

文章编号:1007-6735(2010)04-0373-05

不确定性供应链风险的模糊综合评判

彭国樑, 姚 俭

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 根据供应链风险具有不确定性的特点,对供应链中存在的各种风险进行了综合分类;构建了供应链风险的多因素评价指标体系.运用多级模糊综合评判的方法来评估供应链风险,并结合实例对其进行了定量分析.最后,对供应链风险的防范提出了几点对策和建议.

关键词: 不确定性; 供应链风险; 风险评估; 模糊综合评判

中图分类号: F 224; O 21

文献标志码: A

Fuzzy comprehensive evaluation based on uncertainty in supply chain risks

PENG Guo-liang, YAO Jian

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: According to the characteristics of uncertainty in supply chain risks(SCR), a comprehensive classification of various risks existing in the supply chain was made and an evaluation index system of multi-factors of supply chain risks was built. Meanwhile, a multi-levels fuzzy comprehensive evaluation method was introduced to assess supply chain risks's, and a quantitative study was carried out with specific examples. Several measures and suggestions were put forward to prevent the supply chain risks.

Key words: uncertainty; SCR; risk assessment; fuzzy comprehensive evaluation

目前,供应链风险管理已成为供应链管理的一个重要方面,其中如何评估供应链风险是供应链风险管理的难点,受到了众多供应链管理研究者的关注.供应链风险评估是对供应链风险的测量,主要是根据风险识别,采用定量或定性的方法测量出供应链风险的大小,常用的风险评价方法有平衡点法、敏感性分析法、概率分析法等.目前,国内外文献对供应链风险评估的定量研究还非常少,总体来说,定量研究集中在供应链风险的测度和最优化风险决策上,主要借鉴金融工程的理论和方法.而供应链风险无法给出客观的概率分布,概率分析的方法在供应链的风险评价过程中是失效的^[1].由于供应链风险

评价依赖人的经验和主观判断,带有极大的主观不确定性.因此,本文主要是在目前研究的基础之上,综合考虑供应链风险的诸多因素,应用模糊数学的理论建立了供应链风险评价模型,运用模糊综合评判的方法对供应链风险进行定量的分析,并给出风险防范的有效措施.

1 供应链风险的定义与分类

1.1 供应链风险的定义

供应链风险是一个比较新的概念,相关的表述很多,但是一直没有确切、统一的定义.文献[2]在其

收稿日期: 2009-09-11

作者简介: 彭国樑(1985-),男,硕士研究生. E-mail: guoliang0612@126.com

文中指出脆弱(vulnerability)、混乱(disruptions)和干扰(disturbances)都是用来描述供应链负面影响的术语。现已查到的文献中,文献[3]给出了供应链脆弱性的定义:对由供应链内生风险和外生风险引起的严重干扰的一种暴露(exposure)。文献[3]还给出了供应链风险管理的定义:通过供应链协调的方法,识别和管理供应链内生风险和外生风险以减少供应链中的脆弱性。文献[4]指出供应链风险是一种供应链潜在的威胁,会导致供应链系统的脆弱性,对供应链系统造成破坏,给上下游企业以及整个供应链带来损失和损害。供应链上的各环节是环环相扣,彼此依赖,相互影响,任何一个环节出现问题,都可能波及到其他环节,影响整个供应链的正常运作。文献[5]则认为,在激烈变化的市场竞争环境下,存在着大量的不确定性。只要存在不确定性,就存在一定的风险,不确定性和风险总是联系在一起。

综上所述,结合风险的定义,笔者认为供应链风险是由供应链的不确定性导致供应链整体机能失调甚至中断;是供应链企业在运营过程当中,由于各种不确定因素使供应链企业实际收益与预期收益发生偏差的大小及可能性。供应链的多参与主体、跨地域、多环节的特征,使供应链容易受到来自外部环境和链上各实体内部不利因素的影响,形成供应链风险。

