

文章编号:1006-5911(2008)01-0197-06

动态联盟风险评估的网络分析法及其应用

张捍东, 严 钟

(安徽工业大学 电气信息学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要:为快速有效地分析企业动态联盟的风险,建立了网络分析法的风险评估模型,并给出相关算法,以及评价指标的选择方法。求出各企业在各子评价指标下的权重和各子评价指标的综合权重,再将二者相乘并求和,得到了每个盟员企业总的风险权重。最后,通过实例证明这种方法的分析结果比风险模糊综合评判法的分析结果更为直观、合理,提供的信息也更加丰富,更有利于决策者对风险做出正确决策。

关键词:动态联盟;风险评估;权重;网络分析法

中图分类号:N92;F252 **文献标识码:**A

Analytic network process to risk evaluation of dynamic alliance & its application

ZHANG Handedong, YAN Zhong

(School of Electrical Engineering & Information, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, China)

Abstract: To analyze the risk of the dynamic alliance rapidly and effectively, the risk evaluation model of Analytic Network Process (ANP) was constructed. Related algorithm was presented, and selection method of evaluation index was also presented. Weights of different sub-goals as well as the synthetic weights of sub evaluation standards of all enterprises were calculated, and then these two weights were synthesized and added to get the total amount for the risk weights of all members of the enterprise alliance. Compared to risk fuzzy synthesis method, the analysis results proved to be more direct, reasonable and the included information was more abundant, which contributed greatly to the right decisions on risks by the decision-makers.

Key words: dynamic alliance; risk evaluation; weight; analytic network process

0 引言

面对快速多变的市场和各种无法预期的风险,如何在准确定位市场的同时,对风险投资进行有效的决策,显得十分重要。目前,已有学者在研究风险

问题,如文献[1]~文献[3],提出了风险评估指标与评估方法。但以往对风险评估的研究要么独立看待影响风险的内部因素,没有认识到影响风险的各种因素实质上还有一定的内部联系;要么就是整体求解风险,使决策者无法看到风险内部各因素的权重,

收稿日期:2007-02-06;修订日期:2007-07-26。Received 06 Feb. 2007; accepted 26 July 2007.

基金项目:国家自然科学基金重点基金资助项目(70431003);国家自然科学基金创新群体项目(60521003);国家科技支撑计划资助项目(2006BAH02A09);国家自然科学基金资助项目(50407017);安徽省学术技术带头人后备人选资助项目(2005hzb07);安徽省教育厅自然科学基金资助项目(2004kj058, 2006kj019A)。**Foundation item:** Project supported by the National Natural Science Foundation, China (No. 70431003, 60521003, 50407017), the National Science & Technology Support Plan, China (No. 2006BAH02A09), the Item of Candidates for the Initiators of Academic Technology in Anhui Province, China (No. 2005hzb07), and the Natural Science Foundation of Anhui Education Bureau, China (No. 2004kj058, 2006kj019A).

作者简介:张捍东(1963-),男,安徽桐城人,安徽工业大学电气信息学院教授,博士,主要从事控制理论与控制工程、计算机控制技术、模糊优化技术与应用、企业动态联盟战略管理决策等的研究。E-mail: zhanghd@ahut.edu.cn.

影响了决策的有效性。风险在企业管理与决策中的重要性,使企业迫切需要评估有关的风险,以便找到规避风险或改善投资的策略和结构。而企业风险的评估是一个多指标综合评价问题,其中涉及到定性因素定量化处理的难题,现有的风险评估方法仍未能彻底解决风险的评估和决策问题。本文应用目前在决策领域中广泛运用的网络分析法 (Analytic Network Process, ANP) 对风险进行评估,其结果可应用于企业动态联盟中盟员选择或利益分配时的参考依据,通过应用实例,验证了该方法的可行性与合理性。

1 基于网络分析法理论的多指标综合评价方法

Thomans L. Saaty 于 1980 年建立了层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) [4],但考虑到层次间存在相互依存和反馈关系,他于 1996 年提出了 ANP [5],目前 ANP 已成为处理多指标综合评价问题的最常用方法。

1.1 网络分析法简介

ANP 把系统分为控制层与网络层两个部分。控制层包括问题目标与决策准则,网络层由受控制层支配的元素组成,元素之间相互影响,形成网络结构。图 1 为典型的 ANP 结构图。

