

基于模糊理论的供应网络风险评估

薛伟霞, 孙见荆

(厦门大学管理科学系, 福建 厦门 361005)

摘要: 为了量化风险因素间的复杂的、不确定的关系, 建立一个模糊模型来进行风险评估和风险管理. 通过该模型可以在当前状态下, 预测未来潜在的风险因素. 在风险评估和优先排序的基础上, 管理者可以有目的地对特定的风险因素采取恰当的风险管理措施. 结果表明, 由于各风险因素间的相互作用, 企业目前面临的风险因素的权重值在未来会发生变化.

关键词: 供应网络; 风险评估; 模糊关系

中图分类号: C 931.1

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2006)S-0312-05

市场的迅速变化加强了企业间的互相依赖关系, 企业间形成了供应网络. 在迅速变化的商业环境下, 供应网络像其他的战略伙伴关系一样已经成为企业竞争成功的关键所在, 是企业竞争的必然选择^[1]. 当企业间的依赖性增多增强时, 由别的企业造成的风险也会相应地增多增强. 企业间的关系复杂多样, 给企业带来了利润, 同时也增加了企业的不确定因素和风险. 需求和供给的不确定性的增加, 市场的全球化, 产品和技术的生命周期越来越短, 生产、分销和物流伙伴的增加, 都引起了复杂的国际化供应网络关系, 这导致了供应链的高风险^[2]. 因此, 在今天的竞争环境下, 供应链的管理越来越具有挑战性.

1 供应链风险管理

目前有很多的关于供应链中特定行为的风险研究, 例如购买和供给的风险研究, 供应网络风险研究正日趋引起人们的注意. Lonsdale^[3]研究了外购的风险, Sm elzer和 Siferd^[4]研究了购买的风险, Zsil is n^[5]定义了供应风险, 并提出所有的购买企业都面临着供应风险.

Hallikas^[1]从分包商的角度描述了一种生产网络下的风险分析和风险评估的概念框架. 虽然是从中小企业的角度出发, 但是把供应网络作为一个整体来衡量的. Hallikas^[6]列出了复杂网络环境下的风险管理过程的一般结构以及风险管理的方法. 把风险管理定义为 4 个过程: 风险识别; 风险评估; 决策以及风险管理策略的实施; 风险监控.

Harland^[7]提出供应网络风险管理是一个循环过程, 该过程有 6 步: 描述供应网络; 定义风险和当

前位置; 评估风险; 管理风险; 制订协作的供应链风险策略; 实施风险策略, 重新规划供应网络结构.

Hallikas和 Harland 定义的供应网络风险管理过程基本一致, 其中核心的都是风险识别和风险评估. 风险的预警和信息的获得是风险管理过程很重要的部分.

Hallikas^[6]认为风险识别的主要焦点是: 辨别未来的不确定性, 对这些事态进行事前管理. 很多研究从不同的角度采用不同的分类方法对风险识别进行了研究. Hallikas^[1]将供应网络环境下的风险分为 4 个类型: 与需求和价值链定位相关的风险; 与运输绩效相关的风险; 金融风险; 定价风险. 丁伟东等^[8]认为供应链风险通常来自自然环境和社会环境两个方面. Christopher和 Hau Lee^[2]认为企业面临的风险不仅仅是外部的事件, 如战争、罢工或恐怖袭击等, 而且包括企业内部商业战略改变的影响. 提出减轻供应链风险的策略中一个很关键的因素是改进的“首尾相接”的可见度, 讨论了供应链的信任度将随供应链信息质量成比例增长. Cavinato^[9]从 5 个子链或网络来分类描述供应链中的风险和不确定性: 物理子链(企业间的实际行动); 金融子链; 信息子链; 关系子链; 创新子链, 提出设定阈值控制风险. Chopra和 Sodhi^[10]将风险分为 9 个种类来识别: 崩溃性的风险; 延迟方面的风险; 系统方面的风险; 预测方面的风险; 知识产权方面的风险; 采办方面的风险; 顾客方面的风险; 库存方面的风险; 接纳能力方面的风险, 并分别列出了每种风险的发生因素. 讨论了 8 种降低风险的策略(增加接纳能力; 增加库存; 增加供应商; 提高响应; 增加柔性; 聚集需求; 增加生产能力; 增加顾客价值)对每种风险会产生不同的影响.

