

PDF-PAPER2015006

中银汇聚宝 HJB12007-V 定价分析

——运用障碍期权方法¹

摘 要

随着居民收入的增长，以及通胀压力的存在，人们开始并不满足银行较低的存款利率，而是转投收益较高的银行结构性理财产品。在追求利润的前提下，根据客户的需求，银行推出了许多复杂的结构性理财产品，结构性理财产品在市场上引起了广泛关注，而对于结构型理财产品所给的收益率是否合理对于客户和银行同样具有非常重要的研究意义。

本文在国内外研究现状的基础上，阐述了结构型理财产品的定义、特点及分类，根据这些特点，继而研究了结构型理财产品中期权合约的定价方法，具体的定价方法是本文的重点也是难点。在上述定价方法的基础上，以中国银行发行的一款与澳元兑美元汇率挂钩的障碍触发型理财产品为例，运用布莱克斯科尔斯莫顿微分方程关于障碍期权的解析解来计算该产品中的期权价值。然后通过计算出来的价值与银行给定的收益率进行比较，并验证其收益率是否合理，最后基于算出的价值及敏感性分析，站在银行的角度，为投资者着想，给出该结构性理财产品的定价空间。

本文的创新之处在于运用布莱克斯科尔斯扩展公式对中国银行保本结构性

1 本论文由湖北大学商学院的邱士杰撰写，指导老师为杨克明。

理财产品进行定价，这与以往大多用蒙特卡洛模拟来为奇异期权定价不同。同时通过 GARCH 模型对波动率进行预测，保证了结果的可靠性。另外，通过以具体的银行理财产品为例，深度剖析其定价，让投资者真正了解了银行结构性理财产品，这对其今后的投资无疑具有较大意义。

关键词：结构性理财产品；障碍期权；期权定价；GARCH 模型

Abstract

With the growth of the inhabitants' income and existence of bloating pressure, people start not to satisfy the low bank deposit rate, they pay more attention to the bank structured financial products. Based on the investor's demand and pursuit of the profit, a great numbers of banks launched many complex financial products, which that makes structured financial product caused wide public concern. Considering that the return rate of the structured financial product is very important to investor, it's necessary to study the return rate is reasonable or not.

Based on the present domestic and overseas condition, the paper defines the bank structured financial Products, concepts from a theoretical Point of view to explain the definition of bank financing business and the main features and basic categories in structured Products. According to the characteristics, then study the pricing method of option contract in the structured products. Using the formula in closed form for barrier option valuation within the Black-Scholes framework, taking barrier trigger-financial products pegged to AUDUSD that issued by bank of china, the option price in the product is calculated. In order to see whether the given return is reasonable, then, we compare the calculated option price with the given return. At last, based on the calculated value and sensitivity analysis, in the perspective of the bank for the sake of investors, the paper gives the pricing of financial space.

The main innovation of the paper is using the formula in closed form within the Black-Scholes framework for the structured product that differs from the traditional method of using Monte Carlo Simulation. The volatility in the formula is estimated by GARCH model that makes the result reliable. The paper takes specific financial product as example and analyses the price profoundly, that make investor really

understand the structured financial product, which undoubtedly be great significance for investors' future investment.

Keywords: structured financial product; barrier option; option pricing; garch model

全国金融专硕论文大赛获奖论文

目 录

一、绪论	1
二、结构性理财产品概述	8
三、结构性理财产品的定价理论与方法	11
四、中银结构性理财产品定价分析	16
五、基于中银汇聚宝 HJB12007-V 理财产品分析结果的应用 ..	33
六、结论	36
参考文献	37

一、绪论

（一）研究背景

随着中国经济的稳健增长，中国居民个人可支配收入逐步提高。据公布的数据显示，2013 年前三季度，国家统计局的统计数据中，城镇居民人均总收入 22068 元。其中，城镇居民人均可支配收入 20169 元，同比名义增长 9.5%，扣除价格因素实际增长 6.8%，该增速较去年出现回落。正是因为通胀压力的存在，以及较低银行存款利率，银行存款已经不能满足居民对货币的保值增值要求。于是，居民开始寻找新的投资渠道。相对于高风险的股票、低流动性和盈利的国债，银行结构性理财产品成了居民的新宠儿。大量居民将手中闲置资金投向了银行结构性理财产品，理财产品市场也就得到大家越来越多的关注。兼具固定收益证券和金融衍生品双重特点是结构性理财产品的一大优势，银行设计结构性理财产品时，可以根据投资者的需要，进行不同形式的变换。结构性理财产品的多样性与灵活性让投资者可以在金融市场上进退自如，有效对冲分散风险，对资本进行保值增值。

基于城镇居民对理财的需求，理财产品成了银行新的盈利来源。随着存贷利差的减小，银行将更多的目光放在了中间收入上，理财产品正是银行中间收入的来源之一。然而大家都想在这个市场上分得一杯羹，最近“余额宝”、“百度百发”等理财产品的出现对银行结构性理财产品构成了强有力的冲击，面对市场上种类繁多的理财产品以及不同理财产品的收益率差异，银行如何设计最优的理财产品、从而在日益众多的理财产品中脱颖而出，成为了值得研究的课题。

结构性投资产品的发展同样是完善我国金融市场投资品种的需要。结构性理财产品是嵌入衍生产品的组合投资工具。虽然我国衍生产品市场的规模、效率远低于发达国家或一些新兴市场，但是银行通过将衍生产品融入结构性理财产品的设计当中，使得国内金融市场的投资品种更加丰富，金融市场更加完善。银行只需稍加改动产品要素和条款，就能设计出风险和收益全然不同的新产品。

因此，随着结构性理财产品的不断创新，国内金融市场的投资品种必将不断充实。

全国金融专硕论文大赛获奖论文

当前,我国金融市场上投资品种的匮乏让结构性理财产品的进一步发展提上了日程。相对于美国、德国、瑞士这些结构性产品发展日趋成熟的市场,我国的结构性产品还处在初步发展阶段,大部分是简单的结构性理财产品。商业银行可以不断创新,通过添加支付条款和相关要素,让其变为更为复杂的衍生品,并且满足不同投资者的收益风险需求。因此,结构性理财产品的不断创新将给国内市场带来更加丰富投资产品。

另外,伴随着首批 11 家银行开始债权直接融资工具、银行资产管理计划两项试点以及利率市场化推进,这势必倒逼银行进行理财业务的变革。贷款利率放开后,银行对信贷额度需求更大,银行理财产品的开放,将解决基础资产的非标准化向标准化演变。所以,银行将把重点放在结构化产品上,尤其是对客户来说风险较低的保本性的结构理财产品。而如何吸引客户购买,其合理的定价势必将扮演重要角色。基于以上背景,本文将对中国银行一款保本结构性理财产品定价合理性进行研究分析,并从分析结果来说明投资者如何更好的投资结构性理财产品。

(二) 研究意义

面对不断变化的市场及宏观政策,银行理财产品的创新将会一直持续下去,无论从银行的角度还是投资者的角度,都有必要对银行理财产品特别是结构性理财产品进行分析研究,弄清背后的原理将有利于找到供求双方的契合点。

1.理论意义

与以往的文献更多的是单独关注银行理财产品的定价或者是营销,本文将由理财产品的定价是否合理,站在银行的角度为投资者着想,从而寻找供求双方的契合点。另外本文将用障碍期权的定价方法,结合 BS 扩展公式来分析中银保本结构性理财产品,无疑也将弥补该领域的研究文献。

2.现实意义

银行理财产品一直是一个黑洞,投资者并不知道银行将投资者存款用在何处。客户从产品说明书上看到的是只是一个大致投资范围,非标准的基础资产

给客户带来一种比较矛盾的想法，严重影响了客户的抉择。另外银行在风险管理技术方面的匮乏以及在其他方面资金的短缺，导致募集资金可能没投资到约定的标的上，进而影响到理财产品收益率的高低。因此通过对结构性理财产品的定价研究，为银行有效定价，为客户提出投资建议，实现共赢，无疑具有更加现实的意义。

（三）文献综述

1. 国外研究现状

银行结构性理财产品于 20 世纪八十年代开始在美国盛行，并在 20 世纪九十年代中期逐步在欧洲发芽，银行结构性理财产品有效的补充了资本市场。国外结构性产品市场分为一级、二级市场，定价研究已经成为国外诸多学者的研究重点。

Chen and Sears（1990）对发行最早的股价联动产品——S&P500 指数联动票券进行定价，在期权方面，他们使用了 BS 定价公式。同时，Chen and Kensinger（1990）对大通银行发行的市场指数联动存单进行了实证分析。Baubonis et al（1993）对花旗银行股票连接存款证券产品进行了定价，发现花旗银行赚到了市场价格 2.5%-4%的净利润。1988 年，联邦国民按揭协会发行了指数化偿债基金信用债(ISFDs)，它是通过将买入和卖出两种期权加入到普通债券创造出来的。Finnerty（1993）在他的论文中，为 ISFDs 建立了或有权益估值模型，并证实了因为流动性较弱的原因，该债券存在定价过低的事实。Wasserfallen and Schenk（1996）同样得出了瑞士市场资本保证型理财产品发行时定价过高、二级市场定价过低的结论。1990 年，瑞士市场上发行了反向可转债和折扣债券，Bush et al（2001）对该债券价格进行了估计。Zamir Iqbal（2001）在研究货币联动结构性产品的绩效问题的博士论文中，认为货币联动结构性产品中存在超额收益，作者视内在的附加风险是产生超额收益的原因。近来，较为全面的结构性衍生品研究是由 Satyajit（2001）完成的，作者综合全面的分析了结构性理财产品的基本原理、定价和构建。Wilkens et la（2003）发现了德国市场上结构性理财产品存在明显的溢价率，而他认为是“生命周期假说”可以解释这一现象。

