

資本結構和 利率衍生產品 定價

葉魁建

◎ 王新哲 周榮喜 著



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

资本结构和利率 衍生产品定价

王新哲 周荣喜 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书分为两部分,第一部分以资本结构为主题,研究利率市场化下的企业最优资本结构模型、企业筹资决策与资本结构之间的关系、企业财务困境成本与最优资本结构之间的关系。第二部分研究两个无套利率期限结构模型的应用,同时研究基于对数正态分布的期限结构模型的利率上限定价和基于熵定价理论的利率期权与美式债券期权估值,并对洪都航空投资决策与资本结构和歌华有线可转换债券定价进行了实证研究。

本书可以作为财务管理、金融学、金融工程、应用数学、管理工程等专业本科生、研究生、MBA学员、企业和金融管理的从业人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

资本结构和利率衍生产品定价 / 王新哲, 周荣喜著. —北京: 电子工业出版社, 2011.4
ISBN 978-7-121-13202-5

I. ①资… II. ①王… ②周… III. ①企业—资本结构—研究②利息率—研究 IV. ①F275.1②F032.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 053069 号

责任编辑: 王 钰

印 刷:

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880×1 230 1/32 印张: 8.25 字数: 229 千字

印 次: 2011 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序一

放眼世界，无论是市场经济发达的西方企业，还是步入市场经济时间不长的中国企业，作为企业融资中最古老也是最重要的问题之一——资本结构，即是什么因素决定了企业如何融通经营资金，这些资金的结构如何，又是如何运作，这些都是企业资本运营中被广为关切的问题。

中国改革开放之前，经济体制是以计划经济为基本特征的，国有企业占据了绝对优势，企业的投融资决策权几乎全部集中于国家计划部门，因此，可以说当时基本上不存在企业的资本结构问题。自从十一届三中全会以来，中国实行了改革开放的国策，整个经济发生了重大变化。国有企业的融资方式经历了财政主导型、银行主导型和银行与资本市场混合型融资的变化过程，国有企业在整个国家经济中的比重逐渐降低，非国有企业在整个经济中的比重逐渐上升；国家预算（股权）资金在国有企业的资金比重逐渐降低，来自资本市场的负债和股权比重逐渐上升，居民逐渐取代国家成为企业，尤其是国有企业投资资本的主要资金提供者。企业的资本结构理论和实践日益成为包括银行、股票市场、以及债权市场投融资体系改革的关键所在。利率是经济学中的核心变量之一，几乎所有的金融现象、金融资产均与利率有着或多或少的联系，企业的资本结构也与利率密切相关，而利率衍生品为企业控制和管理利率风险提供了工具支持。随着中国市场经济改革的深入，企业资本结构理论和实践都得到了一定发展，但与国外相比差距还很大，因此，在利率完全市场化和金融业全面开放的背景下，加强资本结构和利率衍生品定价研究具有重要理论意义与现实价值。

我在中国航空工业大型集团公司担任领导工作多年，特别是曾经在企业的成本工程管理方面做过一些研究和探索。王新哲同志曾任职

财务处长，熟悉企业财务的理论和实践，应该说书中成果是他多年工作实践和理论研究的结晶，具有较高的学术价值和实践价值。

本书内容主要来自王新哲同志的博士学位论文《利率市场化下的我国企业资本结构优化理论及应用研究》和周荣喜同志的博士学位论文《基于无套利利率期限结构的定价模型研究及其应用》。全书对企业资本结构理论以及以利率模型为工具研究企业资本结构和利率衍生产品定价进行了有益探索和一定创新。

衷心希望作者在繁忙工作之余，不懈地坚持理论研究，提供更多的理论与实际相结合的佳作。

张彦仲

2011年2月

序二

资本结构问题是现代企业财务前沿课题之一，研究利率市场化下的资本结构问题对企业科学、合理经营决策具有重要意义。利率衍生产品是利率风险管理的重要工具，研究利率衍生产品定价对提高我国金融风险管理水平具有实用价值。我国金融机构在这些方面的研究还十分薄弱，尤其是金融产品自主定价能力。随着我国利率完全市场化和金融业全面开放，加强资本结构和利率衍生品定价研究对提高我国企业和金融机构的国际竞争力，保持金融市场的稳定与可持续发展具有重要理论意义与现实价值。本书是我的两位博士研究生多年的研究成果，全书以利率为主题，对企业资本结构和利率衍生品定价做了许多探索性与创新性的研究，主要体现在以下几个方面：

