

分类号_____

密级_____

U D C _____

编号 10736

西北师范大学

硕士学位论文

(专业学位)

基于趋势型指标的商品期货程序
化交易策略设计

研究生姓名: _____ 冯志华

指导教师姓名、职称: _____ 何红霞

实践指导教师姓名、职称: _____

专业学位类别: _____ 金融专硕

专业学位领域: _____

专项计划: _____

二〇二一年三月

Program trading strategy design of commodity futures based on trend type index

A Thesis Submitted to
Northwest Normal University
in partial fulfillment of the requirement
for the degree of
Master of Finance
by
Feng Zhihua
Supervisor :Associate Professor He Hongxia

March, 2021

西北师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。因本学位论文引起的法律后果完全由本人承担。

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

西北师范大学学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解西北师范大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权西北师范大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，可以公开学位论文的全部或部分内容。

（保密的学位论文在解密后适用本授权书）

学位论文作者签名：

签字日期： 年 月 日

摘要

程序化交易虽然在国内起步较晚，但发展速度快、空间大，深受各类投资机构的认可，为了适应更广泛的普通投资者，本文以市场准入门槛较低的商品期货入手设计程序化交易策略，而且商品期货价格波动往往具有规律性、周期性、季节性等特点，对于趋势型交易策略的设计更为有益。本文设计策略的方法是以实证分析为导向，设计前验证了单一策略的不足之处，发现问题后加以改正并不断创新，使之具有全新的思路与方法。

本文总结归纳了前人的理论研究，考虑到国内期货市场的特点及交易现状，以及通过不断的实证检验，最终设计出以平滑异动平均线 MACD 及波动率曲线为主，趋向指标 DMI 为辅，加入资金管理的一整套趋势型程序化交易策略。其中在波动率的应用方面，本文充分研究波动率曲线与商品价格指数走势的关系后，首次将波动率曲线与 MACD 指标相结合共同进行择时交易，在方法上有所创新。

在后期使用遗传算法进行策略优化时，对筛选出的 8 种商品期货进行样本内外回测结果对比检验，得出优化后的参数未出现过度拟合现象。之后以甲醇期货指数为例进行仿实盘模拟交易，权益曲线平滑且稳定上扬，尚未出现大幅回调，说明策略具有一定的收益性及稳定性，后续验证了资金管理各部分的具体表现，结果表明以设置浮动入市头寸的效果尤为明显，值得投资者参考借鉴。最后，为了验证该程序化交易策略是否在股指期货中存在一定的推广价值，本文以沪深 300 为例进行检验，年化复利收益也能达到 7.12%。在使用程序化交易策略的过程中，投资者的执行力也是非常重要的一部分，以本文交易策略回测结论进行分析，如果连续亏损不超过 7 次，那么交易者应保持足够的信心与耐心，这也是影响程序化交易策略成功与否的关键。

关键词：程序化交易；商品期货；趋势策略；资金管理；策略优化

Abstract

Program trading started late in China, with fast development speed and large space, which is recognized by all kinds of investment institutions. In order to adapt to a wider range of ordinary investors, this paper designs program trading strategy based on commodity futures with lower market access threshold. Moreover, commodity futures price fluctuation often has the characteristics of regularity, periodicity and seasonality. It is necessary to improve the trend trading strategy Design is more beneficial. The method of strategy design in this paper is based on empirical analysis. Before the design, the shortcomings of a single strategy are verified. After the problems are found, they are corrected and innovated continuously to make it have new ideas and methods.

This paper summarizes the previous theoretical research, taking into account the characteristics of the domestic futures market and trading status, as well as through continuous empirical tests, and finally designs a set of trend type programmed trading strategy, which is based on Moving Average Convergence and Divergence MACD and volatility index, supplemented by the Directional Movement Index DMI, and adding capital management. In the application of volatility, after fully studying the relationship between volatility curve and commodity price index trend, this paper combines volatility curve with MACD index for the first time to conduct timing trading, which is innovative in method.

In the later stage, when using genetic algorithm to optimize the strategy, we compare the results of internal and external back testing of 8 selected commodity futures, and find that the optimized parameters do not appear over fitting phenomenon. After taking methanol futures index as an example to simulate real trading, the equity curve is smooth and stable rising, and there has not been a significant correction, which shows that the strategy has certain profitability and stability. The specific performance of each part of fund management is verified in the follow-up. The results show that the effect of setting floating market position is particularly obvious, which is worthy of reference for investors. Finally, in order to verify whether the programmed trading strategy has a certain promotion value in stock index futures, this paper takes Hushen 300 as an example to test, and the annualized compound interest return can also reach 7.12%. In the process of using procedural trading strategy, the executive power of investors is also a very important part. Based on the conclusion of this paper, if the

losses do not exceed 7 times in a row, then traders should keep enough confidence and patience, which is also the key to the success of procedural trading strategy.

Key words: program trading; commodity futures; trend strategy; fund management; strategy optimization

目录

1 绪论.....	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 国内外文献综述.....	3
1.2.1 关于程序化交易择时策略的研究.....	3
1.2.2 关于技术分析的研究.....	5
1.2.3 关于波动率在证券市场中的应用研究.....	7
1.2.4 文献评述.....	8
1.3 研究方法与内容框架.....	8
1.3.1 研究方法.....	8
1.3.2 研究内容框架.....	9
1.4 论文的创新与不足.....	9
1.4.1 论文的创新点.....	9
1.4.2 论文的不足.....	10
2 设计程序化交易策略的理论基础及前期准备.....	11
2.1 设计交易策略的理论基础.....	11
2.1.1 混沌理论.....	11
2.1.2 道氏理论.....	12
2.1.3 艾略特波浪理论.....	13
2.2 程序化交易策略设计前期准备.....	13
2.2.1 选择程序化交易设计平台.....	13
2.2.2 程序化交易策略评价指标.....	14
2.2.3 程序化交易策略设计流程.....	15
2.3 现有程序化交易策略分析.....	16
2.3.1 程序化交易策略的分类与概述.....	16
2.3.2 现有程序化交易策略存在的问题.....	17
2.3.3 程序化交易策略的改进依据.....	18
3 程序化交易策略设计.....	19
3.1 选择程序化交易策略适用范围及实施对象.....	19
3.1.1 针对特定市场设计程序化交易策略.....	19

3.1.2 样本总容量的筛选	19
3.1.3 样本类型划分及标准设定	21
3.2 程序化交易策略分步设计	21
3.2.1 基于 MACD 结合波动率的择时开仓策略设计	21
3.2.2 基于 DMI 指标的平仓策略设计	24
3.2.3 资金管理策略设计	25
4 程序化交易策略参数的整体优化与拟合测试	28
4.1 最终样本筛选及参数优化	28
4.1.1 优选测试样本	28
4.1.2 样本参数优化阶段	30
4.2 样本外测试结果及描述性统计	31
4.3 样本内测试结果描述性统计	33
4.4 拟合程度分析	34
4.4.1 整体差值描述性统计	34
4.4.2 参数拟合度检验	35
5 程序化交易策略在郑醇期货中的仿实盘模拟	37
5.1 策略回测检验	37
5.2 绩效分析	39
5.2.1 权益、损益分析	39
5.2.2 风险分析	41
5.2.3 阶段统计分析	41
5.2.4 交易策略敏感性分析	42
5.3 资金管理效果分析	43
6 推广检验及经验总结	45
6.1 推广性检验	45
6.2 主要结论	46
参考文献	48
致谢	51
附录	52

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

19 世纪 70 年代，程序化交易诞生于美国，旨在通过计算机直接与交易所联机，实现股票组合的一次性买卖，程序化交易雏形因此而生。之后纽约证券交易所（NYSE）将程序化交易定义为：在单次交易中股票数量不低于 15 只，并且交易金额不低于 100 万美元。

经过四十多年的发展，计算机技术逐渐进入了交易领域，并且结合了“互联网+”、数理统计、金融数学等方面进行各项程式化的设计，丰富了程序化交易的内容，使得对程序化交易的定义范围更为全面。2015 年证监会发布的《证券期货市场程序化交易管理办法（征求意见稿）》明确将程序化交易定义为“通过既定程序或特定软件，自动生成或执行交易指令的交易行为”。

在发达国家中，程序化交易在市场中占据了主导地位，大量机构以及投资者通过程序化交易进行套利与投机。自程序化交易开始以来，美国一直在程序化交易方面遥遥领先，NYSE、NASDAQ、CBOE、CME 等交易所都开设了程序化交易股指期货合约。2016 年 5 月 5 日之前，在 NYSE 网站上每周都会公布程序化交易报告，据此统计出从 2006 年至 2016 年程序化交易占纽交所交易总量的 30% 左右，在此之后由于取消了程序化交易账户类型指标以及其他账户类型指标，纽交所不再每周公布程序化交易报告。参与纽交所程序化交易的都是大型机构，交易最活跃的机构有摩根史丹利、高盛、巴克莱资本、德意志银行等，大规模的资金难以用传统方式进行管理与投资，程序化交易给机构带来利润的同时，也是风险把控与生死存亡的重要枢纽。

在我国，程序化交易虽然起步较晚，但随着金融市场的开放以及计算机技术的进步，程序化交易方式也蕴含生机，2010 年以前，在商品期货市场中存在少量机构使用程序化交易进行投机，普通投资者很难进行程序化交易，究其原因，主要是程序化交易成本高昂，国内程序化交易平台相对匮乏，主流的平台都从国外引进，价格形成垄断局面。随着中金所推出沪深 300、中证 500、上证 50 等股指期货，国内程序化交易掀起了发展浪潮，程序化交易平台也不断涌现，此时市场中存在的投机、套利机会不断被程序化交易挖掘并瓜分，相应的系统性风险以及法律法规的不足也渐渐暴露。2015 年 10 月，证监会发布的《证券期货市场程序

化交易管理办法(征求意见稿)》中,将符合程序化交易条件的对象进行规范,使其必须严格遵守、履行相应的法律法规以及市场制度。

总体看来,市场的完善程度以及法律法规的健全是发展程序化交易的关键因素。我国程序化交易处于发展初期,发展空间巨大,对于机构和普通投资者来说,国内的机会与风险相对较大,对于交易中存在的问题应及时解决,借鉴国外成熟的市场经验,使国内程序化交易稳步发展。

1.1.2 研究意义

1.1.2.1 理论意义

对于趋势交易理论而言,以单边行情为主要研究对象,但往往在市场中震荡行情居多,为了应对此种不利情况,本文在充分研究趋势指标的基础上也考虑了震荡类指标,在等待单边行情到来时减少震荡行情带来的损失,此种方法可以弥补单一使用趋势类指标的不足。在理论方面主要以指标的拓展研究以及创新使用为主,将理论指标与程序化语言相结合,丰富了程序化交易的设计方法,反过来在一定程度上指导了理论指标的发展和研究方向。

我国期货市场起步相对较晚,从而在市场交易方式、品种完善程度、制度监管层面都或多或少存在不足。在此种情况下市场往往会产生大幅波动,此时涌入的机会以及潜在的风险很难及时地分析与把控。使用程序化交易可以解决上述问题,尤其是在风险控制方面程序化交易具有得天独厚的优势,其惊人的运算速度以及严格的程序运行使得对入场时机和风险控制的信号筛选相对及时,从而在进出场择时、降低人为操作风险、减少滑点等方面协同控制成本。

