

厦门大学国家级金融重点学科学术著作系列

中国利率期限结构：

理论及应用

Theories and
Applications of Term
Structure in China

林海 郑振龙 著



中国财政经济出版社

厦门大学国家级金融重点学科学术著作系列

ISBN 7-2002-7117-8

中国利率期限结构： 理论及应用

Theories and Applications of Term
Structure in China

林海 郑振龙 著

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国利率期限结构：理论及应用/林海、郑振龙著. —北京：
中国财政经济出版社，2004.3
(厦门大学国家级金融重点学科学术著作系列)
ISBN 7-5005-7117-8

I. 中… II. ①林…②郑… III. 利率—研究—中国
IV. F832.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 016054 号

中国财政经济出版社出版发行

URL: <http://www.cfeph.com.cn>

E-mail: cfeph@dre.gov.cn

(版权所有 翻印必究)

社址：北京海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码：100036

发行处电话：88190406 财经书店电话：64033436

北京中加印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

880×1230 毫米 32 开 8.625 印张 209 000 字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

印数：1—1000 定价：20.00 元

ISBN 7-5005-7117-8/F·6227

(图书出现印装问题，本社负责调换)

前言

利率期限结构 (term structure) 是某个时点不同期限的利率所组成的一条曲线。它是资产定价、金融产品设计、保值和风险管理、套利以及投机等的基准。所以,对利率期限结构的估计一直是金融工程领域一个十分基础性的研究问题。随着我国债券市场的发展、金融创新的不断深入以及利率市场化进程的逐步推进,利率期限结构问题研究的重要性日益凸现。但是,我国目前对这方面的研究仍然停留在一个比较粗浅的阶段,尚未形成对利率期限结构的系统性研究。本书则打算在这方面作一个尝试,对中国众多的利率期限结构问题进行开拓性的研究,得出一些富有理论意义和现实指导意义的结论。

首先对国内外有关利率期限结构研究进行了比较系统详尽的述评,分析了目前国内外利率期限结构研究的现状。接着,对利率期限结构的相关理论进行了深入细致的分析,研究利率期限结构同众多的资产定价理论,包括随机贴现因子定价理论、无套利定价理论以及风险中性定价理论等之间的密切关系,对其中的一些理论进行了拓展,为利率期限结构研究奠定一个坚实的理论基础。在实证分析部分,利用上海证券交易所的国债现货价格数据对我国利率期限结构的静态特征和动态变化过程进行了全面分析,具体包括我国利率期限结构的具体形态、流动性溢价、违约风险溢价、政府利率动态行为、市场利率动态行为、市场利率变化和央行行为之间的关系

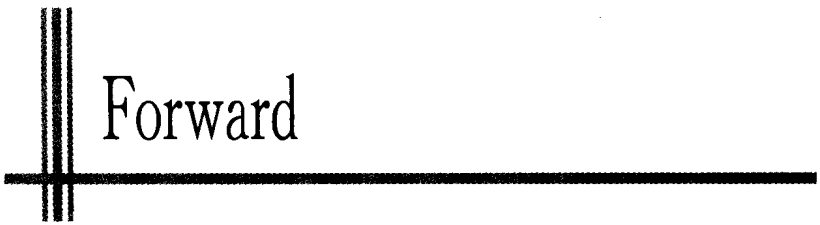
以及利率变动的主成分分析等，得出了一些我国有关利率期限结构的基本结论。应用研究部分，则在金融工程基本原理和方法的基础上，首先提出了银行基本资产负债中隐含着期权的创新性命题，并充分利用实证分析部分的研究结果对这些期权进行定价，对我国的金融创新具有重要的积极意义。此外，还在发行公司和投资者最优决策的基础上对可转债进行了定价。定价结果表明，我国的可转债被明显低估，无法用一些合理的原因进行解释，只能归因于市场的无效。最后，对证券交易所债券市场和银行间债券市场的利率期限结构之间的差异进行了分析，并提出了统一债券市场的政策性建议。纵观全书，无论在理论基础，还是在实证分析、应用研究等部分，都提出了许多创新性的命题，这些命题很多均为国内首次提出或进行系统性研究，如对利率期限结构的理论基础的研究、期限结构的静态估计、流动性溢酬和违约风险溢酬的分析、我国银行资产负债中隐含期权的定价以及我国可转换债券的定价等，是国内最早的利率期限结构问题系统性研究成果之一，在一定程度上填补和充实了国内在该领域的研究。

