

# 渭洛河夹槽地带沙荒地整治综合效益评价

刘珏珏<sup>1</sup>, 赵雪<sup>2</sup>, 张旭<sup>3</sup>, 李鹏<sup>4</sup>

(1. 西安财经学院 管理学院工程管理体系, 陕西 西安 710100; 2. 空军工程大学 理学院, 陕西 西安 710051; 3. 牙克石市综合高级中学, 内蒙古 牙克石 022150; 4. 吉林省长泓水利工程有限责任公司, 吉林 长春, 130000)

**摘要:** [目的] 对渭洛河夹槽地带沙荒地整治的综合效益进行评价, 为该区沙荒地整治及其综合效益提升提供决策支撑。[方法] 以渭洛河夹槽地带为研究区, 基于当地沙荒地整治的必要性, 沙地整治现状及预期目标, 从研究区沙地治理的优势出发, 对以生态安全为核心的沙荒地整治模式的开发和应用进行研究, 建立基于熵权物元法的沙荒地整治综合效益评价模型, 据此获得了符合研究区的综合效益评价指标, 并对其进行了综合效益评价。[结果] 研究区沙地整治的综合效益为优良等级, 整治效果达到预期目标。[结论] 提出了新形势下沙地整治及开发利用的相关对策和保障措施, 从而促进研究区沙地资源的良性利用。

**关键词:** 沙地整治; 综合效益; 渭洛河夹槽地带; 熵权物元模型

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2018)04-0345-05

中图分类号: X820.3

**文献参数:** 刘珏珏, 赵雪, 张旭, 等. 渭洛河夹槽地带沙荒地整治综合效益评价[J]. 水土保持通报, 2018, 38(4):345-349. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.04.054. Liu Honghong, Zhao Xue, Zhang Xu, et al. Comprehensive benefits evaluation of sand and waste land regulation in Weihe River and Luohe River[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(4):345-349.

## Comprehensive Benefits Evaluation of Sand and Waste Land Regulation in Weihe River and Luohe River

LIU Honghong<sup>1</sup>, ZHAO Xue<sup>2</sup>, ZHANG Xu<sup>3</sup>, LI Peng<sup>4</sup>

(1. School of Management Engineering, Xi'an University of Finance and Economics,

Xi'an, Shaanxi 710100, China; 2. School of Science, Air Force Engineering University,

Xi'an, Shaanxi 710051, China; 3. Yakeshi Comprehensive Senior High School, Yakeshi, Inner Mongolia

022150, China; 4. Jilin Province Changhong Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Changchun, Jilin 130000, China)

**Abstract:** [Objective] The purpose of this paper is to provide decision support for the regulation of sandy wasteland and the protection of ecological environment, and to provide new ideas and methods for the prevention and control of desertification and economic development in China. [Methods] Taking Weihe River and Luohe River as a research area, based on the necessity of remediation of local deserted land, sand land regulation status quo and the expected target, based on the advantages of sand land regulation in the research area, studying the development and application of sand and wasteland remediation model with ecological security as the core, the comprehensive benefit evaluation model of sand wasteland remediation based on entropy weight matter-element method is established. Based on this, the comprehensive benefit evaluation index in accordance with the research area was obtained and evaluated in order to promote the benign utilization of sandy land resources. [Results] The comprehensive benefits of sand remediation in the study area are excellent, and the remediation effect has reached the expected target. [Conclusion] The relevant countermeasures and safeguard measures for the remediation, development and utilization of sandy land under the new situation were put forward, thus promoting the virtuous utilization of sandy resources in the study area.

