

南京市水资源刚性约束制度探究

杨军飞¹, 王 炜², 陈建楠², 黄昌硕¹, 丛培月¹

(1. 南京水利科学研究院 水灾害防御全国重点实验室, 江苏 南京 210029;

2. 南京市水资源管理中心, 江苏 南京 210008)

摘要: 实施水资源刚性约束制度是水资源管理制度领域的重要探索, 有助于区域水资源节约集约利用水平的提升。从水资源刚性约束制度的发展历程出发, 解析了水资源刚性约束制度的概念内涵, 在南京市水资源条件、经济社会发展、产业布局的基础上, 结合相应指标与有效措施, 构建了南京市水资源刚性约束制度框架, 以期为相关地区探索建立水资源刚性约束制度提供经验及参考。

关键词: 水资源; 刚性约束; 指标体系; 南京市

中图分类号: TV213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7839(2025)07-0005-0005

Exploration of the rigid constraint system for water resources in Nanjing

YANG Junfei¹, WANG Wei², CHEN Jiannan², HUANG Changshuo¹, CONG Peiyue¹

(1. The National Key Laboratory of Water Disaster Prevention, Nanjing Hydraulic Research Institute,

Nanjing 210029, China; 2. Nanjing Water Resources Management Center, Nanjing 210008, China)

Abstract: The implementation of a rigid constraint system for water resources is an important exploration in the field of water resource management, which helps to improve the level of efficient and intensive utilization of regional water resources. Starting from the development process of the rigid constraint system for water resources, this paper analyzes the conceptual connotation of the rigid constraint system for water resources. Based on the water resources conditions, economic and social development, and industrial layout in Nanjing, combined with corresponding indicators and effective measures, a framework of the rigid constraint system for water resources in Nanjing is constructed, aiming to provide experience and reference for relevant regions to explore the establishment of a rigid constraint system for water resources.

Key words: water resources; rigid constraint; indicator system; Nanjing City

1 概 述

水资源在人类社会发展中发挥着重要作用, 无论是生存还是发展都离不开水资源^[1]。随着经济社会发展水平的提升以及现代化进程的推进, 对水资源的供给提出更高要求, 特别是在一些水资源短缺的地区, 经济社会的发展可能加剧水资源供需矛盾。研究和实现区域水资源节约集约利用是保障水安全的必然要求, 也是现阶段水利工作的重要内

容和目标^[2-3]。

近年来, “水资源刚性约束”已成为水资源管理工作中的焦点, 关于“水资源刚性约束”研究主要对水资源刚性约束理论与科学内涵的探究, 而对于区域水资源刚性约束制度的建设还在探索, 在实际工作中的运用尚处于起步阶段。如郭孟卓^[4]探讨了水资源刚性约束内涵、水资源刚性约束制度的作用以及水资源管理工作中的重点任务; 吴义泉等^[5]考虑了南北方水资源刚性约束制度的差别化管控; 许继

收稿日期: 2025-01-22

基金项目: 南京市水务科技项目(202403); 江苏省水利科技项目(2022038)

作者简介: 杨军飞(1994—), 男, 博士研究生, 研究方向为水资源管理和节约用水管理。E-mail: 1458502395@qq.com

军等^[6]探讨了长江流域如何构建水资源刚性约束制度,指出长江流域刚性约束制度构建的关键问题;乔钰^[7]在构建河南黄河水资源刚性约束制度中指出,缺水地区水资源刚性约束制度是破解水资源短缺问题的关键,并设计了河南黄河水资源刚性约束制度框架;刘艳菊等^[8]以珠江流域为例,探讨了南方丰水地区水资源刚性约束。

在上述研究基础上,本文把水资源作为最大的刚性约束,通过分析水资源刚性约束制度的发展历程,解析水资源刚性约束制度的概念内涵,结合区域水资源禀赋条件、经济社会发展、产业布局等,提出区域水资源刚性约束制度研究框架,为支撑区域水资源的节约集约利用与管理提供决策参考。

