

关中灌区改造工程综合效益分析

赵阿丽

(陕西省关中灌区改造工程世行贷款项目办公室 西安理工大学, 陕西 西安 710032)

摘要:从陕西省关中 9 大灌区的实际出发,结合关中灌区改造工程世行贷款项目的实施情况,采用模糊综合评价的方法,建立了由社会性指标、资源性指标、经济性指标、技术性指标和生态环境性指标等 5 大体系 8 项指标组成的综合评价指标体系,构建了综合评价模型,将综合评价结果分为效益差、效益一般、效益良好、效益优良 4 个等级,通过模糊分析计算得到综合评价分值。研究表明,陕西省关中灌区改造后效益综合指标提升了一个级别,即从合格级别上升为良好级别。

关键词:灌区改造; 综合效益评价; 模糊综合评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)05-0114-05

中图分类号: S274.2

Evaluation of Integrated Benefits from Improvement of the Guanzhong Irrigation Districts

ZHAO A-li

(The Project Management Office of Shaanxi Guanzhong Irrigation Improvement Project, Xi'an University of Technology, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China)

Abstract: An index system of integrated evaluation with eight indexes and the five items of sociality, resource, economics, technique and ecologic environment is established by using the fuzzy comprehensive evaluation method. The system is combined with the execution of water saving improvement of the Guanzhong irrigation districts. In addition, an integrated evaluation model is constructed. Evaluation comments are divided into the four grades of low benefit, general benefit, good benefit and very good benefit. The integrated evaluation value can be obtained by the fuzzy analysis and calculation. After water saving improvement, integrated evaluation index of the Guanzhong irrigation districts raises a grade, that is, from the general benefit to good benefit.

Keywords: improvement of irrigation district; integrated benefit evaluation; fuzzy comprehensive evaluation

1 灌区改造工程世行贷款项目概况

关中灌区是陕西省农业最发达的地区,也是陕西省重要的粮、棉、油、肉、蛋、奶、蔬菜、瓜果等农副产品和工业原料的生产基地,对陕西的经济发展和社会稳定起着举足轻重的作用。但是,关中灌区在发挥效益的同时,也存在着工程老化失修、灌溉水源不足、灌区管理体制不活等方面的问题,制约了关中地区乃至全陕西省的社会经济发展。针对这些问题,陕西省政府于 1997 年向世界银行提出了进行关中灌区(包括:宝鸡峡、泾惠渠、交口抽渭、桃曲坡、石头河、冯家山、羊毛湾、洛惠渠、石堡川)改造的贷款申请,项目从 2000 年开始至 2006 年 6 月结束。

项目区涉及宝鸡市、咸阳市、渭南市、西安市、铜川市等 5 市 25 个县(区) 5.93×10^5 hm^2 农田。主要

建设内容包括渠首枢纽改造、渠道衬砌改造、泵站改造、排水系统改造、中低产田改造、基础设施改造等 156 项工程。计划共改、扩建渠首枢纽工程 32 处,改造干支渠道 600 km,改造泵站 51 座,改造中低产田 2.29×10^5 hm^2 。可以说这是一次以提高灌区效益为主,为今后灌区现代化管理打下良好基础的机会。

关中灌区改造工程的实施和运行,不仅改善了灌区的用水条件,提高了灌溉保证率,而且使灌区的综合效益呈现出良好的增长态势。

2 综合效益评价方法

目前,国内外在大型灌区节水改造效益评价指标体系研究方面处于探索阶段。对效益评价中涉及到的评价标准选择、指标权重确定、评价模型选取等问题,可谓“仁者见仁,智者见智”。仅用于综合评价的

收稿日期: 2005-04-20

资助项目: 关中灌区改造工程世行贷款项目(CN-PE-51888)

作者简介: 赵阿丽(1963—),女(汉族),陕西省大荔县人,工程硕士,高级工程师,主要从事效益评价研究。电话(029)87463745, E-mail: Aalli@126.com.

