

WILEY

FINANCE



金融学优秀著作译丛

数量化股票投资： 技术与策略

Quantitative Equity Investing: Techniques and Strategies

弗兰克·J.法博兹 塞尔吉奥·M.福卡尔迪

彼特·N.科姆 著

Frank J.Fabozzi Sergio M.Focardi

Petter N.Kolm

赵胜民 等 译



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

FINANCE

WILEY

数量化股票投资： 技术与策略

金融学优秀著作译丛

Quantitative Equity Investing:
Techniques and Strategies

弗兰克·J.法博兹 塞尔吉奥·M.福卡尔迪

彼特·N.科姆 著

Frank J.Fabozzi Sergio M.Focardi

Petter N.Kolm

赵胜民 等译



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

量化股票投资:技术与策略/(美)法博兹(Fabozzi,F. J.), (美)福卡尔迪(Focardi, S. M.), (美)科姆(Kolm, P. N.)著;赵胜民等译. —厦门:厦门大学出版社, 2015. 1
(金融学优秀著作译丛)

ISBN 978-7-5615-4530-0

I. ①数… II. ①法…②福…③科…④赵… III. ①股票投资-研究 IV. ①F830.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 134950 号

著作权合同登记号:图字 13-2015-007

Title: Quantitative Equity Investing: Techniques and Strategies by Frank J. Fabozzi, Sergio M. Focardi, Petter N. Kolm. ISBN:978-0-470-26247-4

Copyright © 2010 by John Wiley & Sons, Inc. All Rights Reserved. This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, Published by John Wiley & Sons. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyrights holder.

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书中文简体版专有翻译出版权由 John Wiley & Sons, Inc. 公司授予厦门大学出版社。未经许可,不得以任何手段和形式复制或抄袭本书内容。

本书封底贴有 Wiley 防伪标签,无标签者不得销售。

官方合作网络销售商:



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总编办电话:0592-2182177 传真:0592-2181253

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

厦门集大印刷厂印刷

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:24.25 插页:2

字数:600 千字 印数:1~3 000 册

定价:60.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

FJF:

献给我的妻子 **Donna**, 以及我的孩子们:

Francesco, Patricia和 **Karly**

SMF:

献给我的母亲并缅怀我的父亲

PNK:

献给我的妻子和女儿, **Carmen** 和 **Kimberly**,

并缅怀我的岳父 **John**

译 序

股票市场是创造百万富翁的天堂，也是毁灭财富的地狱。自从它诞生之日起，便“引无数英雄竞折腰”。“Beat the market!”是投资人的梦想，然而股海沉浮，真正能战胜市场的人寥寥无几。随着股票市场不断的发展，衍生品的日益丰富和投资工具的推陈出新，股票投资理念也与时俱进，从威廉·江恩时代到沃伦·巴菲特时代再过渡到詹姆斯·西蒙斯时代。

江恩运用天文学、数学、几何学等方面的知识创立了独特的技术分析理论，包括波动法则、周期理论、江恩角度线、江恩四方形、江恩六角形等等。技术分析曾经是市场备受推崇的投资圣经。然而技术分析本身是一门仁者见仁智者见智、主观性很强的技术，即使同一时间同一K线图也是一千个人眼中有一千个哈姆雷特。随着2014年诺贝尔经济学奖得主法马所提出的有效市场假说逐渐被大家认同，技术分析也因为缺乏科学性而逐渐淡出投资人的视野。巴菲特是20世纪最伟大的投资家，他奉行的价值投资理念风靡全球。他认为“要投资那些始终把投资者利益放在首位的公司”；“要投资资源垄断型企业”；“要投资易了解，前途看好的公司”。然而价值投资在不成熟的股票市场上往往“水土不服”，信息不对称问题和获取信息的成本使“价值投资”显得知易行难。与此同时，巴菲特的投资定律并没有数量化的标准，这让很多投资人无所适从。马克思曾经说过：“世界上任何一个学科如果没有发展到能与数学紧密联系在一起的程度，那就说明该学科还未发展成熟。”一种投资方法只有能够数量化地确定投资标准，才具有广泛性和实用性。因此，伴随着信息技术和金融理论的发展，数量化投资逐渐成为市场主流的投资理念。詹姆斯·西蒙斯，这位与陈省身合作提出陈氏—西蒙斯定理的数学家创造了华尔街的投资神话。从1989年到2009年间，他操盘的大奖章基金平均年回报率高达35%。无论是1998年俄罗斯债券危机，本世纪初的互联网泡沫，还是2007年爆发的次贷危机，大奖章基金历经数次金融危机，始终岿然不动，成功的秘诀便是投资理念和方法的创新。西蒙斯的文艺复兴科技公司开发了许多数学模型用来进行分析和交易，并在全球市场中进行投资。这些模型建立在海量的数据基础上，所以具有可靠性并可进行实际预测，一旦市场中出现交易机会便

