

基于突变理论的供应链突发信用风险模型

邹辉霞, 高新艳

(武汉大学 经济与管理学院, 武汉 430072)

摘要: 本文将突变理论应用于供应链突发信用风险问题研究。考虑到突发信用事件的发生特点, 并结合供应链本身的特征, 本文构建了供应链突发信用风险模型, 并进行了仿真分析, 旨在提供一种能够有效分析供应链突发信用风险的方法, 为进一步拓展研究奠定基础。

关键词: 突发信用风险; 供应链; 信用风险模型; 突变理论; 仿真分析

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)08-0115-04

1 文献回顾及问题提出

供应链管理是现代企业新的管理哲学和管理理念。人们把由产品生产和流通过程中所涉及的供应商、制造商、储运商、批发商、零售商以及最终消费者组成的供需网络, 看作是一个不可分割的有机整体, 称其为供应链。由于供应链网络由具有不同核心竞争力的各合作企业组成, 实现了资源和核心能力的最佳配置, 因此能对市场做出快速反应, 有效降低成本, 提高客户的满意度和忠诚度, 由此提升供应链的整体绩效。

供应链作为由各独立企业组成的合作组织, “竞合”是其运行的基本规则。合作解决了供应链利润的来源问题, 竞争则解决了供应链利润的分配问题。然而, 由于各合作企业均为独立经济利益的实体, 并存在有限理性, 因而在涉及利润分配的运行过程中, 不可避免地存在着一定的信用风险问题。随着供应链层数的增加, 供应链成员企业逐渐增多, 供应链的结构也日趋复杂。供应链的“复杂性”导致了供应链风险的增加。对于供应链风险问题, 业界和学术界给予了高度关注, 很多学者从不同层面和角度分析了供应链的风险因素。如: 从供应链结构层面分析, 认为供应链内部风险可以分为供应风险、需求风险、流程风险、网络风险四大类^[1]; 从供应链关系的角度分析, 认为供应链内部成员企业之间也存在关系风险。关系风险是指供应链合作企业的行为偏离共同目标所造成的风险, 主要包括信任风险、道德风险和成员“锁定”风险^[2-4]; 从供应链资源流的角度分析, 将供应链风险包分为物流风险、资金流风险、信息流风险和知识流风险^[5-7]。也有学者认为供应链风险

管理包括对需求风险、信息资源风险、经济波动及利润风险和契约风险的管理^[8]。

综上所述可以看出, 影响供应链信用风险的诸多因素有道德因素、经济因素、制度因素、文化因素以及突发性因素等。突发性因素也可以分为内部突发性因素和外部突发性因素。内部突发性因素主要涉及供应链内部成员企业的变动、资源配置等。外部突发性因素对整个供应链甚至整个社会都有影响, 如经济环境中的突然变化(次贷危机等)。相对于内部突变因素来说, 外部因素对供应链的影响可能是间接的、宏观的。然而, 突发性因素的发生经常是突然的、跳跃性的和不连续的, 人们很难给出一个较准确的预测, 但是它可能导致供应链信用的突变。基于以上论述, 本文考虑信用突发性事件发生的特点、产生的影响, 同时结合供应链本身的特征, 尝试性地构建其信用风险模型, 为进一步拓展研究奠定基础。

2 模型构建

2.1 模型构建的思路及假设

若突发性事件对供应链的成员, 尤其是核心成员产生了影响, 那么势必会影响供应链整体的信用; 但某一突发性事件对供应链信用是否产生影响、产生怎样的影响、这些影响该如何衡量, 需要找出一个合理的模型, 以反映这些特性, 并能够解决这些问题。为此, 做出以下假设:

假设 1: 突发性事件对供应链的影响是持续性的且可用阶跃函数来表示。

假设 2: 信用突发事件发生数服从 Poisson 分布。

信用突发事件次数是一个随机变量, 在不同的

收稿日期: 2009-06-07

作者简介: 邹辉霞(1957—), 女, 河南淅川人, 武汉大学经济与管理学院教授, 管理学博士, 研究方向: 供应链决策与优化、复杂科学与风险管理; 高新艳(1984—), 女, 河南武陟人, 武汉大学经济与管理学院技术经济及管理专业硕士研究生, 研究方向: 供应链决策与优化、复杂科学与风险管理。

