

Q 大数据金融丛书

向丹尼尔·卡尼曼与阿莫斯·特沃斯基致敬之作
献礼前景理论提出 40 周年

Prospect Theory

投资决策分析与优化

基于前景理论

龚超 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Q 大数据金融丛书

Prospect Theory

投资决策分析与优化

基于前景理论

龚超 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

行为金融学作为金融学的一个分支,其重要性正在被越来越多的人所熟知。然而,前景理论作为行为金融学的核心理论,尽管地位很高,但目前仍不为多数人所了解。本书全面介绍了前景理论及其在金融领域中的发展。本书既对前景理论的产生背景、基础理论、心理基础及与传统金融理论的对比分析等内容展开了论述,也对前景理论在金融投资组合优化方面的实证研究进行了详细的介绍。本书给出了必备的数学定义及实操的 MATLAB 代码,为读者提供理论与实操的最大便利。本书具有:前瞻性,直接深入行为金融学核心;综述性,800 余篇参考文献,有效减少资料搜索时间;实用性,金融投资模型分析,快速掌握建模求解技术。

本书既适合对前景理论、投资优化及风险管理等相关知识感兴趣的人员,也适合想迅速掌握基础的人工智能技术在金融投资领域应用的人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

投资决策分析与优化:基于前景理论 / 龚超编著. —北京:电子工业出版社, 2019.2
(大数据金融丛书)

ISBN 978-7-121-35916-3

I. ①投… II. ①龚… III. ①投资决策 IV. ①F830.59

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 011585 号

策划编辑:李 冰

责任编辑:李 冰 特约编辑:赵树刚等

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编:100036

开 本:787×980 1/16 印张:27.75 字数:711 千字

版 次:2019 年 2 月第 1 版

印 次:2019 年 2 月第 1 次印刷

定 价:98.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: libing@phei.com.cn。

事实证明，前景理论是我们做过的最有意义的工作，而且我们的文章是在社会科学领域被引用最多的文章之一。

2002 年诺贝尔经济学奖得主 丹尼尔·卡尼曼

卡尼曼和特沃斯基又将文章的名称改为《前景理论》。对我的行为清单来说，这篇文章比《启发法和偏见》那篇文章更加有用。

2017 年诺贝尔经济学奖得主 理查德·塞勒

序 言

从东京回到北京，告别海外学习生活还未几日，就听到一则新闻：

瑞典皇家科学院宣布，将 2017 年诺贝尔经济学奖授予 Richard H. Thaler，表彰其在行为经济学方面的贡献。

这是又一次对行为经济学所做杰出贡献的认可，同时也更加坚定了我撰写本书的决心。

行为经济学，从被主流经济学界视为“异端邪说”，到逐步被认可，再到现在被主流经济学认为是对主流新古典经济学的有益补充，一路走来风雨几十载，真是相当不易。何为行为经济学？一言以蔽之，就是将心理学融入经济学中，用以研究人们行为与经济规律的一门学科。而行为金融学是行为经济学下的一个研究分支。

2002 年，注定是一个不平凡的年份，诺贝尔经济学奖授予了心理学家 Daniel Kahneman。而 Daniel Kahneman 之所以能够获此殊荣，与他和另一位学者 Amos Tversky 共同提出的前景理论（Prospect Theory）及随后的累积前景理论（Cumulative Prospect Theory）有着密切的关系。

随着中国经济的腾飞，中国在国际金融中所发挥的作用必将越来越大。这不但需要进一步推动金融学理论与实践相结合的创新探索，也对如何在这复杂的国际形势下做出合理决策提出了更高的要求。行为金融学是行为经济学下的一个研究分支，作为经济学中快速发展的新领域，也必将被越来越多的人所熟知。

前景理论是行为金融学中的核心理论之一，所有关于行为金融的专著都无法绕开前景理论。Daniel Kahneman 也曾直言不讳地说：通过前景理论来解决经济中的难题，这样的做法可以说是行为经济学发展过程中的里程碑事件。它应该为更多的人所熟知。然而，据我所知，截至今日，国内仍未有一本系统讲述前景理论的著作。

