

The Pricing of New Interest Rate Derivative Futures

Yuxuan Liu

International Business School, JiNan University, Zhu Hai, China

Email address:

13138107422@163.com

To cite this article:

Yuxuan Liu. The Pricing of New Interest Rate Derivative Futures. *Science Innovation*. Vol. 8, No. 4, 2020, pp. 114-122.

doi: 10.11648/j.si.20200804.16

Received: July 28, 2020; **Accepted:** August 18, 2020; **Published:** August 25, 2020

Abstract: This paper reviews the development of commercial real estate mortgage-backed securities. In addition, summarizes the relevant pricing formula of futures contracts and commercial real estate mortgage-backed securities. Based on the above research, this paper puts forward a new type of interest rate derivative futures, that is to say CMBS futures. In this paper, both the CIR model and the generalized method of moments are used to deduce the relevant pricing formula of the new financial derivatives, the CMBS futures. At the same time, the 261 real commercial mortgage backed security transaction data from May 3, 2015 to April 26, 2020 in the U.S. stock market are downloaded and used to test the derived pricing formula that derived above, and at last a specific CMBS futures contract is designed in order to provide reference for publishers when they are issuing the CMBS futures products. The research of this paper has certain practical significance for promoting the interest rate marketization, broadening the existing financing channels for investors, promoting the development of interest rate derivatives market and interest rate futures market. It also has certain theoretical significance for the development of financial derivatives and futures market, especially the development of interest rate derivatives and its futures products.

Keywords: CMBS, Derivatives, Pricing, CIR

创新型利率衍生品的期货产品的设计与定价研究

刘雨萱

暨南大学国际商学院, 珠海, 中国

邮箱

13138107422@163.com

摘要: 本文通过回顾商业性房地产抵押贷款支持证券的发展历程, 总结期货合约和商业性房地产抵押贷款支持证券的相关定价公式, 在此基础上, 创新性的提出了一种新型的利率衍生品期货产品, 即CMBS期货。本文利用CIR模型和广义矩估计的方法对该新型金融衍生品进行相关定价公式的推导。同时, 利用美股市场上2015年5月3日至2020年4月26日, 实际的261个CMBS交易数据对推导出的定价公式进行实践检验, 最终设计出一份CMBS期货合约以供发行商参考。本文的研究对于推动我国的利率市场化、拓宽投资者现有的融资渠道、促进利率衍生品市场和利率期货市场等金融衍生品市场的发展具有一定的现实意义。对于金融衍生品和期货市场, 尤其是利率衍生品及其相关的期货产品的发展也具有一定的理论意义。

关键词: 商业性房地产抵押贷款支持证券, 衍生品, 定价, CIR

1. 引言

1.1. 选题背景与研究的现实意义

资产证券化是指将基础金融资产未来可能产生的现金流作为偿付支持, 通过对其进行结构化的设计以增加其信用评级, 在上述过程的基础上发行资产支持证券的相关过程。是近40年以来国际金融市场上最重要金融衍生工具之一[1], 是金融领域上最具发展潜力的金融创新之一, 回顾其在国际金融市场上发挥的独特功能以及显现出的种种优势, 成为学术界和理论界公认的金融市场产品发展的新方向。

抵押支持债券是最早的资产证券化品种之一, 是由美国的储蓄机构和专管住房的银行联合, 将住房抵押贷款中符合一定条件的贷款集中起来, 形成一个资产池, 然后利用池中定期产生的本金和利息的去发行证券, 证券通过相关机构来进行评级以确定价格。该证券是直接由政府机构或者是与政府机构相关的金融机构来提供担保, 因此违约风险相对较低, 主要面临的是贷款人提前偿还贷款的风险。根据标的抵押物的不同, 抵押支持债券又被划分为居住性房地产抵押贷款支持证券和商业性房地产抵押贷款支持证券两类, 而其他的标的抵押物一般被归类为担保债务凭证的范畴。

其中, 商业性房地产抵押贷款支持证券自新世纪以来更是快速的发展, 在美国次贷危机爆发前, 其市场规模一年约达到30万美元[2]。国外不论是金融市场上还是学术研究领域, 该方向已经形成了较为完整和系统的框架体系, 也得到了广泛地实践应用。反观国内, 整体的资产证券化这一融资形式尚处于起步发展阶段, 理论研究也尚不完善, 实践中更是没有得到充分的利用和发展。但正因如此, 我国有越来越多的房地产经纪商和投资者关注到了这一领域, 使之成为当今房地产市场上的一个热门话题。

我国现有的融资方式和渠道较为简单和单一, 主要是通过银行贷款、发行股票和债券等传统的金融融资方式。我国现今正处于经济发展的高速阶段, 对于资本的需求量很大, 创新的融资方式和渠道是当今政府经济部门和普通投资者共同关注的方向。相比于传统的融资模式, CMBS的方法具有成本低、单次融资规模大、还款周期长等优点, 可以使金融资源得到更充分的配置[3]。因此, 本文在总结国内外商业性房地产抵押贷款支持证券相关发展和定价的同时, 提出一种新型的利率衍生品期货, 即CMBS期货, 并对其进行相关的定价设计和定价实践, 期望为我国证券市场和企业、居民融资提供新的渠道和方式, 推进我国金融市场的现代化和利率市场化的进程。

1.2. 文章结构安排

本文的结构安排共分为五部分。第一部分为引言, 主要介绍选题背景和该研究方向的现实意义。第二部分为相关文献的概括综述, 主要是回顾商业性房地产抵押贷款支持证券的相关研究历程以及其定价方式。第三部分为创新性的提出CMBS的期货产品和其定价模型的设计。

