

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2014.02.014

苏北水利现代化评价指标体系赋权研究

张颖^{1,2}, 俞双恩^{1,2}, 陆梦恬¹

(1. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098; 2. 南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210098)

摘要: 为了能够科学、客观地评价苏北水利现代化发展水平, 在江苏省水利基本现代化指标体系的基础上, 采用基于变异系数权重的 TOPSIS 法计算出现状评价指标权重, 综合现状评价指标权重和江苏省水利基本现代化评价指标权重, 对各指标权重进行重新赋权, 进而综合评价苏北地区 6 个典型县的水利现代化水平, 以验证其合理性。研究表明, 新权重下的指标体系深入剖析了苏北地区的特点和发展需求, 紧密联系苏北地区的水利发展现状, 对于苏北地区实现水利现代化的目标具有一定的指示与导向作用。

关键词: TOPSIS 法; 苏北地区; 水利现代化; 评价指标体系; 指标权重

中图分类号: TV212.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2014)02-0171-06

Study of index weight of evaluation index system for water conservancy modernization in northern Jiangsu Province

ZHANG Ying^{1,2}, YU Shuang'en^{1,2}, LU Mengtian¹

(1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Key Laboratory of Efficient Irrigation-Drainage and Agricultural Soil-Water Environment in Southern China, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In order to scientifically and objectively evaluate the level of modernization of water conservancy development in northern Jiangsu Province, on the basis of the index system of water conservancy modernization of Jiangsu Province, the TOPSIS method based on the weight of the variation coefficient was used to calculate the weights of current evaluation indices. In comprehensive consideration of the weights of the current evaluation indices and the evaluation indices of water conservancy modernization of Jiangsu Province, the indices were weighted again, in order to comprehensively evaluate the water conservancy modernization of six typical counties in northern Jiangsu Province and to verify the rationality of the method. The study results show that the index system with new weights thoroughly reflects the characteristics of northern Jiangsu Province and meets the region's development requirements, and it is closely related with the present situation of water conservancy development in northern Jiangsu Province, providing guidance for the water conservancy modernization in this region.

Key words: TOPSIS method; northern Jiangsu Province; water conservancy modernization; evaluation index system; index weight

水利现代化是我国现代化建设的基础条件之一, 是整个现代化进程的重要组成部分。2011 年中央一号文件发布后, 江苏率先对水利现代化开展了研究, 针对全省水利发展的实际制订了江苏省水利现代化评价指标体系。由于自然地理和经济社会发展的差异, 江苏省历来被分为苏南、苏中和苏北 3 个自然经济区。苏南和苏中的经济发展状况、人民生活水平、基础设施配套等都要优于苏北地区, 基础情况不同导致实现水利现代化目标与速度的差异。苏北地区由于经济发展滞后, 导致目前水利基础设施配套不完善, 维护不到位, 用

收稿日期: 2013-10-11

作者简介: 张颖(1989—), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 主要从事水土资源规划与管理研究。E-mail: zy890315@126.com

通信作者: 俞双恩, 教授。E-mail: seyu@hhu.edu.cn

水效率偏低。江苏省水利现代化评价指标体系只在个别指标的目标值上做出了相应区分,其各个指标的权重仍按同一套方案选取,显然这样的做法有失客观,不能充分、切实地反映各地的真实情况,因此,开展苏北水利现代化评价指标体系的赋权研究,对于指导苏北水利现代化建设和评价苏北水利现代化水平、推进区域水利现代化^[1]发展具有极其重要的现实意义。

2012年,江苏省水利厅在借鉴国内外水利现代化研究成果的基础上,结合江苏省实际提出了《江苏水利基本现代化指标体系》^[2]。该体系筛选确定6大类22项指标评价江苏省水利现代化水平,具有很好的完整性、科学性和合理性,但由于江苏地域经济差异较大,如果按照统一的指标权重来测算全省的水利现代化水平,势必存在一定的缺陷。本研究旨在保持原指标不变的情况下,通过对苏北地区6个典型县区的现状进行分析评价,重新确定各项指标权重,以期能够更好地引导苏北地区水利现代化的建设工作。

