

東航金融·衍生译丛
KTHK

Interest Rate Swaps and Their Derivatives

A Practitioner's Guide

利率互换及其衍生产品

从业者指南

阿莫·萨德 (Amir Sadr) 著

梁进 李佳彬 译

上海财经大学出版社



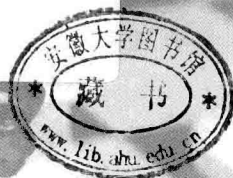
WILEY

東航金融·衍生译丛
KIHK CES FINANCE

利率互换及其衍生产品

从业者指南

阿莫·萨德 (Amir Sadr) 著
梁进 李佳彬 译



上海财经大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

利率互换及其衍生产品/(美)萨德(Sadr, A.)著,梁进,李佳彬译.
—上海:上海财经大学出版社,2013.8
(东航金融·衍生译丛)
书名原文:Interest Rate Swaps and Their Derivatives
ISBN 978-7-5642-1511-8/F·1511

I. ①利… II. ①萨… ②梁… ③李… III. ①利率-研究②金融
衍生产品-研究 IV. ①F830.48②F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 253961 号

☐ 责任编辑 温 涌
☐ 封面设计 张克瑶
☐ 责任校对 赵 伟 卓 妍

LILÜ HUHUAN JIQI YANSHENG CHANPIN
利率互换及其衍生产品
——从业者指南

阿莫·萨德 著
(Amir Sadr)

梁 进 李佳彬 译

上海财经大学出版社出版发行
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)
网 址: <http://www.sufep.com>
电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销
上海华教印务有限公司印刷
上海春秋印刷厂装订

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 13.5 印张(插页:2) 235 千字
印数:0 001—3 500 定价:39.00 元

图字:09-2012-222 号

Interest Rate Swaps and Their Derivatives : A Practitioner's Guide

Amir Sadr

Copyright © 2009 by Amir Sadr.

All Rights Reserved. This translation published under license.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, except as permitted under Sections 107 or 108 of the 1976 United States Copyright Act, without the prior written permission of the Publisher.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by SHANGHAI UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS PRESS, Copyright © 2013.

2013 年中文版专有出版权属上海财经大学出版社

版权所有 翻版必究

总 序

20 世纪 70 年代,随着布雷顿森林体系瓦解,美元与黄金挂钩的固定汇率制度遭到颠覆,金融市场出现了前所未有的大动荡。风险的巨大变化,带来了巨大的避险需求。以此为契机,金融衍生品逐渐从幕后走到前台,成为了风险管理的重要工具。金融期货是金融衍生品最重要的组成部分。1972 年,以外汇期货在芝加哥商品交易所的正式交易为标志,金融期货在美国诞生。金融期货的本质,是把金融风险从金融产品中剥离出来,变为可度量、可交易、可转移的工具,被誉为人类风险管理的一次伟大革命。经过 30 年的发展,金融期货市场已经成为整个金融市场中不可或缺的组成部分,在价格发现、保值避险等方面发挥着不可替代的作用。

我国金融期货市场是在金融改革的大潮下诞生的。2006 年 9 月 8 日,经国务院同意、中国证券监督管理委员会批准,中国金融期货交易所上海挂牌成立。历经多年的扎实筹备,我国第一个金融期货产品——沪深 300 股指期货——于 2010 年 4 月 16 日顺利上市。正如王岐山同志在贺词中所说的:股指期货正式启动,标志着我国资本市场改革发展又迈出了一大步,这对于发育和完善我国资本市场体系具有重要而深远的意义。

股指期货到目前已经成功运行一年半,实现了平稳起步和安全运行的预期目标,成功嵌入资本市场运行和发展之中。股指期货的推出,对我国股票市场运行带来了一些积极的影响和变化:一是抑制单边市,完善股票市场内在稳定机制。股指期货为市场提供了做空手段和双向交易机制,增加了市场平衡制约力

