

灌区续建配套与节水改造工程社会影响综合评价

黄丽丽¹, 邓升¹, 刘小平¹, 莫吉炜²

(1. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2. 南昌工程学院 水利与生态工程学院, 江西 南昌 330099)

摘要: 根据其对经济发展、社会发展及环境的影响, 搭建了灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价指标体系, 采用基于熵组合权重的模糊层次综合评价模型, 以相对最小信息熵为工具, 将主客观权重结合起来形成组合权重, 对银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响进行了综合评价, 确定了其社会影响评价等级为Ⅱ级。结果表明, 评价结果能较好地反映银湾桥灌区续建配套与节水改造工程的特点并与当地工程的实际情况相符, 表明了该综合评价方法运用的合理性、科学性和可行性。

关键词: 社会影响评价; 续建配套与节水改造工程; 熵组合权重; 模糊层次综合评价模型

中图分类号: S274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4701(2018)02-0091-05

0 引言

灌区是保证我国粮食生产的基础性建设工程, 是实现现代化、科技发展的重要基地, 地方经济建设发展的关键力量, 生态环境保护的基本依托, 灌区对社会经济的发展有着极其重要的促进作用^[1]。灌区的续建配套与节水改造工程的实施, 夯实了水利基础产业, 恢复了原设计灌溉面积, 为农业生产提供优质服务, 增加商品粮供给, 对确保国家粮食安全具有重要的意义^[2]。从2008年开始银湾桥灌区开始实施续建配套与节水改造, 但未对改造后的社会影响效果进行合理评估, 因而有必要对其进行科学评价, 为决策部门对灌区管理和节水改造实施提供决策依据。

目前针对农业节水灌溉工程的经济评价, 大多侧重于财务评价, 对社会评价分析较少。而社会评价涉及的内容广泛, 评价分析的层次较多, 评价指标多样且较难量化, 主要以宏观评价、人文分析和定性分析为主, 着重于调查和分析^[3,4]。目前国外的社会影响评价分为定性定量两大类, 定量方向多采用计算机预测建模, 但其理论与方法仍包含较多主观因素。中国水利水电出版社出版的《水利建设项目社会评价指南》对水利项目社会评价的特点、内容及方法作了详细介绍, 给出了

相关可供参考的定量指标, 并运用多层次模糊综合评价的方法对相关案例进行了综合评价^[5]。本文应用模糊综合评判法将定性定量相结合, 尽可能地剔除主观成分, 采用层次分析法处理难以完全定量分析的问题, 以相对最小信息熵为工具提高权值的精确性, 将主客观权重结合组成组合权重, 以期对灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价提供理论依据。

1 评价指标的确定

1.1 构建评价指标体系

如今社会、经济、环境等因素已成为影响和制约灌区发展的主要因素, 灌区逐渐发展成为由多个因素互相作用、彼此制约且较为复杂的社会经济复合系统。通过对灌区社会经济系统基本运行模式的分析, 依据系统性、可比性、便捷性、可操作性等原则, 在参考大量文献及相关评价资料的基础上, 从灌区实际情况出发, 以“对经济发展影响”、“对社会发展影响”、“对环境的影响”3个方面完成指标的设定, 构建银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价指标体系。该指标体系包括3项一级指标, 下设9项二级指标, 其中“经济发展影响”为3个指标, “社会发展影响”为3个指标, “环境的影响”为3个指标。该评价指标体系可详见表

收稿日期: 2017-12-15

作者简介: 黄丽丽(1983-), 女, 硕士, 工程师。

1^[6-8]。

表1 灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价指标体系

| 主因素评价指标 | 子因素评价指标 | |
|-----------------------|------------|--|
| A 灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价 | B1 对经济发展影响 | 促进地区经济发展 C1 增加水资源利用率 C2 增加灌区农作物产量 C3 |
| | B2 对社会发展影响 | 改善灌区基础设施 C4 加强先进技术推广 C5 促进就业 C6 |
| | B3 对环境的影响 | 对生产生活环境的影响 C7 |
| | | 对地下水的影响 C8 对植被与水土保持的影响 C9 |