方法就有许多种,主要有灰色关联法、层次分析法、专家系统法、综合指数法、模糊综合评价法等方法^[1-2]。

模糊综合评价主要考虑到人们对一个受多种因素影响的事物评价不是简单的“好不好”或“是不是”等,而是采用模糊语言分成不同的等级进行评价;另外,模糊综合评价注重各因素在评价目标中的重要性排序^[3-5]。可见,模糊综合评价的方法既有效,且简单易行。本文拟采用模糊综合评价法对关中灌区改造工程综合效益进行评价。

2.1 模糊综合评价

选定一个模糊向量(即为权向量)为:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1$$

模糊矩阵

$$R = \begin{bmatrix} \gamma_{1,1} & \gamma_{1,2} & \dots & \gamma_{1,m} \\ \gamma_{2,1} & \gamma_{2,2} & \dots & \gamma_{2,m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{n-1,1} & \gamma_{n-1,2} & \dots & \gamma_{n-1,m} \\ \gamma_{n,1} & \gamma_{n,2} & \dots & \gamma_{n,m} \end{bmatrix} \quad (1)$$

通过模糊合成运算可得综合评判结果为:

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

$$B = A \cdot R \quad (2)$$

2.2 综合评价分析

由判断矩阵和评语集就可以得到评价项目的总评语和分项评语。综合模糊评价的整个过程可以用图1来表示。

3 灌区改造效益综合评价指标体系的建立

3.1 一般评价指标体系

根据灌区灌溉工程系统的特点,建立如图2示的灌溉工程一般综合效益评价指标体系。

该体系是根据社会、经济、资源和环境中涉及的主要指标建立的,由社会性指标、资源性指标、经济性指标、技术性指标和环境性指标5大类指标系统、23项指标组成。指标体系有软性指标和硬性指标两类,是一个群决策的过程。

(1) 第1类——社会性指标。社会性指标是指灌溉工程的社会影响和社会效益。包括农业增产效益、农民增加收入、提高人员素质、抗御旱涝灾害能力增强、推进民主化进程等7项指标。社会性指标有直接效益和间接效益指标,有可用货币表示的指标,也有难以用货币表示的指标。

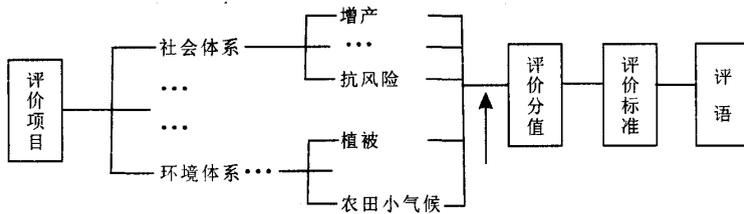


图1 模糊综合分析评价流程图

(2) 第2类指标——经济性指标。经济性指标包括灌区管理部门的收益和灌区群众的收益两方面。有的指标既可作为经济性指标,也可作为社会性指标,归结到经济性指标只设了工程投资、工程管理运行费、经济内部回收率、单方水粮食生产量4项指标。

(3) 第3类——资源性指标。资源性指标是指灌溉工程在水资源利用和节水方面所取得的成效,包括有效灌溉面积、节水灌溉面积、旱涝保收灌溉面积、灌区用水量、新增调蓄库容、工程完好率6项指标。

(4) 第4类指标——工程技术性指标。工程技术性指标是考核灌区灌溉管理水平的指标,包括渠系水利用系数、田间水利用系数、灌溉水利用系数共3项指标。

(5) 第5类指标——生态环境性指标。生态环

境性指标是指灌区农田小气候变化、土壤改良以及植被改善,共3项指标。

3.2 关中灌区改造工程效益综合评价指标体系

以上为灌溉工程一般综合效益评价指标,基本上包括了影响工程效益系统各方面的主要指标。通常情况下指标的数量越多,其覆盖面就越大,但指标的信息重复较多^[6]。所以本文将从陕西省关中灌区改造工程的实际出发,根据可持续发展的原则,依托灌区工程改造,提高灌溉水利用率,以水资源的可持续利用,促进灌区社会经济全面发展,达到农业增产,农民增收的目标。从指标能够反映灌区改造的成果、具有代表性、可比性、易于量化及获取的难易程度出发,对上述指标进行筛选,保留其中的8个指标,得到关中灌区改造工程效益综合评价的指标体系如图3示。

