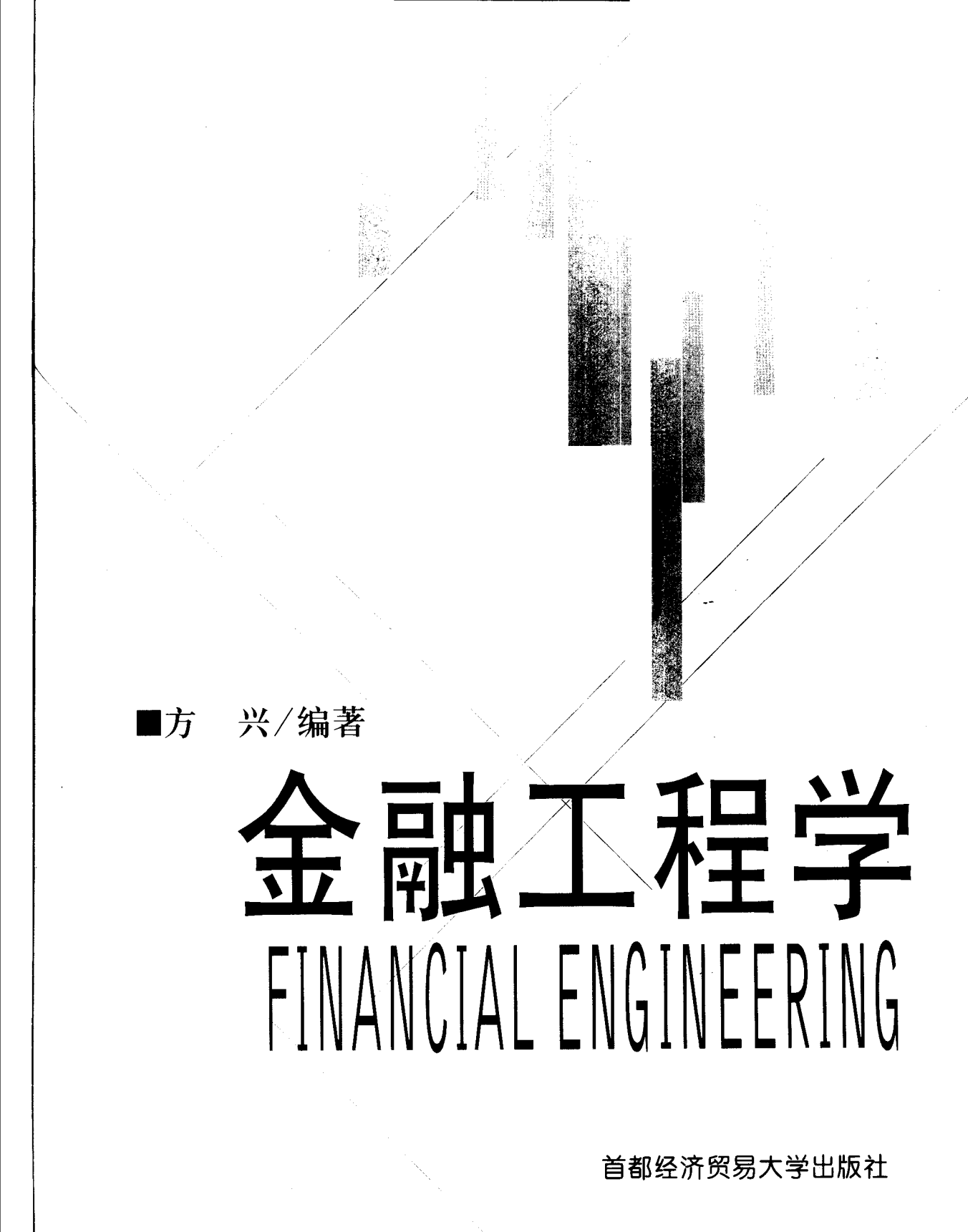


■ 方 兴 / 编著

金融工程学

FINANCIAL ENGINEERING

 首都经济贸易大学出版社



■方 兴/编著

金融工程学

FINANCIAL ENGINEERING

首都经济贸易大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金融工程学/方兴编著. —北京:首都经济贸易大学出版社, 2004. 7
ISBN 7-5638-1138-9

