

金 融 学 译 丛

*Statistics and Finance:
An Introduction*

统计与金融

戴维·鲁珀特 (David Ruppert) 著

孙志宾 张键红 译

 中国人民大学出版社

金 融 学 译 丛

*Statistics and Finance:
An Introduction*

统计与金融

戴维·鲁珀特 (David Ruppert) 著

孙志宾 张键红 译

中国人民大学出版社

• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

统计与金融/鲁珀特著; 孙志宾等译.
北京: 中国人民大学出版社, 2009
(金融学译丛)
ISBN 978-7-300-11547-4

I. ①统…
II. ①鲁…②孙…
III. ①统计学-基本知识②金融学-基本知识
IV. ①C8②F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 223271 号

金融学译丛
统计与金融
戴维·鲁珀特 著
孙志宾 张键红 译
Tongji yu Jinrong

出版发行	中国人民大学出版社	邮政编码	100080
社 址	北京中关村大街 31 号		010-62511398 (质管部)
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62514148 (门市部)
	010-62501766 (邮购部)		010-62515275 (盗版举报)
	010-62515195 (发行公司)		
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com(人大教研网)		
经 销	新华书店	版 次	2010 年 4 月第 1 版
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司	印 次	2010 年 4 月第 1 次印刷
规 格	185mm×260mm 16 开本	定 价	48.00 元
印 张	26.25 插页 1		
字 数	519 000		

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换



出版说明

作为世界经济的重要组成部分，金融在经济发展中扮演着越来越重要的角色。为了加速中国金融市场与国际金融市场的顺利接轨，帮助中国金融界相关人士更好、更快地了解西方金融学的最新动态，寻求建立并完善中国金融体系的新思路，促进具有中国特色的现代金融体系的建立，中国人民大学出版社精心策划了这套“金融学译丛”，该套译丛旨在把西方，尤其是美国等金融体系相对完善的国家最权威、最具代表性的金融学著作，被实践证明最有效的金融理论和实用操作方法介绍给中国的广大读者。

该套丛书主要包括以下三个方面：

（1）理论方法。重在介绍金融学的基础知识和基本理论，帮助读者更好地认识 and 了解金融业，奠定从事深层次学习、研究等的基础。

（2）实务案例。突出金融理论在实践中的应用，重在通过实务案例以及案例讲解等，帮助广大读者将金融学理论的学习与金融学方法的应用结合起来，更加全面地掌握现代金融知识，学会在实际决策中应用具体理论，培养宏观政策分析和进行实务操作的能力。

（3）学术前沿。重在反映金融学科的最新发展方向，便于广大金融领域的研究人员在系统掌握金融学基础理论的同时，了解金融学科的学术前沿问题和发展现状，帮助中国金融学界更好地认清世界金融的发展趋势和发展前景。

我们衷心地希望这套译丛的推出能够如我们所愿，为中国的金融体系建设和改革贡献出一份力量。

中国人民大学出版社

2004年8月

译者序

经过两年半的时间，我们翻译了由戴维·鲁珀特所著，由美国 Springer 出版社出版的《统计与金融》(*Statistics and Finance: An Introduction*)，这本集计量经济学与统计学为一体的优秀著作。在我们的翻译过程中，我们对原稿中的专业术语和复杂语句反复推敲，仔细琢磨，对书中所编写的程序部分认真研究，努力做到与原书所传达给读者的信息一致。由于知识水平有限，我们不敢保证书中没有错译与遗漏。在此，我们真诚的欢迎读者给予我们批评指正。

《统计与金融》的内容涉及金融学与统计学的诸多领域，计量经济学中涉及的模型在本书中都能找到，并且比计量经济学讲解的更加细致；统计学中的重要领域部分，诸如回归等，都在本书中深入的涉及，不仅在理论知识方面讲解深入，并且在程序编写上也是精心安排。本书对数学专业、统计专业，或工程专业的学生很有帮助，相信本书会为每一位认真阅读的朋友充实学识，开阔视野。