目前对供应网络风险管理一般都从风险识别, 风

收稿日期: 2006-01-17

作者简介: 薛伟霞(1981-), 女, 硕士研究生.

险评估, 策略实施, 风险监控这 4 个阶段进行. 其中对风险识别的研究已经比较全面, 企业可以综合运用各种方法很好地识别企业目前面临的各种风险. 本文是对风险管理的第二阶段即风险评估的各种方法进行研究, 提出了一种动态评估方法, 同时可以帮助企业识别未来的风险因素.

2 供应网络风险评估

企业进行风险评估的两个重要原因是: 帮助企业关注最重要的风险; 对企业的战略选择有重要意义^[1]. 但是, 评估风险的时候, 不能忽视定性分析, 因为定性分析提供了评估的相关信息以及对管理过程的更深的理解^[1]. 目前关于定量评估供应网络风险的研究很少, 因为不同的企业风险不同, 相同的风险对不同的企业产生的影响也是不同的, 而且这些风险因素很难量化. 风险评估必须考虑两个方面: 一是风险发生的概率; 二是风险发生造成损失的程度. 目前的研究一般都是对这两个方面分等级进行评估, 但是这些测定都是非常模糊的, 都是一些相对的非数值化的描述. 鉴于供应网络系统中有许多事件的风险程度是不可能精确描述的, 丁伟东等^[8]结合模糊评价方法和风险因素分析方法, 通过对供应链各个环节可能导致风险发生的因素进行模糊评价分析, 以确定供应链各个环节风险发生的概率. 模糊风险因素分析法能较详细地反映各要素的风险程度, 但是缺点是未能考虑各风险因素间的相互作用, 只是静态地评估系统的风险. 随着计算机技术和仿真技术的发展, 可以利用计算机技术, 使用蒙特卡洛模拟法及其他仿真手段来评估供应链风险^[11]. 蒙特卡洛模拟法又称随机模拟法, 是通过计算机技术, 假设存在某种风险而令其它风险不存在, 来模拟风险发生的概率. 该方法能很好地评估单个风险的发生概率, 不足之处也就是忽视了各个风险因素间的相互作用. Hallikas^[1]使用两种方法: 层次结构法 (hierarchical form) 和影响图法 (influence diagram), 分析了供应网络中的风险性质. 层次结构法 (如图 1) 很清楚地分析了下层风险因素对上层风险因素的作用. 图 1 描述了与定价相关的风险因素间的因果关系, 可以清楚看出一个原因因素可能引起多个结果因素. 比如, 成本效率不具有竞争性, 会引起价格无竞争力, 以及边际收益过低. 但是用层次分析法评估风险间的原因关系, 忽视了反馈性以及其他的复杂性因素. 很多研究已经证明供应网络是一个复杂、多变的动态环境. 在动态环境下以实际经验模型为基础所做出的决策是很危险的^[6]. 影响图法 (如图 2) 描绘了不同的风险因素间的因果关系, 体现了各风险因素相互影响的反馈性及动态性. 图

2 描述了供应链中的风险因素间的恶性循环, 当产品计划出问题, 会引起递送可靠性减弱, 这样顾客的需求无法满足, 会扩大对顾客需求的预测, 以致预测失败, 最终产品计划出问题, 出现恶性循环. 该方法的不足之处是未能量化这些风险因素间的因果关系以及风险因素间的相互作用关系如何影响整个供应网络的风险评估.

本文的目的是在 Hallikas 的影响图分析供应网络风险的基础上, 量化各风险因素之间的相关关系, 然后说明由于它们的相互作用, 这些风险因素的权重会发生变化, 进而动态评估供应网络的风险因素.