1 江苏水利基本现代化指标体系简介

近10年来,国内外学者对水利现代化指标体系的构建进行了广泛研究,陶长生^[3]、潘田明^[4]初步提出了反映水利发展状况的水利现代化评价指标体系。傅春等^[5]结合我国实际,考虑到地区间水利基础设施建设、经济社会发展和科技水平的差异,在借鉴发达国家水利现代化标准和国内其他部门现代化水平的基础上,构建了具有中国特色的水利现代化评价指标体系,探索性地提出了水利现代化发展阶段的划分标准。张于喆等^[6]认为水利现代化评价方法可分为定量评价和定性评价,在构建指标体系的过程中,应兼顾经济、社会、环境三者的效益和均衡,将水利现代化指标体系分为2级。张海涛等^[7]根据当前我国水利现代化建设的特点和总体要求,通过增加水生态环境建设、水法制建设和水利管理建设等方面的评价指标,构建了更完整的水利现代化评价指标体系。

为科学引导、评价江苏各地水利现代化进程,围绕江苏水利现代化“六大体系”建设任务,江苏省水利厅对2010年12月形成的《江苏省水利现代化评价指标体系(试行)》进行了修订,广泛征求省内外有关专家和省内水利部门的意见,形成了《江苏水利基本现代化指标体系》^[8-10]。

2 基于变异系数权重的TOPSIS法

水利现代化评价模型旨在通过一定的数学统计方法,按照现代化的要求和目标,测定特定区域水利建设的各方面属性,并将这些属性以客观计算数值和主观效用的形式反映出来。本次研究利用基于变异系数权重的TOPSIS(technique for order preference by similarity to ideal solution)法综合评价模型^[11-13],对苏北地区水利现代化指标体系进行重新赋权和综合评价。以下介绍评价原理。

设有 n 个待评价的区域,每个区域有 m 个评价指标, n 个样本组成评价指标集合 $X = \{x_1, x_2, \cdots, x_n\}$,类聚成 m 个评价指标特征值向量 $x_j = \{x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj}\}$,则形成指标特征值矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

(1)

由 A 可以构成规范化的矩阵 Z' ,其元素为 Z'_{ij} :

$$Z'_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}}$$

$(i = 1, 2, \cdots, n; j = 1, 2, \cdots, m)$

(2)

构造规范化加权矩阵 Z ,其元素为 Z_{ij} :

$$Z_{ij} = W_j Z'_{ij}$$

(3)

下面利用变异系数法求各个评价指标的权重 W_j 。

计算第 j 个评价指标的变异系数 δ_j :

$$\delta_j = \frac{D}{\bar{X}_j}$$

(4)

式中: D ——第 j 个评价指标特征值的均方差; $\bar{X}_j$ ——第 j 个评价指标特征值的均值。

计算第 j 个评价指标的权重:

$$W_j = \frac{\delta_j}{\sum_{j=1}^m \delta_j}$$

(5)

确定理想解和负理想解。设 J 代表越大越优型目标集, J' 代表越小越优型目标集, 则

$$Z^* = \{(\max_i Z_{ij} \mid j \in J), (\min_i Z_{ij} \mid j \in J'), i = 1, 2, \cdots, n\} = \{Z_1^*, Z_2^*, \cdots, Z_m^*\}$$

(6)

$$Z^- = \{(\min_i Z_{ij} \mid j \in J), (\max_i Z_{ij} \mid j \in J'), i = 1, 2, \cdots, n\} = \{Z_1^-, Z_2^-, \cdots, Z_m^-\}$$

(7)

计算每个区域到理想解的距离 S_i^* 和到负理想解的距离 S_i^- :

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^*)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2}$$

(8)

计算每个区域接近于理想解的相对贴近度 C_i^* :

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1$$

(9)

