



# 洞见五大科技

# 智绘银行未来

金融科技驱动银行业高质量发展

## 津城小牛队

伍文慧 牛津大学药理学专业 研一

范修凯 牛津大学当代中国研究专业 研一

袁 康 牛津大学有机化学专业 博一 (CFA LEVEL 2 CANDIDATE)

陈浩天 牛津大学物理与理论化学专业 博四 (CFA LEVEL 3 PASSED, FRM PART 2 PASSED)

联系邮箱: wenhui.wu@wolfson.ox.ac.uk

## 目录

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 行业概览</b> .....   | <b>2</b>  |
| 1.1 金融科技行业 .....  | 2         |
| 1.2 金融科技行业发展历史及趋势 .....                                       | 2         |
| <b>2 竞争格局</b> .....   | <b>2</b>  |
| 2.1 玩家对比分析 .....  | 2         |
| 2.1.1 传统银行业金融科技对比分析.....                                      | 3         |
| 2.1.2 数字银行业金融科技对比分析.....                                      | 3         |
| 2.1.3 银行技术服务商行业金融科技对比分析.....                                  | 3         |
| <b>3 行业表现</b> .....   | <b>4</b>  |
| 3.1 技术表现 .....  | 4         |
| 3.2 市场表现 .....  | 5         |
| 3.2.1 一级市场表现.....   | 5         |
| 3.2.2 二级市场表现.....   | 6         |
| 3.2.3 财务表现.....   | 7         |
| <b>4 行业展望</b> .....   | <b>7</b>  |
| 4.1 行业驱动因素 .....  | 7         |
| 4.1.1 政策端.....  | 7         |
| 4.1.2 需求端.....  | 8         |
| 4.1.3 技术端.....  | 9         |
| 4.2 核心成功要素 .....  | 12        |
| 4.3 投资机会评价/行业发展展望 .....                                       | 12        |
| 4.3.1 投资机会.....   | 12        |
| 4.3.2 基于随机森林和SHAP方法的投资收益与信号的归因分析 (Attribution Analysis) ..... | 13        |
| 4.3.3 银行金融科技行业发展趋势.....                                       | 13        |
| <b>5 风险管理</b> .....   | <b>14</b> |
| 5.1 宏观经济波动及下行 .....   | 14        |
| 5.2 国家金融科技监管政策趋严 .....  | 14        |
| 5.3 ABCDQ技术发展速度及应用效果不及预期 .....                                | 15        |
| 5.4 AIGC 面临数据保护的困境和监管的严格限制.....                               | 15        |

## 报告摘要：

以银行为首的金融机构是社会的基石之一，银行的数字化转型至关重要。金融科技的引入使得银行业得以适应不断变化的客户需求及不断迭代的监管条例，并可从容应对日益增加的网络安全风险。据统计，2022年国有四大行在金融科技的投入总额达到了942.66亿人民币的新高，全球金融科技投资额则高达1641亿美元。此外，我们将传统银行、传统金融及沪深300指数的走势与金融科技指数进行对比发现，金融科技板块表现对比其他板块亮眼，领涨沪深300指数~16%。在2023年经济复苏的背景下，团队认为金融科技将继续成为我国经济发展的重要推力和增长点；金融科技也将辅助银行夯实实体经济，保证银行盈利的稳健增长，持续提升银行资产质量，加速银行业二级市场估值恢复。

**银行金融科技三大领域及五大技术（ABCDq）：**以银行为背景，本报告将相关市场细分为传统银行，数字银行和银行技术服务商三大领域并总结了五大革命性引领技术（ABCDq），分别为人工智能（A）、区块链（B）、云计算（C）、大数据（D）和量子技术（q）。此报告对ABCDq五大技术在银行业相关领域的应用进行了梳理，并对前沿技术的发展趋势进行了归纳总结。

**传统银行业金融科技分析：**聚焦传统银行业，本报告对银行业在金融科技领域的投入、其二级市场表现及投入与银行财务表现的关联性进行了分析。期中，我们将银行近3年以来的金融科技投入进行整理，并将其与银行财务表现进行了方差-协方差分析和LASSO回归分析。我们发现，过去在金融科技上投入更多的银行拥有更佳的市值表现（更高的PE）、更高的风险防范能力（更高的一级资本充足率）及盈利能力（更高的净息差和归母净利润增长率）。因此，我们认为金融科技显著提升银行盈利能力、增强风险防范能力、加快银行价值回归。

**数字银行业金融科技分析：**聚焦数字银行业，本报告对其一级市场的投融资表现进行了梳理。我们发现国内数字银行对比国际数字银行表现持平，且在净利润表现上优于海外上市的数字银行企业。但国内数字银行企业受政策等因素的限制，尚未有上市企业。

**银行技术服务商行业金融科技分析：**聚焦银行技术服务商行业，本报告对其一级、二级市场的投融资表现和股票走势表现进行了梳理。其中，我们对综合性龙头企业及细分领域的“小而美”玩家的财务表现做了系统性分析。

**银行业金融科技发展展望：**本报告从政策端、需求端和技术端对银行业金融科技的高质量发展做出了分析，提出了以养老金融和低碳经济转型为首的五大需求场景和两大重点技术（人工智能和量子技术）。我们长期看好以AIGC（生成式人工智能）和PINN（物理神经网络）为代表的人工智能技术和以量子通讯和量子计算为代表的量子技术。在AI领域，我们设想了AIGC在流程自动化，智能办公和智能投顾方向的运用前景，提出了PINN在期权定价等中间业务领域的技术前沿；在量子技术领域，我们长期看好量子密钥分发、量子蒙特卡洛等的前景，并认为大型商业银行将是“量子军备竞赛”的主要玩家。从宏观层面看，本报告总结提出了银行金融科技领域的八大发展趋势，并总结了宏观经济、监管政策、人工智能道德和五大技术发展不及预期的潜在风险。

**银行业金融科技投资展望：**通过半定量分析，我们推荐了10家在金融科技领域五大技术上有较好表现，有较大投资潜力的银行。结合量化多因子分析，我们推荐了10家买入信号明显的金融科技公司，并对策略进行了回测：30日回测收益达4.38%，夏普比率为0.996；结合随机森林模型和SHAP分析，我们对因子进行了归因分析，发掘了重要的量价因子。

## 1 行业概览

### 1.1 金融科技行业

金融科技旨在应用科技赋能金融行业，从而为用户提供更加优质、高效的金融产品及服务。数字化产品及技术的快速发展带动了金融科技（Fintech）行业的崛起。在中国，各大政策的发行持续推动数字经济的发展，并将其上升为国家战略之一。在政策引领以及相关行业高投入、高创新的背景下，科技不断赋能银行业高质量发展。据亿欧智库统计，中国大陆现存 4044 家银行，近五年来仅有不超过 100 家银行进行了第一代核心系统的数字化改造。因此，银行业科技市场的需求在未来有望持续释放。从投入角度而言，对比其他金融细分领域，银行业在数字化转型中的投入最高、发展速度最快。据赛迪测算，2023 年银行科技的投入达 3129.71 亿元，年均复合增速为 16.17%。基于银行业科技市场高需求、高投入的本质，本篇行业报告将聚焦于科技赋能银行业高质量发展的主题。

硬科技为金融科技行业的关键组成部分，本报告提出 ABCDq 理念将核心科技分类为人工智能、区块链、云计算、大数据及量子技术（简称“ABCDq”）。为全面覆盖银行金融科技行业，此报告将行业分成三大领域，分别为传统银行、数字银行及银行技术服务商。

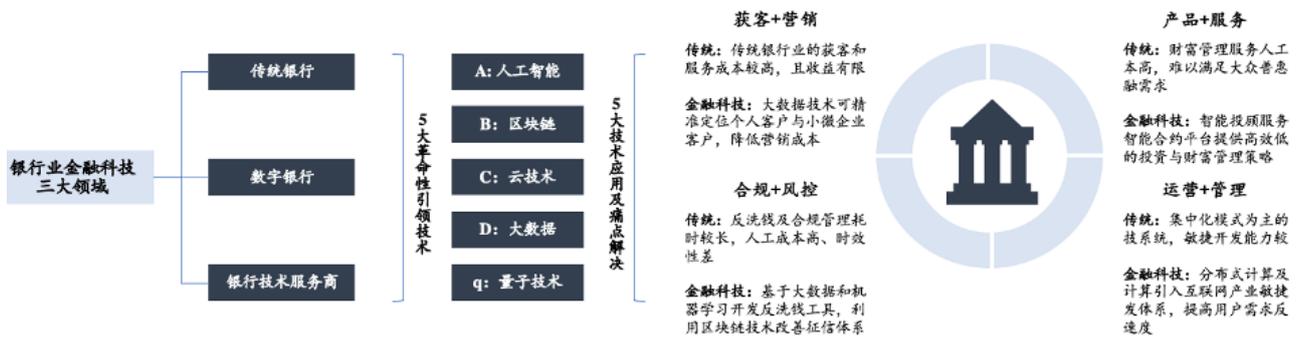


图 1 左：银行业金融科技三大领域及其五大引领科技。右：金融科技对于传统银行的四大赋能方式。

### 1.2 金融科技行业发展历史及趋势

金融科技行业于十九世纪在美国率先兴起，随后以巴克莱银行为代表的英国企业也开始布局金融科技领域。在 2008 年全球金融危机后，金融科技行业随着数字化产品，如智能手机的快速崛起迅速发展。目前，金融科技行业正处于以人工智能及量子技术快速发展为代表的 fintech 3.5 的持续变革时代。

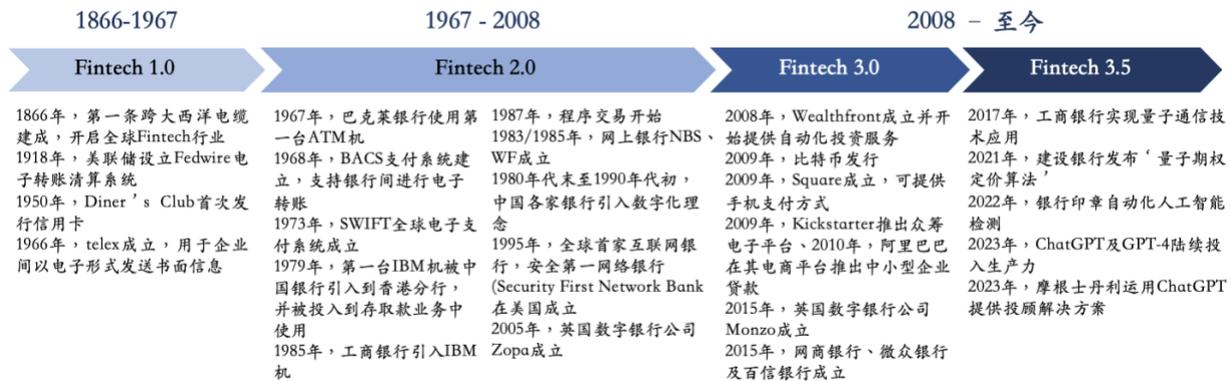


图 2 全球金融科技行业发展四阶段

## 2 竞争格局

### 2.1 玩家对比分析

全球范围内，银行金融科技行业都受到了极大的关注。国际领先的传统银行如摩根大通银行、花旗银行、汇丰银行等均投入近百亿美元，并上线了线上银行平台、智能投顾产品、基于分布式账本的代币化平台等数字化产品。此外，这些传统银行龙头企业纷纷布局投资于量子科技相关企业。其中，摩根大通银行作为全球首批投资量子计算的金融机构之一，已建立内部科学家团队目前已经应用到投资组合优化、期权定价、风险分析，以及机器学习领域（从欺诈检测到自然语言处理）。纵观国际领先传统银行业，其在 ABCD 领域的发展已经比较成熟，但在 q（即量子技术）方面尚未成熟。因此，量子技术的开发及运用成为了银行业金融科技发展的标准之一。就数字银行行业而言，海外已有三家上市数字银行企业。其中，以 Nubank 数字银行为代表的企业市值超 200 亿美元，市盈率高达 222。

中国传统银行在金融科技领域的投入暂时落后国际传统银行龙头企业。但从金融科技业务发展的角度而言，中国传统银行紧追国际银行业的发展。尤其体现在以工商银行、建设银行为代表的银行对量子技术的运用上。数字银行方面，中国企业在业务发展上几乎追平国际企业。但是国内数字银行企业受监管政策等因素的影响均未上市。值得注意的是，数字银行企业在风险承受和稳健发展中均显现优势。以腾讯持股的微众银行为例，其不良资产率为 1.20%，低于民营银行的平均值 1.26%；其拨备充足率为 467.46%，高于民营银行的平均值 335.90%。且相比国际数字银行，国内数字银行头部企业均实现了正净利润，优于国际上市数字银行的表现（NuBank 2021 年净利润 -0.16 亿美元）。技术服务商方面，国内外企业的科技发展方向集中在人工智能、大数据以及云计算领域。国内技术服务商企业的表现在全球处于较领先的地位，主要体现在其产品的自主和多样化中。下文将集中于国内传统银行业、数字银行业及银行技术服务商行业在金融科技领域的表现进行分析。

### 2.1.1 传统银行业金融科技对比分析

随着银行业对金融科技重视程度的逐步提高，各银行逐渐提升其在科技领域的投入金额以实现其在金融科技领域的发展以及数字化和智能化转型。据统计，国有大行在金融领域的投入金额在所有银行中居首，股份制银行紧随其后，中小银行位居第三。从业务模式上来说，国有大行偏向全面的金融科技基础设施建设和开发，如搭建相关的风险管控、智能投顾平台等。国有大行主要以自我研发、收购相应的金融科技公司以及与相应的金融科技合作的三大模式实现金融科技的运用。而较小规模的银行因资源和资金的限制偏向于依托第三方开发的系统或购买其他公司或银行已经开发完成的平台进行数字化和智能化转型。此外，值得注意的是，国有银行及股份制银行的上云率均超 90%，可见云技术在银行业已被广泛运用。

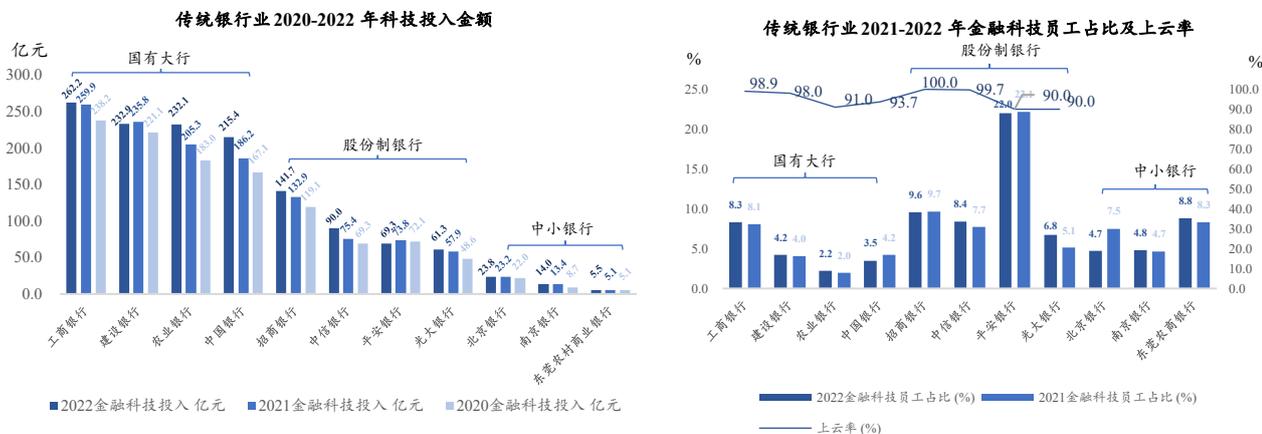


图 3 传统银行业科技相关投入及表现  
 注释：图表中的中小银行未披露其上云率

### 2.1.2 数字银行业金融科技对比分析

数字银行方面，我们发现行业内已出现龙头，且主要玩家较少。对比数字银行净利润可见，微众银行的净利润占比超行业的 50%。以微众银行为首，网商银行和新网银行共为中国数字银行业的“三驾马车”，推动中国数字金融高质量发展。

表 1 数字银行玩家对比分析

| 数字银行龙头 | 2022 年净利润 | 2021 年净利润 | 2022 年同比增长 |
|--------|-----------|-----------|------------|
| 微众银行   | 89.73 亿元  | 68.8 亿元   | 29.83%     |
| 网商银行   | 35.38 亿元  | 20.9 亿元   | 69%        |
| 新网银行   | 6.8 亿元    | 9.1 亿元    | -25.84%    |

数据来源：微众银行、网商银行、新网银行

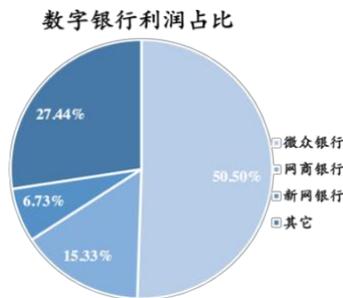


图 4 2021 年数字银行业玩家利润占比

### 2.1.3 银行技术服务商行业金融科技对比分析

银行技术服务商行业方面，报告从 A+D, B、C、q 四个角度分析了当前行业的竞争格局。我们在此挑选了各细分行业具有代表性的主要业务和相关企业进行整理分析。从中可以看出，全面发展 ABCDq 的银行技术服务商行业相对比较分散，市占率最高的企业仅拥有 7.81% 市场份额。A+D 领域涉及较多业务，未出现 A+D 领域的明显的龙头，但细分子行业的龙头已经出现。区块链和金融云平台的市场份额则基本上已经稳定分配，且已经出现行业内龙头的局面。金融云应用领

域仍有相当大的市场份额较为分散，市占率最高的企业仅拥有 6.60% 市场份额，还未形成明显的龙头。量子领域近期开始爆发，暂未有太多的企业涌入，行业仍有大量可发展空间。