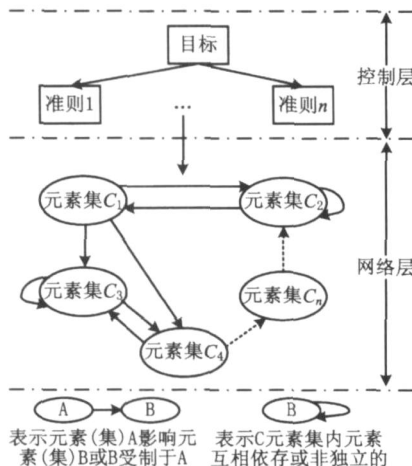


图1 典型的ANP结构图

1.2 网络分析法结构的超矩阵与加权超矩阵 [6]

设 ANP 的控制层中有元素 p_1, \dots, p_n , 控制层下, 网络层有元素组 C_1, \dots, C_N , 其中 C_i 中有元素 $e_{i1}, \dots, e_{m_i}, i = 1, \dots, N$ 。以控制层元素 $p_s (s = 1, \dots, m)$ 为准则, 以 C_j 中元素 $e_{jl} (l = 1, \dots, n_j)$ 为次准则, 元素组 C_i 中元素按其对于 e_{jl} 的影响力大小进行间接优势度比较, 可构造判断矩阵, 并由特征根法得排序

向量 $(w_{i1}^{(j1)}, w_{i2}^{(j1)}, \dots, w_{in_i}^{(j1)})$ 。记 W_{ij} 为:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{(j1)} & w_{i1}^{(j2)} & \dots & w_{i1}^{(jn_j)} \\ w_{i2}^{(j1)} & w_{i2}^{(j2)} & \dots & w_{i2}^{(jn_j)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{in_i}^{(j1)} & w_{in_i}^{(j2)} & \dots & w_{in_i}^{(jn_j)} \end{bmatrix}。$$

这里 W_{ij} 的列向量就是 C_i 中元素 e_{i1}, \dots, e_{m_i} 对 C_j 中元素 e_{j1}, \dots, e_{n_j} 的影响程度排序向量。若 C_j 中元素不受 C_i 中元素影响, 则 $W_{ij} = 0$ 。这样最终可获得在 p_s 下的超矩阵 W :

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 1 \dots n_1 & 1 \dots n_2 & \dots & 1 \dots n_N \\ \dots & W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ 1 & W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{bmatrix}。$$

由于 W 不是列归一化的, 以 p_s 为准则, 对 p_s 下各组元素对准则 $C_j (j = 1, \dots, N)$ 的重要性进行比较, 并由此可得加权矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{N1} & \dots & a_{NN} \end{bmatrix}。$$

对超矩阵 W 的元素加权, 得 $\bar{W} = (\bar{W}_{ij})$, 其中

$$\bar{W}_{ij} = a_{ij} W_{ij}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, N。$$

即为加权超矩阵, 其列和为 1, 称为列随机矩阵。

1.3 极限相对排序向量

在网络分析中, 为了反映元素之间的依存关系, 需要对超矩阵 W 进行稳定处理, 即计算极限相对排序。当 $\bar{W} = \lim_{i \rightarrow \infty} \bar{W}^i$ 存在时, \bar{W} 的第 j 列就是 p_s 下网络层中各元素对于元素 j 的极限相对排序向量。

2 网络分析法在企业动态联盟的风险评估中的应用

目前应用 ANP 解决实际问题的例子很多, 如文献 [7] ~ 文献 [14], 但这些文献大多应用在具体工程的决策领域, 对于风险这类定性因素进行定量分析和评估的例子较少, 现有的文献中为了处理方便, 通常对评估模型进行简单化处理, 不具有代表性。风险是一种定性因素, 而它的评价指标也大多是定性因素, 一般方法难以处理。基于 ANP 有利于对定性因素定量化处理, 并具有评价过程和评价结果更直观的优点, 同时考虑到文献 [2] 中的风险种类的划分不完整, 以及评价指标过于简单, 所以本文