在日本，我主要从事金融建模及优化方面的研究工作。在机缘巧合之下，我从最初就将基于（累积）前景理论的投资组合优化问题作为研究方向。而就是当时的这个决定给我后续的研究工作带来了极大的“困扰”，几度想放弃该方向，但又坚持了下来。“困扰”主要来自研究基于前景理论的投资组合优化问题的两个方面。



- 理论模型的复杂。累积前景理论不算参考点这个重要的组成部分，共计 5 个参数，分别用来测度风险厌恶、风险追求、损失厌恶及正、负区间的概率扭曲。并且对于优化问题而言，其本身就是一个非凸、非凹、非光滑的模型。这给研究带来了巨大的挑战。
- 参考资料的缺少。在金融学研究领域，关于前景理论的文献并不算多。如果进一步细化研究范围，那么基于前景理论的投资组合优化文献更是屈指可数。中文、英文、日文出版的行为金融学书籍相比金融学而言，实在很少。而且在这些书籍中仅将前景理论作为一个章节加以介绍，远远未能达到深入了解该理论的目的。据我所知，在目前整本专门介绍前景理论的金融类书籍中，只有 Wakker (2010) 教授所著的 *Prospect Theory for Risk and Ambiguity* 一书。几年前，我还在日本时，曾想翻译 Wakker 教授所著的这本书，然而由于种种原因，并未如愿。那时我就暗下决心，一定要系统地研究该理论，有朝一日出一本关于该理论的专著。这也是我想撰写一本关于前景理论书籍的初心。

本书梳理了数百篇前景理论在经济及金融领域方面的文献，其中很多发表在世界顶级的刊物上。由于涉及太多国外作者，笔者并未将其姓名翻译成中文，英文、日文姓名更加方便文献的查找。另外，考虑到国内对专业术语翻译的不同（如“前景理论”，国内一些文献也将其翻译成“展望理论”或“预期理论”），在专业术语后的括号内均标注了外文。

本书的另外两个特点，一是给出了研究过程中需要涉及的主要数学概念及其定义，二是给出了部分计算的 MATLAB 代码。定义与代码的提供既能方便读者对理论的回顾，也能使读者迅速地上手进行实践。

龚 超

2018 年 1 月 31 日于清华园

前言

0.1 传统金融学、行为金融学与前景理论

距离始于 2007 年那次百年一遇的世界金融危机已经过去了十余年。它是由美国次贷危机(也称次级房贷危机)引发的市场上巨大的经济泡沫,最终爆发了全球金融风暴。

次级抵押贷款机构破产、投资基金被迫关闭、一系列连锁反应席卷美国、欧盟、日本等世界主要金融市场。当时的投资者表现出的是无比的恐慌与无助。

然而,人们似乎总是好了伤疤忘了疼。一个泡沫的破灭总是伴随着新泡沫的产生。十年间,不少泡沫卷土重来。远的不说,最近几年,在区块链概念火热的当下,比特币再次整装出发,更有“一币一别墅”的说法。图 0.1 给出了比特币价格在近几年的走势。从图中可以看到,比特币价格在短时间内起伏巨大,完全超乎想象。