表 2 中国金融科技细分行业龙头公司科技投入及核心金融科技业务概览

| 行业    | 主要业务      | 主要玩家                              |
|-------|-----------|-----------------------------------|
| 综合性玩家 | ABCDq 业务  | 中电金信，天阳科技，宇信科技，神州信息               |
| A+D   | 银行影像      | 银之杰，信雅达，中科金财                      |
|       | 安全反欺诈     | 恒银科技，华胜天成，博彦科技                    |
|       | 视觉语音，身份验证 | 神思电子，雄帝科技，德生科技                    |
|       | 智能客服，投顾   | 恒银科技，金融壹账通，恒生电子                   |
| B     | 区块链及其相关服务 | 蚂蚁集团，腾讯区块链，华为云，浪潮，趣链科技            |
| C     | 金融云平台     | 阿里巴巴，华为，腾讯，百度，京东                  |
|       | 金融云应用     | 宇信科技，中电金信，中科软科技，百度，南天信息           |
| q     | 量子通讯      | 国盾量子（唯一专营上市公司）                    |
|       | 量子计算      | 推荐关注谷歌、IBM、亚马逊、中国科学技术大学（暂无专营上市公司） |

数据来源：全面发展：赛迪顾问，《2021 年度中国银行业 IT 解决方案市场分析报告》；区块链，IDC：《中国区块链 BaaS 市场份额，2021》；金融云：IDC，逆势上扬引领新增长——2022 年上半年中国金融云市场

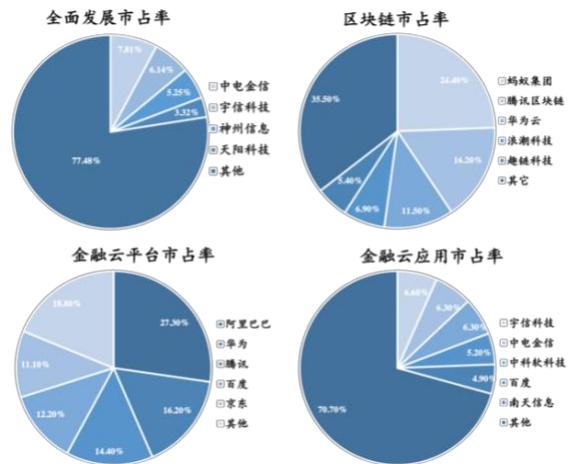


图 5 银行技术服务商相关指数及玩家占比

### 3 行业表现

#### 3.1 技术表现

此部分报告将对我们提出的 ABCDq（人工智能、区块链、云计算、大数据、量子技术）五大核心金融科技技术在银行业的表现进行梳理（详见附录 5 表格）。其中，区块链、云计算以及大数据科技发展较为完善，现已被包括银行业在内的金融相关企业应用。

人工智能作为金融科技领域的头号先进技术，未来将会给银行等金融机构带来持续的技术变革。从应用角度来看，人工智能应用覆盖金融业的前、中、后台。



图 6 人工智能可实现银行前台到后台的业务全覆盖。

**案例分析：**  
以建设银行为例，其利用人工智能技术构建了审单知识图谱体系，成为了同业首家在信用证审单场景落地人工智能应用的案例。  
  
以银行印章核验算法为例，人工智能可以精确识别印章边框的小数字编码和精细化判断印章内细丝纹路，实现二次验印。  
  
以银之杰公司为代表，银行影像服务商提供基于人工智能的电子用印整体解决方案。

区块链是存储在公共数据库中的数字信息。它通常由加密货币组成，并为各种金融交易提供额外的安全性，成为金融科技中使用最广泛的技术之一。通过区块链，银行可以存储交易信息，如最近购买的日期、时间和金额。区块链允许不受信任的各方就数据库的状态达成一致，而不必依赖中间人进行交易。目前，区块链被应用于银行各个方面，包括金融资产结算、经济交易、市场预测和商业相关服务等等。区块链为金融市场提供了重大创新，提高了数字支付和结算的效率和运营绩效。然而，由于缺乏监管及其存在的不确定性，对于银行业的发展来讲，机遇与挑战并存。

云计算则是一种按需服务，通过互联网提供对共享资源、应用程序或存储的访问。它使银行能够在远程服务器而不是本地系统中存储和处理数据。上云能够极大提升商业银行信息技术的投入产出比。以招商银行为例，信用卡业务上云后，业务成本节省了 60%，算力提升了 10 倍。目前银行业对云技术的使用较为普遍，银行业已基本实现业务上云。例如工商银行应用节点上云率已达 91%，对应用上云要求“应入尽入”；广发银行应用上云率达 73.51%、光大银行应用系统上云率达 88.77%、中信银行基础设施整体云化率达 96.71%、浙商银行系统整体云化比例达 93%。此外，招商银行更是于 2023 年宣布“全面上云”，成为中国系统重要性银行前 7 家中首家实现全面上云的银行。总的来说，银行业云计算已是关键且成熟的技术，国有大中型银行通过自建私有云进行业务上云，小型银行则选择共有金融云进行上云。

大数据技术指对海量、高维、多样的数据进行快速、准确、有效的获取、存储、处理和分析的技术，通常包括分布式存储、分布式计算、数据挖掘等技术。在银行业中，大数据技术一般可以应用在客户画像、欺诈检测、贷款决策、合规、网络安全等方面。大数据在银行业发展较为成熟，且大数据技术是人工智能的地基，缺乏足够数据的人工智能只能是“空中楼阁”。

量子技术（q）不同于 ABCD 三大技术，仍处于飞速发展阶段，其在银行业中的使用还在探索中。对比人工智能，量子技术处于更加前沿和初阶的发展阶段。量子技术的代表性技术包括以量子密钥分发（Quantum Key Distribution, QKD）为代表的量子通信技术和以光量子计算为代表的量子计算。量子通信技术的高安全性使其必将成为长足推动银行业发展的关键技术之一。量子计算利用的则是量子叠加的性质，对于每一个量子单元来说，可以储存  $2^n$  个数据，n 就是量子比特。同时，不仅仅是存储，得益于量子纠缠特性，量子计算还可以同时对  $2^n$  组输入数据进行计算，就相当于一台装备了  $2^n$  台处理器的芯片。量子计算既可以破解加密算法，也可以加速金融领域发展。无法在量子时代跟上步伐的银行将会面临巨大的操作风险（例如密码泄露、中间人攻击）和巨大的市场风险（投资组合和交易算法被超越）。目前，银行业在量子通信中已经走出了坚实的第一步，如国内的工商银行、平安银行等已经探索了量子密钥分发在量子通讯领域的应用，但整体处于较早期的技术发掘阶段。

### 3.2 市场表现

#### 3.2.1 一级市场表现

一级市场的资本助力对银行业金融科技的发展起着至关重要的推动作用。全球范围内，金融科技行业的一级市场投融资频次与金额在近年内剧增。据毕马威全球金融科技动向报告披露，2022 年全球金融科技行业融资额为 1,641 亿美元。在海外，数字银行领域尤其受到投资人的关注，在近年内完成数轮融资，每轮融资金额在数千万到数亿英镑。数字银行企业的投资方多为世界顶级银行、风投公司以及互联网巨头公司等。值得关注的是，以腾讯为代表的国内企业投资方也频频参投海外数字银行企业。海外银行技术服务商企业对比数字银行企业融资活动较为缓慢，且融资金额普遍低于数字银行企业，但仍有多家海外银行技术服务商企业在近年内获得数百万至亿美元或英镑和欧元的投资金额（详见附录 4 表格）。

国内金融科技一级市场受到支持政策等正向因素的影响表现良好。不少金融科技领域的公司在近年内完成多轮融资，且披露的每轮融资金额均为数亿元人民币。与海外一级市场一致，著名海内外投资方，如银行、风投公司、金融机构以及互联网巨头公司等纷纷投资于国内金融科技企业。其中，国内互联网巨头公司，如腾讯、百度及阿里巴巴的加盟或助力金融科技领域公司形成其科技壁垒和行业护城河。值得注意的是，国内金融科技一级市场投资方近年内的投资活动在银行技术服务商领域较为频繁，有利于此行业的迅速发展。

表 3 中国金融科技细分行业一级市场融资历史

| 数字银行企业名称  | 公司类型                | 成立时间 | 交易轮次                  | 交易金额                                    | 交易时间                    | 投资方                             |
|-----------|---------------------|------|-----------------------|---|-------------------------|---------------------------------|
| 百信银行      | 数字互联网银行             | 2015 | 共 4 轮融资，最新一轮为 A 轮     | 共融资超 40 亿元                              | 2018-03-28 至 2020-11-19 | 中信银行、百度、加拿大养老基金                 |
| 网商银行      | 数字互联网银行             | 2015 | 共 3 轮融资，最新一轮为 Pre-A 轮 | 未披露                                     | 2015-05-28 至 2017-09-08 | 金润资产、蚂蚁集团、复星集团等                 |
| 微众银行      | 数字互联网银行             | 2014 | 共 2 轮融资，最新一轮为战略投资     | 共融资超 12 亿元                              | 2016-01-27 至 2016-02-02 | 腾讯投资、博裕资本、图灵资管等                 |
| 新网银行      | 数字互联网银行             | 2016 | 战略投资                  | 未披露                                     | 2016-12-28              | 新希望集团、红旗连锁                      |
| 银行技术服务商名称 | 公司类型                | 成立时间 | 交易轮次                  | 交易金额                                    | 交易时间                    | 投资方                             |
| 旷睿科技      | 人工智能非结构化数据处理开发服务商   | 2017 | 共 4 轮融资，最新一轮为 B+ 轮    | 共融资 1.1 亿美元及 1000 万元人民币，最新一轮融资 6000 万美元 | 2017-08-10 至 2022-08-25 | Prosperity7 Ventures、高瓴创投、兰亭投资等 |
| 滴普科技      | 云原生数据智能平台服务商        | 2018 | 共 6 轮融资，最新一轮为 B+ 轮    | 共融资 1.45 亿美元及 1.85 亿人民币，最新一轮融资 1.1 亿元   | 2018-11-02 至 2022-07-05 | 中航产融、兴业国信资管、国泰君安等               |
| 金仕达       | 风险管理、金融交易管理软件等技术服务商 | 1995 | 共 6 轮融资，最新一轮为战略投资     | 共融资超 10 亿元                              | 2018-03-09 至 2022-06-07 | 宏源创新投、摩根大通、银华永泰等                |
| 神策数据      | 数字化运营解决方案服务商        | 2015 | 共 6 轮融资，最新一轮为 D 轮     | 共融资 2.89 亿美元及 600 万元人民币，最新一轮融资 2 亿美元    | 2015-11-04 至 2022-05-06 | 老虎环球基金、襄禾资本、红杉等                 |

|             |                       |      |               |                             |                       |                   |
|-------------|-----------------------|------|---------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>达观数据</b> | 文本处理技术和智能办公机器人解决方案服务商 | 2021 | 共5轮融资，最新一轮为C轮 | 共融资10.7亿元人民币，最新一轮融资5.8亿人民币  | 2016-01-07至2022-03-08 | 招商证券、众麟资本、中信建投资本等 |
| <b>观远数据</b> | 数据可视化与分析技术服务商         | 2016 | 共7轮融资，最新一轮为C轮 | 共融资超5.25亿元人民币，最新一轮融资2.8亿人民币 | 2016-02-29至2022-02-21 | 老虎环球基金、襄禾资本、线性资本等 |
| <b>驻云科技</b> | 云技术服务商                | 2013 | 共5轮融资，最新一轮为D轮 | 共融资约4.6亿元人民币，最新一轮融资2亿人民币    | 2014-09-03至2020-11-09 | 华业天成、阿里巴巴、复星集团等   |

数据来源：爱企查、企查查

### 3.2.2 二级市场表现

金融科技板块（中证金融科技399699.SZ）的二级市场表现在2020年末至2022年末弱于大盘（沪深300，000300.SH），但其表现从2022年末至今持续优于大盘。**截止2023年4月15日报告完成，金融科技指数相比于基准日2020年1月1日实现了17.63%的收益，年化为4.99%。**同时，**金融科技指数领涨大盘19%**，尽管两者的贝塔都在1左右。金融科技板块相较于传统银行及金融板块的表现更加亮眼。同样截止至报告完成，**金融科技指数领涨银行业~36%，并领涨金融业~42%。**

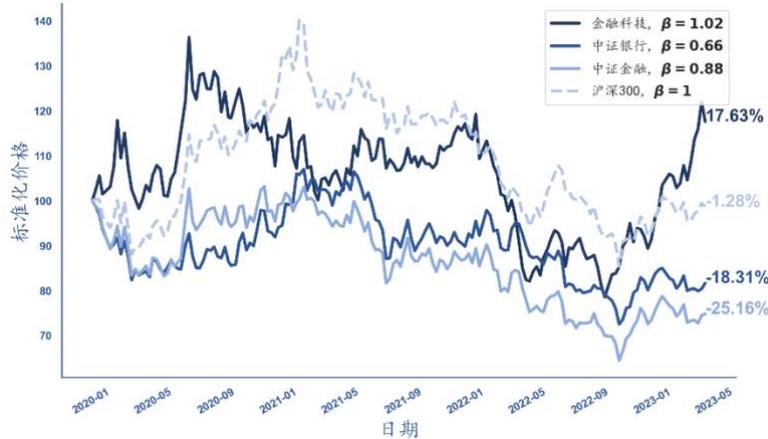


图7 金融科技、银行、金融三大主题板块和沪深300到2023年4月15日的投资表现

注释：以2020年1月1日为基准，金融科技、银行、金融三大主题板块和沪深300到2023年3月30日的投资表现。所有标的2020年1月1日的标准化价格为100  
数据来源：Tu Share

为验证金融科技投入对传统银行业表现的影响，本报告以12家大型商业银行和股份制银行为样本，用三个指标（2021年金融科技投入、2021年金融科技投入与同年营收占比及金融科技员工占比）代表银行对金融科技的投入，与30余个2022年银行关键性指标进行方差-协方差分析和拉索（LASSO）回归，发现了如下4个统计性显著的关系。

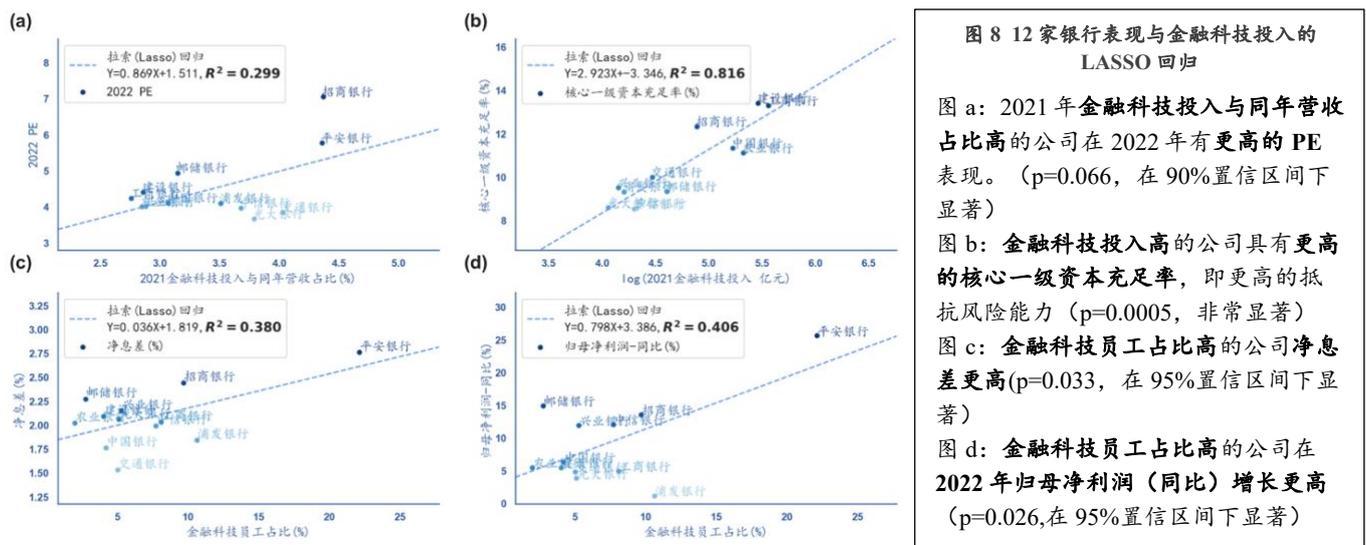


图8 12家银行表现与金融科技投入的LASSO回归

图 a: 2021 年金融科技投入与同年营收占比高的公司在 2022 年有更高的 PE 表现。(p=0.066, 在 90% 置信区间下显著)  
图 b: 金融科技投入高的公司具有更高的核心一级资本充足率, 即更高的抵抗风险能力 (p=0.0005, 非常显著)  
图 c: 金融科技员工占比高的公司净息差更高 (p=0.033, 在 95% 置信区间下显著)  
图 d: 金融科技员工占比高的公司在 2022 年归母净利润 (同比) 增长更高 (p=0.026, 在 95% 置信区间下显著)

结合上图基于历史数据的回归分析，我们发现过去在金融科技上投资更多的银行拥有更佳的市场表现(更高的 PE)、更高的风险防范能力(更高的一级资本充足率)及盈利能力(更高的净息差和归母净利润增长率)。虽然过去的表现不能代表未来，但这种趋势非常值得关注。