I. 金… II. 方… III. 金融学-高等学校-教材 IV. F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051917 号

金融工程学

方兴 编著

出版发行 首都经济贸易大学出版社
地 址 北京市朝阳区红庙(邮编 100026)
电 话 (010)65976483 65065761 65071505(传真)
E-mail publish@cueb.edu.cn
经 销 全国新华书店
照 排 首都经济贸易大学出版社激光照排服务部
印 刷 北京通州永乐印刷厂
开 本 787 毫米×980 毫米 1/16
字 数 528 千字
印 张 27.5
版 次 2004 年 7 月第 1 版 第 1 次印刷
印 数 1~4 000
书 号 ISBN 7-5638-1138-9/F·659
定 价 35.00 元

图书印装若有质量问题,本社负责调换
版权所有 侵权必究



前言

金融工程学是 20 世纪 80 年代出现的一门新兴的交叉学科。它将现代金融学、信息技术和工程方法进行综合,通过采用数学模型、网络图解、仿真技术等把工程思维引入金融领域,设计并开发出新型的金融产品,用以解决各种金融问题。金融工程是实施金融创新的手段。金融科学的工程化使金融科学由此进入一个新阶段。

金融工程是金融领域的高新技术。国际炒家在世界范围的金融市场兴风作浪时,他们并不是盲目地投注赌博,而是利用金融工程这种高新技术,设计出非常精妙的大规模套利和投机策略,向各国金融市场的薄弱环节发动进攻。各国政府和金融当局,也必须借助金融工程的技术来保卫自己国家的经济和金融持续稳定发展。

金融工程学的出现轰动了西方金融界,现已成为西方国家的商业银行、投资银行、其他金融企业的从业人员,以及一些大公司的财务管理人员和企业管理人员的必备知识,并且已成为西方大学教育中最热门的课程之一。它是金融、财务管理、企业管理等专业的必修课程。

在东南亚金融危机中,由于当时我国的金融市场还没有完全开放,才使我国在那次金融危机中得到一定程度的保护。但是,现在我国已加入 WTO,随着金融市场的逐步开放,国外金融机构的进入,我国金融市场必将与国际金融市场接轨,我国金融界必将面对国际同行的激烈竞争。如果我国金融界人士不具备金融工程知识,将很难在竞争中生存。金融工程是我国银行、证券投资、保险、财务管理等专业人士急需学习的知识。否则,不仅个人无法在金融界立足,而且,我国金融和经济的持续稳定发展也将会受到影响。

然而,由于历史的原因,我国在培养金融人才、提高金融从业人员水平方面,与国际水平相比,还存在很大的差距,主要表现在:一方面,我国金融市场发育较晚,导致金融工程学教育起步较晚、起点较低,理论与实践总体水平偏低。这与国际上金融领域的理论与实践异常活跃、不断创新、发展迅猛的情况形成极大反差。另一方面,国际上一流的金融学家在他们的研究工作中,都是将定性思维和定量分析高水平地统一到一起,在实际的金融交易和运作中,数理工具也是必不可少的。而我国的金融学专业,在很长时期属于文科专业,在金融专业人士中普遍存在着数理功底较弱的现象。这与国际上金融工程研究和金融实务的现状形成巨大差距。

为了帮助我国读者克服以上两个问题,以便尽快掌握金融工程学的全貌和最新成果,本书力求比较全面、系统地介绍金融工程领域的最新成果,帮助读者逾越第一个差距。

本书特点之一是适用于文科背景的广大财经类院校的金融、财务、会计、经济和企业管理等专业的教学。早在9年前,也就是作者在清华大学开始从事金融工程方面的课题研究时,这本书就已经开始酝酿了。在开始讲授这门课时,作者深感急需相应的教材,于是开始编写适应广大文科财经类专业背景人士需要的《金融工程学讲义》。在此基础上本书尽可能仅使用微积分、线性代数、概率论的初等知识。对于文科财经类专业的读者来说,这些知识都是具备的。对那些非关键性的数学推导放在相关链接中,不阅读这部分内容基本不会影响系统理解本书内容。本书对某些重要专题中不可避免地涉及的较深的数学知识进行了详细解释。

