

考虑交易对手违约相关的脆弱期权定价

陈正声^{*1,2}, 秦学志¹

(1. 大连理工大学 工商管理学院, 辽宁 大连 116024;

2. 大连银行 风险管理部, 辽宁 大连 116001)

摘要: 探讨了脆弱欧式看涨期权定价过程中存在的交易对手间违约相关问题. 首先, 提出了交易对手间环形违约相关情形与市场风险因素共存时, 违约强度模型的构造. 其次, 利用绝对连续的测度变换方法得到了交易双方的联合违约密度函数. 数值分析结果表明: 当期权交易双方存在环形违约相关时, 脆弱期权的价格要低于只考虑存在单边违约风险的情形, 说明此种情况下的脆弱期权蕴含着较高的信用风险暴露. 另外, 模型对回收率的敏感性要强于已有模型.

关键词: 脆弱欧式看涨期权; 交易对手风险; 违约强度; 环形违约相关

中图分类号: F840 **文献标志码:** A

0 引言

脆弱期权(vulnerable option)为含有信用风险的金融衍生产品, 即含有信用风险的期权, 期权的卖方可能违约, 从而可能导致期权得不到履行^[1]. 金融交易过程中, 大多数交易均在场外市场完成. 场外交易的优点是合约的内容不受交易所限制, 交易双方可以自由商谈达成对双方都有利的合约; 缺点是会产生交易对手风险(也就是交易对手存在不履行合约的可能), 而交易所内的交易几乎不可能触发对手信用风险. 在金融市场上交易的场外期权, 由于没有诸如清算中心等第三方的担保, 均属脆弱期权, 而类似于保险合同这样的众多合约同脆弱金融衍生工具面临着相同的问题. 通常具有期权的支付形式, 并且没有信用中介担保的私人合约均属于脆弱期权^[1]. 另外, 场外市场交易的期权会受到标的资产价值的变动和利率风险的影响, 信用风险则随着期权交易对手方违约概率的变化而变化. 2008~2009年美国华尔街金融危机的爆发再次说明, 场外市场交易的衍生产品存在严重的潜在对手风险, 而对场外衍生产

品市场缺乏有效的监管使得一些信用衍生产品和证券化产品对金融危机的出现和扩散起到了推波助澜的作用. 因此, 准确定价在场外市场中交易的各类期权, 对于有效抵御金融危机的发生并配合场外市场的监管有着重要的意义.

近年来, 国外部分学者对相关问题进行了研究. 文献[2~4]在简约化模型框架下, 采用Cox过程对违约强度进行建模, 并考虑了相关的衍生证券定价问题, 但其模型忽视了交易对手风险因素的存在. Jarrow等^[5]在上述简约化模型的基础上, 提出了关于强度的违约相关模型, 进一步从交易对手的角度完善和推广了先前的简约化模型. Leung等^[6]在文献[5]工作的基础上, 探讨了具有交易对手风险的CDS(信用违约互换)定价问题, 但其忽视了利率风险的存在对交易双方违约强度的影响. Collin-Dufresne等^[7]以简约化模型为基础采用了绝对连续的测度变换的方法对违约证券给出了一般性的定价公式, 并对相关的衍生产品进行了实例研究. Johnson等^[8]首次探讨了含有信用风险的期权定价问题, 并引进脆弱期权这个术语定义含有交易对手违约风险的期权. Kang

收稿日期: 2009-04-04; 修回日期: 2011-05-04.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71171032); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20090041110009); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(DUT11RW202, DUT10ZD107, DUT10RW107).

作者简介: 陈正声^{*}(1981-), 男, 博士, E-mail: zhengshengchen@yahoo.com.cn; 秦学志(1965-), 男, 教授, 博士生导师.