以价值链为准绳,将风险分为五类并遴选了 16 个具有代表性的评价指标,建立更加贴近实际的评估模型来评估风险,以快速准确地为决策者提供可靠的决策依据。

假设某企业动态联盟在组建过程中,经筛选后将有三个候选企业最终成为联盟的盟员,分别为企业 1 (F_1)、企业 2 (F_2)、企业 3 (F_3)。它们分别位于上海、南京、兰州,各企业整体风险状况是 F_3 好于 F_1 、 F_1 好于 F_2 ,具体的风险评估指标的比较需要专家评判。为了制定更加合理的联盟利益分配方案和

建立更加稳固的联盟,现需要对这三家企业各自总的风险进行最后评估,分析盟员企业所承担的风险大小,为制定联盟利益分配方案提供依据。

2.1 构造基于网络分析法的风险决策模型

有关动态联盟风险因素研究的文献很多,如文献[2]和文献[3],它们对风险问题研究做了大量有益的工作。因为动态联盟不同于普通的经济实体,所以其风险也明显大于其他类型的企业或企业联合体。本文选用 16 个评价指标来对风险进行评估,具体如表 1 所示。

表 1 风险及风险评价指标

风险分类		风险评价指标	风险起因
系统内部风险	合作风险	伙伴商业信誉	由于合作各方的管理方式的差异以及沟通、伙伴商业信誉等问题,导致合作过程中伙伴退出甚至联盟解体的风险
		地理位置的差异	
		管理方式的差异	
	技术风险	复杂性 成熟性 相关性	由于各合作方所负责部分的技术难度或技术成熟度的不确定性而带来的风险
系统外部风险	市场风险	市场竞争程度	由于合作各方面临的市场相关因素的差异所引发的风险
		技术的发展	
		环境的变化	
	社会风险	国内政治稳定状况	由于战争、社会动乱、政策法律、重大传染疾病等因素给合作各方所带来的风险
		国际政治环境 政策法律完善程度 突发性公共事务处理能力	
	自然风险	单次灾害危害程度 年自然灾害损失 自然灾害发生频率	由地震、雷电、洪水、干旱等自然灾害所引发的风险

表 1 将影响企业联盟利益分配的风险分为系统内部分险和系统外部分险两类。从联盟整体看,市场风险、社会环境风险、自然环境风险属于系统外部风险;技术风险、合作风险属于系统内部风险。这五类风险是相互联系的,如企业所承担的技术风险受市场风险影响,市场竞争越激烈也即市场风险越大,其对企业产品的技术要求就越高,也就意味着有较大的技术风险;技术越先进的企业在市场竞争中占有优势,其市场风险相对就要小些。此外要开发先进的技术,企业应有较高的管理水平,科学地管理又将降低开发先进技术的风险。

为了应用 Superdecisions1.6.0 计算该模型,根据表 1 建立如图 2 所示的应用 ANP 风险评价模型的系统框图和如图 3 所示的风险评价网络图,以求得各个风险评价指标的全局权重,然后列出方案层

中互相独立的各企业针对五大风险中的每个风险评价指标的两两比较矩阵,计算出各个企业在 16 个风险评价指标下的权重,为确定各企业系统的风险奠定基础。

2.2 网络分析法的算法

2.2.1 元素成对比较与未加权超矩阵

为了陈述方便,这里约定如果形如 $B \rightarrow A$,则认为箭尾所指的元素 B 为父元素,箭头所指的元素 A 为子元素,子元素影响父元素。建立模型结构后,要对每个元素集包含的子元素,建立一个子元素两两比较的判断矩阵。例如,表 2 是以“市场竞争程度”为父元素,其在合作风险元素集中的子元素构成的判断矩阵,在判断矩阵中进行判断时,对问题的提问模式应该保持一致,本文的提问模式是:从系统风险评估的角度看,子元素 A_1 和 A_2 哪个对父元素的影

