

大数据时代经济与金融数据分析系列丛书



基于R语言的金融工程计算

朱顺泉 编著



清华大学出版社

大数据时代经济与金融数据分析系列丛书



基于R语言的金融工程计算

朱顺泉 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书的主要内容包括金融工程导论、金融工程定价方法及其 R 语言函数计算、远期合约及其 R 语言函数计算、期货合约及其 R 语言函数计算、期货套期保值及其 R 语言函数计算、互换合约及其 R 语言函数计算、期权合约及其策略、Black-Scholes 期权定价方法及其 R 语言函数计算、蒙特卡罗模拟法期权定价及其 R 语言函数计算、二叉树法期权定价及其 R 语言函数计算、有限差分法期权定价及其 R 语言函数计算、利率衍生证券及其 R 语言函数计算以及奇异期权及其 R 语言函数计算, 本书的最后提供了关于 R 语言的两个附录。

本书内容新颖、全面, 实用性强, 融理论、方法、应用于一体, 是一本供金融工程、金融数学、计算金融、量化金融、投资学、金融学、保险学、金融专业硕士、经济学、统计学、数量经济学、管理科学与工程、应用数学、计算数学、概率论与数理统计等专业的本科高年级学生与研究生使用的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 R 语言的金融工程计算/朱顺泉编著. --北京: 清华大学出版社, 2016

(大数据时代经济与金融数据分析系列丛书)

ISBN 978-7-302-43776-5

I. ①基… II. ①朱… III. ①程序语言—应用—金融工程—计算方法 IV. ①F830.49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100205 号

责任编辑: 刘向威 战晓雷

封面设计: 文 静

责任校对: 李建庄

责任印制: 宋 林

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 13 字 数: 324 千字

版 次: 2016 年 8 月第 1 版 印 次: 2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 30.00 元



前言

FOREWORD

大数据时代,数据成为决策最为重要的参考之一,数据分析行业迈入了一个全新的阶段。本书在介绍金融工程理论与方法的基础上,设计了 R 语言函数及其计算应用,本书之所以采用 R 语言,是因为它免费使用、更新,且有大量可随时加载的有针对性的程序包,而 Matlab、SAS、SPSS、E-Views、Stata、S-PLUS 等都是收费软件。R 语言简洁的输出和强大的帮助系统为用户提供了极好的自学环境,因此受到广大用户的欢迎。

金融工程是以现代金融学、数学、统计学、运筹学和计算机科学等为理论基础的新兴交叉学科。它运用工程技术的方法(如数学建模、数值计算、模拟仿真等技术),设计、开发和实施新型的金融衍生产品,创造性地解决金融问题。如期货的套期保值策略等一系列的优化计算,期权定价计算要用到的随机过程、偏微分方程和数值分析,期权定价的二叉树方法的一系列的递推计算。金融工程模型的计算不仅工作量大而且计算过程复杂,必须借助计算机软件工具来实现。因此,本书在介绍金融工程理论方法的基础上,通过目前流行的免费 R 语言工具,编制不同的 R 语言函数,对各种金融工程模型进行计算,以供有志于从事金融工程、金融数学、数理金融、计算金融、量化金融、投资学、金融学、保险学、经济学、统计学、数量经济学、管理科学与工程、应用数学、计算数学、概率统计等专业研究和教学的读者参考,并适当地考虑了它的深度和广度。

本书的显著特点是实例丰富,实用性强,在介绍各种金融工程基本理论与方法的基础上,利用实际数据给出应用的例子,因而具有一定的理论价值和应用价值。本书有很强的针对性。通过学习本书,读者能掌握使用 R 语言解决各种金融工程计算问题的方法和技巧。书中各章详细介绍了各种金融工程实例的 R 具体操作过程,读者只需按照书中介绍的步骤一步一步地实际操作,就能掌握全书的内容。