### 3.2.3 财务表现

近期美元加息导致收益率倒挂，使得银行利润被压缩、银行放贷意愿下降。此前，受疫情扰动、外部冲击的影响，上市银行基本面边际走弱。截至目前，**银行板块整体估值承压，仍未修复至疫情前**。不同于传统银行业，**银行技术服务商企业整体收入和利润水平不及传统银行，但它们在存款、支付和消费金融等可带来利润的金融产品上较为积极，研发投入的百分比比较高，估值较高**。银行技术服务商企业的平均市盈率高达**76.41倍**，远高于沪深300的平均市盈率（13.16倍），由此可见市场看好金融科技服务商的增长潜力。我们认为**金融科技可赋能银行业抵抗因外部因素导致的估值承压，助力银行业价值修复**。（因国内暂无上市的数字银行企业，此部分仅对银行技术服务商上市企业的财务表现进行了梳理。）

表 4 主要传统银行 2022 年财务表现

| 公司             | 总市值<br>(亿元) | P/E (TTM,<br>2023-03-18) | P/B | 营业收入<br>(亿元) | 净利润<br>(亿元) | 科技投入金额<br>(亿元) | 2021 ROE<br>(%) | 2021 ROA<br>(%) |
|----------------|-------------|--------------------------|-----|--------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 601398.SH 工商银行 | 16150       | 4.2                      | 0.5 | 9180         | 3605        | 262.2          | 11.4            | 0.9             |
| 601939.SH 建设银行 | 15150       | 4.9                      | 0.5 | 8225         | 3239        | 232.9          | 12.2            | 1.0             |
| 600036.SH 招商银行 | 8610        | 10.7                     | 1.5 | 3448         | 1380        | 141.7          | 17.0            | 1.4             |
| 601998.SH 中信银行 | 2662        | 4.1                      | 0.3 | 2144         | 621         | 90.0           | 10.9            | 0.7             |
| 601169.SH 北京银行 | 939         | 4.0                      | 0.4 | 662          | 247         | 23.8           | 9.6             | 0.7             |

数据来源：总市值时间 2023.04.07，其余数据来源 choice 金融终端，乌龟量化，各银行年报

表 5 主要金融科技公司 2021 年财务表现

| 公司   | 总市值 (亿元) | P/E (年平均) | 营业收入<br>(亿元) | 净利润<br>(亿元) | 研发投入<br>(亿元) | ROE<br>(%) | ROA<br>(%) |
|--|----------|-----------|--------------|-------------|--------------|------------|------------|
| 600570.SH 恒生电子                             | 1011     | 57.2      | 54.9         | 14.6        | 21.3         | 30.1       | 13.5       |
| 300339.SZ 润和软件                             | 235      | 107.4     | 27.5         | 1.7         | 3.7          | 5.9        | 4.1        |
| 002152.SZ 广电运通                             | 322      | 34.6      | 67.8         | 8.2         | 7.7          | 7.6        | 5.9        |
| 300674.SZ 宇信科技                             | 152      | 32.3      | 37.2         | 3.9         | 4.3          | 21.9       | 11.2       |
| 000555.SZ 神州信息                             | 140      | 27.1      | 113.6        | 3.7         | 6.2          | 3.4        | 1.6        |
| 300085.SZ 银之杰                              | 88       | N/A       | 11.8         | -2.8        | 3.0          | 1.5        | 1.6        |
| 000977.SZ 浪潮信息                             | 559      | 23.4      | 670.5        | 20.0        | 28.2         | 13.7       | 4.8        |
| 002649.SZ 博彦科技                             | 98       | 17.2      | 55.3         | 4.0         | 2.6          | 12.5       | 8.7        |
| 603927.SZ 中科软                              | 237      | 29.1      | 62.8         | 5.7         | 8.4          | 23.4       | 8.9        |
| 688027.SH 国盾量子                             | 132      | >300      | 1.7          | -0.3        | 0.9          | -2.2       | -1.9       |
| 行业平均 (根据金融科技指数<br>个股算数平均获得)<br>(399699.SZ) | N/A      | 76.4      | 162.0        | 13.9        | 2.8          | 2.2        | 1.7        |

注释及数据来源\*：总市值基于 2023 年 4 月 15 日数据，其他数据来自各公司年报（乌龟量化，choice 金融终端）

## 4 行业展望

### 4.1 行业驱动因素

#### 4.1.1 政策端

银行业金融科技的快速发展离不开政策的支持导向。过去几年，**政府和监管机构频繁颁布推动数字化和金融科技领域的相关政策文件，将发展金融科技提高到国家战略层面**，有望在未来持续推动金融科技的发展。此外，党的二十届二中全会通过了《党和国家机构改革方案》，加强科学技术、金融监管、数据管理等重点领域的机构职责优化和调整，为金融科技的发展注入了新的活力。

表 6 近三年年部分金融科技相关政策汇总

| 时间      | 发布单位    | 政策名称                               | 重点内容  |
|---------|---------|------------------------------------|---|
| 2023-03 | 国务院     | 《政府工作报告》                           | 报告指出，2023 年要大力发展数字经济，加快传统产业和中小企业数字化转型，着力提升高端化、智能化、绿色化水平，提升常态化监管水平，支持平台经济发展。   |
| 2022-08 | 科技部等    | 《企业技术创新能力提升行动方案(2022-2023 年)》      | 建立金融支持科技创新体系常态化工作协调机制。鼓励各类天使投资风险投资基金支持企业创新创业，引导创投企业投早、投小、投硬科技。推广企业创新积分贷、仪器设备信用贷等新型科技金融产品，为 10 万家以上企业增信授信。鼓励地方建设科技企业信息平，完善金融机构与科技企业信息共享机制。 |
| 2022-08 | 科技部等    | 《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》 | 鼓励在制造、农业、物流、金融、商务、家居等重点行业深入挖掘人工智能技术应用场景，促进智能经济高端高效发展。在金融领域优先探索大数据金融风控、企业智能征信、智能反欺诈等智能场景。  |
| 2022-03 | 国务院     | 《“十四五”国家信息化规划》                     | 规划指出，以开源生态构建为重点，打造高水平产业生态；以软件价值提升为抓手，推动数字产业能级跃升；以科技创新为核心，推动网信企业发展壮大。  |
| 2022-02 | 中国人民银行等 | 《金融标准化“十四五”发展规划》                   | 健全金融业网络安全与数据安全标准体系。建立健全金融业关键信息基础设施保护标准体系，支持提升安全防护能力。强调要探索量子通信等新技术应用标准。稳妥推进法定数字货币标准研制。   |

|         |      |                      |  |
|---------|------|----------------------|--|
| 2022-01 | 国务院  | 《“十四五”数字经济发展规划》      | 规划指出,要加快推动数字产业化,增强关键技术创新能力,提升核心产业竞争力。提升核心产业竞争力方面,要着力提升基础软硬件、核心电子元器件、关键基础材料和生产装备的供给水平,强化关键产品自给保障能力。 |
| 2022-01 | 银保监会 | 《关于银行业保险业数字化转型的指导意见》 | 意见提到新技术应用和自主可控能力,对业务经营发展有重大影响的关键平台、关键组件以及关键信息基础设施要形成自主研发能力,降低外部依赖。                                 |
| 2021-12 | 工信部  | 《“十四五”大数据产业发展规划》     | 到 2025 年底,大数据产业测算规模突破了万亿元的增长目标,以及数据要素价值体系、现代化大数据产业体系建设等方面的新目标。                                     |

#### 4.1.2 需求端

需求端为银行业金融科技的发展提供巨大推力,本报告整理出相关的**五大需求场景**:

##### (1) 金融科技在养老金融发展中的赋能作用

为了应对日益严重的人口老龄化和下滑的全国人口出生率,发展个人养老金势在必行。2022年4月21日,国务院办公厅发布《关于推动个人养老金发展的意见》,发布了实行个人账户制、参加人每年最多缴纳12000元养老金、账户资金可用于购买银行理财、储蓄存款、商业养老保险、公募基金等多项重要变化。首批开办个人养老金业务的机构,主要包括6家大型银行、12家股份制银行、5家城市商业银行和11家理财公司。

未来我国个人养老金的规模与增长节奏测算参考《中国养老金融发展报告2018》中《个人税延养老金对资产管理行业的影响及其应对一文》的测算方法,按照100%参与率来计算,个人养老金的年规模增量的上限为23395.61亿元。假设个人养老金的年规模增量的上限不变(23395.61亿元),本报告基于基本养老保险参与率的增速,来测算个人养老金参与率的增速。已知2016-2020年间,基本养老保险参与率(参与人数/15-64岁总人口)每年平均增长2.42%。假设从2022年起,个人养老金每年的参与率增长2.4%,则每年个人养老金的增量会增长561.49亿元,可测算得5年内个人养老金累计规模增量将增长至8422.42亿元,而10年内第三支柱养老金累计规模增量将达到30882.21亿元。

作为个人养老金资金账户最直接受益者的商业银行,本报告假设其第三支柱养老金的资管规模占比为80%,则未来十年流入银行业的第三支柱养老金可达24705.77亿元。假设银行业从中获取的综合收益率为5%,则未来十年银行业的利润增量为1235.29亿元,利润增长空间可观,市场潜力巨大。在此条件下,若银行能够利用金融科技赋能养老金融的发展,将实现促进养老产业金融转型升级、突破养老服务金融时空限制以及提升养老金金融保障专业性的作用。

##### (2) 金融科技在低碳经济转型中的作用

金融科技在推动绿色银行业金融发展中发挥重要作用,利用金融科技手段可以有效提高绿色识别能力,降低绿色认证成本,降低对绿色中小企业和绿色消费的融资成本,以及降低绿色资产的交易成本。一些金融机构还在建立个人和企业碳账户,推动绿色农业、绿色消费方面的融资以及金融机构碳核等领域进行了新的有意探索。

金融科技可以在有效提升银行业金融机构投融资决策效率的同时,帮助其实现环境与气候目标。未来金融科技在生物多样性保护、普惠金融、绿色农业、转型金融等领域有着巨大的市场潜力与丰富的应用场景。金融科技与绿色金融的深度融合将加速推动中国“双碳”目标的实现。

##### (3) 金融科技在支持个人信贷和小微企业融资中的作用

金融科技有助于转变信贷投放模式,将大大提升金融机构信息收集和处理能力、减少银行和微观主体之间的信息不对称,更加凸显信息收集和处理在风险定价中的重要作用。此外,基于信用分析的信贷占比将逐步提升,帮助资产规模较小、经营水平良好、还款意愿较强的小微企业和个人会获得金融机构的风险再定价,从而提升获取金融资源的能力和概率。另外,金融科技在信贷领域的逐步应用将会有效缩短审批流程,提升信贷发放效率。最后,大数据能够帮助银行建立科学有效的信评模型,有助于降低违约风险。

##### (4) 金融科技对反洗钱和欺诈的监控识别效应

金融科技以数据为基石,挖掘、整合和利用大数据资源。此外,金融科技可利用机器学习、自然语言处理等技术实现洞察风险和穿透式监管。金融科技还可帮助银行实时动态监测金融活动。最后,金融科技可以使数据在银行和监管机构之间交互共享,打破信息壁垒。基于上述的金融科技的特点及优势,其在银行业反洗钱的初步融合实践中发挥了重要作用,且在未来将持续发挥重要作用。

##### (5) 金融科技在普惠金融高质量发展中的作用

金融科技将推动银行业服务从线下向线上、线下并行的转移,切实解决“老少边穷”等营业网点覆盖率低的地区和“老弱病残”等特殊群体的金融服务。这一优势在疫情后时代尤其显著。银行若利用金融科技优化“非接触式”服务可保障基本金融业务不中断,金融服务的可得性和便利性将得到极大提升,从而极大拓展服务边界。此外,金融科技可实现线上信息采集和数据分析,节约了金融决策成本和搜寻成本,从而有效降低交易成本。金融科技还将推动金融风险防控向技术

风控、智能风控、动态风控转变，有效降低风险管理成本。最后，金融与人工智能、低代码、流程挖掘等多项技术的融合运用将促进金融基础设施、业务模式、组织架构在多维度创新实践，推动银行保险机构业务流程重构、部门协同、资源共享、业务衔接加速推进，强化制度执行和监督。

### 4.1.3 技术端

技术端部分，我们选择了 ABCDq 五大技术中科技最新、发展潜力最大的两大技术 A 和 q 进行展望分析，从而阐述其未来在银行金融科技发展中的成长性。

#### 1) 人工智能篇：

从技术趋势上看，银行业人工智能的前沿趋势已从两年前的自动因子发现、知识图谱与图计算以及隐私保护的增强分析转换到以生成式人工智能（AIGC）和以物理信息神经网络（PINN）为代表的物理信息机器学习（PIML）。首先，AIGC 技术利用现有文本、音频文件或图像创建新内容的技术。AIGC 领域以 GPT-4 为典型产品，基于互联网可用数据训练的文本生成深度学习模型，用于问答、文本摘要生成、机器翻译、分类、代码生成和对话。目前 GPT-4 更多被应用在泛娱乐行业上，但如果将目光放得长远些，当此技术和商业策略足够成熟的时候，其在银行业的商业价值将不可估量。因此，我们认为首先将 AIGC 技术与银行业务深度结合的公司将引领金融科技的发展，赋能三大应用（见表 7），带来极高的经济价值。美国摩根士丹利银行已经成为了 AIGC 投顾业务的先行者（见案例分析）。本报告总结了 AIGC 在银行领域的应用模式：

表 7 AIGC 在银行业的应用模式

| 应用类型                        | 应用范例   |
|-----------------------------|--|
| 与机器人流程自动化（PRA）相结合，驱动业务数字化转型 | 智能客服 生成式人工智能（AIGC）的出现完美弥补了 RPA 在自然语言处理上的缺陷，使得 RPA 机器人能够理解人类的语言并作出判断和决策，可大幅提升客户体验，降低客户服务成本，拓宽客户发展渠道。<br>养老投资组合自动推荐，通过分析客户的基本信息（年龄、家庭收入、家庭结构、风险偏好）和客户提供的非结构化的养老目标（如预期生活水准、消费习惯）和金融知识，提供容易理解且个性化的养老投资组合建议。<br>反洗钱报告自动生成，通过告知 ChatGPT 具体的需求（报告的格式、内容），基于 RPA 所获取到的反洗钱数据，可以自动生成标准化的反洗钱报告，提升内控合规关键环节的风险防控能力。 |
| 嵌入办公软件，颠覆传统办公模式             | 银行拥有庞大的数据，其中文本数据在所有数据类型中占据了较大的比重，ChatGPT 在问答、情感分析、摘要生成、文本生成等方面的出色表现，使其能够串联起需要人工介入的流程节点，给员工工作带来极大便利性。2023 年 3 月 15 日，微软已将 ChatGPT 整合进入 Word 和 Excel 软件中。  |
| 能力再升级，树立数字员工新标杆             | ChatGPT 的出现让数字员工业务处理能力不断增强，“一人多岗”成为必然趋势。基于逼真的智能对话能力，ChatGPT 在执行外呼、邮件提醒等简单任务的基础上，可承接会议纪要、资料精细化检索等复杂功能。  |

#### 案例分析：摩根士丹利领先采用 GPT-4 提供投顾解决方案

2023 年 3 月 15 日北京时间凌晨 1 点，OpenAI 正式推出 GPT-4 文本生成 AI 系统。摩根士丹利（以下简称为大摩）则是这项最新的文本生成 AI 系统的首发用户。

摩根士丹利正在推出一款由 ChatGPT 驱动的先进聊天机器人，以帮助该行的金融顾问团队。目前，其财富管理部门首先将使用 ChatGPT 帮助约 1.6 万名顾问利用银行庞大的研究和数据储存库，让一位普通的顾问像首席策略师一样知识渊博。ChatGPT 利用了大摩一个存储了包括投资战略、市场研究以及分析师观点的多达数十万页内容库，实时回答投资顾问的任何问题。大摩将持续使用 300 名顾问测试这款人工智能工具，并计划在未来几个月广泛推广。

信息来源：Morgan Stanley, Morgan Stanley Wealth Management Announces Key Milestone in Innovation Journey with OpenAI, 2023 年 3 月 14 日

PINN（物理信息神经网络）则是一类用于解决有监督学习任务的神经网络，它不仅能够像传统神经网络一样学习到训练数据样本的分布规律，而且能够学习到数学方程描述的物理定律。与纯数据驱动的神经网络学习相比，PINN 在训练过程中施加了物理信息约束，因而能用更少的数据样本学习到更具泛化能力的模型。PINN 在金融衍生品定价方面能够解决一般有限元或者有限差方法很难求解的高维度问题。因此，掌握并熟练应用 PINN 的银行将在复杂衍生品中间业务中占据重大优势。PINN 在金融领域的应用已经得到了初步的探索。美国达特茅斯学院已经开始探索使用 PINN 求解多资产的 Black-Scholes 方程以解决期权定价问题。此外，在美联储加息，收益率倒挂的市场背景下，银行存贷业务受压，中间业务成为盈利主力。在包括远期外汇买卖、外汇期货等中间业务的金融创新中，运用物理信息神经网络进行衍生品定价是绝对的技术前沿。

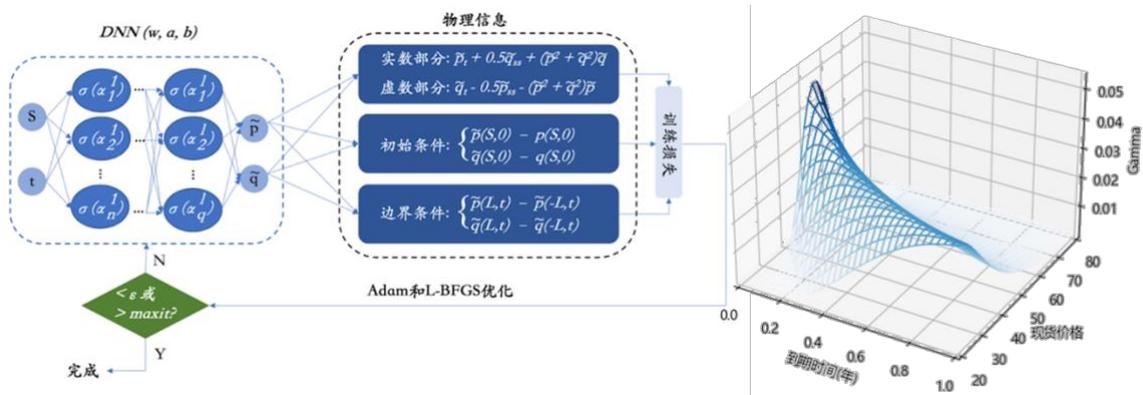


图9 运用物理信息进行衍生品定价是绝对的技术前沿。左图：物理信息神经网络可轻松求解 Ivancevic 非线性期权定价模型（BS 方程的替代方案，描述与非线性薛定谔方程有关的受控布朗运动，传统数值方法无法直接求解）右图：物理信息神经网络可以直接求解美式期权和各种奇异期权（如雪球）的希腊字母。右图为美式看跌期权的 Gamma