象。随后,研究股票挂钩型结构产品在德国一级市场的发行价格高于理论价格,而二级市场的交易价格和理论价格相当的结论在 Pavel A.Stoimenov, S Wilkens (2004) 中得到了体现。Matthias (2005) 研究了交易凭证和场外交易市场的零售结构性衍生产品的定价,两者都显示实际价格比理论价格高的问题。K.C.Chen, Lifan Wu (2007) 认为瑞士银行等金融机构发行的看涨股票挂钩型证券的产品发行价格和理论价格不存在明显的偏离现象,导致这一现象的原因是加入了税收因素。Thorsten Hens, Marc Oliver Rieger (2009) 调研了美国、德国和瑞士这三个结构性理财产品最大的市场,并发现最成功的结构性产品对于完全理性的投资者并不是最适合的。

2.国内研究现状

随着国外学者对理财产品定价研究的兴起,国内学者也开始将研究重点由理财产品的概念特征、内部机制、营销方面逐步转向风险定价方面。

王光明 (2005) 对结构性理财产品的概念和特征进行了简要论述。童晖平 (2005) 对个人外汇结构性存款理财产品进行了收益风险分析,并对不同的投资者进行了投资建议。沈传河、朱新峰、王学民 (2006) 在分析结构性理财产品发展现状和存在问题的基础上,提出了发展对策与建议。胡斌、胡艳君 (2006) 对个人理财产品的现状、特点及机遇进行了阐述。李畅、徐苏江 (2007) 认为应在鼓励结构性产品发展的同时关注监管会计制度等方面的问题加速金融衍生品交易所市场的发展促进场内场外市场的良性互动。

康朝锋、郑振龙 (2005) 利用 BDT 模型对 2004 年初发行的外汇结构性存款进行定价,结果表明这些存款价值都高于存款本金。林颖、徐承龙 (2006) 对市场中汇率挂钩的一种累积型理财产品进行分析,在汇率满足几何布朗运动的假设下,建立了一类与汇率相关的期权型外汇存款条约价格的偏微分方程的数学模型,得到一个精确的表达式,并讨论了其金融意义。杨涛 (2007) 运用 CAPM 模型为股票挂钩型结构性理财产品收益进行分析,并结合实证分析说明了股票挂钩结构性理财产品的预期收益高于同期银行外汇存款,但离其理论最高收益相距甚远。李畅 (2007) 运用统计方法描述了银行理财产品的市场概况,

以中信银行和中国银行发行的两个金价区间触发产品为例,运用蒙特卡罗模拟的方法,研究其定价问题,并对两个产品的定价进行了比较。任敏、陈金龙(2008)针对单资产股票挂钩保本型结构性产品,根据风险中性定价原理,借鉴BS公式,对受汇率波动影响的外汇理财产品进行了定价研究,并得出定价公式。刘一凡(2008)运用数理统计的方法对结构性理财产品特点进行了统计分析。黄庆(2009)基于蒙特卡罗模拟方法对结构性理财产品定价。邢彬(2010)阐述了各种期权定价方法的适用性,并说明了结构性理财产品存在的风险管理问题。何亮(2012)采用蒙特卡罗模拟方法和Cholesky分解技术,以中国银行中银进取09001A为例,研究了中国银行多资产类结构性理财产品定价的合理性。崔海蓉、何建敏、胡小平(2012)根据风险中性定价理论将复平面的围道积分应用于拉普拉斯逆变换,并给出了期权定价模型,随后,作者验证了中国银行HJB0903v黄金挂钩双障碍理财产品定价过高的现象,并分析了黄金价格波动对HJI30903v触及障碍的概率和理论价格的影响。彭湘军(2012)运用VAR方法,对结构性理财产品的市场风险进行了度量。谢海霞(2013)运用模糊层次分析法对一款恒生银行发行的汇率挂钩型理财产品进行了量化评估,并证实了模糊综合评估法在结构性理财产品风险评估的有效性。

(四) 论文研究内容与创新

1. 论文研究内容

本文采用实证研究的方法,以国内经济迅猛发展,银行结构性理财产品层出不穷为时代背景,对中国银行一款保本结构性理财产品定价进行了细化研究。基于中国银行该保本结构性理财产品定价情况,得出了商业银行结构性理财产品定价方面普遍存在的问题并就结构性理财产品的应用提出了相关建议。

围绕这一目的,本文的撰写主要以中国银行一款具体的保本结构性理财产品为例,根据金融学基本理论构建与该产品对应的期权定价模型,并分别运用历史数据、EMWA模型、GARCH模型分别测算期权定价模型中的澳元兑美元波动率,并比较三种模型预测的有效性,最后得出GARCH模型是三个之中能较好预测波动率的。由GARCH模型预测的波动率范围,可以算出期权价值以及产品

价值的区间，通过计算出来的价值区间从而确定该产品的定价空间，以此从银行的角度为客户创造出更加合理的理财产品，并做出正确的投资。

本文第一部分介绍了论文研究的背景和意义，主要对结构性理财产品研究进行了国内外文献综述，并简要介绍了本文的研究框架及研究方法，最后总结了本文的创新之处。第二部分从理论角度阐述了结构性理财产品的定义、特点及分类。第三部分介绍了结构性理财产品的基本定价理论与定价方法，包括资本资产定价理论、套利定价理论和期权定价理论以及蒙特卡洛模拟、二叉树和布莱克·斯科尔斯·莫顿微分方程方法。第四部分是对中国银行一款具体的结构性理财产品进行案例分析，主要是对其定价合理性进行分析。包括预测汇率波动率、计算合约中期权的价值和产品总价值。第五部分是根据定价的结果来为该理财产品的运用提出改进，并对结构性理财产品的发展提出建议。第六部分是结论，包括本文的相关结论、研究的不足以及展望。

2. 论文主要创新

(1) 运用 GARCH 模型、布莱克斯科尔斯解析解对具体的中国银行保本结构性理财产品定价进行研究，并得出产品价值区间。

(2) 基于该理财产品，本文从商业银行的角度，替客户着想，提出理财产品改进措施及投资决策。

二、结构性理财产品概述

（一）结构性理财产品定义及特点

1. 结构性理财产品定义

结构型理财产品是相对于简单基本的存款而言的，它是运用金融工程相关技术、对存款、零息债券等固定收益产品与金融衍生品（如远期、期权、互换、期货等）进行组合，从而设计出来的一种复杂的金融产品，而将固定收益产品和衍生产品组合在一起的是衍生合约。结构性理财产品在全球范围内主要是通过各金融机构的渠道进行销售。这主要是因为，结构性理财产品大多是金融机构根据不同投资者对收益与风险的不同需求量身定做的非标准化的产品。当前市场上，比较常见的结构性理财产品中金融衍生品大多是期权合约，而固定收益部分则是无风险资产。投资于期权合约则是为了将投资者对于未来市场变化的预期转化为真实的投资行为，投资于无风险资产是为了在期末保证本金的安全，这一部分投资的初始分配比例取决于市场的利率水平。一个结构性理财产品有以下三个基本要素：

（1）固定收益证券联接成分：本金、利息或者两者都包含。若是零息债券，则联结的一定是本金；若是附息债券，则联结的可能是利息本金或债券全体。

（2）联结对象：这可以是商品价格（如股票价格、汇率、黄金价格）、价格指数（如物价指数、股价指数）或某种特殊事件的发生（如违约事件，类似对赌协议之类，自然灾害事件）。

（3）联结方式：主要是买卖远期契约（强迫性联结）或买卖期权（买权或卖权，属于非强迫性的联结）。

在固定收益有一定保证的前提下，衍生品的性质给结构性理财产品收益和风险带来了新的可变性。如今在中国，结构性理财产品是商业银行的专属，虽然金融危机一度让其发展得到了停滞，但是近来结构型理财产品有回升趋势。

虽然结构性产品收益率我们可以很直观的获取，但是要将其收益结构分解为债券和衍生性产品各成分则需要深入分析才能得到真实的收益。将既定结构性产品分解为基础成分是必要的工作，因为我们可以利用相关折现方法对基础成分定价，然后加总算得产品价值。

2.结构性理财产品特点

结构性理财产品的特点主要有以下两个：（1）种类繁多，金融衍生品中的挂钩资产可以有很多种，例如汇率、指数、股票、基金等，针对不同的风险需求可以设计出许多理财产品；（2）收益不同，结构性理财产品分为保本和非保本两种。保本的结构性理财产品保证本金的安全，额外收益取决于挂钩资产的表现，银行会给一个固定的额外收益，这个收益不会太高，因为风险较小。而非保本的结构性理财产品不能保证全部本金的安全，这种理财产品的收益一般较高。

（二）结构性理财产品分类

结构化产品种类繁多，很难以一种标准来划分产品的种类。一般我们从本金保障程度与衍生性产品头寸挂钩标的两个层面来进行分类。

1.按本金保障程度

按本金保障程度，结构性理财产品可以分为保本和非保本两类

（1）保本型

保本型之投资者可以获得当初购买理财产品的本金，甚至还有一个保底的收益率

（2）非保本型

投资者享有高收益同时承担高风险，由于其未具备保本的性质，需视双方当初约定还款条件，承担标的资产上涨和下跌带来的风险。

2.按衍生品头寸挂钩标的

结构性理财产品的挂钩标的可以是利率、股票、指数、信用、基金、汇率、

股权等。

（1）利率挂钩型

投资收益之本金或利息金额之多寡，与某项指标利率（总体经济指标）、特定债券价格甚至通货膨胀率（宏观经济指标）联动产品，按其结构可以分为内嵌利率远期契约结构、内嵌利率期权结构、债券指数联结票券。

（2）股权挂钩型

投资收益的本金或利息的多寡与某股票价格或股价指数挂钩的商品。此类产品一般可以拆解为一种固定收益证券（以零息债券为主）和一种以股权资产为标的之衍生性金融产品（常为远期期权或契约）。主要有利息与股价联动债券、利息与股价指数联动债券、本金与股价指数联动债券、可转换成股票债券、可转换成优先股债券以及可转换成股票债券。

