

基于层次分析法的江苏省节水型社会建设 指标体系权重分析

高网芹¹, 贾仁甫¹, 顾斌贤², 周 华³

(1. 扬州大学建筑科学与工程学院, 江苏 扬州 225100; 2. 扬州大学环境科学与工程学院,
江苏 扬州 225100; 3. 泰州市水利局, 江苏 泰州 225300)

摘要: 从江苏省节水型社会建设实践出发, 根据“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作方针以及最严格的水资源管理制度, 结合水资源现状和经济社会发展情况, 从综合性指标、农业用水指标、工业用水指标、城镇生活用水指标、节水管理、水资源保护等方面, 提出江苏省节水型社会建设指标体系。采用层次分析法计算指标体系权重, 并与现状指标体系确定的权重进行分析, 从而验证现状确定的权重具有科学性和合理性。

关键词: 层次分析法; 节水型社会建设; 指标体系权重

中图分类号: TV214 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2018) 04-0017-05

Analysis of the weight of water saving society construction index system in Jiangsu Province based on analytic hierarchy process

GAO Wangqin¹, JIA Renfu¹, GU Binxian², ZHOU Hua³

(1. College of Civil Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225100, Jiangsu;
2. College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225100, Jiangsu;
3. Taizhou Water Conservancy Bureau, Taizhou 225300, Jiangsu)

Abstract: Starting from the practice of water-saving society construction in Jiangsu Province, according to the water conservancy policy in the new period and the most strict water resources management system, combining with the current situation of water resources and economic and social development, the index system of water saving society construction in Jiangsu province was put forward from comprehensive indicators, agricultural water indicators, industrial water indicators, urban water consumption indicators, water conservation management, water resources protection and other aspects. The weight of index system was calculated by analytic hierarchy process, and the weight determined by the current index system was analyzed, so as to verify the weight of the present situation was scientific and reasonable.

Key words: analytic hierarchy process; water saving society construction; index system weight

1 提出问题

2014 年 4 月, 习近平总书记提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水战略思想, 赋

予了新时期治水的新内涵、新要求和新任务。2015 年 4 月, 国务院发布《水污染防治行动计划》, 要求在污水处理^[1]、工业废水、全面控制污染物排放等多方面进行强力监管并启动严格问责制。2014

收稿日期: 2017-12-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71603227); 江苏省高校自然科学研究面上项目(16KJD610003)。

作者简介: 高网芹(1992-), 女, 硕士在读, 研究方向为工程管理。

通讯作者: 顾斌贤(1983-), 女, 博士, 讲师, 主要从事固体废弃物管理及水环境治理研究。

年 5 月,为落实最严格水资源管理^[2],深入推进江苏省节水型社会建设,省水利厅、省发改委联合印发了《关于开展节水型社会示范区建设的通知》,全面启动省级节水型社会示范区建设^[3]。2015 年 11 月,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》再次强调,实行最严格的水资源管理制度,落实“三条红线”,以水定产、以水定城,建设节水型社会^[4]。2016 年 4 月,国家发改委等六部门印发了《水效领跑者引领行动实施方案》,树立行业用水效率标杆,发挥示范效应,建立标准引导,促进水效提升的长效机制。水资源可持续发展是国民经济和社会发展的保障,节水型社会建设是水资源可持续利用的重要举措。故本文提出采用层次分析法评价节水型社会建设考核指标现状权重的合理性。

2 研究内容

《江苏省节水型社会示范区标准》^[5]的考核指标是衡量一个地区节水管理工作的标准,也是创建节水型社会示范区的关键所在。本标准包含指标内容、指标值以及对应的指标分值,从节水效率、节水管理、节水保障 3 个方面共选取 20 项指标,确

定各项指标以及打分分值,利用分值来确定是否达到节水型社会示范区建设标准。基于本标准指标体系以及相关资料、规划^[6-7],选取节水型社会建设相关指标,建立评价指标体系,采用层次分析法对考核指标重新计算权重,从而验证考核标准确定分值合理。

3 层次分析法建立江苏省节水型社会建设指标体系

层次分析法^[8](The analytic hierarchy process)简称 AHP,适用于定性判断和对决策结果难以直接准确计量的项目分析。或者适用于多目标的决策问题,特别是具有定性的或定性、定量兼有的决策分析。层次分析模型即指标体系主要分为 3 个层次^[9],首先目标层,即运用 AHP 方法所想要达到的目标,只有一个元素;其次准则层,即实现所要达到的目标涉及到的中间环节,一般为准则、子准则,表示衡量是否达到目标的判断准则;最后方案层,即解决问题的具体指标或者方案。