与其他市场相比,本文选择的期货市场具有较强的投机性与流动性,再加上期货市场 T+0、高杠杆等灵活高效的交易模式,使得在期货市场中设计以及使用程序化交易模型成为主流选择。

1.1.2.2 现实意义

随着交易市场的不断创新与开放,以往简单的技术分析以及交易策略已经不能在市场中发挥有效的作用。国内在程序化交易方面的研究相对于国外较薄弱,在进出场择时方面往往局限于对技术指标的过度研判,而对指标参数的选择以及使用组合指标方面相对固化,而且在资金管理方面的研究更为有限,所以本文试图在充分了解我国期货市场特点的前提下,通过对两种技术指标结合波动率曲线、资金管理等交易策略来构建一套完整的程序化交易系统,以此希望对国内相关领域的研究进行补充,为广大投资者提供参考,促使国内投资市场更加有效、成熟地发展。

1.2 国内外文献综述

1.2.1 关于程序化交易择时策略的研究

国外的程序化交易在市场中经过了一百多年的发展,相对来说已经非常成熟,其丰富的程序化交易策略加快了市场的有效程度。对于择时策略而言,当前有LLT模型、希尔伯特波浪模型、GFTD模型以及相位指标择时模型四种主流的择时策略,其主要可以归为量化择时和形态择时两大类,而使用程序化交易择时策略是完全依靠量化的方式来进行。Chua(1987)等分析了加拿大证券市场历史数据发现:投资者择时在股票和国债之间转换投资,能够有效避开熊市的下跌,获得的收益显著高于买入持有策略。Santa(1991)征集了众多数学、物理学和天文学等多个领域内的专业人员研究股市预测模型,他们使用遗传算法、决策树及神经网络等非线性回归算法构建模型并进行程序化择时套利操作,但具体实施技术现为瑞士银行集团所有,其具体投资方案及获利情况并未公开。Kuo(2001)等将遗传算法与模糊理论结合,建立了一个股价追踪系统,用以投资组合的择时交易。Guo和Higbee(2006)通过对比使用市场波动因子和个股特质波动因子择时投资的基金经理与使用被动投资策略的基金经理的业绩发现,在1968-2004年之间,前者的收益高于后者,并且这种差距在统计学和经济意义上都是显著的,从而得出结论:择时策略要优于买入持有策略。Elsevier和Peltonen(2009)等指出将历史数据作为交易择时依据来判断未来走势是程序化交易成功的关键因素,也就是将历史价格波动数据和传统的技术分析相结合,以此思路制定出择时交易策略,将会实现较高的收益。Duvina(2013)等使用日本蜡烛图构建择时指标和交易系统,并采用连续30个交易日道琼斯指数5分钟日内数据来检验择时指标和交易系统日内预测的有效性,实证发现大约有一分之一的根据蜡烛图构建的择时指标和交易系统表现要显著好于买入并持有策略,从而得出结论尽管蜡烛图在美国证券市场上有一定的预测能力,但这不足以说明基于蜡烛图择时能获得显著的超额收益。Zbikowski(2014)结合使用VW-SVM的择时交易策略用F-Score功能选择和多项技术指标对未来做出最准确的预测特定股票的走势。在文中,作者提出基于成交量优化模型参数的思路方法以提高对特定股票走向预测的精准度。Marie Chen和Corey Garriott(2020)利用加拿大债券期货的数据,研究了高频交易者如何与建立大头寸的机构互动。通过一项差异事件的研究,发现高频交易之间存在的竞争改善了加拿大债券期货机构交易的有效利差和短期价格影响。Tai Lichen和Hsu Chihcheng(2020)基于程序化交易进行深度学习的预测能力,通过对黄金、大豆和原油(来自GLOBEX)的测试,发现在给定参数集中,如果商品(黄金和大豆)的平均幅度误差较低,则其盈利能力更稳定;如果它是

一个更严重的幅度错误（原油），那么它的盈利能力是不稳定的。

国内证券市场起步较晚，但随着信息技术的发展以及人才的引进，程序化交易在中国市场中也表现得生机勃勃，相继涌现出了大量的研究成果。方玉峰(2009)对上证指数使用市盈率以及成交量的增减幅度验证择时策略，发现基于此的择时策略的业绩优于对上证指数的指数化投资。王育鸿(2012)对“地量见地价”的投资经验进行了数理证明，并基于极值理论设计了“极小投资模型”进行择时策略的验证，在实证中对所有 A 股 2006 年 11 月到 2007 年 10 月的数据进行回测，得到了正的收益。陈旭(2012)研究了基于技术分析的择时交易策略在期货品种上的开发、测试及应用，提出了一个收益稳定的日内交易策略。李成林(2013)通过移动平均线对 50ETF 进行择时获得显著的超额收益。丁鹏(2013)介绍了不同类型的交易思路以及策略方法，包括股票择时等策略，广泛使用于目前逐渐完善的市場以及大量投资机构中。牛永魁(2013)将海龟交易规则的择时交易思路应用在沪深 300 股指期货上，调取沪深 300 股指期货的主力连续 2010 年 4 月 19 日到 2013 年 3 月 18 日的 5 分钟时间周期的数据进行历史回测，得到了显著的收益。之后龙成(2015)也将海龟交易策略应用在 2010 年 4 月 16 日至 2015 年 1 月 19 日的数据上，也得到了显著的收益。石诚(2014)基于量子力学中的理论和方法，提出了“观察者模式框架”在量化投资中的应用模型。在实证中 2011 年上证 50 中的成分股为股票池，对这 50 支股票进行了择时策略验证，策略的总体胜率达到 53.83%，策略累积收益 10.71%，同期上证 50 下跌 18.3%，获得了 29.01%的超额回报。赵晨(2014)以 2009 年 1 月到 2013 年 2 月 18 日共 1000 个交易日的交易数据作为训练集，构建了基于动态神经网络程序化择时策略，并使用 2013 年 2 月 19 日至 2013 年 12 月 16 日共 200 个交易日作为样本外测试，发现积极型投资组合优于市场指数的业绩主要源自于择时策略。彭乐(2014)利用 MACD、RSI、MA、KDJ 四个指标的组合应用于螺纹钢 1405 合约的 5 分钟数据的择时，样本区间从 2014 年 1 月 23 日至 2014 年 3 月 11 日，获得了 303.3%的区间收益。

刘冬焯(2014)将国际著名的日内择时策略 R-Breaker 应用于 IF300 股指期货，发现效果并不明显。随后将策略巧分成趋势和反转两个子策略分别进行改进，在趋势子策略方面综出了一个收益可观且稳定的 R-Breaker-Plus 策略。段炼(2014)利用时间序列模型构建了隔日开平仓的交易策略，发现短线交易的择时策略在回测中获得显著收益。刘倩倩(2015)将量化投资因子选股与投资者情绪有机的结合起来，提出了情绪择时策略和基于情绪择时的量化投资策略。发现情绪择时有效的降低了投资组合风险，控制了组合收益的下界，从而提高了投资收益。景泰然(2015)基于简单的双均线择时策略模型，在 2014 年 1 月 1 日到 2015 年 6 月 15 日的螺纹钢期货指数日 K 线图进行回测，得到最优组合 (2, 7) 及最

差组合(4, 9)。邓永盛(2015)利用单均线的择时策略,在文华工业品指数、文华农产品指数、沪深300指数、创业板指数、21国债、美元对人民币汇率进行回测,除了美元对人民币汇率以外都取得了显著的收益。郭晓岩(2015)将突破策略结合到海龟交易中,使之避免掉震荡行情中不必要的操作,大大降低了由假突破带来的错误进场,抓住真正的进场时机,降低了震荡行情中频繁交易造成的巨大亏损,从而改善整体收益。温在杭(2018)基于趋势理论将海龟交易模型结合中国期货市场特性进行改进与优化,发现趋势理论的程序化择时策略可以直接进行投资获利,也可以作为辅助工具来使用。李泽翔、王芷若、舒选林和王颖喆(2020)通过使用神经网络模拟预测以及VWAP预测交易量的方法,对工商银行股票历史数据进行简化周期,给出适用于计算机执行的自动化平仓策略,为资产平仓算法提供了一种新思路。

1.2.2 关于技术分析的研究

1.2.2.1 技术分析应用

技术分析是通过对历史交易价格以及成交量等信息的分析来研判未来价格走势。技术分析最初起源于日本稻米交易市场,本间宗久通过对大米现货的买卖以及对交易价格信息的统计,初步有了之后的K线(Candlestick Charts)形态,也就是著名的蜡烛图分析技术。蜡烛图分析技术至今在股票期货分析中仍占有较高地位,之后K线是由Steve Nison(1990)第一次引入西方金融市场,他认为不论在任何市场、任何时间下只要存在开盘价、收盘价、最高点以及最低点就可以使用K线进行分析。Brock, Lakonishok 和 LeBaron(1992)最早开始研究技术分析,而且其研究成果广泛使用于股票期货市场,主要研究了两种交易规则,即均线策略以及支持线/阻力线策略,均线中短线可以是1天、5天或10天等,长线可以是50天、100天或200天等。当短线上穿长线视为金叉买点,长线下穿短线视为死叉卖点,阻力线策略与此同理,价格突破上阻力线视为买点,下穿支持线视为卖点。

Kwan 和 Kish(2002)将纽约证券交易所以及NASDAQ市场作为主要研究对象,他们开始考虑更为复杂的技术分析,将移动平均线与成交量移动平均线结合,并且加入变化率指标综合判断买卖点,得出复杂的技术分析是可以获得超额收益的结论。Mishra, Sibanje(2016)从技术分析的四个角度(趋势、波动、动量、情绪)具体验证了通过使用技术分析可以从证券市场中获得超额收益。使用技术指标可以有效缓解市场中的潜在风险,通过技术分析获得的收益要高于基本面分析。Alhashel, Bader S(2017)基于印度尼西亚、马来西亚、台湾和泰国1995-2015

年完整的市场交易数据，运用了趋势分析等四种技术方法在市场中获得超额收益，并与价值投资也就是买入锁仓进行对比，技术分析的有效性得到充分体现，但通过实证检验后，技术分析策略表现出不稳定的特性。Matheus (2018) 将技术分析运用到金砖五国的股票市场中，发现技术分析在这几类市场中具有盈利能力，验证了技术分析的有效性，并且发现技术分析结合基本面分析盈利能力更强，相比传统的买入持有策略更具优势、回报率更为显著。

国内证券市场发展了三十多年，相比于一百多年的国外市场来说，形成的技术分析理论较少，大多都是以国外理论为研究基础。黄成和曹洲涛 (2003) 对技术分析进行逻辑检验与实践检验，得出技术分析所描述的对象是客观存在的，并且认为技术分析是一门学科，具有开放性与发展性，至少不能否定它的科学性。曾劲松 (2005) 运用计量经济学工具，分析了技术分析在中国证券市场中能获取超额收益的能力，得出一个结论：中国证券市场远远没有达到有效，甚至与弱势有效相差甚远。所以在这种市场下利用技术分析可以获取超额收益。陈晓杰、黄志刚 (2008) 以台湾加权指数期货为例，采用微观面板数据与宏观趋势波段分析股指期货的价格关系，验证了技术分析在一定程度上是有效的，并且认为在投资沪深 300 股指期货时可以借鉴。叶文辉 (2016) 基于沪深 300 全收益指数，以双均线策略为基础建立了交易模型，并且在市场中验证了其有效性，获得了超额收益。以此证实了双均线策略即技术分析在中国证券市场中的有效性，而且效果突出。

