

MF

MODERN FINANCE SERIES

现代金融译丛

—— 实务类 ——

利率市场

有关固定收益的实用方法

Interest Rate Markets

悉达多·杰哈 (Siddhartha · Jha)/ 著

牛艺玮 殷实 / 译

《利率市场》是一本详细的初级读本，首先本着让新手熟悉利率产品、数学工具和关于市场概念的直观思维的第一原则，然后在这些基础之上延伸，为利率市场和利率波动的驱动因素提供了更深入的理解。资深的专业人士会发现这本书是交易、套期保值和市场指标不可缺少的资源。资深的专业人士和新手也能在相关网站上找到有价值的信息，包括一些案例、常用的计算方法和进行交易的方法。

WILEY



中国金融出版社



MODERN FINANCE SERIES

现代金融译丛

—— 实务类 ——

利率市场

有关固定收益的实用方法

悉达多·杰哈 / 著

牛艺玮 殷实 / 译



中国金融出版社

责任编辑：王雪珂

责任校对：孙蕊

责任印制：丁淮宾

Title: Interest rate markets: a practical approach to fixed income by Siddhartha Jha,
ISBN: 978-0-470-93220-9 (cloth)

Copyright © 2011 by Siddhartha Jhai.

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 copy-rights holder.

北京版权合同登记图字 01-2014-4347

《利率市场》一书中文简体字版专有出版权属中国金融出版社所有，不得翻印。

图书在版编目 (CIP) 数据

利率市场——有关固定收益的实用方法 (Lilü Shichang: Youguan Guding Shouyi de Shiyong Fangfa) / (美) 悉达多·杰哈著; 牛艺玮, 殷实译. —北京: 中国金融出版社, 2016. 9

书名原文: Interest Rate Markets

ISBN 978-7-5049-8652-8

I. ①利… II. ①悉…②牛…③殷… III. ①利息率—研究
IV. ①F830.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 186841 号

出版 **中国金融出版社**

发行

社址 北京市丰台区益泽路 2 号

市场开发部 (010)63266347, 63805472, 63439533 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com>
(010)63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010)66070833, 62568380

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 保利达印务有限公司

尺寸 169 毫米×239 毫米

印张 18.75

字数 298 千

版次 2016 年 9 月第 1 版

印次 2016 年 9 月第 1 次印刷

定价 69.00 元

ISBN 978-7-5049-8652-8/F. 8212

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010) 63263947

致 谢

这项工作的完成凝结着汗水与训练，更得益于众多同事、朋友、家人的大力支持。我深表感谢，但由于篇幅所限，无法一并提及。仅举几例，在我的职业生涯中，Pavan Wadhwa 和 Srin Ramaswamy 帮助我以一种透彻并极富逻辑性的方式理解大市场。我还要感谢 Ross Jackman 和 Russ Mannis 在我从业市政债券之初，所给予的莫大鼓励。多年来，我与 Manas Baveja 和 Anthony Heading 等多位同事共同探讨金融问题，这对于解决我在创作过程中遇到的任何疑问帮助极大。另外，感谢 Kelly 一路以来的坚定支持。

大批工作者们兢兢业业地执行艰巨的编辑任务，并对文章内容给出宝贵意见。特别地，由衷感谢父亲和 Hitomi Kimura 所提供的帮助。

最后，同样重要的是，我要感谢 Wiley 出版社的编辑们花费时间充分修改手稿。尤为感谢 Laura Walsh, Judy Howarth 和 Laura Cherkas 在整个出版过程中的协助。

简介

作为世界上的最大市场之一，美国固定收益市场每年的证券交易值达到数万亿美元。它吸引着个人、企业乃至政府等诸多领域的大量借款人和投资人。无论是从事证券交易还是旨在风险管理，该市场为其提供了大量工具，包括债券、互换、期货、期权等。由于在过去的二十年里，美国固定收益市场的规模和复杂程度都有提升，因此这些金融工具可谓挑战与机遇同在。管理利率风险成为了基金经理所肩负的至关重要任务。的确，过去二十年里金融市场中出现的各种令人措手不及的危机，强调了上述任务的重要性。因此，考虑到利率工具的复杂性和起到影响作用的宏观经济因素的变动，市场参与者需要为交易和隐含风险的逻辑性深度分析打下框架。