## 2) 量子技术篇：

在量子技术中，我们长期看好量子通讯和量子计算。量子通讯以量子密钥分发（QKD）为主要突破方向。QKD 是一种密钥的安全传输方式，其可以在两个相距遥远的通信端之间进行密钥的发送。在保密通信的过程中，需要用密钥加密和解密信息，这一特性保证了信息的安全性。与传统方式不同，量子密钥分发理论上是无条件安全的，其安全性由量子力学的基本原理保证，即为量子是不可克隆的。因此，任何对量子密钥分发过程的窃听都有可能改变量子态本身，造成高误码率，从而使窃听被发现。量子通信技术因为其高安全性，必将长足推动银行等金融机构的发展。

量子计算是一种利用叠加和纠缠等量子现象来执行计算的技术。一般来说，量子计算需要通过亚原子粒子的量子特性来实现，如电子的自旋和光子的偏振。在数字计算机中，每个二进制位代表的值要么是 0，要么是 1；而量子位同时代表 0 和 1（或者两者的某种组合），这种现象叫做叠加。量子纠缠则是指一对或者一组量子元素之间的一种特殊联系。无论相距多远，改变一个元素的量子态会立即影响另一纠缠元素。因此，在摩尔定律突破受到挑战的情况下，人类未来的算力发展只能依靠量子计算。这是因为增加量子位的数量会使量子计算机的计算处理速度呈指数级增长，甚至能在短期内破解支撑金融稳定的密码技术。量子计算机的超高算力甚至可能会威胁金融稳定。谷歌和瑞典皇家理工的研究人员发现，使用一台仅仅两百万量子比特的计算机，就可以在 8 小时内破解 2048 比特的 RSA 加密算法（参考文献：谷歌和瑞典皇家理工，“How to factor 2048 bit RSA integers in 8 hours using 20 million noisy qubits”，2021 年 4 月 15 日发布与 Quantum 期刊）。RSA-2048 是一种广泛应用在国防安全和金融领域的算法，且被认为是不可能被破解的。世界货币基金组织（IMF）甚至预测，量子计算机能够破解支撑金融稳定的密码技术（IMF，《量子计算面临的机遇和风险》，2021 年 12 月发布于《金融与发展》）。随着量子霸权的逐渐逼近，银行等金融机构迫切需要加入这场变革。对于银行等金融机构来说，我们预测了两种变革模式：1) 主动引领：大型商业银行投入海量资金，一切为了打赢“量子军备竞赛”。2) 被动跟随：随着量子算力的不断增长，一些传统的加密方式不再安全，中小型银行必须跟随采用“量子安全”的加密手段。

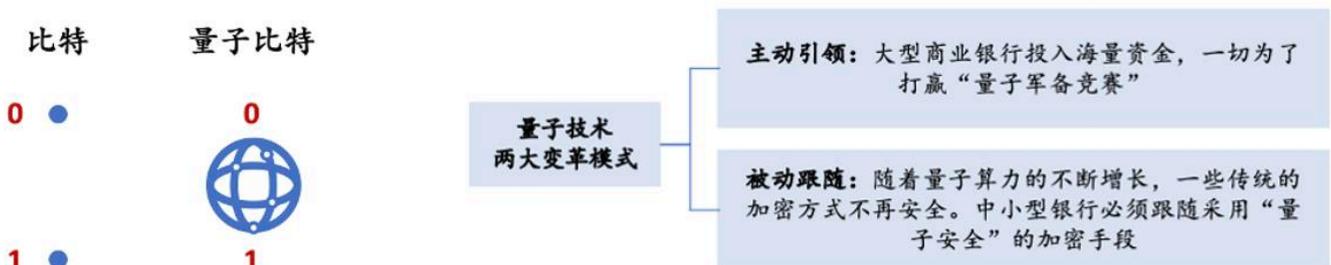


图 10 左图：比特和量子比特的区别；右图：主动引领和被动跟随两大变革模式

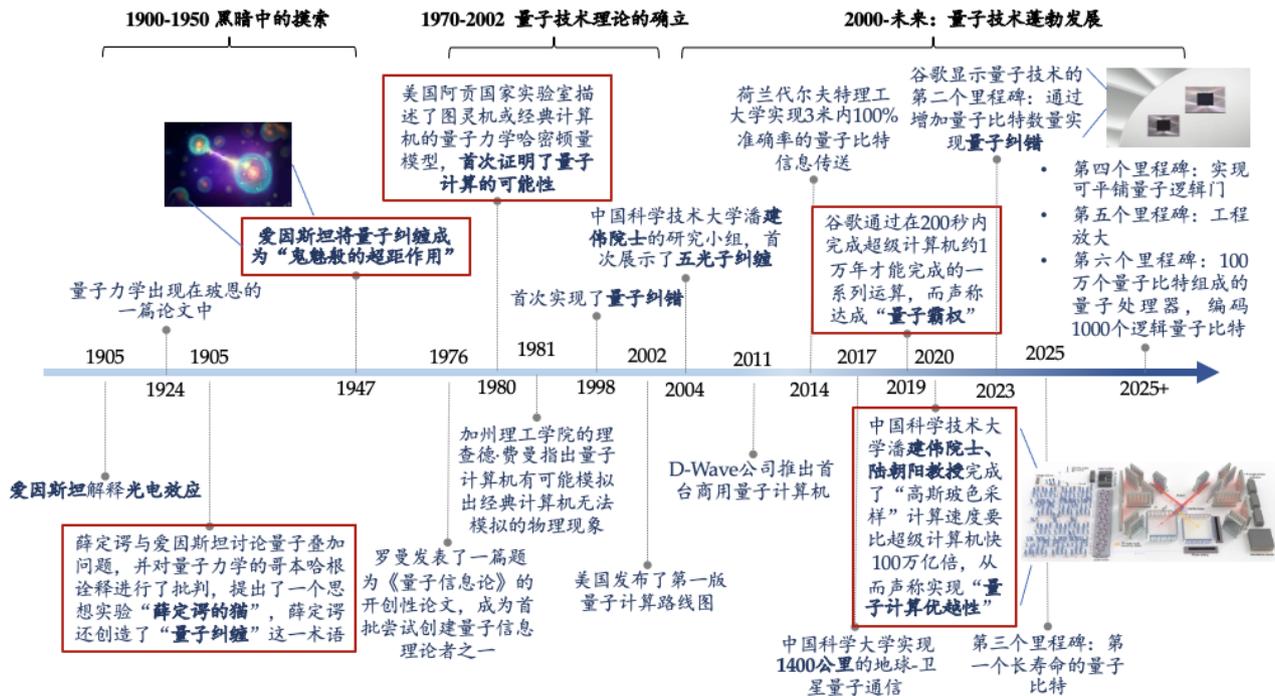


图 11 量子计算及量子技术两大变革模式图解和量子技术里程碑。量子技术自 2010 年以来进步明显增快，距离实用化越来越接近。（团队根据公开信息整理，参考资料见附录）

量子技术的快速发展使得其近年内与海内外银行进行多项合作，取得初步成功。以下表格罗列了量子技术在银行领域的最新政策和进展。中国银行业从 2015 年就开始探索量子技术，目前已走在世界前列。

表 8 量子技术在银行领域的最新政策和进展-中国走在世界前列

| 银行主体和量子技术服务商                            | 政策和应用   |
|---|---|
| 中国人民银行《金融科技发展规划(2022年-2025年)》(以下简称《规划》) | 2022年1月，中国人民银行在《规划》中强调，运用量子技术突破现有算力约束、算法瓶颈，提升金融服务并发处理能力和智能运算效率，节省能源消耗和设备空间，逐步培育一批有价值、可落地的金融应用场景                               |
| 工商银行+国盾量子                               | 2015年率先应用量子保密通信技术实现了该行北京分行电子档案信息在同城间的加密传输。2017年将量子保密通信技术应用到了其“两地三中心”架构下的京沪异地广域网应用中。2021年工商银行首次将量子随机数应用在客户登录、支付结算、资金交易等重要金融场景。 |
| 建设银行+本源量子                               | 2021年2月，建设银行携手战略合作伙伴本源量子共同发布了国内首批量子金融算法，包括“量子期权定价算法”与“量子 VaR 值估计算法”。近期，建设银行又推出了“量子贝叶斯网络算法”和“量子投资组合优化算法”，利用量子金融云平台完成了更多算法探索。   |
| 平安银行+本源量子                               | 2023年2月双方首次牵手合作，开展量子金融算法在金融风控领域的研究与落地。  |
| 摩根大通+IBM                                | 2019年，IBM使用量子蒙特卡洛法协助摩根大通进行期权定价。2022年，摩根大通表示要将量子计算应用于交易策略、投资组合优化、资产定价和风险分析等领域。   |
| DGB 大邱银行+SK 电讯                          | 2020年，韩国第一大电信运营商 SK 电讯将其 5G 量子保密通信技术应用于 DGB 大邱银行的移动银行应用“IM Bank”。   |

参考文献：1.中国人民银行《金融科技发展规划(2022年-2025年)》；2.中国工商银行，2021年年报；3.金融电子化杂志，建行：下好先手棋，打造量子金融的“盾与矛”；4. Inside IBM Research, Quantum Computing Gains a First Foothold in Investment Banking；5.新华社，平安银行“牵手”量子公司，探索量子计算在反欺诈、反洗钱等金融领域应用；6. HPCWire, JPMorgan Chase Bets Big on Quantum Computing；7. Finextra, DGB Daegu Bank uses quantum cryptography to protect app users

## 4.2 核心成功要素

金融科技的发展需要依托先进的技术手段和良好的政策环境，同时金融科技也需要深深扎根于/植入银行的产品、服务和业务流程。随着技术的不断发展和创新，监管政策的不断完善以及应用场景和功能的不断扩大，金融科技将会在银行业中扮演越来越重要的角色。

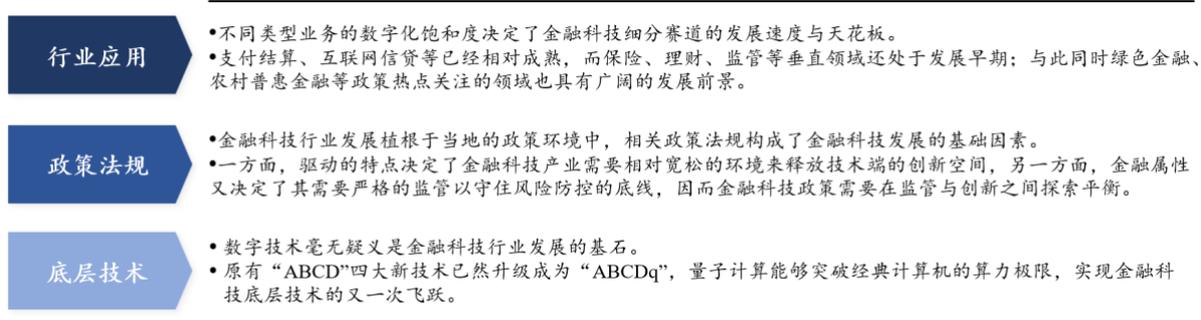


图 12 提高行业应用、根植政策法规、发展底层技术是金融科技的三大成功要素。

## 4.3 投资机会评价/行业发展展望

### 4.3.1 投资机会

在传统银行股中，我们看好引领金融科技革新的银行。我们根据银行在 ABCDq 五大领域的发展水平和其在金融科技中的投入、金融科技员工占比以及信息化程度进行打分，设计了金融科技发展指数。并结合全国所有国有大行和股份制银行的相关数据对其进行综合性打分，从而推荐金融科技发展指数前 10 名的银行如下。

表 9 传统银行业金融科技表现分析

| 公司   | 2022 年金融科技投入 (亿元) | 2021 年金融科技投入 (亿元) | 2020 年金融科技投入 (亿元) | 2022 金融科技员工占比 (%) | 2022 年金融科技与同年营收占比 (%) | ABCDq 技术评分 (5★满分) * | 金融科技发展指数 (10 分满分) |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| 工商银行 | 262.4             | 259.9             | 238.1             | 8.3               | 2.8                   | ★★★★★               | 10                |
| 建设银行 | 232.9             | 235.8             | 221.0             | 4.2               | 2.8                   | ★★★★★               | 10                |
| 招商银行 | 141.7             | 132.9             | 119.1             | 9.6               | 4.1                   | ★★★★★               | 10                |
| 中国银行 | 215.4             | 186.1             | 167.0             | 3.5               | 3.5                   | ★★★★★               | 9                 |
| 平安银行 | 69.3              | 73.8              | 72.1              | 22.0              | 3.9                   | ★★★★★               | 9                 |
| 浦发银行 | N/A*              | 67.0              | 57.1              | 3.5               | N/A*                  | ★★★★★               | 9                 |
| 邮储银行 | 106.2             | 100.3             | 90.2              | 3.3               | 3.2                   | ★★★★☆               | 8                 |
| 交通银行 | 116.3             | 87.5              | 57.2              | 6.4               | 4.3                   | ★★★★★               | 8                 |
| 农业银行 | 232.1             | 205.3             | 183.0             | 2.2               | 3.2                   | ★★★★☆               | 8                 |
| 中信银行 | 90.0              | 75.3              | 69.2              | 8.4               | 4.3                   | ★★★★★               | 8                 |

注释：ABCDq 技术评分根据各银行在 A、B、C、D、q 领域的表现进行评分。每颗★的位置分别代表一项技术，如第一★代表银行在 A 技术中的表现，第二颗★代表银行在 B 技术中的表现，以此类推。

数据来源：各银行年报及 choice 金融终端 \*年报中未公开

银行技术服务商方面，本报告采用了五大技术分析指标类型，对金融科技指数（399699.SZ）的 92 个成分股最近四个月的表现进行了量化多因子分析，并列出了买入信号最强的 10 家银行技术服务商企业，我们推荐在投资区间内超配这些标的（量化代码见附录）。

表 10 银行技术服务商买入信号最强的 10 家公司 (2023 年 4 月 15 日分析结果)

| 股票代码      | 公司名称 | 买入信号强度 (满分为 7 分) |
|-----------|------|------------------|
| 300674.SZ | 宇信科技 | 3.752739         |
| 002439.SZ | 启明星辰 | 3.422997         |
| 300579.SZ | 数字认证 | 3.338500         |
| 300380.SZ | 安硕信息 | 3.325833         |
| 002530.SZ | 金财互联 | 3.313287         |
| 300339.SZ | 润和软件 | 3.297310         |
| 300348.SZ | 长亮科技 | 3.286755         |
| 300352.SZ | 北信源  | 3.275773         |
| 002268.SZ | 电科网安 | 3.252571         |
| 300205.SZ | 天喻信息 | 3.240443         |



图 13 量化多因子技术分析图解

为验证上文使用的选股策略的可行性，我们使用 2023 年 2 月 28 日之前的数据作为已知数据分别做了 14 和 30 日的回测。可以看到，30 日回测收益达到 4.38%，年化收益高达 77.06%。表明此策略能在月内产生可观的正向回报。14 日回测的低收益率可能是因为信号不稳定或者受硅谷银行破产类负面消息致使金融科技股票短期承压导致的。在 30 日的区间内，以沪深 300 为基准，以 10 年期国债利率为无风险利率，策略的夏普 (Sharpe) 比率为 0.996，信息比率为 0.061，索提诺比率 (Sortino) 比率为 0.154，最大回撤为 -10.3%。可以推测，投资组合在回测区间内产生了可观的主动管理收益。

表 11 量化选股策略回测结果

| 回测周期, 从 2023 年 2 月 28 日 | 投资组合周期 (年化) 收益 | 周期波动率 | 沪深 300 周期收益 | 周期夏普比率 | 周期信息比率 | 周期 Sortino 比率 | 周期最大回撤 |
|-------------------------|----------------|-------|-------------|--------|--------|---------------|--------|
| +14 日                   | 0.08% (2.06%)  | 2.7%  | -2.08%      | -0.577 | 0.045  | 0.012         | -7.5%  |
| +30 日                   | 4.38% (77.06%) | 2.7%  | -0.76%      | 0.996  | 0.061  | 0.154         | -10.3% |

数据来源: CEIC Data, Tu Share

注释: 年化无风险利率为 2023 年 4 月 14 日 10 年期国债收益率 2.2828%

### 4.3.2 基于随机森林和 SHAP 方法的投资收益与信号的归因分析 (Attribution Analysis)

通过 30 日周期的回测表现观察，本策略产生了可观的主动管理收益。通过归因分析能够更好的了解信号与回报之间的相关关系，以更好的理解模型。我们使用了随机森林 (Random Forest) 回归器 ( $r^2=0.86$ )，以收益为因变量，信号强度为自变量，结合 SHAP 分析，对信号做出解释。SHAP 是一种经典的事后解释框架，可以对每一个样本中的每一个特征变量，计算出其重要性值，达到解释的效果。SHAP 分析后的蜜蜂图 (Beeswarm) 如下：

