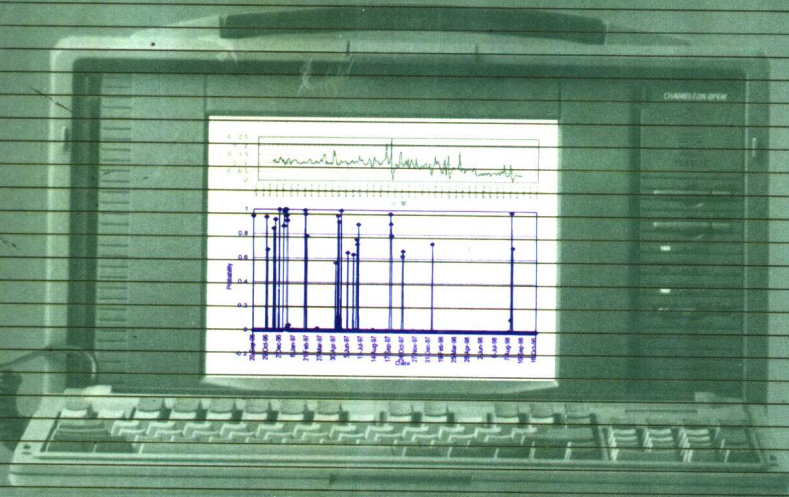


jinrong gongcheng yanjiu

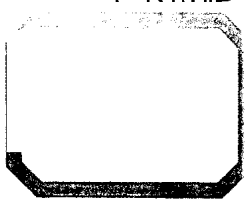
金融工程研究

吴冲锋 王海成 吴文锋 著

$$dr(t) = [\alpha_1(t) + \alpha_2(t)r(t) + \alpha_3(t)\ln r(t)]dt \\ + [\beta_1(t) + \beta_2(t)r(t)]^v dz(t)$$



上海交通大学出版社



上海发展汽车工业教育基金会资助

金融工程 研究

吴冲锋 王海成 吴文锋 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是作者近几年来承担有关金融工程项目的研究成果的部分总结。本书紧密结合我国金融市场现状展开研究,涉及许多领域和方法,主要包括可回售贷款的转让权利定价问题、基于电力价格(指数)的债券定价与设计问题、基于房产价格指数的期权定价分析、期货市场有效性研究、套期保值策略研究、期铜价格诸整关系和引导关系研究、股票价格的波动模型及异常波动、主力的投资行为等内容。本书适合作为从事金融工程研究的研究生、学者,以及从事金融行业的专业人才的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

金融工程研究/吴冲锋,王海成,吴文锋著. —上海:
上海交通大学出版社,2000

ISBN 7-313-02371-5

I. 金… I. ①吴… ②王… ③吴… II. 金融市场-
研究-中国 N. F832. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 10574 号

金融工程研究

吴冲锋 王海成 吴文锋 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

立信会计常熟市印刷联营厂印刷 全国新华书店经销

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 15.5 字数: 398 千字

2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1~3000

ISBN 7-313-02371-5/F·340 定价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

序 言

近几年来我国金融体系正在发生迅速变化，国有银行进行商业化改革，资本市场迅速壮大，中央银行逐步实施独立的货币政策，风险管理已引起金融机构和非金融机构的重视。但是，与国外发达国家相比，我国金融市场的产品品种少，避险工具不多，市场完全性较低，效率也不高。这些问题的解决和金融市场的进一步发展都离不开金融工程这一新兴综合学科。

金融工程将工程思维引入金融领域，综合地运用各种工程技术来设计、开发和实施新型的金融产品，创造性地解决各种金融问题。就像机械工程支持机械工业发展，电子工程支持电子产业的发展一样，金融工程也必成为金融产业发展的新支撑。金融工程的产生为金融产业发展提供强大的技术支持，必能促进金融产业的迅速发展。

我国对金融工程研究起步较迟，应用还不多，国家自然科学基金会于 1997 年启动“九五”重大项目“金融数学、金融工程及金融管理”。这促进了我国金融工程研究的迅速发展。本书是作者 5 年多来承担许多有关金融工程方面研究项目的部分研究成果的总结。有些研究成果已通过国内外同行专家的评审，并获得很高的评价。笔者相信本书的出版将对我国金融工程的进步和金融产业的发展作出有益的贡献。