（1）基于已有的企业市场价值公式，建立了三个基于静态利率模型和三个基于动态利率模型的企业市场价值模型。这些模型的共同点是：根据利率函数可以得到任意时刻的利率，进而可求得任意时刻的企业市场价值，为企业动态决策提供依据。

（2）提出动态净现值的概念，建立了基于多项式样条函数的利率期限结构的企业动态净现值模型，给出了企业动态净现值的上限和企业采取不同融资策略情况下其相应的动态净现值，并给出了一个基于动态净现值的企业资本结构计算公式。

（3）从企业财务困境成本出发，从理论上研究了债务融资的企业价值评估问题，建立了一个考虑公司财务困境成本的公司价值评估模型，对负债公司的最优资本结构进行了研究。该模型表明，企业资本结构在只有债权和股权两种融资方式时且财务困境成本存在时，企业存在最优资本结构。同时，基于利率期限结构模型，给出了当负债公司存在财务困境成本时公司价值的计算公式。

(4) 以江西洪都航空工业股份有限公司财务数据为背景, 根据多项式样条函数利率期限结构模型拟合出静态利率期限结构, 进而研究不同利率下公司自有资金和公司通过长期债券筹资方式时项目投资的净现值优化问题。同时, 研究了不同利率情况下公司资本结构的优化问题, 给出了基于动态利率的公司资本结构的计算方法, 为公司财务经营决策提供支持。

(5) 视构建的即期利率期限结构模型为外生变量, 通过引入转移概率参数, 建立了离散形式的无套利率期限结构动态模型, 讨论求解方法, 从而拓展了 Black-Derman-Toy 模型, 给出了基于息票国债的欧式期权定价的解析解, 并提出了一种息票国债定价方法。

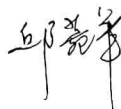
(6) 在著名的 Heath-Jarrow-Morton 模型框架下, 建立了基于通货膨胀指数的无套利率期限结构模型, 探讨了无套利率期限结构与等价鞅测度之间的关系, 得到三因子利率期限结构变化的微分方程, 并推导出了基于 CPI 的欧式期权价格的解析解。设计了一种新的利率衍生品——具有可变执行利率的利率上限、利率下限与利率双限, 并分别在 Miltersen-Sandmann-Sondermann 模型和 Brace-Gatarek-Musiela 模型的框架下, 给出了它们的定价公式。

(7) 基于熵定价方法, 给出了一套平行 Black-Scholes 期权定价模型的利率上限、利率下限、利率双限与利率互换期权的估值解析式, 并分别给出了它们的简化计算公式, 为不完全市场中利率期权定价提供了一种新思路。同时, 结合美式期权解析近似求解的 Geske-Johnson 方法, 在恒定的利率期限结构假设条件下, 构建了美式债券期权定价熵模型, 给出了标的资产为零息票债券和息票债券的美式期权估值的解析近似计算公式, 并展示了具体的算法步骤。

(8) 先选取上海证券交易所的国债推导出无违约利率期限结构, 并验证了其有效性。然后, 一方面, 根据上海证券交易所可转债样本推导出可违约利率期限结构, 同时与无违约利率期限结构对歌华可转

债定价进行分析，结果表明采用前者定价相对有效；另一方面，利用可转债定价一般模型与固定利率模型对歌华可转债定价进行实证比较，结果表明：两者定价平均偏差比分别约为 4.6%和 9.3%。该定价模型亦可为其它可转债定价提供技术参考。

我相信，本书无论是对管理科学与工程、数学和应用经济学专业的本科生、研究生，还是企业和金融管理的专业人员都有重要的参考价值。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '邱生' (Qiu Sheng), with a stylized flourish at the end.