本书是在林海的博士论文《中国利率期限结构及应用研究》的基础上修改而成，在写作过程中得到了诸多老师的指导和帮助（包括对中期研究成果所提出的一些建设性意见），他们是：香港科技大学的 Y.K.Kwok 教授、北京大学光华管理学院的史树中和徐信忠教授以及中山大学的李仲飞教授。在论文答辩过程中还得到了答辩委员会主席辽宁大学白钦先教授和厦门大学金融系各位老师的批评和指正。在论文的资料收集过程中，北京大学深圳研究院的陈灯塔博士、宝盈基金管理公司的蒋峰博士、清华大学经济管理学院姚正春博士研究生、厦门大学管理学院的陈炜博士研究生、中国人民银行总行研究生部的黄晓捷硕士以及厦门大学金融系的贺涛硕士研究生等，都给我们以无私的帮助。最后还要感谢厦门大学金融系博士生课程“金融市场计量经济学”、“资产定价”、“连续时间金

融”所提供的广阔交流平台，使我们从讨论中获益。

本书在写作过程中还得到了教育部优秀青年教师资助计划“中国信用风险度量和控制模型”项目、教育部人文社会科学研究2003年度博士点基金研究项目“中国利率类金融产品的设计和定价”(03JB790016)、福建省社科“十五”规划(第二期)项目“中国利率类衍生产品的定价和保值”(2003B069)和厦门大学国家级金融重点学科研究基金的资助，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中可能有不当和错误之处，望广大读者不吝指正。



Forward

Term Structure is the curve formed by interest rates of different maturities. It is the benchmark for asset pricing, financial product design, hedging, risk management, arbitrage and speculation. Therefore, the research on term structure is always a basic research in finance field. With the development of financial markets, the deepening of financial innovations and the market – oriented process of interest rate, the importance of term structure research is more and more obvious in China. But the reality is that we still have not made a systematic research on it. This paper is aimed at this goal, making some pioneering research on term structure of China, driving some reasonable conclusions on term structure of China.

This paper first reviews systematically the research on term structure, then analyzes the relevant theories in details, studying the relationship between term structure and the asset pricing theories, such as stochastic discount factor theory, no arbitrage pricing theory and risk neutral pricing theory, thus establishes a robust theoretic base for term structure research. In empirical test part, this paper uses the bond price of Shanghai Stock Exchange to study the static character and dynamic behavior of interest rate in China, including the shape of term structure, liquidity premium, default risk premium, dynamic

behavior of government rate and market rate, the relationship between market rate behavior and government actions, and main factor analysis of term structure, etc. Some reasonable conclusions are driven by empirical tests. In the application part, this paper utilizes the basic theories of financial engineering, putting forward a significant proposition, i.e., the basic asset and liabilities of banks imply some options. By the empirical results, we price these options, which are very important for financial innovation of banks in China. We also price the convertible bonds in China, finding that the convertible bonds are highly under priced compared with the theoretical prices. This underpricing can only be due to the market inefficiency. In the end, this paper study the difference of term structure between Shanghai Stock Exchange and Inter-Bank Market, making some suggestions on the unification of bond markets.

In all, this paper is to make a full and systematic research on term structure of China, including the theoretical analysis, empirical tests, applications on pricing, and policy suggestions.

目 录

1. 导论	(1)
1.1 选题的意义	(1)
1.1.1 利率期限结构为债券等定价提供基准	(2)
1.1.2 为衍生产品定价提供基准	(3)
1.1.3 我国利率期限结构问题研究的意义	(4)
1.2 有关利率的几个基本概念的界定	(6)
1.2.1 利率	(6)
1.2.2 远期利率	(9)
1.2.3 久期	(10)
1.2.4 凸性	(12)
1.3 理论基础、研究方法为主要结论	(13)
1.3.1 理论基础	(13)
1.3.2 研究方法	(14)
1.3.3 主要结论	(15)
1.4 本书创新与不足之处	(19)
1.4.1 创新之处	(19)
1.4.2 不足之处	(21)
1.5 本书的结构安排	(22)
2. 文献回顾	(25)

2.1 国外文献综述 1：利率期限结构形成假设	(26)
2.1.1 利率期限结构形成的几种假设	(26)
2.1.2 对利率期限结构形成假设的检验	(31)
2.1.3 小结	(36)
2.2 国外文献综述 2：利率期限结构的估计	(37)
2.2.1 贴现函数	(37)
2.2.2 对贴现函数形式的选取	(38)
2.2.3 其他的估计方法	(39)
2.3 国外文献综述 3：利率期限结构自身形态微观分 析	(40)
2.3.1 利率期限结构因子模型与主成分分析	(40)
2.3.2 利率期限结构的变动以及资产免疫	(42)
2.4 国外文献综述 4：利率期限结构动态模型	(48)
2.4.1 基本的利率期限结构动态模型	(48)
2.4.2 一般化扩展模型	(58)
2.4.3 小结	(64)
2.5 国外文献综述 5：利率期限结构动态模型的实证 检验	(64)
2.5.1 对利率单位根的检验	(65)
2.5.2 对不同期限结构模型的比较研究	(66)
2.5.3 对特定利率期限结构模型的分析	(68)
2.5.4 模型可靠性的分析	(70)
2.5.5 小结	(70)
2.6 国内利率期限结构研究现状述评	(71)
3. 利率期限结构研究的理论基础	(76)
3.1 随机贴现因子理论	(77)
3.1.1 随机贴现因子理论的提出	(77)

