

考虑投资者套现行为的 住房抵押贷款期权定价模型

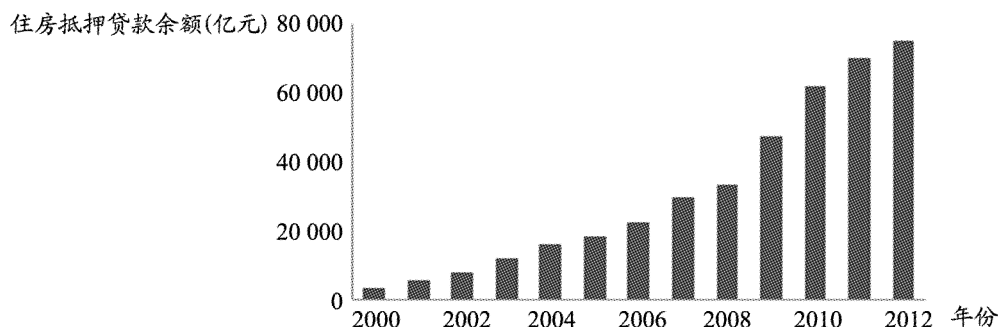
龚潇潇 王朝晖 洪志兴*

摘要: 本文从住房消费需求和投资需求出发,探讨住房抵押贷款定价问题,并借此分析投资人套现行为对住房抵押贷款定价的影响。计量结果表明,购房者抵押贷款价值受房价、市场利率等市场因素和贷款期限、贷款房价比等贷款合同因素的影响。其次,投资型购房者的抵押贷款价值在任何情况下均不低于消费型购房者,房价越高两者价差越明显;值得关注的是,市场处于高房价高利率,投资人套现行为能使抵押贷款合同双方(投资人和银行)实现双赢。上述研究结果不但为住房抵押贷款定价提供依据,而且为商业银行制定差异化合同提供参考。

关键词: 住房抵押贷款 期权定价模型 提前清偿 套现行为

一、引言

中国商业银行开展住房抵押贷款业务较晚,1986 年中国建设银行发放首个住房抵押贷款,但随着城镇化进程的加速,住房制度改革的深化及房地产市场的不断升温,住房抵押贷款业务呈急剧扩张的趋势。如图 1 所示,2012 年末该项业务贷款余额为 7.5 万亿元,约为 2000 年末的 23 倍,年均增长率高达 30%。2012 年末,仅该项贷款余额占房地产抵押贷款余额比重超过 60%。住房抵押贷款市场已然成为促进我国住房市场发展和经济增长的主要动力(Deng, et al., 2005)。



数据来源:中国人民银行货币政策执行报告。

图 1 2000 - 2012 年中国住房抵押贷款余额

住房抵押贷款期限普遍较长,加之该项贷款业务的急剧膨胀导致金融机构的存贷款期限错配问题加剧,流动性风险也随之突显(陈勇, 2011)。起源于美国 20 世纪 70 年代的个人住房抵押贷款支持证券(Mortgage-backed Security, MBS)能有效解决住房抵押贷款市场的流动性问题(施方, 2005)。因此,防范商业银行短

* 龚潇潇, 宁波大学商学院, 邮政编码: 315211, 电子信箱: gongxiaoxiao0318@126.com; 王朝晖, 宁波大学商学院, 邮政编码: 315211; 洪志兴, 国立高雄第一科技大学金融系, 邮政编码: 81164。

本文受到国家自然科学基金重点资助项目“中国股市过度波动与崩溃的成因及对策——基于计算实验金融方法”(编号: 71373135)的资助。作者感谢“世界华人不动产学会 2013 年年会”与会学者以及审稿人提供的详细修改建议。

存长贷的风险,实施住房抵押贷款证券化,加快建设住房抵押贷款二级市场,推进金融创新成为我国未来金融市场发展的必然趋势。上述措施不但能帮助商业银行实现资产表外化,解决住房金融市场过度集中于间接融资市场的问题,还可以增加投资者的投资渠道,活跃国内资本市场。尽管当前我国贷款利率以浮动利率为主,其与市场利率同步波动的特点能有效规避贷款人再融资提前清偿风险。然而,住房抵押贷款证券化的重要前提是标的资产具有稳定的现金流,由此固定利率住房抵押贷款(Fixed-Rate Mortgage, FRM)将取代浮动利率成为未来市场主流,其不受市场利率波动的影响也使商业银行同时面临利率风险和贷款人再融资提前清偿风险。随着住房抵押贷款证券化的推进和固定贷款利率的推广,这对我国金融市场的风险管理能力提出了严峻的挑战,解决固定利率住房抵押贷款合理定价问题显得尤为迫切。

