

# 上市公司供应链风险评估 CVaR 模型

周南洋

(中南大学 商学院, 湖南 长沙 410083)

**摘要:** 应用条件在险值 CVaR 方法构建了上市公司供应链风险评估模型, 并以上下游与生产企业之间的交易量作为风险影响因子的给定标准, 解决了该类模型中需度量各类风险源风险大小的复杂问题, 并且通过风险阈值的给定来进行风险监控, 最后给出了一个模拟中国彩电业上市公司供应链的算例说明了模型的应用。

**关键词:** 供应链; 风险评估; 条件风险值 (CVaR); 上市公司

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-9833(2008)04-0092-04

## CVaR Model of Supply Chain for Listed Company Risk Assessment

Zhou Nanyang

(School of Business, Central South University, Changsha, 410083 China)

**Abstract:** A risk assessment model for listed company supply chain based on conditional risk value (CVaR) is proposed. Risk effect factor values are given by business scale between the upper and the down stream enterprise and manufacture. This method not only solves the problem that all kinds of risk factors should be measured in the study of risk evaluation on supply chain, but also designs risk threshold to implement risk supervision. Then a simulative example of China's color TV list company supply chain is given to show how to apply the model.

**Key words:** supply chain; risk assessment; conditional value at risk (CVaR); listed company

### 1 背景知识

目前供应链风险管理文献大多集中在风险识别、风险管理过程和风险管理策略的定性分析上, 量化的供应链风险评估模型研究非常有限。Prater (2001)<sup>[1]</sup>提出了跨国供应链风险评分方法, 并用5个案例展示了方法的应用。Hallikas, et al (2004)<sup>[2]</sup>从风险事件的概率和结果的角度半量化 (semi-quantitative) 地研究了供应链的风险评估, 所谓概率, 是指风险事件出现的机率有多大, 结果是指风险事件发生后对企业造成的损失有多少。Hallikas 分别将概率和结果划分为5个等级 (即风险结果等级分为无影响、小影响、中等影响、严重影响、灾难性影响等; 风险概率等级分为非常不可能、不可能、中等可能、可能、非常可能), 这种半量化评估的主要目的, 是帮助企业获取对内外环境更深刻的理解。虽然这些研究文献为我们进行供

应链风险评估的研究提供了重要思路, 但因方法本身涉及太多的决策者主观给定的指标或权重, 因此面临决策者不同结果必然迥异的尴尬。进而, 使用该类方法一般要求决策者经验丰富, 决策水平较高, 才能得到较理想的结果。

供应链的风险来源通常可分为两部分, 一是企业内部财务、经营和管理等危机; 二是企业外部的供应和需求的中断, 如第三方干涉、罢工、自然灾害、人为错误、客户消费习惯的改变、技术失败等。由于供应链风险源众多, 而且存在各种相关性, 要将所有的风险源都集成到一个定量分析模型中, 并确定它们的相关性, 难度很大, 甚至不可能。这也就是为什么上述风险评估模型中基本都不考虑风险之间的相关性以及大部分数据都是人为给定的缘由。

本文针对这一困境, 尝试建立客观附值程度较高、简单实用的基于条件在险值法 (Conditional Value

收稿日期: 2008-05-30

作者简介: 周南洋 (1962-), 男, 湖南株洲人, 中南大学商学院博士生, 主要研究方向为企业管理。

at Risk, CVaR) 的供应链风险度量模型, 并给出相应风险管理策略。建立该模型的动机主要源于: ①股票价格具有提前反应公司未来各种信息(财务、经营管理、市场供需、成长前景、以及伙伴企业的经营管理、财务、供需等信息)的特性; ②随着中国证券市场的扩容, 越来越多的上市公司供应链初步形成。所谓上市公司供应链是指主要供应商、生产商、经销商都是上市公司的供应链。如在中国, 比较典型的是彩电业供应链。因此, 考虑用 CVaR 作为供应链风险评估的度量工具具有现实意义。

虽然 CVaR 方法最初主要是用于金融市场投资组合风险的度量, 但近年来将其用于其它事件风险评估的研究不断涌现, 例如供应链管理中的库存和订货风险的度量等。本文将作为综合度量企业各风险的工具, 然后在此基础上构建整个供应链风险评估模型。

