

A Fuzzy Comprehensive Evaluation and Study of the Endogenous Risks of Supply Chain Management

Zaiqiu GU¹, Qingwei ZHU²

¹Management College, Changchun University, Changchun, China, 130022

²Rizhao Polytechnic, Rizhao, China, 276826

Email: gzq5274@tom.com

Abstract: Supply chain system is a complicated dynamic net. Any industry in the development of the supply chain is faced with the threat of all kinds of risks. The endogenous supply chain risk is the most controllable part in the current supply chain management. Based on the analysis of the endogenous supply chain risk, learning from the fuzzy mathematics, a fuzzy comprehensive evaluation method using subjective judgments and the combination of quantitative analysis has been put up regarding the endogenous supply chain risk and illustrated through specific cases. Meanwhile, the attitude towards the supply chain given the different risk value has been put forward.

Keywords: Supply Chain; Endogenous Risk; Fuzzy Mathematics

供应链管理的内生风险的模糊综合评价研究

谷再秋¹, 朱庆伟²

¹长春大学管理学院, 长春, 中国, 130022

²日照职业技术学院, 日照, 中国, 276826

Email: gzq5274@tom.com

摘要: 供应链系统是一个复杂的动态网络环境, 任何产业的供应链的发展, 都面对各种风险的威胁。供应链内生风险是当前供应链管理风险中可控性较大的内容。本文在分析供应链内生风险构成的基础上, 借鉴模糊数学理论, 提出了一种主观判断与定量分析相结合的供应链内生风险的模糊综合评价方法, 并通过具体案例予以说明。并提出了在不同风险值的条件下对供应链建立所持的态度。

关键词: 供应链; 内生风险; 模糊数学

1 引言

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。风险是指由于环境的不确定性, 客体的复杂性, 主体的能力与实力的有限性, 而导致某一事项或活动偏离预期目标的可能性。它包含以下两个方面的涵义: 一是指风险是由不确定性引起的, 由于事物的复杂性和可变性, 加上人们受自身认识能力和科技水平限制而无法熟知事物未来发展的确切状态, 使得采取行动的预期结果与真实情况产生了偏差; 二是指风险的双向性, 风险既是威胁也是机会。风险与收益是“二律背反”的, 如何权衡风

险机会与风险损失对于投资者和管理者是个两难选择, 很难界定风险不利结果的概率。供应链管理处于全球一体化的商业模式的大环境中, 它面临的风险分为内生风险和外来风险。外来风险是指由于不可控因素如自然灾害, 金融危机等引起的风险, 所以外来风险具有偶然性、不确定性, 难以预测, 而内生风险是由于供应链管理在运作过程中人为的产生的风险, 具有必然性和确定性, 因此研究内生风险更具有实践意义。

供应链管理的内生风险主要分为: 1) 信息风险。供应链管理的成功完全依赖于各节点企业间的有效合作, 而这种合作更深层次的依赖于各节点企业间的相

互信任与信息共享。在实践中,一方面由于供应链节点上的某些成员企业信息化程度不高,信息处理能力有限;另一方面,由于供应链管理本身并没有改变各节点企业在市场中的独立法人的性质,它们都有各自不同的背景和不同的利益要求,都致力于追求自身利益的最大化,因此在供应链管理实施的过程中存在很多风险。其中最主要的是与系统内信息不对称和信息阻滞相关的风险,它主要包括以下几个方面:即信息的不对称、信息的不确定性、牛鞭效应等。2) 道德风险,主要表现在委托代理和节点企业利益与总体利益不一致带来的问题。信息不对称会给委托一代理机制带来很多风险,主要表现为:代理人主动隐藏应共享的信息、代理人为了自身利益被动隐藏需共享的信息、以及由于信息沟通不畅带来的代理人被动隐藏应共享的信息。代理人主动隐藏应共享的信息的行为,委托入只能观察到结果,而不能直接对代理人的行为进行监督,代理人可以利用这一隐藏行为,对委托人隐藏需要共享的信息,从中得益,导致道德风险的发生。3) 投机风险,表现为合作伙伴之间是等同于一次博弈的有限次重复博弈,投机现象时有发生。4) 知识产权风险,表现为知识产权的外部性、外溢性,供应链成员既竞争又合作共享资源的同时,容易外泄企业的核心技术的知识产权,使企业丧失核心竞争力,减少市场份额,最终被迫退出供应链。知识产权是一个企业能在供应链中获得利润分配的基础和前提,也是企业赖以生存的核心技术,失去了这种屏障,企业在供应链中将失去其存在的意义。5) 库存风险,由于市场需求的不确定性,保持库存就成为对抗这种不确定性的一项措施。因此,几乎所有的生产者都拥有一定的库存。库存能提高市场反应速度和客户服务质量,但同时也意味着对宝贵资金的挤占,增加了厂商的成本和经营风险,降低了产品的竞争力。要使成本和服务保持均衡必须优化库存策略,包括对适当的库存量和库存地点的优化,减少库存风险。但是,由于不确定性,客户的需求不能确定,导致零售商的订货时间和订货量都不能确定,分销商就必须维持比零售商实际需求量多的库存,以此类推,制造商必须保持比分销商多的库存,供应商必须拥有多于制造商的库存,库存依次增多导致库存风险的增加^[1]。