住房作为一种特殊的商品,同时具有使用价值和投资价值的双重属性,相应地,住房需求包括消费需求和投资需求。由于国内的投资渠道有限,加之住房持有成本低,致使民间资本大量涌入房地产市场,住房投资需求十分旺盛。根据2010年第六次全国人口普查数据和相关统计数据推算,我国户均拥有住房约1.02套,专家预计到2015年我国家庭户均拥有住房或将达到1.08套。^①《中国家庭金融调查报告》统计结果也显示2011年我国城市家庭拥有一套以上住房的比例达16.34%,城市户均拥有住房达到1.22套。^②然而,既有理论仅考虑购房者的消费需求(例如Kau, et al., 1992, 1995; Chen, et al., 2009),忽略了住房的投资型需求。本文基于住房抵押贷款期权定价理论,研究投资人相机抉择提前终止还款对抵押贷款价值的影响,进而分别对消费型和投资型固定利率住房抵押贷款进行定价。这不但为发展住房抵押贷款证券化提供标的资产定价依据,还为商业银行根据贷款人类型制定差异化合同提供参考。文章构建如下:首先总结已有研究文献,指出已有文献的不足之处,其次提出期权定价模型理论框架——利率和房价模型以及双因子模型,再次分析模型各个边界条件,接着进行数值模拟及结果分析,最后给出结论和启示。

二、文献综述

定价问题是住房抵押贷款市场的重点和难点。目前国内对FRM的相关研究尚处于初步阶段,文献侧重于市场制度和政策研究;欧美学者对此研究相对成熟,文献主要运用金融期权理论进行定价研究。因此,本文的文献综述围绕期权定价理论、数值计算方法、违约和提前清偿的风险度量以及房价对提前清偿的影响展开。

(一) 期权定价理论

住房抵押贷款期权定价理论是将贷款人提前清偿和违约行为分别视为其持有美式买权和卖权,用B-S-M理论模型(Black-Scholes-Merton Model)对住房抵押贷款进行定价研究。早期期权定价模型只考虑贷款人提前清偿的影响而忽略违约的影响,故称为单因子模型(或利率模型)(Dunn and McConnell, 1981a, 1981b; Buser and Hendershott, 1984; Brennan and Schwartz, 1985)。随着住房抵押贷款市场的发展及其衍生品的不断创新,学者们对模型进行了改进和扩展,Kau等(1992, 1995)、Newton等(2000)、Chen等(2009)用包含市场利率和房价的双因子模型对抵押贷款进行定价,Brunson等(2001)结合双因子期限结构(two factor term structure)和单因子资产变动过程(one factor property process)提出三种状态变量模型(three-state variable model),但实证研究表明双因子期权定价模型是最有效最精确的定价模型(Chatterjee, et al., 1998)。

(二) 数值计算方法

期权定价模型需要求解关于住房抵押贷款定价的偏微分方程。尽管Collin-Dufresne和Harding(1999)推导出了单因子模型(利率模型)的封闭解,以及Sharp等(2008)推导出了加入时间偏导数的双因子模型的封闭解,但是一般的双因子定价模型没有封闭解,因此只能用数值方法进行模拟。Feldman和Gross(2005)用二元树法模拟贷款人违约行为,但二元树法只适用于单因子模型且存在稳定性差、效率低的缺点。Chen等(2009)运用交替方向内隐法(Alternating Direction Implicit Method, ADI)估计FRM的价值,但ADI法分析边界问题存在较大缺陷。当前文献主要采用外显法(Explicit Finite-difference Method)求解双因子模型的偏微分方程,对住房抵押贷款及其衍生品进行定价。例如,Kau等(1992, 1995)运用外显法对美国不动产抵押

①王炜:《中国户均拥有住房1.02套,总量告别短缺时代》,载人民网(<http://politics.people.com.cn/n/2013/0412/c1001-21108345.html>),2013年4月12日。

②该报告由中国家庭金融调查与研究中心基于全国25个省区市、320个社区、8438个随机家庭样本调查数据制作完成。

贷款进行定价,Newton 等(2000)运用外显法对英国个人住宅抵押贷款进行估值。此外,在美国金融界,投资者主要使用蒙特卡罗法(Monte Carlo Simulation)进行定价分析(陈勇,2011)。

(三) 提前清偿和违约风险度量

提前清偿风险和违约风险是住房抵押贷款中最主要的风险,它们会造成贷款人还款的停止,使现金流不确定性提高(李沃墙、聂建中,2009)。Dunn 和 McConnell(1981a,1981b)、Brennan 和 Schwartz(1985)首先使用单因子期权定价模型分析贷款人提前清偿的影响。随后,学者们相继提出贷款人存在“无情行为”(ruthless behavior)(Foster and Van Order,1984; Vandell,1995; Sharp, et al., 2008),即房价低于临界值,贷款人必然违约;市场利率低于临界值,其必然提前清偿。但“无情行为”理论无法解释实际存在的贷款人理性行为而广受质疑,进而研究学者纷纷在期权定价模型中加入各种市场摩擦因素,提出各自的修正模型。例如,Stanton(1995)假设贷款人是异质的,不同的贷款人存在不同的交易成本;Kelly 和 Jr. Slawson(2001)、Michael(2005)则在期权模型中考虑提前清偿罚则;Chen 等(2009)考虑贷款人提前清偿交易成本;Sharp 等(2009)考虑贷款人决策时间的时滞性。