若该区域与理想解重合, 则相应的 $C_i^* = 1$; 若该区域与负理想解重合, 则相应的 $C_i^* = 0$ 。

3 实 例 应 用

3.1 利用 TOPSIS 法计算指标权重

选取宿城区、宿豫区、泗阳县、东海县、淮安区和大丰市 6 个评价样本, 按照文献[7]所列的 22 个指标统计相应数值, 见表 1(* 为关键性指标)、表 2。

表 1 江苏省水利基本现代化指标体系

Table 1 Evaluation index system for water conservancy modernization in northern Jiangsu Province

一级指标		二级指标
江苏省水利基本 现代化指标体系	防洪减灾能力 X_1	流域防洪达标率* x_1 区域防洪除涝达标率 x_2 城市防洪除涝达标率 x_3
	水资源供给与效率水平 X_2	供水保证率 x_4 万元 GDP 用水量* x_5 万元工业增加值用水量 x_6
	水管理能力 X_3	水资源管理达标率 x_7 骨干河湖管理达标率 x_8 水利工程设施完好率* x_9 防汛防旱管理与应急能力 x_{10} 基层水利管理服务水平 x_{11}
	农田水利保障能力 X_4	旱涝保收田面积率* x_{12} 灌溉水利用系数 x_{13} 农村河道有效治理率 x_{14}
	河湖水质与水生态状况 X_5	水功能区水质达标率 x_{15} 集中式饮用水源地水质达标率* x_{16} 水域面积率 x_{17} 水土流失治愈率 x_{18}
	发展保障能力 X_6	重要水管理事项有效实施率 x_{19} 水利投入政策到位率* x_{20} 人才结构达标率 x_{21} 水利科技信息化水平 x_{22}

根据表 2 中数据, 利用基于变异系数权重的 TOPSIS 法求得各评价指标的权重及 Z^* 、 Z^- 值, 见表 3。根据 TOPSIS 法, 得出各区县的综合评价价值和评价结果, 见表 4。

3.2 新指标体系权重的确定

由表 3 可知, TOPSIS 法计算出的指标权重与省指标体系权重有较大差异, 这是由于 TOPSIS 法计算出的指标权重是建立在现状基础上的, 而省指标体系权重是基于水利发展要求提出的, 有一定的前瞻性。将具有未来导向意义的江苏省指标权重和反映现实发展状况的 TOPSIS 权重进行综合: 考虑防洪减灾能力的首要性

表2 2010年苏北典型县水利现代化评价指标数值

Table 2 Values of water conservancy modernization evaluation indices for typical counties of northern Jiangsu Province in 2010

地区	X_1			X_2			X_3					
	$x_1/\%$	$x_2/\%$	$x_3/\%$	$x_4/\%$	x_5/m^3	x_6/m^3	$x_7/\%$	$x_8/\%$	$x_9/\%$		$x_{10}/\%$	$x_{11}/\%$
									骨干	农水		
宿城区	75	70	70	82.0	260	35	68	70	70	40	75	55
大丰市	87	70	65	85.0	242	34	70	75	80	55	85	70
泗阳县	75	60	70	83.0	290	40	75	70	60	50	75	60
宿豫区	85	70	70	85.0	250	45	75	70	68	41	75	70
淮安区	70	60	75	81.7	368	29.5	60	70	65	50	70	65
东海县	90	55	75	75.0	400	50	75	80	60	45	85	70

地区	X_4			X_5				X_6				
	$x_{12}/\%$	x_{13}	$x_{14}/\%$	$x_{15}/\%$	$x_{16}/\%$	x_{17}	$x_{18}/\%$	$x_{19}/\%$	$x_{20}/\%$	$x_{21}/\%$	$x_{22}/\%$	
宿城区	66	0.51	66.7	69.0	81.4	8.5	44	70	65	48	60	
大丰市	65	0.55	60.0	60.0	75.0	8.5	70	85	80	60	60	
泗阳县	45	0.51	66.7	61.5	100.0	9.0	50	70	65	50	60	
宿豫区	67	0.53	72.0	75.0	83.0	9.0	70	75	60	50	60	
淮安区	61	0.52	68.8	57.0	90.8	10.5	65	70	60	50	50	
东海县	68	0.53	75.0	40.0	60.0	6.2	65	80	60	60	50	