第四部分为定价的理论基础与定价实践, 并且综合考量期货合约所包含基础要素, 结合定价实践, 设计出一份CMBS期货合约。第五部分为全文的总结, 一是针对中国资本市场上CMBS未来的发展前景, 提出一些建议; 二是对本文创新点与不足之处的总结。

2. 文献综述

2.1. 商业性房地产抵押贷款支持证券发展历史历程

金融资产证券化 (Asset-Backed Securitization, ABS) 在上世纪70年代的主要作用是为了解决美国金融类机构所面临的流动性风险和利率风险等问题, 而发展到80年代, 随着更多新品种的诞生, 又逐渐被赋予了管控风险的职能。而抵押贷款证券化 (Mortgage-Backed Security, MBS) 中的商业性房地产抵押贷款支持证券 (Commercial Mortgage Backed Securities, CMBS) 更是相当活跃。CMBS最早诞生于1983年, 由美国的富达国际 (Fidelity Mutual) 人寿保险公司将价值约6000万美元的商业性房地产的抵押贷款[4], 以评级为3A级证券的交易方式卖给了其他的人寿保险公司, 由此拉开了CMBS在美国证券市场帷幕。上世纪80年代末, 由于美国房地产市场的衰退以及经济大环境的负面影响, 导致房地产市场上的相关机构坏账剧增, 多家银行破产清算。为了处理这一类的银行和其相关资产问题, 清算信托公司 (Resolution Trust Corporation, RTC) 由此诞生。其参照CMBS的模式, 通过发行商业性房地产不良凭证证券来解决上述不良资产和破产资产的问题。发展到90年代中期, 越来越多的金融机构参照RTC的方法, 利用CMBS的模式进行融资, 极大地促进了CMBS市场的发展。

然而我国的CMBS市场起步较晚, 最早诞生于2006年5月, 由澳大利亚的麦格理银行 (Macquarie Bank) 与中国大连万达集团联手, 利用价值约10亿美元的商业性房地产项目进行证券化的融资[5]。直到2016年8月, 国内才有第一单在上海证券交易所挂牌的符合国际上标准的CMBS产品, 名为“高和招商—金茂凯晨专项资产管理计划”, 达到约40亿美元的发行规模。随着我国的房地产行业逐步进入存量的时代, 传统的银行融资模式很难在满足市场的需求[6], 对于房地产信托投资基金 (Real Estate Investment Trusts, REITs) 和商业性房地产抵押贷款支持证券等的呼声也越来越大, 也正是从2016年开始, 我国CMBS的发行量和存量才开始大幅增长[7], 其未来的发展空间和发展潜力巨大。

最后, 简单介绍CMBS的标的物, 顾名思义, 其标的资产主要为商业性房地产, 随着多样化需求的产生和金融技术、工具的发展, 标的物也从最初的单一不动产逐步向多元化、复合化的不动产演进[8]。目前市场上流通的CMBS的标的物主要可以划分为两个大类型, 具体又包含五种小类型: 第一类是纯商业性房地产的抵押贷款, 通常包括大型区域性购物中心、小型区域性购物中心以及办公写字楼。其特点通常表现为: 建筑成本和运营维护成本较高, 内部店铺和访客来源较固定、种类多样, 易受区域性经济波动的影响。第二类是类商业性房