本书的内容安排如下:第 1 章是金融工程导论;第 2 章介绍金融工程定价方法及其 R 语言函数计算;第 3 章介绍远期合约及其 R 语言函数计算;第 4 章介绍期货合约及其 R 语言函数计算;第 5 章介绍期货套期保值及其 R 语言函数计算;第 6 章介绍互换合约及其 R 语言函数计算;第 7 章介绍期权合约及其策略;第 8 章介绍 Black-Scholes 期权定价方法及其 R 语言函数计算;第 9 章介绍期权定价的蒙特卡罗模拟方法及 R 语言函数计算;第 10 章介绍二叉树法期权定价及其 R 语言函数计算;第 11 章介绍有限差分法期权定价及其 R 语言函数计算;第 12 章介绍奇异期权及其 R 语言函数计算;第 13 章介绍利率衍生证券及其 R 语言函数计算。所有金融工程的 R 语言函数在 R3.2.0 版本下调试通过。本书最后提供了 R 语言的两个附录。

本书是作者多次从事金融工程学、投资学、金融学、保险学等专业本科生与研究生的科研与教学的总结,书中部分内容也是广东省科技计划项目(2015A070704058)、广东省普通高校人文社会科学项目(2015WTSCX031)、珠三角科技金融产业协同创新发展中心项目(2015)的阶段性成果。作者的硕士生罗文晋帮助我调试了蒙特卡罗模拟、二叉树、有限差分等期权定价的部分 R 语言函数,在此表示感谢。由于时间和水平的限制,书中难免出现一些纰漏,恳请读者谅解并提出宝贵意见。

作者

2016年6月于广州



目 录

CONTENTS

第 1 章 金融工程导论	1
1.1 金融工程的概念	1
1.2 金融工程的核心内容	1
1.3 金融工程的运作程序	1
1.4 金融工程师	1
1.5 金融工程与金融效率	2
1.6 国外金融工程情况	3
1.7 国内金融工程举措	4
1.8 金融工程专业就业前景	5
思考题	5
第 2 章 金融工程定价方法及其 R 语言函数计算	6
2.1 风险中性定价法及 R 语言函数计算	6
2.2 无套利定价法	7
2.3 状态价格定价法及 R 语言函数计算	8
思考题	10
第 3 章 远期合约及其 R 语言函数计算	11
3.1 远期合约的概念	11
3.2 远期合约的优缺点	13
3.3 远期合约的应用	14
3.4 远期利率协议	15
3.5 远期外汇合约	19
3.6 远期合约定价及 R 语言函数计算	21
思考题	28
第 4 章 期货合约及其 R 语言函数计算	29
4.1 期货合约概念及其要素	29
4.2 期货交易制度	29
4.3 期货合约的类型	30
4.3.1 商品期货合约	30

4.3.2 金融期货合约	32
4.4 期货合约定价及 R 语言函数计算	33
4.4.1 期货合约价格实例	33
4.4.2 金融期货合约定价	33
思考题	36
第 5 章 期货套期保值及其 R 语言函数计算	37
5.1 商品期货的套期保值(对冲)	37
5.2 金融期货的套期保值(对冲)	39
5.3 期货合约的套期保值计算方法	41
5.4 最优套期保值策略的 R 语言函数计算	42
思考题	44
第 6 章 互换合约及其 R 语言函数计算	45
6.1 互换合约的起源与发展	45
6.2 互换合约的概念和特点	47
6.3 互换合约的作用	48
6.4 利率互换合约	49
6.5 货币互换合约	51
6.6 商品互换合约	53
6.7 信用违约互换	53
6.8 利率互换合约定价及其 R 语言函数计算	54
6.9 货币互换合约定价及其 R 语言函数计算	57
思考题	59
第 7 章 期权合约及其策略	60
7.1 期权合约概念与分类	60
7.1.1 期权合约的概念	60
7.1.2 期权的分类	61
7.2 期权合约的价格	62
7.3 到期期权的定价与盈亏	63
7.4 期权合约策略	65
7.4.1 保护性看跌期权	65
7.4.2 抛补的看涨期权	65
7.4.3 对敲策略	66
7.4.4 期权价差策略	66
7.4.5 双限期权策略	67
思考题	67