注:表中数据是在广泛征求当地水利部门意见的基础上确定;骨干代表骨干工程,农水代表农水工程。

表3 各评价指标权重及Z值

Table 3 Weights of evaluation indices and Z values

二级指标	权重	Z^+	Z^-	二级指标	权重	Z^+	Z^-
x_1	0.0403	0.0184	0.0143	x_{12}	0.0563	0.0250	0.0166
x_2	0.0417	0.0185	0.0145	x_{13}	0.0116	0.0050	0.0046
x_3	0.0214	0.0092	0.0080	x_{14}	0.0304	0.0136	0.0109
x_4	0.0181	0.0077	0.0068	x_{15}	0.0798	0.0398	0.0212
x_5	0.0824	0.0271	0.0448	x_{16}	0.0674	0.0333	0.0200
x_6	0.0787	0.0240	0.0407	x_{17}	0.0651	0.0321	0.0189
x_7	0.0340	0.0147	0.0118	x_{18}	0.0729	0.0339	0.0213
x_8	0.0232	0.0105	0.0091	x_{19}	0.0340	0.0157	0.0129
x_9	0.0449	0.0217	0.0163	x_{20}	0.0480	0.0240	0.0180
x_{10}	0.0318	0.0142	0.0117	x_{21}	0.0416	0.0192	0.0153
x_{11}	0.0392	0.0172	0.0135	x_{22}	0.0367	0.0158	0.0132

表4 各区县的综合评价结果

Table 4 Comprehensive evaluation results of study districts and counties

评价地区	S_i^+	S_i^-	C_i^+	TOPSIS 评价结果
宿城区	0.0188	0.0288	0.6057	④
大丰市	0.0140	0.0321	0.6967	①
泗阳县	0.0209	0.0252	0.5462	⑤
宿豫区	0.0167	0.0321	0.6615	②
淮安区	0.0188	0.0293	0.6180	③
东海县	0.0372	0.0158	0.2978	⑥

注:TOPSIS 评价结果表示得分排序的先后顺序。

和重要性,取原体系70%、TOPSIS法30%;苏北地区农田水利的主导地位及区域防洪权重适当增加;考虑现行用水保障及水资源利用率低下,取原体系70%、TOPSIS法30%;综合考虑苏北地区生态水利的发展地位与全省未来发展趋势,取原体系50%、TOPSIS法50%;考虑到苏北地区是粮食主产区,农田水利保障能力不容忽视,综合比较2种权重并适当增加;考虑到苏北地区的经济状况,管理等各项保障措施^[14-15]的到位率受到限制,取原体系30%、TOPSIS法70%并适当减少,结果见表5。

3.3 结果与分析

江苏省水利现代化评价指标体系权重囊括全省各地,综合考虑了整个江苏的基础以及未来发展定位,不能充分反映地区差异性;TOPSIS法所得指标权重能充分反映该地区的实际发展状况,但过分依附于现状,未

能充分反映未来水利的发展趋向,具有很大的局限性。新指标体系权重综合考虑了苏北水利现状和发展趋向,并结合地区发展定位以及地区特色产业等,客观性与科学性并存,基本上反映了苏北水利现代化建设的特色。

根据江苏省水利基本现代化评价指标体系和新计算出的指标体系,并结合 2020 年的目标值,对 6 个典型县进行评价并打分。评分结果如下:江苏省水利现代化评价指标体系下,宿城区、大丰市、泗阳县、宿豫区、淮安区、东海县得分分别为 71.88、75.98、69.40、74.45、69.25、69.04;新指标体系下,得分分别为 71.14、74.89、68.73、74.36、69.88、67.41。由此得出各典型县 2010 年水利现代化现状发展程度排序:(a)TOPSIS 法:大丰市>宿豫区>淮安区>宿城区>泗阳县>东海县;(b)江苏省指标体系:大丰市>宿豫区>宿城区>泗阳县>淮安区>东海县;(c)新指标体系:大丰市>宿豫区>宿城区>淮安区>泗阳县>东海县。