2 区域水资源刚性约束研究内容

结合水资源刚性约束的一系列有益探索,从水资源刚性约束发展历程来看,2014年3月14日习近平总书记主持召开中央财经领导小组第五次会议,专题研究国家水安全战略,首次提出把水资源、水生态、水环境承载力作为刚性约束,贯彻落实到改革发展稳定各项工作中,2022年确立了水资源刚性约束制度,再到2023年提出强化水资源承载能力刚性约束,可以发现新阶段水利发展强调建立水资源刚性约束制度的重要性。

近年来,相关学者将水资源约束考虑到各领域、各方向中,开始对水资源刚性约束进行深入研究,总结剖析水资源刚性约束概念、内涵、地位及作用^[9-15]。如左其亭等^[16]在最严格水资源管理保障体系的构建及研究展望提出,保障措施研究要充分发挥政府主导作用,统筹发挥市场配置资源的决定性作用,引导各方积极支持和参与水资源刚性约束制度建设。张丹等^[17]提出落实“以水定产”要严格实行最严格水资源管理制度,以区域水资源为最大的刚性约束,对产业进行科学布局。

区域水资源刚性约束制度的内涵在于区域水资源、刚性以及约束方面。水资源是自然资源的一类,“区域水资源”是指特定空间范围内的水资源,不同的区域,水资源量是不同的。“刚性”指的是这种约束具有不可改变或通融的特性,是一种硬性的、强制性的、无条件的限制^[4]。这种限制要求必须按照规定的方式行事,不能有所偏离或变通。在水资源领域,刚性约束意味着水资源的使用和管理必须严格遵循水资源的自然规律和承载能力,不能超越其限制。“约束”则是指对某种行为或活动的限

制,使其不超出特定的范围或界限^[4]。在水资源领域,约束表现为对水资源开发利用的限制,以确保水资源的可持续利用。这种约束通常通过制定和执行一系列的政策、法规和技术标准来实现。综合起来,区域水资源刚性约束制度的内涵就是特定范围强制性地限制某种行为或活动,使其严格遵循某种规定或标准,以确保水资源的可持续利用和经济社会的可持续发展。

综合上述研究发现,区域水资源刚性约束制度是指把水资源作为最大的刚性约束,对区域水资源进行严格限制,确保人类活动在水资源的承载能力之内,以实现区域水资源的可持续利用,促进区域水资源的节约集约利用。

3 南京市水资源刚性约束制度框架

3.1 区域概况

南京市是中国东部地区重要的中心城市,地处长江下游,境内水系发达,过境客水资源总量丰富,为南京市提供了丰富的水资源。基于上述水资源条件,南京市的水资源开发利用有以下特征。

南京市的产业结构丰富多元,表现以集成电路、智能电网、钢铁、石化等四大传统支柱产业为支撑的产业结构形式。传统六大高耗水行业中表现为高耗水行业为主导的工业用水结构。南京市的降雨量在时间和空间上存在显著差异,从南京市水资源禀赋条件以及供水结构中可以发现,水量分配方案的执行情况尤显重要。南京地处长江下游,国家级以及省级层面的考核断面达标情况倍受关注。

随着南京市工业化和城市化的加速发展,工业和生活用水需求不断增加,使得水资源在农业、工业和生活之间的分配更加紧张,而一个地区的可用水量能够从水资源管理的角度表达区域水资源的禀赋条件,在以供定需的理念下,可通过可用水量来确定各行业的承载规模。

3.2 框架设计

建立区域水资源刚性约束制度是一项复杂的系统工程,水资源刚性约束制度建设的主要内容包括构建“硬指标”,实施“硬措施”,形成“硬约束”^[7]。

3.2.1 基本原则

(1)严格约束,高效利用。坚持“四水四定”,以南京市水资源现状为基点,把水资源作为刚性约束,合理规划人口、城市、产业发展,优化用水结构,转变用水方式,改革用水制度,坚决抑制不合理用水需

求,推动用水方式由粗放低效向节约集约转变。

(2)刚性需求,协调均衡。以南京市现状人口规模为本、产业为要、生态为重,处理好开源和节流、存量和增量、时间和空间的关系,优先满足居民生活用水,保障重点产业发展用水,持续提升供水服务保障能力,促进水量在区域间、行业间优化配置。

(3)统筹配置,科学管理。根据南京市可供水现状,统筹配置外调水、当地地表水、地下水、非常规水源,优先利用非常规水,高效利用外调水,合理利用地下水,建立水资源总量控制、空间均衡的配水体系,科学管理。

