

第1章

量化投资概述



学习目标

1. 了解量化投资的基本概念。
2. 熟悉量化投资主流策略。
3. 了解量化投资在国内外的发展历程。



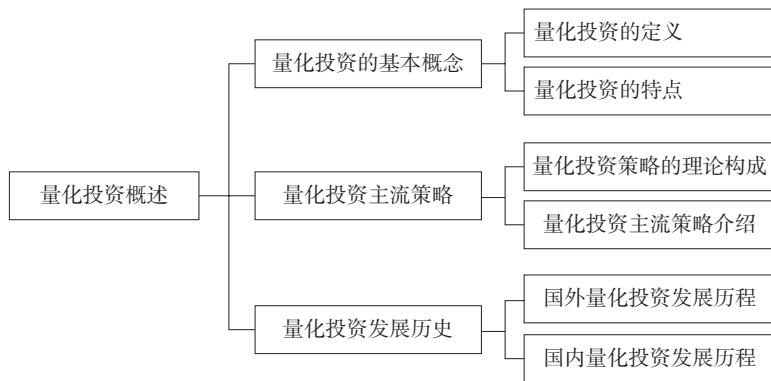
能力目标

1. 了解量化投资的基本概念，增强学生系统性分析问题的能力。
2. 熟悉量化投资主流策略，培养学生逻辑性思考问题的习惯。
3. 了解量化投资在国内外的发展历程，开阔学生视野。



思政目标

1. 了解量化投资的基本概念，培养学生独立思考的思辨能力。
2. 熟悉量化投资主流策略，增强学生风险管理的责任意识。
3. 了解量化投资在国内外的发展历程，建立学生唯物主义的道德观念。

 思维导图 导语

欢迎来到量化投资概述的章节！从本章开始，我们将带你进入量化投资的世界，揭示这一领域的基本概念和核心原理。我们从量化投资的定义与特点入手，深入了解量化投资与传统投资的区别以及它的优、缺点。接着我们将视角聚焦到量化投资的主流策略，你将了解到量化投资策略的主要理论构成，以及每个主流策略的基本原理。最后我们将探索国内外量化投资的发展历程，包括从早期的期权套利到现代的高频交易与人工智能的应用。无论你是对量化投资感兴趣，还是希望了解更多关于金融领域的知识，本章都将为你打开量化投资的大门，帮助你进一步探索这个令人兴奋和快速发展的领域。请跟随温老师的脚步，让我们一起开始吧！

1.1 量化投资的基本概念

1.1.1 量化投资的定义

量化投资是指利用计算机技术，通过特定的数学模型和统计分析工具，制定并实施投资策略的过程。相比传统投资，量化投资以先进的数学模型替代人为的主观判断，利用计算机技术从庞大的历史数据中筛选能带来超额收益的多种“大概率”事件以制定策略，用数量模型验证及固化这些规律，然后严格执行已固化的策略来指导投资，以求获得可以持续、稳定且高于平均收益的超额回报。量化投资极大地减小了投资者情绪波动的影响，避免在市场极度狂热或悲观的情况下作出非理性的投资决策。

那么，何为“量化”呢？通俗地讲，量化本质上就是把事物间抽象的逻辑关系与变化规律用精确的数学语言描述出来。举例说明，小喵同学在大家眼中是个很能吃的胖小伙，那么如何去量化“能吃”这个概念呢？首先我们需要量化小喵同学的饭量，假设小喵同学一顿能吃 10 碗饭，这是一个具体的数量表达；作为对比，他的同班同学平均的饭量只有 3 碗饭，这是数理统计上的表达。通过数字之间的比较，我们就能判断小喵同学的饭量要远远大于其他同学，进而说明小喵同学“能吃”，这就是量化的过程。

讲完了量化，我们再来聊聊“投资”，量化投资中的“投资”通常是指在二级市场进行的投资标的的交易。这里简单介绍一下一级市场（primary market）与二级市场（secondary market）的区别：一级市场，又称发行市场或初级市场，指的是发行者按照一定的法律规定和发行程序，向投资者出售新证券所形成的市场；相对应的二级市场，又称次级市场，是指对已经发行的有价证券进行买卖、转让和流通的场所，是有价证券所有权转让的市场。这里之所以要强调“二级市场”，是因为二级市场提供了量化投资中至关重要的因素：“流动性”。没有了流动性，再完美的量化投资策略也无法有效地实施，也就失去了“量化”的意义。“投资标的”通常指的是股票（stock）、债券、外汇以及期货（futures）、期权等金融衍生品。量化投资的覆盖范围广泛，几乎囊括了市场上所有的交易品种。“交易”指的是供给方（卖方）与需求方（买方）在公开市场上进行配对、撮合成交的过程。市场上每分每秒都有交易的产生，而价格就在每一次的成交过程中形成。

由此我们可以看出，量化投资是一门交叉性学科，不仅包含金融学知识，还包括数学、物理、统计、计算机、会计、经济学等学科知识。这种交叉性的特点使得量化投资能够从不同角度来理解和解决投资问题，并提供更科学和系统的投资决策与管理方法。

1.1.2 量化投资的特点

1. 量化投资与传统投资的比较

投资策略从大类上分为主动型投资策略和被动型投资策略，而量化投资属于主动型投资策略的一种，即认为市场是非有效或弱有效的，从而试图战胜市场以获得超额收益，如图 1-1 所示。

