



QUANTECH
FESTIVAL
量化科技嘉年华



高金智库系列报告

中国量化科技

白皮书 2023



QTF量化科技嘉年华组委会
2023年5月

版权说明

本白皮书所载材料和信息，包括但不限于文本、图表、数据、观点、建议，其版权属于 QTF 量化科技嘉年华组委会并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国量化科技白皮书（2023）”。



—— 编委会 ——

编委会成员：（按姓氏拼音排序）

蔡枚杰	曹 雷	邓 纲	范宏婷	高 剑	何 波	金基东	李 峰	刘 凯
欧阳群	宋霁鹏	王俊兴	王习平	温聿铮	俞 枫	周樂峰	朱 斌	

序言

科技进步永不停息，金融市场的交易模式也在不断演化。在计算机体系、软件技术和算法理论的共同推动下，量化技术得到了飞速发展。从 20 世纪 50 年代，美国商品期货市场开始采用电子交易平台，到 90 年代互联网促进各种自动化交易系统、智能匹配算法和高效交易策略的出现，再到 21 世纪以来大数据、人工智能和云计算等金融科技的广泛应用，美国金融市场已成为世界上规模最大、流动性最强的金融市场。回顾国内，无论是初始的指数增强型基金，之后的高频交易，还是当下的多元化策略时代，都仰赖量化科技在提供全方位的支持。

如今的量化科技，通过金融市场各关联方的广泛应用，体现在以智能芯片、软件加速库和低延迟网络为代表的软硬件技术范畴，也显露于由多模态数据处理和深度学习等人工智能模型演化的交易策略方面。眼下，中国资本市场正在不断进步和完善，在全面注册制稳步实施的背景下，随着价格笼子机制设立、融券券源扩容、量化策略容量大增，量化这个相对小众但日益壮大的群体，迎来了全新的发展机遇。量化科技将走出私募与大机构的专属“朋友圈”，不断普及化、散户化。如何有效加强相关的投资者教育，并促进量化科技发展红利真正普惠大众，就显得更加迫切。未来，在满足监管和合规要求的前提下，聚焦行业需求，守正创新，协同推进数据、算力和算法，从提高交易效率、稳定市场流动性、消除信息不对称、促进市场有效定价等方面，与资本市场共成长，这是量化从业者应承担的社会责任，也是量化行业蓬勃发展的内在动力。QTF 量化科技嘉年华组委会借首届活动举办之际，发布中国量化科技白皮书（2023），既是向大众普及量化概念以消除行业“神秘感”，也是为行业的可持续健康发展厘清脉络，系统性思考量化的未来。

本量化科技白皮书的课题组成员单位包括（排名不分先后）：湘财证券股份有限公司、国泰君安证券股份有限公司、中泰证券股份有限公司、华鑫证券有限责任公司、华福证券有限责任公司、南华期货股份有限公司、上海证券交易所、上海金融期货信息技术有限公司、上海期货交易所、上海灵均私募基金管理合伙企业、华锐金融科技研究所、上海卡方信息科技有限公司、上海交通大学上海高级金融学院、上海市海华永泰律师事务所。本课题组在行业代表性机构以及学术支持单位的鼎力协助下，调研了多家机构，尝试理解量化科技的发展趋势和市场格局，从而积极促进行业的生态建设。在此向所有参与本白皮书调研的机构表示衷心的感谢，也希望未来有更多的机构一起参与行业共建、共促生态繁荣。

本白皮书总共七章，整体框架如下：第一章为量化科技概述，对量化科技的内涵、外延、发展历程、发展驱动因素和全面注册制实施对量化交易的推动进行简单介绍；第二章为科技在量化科技中的应用，涵盖了量化交易投前、投中和投后全过程的技术细节；第三章和第四章陈述国内外量化科技发展现状，分别从国际和国内两个视角阐述与量化交易和量化科技机构有关的监管政策、典型量化科技公司概况以及量化科技发展特征；第五章详细介绍国内的量化科技生态，对量化科技涉及的服务机构、交易所、金融机构和学术界逐个展开分析，重点突出其技术、数据和产品等维度的信息，并探讨了量化人才培养问题；第六章总结量化科技发展的痛点及挑战；第七章在第六章的基础上提出了量化科技相关的发展建议。

目录

CONTENTS

一、量化科技概述.....01

(一) 量化科技内涵与外延.....01

1、量化科技的内涵 01

2、量化科技的外延 02

(二) 量化科技发展历程.....03

1、国际量化科技发展历程 03

2、国内量化科技发展历程 04

(三) 量化科技发展驱动因素.....06

1、经济与社会发展是根本驱动因素 06

2、科技进步是保障性驱动因素 06

3、投资和理财需求是直接驱动因素 06

(四) 全面注册制实施推动量化科技发展 06

1、价格笼子机制设立凸显量化优势 06

2、融券券源扩大利好中性量化策略 07

3、上市公司扩容提升量化策略空间 07

二、科技在量化交易中的应用 09

(一) 数据获取阶段.....09

1、API.....10

2、网络爬虫 10

(二) 数据加工阶段.....10

1、多模态数据处理 10

2、数据清洗 11

3、因子计算 12

(三) 数据存储阶段.....12

1、数据库存储 12

2、文件存储 14

3、数据仓库整合 14

(四) 策略研究阶段.....14

1、机器学习算法 14

2、策略回测技术	18
3、量化投研云服务	18
(五) 策略构建阶段	18
1. 策略编程逻辑	18
2. 策略编程语言	18
(六) 策略执行阶段	19
1、低延迟技术	19
2、极速柜台	26
3、极速行情	26
4、算法交易	26
5、联合风控	27
(七) 投后分析阶段	27
1、净值分析	27
2、持仓分析	27
3、收益分析	27
4、风险指标分析	27
5、Brinson 分析	28
6、多因子分析	28
三、国际量化科技发展现状	30
(一) 国际化科技监管环境	30
1、美国对量化交易的监管	30
2、欧盟对量化交易的监管	32
3、英国对量化交易的监管	33
(二) 国际化科技典型公司	33
1、文艺复兴	34
2、嘉信理财	34
3、先锋领航	35
(三) 国际化科技发展特征	35
1、数据依赖加深	35

2、技术发展迅速	36
3、硬件算力提高	36
4、风控性能增强	36
5、监管审查趋严	36
四、国内量化科技发展现状	38
（一）国内量化科技监管环境	38
1、对于量化交易的监管	38
2、对于量化科技相关机构的监管	40
3、量化科技相关监管处罚案例	40
（二）国内量化科技典型公司	41
1、幻方	41
2、国泰君安期货	42
3、聚宽	42
（三）国内量化科技发展特征	43
1、交易链路极致化	43
2、量化投研智能化	43
3、行业服务生态化	43
4、监管方式数字化	43
5、合规完善持续化	43
五、量化科技生态体系	45
（一）服务机构	45
1、基础设施服务商	45
2、交易平台服务商	48
3、算法服务商	50
4、数据服务商	55
（二）交易所	60
1、证券交易所	60
2、期货交易所	61
（三）金融机构	66

1. 证券公司.....	66
2. 公募基金	76
3. 期货公司	79
4. 量化私募	85
(四) 学术界	87
1、量化交易对市场有效性影响的研究	87
2、学术界的量化科技研究	88
3、学术界与业界的合作	91
(五) 人才培养.....	92
1、量化科技人才画像	92
2、高校人才培养	93
3、企业培训	95
六、量化科技发展痛点及挑战	98
(一) 制度体系层面.....	98
1、量化交易监管框架仍需完善	98
2、行业技术标准建设有待加强	99
(二) 机构层面.....	99
1、技术与业务创新迭代频繁	99
2、数据治理体系仍需优化	101
3、量化科技投入竞争加剧	101
4、量化风控体系有待升级	102
(三) 生态层面.....	103
1、量化科技人才紧缺	103
2、尖端技术部分受限	103
3、跨机构协作较困难	103
4、量化科技不够普及	104
七、量化科技发展建议	106
(一) 制度体系层面.....	106
1、完善监管框架与行业标准	106

2、从业务本质出发进行监管	107
(二) 机构层面.....	107
1、加强前沿科技的研发与应用	107
2、赋能多层次多类型业务场景	107
3、持续推进综合风控体系优化	108
4、推进交易平台服务功能建设	108
(三) 生态层面.....	109
1、加速量化科技人才培养	109
2、提升基础设施服务建设	109
3、强化行业生态共建共赢	109
4、促进普惠与投资者教育	110

01

量化科技概述

- (一) 量化科技内涵与外延
- (二) 量化科技发展历程
- (三) 量化科技发展驱动因素
- (四) 全面注册制实施推动量化科技发展

一 量化科技概述

本章摘要：

量化科技是依托于数学模型和计算机信息技术与云计算等技术，为量化投资等相应的投资和资产管理业务提供综合性支持、服务、保障的技术方法、手段、平台和系统的集合衍生概念。本章节将对量化科技的内涵、外延、发展历程及发展驱动因素进行简单介绍。此外，2023 年全面注册制的推行，也将推动量化科技的运用更加普及化与散户化，量化科技不再是私募与大机构的“专属”科技，将逐步走向千家万户。

(一)量化科技内涵与外延

1. 量化科技的内涵

量化科技（Quantitative Technology）是一个集合衍生概念。简单地说，量化科技是依托于数学模型和计算机信息技术、软件工程与云计算技术等，为量化投资等相应的投资和资产管理业务提供综合性支持、服务、保障的技术方法、手段、平台和系统。

要了解量化科技首先须了解量化投资。量化投资（Quantitative Investment）是指区别于以人的主观判断为基础作出决策的主观投资方式，它依托计算机技术手段，以历史数据为基础，以构建数学模型方式提供程序化、自动化的决策支持和交易支持，以此替代人的主观判断，从而克服和规避交易者的情绪波动等非理性投资决策、交易行为，实现理性、可控的投资结果。而使量化投资得以达成上述目标的科技应用和技术保障，即是量化科技。

量化交易的本质是数量化交易、程序化交易、算法交易、自动化交易以及高频交易，量化科技是保障量化交易以及依托量化交易而进行的资产配置与财富管理活动得以实现数量化、程序化、自动化、高频化的技术支撑平台和生态系统，这是量化科技的本质和内涵。

这一内涵可以从以下几个层次去理解：

首先，技术保障方面，量化交易高频、快速、标准化、纯客观的特点要求量化科技需要通过快捷的通信系统、强大的数据收集与处理能力、数理模型构建能力、计算机信息技术、软件工程技术、强大的云计算技术、交易算法技术乃至人工智能技术等先进的技术手段构造算法支撑。

其次，金融工具箱与交易策略方面，一个完整的量化交易行为涉及策略构建、程序的编写、执行、回测、评价等环节，量化科技需要在策略开发方面提供模块化的工具支持，还需在策略实现过程中提供高度衔接的、一体化的流程支持，并能够保障策略执行过程高效、顺畅、便捷、可靠。且量化交易对象可能涉及各种类型的可交易性金融产品和工具，包括股票、债券、期货、外汇、基金等权益型、债务型

第一章 量化科技概述

或混合型资产类别，也可能涉及期权（股票期权、股指期货、商品期权等）、掉期等金融衍生品，每一品种和工具都对应不同的交易逻辑与合规监管要求，量化科技需要全面支持不同的金融工具，并兼容性地体现在技术、服务、流程等各个模块和环节。

再次，合规风控方面，由于交易与投资活动涉及到政治、经济、社会、各类宏微观的具体事件乃至人们的情绪、心理等各个层面，交易构建、执行和实现过程中还需要考虑各类系统与非系统的风险因素，对风险进行甄别和计量，并具体实施在因子选取、决策、模型构建、交易实施等各环节，同时还需要遵循既有的法律、法规的监管约束。量化交易过程中，需跟踪捕捉上述各种因素并进行具体量化与参数化，对量化科技在社会经济、金融风险、政策法规以及合规风控等各个方面提出兼容性的保障要求。

最后，量化交易需要高度兼容的综合生态系统，而量化科技要求构建兼容多维与海量的数据-算法-模型的实用性策略与产品，构造出符合监管要求的可执行的工具和应用系统，同时确保技术、金融工具与交易环境的交互融合。

2、量化科技的外延

量化科技是金融科技的一个子系统，它本身也构成一个完整的生态系统，其基本功能包括数据库管理、组合管理、基金管理、风险管理、合规风控、业绩跟踪、回归分析、模拟仿真等各个板块，各板块功能应当能够相互衔接，构成一个完整、综合的生态平台。这一综合性的生态系统涵盖以下内容：

（1）科学可靠的技术支持系统

包括庞大的数据库和云存储功能、可靠的计算信息收集与数据处理功能、数理模型构建功能等。这些功能构成量化科技硬件的技术支持条件。

（2）决策支持系统

量化科技需要对决策活动所需的正确的评估能力、精确的预测能力、准确的决断能力提供软、硬件各方面的技术和系统支持，为决策者提供分析问题、建立模型、模拟决策过程和方案的环境，以及各种信息资源和分析工具，帮助决策者提高决策质量，实现决策目标。

（3）风险管理支持系统

量化科技需要为量化投资提供相应的风险管理工具，可用于风险数据采集，提供多维度数据分析技术，实现风险的实时诊断；提供实时的风险决策支持，进行适时的风险监控，以及与金融市场实时交互、动态进行风险事件的甄别、判断、跟踪、捕捉等活动。

（4）合规与内控管理支持系统

市场监管环境对证券投资行为提出日益严格的合规和内控要求，量化科技平台需要拥有全面、系统与及时更新的市场规章制度数据库，并能够支持将具体的合规条款生成相应的控制程序，嵌套、落实于投资决策与决策实施的各个环节，以保证从投资决策开始到模型构建、投资实施等各个环节受到严密的控制，确保各环节遵循合规风控和内部治理要求。

（二）量化科技发展历程

1、国际量化科技发展历程¹

量化科技由量化投资催生而来，考察量化科技的发展历程需要对量化投资的产生和发展进行回顾。

（1）量化投资的产生与兴起（60-80 年代）

量化投资是依托于计算机技术的自动化交易，它伴随着计算机的产生而产生，伴随着计算机技术和证券市场的发展而不断发展。全球计算机信息技术与证券市场发展最快，规模最大的地区是美国。1946 年，美国数学家冯·诺依曼发明出世界上第一台民用计算机，随着民用计算机的不断普及，一些交易者开始使用计算机编制程序，尝试应用于证券交易，这即是量化交易的萌芽。

1969 年，爱德华·索普利用他发明的“科学股票市场系统”（实际上是一种股票权证定价模型），成立了第一个量化投资基金，主要从事可转换债券的套利。该基金成立后连续 11 年内没有出现年度亏损且持续跑赢标普指数，爱德华·索普也因此被誉为量化投资的鼻祖。

1971 年，美国巴克莱投资管理公司发行了第一只指数基金，标志着量化投资基金的开始，量化投资逐渐成为美国市场的一种重要投资方法。

1973 年，美国芝加哥期权交易所成立，以金融衍生品创新和定价为代表的量化投资革命拉开了序幕。

1988 年，詹姆斯·西蒙斯成立了大奖章基金，从事高频交易和多策略交易。大奖章基金（Medallion）在 1989-2009 的二十年间，平均年收益率为 35%，若算上 44% 的收益提成，则该基金实际的年化收益率可高达 60%。西蒙斯也因此被称为“量化对冲之王”，是量化投资的标杆人物。

（2）量化投资的高速发展（90 年代）

1991 年，彼得·穆勒发明了 alpha 系统策略。

1992 年，克里夫·阿斯内斯发明了价值和动量策略（OAS）。

1994 年，约翰·梅里威瑟成立长期资本管理有限公司（LTCM），创立期权定价模型（OPM）并邀请诺贝尔经济学奖获得者斯科尔斯和莫顿后续加入。该公司擅长相对价值交易，搜寻价格偏离理论均衡水平的证券，并利用高杠杆放大收益。

（3）量化投资的新发展（21 世纪以来）

进入 21 世纪之后，数理金融理论以及机器学习技术的迅速发展给量化投资带来了新的理论和工具。尤其是 2008 国际金融危机之后，一系列风险事件让证券投资者与经纪商意识到纯客观投资的价值，同时伴随互联网技术和证券市场的发展，量化投资开始进入快速发展阶段，经过十数年的发展，涌现出了一大批巨型的专业量化对冲基金、金融科技服务商和特色券商，代表性的公司有嘉信理财（Charles

¹ 量化投资在国外和国内的发展历程，<https://www.quant.cn/p/630.html>。

第一章 量化科技概述

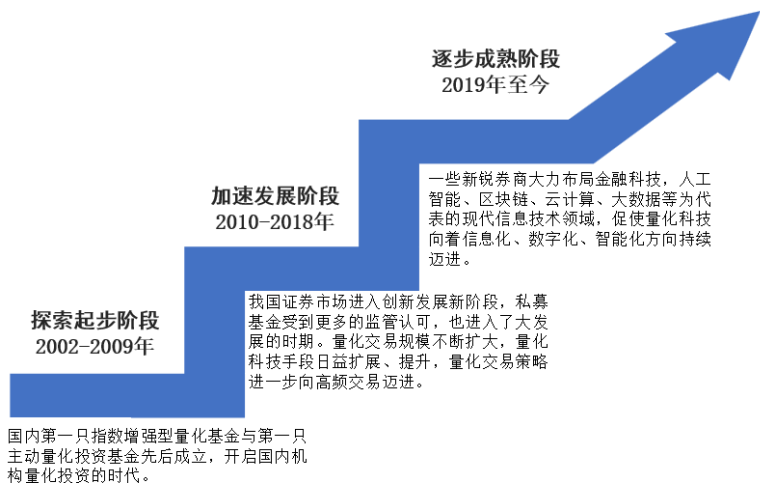
Schwab)、盈透证券 (Interactive Brokers)、先锋领航 (Vanguard) 和富达国际投资集团 (Fidelity) 等。

在此期间，技术应用方面也同样取得长足的进步和融合发展。如上述量化金融服务商，集合了经纪撮合、投资与资产管理业务，将量化应用平台打造成了集数据汇合、决策、交易、分析、风险控制于一体的生态系统。一些金融服务商还发展成了量化交易应用程序开发商，开发内容涵盖复杂交易、一键下单、超高速多线程实现、销售数据动态追踪、策略研究、智能执行交易、清算与托管服务、个性化定制、全面交易前风险管理、自动化批次定位程序、多资产交易系统等各个层面。

2、国内量化科技发展历程

我国证券市场开启于改革开放之后的 20 世纪 90 年代。21 世纪起，随着监管制度建设、交易机制的探索与改革逐渐步入正轨，监管层提出“超常规发展机构投资者”，公募基金、私募基金、社保基金、保险基金、QFII 等不同类型的机构投资者批量崛起并积极入市，金融与投资工具也不断丰富，国内量化投资与量化科技也逐渐产生、不断壮大。概括而言，我国量化科技发展大致可以划分为以下三个阶段（见图 1.1）。

图 1.1：我国量化科技发展的三个阶段



资料来源：课题组整理

(1) 探索起步阶段 (2002-2009)

2002 年 10 月 15 日，华安基金管理公司依托上交所同年 6 月刚刚发布的上证 180 成份股指数，在市场首度发布《华安上证 180 指数增强型证券投资基金招募说明书》，招募成立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，2002 年 11 月 8 日该基金正式成立，募集资金共计 30.94 亿元人民币，自此开启国内机构量化投资的时代。2004 年 8 月 27 日，光大保德信基金管理有限公司发

行设立“光大保德信量化核心证券投资基金”，首期募集资金 25.44 亿元，开启国内主动量化投资的时代。这些基金运作管理开始运用量化技术，但由于金融工具匮乏、交易制度和监管机制的不完善，量化投资和量化科技的开发应用尚处于起步、摸索阶段。因此，对于公募基金量化产品来说，2010 年之前还处于初期探索阶段。

(2) 加速发展阶段（2010-2018）

2010 年开始，我国证券市场进入创新发展新阶段，融资融券业务与股指期货的推出标志着我国股市开始可以进行有条件的做多与做空双向交易和杠杆交易，这为股票市场量化对冲交易、高频交易、基金管理与资产配置等提供了基础性金融工具。2013 年 6 月，新《证券投资基金法》正式实施，阳光私募基金纳入法律监管范畴，私募基金受到更多的监管认可，也进入了大发展的时期，我国量化投资、量化科技开始进入快速发展的时期。

在这个阶段，金融工具的进一步扩充也是量化投资出现爆发式发展的原因之一。2015 年 2 月，上证 50ETF 期权获准推出；同年 4 月，上证 50 与中证 500 两个股指期货在中金所上市交易。这些都给量化投资提供了更多的对冲工具，也为量化投资带来了更多的交易策略。

这一时期，量化科技涵盖了多元化的策略模型，如多因子选股、事件驱动选股以及基本面量化选股等各种选股方式。各类量化对冲策略如股票中性、股票多空、CTA 策略、套利策略，期货策略，期权策略，债券策略等，也被大量运用于投资实践之中，量化投资的可行策略得以丰富，量化科技手段日益扩展、提升，量化交易策略进一步向高频交易迈进。量化交易开始将云计算、大数据和市场交易平台进行连结，将信息收集、因子提取、模型构建、计算编程、投资决策、具体交易、回测分析更紧密地结合起来，打造出综合性的交易平台和生态系统，量化交易规模不断壮大，至 2018 年底，国内仅公募基金发行与管理的股票指数基金就有 572 只²，资产管理规模合计达到 5320 亿元（不计 ETF 基金），占据全部股票型公募基金的 72%。

(3) 逐步成熟阶段（2019 年至今）

2018 年 4 月 27 日，中国人民银行、银保监会、证监会、外管局联合发布《关于规范金融机构资产管理业务的指导意见》，这一政策被市场俗称为“资管新规”，其出台抑制了 P2P、影子银行等不规范投资理财行为，间接凸显与提升了非主观的量化投资的价值。与此同时，证券市场改革继续向深度和广度拓展，两融标的扩容、融券的放开与应用，丰富了量化策略的种类和容量，将量化投资推入了新的发展阶段。

从这一时期开始，一些新锐券商大力布局金融科技，量化科技开始真正步入规范、成熟发展的新时代。2019 年，华鑫证券启动“五位一体”战略，成立专门的金融科技公司，推出量化“极速交易系统”，成为券商金融科技发展的先驱。时至今日，华鑫依托极速交易系统打造的适合公募、私募等专业量化投

² 中信证券《2018 年股票指数基金规模与业绩盘点》。

第一章 量化科技概述

资机构以及专业个人投资者量化交易需求的“新一贷”交易平台、“星途 Starway”交易 APP，将决策、下单、定单跟踪、交易实现、交易回测与分析、合规风控、模拟学习等功能深度融合，真正实现了量化交易的生态系统构建。其后，招商证券、华泰证券、中泰证券、方正证券等也纷纷跟进大举进军金融科技，在业界推出了丰富多彩的专门量化交易系统平台，量化科技得以长足发展。技术与产品、策略的不断丰富，使得量化基金产品成为居民财富管理重要方式之一，量化投资规模稳步增长。

广泛的新型科技工具的应用成为这一时期量化科技发展的新特征，人工智能、区块链、云计算、大数据等为代表的现代信息技术深度融合，促使量化科技向着信息化、数字化、智能化方向持续迈进。如机器学习、深度学习等 AI 算法在股票和衍生品市场上取得了显著成绩，为投资者创造了巨大的收益，正深刻地改变着投资理念和投资生态。

（三）量化科技发展驱动因素

1、经济与社会发展是根本驱动因素

改革开放之后我国经济与社会发展进入快车道，20 世纪 80 年代至今，我国经济 40 年间几乎保持了两位数的年均增长率，与之相应，国民财富也基本保持了同步增长。国民财富的增长带动了投资与理财的巨大需求，量化投资作为主流的投资方式之一，获得了巨大的发展空间，成为量化科技发展最基本的驱动力。

2、科技进步是保障性驱动因素

通信技术结合计算机技术使得人类社会进入信息时代，科技的加速发展全方位改变了人类生活的样貌。量化科技依托于数学、物理学、信息科学、计算科学、统计学等基础学科发展，运用计算机软件编程、数据库技术、云计算、算法工程等技术手段，建立算法模型，打造决策与交易生态以辅助投资与资产管理，在新业务需求持续驱动下不断进步和发展。

3、投资和理财需求是直接驱动因素

经济发展与国民财富增长直接催升了对各类投资的巨大需求，证券二级交易市场由此应运而生并持续扩大，投资、交易、理财、资产管理等专业化、差异化分工持续深化。量化投资作为避免主观情绪化的、纯客观的、机器自动实现的应用场景和方法，应运而生。

（四）全面注册制实施推动量化科技发展

全面注册制的实施可推动量化交易的散户化和大众化，提高量化交易策略的收益和容量，从而推动量化科技的进一步发展。

1、价格笼子机制设立凸显量化优势

“价格笼子”是全面注册制改革配套的重要交易制度创新，旨在维护瞬时价格稳定、防范异常波动。以前主板报单没有价格笼子机制，游资可以利用资金和筹码优势直接涨跌停挂单追涨杀跌，不利于市场

稳定性。本次新规增设了“十个申报价格最小变动单位”的安排，当 2% 有效申报价格范围较基准价格变动不足十个申报价格最小变动单位（即 0.1 元）时，取至 0.1 元，这使得低价股无法触发交易信号的情况得到明显缓解，但同时也要求散户要比之前花费更多的时间和精力去盯盘，随时留意盘中波动，及时调整自己的交易策略，增加了交易的时间成本。一般的普通投资者都不是专业选手，没办法做到全天候实时监控股市动态，当委托价超过了股票价格笼子时，还需要人工继续操作，在这种条件下，普通散户的劣势显而易见。

但在量化工具面前，以上股票价格笼子等都不算是问题，基本可以实现“一键”解决。如当下全球热门的交易系统量化炒股机器人，系统中不但集成大量的高胜率量化模型，更可以完成全自动买卖设置，通过“价格笼子规则前置过滤器”，一旦限价超越价格笼子，则自动按规则计算新的限价，再执行交易任务，避免全面注册制后的废单问题。无需盯盘，可将交易时间成本降到最低，结合极速交易通道更可以大幅提高成交效率。因此，全面注册制的实施，可以推动更多的散户使用量化工具，从而推动量化交易的进一步散户化、普及化。

2、融券券源扩大利好中性策略

主板注册制改革借鉴科创板、创业板经验，新股上市首日即可纳入融资融券标的，优化转融通机制，扩大了融券券源范围。量化交易策略有两个主流产品，即指数增强和中性产品。中性产品是指同时构建多头和空头头寸，空头一般会用股指期货、期权、融券来做对冲。2022 年数据显示，我国融券余额占两融余额 3%，而发达国家这一比例为 20%-30%，融券比例明显偏低，在一定程度上影响了量化交易策略的容量和收益。全面注册制扩大了融券券源的范围，增加了更多的对冲工具，因此有利于中性策略，可提高策略的收益和容量。

3、上市公司扩容提升量化策略空间

全面注册制及交易制度的改革将加快股票上市的节奏，推动上市公司扩容，增加投资的标的物，选股难度也会随之增加，这将进一步凸显基本面量化选股的作用。此外，股票池扩容有助于分散投资，降低流动性风险和策略间的趋同性，同时增加策略的选择空间和容量上限。

02

科技在量化交易中的应用

- (一) 数据获取阶段
- (二) 数据加工阶段
- (三) 数据存储阶段
- (四) 策略研究阶段
- (五) 策略构建阶段
- (六) 策略执行阶段
- (七) 投后分析阶段

二 科技在量化交易中的应用

本章摘要：

量化交易利用数学、统计学和计算机技术，通过对金融市场的历史数据和市场现状等进行分析 and 计算，确定交易规则和交易控制，从而实现自动化的交易过程。本章从数据获取、数据加工、数据存储、策略研究、策略构建、策略执行和投后分析七个阶段讨论科技在量化交易中的应用，详细说明了量化交易过程中用到的各种数据源信息、软件技术、硬件资源、网络技术和模型算法，涵盖了量化交易的投前、投中和投后全过程。

(一) 数据获取阶段

量化交易用到的数据涉及面广、种类丰富、规模庞大。用户可根据量化交易的实际需要，确定具体的数据类型和数据供应商，采取合适的方法获取目标数据。表 2.1 列出了量化交易中常用的数据类型和数据供应商。

表 2.1：量化交易中常用的数据类型和数据供应商

数据类型	数据实例	数据供应商
市场数据	股票、债券、期货、外汇等资产的价格、成交量、成交额、市值和波动率等。	交易所：纽约证券交易所、芝加哥期货交易所、伦敦证券交易所、上海证券交易所、深圳证券交易所等； 金融数据服务商：Bloomberg、Morningstar、万得、同花顺、东方财富等； 开源数据接口：Tushare 等； 社交媒体平台：Twitter、Facebook、微博、微信等； 气象服务商：The Weather Company、华云气象等； 地理信息服务商：谷歌地图、百度地图、高德地图等。
财务数据	上市公司的财务报表，如利润表、资产负债表和现金流量表等，以及其他衍生财务指标。	
新闻数据	各种新闻报道、公告和分析报告等，这些数据可以用于分析市场行情、资讯面的影响等。	
社交媒体数据	各种社交媒体平台上的讨论、评论和评分等，这些数据可以用于分析市场行情、产品口碑等。	
宏观经济数据	国内外的 GDP、CPI、PPI 等宏观经济指标，这些数据可以用来分析宏观经济走势和影响。	
气象数据	气温、降雨量、风力等气象信息。	
地理数据	地图、卫星图像等。	

资料来源：课题组整理

第二章 科技在量化交易中的应用

1、API

应用程序接口 (Application Program Interface, 简称 API) , 定义了多个软件系统之间的交互规范, 包括可调用或请求的种类、调用或发出请求应使用的数据格式和应遵循的惯例等信息。它还可以提供扩展机制, 便于用户通过各种方式对现有功能进行不同程度的扩展。一个 API 可以是完全定制针对某个组件的, 也可以是基于行业标准设计的以确保互操作性。通过信息封装, API 实现了模块化编程, 从而允许用户独立地使用接口³。

在量化交易领域, 用户可以使用 API 接口从数据供应商处下载需要的数据。Tushare 等开源的 Python 数据接口, 提供了丰富的 API 接口, 可以获取历史行情、实时行情、财务数据、基本面数据、宏观经济数据等多种数据类型, 可以方便地进行量化分析和研究。每日的数据更新较快, 一般可以在交易日结束后 1-2 小时内更新, 保证了数据的实时性和准确性。类似的数据供应商还有万得、东方财富 Choice、通联数据、聚宽、掘金量化等。但这些平台在数据管理和收费模式上存在一些差异, 用户可根据自己的需求选用合适的数据源。

2、网络爬虫

网络爬虫 (Web Crawler) , 是一种用来自动浏览万维网的网络机器人, 通过统一资源定位符 (Uniform Resource Locator, 简称 URL) 来查找目标网页, 将用户所关注的的数据内容直接返回给用户, 并不需要用户以浏览网页的形式去获取信息, 为用户节省了时间和精力, 并提高了数据采集的准确度, 使用户在海量数据中游刃有余。

在量化交易领域, 网络爬虫的最终目的是自动从互联网 (包括新闻媒体和财经网站上的公开数据) 中获取交易所需的信息。目前用于爬虫开发的主要语言为 PHP、Java、Python 和 C++ 等, 其中 Python 由于简便易用, 且有强大的模块化功能和成熟的爬虫框架支撑, 已成为网络爬虫应用的首选。

(二) 数据加工阶段

1、多模态数据处理

多模态 (Multimodal) 是具有不同的数据结构特点, 来自不同的采样数据, 描述同一对象的多媒体数据, 包括文本、图像、视频、音频等。多模态数据处理技术指的是将多种类型的数据进行结合处理, 以获得更多的信息和洞察力的技术。常见的多模态数据处理技术支持多种不同的数据模型, 包括结构化的数据和非结构化数据, 覆盖普通文本、Key-Value 介质存储、全行搜索、排索引、图存储、图数据库、存储文档, 以及时空数据等。其中, 自然语言处理技术是量化交易中应用最广泛和最频繁的数据处理技术。

自然语言处理技术

自然语言处理 (Natural Language Processing, 简称 NLP) , 是多模态数据处理的重要组成部分,

³ 来源: Wikipedia。

主要研究能实现人与计算机之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法。自然语言处理可以从语义资料中提取行为金融学和市场情绪信息，主要用于文本分类、情感分析和关系抽取。

A、文本分类

文本分类一般使用基于模板的、有监督的机器学习或者深度学习算法实现，如手写规则、朴素贝叶斯、支持向量机、决策树、随机森林和神经网络等算法。

结合文本分类可以实现以下几个方面的应用：市场情绪预测、选股决策、风险控制和高频交易。其中，文本分类可以对资讯、新闻、公告等内容进行分类，了解市场情绪变化和主要关注点，为投资者制定交易策略提供参考；也可以通过对公司公告、行业研究报告等内容进行分类，筛选出优质企业的相关信息，并对其进行评估，辅助投资者进行股票选取和持仓决策。

B、情感分析

情感分析一般使用有监督的机器学习或者深度学习算法实现，如朴素贝叶斯、长短期记忆（Long Short-Term Memory，简称 LSTM）神经网络和预训练的基于词表 / 规则的情感分析工具（Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner，简称 VADER）等。

使用情感分析可以实现的应用包括资讯文本情感分析、公司信息分析、特定事件分析和情感指数构建等。通过对目标公司的新闻、社交媒体等文本进行情感分析，可了解市场情绪和投资者情绪，分析其股票和期货价格等的潜在走势；同时，也可以对公司公告、财务报表、行业研究报告等进行处理，提取出关键信息，为交易策略提供数据支持。

C、关系抽取

关系抽取功能一般使用基于模板、有监督、半监督或无监督的机器学习或深度学习算法实现，如手写规则、逻辑回归、支持向量机、神经网络和 Snowball 系统⁴等，通过识别文本中实体之间的关系来获取更深层次的信息。

关系抽取相关的应用包括事件分析、风险控制、情报获取和基础知识建设。通过关系抽取，可以对新闻、社交媒体等文本进行处理，提取出不同实体之间的关系，分析其对市场的影响；同时也可以利用关系抽取技术对企业和行业等多方面的信息进行分析，发现潜在风险点和危机事件，并及时调整投资组合和风险控制策略。

2、数据清洗

数据清洗是数据加工阶段的重要步骤，目的是提高数据的质量，从而提高分析和建模的准确性和效率。由于采集到的各类数据通常不完整，包含噪声、前后矛盾、冗余、有缺失值等，无法直接用于量化交易中，使用之前需要进行处理。常用的数据清洗算法包括：

⁴ Snowball 算法是专为英语而设计的。

第二章 科技在量化交易中的应用

缺失值填充算法：用统计方法或插值法填充缺失值。

异常值处理算法：识别和处理异常值。

重复值处理算法：识别和删除重复值。

数据转换算法：将数据转换为适合分析的格式，如对数变换、归一化等。

数据合并算法：将多个数据集合并为一个数据集。

3、因子计算

因子计算是一系列用来发现一组变量的潜在结构的方法，通过寻找一组更小的、潜在的或隐藏的结构来解释已观测到的变量间关系。因子通常具有以下特点：一是因子的数量远少于原始变量个数，因此因子分析能够减少分析中的工作量；二是因子变量不是对原始变量的取舍，而是根据原始变量的信息进行重组，能反映原始变量的大部分信息；三是因子之间不存在线性相关关系。

