

规避通胀风险的 结构性理财产品设计与定价

崔海蓉^{1,2}, 何建敏¹, 胡小平¹

1 东南大学 经济管理学院, 南京 211189

2 南京信息工程大学 经济管理学院, 南京 210044

摘要:在资产通胀风险日益增加的背景下,如何设计出更加符合市场的结构性理财产品并给予其合理定价是目前亟待解决的问题。运用金融工程组合分解技术构建一种创新型幂式双障碍敲出期权,该期权可以作为银行结构性理财产品的内嵌期权,从而获得一种创新型幂式双障碍理财产品,运用风险中性定价理论将复平面的围道积分应用于Laplace逆变换给出期权定价模型,以中国银行HJB0903v为例,研究中国规避通胀风险的黄金挂钩双障碍理财产品定价的合理性,并分析黄金价格波动对HJB0903v触及障碍的概率和理论价格的影响。研究结果表明,产品发行价格稍高于其理论价值,隐含溢价率为0.81%;波动率的增加使触及障碍的概率增加,使理论价格先小幅增加后大幅降低,最终趋于某一稳定值。

关键词:结构性理财产品;幂式双障碍敲出期权;组合分解技术;风险中性定价;通货膨胀风险

中图分类号:F830.95

文献标识码:A

文章编号:1672-0334(2012)02-0105-07

1 引言

近年来,结构化产品(structured products, SPs)在国际金融市场上获得较快发展,它们通常将现货市场元素(如债券或股票)与金融衍生产品(如期权)进行整合,因此品种繁多。在中国,结构化产品主要以商业银行发行的结构性理财产品为主,其发展曾一度受到金融危机影响。随着全球经济企稳回升,结构性理财产品再度崛起,且呈现逐渐增多趋势。从理论上说,结构性理财产品的可能结构种类是无限的,其复杂程度也必然日益上升,这将给投资者准确评价产品投资价值 and 识别产品中所含风险以及发行者精确定价带来更大难度。因此,在后金融危机时代资产通货膨胀风险日益增加的背景下,如何结合当前金融市场环境,考虑投资者和发行者的不同需求,设计出更加符合市场的结构性理财产品,并给予其合理定价是当前亟待解决的问题。

2 相关研究评述

国外结构化产品的研究主要包括以下两方面。

一是从发行者角度对结构化产品的定价进行理论和实证研究。国外结构化产品市场(如德国、瑞士和美国)通常存在一级和二级市场,投资者在一级市场购买产品,在二级市场可将持有产品卖回给发行商。一些实证研究表明,产品开始报价通常高于其理论价值,但随着到期日的临近,市场价格逐渐降低,甚至可能会低于理论价值,即服从Stoimenov等^[1]提出的生命周期假说。Benet等^[2]研究美国反向可交换债券时发现有利于发行机构的重要价格偏差;Burth等^[3]的研究表明,以瑞士蓝筹股为标的的199个反向可转债和76个折扣债券平均存在1.91%的溢价率;Wallmeier等^[4]认为,瑞士468个具有敲出特征的多资产反向可转债平均至少有3.4%的溢价率;Muck^[5-6]和Wilkins等^[7]研究德国第一代杠杆产品(基本上等价于一个单边期权)时发现有利于发行者的正额外费用,然而Muck认为资产价格的跳跃风险可以部分解释这种附加费用的合理性;Entrop等^[8]和Rossetto等^[9]研究德国第二代杠杆产品时得到相似结论;Wang等^[10]运用一个含有系统性跳跃风险的

收稿日期:2011-04-28 修返日期:2011-07-05

基金项目:国家自然科学基金(71071034)

作者简介:崔海蓉(1977-),女,江苏徐州人,东南大学经济管理学院博士研究生、南京信息工程大学经济管理学院讲师,研究方向:金融工程和风险管理等。E-mail:cuihair@yahoo.cn

Heath-Jarrow-Morton 模型定价美元敲出反向互换,也发现有利于发行者的定价机制,并认为系统性跳跃风险对美元敲出反向互换的估值具有重要影响。

二是从投资者角度研究某些结构化产品的设计结构以及它们受欢迎的原因。Shefrin 等^[11]从行为金融角度分析创新型产品的设计问题;Breuer 等^[12]使用累积期望理论估计折扣债券和反向可转债对投资者的吸引力问题,结果表明投资者对这些产品都不是很感兴趣,因为他们对低于产品名义价值的支付赋予很小的概率,然而反向可转债可能被具有有限理性的投资者选择,因为他们对确定性的息票支付赋予很高的权重;Dichtl 等^[13]支持 Shefrin 等^[11]和 Breuer 等^[12]运用前景理论或累积前景理论研究产品的流行度问题,认为前景理论或累积前景理论能够很好地解释本金保护型产品受欢迎的原因;Grünbichler 等^[14]认为,假如资本市场的利息率非常低,那么许多投资者将对 SPs 的息票支付产生极大的兴趣,但却不能对产品中所含风险进行正确评估;Rieger^[15]和 Hens 等^[16]认为,从完全理性投资者角度来看,应该更加偏好资本保护型产品,因而预期效用理论可以解释资本保护型产品受欢迎的原因,但由于现实中投资者的有限理性和某些行为特征,他们常常对产品的触及障碍概率做出错误估计,因而使一些在理性投资者看来不是最优的 SPs 也具有很大吸引力;Döbeli 等^[17]也提出了与 Rieger^[15]和 Hens 等^[16]类似的观点。

