

保罗·威尔莫特数量金融系列

数量金融

(原书第2版)

Paul Wilmott

ON

QUANTITATIVE

FINANCE

2ND EDITION

[美] 保罗·威尔莫特 (Paul Wilmott) 著 郑振龙 陈蓉 陈焕华 等译



机械工业出版社
China Machine Press

保罗·威尔莫特数量金融系列

数量金融

(原书第2版)

Paul Wilmott

ON

QUANTITATIVE
FINANCE

2ND EDITION

[美] 保罗·威尔莫特 (Paul Wilmott) 著 郑振龙 陈蓉 陈焕华 等译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

数量金融 (原书第 2 版·第 2 卷) / (美) 威尔莫特 (Wilmott, P.) 著; 郑振龙等译. —北京: 机械工业出版社, 2015.4

书名原文: Paul Wilmott on Quantitative Finance

ISBN 978-7-111-49487-4

I. 数… II. ①威… ②郑… III. 金融学—数量经济学 IV. F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 041436 号

本书版权登记号: 图字: 01-2014-2013

Paul Wilmott. Paul Wilmott on Quantitative Finance, 2nd Edition.

Copyright © 2006 by Paul Wilmott.

This translation published under license. Simplified Chinese translation copyright © 2015 by China Machine Press.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher.

All rights reserved.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons 公司授权机械工业出版社在全球独家出版发行。

未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 John Wiley & Sons 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

数量金融 (原书第 2 版·第 2 卷)

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 黄姗姗

责任校对: 董纪丽

印刷: 北京天宇万达印刷有限公司

版次: 2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 185mm × 260mm 1/16

印张: 23.5

书号: ISBN 978-7-111-49487-4

定价: 119.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 68995261 88361066

投稿热线: (010) 88379007

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjg@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

推荐序一

金融衍生品是 20 世纪最具革命性的金融创新，近 40 年来，全球金融衍生品市场发展迅猛，在高效管理风险、创造丰富投资工具与多样交易策略、创新金融产品等方面发挥了其他金融市场无法代替的作用。近年来，我国期货与衍生品市场的发展速度也在加快，沪深 300 股指期货、国债期货在中国金融期货交易所相继上市，上海证券交易所推出了上证 50ETF 期权。即使在国外，期权的出现也被称为“期权革命”，只要运用得当，其在资产配置、投资策略、风险管理乃至金融解决方案领域的应用之丰富、效果之奇妙常常令人称奇。伴随着我国经济的进一步对外开放和金融市场化改革的推进，我国的外汇期货与商品、金融等各类期权也将陆续推出，以远期、互换等交易工具和证券、信用等基础性资产为标的的场外金融衍生品市场也在迅速发展。衍生品正在成为我国各类金融机构和现货企业的重要工具，将被广泛地应用于外汇、利率、证券、大宗商品以及信用等各类基础产品的风险管理和金融创新。

现实的需求必然激发学习的热潮。然而，要想在日益复杂的衍生品市场中得心应手、游刃有余绝非易事。与期权等衍生品领域相关的学科——金融工程，被称为金融领域的“火箭科学”，其中至少涉及现代金融理论、复杂的数学知识技巧、数据处理分析技术和编程技术。大量深奥的数学知识和复杂技术的存在，使得许多人对此望而却步。进一步看，如何将这些复杂的知识与技术运用到实际市场中去，亦是一个不小的挑战。因此，对于金融工程领域的从业者和学习研究者来说，若有一本兼具理论深度和实际运用、清晰易懂的案头书籍备查，是一大幸事。

