



新世纪高等学校教材

金融学核心课系列教材

李磊宁 周欣 著

固定收益证券的估值、定价与计算

The Theory of Evaluating,
Pricing and Calculating
for the Fixed-Income
Securities



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

◀ 体系科学

◀ 结构清晰

◀ 案例丰富

◀ 体例新颖



新世纪高等学校教材

金融学核心课系列教材

金融学

投资学

金融工程

货币银行学

国际金融学

金融市场学

中央银行学

银行风险管理

商业银行经营与管理

新编投资银行学教程

● 固定收益证券的估值、定价与计算

ISBN 978-7-303-11807-6



9 787303 118076 >

定价：28.00元

新世纪高等学校教材

金融学核心课系列教材

固定收益证券的估值、定价与计算

The Theory of Evaluating, Pricing and Calculating
for the Fixed-Income Securities

李磊宁 周 欣 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

固定收益证券的估值、定价与计算 / 李磊宁, 周欣著.
—北京: 北京师范大学出版社, 2011.1
(新世纪高等学校教材 金融学核心课系列教材)
ISBN 978-7-303-11807-6

I. ①固… II. ①李…②周… III. ①证券投资—高等学校—教材 IV. ①F830.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 229248 号

营销中心电话 010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子邮箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 170 mm × 230 mm
印 张: 16.5
字 数: 305 千字
版 次: 2011 年 1 月第 1 版
印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷
定 价: 28.00 元

策划编辑: 马洪立 责任编辑: 杜丽娟
美术编辑: 毛 佳 装帧设计: 毛 佳
责任校对: 李 茵 责任印制: 李 啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

前

言

固定收益证券不是价格和投资回报被“固定”起来的有价证券，而是可以用数学公式测算其价格（以及波动）和投资回报率的有价证券。与股票不同，这类有价证券有确定的偿还期和约定利率，价格波动的幅度较小，债券就是其典型的代表。近年来，中国债券市场（“中国债券市场”或者“我国债券市场”，本书特指中国大陆债券市场，下同）发展迅猛，已经成为资本市场中的极其重要的子市场。中央政府、地方政府通过大量发行政府债务工具（国债、地方政府债券）为特定的项目筹措资金；越来越多的公司、企业亦将企业债务工具作为有发展潜力的融资手段。在各类机构投资者的资产负债表上，债券投资始终是其重要的资产项目。对某些大的机构投资者（如商业银行）而言，债券甚至是其唯一的证券投资对象。另外，许多的个人投资者，通过交易所市场与银行柜台市场，也广泛参与了债券投资活动。伴随债券市场规模扩张和投资者队伍扩大而来的，是市场波动性的加剧和各类风险的增加。在这个越来越具有周期性行情变动的债券市场上，投资者分享了牛市的收益（1995—2002年，2005—2006年上半年，2008年），也经历了熊市的挫折（2003年下半年，2004年上半年，2007年）。经过市场洗礼之后，人们认识到，作为固定收益证券的债券，其投资收益并不“固定”，而是受到许多复杂因素以及这些因素相互作用的影响。比如信用风险、利率风险、流动性风险、通货膨胀风险和市场交易成本等因素，就常常制约着债券投资的真实收益。由此，如何确定债券的公允价值与合理价格、哪些因素影响着债券投资的收益、债券投资如何管理等，成为广大市场参与者关注的重要问题。

在理论界，债券的估值、定价与计算属于金融工程中资产定价和风险管理的范畴，在国外是比较热门的研究课题之一，这方面的论文、专著、教科书数量众多，理论文献汗牛充栋。

但国外的专著和教科书，都是基于撰写者本国的金融市场实际而编写的，所提供的实践背景，包括一些案例、算例都是国外的，毕竟与我国的现实情况有所差异。近年来，随着国内债券市场的发展，我国专家学者提供的相关文献开始增多，特别是高等院校与科研院所研究人员出版的有关固定收益证券的专著和教科书逐步增多，为市场实践者提供了这方面难得的理论学术参考。然而，由于种种原因，这些专著和教科书对西方（特别是美国，下同）债券产品和债券市场介绍的多，对中国债券市场的情况介绍的少；对西方债券相关理论描述的多，对这些理论在中国的运用探索的少；对西方债券的估值与定价的案例、算例提供的多，对中国债券的估值与定价的案例、算例提供的少。本书反映了作者力图弥补上述不足的意图和为此所做出的努力。

