

主编 李江

湖南省社会科学研究「百人工程」学者文库

利率行为描述与风险管理

利率期限结构及其应用研究

■ 谢 赤 著 湖南人民出版社

湖南省社会科学研究“百人工程”学者文库

利率行为描述 与风险管理

——利率期限结构
及其应用研究

谢 赤 著

湖南人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

利率行为描述与风险管理: 利率期限结构及其应用研究/谢赤著. —长沙: 湖南人民出版社, 2004.2

ISBN 7 - 5438 - 3572 - X

I. 利... II. 谢... III. 利息率—风险管理
IV. F830.48

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 011593 号

责任编辑: 戴 茵

装帧设计: 胡薇薇

利率行为描述与风险管理
——利率期限结构及其应用研究

谢 赤 著

*

湖南人民出版社出版、发行
(长沙市展览馆路 66 号 邮编: 410005)

长沙湘诚印刷有限公司印刷

2004 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 850 × 1168 1/32 印张: 7.75

字数: 178,000

ISBN 7 - 5438 - 3572 - X
F · 569 定价: 15.50 元

《湖南省社会科学研究“百人工程”学者文库》

编 委 会

主任、主编：李 江

编 委(按姓氏笔划为序)：

丁来文 王耀中 贝兴亚

朱有志 刘鸣泰 刘沛林

肖君华 易炼红 屈贵全

柳思维 唐凯麟 曹监湘

黄菊芳 彭国甫 熊治祁

总 序

中共湖南省委常委、省委宣传部部长 李 江

21 世纪驶入了科技发展的快车道。知识与科技的创新成为推动这个时代发展的引擎。知识分子和科学家则成为推动这列快车前进的动力。

人类社会发展史表明,国家的兴盛、民族的强大、社会的发展,无不通过科技和人才的兴旺发达折射出来。要在 21 世纪的科技、经济、文化的舞台上扮演主角,没有突出人才领舞是决不能实现的。人类社会的发展揭示了一条真理:谁拥有人才,谁就拥有未来;谁拥有创造性青年人才,谁就能创造未来。

湖南社科事业要迎接知识经济的挑战,要跻身全国社科工作的先进行列,要开创湖南社科事业的新局面,实现湖南社科事业的大兴旺、大发展、大跨越,关键在于积聚一群在国内外有较高学术声望的专家学者,特别是拥有一批根底深、后劲足、潜力大的青年社科学术理论专家。

当前,我国已进入全面建设小康社会,加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。这个阶段,对我们的经济、政治、文化来说,是必须紧紧抓住并且可以大有作为的重要战略机遇期。对社会科学事业来说,也面临着一个黄金般的发展契机。一是党

和国家领导人高度重视哲学社会科学事业。毛泽东同志指出,全党都要注意思想理论工作,有计划地培养马克思主义理论家和评论家,把理论工作搞起来,加强马克思主义理论的研究和宣传。邓小平同志指出,“科学技术是第一生产力”,“科学当然包括社会科学”。江泽民同志指出,在认识和改造世界的过程中,哲学社会科学与自然科学同样重要;培养高水平的哲学社会科学家,与培养高水平的自然科学家同样重要;提高全民族的哲学社会科学素质,与提高全民族的自然科学素质同样重要;任用好哲学社会科学人才并充分发挥他们的作用,与任用好自然科学人才并发挥他们的作用同样重要。胡锦涛同志明确指出:“哲学社会科学的发展水平和繁荣程度,是一个民族的综合素质和文化力量的重要体现和标志。积极发展哲学社会科学是全党和社会的重要任务。”这些重要论述为哲学社会科学的发展指明了方向。二是我国改革开放、现代化建设的实践为哲学社会科学的发展提供了广阔的发展空间。改革开放特别是党的十三届四中全会以来,广大哲学社会科学工作者在马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想的指导下,以锐意创新的勇气和科学求实的精神,进行理论研究和实践总结的双重探索,推进了哲学社会科学事业的发展。在新世纪新阶段,全面建设小康社会的实践为哲学社会科学的发展提供了极为丰富的实践源泉;加入世贸组织,我国对外开放向全方位、多层次、宽领域的快速推进,为哲学社会科学工作者打开了一个面向世界、兼收并蓄、参与国际社会科学发展的新格局。当今中国经济、政治、文化、社会发展过程中涌现出的一系列重大理论和现实问题,越来越需要社会科学的理论阐释和科学解答。社会科学工作者要珍惜历史机遇,不负时代重托,面向现代化,面向世界,面向未来,用优秀的社科成果,服务科学决策,展示人文精神,推进文明进程。三是实施马克思主义基础理论研究建设工程,需要

