

裴青宝,王冠,赵江倩,等.模糊综合评价法在南方小型灌区评价中的应用[J].江苏农业科学,2015,43(6):399-401.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.128

模糊综合评价法在南方小型灌区评价中的应用

裴青宝¹,王冠²,赵江倩¹,邵仁建³,陈金昌⁴

(1.南昌工程学院,江西南昌330099;2.中国联通江西省分公司,江西南昌330000;
3.江西省水利科学研究院,江西南昌330029;4.江西省农电管理局,江西南昌330000)

摘要:研究应用模糊综合评价法对南方小型灌区改造进行综合评价的方法。利用层次分析法确定评价指标的权重,得到综合权重,使得评价方法简单实用;以江西省金溪县5个不同乡镇小型灌区为例,对改造运行状况应用上述方法进行综合评价。结果表明,评价结果与实际基本相同,说明这种方法应用到南方小型灌区综合评价中是可行的,对小型灌区的评价具有指导意义。

关键词:小型灌区;模糊综合评价;南方;指标;权重

中图分类号:S274.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0399-03

农业是社会稳定的基石,水利是农业的命脉,灌区则是载体。在我国,各大中小型灌区是农业和农村发展的支撑,我国的大多数灌区形成或始建于20世纪50、60年代,后期维护较少,普遍存在年久失修的现象^[1]。近些年来,随着国家对三农问题的重视以及用于农业生产资金投入的加大,实施了以节水为目的的灌区综合配套改造^[2]。而对于灌区改造后进行综合评价也显得尤为重要,通过评价可为其他灌区的改造提供参考。

综合评价方法主要有综合指标法、灰色综合评价法、模糊综合评价法^[3-4]等。目前,在灌区综合评价方面,国内外很多学者做了大量的研究^[5-10],但是这些综合评价法多用于对大型灌区的改造评价^[11-13]。小型灌区在我国农业生产中占据重要的位置,也被纳入到改造的范围内,但是小型灌区存在点多面广、比较分散、评价指标及数据难以确定或收集等现象,因此关于小型灌区的综合评价未见报道。模糊综合评价法应用模糊数学的原理,将不易量化的模糊概念量化,从多个因素中对评价对象进行综合评价^[14]。本研究以江西省金溪县2011年完成建设的5个不同乡镇的小型灌区高标准农田改造项目为例,应用模糊综合评价法对各灌区的运行状况进行评价。

1 模糊综合评价方法及步骤

模糊综合评价常用于在解决影响因素十分复杂的情况下,对评价对象进行综合客观正确的评价^[3]。其基本原理是首先确定评价因素及相关因子,在此基础上划分评价等级标准;然后应用模糊集合变换方法,用隶属度来界定各因素及因子的模糊关系,从而构造模糊评判矩阵;最后通过多层的复合运算确定评价对象所属等级^[15],具体步骤如下。

1.1 确定评价因素和评价等级

设定 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 为评价对象的 m 种因素下的评价指标; $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 为每个因素所处的 n 个评价等级。这里 m 为评价因素的个数,由具体指标体系决定; n 为评价等级,一般划分为3~5个等级,本研究中 n 取3个等级。

1.2 构造评价矩阵

首先对因素集中的单因素 $u_i (i=1, 2, \dots, m)$ 作单因素评价,从因素 u_i 着眼,该事物抉择等级 $v_j (j=1, 2, \dots, n)$ 的隶属度为 r_{ij} ,这样就得出第 i 个因素 u_i 的单因素评判集:

$$r_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \quad (1)$$

这样 m 个着眼因素的评价集就构成一个总的评价矩阵 R 。即每个被评价对象确定了从 U 到 V 的模糊关系 R , 它的一个矩阵:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中 r_{ij} 表示从因素 u_i 着眼,该评判对象能被评价为 v_j 的隶属度 ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$)。具体地说, r_{ij} 表示第 i 个因素 u_i 在第 j 个评语 v_j 上的频率分布,一般将其归一化使之满足。这样, R 矩阵本身就是没有量纲的,不须专门处理。设定

$$B = A \cdot R = (a_1, a_2, \dots, a_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (3)$$