时间段,信用突发事件发生的次数没有必然的联系,是相互独立的,且不存在差异,并服从同一分布。因此,可假设信用突发事件发生次数在充分小的时间段 t 内,发生一次的概率与 t 成正比,两次或两次以上的概率极小,以致可以忽略。这些性质与 Poisson 过程的计数过程是吻合的,因此假设信用突发事件发生数服从 Poisson 分布是合理的。

假设 3:突发性事件对供应链的影响程度随时间以负指数衰减。

2.2 模型构建

设在时间间隔 $(0, t)$ 内发生的影响供应链信用的信用突发事件数的计数过程为 $\{N(t), t \geq 0\}$,它服从强度参数为 λ 的泊松过程。在时间间隔 $(0, t)$ 内发生 k 件信用突发事件的概率可以表示为式(1)。

$$P_k(0, t) = P\{N(0, t) = k\} = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (t > 0; k = 0, 1, 2, \dots, N(t)) \quad (1)$$

即在 $(0, t)$ 内发生 k 件信用突发事件的概率分布为 t 的泊松分布,需要确定的唯一参数是常数 $\lambda (\lambda > 0)$ 。的实际意义为平均单位时间事件数的发生次数,对其可以进行估计。

复合泊松分布:在 $(0, t)$ 内发生的突发事件是 $N(t)$,第 i 次突发事件对供应链信用的影响为 $Y_i (i = 1, 2, \dots, N(t))$ 。 Y_i 是一组独立同分布的随机变量,且与 $\{N(t), t \geq 0\}$ 也是独立的。

令

$$X(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i \quad (2)$$

则随机过程 $\{X(t), t \geq 0\}$ 为复合泊松过程。 $X(t)$ 的意义就是指在时间间隔 $(0, t)$ 内发生的信用突发事件对供应链信用的影响。

考虑突发性事件对供应链的影响,根据经验可知,若有影响则该影响应是持续性的,因此,可以借用阶跃函数 H_t^T 来表示,如式(3)所示。

$$H_t^T = \begin{cases} 0, & \text{不产生影响的突发性事件} \\ 1, & \text{产生影响的突发性事件发生后} (T \leq t) \end{cases} \quad (3)$$

供应链中的企业在时间间隔 $(0, t)$ 内所发生的突发事件数 $N(t)$ 服从参数为 λ 的泊松分布过程,信用突发事件对企业信用的影响程度为 Y ,且相互独立并同分布, Y 随时间以负指数衰减,即 $t = 0$ 时,影响为 Y_0 ,在 t 时刻影响为 $Y_0 e^{-\delta t}$, $\delta > 0$ 。若影响程度是可加的,那么在 T 时刻总的影响程度为 $\phi(t)$,如式(4)所示。

$$\phi(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)} \quad (4)$$

式(4)中, S_i 为第 i 次信用突发事件发生的时间,当信用突发事件对企业信用系统造成的影响超过一定极限时,企业信用状态将不再维持现有水平,而会变成另外一种水平,并设这时正好发生了 k 件信用突发事件。

综上分析,可构建如式(5)所示的模型来描述突发性事件对供应链信用风险的影响。

$$\phi(t) = H_t^T \phi(t) = H_t^T \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)} \quad (5)$$

考虑某一时间间隔内信用突发事件对信用风险影响的期望值:记 t 为企业信用水平在信用突发事件影响下(不考虑别的因素)维持其现有水平的时间间隔,则有式(6):

$$E\{\phi(t) | N(t) = n\} = E\left\{ \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)} \mid N(t) = n \right\} = \begin{cases} 0 \\ E\left\{ \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)} \mid N(t) = N \right\} \\ 0 \\ E\{Y_i | N(t) = n\} E\{e^{-(t-S_i)} | N(t) = n\} \\ 0, \text{突发性事件没有产生影响} \\ EY_0 e^{-\delta t} \sum_{i=1}^n E\{e^{\delta S_i} | N(t) = n\}, \text{突发性事件} \\ \text{产生影响} \end{cases} \quad (6)$$

