



西北农林科技大学

硕士学位论文

新冠肺炎期间中国股票市场弱式有效性研究及风险控制——基于沪深 300 指数的检验

专业学位类别 金融硕士

领域名称

论文作者 王悦新

指导教师 王静 教授

合作指导教师

论文提交时间 2023 年 5 月

Thesis Submitted to Northwest A&F University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Professional Degree of
Master of Finance

Weak Form Efficiency Research and Risk Control
of Chinese Stock Market
during the COVID-19—Based on CSI 300 Index

Degree Type: Master of Finance

Field:

Candidate: Wang Yuexin

Supervisor: Wang Jing

Co- Supervisor:

Date of submission: May, 2023

Northwest A&F University

分类号：F832.5

UDC：336

密级：公开

学校代码：10712

研究生学号：2020056321

西北农林科技大学硕士学位论文

新冠肺炎期间中国股票市场弱式有效性研究及 风险控制——基于沪深 300 指数的检验

论文作者：王悦新

指导教师：王 静 教授

答辩委员会：

西北农林科技大学经济管理学院 杨立社 教授（主席）

西北农林科技大学经济管理学院 李 韬 副教授

西北农林科技大学经济管理学院 雷 玲 副教授

西北农林科技大学经济管理学院 罗添元 副教授

长安银行股份有限公司 王养锋 副教授

答辩日期：2023 年 5 月 25 日

摘要

随着中国经济市场化程度的不断推进，股票市场在金融市场中的作用日益凸显。2019 年 12 月底，新冠肺炎第一例病例在湖北省武汉市被发现，随后疫情在中国其他省市蔓延爆发。这次新冠肺炎的冲击导致资本市场秩序被打乱，金融市场异常动荡，3000 多只上市公司股票跌停，带来众多市场不稳定性和不确定性。股票指数波动剧烈，但这种波动是否合理以及投资者在波动中能不能利用过去历史信息获取超额报酬，取决于中国股票市场的有效程度，即是否达到弱式有效，这对投资者能否通过市场信息合理预测股价波动以及能否进行风险规避至关重要。

本文通过对已有的国内外相关研究资料进行了整理和分析，基于已有的研究基础，在随机漫步理论和有效市场假说（EMH）等理论的指导下，选取沪深 300 指数作为检验对象，对中国股票市场弱式有效性进行实证检验。首先，运用数据统计分析、序列相关检验和单位根检验，初步判断收益率序列的统计特征和平稳性；其次，采用游程检验分析沪深 300 指数在新冠肺炎疫情发生前后有效性程度有何变化，是否符合随机游走，股票价格是否充分反映历史信息。最后，基于 2019 年 12 月 23 日沪深 300 股指期货正式交易，利用 Black-Scholes 期权定价公式求出期权隐含波动率，以此为指标构建投资策略，对收益率进行回测，以实现风险控制，在有效程度不高的市场上使投资者规避突发事件带来的市场风险。

研究结果表明：（1）新冠肺炎疫情影响前后，中国股票市场均已达到弱式有效，但有效程度较弱。（2）在新冠肺炎爆发初期，市场陷入恐慌情绪，投资者会做出不理性决策，此时基于期权隐含波动率的投资策略有效，可获取超额收益，规避股票市场价格波动的风险；但当疫情逐步得到控制，股票市场开始回温，该投资策略过于保守、失效，已获取的超额收益消耗殆尽。最后从完善信息披露、抑制过度投机、加强投资者引导和发展衍生工具市场等方面提出政策建议。

关键词：新冠肺炎疫情；有效市场假说；游程检验；期权隐含波动率

ABSTRACT

With the continuous advancement of China's market-oriented economy, the role of the stock market in the financial market is becoming increasingly prominent. At the end of December 2019, the first case of COVID-19 was found in Wuhan, Hubei Province, and then the epidemic spread and broke out in other provinces and cities in China. The impact of COVID-19 has led to the disruption of the capital market order, the abnormal turbulence of the financial market, and the decline of more than 3000 shares of listed companies, which has brought many market instability and uncertainty. The stock index fluctuates violently, but whether this fluctuation is reasonable and whether investors can use past historical information to obtain excess returns depends on the effectiveness of the Chinese stock market, that is, whether it reaches weak form efficiency. This is crucial for investors to predict stock price fluctuations reasonably through market information and to avoid risks.

This article organizes and analyzes existing domestic and international research materials, and based on the existing research foundation, under the guidance of theories such as random walk theory and efficient market hypothesis (EMH), selects the Shanghai and Shenzhen 300 Index as the test object to empirically test the weak form effectiveness of the Chinese stock market. Firstly, use data statistical analysis, sequence correlation testing, and unit root testing to preliminarily determine the statistical characteristics and stability of the return rate sequence; Secondly, run test is used to analyze whether the effectiveness of the CSI 300 index changes before and after the COVID-19, whether it conforms to random walk, and whether the stock price fully reflects historical information. Finally, based on the official trading of the Shanghai and Shenzhen 300 stock index options on December 23, 2019, the Black Scholes option pricing formula was used to calculate the implied volatility of the options, and an investment strategy was constructed using this as an indicator. The return rate was tested back to achieve risk control, enabling investors to avoid market risks caused by unexpected events in markets with low effectiveness.

The results show that: (1) Before and after the impact of the COVID-19, China's stock market has reached a weak form of efficiency, but the degree of effectiveness is weak. (2) At the beginning of the outbreak of COVID-19, the market fell into panic, and investors would make irrational decisions. At this time, the investment strategy based on the implied volatility of options was effective, which could obtain excess returns and avoid the risk of price

fluctuations in the stock market; But as the epidemic gradually came under control and the stock market began to warm up, the investment strategy was too conservative and ineffective, and the excess returns already obtained were depleted. Finally, policy recommendations are proposed from aspects such as improving information disclosure, curbing excessive speculation, strengthening investor guidance, and developing the derivatives market.

KEY WORDS: COVID-19; efficient market hypothesis; run inspection; option implied volatility

目 录

摘要	I
ABSTRACT	III
目 录	V
第一章 导论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的和意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	3
1.3 国内外研究综述	4
1.3.1 新冠肺炎疫情对经济影响的研究	4
1.3.2 股票市场有效性研究	5
1.3.3 期权隐含波动率风险控制研究	7
1.3.4 国内外研究评述	7
1.4 研究思路和方法	8
1.4.1 研究思路	8
1.4.2 研究方法	9
1.5 本文创新之处	10
第二章 概念界定及理论基础	11
2.1 概念界定	11
2.1.1 效率	11
2.1.2 金融市场效率	11
2.1.3 隐含波动率	12
2.2 理论基础	12
2.2.1 随机漫步理论	12
2.2.2 有效市场假说	13
2.2.3 羊群效应	17
第三章 中国股票市场发展历程及现状	18
3.1 中国股票市场发展历程	18
3.2 新冠疫情对股票市场发展现状的影响	19
第四章 新冠疫情影响下股票市场弱式有效性实证检验	22

4.1 弱式有效性理论假设	22
4.2 沪深 300 指数数据选择与描述性分析	22
4.2.1 沪深 300 指数介绍	23
4.2.2 数据处理——指数收益率的计算	24
4.2.3 描述性统计	24
4.2.4 正态分布检验	28
4.3 平稳性检验	33
4.4 自相关性检验	36
4.5 游程检验	40
4.6 股票市场弱式有效的原因分析	42
4.6.1 信息披露制度有待完善	42
4.6.2 市场制度有待完善	42
4.6.3 监督制度有待完善	43
4.6.4 市场投机性较强	43
4.7 本章小结	43
第五章 疫情期间期权隐含波动率风险控制实证分析	45
5.1 风险控制机理分析	45
5.2 风险控制实证分析	48
5.2.1 风险控制数据选择	48
5.2.2 期权隐含波动率投资策略的构建	48
5.2.3 风险控制实证分析	49
5.3 本章小结	53
第六章 研究结论与政策建议	55
6.1 研究结论	55
6.2 政策建议	56
6.2.1 提高市场效率措施	56
6.2.2 风险控制措施	57
参考文献	58
致谢	62
个人简历	63

第一章 导论

1.1 研究背景

2019 年 12 月底，众多病因不明的肺炎疾病案例在中国湖北省武汉市的一些医院被大量发现，自 2020 年 1 月开始新型冠状病毒（COVID-19）在全国蔓延，中国其他省、市、自治区中部分城市也相继出现了新冠肺炎病毒的感染者。这种新冠肺炎病毒相较以往认识的病毒而言其传染速度非常快，疫情在全世界范围内蔓延，截至 2021 年目前已知已有新冠肺炎确诊病例的国家和地区已经超过 200 个，而且感染者的数量还在逐渐增加。出现大面积传播和感染之后，中国政府立即实施管理控制措施，这些措施包括封锁城市、限制交通出行、限制人员流动等，以防止 COVID-19 在全国范围内的蔓延和传播。2020 年 2 月中旬，全国疫情新增确诊病例迎来“拐点”，呈现出下降的趋势。中国在经历了 4 个多月的积极、主动的防范控制后，自 2020 年 3 月 18 日起，本土新发确诊病例基本转零，尽管在 2021 年仍有些地区出现新冠疫情小范围的复发，但整体疫情已经得到良好控制，形势向好。

从 2020 年初开始新冠肺炎疫情导致金融市场动荡，美国股市在一周内触发了两次熔断机制，其他国家和地区的股票市场情况也不容乐观，大多数研究人员在新冠肺炎病毒大流行期间观察到股票价格指数骤降，但原因尚不清楚。有报告指出，在新冠肺炎病毒大流行期间，影响股票市场的是非基本面消息，而不是基本面宏观经济消息。新冠肺炎疫情不仅在一定程度上损害了人们的身体健康，造成不可逆转的身体损害，城乡居民的正常生活节奏被打乱、必要的出行被限制，同时资本市场秩序被打乱，带来众多市场不稳定性和不确定性。例如：金融业面临严重的违约风险，外贸行业出口压力增大，招商引资严重受挫，短期内投资的增长速度下降，降低宏观经济运行预期等，使得中国的经济面临更多的挑战，未来面对更加复杂的经济形势。

从需求层面来分析，这次的新冠肺炎疫情使得国民投资和消费急剧下降。消费、投资和出口在宏观经济学中被认为是拉动经济增长的三驾马车，其中消费和投资与普通国民的日常生活息息相关，并且基于中国人口基数大的国情，在新冠肺炎疫情发生之前，消费被认为在拉动中国经济增长、提升综合经济水平中充当“压舱石”的作用。但为了阻止新冠肺炎疫情在全国范围内的持续扩散，各地都严格限制居民跨区域流动、禁止大规模的聚集性群体活动等，旅游业、电影娱乐业等行业深受重创，因此居民消费水平受到严重制约，消费能力显著下降。从供给层面分析，新冠肺炎疫情期间由于居民的限制出行，工厂缺乏劳动力，工业生产所需的原材料和人工等资源无法提供有效供给，交通运输系统几乎接近停滞，各方面都受到相应的制约，大部分企业都不得不停工

停产，进而开始大规模进行停工裁员，生产能力和投资水平严重停滞。

钟南山教授于 2020 年 1 月 20 日宣布，新型冠状病毒能够在人群中传播，这之后部分股票市场投资者开始产生恐慌情绪，上证指数、国债指数以及其他反映股债市场情况的典型指数均出现一定程度的震荡，资本市场遭受严重的影响，但这种指数震荡是否合理还未有明确定论。与新冠肺炎病毒大流行相关的死亡人数和病例数量的消息影响了股票市场投资者的悲观情绪，从而导致股票价格波动加剧，股票市场流动性下降，新兴市场是 2020 年股市崩盘的主要风险对象。放眼全球来看，世界经济整体下行压力较大，同时中美贸易战所造成的影响并未消失，国际间时常发生摩擦、部分国家和地区政局不稳定等不和平的因素在世界多极化、经济一体化的背景下阻碍着中国经济的恢复和发展。从 20 世纪 90 年代至今，中国股票市场已经走过了三十多个年头，但是与较为发达的西方国家相比，中国的证券市场仍旧处于一个成长期。根据有效市场假说，如果这种情况持续下去，确诊病例更多的地区将遭受更大的损失，企业的盈利能力将被持续削弱，他们的股票回报率将持续下降。随着局势恶化，这一差距应该会继续扩大。同样，随着确诊病例数量和医疗用品需求的增加，医药行业的异常回报率也应该相应大幅上升。有效市场假说是众多金融体系理论模型的基础，如 CAPM 资本资产定价模型，是资本市场理论进行数量化的重要核心理论，被称之为现代金融知识领域的重要理论基石也不为过。研究证券市场的有效性不仅对中国上市企业价值有重要指导作用，助力实体经济的发展的同时可以为市场投资者提供科学有效的市场评价，也对引导中国建立健全合理有效的证券监督管理制度和信息披露制度起着举足轻重的作用。

1.2 研究目的和意义

1.2.1 研究目的

随着中国经济市场化程度的不断推进，股票市场在金融市场中的作用日益凸显，不仅仅作为催化剂影响着中国国民经济，而且是众多投资者广泛关注的证券市场。中国证券市场建立以来，从无到有，由小到大，经过三十多年的发展已经逐渐成熟，市场化程度较高，成为中国社会主义市场经济体系中资本市场的重要组成部分。现如今，证券市场在每位国民的日常生活中扮演者重要的作用，国内众多经济学者对市场有效性进行了很多的理论研究，虽然结论不尽相同，但是对股票市场是否有效的研究从未中断。本文通过对已有的国内外相关研究文献进行了整理和分析，基于已有的研究基础，在随机漫步理论和有效市场假说（EMH）等理论的基础上，运用数据统计分析、相关检验方法（如序列相关检验、单位根检验、游程检验等）对新冠肺炎期间中国股票市场的弱式有效性进行实证检验，根据实证分析的结果探析影响中国股票市场效率的原因，并思考如何利用衍生工具构建投资策略进行风险控制，最终根据实证分析结论提出相

关的政策建议，为中国后续市场有效程度的研究尽可能地提供支持。因此，本文具体研究目的如下：

（1）对中国股票市场发展历程及运行现状进行归纳整理，以深入了解其发展脉络与现实情况，进而从股票市场历史交易数据出发寻求市场有效程度的变化，尽可能为政府在参与股票市场相关制度的过程中提供一定的理论与现实参考。

（2）搜集、整理相关理论文献后，在构建理论研究框架的基础上，运用数据分析、相关检验方法（如序列相关检验、单位根检验、游程检验等）进行实证分析，从而找出影响股票市场效率及有效性不足的具体制约因素，并探究受到类似突发事件影响如何利用衍生工具构建投资策略进行风险控制，为受疫情冲击的中国股票市场恢复提供建议和改善股票市场效率提供新的思路。

1.2.2 研究意义

（1）理论意义

股票市场的市场效率是市场信息分布、市场交易透明度和市场交易规范程度的一个重要衡量标准，不仅是资本资产定价模型成立的重要前提之一，也是很多有关于金融市场的基本模型中一个重要的假设。关于对中国股票市场的有效性分析大多集中在股票市场建立初期和 2000 年左右，这两个阶段由于股票市场刚刚建立，各方面的市场交易机制不够完善，且 2000 年左右国内经济发展迅速，股票市场相对波动程度较大，很多投资者抓住市场机会因此受益。随着近些年中国经济市场化程度的不断推进，股票市场在金融市场中的作用日益凸显，吸引着众多投资者广泛关注，对股票市场是否有效的判断显得尤为重要。本文从新冠肺炎冲击背景出发，在结合相关文献资料的基础之上，分析新冠肺炎的影响下股票市场的有效性进行实证研究，丰富了中国股票市场效率的理论研究。

（2）现实意义

在新冠肺炎病毒的冲击下重新分析中国股票市场的效率水平是很有必要的：

第一，从政府角度来说，股票市场达不到有效市场假说的要求，则会引发市场失灵甚至是系统性风险，此时政府将会投入大量资源进行干预，以稳住市场情绪，如果市场是有效率的，政府无需额外对股票市场进行超过最低限度的市场干预。

第二，从投资者的角度来说，通过对不同效率程度的市场进行不同的投资决策的制定，以此尽可能获取超过市场平均水平的超额收益。在有效程度较弱的市场中，投资者会采取对历史收益率进行技术分析，进而推断股票的价格走势，以此获取超额收益率，但在有效程度较高的市场中，技术分析无效，需要制定其他的投资策略。

第三，从风险控制角度来说，通过检验以期权隐含波动率为指标构建的投资策略是否有效，不仅为股票市场监督管理部门制定的相关政策、发展衍生工具市场提供依

据,而且为投资者充分利用期权控制和规避投资风险等证券市场的有关问题研究提供了强有力的支持。

1.3 国内外研究综述

1.3.1 新冠肺炎疫情对经济影响的研究

根据世界卫生组织的数据,2020年1月30日宣布全球进入紧急状态,全球75亿人无法预测新冠肺炎疫情给全球经济系统带来巨大影响,国内外研究学者都曾对新冠肺炎对经济系统的影响进行过分析。

金融业受到新冠肺炎疫情影响研究。王箐、王钟黎等(2020)采用固定效应模型和动态面板模型对中国股票市场进行分析,得出每日新增确诊病例会使股票价格显著下跌,对银行系统流动性也造成影响。Kaye and Okeagu, et al. (2021)指出金融市场中股市下跌,债券市场发行量下降,人民币汇率大幅下降。Akbulaev and Mammadov (2020)新冠肺炎疫情使美国股市触发熔断,刘玉珍和王陈豪(2020)采用医学传染病模型认为国内金融市场也出现过度反应,并且杨毅和张君君(2021),陈苏虹、戴俊明等(2020)通过问卷调查方法研究中也得出相似结论。由于新冠病毒存在不确定性,对新冠肺炎的过度关注与恐慌心理使得投资者对经济的预期产生偏移,进而引发焦虑情绪。王一、高俊岭等(2020)通过横断面研究,指出媒体对新冠病毒的过度暴露会影响市场情绪,做出不理性决策和发生“羊群效应”。蒋海、吴文洋和韦施威(2021)采用ESA方法对中国、美国和欧洲市场的三大指数进行分析,研究发现新冠肺炎疫情加剧了全球股票市场的波动,并且境内的疫情冲击效果所造成的系统风险大于境外市场,使得中国股市的溢出效应显著地对欧美市场放大。陈国福、蒋清泉和唐炎钊(2022)选取疫情冲击、股市变化和媒体报道等因素出发构建模型,认为台湾地区股票市场投机性强,受新冠肺炎疫情影响更大。王国明和刘晓双(2022)通过分析A股和B股两个市场受到新冠肺炎疫情冲击的差异性,指出由于A股市场体量大,受到负向冲击呈倒U型,并随之进行动态调整恢复,反而B股市场的股价受影响更大。在新冠肺炎对经济的影响分析中Mckibbin and Fernando (2020)选用全球DSGE/CGE混合一般均衡模型,研究认为在短期内全球经济受疫情影响会引发严重的负面效应。Ali and Mustafa (2001)认为金融市场停滞,使得投资市场恐慌,市场不确定性增加。Al-Awadhi等(2020)研究调查传染性疾病是否影响股票市场,使用面板数据回归分析来衡量新冠肺炎COVID-19病毒对恒生指数和上证综合指数的影响,研究结果表明,股票收益与新冠肺炎确诊病例的日增长和死亡总病例的日增长均呈显著负相关。

工业受到新冠肺炎疫情影响研究。沈国兵(2020)研究指出国内贸易环境形势严峻,其中以美国为代表的一些国家出台相关航空禁运政策,甚至限制入境,不仅使中国

贸易出口产品大量积压,还使得贸易破坏效应在中国十分显著。祝坤福、高翔等(2020)选用世界投入产出模型,研究表明新冠肺炎疫情使得国内出现严重出口产能供给不足,同时还面临产业链外移的风险。Kaye and Okeagu, et al. (2021)指出中国占全球出口总额的 12.2%,因此,一旦中国政府实施强制隔离措施,许多国家立即失去了重要物资。特别是贫困国家,严重依赖中国满足其许多社会需求。何诚颖、闻岳春等(2020)指出新冠肺炎对餐饮行业造成高达 80%损失, Akbulaev and Mammadov (2020)指出航空航班被取消,交通运输和旅游业受影响较大,制造业供应稳态短期内受到重创;同样 Ozili and Arun (2020)也持相同观点,他们表明新冠肺炎疫情将导致大多数工厂关闭、企业停产、商场歇业,影响居民正常生产生活。顾贺和孙兆倩(2021)在研究中指出新冠肺炎疫情大致可分为潜伏期、爆发期和衰退期三个阶段:2020 年 1 月第一时间报告疫情,开展局部防控和病因调查;2 月全面防控、延迟复工、停工停产;3 月本土新增病例逐步下降,疫情防控步入常态化阶段。

宏观层面受到新冠肺炎疫情影响研究。娄飞鹏(2020)指出新冠肺炎等传染病疫情对经济的影响主要以短期效应体现,长期而言由于存在宏观调控和政府管控措施,并未影响到长期经济运行,甚至还会出现对长期经济增长有利的因素。Kaye and Okeagu, et al. (2021)分析指出 COVID-19 成为 2020 年美国第三大死亡原因,将造成 3.3 万亿美元的赤字,约占美国 GDP 的 15%,就业收入减少,美国失业率飙升至 14.7%。梁红(2020)分析认为新冠肺炎疫情只会产生短暂性经济影响,因为政府会选择逆周期调节来稳定经济运行,保证企业和银行系统的现金流。这一结论在方意、于渤和王炜(2020)的研究中也得到证实,采用事件研究法,构建金融风险变量,指出新冠肺炎疫情对资本市场的冲击具有短期效应。

公共突发事件对经济的影响研究。新冠肺炎这类公共突发事件短期内对经济造成冲击,许多学者都曾对突发的事件影响展开过研究。Andrew and Valadkhani (2004)运用 ARMA 模型发现地震和飓风在短期内对股市造成负面冲击。Drakos (2011)采用 22 个国家股票市场收益率数据,研究了恐怖事件是否会对股票市场产生显著的负面影响,结果表明当恐怖活动发生,股票市场收益率显著降低。Al-Awadhi 等(2020)研究发现新冠肺炎疫情期间,股票收益与新增确诊人数和总死亡人数呈反方向变化。

1.3.2 股票市场有效性研究

股票市场的有效性是经济学家和金融学者们关注的热点问题。从数学以及统计学的角度提出“公平有效”概念可以被认为是有效市场的起源,这一概念最早是 Bachelier (1900)在博士论文中研究提出的,研究得出股票价格的变化于市场信息存在某种相关性,并给出了股票价格服从公平博弈的观点。此后, Mandelbrot (1963)首次提出收益率的尾分布遵循幂律分布,同时, Cootner (1962)收集了大量对随机游走模型的检

验, 结论表明股票价格并不是随机游走的。之后, Samuelson(1965) and Mandelbrot(1966) 利用数学公式的演绎, 推导阐述了公平游戏模型和随机游走之间的关系。Mandelbrot(1966) 首创性研究提出了股票收益率是不可预测的, 因为投资者满足经济学理性人的假设, 且股票的价格遵循鞅。Roberts(1970) 首次定义了“Efficient Markets Hypothesis”这个术语, 同时将市场划分为不同的效率形式, 这也成为了 Fama 随后定义有效市场的经典分类法。West and Tinic(1971) 将资本市场有效性化为外在效率和内在效率。

