

VIKOR法在节水灌溉项目方案优选中的应用

赵文举¹, 詹小来^{2*}

(1.河南省新乡水文水资源勘测局, 河南 新乡 453000;

2.黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 郑州 450045)

摘要: 【目的】有效解决节水灌溉项目方案选择困难得多属性复杂决策问题。【方法】基于 VIKOR 算法提出了一种新的节水灌溉项目方案优选方法, 使用目标差值率对各指标的原始数据进行标准化处理, 同时利用改进的 CRITIC 法进行客观赋权。【结果】通过对实际案例应用进行分析, 并与其他优选方法作对比, 当 VIKOR 法的决策系数取不同值时, 得到的排序结果分别与模糊综合评价法、模糊物元模型结果完全一致, 得出的最优方案与实际情况相符, 表明了将 VIKOR 法应用到节水灌溉项目方案优选中是可行的。【结论】VIKOR 法具有原理简单、计算简便、分辨率高、结果稳定性强等特点, 并且决策系数可以根据项目研究意义和决策者的意愿进行调整, 增强了 VIKOR 法操作的灵活性和结果的可靠性, 该方法也可以在类似工程方案优选与评价方面广泛应用。

关键词: VIKOR 法; 节水灌溉; 目标差值率; 改进的 CRITIC 法; 方案优选

中图分类号: N949

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2019422

OSID:



赵文举, 詹小来. VIKOR法在节水灌溉项目方案优选中的应用[J]. 灌溉排水学报, 2021, 40(2): 144-148.

ZHAO Wenju, ZHAN Xiaolai. Using VIKOR Method to Optimally Select Proposals for Water-saving Irrigation Project[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2021, 40(2): 144-148.

0 引言

【研究意义】节水灌溉项目方案的选择是一个包含工程效益、成本、工程寿命、节水率等复杂因素在内的多属性决策问题, 既要考虑工程的工程寿命、节水率、益本比等效益指标, 又要考虑工程的投资成本、偿还年限等因素影响^[1], 且各指标间存在一定冲突性。因此, 采用较为合理的方法来优选节水灌溉项目方案显得尤为关键^[2]。【研究进展】目前, 针对节水灌溉项目方案优选的多属性决策问题, 已取得了一些研究进展, 如严乐军^[3]基于模糊综合评判法对节水灌溉示范项目进行投资决策; 陕振沛等^[4]、宁宝权等^[5]将改进的模糊物元分析模型成功应用于节水灌溉项目优选中; 陈亮亮等^[6]搭建了基于变异系数权重的 TOPSIS 法; 高军省^[7]提出了基于理想解法的集对分析方法; 王晓敏等^[8]运用了灰色关联分析法对节水灌溉项目的投资问题进行决策; 路振广等^[9]构建了一个系统模糊优选熵权模型。【切入点】上述方法存在一定的不足, 如模糊综合评价法过于强调极值作用, 会造成信息缺失; 灰色关联分析结果分辨率低, 不利于

决策者进行判断; TOPSIS 法在应用过程中, 忽略了在计算欧式距离时要保证各个指标之间不相关的大前提条件等。

VIKOR 法能够在若干相互冲突的情况下给出折中方案, 寻求妥协条件下的最优解, 该方法已在供应商选择^[10]、水环境质量评价^[11]、风险评价^[12]、企业管理评价^[13-14]等领域得到成功的应用, 但在水利工程方案优选的研究案例还很稀少。【拟解决的关键问题】鉴于此, 拟采用 VIKOR 法对节水灌溉项目进行方案优选, 以期探索新方法在节水灌溉项目方案优选中应用的可行性, 为节水灌溉项目以及其他类似工程方案的选取提供一种新途径。

1 VIKOR 法的理论基础

1.1 VIKOR 法基本原理

Opricovic^[15]在 1998 年提出了多准则妥协解排序法 (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) 即 VIKOR 法, 其核心思想是在确定正、负理想解的基础上, 通过计算最大化群效用值和最小化个体遗憾值, 依据各备选方案与理想方案的接近程度进行优劣排序。VIKOR 法得到的是带有优先级的折中方案, 更加靠近最理想方案^[11]。