王浣尘

1999 年 12 月

前 言

金融工程是本世纪 80 年代末、90 年代初兴起的新兴综合性学科，正越来越受到人们的重视。金融工程包括新型工具与金融手段的设计、开发与实施，以及对金融问题给予创造性的解决。这是最早提出金融工程学科概念的学者之一约翰·芬尼迪 (John Finnerty) 的定义。国际金融工程师学会常务理事约翰·马歇尔 (John F. Marshall) 认为芬尼迪的这一表述对金融工程的研究范围作出了准确的概括，并作了进一步的阐述。他们指出，定义中的“新型和创造性”有三个层次的涵义：一是指金融领域中思想的跃进，其创新程度最高；二是对已有的观念做重新的理解与运用；三是指对已有的金融产品和手段进行分解和重新组合；目前层出不穷的新颖金融工具的创造，大多建立在这种组合分解的基础上。

国内对金融工程的理论和应用研究刚起步不久，与西方发达国家有一定的差距，在应用方面更甚，因此加强对金融工程理论和应用的研究是非常必要的，特别是利用金融工程技术来解决国内的各种实际问题更具有重要的意义。我国国家自然科学基金会“九五”重大项目“金融数学、金融工程及金融管理”正是将金融工程作为主要研究内容。本书紧密结合我国金融市场现状展开研究，内容新颖、丰富，涉及许多领域和方法，具体内容包括金融产品定价分析及设计研究、期货市场研究和证券市场研究三部分。

在第一部分“金融产品定价分析及设计研究”中，我们主要研究了可回售贷款的转让权利定价问题、基于电力价格(指数)的债券定价与设计问题和基于房产价格指数的期权定价分析等三

个实际问题。根据我国某银行的贷款转让问题,研究了我国第一个可回售贷款的转让定价问题。在转让方案中考虑了允许贷款转让合约购买方在未来具有将贷款回售给原银行的权利,以及利率上限、下限和利率上下限等问题。对于一直困扰电力企业发展的融资问题,设计了一种基于电力价格(指数)的电力债券,电力债券利率与电力价格(指数)直接挂钩,使得融资双方风险/收益共担。对于目前住房改革问题,我们设计一种基于房产价格指数的激励期权,并给出该期权的定价表达式。

在第二部分“期货市场研究”中,我们主要研究了期货市场有效性研究、套期保值策略研究、期铜价格谐整关系和引导关系研究等。利用上海金属交易所期铜的收盘价、结算价和北京商品交易所的绿豆期货和胶合板期货的收盘价等实际数据,采用 BGS 模型, Nordhaus 模型, Arrow 模型等 13 个分析模型来研究我国期货市场期价的有效性。对于套期保值策略,我们研究了最小风险套期、最大效用套期、选择性风险套期、现代组合套期等多种套期方法以及套期成功所需资金估计方法,并根据上海金属交易所的数据进行深入实证研究和分析。对上海金属交易所和深圳金属交易所期铜价格、上海金属交易所和伦敦金属交易所的期铜价格进行了谐整及引导关系的检验。

在第三部分“证券市场研究”中,我们主要对股票价格的波动模型及异常波动、主力的投资行为等进行研究。针对股价波动问题,在介绍传统的股价波动模型,如随机游走模型,对数正态分布模型的基础上,提出了考虑异常波动的波动源模型,通过对上海证券市场的实证研究表明波动源模型能更精确地描述现实股票市场的价格波动现象。运用马尔可夫机制切换算法对异常波动点进行辨识,并结合上海证券市场进行了实证研究。从制造异常波动的主力投资者的角度进行研究,分析了主力投资者的行为,从个股价格的时间序列中剔除指数的影响,从残差的异常变动中找出引起股价波动的主力行为特征;对残差进行傅里叶变换来分