2011 年 2 月

目 录

序一

序二

第 1 章 绪论 1

- 1 写作背景和意义 1
- 2 内容和结构 11

第 2 章 资本结构与利率期限结构理论综述 14

- 1 国外资本结构理论研究 14
- 2 国内资本结构理论研究 36
- 3 国外利率期限结构研究 52
- 4 国内利率期限结构研究 71
- 5 小结 74

第 3 章 利率市场化对企业资本结构的影响 77

- 1 利率市场化概要 77
- 2 利率变化对企业资本结构的影响 90
- 3 企业资本结构对利率变化的不同反映 98
- 4 利率市场化对商业银行资本结构的影响 99
- 5 小结 111

第4章 利率市场化下企业最优资本结构模型 112

- 1 引言 112
- 2 基于静态利率模型的企业最优资本结构 113
- 3 基于动态利率模型的企业最优资本结构 118
- 4 小结 120

第5章 利率市场化下企业筹资决策与资本结构之间的关系 121

- 1 引言 121
- 2 企业筹资净现值的概念及其计算公式 122
- 3 企业动态净现值模型与资本结构的关系 125
- 4 小结 131

第6章 利率市场化下企业财务困境成本与最优资本结构 132

- 1 引言 132
- 2 财务困境成本定义与构成 133
- 3 考虑财务困境成本的企业最优资本结构模型 135
- 4 小结 142

第7章 洪都航空投资决策与资本结构实证研究 143

- 1 江西洪都航空工业股份有限公司背景 143
- 2 静态利率期限结构的估计 145
- 3 两种利率情形下项目的净现值的比较 147
- 4 两种利率情形下洪都航空资本结构 149
- 5 小结 150

第8章 基于 Black-Derman-Toy 扩展模型的国债和 国债期权定价 151

- 1 引言 151
- 2 扩展的 BLACK-DERMAN-TOY 模型 152

3 模型的应用 156

4 小结 158

第9章 Heath-Jarrow-Morton 模型框架下基于

通货膨胀指数的欧式期权定价 160

1 引言 160

2 HJM 模型的基本假设关系 161

3 模型的建立及其主要结果 163

4 基于 CPI 的欧式期权定价研究 167

5 小结 170

第10章 基于对数正态分布的期限结构模型的利率上限定价 171

1 引言 171

2 基于简单远期利率模型的利率上限定价 174

3 基于连续远期利率模型的利率上限定价 178

4 算 例 184

5 小结 185

第11章 基于熵定价理论的利率期权和美式债券期权定价 186

1 引言 186

2 基于熵定价理论的利率期权定价 188

3 基于熵定价理论的美式债券期权定价 193

4 小结 199

第12章 歌华可转换债券定价实证 201

1 引言 201

2 基于期限结构模型的可转债定价模型 204

3 歌华可转换债券定价实证 207

4 小结 222

附录 A 连续时间随机过程有关理论知识 223

- 1 Ito 过程 223
- 2 Ito 引理（定理） 223
- 3 Radon-Nikodym 导数 225
- 4 Cameron-Martin-Girsanov 定理 225

附录 B 期权定价的鞅方法 227

参考文献 230

后记 251

第1章 绪论

1 写作背景和意义

企业融资中最古老和最重要的问题之一是：什么因素决定了企业的融资能力和方式，以及投资资金的运作决策？这个问题被称为企业的资本结构问题。资本结构是指公司各种长期资金筹集来源的构成比例和关系。无论是在现代企业理论还是在现代金融理论，资本结构理论都是其中的一个重要组成部分，它不仅涉及企业的融资目标、筹资方式、筹资成本和企业的现金流量等企业的重大财务问题，更重要的是企业的资本结构对企业治理结构、激励机制都会产生重大的影响。从 1958 年莫迪格莱尼（Modigliani）和米勒（Miller）提出资本结构无关性定理（即 MM 理论，指在给定一些假设条件下，公司的价值与其资本结构无关）以来，企业的资本结构就一直是公司金融和企业管理理论研究的一个热点问题。资本结构理论不但重要，同时还是一个非常复杂的问题。这不仅因为学术观点之复杂，资本结构的理论著述如浩瀚的海洋，而且因为支撑着资本结构的基础本身就相当复杂，企业的股权构成、资本所有者的权益构成、企业资产的构成、企业的约束与激励机制、企业所处的内外环境的变动、企业的治理结构等方面都与资本结构相关。通常，观察企业的资本结构状况是通过企业的资产负债表，它是基于资产等于负债加上所有者权益这一伟大的会计恒等式，是企业经营状况的“晴雨表”，

