

DOI :10.3969/j.issn.1003-9511.2010.06.004

# 农民用水户协会的灰色层次综合评价

陈 勇<sup>1</sup>, 王 猛<sup>2</sup>, 徐得潜<sup>1</sup>, 程嫄嫄<sup>1</sup>

(1.合肥工业大学土木与水利工程学院,安徽合肥 230009;2.安徽省财政厅,安徽合肥 230009)

**摘要:**以灰色系统理论与层次分析法为理论基础,构建了农民用水户协会综合评价方法。该方法运用层次分析法确定各指标权重,根据灰色系统理论量化定性指标,综合考虑协会组建状况、协会运行状况、渠系工程状况和协会带来效益等因素,对用水户协会进行综合评价。以安徽省肥西县为例,应用该方法对肥西县农民用水户协会进行综合评价,评价结果为良好。

**关键词:**用水户协会;灰色系统理论;层次分析法;肥西县

**中图分类号:** S274;F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9511(2010)06-0012-03

对农民用水户协会(WUA)进行评价是用水户协会建设的一个重要组成部分。综合评价结果对用水户协会的组建和运行起指导作用,可以提高运行的质量和效果,促进信息及时更新和掌握有关信息<sup>[1]</sup>。张自伟等<sup>[2]</sup>通过对定性指标的量化,利用层次分析法(AHP)建立了综合考虑农民用水户协会政策环境评价、灌溉效果评价、实施评价、社会效果评价和可持续性后评价的指标体系及其综合评价模型,对青铜峡灌区农民用水户协会的成效进行了目标评价价值计算。王建鹏等<sup>[3]</sup>建立了基于灰色关联法的灌区用水户协会绩效综合评价方法,利用层次分析法(主观赋权法)和熵值法(客观赋权法)相结合的方法确定指标综合权重,对湖北省漳河灌区用水户协会绩效进行了评价。本文提出了农民用水户协会的灰色层次综合评价模型,考虑了协会组建情况、运行状况、渠系工程状况和协会带来的效益等多方面因素,从定量和定性相结合的角度,对安徽省肥西县农民用水户协会进行了综合评价。

## 1 灰色层次综合评价法

### 1.1 灰色系统理论简介

灰色系统理论是 1982 年由邓聚龙教授<sup>[4]</sup>创立的,是一种研究少数数据、贫信息不确定性问题的新方法。灰色系统理论以“部分信息已知,部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定性系统为研究对象,主要通过对部分已知信息的生成、开发,提取有

价值的信息,实现对系统运行行为、演化规律的正确描述和有效监控。灰色层次分析法是灰色系统理论与层次分析法相结合的产物。具体来讲就是在层次分析法中,不同决策“权”的数值是按照灰色系统理论计算的<sup>[5]</sup>。

### 1.2 农民用水户协会灰色层次综合评价模型的建立

#### 1.2.1 建立评价指标体系

由于影响农民用水户协会的因素很多,因此对用水户协会建立评价指标体系必须从多层次、多角度层面考虑<sup>[6-8]</sup>。笔者综合考虑了用水户协会在组建和运行中的影响因素建立了农民用水户协会评价指标体系,如表 1 所示。

#### 1.2.2 确定评价指标 $u_i, u_{ij}$ 的权重

应用层次分析法<sup>[9]</sup>确定评价指标  $u_i, u_{ij}$  的权重向量  $A$  和  $A_i$ 。设评价指标  $u_i (i=1, 2, \dots, A)$  权重向量为  $A=(a_1, a_2, \dots, a_4)$ , 评价指标  $u_{1j} (j=1, 2, \dots, 6), u_{2j} (j=1, 2, \dots, 7), u_{3j} (j=1, 2, \dots, 5), u_{4j} (j=1, 2, 3)$  权重向量分别为  $A_1=(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{16}), A_2=(a_{21}, a_{22}, \dots, a_{27}), A_3=(a_{31}, a_{32}, \dots, a_{35}), A_4=(a_{41}, a_{42}, a_{43})$ 。

#### 1.2.3 确定评价标准

把第二层评价因素  $u_{ij}$  划分为优、良、中、差、很差 5 个等级,对其进行无量纲归一化处理。各等级分别赋分为 9, 7, 5, 3, 1 分,若在两相邻等级之间则其评分为 8, 6, 4, 2 分。

