

# 江苏省水资源配置公平性研究

吴兆丹<sup>1,2,3</sup>, 梁莎婉<sup>1</sup>, 梁希瑶<sup>4</sup>

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100; 2. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100;  
3. 河海大学“一带一路”非洲研究中心, 江苏 常州 213022; 4. 博仁大学创新商务与财会学院, 泰国 曼谷 10210)

**摘要:**江苏省近年来的缺水状态、水资源禀赋及用水的空间差异,使得公平配置水资源对于该省充分发挥水资源对经济社会的支撑作用、促进区域间均衡发展具有重要意义。基于社会和经济两个角度,采用基尼系数和泰尔指数方法,分析了江苏省水资源配置的公平性。结果表明:2013—2017年,社会角度下江苏省水资源配置较为公平,人口数量和水资源拥有量在空间上基本匹配;而经济角度下该省水资源配置存在一定不公平性,用水量与 GDP 在空间上匹配度较低,且该不公平性主要由苏北、苏中、苏南三大区域间的用水量差异造成。继而对提升江苏省水资源配置的公平性提出对策建议,包括加强水资源统一管理、优先满足人们生活用水、合理安排经济生产用水、完善用水量控制目标等。

**关键词:**水资源配置;公平性;水资源管理;基尼系数;泰尔指数

中图分类号:TV213.4

文献标志码:A

文章编号:1003-9511(2021)01-0054-04

水资源公平配置,是指在水资源规划管理中遵循公平原则,充分协调水与社会、经济、生态、环境等要素的关系,提高水资源与之相匹配程度,实现水资源公平合理利用,促进社会经济可持续发展<sup>[1-3]</sup>。尽管江苏省滨江临海、水网密布,但实际上江苏省仍属于缺水地区。根据 Falkenmark 等<sup>[4]</sup>所提标准,近年来江苏省基本处于缺水状态,其中 2013 年和 2017 年甚至处于严重缺水状态。同时,江苏省水资源禀赋存在较明显的区域间差异,人口最多、GDP 贡献最大的苏南地区所拥有的水资源可利用量仅为全省的 1/3。近年来江苏省人口快速增长,人口空间分布不均且流动较快;经济发展较为迅速,不同区域的产业分布各具特色,并存在省内区域间发展不平衡现象。基于此,该省用水需求不断增加且区域间存在一定差异。在江苏省缺水状态、水资源禀赋及用水的空间差异下,公平配置水资源对于充分发挥水资源对经济社会的支撑作用、促进区域间均衡发展具有重要的意义。

目前,部分学者以国家为尺度研究水资源配置公平性。如 Madani 等<sup>[5]</sup>采用权力指数法从合作博弈的稳定性角度来评估差异情况下的一国水资

源配置公平性结果;Schlager<sup>[6]</sup>指出,在越来越多用户使用地下水的情况下,基于公平性,国家在制定水资源配置方案时应综合考虑地下水与地表水;许怡等<sup>[7]</sup>基于水资源属性对我国水资源配置的公平问题进行了讨论并给出相关建议;王小军等<sup>[8]</sup>构造了二元结构模型以研究我国生活用水分配的公平性;张志果等<sup>[9]</sup>构造了城市居民用水公平分析模型,研究了 1998—2007 年我国不同收入阶层的城镇居民年用水量公平问题;董璐等<sup>[10]</sup>通过计算基尼系数等,研究了 1997—2001 年我国用水公平性情况;江平<sup>[11]</sup>根据用水定额和边际节水成本、边际用水成本和边际用水效益等之间的关系,评价了我国用水定额对用水效率的提升机制及其中不公平问题。

部分学者以国内区域为尺度进行水资源配置公平性研究。如 Stakhiv 等<sup>[12]</sup>研究了美国加利福尼亚州水资源配置公平性问题,指出需要制定更严格的制度以提高水资源管理的集中程度;Pearson 等<sup>[13]</sup>使用多个水库控制线,将估算的需求量和运送承载力设为限制条件,将英国的 Nawwa 地区用水量设为优化分配目标,研究了区域水资源配置的公平问题;

