

财经学者文库
The Scholar's Library of Finance and
Economics

固定收益证券的 投资价值分析

文忠桥 / 著

→ The Analyses of the Investing
Value of Fixed-Income Securities ←



经济科学出版社
Economic Science Press

► 财经学者文库 ◀

- 本书受安徽财经大学著作出版基金资助
- 安徽省教育厅自然科学基金资助 (2005KJ148)
- 安徽财经大学重点课题资助 (04AC004zd)

固定收益证券的 投资价值分析

The Analyses of the Investing Value
of Fixed-Income Securities

文忠桥 / 著

经济科学出版社

《财经学者文库》 编委会名单

主任委员：石秀和

副主任委员：姜利军 丁忠明 兰玉杰
 周之虎 孙学斌

委	员：	陈年红	王建刚	欧阳仁根
		陈阿兴	孙太清	胡晓辉
		周家来	冯德连	陈忠卫
		江若尘	倪国爱	曹天生
		刘永伟	余华银	马成文
		高 鸣	王吉良	张传明
		李志远	王文举	刘从九
		刘兴维	陈宏军	唐 敏
		潘淑娟	赵有广	经庭如
		邱平荣	杨桂元	程 刚
		周 平	盛明泉	

《财经学者文库》

总 序

21 世纪的世界经济发展，无疑正处于经济全球化互动发展过程之中。在这一过程中，中国要与发达国家、发展中国家以优势互补、互动互利的原则，寻求共赢的发展途径。在全面建设小康社会、向市场经济转型中，中国必将以改革开放、吸纳整合、集聚优势为动力，实现与世界经济的相通相融。

构建社会主义和谐社会，需要踏踏实实的建设与发展，需要新的视角、新的眼界，对新的环境和新的发展机遇进行不懈的研究、实践与探索。新的时代，呼唤并必将创造出新的思想。在这个变革的年代，我们既要坚持马克思主义经济学理论的指导地位，并重新解读和认识西方财经学者的思想，又要按照科学发展观的要求，立足中国现实、与时俱进，丰富与发展现代财经理论，探讨其方法、模式、策略与案例，借以总结中国经济的发展规律、制定科学可行的财经政策。这也正是我们推出《财经学者文库》的初衷。

在《财经学者文库》第一批的五本著作中，涉及金融学、会计学、产业经济学等学科，绝大部分是国家级课题

的结项成果或博士论文的修改稿，本文库从不同层面展示了部分学者的前沿研究成果。在首批著作中主要涉及三个核心主题：一是新时期中国财经领域的改革热点问题；二是新时期中国企业的管理与发展问题；三是新时期中国产业的扶植与转型问题。

《财经学者文库》的出版得到经济科学出版社的大力支持，为此，我代表编委会全体成员深表感谢！

在第一批专著问世后，我们还将陆续出版新作。希望本文库能够成为中国财经学者探讨财经领域理论与实务问题的持久园地。

中国古代思想家荀子说：“强本而节用，则天不能贫；养备而动时，则天不能病；循道而不贰，则天不能祸。”也就是说，我们只要有了“本”，有了“备”，并循道行事，就不会有贫困、疾病和灾祸，必能走向成功。愿我国的财经学者能够探索中国财经领域改革之“本”、“备”，继续推动中国和平崛起的经济巨轮沿着正确的方向前进。