等^[9]同样关注了 Jarrow 等^[5]的工作,将其方法应用于定价浮动利息票据(floating-rate notes)与脆弱期权,但其探讨的上述两个问题并没有考虑到交易对手间的环形违约相关情形。

本文在以上研究工作的基础上,考虑交易对手间信用风险状况的相互影响与市场风险因素共存时,脆弱欧式期权的定价问题。

1 模型

考虑在市场风险因素影响下,构建两个公司(B、C)间违约强度模型。刻画公司 B 违约时间的随机变量记为 τ_B ,公司 C 违约时间的随机变量记为 τ_C ; $1_{\{\tau^i \leq t\}}$, $i = B, C$, 表示公司 i 的违约示性函数:在发生违约时公司 i 的示性函数的值为 1, 否则为 0。在概率空间 $(\Omega, F, \{F_t\}_{t=0}^T, Q)$ 上,存在用来描述无违约期限结构变化的经济状态变量 X_t , 如利率 r_t 。

取 $F_t = \sigma(X_s) \cup \sigma(N_s^B) \cup \sigma(N_s^C)$ ($0 \leq s \leq t$), 为时刻 t 公司 B、C 所获得的由状态变量和违约过程的信息生成的滤子, 为一个 σ -代数。本文在 Lando^[2] 的 Cox 框架下定义违约时间, 则公司 i 的违约时间为

$$\tau^i = \inf\{t: \int_0^t \lambda_s^i ds \geq E^i\}$$

式中: E^i 表示相互独立的单位指数随机变量, λ_s^i 表示强度过程。因此, 公司 i 的条件存活概率, 即违约时间 τ^i 的分布为

$$P(\tau^i > T | F_t) = E_t^Q[e^{-\int_t^T \lambda_s^i ds} | F_t]$$

对于期限为 T 的风险折现债券 $D(t, T)$, 设 τ 为违约时间, R 为违约时的回收率, 由文献[2、3]知, t 时刻债券的价格为

$$\begin{aligned} D(t, T) &= E_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} (1_{\{\tau \geq T\}} + R 1_{\{\tau \leq T\}})] = \\ &RE_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} + (1 - R) \times \\ &E_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} 1_{\{\tau \geq T\}}]] \end{aligned}$$

由文献[2、5]有

$$E_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} 1_{\{\tau \geq T\}}] = E_t^Q[e^{-\int_t^T (r(s) + \lambda(s)) ds}]$$

到期日支付为 Z 的风险债券价格为

$$\begin{aligned} E_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} (1_{\{\tau \geq T\}} + R 1_{\{\tau \leq T\}}) Z] &= \\ RE_t^Q(e^{-\int_t^T r(s) ds} Z) &+ \end{aligned}$$

$$(1 - R) E_t^Q(e^{-\int_t^T (r(s) + \lambda(s)) ds} Z) \quad (1)$$

Ong^[10]指出:“度量信用风险的完美模型应该包含交易对手风险和市场风险因素,对于违约强度的建模时应考虑市场风险因素。”因此,本文考虑当交易对手风险与市场风险因素共存时,违约强度模型的构造。针对存在交易对手关系的公司 B、C,若公司 B 的违约概率很大程度上受到公司 C 的影响,另外,如果公司 C 又持有公司 B 发行的大量债券,此时便形成了环形违约相关情形,两公司 B、C 的信用状况对其间违约相关性的影响至关重要,其实质为两公司间违约强度的相互影响,具体表现为违约时强度表现出的跳跃。则关于公司 B 与 C 的违约强度模型:

$$\lambda_t^B = (b_0 + b_1 e^{c_3(\tau^C - t)} 1_{\{\tau^C \leq t\}} + b_2 r_t) 1_{\{t < \tau^B\}},$$

$$\lambda_t^C = (c_0 + c_1 e^{b_3(\tau^B - t)} 1_{\{\tau^B \leq t\}} + c_2 r_t) 1_{\{t < \tau^C\}} \quad (2)$$

式中: λ_t^B 为公司 B 的违约强度, τ^B 为违约时间; λ_t^C 为公司 C 的违约强度, τ^C 为违约时间, 且 c_i, b_i ($i = 0, 1, 2$) 均为常数; 利率 r_t 服从 Vasicek 模型, 即

$$dr_t = (\alpha - \beta r_t) dt + \sigma dW_1(t) \quad (3)$$

其中 α, β, σ 均为正数, $W_1(t)$ 为维纳过程。随机微分方程(3)的闭式解为

$$r_t = e^{-\beta t} r_0 + \frac{\alpha}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) + \sigma e^{-\beta t} \int_0^t e^{\beta s} dW_1(s)$$

