

文章编号:1003 - 207(2008)05 - 0022 - 06

# 基于 Copula 风险中性校准的违约相关性研究

童中文,何建敏

(东南大学经济管理学院,江苏 南京 211189)

**摘要:**违约率的估计是 IRB 法的核心要素之一,违约相关性是违约概率研究和估计的不可忽略的重要因素,目前的研究大多通过资产相关替代研究违约相关。风险中性可降低模型风险带来的估计误差。本文针对 CDSs 特征构建了风险中性违约相关估算的 Copula 模型,并提出了 Copula 选择方法且进行了实例分析,发现 8 自由度学生 t - Copula 是最优的。

**关键词:**违约相关性; Copula; 风险中性

**中图分类号:** F224. 0 **文献标识码:** A

## 1 引言

信贷风险一直是银行风险管理的中心内容,《巴塞尔新资本协议》鼓励具备条件的大银行积极实施 IRB 法。违约率的估计是 IRB 法的核心要素之一,学术界和业界开发并采用多种模型估计违约率。应用比较广泛的估计模型 Moody 和 S & P 的评级法<sup>[1]</sup>、信用矩阵模型<sup>[2]</sup>、投资组合管理法<sup>[3]</sup>和 Credit Risk + 模型<sup>[4]</sup>等。在这些模型的应用中,违约相关对这些模型中的损失分布有着直接的影响,损失分布对违约相关性非常敏感。同时,新巴塞尔协议中监管资本对资产相关系数的取值相当敏感,相关系数的准确与否直接影响到监管资本的合理性<sup>[5]</sup>。

从风险管理的角度看,信用风险分散化的程度依赖于企业间的违约相关程度。现代资产组合理论(MPT)认为适当地利用资产之间的相关性可有效地降低风险并改善资产组合的损益状况。然而资产组合理论却不能简单地运用于信贷资产组合之中,因为信贷资产组合收益存在着非常明显的非正态性(尖峰、厚尾),而且我们也很难获得信贷资产组合收益的相关系数(主要是可观测到的信用收益数据过少所致)。Granger 因果分析法常被用来研究金融序列数据间的相关性,不过其只能给出定性的结论,不能加以定量的描述。被认为是 20 世纪 80 年代计

量经济学建模理论的一个重大发现的协整理论也可用于研究时间序列间的相关性,但其目的仅在于检验非平稳时间序列之间是否存在长期稳定关系。目前仅有的一些研究违约相关性的文献也只是以资产相关性来替代违约相关性进行研究。Merton - KMV<sup>[6,7]</sup>违约概率模型的一个副产品并是对违约相关性的计算,不过其主要通过企业市场价值的相关性(一企业市场价值波动与另一企业市场价值波动的联系)研究违约相关性。Credit Mertics<sup>[8]</sup>试图通过一些假设与简化求得信用相关系数矩阵,以期真正从资产组合角度分析资产组合的信用风险状况,但其均采用的是基于正态性假设的线性相关系数,而线性相关系数不能准确地描述非正态分布的相关性。另外,皮尔逊(Pearson)相关系数也常被用以度量金融相关性,但是是随机变量间线性相关性的度量,不能度量非线性相关的程度,且在椭球分布族内才是较好的相关性度量,而在非椭球形分布族内,就不是一个好的相关性度量指标。巴塞尔委员会采用 PD 作为确定相关系数的基础,并给出了相应的经验公式。但从有关研究资料来看,各地区参数值具有相当大的差异,经验公式也存在一定的局限性。

穆迪(1989)的多样性评分法(Moody's Diversity Score)强调历史违约率以试图处理违约相关性和 CDOs 评级多样性问题,其条件是总体经济引起的违约相关、产业因素所致的违约相关以及个体间异化效应的交替换位的精确量化,但一旦此交替换位量化后,就缺少了理论和实证的普适性。CSFB<sup>[8]</sup>方法认为年度违约率反映了当年各类贷款的违约概

收稿日期:2008 - 03 - 10; 修订日期:2008 - 09 - 28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70671025)