可利用计算机程序将交易自动化完成,将科学的理念与先进的方法结合,使数学的魅力在投资领域大放异彩。

定性投资方法很大程度上取决于对上市公司的调研、基金经理个人的经验及其对市场的主观判断。而量化投资方法则更加强调数据的分析和应用,将金融理论、量化统计分析技术与投资者的定性分析和判断有机地结合在一起作为研究工具,将投资思想通过具体指标、参数的设计体现在模型之中,并据此对市场进行跟踪分析,借助于计算机强大的数据处理能力来进行资产配置、股票选择、时机选择以及仓位控制等以保证在控制风险的前提下实现收益最大化。所以,与传统的定性分析方法相比,量化投资方法能更为理性、客观地分析和筛选股票,避免投资的盲目性和偶然性以及主观认识的局限性,更有效地控制人为因素导致的风险。

量化投资如此奇妙,然而其中所涉及的方法可谓种类繁多,令人眼花缭乱,并且都具有相当的难度,使得投资者无所适从,难以驾驭。因此投资者非常需要一本能够对量化投资方法进行系统梳理的专著。由 Frank J. Fabozzi 教授等所著的这本书使人感到眼前一亮。本书较为全面地介绍了当前量化投资中的主流方法和模型,包括金融计量学方法、因素模型理论、基于因素和因素模型的交易策略、量化投资中的优化模型、交易成本和交易技术等,并提供了大量的案例,为读者呈现一幅量化交易的“全景图”,使读者能够清晰地了解量化投资的投资思想、模型构建、检验和操作策略等。随着股指期货、融资融券和股票期权业务的逐步开展,股票市场衍生品数量越来越多,我国即将迎来量化投资的黄金时代,所以非常有必要将这本书介绍给国内投资者。我们希望本书的翻译能够对国内的投资者有所帮助。

参与本书翻译工作的有:李依霖(第1章)、王娟(第2章)、梁璐璐(第3章)、郝晓姝(第4章)、徐辉(第5章)、莫晨栋(第6章)、张浏镠(第7章)、宋杨(第8章)、方意(第9章)、赵胜民(第10章和附录)、孙倩琳(第11、12章)。全书最后由赵胜民负责修改定稿。厦门大学出版社的吴兴友编辑为本书的出版付出了大量努力,在此,向表示衷心的感谢。我们本着严谨、认真的态度完成了本书的翻译工作,但限于时间和水平,书中难免存在一些错误之处,恳请广大读者批评指正。

赵胜民

2014年12月于南开园

前 言

数量化股票投资组合管理是投资管理的一个基本组成部分。投资管理的基本原理早在 20 世纪 50 年代哈里·马可维茨的开创性工作中就被提出了。由于他的这一工作，马可维茨在 1990 年被授予诺贝尔经济学奖。马可维茨这一思想的内涵被证明是极其丰富的。由它发展出了一个全新的研究领域，随着成本低廉、功能强大的计算机的普及，它在金融学的多个领域中都得到了重要的应用。