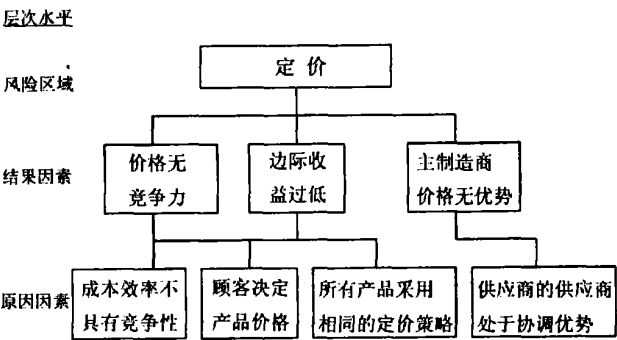


图 1 层次结构法^[1]

Fig 1 Hierarchical form

3 供应网络风险评估模型

3.1 模型描述

供应网络是一个复杂的动态系统, 供应网络中存在的各种风险因素间相互作用, 相互影响, 也组成了一个复杂的动态系统. Senge 的研究表明, 动态系统中基于反馈循环的因素间的相互作用, 可以借助于“影响图”来描述^[1]. 以图 3 (取自图 2 一部分, 描述影响预测的各风险因素间的关系) 为例.

该图列出了影响预测的 9 个风险因素, 以及它们之间的相关关系. 因素 1 可以直接引起因素 7, 它们之间存在直接关系; 因素 1 与 4、5、6 等, 虽没有直接关系, 但是因素 1 会间接引起它们的发生. 所以我们考虑一个因素的重要性时不能孤立地只考虑这一个因素, 必须考虑它还能引起哪些因素发生, 以及哪些因素会引起它的发生, 这些构成了一个因素的潜在危机. 也就是当我们孤立地给每个因素标出权重的时候, 经过它们之间的相互作用, 它们的权重会发生变化, 如图 4 所示.

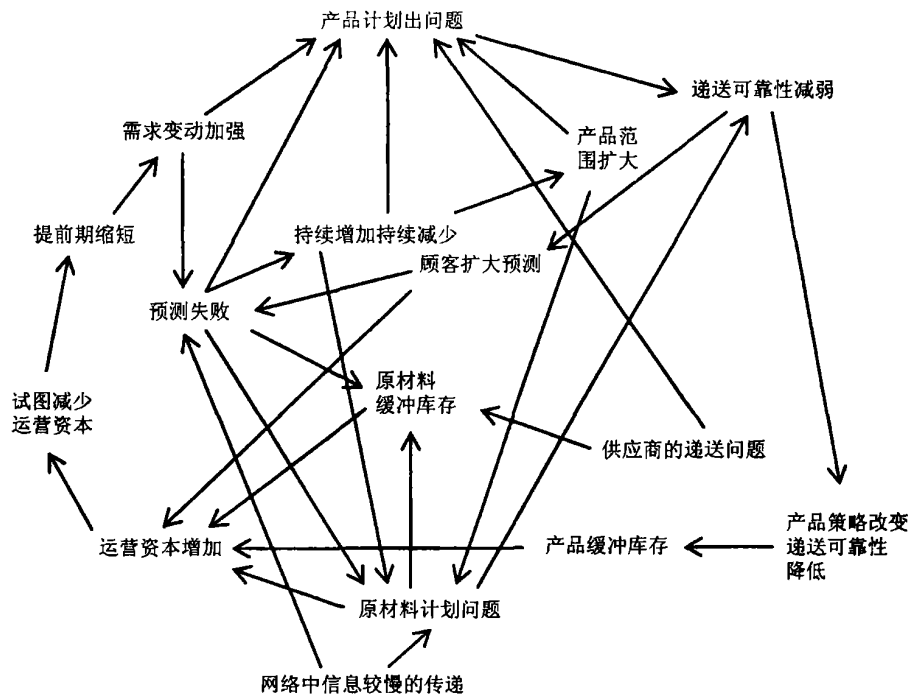


图 2 影响图 [2]
Fig 2 Influence diagram

对各因素间的关系建立模型时, 因为有些因素是直接相关的, 是明显的有关系, 有些因素是间接相关的, 关系是不确定的, 所以我们建立因素之间的模糊关系矩阵^[12].

