

# 基于负载指数的徐州市水资源 开发潜力综合分析

王 伟

(江苏省水文水资源勘测局徐州分局, 江苏 徐州 221018)

**摘要:**基于水资源负载指数,研究徐州地区近 10 年水资源开发利用程度的变化,定量分析了徐州市各区县水资源利用程度和开发潜力。结果表明:整体上徐州市水资源开发利用潜力极小,水资源自然供给不能满足人口增长和社会经济发展的需求。解决水资源供需矛盾不能只依赖外流域调水,还需提高水资源利用效率,积极开发利用降水,增强对污水、废水的重复利用能力。

**关键词:**负载指数; 水资源; 开发潜力; 徐州市

中图分类号:TV213

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)06-0045-04

## Comprehensive analysis on water resources development potential of Xuzhou City based on load index

WANG Wei

(Xuzhou Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Xuzhou 221018, China)

**Abstract:** Based on the water resources load index, the change of water resources development and utilization degree in Xuzhou in the past 10 years were studied, and the water resources utilization degree and development potential of each district and county in Xuzhou were quantitatively analyzed. The results showed that the development and utilization potential of water resources in Xuzhou was very small, and the natural supply of water resources couldn't meet the needs of population growth and social and economic development. To solve the contradiction between supply and demand of water resources, we should not only rely on the of water transfer from other basins, but also improve the efficiency of water resources utilization, actively develop and utilize precipitation, and enhance the reuse capacity of sewage and wastewater.

**Key words:** load index; water resources; development potential; Xuzhou City

社会经济迅速发展,水环境污染日益加剧,水资源短缺已成为制约很多地区社会经济可持续发展的关键因素。徐州市是淮海经济区的中心城市,工农业的可持续发展需要大量外流域调水,合理利用利用现有水资源显得格外重要。水资源负载指数充分考虑了水资源系统自然和社会的双重属性,能较为科学地表征水资源利用的实际状况<sup>[1]</sup>。因此,通过对徐州市水资源负载指数近

10 年变化进行研究评价,有利于该地区合理开发水资源,制定中长期生态环境保护和社会经济的可持续发展规划。

### 1 研究区概况

徐州市位于江苏省西北部,东经 116°22' ~ 118°40'、北纬 33°43' ~ 34°58' 之间,东西长约 210 km,南北宽约 140 km,土地总面积 11 259 km<sup>2</sup>。

收稿日期:2019-12-29

作者简介:王伟(1990—),男,工程师,硕士,主要从事水文科技、水文测量工作。E-mail:815828342@qq.com

徐州市位于淮河流域,分属 3 个水系:故黄河水系、沂沭泗水系、濉安河水系。境内有 2 个湖泊、5 座中型水库及 69 座小型水库。各水系河网密布,河、湖、库相互沟通,已初步形成具有防洪、除涝、供水、灌溉、降渍等功能的水利工程体系。气候属温带季风性气候区,既受东南季风影响,又受西北季风控制。降水量地区分布很不均匀,空间分布呈自西北向东南递增趋势,年内分配不均匀,汛期(5—9 月)总降水量占全年平均降水量的 60.0%~70.0%,多年平均降水量约为 829 mm。多年平均水资源总量约为 35.63 亿  $\text{m}^3$ ,人均拥有水资源量为 424  $\text{m}^3$ ,低于江苏省平均 470  $\text{m}^3$ /人的水平,仅为全国 2 190  $\text{m}^3$ /人的 17.8%。徐州市多年平均外调水量 8.07 亿  $\text{m}^3$ ,入境水量 52.87 亿  $\text{m}^3$ ,出境水量为 56.69 亿  $\text{m}^3$ 。一般干旱年份缺水  $5.70 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,特殊干旱年份缺水  $12.00 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,是全国 40 座严重缺水的城市之一。