在马可维茨原始方法的后续发展中，我们可以看到：

■ CAPM 和一般均衡资产定价模型的发展。

■ 多因素模型的发展。

■ 投资框架向动态多时期环境的扩展。

■ 统计工具的发展将他的框架延伸到厚尾分布。

■ 贝叶斯技术的发展将人的判断与模型结果综合在一起。

■ 优化方法和稳健优化技术的逐步使用。

上述理论及其他理论的发展，使得利用计算机程序进行投资管理逐渐成为可能，这些计算机程序会去寻找市场中最佳的风险—收益均衡。

人们总是试图去战胜市场，以获得免费的午餐。一开始，人们依赖于简单的观察和经验法则来选择胜者，随后，伴随着计算机的出现，带来了大量更加复杂的系统和数学模型。今天，所谓的买方数量分析使用了各种各样不同的技术来进行股票市场的交易，如从计量经济学、优化方法和计算机科学，到数据挖掘技术、机器学习和人工智能。他们的策略包含中期到长期，6 个月到几年，再到亚毫秒级的超高频和高频策略。现代数量化技术已经用数学和金融理论的科学严谨代替了过时的经验和市场洞察力。

本书讨论的是如何利用现代技术来进行数量化股票投资组合的管理。本书的目标之一就是从事理论和实践两个角度介绍数量化股票投资组合管理的发展，它们可以被称作“高级股票投资组合管理的最高水平”。我们的讨论覆盖了在当今行业中使用的数量化股票投资组合管理的最常用技术、工具和策略。对于很多高级的话题，我们为读者提供了在其领域中的最新的应用性研究文献。

本书适用于学生、专业学者以及那些想要了解股票投资组合管理中最新的数量化技术和想要在这个迅速发展的领域中深化理解最前沿技术的金融从业人员。本书的写作相对独立，因此几乎不需要金融学的背景知识。不过，大学本科课程中线性代数和概率论的基本应用知识还是需要的，特别是对于本书中那些更偏重于数学的话题来说更是如此。

在第 1 章中，我们讨论了数学技术在金融领域中的角色和应用。除给出支持金融作

为数学科学的理论观点之外，我们还讨论了关于股票投资组合管理中数量化方法传播的三项研究结果。在第 2 章和第 3 章，我们为用于数量化股票投资管理的一个主要工具——金融计量学——提供了大量的背景资料。第 2 章的内容包括现代回归理论、随机矩阵理论的应用和稳健方法。在第 3 章，我们将内容从金融经济学扩展至时间序列的动态模型、向量自回归模型和协整分析。金融工程学、估计方法的诸多缺陷和模型风险的控制方法是第 4 章的主题。在第 5 章，我们将介绍现代因素模型理论，包括近似因素模型和动态因素模型。

基于因素和因素模型的交易策略是第 6 章和第 7 章的重点。在这两章中，我们给出了关于如何根据基本因素构造因素模型和如何在此基础上设计并检测交易策略的现代观点。在这两章中，我们提供了大量因素模型应用的实例。

第 8 章、第 9 章和第 10 章的内容是优化模型在数量化股权投资中的应用。在第 9 章中，我们会回顾投资组合优化的基本知识，接下来对用于 Black-Litterman 框架的投资管理的贝叶斯方法进行了讨论。在第 10 章，我们将讨论稳健的优化技术，因为它大大提高了人们在实践中应用投资组合优化模型的能力。

本书的最后两章讨论了交易成本和交易技术这两个重要话题。在第 11 章中，我们将从实践的角度重点讨论有关交易成本和交易策略的执行问题。现代算法交易技术是本书最后一章——第 12 章——的主题。

本书最后附有三个附录。附录 A 对本书图表和示例中所使用的数据及因素的定义进行了描述。附录 B 对各种因素、因素的经济学原理及支持各因素选取的参考文献进行了总结。在附录 C 中，我们回顾了特征值和特征向量的知识。

使用本书教学

本书的很多章节都可用于数量化投资管理、计量经济学、交易策略和算法交易的课程和实习中。本书适合于大学本科投资管理的高级选修课和金融学、经济学或者是数学及物理学的研究生使用。