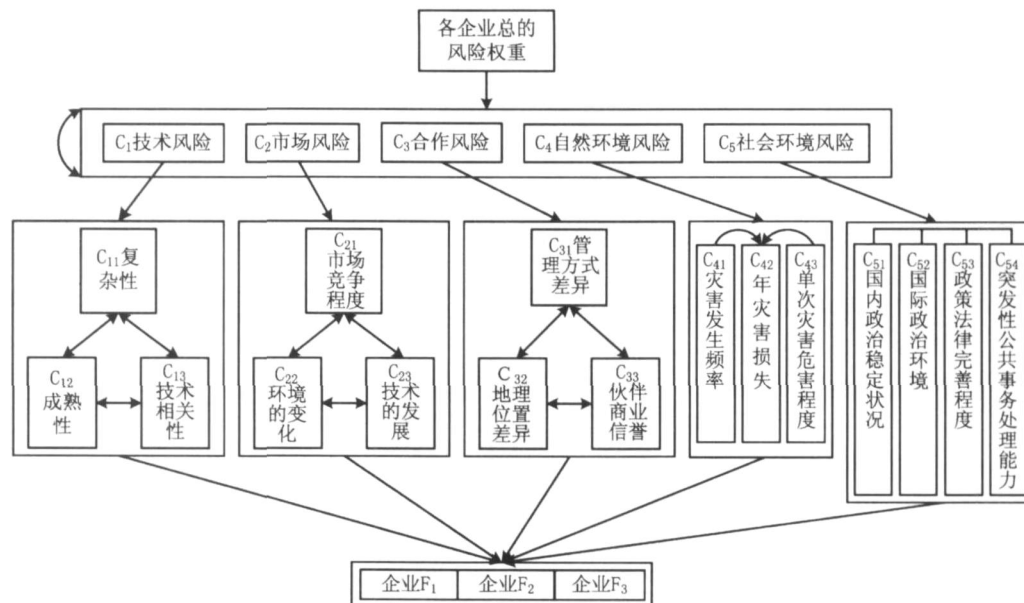


图2 应用ANP的风险评价模型的系统框图

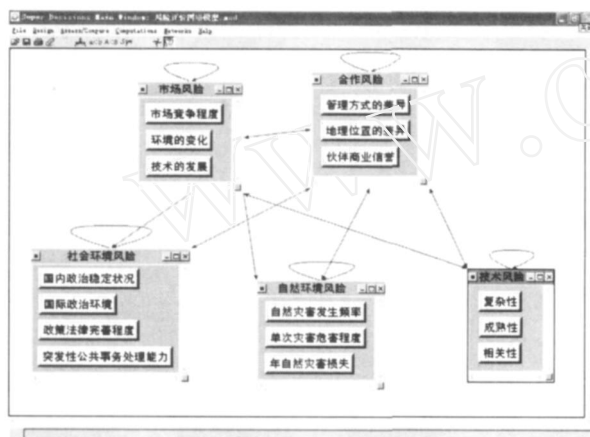


图3 应用ANP法的风险评价网络

响更大,程度(标度)如何。对每个判断矩阵可以利用式(1)计算局部排序向量,其中 a_{ij} 为该判断矩阵的第 i 行第 j 列的元素。

$$W_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}} \quad (1)$$

表2 判断矩阵

市场竞争程度	管理方式的差异	地理位置的差异	伙伴商业信誉	排序向量
管理方式的差异	1	5	7	0.591 727
地理位置的差异	1/5	1	2	0.333 216
伙伴商业信誉	1/7	1/2	1	0.075 057

表2的一致性比率为0.013 6,远小于0.1,故

该判断矩阵被认为是可以接受的。它的最右边即为计算的局部排序向量。从系统风险角度看,该局部排序向量反映了管理方式的差异、地理位置的差异、伙伴商业信誉对“市场竞争程度”元素的影响力大小。所有局部排序向量构成未加权超矩阵,如图4所示。

Order	Node Labels	合作风险	市场风险	技术风险	社会环境风险
1	伙伴商业信誉	0.000000	0.000000	0.833333	0.075057
2	地理位置的差异	0.089891	0.000000	0.166667	0.333216
3	管理方式的差异	0.900009	0.000000	0.000000	0.591728
4	市场竞争程度	0.760789	0.000000	0.602629	0.000000
5	技术的发展	0.081515	0.000000	0.082342	0.833333
6	环境的变化	0.157596	0.000000	0.315029	0.166667
7	复杂性	0.739594	0.000000	0.739594	0.648329
8	成熟性	0.093013	0.000000	0.093013	0.122020

图4 未加权的超矩阵

2.2.2 超矩阵的计算

由于超矩阵的计算量很大,这里利用超级决策软件SD计算未加权的超矩阵,结果如图4所示。对未加权的超矩阵的分析意义在于,可以分析单一元素中哪些元素对其上一层元素的影响更大。同时可以利用该软件进行加权超矩阵的计算,结果如图5所示。