对于泊松随机过程 $\{N(t), t \geq 0\}$,在 $N(t) = n$ 时,事件相继发生的时间 S_1, S_2, \dots, S_n 的条件概率分布函数与 n 个在 $(0, t)$ 上相互独立同均匀分布的顺序统计量的分布函数相同。

记 U_1, U_2, \dots, U_n 为 $(0, t)$ 上独立同均匀分布的随机变量,则有式(7)。

$$E\{e^{\delta S_i} | N(t) = n\} = E\{e^{\delta U_i} | N(t) = n\} = E\{e^{\delta U_i}\} = E\{e^{\delta U_i}\} = n \int_0^t e^{\delta x} \frac{dx}{t} = \frac{n}{\delta t} (e^{\delta t} - 1) \quad (7)$$

所以 $E\{\phi(t) | N(t) = N\} = \frac{n}{\delta t} (1 - e^{-\delta t}) EY$,即有式(8)。

$$\begin{cases} E\{\phi(t) | N(t) = N\} = \frac{N(t)}{\delta t} (1 - e^{-\delta t}) EY \\ E\{\phi(t)\} = E\{E\{\phi(t) | N(t)\}\} = \frac{EY}{\delta} (1 - e^{-\delta t}) \\ E\{\phi(t)\} = \frac{EY}{\delta} (1 - e^{-\delta t}) \end{cases} \quad (8)$$

式(8)中, $E\{\phi(t)\} = \frac{EY}{\delta} (1 - e^{-\delta t})$ 为 t 时间

隔内信用突发事件对企业信用风险影响的期望值。

3 供应链风险仿真分析

拟以一个最简单的供应链:成员仅包括供应商、生产商和销售商,进行仿真分析。假定各企业信用状态发生改变的阈值 A_i 依次为 30,70,50。为简化计算,令 $\partial = 1, t = 1$ 。

确定、量化目标分析变量 $E\{\Phi(t)\}$; 确定关

键随机变量 H 、; 确定关键随机变量的概率分布——复泊松分布。

仿真分析过程如下:用 Matlab 软件的随机数产生器 `poissrnd(1,1,200)` 产生 100 个泊松分布随机数,用 `round(rand(1,100))` 产生 100 个 0 或 1 的随机数,用来表示阶跃函数对供应链信用的影响程度;将数据输入模型(5),模拟计算出 300 个期望值 A_i ,进行仿真分析。