量,有助于降低市场波动幅度。机构投资者运用股指期货,可以替代在现货市场的频繁操作,增强持股信心。同时,股指期货具有一定的远期价格发现功能,可在一定程度上引导现货交易,稳定市场预期,减少股市波动频率。二是提供避险工具,培育市场避险文化。股指期货市场是一个专业化、高效的风险管理市场。股指期货不消除股市风险,但它使得股市风险变得可表征、可分割、可交易、可转移,起到优化市场风险结构、促进股市平稳运行的作用。三是完善金融产品体系,增加市场的广度和深度,改善股市生态。发展股指期货等简单的基础性风险管理工具,不仅能够完善金融产品体系,增加市场创新功能,提高市场运行质量,同时也有助于保障金融资源配置的主动权,实现国家金融安全战略的重要选择。

股指期货的成功上市,打开了我国金融期货市场蓬勃发展的的大门。中国是一个经济大国,一些重要资源、重要基础商品、金融资产的定价权,必须通过稳健发展金融衍生品市场来实现和完成。“十二五”规划提出,要加快经济发展方式转变,实现经济结构调整。这需要我们不断扩大直接融资比例,积极稳妥地发展期货市场,同时也对我国金融期货市场的发展提出了更高的要求,给予了更加广阔的空间。下一步,在坚持国民经济发展需要、市场条件具备、交易所准备充分的品种上市原则的基础上,中国金融期货交易所将进一步加强新产品的研究与开发,在风险可测、可控、可承受的条件下,适时推出国债期货、外汇期货等其他金融期货品种,为资本市场持续健康发展,为加快推进上海国际金融中心建设,做出应有的积极贡献。

金融期货在我国才刚刚起步,还是一个新的事物,各方对它的认识和了解还需要一个过程。因此,加强对金融期货等金融衍生品的功能作用宣传、理论探索和实践策略的分析介绍,深化投资者教育工作,事关市场的功能发挥和长远发展。

东航金戎作为东航集团实施多元化拓展战略的重要金融平台,始终对境内

外金融衍生品市场的现状和演变趋势保持着密切关注,在金融衍生品市场风险研究与资产管理实践等领域,努力进行着有益尝试。这套由东航金戎携手上海财经大学出版社共同推出的“东航金融·衍生译丛”,包含了《期权价差交易》、《利率互换及其衍生产品》、《交易周期》、《黄金简史》(第三版)、《波动率指数衍生品交易》五本著作。它们独辟蹊径,深入浅出地向读者展示了国际金融衍生品市场的奥秘与风景。相信此套丛书一定能够有助于广大投资者更加深入地了解金融衍生品市场,熟悉投资策略,树立正确的市场参与理念和风险防范意识,为中国金融衍生品市场的发展贡献力量。

朱玉辰

原中国金融期货交易所总经理

2013年7月

序 言

自 20 世纪 80 年代初期开始,利率互换及其衍生产品市场的发展惊人,同时互换也成为了资本市场关键的组成部分。尽管互换及其衍生产品最初属于主要货币中心银行的交易范围,但是大多数投资银行和商业银行现在也同其现金和回购平台一起运行互换和期权平台。

“利率”市场

“利率”市场包括互换、流期权(上/下限期权、欧式互换期权)、百慕大互换期权、部分半奇异期权(CMS/CMT 产品)以及奇异期权(结构票据等)。尽管有些观点认为百慕大互换期权是奇异期权,但是它们的流通性和交易量使之成为利率期权市场的一个完整部分。

