

# 南水北调工程效益与水利工程建设可持续发展

刘 钊

河南省南水北调运行保障中心 河南 郑州 450000

**摘要:** 南水北调工程作为国家重大战略性基础设施,通过东、中、西三线优化水资源配置,累计调水超770亿立方米,直接受益人口超1.85亿,有效缓解北方缺水困境。工程推动区域经济协调发展,支撑北方超16万亿元GDP增长;改善河湖生态,累计生态补水超118亿立方米,实现地下水采补平衡;同时创新体制机制,强化水质保护与技术创新,为水利工程建设可持续发展提供了“经济-社会-生态”协同发展的中国方案。

**关键词:** 南水北调; 工程效益; 水利工程建设; 可持续发展

引言:水是生命之源、生产之要、生态之基,我国水资源时空分布极不均衡,“南丰北缺、东多西少”特征显著,北方部分地区缺水问题严重制约经济社会可持续发展。在此背景下,南水北调工程应运而生,作为世界上规模最大的跨流域调水工程,其不仅有效缓解了北方水资源短缺困局,更在生态修复、区域协调等方面发挥关键作用。深入探究南水北调工程效益,剖析水利工程建设面临的挑战并探寻可持续发展路径,对优化水资源配置、保障国家水安全意义重大。

## 1 南水北调工程概述

### 1.1 工程背景与规划目标

(1) 我国水资源分布呈现“南丰北缺、东多西少”特征,长江流域水资源总量占全国36%,而北方黄淮海地区人口占全国35%、耕地占45%,水资源仅占7%,供需矛盾突出。20世纪末,北方部分城市因缺水限制工业发展,农业年均因旱减产超百亿公斤,居民用水紧张,亟需跨流域调水缓解困境。(2) 工程总体布局分东、中、西三线:东线从长江下游扬州抽引江水,沿京杭大运河向北输水,覆盖江苏、山东等;中线从丹江口水库引水,经河南、河北至北京、天津,解决华北核心区用水;西线规划从长江上游调水至黄河上游,暂处于研究阶段,三线协同构建全国水资源优化配置网络。

### 1.2 工程建设历程与现状

(1) 东线2002年开工,2013年通水;中线2003年开工,2014年通水,关键节点包括丹江口水库大坝加高、中线穿黄工程等。西线前期工作持续推进,重点研究水源区选址与输水线路。(2) 当前实行“国家统一管理、地方分级负责”机制,设立南水北调集团统筹协调,建立水质、水量实时监测系统。截至2024年,工程累计调水超600亿立方米,直接受益人口超1.5亿,有效缓解北方水资源短缺问题。

### 1.3 工程特点与创新性

(1) 技术突破显著,中线实现1432公里长距离自流输水,攻克穿黄隧道、膨胀土处理等技术难题;生态保护方面,东线设置截污导流工程,中线开展水源区退耕还林,减少工程对生态环境影响。(2) 创新跨区域协调管理模式,建立国家、流域、地方三级协调机制,定期召开水资源调度会议,统筹解决上下游、左右岸用水矛盾,保障工程高效稳定运行。

## 2 南水北调工程效益分析

### 2.1 经济效益

(1) 优化水资源配置格局,为受水区产业发展筑牢水支撑。工业上保障钢铁、化工等高耗水产业稳定生产,避免缺水停产损失,如北京首钢因水源稳定年产能提升约5%;农业上解决黄淮海平原1.1亿亩耕地灌溉问题,亩均增产150公斤以上;居民用水保障率从75%提升至98%,彻底结束北方部分城市“限时供水”历史。(2) 畅通南北经济循环,促进区域协调发展。工程通水以来直接拉动受水区GDP增长超2万亿元,带动水利、建筑等产业就业超300万人次;京津冀地区因水资源改善,高新技术企业落户量较通水前增40%,有效缩小与南方经济差距。

### 2.2 社会效益

(1) 保障群众用水安全,显著改善居民生活用水量。受水区自来水硬度从300毫克/升降至150毫克/升以下,结石等水质相关疾病发病率降约20%;南水成为70%以上受水区居民主要饮用水,群众满意度达95%以上。(2) 缓解城乡用水矛盾,通过优化水资源分配,农村居民饮水安全达标率从80%提升至99%,避免争水纠纷与城乡冲突;干旱年份优先保障生活用水,维护社会稳定,通水以来无重大用水相关社会问题<sup>[1]</sup>。

### 2.3 生态效益

(1) 复苏河湖生态环境, 修复受水区生态成效显著。累计回补地下水超50亿立方米, 华北平原地下水漏斗区缩小约1500平方公里; 恢复白洋淀、衡水湖等湿地超100万亩, 鸟类种类从200种增至350种, 河湖生态系统逐步焕活。(2) 调水对水源区生态有轻微影响, 如丹江口水库周边部分耕地淹没, 但通过200亿元生态补偿资金投入, 实施退耕还林等项目, 水源区水质稳定Ⅱ类以上, 生态质量未下降。

