

量化投资发展研究与教学实践探索

项凯标, 王迪迪

贵州大学管理学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2022年11月23日; 录用日期: 2023年2月8日; 发布日期: 2023年2月15日

摘要

随着人工智能技术的不断发展, 量化投资领域的程序化交易指导政策处于方兴未艾时期, 各市场参与机构的量化投资人才需求日趋增加。根据目前各高校开设量化投资课程发展现状, 专业培养教学低迷与人才缺失成正比。复合型投资人才发展缺口使得国内很多高校开始开设量化投资课程, 但是在教学过程中依旧存在一些缺点。本文对量化投资概念、高校开设量化投资课程现状和量化投资模型发展进行研究探讨, 对设有与金融专业相关的高校进行量化投资课程初步探索实践提供一些建议。

关键词

量化投资, 发展研究, 教学实践

Quantitative Investment Development Research and Teaching Practice Exploration

Kaibiao Xiang, Didi Wang

School of Management, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Nov. 23rd, 2022; accepted: Feb. 8th, 2023; published: Feb. 15th, 2023

Abstract

With the continuous development of artificial intelligence technology, the program trading guidance policy in the field of quantitative investment is in the ascendant, and the demand for quantitative investment talents of market participants is increasing. According to the current development situation of quantitative investment courses in colleges and universities, the downturn in professional training and teaching is in direct proportion to the lack of talent. The development gap of compound investment talents makes many domestic universities start to offer quantitative

investment courses, but there are still some shortcomings in the teaching process. This paper discusses the concept of quantitative investment, the current situation of quantitative investment courses offered by colleges and universities and the development of quantitative investment models, and provides some suggestions on the preliminary exploration and practice of quantitative investment courses offered by colleges and universities related to finance.

Keywords

Quantitative Investment, Development Studies, Teaching Practice

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着互联网技术对金融领域发展格局的不断扩充, 计算机信息科学技术与金融行业的融合发展成为当前金融领域发展的主要特征。针对量化投资研究, 最早是从国外的基本面分析开始, 通过对市场环境、企业发展与宏观经济等发展现状分析搭建合适的投资模型, 现阶段关于量化投资研究主要借助人工智能和机器学习等方法与基本面内容结合, 形成合适各国市场发展的基本面多因子量化投资模型。目前国内外关于量化投资研究也正处于发展阶段, 诸多的商圈企业、股票行业和证券行业都根据当前企业发展推出特色的量化投资策略, 并且在市场环境的摩擦下逐步优化发展。当前金融行业管理日新月异, 金融学教学任务始终基于传统理论市场信息, 造成市场发展与教育需求出现了部分脱节的现象。

量化投资教学是投资市场发展的必由之路。目前国内高校开设量化投资课程起步比较晚, 加强量化投资教学课程科学建设对投资行业发展具有重要的意义。对于目前与量化投资类似的专业课程, 金融学专业主要将教学比重放在理论基础教学, 证券投资课程比较注重模拟交易教学设计, 量化投资教学基础理论知识在教学中体现不足。因此, 高校金融学专业开设量化投资课程具有一定的发展意义和社会价值。首先, 高校金融学专业应该与市场金融发展实践密切相关。其次, 从当前社会发展形势来看, 学习量化投资课程可以提升金融学专业学生信息处理能力和数据建模能力。金融学专业比较注重文科思维教学, 注重讲授金融学基础理论和传统典型案例, 对数据分析和计算机建模技术的要求不高, 但是量化投资不仅需要金融学发展理论, 同时也要求具备与实践操作相关的数据科学与计算机应用技术。因此, 开设量化投资课程可以提升金融学专业学生的综合素质发展能力, 为交易市场提供更多的复合型人才。

