水需求持续攀升。当前用水结构问题突出：农业灌溉效率低（占比约40%）、工业高耗水行业占比大（万元增加值用水量超全国均值）、城市管网漏损率超9%。2025年流域水资源缺口预计达10亿立方米，地下水超采维持5亿立方米/年。为缓解压力，已通过再生水年利用8.9亿立方米、南水北调东线等工程调水5.56亿立方米，并推进生态修复与节水改

造，逐步构建多源互补的水资源保障体系，助力京杭大运河生态补水与地下水回补。

2.3 水生态环境质量持续向好但仍需巩固

通过实施截污治污、生态补水等综合措施，北运河流域水质实现显著提升。2025年最新监测数据显示，北运河通州段水质得到显著改善，透明度提升至1米左右，干流河道实现“不黑不臭无水华”，部分河段（通州段）水质达到Ⅲ类标准^[3]。但部分支流仍需巩固治理成果，湿地萎缩、生物多样性下降等问题仍需通过生态修复技术改善。

3 国内外流域水资源协同管理经验借鉴

3.1 国际经验：流域综合管理与生态补偿机制

美国加州水输送系统（SWP）通过立法确立流域管理机构（DWR）的权威地位，实现水资源统一调配与生态流量保障。其核心经验在于以法律为支撑，构建了权责明晰的管理体系。《加州水资源法》明确规定了流域管理机构的法律地位、职责权限及运作机制，使其能够独立行使水资源调配、工程运维等职能，避免了部门间的推诿扯皮。同时，加州建立了“水银行”制度，允许农业用水户将节约的水权转让给城市或生态用水，补偿标准通过市场机制形成。这一制度既激发了农业节水积极性，又保障了城市和生态用水需求，实现了水资源的高效配置。此外，加州设立流域公民咨询委员会，吸纳社区代表、环保组织参与决策过程，增强了决策的科学性和民主性，提高了公众对水资源管理的认同感和参与度。

澳大利亚墨累-达令河流域管理则突出“适应性管理”理念，通过《墨累-达令河流域协议》构建政府、社区、企业协同治理框架。其创新点在于建立了动态监测

与风险共担机制。流域内建立了覆盖全流域的水质、水量、生态监测网络,数据实时公开,为管理决策提供了科学依据。同时,设立流域管理基金,用于应对干旱、盐碱化等突发风险,资金来源包括政府财政拨款、企业缴费等,实现了风险共担。此外,澳大利亚将原住民传统生态知识纳入管理决策,尊重原住民对土地和水的文化权益,增强了方案的文化适应性,提高了管理措施的实施效果。

3.2 国内实践:跨区域调水与流域协同管理

南水北调中线工程通过“统一调度、分级管理”模式,实现跨流域水资源优化配置。其与受水区流域管理的适配经验主要体现在水量分配、生态补水和水价改革等方面。在水量分配方面,制定《南水北调中线一期工程年度水量调度计划》,明确各省市用水指标与动态调整机制,根据受水区实际用水需求和工程供水能力,合理分配水量,避免了水资源浪费和供需矛盾。在生态补水方面,利用中线总干渠退水闸,向白洋淀、衡水湖等重要湿地实施生态补水,截至2024年3月,中线工程累计生态补水达100亿立方米(水利部公告),有效改善了湿地生态环境,提升了区域生态服务功能。在水价改革方面,推行“两部制水价”,将基本水费与计量水费结合,引导用户节约用水,提高了水资源利用效率。

引黄入晋工程则通过“政府引导+市场运作”模式,解决山西水资源短缺问题。其创新点在于引入社会资本参与工程建设与运营,降低政府财政压力。通过PPP模式,吸引企业投资建设引黄工程,政府给予政策支持和财政补贴,实现了工程建设与运营的市场化。同时,建立省内水权交易平台,允许企业通过节水技术改造获得可交易水权,激发了企业节水动力,促进了水资源的优化配置。此外,利用物联网技术构建“云-管-端”调度系统,实现水量精准分配,提高了调度效率和科学性。

4 北运河流域水资源协同管理模式研究

4.1 协同管理体系的构建

流域水资源协同管理体系是以流域整体的水资源开发利用效益最大为目标、协同管理思想为导向,基于相关理论基础、技术支撑和制度保障,协调多方利益相关者的管理职能,实现流域内的水量协同分配、水利工程的协同优化调度、政府主导与市场调节“双轮驱动”的水权水市场建设、水资源—经济社会—生态环境的协同联动、涉水信息协同共享网络平台等多方面内容的运行系统^[4]。该体系主要包括组织体系、内容体系和制度体系三个方面:

组织体系方面,要明确参与管理的利益主体及其所

具有的管理职能,回答“谁来管”的问题。在北运河流域,应建立由水利部海河水利委员会牵头,北京、河北、天津三地水务部门及相关利益主体参与的流域水资源协同管理机构,负责流域水资源的统一规划、调度和管理。

内容体系是管理者针对可能存在的水问题采取的管理措施和具体抓手,回答“管什么”的问题。包括水量协同分配、水利工程的协同优化调度、水权水市场建设、水资源—经济社会—生态环境的协同联动等方面。如,建立跨区域水量分配机制,根据不同地区的水资源需求和承载能力,合理分配水资源;加强水利工程的协同调度,实现防洪、供水、生态等多目标的统一。

制度体系方面,要从制度层面规范和保障管理效能,回答“如何有效保障”的问题。包括法律法规、政策文件、标准规范等。应制定和完善北运河流域水资源管理相关法律法规,明确各方权利和义务;建立水资源管理考核机制,对各地水资源管理工作进行考核评价;加强水资源监测和监管,确保水资源管理措施的有效实施。