拓展阅读 1-1



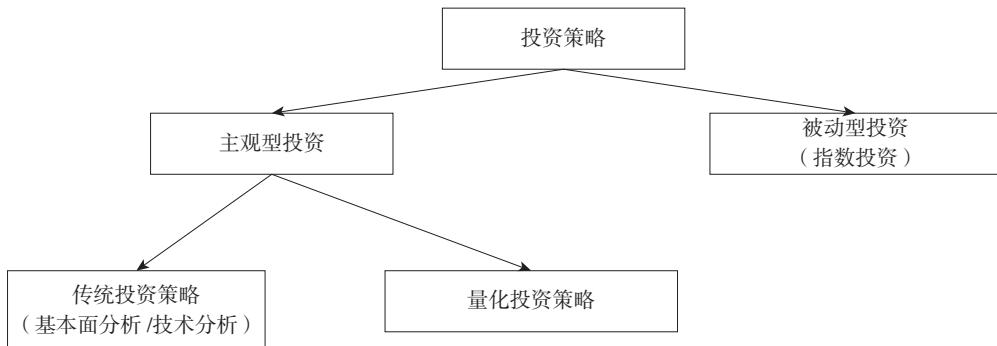


图 1-1 投资策略分类架构

然而，量化投资策略又区别于传统主动型投资策略。

(1) 量化投资策略因为不受到人类思维和能力的局限，因此其投资范围远大于传统主动型投资。以捕鱼为例，传统主动型投资就像人拿着长矛往河里扎鱼，捕获的成功取决于人自身的捕鱼技能，而且捕鱼的环境也受到严苛的限制；量化投资就像渔夫拿着渔网工具去捕鱼，广撒网，其捕获的成功率自然就高了很多(图 1-2)。而且该方式不以渔夫的捕鱼技巧为主，更多的是依赖渔网工具的性能。此外，渔网捕鱼的环境相比前一种也宽松许多。

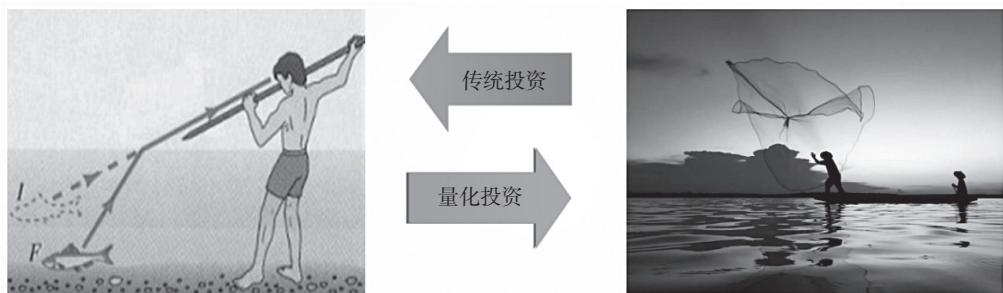


图 1-2 捕鱼案例

(2) 传统主动型投资容易受到投资者个人偏好、自身情绪的干扰做出非理性 的行为，进而影响最终的投资收益，主观影响较大；而量化投资是依靠计算机 编程代码执行投资策略，因此可以避免个人因素扰动，属于客观的投资行为，如 图 1-3 所示。



图 1-3 主客观区别

(3) 两者的研究与决策过程也不尽相同(图1-4)。传统主动型投资是通过收集各类政策、研报、新闻等数据，利用基本面或者技术面分析构建投资组合并进行风控，在进出场时通过手动下单和调仓进行操作；量化投资是通过对各类数据进行预处理，利用搭建的模型进行分析预测，在决策执行时通过程序化下单并自动调仓，达到实时监控投资标的的目的。

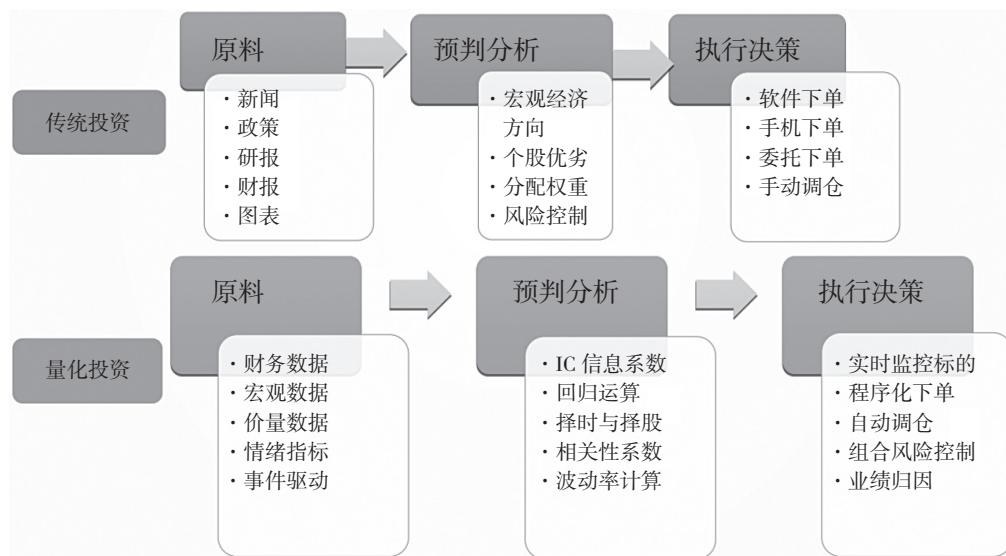


图 1-4 研究与决策过程的区别

综上所述，传统主动型投资和量化投资的相同点在于两者的本质是相同的，都是基于市场非有效或者弱有效的理论基础，追求超额收益；不同点在于传统主动型投资更多地依赖于个人经验及主观判断，且投资范围有限；而量化投资依靠的是通过数理模型实现理性科学的投资理念。