1.2 供应链风险的分类

有关供应链风险的分类,国内外学者提出的方法很多。本文结合已有文献[6-10]对供应链风险的分类,从不同的角度按照不同的标准,对其作了更详细的分类。

1.2.1 供应链企业外部风险

供应链企业外部风险是指由供应链企业外部环境的不确定性因素导致的风险,这些风险一般是难以控制和预测的,也可以称为环境风险。通常涉及:

a. 自然风险。主要包括源于地震、洪水、海啸等以及其他各种不可抗拒的自然灾害原因,给供应链成员带来的风险。

b. 社会风险。主要指由于社会冲突、恐怖事件和社会动荡的存在,给供应链企业带来的风险以及工厂水污染、电力供应中断、火灾风险、类似于SARS、甲型H1N1流感病毒而中断生产的风险。

c. 经济风险。主要是指一般经营经济环境诸如通货膨胀、利率调整、汇率波动、经济周期、政策变化等对企业供应链的影响造成的供应链风险。如2008年的全球金融海啸。

d. 市场风险。主要包括源于顾客核心需求识别不足和市场不稳定所导致的预期与实际的收益之差。

1.2.2 供应链企业之间风险

供应链企业之间风险是指供应链中上游企业和下游企业之间的物品配送、库存信息、以及企业之间合作中存在的信用上的风险。通常涉及:

a. 物流风险。主要是指生产过程和运输过程中的不稳定造成物流配送的延迟,并导致供应物流的中断,从而影响到供应链下游企业的运营。

b. 信息风险。主要包括源于信息不对称或信息扭曲而引起牛鞭效应的风险。

c. 合作风险。主要是指供应链企业之间由于利润分配不均等原因而导致的供应链风险。

d. 信用风险。主要包括由于社会信用机制的缺失,导致企业恶意违约以及由于企业的个人机会主义带来的道德风险。

1.2.3 供应链企业内部风险

供应链企业内部风险是指供应链企业自身内部在经营管理理念和文化制度上,以及企业的技术水平和员工的职业素养等方面存在的风险。通常涉及:

a. 财务风险。某些企业在生产运营中可能会占用上下游企业大量的资金,如果其财务状况不够稳健,将随时导致对整条供应链的致命打击。

b. 组织风险。由于企业的经营理念、文化、员工的职业素养和敬业精神等方面原因导致企业在管理方面存在风险。

c. 技术风险。主要指供应链各个环节中涉及的技术因为科技发展的制约,往往不能满足供应链的要求而产生的风险。

d. 制度风险。主要包括源于企业内部制度方面的不完善导致的风险。

2 供应链风险评估

2.1 供应链风险评价指标体系

根据科学性、可比性、可操作性等指标设计原则,在对供应链风险详尽分析基础上,建立较为系统、合理的供应链风险评价指标体系,具体见图1。

2.2 供应链风险多级模糊综合评价流程

由图2可以看出,供应链风险评价是从局部到整体分3个级别进行的。首先,对第3级单个风险进行综合评判。在这个层次里,只考虑风险本身的因素(供应链风险概率和损失程度),根据两个因素的重

要程度,评价具体单个风险的大小.其次,根据各个风险在企业每个具体环节的相对重要程度,评价第2级中的企业的各种风险.最后,根据供应链企业各种风险在供应链风险中的重要程度,评价供应链整体风险,并按最大隶属原则确定供应链风险级别.