量化交易因子一般分成三类。第一类是量价因子，主要来源于成交量的数据，包括每分每秒的股票价格、资金流，以及各类 K 线等技术指标，包括动量指标、周期指标、成交量指标、价格指标等。第二类是基本面因子，包括财务报表、营收、券商报告、分析师预期等，一般来源于万得、朝阳永续等数据库，其更新频率较长，一般按月或季更新。第三类是另类因子，包括社交舆情、电商数据、门店数据等因子，往往需要在有较强的金融逻辑支持时使用，但数据获取成本较高。

（三）数据存储阶段

获取数据之后，需要把数据整合并储存起来，方便后续分析和处理，主流的数据存储方式包括数据库、文件和数据仓库。

1、数据库存储

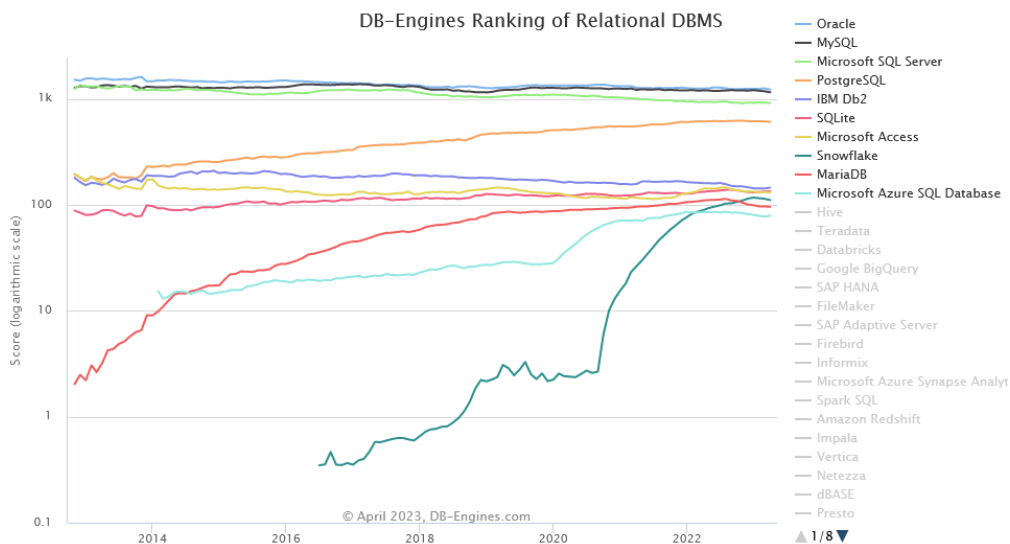
数据库提供高效的数据管理和查询功能，使得数据整合的过程更加高效和方便。用户可以将不同来源的金融数据存储在同一个数据库中，并运用数据库的强大功能来整合和处理数据。

（1）关系型数据库技术

关系数据库管理系统（Relational Database Management System，简称 RDBMS）利用了关系模型来存储数据。这些数据库特别适合于财务数据，因为可以将不同的“对象”（例如交易所、数据源和价格等）设计为单独的表，并在不同的表之间定义关系。RDBMS 利用结构化查询语言（Structured Query Language，简称 SQL）对财务数据执行复杂的数据查询操作。常用的 RDBMS 包括 Oracle、MySQL、SQLServer 和 PostgreSQL 等。

RDBMS 的主要优点是安装简单，独立于平台，易于查询，方便与主要的回测软件集成，在大规模数据存储的情况下仍能保持高性能。其缺点是定制化设计比较复杂，在缺乏有关 RDBMS 数据存储方式的基础知识的情况下，实现上述性能存在困难。图 2.1 列出了当前业界最受欢迎的前 10 种关系型数据库。

图 2.1：最受欢迎的前 10 种关系型数据库



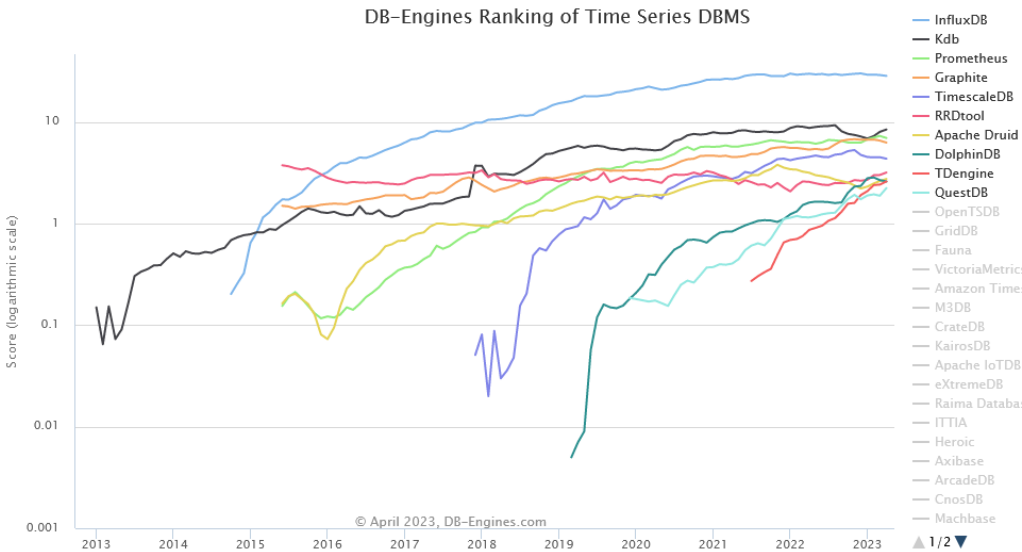
资料来源：专业数据库排名网站 DB-Engines

(2) 时序数据库技术

时序数据库是一种专门用于处理时序数据的数据库。时序数据是指时间上有规律的数据，包括行情数据、传感器数据、网络日志和运动数据等，这些数据的时间戳是最重要的因素之一。无论是程序化交易还是量化投资，都是基于历史的证券交易数据以及各种宏观数据做出实时的交易决策，因此量化金融已成为时序数据库最重要的应用场景之一。

常见的时序数据库包括 InfluxDB（Go 语言编写的分布式时间序列数据库）、Kdb（收费的高性能金融序列数据库）和 DolphinDB（我国国产的高性能分布式时序数据库，由浙江智臾科技有限公司自主研发）等。时序数据库通常具有以下特点：（a）时间戳索引：时序数据库通常会自动将时间戳作为主键建立索引；（b）数据压缩：时序数据往往按时间序列存在较强的规则，便于压缩数据和加速查询；（c）实时采集和处理数据：时序数据库可以实时地采集和处理流式数据，包括数据解析、清洗、过滤、聚合等操作，还可以进行数据分发和复制等。图 2.2 列出了目前业界最受欢迎的前 10 种时序数据库。

图 2.2: 最受欢迎的前 10 种时序数据库



资料来源：专业数据库排名网站 DB-Engines

2、文件存储

在金融应用程序中，文件存储最适合基本数据或元数据。可以将不同来源的金融数据存储在不同的文件中，例如 Excel 文件、CSV 文件等，并使用文件整合工具将它们合并成一个更大的文件。文件整合工具通常提供复杂的数据处理和分析功能，例如数据清洗、数据转换和数据可视化。

3、数据仓库整合

使用数据仓库来整合不同来源的金融数据。数据仓库可以提供高度可扩展性和高性能的数据管理和查询功能，并支持复杂的数据处理和分析操作。数据仓库的数据按照不同的主题组织并按照统一化的存储设计集成在一起，且保持稳定。数据一旦进入数据仓库，即不可修改，每次相同条件的数据查询结果是一致的。此外，由于数据仓库保存了数据的历史状态，可开展跨时间段的数据分析。

（四）策略研究阶段

本阶段利用机器学习等人工智能算法，对各种数据进行分析处理，研究和提取有用的交易规律。

1、机器学习算法

根据学习方式的不同，机器学习可以分为监督学习、无监督学习和强化学习三大类⁵。监督学习是对有标签（已知类别）数据进行学习，常用的模型有支持向量机、随机森林、深度神经网络等，在量化

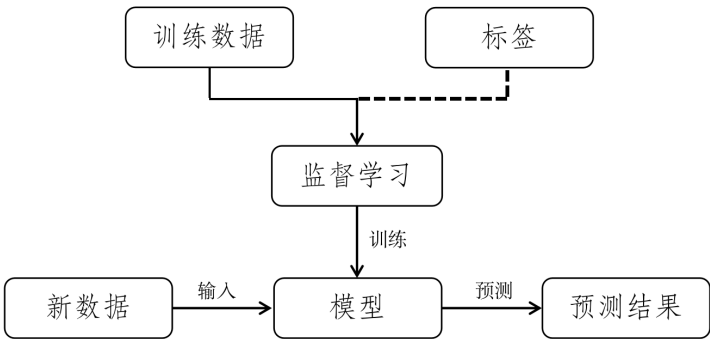
⁵ 来源：半监督学习介于监督学习和无监督学习之间，这里不展开论述。

策略研究阶段，可用于开发预测模型；无监督学习所给的学习数据不带标签（未知类别），常用的模型有主成分分析、聚类等，适用于分析金融市场结构；强化学习以环境反馈（奖 / 惩信号）作为输入，致力于实现奖励最大化，可用于优化交易策略。

(1) 监督学习

监督学习的基本思想是利用有标签数据来构建模型，以便预测新数据的标签，特别适合解决分类和回归问题，可用于开发预测模型，具体流程如图 2.3 所示。

图 2.3：监督学习的流程示意图



资料来源：课题组整理

监督学习模型的训练由两个主要步骤组成：特征工程和模型训练。特征工程涉及选择和提取能够代表数据的特征，而模型训练则是使用有标签数据训练机器学习模型，以便可以对新数据进行预测。在训练阶段中，监督学习需要从训练数据中提取有用的特征，并建立一个能够将输入映射到输出的函数（即模型）。在测试阶段中，监督学习模型会将新数据输入模型中进行预测，然后将预测标签与实际标签进行比较，以评估模型的性能。监督学习的最终目标是在测试数据上获得较高的准确率和泛化能力⁶。

金融市场预测模型是监督学习在金融市场的具体应用，旨在预测未来金融市场产品（如股票、外汇、债券等）的价格或市场趋势。这些模型基于不同的数学原理和假设，主要根据历史数据和多种市场指标进行训练和预测，具有不同的优点和缺点。以下是一些常见的预测模型。

- A、股票价格预测：**监督学习可以用于分析历史股票价格和市场数据，以学习股价变动的模式。常见的算法有支持向量机（Support Vector Machine，简称 SVM）、随机森林和神经网络等。
- B、信用评分：**通过对客户的历史信用数据进行分析，监督学习可以预测客户未来的信用表现，从而帮助银行和金融机构降低信用风险。常用的算法有逻辑回归、决策树和梯度提升机等。
- C、风险管理：**监督学习可以用于预测企业或个人的违约概率，从而为风险管理提供数据支持。此

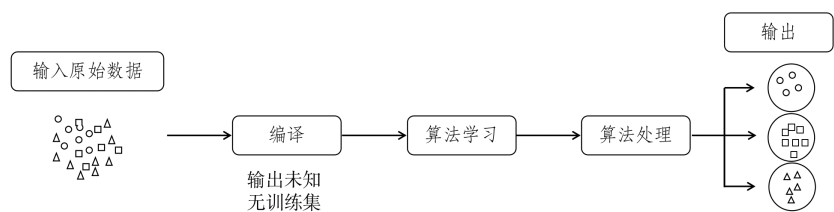
⁶ 指机器学习算法对新鲜样本的适应能力。

类模型通常使用逻辑回归、随机森林等算法。

(2) 无监督学习

无监督学习可以在没有标注数据的情况下，探索数据的内在结构和规律，其基本流程如图 2.4 所示。

图 2.4：无监督学习基本流程



资料来源：课题组整理

无监督学习应用于金融市场结构分析，对金融市场中的各种参与者、制度、机构等进行分类和研究，可以帮助投资者理解市场的特点、预测市场趋势、制定投资策略等，具体应用主要包括聚类分析、降维和异常检测等。

聚类分析是无监督学习应用于金融市场结构分析的主要方法。聚类分析可以帮助理解市场中不同参与者、机构和产品之间的相似性和差异性，进而发掘市场的潜在结构或规律。在金融市场中，聚类分析可以应用于股票、债券、商品等多种金融产品的分类和组合方案制定。常见的聚类算法有 K 均值聚类（K-means）算法、基于密度的噪声应用空间聚类（Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise，简称 DBSCAN）算法和谱聚类（Spectral Cluster）算法等。

无监督学习在金融市场结构分析中的另一个应用是降维。降维可以削减高维数据的冗余和噪声，加速模型训练和推理，同时提供更加直观和可解释的特征空间。在金融市场中，降维可以帮助发现相关变量、挖掘因果关系和隐含规律，进而帮助进行风险评估和预测。降维技术如主成分分析（Principal Component Analysis，简称 PCA）和 t 分布随机邻域嵌入（t-distributed Stochastic Neighbor Embedding，简称 t-SNE）可以用于分析高维金融数据，提取重要特征。

无监督学习还可以应用于金融市场中的异常检测。异常检测可以发现在金融市场中的非正常事件并及时给出回应，打破人为和经验判断导致的误区。在金融市场中，异常行为包括市场参与者的投机行为、计算机程序的错误或漏洞、数据输入错误等。使用无监督学习方法，异常点可以被自动标注和二次审查，并提供精准的市场预警。常用的异常检测算法有孤立森林（Isolation Forest）和局部异常因子（Local Outlier Factor，简称 LOF）等。

(3) 强化学习

强化学习通过建立一个能够学习、适应市场环境变化的智能代理来决定交易策略。该智能代理通过与市场交互，不断学习和优化决策，提高交易策略的有效性和稳定性。

近年来，强化学习算法已被证明在决策问题中有效，在解决动态的、不确定的金融领域问题上具有突出的优势，其基本思想是通过试错学习来优化决策策略。在交易中，强化学习可以通过学习历史数据来发现交易规律，并根据这些规律来制定交易策略。

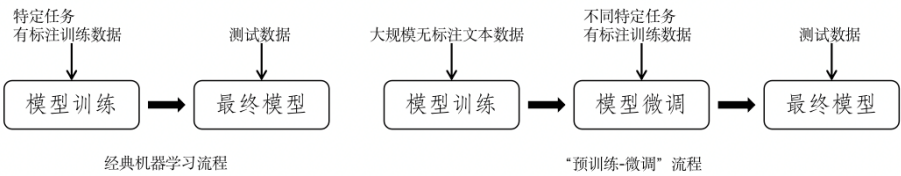
强化学习目前已经应用在股票、期货、数字货币、黄金、外汇等市场，在不同的交易策略上取得了较好的效果，如资产组合优化、交易执行策略、高频交易策略和跨资产交易策略等。目前应用在交易策略优化中的强化学习算法主要包括：深度 Q 网络（Deep Q Network, 简称 DQN）、异步优势动作评价算法（Asynchronous Advantage Actor-Critic, 简称 A3C）、近端策略优化算法（Proximal Policy Optimization, 简称 PPO）。

现在金融机构已经开始将强化学习用于优化交易执行策略。比如一些投资银行和交易公司通过构建强化学习模型，自动决定下单量和时机，以降低交易成本。其他银行和基金公司也使用了强化学习算法来预测市场变化并为其客户提供更好的投资建议。

(4) 大模型

大模型，例如 GPT（Generative Pre-trained Transformer）系列和 BERT（Bidirectional Encoder Representations from Transformers）等，是基于自注意力（Self-Attention）和 Transformer 架构的预训练语言模型。大规模预训练语言模型采用“预训练 - 微调”两步走的训练流程，第一步在大规模无标注数据（如互联网文本）上进行模型预训练，学习通用的语言模式；第二步在给定自然语言处理任务的小规模有标注数据上进行模型微调，快速提升模型完成这些任务的能力，最终形成可部署应用的模型，与经典机器学习流程的对比如图 2.5 所示。

图 2.5：“预训练 - 微调”流程与经典机器学习流程对比



资料来源：课题组整理

值得一提的是，ChatGPT（Chat Generative Pre-trained Transformer，简称“ChatGPT”），是美国 OpenAI 研发的聊天机器人程序，于 2022 年 11 月 30 日发布。ChatGPT 是人工智能技术驱动的自然语言处理工具，它能够通过理解和学习人类的语言来进行对话，还能根据聊天的上下文进行互动，真正像人类一样来聊天交流，甚至能完成撰写邮件、视频脚本、文案、翻译、代码、论文等任务。

公开资料显示，ChatGPT 已经可以完成一些简单的量化策略，例如构建平均回归模型，输出均线策略。理论上甚至可以利用 Scikit-learn 数据库（针对 Python 编程语言的免费机器学习库）建立制作未来利率的预测模型，并使用均方误差（Mean-Square Error，简称 MSE）对其进行评价。

2、策略回测技术

策略回测是利用测试集数据的模型预测结果编写策略，并用测试集的历史数据对策略进行校验的过程。策略回测技术通常指那些通过历史数据，对交易策略进行模拟测试的软件。它可以帮助我们检验交易策略的盈利能力，评估风险收益比，优化交易参数等。目前市面上有很多种策略回测工具，比如 Python 编程语言中的 Backtrader 和 Zipline 库、R 编程语言中的 quantmod 和 blotter 包、还有著名的 Tick Data Suite 等。

3、量化投研云服务

量化投研是近年来在国内量化交易领域中广泛应用的一种服务。量化投研云服务是量化投研和云服务的结合。随着量化策略的研究发展，纯量价因子也需用到海量的逐笔成交和逐笔委托数据、图谱数据、舆情数据、多模态数据，也需要更多的 TB⁷ 级别的存储空间。随着上万的因子数据计算和深度学习大模型训练的需求出现，单独一个容器或虚拟机已无法（及时）完成计算或训练，需要调用云服务快速分配大量的计算资源来进行分布式计算或训练。

（五）策略构建阶段

量化交易的程序化特质，主要体现在策略构建阶段。策略构建包含策略编写相关技术，这方面需要对金融市场、交易工具和交易过程的理解，也需要扎实的编程基础。

1、策略编程逻辑

典型的量化策略开发，主要围绕“初始化设置及技术指标的计算”和“策略的开平仓操作”两大步骤展开，前者需要了解所投资标的市场操作规则，后者需要关注跟踪止盈、资金管理、控制器赋值等。以 A 股和美股为例，A 股和美股在交易时间、最小交易单位、涨跌幅限制、结算方式、熔断机制等方面均有所不同，投资者只有掌握了投资标的市场等操作规则才能将其量化，并实现程序化交易。

2、策略编程语言

经过多年的发展，不少编程语言已经形成了强大的开发框架、丰富的函数库和第三方库，用户可根据实际需要选用。常见的策略编程语言包括 Python、C、C++、Java 和 FPGA 编程。Python 是目前最流行的量化策略编写工具，pandas、scipy、numpy、zipline 等开源框架相当受开发者欢迎。C、C++ 和 Java 有一定的学习门槛，而且程序量往往比较大，编写比较费时。FPGA 编程技术与传统软件系统相比，能实现可预知的超低时延，该技术已在模型计算、高频交易等领域大放异彩。

目前很多线上平台提供了量化策略编写功能，集成了很多方便的工具（优矿、米筐等），使开发者可专注于策略，也有很多开源的量化交易框架（vnpy、easyquant 等），用户可以根据自己的需求进行二次开发。

⁷ TB 指太字节，全称 TeraByte，是计算机存储容量单位，1TB=1024GB=2⁴⁰ 字节。

（六）策略执行阶段

策略执行阶段把自动化交易程序接入交易系统完成交易。本阶段涉及的科技主要包括低延迟技术、算法交易和风控技术。

1、低延迟技术

（1）低延迟软件技术

A、软件加速库

软件加速库（Math Kernel Library，简称 MKL）是英特尔公司提供的一套经过高度优化和广泛线程序化的数学库，专为需要极致性能的科学、工程及金融等领域的应用而设计。核心数学函数包括基础线性代数子程序库（Basic Linear Algebra Subprograms，简称 BLAS）、线性代数程序包（Linear Algebra PACKage，简称 LAPACK）、可扩展线性代数库（Scalable Linear Algebra PACKage，简称 ScaLAPACK）、稀疏矩阵解算器、快速傅立叶变换、矢量数学及其它函数。在量化交易中，MKL 库的应用主要体现在优化算法和高性能计算方面，广泛应用于量化风险模型、量化数据分析、量化交易计算等领域。

B、增强矢量扩展指令集

增强矢量扩展指令集（Advanced Vector Extensions，简称 AVX），是英特尔公司推出的一种单指令多数据（Single Instruction Multiple Data，简称 SIMD）的指令集架构，用于加速向量计算。AVX 指令集可以同时处理多个相同数据类型的元素，提高计算效率，特别适用于需要进行大量向量计算的应用程序。在量化交易中，AVX 指令集的应用主要体现在矩阵计算和向量化计算上。

C、数据平面开发套件

数据平面开发套件（Data Plane Development Kit，简称 DPDK）是一个开源的数据平面开发工具集，旨在提供高性能、低延迟的数据包处理能力，适用于网络、存储和云计算等场景。在量化交易领域，DPDK 可以应用于高频交易、网络传输和数据处理等场景。在高频交易中，DPDK 可以实现快速收发交易数据和实时监控市场行情；在网络传输中，DPDK 可以实现高速数据包的转发和过滤；在数据处理中，DPDK 可以实现高效的数据压缩和加速计算等。

D、操作系统内核优化

操作系统内核是计算机系统的核心组成部分，负责管理计算机硬件资源和协调应用程序之间的交互。优化操作系统内核可以显著提高计算机系统的性能和稳定性。在量化交易领域中，操作系统内核优化可以帮助提高交易系统的响应速度和稳定性，从而实现更高效的交易操作。

第二章 科技在量化交易中的应用

例如，高频交易通常会采用高性能服务器，如高主频 CPU⁸、高速内存和固态硬盘等，以提高计算能力和降低数据处理延迟。为使高频交易服务器达到最佳性能，需要对操作系统进行调优。主要的调优手段包括关闭节能、保持 CPU 工作在固定频率、关闭中断和隔离 CPU 内核等。经过调优后，系统性能达到极致，使用 TCP⁹ 收发数据的延迟（1/2 网络往返时间）可以降到 1~2 微秒。

E、内存加速

内存加速优化是一种提高计算机系统性能的技术手段，其基本思想是尽可能地减少内存访问延迟，提高内存访问速度，从而加快系统运行速度。在量化交易领域，内存加速优化可以帮助降低交易系统的延迟，提高交易速度和执行效率，从而提高交易策略的成功率和盈利能力。

(2) 硬件加速技术

量化领域硬件加速技术的应用，主要体现在智能芯片、低延迟网卡和专用交换机等方面。

A、智能芯片

加速 CPU

随着计算机硬件技术的发展，普通 CPU 无论是在计算能力，还是资源成本上相对于一些专用硬件已经没有绝对优势。为了更充分地应用 CPU 性能，业界发展出了一些 CPU 加速技术。

超频技术：通过超频技术，提高 CPU、内存等硬件设备的工作时钟频率，从而达到改善服务器性能的目的。搭载了超频技术 CPU 的服务器，在量化交易中可以提高交易策略的执行速度，从而更快地完成交易，减少因为市场变化而导致的交易失败或成本上涨风险。

多核并行处理：现代计算机系统的核心处理器 CPU 有几十个处理核心，每个处理器核心可以独立地执行任务。充分利用每个 CPU 的核心，可以大幅提高程序的处理性能，使其能够处理更复杂的计算任务和更大规模的数据集。多核并行处理则可以提高计算效率和处理速度，从而提高交易的执行速度和准确性。在量化交易中，多核并行处理主要用于数据处理、策略计算、交易执行、高频交易。

GPU

图形处理器（Graphics Processing Unit，简称 GPU），是一种专门用于图形处理的微处理器。GPU 最初被用于电脑游戏等图形处理密集型任务，但随着 GPU 架构的不断升级和发展，其在其他领域也有了广泛的应用，特别是在科学计算、深度学习和加密货币挖掘等方面。在量化领域，GPU 被广泛应用于加速复杂计算，如高频交易中的量化分析和算法交易、风险管理、投资组合优化等。

目前，GPU 服务器市场上的主要厂家包括英伟达、AMD 和英特尔等。其中，英伟达是 GPU 服务器市场的领导者，其 GPU 服务器市场份额占据了 70% 以上，而 AMD 则在市场份额方面表现出了快速

⁸ 全称 Central Process Unit，意为中央处理器，是计算机系统的运算和控制核心，是信息处理、程序运行的最终单元，通常由运算器部件和控制器部件组成。

⁹ 全称 Transmission Control Protocol，意为传输控制协议，是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信协议。

增长的趋势。根据 Verified Market Research 数据，2021 年全球 GPU 市场规模为 334.7 亿美元，预计到 2030 年将达到 4473.7 亿美元，期间年均复合增长率达 33.3%。根据 Jon Peddie Research 数据，2022Q4 独立 GPU 市场中，英伟达、AMD 和英特尔三家的份额分别为 85%、9% 和 6%。

FPGA

现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array，简称 FPGA），是一种可编程逻辑器件，可以通过编程实现特定的电路功能。与 CPU 和 GPU 等通用处理器相比，FPGA 是专用硬件，可以提供极高的性能和灵活性，同时具有很低的功耗和延迟。FPGA 硬件加速技术在量化交易中得到了广泛应用，主要分为两个方面：低延时处理和科学计算加速。低延时处理，最常见的场景是高频交易和市场行情数据处理。科学计算方面，主要用于加速金融算法中的计算密集型任务，例如期权计算、金融衍生品定价和人工智能等。

在高频交易中，FPGA 可以用于实现低延迟的算法交易策略，例如订单簿处理、行情数据处理等。由于 FPGA 直接在硬件层面实现策略逻辑，因此具有极低的延迟和高度并行性能。

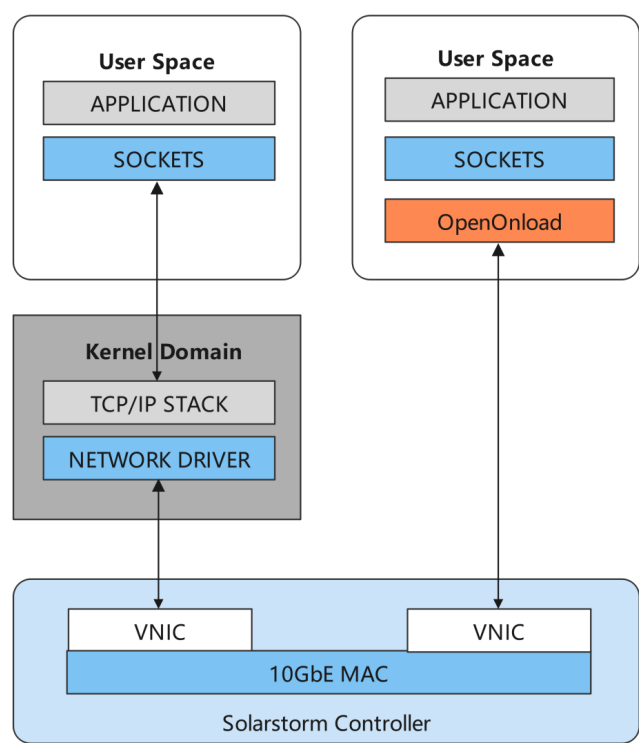
ASIC

专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，简称 ASIC），是一种专门用于实现特定功能的集成电路。在人工智能领域，ASIC 的作用是加速神经网络的训练和推理。谷歌公司专为深度学习框架 TensorFlow 设计的张量处理器（Tensor Processing Unit，简称 TPU），即是一款 ASIC。TPU 采用低精度（8 位）计算，以大幅降低功耗，采用脉动阵列设计以优化矩阵乘法与卷积运算，以减少 I/O 操作，采用更大的片上内存，以减少对动态随机存取内存的访问。与 FPGA 相比，ASIC 根据特定使用者的要求和特定电子系统的需要而设计和制造，具有更高的性能和更低的功耗，但缺点是成本高昂，难以进行修改和升级。

B、低延迟网卡

低延迟网卡是指在数据中心和高性能计算领域中广泛应用的一种高性能网卡，其主要特点是具有极低的网络延迟和高带宽。在量化交易中，低延迟网卡可用于优化交易系统的网络通信，减少交易指令和市场行情数据的传输延迟，从而提高交易的执行效率和准确性。低延迟网卡普遍具备内核旁路模式及用户空间协议栈，避免了内核带来的处理延迟，可以大幅降低系统延迟。图 2.6 给出了低延迟网卡示意图。

图 2.6：低延迟网卡示意图



资料来源：课题组整理

C、专用交换机

可编程交换机

可编程交换机（Programmable Switch）是一种具有可编程能力的网络交换机。它与传统交换机不同，传统交换机的功能是固定的，提供基本的层二、层三网络通信功能，而可编程交换机可以根据需要进行编程，实现各种不同的网络功能。在量化交易中，可编程交换机可以提供更快的数据包处理速度和更低的延迟，从而为交易算法提供更加实时的数据支持。

低延迟交换机

交换机在转发数据帧时存在三种模式，按传输效率从高到低排名，分别是直接转发（Cut-Through）、免碎片转发（Fragment-Free）和存储转发（Store-and-Forward）。存储转发模式需要等到整个数据包全部收到后才开始发送，这样虽然可靠性高，但是增大了延时。低延迟交换机使用直接转发模式，当收到数据包的部分字节时就可以开始转发，相对于存储转发模式，大大减少了数据缓存时间，转发延迟可以降低至 500 纳秒以内。

一层交换机

一层交换机使用开关矩阵进行转发，转发延迟可以降低至 5 纳秒以内。在行情分发场景中，可以最大程度地降低延迟。

(3) 低延迟网络技术

低延迟网络技术是指通过优化网络传输、协议和硬件设备，降低数据传输延迟，提高数据传输速度的一系列技术。在金融领域尤其是高频交易中低延迟网络技术具有重要意义。

A、高频交易中的网络优化

在高频交易中，网络优化主要包括以下几个方面：

服务器位置选择

交易公司将服务器放置在离交易所尽量近的地方，甚至是交易所的机房内，以降低数据传输距离，从而减少延迟。国内证券交易所和期货交易所都提供了托管机房，方便会员托管机器，如表 2.2 所示：

表 2.2：交易所托管机房一览

交易所	托管机房
上海证券交易所	证券技术大厦数据中心、金桥数据中心
深圳证券交易所	东莞南方中心机房
上海期货交易所	张江机房、农商行机房
中国金融期货交易所	中金所唐镇数据中心
大连商品交易所	大连高新
郑州商品交易所	郑州技术中心
广州期货交易所	联通白云北

资料来源：课题组整理

专线连接

为了降低网络传输延迟，交易公司通常会采用专线连接到交易所，以确保数据传输的稳定性和可靠性，并显著降低因中间环节而产生的延迟。以上海、深圳两地连接为例，普通互联网回路延迟约为 40 毫秒，低延迟专线可以降低至 19 毫秒。

在国内市场，通过与中国电信、中国移动等主要运营商合作，交易公司可以获得高质量的线路资源。此外，交易公司可能会选择多条线路并行传输，以确保某一线路出现问题时交易不间断。

网络拓扑优化

优化网络结构是降低数据传输延迟的有效方法，通过减少数据在传输过程中经过的中继节点，可以

进一步提高传输效率。网络拓扑优化主要包括直线传输和最短路径传输两种方式。

直线传输技术是一种沿着地理直线路径传输数据，而非经过多个节点的方法，以达到降低延迟的目的。这种技术通常通过光纤传输线、无线电波等方式实现。

最短路径传输技术旨在寻找数据传输过程中的最短路径，以最小化经过的节点数量，从而降低延迟。在实际应用中，交易公司可以通过软件算法来计算和选择最佳路径，以提高传输效率。

提高网络带宽

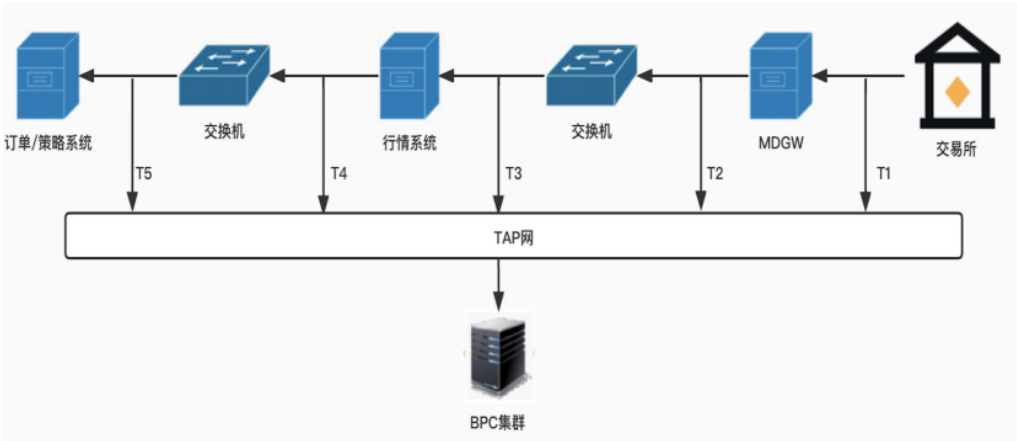
在局域网内，提高网络带宽是降低延迟最直接有效的方法。增加网络带宽可以让更多的数据在同一时间内传输，从而缩短传输时间并提高交易速度。然而，这种提升往往伴随着设备更新换代成本，需要根据实际情况权衡投入与收益。

在现代局域网中，千兆网络与万兆网络是两种常见的带宽规格。千兆网络的传输速率可达 1Gbps（1000Mbps）¹⁰，而万兆网络的速率则可达 10Gbps（10000Mbps）。以 1kB 的数据为例，在千兆网络中传输需要 10 微秒，而在万兆网络中传输仅需 1 微秒。通过升级网络带宽，交易公司可以显著提高数据传输速度。

网络延迟测量设备

网络延迟测量设备采集整个交易网络中的流量，并打上硬件时间戳，可以客观地测量和监控交易系统中各个节点的延迟。根据延迟测量结果，可以有针对性地改善系统性能，降低处理延迟和抖动。图 2.7 给出了网络延迟测量设备示意图。

图 2.7：网络延迟测量设备示意图



资料来源：课题组整理

¹⁰ Mbps 是兆比特 / 秒，Gbps 是千兆比特 / 秒，均为网络传输速率单位，指每秒传输的平均比特数量。

B、网络传输协议与加速技术

网络传输协议和加速技术在低延迟网络技术中扮演重要角色。以下是一些常用的协议和技术。

UDP 协议

相较于 TCP 协议，用户数据报协议（User Datagram Protocol，简称 UDP）协议具有更低的传输延迟。UDP 不需要建立连接、确认数据包的到达以及重新发送丢失的数据包，因此具有更高的传输速度和更低的传输延迟。在行情分发中，交易所和证券公司大量使用了 UDP 组播协议，避免了重复发送相同数据的开销。