本书的特色，是运用国际前沿金融理论与金融分析技术，探讨中国债券市场的估值与价格计算问题。这一特色使得本书在以下几个方面与现有的同类专业书籍存在显著不同：第一，本书以中国债券市场作为债券估值与定价的分析背景，绝大多数案例与算例都采用中国债券市场的债券品种与真实的交易数据；第二，本书不但介绍了相关的金融理论与利率模型，还探讨了它们在中国的应用以及存在的问题；第三，作者尽量利用计算机软件作为辅助的分析工具，以便帮助读者提高其金融分析与操作技能。书中相当多的算例中都涉及 MATLAB 金融工具箱的运用，一部分重要的算例中的 MATLAB 源代码也附在相关章节的附录中，以便读者查验。

本书由 12 章构成。第 1 章与第 2 章可以看做是一个单元，这个单元是对中国债券品种、交易方式与市场机制的扫描，为接下来各章的分析提供了不可缺少的实务背景，就像演员表演之前，观众要先看到舞台一样。第 3 章到第 6 章是本书的核心单元，内容涉及无信用风险的债券（即国债）估值与定价的各个方面，包括影响债券价格波动的因素，债券价格方程与债券的各类收益率，债券价格（由利率变动引起的）波动的衡量，利率期限结构与收益率曲线，利率动态模型。本单元并非是对国外金融理论的简单介绍，而是结合许多市场实例，提供了对理论的验证过程，并分析了中国债券市场的定价问题。本单元的部分分析方法将在以后的单元中得到运用。第 7 章到第 9 章是一个单元，针对含权债券、企业债务工具、资产抵押债券这些特殊的债券品种的分析构成本单元的内容。这些特别的债券在我国有很大发展潜力，现实中存在的定价问题也比较多。第 7 章对可转换债券定价的讨论，第 8 章对我国公司债券利率差因素分析和税收问题的分析，第 9 章对我国 MBS 产品的案例解析，为读者提供了一个现实市场背景下这类债券的分析框架。第 10 章与第 11 章是一个单元，作者分别从组合管理和风险管理角度，阐述了债券投资管理的内容。第 12 章单独构成一个单元，作者详细分析了主要的债券衍生品——债券远期、债券期货与债券期权的原理以及应用。虽然我国债券衍生产品依然处于起步阶段，但随着市场规模的扩大以及避险和金融创新要求的提高，债券衍生品的开发以及运用必不可少。

为便于读者加深本书重要知识点的理解，提高分析与解决问题的能力，书中每章后面附有相当数量的习题，作者为每道习题都提供了详细的解答。

西谚云：无法计量，就无法管理。本书致力于探讨中国债券估值、定价与计算

方面的方法与问题，内容上计量与计算方面的内容相对多一些，个别章节的内容艰深一些，要求读者具备经济学、金融学、统计学以及金融衍生品方面的基础知识。当然，由于计算软件的普及，读者即便不理解计算原理和过程，也不会妨碍其有关结论的理解和计算操作。

本书写作耗时3年，期间多次与相关专家学者和实物部门业内人士进行交流与探讨。他们的意见和建议使得本书的内容不断完善。但由于作者水平有限，书中依然可能存在错误与不足，恳请广大读者批评指正。

作者

目 录

第 1 章 债券概述 (1)