第 8 章 Black-Scholes 期权定价模型及其 R 语言函数计算	68
8.1 Black-Scholes 期权定价模型的推导	68
8.1.1 标准布朗运动(维纳过程)	68
8.1.2 一般布朗运动(维纳过程)	68
8.1.3 伊藤过程和伊藤引理	69
8.1.4 不支付红利股票价格的行为过程	70
8.1.5 Black-Scholes 欧式看涨期权定价模型的导出	71
8.2 Black-Scholes 期权定价模型的 R 函数计算	73
8.3 红利对欧式期权价格影响的 R 语言函数计算	75
8.4 风险对冲的 R 语言函数计算	76
8.5 隐含波动率二分法计算的 R 语言函数计算	79
8.6 隐含波动率牛顿迭代法计算的 R 语言函数计算	80
8.7 支付已知红利股票的美式看涨期权定价的 R 语言函数计算	82
8.8 对冲基金及其 R 语言函数计算	84
8.8.1 套期保值(对冲)	84
8.8.2 德尔塔避险	87
思考题	90
第 9 章 期权定价的蒙特卡罗模拟法及其 R 语言函数计算	91
9.1 蒙特卡罗法的基本原理	91
9.2 对数正态分布随机变量的模拟 R 语言函数计算	92
9.3 蒙特卡罗法模拟欧式期权定价及其 R 语言函数计算	93
9.4 对偶变量法蒙特卡罗模拟及其 R 语言函数计算	94
9.5 控制变量法蒙特卡罗模拟及其 R 语言函数计算	97
思考题	99
第 10 章 二叉树法期权定价及其 R 语言函数计算	100
10.1 二叉树法的单期欧式看涨期权定价	100
10.2 二叉树法的两期与多期欧式看涨期权定价	103
10.3 二叉树看跌期权定价与平价原理	105
10.3.1 二叉树看跌期权定价	105
10.3.2 平价原理	106
10.4 二叉树法的解析式与计算步骤	106
10.5 二叉树法的无收益资产欧式期权定价 R 语言函数计算	107
10.6 二叉树法的无收益资产美式期权定价 R 语言函数计算	110
10.7 二叉树法的支付连续红利率美式期权定价 R 语言函数计算	112
10.8 应用二叉树期权定价模型进行项目投资决策	113
思考题	115

第 11 章 期权定价的有限差分法及其 R 语言函数计算	116
11.1 有限差分法的基本思想	116
11.2 内含有限差分法和外推有限差分法	117
11.3 外推有限差分法的欧式期权定价 R 语言函数计算	118
11.4 内含有限差分法的欧式期权定价 R 语言函数计算	121
思考题	124
第 12 章 奇异期权及其 R 语言函数计算	125
12.1 奇异期权的特点	125
12.2 亚式期权的 R 语言函数计算	126
12.2.1 几何平均价格期权的 R 语言函数计算	126
12.2.2 算术平均价格期权的 R 语言函数计算	127
12.3 回望期权的 R 语言函数计算	128
12.4 障碍期权的 R 语言函数计算	130
12.5 资产交换期权的 R 语言函数计算	131
12.6 百慕大期权的 R 语言函数计算	132
12.7 复合期权的 R 语言函数计算	135
思考题	137
第 13 章 利率衍生证券及其 R 语言函数计算	138
13.1 利率衍生证券概述	138
13.2 利率衍生证券定价及其 R 语言函数计算	139
13.2.1 利率上限定价	139
13.2.2 债券期权定价	141
13.3 均衡模型期权定价及其 R 语言函数计算	146
13.3.1 Rendlmenn-Bartter 模型与债券期权定价	146
13.3.2 Vasicek 债券期权定价模型	148
13.4 无套利模型	151
思考题	154
附录 A R 语言的下载、安装与启动	155
A.1 选择 R 语言的理由	155
A.2 R 语言下载	156
A.3 R 语言安装	157
A.4 R 语言程序包的安装	159
A.5 R 语言的启动	160
A.6 R 语言的退出	160
A.7 R 语言的在线帮助系统	160
思考题	161