石秀和

2005年9月

前 言

改革开放以来，我国金融市场发展很快，而债券市场的发展则相对滞后。但 20 世纪 90 年代后半期，形势有所变化。首先，我国债券市场的发展规模急剧扩大，债券市场在经济金融发展中的地位不断提高。中央银行利用公开市场业务作为主要货币政策操作手段之一，商业银行等金融机构利用债券市场优化其资产结构，并且债券市场也广大投资者提供了更丰富的投资工具。其次，我国的利率市场化取得了重大进展。1996 年 6 月放开银行间同业拆借利率，1997 年 6 月放开了银行间债券市场回购利率，1998 年 3 月放开了贴现和转贴现利率，1998 年 9 月放开了政策性银行发行金融债券的利率，1999 年 9 月放开银行间债券市场的国债发行利率，1999 年 10 月对保险公司的大额定期存款实行协议利率，在 1998 年 10 月~1999 年 9 月扩大了金融机构贷款利率的浮动权限并简化了贷款利率种类，2000 年进一步放开了外币贷款利率。而且，利率市场化的步伐还在进一步向前推进。再次，我国债券市场的发展前景十分广阔。2000 年银行间债券市场存量加上交易所债券余额和凭证式国债存量占 GDP 的比重为 24%，而世界市场是 95%，我国债券市场还有很大的发展空间。因此，研究我国债券市场的发展很有必要，它符合我国金融市场发展的实际需要。

从个人因素看，2000 年 9 月份我进入中国人民大学学习时并没有准备研究债券问题，当时只是糊里糊涂地看一些关于金融经济学方面的书籍，听一些有关金融经济学方面的课程，为将来写博士论文做准备，但不知道往哪个方向去准备。因此，当时不仅在中国人

民大学听了一些选修课，如《时间序列分析》、《金融市场计量经济学》等，还跑到北京大学听史树中老师讲授《金融经济学》^①、曹志刚老师讲授《Foundations for Financial Economics》。听课过程中，自己还学习了《Theory of Financial Decision Making》。通过这两本英文原版教材的学习，循着这些原著的参考文献，我开始查阅国外的权威金融学杂志《Journal of Finance》和《Journal of Financial Economics》等，从中挑选一些很重要的文章阅读。在查阅英文文献过程中，利率期限结构的文章引起了我的特别注意，如1977年发表在《Journal of Financial Economics》杂志的Vasicek模型等，这些利率期限结构模型是如此多姿多彩、引人入胜，我几乎被这些利率期限结构模型迷住了，为此我的学习兴趣逐渐转移到利率期限结构上来了。后来，我在查阅英文杂志积累资料时，凡是见到利率期限结构模型的文章几乎全部阅读了，所以我的博士论文研究已经无法偏离利率期限结构问题了。同时，我同宿舍的同学曾刚也建议我研究固定收益证券。因此，我就这样确定了博士论文的研究主题。

本书是在我的博士论文《固定收益证券的投资价值分析》的基础上修改完成的。2003年7月博士毕业以后，陆续申报了安徽财经大学重点课题（04AC004zd）和安徽省教育厅自然科学基金项目（2005KJ148）。原来打算在完成这两个课题后，将课题研究的最新成果完全充实到这本书中。但由于时间紧迫，教学和科研上的任务繁重，原计划对博士论文的修改没有按时完成；而本书的出版资助计划即将到期，所以本书的出版不得不提前。因此，对博士论文的框架结构未作改动，只对文中的文字进行了修改，本书可能存在这样那样的错误，恳请读者批评指正，对我自己而言只能留下一点遗憾了。

文忠桥

2005年10月16日

^① 史树中：《金融经济学十讲》，上海人民出版社2004年版。



录

第 1 章 导论	1
1.1 本书的基本框架和内容概要	3
1.2 学术探索与创新	7
1.3 研究方法	10
第 2 章 利率期限结构理论、模型和实证分析	12
2.1 利率期限结构理论	12
2.1.1 预期假说	14
2.1.2 市场分割理论	14
2.1.3 流动性偏好假说	15
2.2 名义利率期限结构模型	16
2.2.1 单因子模型	18
2.2.2 多因子模型	37
2.3 实际利率期限结构	46
2.3.1 确定性背景下的实际利率期限结构	47
2.3.2 不确定性背景下的实际利率期限结构	50
2.4 我国固定收益证券利率期限结构的实证分析	53
第 3 章 固定收益证券的定价	62
3.1 无套利均衡分析	63
3.2 风险中性定价	66
3.3 利用期限结构模型定价	71