1.2 构造初始决策矩阵, 并对其标准化

不妨假设有 m 个方案 n 个指标组成的初始决策矩

收稿日期: 2019-12-06

基金项目: 水利部技术示范项目 (SF-201802)

作者简介: 赵文举 (1982-), 男, 工程师, 主要从事水资源系统分析方面的研究。E-mail: 15936563064@163.com

通信作者: 詹小来 (1967-), 男, 教授级高级工程师, 主要从事水资源系统分析方面的研究。E-mail: 13937388580@139.com

阵 $X=(x_{ij})_{m \times n}$, $i \in [1, m]$, $j \in [1, n]$ 。根据 VIKOR 方法的特点, 本文使用目标差值率^[16]对各待选方案原始的指标数据进行标准化处理, 将其转化为标准化决策矩阵 $F=(f_{ij})_{m \times n}$ 。目标差值率综合考虑了各个指标值与目标值之间的比价效应和距离效应, 能够对指标值与目标值之间的靠近或远离程度进行全面描述。目标差值率的标准化公式为:

$$f_{ij} = \pm(x_{ij} - E_j) / E_j, \quad (1)$$

式中: f_{ij} 表示目标差值率; “+”用于效益型指标; “-”用于成本型指标; x_{ij} 表示第 i 个方案第 j 个指标的初始值; E_j 表示第 j 个指标的目标值。

1.3 确定正、负理想方案

$$\begin{cases} f_j^* = \max_i(f_{ij}) \\ f_j^- = \min_i(f_{ij}) \end{cases}, \quad (2)$$

式中: f_j^* 表示正理想方案; f_j^- 表示负理想方案。

1.4 用改进的 CRITIC 法计算指标权重 W

权重的确定在 VIKOR 法中是一项很重要的工作, 权重的大小反映了指标的相对重要性, 对最终的优选结果有直接的影响。常规的赋权方法存在一定的弊端: 如层次分析法受决策者经验影响较大, 该方法虽兼顾指标之间的联系, 但是不同的决策者有不同的偏好, 主观随意性较大; 熵权法存在指标分配均衡化问题, 导致在实际应用中存在一定的局限性。为了消除人为因素干扰, 本文采用 CRITIC 客观赋权法计算指标权重。

CRITIC 赋权法由 Diakoulaki^[17]提出的一种新型客观赋权方法, 它能够有效考虑指标特征的对比强度和冲突性来反映指标权重系数, 不仅考虑指标内部的对比强度, 而且还考虑了指标之间的冲突性, 赋权较为客观, 是一种较为完善的权重计算方法^[18]。但传统的 CRITIC 法存在下列可以改进和完善的地方: 第一, 因为不同指标的标准差具有不同的量纲、量级, 无法真实反映出指标的对比强度; 第二, r_{jk} 表示指标 j 与 k 之间的相关系数, 有正、负之分, 但相关系数绝对值相等时, 反映指标间的相关性程度应是一样的, 故使用 $(1-r_{jk})$ 来反映指标之间的冲突性显然是不合理的。在参考王瑛等^[19]、徐冬梅等^[20]研究成果的基础上, 本文从下列 2 个层面来改进传统 CRITIC 赋权法: ①采用无量纲的变异系数代替标准差, 其更能反映指标内部的对比强度, 且不再受指标量纲的影响; ②用 $(1-r_{jk})$ 来表示指标之间的冲突性更为合理。改进后的 CRITIC 法表达式为:

$$D_j = \varphi_j \sum_{k=1}^n (1 - |r_{jk}|), \quad (3)$$

$$\varphi_j = \frac{\sigma_j}{x_j}, \quad (4)$$

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j}, \quad (5)$$

式中: D_j 表示信息量, 指标包含的信息量越多, 其对应权重值就越大; φ_j 表示第 j 个指标的变异系数; σ_j 表示第 j 个指标的标准差; \bar{x}_j 表示第 j 个指标的均值; r_{jk} 表示评价指标 j 与指标 k 之间的相关系数值。

