

基于 AHP-模糊推理的甘肃省循环经济发展度实证分析

周 宾, 陈兴鹏, 吴士锋

(兰州大学 资源环境学院; 兰州大学 国土与区域规划研究院, 兰州 730000)

摘 要 针对 2007 年甘肃省各市、州循环经济发展现状, 运用 AHP 构建循环经济发展指标体系, 筛选支撑本地区循环经济发展度三个要素 (即: 经济发展-城乡建设、居民生活-人口社会、资源能源-生态环境) 的具体指标, 确定各具体指标的权重, 进而计算出各市、州循环经济发展度三个要素的数值, 建立模糊推理系统综合测评 2007 年各市、州的循环经济发展度. 分析评价结果, 给出未来甘肃省各市、州循环经济发展建议.

关键词 层次分析法; 模糊推理; 循环经济; 甘肃省

Empirical analysis on the development level of Gansu province' circular economy based on fuzzy inference system & AHP

ZHOU Bin, CHEN Xing-peng, WU Shi-feng

(College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University; Institute of Land and Regional Planning, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract In view of the present situation of the circular economic development of all of states and cities of Gansu province in 2007, the method of AHP (Analytical hierarchy process) was used in the construction of the indicator system of the circular economic development, and the concrete targets of three essential factors that supports this local circular economic development, namely: the economic development - city and countryside construction, the resident live - the population society, the resources and energy - ecological environment, were screened before the weight of each concrete target determined, and three essential factors' values of the states and cities were calculated, then the degree of the circular economic development of all of states and cities in 2007 was evaluated through the establishment of fuzzy reasoning systems synthesis. Accordingly, after the analysis on the assessment results, some suggestions about the circular economic future development of all of states and cities of Gansu province were given at last.

Keywords analytical hierarchy process; fuzzy inference; circular economy; Gansu province

1 引言

作为中国西部多民族、资源型工业大省, 甘肃省循环经济发展具有一定基础, 特别是在有色金属新材料、石油化工和清洁能源等特色产业方面具有很大的潜力. 同时, 由于受到产业结构调整和技术升级任务重、经济发展和人民生活水平不均衡、自然资源匹配性差、生态环境承载力弱等因素的影响^[1], 在很大程度上制约了甘肃省全面建设小康社会的进程. 因此, 对其进行循环经济发展研究, 对于促进甘肃乃至中国其它资源型省份的科学发展, 具有十分重要的现实意义.

近十年来, 国内外还未对甘肃省循环经济发展程度做过较为详尽的研究分析. 该课题研究以甘肃省为例, 运用层次分析 (AHP) 和模糊推理方法, 测评和分析 2007 年甘肃省循环经济发展度. 在《中华人民共和国循环经济促进法》实施后, 对已成为循环经济试点省份之一的甘肃省进一步提高地区层面的循环经济发展水平, 制定相关的调控政策和措施, 具有重要的参考价值.

收稿日期: 2009-04-03

资助项目: 国家自然科学基金 (40871061)

作者简介: 周宾 (1978-), 男, 河南南阳人, 助理工程师, 博士研究生, 主要从事循环经济与可持续发展研究; 陈兴鹏 (1963-), 通讯作者, 男, 甘肃庆阳人, 教授, 博士后, 博士生导师, 主要从事生态经济与可持续发展科研与教学工作.

2 研究方法

2.1 AHP 确定权重

按照 AHP 方法即明确问题、构建体系层次结构、构造判断矩阵、层次单排序、层次总排序和一致性检验后, 得到各评价指标权重 $W_i^{[2]}$.

2.2 循环经济发展度计算

根据所确定的权重 W_i 和各指标数据 C_{ij} , 计算出构成循环经济发展度的各要素值 $B_t^{[1]}$:

$$B_t = \sum_{i=1}^m \left(W_i C_{ij} / \sum_{j=1}^n C_{ij} \right), \quad t = 1, 2, 3.$$

2.3 模糊推理系统构建

模糊推理是模拟人的日常推理的一种近似推理, 是由 Zadeh 1975 年首先提出的. 模糊推理评价方法的核心是基于模糊数学基本理论, 构建一个模糊推理系统^[2].

这里基于 Matlab (R2007a) 环境下的模糊推理工具箱对评价对象要素层 B_t 进行分析, 输入变量集 $B_t = \{B_1, B_2, \dots, B_m\}$, 集合中各元素分别代表评价指标的加权后的测度值; 通过相应的隶属度函数进行模糊运算, 并根据规定的模糊判别准则进行比较判断, 最后得出输出变量集合 $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, 集合中各元素分别代表各评价对象测评结果^[3].