1.2 确定指标权重

在上述评价指标体系的基础上,依照相应的标准对其指标进行比较,为使评价结果更具合理性及科学性,在文献分析的基础上运用专家打分法^[9-11],对各级评价指标两两进行重要性比较。专家小组成员由15位不同工作领域的专家组成,主要包括经济学专家、社会学专家、地方水利部门人员、用水管理方、用水农户、灌区管理部门成员等。

2 基于熵组合权重的模糊层次综合评价模型^[12-15]

2.1 评价指标及评语等级的建立

设银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响综合评价的主因素指标集为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_s\}$, ($s = 1, 2, \dots, m$);子因素指标 $u_s = \{u_{s1}, u_{s2}, \dots, u_{st}\}$ ($t = 1, 2, \dots, n$) 式中, m 表示评价系统的主因素指标数目, n 为子因素指标的数目。

根据工程工作的具体情况和后评价要求,将后评价体系分为 I、II、III、IV、V 五个评判等级,用大、较大、一般、较小、小分别进行描述记为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ ($k = 1, 2, \dots, 5$),分别对各等级因子赋予相应分值 $\{1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2\}$ 。

2.2 隶属度的确定

银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价系统的一级模糊评价模型可记为:

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{t1} & r_{t2} & \dots & r_{tk} \end{bmatrix}$$

其中 r_{tk} ($t = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, 5$) 表示子因素层指标 u_{st} 对第 k 级评语 v_k 的隶属度。

2.3 评价系统中各级评价指标间权重的确定

(1)结合专家经验和文献分析,对各级评价指标两两进行重要性比较,建立模糊互补判断矩阵 $P = (p_{ij})$, $0 \leq p_{ij} \leq 1, p_{ij} + p_{ji} = 1 (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。式中 p_{ij} 表示指标 i 优于指标 j 的程度:当大于 0.5 时,表示指标 i 比指标 j 重要,且 p_{ij} 越大表示指标 i 比指标 j 越重要,反之亦然。评价子系统及其评价指标模糊互补判断矩阵主观权重的计算如下式:

$$\omega 1_t = \left(\sum_{i=1}^n p_{ij} + \frac{n}{2} - 1 \right) / [n(n-1)], t = 1, 2, \dots, n \tag{1}$$

(2)社会影响综合评价指标主观权重的合理性判断

设 $\omega 1 = (\omega 1_1, \omega 1_2, \dots, \omega 1_n)$ 是社会影响综合评价指标模糊互补判断矩阵 P 的权重向量,其中:

$$\sum_{i=1}^n \omega 1_i = 1 \quad \omega 1_i \geq 0 (t = 1, 2, \dots, n) \tag{2}$$

则模糊互补矩阵的特征矩阵为 $\omega 1^* = (\omega 1_{ij})_{n \times n}$, 其中:

$$\omega 1_{ij} = \frac{\omega 1_i}{\omega 1_i + \omega 1_j} \quad (\forall i, j = 1, 2, \dots, n) \tag{3}$$

采用检验模糊互补判断矩阵 $\omega 1$ 和其特征矩阵 $\omega 1^*$ 的一致性来判断权重的合理性,即相容性指标 I :

$$I = (\omega 1, \omega 1^*) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n | \omega 1_{ij} + \omega 1_{ij}^* - 1 | \tag{4}$$

当 $I < 0.1$,即可认为文中得到的评价指标权重合理。

(3)社会影响综合评价指标客观权重采用等权法计算,此法认为各评价指标的权重相等:

$$\omega 2_t = \frac{1}{n}, t = 1, 2, \dots, n \tag{5}$$

(4)综合各指标的主观权重 $\omega 1$ 和客观权重 $\omega 2$,可得到各指标的组合权重 ω 显然 $\{\omega_t\}$ 与 $\{\omega 1_t\}$ 、 $\{\omega 2_t\}$ 都应尽可能接近,根据最小相对信息熵原理有:

$$\min F = \sum_{i=1}^n \omega_i [\ln \omega_i - \ln \omega 1_i] + \sum_{i=1}^n \omega_i [\ln \omega_i - \ln \omega 2_i] \tag{6}$$

$$s. t. \quad \sum_{i=1}^n \omega_i = 1; \omega_i > 0$$

通过计算可得到组合权重 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_t)$ 。

(5)利用模糊综合评判法进行评估 社会影响综合评价矩阵可表示为:

$$B = \omega \cdot R = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_t) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{24} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{t1} & r_{t2} & \dots & r_{tk} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_k) \quad (7)$$

