

新世纪高校**金融学**教材译丛

动态资产 定价理论

(第三版)

Dynamic Asset Pricing Theory

(3rd Edition)

达雷尔·达菲 著
(Darrell Duffie)

潘存武 译

 上海财经大学出版社

新世纪高校金融学教材译丛

动态资产定价理论

(第三版)

[美] 达雷尔·达菲 著
(Darrell Duffie)
潘存武 译

 上海财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动态资产定价理论(第三版)/[美]达雷尔·达菲著;潘存武译. —上海:上海财经大学出版社,2004. 5

新世纪高校金融学教材译丛

书名原文:Dynamic Asset Pricing Theory

ISBN 7-81049-997-1/F·863

I. 动… II. ①达… ②潘… III. 有价证券-理论研究-高等学校-教材 IV. F830. 91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091022 号

□策 划 黄 磊

□责任编辑 姜 勇

□封面设计 周卫民

DONGTAI ZICHAN DINGJIA LILUN

动态资产定价理论

(第三版)

[美] 达雷尔·达菲 著

(Darrell Duffie)

潘存武 译

上海财经大学出版社出版发行
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)

网 址: <http://www.sufep.com>

电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

上海长阳印刷厂印刷装订

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

787mm×960mm 1/16 30 印张 638 千字

印数:0 001—4 000 定价:57.00 元

译者序

达雷尔·达菲是斯坦福大学商学院研究生院的 James Irvin Miller^① 金融学教授。他所教授和研究的主要领域为资产定价、风险管理、信用风险建模,以及固定收益证券和股票市场。他所撰写的《动态资产定价理论》(第三版)是对资产定价理论的一个重要贡献,该书已经成为证券市场领域高级博士课程的标准教程,它对有关或有权益证券的定价处理,在深度和广度上均是独一无二的,并且每章末尾还附有大量精心选制的习题。

《动态资产定价理论》阐述了资产定价理论的主要思想和理论研究方法,知识面宽,内容博大精深,特别是提供了丰富的文献引证,在国外具有很大的影响。对于希望进入资产定价领域从事研究工作的国内研究者来说,本书将提供极大的帮助,具有十分重要的参考价值。随着我国证券市场领域的不断改革和向国际规范化市场的接轨,以及我国加入 WTO 后金融市场的不断开放和不断融入全球金融市场,我国对动态资产定价领域感兴趣的学者和实务界人士正在急剧增加,因此,这一学科领域在我国也必将迎来一个旺盛的发展时期。

虽然我在国外留学期间,也曾读过这本书,但那时只是从一个读者的角度去感受本书,只觉得这是一本好书,好在作者把资产定价理论纳入了严谨的理论数学框架。从上海财经大学出版社接到这本书的翻译任务后,我又重新来阅读本书,这时是从一个译者的角度来研读这本书,此时就感受到它的深度。尽管我感觉尚能读懂该书,但一时却无法用中文把它的内容完整地表述出来,这或许是局限于我的中文语言根底,或许是中文在用来描述类似本书的复杂问题时,确实具有局限性。因此,自从我接到任务后,大半年内也未能动笔。从 2002 年初接到该书的翻译任务开始,到我向出版社交稿,大约用了一年半的时间。这一年半的时间里,我的整个身心都被这本书强烈地吸引了。

贯穿全书的主题思想是套利、最优化和均衡,这三点也是构架起全书整个理论体系的三大支柱。这三大主题思想在离散时间和连续时间的情景模型中均得到了反复体现。

全书理论的要点是状态价格的概念,这意味着对每一状态和时间均存在一个正的贴现因子。证券的价格则被定义为状态价格的加权平均值或者证券的依状态而定的券息期望值。在有限维的情形下,状态价格存在的充分必要条件是不存在套利机会。在无限维

^① James Irvin Miller 是为该教授席位提供赞助的基金名称。——译者注

情形下,只要满足一定的技术条件,上述充分必要条件必定成立。给定行为人的最佳投资组合选择,状态价格向量由行为人的效用梯度给出。在帕累托最优化的均衡中,状态价格向量就好像由一代表性行为人在经济总量消费过程处的效用梯度给出。

本书的主体内容分为两部分,共12章。而且,作者为了使读者更好地阅读本书,还提供了10个附录。此外,为了方便读者查阅,作者还提供了大量参考资料、人名对照表和术语对照表。书中的10个附录为读者阅读本书提供了必备的数学背景知识,主要是有关概率论和随机过程的数学知识。主体内容的第一部分共有4章,均是围绕着离散时间和离散状态(空间)下的资产定价问题展开论述。第1章介绍最基本的单段时期资产定价理论模型。第2章则把第1章的内容推广到多期的情形。第3章阐述第2章内容在马尔可夫情景下的动态规划情形,著名的何和李(Ho-and-Lee)模型以及布莱克—德曼—托尔(Black-Derman-Toy)期限结构模型就被作为练习包含在第3章中。第4章把第3章的内容推广到无限时间视野的情形,即所谓的卢卡斯(Lucas)模型。

