

江阴市节水型社会建设综合评价研究

高颖会¹, 戴 勇², 郑天柱², 顾斌贤², 贾仁甫²

(1. 江苏杨大汇仁生态科技有限公司, 江苏 扬州 225000;

2. 扬州大学, 江苏 扬州 225000)

摘要:通过研究江阴市节水型社会建设情况,建立起江阴市节水型社会建设综合评价指标体系,用 AHP-模糊综合评价模型对江阴市节水型社会建设的用水效率、生态效益、社会效益以及综合水平进行定量评价,并提出了相应的对策及建议。结果表明,2015 年江阴市节水型社会建设处于良好阶段,通过全面开展节水型社会建设,预计到 2020 年江阴市节水型社会建设将达到优良阶段,取得一定成效。

关键词:节水型社会; 综合评价; AHP-模糊综合评价模型; 江阴市

中图分类号:TV213.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2019)04-0018-05

Study on comprehensive evaluation of water – saving society construction in Jiangyin City

GAO Yinghui¹, DAI Yong², ZHENG Tianzhu², GU Binxian², JIA Renfu²

(1. Jiangsu Yang Da Hui Ren Ecological Science and Technology Co., Ltd., Yangzhou 225000, Jiangsu;

2. Yangzhou University, Yangzhou 225000, Jiangsu)

Abstract: By studying the construction of water – saving society in Jiangyin City, a comprehensive evaluation index system for water – saving society construction was established. The water use efficiency, ecological benefit, social benefit and comprehensive level of water – saving society were quantitatively evaluated by AHP – fuzzy comprehensive evaluation model, and the corresponding countermeasures and suggestions were put forward. The results showed that the construction of water – saving society in Jiangyin City was in a good stage in 2015. Through the comprehensive construction of water – saving society, it was expected that by 2020, the construction of water – saving society in Jiangyin City would reach an excellent stage and achieve certain results.

Key words: water – saving society; comprehensive evaluation; AHP – fuzzy comprehensive evaluation model; Jiangyin City

1 研究背景

水资源不仅是基础性的自然资源,还是战略性的经济资源,水资源的开发利用是否合理,是否能够支撑社会经济的发展,是否能够承载未来人口的增长,与经济社会的可持续发展息息相关。大量的实践和研究表明,加快节水型社会的建设步伐,提

高水资源的利用效率和效益,才能够满足城市发展和资源、人口、环境用水的需求,协调水资源系统与经济社会系统、人口系统和生态环境系统。并且,要想实现水资源的高效利用、优化配置、科学治理、有效保护,建设节水型社会是关键途径。

本文对江阴市节水型社会建设进行综合评价的目的就是要准确认识和量化江阴市节水型社会

收稿日期:2018-09-17

作者简介:高颖会(1990—),女,硕士,研究方向为水资源管理。

的建设水平,所以进行节水指标体系构建及评价研究也就尤为重要。分析和研究江阴市水资源现状,建立江阴市的节水指标体系,评估江阴市节水型社会的状况,可以科学、准确地把握江阴市节水型社会建设的进程和水平。对今后制定切实可行的节水目标、规划、政策以及水资源的开发、利用、管理决策等都具有指导作用。

2 评价指标体系的构建

2.1 江阴市水资源特点分析

江阴市南靠太湖,北邻长江,具有稠密的河网,丰富的水资源,是典型的南方丰水地区,多年平均本地水资源总量为 5.31 亿 m³,长江过境水量丰富。近年来随着城市的不断发展,江阴市用水量和排污量都大幅增加,大量的生活污水、工业废水排入河流水体,造成河流水质变差,被人们普遍认为是较为严重的水质型缺水城市,水污染和水生态环境恶化已经成为制约江阴市可持续发展的重要因素,建设节水型社会是解决江阴市水资源问题的重要举措。

2.2 评价指标遴选与体系构建

根据节水型社会评价指标体系的构建原则和所构造的层次结构模型,从江阴市的实际情况出发,将江阴市节水型社会评价指标体系分为“用水效率评价、生态效益评价、社会效益评价”3 个部分^[1]。用水效率评价包含了 13 个评价指标,生态效益评价包含了 7 个评价指标,社会效益评价包含了 6 个评价指标,具体见表 1。