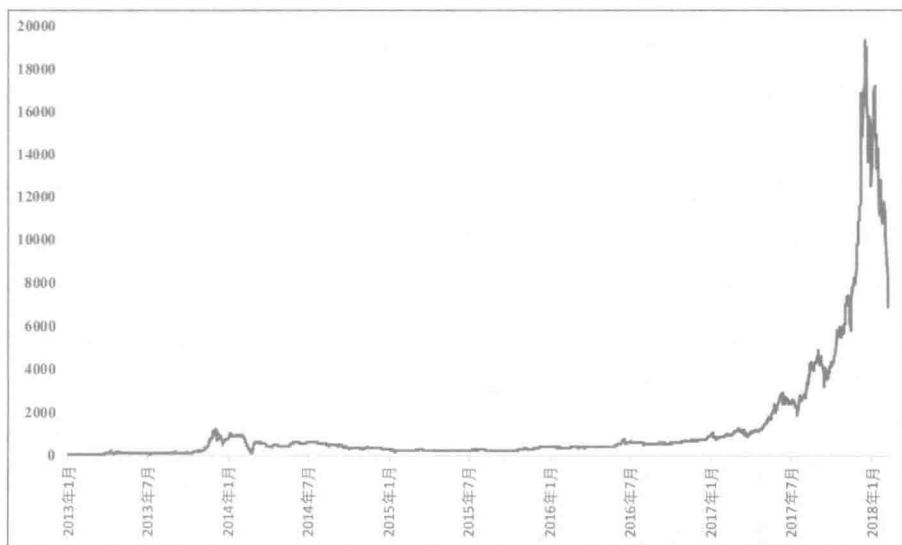


图 0.1 比特币价格在近几年的走势

区区的比特币为何如此值钱？很多人百思不得其解。任何一种物品一旦受到非理性的热捧，就会产生泡沫。纵观历史长河，巨大泡沫破灭的例子比比皆是。通常被认为是第一个有记载的金融泡沫，也是最惨痛的泡沫之一，发生在17世纪30年代的荷兰。现在的人们都无法想象，当时的人们热捧的交易品竟然是郁金香球茎。由于郁金香球茎受到季节的限制，当时的人们甚至构建了一个类似于现代期权和期货合约市场的初级衍生品市场，最终形成了可以全年都进行郁金香球茎交易的模式。

从1634年到1637年年初，郁金香球茎的价格一路飙升，在短短的几个月内，郁金香球茎的平均价格上涨了近200倍。成功的荷兰郁金香球茎交易者都可以在一个月内挣到6万弗罗林。一个郁金香球茎的平均价格在1637年的高峰时期能够抵得上当时一名工匠年收入的10倍之多，并且这还不是当时最好球茎的价格（根据球茎稀有程度定价不同）。最后，因为一位外乡的水手误将郁金香球茎当成洋葱吃了，人们开始反思它是否真值那么多钱。恐慌产生了，不到一周的时间，郁金香球茎就已经变得不再值钱。荷兰经济陷入持续多年的严重危机（Sobel, 1965）。

关于泡沫有很多种说法，但大多是定性的。有一种较为定量的说法可以更好地理解泡沫：在较短的时间里，比如在3~4年的时间内，如果某资产的价格是其最初价格的3倍或以上，就认为产生了泡沫（真壁昭夫，2009）。

正如Dreman（2012）所说，泡沫不会随着时间的流逝而改变。假如真的要谈变化之处，那就是泡沫在20世纪60年代之后表现得更为频发，股价的波动性随之增大，并且对美国乃至世界经济和金融系统的破坏性也越来越大。图0.2~图0.4分别给出了中国上证指数、美国道琼斯指数和日本日经指数的走势。根据图中显示的结果，中国上证指数2005—2007年的飙升，美国道琼斯指数1995—2000年的陡增，日本日经指数1985—1989年的峰值，这些数据印证了此言不虚。

随着社会的发展，全球经济变得更加复杂，市场泡沫更加普遍。然而，泡沫的共性源于人们对一些事物的错误（有偏）估计。比如，在下面的横线上，你可以尝试填入不同时期人们非理性热捧的事物（Nofsinger, 2005）：