作者简介:童中文(1973 - ),男(汉族),安徽舒城人,东南大学经管学院,经济学讲师,博士研究生,研究方向:银行风险、金融工程。

率,由于违约相关性的影响,相较于固定违约概率而言,变化的违约概率将产生较宽的概率分布。其优点是能根据某些实证研究结果进行不断改善,但对于涉及投资组合的违约相关性的量化计算问题时,CSFB 须借助其他方法。

正如 Li<sup>[10]</sup>所指出的:“虽然很让人吃惊,但违约的相关性确实没有在金融领域被很好地定义和理解过”,并建议采用 Copula 函数来反映信贷资产的相关性。Nelsen R B. (1997), Wei, G. 等 (2002)<sup>[11,12]</sup>认为通过 Copula 函数,可以捕捉到变量间非线性、非对称的相关关系,特别是容易捕捉到分布尾部的相关关系。

Copula 应用于金融领域的研究只有约 10 年时间。Bouye 等 (2000)<sup>[13]</sup>, Embrechts 等 (2002)<sup>[14]</sup>给出了 copula 在金融方面应用的基本方法,特别是在风险管理方面。Li (2000) 运用 copula 函数研究了信用风险模型中的相关性。Frey 等 (2003)<sup>[15]</sup>用 Copula 方法对结构化模型的相依结构进行了改进。Mashal 等 (2002)<sup>[16]</sup>使用 Copula 方法在混合模型中对相依违约建模。Giesecke (2004) 研究不完全信息下企业的违约相关问题。国内对 Copula 的研究还很少,张尧庭 (2002) 从理论上探讨了 Copula 在金融上应用的可行性。詹原瑞等 (2008)<sup>[17]</sup>利用 copula 函数构建组合内贷款间的相关结构,给出了信用违约互换组合的定价模型和定价理论框架。镇磊,尹留志,方兆本 (2008)<sup>[18]</sup>利用多项式 Copula 对市场相关结构进行模拟,描述了多个市场或者多个金融产品的相关性,但是存在着“维数灾难”的问题。

Copula 在金融领域里的应用的好坏主要取决于对相关结构的 Copula 建模和拟合程度。目前,所有关于应用 Copula 函数研究相关性问题的文献,基本都集中于研究市场相关结构,没有正面回答经济

个体违约相关如何测度问题,而且这些研究都是在违约相关没有贴水 (premium) 的假设 (在理论上是不正确的) 下用历史资产净值相关性来替代资产相关性。本文利用 Copula 函数对经济个体信贷违约相关性进行直接测度,以风险中性校准回避违约相关没有贴水这一错误假设,以期更好地降低测度误差,提高拟合程度。

## 2 违约相关性内涵

在信贷实践中,一个债务人是否违约和其违约概率往往受其他违约人是否违约或其违约概率的影响,这种现象则为违约相关性,主要包括正违约相关性和负违约相关性。比如,债务人 A 持有债务人 B 的债务,而债务人 A 如对 B 违约,则很可能导致债务人 B 无法还贷而违约。这种相关性称为正违约相关性。美国次级债危机的发生和传延机制即在于此。当然,也存在负违约相关性,如债务人 A 和 B 为竞争关系,当 A 违约致其商业能力削弱或破产退出商业领域, B 可能因此得到 A 的市场并获得 A 的原料供应商的价格退让,则 B 的履约偿债能力得到增强,其违约概率会降低。

负违约相关性一般并不常见,或者说对于我们研究违约概率并不敏感,因此,本文不多涉及。不同经济体的命运状态通常通过经济整体状况或次级市场相联接而相互影响,因此,正违约相关性在信贷违约事件中是常态。美国在 1933 年、1971 年、1991 年和 2001 年左右的时期内,由于美国经济处于衰退和萧条状态,几乎所有行业的大量企业同时发生了违约行为,而在经济比较繁荣的 20 世纪 50、60 年代,违约事件很少发生, (如图 1)。这种企业同时趋于违约或不违约的现象就是正违约相关性。