主体内容的第二部分为第5章~第12章,共8章,均是围绕着连续时间情形下的资产定价问题展开论述。其中,第5章引入连续交易的模型,并在其基础上推出无套利情形下衍生证券的布莱克—斯科尔斯(Black-Scholes)偏微分方程。第6章介绍与连续时间情形下状态价格相当的等价鞅测度概念。第7章论述各种期限结构模型。第8章介绍风险为随机变量时的期权定价问题。第9章总括运用动态规划法和等价鞅测度法或状态价格法求解连续时间最佳投资组合选择问题。第10章总括均衡状态下的证券定价问题。第11章论述股权和公司债的定价问题。第12章探讨连续时间情形下计算衍生证券价格的数值方法,包括蒙特卡罗(Monte-Carlo)模拟法和有限差分法。

由于只是形式上的类似性,因此,主体内容第二部分对第一部分并没有内容上的依赖性,读者阅读第一部分可以为第二部分更好地获得一些直觉的理解。本书在欧美等国家被广泛选为经济、金融等专业的研究生和博士生课程教材。本书作为教材使用时,为了推进课程进度,教师可以选讲第1章和第2章中的一些基本概念(主要是状态价格的概念),然后直接进入第二部分的第5章~第11章。第12章是否讲授则可视是否强调数值求解方法而定。

本书读者最好具备大学本科或本科以上的高等数学背景知识。尤其是应该对线性代数比较熟悉,最好也熟悉泛函分析、测度理论和概率论。如果读者不了解以上数学背景知识,可以参阅书后的有关附录。书后的附录系统地总结了各种必须的数学背景知识。读者最好还具有相当于大学本科程度的微观经济学的一些背景知识。

由于本书的理论内容比较深奥,而且有些术语也比较罕见,因此,本书的翻译遇到了不少的难度,在此我不一一指出。但本书中有些术语的翻译肯定是有不确切之处的,在此,我期盼行家的批评指正。读者在阅读过程中,如果碰到有产生歧义的地方,有条件的还望参阅英文原著。

在准备和翻译本书过程中,一些难懂的学术和数学证明问题得到了原著作者的直接帮助,在此向原著作者表示感谢。本书翻译出第一稿后,我的研究生殷鹏飞、许宝红、张益萍成为最早的“读者”,在此我感谢他(她)们帮助我整理资料、审稿和排版。我还要感谢上海财经大学研究生部的蒋传海教授,他耐心细致的校译工作帮助我纠正了许多问题。最后,我要非常感谢上海财经大学出版社的同志们,尤其是黄磊老师和姜勇老师以及排版室的同志们,他们为本书的出版做出了大量的、艰苦的工作。

最后,我要指出,尽管所有与本书出版有关的人都尽了最大努力,但由于本书的难度和许多实际问题,书中难免还是会出现一些错误和遗略,其责任由我一个人承担。在此,我恳请行家和读者发现问题后能把意见反馈给译者,译者将不胜感激。我的电子邮箱地址是:pancwk@mail.shufe.edu.cn。

译者:潘存武
2004年5月于上海

序 言

本书将介绍和论述不确定性多期模式下的证券组合选择和资产定价理论。另一可替代的书名是:《套利、最优化和均衡》,这是因为本书正是围绕资产价格的下述三个基本约束构筑起来的:无套利、单个行为人最优化和市场均衡。最重要的共同准则是,这三个条件中的任意一个均意味着“状态价格”的存在,即存在正的贴现因子,每一种状态和时间都对应着一个贴现因子,使得任意证券的价格只不过是状态价格为权重的未来收入的加权和。这一思想可以追索到阿罗(Arrow, 1953)的证券市场一般均衡模型。因而,论证状态价格是我们面临的主要任务。为了简化这些概念并且突出离散和连续时间两种模型的类似性,本书没有对技术性细节问题给予重视。

对 20 世纪 80 年代中期毕业的研究生来说,1969~1979 年是动态资产定价理论的黄金时期。罗伯特·默顿(Robert Merton)首创了连续时间金融模型,并对最佳证券组合消费政策进行动态规划和明晰求解。这为其 1973 年另一里程碑式的贡献——证券价格的一般均衡模型搭好了表现的舞台。他的另一个主要贡献是对布莱克—斯科尔斯(Black-Scholes)于 1973 年引入的期权定价公式的基于套利的证明,以及将该方法应用于衍生证券定价的不断努力和探索。现在看来,到目前为止,布莱克—斯科尔斯模型是这一“黄金时期”最重要的惟一理论突破,就其在金融理论和实践中的整体重要性来说,可与莫迪格利尼—米勒(Modigliani and Miller, 1958)定理和夏普(Sharpe, 1964),以及林特纳(Lintner, 1965)的资本资产定价模型(CAPM)并驾齐驱。布莱克—斯科尔斯模型极具影响力的一个简化运用了对比尔·夏普(Bill Sharpe)思想的一个推广,即考克斯、罗斯和鲁宾斯坦因(Cox, Ross, and Rubinstein, 1979)的“二项”期权定价模型。