(4)全面节约,生态保护。根据南京市节水现状,统筹考虑生活、农业、工业与生态之间的联系,正确处理生态保护与经济发展的关系,突出节约优

先、保护优先,把经济活动限定在资源环境可承载范围之内,推动形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式。

3.2.2 指标体系

3.2.2.1 区域水资源刚性约束指标库

在最严格水资源管理“三条红线、四项制度”的控制指标基础上,参考相关标准规范,建立区域水资源刚性约束备选指标库(表1)。

3.2.2.2 南京市水资源刚性约束指标体系

从南京市水资源条件、产业模式和用水结构的实际情况与具体特点出发,南京市“硬指标”包括南京市用水总量、用水效率、节水标准、生态流量等一系列硬指标,结合南京市水资源刚性约束“四水四定”试点工作实际开展情况,南京市水资源刚性约束指标体系详见表2。

表1 区域水资源刚性约束指标库

指标属性	指标名称
约束性	用水总量控制指标、城镇供水管网漏损率、再生水回用率、农田灌溉水有效利用系数、万元工业增加值用水量、万元GDP用水量、深层地下水用量、污染物入河量、限排量、河道内生态需水(量、水位)、河道外生态需水量、生态流量满足程度、地下水管控指标、生态保护红线控制面积、水功能区达标、地表水省考以上断面达标率
预期性	可用水量、区域用水量、高用水行业用水量、主要单位产品用水量及定额、可供水量、人口数量、人口密度、增长率、人均综合用水量、人均水资源量、人均GDP、耕地保有量、有效灌溉面积、永久基本农田保护面积、农业种植结构、GDP、三产比、高用水行业比重、建成区面积、城市化率、城镇人均住房面积
其他	水资源量(本地、过境)、水源结构、分配水量、用水结构、供水结构、供水能力、建成区土地利用方式、建成区主导产业及结构、水体水质、纳污能力

表2 南京市水资源刚性约束指标体系

序号	要素层	指标层	单位	指标属性	备注
1		用水总量控制	亿m ³	约束	总量控制
2		地下水取水总量控制指标	万m ³	约束	总量控制
3		非常水资源量利用下限	万m ³	约束	总量控制
4		万元国内生产总值用水量	m ³	约束	用水效率
5	水资源节约 集约利用	万元工业增加值用水量	m ³	约束	用水效率
6		农田灌溉水有效利用系数		约束	用水效率
7		生态流量满足程度	%	约束	生态控制
8		可用水量	亿m ³	预期	承载规模
9		城镇管网漏损率	%	预期	用水效率
10		高效节水灌溉面积占比	%	预期	节水标准
11	水安全保障	生活供水保证率	%	预期	供水安全
12		城市防洪达标率	%	预期	防洪安全
13	水生态保护	水功能区达标率	%	预期	生态控制
14		再生水回用率	%	预期	节水标准

(1)区域用水总量、生态流量管控方面

严格南京市用水总量控制指标,除了上一级行政区下发的双控指标外,还包括地表水取用水量(水量分配)、地下水取用水量控制指标、非常规水资源量利用下限指标。健全市区(县)取用水管控指标体系,在上一级下达总量管控后,根据近年各区水资源利用现状和行业现状,确定各区(县)用水总量管控指标,除此之外,开发区(工业园区)也应落实用水总量管控指标。明确南京市涉及的重要江河干流支流基本生态流量,建立南京市行业用水总量指标,主要依据可用水量来确定区域各行业的承载规模。根据近年来南京市可用水量成果和现状各行业水资源利用的占比,确定各市区(县)行业用水总量管控指标。

(2)区域用水效率、节水标准方面

严格落实各项管控指标,如万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量、农田灌溉水有效利用系数、城镇管网漏损率。除此之外还应以南京市水资源节约集约利用、水安全保障、水生态保护等为目标,明确高效节水灌溉面积占比、生活供水保证率、城市防洪达标率、水功能区达标率、再生水利用率等。