2. 量化投资的概念

量化投资(Quantitative Investing)就是利用计算机强大数据处理技术对市场海量数据信息进行统计建模, 总结分析出市场的获利机会来实践市场投资理念, 即实现最优投资过程。由于投资组合的准确性、纪律性和分散性等研究特点, 最近几年在国内外应用非常广泛。在过去没有投资组合理念的市场环境下, 投资者通常在前期经过大量的定性分析来处理个人资产放置方式。对于重要项目投资, 传统投资者可以通过宏观调查, 行业分析和周期运算等调研方法来评估项目的潜在经济价值。由于消息的不对称性和人体机能对海量消息处理能力有效, 以往的投资准备工作存在诸多弊端, 同时投资者也会存在一定的认知偏差和较弱的风险防控意识。因此, 单一的主观定性分析会较大提高投资失败率。

传统基本面分析与量化投资还是存在一定差异的(见表 1), 量化投资是结合定性和定量分析, 使用客观的定量分析削弱定性分析的主观性。量化投资通过构建可以产生超额收益的资产主动投资策略模型来进行更加规范的分析研究。面对现今国内股票市场的发展现状, 主动投资组合模型应用在中国股市上是一个良好的发展开端。指数化投资组合模型结合市场有效发展的基础, 这样难免不会产生过高收益。相比较于指数化投资组合模型, 量化投资在了解宏观背景和主观市场判断的情况下, 对股票的基本面、技术面和宏观数据进行统计处理分析, 根据不同市场情况使用不同的量化策略建立量化投资组合模型, 可以提升产生超额收益的概率。

Table 1. Comparison between fundamental analysis and quantitative investment analysis

表 1. 基本面分析与量化投资分析的对比

对比内容	基本面分析	量化投资分析
研究对象	案例	选股模型
分析类型	定性分析	定性与定量分析
投资风格	高深度、覆盖面低	低深度、覆盖面高
时间控制	中长期	短期
风险控制	宏观、行业	数据规律
仓位控制	相对集中	相对分散

3. 量化投资课程发展现状

通过量化投资研究综述发现, 目前国内关于量化投资的研究还处于借鉴发展状态, 关于量化投资课程的教学还处于启蒙阶段, 国内很多高校的本科教育和研究生教育还尚未开设量化投资课程, 部分高校根据自身教学特点和发展已经开设了量化投资课程, 但是在教学过程中依旧存在一些问题。

3.1. 教学模式固化

现今开设量化投资课程的高校大部分教学计划重心放在金融学理论教学, 实践内容的占比非常少。例如有些高校会将《证券投资学》作为量化投资前期理论教学课程, 与投资类专业相关的教学安排一般分为理论教学和课内实践, 但是很多时候课内实践的分占比较少。量化投资是交叉学科, 现今对量化投资课程的教学占比不明晰, 结合投资行业发展, 应该在教学过程中增加模拟或者实操的课时占比, 量化投资的目的是结合金融学理论和数学模型在市场环境中挑选出最优的投资组合模型, 因此针对特殊教学课程, 应该打破一些固化教学模式, 加强高校量化投资课程之间的交流, 各高校可以加强合作, 开设一些课外实践课程教学, 使学生和老师在学习中增长实操经验。

3.2. 缺乏科学师资队伍

量化投资教学融合了金融学、经济学和统计学等理论知识与计算机编程技术, 属于理论和实践结合的新兴交叉学科。量化投资课程不仅需要具备多学科的理论知识, 同时也需要具备详细的实操教学经验。目前我国很多高校的任课老师主要是各知名高校毕业的博士生, 在攻读研究生的过程中主要打磨相应的理论知识研究, 缺乏实际操作的经验。并且国内很多高校在教师评职评选中过多注重教学课时和理论成果, 这会导致高校量化投资教学老师缺少实操经验动力, 同时这些老师在学习和教学的过程中也没有很多机会和时间能够在证券公司和期货公司等企业进行投资操盘, 对于目前量化投资的操作软件也只是了