## 2 CVaR 的简单描述

CVaR 是从风险值(Value at Risk, VaR)的基础上发展出的一种风险计量方法。VaR 是用概率统计估计金融风险的方法, 是指在未来一定时期内, 在给定的概率置信水平下, 一种投资组合潜在的最大损失。CVaR 是指投资组合的损失大于某个给定的 VaR 值的条件下, 该投资组合损失的平均值。虽然 VaR 是一种应用广泛的风险度量工具, 但其缺乏一些良好的数学特征, 如缺乏次可加性, 无法满足凸性的要求(见文献[3, 4]), 而且当 VaR 是通过情景法来计算的时候, 则很难优化。CVaR 作为一种可选的风险度量, 具有比 VaR 更良好的特性(Artzner et al.(1997)<sup>[1]</sup>, Embrechts (1999)<sup>[5]</sup>)。Pflug (2000)<sup>[6]</sup>证明 CVaR 满足次可加性、正齐次性、单调性及传递不变性, 因而 CVaR 是个一致性的风险计量方法。

令  $f(x, y)$  为预期损失函数,  $x$  代表某投资组合(本文中, 假设该投资组合只有一种股票),  $y$  代表影响预期损失的不确定性因素。对于每一个投资组合, 预期损失  $f(x, y)$  是一个受  $y$  影响的随机变量, 且  $y \in R$ 。假定  $y$  的密度函数为  $p(y)$ , 则  $f(x, y)$  的累积分布函数为  $\Psi(x, \alpha) = \int_{f(x, y) \leq \alpha} p(y) dy$ , 即损失不超过阈值  $\alpha$  的概率。在置信水平  $1-\beta, \beta \in (0, 1)$  下的 VaR 和 CVaR 分别定义为(以下对  $\alpha_\beta(x)$  简称  $\alpha$ ):

$$\alpha_\beta(x) = \min \{ \alpha \in \mathcal{R} : \Psi(x, \alpha) \geq \beta \}, \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \phi_\beta(x) &= E[f(x, y) | f(x, y) \geq \alpha_\beta(x)] - \\ &= \alpha_\beta(x) + E \left[ f(x, y) - \alpha_\beta(x) \mid f(x, y) \geq \alpha_\beta(x) \right] - \\ &= \frac{1}{1-\beta} \int_{f(x, y) \geq \alpha_\beta(x)} f(x, y) p(y) dy \end{aligned} \tag{2}$$

虽然 CVaR 源起的最初目的是给投资者提供度量

投资组合风险的工具, 但当该组合中只有一支股票的时候, 它的结果就是对该支股票风险的度量。正如前所述, 股票价格的特性是众多风险, 包括上下游企业的风险都可以在一定程度上从股票价格的涨跌中提前反映出来, 因此, 我们完全可以通过它来构建上市公司的供应链风险评估模型。本文中, CVaR 值通过 CVaR-Expert 软件计算获得。

## 3 模型构建

给定符号标识如下:

- $i$ : 供应商下标,  $i=1, \dots, I$ ;  $S_i$  表示第  $i$  个供应商;
- $j$ : 生产商下标,  $j=1, \dots, J$ ;  $M_j$  表示第  $j$  个生产商;
- $k$ : 经销商下标,  $k=1, \dots, K$ ;  $R_k$  表示第  $k$  个经销商。

我们考虑一个简单的, 包括供应商、生产商和分销商的供应链模型, 供应商、生产商和分销商(或零售商)的关系可以是多对多的, 如图 1 所示。

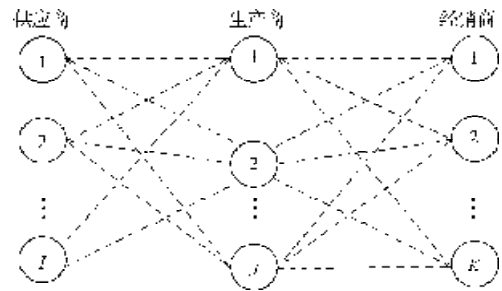


图 1 三级供应链模型

Fig.1 Three-level supply chain model

一般而言, 供应链风险评估模型大致可分为加法模型和乘法模型两种, 这里采用加法模型。因此, 某个生产商  $j$  的供应链风险值  $RV_{SC, M_j}$  可由下式给出:

$$RV_{SC, M_j} = \sum_{i=1}^I \lambda_{i, M_j} C_{i, S_i} + \lambda' C_{j, M_j} + \sum_{k=1}^K \lambda_{k, M_j} C_{k, R_k}, \tag{3}$$

式(3)等号右边第一项和第三项分别表示由供应商和零售商带来的风险, 第二项为生产商自身的风险。

$C_{i, S_i}$ 、 $C_{j, M_j}$  和  $C_{k, R_k}$  分别表示供应商  $i$ 、生产商  $j$ 、经销商  $k$  在给置信水平  $1-\beta$  下的 CVaR 值。 $\lambda_{i, M_j}$  表示供应商  $i$  对生产商  $j$  的风险影响因子;  $\lambda'$  为生产商  $j$  自身的风险影响因子;  $\lambda_{k, M_j}$  为经销商  $k$  对生产商  $j$  的风险影响因子,

$$\text{且 } \sum_{i=1}^I \lambda_{i, M_j} = 1, \quad \sum_{k=1}^K \lambda_{k, M_j} = 1.$$