我们把模糊变换称为综合评价的数学模型,这里的 R 是一个 $m \times n$ 模糊矩阵。这样,在这里就存在2种模糊集,以主观赋权为例,一类是标志因素集 U 中各元素在人们心目中重要程度的量,表现为因素集 U 上的模糊权重向量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$; 另一类是 $U \times V$ 上的模糊关系,表现为 $m \times n$ 模糊矩阵 R 。这两类模糊集都是人们价值观念或者偏好结构的反映。 A 是论域 U 上的模糊子集,即各评价因素的权重,而 B

收稿日期:2014-07-18

基金项目:江西省科技支撑基金(编号:201222BBF60073)。

作者简介:裴青宝(1983—),男,甘肃兰州人,博士研究生,讲师,研究方向为农业节水灌溉及灌区评价。E-mail:peiqb8310@126.com。

是评价结果,它是论域 V 上的一个模糊子集,即模糊向量。

1.3 R 的确定

在这些评价指标中,就性质而言,存在 2 种性质的指标,一种为越大越优型指标,也就是极大型指标;另一种为越小越优型指标,也就是极小型指标。就量纲而言,有些指标是有量纲的,有些指标是无量纲的。由于模糊综合评判数学模型中 R 中的数据应在 $0 \sim 1$ 之间,因此应给定一个隶属函数,使各个评价指标值满足要求。

对于极大型指标:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j\max}} \quad (4)$$

对于极小型指标:

$$r_{ij} = \frac{x_{j\min}}{x_{ij}}, x_{j\min} \neq 0; \quad (5)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_{j\max}}, x_{j\min} = 0。 \quad (6)$$

式中: $x_{j\max}$ 、 $x_{j\min}$ 分别表示在 5 个灌区中第 j 个指标中的最大值、最小值。

1.4 确定权重

权重是表示因素相对重要性大小的度量值,在确定常见的项目评价权重中多采用主观臆测法,这种赋权法有时候会使得评价结果严重失真,可能会给决策者带来错误的信息。目前,确定权重的方法主要有多元统计分析法、层次分析法(AHP)、Delphi 法、专家咨询法、熵值法等方法^[3]。层次分析法具有较强的逻辑关系,可以考虑到客观实际,因此采用层次分析法进行权重的计算。

2 实例分析

以江西省金溪县 2010—2012 年实施 3 年的小型农田水利建设工程中的灌区为基础,以均实施小农水灌区改造的 5 个乡镇为研究对象,在其中各选择 1 个有代表性的灌区进行模糊综合评价,灌区基本情况见表 1。这 5 个灌区均位于金溪县 5 个不同的乡镇内,并且参与了小农水建设节水改造项目,已经实施完毕且运行了 2 年多的时间,通过评价来分析 5 个乡镇小农水节水改造项目的实施情况。

2.1 指标体系建立

灌区经过改造运行一定时间后,评价其改造效果,也是本次评价的目的。小型农田灌区节水改造效果的评价和度量是一个难点,一些内在因素的度量难以通过数学统计方法完成,

表 2 评价指标隶属函数值统计结果

灌区名称	评价指标隶属函数值									
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
马兰岗	0.776	0.951	0.253	0.251	0.453	0.922	0.651	0.867	0.770	1.000
后坑	0.886	0.907	0.587	0.397	0.276	0.877	0.462	0.968	0.837	0.870
莽岭水库	0.925	0.776	0.358	0.223	0.173	1.000	0.587	0.922	1.000	1.000
洛城	0.793	0.897	0.152	0.371	0.562	0.869	0.236	0.860	0.910	0.937
白水源	0.971	0.862	0.296	0.219	0.359	0.928	0.502	1.000	0.891	1.000

2.3 评价指标权重的计算

采用 yaahp 层次分析法 6.0 软件来进行指标权重的计算,构造两两比较判断矩阵,其层次单排序、层次总排序及其一致性检验计算过程见表 3 至表 6。

表 1 评价灌区基本情况

灌区名称	设计灌溉面积(hm^2)	综合单位面积毛灌溉定额(m^3/hm^2)	粮食总产量(t)	复种指数	隶属乡镇
马兰岗	67.33	15 645	382	1.78	秀谷镇
后坑	80.00	16 455	550	1.83	左坊镇
莽岭水库	41.33	15 855	281	1.79	石门乡
洛城	76.67	15 975	523	1.80	双塘镇
白水源	32.00	16 020	280	1.82	对桥乡