国外大部分弱式有效市场假说文献通常对整个样本期应用不同类型的可预测性检验, 普遍认为市场效率是一个静态特征, 在市场发展的不同阶段保持不变。Andreou and Pittis(2001) 采用投机价格建模, Ashley and Patterson(2006) 采用评估状态切换时间序列模型分析美国股票市场的有效性。

国内对于股票市场效率的研究相较国外而言起步相对较晚, 但早期中国股票市场仍然位于萌芽阶段, 相关股票交易制度和监管政策尚不成熟, 股票市场资本总额占国民总产值的比例较低, 相比成熟资本市场还有较大差距, 股票市场价格极易表现出显著的波动性。

中国股票市场未达到弱式有效。俞乔(1994) 通过检验沪深两市股价波动是否存在条件异方差, 表明股市未达弱势有效。同时, 吴世农(1994) 也利用 AR 模型得出回归系数不显著的结果。陈守东(1998) 对上海股票交易所日综合指数进行检验, 即股市未达弱势有效。张亦春和周颖刚(2000) 采用广义谱域分析的方法, 认为中国股票市场不满足鞅过程。胡波、宋文力和张宇光(2002) 采用两种互补的方法—DF 检验和 KPSS 检验, 对 2000 年以前证券市场进行检验, 实证结果表明目前并未达到弱式有效。奉立城(2000) 随着证券市场的开放性程度不断加大, 市场监管制度和相关证券交易规则不断完善, 上市公司信息披露制度更加严格和规范, 市场投资者获取信息的能力不断提升, 技术分析、基本面分析的运用能力和投资素养也有所加强, 市场效率有提高的趋势。胡畏和范龙振(2000) 采用增量相关性检验, 研究发现除行业内规模较小的公司外, 大部分股票价格均符合随机游走过程。瞿慧、刘烨和李娟(2011) 运用遗传编程优化函数对深证 100 指数进行检验, 证实了中国股市未达到弱式有效。

中国股票市场有效程度加强。马向前和任若恩(2002) 选取上海股票市场日收盘综合指数作为研究对象, 对数据进行序列相关检验和 ADF 检验, 结果表明沪市在 1993 年后出现非常低的弱式有效。贺显南和陈亮(2007) 采用股价非同步指标对沪深 300 进行检验, 得出结论股权分置改革使得股价波动所包含的企业信息含量呈上升趋势, 此时股票市场的有效性进一步提高。毛占宾(2008) 在上海股票市场中筛选出具有期间完整交易数据的 A 股股票, 研究得出历史市盈率与月收益率之间呈显著负相关, 未达到半强势有效。汪炜和周宇(2002) 选取上证综指和平均流通市值最小的 50 家上市公司进行研究, 分析证实小公司存在着“规模效应”, 平均收益率高于市场指数, 影响市场

效率。赵梦洁（2015）通过模型检验和云南白药（000538）案例分析，表明中国股票市场已经表现出弱式有效市场特征。刘捷和侯卫真（2018）采用面板数据，建立动态 GMM 模型，证实在长期内由于信息传递具有周期性和市场结构持续性，中国股市不具备半强式有效。何维钰和唐玥（2019）、禹霆（2019）运用事件研究法，证实深圳股票市场并未达到半强式有效。张婷（2020）采用指令不平衡作为指标研究表明日度指令不平衡对收益率具有预测作用，中国股票市场收敛到弱式有效的速度较慢。刘瀚樵和郭风龙（2021）基于期权隐含波动率视角进行实证分析，证实此时中国股票市场并非有效。

1.3.3 期权隐含波动率风险控制研究

张爱侠（2006）分析指出衍生工具可以规避市场风险的投机性，应对政策风险的频繁性。Banerjee and James Doran（2007）通过芝加哥期权交易所（CBOE）波动率指数（VIX）预测股票市场指数的回报，研究了未来收益与当前隐含波动率水平和创新之间的关系，其次，根据市净率、市场规模和贝塔系数对投资组合进行分类，表明由 VIX 衡量的隐含波动率是影响证券回报的风险因素和市场无效率的指标。Ang and Hodrick（2006）认为隐含波动率可能是一个定价的风险因素，尽管在投资组合中存在较低的贝塔风险，但也为市场无效率的提供了可能性。因此，对隐含波动率水平应进行控制是十分必要的。Charles, Fan Yu, and Zhaodong Zhong（2010）使用同时具有 CDS 和期权数据的大样本公司，分析看跌期权隐含波动率是否是 CDS 利差的重要决定因素。研究表明单个公司的看跌期权隐含波动率在解释 CDS 利差的时间序列变化时主导着历史波动率。因此，与历史波动率相比，隐含波动率是对未来实现波动率更有效的预测。牛晓梅和吴伟容（2010）认为金融衍生工具可以作为投资者规避风险的工具，甚至可以获取收益，中国新兴资本市场存在广阔发展空间。Kim and Liandong Zhang（2014）通过考察财务报告不透明性对感知或预期崩溃风险的影响，使用期权隐含波动率偏斜的陡峭度作为感知崩溃风险的指标，研究结果表明可以减少尾部风险感知和稳定股市的重要机制。李敏波（2013）采用股指波动率构建股市压力指数并进行验证，分析指出可以有效监控股市波动风险。屈满学和王鹏飞（2017）以上证 50ETF 为标的，构建无模型隐含波动率（IV）和 GARCH 族模型估计进行预测分析，分析得出隐含波动率在较长期限中的预测能力更好，对市场风险有预警能力。梁朝晖和郭翔（2020）运用分位数回归模型，对中国 50ETF 期权进行分析，研究表明期权隐含波动率可以有效控制股票市场系统性风险。王新华和吴怡林（2022）采用 GARCH 模型探究沪深 300ETF 和沪深 300 股指期货之间的价格关联性，证实期权的交易价格对现货市场具有引导作用，为控制风险提供新思路。

1.3.4 国内外研究评述

综上所述，通过对国内外文献的梳理，发现目前金融理论界对于有效市场理论的

研究十分丰富，可以得出国外经济学者对于市场有效性的探索较早，并且衍生出比较完整的理论体系。国内外很多经济学家都曾对新冠肺炎疫情对经济运行情况的影响展开过研究，研究学者大多认为对各国股票市场造成负向效应，在短期内对经济造成冲击。同时期权等衍生工具规避风险的作用也十分显著，利用期权隐含波动率测度风险被研究学者们一致认同，

然而国内的学者对于中国股票市场是否达到弱式有效还没有形成统一的定论，但是普遍认为没有达到半强式有效市场，这与国内的股市实际变化程度相符合。同时国内少有研究将有效市场理论和期权隐含波动率进行结合，因此受到诸如新冠肺炎这类突发事件影响时可以采用金融衍生工具进行风险规避和风险控制。因此本文选用沪深 300 指数对中国股票市场弱式有效进行检验，并在检验结果基础上运用期权隐含波动率构建投资策略进行风险控制，拓展中国股票市场效率的研究方向，丰富现有研究成果。

1.4 研究思路和方法

1.4.1 研究思路

本文以沪深 300 指数为研究对象，按照“提出问题—理论分析—实证分析—解决问题”的研究思路，对新冠肺炎影响下中国股票市场是否达到弱式有效进行实证检验。首先，阐述新冠疫情对经济影响的研究背景，并且完整总结和分析现有研究现状；其次，运用平稳性检验、自相关性检验和游程检验对沪深 300 指数进行实证分析，探究中国股票市场的有效程度；再次，基于实证分析结果分析影响效率水平的原因，并阐述利用期权隐含波动率进行风险控制；最后，依据研究结论提出合理、科学、有效的政策建议。

本文的技术路线图 1-1 所示：

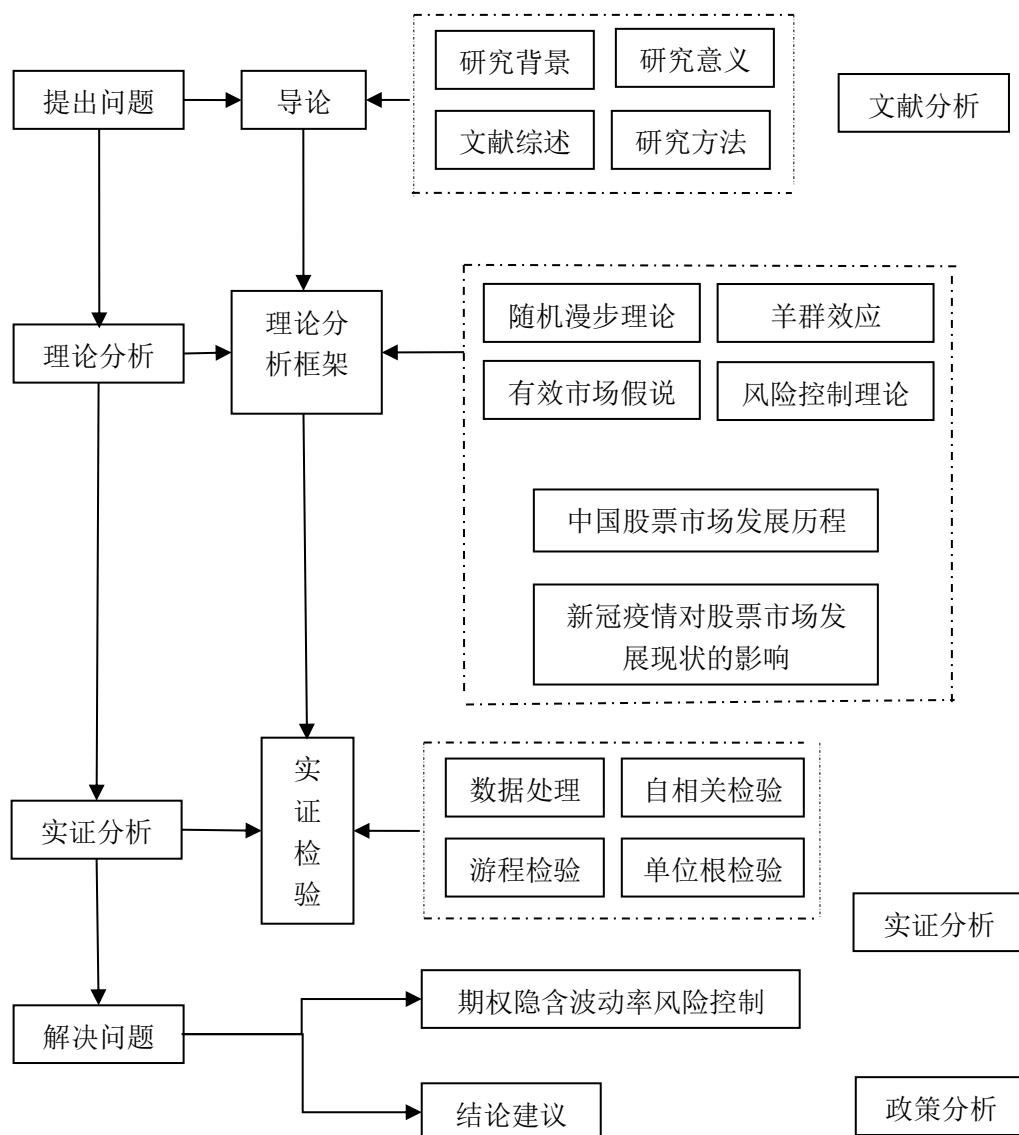


图 1-1 技术路线图

1.4.2 研究方法

（一）文献分析法

本文通过对国内外现有市场有效性和新冠疫情相关研究进行梳理、归纳和总结，对目前学者研究的前沿趋势进行充分的了解，以深化对股票市场效率研究重点、现状及趋势等内容的认识，分析现有研究中的不足。

（二）理论分析法

首先从金融市场效率入手，分析研究中国股票市场的发展历程是否符合随机漫步理论，并结合相关有效市场假说和投资市场的羊群效应，从理论层面剖析新冠疫情对中国经济造成的影响，为本文的分析提供合理有效的理论支撑。

（三）实证分析法

为探究新冠肺炎影响下中国股票市场弱式有效性研究，特别选取了国内股票市场具有广泛性和代表性的沪深 300 指数，通过选用合适的检验方法进行实证分析，并思考利用期权隐含波动率构建投资策略控制风险的合理性，最后依据研究结论提出合理、科学、有效的政策建议。

1.5 本文创新之处

股票市场的低效率意味着市场失灵，价格无法充分反映股票所包含的信息，投资者们更容易进行不理性的投资决策。本文基于沪深 300 指数对新冠肺炎影响下中国股票市场的弱式有效性进行研究，可能的创新指出如下：

（一）研究视角创新

目前，从国内相关研究的文献综述来看，中国股票市场有效性的研究内容广泛，检验方法和选取的数据也比较丰富，本文选取新冠肺炎疫情冲击下的股票市场，对研究视角进行创新，同时选取的样本数据为沪深 300 指数，其覆盖了沪深市场 70%左右市值、具有良好的市场代表性。

（二）研究思路创新

国内少有研究将有效市场理论和风险控制进行结合。本文通过整理疫情爆发前后股票价格数据，分析各阶段股价波动的特征，再对样本数据进行有效性检验，得出各阶段的有效程度结论及影响因素，选用期权隐含波动率构建投资策略进行风险控制。不仅在整体层面上检验中国股票市场的效率，还能对投资者提出控制风险的可能性，并根据实证研究结论提出合理、科学、有效的政策建议。

第二章 概念界定及理论基础

2.1 概念界定

本章主要介绍了效率和金融市场效率的定义，详细阐述了随机漫步理论和有效市场假说，并解释投资市场存在的羊群效应理论；也介绍了隐含波动率的定义，为接下来的理论分析和风险控制实证检验奠定了理论基础。

2.1.1 效率

效率 (Efficiency) 在字典中的解释为单位时间内完成的工作量，相对于个人而言，单位时间内完成的工作量越多，则其效率越高；反之则其效率越低。在经济学中，效率被定义为当消耗的经济成本给定时，经济资源被充分利用，所能获得的最大可能性的经济收益。在西方经济学中，还存在一种帕累托最优状态，帕累托最优则被认为是最优的经济效率。当处于帕累托最优时，所有的帕累托改进起不到任何作用，也不会存在，即达到帕累托最优是，任何改变都不可能在不使任何人福利降低的情况下，使至少一个人的福利增加。因此可以将效率简单用公式表示为：效率=产品产出量/资源投入量（投入劳动力+投入资金+投入生产工具）。因此提高效率的途径为采用新技术、提高产品效率以提高产出，或减少劳动力、资金和生产工具的投入量，降低投入成本。

2.1.2 金融市场效率

金融市场效率 (Efficiency of Financial Market) 指的是衡量由市场运作所形成的价格与其内在价值的标准。最早是由 Bachelier 于 1900 年首次提出“市场效率”这一思想，但当时的经济学界受传统的微观经济学的影响，金融市场可以近似的被认为是完全竞争市场，因此这一思想被忽视。直到 20 世纪 50 年代后期，Samuelson 和 Fama (1970) 才再次重视金融市场效率这一概念，进而不断进行分析和完善，最终系统性地提出有效市场理论。

金融市场效率主要受到市场发育的广度与深度、金融市场结构的完整性、交易成本的大小和信息不对称程度大小等因素影响。在查阅大量相关的金融领域文献资料后可以发现，学术界大多将金融市场效率划分为运行效率和定价效率。Woodford (2002) and Davis (2003) 认为运行效率 (Operating Efficiency) 指的是在有效运行的金融市场中，给定交易成本，市场投资者可以获得尽可能便宜的服务，此时交易成本所处的水平不会对金融市场信息效率造成影响。交易成本指的是为达成金融交易所必须支付的时间与资本，这部分支付成本独立于金融交易价格之外。交易成本大多数由经纪人佣金、手续费、边际价格成本、机会成本和其他咨询成本构成。运行效率侧重于分析金融市场资源配置流动性的能力以及交易的执行速度。定价效率 (Pricing Efficiency) 是指在任何时间，市场价格都能全面地反映出有关证券定价的全部可用信息，这也被 Fama (1970)

称之为外部有效。

2.1.3 隐含波动率

隐含波动率 (Implied Volatility) 是指将期权价格信息 (期权价格、标的资产价格、敲定价格、到期日、无风险收益率) 代入 Black-Scholes 期权定价公式, 反向推导得到的标的资产波动率, 将市场对标的资产波动率的评估反映在期权价格上。Black-Scholes 期权定价公式将期权价格与基础资产价格、基础资产波动率和其他影响期权价格的参数联系起来, 可以使用历史股价资料估算出波动性参数, 并将之代入到期权定价的计算公式中, 以得出期权价值。Black-Scholes 期权定价模型在金融市场上得到了广泛认可, 戴秀菊和舒志彪 (2018) 认为, 它的缺点之一是与大多数观察到的期权价格不一致。尽管该模型仍然可以非常有效地使用, 但 Berestycki and Busca (2004) 提出基础资产 S 的价格波动率不再是常数, 而是一个随机过程。

2.2 理论基础

2.2.1 随机漫步理论

随机漫步理论 (Random Walk Theory) 是指证券价格的变化具有一定的随机性, 就好像一个人走在广场上, 价格下一阶段会走向哪里, 并没有规律可循。最早是法国经济学家在 1900 年研究分析法国的经济市场时提出的, 当时主要研究商品价格的走势, 随着研究分析的不断深入渐渐发现商品价格的变化并未遵循某种价格规律。然而在此之前, 绝大多数经济学家认为商品的价格变化时遵循某种价格规律的, 即可以进行预测和预估。同样的在股票市场上, 股票价格的走势是由多种因素共同决定的, 一个看似微不足道的事情往往会造成很严重的后果。因此, 从长期行情趋势图中, 我们可以看到, 行情涨跌的概率几乎是相等的。股票的未来价格路径是不确定的, 因为它们移动是随机的数字, 不遵循任何确定的路径。因为股票充分反映了可用的信息, 这意味着连续的价格变化是独立的。Fama (1965) 的这一主张在全球不同的资本市场得到了检验, 结果各不相同。Ali and Mustafa (2001) 在巴基斯坦资本市场对这一假设的检验中, 对上市股票的每日价格数据使用连续收益的相关系数、平均值、对数收益和回归分析, 得出的结论是, 信息对股票价格有共同的影响, 这种影响可以是消极的, 也可以是积极的。

随机漫步理论由两个不同的假设组成, 分别是经济学假设和统计学假设。一方面, 在经济学中有观点认为, 证券市场都是有效市场, 所以, 没有任何一个投资者可以得到高于市场平均值的高收益。另一方面, 统计学观点认为, 对于任何特定的证券, 价格变化都是独立的随机变量。如果经济学假设要与统计学假设达成一致, 仅仅假定连续的价格变化是独立的是不够的, 而是价格变化必须相互随机独立, 而不仅仅是成对独立。

Fama (1965) 提出, 随机漫步理论的统计形式实际上由两个独立的条件组成: 价格变化不仅是独立的, 而且它们符合某种概率分布。通过大量的研究和深入分析, 在随机漫步理论的基础之上, Fama 提出了有效市场假说, 成为经济学家研究分析证券市场时的可参考的重要理论依据。

随机漫步理论模型可以进行如下表示:

$$p_t = p_{t-1} + \mu + \varepsilon_t, t = 1, 2, 3 \dots \quad (2-1)$$

$$p_t = \ln P_t \quad (2-2)$$

其中, μ 表示漂移项, ε_t 表示残差项, P_t 指的是在 t 时刻证券的价格, p_t 指在 t 时刻证券的对数价格, 且残差项 ε_t 满足零均值、同方差和无自相关的高斯假定, 即 $E(\varepsilon_t) = 0$, $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$, $E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 (t \neq s)$ 。

2.2.2 有效市场假说

股票市场作为金融市场的重要组成部分, 在各国的证券市场中都十分活跃, 股票市场的有效程度也是各国研究学者广泛关注的话题。关于市场效率最具代表性的理论研究是有效市场假说 (Efficient Markets Hypothesis, 简称 EMH), 始于 1965 年美国芝加哥大学知名教授 Fama 发表的《证券市场价格行为》, 指当前的股票价格完全反映了关于上市公司价值的所有可用信息, 并且无法通过使用这些信息来获取超过市场整体的超额利润。

(1) 有效市场的界定

有效市场假说的产生可以追溯到 20 世纪 60 年代 Eugene F. Fama 和 Paul A. Samuelson 两人的研究。特别的是他们独立地从两个截然不同的研究课题中分析研究并提出了相同的市场效率基本概念。如同许多现代经济学的思想产生一般, 有效市场假说最初是由 Samuelson (1965) 提出的, 在一个具有充分信息共享的市场上, 若能正确地预估证券价格变动, 则会充分反映出市场各方的信息及预期, 价格变化就必须是不可预测的。与 Samuelson (1965) 的有效市场假说路径相反, Fama (1970) 的开创性论文是基于他对衡量股票价格的统计特性的兴趣, 以及解决技术分析和基本面分析之间的争论。即使两种思路存在着许多理论性差异, 但这些差异将推动它们沿着两条截然不同的轨迹, 汇聚在相同的交汇点, 即有效市场假说。Fama (1970) 是第一个使用现代数字计算机进行金融实证研究的经济学家, 也是第一个使用“有效市场”一词的经济学家, 他通过对市场参与者可获得的各种信息集进行结构化处理, 在经济学理论和实证分析方面做出了重大贡献。

在 Samuelson (1965) 和 Fama (1970) 的里程碑式理论提出后, 许多其他学者扩展了他们的框架, 加以考虑风险偏好为风险厌恶的投资者, 产生了一个“新古典”版的有

效市场假说,其中价格变化由总边际效用适当加权,必须是不可预测的。在所有投资者都有“理性预期”的市场中,价格确实完全反映了所有可用信息,边际效用加权价格遵循鞅过程。如今许多其他领域和方向已经借鉴有效市场假说,包括纳入非交易资产,如人力资本、国家依赖偏好、异质投资者、信息不对称和交易成本。但其主旨是相同的:个人投资者理性地形成预期,市场有效地聚合信息,均衡价格包含了所有可用信息。Roberts(1970)首次定义了“Efficient Markets Hypothesis”这个术语,同时将市场划分为不同的效率形式,这也成为了 Fama 随后定义有效市场的经典分类法。如果价格能够完全反映一个信息集,那么该信息集对于市场是起作用的,并提出了 Efficient Markets Hypothesis。Fama(1970)将与股票市场价格变化相关的信息集进行了划分,即股票的历史交易信息、所有公开信息和公司的内幕信息。按照这三类信息集的不同,有效市场被划分为三种类型:弱式有效市场、半强式有效市场和强式有效市场。West and Tinic(1971)将资本市场有效性化为外在效率和内在效率。

(2) 有效市场假说的假设前提

通过查阅大量文献和相关专业书籍,可以了解到大多数经济理论或金融模型都是建立在一定的假设条件下的,同样有效市场假说也基于以下假设条件:市场是无摩擦的完备的完全竞争市场,所有的市场参与者可以随意进入和退出,没有交易费用,市场所有人都是价格的被动接受者,无法决定和操作价格的走势;随机产生的市场中的信息任何参与者都可以随时随地获取,不存在获取信息的交易成本和时间成本;理性人假设:所有市场参与者都是经济学中的理性人,在相同收益时选择最小化风险,在相同风险水平下选择最大收益,追求效用的最大化;市场上理性参与者都会根据所获取的信息做出预期,这些预期都是一致的,即使存在非一致的预期或存在部分不符合理性人假设的市场参与者,这些预期交易会进行抵消,使得价格仍旧维持在一定的水平进行波动,不会出现异常价格波动。