为实现有效的风险管理, 给定供应链风险值的  $RV_{SC, M_j}$  阈值  $\varpi_{1, j}, \varpi_{2, j}$ , 且  $\varpi_{1, j} < \varpi_{2, j}$ , 它们将供应链风险分成 3 个阶段, 不同阶段将采取相应的风险管理措施(见表 1)。

表 1 3 阶段供应链风险管理措施

Tab. 1 Three-phase supply chain risk management measure

阶段	$RV_{sc, M_j}$	风险程度	措施
I	$(-\infty, \bar{\omega}_{1,j}]$	小	不需采取措施。
II	$(\bar{\omega}_{1,j}, \bar{\omega}_{2,j}]$	中	关注。调查风险来源, 调整经营策略或变更合作伙伴的关系。
III	$(\bar{\omega}_{2,j}, +\infty)$	大	重点关注。调查风险来源, 调整经营策略或终止合作伙伴的关系。

注:  $\bar{\omega}_{1,j}, \bar{\omega}_{2,j}$  的取值可由企业管理层根据经验获得。

## 4 算例分析

### 4.1 问题描述

以中国彩电业供应链作为模型模拟应用的对象, 主要是因为它的特征基本符合本文模型应用的前提, 即彩电企业的主要上游供应商和部分下游经销商都是上市公司, 且是典型的多对多关系。而且中国彩电企业竞争相当激烈, 面临的各种不确定性因素多, 风险大, 因此做好风险监控很关键。

为简化问题, 将彩管企业视作彩电生产商的上游供应商, 而其他供应商忽略不计, 原因在于彩管作为彩电生产的主要部分, 其成本已经超出彩电总成本的 50%。本文选取国内 3 家大型的彩管上市公司, 4 家大型的彩电上市公司, 以及 6 家大型的零售上市公司作为研究对象 (见图 2)。分别计算存在于供应链上各个环节的风险值, 这里, 彩电上市公司被视作风险度量模型中的核心企业。比较风险值按照表 1 给定的区域, 决定供应链风险所处的阶段, 并采取相应的措施控制风险。

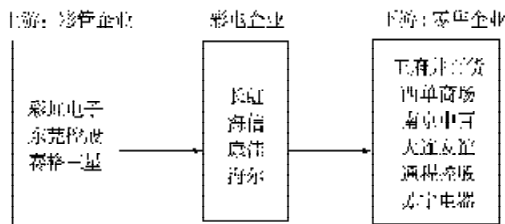


图 2 彩电业上市公司供应链

Fig. 2 TV list company supply chain

注意, 这里假设风险因子的大小与企业间的交易量有关。如对于生产商  $j$ , 如果来自供应商  $i$  的彩管数量达到其所需总量的 60%, 那么  $\lambda_{s_i, M_j}$  就取 0.6, 这一假设符合交易量越大, 企业间相互影响越大的事实。因交易数据属商业机密, 所以本文拟采取模拟数据, 但这并不影响到模型的应用。

### 4.2 算例分析

选取 2007 年 11 月 13 日 ~ 2008 年 4 月 16 日, 上述

13 家上市公司股票的日收盘价。  $T$  和  $t$  分别表示持有期间与观测间隔。令  $\beta=0.5$ 、 $T=5$ 、 $\lambda'=1$  和  $t=5$ 。  $\lambda_{s_i, M_j}$ 、 $\lambda_{r_i, M_j}$  取值见表 2 和 3。 CVaR 值的计算使用 CVaR-Expert 软件进行, 彩管企业、彩电企业与零售企业 CVaR 值的结果分别由表 4 ~ 6 给出。 CVaR 的值表示未来 5 d 损失超出 VaR 值的条件期望。

表 2  $\lambda_{s_i, M_j}$  的取值

Tab. 2 The value of  $\lambda_{s_i, M_j}$

上市公司	长虹	康佳	海信	海尔
彩虹电子	0.5	0.3	0	0.6
赛格三星	0.2	0.1	0.2	0.3
东莞控股	0.3	0.6	0.8	0.1

表 3  $\lambda_{r_i, M_j}$  的取值

Tab. 3 The value of  $\lambda_{r_i, M_j}$

上市公司	长虹	康佳	海信	海尔
王府井百货	0.1	0.1	0.1	0.1
西单商场	0.1	0.1	0.1	0.2
南京中百	0.1	0.1	0.1	0.1
大连友谊	0.3	0.1	0.2	0.1
通程控股	0.1	0.2	0.1	0.2
苏宁电器	0.3	0.4	0.4	0.3