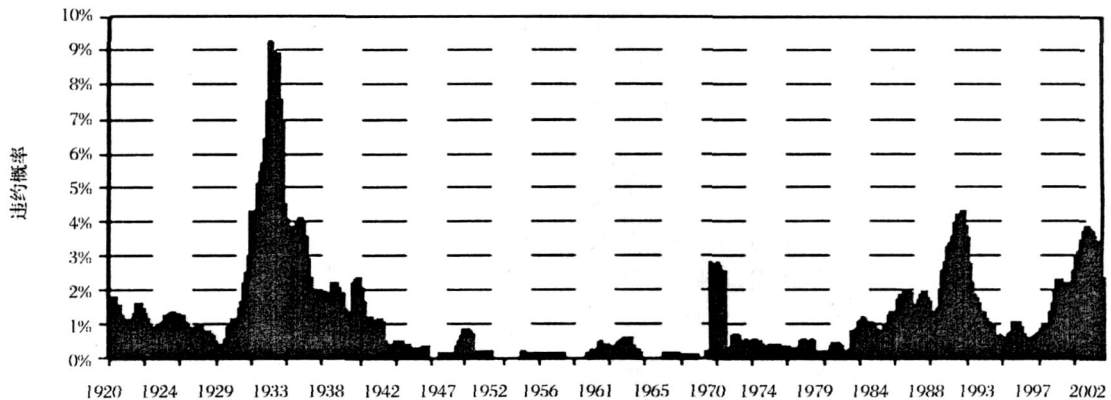


图 1 1920 - 2002 年美国企业违约率 (资料来源:穆迪投资者服务公司)

命题 1:假设两信贷人违约事件分别为 A 和 B, 二者的违约率分别为  $P(A)$  和  $P(B)$ , 则二者间的违约相关系数为

$$\begin{aligned} \rho_{AB} &= \frac{\text{cov}(A, B)}{\sqrt{D(A)} \sqrt{D(B)}} \\ &= \frac{P(A, B) - P(A)P(B)}{\sqrt{P(A)[1 - P(A)]} \sqrt{P(B)[1 - P(B)]}} \end{aligned} \quad (1)$$

由此可以得到:

$$P(A, B) = \rho_{AB} \sqrt{P(A)[1 - P(A)]} \sqrt{P(B)[1 - P(B)]} + P(A)P(B) \quad (2)$$

假定  $P(A) = P(B) = p \ll 1$ , 则有  $P(A, B) = p^2 + \rho_{AB} p$  (3)

同样地, 条件违约概率

$$P(A|B) = \frac{P(A, B)}{P(B)} = \frac{P(A) + \rho_{AB} \sqrt{P(A)[1 - P(A)]} \sqrt{P(B)[1 - P(B)]}}{P(B)} \quad (4)$$

显然, (2) (3) 式表明不同信贷个体同时违约的概率及条件违约概率与违约相关性皆显著相关, 随着  $\rho_{AB}$  的变化而变化。

Collin 等人指出, 在违约率估算中低信用级别的资产通常违约率被高估, 这主要由于传统的因素分析并不能很好地反映近期危机出现时的大量违约事件, 而在危机阶段违约的相关性尤其高。DBS (2004)<sup>[19]</sup> 进行的 CDO (债务抵押债券) 研究认为: 违约概率的波动与违约相关性相关, 正的违约相关性往往与违约率波动正相关, 而负的违约相关性却能降低违约率的波动。发展中国家银行由于市场的波动性较高, 一般具有较高的资产相关系数, 相关系数也具有更高的波动性。因此, 精确估计违约相关性对于违约概率的估计至关重要。

### 3 Copula 方法分析

Copula 是 Sklar 等 (1959)<sup>[20]</sup> 在研究概率测度空间理论时提出的, 被用来描述随机变量间尺度不变类型的依赖关系。Copula 函数可以广泛地应用于信用风险管理以及信用衍生品定价方面, 它可以将各种边缘分布连接起来, 生成多元联合分布, 并能将单个边际分布和多元联合分布联系起来, 并且可以处理非正态的边际分布。Copula 函数能将联合分布分成两部分: 即相关结构和边际分布, 它度量的相关性不再局限于线性相关性。因此, 引入 Copula 函数后, 就可以更准确地刻画金融资产收益率 (对数

