

Credit Risk Analysis of Insurance Companies under EU Solvency II ——Based on KMV Model

Ying Wang

Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei, 430068, China

Abstract

The most important purpose of the implantation of EU solvency II is to set up a scientific and efficient framework of insurance company solvency management, in order to enhance the European insurance regulation efficiency. In the EU solvency II system, a new model for the calculation of the capital requirement——internal model is provided. Therefore, whether the accuracy of credit risk correction is sufficient is the main aim of this paper. This paper will compare and study this new calculation method of capital demand, and estimate the expected default rate of insurance companies by KMV model, in order to obtain the effectiveness of the internal model used in EU solvency II.

Keywords

EU solvency II; internal model; KMV model

欧盟偿付能力 II 下的保险公司信用风险分析——基于 KMV 模型

王颖

湖北工业大学, 中国·湖北 武汉 430068

摘要

欧盟偿付能力 II 实施的重要目的就是建立一个科学的偿付能力框架来实施高效的保险公司偿付能力管理, 以提升欧洲保险监管效率。在欧盟偿付能力 II 体系下, 对于资本需求的计算提供了一种新型的模型——即内部模型。那么在这种新型的模型下, 对于信用风险的矫正的准确性是否充分, 将是本文的研究目的。本文将比较研究这种新型的资本需求计算方式, 通过 KMV 模型来预估保险公司的预期违约率, 以期能得出在欧盟偿付能力 II 下所使用的内部模型的有效性。

关键词

欧盟偿付能力 II; 内部模型; KMV 模型

1 内部模型

2001 年欧盟委员会下属的保险委员会正式启动了偿付能力 II 项目, 2003 年欧盟委员会确定了偿付能力 II 的基本概念和原则, 2008 年欧盟委员会向欧盟议会提交了《偿付能力 II 法令框架草案》, 2016 年 1 月 1 号, 欧盟偿付能力 II 正式代替欧盟偿付能力 I 走向历史舞台。偿付能力 II 是基于现存的巴塞尔协议 II 的三支柱之上的, 其中支柱二包括两个资本需求, 较高标准的那个叫做偿付能力资本要求 (简称 SCR) 并由标准模型或是内部模型来计算; 较低标准的那一个叫做最低资本要求 (简称 MCR), 如果违反了 MCR, 那么就会触发最终的监管干预。因此, SCR 是在 99.5% 的 VaR 风险模型的基础上对持续经营的一个风险测量, MCR 是保护保单持有

人利益的最终缓冲器。

由于偿付能力 II 提倡保险公司对风险的自控管理, 因而在偿付能力 II 之下, 除了提供一个放之四海皆准的标准模型, 还允许保险公司可以根据自身的情况建立一套适合风险自控的内部模型, 当然前提是必须受到了保险监管部门的核准。监管部门有权随时审核保险公司的内部模型, 如果保险公司条件不足或是涉及到利用内部模型来逃避监管的话, 监管部门可以取消内部模型的使用。

在内部模型的一般或定性要求上, 首先, 一个内部模型必须可以融入到风险管理流程中, 最好的例子就是保险公司可以根据给定的风险模型来得出正确的决策。这将确保来自模型的信息及时和适当的, 并且可用于监管目的。保险公

司可以利用内部模型所提供的信息来进行风险自控。当然，在构建内部模型时，需要充分的资源和数据，因而一个重要的先决条件就是模型的框架和过程及运用都必须是“可理解的”且公司应该知晓到所有相关利益方。这些都可以增加风险意识和企业的风险管理；其次，内部模型对所有的保险业务和所有的风险分类都提供一个一致的方法，同时还允许一些特定的特征；最后内部模型需要监管部门的批准。保险公司必须建立一个稳健且可信的数据输入过程，且是公开透明的。另外，也会有定期（或是倒推）测试来证明模型的有效性。因而，对于内部模型的一般或定性要求上是遵循原则基础且清晰可审核。内部模型相较于标准模型，更能充分反映每个保险公司所特有的风险暴露，有利于保险公司根据自身的情况进行风险自控，但是内部模型的构建涉及到要求极高的保险专业知识、精算会计和审计的知识，因而对于小型的保险公司是无法承担的。