这一框架需要基于数学建模的原则和对于货币经济政策的直观理解。数学模型重要的原因在于当代固定收益市场中存在的大量组合性产品需要定量基础。同样地，对于基本面的了解必不可少，因为相较于从前，市场更趋于一体化。然而，目前有关美国固定收益市场的文献缺乏以上必备因素的平衡。一些文献依赖于定性分析，而其他一些又夸大了量化模型的重要性。众所周知，对于模型的过分强调成为了最近一次金融危机的诱因。

本书以全新的中间立场作为切入点。以客观数据分析和金融工具所必需的基本数理工具作为初始。一方面这些工具可被视为各种不同类型的风险打包，从而为交易提供机遇；另一方面则涉及谨慎的风险管理。管理者既要具备数学背景，又要对整个大市场具有直观理解。为此，本书分析了基本面和金融交易，为基于数量工具的交易确认了最优投资组合。

本书同时适用于固定收益领域的初学者和经验丰富的专业人士。对于初学者，可增进其对于债券的理解和复杂产品的认知，例如利率互换、期货和期权。接下来，描述了固定收益市场背后的驱动因素，解释了如何运用这些工具来表明自身对于利率和利差的看法。对于专业人士，本书为了说明短期和长期利率活动的动因，具体描述了经济基本面和市场参与者的行为。作为交易的重要伙伴，我们还讨论了对冲。具体包括理论概要和对

冲时投资工具的选择。上述信息旨在促成有效的风险管理和市场指标的建立。最终，讨论了每种交易的局限性和陷阱。历史上的金融危机案例告诫我们，不存在所谓的安全交易。

本书框架概括如下：

- 构成市场分析基础的量化工具
- 利率产品的内含机制，主要分为债券和衍生品，衍生品包括互换、期权和期货
- 对于利率和相关变量（如互换利差）的观点形成过程
- 专业人士在市场上进行的交易来表达观点以及具体介绍如何发起交易的方法
- 利率交易中量化风险管理的重要性
- 主流利率交易的常见陷阱与风险

目 录

第一章 交易工具	1
统计学基础	1
回归分析：基本原理	4
回归分析：拟合优度	9
主成分分析	12
时间尺度	13
回溯测试策略	13
小结	14
第二章 债券	15
债券的基本知识	15
固定收益产品的内含风险	17
利率风险	18
信用风险	19
通胀风险	19
融资风险与流动性风险	20
税收风险	20
监管风险	21
折现	21
债券定价	23
收益曲线	26
久期	28
凸性	30
回购市场	34
买卖差价	37
计算债券损益	37

持有价值	38
远期利率	39
下调风险	42
曲线与价差	44
蝴蝶套利模型	46
小结	47
第三章 固定收益市场	49
美联储	51
国债	55
本息分离债券	58
通胀保值债券	59
抵押贷款	60
机构债务	64
企业债券	66
市政债券	68
小结	71
第四章 利率期货	72
期货交易的基本特征	72
欧洲美元期货	75
凸度偏移	78
基于欧洲美元期货创建长期资产	79
国债期货	80
联邦基金期货	85
期货的仓位数据	88
小结	89
第五章 利率掉期	90
基本原理	90
久期和凸性	93
掉期的使用	94

交易对手风险	96
其他种类的互换	97
联邦资金基差掉期	99
3 月期/6 月期或 1 月期/3 月期基差掉期	100
交叉货币基差掉期	100
固定到期日基差掉期	101
SIFMA/LIBOR 比率掉期和 SIFMA 掉期	101
通胀掉期	104
小结	105
 第六章 理解利率的动因	106
借款的供给和需求	106
固定收益产品供需的组成部分	119
国债供给	120
固定收益产品供给的其他来源	124
固定收益产品的需求	126
外国投资者持有比例	126
美联储	129
共同基金	130
银行类金融机构	131
养老基金	132
家庭投资者	133
短期收益的动因	134
经济数据和美联储大事件	135
安全投资转移	142
债券拍卖	143
抵押贷款对冲资金流动	144
奇异对冲资金流动	146
季候性	146
小结	147