尽管一个进入传统经纪—交易场所的新手在债券和回购市场中会发现很多背景资料,但他通常也会被弄懂互换及其衍生产品所需的工具和技术性要求所淹没。对于债券和回购,传统的分析员可以利用彭博终端或者 Excel 中的金融工具包,甚至 HP-12 计算器来进行计算。然而,对于互换和期权,他通常需要掌握具有许多不断变化的部分和非标准项的内部衍生品系统。这个分析师很快就会感到气馁,并将互换和期权归于金融工程师以及那些能处理这些复杂东西的技术专家的领域。有些复杂性只不过是用在互换市场的术语:互换中用术语“接受/支付”代替了“买/卖现金债券”——但从经济意义上讲却是同一件事情,然而在期权和奇异期权市场上复杂性是实际存在的。本书的目的就是要破解这些复杂性。

背 景

本书缘起于过去 15 年我在华尔街工作的全职工作,我定期在纽约大学的继

续教育职业学院教授利率互换和期权的夜课。每个学期我都会被问及是否有一本好书可以辅助课程。我的回答总是“我也正在找一本好书”，我转向使用从各种不同的来源收集并传给班级的笔记。此外，在我最近的交易工作中，我被指派去培训那些在固定收益(回购、国债、互换、期权)平台上轮岗的入门分析师，并被要求为他们列出一张必读清单。再一次的，我想推荐一本最直接、最有效地使分析员在理论和更重要的实践方面快速提高的书——以便让我们可以从中提取大部分工作，但我仍然没有找到这样的书或者培训手册，从而最终不得不推荐所选书目的不同章节。

在我看来，最后的压力来自交易部门的领导要我组织几次讲座来培训那些处理期权和奇异期权平台的现金交易员(国债、互换、回购、代理)和多面销售人员。这些讲座及其对交易场所前台人员的指导最终推动了这本书的诞生，其目的是以最快捷的方式揭晓在交易场所实际发生的事情，并帮助人们明白背后的概念。

尽管市面上已经存在许多关于固定收益和利率衍生产品的书，它们通常或者是太过初级而只围绕债券并简要提及互换，或者是技术性太强而集中于奇异期权及其无数的运作方式和处理它们的算法。奇异期权领域是市场上最具挑战性的部分，对于金融工程师、学者和技术性人员来说有着强大的吸引力。它们的定价和风险问题依然存在挑战性，然而大多数难题并不是理论性的，而是如何有效地实现理论。这本书并不是集中注意奇异期权，它的目的是处理更现实的问题，包括主流产品(互换、流期权、百慕大、半奇异期权)，这些产品通过显示一般的定价技巧来进行交易；此外，这本书也显示怎样推广这些概念到其他具有细微差别的产品上。

这本书的主要读者是正在或者渴望交易利率产品的从业人员。他们可能是交易者、销售人员、营销商、结构化人员以及与利率产品相关的管理、财务、风险控制和信息技术的专业人士。实际上，这种多样性正如我在纽约大学的班级的大多数听众，他们已经在某些方面参与了利率产品并想在理论和实践方面进一步了解它们。

为了服务这类广泛的目标读者，本书对数学的要求只保持在需要的水平上，同时本书也尽量避免因过度的技术讨论而失去读者。不过作为一本关于利率衍生产品的书，它仍要求大学的数学知识，包括微积分和概率论，而大多数的概念则尽量用直观的图形来表述。基本的结果会以简单的形式表述以及用实际的交

易产品例子说明。本书尽可能地简化技术讨论。例如,伊藤引理仅仅在最后两章讨论 HJM 型模型时才被引入。即便在这个水平上,我们在附录 A 中展示了如何将伊藤引理备作泰勒乘法运算法则的一个简单推广。以我的经历来看,这是目标读者理解利率产品的最有效方式。

本书结构

这本书由三部分组成,随着典型的美国固定收益交易场所不同的交易平台而展开:回购和现金(国债)平台、互换平台、期权平台,以及与期权平台一致或是它的组成部分的奇异期权和结构化产品平台。

第一部分 现金、回购和互换市场

第一部分介绍现金、回购和互换产品,即所有工具不基于波动率(除了欧洲美元的凸率调整),所以也不要求期权工具。为这些工具定价的技术要求很相像,都是关于融资成本、贴现因子和远期曲线的映射等概念。