图5 加权的超矩阵

加权的超矩阵的分析意义在于,可以跨元素集分析哪些元素对其上一层元素影响更大。再利用超级决策软件 SD 得到各评价指标的局部权重和综合权重,如图 6 所示。



图6 极限超矩阵以及系统各元素的全局权重

极限超矩阵的分析意义在于可以通过其列向量(极限排序向量),分析所有因素的全局权重 S_i 。

2.3 评估各企业的总风险

本例中共给出了在 5 类大风险下的 16 种具体指标,虽然它们中的一些指标相互联系和影响,但由于方案层中各企业之间是相互独立的,只要分别列出方案层中 3 个企业相对于各子准则的两两比较矩阵即可,计算出各企业相对该子准则下的权重 C_i 如表 3 所示。

将上述各企业在各子评价指标(子准则)下的权重 C_i 分别与各子评价指标的综合权重 S_i 相乘并按式(2)求和,便可得到了每个企业对于系统总风险(最终目标)的权重 Z^l 。

$$Z^l = \sum_{i=1}^{16} S_i^l C_i^l, l = 1, \dots, 3. \tag{2}$$

式中: Z^l 为第 l 个企业对于系统总风险(最终目标)的权重, S_i^l 和 C_i^l 为第 l 个企业在第 i 个子评价指标的综合权重和该企业在第 i 个子评价指标(子准则)下的权重。

通过计算,可以得到 3 个企业的权值(如表 4),这个权重既可以为企业动态联盟的盟员选择提供决策依据,也可以为制定合理公正的联盟利益分配方案提供参考。

表 3 企业在各子准则的权重

风险评价指标	各指标全局权重	F_1	F_2	F_3
伙伴商业信誉	0.062 817	0.205 091	0.716 653	0.078 257
地理位置的差异	0.065 863	0.166 594	0.739 594	0.093 813
管理方式的差异	0.091 207	0.376 397	0.474 230	0.149 373
市场竞争程度	0.233 145	0.327 477	0.412 602	0.259 921
技术的发展	0.146 488	0.231 828	0.184 002	0.584 170
环境的变化	0.069 275	0.428 571	0.428 571	0.142 857
复杂性	0.118 413	0.387 479	0.443 316	0.169 205
成熟性	0.041 695	0.400 000	0.400 000	0.200 000
相关性	0.067 612	0.309 004	0.109 448	0.581 548
国内政治稳定状况	0.025 521	0.333 333	0.333 333	0.333 333
国际政治环境	0.007 881	0.333 333	0.333 333	0.333 333
政策法律完善程度	0.042 213	0.238 487	0.625 013	0.136 500
突发性公共事务处理能力	0.009 287	0.178 178	0.751 405	0.070 418
单次灾害危害程度	0.002 038	0.199 991	0.199 997	0.600 012
年自然灾害损失	0.006 377	0.163 417	0.296 958	0.539 626
自然灾害发生频率	0.010 168	0.121 957	0.319 618	0.558 425

3 结果分析

将本文的评估结果与模糊综合评判法结果进行比较,如表 4 所示。

表 4 模糊综合评判法与应用 ANP 的评估法的结果比较

比较	F_1	F_2	F_3
应用 ANP 的评估法	0.307 183	0.416 442	0.276 375
模糊综合评判法	0.291 464	0.426 849	0.281 687

深入分析上述两种系统风险评估方法的过程可以看出,由于模糊综合评价法将内部复杂且彼此关联的各种系统风险评价指标做了简单化处理,部分地造成了风险评价信息的丢失,而在 ANP 风险评估模型中,又恰恰成功地将风险评估信息以两两比较的方式融合到形成的超级矩阵中,最后以综合权重的形式表现出来。ANP 风险评估法还能最终为决策者提供详细的决策信息,如它能准确反映哪个风险评价指标对企业总的风险影响最大,从而为决策者最大程度地降低或规避该风险提供依据。正如文献[2]所述,模糊综合评价法缺乏这种能力。但 ANP 法风险评估法也有自身缺点,其计算过程繁杂,计算量比较大。

4 结束语

本文利用网络分析法,考虑风险评价指标之间的相互影响与制约关系,建立了指标非线性组合关系的多属性综合评价决策模型与算法。该模型与算法对指标权重的确定,与传统的层次分析方法相比,更加体现了指标的非线性关系,理论上权重分配趋向均衡化,体现了指标内部之间相互依存与制约关系。与模糊综合评判法相比,评价后得到的信息更加丰富和准确,并通过应用实例证明了该方法的可行性与合理性。