解但不熟悉如何操作。因此, 目前国内高校教师只能完成量化投资理论知识教学任务, 量化投资教师队伍的知识储备水平和实操教学还有待加强。

3.3. 缺乏必要实操环境

量化投资包含了金融学等基础理论知识和需要实验检验的计算机编程技术。同时需要根据市场不断变化的交易环境结合基础投资理论和数学统计模型进行一些模拟交易。只要贴合市场发展环境, 根据自己所知所学应用到实际场景, 才能不断提升自己的技能。目前国内很多开设量化投资课程的高校教学计划还处于探索阶段, 大部门教学重点放在量化投资基本理论教学, 没有具体给学生提供可以进行量化投资模拟实操的条件, 缺乏必要的实操环境会阻碍量化设置课程发展, 使得学生学习的理论知识与市场环境实际发展脱轨。

4. 量化投资模型发展综述

4.1. 量化投资选股模型的发展演进

量化投资是市场海量数据规律为研究内容, 数据分析软件为工具和程序化交易为手段的交易方式。同时量化投资须遵循以下 5 个理念: 1) 投资市场是有效的; 2) 量化投资策略获取利润的概率是科学的; 3) 量化投资分析需要有坚实的理论基础和逻辑作为支撑; 4) 量化投资模型在一定时间段内是稳定的; 5) 面对股票市场投资风险需要控制到足够小。随着统计学基础知识的不断发展完善, 量化投资模型的发展也有清晰的脉络。

4.1.1. Markowitz 资产配置模型

美国经济学家 Markowitz 在 1952 年首次对投资组合理论进行了深入系统的分析, 同时也为量化投资提供了理论基础(Markowitz, 1952 [1])。Markowitz 投资组合理论假设在避免风险投资中获取最大利润, 并且主要的投资组合以期望收益率 E 和方差 σ^2 决定。投资组合的总回报是各投资资产预期回报的加权平均数, 投资风险以回报的方差或者标准差代替。Markowitz 资产配置模型为:

$$\min \sigma^2(e_p) = \sum \sum \omega_i \omega_j \text{cov}(e_i, e_j) \quad (1)$$

$$E(e_p) = \sum \omega_i r_i \quad (2)$$

其中, e_p 代表投资组合收益, e_i 和 e_j 代表第 i 和第 j 资产的收益, ω_i 和 ω_j 为投资组合中第 i 和第 j 资产的权重因子, $\text{cov}(e_i, e_j)$ 代表第 i 和第 j 资产之间的协方差。

在统计学角度, Markowitz 资产配置模型可以看作是线性规划问题, 将资产的权重因子看作为因变量, 通过拉格朗日方法可以求解出投资风险最小收益最高的最优投资比例。在经济学角度, Markowitz 资产配置模型可以看作是提前预设理想的投资收益, 然后根据组建最优的权重投资资产组合, 在满足投资风险最小的条件下获取最小方差组合, 这就是投资组合的目的。Markowitz 资产配置模型对量化投资发展具有重要的意义。

4.1.2. CPAM 模型

随着投资组合理论和模型不断发展更新, 美国学者 Sharpe 在 1964 年提出了资本资产定价模型 CPAM (Sharpe, 1964 [2]), 该模型可以较好拟合出投资风险和投资收益率之间的关系, 也被成为金融学投资组合的理论基石, 被广泛应用于投资风险预测和资产管控领域。CPAM 模型中市场价格是均衡的, 综合考虑了市场所有投资者的决策, 假设市场不存在投资风险时, 所有投资风险超额收益率和市场超额收益率存在一定正比例关系, 可以表达为:

$$E(r_i) = r_f + \beta_{i,m} (E(r_m) - r_f) \quad (3)$$

$$\beta_{i,m} = \frac{\text{COV}(r_i, r_m)}{\text{Var}(r_m)} = \frac{\sigma_{i,m}}{\sigma_m^2} \quad (4)$$