3 AHP – 模糊综合评价及结果分析

3.1 AHP – 模糊综合评价模型的构建

层次分析法和模糊综合评价法两部分联合构成了 AHP – 模糊综合评价模型,其中模糊综合评价法需要在层次分析法的基础上进行,两种方法相辅相成,互为补充,评价结果的科学性与合理性大大提高^[2-3]。首先运用层次分析法计算准则层及各指标的权重,在此基础上,再用模糊综合评价法对节水型社会建设进行综合评价。本文应用 AHP – 模糊综合评价法评价江阴市节水型社会建设水平的具体步骤如下:

(1)确定评价对象为江阴市 2015 年和 2020 年的用水效益、生态效益、社会效益以及节水型社会建设的整体水平。

(2)依据评价指标体系的构建原则分层建立评

表 1 江阴市节水型社会评价指标体系

目标层 A	准则层 B	序号	指标层 C
节水型社会建设综合评价 A	用水效率评价 B1	C1	用水总量控制(亿 m ³)
		C2	万元 GDP 用水量(m ³ /万元)
		C3	人均综合用水量(m ³ /人)
		C4	城市再生水回用率(%)
		C5	节水灌溉工程控制面积比例(%)
		C6	农田灌溉水有效利用系数
		C7	亩均灌溉用水量(m ³ /亩)
		C8	万元工业增加值用水量(m ³ /万元)
		C9	工业用水重复利用率(%)
		C10	城镇综合生活用水量(L/人·d)
		C11	农村居民生活用水量(L/人·d)
		C12	节水型器具普及率(%)
		C13	城市供水管网漏损率(%)
	生态效益评价 B2	C14	重点水功能区水质达标率(%)
		C15	集中式饮用水水源地(%)
		C16	水质达标率(%)
		C17	城区生活污水集中处理率(%)
		C18	集镇建成区生活污水集中处理率(%)
		C19	地下水水位控制(m)
		C20	工业废污水排放达标率(%)
	社会效益评价 B3	C21	人均 GDP(万元)
		C22	计划用水率(%)
		C23	城镇和工业用水计量率(%)
		C24	水平衡测试率(%)
		C25	用水定额达标率(%)
		C26	管理制度执行率(%)

价指标体系,明确每一层次之间的关系。

(3)用 AHP 法计算评价指标的权重 W。

(4)将节水型社会划分为“起步阶段、初级阶段、中级阶段、良好阶段和有两阶段”5 个评价等级。

(5)根据隶属度函数公式确定各个评价指标对节水型社会各个评价等级的隶属程度,以此为据建立模糊评价矩阵 R。

(6)根据求得的评价指标的权重 W 和模糊评价矩阵 R,分三步计算,确定用水效益、生态效益、社会效益、综合水平所处的阶段。

3.2 运用层次分析法确定指标权重

层次分析法的原理为:把一个复杂的问题看成一个系统,运用系统分析思想把复杂的问题分解成若干个层次,要求该层次是有序的、相关联的,并以同一层次中的各个要素依照上一层次要素的准则,构造出判断矩阵,计算各要素的权重大小,最后将分类指标进行权重排序,并检验其一致性是否合理^[4-6]。其具体步骤为:①确定思维判断量化的

标度;②构造两两比较判断矩阵;③求判断矩阵的最大特征值及最大特征向量;④一致性检验;⑤层次总排序及其一致性检验。

在 AHP 计算软件(yaahp0.6.0)中,输入所构造的判断矩阵,并经过一致性检验,从而计算得到准则层对目标层的权重值和指标层对准则层的权重值,经归一化计算得各指标对目标层的权重值,结果如表 2 所示。

