

基于层次分析法的 南通市水资源管理能力评价

吴晓春¹, 单俊萍¹, 辛朋磊²

(1. 南通市水利局, 江苏 南通 226006; 2. 江苏省水文水资源勘测局南通分局, 江苏 南通 226006)

摘要:南通市从开发利用管理、用水效率管理、水资源行政管理、生态环境管理4个维度的12个具体指标,构建了水资源管理能力评价的指标体系。基于层次分析法对南通市在水资源管理方面的各项工作开展综合评价,以期进一步提高用水效率和公共供水水平,增强水资源管理能力。

关键词:水资源; 综合评价; 层次分析法; 南通市

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2024)07-0025-0003

Evaluation of water resources management capability in Nantong City based on analytic hierarchy process

WU Xiaochun¹, SHAN Junping¹, XIN Penglei²

(1. Nantong Water Conservancy Bureau, Nantong 226006, China; 2. Nantong branch of Jiangsu Province
Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nantong 226006, China)

Abstract: A comprehensive evaluation index system for water resource management capability in Nantong City was constructed by combining 12 specific indicators from four dimensions: development and utilization management, water efficiency management, water resource administrative management, and ecological environment management. Based on the analytic hierarchy process (AHP), a comprehensive evaluation is conducted on various aspects of water resource management in Nantong City, with the aim of further improving water efficiency and public water supply level, and enhancing water resource management capabilities.

Key words: water resources; comprehensive evaluation; analytic hierarchy process; Nantong City

目前,水资源管理评价工作主要聚焦于评价指标和评价方法的研究。宋云峰等^[1-3]依据最严格水资源管理的要求,构建了用水总量、用水效率和水功能区限制纳污能力3个方面的指标体系,基于灰色关联分析的改进TOPSIS模型开展水资源管理绩效评价研究;罗浩等^[4]从开发利用、用水效率和限制纳污3个方面构建指标体系,采用GC-TOPSIS模型

对水资源管理绩效开展评价;吴丹等^[5]从社会绩效、经济绩效和生态环境绩效3个维度构建指标体系,采用二元比较法、熵权法、线性加权法与改进的理想解模型,对七大流域开展水资源管理评价;薛淑慧等^[6]从用水管理、供水保障、水源配置和综合管理4个维度构建指标体系,采用支持向量机(SVM)和模糊综合评价(FCE)模型,对水资源管理水平进行

收稿日期: 2024-03-06

作者简介: 吴晓春(1966—),男,硕士,主要从事水利工程管理工作。E-mail:3115628392@qq.com

评价;纪静怡等^[7]从用水总量控制、用水效率控制、水功能区限制纳污和基础能力建设等4个维度构建评价指标体系,采用模糊区间AHP和熵权法对江苏省水资源管理进行评价研究。以上研究给水资源管理评价工作提供了良好的借鉴作用。

本文在总结上述研究基础上,从开发利用管理、用水效率管理、水资源行政管理、生态环境管理4个维度构建水资源管理能力评价指标体系,基于层次分析法对南通市水资源管理能力开展评价,为南通市提升水资源管理水平提供参考。

1 指标体系及数据来源

根据相关研究成果^[8],从开发利用管理、用水效率管理、水资源行政管理、生态环境管理4个维度共12个具体指标,构建本次水资源管理能力评价指标体系,见表1。各指标中,Ⅲ类水及以上断面根据地表水水质自动监测实时数据发布系统得到,数据日期为2022年6月14日,其他指标来源于《2020年中国水资源公报》《2020年南通市水资源公报》《2020年城乡建设统计年鉴》。

2 评价方法

2.1 评价指标

采用阈值法对数据进行标准化处理^[8],具体公式见式(1)~(2)。

(1)对正指标,即数值越大越优指标,作如下无量纲化处理,其计算式为

$$r_{ij} = \begin{cases} (x_{ij} - x_{jmin}) / (x_{jmax} - x_{jmin}) & x_{ij} > x_{jmin} \\ 0 & x_{ij} \leq x_{jmin} \end{cases} \quad (1)$$

(2)对逆指标,即数值越小越优指标,作如下无量纲化处理,其计算式为

$$r_{ij} = \begin{cases} (x_{jmax} - x_{ij}) / (x_{jmax} - x_{jmin}) & x_{ij} < x_{jmin} \\ 0 & x_{ij} \geq x_{jmin} \end{cases} \quad (2)$$

式中: x_{ij} 和 r_{ij} 分别为第*j*个指标的原始数值和标准化后的数值; x_{jmax} 和 x_{jmin} 分别为第*j*个指标可接受的最大值和最小值(即指标上、下限)。