## 2 研究方法 with 数据来源

### 2.1 研究方法

水资源负载指数的物理意义是区域的降水、人口和农业灌溉面积决定水资源的需求量,利用这 3 个数据与水资源量之间的关系反映水资源利用程度及判断今后水资源开发的难易程度<sup>[2]</sup>。在经济发达的地区,计算水资源负载指数时,通常用国内生产总值替代农业灌溉面积,能够更准确反映该地区水资源开发利用程度<sup>[3]</sup>。水资源负载指数计算公式为

$$C = K \sqrt{PG/W} \quad (1)$$

式中: $C$  为水资源负载指数; $P$  为人口,万人; $G$  为国内生产总值,亿元; $W$  为水资源总量,亿  $\text{m}^3$ ; $K$  为与降水有关的系数<sup>[4]</sup>。

$$K = \begin{cases} 1.0 & R \leq 200 \\ 1.0 - 0.1(R - 200)/400 & 200 < R \leq 400 \\ 0.9 - 0.2(R - 400)/400 & 400 < R \leq 800 \\ 0.7 - 0.2(R - 800)/800 & 800 < R \leq 1600 \\ 0.5 & R > 1600 \end{cases} \quad (2)$$

式中: $R$  为降水量,mm。

水资源负载指数分级评价见表 1。

### 2.2 数据来源及处理

本文采用的数据主要来自于《徐州市水资源公报》(2010—2019 年)和《2019 年徐州市统计年鉴》。

表 1 水资源负载指数分级评价

级别	C 值	水资源利用程度	今后水资源进一步评价
I	>10	很高,潜力不大	有条件时需外流域调水
II	5~10	高,潜力不大	开发条件很困难
III	2~5	中等,潜力较大	开发条件中等
IV	1~2	较低,潜力大	开发条件较容易
V	<1	低,潜力很大	兴修中小工程,开发容易

从中提取徐州市 2009—2018 年水资源总量,以及 2016 年徐州市各个区、县水资源总量,从《2018 年徐州市统计年鉴》提取徐州市各区县 GDP 和常住人口总数。将上述数据整理,带入式(1),并将计算结果进行整理。

## 3 徐州市水资源负载指数时间变化与空间分布

### 3.1 基于时间尺度上的水资源负载指数分析

以时间为评价尺度,选取徐州市 2009—2018 年的水资源量、降水量、人口、GDP 等相关数据,根据计算公式进行处理,计算得出负载指数见表 2,徐州市负载指数及相关变量见图 1。

表 2 2009—2018 年徐州市水资源状况及相关指标

年份	水资源总量/亿 $\text{m}^3$	年末常住人口/万人	GDP/亿元	C 值
2009	35.13	868.19	2390.16	29.01
2010	31.79	858.21	2971.19	37.30
2011	32.23	857.26	3589.75	39.50
2012	33.63	856.41	4060.37	42.09
2013	26.97	859.10	4568.68	56.12
2014	40.50	862.83	5020.09	35.63
2015	32.31	866.90	5383.47	47.42
2016	42.05	871.00	5882.86	38.58
2017	38.86	876.35	6605.95	43.31
2018	51.02	880.20	6755.23	31.82

依据水资源负载指数分级<sup>[4]</sup>,2009—2018 年徐州市水资源负载指数平均为 37.22,水资源开发利

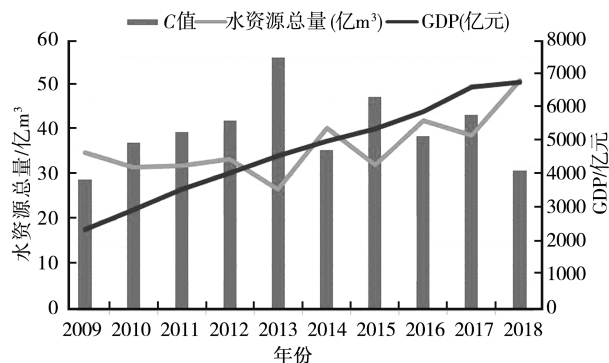


图1 徐州市负载指数及相关变量

用属于 I 级。水资源利用程度很高,开发潜力不大,城市需外流域调水。由水资源负载指数的计算公式易知,水资源负载指数与区域人口总量和 GDP 规模成正比,与降水量和水资源总量成反比<sup>[1]</sup>。徐州市人口 10 年间的共计增长为 12.01 万人,年均增长率为 0.14%。徐州经济在 2009—2018 年间呈现高速发展态势,年均增长率约为 10.95%。水资源总量年际变化较大,年径流  $C_v$  值为 0.8 左右。丰水年时徐州市水资源量可达 50 多亿  $m^3$ ;而枯水年时,水资源量仅为 20 多亿  $m^3$ 。