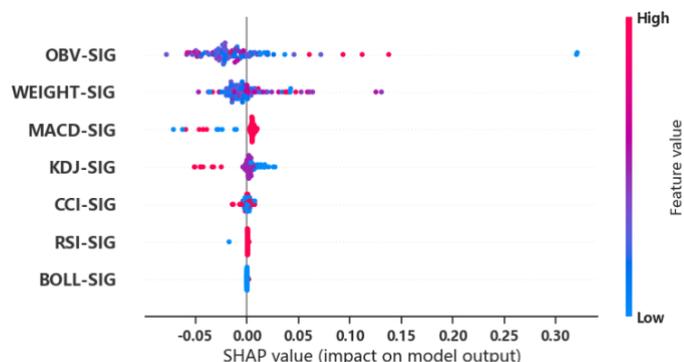


图 14: 多因子模型的 SHAP 分析。基于 SHAP 分析，我们可以看到 OBV (能量潮)，WEIGHT (在指数中的权重变化)，MACD (移动异同平均数) 和 KDJ 为最重要的信号。排除异常值后，可以观察到明显的量价效应：OBV 指标高的有更明显的价格正向变化。同时，如果个股的权重在指数中增加，即 WEIGHT 增加，指数跟踪的基金会相应的增持。因此，在指数中权重上升的股票会带来更优表现。最后，策略的动量和量价效应明显，金融科技板块可能存在炒作风险。RSI 和 BOLL 的重要性较低，是因为如 30 日内的较短周期内，很少有股票能达到买入/卖出信号。RSI 和 BOLL 对长期策略更有效。

### 4.3.3 银行金融科技行业发展趋势

综合行业表现及市场趋势，本报告结合整理出以下银行业金融科技发展的八大趋势：



图 14 银行业金融科技八大趋势

我们对图中的每一趋势进行了分析、解释：

**趋势一：**根据艾媒咨询披露，中国信创市场 2027 年有望达到 37011.3 亿元，释放出前所未有的活力。

**趋势二：**根据 ICV 智库预计，2025 年，量子计算实用化，首先赋能金融产业，2030 年量子计算预计实现 100 万量子比特算力。在 AIGC 领域，艾媒咨询预测 2023 年中国 AIGC 核心市场规模将达 79.3 亿元，2028 年将达 2767.4 亿元。中国互联网的高度普及率，以及不断提升的企业数字化程度，为 AIGC 产业提供优渥的发展土壤，AIGC 市场可变现的商用场景丰富且规模可观。

**趋势三：**近年来，绿色信贷、绿色债券、碳排放权交易市场、绿色权益工具、绿色保险等领域的政策陆续出台，绿色金融监管政策体系不断完善。随着 ABCDq 技术更加广泛的应用于可持续项目投融资、可持续项目贷款等方面，金融科技和可持续金融场景融合探索进一步扩大。

**趋势四：**中国政府网表示，有着约 5 亿常住人口的农村市场潜力巨大，是未来扩内需、稳增长的重要抓手。十四五期间，乡村振兴战略五年规划将进行 7 万亿投资。同时，我们测算，5 年内个人养老金累计规模增量将增长至 8422.42 亿元，而 10 年内第三支柱养老金累计规模增量将达到 30882.21 亿元，金融科技的发展将极大帮助银行进行养老金资产管理。

**趋势五：**数字人民币试点已覆盖中国京津冀，长三角，珠三角等主要地区，运营主体扩展到多家主要银行。金融科技+数字人民币将会是新的发展场景。

**趋势六：**近年来，中国人民银行陆续发布实施了云计算、区块链等技术金融应用规范及移动金融客户端应用软件安全管理规范等多个金融科技技术与应用标准，为金融科技标准化的实施提供了标准依据。通过金融科技认证和标准化服务工作探索金融科技新模式、新经验，为金融科技创新发展提供解决方案。

**趋势七：**2021 年以来，国家出台了一系列金融数据监管政策，包括《商业银行互联网贷款业务通知》、央行金融数据反垄断治理、“断直连”文件、《征信业务管理办法》，以及《数据安全法》《个人信息保护法》等，将在确保个人隐私和数据安全的前提下，建立数据流通机制，打破金融数据滥用、垄断的局面，探索实现更精准的数据确权，更便捷的数据交易与更合理的数据使用。

**趋势八：**国家“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要中明确提出，要探索建立金融科技监管框架，完善相关法律法规和伦理审查规则。《金融科技发展规划（2022-2025 年）》开篇提出健全金融科技治理体系，从加强行业自律角度提出加强金融科技伦理建设，出台金融科技伦理制度、制定金融科技伦理自律公约和行动指南。健全金融科技治理体系将推动金融科技行稳致远。

## 5 风险管理

### 5.1 宏观经济波动及下行

宏观经济的波动或将对银行金融科技行业的发展施压，本报告整理出可能的四大宏观波动现象。1) 国际贸易形势不确定：当前全球贸易保护主义逐渐升温，一些国家实行的单边主义政策和制裁措施等也对全球贸易和经济形势造成了影响。2) 债务危机：由于新冠疫情等原因，许多国家和企业债务水平大幅上升，如果未来经济增长乏力，债务风险可能会进一步加剧，引发全球债务危机。3) 金融市场波动：随着利率、汇率等市场变量的波动，金融市场的稳定性也在加大，随着硅谷银行、瑞士信贷等金融机构的破产重组，部分国家的股票市场和货币市场也会受到影响。4) 后疫情时代经济增长低迷：新冠疫情对全球经济造成了巨大冲击，包括供应链中断、投资下降、国际贸易减少、旅游业停滞等。伴随着中美斗争日益严峻、科技制裁不断泛化、地缘冲突频发等因素，经济恢复进程将变得更加复杂和缓慢。这些宏观风险可能会对世界各国的经济增长、就业和市场前景造成负面影响，需要国际社会共同应对和解决。

### 5.2 国家金融科技监管政策趋严

当前金融科技与金融创新快速发展，导致金融业务边界逐渐模糊、金融风险传导不断突破时空限制，这一改变给金融稳定等带来了新的挑战。国家从监管层面明确金融科技和金融创新的金融本质，将其逐步纳入金融监管体系，金融科技监管近年来整体趋严。“增强金融普惠性”、“全面纳入监管”、“反垄断和反不正当竞争”、“加强消费者个人权益保护”等成

为金融科技发展新方向。总体来看，围绕完善金融科技监管体系的相关措施正在逐步补齐，**金融科技监管政策在可预见的未来仍将处于严格监管的核心地带。**

### 5.3 ABCDq 技术发展速度及应用效果不及预期

随着 ABCDq 金融科技被银行业逐渐广泛使用，其带来的潜在风险不容忽视。本报告整理出此领域值得关注的三大风险进行阐述。

**1) 量子技术应用不成熟：**量子计算机的运行和结果受到多种环境扰动的影响，可能会产生不准确的结果，这可能会对金融业的决策和风险控制产生影响，而量子纠错成本却非常高。同时量子计算机的制造和维护成本较高，对环境要求苛刻（一般要求接近绝对零度），目前还存在很多技术上的难点和风险，如量子纠错、量子通信、量子编码等问题，这些问题可能会导致金融业应用中出现技术故障或无法大规模应用。

**2) AIGC 大模型有待提升：**AIGC 模型的初始方法是有监督的机器学习，在特定领域应用中的准确性和泛化性需要进一步平衡，对于未知的风险和新的数据类型可能会产生无法预测的结果，这可能会给金融市场和投资者带来风险。此外，随着 AIGC 模型复杂度和数据规模的提升，其算力困境不仅涉及到技术和硬件方面的问题，还涉及到成本和可持续性问题。

**3) 伦理和道德风险不容忽视：**CFA 协会在《投资管理中的道德和人工智能——为专业人士提供的框架》中提出了在投资过程中使用人工智能和大数据所衍生的一系列问题，如人工智能在获取和处理数据中存在的完整性问题和潜在偏差的问题，以及人工智能决策过程的透明度和问责制缺失的问题。人工智能和大数据的应用还会涉及到信息隐私和安全的问题，以及人工智能的偏见和歧视问题。

### 5.4 AIGC 面临数据保护的困境和监管的严格限制

AIGC 模型涉及大量的金融数据和交易信息，此类智能化工具已暴露出跨境数据泄露等风险。

**1) 国外率先开展针对 ChatGPT 的调查：**3 月 31 日，意大利个人数据保护局宣布禁用 ChatGPT，限制 OpenAI 处理本国用户信息，同时开始立案调查。4 月 4 日，加拿大隐私专员办公室（OPC）宣布对 OpenAI 展开调查，该调查涉及“OpenAI 未经同意收集、使用和披露个人信息”的指控。

**2) 国内出台首个针对 AIGC 的立法：**4 月 10 日，中国支付清算协会发布了《关于支付行业从业人员谨慎使用 ChatGPT 等工具的倡议》，呼吁支付行业从业人员要遵守所在地区的网络使用规定，正确认识和全面评估使用 ChatGPT 等工具处理工作内容的风险，严格遵守国家及行业相关法律法规要求，不上传国家及金融行业涉密文件及数据、本公司非公开的材料及数据、客户资料、支付清算基础设施或系统的核心代码等。4 月 11 日，国家互联网信息办公室发布《生成式人工智能服务管理暂行办法（征求意见稿）》，标志着中国针对 AIGC 的监管和规范已经提上日程。

与此同时，其他部分国家也表达了类似的政策倾向，未来 AIGC 的应用可能会面临不同司法辖区的法律限制，影响其在金融行业的应用场景和落地速度。下表总结了四个 AIGC 应用的困难的解决方案。

表 12 面对 AIGC 风险的可行方案

| 困难   | 描述   | 解决方案  |
|--|--|---|
| ChatGPT 无开放标准知识接口，商业应用落地存在壁垒。                  | OpenAI 在开发和训练 ChatGPT 时使用的公开互联网知识库包罗万象，理论上可以解决公域使用场景下的所有文本生成问题，但是在银行业务和经营中的使用涉及各类内部知识，包括数据、管理制度、工作规范等等，要在实际应用领域获得大量语义数据并进行大量训练，初始使用成本极高。 | 国产 AIGC: 复旦大学“MOSS”，百度“文心一言”，阿里“通义千问”等。可以利用 <b>迁移学习</b> 在已有的 AIGC 模型基础上再次训练银行业务相关的内容。 |
| ChatGPT 无法联网实时更新数据库                            | 当前 ChatGPT 开放的功能均是建立在 OpenAI 使用 2021 年前收集的语料训练基础上实现的，一方面 ChatGPT 无法就最新的事件和问题作出回答，另一方面未知的知识库更新方式和训练所需的计算资源也是其在实际商业活动中落地的阻碍。               | 提高数据收集频率，实现高可靠性的 <b>“边使用，边训练”</b> 。   |
| ChatGPT 的初始方法是有监督的机器学习，在特定领域应用中的准确性和泛化性需要进一步平衡 | 纯机器学习模型相比当下银行智能客服等多用的基于规则的模型在准确性上相对较弱，可能影响客户满意度，同时可能会将在模型训练初期训练者的个体逻辑引入实际的商业活动，带来潜在的风险。  | 仔细筛选训练语料库，增加银行相关业务的 <b>“硬边界”</b> ，提升业务可靠性。  |
| 存在明显的数据泄露风险和科技伦理问题                             | 从目前人工智能领域的发展来看，ChatGPT 的开发者 OpenAI 具有较大的市场竞争优势，银行与技术提供方之间存在的技术壁垒导致其在银行落地应用的安全性存疑；与此同时，由于技术本身具有可拓展的性质，其此前涉及的作弊、剽窃等伦理问题可能在商业活动中被放大。        | <b>与监管方进一步合作</b> ，探索相关领域的法律和道德问题。   |

## 附录

### 1 参考文献

#### 1.1 行业宏观与政策

中国人民银行, 金融科技发展规划(2022-2025年), 2021年12月29日  
中国财政科学研究院, 2023年“两会”财政政策解读与展望, 2023年3月  
罗兰贝格, 中国经济发展新征程-短期的变动, 长期的优势, 2023年2月15日  
艾瑞咨询, 中国金融科技行业洞察报告, 2023年2月  
毕马威, 金融科技动向 2022年下半年, 2023年3月28日  
毕马威, 金融科技动向 2022年上半年, 2022年10月28日  
毕马威, 2022中国金融科技双50报告, 2023年1月11日  
麦肯锡, 中国金融业 CEO 冬季刊-影响全球金融业未来格局的七大科技, 2022年12月21日  
麦肯锡, 全球银行业年度报告(2021), 2022年3月12日  
麦肯锡, 全球金融科技生态扫描-Fintech 2030, 2021年6月15日  
麦肯锡, 中国金融业转型与创新系列白皮书-内外兼修, 奏响消费金融新乐章, 2022年5月26日  
埃森哲, 2021年高科技行业趋势与关键应对举措, 2021年8月15日  
埃森哲, 技术推动可持续: 双擎驱动, 融合发展, 2022年12月26日  
埃森哲, 全球及中国银行业趋势洞察 2022, 2022年7月17日  
东吴证券, “科技+金融”的公司, 我们需要关注哪些政策, 2022年4月12日  
IBM商业价值研究院, 数据要素视角下的商业银行数字化转型行动方略-《关于银行业保险业数字化转型的指导意义》深度解读, 2022年3月16日  
毕马威, 腾讯云, 冲破迷雾, 致胜惟新-区域性银行数字化转型白皮书, 2021年6月12日

#### 1.2 金融科技与银行

麦肯锡, 数字化协作: 提升效率, 优化银行客户体验, 2020年9月  
麦肯锡, 创造韧性: 银行业如何走出危机、逆境重生-麦肯锡全球银行业年度报告, 2021年3月  
腾讯、毕马威, 数实共生: 2022金融科技十大趋势展望, 2022年3月29日  
零壹智库, 30家银行金融科技数据解读: 战略、投入和人才对比。  
北京金融科技产业联盟, 银行业院上技术发展时间及展望, 2022年7月24日  
中国农业银行, 中国农业银行金融创新年度报告(2021), 2022年5月13日  
亿欧智库, 数字化转型下银行发展供应链金融研究报告(上篇), 2021年3月4日  
亿欧智库, 数字化转型下银行发展供应链金融研究报告(下篇), 2021年5月9日  
腾讯云, 毕马威, 区域性银行数字化转型白皮书, 2021年6月12日  
IDC, 京东云, 区域银行数字化转型与支持乡村振兴白皮书, 2022年1月29日  
IBM, 数据要素视角下的商业银行数字化转型行动方略, 2022年3月16日  
苏宁金融研究中心, 中国银行业数字化转型报告 2022, 2022年3月29日  
头豹研究院, 2022金融科技研究系列-应用领域之银行, 2022年5月  
爱分析, 银行数字化厂商全景报告, 2021年2月10日

#### 1.3 人工智能和大数据

CFA协会, Handbook of Artificial Intelligence and Big Data Applications in Investments(AI及大数据投资应用手册), 2023年3月23日  
CFA协会, T-Shaped Teams: Organizing to Adopt AI and Big Data at Investment Firms (T型团队: 在投资机构中组织采用人工智能和大数据), 2021年8月30日  
CFA协会, AI Pioneers in Investment Management (AI投资管理先锋). 2019年9月30日  
麦肯锡, Quantum Black AI, The state of AI in 2022 – and a half decade in review (2022年AI的发展状态和5年回顾), 2022年12月  
麦肯锡, AI-bank of the future: Can banks meet the AI challenge? (未来的AI-银行: 银行能够胜任AI的挑战吗), 2020年9月

埃森哲、百度，与 AI 共进，智胜未来-智能金融联合报告，2021 年 1 月 20 日  
北京金融科技产业联盟，人工智能金融应用发展报告（2020-2021），2022 年 2 月 21 日  
国家金融科技认证中心，人工智能金融应用评价体系研究报告，2021 年 12 月 2 日

### 1.3.1 AIGC（生成式神经网络）

CFA 协会 Dan Philips,PhD,CFA 等，ChatGPT: The Origins, the Hype, the Opportunity（ChatGPT：起源、炒作、机遇），2023 年 3 月 6 日  
CFA 协会 Larry Cao，ChatGPT and the Future of Investment Management（ChatGPT 和投资管理的未来），2023 年 2 月 24 日  
卡米亚斯大主教大学，ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models（你不仅需要 ChatGPT:大型生成 AI 模型的最新技术回顾），2023 年 1 月 11 日  
中信建投证券，从 ChatGPT 到生成式 AI:人工智能新范式，重新定义生产力，2023 年 1 月 29 日  
亚信科技、清华大学-AIGC（GPT-4）赋能通信行业应用白皮书，2023 年 3 月 29 日  
腾讯研究院-AIGC 发展趋势报告 2023-迎接人工智能的下一个时代，2023 年 2 月 1 日  
国信证券-人工智能专题报告：生成式人工智能产业全梳理，2023 年 3 月 28 日  
东方证券-大模型应用百花齐放，AI 发展进入新时代，2023 年 3 月 27 日  
浙商证券,ChatGPT:AI 模型框架研究-AI 行业深度报告，2023 年 3 月 25 日

### 1.3.2 PINN（物理信息神经网络）

达特茅斯学院，Physics-Informed Neural Networks and Option Pricing（物理信息神经网络与期权定价），2021 年  
苏黎世联邦理工,Physics Informed Neural Networks in Computational Finance: High Dimensional Forward and Inverse  
Option Pricing(物理信息神经网络与计算金融-高维度期权定价)，2021 年 6 月 27 日  
那不勒斯大学，Meshless methods for American option pricing through Physics-Informed Neural Networks（物理信息神经网络的美式期权无网格定价），2023 年 3 月 7 日  
上海海事大学，The application of improved physics-informed neural network (IPINN) method in finance（改进型物理信息神经网络在金融领域的应用），2022 年 1 月 29 日  
陈浩天等，Predicting voltammetry using physics-informed neural networks，2022 年 1 月 10 日  
陈浩天等，The application of physics-informed neural networks to hydrodynamic voltammetry, 2022 年 4 月  
陈浩天等，A Critical Evaluation of Using Physics-Informed Neural Networks for Simulating Voltammetry: Strengths, Weaknesses and Best Practices, 2022 年 10 月  
陈浩天等，Machine Learning in Fundamental Electrochemistry: Recent Advances and Future Opportunities，2023 年 1 月

