

摘 要

股指期货产品的逐步创新与开放，对于我国金融衍生品的发展具有重大的影响。中证 1000 指数期权是 2022 年中国金融期货交易所推出的股指期货新合约，具有促进我国金融衍生品市场多样化发展，高质量发展的重要意义。传统期权定价模型的假设和实际市场之间存在差异，具有一定的局限性。因此，试图建立更精确的定价模型，对新推出的中证 1000 指数期权价格进行预测，具有一定的意义。

本文构建基于 BPNN、CNN、RNN、LSTM 算法的模型，并将 Black-Scholes 期权定价结果作为对照组，以 MAE、MSE、MRE 作为模型预测精度评价标准，探讨基于 4 种神经网络算法的初始模型以及改进模型能否有效提升价格预测。

通过建立模型得到如下结论：一，以神经网络算法为基础建立的各个模型的整体表现看，无论是初始模型还是经过改进的模型，均相对于对照模型具有显著的改善；二，改进模型的准确度普遍相对于初始模型的准确度有所提升；三，不同神经网络模型相对于对照模型的准确度提升程度不同。BPNN 改进模型的准确度提升幅度最为明显。本文研究工作为中证 1000 指数期权的定价和预测提供一定参考。

关键词：神经网络；中证 1000 指数；期权定价；价格预测

ABSTRACT

The gradual innovation and opening of stock index option products have great influence on the development of financial derivatives. China Securities 1000 Index option is a new stock index option issued by China Financial Futures Exchange in 2022, which is of great significance to promote the diversified development and high-quality development of China's financial derivatives market. There are some limitations between the assumption of traditional option pricing model and the actual market. Therefore, it is of certain significance to try to establish a more accurate pricing model to forecast the price of the newly issued options on the China Stock Exchange 1000 index.

This thesis builds a model based on BPNN, CNN, RNN and LSTM algorithms, takes Black-Scholes option pricing results as the control group, takes MAE, MSE and MRE as the evaluation criteria for model prediction accuracy, and discusses whether the initial model based on four neural network algorithms and the improved model can effectively improve the price prediction.

The following conclusions can be drawn by establishing the model: First, the overall performance of each model based on the neural network algorithm shows that both the initial model and the improved model are significantly improved compared with the control model; Secondly, the accuracy of the improved model is generally improved compared with that of the original model. Third, different neural network models improve the accuracy of the control model to different degrees. The accuracy improvement of BPNN improved model is the most obvious. The research work of this thesis provides some reference for the pricing and forecasting of China Securities 1000 index options.

KEY WORDS: Neural networks; China Securities 1000 Index; Option pricing; Price forecasting

目录

第一章 绪论	1
第一节 研究背景及研究意义	1
一、研究背景	1
二、研究意义及创新点	2
第二节 研究内容及研究框架	2
第二章 文献综述与理论介绍	4
第一节 文献综述	4
一、期权定价理论	4
二、基于不同算法的期权价格及相关指标的预测研究	6
三、模型输入变量相关研究	7
四、小结	8
第二节 相关概念及理论介绍	9
一、概念介绍	9
二、神经网络算法理论介绍	10
第三章 期权价格预测模型的构建	19
第一节 样本和数据	19
一、期权产品介绍	19
二、初始模型输入变量及输出变量介绍	21
三、样本数据	24
第二节 预测模型构建	27
一、模型评价指标	27
二、Black-Scholes 模型	28
三、反向传播神经网络 (BPNN) 预测模型	30
四、卷积神经网络 (CNN) 预测模型	33
五、循环神经网络 (RNN) 预测模型	34

六、长短期记忆神经网络 (LSTM) 预测模型	36
第三节 总结	37
第四章 期权价格预测模型输入变量的改进	39
第一节 市场量价指标	39
第二节 Black-Scholes 理论价格	40
第三节 新增变量样本数据介绍	40
第四节 结果	41
第五章 总结与展望	45
第一节 主要结论	45
第二节 不足与展望	46
参考文献	48
致谢	51
个人简历及在学期间科研成果	52