结合表 2 和图 1 可以看出,2009—2013 年水资源负载指数逐年增加在 2013 年达到峰值,其中我们可以看到水资源总量变化不大,常住人口较 2009 年有所下降,而 GDP 的规模在这几年却以每年 13.83% 的速度迅速发展,因此导致水资源负载指数快速上升。随着最严格水管理制度得到贯彻执行,地下水的开采受到严格控制,调水翻水工程的用越来越大:一是翻引长江水入骆马湖,二是经沙集翻水站翻引洪泽湖水入骆马湖,还可向房亭河流域供水。水资源总量有向上曲折发展的趋势,徐州市年降水量变化特征(1950—2018 年)见图 2,由图 2 可知,近 10 年徐州市年降水量略低于历年平均降水量。水资源总量有所增加,降水量基本平稳,所以我们可以看出政府不断加大对水资源管理的力度,对保护水资源起到了极为重要的作用。与此同时,徐州市 GDP 的增长速度为 8.14%,其增速有所下降,常住人口也在缓慢增加。因此,徐州市水资源负载指数一直居高不下,除与自身水资源总量、人口有关,更主要的是与社会经济的发展有直接关系。

### 3.2 基于空间尺度上的水资源负载指数分析

基于空间尺度上,将徐州市划分为 6 个评价单元(城区包含云龙区、鼓楼区、泉山区、铜山区和贾汪区),分析徐州市各区域水资源利用程度和开发

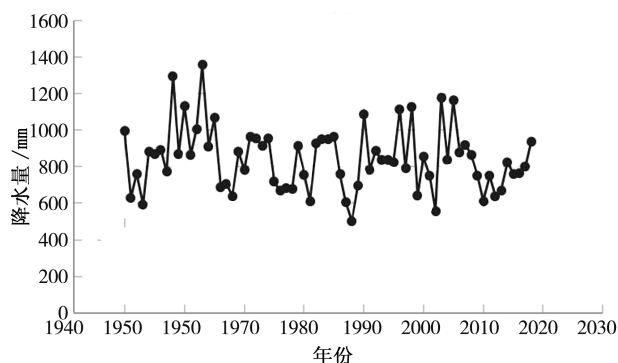


图2 徐州市年降水量变化特征(1950—2018 年)

潜力的区域差异(以 2018 年为例)。各评价单元的主要指标和水资源潜力评价结果见表 3。2018 年徐州市各区域负载指数空间分布见图 3。

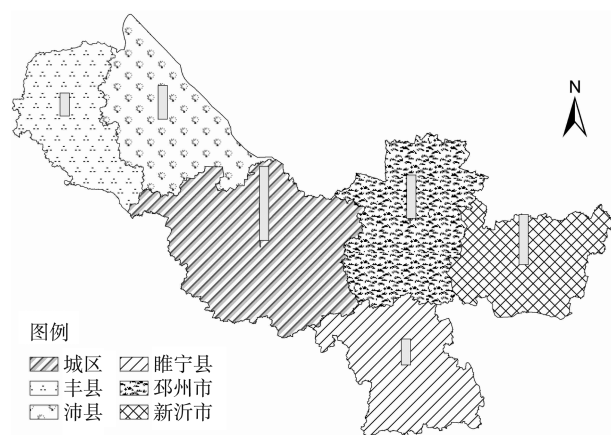


图3 2018 年徐州市各区域负载指数空间分布

在空间尺度上,各个分区的水资源负载指数均超过 10,水资源利用程度极高,属于 I 级。其中,城区开采地下水尤其岩溶水时间较长,且开采井分布集中,在长期大量开采地下水过程中,已明显地出现了地下水位持续下降。区域面积大,水资源量少,经济发展程度高,致使其水资源负载指数达到 52.93,为全市最高。丰县、睢宁县的水资源负载指数分别为 16.52、18.56,各区域差别较大。2018 年徐州市各区县 C 值及降水量见图 4。