3 实证分析

3.1 数据筛选

本课题研究主要针对 2007 年甘肃省 14 个市、州的循环经济发展情况进行分析. 所采用的数据主要源自 2008 年甘肃省年鉴 (该年鉴中数据为 2007 年统计数据), 2007 年甘肃省各市、州¹国民经济和社会发展统计公报, 2007 年甘肃省环境质量状况公报以及相关部门提供的其它数据资料等.

3.2 指标体系构建

为了更好地对甘肃省循环经济发展度进行分析, 将甘肃省循环经济发展作为目标层 (A), 其下又分为 3 个要素层 (B_t) 和若干个指标 (C_i). 从区域角度考虑, 确定支撑地区循环经济发展的三个要素层分别为: 经济发展-城乡建设状况; 居民生活-人口社会状况; 资源能源-生态环境状况. 结合甘肃省发展实情和所收集的调研资料, 用 Del-phi 法, 建立递阶层次, 在三个要素层下, 筛选出 34 个指标与之对应 (图 1)^[2,4-5].

3.3 指标权重确定

在系统递阶层次分析的基础上, 用 Delphi 法通过比较, 确定每个层内各要素的相对重要性, 根据重要性的等级, 表示因素 1 相对于因素 2 的重要性一般可分为: 同等重要、略为重要、比较重要、非常重要、绝对重要, 对应标度可用 1、3、5、7、9 表示, 处于两个判断之间的中间状态可用 2、4、6、8 表示, 若因素 1 相对于因素 2 的重要性一般可分为: 略为次要、比较次要、非常次要、很次要时, 对应分别用 1/3、1/5、1/7、1/9 标度表示. 分别对指标体系各层次内各因素比较判断后, 运用 AHP 法, 得到判断矩阵, 并进行一致性检验^[2].

在目标层次下, 对所有指标因素的权重进行总排序, 得到对目标层起作用的主要指标因素, 即为甘肃省循环经济发展度评价指标的总排序计算结果和一致性检验结果 (表 1)^[2,4-5].

3.4 循环经济发展度要素值计算

基于先期研究, 依据 AHP 对各指标所确定的权重, 由 2.2 计算出 2007 年甘肃省各市、州循环经济发展度各要素值 B_t (表 2)^[1,5-6].

3.5 模糊推理系统设计

根据 Matlab (R2007a) 提供的图形交互工具 (GUI) 设计模糊推理系统 (FIS), 包括: 评价要素集合 (B_t) = {城乡建设-经济发展, 居民生活-人口社会, 资源能源-生态环境}; 评价标准集合 = {强, 中, 弱}; 评价评价目标集合 (A) = {循环经济发展度}.

基于 Matlab 模糊隶属度函数编辑器 (Membership function), 选用梯形隶属度函数 (Trapmf), 对评价要素集合和评价目标集合建立模糊隶属函数, 得到函数图 (图 2)^[3,7-8].

1. 甘南藏族自治州以下简称“甘南州”; 临夏回族自治州以下简称“临夏州”.