地产的抵押贷款，通常包括集合住宅和旅馆。其特点分别表现为：集合住宅的住户较固定，能够创造稳定的现

金流，但金额较少；而旅馆的住户通常不固定，流动性较大，且建筑成本和运营维护成本较高。

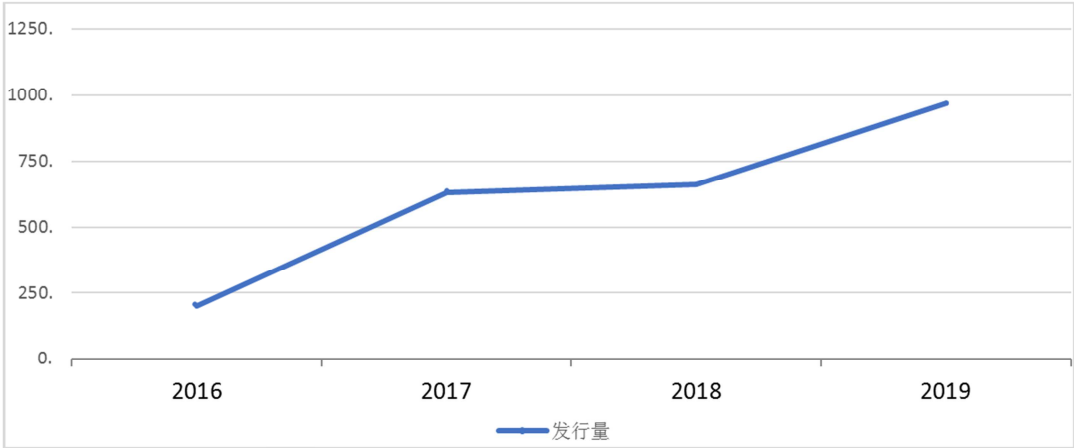


图1 我国自2016年以来CMBS的发行额（亿元）。

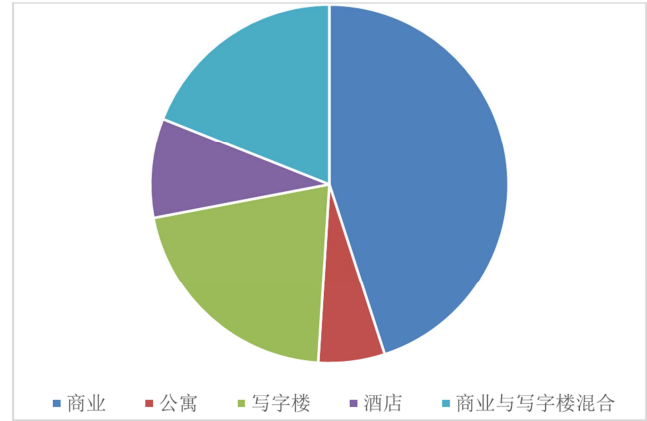


图2 我国CMBS常见底层资产类型分布。

2.2. 商业性房地产抵押贷款支持证券定价研究

随着CMBS的发展，其定价或是利率衍生品的定价模型和方法有很多，本文将国内外现有的模型和方法进行适当总结，大体可分为三大类：结构模型、强度模型以及利率期限结构模型。也有少数学者将金融衍生品的违约视为是一种看跌期权[9]，进而利用隐含期权结构的方法对其定价。

2.2.1. 结构模型

第一大类模型是基于结构模型的定价研究方法。对金融产品进行定价，首先要考虑和关注的就是其风险问题。结构模型是国内外测度金融产品信用风险的主要模型之一[10]，在金融产品定价领域得到了广泛的应用。该模型最初由Merton和Robert（1974）[11]提出，利用相机权益的方法，综合考虑企业的资产价值、信用评级以及外部的经济环境来进行相关定价。Titman和Torous（1989）[12]同样在考虑相机权益的基础上，对子弹型CMBS产品进行相关定价。而Kim和Ramaswamy等（1993）[13]在结构模型的基础上，提出当企业的资产价值小于指定的债务风险阈值时，其金融产品易发生违约风险。Childs和

OttS等（1996）[14]同时考虑相机权益和金融资产相关矩阵，Zhan Yong和Gang Zhi等（2009）[15]在其基础上又考虑了极端事件的发生概率，他们的研究为CMBS收益的敏感性测度贡献了理论基础。此后，又有学者构建了基于结构模型的综合模型[16-17]来对CMBS进行定价。

David（1999）[18]首次将连接函数（Copula）的方法与结构模型相结合，通过构建一个静态的资产框架，对利率衍生品进行定价研究。Robert和Jarrow等（2001）[19]利用Copula函数和交易者参与模型结合，周贵强（2014）[20]在其基础上又引入了指数衰减因素，建立违约相关性模型，均为CMBS的定价提供了更多的理论方法。Robert和Kolb（2011）[21]更是在其《国际金融市场连接模型》（Modeling International Financial Markets Contagion）一书中，对运用Copula函数来分析风险进而对金融衍生品定价做出了详细的总结。

2.2.2. 强度模型

第二大类模型是基于强度模型的定价研究方法。强度模型也是国内外测度金融产品信用风险的主要模型之一，在金融产品定价领域得到了广泛的应用，可以看作是简化的结构模型，其基础理论假设是认为影响金融资产的因素为外生变量，服从泊松分布，因此是不可直接预测的[22]。最初由Schwartz和Torous（1989）[23]通过构建包含等比例影响因素的计量模型，用来预测金融资产未来可能发生以及可能提前偿还的现金流。周春生和长青等（2001）[24]在改进强度模型的基础之上，假设衍生品的标的资产价值服从跳跃扩散，满足泊松不可预测事件的基本假设，从而来进行定价。此后，也有许多学者基于基础的强度模型构建综合模型，或结合回归分析的方法来判断CMBS可能存在的违约风险[25-27]，进而对其定价。

2.2.3. 利率期限结构模型

第三大类模型是基于利率期限结构模型的定价研究方法。该模型及其部分相关的衍生模型能够更为准确的描

述利率的动态变化过程, 综合考虑利率水平、均值漂移以及随机波动率三方面的因素, 关注到利率的非线性、异方差以及跳跃等问题, 涉及到短期利率波动的水平效应和跳跃效应。常见的衍生模型可以划分为四大类: 连续时间资产定价的一般模型 (CIR)、中心趋势模型 (Central Tendency Model, CT)、短期无风险单因素模型 (CKLS) 以及随机波动率模型 (Stochastic Volatility Model, SV)。其中, SV模型还可以根据考虑的经济变量不同, 进行进一步的拓展, 例如服从自由度为 ν 的t分布的SV-t模型、服从广义误差分布的SV-GED模型、考虑预期收益的SV-M模型、引入结合马尔科夫转换机制的MSSV模型、考虑随机均值的SV-SD模型、考虑包含跳跃因素的随机波动率随机均值模型 (stochastic mean drift-stochastic volatility-jump interest rate term structure, SVJ—SD)、以及非线性的Box-Cox-SV模型等等。因本文后期推导的定价公式主要是基于CIR模型进行的, 故在此对于其他种类的衍生模型不展开详细的介绍和总结。

CIR模型最初是由Cox、Ingersoll以及Ross (1985) 三人提出的[28], 其假定衍生资产的价格是内生决定的, 是基于结构模型的进一步延伸, 利用偏微分方程推导出连续时间序列下, 多种资产定价的一般模型。之后该模型被Darrell和Ming (1996) [29]、Darrell和Kenneth等 (1999) [22]广泛使用, 并充分考虑到利率期限结构的随机特性, 利用等价鞅测度的方法来对可赎回债券等进行定价实践。Sing和Ong等 (2004) [31]同样利用等价鞅测度的方法, 在互换框架下, 计算CMBS产品交易双方的现金流来进一步定价。侯德鑫和张莉 (2017) [32]在上述互换框架的基础上, 结合我国的数据来量化测算CMBS的违约风险。