析主力投资行为的周期性。

上海交通大学管理学院金融工程研究课题组从 1994 年开始从事金融工程研究，先后获得国家自然科学基金及其“九五”重大项目(79500011, 79790130)，上海市青年科技启明星计划项目，上海市哲学社会科学“九五”规划项目，上海市曙光计划以及上海市重点学科项目等资助，已先后完成 2 篇专题研究报告，发表论文 20 余篇，本书仅仅是这些研究项目部分成果的总结，其他成果也将陆续发表或出版。在研究过程中，先后已有近 20 多位同志参加部分研究工作。除了本书作者外，还有冯芸、顾常春、钱宏伟、幸云、李开翊、黄智猛、朱少醒、宋军、王惠、胡震娅、王铮、党开宇、贺英勃、刘晓华等。由于我国市场经济起步不久，市场体系还不完善，金融改革正在进行之中，本书研究所涉及内容新颖、丰富，并结合实际背景展开研究，具有前瞻性和探索性质，当然许多问题都有待进一步的深入研究，不足和错误在所难免，衷心希望广大读者批评指正，以便促进和改善我们的研究工作。

在本书的出版过程中获得上海发展汽车工业教育基金会的资助和上海交通大学出版社的帮助，在此深表谢意。在本书的打印、校对过程中获得党开宇、宋军、吴丽棠等同志的帮助，在此也一并致谢。

吴冲锋

1999 年 12 月于上海交通大学管理学院

目 录

第一篇 金融产品定价研究	1
第一章 绪论	3
1.1 金融工程产生和发展的背景	3
1.2 现代金融理论及应用的发展过程	7
1.3 期权定价技术的应用及进展	13
第二章 金融产品定价和设计	23
2.1 瞬时无风险利率动力学模型	23
2.2 Vasicek 和 CIR 无风险利率动力学模型	26
2.3 金融产品的定价分析	37
2.4 金融产品的设计	41
2.5 本章小结	44
第三章 可回售贷款转让权利的定价研究	46
3.1 背景	46
3.2 可回售贷款的定价方法	47
3.3 债券收益率曲线的实证研究	52
3.4 可回售贷款转让权利价格的数值计算 1	58
3.5 可回售贷款转让权利价格的数值计算 2	68
3.6 可回售贷款转让权利价格的数值计算 3	77
3.7 可回售贷款转让权利价格的数值计算 4	92
3.8 本章小结	100
第四章 基于电力价格(指数)的债券设计与定价研究	103
4.1 背景	103
4.2 基于电力价格的电力债券设计与定价方法	105

4.3	简单电力价格模型	109
4.4	电力债券的定价分析 1.....	112
4.5	电力债券的定价分析 2.....	122
4.6	电力债券的定价分析 3.....	130
4.7	电力债券设计 1	138
4.8	电力债券设计 2	149
4.9	本章小结	159
第五章	基于房产指数期权的定价研究	161
5.1	背景	161
5.2	房地产价格变动的影响因素	162
5.3	住房激励期权价值的定价方法	166
5.4	住房价格指数的简单动力学模型	169
5.5	住房激励期权价值的数值求解	172
5.6	本章小结	194
第二篇	期货市场研究	195
第六章	期货市场的特点、功能及价格影响因素	198
6.1	期货交易的发展概况	198
6.2	期货交易的基本特征	199
6.3	期货交易的基本功能	200
6.4	影响期货价格的因素分析	203
第七章	期货市场有效性研究	206
7.1	期货市场有效性研究的意义	206
7.2	有效市场和有效市场假设	207
7.3	市场有效性的基本检验方法	207
7.4	实证研究	214
7.5	本章小结	230
第八章	最佳套期决策及策略研究	231
8.1	最小风险套期	232