基金项目:教育部人文社会科学研究项目(20YJC630161);中央高校基本科研业务费专项(B210202154)。

作者简介:吴兆丹(1988—),女,副教授,博士,主要从事水资源经济及管理研究。E-mail:wuzhaodan@hhu.edu.cn

Wang 等<sup>[14]</sup>把字典序极小解用在流域水资源公平配置模型里,研究咸海流域及阿姆河流域水资源分配问题;吴旭等<sup>[15]</sup>运用积分函数计算基尼系数以研究邯郸市水资源在空间配置上的公平性;马海良等<sup>[16]</sup>结合水资源禀赋量分析了我国各省份水资源使用的公平性;万文华等<sup>[17]</sup>对未来的供水和需水情况进行了预测,评估未来北京市经济发展中的水资源公平性;宋建<sup>[18]</sup>采取洛伦兹曲线和基尼系数模型,对比了2011年以及2016年新疆水资源配置公平性;章恒全等<sup>[19]</sup>运用基尼系数分别从生产用水、生活用水和水资源禀赋3个角度测算了湖北省用水公平性。

目前我国水资源配置公平性研究,主要集中在水资源较为缺乏的华北、西北地区,暂无研究针对江苏省。而如上所述,江苏省公平配置水资源日显重要,因此,笔者基于基尼系数和泰尔指数,评价江苏省水资源配置的公平性及其成因,制定提高其水资源配置公平性的对策,以在一定程度上弥补已有研究的不足。

## 1 模型构建及数据来源

### 1.1 基尼系数模型

基尼系数最早由意大利的经济学家 Gini 根据洛伦兹曲线所提出,应用在国民收入分配差异性分析上。目前,该系数已在多领域有所应用。本研究将江苏省13市作为研究基本单元(见表1),分别选取水资源可利用量和人口数、区域用水量和GDP,计算社会和经济两个角度下的基尼系数,评价江苏省水资源配置公平状况。

表1 按地理区域划分的江苏省地级市

苏北	苏中	苏南
徐州市	南通市	南京市
连云港市	扬州市	无锡市
淮安市	泰州市	常州市
盐城市		苏州市
宿迁市		镇江市

基尼系数计算公式如下:

$$G_1 = \sum_{i=1}^n P_i Y_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} P_i (1 - V_i) - 1 \quad (1)$$

$$G_2 = \sum_{i=1}^n Q_i U_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} Q_i (1 - Z_i) - 1 \quad (2)$$

式中: $G_1$ 为基于社会角度的江苏省水资源配置基尼系数; $P_i$ 为*i*市人口占全省人口总数比重; $Y_i$ 为*i*市水资源可利用量占全省水资源可利用量比重; $V_i$ 为按人均水资源可利用量升序排列确定各市的顺序后 $Y_1$ 到 $Y_i$ 的累计数; $n=13$ 。 $G_2$ 为基于经济角度的江苏省水资源配置基尼系数, $Q_i$ 为*i*市GDP占全省GDP

比重; $U_i$ 为*i*市用水量占全省用水量比重; $Z_i$ 为按单位GDP用水量升序排列确定各市的顺序后 $U_1$ 到 $U_i$ 的累计值。

联合国有关机构基于基尼系数分析收入分配公平性,并将0.4定为收入分配差距的警戒线<sup>[20]</sup>。借鉴该标准,并参考刘德地<sup>[21]</sup>采用基尼系数法对区域用水公平性的评价,笔者界定基于基尼系数的水资源配置公平性评价标准如表2所示。基尼系数处于0~0.4为水资源配置公平性的合理范围,且基尼系数越接近0,说明配置越合理公平。

表2 基于基尼系数的水资源配置公平性评价标准

基尼系数	<0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	>0.5
评价标准	最佳公平	比较公平	合理状态	相对不公平	高度不公平