其中 m 代表市场组合, r_i 代表资产 i 的收益率, r_f 和 r_m 代表无风险收益率和市场组合收益率, $\beta_{i,m}$ 度量市场风险的大小。该模型表示投资风险超额收益率和市场回超额收益率成数值恒定的正比例关系, 此时股票价格仅仅与市场风险相关。当然 CPAM 模型在现实股票市场中很难实现, 模型自身存在一定局限性。

4.1.3. Fama-French 三因子模型

在考虑影响股票收益的诸多因素中, Fama 和 French 在 1992 年基于美国股票市场数据对市场收益率的影响因素进行研究, 发现股票价格与收益率之间的关系不显著, 但是数据变量中的公司市值、股票市盈率和账面市值与收益率存在一定比例的关系。因此, Fama 和 French 提出了 Fama-French 三因子策略模型(Fama, 1992 [3]), 他们认为市场投资组合、企业规模因子(Small Minus Big, SMB)和账面市值比例因子(High Minus Low, HML)共同决定投资组合超额收益率。Fama-French 三因子策略模型可以表示为:

$$r_{it} = r_{ft} + \beta_{it} (r_{mt} - r_{ft}) + s_{it} (SMB_t) + h_{it} (HML_t) + \varepsilon_t \quad (5)$$

其中 r_{ft} 代表零风险收益率, r_{mt} 是整个市场的投资回报率, $r_{mt} - r_{ft}$ 代表在无风险时的超额收益率, SMB_t 代表不同企业规模对应的收益率, HML_t 代表不同账面市值价值的超额收益率, s_{it} 和 h_{it} 代表企业规模和账面市值的风险暴露值。通过市场规律可以得到, 企业规模一般与股票收益率成正比, 而账面市值与股票收益率成反比。其实三因子模型中选中的衡量因子并不能代表所有的市场环境, 随着股票市场更新迭代, 模型中还有很多可探测的因子需要进一步继续研究。

4.2. 量化投资模型实证发展研究

量化投资中很多研究的投资方向是金融资产中的股票投资。量化选股投资就是运用数学统计模型对股票交易市场中的股票进行选取组合, 通过对选择的组合投资股票进行一定时间的持有, 实现超过基准收益的回报率。在考虑股票的选取和组合时需要考虑很多方面的因素, 很多学者对这种多因子选股策略进行了大量的研究。股票市场波动风险很大, 但是股票收益确实会和潜在因子相关, 后期是围绕着影响股票收益的一些因子展开研究。

最早的量化选股模型是只考虑了股票市场风险的单因子模型(Sharpe, 1964 [2]), 在不断的发展中才逐渐综合考虑企业规模、股票流动性和盈利能力等因素, 量化股票投资模型中的资产定价理论也在发展中不断完善。Sharpe 提出的 CAPM 模型解释了投资回报和市场投资风险之间的关系, 也成为了现代金融市场定价理论的重要基础。CAPM 模型没有过多考虑基准收益以上的超额收益, 在逐渐考虑到企业规模市值和账面市值对股票收益率的影响, CAPM 模型逐渐发展为 Fama-French 三因子量化选股模型(Fama 和 French, 1993 [4]), 该模型在市场影响下添加了 SMB 和 HML 因子对市值效应的影响。Porras 以日本股票为数据基础验证了 CAPM 模型与三因子模型的应用市场的有效性(Porras, 1998 [5])。在慢慢摸索多方面因素对股票收益率影响的过程中, Fama-French 三因子量化选股模型中添加了很多对股票收益率产生影响的因子, 形成了 Fama-French 多因子量化投资模型(French, 1996 [6])。国外最近十年关于量化选股模型也是围绕着 CAPM 模型和 Fama-French 三因子模型展开研究。在考虑 CAPM 模型和 Fama-French 三因子模型的优缺点存在一定的互补, 可以考虑采用 CAPM 和 Fama-French 三因子综合模型对股票市场展开综合分析, 其中对收益加权因素和众多因素进行分解才能验证组合模型对企业最终收益进行验证(Vernon et al, 2010 [7])。在对 Fama-French 三因子模型优化分析中, Brennan (2015)等人基于跨期资本资产定价发展优