## 1.4 区块链

头豹研究院，金融科技研究系列-应用领域之银行，2022 年 7 月 1 日  
腾讯金融研究院，数实共生·2022 金融科技十大趋势展望，2022 年 4 月 15 日  
北京金融科技产业联盟，银行业云原生技术发展实践及展望，2022 年 7 月 24 日

## 1.5 量子技术

世界货币基金组织，Quantum Computing and the Financial System: Spooky Action at a Distance?（量子计算和金融系统：远距离幽灵般的运动？），2021 年 3 月 12 日  
世界货币基金组织,量子计算面临的机遇和风险-量子计算机能够破解支撑金融稳定的密码技术，2021 年 12 月  
BME Inetch, A Structured Survey of Quantum Computing for the Financial Industry(量子在金融领域的结构化调查)，2022 年 4 月 22 日  
JP Morgan 和芝加哥大学等，A Survey of Quantum Computing for Finance，(金融量子计算调查),2022 年 6 月 27 日  
NTT，Quantum computing in finance-Quantum readiness for commercial deployment and applications(量子计算机与金融-商业化应用量子计算的时机)，2022 年 1 月 20 日  
ICV Tank、光子盒，全球量子通信与安全产业发展展望，2023 年 2 月  
Rafał Pracht，The pricing of American options on the Quantum Computer(使用量子计算机定价美式期权)，2023 年 1 月 31 日

德州农工和南洋理工大学 Neufeld 等, Quantum Monte Carlo algorithm for solving Black-Scholes PDEs for high-dimensional option pricing in finance and its proof of overcoming the curse of dimensionality (量子蒙特卡洛求解BSM高维期权定价模型, 解决维度诅咒问题), 2023年1月24日

莱比锡大学和IBM, On the potentials of quantum computing – An interview with Heike Riel from IBM Research (量子计算机的潜力-与IBM Heike Riel的访谈), 2023年1月4日

IBM量子技术实验室, Quantum Computing for Finance: State-of-the-Art and Future Prospects(量子计算与金融, 最新进展与未来展望), 2020年11月5日

麦肯锡, Quantum Computing: An emerging ecosystem and industry use cases (量子计算-新兴生态系统和行业案例), 2021年11月

麦肯锡, How quantum computing could change financial service (量子技术怎样改变金融服务?), 2020年12月

牛津大学和Quantinuum公司, Grammar-aware sentence classification on quantum computer (语法感知的量子计算机句子分类), 2023年1月6日

## 1.6 人工智能与道德框架

CFA协会, Ethics and Artificial Intelligence in Investment Management, 2022年10月12日

## 2 金融科技投入和财务表现的方差-协方差分析和LASSO回归

### 金融科技投入与财务表现

团队收集了12家大型国有银行和股份制银行的近三年的金融科技投资数据, 二级市场表现数据和银行专项数据, 并做了方差-协方差分析。通过拉索回归, 发现了四个统计显著的关系: 我们发现过去在金融科技上投资更多的银行拥有更佳的市场表现(更高的PE)、更高的风险防范能力(更高的一级资本充足率)及盈利能力(更高的净息差和归母净利润增长率), 金融科技对银行降本增效的助益明显。

```
In [1]: import pandas as pd
import seaborn as sns
from matplotlib import pyplot as plt
import matplotlib.font_manager as fm
import numpy as np
import os
from sklearn.linear_model import Lasso, LinearRegression
from sklearn.metrics import r2_score
import statsmodels.api as sm
from helper import team_colors_dict
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')

font = {'weight': 'bold',
        'size' : 12}
plt.rc('font', **font) # pass in the font dict as kwargs

top_n = 12 #
colors = sns.color_palette("Blues", 20)[::-1]
#绘图和字体设置
myfont = fm.FontProperties(fname='KaiTi.ttf', size=14)
plt.rcParams['font.family'] = 'KaiTi'
plt.rcParams['font.sans-serif'] = ['KaiTi']
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False
sns.set(font=myfont.get_name())
sns.set_theme(style="white")

Target_Year = 2022
#载入收集的数据
df_FT = pd.read_excel("Fintech Investment by Bank.xlsx", index_col=0)
df_FT = df_FT.iloc[:top_n]
#载入wind获得的银行专项数据
df_bank_indicators = pd.read_excel(f'银行数据\银行重要业务指标{Target_Year}.xlsx', index_col=1)
#根据银行名称进行合并
df_FT = pd.merge(df_FT, df_bank_indicators, how='left', left_index=True, right_index=True)
```

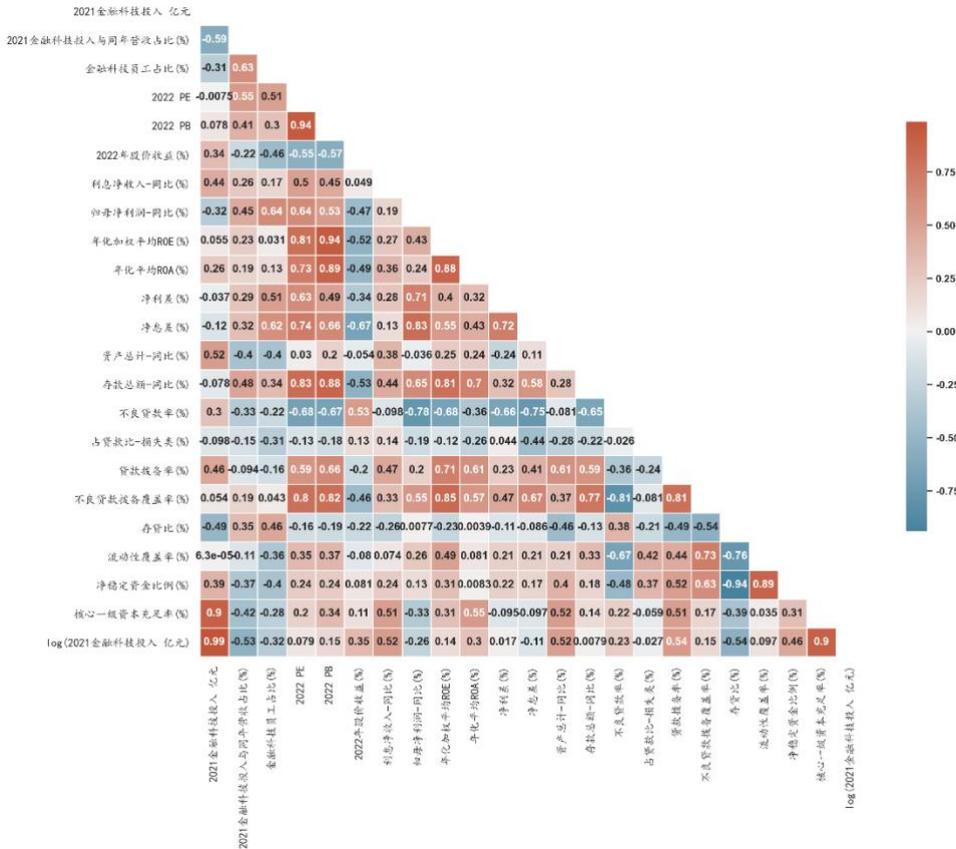
```
In [2]: #所有收集的数据
df_FT.columns, len(df_FT.columns)
```

```
Out[2]: (Index(['Short Name', '类型', '2021金融科技投入 亿元', '2020金融科技投入 亿元',
'2021金融科技投入与同年营收占比(%)', '金融科技员工占比(%)', '2022 PE', '2022 PB',
'2022年股价收益(%)', '序号', '银行类型', '营业收入', '营业收入-同比(%)', '利息净收入-同比(%)',
'利息净收入-占比营收(%)', '手续费及佣金净收入-同比(%)', '手续费及佣金净收入-占比营收(%)', '归母净利润-同比(%)',
'年化加权平均ROE(%)', '年化平均ROA(%)', '净利差(%)', '净息差(%)', '资产总计-同比(%)',
'贷款总额-同比(%)', '负债总计-同比(%)', '存款占比(%)', '存款总额-同比(%)', '不良贷款率(%)',
'占贷款比-正常类(%)', '占贷款比-关注类(%)', '占贷款比-次级类(%)', '占贷款比-可疑类(%)',
'占贷款比-损失类(%)', '单一最大客户贷款比例(%)', '最大十家客户贷款比例(%)', '贷款拨备率(%)',
'不良贷款拨备覆盖率(%)', '存贷比(%)', '流动性覆盖率(%)', '净稳定资金比例(%)', '备付金率(人民币)(%)',
'核心一级资本充足率(%)', '一级资本充足率(%)', '资本充足率(%)', '报表类型', '企业性质', '金融市场属性'],
dtype='object'),
47)
```

```
In [3]: #选择数据
df = df_FT[[
"Short Name", "2021金融科技投入 亿元", "2021金融科技投入与同年营收占比(%)", "金融科技员工占比(%)", "2022 PE", "2022 PB", "2022年股价收益
(%)", "利息净收入-同比(%)", "归母净利润-同比(%)", "年化加权平均ROE(%)", "年化平均ROA(%)", "净利差(%)", "净息差(%)", "资产总计-同比(%)", "存款总
额-同比(%)", "不良贷款率(%)", "占贷款比-损失类(%)", "贷款拨备率(%)", "不良贷款拨备覆盖率(%)", "存贷比(%)", "流动性覆盖率(%)", "净稳定资金比例
(%)", "核心一级资本充足率(%)"]]
#因为大中小银行投入差距达两个数量级, 对金融科技投入求对数.
df['log(2021金融科技投入 亿元)'] = np.log(df['2021金融科技投入 亿元'])
```

```
In [4]: # 计算相关性矩阵并绘图
corr = df.corr()
# Generate a mask for the upper triangle
mask = np.triu(np.ones_like(corr, dtype=bool))
# Generate a custom diverging colormap
cmap = sns.diverging_palette(230, 20, as_cmap=True)
fig, ax = plt.subplots(figsize=(16,16))

# 绘制相关性矩阵热力图
g = sns.heatmap(corr, mask=mask, cmap=cmap, center=0,
square=True, linewidths=.5, cbar_kws={"shrink": .5}, ax=ax, annot=True)
g.set_xticklabels(g.get_xticklabels(), rotation = 90, fontsize = 12, fontproperties=myfont)
g.set_yticklabels(g.get_yticklabels(), fontsize = 12, fontproperties=myfont)
fig.savefig('Corr.png', dpi=200, bbox_inches='tight')
fig
```



```

In [5]: def LassoRegression(X,y,alpha=0.01):
#拉索回归,其中alpha设为0.01
X=X.to_numpy().reshape(-1,1)
regressor = Lasso(alpha=alpha)
regressor.fit(X,y)
r2 = regressor.score(X,y)

X = sm.add_constant(X)

model = sm.OLS(y, X)
results = model.fit()
#进行显著性分析
#print(results.summary())
return regressor.coef_,regressor.intercept_,r2,regressor

def LRegression(X,y):
#线性回归
X=X.to_numpy().reshape(-1,1)
regressor = LinearRegression()
regressor.fit(X,y)
r2 = regressor.score(X,y)
return regressor.coef_,regressor.intercept_,r2,regressor

def label_point(X,y,val,ax,top_n=top_n):
#对银行名称进行标注
a = pd.concat({'x': X, 'y': y, 'val': val}, axis=1)
a = a.sort_values(by='y',ascending=False)
for line_number, (index, point) in enumerate(a.iloc[:top_n].iterrows()):
ax.text(point['x']-.02, point['y']+0.02, str(point['val']),color=colors[line_number],fontproperties=myfont)

def scatter_and_regress(X_name,y_name,df,ax,label_scatter=True):
#绘制散点图并进行回归
df = df.sort_values(by=y_name,ascending=False)
df_s = sns.scatterplot(data=df,x=X_name,y=y_name,ax=ax,c=colors[:len(df)],label=y_name)
df_fitting = df[[X_name,y_name,'Short Name']].dropna(axis=0)
coeff,intercept,r2,regressor = LassoRegression(X=df_fitting[X_name],y=df_fitting[y_name])

if label_scatter:
label_point(X=df[X_name],y=df[y_name],val=df['Short Name'],ax=ax)

ax.set_ylim(ax.get_ylim()[0]*0.8,ax.get_ylim()[1]*1.2)
ax.set_xlim(ax.get_xlim()[0]*0.8,ax.get_xlim()[1]*1.2)

g1 = sns.lineplot(x=ax.get_xlim(),y=regressor.predict(np.array(ax.get_xlim()).reshape(-1,1)),ax=ax,color=team_colors_dict[6],ls='--',label=f'拉索(Lasso)回归\nY={coeff[0]:.3f}X+(intercept:.3f),R^2={r2:.3f}$')
sns.despine()
ax.xaxis.label.set_color(color=team_colors_dict[3])
ax.xaxis.label.set_fontsize('x-large')
ax.yaxis.label.set_color(color=team_colors_dict[3])
ax.yaxis.label.set_fontsize('x-large')
ax.spines['bottom'].set_color(team_colors_dict[3])
ax.spines['left'].set_color(team_colors_dict[3])
ax.set_xlabel(ax.get_xlabel(),fontproperties=myfont)
ax.set_ylabel(ax.get_ylabel(),fontproperties=myfont)

ax.tick_params(axis='x',colors=team_colors_dict[3])
ax.tick_params(axis='y',colors=team_colors_dict[3])

ax.legend(prop=myfont)

return ax

```

```

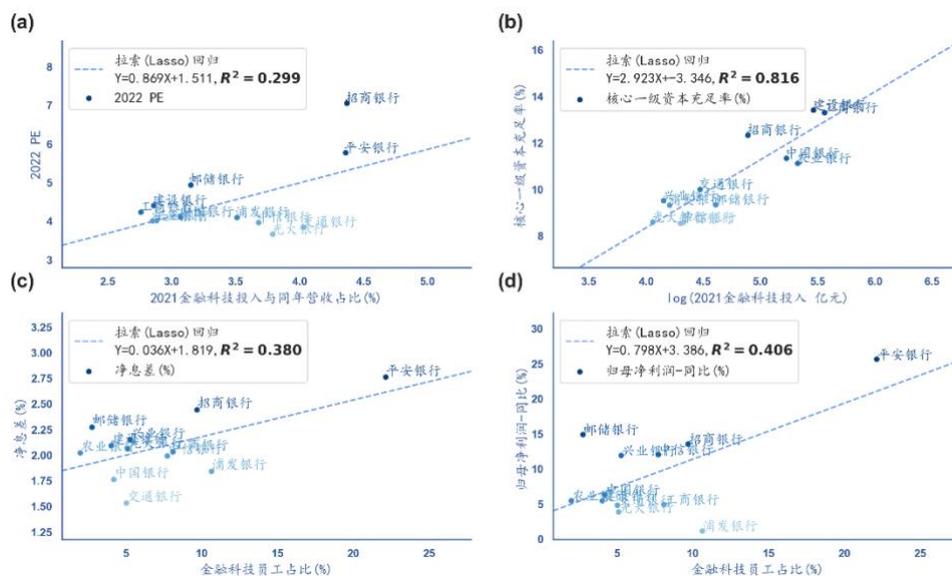
In [6]: fig, axs = plt.subplots(figsize=(16,9),nrows=2,ncols=2)
ax0 = axs[0][0]
ax1 = axs[0][1]
ax2 = axs[1][0]
ax3 = axs[1][1]

ax0 = scatter_and_regress(X_name='2021金融科技投入与同年营收占比(%)',y_name='2022 PE',df=df,ax=ax0)
ax1 = scatter_and_regress(X_name='log(2021金融科技投入 亿元)',y_name='核心一级资本充足率(%)',df=df,ax=ax1)
ax2 = scatter_and_regress(X_name='金融科技员工占比(%)',y_name='净息差(%)',df=df,ax=ax2)
ax3 = scatter_and_regress(X_name='金融科技员工占比(%)',y_name='归母净利润-同比(%)',df=df,ax=ax3)

fig.text(0.08,0.9,'(a)',fontsize=20)
fig.text(0.5,0.9,'(b)',fontsize=20)
fig.text(0.08,0.5,'(c)',fontsize=20)
fig.text(0.5,0.5,'(d)',fontsize=20)

fig.savefig('RegAnalysis.png',dpi=200,bbox_inches='tight')