《数量金融》就是这样一套在金融工程领域难得一见的好书。作者保罗·威尔莫特博士是享誉国际的金融工程学家和金融顾问，是英国皇家学会的研

究学者，其主要研究领域是衍生品、风险管理和数量金融。他在牛津大学获得数学学士和流体力学博士学位，并进行了多年的研究工作。他创立了“数量金融证书”项目和《应用数量金融》杂志，出版了多部金融工程著作，发表了上百篇专业论文，被英国《金融时报》称为“诙谐的衍生品讲师”。他创办的网站 www.wilmott.com 在全球金融工程业界深受欢迎，主编的宽客杂志 *Wilmott* 在业界也有极大影响。书如其人，保罗·威尔莫特博士的这套《数量金融》既以简洁严谨的数学推导证明思想直觉的核心内涵，又以直观浅显的思想直觉阐释艰深复杂的数学推导，分析鞭辟入里、直击本质；既讨论复杂理论模型的基本原理，又专注于模型在实际运用中的诸多细节，让人受益匪浅；既涵盖极广，广泛涉及数学基础知识与技巧、定价原理、模型拓展、数值方法、程序实现等内容，又挖掘深入，展示金融工程问题的深刻本质与应用技巧。更难得的是，此书写作深入浅出，清晰易懂，读者略有基础就可以弄清复杂问题的来龙去脉，是一本将复杂广泛的金融工程问题讲得透彻务实的好书，值得大力推荐。

对于外文专业书籍的读者而言，译者的专业水准和表达能力至关重要。《数量金融》的中文版译者是我推荐此书的另一个重要原因。郑振龙教授和陈蓉教授带领的厦门大学金融工程团队是国内最优秀的金融工程教学和研究团队之一。作为中国金融工程学科的最初创始人之一，郑振龙教授带领团队长期潜心追踪和研究国际和国内金融工程的理论和实践动态，对复杂的金融工程问题理解透彻深入，对本质和前沿问题把握到位。不仅如此，郑振龙教授和陈蓉教授都擅长将复杂问题表达得浅显易懂，在学生和听众中享有很好的口碑。郑振龙教授和陈蓉教授主编的《金融工程》连续获评“十五”“十一五”和“十二五”国家级规划教材，郑振龙教授所讲授的本科“金融工程”被评为国家级精品课程。由于学生和听众的广泛好评，中国期货业协会多次邀请两位教授为期货公司高管和分析师授课，并专门与厦门大学金融工程研究中心合作开办多期“金融衍生品高级研修班”，为期货行业培养了数量众多的金融衍生品高端专业人才，这些专业人才在期货公司和其他金融机构的创新业务中正在大显身手。作为中国期货业协会人才发展战略规划的重要举措，这一研修班的举办在业内外受到高度评价。这样两位专家的翻译之作，值得信任与期待。

书为好书，出版恰逢其时，作者译者上佳。作为中国期货与衍生品市场发展的一名经历者，看到此书的出版，我十分高兴。由于译书不属科研成果，此次翻译整套大部头的《数量金融》，对于科研和教学任务繁重的两位教授来说，本是吃力不讨好之事。但两位教授出于对中国衍生品市场发展的拳拳之心，希望能引入与推广经典著作，促进中国金融工程高端专业人才培养。兴奋感动之余，特作序推荐此书。

李强

中国期货业协会

2015年3月9日

推荐序二

国际金融危机爆发以来，已经过了6年多，尽管全球场内衍生产品的活跃度远不如危机前多年那么活跃，全球场内衍生产品交易金额占全球GDP的比例从2007年40.3的峰值有所下降，但是近年来仍然保持在25上下的水平，在全球金融体系中的作用仍然重大且不容忽视。金融危机爆发后不久，国内不少人士认为：金融危机是金融衍生产品惹的祸，还好我国金融衍生产品当时并未真正起步和发展，因此不应急于发展那些易导致危机的市场。可喜的是，国内业界越来越多的同仁和专家认为金融衍生产品在金融危机前几十年都已存在，有些产品如信用违约互换在危机前后确有推波助澜的作用，但是金融衍生产品并不是金融危机的祸根；与国际金融衍生产品市场相比，金融危机前国际市场确实存在投机和炒作的问题，然而在国内很多领域作为基础风险管理工具的金融衍生产品，不是发展得太多太快，而是太少太慢，很多领域中的金融衍生品仍然处于缺位的状态。

近年来国内场内外衍生产品有了持续可观的发展。2010年我国成功推出股指期货，2014年国债期货成功恢复，2015年2月股指期权又成功推出，场内市场金融期货和期权缺位的局面有了明显的改善；场外银行间市场外汇远期交易早在2005年汇改后不久就成功推出，外汇互换、利率互换、远期利率协议、外汇期权等重要的银行间风险管理产品先后推出并达到了不同程度的活跃度。虽然目前除股指期货外其他场内外产品的市场活跃度仍有待提高，但场内外产品的丰富程度已有明显的提高。