（3）汇率挂钩型

投资收益之本金或利息多寡与某币别之汇价相关的产品。按其结构划分有双重币别结构与汇率联动结构，主要有本金与汇率联动债券、利息与汇率联动债券、触及生效或取消债券以及双重币别债券。

（4）商品挂钩型

投资收益之本金或利息金额之多寡联动于某商品价格（小麦、油、煤炭）或商品指数之商品，具体分为商品期权契约结构和商品远期契约结构两类。

三、结构性理财产品的定价理论与方法

（一）结构性产品定价理论

衍生产品定价问题是我们相对陌生的领域，但近几十年来，它在西方金融理论中发展最快。发展到现在，形成了几种不同分析框架和逻辑下的定价理论。这几种分析理论主要是资本资产定价理论、套利定价理论和期权定价理论。

1. 资本资产定价理论

资本资产定价模型（Capital Asset Pricing Model 简称 CAPM）是由美国学者夏普（William Sharpe）、林特尔（John Lintner）和莫辛（Jan Mossin）等人在资产组合理论的研究基础上逐渐发展起来的，它是现代金融市场价格理论的基石。

CAPM（capital asset pricing model）是建立在马科威茨模型基础上的，马科威茨模型的假设有五个，而这五个假设同样对于 CAPM 适用，五个假设如下：

①效用是收益率的函数。②对于投资收益率的概率分布为正态分布，投资者可以事先预知。③投资收益率的方差或标准差用来标识投资风险。④期望收益率和风险是影响投资决策的主要因素。⑤在同一风险水平下，投资者要选择收益率较高的证券；同一收益率水平下，投资者选择风险较低的证券。

CAPM 的附加假设条件：①投资者可以在无风险折现率 r 的水平下随意地借入或贷出资金。②所有投资者对证券收益率概率分布的预期一致，因此市场上的效率边界只有一条。③所有投资者都只有一期的投资期。④可以无限制的细分证券投资，非整数股份可以包含在任何一个投资组合里。⑤税收和交易费用可以忽略不计。⑥对于充分的市场信息，所有投资者可以及时免费获取。⑦没有通货膨胀，且折现率不变。⑧投资者具有相同预期，即他们对预期收益率、标准差和证券之间的协方差具有相同的预期值。

上述假设表明：第一，投资者是理性的，投资者通过有效边界选择投资组合，进行多样化投资；第二，资本市场是完全有效的市场，不存在任何磨擦阻碍投资。基本模型如下：

$$E(r_i) = r_f + \beta_{im}(E(r_m) - r_f)$$

其中：

$E(r_i)$ 是资产 i 的预期回报率， r_f 是无风险利率， β_{im} 是 Beta 系数，即资产 i 的系统性风险， $E(r_m)$ 是市场 m 的预期市场回报率， $E(r_m) - r_f$ 是市场风险溢价（market risk premium），即预期市场收益率与无风险收益率之差。

CAPM 给出了一个非常简单的结论：高回报必须是投资高风险的证券。毫不保留地说，资本资产定价模型在现代金融理论中地位非凡。

2. 套利定价理论

针对 CAPM 在应用中存在的一些问题，例如假定条件强，市场风险计算困难等，Ross 于 1976 年提出套利定价理论（Arbitrage Pricing Theory）。与资本资产定价模型类似，APT 也是一个决定资产价格的均衡模型，认为风险性资产的收益率不但受市场风险的影响，还受到许多其他因素（宏观经济因素、某些指数）的影响。套利就是买进或卖出某种资产以利用差价来获取无风险利润。一般认为，比较成熟的市场不存在套利机会，由此达到无套利均衡状态。

APT 假定：市场完全竞争，不存在摩擦；每种资产的随机收益率受同样的几种因素的支配。

（1）单因素 APT 模型：假定资产的收益率由某一个因素（不一定是风险资产的市场组合）决定，并与该因素成线性函数。这里的因素可以是各种宏观因素。也可以是某些指数。

（2）多因素 APT 模型：当多个宏观经济因素共同影响一种风险资产的预期收益时，该资产的预期收益可以表示为多个因素可加线性函数。

3. 期权定价理论

费歇尔·布莱克（Fischer·Black）和迈伦·斯科尔斯（Myron·Schole）在 1973 年对期权定价进行了研究，7 个重要假定也相继出炉：（1）股票价格是一个随机过程，并且期望收益率和波动率为常数。（2）投资者可以使用卖空衍生证券所得资金。（3）市场不存在摩擦，即没有税收和交易成本。（4）所有证券都是

无限可分的；期权是欧式期权，在期权有效期内不存在现金股利的支付。（5）市场不存在无风险套利机会。（6）市场为投资者提供了连续交易的机会。（7）无风险利率为常数。在此基础上，费歇尔·布莱克（Fischer•Black）和迈伦•斯科尔斯（Myron•Schole）建立了对欧式期权定价的 Black-Scholes 模型。Robert•Merton（1973）建立了一个可以把支付红利、期货和外汇等标的资产包含进来的期权定价公式。

（二）结构性产品的定价方法

依据结构性理财产品的特点，其定价分为两部分，一个是对固定收益部分定价，一个是对衍生部分定价。

1.固定收益定价技术

固定收益定价方法主要有到期报酬率定价方法和现金流定价方法。到期报酬率定价法要求折现因子是固定的，通常是无风险利率。而现金流定价方法是根据利率的期限结构理论，将债券未来时刻产生的现金流与市场利率对应的折现因子进行折现，这里的折现因子是变动的。在利率变化不大的情况下，通常采用到期报酬率法，当产品期限较长，利率变动较大，通常用模拟技术对利率进行模拟，Vasicek 模型、HJM 模型以及 Riskmetric 模型都是使用这种方法。

2.衍生部分的定价方法

（1）障碍期权定义及分类

结构性理财产品中的期权产品大部分是奇异期权。奇异期权是相对于标准的期权而言的，它是一类在产品结构上更为复杂的期权。从奇异期权的设计条款看，主要有以下几种途径：第一，对现有金融资产加以拆分和重新组合；第二，标的资产的发展路径对期权有影响，比如障碍期权和亚式期权；第三，期权价值受到多个变量如多个标的资产价格变化的影响；第四，多阶期权，即期权价值和损益值受另一些期权价值的影响，例如复合期权。

而本文涉及到的是一种障碍期权，障碍期权又称栅栏期权，它是最早的奇异期权，也是一种路径相关期权，当原生资产在合约期间内达到某一障碍值，

期权才生效或终止。根据上面定义可以将障碍期权分为敲出障碍期权和敲入障碍期权。敲出障碍期权是当原生资产达到规定的障碍值时，期权得到终止，而敲入障碍期权是当原生资产达到规定的障碍值时，期权才开始生效。原生资产达到规定的障碍值有两种路径，一个是上升达到障碍值，这种被称为上升期权，一个是下降达到障碍值，这种被称为下降期权。将以上分类进行组合，我们可以得到诸如上涨生效买权、上涨生效卖权、下跌生效买权、下跌生效卖权、上涨出局买权、上涨出局卖权、下跌出局买权以及下跌出局卖权八种。

（2）上升敲入看涨期权基本定价方法

①蒙特卡洛模拟

目前市场上结构性理财产品种类繁多，设计日趋复杂，其中许多都嵌有奇异期权，包括一些障碍期权。在这些障碍期权由于计算过于复杂而难以得到解析解或者根本没有解析解的情况下，蒙特卡洛模拟是一个不错的选择。蒙特卡洛模拟是基于风险中性的假设的原理，将预期的未来买权价值以无风险利率进行折现，而这个结果就是一个买权的现值。通过借助计算机，它可以模拟出多条资产价格路径，并依次计算期权的价值。在假定每条路径发生的概率相同的情况下，计算所有路径下的期权价值的期望值，然后进行折现，得到期权的价值。

②二叉树方法

罗斯等人在 1979 年设计出一种期权的定价模型，该定价模型浅显易懂，称为二项式模型（Binomial Model）或二叉树法（Binomial tree）。二项期权定价模型假设股价波动只有上下两个方向，并假设在整个期间内，股价每次向上（或向下）波动的概率和幅度是相同的。整个存续期被分为若干阶段，正股在整个存续期内所有可能的发展路径是根据股价的历史波动率模拟出来的，计算每一路径上的每一节点权证行权收益，并将其贴现得出权证的价格。二叉树模型主要是给出标的资产的分散过程，分散过程像棵树，它是利用标的资产和无风险利率资产复制出期权，计算出期权的价值，当然前提是不存在无风险套利机会。它采用的是一种离散计算的方法。

③布莱克·斯科尔斯·莫顿微分方程

布莱克·斯科尔斯·莫顿微分方程是对期权定价的重大贡献，它适用于收益依赖于标的资产价格的衍生品。我们假定 V 为标的资产为 S 的期权合约， S 的变化是一个正态分布，即：

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

由伊藤公式可得：

$$dV_t = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} \right) dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dW_t$$

根据无套利原理的假设，通过对 V 和 S 设置适当的比例，并与上式联立，可得布莱克·斯科尔斯·莫顿微分方程：

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

最后，将该衍生产品中的各项条款转化为数学语言中相应的求解条件，并将其与上式中的布莱克·斯科尔斯·莫顿微分方程联立，即可通过求解方程组，得到该结构性理财产品期权合约的解析解。

