



高等院校金融学专业核心课程精品教材

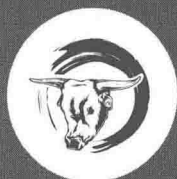
金融工程

第二版

FINANCE ENGINEERING

王安兴 编著

突出逻辑性、原理性，强调实用性和可操作性
更新金融知识，反映国内外金融时势



高等院校金融学专业核心课程精

金融工程

第二版

FINANCE ENGINEERING

王安兴 编著



图书在版编目(CIP)数据

金融工程/王安兴编著. —2版. —上海: 上海财经大学出版社, 2016. 10

高等院校金融学专业核心课程精品教材

ISBN 978-7-5642-2567-4/F. 2567

I. ①金… II. ①王… III. ①金融工程—高等学校—教材 IV. ①F830.49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 249943 号

- ☐ 责任编辑 刘光本
- ☐ 责编邮箱 lgb55@126.com
- ☐ 封面设计 杨雪婷

JINRONG GONGCHENG

金 融 工 程

(第二版)

王安兴 编著

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

同济大学印刷厂印刷

上海叶大印务发展有限公司装订

2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 印张 14 349 千字

印数: 5001—8000 定价: 45.00 元

前言 Foreword

进入 21 世纪,金融工程在中国的应用日益普及,市场对金融工程人才的需求越来越多。为了适应市场对高质量金融工程人才的需求,结合十余年金融工程本科与硕士研究生教学经验,笔者对 2006 年版的《金融工程学》进行重大修改,以适应新形势下的金融工程人才培养需求。

金融工程的研究与实践包括金融工程工具、金融工程理论、金融工程技术和金融工程应用四个部分。为适应市场对金融工程人才的要求,本教材也按照这四个部分编写。

第一编“金融工程基础工具”分别介绍基本的衍生工具——远期与期货、期权、互换。在简单介绍中国衍生产品市场后,基于套利交易思想详细介绍了这三种衍生工具价格行为。

第二编“衍生证券的估价”简明扼要地介绍了资产定价理论,并分别用套利定价、风险中性测度定价和随机贴现因子定价三种方法给出二叉树模型和几何布朗运动模型下的衍生证券定价公式,通过丰富的案例介绍衍生证券价格的计算方法。最后简明介绍多因素模型的应用。

第三编“估值的数值分析方法”介绍数值分析原理、蒙特卡罗模拟、偏微分方差与有限差分方法在金融工程计算中的应用,用丰富的计算案例解释和比较各种计算方法。需要 Matlab 计算程序的读者可以向笔者索取。

第四编“金融工程应用”首先介绍金融创新、金融创新方法和各种创新产品,解释金融产品设计方法,对著名金融产品进行分析。然后分析衍生产品交易,不仅讨论套期保值交易和套利交易,也讨论投机交易,并且对各种类型的衍生产品交易给出案例,方便读者了解衍生产品交易的潜在机会与风险。最后介绍风险价值与风险管理方法。

本书用通俗的语言详细介绍了衍生产品的估价理论和估价技术,只要读者具有微积分和概率论的初步知识,就可以学习和掌握衍生产品的估价理论和估价技术。因此,本教材适合作为金融工程专业本科生、其他财经专业本科生和硕士研究生的金融工程学课程的教材,也



可以作为相关金融从业人员学习和应用金融工程学的参考书。

偏重金融衍生品应用的读者可以主要学习第一编、第二编和第四编,偏重金融工程技术的读者可以主要学习第一编、第二编和第三编。如果读者希望系统学习金融工程的理论、技术与应用,则本书将是一本完美的教材。

笔者依据实际教学经验,在参阅了国内外大量文献的基础上编写而成,主要参考书目列于书后的参考文献中。若有重要遗漏,万望谅解。对本书错误和不尽如人意之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