笔者在20世纪90年代初期进入纽约金融市场时恰逢国际金融产品创新高峰。在2014年为《奇异期权》做推荐时，回顾自己初入国际市场时的感受，才首次联想到，20世纪80年代后期到90年代中期，国际金融创新高峰时期正好是全球最大经济体美国利率市场化的后期和当时第二大经济体日

本利率市场化结束的时期^①。国际金融产品创新的高峰期与两大经济体利率市场化的进程的关系绝非偶然，因为全球金融市场最大的市场风险是利率风险。利率市场化为金融创新和风险管理提供了巨大的推动力。

党的十八届三中全会决定提出要“鼓励金融创新，丰富金融市场层次和产品”“完善人民币汇率市场化形成机制，加快推进利率市场化……加快实现人民币资本项目可兑换”；2014年12月结束的中央经济工作会议又明确提出要“稳步推进人民币国际化”。利率市场化和汇率市场化是人民币国际化的前提或必要条件，也是国内债券、外汇、股市及相关风险管理市场活跃的前提。随着我国利率市场化的进一步推动和汇率市场化进一步完善，我国债券市场、外汇市场、股票市场及其相关的风险管理或衍生产品市场的丰富程度和活跃度将有显著的提升，金融创新和风险管理的需求将在今后数年步入快速发展的通道。我国对金融创新的技术、经验、管理等多方面的知识的需求也将有显著增长。

作为全球最复杂且技术含量最高的金融产品——金融衍生产品及市场的发展也当如债券、外汇、股票、商品等基础市场一样，有着自身的发展规律和发展路径。20多年来我国学习和借鉴了国外很多领域的发展成果和经验，场内外金融衍生产品市场也不能例外。境外包括金融期货和期权在内的金融衍生产品市场经过了40多年的发展和演变，特别是经过了巴林倒闭、加州奥兰治县、美国长期资本管理公司等重大风险事件后，风险管理的经验逐渐积累，已发展到了相对成熟的阶段。作为全球金融市场技术含量最高的金融衍生产品的设计、定价和风险对冲也有了相对成熟的统计、数学、编程等方面的知识、技能和实践方面的积累。这些将是国内金融产品设计、定价、风险对冲和市场发展不可少的必修课。

保罗·威尔莫特先生集金融顾问、培训师、作家和软件开发者等理论与实践经验于一身，将“火箭物理学家”才能理解的相关数理知识用深入浅出、简洁易懂的方式向读者做了介绍，同时也向读者介绍了理解数量金融必须的金融概念、组合管理和具有代表性的衍生产品。作者也介绍了投资与赌博之间的各种相似和差异。本书的特点可以用理论与实际结合，参数与市场结合，

^① 张光平. 人民币国际化和产品创新 [M]. 5版. 北京: 中国金融出版社, 2014.

产品与对冲结合这三个结合来简单概括。虽然本书简明扼要，但是要读懂仍需具备相当的数学、统计、市场等方面的基础知识，这些知识是推动国内金融创新，特别是国内金融产品设计、定价、风险对冲必需的基础知识。国内几乎所有的金融机构，特别是市场交易部门目前概无例外地在使用境外设计的产品定价、交易平台、风险管理模型等，然而却鲜有能够打开这些产品定价、交易平台和风险管理模型的“黑盒子”，因而只能知其然而不知其所以然，只能在别人多年前设计的“八阵图”内冲杀，不仅难以走出“八阵图”，更不用说要打赢“八阵图”的设计者了。《数量金融》为我们提供了打开这些“黑盒子”的基本知识和基本要素，是国内金融创新和国内金融机构及企业“走出去”在国际市场上直面市场竞争的必读物。

厦门大学金融工程团队在郑振龙教授和陈蓉教授指导下组织了一批博士和学生翻译了保罗·威尔莫特先生的《数量金融》一书，体现了厦大师生对金融工程知识的重视及对专业的认真态度。本书不仅对国内众多大专院校师生学习和研究金融工程、金融衍生产品、金融风险管理有用，而且对广大的金融从业人员开展金融创新、产品设计、风险管控也有必不可少的参考作用。