附录 B R 语言对象、数据存取与编程	162
B.1 R 语言的对象与属性	162
B.2 对象信息的浏览和删除	165
B.3 向量对象	165
B.3.1 数值型向量对象	165
B.3.2 字符型向量对象	166
B.3.3 逻辑型向量	167
B.3.4 因子型向量	167
B.3.5 数值型向量的运算	169
B.3.6 常用统计函数	170
B.3.7 向量的下标与子集(元素)的提取	170
B.4 数组与矩阵对象	172
B.4.1 数组的建立	172
B.4.2 矩阵的建立	173
B.4.3 数组与矩阵的下标与子集(元素)的提取	175
B.4.4 矩阵的运算函数	176
B.5 数据框对象	178
B.5.1 数据框的直接建立	179
B.5.2 数据框的间接建立	179
B.5.3 适用于数据框的函数	180
B.5.4 数据框的下标与子集的提取	181
B.5.5 数据框中添加新变量	182
B.6 时间序列对象	183
B.7 列表对象	184
B.8 R 语言数据存储	185
B.9 R 语言数据读取	186
B.9.1 文本文件数据的读取	186
B.9.2 Excel 数据的读取	188
B.9.3 R 语言中数据集的读取	189
B.9.4 R 语言中的格式数据	190
B.10 R 语言编程	190
B.10.1 R 语言函数基础	190
B.10.2 循环和向量化	192
B.10.3 用 R 语言编写程序	193
B.10.4 用 R 语言编写函数	193
思考题	194
参考文献	196



1.1 金融工程的概念

金融工程包括创新型金融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。金融工程的概念有狭义和广义两种。狭义的金融工程主要是指利用先进的数学及通信工具,在各种现有基本金融产品的基础上,进行不同形式的组合分解,以设计出符合客户需要并具有特定利润损失性的新型金融产品。而广义的金融工程则是指一切利用工程化手段来解决金融问题的技术开发工作,不仅包括金融产品设计,还包括金融产品定价、交易策略设计、金融风险管理等各个方面。本书采用的是广义的金融工程概念。

1.2 金融工程的核心内容

金融工程的核心在于对新型金融产品或业务的开发设计,实质在提高效率,其核心内容包括:

- (1) 新型金融工具的创造,如创造第一个零息债券、第一个互换合约等;
- (2) 已有工具的发展应用,如把期货交易应用于新的领域,发展出众多的期权及互换的品种等;
- (3) 把已有的金融工具和手段运用组合分解技术,复合出新的金融产品,如远期互换、期货期权、新的金融财务结构的构造等。

1.3 金融工程的运作程序

金融工程的运作具有规范化的程序:诊断→分析→开发→定价→交付使用,其基本过程已经程序化。其中从项目的可行性分析、产品的性能目标确定、方案的优化设计、产品的开发、定价模型的确定、仿真的模拟试验、小批量的应用和反馈修正,直到大批量的销售和推广应用,各个环节紧密有序。大部分创新的金融产品成为运用金融工程创造性解决其他相关金融财务问题的工具,即组合性产品中的基本单元。

1.4 金融工程师

金融工程师指通过专业培训、考试获取了权威行业协会或相应金融机构颁发的认证证书的人员。与传统的金融理论研究和金融市场分析人员不同,金融工程师更加注重金融市场交易与金融工具的可操作性,将最新的科技手段、规模化处理方式(工程方法)应用到金融市场

上,创造出新的金融产品、交易方式,从而为金融市场的参与者赢取利润、规避风险或完善服务。

金融工程师通常受雇于投资银行、商业银行、证券公司、其他金融中介机构以及非金融性质的公司。因为金融工程师掌握一系列专业化的知识,并且,由于金融创新的速度超过了市场产生称职金融工程师的能力,金融工程师总体上供不应求,就业前景光明。

1.5 金融工程与金融效率

金融工程是市场对更高的金融效率不断追求的产物。而金融工程一经产生,便迅速发展成为金融市场日益重要的组成部分,并直接促进了金融效率的提高。金融工程的产生与发展受到多种因素的推动,主要是经济、金融环境的转变,经济主体内在需求的变化,金融理论的发展,技术的进步及向金融领域的渗透 4 方面共同作用的结果。而从深层次上看,这 4 方面都从本质上反映了市场追求高效率的内在要求。