(3) 有效市场的三种类型

即便经济学界众多经济学家对于有效市场持赞同看法,但对其还未有过明确划分和分类,Fama(1970)将与股票市场价格变化相关的信息集进行了划分,即股票的历史交易信息、所有公开信息和未公开信息。历史交易信息指的是股票过去的交易价格、交易数量、收益率等可获得的市场交易数据;所有公开信息指的是上市公司所有公开的信息,包括披露的财务报告、年度报表、公司的人事变动公告、股利分配等新闻信息;未公开信息指的是不对外进行公开公布,只有上市公司内部少数人员知道的内幕信息。按照这三中类型信息的不同,将有效市场划分为三中类型:弱式有效市场、半强式有效市场和强式有效市场。

弱式有效市场假说认为,上市公司目前的股价充分地包括了它在过去历史股价中的所有信息。也就是说,没有任何投资者能够通过分析过去的价格来发现错误定价的

证券并以此来获取超过市场整体的超额收益。因为市场上证券的价格可以说是最公开的，也是任何投资者最容易获得的信息，因此任何人不应该能够从其他人都知道的信息中获利。如果能通过技术分析利用过去的股价序列和交易量数据来获取超额利润，那么所有投资者都会使用技术分析来获利，那么该信息就不具备价值，获取超额收益的机会随之消失。因此考虑到分析和交易证券的交易成本，获取超额利润在分析公开的信息中很难实现，技术分析在弱式有效市场中失效。

半强式有效市场假说认为，上市公司目前的股价充分地包括了它在经营过程中的所有公开信息。公开信息不仅包括过去的股票价格，还包括上市公司财务报表的数据（例如年度报告、利润表、向证监会提交的文件等）、股息和红利分配公告、宣布的合并计划以及上市公司财务分析人员对宏观经济因素的预期和盈利预测等。半强式有效市场假说仍然认为任何人不应该能够从其他人都知道的信息中获利，但是这种假设比弱式有效市场假说强得多。因为公开信息的获取难度较高，获取后的处理成本也较高。仅仅从报纸和公司披露的信息上获取信息可能是不够的，投资者可能需要持续关注新闻报道、专业出版物和数据库、研究论文、研究期刊等，以便获取有效分析证券所需的所有公开信息。所以这意味着基于所有公开数据对上市公司进行基本面分析是无法获取超额收益的，因为这些信息已经充分反应到股票价格中，基本面分析无效。

强式有效市场假说认为，当前股票的价格完全包含了所有现存可获得的信息，包括公开信息和内幕信息。半强式有效市场假说和强式有效市场假说之间的主要区别在于，在后一种情况下，即使是根据当时尚未公开的内幕信息进行交易，任何投资者都不能从市场中获取超过市场整体的超额利润，此时技术分析、基本面分析和内幕信息交易都无效。

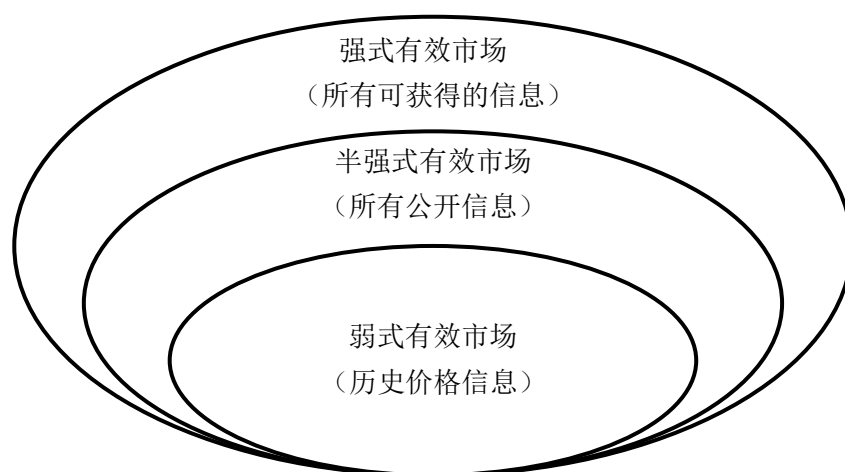


图 2-1 有效市场假说的三种划分

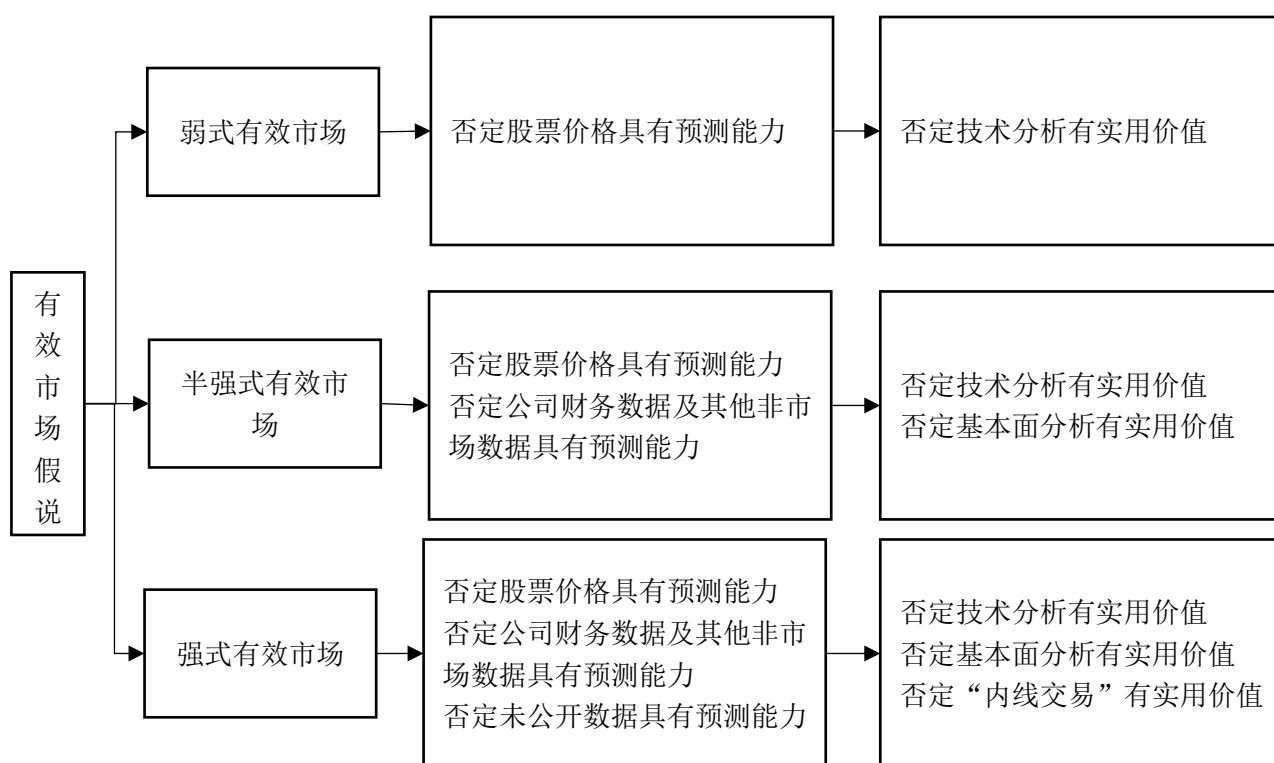


图 2-2 有效市场假说三种形式的现实意义

（4）有效市场假说的发展现状

即使存在很多支持和反对有效市场假说的理论和经验证据，在统计分析、数据库和理论模型等方面围绕有效市场假说已有诸多进展，但在学术界经济学家们仍然没有达成共识。Clarke and Jandik（2001）认为其中一个原因是，有效市场假说自身定义并不十分明确，也不能在实证上予以驳斥：为了使假说成立，必须设定额外的前提假设，但这些前提假设是根据经济学理论支持在理想状态下提出的，但这一系列假设并不能告诉我们哪个假设与实证数据相悖。股票价格异常波动是因为市场效率低下，还是因为风险规避，还是因为股利的分配，无法给出明确答案。

例如有效市场假说中的理性人假设，是指具有理性预期、符合效用最大化并且厌恶风险的理性投资者。然而金融学中存在的“羊群效应”使得大量不具备金融知识的投资者进行盲目跟风，股票市场中追涨杀跌的现象时常发生，该效应也已经在行为金融学相关研究中被证实，因此投资者在市场中的行为并不是完全遵循理性人假设的。

投资者的过度自信也对该假设提出了质疑：部分投资者掌握某些特定信息，在对某项资产的投资过程中产生了正向收益时，因此对自己的判断持有过度肯定的自信，尽而忽略了市场上其他因素，认为自己对市场价格的预测符合均衡价格的走势，但是当投资者的预测值偏离股票市场均衡值的时候容易产生恐慌，进而进行过度反应盲目地抛售股票，使得市场价格的变动不能充分反映贝叶斯过程。

更重要的是，对有效市场假说的检验可能不是衡量特定市场效率的最有效手段。一个特定市场相对于其他市场的效率才是更为符合实际市场特点的，例如，期货市场与现货市场，拍卖市场与交易商市场，因为相对效率概念的优点是很容易通过市场间的类比来进行定义。经济学家们基于现实市场的特点和新的假设构建金融理论，出现了一些新的方法：金融市场风险心理学模型、进化博弈论、基于代理的金融市场模型等。虽然这些新兴的经济理论在应用时存在着较大的风格差异，但都不同程度上对有效市场假说做出了全新的解释。

2.2.3 羊群效应

羊群效应通常在经济学中用来描述市场中的从众心理，这种心理很容易导致盲从，进而使得所有人都陷入困境。羊群是一种散乱、无领导的庞大组织，平时都会随意游走，漫无目的地左冲右撞，丝毫没有规律章法可言，但是当羊群中出现一只领头羊，其他羊便会对其盲目跟从，不管领头羊所做出的行为是否正确，前方充满危险还是肥美的牧草，羊群都会一往无前。在股票市场中，羊群效应也十分常见。在一个投资市场或投资群体中，当某些投资者做出投资交易买入或卖出股票时，则其他的投资者便会盲目效仿，进而大量进行买卖这些股票。这些投资者从不关心这些投资决策正确与否，只是单纯认为该投资决策具备某些为获得的信息或内幕信息，因此股票市场上经常出现“追涨杀跌”的现象，严重时会引起系统性风险。

第三章 中国股票市场发展历程及现状

3.1 中国股票市场发展历程

中国的现代股票市场直到 1990 年才开放，上市公司的选择一直由政府严格控制。直到 2005 年，中国股市只有三分之一的股票是可交易的，其余的非流通股由国家或国家支持的实体持有，其总市值直到 2006 年才超过 1 万亿美元。上海证券交易所是中国第一家证券交易所，设立时间为 1990 年，可以称之为中国证券市场的元年，第二年在深圳证券交易所也正式成立。1990 年中国股票市场的上市公司仅为 8 家，分别为延中实业（600601）、真空电子（600602）、飞乐音响（600651）、爱使电子（600652）、申华电工（600653）、飞乐股份（600654）、豫园商场（600655）和凤凰化工（600656），史称沪市“老八股”，助力中国股票市场的建立。现截止到 2023 年 2 月，中国股票市场上市公司总数已达 5095 家，上市股票总数高达 5169，总股本高达 82900.651 亿股，已经成为十分成熟的股票市场。

但在股票市场成立的初期，由于缺乏先进的证券管理经验、完善的交易制度和配套的监督管理体制，使得当时的股票存在着价格波动剧烈，大多数市场投资者也缺乏投资经验，使得部分市场投机者抓住机会，获取超额收益，破坏了股票市场的秩序。因此在 1992 年 10 月，经国务院正式批准，中国证券监督管理委员会正式成立，将按照有关法律法规，对全国范围内的股票市场进行统一的监管，维持股票市场的秩序，保证股票市场的合法、合规性的运作。1996 年，为了控制股票价格异常波动、无限制的涨跌，控制股票市场风险，于 12 月 26 日正式实施了涨跌停板制度。该制度规定，除了股票正式上市当天以外，任一交易日的涨跌幅度不得超过上一交易日的 10%，股票市场投资者的权益通过该制度最大限度得到保障，同时还规范了中国股票市场的法程序，并一直沿用至今。

过去二十年的一些发展改变了这种局面，使中国股票市场成为金融经济学领域更为关注的研究对象。截至 2016 年，中国的 GDP 增长了两倍多，超过 11 万亿美元，一度成为购买力与美国相当的经济超级大国，引起世界各国的广泛关注。2017 年 5 月，中国股票市场市值增长了五倍多，超过 7 万亿美元，成为世界第二大股市。同时上市公司的数量翻了接近一番，达到 3200 多家，其主要原因是证交所于 2004 年引入了中小板，5 年后又引入了创业板，这两个板块为规模更小、更具创业精神的公司提供了融资渠道。此外，2005 年的股权分置改革使非流通股得以解禁，2016 年非流通股占比超过 75%。2018 年可以称之为中国股票市场历史上重要的里程碑：6 月 MSCI 新兴市场指数正式将中国股票纳入，标志着中国股票得到了国际投资者的全面认可，这是中国股市与国际金融市场融合的重要一步。这一方面不仅凸显了外国投资者对中国股票市

场的兴趣，另一方面也加大了改革的压力，这些改革旨在增加流动性，解除对资本自由流动的限制。

在资产定价方面，国内投资者可以购买的 A 股价格相对于外国投资者可以购买的 B 股价格的溢价，归因于与不同信息和投资机会集相关的贴现率差异。自 2002 年设立合格境外机构投资者（QFII）计划以来，B 股发行已经销声匿迹。然而，尽管 2014 年和 2016 年开通了沪港通和深港通，实现了跨市场交易，但 A 股相对于 H 股的溢价仍然存在。尽管在中国股票市场三十多年的历史中，其发展在很大程度上是由国内驱动的，但全球投资者现在正变得越来越有影响力。随着中国在放松资本管制方面步伐逐渐加大，资本外流已成为越来越令人担忧的问题。解决这些资金外流的一个办法是，吸引全球投资者的资金，全球投资者已经开始认识到进入中国所带来的多元化效益和投资机会，用资金流入应对资本外流，则中国股票市场是一个自然的目的地。

3.2 新冠疫情对股票市场发展现状的影响

从 2020 年初开始的新冠肺炎疫情导致金融市场发生动荡，根据有效市场假说，受突发事件影响引起的损失造成了股票市场的波动，在国内专家宣布新冠病毒产生“人传人”效应时，股票市场波动更为剧烈。

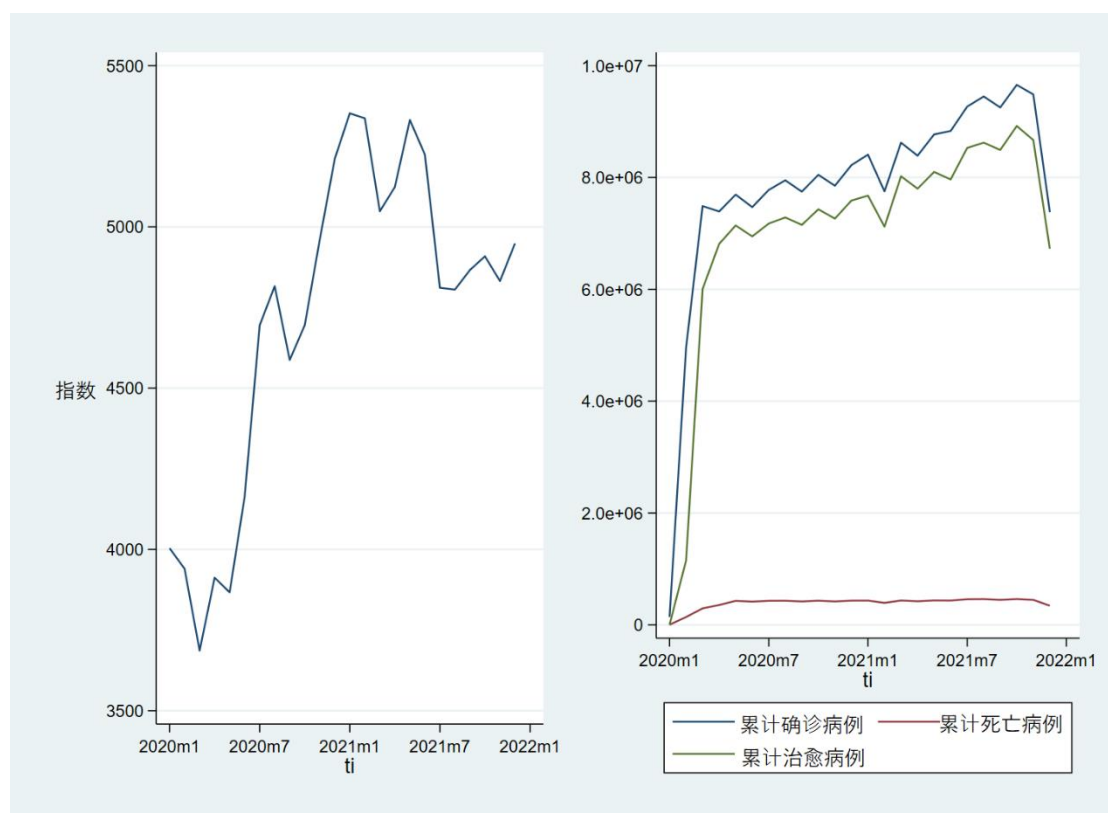


图 3-1 新冠肺炎疫情与沪深 300 指数波动分析图

2020年2月之前确诊病例人数较多,死亡病例和确诊比例数目剧增。Zhang Y(2021)指出,2020年3月,美国标普500指数触发三次熔断,即使如此,各机构公布的数据来看2020年除中国经济增长率为2.3%以外,其余经济体经济增速均为负增长。如果按照这种情况持续下去,确诊病例更多的地区将遭受更大的经济损失。截至2021年12月23日,中国已有100731人被确认感染COVID-19,并于2020年三月上旬减慢了新冠肺炎的感染人数,累计死亡病例为4636例,累计治愈病例为94244例。

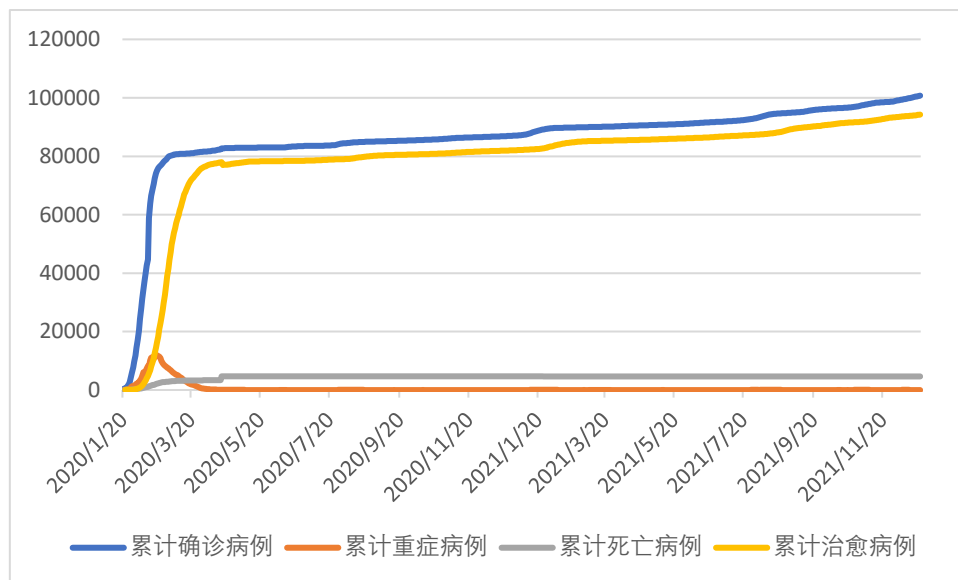


图 3-2 新冠肺炎疫情病例分析图

随着确诊病例数量和对医疗用品的需求量不断增加,医药行业的异常收益率也应该相应大幅上升。然而,张金羽(2021)发现事实并非如此,医药股的异常收益也没有持续下去,因此新冠肺炎疫情期间股票市场的波动不能简单地用经济损失来解释。

面对新冠肺炎疫情的这类公共卫生类突发事件的冲击,陈波和钱惠惠(2021)认为股票的收益率和个人投资者情绪都产生了负面效应,中国股票市场的收益率下降,波动率显著增大,同时伴随投资者情绪的上升,甚至超过了新冠肺炎疫情爆发之前的市场水平。然而通过对股票市场收益率进行分析,发现短期内受确诊病例或重症病例的影响,股价会有显著的正向影响,但大多集中于医药类板块。通过分析医药行业近几年的发展状况,发现医药类股票的异常收益率远高于市场平均值,由于常态化防控措施的实施,相关核酸检测等医疗卫生用品的消耗量不断增大,因此数字化和信息化等相关行业板块涌入的投资量较大,异常收益率也明显高于其他行业。

面对突如其来并且传播速度极强、范围极广的新冠病毒,市场投资者容易产生恐慌心理,丧失投资信心,对于经济发展抱有悲观预期。有些投资者在股市中急于卖出自己的股份以避免可能出现的损失,但由于“羊群效应”,这一举动很快就在股市中形成一股风潮,大量投资者盲目跟风开始抛售自己的股份,使得股票市场引发了踩踏现象。

新冠肺炎疫情期间，股票市盈率和流通市值较高，持股比率较低和低净值的公司股票更易受投资人信心的冲击。我们以行业类别进行分析，结果表明，近一半的行业受到投资者情绪的显著影响，其中受到投资者情绪负面影响最大的五个行业分别为：油气开采、石油和核能加工、道路运输、铁路运输和煤矿行业。分析主要原因可能在于近两年来世界各国石油供应过剩和伴随经济低迷，以及疫情防控要求对旅行的限制。只有医药工业、互联网及相关服务业、农产品食品加工、软件和信息技术服务、计算机制造业、通信和其他电子设备、农业和教育等七个行业的情绪效应得到提升，可以发现这些行业与制药、包括在线教育在内的数字化有关。

新冠肺炎疫情会引起中国股票市场广泛的负面情绪，从而导致投资者产生投资焦虑和引发市场动荡。新冠疫情期间股票收益率的波动受投资者情绪影响，不能仅通过经济损失来简单分析和解释，不同行业、不同财务特征的股票受到的影响也不尽相同。在众多行业中，只有医药工业、互联网及相关服务业、农产品食品加工、软件和信息技术服务、计算机制造业、通信和其他电子设备、农业和教育等七个行业的情绪效应得到提升。由于像新冠肺炎等公共类突发事件具有高度不可预测性，投资者在疫情爆发初期可以选择持有医药行业的领头羊股票，有望可以获得超额收益；在疫情中后期，应避免开高市盈率、低净资产等高风险因素的股票。除此之外，市场投资者应提高自身的风险意识，面对像新冠肺炎等公共类突发事件妥善应对，缓解市场悲观情绪，规避波动风险。