从中国的研究来看,由于结构化产品在中国发展时间较短,只是近几年才开始起步,所以对这一问题的研究还不多且不深入。现有研究主要是对理财产品的发行情况、市场规模加以描述以及对不同产品的种类和结构进行分析,对产品定价的研究还比较少。康朝锋等^[18]使用可赎回债券定价方法为2004年初发行的外汇结构性存款进行定价,认为实际价格高于理论价值,将此差别归结为由于国家信用作为担保而导致的商业银行道德风险;孙兆学^[19]针对投资者对黄金价格涨跌的不同预期,在 Black-Scholes 框架下应用蒙特卡罗模拟研究一款黄金挂钩结构化产品的定价;王增武等^[20]在不确定性框架下研究结构化金融产品的定价和投资问题,并将不确定性参数对产品定价和投资决策的影响进行敏感性分析,认为随着不确定性程度的提高,产品的定价水平也随之提高;崔海蓉等^[21]运用行为金融学相关理论,从发行者和投资者视角对结构化产品进行设计,并给出解析定价公式。

综上所述,现有文献大多是针对目前市场上已有的产品进行研究,分析其理论价格与市场价格的差异以及它们受欢迎的原因。然而,随着金融市场环境和市场需求的变化,产品需要不断创新以适应新的挑战,尤其是在后金融危机时代资产的通胀风险日益增加的背景下,设计出更加符合投资者或发行者需求的产品具有重要现实意义。本研究根据目前宏观经济环境和微观市场需求从设计结构性理财产

品的内嵌期权入手,构建一种创新型幂式双障碍敲出期权,得到解析定价公式,进而获得一种创新型幂式双障碍理财产品;以中国银行HJB0903V为例研究中国规避通胀风险的黄金挂钩双障碍结构性理财产品定价的合理性,以期为投资者准确评价产品投资价值提供有益参考。

3 创新型幂式双障碍期权定价模型

随着金融市场不断发展,各种新型期权层出不穷,其中障碍期权(尤其是双障碍期权)以其结构简明、风险可控且具有较低权益价格颇受投资者青睐,逐渐成为当前中国银行结构性理财产品的重要组成部分。幂期权同样也是一种常见的新型期权,通常可对冲非线性风险,如波动率风险等,普通期权可看做其特例(关于幂期权可参看文献 Blenman 等^[22]和赵巍等^[23]的研究)。

障碍期权的定价研究由来已久,在固定利率假设下,Merton^[24]和 Rubinstein 等^[25]分别获得向下敲出看涨期权和普通香草障碍期权的闭合解;Park 等^[26]运用匹配渐进展开法给出随机波动率条件下障碍期权的解析定价公式;Cai 等^[27]运用一个灵活的跳跃扩散模型定价双障碍期权;Milev 等^[28]给出离散双障碍期权的数值估值方法;Kunitomo 等^[29]、Geman 等^[30]和 Pelsser^[31]获得了定价双障碍期权的不同解析公式,其中 Pelsser^[31]将复平面上的围道积分应用于 Laplace 逆变换具有一定的独特性。本研究运用金融工程组合分解技术,将幂期权和双障碍敲出期权结合,进一步推广 Pelsser^[31]的方法,构建一种创新型幂式双障碍敲出期权的定价模型。

考虑一个幂式双障碍敲出期权,下障碍为 L ,上障碍为 U ,标的资产为 S 。若期权有效期内标的资产价格始终位于下障碍与上障碍之间,到期支付为 $|S_T^\alpha - K|^\beta$, α 和 β 为幂次, $\alpha \in \mathbb{Z}^+$, $\beta \in \mathbb{Z}^+$, T 为期末时间, K 为执行价格。若上障碍首先被触及或下障碍首先被触及,到期支付为零。

为建立定价模型,应用无套利风险中性定价技术,并做如下假设。

(1) 市场无摩擦,即交易费用为零,无税收,标的资产不存在分红,交易双方不存在违约风险;