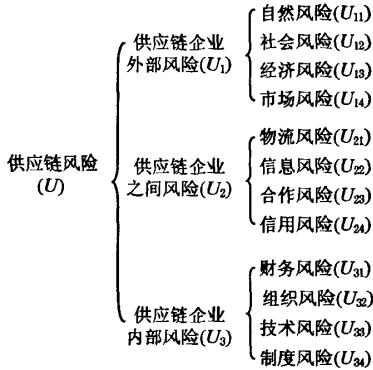


图1 供应链风险评价指标体系

Fig.1 Supply chain risk evaluation index system

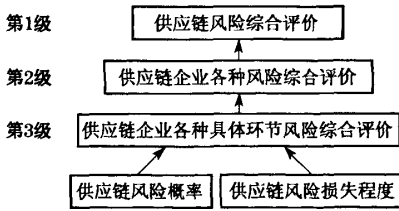


图2 供应链风险多级模糊综合评价流程

Fig.2 Multi-level fuzzy comprehensive evaluation process of supply chain risk

3 供应链风险的多级模糊综合评价步骤

根据多级模糊综合评价理论^[11],按如下步骤建立供应链风险的多级模糊综合评价.

3.1 建立供应链风险评价指标集

供应链风险评价指标集为 $U = \{U_1, U_2, U_3\}$, 对其中的 $U_i (i = 1, 2, 3)$ 再细分为 $U_{ik} = \{U_{i1}, U_{i2}, U_{i3}, U_{i4}\}$, 因此,可以得到1、2、3级的风险因素集.

3.2 建立供应链各风险评价集

建立由5个评价结果组成的评价集为 $V = \{r_1, \dots, r_5, s_1, \dots, s_5\}$, 其中 $r_1, \dots, r_5$ 表示5个级别的风险概率, $s_1, \dots, s_5$ 表示5个级别的风险损失程度, 具体的分级标准如表1和表2所示.

表1 供应链风险概率分级标准

Tab.1 Probability classification standard of supply chain risk

级别	风险概率判定准则	供应链风险概率描述
1	0%~20%	可能性很小
2	20%~40%	可能性较小
3	40%~60%	可能性一般
4	60%~80%	可能性较大
5	80%~100%	可能性很大

表2 供应链风险损失程度分级标准

Tab.2 Degree of loss classification standard of supply chain risk

级别	损失程度判定准则	风险损失程度描述
1	0%~20%	损失很小
2	20%~40%	损失较小
3	40%~60%	损失一般
4	60%~80%	损失较大
5	80%~100%	损失很大

3.3 多级模糊综合评判

a. 第3级模糊综合评判. 分别对第3级每个因素子集 $U_{ik} (i = 1, 2, 3; k = 1, 2, 3, 4)$ 进行模糊综合评判. 通过专家对因素子集中每个具体风险因素分别在 $r_{ij}^{\textcircled{3}} (i = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{34}, j = 1, 2, \dots, 5)$ 和风险损失程度 $s_{ij}^{\textcircled{3}} (i = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{34}, j = 1, 2, \dots, 5)$ 的5个等级发生的概率打分之后得出, 得到第 i 个因素的两个模糊评价指标在 V 上的模糊子集 $R_i^{\textcircled{3}} (i = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{34})$, 这里上角标 $\textcircled{3}$ 表示第3级别.

$$R_i^{\textcircled{3}} = \begin{bmatrix} R_{i1}^{\textcircled{3}} \\ R_{i2}^{\textcircled{3}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i1}^{\textcircled{3}} r_{i2}^{\textcircled{3}} r_{i3}^{\textcircled{3}} r_{i4}^{\textcircled{3}} r_{i5}^{\textcircled{3}} \\ s_{i1}^{\textcircled{3}} s_{i2}^{\textcircled{3}} s_{i3}^{\textcircled{3}} s_{i4}^{\textcircled{3}} s_{i5}^{\textcircled{3}} \end{bmatrix} \quad (1)$$

根据风险概率和风险损失程度对 U_{ik} 中各因素所起作用的大小, 采用10位专家打分之后的均值确定两个指标在各因素的权重向量 $W_i^{\textcircled{3}} = \{w_{i1}^{\textcircled{3}}, w_{i2}^{\textcircled{3}}\} (i = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{34})$, w_{i1} 和 w_{i2} 分别表示第 i 个具体风险因素的风险概率权重和风险损失程度权重. 则第3级的第 i 个因素的模糊综合评价集为 $B_i^{\textcircled{3}} = W_i^{\textcircled{3}} \circ R_i^{\textcircled{3}} = (b_{i1}^{\textcircled{3}}, b_{i2}^{\textcircled{3}}, b_{i3}^{\textcircled{3}}, b_{i4}^{\textcircled{3}}, b_{i5}^{\textcircled{3}})$ (2) 其中“ $\circ$ ”为普通的实数乘法运算.