第七章 账面价值和相对价值交易	148
账面价值交易	148
账面价值交易的设立和估值	150
账面价值交易的陷阱	153
有效账面价值指向性交易	156
相对价值交易	157
建立相对价值交易	159
国债的相对价值和面值曲线	165
其他国债相对价值交易	166
小结	167
第八章 利率产品的套期保值风险	169
对冲的原理	169
对冲工具的选择	174
互换对冲	181
掉期对冲	183
欧洲美元期货对冲	184
国债期货对冲	184
收益率 Betas	185
凸性对冲	188
小结	192
第九章 掉期息差交易	193
掉期息差如何运作	193
息差交易的动因	197
掉期息差与收益率的关系	206
期货资产互换	207
利差曲线交易	208
小结	211
第十章 利率期权和交易波动性	212
期权定价及基本特征	213

利率市场的调整	218
报价波动率	220
期权头寸的风险测度	221
Delta	221
Gamma	223
Theta	226
Vega	228
Rho	230
买卖权平价关系	230
隐含波动率和实际波动率	232
偏度	233
德尔塔对冲	233
利率期权	239
内嵌式期权和对冲	243
更多奇异期权结构	245
百慕大互换掉期	245
范围积息结构性存款	246
收益曲线利差期权	246
远期合约的波动性	247
波动性交易	247
利率偏度	253
波动率价差交易	254
利率上限和掉期期权	257
小结	258
 第十一章 国债期货基差和滚动合约	259
期货交割期权	259
交割期权价值的计算	266
期权调整久期和实证久期	268
国债期货滚动合约	270
小结	274

第十二章 条件性交易	275
条件性曲线交易	275
条件性价差交易	280
小结	283
关于作者	285
关于网络资源	286

第一章 交易工具

为了能够以一种具有逻辑性、客观性的方式理解市场，学会合理利用数学、统计学工具挖掘相关信息。本章着重介绍了被从业者广泛使用的，用于解读金融市场每日批量数据的基础工具。上述工具允许以相对深入浅出方式读取数据，并帮助预测看似随机的数列走向。我们关注的是数学工具背后的直觉判断，而不是对数学公式的深度剖析。通常，金融类书籍和学术论文依赖于复杂的数学模型来解释市场行为。由于市场在不断演化，精心构建的量化工具会迅速失效，甚至提供市场变动的误导信号。

我们指出预测市场行为的复杂数学模型频繁失败，并不是为了挫败投资者放弃使用这一工具；而是为了避免数学的滥用。诚然，数学无论是对于市场步伐的客观分析，还是对于恰当的风控都至关重要。尽管数学的滥用会成为隐患，但它的对立面也同样危险。只懂得使用定性分析来从事交易活动的市场参与者有可能陷入许多隐含风险之中。下文中，我们会提及金融领域实用的统计学技巧，适用情景以及前提假设。这些专业技能构建了大宗交易，创造性思维和技巧背后隐藏的思路能够引导我们发现全新的交易模式和更彻底的市场评估方式。

本章节有意避免了数学证明，取而代之的是，着力发展对于概念的实用直观理解。鼓励读者们查阅相关数学及统计学教材，以获知对于概念的详细推理过程。

统计学基础

统计学基础知识是理解当今市场，尤其是利率市场的先决条件，在这方面熟知数学的投资者具有优势。统计学基础一词指代用以理解量化数据的最初的描述性统计。我们以最初的数据描述为基础，再使用更高级的统计学技巧。首先，我们设想一个简单的频繁交易债券的时间序列：2年期国债收益率。图 1.1 展示了过去 20 年 2 年期国债收益率的时间序列。反复

提及这一序列是为了建立适合的工具来思考如何交易这一债券。图中还指出了 20 年里该债券的平均价值以及基于均值的单位标准差增量。本章后文会详述以上指标。



资料来源：美国联邦储备委员会。

图 1.1 2 年期国债收益率均值和单位标准差范围

对于时间序列，基本的描述性统计量类似于对人的身高体重的描述。在时间序列领域，至关重要的描述包括均值、标准差、最小值、最大值，而中位数的影响程度相对较小（注意：众数虽在诸多领域常见但在金融领域的应用十分有限）。中位数指数据被有序排列时位于中点的数值。中位数相比均值实用性略低，因为中位数排斥异常值，但利润和损失并非如此。一系列数据的均值为数据总和除以数据的个数。均值易受到异常值的影响，因为异常的高值或低值会使均值按其方向偏离。图 1.1 展示了 2 年期国债收益率的长期均值为 4.5%。尽管，这一均值易受极端数值的影响。有时，为了避免数列中的异常值误导数据，可将异常值排除，从而得出切尾均值。该研究方法的实例为英国银行家协会订立的伦敦银行同业拆借利率的计算，具体方法为 16 家银行递交它们的短期利率估算值，排序前四位和后四位的数值将被剔除以得出切尾均值。通常，移动平均指标是在固定天数内，在滚动基础上形成。改良的时间序列上每点代表原始时间序列上固定数量前述时间点的平均值。另一个相关的均值为加权平均值。最基本的均值实质上是每个数乘以相等的权重 $1/n$ 得来的，其中 n 代表元素数。然而，均值的权重并不一定相等，而是可依据不同标准发生变动。例如，权重可以根

