

大连理工大学学术研究丛书

金融工程原理与 应用研究

Principles of Financial Engineering and Their Applications

秦学志◎著



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press

大连理工大学学术研究丛书

金融工程原理与应用研究

秦学志 著

大连理工大学出版社

**The Academic Research Series of
Dalian University of Technology**

Principles of Financial Engineering and Their Applications

Qin Xuezhi

Dalian University of Technology Press

© 秦学志 2005

图书在版编目(CIP)数据

金融工程原理与应用研究 / 秦学志著. —大连: 大连理工大学出版社, 2005. 11

大连理工大学学术研究丛书

ISBN 7-5611-3013-9

I. 金… II. 秦… III. 金融学—研究生—教学参考资料
IV. F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 103552 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84707961 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 140 mm × 203 mm 印张: 11.5 字数: 287 千字 插页: 4

印数: 1 ~ 1 000

2005 年 11 月第 1 版

2005 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑: 王影琢

责任校对: 达理

封面设计: 孙宝福

定 价: 68.00 元



作者简介

秦学志，博士，教授，博士生导师，大连理工大学金融工程与管理研究中心主任，大连理工大学金融工程博士点负责人。近年来发表学术论文60余篇，主持和参与国家自然科学基金项目等20余项；入选辽宁省高校百千万人才工程千人层次，辽宁省高校优秀青年骨干教师；曾获辽宁省政府科技进步二等奖、辽宁省教委科技进步二等奖等。

内 容 简 介

本书由3个部分组成。第1部分介绍了金融工程的基本原理、研究内容、研究历史和某些进展。第2部分整理了作者近年来的研究成果,涉及资产定价、投资组合和套期保值策略等专题。第3部分梳理了与金融工程研究有关的某些理论与方法,涉及柔性决策技术、控制论、概率论和对策论等。

本书由

国家自然科学基金项目(70273020)

大 连 市 人 民 政 府

大连理工大学学科建设项目

资助出版

The published book is financed by

**National Natural Science Foundation
of China, Grant No. 70273020**

Dalian People's Government

**Project for Program Construction of
Dalian University of Technology**

前 言

金融工程是 20 世纪 80 年代末、90 年代初出现的融合经济学、金融学、数学、工程学和信息技术等理论与方法的新型交叉学科,旨在以经济学、金融学、数学等知识为研究基础和理论指导,综合采用各种工程技术和信息技术设计、开发和实施新型的金融产品。

Elroy Dimson 和 Massoud Mussavian 认为现代金融工程的研究基础为:在风险管理和经营利益的驱动下,以证券组合投资、一般均衡论和无套利定价理论为研究的主框架。金融工程的基本思想,尤其是金融产品定价的基本理论,至少可追溯到 1738 年 Berboulli 的一篇著名论文——St Petersburg 悖论。然而,数理金融的基础理论主要于 20 世纪 50 年代以来奠定的。综观现代金融理论可以发现,其理论至少建立在下列 3 个重要的假设条件之上:(1) 市场具有较高程度的有效性;(2) 投资者是理性的;(3) 投资者参与市场活动是为了寻求潜在的套利机会和/或规避风险。这几个条件保证了理论分析所依据的市场数据具有一定的可信程度,且投资者的行为也具有一定程度的可描述性和可预期性。当然,不同国家的市场发育程度存在差异,因而 Simuelson 和 Fama 给出了市场有效性的划分:弱式、半强式和强式。这种划分是以市场信息的透明度、传播速度和可

预测性等为依据的。但是,一般而言,无论市场发育到什么程度,信息的非对称性总是存在的。投资者在金融市场中所做的决策是以其所掌握的信息和投资偏好为依据的,因而投资者的理性也是“有限的”,甚至是模糊和随机的。虽然无套利分析是金融工程的理论基础之一,但投资者参与市场活动恰恰是以规避风险和/或寻求套利为目的的。由此派生出的各种衍生产品,如,远期合约、期货、期权、套期保值策略、组合投资策略等不仅极大丰富了金融工程的研究内容,而且也有力推动了金融市场的发展。