CMBS作为一种利率衍生品, 其价格变化与利率的变化密切相关。Hull和White (1990) [33]利用修正的有限差分法, 将时间步长设定的更短, 构建出适用于依赖单个状态变量利率衍生品定价的通用模型。谭璐 (2103) [34]在该模型的基础上拓展到债券的定价研究。Mcconnell和John等 (1994) [35]运用隐形有限差分的方法和蒙特卡洛模拟 (Monte Carlo simulation) 的两步动态过程, 对衍生资产进行敏感性分析。之后, 同样有学者利用有限微分法和上述两步法对CMBS进行融资成本分析和敏感性相关分析[8、36]。

上述三种模型基础假设中的相同点, 是认为CMBS属于一种利率衍生品, 利率变化对其的价格和风险的变化起到关键作用。也有学者在上述模型的基础上, 把利率和标的物房产价格作为CMBS价格低主要影响因素的同时, 引入收入、GDP增长率、贷款年限、企业违约概率以及提前偿还贷款率等经济变量[16, 38-39], 作为CMBS定价时的考量因素。

3. 一种创新型利率衍生品的期货产品的提出

3.1. 新产品的提出

期货 (Futures) 是指在固定的交易场所, 即期货交易场所, 买入或卖出标准化远期合同的交易行为。该远期

合同称作为期货合约, 是交易双方约定在未来某一确定的时间、按照确定的价格买卖大宗商品或金融资产的协议。通常根据其标的资产的不同, 划分为商品期货和金融期货, 具体又包含农产品期货、能源期货、金属期货、利率期货、外汇期货和股指期货等许多种小的种类。

随着我国利率市场化体系的逐步完善, 在利率市场化的大背景下, 越来越多的利率期货、利率衍生品等金融工具, 本着规避利率风险和促进金融衍生品市场发展的目的层出不穷。本文将结合CMBS本身的发展, 提出一种新的金融衍生品期货: CMBS期货, 并对其进行相关的定价模型推导和定价实践, 该产品的发展主要还是依托于CMBS在我国金融市场上的发展, 反过来也可进一步促进CMBS市场和房地产市场的发展。

3.2. 模型设定

为了更为直观的展现利率变化的特征, 本文将根据利率期限结构理论, 利用CIR模型对CMBS期货进行定价。

3.2.1. 期货合约的设定

假设期货的交易是连续交易, 且满足逐日盯市 (marking to market) 的规则, 其合约的交割日 (最终结算日) 为 T , 标的资产的市场价格为 S_t , 而期货的价格为 F_t^T , 在任意一个很小的时间区间内, 期货价格为 dF_t^T , 且当到达期货合约的到期日 (T 日) 时, 存在 $dF_t^T = S_t$ 。因此可以推出, 在即期鞅测度 Q 条件下, 期货价格 F_t^T 即是鞅[40]。

3.2.2. CIR模型的设定

CIR模型中将随机波动率和均值都设定为了常数, 分别为 $\sigma = \sqrt{r_t}$ 以及 $\mu_t = \mu$, 其模型的一般形式为:

$$dr_t = k_1(\mu - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dz_t \quad (1)$$

该模型的含义为, 短期利率 r_t 将以速度 k_1 回复到均值水平 μ 。该模型将单因素 (CKLS) 模型[41]中的 r_t^γ 项的 γ 定义为0.5, 这样设定一方面是为了避免利率负值的出现[42], 另一方面是考虑到了短期利率波动的水平效应, 但未考虑其跳跃效应。

进一步, 假设利率风险的市场价格为:

$$\delta(r, t) = \frac{\delta\sqrt{r_t}}{\sigma} \quad (2)$$

其中, δ 是常数。则在风险中性的条件下, CIR模型可以写成[43]如下形式:

$$dr_t = [k_1\mu - (k_1 + \delta)r_t]dt + \sigma\sqrt{r_t}dz_t^Q \quad (3)$$

同时, 在风险中性的条件下, 短期利率的伊藤 (Itô) 过程可以表示为:

$$dr = m(r)dt + s(r)dz \quad (4)$$

其中, $m(r)$ 表示瞬时状态的漂移率; $s(r)$ 表示瞬时状态的标准差, 且 $m(r)$ 和 $s(r)$ 均为 r 的函数, 但是, 两者

是独立于时间而存在的[44]。结合伊藤引理的相关过程，还可以将CIR模型写成如下的形式：

$$dr_t = (\alpha + \beta r)dt + \sigma \sqrt{r_t} dz_t \tag{5}$$

在该模型的基础假定下，意味着在一个很小的时间区间 Δt 内，所有利率的变动方向是相同的，但变动的幅度可能存在着差异。

3.2.3. 以CMBS为标的物的期货的价格设定

根据谢斯（2008）[45]的研究，认为期货价格服从下面的偏微分方程：

$$\frac{\partial F^{T,S}(r,t)}{\partial t} + (k_1\mu - (k_1 + \delta)r_t - \delta r_t) \frac{\partial F^{T,S}(r,t)}{\partial r} + \frac{1}{2}\beta^2(r) \frac{\partial^2 F^{T,S}(r,t)}{\partial r^2} = 0 \tag{6}$$

其中, $\forall(r,t) \in S[0,T]$ ，且公式6的边界条件为：

$$F^{T,S}(r,T) = P(r,T,S) \tag{7}$$

因此，设定函数 $A(t)$ 和 $B(t)$ ，其方程可表示为：

$$A'(t) - k_1\mu B(t) = 0, t \in (0,T) \tag{8}$$

$$\frac{1}{2}\sigma^2 B^2(t) + (k_1 + \delta)B(t) + B'(t) = 0, t \in (0,T) \tag{9}$$