据各数据时间点与今日时点的距离而变化产生，依此，近段时间的数据会被定以较高权重。

由于大多数金融市场实体不具有确定性，随机变量这一概念就显得十分有用。随机变量可理解为取值为—区间数值的变量，如代数中常用的。但是这里仍有区别，随机变量并不是在等式中拥有设定值，其本质是一揽子设有发生概率的数值。随机变量的值域和对应概率被称为概率分布（简称“分布”）。有种特殊的加权平均随机变量被称为期望。期望的算法为 $1 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{6} + 3 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{6} + 5 \times \frac{1}{6} + 6 \times \frac{1}{6} = 3.5$ ，随机变量乘以权重即发生概率可得出平均结果。举例来讲，假如掷骰子的结果被视为滚动值，那期望即为 3.5，因为每一面有 1/6 的发生概率。注意，当考虑到掷骰子为等概率事件，期望的结果和简单的平均值结果一致。随机变量的期望值符号通常为 $E(x)$ 。

由于事件发生的结果为离散值，骰子的概率分布被认为是离散分布。在金融领域，取值为连续值域的连续分布更为常用。在金融、非金融领域通用的一个概率分布为正态分布，其曲线近似钟形。分布曲线的中心点出现频率最高，也是该分布的均值。连续概率分布的描述通常以概率密度函数表达。概率密度函数表示事件发生的概率，亦即单点周围的分布情况，还可理解为掷骰子离散分布中概率为 1/6 的事件。例如，正态分布中概率密度函数式（pdf）为

$$\text{pdf}(x) = 1 / \sqrt{(2\pi\sigma^2)} \times 2e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)}$$

其中， σ 为标准差， μ 为分布的均值。

进一步来说，我们可以得到累积分布函数（cdf），表示随机变量取值小于某一给定值的概率。例如，对于正态分布，这一函数的符号为 $\Phi(k)$ ，表示随机正态变量 x 取值小于 k 的概率。与概率分布函数不同，正态分布的累积分布函数无封闭形式的公式，而需要通过数值计算得出结果。几何学中的图形表示为， k 值左侧，钟形曲线下部的整个区域。概率分布的知识细分超出了本书范围，但关于累积分布的知识我们会在第十一章期权定价部分再次提出。术语背后的概念是重要知识点，因为这些复杂的函数均可通过软件包计算得出。

期望值可被看作随机变量的平均水平。方差则是变量在均值周围的移动变化。方差的计算方法为，每个数据与其均值之差的平方数全部相加，除以个数求均值。前文提及的掷骰子，其方差为 $\frac{1}{6} \times [(3.5-1)^2 + (3.5-2)^2 +$

$(3.5-3)^2 + (3.5-4)^2 + (3.5-5)^2 + (3.5-6)^2]$ 。借助期望值符号，方差 $= E(x - \mu)^2 = E(x^2) - E(x)^2$ 。标准差作为常用的测量指标，定义为方差的开平方。方差和标准差用于测量数集的离散程度，因为它们将偏差的平方求和，而正负性在此无关紧要。毕竟，偏差的绝对值度量才是我们关注的焦点。每项偏差的权重依据其数值的“独特性”而变化迅速（换句话说，距离均值的远近程度）。图 1.1 展示了自 1990 年以来 2 年期国债收益率的一单位标准差的量值，本例标准差为 1.9%。基于标准差和离散程度的紧密联系，其在金融风险度量领域广为应用，被称为波动性。例如，历史收益率序列的波动性可达每年 10%。如果假定市场收益率遵循正态分布规律，波动性可作进一步解释。每个标准差朝着任一方向偏离均值，这样一来，出现极端值的概率会相继降低。当一单位标准差在正态分布均值的任一侧发生偏移时，落在该区内的概率约为 68.3%，而对应两个单位标准差，则落入区间的概率为 95%。因此，每年 10% 的波动性意味着明年收益率将以今年的平均收益水平 68% 为中心，上下浮动 10%。进一步解释，95% 则意味着下一年收益将围绕均值以 20% 幅度上下变动的概率为 95%。当然，如果分布并非正态，则出现超额回报的概率或高或低。针对学术圈和大市场的持续研究，揭示了正态分布中出现不可能事件的概率低于现实情况（即多倍标准差在大市场中的变动频率高于符合正态分布的市场变化）。另外，存在一些具有“厚尾”特征的分布（即大幅度变动的可能性更高），但是与此分布相关的数学知识趋于复杂，使得模型特征不太普遍。