我们正处于一个新的时代。_____开辟了一种全新的经济模式。那些陈旧的经济模式很快就会被淘汰。那些传统公司的估值技术无法捕捉到这场革命所带来的价值。

每个时代非理性热捧的事物应该都可以填到这条横线上吧！

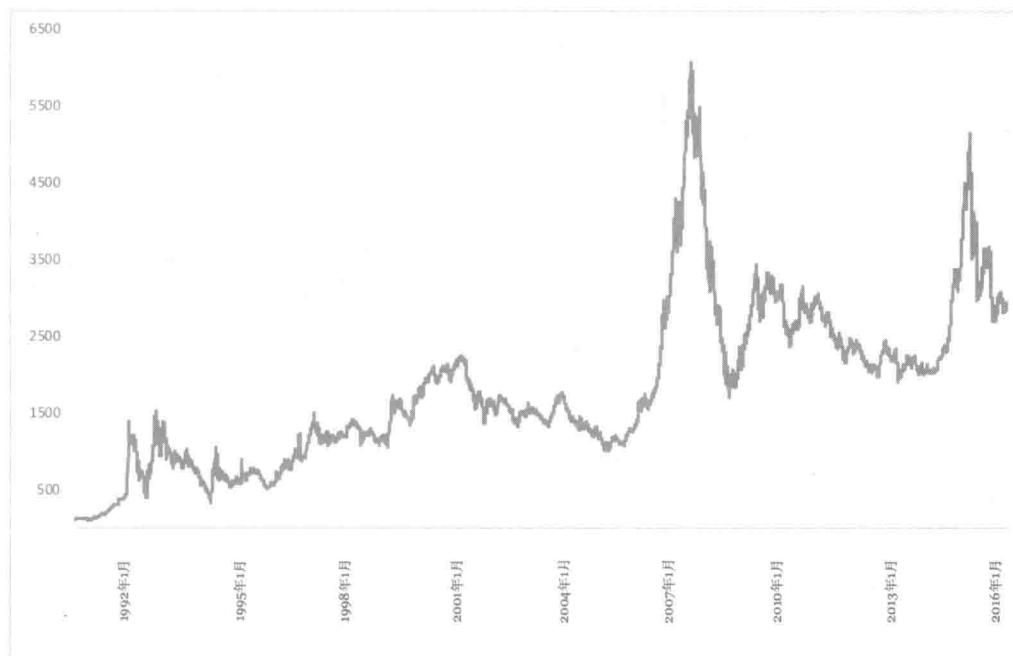


图 0.2 中国上证指数走势

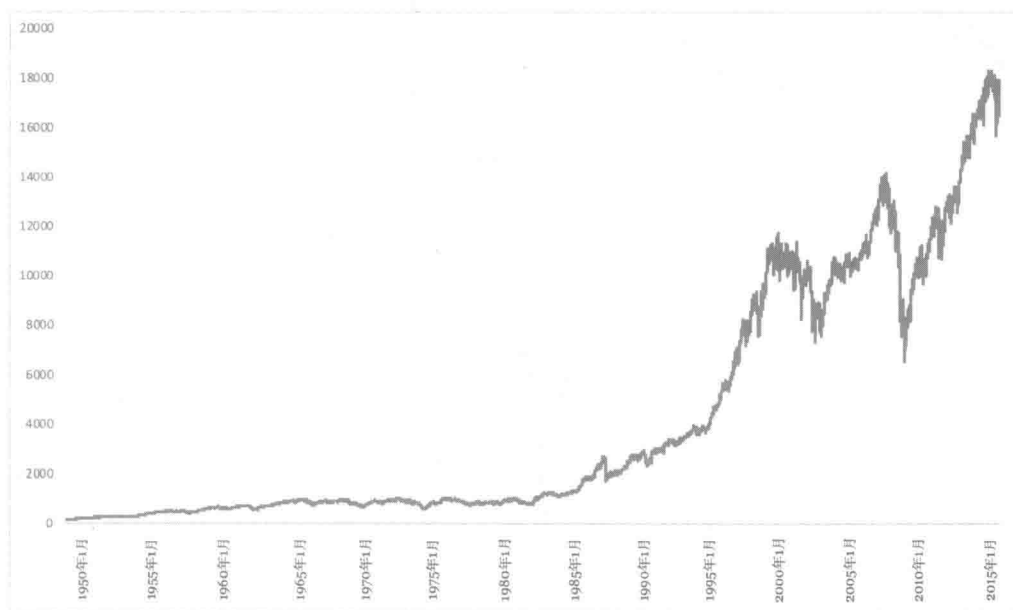


图 0.3 美国道琼斯指数走势

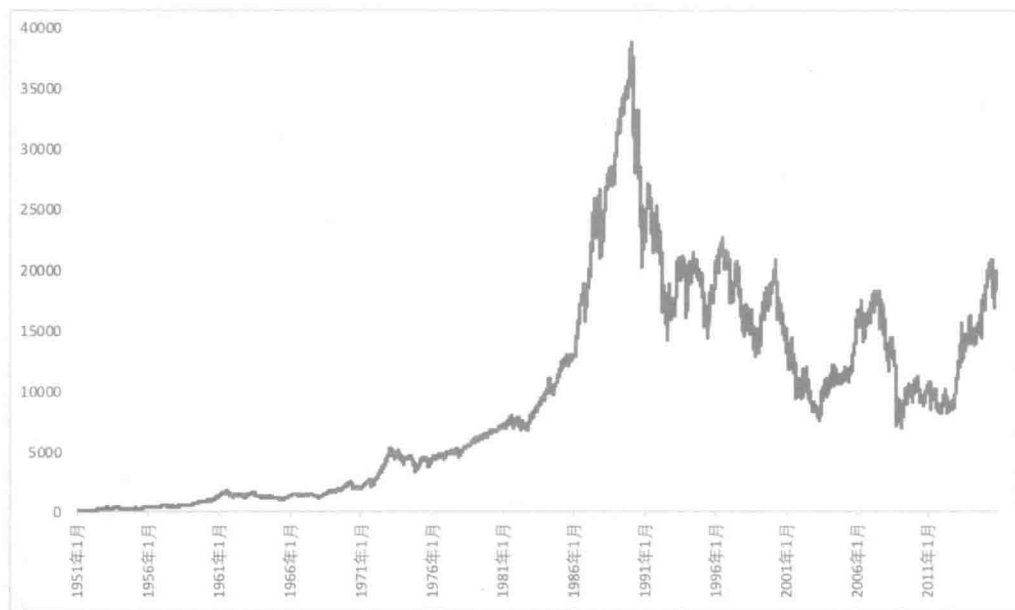


图 0.4 日本日经指数走势

传统经济学认为，人们不可能预想到泡沫经济的发生。之所以这么说，是因为这些理论是以“理性人”为前提的。如果人们的行为都是理性的，就不会考虑毫无道理高价的商品。如果谁都不买，就不可能发生泡沫经济。但从这些比比皆是的市场泡沫中可以看出，人不一定是理性的。传统理论忽视了人们非理性的一面。然而，人们在真实的生活当中，很难按照理性人的假设采取合理的行动。

在心理学中，也存在“理性”一说。然而，它并不像经济学中的“理性”那样，是一种独立存在的实质理性（Substantive Rationality）。比如，有效市场中假设投资者了解信息的能力是无穷的，或者证券的价格反映了与之对应的所有信息。在现代投资组合理论中，投资者被假设成风险厌恶的。而心理学上的理性是指行为过程中的理性（Simon, 1986）。

传统金融学是以 Samuelson（1965a）首次提出的有效市场假说（Efficient Market Hypothesis, EMH）为前提的。何为“有效”？价格总是完全反映所有可得信息的市场被称为有效市场（Fama, 1970）。在有效市场的环境下，没有免费的午餐。有效市场不允许投资者在低于平均水平的风险下获得高于市场平均水平的收益（Malkiel, 2003）。