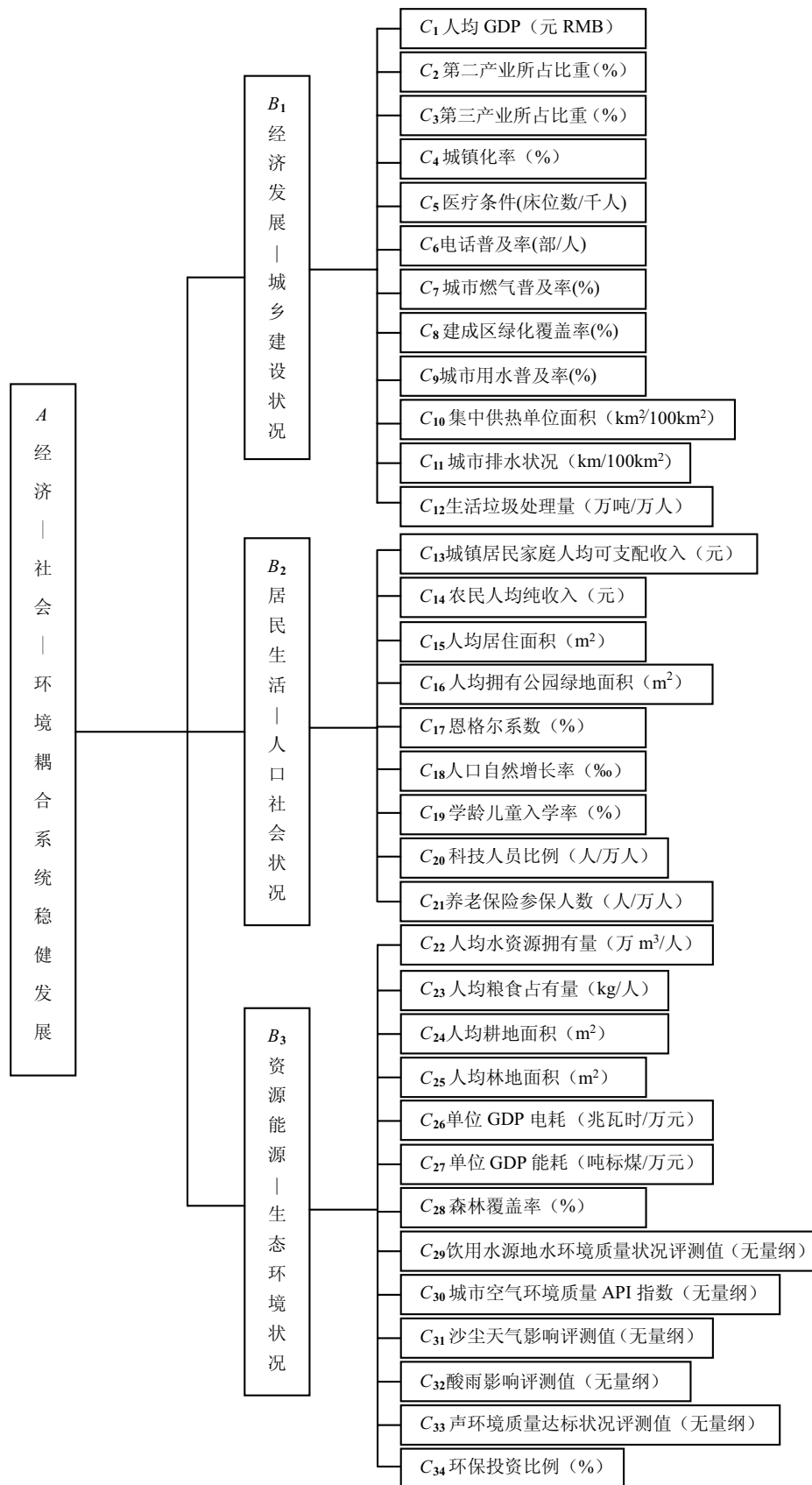


图 1 甘肃省循环经济发展评价递阶层次分析图

表 1 评价指标总排序及一致性检验

	B_1	B_2	B_3	W_5	总排序
W_1	0.5456	0.1819	0.2728		
	W_2	W_3	W_4		
C_1	0.2371			0.1294	1
C_2	0.1336			0.0729	3
C_3	0.0735			0.0401	9
C_4	0.1267			0.0691	4
C_5	0.0356			0.0194	18
C_6	0.0188			0.0103	28
C_7	0.0326			0.0178	19
C_8	0.0520			0.0284	15
C_9	0.1522			0.0831	2
C_{10}	0.0278			0.0152	22
C_{11}	0.0560			0.0306	12
C_{12}	0.0541			0.0295	14
C_{13}		0.2708		0.0492	5
C_{14}		0.2394		0.0435	7
C_{15}		0.1659		0.0302	13
C_{16}		0.0902		0.0164	21
C_{17}		0.0578		0.0105	26
C_{18}		0.0312		0.0057	34
C_{19}		0.0595		0.0108	25
C_{20}		0.0400		0.0073	32
C_{21}		0.0452		0.0082	30
C_{22}			0.1347	0.0367	10
C_{23}			0.1470	0.0401	8
C_{24}			0.0638	0.0174	20
C_{25}			0.0383	0.0105	27
C_{26}			0.0311	0.0085	29
C_{27}			0.0291	0.0080	31
C_{28}			0.0452	0.0123	24
C_{29}			0.1746	0.0476	6
C_{30}			0.1146	0.0313	11
C_{31}			0.0771	0.0210	16
C_{32}			0.0752	0.0205	17
C_{33}			0.0459	0.0125	23
C_{34}			0.0235	0.0064	33

$C_1 = 0.053$; $R_1 = 1.53$; $C_R = 0.053 < 0.100$.