同时，函数 $A(t)$ 和 $B(t)$ 满足：

$$A(0) = a(S - T)$$

$$B(0) = b(S - T)$$

所以，可以求得函数 $A(t)$ 和 $B(t)$ 具体形式为：

$$A(t) = a(S - T) - \frac{2k\mu}{\sigma^2} \ln\left(\frac{B(t)e^{(k_1+\delta)t}}{B(S-T)}\right) \tag{10}$$

$$B(t) = \frac{2(k_1+\delta)b(S-T)}{\sigma^2 b(S-T)(e^{(k_1+\delta)t}-1)+2e^{(k_1+\delta)t}(k_1+\delta)} \tag{11}$$

综上，得到以CMBS作为标的资产的期货的价格函数为：

$$F^{T,S}(r,t) = e^{-A(T-t)-B(T-t)r} \tag{12}$$

3.2.4. 模型中参数的求解—基于广义矩估计的方法

根据George和Sanjiv（2002）的研究[46]，对于上述公式中涉及到的未知参数 k_1 、 μ 、 σ 可以采用广义矩估计（the generalized method of moments, GMM）的方法来对其求解。GMM方法的基础假定为，随机变量Y服从自由度为n的卡方 χ^2 分布：，其均值为d，方差为2d。则其两个母体矩估计条件（Population Moment Condition, PMC）可以写成如下形式：

$$E(Y - d) = 0 \tag{13}$$

$$[(Y - d)^2 - 2d] = 0 \tag{14}$$

其对应的样本矩估计条件（Sample Moment Condition, SMC）为：

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{d}) = 0 \tag{15}$$

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(y_i - \hat{d})^2 - 2\hat{d}] = 0 \tag{16}$$

分别基于公式15以及公式16求出来的均值d可能存在不同，因此，为了寻找更为接近于求解矩估计条件下的相应参数，可以考虑使用单位矩阵对矩估计条件加权（uniform weights）的方法，或者是使用矩估计条件协方差的逆矩阵加权（option weights）的方法[47]，通过设定一定的权重w1和w2，求出使得上述方程最小时的 \hat{d}_{GMM} 值作为d的估计值(d)。

4. 定价实践

因我国的CMBS市场尚未完全发展好，故本文选用美国CMBS市场上安硕发行商（iShares）的周交易数据，样本期选定为2015年5月3日至2020年4月26日，共261个数据进行CMBS期货的定价实践。为缩小数据的绝对数值和消除异方差使得序列更为平稳，原始数据均进行了对数化处理，命名为p。同时，根据中心极限定理以及正态分布与卡方分布 χ^2 的关系，将对数处理后的数据平方，以满足后期使用广义矩估计方法时的基本假设。

4.1. 样本描述性统计

表1 样本描述性统计。

Variable	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
p	261	7.886272	.0469241	7.784865	8.033486

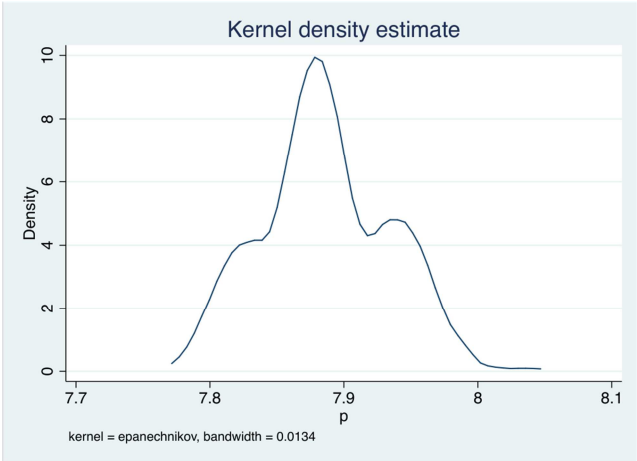


图3 样本概率密度分布图。

结合表1和图1可以看出，样本基本服从均值为7.89，标准差为0.047的正态分布，即可以认为其平方近似服从卡方分布，满足广义矩估计的前提。

4.2. 定价实践结果

首先，利用Stata软件来实现GMM方法估计未知参数。因为参数的数量与矩估计方法条件的数量相同，即可以

准确地标识估计值，此时，各样本矩估计方法下的条件2下的结果，即对应公式15和公式16的结果。可精确求解。下表2和3分别展现的样本矩估计条件1和条

表2 样本矩估计条件1的结果。

	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
Constant	62.195	0.046	1359.59	0.000	62.106	62.285	***
Mean dependent var	62.195		SD dependent var			0.740	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1。

表3 样本矩估计条件2的结果。

	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
Constant	52.022	0.042	1239.96	0.000	51.940	52.104	***
Mean dependent var	62.195		SD dependent var			0.740	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1。

从表中可以看出，条件1即公式15对应的标准差的估计结果（0.046）更接近真实值（0.047），而条件2即公式16对应的估计结果标准误差较大，因此认为条件1得出的结果更有效。接下来使用单位矩阵对矩估计条件加权

（uniform weights）和矩估计条件协方差的逆矩阵加权（option weights）两种方法对参数进行加权估计，结果展示在表4和5中。

表4 uniform weights方法的结果展示。

	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
Constant	52.042	0.042	1240.42	0.000	51.960	52.125	***
Mean dependent var	62.195		SD dependent var			0.740	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1。