#### 2.4 综合效益评估

(1) 多效益协同凸显, 优化水资源配置、复苏生态等成效形成联动, 生态改善带动旅游业发展, 2023年相关旅游收入增30%; 经济发展反哺生态保护, 构建“经济-社会-生态”良性循环。(2) 长短效益平衡, 短期投入超5000亿元, 但每年节省缺水损失超800亿元, 预计2030年收回成本; 动态调水方案兼顾当下需求与未来可持续发展, 夯实南北经济循环与水安全保障基础。

### 3 水利工程建设可持续发展的挑战与对策

#### 3.1 当前面临的主要挑战

(1) 生态环境压力持续凸显。水源区因工程建设、农业开发等, 出现植被破坏、土壤侵蚀等生态退化问题, 如部分调水工程水源区周边耕地扩张, 导致水土流失面积年均增加2%; 受水区则因工业废水排放、生活污水直排, 水污染事件频发, 2023年某北方受水区饮用水源地超标事件达12起, 水体富营养化问题导致藻类大量繁殖, 影响水质安全。(2) 工程运行维护成本高企且存在资金缺口。大型水利工程输水管道、泵站等设施年均维护费用占建设总投资的8%-10%, 以某跨区域调水工程为例, 每年维护成本超15亿元, 而财政补贴仅能覆盖60%, 其余依赖水费收入, 因部分地区水费收缴率不足85%, 资金缺口逐年扩大, 制约设施更新与检修。(3) 跨区域协调管理难度大。水利工程涉及多省份、多部门, 上下游用水需求差异显著, 如上游省份希望保障农业灌溉用水, 下游工业城市则急需生产用水, 2024年某工程因用水分配争议, 导致调度方案延迟执行15天; 同时, 不同部门(水利、环保、农业)管理标准不统一, 协同决策效率低<sup>[2]</sup>。(4) 气候变化对工程效能产生负面影响。近年来极端天气频发, 干旱导致水源区来水量减少, 2022年某中线工程水源水库蓄水量较常年同期下降25%, 调水量被迫缩减18%; 暴雨则引发输水渠道边坡坍塌, 2023年某东线工程因暴雨导致3处渠道损毁, 修复耗时1个月, 影响供水稳定性。

#### 3.2 可持续发展原则与目标

(1) 坚守生态优先、绿色发展理念。将生态保护贯

穿工程规划、建设、运行全过程, 避免因工程建设破坏生态系统, 确保水源区生态功能不退化、受水区生态环境持续改善, 如在工程选址阶段开展生态影响评估, 优先选择对生物多样性影响最小的路线。(2) 实现经济、社会、环境效益统一。既要通过水利工程保障农业灌溉、工业生产, 拉动区域经济增长, 又要满足居民用水需求, 提升生活质量, 同时兼顾生态保护, 避免以牺牲环境为代价换取短期效益, 最终形成“经济增收、社会稳定、生态良好”的良性局面。

#### 3.3 可持续发展路径

(1) 加强技术创新。推广智能化管理, 在输水渠道安装物联网监测设备, 实时监控水量、水质, 通过大数据分析优化调度方案, 某工程应用智能化系统后, 输水效率提升12%; 大力推广节水技术, 在受水区农业领域推广滴灌、喷灌, 节水率达30%以上, 工业领域实施水循环利用, 降低新鲜水用量。(2) 强化生态保护。在水源区实施退耕还林、退牧还草工程, 2023-2025年计划在某水源区周边种植乔木10万亩, 恢复湿地5万亩; 受水区加快污水处理厂建设, 提高污水排放标准, 要求工业废水处理率达100%, 生活污水集中处理率超95%, 减少污染物入河量。(3) 完善制度保障。建立健全水权交易制度, 允许用水单位通过市场交易转让剩余水量, 提高水资源利用率; 优化生态补偿机制, 按照“谁受益、谁补偿”原则, 由受水区向水源区支付补偿资金, 2024年某工程补偿资金规模达20亿元, 用于水源区生态修复与民生改善<sup>[3]</sup>。(4) 推动公众参与。通过电视、网络等平台宣传水利工程可持续发展重要性, 开展“节水宣传周”活动, 提升公众节水意识; 设立公众监督热线与线上平台, 鼓励公众举报水污染、破坏水利设施等行为, 2023年通过公众监督整改问题30余起。(5) 借鉴国际经验。参考美国中央河谷工程的生态流量管理模式, 明确工程最小下泄流量, 保障河流生态功能; 学习以色列南水北调工程的节水技术, 引进先进的滴灌设备与水资源监测系统, 结合我国实际优化应用, 提升工程可持续发展水平。