参考文献:

- [1] ZHAO Hengfeng, QIU Wanhua, WANG Xinzhe. Fuzzy integrative evaluation method of the risk factor[J]. Systems Engineering—Theory and Practice, 1997, 17(7): 93-96 (in Chinese). [赵恒峰, 邱苑华, 王新哲. 风险因子的模糊综合评判法[J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(7): 93-96.]
- [2] CHEN Jian, FENG Weidong. Virtual enterprises constitution and management [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002 (in Chinese). [陈剑, 冯蔚东. 虚拟企业的构建与管理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.]
- [3] ZHANG Qingshan, CAO Zhi'an. Research on risk prevention and pre-control for dynamic alliance of enterprises[J]. Management Sciences in China, 2004, 17(3): 8-15 (in Chinese). [张

- 青山, 曹智安. 企业动态联盟风险的防范与预控研究[J]. 管理科学, 2004, 17(3): 8-15.]
- [4] SAATY T L, ERDENER E. A new approach to performance measurement: the analytic hierarchy process[J]. Design Methods and Theories, 1979, 13(2): 25-33.
- [5] SAATY T L. Decision making with dependence and feedback: the analytic network process[M]. Pittsburgh, Pa., USA: RWS Publication, 1996: 10-65.
- [6] WANG Lianfen. The theory and algorithm of analytic network process[J]. Systems Engineering—Theory and Practice, 2001, 21(3): 44-50 (in Chinese). [王莲芬. 网络分析法 (ANP) 的理论与算法[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(3): 44-50.]
- [7] SAATY T L. Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP) [J]. Journal of Science and Systems Engineering, 2004, 13(3): 1-35.
- [8] FANG Fang, QIN Tianbao. Assessing operational risk of commercial banks using the analytic network process [J]. Management Sciences in China, 2005, 18(5): 43-50 (in Chinese). [方芳, 秦天保. 商业银行操作风险评估——使用网络分析法[J]. 管理科学, 2005, 18(5): 43-50.]
- [9] SUN Hongcai, XU Guanyao, TIAN Ping. Application of analytic network process to evaluation of tender bids for bridge engineering[J]. Journal of PLA University: Science and Technology, 2005, 6(1): 58-62 (in Chinese). [孙宏才, 徐关尧, 田平. 网络层次分析法在桥梁工程招标中的应用[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2005, 6(1): 58-62.]
- [10] WU Xianhua, ZHANG Lieping. Decision making method on partner selection of virtual enterprise and the establishment of strategic analysis model [J]. System Engineering, 1998, 16(6): 38-43 (in Chinese). [吴宪华, 张列平. 动态联盟伙伴的决策方法及其战略评估模型的建立[J]. 系统工程, 1998, 16(6): 38-43.]
- [11] LIU Rui, YU Jianxing, SUN Hongcai, et al. Introduction to the ANP super decisions software and its application[J]. Systems Engineering—Theory and Practice, 2003, 23(8): 141-143 (in Chinese). [刘睿, 余建星, 孙宏才, 等. 基于 ANP 的超级决策软件介绍及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(8): 141-143.]
- [12] CHEN Zhixiang. Model and algorithms of supply and demand coordination performance measurement base on ANP theory [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004, 10(3): 286-291 (in Chinese). [陈志祥. 基于 ANP 理论的供需协调绩效评价模型与算法[J]. 计算机集成制造系统, 2004, 10(3): 286-291.]
- [13] ZHAO Guojie, XING Xiaoqiang. The theoretical analysis and practical application on ANP method in regional scientific strength evaluation [J]. Systems Engineering—Theory and Practice, 2004, 24(5): 41-45 (in Chinese). [赵国杰, 邢小强. ANP 法评价区域科技实力的理论与实证分析[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(5): 41-45.]
- [14] JIAN Pu, XIA Zheng, LIN Jing. The application of ANP method for adjustment of strategy system of the large-scale development for western region[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2004, 34(4): 41-45 (in Chinese). [简朴, 夏铮, 林菁. ANP 法在西部可持续发展战略体系调整中的应用[J]. 数学的实践与认识, 2004, 34(4): 41-45.]