1.2.2.2 技术指标的选择

技术指标在技术分析中占据着主导地位，按各自的使用方法和作用可划分为五大类别：趋势类指标 (MACD 等)、大盘指标 (MCL 等)、能量类指标 (RSI 等)、摆动类指标 (KDJ 等) 和成交量指标 (VOL 等)。国内外对于技术指标的研究颇有争议，对于不同的人适合不同的指标，即使相同的指标每个人的见解也都大相径庭。Marques 和 Gomes (2015) 用模糊逻辑等方法验证了 MACD 指标的参数，证实了参数对收益的影响极其重要，改变参数可以获得不同的收益，将最终参数设置为 $m=12$, $n=26$, $p=9$ 。Piyapas Tharavanij (2015) 结合东南亚五国 2000 年至 2013 年的股市数据，验证了 RSI、MACD、KDJ 等技术指标的盈利能力以及有效性，通过实证分析得出技术指标的使用可以明显增加策略的盈利能力。Berry (2017) 将 MACD、EMA、RSI、ROC 等技术指标应用到印度股票市场，发现 MACD 和 EMA 的效果最为突出，说明通过对技术指标的运用可以提高投资者的决策胜率与盈利能力。Holmberg (2016) 将 MACD 指标运用到美国原油期货市场中，发现 MACD 在原油期货的价格预测上具有明显的效果。自此可以得出 MACD 指标不只可以用到股票市场，而且在股票以外的其他市场中也有明显的效果，但不是所有的股票市场

都适合 MACD 指标。Ale J. hejase (2017) 将 MACD 运用到黎巴嫩的股票市场，得出收益结果并不理想。可见 MACD 指标在运用时也有一定的限制条件，包括选择较好的市场、品种等等。Lin (2018) 使用多个技术分析指标构建了复杂的交易策略，并且将此策略运用于美股市场中进行有效性检验，发现多指标策略可以很好的适用于美股的多个行业。Aiquan Li, Hui Pan, Weishi Shu, 和 Qi Ke (2020) 利用近 10 年来 18 种商品期货 30 分钟 K 线的收盘价数据，使用多指标证实后发现不同交易成本和 K 线周期下的最大回撤比不同，该模型的盈利能力随交易周期的变化而变化，交易成本对 30 分钟 K 线的回报率的影响大于日 K 线的回报率。

林杰、龚正 (2018) 在文华财经量化交易平台上构建了 RSI 和 CCI 的交易策略模型，运用于大商所棕榈油主力期货中，以此验证模型的有效性。通过实证检验以及绩效回测，得出 RSI 和 CCI 两个单指标模型都能在棕榈油上获得超额收益，并对此模型进行参数优化，发现收益率明显上升，而且可以适用于多个品种。滕秀萍 (2019) 将指标 DMI、MACD、KDJ 进行改进与优化，与深度学习相结合，建立了深度多元回归模型，综合构建了买卖策略，通过对 2013 到 2018 年的沪深股市日线数据进行模拟交易，发现 80% 的股票收益率大于 10%，验证了此模型的策略以及价格预测方法的有效性。

1.2.3 关于波动率在证券市场中的应用研究

不同的标准下，波动率可以进行不同的分类，按照波动率的计算方法与应用不同，可以将波动率分为：隐含波动率、历史波动率、预期波动率和高频波动率等几类。而在程序化交易中使用最多的则是以每日收盘价自动计算得出的历史波动率。Fleming, Ostdiek 和 Whaley (1995) 在研究波动率与标普 100 指数收益率的关系时，将数据划分为日间以及周间两种时间跨度进行分析，研究得出在两种不同的时间周期下其波动率指数都与 S&P100 指数收益率呈负相关性，但波动率指数对 S&P100 指数上涨下跌的反应程度有所不同，波动率在标普 100 指数下跌时的反应程度要高于上涨时的反应程度。Giot (2002) 以波动率指数 VIX 和纳斯达克波动性指数 VXN 为研究对象，研究表明两者的波动走势均与同期标的指数呈显著负相关性，并且发现由波动率可以把握入场时机，即当波动率处于高位时买入资产可以产生超额收益。Chandra A, Thenmozhi M. (2015) 利用 GARCH 族模型研究印度市场中的波动率指数，通过结论发现波动率指数随着标的指数收益率的变化而反向变动，进而证实了波动率指数和股票收益率呈负相关的结论。

相比国外，国内对于波动率的研究尚处于起步阶段，自 2015 年上证 50ETF 期权推出后，以此为标的来计算波动率指数（简称“中国波指”），但由于多方面原因，此指数实施不足三年且在 2018 年暂停发布。在此期间，国内学者对于

波动率指数的编制方法各不相同，施丹蓉（2015）基于 GARCH 模型以及历史波动率编制出沪深 300 波动率指数，并在此基础上验证了波动率与该标的指数间存在的两种关系，即非对称性及负相关性。赵越和韩雨桐（2016）为了预测股票市场的走势，将波动率指数使用 VAR 模型做了实证分析，得出波动率指数将会影响到两个月以后的股票市场，而且通过数据得出波动率指数与股票收益率之间存在明显的负相关性。林晓明、李聪、刘志成（2019）将波动率与换手率相结合构建出牛熊指标，发现此指标曲线与标的指数的走势在长期有明显的负相关性，并且通过绩效对比分析双均线与布林道策略时，得出双均线策略对牛熊指标择时明显优于直接对指数择时。

1.2.4 文献评述

国外程序化交易发展历程较长，在此方面的研究也颇为广泛，在思想以及方法上相对成熟，国内的程序化交易经历了四十多年，尚且处于初步阶段，国内用程序化交易的方式在市场中尚未普及，其主要侧重于对股指期货品种以及针对大型交易机构进行交易策略设计，所以研究的对象以及侧重点都相对集中。

笔者对于国内外文献的研究发现如下问题：

对于一个完整的程序化交易系统，每部分都可以作为一个重要的领域进行研究。国内对于技术指标类方面的研究较资金管理部分更为完善，对资金管理方面的研究相对较少，而且研究的市场、品种、指标都相对单一、局限，大多都是以现有的单指标或多指标设计策略，缺少资金管理部分或者对资金管理的应用不完整将会增加整个程序化交易模型的风险。而且现有研究很少将趋势类指标结合波动率曲线共同进行择时策略的设计。虽然国内外文献对于波动率曲线与收益率曲线的关系方面颇有研究，但大多是以理论研究为主，并未将此条件进行程序化交易实践操作，更没有检验波动率在择时方面是否有效。因此，本文首次将 MACD 指标与波动率相结合进行程序化交易策略的设计，并通过回测的方式检验其有效性。

1.3 研究方法 with 内容框架

1.3.1 研究方法

本文主要通过以下三种方法进行研究：

第一，文献研究法。根据笔者论文的研究方向，大量阅读国内外相关优秀期刊、学术论文、书籍等，以技术分析、波动率、资金管理等方面的文献为主，研究程序化交易的相关成果以及经验，为后续的策略设计提供思路 and 理论支撑。

第二，比较分析法。在进入课题研究初期，对各类技术指标进行大量地筛选与总结，并且结合我国期货市场特点比较分析各类技术指标的适用性，以此为设计交易策略的前提条件。并且采用样本内外数据对比的方法，检验参数优化时是否出现过拟合的现象。

第三，实证分析法。本文的研究方法是通过对长期历史数据的回测以及绩效分析进行验证。通过对权益损益曲线的分析验证其是否具有盈利能力；统计最大回撤区间以及连续亏损次数来验证策略风险程度；通过跨品种测试验证其是否具有一定的推广性。

1.3.2 研究内容框架

根据设计思路将本文分为六大部分：

第一部分为绪论，主要以研究背景和论文整体构架为主，介绍国内外对于程序化交易的研究成果以及笔者在本文中所采用的研究方法。

第二部分为论文的理论基础及设计交易策略的前期准备，分别介绍了技术分析的相关理论以及进行程序化交易的基础工具，其中包括进行程序化交易的平台选择以及评价程序化交易策略的相关指标，之后对现有的程序化交易策略中存在的问题和不足进行简要的分析与评价。

第三部分为程序化交易策略设计，首先找出交易策略的设计对象，即符合本文设定条件的所有商品期货，然后将这些商品期货按时间段划分为样本外以及样本内数据。之后开始交易策略的设计，分别用 MACD 指标结合波动率指标进行程序化择时策略设计，用 DMI 指标进行清仓策略设计，之后根据整体的交易策略进行资金管理设计，将此三种策略进行整合形成完整的程序化交易策略。

第四部分主要是在样本内用遗传算法将交易策略参数进行整体优化，以及通过对比内外样本测试数据是否存在明显的差距来验证参数是否出现过拟合现象。

第五部分对交易策略进行深入分析，将其使用在郑醇指数上进行回测与图表分析，验证交易策略的有效性与适用性。也对资金管理策略的有效性进行验证。

第六部分为经验与总结，将程序化交易策略应用于其它期货品种上进行数据回测，验证交易策略是否具有可推广性。反过来结合国内期货市场特点，总结出相关结论以及经验，对以后程序化交易策略的发展提出客观思路以及主观建议。

1.4 论文的创新与不足

1.4.1 论文的创新点

目前程序化交易策略主要以技术指标的设计和改进为主，在进出场择时方面往往只局限于对技术指标的过度判断。一般情况下，如果以现有的技术指标直接运用于当前的期货市场，收益效果往往不尽人意，当同一种策略被广泛使用时，这种策略注定会失效，从而导致不再适用于市场，所以策略的创新以及优化成为新趋势。本文基于两种技术指标结合波动率曲线以及资金管理部分构成一个完整的程序化交易策略，以 MACD 指标结合波动率曲线进行择时主策略设计，以 DMI 指标作为副策略进行平仓以及清仓条件的设计，之后根据主、副策略设计与相匹配的资金管理策略。

本文在 MACD 策略设计时，主要考虑趋势型模型的特点，以 MACD 反手操作思想结合波动率曲线共同择时，之后结合双均线进行加减仓操作；在 DMI 指标的使用方面，目前主流的策略思想主要是以多空力量的博弈来判断买卖信号，但本文只将 DMI 指标作为清平仓条件，不再设置有入场信号的条件；在资金管理方面，本文根据择时策略条件设置较为合理的浮动入市头寸、突破型加减仓策略和止盈止损方法，然后配合 MACD 共同进行加减仓操作。本文在整个模型设计中，始终将模型的安全性和稳定性置于首位，所以在设计资金管理部分时加入了限价止损和追踪止盈的方法，避免持仓资金的大起大落。

本文使用计算量比较大的样本数据进行交易回测检验，以此来验证交易策略的有效性以及优化参数是否过度拟合。通过此次的程序化交易策略设计，希望对现有的交易策略设计理念、方法、创新上得到可能的补充。

1.4.2 论文的不足

首先，本文主要以趋势策略的设计为目的，以单边趋势行情为主要择时点，所以可能在震荡行情中会出现过多的识别错误，导致在手续费与滑点上出现大量的资金损失。其次，由于本文主要是以测试策略的表现为主，所以均采用合约的指数价格数据进行回测，所以在进行具体合约交易时，需要加入具体的移仓换月指标。最后，本文中所涉及的方法以及编程理念皆源于个人学习与理解，可能在某些交易思想以及方法上尚且不够成熟，本文主要以技术分析层面进行程序化交易模型设计，以至于缺乏对基本面的考虑。在后期对交易策略的深入分析中，在选择品种方面或多或少存在一定的主观性，但是并不影响模型的适用性以及推广性。

