

改进的模糊层次分析法

李永, 胡向红, 乔箭

(新疆农业大学 水利与土木工程学院 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:目的 改进传统的层次分析法。方法 将互反型判断矩阵改为模糊一致性判断矩阵,并把和行归一法或方根法与特征向量法结合使用,提出了改进的模糊层次分析法。结果 指出传统的层次分析法往往会导致判断矩阵不满足一致性条件,需要检验和修正,而且计算精度不高。改进后的模糊层次分析法既解决了判断矩阵的一致性问题,又解决了解的收敛速度及精度问题,以此求得与实际相符的排序向量。结论 改进传统的层次分析法较传统的层次分析法更加完善和行之有效,并符合人们的思维逻辑,形式简单,准确,且易建立。另外,由优先判断矩阵改造而成的模糊一致性矩阵满足一致性条件,无需再进行一致性检验,同时也可大大减少叠代次数,提高收敛速度,满足计算精度的要求,从而为多目标决策提供了较为可靠的决策方法。

关键词:多目标决策;判断矩阵;排序向量;一致性检验

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274X(2005)01-0011-03

1 问题的提出

层次分析法(AHP)^[1]在多目标决策问题中占有极其重要的地位,是采用频率极高的一种求解方法,但实践证明其存在许多缺点及不足之处。

其一,在层次分析法中利用互反型标度建立互反型判断矩阵,但互反型标度较互补型标度而言,符合人们逻辑思维的心理特点,并且在一般情况下,由于主观认识与客观实际的差异性及使用标度度量事物的不准确性,导致判断矩阵不满足一致性条件,因此需要对其进行一致性检验并加以修正;

其二,在层次分析法中常利用和行归一法、方根法、特征值法等方法求方案重要性排序向量。其中,特征值法虽然可以控制和提高精度,尤其当采用了事后估计法^[5]之后,可直接利用前后两次的叠代结果 V_k 和 V_{k+1} 的无穷范数 $\|V_k\|_\infty$ 和 $\|V_{k+1}\|_\infty$ 进行误差估计,但由于叠代初值 $V_0 = V_0(v_{01} \ v_{02} \ \dots \ v_{0n})^T$ 的选取不同,直接影响到叠代次数和收敛速度,甚至可能求不到最大特征值 λ_{\max} 。另外,和行归一法、方根法这两种方法,也具有计算简单、实用、手工计算

便可完成的优点。

然而,其缺点在于:利用和行归一法、方根法求每一个方案重要性排序的时候,仅考虑了判断矩阵中对应一行元素的影响,故计算精度不高,无法按精度要求控制精度,并且不能较为准确地反映其实际情况。

2 方法的改进与步骤

为此本文对层次分析法进行了改进,称其为改进的模糊层次分析法^[2,3]。其具体步骤如下:

- 1) 利用三标度法
- $$\begin{cases} 0, & \text{甲差于乙,} \\ 0.5, & \text{甲、乙相等,} \\ 1, & \text{甲优于乙,} \end{cases}$$

建立互补型的模糊判断矩阵 $F = (f_{ij})_{n \times n}$,称其为优先判断矩阵。

- 2) 求行和 $r_i = \sum_{j=1}^n f_{ij}$,并利用转换公式 $r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2n} + 0.5$ 将模糊判断矩阵 $F = (f_{ij})_{n \times n}$ 改造为模糊一致性判断矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$ 。

- 3) 利用和行归一法 $W^{(0)} = (w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n)^T =$

收稿日期 2004-10-04

基金项目 新疆生产建设兵团科委研究基金资助项目(KGB03N09GJ48SY) 新疆水利水电工程重点学科资助项目

作者简介 李永(1949-),男,山西五寨人,新疆农业大学副教授,从事运筹决策研究。

万方数据

$$\left(\frac{\sum_{j=1}^n e_{1j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}}, \frac{\sum_{j=1}^n e_{2j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}}, \dots, \frac{\sum_{j=1}^n e_{nj}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}} \right)^T,$$