b. 第2级模糊综合评判. 分别对第2级因素子集 U_i 进行模糊综合评判. 通过第3级得出的 $B_i^{\textcircled{3}}$, 可以构造出第2级单因素评价矩阵.

$$R^{\textcircled{2}} = B^{\textcircled{2}} = (B_{U_{11}}^{\textcircled{3}}, B_{U_{12}}^{\textcircled{3}}, \dots, B_{U_{34}}^{\textcircled{3}})' \quad (3)$$

根据各个风险对 U_i 中各因素所起作用的大小, 采用10位专家打分之后的均值确定各个风险在各具体环节风险 j 的权重向量 $W_j^{\textcircled{2}} = \{w_{11}^{\textcircled{2}}, w_{12}^{\textcircled{2}}, \dots, w_{34}^{\textcircled{2}}\}$.

..., w_{j34} }这里($j=1,2,3$),第2级中第 j 个因素的模糊综合评价为

$$B_j^{\oplus} = W_j^{\oplus} \cdot R^{\oplus} = (b_{j1}^{\oplus}, b_{j2}^{\oplus}, b_{j3}^{\oplus}, b_{j4}^{\oplus}, b_{j5}^{\oplus}) \tag{4}$$

c. 第1级评判如此类似,也是通过10位专家打分之后的均值得出第1级因素的权重,并与第2级的评价集构成的模糊评价矩阵进行复合运算,得出评价结果,最终完成供应链整体风险综合评判.所有过程都要进行归一化处理.

$$B = W^{\oplus} \cdot R^{\oplus} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) \tag{5}$$

其中 $W^{\oplus} = \{w_{U_1}, w_{U_2}, w_{U_3}\}$, $R^{\oplus} = B^{\oplus} = (B_1^{\oplus}, B_2^{\oplus}, B_3^{\oplus})'$. 最终评判结果按最大隶属原则得出,并按表3确定供应链评价等级.其中最大隶属原则是在模糊集中取函数值最大的作为评判类型的标准,哪一个模糊集的隶属函数值最大,就判断它属于哪一种类型.

表3 供应链风险评价等级
Tab.3 Rank of supply chain risk assessment

供应链风险等级	评价数值范围	等级描述
1级	$0 < B \leq 0.2$	供应链稳定
2级	$0.2 < B \leq 0.4$	供应链较稳定
3级	$0.4 < B \leq 0.6$	供应链稳定性一般
4级	$0.6 < B \leq 0.8$	供应链稳定性较差
5级	$0.8 < B \leq 1.0$	供应链稳定性很差

4 实例分析

不同结构的供应链具有不同的风险因素,为了便于分析,这里以简单供应链为实例来评价供应链风险,其供应链风险的评价体系如表2所示.所考虑实例问题的描述见表4至表6.由于供应链风险评价层次较多,数据量大,基于篇幅关系,各级风险的评价结果不一一进行演算,只给出部分演算过程以及最后的供应链整体风险的评价结果.

第1级别中供应链企业各具体环节风险要素的模糊描述和权重如表4和表5所示.

第2级别中供应链企业各具体环节风险权重如表6所示.

第3级别中供应链企业各风险权重 (U_1, U_2, U_3) = (0.3, 0.4, 0.3)

其中各权重都是通过10位专家打分之后的均值,通过采用多级模糊综合评价方法,经过计算,供应链风险的综合评价结果为(0.040 8, 0.151 7, 0.300 2, 0.262 7, 0.244 6),按最大隶属原则取 $B = 0.300\ 2$,为2级风险.整条供应链处于较稳定状态,偶尔会引起运作问题.