统计是计量分析的基础，计量经济学、计量史学也都要以成系列的统计资料为依据。统计学不是金融学的分支，现在的统计学应用于各行各业，金融学是其应用的一方面。金融学和经济学的开发与统计学紧密联系，随着金融市场的逐渐开放，统计学在金融和经济学领域的应用应该愈来愈广，愈来愈深入，简单的统计程序可以解决复杂的金融问题。我们认为《统计与金融》这本专著的出版会使读者有种耳目一新的感觉，其经典的理论模型，完美的程序会使读者切实地感受到统计的方法和数据分析对金融很有帮助，当然也会对每一位读者的研究有帮助。

《统计与金融》这本专著与一般的著作有明显的不同。一般的著作更多的偏重于单纯的介绍理论知识和模型，把这些经典提供给大家，让大家在研究

中充分的利用。《统计与金融》是把统计模型和金融模型联系在一起,并且用各种软件做出了完美的应用程序。本书是基于现实的数据而后作统计分析,除了一些广为人知的经济学和统计学理论,新的理论也是基于本书之上建立起来的。正如本书作者戴维·鲁珀特所言:“我建议大家不要把经典的模型看作是‘真理’而接受,而是看成一个工具,已被过去所证实的有用的工具。至少现在来说,它们是可以利用金融市场数据检验的有用的假说,对它们的改进也将基于实证分析之上。这也是本书的主题。”

《统计与金融》的编写体现了以下几个基本特点:

第一个特点是,从全书的角度来看,本书是利用数据而后做统计分析,同时包含了概率知识的应用(第2章),运用金融中的例子,阐明概率与统计的主要原理,以加强这一课程的素材,模拟以及金融工程的最优化,金融市场中的统计模型,学习模型检验以及参数估计(第6章和第13章)等。

第二个特点是向学生介绍新的统计方法,提供一些运用 MATLAB 和 SAS 软件包的例子。本书中每个章节都提供了由 MATLAB 和 SAS 软件所编写的实用程序。诸如在第2章“概率与统计模型”中,作者编写 SAS 程序实现了复杂样本之间的相关系数;在第3章“收益”中,作者编写了 SAS 程序来创建收益率变量,并且编程求解出变量的基本统计值;在第4章“时间序列模型”中,对实际的相对收益数据编写程序寻求最优的时间序列模型;在第5章“组合理论”中,用 MATLAB 程序实现了最优组合,并且给出最优投资组合对于存在较小的不可避免的估计误差的输入数据的敏感程度;在第6章“回归”中,用 SAS 程序实现参数估计、统计量的检验等;在第7章“资本资产定价模型”中,用 SAS 程序实现了定价;在第8章“期权定价”中,用 SAS 程序实现了期权的定价;在第9章“固定收益证券”中,用 MATLAB 程序实现了收益的求解;在第12章“GARCH 模型”中,用 SAS 程序实现了模型的拟合;在第13章“非参数回归和样条函数”中,用 SAS 程序实现了二次样条的拟合和调整等;

第三个特点是在每一章的结尾,作者都给出了一部分参考的论文及书目,读者可以参看这些内容。这些笔记还不能作为完备的文献评论,但可以作为文献的稀疏采样。每一主题都包含了一些最新的文献,使其更加完备。

当然,任何一部优秀的著作总归有些局限性,否则更好的著作就出现不了,这只是时间早晚的问题。我们希望以此书为基点,更好更新的书在不远的将来出现。

在本书的编写过程中,我的学生刘海燕和赵霞以最大的耐心、细心和热心承担了部分翻译和校对的艰辛任务,有力地支持了我们的工作。在此,我向她们表示衷心的感谢。

孙志宾
张键红

前 言

本书主要介绍统计模型和金融模型，并特别关注两者之间的相互作用。假定读者已经学习了一些概率与统计的知识，但可能仅是一个介绍的过程，而统计理论在金融中的运用是很重要的。

这本书来源于康奈尔大学本科生三四年级的讲课记录。许多学生是我们本学校运筹学与工业工程专业的学生，尽管这些学生很多都来自其他专业，但他们对这一课程很感兴趣。运筹学与工业工程专业的很多学生都就职于银行和金融机构，并且我们的工程硕士计划中含有很受欢迎的金融工程课程。但是，这门课程也很受不从事金融的学生的欢迎。对于这些学生，金融主要是如何运用运筹学的基本工具的一种方式，如概率、最优化、模拟，特别是统计。