2 设计程序化交易策略的理论基础及前期准备

2.1 设计交易策略的理论基础

投资者参与金融市场投资，其目的是预测未来价格走势，通过技术分析层面来看，资本市场是否遵循一定的变化规律，这种规律能否被投资者“预测”？技术分析从资本市场诞生以来到如今不断受到学术界肯定与质疑：混沌理论的核心思想说明资本市场具有一定的“可预测”性；道氏理论、艾略特波浪理论从技术分析有效性的角度甚至从具体层面考虑如何更好地“预测”未来价格走势。

在研究技术分析时应遵从其三大假设理论：第一是市场的行为包容和消化一切信息。它是指所有影响到价格走势的因素都将反映到实际的成交数据中来，因而我们只需研究这些已经出现的成交数据即可；第二是价格呈趋势变动。趋势是指价格的中长期整体运行方向，依据趋势的运行方向，一般可分为上升趋势、横盘震荡趋势、下跌趋势。趋势是证券市场运行的客观规律，更是人们对客观事物的抽象总结，不了解趋势，我们对技术分析的理解也就只能停留在片面上。第三是历史会重演。它是指相似的盘面形态往往会演绎出相似的后期价格走势。这一假设是有充分依据的。经验研究表明，价格走势、成交量等盘面形态可以很好地反映投资者的心理倾向、做多或做空的预期，因而盘面形态只是一种表象，它内在体现了投资者的心理倾向。

2.1.1 混沌理论

一切事物的原始状态都是相互无关联的碎片，但是当这种混沌状态结束后，这些相互无关联的无机碎片会有机地形成一个整体。1963 年，美国气象学家洛伦兹提出混沌理论（Chaos），其最大贡献是用最简单的模型获取明确的非周期性结果。

混沌理论是一种质性与量化并存的分析方法，认为在研究事物的动态运作行为时，无法用单一的数据或关系进行解释，往往需要对数据或关系进行整合，从整体且连续的视角进行解释及预测此种行为。此理论认为任何自然现象并不是无任何规律可循，比如我们知道的地心引力、杠杆原理、相对论等，都可以用单一的公式关系来准确地预测物体的行经与变化规律。那么在证券市场中是否也存在某种“可预测”价格走势的关系？混沌理论的三大原则将给出结果：

第一，能量永远会遵循阻力最小的途径。

第二，始终存在着通常不可见的根本结构，这个结构决定阻力最小的途径。

第三，这种根本结构不仅可以被发现，而且可以被改变。

在证券市场中，混沌理论也无处不在，价格的涨跌往往通过多空博弈来体现在基本面中，而这种能量遵循路径取决于博弈双方的优势所在，即阻力较小的一方，这是宇宙万物的本质所在，如水流永远会朝阻力小的方向流动。

对于证券市场中的投资者来说，一个投资者的根本结构（无论是否发现自身根本结构的存在）将决定他的行为和对市场趋势的反应，而市场的根本结构将决定市场自身的价格以及发展趋向。所以对于投资者而言，顺应市场整体趋向才是选择较小阻力的途径。

2.1.2 道氏理论

道氏理论起源于美国新闻记者查尔斯·亨利·道的一篇社论。在技术分析领域，道氏理论是所有市场技术分析的基石，其核心目标是研究市场的趋势，认为基本趋势一旦确定下来就会一直持续，直到遇到各种因素的影响才会发生方向的改变。而且其理论思想虽然不能具体预测未来趋势的方向，但是在一定的范围内可以提供投资者比较可能的发展趋势。

根据道氏理论的继承者罗伯特·雷亚的看法，此理论的成立主要基于以下三个假设条件：

假设一：道氏理论是一种反映市场客观规律的系统性工具，它不以投资者的主观臆断为基础。

道氏理论认为市场价格走势具有内在规律，投资者应顺应这种自然规律，而不是以自主决策的方式使用道氏理论进行价格走势的预测，市场中多数投资者以自己的主观判断进行投资，并没有通过盘面所呈现出的数据进行客观的价格走势分析，这也是大多投资者出现亏损的主要原因。

假设二：人为操纵无法使市场的价格走势发生根本性的改变。

道氏理论将市场趋势大致分为三类：主要趋势、次要趋势和短期趋势，也许市场中出于某种原因会因为人为操纵而改变短期趋势，偶尔甚至会影响到次要趋势，但市场的主要趋势是无法被操纵或被改变的。

假设三：市场的平均指数走势包含以及消化了一切信息。

行情指数价格的波动中反映了所有对金融事务有所了解的人士的信息。比如知识、希望、已知消息和内幕消息等。也正是因为如此，市场对于未来事件的预期也有非常迅速且敏感的反映。

基于上述假设，道氏理论的内容主要体现在以下几个方面：

第一，在识别趋势反转时，成交量往往起非常重要的作用。

第二，收盘价对信息的反映最为全面。

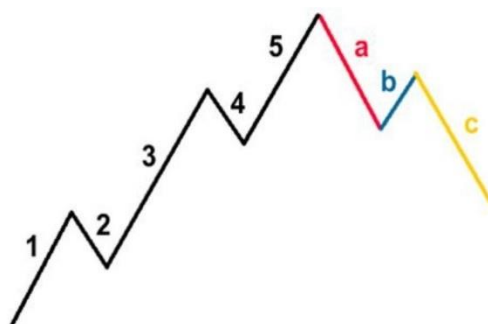
第三，永远可以将市场划分为三种波动趋势：主要趋势、次要趋势及短期趋

势。其中长期趋势最重要，会持续数月甚至数年之久，短期趋势相对来说最难把握。

2.1.3 艾略特波浪理论

艾略特波浪理论不同于道氏理论的宏观定性分析，而是从微观层面出发定量地划分趋势类别。并且道氏理论是用时间划分趋势类别，而艾略特波浪理论是从形态划分趋势类别。美国证券分析师艾略特利用道琼斯工业指数作为研究工具，提炼出 8 浪循环的周期形态，用来预测趋势的变化，如图 2.1。

图 2.1 艾略特波浪图



波浪理论的特点是将价格波动的波浪形态划分为推动浪 1、2、3、4、5（与主要趋势一致）和调整浪 a、b、c（与主要趋势相反）。波浪不会由于时间的长短而发生形态本质上的改变，波浪的形态可发生长短幅度的变化，但基本形态不会发生变化。

波浪理论在设计交易策略时有以下要点：

在第 1 浪时试探仓位，如果是风险偏好者可在第 2 浪中间段时减仓。在第 3 浪时，如果价格突破第 1 浪时建多仓或加仓。在第 4 浪时，当价格趋于底部或与第 1 浪顶部接近时加仓。在第 5 浪时往往会出现指标顶背离的情况，此时即可抛出。接着当出现 a 浪时要及时清仓，当出现 b 浪时还未清仓，则在 c 浪阶段需及时止损。

2.2 程序化交易策略设计前期准备

2.2.1 选择程序化交易设计平台

国内程序化交易平台使用较多的有文华财经、开拓者（TB）、金字塔决策交易系统、Multi Charts（MC）等。TB 在国内市场占有率仅次于文华财经，依托于其稳点的开发环境和测试平台，特别适合金融工程专业人士开发高级自动交易策略。其使用 C 语言进行编程，灵活度很高，但交易费用过高，每手交易都按交易

所手续费的 25%收取，普通投资者往往很难接受。

金字塔决策交易系统中函数丰富，很容易将自己的各种思路实现程序化。但其发展起步较晚，操作界面不太友好，而且国内使用率也较低，同时策略编写和系统测试很不人性化。

MC 平台刚进中国不久，凭借国外的实力给人不错的印象，但由于完全是国外的程序化交易平台，所以不太符合投资者的需求，虽然其内核和编辑界面正在本土化，但需要改变的地方也很多，而且其有着漏洞多、交易费用高的劣势。

笔者采用的文华财经在国内程序化交易领域的使用率占据首位，其使用自主开发的“**My 语言**”进行积木式编程，内含非常丰富的函数，界面友好而且交易费用较低，对于普通投资者以及基础编程者容易上手。

2.2.2 程序化交易策略评价指标

设计程序化交易策略后，需要进行测试、验证此交易策略是否可行，具体评价指标主要有以下几类：

第一类：评价盈利能力方面的指标：总盈利、盈利率、年化复利收益率等。

总盈利即利润的总和，是最为直观的指标之一。盈利率中的盈利是扣除所有交易成本后的净利润，资金量是分配的初始资金，盈利率也包含多头盈利率与空头盈利率，是程序化交易策略最为重要的参考指标之一。此处的年化复利收益中，每年收益与亏损额均加入下一年的交易本金中继续交易。

第二类：评价稳定性的指标：包括胜率、盈利因子等。

胜率即成功获利的交易次数与交易总次数之比。胜率越高表示获利次数越多，最终盈利的可能性越大。但胜率低的就不一定是差的策略，比如非常著名的海龟交易策略，其胜率虽低于 50%，但最终收益表现却很优秀，原因在于它是一种长期性的趋势型策略，短期可能发生很多震荡中的失败交易，但大趋势一旦形成，其所带来的收益往往会弥补甚至超出震荡区间中多次失败交易的损失。盈利因子则是总盈利与总亏损的比值，它表示每赚取一元所需要承担的风险对应的期望产生的获利，此值应至少大于 1，否则系统会长期亏损。

第三类：评价风险的指标：权益最大回撤比、夏普比率等。

权益最大回撤比是指权益的最大回撤与权益最大回撤时的最大权益比值的最大值。它是整个交易过程中出现的最严重的一次资金回落情况，爆仓、强平的风险往往就是在此阶段发生。

夏普比率=收益率/夏普方差，即：

$$SharpeRatio = [E(R_p) - R_f] / \sigma_p \quad (\text{式 2-1})$$

式 2-1 中 $E(R_p)$ 为投资组合预期收益率, R_f 为无风险利率, σ_p 为夏普方差。

夏普比率表明每单位绝对风险所获得的风险溢价。此值越大, 表明风险回报率越高, 设计策略的稳定性、有效性越强。如果夏普比率为负, 那么风险依旧要承受, 收益却低于无风险收益, 倒不如存银行, 此时交易策略没有交易价值。

2.2.3 程序化交易策略设计流程

设计一个完整的程序化交易策略必须具备最重要的两个条件: 逻辑的有效性与完整性、历史数据的准确性与全面性。其中历史数据需要一个完整的交易周期, 在此周期内进行数据的统计与汇总, 分析数据的行走规律, 以此规律确定最优且合适的交易逻辑的设计规划。

交易逻辑的设计与安排是设计程序化交易策略的核心, 其中稳定性与安全性是设计策略的根本与前提, 始终贯穿于整个程序化交易策略中, 使其在保证稳定性与安全性的前提下获取最大收益。一个完整的程序化交易策略需要以下步骤来完成, 如图 2.2。

第一步: 选择交易市场。交易市场需要有成交量大、品种多、认可度高等特点。

第二步: 构建交易思想。即确定使用哪些趋势型指标以及怎样识别有利的进出场时机; 确定怎样安排适宜的资金入市比例, 即头寸的设定; 确定怎样进行有利的加减仓操作以及策略的整体风险如何控制。