1.5 计算群体效益值 S_i 和个别遗憾值 R_i

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-), \quad (6)$$

$$R_i = \max \{ w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \}. \quad (7)$$

1.6 计算各方案的利益比率值 Q_i

$$Q_i = \nu(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - \nu)(R_i - R^*) / (R^- - R^*), \quad (8)$$

式中: $S^* = \min S_i$, $S^- = \max S_i$, $R^* = \min R_i$, $R^- = \max R_i$, $\nu \in [0, 1]$ 为决策系数, 可根据研究问题的实际意义进行决策系数合理调整。当 $\nu > 0.5$, 按最大化群体效益决策; 当 $\nu < 0.5$, 则按最小化个体遗憾值决策; 当 $\nu = 0.5$, 即进行折中决策, 以保证最大化群体效益和最小化个体遗憾^[15]。考虑到本文的研究意义, 分别对 $\nu = 0.5$ 、 $\nu = 0.8$ 这 2 种情况进行讨论分析。

1.7 方案排序

将上述计算得到的 S 、 R 、 Q 值按照从小到大的顺序进行排列, 值越小越优^[10-15]。

2 案例应用分析

为验证 VIKOR 法在节水灌溉项目方案优选中应用的可行性与有效性, 以文献[4]中的节水灌溉项目方案优选为例进行验证, 其中有 5 个单位分别提出了项目实施方案, 分别用 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 和 Y_5 表示, 为了便于与文献[3-4]中的优选方法做对比分析, 根据各个项目的具体申请情况, 选取投资 X_1 (元/hm²)、投资偿还年限 X_2 (a)、自筹投资 X_3 (元/hm²)、经济效益 X_4 (元/hm²)、节水率 X_5 (%)、内部收益率 X_6 (%)、益本比 X_7 、工程寿命 X_8 (a) 等 8 项效益型经济相关指标搭建起了节水灌溉项目方案优选的指标体系。

2.1 节水灌溉项目方案优选过程

步骤 1: 构造初始决策矩阵 X , 确定各个指标的目标值 $E=[37\ 950, 8.8, 9\ 300, 6\ 300, 42, 17, 1.9, 20]$ 。

$$X=(x_{ij}) = \begin{bmatrix} \text{方案} & X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_7 & X_8 \\ Y_1 & 22800 & 8.6 & 5700 & 5250 & 42 & 15 & 1.5 & 20 \\ Y_2 & 11325 & 6 & 4650 & 3450 & 18 & 17 & 1.8 & 10 \\ Y_3 & 19200 & 7.8 & 7200 & 4800 & 30 & 14 & 1.9 & 15 \\ Y_4 & 6750 & 5.5 & 3450 & 1800 & 10 & 12 & 1.7 & 8 \\ Y_5 & 37950 & 8.8 & 9300 & 6300 & 35 & 12.5 & 1.1 & 16 \end{bmatrix}$$

步骤 2: 按照式 (1) 对初始矩阵 X 进行无量纲化处理, 得到标准化决策矩阵 F 。

$$F=(f_{ij})= \begin{bmatrix} \text{方案} & X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_7 & X_8 \\ Y_1 & -0.3992 & -0.0227 & -0.3871 & -0.1667 & 0.0000 & -0.1176 & -0.2105 & 0.0000 \\ Y_2 & -0.7016 & -0.3182 & -0.5000 & -0.4524 & -0.5714 & 0.0000 & -0.0526 & -0.5000 \\ Y_3 & -0.4941 & -0.1136 & -0.2258 & -0.2381 & -0.2857 & -0.1765 & 0.0000 & -0.2500 \\ Y_4 & -0.8221 & -0.3750 & -0.6290 & -0.7143 & -0.7619 & -0.2941 & -0.1053 & -0.6000 \\ Y_5 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & -0.1667 & -0.2647 & -0.4211 & -0.2000 \end{bmatrix}$$