Jensen (1978) 认为有效市场假说经历了广泛的检验, 除少数例外的情况以外, 是与市场数据一致的, 比如, 美国及纽约的证券交易所, 澳大利亚、英国、德国的股票市场, 各种商品期货市场, 场外市场, 企业和政府债券市场, 期权市场等。

但随着更好的数据可获得性增加及计量经济技术的增强, 诸多与有效市场假说表现不符的现象频频发生, 从而导致有必要仔细审查人们接受有效市场假说和过去研究方法的必要性。行为金融学就是在这个背景下萌芽和发展的。

其实, 心理在经济学创立之初就已经受到重视。亚当·斯密 (Adam Smith) 除著名的《国富论》(*The Wealth of Nations*) 外, 还有一本往往被人们忽略的经典著作——《道德情操论》(*Theory of Moral Sentiments*), 该书就提及了心理在经济研究中的重要性。损失厌恶、过度自信及利他主义等行为金融学的元素都能在其中找到雏形。

约翰·梅纳德·凯恩斯 (John Maynard Keynes) 也认为投资是一种“动物的冲动”或“动物精神”。人们的投资是盲目、冲动的。他曾提出一个选美理论, 该理论说明人们在选择美女的时候, 往往不是根据自己的偏好进行选择的, 而是受到从众心理的影响, 根据其他人的选择做出选择的。

华尔街有一句名言:

市场受到两个因素的影响, 一是贪婪, 二是恐惧。

贪婪催生了巨大的泡沫, 而恐惧又加速了泡沫的破灭。从这一点来看, 市场在很大程度上受到投资者心理的影响。“股神”巴菲特也曾经说, “别人贪婪时我恐惧, 别人恐惧时我贪婪。”由此可见心理因素的重要性。

投资者的心理因素应该是一个无法忽视的问题。并且正如巴菲特所说的那样, 一旦你了解了投资者的心理特征, 就有可能知道他们在特定环境下的表现, 并且避免自己犯下同样的错误。