式中： B 为评判矩阵； ω 为权重系数向量； R 为评价矩阵； r 为评价因素的(指标)的隶属度； b_k 是项目被评为 k 级的隶属度，按照最大隶属度原则确定项目级别。

3 案例分析及评价

3.1 工程概况

银湾桥灌区位于江西省吉安县固江镇长水村，距吉安县城45.0 km，设计灌溉面积3 688.67 hm²，实际灌溉面积1 754.00 hm²，属于中型灌区工程，总耕地面积4 333.33 hm²，其中水田面积4 166.67 hm²，占总耕地的96%，灌区总人口35 168人，劳动力16 485人，人均耕地0.105 hm²。灌区续建配套与节水改造工程建设内容有：渠道完成衬砌长度23 837.00 m，清淤疏浚总长度达304 043.00 m，续建总干渠、东干渠、南干渠和西干渠上渠系建筑物共219座，其中渡槽9座、节制闸3座、泄水闸22座、分水涵38座、倒虹吸管2座、水陂2座、涵洞28座、泄洪堰3座、机耕桥3座、人行桥109座。银湾桥灌区续建配套与节水改造工程实施后，通过自流灌溉蓄引结合，控灌吉安县固江、桐坪和吉州区兴桥3个乡镇的27个村庄的农田。

3.2 数据收集及权重计算

(1)通过对江西省统计年鉴和吉安市统计年鉴等资料的进一步分析，结合工程实际情况，采用专家打分结合民众问卷调查的形式，对银湾桥灌区评价数据进行综合处理，得到各主因素指标的单因素社会影响综合评价结果，银湾桥灌区续建配套工程对经济发展影响、对社会发展影响以及对环境影响的因素隶属度分别见表2~4。

表2 银湾桥灌区续建配套工程对经济发展影响的因素隶属度

| 评价因素 | 隶属度 | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|----|----|
| | v1 | v2 | v3 | v4 | v5 |
| 促进地区经济发展 | 0.7 | 0.3 | 0 | 0 | 0 |
| 增加水资源利用率 | 0.6 | 0.4 | 0 | 0 | 0 |
| 增加灌区农作物产量 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 |

表3 银湾桥灌区续建配套工程对社会发展影响的因素隶属度

| 评价因素 | 隶属度 | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | v1 | v2 | v3 | v4 | v5 |
| 改善灌区基础设施 | 0.9 | 0.1 | 0 | 0 | 0 |
| 加强先进技术推广 | 0 | 0.6 | 0.4 | 0 | 0 |
| 促进就业 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 |

表4 银湾桥灌区续建配套工程对环境的影响的因素隶属度

| 评价因素 | 隶属度 | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|----|----|
| | v1 | v2 | v3 | v4 | v5 |
| 对生产生活环境的影响 | 0.6 | 0.4 | 0 | 0 | 0 |
| 对地下水的影响 | 0 | 0.7 | 0.3 | 0 | 0 |
| 对植被与水土保持的影响 | 0 | 0.6 | 0.4 | 0 | 0 |

(2)结合专家经验和文献分析，对各级评价指标两两进行重要性比较，建立模糊互补判断矩阵，由公式(1)得到主因素指标评价系统和三个子因素指标评价系统的相容性指标 I 分别为(0.0421, 0.0347, 0.0486, 0.0316)，均小于0.1，可认为文中得到评价指标权重合理。主因素指标评价系统的模糊互补判断矩阵 P 如下所示：

$$P = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.5 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.5 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

三个子因素指标评价系统分别为：

$$P_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.8 \\ 0.5 & 0.6 & 0.6 \\ 0.2 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}; P_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.8 \\ 0.4 & 0.6 & 0.8 \\ 0.2 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix};$$

$$P_3 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.4 \\ 0.4 & 0.5 & 0.3 \\ 0.6 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}.$$

根据模糊互补判断矩阵 P 可计算出银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响综合评价的各级评价主观权重，用等权法确定各级评价指标的客观权重，最后用最小相对信息熵原理可得到组合权重值如表5所示。