负债加所有者权益在实际工作中就是借入资本加自有资本的等式关系。鉴于此，需要在更为广阔的视野上来研究企业资本结构问题。

中国在改革开放之前，实行计划经济体制的国营企业占据了绝对优势，国营企业的资金来源几乎全部由国家预算安排，而债务融资很少，企业的投融资决策权集中于国家计划部门，因此当时基本上不存在企业的资本结构问题。自从 1978 年十一届三中全会召开以来，中国开始实行改革开放的方针，以市场经济为导向的经济体制改革带来了经济活动的组织结构和资源配置的巨大变化。随着经济体制由计划导向型的集中决策体制向基于市场的分散决策体制转轨，一方面，国有企业在整个国家经济中的比重逐渐降低，非国有企业在整个经济中的比重逐渐上升；另一方面，企业的资本结构出现了重大变化，国有企业的主要资金来源由原来的国家预算资金转变为国家银行的负债以及资本市场的股权，居民逐渐取代国家成为企业的主要资金提供者。改革开放以来，国有企业的融资方式经历了财政主导型、银行主导型和银行与资本市场混合型融资的过程，但所有这些融资方式都没有能从根本上解决国有企业融资的问题。不仅如此，随着信息产业的快速发展和全球贸易额的不断攀升，无论是出于主动或是被动，经济全球化的浪潮对包括中国在内的发展中国家经济的各个层面，特别是金融方面产生了深刻的影响。就中国而言，企业从相关的金融企业进行融资活动，既有融资量的问题，也有融资结构的问题。同时，企业的经营活动结果的好坏又决定了所融资金投资回报结果，所以，企业融资问题日益成为银行、股票市场和债券市场等投融资体系改革的关键所在。

目前，国内外许多学者从不同的角度对企业资本结构做了理论与实证研究，得出了一些不尽相同的结论。尽管资本结构理论在西方已有几十年的发展历史，但是对于市场经济还不完善的中国理论界和实务界来说，还是一个不够熟悉的领域。在理论上，中国还尚未形成一套比较系统、完善、符合中国国情的资本结构理论来指导企业的实践。在实务中，不

少企业仍然将资本结构看作是企業筹资所形成的一个自然的结果,即使某些企业进行资本结构决策,也没有充分考虑其优化问题,而只是重点考虑了如何才能获得资金的问题,因此,关于资本结构的科学决策并没有引起企业界足够的重视。另外,中国国有企业改革中优化资本结构所遇到的各种问题,如企业优化资本结构的目标选择问题、优化措施的选择问题、上市公司国有股的流通问题以及债转股问题等的解决,都迫切需要从理论和实证两个方面对企业资本结构进行深入的研究,当然,本书也只是就一些方面做些探讨。

Myers 在 2001 年说:“在 Modigliani 和 Miller 的研究已经过去了 40 多年的今天,我们对公司融资选择的理解还是很有限”¹。我们了解较多的是融资的战术,比如某种具体证券发行的税收设计或征收时机等,而对融资战略,比如公司目标债务水平等了解甚少。Myers 还进一步指出,现有的理论都不是普遍适用的,而只能在一定的条件下来解释公司的融资结构。因此,随着经济的进一步全球化以及中国逐渐兑现加入 WTO 后的承诺,中国不断融入世界,在带来了大量的宝贵国际市场机会的同时,也给中国企业在国内市场引入了强大的国际竞争对手。在这历史关键时刻,中国除了要向国际优秀企业学习,更需要先进的理论指导和决策支持。在对理论的学习过程中,既要了解西方发达国家的经济运行规律,更要了解发展中国家尤其是中国的转轨时期经济运行规律。并在吸引西方的学术研究成果的基础上,进行去粗取精、去伪存真的研究,结合中国的实际进行验证和批判修正,以找出中国市场的特有规律,或一般经济规律在中国的特殊表现,为中国企业进行战略决策提供启示和指导。在对资本结构的诸多理论的研究中,本书试图把重点放在企业筹资决策与融资决策上,从利率的变化的角度来研究企业的融资问题,进而探讨企业的资本结构问题。