2. 量化投资的优势

(1) 严格的纪律性。传统投资在很大程度上受到贪婪和恐惧等人类情绪的影响，确保交易纪律有时是一件具有挑战性的事情；而量化投资是以纪律为基础

的，严格执行量化投资模型给出的投资指令，不会随着投资者情绪的变化而随意变化。

(2) 完备的系统性。量化投资的系统性特征主要包括多层次量化模型、多角度观察以及海量数据处理。多层次模型主要包括大类资产配置模型、行业精选模型和选股模型；多角度观察主要包括宏观周期分析、市场结构分析、企业估值分析、成长性与盈利质量分析、市场情绪分析等多个维度；而海量数据处理意味着量化投资可以通过计算机获得远远超出人脑的数据和信息处理能力，从而捕捉到更多潜在的投资机会。

(3) 及时性。量化投资可以及时跟踪市场变化，不断发现导致超额收益的新统计模型，寻找新的交易机会。量化投资不断寻找估值洼地，通过全面系统的扫描，寻求错误定价和错误估值带来的机会。

(4) 分散化。量化投资分散化的本质是以概率求投资，这表现在两个方面：一方面，量化投资从历史数据中发现规律并且加以利用，主要是过去盈利概率较高的策略；另一方面，量化投资通过选择股票组合来获利，而不是依赖一只或几只股票。这里需要注意的是分散化并不能保证盈利，也不能在下跌的市场中防止亏损。

3. 量化投资的劣势

(1) 样本误差和样本偏差。量化投资策略通常严重依赖历史数据。然而，历史数据可能缺乏足够的多样性和长期积累，因此采样可能由于样本数量较少而容易出错，或者由于非随机采样而偏离。在此基础上得到的相关规律一旦离开样本范围就可能失效，从而失去其参考价值。

(2) 战略共振。量化策略中一旦某一特定策略被证明是有效的，其有效性就会随着用户数量的增加而减弱，这就是所谓战略共振。

(3) 过拟合。多因子量化策略一般从已知数据结果中挖掘有效因子，而只要构建了足够多的因子（factor），就有可能达到特定的已知结果。然而，当基于这种多因子组合的量化策略在实际交易中使用时，可能会因为过拟合而失败，究其原因在于模型过度适应训练数据的特点，导致其在新数据上的泛化能力较差，从而导致预测失效。

(4) 黑匣子。很多量化策略，包括高频交易、对冲或套利，往往没有内在的因果关系。这些策略的有效性主要是基于历史数据的强相关性，其逻辑在于，如

果基于历史数据的有效概率超过一半或者更高，那么只要有足够的次数重复，获胜的概率就会累积。但由于只有相关性，没有对内在因果关系的理解，投资者无法预测历史何时能够指引未来。

1.2 量化投资主流策略

本节对量化投资策略的理论基础以及主流策略进行简单梳理，部分内容的详细介绍会在后面的对应章节中阐述。

1.2.1 量化投资策略的理论构成

1. 现代资产组合理论

现代投资组合理论（modern portfolio theory, MPT）由美国经济学家 Harry Markowitz 最早提出。MPT 认为不应单独看待任何给定投资的风险和回报特征，而是根据它如何影响整个投资组合的风险和回报来对其进行评估；也就是说，投资者可以构建多种资产的投资组合，从而在不承担更高风险的情况下获得更高的回报。MPT 的另一个好处是它可以降低波动性（volatility），做到这一点的最佳方法是选择具有负相关性的资产，如投资美国国债和小盘股就是一个很好的例子。

尽管 MPT 在理论上十分重要，但批评者质疑 MPT 是一种理想的投资工具，因为模型在许多方面与现实世界不匹配。例如 MPT 使用的风险、收益和相关性度量直接或间接基于期望值，这意味着这些度量是关于未来的统计描述，而这种方式通常无法捕捉风险和回报的真实统计特征（真实的统计特征通常遵循高度偏态分布，例如对数正态分布）。

针对上述质疑，有许多研究在改进 MPT 上进行了许多尝试，也有部分研究者试图从其他角度扩展 MPT 的适用性。例如，后现代投资组合理论通过采用非正态分布、不对称和肥尾风险度量来扩展 MPT；Black–Litterman 模型优化通过结合对风险和回报输入的相对和绝对“观点”，对无约束 Markowitz 优化进行扩展。

2. 资本资产定价模型

资本资产定价模型（capital asset pricing model, CAPM）是由美国学者 William Sharpe、John Lintner、Jack Treynor 和 Jan Mossin 等于 1964 年在资产组合理论和资

本市场理论的基础上发展起来的，主要研究证券市场中资产的预期收益率与风险资产之间的关系，以及均衡价格是如何形成的，是现代金融市场价格理论的支柱，广泛应用于投资决策和公司理财领域。

传统的 CAPM 假设所有投资者满足如下条件。

- (1) 旨在最大化给定资产数量时的经济效用。
- (2) 理性且厌恶风险的。
- (3) 追求投资的多样化 (diversify)。
- (4) 是价格接受者，即不能影响价格。
- (5) 可以在无风险利率下无限制地借贷。
- (6) 没有交易或税收成本的交易。
- (7) 可以处理高度可分割成小块的证券（所有资产都是完全可分割和流动的）。
- (8) 有同质化的期望。
- (9) 所有投资者都可以同时获得所有信息。