有关供应链的风险管理的研究相对比较少,主要集中在将风险管理的理论和技术拓展到供应链管理中,典型的风险管理包括风险识别、风险评估、风险

决策和管理行动实施、风险监控四个基本阶段。因此有关供应链管理风险的研究也就主要集中在这几个方面。如 Kraljic(1983)提出一个采购组合管理框架,该框架特地将由外部因素所引起的不确定性和供应中断的问题纳入到框架中,再后来 Sheffi(2001), Zsidisin(2003), Cranfield(2002), Sunil Chopra(2004), 张炳轩等(2001), 马士华(2003), 另外一些专门从事供应链管理或风险管理咨询的公司如 Protiviti(2004), Deloitte(2004)分别从不同角度(企业内外环境、内生外生或是社会环境与自然环境等角度)系统地研究供应链的风险因素。而 Hallikas(2004)从风险事件的概率和结果的角度半量化地研究供应链风险评估,所谓概率是指风险事件出现的机率,结果指风险事件发生后对企业造成的损失,因此, Hallikas 的半量化的研究方法为供应链的风险评估提供了一个初步的框架和思路。总而言之,目前供应链风险管理的研究基本集中在定性方面,定量研究成果较少。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,主要借鉴金融工程理论和方法,如均值方差模型、效用理论、风险值和条件风险值、金融衍生产品、风险公担等,这也是将来继续研究的一个令人期待的方向^[2]。”

基于综合以上的研究成果,我们提出了一种主观判断与定量分析相结合的供应链内生风险的模糊综合评价方法,并通过案例说明。即根据供应链风险的定义即“损失产生的可能性^[3]”可知风险的评价就是对风险发生概率及风险可能导致的损失大小的评价。“在供应链管理内生风险评价系统中主要包括被评价的供应链内生风险,评价者及评价方法等三类基本因素,无论哪一个因素发生变化都会影响到评价的结果。从供应链管理的复杂性看,一些风险发生的概率和损失大小可以量化,但是供应链内生风险发生的概率及风险可能导致的损失的大小不能准确用数字量化。即使同一种风险,不同的评价者由于其经验、知识、世界观、价值观等的不同,对风险大小的认识也不同。激进者和保守者对同一风险的看法会有天壤之别。因此供应链的内生风险具有模糊理论中的模糊的特点^[4]”。

2 模糊数学综合评价法

2.1 模糊数学评价

模糊综合评价方法,应用了美国加利福尼亚大学的控制论专家扎德(L. A. Zadeh)教授提出的隶属函数来刻画模糊集的方法,具有很强的客观性及可操作性。

模糊数学是一门有关描述和处理模糊性问题的理论和方法的学科。所谓模糊性是事物类属的不确定性，是对象资格程度的渐变性的。认识一个模糊事物类，在于了解各个对象隶属于它的资格程度，而不是简单的属于或不属于。在客观世界中，模糊性是绝对的，事物都具有某种模糊性，所不同的仅在于其表现形式和程度。模糊数学考虑了知识的不完全性和信息的非对称性，并将其予以了量化，在处理经济问题上具有一定优势。数学模糊评价其原理就是对所研究的对象的各个方面进行分析研究，从而给出各个方面的权重 A ， $A = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，并确定评定尺度 V ， $V = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ 。请有关专家组成的评估小组对当前所研究对象的状况进行评价。这种评价是一种模糊映射，即使对同一个评价评价项目的评定，由于不同评价人员可以做出不同的评定，所以评价结果只能用对第 i 项目做出第 j 评价尺度的可能程度的大小来表示。这种可能程度成为隶属度，记作： r_{ij}

