

盐城市沿海地区水资源 开发利用程度评价研究

王 军¹, 赵海娟²

(1. 大丰区新丰水利管理服务站, 江苏 盐城 224100;
2. 大丰区大桥水利管理服务站, 江苏 盐城 224100)

摘要:以盐城市沿海地区各县市为研究对象,利用模糊综合评价法来评价盐城市沿海各县市水资源的开发利用程度,评价结果表明,盐城市总体上水资源开发利用程度处于3级,但是不同县市间水资源开发利用程度不均衡,各县市水资源开发利用程度的排名依次为:亭湖区>东台市>大丰市>射阳县>响水县>滨海县。根据盐城市沿海地区不同县市的评价结果,分析了水资源开发利用中存在的主要问题并给出了水资源合理开发利用的对策和建议。

关键词:水资源;开发利用;模糊综合评价法;盐城市;沿海地区

中图分类号:TV213 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2020)01-0038-06

Research on the evaluation of water resources development and utilization degree in the coastal area of Yancheng City

WANG Jun¹, ZHAO Haijuan²

(1. Xinfeng Water Conservancy Management Service Station of Dafeng District, Yancheng 224100, Jiangsu;
2. Daqiao Water Conservancy Management Service Station of Dafeng District, Yancheng 224100, Jiangsu)

Abstract: Taking the counties and cities in the coastal areas of Yancheng as the research object, the fuzzy comprehensive evaluation method was used to evaluate the development and utilization degree of water resources in Yancheng coastal counties and cities. The evaluation results showed that the development and utilization degree of water resources in Yancheng city was in three levels on the whole, but it in different counties and cities was not balanced. The ranking of the development and utilization degree of water resources in each county and city was as follows: Tinghu District > Dongtai City > Dafeng District > Sheyang County > Xiangshui County > Binhai County. According to the evaluation results of different counties and cities in Yancheng coastal area, the main problems existing in the development and utilization of water resources were analyzed, and the countermeasures and suggestions for rational development and utilization of water resources were put forward.

Key words: water resources; development and utilization; fuzzy comprehensive evaluation method; Yancheng City; coastal areas

0 概 述

水不仅是人类生存、发展的必需品,也是世界

万物生存所不可缺少的。在目前飞速发展的经济社会中,如何能够做到合理开发、有效利用、可持续发展及保护已开发和未开发的水资源,不仅关系到

收稿日期:2019-03-27

作者简介:王军(1980—),男,工程师,主要从事农村水利工作。

地球上所有生命的生存,而且关系到人类社会未来的发展道路和方向^[1]。因此为了能够保障水资源有效地可持续利用,做到人水和谐共存发展,合理地分析和研究一个区域水资源的量、质、时空分布、开发情况(包括地表水和地下水)、利用情况、浪费现象、保护情况以及对当地生态环境的重视程度等^[2],从而发现当地在发展过程中即将出现的或者已经出现的各种问题,为科学合理地规划、分配、利用和保护水资源提供建议,进一步为保障经济社会长治久安提供参考。

众所周知,滩涂和湿地是重要的后备土地资源,而江苏省沿海地区拥有我国最广阔的滩涂和湿地。但是,在大规模沿海滩涂围垦与开发过程中,不可避免的要面临水资源保障和供给、生态环境的影响以及环境污染的控制等问题。为了避免不合理的滩涂开发引起淡水资源的短缺、环境污染、水质恶化等问题,迫切需要开展江苏沿海围垦区的水资源保障技术研究。本文以盐城市沿海地区各县市为研究对象,从水量、水质方面分析水资源的演变规律,评价盐城市沿海地区各县市水资源的开发利用程度。研究可为沿海水资源的合理配置、水资源的保护以及水资源的可持续利用提供参考。

1 研究区域概况

1.1 地理位置

盐城市隶属于江苏省,地处中国东部沿海,淮河流域下游,苏北平原中东部,位于长江三角洲经济区北缘,总面积约 16972 km²,是江苏省面积最大的地级市,其地理位置介于北纬 32°34′~34°28′、东经 119°27′~120°54′之间。

1.2 气候气象

盐城市处于亚热带向暖温带过渡性气候区,有明显的季风特征,兼有海洋性气候特征:四季分明、雨热同季、日照充足、无霜期较长、雨水亦较充沛。多年平均日照 2300 h,最多年份 2750 h,最少年份只有 1798 h;多年平均无霜期 215 d,最长年 262 d,最短年 164 d;多年平均气温 14℃,最高气温 39.1℃,最低气温 -17.3℃;盐城市多年平均降水量 1016.6 mm,多年平均蒸发量 855.0 mm。

1.3 河流水系

盐城市地处淮河下游尾间,境内河流众多,河网密布,沟渠纵横,四通八达。境内主要河流有灌河、废黄河、淮河入海水道、苏北灌溉总渠、射阳河、黄沙港、新洋港、斗龙港、串场河和通榆河等贯穿全