四、中银结构性理财产品定价分析

（一）中银汇聚宝 HJB12007-V 理财产品情况

1. 理财产品简介

产品名称：汇聚宝 HJB12007-V（美元汇市争锋）

产品简称：汇聚宝 HJB12007-V

产品代码：HJB12007-V

产品类别：保本浮动收益型

存款金额：起点金额 8000 美元；以 100 美元整数倍累进认购

投资收益起算日：2012 年 05 月 17 日

到期日：2012 年 08 月 20 日

认购资金/认购资金返还/投资收益币种：美元/美元/美元

认购资金返还：产品到期时，中国银行股份有限公司返还投资者全额认购资金

投资收益计算：投资收益按照认购资金、实际投资收益率和收益期以单利形式计算，实际投资收益率以观察期内投资收益率的观察结果为准。

收益期：从产品投资收益起算日（含）至到期日（不含）

挂钩指标名称：澳元/美元即期汇率，路透“AUD=”版面公布的澳元兑美元汇率买入价

投资收益率

如果在观察期内某个观察日，挂钩指标曾经高于或者等于观察水平，收益率为 3.40%

如果在观察期内每个观察日，挂钩指标始终保持在观察水平之下，收益率为 0.20%

观察水平：起初价格+0.0300

期初价格：基准日北京时间下午 2 点彭博“BFX AUDUSD”版面公布的澳

元兑美元即期汇率买入价

基准日：2012 年 05 月 17 日

观察期：从基准日北京时间下午 2 点至 2012 年 08 月 16 日北京时间下午 2 点

观察日：观察期内每个工作日

收益计算基础： $A/365$ （即一整年按照 365 个日历日计算，收益期按照实际天数计算）

风险提示：

1、本理财产品有投资风险，只保障理财资金本金，不保证理财收益，投资者应当充分认识投资风险，谨慎投资。

2、投资者认购该产品可能面临以下风险：

（1）市场风险：包括但不限于因国家法律法规以及货币政策、财政政策、产业政策、地区发展政策等国家政策的变化、宏观周期性经济运行状况变化、外汇汇率和美元购买力等变化对市场产生一定的影响，导致理财产品投资收益的波动，在一定情况下甚至会对理财产品的成立与运行产生影响。

（2）流动性风险：本理财产品不提供到期日之前的每日赎回机制，投资者在理财期限内没有提前终止权。

（3）信用风险：中国银行股份有限公司发生信用风险如被依法撤销或被申请破产等，将对理财产品的投资收益产生影响。

2.理财产品特点

由于该理财产品要求标的也就是澳元兑美元汇率向上达到一个障碍值，投资者才能获得预期的收益，也就是说期权达到障碍值才生效。所以该理财产品嵌入了一个上升敲入障碍期权，因此该理财产品可以看作由两部分组成：到期价值为 8000 美元的零息债券和与澳元兑美元指数联结的路径依赖期权合约，该期权合约是向上敲入看涨期权。债券部分可以采用现金流折现方式定价，而期权部分因为是一个上升敲入障碍期权，在 Black-Scholes 框架下，采用上升敲入障碍期权闭式解进行求解。其中起初价格、障碍价格、时间、敲定价格、无

风险利率都是已知量，而波动率需要进行预测。

(二) 产品中期权的合约定价模型

基本假设：第一、市场不存在套利机会；第二、忽略交易摩擦产生的损失；第三、汇率变动遵循几何布朗运动，表达式如下：

$$\frac{dS_t}{S_t} = (r_A - r_D)dt + \sigma dW_t \quad (4.1)$$

这里 S_t 表示 t 时刻澳元兑美元的汇率， r_D 表示美元的年利率，也是无风险利率， r_A 表示澳元的年利率， W_t 为标准布朗运动， σ 为市场波动率。设 V 为 1 单位美元存款产品的内含价值，显然 V 是关于汇率 S_t 和时间 t 的函数，即 $V=V(S, t)$ 。存款合约的初始 $t=0$ ，合约到期日为 $t=T$ ， B 为障碍值。

构造一个投资组合：购入一份理财产品期权 V ，卖出 Δ 份数的澳元

$$\Pi_t = V_t - \Delta S_t \quad (4.2)$$

要使投资组合 Π 在 $(t, t+dt)$ 时段内是无风险的，由无套利原理，此份投资组合的回报率应该是

$$\frac{\Pi_{t+dt} - \Pi_t}{\Pi_t} = r_D dt \quad (4.3)$$

因为澳元是有利息的，因此 (4.2) 变为

$$\Pi_{t+dt} = V_{t+dt} - \Delta_t S_{t+dt} - \Delta_t S_t r_A dt \quad (4.4)$$

带入到 (4.3) 得到

$$dV_t - \Delta_t dS_t = r_D \Pi_t dt + \Delta_t S_t r_A dt \quad (4.5)$$

由伊藤公式得

$$dV_t = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} \right) dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dW_t$$

(4.6)

带入 4.5 式, 记 $\mu = r_D - r_A$, 得

$$\left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} - \Delta S r_A - \Delta \mu S \right) dt + \sigma (S \frac{\partial V}{\partial S} - \Delta S) dW_t = r_D (V - \Delta S) dt$$

(4.7)

由于等式右边是无风险的, 因此 dW_t 的系数为零, 即 $\Delta = \frac{\partial V}{\partial S}$, 将其带入

$$(4.7) \text{ 式, 最后得到 } \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + (r_D - r_A) S \frac{\partial V}{\partial S} - r_D V = 0$$

且满足敲入条件: $I(\tau < T), B > S_0$, 其中 $\tau = \inf (t > 0, S_t = B)$

根据文献[41]中关于上升敲入看涨期权定价公式, 得到该期权的定价公式如下:

上升敲入看涨期权:

$$C = \left(\frac{B}{S} \right)^{\delta-1} C_E \left(\frac{B^2}{S}, T; X \right) + C_E(S, T; B) - \left(\frac{B}{S} \right)^{\delta-1} C_E \left(\frac{B^2}{S}, T; B \right)$$

$$\text{其中 } \delta = \frac{2(r_D - r_A)}{\sigma^2}$$

$$C_E(S, T; X) = SN(d_1) - Xe^{-r_d T} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{LN \frac{S}{X} + (r_D - r_A + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

(4.8)

其中 C 是期权价值, B 是障碍值, S 是澳元兑美元即期汇率, T 是存续期, r_D 是三个月美元存款利率, r_A 是三个月澳元存款利率, X 是澳元兑美元执行汇率, σ 是澳元兑美元汇率波动率。

（三）中银汇聚宝 HJB12007-V 理财产品真实价值

1. 建立澳元兑美元汇率走势预测模型

本产品收益是和澳元兑美元汇率挂钩的，澳元兑美元汇率是由路透“AUD =”版面公布的从基准日北京时间下午 2 点至 2012 年 08 月 16 日北京时间下午 2 点来确定的。要想计算期权的价值，必须先用适当的模型来表述澳元兑美元走势及变化。所以首先对澳元兑美元汇率变化特点进行分析和检验，建立恰当的分析模型。

（1）澳元兑美元汇率序列及平稳性检验

建立澳元兑美元或收益率模型时，需要考虑时间的选取，由于澳元兑美元汇率在产品成立之前的一段时间出现了连续下降的现象，我们知道，一种产品基本的价格变化规律不可能是较长时间连续的上涨或下降，所以，如果所取的时间区间太短，市场基本结构的变化将被忽视，这无疑会对结果产生影响。另外鉴于金融危机以及经济周期的存在，通过对澳元兑美元汇率数年变化特点的观察和分析，选取路透“AUD =”版面公布的 2007 年 5 月 16 日至 2012 年 5 月 16 日收盘价作为样本区间。EViews7.0 和 Excel2010 是本文进行波动率预测的计量分析方法，计算具体期权价值和敏感性分析使用 Matlab2011 进行编程，论文数据来源于 oanda 网站。

澳元兑美元汇率的基本统计特征如下：汇率均值为 0.9054，最高汇率是 1.1028，最低曾达到 0.6120，标准差为 0.115，样本区间内澳元兑美元汇率波动不是很大，偏度是 -0.58，低于标准正态的 0，说明黄金价格出现较大涨幅的次数少于出现较大跌幅的次数。峰度是 2.79，低于标准正态分布的 3，JB 统计量近似 107，拒绝正态分布假设。一定程度上存在尖峰厚尾的特征。

