

基于物元评判模型的土地整理综合效益评价方法研究

李正^{1,2}, 王军², 白中科^{1,2}, 郭义强²

(1. 中国地质大学 土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 国土资源部 土地整治重点实验室, 北京 100035)

摘要: 利用物元分析理论, 将土地整理综合效益的等级、评价指标及其特征值作为物元, 确定土地整理综合效益的经典域、节域及待判物元, 应用物元和可拓集合中的关联函数建立了土地整理综合效益物元评判模型。并以山西省阳高县王官屯等二乡(镇)土地开发整理项目为例, 对土地整理综合效益物元评判模型进行了实证研究, 其综合效益的等级属于程度 $K_m(P) = (-0.101, 0.037, -0.431)$, 属于“一般”等级, 与模糊综合评价结果相似, 符合项目区的实际情况。物元模型应用于土地整理综合效益评价作为一种初步的尝试与探索, 为定量评价土地整理综合效益提供了一种新的思路。

关键词: 土地整理; 效益评价; 物元评判模型

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)06-0190-05

中图分类号: F301.24

Method of Comprehensive Benefit Evaluation of Land Consolidation Based on Evaluation Model of Matter Element

LI Zheng^{1,2}, WANG Jun², BAI Zhong-ke^{1,2}, GUO Yi-qiang²

(1. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences,

Beijing 100083, China; 2. Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, MLR, Beijing 100035, China)

Abstract: On the basis of matter element analysis theory, the grade, evaluation indicators, and characteristic values of comprehensive land consolidation benefit are taken as matter elements and then the sutra field, controlled field, and matter element for judge are determined. A matter element judge model for comprehensive land consolidation benefit is established using correlation function of extension set and matter element. The model is applied to land consolidation projects in Wangguantun and Xiajingshen Towns, Yanggao County, Shanxi Province for a case study. The grade of comprehensive benefit belongs to degree $K_m(P) = (-0.101, 0.037, -0.431)$, being a general grade, and it has a result similar to fuzzy comprehensive evaluation and accords to the conditions of project area. It is an attempt that matter element model is applied to evaluate comprehensive benefit of land consolidation. A new idea is provided for quantitative evaluation of land consolidation comprehensive benefit.

Keywords: land consolidation; benefit evaluation; evaluation model of matter element

土地整理是人类利用自然和改造自然的措施, 是社会经济发展到一定阶段解决土地利用问题的必然选择^[1]。2000年 国家启动第一批土地整理项目, 随后国家和地方每年投入由当初的数十亿元发展到现在的近千亿元用于土地整理复垦开发, 至 2007 年, 利用中央分成的新增建设用地土地有偿使用费共安排 3 054 个土地整理开发项目。土地整理既是调整土地关系、重新配置土地结构的过程, 也是增加耕地有效面积, 提高耕地质量, 改善农业生产条件, 提高综合生产能力的重要手段。因此, 亟需通过土地整理综合

效益研究评价整理的土地利用是否达到预期目标, 经济效益、社会效益和景观生态效益是否显著, 以促进土地整理效益的发挥。

近些年来国外土地整理的研究主要集中在土地整理与生态变化、土地整理与农村发展等方面展开研究^[2]。如 Sklenicka^[3] 运用景观生态学原理评价了捷克 3 个土地整理项目的效应, 认为初始条件对土地整理效应有显著影响, 开展评价有利于土地整理方法的改进和资金的分配。Van 和 Coelho 等^[4,5] 指出从土地整理项目角度进行土地整理前和后的评价十分重要。国

收稿日期: 2010-03-10

修回日期: 2010-05-27

资助项目: “十一五” 国家科技支撑计划“西部生态脆弱区保质生态型土地整理技术应用研究”(2008BA B38B07)

作者简介: 李正(1985—), 男(汉族), 江西省萍乡市人, 硕士研究生, 主要从事土地整理复垦与生态修复等方面的研究。E-mail: lizheng19859011@sina.com。

通信作者: 白中科(1963—), 男(汉族), 山西省运城市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土地整理复垦与生态修复/环境影响评价研究。E-mail: baizk@cugb.edu.cn。