境,号称“百河之城”。区域内现有骨干河道 110 余条,大沟级河渠道 1800 余条,中沟级河渠道 24000 余条,小沟级河渠道 20 余万条。

1.4 行政区划

盐城市下辖亭湖(含盐城市经济开发区)、盐都 2 区,东台、大丰 2 个县级市和响水、滨海、阜宁、射阳、建湖 5 个县,计 9 个街道办事处、138 个乡镇,其中处于盐城市沿海地区的县市有响水县、滨海县、射阳县、亭湖区、大丰市和东台市。

2 水资源开发利用评价模型

2.1 构建评价指标体系的基本原则

在评价指标的选取上,应始终坚持概念的内涵、内涵的准确把握与实际评价的可操作性相统一的原则。构建水资源开发利用评价指标体系一般应遵循下述原则^[3-5]:科学性、整体性、可操作性、特殊性、独立性等。

2.2 多级模糊综合评价模型

目前,对水资源的可持续发展的研究,具有代表性的评价方法有加权计分评价法、主成分分析法、模糊综合评价法、层次分析法、主分量分析法、灰色系统分析法、综合指数法、专家系统法等。由于水资源的开发利用本身具有复杂多变性和模糊性,因此本文采用模糊综合评价数学模型进行评价。

模糊综合评价法可分为一级综合评价模型和多级综合评价模型。因为盐城市沿海地区水资源开发利用评价指标体系在评价时,涉及到分级问题且评价因子比较多,一般来说,等级划分本身中间过渡不分明性或者说相邻等级之间的界限具有模糊性,再加上评价指标体系本身是多级的,所以采用多级综合评价模型。其基本步骤为:

(1)确定评价对象。评价对象是要明确对什么目标作出评价,是分析问题的预定目标或理想结果。

(2)确定评价对象的因素集。因素就是评价对象的各种属性或性能,在不同场合,也称为参数指标或质量指标,它们综合地反映出对象的质量,即评价对象的指标体系等。

(3)确定评价对象的评语集。评语集是评价者对评价对象可能作出所有的评价结果所组成的集合。

(4)建立权重集。设 $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ 为权重分配模糊矢量, a_i 表示第 i 个因素的权重,要求 $a_i >$

0, $\sum a_i = 1$ 。A 反映了各因素的重要程度。

(5) 单因素模糊评价法。单独从一个因素出发进行评价, 以确定评价对象对评价集元素的隶属度, 称为单因素模糊评价。单因素模糊评价, 即建立一个从 U 到 $F(V)$ 的模糊映射:

$$f: U \rightarrow F(V), \forall u_i \in U, u_i \mapsto f(u_i) = \frac{r_{i1}}{v_1} + \frac{r_{i2}}{v_2} + \cdots + \frac{r_{im}}{v_m} \quad (1)$$

式中, r_{ij} 表示 u_i 属于 v_j 的隶属度。

由 $f(u_i)$ 可得到单因素评价集:

$$\tilde{R}_i = (r_{i1}, r_{i2}, \cdots, r_{im}), i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

以单因素评价集为行组成的矩阵称为单因素评价矩阵, 该矩阵是一个模糊矩阵:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

(6) 模糊综合评价。单因素模糊评价仅反映了一个因素对评价对象的影响, 这显然是不够的, 要综合考虑所有因素的影响, 便是模糊综合评价。

由单因素评价矩阵可以看出: \tilde{R} 的第 i 行反应了第 i 个因素影响评价对象取备择集中各个元素的程度; \tilde{R} 的第 j 列反映了所有因素影响评价对象取第 j 个备择元素的程度。如果对各因素作用以相应的权数 a_i , 便能合理地反应所有因素的综合影响。因此, 模糊综合评价可以表示为

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R} = (a_1, a_2, \cdots, a_n) \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \cdots, b_m) \quad (4)$$

式中: b_j 称为模糊综合评价指标, 简称评价指标。其含义为: 综合考虑所有因素的影响时, 评价对象对备择集中的第 j 个元素的隶属度。然后将权重矩阵与单因素评价进行合成。公式为

$$b_j = \bigvee_{i=1}^n (a_i \wedge r_{ij}) \quad (5)$$

(7) 评价指标处理。模糊综合评价的结果是权重 A 和关系矩阵 R 的复合运算, 不同的符合运算会有不同结果不同侧重点。本文选择相乘相加法来处理评价结果。公式如下:

$$B = A \cdot R = d_j (j = 1, 2, 3, \cdots, n) \quad (6)$$

其中, $d_j = \sum (a_i \wedge r_{ij})$

式中: \wedge 为复合运算时取最小值; d_j 为样本对第 j 级标准的隶属度; a_i 为第 i 个指标的权重; r_{ij} 为 i 个指标在第 j 级标准的隶属度。