广大哲学社会科学工作者贡献聪明才智。李长春同志在 2003 年度国家社科基金项目评审工作会议上的讲话提出,用“三个代表”重要思想统领哲学社会科学事业,就要以“三个代表”重要思想为指导,实施马克思主义基础理论研究建设工程。当前,我们正处于马克思主义理论建设承前启后、继往开来的重要时期,摆在广大哲学社会科学工作者面前的一项历史性任务,就是要把“三个代表”重要思想贯穿到马克思主义基础理论研究的方方面面,形成体现“三个代表”重要思想最新理论成果的哲学、经济学、政治学、法学、社会学、新闻学、史学、文学等学科,从各个方面丰富和发展马克思主义哲学社会科学的基础理论体系。实施马克思主义基础理论研究建设工程必须立足当今时代发展和社会进步的实际,联系马克思主义的发展历史,不断地进行理论探索和创新。要结合实施马克思主义基础理论研究建设工程,加快马克思主义理论队伍建设。

人才是第一资源。作为以开展社科学术研究和理论创新为主攻方向的社科事业,更是需要大批优秀人才来支撑和发展。进入新世纪以来,我省加大了对社科人才特别是青年社会科学研究人才的培育力度。《湖南省哲学社会科学研究“十五”规划要点》明确提出:“‘十五’期间,要把形成一批学贯中西、具有国内国际影响的学者,形成一批根底深厚、勇于创新的学科带头人,形成一批素质良好、锐意进取的青年理论骨干作为我省社科事业兴旺发达的大事来落实。”2002 年实施了“新世纪湖南省青年社会科学研究人才百人工程”,从 304 位“双高”(高级职称、博士学位)青年社科研究者中选取 66 位 39 岁以下的有博士学位正高级职称的哲学社会科学青年学者为培育对象。2003 年颁布了《新世纪湖南省青年社会科学研究人才“百人工程”培育办法》。这无疑是促进“理论湘军”发展壮大新方式,是储备人才、提升人才素质、振兴湖南社科事业的新手段,能收到“长江后

浪推前浪”、“一代更比一代强”的骄人效果。

青年社科人才的成长,依赖于自身的努力,也依赖于各有关管理单位有计划的培育。胡锦涛同志指出:“各级党委和政府要充分认识发展哲学社会科学重大意义,加强对哲学社会科学事业的领导,加大对哲学社会科学研究的投入,加强哲学社会科学队伍的建设,关心哲学社会科学工作者的工作和生活。”时代在发展,社会在进步,各级主管部门、主管领导及社科研究部门要与时俱进,把人才的培育作为社科事业发展第一要务,要加强领导,加大投入,努力改进青年人才的工作条件和生活条件,营造有利于青年人才成长的环境。

自新世纪湖南省青年社会科学人才“百人工程”实施以来,省委宣传部划拨了专项培育资金,省社科规划办设立了“百人工程”专项课题,接着在《求索》杂志开设了“百人工程”学者介绍专栏。目前推出的“湖南社科研究‘百人工程’学者文库”既是培育“百人工程”学者的一种方式,也是首批“百人工程”学者最新理论成果的展示。全省各级社科规划管理部门要通过多种渠道、多种形式,加大投入的力度,加大培育的力度,加大宣传的力度,使我省青年社会科学优秀人才“百人工程”专家早日成长壮大。“百人工程”学者要坚持以马列主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,坚持理论联系实际的原则,多思慎思,多出精品、出上品,使自己成为先进思想的传播者、学术研究的开拓者、精品力作的创作者和“四有公民”的培育者。