对于高频交易者来说，基于 UDP 组播的协议还有一个关键优势即公平性——它可在路由器层面保证同时对所有市场参与者发送消息，而不像 TCP 协议那样会受软件影响从而导致某些用户比另一些用户先收到消息。

应用层协议优化

针对金融领域的特点，可以采用专门设计的应用层协议，如 FIX¹¹/FAST¹² 协议、STEP¹³ 协议和 Binary¹⁴ 协议。FIX/FAST 协议在金融领域广泛应用，其简洁的格式和灵活性使得数据传输更加高效。

FIX 协议是由国际 FIX 协会组织提供的一个开放式协议，目的是推动国际贸易电子化进程，在各类参与者之间，包括投资经理、经纪人、买方、卖方，建立起实时的电子化通讯协议。

STEP 是基于 FIX4.4 版本制定出来的中国本地化 FIX 协议版本，是中国国家金融行业标准，已成为事实上的证券数据标准，其语法简单，定义灵活，易扩展，数据相对冗余。

FAST 协议的核心是一个压缩算法，将按照 FIX 规范定义的数据经过压缩以后，给出一个一个 Key¹⁵ 的模板文件，然后在传输过程中只传输 Value¹⁶，很大程度上降低了行情传输的带宽，减少了行情延迟。

Binary 协议即二进制协议，目前被用在深交所和上交所的行情中。在 10Gbps 及以上局域网内，网络传输延迟大大降低，协议处理延迟变得更为重要，采用 Binary 协议可以获得整体的低延迟。

数据压缩技术

为了减少传输时间，可使用数据压缩技术来降低数据包的大小。由于压缩也需要一定的耗时，因此需要根据实际情况选择是否压缩以及压缩算法。表 2.3 的参数供常用压缩算法性能参考。

¹¹ FIX 协议全称 Financial Information eXchange Protocol，意为金融信息交换协议。

¹² FAST 全称 FIX Adapted for Streaming，意为 FIX 适配流。

¹³ STEP 全称 Securities Trading Exchange Protocol，意为证券交易数据交换协议。

¹⁴ 指二进制。

¹⁵ 键，指关键字。

¹⁶ 值，指关键字对应的值。

表 2.3：常用压缩算法性能参考

压缩算法	压缩率	压缩速度（MB/s）	解压缩速度（MB/s）
lz4	2.10	444.69	2165.93
zstd	3.14	136.18	536.36
zlib	3.11	23.21	281.52
Xz	4.31	2.37	62.97

资料来源：课题组整理

2、极速柜台

极速柜台作为大集中柜台的补充，能够更好地为高频量化交易客户服务，柜台作为全链路的穿透部分，更低的柜台穿透能有效提升策略的收益。极速柜台分为软件方案和硬件方案。软件方案一般采用全内存，数据缓存（Cache）加速、低延时总线、组播传输、线程绑核等技术，硬件方案一般采用 FPGA 技术、软硬结合、组播传输等技术来加速硬件柜台内的穿透延时。为了全链路的调优，与极速柜台上下游相关的模块也需要进行调优，例如：低延时交换机的使用，低延时网卡的使用，机房物理位置调整，网络防火墙调整，API 启动和穿透调优，报盘机绑核，JVM¹⁷ 性能优化等。

3、极速行情

极速行情的核心是快，更快的行情信息能有效提升策略的收益，更好地为高频量化交易客户服务。极速行情主要分了解码和分发。解码将 STEP 或 Binary 编码解出，分为 FPGA 硬件方案和软件方案。分发则是将解出的行情数据按照定义格式发送给客户，主要有 UDP 组播和 TCP。为了降低传输延时，还可以进行多路合并和行情分隔传输，多路合并可以在不同的阶段接收多路不同的行情数据，根据规则选取最快的行情。行情分隔传输是将不同类的数据通过不同的组播地址或 TCP 连接传输，达到传输加速的目的。

4、算法交易

算法交易，在国内的定义较多，在此特指交易员在二级市场进行交易时所使用的一种程序化交易方式。起初是交易员根据具体的交易场景选择对应的算法，按照既定规则被动执行交易。后来随着统计分析和人工智能的加入，算法交易变得更加智能，交易逻辑也变得更加黑盒化。

算法交易通过对市场数据的高效分析和预测，对市场做出快速有效的反应，在提升交易绩效的同时，也容易在市场突发事件或程序故障导致交易异常时产生严重的不良影响。算法交易主要有以下几个特点：

¹⁷ JVM 是 Java 虚拟机（Java Virtual Machine）的缩写。JVM 是一种用于计算设备的规范，通过在实际的计算机上仿真模拟各种计算机功能来实现。

(1) **全自动执行交易**：决策全部由计算机程序完成的，消除人为因素的干扰，快速响应市场的变化。

(2) **具有预判功能**：绝大多数算法已经不是完全被动执行，都带有一定的预判，以提高执行绩效。

(3) **自带风险控制**：由于完全自动化执行，为了避免异常情况，独立的风控系统是算法交易必不可少的配置。

5、联合风控

联合风控系统一般采用内存流式计算的方法，并发计算规则，在千万级计算路径下仍可实现微秒级时延水平，对交易时延基本无干扰，真正做到实时的事前风险控制，并满足交易的极速需求。可支持百万级日交易笔数、上千产品量和数千账户数，以及支持包括跨市场跨资产风控，包括但不限于股票、期权、债券、期货等。以证券公司为例，相对于单独的风控系统，联合风控具备控跨市场、跨节点、跨系统等特点，将证券公司的业务全部划入一个风控的联合管理下，可以满足收益互换、做市商等创新业务的公司级联合风控要求，有效地规避了众多的外规及内规风险。

(七) 投后分析阶段

量化投后分析阶段主要采用归因分析的方法来回顾量化策略的具体效果，一般使用数据可视化方法，对量化策略的风险收益水平、超额收益及来源进行详细分析。常见的归因分析主要包括以下几种。

1、净值分析

通过多个风险收益指标，对策略整体的风险、收益表现进行刻画。由于净值数据相对于持仓等其他数据更容易获取，净值分析的方法有很多种。最简单的净值分析是观察净值走势与某些宽基指数的走势，如果走势一致，说明两者的风格非常相似。

2、持仓分析

持仓分析需要获得投资组合以及基准指数中各资产的权重、回报率等信息，在此基础上对组合和基准进一步分层，将组合的回报逐级拆分为配置因素、资产内选择因素等以确定底层资产属性，再细分成风格因素、行业因素等。例如，对前几大持仓股的市值权重变化、日交易量、日换手率的数据进行可视化展示和分析。

3、收益分析

相对基准收益进行收益分解，将组合的收益分解到配置（自上而下）和选股（自下而上）的维度，需要组合与基准的收益及权重数据。例如，基于策略的收益情况，通过对可视化的累积收益，包括普通和对数轴两种模式下的年化收益统计、月度收益、以及月度收益分布的展示加以具体分析。

4、风险指标分析

根据评估期内策略的滚动 beta、sharpe 等指标以及几处最大回撤区间，进行风险分析。例如，展示策略组合的历史 beta 表现，sharpe 表现，定位前 5 大回撤区间。

5、Brinson 分析

使用 Brinson 的模型分解超额收益，可将其量化为主动配置、标的选择和交互效应三部分，从而评估策略相对基准在主动配置和个股选择方面的优劣。

6、多因子分析

通过多因子模型，将组合业绩归因到因子上，例如估值因子、成长因子等。这种模型需要具体的组合权重，个股因子暴露等数据，从而确定组合的因子暴露。例如，使用类似 fama-french 的模型以及因子构建手段，分析策略收益对策略各个因子的 β 。

03

国际量化 科技发展现状

- (一) 国际量化科技监管环境
- (二) 国际量化科技典型公司
- (三) 国际量化科技发展特征

三 国际量化科技发展现状

本章摘要：

本章介绍了国际量化科技发展现状，首先概述国际量化科技监管环境，主要包括美国、欧盟和英国对量化交易和量化科技相关机构的监管，其次以文艺复兴科技公司、嘉信理财集团和先锋领航集团为例，说明国际量化科技典型公司的具体实践，最后总结了国际量化科技发展特征，即数据依赖加深、技术发展迅速、硬件算力提高、风控性能增强和监管审查趋严。

（一）国际量化科技监管环境

以美国和欧洲为代表的国际量化科技监管，旨在通过提高交易透明度、保障系统安全等方式减少交易噪音、遏制价差获利，从而规范市场秩序，引导长期价值投资。欧美监管部门并不认可通过程序化交易模型捕捉金融市场各种定价错误机会，通过快速抢单等方式获取高额利润，因为这容易导致股市遭遇突发性的流动性风险。相对来说，通过分析公司基本面大数据，考察和寻找有成长价值的上市公司并部署长期策略的量化行为更受欢迎。

1、美国对量化交易的监管

美国是量化交易的起源地之一。美国政府监管机构，以美国证券交易委员会（Securities Exchange Commission，简称 SEC）和商品期货交易委员会（Commodity Futures Trading Commission，简称 CFTC）为主，出台了一系列针对量化交易的监管政策和法案，以提高市场流动性，降低风险，并减少可能的负面影响。

（1）提高交易的透明度

美国为了提高量化交易的透明度，相继出台了一系列政策。表 3.1 列出了美国为提高交易透明度而采取的监管政策。

表 3.1：美国量化交易监管政策（一）

监管方式	监管机构 / 交易所	监管政策	影响
改进信息获取和收集的方式	SEC	2012 年 7 月推出《综合审计追踪》（Consolidated Audit Trail, 简称 CAT），2020 年成功开始了 CAT 第一阶段的数据收集。	信息来源更加集中，交易数据统计粒度更加细致，可以捕捉所有交易从订单生成到执行或取消的完整记录，能够对高频交易的订单进行合并监测和分析。

监管方式	监管机构 / 交易所	监管政策	影响
对量化交易信息做出标示	SEC	SEC 提出对交易量符合一定标准的交易者（买卖股票单日超过两百万股、单月超过两千万股或执行价值单日超过两千万美元、单月超过两亿美元）分配大户交易商识别代码（LTID）。 2016 年批准美国金融业监管局（the Financial Industry Regulatory Authority, 简称 FINRA）的提案，要求参与算法交易策略的设计、开发或重大修改的相关人员进行注册，并于次年开始实施。	便于监管机构分析和调查是否存在操纵市场等违规行为。
	CFTC	CFTC 要求高频交易者至少注册姓名和地址，并为大额交易者分配识别代码。	

资料来源：课题组整理

在上述监管主体的要求下，各个交易所和自律组织也发布了自己针对高频交易、程序化交易的标示方式。例如芝加哥商品交易所（Chicago Mercantile Exchange, 简称 CME）规定，所有在其环球交易平台（Globex）的用户必须注册唯一的身份认证，并使用该身份认证进行下单。在注册身份认证时，会有特定的选项表明其是否为程序化交易者。Globex 用户发送的每笔交易指令都含有身份认证。因此 CME 可以有效地监控通过程序化交易发送的指令及其在整个市场所有交易指令中所占的比重。

(2) 保障系统的安全性

随着量化交易，尤其是高频交易在美国市场大行其道，为了保障系统的安全性，美国监管部门推出了“事前 - 事中 - 事后”全周期监管措施，具体如表 3.2 所示。

表 3.2：美国量化交易监管政策（二）

监管方式	监管机构	监管政策	影响
事前预防措施	CFTC	2020 年发布《电子化交易风险原则》，一是要求量化交易算法事先进行充分的测试并通过交易所认证授权；二是对流量进行管控，例如 CME 对投资者发出的撮合引擎信息量有一定的报单规模限制，每个产品在 CME Globex 中都有一个单笔下单最大量规定，这些规定因产品而异，并会定期进行修订；三是禁止市场扰乱行为，例如，美国纳斯达克交易所明确规定，所有订单的输入必须具有执行真实交易的目的，并且明确禁止避免成交、误导其他市场参与者、超负荷或延迟其他市场交易者系统运作等行为。	该监管框架更为灵活，在行业自律的交易所监管层面，赋予交易所更多的自律监管权利，即交易所应当制定并实施相关市场交易规则，并根据市场实际情况及时进行调整，从而更好地适应具体监管需求。

监管方式	监管机构	监管政策	影响
事中保护机制	SEC	涨跌停板机制：SEC 规定当某只股票涨跌幅超过一定幅度（根据股票类型分为 10%，30%，50%）时，交易将被暂停 5 分钟。 全市场熔断机制：SEC 于 2012 年制定全市场熔断机制，以在出现由于量化交易导致的市场波动时，保护投资者。具体措施分为一级、二级、三级熔断，分别对应标准普尔 500 指数跌幅达到 7%，13% 和 20% 时，一级、二级熔断都将暂停交易 15 分钟，三级将导致当日交易停止且不再恢复，以上情况如果发生在美东时间 15:35 之后，则不暂停交易。 交易所交易平台断链开关机制：SEC 要求所有交易所都要配备断链开关机制，当交易系统出现异常或者错误时，该机制可迅速中断交易系统的运行。	保护系统和市场免受量化交易程序错误带来的风险。
	CFTC	CFTC 规定了各个品种的涨跌幅限制，当价格达到限制时，交易也将被暂停。	
事后取消机制	CFTC	2013 年 9 月，CFTC 发布《自动化交易环境风险控制和系统维护概念公告》，提出了交易取消和调整的相关建议，主要包括取消或调整交易的具体时间、交易者通知交易所错单情况的有效时间、以及交易所需立即告知市场参与者可能会被调整或取消的交易。	旨在防止错误交易对市场造成不必要的影响和损失。

资料来源：课题组整理

2、欧盟对量化交易的监管

欧盟主要从三个方面建立了量化交易的监管体系，具体为证监会为首的政府监管，证券期货业协会带头的自律监管，以及交易所和清算所组成的一线监管。欧盟主要的量化监管政策见表 3.3。

表 3.3：欧盟量化交易监管政策

时间	监管政策	政策主要内容	影响
2016 年	《市场滥用法规》（Market Abuse Regulation, 简称 MAR）	规定了量化交易可能涉及的市场操纵行为：（1）扰乱或延迟交易所的运作；（2）影响其他交易者，致使无法或难以在交易系统上识别真正的买卖订单；（3）影响金融资产的供求，给其他投资者带来误导。	使监管关口前移，更加重视对跨市场和跨国界滥用行为的防范。

时间	监管政策	政策主要内容	影响
2018 年	《金融工具市场指令 II》(Markets in Financial Instruments Directive II, 简称 MiFID II)	增加了对量化交易的监管要求：（1）从事算法交易的投资机构必须在其业务开展国和公司注册地所在国家的监管机构进行报备，并需通过算法交易策略评审；（2）参与人有义务标注所有通过算法交易产生的订单，以此来区分人工交易和自动化交易；（3）要求参与算法交易的投资公司内部都必须有有效的信息系统和风险管理体系来确保交易系统的稳定性和韧性，同时应设置相应的交易阈值从而保证不会发出错误指令；（4）提倡各国监管机构允许交易所对算法交易或高频交易专门征收费用，尤其针对取消率较高的交易；（5）明确禁止量化交易可能涉及的市场操纵行为。	更加严格的金融监管法规，迫使金融系统做出调整，保护投资者利益。

资料来源：课题组整理

3、英国对量化交易的监管

2008 年金融危机后，英国加强了对包括量化交易在内的各项交易活动的监管。2012 年英国通过的《金融服务法案》（Financial Services Act 2012）确定了英国金融服务业由英格兰银行、FPC（Financial Policy Committee，金融政策委员会）、PRA（Prudential Regulatory Authority，审慎监管局）和 FCA（Financial Conduct Authority，金融行为监管局）共同构成的监管框架。英国对量化交易的监管主要依据为欧盟发布的 MiFID II。其他量化交易监管依据包括 PRA 发布的相关监管指引和 FCA 制定的《金融行为监管局手册》中的相关规则。

在量化交易参与者准入与授权方面，英国有 FCA 批准从业资格准入的制度。英国金融服务和市场监管法案（Financial Service and Market Act，简称 FSMA）规定，在受监管公司（包括基金管理公司等）中可视为履行控制职能的人士，只有经 FCA 批准认可符合条件才能履职。

另外，基金管理人及产品也须经监管部门授权。量化科技涉及的交易活动一般属于在 FSMA 中定义的受监管的金融活动。FSMA 规定，除非适用豁免规定，任何公司或个人在英国从事受监管活动均必须取得 FCA 的授权许可或在 FCA 登记，而某些大的资产管理人还可能接受 PRA 和 FCA 的双重监管。

（二）国际量化科技典型公司

与国内的发展相比，国际量化科技起步早、发展快。得益于强大的数学物理模型和超级计算能力的发展，量化交易已经形成了相当庞大的规模，国际量化科技巨头的发展之路值得国内同行借鉴。

1、文艺复兴¹⁸

文艺复兴科技公司（Renaissance Technologies LLC，简称“文艺复兴”，网址为 <https://www.rentec.com>）由 James Simons 于 1982 年创建，是全球最顶级的量化对冲基金公司，在美国证券交易委员会、美国国家金融管理局和美国商品期货交易委员会注册，其特点是完全依靠数学模型进行量化对冲。文艺复兴在开发和管理专有量化交易策略方面拥有 40 年的经验，研发了适用于所有基金的统一数据驱动方法，其研究数据库每天增长超过 40TB，5 万个计算机核心能够以每秒 150 千兆比特的速度进行全球连接。公司配备了足够的计算设施，每一处设施都完全能够支持其交易操作。文艺复兴拥有 300 名员工，平均任期超过 13 年，其中 90 名是数学、物理学、计算机科学及相关领域的博士。

从量化策略看，文艺复兴运用了量化统计套利的两大根基，即趋势跟踪和均值回归，且专注于短期大规模下注。数据驱动方面，文艺复兴花费大量时间搜集、分类和清洗大量的数据，远远超过市面所有竞争者，目的是尽快帮助研究员检验他们的想法。统计信号发现方面，2/3 的人员每天做的事情就是从噪音中找到有意义的交易信号，并判断这些信号与母系统现有信号不同，以向母系统增加更多的信号。其母系统由数十种策略构成，输入大量交易信号，输出买卖指令，由数百万行代码构成，策略与策略之间是一层一层关联的。短期预测是指母系统利用前述海量统计信号，从高频到短期进行大规模模式识别或预测。其交易系统“一个自动灌溉系统”，追求大数定律和整体表现，与基本面投资相反，在交易结果上不强调每个投资结果都要好。成本控制方面，关注交易成本和市场影响。风险控制方面，开发适用于多策略、高频率、实时的风险控制模块。资金容量方面，很早就确定了策略市场容量有限（90 亿到 100 亿美元之间），早已不再接受外部投资。

文艺复兴管理的基金业绩令世界瞩目，从 1988 年至 2018 年的 30 年时间里，在扣完超过 49% 的费用后获得了 39.1% 的年化收益。截至 2022 年底，文艺复兴的投资组合持仓标的共有 4073 只，持仓市值为 730.88 亿美元，环比增加约 24 亿美元（+3.4%）。第四季度增持了 1378 只个股，减持了 2013 只，同时建仓 673 只，清仓 576 只。

2、嘉信理财¹⁹

嘉信理财成立于 1971 年，是美国领先的网络折扣券商，世界上最大的网上理财交易公司。旗下包括嘉信理财公司、嘉信银行和嘉信理财香港有限公司，提供证券经纪、银行、资产管理与相关的金融服务，目标客户群体以中低端投资者为主。

嘉信理财善于把握行业发展机会和技术的动向，率先突破形成首发效应。1980 年开始开发电子交易系统，在业内首先实现 24 小时报价；1989 年率先推出自动化电话经济业务，1992 年建立共同基金 Onesource 平台，是全美首个免附加费和交易费的共同基金超市，1996 年推出 eSchwab 开始网上证

¹⁸ 课题组根据公司官网信息和财报等公开资料整理。

¹⁹ 资料来源于川财证券《国际投行金融科技转型启示录》和网络公开信息。

券交易，2009 年实现线上无费用 ETFs 交易，2011 年为活跃投资者推出全新交易平台，2015 年推出智能投顾平台 Schwab Intelligent portfolio。传统金融机构进入智能投顾行业在客户资源上具有很大优势，是独立的智能投顾比如 Wealthfront 无法比拟的。嘉信理财的智能投顾产品在线上 3 个月后就获得了 24 亿美元的管理资产规模和 33000 个账户。当人工智能技术再次崛起时，嘉信理财还自创了智能投顾机器人，借助人工智能与大数据分析技术为客户自动形成投资组合与自动调整资产配置。

3、先锋领航²⁰

先锋领航集团（The Vanguard Group，简称“先锋领航”）于 1975 年在美国成立。经过四十多年的发展，已成为全球最大的公募基金基金管理公司之一，全球资产管理规模已达 7.2 万亿美元，其中 ETF 全球管理规模达 1.6 万亿美元，是以指数化投资而闻名的资产管理人。集团创始人为美国指数之父——约翰·博格（John Bogle）。

在先锋领航集团成立一年之后，博格为个人投资者创建了第一支指数基金 S&P500 指数基金，开创了低成本指数投资的时代，并分别于 1986 年和 1990 年发行债券指数基金和国际股票指数基金。自那以后，先锋领航又将指数管理专长运用于 ETF。如今，先锋领航集团在全球管理着规模共计约 5.5 万亿美元的指数型基金²¹。

1987 年，先锋领航改进了计算机技术，使先锋领航指数基金在跟踪市场基准方面的能力有了显著提高，从 1984 年到 1994 年，S&P500 指数基金的十年业绩表现超过 78% 的普通股票基金；Vanguard500 指数基金自推出之后每年都实现了净现金流入，从 1985 年到 1999 年年底，Vanguard500 指数基金的总回报率达到了 1204%，远高于大盘股混合基金类 886% 的平均回报率。

2015 年 5 月，先锋领航集团推出其智能投顾业务（VPAS），将智能投顾和传统人工投顾相结合，以算法和人工智能技术代替相对更昂贵的人工服务；降低了基金投资的准入门槛，扩大了基金规模，进一步降低了单位总成本。因此，Vanguard 智能投顾虽然较晚进入市场，但其规模增长速度非常快，在一年以内占据了智能投顾总资产规模的 50% 以上。

此外，先锋领航与纽约科技公司 Symbiont 合作，利用区块链技术简化共同基金的指数数据和外汇市场数据更新，以此简化后台结算流程，提高运营效率。未来集团或逐步扩散区块链技术应用范围，用于整体内部工作流。

（三）国际量化科技发展特征

1、数据依赖加深

量化科技发展严重依赖数据，数据用于创建可以分析金融市场并预测未来趋势的数学模型和算法。

²⁰ 课题组根据公司官网信息、华鑫证券私募基金研究中心《美国 Vanguard 先锋基金解析》整理。

²¹ 资料来源：先锋领航集团主页，截至 2021 年 1 月 31 日。

第三章 国际量化科技发展现状

随着大数据的兴起以及机器学习和人工智能的进步，量化科技发展需要数量庞大且优质的数据。

2、技术发展迅速

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。随着量化科技越来越先进，技术不断发展，新算法和模型正在得到快速开发和完善，更新迭代速度猛然加快。这意味着量化科技公司必须能够快速适应新的发展，以保持竞争力。

3、硬件算力提高

随着策略模型的不断进化，越是优质的模型，越需要强大的算力来驾驭。目前传统计算机的算力已经无法支撑一些较为复杂模型的运转，算力的提高已成为必需，因此云服务和分布式计算技术受到了普遍的欢迎。

4、风控性能增强

随着算法和自动交易系统的使用，金融市场上的大部分交易现在都可以在没有人工干预的情况下完成。这提高了效率和速度，但也引发了对潜在意外后果和系统性风险的担忧，需要加强风控能力建设。

5、监管审查趋严

近年来，国际金融市场中量化模型和算法的使用受到越来越多的监管审查。监管机构担心市场操纵的可能性以及与自动交易系统相关的其他风险，采取了更严格的监管措施。

04

国内量化 科技发展现状

- (一) 国内量化科技监管环境
- (二) 国内量化科技典型公司
- (三) 国内量化科技发展特征

四 国内量化科技发展现状

本章摘要：

本章介绍了国内量化科技发展现状，首先概述国家对量化交易和量化科技相关机构的一系列监管政策，并列举了典型的监管处罚事件，其次以幻方、国泰君安期货和聚宽为例，说明国内量化科技典型公司的发展情况，最后总结了国内量化科技发展特征，即交易链路极致化、量化投研智能化、行业服务生态化、监管方式数字化和合规完善持续化。

（一）国内量化科技监管环境

1、对于量化交易的监管

我国量化交易起步较晚，但发展迅速，国家监管部门在持续优化相关监管措施的同时，也注重借鉴国际先进经验。我国自 2010 年起在期货交易、股票期权交易、股票市场等各类交易中不断完善程序化交易的有关监管制度，不断提升对于程序化监管的有效性。随着量化科技行业的发展，量化机构数量增多、量化基金发行规模扩大，对应的行业要求不断提升，监管机制不断完善，政策环境不断优化。表 4.1 列出了我国量化交易相关的监管政策。

表 4.1：我国量化交易相关监管政策

时间	机构	政策名称	相关内容
2010 年 2 月	中金所	《股指期货合约、交易规则及其实施细则》	增加会员、客户采取程序化交易方式应当事先报备的内容。
2010 年 9 月	证监会	《期货交易所业务活动监管工作指引第 9 号——关于程序化交易的认定及相关监管工作的指导意见》（9 号指引）	将程序化交易定义为“由计算机事先设定的具有行情分析、风险管理等功能的交易模型，自动下达交易信号或报单指令的交易方式”，各期货交易所根据自身情况制定标准。
2010 年 10 月	中金所	《期货异常交易监控指引（试行）》	第（九）项中规定了“通过计算机程序自动批量下单、快速下单”中的异常交易行为。
2015 年 1 月	上交所	《上海证券交易所股票期权试点交易规则》	对程序化交易的报备与监管相关内容进行了规定。
2015 年 1 月	上交所	《证券公司股票期权业务风险控制指南》	对程序化交易的报备范围、报备内容进行了规定。

时间	机构	政策名称	相关内容
2015 年 3 月	上交所	《关于加强股票期权程序化交易管理的通知》	对于期权经营机构程序化交易权限的管理、风险隔离、异常交易监控等明确要求。
2015 年 3 月	证券业协会	《证券公司网上证券信息系统技术指引》	规定证券公司不得向第三方运营的客户端提供网上证券服务端与证券交易相关的接口。
2015 年 10 月	证监会	《证券期货市场程序化交易管理办法（征求意见稿）》	明确了申报核查管理、接入管理、指令审核、差异化收费、监察执法方面的规定。
2018 年 4 月	央行等四部门	《关于规范金融机构资产管理业务的指导意见》	金融机构应当根据不同产品投资策略研发对应的人工智能算法或者程序化交易，避免算法同质化加剧投资行为的顺周期性。
2019 年 12 月	全国人大	《中华人民共和国证券法》	规定通过计算机程序自动生成或者下达交易指令进行程序化交易的，不得影响证券交易所系统安全或者正常交易秩序。
2019 年 12 月	深交所	《关于股票期权程序化交易管理的通知》	程序化交易的接入、认证、报备等作出规定。
2020 年 4 月	证监会	2020 年度立法工作计划	《程序化交易管理办法》作为“需要抓紧研究、择机出台的项目”。
2021 年 1 月	大商所	大连商品交易所交易规则	明确对涉及期货交易的业务活动实施自律监督管理的主要内容。
2021 年 3 月	郑商所	郑州商品交易所交易规则	明确对涉及期货交易的业务活动实施自律监督管理的主要内容。
2021 年 7 月	上期所	上海期货交易所交易规则	明确对涉及期货交易的业务活动实施自律监督管理的主要内容。
2021 年 11 月	中国证券投资基金业协会	上线“量化私募基金运行报表”	将此前季度报送频率提升至月度。
2021 年 11 月	北交所	发布《北京证券交易所自律监管措施和纪律处分实施细则》	投资者出现违规行为的，本所或者业务部门可以实施以下自律监管措施：将证券账户列入重点监控账户，即将发生严重异常交易行为或者频繁发生异常交易行为的证券账户列入重点监控账户名单。

时间	机构	政策名称	相关内容
2023 年 2 月	沪深交易所	《交易所交易规则（2023 年修订）》	增加程序化交易报告制度的相关规定，将“通过计算机程序自动生成或者下达交易指令进行程序化交易，影响本所系统安全或者正常交易秩序”纳入异常交易范畴。

资料来源：课题组整理

2、对于量化科技相关机构的监管

作为量化行业的重要组成部分，量化科技相关机构也被纳入的相应的监管范围。我国量化科技相关的监管政策如表 4.2 所示。

表 4.2：我国量化科技相关机构的监管政策

时间	机构	政策名称	相关内容
2020 年 7 月	证监会等	《证券服务机构从事证券服务业务备案管理规定》	规定备案机构、备案业务范围、备案时点和备案程序等内容。
2020 年 8 月	证监会	《证券公司租用第三方网络平台开展证券业务活动管理规定（试行）》	第三方机构仅限于为证券公司提供网络空间经营场所等信息技术服务，不得介入投资者招揽、投资者适当性管理、接收交易指令等证券业务活动的任何环节。
2020 年 10 月	证监会	《〈证券服务机构从事证券服务业务备案管理规定〉第九条的适用意见——证券期货法律适用意见第 16 号》和《监管规则适用指引——科技监管类第 1 号》	信息技术系统服务机构备案工作正式启动，从事证券信息技术服务的量化科技服务机构也据此纳入备案范围。

资料来源：课题组整理

3、量化科技相关监管处罚案例

对于量化科技的监管处罚案例多由违规量化交易导致，处罚对象既有机构也有个人，处罚事由包括接入审核不到位、相关账户报备不充分、缺乏必要的风险监控环节、操纵市场、干扰市场正常交易秩序等，这些也是后续相关机构的合规重点。表 4.3 列出了若干与量化科技相关的监管处罚。

表 4.3：量化科技相关监管处罚示例

时间	机构	处罚内容
某机构	证监会	部分产品的投资顾问使用的程序化交易软件事先不通过公司的风控系统，缺乏相关风险控制；此外，部分量化对冲产品使用的投资交易系统缺乏事中公平交易管理与控制。

时间	机构	处罚内容
某机构	证监会	单一账户或账户之间 50ETF 相互交易总额为 39.01 亿元，影响 50ETF 交易量，变相进行 50ETF 与相应成分股日内回转交易套利。
某机构	证监会	未按要求对客户程序交易使用的交易软件或接口进行审核、测试及认证；未确保客户报备软件与实际使用软件的一致性；未按要求建立接入异常情况的预防、发现与处置机制，相关系统缺乏对程序交易客户及接入情况的实时监控功能。
个人	证监会	程序化交易过程中，因程序错误导致对敲转移资金，造成合约最大波动为 7.2%。

资料来源：课题组整理

(二) 国内量化科技典型公司

与欧美大型量化基金相比，国内量化发展历史较短，市场规模也不可同日而语。总体而言，国内量化科技公司正处于快速学习并追赶国外同行的过程当中，并且取得了可喜的成绩。

1、幻方²²

幻方（杭州幻方人工智能基础研究所有限公司，简称“幻方”，网址为 <https://www.high-flyer.cn/>）是 AI 量化交易的引领者。公司从 2008 年开始使用机器学习等技术探索全自动量化交易。2016 年 10 月 21 日第一份由深度学习生成的交易仓位上线执行。2017 年全面应用深度学习技术进行交易。

幻方 AI 自主建设了“萤火”系列 AI 训练平台。经过多年的研发与测试，积累了一套高效管理 GPU 集群资源的 AI 训练平台方案——HAI Platform。平台拥有异常强大的计算性能、存储性能和互联互通能力。策略研究员可以快速高效验证自己的想法，不受算力、模型大小等因素的制约。2023 年 5 月，幻方 AI 正式开源 HAI Platform，将这套久经考验的 AI 训练平台服务于更广阔的 AI 社区。该平台以任务级分时调度共享 AI 算力的理念将集群零散资源进行整合再分配，成功支持在 1500+ 计算节点上稳定运行深度学习训练和其他多类型任务，日常算力占用率 95% 以上，日常 GPU 使用率 75% 以上，计算和存储节点间的数据吞吐 7TB/s 以上，服务了上百个 AI 团队。HAI Platform 可以被部署在私有集群或公有云的 GPU 资源中，帮助用户高效利用 GPU 集群资源，提升团队整体研发效率。

幻方极为重视数据科学。数据是 Alpha²³的根本来源。自 2008 年起，公司就开始积累市场行情数据、金融市场其他相关数据、宏观经济等数据，累积数据量超过 10PB。如今，公司拥有数十个不同的数据源，并且每天还在持续更新。

幻方拥有一支卓越的团队。公司的策略和开发团队由奥林匹克数学、物理、信息学金银牌得主，

²² 数据来源：公司官网。
²³ 是指个股的收益与大盘指数收益的差值。

第四章 国内量化科技发展现状

ACM 金牌得主，AI 领域大牛和领军人物，拓扑学、统计学、运筹学、控制论各学科博士等组成，以跨学科合作的方式解决在深度学习、大数据建模、并行计算、基本面量化等方向上的诸多挑战。

幻方持续为客户创造价值，并致力于促进金融市场繁荣稳定。公司已为 10000+ 高净值客户及众多机构投资者提供可靠的资产管理服务，连续多年获得金牛奖，管理业绩和规模均位居国内前列。公司依据基本面数据、另类数据和市场行情数据为证券定价，对证券价格的非理性波动进行逆向交易，平抑波动，为市场提供流动性。更加科学化的投资模式有助于中国金融市场的稳定与健康发展。

2、国泰君安期货

国泰君安期货有限公司（简称“国泰君安期货”，网址为 <https://www.gtjaqh.com>）是国泰君安证券股份有限公司的全资子公司，是国泰君安在期货及衍生品领域服务客户的重要金融机构，也是中国期货市场创新发展的见证者、参与者和引领者。

国泰君安量化交易平台是国内领先的衍生品极速交易技术平台。量化资源建设年投入超亿元，7 大交易所网络互联。拥有充足的机房资源，丰富的柜台（50+），齐全的配套工具，全面的技术支持，极速的交易优化和稳固的交易保障。

国泰君安期货具备领先行业的量化客户服务优势。国泰君安期货始终重视量化系统建设和技术研发投入。目前公司拥有五十余套柜台系统，包括专注于交易速度的广策、易达、盛立金融、艾科朗克、恒生 NST 等低延迟柜台，基本覆盖市面上各种极速柜台种类，能向量化类客户提供一流的极速报单通道。公司也打通了中金所、上交所和深交所的物理链路，并且在中金所机房引入了上证所和深证所深度行情，满足了中金机房托管客户对跨市场行情和交易的需求。同时，公司在上交所和深交所机房部署了股票期权柜台，满足了股票期权程序化客户对股票期权交易和跨市场行情的需求。

3、聚宽

北京小龙虾科技有限公司成立于 2015 年，公司专注提供量化投研相关 IT 解决方案，为量化爱好者（宽客）量身打造了聚宽量化投研平台（简称“聚宽”，网址为 <https://www.joinquant.com>），提供全面的投研数据、易用的策略研究环境、精准的回测 / 模拟交易引擎、活跃的量化交流社区，便于用户快速实现、使用自己的量化策略。