行为经济学和行为金融学正是从心理学入手, 结合经济学、社会学等一些学科的研究成果, 从与传统经济学不同的视角来考虑经济和金融行为的。从 2002 年诺贝尔经济学奖之后, 越来越多知名大学的经济课程中都开始涉及行为经济学、行为金融学的相关课程。

行为金融学是对金融市场进行研究的一种新的方法, 其出发点始于传统金融学对金融市场异象无法进行合理的解释。它假设人们的行为是有限理性 (Bounded Rationality)



的。为了使得到的结果更加趋于真实,在行为金融学下需要将一些有限理性行为具体化,因此需要引入心理学、实验经济学等对人们的偏见及决策过程进行分析。

Shefrin (2002) 认为行为金融学是一门关于心理如何影响金融行为的研究。Shiller (2003) 认为行为金融学是在心理学及社会学这种更广的视野范围下研究金融学的一门学科。Gilson and Kraakman (2003) 认为行为金融学可以丰富并加深人们对金融市场制度的理解。

笔者认为,行为金融学与传统金融学的研究存在以下关联。

- 前提假设不同。行为金融学和传统金融学在很多方面都是相通的,只不过后者建立在“理性人(Rational Person)”的前提假设下,而前者则认为人是“实际人(Actual Person)”,并加入了很多心理学的元素,同时辅以实验的方法。它们最终的目的都是研究人们在金融环境下的行为(Camerer et al., 2004)。
- 行为准则不同。在传统金融学中,投资者一般都是按照 Markowitz 的现代投资组合理论框架或者期望效用最大化准则进行投资决策的。然而,行为金融学则是按照行动理论进行决策的,最常用的就是前景理论等。
- 复杂程度不同。行为金融学研究的内容往往更加复杂。它需要进一步放宽理性人假设、公理化假设。越是这样,反而对研究的数学建模及求解提出了更高的要求,如模糊数学等。一些原本具有解析解的问题,放到行为金融学下反而只能通过数值方法求解。
- 研究对象都是人们的行为。行为金融学与传统金融学均研究人们的行为。尽管行为金融学的理论能够解释很多异象或者悖论,然而我们可以看到,其本质也是对人们金融行为的研究。很多文献都将传统金融理论与行为金融理论进行对比研究,正是因为它们之间有着密切的关联。因此,不能割裂传统金融理论与行为金融理论的联系。
- 相得益彰。行为金融学是传统金融学的有益补充,而不是替代。虽然它引入了诸多心理学研究成果,并对理性人假设提出了修正,然而最根本的研究方法没有改变,它仍然假定投资者根据已有的信息,在对各种风险资产的未来收益进行分析的基础上,选择最优的投资组合策略,最大化偏好。

行为金融学之所以能够取得如此长足的发展,离不开前景理论。最初的前景理论是由 Kahneman and Tversky (1979) 提出的,一些文献也称其为原始前景理论(Original Prospect Theory)(Fennema and Wakker, 1997),或者初代前景理论(First-Generation

Prospect Theory) (Schmidt et al., 2008)。虽然原始前景理论的提出具有划时代的意义,然而也存在一些不足。为了弥补其中一些不尽如人意之处, Tversky and Kahneman (1992) 提出了累积前景理论 (Cumulative Prospect Theory), 一些文献也称其为第二代前景理论 (Second-Generation Prospect Theory) (Schmidt et al., 2008)。

截至 2017 年年底, 仅 Kahneman and Tversky (1979) 这篇文章就被引用了 46044 次。笔者调研了部分权威期刊中前景理论相关文章的发表情况, 如表 0.1 所示。以国际顶尖期刊 *Econometrica* 为例, 以 “Prospect Theory” 为主题的文章数为 12 篇, 其中标题 (文章名称) 中含有 “Prospect Theory” 的文章有 2 篇。

表 0.1 部分权威期刊中前景理论相关文章的发表情况 (1985—2017 年)

期刊名称	主题 (Topic)	标题 (Title)
<i>Econometrica</i>	12	2
<i>The American Economic Review</i>	37	4
<i>Management Science</i>	133	17