根据以上结果可知:2010 年苏北地区各县得分均不高,距离江苏省基本实现水利现代化的目标还有一定差距。新评价指标体系权重与江苏省评价指标体系权重下各典型县(区)得分排序除淮安超越泗阳外,其余县区排序基本不变,事实上淮安区无论从经济发展状况,还是从水利基础设施建设、设施维护管理、水利用率以及水管理能力等方面都较泗阳县领先,现状水利现代化水平超过泗阳县也是符合实际的,说明新权重下的指标体系能够与江苏省水利现代化未来大的发展方向相契合,体现了新指标体系权重的科学性。

4 结 语

本研究在依据江苏省水利基本现代化评价指标体系指标项的基础上,通过 TOPSIS 法计算了苏北 6 个典型县 2010 年各评价指标的现状权重,重新确定了评价指标体系中各指标项的权重值,通过对 6 个区县现状水平的综合评价验证了新体系的合理性。研究结果表明,按照本研究的赋权方法确定的指标权重能大致反映苏北地区的水利发展现状,提高了新指标体系的针对性和客观性;通过指标权重测算,分析了各典型县区水利现代化发展过程中的薄弱环节和有利因素。该研究旨在对苏北调整水利现代化发展策略,更快更好地实现水利现代化建设目标提供借鉴意义。

参考文献:

[1] 张淑华. 推进区域水利现代化的几点思考[J]. 水利经济,2010,28 (5):46-49. (ZHANG Shuhua. Some ideas about modernization of regional water resources[J]. Water Economics,2010,28 (5):46-49. (in Chinese))
[2] 江苏省水利厅. 江苏水利现代化规划(2011—2020)[R]. 江苏省水利厅,2012:18-19.
[3] 陶长生. 对水利现代化几个问题的思考[J]. 江苏水利,2000(7):12-13. (TAO Changsheng. A few questions thinking to the modernization of water conservancy[J]. Jiangsu Water Resources,2000(7):12-13. (in Chineses))
[4] 潘田明. 实现水利现代化若干问题的思考[J]. 浙江水利科技,2000(5):5-8. (PAN Tianming. A few questions thinking to realize water conservancy modernization[J]. Zhejiang Hydrotechnics,2000(5):5-8. (in Chinese))
[5] 傅春,杨志峰,刘昌明. 水利现代化的内涵及评价指标体系的建立[J]. 水科学进展,2002,13(4):502-506. (FU Chun, YANG Zhifeng, LIU Changming. Connotation and evaluation index system for water conservancy modernization[J]. Advances in Water Science,2002,13(4):502-506. (in Chinese))

表 5 新指标体系评价指标权重的确定
Table 5 Determination of weights of evaluation indices in new index system

一级指标	二级指标	原指标权重	TOPSIS 法所得权重	新指标权重
X ₁	x ₁	8	4.03	7
	x ₂	6	4.17	8
	x ₃	6	2.14	5
X ₂	x ₄	7	1.81	5
	x ₅	6	8.24	7
	x ₆	3	7.87	5
X ₃	x ₇	3	3.42	2
	x ₈	3	2.32	2
	x ₉	6	4.49	4
X ₄	x ₁₀	6	3.18	4
	x ₁₁	2	3.92	2
	x ₁₂	5	5.63	6
X ₅	x ₁₃	3	1.16	3
	x ₁₄	4	3.04	6
	x ₁₅	8	7.98	8
X ₆	x ₁₆	3	6.74	5
	x ₁₇	4	6.51	5
	x ₁₈	2	7.29	5
X ₆	x ₁₉	3	3.40	3
	x ₂₀	6	4.80	4
	x ₂₁	3	4.16	2
	x ₂₂	3	3.67	2