在离散时间模型时期,理罗伊(LeRoy, 1973)、鲁宾斯坦因(Rubinstein, 1976)以及卢卡斯(Lucas, 1978)把 CAPM 推广到了多期情形。卢卡斯模型给出了均衡资产定价模型的“一般风味”。CAPM 的最简单多期描述最终出现在道格·布黎登(Doug Breeden, 1979)于 1979 年发表的基于消费的连续时间 CAPM 中。尽管考克斯—英格索—罗斯(Cox-Ingersoll-Ross)的利率期限结构模型直到 1985 年才发表,但是,它早在 20 世纪 70 年代中期就出现了,而且仍然是实际应用中经常用到的连续时间一般均衡资产定价模型的首要教科书例子。这个成果也可看成是那个年代的主要理论突破之一。最后,拓展考克斯和罗斯(Cox and Ross, 1976),罗斯(Ross, 1978),以及哈瑞森和克莱普斯(Harrison

and Kreps, 1979)的思想,就可得到整个动态资产定价理论的几乎完整的概念体系。

自1979年以后的理论发展,除了少数例外,均为一些扫尾工作。假设条件被弱化了,从而出现了相当数量的推广和演示模型,并且各种问题逐渐在哈瑞森—克莱普斯(Harrison-Kreps)的等价鞅测度模型的影响下统一起来。例如,目前连续时间情形下最佳证券组合和消费选择的标准处理方法是考克斯和黄(Cox and Huang, 1989)中的鞅法。无套利和存在等价鞅测度之间的实质性关系,最终被德尔伯恩和施卡切梅尔(Delbaen and Schachermayer, 1999)得到。

在应用方面,证券市场经历了爆炸式的新的定价技术、对冲应用和证券创新,其中大多数是基于布莱克—斯科尔斯模型和相关的套利模型。例如,几乎所有的投资银行均具备执行复杂的期限结构数学模型所需要的专家和计算机技术。由于新财富的不断投入,目前已开发出了一批特殊模型来处理随机波动性,包括违约在内的跳跃行为,以及利率期限结构模型。随着模型内容的丰富和可操作性的提高,在计量经济方面也取得了许多长足的进步。

尽管很难预测理论下一步会如何发展,但是,为了帮助新进入资产定价领域的学者快速进步,把一些基本的理论内容浓缩成一本教材应是聪明的做法。本书的写作思路是把它做为了一本安排有序的教材,而不是一本研究专论集。出于表述的方便,很多一般性的内容都已被忽略了,而且相对来说不过多地强调数学的严谨性,也不重视一般均衡的存在。正如同本书标题所显示的,我只是论述资产定价的理论方面。尽管也许把资产定价的理论和实证结合起来论述是很有用的,但是,我们已经有诸如坎贝尔、罗和麦金雷(Campbell, Lo, and MacKinlay, 1997)以及高瑞洛克斯和杰斯埃克(Gourieroux and Jasiak, 2000)的金融数据计量经济模型的出色处理方法。我也没有涉及证券市场运行的某些重要方面,诸如不对称信息和交易费用。我只选择论述动态资产定价的一些重要思想。尽管如此,这些内容也多得不能被囊括在一本书或一个学期的课程之中。

其他阐述本课题的著作包括:阿维兰尼达和劳伦斯(Avelleneda and Laurence, 2000),博尔克(Björk, 1998),达纳和杰安伯兰克(Dana and Jeanblanc, 1998),德曼基和罗切特(Demange and Rochet, 1992),迪威尼和威尔姆特(Dewynne and Wilmott, 1994),迪科斯特和平迪克(Dixit and Pindyck, 1993),多斯安(Dothan, 1990),达菲(Duffie, 1988b),哈瑞斯(Harris, 1987),黄和林特博格(Huang and Litzenberger, 1988),英格索(Ingersoll, 1987),加罗(Jarrow, 1988),卡拉特查斯(Karatzas, 1997),卡拉特查斯和施莱弗(Karatzas and Shreve, 1998),拉姆伯登和拉佩尔(Lamberton and Lapeyre, 1997),麦吉尔和昆兹(Magill and Quinzii, 1994),默顿(Merton, 1990),缪塞拉和路特克威斯基(Musiela and Rutkowski, 1997),纳夫特茨(Neftci, 2000),斯托克伊和卢卡斯(Stokey and Lucas, 1989),威尔姆特、迪威尼和霍威森(Wilmott, Dewynne, and Howison, 1993),以及威尔姆特、霍威森和迪威尼(Wilmott, Howison, and Dewynne,