### 1.2 泰尔指数

泰尔指数由荷兰经济学家 Theil 根据信息理论提出,最开始应用于研究国家间收入差距。泰尔指数越大,则指标值在样本之间的差距越大,越不公平,反之,则越公平,泰尔指数等于0表示绝对公平。由于泰尔指数可以将整体差异分解为区域间差异和区域内差异,学者逐渐将其广泛运用在区域经济差异评价上<sup>[22]</sup>。本研究基于上述基尼系数计算得到的社会与经济两个维度下水资源配置公平性评价结果,对其中存在的不公平性,进一步运用泰尔指数分析其成因。将江苏省对应总体差异分解成苏北、苏中、苏南三大区域间的差异以及三大区域内部各市(表1)之间的差异,分析各类差异对总体差异的贡献程度,从而找出导致江苏省水资源配置不公平的主要成因。

泰尔指数分解的计算公式为

$$T_{WR} = \sum_{k=1}^3 \frac{G_k}{G} \sum_{j=1}^m \left[ \frac{G_{kj}}{G_k} \ln \left( \frac{G_{kj}/G_k}{W_{kj}/W_k} \right) \right] \quad (3)$$

$$T_{BR} = \sum_{k=1}^3 \left[ \frac{G_k}{G} \ln \left( \frac{G_k/G}{W_k/W} \right) \right] \quad (4)$$

$$T_d = T_{WR} + T_{BR} \quad (5)$$

式中: $T_d$ 为总泰尔指数值; $T_{WR}$ 为江苏省水资源配置苏北、苏中或苏南区域内地市间差异; $T_{BR}$ 为水资源配置苏北、苏中和苏南三区域间的差异; $m$ 为苏北、苏中或苏南区域内地市的个数; $G_{kj}$ 为*k*区域中*j*市GDP; $G_k$ 为*k*区域GDP; $G$ 为江苏省全省GDP; $W_{kj}$ 为*k*区域中*j*市用水量; $W_k$ 为*k*区域用水量; $W$ 为全省用水量。

### 1.3 数据来源

模型中江苏省人口、水资源可利用量、国民生产总值、区域用水量指标数据均来源于《江苏统计年鉴》。

表3 2013—2017年经济角度下江苏省用水量

空间差异总体分解

空间差异	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	
区域内 市间差异	苏北	0.0306	0.0210	0.0129	0.0158	0.0141
	苏中	0.0058	0.0049	0.0078	0.0070	0.0064
	苏南	0.0640	0.0583	0.0516	0.0543	0.0576
	贡献值合计	0.1004	0.0842	0.0723	0.0771	0.0781
	贡献率(%)	26.60	23.02	21.73	22.36	22.50
三大区域 间差异	贡献值	0.2770	0.2815	0.2604	0.2677	0.2690
	贡献率(%)	73.40	76.98	78.27	77.64	77.50
	贡献值合计	0.3774	0.3657	0.3327	0.3448	0.3471