本书特点之二是内容丰富、体系完整,适合于该学科的研究人员、广大师生及金融实务界人士多层次的读者阅读。几年来,作者为研究生讲授《金融工程学 II》、为本科生讲授《金融工程学 I》,并为金融实务界人士培训有关知识。在教学过程中作者发现,研学者因个人专业背景不同,在学习这门课程时,所需补充的基础知识相差甚远,为此,作者不断地补充本教材内容,力争使本书体系完整、内容丰富;同时,读者在研读时也可以根据自己的知识背景进行取舍。

本书特点之三是力求全面系统地介绍金融工程领域的最新成果。本书成稿得益于作者2003~2004年在国外从事相关的教学项目,有机会与国外学术界同事交流、搜集大量资料、跟踪研究国际上金融工程学的最新动态。本书在原教材的基础上补充了大量金融工程方面的最新成果。

本书另有配套教材,采取互动式金融模型、案例和习题答案(另行出版)。其特点是以互动的方式紧密联系金融市场的实际,提供独有的案例。配套教材所提供的案例是本人自1995年至今从事金融工程教学和研究的结晶(其中包括本人承担的国家“九五”重点课题的研究成果,该课题曾上报国务院总理,经中国工程院院

士、北大、清华、社科院的专家组成的评审会鉴定,认为:“与国内外领先地位的同类项目对比,在理论、方法上有创新”),在多年的教学中一直深受欢迎,它将成为该书的特色之一。

在本书的写作过程中,国内外学术界许多同事提供了许多有价值的建议,特别是得到美国麻省理工学院 Campbell 教授的极大启发,以及出版社刘红老师的大力支持,在此深表感谢。

方 兴
2004 年 2 月于 MIT

目 录

第一章 导论 / 1

- 第一节 金融工程学简介 / 2
- 第二节 金融创新和金融工程学 / 4

第二章 MM 理论与无套利原则 / 15

- 第一节 MM 理论 / 16
- 第二节 无套利原则的数学定义 / 20
- 第三节 无套利原则与资产定价基本定理 / 21
- 第四节 无套利原则与鞅初步 / 24
- 第五节 无套利原则与完全市场 / 25
- 第六节 无套利原则与期权的边界条件 / 25

第三章 金融产品和市场简介 / 28

- 第一节 股票、商品、货币和指数 / 29
- 第二节 资金的时间价值 / 39
- 第三节 固定收入证券与通货膨胀保值债券 / 42
- 第四节 远期和期货 / 44
- 第五节 有关期货的更多知识 / 47

第四章 衍生工具基础知识 / 50

- 第一节 期权 / 51
- 第二节 共同术语的定义 / 56
- 第三节 收益图 / 57
- 第四节 衍生产品交易的一些基本常识 / 62
- 第五节 期权平价原则 / 67
- 第六节 简单的期权策略 / 70



第五章 二叉树模型 / 83

第一节 市场有效性与二叉树模型的假设条件 / 84

第二节 单步二叉树模型 / 85

第三节 两步二叉树图 / 90

相关链接 5.1 二叉树模型的学术背景 / 97

相关链接 5.2 程序 / 98

第六章 二叉树模型的扩展 / 100

第一节 CRR 树图法 / 101

第二节 支付已知红利的股票期权的二叉树图法 / 105

第三节 基本二叉树方法的扩展 / 108

相关链接 调整 CRR 二项图中的概率结构 / 112

第七章 资产的随机行为 / 114

第一节 股票价格的行为模式 / 115

第二节 股票价格的行为过程 / 120

第三节 Ito 定理 / 121

第八章 Black-Scholes 模型分析 / 125

第一节 Black-Scholes 微分方程的基本概念与推导 / 127

第二节 风险中性定价 / 129

第三节 Black-Scholes 定价公式 / 130

第四节 公司发行的本公司股票认股权证 / 132

第五节 分红 / 133

第六节 隐含的波动率、波动率的微笑型曲线和斜线型曲线 / 135

相关链接 8.1 计算基于支付红利股票的美式看涨期权价值的
精确步骤 / 145

相关链接 8.2 二维正态分布累计概率的计算 / 146

第九章 股票指数期权、期货期权和货币汇兑期权 / 147

第一节 Black-Scholes 公式的扩展 / 148

第二节 定价公式 / 149

第三节 股票指数期权定价 / 150



- 第四节 期货期权 / 153
- 第五节 货币汇兑期权 / 156

第十章 鞅定价方法 / 160

- 第一节 基本概念 / 162
- 第二节 鞅的定义与性质 / 165
- 第三节 鞅在资产定价中的应用 / 168
- 第四节 鞅的表达式 / 171
- 第五节 不同测度下的数学期望值 / 172
- 第六节 Girsanov 定理 / 174