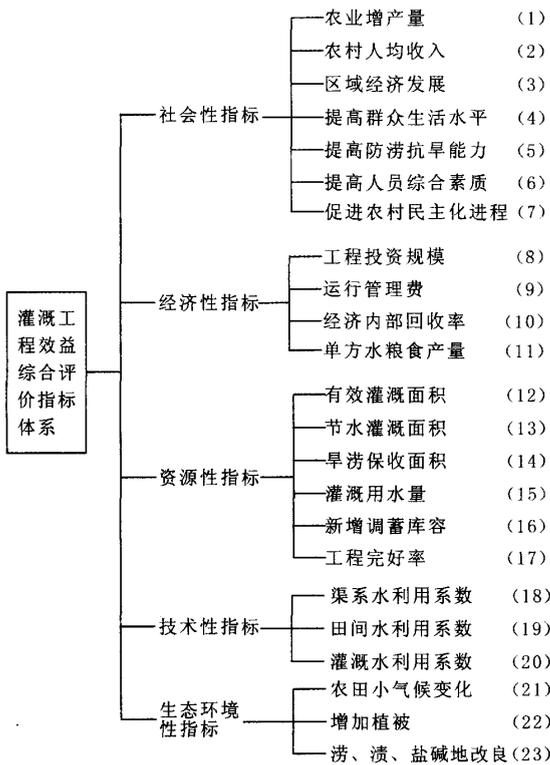


图 2 灌溉工程的综合效益评价指标体系

3.3 现状年和规划水平年的确定

为了更好地反映关中灌区节水改造工程项目的效益,采用现状水平年(改造前)、规划水平年(改造

后)的指标来进行效益比较评价。关中灌区改造项目于 1999 年年底开始启动实施,选取 1999 年为现状水平年;该项目于 2006 年结束,考虑到节水改造项目的效益必须经过全面运行一段时间后才能较充分地显示出来,且项目的后评估期为 2010—2015 年,因此选取 2010 年为规划水平年。

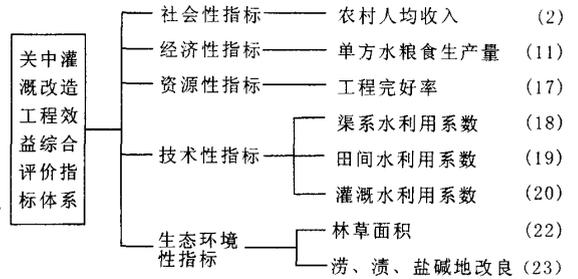


图 3 关中灌区改造工程效益综合评价指标体系

3.4 各指标值的确定

(1) 理想集(标准值)的确定。根据各指标对系统的影响性质、影响范围、影响强度、影响的期限性以及指标系统对全局的影响,把各指标理想集按最低水平 I 级(0~0.2)、低水平 II 级(0.2~0.4)、中等水平 III 级(0.4~0.6)、高水平 IV 级(0.6~0.8)和最高水平 V 级(0.8~1.0)分为 5 级,各分级的标准见表 1。

(2) 各指标数值的确定。运用专家评判法,由陕西省内 17 位专家进行综合评判,得到现状年和规划水平年的各指标值见表 2。

表 1 效益评价指标评分标准

评价指标	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0
农村人均收入(元/人)	<700	700~1500	1500~3000	3000~5000	>5000
单方水产粮/(kg·m ⁻³)	<0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~2.5	>2.5
工程完好率/%	<60	60~70	70~80	80~90	>90
渠系水利用系数	<0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	>0.9
田间水利用系数	<0.50	0.50~0.60	0.60~0.75	0.75~0.90	>0.90
灌溉水利用系数	<0.3	0.3~0.4	0.4~0.50	0.50~0.65	>0.65
林草覆盖率/%	<5	5~10	10~15	15~20	>20
低洼盐碱地治理比例/%	<30	30~45	45~60	60~80	>80

4 综合评价指标计算

4.1 指标的无量纲标准化处理

把各指标的赋值转变为隶属度函数,通过该函数对指标进行标准化处理,结果见表 3。隶属度函数可表示为:

$$Z_{(x)} = \begin{cases} (x_i - a_1)/(a_2 - a_1) & a_1 < x_i \leq a_2 \\ (x_i - a_2)/(a_3 - a_2) & a_2 < x_i \leq a_3 \\ (x_i - a_3)/(a_4 - a_3) & a_3 < x_i \leq a_4 \\ (x_i - a_4)/(a_5 - a_4) & a_4 < x_i \leq a_5 \\ (x_i - a_5)/(a_6 - a_5) & a_5 < x_i \leq a_6 \end{cases} \quad (3)$$

4.2 权重

通过问卷调查形式得出关中灌区节水改造效益评价的权重分配,权向量为: $A = (1.5/8, 1.5/8, 1.0/8, 0.6/8, 0.6/8, 0.8/8, 1.0/8, 1.0/8)$