步骤 3: 依据式 (2) 确定正理想方案和负理想方案分别为: $f_j^*=[0,0,0,0,0,0,0,0]$ 、 $f_j^-=[-0.8221,-0.3750,-0.6290,-0.7143,-0.7619,-0.2941,-0.4211,-0.6000]$ 。

步骤 4: 依据式 (3) 一式 (5) 分别计算各个优选指标的权重值 $W=[0.1667, 0.0564, 0.1326, 0.1170,$

$0.1617, 0.1351, 0.0958, 0.1347]$ 。

步骤 5: 依据式 (6) 一式 (8) 分别计算各备选方案的最大群体效益值 S 、最小个体遗憾值 R 和利益比率值 Q , 结果见表 1。

表 1 各方案的 S 、 R 、 Q 值及排序结果

Table 1 Values of S 、 R 、 Q and sorting results of each scheme

方案	S	R	$Q_{0.5}$	$Q_{0.8}$	S 值排序	R 值排序	$Q_{0.5}$ 值排序	$Q_{0.8}$ 值排序
Y_1	0.0816	0.2952	0	0	1	1	1	1
Y_2	0.1423	0.6151	0.6091	0.5469	4	4	4	4
Y_3	0.1002	0.4017	0.1934	0.1783	2	3	2	3
Y_4	0.1667	0.9282	1	1	5	5	5	5
Y_5	0.1216	0.2977	0.2371	0.0972	3	2	3	2

注 $Q_{0.5}$ 表示 $v=0.5$ 时求得的 Q 值, $Q_{0.8}$ 表示 $v=0.8$ 时求得的 Q 值。

2.2 对优选结果分析

根据表 1 中 S 、 R 、 Q 的排序结果可知, 当决策系数取 $v=0.5$ 时, 即进行折中决策, 以保证最大化群体效益和最小化个体遗憾为目标的排序结果为: 方案 $Y_1 >$ 方案 $Y_3 >$ 方案 $Y_5 >$ 方案 $Y_2 >$ 方案 Y_4 ; 当决策系数取 $v=0.8$ 时, 以最大化群体效益原则的方案排序结果为: 方案 $Y_1 >$ 方案 $Y_5 >$ 方案 $Y_3 >$ 方案 $Y_2 >$ 方案 Y_4 , 在本文所考虑选取的 2 种决策系数条件下, 所得的最优方案均为 Y_1 , 与项目实际情况相符。通过分析认为: 在进行节水灌溉项目方案优选过程中, 不仅考虑了投资收益类指标, 同时兼顾了方案的节水率及工程的寿命长度因素。方案 Y_1 作为首选最优方案, 其投资收益类、节水率及工程寿命等指标数据均处于较优水平, 与工程实际选择情况相一致。而在方案 Y_4 中除了益本比之外, 所有指标的数据均为最差, 故方案该方案为最劣方案。

3 讨论

在 VIKOR 法中决策系数取不同值时, 最终的方案排序结果也会稍有不同。其实不难发现, 在 2 种不同决策系数取值条件下, VIKOR 法求得的最优方案均为 Y_1 , 次优方案受决策系数 v 取值的影响, 在方案 Y_3 、方案 Y_5 的顺序上略有差异, 其余方案的顺序依次为 Y_2 、 Y_4 。通过与模糊综合评价法、组合赋权的模糊物元法计算的结果进行比较, 如表 2 所示。当 VIKOR 法的决策系数在取 $v=0.5$ 时与模糊综合评价法求得方案排序结果完全一致; 当决策系数取 $v=0.8$ 时与模糊物元模型求得方案排序结果完全一致, 表明了