(2) 在唯一的风险中性概率测度 Q 下,标的资产价格连续变动,服从几何布朗运动,根据伊藤引理,标的资产对数 $\ln S_t$ 满足如下随机微分方程,即

$$d\ln S_t = v dt + \sigma dW_t \quad (1)$$

其中, t 为时间; S_t 为标的资产 S 在 t 时刻的价格; v 为漂移率, $v = r - \frac{\sigma^2}{2}$; r 为无风险利率; σ 为固定波动率, $\sigma > 0$; W_t 为一个标准布朗运动。

基于上述假设,在开始时刻 t_0 , 幂式双障碍敲出期权的价值 $V_{PDBO}(t_0)$ 为

$$V_{PDBO}(t_0) = e^{-r(T-t_0)} \{ |S_T^\alpha - K|^\beta \}_{\tau > T} + 0 \}_{\tau \leq T} \quad (2)$$

其中, τ 为时间 t 的随机变量, $\tau = \inf\{t \geq t_0 : S_t \geq U \text{ 或者 } S_t \leq L\}$ 。

为方便估值,进一步做如下假设,即不失一般性的,令 $z_t = \ln \frac{S_t}{L}$,对过程 z_t (以下简称过程 z)来说,下障碍为0,上障碍为 $u, u = \ln \frac{U}{L}$,若过程 z 触及两障碍中的任何一个则立即终止。

Cox等^[32]以傅立叶级数形式给出过程 z 从时刻 t 一直存活到时刻 s 的转移概率密度 $p(t, x; s, y)$ ($t \leq s$ 并且 $0 \leq x \leq u, 0 \leq y \leq u$),即

$$p(t, x; s, y) = e^{\frac{x}{\sigma^2}(y-x)} \frac{2}{u} \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\lambda_k(s-t)} \sin(k\pi \frac{x}{u}) \sin(k\pi \frac{y}{u}) \quad (3)$$

其中, x 为过程 z 在 t 时刻的状态, y 为过程 z 在 s 时刻的状态, $\lambda_k = \frac{1}{2}(\frac{v^2}{\sigma^2} + \frac{k^2 \pi^2 \sigma^2}{u^2}), k \in \mathbb{Z}^+$ 。

那么,此时(2)式具有如下形式,即

$$V_{PDBO}(t_0) = e^{-r(T-t_0)} \int_0^u |(Le^y)^\alpha - K|^\beta p(t_0, x; T, y) dy \quad (4)$$

令 $(Le^y)^\alpha - K = 0$,求出 $y = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{K}{L^\alpha}$ 。若记 $c \triangleq \frac{1}{\alpha} \ln \frac{K}{L^\alpha}$ ($0 \leq c \leq u$),并将(3)式代入(4)式整理得

$$V_{PDBO}(t_0) = e^{-r(T-t_0)} \left\{ \sum_{i=0}^{\beta} C_\beta^i (-L)^{\alpha i} K^{\beta-i} [Q(\alpha, c) - Q(\alpha, 0)] + \sum_{i=0}^{\beta} C_\beta^i L^{\alpha i} (-K)^{\beta-i} [Q(\alpha, u) - Q(\alpha, c)] \right\} \quad (5)$$

其中, $i \in \mathbb{Z}^+$,二元函数 $Q(\cdot, \cdot)$ 的形式为

$$Q(b, y) \triangleq \int e^{by} p(t_0, x; T, y) dy = \frac{2}{u} e^{\frac{x}{\sigma^2}(y-x)} e^{by} \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\lambda_k(T-t_0)} \sin(k\pi \frac{x}{u}) \cdot \left[\frac{(\frac{v}{\sigma^2} + b) \sin(k\pi \frac{y}{u}) - \frac{k\pi}{u} \cos(k\pi \frac{y}{u})}{(\frac{v}{\sigma^2} + b)^2 + \frac{k^2 \pi^2}{u^2}} \right] \quad (6)$$

其中, b 为二元函数 $Q(\cdot, \cdot)$ 的第一个自变量。

将上述幂式双障碍敲出期权作为结构性理财产品的内嵌期权,可以得到一种新型结构性理财产品,以下简称幂式双障碍理财产品。幂式双障碍理财产品的标的资产若选择黄金、石油或股指等,不仅可以对抗通货膨胀带来的风险,还可以规避标的资产价格变动的非线性风险。例如某一投资者拥有一金融资产,物价上涨可能使资产的价值减少,此时若投资者购买相应数量的挂钩于国际黄金价格的幂式双障碍理财产品,那么他就可以部分规避因物价上涨而使资产价值下降的风险。