对于工程数学专业，这一课程所需的必备课程大约要用两年时间来学习，包括矩阵代数、多元微积分、概率与统计，这些课程都是运筹学与工业工程专业的必修课。许多学生预先并不了解金融与经济的内容。

对于运筹学与工业工程专业，需要强调的是以经验为依据的研究方法，即数据分析和统计推断。我从事统计的教学与研究已经 25 年了，并主要进行各种运用性的内容。我对于金融的研究是近几年开始的，源于学生的兴趣以及我对它的好奇。我发现金融是一门令人着迷的课程，无论是其本身还是它所涉及的统计内容。

本书及该课程基于以下几个目标：

- 运用金融中的例子，阐明概率与统计的主要原理，以加强这一课程的素材。有许多学生在学习了一年概率与统计后，仍对一些基本概念掌握的不清楚，并且不知道如何将它们运用于实际中。但学习了概率与统计在金融中

的运用后，他们对此的理解更深刻了。

- 对概率与统计、最优化以及模拟进行合并。
- 对本科生介绍金融和金融工程的知识。
- 帮助学生理解以经验为依据的研究方法在金融和运筹学中是如何运用的。
- 向学生介绍新的统计方法：时间序列、GARCH 模型、再抽样以及非参数回归。

● 提供一些运用 MATLAB 和 SAS 软件包的例子。本书提供了许多含有 SAS 程序的例子，偶尔也会运用到 MATLAB，如进行插值，在第 5 章中寻求有效投资组合，第 10 章中的再抽样，这些地方都不需要用标准的 SAS 统计程序进行运算。^① 本书并不介绍如何运用 MATLAB 和 SAS，但学生需要学会本课程中所运用的语言。最理想的状态是，学生熟练掌握这些语言或在其他课程中得到它们的介绍。对于独立的读者，我将在第 2~4 章的结尾部分涉及一些 SAS 与 MATLAB 的运用说明。

本书中所运用的统计软件很难取舍，其他统计软件如 Splus 和 R 也很好用，有其自身的特点，很多分析者更愿意运用这些软件，我之所以选择 SAS 软件，是因为我所在系的很多学生都希望学习这一软件，SAS 在工业中运用很广泛。

MATLAB 中的图形软件很好用，因为该软件能画出高质量的图形，而且输出的附件很小。由于这一原因，本书中的图形均运用 MATLAB 得到。

在本书中，有意忽略了随机分析的内容，因为该内容已成为一门专门的课程，并在其他作者的书中得到了很好的介绍，如 Baxter 和 Rennie (1996)，Neftci (1996) 以及 Mikosch (1998)。

我在康奈尔大学的同事 Marty Wells 是第一位教授运筹学与工业工程专业的老师。他认为统计的方法和数据分析对金融很有帮助，而且可能会有统计学家将这一需求变为一门很好的课程。Marty 教授这一课程两年，现在是我在教授这一课程。一开始准备教运筹学与工业工程专业的时候，我意识到没有适用于本科生水平的教材，因而我开始收集各种笔记并进行汇总，笔记经过了多年的扩充和修改，大多数同事认为应该将这一笔记变为教材了。

我发现讲授这一内容是有益的，学生喜欢见到“真实的数据”。金融作为统计中的例子是很好的，许多网站上的金融数据以及一些特定的资源，如 Datastream, Bloomberg 以及 Reuters 都是可以使用的。许多学生很熟悉股票市场并渴望学到更多的东西。每个人都对货币很感兴趣。

尽管本书中只作为介绍，但本书涉及了许多相关的主题，如自助法、罚样条以及行为金融学，我特别喜欢第 10 章中的自助法。自助法在运用于金融

^① SAS 中包含一个称作 IML 的程序语言，OR 软件包中的最优化例程，已超出了 SAS 的应用范围，特别地，运用于最优化投资组合或再抽样，但是本书不再讨论 SAS 的这些特性，而且选用了 MATLAB。