3.3 计算评价结果

利用模糊综合评判法对银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响进行评估，可得到：

$$B_1 = \omega \cdot R_1 = (0.351 \quad 0.321 \quad 0.328) \cdot \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.4383 \quad 0.3977 \quad 0.1640 \quad 0 \quad 0)$$

根据最大隶属度原则,评判结果取最大隶属度对应的级别,可判断银湾桥灌区续建配套与节水改造工程对经济发展影响为 I 级,“大”。通过资料分析得到银湾

桥灌区续建配套与节水改造工程的经济内部收益率为 12.27%,经济净现值为 765.61 万元,效益费用比为 1.405,表明其带来的经济效益较大,与实际工程情况相符。

表 5 基于最小相对信息熵原理的组合权重分配

| 主因素评价 指标序列 | 对经济发展影响 | | | 对社会发展影响 | | | 对环境的影响 | | |
|---------------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 一级权重 | 0.427 | | | 0.322 | | | 0.251 | | |
| 子因素评价指标序列 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 二级权重 | 0.351 | 0.321 | 0.328 | 0.361 | 0.342 | 0.277 | 0.354 | 0.311 | 0.335 |

$$B_2 = \omega \cdot R_2 = (0.361 \quad 0.342 \quad 0.277) \cdot \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$= (0.3249 \quad 0.2413 \quad 0.1368 \quad 0.1385 \quad 0.1385)$$

根据最大隶属度原则,评判结果取最大隶属度对应的级别,可判断银湾桥灌区续建配套与节水改造工程对社会发展影响为 I 级,“大”。续建渠系建筑物有:续建总干渠、东干渠、南干渠和西干渠,渠系建筑物 219 座,工程的实施进一步改善了灌区基础设施,加强了先进技术推广,另一方面也促进了当地的就业,评价结果与实际情况相符。

根据最大隶属度原则,评判结果取最大隶属度对应的级别,认为银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响为 II 级,“较大”。这与项目建设特点和所处环境特征基本吻合,为下一步采取相应措施提供了决策的依据。

4 结 语

本文从灌区续建配套与节水改造工程对经济发展、社会发展以及环境影响等三个方面出发,在建立灌区续建配套与节水改造工程社会影响的评价指标体系的基础上,构建了基于熵组合权重的模糊层次综合评价模型,通过评价可以判断得出,银湾桥灌区续建配套与节水改造工程对经济发展影响等级为 I 级,改善社会环境能力等级为 I 级,对环境的影响等级为 II 级,对社会发展影响力等级为 II 级,评价的结果符合工程实际,较为科学合理地得出了灌区续建配套与节水改造工程社会影响的评价等级。

$$B_3 = \omega \cdot R_3 = (0.354 \quad 0.311 \quad 0.335) \cdot \begin{bmatrix} 0.6 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2124 \quad 0.5603 \quad 0.2273 \quad 0 \quad 0)$$

根据最大隶属度原则,评判结果取最大隶属度对应的级别,可判断银湾桥灌区续建配套与节水改造工程对环境的影响为 II 级,“较大”。通过资料分析和实测资料可以发现,施工废水和生活垃圾在经环保措施处理后,对环境未造成不利影响,工程完工后较好地促进了生产生活环境改善,进一步提升了植被与水土保持,增加了植被覆盖率,与实际情况相契合。

由于不同灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价中选取的指标的差异,因而可能会得到参差不齐的评价结果。为此,尽可能利用专家的丰富经验将人为主观影响降至最低,运用相对最小信息熵的方法,将主客观权重结合起来形成组合权重,取得了较为合理的结果,为需考虑多因素的灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价提供了一种思路。

同理可得到银湾桥灌区续建配套与节水改造工程社会影响评价结果。

$$D = \omega \cdot R = (0.427 \quad 0.322 \quad 0.251) \cdot \begin{bmatrix} 0.4383 & 0.3977 & 0.1640 & 0 & 0 \\ 0.3249 & 0.2413 & 0.1368 & 0.1385 & 0.1385 \\ 0.2124 & 0.5603 & 0.2273 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.2762 \quad 0.3881 \quad 0.1711 \quad 0.0446 \quad 0.0446)$$

