

★ 现代金融方法论丛书 ★

—— 主编 ——

陈工孟 吴冲锋

金融数量方法

[英] 特里·J. 沃特沙姆

基思·帕拉莫尔 著

陈工孟 陈守东 译

上海人民出版社

★ 现代金融方法论丛书 ★

—— 主编

陈工孟 吴冲锋

金融数量方法

[英] 特里·J. 沃特沙姆

基思·帕拉莫尔 著

陈工孟 陈守东 译

上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

金融数量方法/(英)沃特沙姆(Watsham, T. J.),
(英)帕拉莫尔(Parramore, K.)著;陈工孟,陈守东译.
—上海:上海人民出版社,2004
(现代金融方法论丛书/陈工孟,吴冲锋主编)
书名原文:Quantitative Methods in Finance
ISBN 7-208-04920-3

I. 金... II. ①沃... ②帕... ③陈... ④陈...
III. 数理统计-应用-金融学 IV. F224.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 098746 号

责任编辑 忻雁翔
封面装帧 许晓峰
美术编辑 王晓阳

· 现代金融方法论丛书 ·

金融数量方法

[英] 特里·J. 沃特沙姆, 基思·帕拉莫尔 著

陈工孟 陈守东 译

世纪出版集团

上海人民出版社出版

(200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.cc)

世纪出版集团发行中心发行 启东市人民印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 插页 4 字数 448,000

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

印数 1-5,100

ISBN 7-208-04920-3/F·1086

定价 36.00 元

《现代金融方法论丛书》编译委员会

主 编：

陈工孟 香港理工大学中国会计与金融研究中心主任、博导

吴冲锋 上海交通大学金融工程研究中心主任、教授、博导

委 员(以姓氏笔画为序)：

王 江 美国麻省理工学院金融学教授

方兆本 中国科技大学商学院院长、教授、博导

冯宗宪 西安交通大学经济金融学院教授、博导

严加安 中国科学院应用数学研究所院士、研究员、博导

吴世农 厦门大学管理学院副院长、教授、博导

吴冲锋 上海交通大学金融工程研究中心主任、教授、博导

汪寿阳 中国科学院系统科学研究所研究员、教授、博导

陈工孟 香港理工大学中国会计与金融研究中心主任、博导

张 维 天津财经学院副院长、教授、博导

胡汝银 上海证券交易所研究中心总监、教授

胡继之 深圳证券交易所副总经理、高级经济师

裴 平 南京大学商学院金融学系主任、教授、博导

戴国强 上海财经大学金融学院院长、教授、博导

魏国强 香港科技大学财务系教授

总 序

自

20世纪50年代以来,随着世界经济环境的变化和科学技术的迅猛发展,西方市场经济国家掀起的金融变革和创新热潮,在推动世界各国金融市场和金融业发展的同时,也为金融经济学的兴起和迅速发展创造了机遇和条件。金融经济学自诞生以来,经过近五十年的发展,今天已基本形成了一个比较完整的学科体系。随着金融理论研究的进一步深入发展,金融经济学的各种理论和分析方法被广泛应用到社会经济的各个层次中,从资本市场的运作、投资组合的构造、交易策略的选择,到理论假设的检验、分析工具的优化、监管制度的设计等等,几乎渗入了现代经济学的各个领域。正是在这个意义上,金融经济学被美国著名经济学家、诺贝尔经济学奖获得者保罗·萨缪尔森赞誉为“社会科学的珠冠”。

近二十年来,以网络技术为中心的信息革命以及包括中国在内的亚洲新兴证券市场的发展,为金融经济学的各种理论和方法提供了实践运用的崭新机遇。随着资本市场的逐步成熟和繁荣,中国改革开放和经济发展的现实需求,对国内金融领域学术界、实务界和有关财经院校等提出了引入、学习和应用国际前沿金融经济学理论与方法的迫切要求。由于金融经济学领域的研究和分析方法综合了微观经济学、数理统计、计量经济学和几乎所有现代数学学科的知识,因此把国外该领域的经典专著和影响广泛的教材翻译引进国内,作为我们学习和掌握金融经济学理论与方法的开端,无疑是一个直接而有效的方法。