内王万茂等学者^[6-9] 分别对土地整理的产生、土地整理效益内涵、土地整理评价内容等方面展开了相关理论研究。胡廷兰等学者^[10-13] 分别基于能值分析、土地的社会保障功能、熵权可拓物元模型等相关理论引入土地整理的生态效益及社会效益评价研究。王瑗玲等学者^[14-15] 运用 AHP、模糊综合评价等方法对土地整理综合效益评价进行了有益的探索。从目前对于定量评价土地整理综合效益评价方法来看, 主要还是基于 AHP 和模糊数学等方法进行量化的土地整理综合效益评价研究。20 世纪 80 年代我国蔡文教授提出了由物元理论与可拓集合理论构成的物元分析理论, 物元分析 (matter element analysis) 是研究解决矛盾问题和规律的方法^[16-17]。目前已广泛应用于环境质量评价^[18], 水质综合评价^[19], 土壤质量评价^[20] 等方面, 但应用于土地整理综合效益评价方面仍较少见, 当前仅吴冠岑等人^[13] 利用熵权可拓物元模型对土地整理项目进行了社会效益评价的研究。因此, 本研究尝试利用物元分析理论, 将土地整理综合效益的等级、评价指标及其特征值作为物元, 得出土地整理综合效益的经典域、节域及待判物元, 并应用物元和可拓集中的关联函数建立土地整理综合效益物元评判模型, 科学合理评价土地整理社会经济效益, 为进一步推进土地整理开发活动的规范化、科学化管理提供技术支撑^[21]。

1 构建土地整理综合效益物元评判模型

1.1 “物元”的定义

给定事物名称 M , 它关于特征 c 的量值 $v=c(M)$, 以有序三元组 $R=(M, c, v)$ 作为描述事物的基本元, 简称物元。一个客观的事物有多个特征, 用 n 维物元表示其有限特征及对应的量值, 即为:

$$R=(M, c, v)=\begin{bmatrix} M & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n & v_n \end{bmatrix}$$

1.2 评价指标的选取

土地整理效益包括综合效益和单项效益(社会效

$$R_m = \begin{bmatrix} N_m & C_1 & X_{m1} \\ & C_2 & X_{m2} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_i & X_{mi} \\ & C_{i+1} & x_{m(i+1)} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_j & X_{mj} \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & X_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_m & C_1 & \langle a_{m1}, b_{m1} \rangle \\ & C_2 & \langle a_{m2}, b_{m2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_h & \langle a_{mi}, b_{mi} \rangle \\ & C_{i+1} & \langle a_{m(i+1)}, b_{m(i+1)} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_j & \langle a_{mj}, b_{mj} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_n & \langle a_{mn}, b_{mn} \rangle \end{bmatrix}$$

益、经济效益和生态效益)^[6], 选取客观合理的评价指标体系是评价土地整理效益的基础。我国地域辽阔, 社会经济条件具有鲜明的地域差异性, 不同地区在不同时间内土地整理的目标和方向具有一定差异^[22], 评价指标体系也具一定差异性。因此, 借鉴相关研究成果, 先构建土地整理综合效益评价指标体系库^[6-19] (表 1)。

表 1 土地整理综合效益评价指标体系及权重

一级指标	权重	二级指标	权重
经济效益指标 A_1	w_1	耕地面积增加率 C_1	λ_1
		农地单产增产率 C_2	λ_2
		生产成本降低率 C_3	λ_3
		\vdots	\vdots
		投资回收期 C_i	λ_i
社会效益指标 A_2	w_2	社会稳定 C_{i+1}	λ_{i+1}
		农民年收入增加 C_{i+2}	λ_{i+2}
		农田基础设施增加值 $C_{i+3}P$	λ_{i+3}
		\vdots	\vdots
		人均耕地面积增加率 C_j	λ_j
生态效益指标 A_3	w_3	洪涝灾害抵御能力 C_{j+1}	λ_{j+1}
		水土流失的减轻 C_{j+2}	λ_{j+2}
		土地质量变化 C_{j+3}	λ_{j+3}
		田块规整变化率 C_{j+4}	λ_{j+4}
		植被覆盖增加率 C_{j+5}	λ_{j+5}
		\vdots	\vdots
		生物多样性变化率 C_n	λ_n