收稿日期: 2018-01-24

修回日期: 2018-03-25

资助项目: 西安财经学院科学研究扶持计划项目“动态情景下西安黑河引水系统水资源优化配置及评价研究”

第一作者: 刘珏珏(1985—), 女(汉族), 内蒙古呼伦贝尔市人, 博士, 讲师, 主要从事工程管理及工程项目经济效益评价等方面的研究, E-mail: 624413077@qq.com。

**Keywords:** sand land regulation; comprehensive benefits evaluation; Weihe River and Luohe River zone; entropy weight matter-element mode

中国现在面临着许多生态环境问题,其中最为严重的便是土地沙化,尤其是在干旱地区、半干旱地区以及部分半湿润地区。沙荒地的土壤粒间孔隙大,内部排水快,蓄水量少且易蒸发失水。渭洛河夹槽地带生态环境相对脆弱,部分区域沙化严重,风沙肆虐,水土流失严重<sup>[1-2]</sup>。沙荒地整治具有效益的统一性,生态因素是制约土地资源利用的主导因子,沙荒地综合整治的生态环境效益表现为沙荒地综合整治对自然生态系统结构、功能与环境的影响,追求生态环境效益是沙荒地综合整治的基础与前提;社会因素是土地利用系统的主导因子,沙荒地综合整治的社会效益表现为沙荒地综合整治对农村社会环境、社会经济与自然资源合理利用的贡献与影响,社会效益是沙荒地综合整治的目的所在;沙荒地综合整治的经济效益表现为沙荒地综合整治对国民经济与综合整治项目区农户的影响,追求经济效益是沙荒地综合整治的中心内容,也是沙荒地综合整治生命力所在。因此,沙荒地综合整治应追求经济、社会、生态环境的统一,努力做到生态上平衡,经济上有效。沙荒地综合整治的效益即经济效益、社会效益、生态环境效益三者的有机综合<sup>[3]</sup>。综合效益评价是包含多因素的复杂模糊系统。运用常规的数学方法进行综合效益评价往往难以取得良效果。目前综合效益评价方法有回归分析法,迭置指数法,聚类分析法,模糊数学综合评价法,主成分分析法,物元分析法等。物元分析法是将复杂问题抽象为形象化的模型,并应用这些模型研究基本理论,提出应用方法。它可以建立事物多指标性能参数的质量评定模型,并能以定量的数值表达评定结果,较完整地反映事物质量的综合水平,权重计算中使用熵权法,也易于用计算机进行编程处理。因此该方法相对主观赋值法,精确度更高,客观性更强,能够更好地解释评价结果。本文从渭洛河夹槽地带的土地资源,生态环境等实际情况出发,结合气候资源优势,以生态环境的保护与提升为目标,依靠科技,探索适宜的沙荒地整治模式,建立基于熵权物元法的沙荒地整治综合效益评价模型,为沙荒地整治及其综合效益提升提供决策支撑。

## 1 研究区概况

### 1.1 研究区概况

渭洛河夹槽地带位于大荔县境内,大荔县位于陕西关中平原东部,北纬  $34^{\circ}36'$ — $35^{\circ}02'$ ,东经

$109^{\circ}43'$ — $110^{\circ}19'$ 。研究区即渭河与洛河之间大荔县区辖的 5 个镇(羌白镇、官池镇、下寨镇、韦林镇、苏村镇)以及朝邑镇部分区域(原沙底村)的部分地域。土地面积  $639\text{ km}^2$ ,其中沙区面积  $458.27\text{ km}^2$ ,占研究区总面积的 71.7%。

### 1.2 气候资源优势

研究区现代生态农业的发展有着很大的优势:一是气候条件。该地区属暖温带半干旱大陆性气候区,四季冷暖、干湿分明,其特点是:春季升温快,回暖早,风多风大;夏季气温高,日照长,多伏旱;秋季降温快,多阴雨,冬季干冷少雨雪。二是光能资源。该地区光能资源丰富。年平均总辐射量  $525.8\text{ kJ/cm}^2$ ,其中 12 月份最低,为  $24.9\text{ kJ/cm}^2$ ,7 月份最高,为  $62.9\text{ kJ/cm}^2$ ;研究区地处关中东部的高温中心,全年日照时数为  $2\ 385.2\text{ h}$ ,占可照时数的 54%。三是热量资源。气温状况:境内平均气温为  $14.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最热的 7 月平均为  $26.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最冷的 1 月平均为  $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。年各月气温日较差平均为  $11.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,6 月最大,为  $13.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,1,8 和 12 月最低,为  $10.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这些得天独厚的自然条件,为粮食、棉花、大豆、花生、胡萝卜、畜牧、水果、苗木、牧草的种植提供了极为优越的生长环境。