第四章 新冠疫情影响下股票市场弱式有效性实证检验

4.1 弱式有效性理论假设

在实际生活中,投资者常常是在一个连续的时间点上,分别做出不同的、分散性的决定。在每一个时间点,投资者都会根据股票的状态和得到的市场信息,从多只可供选择的股票中进行选择,从而得到相应的投资回报,同时也会对下一次抉择的股票状态产生影响。在这种情况下,下一次决定时股票的状态具有随机性。已有的文献大多假定股价处于时间上的离散性,并以此为依据构建相应的投资决策模型,若对股票市场提出弱式有效的假设显然不具备理论依据。

实际上,在现实生活中,股票价格的多个状态都是随机的,且每一个状态间的转换概率都是连续的,即符合马尔可夫过程(Markov process)。马尔可夫过程是一类基于马尔科夫链的随机过程(Ames, 1989; Darling and Siebert, 1953),是研究离散事件动态系统状态空间的重要方法,它的数学理论依据正是随机过程理论。

设 $\{X(t), t \in T\}$ 为一随机过程, E 为其状态空间,若对任意的 $t_1 < t_2 < \dots < t_n < t$,任意的 $x_1, x_2, \dots, x_n, x \in E$, 随机变量 $X(t)$ 在已知变量 $X(t_1) = x_1, \dots, X(t_n) = x_n$ 之下的条件分布函数只与 $X(t_n) = x_n$ 有关,而与 $X(t_1) = x_1, \dots, X(t_{n-1}) = x_{n-1}$ 无关,即条件分布函数满足等式

$$F(x, t | x_n, x_{n-1}, \dots, x_2, x_1, t_n, t_{n-1}, \dots, t_2, t_1) = F(x, t | x_n, t_n) \quad (4-1)$$

即

$$P\{X(t) \leq x | X(t_n) = x_n, \dots, X(t_1) = x_1\} = P\{X(t) \leq x | X(t_n) = x_n\} \quad (4-2)$$

此性质称为无后效性。

股票的未來价格路径是不确定的,因为它们移动是随机的数字,不遵循任何确定的路径。股票价格变化是随机的,下一时刻股价只与当前时刻股票价格和投资者的买卖决策有关,而与以前历史时刻的股票价格和投资者的买卖决策无关,即股票价格变化满足马尔可夫过程的无后效性(Doshi, 2000)。因此对中国股票市场做出弱式有效的假设。

4.2 沪深 300 指数数据选择与描述性分析

由于受到新冠疫情的影响,一方面难以准确分析股票市场上众多企业的收益变动情况,另一方面单只企业股票除受到疫情影响外,还会因为企业自身经营状况、市场突发状况和投资者情绪等因素而在一个周期内发生剧烈波动,造成不确定性,产生趋势性的影响。因此通过合理选取股票市场中的有关指数作为代表进行分析,不但考

虑了股价因为配股、送股等因素所造成的跳跃，而且能够避免上述单只股票的问题，使分析更具有效性、科学性。股票指数的选取对于本文的实证分析的准确性和可靠性十分重要，因此选取股票指数要满足广泛性和代表性两个重要原则。广泛性是指所选指数行业分布范围较广、相对均衡，能够较好的反应整体行业价格的周期性波动；代表性是指所选指数能反应股票市场的整体特征，具备较高的市场覆盖率，并能够通过其预测股票市场的未来走势。基于以上广泛性和代表性两个原则，本文在对中国股票市场有效性分析进行研究时选取了沪深 300 指数自 2018 年 12 月 23 日至 2019 年 12 月 22 日和 2019 年 12 月 23 日至 2021 年 12 月 23 日的每日交易数据，将 2019 年 12 月 23 日作为新冠肺炎疫情发生前后分界日期。

之所以将 2019 年 12 月 23 日这一天作为新冠肺炎疫情发生日期的界定，有以下几方面原因：第一，2019 年 12 月下旬，中国武汉市发现了第一例可确诊的 COVID-19 病例，代表新冠肺炎正式引起社会各界的广泛关注，可以作为新冠肺炎发生前后的分界期；第二，沪深 300ETF 股指期货于 2019 年 12 月 23 日正式开始交易，在实证检验股票市场效率之后，可利用沪深 300 期权合约，推导出期权隐含波动率，进而构建投资策略，以分析风险控制的合理性。以上数据均来自于 Wind 数据库，数据整理使用 Excel2019，实证分析使用 EViews 8 和 Stata 16SE 完成。

4.2.1 沪深 300 指数介绍

沪深 300 指数（股市代码为 000300）于 2005 年 4 月 8 日正式发布，由沪深两个交易市场中规模相对较大、市场流动性较好的 300 只证券编制而成，300 只证券样本均为过去一年经营状况良好、未出现违法违规事件、财务报告和相关信息披露未出现重大问题、证券价格的波动情况未出现明显异常或市场操纵的公司，通常适合用来研究和分析沪深市场中证券的整日趋势。将 2004 年 12 月 31 日作为沪深 300 指数的基日，基点为 1000 点。同时 2019 年 12 月 23 日在上海证券交易所中沪深 300ETF 期权正式进行交易，因此通过构建投资策略，可以在检验市场有效性程度后方便进行风险控制。

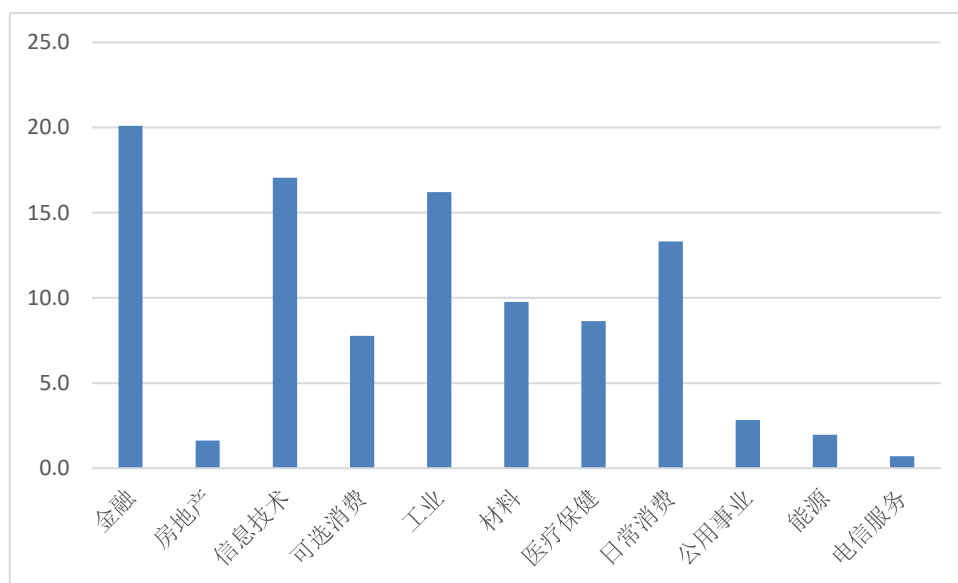


图 4-1 沪深 300 指数成分行业分布权重

由图 4-1 可以看出, 沪深 300 指数行业分布范围较广, 并且相对均衡, 能够较好的反应整体成分行业价格的周期性波动, 满足广泛性和代表性两个重要选取原则。其中所占权重最大的三个行业为金融、信息技术和工业, 金融行业所占权重最大为 20.1%。

4.2.2 数据处理——指数收益率的计算

本文所采用的收益率为日收益率。通常在计算股票收益率时会采用算数收益率和对数收益率, 由于常用的时间序列分析模型普遍对变量有要求, 即随机变量为二阶矩平稳。然而价格序列通常是不稳定的广义维纳过程, 因此进行对数变换能变成稳定的、适用模型的序列。另外取对数可以让数据更平稳, 更加符合收益率满足连续复利的假设, 同时削弱了样本数据之间出现的异方差因素, 更有利于实证检验分析。因此本文采用对数收益率 $R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ 进行收益率的计算和处理。

4.2.3 描述性统计

使用 Stata 软件对沪深 300 指数进行描述性统计。

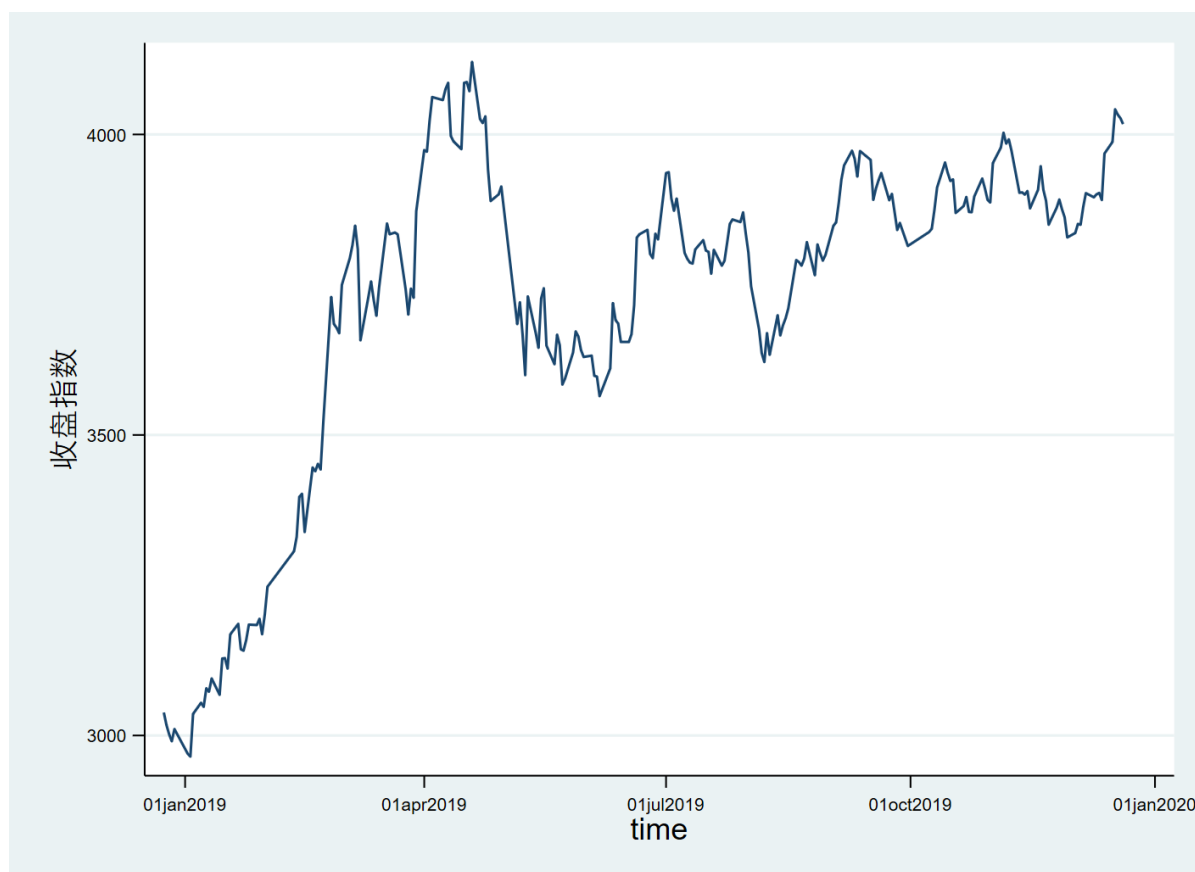


图 4-2 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列趋势图

从图 4-2 可以观察到 2019 年上半年沪深 300 指数大幅度上涨, 4 月 19 日指数最高达 4120 点, 相较于 2019 年初涨幅超过 38.7%, 下半年的波动相对平稳, 具体原因有以下几点: (1) 2019 年春节期间, 全球经济体发布了一月制造业的 PMI 经济数据, 美国超预期回升, 引领全球的股票市场上涨。(2) 2018 年 11 月正式设立科创板, 因此上涨行情是为科创版的开版上市做铺垫。(3) 中美贸易战形势利好, 经过两国的多次谈判紧张形势逐渐缓解, 利好消息促使上半年股票市场上涨。

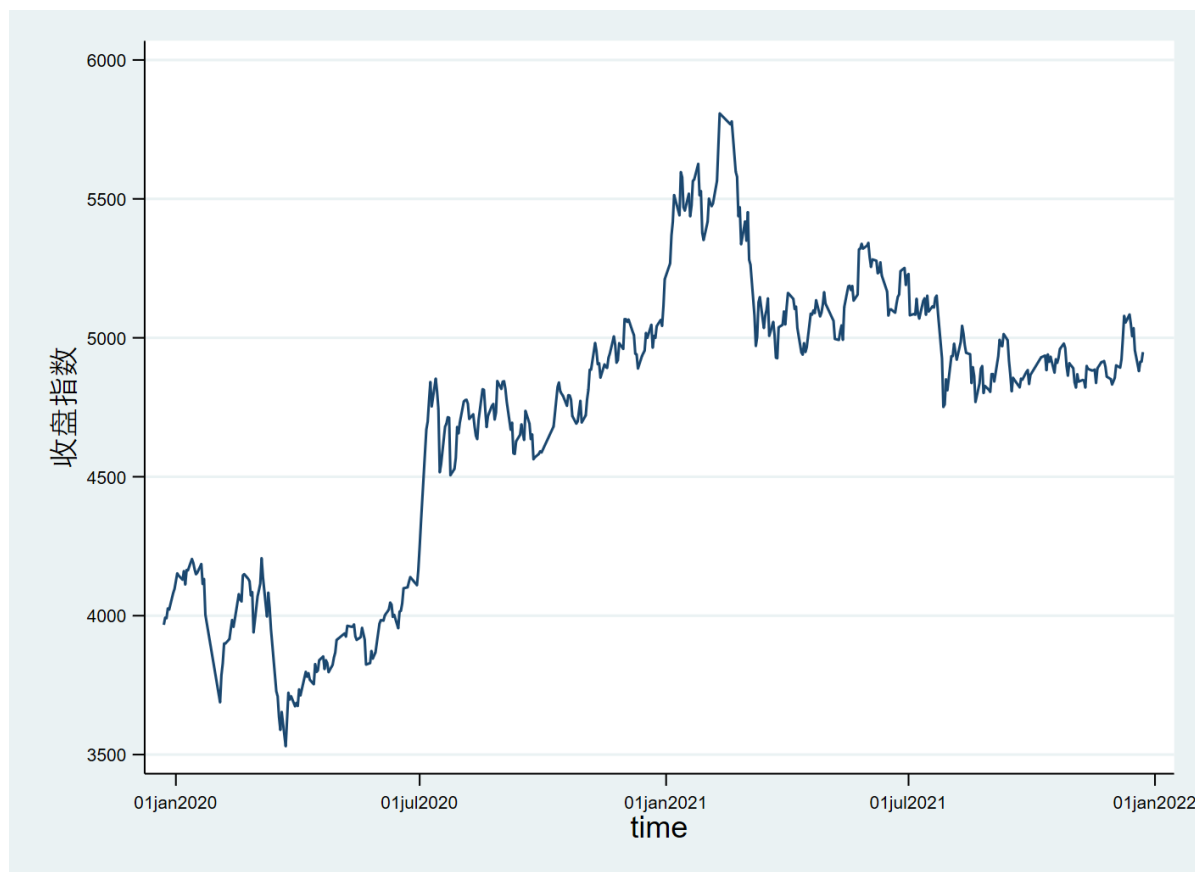


图 4-3 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列趋势图

股票市场是证券市场的重要组成部分，被称之为是经济的晴雨表。2019 年 12 月 23 日至 2020 年 1 月 19 日，股票市场运行平稳，未出现极端波动和外部因素冲击。在新冠肺炎疫情爆发后，市场不确定性增加，投资者恐慌加剧，沪深 300 指数持续收跌，从图 4-3 可以看出其中 2020 年 2 月 3 日沪深 300 指数跌幅高达 7.88%，这一最大跌幅于 2015 年以来还从未出现过。2020 年 4 月起，国内疫情防控取得阶段性成果，此时股票市场处于观望状态，运行比较平稳，有逐渐上涨趋势。

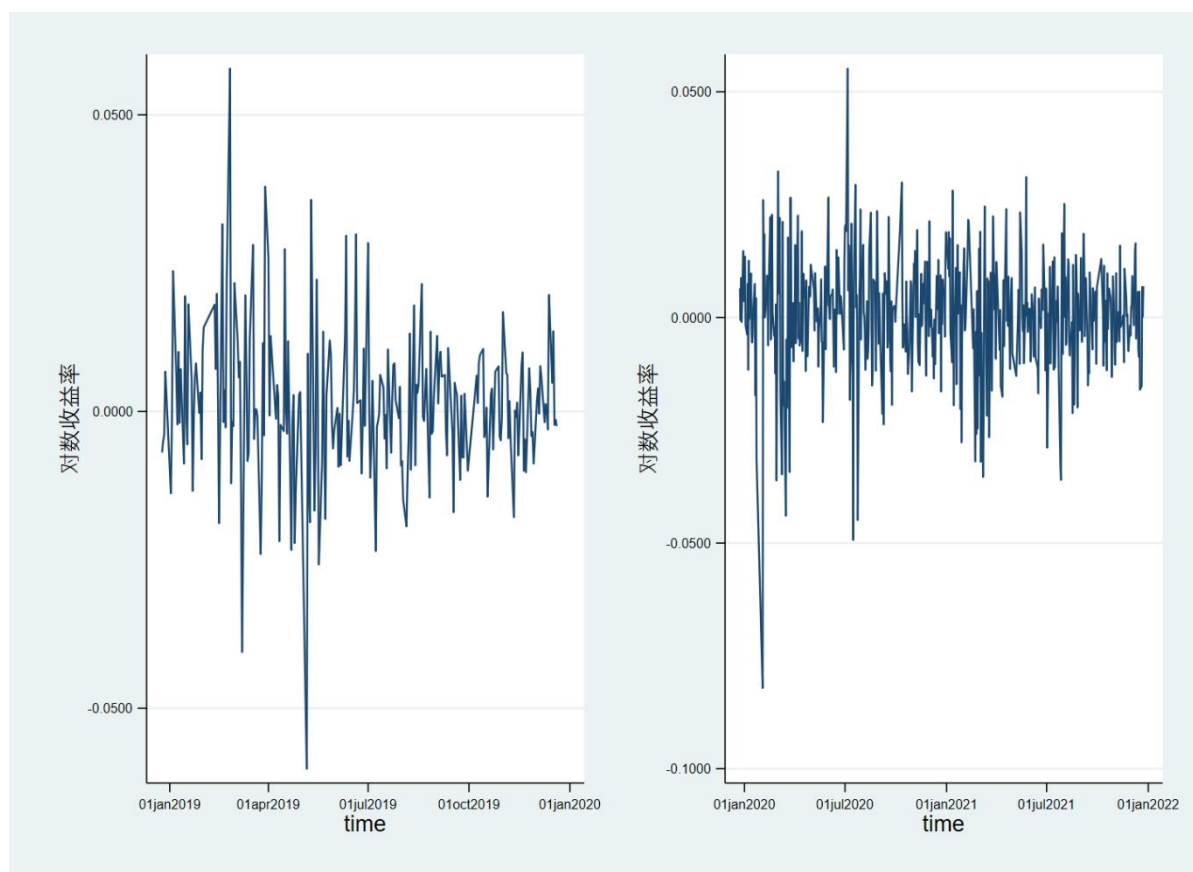


图 4-4 新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数收益率序列趋势图

图 4-4 描绘的是新冠肺炎疫情爆发前后沪深 300 指数的收益率时间序列，可以看出，沪深 300 指数收益率序列基本符合尖峰厚尾的形态，收益率序列波动总体较为平稳。在 2020 年 1 月有较大幅度的异常波动，此时新冠疫情在中国爆发，市场的不确定性增加，市场较为不稳定。2020 年 7 月也出现较大幅度的涨幅波动，主要得益于宽松货币环境释放，投资者的投资热情增高，市场情绪高涨较为活跃，股票指数高位震荡。2020 年 8 月以后，虽然市场仍存在一些因素冲击，部分地区的出现小范围疫情反复，但股票市场运行平稳。

表 4-1 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列描述性统计结果

r	Percentiles	Smallest		
1%	-0.0258	-0.0602		
5%	-0.0178	-0.0405		
10%	-0.0114	-0.0258	Obs	241
25%	-0.00476	-0.0240	Sum of Wgt.	241
			Mean	0.00116
50%	0.000355			
		Largest	Std.Dev.	0.0125
75%	0.00719	0.0316		

表 4-1 (续) 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列描述性统计结果

r	Percentiles	Largest		
90%	0.0135	0.0357	Variance	0.000157
95%	0.0222	0.0379	Skewness	0.0809
99%	0.0357	0.0578	Kurtosis	6.996

表 4-1 显示的是新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列描述性统计结果。可以看出沪深 300 指数的平均收益率为 0.116%，标准差为 0.0125，方差为 0.000157。偏度为 0.0809，峰度为 6.996。

表 4-2 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列描述性统计结果

r	Percentiles	Smallest		
1%	-0.0361	-0.0821		
5%	-0.0203	-0.0493		
10%	-0.0132	-0.0449	Obs	486
25%	-0.00616	-0.0439	Sum of Wgt.	486
			Mean	0.0004549
50%	0.000929			
		Largest	Std.Dev.	0.013145
75%	0.00805	0.0299		
90%	0.0159	0.0311	Variance	0.0001728
95%	0.0213	0.0324	Skewness	-0.758
99%	0.0294	0.0551	Kurtosis	7.168

表 4-2 显示的是新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列描述性统计结果。可以看出沪深 300 指数的平均收益率为 0.04549%，标准差为 0.013145，方差为 0.0001728，相比较于新冠肺炎爆发前平均收益率下降，标准差增大，股票市场风险增大。观察偏度和峰度，接下来进行序列的正态性检验，分析是否符合正态分布。

4.2.4 正态分布检验

(1) Jarque-Bera 检验法

该方法在计量经济学家被广泛接受，主要是检验时间序列样本的偏度和峰度是否符合正态分布的拟合优度检验。Jarque-Bera 检验统计量被定义为：

$$JB = \frac{n}{6} \cdot \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (4-3)$$

其中 n 是样本观测数， S 是样本偏度， K 是样本峰度。

$$S = \frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\sigma}^3} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{3/2}} \quad (4-4)$$

$$K = \frac{\hat{\mu}_4}{\hat{\sigma}^4} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} \quad (4-5)$$

其中 $\hat{\mu}_3$ 和 $\hat{\mu}_4$ 分别是三阶中心矩和四阶中心矩的估计值, \bar{x} 是时间序列样本的期望值, $\hat{\sigma}^2$ 是样本方差的估计值。 JB 统计量是近似服从自由度为2的渐近卡方分布,正态分布的偏度为0,峰度为3。提出以下假设:

原假设:时间序列服从正态分布

备择假设:序列不服从正态分布

若对应 P 值小于给定的显著性水平,则拒绝原假设,认为时间序列不服从正态分布;相反若对应 P 值大于给定的显著性水平,则不能拒绝原假设,认为时间序列服从正态分布。