VIKOR 法的评价结果具有较高的可信度, 可以作为今后节水灌溉项目方案优选的一种有效替代方法。

表 2 不同优选方法计算结果的分析

Table 2 Analysis of calculation results of different optimization methods

名称	模糊综合评价法 ^[3]	VIKOR 法		组合赋权的模糊物元模型 ^[4]
		$v=0.5$	$v=0.8$	
Y_1	1 (0.71)	1 (0)	1 (0)	1 (0.2792)
Y_2	4 (0.51)	4 (0.6091)	4 (0.5469)	4 (0.6030)
Y_3	2 (0.628)	2 (0.1934)	3 (0.1783)	3 (0.3813)
Y_4	5 (0.481)	5 (1)	5 (1)	5 (0.9313)
Y_5	3 (0.58)	3 (0.2371)	2 (0.0972)	2 (0.2983)
极差	0.229	1	1	0.6521
标准差	0.0823	0.3557	0.3677	0.2450
最优与次优方案差距	0.0820	0.1934	0.0972	0.0191

注 “()” 内的值为对应优选方法得到的原始评价。

通过仔细分析可知, 不论 VIKOR 法的决策系数取何值, 评价结果的极差均为 1, 大于文献[3]与文献[4]为 (0.2290 和 0.6521), 说明 VIKOR 法能够很好地拉开各个方案之间的“档次”, 评价结果较其他 2 种方法的分辨率也更高。VIKOR 法在 2 种决策系数下的标准差分别为 0.3557、0.3677, 大于文献[3]和文献[4]中的值, VIKOR 法得到的结果更加离散化, 能够更加突显出个体方案之间的差异性。对各优选方法得到的最优方案与次优方案的差距进行比较分析: VIKOR 法的决策系数取 0.5 时, 最优方案与次优方案

的差距为 0.193 4, 大于模糊综合评价法的 0.082 0; 当 $v=0.8$ 时, 最优方案与次优方案的差距为 0.097 2, 大于组合赋权的模糊物元模型的值 (0.019 1), 可以看出 VIKOR 法能够明显的区分出最优方案与次优方案之间的差别, 不会因为方案间的细小差异而犹豫不决, 甚至影响最终结果的判断, 容错性更强, 这样也更加利于高层决策者对项目的最佳方案进行选择。本文采用了不同的决策系数取值, 增强了 VIKOR 法在进行方案优选时操作的灵活性和评价结果的可靠性, 所得最优方案完全一致, 令结果更加具有可靠性和说服力。

4 结论

1) 本文借助于 VIKOR 算法, 建立了一种新的节水灌溉项目方案优选方法, 首先使用目标差值率对原始数据进行标准化处理, 选取较为完善的 CRITIC 客观赋权法对指标权重进行计算, 消除了主观因素的影响, 赋权更加客观。

2) 通过实例应用, 并与其他优选方法进行比较, 当决策系数取不同值时, VIKOR 法求得的排序结果分别与模糊综合评价法、模糊物元模型结果完全一致, 求得的最优方案相同, 与工程项目实际情况相符, 表明了将 VIKOR 法应用到节水灌溉项目方案优选中是完全可行的, VIKOR 法具有较高的可信度和稳定性。

3) VIKOR 法能够很好地拉开各个待选方案之间的“档次”, 分辨率更高, 也能够突显出个体方案之间的差异性, 更加利于决策者对最佳方案进行判断。VIKOR 法具有原理简单、计算步骤少、结果可靠性高、实用性强的优点, 且决策系数可以根据项目实际情况和决策者的意愿进行合理调整, 增强了 VIKOR 法操作的灵活性和结果的可靠性, 在实际的工程应用中具有重要意义, 也为类似的工程项目方案优选提供一种新的思路。

参考文献:

[1] 张文林, 张慧愿, 陕振沛, 等. 基于二参数区间数负理想投影法的节水灌溉项目优选[J]. 节水灌溉, 2018(6): 97-100.
ZHANG Wenlin, ZHANG Huiyuan, SHAN Zhenpei, et al. Water-saving irrigation projects optimal selection based on the method of negative ideal projection of interval numbers of two parameters[J]. Water Saving Irrigation, 2018(6): 97-100.

[2] 王丰凯, 吴凤平, 于倩雯, 等. 地区农业节水灌溉项目投资方案优选: 基于格序理论与组合赋权的决策方法[J]. 水资源与水工程学报, 2017(3): 234-238, 243.
WANG Fengkai, WU Fengping, YU Qianwen, et al. Optimization of investment decision-making for agricultural water-saving projects based

on lattice-order theory and combination weights[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2017(3): 234-238, 243.

