

文章编号:1672-3961(2008)02-0086-06

模糊可变评价模型在山东省农村水利 现代化水平评价中的应用

赵然杭, 刘晓丽

(山东大学土建与水利学院, 山东 济南 250061)

摘要:农村水利现代化是实现水利现代化和农业现代化的前提和基础条件,科学合理地评价和衡量农村水利现代化水平,对正确把握水利现代化进程的宏观方向,指导农村水利现代化建设和实现水利现代化具有重大意义.本文以可变模糊集理论为基础,利用模糊可变评价模型对山东省的农村水利现代化水平进行了综合评价,结果表明该模型合理简单,可靠性实用性强,适用于农村水利现代化水平的评价.

关键词:模糊可变评价模型;农村水利现代化水平;评价

中图分类号:S27 **文献标志码:**A

Application of the variable fuzzy set theory in assessment of the modernization level in rural areas of Shandong Province

ZHAO Ran-hang, LIU Xiao-li

(School of Civil Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: The rural water resources modernization is the precondition and the foundation for realizing the modernization of water resources and agriculture, of which scientifically assessment and measurement has an important purpose in the instruction of the construction of rural water resources and realization of the modernization of water resources. The variable fuzzy set model was applied in a comprehensive assessment of the rural water resources modernization level of Shandong Province. The results indicate that this model is reasonable, simple, more reliable and practicable. It can be applied in a similar assessment of other regions.

Key words: variable fuzzy set model; the modernization level in rural areas; assessment

0 引言

农村水利现代化作为实现水利现代化的重要组成部分,是实现农业现代化的基础条件,是解决“三农”问题、促进社会和谐发展重要的物质和技术条件,也是21世纪农村水利工作所面临的重要任务之一.改革开放以来,我国工农业生产飞速发展,经济实力迅速增强,新的时代赋予了农村水利现代化新的定义和更加丰富的内涵.如何建立一套科学的农村水利现代化评价指标体系,选用合适的评价方法科学地衡量农村水利现代化发展水平,对正确把握水利现代化进程的宏观方向,指导农村水利现代化建设和实现水利现代化具有重大意义.

收稿日期:2006-12-07

基金项目:水利部科技创新项目(scxc2005-01);高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(9014102)

作者简介:赵然杭(1969-),男,山东沂水人,博士,副教授,主要研究方向为水文水资源与工程模糊集理论.

E-mail: ranhang-z@sdu.edu.cn

本文参考文献^[1]提出的以模糊可变集合为核心的可变模糊集理论,结合山东省农村水利现代化发展情况,利用可变模糊集合评价方法,在合理地确定样本指标对各级指标标准区间的相对隶属度和相对隶属函数的基础上,通过变化模型及其参数,确定出山东省农村水利现代化水平的评价等级,提高对样本等级评价的可信度,从而为山东省农村水利现代化发展提供决策依据。

1 山东省农村水利现代化水平指标评价体系的构成

农村水利现代化涉及经济、社会、技术、资源、生态等诸多方面,是一项复杂的系统工程,科学设置评价农村水利现代化水平的指标体系,是客观反映农村水利现代化水平的重要依据.根据我国的国情,考虑到地区间经济社会发展的不平衡和科技水平较低的现状,在借鉴国际上现代化标准的基础上,参考有关研究^[2-5],建立农村水利现代化水平的指标体系如图 1 所示。