(2) 核密度估计

核密度估计(kernel density estimate)是非参数检验中的一种,由Rosenblatt(1955)和Emanuel Parzen(1962)提出。观察样本分布情况时,通常采用直方图来直观呈现,但直方图存在以下几个缺陷:存在非平滑的密度函数;密度函数受划分区间的影响较大;直方图只能展示二维数据,多维数据的展示存在困难。核函数估计通过对样本点进行线性加和来构建一个连续的概率密度函数,从而得到一个平滑的样本分布,因此采用核密度估计进行验证。

核密度估计是由导数定义推导而来,假设求 x 处的密度函数值,取 x 的邻域为 $[x-h, x+h]$,当 $h \rightarrow 0$ 的时候,可近似地将该邻域的密度函数值当作 x 点的密度函数值:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{2h} \lim_{h \rightarrow 0} \frac{N_{x_i \in [x-h, x+h]}}{N} \quad (4-6)$$

其中, $N_{x_i \in [x-h, x+h]}$ 为该邻域中样本点数量, N 为样本总数量,最后对该邻域内的密度值取平均便达到核密度估计:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{2hN} \sum_{i=x-h}^{x+h} x_i = \frac{1}{hN} \sum_i \frac{|x-x_i|}{2h} < 1, h \rightarrow 0 \quad (4-7)$$

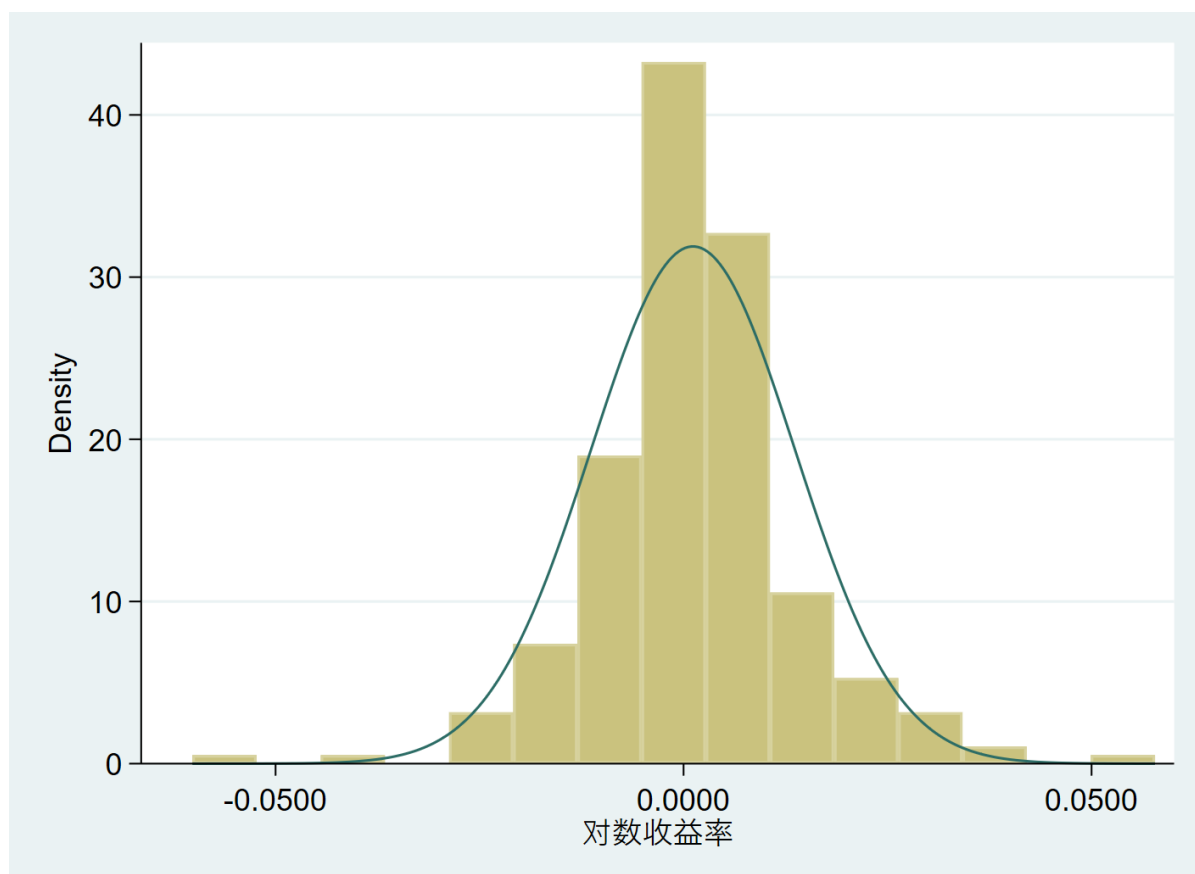


图 4-5 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列正态分布直方图

通过图 4-5 可以看出，新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列基本符合“尖峰厚尾”的金融时间序列特征，直方图显示该序列渐进服从正态分布，但是分布曲线并不平滑，无法得出确切结论，再进行核密度估计进行验证。

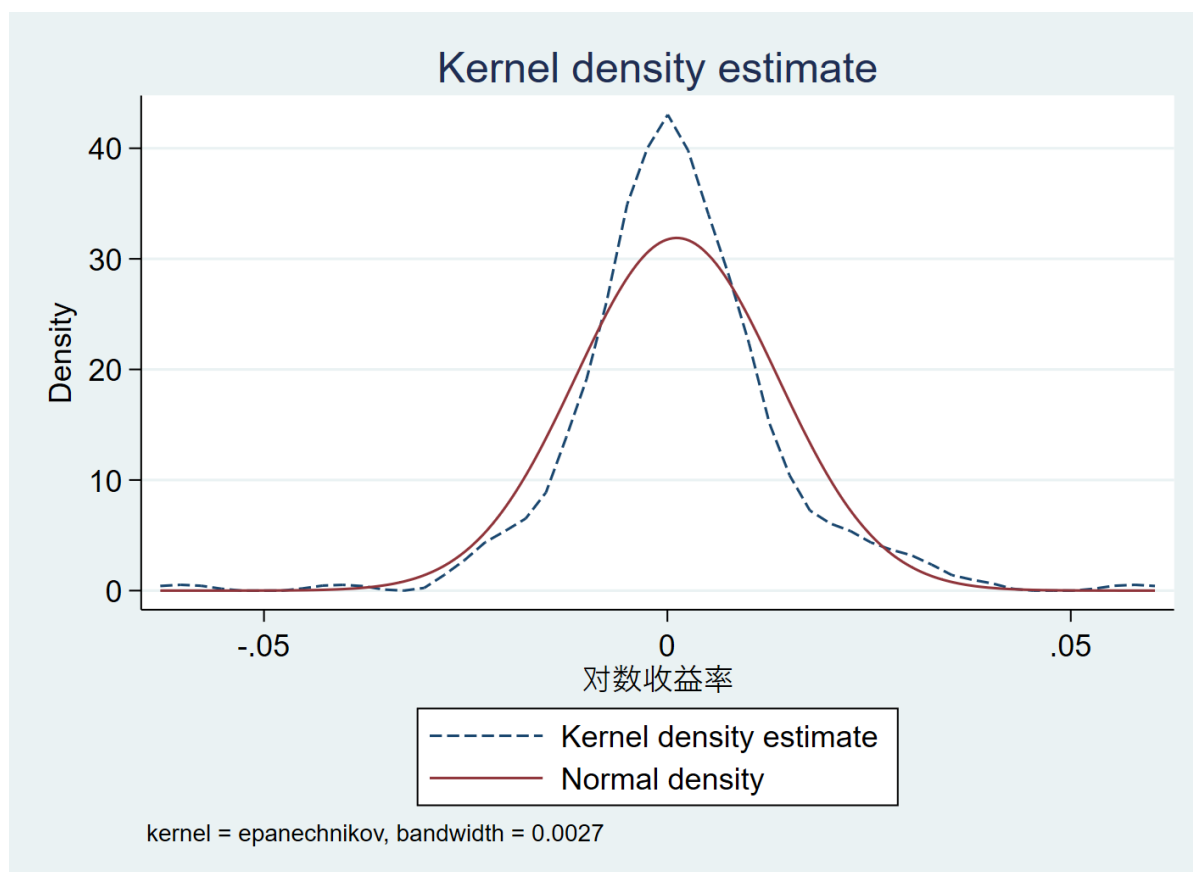


图 4-6 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列核密度估计

通过分析图 4-6 可知,新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列峰度较高,远大于正态分布的峰度 3,符合金融时间序列“尖峰厚尾”的特征,因此不服从正态分布。

表 4-3 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列 J-B 检验

Variables	J-B	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2	Skew.	Kurt.
r	160.6	0.5985	0.0000	23.21	0.0000	0.081	6.996

通过表 4-3 分析可知, Jarque-Bera 检验的结果中对应 P 值为 0, 不显著, 所以要拒绝原假设, 即新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列不服从正态分布。收益率序列偏度为 0.081, 峰度为 6.996, 大于正态分布的峰度 3, 即尖峰。因此符合金融市场时间序列尖峰厚尾的特征。

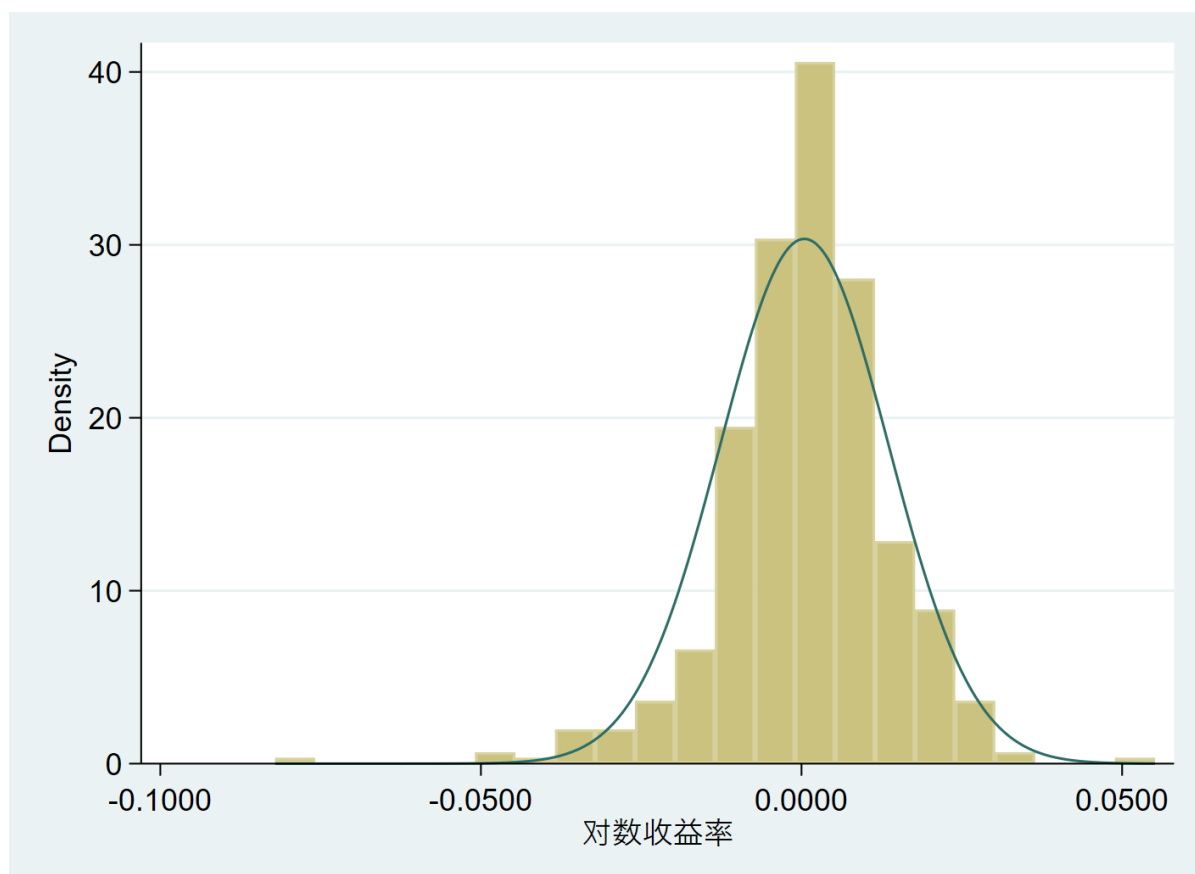


图 4-7 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列正态分布直方图

通过图 4-7 可以看出，新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列也基本符合“尖峰厚尾”的金融时间序列特征，直方图显示该序列渐进服从正态分布，但是分布曲线并不平滑，无法得出确切结论，再进行核密度估计进行验证。

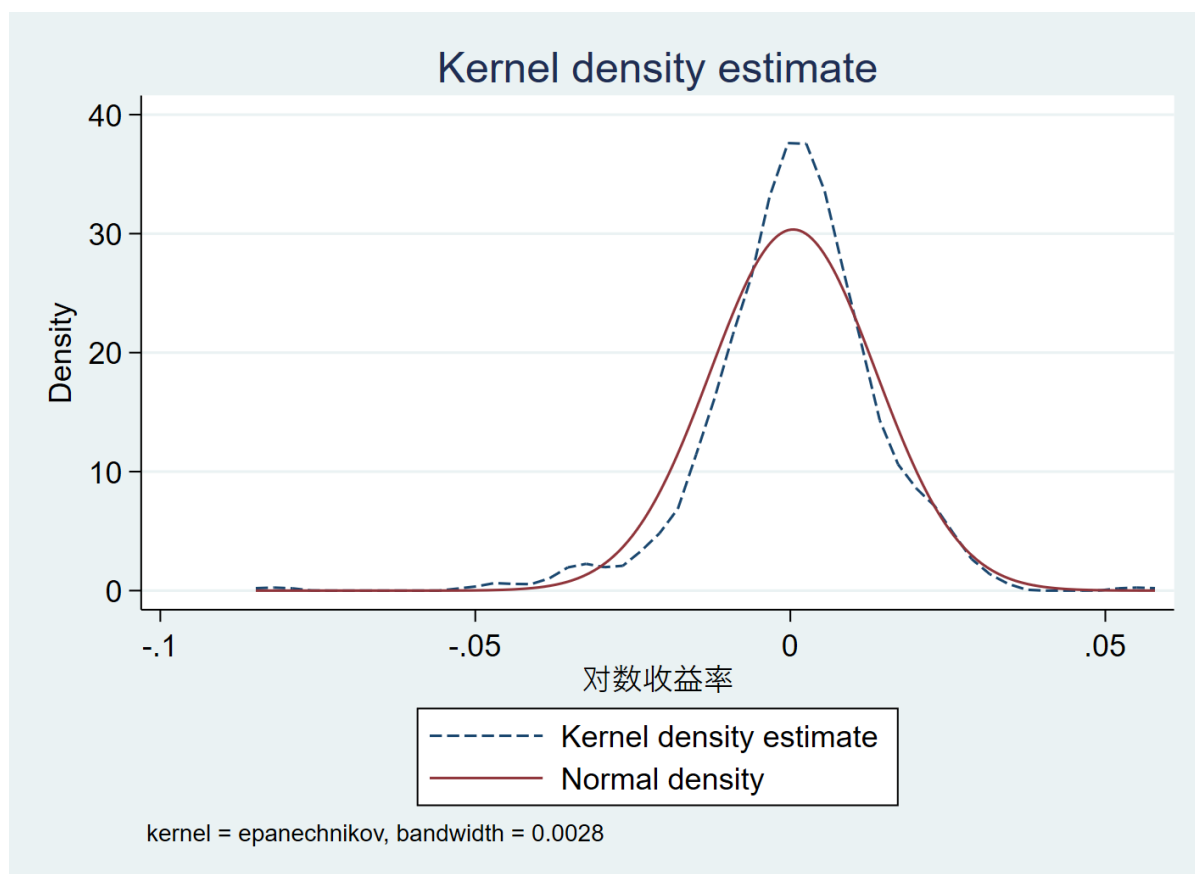


图 4-8 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列核密度估计

通过分析图 4-8 可知，新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列峰度较高，远大于正态分布的峰度 3，符合金融时间序列“尖峰厚尾”的特征，因此不服从正态分布。

表 4-4 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列 J-B 检验

Variables	J-B	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2	Skew.	Kurt.
r	398.3	0.0000	0.0000	70.70	0.0000	-.758	7.168

通过分析表 4-4 可知，Jarque-Bera 检验的结果中对应 P 值为 0，不显著，所以要拒绝原假设，即新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列不服从正态分布。收益率序列偏度为 -0.758，小于正态分布的偏度 0，向右偏即存在向右的尾巴；峰度为 7.168，大于正态分布的峰度 3，即尖峰。因此符合金融市场时间序列尖峰厚尾的特征。

综上所述，沪深 300 指数收益率序列不服从正态分布。

4.3 平稳性检验

徐成波和颜虎（2012）指出由于金融市场数据通常会存在异方差或是周期性等问题，因此对时间序列数据的平稳性有很高要求。本小节通过对沪深 300 指数进行平稳性检验，判断指数序列和收益率时间序列是否为平稳序列，这部分采用的是单位根检

验方法,进而检验时间序列的平稳性,为后续的实证检验分析提供基础。

(1) DF 检验

DF 检验是一种常见的单位根检验方法,其数学模型如下:

$$R_t = \rho R_{t-1} + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1 \quad (4-8)$$

$$R_t = \rho R_{t-1} + \mu + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1, \mu = \mu_0 \quad (4-9)$$

$$R_t = \rho R_{t-1} + \mu + \delta_t + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1, \mu = \mu_0, \delta = 0 \quad (4-10)$$

其中, ε_t 为残差项, μ 为漂移项, δ_t 为时间趋势项, 且残差项 ε_t 满足零均值、同方差和无自相关的高斯假定, 即 $E(\varepsilon_t) = 0$, $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$, $E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 (t \neq s)$ 。

DF 检验的原假设为存在单位根, 即序列是非平稳的; 备择假设为不存在单位根, 即序列是平稳的。若在一定显著性水平下, 时间序列无法显著拒绝原假设, 则说明存在单位根, 时间序列为非平稳序列。

(2) ADF 检验

DF 检验主要针对一阶自相关时间序列, 假定了时间序列是由具有白噪声随机误差项的一阶自回归过程产生的。Chan and Gup (1997) 指出在实际检验过程中, 时间序列可能存在更高阶的自回归过程, 亦或是随机误差项并非白噪声, 因此大多数经济数据难以符合 DF 检验的要求。Dick and Fuller 对 DF 检验进行了补充, 形成了 ADF 检验。ADF 检验是对 DF 检验的补充与拓展, 并且消除了高阶自回归的影响。原假设为存在单位根, 若时间序列为平稳序列则需要一定显著性水平下拒绝原假设, 且对应 P 值显著小于置信概率 (0.05), 则认为时间序列是平稳序列。

$$R_t = \rho R_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1 \quad (4-11)$$

$$R_t = \rho R_{t-1} + \mu + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1, \mu = \mu_0 \quad (4-12)$$

$$R_t = \rho R_{t-1} + \mu + \delta_t + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \varepsilon_t, H_0: \rho = 1, \mu = \mu_0, \delta = 0 \quad (4-13)$$

其中, α_i 为回归系数, ε_t 为残差项, μ 为漂移项, δ_t 为时间趋势项, 且残差项 ε_t 满足零均值、同方差和无自相关的高斯假定, 即 $E(\varepsilon_t) = 0$, $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$, $E(\varepsilon_t \varepsilon_s) = 0 (t \neq s)$ 。

表 4-5 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 191		
		1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Test Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-1.791	-4.010	-3.438	-3.138
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7091				

通过表 4-5 可以分析出, 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列的 ADF 统计量为

-1.791, 明显大于 1%、5%和 10%的显著性水平-4.010、-3.438 和-3.138, 且对应 P 值为 0.7091, 不显著为 0, 因此不能拒绝原假设, 则认为新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列是存在单位根的, 即为不平稳价格序列。

表 4-6 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列一阶差分单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 141		
		1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Test Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-9.650	-4.026	-3.445	-3.145
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				

通过表 4-6 可以分析出, 对新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列取一阶差分, ADF 统计量为-9.650, 明显小于 1%、5%和 10%的显著性水平-4.026、-3.445 和-3.145, 且对应 P 值也显著为 0, 因此可以拒绝原假设, 则可以认为新冠肺炎爆发前沪深 300 指数价格序列一阶差分不存在单位根, 是一阶单整序列。

表 4-7 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 486		
		1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Test Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-1.773	-3.981	-3.421	-3.130
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7178				

通过表 4-7 可以分析出, 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列的 ADF 统计量为 -1.773, 明显大于 1%、5%和 10%的显著性水平-3.981、-3.421 和-3.130, 且对应 P 值为 0.7178, 不显著为 0, 因此不能拒绝原假设, 则认为沪深 300 指数价格序列是存在单位根的, 即为不平稳价格序列。

表 4-8 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列一阶差分单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 485		
		1% Critical	5% Critical	10% Critical
	Test Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-21.305	-3.981	-3.421	-3.130
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				

通过表 4-8 可以分析出, 对新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列取一阶差分, ADF 统计量为-21.305, 明显小于 1%、5%和 10%的显著性水平-3.981、-3.421 和-3.130, 且对应 P 值也显著为 0, 因此可以拒绝原假设, 则可以认为新冠肺炎爆发后沪深 300 指数价格序列一阶差分不存在单位根, 是一阶单整序列。

综上所述, 我们可以认为沪深 300 指数价格序列是一阶单整序列。

表 4-9 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 190		
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-16.067	-4.010	-3.438	-3.138
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				

通过表 4-9 可以分析出, 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列的 ADF 统计量为-16.067, 明显小于 1%、5%和 10%的显著性水平-4.010、-3.438 和-3.138, 且对应P值也显著为 0, 因此可以拒绝原假设, 则认为新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列是不存在单位根的, 即为平稳收益率序列。

表 4-10 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列单位根检验结果

Dickey-Fuller test for unit root		Number of obs = 485		
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-21.391	-3.981	-3.421	-3.130
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				

通过表 4-10 可以分析出, 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列的 ADF 统计量为-21.391, 明显小于 1%、5%和 10%的显著性水平-3.981、-3.421 和-3.130, 且对应P值也显著为 0, 因此可以拒绝原假设, 则认为新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列是不存在单位根的, 即为平稳收益率序列。

综上所述, 沪深 300 指数收益率序列不存在单位根, 为平稳收益率序列。

4.4 自相关性检验

自相关性检验是一种统计工具, 用于测量给定时间序列中连续项的相关性。因此, 它被用来衡量连续股价变化的依赖关系。它是用来检验弱式有效市场假说的基本工具。通过对沪深 300 指数时间序列进行平稳性检验后, 由于对有效市场假说中弱式有效的检验通常是基于随机游走假说的, 所以本小节对检验连续的价格变化是否相互独立感兴趣, 因此本小节将通过自相关性检验来分析股票市场的效率。

时间序列和滞后 k 阶的序列的自相关函数 $ACF(k)$ 可以做如下定义:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1-k}^n (y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (4-14)$$