依据上述以及项目资料分析,选用 15 个相关指标建立本文评价指标体系,见表 1。第 1 级为总目标层,即 A 级;第 2 级为综合因素层,即 B 级;第

表 1 节水型社会建设考核指标体系表

一级指标 (A)	二级指标 (B)	三级指标 (C)
节水型社会建设考核指标体系	综合性指标 B ₁	万元 GDP 用水量 C ₁₁
		计划用水率 C ₁₂
	农业用水指标 B ₂	农田灌溉水利用系数 C ₂₁
		节水灌溉工程面积率 C ₂₂
	工业用水指标 B ₃	万元工业增加值用水量 C ₃₁
		工业用水重复利用率 C ₃₂
	城镇生活用水指标 B ₄	城镇供水管网漏损率 C ₄₁
		节水器具普及率 C ₄₂
		城市污水处理率 C ₄₃
		水平衡测试率 C ₅₁
	节水管理指标 B ₅	用水定额达标率 C ₅₂
		管理制度执行率 C ₅₃
		载体覆盖率 C ₅₄
	水资源保护指标 B ₆	水功能区水质达标率 C ₆₁
		集中式饮用水源地水质达标率 C ₆₂

3级为评价指标层,即C级。并对指标进行编码。

4 层次分析法确定江苏省节水型社会建设指标体系权重

确定权重步骤:构造判断矩阵、群组决策AHP、特征值法、一致性检验、层次排序及决策等。

4.1 二级评价指标权重确定

由6位专家根据自己的判断分析以及1~9标度,得出二级评价指标因素两两比较矩阵如下:

由群组决策可得综合判断矩阵为:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.5529 & 0.8584 & 0.9184 & 0.8849 & 0.9423 \\ 1.8086 & 1 & 1.6189 & 1.0177 & 1.5704 & 1.2009 \\ 1.1650 & 0.6177 & 1 & 1.7627 & 1.0198 & 1.2927 \\ 1.0889 & 0.9826 & 0.5673 & 1 & 1.6475 & 1.3991 \\ 1.1301 & 0.5673 & 0.9806 & 0.6070 & 1 & 1.2599 \\ 1.0612 & 1.2009 & 0.7736 & 0.7148 & 0.7937 & 1 \end{bmatrix}$$

由近似解法计算权重以及进行一致性检验,见表2。

表2 二级指标权重及特征值

W'_i	权向量 W_i	特征根 λ_i
$W'_1=0.8545$	$W_1=0.1394$	$\lambda_1=6.0940$
$W'_2=1.3334$	$W_2=0.2176$	$\lambda_2=6.1481$
$W'_3=1.0895$	$W_3=0.1778$	$\lambda_3=6.2855$
$W'_4=1.0576$	$W_4=0.1726$	$\lambda_4=6.2814$
$W'_5=0.8851$	$W_5=0.1444$	$\lambda_5=6.1853$
$W'_6=0.9077$	$W_6=0.1481$	$\lambda_6=6.2990=\lambda_{\max}$
$C.I.=0.0598$ $R.I.=1.24$ $C.R.=0.048 < 0.10$, 表示各项指标权重无逻辑上混乱。		
$W=(0.1394, 0.2176, 0.1778, 0.1726, 0.1444, 0.1481)$		

4.2 三级评价指标权重确定

由6位专家根据自己的判断分析,得出三级评价指标因素两两综合比较矩阵如下:

$$B_1C=\begin{bmatrix} 1 & 1.5704 \\ 0.6368 & 1 \end{bmatrix} B_2C=\begin{bmatrix} 1 & 1.0889 \\ 0.9184 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_3C=\begin{bmatrix} 1 & 1.9786 \\ 0.5054 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_4C=\begin{bmatrix} 1 & 1.2009 & 1.0889 \\ 0.7418 & 1 & 0.9635 \\ 0.9184 & 1.0379 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_5C=\begin{bmatrix} 1 & 0.8909 & 0.6680 & 0.5916 \\ 1.1225 & 1 & 0.6934 & 0.5848 \\ 1.4969 & 1.4422 & 1 & 0.8909 \\ 1.6904 & 1.7100 & 0.9407 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_6C=\begin{bmatrix} 1 & 0.8807 \\ 1.1354 & 1 \end{bmatrix}$$