```



### 3 金融科技量化多因子策略和归因分析 (Python 实现)

通过对中证金融科技 (399699.SZ) 指数的个股进行量化多因子选股。因子包括

- 趋向指标
- 反趋向指标
- 压力支撑指标
- 量价指标
- 指数权重增长指标

并选出买入信号最强的 10 家金融科技公司，并推荐超配这些标的。随后，以 2023 年 2 月 27 日之前的数据为已知数据，对 2 月 28 日之后+14 天和+30 天的投资表现进行回测。**30 日回测收益达 4.38%，夏普比率为 0.996**；结合随机森林模型和 SHAP 分析，团队对因子进行了归因分析，发掘了重要的量价因子。

```
In [1]: #导入需要的包
import tushare as ts
from helper import API_key
import datetime
from helper import team_colors_dict
import time
import talib
#设置TuShare秘钥
ts.set_token(API_key)
pro = ts.pro_api()
#today = datetime.datetime.today()
today = datetime.date(2023,2,27) #如果产生用于回测的投资组合, 使用2023年2月28日作为测试日
today = today.strftime(r'%Y%m%d') # 今天的时间
start_date = "20200101" #所有分析的起始
report_period = '20221231' # 2022年的最后一天, 表示年报
```

```
In [3]: import pandas as pd
import seaborn as sns
from matplotlib import pyplot as plt
import matplotlib.font_manager as fm
import numpy as np
from helper import team_colors_dict
from sklearn.linear_model import LinearRegression

#字体设置
myfont = fm.FontProperties(fname='MSYH.TTC',size=14)
sns.set(font=myfont.get_name())
sns.set_theme(style="white")
plt.rcParams['font.sans-serif'] = ['Microsoft YaHei']
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False

#绘图设置
font = {'weight' : 'bold',
        'size' : 12}
plt.rc('font', **font) # pass in the font dict as kwargs
```

```
In [4]: #TuShare数据字段
ts_dict = {'上证指数':'000001.SH', '深圳指数':'399005.SZ', '沪深300':'000300.SH', '中证金融':'000934.SH', '中证银行':'399986.SZ', '金融科技':'399699.SZ',
          '恒生指数':'HSI', '恒生科技':'HKTECH', '道琼斯工业':'DJI', '标普500':'SPX', '纳斯达克':'IXIC'}
fields='ts_code,trade_date,open,high,low,close,vol,amount'
stock_basic_fields = 'name'
income_basic_fields = "revenue,operate_profit,total_profit,n_income,basic_eps,rd_exp,total_cogs"
daily_basic_fields = 'turnover_rate,volume_ratio,pe,pb,ps,circ_mv'
fina_indicator_fields = 'eps,dt_eps,total_revenue_ps,current_ratio,quick_ratio,cash_ratio,op_income,netprofit_margin,grossprofit_margin,cogs_of_sales,profit_to_gr,roe,roa,roic,debt_to_assets,basic_eps_yoy,op_yoy,roe_yoy,bps_yoy,assets_yoy,tr_yoy,or_yoy,equity_yoy'
dividend_fields = 'cash_div'
stk_factor_fields = 'macd_dif,macd_dea,macd,kdj_k,kdj_d,kdj_j,rsi_6,rsi_12,rsi_24,boll_upper,boll_mid,boll_lower,cci'
```

```
In [5]: # 获取金融科技指数的成分股
df = pro.index_weight(index_code=ts_dict['金融科技'], start_date=start_date, end_date=today)
```

```
In [2]: #找到最近交易日
#获取str类型的时间, 来匹配tushare的格式
def get_today_str():
    #today = datetime.datetime.now()
    today = datetime.date(2023,2,27) #如果产生用于回测的投资组合, 使用2023年2月28日作为测试日
    now = datetime.datetime.now().strftime("%H:%M")
    if now < '17:00':
        today = today + datetime.timedelta(days=-1)
    today_str = is_open(today)
    return today_str

def is_open(today):
    today_str = today.strftime("%Y%m%d")
    while not pro.query('trade_cal', start_date=today_str, end_date=today_str, fields="is_open").iloc[0,0]:
        today = today + datetime.timedelta(days=-1)
        today_str = today.strftime("%Y%m%d")
    return today.strftime("%Y%m%d")

recent_trade_date = get_today_str()
```

```

In [6]: #数据清洗
df['trade_date'] = pd.to_datetime(df['trade_date'])
most_recent_date = df['trade_date'].unique().max()
benchmark_date = df['trade_date'].unique()[2]
benchmark_date_str = pd.to_datetime(benchmark_date).strftime(r'%Y%m%d')
df_recent = df[(df['trade_date']==most_recent_date)]
df_recent = df_recent.set_index(keys='con_code')
df_benchmark = df[(df['trade_date']==benchmark_date)]
df_benchmark = df_benchmark.set_index(keys='con_code')

df_recent = df_recent.rename(columns={'weight':'recent weight'})
df_benchmark = df_benchmark.rename(columns={'weight':'benchmark weight'})

df = pd.merge(left=df_recent,right=df_benchmark,how='left',left_index=True,right_index=True)
# 检查有无空值
print(df.isna().sum())
# 计算个股在指数中权重与2022年年末的变化。
df['p_delta weight'] = df['recent weight']/df['benchmark weight'] - 1

df = df.sort_values(by='recent weight',ascending=False)

index_code_x      0
trade_date_x      0
recent weight     0
index_code_y      0
trade_date_y      0
benchmark weight  0
dtype: int64

```

## 基本面和技术面数据

```

In [7]: # 获取每只股票的基本面信息
df(stock_basic_fields.split(',')) = np.nan # 创建股票基本信息
df(daily_basic_fields.split(',')) = np.nan # 创建行情基本信息空列
df(fina_indicator_fields.split(',')) = np.nan # 财务数据空列
df(income_basic_fields.split(',')) = np.nan # 创建收入表空列
df(dividend_fields.split(',')) = np.nan # 股息空列
df(['recent_trade_day_price','benchmark_price','price_ema_7','price_ema_30','p_delta_price']) = np.nan # 股票变化空列
df(['obv','obv_ema_120']) = np.nan # 量价指标
df(stk_factor_fields.split(',')) = np.nan # 创建股票技术面空列
for ts_code in df.index:
    # 获取股票基本信息
    df_temp = pro.stock_basic(ts_code=ts_code,fields=stock_basic_fields)
    df.loc[ts_code,stock_basic_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,stock_basic_fields.split(',')])

    # 最近的价格涨幅信息
    df_temp = pro.daily(ts_code=ts_code,start_date=benchmark_date_str,end_date=recent_trade_date)[::-1]
    df_temp['price_ema_7'] = talib.EMA(np.array(df_temp.close),timeperiod=7)
    df_temp['price_ema_30'] = talib.EMA(df_temp.close,timeperiod=30)
    df.loc[ts_code,'price_ema_7'] = df_temp.iloc[-1].loc['price_ema_7']
    df.loc[ts_code,'price_ema_30'] = df_temp.iloc[-1].loc['price_ema_30']

    df.loc[ts_code,'recent_trade_day_price'] = df_temp.iloc[-1].loc['close']
    df.loc[ts_code,'benchmark_price'] = df_temp.iloc[0].loc['close']
    df.loc[ts_code,'p_delta_price'] = df.loc[ts_code,'recent_trade_day_price']/df.loc[ts_code,'benchmark_price'] - 1.0

    #计算OBV和 OBV_EMA_120. OBV(on balance volume),也被称为能量潮或者人气指标
    df_temp = pro.daily(ts_code=ts_code,start_date=start_date,end_date=recent_trade_date)[::-1]
    df_temp['obv'] = talib.OBV(df_temp.close,df_temp.vol)
    df_temp['obv_ema_120'] = talib.EMA(df_temp.obv,timeperiod=120)
    df.loc[ts_code,'obv'] = df_temp.iloc[-1].loc['obv']
    df.loc[ts_code,'obv_ema_120'] = df_temp.iloc[-1].loc['obv_ema_120']

    df_temp['price_ema_90'] = talib.EMA(df_temp.close,timeperiod=90)
    df.loc[ts_code,'price_ema_90'] = df_temp.iloc[-1].loc['price_ema_90']

    # 行情基本信息
    df_temp = pro.daily_basic(ts_code=ts_code,trade_date=recent_trade_date,fields=daily_basic_fields)
    df.loc[ts_code,daily_basic_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,daily_basic_fields.split(',')])

    # 财务报表基本信息
    df_temp = pro.fina_indicator(ts_code=ts_code,report_period=report_period,fields=fina_indicator_fields+'end_date')
    df.loc[ts_code,fina_indicator_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,fina_indicator_fields.split(',')])

    # 收入基本信息
    df_temp = pro.income(ts_code=ts_code,start_date=start_date,end_date=today,fields=income_basic_fields)
    df.loc[ts_code,income_basic_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,income_basic_fields.split(',')])

    # 最近的分红基本信息
    df_temp = pro.dividend(ts_code=ts_code,fields=dividend_fields)
    df.loc[ts_code,dividend_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,dividend_fields.split(',')])

    #获取技术面数据
    df_temp = pro.stk_factor(ts_code=ts_code,trade_date=recent_trade_date,fields=stk_factor_fields)
    df.loc[ts_code,stk_factor_fields.split(',')]= df_temp.loc[0,stk_factor_fields.split(',')])

df.to_csv(f'Quantitative Analysis Data {today}.csv')

```

## 技术分析因子信号

```
In [8]: TA_list = ['MACD-SIG', 'KDJ-SIG', 'RSI-SIG', 'CCI-SIG', 'BOLL-SIG', 'OBV-SIG', 'WEIGHT-SIG']
df[TA_list] = 0
for ts_code in df.index:
    # 趋向指标MACD因子信号
    if df.loc[ts_code, 'macd_dif'] > 0 and df.loc[ts_code, 'macd_dea'] > 0 and df.loc[ts_code, 'macd_dif'] > df.loc[ts_code, 'macd_dea']:
        df.loc[ts_code, 'MACD-SIG'] += 1.0 # 当DIFF, DEA均为正, DIFF向上突破DEA后, 为买入信号,
    elif df.loc[ts_code, 'macd_dif'] < 0 and df.loc[ts_code, 'macd_dea'] < 0 and df.loc[ts_code, 'macd_dif'] < df.loc[ts_code, 'macd_dea']:
        df.loc[ts_code, 'MACD-SIG'] -= 1.0

    # 反趋向KDJ因子信号
    if df.loc[ts_code, 'kdj_d'] > 80:
        df.loc[ts_code, 'KDJ-SIG'] += 1.0 # D大于80时, 行情呈现超买信号
    elif df.loc[ts_code, 'kdj_d'] < 20:
        df.loc[ts_code, 'KDJ-SIG'] += 1.0 # D小于20时, 行情呈现超卖信号

    if df.loc[ts_code, 'p_delta_price'] > 0.05 and df.loc[ts_code, 'kdj_k'] > df.loc[ts_code, 'kdj_d']:
        df.loc[ts_code, 'KDJ-SIG'] += 1.0 # 上涨趋势中, K值大于D值, K线向上突破D线时, 为买进信号
    elif df.loc[ts_code, 'p_delta_price'] < -0.05 and df.loc[ts_code, 'kdj_k'] < df.loc[ts_code, 'kdj_d']:
        df.loc[ts_code, 'KDJ-SIG'] -= 1.0 # 下跌趋势中, K值小于D值, K先向下突破D线时, 为卖出信号

    # 反趋向RSI因子信号
    if df.loc[ts_code, 'rsi_12'] < 30:
        df.loc[ts_code, 'RSI-SIG'] += 1.0 # 股票超卖, 买入信号
    elif df.loc[ts_code, 'rsi_12'] > 70:
        df.loc[ts_code, 'RSI-SIG'] -= 1.0 # 股票超买, 卖出信号

    # 顺势指标CCI因子信号
    if df.loc[ts_code, 'cci'] > 100:
        df.loc[ts_code, 'CCI-SIG'] += 1.0
    elif df.loc[ts_code, 'cci'] < -100:
        df.loc[ts_code, 'CCI-SIG'] -= 1.0

    # 压力支撑信号BOLL因子信号
    if df.loc[ts_code, 'p_delta_price'] < -0.05 and df.loc[ts_code, 'recent_trade_day_price'] < df.loc[ts_code, 'boll_lower']:
        df.loc[ts_code, 'BOLL-SIG'] += 1.0 # 股价下跌穿越布林通道线下限, 反弹概率大, 买入信号
    elif df.loc[ts_code, 'p_delta_price'] > 0.05 and df.loc[ts_code, 'recent_trade_day_price'] > df.loc[ts_code, 'boll_upper']:
        df.loc[ts_code, 'BOLL-SIG'] -= 1.0 # 股价上升穿越布林通道线上限, 回档概率大, 卖出信号

    # 量价指标OBV
    df.loc[ts_code, 'OBV-SIG'] = np.clip(df.loc[ts_code, 'obv']/df.loc[ts_code, 'obv_ema_120']-1.0, -1.0, 1.0)

    # 金融科技指数增长指标, 如果最近权重增长, 则超配, 减少则减配
    df['WEIGHT-SIG'] = np.clip(df['p_delta_weight'], -1, 1)

    # 所有信号求和
    df['TA-SIG'] = df[TA_list].sum(axis=1)
```

```
In [9]: # 导入机器学习包, 开始进行多变量分析
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
TA_features_list = ['MACD-SIG', 'KDJ-SIG', 'RSI-SIG', 'CCI-SIG', 'BOLL-SIG', 'OBV-SIG', 'WEIGHT-SIG']
Fina_features_list = ['roe_yoy', 'pe', 'pb', 'ps']
Target_list = ['p_delta_price']

features = df[TA_features_list+Fina_features_list]
features = features.fillna(features.mean())
target = df[Target_list]

model = RandomForestRegressor()#LinearRegression()

model.fit(features, target)

target_predict = model.predict(features)

print(r2_score(target_predict, target))

#df['TA-SIG'] = features.to_numpy()*np.array(model.coef_)

0.857559455121846

c:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-packages\ipykernel_launcher.py:16: DataConversionWarning: A column-vector y was passed when a 1d array was expected. Please change the shape of y to (n_samples,), for example using ravel().
  app.launch_new_instance()
```

```
In [10]: print(features.shape)
```

## 回测和投资组合评价

```
In [15]: stock_list = list(df.index)

def backtest(stock_list,start_date,end_date,backtest_period,benchmark_name='沪深300',rf=0.02828,tr=0.0):
    """
    此函数计算回测区间内的收益率,夏普比率,信息比率,Sortino比率和最大回撤
    rf: 年化的无风险利率基于2022年4月14日10年期国债收益率2.2828%,数据来源:CEIC Data
    tr: 年化的计算Sortino比率的Target return
    """
    stock_period_returns_list = list()
    stock_sigma_list = list()
    stock_SR_list = list()
    stock_IR_list = list()
    stock_Sortino_list = list()
    stock_max_daily_drawdown_list = list()

    df_300 = pro.index_daily(ts_code=ts_dict[benchmark_name], start_date=start_date, end_date=end_date, fields=fields)
    df_300_period_return=(df_300.iloc[0].loc['close'] - df_300.iloc[-1].loc['close'])/df_300.iloc[-1].loc['close']
    print(f'回测期间, {benchmark_name}基准收益为{df_300_period_return:.4f}')
    df_300_returns = df_300['close'][::-1].pct_change().dropna()
    for index,ts_code in enumerate(stock_list):
        df_temp = pro.daily(ts_code=ts_code,start_date=start_date,end_date=end_date,fields=fields)
        stock_returns = df_temp['close'][::-1].pct_change().dropna()
        period_return=(df_temp.iloc[0].loc['close'] - df_temp.iloc[-1].loc['close'])/df_temp.iloc[-1].loc['close']
        stock_period_returns_list.append(float(period_return))
        period_sigma = df_temp['close'].pct_change().dropna().std()
        period_sigma = float(period_sigma)
        stock_sigma_list.append(period_sigma)
        return_differences = stock_returns - df_300_returns
        tracking_error = return_differences.std()
        downside_dev = np.sqrt(np.mean(np.minimum(0,stock_returns-(backtest_period/360*tr))**2))
        Roll_Max = df_temp['close'][::-1].cummax()
        Daily_Drawdown = df_temp['close'][::-1]/Roll_Max-1.0
        Max_Daily_Drawdown = Daily_Drawdown.cummin().min()

        #计算夏普比率,信息比率,Sortino比率,最大回撤等
        SR = (period_return-backtest_period/360*rf)/period_sigma
        stock_SR_list.append(float(SR))
        IR = return_differences.mean()/tracking_error
        stock_IR_list.append(float(IR))
        Sortino = (stock_returns - tr)/downside_dev
        stock_Sortino_list.append(Sortino)
        stock_max_daily_drawdown_list.append(float(Max_Daily_Drawdown))

    return np.array(stock_period_returns_list),np.array(stock_sigma_list),np.array(stock_SR_list),np.array(stock_IR_list),np.array(stock_Sortino_list),np.array(stock_max_daily_drawdown_list)
```

```
In [12]: df = df.sort_values(by='TA-SIG',ascending=False)

df.to_csv(f'Quantitative Analysis Data {today}.csv')

df_SIG = df[['name','MACD-SIG','KDJ-SIG','RSI-SIG','CCI-SIG','BOLL-SIG','OBV-SIG','WEIGHT-SIG','TA-SIG']]
df_SIG.to_csv(f'Quantitative Analysis Signal {today}.csv')
```

```
In [13]: df[['name','TA-SIG']]
```

```
Out[13]:
```

|           | name | TA-SIG    |
|-----------|------|-----------|
| con_code  |      |           |
| 002197.SZ | 证通电子 | 3.283668  |
| 300546.SZ | 维帝科技 | 2.105015  |
| 002587.SZ | 奥拓电子 | 1.535828  |
| 002368.SZ | 太极股份 | 1.420089  |
| 300349.SZ | 会卡智能 | 1.246575  |
| ...       | ...  | ...       |
| 300663.SZ | 科蓝软件 | -2.121802 |
| 300248.SZ | 新开普  | -2.133700 |
| 002268.SZ | 电科网安 | -2.265380 |
| 002285.SZ | 世联行  | -2.912308 |
| 002453.SZ | 华软科技 | -3.241272 |