收益率) 之间的相关性。当然, 要想将 Copula 函数的研究应用于实际问题, 还必须根据实际情况和历史数据, 找出最能符合现实的 Copula 函数及其参数。Thierry Ane 和 Cecile Kharoubi (2003)<sup>[21]</sup> 在 Copula 函数的应用研究方面取得了突出成果, 给出了根据实际数据选择合适 Copula 函数的判别准则。

Li (2000) 用 Gauss - Copula 模拟违约时间的相关结构。Ane and Kharoubi (2001)<sup>[22]</sup>, Scaillet (2002)<sup>[23]</sup> 研究了 Copula 在描述复杂相关结构时的有效性。Annalisa Di Clemente, Claudio Romano (2004)<sup>[24]</sup> 认为 t - copula 在预测信用组合中多个资产违约事件的模型中更适用。Beatriz Vaz de Melo Mendes, Rafael Martins de Souza (2004)<sup>[25]</sup> 采用不同形式的 Copula 度量组合的信用风险, 得出在描述信用资产尾部相关性方面, t - Copula 优于其他形式的 Copula。朱世武 (2007)<sup>[26]</sup> 研究认为 Copula 函数能将单个边际分布和多元联合分布联系起来, 能处理非正态的边际分布, 并且它度量的相关性不再局限于线性相关性。关于金融资产组合的相关性应该选取何种形式的 Copula 函数来描述, 目前还存在争论, 但是 Copula 在描述相关性方面的优势毋庸置疑。

Copula 方法不仅需要特定的 Copula 函数 C, 还要确定参数 S 的水平。前者一般会指向高斯或学生 t - Copula 函数, 后者则是在违约相关没有贴水 (premium) 的假设下用历史资产净值相关性来替代资产相关性, 而此假设在理论上是不正确的<sup>[27]</sup>, 可以进行风险中性的调整来规避此严格假设<sup>[28]</sup>。应用 CDOs 的调整会误导投资选择<sup>[29]</sup>, 而成对相关的等同性可以应用基于二元变量违约进行条件放松, 这自然可以使用 Copula 方法进行分析<sup>[30]</sup>。

鉴于考虑到担保人违约时 CDS 's (信用违约互换) 的高流动性和市场的不完全性, 本文主要在于选择一个最合适的 Copula 方法进行风险中性调整, 以更好地量化分析违约相关性。

### 4 风险中型违约相关的 Copula 度量和校准

最新应用于信用模型中的 Copula 函数主要是正态或高斯 (Gaussian) 和学生 t - Copula 函数<sup>[31, 32]</sup>, 这两者皆很适于处理历史资产和违约数据, 因而, 本文将使用他们处理违约相关性估值。

#### 4.1 度量

为简化处理, 作如下假设:

假设: 如发生违约, 在契约到期日进行损失支

付,并且零违约利率和偿还率为非随机变量。

根据无套利定价原则,附随权利定价如下:

$$B_T[(1 - R^i) Pr(i > T, j < T) + R^i(1 - R^j) Pr(i < T, j > T)] \quad (5)$$

其中,Pr()为风险中性概率,  $t_i$  和  $t_j$  是债务人  $i$  和  $j$  的违约发生时间。

假设  $F_i(T)$  和  $F_j(T)$  为  $i$  和  $j$  的风险中性分布函数,即时期  $T$  时,  $F_i(T) = Pr(i > T)$ 。使用这些分布构建风险中性联合违约概率 Copula 函数  $Pr(i > T, j > T) = C[F_i(T), F_j(T)]$ ,则附随权利价格变为:

$$B_T(1 - R^i) [F_j(T) - (1 - R^i) C(F_i(T), F_j(T))] \quad (6)$$

CDS 费(CDS fee)的理论值为:

$$s = \frac{B_T(1 - R^i) [F_j(T) - (1 - R^i) C(F_i(T), F_j(T))]}{\int_{t=0}^{T-1} B_t C(1 - F_i(t), 1 - F_j(t))} \quad (7)$$