本书的出版受到上海财经大学教材建设项目(秉文计划,金融学类专业教学改革项目)的资助,在此笔者表示衷心的感谢。

王安兴

2016年10月

目录 Contents

■ 前言/001

第一编 金融工程基础工具

■ 第一章 远期与期货/003

第一节 中国的远期市场与期货市场/003

第二节 远期与期货的基本概念/008

第三节 远期与期货合约价格/010

第四节 常见远期与期货分析/013

本章小结/019

问题与习题/019

■ 第二章 期权/021

第一节 中国期权市场/021

第二节 期权的基本概念/023

第三节 期权价格/027

第四节 期权组合与损益分析/030

本章小结/037

问题与习题/037

■ 第三章 互换/038

第一节 中国互换市场/038

第二节 互换的基本概念/039

第三节 互换的简单应用/041

第四节 利率互换合同约定价/046

第五节 货币互换合同约定价/051

第六节 其他互换/052

本章小结/054

问题与习题/054

第二编 衍生证券的估价

■ 第四章 资产价格行为与资产定价理论/057

第一节 基本资产价格行为模型/057

第二节 多因素模型/063

第三节 基本资产定价理论/066

本章小结/068

问题与习题/068

■ 第五章 衍生证券价格的计算/070

第一节 股票衍生产品定价/070

第二节 利率衍生证券定价/076

第三节 常见衍生产品的估价/078

本章小结/080

问题与习题/081

■ 第六章 多因素模型及其应用/083

第一节 市场模型与记账单位/083

第二节 本币和外币作为记账单位/085

第三节 远期测度/089

第四节 二因素扩散模型的应用/091

本章小结/092

问题与习题/092

第三编 估值的数值分析方法

■ 第七章 数值分析原理/097

第一节 数值计算误差的来源/097

第二节 误差和算法不稳定性/103

第三节 函数近似与插值/105

第四节 迭代法与方程求解/107

第五节 二叉树模型的应用/108

本章小结/114
问题与习题/115

■ 第八章 蒙特卡罗模拟/116
第一节 蒙特卡罗模拟基本原理/116
第二节 模拟随机变量/118
第三节 重复次数的选择/120
第四节 方差减少技术/121
第五节 准蒙特卡罗模拟/127
第六节 估价衍生证券——蒙特卡罗模拟的应用/127
本章小结/136
问题与习题/137

■ 第九章 偏微分方程与有限差分方法/138
第一节 偏微分方程引言和分类/138
第二节 有限差分方法数值解/139
第三节 显性和隐性有限差分方法/140
第四节 有限差分方法估价欧式期权/142
第五节 有限差分方法估价奇异期权和美式期权/147
本章小结/150
问题与习题/151

第四编 金融工程应用

■ 第十章 金融创新与金融产品设计/155
第一节 金融创新的需求/155
第二节 20 世纪 70 年代以来的创新产品/158
第三节 金融产品创新/160
第四节 复合金融工具创新/165
第五节 金融产品设计/166
第六节 著名金融产品介绍/168
本章小结/171
问题与习题/172

■ 第十一章 衍生产品交易分析/173
第一节 衍生产品交易/173
第二节 对冲交易/177

第三节 套利交易策略/189

第四节 投机交易与衍生品交易的教训/190

本章小结/192

问题与习题/192

■ 第十二章 风险价值与风险管理/194

第一节 风险、风险价值与风险度量/194

第二节 风险价值(VaR)模型/198

第三节 VaR 工具与资产管理/202

第四节 著名风险管理系统介绍/206

第五节 套期保值与风险管理/211

本章小结/212

问题与习题/212

■ 参考文献/213

第一编

金融工程基础工具

- 远期与期货
- 期权
- 互换



远期与期货

远期与期货合约是最基本的衍生产品,目前已经广泛应用于资产管理、企业风险管理。了解远期与期货价格的性质,已经成为现代经济中风险管理者、投资者、投机者和套利者必须具备的条件。本章下面详细介绍中国的期货与远期产品,以及产品价格的性质、远期和期货价值与远期价格决定的套利交易策略。

第一节 中国的远期市场与期货市场

一 远期与期货市场产品

远期市场是机构签订远期合约的市场。远期合约即一份经济合约,签约双方按照约定的时间、约定的价格买或者卖约定的资产或者商品。签约时间在现在,合约交易对象的交割发生在合约规定的将来。

在中国金融市场中,有债券远期、远期利率协议、人民币外汇远期等金融产品,部分产品信息如下:

1. 人民币外汇远期^①

产品定义:人民币外汇远期交易是指交易双方以约定的外汇币种、金额、汇率,在约定的未来某一日期(成交日后两个营业日以上)交割的人民币外汇交易。

交易方式:双边询价。

交易币种:USD/CNY、EUR/CNY、JPY/CNY、HKD/CNY、GBP/CNY、AUD/CNY、NZD/CNY、SGD/CNY、CHF/CNY、CAD/CNY、CNY/MYR、CNY/RUB、CNY/ZAR、CNY/KRW。

交易时间:北京时间 9:30~23:30(周六、周日及法定节假日不开市)。

清算方式:双边清算或净额清算。

市场准入:具备银行间外汇市场即期会员资格且取得相关金融监管部门批准的衍生品业务资格的金融机构可根据业务需要单独或一并申请各类银行间人民币外汇衍生品会员。

^① <http://www.chinamoney.com.cn/fe/Channel/2618>。



2. 债券远期交易^①

产品定义：债券远期交易，是指交易双方约定在未来某一日期，以约定价格和数量买卖标的债券的行为。债券远期交易应通过全国银行间同业拆借中心交易系统进行。

标的券种：债券远期交易标的债券券种应为已在全国银行间债券市场进行现券交易的国债、央行票据、金融债券和经中国人民银行批准的其他债券券种。

交易方式：询价交易。

交易期限：远期交易从成交日至结算日的期限（含成交日不含结算日）由交易双方确定，但最长不得超过 365 天。

交易时间：T+0 交易，北京时间上午 9:00~12:00，下午 13:30~16:50；T+1 交易，北京时间上午 9:00~12:00，下午 13:30~17:00。中国内地法定假日不开市。

交易主体：全国银行间债券市场参与者（简称市场参与者）中，具有做市商或结算代理业务资格的金融机构可与其他所有市场参与者进行债券远期交易，其他金融机构可以与所有金融机构进行债券远期交易，非金融机构只能与具有做市商或结算代理业务资格的金融机构进行以套期保值为目的的债券远期交易。

3. 人民币远期利率协议^②

产品定义：远期利率协议，是指交易双方约定在未来某一日期，交换协议期间内一定名义本金基础上分别以固定利率和参考利率计算利息的金融合约。其中，远期利率协议的买方支付以固定利率计算的利息，卖方支付以参考利率计算的利息。

交易方式：询价交易和点击成交。远期利率协议交易既可以通过交易中心的交易系统达成，也可以通过电话、传真等其他方式达成。未通过交易中心交易系统的，金融机构应于交易达成后的次一工作日将远期利率协议交易情况送交易中心备案。

参考利率：远期利率协议的参考利率应为经中国人民银行授权的全国银行间同业拆借中心等机构发布的银行间市场具有基准性质的市场利率或中国人民银行公布的基准利率，具体由交易双方共同约定。

交易主体：全国银行间债券市场参与者（简称市场参与者）中，具有做市商或结算代理业务资格的金融机构可与其他所有市场参与者进行远期利率协议交易，其他金融机构可以与所有金融机构进行远期利率协议交易，非金融机构只能与具有做市商或结算代理业务资格的金融机构进行以套期保值为目的的远期利率协议交易。

交易时间：北京时间上午 9:00~12:00，下午 13:30~16:30。中国内地法定假日不开市。

期货市场是个人或机构签订期货合约的市场。所谓期货合约即一份经济合约，签约双方按照约定的时间、约定的价格买或者卖约定的资产或者商品。签约时间在现在，合约交易对象的交割发生在合约规定的将来。

期货是标准化的远期合约。目前，中国主要的期货交易市场有上海期货交易所、郑州商品交易所、大连商品交易所、中国金融期货交易所等。上市交易的期货品种包含金融期货和商品期货。金融期货主要包括股指期货，商品期货包括贵金属与金属期货、能源化工期货、农产品期货和其他商品期货等。

^① <http://www.chinamoney.com.cn/fe/Channel/2618>.

^② <http://www.chinamoney.com.cn/fe/Channel/2618>.