作者简介:陈勇(1985—),男,重庆人,硕士研究生,主要从事给排水工程与技术研究。

通讯作者:徐得潜(1960—),男,安徽青阳人,教授,主要从事水利水电工程规划、给排水工程规划和工程经济研究。E-mail: xudeqian@163.com

表 1 农民用水户协会评价指标体系

评价因素 $U$		评价指标			
第一子层评价因素 $u_i$	协会组建状况 $u_1$	协会运行状况 $u_2$	渠系工程状况 $u_3$	协会带来的效益 $u_4$	
第二子层评价因素 $u_{ij}$	水文边界划分 $u_{11}$	用水计划 $u_{21}$	量水设施完善度 $u_{31}$	节水效益 $u_{41}$	
	登记注册 $u_{12}$	配水方案 $u_{22}$	渠系完好程度 $u_{32}$	农作物增产量 $u_{42}$	
	主席产生方式 $u_{13}$	财务独立性 $u_{23}$	供水状况 $u_{33}$	农民年增收收入 $u_{43}$	
	办公场所 $u_{14}$	财务透明度 $u_{24}$	运行管护程度 $u_{34}$		
	规章制度 $u_{15}$	培训情况 $u_{25}$	运行维护程度 $u_{35}$		
	宣传力度 $u_{16}$	规章制度的实 $u_{26}$			
		农民参与程度 $u_{27}$			

1.2.4 确定评价样本矩阵

由  $p$  位专家组成一个评分团,每位专家对农民

用水户协会按照上述的等级标准对  $u_{ij}$  评分,将所评的分组成一个评价样本矩阵  $D$ 。

$$D = \begin{bmatrix} d_{111} & d_{121} & \dots & d_{161} & d_{211} & d_{221} & \dots & d_{271} & d_{311} & d_{321} & \dots & d_{351} & d_{411} & d_{421} & d_{431} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{11p} & d_{12p} & \dots & d_{16p} & d_{21p} & d_{22p} & \dots & d_{27p} & d_{31p} & d_{32p} & \dots & d_{35p} & d_{41p} & d_{42p} & d_{43p} \end{bmatrix}^T \quad (1)$$

1.2.5 求出评价系数、评价权和灰色评价矩阵

a. 将灰类分为优、良、中、差、很差 5 个等级。设优等级的白化函数为  $f_1(x)$ ,良等级的白化函数为  $f_2(x)$ ,中等级的白化函数为  $f_3(x)$ ,差等级的白化函数为  $f_4(x)$ ,很差等级的白化函数为  $f_5(x)$ 。

b. 确定灰类评价系数  $x_{ijc}$ ,  $x_{ijc} = \sum_{k=1}^p f_c(d_{ijk})$

( $c = 1, 2, \dots, 5$ )。由公式  $x_{ij} = \sum_{c=1}^5 x_{ijc}$  算出对于指标  $u_{ij}$  属于各评价灰类的总灰类评价系数。

c. 设  $r_{ijc} = x_{ijc}/x_{ij}$  为属于第  $c$  个灰类评价指标  $u_{ij}$  的评价权。 $u_{ij}$  对于各个灰类的评价权向量为  $r_{ij} = (r_{ij1}, r_{ij2}, \dots, r_{ij5})$ ,就可以得到  $u_i$  ( $i = 1, 2, \dots, A$ ) 所属指标对于各评价灰类的灰色评价矩阵  $R_1, R_2, R_3, R_4$ 。

1.2.6 对  $U$  和  $u_i$  作综合评判

a. 对  $u_i$  作综合评价,其结果为  $B_i = A_i R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{i5})$ ,得总灰色评价权矩阵  $R$ 。

b. 对  $U$  及农民用水户协会作综合评价,结果为  $B = AR = (b_1, b_2, \dots, b_5)$ 。

c. 将各灰类等级按灰水平赋值,得各评价灰类等级值化向量  $C = (9, 7, 5, 3, 1)$ ,然后按公式  $Z = BC^T$  计算农民用水户协会的综合评价价值  $Z$ 。根据  $Z$  值大小和已确定的灰类等级,可以评判  $U$ 。