r_{ij} = 对第 i 项目做出第 j 评价尺度的专家人数/参加评价的专家人数

由此得到模糊评价矩阵

$$\begin{aligned} R_f &= (\text{风险时间发生的概率, 风险事件发生产生后果的概率}) \\ &= 1 - \text{风险事件未发生概率} * \text{其产生损失的概率} \\ &= 1 - p_s * c_s \\ &= 1 - (1 - p_f)(1 - c_f) \\ &= p_f + c_f - p_f * c_f \end{aligned}$$

显然有 $0 < R_f < 1$

一般认为，“当 $R_f < 0.3$ 时，风险较低；当 R_f 介于 0.3 与 0.7 之间时，风险中等； $R_f > 0.7$ 时，风险较高；^[6]” p_f 和 c_f 的值可由专家判断结合模糊数学分析获得，详细过程在下面的案例中给出。

3 供应链内生风险评价实证研究

例：某品牌汽车供应链内生五种风险分析。内生

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & r_{ij} & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

这样得到 p_f 的综合评判 B : $B = A * R$

对 B 进行归一化处理得到 $B = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_m)$ ，则所研究现象发生的概率可表示为

$$p_f = BV^T = y_1b_1 + y_2b_2 + y_3b_3 + \dots + y_mb_m$$

2.2 风险评价

根据风险的含义，“风险不仅是风险事件发生的概率的函数，而且是风险发生所产生后果的函数，用 p_f 表示风险事件发生的概率， p_s 表示风险事件未发生的概率，则

$$p_s = 1 - p_f \quad (0 < p_s < 1, 0 < p_f < 1)$$

对事件发生所产生的后果也用概率表示，用 c_f 表示风险事件发生影响程度的大小，用 c_s 表示风险事件未发生影响程度的大小，则

$$c_s = 1 - c_f \quad (0 < c_s < 1, 0 < c_f < 1)$$

那么由概率为变量的风险函数如下^[5]”

风险的可能程度分布和三种主要的风险后果的严重程度分布结果(这便可作为专家进行判断的评价基准)分别列在表 1 和表 2 中。

从表 1 可知，评价项目集由 5 类风险组成，各风险的权重 W ，由于供应链内生风险发生的概率是不同的，因此对于各风险的权重我们用层次分析法来进行计算。

我们用 A_i 和 A_j ($i, j = 1, \dots, 5$) 按顺序分别表示供应

Table 1. The evaluation criteria of p_f factor
表 1. p_f 因子的评价基准

风险类别	权重	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
信息风险	0.092	适度扩展	比较适度扩展	比较不适度扩展	不适度扩展	很不适度扩展
道德风险	0.185	可以承担	比较可以承担	勉强可以承担	勉强不可以承担	不能承担
投机风险	0.378	可以掌握	比较可以掌握	勉强可以掌握	勉强不可以掌握	不能掌握
知识产权风险	0.169	可以排除	比较可以排除	勉强可以排除	勉强不可以排除	不能排除
库存风险	0.176	库存适中	库存比较适中	库存比较不适中	库存不适中	库存很不适中

注：在实际工作中，对于不同品牌产品而言，自身情况不同，就会有不同的评价基准，具体表现在上表中的比重和内容也不同。

Table 2. The evaluation criteria of c_f factor
表 2. c_f 因子的评价基准

风险后果类别	权重	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
信息缺失带来的低效率	0.123	稍有降低	有所降低	短缺降低	降低明显	巨幅降低
道德、投机带来的经济损失	0.320	稍有损失	有损失, 影响小	损失较大, 影响	损失影响明显	很大影响
库存带来的高成本	0.557	略有提高	有较小提高	提高较大	提高大	提高难以接受