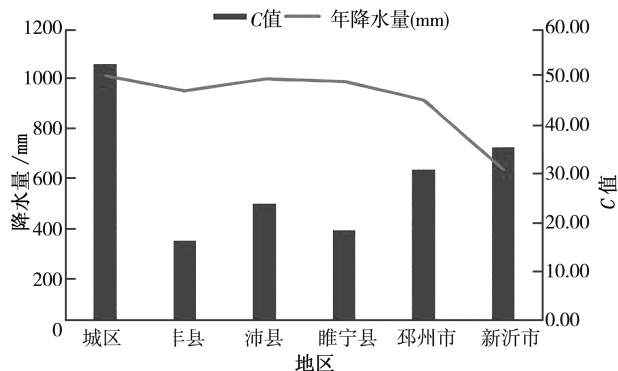


图4 2018 年徐州市各区县 C 值及降水量

表 3 2018 年徐州市城区、县水资源状况及相关指标

地区	水资源总量/亿 m <sup>3</sup>	行政面积/km <sup>2</sup>	年末常住人口/万人	GDP/亿元	水资源负载指数
城区	13.39	3062.51	335.07	3381.19	52.93
丰县	8.43	1450.28	95.05	460.14	16.52
沛县	8.09	1806.77	111.88	762.62	24.04
睢宁县	8.74	1769.34	102.80	577.30	18.56
邳州市	7.82	2084.69	144.21	920.66	31.02
新沂市	4.55	1592.30	91.19	653.32	35.72

丰沛地区与睢宁县水资源负载指数平均为 19.71,明显低于城区 52.93 和新沂市、邳州市。根据往年的《徐州市水资源公报》统计数据,丰沛地区 2018 年降水量较往年有大幅提升,且该地区的可利用地下水主要为浅层孔隙地下水,其总量短期内受降水的影响较大。结合表 3 和图 4,丰沛、睢宁地区人口与城区及邳州市差距不大,但经济方面还有一定差距,因此其水资源负载指数要较其他地区要低。2018 年新沂市受降水量影响,其地下水资源量主要是浅层孔隙地下水,所以水资源总量明显低于丰沛、邳州地区水资源量,其水资源负载指数也相应较高。

## 4 结 语

(1)徐州市水资源负载指数多年平均为 37.22,开发利用程度极高,开发利用潜力极小,各个分区水资源负载指数差异明显且均需外来调水,水资源自然供给不能满足人口增长和社会经济发展的需求。徐州市入境水量丰富,但是自身利用率不高,大中型水库较少,水库、河道库容较小,蓄水能力差。因此,提高入境水利用率,修缮河湖水库,增加其蓄水能力,将会有利于缓解该地区水资源供需矛盾。

(2)降水量是区域水资源量的主要补给源,对降水的开发利用程度直接影响区域水资源可利用

量。降水在时空分布不均,丰水时大量洪水排泄废弃;干旱时又蓄水有限,供水困难。加大对雨水资源的开发利用(如雨洪利用),做好区域水资源协调和合理配置已成为当务之急。

(3)随着经济的不断发展、人口数量不断增加,徐州市水资源的供需矛盾将会更加突出。为此,要实现徐州市社会经济的可持续发展,一方面提高现有调水工程水资源的综合利用效率;其次,水利主管部门应加强沿河、湖、库沿线居民生活及工厂生产排水管理,改善河、湖、库水质,提高水资源质量;最后,提高污水处理能力及污水重复利用率,增加水资源开发利用效率。

## 参考文献:

- [1] 杨剑,孙小舟,等. 基于负载指数的湖北省水资源开发潜力综合评价[J]. 环境工程, 2015(2):10-18.
- [2] 史鉴. 关中地区水资源合理开发与生态环境保护[M]. 郑州:黄河水利出版社, 2002.
- [3] 封志明,刘登伟. 京津冀地区水资源供需平衡及其水资源承载力[J]. 自然资源学报, 2006, 21(5):689-699.
- [4] 张丹,封志明,刘登伟. 基于负载指数的中国水资源三级流域分区开发潜力评价[J]. 资源科学, 2008, 30(10):1471-1477.