表 1 供应链风险仿真结果

次数		H	A ₁	A ₂	A ₃	flag	次数		H	A ₁	A ₂	A ₃	flag
1	1	0	25.1878	66.3741	49.9876	0	51	1	0	29.8308	68.4893	46.3716	0
2	0	1	27.3247	68.8506	54.4201	0	52	0	0	34.0338	72.9668	47.2172	0
3	0	0	25.1806	67.1197	54.7187	0	53	1	0	27.5189	68.5192	47.3532	0
4	2	0	29.4219	65.9469	48.7458	0	54	1	0	29.4480	66.0640	45.8501	0
5	1	0	29.7428	67.9808	49.6419	0	55	2	0	28.3852	67.0971	45.7062	0
6	1	0	28.4783	65.0578	46.8838	0	56	1	1	29.7657	69.6594	46.0549	0
7	1	0	27.0990	69.5500	49.1293	0	57	1	1	27.2472	68.0104	48.4108	0
8	0	0	27.3452	68.3953	52.2327	0	58	2	1	34.8177	72.2695	54.7390	1
9	1	0	25.4940	67.4430	53.2315	0	59	0	0	30.2115	72.1396	46.2389	0
10	0	1	27.2972	69.6970	52.6060	0	60	1	1	34.8648	68.8303	49.4507	0
11	1	0	31.7843	70.3232	49.8041	0	61	2	0	27.9627	67.4917	49.9399	0
12	1	0	33.3133	72.1809	45.2684	0	62	1	1	25.7776	66.1923	48.3207	0
13	3	0	31.4075	74.1331	46.1816	0	63	2	0	26.9234	66.188	49.9444	0
14	0	1	31.1519	71.9727	47.2059	0	64	1	1	28.1169	67.1197	48.2737	0
15	2	0	33.5556	68.0674	49.0808	0	65	1	0	25.6141	66.2617	49.2334	0
16	0	0	33.1229	74.0932	47.5103	0	66	0	0	26.0757	66.7723	53.9221	0
17	1	0	32.9530	69.4312	47.4108	0	67	2	0	27.6752	69.3839	45.4142	0
18	3	0	33.3022	68.6556	45.0288	0	68	0	1	25.9301	67.4780	54.5686	0
19	1	1	29.2378	67.9539	45.7257	0	69	1	1	25.5078	68.2637	49.7914	0
20	1	1	28.7439	69.2929	45.1880	0	70	4	0	27.8538	69.5393	45.9943	0
21	0	1	27.8401	68.8153	51.8616	0	71	1	1	25.946	66.1003	49.4513	0
22	1	0	27.2867	65.2133	47.6857	0	72	2	0	29.3356	68.4769	48.6506	0
23	1	0	26.4379	66.8987	49.1477	0	73	2	0	28.9322	67.6008	47.3768	0
24	1	1	29.9166	66.9987	48.2454	0	74	0	1	33.3756	71.7345	45.1367	0
25	2	1	25.9954	69.1370	54.8627	1	75	0	1	31.8051	72.5850	46.4480	0
26	1	0	29.2875	69.5483	47.9659	0	76	1	0	29.1014	68.7835	48.4407	0
27	0	0	27.6076	68.7237	54.3628	0	77	1	0	28.0558	68.7825	48.5427	0
28	0	0	28.7158	65.7071	54.6675	0	78	0	0	30.0963	72.8103	45.7482	0
29	2	0	28.1545	65.4447	48.3423	0	79	0	0	30.4194	73.4740	45.4418	0
30	0	1	26.6912	66.5018	51.0339	0	80	2	0	34.8740	68.1323	46.8036	0
31	2	0	29.2567	68.8711	46.6053	0	81	3	0	28.3284	69.2608	49.7444	0
32	1	0	28.2045	67.8542	47.9825	0	82	0	1	27.0168	69.0092	54.4986	0
33	0	1	33.5752	74.9843	45.3251	0	83	0	0	25.4900	66.6386	52.2520	0
34	2	0	34.2809	68.7677	47.6026	0	84	1	0	26.4897	67.8424	47.0284	0
35	0	0	31.4075	72.5773	48.8410	0	85	1	0	28.1127	66.528	49.4983	0
36	0	1	33.6553	71.6534	48.0185	0	86	0	0	26.3252	68.7161	53.8129	0
37	0	1	30.6888	72.1500	46.4746	0	87	1	0	25.2295	69.9512	48.4124	0
38	3	0	29.1836	69.459	47.2072	0	88	0	0	27.2859	67.3386	51.4248	0
39	2	1	28.6930	68.3552	46.2168	0	89	0	1	27.2995	68.6030	53.3661	0
40	0	0	32.9410	74.4387	45.0226	0	90	1	1	28.4445	65.2688	47.3214	0
41	2	0	29.1520	69.1209	46.2693	0	91	0	1	33.2567	74.1814	48.7231	0
42	0	1	28.6061	68.1981	50.3603	0	92	0	0	31.1562	73.6569	49.5567	0
43	0	1	29.0089	69.0561	52.0336	0	93	0	0	32.0175	71.8002	45.8087	0
44	2	0	29.0246	69.9940	46.3347	0	94	0	1	30.6101	72.2711	47.0764	0
45	1	1	28.3658	68.4179	48.6686	0	95	0	1	31.3422	71.9319	45.2595	0
46	1	1	25.5983	66.5019	49.0548	0	96	0	1	31.2892	73.8778	49.6949	0
47	1	0	27.6445	66.8737	46.4227	0	97	1	1	29.6583	67.6714	47.0768	0
48	1	1	27.9802	67.2847	48.7837	0	98	0	0	30.7612	72.1514	48.5745	0
49	1	0	29.1038	67.8048	47.0852	0	99	0	1	31.74	73.4688	45.8613	0
50	4	1	25.1554	68.5629	49.8589	0	100	1	0	30.6083	69.7261	49.0451	0