典型期货产品合约如表 1.1~表 1.4 所示。

表 1.1 中国金融期货交易所沪深 300 指数期货合约^①

合约标的	沪深 300 指数
合约乘数	每点 300 元
报价单位	指数点
最小变动价位	0.2 点
合约月份	当月、下月及随后两个季月
交易时间	上午：9:15~11:30, 下午：13:00~15:15
最后交易日交易时间	上午：9:15~11:30, 下午：13:00~15:00
每日价格最大波动限制	上一个交易日结算价的 $\pm 10\%$
最低交易保证金	合约价值的 12%
最后交易日	合约到期月份的第三个周五, 遇国家法定假日顺延
交割日期	同最后交易日
交割方式	现金交割
交易代码	IF
上市交易所	中国金融期货交易所

表 1.2 上海期货交易所阴极铜标准合约^②

交易品种	阴极铜
交易单位	5 吨/手
报价单位	元(人民币)/吨
最小变动价位	10 元/吨
每日价格最大波动限制	不超过上一个交易日结算价的 $\pm 3\%$
合约交割月份	1~12 月
交易时间	上午：9:00~11:30, 下午：1:30~3:00
最后交易日	合约交割月份的 15 日(遇法定假日顺延)
交割日期	最后交易日后连续五个工作日
交割品级	标准品：标准阴极铜, 符合国标 GB/T467-1997 标准阴极铜规定, 其中主成分铜加银含量不小于 99.95% 替代品：高纯阴极铜, 符合国标 GB/T467-1997 高纯阴极铜规定; 或符合 BS EN 1978:1998 高纯阴极铜规定

① <http://www.cffex.com.cn/flfg/jysgz/jygz>.

② <http://www.shfe.com.cn/products/au>.

续表

交割地点	交易所指定的交割仓库
最低交易保证金	合约价值的 5%
交易手续费	不高于成交金额的万分之二(含风险准备金)
交割方式	实物交割
交易代码	CU
上市交易所	上海期货交易所

表 1.3 上海期货交易所黄金期货标准合约^①

交易品种	黄金
交易单位	1 000 克/手
报价单位	元(人民币)/克
最小变动价位	0.01 元/克
每日价格最大波动限制	不超过上一个交易日结算价的±5%
合约交割月份	1~12 月
交易时间	上午: 9:00~11:30, 下午: 1:30~3:00
最后交易日	合约交割月份的 15 日(遇法定假日顺延)
交割日期	最后交易日后连续五个工作日
交割品级	金含量不小于 99.95% 的国产金锭及经交易所认可的伦敦金银市场协会(LBMA)认定的合格供货商或精炼厂生产的标准金锭(具体质量规定见附件)
交割地点	交易所指定的交割金库
最低交易保证金	合约价值的 7%
交易手续费	不高于成交金额的万分之二(含风险准备金)
交割方式	实物交割
交易代码	AU
上市交易所	上海期货交易所

表 1.4 中国金融期货交易所 5 年期国债期货合约表^②

合约标的	面值为 100 万元人民币、票面利率为 3% 的名义中期国债
可交割国债	合约到期月份首日剩余期限为 4~5.25 年的记账式附息国债
报价方式	百元净价报价

^① <http://www.shfe.com.cn/products/au>.
^② <http://www.cffex.com.cn/flfg/jysgz/jygz>.

最小变动价位	0.005 元
合约月份	最近的三个季月(3 月、6 月、9 月、12 月中的最近三个月循环)
交易时间	9:15~11:30,13:00~15:15
最后交易日交易时间	9:15~11:30
每日价格最大波动限制	上一个交易日结算价的 $\pm 1.2\%$
最低交易保证金	合约价值的 1%
最后交易日	合约到期月份的第二个星期五
最后交割日	最后交易日后的第三个交易日
交割方式	实物交割
交易代码	TF
上市交易所	中国金融期货交易所

除上海期货交易所、中国金融期货交易所所有期货交易外,大连商品交易所和郑州商品交易所也是中国重要的商品期货市场。

二 保证金

表 1.1~表 1.4 中的最低保证金是交易所要求的保证金,而且交易所权利随时调整最低保证金。期货交易人员(机构)通常是通过期货公司(经纪商)进行期货交易,期货公司通常也收取保证金。因此,期货交易人员或机构不仅需要支付交易所规定的最低保证金,还需要支付期货公司要求的保证金。