设 $V(t, T)$ 为在 T 时刻具有 1 美元收益的无违约折现债券在 t 时刻的价格, 由 Vasicek^[11] 与 Shreve^[12] 的结论, 有

$$V(t, T) = A(t, T) e^{-B(t, T) r(t)}$$

其中

$$B(t, T) = \frac{1 - e^{-\beta(T-t)}}{\beta}$$

$$A(t, T) = e^{\frac{[B(t, T) - (T-t)](aq^2 - \sigma^2/2)}{\beta^2} - \frac{\sigma^2 B^2(t, T)}{4\beta}}$$

命题 1 违约强度模型满足式(2)时, 违约时间随机向量 $(\tau^B, \tau^C) \in [0, T] \times [0, T]$ 的联合违约密度函数 $f(t_1, t_2)$ 为

$$f(t_1, t_2) = \begin{cases} (b_0 + b_2 r(t_1))(c_0 + c_2 r(t_2)) \times \\ e^{-b_0 t_1 - c_0 t_2 - b_2 \int_0^{t_1} r(s) ds - c_2 \int_0^{t_2} r(s) ds + \frac{b_1 e^{c_3 t_2}}{c_3} (e^{-c_3 t_1} - 1)} & t_1 > t_2 \\ (c_0 + c_2 r(t_2))(b_0 + b_2 r(t_1)) \times \\ e^{-c_0 t_2 - b_0 t_1 - c_2 \int_0^{t_2} r(s) ds - b_2 \int_0^{t_1} r(s) ds + \frac{c_1 e^{b_3 t_1}}{b_3} (e^{-b_3 t_2} - 1)} & t_1 \leq t_2 \end{cases}$$

证明 设公司 B 与 C 的违约时间随机向量 (τ^B, τ^C) 的联合违约概率密度函数为 $f(t_1, t_2)$. 在此采用由文献[7]中提出的测度变换方法, 对联合违约密度函数进行计算, 定义测度变换为

$$Z_T = \frac{dP^i}{dQ} \Big|_{F_T} = 1_{\{\tau^i > T\}} e^{\int_0^T \lambda_i^i ds}; i = B, C$$

其中 $P^i (i = B, C)$ 为新的概率测度, 在 $[0, \tau^i]$ 上关于 Q 绝对连续, 在 $[\tau^i, +\infty)$ 上几乎处处为 0. 在新的测度 P^i 下, E^B, E^C 分别为测度 P^B, P^C 下的期望, 违约强度分别记为 $\lambda_t^B = b_0 + b_2 r_t (t < \tau^C)$, $\lambda_t^C = c_0 + c_2 r_t (t < \tau^B)$. 由以上结论, 在 $t_1 > t_2$ 时得到

$$P(\tau^B > t_1, \tau^C > t_2) = E[1_{\{\tau^B > t_1\}} 1_{\{\tau^C > t_2\}}] =$$

$$E^B[e^{-\int_0^{t_1} (b_0 + b_1 1_{\{\tau^C \leq s\}} + b_2 r(s)) ds} 1_{\{\tau^C > t_2\}}] =$$

$$E^B[e^{-b_0 t_1 - b_1 (t_1 - \tau^C) 1_{\{\tau^C \leq t_1\}} - b_2 \int_0^{t_1} r(s) ds} 1_{\{\tau^C > t_2\}}] =$$

$$A(t_1, t_2) + B(t_1, t_2)$$

其中

$$A(t_1, t_2) = e^{-(b_0 + b_1)t_1 - b_2 \int_0^{t_1} r(s) ds} \int_{t_2}^{t_1} [(c_0 + c_2 r(u)) \times$$

$$e^{-(c_0 - b_1)u - c_2 \int_0^u r(s) ds}] du$$

$$B(t_1, t_2) = e^{-b_0 t_1} \int_{t_1}^{+\infty} (c_0 + c_2 r(u)) e^{-c_0 u - c_2 \int_0^u r(s) ds} du$$

则

$$f(t_1, t_2) = \frac{\partial P(t_1, t_2)}{\partial t_1 \partial t_2} = \frac{\partial A(t_1, t_2)}{\partial t_1 \partial t_2} + \frac{\partial B(t_1, t_2)}{\partial t_1 \partial t_2} =$$

$$[b_0 + b_2 r(t_1)][c_0 + c_2 r(t_2)] \times$$

$$e^{-b_0 t_1 - c_0 t_2 - b_2 \int_0^{t_1} r(s) ds - c_2 \int_0^{t_2} r(s) ds + \frac{b_1 e^{c_3 t_2}}{c_3} (e^{-c_3 t_1} - 1)}$$

同理得到 $t_1 \leq t_2$ 时, $f(t_1, t_2)$ 的表达式. 故命题成立.