建议读者从第 1 章至第 3 章、第 5 章和第 8 章开始学习，其中涉及数量化投资管理行业、标准计量技术和现代投资组合与资产定价理论。诸如模型风险及其规避方法这样的重要实际问题将出现在第 4 章中。第 6 章和第 7 章重点讨论基于因素的交易策略的发展，并提供了很多实例。第 9 章至第 12 章覆盖了贝叶斯技术、稳健的优化方法和交易成本建模等重要话题，它们都是当前金融行业构建数量化投资组合所使用的标准工具。我们建议在更高级的课程中对这些话题展开较为详细的讨论。

读者可以针对一些特定的话题开展研究性学习，例如交易策略的开发（在第 6 章和第 7 章）、最优执行和算法交易（在第 11 章和第 12 章）。这些章节及本书其他章节中的很多参考文献，是开展研究的良好起点。

鸣谢

我们要感谢几个对本书作出贡献的人。第 6 章和第 7 章的交易策略是与 Aberdeen

资产管理公司的 Joseph A. Cerniglia 共同完成的。第 10 章的稳健投资组合优化则与巴布森学院的 Dessislava Pachamanova 共同执笔完成。第 12 章取自本书一位作者与兼职于纽约大学柯朗数学科学研究所的 Lee Maclin 共同撰写的、列入《计量金融学百科全书》中的一章,该书由 Rama Cont 主编,并将由 John Wiley&Sons 出版社出版。

我们还要感谢 Axioma 公司允许我们使用由 Sebastian Ceria 和 Robert Stubbs 合著的白皮书系列中的一些数据。

Megan Orem 对本书进行了排版和编辑。我们对她在大量修订过程中所表现出的耐心和理解表示感谢。

Frank J. Fabozzi
Sergio M. Focardi
Petter N. Kolm

作者简介

Frank J. Fabozzi 是耶鲁大学管理学院金融实务方向的教授和卡尔斯鲁厄大学统计、计量与数理金融学院的合聘教授。在成为耶鲁的教授之前,他是麻省理工学院斯隆商学院的金融学客座教授。Frank 是耶鲁大学金融国际中心和美国普林斯顿大学运筹与金融工程系咨询委员会的成员。他是《资产组合管理》杂志的编辑和黑石家族封闭式基金的托管人。2002年, Frank 进入了固定收益分析师协会的名人堂,并在2007年获得了CFA协会授予的C. Stewart Sheppard奖。近期,他在Wiley出版社出版的合著书包括《机构投资管理》(2009)、《金融:资本市场、金融管理和投资管理》(2009)、《金融学中的贝叶斯方法》(2008)、《高级随机模型、风险评估和投资组合优化:理想风险、不确定性和绩效评估》(2008)、《股票市场的金融建模:从CAPM到协整性》(2006)、《稳健的投资组合优化和管理》(2007)以及《金融计量学:从基础到高级的建模技术》(2007)。Frank于1972年获得纽约城市大学的经济学博士学位。他具有特许金融分析师和注册会计师的资格。

Sergio Focardi 是尼斯高等商学院的金融学教授和总部设在巴黎的天祥集团咨询公司的创办合伙人。他是《投资组合管理》杂志编辑委员会的成员。Sergio 写作了大量关于金融建模和风险管理文章和书籍,其中包括以下由Wiley出版社出版的书籍:《金融计量学》(2007)、《股票市场的金融建模》(2006)、《金融建模和投资管理中的数学方法》(2004)、《风险管理:框架、方法和实践》(1998)以及《市场建模:新理论和技术》(1997)。他还写作了两篇由CFA协会出版的专题论文:《数量化股权管理的挑战》(2008)和《计量金融学的趋势》(2006)。Sergio 已经成为CFA协会演讲者保留计划中的演讲者。他的研究兴趣包括大量股票投资组合的计量和对体制转换的建模。Sergio 拥有热亚那大学的电子工程学学位和卡尔斯鲁厄大学的数理金融与金融计量学博士学位。