- 1.1 债券的概念与特征 (1)
- 1.2 中国债券的分类 (2)
 - 1.2.1 按照发行人分类 (2)
 - 1.2.2 按照票面利率的特点分类 (4)
 - 1.2.3 按照价格与面值的关系分类 (5)
 - 1.2.4 按照债券契约中是否含有期权条款分类 (6)
 - 1.2.5 按照债券期限分类 (6)
 - 1.2.6 按照债券存在形态分类 (6)
- 1.3 债券的作用 (7)
- 习 题 (8)

第 2 章 中国债券市场结构 (9)

- 2.1 发行市场 (9)
 - 2.1.1 承购包销 (9)
 - 2.1.2 招标发行 (10)
 - 2.1.3 簿记建档 (13)
- 2.2 交易市场 (13)
 - 2.2.1 交易所市场 (14)
 - 2.2.2 银行间市场 (14)
 - 2.2.3 二级市场的交易模式 (14)
 - 2.2.4 二级市场的报价——全价与净价 (16)
- 2.3 托管与结算的特点 (16)
 - 2.3.1 债券托管 (16)

2.3.2 债券结算与资金清算	(18)
习 题	(18)

第3章 债券价格与债券收益率

3.1 利率	(20)
3.1.1 即期利率	(20)
3.1.2 远期利率	(20)
3.2 债券价格与套利机制	(21)
3.2.1 零息债券	(22)
3.2.2 利率固定的付息债券	(23)
3.3 债券价格与利率、时间的关系	(25)
3.4 收益率的真实含义以及误区	(28)
3.4.1 当期收益率	(28)
3.4.2 到期收益率	(29)
3.4.3 持有期收益率	(29)
3.4.4 总收益率	(30)
3.4.5 各类收益率之间的关系	(31)
3.5 债券价格如何在套利中实现均衡	(33)
习 题	(34)

第4章 债券价格的利率敏感性

4.1 久期的两个基本含义	(36)
4.1.1 定义与计算	(36)
4.1.2 久期性质的验证——以“21 国债 (10)”为例	(37)
4.1.3 债券组合的久期	(40)
4.2 凸性的意义	(41)
4.2.1 定义与计算——对“05 国债 (1)”的凸性测算	(41)
4.2.2 凸性的性质	(45)
4.3 久期与凸性的简单应用	(45)
4.3.1 资产与负债的匹配问题	(45)
4.3.2 凸性增强的原则和实例	(46)
习 题	(47)
附 录	(49)

第 5 章 无违约风险债券定价 (51)

5.1 中国的收益率曲线与利率期限结构	(51)
5.1.1 基本概念	(51)
5.1.2 利率期限结构的构造以及实例	(53)
5.1.3 利率期限结构形状及变化的几种理论解释	(59)
5.1.4 利率期限结构的作用	(62)
5.2 债券定价	(62)
5.2.1 利率与收益率的连续复利形式	(62)
5.2.2 债券价格的连续形式	(65)
5.3 浮息债券与逆浮息债券的定价问题	(65)
5.4 久期局限性分析	(68)
5.4.1 费雪·威尔久期	(69)
5.4.2 关键利率久期	(70)
5.4.3 矢量久期 (Directional Duration)	(71)
习 题	(80)
附 录	(81)

第 6 章 利率期限结构动态模型 (83)

6.1 什么是利率期限结构模型	(83)
6.2 单因素的通用模型	(87)
6.2.1 Vasicek 模型	(88)
6.2.2 CIR 模型	(90)
6.2.3 H—W 模型以及应用——“21 国债 (10)” 定价实例	(91)
6.3 多因素模型	(92)
6.4 无套利模型	(92)
6.4.1 HO-LEE 模型	(92)
6.4.2 BDT 模型以及定价实例	(97)
习 题	(98)
附 录	(99)

第 7 章 含权债券的价格特征与估值问题 (101)

7.1 可赎回债券	(101)
7.1.1 概念与特点	(101)
7.1.2 赎回收益率、有效久期与有效凸度	(101)