聚宽量化投研平台沉淀 6 年，服务超过 50 万量化投研用户。曾于 2017 年获得百度近亿元的战略投资，并进行深度合作。为国内 TOP15 券商超过 11 家提供量化投研服务。为国内超过 3000 家量化机构提供本地量化数据 JQData 服务。已在 8 家券商上线聚宽 T0 算法，服务上万名客户，上百家机构。旗下私募基金，于 2019 年 9 月开始对外服务，当前管理规模百亿。策略研究平台提供经过专业清洗的 A 股数据、期货数据、期权数据、基金数据、宏观数据，还提供数百个常用因子和第三方数据库；用户可以方便地使用聚宽进行策略研究、历史回测、模拟交易、实盘交易。公司获得国家高新技术企业、北京市专精特新中小企业等多项资质认证。

（三）国内量化科技发展特征

1、交易链路极致化

在交易所和证券公司的共同努力下，交易全链路时延方面近年来优化提升效果明显。第一代证券交易系统进入完善的集中交易系统时代，第二代集中交易系统链路延时在 10 毫秒左右，第三代快速交易系统延迟达到 100 微秒以内。

2、量化投研智能化

机构客户对券商的服务诉求从传统的“一元极速交易通道竞速”转变为“因子数据、算力支撑、极速通道的多元场景服务”。基于云原生的可管可控量化投研平台，通过将投研服务迁移至云原生应用架构，将应用容器化与算力池化，根据用户需求弹性调配算力等资源并进行自动化运维，实现集约成本管控、数据资源权限管控、安全认证机制、系统监控与日志审计、流量管控、敏感信息识别等多种可管可控能力，打造更科学的安全管控的行业云。

3、行业服务生态化

践行“开放证券”理念，证券公司保持高强度 IT 投入，建立科技与业务融合的创新机制，打造业务开放载体——开放金融云平台，在合规的前提下标准化公司业务、技术能力和服务，并与生态合作伙伴对接。探索共建行业云链基础设施，赋能证券行业数字化转型，积极构建与金融同业的开放合作新模式，以科技为桥梁拓展跨界产业与生态合作，力争为量化交易客户提供更加丰富的系统服务生态。

4、监管方式数字化

监管科技与金融科技同步发展，陪伴着量化交易参与者持续成长，为行业平稳发展保驾护航。建设一个运转高效的监管大数据平台，综合运用电子预警、统计分析、数据挖掘等数据技术，围绕资本市场的主要生产业务活动，进行实时监控和历史分析调查，辅助监管人员对市场主体进行全景式分析、实施对市场主体的监控监测，及时发现涉及内幕交易、市场操纵的违法违规行为，履行监管职责，维护市场秩序。

5、合规完善持续化

从证券行业开始约束整顿外部接入系统，加强证券公司信息系统外部接入管理，到证券行业极速柜台普及上线，到进一步规范证券公司对交易系统的管理要求，以及可转债程序化报送管理和期权程序化报备管理等规范的出台，随着量化行业的迅猛发展，量化交易相关管理要求、技术规范 and 行业标准陆续出台，管理更加细致到位，独立明晰的量化交易管理要求进一步促进量化交易行业平稳、健康、有序的发展。

05

量化科技生态体系

- (一) 服务机构
- (二) 交易所
- (三) 金融机构
- (四) 学术界
- (五) 人才培养

五 量化科技生态体系

本章摘要：

量化科技生态体系是由监管制度²⁴、服务机构、交易所、金融机构、学术界等构成的一个复杂的系统。这个生态体系以量化科技为核心，提供了一系列金融数据、分析模型、交易策略、交易工具等服务，支持投资者进行量化交易、风险管理与资产配置等活动。

其中，量化投资机构是核心驱动者，他们发掘、整理和分析金融市场的大量数据，研究并开发算法模型、交易策略，通过与相关服务机构的合作实现策略目标，提升投资业绩和风险管理水平，获得更多客户和资产管理业务。科技服务商是量化科技生态体系的关键组成部分，他们提供数据服务、技术支持、IT 基础设施等服务，以支持量化科技公司和金融机构的研发和运作。此外，学术界也扮演着重要角色，他们深入研究金融市场运行机制，积极参与量化科技人才培养，为量化科技生态体系注入新动力。

（一）服务机构

1、基础设施服务商

（1）量化交易相关基础设施服务商分类情况

量化交易投资者对于技术、服务等方面要求远高于普通投资者，因此需要有一批专业的基础设施服务商来为量化投资者打造高效、专业的量化投资基础设施，包括数据中心、行情服务商、通信线路服务商、硬件设备服务商等。基础设施服务商也随着量化交易的发展不断发展壮大，从无到有，不断成长和走向专业化，成为量化科技领域内不可或缺的力量。

A、数据中心

数据中心是量化交易中重要的基础设施，合适的数据中心能让投资者获得交易时延优势和稳定可靠的系统运行环境。目前国内各家交易所都自行建设了数据中心，让量化投资者就近部署量化交易系统，如上交所的金桥数据中心、深交所的南方数据中心、中金所的唐银机房等。这些数据中心大多与交易所的撮合中心距离较近，并且数据中心内部各处光纤都做了等长处理，确保网络时延方面公平，各交易所数据中心也针对本交易所业务特点推出一些个性化服务，因此特别适合于投资者在本交易所做量化交易。

除交易所自建数据中心之外，还有商业化数据中心，为投资者提供机房机柜服务，如朗威股份数

²⁴ 前文已经论述了监管制度和政策，本章不再赘述。

第五章 量化科技生态体系

据中心、苏州济丰寰亚、苏州创云等（未查到接入交易所的数据中心，仅为商业化数据中心）商业化数据中心也都建有先进的低延时网络架构体系，通过高速裸光纤接入各交易所，都能够获得不错的时延性能，加之先进的服务理念，灵活多样的服务内容，这些数据中心也受到广大投资者认可。

B、行情服务商

高速稳定的行情服务对于量化交易至关重要，因此行情服务也是基础设施之一。投资者的策略可能使用到全球各交易所的行情，行情的快慢直接影响到交易策略能否有效执行。现在交易所行情大多数可以直接授权投资者使用或者通过行情商来代理销售。有实力的量化投资者一般都向交易所直接购买行情，通过自建或者租用高速行情网络接入到策略服务中。其它投资者则依赖于行情商来获取行情，目前主要行情商包括彭博、万得资讯、同花顺、东方财富、财富通等。

C、通信线路服务商

在国内，通信线路服务主要由持牌运营商提供，用于连接数据中心与各交易所，或者实现位于不同数据中心的量化系统之间的互联。量化投资者通常会基于其对于通信线路的低延迟和稳定性要求，在数据中心所提供的通信线路不能满足其要求时，自行向运营商采购线路。

D、硬件设备服务商

硬件设备指的是在进行量化交易时所使用的服务器、网络设备、FPGA 设备等。目前，国外品牌设备在性能、稳定性以及可替代性方面具有明显优势。服务器主要品牌包括：惠普、戴尔等；网络设备品牌包括：Cisco，Solarflare 等；FPGA 设备品牌包括：赛灵思等。

E、其它

当前基于 AI 量化策略的迅速发展，AI 量化策略对基础设施有了进一步需求。在 AI 量化模型训练阶段，需要部署大量的 GPU 服务器集群，由于 GPU 集群运行需要大量电力，这些集群通常会部署在较为偏远，电力资源丰富的地区，或者通过租用 GPU 云服务来解决。目前提供这些服务的有苏州胜网淮海大数据中心、苏州高电 IDC 机房等（公开资料显示两家数据中心提供 GPU 服务，但不确定是否接入交易所）。在模型执行阶段，也需要在数据中心内部署 GPU 服务器，在中心城市电力紧张的情况下，数据中心通常难以满足这方面的需求。

(2) 行业知名基础设施服务商介绍

案例一：上交技术

上交所技术有限责任公司（简称上交技术）自建的数据中心主要包括证券技术大厦²⁵和金桥数据中心。该数据中心采用双路不同变电站市政电源作为常用电源，分布式冗余架构，同时采用风冷 + 水冷的冗余，保障数据中心安全运行。

²⁵ 证券技术大厦位于中国（上海）自由贸易试验区。

金桥数据中心的园区净机房面积为 4.7 万平方米，可容纳约 1.86 万个标准机柜。整个数据中心采用三路独立的 110kV 市政电源作为常用电源，分布式冗余架构，以并列运行的模式供电，如遇任意一路市电故障，将由另外两路分摊故障回路下的用电负荷。项目配备了 N+1 满负荷容量的应急电源柴油发电机系统，采用双母线输出、双回路供油，实现物理隔离。同时，采用热通道封闭、免费制冷及双温双盘管精密空调技术。数据中心配备双冷源、双路管道和双盘管精密空调的 2N 系统架构，确保无单点故障。

上交技术数据中心的功能定位包括上交所主运行中心、核心机构托管中心、市场机构托管中心、行业增值服务中心，主要包括四个方面的产品服务，具体如下：

A、机房机柜托管

为托管用户提供机房机柜托管服务。其中 D3-D8 楼单模块机柜数为 226 个，电力负荷密度为 3.1kW/机柜（服务器机柜）和 1kW/ 机柜（网络列头柜）。

B、监控坐席

为托管用户提供独立监控室、固定监控坐席（条形办公位）。

C、办公坐席

为托管用户提供生产辅助及配套场地，分为独立办公室、固定办公坐席 A 型（条形办公位）、固定办公坐席 B 型（L 形办公位）和共享坐席。

D、代运维

可提供设备重启、状态查看、响应支持、柜内布线、设备收发、介质更换、定时巡检、标准报告、设备上下架、系统安装服务，同时可根据用户需求定制代运维服务。

此外，上交技术数据中心除了提供以上基础服务，还提供托管交易行情、核心机构网、VSEP、证联网、授时等网络接入服务，并提供一系列增值服务，包括交叉链接、波分传输、ISP 服务、专线代收代付、运维操作室大屏、施工定制改造等。

案例二：上期技术

上海期货信息技术有限公司（简称上期技术）是国内最早为量化交易投资者提供基础设施服务的机构。为满足期货量化交易客户对于交易时延、稳定性的高要求，上期技术建设了上期所张江中心和来安路托管机房，共计约 1600 多个托管机柜。

为保证量化交易公平性，上期技术对于两地机房采用了相同网络架构和相同型号的网络设备，对于机房内的网络布线系统进行等长处理，确保两地托管机房内投资者通过托管机房网络到上期所交易前置时延差异在 1 微秒以内。为满足量化交易对于网络通讯时延低和稳定性高的要求，开通了机房到其它各期货交易所的高带宽报盘线路，选用了低时延的网络设备，同时选用了在不同带宽和数据包情况下通讯的时延稳定性较高的网络设备。

第五章 量化科技生态体系

随着上期所商品期货、期权品种的不断推出以及做市商的引入，托管机房网络通讯量逐渐增加，上期技术在不影响交易、确保安全生产的前提下，不断对托管机房网络进行升级优化，接入网络从千兆升级到万兆，骨干网络从 10G 升级到 40G，未来网络骨干将升级到 160G，并实现了上期所和能源中心行情的组播传输，降低了行情传输对于网络的压力，保证投资者接收行情的公平性。2021 年，上期技术按照上期所的规划，在托管机房内建设了与原有网络独立的深度行情网络系统，通过该网络为投资者提供 4 笔 / 秒行情的增值深度行情服务。2022 年 1 月深度行情业务开始试运行，11 月正式运行，目前提供能源中心交易品种深度行情，未来将提供上期所交易品种的增值深度行情服务。

针对未来量化交易发展趋势和服务要求，上期技术基础设施也将不断规划新的机房机柜资源，拓展新的合作模式，以期为客户带来更好的服务。

案例三：中金所唐镇数据中心

中金所自建的唐镇数据中心，位于上海浦东新区张江科学城，区位优势明显，交通位置便利。唐镇数据中心是中金所“两地三中心”基础设施建设的重要举措，在保障中金所信息系统安全高效运行的同时，为行业提供高标准的托管机房服务。

数据中心秉承绿色节能环保的理念，按照行业高标准进行建造。交易所自用机房和行业托管机房均满足国家 GB50174 最高 A 级标准。数据中心托管机房规划用途为中金所主用数据中心和行业综合托管数据中心。单机柜可用容量为 4kW，计划自 2023 年 4 月起向全行业提供金融托管服务。

2、交易平台服务商

(1) 量化交易平台服务商

交易平台是量化投资者策略服务接入交易所进行交易的通道，在量化平台中需要实现事前风险控制、看穿式监管等要求。投资者对于交易平台的核心需求是合规、高速、稳定。量化交易平台服务商主要分以下几类：交易所交易平台服务商、经营机构自研平台服务商、市场化交易平台服务商。

目前交易平台服务商呈百花齐放的发展态势，厂商众多，各有特色。

交易所系交易平台服务商：各期货交易所都有自己的科技子公司，都开发了适合于量化交易的平台产品，提供给量化投资者使用。这些产品一般属于通用产品，不做个性化开发，能够及时支持期货行业各交易所的业务创新，由于熟悉本交易所要求，在本交易所交易中的性能表现尤佳。他们在对外提供交易平台时，也采用市场化策略，参与市场竞争。

券商、期货公司等经营机构自研平台：有实力的经营机构会自行研发适于本机构的个性化量化交易平台，来服务本机构量化投资者，克服了外购产品在个性化服务等方面的短板。

市场化交易平台服务商：是服务提供商的主体，证券期货行业发展三十多年，也孕育了一批优秀的技术服务商，为行业提供服务。他们在业务和技术方面积累了丰富的经验，市场反应敏锐，能够快速抓住行业机遇。在量化交易发展过程中，软件开发商大多都推出了适合于量化交易的平台产品，同时孵化

了众多具有自身特色的小型交易平台公司。各厂商在经营模式、产品竞争力等方面具有较大差别，也使得各家公司的生存状态各不相同。

(2) 主流量化交易平台技术路线

各厂商在交易平台上所采用的技术路线大致可以分为两类，一类是传统上用 C/C++ 开发的交易系统，另一类是利用 FPGA 硬件开发的交易系统。这两种模式各有利弊，都不具备压倒性优势，从而造就了这个市场竞争激烈、百家争鸣的状态。出于对交易平台性能的极致追求，各厂商基本上都采用了低时延网卡，交换机、用户态网络协议栈、CPU 内核绑定等技术。

(3) 行业知名交易服务商介绍

案例一：上交技术

上交技术主要负责上交所信息技术系统及重要技术基础设施的规划、建设和运行保障。同时，上交技术向证券公司、基金管理公司等市场参与者提供证券交易相关的技术支持，包括交易技术方面的最新通知、前端报盘程序、接口指南文档、服务联系方式等，为量化交易者提供交易行情服务。其产品功能主要包括：数据中心交易行情接入服务、宽带广播、SDH/MSTP、高速地面行情网、行情网关、宽带双向、广域网共享通道交易行情接入服务、交易网关、交易单元等。

案例二：深证通

深证通的交易结算业务以深圳证券交易所（简称深交所）、中国登记结算公司、全国中小企业股份转让系统、中国证券金融股份有限公司等证券期货业市场核心机构为中心，辐射覆盖至证券公司、基金公司和期货公司等证券期货业市场经营机构，为量化交易者提供交易行情服务。交易结算业务服务于核心机构的交易、行情、结算相关各类信息系统的研发与运维，并向市场参与者提供连接至这些核心机构的通信及应用。

交易结算业务下的交易结算服务产品线主要服务于各市场参与机构，交易结算服务产品线可细分为应用服务和通信服务两个产品子线。通过领先的交易、结算与通信等技术，交易结算业务保障着深圳证券市场的安全交易，以及资本市场的安全平稳高效运行。

案例三：上期技术

上期技术承建了上海期货交易所新一代交易系统的开发，在高性能交易平台领域积累了丰富的经验。基于对期货行业量化交易未来发展的思考，上期技术于 2007 年率先推出适合于国内期货市场量化交易平台——CTP，是业内最早向客户开放交易 API 的量化交易平台。CTP 系统采用自主研发的高性能内存数据库，完备支持各家期货交易所的交易业务，具备高可靠、大容量、高稳定、安全开放等特点。伴随着期货量化交易的飞速发展，CTP 受到了广大投资者的极大认可，成为量化投资者集中选择的交易平台，市场占有率不断攀升，CTP 用户交易 API 接口也成为行业内的事实标准。

随着 CTP 系统不断成熟，CTP 作为期货市场量化交易平台也进入高速发展阶段。目前，CTP 在期

第五章 量化科技生态体系

货市场的用户多达 145 家期货公司，其中主用系统市场占有率超过 50%，共 83 家，按照 2022 年分类评级，18 家 AA 级公司 CTP 用户 14 家，36 家 A 类公司 CTP 用户 22 家。

在量化交易细分领域高频交易支持方面，上期技术推出了极速量化交易平台 CTP II mini，专注服务于高频、低延时、做市需求的专业量化交易者。CTP II mini 具备稳定、高速、业务丰富等特点，其关键性能指标稳居行业第一梯队。截止到 2023 年 2 月底，已有 62 家会员机构和众多客户选用 CTP II mini 作为量化交易平台。通过多年的实践，上期技术在量化交易平台开发、服务方面积累了丰富的经验，打造了一支精通业务和技术、开拓进取的团队。伴随着量化交易领域的发展，上期技术也将不断丰富和优化服务，为行业发展贡献自己的力量。

案例四：大连飞创

大连飞创向全市场提供信息数据产品服务，满足量化投资者对商品期货信息数据需求。大连飞创信息数据服务包括：展示型行情服务、非展示型行情服务、历史数据。其中，展示型行情服务的经营模式遵循行业惯例，采用“交易所 - 信息商 - 最终用户”的期货信息产业链模式，即大连飞创信息技术有限公司授权的信息商将来源于交易所的期货行情信息数据提供给最终用户使用。非展示行情是指用户以特定的 API 接口方式接收大商所 Level-2 行情数据，并允许其利用 DataFeed 产品进行算法交易、风险控制和数据分析研究、开发策略等高端应用。历史数据主要包括：合约信息、基本和套利最优行情、五档深度委托行情（包括基本合约和套利合约）、最优价位前十笔委托量、委托统计行情、分价位成交量、实时结算价。

3、算法服务商

算法服务商为投资者提供量化投资策略和定制化的量化策略服务。他们可以根据投资者的需求，提供多样化的量化策略，包括股票交易策略、期货交易策略、量化对冲等。算法服务商使用先进的数学模型、机器学习和人工智能算法等，通过数据分析和模拟交易来实现策略优化。他们还可以提供相关技术支持和策略定制服务，以帮助投资者实现长期稳定的投资回报。

在散户机构化、机构量化的主流趋势下，券商争取市场份额的核心无非在于为机构客户提供具有差异化的高附加值服务，而算法交易正是在证券交易过程中最能体现差异化的技术应用之一。伴随着程序化交易在股基交易总量中的渗透率越来越高，算法交易也必将成为券商经纪业务中的必争之地。

（1）算法交易策略的类别与解析

算法交易有着多种不同的分类，按交易目的划分，有为降低对价格影响的冲击驱动型算法，降低总体交易成本的成本驱动型算法，以及利用有利市场条件的机会导向型算法。按照交易客户划分，有针对交易量大、成本敏感、严格合规的传统机构类算法，有针对交易量小、投机明显的新型交易型客户算法。按照算法自身逻辑区分，可以划分为日内回转交易（T0 算法策略），主动 / 被动执行类算法（见表 5.1）。

表 5.1：算法分类

分类	算法分类	划分依据	代表算法
交易目的	冲击驱动型算法	降低对价格影响	Iceberg
	成本驱动型算法	降低总体交易成本	Vwap
	机会导向型算法	利用有利市场条件投机	Sniper
交易客户	传统机构类算法	交易量大、成本敏感、严格合规	G-percent
	新型交易型客户算法	交易量小、投机明显	dynamic
主动程度	综合型算法	兼具以下两者的特点	
	主动执行类算法	被动算法中增加主动预测因素	POV\IS\Pairs\Spread Trading
	被动执行类算法	按照固定模式，无预测因素	Twap\Vwap

资料来源：课题组整理

（2）国内主流算法交易服务商的特点与能力

从行业生态的角度看，当前国内算法服务供应商包括四类：第三方算法交易服务商、PB系统供应商、券商自研以及量化私募自研。其中，第三方算法交易服务商由于优异的绩效表现以及得当的宣传营销，而受众广泛。具体而言，这类算法服务商有卡方、迅投、争锋、自诚、创智、皓兴、盛冠达、金纳、跃然、皓兴、宇量、聚宽等。

第三方算法服务商是目前最具市场化意识的行业竞争者，或是从不具备研究能力的私募层面切入（卡方），或者是从券商角度切入（金纳），基本代表了算法供应商的两种发展思路。以此为基础，市场逐步壮大，进而出现了诸多的入局者。具备研究能力的量化私募自研算法（幻方、九坤等），并且其研究的算法逐步成为了他们在市场竞争中的比较优势。作为交易的核心，部分头部券商开始着力自研，华泰金工、中信证券等不断发展自身策略并横向扩张。券商的PB交易系统的技术服务商依托本来对交易链路的优势，向算法领域，或是吞并（恒生并购金纳），或是自研（金证自研），或是联合三方供应商（迅投联合三方供应商）进一步发展；此外，一些具备技术实力的科技公司也跨行进入算法领域（非凸科技、启能达科技等），属于潜在竞争者。

目前各家算法服务商（如金纳、卡方、非凸等）在算法服务的偏重与表现各不相同（见表 5.2）。

表 5.2：算法供应商特点比较

类别	金纳	卡方	非凸	自诚	皓兴	跃然	启能达	泰铎	聚宽
被动算法	包含各种基本被动执行算法，支持各种业务场景	有标准的被动算法，满足大部分交易场景	无	有标准的策略，但是客户不多	无	无	无	无	有标准的策略，但是客户不多
主动算法	主动算法客户使用较少	第一梯队，目前市场占有率第一	近期第一梯队，绩效表现较好	近期绩效表现一般	近期第一梯队，绩效表现较好	目前在推广阶段	无	无	目前在推广阶段
T0 策略	当前的策略刚刚出来，目前使用客户较少	中上水平	近期仅跑平成本	第三梯队	当前已有部分客户开始使用，绩效在 3% 左右	第一梯队，年化在 6%+	第一梯队，年化在 6%+	第二梯队，年化在 3%	中上水平
客户群体	公募、保险资管、券商自营资管、主观多头私募	公募、主观多头私募、量化私募、券商自营	量化私募	量化私募	量化私募	量化私募	量化私募	量化私募	量化私募
服务	7*24 小时运维，定制算法服务	专业的实施运维团队和交易维护团队，提供 7*24 小时服务	技术人员兼职	技术人员兼职	暂时未得到信息	技术人员兼职	技术人员兼职	暂时未得到信息	技术人员兼职

类别	金纳	卡方	非凸	自诚	皓兴	跃然	启能达	泰铎	聚宽
特色	恒生体系的安全合规更严谨	60 多位 quant 高精尖人员幕后为算法保驾护航	金工背景是数字货币为主	初期为客户做交易为主，后续提出补充 T0，也是逐步转型	百亿私募在后面支持，整体策略优秀	初期是人工 T 起家，18 年已经开始涉猎程序 T，T0 绩效突出	百亿私募背后支持	华尔街回来的顶层人员，招商局投资	初期做平台，后续转资管，再进行平台的变化
	当前有 FOF 资金做对应的客户撬动	多策略模型叠加搭配 AI 高端技术进一步提升绩效表现	RUST 语言，交互速度更快						
	服务的客群多，覆盖的场景更多	策略迭代速度快、开发的稳定性高、响应能力强。以金融理解能力、AI 算法力和技术实现能力为核心驱动							

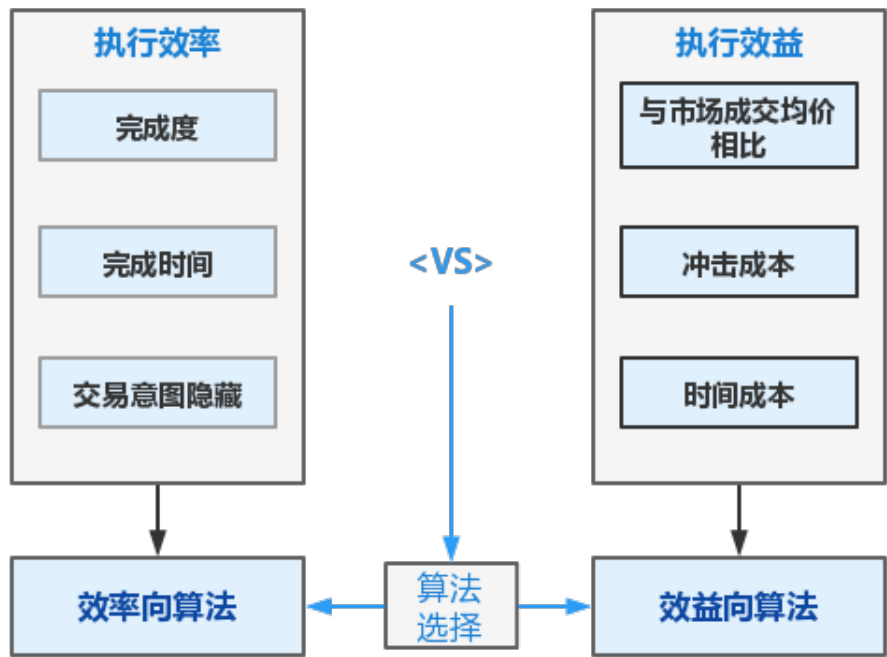
资料来源：课题组整理

(3) 算法交易策略的选择

从用户角度出发，如何选择算法策略主要依托于自己的交易目的，选择不同算法策略的基本原则就是策略的执行结果满足所预期的交易效果或与预期效果的差距最小化。

对应的两个决策因素分别为执行效率和执行效益，或者称之为交易择时与交易成本（见图 5.1）。

图 5.1：算法交易策略选择原则



资料来源：课题组整理

针对算法而言，执行效率与执行效益是相互冲突的对应要素，选择更优的价格达到更高的效益，那么对于执行效率就会有所牺牲；选择更高的执行效率，就需要对价格有更多的包容。

A. 根据交易效果选择算法交易策略

总体而言，执行效率层面，主要观察算法在规定时间内完成度，是否能够提前预判到买卖点，并报出委托；执行效益层面，主要观察执行绩效，参照系略有差异，有市场平均成交成本、市场 VWAP 等等，观察自身算法运行绩效与参照系相比，进行绩效评估。

同时，除了上述核心要素外，还有一些其他的客观因素。对市场趋势的短期预期也可以帮助交易策略完成执行策略的选择或转换：如果市场条件有利于自己，放慢执行策略的节奏，而当市场价格在朝着不利自己的方向发展时，则可以在执行层面更加主动；市场的微观因素也会影响到交易策略的选择，核心即在于对市场的波动性的评估；交易单的传输延迟也是执行技巧要考虑的因素之一，特别像紧盯或狙击类的策略，技术延迟过长会影响交易策略获得优先资格金额，从而降低交易执行的效果。影响延迟的因素包括交易单的提交系统、交易所的接单系统、排序匹配系统和两地之间的物理传输延迟等。

B. 交易策略的选择方法

算法选择的原则已经清晰，核心关注交易目的在于执行效率还是执行效益。如果关注执行效率，则

可以选择诸如 G-Percent 之类的策略，此时大部分的供应商的策略效益类似，并不需要特别区分算法供应商；如果关注执行效益，那么在确定好具体适用算法之后，需要对供应商进行评比，选择绩效最优的算法供应商提供的算法。

当前市场的算法种类千差万别，但是核心还未脱离 TWAP\VWAP 策略，主要还是在现有基础之上增补删减。各类算法已经趋于饱和，需要逐渐转化算法，挖掘新的因子。对非标数据计算分析并预测信号，可能会给各类算法供应商带来比较优势。

4、数据服务商

(1) 数据服务商综述

数据服务商为投资者提供市场数据、历史数据、实时行情数据等多维度数据服务。他们提供多种数据格式和数据接口，以满足不同投资者的需求。数据服务商可以提供基础数据服务，如股票行情、股票分析数据、市场数据等，也可以提供高级数据分析服务，如大数据分析、数据挖掘和人工智能等。数据服务商还可以为投资者提供数据定制化服务，以帮助投资者获取更精准的市场数据，提高投资决策的准确性。国内主流数据服务包括两大类：官方机构（交易所）与市场化机构。其中市场化机构可提供的数据总体包括了标准化交易数据的恒生聚源、万得数据、Choice 数据等，以及其他另类交易数据。

从供给侧来看，数据服务商的运行逻辑大致趋同，围绕二级市场交易的各个链路，发展自己的技术，并形成自己的技术、经营壁垒。整体看，金融市场的交易链路可分为，各类投资者使用的交易端，各交易商使用的承接投资者与交易所的中后台，以及交易所本有的撮合成交系统三部分。这三部分均有信息产生，同样的也有技术产生，掌握某部分或者在其中任意单一领域具备技术、规则优势，都可以带来优势地位（见图 5.2）。

图 5.2：金融市场交易链路



资料来源：课题组整理

(2) 数据类型解析

A、市场行情数据

市场行情数据是交易过程中最基本、最重要的部分。对于高频交易和低延迟交易者，行情数据的精度和细度尤其重要。精度是指数据的准确性即能在多大程度上反映市场的真实情况，细度是指行情的推送频率。

行情数据分为两部分：交易行情和订单委托行情。交易行情即交易数据，包括最新成交价、成交量、成交额、最高价、最低价等字段信息；订单委托行情就是买卖报价和委托量，根据委托价格的不同，可以分为一档、五档、十档等行情；通常把交易行情和订单委托行情结合在一起，形成 TAQ（Trades and Quotes）行情。

行情数据通常使用 UDP 组播进行转发，实时数据还要分 A/B channel 做冗余备份，再加一个 Snapshot channel 做备份。按照行情的传输频率和维度，可以区分为逐笔行情（tick）和快照行情（snapshot），快照行情即是对逐笔行情数据在时间维度上进行一定频率切片后的统计数据，是一个时间截面上的统计数据，因此 tick 更为精确及时，而 snapshot 则系统传输压力要更小。基于技术的差异，核心是数据格式传输协议的差异，交易所将行情数据传输分为了 level-1 和 level-2 两种，由于 level-2 更新采用了 FAST 传输协议，因此行情快照速度得到了很大提升，传输延时从毫秒级降为微秒级（见表 5.3）。

表 5.3：level-1 与 level-2 行情的区别

	Level-1	Level-2
委托档位信息	5 档	10 档
基本行情信息	最新价、当日累计成交量、当日累计成交额 当日最高成交价、当日最低成交价、昨日收盘价等	
增强行情信息		最优档位的前 50 笔订单的委托量，实时逐笔委托、成交信息，委托买 / 卖总量，买 / 卖均价等
数据格式	基于 FIX/FAST 协议的接口和 TXT 文件	基于 FIX/FAST 协议的接口
费用	免费	双边交易所各 2 万 / 年，且限制转发

资料来源：课题组整理

如果使用交易终端的行情数据，受限於组播行情快照传输的限制，交易终端通常 3 秒更新一次行情快照，投资者对这段时间内发生的事件未知，这对于高频量化投资者而言，是极大的视野盲区。为了弥补这部分缺失，level-2 行情的 tick 级实时更新显得极为重要。现实中，为了降低交易延时，同时也为了规避行情对外转发需要额外付费的问题，通常市场高频交易投资者，会使用部署在券商机房的托管服务器，不仅靠近交易所而且可以使用 level-2 的非展示行情，可以领先其他投资者 3 秒的速度。

B、基本面数据

基本面包括宏观经济因素、行业发展周期、公司财务状况等，基本面数据一般可在监管文件和商业分析报告当中获得，主要是季度报告的会计数据。在使用数据时，需注意报告公布的时间节点，当且仅当报告被公开后才能使用这些基本面数据。

基本面数据的规范性较强，但频率低，其数据通常存在一定的滞后效应，且往往是被回填或修正过。对市场来说，基本面数据比较易得，但基本面数据可挖掘空间较少，需与其他数据结合起来共同分析。

基本面数据是从数据库或数据终端获取，目前常用的金融数据库可见表 5.4，从使用者来看，主要为学术使用、机构商用等，而不同的数据库其定位和特点也有差异。国内主要使用万得数据终端，国外则使用 bloomberg 终端，CSMAR 数据库以其数据年份齐全，公司治理数据详细而知名，主要为高校使用。

表 5.4：国内外数据库定位及优缺点

	数据库	定位	优势	劣势
国内	万得	高端机构客户	(1) 数据表结构较科学，有很多不同工具，如 WACC 计算小插件、贝塔计算小插件、EXCEL 估值模版 (2) 用户体验好，界面体验一流，符合中国人使用习惯 (3) 中国 A\B 股数据、基金数据、债券数据和期货数据等特色数据库都非常突出 (4) 支持 API 插件	(1) 数据质量一般，存在不少错误，如指数数据库的错误和雅虎 Finance 几乎一样 (2) 世界指数等国际数据库一般 (3) 主要提供资讯，下单通道没有 Bloomberg 那么强大 (4) 行业数据严重缺乏，而且质量较低
	恒生聚源	机构客户	(1) 界面设计实用且方便，数据结构科学，有效避免过多冗余 (2) 数据质量过硬，数据库性价比高 (3) A\B 股数据是强项 (4) 研究报告更新速度较快，较全面、质量较万得好	(1) 资讯更新速度不高，其中资讯类周六、周日暂停更新 (2) 宏观数据和行业数据不出色 (3) 不支持 API 插件
	CSMAR 数据库	中国学术机构、香港与美国部分高校	(1) 公司金融数据强大且齐全 (2) 数据库做学术比较全面，年份较早的数据都会有收录 (3) 高频数据排全国前列 (4) 公司治理数据比较好，详细，包括公司控制链图均有收录	(1) 数据更新速度不够快 (2) 数据结构设计不够合理 (3) 缺乏资讯类数据 (4) 行业数据更新速度慢

	数据库	定位	优势	劣势
国内	锐思数据库	学术机构	(1) 数据中英文对照：包括经济、金融、会计实证与投资研究所需的绝大部分数据 (2) 可进行数据定制	数据字段不够丰富，基本上搬运外国数据库结构
	巨潮数据库	证券经营机构、投资机构、监管机构和广大投资者	(1) 第一时间获取上市公司信息公告和深交所交易统计信息，定期报告、公告类数据由上市公司直接报送，可在披露前一天入库，较市场同类信息提前一天 (2) 采用多种手段和措施保障数据的准确无误，准确率高	(1) 数据结构老式，数据质量一般 (2) 异动数据的计算方法存在误差
国外	Bloomberg	交易者、分析师、投资经理等各类金融从业者与专业人士	(1) 数据品种全、资讯全面，数据质量好 (2) 有 bussiness week\TV\radio 等	(1) 外汇支持相对较差，股票数据一般 (2) 价格高，性价比低
	路透社 (datastream)	报刊、电视台等各式媒体，交易员等	资讯和新闻方面的数据全面、迅速且准确	中国公司在美国上市的数据库错误较多，ISIN 代码在新加坡市场上市的太少
	OECD/CIEC	投资银行	集中在宏观数据和行业数据，非常强大，其中能源类的数据库较突出	对于中国的数据，质量不高
	Haver	专注美国经济行业数据库	(1) 为全球战略和研究界提供时间序列数据的首要供应商 (2) 经济和金融数据库的覆盖范围包括发达经济体和发展中国家	对国内的行业数据及公司数据不如本土数据库公司的做得好
	Capital IQ	专注公司数据	(1) 公司金融的所有数据是强项 (2) 公司治理的数据库结构比较出色，数据经过基础清洗，数据质量较好	在实时信息方面，较 Bloomberg 存在一定差距