表4 供应链企业各具体风险因素的模糊描述
Tab.4 Fuzzy description of the specific risk factors for supply chain enterprise

风险	风险要素	1级	2级	3级	4级	5级
U_{11}	概率	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0
	损失	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5
U_{12}	概率	0.0	0.2	0.5	0.3	0.0
	损失	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6
U_{13}	概率	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6
	损失	0.0	0.2	0.5	0.3	0.0
U_{14}	概率	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6
	损失	0.0	0.0	0.5	0.3	0.2
U_{21}	概率	0.0	0.3	0.5	0.2	0.0
	损失	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2
U_{22}	概率	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6
	损失	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7
U_{23}	概率	0.0	0.1	0.3	0.6	0.0
	损失	0.0	0.0	0.5	0.4	0.1
U_{24}	概率	0.0	0.2	0.5	0.3	0.0
	损失	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2
U_{31}	概率	0.2	0.5	0.3	0.0	0.0
	损失	0.0	0.2	0.6	0.2	0.0
U_{32}	概率	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0
	损失	0.0	0.4	0.5	0.1	0.0
U_{33}	概率	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0
	损失	0.0	0.3	0.5	0.2	0.0
U_{34}	概率	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0
	损失	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0

表5 供应链企业各具体风险因素中风险概率和损失程度权重表

Tab.5 Weight in probability and degree of loss of the specific factors for Supply chain enterprise

风险	风险概率	风险损失程度	风险	风险概率	风险损失程度
U_{11}	0.3	0.7	U_{23}	0.4	0.6
U_{12}	0.2	0.8	U_{24}	0.5	0.5
U_{13}	0.6	0.4	U_{31}	0.6	0.4
U_{14}	0.5	0.5	U_{32}	0.4	0.6
U_{21}	0.7	0.3	U_{33}	0.3	0.7
U_{22}	0.2	0.8	U_{34}	0.8	0.2

表6 供应链企业各具体环节风险权重表
Tab.6 Weight in specific links of the risks for supply chain enterprise

风险	U_1	U_2	U_3
U_{11}	0.2		
U_{12}	0.2		
U_{13}	0.3		
U_{14}	0.3		
U_{21}		0.1	
U_{22}		0.4	
U_{23}		0.3	
U_{24}		0.2	
U_{31}			0.2
U_{32}			0.3
U_{33}			0.3
U_{34}			0.2

计算过程如下:由表4,表5知,

$$R_{U_{11}}^{\otimes} = \begin{pmatrix} 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.2 & 0.3 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$W_{U_{11}}^{\otimes} = (0.3 \quad 0.7) \dots$$

$$R_{U_{34}}^{\otimes} = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.6 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$W_{U_{34}}^{\otimes} = (0.8 \quad 0.2)$$

所以,由

$$B_i^{\otimes} = W_i^{\otimes} \cdot R_i^{\otimes}, (i = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{34})$$

得到

$$B_{U_{11}}^{\otimes} = (0.3 \quad 0.7) \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.2 & 0.3 & 0.5 \end{pmatrix} = \\ (0 \quad 0.12 \quad 0.26 \quad 0.27 \quad 0.35)$$

同理

$$B_{U_{12}}^{\otimes} = (0 \quad 0.04 \quad 0.18 \quad 0.3 \quad 0.48)$$

$$B_{U_{13}}^{\otimes} = (0 \quad 0.08 \quad 0.26 \quad 0.3 \quad 0.36) \dots$$

$$B_{U_{34}}^{\otimes} = (0.56 \quad 0.36 \quad 0.08 \quad 0 \quad 0)$$

$$R^{\otimes} = B^{\otimes} = (B_{U_{11}}^{\otimes}, B_{U_{12}}^{\otimes}, \dots, B_{U_{34}}^{\otimes})'$$