第一章 绪论

第一节 研究背景及研究意义

一、研究背景

我国衍生品市场的起步相对落后于发达国家，且具有开放程度相对较低的特征。上证 50ETF 期权合约是我国推出的第一个在交易所上市交易的股票期权，于 2015 年于上交所上市。该项期权合约以对应的股票 ETF 为标的，从而对股票指数 ETF 价格的波动进行风险对冲，发挥了股指期权的基本功能。随后，沪深 300 指数期权于 2019 年开始正式于中金所投入市场交易。与上交所上市的 ETF 期权相比较，中金所上市的股指期权合约在交割方式以及市场作用方面都有所不同，该类产品的推出代表着我国对于金融衍生工具探索步伐的前进。

近年来，在我国证券市场中，股票期权合约实现稳定地运行与发展，对股票市场的良性发展具有一定的正面作用。2022 年，两只期权合约——中证 1000 指数期权、上证 50 指数期权分别于 7 月 22 日、12 月 19 日在中金所上市。目前，新上市的股指期权合约产品已经开始在我国的金融市场中进一步发挥其特色。

在理论方面，目前许多期权价格预测模型的建立都十分依赖传统的期权定价公式，如 Black-Scholes 理论等，并以其计算结果作为对价格的预测。许多模型都是在该模型的基础上建立的，比如改进关于波动率的假设以及改进一些参数设置等等。因而，这一类改进模型一般与 B-S 公式本身相似，所需要进行假设的前提与真实市场的表现和特质之间具有一定的差异，因此往往具有一定的局限性。目前国内外已有很多研究者通过引入机器学习、深度学习模型，对金融指标的预测问题进行研究，并认为这些模型相对于传统模型而言，在预测准确度方面有所提升^[1-28]。其中神经网络相关的算法在一些研究结果中表现出相对的优势，因此被部分相关问题的研究者推荐使用^[1-3,7-19,26-29]。

二、研究意义及创新点

股指期货产品种类逐渐丰富，对于我国金融市场的发展具有重大的影响。期权作为一种金融衍生产品，标志着我国金融产品的改革与创新，让证券市场的广大投资者在进行风险控制、对冲时拥有了更多选择，同时该产品本身也可能带来一定的投资机会。而关于价格预测问题的研究，对于目的不同的股指期货市场参与者的实践应用而言，都具有较为直接的意义。

在模型选择方面，传统模型与现实市场之间存在差异的问题，目前已经通过引入各种复杂的波动率模型，得到了优化与发展。然而随着计算机算力的提升，大数据相关的理论及实证的发展越发受到重视，以机器学习、深度学习、强化学习理论等为理论基础构建的数据驱动的研究方法得到众多研究者的推崇。其中，不同于传统的统计模型，神经网络类的模型需要提前做出的假设相对较少。该方法通过将输入变量输入所建立的各种结构的网络，不断根据输出结果和真实结果之间差异的反馈，通过梯度下降的算法对参数进行调整，最终得到预测结果，可以从各种不同类型的数据中获取信息。因此，本文通过尝试使用不同神经网络模型对新增的中证 1000 指数期权价格预测问题进行研究，并根据具体情况调整模型设定，验证神经网络模型的引入是否能够使得该期权的价格预测准确程度相对于传统方法有所提升，具有一定的实践意义。

此外，由于中证 1000 指数期权为中金所新推出的产品，因此目前已有的相关研究较少。在过去关于其他股票指数期权或股票 ETF 期权的研究中，许多研究将输入了较多输入变量的神经网络算法的计算结果与仅能够提取少数变量信息的传统模型相对比。本文通过先建立初始模型，后增加输入变量对模型进行改进的方式，对输入同样变量的初始神经网络模型和传统模型的效果进行对比，并进一步比较增加了其他变量的改进模型与初始模型效果之间的差异，因此具有一定的创新性。