或利用方根法 $W^{(0)} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T =$

$$\left(\frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n e_{1j}}}{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}}}, \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n e_{2j}}}{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}}}, \dots, \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n e_{nj}}}{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij}}} \right)^T$$

求得排序向

量。

4) 利用转换公式 $e_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{ji}}$ 将互补型判断矩阵 $R =$

$(r_{ij})_{n \times n}$ 变为互反型矩阵 $E = (e_{ij})_{n \times n}$ 。

5) 以排序向量 $W^{(0)}$ 作为特征值法的叠代初值

V_0 , 进一步求精度较高的排序向量 $W^{(k)}$ [4], 即:

1) 以 $V_0 = V_0(v_{01}, v_{02}, \dots, v_{0n})^T$ 为叠代初值, 利用叠代公式 $V_{k+1} = EV_k$ 求特征向量 V_{k+1} , 并求 V_{k+1} 的无穷范数 $\|V_{k+1}\|_\infty$ 。

2) 判断: 若 $\|V_{k+1}\|_\infty - \|V_k\|_\infty < \varepsilon$, 则 $\|V_{k+1}\|_\infty$ 即为最大特征值 λ_{\max} , 将 V_{k+1} 进行归一化处理

后, $V_{k+1} = \left[\frac{v_{k+1,1}}{\sum_{i=1}^n v_{k+1,i}}, \frac{v_{k+1,2}}{\sum_{i=1}^n v_{k+1,i}}, \dots, \frac{v_{k+1,n}}{\sum_{i=1}^n v_{k+1,i}} \right]^T$ 所得向量 $W^{(k)} = V_{k+1}$ 即为方案排序向量, 叠代结束。

3) 否则, 以 $V_k = \frac{V_{k+1}}{\|V_{k+1}\|_\infty} =$

$\left[\frac{v_{k+1,1}}{\|V_{k+1}\|_\infty}, \frac{v_{k+1,2}}{\|V_{k+1}\|_\infty}, \dots, \frac{v_{k+1,n}}{\|V_{k+1}\|_\infty} \right]^T$ 作为新初值, 再次叠代。

改进的模糊层次分析法其优点在于: 三标度法属互补型标度, 符合人们的思维逻辑, 其形式简单, 由其度量各元素之间的比较关系, 就其质而言, 不存在度量不准确的可能性, 建立的优先判断矩阵虽然粗糙, 但极易建立; 由优先判断矩阵改造而成的模糊一致性矩阵满足一致性条件, 无需再进行一致性检验。若把由方根法或和行归一法求得的目标权重 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 作为特征值法的叠代初值 $V_0 = V_0(v_{01}, v_{02}, \dots, v_{0n})^T$, 则可大大减少叠代次数, 提高收敛速度, 同时又可以满足计算精度要求 [4-6]。

3 计算实例

优先判断矩阵

$$F = \begin{bmatrix} 0.5 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0.5 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 \\ \text{万方数据} & 1 & 0.5 & 1 \end{bmatrix};$$

行和 $r_1 = 2.5, r_2 = 1.5, r_3 = 1.5, r_4 = 2.5$;

模糊一致性判断矩阵

$$R = (r_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.625 & 0.625 & 0.5 \\ 0.375 & 0.5 & 0.5 & 0.375 \\ 0.375 & 0.5 & 0.5 & 0.375 \\ 0.5 & 0.625 & 0.625 & 0.5 \end{bmatrix}。$$

利用和行归一法或方根法求得排序向量分别为 $W^{(0)} = (0.2813, 0.2188, 0.2188, 0.2813)^T$, $W^{(0)} = (0.2816, 0.2182, 0.2182, 0.2816)^T$, 不难分析, 其计算精度不高, 且与实际情况不相吻合。

互反型判断矩阵

$$E = (e_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & 1.6667 & 1.6667 & 1 \\ 0.5981 & 1 & 1 & 0.5981 \\ 0.5981 & 1 & 1 & 0.5981 \\ 1 & 1.6667 & 1.6667 & 1 \end{bmatrix}。$$