为了满足国内金融领域学术界和实务界系统学习和掌握现代金融理论及分析方法的迫切需要,同时也为了解决国内金融学、会计学教材尤其是研究生、博士生教材流于零散而不够系统等问题,香港理工大学中国会计与金融研究中心和上海交通大学金融工程研究中心合作,组织内地和香港该领域的专家学者翻译出版了“现代金融方法论丛书”。这套丛书第一批包括《金融数量方法》、《经济学和金融学中的随机方法》、《金融统计方法》、《金融学中的研究和管理科学》等四部书。这套丛书是我们在咨询国外有关专家学者并调查国内学术界和实务界实际需求的基础上,从国外众多教材和专著中精选出来奉献给读者的。

我们希望这套丛书的出版,能够有助于中国金融领域学术界和实务界借鉴并吸纳国外先进的研究理念、研究方法,能够为国内该领域的学术研究、学术发展和实务运作提供支持和帮助。

翻译出版这套丛书是一项系统工程,从2001年4月我们开始策划翻译这套丛书至今,从咨询专家、选择书目、联系版权,到组织翻译、编校书稿、图书出版,从策划者、翻译者到编校者和出版者都投入了大量时间和精力。在选择书目时,我们主要考虑了所选书目要保证理论体系的完整性,涵盖该研究领域最新的发展状况,内容编排体现循序渐进特色,分析方法力求论述详尽便于操作等几个方面。在翻译过程中,为使译文通俗流畅,我们在综合国内外专家学者意见的基础上,对该领域的专有名词的翻译作出了统一规范,为方便读者阅读理解,我们在注重原书完整性的基础上还深入挖掘了相关的背景信息。

由于时间关系,丛书中难免存在不妥和疏漏之处,敬请读者给予批评指正。

陈工孟 吴冲锋

2003年1月

译者说明

在金融理论和实践中越来越多地应用了数学、统计学和计量经济学等数量分析技术,这不断地促进了数量分析在金融市场中的应用。

由特里·J. 沃特沙姆(Terry J. Watsham)、基思·帕拉莫尔(Keith Parramore)撰写的《金融数量方法》一书系统、详细地介绍了大量在金融领域中使用的重要的数量分析技术,覆盖面很广,其中包括了组合投资、资产定价、随机优化和风险管理等常用的方法和技术。作者通过大量的实例展示了这些技术的使用方法。书中的部分内容还反映了金融领域中一些新的研究成果和前沿的发展。我们希望本书的翻译出版有助于促进定量分析在金融领域中的应用。

本书可用作高等院校数量经济学、金融学、财务管理等专业的本科高年级学生、研究生和 MBA 的相关课程的教学参考书,也可供银行、证券、保险等金融从业人员学习参考。

参与本书具体翻译工作的还有吉林大学数量经济学专业博士研究生蒋瑛琨和薛丰慧。薛丰慧翻译了本书的第1、2、3、8章;蒋瑛琨翻译了本书的第4、5、6、7章。在此,我们感谢薛丰慧和蒋瑛琨两人为翻译本书所做的辛勤工作。由于时间和水平所限,书中难免存在错漏之处,翻译不当之处敬请读者给予批评指正。

陈工孟 陈守东

2003年2月

前 言

在

过去的 30 年间,在金融的理论和实践中越来越多地应用了数学家、统计学家和计量经济学家的数量分析技术,尤其在过去 10 年中,随着计算机的发展以及学术界和金融专业人员对数量分析技术的使用,更加促进了定量分析在金融领域的广泛应用。

伴随着这一发展趋势,一个“新”的学术分支——风险管理和期权、期货、互换等衍生工具研究逐渐发展起来。与此相适应的是许多“新”领域的发展,如金融实践、衍生市场、金融风险管理、投资的定量分析等。

这些发展自然要求一大批具有全面数量分析技术的金融市场和金融服务的从业人员,但实际上只有一小部分从业人员具有这样的条件。因此,为了满足市场需要,金融专业的本科生、研究生和专业人员应掌握数量分析方法。