为综合分析评价对象的各要素, 从而确定其循环经济发展度, 设计以下模糊判别规则^[3,9]:

1) If (城乡建设-经济发展 is not 弱)and(居民生活-人口社会 is 中)and(资源能源-生态环境 is not 弱)then(循环经济发展度 is 中);

2) If (城乡建设-经济发展 is not 弱)and(居民生活-人口社会 is not 弱)and(资源能源-生态环境 is 中)then(循环经济发展度 is 中);

3) If (城乡建设-经济发展 is 中)and(居民生活-人口社会 is not 弱)and(资源能源-生态环境 is not 弱)then(循环经济发展度 is 中);

4) If (城乡建设-经济发展 is 弱)and(居民生活-人口社会 is 弱)and(资源能源-生态环境 is 弱)then(循环经济发展度 is 弱);

5) If (城乡建设-经济发展 is 强)and(居民生活-人口社会 is not 弱)and(资源能源-生态环境 is not 弱)then(循环经济发展度 is 强);

6) If (城乡建设-经济发展 is not 弱)and(居民生活-人口社会 is 强)and(资源能源-生态环境 is not 弱)then(循

环经济发展度 is 强);

7) If (城乡建设-经济发展 is not 弱)and(居民生活-人口社会 is not 弱)and(资源能源-生态环境 is 强)then(循环经济发展度 is 强).

表 2 2007 年甘肃省各市、州循环经济发展度的各要素值

市、州	经济发展-城乡建设状况 (B_1)	居民生活-人口社会状况 (B_2)	资源能源-生态环境状况 (B_3)
兰州市	0.6296	0.1627	0.2163
嘉峪关市	1.0051	0.2151	0.1273
金昌市	0.6339	0.1867	0.3994
白银市	0.3434	0.1241	0.1519
天水市	0.3131	0.1093	0.1276
武威市	0.3141	0.1208	0.1836
张掖市	0.3289	0.1456	0.2182
平凉市	0.3097	0.1205	0.1384
酒泉市	0.4477	0.1557	0.1830
庆阳市	0.2881	0.1037	0.1409
定西市	0.1982	0.1014	0.1334
陇南市	0.1790	0.0972	0.2439
临夏州	0.2294	0.0856	0.1291
甘南州	0.2343	0.0899	0.3340