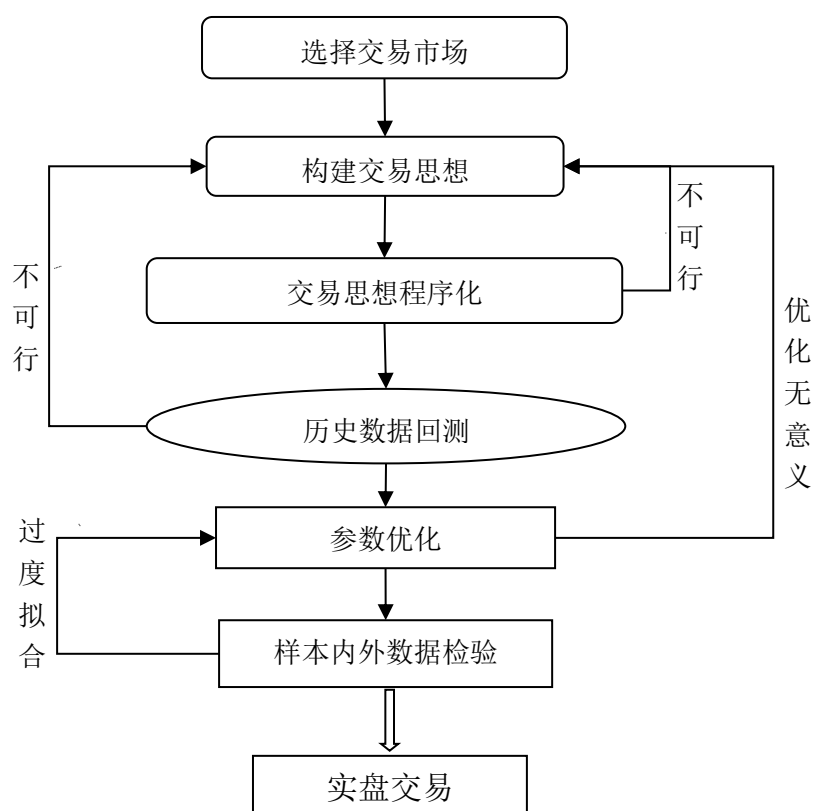
第三步: 将交易思想进行程序化。此步骤是将前一步的交易思想在具体的编程平台进行实现。

第四步: 程序化交易策略测试。通过对历史数据的回测来验证策略的盈利能力、稳定性以及抗风险能力等。

第五步: 对程序化交易策略进行优化与改进。优化参数时通过遗传算法以及枚举算法进行, 而且在优化后有必要通过内外样本数据检测是否出现了过度拟合问题。

第六步: 用程序化交易策略进行实盘交易。这是程序化交易策略设计的最后一步, 也是检验程序化交易策略是否正真有效的最后一关。

图 2.2 程序化交易策略设计流程图



2.3 现有程序化交易策略分析

2.3.1 程序化交易策略的分类与概述

程序化交易策略的种类五花八门，从技术分析层面以及交易的基本理念上可以大致分为以下几种：

1. 依据价格走势进行交易的策略。这类策略主要以开仓后价位的同方向变化为主，其在市场中的胜率也较高，以致于更多的投资者使用它。但是此类策略缺点也非常明显，即交易者永远不能在最高价附近卖出或在最低价附近买入。

2. 基于移动平均线进行交易的策略。在上涨或下跌行情交替时，移动平均线和价格会发生上下交叉等情况，此时两种交叉点即为买卖点。此种策略的使用率和认可度也非常高，本文也将使用到此种交易策略思路。

3. 突破型的交易策略。此类型的策略简单且好用，当在某个设定的区间内突破新高或新低时进行交易。本文在多空加仓时也用到了此类交易策略思路。

4. 通道类交易策略。再通道内交易是指依据上阻力线和下支撑线确定交易趋势。此类型的交易策略对于横盘类行情比较有用，但对于趋势行情作用不大。

2.3.2 现有程序化交易策略存在的问题

本文将要使用的 MACD、DMI 等指标在市场中的使用率非常高，但众多投资者用其进行投资的盈利率却很低，主要原因在于所有策略指标都具有滞后性的共性，这是无法进行优化或者改变的，除非能预测未来。其次是可以进行改变以及优化的策略时效性，当同一指标策略的使用趋于大众化时，此策略就无法在市场中获取超额收益，除非进行适宜的优化或改变指标的使用方法。以下将列出在本文设计策略前存在的问题：

2.3.2.1 使用单一指标设计策略效果不佳

使用单一的指标进行趋势预测或实盘交易往往会不尽人意。本文选择郑商所同期持仓量排名前五的品种对单一的 MACD、DMI、波动率指标进行系统回测验证，甚至对 MACD 结合 DMI 指标的原始策略进行验证，结果如下：

表 2.1 使用单一指标策略检验结果

	品种/指标	盈利率	盈利因子	胜率	夏普比率	权益最大回撤比
MACD	PTA	2.26%	1.28	32.29%	-7.56	3.63%
	郑醇	1.69%	1.20	36.26%	-8.59	1.98%
	白糖	-0.05%	1.00	37.78%	-10.65	2.77%
	玻璃	-1.74%	0.78	38.30%	-22.35	3.08%
	菜粕	-0.57%	0.92	39.18%	-21.54	1.77%
DMI	PTA	-2.78%	0.74	47.37%	-19.04	5.27%
	郑醇	-0.04%	1.00	50.00%	-12.03	2.74%
	白糖	1.03%	1.09	49.56%	-9.79	3.61%
	玻璃	1.34	1.20	44.44%	-15.97	1.37%
	菜粕	-0.43	0.94	45.30%	-22.22	1.59%
波动率	PTA	2.83%	6.31	61.54%	-4.46	1.39%
	郑醇	6.03%	3.86	70.37%	-1.35	1.55%
	白糖	-1.71%	0.73	33.33%	-5.46	5.02%
	玻璃	-0.99%	0.62	63.16%	-9.79	2.89%
	菜粕	0.16%	1.08	60.00%	-12.47	1.92%

资料来源：文华财经交易平台回测整理所得

表 2.1 根据单一原始指标策略经文华财经平台回测得出，测试区间为 2015 年 1 月 1 日至 2020 年 1 月 1 日，其程序化交易策略思路是以金叉死叉为买卖点。初始资金分配量设为 50 万，加入一开一平过滤机制进行交易，按滑点为 2、手

续费为 3%进行回测。

本次回测主要目的为大致反映出这些原始指标策略在单一使用时暴露出的问题，从表 2.1 中不难得出：只有波动率指标在单一使用时表现略好，但是它的夏普比率仍然不能接受，不适合以此进行投资，而且此指标只适于判断大趋势，整个交易信号发出较少，这也正是胜率较高的原因。但是 MACD 和 DMI 指标在单一使用时并没有表现出任何优势，超低的夏普比率以及胜率完全体现出在程序化交易时指标识别信号的混乱性，笔者以此推测出使用单一的指标在如今的期货市场中几乎处于“无效”状态。

2.3.2.2 程序化交易策略易出现过度拟合

程序化交易策略最重要的一个问题是在设计策略时可能出现过度拟合。过度拟合是指为了使回测数据更加可观，从而在模型优化时不断拟合策略参数到历史数据中，出现的结果是回测效果良好，但在实盘时的表现却不尽人意。

过度拟合问题一般出现在后期优化过程中，通常使用遗传算法和枚举算法进行参数的优化。遗传算法相对于枚举算法耗时较短，其在临近范围内选出最优的数据，其具有稳健性强、具备多样化以及计算并行度高的优点，而且其结果易表达、非黑箱、易纠错。枚举算法是指在大范围内一一列出数据，通过分析对比选出最优数据，此算法耗时耗机器，通常一个较小的优化问题就需要电脑计算几到十几小时或更久，但枚举算法计算出的参数结果表现出色，以致于被更多人使用。

笔者在本文后续章节中将通过样本内外数据进行对比，展开深入测试，验证设计的策略是否存在过度拟合问题。

2.3.3 程序化交易策略的改进依据

本文针对以上存在的问题提出了自己的改进方案：

1. 以趋势为主震荡为辅构建组合策略。以 MACD 结合波动率指标抓住主要进场大方向，以 DMI 指标以及资金管理策略为辅，在大趋势中把握住任何有利的小波动机会，使得策略更加有效。

2. 从概率论角度来讲，组合指标的使用结合资金管理进行细节过滤，充分扩大了风险接受面，使得程序化交易模型发生系统性风险的概率显著降低，而且以浮动型的资金比例入市配合限价止损及追踪止盈的方式，使得交易策略合理地分配仓位、优化交易权重。

3. 从程序化交易发展趋势来讲，资金管理策略在指标类交易策略中是必不可少的一部分。虽然统计型函数以及未来函数将会被投资者广泛使用，但指标类交易策略在市场中的使用率依旧会保持较高的水平。

3 程序化交易策略设计

3.1 选择程序化交易策略适用范围及实施对象

3.1.1 针对特定市场设计程序化交易策略

在设计程序化交易策略前，首先应选择特定的交易市场，因为不同的市场都有自己的交易机制以及运行特点，如股票市场与期货市场，虽然都有投机、套利和保值的功能，但其交易规则、交易方式及手段等不尽相同。那么设计的交易策略也不可共用。

本文首先选择将我国期货市场作为交易策略的实施对象，针对我国期货市场的交易机制，设计出适用且合规的交易策略。其次，由于期货市场具有较高的灵活性、流动性与操作性，更适合程序化交易策略的实现。最后，为了更具体地进行设计和研究，本文选择以商品期货作为交易对象。商品期货的保证金一般低于股指期货，而且入市资金门槛较低，适用的投资者范围更广。对于股指期货而言，一般要达到 50 万以上才能进行交易，其入市门槛较高，而且股市本身就是反应上市公司的变化情况，人为因素较多，在此基础上建立的股指期货具有较高的不确定性，但商品期货人为干扰因素相对减少，加之有现货双方的参与，因此更为理性，而且商品期货价格波动往往具有规律性、周期性、季节性等特点，对于趋势型交易策略的设计更为有益。

3.1.2 样本总容量的筛选

一个优秀的程序化交易策略首先应具有较强的获利性、稳定性与普适性，其中获利性与稳定性是设计策略的初衷以及保障，在此不过多赘述。其次就是程序化交易策略应具有普适性即推广性，这就反推出设计以及检验交易策略时选择的对象不可单一，因为当过度研究某一单一品种的历史数据时，所设计出的程序化交易策略只会对其历史数据有效。

本文以整个样本数据作为设计和测试的主要对象，试图通过大量的品种来验证策略的有效性以及普适性。

本文在筛选总样本时，以所有上市商品期货为筛选对象，但不试图主观选择所属交易所种类以及商品期货种类，而是选择了两种筛选方法：首先是以上市时间为依据，因为需要对交易品种进行样本区间内的历史数据回测，所以上市时间要在测试周期之前，故至少需在 2014 年之前上市的品种（本文测试周期设置为内外样本至少各 3 年，2014 年至 2020 年），才能保证数据的充分性。其次是将