注:表格数据均摘自《金溪县农田灌溉规划报告》。

因此须要利用模糊数学的原理建立一套评价模型。在灌区改造效果评价中,须要考虑众多因素,这些因素也属于不同的层次,利用层次分析法构建评价体系,分为 3 个层次。参照大型灌区综合评价指标的选择^[16-17],结合小型灌区的改造主要以节水增产、提高灌溉水利用系数及灌区的管护、增加农民收入等为目的等特点。因此在二级指标选择上参考以上目标进行指标的确定,所选二级指标包括节水状况 B_1 、经济效益 B_2 、工程施工运行管理 B_3 等。三级指标及隶属关系见图 1。

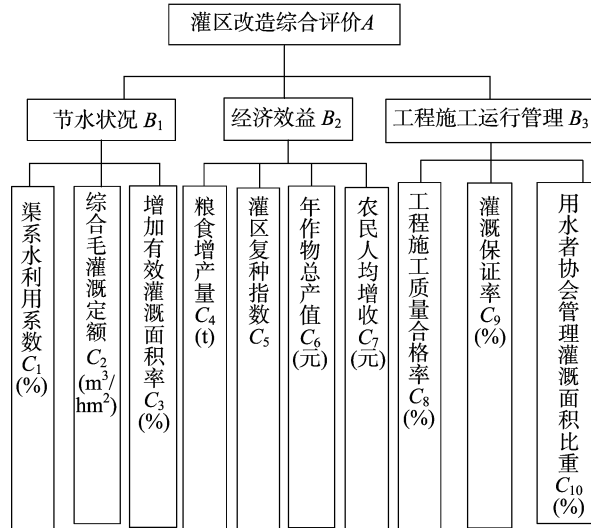


图 1 灌区改造评价指标体系结构

2.2 模糊关系 R 值计算

根据金溪县《2010—2013 年小型农田水利建设项目实施方案》及灌区改造后水利部门测定的实际数据,按照式(4)、式(5)、式(6)对指标数据进行“标准化”处理,结果见表 2。

2.4 综合评价结果

对于上述计算结果首先进行得到单因素模糊评价判断矩阵,然后进行综合评价。按照式(7)进行广义的合成运算,计算过程省略。综合评价值在 $0 \sim 1$ 之间,评价值越接近 1 说明

表3 灌区改造判断矩阵及特征值

灌区改造综合评价	节水状况 B_1	经济效益 B_2	工程施工 运行管理 B_3	权重
节水状况 B_1	1.000 0	3.000 0	3.000 0	0.593 6
经济效益 B_2	0.333 3	1.000 0	2.000 0	0.249 3
工程施工运行管理 B_3	0.333 3	0.500 0	1.000 0	0.157 1

注:判断矩阵一致性比例为0.051 6;对总目标的权重为1.000;
 $\lambda_{\max} = 3.053 6$ 。

表4 节水状况判断矩阵及特征值

节水状况 B_1	C_1	C_2	C_3	权重
C_1	1.000 0	0.344 9	0.476 0	0.166 7
C_2	2.899 0	1.000 0	0.526 6	0.350 5
C_3	2.101 0	1.899 0	1.000 0	0.482 8

注:判断矩阵一致性比例为0.100 0;对总目标的权重为0.593 6;
 $\lambda_{\max} = 3.104 0$ 。

表5 经济效益判断矩阵及特征值

经济效益 B_2	C_4	C_5	C_7	C_6	权重
C_4	1.000 0	3.000 0	2.000 0	1.000 0	0.364 7
C_5	0.333 3	1.000 0	0.500 0	0.500 0	0.125 2
C_7	0.500 0	2.000 0	1.000 0	1.000 0	0.233 0
C_6	1.000 0	2.000 0	1.000 0	1.000 0	0.277 1

注:判断矩阵一致性比例为0.017 1;对总目标的权重为0.249 3;
 $\lambda_{\max} = 4.045 7$ 。

表6 工程施工运行管理判断矩阵及特征值

工程施工运行管理 B_3	C_8	C_9	C_{10}	权重
C_8	1.000 0	3.000 0	3.000 0	0.593 6
C_9	0.333 3	1.000 0	0.500 0	0.157 1
C_{10}	0.333 3	2.000 0	1.000 0	0.249 3