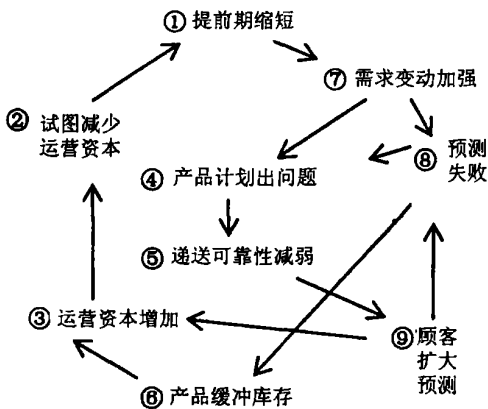


图 3 影响预测的各因素间的恶性循环关系
Fig 3 Vicious circle related to forecasting

3 2 建立模型

第一步: 使用上述的任何一种风险识别的方法, 分析企业当前以及未来可能的风险因素. 根据这些风险因素间的相互影响关系绘制出影响图.

第二步: 建立风险评估模型

1) 给影响图中的每一条弧赋权值 1(根据普通关系, 两因素间有关系就是 1, 否则就是 0), 用 Dijkstra 算法^[13]找出每两个因素之间的最短距离, 建立矩阵 $A, A = [a_{ij}]$; 其中 a_{ij} 表示因素 i 到因素 j 的最短距离. 这里的最短距离表示一个因素通过 $a_{ij} - 1$ 个其他的因素或者 a_{ij} 个过程会引起另一个因素的发生, 比如, 因素 1 到因素 8 的最短距离是 2 表示因素 1 经过一个因素 7 引起因素 8 或者经过两个过程, 即因素 1 引起因素 7, 因素 7 再引起因素 8 在图中我们可以看到, 因素 1 还可以经过因素 7, 4, 5, 9 引起因素 8 但是当因素 1 发生时, 通过因素 7 会比较快得引起因素 8 的发生, 所以这里我们采用两个因素间的最短路来表示因素间的关系.

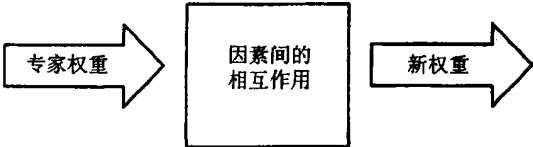


图 4 风险因素权重的变化
Fig 4 Changes on risk severities

2) 确定任意两个因素的模糊关系, 建立模糊矩阵;

在由两因素间的最短距离建立的矩阵 A 的基础上, 因为距离越短表示两个因素间的关系越强, 距离越长则越弱. 当两个因素间存在直接引起关系的时候, 它们之间的关系, 就是 1. 所以, 找出 a_{ij} 中的最大值 a_{ij}^* , 由下式计算两个风险因素间的模糊关系

$$r_{ij}^0 = \frac{a_{ij}^* + c - a_{ij}}{a_{ij}^* + c} \tag{1}$$

r_{ij}^0 表示因素 i 与因素 j 之间的模糊关系; 常数 c 一般为大于 0 的整数, 这是因为当两个因素间的距离是矩阵中的最大距离时, 这两个因素之间的关系就是所有关系中最弱的, 但并不是 0

模糊关系矩阵: $R^0 = [r_{ij}^0]$

3) 归一化

得到转换矩阵: R

4) 利用转换矩阵 R 动态评估风险

$$N = B * R \tag{2}$$

这里的运算采用实数的加乘运算. 其中 $B = [b_j]$, $j = 1 \dots 9$ 是企业当前面临的各风险因素的权重值, 权重值的取法可以是专家打分法或者企业各个部门的主要管理者打分.