1.3 效益的经典域、节域和待判物元以及指标各等级关联函数的确定

运用可拓集合的概念^[16-17], 将土地整理综合效益分异概念集合(好→一般→差)中的渐变分类关系由定性描述扩展为定量描述, 辨识该概念的层次关系。将问题描述为: 设 $P=(好→一般→差)$, 将 $N_1=好, N_2=一般, N_3=差$, 则 $N_1, N_2, N_3 \in N$, 对任何 $N_m < N$, 判断 N_m 属于 N_1 或 N_2, N_3, C_n 表示评价级别 N_m 对应的评价指标(特征), $X_{mn}=(a_{mn}, b_{mn})$, ($m=1, 2, 3$), 表示评价指标 C_n 对应的量值范围。评价级别 N_m 与对应的评价指标 C_n 所取的量值范围称为经典域 R_m :

$$\text{节域 } R_N: \quad R_N = \begin{bmatrix} N & C_1 & X_{N1} \\ & C_2 & X_{N2} \\ & \vdots & M \\ & C_i & X_{Ni} \\ C_{i+1} & X_{N(i+1)} & \\ \vdots & \vdots & \\ C_j & X_{Nj} & \\ \vdots & \vdots & \\ C_n & X_{Nn} & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N & C_1 & \langle a_{N1}, b_{N1} \rangle \\ & C_2 & \langle a_{N2}, b_{N2} \rangle \\ & \vdots & \vdots \\ & C_i & \langle a_{Ni}, b_{Ni} \rangle \\ C_{i+1} & \langle a_{N(i+1)}, b_{N(i+1)} \rangle & \\ \vdots & \vdots & \\ C_j & \langle a_{Nj}, b_{Nj} \rangle & \\ \vdots & \vdots & \\ C_n & \langle a_{Nn}, b_{Nn} \rangle & \end{bmatrix}$$

$$\text{待判物元 } R_p: \quad R_p = (P, C, V) = \begin{bmatrix} P & C_1 & V_1 \\ & C_2 & V_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & C_i & V_i \\ C_{i+1} & V_{i+1} & \\ \vdots & \vdots & \\ C_j & V_j & \\ \vdots & \vdots & \\ C_n & V_n & \end{bmatrix}$$

式中： P ——待评的土地整理综合效益； V_n ——土地整理综合效益 P 关于评价指标 C_n 的量值，即待评土地整理效益评价指标的具体数值。

土地整理综合效益评价指标各等级关联函数

$$K_m(V_i):$$

$$K_m(V_i) = \begin{cases} \frac{-\rho(V_i, X_{mi})}{|X_{mi}|} & V_i \in X_{mi} \\ \frac{\rho(V_i, X_{mi})}{\rho(V_i, X_{Ni}) - \rho(V_i, X_{mi})} & V_i \notin X_{mi} \end{cases}$$

其中：

$$\rho(V_i, X_{mi}) = |V_i - \frac{1}{2}(a_{mi} + b_{mi})| - \frac{1}{2}(b_{ji} - a_{ji})$$

$$\begin{cases} a_{mi} = V_i < a_{Ni}, \frac{1}{2}(a_{mi} + b_{mi}) \rangle \\ V_i - b_{mi} < \frac{1}{2}(a_{mi} + b_{mi}), b_{Ni} \rangle \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$|X_{mi}| = |b_{mi} - a_{mi}|$$

$$\rho(V_i, X_{Ni}) = |V_i - \frac{1}{2}(a_{Ni} + b_{Ni})| - \frac{1}{2}(b_{Ni} - a_{Ni})$$

$$\begin{cases} a_{Ni} - V_i < a_{Ni}, \frac{1}{2}(a_{Ni} + b_{Ni}) \rangle \\ V_i - b_{Ni} < \frac{1}{2}(a_{Ni} + b_{Ni}), b_{Ni} \rangle \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

式中： $\rho(V_i, X_{mi})$ 、 $\rho(V_i, X_{Ni})$ ——不同点与区间的距离； $|X_{mi}|$ ——区间界限。

1.4 土地整理综合效益各评价指标的关联度的计算及等级确定

如果评价指标 $C_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 的权重为 $\lambda_i (i =$