写作本书的目的就是满足这部分人的需要。书中提供了大量在金融领域中使用的重要的数量分析技术。可以说本书更像教科书,它包括数量方法和金融理论及应用,适合于本科生、研究生和专业研究人员使用,也适用于金融市场的从业人员。学生和金融从业人员在数学水平上存在差异,我们在内容选择和写作风格上都充分考虑了这一点,主要选择了那些在金融研究中应用最多的数量分析技术。

本书共分 11 章,由浅入深,从基础知识逐步引导到风险管理分析中的较复杂技术。这比较适合于那些急需理解数量分析技术,而又缺乏足够能力的读者。本书涵盖面广,对于已经掌握了一定的数量分析技术,但需要了解现代金融技术的读者来说也有很好的参考作用。

第 1 章包括利率和资产收益率的数学方法;第 2 章介绍金融实践中的描述统计学;第 3 章和第 4 章分别介绍微积分和概率知识;第 5 章论述了假设检验和置信区间中概率的应用,这在风险管理中十分重要;第 6 章讲解回归分析;第 7 章介绍时间序列分析的一些现代技术,包括 ARCH、GARCH 和协整;第 8 章介绍了金融中不断应用的数值方法,包括数值积分和 Monte Carlo 模拟;第 9 章介绍最优化方法以及在构建投资组合中的应用;第 10 章介绍并应用了随机

微分及其变形,它是 Black-Scholes 模型等著名期权定价模型的基础;第 11 章介绍多元分析,包括主成分分析和因子分析,其中主成分分析在现代风险管理中十分有用。

在写作过程中,我们的妻子 Jo 和 Joan 作出了很大的牺牲,在此表示感谢。

同时感谢 Sarah Henderson 和 International Thomson Publishing 的排版人员。

致 谢

附录中的 F 分布表取自于 D. B. Owen, *Handbook of Statistical Tables*,
© 1962 Addison-Wesley Publishing Company, Inc. , 并得到 Addison-Wesley
Longman Publishing Company, Inc. 的许可。

目 录

总序	1
译者说明	3
前言	4
致谢	6
第 1 章 利率与资产收益率	1
1.1 引言	1
1.2 利率经济理论	1
1.3 货币的时间价值	3
1.4 即期利率、远期利率和利差	8
1.5 金融市场中利率的实际应用	13
1.6 持有证券收益率	20
1.7 利率的期限结构特性	27
1.8 抵押贷款和年金	29
练习	32
参考文献	34
第 2 章 数据描述和描述统计学	35
2.1 引言	35
2.2 数据类型	35
2.3 数据描述	39
2.4 描述统计学	42
2.5 相关的度量	57
2.6 指数	63
练习	71
进一步阅读文献	73
附录 2.1 样本标准差——为什么除数是 $n-1$?	73

第 3 章	微积分在金融中的应用	75
3.1	引言	75
3.2	微分	75
3.3	微分的应用	82
3.4	最大值和最小值	88
3.5	多元函数微分	90
3.6	积分	94
	练习	98
	参考文献和进一步阅读文献	101
第 4 章	概率分布:在资产收益率中的应用	102
4.1	概率论引言	102
4.2	基本概率法则	104
4.3	离散型和连续型随机变量	107
4.4	离散型随机变量代数	108
4.5	离散型随机变量的期望值和方差期望值,或概率意义上的加权平均值	110
4.6	离散型随机变量的应用:投资组合的收益率与标准差的计算	111
4.7	金融概率分布的重要特征	113
	练习	128
	附录 4.1 对数正态分布的均值和方差	134
第 5 章	统计推断:置信区间与假设检验	136
5.1	引言	136
5.2	抽样理论	137
5.3	估计和置信区间	138
5.4	假设检验	143
	练习	153
	进一步阅读文献	155
	附录 5.1 均值的标准误差	155
	附录 5.2 金融时报 100 指数数据的拟合优度	157
第 6 章	回归分析	158
6.1	引言	158