化后的 Fama-French 三因子模型可以对超额收益带来更好的收益[8], Mahnoor 和 Jannatunnesa (2017)也证实了优化 Fama-French 三因子模型在超额收益分析中的价值(Shaabani 和 Jafari, 2020 [9])。Fama-French 模型被广泛应用于投资组合与市场的适配性[10]。其中当把投资者情绪引入到 Fama-French 三因子模型中变成 FFTFM 模型时, 情绪因子显著提升了模型的解释能力(Ji et al, 2020 [11]), 也在印度股票市场中证实了 FFTFM 模型的效用(Datta 和 Chakraborty, 2020 [12])。

在国内关于量化投资这方面的研究还处于借鉴发展状态, 主要是以市场研究为出发点为企业发展和市场决策提供一定的参考。我国对于 Fama-French 模型的发展研究中三因子和四因子使用较多。最开始也是借鉴 CAPM 模型在证券市场的适配性, 尽管 CAPM 模型中的 β 值具有突出的价值, 但是 β 值和超额收益在本地市场环境中不具备一定的关联性(陈浪南和屈文洲, 2000 [13]), 并且简单的 CAPM 模型也不能解释账面效应与市值效应关联的有效性[14]。在因子选股模型的研究中, 国内大部门学者在研究方法进行多维度研究, 可以通过因子排序法验证因子在模型的重要性(冯佳睿, 2013 [15]), 并结合模糊聚类法(李云飞, 2008 [16])和最小得分相关性阈值法(潘凡, 2011 [17])等方法探究因子相关性。量化投资冗杂因子和多元线性回归中多重共线性问题一样, 因此解决多重共线性问题的方法在解决冗杂因子方面有一定的借鉴作用。在 CAPM 模型和 Fama-French 模型的应用研究上, 类比发现在基于上证 A 股数据条件下, Fama-French 模型的适用性更高(李泉和陈雪花, 2015 [18])。在对 Fama-French 三因子模型优化分析中, 不同的市场背景中分析结果不一定是相似的, 这是根据不同时间段的市场所决定的, 同时在优化模型的基础上, Fama-French 五因子比三因子模型拥有较高优势(高春亭, 2016 [19])。在 Fama-French 三因子模型扩展研究中, 齐岳等人(2020) [20]将公司治理水平作为溢价因子加入到资产定价模型中探讨公司治理水平对资产定价模型是否有显著影响。付巍巍和张立卫(2020) [21]对中国市场 100 支 A 股采用资产定价分类方法进行数据处理, 计算市场因子并对模型拟合优度和显著性 P 值进行分析。施昊天(2022) [22]以上证主板上市公司为研究对象, 验证了 Fama-French 三因子模型在我国证券市场的适用性。

5. 研究结论与建议

本文主要对量化投资概念、量化投资教学现状和量化投资发展进行了探索研究。量化投资是涵盖了金融学、经济学、管理学、统计学和计算机科学等多方面内容, 这对教学课程的各环节提出了更高的要求, 从最初的教材中重要知识的汇编到综合性教师的选择显得尤为重要。本研究得出如下一些结论。

1) 量化投资基础理论与实证分析研究处于借鉴发展阶段。我国关于量化投资的各项研究都借鉴国外的发展理论为基础, 最早研究量化投资的模型为 CAPM, Fama-French 模型是在功能单一的 CAPM 模型中发展出来的, 并且在后续逐渐优化应对不同市场环境的变化。结合前文对 Fama-French 模型的阐述与应用说明, 这一模型在我国市场环境中的适配度最高。