$1, 2, \dots, n)$ (表 1)，则土地整理综合效益属于等级 N_m 的程度为

$$K_m(P) = \sum_{i=1}^n \lambda_i K_m(v_i)$$

$K_m(v_i)$ 实际上是土地整理综合效益评价指标关于各评价等级 N_m 的归属程度。若 $K_0(P) = \max K_m(P)$ ， $m \in (1, 2, 3)$ 则评定 P 属于等级 N_m 。当 $K_0(P) > 0$ 时，表示评价指标符合标准对象范围的要求，其值大小表示符合要求的程度；当 $-1 < K_0(P) < 0$ 时，表示评价指标不符合标准对象的要求，但具有转化为符合标准对象的潜力；当 $K_0(P) < -1$ 时，表示评价指标不符合标准对象的要求，且不具有转化为符合标准对象的潜力。

2 实证研究

2.1 项目区概况

阳高县王官屯等二乡(镇)土地开发整理项目位于山西省大同市王官屯镇和下深井乡，介于东经 $113^{\circ}42'20'' - 113^{\circ}44'05''$ ，北纬 $40^{\circ}11'44'' - 40^{\circ}13'03''$ 之间，涉及王官屯镇的东常安堡和下深井乡的董家庄两个村。项目区地处白登河阶地，地势相对平坦，海拔最高 1 024 m，最低 1 010 m。气候属中温带半干旱大陆性季风气候区，年平均气温 7.1°C ，大于等于 10°C 的年积温在 $2\ 800^{\circ}\text{C} \sim 3\ 400^{\circ}\text{C}$ 之间，平均降水量 423.86 mm，近年平均无霜期 159 d，耕地主要种植玉米、谷子、马铃薯等，2004 年，人均耕地 $0.169\ \text{hm}^2$ ，粮食单产 $3\ 750\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

2.2 项目区土地利用存在的主要问题

(1) 土地利用结构不尽合理。项目区整理前土地利用类型有耕地(29%)、林地(25%)、牧草地(7%)、其它农用地(3%)和未利用地(36%)，土地利用类型主要以未利用地为主，土地利用率低。

(2) 土地产出率低。由于社会经济相对落后，项目区缺乏相应的农田水利设施，耕地以旱地为主，且未利用地中盐碱地较多，土地总体质量较差，土地产出率低。

2.3 项目区近期目标和主要工程

近期目标主要是改善农业基础设施, 改良土壤性状, 优化种植结构, 提高土地的利用率和产出, 提高粮食单产和增加农民收入。

项目主要包括土地平整(田块内的平整和盐碱地覆土)、道路、农田水利和防护林工程, 即通过田、水、路、林的综合治理, 增加有效耕地面积, 改善农田灌溉系统, 通过发展绿肥和合理施用有机肥改善土地质量, 改善生态环境。

2.4 选取评价指标

根据阳高县王官屯等二乡(镇)土地整理项目的特征, 构建适合该项目区的土地整理效益评价指标体系^[6-15](表2)。

2.5 计算各土地整理综合效益评价各类别等级的关联度及判定等级

在确定项目区土地整理综合效益评价的经典域、节域和待判物元后, 采用AHP法确定评价指标的权重见表2。通过计算可求得阳高县王官屯等二乡(镇)土地整理综合效益评价指标等级的单指标关联度、多指标综合关联度以及等级的判定(表3)。

表2 土地整理综合效益评价指标体系

一级指标	权重	二级指标	权重
经济 效益 指标 A_1	0.470	耕地面积增加率 C_1	0.077
		农地单产增加率 C_2	0.080
		农民年纯收入增加率 C_3	0.087
		项目区总产值增加率 C_4	0.080
		土地利用增加率 C_5	0.090
		土地垦殖率增加率 C_6	0.057
社会 效益 指标 A_2	0.233	人均耕地面积增加率 C_7	0.055
		生产力变化率 C_8	0.036
		单位投资增加就业人数 C_9	0.049
		人均GDP增加率 C_{10}	0.057
		道路密度变化率 C_{11}	0.035
生态 效益 指标 A_3	0.297	土地质量提高率 C_{12}	0.103
		抵御灾害能力提高率 C_{13}	0.032
		林草地覆盖提高率 C_{14}	0.033
		绿色植被覆盖提高率 C_{15}	0.054
		灌排保证提高率 C_{16}	0.076