表5 option weights方法的结果展示。

	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
Constant	52.038	0.042	1240.33	0.000	51.956	52.121	***
Mean dependent var	62.195		SD dependent var			0.740	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1。

从表4和表5中可以看出，两种加权方法得到的结果中，未知参数的估计量都是一致的。结合上述结果可以得出，对有效估计量和无效估计量赋予相同权重的GMM估计量，比在无效估计量上赋予较少权重的GMM估计量的效率要低很多。表6展示了使用option weights方法来进行矩估计的权重矩阵。

表6 option weights方法下的权重矩阵。

	1 cons	2 cons
1_cons	0.010	
2_cons	-0.000	0.004

参考吴思远（2017）[48]的研究结果，还可以通过极大似然估计法（Maximum Likelihood Estimate, MLE）、样本方差矩估计法（Sample Variance）等方法用来估计未知参数。因此，利用Stata软件进一步运行一个蒙特卡洛模拟（Monte Carlo）来比较上述各种估计方法的相对效率[49]，结果展示在表7中。

表7 不同参数估计方法的结果展示。

方法名称	标准误差 std.dev.
单位矩阵加权 uniform weights	0.042
条件协方差的逆矩阵加权 uniform weights	0.042
极大似然估计 maximum likelihood estimate	0.690
样本方差矩估计 sample variance	0.050

从表7中可以看出，利用两种加权方法得到的标准误差最小，得到的结果为0.042，是最有效的，其次是样本方差矩估计的方法（0.050），最后是极大似然估计的方法（0.690）。

综上所述可以看出，在过度约束识别的情形下，GMM估计量通过使用两个样本矩条件的加权平均值来估计平均值。第一个样本矩条件对应的是样本平均值，第二个矩条件对应的是样本方差。然而Monte Carlo模拟的结果表明，样本的平均值相比样本的方差能够提供的平均值估计量的效率要高许多。

4.3. 期货合约合同设计

为了更好的将理论与实践相结合，利用本文先前推导出的期货定价公式，同时考虑期货合约合同所包含的最小变动单位、合约月份、交易时间等基础的要素，并且参照芝加哥期货交易所（COBT）推出的标准化的中长期利率期货合约—5年期、10年期以及15年期的国债期货合约，期望帮助期货发行商设计出该新型利率衍生品期货所对应的标准化期货合约合同。

4.3.1. 标的资产面值

大型的机构投资者常利用期货合约来进行套期保值的目的，普通投资者对此的需求则较弱，而期货交易的手续费通常是按照合约单数来收取的，即如果标的资产

的面值过小，机构投资者完成一笔交易就需要更多的合约来支持，需要缴纳更多的手续费，增加其交易上的成本。但是，如果标的资产的面值过大，也会使得普通投资者准入该期货市场的门槛增加，市场进入困难，进一步导致期货市场的流动性和灵活性下降，对期货市场的发展不利。因此，考虑到CMBS的底层资产多为商业性房地产，且多为大型的机构投资者，故将其发行金额的面值设置为1亿元。

4.3.2. 保证金

期货交易的保证金是指用户在开仓时预先存入的一定数量的资金，也称作初始保证金。在当天交易结束时，需要对投资者保证金账户进行相应的调整，若保证金水平低于要求，则需要追加保证金，即逐日盯市的操作。而有关保证金标准的决定方式通常有两种，一是将其视作外生解释变量，通过建立相应的经济模型来决定其水平，例如Brennan在1986年提出的“保证金和违约损失的总成本最小模型”[50]。第二种方法是将保证金看作是内生解释变量，利用统计学上的方法，通过分析期货价格的波动性来决定保证金的设置水平。

国外的期货交易市场上目前通常采用动态的保证金制度，利用一套基于Black-Scholes（BS）定价模型的SPAN电子系统，动态的变换保证金水平，篇幅有限本文对此系统不做过多的介绍。而我国目前仍然采用的是静态的保证金水平，如5%这一固定值。静态的保证金水平不能够充分地反映出期货市场的市场波动以及当前投资者的情绪特征，将在一定程度上限制我国期货行业的发展。

4.3.3. 每日涨跌幅限制

每日涨跌幅度限制，即每日交易所能达到的最高价和最低价，当当前成交价达到当日最大的涨幅时，交易者只能卖出而不能买进；而当价格达到当日的最大跌幅时，交易者只能买进而不能卖出。这样设定可以降低违约风险，可以使投资者的过度反应情绪得到适度的冷静。但同时，也会延缓价格发现过程，阻碍到新信息的扩散，进而使得信息不对称程度加剧，噪音行为增加。

4.3.4. 头寸限额

头寸限额指加以这最多可以持有的合约数量，可以有效地做到防止投机、减少操纵价格的行为发生我国通常采用限额制，即明确规定交易者的持仓限额。

4.3.5. 交割和报价

期货交割是指当期货合约到期时，期货交易的双方通过该期货合约标的资产所有权的转移，结算到期未平仓期货合约的过程。因为CMBS贷款的还款年限多集中在10年到12年，因此，参考COBT推出的中长期国债期货的交割方式，采用实物交割的方式。

期货的价格是指在期货市场上，交易者通过公开竞价的方式最终形成的期货合约标的物的价格。因此，考虑将CMBS期货合约的面值划分为100点，报价时采用价

格报价的方式，报价单位为 $\frac{1}{32}$ 点，最小变动单位为 $\frac{1}{32} * \frac{1}{2}$ 点

4.3.6. 合约月份

期货的合约月份是指期货到期时的月份。考虑到我国现有的CMBS产品的付息频率形式多为季付或半年付，为使得期现之间相匹配，故将CMBS期货产品的合约月份设置为3月、6月、9月以及12月。