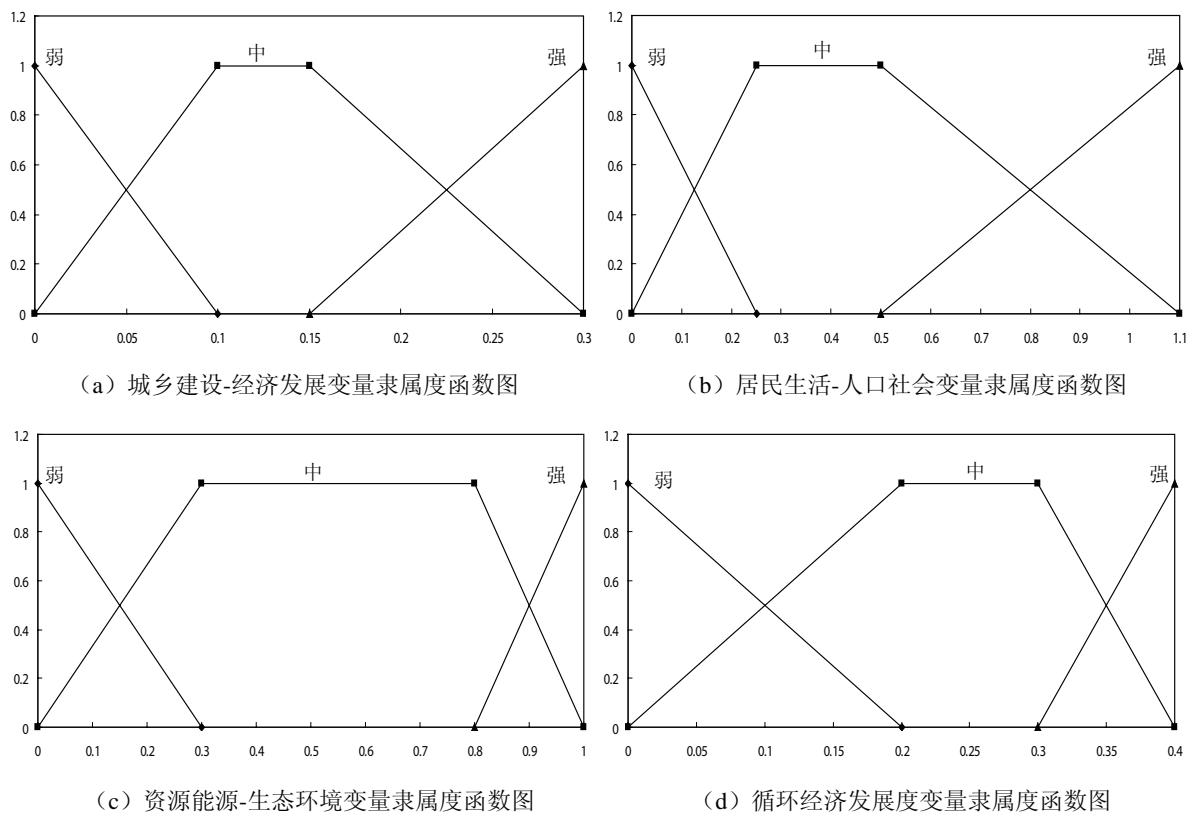


图 2 各评价要素与评价目标隶属度函数图

3.6 结果与分析

调用已建立的 fis 函数文件, 得到结果并绘图 (图 3)^[3,10-11].

由图 3 可看出, 2007 年, 甘肃省 14 个市、州的循环经济发展状况不均衡, 金昌市循环经济发展度最高 0.55; 其次, 兰州市、嘉峪关市、甘南州的循环经济发展度为 0.53; 天水市、定西市、临夏州的循环经济发展度最低为 0.5.

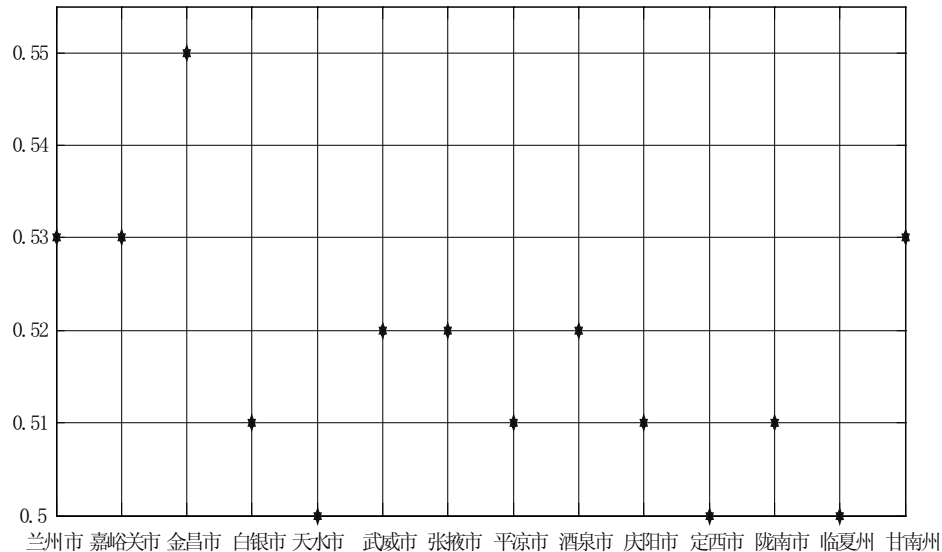


图 3 2007 年甘肃省各市、州循环经济发展度测评图

对 2007 年甘肃省循环经济发展度进行分析, 可知: 处于“河西走廊产业带”的武威、张掖、金昌、酒泉、嘉峪关五市和省会兰州市的循环经济发展度相对较高主要得益于经济发展-城乡建设的支撑。虽然嘉峪关市的经济发展-城乡建设状况评价值最高, 但是由于资源能源-生态环境状况评价值最低, 因此, 其循环经济发展度并非最高。甘肃中南部地区整体循环经济发展度偏低, 特别是临夏州和定西市, 在决定循环经济发展度的三个要素: 经济发展-城乡建设、居民生活-人口社会、资源能源-生态环境方面, 相对于其它市、州均偏低。甘南州的经济发展-城乡建设状况评价值虽不高, 但由于资源能源-生态环境状况评价值较高, 其循环经济发展度并非很低^[12-13]。

4 结论与建议

区域循环经济系统的发展是基于三个要素: 经济发展-城乡建设状况; 居民生活-人口社会状况; 资源能源-生态环境状况的耦合作用, 由于各要素值的不同, 通过 AHP 递阶层次分析, 能较好将要素层对应的各指标按一定的规则确定出不同的权重; 由于模糊系统具有表达模糊或定性知识的能力, 运用模糊推理机, 按照一定的模糊判别规则, 对所建立的评价要素与评价目标的隶属函数关系进行综合分析^[3], 得到最终评价结果。