资料来源：课题组整理

C、另类数据

另类数据与前述数据的主要区别在于其原生性，即不会经过其他来源的二手处理，仅以一种发生事实的状态展现在使用者面前。据 JP Morgan 的使用分类，大致可以分为：个体数据（社交媒体，新闻，

网络搜索等），业务流程数据（交易，公司数据，政府机构等）和传感器数据（卫星，地理位置，天气，闭路电视等）。特别是在人工智能 AI 的核心领域“计算机视觉 (Open CV)”与“自然语言分析 (NLP)”有了突破性进展之后，此类数据在量化策略中的占比就越来越高。例如，Morgan 提出的基于机器学习的全球分析师情绪指标的交易策略，招商金工在 2015 年就提出的新闻联播情绪指数其预测与沪深 300 有高度的一致性，Orbital Insight 利用卫星高清成像技术，结合 OpenCV 来分析企业的经济活动，预测的股价走势与实盘具有高度的一致性。

另类数据依托于越发成熟的信息技术，展现出来的精度、细度以及量级都远非其他数据类型可比，通过大数据分析其背后的商业价值也不可估量，不过与之相对应的是成本与隐私方面的问题。另类数据的采集面过广，需要诸如卫星、物联网等高额的数据采集基础设施建设，单一的商业机构恐难负担，大多是国家军用设施民用化后的额外产物；另一方面还存在数据采集与机构、个人私域的界限的法律问题。

D、技术处理

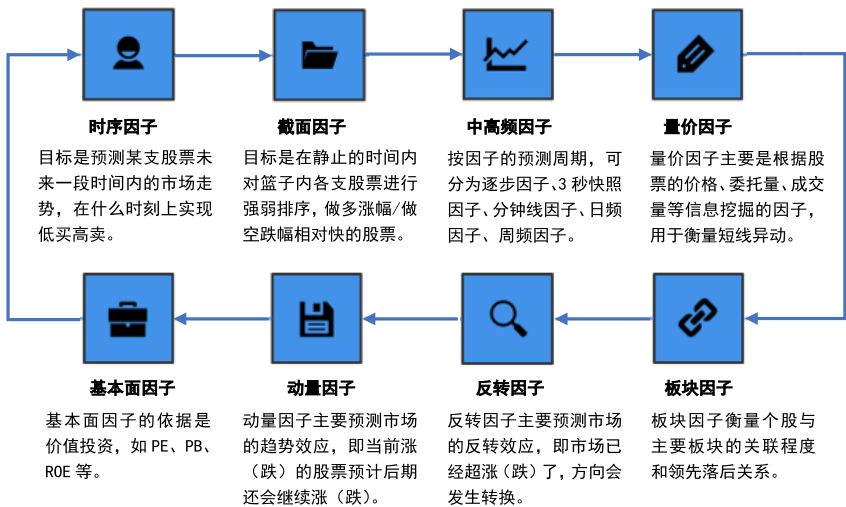
依据当前主流的投资三大流派——基本面分析、技术分析、量化分析，数据结构也有与之相对的分析特征。三大流派各有所依，所使用的数据也有交叉，基本面分析更多关注于截面数据，技术分析更多关注于时间序列数据，量化分析则更倾向于面板数据。随着处理信息的技术不断进步，处理速度和效率的提升，非标准数据逐步成为挖掘价值因子的重要手段。与之相伴的问题就是低信息密度数据的数据清洗与非标准数据的标准化问题。

(3) 主流数据服务商的特点分析

数据服务分为两大领域（2B 与 2C），下面集中于两大领域中最具代表性的几家服务商的特点进行分析。在 2C 领域中，目前东方财富靠着一站式服务平台独领风骚，而其他服务商就交易的不同，各自形成了自己擅长的领域，诸如同花顺在 A 股交易、富途在港美股交易、私募排排网在私募交易。在 2B 领域中，则根据服务内容，形成了技术服务商与信息服务商两部分，且两类服务商依托资源禀赋形成了互相渗透、互相融合的局面。技术服务商中恒生电子依靠券商柜台形成了坚固的护城河，并且其子公司恒生聚源不断向数据服务方面渗透，数据服务商中的万得资讯则独占机构服务 80% 的份额，以丰富、齐全的数据服务形成比较优势，并且其万得宏汇交易终端不断向交易领域扩张。

综合来看，数据是投资策略的基础所在。通过对各类数据的挖掘与运用衍生出了多样化的量化投资策略。尽管数据的种类、数量、来源纷繁复杂，但进行拆解归类后，一般可以区分为以下八种类型的数据因子（见图 5.3）：

图 5.3：数据因子分类



资料来源：课题组整理

(二) 交易所

1、证券交易所

证券交易所积极利用新一代信息技术向智能化业务创新和智能监管方面转型，在提供优质交易类基础设施的同时，不断探索前沿技术的落地应用，以满足市场和监管的新需求。

(1) 基础设施

A、上交所流式报盘支持高频量化

2022 年 7 月 18 日，上海证券交易所（简称“上交所”）竞价交易网关正式启用。这意味着上交所经历人工报单、DBF 文件接口、SQLSever 数据库等报盘的代际演变后，正式开启流式报盘时代，各交易系统的申报也将通过 TDGW 交易网关申报通道进行，上交所进入高频量化时代。交易网关（TDGW）由上交所全新自主研发，采用 Binary/STEP 接口，俗称“流式报盘”，支持的业务范围涵盖竞价平台现行业务，具有高性能、低时延、跨平台、开放易用等优点。切换当日，上交所流式报盘模式也得到了多个券商及私募机构的正向反馈——全链路交易延时显著降低，订单申报效率明显提升。国金证券、德邦证券及东方财富均为首批上线流式报盘的券商，经过实盘观测，三家券商在沪市的交易速度得到大幅度提升，全链时延提升幅度超过 80%。此外也有交易柜台实测数据显示，切换后，上交所回路时延可降至 20 毫秒，提速 3-5 倍。

B、深交所交易系统升级

深圳证券交易所（简称“深交所”）在 2016 年上线了第五代交易系统，从封闭系统转向开放平台，

从以业务进程为中心转为以高可靠低时延消息总线为中心，从集中式处理转到了分布式处理。新一代交易系统支持多种接入方式，具有高可用、高性能、低时延、高容量、易扩展等特点，提供高速行情和精确行情，可以满足深圳市场未来 10-15 年的发展需求。

自上线以来，第五代交易系统很好的支撑了包括深港通、股票期权、创业板改革并试点注册制、中小板并入主板在内的一系列资本市场改革任务。与此同时，深交所国际市场的竞争力不断提高，从 2020 年开始深交所已经在为巴基斯坦交所建设他们新一代的交易系统和监察系统。²⁶

(2) 数据服务

为了应对业务响应及时性、数据维护质量和系统运行效率等方面的挑战，上交所技术在借鉴主流数据处理框架优秀设计的基础上，结合自身系统特性，以提高代码复用度为目标，开发了一套轻量级的 C++ 数据处理框架，并且结合元数据管理，在提高数据维护质量的同时降低了数据血缘关系维护难度。²⁷

(3) 特色科技

自 2016 年以来，上交所在上市审核、公司监管、债券发行、基金要素审核、舆情监控等领域探索运用金融文本分析，取得了积极成效。以发行审核为例，为配合科创板和试点注册制改革，上交所于 2020 年启动了科创板智能辅助审核平台的建设，目前已完成前期建设并全面投入使用，初步实现了项目审核、公司画像系统和知识库等功能。该平台从审核人员的需求出发，通过模拟线下审核的业务场景，为审核人员提供企业概要信息、关系图谱、舆情搜索、参考规则等辅助工具，运用金融文本分析实现了申报审核在线检索、比对、自动化生成问询函等功能。²⁸

2、期货交易所

期货及衍生品市场是高度规范的交易市场，具有波动性较高、支持多空双向交易、T+0 交易规则等特点，在服务实体经济的基础上，也为量化交易提供了发展机会：衍生品交易市场采用 T+0 的交易规则，即当日买入的头寸当天可以平仓，这种特殊的交易机制使得交易者可以进行更加频繁的交易，也为量化交易提供了更加宽广的空间。

随着量化科技的发展，高端机构投资者对技术的掌控能力越来越强，量化交易在期货市场的应用越来越广泛，期货交易所量化科技生态体系中的作用日益重要。例如，期货交易所通过提供基础设施、数据和技术服务为期货行业量化科技的发展提供基础支持，同时制定自律监管制度，优化市场交易环境，保障期货市场的规范性、透明性、公平性，推动期货市场高质量发展。在此基础上，驱动特色量化科技发展，为行业能力共建共享提供强有力的支撑。本节聚焦期货交易所行业服务的主责主业，从基础设施、数据及技术服务、特色科技、行业能力共建共享等方面进行论述。

²⁶ <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1700526171606899961&wfr=spider&for=pc>。

²⁷ 上交所《交易技术前沿》，2022 年第三期。

²⁸ 上交所《交易技术前沿》，2022 年第三期。

(1) 基础设施

期货交易所为相关交易提供基础设施和技术支持，包括 API 接口、模拟交易环境和运行环境等，帮助投资者和交易商开发和测试量化策略等。同时，期货交易所还针对算法交易和高频交易提供专项服务，包括机房托管等。

期货交易所提供 **Colocation 服务**²⁹，旨在为交易商提供更快、更可靠的连接，为量化交易提供了良好的发展基础。交易商可以将物理服务器放置在交易所附近的数据中心或交换机上，通过和各交易所托管机房配合以得到更短的信息传输距离，以降低延迟并提高交易速度。同时，Colocation 服务使得交易商可以更容易地监控和管理他们的交易数据和系统，保障了安全性和可靠性。

以上海期货交易所为例，上海期货交易所（简称“上期所”）自 2007 年开始在期货大厦小规模试点主机托管业务，伴随着量化交易逐渐在期货行业内兴起，2009 年初上期所张江中心开始正式为会员提供主机托管服务，到 2012 年张江中心建设完成，共提供主机托管机柜 917 个，还提供配套的监控工位 80 个，独立监控室 52 个，有力支持了量化交易的早期发展。随着量化交易不断发展，张江中心出现机柜资源不足的情况，上期所于 2014 年底租用联通位于宁桥路的机房，为会员公司提供主机托管资源，经过 8 年多的发展，宁桥路托管机房为会员提供的主机托管机柜数达到 485 个。

上期所交易撮合中心于 2018 年初，从期货大厦切换到上期所张江中心，投资者对张江中心附近的主机托管机柜资源的需求大增，为满足会员的机柜资源需求，上期技术 2018 年起与上海联通合作开发与上期所张江中心一路之隔的来安路托管机房，于 2020 年上半年正式启用，为市场提供主机托管机柜 737 个。

上期所托管机房根据客户需求不同，分为两部分，一部分是张江中心和来安路托管机房，面向对时延敏感的交易客户，因地域靠近，为保证交易公平，两地托管机房内客户报盘到上期所交易前置时延一致；第二部分是宁桥路机房，距离上期所主撮合中心物理直线距离约 8 公里，主要面向时延不敏感的客户，其机房内部客户报盘到上期所交易前置时延基本一致，但与张江中心时延不同，两地托管机房的收费标准也不相同。

机柜租赁服务为客户提供标准化的机房空间、机房环境服务、严格的机房管理与运维。对原交易托管服务中为客户提供的线路服务进行调整，客户可按自身需求自行选择线路供应商、线路种类，更有利于客户业务发展与接入线路的风险监控。机房租赁服务在机房托管的基础上，为客户提供机房内强弱电布线、标准机柜等基础设施，使客户无需进行繁复的内部装修工程即可使用符合行业现行标准的高性价比机房。在做好自身主营业务的同时，上期技术急会员所急，想客户所想，为张江中心内的机柜租赁、机房租赁客户提供监控室与监控座席租赁服务，使客户交易系统后期运维更为便利。

在 Colocation 服务为量化交易者提供有利条件的同时，为避免其他交易商访问交易所的延迟可能

²⁹ 这个术语用来描述服务提供商为客户的通信设备提供的放置空间。

导致的不公平，一些期货交易所已经采取了限制措施来确保 Colocation 服务的公平性。例如：期货交易所可根据距离远近、网络连接的速度等因素，限制交易商能够实现的最大延迟时间。这可以帮助平衡大型机构和个人交易商之间的公平性；交易所可按照时间先后顺序来安排交易订单的提交和处理，消除 Colocation 对交易速度的影响；期货交易所可通过限制交易商可交易的数量和频率，来控制交易商利用 Colocation 服务获取过多的优势；由于 Colocation 服务的成本较高，期货交易所可通过收取更高的费用来降低交易商使用 Colocation 服务的数量和频率。通过这些限制措施可保护市场的公平性，并确保所有交易商都有机会在同样的条件下进行交易。

综上，依托高标准的机房、专业化的运维团队、高效的行情交易线路，期货交易所为金融机构提供基础设施托管、交易所接入、运营商专线接入、互联网接入、证联网接入、跨市场行情等服务，努力为各类金融机构更好地参与金融衍生品市场提供支持。

(2) 数据及技术服务

期货交易所对外提供数据和技术服务，为量化交易提供了必要的基础数据和技术支撑。本节将从期货交易所提供的数据服务和技术支持两个方面进行分析阐述。

A、数据服务

期货交易所对外提供的数据服务包括实时行情服务、交易数据服务、投资报告服务、期货资讯服务、期货风险控制服务、期货信息化服务、跨市场数据服务等，具体如下³⁰：

实时行情服务：提供期货合约的实时价格、成交量、委托量等信息。

交易数据服务：提供期货交易的历史数据、开收盘价、涨跌停价格、成交量等信息。

投资报告服务：提供期货投资分析报告，包括市场走势、重要经济指标、政策等内容。

期货资讯服务：提供期货市场相关动态、政策解读、行业新闻、国际市场信息等。

期货风险控制服务：提供风险控制工具、风险测评指标、风险预警等服务。

期货信息化服务：提供期货交易所内部管理信息化服务、成员单位信息化服务、交易员信息化服务等。

跨市场数据服务：提供跨市场数据整合服务，以提升信息共享效率。

B、技术支持

期货交易所交易系统 API 是一个基于 C++ 的类库，通过使用和扩展类库提供的接口来实现全部的交易功能，包括报单录入、报单撤销、报单查询、成交单查询、会员客户查询、会员持仓查询、客户持仓查询、合约查询、合约交易状态查询、交易所公告查询、报价录入、询价请求，以及行情数据的订阅和接收功能。具体地，市场上常将行情分为 level1、level2 两类行情；通常而言，level1 与 level2 行的主要区别在于提供的行情内容上面，level1 通常只提供最基础的切片行情信息，level2 则可以提供更

³⁰ 资料来自于上期所、大商所、郑商所、中金所官网。

第五章 量化科技生态体系

深度的行情、成交明细等。市场上常说的 Datafeed level2 行情，通常是指更优的技术解决方案，一般来说是收费的。

总体上，各期货交易所情况相近，都为交易者提供了全链路、多层次数据和技术服务，包含**展示型行情服务、非展示型行情服务**。展示型行情服务面向具有行情数据经营能力的机构。经营模式遵循行业惯例，采用“交易所 - 信息商 - 最终用户”的期货信息产业链模式，即期货交易所授权的信息商经营使用来源于交易所的期货行情信息数据资源，再由获得授权许可的信息商将行情信息数据提供给最终用户使用。非展示型行情服务由期货交易所面向授权机构在托管机房内接收并使用。行情数据不得转发给机房内其他机构或个人，且不得转发出授权托管机房。用户以特定的 API 接口方式接收期货交易所 Level-2 行情数据，发布频率为每秒多次行情快照，并允许其利用非展示型行情源数据产品进行算法交易、风险控制和数据分析研究、开发策略等高端应用。

(3) 特色科技

近年来，期货交易所充分发挥技术优势，结合主责主业，为量化科技的应用提供特色技术服务，提高了期货市场的效率和透明度，也为投资者提供了更多的便利和保障。本节将介绍上期所、郑商所、中金所在量化科技方面的特色技术能力。

案例一：上期所——SimNow

随着量化交易的发展，投资者需要将自己的交易策略在模拟环境下测试，有实力的投资者可以建立自己专用的测试环境，而众多中小投资者则无法承受独自建立测试环境的成本。上期所建立了 SimNow 期货模拟仿真交易平台，为广大专业投资者测试策略的平台，同时 SimNow 作为交易所的投教平台，让广大投资者在逼真情境下学习期货交易。该产品仿真各交易所的交易及结算规则研发，目前已经支持国内各期货交易所的商品期货业务。该平台支持国内期货交易所的多种期货品种模拟交易，引入实盘的真实行情，保证了模拟交易的成交价格 and 真实交易一致。SimNow 为量化交易投资者提供了数据研究和交易策略验证的虚拟环境，量化交易投资者可以利用 SimNow 验证投资策略的正确性。

经过多年不懈的努力和发展，SimNow 模拟交易平台已经发展成为满足不同需求层次投资者的多功能平台服务，支持的交易产品囊括全部六大期货交易所的所有期货品种和上期所、能源中心、中金所的期权品种，注册用户总数超过 24 万人，每日活跃客户超过 5000 人，成为行业内最具影响力的模拟仿真平台之一，对推动期货市场发展起着重要的作用。

SimNow 具有如下业务特点：

- SimNow 具有完整的交易结算流程，每日进行结算，并为投资者发送结算单，能够真实模拟完整的期货交易场景；
- 交易时段内引入真实实盘行情，进行对价交易，能够让投资者获得与实际非常相近的体验；
- 在交易时段之外，采用轮播行情的方法提供 7*24 小时仿真服务；

- 支持全部六家期货交易所的期货品种和三所的期权品种交易；
- 支持便捷开户，投资者可以直接通过网站注册开户，无需线下办理，开户成功当日即可交易；
- 对量化投资者客户提供 CTP API 开放，方便投资者接入，验证交易策略；
- 能够快速为会员提供期货仿真大赛。

案例二：郑商所——大数据分析平台

郑商所的大数据分析平台使用大数据和人工智能技术，聚合了铁矿石、焦炭、动力煤、菜籽油等多种期货市场数据，提供全面的期货市场分析和决策支持服务。该平台集成了各种期货市场相关数据，包括行情、成交、持仓、分红等信息。同时，使用多维分析、海量抽样等算法对期货市场进行深入分析，提供多种数据报表和统计图表，进一步帮助投资者理解市场情况。在此基础上，通过预测模型、数据挖掘技术等进行精准预测，提供更加准确的市场预测信息。此外，郑商所的大数据分析平台为期货企业和投资者提供决策支持服务，帮助投资者更好地洞察市场机会和风险。郑商所的大数据分析平台为量化交易投资者提供了更加全面、深入和精准的市场分析和决策支持服务，有助于提高量化交易决策质量和风险控制能力。

案例三：中金所——交易系统防自成交选项

中金所方面，于 2018 年 1 月上旬完成交易系统前端风控功能升级，正式启用日内过度交易防范功能和自成交防范功能，以进一步加强异常交易行为监管，维护市场秩序，助力推进“以监管会员为中心”的监管转型模式落地。

其中，日内过度交易防范功能，是将单个客户在股指期货单个产品上的日内开仓交易量控制在监管标准以内，对超过监管标准的开仓订单以错单形式退回。

自成交防范功能，为国内证券期货交易所首次推出，以服务的形式由会员自主选择申请开通或关闭。会员开通服务后，通过其报入的订单在撮合前将进行自成交检查，若发现该订单的客户号与对手方客户号相同，则该订单将以错单形式退回。

新的风控功能一方面从源头上杜绝单个客户发生上述两类异常交易行为，维护市场安全平稳运行；另一方面，防范自成交功能采取服务形式由会员依据自身监管能力选择使用，督促会员承担起管理客户交易行为的各项责任。

(4) 行业能力共建共享

期货交易所作为期货行业的核心机构，在数据和技术方面拥有独特的优势。期货交易所通过行业能力共建共享，一方面可为期货行业的量化科技发展提供数据和技术的支持；另一方面可围绕量化科技存在的风险，与会员机构合作开展行业创新应用落地，更好地维护期货市场的平稳发展。

A、量化科技基础能力研究

期货市场的稳定运行是交易所关注的重点之一，而合约交易量、持仓量是期货市场运行的重要指标，也

第五章 量化科技生态体系

是期货量化交易管理风险的基础指标。当市场交易过热时，期货价格会失真并偏离现货价格，可能给投资者和套保企业带来损失；反之，当缺乏流动性时，期货价格无法准确反映市场参与者的“共识”。稳定的市场参与度是期货交易合理定价的重要基础。因此，通过量化科技预判市场热度对于调节市场情绪，合理利用风控措施稳定行情至关重要。

为增强对市场趋势的了解，提高运行预判能力，郑商所推动产学研用一体化，基于合约历史运行规律及风控措施参数，开展数据分析，提取历史数据及风控参数作为输入特征，建立整合移动平均自回归模型（ARIMA）、基于支持向量机的回归模型（SVR），序列到序列模型（Seq2Seq）等，并基于多个机器学习算法的融合模型，利用网格搜索方式设置最优参数，进行期货合约未来五日交易量、持仓量的预测。实验结果显示，算法模型预测交易量平均准确率接近 70%、持仓量平均准确率达到 83%³¹。

郑商所通过基于历史数据特征的融合模型实现了对未来交易量和持仓量的预测，给量化交易投资者提供了一种量化策略思路，同时基于量化科技感知市场热度，提前做好风控措施，稳定期货市场平稳发展。

B、行业创新应用落地案例

期货行业的风险事件会直接引发期货价格的剧烈波动，给量化交易投资者带来了巨大的挑战，也使得对量化交易的监管变得更加困难。大宗商品贸易由简单的物资流向贸易融资等多种方向演变，衍生出了复杂的交易环节、种类繁多的交易工具。商品期货业务与大宗商品现货交易的关联性，使商品期货业务中的风险表现形式较为隐蔽，且期现风险联动性显著，增加了大宗商品期货的不确定性，极易引发价格的剧烈波动。

在此背景下，上海期货交易所联合多家会员机构，共同开展基于可信隐私计算技术的期货行业智能风控辅助平台的建设。大力开展人工智能技术赋能风险识别专题研究，例如建立基于混合模型的风险识别模型，实现期货市场风险的分类分级；建立基于逻辑链的风险传导模型，对期货市场风险进行根因定界、分析。同时，发挥安全多方计算、匿踪查询、联邦学习等隐私计算技术的优势，打破数据壁垒，增强跨数据间的协同分析能力，为行业能力共建共享提供示范性应用。

（三）金融机构

1、证券公司

（1）人工智能助力券商量化投资

A、证券业借助科技赋能发力

随着金融数字化转型的深入，人工智能、区块链、大数据等新一代信息技术正与金融深度融合。在证券行业，科技赋能主要体现在四个方面：一是运用科技手段优化业务流程。例如，通过智能化应用将“人工”业务流程转变为“机器”流程，提升证券服务的质量和效率；二是利用大数据分析加强风险管理。通过大数据分析，证券公司可对客户进行精准画像、智能营销和风控管控；三是运用新技术增强服务能力。例如，利用人工智

³¹ 郑商所《交易技术前沿》四十五期。

能技术来增强投资者服务能力、实现智能化客户资产配置；四是通过数字化平台优化资源配置。

随着科技赋能在证券行业的深入推进，证券公司的业务范围也逐渐扩大，从传统的经纪业务、自营投资、资产管理，向财富管理转型，更多地利用金融科技来提高服务效率，提升服务质量。证券公司主要将金融科技运用于以下几个方面：

——投资研究：证券公司借助金融科技实现从人工到“机器”的转变，在海量数据中发现有价值的信息，提升投资研究的效率，降低投资研究成本。利用大数据技术分析历史数据、构建模型，挖掘有价值的信息并进行市场预判；利用机器学习和人工智能技术建立多因子模型对上市公司进行综合评价和筛选；利用智能投顾和量化投资策略解决客户资产配置问题等。例如，近期比较火的“智能 AI”的自然语言生成模型也在量化投资领域发挥着重要作用。彭博已经推出了一个名为 BloombergGPT 的大规模语言模型，该模型经过专门的训练，使用各种类型的金融数据，以全方位支持金融领域中的自然语言处理（NLP）任务。该模型将帮助彭博改善现有的金融 NLP 任务，如市场情绪分析、命名实体识别、新闻分类和问题回答等。此外，BloombergGPT 将开辟新的机会，调动彭博终端的海量数据，在金融领域充分发挥人工智能的潜力。

——风险管理：证券公司可通过大数据分析、云计算等技术实现对客户交易行为和风险的动态监控，提升风险管理能力。通过分析客户交易数据、历史持仓数据等信息，利用机器学习建立智能风控模型。

——运营效率：证券公司可通过人工智能技术来增强服务能力、提高运营效率、优化业务流程。例如，利用智能客服机器人与客户进行一对一沟通；利用图像识别技术来加强对客户的身份认证；利用人脸识别技术来验证身份等。

——业务创新：证券公司可通过人工智能技术来提升客户体验。例如，利用人工智能技术来改善客服效率；通过人工智能技术来加强客户服务；通过智能投顾服务提升投资收益等。

随着金融科技的快速发展，证券行业数字化转型不断加速，信息技术与金融的融合程度进一步加深。自券商信息技术投入指标发布以来，行业不断加强对信息科技的重视程度，2017 年至 2021 年，证券公司信息技术累计投入近 1200 亿元³²。2021 年全行业信息技术投入金额 338.2 亿元，同比增长 28.7%。

各大券商在量化交易方面的投入与交易规模都逐年增长。2019 年至 2022 年国泰君安机构客户股基交易量从 2.5 万亿增长到 9.7 万亿，机构交易额占比从 21.65% 增长到 44.03%。2022 年公司量化投入占公司 IT 投入的 10% 以上，客户股基交易量 6.75 万亿，交易额占比超过 30%，28 家百亿头部量化私募覆盖 27 家，覆盖度为 96.4%。国泰君安率先完成了新一代信创系统的上产上线，是行业首家在技术框架上实现了交易、账户、清算三分离，并将低延迟技术应用到超大规模证券公司核心交易系统的机构，首创设计了异构交易系统备份机制，探索了超大规模证券核心交易系统上线切换切实可行的实施路径，打造了行业证券核心交易系统信创示范工程。

³² 2022 年 11 月 22 日，中国证券业协会发布《证券公司数字化转型实践报告及案例汇编（2022）》。

中泰证券 XTP（极速交易平台）累计接入 451 家量化私募，既包括百亿私募 35 家，也包括大量的中小私募，真正做到了深耕量化私募领域，陪伴量化私募成长。客户的交易以中高频交易为主，其中 40% 的机构年双边换手在 100 倍以上，换手在 200 倍以上的机构占比也超过了 15%，策略对速度和稳定性的要求越高，就越依赖 XTP 高性能交易。中泰 XTP 在 2022 年的总交易额为 8.8 万亿元，其中股基交易量占全司的比例长期稳定在 40%~50% 的区间。中泰证券 XTP 的 AlgoX 算法平台陆续从二十多家算法厂商引入市场优质的第三方算法，目前客户的日均算法成交额超过 40 亿。

华鑫证券 2022 年数据显示，量化资金规模（估计）约 165 亿（其中量化资金判断标准：年周转倍数 >70）。量化资金（股基）的资产占比 10.3%；整体交易量占比 75.8%；净佣金收入占比 50.9%。量化资金（含 T0 品种）的资产占比 11%；整体交易量占比 90.5%；净佣金收入占比 61%。量化 IT 投入³³约占总 IT 投入的 51.62%。

某知名券商在其代表性量化平台上投入巨大，最近三年其投入占 IT 总投入比例分别是 8.05%、13.15%、12.12%，量化交易规模也逐年增长（见表 5.5）。

表 5.5：某知名券商量化业务交易情况统计

年份	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
股基交易量（亿元）	2264.02	6290.2	6567.77	7223.36
同比上涨		177.83%	4.41%	9.98%
全年股基（亿元）	17053.15	28808.65	27586.6	23798.23
股基全年占比	13.28%	24.30%	22.27%	30.50%
佣金（万元）	3509	10092.5	12923.6	11800.3
可转债交易量（亿元）	0.13	2949.34	8192.79	7651.43
可转债市场交易量（亿元）				212092.78
可转债占比				3.61%

数据来源：某知名券商，课题组整理

在量化投入增加与量化系统平台的助力之下，各大券商私募业务大幅增长（见表 5.6）。

³³ 量化 IT 计算了全部金融科技的投入包含机柜，专线，流量费等费用。

表 5.6: 2022 证券公司年报私募业务相关内容汇总³⁴

证券公司	客户 / 产品数量	交易量	托管外包	金融产品
中信证券	全年重点私募基金 开户率达 60%		资产托管服务的存续产品 数量 13960 只, 提供基金 运营外包服务的存续产品 数量 15406 只	面向高净值客户配置的各 类私募产品保有规模约人 民币 1800 亿元
华泰证券			基金托管业务累计上线产 品 10154 只, 托管业务规 模人民币 4184.36 亿元; 基金服务业务累计上线产 品 13419 只 (含资管子公 司产品 806 只), 服务业 务规模人民币 9834.42 亿 元 (含资管子公司业务规 模人民币 3866.45 亿元)	金融产品保有数量 (除现 金管理产品 “天天发” 外) 9161 只, 金融产品 销售规模 (除现金管理 产品 “天天发” 外) 人 民币 5122.84 亿元; 截至 报告期末, 基金投资顾 问业务授权资产人民币 139.13 亿元、参与客户 数量 61.76 万户
国泰君安		机构客户股 基交易量 9.72 万亿 元, 市场份 额 2.03%, 同比增长 10.8%	托管各类产品 19002 只、 较上年末增长 21.9%, 外 包各类产品 18589 只、较 上年末增长 26.3%, 托管外 包规模 28669 亿元较上年 末增长 1.9%, 其中托管私 募基金数量继续排名证券 行业第 2 位, 托管公募基金 规模 1989 亿元、较上年 末增长 43.3%, 继续排名 证券行业第 1 位	金融产品销售额 7357 亿 元, 同比增长 7.6%, 金 融产品月均保有量 2138 亿元、同比增长 16.4%
申万宏源	公司新增公募基金、私募基金、私募资管计划的托管及运营服务 496 只		新增私募托管数量在券商 托管机构中排名第 10	公司共销售金融产品人民 币 3999.09 亿元, 其中: 自行开发金融产品人民 币 3558.29 亿元, 代理销 售第三方金融产品人民币 440.80 亿元
广发证券			公司提供资产托管及基 金服务的总资产规模为 5176.50 亿元; 其中托管 产品规模为 2511.96 亿元, 提供基金服务产品规模为 2664.54 亿元	公司代销金融产品保有规 模较上年末增长 0.77%

³⁴ 表格空白处代表公司年报中无此类公开信息。

证券公司	客户 / 产品数量	交易量	托管外包	金融产品
中国银河	公司机构客户 数 2.86 万户， 较 2021 年末增加 5.62%	公司 PB 交易系统 2022 年度 股票基金交 易量人民币 2.82 万亿 元，同比增 长 6.51%	公司托管业务新增首次合 作管理人 126 家。公司托 管各类产品 ,890 只，增长 14.48%；外包（基金服务） 各类产品 1783 只，增长 23.05%，托管外包规模合 计人民币 2685.05 亿元，增 长 32.77%	公司金融产品销售规模人 民币 925.45 亿元；公司 代销金融产品保有规模连 续三年增长，2022 年末 达人民币 1933.31 亿元， 较 2021 年末增长 4.74%
招商证券	截至 2022 年末， 50 亿元以上重点私 募客户交易覆盖率 达 81%	公司私募客 户股票基 金交易量 同比增长 21.61%	托管外包产品数量 4.12 万 只，同比增长 16.50%，规 模 3.47 万亿元，同比下降 3.84%	
中信建投	（PB）系统存续客 户数为 9338 户， 同比增加 31.74%		公司资产托管及运营服务 总规模为人民币 7954.05 亿元，同比增长 5.88%。 其中，资产托管产品 5809 只、运营服务产品 6001 只， 分别同比增长 30.01% 和 32.12%	公司重点金融产品销量人 民币 1212 亿元，新增客 户 132.63 万户
光大证券	公司累计已合作私 募机构共 1691 家， 增长 37.59%； 累计引入 PB 产 品 5082 只，增长 39.58%。存续 PB 产品 2798 只，增 长 44.00%		公募及私募基金托管规 模 607 亿元、较年初增长 25.9%，私募基金外包规 模 1023 亿元、较年初增长 3.2%	公司股票 + 混合公募基 金保有规模为 262 亿元， 同比增长 29.06%；非货 币市场公募基金保有规模 为 283 亿元，同比增长 30.41%
东方证券			在线证券类产品托管数量 同比增长 38%，证券类产 品托管规模增幅 11%，非 标产品占比从年初 33.6% 下降至 28.6%	公司权益类产品保有规模 人民币 480.2 亿元，较期 初下降 25.8%
中金公司	覆盖境内外机构投 资者 9000 余家			财富管理业务的产品保有 量超 3400 亿元，较上年 增长超 10%；买方投顾 产品保有量稳定在近 800 亿元

证券公司	客户 / 产品数量	交易量	托管外包	金融产品
安信证券	新增私募产品账户 1188 户；种子基金累计投资 109 只私募基金、引入 105 家优秀私募管理人。2022 年，种子基金产生综合业务收入 5572.13 万元，带动股基交易量同比增加 966.48 亿元，增幅 61.75%	私募产品累计股基交易量 23679.87 亿，同比增长 26.1%	新增托管产品 368 只、规模 114 亿，年末存量托管产品 1189 只、存量规模 415 亿，存量产品排名第 15 名	基金投顾累计参与客户超过 5 万人，累次签约资产超过 18 亿元
兴业证券			公司期末存续托管证券类私募投资基金产品数量 5496 只，同业排名第 5 位	母公司全年实现代理销售金融产品净收入 5.64 亿元
中泰证券	公司主经纪商（PB）交易业务服务存量客户 1935 户，较上年末增长 20.71%		公司存续托管外包各类产品共 2613 只，规模 1056.54 亿元	公司代销金融产品保有规模 446.38 亿元
方正证券	在私募产品方面，准入 120 余家私募管理人，储备丰富	报告期内量化交易量达到 4271.99 亿元，同比增长 45.01%；量化业务实现收入 1.45 亿元，同比增长 66.03%		公司代销金融产品实现收入 2.60 亿元
财通证券	全年新增机构客户数 1547 户	实现智能算法累计成交金额 765 亿元		金融产品年化保有份额（不含货币类金融产品）395.1 亿，较 2021 年的 344.8 亿增长 14.6%