2 实例分析

以安徽省肥西县为例,利用本文的评价方法对肥西县农民用水户协会进行综合评价。

2.1 确定各指标的权重

采用层次分析法算出  $u_i$  及  $u_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, A$ ) 的

权重向量:经计算  $u_i$  的权重向量  $A = (0.0526, 0.2218, 0.1127, 0.6129)$ ;  $u_{1j}, u_{2j}, u_{3j}, u_{4j}$  的权重向量分别为  $A_1 = (0.1312, 0.0579, 0.0910, 0.0579, 0.2446, 0.4177)$ ;  $A_2 = (0.0737, 0.0428, 0.0472, 0.1803, 0.2035, 0.0525, 0.4000)$ ;  $A_3 = (0.0908, 0.4614, 0.0585, 0.1946, 0.1946)$ ;  $A_4 = (0.6370, 0.2583, 0.1047)$ 。

2.2 对农民用水户协会各指标评分

由 5 位专家对农民用水户协会按照上述的等级标准对  $u_{ij}$  评分,将所评的分组成一个评价样本矩阵  $D$ 。

$$D = \begin{bmatrix} 7 & 9 & 6 & 6 & 7 & 7 & 6 & 5 & 8 & 9 & 5 & 6 & 8 & 7 & 5 & 7 & 8 & 6 & 6 & 5 & 4 \\ 8 & 9 & 7 & 4 & 8 & 6 & 4 & 4 & 9 & 9 & 7 & 6 & 7 & 9 & 7 & 6 & 7 & 5 & 7 & 7 & 5 \\ 9 & 8 & 6 & 3 & 7 & 8 & 5 & 4 & 7 & 8 & 5 & 4 & 9 & 5 & 4 & 5 & 8 & 7 & 7 & 6 & 6 \\ 8 & 8 & 5 & 5 & 8 & 7 & 7 & 6 & 8 & 8 & 6 & 5 & 8 & 7 & 5 & 6 & 7 & 7 & 6 & 7 & 6 \\ 8 & 9 & 7 & 6 & 8 & 8 & 7 & 6 & 9 & 9 & 7 & 6 & 9 & 8 & 8 & 7 & 8 & 7 & 7 & 7 & 6 \end{bmatrix}$$

2.3 对农民用水户协会进行综合评价

2.3.1 计算灰类评价系数、权向量和灰色评价矩阵

把 5 位专家对某农民用水户协会的打分代入各白化函数算相应的白化值。评价指标  $u_{ij}$  第  $c$  ( $c = 1, 2, \dots, 5$ ) 个评价灰类的评价系数为  $x_{ijc}$ ,将评价指标  $u_{ij}$  的各个评价灰类的评价系数相加,得  $u_{ij}$  的总灰类评价数  $x_{ij} = \sum_{c=1}^5 x_{ijc}$ ,则属于评价指标  $u_{ij}$  的第  $c$  个评价灰类的灰色评价权为  $r_{ijc}$ 。令  $r_{ij}$  为评价指标  $u_{ij}$  对于各灰色的灰色评价权向量,根据  $r_{ij}$  得出  $u_i$  所属指标  $u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{4j}$  对于各评价灰类的灰色评价矩阵为  $R_1, R_2, R_3, R_4$ 。

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.6400 & 0.3600 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8269 & 0.1731 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3675 & 0.4725 & 0.16 & 0 & 0 \\ 0.2493 & 0.3206 & 0.2898 & 0.1402 & 0 \\ 0.5468 & 0.4532 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4934 & 0.4758 & 0.0308 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.3250 & 0.4178 & 0.2068 & 0.0504 & 0 \\ 0.2658 & 0.3418 & 0.2967 & 0.0957 & 0 \\ 0.6949 & 0.3051 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8269 & 0.1730 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3378 & 0.4343 & 0.2280 & 0 & 0 \\ 0.3028 & 0.3893 & 0.2574 & 0.0505 & 0 \\ 0.6949 & 0.3051 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.4870 & 0.3913 & 0.1217 & 0 & 0 \\ 0.3215 & 0.3492 & 0.2794 & 0.0499 & 0 \\ 0.3675 & 0.4725 & 0.1600 & 0 & 0 \\ 0.5468 & 0.4532 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4375 & 0.5625 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.4129 & 0.5308 & 0.0563 & 0 & 0 \\ 0.3792 & 0.4875 & 0.1333 & 0 & 0 \\ 0.3220 & 0.4140 & 0.2640 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

