

南水北调东线江苏段水资源优化调度 与配置研究新探

曾春芬^{1,2}, 马劲松², 杨树滩³, 耿建萍³, 常本春³, 王腊春^{2*}

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 401331; 2. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210023;
3. 江苏省水资源服务中心, 江苏 南京 210029)

摘要:以建立南水北调东线江苏省受水区水量配置、调度与管理一体可视化系统为目标,通过开展南水北调东线水资源优化调度与配置研究,推进供水水源划分,研制多目标约束下联合调度方案,建立水资源利用效率考核系统,进行用水量的反算与核定,以期揭示江苏省南水北调东线新增工程与原江水北调工程联合供水与协调耦合机制,从“供给侧”与“需求侧”双管齐下,为南水北调东线江苏段工程的有效运营提供科学依据与技术支持,为跨流域调水与区域水资源管理提供示范与借鉴。

关键词:南水北调东线江苏段; 水资源调度; 水资源配置; 优化; 供给侧; 需求侧

中图分类号:TV213.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2019)05-0043-04

New research on water resources optimal allocation of the eastern route of South – to – North Water Diversion Project in Jiangsu Province

Zeng Chunfen^{1,2}, Ma Jinsong², Yang Shutan³, Geng Jianping³, Chang Benchun³, Wang Lachun^{2*}

(1. School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing, 401331, China;
2. School of Geography and Ocean Science, Nanjing University, Nanjing 210023, Jiangsu;
3. Water Resources Service Center of Jiangsu Province, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: With the aim of establishing an integrated visualization system for water allocation, regulation and management in the water receiving area of the South – to – North Water Diversion Project in the South – to – North Water Diversion Project, through the development of water resources optimization and allocation in the eastern route of the South – to – North Water Diversion Project, the water resources allocation was promoted, a joint scheduling scheme with multi – objective constraints was developed, the assessment system of water resources utilization efficiency was established to calculate and verify the water consumption, in order to reveal the joint water supply and coordination coupling mechanism between the new project of the East Route of South – to – North Water Diversion Project of Jiangsu Province and the former Yangtze River to the North Water Diversion Project. It provided scientific basis and technical support for the effective operation of the Jiangsu section of the South – to – North Water Diversion Project from both the "supply side" and the "demand side", providing demonstration and reference for inter – basin water transfer and regional water resources management.

收稿日期:2018-11-16

基金项目:江苏水利科技项目(2016001);国家自然科学基金项目(41401021)

作者简介:曾春芬(1982—),女,博士,讲师,主要从事水资源模拟与配置方面的研究。

通讯作者:王腊春(1963—),男,教授,博士,主要从事水文水资源和水环境方面的研究。

Key words: the eastern route of South – to – North Water Diversion Project in Jiangsu Province; water resources regulation; water resources allocation; optimization; the supply side; the demand side

0 引言

党的十八大以来,习近平总书记就保障国家水安全发表重要论述,明确提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作方针,随着 2015 年“中央一号文件”明确指出大力建立健全国家水资源督察制度等,我国已将水资源管理提升到国家战略层面。从国家宏观水资源配置战略,到地方局部区域的水资源配置,跨流域调水发挥着越来越重要的作用。南水北调作为缓解中国北方水资源严重短缺局面的重大战略性工程,受到了国内的广泛关注,并取得了一定的研究成果:徐冬梅等人对南水北调中线沿线冰期输水调度的经验和规律进行了研究^[1];徐斌等尝试以组件连接模式灵活地进行地表水资源模拟和优化配置^[2];王腊春等将江苏省南水北调受水区资源、工程特点与水资源系统模型结合,对受水区供需水量进行调度分析^[3]。水资源配置系统作为庞大复杂的系统,研究中必须考虑到系统固有的特征:多功能、多目标、多属性、多层次、多阶段及多不确定性因素等,在这种情况下,如何做到局部与系统、时段与整体兼顾,新老工程耦合,水源划分与合并,多水源、多渠道综合统一考核与调度,成为优化水资源配置的关键和主要方向。南水北调东线是全国最为复杂的跨流域调水集群区^[4-6],因此以该区域为例,研究水资源优化调度与配置具有较强的研究意义与价值。