持仓合约数量即持仓量超过 20 万的品种优选出来，因为其规模较大且不易操纵。按以上要求初步筛选结果见表 3.1。

表 3.1 初步筛选的样本总容量

合约	交易单位	手续费	保证金	上市日期
沪铝	5（吨/手，元/点）	12 元/手	16.00%	1994.10.07
沪铜	5（吨/手，元/点）	成交额的万分之 2	16.00%	1996.04.02
橡胶	10（吨/手，元/点）	成交额的万分之 1.8	14.00%	1997.04.14
豆粕	10（吨/手，元/点）	6 元/手	13.00%	2000.07.17
郑棉	5（吨/手，元/点）	12.7 元/手	13.00%	2004.06.01
玉米	10（吨/手，元/点）	4.8 元/手	10.00%	2004.09.22
白糖	10（吨/手，元/点）	12 元/手	12.00%	2006.01.06
豆油	10（吨/手，元/点）	10 元/手	13.00%	2006.01.09
PTA	5（吨/手，元/点）	12 元/手	15.00%	2006.12.18
沪锌	5（吨/手，元/点）	12 元/手	16.00%	2007.03.26
沪金	1000 克/手	40 元/手	14.00%	2007.06.06
塑料	5（吨/手，元/点）	8 元/手	16.00%	2007.07.31
郑油	10（吨/手，元/点）	8 元/手	11.00%	2008.01.09
螺纹	10（吨/手，元/点）	成交额的万分之 4	14.00%	2009.03.27
PVC	5（吨/手，元/点）	8 元/手	15.00%	2009.05.25
焦炭	100（吨/手，元/点）	成交额的万分之 2.4	16.00%	2011.04.15
郑醇	10（吨/手，元/点）	8 元/手	14.00%	2011.10.28
沪银	15 千克/手	成交额的万分之 2	17.00%	2012.05.10
菜粕	10（吨/手，元/点）	6 元/手	12.00%	2012.12.28
郑煤	100（吨/手，元/点）	16 元/手	11.00%	2013.09.26
沥青	10（吨/手，元/点）	成交额的万分之 4	17.00%	2013.10.09
铁矿	100（吨/手，元/点）	成交额的万分之 4	18.00%	2013.10.18
PP	5（吨/手，元/点）	成交额的万分之 2.4	16.00%	2014.02.28
锰硅	5（吨/手，元/点）	12 元/手	14.00%	2014.08.18

资料来源：个人整理汇总

初步筛选的样本总容量将在程序化交易策略设计后进行进一步优化筛选，将不适宜的品种直接放弃（区间盘整、开盘跳空、行情不连续等不适宜程序化交易的品种），不再加以优化及建模，以充分保证交易策略的测试和验证更加明显。

3.1.3 样本类型划分及标准设定

将上节选出的初步总样本进行样本内外的划分。由于考虑到在后期要进行回测并检验参数是否出现过度拟合问题，在设定划分规则时，以时间区间将品种进行划分。

每个品种都包含于样本外及样本内，数据节点按中间值进行认定。在此，考虑到数据周期有限，本文将样本内外数据各划分为 3 年，即将 2014 年至 2017 年设定为一个时间周期，定义为样本内数据，将 2017 年至 2020 年设定为另一个时间周期，定义为样本外数据。

在程序化交易策略设计之后，以盈利性、稳定性、普适性三方面为主，综合验证总样本数据在各方面的表现是否良好，程序化交易策略的设计是否合理、可行。之后通过对比内外样本数据以及通过计算判定系数的方式检验参数是否出现过度拟合现象。

3.2 程序化交易策略分步设计

3.2.1 基于 MACD 结合波动率的择时开仓策略设计

3.2.1.1 MACD 指标原理及策略设计

异同移动平均线（MACD）是根据均线的构造原理，对股票价格的收盘价进行平滑处理，求出算术平均值以后再进行计算，是一种趋向类指标。MACD 主要由离差值（DIF）和异同平均数（DEA）两部分计算得出：

$$EMA_t = \alpha EMA_t + (1 - \alpha) EMA_{t-1} \quad (\text{式 3-1})$$

$$DIF_t = EMA_n - EMA_m \quad (\text{式 3-2})$$

$$DEA_t = DEA_{t-1} + \alpha(DIF_t - DEA_{t-1}) \quad (\text{式 3-3})$$

$$MACD_t = DIF_t - DEA_t \quad (\text{式 3-4})$$

DIF 是由平滑移动平均线（EMA）的快线减去慢线（默认快线为 12 日的 EMA，慢线为 26 日的 EMA）计算得出。DEA 是用 DIF 的 n 日（默认为 9 日）指数平滑移动平均线计算得出，即 DEA 是 DIF 的 n 周期的平滑移动平均线， α 为平滑指数，一般取值 $2/(n+1)$ ，最后通过求差值得出 MACD 柱。

笔者以趋势为主的设计理念出发，将 MACD 作为判断进出场信号的核心指标，而其中以计算得出的 DIF 和 DEA 两线的上下交叉点作为交易信号。在此操作中，由于单边趋势一般具有较长的周期性，故此类指标的交易手段以低频交易为主，

具体设计理念如下：

首先进行 MACD 指标的定义，分别计算出快线 EMA 以及慢线 EMA，差值即为 DIFF。其次，计算 DIFF 的 M 个周期指数平滑移动平均线 DEA。最后的交易信号由 DIFF 与 DEA 进行金叉死叉反手操作。具体设计如下：

DIFF:EMA (CLOSE, SHORT) -EMA (CLOSE, LONG)

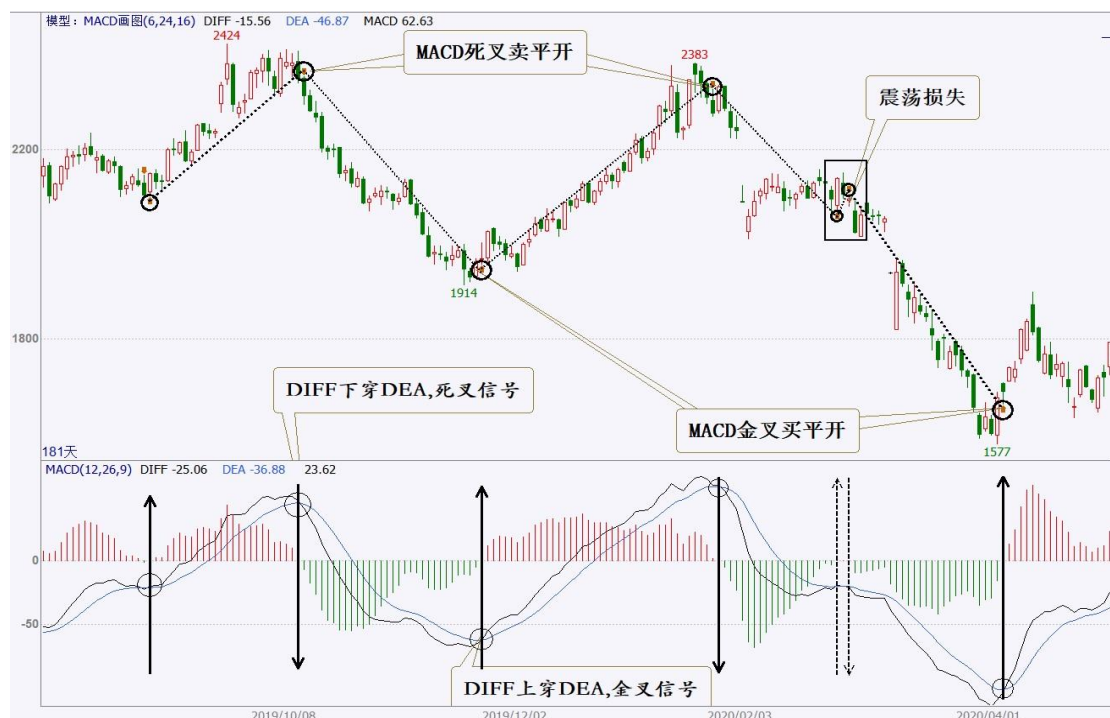
DEA:EMA (DIFF, M)

CROSSUP (DIFF, DEA)，BPK

CROSSDOWN (DIFF, DEA)，SPK

交易原理：DIFF 上穿 DEA 时，发出多头开仓交易信号，相反，DIFF 下穿 DEA 时，策略发出空头开仓信号。但在本文使用反手操作，即在看多时先平空仓再买多仓，在看空时先平多仓再买空仓。具体示意如图 3.1：

图 3.1 MACD 择时开仓策略示意图



图片来源：文华财经交易平台编辑所得

3.2.1.2 波动率指标原理及策略设计

为了对价格运行的趋势加以确认，可以基于波动率来构建相应的趋势突破技术系统。度量波动率的指标很多，一般常见的波动率测度指标有四种类型：通过最高价和最低价衍生得到的价格波动区间、价格围绕趋势线的分散程度、历史波动率以及由期权定价反推出来的隐含波动率。本文使用历史波动率指标，具体计算方式如下：

首先对于每个时间段，求出该时间段末的股价与该时段初的股价之比的自然

对数 XI；其次计算 XI 在 N 个交易日的标准差 Y，一般按每年有多少个交易日进行计算，通常取 250 日为初始默认周期，然后接着求出周期 N 的平方根 T，最后与标准差相乘得出波动率曲线。具体计算如下：

$$XI:=LN(CLOSE/REF(CLOSE,1));$$

$$Y:=STD(XI,N);$$

$$T:=SQRT(N);$$

$$VIX:=Y*T;$$

由于本文以设计趋势交易策略为方向，即在设定波动率时按趋势型交易理念为主，在适应 MACD 指标的前提下加入波动率指标共同判断交易信号。通过已往的经验数据以及研究发现波动率曲线与市场价格曲线呈现负相关，并以此作为设计理念，具体示意如图 3.2 所示。

图 3.2 波动率与价格指数的负相关性



图片来源：文华财经交易平台编辑所得

在策略设计时，笔者将此波动率曲线划分为短期（5 日）与长期（50 日）波动率移动平均曲线，以此进行交易信号的设计。具体设计如下：

$$5\text{ 日 }VIX:=MA(VIX,5);$$

$$50\text{ 日 }VIX:=MA(VIX,50);$$

$$CROSSDOWN(5\text{ 日 }VIX,50\text{ 日 }VIX);$$

$$CROSSUP(5\text{ 日 }VIX,50\text{ 日 }VIX);$$

交易原理：在确定好波动率曲线的长短周期均值后，长短期两条曲线在金叉或死叉产生后发出交易信号，但此时需要加入 MACD 指标共同决定是否交易，两

种指标中只要符合其中一个条件就发生交易，具体交易信号如下：

3.2.2 基于 DMI 指标的清仓策略设计

DMI 指标又叫动向指标或趋向指标，是通过分析股票价格在涨跌过程中买卖双方力量均衡点的变化情况，即多空双方力量的变化受价格波动的影响而发生由均衡到失衡的循环过程，从而提供对趋势判断依据的一种技术指标。它涉及到 DM、TR（真实波幅）、DX（每日的动向值）等几个计算指标和 +DI（n 日内的上升指标）、-DI（n 日内的下降指标）、ADX（n 日内的平均动向值）和 ADXR（评估数值）等 4 个研判指标的运算。