7.1.3 估值与定价——“05 国开 10”的价格计算	(103)
7.2 可售回债券	(106)
7.3 可转换债券	(108)
7.3.1 概念与特征	(108)
7.3.2 条款设计与指标分析	(109)
7.3.3 定价分析	(111)
习 题	(120)
附 录	(123)

第 8 章 公司债券的估值分析

8.1 公司债务契约的内容	(125)
8.2 公司债券的估值	(127)
8.2.1 利差	(127)
8.2.2 静态利差	(128)
8.2.3 期权调整利差	(129)
8.3 公司债券信用风险的定价	(130)
8.3.1 回归模型	(130)
8.3.2 精算模型	(131)
8.3.3 默顿模型	(131)
8.4 中国公司债券利差影响因素的实证分析	(132)
8.4.1 样本和指标的选择	(132)
8.4.2 实证分析结果	(134)
8.5 与债券有关的课税问题	(136)
8.5.1 债券课税的结构	(136)
8.5.2 课税对债券收益率的影响	(137)
习 题	(139)
附 录	(142)

第 9 章 抵押支持债券

9.1 资产证券化与抵押支持债券	(143)
9.2 资产证券化原理与流程	(144)
9.3 抵押贷款现金流分析	(146)
9.4 风险分析——提前偿付风险	(148)
9.4.1 提前偿付的原因以及影响	(149)
9.4.2 提前偿付的计量与现金流预测	(149)
9.5 CMO、SMBS 和 ARM	(152)

9.6 估值与风险分析——“建元 2007-1”的案例讨论	(157)
习 题	(161)

第 10 章 债券组合管理

(163)

10.1 债券组合管理概述	(163)
10.1.1 债券组合管理的过程	(163)
10.1.2 债券组合管理的内容	(164)
10.2 以指数为基准的债券组合管理	(165)
10.2.1 债券指数	(165)
10.2.2 指数化策略	(166)
10.3 以负债为基准的债券组合管理	(168)
10.3.1 免疫法	(168)
10.3.2 现金流匹配法	(174)
10.4 积极的和结构化的组合管理策略	(176)
10.4.1 循环回购以及实例	(176)
10.4.2 债券调换	(178)
习 题	(179)

第 11 章 债券风险管理

(181)

11.1 债券风险的识别	(181)
11.2 利率风险以及处置手段——基于主成分分析法的认识	(182)
11.2.1 久期对冲	(184)
11.2.2 久期-凸性对冲	(186)
11.2.3 多因素模型对冲	(186)
11.3 信用风险	(189)
11.3.1 信用风险的度量	(189)
11.3.2 信用风险管理	(195)
习 题	(197)

第 12 章 债券衍生品

(198)

12.1 债券远期	(198)
12.1.1 债券远期合约	(198)
12.1.2 债券远期的定价	(198)
12.1.3 我国债券远期价格发现功能的验证	(201)
12.2 债券期货	(205)

12.2.1	债券期货合约	(205)
12.2.2	转换因子与最便宜交割债券	(207)
12.2.3	期货价格的决定	(209)
12.2.4	债券期货的应用	(210)
12.3	债券期权与利率期权	(216)
12.3.1	利率期权合约	(216)
12.3.2	债券期权定价	(219)
12.4	利率上限与利率下限	(220)
12.4.1	合约的特点	(220)
12.4.2	定价	(221)
习 题		(222)

习题参考答案	(225)
--------------	-------

参考文献	(246)
------------	-------

后 记	(249)
-----------	-------

北师大版经管类高校教材书目 (赠教学课件)	(250)
-----------------------------	-------

教师用免费教材样本申请表	(251)
--------------------	-------

第1章 债券概述

1.1 债券的概念与特征

债券是合法的、可流通的借据，属于按照约定的条件归还利息和本金的有价证券。有价证券按照现金流的稳定性分为两种：一种是以公司普通股票为代表的权益类证券，这类证券未来产生的现金流极不稳定；另一类就是以债券为代表的固定收益证券。所谓“固定收益证券”是相对于权益类证券而言的，这类证券价格波动性比较小，而且其价格或者投资回报率可以按照数学公式进行计算或估计。发行债券的政府、公司、金融机构等被称为债券的发行人，是债券市场上的筹资者，属于债券契约关系中的债务人；持有债券的机构或者个人是债券市场上的投资者，属于债券契约关系中的债权人。