(四) 房价对提前清偿的影响

上述理论研究结果均认为利率是提前清偿的主要影响因素,而房价是违约的主要影响因素,然而大量实证研究发现房价变动会直接或间接影响贷款人执行提前清偿行为。Stein(1995)、Archer 等(1996)、Mayer 和 Genesove(1997)以及 Matthey 和 Wallace(1998,2001)均强调房价水平对房屋转手率的显著影响,某种程度上房价降低会抑制屋主的更换率、房屋转手率,进而降低提前偿还率;Longstaff(2005)通过分析包括房价在内的资产价格变动对贷款人再融资行为的影响,建立最优递归再融资模型(optimal recursive refinancing model),研究结果表明房价上升增加了贷款人的总资产价值,同时提高了信用溢价率,进而刺激贷款人提前清偿和再融资行为;Beckett 和 Morris(1990)、Monsen(1992)、Caplin 等(1993)、Krishnamurthy 等(2004)均提出房屋的投资收益对购房者再融资行为存在显著影响;Canner 等(2002)实证研究了 2001 年美国住房抵押贷款人再融资行为,其中 45% 的贷款人再融资源于投资套现。

总而言之,理论研究认为房价水平影响贷款人违约决策,利率水平影响其提前清偿决策,但实证研究却发现房价变动会通过多方面影响贷款人提前清偿行为。为了更好的拟合历史数据,本文在已有理论研究基础上,增加住房需求因素,研究房价变动对投资人套现而提前清偿行为的影响。

三、住房抵押贷款期权定价模型的理论框架

住房抵押贷款定价模型应该能够准确模拟贷款人相机执行提前清偿、违约和正常还款行为。鉴于 Downing 等(2005)和 Chen 等(2009)的研究构建理论框架,首先求出连续固定的现金流,进而用 CIR 模型(Cox - Ingersoll - Ross Model)描述利率随机过程,用对数正态随机分布模型描述房价随机过程,最后推导出偏微分方程并对其进行变量替换。

(一) 连续固定现金流及期权价值

固定利率住房抵押贷款具有分期偿还、提前清偿和违约的特征。其现金流通常是间断发生的,但为了拟合大部分 MBS 采用每日计息方式,故假设还款期间现金流是连续的,相应地,将住房抵押贷款违约和提前清偿视为可提前执行的美式期权。以下是连续抵押贷款的关系式及构成要素:

$$m = \frac{M}{\int_0^T e^{-R_0 t} dt} = \frac{MR_0}{1 - e^{-R_0 T}} \quad (1)$$

$$M(R_0, t) = \int_0^{T-t} m e^{-R_0 u} du = M \frac{1 - e^{-R_0(T-t)}}{1 - e^{-R_0 T}} \quad (2)$$

其中, m 是贷款人各期还款现金流, $M(R_0, t)$ 是 t 期抵押贷款未支付余额, R_0 是抵押贷款合同利率。

特别地,定价模型的基本前假设是强式有效市场和理性经济人,这意味着购房者总是根据经济变化做出最优决策。实际上,贷款人受某些个人因素和非经济因素的影响,而做出与理论假设相冲突的次优选择,例如离婚、工作变动、搬家等因素引起提前终止还款。而抵押贷款市场是贷款人理性选择和非理性选择的综合结果。本文忽略其他因素影响,从理论出发仅仅考虑利率、房价和到期时间三个变量对抵押贷款价格的影响。

(二) 利率和房价模型

贷款人在贷款期间面临的不确定性主要来自利率和房价的变动。其中,用 CIR 均值反转平方根模型

(CIR mean - reverting square root model) 来描述利率的随机过程。

$$dr = \kappa(\theta - r)dt + \sigma_r \sqrt{r} dz_r \quad (3)$$

参数说明: r 为市场利率; θ 为利率的长期平均水平; κ 为利率反转的速度(mean - reverting speed), 表示短期利率会以速度 κ 收敛到 θ ; σ_r 为利率变动标准差, z_r 为布朗运动变量, $dz_r \sim N(0, dt)$ 。

房价服从对数正态分布的随机过程。房屋往往自用(消费价值)或者出租(投资价值), 视为购房者从中获得现金流。因此, 在房价随机过程中引入住房租金率 δ (类似于股息率)。

$$\frac{dH}{H} = (\mu - \delta)dt + \sigma_H dz_H \quad (4)$$

参数说明: H 为房价水平; δ 为住房租金率; σ_H 为房价变动标准差; z_H 为布朗运动变量, $dz_H \sim N(0, dt)$; μ 为房屋平均报酬率(如果市场是有效市场, 房屋交易时不存在风险溢价, 此时房屋期望报酬率 μ 等于市场瞬时利率 r)。

进一步, 利率和房价的标准随机扰动项的相关关系为:

$$dz_r dz_H = \rho dt \quad (5)$$

参数说明: ρ 代表两个布朗运动变量的相关系数。

(三) 双因子定价模型的偏微分方程及变量替换

根据房价和利率的随机变动过程, 可以得到抵押贷款价值 V_B 的偏微分方程为:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} H^2 \sigma_H^2 \frac{\partial^2 V_B}{\partial H^2} + \rho H \sqrt{r} \sigma_H \sigma_r \frac{\partial^2 V_B}{\partial H \partial r} + \frac{1}{2} r \sigma_r^2 \frac{\partial^2 V_B}{\partial r^2} + \kappa(\theta - r) \frac{\partial V_B}{\partial r} + \\ & (r - \delta) H \frac{\partial V_B}{\partial H} + \frac{\partial V_B}{\partial t} - r V_B + m = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