数据来源：各券商 2022 年年报，课题组整理

B、国内券商量化交易平台竞争加速

量化客户作为证券公司日益重要的客户群体，对金融各业务条线具有重要意义，而量化交易系统是量化交易的重要保障。随着量化私募规模的扩大，券商不断强化量化交易服务，迭代升级交易系统，开

启“毫秒级”竞争，谋求转型先机。券商转型角逐的过程中，量化交易系统的迭代升级速度也是对证券公司业务转型的一场压力测试，毋庸置疑，这是一场金融科技的“军备竞赛”。使用场景主要包括：自营资管、机构业务。

在机构经纪需求不断增长、量化机构迅速扩张的今天，已经有 70 多家券商布局了自己的量化交易服务，并通过自主研发或第三方供应商推出相关系统。截至目前，卡方科技、恒生电子、华锐技术、宽睿科技、顶点软件、金证股份、盛立科技、金仕达等是较为主流的量化交易系统供应商。对于系统的稳定性、速度、吞吐量等，量化私募机构都提出了进一步要求，传统 IT 厂商开始研发极速柜台系统，而券商机构也在传统系统服务商的加持下搭建起自己的极速交易系统，赋能量化客群。

完整的量化私募服务体系由“策略端+柜台端+极速行情”共同构成，而市场上统称的极速系统分两部分：柜台端和交易（策略）端。极速交易柜台端厂商包含恒生电子、金证股份、顶点软件、华锐金融技术等厂商。极速交易（策略）端则蓬勃发展，包括四种类型，一是具有国际背景的系统，如 TS 系统、Apama 系统；二是国内券商自行研发的系统，如中信证券 CATS 系统、华泰证券 MATIC 系统；三是由一些创新型公司开发的新型系统，如卡方科技的 ATX 系统，开源社区的 VN.PY 量化交易平台等；四是由传统系统转型而来的，如丽海弘金、迅投 QMT 系统。目前，整个资本市场机构化趋势明显，极速交易系统已经成为券商私募机构服务的基础设施。

国内证券行业第一家自研极速交易系统的券商是华宝证券。2015 年开始，华宝证券就已打造 LTS 量化交易系统，其延时行情、低延时交易的订单系统，可以确保客户及时获得更好的行情、更好的发送委托和获取订单信息，满足客户稳定预期的需求。2016 年 10 月，中泰证券全自主研发的 XTP 极速交易系统上线，上线以来 XTP 凭借优秀的性能以及极速的服务能力，吸纳了众多优秀的量化客群。华鑫证券奇点交易系统 2017 年投入市场，其速度、定制化终端及利用人工智能、大数据挖掘市场上潜在规律和趋势的优势极大满足了客户的需求；围绕量化交易自研极速交易系统的券商还包括东方证券、申万宏源、国泰君安、海通证券、华泰证券、东吴证券、国联证券、天风证券等，主要通过自主研发极速交易系统以差异化路线抢占量化私募机构，以图实现“弯道超车”³⁵。众多头部券商也通过搭建各种机构业务系统，助力机构业务和量化服务提升（见表 5.7）。

表 5.7：券商平台建设情况

部分上市券商机构服务平台建设情况	
中金公司	公司快速推进机构服务平台、投研一体化平台建设，加速金融科技转型，通过数字化服务增强客户黏性，助力业务发展，
华泰证券	以自主研发的机构客户服务数字化平台“行知 2.0”作为牵引，融券通、信用分析管理系统（CAMS 系统）、INCOS 赢客通云平台等串联起机构服务的各个环节。

³⁵ 来源：财联社。

部分上市券商机构服务平台建设情况	
国泰君安	持续优化以 Matrix- 道合 APP 为核心的机构客户服务平台，深入推进各业务线重要系统建设和管理数字化，截至 2021 年末道合平台机构用户累计超过 5.5 万户，覆盖机构和企业客户 9047 家。提升机构与交易业务全面升级机构客户的数字化服务水平，在保持托管业务领先优势的同时，加快补齐机构客户基础薄弱短板，提高对重点客户的综合服务能力。
中泰证券	针对私募机构打造量化交易平台 XTP 系统，截至 2021 年末 XTP 系统聚集了 300 多家私募机构，主流量化服务覆盖率达到 90%，2021 年交易量超过 8.9 万亿元。
海通证券	统一机构客户服务平台“e 海通达”整合集团业务链资源及服务优势，围绕机构客户研究、投行、信用、托管等业务需求，提供全面、快捷、个性化的一站式综合金融服务。
申万宏源	聚集公募、保险、私募、银行和大型机构客户，为其提供研究、产品和交易等一站式综合金融服务，打造机构业务全业务链。同发布极速交易平台“SWHYMatrix”，2022 年上半年接入产品规模达人民币 262.68 亿元。
兴业证券	布局“托管 + 互联网”机构生态圈建设，完善体系搭建，拓宽服务客群。
招商证券	打造“机构 +”服务体系并上线“机构 +”小程序，有效提升机构客户营销服务能力和客户满意度。
天风证券	发布 QuanTas 机构交易平台，作为“1+1+N”机构客户服务体系中的重要一环，其产品矩阵包括标准 PB 服务，极速交易服务，量化终端服务，公募券结服务和算法交易服务，可满足各类专业机构投资者的差异化交易需求。
方正证券	搭建“数智财通”数字化生态平台。
东方证券	发布全业务链机构服务体系，重点在新一代交易系统、量化生态圈、投研大数据、大自营平台建设等几个方向，落实金融科技专项小组安排，促进跨团队高效协同与融合，推动业务转型与核心竞争力构建。

数据来源：课题组整理

C、第三方供应商和券商的协同效应

第三方供应商和券商的协同效应主要指双方通过合作，实现优势互补，共同创造更大的价值。第三方供应商可以利用自己在数据、技术、策略研究和风险管理等方面的专业能力，为券商提供优质的服务和产品。券商则可以利用自己在金融市场的经验和客户资源，更好地运用第三方供应商提供的服务和产品进行量化投资。通过这种合作，双方可以实现优势互补，共同提升在量化投资领域的竞争力。

第三方供应商给券商提供的服务和产品，主要包含以下几种类型：

——数据服务：提供各种金融数据，包括股票价格、交易量、财务报表等，帮助券商更好地进行数据分析和策略制定。

——技术支持：提供技术支持，包括算法开发、系统集成、技术咨询等，帮助券商更好地运用技术进行量化投资。

第五章 量化科技生态体系

——策略研究：提供策略研究服务，包括策略开发、策略评估、策略优化等，帮助券商更好地制定量化投资策略。

——风险管理：提供风险管理服务，包括风险评估、风险控制、风险报告等，帮助券商更好地管理量化投资的风险。

券商能够根据自己对市场的了解，例如市场波动性、流动性和监管政策等因素，选择适合当前市场环境的量化投资策略，并且可以根据客户的风险承受能力、投资目标和投资期限等因素，为其提供量身定制的量化投资产品和服务。第三方服务和产品在这个过程中发挥了重要作用。第三方供应商可以提供数据服务、技术支持、策略研究和风险管理等服务，帮助券商更好地执行量化投资，为用户提升产品及服务的体验感。

作为最早进入量化投资领域的金融机构群体，券商在量化投资方面也有不错的表现，其中头部券商的表现较为优异。数据显示，截至 2021 年底，中国共有 106 家券商。其中，按照 2021 年底的证券经纪业务收入排名³⁶，前 10 名是中信证券、国泰君安、广发证券、招商证券、华泰证券、银河证券、国信证券、申万宏源、中金公司、中信建投。

头部券商占据了量化投资领域的半壁江山，并且券商自营也在量化研究方面崭露头角。然而，随着量化投资领域的不断发展，市场对量化投资人才的需求也会越来越大，从事量化研究需要专家、研究员、算力等方面的大量投入，而对于一些中小券商的自营部门来说，独自建立一个足够规模的量化投资团队存在一定的困难。因此，越来越多的券商开始寻求第三方机构来帮助他们建立量化投资团队。由于第三方机构在规模和人员配置方面有很大的优势，券商也可以通过与他们合作来解决自己在人力资源方面的不足。

以券商和第三方供应商之间合作的方式来看，券商可以通过第三方供应商提供的产品和服务提升客户体验，可以有效地提升自身效率，吸引更多的客户，增加其收入。在这个过程中，第三方与券商的协同效应也在不断显现。例如，券商可以与第三方金融科技合作，共同开发新的金融产品和服务。这种协同效应不仅有助于提升客户满意度，也有利于提高券商的业务能力，降低风险和成本，助力券商业务的发展壮大，共同营造更好的金融服务生态圈。

(2) 券商内部的风险监控

在各大券商发力量化交易的同时，风险控制也越来越重要。券商主要面临的风险有业务风险和技术风险，技术风险又包括系统开发风险和系统运维风险。而在监控预警方面，由于程序化交易、策略交易由客户自主发起，情况复杂多变，不能简单地照搬旧有的投资交易系统或者集中交易系统的监控预警方式，需要在实践中不断摸索测试，建立新的监控预警模型。

³⁶ 数据来源：中国证券业协会发布的《2021 年证券公司经营业绩指标排名情况》。

目前随着交易系统本身越来越技术化，越来越多的交易系统由 IT 部门全面开发、部署、维护、升级。国内大部分券商都建立了自己的风控系统。以中信证券为例，中信证券金融科技管理部总经理刘平在接受采访时曾表示：“中信证券金融科技部门成立至今，已完成了从 0 到 1 的跨越，取得了很好的效果。”“从 0 到 1”的突破主要有两点：一是在业务流程上打通了风险管理与 IT 技术、业务之间的通道；二是建立起了数据集市和风控平台两个业务系统。

风险控制的具体操作方式也随着量化交易的不断演变，具体体现在风控指标和检测点分散在整个交易系统中。换句话说，算法交易等新型交易模式的风险控制和监控，将通过对系统中多个采样点的实时采样，以及对整个订单流的多极、多层次的风险监控来实现，防止一些异常交易行为。当然，对于一些追求速度的算法和高频交易策略来说，设置这类风控检测点可能会减慢订单发出的速度。解决方案不是减少风控监测点的数量，而是通过更先进的软件和硬件技术不断提高这些风险检查点的执行速度。国际流行将软件写入硬件的 FPGA 技术，更多是用来加快风险检测的速度。

二级市场风控简介：对于证券市场的量化交易客户来说，风控也是交易环节中重要的一环。每个交易指令都必须通过相应的风控检查才能进入交易所的订单队列进行匹配交易，若没有经过严格的风控程序，在交易中容易产生乌龙指等一些严重的事故。在程序化交易中，除了验资、验持仓等基本风控指标外，还必须达到《交易所异常交易行为管理办法》中规定的监管标准，杜绝和防范异常交易行为，如自成交、过度的日内交易、频繁报撤单、大额订单报撤单以及流速控制等。各个交易所对交易行为都有明确的规定，例如买卖订单的价格和数量、委托次数和撤单次数，他们定期披露调查和处罚情况。交易所会对违规行为发出警告和处罚。如果异常订单能在交易发生前被风险控制系统识别并阻止，那么整体交易的风险性也相应降低。

二级市场风控类型：一般分为事前、事中、事后三类。

——事前风控：在交易指令发送到交易所前，对交易指令进行风险检测，通过检测的交易指令则提交到交易模块进行报单，未通过检测的交易指令将直接予以拒绝。对于追求低延时的交易策略，事前风控需要在极短的时间内完成。量化交易更倾向于使用事前风控，在程序和操作错误发生之前发现并纠正，确保交易策略符合业务风控及交易所合规要求。交易前的风险控制可以通过在客户的交易策略程序中设置参数或通过交易柜台的风险控制模块来实现。一旦柜台接收到委托订单，风控就会根据预先设定的风险控制参数进行运算分析及判断，只有那些符合风险控制规则的订单才会被输入交易模块，而那些不符合规则的订单则会被拒绝，日志系统会储存所有的风控、委托等交易数据，有助于事后的风控分析。

量化交易系统的风控模块主要进行两个类别的风控检查，包含交易所硬性指标，以及保障策略运行符合预期的风控指标，避免违反交易所监管要求或者因程序的错误而造成巨额亏损。主要涉及的指标有：自成交风控、撤单数风控、单笔委托最大手数、各产品的最大撤单次数、每秒最大报单笔数等；最大可用资金、最大持仓、最大报单数、最大报单频率、最大可亏损资金、单边最大持仓量、单边最大敞口量等。

——事中风控：主要是指在交易过程中，交易团队对策略的信号生成、执行情况进行监控以及盘中

对策略的风险度进行实时监控。对于交易团队而言，最好的风控效果就是防患于未然。

——事后风控：是对交易数据在盘后进行分析，比如策略算法是否存在错误、策略的回撤是否可控、是否有计划外的持仓出现等，从而制定更严谨的业务风控预案和优化代码算法调整策略表现。

2、公募基金

(1) 公募量化基金发展情况概述

值得关注的是，中国公募基金的量化产品在过去几年中得到了快速发展。近年来，公募基金不断加强对于量化产品的研发和人才引进，以提高其量化投资能力。一些机构还在量化投资领域进行技术创新，如探索机器学习、自然语言处理等技术在投资决策中的应用。根据中国证监会数据显示，截至 2022 年末，指数及量化基金管理规模在权益型基金中占比 28.57%，相较 2021 年该比例继续提升。自 2020 年以来，中国公募基金公司陆续推出了一系列量化产品，如大成景利、易方达等公司的量化产品规模已经超过了百亿元。

A、公募量化基金的分类

当前，中国公募量化基金可以分为以下几类：

——指数型基金：该基金的投资策略是尽量跟踪市场指数，如沪深 300 指数、中证 500 指数等。指数型基金的投资组合通常与其跟踪的指数成分股相同或相似，以获得与指数相似的收益。指数型基金的风险较低，适合风险厌恶型投资者。

——多因子型基金：多因子型基金的投资策略是根据多个因子模型，选择在股票市场上表现优异的个股进行投资，如市值、估值、动量等。多因子型基金具有一定的风险控制能力和收益提升能力，适合风险承受能力中等的投资者。

——低波动型基金：这种基金的投资策略是通过挑选低波动性的个股来降低整个投资组合的风险水平，以获得较为稳定的收益。低波动型基金适合风险厌恶型投资者。

——对冲型基金：该基金的投资策略是通过做空和多头操作，同时参与股票市场的上涨和下跌，以获得绝对收益。对冲型基金具有一定的风险控制能力，适合风险承受能力较高的投资者。

——主题型基金：该基金的投资策略是选择某些热门主题或概念进行投资，如新能源、互联网金融等。主题型基金的收益与主题相关的市场事件密切相关，风险较高，适合风险承受能力较高的投资者。

不同类型的公募量化基金在投资策略和风险控制方面存在差异，近年来，中国公募基金量化产品逐渐呈现出“多点开花”的态势，同时也越来越受到个人及机构投资者的关注。

B、公募量化基金创新产品不断涌现，投资工具日渐丰富

自 2015 年以来，中国公募量化基金市场逐渐兴起，创新产品不断涌现，投资工具也日渐丰富。公募量化基金作为一种投资工具也越来越受到投资者的关注和青睐。公募量化基金利用计算机程序自动化执行交易策略，通过大数据分析、机器学习等技术对市场进行分析和预测，从而实现优化投资组合和降

低投资风险的目的。

数据显示³⁷，自2004年8月27日公募市场首只量化产品发行以来，公募市场量化产品规模逐年提升，截至2022年9月30日，公募量化产品规模达到1600亿元，这表明投资者对量化基金的需求不断增加，同时也反映出量化基金管理人在投资模型和算法上的不断创新。

此外，中国公募量化基金的创新产品不断涌现。除了传统的股票型、债券型和混合型基金，近年来，公募量化基金开始推出更加多元化的产品，如ETF基金、指数增强型基金、Smart Beta基金等。这些创新产品不仅能够满足投资者更为多样化的需求，也导致了市场竞争的加剧，提高了投资者的选择空间和投资效率。相配套的量化基金的投资工具也日渐丰富。随着技术的不断发展，量化基金管理人能够采用更加先进的技术和算法来进行投资决策。例如，人工智能、大数据、机器学习等技术的应用，可以使投资决策更加精准，同时也能够提高投资效率和收益水平。此外，一些基金公司还开始探索区块链、云计算等新兴技术在量化投资领域的应用，这些新的投资工具也将进一步促进公募量化基金市场的发展。

C、主动量化基金增速进入“新常态”阶段

近年来，中国公募主动量化基金增速进入了一个新的阶段，主要有以下几个方面的原因：

——监管政策支持：近两年来，中国证监会发布了一系列的政策措施，鼓励公募基金公司开发量化策略，并放宽了相关的投资限制和风险控制要求，为公募主动量化基金的发展提供了良好的政策环境。

——投资者需求增加：中国的投资者对于量化投资的需求越来越高，这是因为传统的基金管理方式已经无法满足他们对于投资回报的追求。公募主动量化基金的投资策略能够利用大数据、人工智能等技术，以科学化、系统化的方式进行投资，具有更为稳定和可控的收益表现。

——投资管理水平提升：中国公募基金公司在投资管理方面的水平不断提升，他们开始注重量化投资策略的研究和应用。一些公司引进了国内外顶尖的量化投资团队和技术，积极研发和应用新的量化投资模型和算法，以提高投资业绩。

——产品创新推动：随着竞争加剧，公募基金公司也开始注重产品创新。在推出各种类型的量化基金产品的同时，他们也不断改进产品的设计和运作机制，提高产品的投资效率和收益水平，吸引了越来越多的投资者。

综上所述，中国公募主动量化基金增速已进入了“新常态”阶段，这种趋势有望持续。随着监管政策的不断优化、投资者对量化投资的认知不断提高、投资管理水平的不断提升以及产品创新的不断推动，公募主动量化基金将有更多的发展机遇和空间。

D、指数增强基金成为最核心产品，贡献主要规模增量

指数增强基金是一种利用衍生品等工具来跟踪某个特定指数的投资基金，其核心目的是在跟踪指数

³⁷ 国泰君安研报《基金研究：公募量化基金2022年盘点》，2023年。

的基础上实现超额收益。

在中国公募基金市场中，指数增强基金已经成为最核心的产品之一，不仅在规模上占据了较大的份额，而且在业绩方面也有较出色的表现。根据公开数据³⁸，截至 2022 年末，公募指增基金共计 210 只，合计管理规模 1702.46 亿元。其中，宽基指增基金 172 只，行业主题指增基金 30 只，Smart Beta 指增基金 8 只，已然成为了市场上的一支重要力量。同时，在业绩方面，指数增强基金也表现出色，多数基金的收益率都在同类型基金中排名前列，且长期稳定性较好。

这种情况主要得益于指数增强基金在投资策略上的创新和优化。与传统的指数基金相比，指数增强基金采用更加主动的投资策略，可以通过权重调整、股票选择、期权策略等手段来优化投资组合，从而实现更好的投资回报。此外，中国公募指数增强基金的管理费用普遍较低，基金经理的管理能力和团队协作能力也较为强大，这些都是其业绩稳定和规模增量的重要保障。

目前，公募指数增强基金在市场上已经成为了一支重要力量，其在规模和业绩上的表现也得到了投资者的广泛认可。在未来，随着市场竞争的加剧和投资者的理财需求的不断提高，指数增强基金还将继续发挥重要作用，成为中国公募基金市场的主要增量来源之一。

(2) 公募量化基金配套工具

A、交易工具

随着中国资本市场的不断发展，越来越多的投资者开始关注量化投资，而公募量化基金也逐渐成为首选。为了更好地实现量化投资策略，需要使用一系列配套工具，其中交易工具是非常重要的工具。

目前，中国公募量化基金所使用的交易工具主要包括以下几种：

——证券交易软件：包括证券交易终端软件和证券交易 API，这是量化投资的基本工具。证券交易软件可以帮助投资者进行证券交易，同时也提供了各种技术指标和交易信号。

——数据服务：包括行情数据、财务数据、新闻数据等各种数据服务。这些数据可以帮助投资者对市场进行分析，制定量化投资策略。

——交易系统：量化交易系统是一种用于执行量化交易策略的软件系统。交易系统通常具有自动化执行、实时监控和风险控制等功能，可以有效地管理交易风险。

——交易模型库：交易模型库是指一些已经经过验证的量化交易策略模型。通过使用这些模型，可以帮助投资者更快速地开展量化投资活动。

——交易算法：交易算法是指一些用于实现量化交易策略的算法。这些算法通常包括协整、均值回归、趋势跟踪等，可以帮助投资者更准确地预测市场走势。

³⁸ 国金证券研报《公募指数增强基金年度白皮书及基金经理精选》，2023 年。

B、交易链路

公募量化基金的交易链路中，不同主体在其中扮演不同的角色，共同组成了一个从交易指令下达到成交的闭环链路。投资者包括个人投资者和机构投资者，作为链路中的首环角色，一般通过证券账户购买量化基金，交易需求随后下达到基金公司，基金公司作为量化基金配套工具的管理人，负责基金的投资决策和管理，同时也负责将投资者的资金汇集起来进行投资。基金公司将市场投资者的众多交易指令汇总下发到券商，通过投资者的证券账户在交易所买入或卖出量化基金配套工具。其中，券商作为证券交易的中介，负责处理投资者的交易指令，向交易所提交委托单，并在成交后进行清算和交割。托管银行在整个交易链路中扮演着“管家”的角色，负责管理基金的资产，包括资金存储和证券保管，同时也是投资者资金的托管人，确保资金安全。

综上所述，中国公募量化基金配套工具的交易链路包括投资者、基金公司、交易所、券商和托管银行等环节，每个环节都承担着不同的职责和义务，共同构成了完整的交易流程。

C、交易风控

公募量化基金在交易过程中通常会使用一系列的配套工具来进行风险控制，以确保基金的安全运作。以下是一些常见的交易风控工具：

——止损策略：止损策略是一种常用的交易风险控制方法，它可以在特定的价格水平上自动卖出股票，以限制亏损的程度。

——风险控制指标：量化基金通常会使用一些风险控制指标来监控市场波动和风险水平。这些指标包括股票波动率、流动性风险、杠杆比例等。

——组合优化：组合优化可以通过调整资产配置来降低投资组合的风险，以实现收益最大化。

——机器学习算法：机器学习算法可以根据历史市场数据和模型训练结果，预测市场的波动和趋势，以帮助量化基金做出更明智的交易决策。

——人工干预：尽管量化策略通常由计算机程序执行，但量化基金经理通常也会对交易进行人工干预，以确保策略的有效性。

总的来说，中国公募量化基金配套工具的交易风控情况相对较好，这些工具可以有效地降低投资组合的风险，同时提高基金的收益水平。然而，量化基金投资仍然存在市场风险，因此投资者应该理性看待投资风险，并进行充分的风险评估和投资组合的监控。

3、期货公司

期货公司是一种专业的金融机构，通过提供期货交易服务，为投资者提供投资和风险管理的工具。期货公司是金融市场的重要参与者，具有很高的市场地位和影响力。其主要业务包括期货交易、期货投资咨询、风险管理等。作为金融市场的参与者，期货公司不仅提供了市场流动性，还为投资者提供了多样化的投资机会。同时，期货公司也有维护市场稳定性和公平性的责任，需要遵守相关的法律法规和市

第五章 量化科技生态体系

场规则，维护市场的正常秩序。本节将从量化科技与期货公司关联较强的几大业务模块上展开阐述。

(1) 风险管理

期货公司的风险管理框架和流程包括风险评估、风险控制和风险监测等方面。风险评估是指评估期货公司在市场波动下可能面临的各种风险，例如市场风险、信用风险、流动性风险等。风险控制是指通过对冲、分散投资等方法来降低风险。风险监测是指对风险控制效果进行监测和评估。

在期货公司的风险管理中，量化科技可以帮助期货公司更好地完成风险评估、风险控制和风险监测等任务。例如，量化科技可以通过建立风险模型，对市场风险、信用风险、流动性风险等进行准确评估，并给出相应的对冲建议，帮助期货公司降低风险。

期货公司的客户风险管理主要是通过分析客户的交易行为和资金状况，以便及时识别潜在的风险，并采取相应的措施进行管理和控制。风险管理的目标是确保公司能够最大限度地控制和减少风险，从而保护客户和公司的利益。

具体来说，期货公司的客户风险管理包括以下方面：

——客户背景调查：对客户背景、资质、信用等全面的调查和评估，以确定客户的信用等级和风险承受能力。

——交易监控：通过对客户的交易行为进行实时监控，及时发现异常交易行为，例如大额交易、高频交易、操纵市场等，以便及时采取措施控制风险。

——风险评估：通过对客户的交易历史、资金流动、风险敞口等因素进行综合评估，确定客户的风险程度和风险承受能力。

——风险预警：通过对市场和客户行为的分析，及时预警潜在的风险，采取相应的措施进行风险控制和风险管理。

为了更好地管理客户风险，期货公司可以利用量化科技进行风险控制和管理。量化科技可以通过建立模型、分析数据等方式，实现更精准、更快速、更全面的风险管理。数据分析方面，会利用大数据分析客户的交易行为和市场数据，识别风险因素，建立风险模型，从而更精准地评估客户风险。客户画像会从权益、客户背景、客户信用评估、交易风格、资金使用率、持仓结构等多个维度进行描述。最终得到客户的评分等级，从而匹配合适的保证金比例来保护客户，控制期货公司的风险。客户的风险等级评估是个动态持续的过程。目前各家期货公司在该业务上的IT投入也在逐年增加，开发适合自身环境的风险管理系统的的需求也在逐年上涨。

(2) 资产管理

量化科技在期货公司资产管理业务中的应用，主要是通过运用大数据、人工智能和机器学习等技术手段，对市场进行全面深入的分析，为投资决策提供更加科学、精准的依据。其主要应用包括以下几个方面：

——数据采集和清洗：通过从各个数据源获取数据，并对其进行清洗、整合和处理，以保证数据的准确性和完整性。

——量化模型构建：通过对历史数据的分析和建模，构建出一系列量化模型，如趋势分析、机器学习、统计分析等，用于预测市场行情、选标的、择时等。

——投资组合优化：基于建立的量化模型，对投资组合进行优化，实现最优配置，以达到风险最小、收益最大的效果。

——风险控制：通过建立风险模型和监控体系，对投资过程中的风险进行监控和控制，及时发现并处理异常情况，以保证资产安全。

——交易执行：根据建立的量化模型，制定交易策略和执行方案，并利用自动化交易系统进行交易执行，提高交易效率和准确性。

通过对商品的基本面分析做投资决策，也是期货公司资产管理中常用的方法。基本面分析涉及到多个方面，包括宏观经济、政策环境、供需情况、国际市场等因素。常用的分析因子包括宏观经济指标，产量、库存、消费等供需数据，国内政策环境（货币政策，贸易政策），国际市场环境（美元汇率，国际市场期货合约价格），季节性因素等等。不同的期货品种会根据其特点和市场情况选择不同的因素来建立模型。同时，基本面分析的建模也需要考虑因素之间的相关性和影响程度，以建立更加准确的模型。

（3）场外衍生品业务

场外衍生品是指在交易所之外交易的金融衍生品，主要包括场外期权、掉期、远期合约和互换等业务。场外衍生品对金融市场的意义在于它们提供了一种灵活的风险管理和投机工具，允许交易者根据自己的需求和风险承受能力制定个性化的交易策略，对个人和机构在管理风险、对冲风险和获得收益方面提供了更多的选择。其在风险管理、资产负债管理、投机、定价发现、市场流动性上都体现出了重要的意义。

根据中期协（中国期货业协会）官网统计数据，截止到 2022 年底，场外衍生品业务备案的期货公司共 73 家，占设立公司的 73%。开展业务的共 67 家，占业务备案公司的 92%。按照标的资产类型分类，场外业务的标的分为商品类，权益类（个股类，股指类），交易所基金，其他类（指除个股、股指、交易所基金外的金融类标的，包括利率、外汇、公司债等）。其中商品类和权益类占据市场的主要份额。按照合约类型统计，分为期权合约，远期合约，互换合约，其中期权合约占全市场的主要份额。

风险管理子公司通过量化科技的手段来对期权价格进行合理定价，为有特殊需求的客户提供场外的流动性。场外期权的价格一般根据标的资产价格、行权价格、到期日、波动率、无风险利率、股息率等诸多因素进行评估，其中最核心的是对波动率的预测能力。在撮合成交之后，风险管理子公司同时要对头寸进行风险对冲管理。风险对冲一般以静态对冲和动态对冲的方式进行。其中动态对冲是目前比较常见的方式，通过场内的期货期权来构建用于对冲的反向头寸。在价格出现波动时，及时调整对冲的头寸来管理风险。

针对场外期权业务，同余，根网，镓链等科技公司提供了第三方的交易平台。同时，一些期货公司也会根据自身的业务定位，在 IT 上大量投入，开发符合自身需求的特色交易系统。

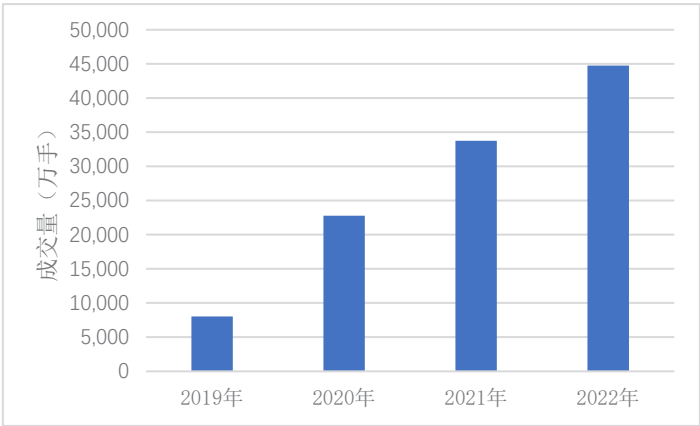
保险 + 期货业务也是场外期权的一种表现形式，该业务模式近年来规模迅速增长。根据中期协 XBRL “保险 + 期货” 业务采集模块统计的数据，2021 年 5 月 1 日至 2022 年 4 月 30 日，报告期内共有 67 家期货公司开展 “保险 + 期货” 项目 1907 个（独立承做项目 1713 个，联合承做项目 194 个），为大豆、玉米、棉花、生猪、天然橡胶等 15 个农业产业品种提供风险保障，涉及现货数量 896.18 万吨、承保货值 421.98 亿元。项目累计投入保费资金 19.91 亿元，实现赔付金额 13.4 亿元。而 2018—2020 年同期 “保险 + 期货” 项目数量和项目规模数据分别为 291 个、120.15 亿元，345 个、137 亿元，750 个、209.87 亿元。

(4) 做市业务

期货做市商在期货市场中扮演着至关重要的角色。其最显著的积极意义在于提高市场流动性和市场效率。做市商通过提供连续的报价和提供买卖双方之间的中介服务，为市场参与者提供更大的交易机会和更佳的交易价格。这有助于促进市场参与者之间的交流和信息流通，从而更好地反映市场供需情况和价格趋势。此外，做市商还可以在 market 波动和交易量下降时提供流动性支持，使市场更加稳定和可靠。因此，期货做市商是期货市场中不可或缺的一部分，有提高市场效率、促进交易活跃和降低交易成本的积极意义。

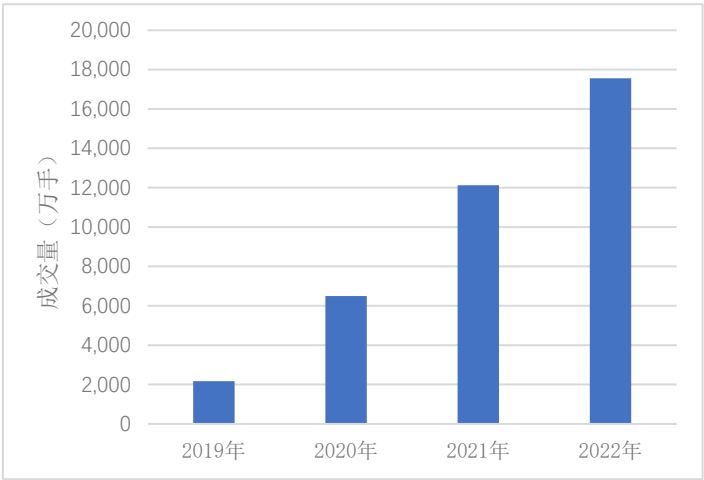
中期协 2022 年 12 月发布的数据显示，做市业务备案在册的公司数量为 60 家，占设立公司的比例为 60%。开展业务的共 52 家，占业务备案比例的 87%。2022 年期货做市业务的总成交量为 44738.71 万手，近 4 年成交量年平均增长率为 88%，总成交额为 257146.8 亿元，平均增速为 87%。场内做市业务的总成交量为 17555.13 万手，年平均增长率为 110%，总成交额为 1852.18 亿元，年平均增长率为 129%。近几年，期货和场内期权做市业务都保持着高速增长（见图 5.4，图 5.5）。

图 5.4：期货做市业务成交量统计



数据来源：中期协

图 5.5：场内期权做市业务成交量统计



数据来源：中期协

期货做市业务通常由报价、撮合和风险控制三部分组成。其中，跟量化科技相关度较高的是报价部分。在期货做市业务中，报价是指做市商向市场提供的买入和卖出的价格和数量。做市商需要根据市场的行情和自身的交易策略，通过量化科技手段来生成报价。这些报价信息需要快速地更新和调整，以保证其与市场价格的匹配程度。在量化科技的帮助下，通过利用大量历史数据和机器学习算法，做市商可以更好地理解市场趋势和价格波动的规律，从而更加精准地进行报价，提高交易效率和收益水平。同时，量化科技还可以提高做市商的风险控制能力，帮助其在市场波动时更加灵活地调整报价，从而降低风险并提高收益。因此，报价是期货做市业务中跟量化科技相关度较高的部分之一。通过量化科技的应用，做市商可以提高交易效率、盈利能力以及风险控制能力。

交易系统在做市业务中的地位非常重要。交易系统是期货公司进行做市业务的基础设施，其稳定性、可靠性和高效性直接影响着做市业务的成败。交易系统通过提供快速、准确的报价和成交服务，帮助做市商快速响应市场需求，并保证做市业务的流畅和高效。目前期货市场上主流的高频交易系统见表 5.8。

表 5.8：期货市场主流的高频交易系统

交易系统名称	功能及特点简介
易达期货交易 系统	简称 ydServer, 运行在 Linux 的 PC 服务器，可以提供微秒级别的快速期货期权交易。该系统是一套快速交易系统，主要为程序化高频交易客户服务。
盛立系统	交易和行情都使用 FPGA 硬件加速，EFH 行情系统，多核硬件技术铸造的纳秒级别行情转发服务设备，全方面满足高频交易用户对 tick-to-trade “0” 延时的需要。
艾科朗克	行情加速系统 Xele-MD, 业内领先的基于 FPGA 的亚微秒级行情加速系统。
CTP II mini	由上期技术采用最新的技术架构开发的系统，相较于 CTP mini 系统，做了更大的精简，大大提高了交易效率。

交易系统名称	功能及特点简介
飞马	具有较低的系统延时，订单处理性能优越。符合当前的看穿式监管要求，支持国内四大期货交易所和能源中心的全期货、期权业务。
NHTD	南华期货公司自主开发，支持交易所各项衍生品业务（支持期货，个股期权）。全内存交易、高速低延迟，内部耗时 < 1 μ s。可定制化，单独部署。
易盛 mini	异构双核交易系统架构：普通版大容量内核，保证系统的超大容量和超高稳定性，极限版高速内核，提供国内交易系统中的极限交易速度，超低的数据延迟，全面支持国内四家交易所及能源交易中心的期货期权业务。