通过对多因素层的分层划分, 可以将初始模型扩展为多层次模糊综合评价模型, 即把下一层的结果作为上一层评价的输入, 直到最上层为止。本文分成了 3 层, 即目标层、准则层、指标层。

2.3 评价指标分级标准确定

根据指标的选取和水资源开发利用特征, 将指标划分为 1~5 共 5 个评分值。在各个指标的划分标准中, 根据有关标准, 结合盐城市沿海地区的实际情况, 参考相关文献和年鉴, 得出评分标准见表 1。

3 综合评价模型在盐城市沿海地区的应用

3.1 水资源开发利用程度评价指标的确定

本文在选择评价指标的过程, 根据上一节指标选取的准则及盐城市沿海地区各县市的实际情况, 分别选择社会子系统、经济子系统、水资源子系统和生态子系统作为评价的准则层。盐城市沿海地区水资源开发利用程度评价分层指标体系见表 2。

3.2 各层次指标权重的确定

根据节层次分析法^[6-7]和盐城市沿海地区水资源开发利用程度的分层评价指标体系(表 2), 确定各层次指标的权重, 详见表 3。

3.3 盐城市水资源开发利用程度综合评价

利用多层次模糊综合评价模型, 把下一层的结果作为上一层评价的输入, 直到最上层为止。图 1 和表 4 是盐城市沿海地区各县市水资源开发利用现状评价结果, 根据上述评价结果可以看出: 盐城市全市目前水资源可持续利用处于 3 级, 目前尚处于水资源开发利用的发展阶段, 仍具有进一步的开发潜力, 但是盐城市沿海地区不同县市间水资源开发利用程度不均衡。根据各县市评价结果的级别特征值可以看出, 亭湖区水资源的开发利用程度最大, 水资源开发潜力最小; 滨海县水资源的开发利用程度最小, 水资源开发潜力最大。总体来说, 响水县、滨海县、射阳县 3 个地区的水资源开发潜力强于亭湖区、大丰市、东台市, 即亭湖区、大丰市、东台市 3 个地区的水资源开发利用程度相对较大。

由评价结果可得到各县市水资源开发利用程度的排名依次为: 亭湖区 > 东台市 > 大丰市 > 射阳

表 1 盐城市水资源开发利用程度综合评价指标评分等级标准

评价指标	很差	较差	中等	较好	很好
人口密度(人/km ²)	>400	200~400	100~200	20~100	<20
城市化率(%)	<20	20~35	35~50	50~70	>70
人均耕地(亩/人)	<0.6	0.6~0.99	0.99~1.95	1.95~3	>3
人均 GDP(元)	<4000	4000~10000	10000~25000	25000~50000	≥50000
单方水 GDP(元/m ³)	<5	5~30	30~60	60~90	>90
万元 GDP 用水量(m ³ /万元)	>400	250~400	100~250	50~100	<50
农田灌溉水有效利用系数	<0.51	0.51~0.64	0.64~0.77	0.77~0.90	>0.90
万元工业增加值用水量(m ³ /人)	>50	37~50	24~37	11~24	≤11
人均水资源量(m ³ /人)	<500	500~1100	1100~1700	1700~2300	>2300
产水模数(万 m ³ /km ²)	>80	60~80	40~60	20~40	<20
人均供水量(m ³ /人)	<200	200~400	400~600	600~1000	>1000
地下水供水比例(%)	>60	40~60	20~40	10~20	<10
供水模数(万 m ³ /km ²)	<5	5~10	10~15	15~30	>30
水资源开发率(%)	<10	10~25	25~35	35~50	>50
污径比(%)	>10	7.7~10	5.4~7.7	3.1~5.4	≤3.1
森林覆盖率(%)	<10	10~20	20~30	30~40	≥40
生态环境用水率(%)	<30	30~40	40~60	60~80	>80
水功能区水质达标率(%)	<30	30~40	40~60	60~80	>80
评分	1	2	3	4	5

表 2 盐城市沿海地区水资源开发利用程度评价指标体系

目标层	准则层及其权重	指标层
盐 城 市 沿 海 地 区 水 资 源 开 发 利 用 程 度 A	社会子系统(B1)	人口密度(C1)
		城市化率(C2)
		人均耕地(C3)
	经济子系统(B2)	人均 GDP(C4)
		单方水 GDP(C5)
		万元 GDP 用水量(C6)
		农田灌溉水有效利用系数(C7)
		万元工业增加值用水量(C8)
	水资源系统(B3)	人均水资源量(C9)
		产水模数(C10)
		人均供水量(C11)
		地下水供水比例(C12)
		供水模数(C13)
		水资源开发率(C14)
	生态子系统(B4)	污径比(C15)
		森林覆盖率(C16)
		生态环境用水率(C17)
		水功能区水质达标率(C18)