各项指标上、下限的确定依据参考已经颁布实施的规划指标值或发达国家、发达地区的先进实际指标值,通过理论分析并结合实际情况确定。评价指标权重及指标上、下限见表2。

2.2 指标权重

根据生态环境管理、用水效率管理、水资源行政管理、开发利用管理的重要性排序,采用层次分析法确定各指标的权重。经一致性检验,准则层对目标层、指标层对各准则层以及层次总排序的一致性检验成果均达标,认为一致性较好,可以用于本次评价。

2.3 评价标准

通过加权平均进行综合评价,根据前期研究^[9],将综合评价成果分为5个等级,见表3。

3 评价成果及分析

3.1 水资源开发利用管理能力评价

经统计分析,南通市开发利用管理能力得分

表1 水资源管理能力评价指标体系

| 目标层 | 准则层 | 指标层 | 指标描述 |
|---------|---------|----------------------------|--------------------|
| 水资源管理能力 | 开发利用管理 | 人均综合用水量(用 X_1 表示) | 总用水量/总人口 |
| | | 水资源开发利用率(用 X_2 表示) | 当地水资源总用水量/水资源总量 |
| | | 深层地下水利用指数(用 X_3 表示) | 地下水实际开采量/地下水可开采量 |
| | 用水效率管理 | 单位GDP用水量(用 X_4 表示) | 总用水量/GDP |
| | | 万元工业增加值用水量(用 X_5 表示) | 工业用水量/工业增加值 |
| | | 灌溉水利用系数(用 X_6 表示) | 田间用水量/取水口取水量 |
| | | 管网漏损率(用 X_7 表示) | 管网漏损水量/管网供水总量 |
| | 水资源行政管理 | 计划用水率(用 X_8 表示) | 计划用水量/总用水量 |
| | | 城镇供水产销差率(用 X_9 表示) | (供水总量-售水总量)/供水总量 |
| | 生态环境管理 | Ⅲ类水及以上断面率(用 X_{10} 表示) | Ⅲ类水及以上水质断面数/国考断面数 |
| | | 城市污水集中处理率(用 X_{11} 表示) | 城市废污水集中处理量/废污水排放总量 |
| | | 处理生活污水的乡村比例(用 X_{12} 表示) | 生活污水集中处理的乡村个数/乡村总数 |

表2 评价指标权重及指标上、下限

| 目标层 | 准则层 | 指标 | 指标权重 | 指标上限 | 指标下限 |
|-------------------|------------------------|------------------|--------|---------|------|
| 水资源 管理能 力评价 | 开发利用管理 指标权重:0.1703 | X_1/m^3 | 0.0278 | 2 500.0 | 10.0 |
| | | $X_2/\%$ | 0.0506 | 100.0 | 0.0 |
| | | X_3 | 0.0919 | 1.0 | 0.0 |
| | 用水效率管理 指标权重:0.2865 | X_4/m^3 | 0.0489 | 500.0 | 10.0 |
| | | X_5/m^3 | 0.0581 | 100.0 | 7.0 |
| | | X_6 | 0.0925 | 0.9 | 0.1 |
| | | $X_7/\%$ | 0.0869 | 30.0 | 7.0 |
| | 水资源行政管理 指标权重:0.2026 | $X_8/\%$ | 0.1350 | 70.0 | 0.0 |
| | | $X_9/\%$ | 0.0675 | 50.0 | 5.0 |
| | 生态环境管理 指标权重:0.3407 | $X_{10}/\%$ | 0.1838 | 100.0 | 0.0 |
| | | $X_{11}/\%$ | 0.1012 | 100.0 | 0.0 |
| | | $X_{12}/\%$ | 0.0557 | 100.0 | 0.0 |

表3 水资源管理能力评价标准

| 评价等级 | I等 | Ⅱ等 | Ⅲ等 | Ⅳ等 | V等 |
|------|-----|-------|-------|-------|------|
| 评价标准 | ≥80 | 70~80 | 60~70 | 50~60 | < 50 |

72.79分,评价为Ⅱ等。水资源开发利用管理能力评价主要受人均综合用水量、水资源开发利用率、深层地下水利用指数3个指标影响。2020年南通市长江引水量占总供水量的比例达到76.7%,相对单一的供水水源不利于水资源的高效利用,对南通市水资源开发利用也形成一定的制约,后期应进一步着力提高雨洪资源的利用。

3.2 用水效率管理能力评价

经统计分析,南通市用水效率管理能力得分78.48分,为Ⅱ等水平。用水效率管理能力评分主要受单位GDP用水量、万元工业增加值用水量、灌溉水利用系数、农业亩均灌溉用水量4个指标影响。

水稻作为南通市的主要农作物,其播种面积占比大,对农业用水效率产生了显著影响。根据《农业灌溉用水定额》,水稻的灌溉用水量相较于旱地作物如小麦、玉米等要高出很多,导致了南通市农业亩均灌溉用水量指标高于以旱地作物种植为主的地区。因此,水稻节水灌溉工作也是南通市提升水资源管理能力的重要方向之一。火力发电、纺织印染以及化工医药等高耗水产业在南通市工业中仍占据相当大的比重,这种产业结构导致了南通市工业用水效率有待进一步提升,也意味着南通市在