在上述假设框架下，对于单只证券，传统的 CAPM 利用证券市场线 (SML) 及其与预期回报和系统风险 (beta) 的关系来展示市场如何根据证券的风险类别对单个证券进行定价，在理论界已经得到较为普遍的认可。投资专家用它来制定资本预算或其他决策，立法机构用它来规范基金界人士的费率。对于传统 CAPM，批评的声音也同时存在，比如传统的 CAPM 使用历史数据作为输入来近似代替资产的未来回报，然而历史可能不足以用于预测未来，因此现代的 CAPM 方法使用依赖于未来风险估计的 Beta。

3. 套利定价理论

套利定价理论 (arbitrage pricing theory, APT) 是 CAPM 的拓展，它认为资产价格受到包括宏观经济变量或公司经营相关等因素在内的多种因子驱动，资产的预期收益与多因子呈线性相关。具体来说，假设因子模型能描述证券收益、市场上有足够的证券来分散风险且完善的证券市场不允许任何套利机会存在，那么风险资产的回报可以被表达成各系统因子的线性组合与常数项或者随机项之和。

当仅考虑收益率通过单一因子形成时，我们将发现 APT 形成了一种与 CAPM 相同的关系。因此，APT 可以被认为是一种广义的 CAPM，为投资者提供了理解市场风险与收益率间均衡关系的一种替代性的方法。

4. Black–Scholes 模型

Black–Scholes 模型是一种为期权定价的数学模型，由美国经济学家 Fischer Black 和 Myron Scholes 首先提出。Black–Scholes 模型假设金融市场存在最少一种风险资产（如股票）及一种无风险资产（现金或债券）。同时模型假设：

- (1) 无风险资产的投资回报是不变的（此回报率称作无风险利率）。
- (2) 股票价格遵从几何布朗运动（随机游走）。
- (3) 股票在选择权有效期内不分派红利。
- (4) 股票价格服从对数正态分布，即金融资产的对数收益率服从正态分布。
- (5) 金融市场不存在套利机会。
- (6) 投资者能以无风险利率借出或借入任意数量的金钱。
- (7) 投资者能买入及卖出（沽空）任意数量的股票。
- (8) 市场无摩擦，即不存在交易税收和交易成本。

在上述诸多假设框架下，对于有效期内不派发红利的欧式期权，Black–Scholes 模型导出了其价格遵从的偏微分方程。由于基础的 Black–Scholes 模型对派发股利的欧式期权并不适用，Robert C. Merton 随后修改了该模型的数学形式，使得模型在派发股利时同样适用。Merton 开发的新版模型被称为 Black–Scholes–Merton 模型。Black–Scholes–Merton 模型背后的关键思想是通过以正确的方式买卖标的资产来对冲期权，从而消除风险。这种类型的对冲被称为“连续修正的 delta 对冲”，是投资银行和对冲基金使用的复杂对冲策略的基础。现如今，Black–Scholes–Merton 模型及其变体已被期权交易商、投资银行、金融管理者、保险精算师等广泛使用。衍生工具的拓展使得国际金融市场更富有效率，同时也加强了市场与市场参与者的相互依赖。

1.2.2 量化投资主流策略介绍

1. CTA 策略

商品交易顾问（commodity trading advisor, CTA）早期主要用来指代专为客户提供商品期货（commodity futures）交易咨询服务的个人或组织，后逐渐被用来指代商品及衍生品策略。管理人以交易各类商品期货、股指期货为主，故又被称为管理期货策略（managed futures），部分产品也可能涉及包括外汇、期权或其他新型衍生品在内的各类资产。目前国内上市交易的股指期货标的包括沪深 300、

中证 500、上证 50 和中证 1000，主流的商品期货标的涉及工业品（PTA、甲醇、尿素）、农产品（白糖、棉花、苹果）、有色金属（铜、铝、锌）、贵金属（黄金、白银）、能源（原油、燃料油、沥青）等多个大类。

由于商品期货在交易时可以选择做多或做空，且仅需缴纳一定比例的保证金便可买卖期货合约，其自带杠杆的属性意味着持有单一品种期货合约的波动率通常会高于单只股票或债券，因此管理人在投资时往往会同时持有多个品种的商品期货，通过资产间低相关或负相关性实现分散投资，降低资产组合的整体风险。

2. 统计套利策略

统计套利是指将套利建立在对历史数据进行统计分析的基础之上，估计相关变量的概率分布，并结合基本面数据进行分析用以指导套利交易。相比于无风险套利，统计套利少量增加了一些风险，但是由此可获得的套利机会将数倍于无风险套利。

统计套利并非数理金融界最新的研究成果，这种交易策略早已被国外很多对冲基金所采用。对冲基金往往具有运营灵活和监管较松的特点，因此比较适合采用这种投资策略。统计套利特别适合作为对市场持中性态度的投资者，即统计套利代表了如下的投资理念：收益的稳定性、低波动率和市场中性（market neutral）。

统计套利的基本思路是运用统计分析工具对一组相关联的价格之间的关系的历史数据进行研究，寻找该关系在历史上的稳定性，并估计其概率分布，确定该分布中的极端区域，即否定域。当真实市场上的价格关系进入否定域时，则认为该价格关系不可长久维持，套利者有较高成功概率进场套利，如图 1-5 所示。