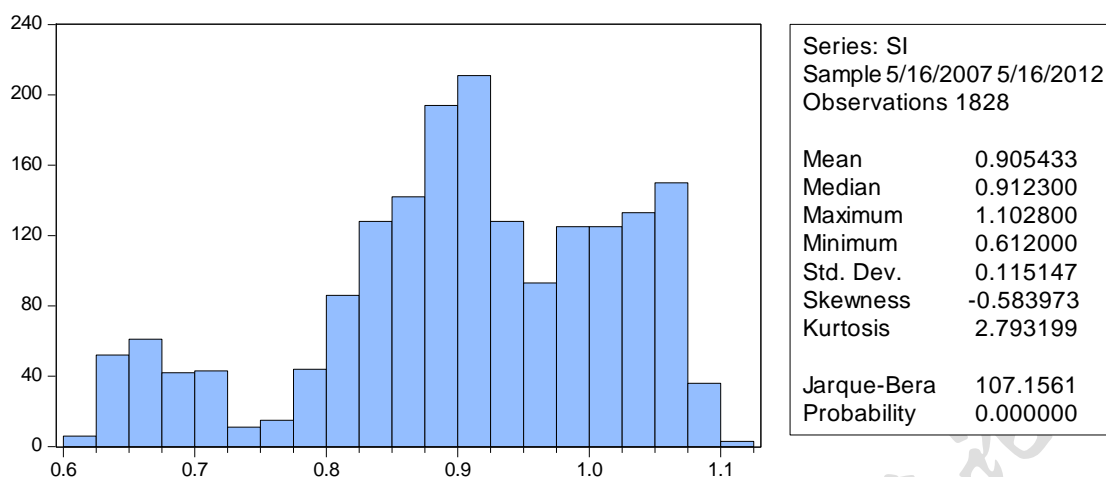


图 4.1 澳元兑美元汇率基本特征

为了验证这一特征，我们模拟了 QQ 图，QQ 图也显示出价格序列尖峰厚尾的特征，表明澳元兑美元汇率和其他金融产品一样，存在尖峰厚尾、波动的聚集性等特点。

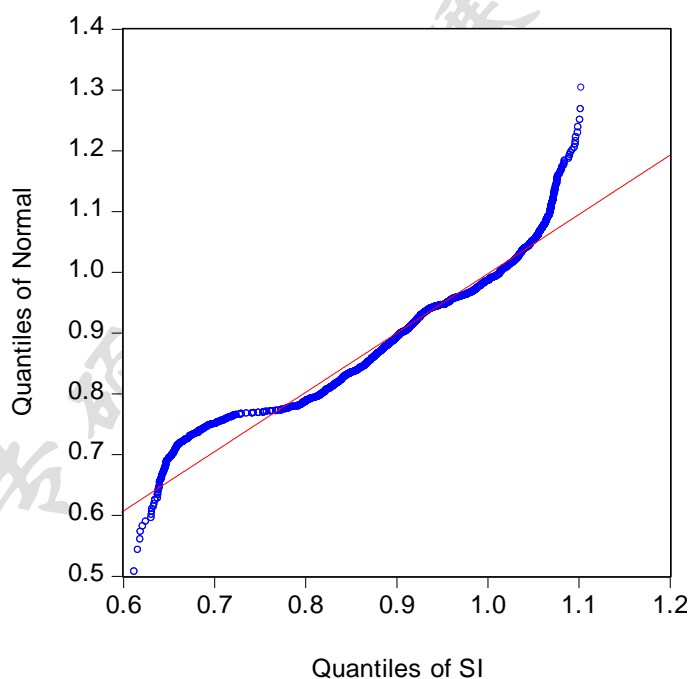


图 4.2 澳元兑美元汇率序列 QQ 图

由于金融产品数据的相关性及变动的趋势性将会影响结果的分析，平稳性检验是金融时间序列建立模型必不可少的步骤。金融产品价格的运动一般服从于随机游走的过程，而且一般是非平稳序列，存在一个单位根。平稳性检验有 DF 检验法、ADF 检验法、PP 检验法等。本文采取 ADF 检验法对澳元兑美元汇率进行单位根检验，图 4.3 的结果显示，ADF 统计量大于分别在置信水平为 1%、5%和 10%下的检验临界值，表明澳元兑美元汇率是非平稳序列，是一个单

位根过程。

Null Hypothesis: SI has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=24)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.448560	0.5596
Test critical values:		
1% level	-3.433730	
5% level	-2.862919	
10% level	-2.567551	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

图 4.3 澳元兑美元汇率单位根检验

(2) 收益率序列特征检验

上述的检验验证了金融产品价格的时间序列一般是非平稳的，但其收益率序列是不是平稳的值得我们验证。于是，本文进一步对其对数收益率序列进行检验。收益率序列图形显示，收益率基本围绕 0 波动，并且明显存在波动积聚现象。

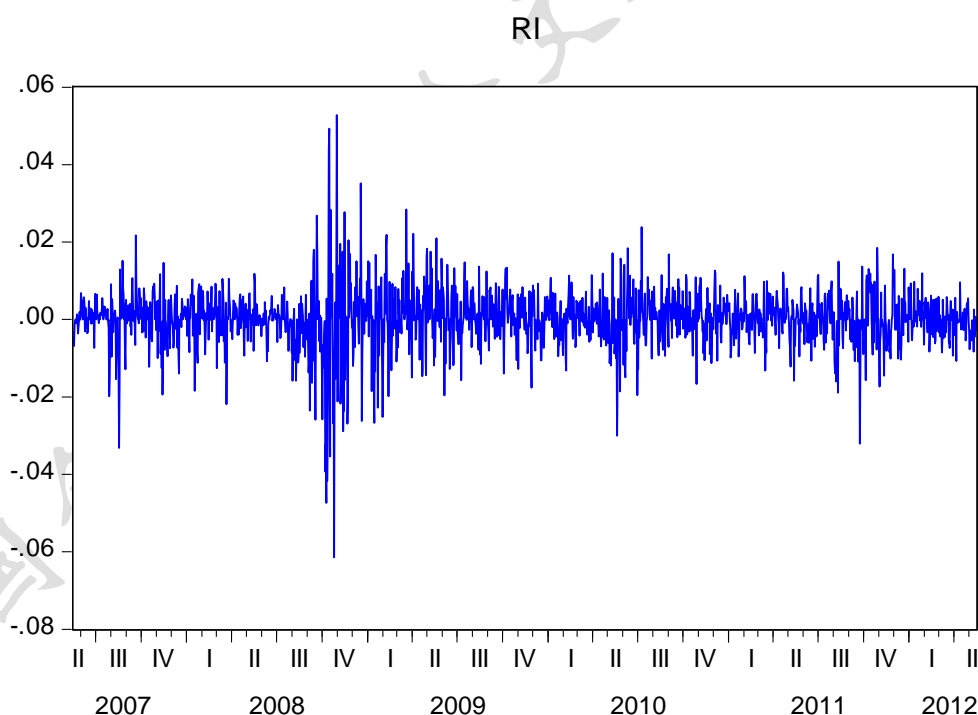


图 4.4 澳元兑美元收益率序列走势图

收益率的统计数据如下：均值为 0.000099，最高收益率是 0.053，最低曾达到-0.0614，标准差为 0.0075，偏度是-0.44，低于标准正态的 0，峰度是 11.97，JB 统计量为 6184.877，显著拒绝正态性假设。

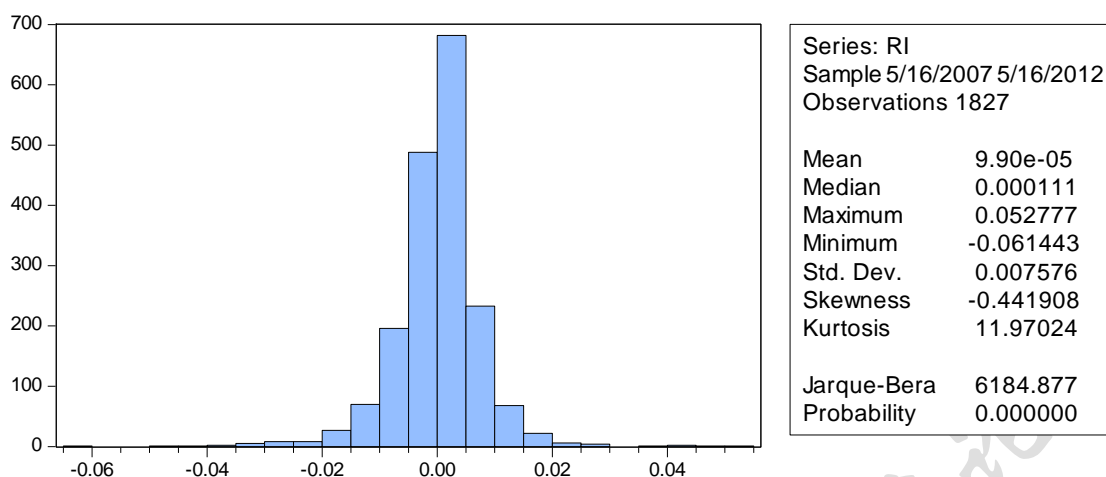


图 4.5 澳元兑美元汇率收益率基本特征

对对数收益率序列进行单位根检验，验证其平稳性。

Null Hypothesis: RI has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=24)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-33.33384	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.433730	
5% level	-2.862919	
10% level	-2.567551	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

图 4.6 澳元兑美元汇率收益率序列 ADF 单位根检验

从检验结果可以看出，ADF 统计量远小于置信度为 1%、5%和 10%水平下的临界检验值，所以收益率序列是平稳的，由于对数收益率形式在有些时候还能消除异方差现象，所以本文采用对数收益率形式，计算公式是 $ri = \ln S_i - \ln S_{i-1}$ ，并建立收益率相关模型。

2. 参数的获取

模型中的期初价格为 0.9935，对于执行价格，银行并没有在产品说明书上给定，我们可以根据渣打银行在市场上发行的澳元兑美元触发式汇率理财产品关于协定汇率的设定，将本理财产品的执行价格设定为 0.9835，无风险利率为三个月美元存款利率 0.4%，三个月澳元存款利率为 1.3875%，障碍价格为 1.0235，时间为 95 天，波动率需要通过相关模型进行预测。

3. 波动率的来源

期权定价模型中的期初价格、执行价格、无风险利率（美元存款利率）、澳元存款利率、障碍价格和时间都是外部给定的，而波动率直观上看不出来。要想计算期权的价值，就必须预测波动率，预测波动率的方法主要有历史数据测算法、指数加权移动平均法、GARCH（1,1）模型预测法。

（1）历史数据估算波动率

历史数据估算出来的波动率就是历史波动率，它是基于过去的统计分析得出的，假定未来是过去的延伸，利用历史方法估计波动率类似于估计标的资产收益系列的标准差。日收益率标准差的估计式如下：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n u_i \right)^2}$$

（4.9）

其中 u_i 为第 i 个区间的回报， u_i 的标准差为 $\sigma\sqrt{\tau}$ ，其中 σ 为变量的波动率，

因此变量 s 是 $\sigma\sqrt{\tau}$ 的估计值， σ 近似为 $\hat{\sigma}$ ， $\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$

通过在 excel2010 中计算，可以得出日收益率标准差为 0.0075719 即 0.75719%。

（2）EWMA 模型测算波动率

指数加权移动平均法（EWMA）基本原理就是按照观测时间距离当前时刻从远到近，给历史数据以小于 1 的衰减因子指数赋予由小到大的不同权重，再进行加权平均计算预期收益率与波动率的时间序列。指数加权移动平均法是根据前期的实测数据和预测数据，以加权因子为权数，进行加权平均，来预测未来时间趋势的方法。

$$E_t(\sigma_{t+1}^2) = \alpha\sigma_t^2 + (1-\alpha)E_{t-1}(\sigma_t^2)$$

（4.10）

其中 α 是大于 0 且小于 1 的平滑系数， $E_t(\sigma_{t+1}^2)$ 表示第 t 时刻预测的 $t+1$ 时刻的波动率。规划求解的原理要求解一个最优的平滑系数，使得指数平滑预测