2) 量化投资课程处于初步探索发展阶段。量化投资课程所涵盖的教学内容比较宽泛, 从量化投资教材选定、师资队伍搭建到实操环境建设都需要非常完备。现阶段开设量化投资课程的高校, 在量化投资教学中存在固化的教学模式, 理论教学与实操模拟占比不均衡, 另外也缺乏相应的师资队伍和教学实验室。因此, 我国关于量化投资课程的教学任务还需要不断完善。

针对以上量化投资教学现状, 本研究提出以下几点建议:

1) **推进课程创新, 提升课程质量。**量化投资课程是现阶段比较前沿的研究领域, 所以对高校开设课程也提出了比较高的要求。目前国内很多高校在使用本科或研究生量化投资教材时会考虑使用国外外文教材。一方面国外教材中的很多专有名词不利于国内英语基础薄弱的学生学习, 会相应提升量化投资教学难度; 另外一方面国外的教材汇编是基于国外经济发展市场实际, 没有过多借鉴国内市场信息, 教材中很多的实践内容和数学模型缺乏国内实践经验。因此, 国内量化投资课程应该结合国内资本市场信息

和学生知识水平现状进行教学创新, 选择使用较好的教学译本和基础的数学统计软件进行前期教学, 在教学过程中对有兴趣积极学习的学生或在研究生环节开设较为前沿难度适中量化投资课程, 这样既可以遵从学生发展兴趣, 也可以对已教授过的基本内容进一步巩固。

2) 培训优秀的教学师资队伍。面对复杂的量化投资教学课程, 同时也需要有专业的量化投资教学师资队伍。量化投资是多交叉学科的结合体, 对教师的教学水平和知识储备能力提出了较高的要求。教师需要在自己的学习生涯中了解国内外量化投资发展过程, 同时也需要不断提升自己的理论知识, 了解前沿的发展变化。在教师工作培训过程中同时也需要按照专业培训流程, 增加一定的知识和技术考核, 另外也可以在培训过程中积极参与量化投资教学交流会议, 学习基本的教学经验, 增加关于量化投资的知识储备。同时各教学老师需要提升实际操盘能力, 现阶段量化投资中需要大量的计算机软件操作, 教学老师也需要熟练使用各操作建模软件, 在课程上积极教授软件的各种操作方法, 使得学生能够清楚了解到量化投资课程的各方面内容。

3) 加强高校合作, 夯实学生核心竞争力。量化投资包含基础知识储备和计算机实践操作多方面的内容, 在量化投资课堂上可以学习到相应的理论知识和实操经验, 但是各位同学实际学习的知识和实操能力还缺乏实践检验。因此, 各高校可以从多方途径加强量化投资教学与业界的联系: 第一, 从考验学生的实操能力出发, 可以鼓励各高校一起组建大学生量化投资策略大赛, 鼓励各同学在比赛中积极展现自己的风采, 对比赛中知识储备和实操经验较高的同学着重培养; 第二, 各高校还可以组建特色量化投资实验室, 将投资市场的实践经验引入课堂, 邀请有名投资者在实验室内开展教学, 可以填补教学资源中实践检验不足的缺口; 第三, 各高校可以与外界投资企业合作, 通过与企业签订寒暑假实习协定, 让学校内的学生能在学习过程中增加与外界的交流, 增强核心竞争力。

6. 结束语

本研究基于量化投资概念发展和优势为出发点, 介绍了现今量化投资课程发展现状与不足、开设量化投资课程的意义和量化投资研究的发展历程, 并总结了相应的初步教学建议, 希望为我国投资人才培养提供一些借鉴理论。量化投资策略研究与国内市场环境还没有完美契合, 面对当前量化投资人才这一重大缺口, 各包含金融类专业的高校应该结合现代市场发展趋势, 不断加强量化投资课程质量建设和教学人才队伍培养, 为中国新时代经济发展提供复合型人才。

基金项目

贵州省哲学社会科学规划一般课题“新时代贵州培育良好营商环境研究”(19GZYB71); “新时代贵州经济高质量发展与绿色发展耦合协调机制研究”(21GZYB13)。