金融工程中产品定价和产品价格预期均涉及未来的不确定因素。通常采用折现的期望值方法(如,期货、期权的定价)和/或给出在一定的置信程度下产品价格的不确定价值的确定性等价值(certainty equivalence)(如, VaR 方法)。针对前一种方法, Berboulli 指出:确定金融产品的价值时最好不仅仅依据标的资产的价格,同时需要考察投资者的效用。然而,尽管在金融工程的大量文献中都采用效用的期望值形式进行相关研究,但是投资者的效用一般很难确切表达。另外,应该指出的是,虽然大量文献采用随机变量来描述金融产品价格的不确定性,但实际上这种描述是远远不够的,市场归根到底是由“人”操作或操纵的,或者至少可以说是由“自然”和“人”共同操作或操纵的,而“人”的行为具有程度很高的主观性,单单采用随机变量来描述是肯定不够的,因此,目前已经出现了一些采用“模糊数学”的方法来描述金融市场的文献,可以预期将随机方法和模糊方法融合在一起一定会极大丰富金融工程的研究成果且会拓宽相应的研究领域,甚至会涌现出大量的更符合金融市场运作规律和市场参与者行为规律的创新成果。

由 Arrow 和 Debreu 在 20 世纪 50 年代创立的一般均衡论建立在市场是完全的假设之上。金融工程中所采用的一般均衡理论及其应用(如无套利均衡理论、金融市场微观结构理论、企业投融资决策的博弈定价理论等)已在市场不完全的条件下(尤其在有限(状态)证券市场的情况下)取得了较大的研究进展。值得特别指出的是,目前广泛研究的证券投资组合选择方法(portfolio selection),其基本思想也可追溯到一般均衡理论,Arrow 在阐释完全市场概念时指出了分散化投资的思想。

无套利定价技术主要来源于 F. Modigliani 和 R. Miller 对企业资本结构“无关性定理”的研究过程。之后,该技术成为金融工程的研究基础和重要概念之一。其中,从数学的角度看,“鞅”理论是其重要的理论基础。在完全和无摩擦市场的假设条件下,一般可通过无套利分析得到金融产品的价格,在“等价鞅测度”惟一的条件下,这个价格也是惟一的。金融工程中的风险中性定价方法与由等价鞅测度进行定价的方法是等价的。但在不完全市场条件下,等价鞅测度通常不惟一,即可通过无套利分析得到金融产品的无套利价格区间。在这个分析过程中,通常采用复制技术、自融资策略(self-financing strategy)和鞅理论(martingale theory)。鞅理论在计算“等价鞅测度”的过程中主要基于 Girsanov 定理和 Radon-Nikodym 导数。虽然鞅理论比较复杂,需要较艰深的数学知识,且采用鞅理论对许多复杂的金融衍生产品,如奇异期权(exotic option)等进行定价也较繁琐,但是基于鞅理论的基本思想,离散化或网格化的动态随机决策方法却可较好地用于金融产品的定价中,如美式期权等,期权定价的 CRR 方法就是其中相当著名的方

法之一;另外,离散化方法的一个重要优点是可以采用随机状态下的动态(规划)方法,如,Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB)方法、动态 Bayes 方法和 Monte Carlo 模拟技术等。

金融工程的基本思想究竟是什么呢?目前还没有统一的说法。我们认为,金融工程就是依据对金融(甚至是一般经济)产品未来预期价值的定(估)价,来实施套利操作、风险规避和金融产品设计的一种技术。在这种极不精确的理解基础之上,可以认为,现实经济行为或决策行为均与金融工程理论密切相关,金融工程方法与各种经济决策方法的日益渗透恰恰说明了这一点,如,实物期权(real option)、或有要求权(contingent claim)的定价方法等,已广泛应用到采矿、医药等领域的投融资决策中。当然,实物期权与一般的金融期权有许多不同,如,标的资产(如矿藏、石油等)可能不具有即时变现性,使无套利定价技术的应用受到一定的限制。