参考文献:

[1] 张会敏,李占斌,姚文艺,等. 灌区续建配套与节水改造效果多层次多目标模糊评价[J]. 水利学报,2008(02):212~217.
 [2] 张治昊,曹文洪,陈文清,等. 位山灌区续建配套与节水改造工程效益分析[J]. 节水灌溉,2008(11):48~50.
 [3] Jin Jing, Qian Hui, Chen Yu - Fei, Xi Wen - Juan, Jorge F. Fernandez -

- Sanchez. Assessment of Groundwater Quality Based on Matter Element Extension Model[J]. *Journal of Chemistry*, 2012, 2013.
- [4] Qingzhi Wang, Jiankun Liu, Xinxin Zhu, Jingyu Liu, Zhenya Liu. The Experiment Study of Frost Heave Characteristics and Gray Correlation Analysis of Graded Crushed Rock[J]. *Cold Regions Science and Technology*, 2016.
- [5] Angelos A. Anastassi. Constructing Runge - Kutta methods with the use of artificial neural networks [J]. *Neural Computing and Applications*, 2014, 251.
- [6] 韩振中, 闫冠宇, 姚宛艳, 等. 大型灌区续建配套与节水改造评价指标体系的研究[J]. *中国农村水利水电*, 2002(07): 17 ~ 21.
- [7] 郭富庆, 习玲, 李焕新. 建设项目经济评价在灌区续建配套与节水改造项目中的应用[J]. *水利经济*, 2007(06): 37 ~ 39 + 82.
- [8] 夏富洲, 张小川, 杨平富, 等. 漳河灌区续建配套与节水改造项目建设成效[J]. *中国农村水利水电*, 2009(02): 47 ~ 48 + 52.
- [9] 余艳玲. 灌区续建配套与节水改造效果评价[J]. *人民长江*, 2009(22): 27 ~ 29.
- [10] 李应南, 陈向科. 基于层次分析法和专家打分法的交叉口交通安全评价研究[J]. *中华民居(下旬刊)*, 2014(05): 245 ~ 248.
- [11] 雷薇, 张和喜, 王鹏. 贵州大型灌区续建配套与节水改造发展现状及对策研究[J]. *中国农村水利水电*, 2014(07): 48 ~ 51.
- [12] 张书宝. 大型灌区续建配套与节水改造工程建设管理体会[J]. *江淮水利科技*, 2013(01): 27 + 46.
- [13] 赵宝峰. 基于 AHP - 模糊综合评判法的矿井水害威胁程度研究[J]. *安全与环境学报*, 2013(03): 231 ~ 234.
- [14] 张勇慧, 李红旭, 盛谦, 等. 基于模糊综合评判的公路岩质边坡稳定性分级研究[J]. *岩土力学*, 2010(10): 3151 ~ 3156.
- [15] 熊英, 党光德, 刘兵. 玛纳斯河灌区续建配套与节水工程改造效益评价研究[J]. *水利规划与设计*, 2010(05): 76 ~ 78.

编辑: 张绍付

Social impact comprehensive evaluation on continuously constructing the supporting and water - saving improvement project of irrigation district

HUANG Lili¹, DENG Sheng¹, LIU Xiaoping¹, MO Jiwei²

(1. Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

2. Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)

Abstract: According to the impact on economic development, impact on social development, impact on the environment, build the irrigation continuous construction and water - saving reform engineering social impact assessment index system. The fuzzy hierarchy comprehensive evaluation model based on entropy combination weight is used to combine the subjective and objective weights to form the combined weights with the relative minimum entropy as the tool. On Yinwan bridge Irrigation District continued construction and water - saving reconstruction project supporting the social impact of comprehensive evaluation, determine the social impact evaluation grade is grade II. Results show that the evaluation result can better reflect Yinwan bridge irrigation area corollary and water - saving reconstruction project characteristics and are in agreement with the local engineering actual situation. It shows that the comprehensive evaluation method is reasonable, scientific and feasible.

Key words: Social impact assessment; Rehabilitation and water - saving engineering; Entropy combination weight; Fuzzy hierarchy comprehensive evaluation model

翻译: 黄丽丽