### 1.3 生态环境脆弱

随着经济和人口增长,耕地不断开发,造成了土地生态系统退化。主要表现在大水漫灌农田导致大面积沙化和水土流失。经初步治理已固定、半固定的沙地大多以灌丛、草本为主体,植物群落单一,生态环境脆弱,抗御自然灾害能力较差。依据生态环境的历史变迁,不断的开发带来了研究区生态环境的很多问题。长期以来,由于人们不合理的毁林开荒、超采地下水,过渡垦殖等不合理利用,沙苑环境质量恶化,主要表现在局部沙丘活化,地下水水位下降和植被覆盖下降。致使该地区生态环境恶化脆弱,沙进人退,干旱、风沙等自然灾害频繁,农业综合生产能力低下。

## 2 渭洛河夹槽地带沙荒地整治综合效益评价

沙荒地整治项目综合效益评价是指在沙荒地整治项目实施后,为综合衡量沙荒地整治项目实施的真实效益,并为未来沙荒地整治项目决策提供依据,而从经济、社会和生态 3 个方面建立科学的综合评价指标体系,收集相关数据运用科学的评价方法对沙荒地整治项目带来的综合效益进行评价的活动。本文通

过沙荒地整治资源环境诊断指标体系,在具体分析沙荒地整治系统构成、沙荒地整治资源环境影响因子和资源环境效应的基础上,建立能客观的反映和表征渭洛河夹槽地带沙荒地整治对区域经济、社会、生态环境等的模型,其根本目的在于通过制定适当的度量指标,用以定量地反映和衡量研究区沙荒地整治对区域经济、社会、环境所产生的影响,从而为渭洛河夹槽地带沙荒地整治目的选择和优化配置提供科学的依据,并且为沙荒地整治项目的规划设计和沙荒地整治专项规划提供依据。

## 2.1 评价指标体系的建立

影响综合效益的潜在因素很多,应根据研究的目的、范围、项目区的自然地理背景、人文风情,综合考虑经济效益、社会效益及生态环境效益等因素来选取评价指标,同时还要兼顾影响因素体系的可操作性,系统性和完整性。建立评价指标体系时应突出生态效益,土地整治的生态效益是指土地整治行为主体进

行的活动影响了自然生态系统的结构与功能,从而使自然生态系统对人类的生产和生活产生直接或间接地生态效应;①通过在土地开发整理区综合应用工程措施、生物措施和科技措施,实行水、电、田、林、路综合治理,有效地增加耕地面积,改善生态环境;②通过修建防渗管道,合理安排农田灌溉,完善农田水利设施,发展节水农业,使项目区水资源的利用效益得到很大提高,有限的水资源得到合理利用;③项目实施后,项目区内未利用地级废弃地得以开发利用,营造田间防护林等,提高植被、林木覆盖率及绿化率。在防风、固沙、排除空气污染,净化空气、改善项目区小气候,美化环境等方面,发挥重要的作用;形成错落有致的人工绿色农田生态系统:“田方、路平、林齐”,与社会经济发展相平衡的农业生态系统将逐步形成。