为了使本书的内容具有一定的连贯性、系统性和启发性,在章节的安排上,按 3 大部分内容依次展开。

第 1 部分主要阐述金融工程的基本原理及其发展趋势。由于目前国内外许多金融工程专著对这方面进行了非常详细的阐述,因此,本书在这一部分不力求面面俱到,而是从对金融工程的基本原理和发展趋势的视角进行介绍和讲解,同时略去某些不必要的细节。

第 2 部分介绍我们的部分研究工作,为了兼顾研究内容的独立性和完整性,采用专题的形式依次展开。本部分的某些研究成果已经发表,某些尚未发表。其中大部分研究成果是作者在上海交通大学从事博士后研究工作期间和大连理工大学金融工程与管理研究中心工作期间完成的,这里

饱含着作者的导师——国内著名金融工程专家吴冲锋教授的殷切期望和精心指导,饱含着作者几年来的辛勤汗水,饱含着同窗师兄弟和国内外师长、同行的深切关怀和无私帮助。在此对导师、师长、同行、同学表示深深的感谢!虽然作者从事金融工程研究的时间不很长,但深感金融工程研究内容之浩繁与艰深,好像在知识的大海中遨游,金融工程的各个精妙研究成果真可谓赏心悦目,令人兴奋不已。作者的这点工作在金融工程研究成果的大海里实乃沧海一粟,好在作者怀着向国内外各位老师和同行真诚请教的心情,“丑媳妇就不怕见公婆了”。另外,我再次郑重声明:这部分的所有不当之处均由作者本人负责。

第3部分对目前金融工程研究中常用的和可能应用的基础理论和方法进行归类 and 总结。

金融工程的研究在国内外的的发展都是相当快的,当然总的说来,我国的金融工程研究和应用水平均与国外的先进水平之间存在着一定的差距。近年来,国内编译了大量的国外金融工程经典教材和专著,因而如何消化吸收、并在此基础上进行创新和发展是摆在国内金融工程研究人员面前的重要课题。值得欣喜的是,国内金融工程研究已取得了许多很有价值的成果,可以相信只要大家不懈努力,国内金融工程的研究定会闯出一条独具特色的发展道路。虽然完成这个艰巨的目标尚待时日,但在“百花齐放”的学术氛围下,相信这个目标一定能早日实现。本书的写作就是在这样的心境下开始的,前后经过了一年多的写作过程,反复修改和完善,力图使本书的内容对读者具有一定的启发性。诚然,书中仍会存在许多不足之处,现付梓出版,真诚求教于各位老师和专家。

在本书的写作和排版过程中得到了大连理工大学管理学院、大连理工大学高科技研究院和大连理工大学出版社的领导和老师的大力支持和无私帮助,也得到了我国著名金融工程专家、我的博士后合作导师、上海交通大学管理学院吴冲锋教授的细致指导和关怀,在此对关心、爱护我的各位师长和同事表示深深的感谢。书中不当之处,均由作者负责,并热诚盼望各位老师批评指正。

秦学志

2005年7月

目 录

前 言

第 1 部分 金融工程的研究内容、 方法及发展概况

第 1 章 金融工程的研究内容和方法	3
1.1 资产定价的基本原理和方法	3
1.1.1 确定性等价技术	4
1.1.2 基于鞅测度或状态价值的资产定价方法	6
1.1.3 有限状态证券市场无套利资产定价方法	9
1.1.4 不完全市场中“均值-方差”偏好下的资产定价和 套期保值原理	29
1.2 风险管理	41
1.2.1 资产组合理论	42
1.2.2 VaR 方法	43
1.2.3 套期保值的基本原理	45
1.2.4 利率互换	46
1.2.5 具有可转换特征的金融工具	47
第 2 章 金融工程理论与方法发展概况	48
2.1 金融工程研究的历史概况	48
2.1.1 现代证券投资组合理论研究历史的简单回顾	48
2.1.2 资产定价理论研究历史的简单回顾	49
2.1.3 期权和其他衍生证券研究历史的简单回顾	52