在水资源考核系统研究方面,针对国家提出的控制用水总量,提高用水效率,控制排污总量三条红线,水资源考核相关的研究大都从定额管理角度,从宏观到微观,对区域综合用水定额、行业与产品用水定额以及单元产品用水定额等进行理论与方法的研究,将水资源管理落实到生产生活节水的各个环节^[7-11]。王浩提出可从用水管理过程中的定额管理制度,水资源统计和计量管理制度,区域用水效率考核制定三个方面对提高用水效率的水资源管理进行探索^[12]。目前,对最严格水资源管理用水总量控制和效率控制的研究成果逐渐从宏观层面过渡为指标体系的构建方法上面,人们逐渐认识到建立科学合理的考核方案在提高水资源利用效率以及调整区域水资源配置中的重要性。面对当前水资源利用过程中具体技术要求和管理模式

的不确定性,水资源管理制度在一定程度上无所依据,这就要求建立和完善基于水资源开发利用效率控制的水资源管理模式,进一步明确各类指标的考核方案,设计考核制度,使管理工作切实做到能操作、可检查、易考核。

目前,南水北调东线工程已建成并试运行,新建的南水北调工程与原江水北调工程管理体制形成重叠与交叉,现有的水资源宏观配置与用水户的实际微观需求尚存脱节。江苏省是南水北调东线工程的水源地,同时也是其主要经过区域和受水区,不仅承担着本地供水目标,而且还向山东和安徽两省供水,新增供水主要依靠抽引长江水逐级北翻满足,水源珍贵。因此,南水北调东线江苏省受水区基于省用水计划的用水需求科学测算、调水水源的划分、水资源配置与管理等,均是江苏省水资源管理部门亟待解决的重大问题。

研究基于 GIS 技术开展南水北调东线江苏段水资源优化调度与配置研究,“供给侧”开展优化水源配置、多元联合调度确保工程效益得以充分发挥,“需求侧”研制基于用水户微观层面、高效用水模式下水资源管理监督考核决策系统,成为贯彻执行南水北调受水区“三先三后”先节水后调水的有力抓手。紧密围绕习近平总书记提出的“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水新思路,从最严格水资源管理制度出发,提升科技对水利现代化的贡献率,不仅对跨流域水资源优化配置与管理具有重要的科学意义,而且为最严格水资源管理提供决策依据与实现平台,对江苏省“十三五”基本建成现代化水安全保障体系的总体目标的实现具有战略意义与极强的推动作用。

1 研究思路与框架

1.1 研究区域概况

研究区范围为南水北调主体工程规划确定的江苏省受水区范围(见图 1)。研究区地居长江、淮河下游,东濒黄海,西连安徽,北接山东,南部从长江下游城市扬州开始。沿线区域经过徐州、淮安、扬州、宿迁 4 个省辖市,包括淮安、宿迁、徐州、连云港市的所有辖区,扬州市的江都、高邮、宝应县(市)和盐城市阜宁县,其中沿运河、沿总渠自流灌区为里下河水源调整后的供水范围,涉及扬州市江都、