1995)。上面所列出的每一本书都有其自己的目标和主题。我希望读者会从另一个角度和视野找到本书的某些优势。

把本书作为一门较短的连续时间资产定价课程教材的合理方法是以第1章、第2章作为状态价格的基本概念的入门,然后直接进到第5章直至第11章。第12章是关于数值方法,只要学生能够理解应用这些成果,就可以在课堂上跳过。第5章~第12章的内容与前4章的内容没有任何直接的依赖性。

有关阅读本书所需数学知识的准备问题,只需掌握本科阶段的分析课程[诸如巴托(Bartle, 1976)],另外还需掌握线性代数的知识。若是能熟悉罗尔登(Royden, 1968)或者与此类似的关于泛函分析和测度理论的教科书,那么,对理解本书内容将是很有帮助的。掌握一些微观经济学的背景知识也是很有用的,例如克莱普斯(Kreps, 1990)或是卢安博格(Luenberger, 1995)。掌握诸如杰科德和普罗特(Jacod and Protter, 2000)水平的概率理论也会加快学习进程,尽管测度理论没有在本书中大量使用。不管怎样,本书后面的附录提供了所有需要的概率理论以及随机微积分的概念和定义。更多这方面有价值的参考资料为布莱芒德(Brémaud, 1981),卡拉特查斯和施莱弗(Karatzas and Shreve, 1998),雷瓦兹和约尔(Revuz and Yor, 1991),以及普罗特(Protter, 1990)。

对学生而言,最好的学习方法似乎就是多做练习。本书中每一章均有习题和文献资料附注。只要有可能,我总是试图彻底全面地给出多项研究成果的来源和参考资料。如果我有错误或遗漏的地方,恳请读者提醒我,以便下次更正。贯穿全书的符号和术语都相当标准,通常为学术界普遍采用。例如,用 $\mathbb{R}$ 表示实数线,用 $\bar{\mathbb{R}} = \mathbb{R} \cup \{-\infty, +\infty\}$ 表示拓展的实数线。对任意集合 Z 和正整数 n ,用 Z^n 表示 n 维的集合 $(z_1, \dots, z_n)$,这里,对所有的 i, z_i 属于 Z 。 $\mathbb{R}^n$ 就是一个例子。本书中有不少不等式,有关不等式的惯例说明如下:

- $x \geq 0$ 表示 x 为非负,对 $\mathbb{R}^n$ 中的 x , 相当于 $x \in \mathbb{R}_+^n$ 。
- $x > 0$ 表示 x 为非负且非零,但不一定是所有的坐标值均严格为正。
- $x \gg 0$ 表示 x 严格为正。这有时也说成“ x 严格为正”。对 $\mathbb{R}^n$ 中的 x , 相当于 $x \in \mathbb{R}_{++}^n \equiv \text{int}(\mathbb{R}_+^n)$ 。(int: interior, 内部。——译者注)

尽管在适当的时候会进行提示,但是,读者还是应该记住 $X=Y$ 所表示的意思是等式几乎处处或几乎肯定(视具体情况而定)成立,对上面的各种不等式也应该同样警惕。如果有序集(诸如 $\mathbb{R}^n$)上的实数函数 F 是增函数,那么,只要 $x \geq y, F(x) \geq F(y)$; 如果 F 是严格增函数,那么,只要 $x > y, F(x) > F(y)$ 。当函数的定义域和值域很明显时,记号“ $x \mapsto F(x)$ ”表示 x 映射为 $F(x)$ 的函数。例如, $x \mapsto x^2$ 表示由 $F(x) = x^2$ 定义的函数 $F: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ 。还有一点值得指出(尽管适当的时候也会提醒),为了表述上的方便,我们定义一个连续时间过程为积集 $\Omega \times [0, T]$ 上的一个可测函数,这里 $[0, T]$ 表示时间区间, $(\Omega, \mathcal{F}, P)$ 表示所给定的概率空间。

本书的前4章是离散时间情形,具有离散状态集。这会帮助我们建立起第5章~第

12章中各模型的直观感觉。本书理论的三个支柱——套利、最优化和均衡,在不同的模式下被反复论述和发展。第1章是基本的单期模型。第2章把第1章中的成果推广到多期的情形。第3章把第2章专门化成马尔可夫情形,并说明将动态规划作为另一种求解方法的魅力。何和李(Ho-and-Lee)以及布莱克—德曼—托尔(Black-Derman-Toy)期限结构模型将作为习题被本章引进。第4章是第3章内容的无限期情形,又被称为卢卡斯模型。