该偏微分方程没有封闭解, 需要用数值方法进行模拟, 本文将采用有限差分外显法求解。进一步, 为了简化偏微分方程求解过程, 提高边界条件识别的精确度和运算效率, 需要对(6)式进行变量替换, 将其转换为线性常系数偏微分方程。用数学表达式分别对房价、利率及到期时间三个维度进行变量替换:

$$q = \ln(H) \quad (7)$$

$$y = \frac{1}{1 + r\beta}, y \in [0, 1] \quad (8)$$

$$\tau = T - t \quad (9)$$

其中, β 取任意正数。

Wilmott(1998)认为在数值模拟中, 基础资产的价格不需要太大, 通常情况下只需取到执行价格的3 ~ 4倍即可。因此, 房价 H 会用一个较大的房价 $\bar{H}$ 作为房价上限。至于房价的下界, 忽略 H 小于1。此外, (8)式将无限空间的利率 r 转换为有限空间的 y 。故替换后的 q, y, τ 组成的一个三维空间为 $[0, \ln(\bar{H})] \times [0, 1] \times [0, T]$, 新的偏微分方程表示为:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \sigma_H^2 \frac{\partial^2 V_B}{\partial q^2} + (r - \delta - \frac{1}{2} \sigma_H^2) \frac{\partial V_B}{\partial q} - \rho \sqrt{r} \sigma_H \sigma_r \beta y^2 \frac{\partial^2 V_B}{\partial y \partial q} + \frac{1}{2} r \sigma_r^2 \beta^2 y^4 \frac{\partial^2 V_B}{\partial y^2} + \\ & [r \sigma_r^2 \beta^2 y^3 - \beta \kappa(\theta - r) y^2] \frac{\partial V_B}{\partial y} - \frac{\partial V_B}{\partial \tau} - r V_B + m = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

四、期权定价模型边界条件

求解偏微分方程时, 需要确定三维空间的各个边界条件, 以及根据贷款人的最优决策, 确定其违约、提前清偿或者正常还款的临界情况。

(一) 房价取极值

当房价趋于1时, 提前清偿期权等于零, 违约是贷款人的最优策略, 抵押贷款的价值等于房价。实际上, 由于贷款人持有的违约期权属于美式卖权, 当房价缩水到一定水平以下, 贷款人就会违约, 此时抵押贷款价值等于房价。该临界情况表示为:

$$\lim_{H \rightarrow 1} V_B[r(t), H(t)] = H(t) = 1 \quad (11)$$

(11)式中, $r(t)$ 为 t 期市场利率, $H(t)$ 为 t 期房价水平。当房价趋于无穷大时, 违约期权处于深度价外,

抵押贷款价值受购房者类型的影响。就投资型购房者而言,住房抵押贷款价值不受市场利率的影响,而取决于抵押贷款余额的贴现值。这主要是因为投资型购房是为了投资,投资者预期房价不会进一步上涨,套现是其最优策略。就消费型购房者而言,因为购房目的是为了消费,正常还款或者提前清偿是最优策略,此时住房抵押贷款相当于可提前清偿但不能违约的债券,故贷款定价偏微分方程退化为:

$$\frac{1}{2}r\sigma_r^2\frac{\partial^2 V_B}{\partial r^2} + \kappa(\theta - r)\frac{\partial V_B}{\partial r} + \frac{\partial V_B}{\partial t} - rV_B + m = 0 \tag{12}$$

(二) 利率取极值

当市场利率趋于零时,折现率为零,提前清偿和违约期权均处于深度价内,正常还款成为次优策略(Kau, et al., 1992),这意味着贷款人必然提前终止还款。(13) 式说明,市场利率 $r(t)$ 为零,如果房价大幅下降低于抵押贷款余额的现值 $M(R_0, t)$, 违约是最优决策;反之,如果房价大幅上升高于 $M(R_0, t)$, 提前清偿成为贷款人最优决策。

$$dr = \kappa\theta dt, V_B[r(t), H(t)] = \min\{H(t), M(R_0, t)\} \tag{13}$$

当利率趋向于无穷大时,未来现金流的贴现值为零,抵押贷款的价值不受贷款人决策改变的影响,故:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} V_B[r(t), H(t)] = 0 \tag{14}$$

(三) 利率和房价同时取极值

当利率和房价同时取极值时,消费型和投资型购房者的抵押贷款价值将出现差异。表 1 所示,当房价趋于 1 时,违约是最优策略,住房抵押贷款价值均等于房价;当房价趋于无穷大且利率趋于零时,提前清偿是最优策略,贷款价值均等于抵押贷款余额的现值 $M(R_0, t)$;当房价趋于无穷大且利率趋于无穷大时,消费型和投资型抵押贷款价值出现明显分化,投资型购房者最优策略是提前清偿,而消费型则是正常还款。这主要是因为房价处于高位,投资人套现以锁定收益。

表 1 房价和利率均取极值两类购房者贷款价值				
	$H \rightarrow \infty$ $r \rightarrow \infty$	$H \rightarrow \infty$ $r \rightarrow 0$	$H \rightarrow 1$ $r \rightarrow \infty$	$H \rightarrow 1$ $r \rightarrow 0$
投资型	$M(R_0, t)$	$M(R_0, t)$	1	1
消费型	0	$M(R_0, t)$	1	1