第一章 首先很快地回顾一下固定收益的基础知识:货币的时间价值、终值和现值、价格—收益公式、远期价格,以及敏感性指标如 PV01、PVBP 和凸率。本章可归结为“所有你必须知道的关于债券的东西”,以此为互换和期权作铺垫。美国国债市场是用来解释这些概念的主要例子,在此对许多报价惯例和细微差别加以详细阐明。由于融资是所有固定收益产品的主要目的,因此我们对美国债券的回购市场详细地加以讨论。我们展示了流行的交易方式,如曲线(国债曲线的斜率)、曲率(加权蝶式套利)和套息交易。

第二章 主要涉及普通标准利率互换的定价。债券和互换的主要定价差异在于,互换要求利率的整个期限结构,而债券仅要求单个的到期收益。我们展示了典型的互换合同规定的现金流结构,并描述了利率互换定价所要求的贴现因子和映射的远期曲线。一旦互换交易对手的资金与互换浮动指数相同,那么他就可以将同样的贴现曲线用于映射和贴现。利用这个设置,我们展示了如何从不同的市场工具报价中抽取一条贴现因子曲线,并讨论当主要的交易在平滑远期和具有合理的对冲之间进行权衡时曲线结构方法的细微差别。

第三章 探究实际的互换市场工具(现金率、期货、平价—互换率),这里利用美国互换市场作为基本例子。美元互换通常以针对国债的差价进行报价和交

易,我们展示了常见的经纪人屏幕、交易机制(利率/差价)和差价的不同交易方式:牌价差价、匹配到期日差价和资产互换差价。由于互换定价建立在由混合工具形成的一条曲线上,我们展示了债券敏感性、衡量指标如 PV01 和凸率如何在互换世界里必须拓展到一系列 PV01 和伽玛层级的凸率。互换的一个优点是,它们属于双边的场外合同,可以设置其现金流,这要求交易双方要在所有的现金流细节上达成协议。我们展示了构造一个互换现金流时的一些细节和考虑因素。

第四章 讨论了基本互换以及为了它们的定价以及风险管理所需而单独提取出来的不同于贴现曲线的远期曲线。特别地,人们需要首先从互换中抽取贴现曲线来解决其融资指数,然后用这条贴现曲线来抽取远期曲线并用于其他指数,人们正是从这里得到以它们为基础的贴现曲线。历史上看,Libor 利率曾经是无风险利率的同义词,但由于最近的金融危机,不同期限(1 个月、3 个月、6 个月)的 Libor 受到人们的关注。我们讨论关于 Libor-Libor 基础互换的内容,并显示为什么这个基础不仅仅由供求动态驱动。

我们在最后一节介绍了 OIS 互换,并讨论它们不断增长的重要性及其与互换市场的相关性。互换的大多数信用支持协议指定的是 OIS,而不是测量任何逐日盯市价值的 Libor。我们介绍了 OIS 利率应该被认为是标准普通互换的融资指数的观点,而互换是实际的基础互换。这个观点在市场上仍然存在争论,但它已被普遍接受。

第二部分 利率流期权

在介绍完现金和互换产品之后,第二部分涵盖了流产品期权市场。这些产品包含了期货(欧洲美元)合同的期权、上限和下限,以及欧式互换期权。对于任何期权产品,其定价和风险管理要求将波动率作为主要风险因子。

期权交易一般适合于具有更强技术性的员工,他们被那些仅有聪明的孩子和老练的交易者才懂得的神秘知识所吸引,这些人有能力明白大量相关的希腊字母含义。我们将告诉人们并不需要数学博士学位,或者完全精通随机分析和伊藤引理才能理解期权。尽管原始的 Black-Scholes 期权定价公式通过这些高级技术而得到,现代的方法却是风险中性定价法,它可以用简单的二叉树设定来简明地表示。