以和行归一法求得的排序向量 $W^{(0)} = (0.2813, 0.2188, 0.2188, 0.2813)^T$ 作为特征值法的叠代初值, 叠代 3 次求得排序向量 $W^{(3)} = (0.2978, 0.1785, 0.2537, 0.2702)^T$, 计算精度在 0.0001, 可以验证计算结果与实际情况较相吻合。

4 结 语

综上所述, 改进的模糊层次分析法在解决了判断矩阵的一致性问题的同时, 又解决了解的精度问题及收敛速度问题, 以此求得计算精度较高的且与实际情况较为吻合的排序向量。

参考文献:

- [1] [美] SAATY T L, 许树柏等译. 层次分析法 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- [2] 徐泽水. AHP 中两类标度的关系研究 [J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19 (7): 98-99.
- [3] 姚 敏, 黄燕君. 模糊决策方法研究 [J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19 (11): 61-63.
- [4] 李 永. 多目标决策中目标权重的确定法 [J]. 甘肃工业大学学报, 2003, 29 (3): 118-119.
- [5] 武汉大学, 山东大学. 计算方法 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1979. 99-102.
- [6] 易大义. 计算方法 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1989. 44-45.

(编辑 姚 远)

(下转第 16 页)

参考文献：

[1] 林铨云 ,董加礼. 多目标规划的理论与方法[M]. 长春 :吉林教育出版社 ,1992.

[2] COELLO C. A comprehensive survey of evolutionary-based multiobjective optimization techniques[J]. Knowledge and Information System , 1999 , 3(2) : 69-308.

[3] ZITZLER E , THIELE L. Multiobjective evolutionary algorithms : a comprehensive case study and the strength pareto approach[J]. IEEE Trans on EC , 1999 , 3(4) : 257-271.

[4] LIU Ji-ming , TANG Y Y , CAO Y C. An evolutionary autonomous agents approach to image feature extraction[J]. IEEE Trans on Evolutionary Computation , 1997 , 1(2) : 681-668.

[5] WU Q. On the optimality of orthogonal experimental design[J]. Acta Math Appl Sinica , 1978 , 1(4) : 283-299.

[6] LEUNG Y W , WANG Y P. Multiobjective programming using uniform design and genetic algorithm[J]. IEEE Trans System Man and Cyber , 2000 , 30(3) : 293-304.

[7] 周 明 ,孙树栋. 遗传算法原理及应用[M]. 北京 :国防工业出版社 ,1999.

(编 辑 亢小玉)

A Multi-Agent genetic algorithm for multiobjective programming

MENG Hong-yun , LIU San-yang

(Department of Applied Mathematics , Xidian University , Xi'an 710071 , China)

Abstract : Aim It is desirable to find more Pareto-optimal solutions which scattered uniformly over Pareto-front in solving multiobjective programming. **Methods** The notion of Agent is introduced and an algorithm is proposed with the combination of multi-Agent system and genetic algorithm for multiobjective programming. **Results** In each generation , an individual is viewed as an unit with the ability of communicating , and the Pareto-optimal solutions are found in the neighbor of each individual instead of the whole population , which ensures its diversity and restrains the prematurity. **Conclusion** The proposed methods can find the more Pareto solutions for multiobjective problem with good uniformity.

Key words multiobjective programming ; Pareto-optimal solution ; genetic algorithm ; Agent

(上接第 12 页)



An improved fuzzy AHP method

LI Yong , HU Xiang-hong , QIAO Jian

(College of Water Conservancy and Civil Engineering , Xinjiang Agricultural University , Urumqi 830052 , China)

Abstract : Aim To improve the deficiencies of of using AHP method to solve the problems of multi-objective decision-making. **Methods** Instreciprocal judgment matrixes are replaced with fuzzy consistency judgment matrixes , combining the row vectors sum uniformization method or the square root method with the eigenvector method. **Results** An improved fuzzy AHP method is developed. **Conclusion** The improved fuzzy AHP is a credible method to solve the problems of multi-objective decision-making.