最后，值得提及的一个重要内容是学习过程中要结合国内市场的实际情况，并借鉴国外的知识和经验。记得十多年前，在国内市场仅有外汇远期结售汇等屈指可数的简单金融衍生产品的时候，国内曾经掀起学习金融工程的热潮，对后来国内金融市场的发展起到了一定的作用。然而十多年来，特别是2005年我国汇改以来，国内很多金融衍生产品从无到有，有些产品如外汇互换、利率互换、股指期货等市场已经有了较好的流动性，然而关于这些市场和产品相关实证研究却少之又少。之前国内少有或没有产品时学习只是学习别人的东西，而现在国内有了自己的产品和市场却少有人研究。由于我国利率、汇率等方面市场化程度有待进一步提高，国内产品定价和市场发展一定有与境外不同之处，这些不同之处我们只有经过实证研究才能发现，进而才能找到进一步完善国内市场的方法。尤其是近年来以人民币跨境贸易、其他经常项目、直接投资等相关结算为主的人民币国家化进程加速，境外人民币中心和业务快速发展，产品创新步伐加快。我们在学习和借鉴别人知识和经验的同时也需要结合国内产品和市场的发展来学习，结合国内利率和汇率市场化程度不断提高的进程来学习，结合人民币国际化的进程来学习，这样才

可以尽快地达到学以致用目的。否则，国内人民币产品创新和人民币国际化相关的问题研究我们都可能落在别人的后面，从而难以有效推动市场的发展和人民币国际化的进程，让国内学者、职业人士和其他国人面临尴尬的境地。

最后，希望我们各界同仁共同学习和借鉴别人的知识与经验，共同研究和探讨国内金融创新与人民币国际化相关问题，共同为国内金融创新和人民币国际化做出应有的贡献。

张光平

上海银监局副局长

2015年3月16日于上海

译者序

金融衍生品市场是现代金融体系的重要组成部分，主要负责风险的重新配置。它并不一定能阻止风险事件（比如经济危机）的发生，却可以让微观主体在风险事件发生时免于遭受损失。在一个完善的金融体系中，微观主体面临的任何风险（比如原材料涨价、产品价格下跌、利率上升、汇率波动、对手违约、气候变化、经济危机等），都可以通过衍生品来对冲。利用衍生品，还可以为各种宏微观问题提供解决方案，为合作双方提供求同存异的合作方案，以最大限度地发挥各个经济主体的比较优势，从而提高资源配置的效率。衍生品市场还是个信息集散地，从衍生品价格和成交量中可以提取出违约概率、相关系数、波动率、偏度、峰度等关于宏微观决策的重要信息。这种信息相对于统计信息而言，具有及时、真实、前瞻的特点，有助于提高决策的及时性、准确性和前瞻性。基于上述考虑，我国近年来也在稳步推进金融衍生品市场的发展，目前已经有股指期货、国债期货、利率互换、外汇期权、股票期权等产品。

要想熟练掌握金融衍生品的定价原理和应用技巧绝非易事。其中用到的数学知识和技巧非常复杂，有些人认为能掌握它们的只能是火箭物理学家之类的怪才，俗称宽客（quant），而相关的知识和技巧被称为金融工程（financial engineering）或数量金融（quantitative finance）。虽然冠名金融工程、数量金融或金融衍生品的书籍数量繁多，近年来仍不断有新作涌现，但大部分作品或者泛泛而谈，或者纠结于复杂的技术细节而让人望而生畏。只有保罗·威尔莫特的《数量金融》风格独特，通俗易懂，广受读者好评，其魅力经久不衰，被认为是该领域的必读书目。

该书受欢迎的一个原因是作者的传奇经历和个人魅力。保罗·威尔莫特是全球宽客领域的重量级人物。他在牛津大学获得了流体力学的博士学位，

进入数量金融领域前曾在多个行业从事过数学建模工作。他在数量金融领域发表了众多有影响力的学术论文，出版了许多重要教材，以其名字命名的杂志和论坛让万千从业人员和学者拥有了接触最新宽客技术和相互交流的平台。他主持的牛津大学“数理金融”项目和“数量金融认证”项目培养了大量的相关人才，是业界公认专业性最高的数量金融和金融工程的培训项目。最令人乐道的是他幽默风趣的讲述技巧和直击要害的洞察力，这些都在本套图书中得到了淋漓尽致的体现。