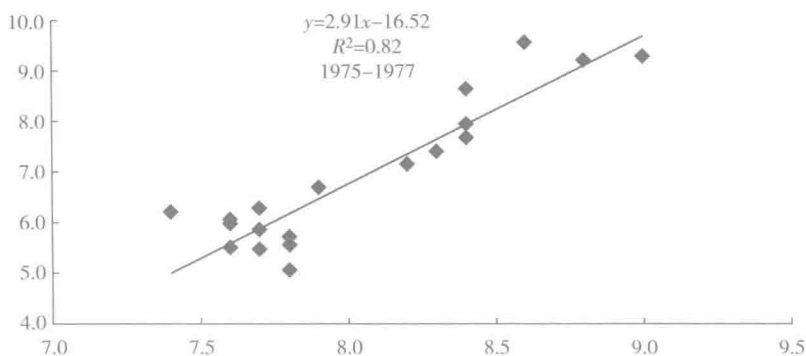
波动性的概念不仅适用于单一变量，同样可扩展为应用于两个或多个变量的协方差。协方差表示一变量随另一变量变化的相关程度。借助期望值来表示，变量 X 和变量 Y 之间的协方差为 $E(X \times Y) - E(X) \times E(Y)$ 。如果两变量互相独立，则两者之间无相关关系，协方差为 0。期望值的大小取决于两变量的分布情况。协方差也可被用于计算两变量之和的方差。随机变量 X 和 Y 之和的方差表示为 $\text{Var}(A + B) = \text{Var}(A) + \text{Var}(B) + 2 \times \text{Cov}(A, B)$ 。协方差与相关系数的概念联系紧密，在回归分析的知识板块中我们再细细讲述。

回归分析：基本原理

完成统计学基础的内容，我们开始讲解回归分析，这一知识模块是实

证数据分析中应用最广泛、却时而被误读的工具之一。与其说，回归分析的目的是给金融工具定价，不如说是为了分析时间序列及其演绎关系，从而预测市场趋势。上一节统计学基础我们讨论的是单一时间序列。但是，如大家所料，在金融这个大世界里，变量间存在千丝万缕的联系，各要素的重要性也各不相同。回归分析便提供了一种富有逻辑性的方式分析上述关系。

最为常见的回归类型为线性回归，它依据两变量的数据散点图勾勒出一条最佳拟合线。基于散点图，图表传递以下信息：当取值为某一数值时，对应的值为多少。另一个分析散点图的思路是，在时间点， x 值对应的 y 值的大小（尽管时间因素并不是唯一的共同因素）。关于线性关系的典型例子是通货膨胀与失业率之间的关系。图 1.2 展示了从 1975 年到 1977 年期间两者的关系，可得两者呈现明显的线性相关。图中 x 轴表示通货膨胀率， y 轴表示失业率，线上各点则表示在既定的失业率水平下对应的通货膨胀水平。这样的点并不唯一，例如，当失业率为 8% 时，在某一时间段通货膨胀率为 2%，而在另一时间区间，通货膨胀率变为 10%，这就意味着从轴 2% 和 10% 两点出发作垂线，与直线图形相交，落在轴的点均为 8%。



资料来源：圣路易斯联邦储备银行。

图 1.2 1975 年至 1977 年通胀率对失业率的回归曲线

一旦我们有定义明确的数据集，回归线则可根据各散点与某直线的距离的平方之和最小化的方法，找出回归曲线。这个过程被称为最小二乘法，形成了许多简易匹配算法的基础。线性回归的结果可用如下等式表示：

$$y_{\text{model}} = \alpha + \beta \times x_t \quad (1.1)$$

其中， α 和 β 为常数（详述见下）， x_t 为时间点 t 的解释变量。

等式可被认为是 y 和 x 之间的平等关系。因此，输入值 x ，可得到对应