本书理论的焦点是状态价格的概念,它规定任何证券的价格为状态价格的加权和或者证券的状态依存债券的期望值。在有限维情形下,存在状态价格的充分必要条件是套利机会。在无限维情形下,给定适当的技术规则性条件,同样的结论仍然成立。若给定某个行为人的最佳证券组合选择,那么,状态价格向量则由该行为人的效用梯度给出。在帕累托最优化均衡下,状态价格向量同样也是由某个代表性行为人在经济总消费过程处的效用梯度给出。

第5章~第11章论述连续时间资产定价理论,这里的不确定性是由布朗运动产生。在第11章中,不连续的信息有一过渡问题,即这样一种情形:某一事件的条件概率并不随着时间的流逝而连续调整。泊松到达就是例子之一。

第5章引入连续交易模型,并导出衍生证券无套利价格的布莱克—斯科尔斯偏微分方程(PDE)。哈瑞森—克莱普斯(Harrison-Kreps)的等价鞅测度和连续时间情形下的状态价格理论同时也在第6章中论述。第7章论述利率期限结构模型,包括布莱克—德曼—托尔(Black-Derman-Toy),瓦西塞克(Vasicek),考克斯—英格索—罗斯(Cox-Ingersoll-Ross)和奚斯—加罗—默顿(Heath-Jarrow-Morton),以及它们的各种推广。第8章论述诸如期货、远期合约、美式期权和回望期权等特别衍生证券的定价问题。第8章还论述允许随机波动性的期权定价模型。由于其分析上的可行性,仿射状态过程的概念将在第7章和第8章被反复应用。第9章运用动态规则法和等价鞅测度或状态价格法对最佳连续时间证券组合选择进行总结。

第10章是均衡情形下证券定价的总结,其中著名的模型包括布黎登(Breeden)基于消费的资本资产定价模型和利率期限结构模型的一般均衡版考克斯—英格索—罗斯模型。

第11章论述公司证券(诸如债务和股权)的定价问题。该章中最开始的模型是基于公司的资本结构,并根据资产充足性来定义违约,最后的模型则假设违约发生强度。第12章概述连续时间情形下计算衍生证券价格的三种数值方法,即二项近似法,证券价格离散时间近似的模拟法,以及资产价格对应的PDE方程的有限差分解或所谓的基本解。

在准备本书第一版时,除了上述所提到的对这些理论做出发展的人之外,我还得到了很多其他人的帮助。1982年,米歇尔·哈瑞森(Michael Harrison)曾在斯坦福大学开了一门课,这对我的理论理解和研究目标有很重要的影响。当时坐在我旁边的是黄之福(Chifu Huang),我们共同学习了这些资料的绝大部分,并且成为亲密的朋友和合作伙伴,我欠他

很多。我也很感激尼可(Niko)和范娜·思凯达斯(Vana Skiadas),在位于思凯索斯(Skiathos)的家中,他们待我特别地热情和友好。第一版的许多内容就是在那里写出的。

我也受益于与很多同事多年来的科研合作,这些同事包括乔治·康斯坦丁尼德斯(George Constantinides),戴强(Qiang Dai),彼得·德马兹奥(Peter DeMarzo),拉瑞·爱普斯坦恩(Larry Epstein),尼克黎·加利鲁(Nicolae Garleanu),马克·高曼(Mark Garman),约翰·加克浦欧斯(John Geanakoplos),皮尔瑞—威斯·基奥法德(Pierre-Yves Geoffard),彼得·格里恩(Peter Glynn),迈克·哈瑞森(Mike Harrison),黄之福(Chi-fu Huang),黄明(Ming Huang),麦特·杰克逊(Matt Jackson),路易·凯恩(Rui Kan),戴维·兰德(David Lando),刘俊(Jun Liu),皮尔瑞—劳易斯·莱恩斯(Pierre-Louis Lions),马金(Jin Ma),安德瑞·马斯科勒(Andreu Mas-Colell),安迪·麦克里南(Andy McLennan),潘俊(Jun Pan),拉瑟·佩德森(Lasse Pedersen),菲利浦·普罗特(Philip Protter),罗海特·雷海(Rohit Rahi),托尼·里查德森(Tony Richardson),马克·施洛德(Mark Schroder),威尼·夏弗(Wayne Shafer),肯恩·辛格尔顿(Ken Singleton),科斯第斯·思凯达斯(Costis Skiadas),理查德·史丹登(Richard Stanton),雍炯敏(Jiongmin Yong),以及比尔·查姆(Bill Zame)。我要特别感谢科斯第斯·思凯达斯,他慷慨给予的许多好想法对我的研究成果有重要影响。