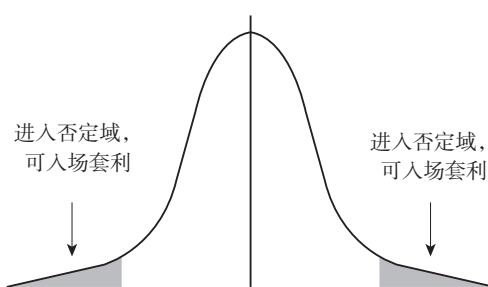
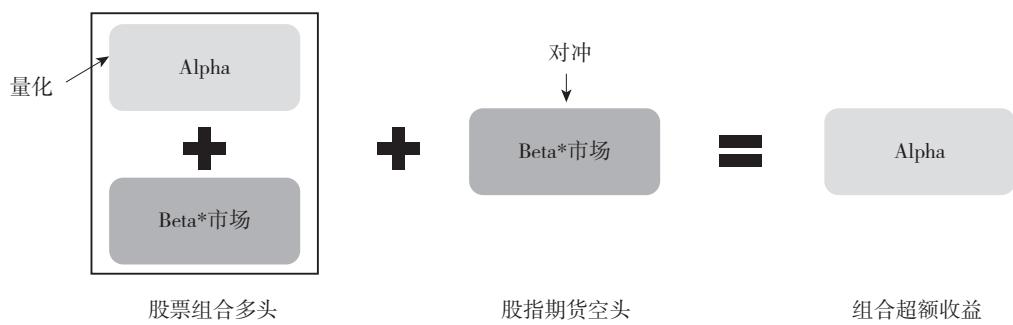


图 1-5 统计套利示意图

这里需要注意的是，在量化投资领域，统计套利是只针对有稳定性的价格关系进行的，那些没有稳定性的价格关系的套利风险是很大的。一组价格关系如果是稳定的，那么必定是存在某种均衡关系维持机制，一旦价格关系偏离均衡水平，维持机制就会起作用，将价格关系或快或慢地拉回到均衡水平。所以，要分析一组价格关系是否稳定，需要先定性分析是否存在这样的均衡关系维持机制，然后再对历史数据进行统计分析进行验证，以证实通过该定性分析得到的关系维持机制在历史上确实在发挥作用。

3. 市场中性策略

市场中性策略也称 Alpha 对冲策略，Alpha 对冲策略中的 α 来源于资本资产定价模型中的 α 收益，该收益指的是投资组合超越市场的超额收益，由选股能力决定。市场中性策略通过在股票市场上做多头、在期货市场上做股指期货空头来对冲组合的系统性风险（systematic risk， β 收益），其目的是使投资组合的净值不随着市场整体的波动而发生改变，通俗地讲就是无论市场整体是熊市还是牛市我都可以赚钱，如图 1-6 所示。



Alpha 对冲策能否成功，主要包括以下几个要点。

- (1) 获取到的 Alpha 收益是否足够高，能否超过无风险利率以及指数。
- (2) 期货和现货之间的基差变化。
- (3) 期货合约的选择。

Alpha 对冲只是一种对冲市场风险的方法，在创建策略时需要结合其他理论一起使用，怎样获取到较高的 Alpha 收益才是决定策略整体收益的关键。

4. 多因子选股策略

多因子策略是最广泛应用的策略之一。虽然 CAPM 的提出为股票的收益提供了解释，但随着各种市场异象的出现，人们发现股票存在超额收益，这种收益不能被市场因子单独解释，因此出现了多因子模型（multiple-factor model, MFM）。多因子模型最早由 Fama–French 提出，包括三因子模型和五因子模型。Fama 认为，股票的超额收益可以由市场因子、市值因子和账面价值比因子共同解释。随着市场的发展，出现许多三因子模型难以解释的现象。因此，Fama 又提出了五因子模型，加入盈利水平和投资水平因子。市场上常用的多因子模型见表 1–1。

表 1–1 市场上常用的多因子模型

模型	出处	所含因子
Fama–French 三因子	Fama and Farench (1993)	市场、规模、价值
Carhart 四因子	Carhart (1997)	市场、规模、价值、动量
Novy–Marx 四因子	Novy–Marx (2013)	市场、规模、价值、盈利
Fama–French 五因子	Fama and Farench (2015)	市场、规模、价值、盈利、投资
Hou–Xue–Zhang 四因子	Hou et al.	市场、规模、盈利、投资
Stambaugh–Yuan 四因子	Stambaugh and Yuan (2017)	市场、规模、管理、表现
Daniel–Hirshleifer–Sun 三因子	Daniel et al. (2020)	市场、长周期行为、短周期行为

5. 人工智能交易策略

随着计算机技术的发展，投资者不再只局限于传统投资策略，人工智能（artificial intelligence, AI）在资本市场越来越得到广泛应用。AI 的核心是通过模仿人类的思考过程以及思维习惯，通过对现有数据的学习，对问题进行预测和决策。目前，AI 已经在人脸识别、智能投顾、自然语言处理等方面得到广泛应用。特别是在量化投资领域，AI 也成为目前最火的赛道。

虽然目前大多数的 AI 只擅长某一特定领域的问题，尚属于弱 AI，但是已经极大地改变了人们的生活，并且不少机构正在研究可以像人类一样听、说、读、写甚至具有情感与思考的强 AI。在这个互联网和大数据时代，AI 的蓬勃发展早已成为必然趋势。在未来，它也会在量化投资领域中不断创新，推动行业的不断前进，创造出无限可能。

1.3 量化投资发展历史

1.3.1 国外量化投资发展历程

拓展阅读 1-2



量化交易在国外的发展已有数十年的历史，凭着稳定的投资业绩、不断扩大的市场规模和份额，量化交易获得了越来越多投资机构的青睐。下面就来简单梳理一下国外量化技术的发展与演变。