是为序。

目 录

第一章 导 论	(1)
1.1 研究动机、目的与限制	(1)
1.2 研究架构	(2)
1.3 本研究的基本假设与概念	(3)
1.3.1 基本假设	(4)
1.3.2 基本概念	(4)
第二章 利率的动态特征描述	(7)
2.1 基于 GARCH 模型的 CHIBOR 行为描述	(7)
2.1.1 CHIBOR 的来源及特点	(8)
2.1.2 利率 GARCH(1, 1)模型的构建与分析	(10)
2.2 利率 ARCH/GARCH 模型及其波动性分析	(12)
2.2.1 理论模型的构建	(13)
2.2.2 数据来源	(15)
2.2.3 模型的估计	(16)
2.3 基于扩散模型的利率动态的分析	(19)
2.3.1 理论模型的构建	(19)
2.3.2 数据与结果分析	(22)
2.4 描述利率动态行为的 GARCH - JUMP 模型	(26)
2.4.1 数据来源与特点	(26)
2.4.2 GARCH-JUMP 模型的建立	(27)

第三章 利率期限结构模型估计	(32)
3.1 利率期限结构的估测	(32)
3.1.1 期限结构估测法综述	(32)
3.1.2 期限结构估测法	(35)
3.2 利率期限结构的估计	(38)
3.2.1 利率变化均值的估计	(41)
3.2.2 利率波动性估计	(43)
3.2.3 结构转换模型	(47)
3.2.4 考虑跳跃效应的利率模型	(52)
3.2.5 体现中国金融市场特点的利率过程模型	(55)
第四章 利率期限结构模型估计——方法与实证	(58)
4.1 广义矩法	(58)
4.1.1 GMM 方法简介	(58)
4.1.2 GMM 方法的理论分析	(58)
4.1.3 CKLS 模型的 GMM 估计	(60)
4.2 最大似然法	(61)
4.2.1 一般非线性模型的最大似然估计	(61)
4.2.2 CKLS 模型的最大似然估计	(62)
4.3 利率模型的实证估计结果	(63)
4.3.1 GAUSS 语言与 GPE2 模块	(63)
4.3.2 样本选择与资料搜集	(64)
4.4 模型估计的实证结果与分析	(66)
4.4.1 CKLS 框架下各模型的估计	(66)
4.4.2 GARCH 模型的估计	(70)
4.4.3 新离散利率过程模型的估计	(71)

第五章 利率期限结构模型动态构建	(74)
5.1 利率期限结构模型的统一框架	(74)
5.1.1 常用记号的定义	(75)
5.1.2 假设与前提	(75)
5.1.3 固定收益衍生工具和风险中性定价	(79)
5.1.4 单因素模型的三个例子	(80)
5.2 动态利率期限结构模型群	(85)
5.2.1 一种新的利率建模方法	(85)
5.2.2 马尔可夫无套利远期利率模型	(86)
5.2.3 模型群的几个案例	(91)
5.3 关于具有状态变量的 HJM 模型的实证分析	(95)
5.3.1 实证模型	(95)
5.3.2 经济计量方法	(97)
5.3.3 相关数据来源	(99)
5.3.4 估值结果及其分析	(99)
5.3.5 与传统模型比较	(102)
5.3.6 双因素模型	(103)
第六章 利率衍生产品定价分析	(106)
6.1 利率衍生产品的概念及其分类	(106)
6.2 利率衍生产品的重要地位	(109)
6.3 利率衍生产品的定价	(110)
6.3.1 B-S 模型定价的缺陷	(111)
6.3.2 利率衍生产品定价的解析分析	(114)
6.3.3 利率衍生产品定价的数值计算	(120)
6.4 衍生产品定价的实证研究	(127)
6.4.1 实证前提条件	(127)
6.4.2 实证研究	(128)

6.5 FRA 及其价格确定与敏感性分析	(148)
6.5.1 FRA 的基本含义与作用	(148)
6.5.2 FRA 的定价分析	(150)
6.5.3 FRA 的敏感性分析	(154)
6.5.4 短期利率期货的定价与价差分析	(156)
6.6 利率互换与经济暴露及债券误定价研究	(166)
6.6.1 经济背景	(166)
6.6.2 经济暴露与债券的误定价	(169)
6.6.3 经济暴露与利率互换	(171)
6.7 评价利率期权的远期与即期模型的比较	(173)
6.7.1 研究说明	(173)
6.7.2 数据分析与模型的选择	(174)
6.7.3 模型与基本实施步骤的评述	(176)
第七章 利率风险管理应用研究	(184)
7.1 债券市场利率风险的因素分析	(184)
7.1.1 利率风险的因素分析	(184)
7.1.2 数据来源	(185)
7.1.3 因素分析方法	(187)
7.2 利率风险分析与计量	(189)
7.2.1 传统的持续期度量方法	(190)
7.2.2 包含债券收益率曲线非平行移动的持续期 模型	(190)
7.2.3 在不同利率期限结构下的持续期模型	(192)
结 论	(200)
附录 GAUSS 程序	(201)
参考文献	(215)