金融工程的产生是市场追求效率的结果,而在其产生之后,其存在和发展确实有力地促进了金融效率的提高,具体表现在如下几个方面。

1. 金融工程提高了金融机构的微观效率

金融工程鼓励竞争,促进金融机构提高竞争力。金融工程的核心要素,如对金融的创新程度、技术含量的高低、信息技术的优劣,以及收益、风险的配套,已成为金融机构体现其经营实力与地位的竞争热点。这种竞争性具有充分的相互替代作用:一方面在资产收益性、流动性、风险性基础上不断创新金融工具,以增强自身竞争能力;另一方面也促使金融机构不断运用现代技术和先进通信技术,建立高效的运行机制,提高金融信息管理系统的技术水平。

通过金融工程开发新的金融产品,获取新的收益来源,使得金融机构的持续增长、持续发展成为可能。例如,西方商业银行的表外业务收入已占收入的 40%~60%,可见金融工程对金融机构收益增长的明显作用。

2. 金融工程提高了金融市场的效率

首先,金融创新极大地丰富了金融市场交易,壮大了市场规模,提高了金融效率。通过金融工程开发的金融工具以高度流动性为基本特征,在合同性质、期限、支付要求、市场化能力、收益、规避风险等方面各具特点,加快了国际金融市场的一体化进程,壮大了金融市场规模,促进了金融市场的活跃与发展。高效率的金融市场应该为绝大多数理性投资者提供能够方便地构建有效投资组合的机会。金融工程丰富了投资者的选择,提高了金融市场的效率。

其次,金融工程提高了投融资便利程度。利用金融工程设计开发出的金融市场组织形式、资金流通网络和支付清算系统等,能够从技术上和物质条件上满足市场要求,特别是近年来无纸化交易与远程终端联网交易方式加快了资金流通速度,节约了交易时间和费用,使投融资活动更加方便快捷,金融市场效率大幅度提高。

3. 金融工程提高了金融宏观调控的效率

金融工程综合运用多种金融工具和金融手段创造性地解决了众多经济金融问题,实现了风险管理。金融工程为政府金融监管部门提供了规范和监管金融市场、金融机构的技术支持。如 1990 年,德国政府通过非公开销售方式发行了一种特殊的 10 年期债券,它实际上是标准的 10 年期政府债券与以其为标准的看跌期权的综合,这种特殊产品非常出色地自动实现了央行的公开市场操作功能,从而大大削减了传统公开市场操作人为判断入市时机所

带来的误差和交易成本。可见金融工程为新型金融监管体系、调控机制的构建提供了有力支持。因此,运用金融工程方法可以增强金融市场的完备性,提高金融市场效率,切实创造新价值,最终提高社会福利水平。

1.6 国外金融工程情况

金融的永恒主题是流动、获利和避险,凡是介入金融活动的经济主体,追求的目标不外乎这3个。而这3个目标往往是矛盾的,特别是获利与避险,但它们之间又不完全是鱼与熊掌不可兼得,绝对互相排斥的,通过适当的组合管理技术,可以在一定程度上得以兼顾。追求这3个目标是无止境的过程,提高管理技术和艺术也是无止境的过程,进入工程化即金融工程阶段是过程中的一个重要里程碑。

关于金融工程的实际运用,按宽窄两种口径有不同的范围。窄口径仅仅是金融衍生工具及其组合运用为主的金融业务。宽口径则除此之外还包括传统的投资银行业务经创造性思维进行工程化处理后的现代形式。需要指出的是,在这一类金融工程中,进行收益风险管理,突出的是风险管理。而进行风险管理,金融工程有两个选择:第一个选择是用确定性来代替风险;第二个选择是仅替换于己不利的风险,而将对己有利的风险留下。

下面举几个比较容易理解的例子。

1. 付息债转换零息债

中长期的付息债券,比如付息票国债,对投资者来说,表面上看来有固定的利息收入,可以得到复利的好处,是一种不错的金融资产。但实际上由于两方面的原因使投资者得不到相关的利益,一是信息不对称和交易成本太高,投资者往往不能按时取出利息立即用于再投资,二是由于利息变动的不确定性,使投资者的再投资产生利率风险。将付息债券转换为零息债券这种金融工程较好地解决了上述问题。

全球最大的投资银行美国美林公司(Merrill Lynch,被美国银行收购)于1982年推出名为TIGR(Treasury Investment Growth Receipts)的金融产品,用来替代付息国债,就属于这种金融工程的首创。其具体做法是:

(1) 美林公司将美国财政部发行的付息国债的每期票息和到时的现金收入进行重组,转换为数种不同期限只有一次现金流的证券即零息债券;

(2) 美林公司与一家保管银行就重组转换成的零息债券签订不可撤销的信托协议;

(3) 由该保管银行发行这种零息债券,经美林公司承销出售给投资者。

上述零息债券是金融工程中一种基础性的创新,对于发行人来说,在到期日之前无须支付利息,能获得最大的现金流好处;同时,还能达到转换套利的目的,因为将固定的较长期的付息债券拆开重组为不同期限的债券,可以获得可观的收入。对投资者来说,在到期日有一笔数目可观的连本带息的现金收入,节约了再投资成本并避免了再投资风险;正因为到期日才收到现金利息,因而能得到税收延迟和减免的好处。

2. 流动收益期权票据

1985年,美国的美林公司为威斯特公司设计发行流动收益期权票据(Liquid Yield Option Note, LYON),这是西方投资银行开发的另一个很有代表性的金融工程的例子。LYON实际上是一种多功能的组合债券,它同时具备4种债券性质:

(1) 零息债券性。美林公司设计发行的为期 15 年的每张面值 1000 美元的 LYON, 不付息, 发行价为 250 美元。它如果在到期日(2000 年 1 月 21 日)前未被发行人赎回, 也未由购买者将其换成股票或回售给发行者, 则债券持有人到期时可得到 1000 美元, 其实际收益率为 9%。

(2) 可转换性。投资者购买 LYON 可获得转换期权, 开期权保证 LYON 的持有者在其期满前任何时候能将每张债券按 4.36 的比率换成威斯特公司的股票——LYON 发行时该公司股票每股价格为 52 美元, 转换价为 57.34 美元, $250/57.34=4.36$, 对发行公司来说, 有一个约 10% 的转换溢价, 且这个溢价是随时间的推移而不断上升的。

(3) 可赎回性。LYON 的发行人有赎回权, 即按事先规定的随时间推移而不断上升的价格有权随时赎回 LYON。对这种有利于发行者的赎回期权, 也有保护购买者的规定: 发行人在 1987 年 6 月 30 日以前不能行使赎回权, 除非每股价格上涨到 86.01 美元以上; 对发行人的赎回, 持有者可有两种选择: 按赎回价让其赎回, 或按一定的比率转换成普通股。

(4) 可反售性。LYON 在卖出时也给予了购买者以反售期权, 使之从 1988 年 6 月 30 日起可以按事先规定的价格将其返售给发行公司。返售价以 250 美元为计价基础, 第一个可返售价保证使返售者获得超 6% 的最低收益率, 此后, 在这个最低收益率的基础上每年增加 5%~9%。

流动收益期权债券是金融工程成功的典型, 它很好地体现了金融工程的创新本质, 运用工程技术对基础金融工具原有的收益-风险进行分解和重组, LYON 这一金融工程实际上是零息债券、可转换债券、赎回期权、返售期权的组合, 通过组合创造出全新的风险-收益关系, 尽最大可能地满足了投融资双方的需要, 其最突出的优势在于:

第一, 零息债券性使它能较好地兼顾发行人(融资者)和购买者(投资者)的利益。其中的道理在前面有关零息债券部分已经说明, 此处不再重复。

第二, 可转换为股票和可反售性体现了对投资者利益的保护, 而转股价、可返售价、可赎回价事先确定, 优化了收益-风险关系, 兼顾了各方当事人的利益。正因为如此, 它的开发受到普遍欢迎。

3. 金融监管的工程化

以上提及的若干金融工程业务基本上限于微观领域。其实西方发达国家的金融宏观管理也在工程化, 当然也应该工程化。近年来, 数学家和电子计算机专家、物理学家和工程师大受金融业务界青睐, 在所谓“火箭科学家向华尔街的大规模转移”的同时, 美国的金融监管当局也组织了大批的这类多学科的专家从事金融研究。这并非危言耸听。为加强金融监督管理, 这些“火箭科学家”曾经将美国星球大战项目中识别真假弹头的软件程序用于识别黑钱的流动, 这是典型的金融工程在宏观管理中的应用。从事这样的创新与创造, 需要科学技术发展到相当高的水平, 需要具有多学科知识的高层次人才。20 世纪 90 年代以来, 世界上金融工程业务发展很快。尽管我国这方面的工作才刚刚起步, 但金融监管的工程化也是极有发展前途的事业。