Petter N. Kolm 是纽约大学柯朗数学科学研究所金融数学硕士项目的副主任和副教授以及总部位于纽约的Heimdall集团金融咨询有限责任公司的创办合伙人。此前, Petter 曾在高盛资产管理公司的数量化策略小组中工作,负责为该小组的对冲基金研究和开发新的数量化投资策略。Petter 编著的书籍有《股票市场的金融建模:从CAPM到协整性》(Wiley, 2006)、《计量金融学的趋势》(CFA研究协会, 2006)以及《稳健的投资组合管理和优化》(Wiley, 2007)。他的兴趣在于高频金融、算法交易、数量化交易策略、金融计量学、风险管理和最优投资组合策略。Petter 拥有耶鲁大学的数学博士学位、斯德哥尔摩皇家理工学院应用数学的研究硕士学位以及苏黎世联邦理工学院的数学理科硕士学位。Petter 是《投资组合管理》杂志编辑委员会的成员。

目 录

第一章 导论	1
数理金融礼赞	2
数量化股票管理的应用研究	6
为什么实施数量化过程?	28
进入壁垒	29
数量化股票投资的展望	31
第二章 金融计量经济学 I: 线性回归	33
历史记载	33
协方差和相关系数	34
回归、线性回归和投影	43
多变量回归	53
分位数回归	54
回归诊断	55
回归的稳健性估计	57
分类回归树	66
总结	68
第三章 金融计量经济学 II: 时间序列	69
随机过程	69
时间序列	70
稳定的向量自回归过程	75
单整变量和协整变量	77
稳定的向量自回归(VAR)模型的估计	81
滞后期的估计	93
残差的自相关性以及分布性质	94
平稳的自回归分布滞后模型	95
非平稳的 VAR 模型估计	95
利用典型相关方法估计	103
利用主成分分析法估计	104
利用伴随矩阵特征值估计	105
金融学中的非线性模型	105

因果关系	106
总结	107
第四章 金融建模中常见的错误	108
理论与工程	108
工程学与理论科学	109
工程学与金融产品设计	111
投资组合管理的学习方法、理论方法以及混合方法	111
样本偏差	112
平均值的偏差	114
从大型数据集中进行抽样的错误	115
模型的时间聚集性以及数据频率选择中的错误	118
模型风险及其规避方法	119
总结	131
第五章 因素模型及其估计	133
因素的概念	133
静态因素模型	134
因素分析与主成分分析	140
为什么使用收益的因素模型	150
收益的近似因素模型	151
动态因素模型	152
总结	164
第六章 基于因素的交易策略 I:因素的构建和分析	166
基于因素的交易	168
构建基于因素的交易策略	169
交易策略的风险	170
因素的理想特性	172
因素的来源	172
基于公司特征的因素构建	173
数据处理	173
因素数据的分析	179
总结	183
第七章 基于因素的交易策略 II:横截面模型及交易策略	184
因素溢价评估的横截面方法	184
投资组合分类法	185
因素模型	190
因素表现的评估	197
基于因素的交易策略的模型构建方法	203
回溯测试	210

因素交易策略的回溯测试	211
总结	212
第八章 投资组合最优化:基本理论与实践	214
均值一方差分析:概述	215
均值一方差最优化的经典框架	217
包含无风险资产的均值一方差最优化	220
均值一方差最优化中使用的输入的估计:期望收益和风险	228
总结	245
第九章 投资组合最优化:Bayes 技术和 Black-Litterman 模型	247
在均值一方差优化中遇到的实际问题	247
收缩估计	253
Black-Litterman 模型	256
Black-Litterman 模型的推导	257
总结	269
第十章 鲁棒投资组合优化	271
鲁棒均值一方差优化模型	271
收益协方差矩阵估计中的不确定性	278
鲁棒均值一方差投资组合最优化在实践中的应用	282
关于鲁棒投资组合最优化模型的一些实践的评论	287
总结	288
第十一章 交易成本与交易执行	289
交易成本的分类	290
流动性与交易成本	295
市场冲击的度量与实证发现	297
市场冲击的预测与建模	300
考虑交易成本的资产配置模型	304
投资组合综合管理:在期望收益和投资组合风险之外	307
总结	309
第十二章 投资管理与算法交易	310
市场冲击与指令记录簿	310
最优执行	312
冲击模型	314
流行的算法交易策略	316
接下来是什么?	322
关于高频军备竞赛	323
总结	326
索引	344