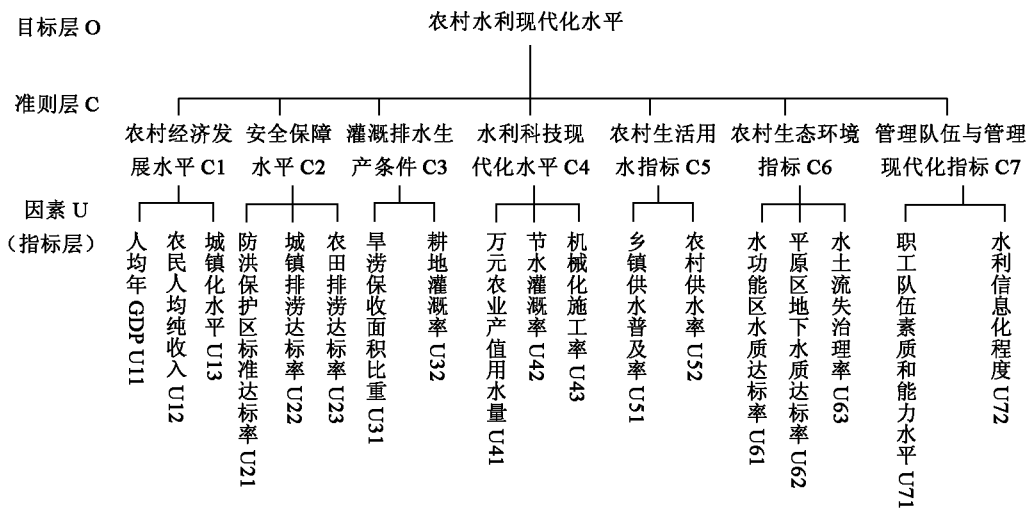


图 1 农村水利现代化水平综合评价指标体系

Fig.1 Comprehensive assessment system of the modernization level in rural area

图 1 中,整个农村水利现代化水平评价指标体系由 7 个主体指标和 18 个群体指标组成,各指标的具体含义如下:

(1) 经济发展水平(C_1)是反映农村经济总体水平的主体指标.全省人均 GDP(U_{11})反映全省经济的发展水平和经济增长速度.通过农民年人均纯收入(U_{12})可以观察农村水利现代化进程中农民实际收入水平以及扩大再生产的能力.城镇化水平(U_{13})是非农经济活动转化为城市的经济要素的过程。

(2) 安全保障水平(C_2)是保障人民群众生命财产安全和农业生产发展的必要前提.包括防洪保护区标准达标率(U_{21})、城镇排涝达标率(U_{22})和农田排涝达标率(U_{23})。

(3) 灌溉排水生产条件(C_3)反映了农田水利化程度,由旱涝保收面积比重(U_{31})和耕地灌溉率(U_{32})两项指标组成。

(4) 水利科技现代化水平(C_4),先进的科学技术是实现农村水利现代化的关键.万元农业产值用水量(U_{41})综合反映了一个地区的经济发展水平、产业结构、水资源管理水平和科技进步状况.节水灌溉率(U_{42})反映了一个地区高标准节水灌溉新技术推广应用情况.机械化施工率(U_{43})反映了推广应用先进技术装备和技术手段的情况。

(5) 农村生活用水指标(C_5)是反映全面建设小康社会的指标,是反映水利产业现代化的一项关键性指标.乡镇供水指标(U_{51})反映了乡镇驻地及周围地区居民生活供水状况.农村供水指标(U_{52})反映了农村人畜吃水状况。

(6) 农村生态环境指标(C_6)是反映农村水土资源环境的综合性指标.包括水功能区水质达标率(U_{61})、平原区地下水超采率(U_{62})和水土流失治理率(U_{63})。

(7) 管理队伍与管理现代化指标(C_7)是反映农村水利现代化管理水平的重要指标.水利职工队伍素质和能力水平(U_{71})反映了水利职工的整体素质和能力水平.水利信息化程度(U_{72})反映了水利工程管理手段现代化和信息资源共享水平.

2 山东省农村水利现代化水平模糊可变综合评价^[6-8]

根据参考文献^[6],以相对隶属函数表示的模糊可变评价模型如下.

$$v_{\underline{A}}(u)_h = \frac{1}{1 + \left(\frac{d_{gh}}{d_{bh}}\right)^\alpha} \quad (1)$$

其中, $v_{\underline{A}}(u)_h$ 为评价对象 u 对 \underline{A} 的相对隶属度; d_{gh}, d_{bh} 为参考连续统任一点指标 i 特征值的相对隶属度 $\mu_{\underline{A}}(u)_{ih}, \mu_{\underline{A}^c}(u)_{ih}$ 与左、右极点的广义权距离; α 为优化准则参数,取2或1.

通过分析山东省解放以来,尤其改革开放以来经济社会、农村水利的发展情况和国内外现代水利建设经验教训,参考国内外有关研究成果,根据山东省委提出的“2020年全省总体上基本实现现代化”的奋斗目标,将农村水利现代化在不同发展水平时期的发展过程划分为准备、起步、初期、中期和基本实现五个发展阶段.各项指标在不同发展阶段的指标标准值以及2000年山东省农村水利现代化各项指标实际达到值分别如表1、表2所示(见宋继峰文).其中 $X_1 \sim X_{18}$ 依次对应为图1中 $U_{11} \sim U_{72}$ 18个指标.