1.7 国内金融工程举措

1. 加快金融体制改革, 鼓励金融机构的创新

进一步加快金融机构的商业化改革步伐, 加快外资金金融机构的引进, 促进金融同业竞

争。同时,建立中国的金融机构创新机制,大力发展金融工程,改善金融服务水平。

2. 加强信息基础设施建设,引进金融工程理论和技术,培养金融工程人才

金融工程可以消除信息不对称,降低交易成本,提高金融效率。应努力推进国民经济的信息化进程,特别是企业的信息网络建设,完善国内的清算交易系统,加快电子化进程,减少金融交易的时滞,增加市场的流动性,为金融工程的发展打下坚实的硬件基础。

3. 金融工程可以使金融机构组织结构和治理素质发生变革

金融工程推动金融机构形成合乎现代市场经济体制要求的金融组织模式和治理结构。在管理方面,金融机构可以根据自己的需要进行资产负债管理和风险管理,决策机构和执行机构日趋融合,决策效益增强。

此外,金融工程开发设计出的新型金融工具相互之间在特性上混杂、交叉,打破了银行制度的专业化分工,使金融机构业务种类、经营范围扩大,获取的收益大幅度提高。如可转换证券融合了债券与股票的特点,银行贷款也可具有证券的特性。金融机构业务进一步交叉,模糊了传统的金融专业分工界限,推动整个金融业向纵深方向发展壮大。

1.8 金融工程专业就业前景

金融工程专业主要是用计算机来实现数学模型,从而解决金融相关的问题。所以,金融工程不同于 MBA(工商管理硕士)和 MSP(科学项目硕士),它主要是培养金融界的技术工作者,也称作金融工程师——Quant。Quant 的职位主要集中在投资银行、对冲基金、商业银行和金融机构。其负责的主要工作根据职位也有很大区别,比较有代表性的包括定价(pricing)、模型验证(model validation)、研究开发与风险管理(research, develop and risk management),分别负责衍生品定价模型的建立和应用、模型验证、模型研究、程序开发和风险管理。总体来说,其工作相对辛苦,但收入比其他行业高很多。以 Quant Developer 为例,虽然实际工作和其他行业的程序员没有本质区别,但收入更高,而且很容易找到工作。

就现在情况来看,金融工程人员在中国的就业主要在以下几个领域。

- 基金公司。现在非常需要能做基金绩效评估、风险控制、资产配置的人才。
- 证券公司。现在正处在一个艰难的时期,同时也在通过集合理财产品设计等寻求生存的机会。
- 商业银行。最传统的银行也在发生着微妙的变化。现在各大银行的总行正在着手建立内部风险管理模型,急需这方面的人才。银行内部的另外一个重要部门——资金部也需要金融工程的人才,他们一方面在银行间进行债券市场操作,是未来固定收益证券这一块的主力,另一方面也是未来大有发展空间的公司债券市场、抵押支持债券这些金融工程产品的设计主力。

思考题

简述金融工程的概念。



金融工程定价方法 及其 R 语言函数计算

2.1 风险中性定价法及 R 语言函数计算

在介绍金融工程的定价方法之前,我们可以假定所有投资者都是风险中性的,在这样的条件下,所有资产的预期收益率都可以等于无风险利率 r ,这是因为风险中性的投资者并不需要额外的收益来吸引他们承担风险。同样,在风险中性条件下,所有的现金流量都可以通过无风险利率进行贴现求得现值。这就是风险中性定价原理。

应该注意的是,风险中性假定仅仅是为了定价方便而做出的人为假定,但通过这种假定所获得的结论不仅适用于投资者风险中性情况,也适用于投资者厌恶风险的所有情况。

为了更好地理解风险中性定价原理,下面举一个简单的例子来说明。

假设一种不支付红利股票目前的市价为 10 元,在 3 个月后,该股票价格要么是 11 元,要么是 9 元。假设现在的无风险年利率等于 10%,要找出一份 3 个月期协议价格为 10.5 的该股票欧式看涨期权的价格。