之前已有运用,尤其是在 Michaud (1998) 最优化投资组合中的运用,但我认为它还有更多的运用。马柯维茨的最优投资组合理论在许多关于金融的书上都有涉及,但很少给出最优投资组合对于存在较小的不可避免的估计误差的输入数据的敏感程度。自助法表明了这一问题的严重程度及其困难所在。我偏爱自助法是因为它可以阐明许多基本理论。在本书中,我尽可能地选取直观的方式来解释一些原理,而不是运用数学计算来证明,因而自助法很适用。

本书也可以作为大学预备生学习数学的课程教材,如数学专业、统计专业或工程专业的学生。本书对于金融工程专业的学生也很有帮助,因为他们需要了解概率与统计的知识。我担任过许多工程项目赞助者的顾问,有公司的,也有工业上的,更多的是金融行业的。我发现学生通常并没有掌握分析数据时必备的统计工具,因而我通常担任统计顾问的角色。本书中的许多课题是由咨询性的会议发展而来的。对于喜欢学习统计的运用和数据分析,但对金融兴趣不大的学生来说,第 2、4、6、10 以及 12 章是很有用的。

在每一章的结尾,我都给出了一部分参考的论文及书目,感兴趣的读者可以参看这些内容。这些笔记还不能作为完备的文献评论,但可以作为文献的稀疏采样。我向我所忽略的作者表示歉意。每一主题都包含了一些最新的文献,使其更加完备。

本书含有一个简单的词汇表,文中的黑体字用来解释词汇表中的概念。词汇表并没有给出精确的数学定义,但这些定义可以在课本内找到。

本书的内容丰富,素材广泛,是足够讲授一学期的课程,因而有利于老师选择讲授的内容。第 1~9 章是核心内容,但是这些章节中带星号的部分以及后几章中带星号的部分都是较特殊或较前沿的内容,这些内容可以忽略。风险管理是一个较热的话题,因而第 11 章的 VaR 也在其列。第 11 章第二节的内容需要用到第 10 章自助法的内容,但若这部分被删除,则第 10 章也没有存在的必要了。第 12 章的 GARCH 模型不是太重要的,是因为学生对此感兴趣才增加的。我最后一次讲授这本书时,没有讲第 11 章 VaR (当时这章还未加入) 以及第 14 章行为金融学,并删除了其他章节的个别地方。本书可以作为统计专业学习计算财务的学生的课本。这时学生对于第 3、5、7、8 和 9 章的内容是很熟悉的,其余的章节较为容易。

感谢我的同事 Bob Jarrow、Phil Protter、Jeremy Staum、Marty Wells, 以及 Yan Yu, 在我学习金融的过程中,他们给予了我极大的帮助。我还特别感谢 Antje Berndt、Ciprian Crainiceanu、Kay Giesecke 以及 Anne Shapiro, 他们认真地阅读了初稿,并提出很多有帮助的观点。本书还要感谢编辑的帮助,当然所有的错误由我负责。

当本书完成时,我很幸运地被授予 Andrew Schultz, Jr. 工程教授的荣誉。本书写于 2003 年夏天,得到了本系资助资金的大力支持。我也很感谢支持我及时完成本书的朋友们。

我热忱地期待反馈信息及建议,可发至我的邮箱 dr24@cornell.edu。

参考文献:

Baxter, M. , and Rennie, A. (1998) *Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing*, Cambridge University Press, Cambridge.

Michaud, R. O. (1998) *Efficient Asset Management*, Harvard Business School Press, Boston.

Mikosch, T. (1998) *Elementary Stochastic Calculus with Finance in View*, World Scientific, Singapore.

Neftci, S. N. (1996) *An Introduction To The Mathematics Of Financial Derivatives*, Academic Press, San Diego.