第五章 引进了由 Cox-Ross-Rubinstein 提出的简单二叉树设定中复制期

权的基本概念,随后我们简单地把它推广到两周期的设定以便解释动态复制的概念。令人惊奇的是,这就是期权定价的主要思想,也就是说,(在第五章里展示的)二叉树模型是所有你真正需要懂得的衍生品理论。二叉树模型自然产生了所谓的风险中性定价框架,它可以总结如下:期权价值是它们自我融资动态复制投资组合的价值,它可以通过作为这些收益的风险中性期望贴现值而得到。这个框架可应用于所有的期权,无论是证券、FX 还是利率期权,所有期权模型(简单的或复杂的)都属于对它的特殊运用。风险中性定价在本书的剩余部分将作为主要的期权定价框架。

第六章 介绍了 Black-Scholes-Merton 和 Black 公式,它们是欧式期权的主要定价模型。这些公式展示了当关于标的资产变化(绝对值或百分比)的不确定性以正态分布建模时其风险中性估值的结果。对于利率流期权,主要的定价模型是 Black 公式,起初是对数正态的形式,最近则被替换为正态版本。Black 公式通过计算一个积分式(通过一些冗长的代数运算)而得到,它没有借助随机分析或者可怕的伊藤引理。我们介绍了看涨/看跌期权和两值期权的标准公式,以及它们关于正态和对数正态动态过程的敏感性(希腊字母值),并回顾了一般的期权概念,如看涨一看跌平价公式、伽玛与斯塔,以及看涨期权公式的延伸。

第七章 展示了 Black 公式如何应用于利率流期权如 ED 期权、上限/下限和欧式互换期权。我们使用美元期权市场上的流通工具详细介绍了它们是如何进行实际交易的。由于大多数期权报价隐含着不同的行权价格具有不同的波动率,因此我们介绍了 SABR 模型,它是获取偏度和微笑曲线最通用的模型。大多数流期权平台也为常数—到期—互换(CMS)产品做市:CMS,上限/下限以及曲线上限/下限。尽管这些产品应该用期限结构模型进行适当定价,人们通常可以尝试求助于简单的分析来达到近似公式的结果,我们也介绍了常用的分析公式和技巧。我们讨论了流行的交易方式,如用一对互换期权来进行的条件曲线交易,以及以债券期权和一个互换期权来运作的随机价差交易。

第三部分 利率奇异期权

Black 公式和简单的分析公式是我们对利率流期权进行定价和风险管理所必需的。对于下一类产品——以百慕大期权为代表——没有简单的分析公式,并且人们必须借助于复杂的计算算法。由于这些产品依赖于利率的不同性,人们必须用模型来刻画整个期限结构的动态过程。这些期权的定价框架仍然满足

风险中性定价,但是它应用于整个期限结构,并且整个到期分布具有复合标的资产。

首先对奇异期权的尝试建模基于风险中性设定下将短期利率扩展成状态变量,这就是所谓的短期利率模型,其中 Hull-White 和 BDT/BK 模型是最常用的模型。由于短期利率扩展了更长期利率期限,因此所有利率的动态过程可以归结为短期利率的远期扩展。经典的短期利率模型工具符合一个重组树(网格)版式,这也使得我们很容易对百慕大期权进行定价。

第八章 引入了用于实际中的通用短期利率模型,并强调了其动态过程的主要特征。BDT 模型不再是实际中最常用的模型,但它仍然是揭示一般想法和技巧的一个好的渠道,我们用其展示了经典的动态过程在时间上的离散设定以及如何满足风险中性中的无套利要求,也就是反转收益曲线。尽管强制性试错可以反转收益曲线,我们还是讨论具有更多计算效率的利用 Arrow-Debreu 价格的远期迭代技术。有了反转后的收益曲线,我们可以在每个远期节点抽取贴现因子来计算依赖于平价互换率、互换价值、远期利率等的期权收益,然后将这些收益贴现到今天以得到期权价值。大多数短期利率模型都有自由参数(局部波动率、均值回复),这些参数可以进行微调,使得流通期权的市场价格能够复原。这个微调自由参数的过程称为校准,它一般是计算的难题。不管怎样,建立了一个校准的无套利短期利率网格,我们可以轻松地对任何复杂收益进行定价。