第一章 导 论

1.1 研究动机、目的与限制

利率作为最基本的经济变量之一,历来就是金融学研究的重点。20世纪80年代以来,由于世界各国开始实施金融自由化的政策,对利率的管理由直接管制逐步向间接调控转变,利率已基本实现市场化,因此,由于利率的不可预期变动而产生的利率风险问题就成为了各类具有带息资产或负债的机构所关注的焦点。

鉴于利率风险对这类(机构)企业的重要性,学者们发展出了很多计量经济模型来探讨利率风险的管理问题。传统的利率风险管理模型的核心思想是免疫(immunization)和现金流的匹配。这些方法仅仅假设利率会发生小幅度的确定性变动,这显然不符合日趋自由和复杂的金融市场的实际情况。因此,学者们开始将随机过程引入利率风险管理的研究中(包括利率衍生产品的定价和套期保值策略的设计),这就是所谓的利率期限结构模型。

目前国内对利率风险管理的研究还主要集中于对传统利率风险管理模型和方法的分析,而对利率期限结构模型的相关研究仍停留在简单介绍和定性分析层面上。随着我国利率市场化进程的加快,利率风险问题日趋重要,加强以随机过程为基础的

利率期限结构模型的研究就显得十分必要了。本研究就以此为出发点,结合中国金融市场的实际情况,对以随机过程为基础的利率风险管理模型群进行了相关的理论分析,从而为中国加入WTO后金融市场的改革和开放,特别是利率的市场化决定打下良好的基础。

本研究的主要限制是数据方面的不足。由于中国利率市场化改革起步较晚,所以我们所利用的数据间隔时间较短,样本数据数目还不是很充分,这很可能导致我们的结论的说服力不够充分。另外,由于在我国主要的存贷款利率仍由中央银行决定,国债现券市场和银行间同业拆借市场还不发达,所以我们采用了在上海证券交易所交易的国债回购利率。虽然这些数据时间间隔较长,交易量也较大,但更多的是反映证券市场资金供求的状况,并不能够全面、充分地反映中国金融市场整体的资金供求状况,这将可能导致我们的结论在适用性方面还不够完善。

这些限制是客观存在的,但我们不能因为有这些限制而不进行相关的研究。理论研究必须要超前于实际的情况。毫无疑问,我们所总结和发展的理论模型和实证方法将随着中国金融市场的发展和利率数据的完备而得到进一步的应用。

1.2 研究架构

作为来源于金融市场实际需要的课题,利率期限结构模型的研究首先需要大量的理论分析。本研究就以此思路展开,围绕利率风险管理这一核心,从理论分析入手,分别对利率期限结构模型的动态建模和实证估计问题进行探讨,然后以此为基础进行了相关的应用研究,以解决利率风险管理的有关问题。本书总体研究架构如图1.1所示。