1. 量化思想的萌芽

量化交易的历史源远流长，古人的行为中早已蕴含量化交易的艺术。量化交易最早的记录可以追溯到公元前 624—前 547 年，Aristotle 在其《政治学》一书中记载：“冬天时，Thales 凭着他对星星的观测就推衍出来年橄榄会大丰收。因此，Thales 先以低廉的价格租用希俄斯和米利都的所有橄榄榨油机，等到收获的时候再将收集的榨油机出让。Thales 因此有了轻松致富的途径。”实际上，在 2500 多年前，Thales 交易的是一份对于春季橄榄收获的榨油机看涨期权合约。

在 Thales 诞生的 1700 多年后，Leonardo Fibonacci 撰写了第一本金融工程相关的书籍——*Liber Abaci*（《计算之书》）。他的开创性著作不仅创建了投资回报的表达体系，计算了替代现金流的现值，还介绍了解决各种复杂利率问题的一般方法。在 *Liber Abaci* 之后，数学家 Girolamo Cardano 在 1565 年发表了论文 *Liber de Ludo Aleae*（《机会游戏书》），从而开创了赌博的基本理论，同时推导出了概率的基本规则。一个世纪之后，两位法国的数学家 Pascal 和 Fermat 在此基础上建立了概率论基础。

2. 量化理论的蓬勃发展

在量化思想逐渐萌芽之后，大量的数理理论如雨后春笋般破土而出，它们为日后量化理念的提出与改进打下了坚实的基础。

在 17 世纪末到 18 世纪初，来自瑞士的伯努利家族对概率论的发展作出了重要贡献。Jacob Bernoulli 在其书中证明了大数定律的第一个版本和其书籍 *Ars Conjectandi*（《猜想的艺术》）中关于期望值的核心结果。1738 年，Daniel Bernoulli 通过其论文 *Specimen theoriae novae de mensura sortis*（《风险测量新理论的阐述》）讨论了圣彼得堡悖论，从而向风险理论迈出了重要的一步。

此后在 1900 年 3 月 29 日，法国博士生 Louis Bachelier 通过了论文 *Theory of Speculation*（《投机理论》）的答辩，该论文在今日已被公认为现代数理金融的诞生

证明，Louis Bachelier 也被认为是第一位推导出布朗运动数学原理并将其轨迹应用于模拟股票动态价格和计算期权价格的学者。

历史的车轮滚滚向前，转眼来到 1951 年，日本数学家 Kiyoshi Ito 在新发表的论文 *On stochastic differential equations* 中证明了伊藤引理。伊藤引理提供了对随机过程函数做微分的框架，对于衍生品定价理论的发展意义重大。大约在 Kiyoshi Ito 构建随机微积分基础的同时，Harry Markowitz 分别在 1952 年和 1959 年发表了重磅论文 *Portfolio Selection* 以及 *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*。上述论文为现代投资组合理论奠定了基础，也为 William Sharpe 的资本资产定价模型的形式化打开了大门。

基于投资组合理论，1964 年，William Sharpe 团队建立了现代金融学的基石——资本资产定价模型。资本资产定价模型对证券资产风险及其预期收益率之间的关系给出了简洁、精确的刻画，是现代金融市场价格理论的支柱，目前已被广泛应用于投资决策和公司理财领域。

CAPM 提出后不久，市场有效性理论登上历史舞台。1970 年，Eugene Fama 提出了有效市场假说（efficient markets hypothesis，EMH）。市场有效性理论深化了投资者对价格与信息关系的理解，Fama 也因此获得诺贝尔经济学奖。

市场有效性理论正式问世 3 年后，两篇论文的诞生给量化金融领域带来了新突破。1973 年，Fischer Black 和 Myron Scholes 发表论文 *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*；同年，Robert Merton 发表论文 *On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates*。上述论文引入一种新的金融工具估值方法，使得期权定价的 Black–Scholes 模型惊艳众人。在学术圈迎来突破的同时，行业界同样硕果累累：芝加哥期权交易所成为第一个上市期权的交易市场，市场对 Black–Scholes 模型的适应速度也超出众人想象。到 1975 年，几乎所有交易者都在使用他们计算器中内置的 Black–Scholes 模型对期权投资组合进行估值和对冲，衍生品市场的规模也不断壮大。

在 Black–Scholes 模型发展如火如荼之际，不少新理念也暗流涌动并蓄势待发。1976 年，美国学者 Stephen Ross 发表了经典论文 *The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing*，提出了一种新的资产定价模型——套利定价理论。现如今，人们将 APT 与 MPT、CAPM、Black–Scholes 模型等一同视作现代金融学的理论基础。在 APT 提出 7 年后，Morgan Stanley 任职的程序员 Gerry Bamberger 发现了统计套利策略，

该策略不论市场运动方向如何都能够盈利，因此成为有史以来最强大的交易策略之一。

总体而言，20世纪是量化金融理论蓬勃发展的黄金时代，一套套重磅金融理论相继诞生，为如今量化策略百花齐放打下了坚实的基础。

3. 量化技术的百花齐放

进入21世纪，计算机技术（尤其是云计算、大数据、机器学习技术）的发展为人工智能深入量化领域奠定了良好的基石。在实际投研中，我们可以对财务、交易数据进行建模，从而分析数据的特征，也可以利用机器学习领域的各类分类与回归预测算法构建交易策略。除了将数值数据作为模型的信息输入，新闻、社交网络中丰富的文本数据也是我们分析市场变动线索的一大利器。此外，运用自然语言处理技术，我们可以学习非结构化文本数据的数值表示；运用知识图谱的相关技术，我们可以构建不同种类的实体连接所组成的关系网络，并根据关系网络辅助投资决策。2018年5月，巴克莱对冲（Barclay Hedge）对对冲基金专业人士进行了AI使用情况的调查，结果表明56%的对冲基金受访者使用过AI技术进行投资决策，相比于2017年调查的20%的数据，可以明显看出AI在投资领域较快的扩张速度和较大的应用潜力。