原始前景理论与累积前景理论尽管存在一些不同之处, 然而理论的本质特征与模型框架却是基本相同的。因此, 当不涉及具体细节时, 本书将原始前景理论与累积前景理论统称为前景理论, 便于与其他理论区分。用缩写 OPT 与 CPT 分别表示由 Kahneman and Tversky (1979) 与 Tversky and Kahneman (1992) 提出的原始前景理论和累积前景理论。具备前景理论偏好特征的投资者在本书中统称为 CPT 投资者。

图 0.5 给出了行为经济学、行为金融学与前景理论之间的关系。从图中可以看到, 行为金融学是行为经济学的子集, 也就是其部分内容; 而行为金融学又是以前景理论作为核心内容来思考问题的。可以说, 前景理论是行为金融学理论的出发点 (真壁昭夫, 2009)。



图 0.5 行为经济学、行为金融学与前景理论之间的关系



Barberis (2013) 对前景理论 30 年来的发展及运用进行了回顾, 并解释了运用前景理论分析问题所带来的挑战。Barberis (2013) 针对前景理论在金融、保险、禀赋效应、消费储蓄决策、产业组织、劳动力供给及其他一些领域的运用展开了论述。除此之外, 前景理论还在诸多行为决策领域得到广泛的运用。例如, 政策影响的行为 (Coelho et al., 2012), 报童行为 (Newsvendor Behavior) (Long and Nasiry, 2014; Nagarajan and Shechter, 2014; Ren and Croson, 2013), 出行路径选择行为 (Xu et al., 2011), 房地产交易市场行为 (Buisson, 2016) 等。

0.2 本书结构与内容

第 1 章“概率论与期望值决策”首先介绍了风险与不确定性的区别, 风险是指那些能够用结果及其概率描述的不确定, 而不确定性是指那些结果或者概率都无法明确给出的不确定。其次, 介绍了集合理论, 它构成了研究前景的基础。再次, 介绍了状态空间、概率空间及容度等概念。这些概念在前景理论的理论研究中是非常普遍的, 因此有必要了解其含义。最后, 通过其他定义的引入, 介绍了期望值决策理论。它是最早的不确定决策理论之一, 规则就是满足期望值最大。然而, 这种决策理论存在一些悖论, 进一步促成了期望效用理论的产生。

第 2 章“期望效用理论”介绍了偏好、风险态度与确定性等价及期望效用函数等概念, 从中可以看出期望效用理论是如何解决期望值决策理论中所产生的悖论的。本章还比较了期望效用理论与 Markowitz 的均值-方差模型在投资组合决策中的异曲同工之处。

在第 3 章“原始前景理论”中, 首先给出了一些违背期望效用理论的悖论, 如共同结果效应、共同比率效应、框架效应、Ellsberg 悖论、确定效应、隔离效应。这些悖论的产生开始让人们对期望效用理论的解释能力产生了质疑, 尽管有很多学者致力于完善期望效用理论, 但是仍有一些学者提出了一些新的解释理论, 其中最为有名的就属前景理论。前景理论通过参考点, 使得人们的考虑空间出现了负值, 而不像期望效用理论那样只有正值。在期望效用理论下, 决策人对待风险的态度被假定为风险厌恶型。而前景理论认为, 决策人在正值区间的风险态度为风险厌恶型, 在负值区间的风险态度为风险偏好型。并且, 等量的损失 ($-x$) 给人带来的不适要大于收益 (x) 给人带来的愉悦, 这就是损失厌恶。最后, 前景理论认为决策人不再用客观概率考虑问题, 而对概率有一

个非线性的扭曲。由于前景理论的贡献巨大, Daniel Kahneman 因此获得了 2002 年诺贝尔经济学奖的殊荣。

第 4 章“累积前景理论”介绍了累积前景理论的发展, 有学者也称其为第二代前景理论。由于前景理论存在一些瑕疵, 如不能用于大于两个非零结果的前景问题, 同时也违背了一些基本的原理, 如一阶随机占优, 因此 Tversky and Kahneman (1992) 在 Kahneman and Tversky (1979) 的基础之上, 利用一些技术手段, 提出了累积前景理论。累积前景理论给出了价值函数及权重函数的函数形式及参数。由于其能够解决任意可数个前景的决策问题, 并且不违背随机占优, 因此在金融投资中得到了广泛的运用。