工业用水方面还有很大的节水潜力可挖。今后可将火力发电、纺织印染等高耗水行业的节水工作作为水资源管理工作的重点,通过推广先进的节水技术、优化生产工艺、加强水资源管理等措施,提高工业用水重复利用率,降低单位产值的用水量。同时,还应考虑调整工业产业结构,逐步减少高耗水产业的比重,增加节水型、环保型产业的比重,以实现水资源的可持续利用。

3.3 水资源行政管理能力评价

水资源行政管理能力通过计划用水率和城镇供水产销差率2个指标来衡量。

(1)计划用水管理水平有待进一步提升。南通市目前对年用水量1万m³及以上的工业和服务业用水单位实行计划用水管理,未来应着力进一步扩大计划用水管理范围,加强用水计量监测和核算工作,逐步实现计划用水管理全覆盖。

(2)公共供水管理能力有待进一步增强。城镇供水产销差率是评价公共供水企业供水效率的首选指标,供水管网漏损率是影响城镇供水产销差率的关键指标。因此,未来应进一步加大供水管网改造力度,大力推广使用节水型器具和产品。

(下转第32页)

- [3] 苏小桐. 基于节水减碳的上海市水资源与能源消耗分析及关系研究[D]. 上海:华东师范大学,2022.
- [4] 姜珊. 水-能源纽带关系解析与耦合模拟[D]. 北京:中国水利水电科学研究院,2017.
- [5] 冯巍,来昶君. 海水淡化项目管理浅析[J]. 中国西部科技,2013,12(2):91-92.
- [6] CHENGL J D, HSU H K, CHEN T C. Watershed management for disaster mitigation and sustainable development in Taiwan[R]. P Rmrs,2000(13):138-148.
- [7] 黄海田,陈卫东,宋淳. 江苏省江水北调工程泵站抽水费用初步分析[J]. 中国农村水利水电,2003(1):52-54.
- [8] 施红怡,耿雷华. 江苏省“十四五”水利科技创新发展体系探索[J]. 江苏水利,2021(8):1-3.
- [9] 黄昌硕,莫丽娟,耿雷华,等. 江苏省综合节水理论研究与实践[J]. 江苏水利,2023(4):1-4.

(上接第27页)

3.4 生态环境管理能力评价

经统计分析,南通市在生态环境管理能力方面得分82.71分,处于Ⅰ等水平,相对较好。目前,南通市骨干河道水环境质量相对较好,但农村水环境改善压力较大,主要原因是农村环保基础设施有待加强,南通市未来生态环境管理能力提升的重点应是增加农村环保基础设施的投入。

4 结 语

水资源管理能力涵盖了制度建设、人员管理、财务管理等多个方面,涉及的内容既复杂多变又难以精确核定。本文从开发利用管理、用水效率管理、水资源行政管理、生态环境管理等4个维度,初步构建了水资源管理能力评价的指标体系,利用层次分析法对南通市水资源管理能力开展评价。通过这次评估,也找出了全市水资源管理的短板弱项,在今后水资源管理过程中,应着重加强产业结构调整、水资源优化配置、提升水资源监测计量和环保基础设施建设,以进一步提高用水效率和公共供水水平,增强水资源管理能力。

参考文献:

- [1] 宋云峰,杨丹,林洪孝. 基于“三条红线”的区域水资源管理能力评价研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2014,45(1):53-58.
- [2] 杨丹. 区域水资源“三条红线”管理绩效评价模型研究及实证分析[D]. 泰安:山东农业大学,2015.
- [3] 徐鸿. 一种区域水资源管理绩效评价模型及实证研究[J]. 人民黄河,2016,38(9):42-45.
- [4] 罗浩,周维博,白洁芳,等. 基于GC-TOPSIS模型的水资源管理绩效评价及障碍度分析[J]. 水资源与水工程学报,2019,30(4):26-30.
- [5] 吴丹,王亚华. 中国七大流域水资源综合管理绩效动态评价[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(1):32-38.
- [6] 薛淑慧,张玉虎,于森,等. 基于SVM与FCE模型的城市水资源管理评价研究——以北京市为例[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2022,43(1):71-75.
- [7] 纪静怡,方红远,徐志欢. 基于组合赋权云模型的水资源管理综合评价[J]. 中国农村水利水电,2020(12):40-45.
- [8] 朋磊,刘淼. 基于层次分析法的中国水资源管理能力评价研究[J]. 水利水电快报,2023,44(4):39-44.
- [9] 辛朋磊,仇娟娟,宋建军,等. 南通市沿海开发水资源保障能力评价研究[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(10):1179-1184.