交易所保留随时调整保证金标准的权力。如果期货交易出现涨跌停板,或者遇国家法定长假等情况,交易所可能调整保证金标准。

远期交易是柜台交易,交易对手之间直接签订合同,交易行为不需要保证金。期货合约的交易对手通过期货公司(经纪商)在期货交易所进行交易,交易双方称为经纪商的客户。客户彼此不知道自己的交易对手,似乎自己是和交易所交易。交易行为需要保证金。

所有期货交易所的保证金制度基本相似。每签订一份期货合约,交易双方必须按照其所签订期货合约合同交易价值的一定比例缴纳资金给交易经纪商,用于期货合约的结算和保证履约。这笔资金称为初始保证金。

期货交易所实行当日无负债结算制度。经纪商每天根据期货交易所指定的清算价格进行清算,即在每日交易结束后,交易所按当日结算价结算所有合约的盈亏、交易保证金、手续费、税金等费用,对应收取、应付的款项同时划转,相应增加或减少会员的结算准备金。结果是期货交易双方的保证金账户中的资金经常发生变化。

在期货合约有效期内,期货交易双方的保证金账户不能低于一个最低水平,称为维持保证金。保证金账户中超过初始保证金的部分可以随时转出保证金账户。当保证金低于维持保证金时,经纪商会发出追加保证金通知,客户可以选择在规定时间内补充保证金或自行平仓。如果没有及时补充保证金至初始保证金水平,合约会被经纪商或交易所强行平仓。强行

平仓的有关费用和发生的损失由合约的持有者承担。

保证金账户内保证金的变化参见图 1.1。

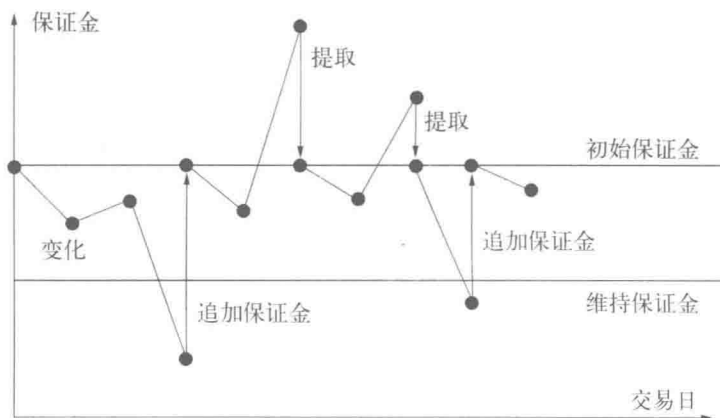


图 1.1 保证金账户变化示意图

例 1.1 保证金制度与每日无负债结算制度的解释。假设某客户开仓买入玉米 1 605 合约 1 手，价格为 2 000，保证金比例为 10%，则该会员的保证金占用为 $2\,000 \times 10 \times 10\% \times 1 = 2\,000$ 元，建议投入资金 $2\,000 \times 2 = 4\,000$ 元（50% 仓位）。

当日结算时，若结算价上涨 3%（即 2 060），那么：若满仓操作，则盈利为 $(60 \times 10) / 2\,000 = 30\%$ ；若仓位为 50%，则收益率为 $(60 \times 10) / 4\,000 = 15\%$ 。

若结算价下跌 3%（即 1 940），那么：满仓操作，亏损则为 600 元，保证金需占用 $1\,940 \times 10 \times 10\% = 1\,940$ ，需追加 $1\,940 - (2\,000 - 600) = 540$ 元；若仓位为 50%，则不需追加保证金。

第二节 远期与期货的基本概念

一 远期合约

定义 1.1 一份经济合约称为远期合约，签订合约的双方承诺在确定的将来时间、按确定的价格购买或出售某项资产。

习惯上称远期合约为远期，称签订的合约为交易双方的头寸。其中，购买标的资产的一方称为多头方或多头，出售标的资产方称为空头方或空头。合约中确定的价格称为交割价格，合约到期日称为交割日期。远期合约是机构之间签订的非标准化的合约，通常没有集中交易远期合约的市场。

远期合约在签约时，我们假设合约对于签约双方而言是公平合约，如果有一方在合约签订后立即将这个合约转让给第三方，第三方不需要为了得到这份合约而支付任何费用。这时，远期合约的价值为零。

定义 1.2 如果当前签订合约时，对签约双方而言，远期合约价值为零，则该合约的交割