对大荔县沙荒地整治的综合效益评价所选取的评价指及原始数据详见表1。原始数据来源于项目前期实地调研以及近3a的统计年鉴。

表1 沙地整治的综合效益评价指标及其原始数据

目标层	准则层	措施层	北营村	梁园村	苏村
综合效益评价的影响因素A	经济效益指标 $B_1$	产能增长率 $C_1/\%$	220.54	264.09	206.86
		投资回收期 $C_2/a$	10	10	10
		新增耕地率 $C_3/\%$	85.49	92.94	90.34
		灌溉保证率增加率 $C_4/\%$	55	45	65
		农户的产投比 $C_5$	2.15	2.15	1.60
		田块集中程度 $C_6$ (户/块)	22.13	15.31	22.05
		经济作物种植面积比率 $C_7/\%$	37.68	42.73	39.74
		土地总产值增加率 $C_8/\%$	3 900.71	3 904.65	3 535.62
		单位面积投资 $C_9/(元 \cdot hm^{-2})$	6 519.84	6 379.94	6 671.96
		农业人口人均农业产值增加率 $C_{10}/\%$	2 336.85	2 835.62	3 026.62
	社会效益指标 $B_2$	外出务工人员变化率 $C_{11}/\%$	134.27	153.59	174.37
		道路密度变化率 $C_{12}/\%$	18.57	13.41	19.75
		电网工程完善度 $C_{13}/\%$	85.39	69.37	74.26
		居民地集中程度 $C_{14}/\%$	79.48	76.47	65.86
	生态效益指标 $B_3$	农田防护林密度 $C_{15}/(m \cdot m^{-2})$	0.20	0.25	0.15
		绿色植被覆盖增加率 $C_{16}/\%$	89.35	75.44	70.85
		水土流失治理率 $C_{17}/\%$	89.38	70.73	88.32
		土地退化治理率 $C_{18}/\%$	80.95	70.84	79.47
		土壤盐渍化治理率 $C_{19}/\%$	92.64	85.32	90.15
		农田污染改善程度 $C_{20}/\%$	93.68	90.05	89.73
		新增耕地质量提高程度 $C_{21}/\%$	100	100	100

## 2.2 基于熵权的物元分析综合评价模型

物元分析<sup>[5]</sup>(matter element analysis, MEA)是研究解决矛盾问题的规律和方法,是系统科学,思维科学,数学交叉的边缘学科,是贯穿自然科学和社会科学而应用较广的横断学科<sup>[6-7]</sup>。它可以将复杂问题

抽象为形象化的模型,并应用这些模型研究基本理论,提出相应的应用方法。利用物元分析方法,可以建立事物多指标性能参数的质量评定模型,并能以定量的数值表示评定结果,从而能够较完整地反映事物质量的综合水平,并易于用计算机进行编程处理<sup>[8]</sup>。

在综合效益评价中,合理的权重是评估的关键。由于熵权法确定权重的客观合理性,目前已在工程技术、社会经济和环境科学等领域得到广泛应用<sup>[9]</sup>。

### 2.3 基于熵权的物元分析综合评价计算

2.3.1 建立评价因素论域和评价等级论域 给定事物的名称  $N$ ,它关于特征  $C$  的量值为  $V$ ,以有序 3 元组  $\mathbf{R}=\{N,C,V\}$  组作为描述事物的基本元,简称物元<sup>[10]</sup>。如果事物  $N$  有  $n$  个特征  $c_1,c_2,\dots,c_n$  和本文相应的模糊量值  $v_1,v_2,\dots,v_n$  来描述,本文针对实际需求并结合当地实际情况选取 21 项特征值作为大荔县沙荒地整治的综合效益评价指标,模糊量值根据具体评价指标对应的原始数据处理之后得到,则基本模型可以表示为<sup>[11]</sup>:

$$\mathbf{R}(t) = \begin{pmatrix} N_i & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_i(t) & c_1(t) & \langle a_1(t), b_1(t) \rangle \\ & c_2(t) & \langle a_2(t), b_2(t) \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n(t) & \langle a_n(t), b_n(t) \rangle \end{pmatrix} \quad (1)$$

称  $\mathbf{R}$  为  $n$  维物元。设有  $m$  评价等级  $N_1, N_2, \dots, N_m$ , 建立相应的物元:

$$\mathbf{R}_i = \begin{pmatrix} N_i & c_1 & X_{i1} \\ & c_2 & X_{i2} \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & X_{in} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N_i & c_1(t) & \langle a_{i1}, b_{i1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{i2}, b_{i2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & \langle a_{in}, b_{in} \rangle \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中,  $X_{ij}$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) 是评价等级  $N_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 关于评价参数  $C_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) 的量值域,称为经典域<sup>[12]</sup>。