8.2	考虑持有成本情况下的最大效用套期	234
8.3	选择性风险套期	238
8.4	组合套期	242
8.5	套期保值资金需求量研究	245
8.6	套期资金需求量对套期策略的影响	249
8.7	上海金属交易所期铜套期实证研究	250
8.8	本章小结	269
第九章	期铜价格谐整关系和引导关系研究	270
9.1	时间序列的谐整性和引导性关系	270
9.2	实证检验模型 1: 上金所和深金所期铜价格之间的 引导关系检验	276
9.3	实证检验模型 2: 上金所和伦金所期铜价格之间的 引导关系检验	286
9.4	实证检验模型 3: 现货、一月期铜和二月期铜价格 引导关系研究	295
9.5	上金所和深金所期铜价格之间引导关系的进一步 讨论	298
9.6	上金所和伦金所之间的价格引导关系检验	311
9.7	本章小结	325
第三篇	证券市场研究	327
第十章	现代证券理论	329
10.1	证券及证券组合的收益率和风险的度量	329
10.2	因素模型	331
10.3	现代证券组合理论	336
10.4	资本资产定价模型	349
10.5	套利定价理论	356
第十一章	现代证券理论的实证研究	361
11.1	CAPM 模型的实证检验综述	361

11.2	上海证券市场的 CAPM 实证研究	367
11.3	APT 理论的实证研究	379
第十二章	股票价格的波动模型及异常波动研究	387
12.1	随机游走模型和对数正态分布模型	388
12.2	股票收益率的高峰度和负偏度	392
12.3	波动源模型	398
12.4	波动源模型实证分析	402
12.5	股价异常波动的辨识	409
12.6	波动源模型可以作的进一步研究	418
第十三章	主力的投资行为分析	420
13.1	股价的主力行为波动	420
13.2	主力投资行为的实证分析	425
13.3	主力投资行为的周期性分析	437
第十四章	神经网络模型在股票价格分析中的应用	450
14.1	神经网络模型简介	451
14.2	应用 BP 模型分析股票市场中存在的问题	455
14.3	BP 模型在预测应用中的输入变量的选取	461
参考文献		467

第一篇 金融产品定价研究

80 年代末出现、90 年代初兴起的新兴综合性交叉学科——金融工程，标志着金融科学已进入了工程化、产业化阶段。如今，金融工程日益受到实务界和理论界的重视。从本质上说，金融工程的主要目的和任务是按照客户的需要（从风险/收益的角度），设计和定价金融产品。金融工程技术的应用范围已远远超出传统的金融领域，如期权定价技术已经可以对标的物为实物资产的实物期权进行定价和设计，从而大大增加了金融工程技术处理实际问题的能力和灵活性。国内对金融工程的理论和应用研究才刚起步，与西方发达国家有一定的差距，在应用方面更甚，因此加强对金融工程理论和应用的研究是非常必要的，特别是利用金融工程技术来解决国内的各种实际问题更具有重要的意义。本篇的主要研究工作及结论如下：

(1) 实际金融产品的定价和设计中，无风险利率动力学模型起到了关键性的作用。作为后续几章的基础，本篇第二章首先利用上海证券交易所交易的国债回购利率及国内银行同业拆借利率用 Vasicek 模型和 CIR 模型进行实证检验，得到了基于国债回购利率及银行同业拆借利率用 Vasicek 和 CIR 模型。同时在 CIR 模型中，纠正国外研究者计算和选择 δ 的方法。另外，第二章还讨论了基于风险中性定价方法的金融产品定价和设计的一般性方法，并提出了计算方法。

(2) 本篇第三章以固定利率贷款转让为例对银行间贷款转让及可回售权利进行了定价分析。根据中国某银行的贷款转让问题，研究了我国第一个可回售贷款的转让问题。不同于一般贷款转让问题，在转让方案中考虑了允许贷款转让合约购买方在未来

具有将贷款回售给原银行的权利,以及考虑了利率上限、下限和利率上下限问题。基于 Hull-White 方程、Vasicek 方程和 CIR 方程对各种方案下的转让权利进行了定价分析。计算结果表明基于这三个无风险利率动力学方程计算得到的转让权利价格相差较大,并且计算时间步长的不同对计算结果也有影响,鉴于中国目前还没有贷款转让业务市场及回售业务市场,计算结果还很难进行判断,因此选择一个最符合国内金融市场的无风险利率动力学模型是正确度量可回售贷款转让权利价格的关键。