3.3.1	利用单因子期限结构模型定价	71
3.3.2	利用多因子模型定价	85
3.4	公司债券的定价	88
3.4.1	普通公司债券的定价	89
3.4.2	可转换债券的定价	94
3.5	固定收益证券定价的实证分析	98
3.5.1	国债无风险随机利率动态方程	98
3.5.2	国债定价结果分析	107
第4章	固定收益证券定价的数值解法	115
4.1	网格分析方法	116
4.1.1	单期二项式定价方法	116
4.1.2	多期二项式定价及其极限	120
4.2	有限差分方法	121
4.2.1	显式差分格式	122
4.2.2	隐式差分格式	125
4.2.3	Crank - Nicolson 差分格式	126
4.2.4	有限差分方法的边界条件	128
4.3	蒙特卡罗模拟方法	128
4.3.1	蒙特卡罗模拟的基本步骤	129
4.3.2	蒙特卡罗模拟的方差技术	131
4.4	数值方法定价实例	133
第5章	固定收益证券的利率风险	140
5.1	久期和凸性	143
5.2	非随机利率期限结构时的债券免疫	151
5.2.1	利率结构平行移动时的免疫	152
5.2.2	利率期限结构倍数增减时的免疫	155
5.2.3	利率期限结构受到倍数增减和平行移动冲击时的 债券免疫	159
5.2.4	利率期限结构受到非线性冲击时的债券免疫	162

5.3 随机利率期限结构模型下的债券免疫	167
5.3.1 HJM 远期利率期限结构下债券的免疫	168
5.3.2 瓦西塞克利率期限结构模型下的债券免疫	173
5.4 债券的利率风险免疫实例分析	178
 第6章 固定收益证券的违约风险	 185
6.1 公司债券的信用评级	186
6.2 KMV 模型	194
6.3 保险模型	202
6.3.1 死亡率模型	202
6.3.2 信用风险附加模型	206
6.4 债券组合管理的违约风险	210
6.4.1 奥特曼的方法	211
6.4.2 Moody's 公司的债券组合模型	214
6.5 中国公司债券的违约风险	217
 参考文献	 226
后记	236

第 1 章

导 论

选择固定收益证券的投资价值分析作为研究课题，与我国当前经济金融发展的现实情况是紧密相关的。改革开放以来，我国的金融市场发展很快，尤其是我国的股票市场从 20 世纪 90 年代以来发展迅猛，相比较而言，我国的债券市场的发展则相对滞后。但是，20 世纪 90 年代后半期，形势发生了显著的变化。

首先，我国债券市场的发展规模急剧扩大，债券市场在我国经济金融发展中的地位提高了。中央银行为了实现金融宏观调控的市场化改革，利用公开市场业务作为主要的货币政策操作手段，积极推动着我国债券市场向前发展。现在中央银行每周都要进行公开市场业务操作，其重要基础就是近几年我国银行间债券市场的发展。商业银行等金融机构需要利用债券市场优化其资产结构、调节资金头寸、取得短期收益、平衡流动性风险。亚洲金融危机以来，我国推行积极财政政策，如果没有债券市场的迅速发展作支撑，至少要困难得多。而且，我国债券市场的发展，为稳步推进利率市场化和形成金融市场的基准利率提供了坚实的基础。2000 年我国银行间债券回购交易额达到 15782 亿元，银行间现券交易额达到 682.68 亿元；交易所的国债回购交易额达到了 14733.7 亿元，现券交易额也达 4157.5 亿元。^① 目前已