对于经典域,构造其节域:建立物元  $R_p, X_{pi} = \langle a_{pi}, b_{pi} \rangle$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) 为  $N_p$  关于  $c_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) 的节域。显然有  $X_{ij} \subset X_{pi}$  ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ), 对于要评价的对象  $P$ , 其量测结果为<sup>[13]</sup>:

$$\mathbf{R}_0 = \begin{pmatrix} P & c_1 & X_1 \\ & c_2 & X_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & X_n \end{pmatrix} \quad (3)$$

#### 2.3.2 距的计算

$$\begin{cases} \rho(x_j, X_{ij}) = \left| x_j - \frac{1}{2}(a_{ij} + b_{ij}) \right| - \frac{1}{2}(b_{ij} + a_{ij}) \\ \rho(x_j, X_{pj}) = \left| x_j - \frac{1}{2}(a_{pj} + b_{pj}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pj} + a_{pj}) \end{cases} \quad (4)$$

( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ )

#### 2.3.3 关联函数

$$K_j(x_j) = \begin{cases} \frac{-\rho(x_j, X_{ij})}{|X_{ij}|} & (x_j \in X_{ij}) \\ \frac{-\rho(x_j, X_{ij})}{\rho(x_j, X_{pj}) - \rho(x_j, X_{ij})} & (x_j \notin X_{ij}) \end{cases} \quad (5)$$

2.3.4 确定评价指标的权重 权重表示各个指标的重要程度。本文采用具有客观性的熵权法进行权重赋值<sup>[16-17]</sup>。

对于  $m$  个评价指标,  $n$  个评价等级的问题, 其第  $j$  个指标的熵定义为:

$$H_j = -K \sum_{k=1}^n f_{jk} \ln f_{jk} \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (6)$$

式中:  $f_{jk} = \frac{r_{jk}}{\sum_{k=1}^n r_{jk}}$ ,  $K = \frac{1}{\ln m}$ , 当  $f_{jk} = 0$  时, 令  $f_{jk} \ln f_{jk} = 0$ 。

$$\text{第 } j \text{ 个指标的熵权定义为: } \omega_j = \frac{1 - H_j}{m - \sum_{j=1}^m H_j} \quad (7)$$

式中:  $0 \leq \omega_j \leq 1, \sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ 。

当评价对象在某项指标上的值相差较大时, 熵值较小, 说明该指标提供的有效信息量较大, 该指标的权重也应较大; 反之, 若某项指标的值相差较小, 熵值较大, 则说明该指标提供的信息量较小, 该指标的权重也应较小。

2.3.5 关联度及评定等级 关联函数  $K(x)$  的数值表示评价单元符合某标准范围的隶属程度。当  $K(x) \geq 1.0$  时, 表示被评价对象超过标准对象上限, 数值越大, 开发潜力越大; 当  $0 \leq K(x) \leq 1.0$  时, 表示被评价对象符合标准对象要求的程度, 数值越大, 越接近标准上限, 当  $-0.1 \leq K(x) \leq 0$  时, 表示被评价对象不符合标准对象要求, 但具备转化为标准对象的条件, 数值越大, 越容易转化; 当  $K(x) \leq -0.1$  时, 表示被评价对象不符合标准对象要求, 且又不具备转化为标准对象的条件。

设  $w_i$  为特征  $c_i$  的权重系数, 则  $p_i$  关于第  $j$  个等级的关联度为:

$$K_j(P_0) = \sum^n w_i k_j(y_i) \quad (8)$$

待评价物元的评价等级  $K_j$  为:

$$K_j = \max K_j(P_0) \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (9)$$

则评定  $P$  属于等级  $j$ 。

### 2.4 评价结果与分析

评价指标标准的确定在综合效益研究中起着非常重要的作用, 标准设立的是否科学合理, 直接关系到评价结果的正确与否。目前, 沙荒地整治综合效益评价标准尚处于探索阶段, 有关评价的标准分级还没有统一的方法。本文在参考了与研究区具备相似环境及生态情况的沙荒地整治研究相关标准后, 根据上

述模糊综合计算结果提出沙荒地整治综合效益评价标准,把综合效益的提高分为5级,评价集为 $V = \{I, II, III, IV, V\}$ ,评价标准详见表2。