的总误差最小，用模型表示就是：

$$\begin{aligned} \min(\sigma_E^2) &= \min \sum_{t=1}^T (\sigma_t^2 - E(E_{t-1}(\sigma_t^2)))^2 \\ s.t. &\begin{cases} E_{-1}(\sigma_1^2) = \sigma_1^2 \\ E_t(\sigma_{t+1}^2) = \alpha\sigma_t^2 + (1-\alpha)E_{t-1}(\sigma_t^2) \\ 0 < \alpha < 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (4.11)$$

同样通过 Excel2010 进行规划求解，算出年波动率为 0.22667。

(3) GARCH (1, 1) 预测波动率

GARCH (1,1) 模型是 Bollerslev 在 1986 年提出的，它是目前最常用来研究金融资产价格收益时变波动率的模型，其表达式为：

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2 \quad (4.12)$$

式中， γ 为对应于 V_L 的权重； α 为对应于 u_{n-1}^2 的权重； β 为对应于 σ_{n-1}^2 的权重。因为权重之和为 1，我们有 $\gamma + \alpha + \beta = 1$ 。GARCH (1,1) 模型的 (1,1) 代表 σ_n^2 是由最近的 u_n^2 的观察值以及最新的方差而估算所得。令 $\omega = \gamma V$ ，可以将 GARCH (1,1) 写成 $\sigma_n^2 = \omega + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$ 。

为了保证模型的稳定，我们要求 $\alpha + \beta < 1$ ，否则对应于长期平均方差的权重会为负值。

在 Eviews7.0 中进行编程，得到下图

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000190	0.000136	1.394996	0.1630
RI(-1)	0.242830	0.023571	10.30207	0.0000

Variance Equation				
C	5.90E-07	8.75E-08	6.738062	0.0000
RESID(-1)^2	0.056266	0.005536	10.16373	0.0000
GARCH(-1)	0.930725	0.006061	153.5626	0.0000

R-squared	0.058777	Mean dependent var	0.000101
Adjusted R-squared	0.058261	S.D. dependent var	0.007578
S.E. of regression	0.007354	Akaike info criterion	-7.334809
Sum squared resid	0.098637	Schwarz criterion	-7.319722
Log likelihood	6701.681	Hannan-Quinn criter.	-7.329244
Durbin-Watson stat	1.977506		

图 4.7 GARCH 方程

估算出来的 GARCH (1,1) 模型为

$$\sigma_t^2 = 5.9 \times 10^{-7} + 0.056266\hat{u}_{t-1}^2 + 0.930725\hat{\sigma}_{t-1}^2$$

对应于 $\alpha = 0.056266$, $\beta = 0.930725$, $\omega = 5.9 \times 10^{-7}$, 长期平均方差

$$V_L = \frac{\omega}{1 - \alpha - \beta} = 0.0000453532, \text{ 对应的长期波动率为 } \sqrt{V_L} = 0.00673448,$$

近似为 0.673%。

GARCH 模型假设波动率的变化与时间有关, 可能某一阶段波动率较高, 某一阶段波动率较低, 因而需要计算 u_i^2 自相关系数来验证该模型的有效性。如果 u_i^2 有自相关性, 而 GARCH 模型有效, 该自相关性就会被剔除。同时计算 u_i^2 / σ_i^2 的自相关系数, 如果结果显示无自相关性, 于是就可得出有关 σ_i 的模型确实解释了 u_i^2 中的自相关性。GARCH 模型前后的自相关系数如下:

u_i^2 自相关系数、偏相关系数图

u_i^2 / σ_i^2 自相关系数、偏相关系数图

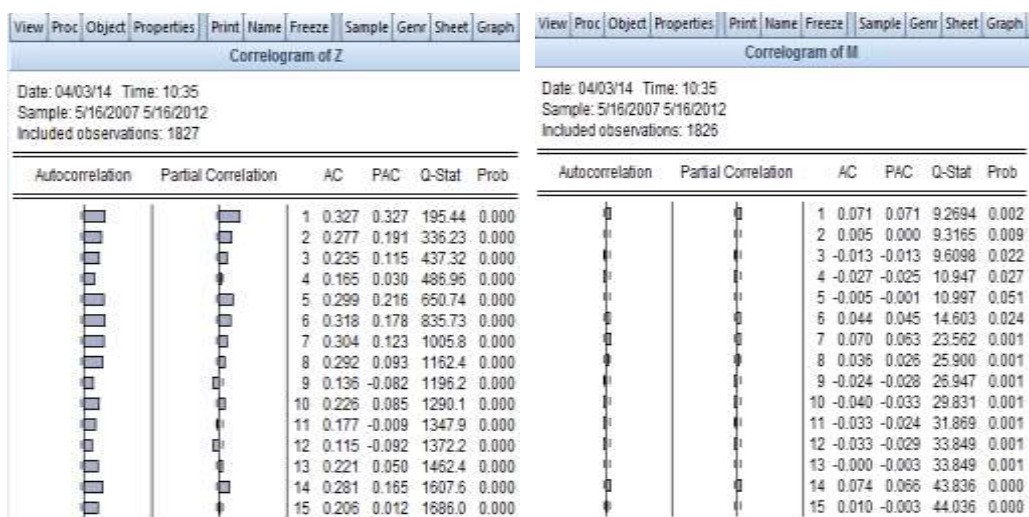


图 4.7a

图 4.7b

从图 4.7a 中可以看出 u_i^2 确实存在自相关性, 且都为正, 而图 4.7b 中 u_i^2 / σ_i^2 自相关系数有的为正, 有的为负, 但这些相关系数很小, 看来 GARCH 模型对于解释数据确实做了很好的工作。更有说服力的是 Ljung-Box 统计量, u_i^2 Ljung-Box 统计量为 195.44, 这说明了自相关性确实存在, 而 u_i^2 / σ_i^2 Ljung-Box 统计量为 9.2694, 说明 GARCH 模型确实剔除了数据的自相关性。历史数据预测的波动率假定资产价格正常变动并且波动率永远为常数, 这与现实肯定是不符的, GARCH (1,1) 模型相较指数加权移动平均模型, 它具有均值回归的特性。因此, 相比较前面两种方法预测的波动率, GARCH (1,1) 模型无疑更具说服力。

4. 计算期权价值

(1) 波动率的计算

鉴于 GARCH 模型预测波动率效果最好, 所以本文采用 GARCH 模型对澳元兑美元指数波动率进行预测。上节算出的 0.673448% 是长期波动率, 而利用 GARCH 模型预测出的波动率应该是变化的。采用 GARCH (1,1) 模型, 在 $n-1$ 天结束时所估算的第 n 天的方差为

$$\sigma_n^2 = (1 - \alpha - \beta)V_L + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

(4.13)

因此

$$\sigma_n^2 - V_L = \alpha(u_{n-1}^2 - V_L) + \beta(\sigma_{n-1}^2 - V_L) \quad (4.14)$$

在将来第 $n+t$ 天，我们有

$$\sigma_{n+t}^2 - V_L = \alpha(u_{n+t-1}^2 - V_L) + \beta(\sigma_{n+t-1}^2 - V_L) \quad (4.15)$$

u_{n+t-1}^2 的期望值为 σ_{n+t-1}^2 ，因此

$$E[\sigma_{n+t}^2 - V_L] = (\alpha + \beta)E[\sigma_{n+t-1}^2 - V_L] \quad (4.16)$$

式中， E 表示期望值，应用这一方程，我们得出

$$E[\sigma_{n+t}^2 - V_L] = (\alpha + \beta)^t (\sigma_n^2 - V_L) \quad (4.17)$$

即

$$E[\sigma_{n+t}^2] = V_L + (\alpha + \beta)^t (\sigma_n^2 - V_L) \quad (4.18)$$

当 $\alpha + \beta < 1$ 时，上式最后一项随时间增加而逐渐减小，因而方差具备均值回归的性质，均值回归水平为 V_L ，回归速度为 $1 - \alpha - \beta$ 。在当前方差大于长期方差时，随着时间的推移，方差会逐渐递减到长期方差；在当前方差小于长期方差时，随着时间的推移，方差会递增到长期方差。

在 Eviews7.0GARCH 方程中生成方差序列，得到当前方差（2012 年 5 月 16 日） $\sigma_n^2 = 0.0000205$ ，波动率为 0.0045277 。因为 $\sigma_n^2 < V_L$ ，所以在今后的 95 天（合约期），方差会逐渐递增到长期方差，波动率的变化范围在 0.004527693 到 0.00673448 之间。

（2）计算期权价值

鉴于期权定价公式的复杂性，此部分需要运用 Matlab 软件进行求解。具体计算过程如下：

①此障碍期权是弱式路径依赖的，建立满足障碍条件的布莱克舒尔斯期权定价微分方程，通过偏微分方程方法来求得该上升敲入看涨期权的解析价格公式（4.8）

②鉴于解析价格公式中的参数除了波动率是未知的外，其余参数都可以从外部获取。所以利用 GARCH 模型对汇率波动率进行预测，得到波动率变动范围。

③在 matlab 中编写公式（4.8）计算程序，算得期权价值。

在 matlab 中进行编程，当预测波动率为最小值 0.004527693 时，算出的 1 份期权的价值为 0.0016，当预测波动率为最大值 0.00673448 时，算出的 1 份期权的价值为 0.0031。期权的价值是购买该理财产品的成本，为了说明该理财产品的定价是够合理，还需要将成本与收益进行比较。本理财产品是保本的结构型理财产品，赋予了两个收益率，一个是满足条件的高收益率 3.4%，为了下面比较口径一致，将其转化为 95 天的收益率，为 0.885%，一个是保底收益率 0.2%，同样将其转化为 95 天的收益率，为 0.052%。接下来，本文统计了样本区间内满足条件（当日汇率大于等于障碍值的情况）的天数为 329 天，即获得 3.4% 收益率的概率为 $329/1828=18\%$ ，获得 0.2% 收益率的概率为 82%，期望收益为 $0.885\%*18\%+0.052\%*82\%=0.00202$ 。因为 $0.00202<0.0031$ ，所以收益小于购买成本，投资者显然是亏损的。