与所有结构性理财产品一样,幂式双障碍理财产品面临的风险主要包括市场风险、信用风险、流动性风险、汇率风险等。此外,由于该理财产品属于触发

式产品,最终收益主要取决于观察期内标的资产价格的波动情况以及区间(上、下障碍)的设置。因此,幂式双障碍理财产品的风险还包括上、下障碍设定风险。

所谓上、下障碍设定风险是指银行因对标的资产的走势做出错误预测,从而导致上、下障碍设定不当所引起的产品收益率降低甚至亏损的可能,这主要表现在两方面。一是上、下障碍数值大小相对于标的资产价格水平有较大差异,使标的资产价格最终落入上、下障碍之间的可能性较小。二是上、下障碍的数值差额(即预设区间大小)不合理,如果区间过小,理财产品敲出概率较高,导致产品收益较低;如果区间过大,又会给银行本身资金操作带来困难,从而加大银行违约风险。

对于幂式双障碍理财产品,上、下障碍设定风险一旦发生,由于其中幂期权的作用,这种风险将会进一步放大,因此发行银行精确预测标的资产在观察期内的价格走势,并合理设定产品上、下障碍数值是规避其他风险的前提。

4 实证分析

国际金融危机后,各国经济从萧条走向缓慢复苏,普遍有通胀预期。由于通货膨胀金融产品具有独特的风险结构特征,对于规避通货膨胀风险有天然的优势和不可替代的作用,因此通货膨胀结构化产品一经推出,即在市场上广为流行。在中国,由于与黄金挂钩的结构化理财产品可部分规避通胀风险,广受投资者欢迎。这些产品大部分嵌入了双障碍敲出期权,即在协议投资期间设定价格范围,若国际黄金价格在此范围内波动,投资者将获得较高收益,否则只能获得本金或较少收益。中国银行“汇聚宝”系列产品历史最久,规模较大,在同类产品中占有较大市场份额,其中HJB0903v是热门黄金挂钩产品之一,年化收益率超过7%,因此选取HJB0903v为研究对象,以使研究更具普遍意义。

4.1 产品特征

为叙述和计算方便,假设开始时刻 $t_0 = 0$ 。

HJB0903v挂钩彭博社(Bloomberg)“GOLDLNP Index”版面公布的每盎司黄金定盘价(以美元计),本金为澳大利亚元,无提前终止协议。投资期限从2009年3月25日至2009年9月25日,实际观察期为2009年3月25日至2009年9月22日,在计算中将忽略投资期与观察期的差异,即认为到期时刻 $T = 0.50$ 。上障碍 U 为 $1.20S_0$,下障碍 L 为 $0.80S_0$, S_0 为期初价格,是2009年3月24日(基准日)每盎司黄金定盘价。在观察期内,若标的资产价格位于两障碍之间,投资者获得 $0.75|1 - \frac{S_T}{S_0}|$ 的年收益率, S_T 为期末价格;若上障碍首先被触及或下障碍首先被触及,投资者只能获得0.36%的年收益率。支付结构如图1所示。

显然,HJB0903v只简单地嵌入了一个双障碍敲出期权,不含幂期权,即 $\alpha = \beta = 1$,与上面设计的幂式双

障碍理财产品相比, HJB0903v 不能对冲类似于波动率风险的非线性风险。

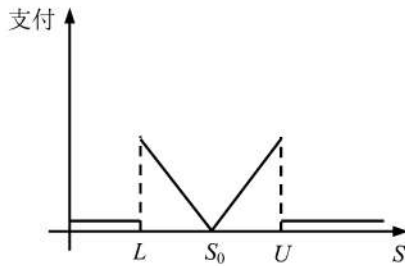


图1 HJB0903v 的支付结构
Figure 1 Payoff of HJB0903v

4.2 研究目标和假设

实证研究的目的是检验 HJB0903v 的发行价格相对于其理论价值是否被高估。

一方面, 中国结构性理财产品不进行公开交易, 银行通常将投资本金的一个单位作为每份合约价格, 并且制定最低认购金额和最低累积金额, 所以当产品发行时, 即使发行价格高于其理论价值, 投资者通常很难觉察到; 另一方面, 现阶段产品的复杂性逐渐增加, 甚至许多产品嵌入了奇异期权(如障碍、多资产、彩虹等), 这将增加发行者对冲成本, 但是当产品发行时, 银行仍声称不收取任何费用。因此可以假设在这种定价方式下, 产品的价格是被高估的。

下面将基于前述定价模型计算产品理论价值, 并检验本研究的假设。

4.3 参数确定

每盎司黄金定盘价来源于彭博社(Bloomberg)网站, $S_0 = 923.75$ 美元/盎司, $L = 0.80S_0 = 739$ 美元/盎司, $U = 1.20S_0 = 1108.50$ 美元/盎司。由于中国各家商业银行澳元存款利率不同, 选取四大国有商业银行一年期澳元存款利率转换为连续复利后取平均值 $r = 2\%$ 作为无风险利率, 利率数据来源于四大银行网站。