(四) 贷款到期日

合同到期日 $t = T$, 贷款人的住房抵押贷款的价值为零:

$$V_B[r(T), H(T)] = 0 \tag{15}$$

(五) 提前清偿和违约的临界条件

表 2 显示投资型和消费型购房者提前清偿和违约的临界条件。其中,贷款人违约的边界条件为,若住房抵押贷款价值 V_B 高于房价,贷款人必然违约。投资型购房者提前清偿的情况:一是不可违约可提前清偿的抵押贷款价值 V_B^{ND} 超过未支付贷款余额贴现值时,贷款人因再融资而提前清偿;二是房价涨幅 $(H(t) - H_0)/H_0$ 超过投资型购房者的预期收益率 φ 时,贷款人因套现而提前清偿。而消费型购房者提前清偿行为,其只存在再融资提前清偿的情况。

表 2 投资型和消费型购房者期权执行的临界条件		
	提前清偿的边界条件	期权执行边界条件
投资型	$V_B^{ND} \leq M(R_0, t), H(t) \leq (1 + \varphi)H_0$	$V_B \leq \min\{H(t), M(R_0, t)\}, H(t) \leq (1 + \varphi)H_0$
消费型	$V_B^{ND} \leq M(R_0, t)$	$V_B \leq \min\{H(t), M(R_0, t)\}$

五、数值模拟结果

有限差分外显法具有易识别临界条件和容易编程的优点,当前多数文献采用外显法求解住房抵押贷款定价模型的偏微分方程。为了克服其不稳定的缺点,将房价、利率及时间步长划分足够小,外显法能得到较为精确的抵押贷款价值,VBA 编程采用时间步长为 1/60 月。相关参数方面,鉴于我国住房抵押贷款市场发展晚,历史数据少,以至于国内相关参数无法求得,只能借鉴西方发达国家的数据进行研究。美国住房抵押贷款

及其衍生品市场是发展最早最完善的市场,故本文用美国市场和抵押贷款合同的相关参数对进行定价分析,这对我国的住房抵押贷款定价问题研究具有借鉴意义。美国住房抵押贷款市场的相关参数: $\sigma_r = 7\%$, $r_0 = 8\%$, $\rho = 0$, $\kappa = 25\%$, $\theta = 10\%$, $\sigma_H = 10\%$, $\delta = 7.5\%$ 。抵押贷款合同参数为: $T = 25$ 年, $R_0 = 9\%$, $M = 100\,000$, 贷款房价比 $LTV = 80\%$ 。这些参数选取与已有文献相一致(陈勇,2011;Kau,et al.,1993;Chen,et al.,2009)。

(一) 消费型和投资型购房者的抵押贷款价值及比较分析

图2和图3分别表示消费型和预期收益率为10%的投资型住房抵押贷款期初价值 V_B 。根据式(6)可知,消费型和投资型 V_B 的偏微分方程相同,均是房价水平和市场利率的函数,但在提前清偿的临界条件上存在本质区别,使结果差异很大。

对比分析图2和图3,相同之处:(1)消费型和投资型 V_B 均不超过期初贷款额 M ,这是因为贷款人同时持有美式买权和卖权。(2)房价较低时,消费型和投资型 V_B 都等于房价 $H(t)$,这说明此时 V_B 主要受房价影响,违约期权是价内期权,故贷款人的最优决策是违约。(3)房价高且市场利率低时,消费型和投资型 V_B 都等于期初贷款额 M ,这表示此时 V_B 受市场利率影响,提前清偿期权是价内期权,故贷款人必然选择再融资。

不同之处:房价高且市场利率高时,投资型 V_B 高于消费型 V_B 。此时违约期权是价外期权,购房者的最优策略是正常还款或提前清偿。就消费型购房者而言,提前清偿的再融资成本高,故其必然选择正常还款。就投资型购房者而言,房价涨幅超过预期收益率10%时,其决策几乎不受市场利率的影响,投资人会进行住房套现而提前清偿,且高市场利率有助于投资人获得较高的再投资收益。