表1 农村水利现代化水平评价标准(%)
Table 1 Evaluation standard of modernization level in rural areas

评价指标	准备阶段	起步阶段	初期阶段	中期阶段	实现阶段
X_1	5000-8000	8000-12000	12000-18000	18000-25000	25000-40000
X_2	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-6000	6000-8000
X_3	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
X_4	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85
X_5	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95
X_6	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
X_7	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75
X_8	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95
X_9	1600-1400	1400-1200	1200-1000	1000-800	800-600
X_{10}	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75
X_{11}	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
X_{12}	65-75	75-85	85-95	95-100	100
X_{13}	35-50	50-65	65-80	80-95	95-100
X_{14}	60-65	65-75	75-85	85-95	95-100
X_{15}	45-35	35-30	30-20	20-10	10-0
X_{16}	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95
X_{17}	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85
X_{18}	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100

表2 2000年山东省农村水利现代化个项指标实际达到值
Table 2 The practical values of every parameters of the modernization level in rural areas in Shandong Province in 2000

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
9555	2659	38	40	60	70	56	73	1440	31	70	78	50	80	49	63	56	60

根据表1,5个阶段(级别)的标准值区间矩阵 I_{ab} 如下.

$$I_{ab} = \begin{bmatrix} [5000, 8000] & [8000, 12000] & [12000, 18000] & [18000, 25000] & [25000, 40000] \\ [1000, 2000] & [2000, 3000] & [3000, 4000] & [4000, 6000] & [6000, 8000] \\ [20, 30] & [30, 40] & [40, 50] & [50, 60] & [60, 70] \\ [35, 45] & [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] & [75, 85] \\ [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] & [75, 85] & [85, 95] \\ [40, 50] & [50, 60] & [60, 70] & [70, 80] & [80, 90] \\ [25, 35] & [35, 45] & [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] \\ [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] & [75, 85] & [85, 95] \\ [1600, 1400] & [1400, 1200] & [1200, 1000] & [1000, 800] & [800, 600] \\ [25, 35] & [35, 45] & [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] \\ [50, 60] & [60, 70] & [70, 80] & [80, 90] & [90, 100] \\ [65, 75] & [75, 85] & [85, 95] & [95, 100] & [100, 100] \\ [35, 50] & [50, 65] & [65, 80] & [80, 95] & [95, 100] \\ [60, 65] & [65, 75] & [75, 85] & [85, 95] & [95, 100] \\ [45, 35] & [35, 30] & [30, 20] & [20, 10] & [10, 0] \\ [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] & [75, 85] & [85, 95] \\ [35, 45] & [45, 55] & [55, 65] & [65, 75] & [75, 85] \\ [50, 60] & [60, 70] & [70, 80] & [80, 90] & [90, 100] \end{bmatrix} = ([a, b]_{ih}).$$

依据标准值区间矩阵 I_{ab} , 构造变动区间的范围值矩阵 I_{cd} 如下.

$$I_{cd} = \begin{bmatrix} [5000, 12000] & [5000, 18000] & [8000, 25000] & [12000, 40000] & [18000, 40000] \\ [1000, 3000] & [1000, 4000] & [2000, 6000] & [3000, 8000] & [4000, 8000] \\ [20, 40] & [20, 50] & [30, 60] & [40, 70] & [50, 70] \\ [35, 55] & [35, 65] & [45, 75] & [55, 85] & [65, 85] \\ [45, 65] & [45, 75] & [55, 85] & [65, 95] & [75, 95] \\ [40, 60] & [40, 70] & [50, 80] & [60, 90] & [70, 90] \\ [25, 45] & [25, 55] & [35, 65] & [45, 75] & [55, 75] \\ [45, 65] & [45, 75] & [55, 85] & [65, 95] & [75, 95] \\ [1600, 1200] & [1600, 1000] & [1400, 800] & [1200, 600] & [1000, 600] \\ [25, 45] & [25, 55] & [35, 65] & [45, 75] & [55, 75] \\ [50, 70] & [50, 80] & [60, 90] & [70, 100] & [80, 100] \\ [65, 85] & [65, 95] & [75, 100] & [85, 100] & [95, 100] \\ [35, 65] & [35, 80] & [50, 95] & [65, 100] & [80, 100] \\ [60, 75] & [60, 85] & [65, 95] & [75, 100] & [85, 100] \\ [45, 30] & [45, 20] & [35, 10] & [30, 0] & [20, 0] \\ [45, 65] & [45, 75] & [55, 85] & [65, 95] & [75, 95] \\ [35, 55] & [35, 65] & [45, 75] & [55, 85] & [65, 85] \\ [50, 70] & [50, 80] & [70, 90] & [70, 100] & [80, 100] \end{bmatrix} = ([c, d]_{ih}).$$