第 5 章“前景理论与实验经济学”主要简述了实验经济学的相关知识、问卷设计及分析时的一些基本操作, 以及前景理论中的一些实验细节。行为金融学的研究在很多时候离不开实验。一些学者甚至认为, 实验经济学在行为经济学中的地位就像计量经济学在传统经济学中的地位一样。进行实验是对现有理论的验证, 是发现新现象甚至形成新理论的有效途径。

第 6 章“前景理论与心理基础”介绍了人们的一些心理因素是如何影响投资的。这些心理因素共同形成了前景理论的关键要素, 同时也影响着前景理论模型中参数的大小。另外, 对于一些过去很难解释的效应, 前景理论也给予了很好的解释。总之, 本章旨在说明“实际人”(而不是过去的“理性人”)在面对金融市场时, 有哪些因素会影响投资者的心理, 从而进一步影响其行为决策。

第 7 章“前景理论价值函数”详细介绍了累积前景理论价值函数的相关研究。首先给出了关于前景理论文献中提及或用到的不同价值函数形式及部分学者通过实验得到的参数大小。其次对价值函数中涉及的关键要素, 如风险厌恶、风险追求、损失厌恶、参考依赖等进行了详细的阐述。

第 8 章“前景理论权重函数”针对累积前景理论权重函数进行了深入讨论。本章还介绍了一些其他形式的权重函数, 并给出了学者对不同权重函数形式下的参数估计结果。

第 9 章“前景理论的完善与运用”对前景理论的一些重要研究突破进行了介绍, 例如, 前景理论的公理化问题, 前景理论是如何实现从最初的只能研究离散型前景问题到能够研究连续型前景问题的等。本章给出了前景理论与传统金融理论的比较研究, 如期望效用理论、均值-方差理论、资产定价理论的对比较研究。另外, 本章还提供了前景理



论对金融背景下出现的一些异象、悖论及谜题的解释。

第 10 章“前景理论与随机占优”讨论了随机占优问题。原始前景理论被诸多学者质疑的一个主要原因就是它违背了一阶随机占优。那么，什么是一阶随机占优呢？本章以经济学博弈论中的占优策略作为切入点，对一阶随机占优、二阶随机占优、三阶随机占优及 PSD 随机占优展开了详细的论述。为了便于理解，本章同时给出了案例辅说明。

第 11 章“前景理论下的投资组合问题”主要讨论了基于前景理论的投资组合优化问题。投资组合理论是金融学中一个重要的研究方向，它告诉投资者面对未来的风险，在已有的资源状况下，如何投资才是最优的。一个投资者现在做出的投资决策（选择哪种股票、具体投资比例等）直接影响着其未来的投资收益。在传统金融理论中，已经有如期望效用理论、均值-方差理论这样的优化决策规则，然而它们都属于基于“理性人”假设前提下的投资组合优化范畴，“实际人”决策原则之一就是使前景理论值最大化。基于前景理论的投资组合优化问题由于前景理论函数的复杂性，目前的文献仍然很少。

第 12 章“前景理论与风险测度”引入了风险测度的概念。在考虑收益的同时，不能不关注风险。早期的传统金融以方差作为一种衡量风险的指标，加入优化模型的约束条件中。随着研究的进一步开展，一些新的风险测度指标和方法也相继出现。本章对风险测度的指标根据其原理进行了分类，一类是风险性风险测度指标，另一类是偏差性风险测度指标。前者主要针对一致性风险测度规则而言，而后者则按照偏差测度的原理进行指标设计。本章详细介绍了两类风险测度下的主要风险测度指标，可以作为研究风险下投资决策问题的参考。

第 13 章“时间序列预测法”介绍了基本的金融时间序列分析方法。金融时间序列研究的是一段时间内的资产估价问题。如果读者从事金融研究，则对一些基础的概念应该有所了解。本章主要介绍了几种收益率的定义，以及平稳性、序列相关、自相关和偏自相关函数的概念。同时介绍了时间序列的一些最基本的模型，如 AR 模型、MA 模型、ARMA 模型、ARCH 模型及 GARCH 模型。

第 14 章“未来情景模拟法”介绍了最常用的几种模拟方法。Bootstrap 法是一种能够利用过去较少的历史数据，通过抽样的方式，产生较多数据的方法。蒙特卡罗模拟法则是一种依靠重复随机抽样和统计分析来计算结果的模拟方法。其核心思想是利用随