(3)融资问题一直是困扰电力企业发展的难题。在国外,发行企业债券是一种常用的企业融资方法。电力行业具有初期投资大、回收周期长的特点,使得发行普通企业债券所支付的初期利息大,企业风险也大。前几年我国电力企业上市融资表明,股票上市对企业压力大、成本也不小。因此本篇第四章在我国有关电力部门支持和委托下,设计了一种基于电力价格(指数)的电力债券,电力债券利率与电力价格直接挂钩,使得融资双方风险/收益共担。给出了绝对挂钩方式和相对挂钩方式的定价及其逆问题产品设计方法;在债券定价方面,在考虑了无风险利率动力学模型为常数、Hull-White 方程和 Vasicek 方程的前提下,对各种设计方案的电力债券进行了定价计算;在债券设计方面,在给定初始债券利率的前提下,求出了各种设计方案下的比例参数以及在给定比例参数的前提下,求出了各种设计方案下的初始债券利率。

(4)本篇第五章研究了基于房产价格指数的期权问题。基于上房 50 指数和中房指数的历史数据,通过单位根检验得到了用随机游走模型来描述住房价格变化方程,在假定无风险利率满足定常、Hull-White 方程和 Vasicek 方程 3 种情况下,对各种方案的期权价值进行了计算。

第一章 绪论

1.1 金融工程产生和发展的背景

金融工程(Financial Engineering)是一门在 80 年代末出现、90 年代初兴起的新兴综合性交叉学科。金融工程是金融科学的产品化和工程化,是金融产业的高科技。

任何一门新学科的诞生,我们首先必须明确其定义和界定其研究范围。但金融工程作为一门独立学科的时间毕竟还不是很长,因此理论界和实务界对这些问题的认识也不尽相同,这里给出几个具有代表性的观点。最早提出金融工程学科概念的学者之一 John Finnerty (1988)认为:“金融工程包括新型工具与金融手段的设计、开发与实施,以及对金融问题给予创造性的解决。”国际金融工程师学会常务理事 John F. Marshall (1992)认为 Finnerty 的这一表述对金融工程的研究范围作出了准确的概括,并作了进一步的阐述。他们指出,定义中的“新型和创造性有三个层次的涵义:一是指金融领域中思想的跃进,其创新程度最高;二是对已有的观念做重新的理解与运用;三是指对已有的金融产品和手段进行分解和重新组合;目前层出不穷的新颖金融工具的创造,大多建立在这种组合分解的基础上。

Finnerty (1988)从他对金融工程的定义出发,将金融工程的研究范围分为三个方面:一是新型金融产品和工具的开发;二是新型金融手段的开发,主要目的是降低交易成本;三是创造性地解决金融问题。英国学者洛伦兹·格立茨(Lawrence Galitz, 1998)认为,金融工程即是“运用金融工程重新构造现有的金

融状况，使之具有所期望的收益/风险组合特性”。但实际上，目前有关金融工程的定义和研究内容已经远远超过了以上这些定义。

金融工程的产生和发展并不是偶然的，而是有着其自身广泛而深刻的历史背景。金融工程产生和发展的动因可以分成外部环境因素和金融企业内部因素两方面。这两方面可以进一步细分成许多因素，但主要有：外部市场环境变化、科学技术的巨大进步、金融监管环境的变化、企业内部的需要和现代金融理论的推动（Marshall J, Bensal V., 1992；宋逢明，1999）。

1.1.1 市场环境变化

在本世纪六七十年代，由于战后各国经济发展的不平衡，特别是欧洲复兴和日本崛起，以及发展中国家的工业化进程，二战结束时确立的世界经济格局受到严重挑战，世界市场的性质、国际经济秩序都发生了根本性的改变，使得布雷顿森林会议所确定的固定汇率体系不断受到冲击，60年代后期到70年代的两次“石油危机”，美国等一些西方国家在60年代到70年代的持续通货膨胀最后导致布雷顿森林会议体系的崩溃，使得世界一些主要货币实行浮动汇率制度。同时，由于金融市场对外界信息非常敏感，通讯技术和计算机技术的发展，信息传播和处理的速度大大加快，从而信息对市场造成的冲击也越来越大。