[6] 张于喆,史清琪,张岳.我国水利现代化的评价指标体系[J].人民黄河,2003,25(11):4-6. (ZHANG Yuzhe,SHI Qingqi,ZHANG Yue. Evaluation index system of water conservancy modernization in China[J]. Yellow River,2003,25(11):4-6. (in Chinese))

[7] 张海涛,谢新民,杨丽丽.水利现代化评价指标体系与评价方法研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2010,8(2):107-113. (ZHANG Haitao,XIE Xinmin,YANG Lili. Study on evaluation index system and evaluation method for water modernization in China[J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research,2010,8(2):107-113. (in Chinese))

[8] 江苏省水利厅.江苏水利现代化建设总体规划报告[R].江苏省水利厅,2004:6-7.

[9] 叶健.江苏水利现代化发展进程评估与展望[J].水利发展研究,2010(6):11-14. (YE Jian. The process evaluation and prospect of Jiangsu water conservancy modernization [J]. Water Resources Development Research, 2010 (6): 11-14. (in Chinese))

[10] 中国水利现代化研究课题组.中国水利现代化的内涵及其评价指标体系[J].中国水利,2004(4):31-34,37. (Water conservancy modernization research group of China. The connotation of water conservancy modernization and its evaluation index system of China[J]. China Water Resources,2004(4):31-34,37. (in Chinese))

[11] 张志芬,王江.基于TOPSIS模型的区域水资源承载力评价方法简介[J].内蒙古水利,2009(6):62-63. (ZHANG Zhifen,WANG Jiang. Introduction of regional water resources carrying capacity evaluation method based on TOPSIS model[J]. Inner Mongolia Water Resources,2009(6):62-63. (in Chinese))

[12] 张忠海,方崇.TOPSIS模型在农业科技成果综合评价中的应用[J].安徽农业科学.2012,40(17):9493-9495. (ZHANG Zhonghai,FANG Chong. A TOPSIS comprehensive evaluation of agricultural sci-tech achievements[J]. Journal of Anhui Agri Sci,2012,40(17):9493-9495. (in Chinese))

[13] 陈亮亮,马亮,赵经华.变异系数权重TOPSIS法在节水灌溉方案评价中的应用[J].水资源与水工程学报,2010,21(1):95-100. (CHEN Liangliang,MA Liang,ZHAO Jinghua. Application of TOPSIS method by variation coefficient weight to water-saving irrigation schemes[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering,2010,21(1):95-100. (in Chinese))

[14] 方国华,高玉琴,谈为雄,等.水利工程管理现代化评价指标体系的构建[J].水利水电科技进展,2013,33(3):39-44. (FANG Guohua,GAO Yuqin,TAN Weixiong, et al. Establishment of evaluation index system for modernization of water conservancy project management [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2013, 33 (3): 39-44. (in Chinese))

[15] 马骏,章仁俊.农村水利现代化保障措施研究[J].水利经济,2006,24(3):4-6. (MA Jun,ZHANG Renjun. Researches on guarantee measures of modernization of Zhejiang's rural water resources [J]. Water Economics, 2006, 24 (3): 4-6. (in Chinese))

· 简讯 ·

第十二届中国水论坛将在福州市召开

为更好地研讨和解决中国面临的水问题,由中国自然资源学会水资源专业委员会、中国可持续发展研究会水问题专业委员会、中国水利学会水资源专业委员会等主办,河海大学、武汉大学、清华大学等协办的第十二届中国水论坛将于2014年10月31日在福建省福州市召开。

会议主题为变化环境下的水科学与防灾减灾,主要议题:(a)变化环境下流(区)域水循环;(b)变化环境下区域水资源可持续发展;(c)水与空间信息科学;(d)水与灾害。会议电子文件请浏览网站:www.meeting.edu.cn(中国学术会议在线)。

(本刊编辑部供稿)