戴维·鲁珀特



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 参考文献	4
第 2 章 概率与统计模型	5
2.1 绪论	5
2.2 概率原理	5
2.3 概率分布	7
2.4 随机变量的函数	11
2.5 随机样本	12
2.6 二项分布	13
2.7 位置参数、尺度参数和形状参数	14
2.8 常见的连续分布	14
2.9 正态分布的抽样	18
2.10 顺序统计量和样本的 CDF	19
2.11 偏度和峰度	22
2.12 厚尾分布	25
2.13 大数定律和中心极限定理	31
2.14 多元分布	32
2.15 预测	35
2.16 条件分布	37

2.17	随机变量的线性函数	39
2.18	估计	42
2.19	置信区间	52
2.20	假设检验	54
2.21	小结	59
2.22	参考书目注释	61
2.23	参考文献	61
2.24	习题	62
第3章	收益	65
3.1	引言	65
3.2	行为收益	68
3.3	随机游走模型	69
3.4	随机游走假设的起源	78
3.5	有效市场假说 (EMH)	81
3.6	离散的利率以及连续复合的利率	82
3.7	小结	84
3.8	参考书目注释	84
3.9	参考文献	85
3.10	习题	86
第4章	时间序列模型	87
4.1	时间序列数据	87
4.2	平稳过程	88
4.3	AR(1) (一阶线性) 自回归过程	90
4.4	AR(1) 过程的估计	96
4.5	AR(p) 模型	100
4.6	滑动平均过程 (MA)	102
4.7	ARIMA 过程	104
4.8	模型选择	107
4.9	三个月期美国国债利率	110
4.10	预报	111
4.11	小结	115
4.12	参考书目注释	116
4.13	参考文献	117
4.14	习题	117
第5章	组合理论	119
5.1	预期收益和风险的权衡	119
5.2	一种风险资产和一种无风险资产	119
5.3	两类风险资产	122

5.4	两种风险资产与一种无风险资产的组合	123
5.5	N 种风险资产的风险有效组合*	128
5.6	二次规划*	140
5.7	组合理论有用吗?	143
5.8	效用理论*	143
5.9	小结	144
5.10	参考书目注释	145
5.11	参考文献	145
5.12	习题	146
第 6 章	回归	148
6.1	引言	148
6.2	最小二乘法	149
6.3	标准误差, t 值以及 p 值	152
6.4	方差分析, R^2 分析以及 F 检验	155
6.5	回归对冲*	159
6.6	回归以及最佳线性预测	160
6.7	模型选择	160
6.8	共线性以及方差波动	163
6.9	预测值的集中	165
6.10	非线性回归	165
6.11	一般回归模型	169
6.12	解决方法	169
6.13	双边转换回归*	181
6.14	变换的几何图*	186
6.15	稳健回归*	188
6.16	小结	189
6.17	参考书目注释	190
6.18	参考文献	191
6.19	习题	191
第 7 章	资本资产定价模型	194
7.1	CAPM 绪论	194
7.2	资本市场线 (CML)	196
7.3	β 系数和证券市场线	198
7.4	证券特征线	201
7.5	另外一些投资组合理论	204
7.6	β 的估计和 CAPM 的检验	206
7.7	CAPM 在投资组合分析中的应用	210
7.8	因素模型	210

7.9	一个有趣的问题*	214
7.10	β 是常数吗?*	217
7.11	小结	220
7.12	参考书目注释	221
7.13	参考文献	221
7.14	习题	222
第8章	期权定价	224
8.1	引言	224
8.2	看涨期权	225
8.3	单一价格法则	225
8.4	货币的时间价值和现值	226
8.5	看涨期权定价——一个简单的二项式例子	227
8.6	二步二项式期权定价	229
8.7	由期望值进行套利定价	231
8.8	一般的二叉树模型	232
8.9	鞅	233
8.10	由二叉树到随机游走和布朗运动	235
8.11	几何布朗运动	237
8.12	运用布莱克-斯科尔斯模型	240
8.13	隐含波动率	243
8.14	看跌期权	248
8.15	期权价格的演变	251
8.16	期权和套期保值的杠杆作用	252
8.17	希腊字母	253
8.18	内在价值和时间价值*	257
8.19	小结	258
8.20	参考书目注释	259
8.21	参考文献	259
8.22	习题	259
第9章	固定收益证券	262
9.1	引言	262
9.2	零息债券	263
9.3	票息债券	264
9.4	到期收益率	266
9.5	期限结构	270
9.6	连续复利	274
9.7	连续远期率	275
9.8	价格对于收益率的敏感性	276