6.2	简单的线性回归	159
6.3	普通最小二乘回归	161
6.4	利用回归进行预测	170
6.5	多元回归	172
6.6	普通最小二乘假设的违背	174
6.7	虚拟变量	177
6.8	非线性回归	179
6.9	数据变换	179
6.10	回归分析在套期保值中的应用	180
	练习	181
	参考文献与进一步阅读文献	184
	附录 6.1 矩阵代数	185
	附录 6.2	192
第 7 章	时间序列分析	194
7.1	引言	194
7.2	基础知识	194
7.3	时间序列过程的单变量随机模型	199
7.4	时间序列分析的工具	204
7.5	协整	209
7.6	广义的自回归条件异方差(GARCH)	219
	练习	226
	参考文献	227
	附录 7.1 最大似然估计	228
	附录 7.2 典型相关与回归	231
第 8 章	数值方法	233
8.1	引言	233
8.2	方程求解	233
8.3	积分的数值方法	239
8.4	求解随机问题的数值方法	244
8.5	Monte Carlo 模拟	254
	练习	261
	参考文献与进一步阅读文献	262

第 9 章 最优化	264
9.1 引言	264
9.2 线性规划	265
9.3 最小方差投资组合的构造	273
9.4 约束最优化	276
练习	283
参考文献与进一步阅读文献	285
第 10 章 金融连续时间数学:资产价格随机过程	286
10.1 引言	286
10.2 资产价格随机过程	286
10.3 Ito 引理在衍生证券定价中的应用	292
10.4 假设——Ito 过程和对数正态过程	295
练习	297
参考文献	298
附录 10.1 有限差分方法在 Black-Scholes 偏微分方程中的 应用	299
附录 10.2 Black-Scholes 的期望值推导	303
第 11 章 多元分析:主成分分析与因子分析	306
11.1 引言	306
11.2 主成分分析	307
11.3 因子分析	315
练习	320
参考文献与进一步阅读文献	321
附录 统计表	322
标准正态分布	322
t 分布百分位数	323
χ^2 分布百分数	324
F 分布	326
DW 统计量	330

利率与资产收益率

1.1 引言

许多金融研究集中于投资收益的分析。投资的目的是增加投资者的财富或收入,这种增加就是收益。收益与最初投资值的百分比,就是收益率。除了度量收益,金融学者还关心获得收益的不确定性,风险分析就是对这种不确定性的研究。本章将主要研究收益的度量,各种风险研究将在后面讨论。

投资者购买公司股票、债券或所有权等资产,希望能以较高的价格卖出或者得到股息、利息或租金回报,以获得(正的)收益率。贷款者借出资金,希望通过从借款人手中得到利息支付并收回贷款本金,以获得(正的)收益率。因此贷款者和投资者有相同的目标,就是通过他们投资或贷出的资金获得(正的)收益率,有时也称为产出率。因此在本章中,利率和收益率、产出率的意义相同,贷款者和投资者意义相同,贷款和投资意义相同。

本章将首先对利率经济理论进行简单介绍,然后进行利率和资产收益率的数学分析,并把数学分析应用于短期货币市场工具,例如银行存款、大额可转让定期存单、国库券、银行承兑票据和商业票据。本章还将介绍债券市场和股票市场使用的各种收益度量方法。最后分析银行和住房抵押贷款的收益率以及年金价值。

1.2 利率经济理论

利率可能是得到最广泛应用的金融变量。许多读者都可能曾经借过钱并支付了利息,也可能在银行或其他金融机构有存款并获得利息。在这个过程中你会发现有许多种存贷款的利率,这些利率不仅数量上不同,而且计算方法也不一样。有些利率在整个金融合约期限内是固定不变的,有些利率在合约约定的时期重新调整为当时即期利率,还有些利率按贷款者意愿调整,比如住房抵押贷款。可是,为

为什么要支付存贷款利息呢?