其中, \bar{y} 是有 n 个观测值的时间序列的总均值, $ACF(k)$ 的标准误差为:

$$Se_{\hat{\rho}_k} = \frac{1}{\sqrt{(n-k)}} \quad (4-15)$$

当 n 足够大($n \geq 50$)时, $ACF(k)$ 的标准误差的近似值为:

$$Se_{\hat{\rho}_k} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (4-16)$$

当平稳序列不相关时, 给定任意滞后阶数 k , 当 n 趋向于无穷时, $\sqrt{n}\hat{\rho}_k (i = 1, 2, \dots, k)$ 收敛于相互独立的标准正态分布, 即

$$\sqrt{n}\hat{\rho}_k \sim N(0, 1), i = 1, 2, \dots, k \quad (4-17)$$

无论是随机变量序列还是有趋势序列, 自相关函数 $ACF(k)$ 的 $\hat{\rho}_k$ 都很高, 并且随着滞后值 k 的增加而缓慢下降。为了方便接下来的收益率序列自相关性检验, 提出以下假设:

原假设: 平稳序列不存在相关性

备择假设: 平稳序列存在相关性

进而构造检验的统计量:

$$Q_k = \frac{n(n+2)}{n-k} \sum_{i=1}^k \hat{\rho}_i^2 \quad (4-18)$$

当原假设成立时, 对于给定任意的滞后阶数 k , 平稳序列互不相关, 统计量 Q_k 渐进服从自由度为 k 的 χ^2 分布, 即 $Q_k \sim \chi^2(k)$; 当拒绝原假设时, 统计量 Q_k 的值会偏大。因此通过给定显著性水平和滞后阶数 k , 将 Q_k 的值与给定临界点的大小进行比较, 或是通过比较 P 值的大小来判断是否拒绝原假设。若是统计量 Q_k 的值显著小于临界值或 P 值大于显著性水平, 则不能拒绝原假设, 认为平稳序列是不相关的; 若是统计量 Q_k 的值显著大于临界值或 P 值小于显著性水平, 则可以拒绝原假设, 认为平稳序列存在相关性。

Date: 02/05/23 Time: 16:18

Sample: 1 487

Included observations: 487

Autocorrelation		Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
	<div></div>		<div></div>	1	0.994	0.994	483.96	0.000
	<div></div>		<div></div>	2	0.988	-0.004	962.88	0.000
	<div></div>		<div></div>	3	0.981	-0.004	1436.8	0.000
	<div></div>		<div></div>	4	0.975	-0.004	1905.6	0.000
	<div></div>		<div></div>	5	0.969	-0.002	2369.5	0.000
	<div></div>		<div></div>	6	0.963	-0.003	2828.4	0.000
	<div></div>		<div></div>	7	0.957	-0.004	3282.3	0.000
	<div></div>		<div></div>	8	0.950	-0.003	3731.3	0.000
	<div></div>		<div></div>	9	0.944	-0.004	4175.4	0.000
	<div></div>		<div></div>	10	0.938	0.001	4614.6	0.000
	<div></div>		<div></div>	11	0.932	-0.005	5048.9	0.000
	<div></div>		<div></div>	12	0.926	-0.004	5478.3	0.000
	<div></div>		<div></div>	13	0.919	-0.004	5902.9	0.000
	<div></div>		<div></div>	14	0.913	-0.004	6322.6	0.000
	<div></div>		<div></div>	15	0.907	0.001	6737.5	0.000
	<div></div>		<div></div>	16	0.901	-0.005	7147.7	0.000
	<div></div>		<div></div>	17	0.894	-0.004	7553.0	0.000
	<div></div>		<div></div>	18	0.888	-0.004	7953.6	0.000
	<div></div>		<div></div>	19	0.882	-0.004	8349.4	0.000
	<div></div>		<div></div>	20	0.876	0.001	8740.4	0.000

图 4-9 沪深 300 指数价格序列自相关及偏自相关图

通过 Eviews 软件对沪深 300 指数价格序列进行自相关性检验,选择滞后期数为 20 期,可以观察到自相关系数依旧较大且下降速度较慢,在 5%显著性水平下,各期滞后阶数 Q 统计量值均大于 $\chi^2(20)$ 的临界值,对应 P 值小于显著性水平,不同滞后阶数之间价格指数存在较大的自相关,因此可以拒绝原假设,即认为沪深 300 指数价格序列存在相关性。

表 4-11 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列自相关及偏自相关系数表

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q
1	-0.0234	-0.0330	0.133	0.715
2	-0.0583	-0.0952	0.966	0.617
3	0.0514	0.0292	1.616	0.656
4	-0.0470	-0.0788	2.163	0.706
5	0.0413	.	2.587	0.763
6	-0.0146	.	2.640	0.852
7	-0.0112	.	2.672	0.914
8	0.00200	.	2.673	0.953
9	0.00870	.	2.692	0.975
10	-0.117	.	6.143	0.803
11	0.146	.	11.55	0.398
12	0.0498	.	12.19	0.431
13	-0.0253	.	12.35	0.499

表 4-11 (续) 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列自相关及偏自相关系数表

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q
14	0.102	.	15.07	0.374
15	-0.0449	.	15.59	0.410
16	0.0251	.	15.75	0.470
17	0.0735	.	17.16	0.443
18	0.0364	.	17.51	0.488
19	-0.0877	.	19.54	0.423
20	-0.0325	.	19.82	0.469

表 4-12 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列自相关及偏自相关系数表

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q
1	0.0268	0.0268	0.351	0.553
2	0.0310	0.0303	0.821	0.663
3	0.00980	0.00830	0.869	0.833
4	-0.0322	-0.0338	1.377	0.848
5	-0.0403	-0.0396	2.177	0.824
6	-0.0402	-0.0367	2.976	0.812
7	-0.0284	-0.0239	3.375	0.848
8	-0.0196	-0.0168	3.566	0.894
9	-0.0727	-0.0733	6.193	0.720
10	0.0101	0.0109	6.244	0.794
11	0.0369	0.0371	6.923	0.805
12	-0.0120	-0.0178	6.996	0.858
13	-0.0241	-0.0339	7.287	0.887
14	-0.00960	-0.0157	7.333	0.921
15	-0.0559	-0.0582	8.905	0.882
16	0.0185	0.0217	9.078	0.910
17	0.00490	0.00520	9.090	0.937
18	-0.0591	-0.0698	10.86	0.900
19	0.110	0.112	17.05	0.586
20	-0.0179	-0.0221	17.21	0.639

通过 Stata 软件对新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数收益率序列进行自相关性检验, 选择滞后期数为 20 期, 通过表 4-11 和表 4-12 可以观察到自相关系数较小, 在 5% 显著性水平下, 各期滞后阶数的 Q 统计量值均小于 $\chi^2(20)$ 的临界值, 对应 P 值大于显著性水平, 不同滞后阶数之间收益率指数自相关性不显著, 因此不能显著拒绝原假设, 即认为沪深 300 指数收益率序列不存在相关性。平稳收益率各滞后期之间不存在相关性, 可以初步判断沪深 300 指数已达到有效市场假说中的弱式有效, 即沪深 300 指数收益率中充分反映了历史信息, 但有效程度较弱, 仍需进一步进行检验。

4.5 游程检验

游程检验是一种非参数检验方法，在研究分析股票价格波动和检验股票市场是否达到弱式有效时具有重要意义。该方法只分析股票价格的三种变化方式，即价格的上涨、下跌和不变，因此可以消除价格指数的异常值或异常波动所带来的误差效应，主要通过判断分析时间序列的游程数和期望的序列游程数之间的关系，进而检验该时间序列是否符合随机游走过程。

对沪深 300 指数样本数据进行假设，将 $\Delta P = P_t - P_{t-1}$ 表示为两期价格指数之间的差值，当股票价格上升时 $\Delta P > 0$ ，由于对收益率序列进行了取对数处理，因此可表示为当 $\Delta P = P_t - P_{t-1} > 0$ 时，对数收益率 $R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} > 0$ ，若 $R_t > 0$ 连续出现若干个，则称为一个正游程；当股票价格下降时 $\Delta P < 0$ ，对数收益率 $R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \leq 0$ ，若 $R_t < 0$ 连续出现若干个，则称为一个负游程；当股票价格不变时 $\Delta P = 0$ ，对数收益率 $R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = 0$ ，若 $R_t = 0$ 连续出现若干个，则称为一个零游程。但通过分析股票市场价格可以得出，价格指数保持不变的几率很小，且沪深 300 指数精确到小数点后两位，因此零游程的情况对检验结果的影响误差很小，在此小节不做讨论。

假设样本总个数为 N ，收益率 $R_t > 0$ 和 $R_t < 0$ 的样本个数分别表示为 m_1 和 m_2 ，正游程的个数用 δ_+ 表示，负游程的个数用 δ_- 表示，则 δ_+ 的期望值及标准差可以进行如下表示：

$$E(\delta_+) = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (4-19)$$

$$\sigma(\delta_+) = \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^{3/2}} \quad (4-20)$$

此时可以构建用于游程检验的 Z 统计量， Z 统计量表示为：

$$Z = \frac{(m_1 + m_2)^{3/2}}{m_1 m_2} (\delta_+ - \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}) \quad (4-21)$$

将收益率序列的总游程个数表示为 δ ，则总游程个数的期望值和标准差可以进行如下表示：

$$E(\delta) = \frac{2m_1 m_2 + N}{N} \quad (4-22)$$

$$\sigma(\delta) = \sqrt{\frac{2m_1 m_2 (2m_1 m_2 - N)}{N^2 (N-1)}} \quad (4-23)$$

因此可以构建新的统计量：

$$Z = \frac{\delta - E(\delta)}{\sigma(\delta)} \quad (4-24)$$

根据构造的统计量，提出以下假设：

原假设：股票价格的变动是随机的

备择假设：股票价格的变动是非随机的

在一定的显著性水平下，当 N 、 m_1 和 m_2 都较大时， Z 统计量近似服从标准正态分布，此时随机数列的游程数量表现为随机游走。若 Z 统计量在 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下的 $|Z| < Z_{\frac{\alpha}{2}}$ 或对应的 P 值大于 0.05，则不能拒绝原假设，认为股票价格的变动是随机的，即收益率序列符合随机游走，市场达到弱式有效；若 Z 统计量在 5%的显著性水平下的 $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ 或对应的 P 值小于 0.05，则拒绝原假设，认为股票价格的变动是非随机的，即收益率序列不符合随机游走，市场未达到弱式有效。

表 4-13 新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列游程检验

$N(r \leq 0)$	=	117
$N(r > 0)$	=	124
obs	=	241
$N(\text{runs})$	=	127
z	=	0.72
$\text{Prob} > z $	=	0.47

该部分游程检验采用将收益率为 0 作为检验参考值，所有收益率序列都与 0 作比较，最终生成一个二分变量，大于 0 或小于 0 表示为价格的上涨与下跌。通过 Stata 进行检验，从表 4-13 我们可以看出，新冠肺炎爆发前样本总个数 $N = 241$ ，收益率 $R_t > 0$ 的样本个数 $m_1 = 124$ ，收益率 $R_t \leq 0$ 的样本个数 $m_2 = 117$ ，总游程个数 $\delta = 127$ 。在给定 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下，统计量 $Z = 0.72 < 1.96$ ，且对应的 $P = 0.47 > 0.05$ ，因此不能拒绝原假设，可以认为股票价格的变动是随机的，即新冠肺炎爆发前沪深 300 指数收益率序列符合随机游走，市场达到弱式有效。这与自相关性检验结果一致。

表 4-14 新冠肺炎爆发后沪深 300 指数收益率序列游程检验

$N(r \leq 0)$	=	221
$N(r > 0)$	=	265
obs	=	486
$N(\text{runs})$	=	255
z	=	1.190
$\text{Prob} > z $	=	0.230

通过 Stata 进行检验，从表 4-14 我们可以看出，新冠肺炎爆发后样本总个数 $N = 486$ ，收益率 $R_t > 0$ 的样本个数 $m_1 = 265$ ，收益率 $R_t \leq 0$ 的样本个数 $m_2 = 221$ ，总游程个数 $\delta = 255$ 。在给定 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下，统计量 $Z = 1.19 < 1.96$ ，且对应的 $P = 0.23 > 0.05$ ，因此不能拒绝原假设，可以认为股票价格的变动是随机的，即新冠肺炎爆

发后沪深 300 指数收益率序列符合随机游走，市场达到弱式有效。这与自相关性检验结果一致。

综上所述，沪深 300 指数收益率序列符合随机游走，市场达到弱式有效。

4.6 股票市场弱式有效的原因分析

通过对股票市场发展进行理论分析和有效性检验实证分析可以得出，中国股票市场近十几年来发展迅速，得益于资本市场开放程度不断完善，投资者的金融素养不断提升。但是有效程度仍属于较低水平的弱式有效，市场总体趋势、股价的波动、资本的流动性等方面仍旧不成熟，投资者面临的市场风险较大，中国股票市场是在渐进式改革模式下全面推广股份制改造的必然结果，行政性的外生力量依旧是中国股票市场发展的重要动力，股票市场制度体系有其特殊之处。考虑到当前受到新冠肺炎疫情的冲击，引起股票市场异常波动所引发的投资者恐慌，不得不对较低水平弱式有效股票市场提出更高的要求，本小节进行低效率的原因分析，为利用期权隐含波动率构建投资策略进行风险控制提供决策依据。

4.6.1 信息披露制度有待完善

中国股票市场的失灵和低效率，部分原因在于信息披露制度。信息披露制度指的是上市公司为了保护投资者的权益，并配合社会公众的监督，按照法律规定，必须对其进行公开或公布的相关信息和资料的规定。2022 年 11 月，中国证监会制定印发《推动提高上市公司质量三年行动方案（2022-2025）》，近三年的方案重点围绕上市公司质量。信息披露制度不但是一家上市公司应该履行的法定责任，也是一种让投资者可以准确、及时、全面地了解企业经营状况的重要手段，它还保护了投资者的合法权益，同时它也是监管部门对上市公司展开监察的一个重要基础，对提升证券市场的效率有重要作用。目前有些上市公司为达到上市目的仍存在信息披露不真实的情况，使得投资者根据虚假信息对市场进行错误判断。信息披露不及时也是影响市场低效率的重要原因，已有的历史信息投资者无法及时获取，股票价格本应该反应的历史信息容易转换为内幕信息，部分市场投机者趁机获取超额利益，破坏股票市场秩序。当然也存在部分上市公司将信息披露作为企业发展的一种桎梏，担心披露的信息不够美观，是投资者对其失去投资信心，因此信息披露不规范现象时有发生。

4.6.2 市场制度有待完善

中国股票市场的失灵和低效率，部分原因在于股市的结构。诸如市场还处在发展和壮大时期，股市的薄弱和单薄、供需不平衡、法律和监管的探索、专业管理人才的匮乏等。这种不正常、不稳定的状况，容易引起市场信息传递的结构性与技术上的妨碍。唐矛（2017）曾指出体制上的缺点导致了股市的运转出现了混乱，从而导致了股市的内

部机制不能有效、高效地维持着一种规范的运转状态，信息机制与价格机制对资源的引导和分配的作用越来越弱。同时中国股票市场和上市公司之间存在分割状态，股票市场层次性差，除了上海股票交易所和深圳股票交易所外，没有其他真正意义上的场外市场。而且市场参与者以中小投资者为主要力量，这部分投资者缺乏系统的投资知识，盲目从众因素较大，当市场情绪陷入恐慌时，容易产生羊群效应，而机构投资者相对国外市场而言所占比例较小，郎朗（2009）还认为现今缺乏投资者保护机制、风险防范机制，因此存在市场结构性缺陷。

4.6.3 监督制度有待完善

中国股票市场的失灵和低效率，部分原因在于监督制度。目前中国股票市场个股股价剧烈波动的现象时有发生，有时上市公司财务造假事件或公司高管负面新闻也层出不穷，难以对上述不正常的现象进行全面有效的监管。金融监管制度供给不足的表现包括监管缺位、监管滞后（包括监管技术落后），以及监管制度与预定监管目标相偏离，但同时金融监管供给过度也影响着有效监管（宋晓燕，2020）。虽然相关部门出台一系列维护证券市场交易规范的法律法规和规章制度，但实际落实情况不容乐观，部分上市公司出于美化财务报告、追逐利益等，仍不能在有效监管之下约束行为。这一方面与相关监督管理部门监管效率有关，另一方面法律法规与现实市场之间存在时滞，难以及时有效进行跟进。

4.6.4 市场投机性较强

通过实证分析可知，由于目前中国股票市场仅为效率程度较低的弱式有效，因此部分投机者会利用个人资源获取内幕信息，就行投机获取利益。罗文钦（2017）认为投机行为猖獗的原因包括：（1）现金分红少，股息率低。大部分“投资者”只能去追逐二级市场价格波动带来的套利机会。（2）投资者不成熟，散户化严重。这一方面损害了市场上其他投资者的利益，另一方面破坏股票市场交易秩序，违反市场运行规律。虽然近年来相关部门已经对市场投机行为进行严格监控，但是与国外发达国家股票市场相比，仍具有很强烈的投机色彩。

4.7 本章小结

本章通过对新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数价格序列进行平稳性检验，分析得出该序列是非平稳的，存在单位根，该序列的一阶差分是平稳序列；沪深 300 指数收益率序列不存在单位根，为平稳时间序列。通过对平稳时间序列进行自相关性检验，可以观察到自相关系数较小，在 5%显著性水平下，各期滞后阶数的 Q 统计量值均小于 $\chi^2(20)$ 的临界值，对应 P 值大于显著性水平，不同滞后阶数之间收益率指数自相关性不显著，因此认为沪深 300 指数收益率序列不存在相关性，即符合有效市场假说中的弱式有效。

最后通过游程检验分析得出新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数股票价格的变动是随机的,即符合随机游走,市场达到弱式有效。这与自相关性检验结果一致。进而从信息披露制度、市场制度、监督制度和投资者投机等方面分析股票市场低效率的原因。

第五章 疫情期间期权隐含波动率风险控制实证分析

通过上一章对沪深 300 指数进行理论分析和有效性实证分析可以得出,中国股票市场属于较低水平的弱式有效,市场总体趋势、股价的波动、资本的流动性等方面仍旧不成熟,投资者面临的市场风险较大。因而当再次面对诸如 COVID-19 等公共卫生类突发事件的影响时,市场投资者难以预测股票价格的走向,极易受到股价波动风险的影响;而且由于历史信息失效,信息不对称使得个人投资者又无法获取市场公开信息,因而探究该情况下如何控制风险对市场投资者来说十分必要。近年来中国期权市场发展迅速,期权衍生产品日益丰富,期权隐含波动率包含较多的现货市场波动率信息,尤其是包含一些非预期的信息,使得利用其波动信息构建更灵敏的风险预警和风险控制方法提供了可能。

5.1 风险控制机理分析

孙飞(2021)研究指出沪深 300 指数交易额与沪深 300ETF 期权的价格走势十分一致,这表明股指期权相对于标的指数现货市场具有预测和防范风险的作用,因为股指期权在现货市场得到了有效利用,市场信息的获取和股票价格包含信息的能力加强。

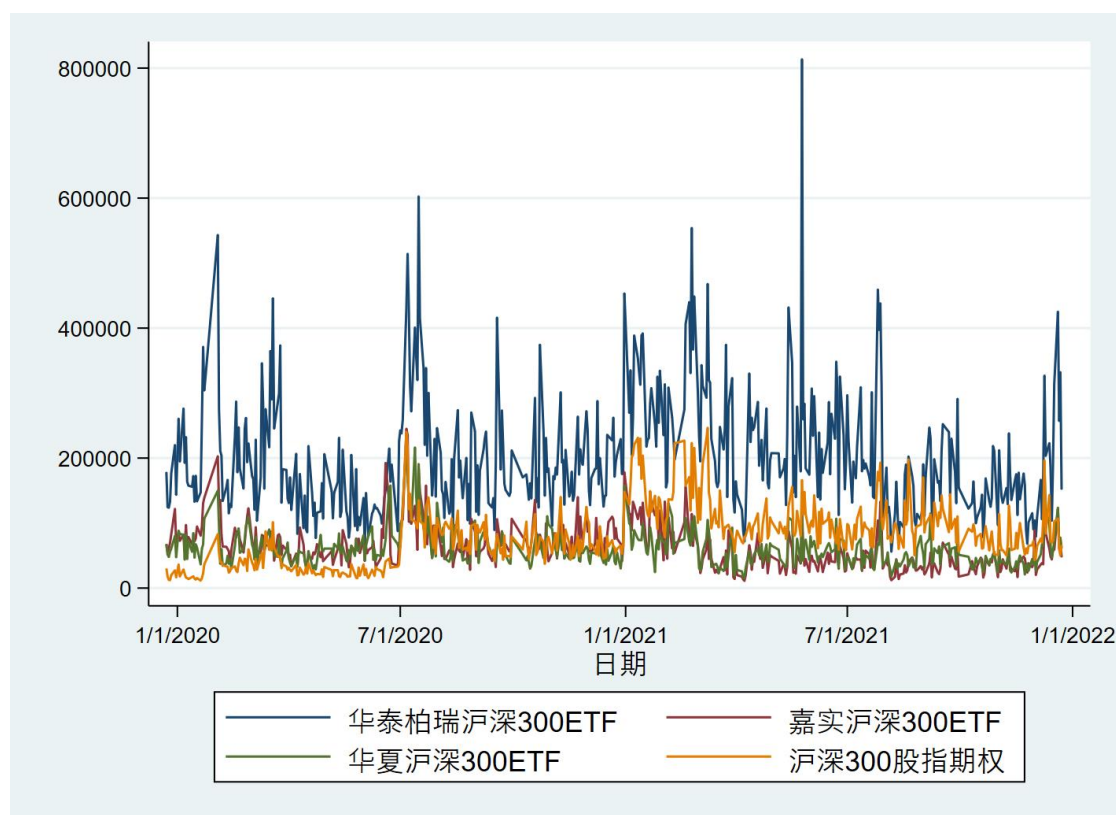


图 5-1 沪深 300 股指期权成交额

新冠肺炎疫情爆发前夕,沪深 300 股指期权于 2019 年 12 月 23 日正式开始交易。

由图 5-1 可以看出,随着疫情的爆发,股票市场受到冲击,市场不确定性增加,沪深 300 指数和沪深 300 股指期货交易额波动都较为频繁,但是总体的波动趋势是渐进一致的。由于沪深 300 股指期货在新冠肺炎疫情初期市场容量较小,同时期权市场交易规则和限制较多,孙飞(2021)通过 GARCH 项系数分析表明市场中新信息作用的发挥能力逐步提升,因为投资者更愿意调整头寸,使得市场新信息能及时反映到期权交易中。交易额的同步变动,证实了期权衍生品可以为投资者灵活选择套期保值功能、灵活应对新冠肺炎疫情、灵活调整持仓比例提供了可能。沪深 300ETF 和沪深 300 股指期货之间的价格关联性,证实期权的交易价格对现货市场具有引导作用。上一章的实证分析可知,中国股票市场已经达到弱式有效,股票价格充分反映了历史股票价格数据,因此可以估计波动率参数,然后将其代入期权定价公式中以确定市场价格所隐含的波动率。衡量期权市场价格压力的参数是看涨期权和看跌期权价格的隐含波动率。

隐含波动率(Implied Volatility)是指将期权价格信息(期权价格、标的资产价格、敲定价格、到期日、无风险收益率、)代入 Black-Scholes 期权定价公式,反向推导得出的标的资产波动率。期权隐含波动率是投资者对未来市场波动率的预期值,而隐含波动率的变化值则代表了投资者对市场的非预期,这种变化值可能隐藏着现货市场的非公开信息。