5. 计算产品价值

当预测的波动率为最小值 0.004527693 时，1 美元产品所含期权价值为 $8000*0.0016=12.8$ 。当预测的波动率为最大值 0.00673448 时，1 美元产品所含期权价值为 $8000*0.0031=24.8$ 。采用到期报酬率方法计算产品中零息债券的价值，折现利率为 3 个月期美国国债利率 0.084%，按照该利率计算出来的债券价值为 7394.77，产品价值最小为 7407.57，最大为 7419.57。溢价率分别为 7.41%、7.26%。

（四）产品定价空间分析

从期权的价值和产品的价值来看，该理财产品存在定价偏高的事实，银行

给定的收益率显然是对客户不利的。当该理财产品到期时，客户没能拿到一个理想的收益，势必会对该理财产品今后的销售产生影响，银行的盈利也会付之东流。基于波动率的变化范围，在期望收益与期权成本相同的情况下，可以推算出收益率的变动范围。在保底收益率不变的情况下，最高收益率变化范围为 2.6%~5.9%，在最高收益率不变的情况下，保底收益率最高可以达到 0.7%。上述算出的收益率变化范围是基于历史数据算出的，并没有加入各种风险因素带来的澳元兑美元走势预期，另外期权的执行价格也是经验值，这在一定程度上会影响预测的准确性。

（五）敏感性分析

期权敏感性分析是在基本变量（影响期权价值变化的因素）变动一个单位的情况下观察期权价值的变化，即在其他参数不变的情况下，期权价格关于其中一个参数的变化率的分析。而影响本文理财产品中期权合约价值变化的因素有期初汇率、波动率、执行价格、时间、无风险利率等。目前常见研究影响因素主要是期初汇率和波动率。

1. Delta 参数

Delta 参数又称对冲值，它是衡量标的资产价格变动时，期权价格的变化幅度。Delta 参数是外汇期权价格中最为重要的敏感性参数，它表示期初汇率对期权价格变动的影响程度。鉴于本文期权合约解析解的复杂性，本文取长期波动率 $\sigma = 0.00673$ ， $S = (0.9905, 0.9915, 0.9925, \dots, 0.9995)$ ，利用 matlab 编程，由定价公式得到期权价值如图：

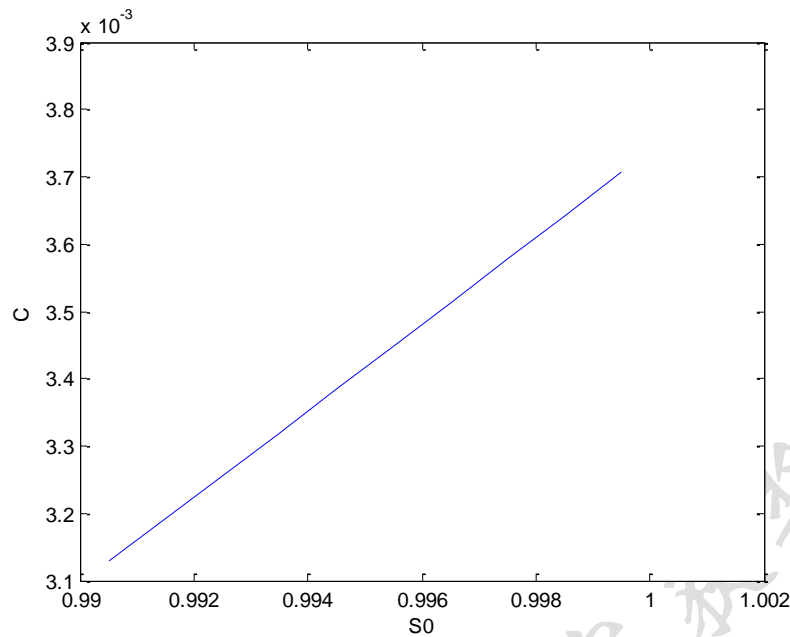


图 5.1 即期价格敏感性分析

期权价值与期初汇率成正向关系，在实际的汇市中，澳元兑美元的汇率在 3 个月的时间内是会在一定空间内上下浮动的，不排除大幅上涨和下跌的可能。当初始汇率偏低时，期权价值很小，购买成本偏低，汇率一般会有回升的趋势，这个时候达到合约中规定触发汇率可能性较大，投资者易获得既定利益，当初始汇率很高时，期权价值很大，购买成本较高，汇率一般有回落的趋势，这个时候达到合约中规定的触发汇率可能性较小。投资者可以在汇率较低时候买进该理财产品，这样有利于其获得一定收益。

2.Vega 参数

Vega 是波动率敏感程度的度量，它是衡量标的资产价格波动率变动时，期权价格的变化幅度。初始时刻期权价值按照合约定价模型的理论应该是 $C(S, 0)$ ，取 $\sigma = (0.003, 0.0031, 0.0032, \dots, 0.01)$ ，利用 Matlab 编程，得到期权价值如图：

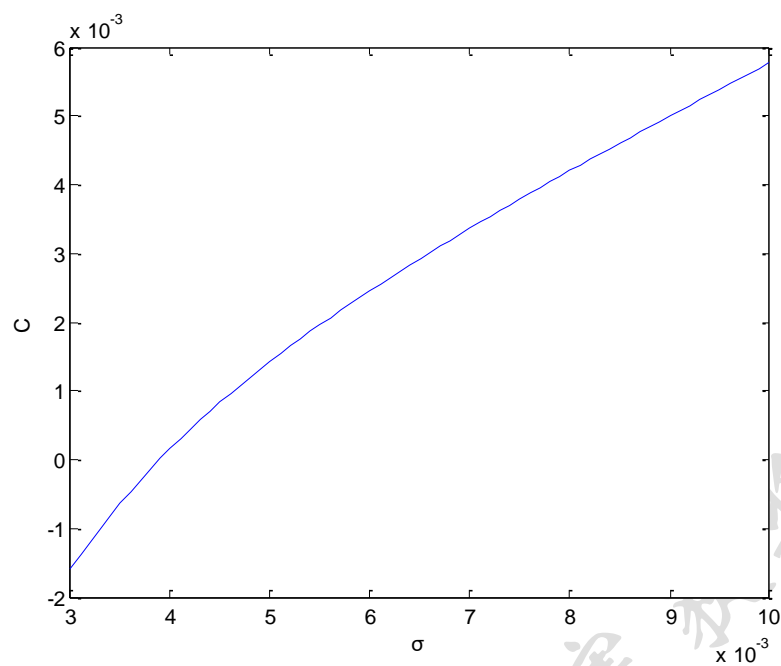


图 5.2 波动率敏感性分析

由图中可以看出，期权价值与波动率变化成正向关系，当波动率较小时，此时花费的期权成本较小。

五、基于中银汇聚宝 HJB12007-V 理财产品分析结果的应用

（一）定价结论

中银汇聚宝 HJB12007-V 理财产品存在明显的溢价现象，这部分包括银行设计此款结构型理财产品的创新价值以及期权交易成本。和直接投资澳元兑美元外汇期权相比，客户通过放弃高收益获得汇率发生不利变化对本金和最低收益的保护，但是这个最低保护低于相应的存款利率，该结构性理财产品符合风险溢价原理。然而产品理论预期值与实际收益存在一定的差距，根本原因是在于传统的期权定价方法都是建立在基于历史数据的基础上。但是显然，作为一种随机过程，澳元兑美元在未来的走势是由未来众多的不确定因素综合决定的，它是时间的函数。尽管对于同一标的资产而言，未来的价格路径与历史数据存在一定的相关性，但仅由历史数据所表达是远远不够的，这也是期权定价理论的一个缺陷。期权定价可以通过敏感性分析，为投资者做出合理投资决策提供依据，这也是结构性理财产品期权定价方法的优势。

（二）分析结果的运用

1. 商业银行的角度

（1）定价空间

对于结构性理财产品，银行设计者无疑是专业的，他们更清楚收益率多少是合理的，鉴于上述理财产品存在明显的溢价率，以及测算出来的收益率变动范围，商业银行可以适时减小结构性产品溢价率，适当增加期权成本，由于期权成本是内部测算的价值，已经包含在收益率中，所以商业银行合理的提高收益率对于商业银行和投资者是一个双赢的局面。

（2）风险管理

结构性理财产品自身运作机制造成的风险与收益的不对称，容易使商业银行忽略客户的利益，做出一些有损于客户利益的事。因此，在开发产品时，必

须强化客户利益最大的原则，在风险一定的情况下为客户争取最大利益，同时在利益一定时尽量减少客户面临的风险。商业银行要建立和完善内控制度，建立起完善的风险控制体系。商品销售之后，对于标的的走势要积极监测，特别是标的波动率的监测，因为这会影响商业银行自身的利益。商业银行可以发行与挂钩标的发向相反的相关结构性产品，实行风险对冲，积极的风险对冲有利于将风险控制到最低，从而增加潜在的收益。另外商业银行可以根据理财产品存在的溢价率，将投资者的风险承受能力进行评估，并将其划分为不同的投资者等级，不同等级的投资者向其推荐不同溢价率的理财产品。