2.2 金融工程研究的某些新进展	54
2.2.1 资产组合选择理论的研究进展	54
2.2.2 资产定价理论的研究进展	56
2.3 金融工程的某些研究与应用热点	62
2.3.1 国外的某些研究与应用热点	62
2.3.2 国内的某些研究与应用热点	63
2.3.3 简单评述	63

第2部分 金融工程的某些专题研究

第3章 博弈定价、资产组合选择及企业投融资决策方法	75
3.1 可赎回的可转换债券的博弈定价方法	78
3.1.1 二叉树法:动态博弈定价例子	79
3.1.2 一般情况下的博弈定价方法	84
3.2 动态投融资下企业资本结构的某些特征	87
3.2.1 基本假设和符号说明	88
3.2.2 主要分析过程	90
3.2.3 命题的证明	92
3.3 信息非对称程度与所有权结构、企业市场价值	95
3.3.1 基本假设	96
3.3.2 信号博弈模型及分析结果	97
3.4 信息非对称程度与企业家效用、资本结构、企业市场价值	100
3.4.1 基本假设	101
3.4.2 信号博弈过程及分析结果	102
3.5 委托人与代理人的投资效用	106
3.5.1 基本假设和符号说明	107
3.5.2 信号博弈模型及分析结果	109
3.6 道德风险与企业多项目动态投融资决策的有效策略集	

分析	115
3.6.1 基本假设和符号说明	116
3.6.2 主要分析结果	119
3.6.3 定理及推论的证明	121
3.7 信息非对称程度与企业投融资决策的公告效应	126
3.7.1 基本假设和符号说明	127
3.7.2 信号博弈过程	128
3.7.3 所有权结构的公告效应	129
3.7.4 投资的公告效应	130
3.7.5 配股及红利的公告效应	131
3.8 信息非对称下动态投融资的约束信号博弈模型	132
3.8.1 基本假设	133
3.8.2 约束信号博弈模型及分析结果	135
3.9 税收条件下的资产组合博弈选择模型	138
3.9.1 模型的建立	139
3.9.2 论证过程和主要结论	141
第4章 基于鞅与随机微分方程的定价方法	145
4.1 一类使投资者效用最大的倒向随机微分方程问题	146
4.1.1 模型的建立	146
4.1.2 主要结论	148
4.2 基于鞅和线性规划对偶原理的或有要求权定价方法	152
4.2.1 模型的建立	152
4.2.2 示 例	157
4.3 基于鞅和熵原理的资本资产定价方法	159
4.3.1 模型的建立	159
4.3.2 问题(P_1)和(P_2)的解	161
4.3.3 示 例	164

4.3.4	结束语	164
4.4	基于决策准则和鞅原理的最优证券组合选择方法	165
4.4.1	最优投资效用	166
4.4.2	最优证券组合	168
4.4.3	结束语	169
第5章	模糊及主观定价和投资决策方法	170
5.1	基于自融资策略和模糊数的或有要求权定价方法	171
5.1.1	梯形模糊数及其性质	171
5.1.2	定价方法	172
5.1.3	示 例	177
5.2	基于风险偏好程度不确定性的证券投资组合选择 方法	178
5.2.1	基本假设和符号说明	180
5.2.2	投资者风险偏好程度为均匀分布时的投资 组合	181
5.2.3	投资者风险偏好程度为随机变量或为模糊数时 的投资组合	183
5.2.4	示 例	185
5.2.5	SMAA 中两个主要结论的证明及其成立条件 (Risto Lahdelma, et al., 1998)	187
5.2.6	结束语	190
5.3	基于群决策的欧式期权估价方法	191
5.3.1	专家对标的证券的估价	191
5.3.2	欧式期权的估价	192
5.3.3	示 例	195
5.4	基于盲数和 Bayes 决策原理的组合套期保值策略	196
5.4.1	用盲数表示的套期保值策略	197
5.4.2	$n=m=l=2$ 的情况	202