资料来源：课题组整理

网络设备方面，经历了从千兆交换机，高速万兆交换机，1 层交换机，到 1.5 层交换机的技术迭代。设备的延时绝对值为几十纳秒级别。行情转发方面，经历了 CTP，UDP 广播，组播转发，到 FPGA 转发及裸行情处理的技术变化。

近年来头部期货公司的高频成交量巨大，行业头部公司对于高频交易的投入与日俱增，各家期货公司之间对于技术的软硬件投入巨大，市场竞争空前激烈。同时，头部期货公司在高频服务上的成功，一定程度上对其他公司形成了技术壁垒。高频客户的需要也愈发专业，对期货公司软硬件服务也提出了更高的要求。

例如，南华期货专注量化交易服务。主打本地主机托管服务，涵盖全部期货交易所、证券交易所，累计服务 200 多个专业量化团队。2022 年量化交易年成交量 1.28 亿手，年成交金额超 6.8 万亿。量化交易占公司整体交易量 60%，其中自主研发 NHTD 系统占量化交易比例 55%。

商品期货做市商作为期货市场的核心参与者之一，其发展趋势和竞争格局主要包括以下几个方面：

行业整合加速：随着市场竞争加剧，一些规模较小的期货公司可能会面临生存压力。因此，行业整合加速，大型期货公司通过兼并收购等方式扩大规模、提高市场份额。

技术创新成为关键竞争因素：随着信息技术的发展，期货公司之间的竞争已不再局限于交易成本和流动性等传统领域。更多的期货公司开始注重技术创新，通过开发更为先进的交易系统、提供更为个性化的交易工具、加强风险控制等方面来提升竞争力。

专业化发展：期货做市商开始逐渐向专业化发展。一些期货公司逐渐将自己的业务重心转向特定的产品、市场或者客户，这有助于提高公司的专业化水平和服务质量。

国际化趋势明显：随着中国市场的不断开放和国际化进程的加速，国际期货做市商进入中国市场，同时中国期货公司也积极开拓国际市场，进行跨境业务合作和交流，逐渐形成了国际化竞争格局。

总的来说，随着市场竞争的加剧和技术创新的不断推进，未来商品期货做市商的发展将更加专业化和多元化，同时也将面临着更为复杂的市场环境和竞争格局。

4、量化私募

(1) 量化私募行业概况

根据中基协（中国证券投资基金业协会）公布的数据，截至 2022 年底，存续私募基金管理人总数下降了 3.8%，降至 23,667 家。其中，私募证券投资基金管理人下降了 0.5%，降至 9022 家。然而，管理规模达到百亿元级别的私募基金管理人增加了 1.5%，达到 397 家。其中，管理规模达到百亿元级别的私募证券投资基金管理人下降了 1.2%，降至 113 家。同时，管理规模为零的机构占比下降了 4.5 个百分点至 8.6%，管理规模在 1000 万以下的机构占比下降了 3.9 个百分点至 27.1%。

(2) 量化投资策略

目前量化投资的三个主流策略为指数增强策略、市场中性策略和 CTA 策略。对于 2022 年全年量化投资策略而言，市场中性策略和 CTA 策略是赢家。根据开源金工魏建榕团队研报分析，量化中性策略在指数整体负收益的情况下，它保持了平均 3.9% 的正收益。CTA 策略产品全年都在盈利状态，大部分产品为正收益，整体平均收益在 6.6%。在大环境亏损的状态下，这两种策略可以保证盈利，主要是因为市场中性策略通过对多种金融工具的同时交易，实现对市场风险的中性化，CTA 策略则基于趋势跟踪的交易策略，使用期货、期权等金融工具来实现投资收益。这些策略可以在指数整体负收益的情况下保证盈利，表现出量化策略在熊市或者极端行情下对于风险的把控。而指数增强策略也有良好的 Alpha 表现，其中中证 1000 指数增强策略超额收益最高。2022 年指数增强策略针对于不同宽基指数的平均超额收益为 10% 左右，其中沪深 300 指增策略产品相对于沪深 300 的正向超额收益为 9.8%，中证 500 指数增强策略的超额收益为 10.8%，中证 1000 指数增强策略超额收益最高，为 16.4%。中证 1000 指数增强策略优于沪深 300 和中证 500，显示出成分股权重分散有利于在极端行情下收益的稳定和安全。这些策略的成功表明，量化交易和算法交易正在成为市场的主流趋势，投资者也开始越来越重视算法和技术在投资决策中的作用。

值得注意的是，以上三种策略都属于量化投资策略的范畴，其核心思想是通过数据分析和科学方法来制定投资决策，实现投资收益最大化和风险最小化，但并非所有量化策略都能在所有市场环境下取得成功。投资者在选择量化策略时，需要注意其策略的适用范围、风险控制能力、历史表现等方面，并进行充分的风险评估和尽职调查。不同的策略适用于不同的市场环境和投资目标，投资者需要根据自身的风险承受能力和投资需求，选择合适的投资策略。

(3) 量化私募配套系统

A、量化平台

当前，中国有许多知名的量化平台，其中大部分在早期是以互联网思维为基础打造的开源 Python 网页版社区。这些平台在初始阶段并没有过多关注盈利，而是以抢占市场为主要目标。像米筐、聚宽和优矿等平台都是这种类型的代表。后来，这些平台逐渐转型并建立了完整的生态闭环，不仅保证了持续

第五章 量化科技生态体系

的盈利，而且也量化私募行业作出了积极贡献。例如 Bigquant、聚宽量化以及其他券商自研的量化平台都在不断利用最新的技术手段和数据分析方法，帮助投资者制定更加科学有效的投资策略，从而提高他们的投资效率和收益。

B、资管系统

资管系统，也称 PB 系统，最初主要是为高端机构客户（如对冲基金等）提供一站式综合金融服务，包括集中托管清算、后台运营、研究支持、杠杆融资、证券拆借、资金募集等。但随着政策和市场的发展，PB 系统分为 PB 交易系统和运营支持系统两种类型。PB 交易系统提供极速交易、风险管理、多账户管理等功能，而运营支持系统则提供清算、估值、TA 登记等服务。目前市场上常见的资管系统包括恒生 PB、卡方 PB、迅投 PB、根网 PB 以及券商自研 PB 系统（如 Matic、XTP、IMS、Cats 等）。

另外，随着金融科技的发展和应用，资管系统还逐渐拓展了数字化和智能化服务。例如，一些资管系统开始使用人工智能和机器学习等技术进行风险管理和投资决策。此外，一些资管系统还推出了基于大数据分析的智能投顾服务，为投资者提供更加便捷的投资建议和交易服务。因此，资管系统已经成为金融行业的重要组成部分，为客户提供了更加全面、便捷、高效的金融服务。

C、算法交易

在量化私募领域中，投资者通常会利用历史数据和统计分析方法，运用各种算法模型来预测未来的市场走势，以此为基础制定交易策略。这些策略往往包括大量的交易执行工作，并且有些会根据市场的不同变化进行不断地调整和优化。而算法交易则是利用计算机程序对市场数据进行分析和决策的自动化交易方式。其原理是通过事先设定好的规则和策略，自动执行买入、卖出、止损等交易指令，以达到最大化收益的目的，其应用范围涉及股票、期货、外汇等金融市场产品，而且随着计算机技术的发展和交易规模的扩大，算法交易已经成为了金融市场中非常重要的交易方式。算法交易的优势在于其高效、精准和快速的交易执行能力，可以快速反应市场变化，避免人为决策的主观性和情绪化的影响，有效降低交易成本和风险，提高交易效率和收益。

总之，算法交易技术的应用已经成为了量化私募领域的一大趋势，能够为投资者提供更为科学、高效、稳健的交易方案，并帮助其在市场中获取更多的投资回报。

D、极速柜台 /FPGA

传统的券商需要建设统一的集中交易柜台，但是由于不同的量化私募机构对交易速度有不同的要求，因此通常会采购不同的极速柜台来满足自己的需求。极速柜台的主要目的是为了保证交易速度更快，而随着量化交易行业对于速度的要求不断提高，市场上的极速柜台竞争也越来越激烈。

目前，我国的极速交易柜台产品众多，主要分为三类：一类是传统的系统厂商进行创新，例如恒生、金证和顶点等公司。二是券商自主研发的产品，例如中泰证券、华鑫证券等。三是新起的系统提供商，例如华锐、盛立、艾科朗克、宽睿等。

为了满足不断增长的交易需求，各大软件厂商也开始寻求新的低延迟交易系统解决方案。其中一些

解决方案基于 GPU、FPGA 硬件并行加速的技术，以进一步提高交易速度。目前，银河证券、华泰证券、国泰君安证券等多家券商已经开始在 FPGA 柜台上进行实盘交易，以满足量化私募机构的高速交易需求。值得一提的是，极速柜台的使用需要注意风险控制，因为在快速交易的同时，也需要保证交易的准确性和可靠性，避免出现因为速度而导致的交易失误。

（4）百亿量化私募

尽管 2022 年市场形势不尽如人意，但整体数据表明，私募基金行业仍在稳步发展。百亿级别的证券类私募管理人数量为 113 家，其中 28 家为量化私募，与 2021 年相同。此外，量化策略的多样性也在增加，使得行业更加活跃。据私募排排网数据显示，这 28 家量化私募在 2022 年的平均收益率为 -0.09%，而 2020 年和 2021 年分别为 34% 和 20%。虽然整体净值下跌，但其中有 14 家百亿级别的量化私募基金取得了正收益，正收益占比为 50%，表现相当出色。

此外，随着科技的不断发展，量化私募也在加大技术投入，包括软硬件方面的投入，以提高投研水平和风险管理能力。一些机构还在研发基于人工智能和大数据等技术的量化策略，从而提高交易效率和准确度，获得更高的收益。同时，由于机构间竞争的日益激烈，一些机构开始探索新的领域，如量化投资的社交化、加密货币、区块链等，以增加其业务范围和收益来源。

总的来说，随着越来越多的资金涌入量化私募领域，行业的竞争将进一步加剧。那些具备优秀投研能力、全面风险控制体系、多元化的量化策略和技术实力的机构，将能够在激烈的市场竞争中脱颖而出，成为行业的佼佼者。

最后，尽管量化私募在过去几年的表现相对优异，但仍然存在市场波动风险和技术风险等问题。因此，投资者在选择投资产品时需要进行充分的风险评估和研究。同时，监管部门也需要加强对量化私募的监管和规范，以保护投资者的合法权益，并促进市场的健康发展。

（四）学术界

1、量化交易对市场有效性影响的研究

在金融和经济学领域中，有很多研究探讨了量化交易对市场有效性的影响。以下是一些相关研究：

（1）量化交易策略与市场有效性

金融市场参与者和学术研究认为，量化交易指基于价格、交易量以及其他资产和市场特征等变量的量化分析的交易策略，已经在金融市场中变得较为普遍。Narang（2013）³⁹ 将量化交易实践中常用的策略分为三类：趋势跟踪（例如，在价格上涨后买入）；反向操作（例如，在价格下跌后买入）；混合形式：其中交易的方向随时间范围、过去价格变化的幅度、市场微观结构等而变化。

³⁹ 里什·纳兰（Rishi K. Narang），《打开量化投资的黑箱》。

量化交易表现的实证证据证明了散户投资者与机构投资者之间的显著差异，有证据表明散户投资者因追求趋势跟踪或逆向策略而蒙受损失。大量文献认为，趋势跟踪或反向交易能够带来超额收益源于投资者的行为偏差、不完全或有限理性、非标准偏好、制度摩擦（Barberis 等，1998 年⁴⁰；Daniel 等，1998 年⁴¹；Shleifer，2000 年⁴²）。相比之下，机构投资者（如对冲基金）则能系统性地从量化交易中获利。成熟的金融机构（Hendershott 等，2011 年⁴³）量化交易的空前增长带来了对上述量化交易的纯粹行为观点的挑战。

（2）高频交易与市场有效性

高频交易是量化交易中的一种形式，学术界对其对市场有效性的影响进行了广泛的研究。目前关于高频交易对市场的影响这一问题的研究重点主要集中在两个层面，一是高频交易是否通过增强市场有效性和稳定性提升了市场质量，二是高频交易是否确定性地因速度而获利、是否通过损害他人和市场而获利、是否造成了“技术军备竞赛”、是否损害了市场福利。

学者对高频交易与市场有效性与流动性之间的关系进行了检验。例如，Conrad 等（2015）⁴⁴ 基于美股市场及日本证券市场样本，发现高频交易的参与使得股价更加趋近随机游走，并且通过提升证券市场的流动性极大降低了交易费用；类似地，Jarnecic 和 Snape（2014）⁴⁵ 以英国伦敦证券交易所数据为样本进行了实证检验，提出高频交易的参与通过一系列限价指令报单（Limit Order）缓解了短期的流动性不平衡、不匹配，从而为市场提供了流动性。

然而相反的结论也同样存在，例如 Hendershott 与 Moulton（2011）⁴⁶ 将纽交所引入方便高频交易者的“混合市场”（Hybrid Market）作为冲击事件，发现高频交易尽管提升了价格发现的效率，但是加重了信息不对称和逆向选择，因此反而提升了买卖价差，亦即削弱了流动性。

总之，研究表明，高频交易能够提高市场效率（包括流动性等），但也可能对市场产生负面影响，例如造成市场波动加剧等。

2、学术界的量化科技研究

（1）量化交易与市场微观结构

金融市场微观结构理论是对金融市场上金融资产的交易机制及其价格形成过程和原因进行分析的理论。该理论产生于 1960 年代末，Demsetz 1968 年发表的论文《交易成本》奠定了其基础。从该领域

⁴⁰ Barberis, et al. A model of investor sentiment. *Journal Financial Economics*, 1998, 49: 307–343.

⁴¹ Daniel, et al., Investor psychology and security market under- and overreactions. *Journal of Finance*. 1998, 53: 1839–1885.

⁴² Shleifer, Andrei. *Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance*. Oxford University Press, Oxford, UK. 2000.

⁴³ Hendershott, et al. Does algorithmic trading improve liquidity? *Journal of Finance*. 2011, 66: 1–33.

⁴⁴ Conrad J, Wahal S, Xiang J. High-frequency quoting, trading, and the efficiency of prices[J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 116(2): 271–291.

⁴⁵ Jarnecic E, Snape M. The provision of liquidity by high frequency participants[J]. *Financial Review*, 2014, 49(2): 371–394.

⁴⁶ Hendershott T, Moulton P C. Automation, speed, and stock market quality: The NYSE's hybrid[J]. *Journal of Financial Markets*, 2011, 14(4): 568–604.

的权威著作美国康奈尔大学 Maureen O'Hara 教授的《Market Microstructure Theory》来看，市场微观结构理论研究的主要领域包括：1) 证券价格决定理论：主要包括交易费用模型和信息模型。分析证券市场价格决定中交易费用和信 息的影响；2) 交易者的交易策略研究：先验地将交易者分成两种类型（知情交易者和非知情交易者，根据是否有信息优势）或三种类型（将非知情交易者进一步分成相机性交易者和噪音交易者），从个体最优化的角度来分析不同交易者的交易策略选择；3) 价格序列的信息含量分析；4) 交易机制的分析与选择。

市场微观结构方面，国际学术界分析了关于量化交易对波动率、交易成本、流动性、价格发现等几个方面的影响。从已有研究结果看，量化高频交易对市场微观结构较为明确的影响包括：高频量化交易有助于降低市场波动性；可以显著降低买卖价差维度的交易成本；有助于提升市场流动性，但提供的流动性中包含了众多的虚假流动性；提高资产定价效率；高频量化交易相对低频交易长期具有超额收益，但超额收益呈逐渐下降趋势。

以较多研究的市场波动性为例，量化交易对波动性影响的研究已经得到了相对一致的结论。作为这一研究领域有代表性的综述，Jones（2013）⁴⁷总结了 30 篇既有文献并发现，主要的理论和实证研究均认为高频量化交易的引入并没有损害市场稳定性，并且至少降低了市场短期波动性。除此之外，Brogaard 等（2018）⁴⁸甚至发现，高频量化交易不仅在日常交易中降低了市场波动性，在 2008 年全球金融危机的市场动荡中也降低了短期波动，而总体来看证券市场的长期波动性并没有显著改变。在众多研究中，Hagströmer 等（2014）⁴⁹提出了一个较为新颖的逻辑，他们发现由于普通交易者往往需要面临等待成交和立即成交之间的权衡，因此面对股价波动时会比高频交易者的反应更加剧烈，从而高频交易有助于提升市场的稳定性。

（2）机器学习和人工智能在量化金融中的应用

机器学习和人工智能在量化金融中的应用已经成为研究的一个热点。近年来，许多学者通过机器学习模型结合股票市场特征、公司特征、交易特征等对股票收益率进行预测，大量的实证也表明机器学习在股票收益率预测中起到显著的作用。如 Phua 等（2003）⁵⁰进行了一项研究，通过构建神经网络模型，以高于 60% 的预测精度预测了五大股指的走势。

除了神经网络模型外，二分类的机器学习模型在金融市场中的预测能力也被大量学者证明，这些分类模型在对未来股价的上涨和下跌中的预测效果同样出色。与其他模型类似，这些模型也参考了股票的历史信息，以及上市公司的基本面情况，通过影响股价的变量和收益率进行模型的训练并预测股票未来

⁴⁷ Jones C. What do we know about high-frequency trading? Columbia Business School Research Paper No. 13-11, 2013. Columbia Business School, New York.

⁴⁸ Brogaard J, et al. High frequency trading and extreme price movements[J]. Journal of Financial Economics, 2018,128(2): 253-265.

⁴⁹ Hagströmer B, et al. How Aggressive Are High-Frequency Traders?[J]. Financial Review, 2014, 49(2): 395-419.

⁵⁰ Phua, et al. Forecasting Stock Index Increments Using Neural Networks with Trust Region Methods. IEEE, 2003,1:260-265.

的上涨和下跌，发现二分类模型对股价未来涨跌预测能力较强。如 Oztekin 等（2016）⁵¹ 证明支持向量机（SVM）即使在样本外性能上也具有显著的预测能力，通过 SVM 模型、MLP-based 神经网络模型和自适应神经模糊推理系统（简称 ANFIS）这三个模型预测能力的比较，发现 SVM 表现最好。

机器学习除了被用在股票的预测中，近年来也被运用到投资组合策略的研究中，如 Leippold 等（2021）⁵² 利用各种机器学习算法建立和分析了一套综合的收益预测因子，从而为中国股票市场资产定价经验领域增添了新的内容。他们发现散户投资者的主导地位对短期可预测性有积极影响，尤其是对小型股票。

以上研究表明，机器学习对股票收益率时间序列的预测有显著的效果。

（3）算法交易

算法交易将成为宏观经济新闻交易的关键，以最佳报价创造市场流动性和深度（Schlotus 等，2006）⁵³，并提高机构的交易效率。高频交易（HFT）/ 算法交易（AT）市场上结构奇特且权重较大的单边特征暗示了一种假设，即 HFT/AT 的优势来自交易执行速度。Easley 和 O’ Hara（2012）⁵⁴ 认为，速度并不是区分是否为高频交易的决定性特征，高频交易是一种新交易模式的自然演变，其特点是根据交易量时钟指标做出战略决策。

（4）量化交易的软硬件支持

业内一直在寻求搭建低延迟交易系统的解决方案，基于 GPU、FPGA 硬件并行加速的技术逐渐进入证券交易领域，成为量化科技领域新的趋势。低延迟是极速证券订单处理系统的核心技术目标之一（申冬东，2018）⁵⁵，在实现低延迟方面，目前主要存在如下方式：

使用具有高运算能力的专用硬件，如图形处理器（GPU）以及现场可编程门阵列（FPGA）⁵⁶ 等专用芯片（刘斌等，2015）⁵⁷。FPGA 用于加速的文献中有很多例子，包括金融交易系统、数据库以及网络协议。FPGA 已被用于高频交易（Brogaard,2010）⁵⁸，这些都经过优化以实现尽可能的低延迟，并用

⁵¹ Oztekin, et al. A Data Analytic Approach to Forecasting Daily Stock Returns in an Emerging Market. European Journal of Operational Research. 2016.263(3):697-710.

⁵² Leippold, et al. Machine Learning in the Chinese Stock Market. Journal of Financial Economics. 2022. 145(2):64-82.

⁵³ Scholtus, M., et al. Speed, algorithmic trading, and market quality around macroeconomic news announcements. Journal of Banking & Finance, 2014, 38, 89-105.

⁵⁴ Easley, David, de Prado, Marcos M. Lopez, & O’ Hara, Maureen. The volume clock: Insights into the High Frequency Paradigm, Journal of Portfolio Management, 2012,39:19-29.

⁵⁵ 申冬东，硕士论文，面向极速交易的证券订单处理系统的设计与实现 . 2018，上海交通大学。

⁵⁶ GPU 具有多个芯片核心和极强的运算能力，单个 GPU 可具有多达 500 个核。通过优化程序，即可方便地利用 GPU 实现大规模运算。而 FPGA 芯片省却了传统计算机中内存与 CPU 之间指令通信，直接实现算法与芯片之间联系，具有极好的运算和执行优势。

⁵⁷ 刘斌，刘重阳，吴信南，基于快速证券交易系统的网络架构分析与研究 [J], 交易技术前沿, 2015(17):42-45。

⁵⁸ Brogaard, J.A. High Frequency Trading and its Impact on Market Quality. In Proceedings of the 5th Annual Conference on Empirical Legal Studies, New Haven, CT, USA, 5-6 November 2010.

于分析解释市场数据。Leber 等 (2011)⁵⁹ 描述了高频交易的 FPGA 加速。Malazgirt 等 (2015)⁶⁰ 的研究描述了硬件加速器的设计, 以加速数据过滤、算法和数据库的逻辑操作。

网络方面, 使用万兆以太网, 使用低延迟路由器、低延迟交换机、低延迟网卡等网络设备, 网络拓扑设计扁平化, 简化网络配置 (朱宁等, 2015)⁶¹。物理部署方面, 使用托管模式, 将订单生成系统、订单执行系统部署到交易所的托管机房, 减少订单生成系统与订单执行系统、订单执行系统与交易所之间的物理距离。使用内存数据库代替传统物理数据库 (Byung, 2014)⁶², 减少物理数据库操作在网络传输与存储读写带来的处理延迟。使用 Linux 等轻量级操作系统, 甚至使用 RtLinux、Redhat MRG 等实时操作系统 (徐广斌, 2011)⁶³。

实践方面, 极速证券订单处理系统主要可应用于高频交易、算法交易、策略交易等 (Fabio 等, 2013⁶⁴) 使用程序实现的自动化交易中。例如, 兴业证券使用极速证券订单处理系统作为高速接入通道, 支持其策略交易平台, 兴业证券的策略交易平台包括 Apama 策略交易平台、大智慧 DTS 策略交易平台、MagicQuant 策略交易系统、万得宏汇套利交易系统等 (徐广斌, 2017)⁶⁵。

3、学术界与业界的合作

量化科技迅猛发展的背景下, 学术界与业界之间展开了密切的合作, 这些合作促进了技术成果转化。学术界与多家证券公司、基金、资管机构和监管部门开展应用合作, 推动相关技术和系统在金融市场风险评估与管理、量化基金投资与运营等方向的落地应用, 实现基于量化科技的金融创新。前者通常掌握最前沿的理论知识 and 新兴技术, 而后者拥有迫切的商业需求和实际的应用经验。学术界提供原始模型和核心算法, 业界提供应用场景和训练数据, 不断进行测试和反馈, 以加速模型和算法的迭代, 最终产生优化的模型和算法。

合作加速了技术成果应用。学术界和业界已经围绕证券市场量化分析和价值投资开展了大量的系统性研究, 包括围绕金融量化分析和投资重点研究企业 (上市公司) 量化评估模型、证券市场价值投资指数、研发金融服务创新平台和二级市场量化价值投资系统等, 服务于相关基金会、机构投资者、政府宏

⁵⁹ Leber, C.; Geib, B.; Litz, H. High Frequency Trading Acceleration Using FPGAs. In Proceedings of the 21st International Conference. on Field Programmable Logic and Applications, Chania, Greece, 5–7 September 2011; Available online: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6044837> (accessed on 4 February 2022).

⁶⁰ Malazgirt, G.A.; Sönmez, N.; Yurdakul, A. High Level Synthesis Based Hardware Accelerator Design for Processing SQL Queries. Available online: https://www.researchgate.net/publication/282503089_High_Level_Synthesis_Based_Hardware_Accelerator_Design_for_Processing_SQL_Queries (accessed on 4 February 2022).

⁶¹ 朱宁, 叶婧, 降低网络时延的探讨 [J], 交易技术前沿, 2015(18):40-47.

⁶² Byung Kun Park, Wone-Wung Jung, Joonhyouk Jang, Integrated Financial Trading System based on Distributed In-Memory Database, ACM, 2014.

⁶³ 徐广斌, 武剑锋, 白硕, 低延迟证券交易系统关键技术研究 [J], 计算机工程, 2011(37):28-30

⁶⁴ Fabio Daros Freitas, Christian Daros Freitas, Alberto Ferreira De Souza, System Architecture for On-line Optimization of Automated Trading Strategies, ACM, 2013.

⁶⁵ 徐广斌, 股市防“乌龙指”利器——市场波动调节机制之研究 [J], 交易技术前沿, 2017(26):73-84.

观经济分析及量化投资基金产品管理。

案例：深度学习技术启发金融市场订单执行新策略

以最大化长期收益为目标的投资行为往往涉及一系列针对资产组合的调整，订单执行是其中不可或缺的一个环节。以股票投资为例，若投资人想要进行股票持仓的调整，则需要通过执行一系列买单或卖单来买入或卖出一定数量的特定股票。订单执行的目标，是在规定时间窗口内完成对全部订单的交易，同时最大化收益或最小化成本。

2021 年，微软亚洲研究院与上海交通大学计算机科学与工程系合作，提出利用强化学习技术来优化金融市场交易中订单执行的问题⁶⁶。该工作提出一种通用的订单执行策略优化框架，引入了一种新颖的策略蒸馏方法，以弥合嘈杂但不完善的市场信息与最佳订单执行策略之间的差距。这种方法本质上是一种师生学习范式，在这种范式中，教师在获得完美信息的情况下，接受培训以制定最佳交易策略，而学生则通过模仿教师的最佳行为模式进行学习。在实际使用中，只有信息不完善的普通学生政策才会被利用，而不会出现教师或任何未来信息泄漏的情况。另外，由于基于深度学习的模型可以使用来自各种工具的所有数据进行学习，因此可以在很大程度上缓解模型过拟合的问题。

该工作基于微软亚洲研究院的 AI 量化投资平台 Qlib 完成测试，并构建了能更好地支持算法交易场景下强化学习研究的组件，为研究课题的快速迭代打下了基础。具体训练和评估数据使用了中国 A 股市场股票的历史交易数据，包含分钟级价格 - 成交量市场信息，涵盖了 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 6 月 30 日每个工具每个交易日的订单量。由于专注于每日内订单执行，同时该方法可以很容易地适应更高频的交易场景。相关代码目前已通过样例的形式在 Qlib 中开源，旨在助力算法交易场景下各类问题的研究。

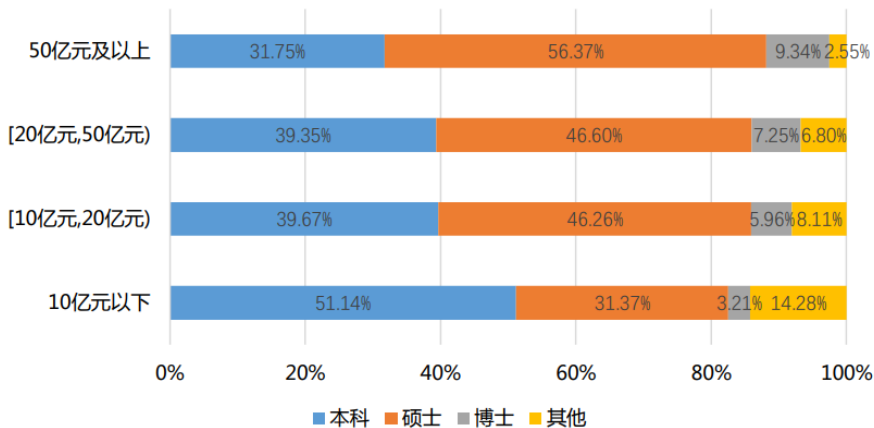
（五）人才培养

1、量化科技人才画像

量化科技是涉及计算机编程、数理统计、经济金融等多方面知识的复合学科。《2022 年度中国量化投资白皮书》显示，当前量化从业者的学科背景复合，以金融工程、计算机、经济学 / 金融学为行业贡献人才最多，占比接近 75%，其次为数学、统计、物理等传统学科，另外一些学科如神经科学、电气工程、电子科学与技术、机器人等专业也有少量分布。此外，问卷显示的量化投资投研人员的学历以本硕居多，本硕博占比分别为 30.92%、58.43%、8.63%，硕博比例超过 6 成，与中国证券投资基金业协会在《2021 年私募基金统计分析报告》中披露的私募证券投资基金管理人高管最高学历分布相当（见图 5.6）。

⁶⁶ 论文标题为“Universal Trading for Order Execution with Oracle Policy Distillation”，论文链接：<https://arxiv.org/abs/2103.10860v1>，代码链接：<https://seqml.github.io/opd/>。

图 5.6：不同规模私募证券投资基金管理人高管人员学历分布



数据来源：中国证券投资基金业协会

从专业落地到具体的知识结构与技能，量化人才需要具备多层次的专业知识与技能。从硬性技能来看，量化人才需要以下几个方面：第一，数学和统计学基础：量化交易需要运用大量的数学和统计学知识进行数据分析和建模，因此量化交易人才需要在数学和统计学方面具备深厚基础；第二，编程和数据处理能力：对于量化人员而言，掌握至少一门编程语言（如 Python、Java 等）以及数据处理工具（如 SQL、Pandas 等）十分重要，可以帮助他们有效地处理海量的市场数据，随着技术的不断发展，甚至需要对人工智能、区块链等技术也需要有不同程度的涉足与了解；第三，财务和经济学知识：量化交易人才需要了解财务和经济学知识，才能够理解与分析影响股票价格、利率和货币政策的宏观经济事件；第四，完备的金融学及风险管理知识：量化人员需要能够设计和优化各种交易策略，如基于技术分析、基本面分析、事件驱动等，拥有良好的风险管理和资金管理能力，能够根据市场风险和自身的风险承受能力，进行合理的头寸控制、止损设置等操作。此外，对于金融从业人员来说，包括领导力、语言能力、沟通能力、学习能力、创新能力、抗压能力等软性技能也同样十分重要。

量化科技人才的培养路径包括几个不同的方面。第一，常规教育：量化交易人才需要具备较高的数学、统计学、计算机以及财务和经济学等方面的基础知识，因此可以选择具备相关教育背景的学生进行培养。第二，实习与企业培训：在校学生可以通过参加相关公司的实习近距离地接触量化交易市场，量化公司也可以提供内部及外部培训、讲座和研讨会等机会，帮助量化交易人才提高技能和成长。第三，自学与交流实践：通过 AQF、CQF 等专业证书课程的学习，量化比赛的参加，或线下业内交流等方式，不断更新自己的知识储备与技能，并在此基础上进行创新，来探索更优秀的量化方法和策略。

2、高校人才培养

量化科技人才需要具有扎实的经济学和金融学理论基础，具有数学和统计学的思维，能熟练运用计

第五章 量化科技生态体系

算机编程语言进行模型构建和数据分析。国内很多高校已经意识到量化科技人才培养的紧迫性和重要性，部分高校已开设相关课程，除了必修的经济学、金融学、投资学等课程外，还加入统计学、应用数学以及计算机编程等课程，目前多包含在金融专业量化分支方向的课程设置中，此外还有数学专业、计算机专业下的人工智能、机器学习等方向。如上海交通大学－新加坡国立大学合作举办数量金融硕士学位项目，项目包括《金融衍生工具的数学模型》、《金融模型与计算》、《金融时间序列》等必修课程，及《数量金融》、《投资组合》、《数据分析和金融领域机器学习》、《高级金融计算和编程方法》等选修课程。对外经济贸易大学金融学院下设置量化投资方向的金融专硕，除投资学、高级公司金融传统的金融学课程外，还包括计算机软件与编程、量化投资策略和量化方法与模型三个子模块的课程。香港科技大学拥有专门的量化金融学项目，课程由不同学院共同协办，涵盖包括衍生证券、量化交易、风险管理、投资分析和投资组合管理等课程。该项目还可以选择人工智能等方向作为延伸主修方向。此外，还有国内高校与国际院校联合培养的双学位项目，如北京大学管理学及新加坡国立大学金融工程学双硕士项目等，通过与国际高校的合作满足对相关经济金融方面人才的需求。

大部分高校即使没有专门的量化项目，也会设置相关课程供学生学习，如美国麻省理工学院（MIT）有金融工程课程，涵盖了期权、期货、外汇、债券等多个市场的量化交易策略，以及交易模型、金融工具等方面，此外，学生可以选修其他系如计算机系下的相关课程，包括但不限于机器学习介绍等。上海交通大学上海高级金融学院在金融硕士项目下设置了金融科技培养方向，该方向在金融课程的基础上增加了统计与机器学习、计算机应用与技能等课程，其专业必修课包括了《机器学习 (I): 方法及应用》、《机器学习: 基础知识和基本原理》、《C++ 编程和金融科技》，以及选修课《机器学习 (II): 方法及应用》、《机器学习在投资中的应用》、《量化投资实践》、《Python 及其在金融中的应用》等相关领域的课程。

此外，部分高校也有专业的量化实验室，或举办不同形式的培训和比赛以培养量化人才。包括清华大学、浙江大学、上海财经大学在内的一些高校建立了专业的量化金融实验室，整合学校已有的有关量化投资的教学软件、数据库以及金融服务器等资源，提供更为专业的量化研究及实训系统。以由浙商证券、浙江大学、新华三和恒生电子四方共同筹建的“量化金融科技实验室”为例，实验室致力于把前沿学术成果与金融市场实务相结合，探索先进理论在中国金融市场的应用之路，同时培养理论结合实践的金融科技人才，并孵化具有前景的研究成果。再例如四川大学有专门的量化交易实验室，可以通过互联网获取金融市场数据和金融科研数据，建立完整的金融信息数据库，实现完成投研、交易、风险控制及估值等业务的教学需求和实践需求。比赛方面，如清华大学举办的“清华华量杯”量化投资大赛；牛津大学、清华大学、上海交通大学、浙江大学、中国人民大学等多所高校签订战略合作协议的 FDT 金融创新工场，帮助年轻人在大学时代获得在全球金融市场量化实践的机会，都对培养量化人才有很好的促进作用。

此外，还有企业为高校学生提供实践交易学习平台，以帮助培养量化人才。如盈透证券邀请大学教授、高中教师以及他们的学生参加 IB 学生交易实验室，提供交易平台给学生在一个模拟账户中使用实时市场数据交易外汇和美国股票、期权和债券，学生在学年期间可以使用 IB 的模拟账户应用到金融技术或投资策略的作业和任务，让学术在一个安全的环境中应用交易策略的同时帮助学生如何提高风