前面的步骤对所有短期利率网格模型是公用的,特别适用于非路径依赖的期权。对于亚式(路径依赖)期权,我们需要跟踪利率从今天一直到最终收益所有的时间演化路径。尽管这在网格计算中理论上可以概念性地做到,但是它的计算量将很快超过负荷,因此人们转向模拟方法,不过这一方法不幸地遇到连续累积并误差(模拟噪声)的问题。有许多技术可以减少模拟噪声,其中方差削减技术是带有许多运算技巧的特别手段。我们介绍这样一种最简单的技术并对照性地提供一次尝试。

第九章 介绍了百慕大式期权,它给予期权持有者在行权窗口中选择行权时间的权利。我们展示了这个行使期权仍然可以适用风险中性定价框架,但是我们必须寻找最佳的行权策略。由于这类问题在动态规划学科已有所研究,因此存在着一个算法——逆向归纳——可以在最佳策略下抽取期权价值。我们讨论一般的百慕大可取消互换结构,并展示了如何在一个网格模型中用逆向归纳法来对它们进行定价。

由于许多模型不适合网格运算,这是由于它们的非马尔科夫动态过程,即一个升一跌变动不能与一个跌一升变动结束于同一个状态,这通常就要运用一个模拟模型,我们讨论了用这些模型对百慕大期权定价进行挑战。这仍然是研究的一个活跃领域,当一定的算法变成标准(LSM、边界抽取方法),它仍然有进一步改进的空间。

第十章 引进了 HJM 的全期限结构模型,它在风险中性设定下显性地推演了全期限结构。我们记得短期利率模型隐性地推演了全期限结构,但有了 HJM 模型后,期限结构将是显性演化的量。我们呈现了 HJM 模型离散时间、离散期限的版本,并且展示了如何保证它们在风险中性设定下是无套利的。这个版本除了表面上复杂的记号外,它对理解和编写计算机程序(模拟模型)进行算法运行是相对简单的。HJM 模型也提供了一个直观和灵活的方式,通过远期—远期波动率曲面来建模,而且它还可以容易地拓展到多因子设定来包含不同远期利率的相关性。我们展示了流产品在远期—远期波动率曲面上的波动率信号,并介绍了互换期权波动率和相关性的近似这些能帮助校准的东西。

我们在附录 C 中显示了即时远期利率 HJM 模型连续时间的版本。尽管它是一个精美的利率产品框架,HJM 模型一般是非马尔科夫的,并且需要作为模拟模型进行运算,使得它们在百慕大期权中面临挑战。

第十一章 再次讨论了计价单位的内容,并显示了在一个简单的二叉树设定中如何对其进行转换。转换计价单位的技巧为使用 Black 模型研究利率流期权提供了一个新的视角(和判断),主要的反对理由是它忽略了要求的随机贴现,而且它把远期利率处理成资产(它们实际不是)。通过对到期日和期权支付日一致的一个折价债券转换计价单位,人们就可以达到远期测度,在这个测度下这两个普通的实践是合理的。而且,在这个远期测度下通过假定最终分布服从正态/对数正态分布,人们可以如同用利率流期权那样完全复原 Black 公式。

远期测度视角提供了市场实践的理论证明——即使这是一件痛苦的事,并且通过这个视角也提出了聚焦于离散到期日远期利率的 HJM 模型的子集。这些 Brace-Gartarek-Musiela(BGM)模型越来越流行,这是因为它们最初给了人们希望可以容易地校准可获得的实际上限或互换期权波动率。我们讨论了这些希望为什么为时过早,那是因为当人们需要为一般多利率奇异期权定价时,在任何统一指标的情况下不同远期利率的精美远期测度结构将会被破坏,并且市场模型变成了非马尔科夫的模型,这要求模拟运算来协助解决百慕大定价的问题。