[3] 严乐军. 模糊综合评判法在节水灌溉项目投资决策中的应用[J]. 节水灌溉, 2000(4): 11-13, 42.
YAN Lejun. Application of Fuzzy Comprehensive evaluation in investment decision for WSI projects[J]. Water Saving Irrigation, 2000(4): 11-13, 42.

[4] 陕振沛, 张府柱, 张文林, 等. 基于最优组合赋权模糊物元模型的节水灌溉项目综合评价[J]. 节水灌溉, 2019(2): 110-113.
SHAN Zhenpei, ZHANG Fuzhu, ZHANG Wenlin, et al. Comprehensive evaluation of water saving irrigation project based on optimal combination weighted fuzzy matter-element model[J]. Water Saving Irrigation, 2019(2): 110-113.

[5] 宁宝权, 陕振沛. 农业节水灌溉项目优选: 基于改进模糊物元分析模型[J]. 农机化研究, 2016(4): 49-52.
NING Baoquan, SHAN Zhenpei. Optimal selection of agricultural water saving irrigation projects-based on improved fuzzy matter-element analysis model[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2016(4): 49-52.

[6] 陈亮亮, 马亮, 赵经华. 变异系数权重 TOPSIS 法在节水灌溉方案评价中的应用[J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21(1): 95-96, 100.
CHEN Liangliang, MA Liang, ZHAO Jinghua. Application of TOPSIS method by variation coefficient weight to water-saving irrigation schemes[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2010, 21(1): 95-96, 100.

[7] 高军省. 节水灌溉方案优选的集对分析方法[J]. 节水灌溉, 2010(12): 81-83.
GAO Junsheng. Optimal Selection of water-saving irrigation schemes based on set pair analysis[J]. Water Saving Irrigation, 2010(12): 81-83.

[8] 王晓敏, 孔攻玉. 关联分析法在节水灌溉项目投资决策中的应用[J]. 节水灌溉, 2008(6): 40-42, 46.
WANG Xiaomin, KONG Gongyu. Application of gray relative analysis method in water saving irrigation project investment decision[J]. Water Saving Irrigation, 2008(6): 40-42, 46.

[9] 路振广, 曹祥华, 李慎群. 系统模糊优选熵权模型在节水灌溉项目综合评价中的应用[J]. 灌溉排水学报, 2001, 20(3): 70-72.
LU Zhengguang, CAO Xianghua, LI Shenqun. A system fuzzy optimum selection model and its application in comprehensive evaluation of water saving irrigation projects [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2001, 20(3): 70-72.

[10] 袁宇, 关涛, 闫相斌, 等. 基于混合 VIKOR 方法的供应商选择决策模型[J]. 控制与决策, 2014, 29(3): 551-560.
YUAN Yu, GUAN Tao, YAN Xiangbin, et al. Based on hybrid VIKOR method decision making model for supplier selection [J]. Control and Decision, 2014, 29(3): 551-560.

[11] 陈继光. 水环境质量评价的 VIKOR 算法应用研究[J]. 节水灌溉, 2014(1): 45-46, 49.
CHEN Jiguang. Study on VIKOR algorithm for water environmental quality assessment [J]. Water Saving Irrigation, 2014(1): 45-46, 49.