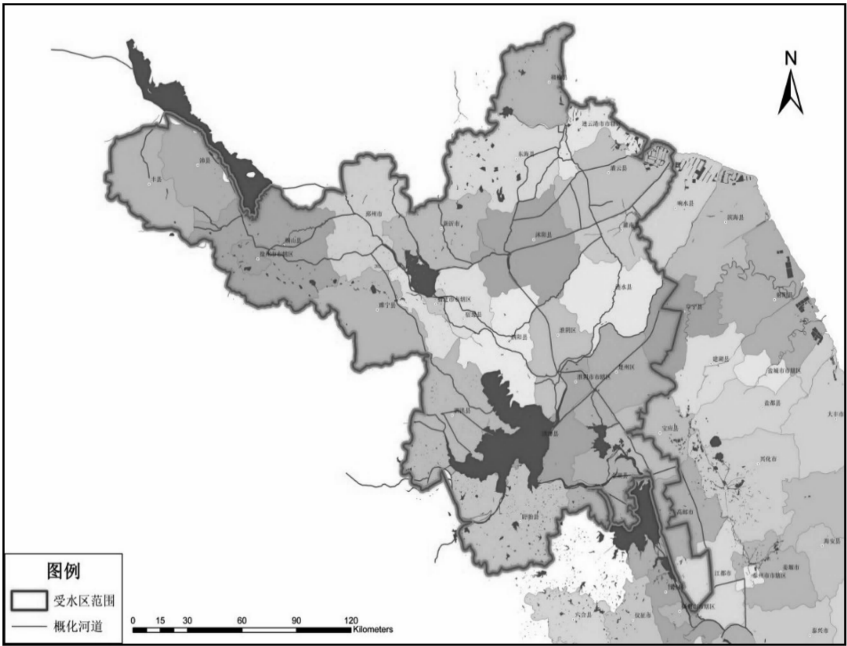


图 1 江苏省南水北调受水区范围示意图

高邮、宝应 3 个县的一部分,以及淮安市楚州区和盐城市阜宁县的一部分,以现状排灌体系和高程 2.5m 等高线以上综合确定以上研究区范围。

1.2 研究框架与关键问题

1.2.1 研究框架

研究框架如图 2 所示。

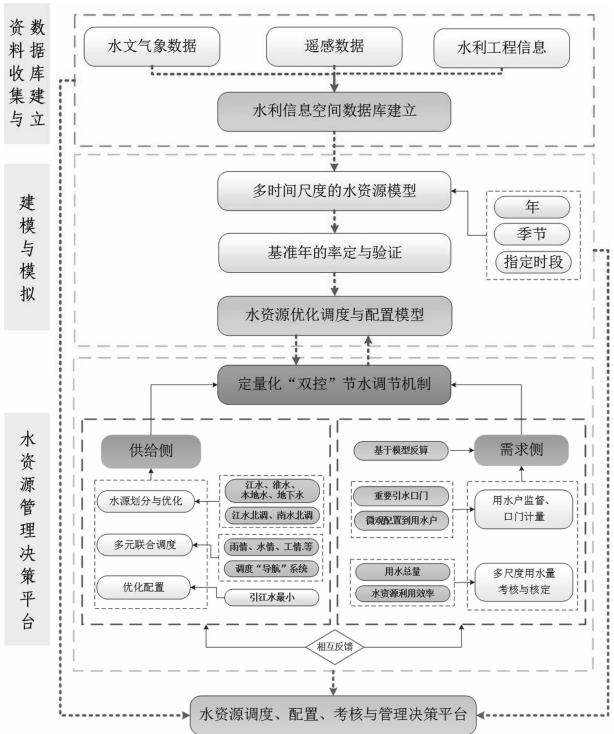


图 2 研究框架

1.2.2 关键问题

紧紧围绕十八大五中全会、习近平总书记提出

的治水新思想以及“十三五”规划意见,重点解决水工程集群多元联合实时反馈式调度、基于模型量化考核、基于 GIS 的水资源一体化跨平台决策系统的集成等关键技术问题,以促进节水优先、空间均衡、先节水后调水的水资源管理政策的落实与执行。

(1)水工程集群多元、联合、实时反馈式调度方案的制定

调度方案是配置的核心与关键。南水北调东线江苏段水工程集群联合运作,内在相互影响繁杂。如何在理清水工程集群响应关系的基础上,综合雨情、水情、工情等多元要素,并耦合节水调控机制的反馈,制定有“实效”与“时效”的水工程集群多元联合实时反馈式调度,是需要解决的首要关键问题。

(2)模型计量功能研究,实现量化考核

在绿色低碳生态的指导方针下,提出最佳节水方案是水资源高效利用的有力抓手。本研究聚焦于研发模型反算核定功能,实现供水水源划分、建立考核与核定体系,为节水调控机制提供关键量化数据,与水资源优化调度与配置相互响应,提高水资源利用效率。

(3)模型的水文计算、调度、配置、管理等与 GIS 跨平台集成技术

基于 GIS 技术,集成水资源模拟、调度、配置与管理一体化的决策平台,设计并实现易操作、实时、可视化、性能好的跨平台系统,为水利各级部门提

供决策依据与管理平台,亦是研究的终极目标。

2 研究特色

2.1 立体构架水资源模拟调度与展示体系

基于多层次研究对象、多时间尺度模拟、多元调度、跨平台计算、3D 模拟与展示等立体构架水资源模拟调度与展示体系。建立的模型可开展水资源分区、行政分区、区段、干线、梯级等多层次研究对象的模拟与成果输出,解决年、季节、指定时段多时间尺度的模拟需求,提出结合雨情、水情、工情等要素的水工程集群多元联合实时调度方案,实现 GIS 与水文跨平台的集成,以实时可视化的方式展示模拟成果,立体构架研究思路,研制信息全、可操作性强并具备实时反演与预警功能的南水北调东线江苏省受水区水资源配置、调度与管理系统,成为南水北调东线江苏省受水区水资源管理的后盾与保障。决策平台的展示效果之一见图 3。