计算过程同上,可得 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 、 B_6 下属各子指标权重向量分别为:

$$W_1=(0.6110, 0.3890) W_2=(0.5213, 0.4787) \\ W_3=(0.6643, 0.3357) W_4=(0.3680, 0.3009, 0.3312) \\ W_5=(0.1900, 0.2026, 0.2905, 0.3168) W_6=(0.4683, 0.5317)。$$

4.3 计算权重结果分析

节水型社会建设指标体系权重见表3。

从二级指标权重可以看出农业用水指标权重最高,其次是工业用水指标、城镇生活用水指标、节水管理指标、水资源保护指标、综合性指标。从上述各类指标权重大小可以看出万元GDP用水量、农田灌溉水利用系数、万元工业增加值用水量、城镇供水管网漏损率、载体覆盖率、集中式饮用水源地水质达标率等6个指标是节水型社会建设考核指标体系中重要组成且权重较高。2015年江苏省总用水量为460.6亿 m^3 ,其中农田灌溉用水量占总用水量的52.7%,工业用水量占27.2%,生活用水量占11.8%,林牧渔畜用水占7.9%,城镇环境用水量占0.4%;从占比可以看出农业用水占全省总用水量的比重最高,工业用水、生活用水。其次,说明节水指标体系权重计算结果与江苏省用水实际状况一致。

在江苏省内,如泰州市2015年农业用水量占全市总用水量的73.1%,一般工业用水量占全市总用水量的7.4%,生活用水量占全市总用水量8.9%;扬州市2015年农田灌溉用水量占总用水量的50.9%,工业用水量占32.7%,生活用水量占6.9%,林牧渔畜用水占4.6%,生态环境用水量占3.1%;盐城市2015年农田灌溉用水量占总用水量的78.1%,一般工业用水量占6.5%,林牧渔畜用水占9.6%,第三产业用水量占1.3%;从上述各地用水量比例可以看出农业占比最高,与计算的权重结果相一致。

5 实例分析

表 3 节水型社会建设指标体系权重表

一级指标 (A)	二级指标 (B)		三级指标 (C)	
节水型社会建设考核指标体系	综合性指标 B ₁	0.1394	万元 GDP 用水量 C ₁₁	0.6110
			计划用水率 C ₁₂	0.3890
	农业用水指标 B ₂	0.2176	农田灌溉水利用系数 C ₂₁	0.5213
			节水灌溉工程面积率 C ₂₂	0.4787
	工业用水指标 B ₃	0.1778	万元工业增加值用水量 C ₃₁	0.6643
			工业用水重复利用率 C ₃₂	0.3357
	城镇生活用水指标 B ₄	0.1726	城镇供水管网漏损率 C ₄₁	0.3680
			节水器具普及率 C ₄₂	0.3009
			城市污水处理率 C ₄₃	0.3312
			水平衡测试率 C ₅₁	0.1900
	节水管理指标 B ₅	0.1444	用水定额达标率 C ₅₂	0.2026
			管理制度执行率 C ₅₃	0.2905
			载体覆盖率 C ₅₄	0.3168
	水资源保护指标 B ₆	0.1481	水功能区水质达标率 C ₆₁	0.4683
			集中式饮用水源地水质达标率 C ₆₂	0.5317

结合《南京市高淳区节水型社会示范区建设自评估报告》《太仓市节水型社会示范区建设自评估报告》中涉及与本文中建立的江苏省节水型社会建设相关指标,并结合计算权重进行比较,见表 4。

从表 4 的比较分析可以看出,表 3 确立的江苏省节水型社会建设指标体系与实际各地自评估以及相应方案中关于节水型社会建设指标评估得分相符,说明本文确定评价指标体系是建立于一定的合理性和实践性的基础上,且权重确定与实践评估得分相符。

6 结论

(1) 通过对江苏省节水型社会建设现状、地

理位置以及 AHP 评价方法分析,参考《江苏省节水型社会示范区标准》,构建江苏省节水型社会建设考核指标体系共 15 项,其中:综合性指标 2 项,农业用水指标 2 项,工业用水指标 2 项,城镇生活用水指标 3 项,节水管理指标 4 项,水资源保护指标 2 项。采用层次分析法对江苏省节水型社会建设指标体系进行权重分析,其中综合性指标中万元 GDP 用水量与水资源保护指标中水功能区水质达标率二者的权重符合其相关关系,且权重的应用与各地实际项目评估得分相符。说明本指标体系构建具有科学性和合理性。