4.2 协同管理模式的实践成效

近年来,京津冀三地水务部门在北运河流域协同治水方面开展了大量实践,取得了显著成效。

一方面,三地加强上下游左右岸联防联控,共同应对洪水灾害。例如,在海河“23·7”流域性特大洪水中,京津冀三地防洪排水蓄洪实现联合调度,在确保安全的情况下,最大限度地兼顾了流域水资源及水生态效益,整体防洪排涝能力、沿线水安全保障能力得到提升^[5]。

另一方面,通过协同治水机制,强化水网规划衔接,推动全流域系统治理。北京连续实施“三年治污行动”及系列碧水攻坚举措,流域内污水处理率显著提高,北运河干流出境水质由劣V类水体逐步提升稳定到IV类,水生态健康指标持续提升。河北香河段、天津武清段的北运河水质也通过上下游左右岸的综合治理稳定提升,河岸水草丰茂、鸥鹭翔集。

此外,三地统筹降雨、地表及再生水多水源联合调度,强化流域区域生态调度,实施了跨界河流复苏行动。比如,2024年北运河流域生态补水工作圆满收官,全年补水工作成效显著,流域干支流水量调度精细,有力地保障了生态流量,中小河道有水河长逐步延伸,区域水生态持续复苏。

4.3 技术赋能:数字化与智能化管理平台

利用大数据、人工智能等技术构建“北运河流域水资源智能管理系统”,是实现流域水资源高效管理的重要手段。数据整合是智能管理系统的基础,需集成气

象、水文、水质、工程等多元数据,建立“一图统览”的数字孪生平台。通过该平台,管理人员可以实时掌握流域水资源状况,为决策提供全面、准确的数据支持。智能调度是系统的核心功能,开发基于机器学习的水量预测模型,结合历史数据和实时监测信息,对未来一段时间内的水量进行精准预测,实现防洪、供水、生态多目标优化调度^[6]。风险预警是系统的重要保障,构建水质污染、干旱等风险预警体系,通过设定阈值和算法模型,及时发现潜在风险并发出预警,提升应急响应能力。比如,当水质监测数据超过预警阈值时,系统自动触发应急预案,通知相关部门采取措施,防止污染扩散。

5 跨区域调水工程与北运河流域的适配路径

5.1 引黄入晋工程与北运河流域的协同实践

引黄入晋工程通过市场运作与社会资本参与,为北运河提供可借鉴的融资模式。北运河可探索PPP模式,吸引企业投资再生水厂建设,同时建立水权交易平台,激发节水动力。

5.2 再生水利用与多水源联合调度

再生水是缓解北运河流域水资源短缺的关键途径,其与多水源联合调度需从规模扩张、水质提升和管网配套等方面推进。北运河流域已建成10座中心城区污水处理厂和6座郊区新城污水处理厂,日处理能力达40万立方米。通过加大再生水厂建设投入,提高再生水生产能力,满足工业冷却、城市杂用、生态补水等用水需求。水质提升方面,推广膜生物反应器(MBR)、高级氧化等深度处理技术,满足工业冷却、城市杂用等高标准用水需求。深度处理技术可有效去除再生水中的有机物、氮磷等污染物,提高水质稳定性。管网配套方面,建设再生水输配管网,实现“厂网一体化”运营,降低输送损耗。再生水管网应与供水管网、排水管网统筹规划、协同建设,提高再生水利用的便捷性和可靠性。

5.3 水生态修复与水环境改善技术集成

需集成应用人工湿地技术、生态护坡技术和生物操纵技术等。人工湿地技术方面,在潮白河、北运河等河

段建设表流-潜流复合湿地,提升氮磷去除效率。表流湿地可利用自然坡度和水生植物去除部分污染物,潜流湿地则通过填料和微生物的作用进一步净化水质,两者结合可提高湿地处理效果。生态护坡技术方面,采用植生袋、雷诺护垫等柔性护坡材料,恢复河道自然形态。柔性护坡材料具有良好的透水性和柔韧性,能够适应河道水流变化,减少对河道生态的破坏,同时为水生生物提供栖息场所。生物操纵技术方面,通过投放滤食性鱼类、种植水生植物等措施,抑制藻类暴发。滤食性鱼类可摄食水中的浮游生物,减少藻类生长所需的营养物质;水生植物可吸收水中的氮磷等污染物,与藻类竞争光照和营养,从而抑制藻类生长。

结语

北运河流域水资源协同管理应以体制机制创新为突破,构建多水源联合调度体系。未来研究应聚焦三方面:政策上推动京津冀联合立法,提供法律保障;技术上研发低成本再生水处理和生态修复技术,提升利用率与流域生态功能;模式上借鉴协同创新经验,建立京津冀水资源协同创新平台,促进要素流动。通过制度、技术与区域协作,流域有望实现从“治理”到“善治”的转变,助力京津冀协同发展。

参考文献

- [1]李长利,汪丽丽.京津冀携手共护北运河[N].中国水利报,2024-05-18(003).
- [2]孙云柯.北运河兴起“水经济”[N].北京城市副中心报,2023-08-23(001).
- [3]冯维静.京津冀水务协同治水绘就北运河生态画卷[N].北京城市副中心报,2024-05-11(004).
- [4]京津冀三地共谱“千年运河新传奇”[N].北京日报,2023-12-07(007).
- [5]二〇二五年北京水务工作[J].北京水务,2025,(01):4.
- [6]马东春,肖瑛,王军红,等.新时期北京水务治理框架和治理能力研究[J].北京水务,2024,(02):60-65.