依据对指标 i 的物理分析与实际情况, 确定指标 i 级别 h 的 M 矩阵如下.

$$M = \begin{bmatrix} 5000 & 8000 & 15000 & 25000 & 40000 \\ 1000 & 2000 & 3500 & 6000 & 8000 \\ 20 & 30 & 45 & 60 & 70 \\ 35 & 45 & 60 & 75 & 85 \\ 45 & 55 & 70 & 85 & 95 \\ 40 & 50 & 65 & 80 & 90 \\ 25 & 35 & 50 & 65 & 75 \\ 45 & 55 & 70 & 85 & 95 \\ 1600 & 1400 & 1100 & 800 & 600 \\ 25 & 35 & 50 & 65 & 75 \\ 50 & 60 & 75 & 90 & 100 \\ 65 & 75 & 90 & 100 & 100 \\ 35 & 50 & 72.5 & 95 & 100 \\ 60 & 65 & 80 & 95 & 100 \\ 45 & 35 & 25 & 10 & 0 \\ 45 & 55 & 70 & 85 & 95 \\ 35 & 45 & 60 & 75 & 85 \\ 50 & 60 & 75 & 90 & 100 \end{bmatrix}.$$

指标 $i = 1, 2, \dots, 18$; 级别 $h = 1, 2, \dots, 5$.

根据评价指标实测值,判断 x 落入 M 点左侧或是右侧,分别应用相对差异函数公式(见陈守煜,郭瑜文),以及矩阵 I_{ab}, I_{cd}, M 中的对应数据计算指标 i 级别 h 的相对隶属度矩阵 $\mu_A(u)$.

得到 $i = 1, 2, \dots, 18$,对级别 $h = 1, 2, \dots, 5$ 的各单指标相对隶属度矩阵如下.

$$\mu_A(u_{ih})_{18 \times 5} = \begin{bmatrix} 0.306 & 0.806 & 0.194 & 0.000 & 0.000 \\ 0.171 & 0.671 & 0.330 & 0.000 & 0.000 \\ 0.100 & 0.600 & 0.400 & 0.000 & 0.000 \\ 0.750 & 0.250 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.250 & 0.750 & 0.250 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.500 & 0.500 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.450 & 0.550 & 0.050 \\ 0.000 & 0.100 & 0.700 & 0.400 & 0.000 \\ 0.600 & 0.400 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.700 & 0.300 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.500 & 0.500 & 0.000 & 0.000 \\ 0.350 & 0.850 & 0.150 & 0.000 & 0.000 \\ 0.500 & 0.500 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.250 & 1.000 & 0.250 & 0.000 \\ 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.400 & 0.600 & 0.400 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.450 & 0.600 & 0.050 & 0.000 \\ 0.500 & 0.500 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}.$$

应用文献^[9]提出的确定指标权重重要性排序一致性定理,对指标二元比较判断,并利用语气算子与相对隶属度之间的关系表,得到 18 项评价指标归一化的权向量如下.

$$W = (0.085, 0.085, 0.038, 0.115, 0.038, 0.038, 0.062, 0.077, 0.096, 0.043, 0.029, 0.049, 0.049, 0.049, 0.020, 0.029, 0.049, 0.049). \tag{2}$$

应用模型(1),采用不同模型参数和权重时,样本对级别 h 的综合相对隶属度向量 $v_A(u)$ 计算结果如表

3所示.