3.2.3 南京市水资源刚性约束制度体系

“硬措施”是保障“硬指标”落到实处的关键^[18]。南京市“硬措施”实施内容应从水资源开发利用与总量控制、经济社会发展与量水而行、水资源节约集约利用机制、水资源强化监督管理等方面出发,聚焦到水资源总量管控、水资源承载能力、水资源节约集约上,实现南京市“水资源高效利用、水安全有效保障、水生态明显改善的集约节约发展目标。南京市水资源刚性约束制度体系见图1。

(1)水资源开发利用与总量控制

在水资源开发利用与总量控制方面,主要包括最严格水资源管理制度、用水总量管理制度、水资源调度管理办法、地下水管理制度、水功能区达标率管控制度、河湖生态用水管理制度(生态流量(水位)保障制度)、用水总量与强度双控制度等。

(2)经济社会发展与量水而行

在经济社会发展与量水而行方面,主要是创建水资源承载能力评价制度,把经济社会发展需水约束在承载范围之内,将水资源(可用水量)作为约束性条件,合理调整和优化工业产业布局,限制高耗水服务行业发展,适度开展节水绿化,全面推进节水型城市建设。

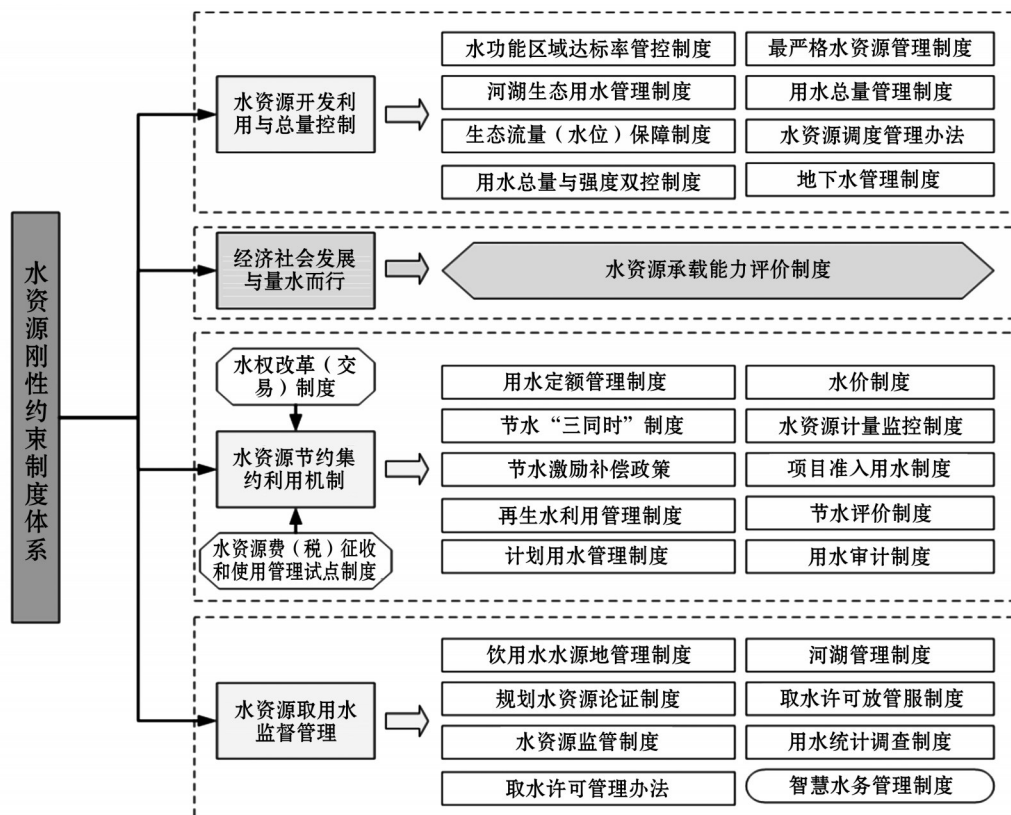


图1 南京市水资源刚性约束制度体系

(3)水资源节约集约利用机制

在水资源节约集约利用机制方面,主要包含水权改革(交易)制度、水资源费(税)征收和使用管理试点制度、水价制度、水资源计量监控制度、项目准入用水制度、用水定额管理制度、节水评价制度、节水“三同时”制度、节水激励补偿政策、再生水利用管理制度、计划用水管理制度、用水审计制度、水平衡管理办法等。