^① 李扬、彭兴韵：《中国货币市场：理论与实践》，载《中国货币市场》2001 年 10 月号、2001 年 11 月号。

形成了回购交易和现券交易并举，交易所市场和银行间市场共同发展的市场格局。

其次，我国的利率市场化取得了重大进展。1996年6月放开银行间同业拆借利率以来，我国的利率市场化一直在稳步地向前推进。1997年6月放开了银行间债券市场回购利率，1998年3月放开了贴现和转贴现利率，1998年9月放开了政策性银行发行金融债券的利率。到了1999年9月成功地实现了国债在银行间市场利率招标发行，即放开银行间债券市场的国债发行利率，所以国债的发行利率和国债的流通利率都已全部放开。在利率市场化最难以推进的领域——存贷款利率的市场化方面也取得了一定的进展，1999年10月对保险公司的大额定期存款实行协议利率，1998年10月~1999年9月扩大了金融机构贷款利率的浮动权限并简化了贷款利率种类，2000年进一步放开了外币贷款利率。通过以上艰苦努力，公开市场业务操作已经成为中央银行调节基础货币的主要政策工具，公开市场利率已经成为货币市场的基准利率。

第三，我国债券市场的发展前景广阔。尽管我国债券市场的发展已经取得了巨大的成就，但与世界其他国家相比，还有很大的差距，同债券市场在经济金融发展中应有的地位也不相称。2000年我国银行间债券市场存量加上交易所债券余额和凭证式国债存量占GDP的比重为24%，而世界市场是95%，可见还有很大的发展空间。中央银行需要推动债券市场发展，进一步完善以公开市场业务为主要操作手段的间接调控机制，商业银行需要债券市场进一步提高债券资产的比例，改善资产管理和流动性管理。我们还要大力发展市政债券，为城市基础设施的建设提供充足的资金，大力发展企业债券，进一步改变全社会融资过度依赖银行贷款、市场化融资过于偏好股票融资的局面，改善资本市场的结构。全社会的债券投资需求很大，迫切需要大力发展债券市场，为广大投资者提供更丰富的投资工具。

西方国家的固定收益证券市场是一个发展比较成熟的市场，利

率完全由市场决定。不仅固定收益证券市场的基础设施比较完善,而且能不断推出新的证券品种,衍生证券也层出不穷。因此,西方的固定收益证券理论研究极为丰富,并且需要利用一些比较先进的数学工具,如随机过程、随机微分方程、随机积分、等价鞅测度等理论。在这种理论和实际背景下,研究固定收益证券的定价机制、风险的测度和防范,对促进我国债券市场的发展,优化金融市场结构,改善社会融资格局,完善货币政策的操作机制,都具有重要的理论和现实意义。

1.1 本书的基本框架和内容概要

全书共分六章。

第1章 导论。导论首先对选题的背景作了说明。20世纪90年代后半期开始,我国的债券市场发展进入了一个新阶段,债券市场在整个经济金融发展中的地位极大地提高了。债券市场发展的基本条件进一步改善,主要突破是国债的发行和交易的利率都已向市场化迈进。但中国的债券市场目前的发展状况还不能满足经济社会发展的要求,社会融资格局总体上过于依赖银行贷款,而市场化融资方式过于偏重于股票融资,而整个社会对债券投资需求很大。因此,中国的债券市场具有广阔的前景。然后简单介绍全书的基本内容和框架、研究方法和基本特色。从理论上说,固定收益证券的投资价值一般应包括固定收益证券的收益率、流动性和风险。但固定收益证券的流动性的高低总要反映在固定收益证券的收益和风险上,投资者评价固定收益证券投资价值的主要因素是收益率和风险。因此,本书主要从收益和风险两个方面研究固定收益证券的投资价值。固定收益证券的收益率的高低决定于其市场价格的高低,因此,研究固定收益证券的收益率本质上是研究固定收益证券的定价机制。本书研究了固定收益证券的两种定价方法,其定价的理论