但本书不得不读或不得不备的最重要的理由还是其内容和风格的不可替代性。本书有三个显著的特点。第一个特点是既易懂又深刻，作者总是能以最简洁直接和清晰易懂的方式直击问题的本质，让读者不必具备火箭物理学家的头脑就可以明白复杂问题的来龙去脉。作为金融工程领域的专业学者和教育工作者，我们在翻译时深刻感受到，只有对金融与数学融汇贯通并对如何与读者沟通下了极大的工夫才能做到这一点。第二个特点是涵盖面广，本书涵盖了金融工程与数量金融领域可能涉及的大多数问题，并结合大量实际市场中的产品进行分析。既介绍了许多在学术界也尚在探索的高级模型，又囊括了许多在实际应用当中容易忽略却很重要的处理细节，是一套很好的案头备查书籍。第三个特点是实践性强，作者坚持以实际应用为导向的方式写作，试图引导读者自行思考解决问题的方法，并鼓励读者根据实际中遇到的问题灵活运用相关原理和知识，真正做到授人以渔。

由于所涉甚广，本书共分为3卷：第1卷介绍了金融衍生品定价的一些基本原理和需要用到的最简单的数学知识，第2卷介绍了大量不同类型的金融衍生产品和定价中可能遇到的特殊问题，第3卷介绍了许多更复杂的高级模型和实际定价的数值方法和程序。

本套书的主要读者对象为金融工程、数理金融、衍生品、宽客等领域的理论研究者和实务工作者。中国的衍生品市场蓄势待发，新的金融时代正在走近。如果你想在金融工程领域立足，理解相关领域的各类问题，并在未来的日子里有一个备查的重要资料来源，我们强烈建议你阅读并收藏这套书籍。

正如你们所见，本书是个大部头。我们的翻译团队来自厦门大学金融工程团队，第1卷的译者为郑振龙教授、陈蓉教授、史若燃博士、姚育婷、郭媛媛、郭博洋、唐易青和陈惠民，第2卷的译者为郑振龙教授、陈蓉教授、

陈焕华博士、李骅、洪集民、季锋、于爱颖、陈金钊和秦明，第3卷的译者包括郑振龙教授、陈蓉教授、刘杨树博士、邱紫华、郑国忠、王宜峰、江政雲、王忱、林晓鹏、姚莲莲、吴玮煌、王宏和贺晨。每册书先由金融工程硕士生、博士生初译，再由每册图书的第3名译者初校并修改，最后由两位教授（以郑振龙教授为主）逐字检查校对修改，共历时9个月。感谢每一个参与者的付出与努力，感谢机械工业出版社编辑的辛勤工作。

在翻译过程中，我们已经尽了最大努力，力求把原文忠实、清晰、简洁、达意地译成中文。由于本书难度较大，专业性较强，若有不当之处敬请读者见谅，欢迎沟通。

译者

2014年12月1日

第 2 版前言

这个版本相对于第 1 版来说有了相当大的升级和拓展。一如既往，书中内容以反映我本人的兴趣与见解为主。在两个版本之间的这段日子里，金融市场的规模越来越大，建模者可以运用的工具包越来越多，而我的腰围也变得越来越粗。从个人角度来说，我已经在实际操作领域投入了与在独立研究领域一样长的时间。那么很自然地，我将会在这个版本中引入许多新的材料，这些材料一方面能体现我作为科学家对模型精确性的要求，另一方面也能体现我作为实际操作者对模型高速、稳健且简明易懂的需要。正如我之前所说的，本书具有强烈的个人色彩。由于数量金融领域的主题一贯以来都是飞速变化的，我建议读者在本书学习过程中补充阅读我推荐的各种拓展阅读。