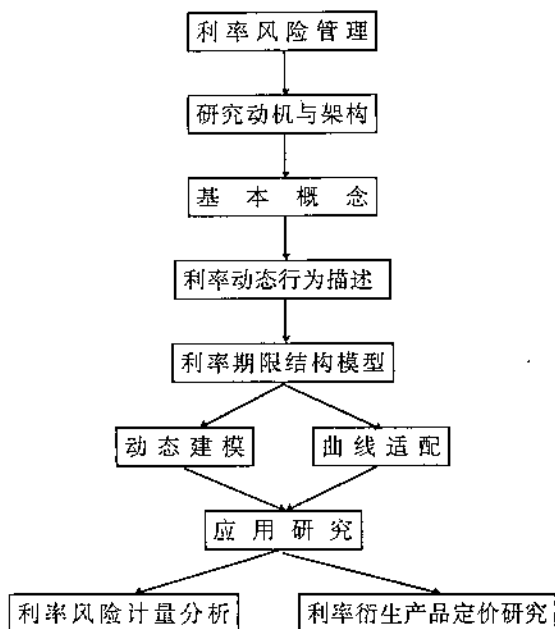


图 1.1 研究架构图

1.3 本研究的基本假设与概念

利率期限结构模型是通过对市场利率(本书中这些利率主要来源于债券的价格)的分析,运用数学方法与计量模型来描述或刻画利率的行为,从而对利率的相关产品(包括债券及其衍生产品,如利率互换、利率期货等)进行定价。在对利率期限结构模型进行研究之前,我们首先介绍一些相关的基本概念。

1.3.1 基本假设

需要注意的是,本书对利率期限结构模型的分析更多的是从理论研究的角度去探讨,因此不会涉及到具体的市场实际操作的问题。所以,为了理论研究的方便,我们在本书中所考虑的债券等金融工具都是从实际市场中抽象简化出来的。例如,我们假设所有债券都不存在违约风险,即不考虑由信用风险所带来的溢价。与此相对应的是,在市场实际操作中,由各国政府发行的国债一般可认为不存在违约风险。

1.3.2 基本概念

1.3.2.1 零息债券与附息债券

债券是利率研究的基本对象。债券价格的变化就反映了市场利率的变动。利率期限结构模型所研究的主要对象就是零息债券(zero-coupon bond)。与附息债券相反的是,零息债券不存在每期利息的支付,它通常是以折价的形式发行,到期时支付面值给投资者。例如,期限为一年面值为100元的零息债券,发行价格为96元,那么到期后,将支付给投资者100元,其中4元的差价就是支付给投资者的回报。

期限为 t 的零息债券的价格我们一般也称为 t 时期的折现因子,记作 $d(t)$ 。根据上例, $d(1) = 96/100 = 0.96$ 。折现因子可应用于各种具有固定现金流的金融产品的定价。这些金融产品在国内外的文献中一般被称为固定收益证券(fixed income securities)。折现因子之所以能够用于固定收益证券的定价,是因为经济学中常说的一价定律(the law of one price),即两种具有相同现金流的证券必须具有相同的价格。我们可以通过构造以零息债券为基础的投资组合来复制其他的证券产品,从而使它们的现金流完全相同,然后根据无套利假设来对该证券产品

进行定价。例如,有 2000 年 1 月 1 日发行的某付息债券,面值为 100 元,年利率为 3%,期限为 2 年,每年付息一次,其现金流分解为图 1.2 所示。

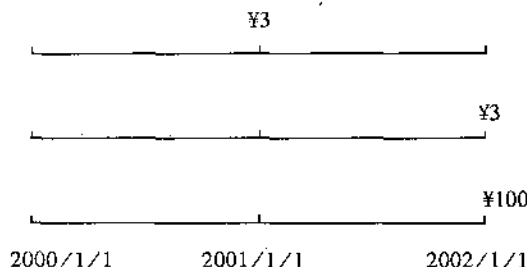


图 1.2 现金流分解图

从图 1.2 我们可以发现,该债券可以视为由三种零息债券组成的投资组合,即期限为一年面值为 3 元的零息债券,期限为两年面值为 3 元的零息债券以及期限为两年面值为 100 元的零息债券。所以如果我们已知 $d(1) = 0.96$ 和 $d(2) = 0.92$,该付息债券在 2000 年 1 月 1 日的价格就应该是 $3 \times d(1) + 3 \times d(2) + 100 \times d(2) = 97.64$ (元)。如果该债券价格不等于 97.64,我们就可以进行套利。这一原理在很多金融教材里都有介绍,我们在这里就不再赘述。由此,我们也可以看到付息债券实际上就是零息债券的组合。因此,零息债券就成为了利率期限结构模型研究的基本对象。

1.3.2.2 即期利率、到期收益率和远期利率

折现因子的另一种表现形式就是即期利率(spot rate)。如果即期利率为 $R(t)$,那么折现因子便为

$$d(t) = \frac{1}{[1 + R(t)]^t} \quad (1.1)$$