另一方面，市场全球化(Globalization)扩大了世界市场的规模，对那些从事全球化生产、销售和资本融通的跨国公司来说，面临更大的经营、汇率和利率的风险。另外，金融市场本身也日趋全球化，如果跨国企业想要成功地竞争并保持长期稳定的发展，这些风险因素必须加以管理和控制。

金融市场的种种变动，使金融机构、企业和个人时时刻刻生活在价格变动的风险之中，迫切需要规避市场风险的工具和产品。而这些风险是难以通过传统的金融工具和产品本身来规避

的，若运用投资基金来进行证券组合投资，不仅要花费庞大的资金，而且难以规避风险，这样整个西方市场就产生了要求规避风险的强大需求。为迎合这一市场需求，作为风险管理手段的远期(Forward)、期货(Futures)、期权(Option)和互换(Swap)等金融衍生工具应运而生，并得到了广泛的应用。这些新兴金融工具能将传统金融市场上的风险进行有效分离，并集中在特定市场上进行风险的重新分配转移，使投资者能以低廉的成本将风险转移出去(周立，1997)。

1.1.2 科学技术的影响

科学技术对金融工程的产生和发展起着根本性的支撑作用，科学技术的发展为金融工程提供了物质条件、研究手段和新的发展空间。

现代通讯技术的发展使得世界金融市场和商品市场都联成一体。计算机与通讯技术更直接、更充分地服务于金融工程，为金融工程提供了开发和实施金融工具、解决金融问题的有效手段，推动了金融工程的迅速发展，如电子资金划拨系统、电子化证券交易等的开发与实施，既是上述技术在金融领域的应用工程，也是金融工程的重要内容之一。以计算机软、硬件技术和通讯技术为主的多种技术综合应用于金融系统，已形成了规模巨大的、高效率的金融信息和交易系统，如上海证券交易所和深圳证券交易所的STAQ和NETS系统。现代科学技术的发展及其在金融系统的广泛应用，大大地降低了交易成本和信息成本，为金融工程创造了新的机遇和发展空间。

技术因素还通过影响其他环境因素而间接地影响金融工程的发展。前已述及，通讯技术的进步使市场获取信息的速度和数据大大增加，从而加剧了市场价格的波动性，因此对风险防范提出了更高的要求。此外，技术进步也与金融理论的发展有密切的关系(如现代计算机技术的发展可使原来没有办法解决的金融问题

用数值方法来解决)，两者的共同作用极大地推动着金融工程的发展。

1.1.3 金融业竞争态势的变化与金融监管的变革

金融监管的变革和金融业竞争态势的变化反映了金融行业自身发展的规律。金融工程是金融业这一发展规律的必然产物。

金融系统的波动对于国民经济的稳定与发展起着至关重要的作用，因此建立有效的金融监管机制十分重要。金融监管的目的，一是保护投资者的利益，防止金融机构违反投资者本人的意愿从事高风险操作；二是通过规范金融机构的行为，保护和鼓励公平竞争。在金融市场建立和发展的初期，严格的金融监管更是必不可少的。以美国为例，1933 年前后制定的一系列法规对金融机构的业务作出了严格规定，如 Q 法规规定了存款利率的上限，格拉斯-斯蒂尔法案(Glass-Steagall Act of 1933)规定了商业银行业务与投资银行业必须严格分开，有的法案还对银行营业地域进行了限制等等。上述法规在当时对于规范金融市场，恢复公众对金融系统的信心起到了积极的作用。

但在本世纪六七十年代以后，金融系统所处的社会环境已发生了巨大的变化，原有的法规已不适应新的情况，影响了商业性金融机构的市场适应与竞争能力。针对这些情况，金融机构进行了大量的创新活动。创新活动的结果，从其实质来看，或是能以更低的成本达到其他方式能达到的经营目标，或是能够实现已有的工具和技术无法实现的目标。前者使市场更有效率，后者使市场更加完全。

80 年代以来，西方国家的金融监管机关顺应金融创新和金融业的发展趋势，逐渐放松和取消了原有法规中不适应新情况的规定和限制，进入了一个“放松金融管制(deregulation)”的时期。在此同时，监管机关又根据新的情况制定了新的法规，如银行持股公司法，以规范金融机构的行为。事实上，所谓“放