我想再次感谢在第 1 版序中致谢的人：Arefin Huq、Asli Oztukel、Bafkam Bim、Buddy Holly、Chris McCoy、Colin Atkinson、Daniel Bruno、Dave Thomson、David Bakstein、David Epstein、David Herring、David Wilson、Edna Hepburn-Ruston、Einar Holstad、Eli Lilly、Elisabeth Keck、Elsa Cortina、Eric Cartman、Fouad Khennach、Glen Matlock、Henrik Rassmussen、Hyungsok Ahn、Ingrid Blauer、Jean Laidlaw、Jeff Dewynne、John Lydon、John Ockendon、Karen Mason、Keesup Choe、Malcolm McLaren、Mauricio Bouabci、Patricia Sadro、Paul Cook、Peter Jackel、Philip Hua、Philipp Schönbucher、Phoebus Theologites、Quentin Crisp、Rich Haber、Richard Arkell、Richard Sherry、Sam Ehrlichman、Sandra Maler、Sara Statman、Simon Gould、Simon Ritchie、Stephen Jefferies、Steve Jones、Truman Capote、Varqa Khadem 和 Veronika Guggenbichler。

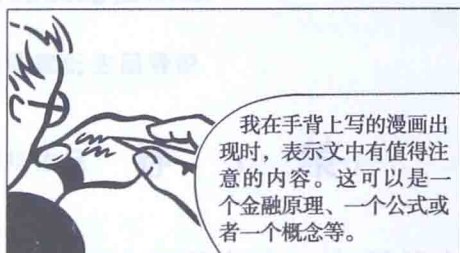
同时，我也想感谢以下人员。首先是我在各个项目中的合伙人：7 City 项目的 Paul 和 Jonathan Shaw，感谢他们无与伦比的奉献和他们对新项目的构想；Riaz Ahmad 和 Seb Lleo 对数量金融证书项目的帮助十分成功，分担了

我许多的任务。然后是与杂志相关的各位，尤其是 Aaron Brown、Alan Lewis、Bill Ziembra、Caitlin Cornish、Dan Tudball、Ed Lound、Ed Thorp、Elie Ayache、Espen Gaarder Haug、Graham Russel、Henriette Prast、Jenny McCall、Kent Osband、Liam Larkin、Mike Staunton、Paula Soutinho 和 Rudi Bogni。我感到十分幸运且感激 John Wiley&Sons 出版公司，他们对被认为十分古怪的计划也给予了支持；感谢 Ron Henley，他真是每个宽客做梦都想得到的对冲基金合伙人。“It’s just a jump to the left. And then a step to the right”。[⊖]还要感谢 Fulcrum 的 John Morris，带给我一段有趣的时光；也感谢纳西姆·塔勒布，我们之间有过一些有趣的谈话。

感谢 John、Grace、Sel 和 Stephen，他们不厌其烦地向我灌输着他们的价值观念，始终给予我有力的帮助。感谢 Oscar 和 Zachary，让我在一系列不幸的事件中能时刻保持理智。

最后，作为她的头号粉丝，我要感谢我的头号粉丝——Andrea Estrella!

⊖ 该句来自 1973 年脍炙人口的摇滚歌曲 *The Time Warp* 的歌词，此歌之后改编成电影《洛基恐怖秀》（*The Rocky Horror Picture Show*）与同名舞台剧。这个系列已经形成特有的以怪诞变性装扮和万圣节狂欢为主题的狂欢文化。此处应是作者向 Ron Henley 致谢并回味两人共同度过的欢乐时光。——译者注



全书简明目录

第 1 卷

第一部分 数理与金融基础、衍生品基本理论、风险与收益

第 1 章 产品和市场

第 2 章 衍生品

第 3 章 资产的随机行为

第 4 章 基本的随机微积分

第 5 章 布莱克 - 斯科尔斯模型

第 6 章 偏微分方程

第 7 章 布莱克 - 斯科尔斯期权定价公式和“希腊字母”

第 8 章 布莱克 - 斯科尔斯世界的简单拓展

第 9 章 提前执行与美式期权

第 10 章 概率密度函数和首次退出时间

第 11 章 多资产期权

第 12 章 如何进行 Delta 对冲

第 13 章 固定收益证券和分析：收益率、久期和凸性

第 14 章 互换

第 15 章 二叉树模型

第 16 章 正态近似的准确性

第 17 章 从黑杰克和赌博学到的投资经验

第 18 章 投资组合管理

第 19 章 在险值

第 20 章 预测市场

第 21 章 一个交易游戏