(2) AHP 方法计算结果与《江苏省节水型社会示范区标准》中对应的指标分值大小相比,较合理且分值打分具有可操作性,《江苏省节水型社会示范区标准》的颁布符合江苏省节水型社会

表 4 实例对比分析表

指标地区	南京市高淳区		太仓市		江苏省		权重
综合指标	单位地区生产总值用水量	10	单位地区生产总值用水量	10	万元 GDP 用水量	10	0.6110
	计划用水率	5	计划用水率	5	计划用水率	5	0.3890
农业用水指标	农田灌溉水利用系数	5.91	农田灌溉水利用系数	6	农田灌溉水利用系数	6	0.5213
					节水灌溉工程面积率		0.4787
工业用水指标	单位工业增加值用水量	6	单位工业增加值用水量	6	万元工业增加值用水量	6	0.6643
	工业用水重复利用率	4	工业用水重复利用率	4	工业用水重复利用率	4	0.3357
城镇生活用水指标	城市供水管网漏损率	4	城市供水管网漏损率	4	城镇供水管网漏损率	4	0.3680
	节水器具普及率	5	节水器具普及率	5	节水器具普及率	5	0.3009
	城市污水处理率	4	城市污水处理率	4	城市污水处理率	4	0.3312
节水管理指标	水平衡测试率	4	水平衡测试率	4	水平衡测试率	4	0.1900
	用水定额达标率	4	用水定额达标率	4	用水定额达标率	4	0.2026
	管理制度执行率	8.5	管理制度执行率	9	管理制度执行率	10	0.2905
	节水型载体覆盖率	14.8	节水型载体覆盖率	13.1	载体覆盖率	16	0.3168
水资源保护指标					水功能区水质达标率	4	0.4683
	地表水功能区水质达标率	4	地表水功能区水质达标率	3.5	集中式饮用水源地水质达标率	/	0.5317
合 计	31.36		30.78		32.23		

建设的标准，其确定的考核指标符合江苏省节水型社会建设要求，对于深入开展节约用水，推动节水型社会建设十分必要。

(3) 随着节水型社会建设，指标评价体系具有动态性，即从重数量型指标向质量、效率复合型指标转变，在农业、工业和城镇生活节水的同时更加注重制度建设、制度完善和制度执行，以促进和保障节水型社会建设可持续地、深入地开展。

(4) 落实党的“十八大”和十八届三中、四中、五中全会精神，践行创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，根据经济社会发展的新形势及新时期节水型社会建设的新要求，不断地推动节水型社会建设，提高建设水平，使江苏省节水型社会建设位于全国前列，达到示范引领的作用，为江苏省经济发展和社会可持续发展提供保障。

参考文献：

[1] 张秭媛. 新时期江苏省节水型社会建设思路与对策[J]. 中国水利, 2016(11):33-35.

[2] 《省政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》

(苏政发[2012]27号)[R]. 江苏省: 江苏省人民政府, 2012.

[3] 《江苏省节水型社会建设规划纲要》[R]. 江苏省: 江苏省水利厅, 2006.

[4] 刘飞飞, 方国华, 高颖, 刘芹. 基于最严格水资源管理制度的水质型缺水地区节水型社会建设评价[J]. 水利经济, 2016(05):42-46.

[5] 《江苏省节水型社会示范区标准》苏水资[2014]21号[R]. 江苏省: 江苏省水利厅, 江苏发展和改革委员会, 2014.

[6] 梅锦山, 郦建强, 丁跃元. 发挥规划引领作用落实“节水优先”方针对“十三五”节水型社会建设规划编制工作的思考[J]. 中国水利(节水型社会建设特刊), 2015(7):11-13.

[7] 王凌. 落实总量强度双控力推节水型社会建设[J]. 中国水利, 2016(23):30.

[8] 王曦, 张永丽, 陈康. 基于 AHP 的节水型社会建设评价[J]. 人民黄河, 2012, 34(06):80-82.

[9] 刘煜晴, 沙晓军, 袁艳梅. 基于 AHP 和 GRA 的江阴市节水型社会建设综合评价[J]. 水资源与水工程学报, 2016(06):239-243.