由此可以看出，这种新型的保险监管模型修订了对保险公司的财务状况的评价标准，以提高对于保险公司风险的测量和控制，促进了良好的企业风险管理。因而本文旨在通过KMV模型的实证检验，来检测欧盟偿付能力II下这种新型的资本需求的计算方式在欧盟保险市场的适用性和有效性。

2 KMV 模型及其应用研究

1974年Black & Scholes和Merton（简称BSM模型）联合发表了期权定价模型，研究了公司的违约概率和公司资产价值以及资产价值变动率的相关性。他们认为，即使有着完全相同的资本和债务水平的公司，基于市场信息的波动性和未来预期，也会有完全不同的违约几率。BSM模型一个重要前提是，一个公司的破产即是资产的价值小于负债的价值，因而公司的资产可视为以资产为标的物之买权，公司的负债可视为以资产为标的物之卖权。行权价格为负债的买入期权，当负债到期时，如公司资产价格小于负债价值，则发生了违约，因此违约率则是公司资产价值小于负债价值的几率。总而言之，BSM模型就是通过期权市价与股票回报波动率来预估保险公司的违约概率。

而后KMV公司以BSM模型为核心。配合其信用风险信息库，发展出一套信用风险衡量模型，也就是KMV模型。KMV模型通过期权市价、股票回报波动率与负债价值，来估

算公司资产价值和违约间距，在通过资料库中的公司历史违约率来计算公司预期违约率（Expected Default Frequency, 也称EDF模型）^[1]。

由于KMV模型是在BSM模型的期权定价模型上发展出来的，所以KMV模型也要满足BSM模型的一系列假设条件：

- 1) 上市公司的股票价格波动是随机的；
- 2) 公司资产价格小于负债价值，则发生了违约；
- 3) 公司的市场价值服从标准布朗运动；
- 4) 股票价格的变化遵从对数正态分布；
- 5) 违约事件只在债务到期日T时刻发生。

从图一可以看出，当保险公司的债务到期之日，如果此时公司的资产价值大于负债价值则不会发生违约，因为公司可以出售股权就可以清偿债务^[2]。在这个负债水平上的公司资产就是违约点。反之如果公司的资产价值小于负债价值，此时保险公司则会通过破产清偿。

需要指出的是，KMV公司在大量的实证研究中发现，当公司的资产价值与负债价值刚好相同时，有公司发生违约也有公司没有发生违约^[3]。这是因为有些公司因持有长期债券，这种债券的时滞性给公司提供了资金的转圜。通过进一步的研究发现实际中违约点通常处于总债务和短期债务之间的某点。违约点发生最频繁的临界点处于公司资产价值大于短期负债加上50%的长期负债^[4]：

$$DPT=STD+0.5LTD$$

其中，STD为短期债券，LTD为长期债券。

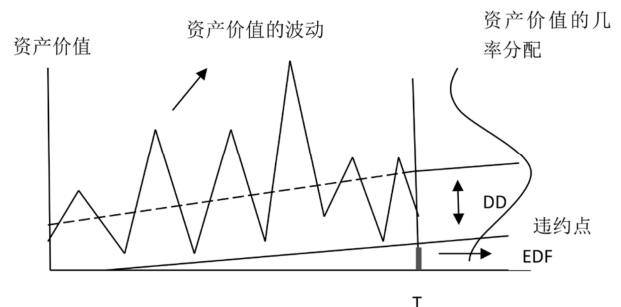


图1 违约概率分配模型

在KMV模型中，保险公司的市场价值 A_i 服从几何布朗运动：

$$dA_i = \mu_i A_i dt + \sigma_i A_i dX \quad (1)$$

注：X是在概率测度P下的标准布朗运动。

根据 Black-Scholes 模型, 在时点 t 的公司的市场价值 $A_{i,t+T}$ 可以写成:

$$\log A_{i,t+T} = \log V_{A,t} + u_{i,t+T} - \frac{1}{2} \sigma_{i,t+T}^2 + \sigma_i \sqrt{T} dX \quad (2)$$