注: 对于不同品牌产品而言, 对风险后果的敏感程度不同。同样风险后果的权重也会有所不同。

链内生信息风险、道德风险、投机风险、知识产权风险、库存风险五种风险, 然后将 A_i 和 A_j 相对于供应链内生风险的重要程度进行两两比较, 得到判断矩阵 $(a_{ij})_{5 \times 5}$ 。

美国运筹学家 Saaty 给出了要素两两比较时, 确定 a_{ij} 值的 9 级标准, 则对各种风险发生对于供应链内生风险进行比较, a_{ij} 值见表 3, 且有 $a_{ji} = 1/a_{ij}$, 则我们可以得出判断矩阵 a_{ij} , 如表 3:

Table 3. The list of determining the value of the a_{ij} matrix
表 3. 判断矩阵 a_{ij} 值表

a_{ij}	信息风险	道德风险	投机风险	知识产权风险	库存风险
信息风险	1	1/2	1/3	1/2	1/2
道德风险	2	1	1/2	2	1/2
投机风险	3	2	1	3	3
知识产权风险	2	1/2	1/3	1	2
库存风险	2	2	1/3	1/2	1
合计	10	6	5/2	7	7

$$\text{则判断矩阵 } A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 1/2 & 1/3 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right] = \frac{1}{5} \left[\frac{0.483}{0.092} + \frac{0.984}{0.185} + \frac{2.059}{0.378} + \frac{0.923}{0.169} + \frac{0.941}{0.176} \right] = 5.365$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{5.365 - 5}{5 - 4} = 0.0913$$

查表已知 “ $n = 5$ 时, $RI = 1.12$ [7]” 则

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0913}{1.12} = 0.082 < 0.1$$

即判断矩阵通过一致性检验, 则由该判断矩阵计算得到的权重

$W = (0.092 \ 0.185 \ 0.378 \ 0.169 \ 0.176)$, 确定评价尺度 V 分为五级, $V = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$, 分别表示 {小, 较小, 一般, 大, 很大}。

求判断矩阵的特征向量

$$W = (w_1 \ w_2 \ w_3 \ w_4 \ w_5)^T$$

根据求和法, 先对判断矩阵的每列求和得 $\sum_{j=1}^n a_{ij}$,

令 $b_{ij} = a_{ij} / \sum_{j=1}^n a_{ij}$, 并计算得到 $w_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} / n$, 则得到 w_i

的数据, 权重

$$W = (0.092 \ 0.185 \ 0.378 \ 0.169 \ 0.176)$$

然后计算最大特征值 λ_{\max} , 对判断矩阵进行一致性检验。因为检验判断矩阵中 a_{ij} 值之间是否具有一致性, 即 $\forall i, j = 1, \dots, n$, 有 $a_{ij} = a_{ik} / a_{kj} (k = 1, \dots, n)$ 。其原理为 w_i 标志第 i 个要素的重要程度。当判断矩阵具有一致性时, $a_{ij} = w_i / w_j$

根据层次分析法中 $CR = \frac{CI}{RI}$ 作为检验判断矩阵一

致性的指标, 其中

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 3 & 2 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 1/2 & 1/3 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.092 \\ 0.185 \\ 0.378 \\ 0.169 \\ 0.176 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.483 \\ 0.984 \\ 2.059 \\ 0.923 \\ 0.941 \end{bmatrix}$$

从表 2 可知, 评价项目集由三种风险后果组成, 同理我们也可以利用层次分析法得出各风险后果的权重 C , $C = (0.123 \ 0.320 \ 0.557)$, 确定评价尺度 V 分为五级, $V = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$, 分别表示 {低, 较低, 中等, 显著, 高}。

根据表 1、表 2 所给出的信息, 请由专家组成的风险评估小组对当前的风险状况进行评价, 从而利用风险模糊数学综合评价法对风险发生的概率及风险后果程度的概率进行估计, 下面是具体的计算过程。

假如专家对供应链内生风险的概率分布进行了评

判, 经过统计整理, 得到的模糊评价矩阵如下:

$$R = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 & 0.1 \\ 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0.1 & 0 & 0.1 \end{bmatrix}$$

因而

$$B = W * R = (0.092 \quad 0.185 \quad 0.378 \quad 0.169 \quad 0.176) \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 & 0.1 \\ 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0 & 0.1 & 0 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$= (0.323 \quad 0.166 \quad 0.109 \quad 0.043 \quad 0.055)$$