险管理技能，并获得对美国金融科技以及外汇交易的深刻理解。

3、企业培训

企业开展量化科技方面的培训，由于自身背景和具体需求的差异，存在不同的侧重点。例如，金融行业更关注量化交易和风险管理的内容，科技企业更聚焦基于自然语言处理的应用等。组织和搭建有效的量化科技培训项目，需要首先挖掘了解公司的培训需求。一是服务公司发展战略，注意倾听企业高层对于量化科技的应用定位，分析其对培训的期望，制定培训计划时倾听其对企业培训工作的原则性要求或其他具体要求。二是基于员工能力与目标绩效差距开展培训。如果员工本身经验不足，或工具技能的掌握跟不上时代需求，无法完成预定任务，则需要开展针对性的技能培训。三是基于量化岗位职责需求开展培训。例如是资产的卖方还是买方，是聚焦系统开发还是风险控制，视不同岗位的需要提供不同层次的技能和经验培训。

还有 AQF、CQF 等含金量较高的量化金融领域的专业水平证书，可以给对相关职员提供良好的学习与技能认证平台。量化金融分析师（简称 AQF[®]，Analyst of Quantitative Finance）由量化金融标准委员会（Standard Committee of Quantitative Finance, SCQF）主考并颁证，在借鉴国外发达国家的量化金融分析师执业标准的基础上，结合我国现代金融领域的实践发展和实际情况，并通过研究分析相应实战岗位的专业要求和工作内容，以培养量化金融分析师专业人员为目标，通过专业理论知识与实战能力的训练，培养具备量化分析能力的专业金融从业人员。AQF 证书知识体系分为四大模块，分别为：量化投资策略理论（20%）、Python 语言的编程基础（30%）、Python 量化交易策略实现与回测（40%）、量化实盘交易（10%）。此外，获取 AQF 证书的会员可参加由中国市场学会金融服务工作委员会及其下设部门定期举办的各类以量化投资、量化分析等为主题的活动，例如论坛、沙龙；可获得其发行的优选论文期刊、报道资讯等后续教育学习材料。而国际量化金融分析师 CQF（Certificate in Quantitative Finance），是由牛津大学博士、英国皇家科学院研究学者、对冲基金创始人 Paul Wilmott 等组成的国际知名的数量金融专家团队设计推出的国际数量金融工程认证。

案例一：指数和量化投资发展趋势研讨及投资实践专题培训

2019 年由中国保险资产管理业协会主办、华安基金管理有限公司协办的指数和量化投资发展趋势研讨及投资实践专题培训在上海举行。本次培训面向保险、银行、券商、基金等指数及量化投资业务分管领导及部门负责人，主要目标是帮助行业了解国内外指数及量化投资发展的最新趋势，有效防范风险，提升资产配置能力，交流指数及量化产品设计及投资策略，推动行业在指数和量化投资领域的发展。

培训课程的主要内容包括：当前国内指数产品投资、交易情况及发展趋势；中国指数投资发展历史及现状（指数发展新生态、指数构建及保险指数投资需求）；指数、ETF 在大类资产配置策略中的应用；保险资金利用指数基金构建 FOF 产品的尝试；中国量化投资的发展历程，未来趋势及挑战；保险资金量化投资解析及配置策略；量化投资模型设计及风险控制实务；境外量化投资的风险控制逻辑（市场分散、多元化产品类别及流动性）等。

第五章 量化科技生态体系

培训既涉及国内外前沿趋势分析、市场动态发展，也包括了资金投资实践经验分享和跨业交流，有助于增进机构投资者对于指数 ETF 产品、指数增强类产品、smart beta、ESG 及新型行业主题指数的深入理解，同时熟悉量化投资中多因子策略的深入挖掘、机器学习及人工智能的运用与发展，加速改变量化与主动投资的竞争格局，为资产配置带来更加多元的发展空间。

案例二：AI 量化投资训练营

BigQuant（宽邦科技）每年举办一次线上 / 线下培训课，目前已经举办到第四期。AI 量化投资训练营提供了一套体系化的学习之路，课程难度从认识量化原理、了解量化关键结构到如何利用机器学习 / 深度学习等开发出量化策略，逐级递增，今年课程中新增了 DeepAlpha、高频因子、T0 策略、transformer 和图神经网络等知识点。学员能够掌握从理解到复现到创新的量化学习关键过程，并学习如何在 AI 量化平台上构建 AI 量化策略。

06

量化科技发展痛点 及挑战

- (一) 制度体系层面
- (二) 机构层面
- (三) 生态层面

六 量化科技发展痛点及挑战

本章摘要：

量化科技发展涉及的市场主体较广，包括监管机构、交易所、证券期货经营机构、软硬件和数据厂商等量化科技服务机构、私募投资基金与程序化交易投资者等，当前量化的生态是由不同参与者和各自所关注的量化科技要素交织而成的一个复杂网络，由于不同机构所处的位置和角色各不相同，所面临的痛点和挑战也各有侧重。本章节通过了解当下国内外量化交易与资本市场运行环境，基于课题组面向交易所、金融机构、开发商及服务商等发放的调研问卷，讨论并分析国内量化科技发展过程当中制度体系层面、机构层面和生态层面分别遇到的痛点及未来可能面临的挑战。

（一）制度体系层面

1、量化交易监管框架仍需完善

随着资本市场的日趋成熟和量化科技的快速发展，国内的量化交易已经成为二级市场交易的重要组成部分，量化交易、高频策略等越来越受到监管机构的关注，行业监管机构和自律组织在现有的监管框架下也陆续增加了对量化交易的监管制度和措施，但仍存在需要进一步明确和改进的空间，表现在以下几个方面：

（1）监管框架体系建设有待深化

通过研究目前国内的量化相关法律法规和监管规范指引，可以看出目前我国量化科技的监管规范逐年出新和完善，虽然暂时较为分散，但类似《证券期货市场程序化交易管理办法》、《证券公司交易信息系统外部接入管理暂行规定》等重要的监管规定有望在不久的将来正式落地，对量化交易长期规范的发展提供有力支撑。

（2）监管规范条文有待细化

现行监管条文对程序化交易的定义、准入、报备管理等方面已进行了说明和约束，但量化交易策略算法多处于黑盒或者灰盒状态，具有一定的隐蔽性，有必要对程序化交易进一步细化和辨析，如增加频率、策略、算法等方面的相关分类和说明，包括在代码及策略算法层面的数据使用上加强监管，以推动量化科技行业健康持续发展。

现行监管条文在可转换公司债券和股票期权等典型业务上设定了的程序化交易程序备案要求，在近些年的实践中已积累了不少经验，不妨以此为参照，逐步在其他的证券交易业务品种上落地，增加量化交易监管的广度。

2、行业技术标准建设有待加强

技术标准化是量化科技的重要组成部分，也是保证交易系统正常运转和市场公正透明的前提之一。在国外，欧美金融机构基本都统一使用 FIX 协议（金融信息交换协议）作为系统间交换数据的标准，国内期货行业的 CTP 协议也几乎已成行业标准。所有的期货交易所、期货公司都支持 CTP 接入。在国内，中国证监会在 2005 发布了《证券交易数据交换协议》（英文简称 STEP）之后，又分别于 2014 年、2020 年进行了修订，STEP 协议被广泛的应用于证券交易所系统与市场参与者系统之间。但是目前量化科技的生态里，证券公司以及服务机构所提供的极速交易接口大多数参考期货行业 CTP 接口风格，开发了各自的私有协议，在量化科技快速发展的今天，互相不兼容的私有协议提高了行业准入的门槛和技术复杂度，因此有必要推进量化科技的行业标准建设。

目前量化科技领域的团体标准、行业标准比较缺乏，将不利于量化数据质量与交换效率的提升，以及量化交易系统与平台软件质量的保证，将影响量化科技的长期发展。调研结果⁶⁷显示，有 60% 的量化交易投资者对当前量化策略使用的市场金融数据质量感到不满；40% 的金融机构认为当前数据清洗加工困难；同时有 60% 的量化科技服务机构希望能够建立行业的统一数据标准，应该充分结合金标委、证标委、行业协会组织、行业信创组织、技术服务机构、学术界等力量，共同努力推动量化科技相关标准建设，为量化科技长期发展铺平道路。

（二）机构层面

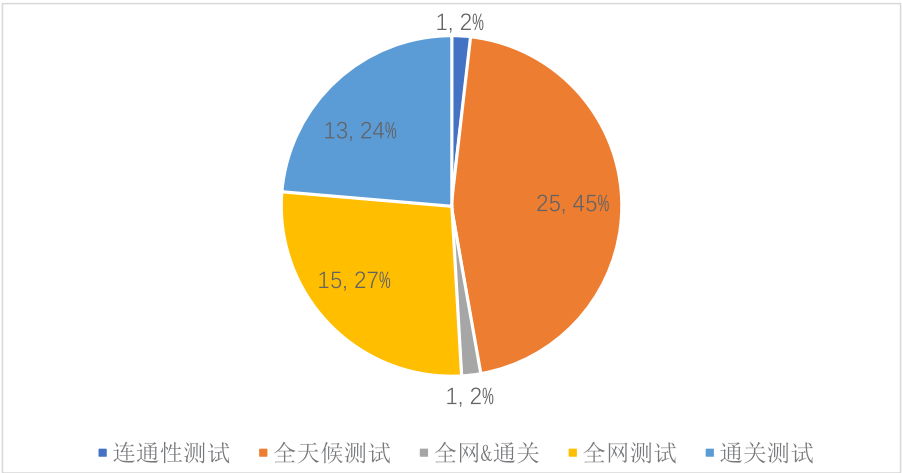
1、技术与业务创新迭代频繁

近年来，随着资本市场深化改革的持续推进，业务革新大潮带来的新业务新品种增加，交易结算平台和规则的优化保持了高速发展的趋势。据沪深交易所调研后的不完全统计⁶⁸，2022 年沪深交易所一共组织全行业会员测试 116 次，其中上海证券交易所 55 次，深圳交易所 61 次，业务涉及了 ETF、期权、可转债等核心业务品种的规则变化（见图 6.1，图 6.2）。

⁶⁷ 课题组面向交易所、量化机构、开发商及服务商等发放调研问卷后反馈统计。本章以下提到的调研问卷来源相同。

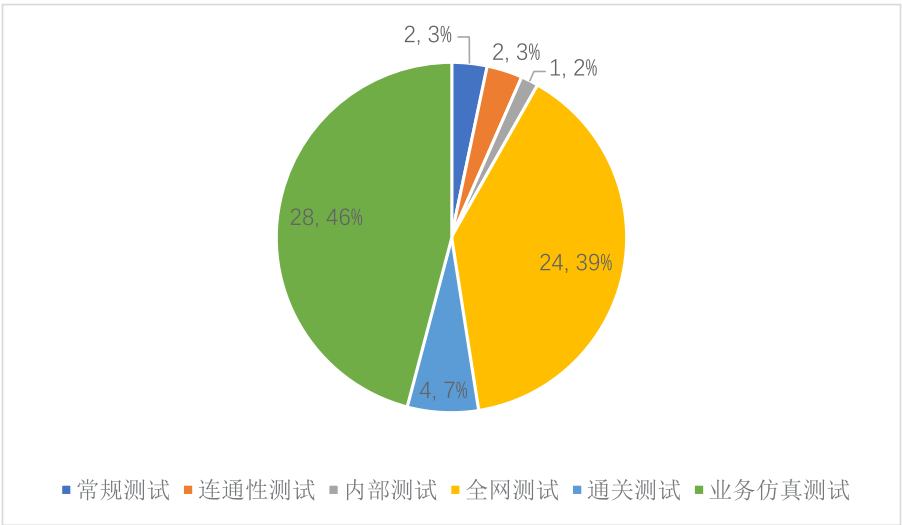
⁶⁸ 根据交易所向会员单位发放内部数据整理。

图 6.1：上海证券交易所 2022 年测试情况分布



数据来源：课题组整理

图 6.2：深圳证券交易所 2022 年测试情况分布



数据来源：课题组整理

面对高频率的创新迭代，量化系统和软件开发商、证券期货经营机构和量化交易投资者一面要全力确保软件质量和系统运行稳定，另一方面要快速适应新交易规则和市场环境变化。同时，量化交易相关的前沿技术也在飞快发展，一是前沿技术如机器学习、人工智能、大数据分析等技术也开始应用于量化交易；二是高端基础设施技术的引入，加快了新技术的创新进程，如 FPGA、GPU、低延时交换技术等；

三是市场参与方的技术架构发生巨大变化，如上海证券交易所的流式交易网关全面替换旧网关；四是国产化替代的进程加速。以上技术和业务创新迭代，都对现有的量化科技参与主体的科技管理水平，以及资金人力的投入，提出了巨大挑战。

2、数据治理体系仍需优化

数据治理是数字化转型的必修课，对于量化科技发展而言，数据治理同样至关重要。量化投资需要不断地从海量的数据中挖掘有效的信息，构建优化的模型，提高投资收益。当前证券市场量化交易所需数据，仍然存在较为分散和质量不高等问题，证券期货经营机构的数据治理工作也处于起步和探索阶段，这对量化策略的因子研究、人工智能投资模型训练有效性等构成一定的障碍，一定程度上限制了量化科技的创新和发展。市场主体尤其是券商需要建立一套完善的数据治理框架，实现数据标准化、主题划分、血缘追踪、目录管理、质量监控、安全保障和共享服务等功能，整合平台建设，构建覆盖行情数据、资讯数据、公司公告、宏观经济数据、新闻报道、另类因子数据在内的综合性数据服务体系，以提升量化投资相关数据的价值和效率，支撑投资科技的进步。

(1) 作为量化交易分析的基石，数据反映了金融投资行为和市场的信息。目前国内外能提供数据服务的厂商数量多，且供货能力不一，而量化交易中使用的数据种类一般取决于策略设计，随着策略的深度和广度的增加，很难有一家数据服务厂商能覆盖所有量化投资者的数据需求，量化投资者或机构需要同时对接多个 API，有的数据服务供应商甚至不提供 API，只提供文本格式的数据。尤其是随着另类数据在国内兴起，逐渐被量化交易投资机构所应用，其引入了大量非结构化数据，加大了数据清洗难度，在使用和验证上都相对比较困难，对量化交易相关系统的数据抓取和处理提出了更高的要求。

(2) 随着中国金融市场不断发展，中国作为一个人口大国、互联网大国天然能累积更大的数据量。《2021 年中国量化投资白皮书》中提到：“据贝莱德建信统计，截至 2020 年 12 月 31 日，在中国每月可产生 5000 份公司披露信息，10000 份卖方报告，10 万条股票相关新闻资讯，400 万篇由个人投资者发布的网络信息”。以沪深交易所 Level-2 行情为例，每个交易日产生的增量数据约 50GB，A 股每年约有 250 个交易日，意味着每年产生的增量数据约为 12.5TB，加上备份数据、衍生数据以及复杂数据指标的计算，则会产生倍数据级的增长，这些数据大量的应用于投资、投研等方方面面，对这些数据的存储、传输和计算是一项巨大的挑战。

数据治理体系不够完备可能会使数据在采集、存储、计算和使用过程中存在极大的风险。量化科技的底座是数据，当前量化交易当中体现出来的数据源头多、质量差等一系列问题，需要通过进一步完善数字治理体系来解决。

3、量化科技投入竞争加剧

量化私募管理人之间的竞争愈发激烈，私募管理人纷纷招兵买马，提高自身的技术和团队能力。例如，中国证券网的报道《提升技术与团队能力 量化私募开启“军备竞赛”》中提到，鸣石投资在基础设施方面投入千万元级资金进行自有硬件的投资，并且在算力方面的开销也呈几何级增长，产生了自建

第六章 量化科技发展痛点及挑战

超级计算机的想法，同时还通过 7 家猎头公司帮助鸣石投资挖掘海内外顶尖人才补充核心团队成员。

目前中国证券公司不仅有不少中小型券商以量化科技支持服务为竞争特色，行业排名靠前的证券公司也均加入量化科技竞争战场，各家公司在投入和技术指标上的竞争日趋激烈。据雪球社区公开数据显示，各家交易系统在穿透延时的速度表现上进行激烈的比拼（见表 6.1）。目前量化科技行业并没有形成统一的延时测试基准，各家穿透延时数据不一定具有严格意义上可比性，但很明显低延时的竞争态势不断加剧，已经深入到亚微秒级甚至纳秒级。

表 6.1：证券公司交易系统穿透延时速度

产品名称	所属公司	速度表现	上线券商
宽睿 OES 交易系统	宽睿科技	2 ~ 3us	湘财证券、方正证券、信达证券、申万证券等十余家券商
中泰 XTP 交易系统	中泰证券	35us 左右	中泰证券
华鑫奇点	华鑫证券	<25us	华鑫证券
XELE-TRADE	艾科朗克	2.6us	湘财证券等
华锐交易系统	华锐金融技术	<3us	国泰君安，湘财证券、东方证券等
恒生 LDP	恒生电子	2 ~ 3us	国泰君安证券、广发证券、华泰证券等

资料来源：雪球社区，课题组整理

在证券公司方面，系统以外购为主，自研和共研为辅，系统频繁迭代需要大大增加资金投入和人力成本。量化科技服务机构也在持续加大在量化交易前沿科技方面的研发投入。作为量化技术与数据的底层提供者，量化科技服务机构更为关注技术的先进性与服务解决方案创新性。调研结果显示，参与调研的所有服务机构都成立了专门服务量化科技的团队，25% 的服务机构以月为单位迭代自己的量化科技产品或服务，50% 的服务机构会以季度为频率迭代自己的量化科技产品或服务，25% 的服务机构会以年为频率迭代自己的量化科技产品或服务。随着中国量化交易市场的扩大，吸引了不少新的服务机构持续加入竞争行列，而已有的服务机构也在持续加大了在量化交易前沿科技方面的研发投入，争取为客户提供更有竞争力的产品和服务。

4、量化风控体系有待升级

量化交易相关的系统整体规模不断增加，相互叠加和调用，业务链路和逻辑也越来越复杂，包括了投研平台、算法平台、策略回测平台、极速行情系统、极速交易系统以及配套的交易所应用系统，一旦迭代变更，需要多方参与并投入大量的人力和精力进行业务测试和验证，再加上证券行业业务需要多方参与，直接导致难以构建与真实交易环境完全相同的仿真环境，而大部分量化交易软件的研发力量尚不足以完全对齐普通客户的交易系统，无形之中增加了系统安全风险、系统操作风险和系统运维风险。据监管通报显示，行业信息系统风险事件时有发生：2022 年 3 月和 5 月某证券公司曾出现两次信息系统

安全事件，监管信息披露显示存在系统设计与升级变更未经充分论证和测试，升级回退方案不完备等问题。2023年3月，连续出现2家证券公司交易软件异常，其中一家一天内多次发生“宕机”引发市场关注。

《证券公司投资者保护状况评价报告（2022）》显示，2021年度，因交易系统稳定性被投诉的证券公司有79家，累计被投诉944次。2020年6月，中国证券投资者保护基金公司发布监控预警案例通报，通报了3起因极速交易系统缺陷导致的客户资金透支问题。3家证券公司的极速交易系统存在缺陷，对客户资金管控出现问题，共导致38名客户合计出现13.32亿元大额透支。

在量化交易投资者层面，据调研数据显示，约55%的参与者重点关注投资策略，40%的量化交易投资机构会以月为单位更新他们的投资策略，而投资策略和技术、监管规则、市场环境息息相关，技术与业务创新迭代频繁会导致投资策略存在失效的风险，“倒逼”投资者不得不持续更新投资策略以保证策略有效性。另外，由于量化投资者很少参与行业组织的全市场业务测试，可能因为业务或技术迭代，导致其实盘交易出现策略错误或风控失效，而程序化交易使得订单更小、数量更多，加重了系统的冲击负载，系统的资源瓶颈、软件缺陷可能会在瞬间成为引爆点，不仅造成了自身资金损失，出现较大资金的回撤，还可能造成市场行情大幅波动，最为国内投资者熟悉的案例为2013年的“816乌龙指事件”。

（三）生态层面

1、量化科技人才紧缺

近几年，中国的量化基金规模突破了一万亿人民币。新技术应用和精细化策略的引入，不仅推升了量化交易的收益水平，也吸引了大量资本持续涌入量化交易领域，量化科技人才的需求也随之越来越大，市场人才争夺进入“白热化”阶段。目前有大量的机构在招聘量化交易科技人才，其中包括金融机构、科技公司以及投资公司等。量化交易科技的招聘需求呈现增长趋势，岗位包括量化研究员、量化交易员、算法工程师等，人才缺口越来越大。大多数机构对于量化交易科技人才的学历要求是硕士及以上，国内985/211、国际QS100硕士是基本门槛，一些顶尖的机构甚至需要应聘者具备国际留学经历或者在国际知名金融机构有过工作经验。

2、尖端技术部分受限

美国出口管制政策已经成为对外制裁手段，在技术封锁和出口管制中，中国市场量化科技所需要的部分高端技术也受到相应影响。为支撑量化交易所需的算力和低延时交易加速，量化交易因子筛选、计算或策略高速执行往往依赖高性能服务器、FPGA/GPU等专用计算芯片，以及低延时网卡的高端技术。调研数据显示，有60%的量化科技机构反馈使用了来自美国的开源技术，约45%的量化科技机构反馈量化交易相关的系统使用了美国的基础硬件，量化科技领域的高端技术由国外产品垄断的比例较高，国内能够平行替代的产品偏少，短时间内通过自主创新实现突破的难度较大。

3、跨机构协作较困难

交易所的异常交易监控通常以一码通为单位，为有效进行前端控制和客户风险提示，证券公司可能

第六章 量化科技发展痛点及挑战

需要与其他机构进行协作。然而，由于各机构的信息系统存在差异，协调难度较大，特别是当不同机构的数据并非完全兼容时，需要进行数据转换和整合。

4、量化科技不够普及

受技术与投入影响，当前量化科技的运用主要集中在量化私募、头部券商等机构之中，行业间的发展还不够均衡，能够惠及的客户群体较小。当前量化科技的运用成本还较高，能够使用量化科技用于投资决策的散户数量较少，技术的运用还不够普及。

07

量化科技发展建议

- (一) 制度体系层面
- (二) 机构层面
- (三) 生态层面

七 量化科技发展建议

本章摘要：

2022年1月，中国人民银行印发《金融科技发展规划（2022-2025年）》，提出新时期金融科技发展指导意见，明确了金融数字化转型的总体思路、发展目标、重点任务和实施保障，为量化科技发展提供了政策方面的指引和保障。从我国量化科技的发展来看，尤其与作为发达国家的美国相比，我国仍处在发展的初级阶段。本章主要建议在制度体系、机构发展、生态建设等多层面发展与提高量化科技，以进一步拓展其在专业投资、资产管理、投顾业务等方面的应用场景。

（一）制度体系层面

中国量化交易发展快速，随之而来的风险也变得多样复杂，监管机构对量化交易的关注度也越来越高。在参考国际经验的基础上，在未来可能会进一步规范对量化交易策略和量化私募的监管，在有效控制风险的前提下，提高市场稳定性与有效性、保障交易公平性。同时，监管机构和交易场所之间，可以进一步开展信息共享与跨领域合作，以建立统一的信息共享平台，规范量化交易的市场秩序，降低其风险。

1、完善监管框架与行业标准

（1）法律依据与规则体系的建立

量化交易现行相关规范暂未对量化交易在法律法规层面进行明确定义，建议进一步完善法律依据与规则体系，明确量化交易的范围、设立量化交易的准入机制⁶⁹、完善量化交易的报告制度和量化交易算法的报备制度，以及通过市场调查与理论研究，推出有关量化交易监管的法规，充分运用人工智能、大数据等现代科技手段对量化交易进行监管。

（2）加强保障系统的安全性机制

当前，我国的期货交易所已经实现程序化交易的报备机制，证券交易所也出台了期权和可转债的程序化交易报备制度，这代表我国的量化交易监管已经深化到一定程度，但是程序化交易本质还是算法，可以加强对算法的审核备案机制，或可提前分析出算法可能存在的漏洞，以及可能给市场带来的风险，并提前加以防范。或可参考美国为了保障系统的安全性出台的相关事前事中事后管理机制⁷⁰，保护系统和市场免受量化交易程序错误带来的风险。

⁶⁹如参考英国的FCA批准从业资格准入制度，通过牌照制进行监管。

⁷⁰如参考美国CFTC发布的《自动化交易环境风险控制和系统维护概念公告》，防止错误交易对市场造成不必要的影响和损失。

(3) 量化交易信息共享平台

监管机构、核心机构与经营机构之间应进一步加强信息共享，提高量化交易和量化科技监管的效率。针对我国实行的分业监管模式，建议加强各个监管机构之间的联动数据平台建设，当量化交易涉及到跨市场、跨产品甚至跨越国界的操作时，可以及时发现并进行管控。

2、从业务本质出发进行监管

随着量化科技应用场景的丰富和拓展，就量化科技应用场景部分业务功能易触及持牌业务边界的问题，监管部门应从业务本质出发，要求各机构恪守技术及金融服务边界，不得以互联网、软件、算法、模型等名义变相开展相关业务，注意人工智能算法模型缺陷及同质化等问题对金融市场稳定运行造成的潜在干扰。坚持金融业务与非金融业务严格隔离，厘清科技服务与金融业务边界，防范借科技名义违法违规从事金融业务，规避科技发展带来的风险及隐患，将是量化科技发展过程中须始终坚持的重要原则。

量化科技的发展在提高市场流动性及价格发现效率的同时，在极端市场行情下也有加大市场波动、影响市场公平性、增加技术系统压力等潜在负面影响。对于量化科技应用的监管应重点关注效率、公平、风险防控的动态平衡，在确保市场运行平稳、风险可控的前提下，促进资源配置效率的提升和创新技术的应用与发展。在与现有法规体系做好衔接的同时，应根据量化科技发展及市场实践情况不断迭代监管方式与思路，加强相关部门在量化科技监管方面的协同联动，持续优化监管机制，形成循序渐进的动态闭环。

(二) 机构层面

1、加强前沿科技的研发与应用

2023年1月，中国证券业协会向行业下发《证券公司网络和信息安全三年提升计划（2023-2025）》征求意见稿，鼓励有条件的券商未来三年信息科技平均投入金额不少于平均净利润的8%或平均营业收入的6%，有条件的券商积极推进新一代核心系统的建设，开展核心系统技术架构的转型升级工作。随着市场对于交易、投资、理财需求的强化，行业内外部竞争加剧，金融行业数字化转型的持续推进，预期行业信息技术投入及人员规模中期将继续保持增长态势，量化科技作为金融机构数字化转型、构建差异化核心竞争力的重要抓手，将持续受到金融机构的重点关注。

金融机构须加强前沿量化科技的研发与应用，加大研发投入，基于前沿量化科技的研发及应用赋能金融机构各类产品与解决方案的推出、迭代和升级，深度提升自主创新能力，实现数据资源有效整合和深度利用，持续提升金融服务实体经济的质效。

2、赋能多层次多类型业务场景

在机构业务领域，量化科技的发展一方面完善了涵盖行情、极速交易、算法交易、PB服务及专业化定制等在内的一揽子机构经纪服务，另一方面，在经纪业务整体陷入同质化竞争的背景下，催生了新的定制化、综合化服务点及盈利增长点，为机构业务各细分场景下的提质增效发挥了重要的作用。在财

第七章 量化科技发展建议

财富管理领域，量化科技则充分赋能市场及行业投研、金融产品的筛选、海量客户的画像、个性化的资产配置等各类场景，助力金融机构“以客户为中心”，围绕客户动态的、全生命周期的金融需求，基于数字化能力完善财富管理客户服务生态圈，提供多元综合服务。此外，量化科技在自营、资管、风控等多类场景也都有广泛且日趋深入的应用，赋能金融机构对内治理能力及对外客户服务能力的提升。

3、持续推进综合风控体系优化

此前的种种案例表明，证券公司要高度重视极速交易系统缺陷可能引发的业务风险和技术风险，加强业务审核和对技术系统功能的优化，构筑综合立体的风控体系。

如客户准入审核方面，关于证券公司客户开通极速交易系统权限的准入条件，监管机构都有监管规定进行明确要求，如《证券期货投资者适当性管理办法》、《机构监管情况通报（2017年第7期）》等，证券公司则需要以监管规定为准则制定适合公司的极速交易系统内规并严格执行，加强对客户开通极速交易系统的准入条件管理，如客户司外资产的真实性检查，根据客户的条件动态定期进行客户资质审核，调整极速交易系统权限，确保客户信息符合监管要求。

如技术风险管理方面，证券公司要高度重视极速交易系统缺陷可能引发的风险，加强对技术系统功能的优化，持续完善应急预案；进一步提高极速交易系统上线前测试的覆盖度，对不同场景进行充分论证和测试，切实降低极速交易系统升级或备份数据恢复等事件带来的风险；同时还要加强对客户资金的管控，确保极速交易系统具备账户资金充足性审查功能，保障客户交易结算资金的安全完整。此外由于程序化交易，策略交易由客户自主发起，情况复杂多变，不能简单的照搬旧有的投资交易系统或者集中交易系统的监控预警方式，需要在实践中不断摸索测试，建立新的监控预警模型。

此外，还需要构筑综合立体的风控体系，监管机构、交易所、量化科技服务商和交易者一起构筑全过程的量化风控体系。量化风控所使用的技术、数据和平台等科技手段，也将成为量化科技的重要组成部分。

4、推进交易平台服务功能建设

当前量化交易平台呈非常多元化的状态，以满足众多量化客户多样化的特色需求，行业竞争激烈，各类厂商的生存状态差异较大。随着交易速度潜力被不断挖掘，将来主要依靠速度进行交易的策略将面临激烈竞争，也迫使投资者、服务机构转向更多依靠数据和模型的量化交易策略。

量化交易平台更多会转向综合服务式，除了提供快速的交易通道之外，也需要为量化策略、量化算法开发提供基础数据、算子方面的支持等多种适合于AI量化交易的平台产品。目前，AI量化交易平台大多由投资者独立建设和运维，通常投资大，耗能高，系统复杂，实力弱的投资者难以独立完成这些复杂的建设工作，需要有专业的AI量化平台服务机构来完成其中公共的平台性工作。未来AI量化平台的发展空间很大，服务机构有条件可以在AI量化平台方面进行储备，包括人才、模型、训练集、算力等。

（三）生态层面

1、加速量化科技人才培养

首先，加强对科技人才的引进和培养。量化科技领域对人才的专业技能要求较高，量化从业者的学科背景复合，涉及数理统计、经济金融、计算机编程等知识，还需掌握大数据分析 with 人工智能技术等前沿技术，甚至还需了解高性能服务器、FPGA/GPU 芯片，以及低延时网卡等基础设施特性，这极大地增加了量化科技人才的培养难度，相关专业的教学内容和教学方法还需要进一步完善。同时，高要求的量化科技人才需求也向我国的高校相关专业的师资力量提出了“挑战”，师资队伍的结构与质量关系到专业人才的培养质量和后续潜力，高校应适时推出一些有吸引力的人才政策，吸引更多国内外优秀的科技人才加盟。

其次，需要加强对科技人才的实践培养。目前高校的相关教育更侧重理论教学，缺乏案例实践的量化课程与项目，无法满足日益复杂的行业应用需求，量化科技的参与主体应考虑增加“产学研”结合的培养模式，量化相关机构可以在学生培养过程中提供更多的实践机会，让学生能够在实践中培养交易的感觉与经验，明确技术研究方向。例如量化相关机构可以与高校开展定期交流，并推动建立人才培养的长效机制，提供课程支持、项目资源、实习机会等，协同高校培养符合行业需求的人才。

2、提升基础设施服务建设

量化交易在基础设施方面还存在一定的完善空间。各交易所、各服务商都提供了数据中心服务，但目前数据中心无论是在资源数量，还是在服务等方面都还存在着明显不足。由于量化交易对于数据中心的苛刻要求，数据中心虽然建设较多，但真正能够在效率、服务等方面满足量化交易要求的并不多，资源依然紧张。市场化数据中心无法在交易速度方面获得优势，并不被投资者所青睐，交易所背景数据中心速度快，但受限于建设规模无法充分满足投资者需求。数据中心建设投入高，建设周期长，在建成后再进行改造比较困难。其解决之道，一是交易所建设足够大的数据中心，在数据中心内部解决时延与公平问题，这种方式解决比较彻底，但是投资大，建设周期长，交易所存在一定的运营风险；二是交易所开放各数据中心光纤接入，数据中心接入后，市场化运营，将时延的差距交给市场来解决，但这种方式并不能彻底解决数据中心之间的性能差距问题，优质资源依旧紧俏。

随着量化交易中 AI 策略的不断发展与应用，传统数据中心的通用 CPU 在大数据量计算、复杂模型训练时，越来越多的遇到性能瓶颈，需要更强的算力支持。为了应对计算多元化的需求，数据中心会越来越多地开始引入 GPU、FPGA、ASIC 等异构硬件，满足更强的算力需求，而日趋严格的能耗政策以及“东数西算”的战略会对数据中心在地理位置、能耗来源、运营方式方面产生重大影响，要在与国家双碳目标及可持续发展战略相契合的情况下，满足量化交易客户不断增长的需求。

3、强化行业生态共建共赢

随着科技在金融领域应用不断深化，金融机构业务模式、经营模式、服务模式等不断优化升级，应

第七章 量化科技发展建议

持续强化与监管、信息技术服务机构、同业机构及机构客户、第三方机构等各类型主体的协同合作，实现资源优势互补，持续拓展自身能力边界，共享生态红利。一方面，通过与科技企业签订金融科技战略合作协议，在金融科技平台建设、技术创新、用户服务等方面推进合作；另一方面，通过股权投资、联合建设创新实验室、合资设立科技公司等方式强化与生态圈的协同，以实现更深层次的合作。

量化科技的发展涉及多类前沿技术，相关领域进步需要量化科技生态圈各方共同努力。金融机构可进一步强化与量化科技生态圈的协同，从底层技术到数据中台再到前端应用，基于开放理念，全价值链条寻找合作伙伴，共同推动技术应用进步，提升客户服务体验，促进自身自研能力的提升；协同内部技术、资本、投行等多条线，在对量化科技产业链企业进行充分尽调的基础上，发掘具有潜力的公司，选择合适的量化科技企业进行战略投资布局，基于陪伴成长的思路，帮助企业进行融资、上市和并购等活动，在生态圈内强化合作粘性；结合自身资源禀赋，通过峰会、专题研讨会、行业课题共研等行业交流的形式展现和分享最新成果与技术进步情况，了解当前技术前沿与市场需求变化，共同探索技术应用场景，推动相关领域的共同进步。

4、促进普惠与投资者教育

针对量化科技发展伴随的潜在不公平问题，建议探讨极速交易系统等量化科技应用、量化科技工具惠及散户群体的可行性。与此同时，提升量化科技相关投资者教育的针对性、有效性，让广大个人投资者共享量化科技发展红利，尽可能给予所有投资者最大程度上的公平，切实提升量化科技服务行业、服务实体经济的质效。