Key words multi-objective decision-making ; judgment matrix ; ranking vector ; consistency checking

作者：[李永](#)，[胡向红](#)，[乔箭](#)，[LI Yong](#)，[HU Xiang-hong](#)，[Qiao Jian](#)
作者单位：[新疆农业大学, 水利与土木工程学院, 新疆, 乌鲁木齐, 830052](#)
刊名：[西北大学学报\(自然科学版\)](#)  
英文刊名：[JOURNAL OF NORTHWEST UNIVERSITY \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年，卷(期)：2005, 35 (1)
被引用次数：70次

参考文献(6条)

1. [SAATY T L](#); [许树柏](#) [层次分析法](#) 1988
2. [徐泽水](#) [AHP中两类标度的关系研究](#) [期刊论文]-[系统工程理论与实践](#) 1999 (07)
3. [姚敏](#); [黄燕君](#) [模糊决策方法研究](#) [期刊论文]-[系统工程理论与实践](#) 1999 (11)
4. [李永](#) [多目标决策中目标权重的确定法](#) [期刊论文]-[甘肃工业大学学报](#) 2003 (3)
5. [武汉大学](#); [山东大学](#) [计算方法](#) 1979
6. [易大义](#) [计算方法](#) 1989

本文读者也读过(4条)

1. [胡立伟](#); [裴玉龙](#) [改进的模糊层次分析法在道路交通安全综合评价中的应用](#) [会议论文]-2009
2. [郭凯](#); [李祥松](#); [冯霏](#); [闻邦椿](#); [GUO Kai](#); [LI Xiang-song](#); [FENG Fei](#); [WEN Bang-chun](#) [改进的模糊层次分析法在综合设计法中的应用](#) [期刊论文]-[机械与电子](#) 2009 (5)
3. [黄慧梅](#); [金菊良](#); [汪淑娟](#); [HUANG Hui-mei](#); [JIN Ju-liang](#); [WANG Shu-juan](#) [改进的模糊层次分析法在水污染控制方案优选中的应用](#) [期刊论文]-[农业系统科学与综合研究](#) 2005, 21 (1)
4. [周艳美](#); [李伟华](#); [ZHOU Yan-mei](#); [LI Wei-hua](#) [改进模糊层次分析法及其对任务方案的评价](#) [期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2008, 44 (5)

引证文献(74条)

1. [马千里](#); [曾杨智](#); [喻虎](#); [张国伟](#) [机动阵地工程综合效能评估](#) [期刊论文]-[四川兵工学报](#) 2012 (4)
2. [郭凯](#); [李祥松](#); [冯霏](#); [闻邦椿](#) [改进的模糊层次分析法在综合设计法中的应用](#) [期刊论文]-[机械与电子](#) 2009 (5)
3. [巩航军](#) [基于灰色关联度的道路运输企业安全综合评价](#) [期刊论文]-[西北大学学报\(自然科学版\)](#) 2008 (3)
4. [姚莎](#); [李东侠](#) [基于改进的层次分析法对农村供水价格的研究](#) [期刊论文]-[水利科技与经济](#) 2011 (10)
5. [方引](#) [模糊层次分析技术\(FAHP\)在3D锡膏检测中的应用](#) [期刊论文]-[世界科技研究与发展](#) 2009 (3)
6. [邱俊华](#) [层次分析法在环境规划中的应用](#) [期刊论文]-[江西化工](#) 2008 (2)
7. [刘睿](#) [篮球运动员选材指标重要性比较研究——基于改进的层次分析法的应用](#) [期刊论文]-[边疆经济与文化](#) 2013 (3)
8. [李东昌](#) [改进的模糊层次分析法在公路环境影响评价中的应用](#) [期刊论文]-[山东交通科技](#) 2011 (5)
9. [王志伟](#); [李红兵](#) [基于改进的FAHP的施工总承包企业供应链绩效评价](#) [期刊论文]-[价值工程](#) 2010 (34)
10. [肖文明](#) [汉寿沅水大桥施工期风险识别分析方法研究](#) [期刊论文]-[公路与汽运](#) 2009 (3)
11. [黎延海](#) [模糊层次分析法的Matlab实现](#) [期刊论文]-[硅谷](#) 2009 (17)
12. [彭胜志](#); [胡婷婷](#) [顾客价值视角下的林业企业价值供应链管理](#) [期刊论文]-[林业科技](#) 2008 (5)
13. [曾鸣](#); [杨素萍](#); [杨鹏举](#); [唐健](#); [田廓](#) [社会节能环境下电力客户价值评估研究](#) [期刊论文]-[华东电力](#) 2008 (6)
14. [李利](#); [王平军](#); [纪凯](#); [张永](#) [大型舰艇编队通信指挥决策方案效能评估](#) [期刊论文]-[舰船科学技术](#) 2012 (9)
15. [王峰](#); [曹鹏鹏](#) [房地产项目环境影响评价探析](#) [期刊论文]-[管理观察](#) 2011 (7)
16. [吴道义](#); [顾明](#) [层次分析法在畜牧业循环经济综合评价中的应用](#) [期刊论文]-[家畜生态学报](#) 2010 (1)
17. [夏向东](#) [武汉城市圈信息化水平评价及对策](#) [期刊论文]-[当代经济](#) 2010 (19)