3.1.2 随机贴现因子表达的不同方式	(80)
3.1.3 随机贴现因子的拓展	(82)
3.2 无套利定价理论	(90)
3.3 风险中性定价理论	(94)
3.3.1 风险中性定价理论的提出: B-S 期权定价模型	(95)
3.3.2 风险中性定价的理论根据	(98)
3.3.3 风险中性定价的应用	(101)
3.4 利率期限结构和定价原理	(102)
4. 中国利率期限结构的实证分析	(108)
4.1 中国市场利率期限结构的静态估计	(109)
4.1.1 两种静态估计方法: 息票剥离法和样条估计法	(110)
4.1.2 我国利率期限结构的静态估计: 2003—9—26	(113)
4.1.3 我国利率期限结构的动态变化特征分析: 2001—2003	(117)
4.1.4 小结	(118)
4.2 中国市场利率流动性溢价实证分析	(119)
4.2.1 中国市场利率流动性溢价通用验证模型设计	(119)
4.2.2 中国市场利率流动性溢价水平的实证检验	(121)
4.2.3 中国市场利率不同期限流动性溢价差异的显著性检验	(123)
4.2.4 中国市场利率流动性溢价随时间变动的检验	(123)
4.2.5 小结	(125)
4.3 中国违约风险溢价实证分析	(125)
4.3.1 中国公司债券发行的现状描述	(126)

4.3.2	单独估计和联合估计	(127)
4.3.3	中国公司债券市场利率期限结构估计	(129)
4.3.4	中国公司债券违约风险溢价变动特征分析	(131)
4.3.5	小结	(132)
4.4	中国政府利率动态模型分析	(133)
4.4.1	政府利率的单纯跳跃过程	(134)
4.4.2	λ 的估计和可靠性检验	(136)
4.4.3	政府利率的跳跃幅度	(137)
4.5	中国市场利率动态变化的实证分析	(139)
4.5.1	中国市场利率变动的动态模型检验	(139)
4.5.2	动态模型的估计偏误	(141)
4.5.3	中央银行行为与市场利率的相关性分析	(143)
4.5.4	小结	(144)
4.6	利率期限结构的主成分分析	(145)
4.6.1	中国利率期限结构的主成分分析	(145)
4.6.2	主成分分析对债券投资组合的意义	(147)
4.6.3	中国利率期限结构主成分分析的可靠性检验 ..	(148)
4.6.4	小结	(149)
5.	中国利率期限结构应用研究	(151)
5.1	银行资产负债基本业务中隐含期权的定价	(152)
5.1.1	银行负债业务的分解	(153)
5.1.2	银行资产的分解	(156)
5.1.3	银行资产负债中隐含期权的定价	(158)
5.1.4	两种不同定价方法结果的比较	(165)
5.1.5	小结	(166)
5.2	中国可转换债券定价分析	(167)
5.2.1	可转换债券及其条款简介	(168)

5.2.2	全球可转债市场发展概览	(170)
5.2.3	可转债发行中的公司最优决策分析	(171)
5.2.4	中国可转债定价分析	(178)
5.2.5	可转债的价格敏感性分析以及条款设计	(186)
6.	中国利率期限结构的缺陷和改革	(193)
6.1	国债市场在中国利率市场化进程中的基准作用	(194)
6.2	中国国债市场发展的历史回顾	(197)
6.3	利率期限结构的市场差别	(202)
6.3.1	中国不同国债市场利率期限结构的差异	(202)
6.3.2	中国不同市场利率期限结构差异的原因分析	(203)
6.4	我国利率期限结构的改革	(205)
6.4.1	统一国债市场的必要性与意义	(205)
6.4.2	统一国债市场的构想	(206)
6.4.3	统一国债市场的步骤	(207)
7.	结论及今后研究方向	(211)
附录 1:	Vasicek 模型的推导	(215)
附录 2:	有关 Matlab 程序	(218)
附录 3:	我国不同时点的利率期限结构及误差比较	(236)
参考文献		(238)