由表3可知, 该土地整理项目的单项效益的等级属于程度分别为

$$K_{m1}(P) = (-0.094, 0.120, -0.425),$$

$$K_{m2}(P) = (-0.183, 0.138, -0.398),$$

$$K_{m3}(P) = (-0.048, -0.174, -0.437),$$

根据 $K_0(P) = \max K_m(P)$, 判定经济效益和社会效益均属于“一般”等级, 生态效益属于“好”等级; 同

理, 综合效益的等级属于程度 $K_m(P) = (-0.101, 0.037, -0.431)$, 判定综合效益属于“一般”等级。总之, 项目区通过土地整理后, 耕地面积增加, 农田水利设施得到完善, 土地质量得到提高, 生态环境得到改善。

表3 土地整理综合效益评价指标关于各类别等级的属于程度

效益类型	指标	等级			等级判断
		好	一般	差	
经济效益	$K_m(V_1)$	-0.013	0.015	-0.035	一般
	$K_m(V_2)$	-0.026	0.034	-0.031	一般
	$K_m(V_3)$	0.008	-0.011	-0.037	好
	$K_m(V_4)$	0.002	-0.003	-0.034	好
	$K_m(V_5)$	-0.008	0.011	-0.038	一般
	$K_m(V_6)$	-0.008	0.010	-0.024	一般
单项效益	$K_{m1}(P)$	-0.094	0.120	-0.425	一般
社会效益	$K_m(V_7)$	-0.002	0.003	-0.023	一般
	$K_m(V_8)$	0.001	-0.001	-0.016	好
	$K_m(V_9)$	-0.011	0.013	-0.022	一般
	$K_m(V_{10})$	-0.008	0.011	-0.023	一般
	$K_m(V_{11})$	-0.022	0.006	-0.009	一般
单项效益	$K_{m2}(P)$	-0.183	0.138	-0.398	一般
生态效益	$K_m(V_{12})$	-0.043	0.058	-0.144	一般
	$K_m(V_{13})$	0.018	-0.018	-0.048	好
	$K_m(V_{14})$	-0.106	-0.095	0.015	差
	$K_m(V_{15})$	-0.023	0.031	-0.075	一般
	$K_m(V_{16})$	0.107	-0.149	-0.185	好
单项效益	$K_{m3}(P)$	-0.048	-0.174	-0.437	好
综合效益	$K_m(P)$	-0.101	0.037	-0.431	一般

2.6 模糊综合评价法结果

运用模糊综合评价法〔选取梯形型隶属函数, 采用算子(\circ , $+$)〕对阳高县王官屯等二乡(镇)土地整理项目的效益进行评价, 并采用与上文相同的权重标准(相同的研究区有相同的权重), 评价结果见表4(计算过程略)。由表4可知, 阳高县王官屯等二乡(镇)土地整理项目的综合效益等级为“一般”, 单项效益中经济效益、社会效益和生态效益的效益等级分别为“一般”、“一般”和“好”。

表4 土地整理综合效益模糊综合评价结果

效益类型	好	一般	差	等级判定
经济效益	0.315	0.685	0.000	一般
社会效益	0.187	0.813	0.000	一般
生态效益	0.493	0.396	0.111	好
综合效益	0.337	0.630	0.033	一般

2.7 评价结果比较

项目区分别采用物元分析和模糊综合评价法进行效益评价, 其评价结果一致, 也符合项目区实际情

况,表明物元分析法应用于土地整理效益评价是可行的。另外,物元评判模型中关联度为整个实数轴,相比模糊数学中 $[0, 1]$ 的隶属度,可以认为是保证了信息的完整性,即物元分析法应用于土地整理效益评价能够进行更全面、更深入的分析。