现有研究通常采用隐含波动率计算嵌入期权的理论价值, 但这种方法常会出现所选交易期权的执行价格和到期时间与之不完全匹配的现象, 尤其是障碍期权, 它们不仅取决于执行价格, 而且还有障碍水平, 因此使用历史数据估计波动率更好^[33]。GARCH 模型通常适合较短期限的波动率预测(如一周)^[34], 随机微分方程估计波动率较传统标准差估计结果更为精确^[35], 故本研究选用随机微分方程估计波动率。

假设黄金价格满足随机微分方程, 即

$$dS_t = \nu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (7)$$

在估计波动率 σ 时, 虽然数据越多获得的精度越高, 但是 σ 随时间改变, 过多的历史数据对于预测将来可能并不起作用。为了提高精度, 采用 2008 年 3 月 25 日至 2009 年 3 月 24 日共 254 个交易日数据, 所有数据均来源于彭博社(Bloomberg)网站。运用随机微分方程极大似然估计法估计黄金价格波动率 $\sigma = 34.35\%$,

95% 的置信区间为 $[0.32, 0.37]$, 具体结果见图 2。图 2 中, 圆圈为原始数据点, 从上数第三条曲线为经验均值, 最上面和最下面的两条曲线为 95% 的置信带, 从上数第二条曲线和下数第二条曲线为由 (7) 式模拟 1000 个轨迹的第一和第三的四分位数。

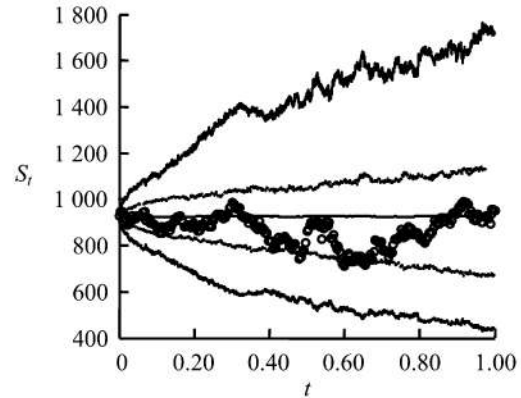


图2 波动率估计结果
Figure 2 Estimation of Volatility

4.4 定价

产品的最终支付 F 为

$$F = M \left[1.0018 + (0.375 | 1 - \frac{S_T}{S_0} | - 0.0018)_{|\tau > \tau_1|} \right] \quad (8)$$

其中, $\tau = \inf\{t \geq 0; S_t \geq U \text{ 或者 } S_t \leq L\}$, M 为投资本金, 为计算方便, 假设 $M = 1$ 澳元。

根据无套利风险中性定价技术, 产品期初理论价格 Val^{Theory} 为

$$Val^{Theory} = e^{-0.5r} \left\{ 1.0018 + E \left[(0.375 | 1 - \frac{S_T}{S_0} | - 0.0018)_{|\tau > \tau_1|} \right] \right\} \quad (9)$$

$$E \left[(0.375 | 1 - \frac{S_T}{S_0} | - 0.0018)_{|\tau > \tau_1|} \right] = \frac{0.3750}{S_0} \left\{ S_0 [Q(0, c) - Q(0, 0)] - L [Q(1, c) - Q(1, 0)] + L [Q(1, u) - Q(1, c)] - S_0 [Q(0, u) - Q(0, c)] \right\} - 0.0018 [Q(0, u) - Q(0, 0)]$$

$$u = \ln \frac{U}{L} = 0.4055$$

$$c = \ln \frac{S_0}{L} = 0.2231$$

在计算产品理论价格时, 虽然函数 Q (见 (6) 式) 有无限可加项, 但 $e^{-\lambda_k(T-t_0)}$ 随 k 的增加迅速趋近于 0, 因此真正计算时可根据精度对 k 进行截断。给定误差 $\varepsilon = 10^{-10}$, 选取 $k^* = 4$ 作为截断即可满足误差要求。

上述所有数据处理均使用 Matlab R2008a 7.6.0 软件编程实现, 最终获得 HJB0903v 的理论价格为 $Val^{Theory} = 0.9920$ 澳元。采用 Wilkens 等^[7] 的计算公式计算相对溢价率 rp , 即

$$rp = \frac{Val^{Market} - Val^{Theory}}{Val^{Theory}}$$

其中, Val^{Market} 为市场价格, 当 $Val^{Market} = M = 1$ 时, $rp =$

0.81%。

正如前述假设, HJB0903v 存在过高定价现象, 但是这种溢价率是轻微的。

4.5 灵敏度分析

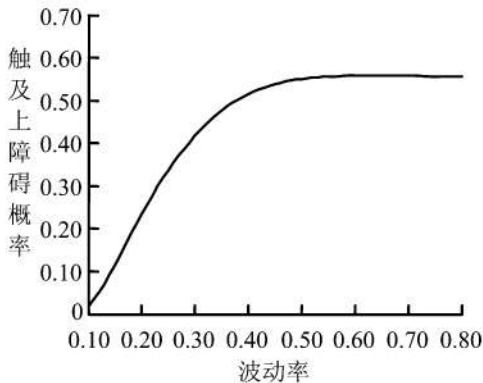
对于一个嵌入障碍期权的结构性理财产品来说, 波动率对产品的触及障碍概率和理论价格有重要影响。