基础是利率期限结构理论和模型。固定收益证券的风险主要有利率风险和违约风险,其中利率风险是国债和公司债券共有的风险,违约风险是公司债券特有的风险。

第2章 利率期限结构理论、模型和实证分析。第一节概括利率期限结构的主要理论,如预期假说、市场分割理论和流动性偏好理论。第二节介绍利率期限结构模型的主要种类,如根据模型建立的前提条件分类,期限结构模型可以分为无套利机会模型和一般均衡模型。无套利机会模型假定市场上不存在套利机会,如果能够正确地设定短期利率的动态演变过程,按照无套利机会模型能够推算比较精确的债券定价。模型价格与市场价格相当接近,如果模型价格与市场价格不符,意味着市场存在套利机会,而套利行为将使套利机会消失。均衡模型是在一般均衡的假设条件下,设定短期利率的动态演变过程,但均衡模型并不严格约束模型价格必须等于市场价格,因为均衡模型并不认定债券价格必然合理。而根据期限结构模型中所包含的状态变量个数分类,期限结构模型可以分为单因素模型和多因素模型,单因素期限结构模型是利率动态演变过程只包含一个状态变量,如短期利率的期限结构模型;多因素期限结构模型是利率动态演变过程包含两个或两个以上状态变量,如包含短期利率、长期利率和短期利率波动的期限结构模型,并且详细分析比较了这些模型的特征。第三节,分析考虑通货膨胀和通货紧缩因素的利率期限结构模型,即在考虑通货膨胀因素时,利率期限结构模型可分为名义期限结构模型和实际期限结构模型,相应地债券价格也有名义债券价格和实际债券价格之分。第四节,分析我国各种债券的收益率期限结构,包括国债多个时间的收益率期限结构,金融债券的收益率期限结构和企业债券的收益率期限结构。根据这些收益率曲线的变化结果,分析我国国债市场存在的问题,并提出改进的办法。

第3章 固定收益证券的定价。第一节,分析无套利定价原理。无套利定价理论是现代资产定价理论的核心思想。所以这一节给出了金融市场上套利机会的定义,并且推导出不存在套利机会的

条件是在连续时间经济中存在鞅概率测度。第二节分析风险中性定价原理。风险中性定价原理是资产定价理论中最重要的技术处理方法。由于风险中性概率测度是鞅概率测度,因此,在风险中性的假设环境里,资产价格序列是一个鞅。第三节,分析用利率期限结构模型定价的方法,包括用单因子模型定价和多因子期限结构模型定价,比较而言,单因子期限结构模型定价简单易行,而多因子期限结构模型定价极为复杂。第四节,分析公司债券的定价。一是普通公司债券的定价,二是可转换债券的定价。公司债券的定价与无违约风险的国债定价有很大的区别。普通公司债券的定价要考虑债券的违约风险,而可转换债券的定价要考虑债券中包含的期权特性。第五节,固定收益证券定价的实证分析。利用银行间国债回购市场的1周国债回购利率、2周国债回购利率和4周国债回购利率进行回归得到三个瓦西塞克期限结构模型和三个CIR期限结构模型,但CIR模型的异方差性不能通过统计检验。因此,利用这三种国债回购利率进行回归得到三个瓦西塞克期限结构模型。利用这三个期限结构模型给我国国债定价,定价结果显示1周国债回购利率瓦西塞克模型定价误差最小,令人满意,4周国债回购利率瓦西塞克模型的定价误差最大。所以,选择1周国债回购利率瓦西塞克模型定价是比较合适的。

第4章 固定收益证券定价的数值解法。资产定价的数值方法主要应用在衍生证券定价和固定收益证券定价的多因子模型定价领域。第一节分析网格分析方法,最简单的网格分析方法是二项式定价方法。因此,这一节的主要内容一是单期二项式定价方法;二是多期二项式定价方法。第二节分析有限差分方法。有限差分方法是将标的资产价格满足的微分方程转化为差分方程,并通过累次求解差分方程来确定资产价格的定价方法。有限差分方法按差分格式的不同可以分为显式差分方法、隐式差分方法和综合差分方法。第三节分析蒙特卡罗模拟方法。蒙特卡罗模拟方法的基本思想是将标的资产价格转化为求随机变量的期望值问题,然后用蒙特卡罗模拟方