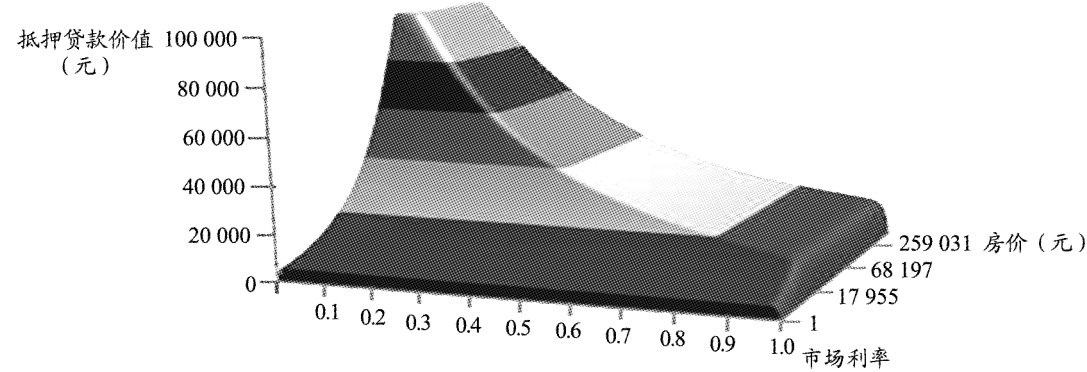


图2 消费型购房者抵押贷款价值

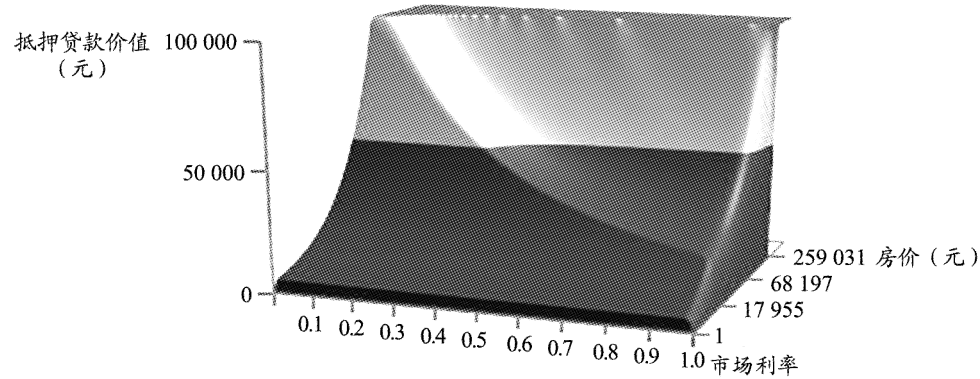


图3 预期收益率10%的投资型购房者抵押贷款价值

(二) 贷款期限与抵押贷款价值

表3显示不同贷款期限下,消费型和投资型住房抵押贷款期初价值。当前住房抵押贷款市场的贷款期限通常为15年、20年和25年。表中结果显示:其一,无论是消费性购房还是投资性购房, V_B 与贷款年限均成反比。这表明贷款期限越长,银行所面临的贷款期间风险越高,未来现金流的不确定性增加,贷款价值也越低,这与一般固定收益债券的特征相似。其二,相同贷款年限下,预期收益率为0的投资型 V_B 最高,消费型 V_B 最低,这与图2和图3的结论相一致。这说明投资人风险厌恶程度越高,投资越保守,其出现套现以锁定收益的概率越高, V_B 相对较大。

表 3 贷款期限与抵押贷款价值

购房者类型	贷款年限 T (年)	抵押贷款价值 (元)
消费型购房者	15	97 412
	20	96 598
	25	95 941
投资型购房者 (预期收益率为 0)	15	99 844
	20	99 761
	25	99 684
投资型购房者 (预期收益率为 10%)	15	99 130
	20	98 830
	25	98 578

(三) 利率波动与抵押贷款价值

表 4 将抵押贷款期初价格表示为利率标准差的函数,分别从消费型、预期收益率为 0 以及预期收益率为 10% 投资型三类购房者加以比较分析。表中结果显示:其一,无论购房者为了满足消费需求或者投资需求,其 V_B 与市场利率波动率均成负相关。这说明市场利率波动加剧时,提前清偿期权和违约期权的价值均增加,而 V_B 下降。其二,在给定利率波动率下,预期收益率为 0 的投资型 V_B 最高,消费型 V_B 最低。例如,利率波动率为 7% 时,预期收益率为 0 的投资型 V_B 比预期收益率为 10% 的高 1%,比消费型高 4%。

表 4 利率波动与抵押贷款价值

购房者类型	利率波动率	住房抵押贷款价值 (元)
消费型购房者	0.04	96 874
	0.07	95 941
	0.10	95 045
	0.15	93 861
投资型购房者 (预期收益率为 0)	0.04	99 833
	0.07	99 684
	0.10	99 546
	0.15	99 360
投资型购房者 (预期收益率为 10%)	0.04	99 161
	0.07	98 578
	0.10	98 049
	0.15	97 348

(四) 房价波动与住房抵押贷款价值

表 5 表示在不同贷款房价比率 (loan to value ratio, LTV) 下,住房抵押贷款期初价值关于房价波动率的函数,分别从消费型、预期收益率为 0 以及预期收益率为 10% 投资型三类购房者加以比较分析。结果显示:其一,消费型和投资型 V_B 与房价波动标准差呈负相关。这说明如果房价波动加剧,房价下跌造成的违约风险概率上升,违约期权价值增加,进而减少住房抵押贷款价值。其二,消费型和投资型 V_B 与 LTV 呈显著负相关。这说明相同环境下, LTV 上升会增加贷款人违约风险和再融资风险,进而降低抵押贷款的价值。