在这个方法中,通过观察更多直观的货币市场指标,阐释了一个经典的离散到期日 HJM 模型的优劣。

从这点来看,典型的读者应该明白建模的话题变得更为微妙,他们最好通过其他技术型的书来进一步研究。同时,本章的讨论也应该让他们对这些模型和相关的问题变得更加熟悉,获得有用的知识并掌握它们的主要特征。

致 谢

在华尔街时我从未停止学习,我非常感谢下列同仁们教我新的东西:David Heath、Sean Hamidi、Joseph Langsam、James Tilley、Wei-Tong Shu、Charbel Aburached、Andrew Gunstensen、Craig Gustafson、Sergio Kostek、Peter Ritchken、Darrell Duffie、David Moore、Charles Henry、Morris Sachs、Stephen Siu、E. G. Fisher、Michael Sussman、John Mannion、Tim Dann、James Mather、Hongbing Hsu、Mitchell Stafman、Robert Wahl、Leslie Harris、George Nunn、Elan Ruggill、Tom Fitzmaurice、Gerald Cook、Joseph Vona、John Kuhn、Hugh Bush、Rohit Apte、Marc Braunstein、David Kwun、Joe Mastrocola、Steve Bredahl、Raymond Humiston 和 Brian Ciardi。特别感谢 GCM 的 ISD 团队和我共同度过的 10 年,还有这些年来让我脚踏实地的纽约大学的学生们。最后感谢 John Wiley & Sons 出版社的编辑们:Bill Falloon、Laura Walsh、Meg Freeborn、Kevin Holm 和 Jay Boggis,他们耐心地陪我完成这个项目并更正了我的许多笔误。书中的所有错误由本人负责,我欢迎任何指正、建议和评论,请发至:asadr@panalytix.com。

符号和缩略语

$\alpha(T_1, T_2)$	根据某一天计算的关于计算周期 $[T_1, T_2]$ 的应计比重
ω	一般随机远期路径
σ, σ_N	对数波动率, 正态波动率
bp	基点: 1%的 1%, 0.000 1
$CT[n]$	流通的 n 年期美国国债
$d, d_{1,2}$	货币性, $d = \frac{F-K}{\sigma \sqrt{t_e}}, d_{1,2} = \frac{\ln(F/K)}{\sigma \sqrt{t_e}} \pm 1/2 \sigma \sqrt{t_e}$
$D(T), D(t, T)$	到期日 T 在时间 t 时(如果省略则表示今天)的贴现因子
$f(t, [T_1, T_2])$	未来存款时段 $[T_1, T_2]$ 在时间 t 时(如果省略则表示今天)的简单远期利率
$f(t, T)$	未来从 T 开始的存款时段在时间 t 时(如果省略则表示今天)的即时远期利率
$F_A(t, T), F$	对于远期交割 $T > t$ 的资产 A 在时间 t 时(如果省略则表示今天)的远期价格
$f_e(t, [T_1, T_2])$	未来存款时段 $[T_1, T_2]$ 在时间 t 时(如果省略则表示今天)的远期连续复利
FV, PV	终值, 现值
$LN(\mu, \sigma^2)$	对数正态随机变量
$M(t, w)$	货币市场(单位货币以短期利率连续滚动)的账面计价 $M(t, w) = e^{\int_0^t r(u, w) du}$
$N(\mu, \sigma^2)$	均值为 μ 、标准差为 σ 的正态随机变量
$N(x)$	一个标准 $[N(0, 1)]$ 正态随机变量的累积分布函数
$N'(x)$	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$
$P(C, y, N, m), P$	利息率为 C 、每年支付 m 次、剩余 N 个息期、收益率为 y 的债券价格