我们可以对比股票，归纳债券的特征如下。

第一，面值的约定。面值称为债券的本金，代表债券契约中借贷的单位规模。债券面值一般以100元或者1000元居多。股票虽然也有面值，但一般来说，股票上市以后面值就失去意义。债券的面值是债券计算中（特别是计息时）不可缺少的要件。

第二，偿还期的约定。偿还期就是债券的生命周期，大致分为三个阶段：发行日、上市流通日、偿还日。第一阶段代表债券的诞生，第二阶段代表债券进入不断的买卖过程，第三阶段代表债券项下债权债务关系的终结，即债务人必须清偿债券本息。债券生命周期也叫债券的“期满日”，即债券契约中规定债券清偿完毕的时间。一般债券都有明确的偿还日，偿还的期限短的几个月，长的可达数十年。^① 股票没有偿还期的限制。

第三，票面利率和利息支付频率的约定。票面利率是指在债券契约中明确规定的利率，利息支付频率指一年中支付利息的次数。比如一只债券的面值为100元，票面利率为4%，偿还期为10年。如果是一年支付一次利息，该债券在每年的付息日向债券持有者支付4元利息；如果是一年支付两次利息，则该债券在每年的两个付息日分别向债券持有者支付2元利息。一年支付两次利息以上的情况以此类推。债券利息支付频率一般以一年支付一次利息和一年支付两次利息者居多。股票没有所谓的票面利率，其分红是不确定的。

第四，部分债券中期权条款的约定。一部分债券契约中规定了期权的条款，这些期权有的赋予发行人，有的赋予债券持有人。本书把这类债券统称为含权债券，

^① 英国有一种没有到期日的国债，即发行者一直按照票面利率支付利息，永远不偿还本金。

而把其他债券称为普通债券。股票不存在期权条款的问题。

第五,可流通性。可流通性意味着存在一个公开交易的债券市场(包括初级市场与二级市场)。某些金融资产具备了一部分债券的特性,但由于缺乏可流通性,因而不属于债券的范畴。比如银行贷款合约具备前三个特征,少数贷款合约甚至可以在一定范围内转让,但其依然不是债券,因为并不存在大规模的针对银行贷款的公开交易市场。股票与债券在可流通性的性质上非常相像,尽管两者的交易方式有所不同。股票主要在交易所内交易,而场外交易则是债券的主要交易模式。

1.2 中国债券的分类

债券种类繁多,根据上述特点,可以按照不同的标准进行分类。

1.2.1 按照发行人分类

根据不同的发行人,债券可以分为国债、政策性金融债券、中央银行票据、企业债券、短期融资券、公司债券、中期票据、商业性金融债券、资产抵押债券。

国债:中央政府(以财政部作为其代表)为筹措资金的需要,以国家信用为支持向本国公众发行的债券。国债是一个国家内安全性高、流动性强、收益稳定的金融资产,加上国债的利息享受免税待遇,所以国债属于债券中非常热门的投资品种。当然,根据风险与收益相匹配的道理,国债的投资回报率也相应低一些。国债一般分为短期国债(即国库券,期满日在一年以内)、中期国债(期满日在一年以上,十年以内)、长期国债(期满日在十年以上)。改革开放以后,我国从1981年恢复国债发行,当时采用实物发行的方式,发行规模较小,发行时采用的是行政摊派的方式,没有二级市场交易。自1998年以后,我国国债发行规模逐步扩大。1998年到2006年的9年间,国债发行量从2400多亿元增加到8000亿元左右,国债的余额增幅达到5倍。