综上所述，我们对国外量化技术的发展史进行了细致梳理，并将量化技术发展史上的重要标志性事件陈列在表1-2中，以方便读者阅览。

表1-2 国外量化技术发展史上的标志性事件及其历史意义

时间	标志性事件	意义
公元前624—前547年	Thales通过交易春季橄榄收获的榨油机看涨期权合约而获利	量化交易最早的书面案例
1202年	Leonardo Fibonacci撰写了第一本金融工程相关的书籍： <i>Liber Abaci</i> （《计算之书》）	建立了投资回报的表达体系，计算了替代现金流的现值，还介绍了解决各种复杂利率问题的一般方法
1565年	Girolamo Cardano发表了论文 <i>Liber de Ludo Aleae</i> （《机会游戏书》）	开创了赌博的基本理论
1654年	Blaise Pascal和Pierre De Fermat首次建立了概率论的基础	Pascal和Fermat被视为首次提出衍生品定价公式的数学家
17世纪末 18世纪初	Jacob Bernoulli证明了大数定律的第一个版本和他在组合学与概率相关的书籍 <i>Ars Conjectandi</i> （《猜想的艺术》）中关于期望值的核心结果	对概率论的发展作出了重要贡献

续表

时间	标志性事件	意义
1738 年	Daniel Bernoulli 通过其论文 <i>Specimen theoriae novae de mensura sortis</i> (《风险测量新理论的阐述》) 讨论了圣彼得堡悖论	向风险理论迈出了重要的一步
1827 年	Robert Brown 发现布朗运动	基于布朗运动的对数正态随机游走理论是金融市场的经典框架
1900 年	Louis Bachelier 为论文 <i>Theory of Speculation</i> (《投机理论》) 答辩	现代数理金融诞生, Louis Bachelier 也被认为是第一个推导出布朗运动数学原理并将其轨迹应用于模拟股票价格动态和计算期权价格的人
1951 年	Kiyoshi Ito 证明了伊藤引理	提供了对随机过程的函数做微分的框架, 这对于衍生品的定价意义非凡
1952、1959 年	Harry Markowitz 发表了 <i>Portfolio Selection</i> 和 <i>Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments</i>	为现代投资组合理论奠定了基础
1964 年	William Sharpe 团队开发了现代金融学的基石——资本资产定价模型	CAPM 对证券资产风险及其预期收益率之间的关系给出了简洁精确的刻画
1970 年	Eugene Fama 提出了有效市场假说	市场有效性理论深化了投资者对价格与信息关系的理解
1973 年	Fischer Black、Myron Scholes 和 Robert Merton 建立了用于定价欧式看涨与看跌期权的 Black-Scholes 模型	公式问世后带来了期权市场的繁荣, 同时也是在投资银行与对冲基金中被广为使用的基础模型
1976 年	Stephen Ross 提出了新的资产定价模型——套利定价理论	为投资者提供了一种 CAPM 的替代性方法, 来理解市场中的风险和收益率间的均衡关系
1983 年	Gerry Bamberger 发现统计套利策略	被对冲基金等投资机构成功且广泛地运用, 能为投资者带来巨额收益同时保持较低的风险
21 世纪	云计算、大数据、机器学习技术的发展, 为人工智能深入量化领域奠定了良好的基石	推动量化策略向自动化、数据化、智能化方向发展

1.3.2 国内量化投资发展历程

国内量化投资起步较晚但发展迅速, 根据 A 股量化市场的事件节点, 国内量化投资发展历程大体可以划分为四个阶段: 量化初期探索的 1.0 时代、以中低频策略为主的量化 2.0 时代、以高频策略为主的量化 3.0 时代以及策略多元精细化发展的量化 4.0 时代, 如图 1-7 所示。



图 1-7 国内量化投资发展历程

下面就来对每个阶段的发展历程进行详细阐述。

1. 量化 1.0 时代

2002 年，国内第一只指数增强型量化基金——华安上证 180 指数增强型基金成立，开创了国内量化投资的新时代。两年之后，光大保德信量化核心基金成立，主动量化投资理念在国内基金市场生长开花。虽然上述基金运用了量化技术，但是当年国内量化市场仍处于初创期，对于量化投资尚处于摸索状态。此外，由于 2002—2010 年国内市场交易制度与投资工具不甚完善，量化技术难以发挥真正的威力。

2. 量化 2.0 时代

2010 年 4 月 16 日，中国第一只股指期货沪深 300 股指期货（IF）上市，标志着中国做空机制与杠杆交易的启蒙。自此，投资者无论在 A 股市场的上涨行情还是在 A 股市场的下跌行情都有赚钱的机会，量化交易的可行策略也得到了丰富，量化 2.0 时代的序幕徐徐拉开。

量化 2.0 时代的策略以中低频交易为主。此时的公募量化策略大致可分为量化选股策略（利用数量化的方法选择股票组合，期望该股票组合能够获得超越基准收益率）和量化对冲策略（先用量化投资的方式构建股票多头组合，然后使用衍生品构造空头对冲市场风险，最终获取稳定的超额收益）；与公募相比，私募的量化策略更加丰富，除了如上所述三类策略，期货策略、期权策略、债券策略等也是私募量化的常用手段。在此阶段，私募量化迎来爆发式增长，量化也迎来了初始红利期，但随之带来的股指期货贴水使得对冲成本明显增加。而之后 2015 年发生的“股灾”使得监管收紧、流动性萎缩，红利期基本在 2015 年结束。