3 结论

(1) 构建了土地整理综合效益物元评判模型和评价指标体系,进行了实证研究,为定量评价土地整理综合效益提供了一种新思路。

(2) 评价结果能够客观反映该项目的效益水平,项目区更加注重耕地面积的增加,对林草地和土地盐碱化改良等生态工程未给予足够的重视。这与当前土地整理要从注重数量向数量、质量、生态管护并重的方向转变的新要求还有一定差距。

(3) 由于物元评判模型中关联度的逻辑值是 $(-\infty + \infty)$ 整个实数轴,相比模糊数学的隶属度 $[0, 1]$ 能代表更丰富的内涵及更多的分异信息,保证了信息的完整性。但是,物元分析理论20世纪80年才提出,其理论体系和实际应用都需要不断验证和完善,例如当前可供选择的关联函数较少的问题,目前可供选择的关联函数只有实数域上的函数、二阶关联函数和 n 阶关联函数的基本形式^[20]。因此,本研究也只是进行了初步的尝试与探索,关于物元分析方法在土地整理项目中的应用还有待进一步更深入的研究。

[参 考 文 献]

- [1] 鹿心社. 论中国土地整理的总体方略[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 1-5.
- [2] 杨庆媛, 涂建军, 廖和平, 等. 国外土地整理性质、研究领域及借鉴[J]. 绿色中国, 2004(12): 49-52.
- [3] Sklenicka P. Applying evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study areas in the Czech Republic[J]. Land Use Policy, 2006, 23(4): 502-510.
- [4] Van H G, Coelho J C, Pinto P A. Evaluation of land consolidation projects (LCPs): A multidisciplinary approach[J]. Journal of Rural Studies, 1996, 12(3): 297-310.
- [5] Coelho J, Portela J, Pinto P A. A social approach to land consolidation schemes: A Portuguese case study: the Valenca Project[J]. Land Use Policy, 1996, 13(2): 129-147.
- [6] 王万茂. 土地整理的产生、内容和效益[J]. 中国土地, 1997(9): 20-22.
- [7] 张正峰, 陈百明. 土地整理的效益分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 210-213.
- [8] 范金梅, 王磊, 薛永森. 土地整理效益评价研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(2): 116-118.
- [9] 李岩, 赵庚星, 王瑗玲, 等. 土地整理效益评价指标体系研究及其应用[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 98-101.
- [10] 胡廷兰, 杨志峰. 农用地整理生态效益评价方法[J]. 农业工程学报, 2004, 20(9): 275-280.
- [11] 常春, 金晓斌, 展炜, 等. 基于能值理论的土地整理生态效益评价方法与实证研究[J]. 河南科学, 2009, 27(7): 857-861.
- [12] Yao J. Social benefit evaluation on regional land consolidation based on social security function of land: A case of Nanjing City[J]. Asian Agricultural Research, 2009, 1(2): 37-41.
- [13] 吴冠岑, 刘友兆, 付光辉. 基于熵权可拓物元模型的土地整理项目社会效益评价研究[J]. 中国土地科学, 2008, 22(5): 40-46.
- [14] 覃事娅, 尹惠斌. 基于 AHP 的土地整理综合效益评价实证研究[J]. 河北农业科学, 2007, 11(2): 93-96.
- [15] 王瑗玲, 赵庚星, 李占军. 土地整理效益项目后综合评价方法[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4): 58-61.
- [16] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1993: 3-111.
- [17] 蔡文, 杨春燕, 林伟初. 可拓工程方法[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [18] 吴华军, 刘年丰, 何军. 基于物元分析的生态环境综合评价研究[J]. 华中科技大学学报: 城市科学版, 2006, 23(1): 52-55.
- [19] 杨正亮, 郑立飞, 吴普特. 水体质量综合评价的物元模型[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(9): 189-193.
- [20] 王晨野, 汤洁, 林年丰, 等. 物元在区域土壤养分评价中的应用[J]. 土壤通报, 2009, 40(10): 1069-1075.
- [21] 王军. 土地整理研究综述[J]. 地域研究与开发, 2003, 22(2): 8-11.
- [22] 罗明, 王军. 中国土地整理的区域差异及对策[J]. 地理科学进展, 2001, 20(2): 97-103.