- [12] 杨威, 庞永锋, 刘妮. 基于区间直觉模糊不确定语言变量的 VIKOR 方法及其在房地产开发风险评价中的应用[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(9): 1-6.
YANG Wei, PANG Yongfeng, LIU Ni. New interval-valued intuitionistic fuzzy uncertain linguistic vikor and its application in risk evaluation of real estate development[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2016, 46(9): 1-6.
- [13] 方曦, 李治东, 熊焰, 等. 基于模糊 VIKOR 法的企业决策情报评价及应用[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(3): 49-52, 44.
FANG Xi, LI Zhidong, XIONG Yan, et al. Evaluation and application of enterprise decision intelligence based on fuzzy VIKOR method[J]. Information Studies: Theory & Application, 2015, 38(3): 49-52, 44.
- [14] 林向义, 张庆普, 罗洪云. 知识创新联盟合作伙伴选择研究[J]. 中国管理科学, 2008, 16(S1): 404-408.
LIN Xiangyi, ZHANG Qingpu, LUO Hongyun. Partners' selection of knowledge innovation alliances[j]. Chinese Journal of Management Science, 2008, 16(S1): 404-408.
- [15] OPRICOVIC S. Multicriteria optimization of civil engineering systems[D]. Jugoslavia: Faculty of Civil, 1998.
- [16] 杨文海, 张宏洋, 黄腾. 基于改进 TOPSIS 模型的河道整治优选方案评价[J]. 水电能源科学, 2013, 31(6): 153-155, 181.
YANG WenHai, ZHANG HongYang, HUANG Teng. Scheme optimization evaluation of river regulation based on improved TOPSIS model[J]. Water Resources and Power, 2013, 31(6): 153-155, 181.
- [17] DIAKOULAKI D, MAVROTAS G, PAPAYANNAKIS L. Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method[J]. Computers & Operations Research, 1995, 22(7): 763-770.
- [18] 宋冬梅, 刘春晓, 沈晨, 等. 基于主客观赋权法的多目标多属性决策方法[J]. 山东大学学报(工学版), 2015, 45(4): 1-9.
SONG DongMei, LIU ChunXiao, SHEN Chen, et al. Multiple objective and attribute decision making based on the subjective and objective weighting[J]. Journal of Shandong University (Engineering Science), 2015, 45(4): 1-9.
- [19] 王瑛, 姜芸芸. 基于改进 CRITIC 赋权法和模糊优选法的大气质量评价[J]. 统计与决策, 2017(17): 83-87.
WANG Ying, JIANG Yunyun. Air quality evaluation based on improved CRITIC weighting method and fuzzy optimization method[J]. Statistics & Decision, 2017(17): 83-87.
- [20] 徐冬梅, 徐梦臣, 王文川, 等. 基于改进灰靶模型的水资源利用效率评价[J]. 水资源研究, 2019, 8(4): 335-341.
XU Dongmei, XU Mengchen, WANG Wenchuan, et al. Evaluation of water use efficiency based on improved grey target model[J]. Journal of Water Resources Research, 2019, 8(4): 335-341.

Using VIKOR Method to Optimally Select Proposals for Water-saving Irrigation Project

ZHAO Wenju¹, ZHAN Xiaolai^{2*}

(1. Henan Xinxiang Hydrological and Water Resources Survey Bureau, Xinxiang 453000, China;

2. Yellow River Institute of Hydraulic Research, YRCC, Zhengzhou 450045, China)

Abstract: 【Objective】 Optimizing water-saving projects is critical to reducing their costs and detrimental impact on the environment and ecological systems. Many optimization algorithms are available, and the purpose of this paper is to present a method to optimally selecting proposals for complex multi-attribute and decision-making problems in water-saving irrigation projects. 【Method】 The optimal selection method was based on the VIKOR algorithm. It used the target difference rate to standardize the original data of each index, and the improved CRITIC method was conducted to rationally calculate the weights. 【Result】 Application of the method to a real case and its comparison with other methods revealed that the results obtained by the VIKOR method using different decision coefficients were consistent with that calculated from the fuzzy comprehensive evaluation method and the fuzzy matter-element model. The optimized scheme agreed well with the real case, indicating that the VIKOR method was feasible to solve the decision-making problems in optimally selecting proposals for water-saving irrigation projects. 【Conclusion】 The VIKOR method is simple, stable and computationally efficient, in addition to its high resolution. The decision coefficients in the method can be adjusted based on the significance of the project and the preferences of the decision makers. It is thus potential for application in optimizing water-saving irrigation as well as other engineering projects.

Key words: VIKOR method; water saving irrigation; target dispersion rate; improved CRITIC method; scheme optimization

责任编辑: 白芳芳