2.投资者的角度

（1）价格预估

对于结构性复杂的理财产品，无论从定价到对冲机制都相当复杂，一般投资者很难独立进行估值。投资者不能仅仅只看重结构型理财产品较高的收益率，说不定这其中就蕴含较高的风险，投资者还需了解结构性理财产品挂钩标的，看其在市场上的历史走势，预估以下其实现收益率的可能性，例如可以统计在一定历史区间上挂钩标的达到产品条件情况下的概率，以及比较同样的时间将存款放入银行和理财产品最低回报之间的差异，这样一来就可以把控风险，相信这对普通投资者来说不难。另外，投资者可以自学相关理论知识、编程技术，或者请教相关专业人士，或第三方评级机构，对结构性理财产品价值进行预估，如此可以让自己有足够的心里准备来应对结构性理财产品的收益与损失。

（2）谨慎投资

生命周期理论对个人理财周期有特别的划分，它可以分为六个阶段，在这六个不同阶段，投资者都有不同的风险偏好和风险承受能力。投资者需要对自己的风险偏好和风险承受能力有一个评测，投资者应该提高自己的风险意识，不要盲目地购买结构性理财产品，投资者应该要求银行理财经理揭示相关风险，获取投资最不利的结果。在选择结构性理财产品时，要深入了解，选择自己熟悉的挂钩标的，仔细阅读产品说明书，了解其中所蕴含的风险。

3.监管者的角度

现在，市场环境的不透明、政府的过度监管、投资者金融意识与投资理念的落后使结构性理财产品的推广遇到一定障碍，市场主体间各司其职可以为商业银行提供良好的产品创新环境，因此，进一步促进结构性理财产品的创新必须推进金融衍生品价格监督，完善风险监管体制。

(1) 价格监督

针对目前结构性理财产品普遍的高溢价率，以及过高预期收益率的失效，监管机构必须完善信息披露、发行管理机制，并要求商业银行对结构性理财产品的收益率进行说明，同时内设部门可以对商业银行结构性理财产品进行抽查，并测算及收益率是否合理，另外适时追踪结构性理财产品到期收益率完成情况，对收益率不合理的理财产品，监管部门对相应发行银行予以处罚，对完成情况良好的商业银行进行相关激励。

(2) 风险管理

目前结构性理财产品挂钩标的主要集中在股票、外汇、股指等基础资产上，企业信用类、资产支持类联结产品较少，利率衍生类理财产品也屈指可数。多层次的结构性理财产品不仅可以满足不同投资风险偏好的投资者的需求，还可以为市场提供避险工具。随着这类产品的加入，监管机制也需随之出台，因为此类产品风险较大，必要的市场准入制度、市场信息披露制度、限额制度等监管制度也势在必行。

理财业务法律法规的制定部门，应结合理财市场的新情况，实时修改并完善现有的法律法规。我国的监管部门可以适当借鉴国外成熟的做法，当然不是一味照搬，针对国内结构性理财产品特点，有效杜绝理财行业的违规行为。而法律风险最突出的是关于风险提示的规定，结合本案例产品说明书上只就风险进行了基本层面上的解释，相关法律法规还需对商业银行发行理财产品关于风险提示的披露进行细化，应该要求商业银行结合市场情况就具体的风险进行说明。

六、结论

障碍触发型结构性理财产品包含的期权合约较复杂,运用 matlab 对其解析解进行运算非常快捷准确、并且还能进行敏感性分析,不失为一种较好的方法。

虽然投资者购买商业银行的结构性理财产品无需支付相关费用,但是结构型理财产品中的期权合约已经隐含在产品中,相当于一个机会成本的概念,这个合约值可以根据期权合约的特点算出,期权合约价值越小,投资者付出的成本就越小。所以投资者购买结构性理财产品,需要熟悉其内嵌的期权合约。

商业银行可以适时减小结构性理财产品的溢价率,使其发行的结构性理财产品更受欢迎,投资者对商业银行发行的结构性理财产品的价格需要进行有效预估,监管者应提高对商业银行结构性理财产品发行价格的监督,营造一个商业银行与投资者双赢的局面。

本文研究存在一些不足之处,主要体现在以下几点:一、定价模型存在一些假设前提,会使结果产生一定偏差。二、波动率的测算,执行价格的设定不是很精确,导致定价有出入。三、银行将筹集的资金用于投资的标的难以获取,因而无法测算银行的筹资成本。四、结构性理财产品的定价影响因素还可能有譬如商业银行评级、财务状况等,而本文只是对产品本身根据期权模型进行了定价。

上面研究的不足指出了本文今后的研究方向:考虑产品中的隐含条件,还需进一步完善定价模型;争取获取银行筹集资金的用处等信息,从银行本身进行定价,与外部定价进行比较,从而对定价进行改善。

参考文献

- [1] Black, F., and Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities[J]. Journal of Political Economy, 1973, 81, 637-659
- [2] Robert C. Merton. Theory of Ration option Pricing[J]. The Bell Journal of Economics and Management Science. Vol. 4, No. 1 (Spring, 1973), 141-183
- [3] Chen A H, Kensinger J W. An analysis of market—index certificates of deposit[J]. Journal of Financial Services Research, 1990, 4 (2): 93—110
- [4] Chen K C, Sears R S. Pricing the SPIN[J]. Financial Management, 1990, 19: 36—47
- [5] Baubonis C, Gastineau G, Purcell D. The banker's guide to equity—linked certificates of deposit[J]. The Journal of Derivatives, 1993, 1 (2): 87—95
- [6] Rich, D. R. The mathematical foundations of barrier options on futures contracts[J]. Advances in Futures and Options Research, Vol. 7 (1994), 267-311
- [7] Wasserfallen W, Schenk C. Portfolio insurance for the small investor in Switzerland[J]. The Journal of Derivatives, 1996, 3 (3): 37—43
- [8] 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
- [9] Satyajit Das. Structured products and hybrid securities[M]. John Wiley&Sons (Asia) Pte Ltd, 2001
- [10] Wilkens S, Emer C, Roder K. The pricing of structured products in Germany[J]. The Journal of Derivatives, 2003, 11 (1): 55—69
- [11] Stoimenov, P., 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), 2971-2993
- [12] Matthias Muck. Where Should You Buy Your Options? The Pricing of Exchange Traded Certificates and OTC-Derivatives in Germany[J]. The Journal of Derivatives,

July5, 2005

[13] K C Chen, James C Taylor, Lifan Wu. Pricing market index target-term[J]. Journal of Financial Management&Analysis, 14 (1), 2001

[14] 王光明. 前景广阔的结构型理财产品[J]. 银行理财, 42-44

[15] 童晖平. 个人外汇结构理财产品的收益风险分析[J]. 统计与决策 2005, (10)

[16] 沈传河, 朱新峰, 王学民. 我国结构性理财产品的开发研究[J]. 特区经济, 2006, 7

[17] 胡斌, 胡艳君. 我国商业银行个人理财产品的现状、特点及机遇[J]. 新金融, 2006 (5)

[18] 李畅, 徐苏江. 结构性产品在国际金融衍生品市场上的发展及其启示[J]. 新金融, 2007 (3)

[19] 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

[20] 任敏, 陈金龙. 保本型股票挂钩结构性外汇理财产品定价研究[J]. 国际金融研究, 2008, (12): 64-70

[21] 刘一凡. 股票挂钩型结构性银行理财产品特征及其定价分析[D]. 同济大学硕士论文, 2008

[22] 黄庆. 基于蒙特卡罗方法的结构型理财产品定价研究[J]. 中国商贸, 2009(7)

[23] 邢彬. 银行结构性理财产品的定价和风险管理研究[D]. 上海:复旦大学, 2010

[24] 何亮. 多资产类结构性理财产品定价研究——以中国银行中银进取 09001A 为例[J]. 北京航空航天大学学报, 2012 (4)

[25] 崔海蓉, 何建敏, 胡小平. 规避通胀风险的结构型理财产品设计与定价[J]. 管理科学, 2012 (2)

[26] 彭湘军. 我国结构性理财产品的市场风险管理研究[D]. 安徽: 安徽大学, 2012

[27] 李畅. 结构性金融衍生产品定价研究[D]. 上海: 同济大学, 2007

[28] 赵妍. 商业银行结构性理财产品研究[D]. 重庆: 西南财经大学, 2005

- [29] 徐文广. 几类障碍期权定价问题研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2011
- [30] 李霞, 金治明. 障碍期权的定价问题[J]. 经济数学, 2004, 9 (3)
- [31] 崔海蓉, 何建敏, 曹杰. 结构化金融产品国内外研究综述[J]. 经济问题探索, 2012 (11)
- [32] 杨荣燊. 透视银行结构性理财产品[J]. 大众理财, 2007 (2)
- [33] 杨渡. 结构性理财产品的设计、创新与风险管理[D]. 上海: 复旦大学, 2010
- [34] 杨明奇. 银行间市场理财产品快速发展的原因及对银行业的影响[J]. 上海金融, 2011 (12)
- [35] 王伯英. 银行理财产品月评报告[J]. 金融博览, 2013 (6)
- [36] 谢海霞. 结构性理财产品的风险评估研究——基于模糊综合评价模型[D]. 浙江: 浙江大学, 2013
- [37] 吕志峰, 郭延武, 吴晶晶. 期权在我国商业银行结构性理财产品中的运用[J]. 电子商务, 2012 (9)
- [38] 徐溪. 商业银行结构类理财产品定价模型扩展及其效果评价[J]. 数学的实践与认识, 2012, 9, Vol. 42 (17)
- [39] 陈锋. 结构性理财产品热销中的消费者权益保护问题与思考[J]. 武汉金融, 2012 (5)
- [40] 王周伟. 风险管理计算与建模[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2011: 30-40
- [41] 王凯涛. 商业银行结构化理财产品开发与投资攻略[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 47-60
- [42] 郭宇权. 金融衍生产品的数学模型[M]. 张寄洲, 边保军, 徐承龙等译. 北京: 科学出版社, 2011: 172-184