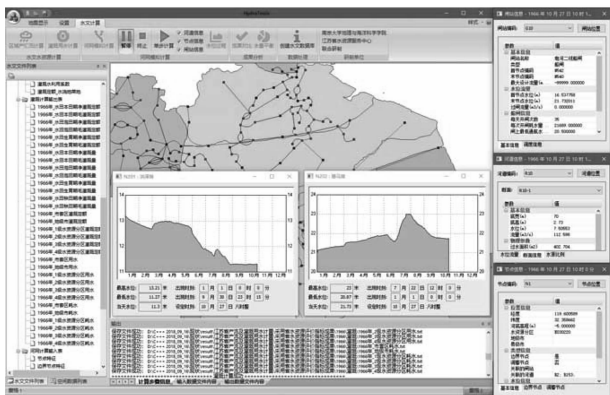


图 3 决策平台的展示效果之一

2.2 耦合多元要素与节水调控措施的反馈式调度方案的制定

基于充分一线踏勘、调研与数据收集,本研究开展的耦合反馈式调度方案与传统的水位控制调度方案相比,有以下两点创新之处:多元联合调度方案,基于水工程集群内在响应关系,结合雨情、水情、工情等要素提出多元联合调度方案,比水位控制调度方案更合理有效;耦合节水调控措施的反馈式调度方案,与传统的调度原则模式不同的是,本次调度方案的制定,通过调度预案—实时调度—评估调度—调度优化—调度预案的循环过程,并耦合项目里的水资源利用效率考核体系的反馈作用,优化调度方案,旨在提出切合实际且节水高效的调度方案,并起到调度“导航”作用。

2.3 精准化水资源配置研究

水资源宏观配置与用水户微观需求的结合尚

存在一定脱节,宏观的水资源配置方案难以满足水资源微观用水总量控制和精细化管理的要求。因此,基于模型实现重要引水口门与用水户层面供水的计量、反算与核定,实现精准化水资源配置,为管理部门和南水北调东线工程的有效运营提供更科学的依据。

3 研究进展与预期应用前景

目前,已研制出可行的水源划分方法,并确定不同水源供水量,建立切实可行的用水量核定体系;提出了水源划分方法,并获得了较好的水源划分结果;构建了多元反馈式调度模块,集成了水资源配置、调度与管理系统。

基于研发的系统,不仅可实现水资源配置、调度与管理的实时操作与可视化展示,为南水北调东线工程的有效运营提供科学依据与技术支撑,对跨流域水资源优化配置与管理具有重要的科学意义,为最严格水资源管理提供决策依据与实现平台,并推动江苏省现代化水安全保障体系的建设。

参考文献:

- [1] 徐冬梅,等. 南水北调中线京石段冰期输水规律研究[J]. 南水北调与水利科技, 2015(1): 168-172.
- [2] 徐斌,等. 基于组件模型的地表水资源配置系统设计[J]. 南水北调与水利科技, 2015, 13(3): 525-529.
- [3] 王腊春,等. 江苏省南水北调受水区水资源配置[J]. 南水北调与水利科技, 2015, 13(3): 417-421.
- [4] 周君亮. 关于南水北调东线工程规划(修订)水量调配的几点意见[J]. 江苏水利, 2001(9): 6-7.
- [5] 周君亮. 南水北调东线工程规划布局商榷[J]. 江苏水利, 2002(1): 4-6.
- [6] 张爱军. 水资源优化配置的几点思考[J]. 江苏水利, 2003(7): 23-24.
- [7] 罗陶露, 张树军, 郭秀红, 等. 浅析用水定额指标体系建立[J]. 中国水利, 2010(9): 40-42.
- [8] 顾世祥, 张玉蓉. 云南省用水定额标准制定研究[J]. 节水灌溉, 2012(11): 46-54.
- [9] 陈进, 黄薇. 实施水资源三条红线管理有关问题的探讨[J]. 中国水利, 2011(6): 118-120.
- [10] 左其亨. 现代水资源管理新思想及和谐论理念[J]. 资源科学, 2011, 33(12): 2214-2219.
- [11] 张丽, 张云, 钱树芹, 等. 用水定额研究进展浅议[J]. 中国水利, 2011(5): 45-47.
- [12] 王浩. 实行最严格水资源管理制度关键技术支撑探析[J]. 中国水利, 2011(6): 28-30.