Pelsser^[31] 给出双障碍敲出期权到期前首次触及上障碍和首次触及下障碍的概率公式, 分别记为 $P^+(T)$ 和 $P^-(T)$, 即

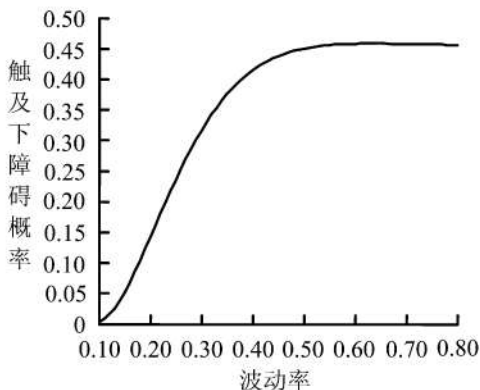
$$P^+(T) = e^{-\frac{v}{\sigma^2}(u-x)} \left[\frac{\sin(\frac{v}{\sigma^2}x)}{\sin(\frac{v}{\sigma^2}u)} - \frac{\sigma^2}{u^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda_k(T-t_0)}}{\lambda_k} k\pi \sin(k\pi \frac{u-x}{u}) \right]$$

$$P^-(T) = e^{-\frac{v}{\sigma^2}x} \left\{ \frac{\sin[\frac{v}{\sigma^2}(u-x)]}{\sin(\frac{v}{\sigma^2}u)} - \frac{\sigma^2}{u^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda_k(T-t_0)}}{\lambda_k} k\pi \sin(k\pi \frac{x}{u}) \right\}$$

仍然在 $k^*=4$ 处截断, 到期前首次触及上障碍概率和首次触及下障碍概率与波动率的关系如图 3 所示。由图 3 可知, 首次触及上障碍概率和首次触及下障碍概率都随波动率的增加逐渐增加。



(a) 首次触及上障碍概率与波动率的关系



(b) 首次触及下障碍概率与波动率的关系

图3 首次触及障碍概率与波动率的关系
Figure 3 Relationship between the Probability of First Hitting the Barrier and Volatility

图 4 给出波动率的变化对产品理论价格的影响。由图 4 可知, 产品理论价格先小幅增加后大幅降低, 最终趋于某一稳定值。与图 3 对照, 当波动率较小(小于20%)时, 产品敲出的概率也较小, 此时波动率的增加反而会使理论价格增加; 当波动率较大时, 产品敲出概率较大, 波动率的增加会使敲出概率迅速增加, 从而产品的理论价格也大幅降低; 当波动率很大(大于60%)时, 产品一经推出, 即迅速达到敲出价格, 理论价格就是固定收益部分的价格, 因此产品价格最终趋于某一稳定值。

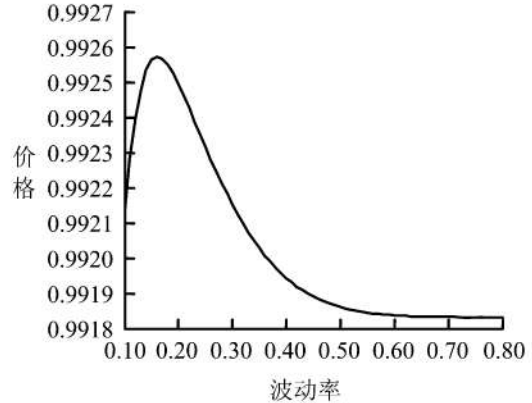


图4 波动率与理论价格的关系
Figure 4 Relationship between Volatility and Theoretical Value

从上述分析可以看出, 波动率对产品触及上、下障碍的概率以及理论价格有显著影响, 发行者在对产品的参数进行设定时应充分考虑这些因素之间的联系, 以更好的规避风险, 增加收益。

5 结论

本研究对规避通胀风险的结构化理财产品进行设计和定价, 以中国银行 HJB0903v 为例, 研究中国现有规避通胀风险的黄金挂钩双障碍理财产品定价的合理性。研究表明, HJB0903v 存在过高定价现象, 隐含溢价率达 0.81%, 溢价水平与发达国家相比相对偏低; 此产品触及上、下障碍的概率随波动率的增加逐渐增加, 理论价格随波动率的增加先小幅增加后大幅降低, 最终趋于某一稳定值。