2 脆弱欧式看涨期权的定价

2.1 模型的建立

Johnson 等^[8]和 Klein 等^[13,14]分别探讨了含有信用风险的期权定价问题. 本节采用文献[13、14]中提出、在文献[9]中应用的含有交易对手风险的脆弱期权定价公式, 并在 Kang 等^[9]采用的文献[5]提出的违约强度模型的基础上, 考虑期权的持有者同期权的开立者之间形成的环形违约相关情形.

采用非线性环形违约强度模型式(2), 其中公司 B 为期权的持有者, 公司 C 为期权的开立者,

公司 B 的违约强度同公司 C 及利率相关.

在等价鞅测度 Q 下, 脆弱欧式看涨期权的标的资产的价格 $S(t)$ 服从

$$dS(t) = r(t)S(t) + \sigma_S S(t) dW_2(t) \quad (4)$$

其中 $W_2(t)$ 为标准的维纳过程, 利率 r_t 满足式(3), 并且协方差 $\text{cov}(\sigma_S dW_2, \sigma dW_1) = \omega \sigma \sigma_S dt$, σ, σ_S, ω 均为正常数. 由式(1)知, 脆弱欧式看涨期权在时刻 t 的价格为

$$\begin{aligned} C(t, T) &= E_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} (1_{\{\tau^B \geq T\}} + R 1_{\{\tau^B \leq T\}}) \times \\ &\quad (S(T) - K)^+] = \\ &= RE_t^Q[e^{-\int_t^T r(s) ds} (S(T) - K)^+] + \\ &\quad (1 - R) E_t^Q[e^{-\int_t^T (r(s) + \lambda^B(s)) ds} \times \\ &\quad (S(T) - K)^+] \end{aligned} \quad (5)$$

其中 $S(T)$ 为标的资产到期时的价格, K 为执行价格. 得到如下命题.

命题 2 设标的资产的价格 $S(t)$ 服从式(4), 利率服从式(3), 且满足 $\text{cov}(\sigma_S dW_2, \sigma dW_1) = \omega \sigma \sigma_S dt$, 其中 σ, σ_S, ω 均为正常数. 违约强度模型取为式(2). 则在交易对手违约相关及市场风险因素共同作用下, 脆弱欧式看涨期权价格为

$$\begin{aligned} C(t, T) &= R[S(t)N(d_1) - KV(t, T)N(d_2)] + \\ &\quad (1 - R)e^{-b_0(T-t)} PH \left[\frac{S(t)}{V(t, T)} e^L \times \right. \\ &\quad \left. N(d_3) - KN(d_4) \right] \end{aligned} \quad (6)$$

其中 R 为回收率, $N(\cdot)$ 为标准正态分布函数,

$$P = E_t^Q[e^{-\int_t^T b_2 1_{\{\tau^C \leq u\}} du}]$$

$$H = e^{-(1+b_2)\bar{R}(t, T) + \frac{1}{2}(1+b_2)^2 \sigma_R^2(t, T)}$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S(t)}{KV(t, T)} + \frac{1}{2} \text{var}(Z_T)}{\sqrt{\text{var}(Z_T)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sqrt{\text{var}(Z_T)}$$

$$d_3 = \frac{\ln \frac{S(t)}{KV(t, T)} + \frac{1}{2} \text{var}(Z_T) - L}{\sqrt{\text{var}(Z_T)}}$$

$$d_4 = d_3 - \sqrt{\text{var}(Z_T)}$$

$$\bar{R}(t, T) = E_t^Q \left[\int_t^T r(u) du \right] = \frac{\alpha}{\beta} (T - t) +$$

$$\frac{\beta r(t) - \alpha}{\beta^2} [1 - e^{-\beta(T-t)}]$$

$$\sigma_R^2(t, T) = \text{var} \left[\int_t^T r(u) du \right] = \frac{\sigma^2}{2\beta} [2\beta(T-t) +$$