1 Myers, S. C Capital Structure[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2001, 15(2): 81-102.

利率反映了资金的价格，中国在计划经济时期利率完全处于管制状态，这显然不适于市场经济的发展。1993 年，中共十四届三中全会提出了中央银行按照资金供求状况及时调整基准利率，并允许商业银行存贷款利率在规定幅度内自由浮动，但是直到 1996 年才逐步进入实施阶段。党和政府高度重视利率市场化改革，2000 年的十五届五中全会、2001 年九届人大四次会议提出要“稳步推进利率市场化改革”，2002 年党的十六大报告中进一步提出“稳步推进利率市场化改革，优化金融资源配置”。2003 年 10 月份召开的党的十六届三中全会通过了《中共中央关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定》，进一步明确要“稳步推进利率市场化，建立健全由市场供求决定的利率形成机制，中央银行通过运用货币政策工具引导市场利率”。至 2004 年底，中国人民银行已累计放开、归并或取消本、外币利率管理种类为 119 种，但是仍对 29 种本、外币利率实施管制。近几年，中国人民银行非常重视利率市场化的工作，并取得了一些进展。首先，中国人民银行放开了货币市场和债券市场的利率，银行间市场的利率完全可以自己决定。其次，对于存款基准利率和贷款基准利率都放大了活动区间，甚至在某些方向上取消了限制。此外，还有一些品种，比如商业票据、短期融资券、外币大额存款和外币大额贷款的利率也逐步实现了市场化。

随着中国利率市场化的深入推进，资金的价格逐步由市场决定，因此，利率市场化一方面对企业的融资结构必然产生深刻影响；另一方面，能更好地反映利率衍生产品的真实价格。利率衍生产品的定价基础是利率期限结构。利率期限结构是指品质相同的债券到期收益率与其到期期限之间的关系，或者说仅在期限长短方面存在差异的债券到期收益率与其到期期限之间的关系。利率期限结构反映了时间因素变化对利率的影响，可用贴现函数、零息票债券收益率曲线或瞬时远期利率曲线来表示，它是资产定价、金融产品设计、套利、利率风险管理及投资等的理论基础。因此，利率期限结构一直都是金融学研究的一个主要领域，而利率

期限结构模型是研究的核心，本书的后几章试图用此来探讨利率衍生产品定价的问题。

利率衍生产品发展势头非常迅猛，1973年，Black 和 Scholes 提出了著名的期权定价公式；1975年，利率期货问世；1981年，利率互换（掉期）诞生。二十多年来，世界衍生品市场获得迅猛发展，仅利率掉期，根据国际掉期与衍生工具协会（ISDA）统计，2003年底全球未到期的利率掉期名义本金达 142.31 万亿美元，相当于中国 2003 年 GDP 的 100 倍，西方国家金融市场产品交易之所以如此发达完全得益于其利率市场化的早日实现。中央十六届三中全会《中共中央关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定》提出，货币政策要在保持币值稳定和总量平衡方面发挥重要作用，然而中国经济转轨中存在的问题不仅是总量问题，而且是总量问题与结构问题并存，因此不少专家学者建议中国也应当采用二十世纪九十年代以来国际主流的以利率为货币政策中介目标的货币政策。事实如此，2004 年至今央行相继对利率进行了相应调整。诸多事实表明，中国利率市场化改革取得了重大进展，但任务仍然十分艰巨。而且，大量理论与实证表明：利率与总产出、通货膨胀率和汇率之间存在极强的相关关系。因此，从宏观经济的角度来看，有必要研究利率期限结构。

从中国微观金融发展角度来看，中国证监会于 1997 年 3 月颁布了《可转换公司债券管理暂行办法》；2001 年 4 月颁布了《上市公司发行可转换公司债券实施办法》，该办法表明中国可转债（即“可转债”）发行进入了一个全面发展阶段。2002 年下半年到 2003 年 6 月末，沪、深两市发行可转债 99 亿元，超过了前 12 年可转债发行额的总和；2004 年度发行额达到 132.13 亿元，这些数据显示中国可转债发行进入了一个蓬勃发展时期。2004 年 4 月，兴业基金管理公司推出了国内第一只可转债基金——兴业可转债混合型基金；2004 年度中国仅发行国债面值总额达 6924 亿元；2004 年度中国仅国债现货与回购交易总量就达到