第一章 导论

一个经济体可以被看作是一台投入劳动、自然资源,产出产品和服务的机器。从物理角度去研究这台机器非常困难,因为我们需要了解所有现代工程技术和生产过程的特性以及相互关系。经济学家从宏观视角观察这些过程,试图研究与经济体结构及其投入、产出相关联的经济价值的动力学。虽然很难找到联系经济数量的简单规则,但是就其本性而言,经济学是一门定量科学。

在大多数经济体中,价值可以通过市场中供给和需求相匹配的过程来获得。金融和金融市场在这里就开始发挥其作用了。它们提供了管理风险和在时间和空间上来优化资源分配的工具。和经济学一样,金融就其本质而言,也是定量的,只是它伴随着较大的风险。风险的度量以及基于风险的决策实施过程,使得金融成为一门定量科学,而不是简单的会计结算。

股票投资是最基本的金融过程之一。股票投资使得家庭可以将其储蓄投资于经济体的生产活动中。这种投资过程是一种基本的经济推动者:没有股票投资,经济体很难正常运行和发展。伴随着低价格强功能的计算机的普及和对金融过程理解的深入,金融模型已经成为投资决策过程中的决定性因素。尽管金融模型逐渐普及,反对使用模型的声音还是经常出现。

在20世纪90年代后半期,出现了太多对于数量化股票投资的怀疑论调,以至于将物理世界中的先进技术应用于基金管理的先驱者,*Nerds on Wall Street*^①一书的作者,David Leinweber发表了一篇名为《数量化投资失灵了吗?》^②的文章。在文章中,Leinweber为数量化基金管理进行辩护并且坚持认为,在这个拥有更加高速的计算机和更大容量的数据库时代,数量化投资的存在有其合理性。在那时,一些引人注目的数量化基金的失败,使人们产生了对于数量化基金管理的怀疑,从而导致投资专业人士认为最好通过训练人们的判断力,来找出市场的无效。

尽管主流学派的观点认为市场是有效的和不可预测的,但是资产管理者的工作就是去找出市场的无效,并将其变为客户的增收。从学术角度来说,有效市场的概念被逐渐地放宽了。以往的经验证明金融市场在某种程度上是可预测的,并且系统性的市场无效性

^① David Leinweber. *Nerds on Wall Street: Math, Machines, and Wired Markets* (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2009).

^② David Leinweber. Is Quantitative Investing Dead. *Pensions & Investments*, February 8, 1999.

是可以检测到的。越来越多的证据表明存在着市场异常，它们可以被系统地利用来获得去除风险和交易成本以后的超额收益。^① 面对这些证据，Andrew Lo 提出用市场适应性假说去代替有效市场假说，因为市场的无效性是在市场适应竞争环境中的变化时出现的。

在这个情形中，数量化股票投资管理过程的特征是以电脑化规则的使用作为决策的首要来源。在一个数量化的过程中，人为干预被限定为只能在特殊情况下修改计算机做出的决策。可以说数量化的过程就是将事物数量化的过程。事物量化的概念是一切现代科学的核心，包括可怕的经济学。有关核算的每一件事情，在本质上都是定量的，包括资产负债表、损益表甚至在国家层面上的核算。所以，从狭义上来讲，金融从来都是定量的。新颖的是，我们现在要量化的是像风险这样不能被直接观察到的事物，或者像市场情形这样本身并非定量的而我们要去寻找简单的规则来将其量化的事物。

在本书中，我们将阐述数量化股票投资的技巧。在这一章，我们三个目标。第一，我们将讨论数学和股票投资的相互关系，并看一下存在的反对声音。我们将试图说明大多数的反对都是错误的。第二，我们要讨论基于对主要市场参与者的调查和会谈所进行的针对数量化股票投资管理的三个研究的结果及其对于股票资产组合管理者的启示。这三个研究将有助于我们了解数量化股票投资的现状、趋势、挑战及其实施问题。第三，我们将讨论数量化股票投资面临的挑战。