第十一章 等价鞅测度的应用与期权定价 / 179

- 第一节 鞅测试 / 180
- 第二节 资产价格的鞅变换 / 181
- 第三节 鞅的应用: 布莱克-斯科尔斯公式 / 182
- 第四节 鞅方法与偏微方程法的比较 / 185

第十二章 用蒙特卡罗模拟对依赖于路径的衍生证券定价 / 189

- 第一节 离散时间与连续时间 / 190
- 第二节 模拟需多少次 / 192
- 第三节 与解析解的比较 / 193
- 第四节 计算的效率 / 194
- 第五节 拓展与局限性 / 197

第十三章 互换 / 200

- 第一节 利率互换: 定价、估值和资产互换 / 202
- 第二节 互换和融资中的比较优势 / 204
- 第三节 互换交易商和互换存货 / 207
- 第四节 互换定价 / 208
- 第五节 其他互换 / 212
- 第六节 信用风险 / 213



第十四章 利率期权 / 218

- 第一节 利率上限期权合约与利率下限期权合约 / 220
- 第二节 互换期权 / 235
- 第三节 债券期权 / 240
- 第四节 嵌入债券的期权、抵押担保证券和经过期权调整的价差 / 243
- 第五节 凸性调整 / 245
- 相关链接 凸性调整公式的证明 / 250

第十五章 利率衍生证券及期限结构模型 / 252

- 第一节 均衡模型简介 / 253
- 第二节 单因素模型 / 254
- 第三节 二元模型 / 259
- 第四节 超关联收益模型 / 260
- 第五节 关联收益模型的经验证明 / 261
- 第六节 固定收入衍生证券定价 / 271
- 相关链接 综合稀有事件的 CIR 模型 / 280

第十六章 新型期权的定价与期权激励 / 283

- 第一节 新型期权概述 / 284
- 第二节 远期开始期权、复合期权和两种不同资产期权的定价 / 285
- 第三节 回望期权定价 / 288
- 第四节 障碍期权定价 / 290
- 第五节 二元期权定价 / 293
- 第六节 亚式期权定价 / 295
- 第七节 期权激励 / 297

第十七章 标的资产价格服从跳-扩散过程的期权定价 / 303

- 第一节 再装期权的定价 / 304
- 第二节 标的资产收益不连续情况的多种资产最大值的
欧式期权定价 / 311

第十八章 具有随机寿命的未定期权定价 / 317

- 第一节 借款利率大于存款利率时具有随机寿命的未定权益定价 / 318



第二节 标的资产价格服从跳—扩散过程的具有随机寿命的
未定权益定价 / 322

第三节 具有随机寿命的二维期权定价 / 324

第十九章 用离散方法对变异期权定价 / 329

第一节 用树图方法计算变异期权的价格 / 330

第二节 标的资产服从 CEV 过程的障碍期权定价 / 337

第三节 信赖于两个标的资产的双回望期权的价格 / 342

第二十章 期权头寸的监控管理和基于神经网络的风险评价 / 351

第一节 期权价格的灵敏度参数 / 352

第二节 实时监控与管理期权头寸 / 357

第三节 波动率价差的特征 / 378

第四节 基于人工神经网络的金融衍生品风险评价 / 379

第二十一章 金融理论的发展与评价 / 389

第一节 随机游动与有效市场 / 390

第二节 线性范式的失灵 / 398

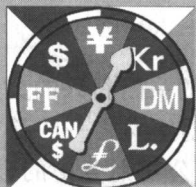
相关链接 金融理论发展的回顾 / 410

附表 1 / 416

附表 2 / 418

主要参考文献 / 420

第一章



导 论

■ 本章要点 ■

本章将介绍金融工程学的定义、研究范围、研究方法论基础、作用，及其与金融创新的关系，分析促进金融工程学发展的因素；同时，阐述金融理论的发展与金融工程学的关系，使读者对金融工程学有一个较全面的认识。