上述研究结果表明, 在目前中国结构性理财产品的定价方式下, 产品的价值容易被高估, 虽然发行者设计产品以及他们所提供的服务能够部分解释这种附加费用的合理性, 但是对一般的零售投资者而言, 由于缺少对理财产品及其相关知识的深入了解, 产品现有的定价方式会使他们很难觉察到其中隐含的溢价率, 这对投资者来说显然是不公平的。

为此, 监管部门应及时分析商业银行个人理财业务中存在的问题, 尽快出台配套政策和规章制度, 强化商业银行金融衍生工具交易的信息披露机制, 制定结构性理财产品标准, 建立产品的集中交易市场, 甚至挂牌上市交易, 从而提高产品的流动性以及价

格的透明度。此外还应加强投资者结构性理财产品教育,加大宣传力度,提高投资者对该类产品的认知度。商业银行也应进一步提高金融衍生产品的定价能力,建立公平、有效、合理的结构性理财产品定价机制,同时完善结构性理财产品的销售环节,为客户提供方便、及时、准确的产品价格信息。

参考文献:

- [1] Stoimenov P A, Wilkens S. Are structured products 'fairly' priced? An analysis of the German market for equity-linked instruments [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2005, 29(12): 2971-2993.
- [2] Benet B A, Giannetti A, Pissaris S. Gains from structured product markets: The case of reverse-exchangeable securities (RES) [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2006, 30(1): 111-132.
- [3] Burth S, Kraus T, Wohlwend H. The pricing of structured products in the Swiss market [J]. *The Journal of Derivatives*, 2001, 9(2): 30-40.
- [4] Wallmeier M, Diethelm M. Market pricing of exotic structured products: The case of multi-asset barrier reverse convertibles in Switzerland [EB/OL]. Switzerland: University of Fribourg. (2008-04-11) [2010-12-08]. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1095772>.
- [5] Muck M. Where should you buy your options? The pricing of exchange-traded certificates and OTC derivatives in Germany [J]. *The Journal of Derivatives*, 2006, 14(1): 82-95.
- [6] Muck M. Pricing turbo certificates in the presence of stochastic jumps, interest rates, and volatility [J]. *Betriebswirtschaft Stuttgart*, 2007, 67(2): 224-240.
- [7] Wilkens S, Stoimenov P A. The pricing of leverage products: An empirical investigation of the German market for long' and short' stock index certificates [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2007, 31(3): 735-750.
- [8] Entrop O, Scholz H, Wilkens M. The price-setting behavior of banks: An analysis of open-end leverage certificates on the German market [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2009, 33(5): 874-882.
- [9] Rossetto S, Bommel J V. Endless leverage certificates [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2009, 33(8): 1543-1553.
- [10] Wang S Y, Lin S K. The pricing and hedging of structured notes with systematic jump risk: An analysis of the USD knock-out reversed swap [J]. *International Review of Economics & Finance*, 2010, 19(1): 106-118.
- [11] Shefrin H, Statman M. Behavioral aspects of the design and marketing of financial products [J]. *Financial Management*, 1993, 22(2): 123-134.
- [12] Breuer W, Perst A. Retail banking and behavioral financial engineering: The case of structured products [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2007, 31(3): 827-844.
- [13] Dichtl H, Drobetz W. Portfolio insurance and prospect theory investors: Popularity and optimal design of capital protected financial products [J]. *Journal of Banking & Finance*, 2011, 35(7): 1683-1697.
- [14] Grünbichler A, Wohlwend H. The valuation of structured products: Empirical findings for the Swiss market [J]. *Financial Markets and Portfolio Management*, 2005, 19(4): 361-380.
- [15] Rieger M O. Popularity of structured products: An analysis of data from Switzerland [D]. Zurich: University of Zurich, 2008: 36-39.
- [16] Hens T, Rieger M O. The dark side of the moon structured products from the investor's point of view [R]. Zurich: Swiss Finance Institute, 2009.
- [17] Döbeli B, Vanini P. Stated and revealed investment decisions concerning retail structured products [J]. *Journal of Banking & Finance*, 2010, 34(6): 1400-1411.
- [18] 康朝锋, 郑振龙. 外汇结构性存款的定价 [J]. *国际金融研究*, 2005(5): 45-49.
Kang Zhaofeng, Zheng Zhenlong. Pricing foreign exchange structured deposits [J]. *Studies of International Finance*, 2005(5): 45-49. (in Chinese)
- [19] 孙兆学. 一种创新型黄金衍生产品的定价研究 [J]. *金融研究*, 2009(3): 171-177.
Sun Zhaoxue. On the pricing of a new gold derivative product [J]. *Journal of Financial Research*, 2009(3): 171-177. (in Chinese)
- [20] 王增武, 汪圣明. 结构性金融产品的定价与投资决策研究: 不确定性方法 [J]. *金融评论*, 2010(1): 66-74.
Wang Zengwu, Wang Shengming. The pricing and investment of structured financial products: The uncertainty approach [J]. *Chinese Review of Financial Studies*, 2010(1): 66-74. (in Chinese)
- [21] 崔海蓉, 何建敏, 胡小平. 结构化金融产品的最优设计与定价: 基于发行者与投资者视角 [J]. *中国管理科学*, 2010, 18(4): 8-13.
Cui Hairong, He Jianmin, Hu Xiaoping. Optimal design and pricing of structured finance products: From the perspective of both issuers and investors [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2010, 18(4): 8-13. (in Chinese)
- [22] Blenman L P, Clark S P. Power exchange options [J]. *Finance Research Letters*, 2005, 2(2): 97-106.
- [23] 赵巍, 何建敏. 基于测度变换方法的随机型创新幂式期权定价 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(3): 34-39.
Zhao Wei, He Jianmin. Stochastic innovation power