$$4e^{-\beta(T-t)} - e^{-2\beta(T-t)} - 3]$$

$$\text{var}(Z_T) = \sigma_R^2(t, T) + \sigma_S(T - t) + 2\gamma$$

$$Z_T = \sigma_S \int_t^T dW_2(u) + \int_t^T r(u)du$$

$$\gamma = \text{cov}\left(\sigma_S \int_t^T dW_2(u), \int_t^T r(u)du\right) =$$

$$\frac{\omega\sigma\sigma_S}{\beta}[(T-t) - \frac{1}{\beta}(1 - e^{-\beta(T-t)})]$$

$$L = -b_2(\sigma_R^2(t, T) + \gamma)$$

证明 设公司 B 为期权的持有者,公司 C 为开立者,由命题 1 得到,违约时刻的随机向量 $(\tau^B, \tau^C) \in [0, T] \times [0, T]$ 的联合违约密度函数为 $f(t_1, t_2)$.

对于式(6)的计算,首先

$$E_t^Q[e^{-\int_t^T(r(s) + \lambda^B(s))ds}(S(T) - K)^+] =$$

$$e^{-b_0(T-t)}PE_t^Qe^{-\int_t^T(1+b_2)r(s)ds}(S(T) - K)^+$$

其中 $P = E_t^Qe^{-\int_t^Tb_11_{\{\tau^C \leq u\}}du}$,对于 P 的计算将转化为关于积分的计算,在此采用 Richard 等^[15] 的复合 Simpson 公式及 Monte Carlo 模拟技术求其数值解.

进一步得到

$$E_t^Q[e^{-\int_t^T(1+b_2)r(s)ds}(S(T) - K)^+] =$$

$$E_t^Qe^{-(1+b_2)R_T}E_t^Q(e^{\ln S(t) + \frac{\sigma_S^2}{2}(T-t) + Z_T - (1+b_2)\text{cov}(Z_T, R_T)} - K)^+ \tag{7}$$

由利率 r_t 满足的随机微分方程(3) 的显式解得到

$$\text{cov}(Z_T, R_T) = \text{var}(R_T) + \frac{\omega\sigma\sigma_S}{\beta}[(T-t) -$$

$$\frac{1}{\beta}(1 - e^{-\beta(T-t)})]$$

其中 $Z_T = \sigma_S \int_t^T dW_2(u) + \int_t^T r(u)du, R_T = \int_t^T r(u)du$. 最后,式(7)中关于对数正态过程的期望值为欧式期权的标准形式,故采用 Black-Scholes定价公式的经典推导方法(见文献[16]),得到脆弱欧式看涨期权定价公式(7).

2.2 定价结果对比分析

为同文献[9]中的结果进行比较,本文采用文献[9]中参数的设置,即对于脆弱期权的持有者公司 B,其违约强度表达式中的参数取为 $b_0 =$

$0.038, b_1 = 0.5, b_2 = -0.1$. 并取 $c_1 = 0.5, c_2 = -0.1, \alpha = 0.04, \beta = 0.8, \sigma = 0.03, \omega = 0.6, T - t = 0.5$,利率的初值为 $r_0 = 0.04$. 经过数值计算得到的结果见表 1~3.

表 1 对应不同回收率的脆弱欧式看涨期权价格($S=100, K=90$)

Tab.1 The price of vulnerable European call option for different recovery rate ($S=100, K=90$)

c_0	C					
	R=0.2		R=0.6		R=0.8	
	本文	文献[9]	本文	文献[9]	本文	文献[9]
0.002	7.354	12.041	8.273	12.121	11.461	12.162
0.020	7.320	12.032	8.244	12.117	11.435	12.160
0.040	7.311	12.021	8.231	12.111	11.423	12.150
0.060	7.302	12.010	8.223	12.106	11.417	12.154
0.100	7.289	11.988	8.211	12.095	11.403	12.149
0.280	7.278	11.895	8.198	12.049	11.396	12.125

表 2 对应不同回收率的脆弱欧式看涨期权价格($S=100, K=100$)