表 3 盐城市沿海地区各层次指标权重表

目标层	准则层及其权重	指标层	权重
盐城市沿海地区水资源开发利用程度 A	社会子系统(B1) 0.0934	人口密度(C1)	0.2385
		城市化率(C2)	0.1365
		人均耕地(C3)	0.6250
	经济子系统(B2) 0.4586	人均 GDP(C4)	0.1104
		单方水 GDP(C5)	0.4044
		万元 GDP 用水量(C6)	0.0486
		农田灌溉水有效利用系数(C7)	0.2699
		万元工业增加值用水量(C8)	0.1666
	水资源系统(B3) 0.3048	人均水资源量(C9)	0.1357
		产水模数(C10)	0.3657
		人均供水量(C11)	0.0803
		地下水供水比例(C12)	0.0515
		供水模数(C13)	0.1357
		水资源开发率(C14)	0.2311
	生态子系统(B4) 0.1432	污径比(C15)	0.1609
		森林覆盖率(C16)	0.1043
		生态环境用水率(C17)	0.4424
		水功能区水质达标率(C18)	0.2924

县>响水县>滨海县。对于水资源开发利用程度最大的亭湖区,开发利用的潜力较小,在今后的发展过程中可能会出现水资源短缺的现象,故今后要加强对水资源管理的重视,加大对节约用水和废水回收利用的宣传。对于水资源开发利用程度最小的滨海县来说,开发利用的潜力较大,在今后的发展过程中加强对水资源的开发利用,但是在进一步开发的过程中就要注意水环境的保护,应该加强对水资源的管理,尽力做到各地水资源开发利用的可持续发展,促进经济、政治、社会、文化、生态的和谐发展。

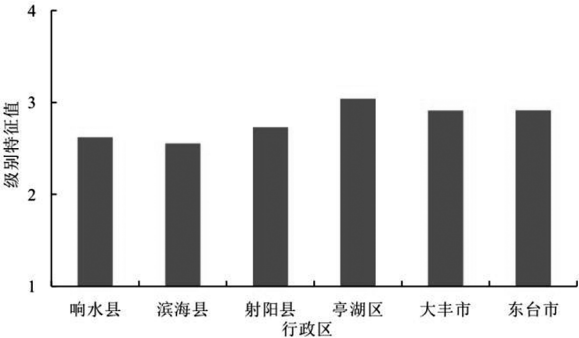


图 1 盐城市沿海地区水资源开发利用现状评价示意图

4 结 论

水资源作为城市经济社会中重要的、不可替代的自然资源之一,对城市的发展起着重要作用。本文首先根据指标体系的选取原则,确定了盐城市沿海地区水资源开发利用程度的评价指标,再根据层次分析法确定了各指标的权重,并验证了权重的分配是合理的。最后,运用模糊综合评价模型对盐城市沿海地区各县市水资源的开发利用情况进行了评价,得出盐城市沿海地区各县市水资源开发利用程度的排名依次为:亭湖区>东台市>大丰市>射阳县>响水县>滨海县,亭湖区水资源的开发利用程度最大,滨海县的最小。根据盐城市沿海地区不同县市的评价结果,分析了水资源开发利用中存在的主要问题,给出了水资源合理开发利用的对策和建议。

通过对盐城市水资源开发利用程度评价,可对盐城市沿海城市水资源开发利用程度的情况有一定了解,同时给出了一定的建议,有助于进一步优化水资源的开发利用,使其沿着高效、合理、可持续

表4 盐城市沿海地区水资源开发利用现状评价结果

地区	响水县	滨海县	射阳县	亭湖区	大丰市	东台市
级别特征值	2.6191	2.5538	2.7304	3.0400	2.9121	2.9143

的方向发展,这对盐城市经济社会的发展将起到积极推进作用。

参考文献:

- [1] WCED. Sustainable development and water statement on the WCED report “our common future”[J]. Water International, 1989, 14(3):151-152.
- [2] 董增川. 水资源规划与管理[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2008.
- [3] 李祚泳,汪嘉扬,等. 可持续发展评价模型与应用[M]. 北京:科学出版社, 2007.
- [4] 刘丹丹. 陕北地区水资源可持续利用评价[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2008.
- [5] 何小龙,梁川,王晨华,等. 云南省水资源开发利用现状的模糊综合评价[J]. 云南水力发电, 2005, 21(1):5-10.
- [6] 刘自远,刘成福. 综合评价中标权重系数确定方法探讨[J]. 中国卫生质量管理, 2006, 13(2):44-48.
- [7] 王好芳,董增川,左仲国,等. 区域水资源可持续发展指标体系的建立及其评价[J]. 水电能源科学, 2003, 21(3):27-29.