假设短期内股票的未來收益服从正态分布,在互不重叠的两个不同时间段内,假设股票的未來收益是相互独立的。其中 μ 表示股票的预期收益, σ 表示股票价格的波动率。在时段 Δt 内,股票未來收益的均值为 $\mu\Delta t$,股票收益的标准差为 $\sigma\Delta t$ 。因此

$$\frac{\Delta S}{S} \sim \phi(\mu\Delta t, \sigma^2\Delta t) \quad (5-1)$$

ΔS 表示的是时段 Δt 期间股票价格 S 的变化,而 $\phi(m, v)$ 代表的是均值为 m 、方差为 v 的正态分布。但 v 代表的是股票未來收益的方差,而非标准差,它与 Δt 成正比。对数正态分布变量具有一个特征,即该变量的自然对数满足正态分布。因为股票价格满足正态分布,因此 $\ln S_T$ 是正态分布的,其中, S_T 代表的是未来时点股票的价格。 $\ln S_T$ 的均值和标准差可表示为:

$$\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T \quad (5-2)$$

$$\sigma\sqrt{T} \quad (5-3)$$

其中, S_0 代表的是当前股票的市场价格。因此可以得出

$$\ln S_T \sim \phi\left(\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T, \sigma^2\sqrt{T}\right) \quad (5-4)$$

S_T 的预期值为 $E(S_T) = S_0 e^{\mu T}$, S_T 的方差为 $var(S_T) = S_0^2 e^{2\mu T} (e^{\sigma^2 T} - 1)$, 根据公式(5-4)以及正态分布的基本特征, 可以得到未来股票提供的连续复利收益率:

$$\ln S_T - \ln S_0 \sim \phi \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 \sqrt{T} \right) \quad (5-5)$$

或者是:

$$\ln \frac{S_T}{S_0} \sim \phi \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma^2 \sqrt{T} \right) \quad (5-6)$$

对公式(5-4)求积分得欧式期权 B-S 期权定价公式如下:

$$C = S \cdot N(d_1) - K e^{-r(T-t)} \cdot N(d_2) \quad (5-7)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r + \frac{1}{2} \sigma^2 \right) (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} \quad (5-8)$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{S}{K} + \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) (T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T-t} \quad (5-9)$$

其中, C 为期权在 t 时刻的初始价格, K 为敲定价格, S 为标的资产在 t 时刻的价格, T 为期权到期日, r 为 t 到 T 时刻连续复利计算的无风险收益率。将上述变量代入 Black-Scholes 期权定价公式, 并能将隐含波动率 σ 反推出来。

随着时间的推移, 隐含波动率被解释为市场对期权剩余期限内平均波动率的估计。如果标的资产的波动率本身是一个随机过程, 期权的市场价格仍然可以用来估计标的资产过程的参数, 因此讨论二者之间是否具有相关性。

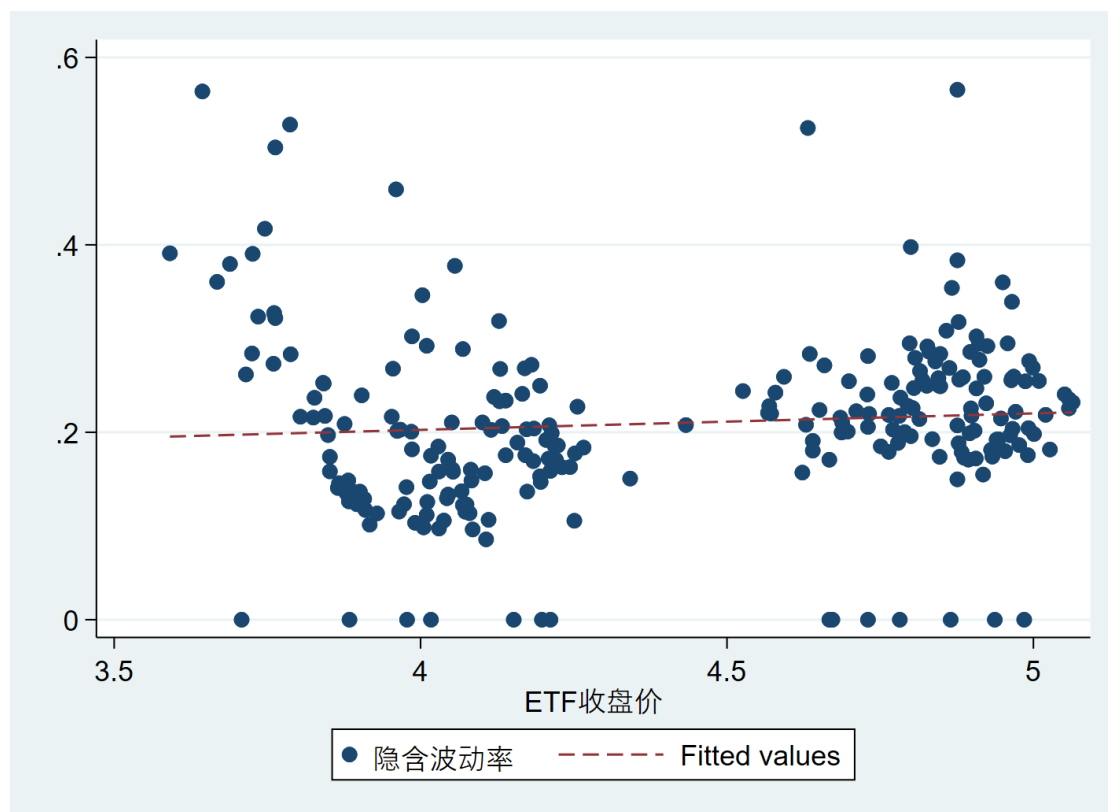


图 5-2 隐含波动率与沪深 300ETF 收盘价散点图

通过图 5-2 可以看出，股指期货隐含波动率与沪深 300ETF 收盘价之间有相关关系，因此用隐含波动率来预测和估计标的资产的市场价格被证实是有效的。

5.2 风险控制实证分析

5.2.1 风险控制数据选择

由于沪深 300 股指期货每日进行交易的合约数量庞大，合约种类繁多，因此以每日交易量最大为原则选取期权合约，最大程度保证股指期货合约与沪深 300ETF 标的之间价格趋势一致。沪深 300 股指期货于 2019 年 12 月 23 日正式开始交易，同时 2020 年也是国内新冠肺炎疫情最为严重的一年，故将样本选择为 2019 年 12 月 23 日至 2020 年 12 月 23 日沪深 300 股指期货合约交易数据，无风险收益率参照国内研究人员通常使用的 SHIBOR 进行对数变换。以上数据均来自于 Wind 数据库和 CSMAR 数据库，数据整理使用 Excel2019，实证检验使用 Stata 16SE 完成。

5.2.2 期权隐含波动率投资策略的构建

本小节针对风险控制的理论分析建立在投资者是风险厌恶偏好，对于标的资产的收益率持可测性预期，选取期权隐含波动率作为指标对沪深 300ETF 进行投资回测。若回测结果能够显著获取超额收益率，则表明可以通过利用期权隐含波动率构建投资策

略，在弱式有效市场进行风险控制，规避新冠肺炎疫情带来的市场风险；若回测结果不能够显著获取超额收益，则表明投资策略失效，无法通过投资策略进行风险控制。该投资策略为：风险厌恶投资者期初购入一单位沪深 300ETF 标的资产，当期权隐含波动率较上一交易日上升时，即 $\Delta\sigma > 0$ 时，由于存在杠杆性，投资者对未来市场产生担忧，未来股票市场可能会出现大幅波动，投资者会选择出售资产；当期权隐含波动率较上一交易日下降时，即 $\Delta\sigma < 0$ 时，投资者会持续购入一单位沪深 300ETF 标的。投资策略流程如图 5-3 所示：

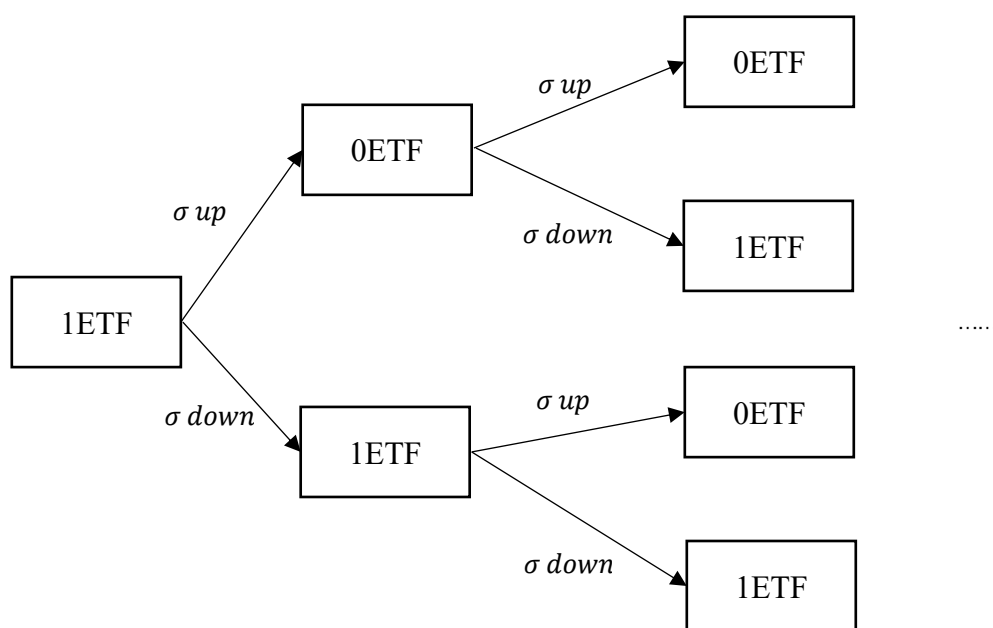


图 5-3 投资策略流程

5.2.3 风险控制实证分析

以期权隐含波动率构建的投资策略进行回测收益，将 2019 年 12 月 23 日至 2020 年 12 月 23 日时间区间按照季度分为四个子区间，分别观察该策略是否能够在新冠肺炎疫情影响下获得超额收益，进而规避市场风险。

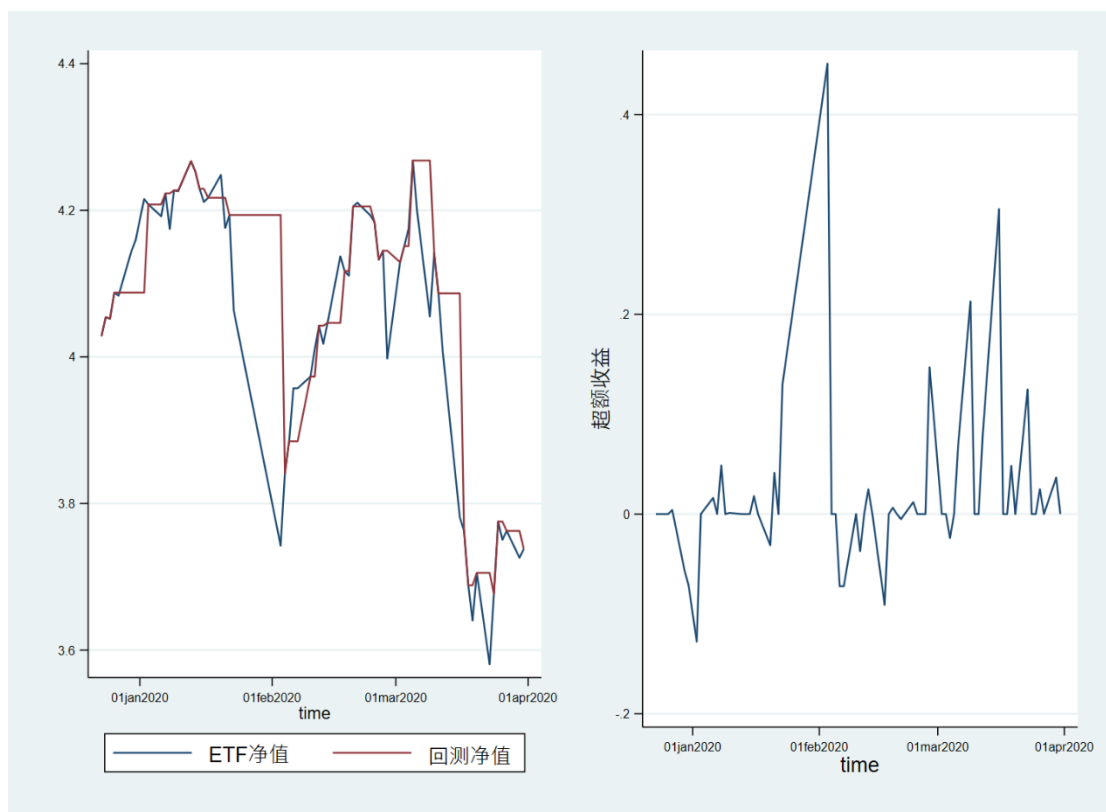


图 5-4 2019 年 12 月-2020 年 3 月回测图

由图 5-4 分析得知，2019 年 12 月 23 日沪深 300ETF 股指期权推出后，标的资产的净值波动较为平稳，且由于刚刚推出，每日交易数量庞大，有明显收益上升趋势。2020 年 1 月虽然新冠肺炎疫情已经在湖北武汉大面积爆发、传播，但并未引起国内其他地区的关注，回测收益与实际收益之间是渐进一致的，市场收益较为平稳。2020 年 1 月 23 日左右，新冠肺炎疫情在全国蔓延，国内、国际疫情形势不明，中国股市跌势加剧。市场投资者产生恐慌情绪，期权隐含波动率持续上升，根据投资策略此时选择不购买沪深 300ETF，保持空仓。市场收益下降持续到 2020 年 2 月初，此时该策略累积了大量超额收益，3 月也有两次规避了市场下行带来的损失。根据国家的统计数字，2020 年第一季度，GDP 比上年同期下跌 6.8%，社会消费品零售总额比上年同期下跌 19.0%，货物进出口总额比上年同期下跌 6.4%。

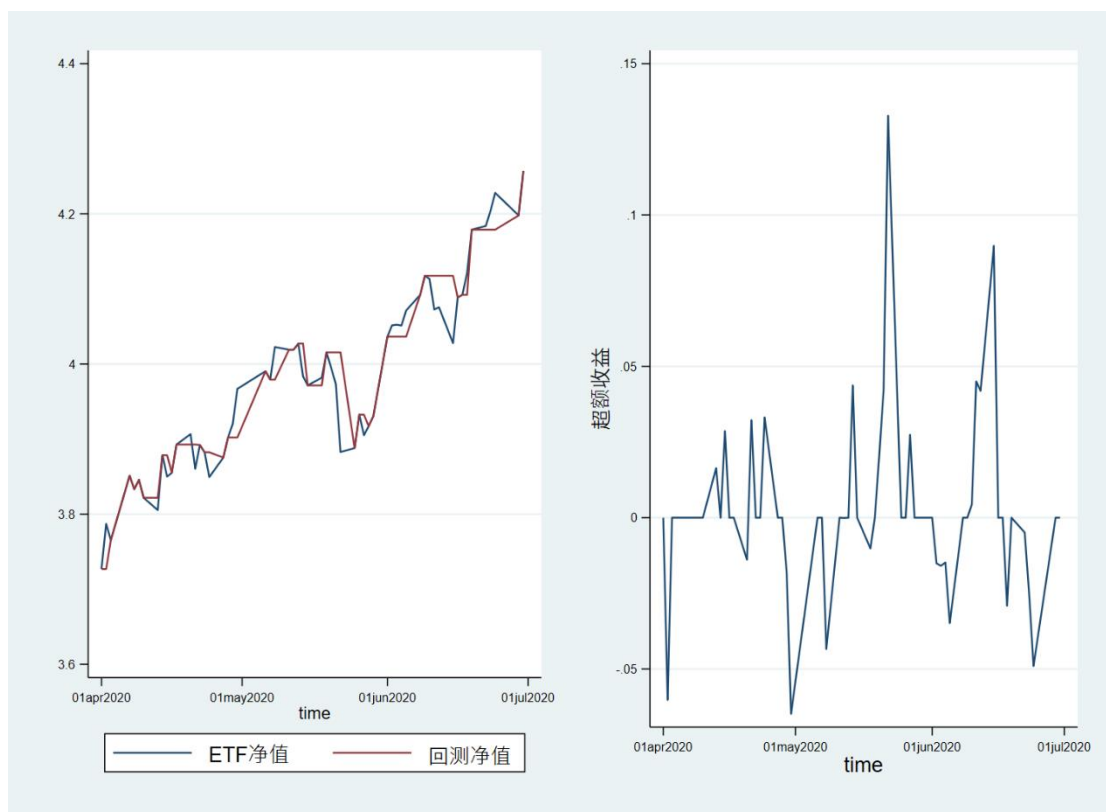


图 5-5 2020 年 4 月-2020 年 6 月回测图

2020 上半年新冠肺炎疫情在全国继续呈蔓延趋势，由图 5-5 分析得知，2020 年 4 月有四次规避了市场下行带来的损失。5 月和 6 月上旬此时全国确诊病例增长率达到拐点，期权隐含波动率显著上升，有两次明显的投资策略获取超额收益，进一步累积超额收益。根据财政部的统计，到 2 月 23 日为止，全国各级财政已经拨付了 995 亿元用于控制疫情的经费，其中，中央拨付了 255.2 亿元用于控制疫情。在疫情防控取得明显成果的同时，在货币政策和财政政策的逐步实施下，股票市场也在逐步恢复。股票价格的上涨引发了投机热潮，在 2020 年 6-7 月，股票价格开始了一个快速上涨的过程。

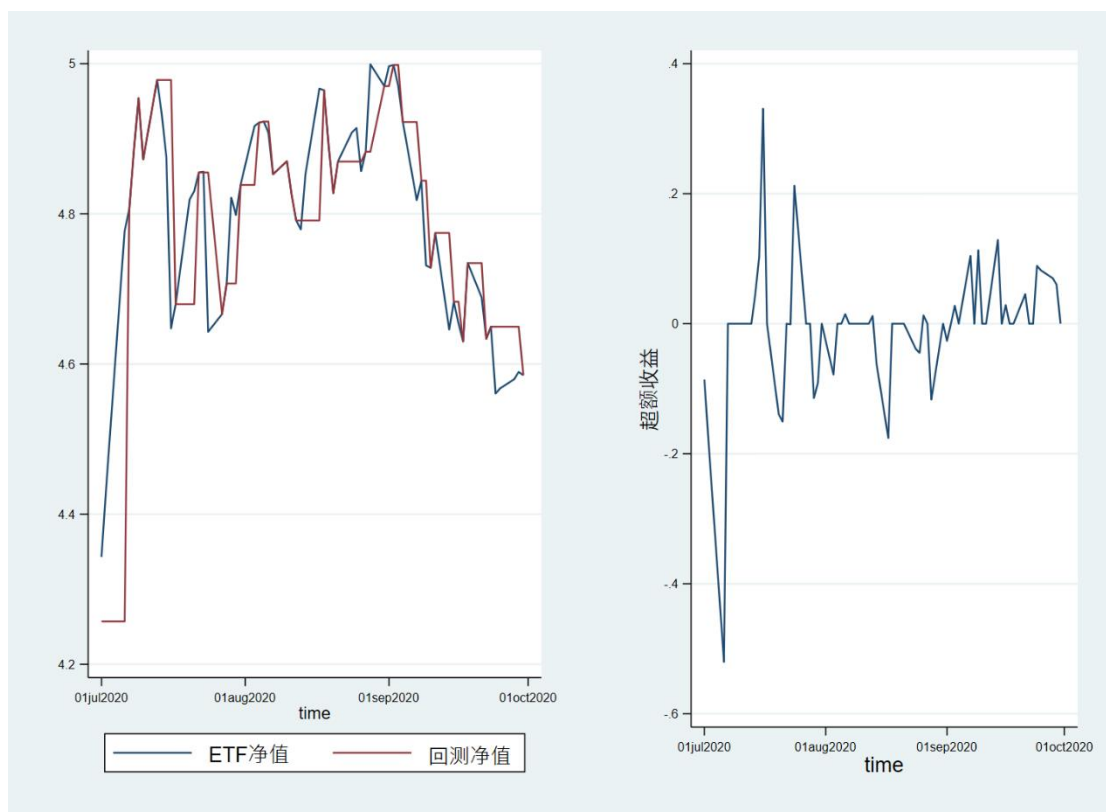


图 5-6 2020 年 7 月-2020 年 9 月回测图

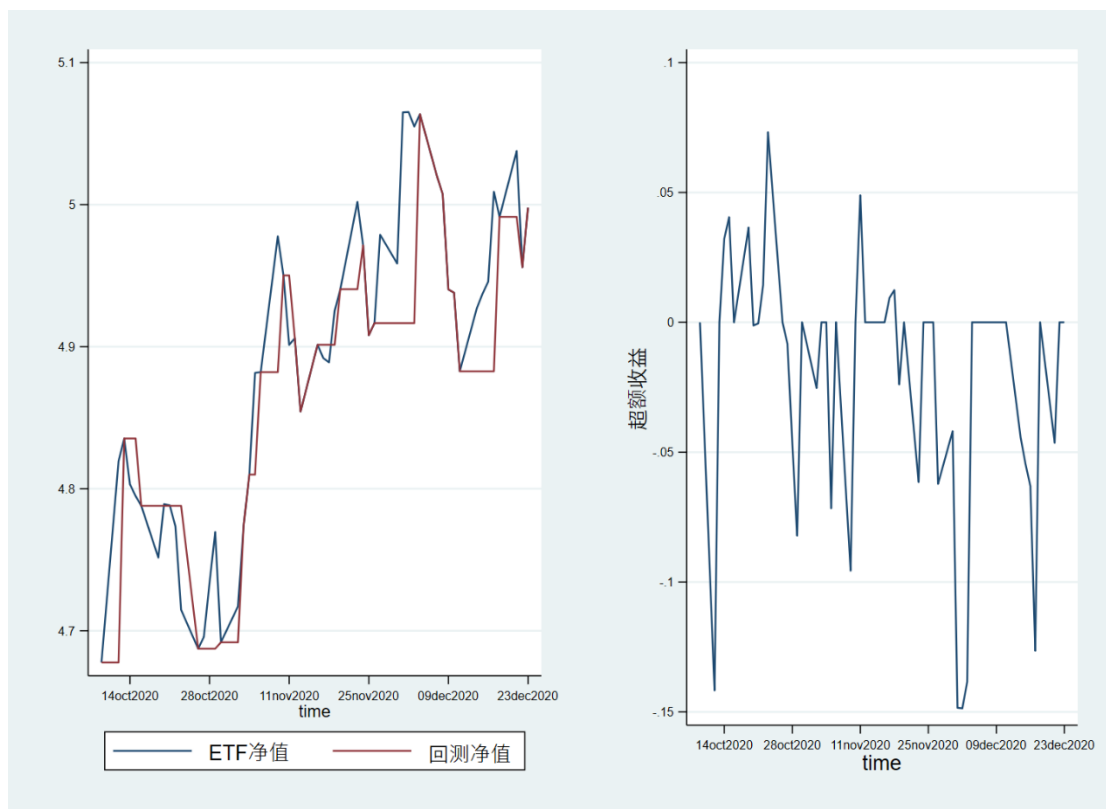


图 5-7 2020 年 10 月-2020 年 12 月回测图

2020 下半年，新冠肺炎疫情确诊人数增长率下降，全国范围内疫情防控取得重大进展，大部分地区进入常态化防控阶段。央行也采取降低存款准备金和公开市场操作进行逆回购，此时股票市场开始升温，由图 5-6 和图 5-7 分析可知，7 月和 10 月股票市场有两次大幅度上涨，但期权隐含波动率仍是呈增长态势，故投资策略依旧保持空仓状态，错过了股票市场的几次明显上涨机会，超额收益被消耗。截至 2020 年 12 月，上半年投资策略累积获取的超额收益都因下半年的保守持仓而消耗，最终超额收益为负值。如图 5-8 所示：