4.3 综合评价指标的计算

根据模糊数学的理论,通过模糊合成运算可得综合评判结果为 $B = AoR$, 用模型 $M(\cdot, +)$, $b_j = \bigvee_{i=1}^n \alpha_i \gamma_{ij}$ ($j=1, 2, \dots, m$) 的运算方法求解综合评价

结果为:

$$b_j = \sum_{i=1}^8 \alpha_i^* \gamma_{ij} \quad (4)$$

计算得: 1999年 $b_1 = 0.50$, 2010年 $b_2 = 0.66$

5 关中灌区改造工程效益综合评价

效益综合评语分为效益差、效益一般、效益良好、效益优良4个等级(如表4)。

表2 不同水平年社会/资源/经济性指标值

项目	现状年	规划年	增加值
农村人均收入/(元/人)	1813	2990	1177
单方灌溉水产粮/(kg·m ⁻³)	1.0	1.3	0.3
工程完好率/%	60~70	80~90	20
渠系水利用系数	0.616	0.65	2
田间水利用系数	0.76	0.77~0.80	—
灌溉水利用系数	0.476	0.50~0.52	—
植被率/%	15.7	20.0	—
低洼易涝盐碱地治理比例/%	51	63	—

注:改善灌溉面积的数据采用旱涝保收面积;现状年指1999年;规划年指2010年。

表3 不同水平年各指标分值

评价指标	现状年(1999年)			规划水平年(2010年)		
	指标数值	量化分值	级别	指标数值	量化分值	级别
农村人均收入/(元/人)	1813	0.525	Ⅲ	2990	0.790	Ⅳ
单方水生产粮食/(kg·m ⁻³)	1.0	0.400	Ⅱ	1.3	0.460	Ⅲ
工程完好率/%	60~70	0.400	Ⅱ	80~90	0.700	Ⅳ
渠系水利用系数	0.616	0.516	Ⅲ	0.650	0.550	Ⅲ
田间水利用系数	0.760	0.720	Ⅳ	0.77~0.80	0.770	Ⅳ
灌溉水利用系数	0.476	0.568	Ⅲ	0.50~0.52	0.613	Ⅳ
植被率/%	15.700	0.514	Ⅲ	20.0	0.800	Ⅳ
低洼盐碱地治理比例/%	51	0.508	Ⅲ	63	0.633	Ⅳ

表4 综合效益评价评语分级

效益评语等级	效益差	效益一般	效益良好	效益优良
综合评价分值	≤0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9

(1) 总评语。根据以上计算的综合评价结果, b_1 等于0.50, b_2 等于0.66, 说明陕西省关中灌区1999年现状年的效益属于效益一般级别, 规划水平年2010年效益属于效益良好级别, 提升了一个级别。

(2) 分项评语。从各分项指标看, 关中灌区改造后, 工程完好率、灌区农业人均收入、单方水产粮、植被率和低洼、易涝、盐碱地治理比例5项指标有较大的提高, 说明该项目的实施, 有力地促进了灌区区域

经济的发展, 改善了灌区的生态环境, 体现了可持续发展的思想; 渠系水利用系数、田间水利用系数、灌溉水利用系数3项指标有所提高, 但与国内灌区先进管理水平相比, 此3项指标属于中等, 比全国水平略高, 这就需要灌区在已经较高的灌溉管理水平基础上, 还必须进一步提高管理水平, 加大灌区管理体制改革的力度, 精心经营, 提高灌溉水的利用率和利用效率, 使灌区持续良性发展。

6 结 论

根据灌区灌溉系统的特点,选用模糊综合评价方法,对关中灌区改造工程世行贷款项目效益进行了综合评价,得出以下结果。

(1) 建立了灌溉工程一般综合效益评价指标体系,该指标体系由社会性指标、资源性指标、经济性指标、技术性指标和生态环境性指标 5 大类指标系统中的 23 项指标组成。

(2) 根据关中 9 大灌区改造项目的实际,对上述 23 个指标进行了筛选,得到了 8 项评价指标,形成综合评价模型。

(3) 通过模糊分析计算,说明灌区改造后将使灌区效益综合指标上升了一个级别,即从合格级别上升为良好级别。

(上接第 110 页)