其中,  $C$  为两个经济体联合生存概率的 Copula 表示,有如下关系式:

$$Pr(i > T, j > T) = C(1 - F_i(t), 1 - F_j(t)) = 1 - F_i(t) - F_j(t) + C(F_i(t), F_j(t)) \quad (8)$$

### 4.2 Copula 选择

设想采用分析模型或简单地采用在时间  $t = 0, 1, \dots, T$  时的经验边际违约概率,能够从债券市场获得发行账户银行和推荐信贷的风险中性边际违约概率,这样就可以使用 spread - over - Treasury 曲线并从中推断出经验边际。对于选定的 Copula,比如正态 Copula,可以通过(7)式其实际询价及其理论值直接推断债务人  $i$  和  $j$  的隐含相关性,比如线性相关系数  $(i, j)$ ,通过不同 Copula 所得最小价差并比较 CDS 价差,在既定时段最小化价格误差也就是 Copula 的一个选择标准,也是对其校准的基本思

想。

#### 4.2.1 边际违约概率

为了对风险中性边际违约概率进行校准,可以从数据库获取不同部门和信用等级的在一定时段的 spread - over - Treasury(未经政府授权的债券也称垃圾债券)。为便于研究,将此时段划分为三个次时段。

首先获取每个经济体在每个次时段的平均 spread - over - Treasury,如果到期价差  $y_i(t)$  和对债务人  $i$  的偿还率  $R_i$  能够确定,则可得到相应的边际违约概率:

$$F_i(t) = \frac{1 - \exp(-y_i(t)t)}{1 - R_i} \quad (9)$$

#### 4.2.2 联合违约概率

对于联合违约概率,正对不同的 Copula(正态和学生  $t$ )采用不同的自由度(3 和 8)进行校准,自由度的水平根据以前确认的收益来确定。

为计算出风险中性联合违约概率和相应的相关矩阵,同样采用 4.2.1 种的方法进行处理。为了使得 CDS 价差平方和最小,针对每个 Copula,估计每个次时段和每对债务人的生存期的线性相关系数  $(i, j)$ 。最后,对整个时段取平均值。

## 5 实证分析

### 5.1 边际违约概率

本文从彭博资讯(Bloomberg)获取不同部门和信用等级的 1 - 5 年 spread - over - Treasury,考虑其 2004 年 8 月 2 日至 10 月 22 日期间的价差。为便于研究,将此时段划分为三个次时段,每个为 20 个工作日。同时,考虑到样本期间的 CDS  $s$ ,这里使用相同的联合偿还率(即 40%)。这样便可得到每个到期日(1,2,..5 年)和每个次时段的边际违约概率,如表 2。

表 2 每个次时段的边际违约概率

到期年限	债务人 1			债务人 2			债务人 3		
	04.8.2 - 04.8.27	04.8.30 - 04.9.24	04.9.27 - 04.10.22	04.8.2 - 04.8.27	04.8.30 - 04.9.24	04.9.27 - 04.10.22	04.8.2 - 04.8.27	04.8.30 - 04.9.24	04.9.27 - 04.10.22
1	0.36 %	0.52 %	0.61 %	0.62 %	0.64 %	0.64 %	0.32 %	0.35 %	0.35 %
2	1.72 %	1.53 %	1.59 %	1.89 %	1.95 %	1.65 %	1.01 %	1.02 %	1.06 %
3	3.11 %	2.69 %	2.74 %	3.22 %	3.27 %	3.41 %	1.72 %	1.69 %	1.70 %
4	3.76 %	3.91 %	3.83 %	4.97 %	4.26 %	4.24 %	2.17 %	2.37 %	2.39 %
5	5.09 %	5.02 %	4.90 %	5.48 %	5.61 %	5.39 %	3.92 %	4.10 %	4.10 %