由于欧式期权不会提前执行,其价值取决于 3 个月后股票的市价。若 3 个月后该股票价格等于 11 元,则该期权价值为 0.5 元;若 3 个月后该股票价格等于 9 元,则该期权价格为 0。

为了找出该期权的价值,假定所有投资者都是风险中性的。在风险中性世界中,假定该股票上升的概率为 P ,下跌的概率为 $1-P$ 。这种概率被称为风险中性概率,它与现实世界的真实概率是不同的。实际上,风险中性概率已经由股票价格的变动情况和利率所决定:

$$e^{-0.1 \times 0.25} [11P + 9(1 - P)] = 10$$
$$P = 0.6266$$

这样,根据风险中性定价原理,就可以求出该期权的价值:

$$f = e^{-0.1 \times 0.25} (0.5 \times 0.6266 + 0 \times 0.3734) = 0.31(\text{元})$$

由于股票未来期望值按无风险利率贴现的现值必须等于该股票目前的价格,因此概率 P 可通过下式求得:

$$S = e^{-r(T-t)} [SuP + Sd(1 - P)]$$

即

$$P = \frac{e^{r(T-t)} - d}{u - d}$$

知道了风险中性概率后,期权价格就可以通过下式来求:

$$f = e^{-r(T-t)} [Pf_u + (1 - P)f_d]$$

编制 R 语言函数如下：

```
qqjz = function(rf, time, u, d, s0, X){
  p = (exp(rf * time) - d)/(u - d)
  f = exp(- rf * time) * (p * max(s0 * u - X, 0) + (1 - p) * max(s0 * d - X, 0))
  return(f)
}
```

根据上面的实例,这里 $rf=0.10$; $time=3/12=0.25$; $u=1.1$; $d=0.9$; $s0=10$; $X=10.5$ 。因此函数调用如下：

```
rf = 0.10; time = 0.25; u = 1.1; d = 0.9; s0 = 10; X = 10.5
qqjz(rf, time, u, d, s0, X)
```

得到如下结果：

```
[1] 0.3055527
```

2.2 无套利定价法

套利就是不承担风险而能获得收益,或者说没有自有资金投入却能获得现金流。通常只有定价不合理,才会产生套利机会。

套利行为的前提假设为:套利者没有资金,但可以以无风险收益率无限借贷;无摩擦市场,即没有税收和交易成本。

一价定律就是同样的东西应该卖同样的价钱,这就是金融学中最基本的定律。

金融产品定价的最基本原则就是无套利定价,即使得套利机会不存在的价格就是合理的价格。衍生产品的定价方法也是无套利定价。

下面通过一个一般的例子来说明无套利定价法及其应用。

假设一个无红利支付的股票,当前时刻 t 股票价格为 S , 基于该股票的某个期权的价格是 f , 期权的有效期是 T , 在这个有效期内, 股票价格或者上升到 Su , 或者下降到 Sd ($u > 1, d < 1$)。当股票价格上升到 Su 时, 假定期权的收益为 f_u ; 当股票的价格下降到 Sd 时, 期权的收益为 f_d , 如图 2-1 所示。

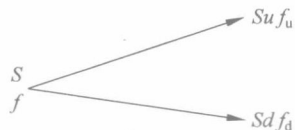


图 2-1 股票价格和期权价格

首先,构造一个由 Δ 股股票多头和一个期权空头的证券组合,并计算出该组合为无风险时的 Δ 值。

如果股票价格上升,该组合在期权末期的价值是 $Su\Delta - f_u$; 如果股票价格下降,该组合在期权末期的价值是 $Sd\Delta - f_d$ 。为了求出使得该组合为无风险组合的 Δ 值,令

$$Su\Delta - f_u = Sd\Delta - f_d$$

得到

$$\Delta = \frac{f_u - f_d}{Su - Sd} \quad (2-1)$$

如果无风险利率用 r 表示,则该无风险组合的现值一定是 $(Su\Delta - f_u)e^{-r(T-t)}$, 而构造该组合的成本是 $S\Delta - f$, 在没有套利机会的条件下,两者必须相等,即

$$S\Delta - f = (Su\Delta - f_u)e^{-r(T-t)}$$