第一节 金融工程学简介

一、金融工程学的定义

金融工程是 20 世纪 80 年代末 90 年代初出现的一门新兴的交叉学科。金融工程学的定义有广义和狭义之分。金融工程学的创始人之一约翰·芬尼迪(John Finnerty)1988 年在《金融管理》杂志上发表了题为《公司财务中的金融工程》的论文,他认为金融工程学广义的定义是“将工程思维引入金融领域,综合地采用各种工程技术方法设计、开发和实施新型的金融产品,创造性地解决各种金融问题”。

金融产品广义的含义既包括金融商品(所有在金融市场交易的金融工具,如股票、债券、期货、期权、互换等都被视为金融商品),又包括金融服务(如结算、清算、发行、承销等)。设计、开发和实施新型金融产品的目的是为了创造性地解决金融问题,这些创造性的解决方案也可以产品化。

金融工程学开始被狭义地定义为对金融风险管理工具和技术的研究,它起源于 20 世纪 80 年代伦敦的银行界。当时有些银行设立了专家小组,对客户的风险进行度量,并应用组合工具进行结构化管理。这类工作被称为金融工程,从事此类工作的专家被称为金融工程师。英国的格利茨(Lawrence Galitz)教授认为,金融工程学是“应用金融工具,将现在的金融结构进行重组以获得人们所希望的结果”。他将金融工具比做机械工程中使用的工具,可以以标准形式单独使用,也可以根据特定的需要组合起来。这里的“结果”是指特定的金融目标。

20 世纪七八十年代以来,随着金融创新和金融自由化浪潮的兴起,人们对金融工程学的认识迅速拓宽。1991 年“国际金融工程师协会(IAFE)”成立,为准确地界定这一新兴学科,给出了金融工程学的广义定义。金融风险管理(原狭义的定义)成为金融工程学的核心内容。

在金融工程学广义的定义中“新型”和“创造性”最值得重视,它们包括 3 种含义:①金融领域中思想的跃进,其创造性最高,如创造出第一份期权合约、第一份互换合约;②对已有的观念作出新的理解和应用,如将期货交易推广到以前未能涉及的领域,产生了金融期货;③对已有的金融产品和手段进行重新分解和组合,从而创造出新的金融工具,如远期互换、期货期权、互换权和许许多多层出不穷的复合金融工具。



二、金融工程学的研究范围

芬尼迪将金融工程学的研究范围分为三个方面:一是新型金融工具的设计与开发,这部分内容是目前金融工程学研究的主要领域,从互换(Swap)、期权(Option)、远期利率协议(FRA),到指数期货、利率上限下限、证券存托凭证等皆属此列;二是为降低交易成本的新型金融手段的开发,这包括金融市场套利机会的发掘和利用、交易清算系统的创新等,目的是为了充分挖掘盈利潜力,降低“管制成本”;三是创造性地为解决某些金融问题提供系统完备的解决办法,包括各类风险管理技术的开发与运用、现金管理策略的创新、公司融资结构的创造、企业兼并收购方案的设计、资产证券化的实施等。^①

三、金融工程学研究方法论的基础

工程化的方法论主要有数学建模、数值计算、网络图解、仿真模拟等技术手段。工程活动主要依赖于工程师们的创造性劳动,不拘泥于死板的理论教条。工程方法论立足于解决实际的问题,如产品的设计、开发和实施是一切工程活动的基本内容。

金融工程作为工程型学科的方法论,是围绕着金融产品的创造和实现展开的,而金融产品的推出和改进,又都是以市场为导向的。西方发达国家的金融工程活动已经发展到了“量体裁衣”地提供金融产品。

金融工程的工程方法论大量地采用数学和统计学的工具,还用到了其他与系统科学和决策科学有关的工具。在计算机信息技术的支持下,利用金融市场的实际数据开展实证研究,并建立实验室环境来试验各种创新设计和开发的金融产品,也就是发展实证的金融学。总之,自然科学和工程化的方法论已经向金融学全面渗透。