92 rows x 2 columns

```

backtest_periods = [14,30] # 回测未来14或者30日的收益

df[[f'{backtest_period}_day_return' for backtest_period in backtest_periods]] = np.nan
df[[f'{backtest_period}_day_sigma' for backtest_period in backtest_periods]] = np.nan
df[[f'{backtest_period}_day_SR' for backtest_period in backtest_periods]] = np.nan
df[[f'{backtest_period}_day_IR' for backtest_period in backtest_periods]] = np.nan
for backtest_period in backtest_periods:
    start_date = (datetime.date(2023,2,28)).strftime(r'%Y%m%d')
    end_date = (datetime.date(2023,2,28)+ datetime.timedelta(days=backtest_period)).strftime(r'%Y%m%d')

    stock_period_returns_list,stock_sigma_list,stock_SR_list,stock_IR_list,stock_Sortino_list,stock_max_daily_drawdown_list= bac
ktest(stock_list,start_date,end_date,backtest_period=backtest_period)
    df[f'{backtest_period}_day_return'] = stock_period_returns_list

    #获得技术分析信号排名前10名的公司, 做投资组合的收益评价
    period_long_return = np.average(stock_period_returns_list[:10])
    period_volatility = np.average(stock_sigma_list[:10])
    period_SR = np.average(stock_SR_list[:10])
    period_IR = np.average(stock_IR_list[:10])
    period_Sortino = np.average(stock_Sortino_list[:10])
    period_daily_max_drawdown = np.average(stock_max_daily_drawdown_list[:10])

    print(f'{backtest_period}日回测多头组合的收益为{period_long_return:.2%},年化为{(period_long_return+1)**(360/backtest_period)-
1:.2%}.\n回测期内,波动率为{period_volatility:.3f},夏普比率(Sharpe Ratio)为{period_SR:.3f},信息比率为(Information Ratio)为{period_I
R:.3f},Sortino比率为{period_Sortino:.3f},最大回撤为{period_daily_max_drawdown:.3f}')

回测期间, 沪深300基准收益为-0.0208
14日回测多头组合的收益为0.08%,年化为2.06%.
回测期内,波动率为0.027,夏普比率(Sharpe Ratio)为-0.577,信息比率为(Information Ratio)为0.045,Sortino比率为0.012,最大回撤为-0.075
回测期间, 沪深300基准收益为-0.0076
30日回测多头组合的收益为4.88%,年化为77.06%.
回测期内,波动率为0.027,夏普比率(Sharpe Ratio)为0.996,信息比率为(Information Ratio)为0.061,Sortino比率为0.154,最大回撤为-0.103

```

## 归因分析

```

In [16]: # 导入机器学习包, 开始进行多变量分析
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
import joblib
import shap
shap.initjs() #初始化Shap

backtest_period = 30
TA_features_list = ['MACD-SIG','KDJ-SIG','RSI-SIG','CCI-SIG','BOLL-SIG','OBV-SIG','WEIGHT-SIG']
features = df[TA_features_list]
Target_list = [f'{backtest_period}_day_return']

target = df[Target_list]

model = RandomForestRegressor()#LinearRegression()

model.fit(features,target)

target_predict = model.predict(features)

print(r2_score(target_predict,target))

#获得 shap values
explainer = shap.Explainer(model)
shap_values = explainer(features)

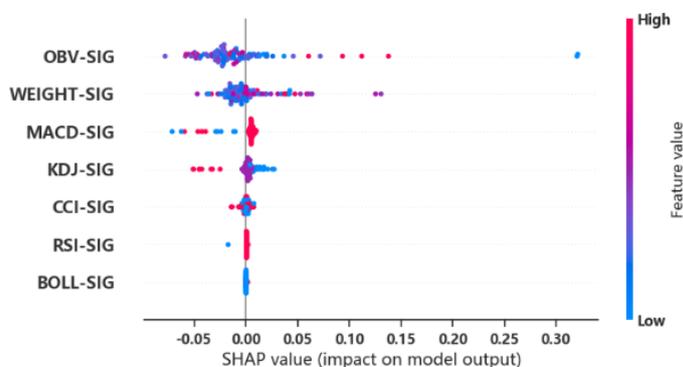
```

(js)

```

In [17]: # Beeswarm plot
shap.plots.beeswarm(shap_values)

```



```

In [18]: #保存模型
joblib.dump(model, './random_forest.joblib')

```

```

Out[18]: ['./random_forest.joblib']

```

## 4 国际金融科技细分行业一级市场融资历史

表 1 国际数字银行企业及银行技术服务商企业融资历史

| 数字银行企业名称      | 公司类型              | 成立时间、国家  | 历史交易次数              | 交易金额                                   | 交易时间                    | 投资方                                   |
|---------------|-------------------|----------|---------------------|--|-------------------------|---------------------------------------|
| Zopa          | 互联网数字银行           | 2005 英国  | 共 9 轮融资，最新一轮为 A 轮   | 共融资 6.32 亿英镑，最新一轮融资 7500 万英镑           | 2014-01-29 至 2023-02-02 | 软银愿景基金、摩根大通、AIG 等                     |
| Qonto         | 互联网数字银行           | 2016 法国  | 共 7 轮融资，最新一轮为风险投资   | 共融资超 6.30 亿欧元                          | 2017-01-20 至 2022-04-21 | 腾讯、老虎环球基金、DST、Valar 等                 |
| Starling Bank | 互联网数字银行           | 2014 英国  | 共 10 轮融资，最新一轮为 D 轮  | 共融资 7.3 亿英镑及 4430 万欧元，最新一轮融资 1.3 亿英镑   | 2018-04-24 至 2022-04-26 | 高盛、富达、JTC 等                           |
| Monzo         | 互联网数字银行           | 2015 英国  | 共 10 轮融资，最新一轮为 H 轮  | 共融资超 8.52 亿英镑，最新一轮融资 3.9 亿英镑           | 2017-11-06 至 2022-02-08 | 腾讯、ADG、Coatue 等                       |
| N26           | 互联网数字银行           | 2013 德国  | 共 10 轮融资，最新一轮为 E 轮  | 共融资 7.72 亿美元及 8.15 亿欧元，最新一轮融资 7.75 亿欧元 | 2013-05-01 至 2021-10-18 | 腾讯、Coatue、维港投资、Valar Ventures 等       |
| Chime         | 互联网数字银行           | 2021 美国  | 共 9 轮融资，最新一轮为 G 轮   | 共融资 22.5 亿美元，最新一轮融资 7.5 亿美元            | 2013-08-30 至 2021-08-13 | 红杉、DST、Aspect Ventures 等              |
| Revolut       | 互联网数字银行           | 2015 英国  | 共 9 轮融资             | 共融资超 16 亿美元，最新一轮融资 550 万美元             | 2017-06-30 至 2021-08-11 | 软银愿景基金、老虎环球基金、DST 等                   |
| 银行技术服务商企业名称   | 公司类型              | 成立时间、国家  | 历史交易次数              | 交易金额                                   | 交易时间                    | 投资方                                   |
| FNZ           | 金融科技服务商           | 2003 新西兰 | 共 8 轮融资，最新一轮为风险投资   | 共融资超 1407 万英镑，最新一轮融资 177 万英镑           | 2020-09-24 至 2022-09-29 | Hokus Platform、Nokkel、Timeline 等      |
| Mambu         | 银行及金融机构的软件基础设施供应商 | 2011 德国  | 共 7 轮融资，最新一轮为 E 轮   | 共融资超 3.9 亿欧元，最新一轮融资 2.4 亿欧元            | 2011-01-26 至 2021-12-09 | EQT AB、TCV、Acton Capital 等            |
| Subaio        | 金融科技服务商           | 2016 丹麦  | 共 3 轮风险投资，最新一轮为 A 轮 | 共融资超 426 万美元                           | 2018-06-13 至 2021-02-25 | Global PayTech Ventures、Plug and Play |

## 5 各细分行业代表公司的技术表现

以下表格选取各细分行业的代表公司在 ABCDq 中的技术表现进行罗列展示。

表 2 传统银行业 ABCDq 典型运用案例

| 代表公司 | 技术表现     |   |
|------|----------|---|
| 建设银行 | A (人工智能) | <ul style="list-style-type: none"> <li>人工智能(AI)平台升级至云原生架构，建成完备的数据标注、模型训练、服务部署端到端能力</li> <li>在计算机视觉、智能语音、自然语言处理、知识图谱、智能决策五大领域的 AI 服务累计支撑 617 个应用场景</li> <li>构建审单知识图谱体系，同业首家在信用证审单场景落地人工智能应用案例</li> </ul> |
|      | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>打造统一的区块链服务平台，实现可信数据交换和安全加密隐私保护，支撑贸易融资、跨境支付等 16 个业务领域，落地 40 个应用场景</li> <li>连续三年入围“福布斯全球区块链 50 强”</li> </ul>   |

|      |          |   |
|------|----------|---|
|      | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>持续推进软件定义网络(SDN)的全面部署, 打造了国内金融行业首家 SRv6 智能云骨干网络</li> <li>同业率先实现“多专区多地域多技术栈多芯”布局, 提供标准算力规模超 20 万台云服务器</li> <li>构建企业级数据共享安全计算平台, 落地隐私保护计算技术, 实现数据“可用不可见”</li> </ul>   |
|      | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>自主研发大数据云平台, 实现了同业最大的存储计算分离数据库处理集群, 计算节点数量 1.8 万个, 实现全量业务数据入湖</li> <li>有效支持客户旅程等 100 多个实时业务场景应用, 实现全部 37 家分行大数据分析挖掘云上处理和集约化管理</li> </ul>  |
|      | Q (量子技术) | <ul style="list-style-type: none"> <li>提出量子金融 (即 Financial-Quantum) 概念</li> <li>在国内率先成立量子金融应用实验室, 与中国科学技术大学等机构联合发起中国计算机学会量子计算专业组, 共同推进量子信息技术前瞻性研究和创新性探索</li> <li>于 2019 年完成了算法选型与原型验证工作, 在金融行业率先提出“两把锁”的抗量子安全增强解决方案</li> <li>自主研发了量子金融云平台, 目前已经进入内部测试阶段</li> <li>发布了国内首批量子金融算法, “量子期权定价算法”增强中间业务盈利能力, “量子 VaR 值估计算法”降低了市场风险</li> <li>(<a href="https://new.qq.com/rain/a/20220309a09ros00">https://new.qq.com/rain/a/20220309a09ros00</a>)</li> </ul> |
| 平安银行 | A (人工智能) | <ul style="list-style-type: none"> <li>搭建离线、近线和在线推荐引擎, 支撑亿级用户的秒级实时性推荐, 月均触客数同比增长约 11%</li> <li>基于虚拟数字人技术、智能引擎和音视频平台, 节省运营成本约 30 人/年</li> </ul>  |
|      | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>基于分布式数字身份 (DID) 技术, 2022 年完成数字口袋所有用户的数字身份认证</li> <li>通过“平银数字存证”平台, 为 52 个“平安公益”项目、超 50,000 笔捐赠提供区块链存证服务</li> </ul>   |
|      | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>平安金融累计互联网用户数量 4 亿+, 交易规模 10 万亿+</li> <li><a href="https://mp.weixin.qq.com/s/-qheP2XpoUF767q3iCK1pg">https://mp.weixin.qq.com/s/-qheP2XpoUF767q3iCK1pg</a></li> <li>IaaS、PaaS 和 DevOps 三大基础平台推动技术转型</li> <li>开发、测试环境全部实现云上部署, 生产环境运行了包括腾龙核心系统应用集群在内的 300 余套应用。</li> <li><a href="https://www.sohu.com/a/335904999_185201#">https://www.sohu.com/a/335904999_185201#</a></li> </ul>                             |
|      | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>将多模态识别技术应用于消费金融业务, 通过融合视频、图像、音频、语义等多维信息, 有效提升面审环节的风险识别率</li> <li>“新一贷”业务通过流程自动化节省人力成本 420 万元/年</li> <li>自主研发金融市场业务数据模型, 通过建立统一的数据标准, 实现查询、传输、存储过程的数据结构一致</li> </ul>  |
|      | Q (量子技术) | <ul style="list-style-type: none"> <li>公司探索量子计算、量子通信在金融建模、隐私安全等领域的应用</li> <li>平安银行与本源量子将共同开展金融欺诈等领域量子金融算法的研究与落地, 并使用量子计算机真机验证, 双方将合作探索量子算法在金融具体业务场景上的应用</li> <li><a href="https://bank.cngold.org/c/2023-02-01/c8509082.html">https://bank.cngold.org/c/2023-02-01/c8509082.html</a></li> </ul>   |

数据来源: 各机构年报

表 3 数字银行业 ABCDq 典型运用案例

| 代表公司              | 技术表现     |   |
|-------------------|----------|---|
| 网商银行<br>(Alibaba) | A (人工智能) | <ul style="list-style-type: none"> <li>网商银行将人工智能技术全面应用于风控, 运用实时图计算引擎, 沉淀了风险识别、风险决策、风险分析的技术体系, 人工智能风控模型超过 100 个。</li> </ul>      |
|                   | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>率先将区块链技术运用银行间合作</li> <li>通过区块链技术存储智能合约, 使得合作银行共同服务用户时, 双方数据可用不可见, 且不可篡改</li> </ul>       |
|                   | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>第一家将核心系统架构在云上的银行, 每秒可支持 5 万笔交易</li> <li>同时通过三地五中心架构, 任何一地遭受意外状况, 都可保障用户服务不受影响</li> </ul> |
|                   | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>通过整合阿里巴巴集团内的商流、资金流、信息流以及菜鸟的物流数据, 搭建全网商品估值模型, 对几乎所有消费品类都可实现精准估值和动态预测</li> </ul>           |
|                   | q (量子技术) | <ul style="list-style-type: none"> <li>2017 年, 国内云服务商阿里云在深圳披露全球首个云上量子加密通讯案例, 网商银行采用量子技术在专有云上完成了量子加密通讯试点</li> </ul>              |
| 微众银行<br>(Tencent) | A (人工智能) | 联邦学习合作生态; 金融智能服务 <ul style="list-style-type: none"> <li>精准营销</li> <li>智能资管</li> </ul>   |
|                   | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>底层开源平台 FISCO BCOS</li> <li>隐私计算</li> <li>金链盟</li> <li>分布式数据传输协议</li> </ul>               |
|                   | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>基于分布式架构的银行核心系统</li> <li>高扩展性金融云</li> <li>场景 SDK/API</li> </ul>                           |
|                   | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>大数据风控</li> <li>精准营销</li> </ul>   |

|  |          |   |
|--|----------|---|
|  |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>智能运维</li> <li>大数据平台套件</li> </ul>                           |
|  | Q (量子技术) | <ul style="list-style-type: none"> <li>依托量子保密通信平台，对业务数据进行远距离传输，保障数据的不可破解和密钥传递中的不可窃取和篡改</li> </ul> |

数据来源：各机构年报

表 4 银行技术服务商企业 ABCDq 典型运用案例

| 代表公司 | 技术表现     |   |
|------|----------|---|
| 恒生电子 | A (人工智能) | <ul style="list-style-type: none"> <li>恒生金融知识图谱工具平台实现客户本地化平台落地</li> <li>本地计算提供数据服务包括股权、疑似实控人、疑似受益所有人、一致行动人、图谱关系数据服务、集团户等</li> </ul>   |
|      | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>恒生区块链发布 H-BaaS，范太链数字资产平台两款产品</li> <li>全年签约客户 24 家，完成了政府侧、产业侧的场景落地，同时也顺利完成了首笔区块链金融信贷业务</li> </ul>   |
|      | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>主要核心产品为一站式云服务解决方案，IaaS+PaaS+SaaS 层云计算服务</li> <li>主要功能为基于云的投资交易、估值、托管清算、投资监督、信息披露、绩效评估及风险管理、算法交易等</li> </ul>  |
|      | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>恒生发布恒生数据库产品 LightDB 企业版，同时完成信创软硬件平台测试及认证，联合恒生新一代 TA 打造信创样板并在东吴证券首家上线</li> <li>投资建设金融云计算服务平台与金融大数据支撑平台开发与应用项目、金融大数据基础架构项目、重大基于大数据的智能投顾服务平台等项目</li> </ul>  |
| 神州信息 | A (人工智能) | <ul style="list-style-type: none"> <li>将人工智能知识图谱引入场景金融和开放银行，在智能营销、智能风控等领域进一步加强开放银行的竞争力</li> <li>金融超脑项目聚焦金融场景，构建 AI 全场景解决方案，提供一站式 AI 开发平台</li> <li>金融人机交互产品构建了人机对话系统平台</li> <li>公司参与了《人工智能算法金融应用评价规范》标准的制定，将自主研发的核心技术及最佳实践输出为标准成果</li> </ul>   |
|      | B (区块链)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>依托领先市场的区块链底层技术平台 Sm@rtGAS，自主研发打造出一套完整数字人民币解决方案—数字人民币综合服务平台，帮助银行积极布局数字人民币生态体系</li> <li>公司为建设银行落地实施的“基于区块链的供应链金融企业应收账款融资系统”应用案例选中并编入国际标准 ISO/DTR 3242《区块链与分布式账本技术用例》，为核心系统、开放银行等相关领域的行业标准建设提供了重要参考依据</li> </ul>                                    |
|      | C (云计算)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>主要包括分布式应用平台和容器云</li> <li>分布式应用平台的主要内容是单元化架构版本研发、优化微服务管控平台管理端、云原生架构技术预研及服务网格产品研发</li> <li>容器云项目帮助客户采用云原生技术加快数字化转型与上云改造，实现 IT 架构升级和业务创新；同时作为 ModelBank5.0 战略中核心底座</li> </ul>   |
|      | D (大数据)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>农业领域，公司已累计建设 8 个国家级单品大数据平台和 15 个区域单品大数据平台</li> <li>税务领域，公司成功签约金税四期业务，帮助海南、四川、江苏、河南等税务局建设大数据系统，为海南税务局搭建发票风险模型</li> <li>研发领域，基于高性能、高可靠数据传输技术，支持大数据场景下数据交换与清洗加工</li> <li>基于税银直连场景，为银行提供配套的数据解析，指标加工，风控模型服务，帮助银行等金融机构在企业线上信贷风控环节提供大数据决策支持</li> </ul> |
|      | Q (量子技术) | <ul style="list-style-type: none"> <li>先后签约北京、蚌埠等城域网项目、量子保密通信骨干网络项目、量子网络平台网管软件等十余个项目，业务规模进一步扩大</li> </ul>   |

数据来源：各机构年报