第二节 研究内容及研究框架

本文基于 Black-Scholes 期权定价公式、4 类神经网络模型建立期权价格预测模型。本文选择的股票指数期权数据为中证 1000 指数期权的数据。

模型预测精度评价标准，以 MSE、MAE、MRE 等指标作为依据，探讨神经网络模型是否能在期权价格预测中取得更优的预测效果。

在选择期权价格影响因素时，本文选取 B-S 公式的输入变量作为期权当日收盘价格的基本影响因素，建立初始模型，后续加入其他指标建立改进模型。

在模型选择方面，本文以反向传播神经网络模型 (BPNN)、卷积神经网络 (CNN) 预测模型, 循环神经网络模型 (RNN) 及长短期记忆人工神经网络 (LSTM) 模型对欧式期权价格进行预测，并以基于 Black-Scholes 公式计算的结果作为对照组，即基准模型。本文根据参考文献中的相关研究的结论，假设通过使用神经网络算法构建的基础预测模型的准确度高于基准模型，且改进模型的准确程度高于初始模型，并带入数据得到具体的计算结果以进行验证。

本文具体研究框架如下图所示：

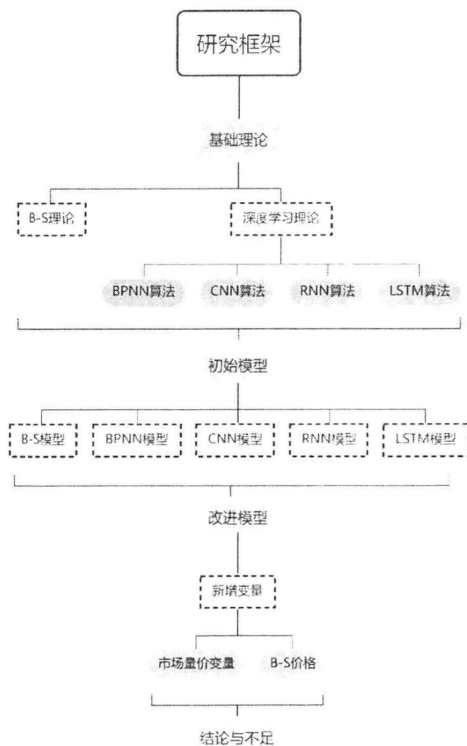


图 1.1 研究框架图

第二章 文献综述与理论介绍

第一节 文献综述

一、期权定价理论

经典的期权定价理论，是研究相关问题不可忽视的重要基础。而以 Black-Scholes 期权定价公式为代表的经典期权定价理论，具有较长时间的发展过程。

路易斯·巴施里耶（Louis Bachelier）于 1900 年，最早开始对相关问题进行思考，并提出理论“投机交易理论”（The Theory of Speculation），该理论的研究对象为股票走势，并且假设股票价格服从布朗运动，但该理论未考虑资金的市场价值，与市场现实情况之间有差异^[29]。该理论对后世的相关研究影响十分深远。在此之后，保罗·萨缪尔森（Paul Samuelson）在此基础上进一步发展，将研究对象由标的资产的价格转换为标的资产的收益，且对认购期权的定价问题进行了研究^[30]。该项研究也是 B-S 理论的重要基石。

著名的 B-S 期权定价理论，由学者费舍·布莱克（Fischer Black）以及学者麦伦·斯科尔斯（Myron Scholes）共同提出。该理论基于包括有效市场等等多个假设，提出了具体的欧式期权定价理论，并以不考虑标的资产出现分红为前提条件^[31]。尽管该理论所基于的假设与市场真实情况并不完全符合，但该模型为后续大量相关研究提供了理论依据，奠定了非常重要的基础，并且启发了很多后续的研究。

B-S 理论提出的假设主要包括如下内容：

首先，需要对标的资产做出假设。持有者得到的收益仅与标的资产市场价格变化有关。即标的资产不支付持有者红利或不考虑红利的因素。并且，标的资产价格应该服从几何布朗运动。对于股指期货而言，标的资产价格指某股票指数价格。该标的资产的价格变动满足如下条件：

$$dS_t = S_t(\mu dt + \sigma dW_t) \quad (2.1)$$

其中 μ 对应该期望收益率， σ 对应波动率，二者皆为常数，且皆用于描述标的资产的特征。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/346152212051011051>