四、金融工程的作用

金融工程的产生把金融科学推进到了一个新的阶段。金融工程是现代金融学、信息技术和工程方法相结合的一门新兴的交叉学科,是金融科学的工程化。任何一门学科,只有经过工程化,创造出产品,才能产生大规模的经济和社会效益,就像机械工程支持机械工业的发展,电子工程支持电子工业的发展一样。如果把银

^① Marshall J, Bensal V.《Financial Engineering—Complete Guide to Financial Innovation.》, Allyn & Bacon Inc. 1992.



行金融业看做一种产业,就必须有它的产品(金融产品)、创造产品的技术和工艺(金融工程)、生产和营销产品的企业(银行和其他金融机构)、交易产品的市场(金融市场)。因此,金融工程的产生使金融作为一种产业得到了支持它发展的工程学科。

实际上,金融工程这一金融领域的高新技术已经发挥了巨大的作用。国际炒家在世界范围的金融市场兴风作浪时,他们并不是在盲目地投注赌博,而正是利用这种高新技术,设计出非常精妙的大规模套利和投机策略,向各国金融市场的薄弱环节发动进攻。而各国政府和金融当局,也必将求助于此类高新技术,才能保卫自己国家经济和金融的稳定和持续发展。

第二节 金融创新和金融工程学

一、金融创新的发展历史

尽管金融工程学的定义及其学科界定是在 20 世纪八九十年代,但金融创新却是历史悠久。可以说,金融创新的发展历史也是金融业发展的历史,它最早可以追溯到古代巴比伦和一些世界文明的发祥地。在古罗马,曾出现过最古老的银行。据记载,现代银行业的奠基始于文艺复兴时代的意大利,当时,一些银行除了买卖外汇以外,还吸收活期和定期存款。不过,那时大多数业务都通过口头形式转账进行。意大利银行业中最出名的要算是梅迪家族,该家族曾一度统治过佛罗伦萨的银行业,并向意大利和欧洲其他国家的王公和商人发放贷款。

13 世纪,一项重大的金融创新就是汇票的出现。当时,因不能运用汇票冲销债务进行票据清算,所以,在进行易货贸易时,只好当面清账或使用大量硬币、金银器皿或金银进行支付。在中世纪,汇票必须出售,而且不能贴现,因为贴现意味着打折扣收取利息,而当时罗马教会不允许放高利贷。直到 17 世纪初,汇票逐步进入流通领域,它才可以作为一种债权进行转让。

16 世纪,法国政府最早发行了长期债券。当时法国政府规定,凡购买这种债券的投资者可以免交所得税,因而,法国长期债券倍受投资者的欢迎。长期债券后来在其他国家也相继出现。

除债券以外,股票也是较早的金融创新,它的出现是随着商业探险的不断推进而发展的。早在 1553 年,俄国就已经注册了俄国公司。1600 年,荷兰东印度公司成立,1602 年荷兰东印度公司最早发行股票。由此,股票便成为大众化的金融



工具。

股票出现之后,优先股则是对股票的改进和创新。优先股最早出现于英国,19世纪的英国在修建铁路时,为了筹集建设资金而发行了大量的优先股,在不到100年的时间里,优先股占股票(普通股和优先股)的市场比例从1845年的4%上升到1949年的66%。

1957年,受苏伊士运河事件和英国通货膨胀上升的影响,英镑遇到了贬值的强大压力。为了保持英国金融秩序的稳定,英格兰银行宣布提高利率,同时实施资本管制,从而导致美元存放款业务逐渐取代了英镑存放款业务,这是最早的欧洲货币市场。

欧洲货币市场逐步形成之际,欧洲资本市场也应运而生。欧洲债券市场兴起的直接原因是1963年美国实行利息平衡税,并规定,凡美国投资者购买外国公司发行的证券,需按购买价格征收一定的税赋。其目的是限制资本外流,这一政策也是促使欧洲债券市场形成的重要原因。