在斯坦福,我很幸运有机会与我的许多同事进行许多有收获的研究讨论,特别是与我的同事安雷特·阿德麦第(Anat Admati),斯第吾·布伊德(Steve Boyd),彼得·德马兹奥(Peter DeMarzo),彼得·格里恩(Peter Glynn),斯第吾·格莱雷第尔(Steve Grenadier),琼·格洛恩菲斯特(Joe Grundfest),彼得·哈姆默德(Peter Hammond),迈克·哈瑞森(Mike Harrison),亚曼·希恩迪(Ayman Hindy),哈瑞森·洪(Harrison Hong),黄明(Ming Huang),杰克·麦克科那德(Jack McKonald),乔治·帕克(George Parker),保罗·泊雷德尔(Paul Pfleiderer),巴拉基·普瑞贝卡(Balaji Prabakar),曼优·普瑞(Manju Puri),汤姆·萨金特(Tom Sargent),比尔·夏普(Bill Sharpe),肯恩·辛格尔顿(Ken Singleton),吉姆·范·霍恩(Jim Van Horne),以及杰弗·茨威贝尔(Jeff Zwiebel);在别处,也有许多其他的同事,这里不能一一列举了。

我很荣幸能有机会与下述这些同事共同研究应用金融模型:迈克·布尔格(Mike Burger),比尔·克尔金(Bill Colgin),亚当姆·达弗(Adam Duff),斯德森·基伯劳(Stenson Gibner),伊利扎贝斯·格雷斯尔·科瑞·格斯戴夫森(Elizabeth Glaeser Craig Gustaffson),科威恩·乔埃(Corwin Joy),维恩斯·凯密斯盖(Vince Kaminsky),肯恩·罗里斯(Ken Knowles),赛基欧·考斯坦克(Sergio Kostek),琼·兰格赛姆(Joe Langsam),阿洛克·麦优姆达(Aloke Majumdar),麦特·佩吉(Matt Page),克瑞西娜·遥(Krishna Rao),阿密尔·萨德(Amir Sadr),劳易斯·斯科特(Louis Scott),史威(Wei Shi),约翰·尤格拉姆(John Uglum),以及马克·威廉姆斯(Mark Williams)。

我感谢金斯顿·达菲(Kingston Duffie), 雷威·麦纳尼(Ravi Myneni), 保罗·贝斯特恩(Paul Bernstein), 以及迈克尔·布威尔(Michael Boulware)写出计算机编码并运行某些数值案例, 感谢琳达·贝瑟尔(Linda Bethel) 帮助实现 LaTeX 排版和制图, 感谢泰纳·普克(Tina Burke)公司的劳瑞·皮克特(Laurie Pickert)帮助打字输入和编辑。关于文献研究方面的帮助, 我要感谢陈誉华(Yu-Hua Chen), 麦利沙·高扎利茨(Melissa Gonzalez), 戴维·李(David Lee), 以及安雷里塞·昆罗兹(Analiza Quiroz)。杰克·雷普切克(Jack Repcheck)和彼得·道格何第(Peter Dougherty)是一直友好地给予帮助和支持的两位好编辑。

另外, 我还从不少读者那里得到建议和评论, 在此表示真心的感谢, 这些读者包括费密·阿萨博格鲁(Fehmi Ashaboglu), 罗伯特·阿希若夫特(Robert Ashcroft), 艾瑞娜·艾姆德森(Irena Asmundsen), 阿雷克安德瑞·德·艾斯普瑞莫特(Alexandre d'Aspremont), 弗雷威欧·奥劳(Flavio Auler), 科瑞斯·艾卫瑞(Chris Avery), 科瑞·拜克(Kerry Back), 亚若斯雷·贝塞利(Yaroslav Bazaliy), 雷尔夫·贝克(Ralf Becker), 安特杰·贝恩特(Antje Berndt), 迈克尔·布威尔(Michael Boulware), 约翰·坎贝尔(John Campbell), 安德鲁·凯普林(Andrew Caplin), 凯瑞恩·查尔第克林(Karen Chaltikian), 威克特·切诺祝可夫(Victor Chernozhukov), 陈洪根(Hung-KSen Chien), 瑟欧格曼·寇(Seongman Cho), 钟非同(Fai Tong Chung), 全清善(Chin-Shan Chuan), 何威·科博(Howie Corb), 戴强(Qiang Dai), 尤基利·德姆劳(Eugene Demler), 邓世杰(Shijie Deng), 米切利·迪克(Michelle Dick), 菲尔·多兰恩(Phil Dolan), 罗德·杜恩凯(Rod Duncan), 威戴德·爱尔麦瑞贝(Wedad Elmaghraby), 科安·艾斯特菲麦(Kiran Esteghamat), 马克·菲顾森(Mark Ferguson), 科瑞斯第安·瑞斯·弗罗(Christian Riis Flor), 普瑞萨恩·傅罗瑞(Prashant Fuloria), 约翰·弗奎(John Fuqua), 尼克黎·加利鲁(Nicolae Garleanu), 马克·戈麦斯(Mark Garmaise), 菲利普·基兰尼(Filippo Ginanni), 麦可·格洛尼堡(Michel Grueneberg), 韩冰(Bing Han), 菲利普·海洛特(Philippe Henrotte), 阿曼·辛迪(Ayman Hindy), 叶尔·霍希堡(Yael Hochberg), 本田俊树(Toshiki Honda), 星野泰一(Taiichi Hoshino), 胡江平(Jiangping Hu), 黄明(Ming Huang), 科瑞斯托堡·胡尼尔斯(Cristobal Huneeus), 多恩·伊格里哈特(Don Iglehart), 迈克尔·英爵利格托(Michael Intriligator), 菲世德·杰姆斯迪安(Farshid Jamshidian), 蒋平(Ping Jiang), 史孙克·凯姆贝(Shinsuke Kambe), 路易·凯恩(Rui Kan), 罗恩·卡瑞第(Ron Karidi), 多恩·金(Don Kim), 菲利克斯·库博勒(Felix Kubler), 爱兰·库利格(Allan Kulig), 约茨·库瓦那(Yoichi Kuwana), 皮尔洛·拉·穆拉(Piero La Mura), 兰颖桐(Yingcong Lan), 琼·兰格赛姆(Joe Langsam), 杰科·李(Jackie Lee), 安德瑞·列维(Andre Levy), 李书静(Shujing Li), 李文智(Wenzhi Li), 林同伟(Tiong Wee Lim), 刘俊(Jun Liu), 里欧尼德·李特威克(Leonid