- [12] 王玲玲,何丙辉,李贞霞. 高等植物篱技术研究进展[J]. 中国生态农业学报,2003,11(3):131—133.
- [13] 王青杵,王彩琴,杨丙益. 黄土残塬沟壑区植物篱水土保持效益研究[J]. 中国水土保持,2001(12):25—26.
- [14] 蔡强国,黎四龙. 植物篱减少侵蚀的原因分析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(2):54—60.
- [15] 伊迪信,唐华彬,朱青,等. 植物篱初步梯化技术研究[J]. 水土保持学报,2001,15(2):84—87.
- [16] 唐亚,等. 等高固氮植物篱技术在坡耕地可持续耕作中的应用[J]. 水土保持研究,2001,8(1):104—109.
- [17] 黄丽,蔡崇法,丁树文,等. 集中绿篱梯田中紫色土有机质组分及其性质的研究[J]. 华中农业大学学报,2000,19(6):559—562.
- [18] 王喜龙,蔡强国,王忠科,等. 晋西北黄土丘陵沟壑区梯田埂植物篱的固埂作用与效益分析[J]. 自然资源学报,2000,15(1):74—79.

(上接第 113 页)

3.5 强化监督管理工作,遏制人为造成新的水土流失

近年来,随着经济高速发展,各种基础设施大规模建设,人为造成新的水土流失十分严重。

据不完全统计,全省山区各类开发建设项目达 2.40×10^5 处,每年造成新的水土流失面积 200 km^2 多,弃土弃渣 $1.80 \times 10^8 \text{ m}^3$,大量的土石渣占压耕地,毁坏水利水保工程设施,每到汛期,顺水而下,造成严重的水土流失。

因此,强化监督管理工作,对资源开发和生产建设活动,依法开展监督,全面实施开发建设项目水土保持方案报批制度和“三同时”制度,特别是对重点开

发建设项目,要加大检查、督查力度,以有效遏制人为水土流失和生态破坏。

[参 考 文 献]

- [1] 孔祥元. 层次分析法在灌水方法综合决策中的应用[J]. 喷灌技术,1994(4):30—34.
- [2] 王慧敏,刘新立. 流域复合系数可持续发展测度[J]. 河海大学学报,1999(27):45—48.
- [3] 陈守煜. 水文水资源系统模糊识别理论[M]. 大连:大连理工大学出版社,1986.5—15.
- [4] 袁志发. 模糊数学在农林中的应用[M]. 西安市天则出版社,1989.79—88.
- [5] 贺仲雄. 模糊数学及其应用[M]. 天津:天津科学技术出版社,1983.11—30.
- [6] Latinopoulos P, Mylopoulos N, Mylopoulos Y. Risk-based decision analysis in the design of water supply projects. *Water Resources Management*. 1997,11:21—24.
- [19] 李新平,王兆寿,陈欣,等. 红壤坡耕地人工模拟降雨条件下植物篱水土保持效应与机理研究[J]. 水土保持学报,2002,16(2):36—40.
- [20] 王进鑫,黄宝龙,罗伟祥. 造林整地工程对人工幼林系统径流输移的影响[J]. 中国水土保持科学,2004,2(3):36—40.
- [21] 景可,陈永宗,李凤新. 黄河泥沙与环境[M]. 北京:科学出版社,1993.79—87.
- [22] 孟庆枚. 黄土高原水土保持[M]. 郑州:黄河水利出版社,1996.162—171.
- [23] “黄河中游侵蚀环境特征和变化趋势”专题组. 黄河中游侵蚀环境变化趋势研究[J]. 人民黄河,1996,18(11):8—10.
- [24] 叶青超. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究[M]. 济南:山东科学技术出版社,1994.60—63.
- [25] 齐鑫华. 黄土高原侵蚀地貌与水土流失关系研究[M]. 西安:陕西人民教育出版社,1991.169—173.

[参 考 文 献]

- [1] 周存旭. 河南省土壤侵蚀劣地国土整治对策与措施[J]. 河南水利,2000(1):11—12.
- [2] 许春霞. 前进中的河南水土保持[M]. 郑州:河南人民出版社,1995.163—169.
- [3] 陈德铭. 治理水土流失构建和谐社会[J]. 中国水土保持,2005,11:2—3.
- [4] 樊万选. 区域生态经济社会协调发展论[M]. 郑州:河南人民出版社,1994.280—286.
- [5] 何毓蓉. 紫色土的水土保持与持续农业环境[J]. 水土保持学报,2002,16(5):11—13.