18. [孙红霞](#) [基于灰色关联度的模糊层次组合交通安全评价模型](#)[期刊论文]-[交通与运输](#) 2010(z2)
19. [王晓峰](#), [王纪红](#), [赵璐](#), [赵建文](#) [南水北调中线工程对陕西水源区的综合影响评价](#)[期刊论文]-[西北大学学报（自然科学版）](#) 2009(6)
20. [李栋](#), [李花果](#) [基于模糊层次分析的备件重要性等级评价](#)[期刊论文]-[价值工程](#) 2008(12)
21. [郭金](#), [郭凤仪](#), [王智勇](#), [陈忠华](#) [三标度层次分析法模糊评判触头材料的抗电弧侵蚀能力](#)[期刊论文]-[辽宁工程技术大学学报（自然科学版）](#) 2008(4)
22. [杨威](#), [庞永锋](#), [刘三阳](#) [一个模糊层次分析法在方案排序中的应用](#)[期刊论文]-[数学的实践与认识](#) 2008(9)
23. [康颖](#), [薛联青](#) [改进的模糊层次分析法在综合水价确定中的应用](#)[期刊论文]-[节水灌溉](#) 2008(1)
24. [韩江涛](#), [姜早龙](#), [许善妙](#) [模糊层次分析法在不平衡报价法中的应用研究](#)[期刊论文]-[中外建筑](#) 2007(3)
25. [彭晗](#), [吴金妹](#), [李培文](#) [改进AHP在汽车服务备件运输方案选择中的应用](#)[期刊论文]-[物流工程与管理](#) 2013(11)
26. [汪中秀](#), [黄丽颖](#), [邹昊](#) [基于IFAHP的房地产企业投资风险评价](#)[期刊论文]-[工程管理学报](#) 2011(4)
27. [杨鑫](#) [层次分析法在铁路隧道中的运用](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2010(15)
28. [刘玉玲](#), [游春](#) [改进的层次分析法在公路隧道施工安全评价中的应用](#)[期刊论文]-[安全与环境工程](#) 2009(3)
29. [唐健](#), [张婷](#), [曾鸣](#) [基于改进的模糊层次分析法的供电企业服务补救质量综合评价](#)[期刊论文]-[电力技术经济](#) 2007(5)
30. [彭晗](#), [杨振中](#), [司二锋](#) [工科本科生毕业设计质量评价研究——基于DEMATEL-FCE](#)[期刊论文]-[重庆科技学院学报（社会科学版）](#) 2015(2)
31. [舒媛媛](#), [周维博](#), [刘雷](#), [董起广](#), [李云排](#) [基于模糊四元联系数的延安市水资源可持续利用评价研究](#)[期刊论文]-[水资源与水工程学报](#) 2013(4)
32. [姜婷婷](#), [郭东](#), [魏小鹏](#) [一种耦合功能集割裂解耦方法](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2011(2)