表 2 江阴市节水型社会建设评价指标权重

目标层 A	准则层 B	指标层 C	序号	归一化后指标层权重
节水型社会建设评价 A	用水效率 评价 B1 0.6002	水资源开发利用率(%)	C1	0.0300
		万元 GDP 用水量($\text{m}^3/\text{万元}$)	C2	0.0636
		人均综合用水量($\text{m}^3/\text{人}$)	C3	0.0447
		城市再生水回用率(%)	C4	0.0575
		节水灌溉工程控制面积比例(%)	C5	0.0385
		农田灌溉水有效利用系数	C6	0.0701
		亩均灌溉用水量($\text{m}^3/\text{亩}$)	C7	0.0385
		万元工业增加值用水量($\text{m}^3/\text{万元}$)	C8	0.1106
		工业用水重复利用率(%)	C9	0.0497
		城镇综合生活用水量($\text{L}/\text{人} \cdot \text{d}$)	C10	0.0352
		农村居民生活用水量($\text{L}/\text{人} \cdot \text{d}$)	C11	0.0236
		节水型器具普及率(%)	C12	0.0211
		城市供水管网漏损率(%)	C13	0.0171
	生态效益 评价 B2 0.2066	重点水功能区水质达标率(%)	C14	0.0394
		生态环境用水率(%)	C15	0.0300
		集中式饮用水水源地水质达标率(%)	C16	0.0327
		城区生活污水集中处理率(%)	C17	0.0259
		集镇建成区生活污水集中处理率(%)	C18	0.0259
		地下水水位控制(m)	C19	0.0216
	社会效益 评价 B3 0.1932	工业废污水排放达标率(%)	C20	0.0311
		人均 GDP(万元)	C21	0.0966
		计划用水率(%)	C22	0.0208
		城镇和工业用水计量率(%)	C23	0.0135
		水平衡测试率(%)	C24	0.0133
		用水定额达标率(%)	C25	0.0322
		管理制度执行率(%)	C26	0.0168

3.3 运用模糊综合评价法进行综合评价

参考国家和行业已经发布的相关标准,借鉴国内外其他城市或地区的相关评价标准,依据江阴市实际情况,并结合专家意见,将江阴市节水型社会评价指标标准划分为“起步、初级、中等、良好和优良”5 个等级。江阴市节水型社会建设评价指标的

分级标准及现状年和规划年指标值见表 3。
依据隶属度函数公式分别计算出江阴市 2015 年和 2020 年各个评价指标对各个等级的相对隶属度 r_{ij} ,从而分别求得 2015 年和 2020 年的综合评判矩阵 R 。
在确定 2015 年和 2020 年江阴市节水型社会建

表 3 江阴市节水型社会建设评价指标的分级标准及现状年和规划年指标值

指标代码	起步	初级	中等	良好	优良	2015 年	2020 年
C1	>90	70 ~ 90	50 ~ 70	30 ~ 50	<30	36.4	45.6
C2	>500	300 ~ 500	120 ~ 300	50 ~ 120	<50	46.61	43
C3	>450	400 ~ 450	350 ~ 400	300 ~ 350	<300	420	341
C4	<20	20 ~ 28	28 ~ 34	34 ~ 40	>40	31.2	35
C5	<70	70 ~ 78	78 ~ 85	85 ~ 90	>90	89.1	90
C6	<0.6	0.6 ~ 0.64	0.64 ~ 0.68	0.68 ~ 0.72	>0.72	0.652	0.67
C7	>500	450 ~ 500	400 ~ 450	350 ~ 400	<350	364	268
C8	>40	30 ~ 40	20 ~ 30	10 ~ 20	<10	11.09	10
C9	<30	30 ~ 50	50 ~ 70	70 ~ 90	>90	79.5	83
C10	>300	250 ~ 300	200 ~ 250	160 ~ 200	<160	254	167
C11	>250	200 ~ 250	150 ~ 200	100 ~ 150	<100	153	130
C12	<35	35 ~ 55	55 ~ 75	75 ~ 95	>95	99	100
C13	>20	15 ~ 20	10 ~ 15	5 ~ 10	<5	11.39	9
C14	<40	40 ~ 55	55 ~ 60	60 ~ 75	>75	65.2	85
C15	<1	1 ~ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	>4	2.4	3.5
C16	<20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 75	>75	100	100
C17	<40	40 ~ 55	55 ~ 70	70 ~ 85	>85	96.45	98
C18	<25	25 ~ 45	45 ~ 60	60 ~ 80	>80	86.18	95
C19	>70	60 ~ 70	50 ~ 60	40 ~ 50	<40	58.17	50
C20	<30	30 ~ 50	50 ~ 70	70 ~ 90	>90	100	100
C21	<0.5	0.5 ~ 3	3 ~ 5	5 ~ 10	>10	16.8	26.5
C22	<80	80 ~ 85	85 ~ 90	90 ~ 98	>98	96.06	99
C23	<40	40 ~ 60	60 ~ 80	80 ~ 95	>95	97	99
C24	<50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 80	>80	39.9	60
C25	<50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 85	>85	68.5	88
C26	<70	70 ~ 80	80 ~ 85	85 ~ 95	>95	100	100