4.3.7. 最终的期货合约合同

根据上述所讨论的期货合约合同所包含的各类基础要素，现设计CMBS期货的合约如下表8所示：

表8 CMBS期货合约。

交易面值	100,000,000 元
保证金水平	5%
报价单位	$\frac{1}{32}$ 点
最小变动单位	$\frac{1}{32} * \frac{1}{2}$ 点
每日价格涨跌幅限制	上下波动不超过上一交易日结算价格的3点
交割方式	实物交割
合约月份	3月、6月、9月、12月
交易时间	北京时间9:15-11:30以及13:00-15:15
最后交易日	交割月的最后一个营业日

附注：最后交易日的交易时间为北京时间9:15-11:30。

5. 总结和建议

我国目前可以选择的融资方式和融资渠道相对单一，占主导的仍然是传统的融资方式，如银行贷款、发行股票和债券等方式。随着我国利率市场化和全球经济的发展，对于资本的需求量越来越大，推出新型金融衍生品来进行交易和规避金融风险的呼声也越来越大，推行新的融资渠道，使得企业、居民更便捷的进出资本市场，是未来重要的关注点和研究方向。而CMBS具有的成本低、单次融资规模大、还款周期长等诸多优点使其在当今金融市场的地位越来越重要，有关它的产品设计研究和相关定价研究也成为了重要的学术研究方向，在推进我国利率市场化、资产证券化以及资本市场现代化进程方面具有现实意义。

关于CMBS及其相关衍生品未来的发展，本文提出如下建议：第一，完善市场监管和法律法规。明确界定产品交易，规范市场监管体制，加大市场监管力度。在学习、借鉴西方成熟市场经验的基础上，结合自身情况，推动市场完善化的发展，为投资者提供透明、公平的市场环境。第二，促进市场多样化的发展。不仅仅是金融产品的单一，我国资本市场中的投资者也较为单一，要更多关注和扶持中小的投资机构，规范机构投资者。加强市场建设，适当降低准入门槛，鼓励更多的投资者进入市场，从而为资本市场注入活力，提高资本市场的流动性。第三，加强风险管理。丰富基础金融投资资产、发展金融衍生品的同时，要注意管控风险，实时监控市场数据，完善信息披露制度，促进风险的转移与分散。

本文的创新点主要体现在：提出了一个新型的利率衍生品期货—CMBS期货产品，并对其进行相应的定价公式推导和相关的定价实践。而本文的不足之处主要体现在：由于自身学识和能力不足，在期货产品定价方面除CIR模型外，还有更多更完善假设的，考虑跳跃过程的定价模型，如SVJ—SD模型等；还有在参数估计方法的选择上，除了GMM估计外还有MLE估计方法等。本文仅仅是针对上述其他方法做出了描述和利用软件所得结果的简单对比，主体的定价过程仍然是采用CIR模型和GMM估计方法，因此，推导出的定价公式可能存在一定成的偏差和适用条件。