### 2.3.2 确定综合评价结果

由公式  $B_i = A_i R_i$  算出  $B_i (i = 1, 2, \dots, 4)$ , 从而可得某农民用水户协会的总灰色评价矩阵  $R$ 。

$$R = \begin{bmatrix} 0.5194 & 0.4189 & 0.0442 & 0.0081 & 0 \\ 0.5798 & 0.3219 & 0.0879 & 0.0105 & 0 \\ 0.4056 & 0.4203 & 0.1493 & 0 & 0 \\ 0.3937 & 0.5074 & 0.0979 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

对  $U$  即某农民用水户协会作综合评价, 其综合评价结果  $B = AR = (0.4429, 0.4518, 0.0987, 0.0028, 0)$ 。按公式  $Z = BC^T$  计算  $Z$  值。  $Z = (0.4429, 0.4518, 0.0987, 0.0028, 0)(9, 7, 5, 3, 1)^T = 7.6506$ 。

由评价结果可知, 肥西县农民用水户协会的综合评价为良好。

## 3 结 语

本文以灰色层次综合评价法为理论基础, 构建了评价农民用水户协会的综合评价模型, 从定量和定性相结合的角度来对用水户协会进行评价, 使得到的评价结果更精确, 更具指导性和说服力。该方法对农民用水户协会进行评价具有可操作性和适用性。必须指出的是对于不同发展阶段的农民用水户协会的评价指标是不一样的, 在评价的过程中应根据具体的情况确定评价指标和各指标的权重, 使评价结果更客观、准确。

## 参考文献:

- [1] 国家农业综合开发办公室. 农民用水户协会理论与实践 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2005.
- [2] 张自伟, 张启敏. 基于 AHP 的青铜峡灌区农民用水户协会(WUA)项目后评价[J]. 农业科技研究, 2009(3): 5-8.
- [3] 王建鹏, 崔远来, 张笑天, 等. 基于灰色关联法的灌区用水户协会绩效综合评价[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2008, 41(5): 40-48.
- [4] 邓聚龙. 灰理论基础 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [5] 余育青. 基于灰色层次分析法的实训资源配置评估模型及其应用研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2008.
- [6] 张庆华, 姜文岱. 农民用水户协会建设与管理 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [7] 张庆华, 徐学东, 王艳艳, 等. 政府在农民用水户协会建设与运行中的资金支持[J]. 水利经济, 2008, 26(2): 4-6.
- [8] 叶义成, 柯丽华, 黄德育. 系统综合评价技术及其应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.
- [9] 赵强, 杨锡怀, 孙琦. 产业集群创新环境的灰色层次综合评价[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2006, 27(1): 103-106.

(收稿日期: 2010-05-23 编辑: 张志琴)

## 《水资源保护》征订启事

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊

RCCSE 中国核心学术期刊

《水资源保护》是河海大学和环境水利研究会主办的科学技术期刊, 创刊于 1985 年, 双月刊。国内外公开发行, 国内统一连续出版物号: CN32-1356/TV。本刊为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国核心学术期刊和江苏省一级期刊。

《水资源保护》主要刊登与水资源保护有关的基础研究、应用技术、工程措施、综述述评、专题讲座、国外动态、书刊评介、科技简讯、水资源管理、评价、监测、优化配置、节水技术、水环境污染控制等方面的文章。近年来, 重点关注与水有关的生态环境领域中的研究方向, 新增设相关的基础研究、防治技术、城市水环境治理等内容。主要读者对象: 与水资源保护工作有关的工程技术人员、科研人员、管理人员以及大专院校的师生。

《水资源保护》邮发代号: 28-298, 双月刊, 每期刊定价 8 元, 全年共 48 元, 每逢单月 30 日出版。可在全国各地邮局订阅, 也可直接与编辑部联系订阅。

编辑部地址: 南京市西康路 1 号 河海大学《水资源保护》编辑部; 邮政编码: 210098; 电话/传真: (025)83786642; E-mail: bh@hhu.edu.cn; 网址: kkb.hhu.edu.cn/bh/index\_bh.htm