参考文献

- [1] Markowitz, H. (1952) The Utility of Wealth. *Journal of Political Economy*, **60**, 151-158. <https://doi.org/10.1086/257177>
- [2] Sharpe, W.F. (1964) Capital Asset Price: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, **19**, 435-442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- [3] Fama, K.F. (1992) The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance*, **47**, 427-465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
- [4] Fama, E.F. and French, K.R. (1993) Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics*, **33**, 3-56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- [5] Porras, D.M. (1998) The CAPM vs. The Fama and French Three-Factor Pricing Model: A Comparison Using Value Line Investment Survey. <https://ssrn.com/abstract=88548>
- [6] Fama, E.F. and French, K.R. (1996) Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies. *The Journal of Finance*, **51**,

- 55-84. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05202.x>
- [7] Vernon, J.A., Golec, J.H and Dimasi, J.A. (2010) Drug Development Costs When Financial Risk Is Measured Using the Fama-French Three-Factor Model. *Health Economics*, **19**, 1002-1005. <https://doi.org/10.1002/hec.1538>
- [8] Brennan, M.J., Wang, A.W. and Xia, Y. (2015) A Simple Model of Intertemporal Capital Asset Pricing and Its Implications for the Fama-French Three-Factor Model. *Comparative Education Review*, **9**, 45-46.
- [9] Sattar, M. (2017) CAPM Vs Fama-French Three-Factor Model: An Evaluation of Effectiveness in Explaining Excess Return in Dhaka Stock Exchange. *International Journal of Business and Management*, **12**, 119-121. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v12n5p119>
- [10] Shaabani, J. and Jafari, A.A. (2020) A New Look to Three-Factor Fama-French Regression Model Using Sample Innovations. ArXiv: 2006.02467.
- [11] Ji, Z., Chang, V., Lan, H., Hsu, C.-H.R. and Valverde, R. (2020) Empirical Research on the Fama-French Three-Factor Model and a Sentiment-Related Four-Factor Model in the Chinese Blockchain Industry. *Sustainability*, **12**, Article No. 5170. <https://doi.org/10.3390/su12125170>
- [12] Datta, S. and Chakraborty, A. (2020) Tests of the Fama and French Three Factor Model with Reference to Industry Cost of Equity: Evidence from India. *Finance India*, **34**, 379-394.
- [13] 陈浪南, 屈文洲. 资本资产定价模型的实证研究[J]. 经济研究, 2000(4): 26-34.
- [14] 范龙振, 余世典. 中国股票市场的三因子模型[J]. 系统工程学报, 2002, 17(6): 537-546.
- [15] 冯佳睿. 多因子选股模型的有效与失效[R]. 海通证券研究报告, 2013: 10.
- [16] 李云飞. 基于人工智能方法的股票价值投资研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [17] 潘凡. 基于有效多因子的多因子选股模型[R]. 安信证券研究报告, 2011: 1.
- [18] 李泉, 陈雪花. 股票市场 CAPM 和三因子模型分析——兼议中国股市的未来发展[J]. 发展研究, 2015(6): 43-48.
- [19] 高春亭. 五因子资产定价模型及其在我国证券市场的应用研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2016.
- [20] 齐岳, 周艺丹, 张雨. 公司治理水平对股票资产定价的影响研究——基于扩展的 Fama-French 三因子模型实证分析[J]. 工业技术经济, 2020, 39(4): 113-122.
- [21] 付巍巍, 张立卫. 基于异质信念的 Fama-French 三因子模型实证与改进[J]. 统计学与应用, 2020, 9(2): 237-247.
- [22] 施昊天. Fama-French 三因子模型适用性及风险警示对组合超额收益的影响探究——基于上证主板数据的实证研究[J]. 现代商贸工业, 2022, 43(1): 118-122.