要回答这个问题,我们必须明白货币只是通过作为交换媒介的途径间接提供效用或福利,这就意味着货币不得不与能直接提供效用的其他商品或服务进行交换。因此货币本身,即票据、硬币和银行余额,并不能直接提供人类的基本需要或奢侈品,比如食物、衣服和住房等。这些需要是通过货币与商品和服务的交换提供的。

因此,当个人贷款或投资货币时,他也放弃了把这些资金转化为能直接提供效用的商品或服务的机会。结果,与不进行贷款或投资而把这笔资金用来购买商品或服务相比,他将享受到较低的效用水平,这些潜在的效用损失必须得到补偿,这就是利率的一个主要功能。

而且,贷款者面临着许多有关偿还时的货币价值即货币的未来价值的不确定性,这种不确定性的数量描述就是风险。贷款者面临的风险有许多种,这些风险将减少贷款者所感觉到的效用或福利。利率的另一个功能就是补偿由于存在风险而导致的效用损失。

我们要研究的第一个风险是购买力损失的风险,通常称为通货膨胀风险。如果在贷款或投资期间内发生通货膨胀,那么这些资本金在将来偿还时能购买到的商品和服务可能会比当初投资时能购买到的数量更少,因此投资者会要求对这种购买力的损失给予补偿。

第二个风险是资金不能收回。这或者是由于投资的项目没成功,或者是由于借款者不守信用,或者是由于其他不可预见的情况。这就是违约风险,投资者当然还需要对承担的这种风险进行补偿。

当潜在效用损失即通货膨胀风险和违约风险同时存在时,许多因素使人们愿意现在持有货币而不是将来持有。那些愿意现在持有货币而不愿得到未来的货币承诺的人被称为具有正的时间偏好(positive time preference)。

对于贷款者由于资金贷出或投资而产生的偏好的不满足,利率将予以补偿。借款者愿意为资金的使用支付利息,因为这些资金使他们享受到了提前消费的额外效用,这种提前消费是由于投资者资金转移而产生的。

虽然人们经常从容地谈论利率,但是根据我们刚才所讨论的,实际上存在着很多种利率。任何时刻金融市场上都有许多种利率,因此有必要把决定利率的因素分为两组:决定利率一般水平的因素和决定利率方式的因素。

影响利率水平的因素有:

- 政府政策
- 货币供给
- 通货膨胀预期

影响利率方式的因素有:

- 金融合约的到期时间
- 违约风险
- 金融合约的流动性
- 税收

- 与金融合约有关的其他各种因素,比如是否有财产抵押或合约中是否有金融期权

表 1.1 用来说明以上因素对利率的影响,表中列出了 1995 年 12 月末与许多金融工具或市场相关的利率。

表 1.1 利率(%),1995 年 12 月

住房抵押贷款	7.85
7 天银行通知存款(零售)	4.5
无担保银行透支(个人)	22.0
3 个月银行大额可转让定期存单	6.375
3 个月商业票据	6.45
3 个月英国政府国库券	6.32
6 个月银行间存款	6.34
5 年期英国政府债券	7.0
10 年期英国政府债券	7.4
10 年期德国政府债券	5.88
5 年期英国公司债券(担保债券)	8.1
5 年期英国非担保公司债券	9.2
5 年期英国可转换债券	6.5

1.3 货币的时间价值

与货币的时间价值相联系的是现值和终值。现值是指将来得到或支付的某笔资金在今天的价值,终值是指今天得到或支付的某笔资金在将来某时刻的价值。计算现值的过程称作**贴现**(discounting),计算终值的过程称作**复利**(compounding)计算。

现值的计算是用今天的利率对每笔未来到期支付进行贴现,这个利率是假设今天收到某笔资金可以贷出的利率。常见的贴现应用有对预期未来收益和本金偿付进行贴现得到的债券价值和通过股息贴现模型得到的股票价值。本章会在后面依次介绍。

金融资产价值分析是计算资产的预期未来现金流的现值。有些金融工具,比如期货合约和远期合约,是用某笔资金的终值来定价的,货币终值的计算是把未来到期时所有的利息支付加总而得到的。

下面将详细介绍复利和贴现的数学计算,首先看货币的终值。

货币的终值

假设今天在银行存入一笔有息存款,这笔存款的价值会随着利息的增加而不