Litvak), 韩洛·路斯特格(Hanno Lustig), 罗博·麦克米兰(Rob McMillan), 瑞尼希·麦拉(Rajnish Mehra), 瑟格·摩洛若夫(Sergei Morozov), 科瑞斯多赫·缪勒(Christophe Mueller), 雷威·麦纳尼(Ravi Myneni), 李·贝斯·奈尔森(Lee Bath Nelson), 伊格·纽曼(Yigal Newman), 安基拉·吴(Angela Ng), 大桥一彦(Kazuhiko Ōhashi), 欧阳辉(Hui Ou-Yang), 约翰·欧文德克(John Overdeck), 海迪·欧文(Hideo Owen), 卡格拉·欧茨德(Caglar Ozden), 米可·派卡恩(Mikko Packalen), 潘俊(Jun Pan), 拉瑟·佩德森(Lasse Pedersen), 艾尔伯特·皮瑞茨(Albert Perez), 摩尼卡·皮尔兹希(Monika Piazzesi), 乔基·皮卡若(Jorge Picazo), 赫瑞克斯·普洛马查克斯(Heracles Polemarchakis), 麦瑞斯·雷博斯(Marius Rabus), 罗海特·雷海(Rohit Rahi), 史克哈·雷杰(Shikhar Ranjan), 米歇尔·瑞尔森(Michael Rierson), 阿密尔·萨德(Amir Sadr), 玉利·萨尼科夫(Yuliy Sannikov), 马可·斯卡司尼(Marco Scarsini), 马丁·施内德(Martin Schneider), 科瑞斯丁·夏农(Christine Shannon), 申永石(Yong-Seok Shin), 马克·施瓦司(Mark Shivers), 赫希尔·希格厄尔森(Hersir Sigurgeirsson), 马瑟尔洛·辛尼卡尔茨(Marciano Siniscalchi), 雷威·辛夫(Ravi Singh), 罗尼·瑟卡(Ronnie Sircar), 威克德·斯派维可夫司凯(Viktor Spivakovsky), 鲁希·特普拉(Lucie Tepla), 瑟基·特瑞泰卫夫(Sergiy Terentyev), 雷杰特·特瓦瑞(Rajat Tewari), 司卫瑞·索威尔德森(Sverrir Thorvaldsson), 阿里克斯·托尔斯泰克(Alex Tolstikh), 图那·图恩卡(Tunay Tunca), 约翰·尤格拉姆(John Uglum), 里恩·尤曼特瑟夫(Len Umantsev), 斯第恩·范·尼尤瓦堡夫(Stijn Van Nieuwerburgh), 劳拉·威尔德凯姆(Laura Veldkamp), 马莉·亚斯(Mary Vyas), 穆哈莫特·易尔德茨(Muhamet Yildiz), 莱斯·易尔德茨(Nese Yildiz), 王克(Ke Wang), 王能(Neng Wang), 韦超(Chao Wei), 韦巍(Wei Wei), 皮尔瑞—奥利卫尔·威尔(Pierre-Olivier Weill), 斯蒂文·威恩堡(Steven Weinberg), 瑟斯·威恩格拉姆(Seth Weingram), 吴国俊(Guojun Wu), 杨平华(Pinghua Young), 阿沙夫·泽威(Assaf Zeevi), 以及阿雷克安德瑞·泽格洛(Alexandre Ziegler), 还有一些读者的姓名被遗忘了, 在此对他们表示歉意。我要特别感谢负责本书第二版日文翻译的专家团, 本田俊树(Toshiki Honda), 大桥一彦(Kazuhiko Ōhashi), 约易茨·库瓦那(Yoichi Kuwana), 以及山崎士(Akira Yamazaki), 他们也都是我的好朋友。