注:判断矩阵一致性比例为0.051 6;对总目标的权重为0.157 1;
 $\lambda_{\max} = 3.035 6$ 。

灌区运行的效果越好,反之则说明该灌区运行状况相对较差。

$$B_i = A_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}, b_{i5}), i = 1, 2, 3; R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix}, B =$$

$$A \cdot R = A \cdot \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)。 \quad (7)$$

由上述计算结果,可得到:

$$B = A \cdot R = (0.638, 0.927, 0.321, 0.885, 0.490)。$$

2.5 分析

从评价结果来看,这5个灌区经过节水改造后的运行效果差异较大。其中后坑灌区改造运行最好,莽岭水库灌区最差。从地理位置上看,后坑灌区所处的左坊镇离县城较近,且有国道穿过,而莽岭水库灌区所处的石门乡交通条件较差。由于小农水灌区节水改造工程项目的单位面积投资均为1 800~2 250元/hm²之间,因此每个灌区按照面积比例的投资相差不大,但是由于交通条件的不同造成莽岭水库灌区在

改造过程中材料的运输成本大,影响工程施工管理指标;另外,莽岭水库主要以供水和灌溉为主,该灌区毛灌溉定额远高于其他灌区,使其投入产出比低。综合这些因素,莽岭水库灌区综合评价值最低反映了实际情况。

3 结论

本研究将模糊综合评价法与层次分析法相结合,对金溪县5个不同乡镇内的小型灌区经过节水改造后综合情况进行了评价。评价结果为后坑灌区>洛城灌区>马兰岗灌区>白水源灌区>莽岭水库灌区,该评价结果与实际情况相符合,很好地将模糊综合评价法应用到小型农田水利灌区的评价中,对于南方地区小型灌区在评价指标参数确定较困难的情况下进行灌区的综合评价提供了参考。

参考文献:

- [1]李远华. 节水灌溉理论与技术[M]. 武汉:武汉水利电力大学出版社,1999.
- [2]罗金耀,陈大雕,郭元裕. 节水灌溉工程模糊综合评价研究[J]. 灌溉排水,1998,17(2):16-21.
- [3]郭亚军. 综合评价理论与方法[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [4]王 璐,包革军,王雪峰. 综合评价中一种新的指标选择方法[J]. 数理统计与管理,2004,23(1):72-76.
- [5]Burt C M, Walker R E, Styles S W. 1998 irrigation system evaluation manual[M]. USA: California Dept of Water Resource and Dept of Agriculture, 1999.
- [6]Rodriguez M M, Sáez - Fernández F J. Evaluation of irrigation projects and water resource management; a methodological proposal[J]. Sustainable Development, 2002, 10(2): 90-102.
- [7]姚 杰,郭宗楼,陆 琦. 灌区节水改造技术经济指标的综合主成分分析[J]. 水利学报,2004,21(10):106-111.
- [8]高 峰,雷声隆,庞鸿宾. 节水灌溉工程模糊神经网络综合评价模型研究[J]. 农业工程学报,2003,19(4):84-87.
- [9]朱秀珍,李远华,崔远来,等. 运用灰色关联法进行灌区运行状况综合评价[J]. 灌溉排水学报,2004,23(6):44-48.
- [10]朱秀珍,崔远来,李远华,等. 灌区运行状况综合评价权重系数的确定[J]. 灌溉排水学报,2004,23(1):10-13.
- [11]韩振中,闫冠宇,刘云波,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(7):17-21.
- [12]Lilienfeld A, Asmild M. Estimation of excess water use in irrigated agriculture; a data envelopment analysis approach[J]. Agricultural Water Management, 2007, 94(1/3): 73-82.
- [13]王景雷,吴景社,齐学斌,等. 节水灌溉评价研究进展[J]. 水科学进展,2002,13(4):521-525.
- [14]杜 栋,庞庆华,吴 炎. 现代综合评价方法与案例精选,6[M]. 北京:清华大学出版社,2005:34-61.
- [15]王国胜. 河流健康评价指标体系与AHP-模糊综合评价模型研究[D]. 广州:广东工业大学,2007.
- [16]李慧玲,王修贵,崔远来,等. 灌区运行状况综合评价的方法研究[J]. 水科学进展,2006,17(4):543-548.
- [17]马 涛,迟道才,李 松. 东港灌区运行状况综合评价研究[J]. 中国农村水利水电,2006,50(11):14-16.