1966年,美国出现了大额存单,这是银行系统推出的类似于债券的银行存款工具。由于20世纪60年代西方主要发达国家通货膨胀的加剧,利率水平不断上升,而且变化幅度加大,1970年出现了浮动利率债券。这是债券市场的重大变革,它不仅有利于一级市场债券的发行,而且促进了二级市场的发展。

1971年,美国开始使用证券交易自动报价系统,通过计算机屏幕进行证券交易,这是科技进步给证券市场带来的金融创新。与此同时,金融市场的发展也促成一些金融衍生工具的产生。1972年,芝加哥期货交易所国际货币市场部成立,随后推出货币期货合约,开创了现代期货市场金融期货交易的先例。

1973年,全球银行间财务通讯系统(SWIFT)正式推出,这一系统是将电脑与最新电讯技术相结合,通过国际数据传输电路,使全球各银行可以通过终端收发国际金融资讯并进行国际结算,这是国际结算充分运用科学技术进步成果而进行的重大改革。全球银行间财务通讯系统作为一个新的金融市场,它除了提供外汇买卖、证券买卖、跟单托收信用证以外,还具有账户确认以及银行间资金调拨等功能。

1976年,第一张信用卡出现以后,信用卡的作用逐步为人们所重视。如今,信用卡不仅用于现金存取和支票转账服务,而且还用于消费结算服务,持卡人作为银行指定的特约客户,可以通过信用卡进行消费购物和结算业务以及查询余额。此外,持卡人还可以通过银行提供的信用卡读写器进行有关个人信息资料的存储操作。

进入20世纪80年代,金融创新呈现出日新月异快速发展的景象。1981年3



月,罗纳德·里根在美国总统大选中获胜之后,开始实施“新经济复兴计划”。其目的在于解除政府对国民经济一些主要部门的管制,以促进竞争来增加物品供应,降低物价,进而刺激经济增长。随之出现了利率和汇率波动的加剧,致使1981年出现了货币掉期和利率掉期。1982年又出现了更为复杂的长期国债期货期权、股票指数期权和货币期权。

从20世纪80年代开始,欧洲各国也相继放松了对国内金融市场的管制,允许金融机构有更多的市场参与自由,实施经济自由主义政策,促进了欧洲债券市场的迅速发展。起初,欧洲债券使用的是固定利率,期限从3年到10年不等。随着金融市场不稳定性的加剧,为适应市场条件变化的要求,发行者相继推出了适合投资者需要的、多种形式的证券,如浮动利率债券,其与伦敦银行同业拆借利率挂钩。10多年来,这些按浮动利率支付利息的证券已经有了较快的发展。

伴随通货膨胀率的上升,长期证券会产生资本损失并给持有者带来负收益,巨额资本的溢价或资本损失使投资者的收益具有极大的不稳定性。这样,在信贷方面出现了以变动利率的债权债务工具为主要内容的金融创新,如变动利率存单、变动利率抵押票据、变动利率贷款等。

1985年,日本东京证券交易所开办了债券期货业务,当时,其市场准入只限于银行和证券公司等金融机构,不允许个人投资者参与。对于这一市场准入的限制,日本经济理论界产生了不同的反响,有的人支持,有的人反对。实际上,这些金融衍生市场仍不可避免地有个人投资者参加。1986年,东京证券交易所又推出了货币和股票认购证。

20世纪80年代,波罗的海国际运费期货交易所首先推出运费期货合约,这是继股票指数期货出现之后,又一重要的指数期货合约。推出运费期货合约的目的在于对国际航运费用进行保值。后来,百慕大国际期货交易所也推出了海运航线指数期货。上述两种期货合约是全球有代表性的海上航线海运指数期货,1986年,波罗的海国际运费期货交易所并入伦敦商品交易所(1987年更名为伦敦期货期权交易所),并开立了一个运费期货专场。

进入20世纪90年代以后,金融衍生工具的交易量不断增加,并使得金融衍生交易全球化。值得指出的是,在一些新兴工业国家中,新的交易所先后设立,他们纷纷效仿某些发达而成熟的期货交易所的做法,相继建立有形和无形的金融衍生市场。因此,金融创新全球化传播速度不断加快,已形成全球24小时内连续的金融衍生交易。

二次世界大战以来,国际金融市场上出现的主要金融创新可参见表1-1。