为了读者的方便, 在第三版中, 序言部分已经做了修改。而且, 绝大部分章节也做了不少改进。第11章“公司证券”被特别加进了这一版。本书中的错误由我个人负责, 但我希望能从读者那里得到更多批评, 以及对本书的其他评论。

达雷尔·达菲
Darrell Duffie

目 录

译者序/1

序言/1

第一篇 离散时间模型

1 状态定价引论/3

1.1 套利和状态价格/3

1.2 风险中性概率/4

1.3 最优化及资产定价/5

1.4 有效性和完备市场/7

1.5 最优化与代表性行为人/8

1.6 状态价格贝塔模型/9

习题/11

注释/15

2 基本的多期模型/17

2.1 不确定性/17

2.2 证券市场/18

2.3 套利、状态价格和鞅/18

2.4 单个行为人最优化/20

2.5 均衡和帕累托最优/21

2.6 均衡资产定价/22

2.7 套利和鞅测度/22

2.8 富余证券的价值/24

2.9 美式履约方针和定价模型/25

2.10 提前履约最优吗/28

习题/29

注释/36

3 动态规划法/39

3.1 贝尔曼法/39

3.2 一阶贝尔曼条件/40

3.3 马尔可夫不确定性/41

3.4 马尔可夫资产定价/41

3.5 马尔可夫控制下的证券定价/42

3.6 马尔可夫无套利定价/44

3.7 提前履约和最佳停止/45

习题/46

注释/50

4 无限时期情形/52

4.1 马尔可夫动态规划/52

4.2 动态规划和均衡/55

4.3 套利和状态价格/56

4.4 最优化和状态价格/57

4.5 矩法估计/58

习题/60

注释/61

第二篇 连续时间模型

5 布莱克—斯科尔斯模型/67

5.1 布朗价格下的交易盈利/67

5.2 鞅交易盈利/70

5.3 伊藤价格和盈利/70

5.4 伊藤公式/71

5.5 布莱克—斯科尔斯期权定价公式/71

5.6 布莱克—斯科尔斯公式:第一次尝试/73

- 5.7 无套利价格随机微分方程/74
- 5.8 费恩曼—凯科解/75
- 5.9 多维情形/76
 - 习题/78
 - 注释/81
- 6 状态价格和等价鞅测度/82**
 - 6.1 套利/82
 - 6.2 计量标准的不变性/83
 - 6.3 状态价格和加倍策略/84
 - 6.4 期望回报率/86
 - 6.5 等价鞅测度/87
 - 6.6 状态价格和鞅测度/89
 - 6.7 基尔萨诺夫和风险市场价格/90
 - 6.8 布莱克—斯科尔斯模型的再次尝试/93
 - 6.9 完备市场/94
 - 6.10 富余证券定价/96
 - 6.11 无套利中的鞅测度/97
 - 6.12 有息情形下的套利定价/99
 - 6.13 一次性总量本息和期限结构/100
 - 6.14 鞅测度和无限期/102
 - 习题/103
 - 注释/105
- 7 期限结构模型/108**
 - 7.1 期限结构/109
 - 7.2 单因素期限结构模型/110
 - 7.3 高斯单一因素模型/112
 - 7.4 考克斯—英格索—罗斯模型/113
 - 7.5 仿射单因素模型/114
 - 7.6 期限结构衍生证券/115
 - 7.7 基本解/117
 - 7.8 多因素模型/118
 - 7.9 仿射期限结构模型/119

7.10 远期利率的 HJM 模型/121

7.11 马尔可夫收益率曲线和随机偏微分方程/123

习题/124

注释/128

8 衍生证券定价/135

8.1 黑箱里的鞅测度/135

8.2 远期价格/136

8.3 期货和连续结算/138

8.4 无套利的期货价格/139

8.5 随机波动性/140

8.6 转换分析法与期权定价/144

8.7 美式证券定价/147

8.8 美式证券执行边界/150

8.9 回望期权/152

习题/154

注释/158

9 证券组合和消费选择/163

9.1 随机控制/163

9.2 默顿问题/166

9.3 默顿问题的解/168

9.4 无限期的情形/170

9.5 鞅公式/172

9.6 鞅解/174

9.7 推广/176

9.8 效用梯度法/177

习题/179

注释/185

10 均衡/189

10.1 原始对象/189

10.2 现货证券市场均衡/190

10.3 阿罗—德布鲁均衡/190