### 4 南水北调工程可持续发展的实践探索

#### 4.1 典型案例分析

(1) 中线工程对华北平原地下水超采治理成效显著。华北平原曾因长期超采地下水, 形成面积超5万平方公里的漏斗区, 部分区域地面沉降年均超10毫米。自2014年中线通水以来, 通过“引调水置换地下水”策略, 累计向华北平原补水超60亿立方米, 重点用于农业灌溉和地下水回补。截至2023年底, 河北衡水、山东德州等核心超采区地下水水位平均回升1.5米, 其中衡水市

漏斗区面积较2014年缩小28%，地面沉降速率减缓至年均3毫米以下；同时，回补区域土壤墒情改善，小麦亩均用水量减少20立方米，实现“节水-回补-增产”三重效益。

(2) 东线工程有力带动江淮生态经济带发展。东线工程以京杭大运河为输水主干线，在保障北方供水的同时，同步实施运河航道疏浚、沿线污染治理等配套工程。一方面，通过沿线建设42座污水处理厂、整治120条入河排污口，江淮地区主要河流水质达标率从2013年的65%提升至2023年的92%，洪泽湖、骆马湖等湖泊生态湿地面积增加15万亩，带动沿线生态旅游收入年均增长18%；另一方面，依托输水渠道完善的航运网络，江苏淮安、山东济宁等城市形成“水-港-产”联动经济带，2023年沿线规模以上水利相关产业产值突破800亿元，较通水前增长2.3倍，吸纳就业超20万人次。

#### 4.2 成功经验总结

(1) 建立科学的生态流量保障机制。针对水源区和输水沿线生态需求，明确不同季节最小生态流量标准：如丹江口水库每年向下游汉江预留生态水量不低于200亿立方米，确保汉江中下游鱼类产卵期水流稳定；东线工程通过调控沿线泵站运行，保障南四湖、东平湖等湖泊枯水期水位不低于生态警戒水位，2020-2023年沿线水生生物多样性指数提升17%，鱼类种类恢复至历史水平的90%<sup>[4]</sup>。(2) 创新跨部门协同管理模式。成立由水利部牵头，生态环境、发改委、财政部等多部门参与的南水北调工程协调小组，建立“月度会商、季度调度、年度评估”工作机制。在水质监管方面，水利、环保部门共享监测数据，联合开展“清水廊道”专项行动，2023年查处沿线超标排污行为132起；在资金统筹上，财政部设立专项补助资金，协调水源区与受水区财政投入比例，2024年安排生态补偿资金68亿元，较2020年增长45%，有效缓解区域利益矛盾。

#### 4.3 存在问题与改进方向

(1) 长期运行面临潜在风险。水质安全方面，中线

输水渠道部分区段因农业面源污染，雨季总氮浓度偶有超标，2023年超标次数达8次；输水损耗方面，东线因渠道渗漏和蒸发，年均损耗率约12%，高于国际先进水平（8%以下）。对此，需加快推进中线渠道生态缓冲带建设，计划2025年前完成沿线500公里绿化带种植；东线重点实施渠道防渗改造工程，采用新型防渗材料，目标将损耗率降至10%以下。(2) 政策与法规存在完善空间。当前工程管理主要依据《南水北调工程供用水管理条例》，但在水权交易、生态补偿标准动态调整等方面缺乏细化条款，导致部分地区水权转让流程不规范，水源区补偿标准与生态保护投入不匹配。未来需修订条例，明确水权交易定价机制，建立与CPI、生态保护成本挂钩的补偿标准调整公式；同时，推动地方出台配套法规，如河南、湖北等水源省份可制定《南水北调水源区生态保护条例》，强化源头管控。

#### 结束语

南水北调工程作为水利建设的典范，在经济效益、社会效益和生态效益上成果斐然，有力推动了区域协调发展，改善了北方生态环境。然而，水利工程建设可持续发展之路仍面临生态、资金、管理等诸多挑战。未来，需坚守生态优先理念，强化技术创新与制度保障，借鉴国际经验，凝聚各方力量。如此，方能实现水利工程长久高效运行，为国家水安全与经济社会可持续发展筑牢根基。

#### 参考文献

- [1]徐建新,贾屏.试论南水北调工程运行后多水源供水的水市场[J].华北水利水电大学学报,2021,(06):12-13.
- [2]关爱萍.跨区水资源调配与区域利益关系分析—以南北水调工程为例[J].水利经济,2022,(08):71-72.
- [3]张璐,解翼阳.南水北调中线工程水土保持林草措施生态服务功能价值研究[J].中国水土保持,2021,(04):47-49.
- [4]张墨,辛家昭,柳春波,等.南水北调中线干线工程安全运行解析[J].四川建材,2023,49(08):249-250.