9.9	远期连续利率的估计*	277
9.10	小结	282
9.11	参考书目注释	282
9.12	参考文献	283
9.13	习题	283
第 10 章	再抽样	286
10.1	引言	286
10.2	均值的置信区间	287
10.3	再抽样和有效投资组合	290
10.4	Bagging*	298
10.5	小结	299
10.6	参考书目注释	299
10.7	参考文献	299
10.8	习题	300
第 11 章	风险价值	301
11.1	风险管理的必要性	301
11.2	单资产的 VaR	302
11.3	资产投资组合的 VaR	309
11.4	选择持有期和置信系数	311
11.5	VaR 和风险管理	311
11.6	小结	313
11.7	参考书目注释	313
11.8	参考文献	314
11.9	习题	314
第 12 章	GARCH 模型	316
12.1	引言	316
12.2	条件均值和条件方差的建模	317
12.3	ARCH(1) 过程	318
12.4	AR(1) / ARCH(1) 模型	321
12.5	ARCH(q) 模型	322
12.6	GARCH(p, q) 模型	322
12.7	GARCH 过程有厚尾	324
12.8	ARMA 过程与 GARCH 过程的比较	324
12.9	GARCH 模型的拟态	324
12.10	I-GARCH 模型	329
12.11	GARCH-M 过程	333
12.12	E-GARCH	334
12.13	GARCH 族*	337

12.14	GARCH 模型在金融中的应用	337
12.15	广泛的 GARCH 过程下的期权定价*	338
12.16	小结	341
12.17	参考书目注释	342
12.18	参考文献	343
12.19	习题	344
第 13 章	非参数回归和样条函数	346
13.1	前言	346
13.2	回归模型的选择	348
13.3	线性样条	352
13.4	其他次数的样条函数	354
13.5	最小二乘估计	356
13.6	样条函数的选择	358
13.7	加法的模型*	362
13.8	罚样条函数*	366
13.9	小结	376
13.10	参考书目注释	376
13.11	参考文献	377
13.12	习题	377
第 14 章	行为金融学	379
14.1	引言	379
14.2	EMH 的辩护	380
14.3	对 EMH 的挑战	381
14.4	套利者可以拯救一切吗?	382
14.5	数据表明什么?	382
14.6	市场波动和非理性繁荣	386
14.7	传统金融的现代地位	388
14.8	参考书目注释	388
14.9	参考文献	389
14.10	习题	390
	词汇表	392

第 1 章

绪 论

本书从最初的一门叫做“金融工程中的实证分析”的学科中分化而来。实证也就是来源于实践、观察以及试验，因此本书就是利用数据而后做统计分析。金融工程是对金融产品诸如股票期权、利率衍生工具和信用衍生工具的解释。这门课程同时包含了概率知识的应用、模拟以及金融工程的最优化，后来该课程又被称为“金融工程的管理分析工具”。

金融关注的是衡量并且管理金融风险。投资的收益即是收入，是原始投资的一小部分。如果一个人在时间 t_1 以 P_{t_1} 价格投资于某资产， t_2 时刻该资产的价格为 P_{t_2} ，那么，从 $t_1 \rightarrow t_2$ 这段资产持有期内其净收益为 $\frac{(P_{t_2} - P_{t_1})}{P_{t_1}}$ ，对于大多资产而言，其预期收益都不能准确获知，因此被认为是随机变量。风险意味着一项投资中未来收益的不确定性，特别地，一项投资的收益可能会比预期收益要少，甚至会造成损失，即负收益。风险通常是由收益的标准差衡量的，我们称之为易变性。近来人们通常用 VaR（在险值）来衡量风险。VaR 关注损失的最大值，比起收益的标准差，VaR 能更直接地表示金融风险（见第 11 章）。因为风险是基于收益的概率分布，概率和统计是金融中的基本工具。风险计算需要概率，参数估计诸如估计收益的标准差等需要统计和假设检验，诸如所谓的“随机游走假设”，其说明未来收益与过去收益独立，同样需要统计。

金融中更多的应用概率模型，例如，用来推导著名的布莱克-斯科尔斯公式。这些模型的运用产生了一些问题：金融市场数据是否支持这些模型？这些