表 5 在不同 LTV 下房价波动率与抵押贷款价值

购房者类型	房价波动率	住房抵押贷款价值 (元)			
		LTV = 70%	LTV = 80%	LTV = 90%	LTV = 100%
消费型购房者	0.07	96 304	96 275	96 036	94 508
	0.10	96 223	95 994	95 220	93 015
	0.15	95 405	94 490	92 606	90 033
	0.20	93 446	91 913	89 749	86 711
投资型购房者 (预期收益率为 0)	0.07	99 669	99 950	99 703	98 388
	0.10	99 687	99 851	99 345	97 592
	0.15	99 416	99 279	98 187	96 130
	0.20	98 568	98 145	96 706	94 586
投资型购房者 (预期收益率为 10%)	0.07	98 739	98 613	98 428	98 496
	0.10	98 875	98 578	97 919	96 239
	0.15	98 592	97 689	96 357	94 396
	0.20	97 525	96 098	94 528	92 597

六、结论与启示

我国住房抵押贷款证券化市场正处于起步阶段,国内对固定利率住房抵押贷款定价问题研究较少,本文从住房使用价值和投资价值入手,同时考虑购房者提前清偿和违约期权,用有限差分法分别对消费型和投资型住房抵押贷款价值进行定价模拟。结果表明:住房抵押贷款合同存续期间较长,商业银行在承接该项业务时,应注意贷款人的提前清偿和违约风险;由于住房抵押贷款包含美式卖权和美式买权,抵押贷款期初价值低于贷款总额;由于投资人存在套现行为,投资型购房的抵押贷款价值高于消费型抵押贷款价值;住房抵押贷款价值与贷款年限、贷款房价比、利率波动率和房价波动率呈反比。

由此本文得出以下启示:第一,随着银行短存长贷问题的不断突显,住房抵押贷款证券化成为必然趋势,固定利率将取代浮动利率成为主流贷款利率。第二,银行承接住房抵押贷款业务,当房价较低时,住房抵押贷款价值等于房价,房价成为主要影响因素,银行应该采取措施着重防范贷款人出现集体违约风险;当房价较高市场利率较低时,利率成为主要影响因素,贷款人再融资成本低于正常还款,银行应该采取提高提前清偿违约金等措施防范贷款人出现集体提前清偿风险;当房价较高市场利率较高时,消费型购房者会继续正常还款,而投资型购房者会套现。第三,固定利率下,套现行为使投资者自身获得投资收益的同时,还使银行获得异常报酬。总之,商业银行在承接住房抵押贷款业务时,应该着重考虑购房者的房屋用途,根据不同的购房者类型,制定个性化住房抵押贷款合同的条款。

参考文献:

1. 陈勇,2011:《住房抵押贷款及其金融创新产品》,湖南大学出版社。
2. 李沃墙、聂建中,2009:《遗传规划决策树模型於房贷提前偿还之风险管理》,《住宅学报》第18卷第1期。
3. 施方,2005:《住房抵押贷款证券化——运作和定价》,上海财经大学出版社。
4. Archer, W., D. C. Ling, and G. A. McGill. 1996. "The Effect of Income and Collateral Constraints on Residential Mortgage Terminations." *Regional Science and Urban Economics*, 26(3-4): 235-261.
5. Beckett, S., and C. Morris. 1990. "The Prepayment Experience of FNMA Mortgage - Backed Securities." New York University Salomon Center, Working Paper.
6. Brennan, M. J., and E. S. Schwartz. 1985. "Determinants of GNMA Mortgage Prices." *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 13(3): 209-228.
7. Brunson, A. L., J. B. Kau, and D. C. Keenan. 2001. "A Fixed - Rate Mortgage Valuation Model in Three State Variables." *Journal of Fixed Income*, 11(1): 17-27.
8. Buser, S. A., and P. H. Hendershott. 1984. "Pricing Default - Free Fixed Rate Mortgages." *Housing Finance Review*, 3(4): 405-429.
9. Canner, G., K. Dynan, and W. Passmore. 2002. "Mortgage Refinancing in 2001 and Early 2002." *Federal Reserve Bulletin*, December, 469-481.
10. Caplin, A., C. Freeman, and J. Tracy. 1993. "Collateral Damage: How Refinancing Constraints Exacerbate Regional Recessions." NBER Working Paper 4531.
11. Chatterjee, A., R. O. Edmister, and G. B. Hatfield. 1998. "An Empirical Investigation of Alternative Contingent Claims Models for Pricing Residential Mortgages." *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(2): 139-162.
12. Chen, Y., M. Connolly, W. Tang, and T. Su. 2009. "The Value of Mortgage Prepayment and Default Options." *Journal of Futures Markets*, 29(9): 840-861.
13. Collin - Dufresne, P., and J. P. Harding. 1999. "A Closed Form Formula for Valuing Mortgages." *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 19(2): 133-146.
14. Deng, Y., D. Zheng, and C. Ling. 2005. "An Early Assessment of Residential Mortgage Performance in China." *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 31(2): 117-136.
15. Downing, C., R. Stanton, and N. Wallace. 2005. "An Empirical Test of a Two Factor Mortgage Valuation Model: How Much Do House Prices Matter?" *Real Estate Economics*, 33(4): 681-710.
16. Dunn, K. B., and J. J. McConnell. 1981a. "A Comparison of Alternative Models for Pricing GNMA Mortgage - Backed Securities." *Journal of Finance*, 36(3): 471-483.
17. Dunn, K. B., and J. J. McConnell. 1981b. "Valuation of GNMA Mortgage - Backed Securities." *Journal of Finance*, 36(3): 599-616.
18. Feldman, D., and S. Gross. 2005. "Mortgage Default: Classification Trees Analysis." *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 30(4): 369-396.