其中, 所谓的违约概率就是资产价值小于负债价值的几率:

$$P = P(A_{i,t+T} \leq l_t / A_t) = P(X_i < d_i) \quad (3)$$

违约间距 DD 测量了公司资产和公司债务的名义价值的标准差, 因而距离越大, 违约概率就越低:

$$DD = \left\{ \frac{\ln(A_t) - (q - \frac{\sigma^2}{2})(T-t) - \ln L}{\sigma \sqrt{T-t}} \right\} \quad (4)$$

其中, A_t 是公司的市场价值, $\ln(A_t)$ 为资产的预期价值, L 是债务, σ 是资产价值变动性, q 是资产价值预期变动的对数函数。

因而, 违约概率 P 可以定义为标准化常态分配的累积密度函数之差:

$$P = \Phi(-DD) \quad (5)$$

其中, DD 是期权到期时仍处于市价的几率, 也就是股东执行买权而且仍控制公司的几率, 同时也是不会发生违约的几率。

所以反过来, $-DD$ 则代表了违约概率。

这个公式在实际中所存在的最大问题就是, 最重要的两个变量——资产的价值和其波动率是无法直接观测到的, 我们只能通过权益价值加以推估^[5]。

因而为了计算违约距离, KMV 公司采用了期权定价理论, 构建了资产市场价值和股权市值之间的关系。资产价值可看成资本的看涨期权价格, 其执行价格为债券的面值。同时也可以把公司债券看成是无风险债券与公司资产的看跌期权之差。这种方法既可以说明公司债券的收益相当于空头期权, 又说明了信用风险的左偏特征^[6]。

因而根据 Black 和 Schole (1973) 的公式可得出, 欧式看涨期权在到期日 T 时的价格等于:

$$E_t = A_t \Phi(d_1) - Le^{rt} \Phi(d_2) \quad (6)$$

其中: Φ 为标准正态分布函数, 且 Black-Scholes 模型里

只允许两种类型的债务, 一个单一的负债和一个单一期权;

$$d_1 = \frac{\ln(A_t/L) + (r + \frac{\sigma^2}{2})(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} \quad (7)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T-t} \quad (8)$$

运用 Black-Schole 公式对这些期权进行定价, 我们可以得出公司债券的莫顿模型, 在 t 时刻的资产价格为:

$$\sigma_E = \sigma_A \Phi(d_1) \frac{A_t}{E_t} \quad (9)$$

通过以上公式的联立方程, 即可求出违约距离 (DD)。

3 基于 KMV 模型的实证检验

本节在 KMV 的模型基础上, 用其提出的违约距离 (DD), 对欧盟境内八大保险公司的信用风险进行分析, 并运用实例进行研究。 KMV 模型在计算违约距离时以保险公司的股票历史交易数据和基本财务数据来预估违约率, 因而能综合各方面的信息, 对保险公司的信用状况做出较为全面和清晰的分析。

3.1 样本的选取

本文选取了欧盟体系内的九大保险公司为研究样本, 计算日期为 2018 年 1 月 1 号至 2018 年 12 月 31 号, 计算基准日为 2018 年 12 月 31 号的当天收盘价。

3.2 参数的设定

- 1) 无风险利率采取的是一年定期存款利率;
- 2) 上市保险公司股权市场价值 (E) = 股数 \times 市价;
- 3) 股权价值的波动率 σ 通过 GARCH (1.1) 模型来计算;
- 4) 时间范围 T 设为一年
- 5) 违约点的选取:

上文已提出, KMV 公司在多年的实证研究中根据实际情况将违约点稍作调整, 即 $DPT = STD + 0.5LTD$ 。

3.3 实证结果

根据这九大保险公司的财务数据和市场数据, 来确定股权市场价值、资产波动率和违约点来计算出各大保险公司的违约距离和违约概率预估值, 运算结果见表 1。

3.4 研究结果分析

本文以违约距离和违约概率预估值来作为欧盟保险公司风险信用的度量指标, 来探讨 KMV 模型下内部模型对于保

表1 保险公司的违约距离 (DD) 和违约概率预估值

	AXA	Allianz	Munich	Prudential	Zurich	Aegon	Aviva	CNP	LG
E	67095.6269	82116.5933	39635.6628	56658.0752	43195.0224	53150.0602	21758.4532	21750.0288	21750.0288
	32.01%	34.08%	21.05%	35.21%	40.05%	45.22%	23.46%	41.78%	40.08%
D	77525.5	21297.3	120748	9700.7	30275.8	120842.1	1036658.9	51541.1	504302
Rf	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%	0.78%
	1.2%	2.42%	0.82%	1.95%	1.22%	2.31%	3.24%	2.25%	2.62%
DD	2.135	2.922	4.814	2.982	2.594	2.566	2.121	2.175	3.002
P	0.18%	0.21%	1.31%	0.12%	0.34%	0.75%	0.72%	0.82%	0.13%