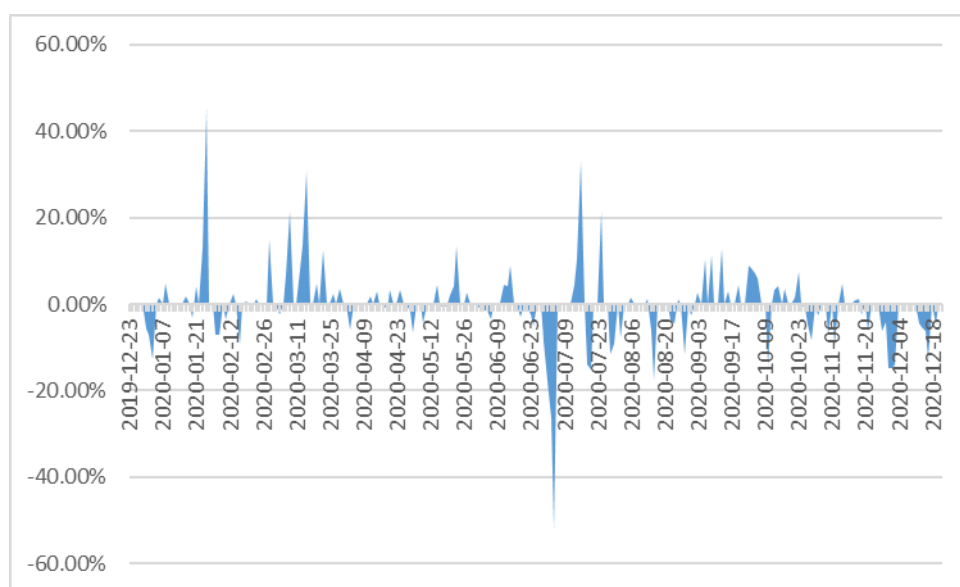


图 5-8 期权隐含波动率投资策略超额收益图

整体而言，我们的策略在三月中、四月底及六月初的三个关键时期，都能有效的控制获利回撤。不过，在 6 月末和 11 月初的两个迅速上升的市场中，这种策略由于太过保守而未能得到充分的回报。这就表明，以期权为基础的隐含波动性的投资策略，只有在股市出现恐慌时，才会产生异常回报，而当股市情绪好转时，异常回报会逐渐下降。这一结果进一步说明，当新冠疫情等重大公共危机事件发生时，市场出现恐慌时，这种投资策略能够有效地控制风险；在新冠疫情等重大公共危机事件被控制，而市场情绪趋于稳定，期权隐含波动率的信息被市场吸收，此时，该投资策略失效。

5.3 本章小结

通过以期权隐含波动率为指标构建投资策略，对沪深 300ETF 进行收益回测，实证分析显示在新冠肺炎疫情爆发的初期，弱式有效市场股价波动剧烈，市场情绪陷入恐慌情绪，进而引发羊群效应，对股市持看跌心理，此时投资策略能够很好的规避股票价格下降的风险，并且能够显著获取超额收益。然而随着新冠肺炎疫情得以控制，市场复

苏，央行也采取降低存款准备金和公开市场操作进行逆回购，使得股票市场逐渐恢复，此时投资策略显得尤为保守，累积的超额收益消耗殆尽。综上所述，在中国股票市场受到突发事件冲击时，可以通过构建期权隐含波动率投资策略来规避市场风险，获取超额收益。

第六章 研究结论与政策建议

6.1 研究结论

本文以沪深 300 指数为研究对象,基于金融市场效率、随机漫步理论和有效市场理论,对新冠肺炎期间中国股票市场是否达到弱式有效进行实证检验,同时分析市场低效率的原因,进而寻求控制风险的策略。首先,运用平稳性检验、自相关性检验分析沪深 300 指数的特征;其次,采用游程检验对沪深 300 指数进行实证分析,探究中国股票市场的有效程度;最后,基于实证分析结果阐述影响效率水平的原因,并分析利用期权隐含波动率构建投资策略以达到风险控制的目的,最终得出以下结论:

(1)通过 Jarque-Bera 检验法和核密度估计分析得出,沪深 300 指数收益率序列不服从正态分布,符合金融市场时间序列“尖峰厚尾”的特征。新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数价格序列都是存在单位根的,为不平稳价格序列,但是通过对价格序列取一阶差分,再进行检验可知,新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数价格序列一阶差分不存在单位根,是一阶单整序列。

(2)基于随机漫步理论,通过自相关性检验测量沪深 300 指数序列中连续项的相关性。对收益率序列取 20 滞后阶数,相互之间收益率指数自相关性不显著,认为沪深 300 指数收益率序列不存在相关性。平稳收益率各滞后期之间不存在相关性,即沪深 300 指数已达到有效市场假说中的弱式有效,股票价格充分反映了所包含的历史信息,市场投资者无法通过技术分析获取超额收益,但市场有效程度较弱。

(3)游程检验是一种非参数检验方法,可以消除价格指数的异常值或异常波动所带来的误差效应,主要通过判断分析时间序列的游程数和期望的序列游程数之间的关系,进而检验该时间序列是否符合随机游走过程,在研究分析股票价格波动和检验股票市场是否达到弱式有效时具有重要意义。分别对新冠肺炎爆发前后样本进行游程检验,实证分析得知 $\alpha=0.05$ 的显著性水平下,可以认为股票价格的变动是随机的,即新冠肺炎爆发前后沪深 300 指数收益率序列符合随机游走,市场达到弱式有效。

(4)2019 年 12 月 23 日推出的沪深 300 股指期货对风险控制提供了新思路。通过对沪深 300 指数进行理论分析和有效性实证分析可以得出,中国股票市场属于较低水平的弱式有效,市场总体趋势、股价的波动、资本的流动性等方面仍旧不成熟,投资者面临的市場风险较大。将期权价格信息代入 Black-Scholes 期权定价公式,反推出来期权隐含波动率,以此为指标构建投资策略,讨论在弱式有效市场能否合理控制风险。回测结果显示,新冠肺炎疫情爆发初期,市场恐慌严重,投资策略在隐含波动率上升时保持空仓,可以获取超额收益,规避了市场风险;但当疫情受到控制,股票市场热度回升时,该策略显得尤为保守,错过股票市场的几波回升收益。因此,给出结论在遇到诸如

新冠肺炎等突发事件时，可以通过期权隐含波动率进行风险控制。

对于中国股票市场是否达到半强式有效，国内部分学者无法达成一致的意见，但是普遍认为尚未达到半强式有效。倘若已经达到，则面临新冠肺炎疫情的冲击时，股票市场的价格应该及时对突发事件进行反映，市场短暂波动后，股票价格应该及时进行调整，投资者能够做出合理有效的决策。但通过实证分析可知，这与中国股票市场的实际情况不相符合，股价长期受新冠肺炎疫情的影响，而且可以通过期权隐含波动率构建投资策略进行风险控制，规避市场风险，获取超额收益。因此本文不对半强式有效进行讨论。

6.2 政策建议

6.2.1 提高市场效率措施

（一）完善信息披露制度

通过实证检验，对股票市场弱式有效原因分析可知信息披露是影响因素之一。进一步重视和加强证券市场的信息披露制度，全面保证证券市场的公开性与透明度。坚持信息公正公开，坚持信息披露的真实性、准确性和完整性，保证信息披露内容的充分和信息披露时间的及时。秉承风险揭示原则向市场参与者公布相关上市公司风险，一方面有利于投资者了解上市公司的发展现状、分析股价走势，另一方面也有利于监管部门维护市场秩序，缓解信息不对称，提高股票市场效率。

具体提出以下信息披露改革建议：（1）采取综合治理模式，取消季度报告披露，降低上市公司的披露成本；（2）实行中期报告的审阅制度，提高财务信息的可信性；（3）缩短年度报告披露期限，提高财务信息披露的及时性。

（二）抑制过度投机行为

通过实证检验，对股票市场弱式有效原因分析可知过度投机是影响因素之一。1996年12月26日实施的现行股票市场涨跌停板制度，一定程度上为投资者规避了风险，有效抑制市场过度投机行为的发生，提升股票市场效率。这一方面可以维护市场上其他投资者的利益，另一方面稳定股票市场交易秩序，维持健康的市场运行规律。因此需要建立更加合理有效的检测机制，完善对市场投机行为进行的控制手段，必要时对投机者处以一定的惩罚，如限制市场准入等，警示其他潜在的投机者，提高股票市场效率。

（三）建立投资者保护机制

通过实证检验，对股票市场弱式有效原因分析可知投资者的投资素养是影响因素之一。面对新冠肺炎疫情的影响，市场个人投资者缺乏合理的投资视野的弊端显露无疑。由于缺乏合理有效的投资规划和对风险控制的金融知识储备，也缺失对于诸如新

新冠肺炎之类突发事件的敏感性，“大散户”时代极易引发羊群效应，因此加强对于重大突发事件的信息公布与传达，稳定投资者情绪，较少市场恐慌，也可通过官方平台对投资者进行合理的投资引导，保持平稳的投资心态，不盲目跟风“追涨杀跌”，进一步提高股票市场效率。

6.2.2 风险控制措施

（一）发展衍生工具市场

国务院国资委 2020 年印发的《关于切实加强金融衍生业务管理有关事项的通知》明确指出，审慎开展金融衍生业务，强化业务监督管理，有效利用金融衍生工具的套期保值功能，对冲大宗商品价格和利率汇率波动风险，对稳定生产经营发挥积极作用。

通过实证检验，新冠肺炎疫情爆发初期，利用衍生工具的投资策略在隐含波动率上升时保持空仓，可以获取超额收益。因此利用期权等金融衍生工具可以规避市场风险，进行套期保值。随着中国金融开放程度的不断提高，外汇期货、债券期货、股指期货和互换期权等衍生工具被大量组合和创造，不仅需要有关部门的政策扶持创造良好的政策环境，还需要营造公平竞争的市场环境。不断完善金融衍生工具交易规则，提高机构投资者的市场参与准入门槛，制定配套的法律法规以保障公平、公正的衍生工具市场环境，进一步提高股票市场效率。

（二）控制机构投资者比例

较高的机构投资者比重对股票市场的稳定性也是不利的，尽管提高机构投资者比重可以使股票市场的投资回报更为稳定，提高资产配置的效率，但是也会产生一定的负面影响。因此，在对证券市场进行宏观审慎监管的同时，也应将机构投资者作为一个主要的监管对象。而在股票市场中，由于机构投资者的负面信息在市场中的广泛传播，也会使股票市场的系统性风险进一步上升。

参考文献

- 陈波,钱惠惠.2021.新冠肺炎疫情对我国股债市场的影响研究[J].工业技术经济,40(11):53-60.
- 陈国福,蒋清泉,唐炎钊.2022.新冠肺炎疫情和媒体报道对台湾地区股票市场的影响——基于爬虫技术获取的大数据分析[J].台湾研究集刊,183(05):79-99.
- 陈守东,孟庆顺,杨兴武.1998.中国股票市场的有效性检验与分析[J].吉林大学社会科学学报,(02):69-74.
- 陈苏虹,戴俊明,胡俏,陈浩,王一,高俊岭.2020.2019 冠状病毒病(COVID-19)暴发疫情下公众焦虑状况及其影响因素[J].复旦学报(医学版),47(03):385-391.
- 戴秀菊,舒志彪.2018.基于非参数核回归模型的隐含波动率预测[J].福州大学学报(自然科学版),46(02):156-162.
- 方意,于渤,王炜.2020.新冠疫情影响下的中国金融市场风险度量与防控研究[J].中央财经大学学报,39(08):116-128.
- 奉立城.2000.中国股票市场的“周内效应”[J].经济研究,(11):50-57.
- 顾贺,孙兆倩.2021.新冠肺炎疫情对我国经济影响机理分析[J].合作经济与科技,671(24):45-47.
- 何诚颖,闻岳春,常雅丽,耿晓旭.2020.新冠病毒肺炎疫情对中国经济影响的测度分析[J].数量经济技术经济研究,37(05):3-22.
- 何维钰,唐玥.2019.中国深圳股票市场半强式有效性实证研究[J].现代营销(经营版),320(08):229-230.
- 贺显南,陈亮.2007.股改对中国证券市场有效性影响的实证分析[J].国际经贸探索,132(12):57-60.
- 胡波,宋文力,张宇光.2002.中国证券市场有效性实证分析[J].经济理论与经济管理,(07):36-39.
- 胡畏,范龙振.2000.上海股票市场有效性实证检验[J].预测,(02):61-64.
- 蒋海,吴文洋,韦施威.2021.新冠肺炎疫情对全球股市风险的影响研究——基于 ESA 方法的跨市场检验[J].国际金融研究,407(03):3-13.
- 郎朗.2009.我国股票市场弱式有效性的实证检验及政策建议[硕士学位论文].吉林:吉林大学
- 李敏波.2013.基于股指波动率的股市压力指数构建[J].金融理论与实践,406(05):31-34.
- 梁红.2020.新冠病毒疫情对中国经济总体影响未必会超“非典”[J].企业观察家,101(02):40-41.
- 刘瀚樯,郭风龙.2021.新冠肺炎疫情期间中国股票市场有效性检验——基于期权隐含波动率视角[J].金融经济,539(05):49-54+71.
- 刘捷,侯卫真.2018.信息经济学视角下中国股市半强式有效的经验证据[J].财经问题研究,412(03):70-77.
- 刘玉珍,王陈豪. 2020.行为视角下的疫情分析:成因、影响与对策综述[J].金融研究,480(06):1-19.
- 娄飞鹏.2020.新冠疫情的经济金融影响与应对建议——基于传染病视角的分析[J].西南金融,465(04):34-43.
- 罗文钦.2017.浅谈股票市场投机行为[J].市场研究,464(12):58-59.
- 马向前,任若恩.2002.基于市场效率的中国股市波动和发展阶段划分[J].经济科学,(01):66-72.
- 毛战宾.2008.股票市场有效性实证研究[J].商场现代化,531(06):359-360.
- 牛晓梅,吴伟容.2010.我国衍生金融工具风险控制研究[J].中国证券期货,(06):71-72.

- 屈满学,王鹏飞.2017.我国波动率指数预测能力研究——基于隐含波动率的信息比较[J].经济问题,44(01):60-66.
- 瞿慧,刘烨,李娟.2011.基于遗传编程的中国股票市场有效性新检验[J].统计与决策,347(23):137-142.
- 沈国兵.2020.“新冠肺炎”疫情对我国外贸和就业的冲击及纾困举措[J].上海对外经贸大学学报,27(02):16-25.
- 宋晓燕.2020.论有效金融监管制度之构建[J].东方法学,74(02):103-120.
- 孙飞.2021.沪深 300 股指期货上市对标的指数波动性影响的实证研究.[硕士学位论文].上海:上海外国语大学
- 唐矛.2017.湖南省金融业的发展问题及对策研究[J].山西经济管理干部学院学报,25(01):33-35.
- 汪炜,周宇.2002.中国股市“规模效应”和“时间效应”的实证分析——以上海股票市场为例[J].经济研究,(10):16-21+30-94.
- 王明国,刘晓双.2022.新冠肺炎疫情对 A、B 股股价波动影响差异研究[J].北方经贸,451(06):113-117.
- 王箐,王钟黎,李士雪,薛付忠.2020.“新冠肺炎”疫情对中国股市价格波动的短期影响[J].经济与管理评论,36(06):16-27.
- 王新华,吴怡林.2022.沪深 300 股指期货与现货市场价格关联性研究[J].中国证券期货,237(02):32-40.
- 王一,高俊岭,陈浩,毛一蒙,陈苏虹,戴俊明,郑频频,傅华.2020.2019 冠状病毒病(COVID-19)疫情期间公众媒体暴露及其与心理健康的关系[J].复旦学报(医学版),47(02):173-178.
- 吴世农.1996.我国证券市场效率的分析[J].经济研究,(04):13-19.
- 徐成波,颜虎,阮成.2012.中国股指期货市场信息有效性研究——基于方差比检验的方法[J].会计与经济研究,26(05):75-81.
- 杨毅,张君君.2021.金融学视域下新冠肺炎疫情对经济系统的影响分析[J].经济师,391(09):9-10+12.
- 俞乔.1994.市场有效、周期异常与股价波动——对上海、深圳股票市场的实证分析[J].经济研究,(09):43-50.
- 禹霆.2019.中国深市半强式有效性研究——基于年报公布的实证分析[J].时代金融,726(08):61-62.
- 张爱侠.2006.我国衍生金融工具的风险控制研究[J].特区经济,(01):66-67.
- 张金羽.2021.新冠肺炎疫情对中国上市医药企业的股价影响[硕士学位论文].北京:北京外国语大学
- 张婷.2020.中国股票市场指令不平衡与市场有效性研究.[博士学位论文].上海:华东理工大学
- 张亦春,周颖刚.2001.中国股市弱式有效吗?[J].金融研究,(03):34-40.
- 赵梦洁.2015.基于上证指数的我国证券市场弱式有效性实证研究.[硕士学位论文].昆明:云南大学
- 祝坤福,高翔,杨翠红,汪寿阳.2020.新冠肺炎疫情对全球生产体系的冲击和我国产业链加速外移的风险分析[J].中国科学院院刊,35(03):283-288.
- Abdullah M. Al-Awadhi, Khaled Alsaifi, Ahmad Al-Awadhi, Salah Alhammadi.2020.Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns[J]. *Journal of behavioral and experimental finance*,27(27):100326.
- Akbulaev, Nurkhodzha, Ilkin Mammadov, and Vasif Aliyev.2020.Economic impact of COVID-19[J]. *Sylwan* 164(5).
- Ali S S, Mustafa K, Zaman A.2001.Testing semi-strong form efficiency of stock market with comments[J]. *The Pakistan Development Review*,651-674.

- Ames, Charles. 1989. The Markov process as a compositional model: A survey and tutorial[J]. *Leonardo* 22(2):175-187.
- Andreou, E., Pittis, N. and Spanos, A. 2001. On modelling speculative prices: the empirical literature. *Journal of Economic Surveys* 15: 187-220.
- Ang, A., Hodrick, B., Xing, Y., Zhang, X., 2006. The cross-section of volatility and expected returns[J]. *Journal of Finance*, 51, 259-299.
- Ashley, R.A. and Patterson, D.M. 2006. Evaluating the effectiveness of state-switching time series models for U.S. real output. *Journal of Business and Economic Statistics* 24: 266-277.
- Bachelier L. 1900. Théorie de la spéculation[C]. *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 17:21-86.
- Banerjee, Prithviraj S., James S. Doran, and David R. Peterson. 2007. Implied volatility and future portfolio returns[J]. *Journal of Banking & Finance* ,31.10: 3183-3199.
- Berestycki H, Busca J, Florent I. 2004. Computing the implied volatility in stochastic volatility models[J]. *Communications on Pure and Applied Mathematics: A Journal Issued by the Courant Institute of Mathematical Sciences*, 57(10):1352-1373.
- Cao, Charles, Fan Yu, and Zhaodong Zhong. 2010. The information content of option-implied volatility for credit default swap valuation[J]. *Journal of financial markets*, 13(3): 321-343.
- Carpenter J N, Whitelaw R F. 2017. The development of China's stock market and stakes for the global economy[J]. *Annual Review of Financial Economics*, 9:233-257.
- Chan K C, Gup B E, Pan M S. 1997. International stock market efficiency and integration: A study of eighteen nations[J]. *Journal of business finance & accounting*, 24(6):803-813.
- Clarke J, Jandik T, Mandelker G. 2001. The efficient markets hypothesis[J]. *Expert financial planning: Advice from industry leaders*, 7(3/4):26-141.
- Cootner P H. 1962. Stock prices: Random vs. systematic changes[J]. *Industrial Management Review (pre-1986)*, 3(02):24.
- Darling Donald A, Siebert A J F. 1953. The first passage problem for a continuous Markov process[J]. *The Annals of Mathematical Statistics*, :624-639.
- Davis E P. 2003. Institutional investors, financial market efficiency, and financial stability[J]. *EIB papers*, 8(1):77-107.
- Doshi B T. 2000. Continuous time control of Markov processes on an arbitrary state space: average return criterion[J]. *Stochastic Process Appl*, 4(1):55-77.
- Drakos K. 2011. Behavioral Channels in the Cross - Market Diffusion of Major Terrorism Shocks[J]. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(1): 143-159.
- Fama E F. 1970. Efficient market hypothesis: A review of theory and empirical work[J]. *Journal of Finance*, 25(02):28-30.
- Fama E F. 1995. Random walks in stock market prices[J]. *Financial analysts journal*, 51(1):75-80.
- Kaye, A. D., Okeagu, C. N., Pham, A. D., Silva, R. A., Hurley, J. J., Arron, B. L., Cornett, E. M. 2021. Economic impact of COVID-19 pandemic on healthcare facilities and systems: International perspectives[J]. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 35(3), 293-306.

- Kim, Jeong - Bon, and Liandong Zhang. 2014. Financial reporting opacity and expected crash risk: Evidence from implied volatility smirks[J]. *Contemporary Accounting Research* 31(3): 851-875.
- Mandelbrot B.1963.The Variation of Certain Speculative Prices[J]. *The Journal of Business*,36(04):394-394.
- Mandelbrot B.1966.Forecasts of future prices, unbiased markets, and" martingale" models[J]. *The Journal of Business*,39(01):242-255.
- McKibbin W, Fernando R.2020.The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios[J]. *Covid Economics*,121.
- Ozili P K, Arun T.2020.Spillover of COVID-19: impact on the Global Economy[M]. *Managing Inflation and Supply Chain Disruptions in the Global Economy*,41-61.
- Samuelson P.1965.Proof that anticipated prices fluctuate randomly[J]. *Ind.manage.rev*,41-49.
- Schwartz R A.1970.Efficient capital markets: A review of theory and empirical work: Discussion[J]. *The Journal of Finance*,25(02):421-423.
- West R R, Tinic S M.1971.Minimum Commission Rates on New York Stock Exchange Transactions[J]. *The Bell Journal of Economics and Management Science*,2(02):577-605.
- Woodford M.2002.Financial market efficiency and the effectiveness of monetary policy[J]. *Economic Policy Review*,8(May):85-94.
- Worthington*, Andrew, and Abbas Valadkhani. 2004.Measuring the impact of natural disasters on capital markets: an empirical application using intervention analysis[J]. *Applied Economics*,36(19): 2177-2186.
- Zhang Y.2021.The COVID-19 outbreak and oil stock price fluctuations: evidence from China[J]. *Energy Research Letters*,2(3).