$N = [n_j]$ 即为最后评估的各风险因素的权重值, 管理者可以在此基础上对风险因素进行优先排序, 对特定的风险因素实施特定的管理策略.

4 算 例

以图 3 所描述的影响预测的 9 个风险因素间的恶性循环关系为例.

1) 给图 3 的有向图中的所有弧全部赋权值 1, 这表示该弧相连的两个因素间有明显确定的相互影响关系. 用 Dijkstra 算法^[11] 找出每两个因素之间的最短距离, 得矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 5 & 4 & 2 & 3 & 3 & 1 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 3 & 4 & 4 & 2 & 3 & 5 \\ 2 & 1 & 0 & 4 & 5 & 5 & 3 & 4 & 6 \\ 5 & 4 & 3 & 0 & 1 & 3 & 7 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 3 & 0 & 3 & 5 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 5 & 6 & 0 & 4 & 5 & 7 \\ 6 & 5 & 4 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 & 3 \\ 4 & 3 & 2 & 1 & 2 & 1 & 5 & 0 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 2 & 3 & 2 & 4 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

2) 使用公式 (1) 确定任意两个因素的模糊关系, 建立模糊矩阵. 在 1) 中得出的最短距离矩阵中, 最长的距离是 7, 所以取 $a_{ij}^* = 7$, 为了保证最弱的关系大于 0 同时计算简单, 取 $c = 3$ 则任意两个因素间的关系:

$$r_{ij}^0 = \frac{10 - a_{ij}}{10},$$
$$R^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0.7 & 0.9 & 0.8 & 0.6 \\ 0.9 & 1 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0.5 \\ 0.8 & 0.9 & 1 & 0.6 & 0.5 & 0.5 & 0.7 & 0.6 & 0.4 \\ 0.5 & 0.6 & 0.7 & 1 & 0.9 & 0.7 & 0.3 & 0.7 & 0.8 \\ 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.7 & 1 & 0.7 & 0.5 & 0.8 & 0.9 \\ 0.7 & 0.8 & 0.9 & 0.5 & 0.4 & 1 & 0.6 & 0.5 & 0.3 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.9 & 0.8 & 0.8 & 1 & 0.9 & 0.7 \\ 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.9 & 0.8 & 0.9 & 0.5 & 1 & 0.7 \\ 0.7 & 0.8 & 0.9 & 0.8 & 0.7 & 0.8 & 0.6 & 0.9 & 1 \end{bmatrix}$$

3) 归一化

$$R = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.07 & 0.08 & 0.12 & 0.12 & 0.12 & 0.14 & 0.12 & 0.08 \\ 0.15 & 0.16 & 0.08 & 0.11 & 0.09 & 0.09 & 0.13 & 0.11 & 0.08 \\ 0.13 & 0.15 & 0.16 & 0.1 & 0.08 & 0.08 & 0.12 & 0.1 & 0.07 \\ 0.08 & 0.1 & 0.11 & 0.16 & 0.15 & 0.11 & 0.05 & 0.11 & 0.13 \\ 0.09 & 0.1 & 0.12 & 0.1 & 0.15 & 0.1 & 0.08 & 0.12 & 0.14 \\ 0.12 & 0.14 & 0.16 & 0.09 & 0.08 & 0.17 & 0.1 & 0.09 & 0.05 \\ 0.06 & 0.07 & 0.09 & 0.14 & 0.12 & 0.12 & 0.15 & 0.14 & 0.11 \\ 0.09 & 0.1 & 0.12 & 0.13 & 0.12 & 0.13 & 0.07 & 0.14 & 0.1 \\ 0.09 & 0.11 & 0.13 & 0.11 & 0.09 & 0.11 & 0.08 & 0.13 & 0.15 \end{bmatrix}$$