33. [李武刚](#) [双质量飞轮系统的可靠性分配研究](#)[期刊论文]-[机械制造](#) 2010(1)
34. [王晓峰](#), [王纪红](#), [赵璐](#) [基于AHP法的区域经济影响定量评价——以南水北调中线陕西水源区为例](#)[期刊论文]-[西北大学学报（自然科学版）](#) 2010(1)
35. [沈鸿](#) [高校教师四元绩效评价指标体系及实证研究](#)[期刊论文]-[黑龙江高教研究](#) 2009(10)
36. [王妍薇](#) [隧道施工安全评价的改进层次分析法](#)[期刊论文]-[中外公路](#) 2009(5)
37. [彭胜志](#) [基于价值链的林业企业核心竞争力分析](#)[期刊论文]-[林业经济问题](#) 2008(3)
38. [冷玉波](#) [基于模糊层次综合评价法的小水电工程投资风险分析](#)[期刊论文]-[三角洲](#) 2014(8)
39. [杨丽徒](#), [蔡红飞](#), [任家印](#), [孙恒](#), [郭晨光](#) [模糊层次分析法的改进及其在变压器寿命评估中的应用](#)[期刊论文]-[郑州大学学报（工学版）](#) 2013(3)
40. [刘春苗](#) [基于AHP的房地产投资风险模糊评价](#)[期刊论文]-[经济师](#) 2012(3)
41. [朱德馨](#), [刘宏昭](#) [基于改进的模糊层次分析法的电主轴可靠性分配](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 2011(24)
42. [姜超雁](#), [真虹](#), [高洁](#) [基于模糊综合评价法的中小型第三方物流企业绩效评价](#)[期刊论文]-[上海海事大学学报](#) 2011(1)
43. [赵士德](#), [薛小龙](#) [高层管理团队整合评价模型研究](#)[期刊论文]-[科技管理研究](#) 2010(11)
44. [丘萍](#), [章仁俊](#), [张鹏](#) [我国城市旅游的科技竞争力评价](#)[期刊论文]-[科技进步与对策](#) 2009(8)
45. [史彦斌](#), [张安](#), [曹璐](#) [基于效能评估的导弹武器系统优选决策](#)[期刊论文]-[火力与指挥控制](#) 2008(3)
46. [江涛](#), [张天柱](#) [煤炭行业循环经济发展模式与指标体系研究](#)[期刊论文]-[中国人口·资源与环境](#) 2007(6)
47. [王胜](#), [刘宏昭](#) [基于模糊综合评判与层次分析法的数控机床精度可靠性分配](#)[期刊论文]-[机械科学与技术](#) 2013(10)
48. [杨丽徒](#), [蔡红飞](#), [陈新献](#) [电力变压器剩余技术寿命的综合评估](#)[期刊论文]-[变压器](#) 2013(4)