3. 量化 3.0 时代

2015 年 4 月 16 日，中证 500 股指期货上市。对比沪深 300 指数，中证 500 指数以中小盘股为主，电子、医药生物、计算机这些新兴行业占比高，指数整体表现出更强的成长性，投资弹性强。这意味着量化基金拥有更多的发挥空间，小盘股的对冲也更为便利，如图 1-8 所示。

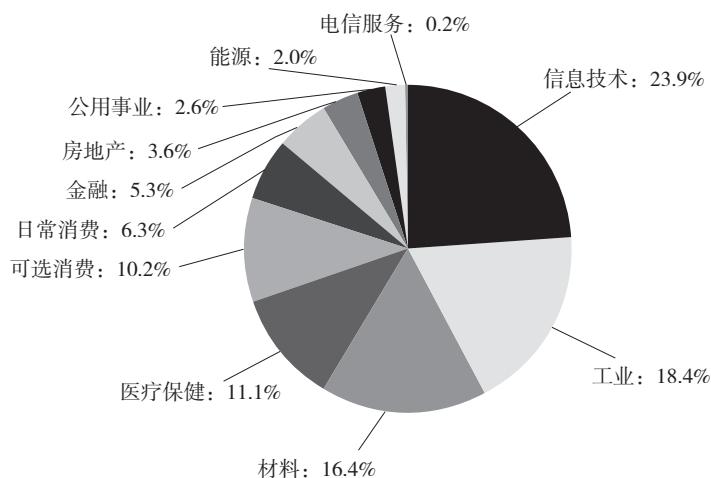


图 1-8 中证 500 指数行业构成

在量化 3.0 时代，量化基金对长线因子的依赖减少，量化策略逐步步入精细化和高频时代。一众私募相继建立从极为短暂的市场变化中寻求获利的自动交易系统，以增大超额收益。

高频交易目前尚无被广泛接受的权威定义，一般认为高频交易有如下几个特征。

- (1) 高频交易都是由计算机自动完成的程序化交易。
- (2) 高频交易的量大幅高于传统交易策略。
- (3) 高频交易的持仓时间很短，日内交易次数很多。
- (4) 高频交易的每笔收益率很低，但是总体收益稳定。

高频策略的速度很快且收益相对稳定，然而高频策略的缺陷也很明显，主要体现在以下两方面。

- (1) 策略容量的限制相对中低频策略更大，若策略规模达到市场容量上限，交易策略将发生拥堵，市场摩擦成本将显著增大，产品收益率将较难提升。

(2) 高频策略主要关注市场的短期波动。如若市场结构发生变化，原有的因子可能失效，因此高频交易团队需要不断挖掘新的因子。

正因为高频交易的以上缺陷，早在 2018 年时就有部分量化私募主动减少高频交易，加大中低频交易策略的布局力度。此外，大量海归引进国外先进的算法、高频交易技术的成熟、规范化运作的管理也为国内量化私募走向正规化奠定了基础。这些海归在建立自己的私募或者团队之后，将海外大量已经比较成熟的模型框架引入 A 股市场，不断推动着国内量化对冲策略的发展。

4. 量化 4.0 时代

2019 年 6 月，中国证监会推动了公募基金转融通业务指引；同年 8 月，两融标的增加 650 只（不含科创板），中小板、创业板股票占比提升，同时科创板股票自上市首日起即可成为两融标的，也成为标的扩容的重要组成部分。融券的放开与应用，使得量化可以真正实现多空策略，这将大大丰富量化策略的种类和容量，将量化推入浩浩荡荡的 4.0 时代。在量化 4.0 时代，融券做空使股票多空和纯做空等策略成为进一步可能，极大地丰富了量化策略池。

在量化 4.0 时代，人工智能在量化策略的运用越来越广泛。人工智能是计算机科学的分支之一，它试图了解智能的实质并生产出一种以人类智能相似的方式进行感知、判别与决策的智能机器。近年来，人工智能技术正高速发展并逐渐向各行各业渗透，改善产业链结构并提升信息利用效率。相比传统量化交易策略，人工智能策略具有自动化优势与非线性优势，同时更有充分挖掘海量数据中隐藏规律的潜力。无论是在收益率预测、组合构建、资产定价、文本分析还是在交易执行环节，人工智能技术都有其用武之地。最近几年，国内头部私募相继大力招聘人工智能领域的优秀人才，同时投入巨额资金构建人工智能投研架构，可见该技术在国内量化领域方兴未艾。



本章小结

本章主要介绍的是量化投资的基本概念，分别从三个维度进行阐述：定义、主流策略以及发展历程。首先明确了量化投资的定义，包括对其特点的阐述。从中可以进一步弄清量化投资与传统投资的区别，以及它的优点和局限性；接着聚焦当前主流的量化策略，探讨其背后的理论框架和基本原理，包括 CTA 策略、统计套利、市场中性策略、多因子选股策略和人工智能交易策略等等；最后回顾了

量化投资在国内外的发展历程，梳理了量化投资在不同时期的里程碑事件。通过本章的学习，同学们将对量化投资有了基本的了解，为后面的理论和实践的深入学习打下坚实的基础。

思考题

1. 简述量化投资的定义。
2. 量化投资与传统主动型投资策略的区别是什么？
3. 统计套利策略有效的前提条件是什么？
4. Alpha 对冲策略能否成功的要点有哪些？
5. 简述量化投资相比传统投资的局限性。
6. 简述国内量化投资的发展历程。

即测即练