险公司风险管控的有效性。从上述数据中可以看出，第一，KMV模型中根据期权定价所求得的公司资产价值大于公司账面总资产和公司总市值。所以一般来说，公司的总市值越高，其资本市场价值也就越大；第二，违约距离越小，保险公司的预期违约率就较低。因而可以看出，使用内部模型后的欧盟保险公司的违约概率有显著下降。内部模型和偿付资本需求增加的引入，提高了保险公司对风险分散工具、风险内部控制和资产负债管理的重视。因而欧盟偿付能力II通过加强对保险公司的风险控制，确保资金优化配置利用，在维护消费者利益的同时保证了保险公司的竞争力。

4 结论及政策建议

本文旨在评估欧盟偿付能力II下的内部模型所计算的资本需求对于保险公司信用风险的矫正。从KMV模型所分析的结果来看，内部模型所计算的资本需求给予了保险公司更高的风险控制。因此，作为一个有效的监管指标，KMV模型具有良好的预测能力。KMV模型依赖于公司资产价值和股权价格信息和历史违约数据库来监管保险公司的信用风险，属于最新的动态保险监管。而中国现在仍处于静态的保险监管，因而欧盟偿付能力II能给予中国保险监管一些良性的指导建议。

(1) 建立科学的监管预警指标体系

监管预警指标体系是指依据法律、行业行为和国际经验所制定出的保险公司风险暴露合理的波动范围，一旦其风险暴露的指标超出了预定数值，那么监管部门强制干预并视其程度给予警告。对于中国来讲，建立一套可行可靠且适合本国国情的预警指标体系对于中国偿付能力监管至关重要。这套体系应该是静态和动态相结合，才能更好的发挥其预警的作用。

(2) 加强保险公司的内部风险管控和内部治理结构

欧盟偿付能力II就有效的说明了单靠资本充足率并不能

作为保险公司的偿付能力的保证的，最好的保证只能是保险公司内部的风险管控。中国应该尽快建立保险公司的内部管理制度，形成科学的决策机构、执行机构和监督机构以确保公司运行目标的达成；及时发现管理者的徇私舞弊或、欺诈以及潜在损害公司利益的行为已确保公司财务的稳定性等。有能力的公司也可以建立起自身的内部模型，在监管部门的偿付能力监管的同时，可按照自身特定的风险暴露来分析其偿付能力资本需求，这样的监管更加有针对性且更加有效。

(3) 完善中国证券市场和保险市场的信息披露机制

KMV模型是建立在股票信息和配合其信用风险信息库，发展出一套信用风险衡量模型。因而要加快推进我国保险机构的信息披露制度，使其走上制度化轨道，以合理、充分、有效。信息披露要求提高保险公司透明度，放大保险机构的自我风险管理效应。

参考文献

- [1] Bharath, S.T. and Shumway, T, Forecasting default with the KMV-Merton model. Working Paper. Ross School of Business, University of Michigan. Ann Arbor.
- [2] Black, F. and Scholes, M., The Pricing of Options and Corporate Liabilities [J]. The Journal of Political Economy, 1973: 81(3), 637-654.
- [3] Merton, R., On the pricing of corporate debt. The risk structure of interest rates [J]. Journal of Finance, 1974: 29 (2), 449-479.
- [4] Gordy, M., A comparative anatomy of credit risk model [J]. Journal of Banking and Finance, 2000: 24 (1-2), 119-149.
- [5] Gropp, R., Vesala, J. and Vulpes, G., Equity and Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility. Working Paper 150, European Central Bank.
- [6] Vassalou, M. and King, Y., Default risk in equity returns [J]. Journal of Finance. 2004: 59.2:881-868.