基于 AHP-模糊推理方法, 对 2007 年甘肃省循环经济发展度分析, 认为甘肃省各市、州循环经济发展存在地区之间不均衡和同一地区循环经济发展诸要素之间不协调的现象。鉴于此, 为改善甘肃省循环经济发展系统的鲁棒性和协调性, 建议因地制宜地制定调控政策和措施:

- 1) 省会兰州市和处于“河西走廊产业带”的嘉峪关市、酒泉市、张掖市、金昌市、武威市, 应依托现有产业发展基础, 遵循循环经济“3R”原则, 加大企业清洁生产投入力度, 进一步完善环境友好型社会的建设;
- 2) 甘肃南部地区的甘南州、陇南市, 应凭借其资源禀赋和生态优势, 大力发展环境友好型产业, 避免引进“两高一资”的产业项目;
- 3) 陇东地区的平凉市、庆阳市和天水市, 应积极推进新型工业化的发展, 提高本地区整体循环经济发展水平;
- 4) 经济基础、资源禀赋、生态承载能力并不占优势的临夏州、定西市和白银市, 应充分利用毗邻省会兰州市的有利的区位条件, 积极发展区际循环经济型服务业。

参考文献

- [1] 吴季松. 循环经济概论 [M]. 北京: 航空航天大学出版社, 2008.
Wu J S. Introduction of Circular Economy[M]. Beijing: University of Aeronautics and Astronautics Press, 2008.
- [2] 徐建华. 现代地理学中的数学方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.
Xu J H. Mathematical Methods in Contemporary Geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 1996.

- [3] 宋新山, 邓伟, 张琳. Matlab 在环境科学和工程中的应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
Song X S, Deng W, Zhang L. Application of Matlab in the Environmental Science & Engineering[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.
- [4] 邵波, 陈兴鹏. 甘肃省生态环境质量综合评价的 AHP 分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(4): 29–32.
Shao B, Chen X P. AHP analysis on the integrated assessment for the eco-environment of Gansu province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2005, 19(4): 29–32.
- [5] 周宾, 陈兴鹏, 吴士锋, 等. 中观经济-社会-环境耦合系统发展的稳健性研究 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(12): 5567–5571.
Zhou B, Chen X P, Wu S F, et al. Research on the development robustness of the coupling system of the mid-scope economy-society-environment[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(12): 5567–5571.
- [6] Groeneveld D J, Enright J, Lamout B B, et al. A spatial model of coexistence among three Banksia species along a topographic gradient in fire prone shrub lands[J]. Journal of Ecology, 2002, 90(5): 762–774.
- [7] Hermann S. Continuous panel models with time dependent parameters[J]. Journal of Mathematics Sociology, 1998, 23(2): 77–98.
- [8] 王俊年, 申群太, 陈湘州. 自适应神经-模糊推理系统的混合协同微粒群算法进化设计 [J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(8): 48–54.
Wang J N, Shen Q T, Chen X Z. Evolutionary design of adaptive neuro-fuzzy inference system based on hybrid cooperative particle swarm optimization[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2006, 26(8): 48–54.
- [9] Seo S, Aramaki T, Hwang Y, et al. Evaluation of solid waste management system using fuzzy composition[J]. Environmental Engineering, 2003, 37: 526–539.
- [10] Andriantiatsaholiniaina L A, Kouikoglou V S, Phillis Y A. Evaluating strategies for sustainable development: Fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis[J]. Ecological Economics, 2004, 48: 158–168.
- [11] Arslan A, Kaya M. Determination of fuzzy logic membership functions using genetic algorithms[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2001, 118: 297–306.
- [12] 邵波, 陈兴鹏. 中国西北地区经济与生态环境协调发展现状研究 [J]. 干旱区地理, 2005, 28(1): 136–141.
Shao B, Chen X P. Research on the actuality of the coordinated development of economy and ecological environment in Northwest China[J]. Arid Land Geography, 2005, 28(1): 136–141.
- [13] 李勇进, 陈兴鹏, 拓学森, 等. 甘肃省“资源-环境-经济系统”动态仿真研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2006, 16(4): 94–98.
Li Y J, Chen X P, Tuo X S, et al. Dynamic simulation of resources-environmental-economic system of Gansu province[J]. China Population, Resources and Environment, 2006, 16(4): 94–98.