表3 采用不同参数和权重后的计算结果表
Table 3 Computed results with different parameters and weights

序号	参数取值	采用权重	归一化后的综合相对隶属度 $V_a^0(u)$	级别特征值 H_i
1	$\alpha = 1, p = 1$	(2)	(0.277, 0.367, 0.260, 0.093, 0.003)	2.178
2	$\alpha = 2, p = 1$	(2)	(0.257, 0.501, 0.220, 0.021, 0.000)	2.003
3	$\alpha = 1, p = 1$	等权重	(0.276, 0.368, 0.268, 0.085, 0.003)	2.171
4	$\alpha = 2, p = 1$	等权重	(0.252, 0.498, 0.234, 0.016, 0.000)	2.014

分析以上结果可知,尽管采用了不同的参数和不同的权重,样本对级别 h 的综合相对隶属度的排序始终是一致的,而且样本的级别特征值也是相当稳定的.为此,我们可以取以上四种情况下级别特征值的均值,最终确定样本的评定级别,从而可以提高评价结果的可靠性.

$$H = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \div 4 = 2.091.$$

即2000年山东省水利现代化水平刚迈入初级发展阶段,实现农村水利现代化任重道远.

3 结语

本文以工程可变模糊集理论为基础,利用模糊可变评价模型对山东省2000年农村水利现代化水平进行了评价,得出2000年山东省农村水利现代化水平处于初级发展阶段的结论.该方法能够科学、合理地确定与农村水利现代化相关的各个研究指标处于级别区间的隶属度、相对隶属函数;并且通过模型改变、模型参数改变,检验样本级别特征值的稳定性,并取不同情况下级别特征值的均值,从而提高评价结果的可靠性.

参考文献:

- [1] 陈守煜.工程可变模糊集理论与模型——模糊水文水资源学数学基础[J].大连理工大学学报,2005,45(2):308-311.
CHEN Shou-yu. Theory and model of engineering variable fuzzy set ——Mathematical basis for fuzzy hydrology and water resources[J]. Journal of Da lian University of Technology, 2005,45(2):308-311.
- [2] 李晓,宋志强,许纪富.山东省农村水利现代化评价指标体系研究[J].水利发展研究,2005,5:23-25.
LI Xiao, SONG Zhi-qiang, XU Ji-fu. The research of evaluation index system for water conservancy modernization in rural areas of Shandong province[J]. Water Resources Development Research, 2005, 5:23-25.
- [3] 宋继峰.21世纪初期山东省农村水利发展战略研究[M].济南:山东省地图出版社,2006:493-551.
SONG Ji-feng. The research of hydraulic modernization's development tragedy in rural areas of Shandong province in 21st century[M]. Jinan: Shandong Map Press, 2006:493-551.
- [4] 宋继峰.农村水利在建设社会主义新农村中大有可为[J].中国水利,2006,1:38-40.
SONG Ji-feng. Irrigation and water supply plays crucial role in rural area modernization[J]. China Water Resources, 2006, 1:38-40.
- [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 Zhi-feng, LIU Chang-ming. Connotation and evaluation index system for water conservancy modernization[J]. Advances in Water Science, 2002, 13(4):502-506.
- [6] 陈守煜,郭瑜.水质综合评价的模糊可变集合方法[J].水资源保护,2005,21(6):19-22.
CHEN Shou-yu, GUO Yu. Application of variable fuzzy sets method in comprehensive evaluation of water quality[J]. Water Resources Protection, 2005, 21(6):19-22.
- [7] 陈守煜.复杂水资源系统优化模糊识别理论与应用[M].长春:吉林大学出版社,2002:308-312.
CHEN Shou-yu. Optimal fuzzy recognition theory and application of complex water resources system[M]. Jilin: Jilin University Press, 2002:308-312.
- [8] 陈守煜.水资源与防洪系统可变模糊集理论与方法[M].大连:大连理工大学出版社,2005.
CHEN Shou-yu. Theories and methods of variable fuzzy sets in water resources and flood control system[M]. Da lian: Press of Da lian University of Technology, 2005.
- [9] 陈守煜.工程模糊集理论与应用[M].北京:国防工业出版社,1998.
CHEN Shou-yu. Engineering fuzzy set theory and application[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1998.

(编辑:董程英)