数理金融礼赞

使用数学来描述和预测经济和金融现象恰当吗？这个问题最早是在 19 世纪末提出的，当时 Vilfredo Pareto 和 Leon Walras 首次尝试将经济形式化。从那时起，金融经济学家便分为了两个阵营：一方认为经济学是一门科学，因此可以用数学描述；另一方认为经济学本身就不同于可以用数学描述的物理现象。

Robert Merton 在写给 Paul Samuelson 的颂词中写道：

尽管很多人都认为金融、微观投资理论以及很多经济学的不确定性都属于现代金融经济学的领域，但是像其他专业研究一样，这个领域的边界是可渗透的和灵活的。但这个学科的核心就是研究每个家庭在不确定环境下配置其资源的个人行为，以及各经济组织在促进配置中所起到的作用。正是时间和不确定性的相互作用的复杂性使得研究这门学科富有刺激，事实上，金融经济学中的数学包含了概率论和最优化理论最有趣的一些应用。然而，面对看似突兀的数学的复杂性，其研究对于实践有直接重要的影响。^②

^① 关于市场有效性状况的现代介绍请参阅：M. Hashem Pesaran. Market Efficiency Today. Working Paper 05. 41, 2005 (Institute of Economic Policy Research).

^② Robert C. Merton. Paul Samuelson and Financial Economics. *American Economist* 50, No. 2 (Fall 2006), pp. 262-300.

我们将讨论的反对将金融经济理论视为数学科学的三个最重要的观点是：(1)金融市场被不可预测的独特事件所驱动，因此试图使用数学方法描述和预测金融现象是徒劳的。(2)金融现象是由不可量化的力量和事件所驱动的，可是我们可以使用直觉和判断去做富有意义的金融论文。(3)虽然我们的确可以量化金融现象，但是我们不能使用现实的数学表示方法和/或者是计算机程序来进行预测或者描述金融现实，因为法则本身是一直在改变的。

对数学应用于金融经济学的一个主要批判是不确定性问题。由于存在可能对经济产生重大影响的不可预测事件，有人认为金融经济学不能转化为具有预测力的数学方法论。概括的说，这个问题不仅存在于金融市场，也存在于物理科学中。但是没有人因发生了我们不可预测的重大事件而怀疑数学在物理科学中的应用。对于金融，也应如此。数学可以被用于了解金融市场，并有助于避免灾难性事件的发生。^①然而，这并不是说使用数学能够实现无限制的收益的投机。科学让人们能够区分合理的可预测系统和高风险不可预测系统。

有很多理由相信，金融经济规律中肯定存在一些基本的不确定性。从更广泛的层次来讲，其理由和证明金融市场中不可能存在套利机会的理由相同。试想经济代理人都是能够运用科学知识进行预测的聪明人。

如果金融经济规律都是确定的，那么代理人也将做出确定的预测。但是这意味着代理人之间将高度一致，以此确保在预测和由相同的预测所决定的行动之间是没有差异的。例如，所有投资机会都应该有完全相同的收益。只有完善的完全计划经济是确定性的，其他的任何经济体都一定存在不确定性因素。

在金融中，不确定性的数学处理基于挖掘数据的可能性。在金融中，我们只有小规模的样本，而且不能进行测试。如果只有一个样本，则使用统计模型的唯一严密的方式是引入遍历性。遍历过程是一个平稳的过程，其时间平均值的极限等于不随时间改变的随机过程均值。请注意，在金融建模时，不要求经济数量本身构成遍历过程，只要建模后的残差序列构成遍历过程即可。在实践中，我们希望模型提取所有的有用信息，并形成白噪声序列残差。

如果我们能给出这样的模型，它可以在扩展的时间段上产生白噪声残差序列，我们就可以把不确定性解释为概率，而把概率解释为相对频率。但是我们给不出这样的模型，因为我们没有一个坚实的先验理论。我们的模型是由理论假设、估计和学习结合起来，它们是需要被不断地更新和修正的适应性结构。