(4)水资源取用水监督管理

在水资源取用水监督管理方面,除了包含饮用水水源地管理制度、河湖管理制度、规划水资源论证制度、水资源监控制度、用水统计调查制度、取水许可管理办法等已有制度法规外,还应设计智慧水务管理制度,以数据信息化为基础,以管理分析决策智能化为引领,完善防汛防旱决策系统、河湖长制信息化系统、重要水利工程水情监测调度系统、城市供水管网运行监控和智能调度系统、供水管网GIS(地理信息)系统、供水管网水质水量模型系统、营商环境优化服务并联办理系统等。

4 结 语

本文从水资源刚性约束制度内涵与要求出发,设计南京市水资源刚性约束制度框架,同时也是丰水地区水资源刚性约束制度的一次有益探索,对南京市经济社会发展与水资源条件相协调有着积极的促进作用,可为相关区域探索建立水资源刚性约束制度提供前瞻性思考及可借鉴思路。

参考文献:

- [1] MIR M A, ASHRAF M W. The challenges and potential strategies of Saudi Arabia's water Resources: A review in analytical way[J]. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2023(20): 100855.
- [2] IVEY J L, SMITHERS J, De LOE R C, et al. Community Capacity for Adaptation to Climate-Induced Water Shortages: Linking Institutional Complexity and Local Actors[J]. *Environmental Management*, 2004, 33(1): 36-47.
- [3] JIANG Q X, OUYANG X T, WANG Z L, et al. System dynamics simulation and scenario optimization of China's water footprint under different SSP-RCP scenarios [J]. *Journal of Hydrology*, 2023(622): 129671.
- [4] 郭孟卓. 对建立水资源刚性约束制度的思考[J]. *中国水利*, 2021(14): 12-14.
- [5] 吴义泉, 吴强, 成静清, 等. 水资源刚性约束制度下南北方差别化管控的几点思考[J]. *水利发展研究*, 2022, 22(3): 34-38.
- [6] 许继军, 吴江. 长江流域建立水资源刚性约束制度的关键问题与对策研究[J]. *中国水利*, 2024(9): 34-38.
- [7] 乔钰. 建立河南黄河水资源刚性约束制度的探讨[J]. *人民黄河*, 2022, 44(增刊2): 80-82.
- [8] 刘艳菊, 杨瑞祥. 南方丰水地区水资源刚性约束用水总量管理探讨——以珠江流域为例[J]. *人民珠江*, 2023, 44(6): 36-40.
- [9] 郭孟卓. 对建立水资源刚性约束制度的思考[J]. *中国水利*, 2021(14): 12-14.
- [10] 刘同凯, 贾明敏, 马平召. 强化刚性约束下的黄河水资源节约集约利用与管理研究[J]. *人民黄河*, 2021, 43(8): 70-73.
- [11] 冯利海, 苏茂荣, 冯雨飞, 等. 建立水资源刚性约束制度全面提升水安全保障能力[J]. *人民黄河*, 2021, 43(增刊2): 48-53.
- [12] 陈学群, 管清花, 题宇洋, 等. 水资源刚性约束研究与山东实践[J]. *中国水利*, 2022(16): 14-17.
- [13] 褚俊英, 李孟泽, 周祖昊, 等. 水资源保护利用“四水四定”的创新管理模式[J]. *水资源保护*, 2024, 40(2): 23-27.
- [14] 左其亭, 吴青松, 马军霞, 等. “双碳”目标下水资源行为调控研究框架及展望[J]. *水资源保护*, 2023, 39(1): 8-14, 56.
- [15] 安莉娜, 范国福, 吴迪, 等. 基于水资源承载力与城市经济社会发展水平耦合协调度模型的遵义市发展评价[J]. *河海大学学报(自然科学版)*, 2023, 51(2): 35-41.
- [16] 左其亭. 最严格水资源管理保障体系的构建及研究展望[J]. *华北水利水电大学学报(自然科学版)*, 2016, 37(4): 7-11.
- [17] 张丹, 王境, 王艺璇, 等. “以水定产”的经验、问题及建议[J]. *水利经济*, 2021, 39(2): 82-85.
- [18] 李庆国. 费县水资源刚性约束制度的建立与前景分析[J]. *水利发展研究*, 2024(4): 1-12.