4) 先请专家给当前供应链的 9 个风险因素打分, 列出它们的权重.

$$B = [0.08 \ 0.06 \ 0.09 \ 0.1 \ 0.12 \ 0.14 \ 0.17 \ 0.15 \ 0.09]$$

$$N = B * R =$$

$$[0.1001 \ 0.1071 \ 0.1184 \ 0.119 \ 0.1129 \ 0.1184 \ 0.1016 \ 0.1197 \ 0.1015]$$

由此可以看出权重发生了变化. 虽然专家给风险因素 7 打出了最高的权重, 但是经过它们之间的相互作用, 在将来因素 8 的权重将是最高的, 成为危险性最高的因素.

5 结 论

供应网络是一个复杂的动态系统, 对供应网络的管理必须考虑动态性. 企业实施风险管理策略时, 不能只考虑当前企业面临的各风险因素的权重值, 必须从整个供应网络系统出发, 动态地评估各个风险因素, 提前识别潜在的风险因素. 本文通过一个简单的模型来识别企业未来可能面临的风险因素, 对风险进行动态评估. 指出了风险因素间会相互作用, 相互影响, 不能孤立地评价单一的风险因素. 同时各风险因素之间的作用是很复杂的, 在风险管理的后两个阶段, 针对一个风险因素实施控制策略后, 同样将会产生一系列的连锁反映, 对所有的风险因素都会产生影响. 这要求在实施风险管理策略的时候也必须考虑供应网络的动态

性, 这方面的问题有待于进一步研究.

参考文献:

[1] Jukka Hallikas, Veli-Matti Violainen, Markku Tuominen. Risk analysis and assessment in network environments: a dyadic case study [J]. International Journal of Production Economics, 2002, 78: 45–55

[2] Martin Christopher, Hau Lee. Mitigating supply chain risk through improved confidence [J]. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2004, 34 (5): 388–396

[3] Lonsdale C. Effective managing vertical supply relationships: a risk management model for outsourcing [J]. Supply Chain Management: An International Journal, 1999, 4: 176–183

[4] Sneller L R, Siferd S P. Proactive supply management: The management of risk [J]. International Journal of Purchasing & Material Management, 1998, 34: 38–45

[5] George A Zsidisin. A grounded definition of supply risk [J]. Journal of Purchasing & Supply Management, 2003, 9: 217–224

[6] Jukka Hallikas, Iris Karvonen, Urho Pukkinen, et al. Risk management processes in supplier networks [J]. International Journal of Production Economics, 2004, 90: 47–58

[7] Christine Harland, Richard Brenchley, Helen Walker. Risk in supply networks [J]. Journal of Purchasing & Supply Management, 2003, 9: 51–62

[8] 丁伟东, 刘凯, 贺国先. 供应链风险研究 [J]. 中国安全科学学报, 2003, 13: 64–66

[9] Joseph L. Cavinato. Supply chain logistics risks: From the back room to the board room [J]. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2004, 34 (6): 383–387

[10] Sunil Chopra, Marmohan S. Sodhi. Managing risk to avoid supply-chain breakdown [J]. MIT Sloan Management Review, 2004, 46 (1): 53–61

[11] 胡金环, 周启蕾. 供应链风险管理探讨 [J]. 价值工程, 2003, 5: 36–39

[12] 杨纶标, 高英仪. 模糊数学原理及应用 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2003

[13] 钱颂迪. 运筹学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1990

Risk Assessment in Supply Chain Networks Using Fuzzy Theory

XUE Wei-xia, SUN Jian-jing

(Dept of Management Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract A model of risk assessment and management was constructed to quantify the complex and uncertain interactive relationships between different risk factors. The severities of the risk factors through their current severities were predicted. By using the prioritisation of these causal factors, managers are able to take suitable management actions for controlling the identified risk factors. The research indicates that the severities of risk factors have been changed because of the interaction between different risk factors.

Key words supply networks; risk assessment; fuzzy relation