预测中的不确定性不仅是由于随机模型中的固有的概率不确定性，也是由于模型本身错定的可能性。系统的不确定性不能用通常概念中的概率来衡量，因为这种不确定性是由不可预测的改变造成的。根本上讲，数理金融经济学要依靠我们创造这样一种模型的能力，这种模型即使在金融市场发生突然的不可预测的变化时也能维持它们的描述和

^① 这就是 Nassim Taleb 在他的书 *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable* (New York: Random House, 2007) 里对金融模型评论中所指的“珍宝”。

预测能力。数理金融经济学面临的挑战不是大量的不可预测的事件，而是我们构建可以认知这些事件的模型的能力。

这种状况并不仅局限于金融经济学中。现在已经知道有的物理系统也是完全不可预测的。这些系统可以是人造系统或是自然系统。随着非线性动力学的发展，我们已经可以制造出行为不可预测的人工系统。有一些具有实际重要性的不可预测的人工系统的例子。比如说湍流，它是一种混沌现象。在遇到湍流时，飞机的行为变得不可预测。从基因突变到海啸和地震，很多自然现象的发展都是高度非线性的，不能被单独地预测。但是我们不能因为存在不可预测的事件而反对将数学应用于物理科学。相反，我们运用数学去发现不可预测的危险领域。我们不能故意地让飞机在极度不确定的湍流中飞行，我们要避免构建可能出现灾难的危险结构。安全设计原则是合理的工程学中的一部分。

金融市场也不例外。金融市场是人们设计出的产品，我们可以让它具有或多或少的不可预测性。我们可以运用数学方法去了解使金融系统受可能造成灾难性结果的非线性行为支配的条件。我们可以提高对于需要控制的变量的了解，来避免进入混沌。

因此，因金融中存在有重大后果的不可预测的事件而反对将数学应用于金融是不合理的。确有一些不可预测的金融市场，我们除了可以通过数学知道它们是不可预测的以外，不能利用数学做其他事情。但是，我们可以运用数学使金融市场更加安全稳定。^①

现在让我们来看第二个反对在金融中使用数学的观点。这个观点认为，金融问题本质上是定性的并且不能被形式化为数学表达，因而在金融中使用数学。例如，反对者认为管理质量或公司文化等需要重点考虑的定性因素是不能被形式化为数学表达的。

对这种观点的部分认同导致了将人的判断与模型相结合的技术的发展。这些技术包括从简单的技术分析的观点到复杂的贝叶斯方法，它们将定性判断加入到数学模型中。这些混合的方法学将基于数据的模型与人类判断结合起来。

金融中存在不可简化的判断过程吗？从金融角度考虑，所有对于决策重要的数据都是定量的或能够依据逻辑关系表达。价格、利润、损失以及公司资产负债表的数据都是定量的。公司和市场的关联可以通过逻辑结构描述。从这些数据出发，我们可以创造诸如波动率这样的理论术语。有没有不能够被量化或用逻辑描述的隐藏元素呢？

从根本上讲，在金融中，存在既不可量化又不能被逻辑关系描述的隐藏元素这一信念，是与经济代理人是具有决策过程的人工代理人这一事实相关联的。萨缪尔森的这个观点被新古典经济学所替代，后者强调代理人的决策。令人好奇的是新古典经济学的代理人不是现实中的人类，而是一个用效用函数描述的数学最优化程序。

我们是不是需要那些不能被量化或者用逻辑关系描述的元素呢？在当前的科学发展阶段，如果将市场作为总体，我们的答案是不需要。运用统计方法，人类行为在总体上是可预测的。至少在经济交换的层面上，个人间的相互作用可以用逻辑工具来描述。我们已经开发了很多数学工具，使我们能够描述那些可能导致存在不可预测性情况的总体

^① 复杂系统理论家可能反对当我们在抉择是建立一个更安全的金融系统还是建立一个风险逐渐增加的系统来增加收益的时候存在一个基本不确定性。