Tab.2 The price of vulnerable European call option for different recovery rate ($S=100, K=100$)

c_0	C					
	R=0.2		R=0.6		R=0.8	
	本文	文献[9]	本文	文献[9]	本文	文献[9]
0.002	2.547	4.156 2	3.168	4.183 7	3.714	4.197 4
0.020	2.508	4.152 9	3.137	4.182 0	3.702	4.196 6
0.040	2.487	4.149 1	3.120	4.180 1	3.684	4.195 5
0.060	2.441	4.145 3	3.109	4.178 2	3.661	4.194 7
0.100	2.420	4.137 9	3.088	4.174 5	3.645	4.192 8
0.280	2.405	4.105 7	3.071	4.158 4	3.623	4.184 8

表 3 对应不同回收率的脆弱欧式看涨期权价格($S=100, K=110$)

Tab.3 The price of vulnerable European call option for different recovery rate ($S=100, K=110$)

c_0	C					
	R=0.2		R=0.6		R=0.8	
	本文	文献[9]	本文	文献[9]	本文	文献[9]
0.002	0.423	0.657 9	0.581	0.662 2	0.617	0.664 3
0.020	0.401	0.657 4	0.569	0.662 0	0.602	0.664 2
0.040	0.392	0.656 8	0.543	0.661 7	0.593	0.664 1
0.060	0.381	0.656 2	0.527	0.661 4	0.581	0.663 9
0.100	0.369	0.655 0	0.511	0.660 8	0.568	0.663 6
0.280	0.352	0.649 9	0.496	0.658 2	0.554	0.662 4

分别对脆弱期权的实值、平值和虚值 3 种状态进行比较. 从表 1~3 的对比结果发现, 对于给定的回收率, 由于环形违约相关的存在, 随着期权卖方违约概率的增加, 脆弱期权的价格逐渐降低, 这一点同文献[9]的结果相一致. 本文模型得到的脆弱期权的价格要低于文献[9]的对应价格, 表明采用了非线性环形违约强度模型式(2)的期权定价模型揭示出合约蕴含着更高的违约风险. 另外, 由表 1~3 可见, 对于不同的回收率, 采用非线性环形违约强度模型式(2)的定价模型对脆弱期权价格的影响要强于文献[9]中的定价模型(对于回收率的不同取值, 其定价模型的结果仅以 0.001 或 0.01 为单位变化, 而本文模型结果以 1 或 0.1 为单位变化), 说明本文模型对于回收率的敏感性要强于文献[9]中的模型.

表 4 中回收率 $R=0.6$. 由分析结果可以看到: 在给定对手方的违约概率时, 随着标的资产收益率的波动率的增加, 脆弱欧式看涨期权的价格逐渐增加; 在给定波动率时, 随着对手方违约概率的增加, 脆弱期权的价格逐渐降低. 由此可知, 当标的资产的收益率的波动率上升时, 脆弱欧式看涨期权的价格上升, 但脆弱期权的持有人在到期前还面临着卖方形成的信用风险, 使得随着违约风险的逐渐提升, 脆弱期权的价格将逐渐降低.

表 4 对应不同标的资产波动率的脆弱欧式看涨期权价格

Tab. 4 The price of vulnerable European call option for different volatility of underlying asset

c_0	C		
	$\sigma_S=0.05$	$\sigma_S=0.15$	$\sigma_S=0.35$
0.002	9.765	13.674	17.392
0.010	9.753	13.557	17.384
0.050	9.729	13.541	17.373
0.200	9.687	13.529	17.359

表 5 中回收率 $R=0.6$. 从结果可以看到, 对于给定的回收率与相关系数, 随着期权开立者违约概率的增加, 脆弱期权的价格逐渐降低. 相关系数的绝对值越大, 则利率与标的资产间的相互影响就越大. 从其变化趋势可知, 对于给定对手方的违约概率, 随着利率与标的资产间变化趋势的同

向性逐渐增强, 脆弱欧式看涨期权的价格将逐渐升高.