- options pricing based on the measure transformation methods [J]. Chinese Journal of Management Science, 2009, 17(3): 34–39. (in Chinese)
- [24] Merton R C. On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates [J]. The Journal of Finance, 1974, 29(2): 449–470.
- [25] Rubinstein M, Reiner E. Breaking down the barriers [J]. Risk, 1991, 4(8): 28–35.
- [26] Park S H, Kim J H, Choi S Y. Matching asymptotics in path-dependent option pricing [J]. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 2010, 367(2): 568–587.
- [27] Cai N, Chen N, Wan X. Pricing double-barrier options under a flexible jump diffusion model [J]. Operation Research Letters, 2009, 37(3): 163–167.
- [28] Milev M, Tagliani A. Numerical valuation of discrete double barrier options [J]. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2010, 233(10): 2468–2480.
- [29] Kunitomo N, Ikeda M. Pricing options with curved boundaries [J]. Mathematical Finance, 1992, 2(4): 275–298.
- [30] Geman H, Yor M. Pricing and hedging double-barrier options: A probabilistic approach [J]. Mathematical Finance, 1996, 6(4): 365–378.
- [31] Pelsser A. Pricing double barrier options using Laplace transforms [J]. Finance and Stochastics, 2000, 4(1): 95–104.
- [32] Cox D R, Miller H D. Theory of stochastic processes [R]. London: Chapman and Hall, 1965.
- [33] Bernard C, Courtois O L, Quittard-Pinon F. Pricing derivatives with barriers in a stochastic interest rate environment [J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2008, 32(9): 2903–2938.
- [34] 郑振龙, 黄慧舟. 波动率预测: GARCH 模型与隐含波动率 [J]. 数量经济技术经济研究, 2010, 27(1): 140–150.
Zheng Zhenlong, Huang Yizhou. Volatility forecast: GARCH model vs implied volatility [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2010, 27(1): 140–150. (in Chinese)
- [35] Sobczyk K. Stochastic differential equations [M]. Berlin: Springer, 2001: 154–158.

Designing and Pricing Structured Financing Products in order to Avoiding Inflation Risk

Cui Hairong^{1,2}, He Jianmin¹, Hu Xiaoping¹

1 School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China

2 School of Economics and Management, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China

Abstract: Under the background of increasing assets' inflation risk, how to design and price structured financial products according to the current financial market conditions becomes the current indispensable problem to be solved. In this article, firstly portfolio decomposition of financial engineering is used in constructing an innovative powered double-barrier knock-out option that can be seen as the option embedded in structured financial products. Then with risk-neutral pricing theory, contour integration on the complex plane is applied in inverse Laplace transform to obtain pricing model of this option. So an innovative powered double-barrier financial product is obtained. Secondly, taking HJB0903v issued by Bank of China as an example, an empirical analysis is made and pricing gold-linked financial products with double barrier that can avoid the inflation risk is studied. Furthermore, sensitivity analysis of volatility about hitting probability and theoretical value is made. The results show that the product's issuing price with 0.81% implied premium rate is slightly more than its theoretical value; when volatility increase, hitting probability will increase, but theoretical value firstly slightly increases, and then significantly decreases and finally tends to a constant value.

Keywords: structured financial products; powered double-barrier knock-out option; portfolio decomposition technique; risk-neutral pricing; inflation risk

Received Date: April 28th, 2011 **Accepted Date:** July 5th, 2011

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China(71071034)

Biography: Cui Hairong, a Jiangsu Xuzhou native(1977 –), is a Ph. D. candidate in the School of Economics and Management at Southeast University and is a lecturer in the School of Economics and Management at Nanjing University of Information Science & Technology. Her research interests include financial engineering and risk management, etc. E-mail: cuihair@yahoo.cn □