Contents

1. Introduction	(1)
1.1 The Significance of Problem Selection	(1)
1.1.1 Benchmark for Bond Pricing	(2)
1.1.2 Benchmark for Derivatives	(3)
1.1.3 Significance of Research on Term Structure in China	(4)
1.2 Some Basic Concepts	(6)
1.2.1 Interest Rate	(6)
1.2.2 Forward Rate	(9)
1.2.3 Duration	(10)
1.2.4 Convexity	(12)
1.3 Theoretical Foundation, Research Methodology and Main Conclusions	(13)
1.3.1 Theoretical Foundation	(13)
1.3.2 Research Methodology	(14)
1.3.3 Main Conclusions	(15)
1.4 Innovations and Shortcomings	(19)
1.4.1 Innovations	(19)
1.4.2 Shortcomings	(21)
1.5 Framework of Paper	(22)

2. Research Review	(25)
2.1 Research Review 1: Hypothesis of Term Structure	
Formation	(26)
2.1.1 Some Hypothesis of Term Structure Formation	(26)
2.1.2 Test of Hypothesis	(31)
2.1.3 Summary	(36)
2.2 Research Review 2: Estimation of Term Structure	
.....	(37)
2.2.1 Discount Function	(37)
2.2.2 Selection of Discount Function	(38)
2.2.3 Other Methods	(39)
2.3 Research Review 3: Micro Analysis of Term	
Structure Shape	(40)
2.3.1 Factor Model and Principal Component Analysis of	
Term Structure	(40)
2.3.2 Change of Term Structure and Asset Immunization	(42)
2.4 Research Review 4: Dynamic Models of Term	
Structure	(48)
2.4.1 Basic Dynamic Models of Term Structure	(48)
2.4.2 Generalized Models	(58)
2.4.3 Summary	(64)
2.5 Research Review 5: Empirical Tests of Term	
Structure Models	(64)
2.5.1 Test of Unit Root	(65)
2.5.2 Comparisons of Different Models	(66)
2.5.3 Analysis on Given Models	(68)
2.5.4 Analysis on Robustness Problem of Models	(70)
2.5.5 Summary	(70)

2.6	Research of Term Structure in China	(71)
3.	Theoretical Foundations of Term Structure Research	(76)
3.1	Stochastic Discount Factor Theory	(77)
3.1.1	Advancing of Stochastic Discount Factor	(77)
3.1.2	Different Expressions of Stochastic Discount Factor	(80)
3.1.3	Extensions of Stochastic Discount Factor	(82)
3.2	No Arbitrage Pricing Theory	(90)
3.3	Risk Neutral Pricing Theory	(94)
3.3.1	Advancing of Risk Neutral Pricing Theory; B—S Option Pricing Theory	(95)
3.3.2	Theoretical Base of Risk Neutral Pricing Theory	(98)
3.3.3	Applications of Risk Neutral Pricing Theory	(101)
3.4	Term Structure and Pricing Theories	(102)
4.	Empirical Analysis of Term Structure in China	(108)
4.1	Static Estimation of Term Structure in China	(109)
4.1.1	Two Estimation Methods; Boot Strap Method and Spline Function Method	(110)
4.1.2	Static Estimation of Term Structure in China; 2003—09—26	(113)
4.1.3	Dynamic Change of Term Structure in China; 2001—2003	(117)
4.1.4	Summary	(118)
4.2	Empirical Test of Liquidity Premium of Term Structure in China	(119)
4.2.1	Design of General Model for Testing Liquidity Premium	(119)

4.2.2	Empirical Test of Liquidity Premium Level in China	(121)
4.2.3	Significance Test of Liquidity Premium of Different Maturities	(123)
4.2.4	Test of Variant Liquidity Premium with Time	(123)
4.2.5	Summary	(125)
4.3	Empirical Test of Default Risk Premium in China ...	(125)
4.3.1	Description of Bond Market in China	(126)
4.3.2	Single Estimation and Joint Estimation	(127)
4.3.3	Estimation of Term Structure with Default Risk Premium in China	(129)
4.3.4	Dynamic Change of Default Risk Premium in China	(131)
4.3.5	Summary	(132)
4.4	Dynamic Behavior of Government Rates in China	(133)
4.4.1	Pure Jump Process of Government Rate	(134)
4.4.2	Estimation and Robustness Test of λ	(136)
4.4.3	Estimation of Jump Parameter	(137)
4.5	Empirical Test of Dynamic Behavior of Market Rates in China	(139)
4.5.1	Empirical Test of Dynamic Models of Term Structure in China	(139)
4.5.2	Estimation Errors of Dynamic Models	(141)
4.5.3	Correlation of Government Policies and Market Rate Change	(143)
4.5.4	Summary	(144)
4.6	Principal Component Analysis of Term Structure in China	(145)
4.6.1	Principal Component Analysis of Term Structure in China	(145)