设的各项指标的权重和隶属度之后,进行评价计算,计算分三步进行。

(1)第一步: $B = W_i \times R_i$, 其中 W_i 为指标层对准则层的权重, R_i 为指标层的隶属度矩阵。

(2)第二步: $A = B_j \times R_j$, 其中 B_j 为准则层对目标层的权重, R_j 为准则层的隶属度矩阵。

(3)第三步: 根据最大隶属度原则确定用水效率、生态效益、社会效益、综合水平所处的阶段。

2015 年和 2020 年江阴市节水型社会建设综合评价结果见表 4 和表 5。

表 4 2015 年江阴市节水型社会建设综合评价结果

阶段	起步	初级	中等	良好	优良	阶段判定
用水效率	0	0.127	0.264	0.415	0.196	良好
生态效益	0	0.048	0.231	0.281	0.440	优良
社会效益	0.0575	0.0115	0.108	0.255	0.568	优良
综合水平	0.0111	0.0884	0.227	0.356	0.318	良好

表 5 2020 年江阴市节水型社会建设综合评价结果

阶段	起步	初级	中等	良好	优良	阶段判定
用水效率	0	0	0.170	0.533	0.297	良好
生态效益	0	0	0.0523	0.342	0.605	优良
社会效益	0	0.0344	0.0344	0.180	0.751	优良
综合水平	0	0.0066	0.119	0.425	0.448	优良

根据评价结果,2015 年江阴市节水型社会建设综合水平评价处于良好阶段,其用水效率处于良好阶段,生态效益和社会效益均处于优良阶段。主要原因是江阴市高耗水行业集中,高耗水工业占主导地位,最严格水资源管理制度尚未完全落实,节水制度体系还不完备,节水产业尚未形成,资金投入

单一。随着江阴市节水型社会建设工作的全面展开,江阴市通过体制改革、产业结构调整、加大投入力度和完善节水激励机制等措施,促使各项指标同步提升,根据 2020 年节水型社会建设指标的预测值,2020 年江阴市节水型社会建设综合水平评价处于优良阶段,其用水效率处于良好阶段,生态效益和社会效益均处于优良阶段。

4 结论

本文研究结果表明,江阴市通过节水型社会建设的全面开展,成效显著。江阴市将形成经济社会快速发展与水资源高效利用协调发展的模式,不仅为水资源量相对丰沛的南方地区节水型社会建设提供借鉴,而且为全国的节水型社会建设提供示范,有效促进江阴市由传统水利向现代水利和可持续发展水利的转变,有力推进江阴市水利现代化进程。

参考文献:

- [1] Merrett S. Introduction to the Economics of Water Resources: An International Perspective [J]. UCL Press, 1997, 165(2):103.
- [2] 李凯扬,贾玉萍.基于 AHP 的期刊全文数据库的模糊综合评价[J].情报科学,2005,23(11):1688-1691.
- [3] 朱雪松,彭国雄,周文辉.基于层次分析(AHP)的公共交通枢纽换乘衔接模糊评价[J].内蒙古工业大学学报,2003,22(4):311-315.
- [4] 谢敬芬,丁占宽,解国琴.层次分析法在区域水权分配中的应用[J].河北水利,2006(1):35-36.
- [5] 周连久.层次分析法在资源配置中的应用[J].东疆学刊,1994(2):27-30.
- [6] 张明顺,钟杰青.层次分析法在城市环境规划指标体系研究中的应用[J].环境科学研究,1995,8(5):13-19.