## 2 结果分析

### 2.1 基尼系数分析

根据上述模型计算得到的社会角度和经济角度下的江苏省水资源配置基尼系数分别如图1、图2所示。

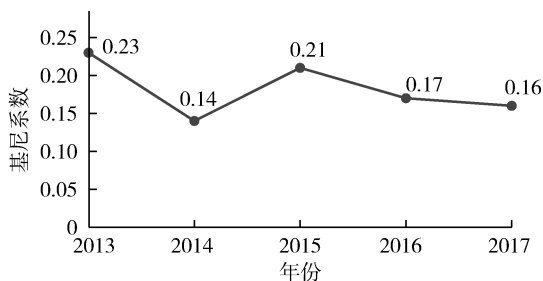


图1 2013—2017年基于社会角度的江苏省水资源配置基尼系数

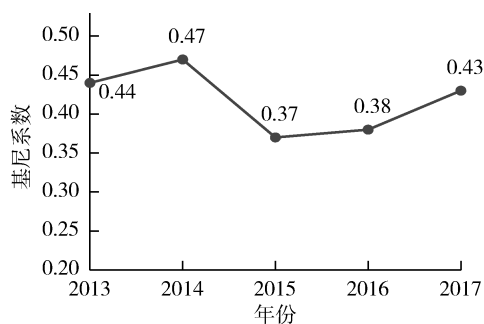


图2 2013—2017年基于经济角度的江苏省水资源配置基尼系数

基于社会角度的江苏省水资源配置基尼系数结果显示,2013—2017年,该基尼系数呈波动下降的趋势,且各年该数值均低于0.3,年均值为0.18,处于公平水平。由此可见,江苏省人口数量和水资源可利用量在空间上基本协调,配置相对公平。其中2014年、2016年和2017年基于社会角度的水资源配置基尼系数处于较低水平,2013年和2015年则对应呈比较公平状态。

基于经济角度的江苏省水资源配置基尼系数计算结果中,2013—2017年该基尼系数先上升后下降,5年的数值基本均接近或超过0.4的警戒值,年均值为0.42,呈相对不公平水平。

### 2.2 泰尔指数分析

通过基尼系数计算结果可知,经济角度下江苏省水资源配置处于不公平水平。基于泰尔指数,将经济角度下江苏省用水量总体空间差异分解为苏北、苏中、苏南三大区域间差异、区域内地市间差异,计算结果见表3。

计算结果显示,2013—2017年总泰尔指数值远高于0,说明经济角度下江苏省水资源配置存在不

公平现象,与上述经济角度下基尼系数分析结果一致。同时,该总泰尔指数呈波动下降趋势,说明经济角度下江苏省用水量空间差异在逐渐缩小,水资源配置的公平性逐渐提升。2013—2017年江苏省用水量三大区域间差异贡献率均处于73%~79%的范围,远高于区域内地市间差异贡献率,说明基于经济角度的江苏省水资源配置不公平性主要由三大区域间的用水量差异所导致。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

本研究基于基尼系数和泰尔指数,分析了社会角度和经济角度下江苏省水资源配置的公平性及其成因,得出结论如下。

a. 根据基尼系数分析结果,2013—2017年江苏省基于社会角度的水资源配置基尼系数年均值为0.18,水资源配置较公平;基于经济角度的水资源配置基尼系数年均值为0.42,呈相对不公平水平。

b. 根据泰尔指数分解结果,2013—2017年各年江苏省苏北、苏中、苏南三大区域间用水量差异对总体用水量差异的贡献程度基本处于73%~79%的范围,高于区域内地市间差异贡献率,说明基于经济角度的江苏省水资源配置不公平性主要由三大区域间的不公平性所造成。

### 3.2 建议

基于上述江苏省水资源配置公平性研究结论,为了更充分发挥水资源对经济社会的支撑作用,促进区域间均衡发展,笔者结合江苏省实际状况,提出如下对策建议。

a. 加强水资源统一配置。根据上述分析结果,江苏省存在较大的区域间水资源配置不公平问题。因此,有必要加强对苏北、苏中、苏南三区域水资源的统一配置,正确处理水资源开发利用与经济社会生态的关系、地表水与地下水的关系、过境水与可用水的关系等,结合水资源承载能力,做好水资源综合规划及监测监督,在区域间合理配置水资源,提升

水资源配置公平性,促进区域均衡发展。

**b. 优先满足人们生活用水。**上述分析得出基于社会角度的江苏省水资源配置较为公平。江苏省应继续坚持以水定人的原则,结合当地水资源量情况,加强引导人口的合理流动,合理管理当地人口数量;协调生产用水、生活用水、生态用水,在保证基本生态用水的前提下优先满足居民生活用水需求,并倡导节水生活方式,进一步提高基于社会角度的水资源配置公平性。

**c. 提高用水经济效率。**上述分析中,基于经济角度的江苏省水资源配置存在不公平性且区域间差异是其主要成因。故江苏省用水经济效率较低的地区应进一步改进生产技术、完善基础设施、提升水资源管理水平、加强区域间交流合作,提高用水经济效率,减少用水经济效率地区间尤其是三大区域间差异,增强水资源开发利用与经济增长之间的匹配程度,提高水资源配置的公平性。