49. [向海清](#) [基于可拓工程的公路施工企业盈利能力评价模型](#)[期刊论文]-[湖南交通科技](#) 2013(2)
50. [仇锦先](#), [罗金耀](#) [江苏淮北山丘区生态治理模式最优决策序列研究](#)[期刊论文]-[中国水土保持](#) 2009(4)
51. [黄重国](#), [袁清华](#), [尹亚楠](#), [何伊林](#) [基于模糊综合评价的汽车车身曲面品质分析](#)[期刊论文]-[中国机械工程](#) 2008(11)
52. [沈鸿](#) [基于平衡计分卡的五元结构高校管理绩效评价体系及实证研究](#)[期刊论文]-[高教探索](#) 2008(1)
53. [贾梦杰](#), [孙荣平](#), [董华](#) [航空装备技术保障质量控制预测](#)[期刊论文]-[计算机仿真](#) 2013(6)
54. [左欣艳](#), [高敏华](#), [塔西甫拉提·特依拜](#) [土地整理项目综合效益评价](#)[期刊论文]-[新疆农业科学](#) 2008(6)
55. [李振福](#), [杨忠振](#) [模糊可拓层次分析法研究](#)[期刊论文]-[上海海事大学学报](#) 2006(3)
56. [贾楠](#), [罗周全](#), [谢承煜](#), [唐硕](#) [考虑安全的IFAHP—模糊物元露天采场爆破效果评价](#)[期刊论文]-[爆破](#) 2013(1)
57. [邝建平](#), [毕宏伟](#), [吴琼](#) [区域水资源配置方案评价研究进展](#)[期刊论文]-[人民长江](#) 2008(17)
58. [薛联青](#), [杨明智](#), [汤骅](#), [杨广](#) [基于干旱等级划分的叶尔羌河流域水资源配置评价研究](#)[期刊论文]-[干旱区资源与环境](#) 2015(4)
59. [林燕华](#) [矿山地质环境恢复治理工程社会影响总体评价——以景德镇市为例](#)[期刊论文]-[当代经济](#) 2015(3)
60. [贾楠](#), [罗周全](#), [谢承煜](#), [唐硕](#) [考虑安全的IFAHP—模糊物元露天采场爆破效果评价](#)[期刊论文]-[爆破](#) 2013(1)
61. [李子良](#), [史仕新](#) [省域低碳经济综合评价指标体系构建研究——以四川省为例](#)[期刊论文]-[科技管理研究](#) 2012(21)
62. [刘琳](#), [余莉](#), [李正](#), [郭义强](#), [吴海燕](#), [崔晓寰](#) [基于改进模糊层次模型的土地整理效益评价研究](#)[期刊论文]-[水土保持研究](#) 2012(3)
63. [侯明伟](#) [关于船用泵产品设计研制阶段可靠性分配方法的研究](#)[期刊论文]-[机械工程师](#) 2012(1)
64. [李振福](#) [基于可拓模糊层次分析法的城市交通文化系统评价](#)[期刊论文]-[数学的实践与认识](#) 2009(3)
65. [李田田](#), [陈安](#), [戎晓霞](#) [模糊层次分析法在科研机构评估中的应用](#)[期刊论文]-[中国管理科学](#) 2006(z1)
66. [李东晔](#), [黄好杰](#), [李延喜](#), [高锐](#) [基于模糊层次分析法的房地产泡沫程度评价研究](#)[期刊论文]-[技术经济](#) 2009(8)
67. [贺伶俐](#), [袁书琪](#), [季青](#) [旅游资源综合评价的BP法与AHP法比较分析——以福州市晋安区为例](#)[期刊论文]-[旅游论坛](#) 2009(6)
68. [薛文涛](#), [姜威威](#), [朱志宇](#), [刘维亨](#) [基于改进事故树分析法的船舶电力系统故障分析](#)[期刊论文]-[江苏科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2011(5)
69. [聂利霞](#) [哈尔滨市科技资源配置现状及整合对策研究](#)[学位论文]硕士 2005
70. [李莉](#), [匡昭敏](#), [莫建飞](#), [孟翠丽](#) [基于AHP和GIS的广西秋旱灾害风险等级评估](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2013(19)
71. [杨奎](#) [转型期我国企业并购的体制风险研究](#)[学位论文]硕士 2005
72. [何茂全](#) [液化天然气储运系统风险评价](#)[学位论文]硕士 2007
73. [李博](#) [“基于效能”的武器装备发展战略研究方法研究](#)[学位论文]硕士 2005
74. [袁晓宇](#) [多层次模糊优选方法在水库正常蓄水位选择中的应用](#)[学位论文]硕士 2006

引用本文格式: [李永](#), [胡向红](#), [乔箭](#), [LI Yong](#), [HU Xiang-hong](#), [Qiao Jian](#) [改进的模糊层次分析法](#)[期刊论文]-[西北大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(1)