本文并不使用 DMI 指标用于进场择时的判断，而主要设计针对减仓甚至仓清的信号。笔者通过研究以及在文华财经平台上的不断实测，发现将 DMI 指标中的动向平均数 ADX 指标应运于减仓或者清仓的条件下，其对多空博弈的反应速度非常灵敏，一旦空头出现劣势状况而且达到警戒线，那么指标会快速生成信号，从而准确且迅速地把握仓位的安全，避免出现爆仓的可能。

其缺点也相对于优点而言，如果信号太敏感，又会导致频繁的出场造成的手续费及滑点等一系列的成本增加，出于此原因，笔者将 ADX 指标与 MACD 指标结合，并且通过对 ADX 指标再次进行 3 日平均线的设计，使之成为相对灵敏且成本较低的出场策略，本策略主要使用 DMI 指标中的中的 ADX 进行交易信号的判定，那么在计算 ADX 时，先算出真实波幅 TR，通过 TR 分别求出 n 日内的上升指标与下降指标，之后算出 n 日内的平均动向值 ADX。计算步骤如下：

```
TR:=SUM(MAX(MAX(HIGH-LOW,ABS(LOW-REF(CLOSE,1))),ABS(LOW-REF(CLOSE,1)))),N);
```

```
HD:=HIGH-REF(HIGH,1);
```

```
LD:=REF(LOW,1)-LOW;
```

```
DMP:=SUM(IFELSE(HD>0 && HD>LD,HD,0),N);
```

```
DMM:=SUM(IFELSE(LD>0 && LD>HD,LD,0),N);
```

```
PDI:=DMP*100/TR;
```

```
MDI:=DMM*100/TR;
```

```
ADX:=MA(ABS(MDI-PDI)/(MDI+PDI)*100,M);
```

交易信号原理如下：

原理一，如果 ADX 小于三日内 ADX 均值且同时满足 MACD 小于三日的 MACD 均值，此时进行卖平交易。

原理二，如果 ADX 大于三日内 ADX 均值且同时满足 MACD 大于三日的 MACD 均值，此时进行买平交易。

原理三，如果 ADX 下穿 5 日 ADX 均值，此时及时发出平仓交易信号。

信号指标设计如下：

$ADX < MA(ADX, 3) \ \&\& \ MACD < MA(MACD, 3), SP;$

$ADX > MA(ADX, 3) \ \&\& \ MACD > MA(MACD, 3), BP;$

$CROSSSDOWN(ADX, MA(ADX, 5)), CLOSEOUT;$

图 3.3 DMI 指标策略设计原理示意图



图片来源：文华财经交易平台编辑所得

3.2.3 资金管理策略设计

资金管理即按照一定的原则进行资金的计划、分配和利用，以此来降低风险、提高收益的一种策略，主要包括头寸管理、风险控制以及投资组合三大部分。本文中对于资金管理策略的设计主要包括资金头寸的设计、加减仓位的设计以及止盈止损策略设计三大部分，本部分是设计程序化交易策略的关键，决定整个策略的稳定性及风险性，具体设计如下：

3.2.3.1 头寸设计

根据资金管理的相关理论可知非等价鞅策略优于等价鞅策略，故在设计交易头寸时采取了浮动资金比例的入市方式进行交易。由于笔者在策略设计之初就秉承着平仓交易、快进快出的理念，所以根据真实波幅 TR 以及价格波动性指标 ATR 来确定入市资金比例，

设计原理：浮动手数设计。依据前人的经验及本人实践测试，在本文中将其具体的头寸比例设计为较小的 0.3%，即每一笔交易需要开仓或加仓时，首先自动计算出当前账户资金权益总额，再根据权益总额的 0.3% 比上实际波动单位的点数，实时计算下单手数，即：

ATR:=MA (TR, 30) ;

TC:=INTPART(((MONEYREAL*0.003)/(UNIT*ATR)));

3.2.3.2 加减仓策略设计

加减仓在整个交易策略中起到优化效益的作用，使交易策略赚多赔少，尽可能最大化地规避损失、提高收益。

1. 突破加减仓策略

突破加减仓策略旨在设定一个动态价格上下限，当实时价格触碰设定的多头条件或空头条件时，及时加减仓争取最大收益。在计算时，首先求出 10 日以及 30 日的高点平滑均线、开收盘差价基点，再计算出 50 根 K 线周期内最高价与最低价、收盘价大于前一天的最高点与收盘价小于前一天的最低点。具体设计如下：

MA10:EMA (HIGH, 10); MA30:EMA (HIGH, 20) ;

NUUP: (CLOSE-OPEN)/MINPRICE;

NUDOWN: (OPEN-CLOSE)/MINPRICE;

HH:HHV (H, 50); LL:LLV (L, 50);

BK001:=CLOSE>REF (HH, 1);

SK001:=CLOSE<REF (LL, 1);

设计原理：

原理一：当 10 日均线大于 30 日均线且同时满足收盘差价基点大于 100 时，进行先买平再买开。相反，当 10 日均线小于 30 日均线且同时满足开盘差价基点大于 100 时，进行先卖平再卖开。

原理二：当收盘价大于买开时价格的 20 个基点，并且此时 DIFF 的值大于 0，同时要满足收盘价要突破前一 K 线的最高点，在同时满足这三种条件的基础上进行买开操作。反之，当收盘价小于买开时价格的 20 个基点，并且此时 DIFF 的值小于 0，同时要满足收盘价突破前一 K 线的最底点，才能进行卖开操作。

原理三：在原理二进行判断交易之前，首先必须要判断是否上一笔交易满足同向操作，若是则正常交易，若不是则跳过次交易信号。具体如下：

MA10>MA30 && NUUP>100, BPK;

MA10<MA30 && NUDOWN>100;SPK;

A1:=(C>BKPRICE+20*MINPRICE) && DIFF>0&&BK001;

B1:=(C<BKPRICE-20*MINPRICE) && DIFF<0&&SK001;

A1 && ISLASTBPK, BK;

B1 && ISLASTSPK, SK;

2. MACD 加仓策略

通过对 MACD 指标进行实盘检验分析,以 MACD 突破 3 日内的最低点或最高点为主,结合 10 日、30 日均线的交叉信号,构造出配合主策略运行的加仓策略:

设计原理:

原理一,当 MACD 的值小于 0 且不小于前 3 个交易日内 MACD 的最低点,同时要满足 10 日均线上穿 30 日均线形成金叉,此时进行买平再买开的反手操作。

原理二:当 MACD 的值大于 0 且不大于前 3 个交易日内 MACD 的最高点,同时要满足 10 日均线下穿 30 日均线形成死叉,此时进行卖平再卖开的反手操作,具体如下:

JDC1:=MACD<0 && MACD>=LLV(MACD, 3);

JDC2:=CROSSUP(MA10, MA30);

JDC1 && JDC2, BPK;

JKC1:=MACD>0 && MACD<=HHV(MACD, 3);

JKC2:=CROSSDOWN(MA10, MA30);

JKC1 && JKC2, SPK;

3.2.3.3 限价止损和追踪止盈的策略设计

本文在止损策略设计方面采用限价止损方法,能够在一定程度上严格控制资金的最大损失,而在止盈策略设计时则采用追踪止盈法,这是一种动态止盈的方法,止盈价位会随着盈利的增加而变化:

设计原理:

原理一:在止损方面,限价止损的含义是设置固定的价位,达到预设亏损价位幅度时立即执行止损操作。在此处将买开后价位下跌 50 个基点后立即止损,在卖开后价位上升 50 个基点后立即止损。

原理二:在止盈方面,本文采用的追踪止盈法与限价止盈不同,止盈点随着价位的上升与下降时刻进行变动,若买开后价格上升 50 个基点,则止盈点同时上升 50 个基点位,卖开则同理,具体设计如下:

1. 多仓止损止盈条件(满足其一即发出信号):

(1) C<BKPRICE-50*MINPRICE;

(2) C>BKPRICE && C<BKHIGH-50*MINPRIC;

2. 空仓止损止盈条件(满足其一即发出信号):

(1) C>BKPRICE+50*MINPRICE ;

(2) C<BKPRICE && C>BKLOW+50*MINPRICE;

4 程序化交易策略参数的整体优化与拟合测试

在程序化交易策略设计之后必须要结合实时数据走势进行策略的不断更新与优化，才能保证策略具有时效性并且可以进一步发现策略的问题与不足。在优化策略时，虽然可以通过遗传算法和枚举算法进行参数的优化与不断改进，但是前提是要保证参数不被过度拟合。

对于上述问题，本文采取对样本进行内外期限划分的方式，通过优化前与优化后进行数据的评价汇总，检验数据是否出现了过度拟合现象，以此来验证策略是否具有可行性。

4.1 最终样本筛选及参数优化

4.1.1 优选测试样本

通过对表 3.1 中所选取的初始样本进行整体优化，在不通过主观断定的基础上，以夏普比率作为参考依据，选择出具有代表性和参考价值的优选品种。在优化时为了方便数据汇总，将初始资金统一设置为 100 万元，由于设置了每笔开仓资金入市头寸，初始资金规模只是作为资金上线的依据，并不会实际完全的投入。将保证金统一设置为 10%，手续费设置为 5‰（对于固定收取手续费的品种，将按现价乘以万分之 5 进行计算，并取整），滑点统一设置为一个最低价格波动单位，并按初始参数进行测试，如表 4.1 所示。

表 4.1 指标初始默认参数值

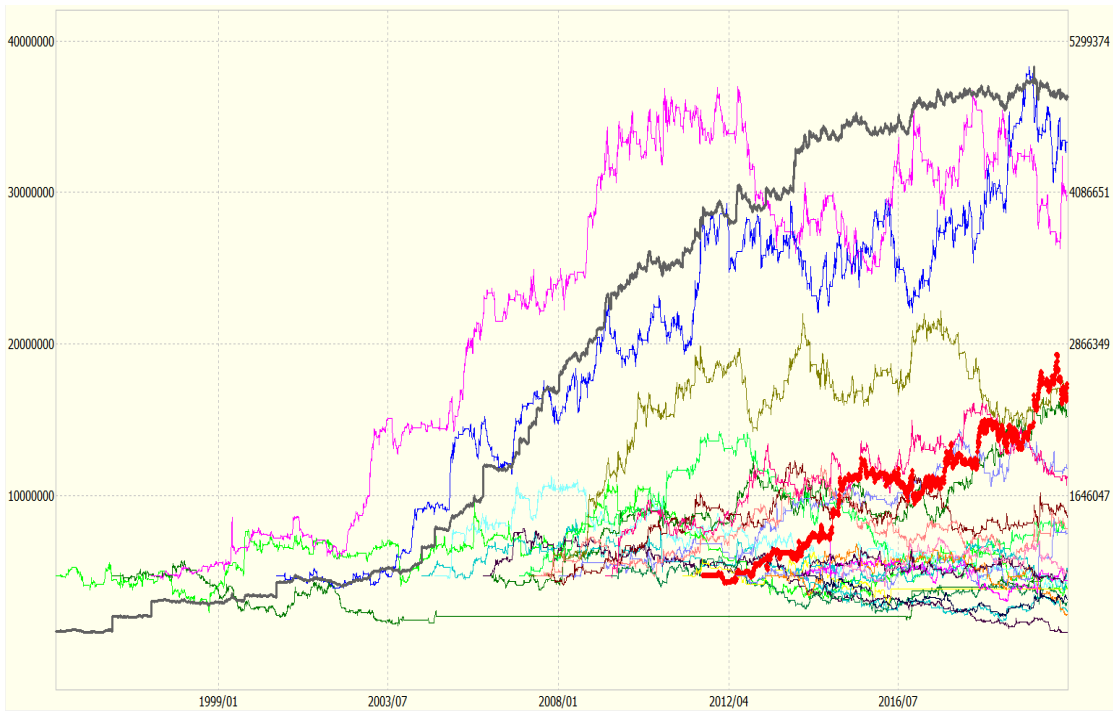
参数名	最小值	最大值	缺省值	说明
SHORT	1	30	12	MACD 初始周期指标
LONG	1	50	26	
M	1	50	9	
K1	1	100	14	DMI 初始周期指标
K2	1	30	6	
N	1	250	250	波动率计算周期