注:flag 是标识符,即标识风险是否发生。flag=0,表示风险没有发生;flag=1,表示风险发生。

从表 1 中的数据可以看出,在突发性事件发生 100 次时,供应链信用状态发生改变的次数有 2 次

(比较依据:期望值小于阈值时默认为风险不发生;简单来说,根据期望计算公式(8),若 λ 等于 0,则期望值为 0,风险未发生;若期望值小于阈值时,风险也未发生),并且发生改变的大小,即信用损失也可计算出,因此,模型 $\phi(t) = H_i^T(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)}$ 可以很好的预测信用风险及其损失,具有较高的实用价值。

4 结论

1) 本文从突发性事件发生的随机性出发,考虑供应链信用风险自身的特征,利用泊松分布函数、阶跃函数等来描绘供应链风险模型,进行检验分析,检验结果与实际中供应链风险是否发生以及信用损失大小等相吻合。

2) 将阶跃函数运用到模型(5)中,可以有效的识别各种突发性事件,辨析其是否对供应链信用产生影响。

3) 运用该模型对供应链信用风险进行分析,可以进行模拟分析,有效地预测风险大小,为寻求应急或解决方案提供基础,有助于最大程度的降低供应

链中成员企业的损失。

参考文献

- [1] 陈皓甲. 供应链风险分析与预警体系[J]. 科技情报开发与经济,2008(1):114-115.
- [2] 柏晓峰. 供应链风险与管理[J]. 合作经济与科技,2008(4):39-40.
- [3] 叶蜀君. 信用风险的博弈分析与度量模型[M]. 北京:中国经济出版社,2008.
- [4] 马天山,王静. 基于供应商管理库存信用风险的供应链违约风险控制[J]. 经济经纬,2008(5):117-119.
- [5] 李超,孙强. 浅议供应链风险管理[J]. 中国集体经济,2008(8):108-109.
- [6] 王燕. 基于 Stackelberg 博弈的供应链信用风险分析[J]. 物流技术,2008(2):89-91.
- [7] Xiaojun Shi. Simultaneous determination of threshold default risk criterion and credit term in two-staged supply chain [Z]. 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008:1-4
- [8] GAON KARRS, VISWANADHAMN. Analytical framework for the management of risk in supply chains[J]. IEEE Transactions on automation science and engineering,2007,4(2):265-273.

Model on Sudden Credit Risk in Supply Chain Based on Catastrophe Theory

Zou Huixia, Gao Xinyan

(Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper applies the catastrophe theory to the study on sudden credit risks in supply chain. Considering the characteristics of sudden credit issues and the supply chain itself, it constructs the sudden credit risks model in supply chain, and makes a simulation analysis, which aims to provide an efficient approach to analyze sudden credit risks in supply chain and lays the foundation for further researches.

Key words: sudden credit risk; supply chain; credit risk model; catastrophe theory; simulation analysis

(上接第 65 页)

Game Analysis on Technology Spread Based on Agro-products Quality and Safety

Li Zhongdong

(Department of Economics, Shandong Institute of Business and Technology, Yantai Shandong 264005, China)

Abstract: Under the hypothesis that producers, consumers, regulators and other major participants are under bounded rationality, this paper analyzes the strategy selections by using the method of evolutionary game theory when a producer interacts with other producers, consumers, and governmental regulators, and reveals that economic benefits is a main internal factor influencing technology diffusion of quality and safety. Finally, it suggests that, in order to restrain the behaviors of unsafe technologies, producers' illegal incomes should be cut down, and production costs should be increased, and consumers' demands for safe agricultural products should be guided and increased, and re-regulating the regulators should be strengthened strictly, and regulation frequency and supervision abilities should be improved.

Key words: technology diffusion; quality and safety of agricultural product; evolutionary stable strategy; bounded rationality; dynamic replication