参考文献

- [1] 马向辉. 资产证券化融资方式及其在我国的应用与发展[D]. 对外经济贸易大学, 2002.
- [2] Fabozzi Frank J, Mcbride Joe, Clancy Manus. THE POST-CRISIS CMBS MARKET: Will Regulations Prevent Another Market Meltdown?[J]. The Journal of Portfolio Management, 2015, 41(SEP.SPEC.):118-125.
- [3] 何宇明. CMBS: 商业地产融资的创新方式[J]. 市场研究, 2008(07):43-45.
- [4] 杜文淑. 金融危机下我国商业银行住房抵押贷款证券化的法律思考[C]. 中国法学会银行法学研究会. 金融法学家 (第一辑). 中国法学会银行法学研究会: 中国银行法学研究会, 2009:325-330.
- [5] 王晓伟. CMBS的中国之路走了一年[N]. 中国房地产报, 2006-09-18.
- [6] 陈健. 房地产资产证券化加速推进[N]. 上海金融报, 2017-08-01(A08).
- [7] 钱毓芳. 中国商业房地产抵押贷款支持证券现状研究[J]. 全国流通经济, 2019(25):124-126.
- [8] 朱姝鹏. 商业性不动产抵押贷款和CMBS定价分析[D]. 浙江工商大学, 2010.
- [9] Jacob D P, Ted Hong and L H Lee. An Options Approach to Commercial Mortgages and CMBS Valuation and Risk Analysis[M]. The Handbook of Commercial Mortgage-Backed Securities, in F.J. Fabozzi and D.P. Jacob (Eds), 1999:317-346
- [10] 周宏, 李国平, 林晚发, 王园. 企业债券信用风险定价模型评析与进展[J]. 管理科学学报, 2015, 18(08):20-30.
- [11] Merton, Robert C. ON THE PRICING OF CORPORATE DEBT: THE RISK STRUCTURE OF INTEREST RATES*[J]. The Journal of Finance, 1974, 29(2):449-470.
- [12] Titman Sheridan, Torous Walter. Valuing Commercial Mortgages: An Empirical Investigation of the Contingent-Claims Approach to Pricing Risky Debt[J]. The Journal of Finance, 1989, 44(2):345-373.
- [13] In Joon Kim, Krishna Ramaswamy, Suresh Sundaresan. Does Default Risk in Coupons Affect the Valuation of Corporate Bonds?: A Contingent Claims Model. 1993, 22(3):117-131.
- [14] Childs P, OttS, Riddiough T. The Pricing of Multiclass Commercial Mortgage-Backed Securities. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1996, 31(4):581-603.
- [15] Liu Zhan Yong, Fan Gang Zhi, Lim Kian Guan. Extreme Events And The Copula Pricing Of Commercial Mortgage-backed Securities[J]. The Journal of real estate finance and economics, 2009, 38(3):327-349.
- [16] Kay Giesecke. Correlated default with incomplete information[J]. Journal of Banking and Finance, 2004, 28(7).
- [17] Giesecke Kay, Goldberg Lisa R. Sequential Defaults And Incomplete Information[J]. SSRN Electronic Journal, 2004, 7(1):2004.
- [18] Li David X. On Default Correlation: A Copula Function Approach[J]. SSRN Electronic Journal, 1999, 9(4).
- [19] Robert A, Jarrow, Fan Yu. Counterparty Risk and the Pricing of Defaultable Securities. 2001, 56(5):1765-1799.
- [20] 周贵强. 商业房地产抵押支持证券的违约集聚风险与定价模型研究[D]. 华中科技大学, 2014.
- [21] Robert W, Kolb, Ser - huang Poon. Modeling International Financial Markets Contagion: Using Copula and Risk Appetite[M]. 2011.
- [22] Darrell Duffie, Kenneth J. Singleton. Modeling Term Structures of Defaultable Bonds[J]. Financial Management, 1999, 12(4):687-720.
- [23] Schwartz Eduardo S, Torous Walter N. Prepayment and the Valuation of Mortgage-Backed Securities[J]. The Journal of Finance, 1989, 44(2):375-392.
- [24] 周春生, 长青, 郭良勤. 等待的价值——未来不确定性条件下的建设项目投资决策分析[J]. 经济研究, 2001(08):79-85.
- [25] Darrell Duffie, David Lando. Term Structures of Credit Spreads with Incomplete Accounting Information[J]. Econometrica, 2001, 69(3):633-664.
- [26] Fan Gang Zhi, Sing Tien Foo, Ong Seow Eng. Default Clustering Risks in Commercial Mortgage-Backed Securities[J]. The Journal of real estate finance and economics, 2012, 45(1):110-127.
- [27] An Xudong, Deng Yongheng, Nichols Joseph, et al. What is Subordination About? Credit Risk and Subordination Levels in Commercial Mortgage-Backed Securities (CMBS)[J]. Social ence Electronic Publishing, 2015, Vol.51 (2), pp.231-253.
- [28] JOHN C. COX, JONATHAN E. INGERSOLL Jr, STEPHEN A. ROSS. A THEORY OF THE TERM STRUCTURE OF INTEREST RATES[M]. Theory Of Valuation. 2014.
- [29] DARRELL DUFFIE, MING HUANG. Swap Rates and Credit Quality[J]. The Journal of Finance, 1996, 51(3).

- [30] Sing Tian Foo , Ong Seow Eng , Fan Gang Zhi, et al. Analysis of Credit Risks in Asset-Backed Securitization Transactions in Singapore[J]. Journal of Real Estate Finance & Economics, 2004, 28(2-3):235-253.
- [31] 侯德鑫, 张莉. 我国CMBS业务违约风险测算和回购期权定价[J]. 系统科学与数学, 2017,37(06):1452-1467.
- [32] John Hull, Alan White. Valuing Derivative Securities Using the Explicit Finite Difference Method[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1990, 25(1):87-100.
- [33] 谭璐. 基于Hull-White利率期限结构模型的债券定价研究[D]. 湖南大学, 2013.
- [34] McConnell, John J, and Manoj Singh. Rational prepayments and the valuation of collateralized mortgage obligations[J]. The Journal of Finance, 1994, 49: 891-921.
- [35] 施方. 住房抵押贷款支持证券的微分方程定价及有限差分解法[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2002(04):348-352.
- [36] Yildirim Yildiray. Estimating Default Probabilities of CMBS Loans with Clustering and Heavy Censoring[J]. The Journal of real estate finance and economics, 2008, 37(2):93-111.
- [37] Xu dong An, Yong heng Deng, Stuart A. Gabriel. Asymmetric information, adverse selection, and the pricing of CMBS[J]. Journal of Financial Economics, 2010,100(2).
- [38] 马超群, 马宗刚. 基于Vasicek和CIR模型的巨灾风险债券定价[J]. 系统工程, 2013,31(09):33-38.
- [39] 周丽. 利率衍生品定价研究[D]. 北京理工大学, 2006.
- [40] 周生宝, 王雪标, 刘书舟. 我国短期利率波动的水平效应和跳跃效应[J]. 财经问题研究, 2015(07):47-51.
- [41] 边卫红, 焦正上. 美元利率定价权改革[C]. .《IMI研究动态》2016年合辑. :中国人民大学国际货币研究所, 2016:2164-2170.
- [42] 冉茂. CIR模型下的国债期货选择交割期权定价[D]. 西南财经大学, 2013.
- [43] 谢斯. 利率期货的定价与实证分析[D]. 浙江大学, 2008.
- [44] George Chacko, Sanjiv Das. Pricing Interest Rate Derivatives: A General Approach. 2002, 15(1):195-241.
- [45] 邹玲. 几类利率衍生品定价模型的探究[D]. 华中科技大学, 2009.
- [46] 吴思远. CIR模型在中国市场的应用[D]. 中国科学技术大学, 2017.
- [47] Zsohar, P. Short introduction to the generalized method of moments, Hungarian statistical review[M]. 2011, 16: 150-170.
- [48] Brennan Michael J. A theory of price limits in futures markets[J]. North-Holland,1986,16(2).