表2 沙荒地整治综合效益评价标准

评价指标	I	II	III	IV
评分标准	<3.0	3.0~5.0	5.0~7.0	>7.0
效益	优	良	一般	较差

渭洛河夹槽地带地质构造特征为北部渭河3级阶地(羌白镇等),中部(沙苑区)和南部(渭洛河滩区)为地堑构造深陷区。在对其进行综合效益评价过程中,本文分别从3个不同地形中选择一个代表村(北部的北营村,中部的梁园村,南部的苏村)进行综合效益评价。根据上述的物元分析综合计算方法得到渭洛河夹槽地带3个地区的评价计算结果(详见表3),分别对项目区的综合效益等级分级。依据表2的沙荒地整治综合效益评价标准,得各地区综合效益评价等级为:北营村在沙产业建设中综合效益评价等级均为I级,属于效益优等地区;梁园村及苏村综合效益评价等级为II级,属于效益良等地区。研究结果表明研究区沙地整治的综合效益为优良等级,整治效果达到预期目标。

表3 研究区综合效益评价结果

项目区域	关联度 $K_j$	评价等级
北营村	2.165 3	I
梁园村	3.473 4	II
苏村	3.436 9	II

### 3 结论

采用熵权物元分析法对大荔县沙荒地整治的综合效果进行评价,从而判断研究区沙荒地整治项目是否成功,为沙荒地整治综合效益评价提供了新思路。该评价方法可以将复杂问题抽象为形象化的模型,并应用这些模型研究基本理论,提出相应的应用方法。因此,该方法在综合效益评价中具有很强的实用性。目前,沙荒地整治综合效益评价指标的选取及量化尚有待于进一步探索,因此需要在研究过程中加大数据

量的采集和加强对评价指标选取的科学性等。沙荒地整治综合效益的体现是一个长期的过程,需要做出渭洛河夹槽地带沙地整治及生态文明建设综合模式应用的推进机制才能得到一个相对准确的判断,提出了新形势下沙地整治及开发利用的相关对策和保障措施,从而促进研究区沙地资源的良性利用。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 岳文河. 河西地区沙产业集群化发展研究[D]. 甘肃兰州:兰州大学,2009.
- [2] 李丽娜,刘峰. 鄂尔多斯地区沙柳的价值及其开发利用[J]. 管理学家,2014(13):26-30.
- [3] 白一丁. 发展沙产业:治理沙漠化的可持续发展思路[D]. 内蒙古呼和浩特:内蒙古大学,2008.
- [4] 樊胜岳,周立华. 沙漠化成因机制及其治理的沙产业模式[J]. 地理科学,2000,20(6):511-515.
- [5] 深海元,陈瑛,张彩云. 西安市土地利用综合效益研究[J]. 土壤通报,2009,40(2):210-212.
- [6] 刘瑞卿,李新旺,张路路,等. 基于格序结构的土地整治综合效益评价研究[J]. 土壤通报,2012,43(6):1305-1310.
- [7] Klare K, Roggendorf, W, Tietz A, et al. Benefits and impact of land consolidation in Lower Saxony [J]. Berichte Uber Landwirtschaft, 2005,83(20):225-251.
- [8] 胡卫星. 新型城镇化背景下城市土地高效集约利用程度评价研究:以湖南省湘潭市为例[J]. 国土与自然资源研究,2014(5):15-17.
- [9] Song Jincheng. Building of energy consumption multi-factor control model with economic indicator based on information entropy [J]. Computer Sciences & Application, 2014,4(12):369-378.
- [10] 黄乾,张保祥,黄继文,等. 基于熵权的模糊物元模型在节水型社会评价中的应用[J]. 水利学报,2007(S1):413-416.
- [11] 周晓光. 基于熵权的模糊物元决策[J]. 系统管理学报,2009,18(4):454-458.
- [12] 周晓光,张强,宋元涛. 基于Vague集的多目标二人零和矩阵对策[J]. 北京理工大学学报,2007,27(1):87-90.
- [13] 王娜,胡丽萍,李炳军. 三参数区间灰数的距离熵模型及应用研究[J]. 河南农业大学学报,2014,48(3):386-390.