法估计出这个期望值,这种模拟需要利用计算机进行大量的模拟试验。因此,这一节的内容有两个,一是蒙特卡罗模拟方法必须解决基本操作程序;二是如何减少蒙特卡罗模拟的方差,以尽量减少模拟的工作量。第四节用一个例子说明利用二叉树方法给国债定价的基本步骤。

第5章 固定收益证券的利率风险。首先论述固定收益证券的利率风险的基本概念,固定收益证券的利率风险由利率波动引起的债券价格波动风险和利息再投资风险构成。利率风险的大小一般用久期和凸性度量,而用得最多的还是久期。因此,第一节主要分析了息票利率水平、债券的到期期限和到期收益率等因素对久期的影响及变化规律。第二节分析非随机利率期限结构在受到各种冲击时的利率风险免疫,共有四种冲击情形:(1)利率期限结构平行移动时的利率风险免疫;(2)利率期限结构倍数增减冲击时的利率风险免疫;(3)利率期限结构同时受到平行移动和倍数增减冲击时的利率风险免疫;(4)利率期限结构受到非线性冲击时的利率风险免疫。第三节分析随机利率期限结构下的利率风险免疫,主要分析了在HJM随机利率期限结构模型下的利率风险免疫和瓦西塞克期限结构模型下的利率风险免疫。第四节分析实际的利率风险免疫。由于我国的利率动态满足瓦西塞克模型,因此,如果我国国债市场上允许空头交易时,国债投资的利率风险免疫,总结了我国国债的投资价值特征。

第6章 固定收益证券的违约风险。第一节分析利用信用评级方法度量公司债券违约风险的方法,这种方法是度量违约风险的最简单实用的方法。第二节分析利用数理模型度量公司债券违约风险的方法,用数理模型度量公司债券违约风险的方法很多,如KMV公司开发的数理模型和J.P.摩根等公司创立的用VaR度量违约风险的方法。但本书只分析KMV公司的数理模型,这种模型将公司债券的违约风险以预期违约概率来表示。第三节研究将保险思想应用到公司债券违约率的评价。这可以分成两种方法,一种是利用人寿

保险的思想,把公司违约看成债券死亡,利用公司违约的数据编制债券违约的死亡率表。另一种方法是將财产保险的思想应用到违约风险的度量,财产保险中出现违约的概率和损失严重程度都可以应用到违约风险的度量上。第四节分析公司债券组合的违约风险度量。这主要有两种方法,一是奥特曼(Altman)的利用均值方差方法度量债券组合违约风险的方法;二是穆迪公司用债券分散化指数简化债券组合的违约风险度量和用违约传染模型处理债券相关系数的债券组合违约风险度量。第五节分析我国公司债券的违约风险度量,总结中国现阶段金融债券和企业债券投资价值的特征。中国当前公司债券市场发展面临一个前所未有的机遇,但在评价和预测公司债券的违约风险的技术和手段上严重滞后于公司债券市场发展的需要。因此,我国应该首先建立健全公司债券信用评级体系,然后要努力开发适合中国国情的数理模型以度量我国公司债券的违约风险。

1.2 学术探索与创新

将西方发展比较成熟的固定收益证券定价理论应用到我国还不太健全的市场条件是一个大胆的尝试。利率期限结构理论和模型是在西方成熟的金融市场上,经过长期的实践检验逐步修正发展起来的。将利率期限结构理论应用于固定收益证券定价,在西方债券市场的发展中起到了巨大的作用。西方债券市场与我国债券市场最主要的区别是西方债券市场是在利率完全市场化的环境中运行的,而我国债券市场是在利率并没有达到充分市场化的环境中运行的。要将西方债券市场中比较成熟的理论应用到我国不成熟的债券市场存在一定的困难。国内许多学者在这方面已经做出了先驱性的研究,如姚长辉和梁跃军、杨大楷和杨勇、陈雯和陈浪南、吴冲锋和王海成、吴文锋、郑振龙和林海、朱锋等人对我国国债利率期限结构和国债定价的发展做了很有价值的研究。本书是在这些学者研究