数据来源:彭博资讯, www. bloomberg. com

### 5.2 联合违约概率

为了计算风险中性联合违约概率和相应的相关

矩阵,本文获取了两债务人 5 年的 CDS 询价,窗口期间同 5.1,考虑到更好的流动性,此处选择 5 年为到

期日。而且仍然同上面一样采用 40 % 的偿还率以及适当无风险折扣率(美国和欧盟)的交换曲线,数据来源于彭博资讯。采用 4.2.2 的方法,得到相关矩阵,如表 3。

显然,结果显示:随着自由度的增加,相关系数

也随着增加,与 Copula 相关性结构相符合。根据 4.2 的标准,对于 Copula 的选择,尽管此例中两 Copula 对三对债务人价差处理结果较接近,但相比较而言,8 自由度学生 t - Copula 应是最优的。

表 3 不同 Copula 函数相关系数和最小价差

风险中性相关学生 t - Copula(3 自由度)	债务人 1	债务人 2	债务人 3
债务人 1	1	0.762(0.563)	- 0.258(1.861)
债务人 2		1	- 0.772(1.817)
债务人 3			1
风险中性相关学生 t - Copula(8 自由度)			
债务人 1	1	0.705(0.486)	0.206(1.841)
债务人 2		1	- 0.623(1.735)
债务人 3			1
风险中性相关正态 Copula			
债务人 1	1	0.917(0.741)	0.259(2.152)
债务人 2		1	- 0.671(1.868)
债务人 3			1

数据来源: 彭博资讯, www. bloomberg. com

## 6 结语

违约相关性是违约概率研究和估计的不可忽略的重要因素,目前的研究大多在违约相关没有贴水假设下用历史资产净值相关性来替代资产相关性,本文以风险中性校准回避了这一不正确的假设,如此可降低模型风险带来的估计误差。基于此,本文针对 CDSs 特征构建了风险中性违约相关估算的 Copula 函数,并进行了实例分析,同时还对 t - copula 不同自由度下的违约相关描述作了比较。研究认为,风险中性使得违约相关估计受相应的 Copula 模型误差的影响降低,且随着自由度的增加,相关系数也随着增加,与 Copula 相关性结构相符合,相比较而言,8 自由度学生 t - Copula 应是最优的。

出于简化处理的需要,本文的研究有个假设条件:如发生违约,在契约到期日进行损失支付,并且零违约利率和偿还率为非随机变量。显然,此条件存在放松和商榷的空间,因此,本文的研究有待进一步深入探讨和改进。

## 参考文献:

[1] Moody's, 1999, Standard & Poor's 1999, and Brunner et al, 2000. www. moodys. com; www. Standardpoor. com.  
 [2] JP Morgan. CreditMetrics Technical Document [R]. 1997.  
 [3] KMV. Credit Monitor Overview [R]. San Francisco: KMV. Corporation, Mimeo, 1993.

[4] Credit Suisse Financial Products. Credit Risk Plus[J]. Technology Document [R]. London & New York, October 1997.  
 [5] Basel Committee. the New Basle Capital Accord (CP3) 2003. 4.  
 [6] Merton, R. C. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates[J]. Journal of Finance, 1974, 29: 449 - 470.  
 [7] Merton, R. C. On the pricing of contingent claims and the Modigliani - Miller theorem[J]. Journal of Financial Economics, 1977, 15(2): 241 - 250.  
 [8] JP Morgan. CreditMetrics Technical Document. 1997.  
 [9] Credit Suisse First Boston. Credit Risk +: A Credit Risk Management [R]. Technical document, Credit Suisse Financial Products, London, 1997.  
 [10] Li, D. X.. On Default Correlation: A Copula Function Approach [Z]. The RiskMetrics Group, Working Paper. 2000.  
 [11] Nelsen R. B. Dependence and order in families of Archimedean Copulas [J]. Journal of Multivariate Analysis, 1997, 60: 111 - 122.  
 [12] Wei, G, Hu T Z. Supermodular dependence ordering on a class of multivariate copulas [J]. Statistics and Probability Letters, 2002, 57(4): 375 - 385.  
 [13] Bouye, E., V. Durrleman, A. Nikeghbali, G. Riboulet and T. Roncalli. Copulas for finance a reading guide and some applications [Z]. Working paper, Credit Lyonnais, 2000.  
 [14] Embrechts, P., A. Mcneil and D. Straumann, Correlation and dependence in risk management properties and pitfalls in Risk Management [M]. Value at Risk and Beyond, ed. M. A. H. Dempster, Cambridge University Press, Cambridge, 2002: 176 - 223.  
 [15] Frey R. Dependent Defaults in Models of Portfolio