19. Foster, C. ,and R. Van Order. 1984. “An Option – based Model of Mortgage Default.” *Housing Finance Review*,3(4) :351 – 372.
20. Kau, J. B. , D. C. Keenan, W. J. Muller, and J. F. Epperson. 1992. “A Generalized Valuation Model for Fixed – Rate Residential Mortgages.” *Journal of Money, Credit and Banking*,24(3) :279 – 299.
21. Kau, J. B. , D. C. Keenan, W. J. Muller, and J. F. Epperson. 1993. “Option Theory and Floating – Rate Securities with a Comparison of Adjustable – and Fixed – Rate Mortgages.” *Journal of Business*,66(4) :595 – 618.
22. Kau, J. B. ,and D. C. Keenan. 1995. “An Overview of the Optional – theoretic Pricing of Mortgages.” *Journal of Housing Research*, 6(2) :217 – 244.
23. Kau, J. B. , D. C. Keenan, W. J. Muller, and J. F. Epperson. 1995. “The Valuation at Origination of Fixed – Rate Mortgages with Default and Prepayment.” *Journal of Real Estate Finance and Economics*,11(1) :5 – 39.
24. Kelly, A. , and V. C. Jr. Slawson. 2001. “Time – Varying Mortgage Prepayment Penalties.” *Journal of Real Estate Finance and Economics*,23(2) :235 – 254.
25. Krishnamurthy, A. , X. Gabaix, and O. Vigneron. 2004. “Limits of Arbitrage: Theory and Evidence from the Mortgage – Backed Securities Market.” Northwestern University, Working Paper.
26. Longstaff, F. A. 2005. “Borrower Credit and the Valuation of Mortgage – backed Securities.” *Real Estate Economics*,33(4) :619 – 661.
27. Matthey, J. , and N. Wallace. 1998. “Housing Prices and the (In) stability of Mortgage Prepayment Models: Evidence from California.” Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Papers in Applied Economic Theory 98 – 05.
28. Matthey, J. ,and N. Wallace. 2001. “Housing Price Cycles and Prepayment Rates of U. S. Mortgage Pools.” *Journal of Real Estate Finance and Economics*,23(2) :161 – 184.
29. Mayer, C. ,and D. Genesove. 1997. “Equity and Time to Sale in the Real Estate Market.” *American Economic Review*,87(3) : 255 – 269.
30. Michael, LaCour – Little. 2005. “Call Protection in Mortgage Contracts.” Wells Fargo Home Mortgage and Washington University, Working Paper.
31. Monsen, G. 1992. “The New Thinking on Prepayments.” *Mortgage Banking*, October,48 – 56.
32. Newton, D. P. , J. Azevedo – Pereira, and D. Paxson. 2000. “Numerical Solution of a Two State Variable Contingent Claims Mortgage Valuation Model.” *Portuguese Review of Financial Markets*,3(1) :35 – 65.
33. Sharp, N. , D. P. Newton, and P. Duck. 2008. “An Improved Fixed – Rate Mortgage Valuation Methodology with Interacting Prepayment and Default Options.” *Journal of Real Estate Finance and Economics*,36(3) :307 – 342.
34. Sharp, N. , D. P. Newton, and P. Duck. 2009. “A New Prepayment Model (with Default): An Occupation – time Derivative Approach.” *Journal of Real Estate Finance and Economics*,39(2) :118 – 145.
35. Stanton, R. 1995. “Rational Prepayment and the Valuation of Mortgage – Backed Securities.” *Review of Financial Studies*,8(3) : 677 – 708.
36. Stein, J. C. 1995. “Prices and Trading Volume in the Housing Market: A Model with Down – payment Effects.” *Quarterly Journal of Economics*,110(2) :379 – 406.
37. Vandell, K. D. 1995. “How Ruthless is Mortgage Default? A Review and Synthesis of the Evidence.” *Journal of Housing Research*, 6(2) :245 – 264.
38. Wilmott, P. 1998. *Paul Wilmott On Quantitative Finance*. New York: Wiley.

The Effect of Home Equity Extraction of Investors on the Option Pricing Model of Mortgages

Gong Xiaoxiao ¹, Wang Zhaohui ¹ and Hung Chihhsing ²

(1: School of Business, Ningbo University; 2: Department Money and Banking,
National Kaohsiung First University Science and Technology)

Abstract: From the housing consumption demand and investment demand, this paper explores the issue of mortgage valuation and the effects of home equity extraction on the mortgage valuation. The numerical results suggest that the mortgage value depends not only on the market factors, such as the house price and interest rates, but also on the factors of loan contract, such as mortgage maturity. Besides, the mortgage value of investor is no less than that of consumer; the higher the house price is, the higher the spread between the mortgage value of investor and consumer is. It is noteworthy that if interest rates and the house value rise simultaneously, investors and lending bank will realize their win – win. These results, providing the basis of the mortgage pricing and the reference of the differentiated contracts, have important implications on commercial banks.

Key Words: Mortgages; The Option Pricing Model; Prepayment; Home Equity Extraction

JEL Classification: G21, G24, G13

(责任编辑:赵锐、彭爽)