由表6可知

$$W_1^{\otimes} = (0.2 \quad 0.2 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0)$$

$$W_2^{\otimes} = (0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.1 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.2 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0)$$

$$W_3^{\otimes} = (0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.2 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0.2)$$

所以,由

$$B_j^{\otimes} = W_j^{\otimes} \cdot R^{\otimes}, \{j = 1, 2, 3\}$$

得到

$$B_1^{\otimes} = (0 \quad 0.056 \quad 0.241 \quad 0.309 \quad 0.394)$$

$$B_2^{\otimes} = (0 \quad 0.053 \quad 0.263 \quad 0.368 \quad 0.316)$$

$$B_3^{\otimes} = (0.136 \quad 0.379 \quad 0.409 \quad 0.076 \quad 0)$$

从而有

$$R^{\otimes} = B^{\otimes} = (B_1^{\otimes}, B_2^{\otimes}, B_3^{\otimes})'$$

$$W^{\otimes} = (0.3 \quad 0.4 \quad 0.3)$$

$$B = W^{\otimes} \cdot R^{\otimes} =$$

$$(0.040 \quad 8 \quad 0.151 \quad 7 \quad 0.300 \quad 2 \quad 0.262 \quad 7 \quad 0.244 \quad 6)$$

5 结论

供应链风险评价是风险管理的重要内容,由于供应链风险的模糊不确定性,本文提出了基于多级模糊综合评判法的供应链风险评价模型,模型的特点为:

a. 便于实现科学管理,通过程序化的方法,实现了对供应链风险的综合评价,简单并具有较强的可操作性;

b. 摆脱传统实数数字的绝对化,可采用表格的

形式进行评估数据的表达,这种形式更加合理、直观;

c. 兼顾到各项信息的可信度,更合理地反映客观事实;

d. 采用定性定量相结合的方法,避免了过去纯粹由主观和感观进行评定的随意性;

e. 评价结果的可信度高,具有很好的实用价值.

综上所述,模糊综合评判法的供应链风险评估模型科学、有效地对供应链风险进行了评估分析.通过对供应链进行风险评估,为决策者提供当前总的风险状况,认识所处供应链的稳定性,可为企业是否加入供应链提供最直观的参考依据,并及时发现并替换高风险的企业,防范供应链中任何一个环节出问题,都将直接或间接地影响上下游企业的运营.

基于此,笔者对供应链风险的防范提出了几点对策和建议:健全供应链企业之间的激励机制,真正实现链内各企业间的利润分享和风险分担.供应链各组织之间共同制定风险防范计划,共同管理供应链风险.建立供应链风险预警控制系统,建立风险应急处理机制.从而化解供应链合作中出现的各种意外情况出现的风险,减少由此带来的损失.

参考文献:

- [1] 张怀宇,周荣滋.供应链绩效评价系统指标选取的几点思考[J].上海理工大学学报,2004,26(3):76-80.
- [2] PAULSSON U. Supply chain risk management[C]// In: Brindley C. Supply Chain Risk. Brindley, Ashgate Publishing Limited, 2004: 79-96.
- [3] CHRISTOPHER M. Supply chain vulnerability[R]. Cranfield, Cranfield University, UK. January, 2002.
- [4] 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(4):64-66.
- [5] 马士华.如何防范供应链风险[J].中国计算机用户,2003,5(3):21.
- [6] 桑圣举,王炬香等.供应链风险管理的研究与发展[J].工业技术经济,2006,25(9):116-120.
- [7] 吴军,李健等.供应链风险管理中的几个重要问题[J].管理科学学报,2006,9(6):1-12.
- [8] CHRISTOPHER S. Tang. perspectives in supply chain risk management[J]. Production Economics, 2006, 21(5): 501-523.
- [9] 朱怀意,朱道立,胡峰.基于不确定性的供应链风险因素分析[J].软科学,2006,20(3):37-41.
- [10] 周艳菊,邱莞华,王宗润.供应链风险管理研究进展的综述与分析[J].系统工程,2006,24(3):1-7.
- [11] 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.