表 5 对应不同相关系数的脆弱欧式看涨期权价格

Tab. 5 The price of vulnerable European call option for different correlation coefficients

c_0	C				
	$\omega=-0.7$	$\omega=-0.3$	$\omega=0$	$\omega=0.3$	$\omega=0.7$
0.002	3.934	5.943	6.950	7.957	9.966
0.010	3.922	5.931	6.938	7.945	9.954
0.050	3.902	5.912	6.918	7.925	9.934
0.200	3.825	5.834	6.841	7.848	9.857

3 结 语

金融危机在全球范围内的传导和肆虐, 一再警示了信用违约相关度量及风险传导机理甄别的重要性. 本文在设定违约强度同市场风险因素相关的情形下, 考察了含有交易对手违约风险的脆弱欧式看涨期权定价问题. 采用简约化模型对脆弱欧式看涨期权的定价进行了研究, 定价结果对比分析表明: 本文提出的非线性环形违约强度模型揭示了交易对手间信用状况的相互作用对定价结果的影响, 并可作为研究违约相关问题的一种有效方法. 另外, 此次金融危机也暴露出与金融衍生产品的定价和交易过程相伴随的严重的信息不对称问题, 其对金融衍生品定价和风险管理的影

参考文献:

[1] COSSIN D, PRRIOTTE H. 高级信用风险分析 [M]. 殷剑峰, 王唯翔, 程 炼, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2005

[2] LANDO D. On Cox processes and credit risky securities [J]. **Review of Derivatives Research**, 1998, **11**(2): 99-120

[3] LANDO D. Three essays on contingent claims pricing [D]. New York: Cornell University, 1997

[4] DUFFIE D, SINGLETON K. Modeling term structures of defaultable bonds [J]. **Review of Financial Studies**, 1999, **12**(4): 687-720

[5] JARROW R A, YU F. Counterparty risk and the

pricing of defaultable securities [J]. **Journal of Finance**, 2001, **56**(5):1765-1799

[6] LEUNG S Y, KWOK Y K. Credit default swap valuation with counterparty risk [J]. **Kyoto Economic Review**, 2005, **74**(1):25-45

[7] COLLIN-DUFRESNE P, GOLDSTEIN R S, HUGONNIER J. A general formula for valuing defaultable securities [J]. **Econometrica**, 2004, **72**(5):1377-1407

[8] JOHNSON H, STULZ R. The pricing of options with default risk [J]. **Journal of Finance**, 1987, **XLII**(2):267-280

[9] KANG J, KIM H S. Pricing counterparty default risks: Applications to FRN and vulnerable options [J]. **International Review of Financial Analysis**, 2005, **14**(3):376-392

[10] ONG M K. 内部信用风险模型 [M]. 李志辉, 译. 天津:南开大学出版社, 2005

[11] VASICEK O. An equilibrium characterization of the term structure [J]. **Journal of Financial Economics**, 1977, **5**(2):177-188

[12] SHREVE S E. **Stochastic Calculus for Finance II** [M]. New York:Springer, 2004

[13] KLEIN P. Pricing Black-Scholes options with correlated credit risk [J]. **Journal of Banking and Finance**, 1996, **20**(7):1211-1229

[14] KLEIN P, INGLIS M. Valuation of European options subject to financial distress and interest rate risk [J]. **The Journal of Derivatives**, 1999, **6**(3):44-56

[15] RICHARD L, DOUGLAS J. **Numerical Analysis** [M]. 7 版. 冯烟利, 朱海燕, 译. 北京:高等教育出版社, 2005

[16] MUSIELA M, RUTKOWSKI M. **Martingale Methods in Financial Modeling** [M]. New York: Springer-Verlag, 1997

Pricing of vulnerable option with counterparty correlated default risk

CHEN Zheng-sheng^{*1,2}, QIN Xue-zhi¹

(1. School of Business Administration, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;
2. Department of Risk Management, Bank of Dalian, Dalian 116001, China)

Abstract: The problem of counterparty correlated default risk existing in the pricing of vulnerable European call option is investigated. Firstly, the looping default intensity model under coexistence of counterparty credit risk between the situation of mutual influence and market risk is put forward. Secondly, the joint default density function with the method of absolutely continuous change of measures is established. The numerical analysis results show that when the parties of the transaction of option are in the situation of looping correlated default, the price of vulnerable option is lower than that under one side default risk. This case implies that vulnerable option contains high credit risky exposure. In addition, the recovery rate sensitivity of the model is stronger than that of the existing model.

Key words: vulnerable European call option; counterparty risk; default intensity; looping correlated defaults