**d. 完善用水量控制目标。**深入贯彻落实最严格水资源管理制度,在省内各地区和各行业合理分配用水量控制目标值,以提升江苏省水资源配置公平性。江苏省可制定并及时调整用水计划,精确到周、月、季度,定期对水资源配置公平性进行评价,确保公平性处于合理范围内,进一步提高水资源对江苏省经济社会发展的支撑作用。

#### 参考文献:

[1] 黄显峰,石志康,金国裕,等. 基于碳足迹的区域水资源优化配置模型[J]. 水资源保护,2020,36(4):47-51.

[2] 张飞,陈道胜. 世界水日、中国水周主题下的水资源发展回顾与展望[J]. 水利水电科技进展,2020,40(4):77-86.

[3] 周斌,桑学锋,秦天玲,等. 我国京津冀地区良性水资源调控思路及应对策略[J]. 水利水电科技进展,2019,39(3):6-10.

[4] FALKENMARK M, LUNDQUIST J, WIDSTRAND C. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: aspects of vulnerability in semi-arid development [J]. Natural Resources Forum, 1989,13(4):258-267.

[5] MADANI K, ZAREZADEH M, MORID S. A new framework for resolving conflicts over trans-boundary rivers using bankruptcy methods [J]. Hydrology&Earth System Sciences, 2014,18(8):3055-3068.

[6] SCHLAGER E. Challenge of governing groundwater in U. S. Western States[J]. Hydrogeology Journal,2006,14(3):350-360.

[7] 许怡,高惠珠. 水资源配置的公平与效率问题[J]. 科学信息(学术研究),2008(15):371-372.

[8] 王小军,张建云,刘九夫,等. 我国生活用水公平问题研

究[J]. 自然资源学报,2011,26(2):328-334.

[9] 张志果,邵益生. 我国城镇居民用水公平性分析[J]. 给水排水,2013(7):131-133.

[10] 董璐,孙才志,邹玮,等. 水足迹视角下中国用水公平性评价及时空演变分析[J]. 资源科学,2014,36(9):1799-1809.

[11] 江平. 效率和公平视角下我国用水定额管理案例研究[D]. 上海:华东师范大学,2016:1-72.

[12] STAKHIV E Z. Disintegrated water resources management in the U. S Union of Sisyphus and Pandora[J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2003(6):151-153.

[13] PEARSON D, WALSH P D. The deviation and use of control curve for the regional allocation of water resource [J]. Water Resources Research, 1982(7):907-912.

[14] WANG L, FANG L, HIPEL K W. Lexicographic min-max approach to fair water allocation problems [C]// IEEE International Conference On Systems. The Hague: IEEE, 2004:1038-1043.

[15] 吴旭,王玉梅. 基于基尼系数的邯郸市水资源空间分配公平性分析[J]. 水科学与工程,2015,3(2):1-5.

[16] 马海良,王若梅,誉永成. 中国省际水资源利用的公平性研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(12):70-77.

[17] 万文华,尹骏翰,赵建世,等. 南水北调条件下北京市供水可持续评价[J]. 南水北调与水利科技,2016,14(2):62-69.

[18] 宋建. 2011年与2016年新疆水资源配置公平性比较研究[J]. 水资源开发与管理,2018(8):47-52.

[19] 章恒全,杨雅婷,张陈俊. 基于基尼系数的湖北省用水公平性研究[J]. 水利经济,2019,37(1):1-6,25.

[20] 李贺娟,李万明. “一带一路”背景下西北干旱地区水资源与经济生产要素匹配关系研究[J]. 节水灌溉,2016(11):67-70.

[21] 刘德地,陈晓宏. 一种区域用水量公平性的评估方法[J]. 水科学进展,2008,19(2):268-272.

[22] 熊万军,贺加. 渝东北某区社区卫生服务人力资源现状调查[J]. 现代预防医学,2013,40(10):1880-1882.

(收稿日期:2019-12-13 编辑:罗丹)