- Credit Risk [Z]. Working Paper of Department of Mathematics, University of Leipzig. 2003.
- [16] Mashal R. and A. Zeevi, Beyond correlation: extreme co-movements between financial assets [Z]. Working Paper, Columbia Business School, 2002.
- [17] 詹原瑞, 韩铁, 马珊珊. 基于 copula 函数族的信用违约互换组合定价模型[J]. 中国管理科学, 2008, (1): 1 - 6.
- [18] 镇磊, 尹留志, 方兆本. 多项式 Copula 方法对市场相关结构的分析[J]. 中国管理科学, 2008, 16(3): 1 - 7.
- [19] DBS, DBS Credit Derivative Project[J]. Report, 2004.
- [20] Sklar A. Fonctions de repartition an dimensions et leurs marges[J]. Publication de l'Institut de Statistique de l'Universite de Paris, 1959, 8: 229 - 231.
- [21] Thierry Ane, Cecile Kharoubi. Dependence structure and risk measure[J]. The Journal of Business, 2003, 76(3): 412 - 438.
- [22] An 'e, T. Kharoubi. C.. Dependence Structure and Risk Measure[J]. Journal of Business. forthcoming, 2001, 14(1): 15 - 19.
- [23] Scaillet, O. A Nonparametric Analysis of Stock Index Return Dependence through Bivariate Copulas[J]. European Investment Review, 2002(1): 7 - 16.
- [24] Annalisa Di Clemente, Claudio Romano. Measuring and Optimizing Portfolio Credit Risk: A Copula-based Approach[Z]. Working Paper. Centro Interdipartimentale sul Diritto e l'Economia de. Mercati, Rome, Italy. 2004, No. 1.
- [25] Beatriz Vaz de Melo Mendes, Rafael Martins de Souza. Measuring Financial Risks with Copulas[J]. International Review of Financial Analysis, 2004, 13: 27 - 45.
- [26] 朱世武. 基于 Copula 的 VaR 度量与事后检验[J]. 数理统计与管理, 2007, (16): 984 - 991.
- [27] Elisa Luciano and Elena Vigna. A Note on Stochastic Survival Probabilities and Their Calibration[Z]. January 2005 (ICER WP 2005/1).
- [28] Embrechts, P. A.J. McNeil and D. Straumann. Correlation and Dependence in Risk Management: Properties and Pitfalls [M]. New York: Cambridge Univ. Press, 2001.
- [29] Mashal R., Naldi M., Tejwani, G.. The Implication of Implied Correlation[Z]. Lehman Brothers, Quantitative Credit Research, Working Paper, 2004.
- [30] Cherubini U., Luciano E., Vecchiato W.. Copula methods in finance [M]. Chichester, UK: John Wiley, 2004.
- [31] Frey R., McNeil A., Nyfeler M.. Copulas and Credit Models, Risk[J]. 2001, October, 111 - 114.

### Study on the Default Correlation Based on Risk Neural Copula

TONG Zhong-wen, HE Jian-min

(School of Economics & Management, South East University, Nanjing 211189, China)

**Abstract :** The estimation of default probability is a key of the IRB approach, and default correlation affects the default a little. Now most studies on it take asset correlation as substitution. Risk neural can reduce the estimation error from model risk. Here we design the risk neural Copulas according to the nature of CDSs, advance Copula choosing way and have an empirical analysis, then find the 8 freedom student t - Copula is the best.

**Key words :** default correlation; copula; risk neural