国债收益率是一个国家主流利率品种,是其他固定收益类金融工具定价的基石。国债收益率曲线反映了一个国家的利率期限结构,是该国各个期限无风险投资回报率的代表。第5章将详细讨论利率期限结构问题。

政策性金融债券:由政策性银行(如我国的国家开发银行^①、中国进出口银行、中国农业发展银行)发行的债券。政策性金融债券的安全性和流动性较好,其信用地位与国债非常接近。政策性金融债券占我国金融债券的绝大多数。

中央银行票据:中央发行的短期债券。绝大多数中央银行票据期限在一年以内。中央银行票据是央行公开市场业务的操作工具,也是非常安全的、流动性好的短期投资工具。中央银行票据的信用地位相当于国债。

企业债券:非金融企业发行的债券。在我国,长期以来企业债券中的“企业”特指国有企业,这些企业多数从事中央或者地方重点基础设施的建设(许多企业债

^① 2009年国家开发银行转制为商业银行,但根据银监会的相关规定,在2010年之前仍将国家开发银行发行的金融债视为政策性金融债券。

券的名称包含“建设”“开发”“城建”等字样), 绝大多数企业债券凭借政策性银行或者大的商业银行的全额担保发行, 信用风险不大。我国发行企业债券始于1983年(地方企业债券的发行始于2004年), 早期企业债券的期限多为1年或者5年。1998年以后, 出现了期限比较长(10年以上)的企业债券。根据1993年国务院发布的《企业债券管理条例》, 企业债券主要由国家发展改革委员会(会同中国人民银行)审批确定发行额度, 发行审批非常严格, 如规定发债人资格、资金用途、利率上限(不超过同期银行存款利率的40%)等。

短期融资券: 其全称是“企业短期融资券”, 是非金融企业在银行间市场发行的约定在1年内还本付息的有价证券。我国曾在20世纪90年代推出过短期融资券, 后因种种原因被叫停。2005年5月中国人民银行颁布《短期融资券管理办法》后, 短期融资券重新获准发行。《短期融资券管理办法》有关发行和交易的规定是: 短期融资券只对银行间债券市场机构投资者发行, 不对社会公众发行; 企业的规模和所有制性质均与发债资格无关; 采用代销、包销、招标等市场化发行方式; 发行利率不受管制; 短期融资券投资风险由投资人自行承担。所以, 短期融资券是短期的、无担保的企业债务工具。

公司债券: 公司发行的债券, 目前我国特指上市公司发行的债券和全部的可转换债券。这些债券的期限多为5年到10年, 由中国证监会(会同中国人民银行)审批确定发行额度, 发行审批的严格程度类似于企业债券。2004年以前, 公司债券只能在交易所交易, 2005年以后公司债券进入了银行间市场流通。

中期票据: 企业发行的中等期限(1—5年)的无担保债券。中期票据的发行由银行间市场交易商协会注册, 并交中国人民银行备案。其发行方式灵活, 在注册有效期内, 发债企业有权选择发行的具体时间和数额。2008年4月, 中国人民银行颁布《银行间债券市场非金融企业债务融资工具管理办法》, 同期银行间市场交易商协会颁布《银行间债券市场非金融企业债务融资工具注册指引》, 中期票据开始进入银行间市场交易。目前, 中国工商银行、中国农业银行、中国银行、中国建设银行、中国交通银行、中信银行、中国光大银行七家银行可为企业承销中期票据。

企业债券、短期融资券、公司债券、中期票据可以合称为“企业债务工具”, 其区别见表1-1。本书将在第8章专门讨论“企业债务工具”, 有时, 人们也用“企业债券”这个笼统的说法代表所有的“企业债务工具”, 显然这里的“企业债券”是广义的。

表 1-1 我国企业债务工具简表

类型	期限	发行流通场所	投资人	主管机构	发行管理	发行定价
企业债券	10 年以上	交易所或银行间市场	机构与个人	国家发展改革委员会	额度审批	发改委审批
短期融资券	1 年	银行间市场	机构	中国人民银行	余额管理	发债企业与承销机构协商