则供应链内生风险的发生概率为:

$$p_f = B * V^T$$

$$= (0.323 \quad 0.166 \quad 0.109 \quad 0.043 \quad 0.055)(0.1 \quad 0.3 \quad 0.5 \quad 0.7 \quad 0.9)^T$$

$$= 0.217, \text{ 同理, 我们也可以对供应链内生风险后果的严重程度 } c_f \text{ 做出评价, } c_f = 0.228,$$

进而求得该供应链内生风险的大小为:

$$R_f = p_f + c_f - p_f * c_f$$

$$= 0.217 + 0.228 - 0.217 * 0.228$$

$$= 0.396$$

由于 $0.3 < R_f < 0.7$, 可知该供应链内生风险属于中等偏低。基于风险管理的规定我们可以把风险划分为 4 个等级, 并根据不同的等级来采取不同的对策:

等级一, 若某供应链 $R_f < 0.3$ 时, 说明该供应链内生风险较小, 此时, 该供应链可以大胆的实施构建。

等级二, 若某供应链 $0.3 < R_f < 0.7$ 时, 说明供应链内生风险居于中等, 我们实证中的供应链就属于这一情况。这种情况下, 供应链实施就需要谨慎行事, 以降低风险。

等级三, 若某供应链 $0.7 < R_f < 0.9$ 时, 说明该供应链内生风险较高, 施行供应链管理的某些条件还不具备或者条件准备的还不够充分, 此时实施供应链管理需要慎重考虑。

等级四, 若某供应链 $R_f > 0.9$ 时, 说明该供应链内生风险很高, 完全不具备实施供应链管理的条件。

4 结论

虽然利用模糊数学综合评价法对供应链内生风险进行分析估计有着如不确定性多, 主观因素强等不足, 但是在供应链管理发展的复杂的客观环境中, 面对供

应链中存在的各种风险因素, 企业需要对其进行分类分析, 找出其中风险发生的可能性和危害性, 并制定具有针对性的风险控制措施, 以求达到良好的效果, 从而可以将供应链管理高效的特点发挥到极致, 并将供应链管理高风险性的特点进行严格的限制, 将风险产生的可能性限制到最低。通过模糊数学综合评价法对供应链内生风险进行分析, 我们可以从中了解到供应链内生风险程度, 从而我们可以知道该供应链发展中存在的问题及后果的严重性, 进而采取一系列有效的预防措施, 使该供应链得到快速健康的可持续发展。应用模糊综合评判方法对供应链内生风险进行评价, 是一个较合理的方法, 该方法能给合考虑各种因素, 客观地反映实际情况, 评判结果准确、简单可行, 具有现实指导意义。

References (参考文献)

- [1] Zhao Hengfeng, Qiu Wanhua, & Wang Xinzhe. Fuzzy comprehensive evaluation of the risk factor [J]. System Engineering Theory and Practice, 1997, 7: 93-96(Ch).
赵恒峰, 邱婉华, 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, 7: 93-96.
- [2] Zhou Yanju, Qiu Wanhua, & Wang Zongrun. A Review on Chain Risk Management [J]. Systems Engineering, 2006, 24(3): 1-6(Ch).
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): 1-6.
- [3] Da Qingli, Zhan Qin, & Shen Houcai. Analysis of bullwhip effect in the supply chain [J]. Journal of Management and Sci-

- ence, 2003, 5(3): 86-90(Ch).
- 达庆利, 张钦, 沈厚才. 供应链中牛鞭效应问题研究[J]. 管理科学学报, 2003, 5(3): 86-90.
- [4] Hu Yunquan. Operational research [M]. Beijing: Higher Educational Publication, 2005: 308-311(Ch).
- 胡运权. 运筹学基础及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 308-311.
- [5] Bowersox, D.J., Closs, D.J., & Bixby, M. Cooper in supply chain logistics managemet. Beijing: Machine Industry Publication, 2006.
- [6] Virolainen, V.-M., & Tuominen, M. Risk analysis and assessment in network environment. International Journal of Production Economics, 2002, 78(1): 43-55.
- [7] He Zhongxiong. Fuzzy mathematics and application [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Publication, 1983: 95-98(Ch).
- 贺仲雄. 模糊数学及其应用[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1983: 95-98.