表 4 彩管企业的 CVaR 值

Tab. 4 CVaR value for color kinescope enterprise's

彩管企业	彩虹电子	赛格三星	东莞控股
CVaR/%	20.166	24.081	23.086

表 5 彩电企业的 CVaR 值

Tab. 5 CVaR value for color TV enterprise's

彩电企业	长虹	康佳	海信	海尔
CVaR/%	18.298	17.028	16.035	19.611

表 6 零售企业的 CVaR 值

Tab. 6 CVaR value for retailer enterprise's

零售企业	王府井百货	西单商场	南京中百	大连友谊	通程控股	苏宁电器
CVaR/%	15.406	22.669	19.478	17.947	23.134	15.331

令  $\eta_j = RV_{sc, M_j} - CVaR_{r_i, M_j}$ ,  $\eta_j$  表示生产商  $j$  所在供应链网络中, 其上游供应商与下游零售商带来的风险。则彩电企业  $j$  的供应链风险值和  $\eta_j (j=1, 2, \dots, J)$  的结果见表 7。

表 7 彩电企业的  $RV_{sc, M_j}$  和  $\eta_j$  值

Tab. 7 Values of  $RV_{sc, M_j}$  and  $\eta_j$  for color TV enterprises

彩电企业	长虹	康佳	海信	海尔
$RV_{sc, M_j}$	58.175 1	57.646 7	57.110 5	60.286 5
$\eta_j$	39.877 1	40.618 7	41.075 5	40.675 5

由表4~7发现,虽然海信自身的CVaR值是最小的,为16.035,但其供应链的风险值却与康佳和长虹相差不大,原因在于它的上游和下游给它带来的风险最大,即 $\eta_3$ 为41.075 5(见图3),主要是因为其来自东莞控股彩管的数量达到其彩管总数的80%,而东莞控股彩管的CVaR值在所有彩管供应商中是较大的。海尔在所有彩电生产商中的CVaR值是最大的,为19.611,尽管其上下游所带来的风险不是最大的,但最终的供应链风险值仍是最大的。可见,通过本文给出的简单模型,企业可以很容易了解到其所处供应链面临的风险状况。

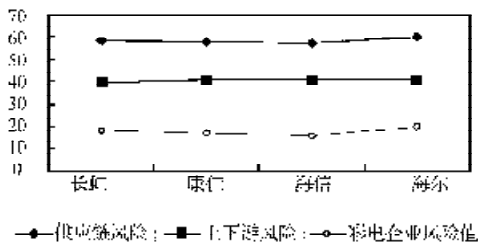


图3 供应链风险值与生产商 CVaR 值比较

Fig. 3 Comparison between supply chain of risk value and manufatues CVaR value

假设各彩电生产企业根据历史经验确定的各阶段风险阈值如表8所示。

表8 根据历史经验确定的各阶段风险阈值

Tab. 8 Risk threshold of different phase based on historical experience

阈值 ( $j=1, \dots, J$ )	长虹	康佳	海信	海尔
$\varpi_{1,j}$	70	70	80	60
$\varpi_{2,j}$	100	100	120	100

表8表明,长虹、康佳和海信处于风险第一阶段,其面临的风险小,暂不需要采取措施;而海尔已处于

风险第二阶段,因此,海尔有必要对自身风险状况,及主要彩管企业——彩虹电子和赛格三星以及零售企业的风险状况进行全面分析,以控制风险。

## 5 结语

定量化的供应链风险评估是一个相当复杂的问题,本文借助金融工程领域广泛应用的风险度量工具CVaR构建了一个包括多个供应商、生产商与零售商在内的上市公司供应链风险评估模型,将企业所面临的众多风险以CVaR值来体现,从而大大简化了模型,为供应链风险评估的研究提供了另一个可选的方案。

### 参考文献:

- [1] Prater E, Biehl M, Smith M A. International supply chain agility. tradeoffs between flexibility and uncertainty[J]. International Journal of Operations and Production Management, 2001, 21(5/6): 823-839.
- [2] Hallikas J, Virolainen V-M, Tuominen M. Risk analysis and assessment in network environments[J]. International Journal of Production Economics, 2002, 78 (1): 45-55.
- [3] Artzner P, Delbaen F, Eber J M, et al. Thinking Coherently [J]. Risk, 1997 (10): 68-71.
- [4] Artzner P, Delbaen F, Eber J M, et al. Coherent Measure of Risk[J]. Mathematical Finance, 1999 (9): 203-228.
- [5] Embrecht P. Extreme Value Theory at a Risk Management Tool[J]. North American Actuarial Journal, 1999, 3(2): 145-167.
- [6] Pflug G Ch. Some Remarks on the Value-at-Risk and the Conditional Value-at-Risk[C]//In Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Application. Ed. S. Uryasev: Kluwer Academic Publishers, 2000: (起止页码不详)

(责任编辑:廖友媛)