资料来源：文华财经交易平台整理所得

对于设定的指标以初始参数为依据进行品种筛选。由于某些品种的断崖式跳空或高开使得模型不稳定，以及品种的走势单一或波动性小，使得交易策略频繁发出交易信号，成本损耗过大等原因造成回测效果不佳。所以本文采用回测指标

中的资金最终权益变化、夏普比率、最大回撤比率三个关键指标以及模型打分法进行综合判断，优先考虑夏普比率较高的品种，将不适宜此类趋势型指标的品种进行淘汰。通过对上文 24 个海选样本使用笔者编制的趋势策略进行组合检验，并使用原始参数得出汇总结果（每个品种按各自上市日期开始计算，截至计算日期为样本节点 2020 年 12 月 1 日），如图 4.1 所示。

图 4.1 24 种初选品种组合测试权益图



图片来源：文华财经交易平台组合回测所得

表 4.2 初始样本夏普比率汇总（2014.12.1—2020.12.1）

初始测试样本（夏普比率）		
沪铝指数（-1.08）	PTA 指数（-2.82）	郑醇指数（4.76）
沪铜指数（2.55）	沪锌指数（-1.21）	沪银指数（2.47）
橡胶指数（1.28）	沪金指数（1.38）	菜粕指数（-8.55）
豆粕指数（1.59）	塑料指数（-4.07）	郑煤指数（0.86）
郑棉指数（-6.48）	郑油指数（-4.48）	沥青指数（-2.19）
玉米指数（-2.60）	螺纹指数（-1.17）	铁矿指数（-2.34）
白糖指数（3.94）	PVC 指数（-2.20）	PP 指数（-5.10）
豆油指数（-10.31）	焦炭指数（-1.61）	锰硅指数（-2.66）

数据来源：文华财经程序化交易平台测试整理

通过对海选样本使用初始参数进行测试，以夏普比率作为主要参考依据，根

据优化参数的需要以及对参数优化的拟合度进行检验，剔除表 4.2 中夏普比率为负值的品种，筛选出本文所需要的最终测试品种（测试起始周期为 2014 年 12 月 1 日至 2020 年 12 月 1 日），具体如表 4.3 所示：

表 4.3 最终样本初始参数测试结果

	盈利率	夏普比率	权益最大回撤比	胜率	风险率	初始资金比例
沪铜指数	37.81%	2.55	12.66%	42.42%	8.57%	11.18%
橡胶指数	18.45%	1.28	22.24%	41.33%	3.62%	0.34%
豆粕指数	21.79%	1.59	21.55%	47.46%	13.93%	8.68%
白糖指数	39.23%	3.94	21.49%	40.31%	13.32%	7.02%
沪金指数	19.88%	1.38	19.50%	38.24%	11.51%	11.90%
郑醇指数	60.02%	4.76	18.94%	46.09%	0.89%	0.52%
沪银指数	34.73%	2.47	26.08%	35.24%	11.40%	5.12%
郑煤指数	1.81%	0.86	32.93%	40.91%	16.43%	12.53%
平均值	29.22%	2.35	21.92%	41.50%	9.96%	7.16%

数据来源：文华财经程序化交易平台测试整理

4.1.2 样本参数优化阶段

在文华财经平台优化策略参数时，通常使用遗传算法和枚举算法进行参数优化。遗传算法相对于枚举算法耗时较短，其在临近范围内选出最优数据，其具有稳健性强、具备多样化以及计算并行度高的优点，枚举算法是指在大范围内一一列出数据，通过分析对比选出最优数据，所以能达到整体优化的效果。但由于枚举算法优化度效果极高，易出现过度拟合现象，所以本文采用遗传算法进行优化。

表 4.4 最终样本优化参数测试结果

测试时间段：2014.12.01——2020.12.01					
参数名[SHORT, LONG, M, K1, K2, N] (参数说明见表 4.1)					
	优化参数值	盈利率	夏普比率	权益最大回撤比	胜率
沪铜指数	[8, 23, 10, 15, 5, 250]	90.86%	7.13	9.76%	53.95%
橡胶指数	[17, 25, 9, 14, 5, 250]	37.93%	3.61	9.96%	52.46%
豆粕指数	[10, 26, 9, 13, 6, 248]	67.72%	5.08	19.06%	51.88%

续表 4.4 最终样本优化参数测试结果

白糖指数	[11, 26, 9, 15, 6, 250]	67.84%	6.90	18.05%	40.77%
沪金指数	[20, 26, 9, 14, 6, 249]	47.37%	3.15	16.76%	49.32%
郑醇指数	[9, 25, 9, 15, 6, 250]	146.66%	10.65	11.91%	52.71%
沪银指数	[10, 28, 9, 14, 6, 250]	51.99%	4.08	23.23%	35.96%
郑煤指数	[13, 26, 9, 14, 10, 247]	153.77%	8.81	17.96%	48.18%
平均值	—	83.02%	6.18	15.84%	48.15%

数据来源：文华财经程序化交易平台测试整理

通过遗传算法进行筛选参数，按照总盈利率 50%、胜率 20%、平均盈利/平均亏损 10%、平均盈亏 10%、总交易次数 10%的权重进行优化（测试周期同表 4.3），具体优化结果如表 4.4 所示：根据遗传算法的优化结果来看，盈利率、夏普比率、权益最大回撤比以及胜率各个指标的平均值均有所改善。但是为了防止出现过度拟合历史数据的现象，需要进一步验证优化结果，可通过样本内外数据的测试来检验参数的可行性。

4.2 样本外测试结果及描述性统计

依据上文所述，样本内外数据的划分标准是按照时间段进行划分，通过对整体时间段 2014 年 12 月 1 日至 2020 年 12 月 1 日划分为两部分数据，样本外数据为 2017 年 12 月 1 日至 2020 年 12 月 1 日。

在样本外时间段内，将已经完成参数优化的交易策略（参数见表 4.4）进行测试，将测试结果进行汇总分析并简单评价，以便于与样本内数据进行对比。

表 4.5 样本外参数优化前后测试

	样本外测试时间周期：2017.12.01——2020.12.01							
	盈利率		夏普比率		权益最大回撤比		胜率	
	前	后	前	后	前	后	前	后
沪铜	31.87%	31.81%	3.72	4.36	13.48%	10.02%	51.35%	50.00%
橡胶	2.05%	0.18%	-0.49	-0.88	23.72%	17.44%	37.51%	46.15%
豆粕	16.02%	38.29%	1.86	3.79	17.48%	18.64%	51.67%	53.23%
白糖	34.26%	50.32%	5.32	7.59	8.48%	9.55%	43.75%	45.16%
沪金	9.40%	22.68%	0.87	2.91	17.22%	13.12%	32.50%	41.67%

续表 4.5 样本外参数优化前后测试

郑醇	27.44%	46.00%	3.66	6.64	13.79%	12.00%	42.03%	50.72%
沪银	16.61%	34.13%	1.46	3.48	24.19%	22.16%	33.33%	32.73%
郑煤	10.92%	30.31%	-3.47	3.95	32.13%	16.67%	39.62%	47.17%
均值	15.84%	31.79%	1.62	3.98	18.81%	14.95%	41.47%	45.85%
差值	+15.95%		+2.36		-3.86%		+4.38%	

数据来源：文华财经程序化交易平台回测整理

通过对样本外数据的优化测试，发现每项指标比优化前略有进步，尤其在盈利率方面提升比较明显，权益最大回撤比也整体下降了 3.86 个百分点，稳点性显著提高。而且在样本外测试时，所有品种交易次数平均保持在 50 次以上，测试有效力度较强。

为了能让样本外数据测试结果更加明显地反应出整体情况，本文对 8 个品种进行简单的数据统计汇总，以便于与后期的样本内数据测试结果进行拟合度对比分析。

表 4.6 样本外测试结果描述性统计

	平均值	标准差	最小值	最大值
盈利率	31.79%	0.15	0.18%	50.32%
夏普比率	3.98	2.54	-0.88	7.59
权益最大回撤比	14.95%	0.04	9.55%	22.16%
胜率	45.85%	6.41	32.73%	53.23%
信号个数	185	47.48	131	283
交易次数	52	12.65	36	69
平均资金使用率	10.77%	0.04	5.88%	18.82%
平均持仓手数	21	15.09	5	48
模型得分	45	11.32	26	60

数据来源：文华财经程序化交易平台回测整理

从表 4.6 中可以看出样本外数据重要指标的标准偏差较小，可见交易策略的稳定性较强，如夏普比率和盈利率指标的标准差较小。但是表中的平均胜率小于 50%，而盈利率却为正值，这对于日线趋势型交易策略来说结果并不相悖，因为日线趋势型交易策略的交易并不像日内高频交易那么频繁，交易次数较少，往往

在少数大趋势中的盈利率可以覆盖震荡趋势中的多次信号误判。

表中信号个数指标的标准差较高,是由于策略对各品种的不同走势的判断差异很大,故发出的信号差异较大。但是总体来说,对测试的各个品种来说,其收益和风险都处在一定的范围之内,投资选择差异不大,优化的参数整体可控。

4.3 样本内测试结果描述性统计

测试样本内数据的主要目的是与样本外数据进行横向对比,验证优化后的参数是否稳定可行,样本内数据时间周期为 2014 年 12 月 1 日至 2017 年 12 月 1 日,与样本外数据同为三年期。将优化的参数应用到各品种的样本内时间周期进行测试,结果如表 4.7 所示:

表 4.7 样本内参数优化前后测试

	样本内测试时间周期: 2014.12.01——2017.12.01							
	盈利率		夏普比率		权益最大回撤比		胜率	
	前	后	前	后	前	后	前	后
沪铜	14.73%	36.18%	0.95	3.14	10.50%	6.23%	29.41%	57.89%
橡胶	20.41%	30.10%	2.69	4.04	4.08%	5.50%	54.55%	66.67%
豆粕	7.66%	20.03%	0.64	3.53	21.84%	19.06%	43.40%	50.70%
白糖	6.82%	12.41%	0.48	1.52	18.41%	18.05%	35.48%	35.29%
沪金	19.25%	24.40%	3.32	5.01	6.43%	6.40%	55.56%	62.96%
郑醇	6.76%	63.37%	0.43	8.86	19.24%	8.57%	50.94%	55.00%
沪银	18.91%	18.74%	2.67	2.66	13.53%	17.73%	37.25%	38.98%
郑煤	40.19%	91.77%	4.28	8.89	17.16%	17.96%	39.22%	49.12%
均值	16.84%	37.13%	1.93	4.71	13.90%	12.44%	43.23%	52.08%
差值	+20.29%		+2.78		-1.46%		+8.85%	

数据来源: 文华财经程序化交易平台回测整理

通过对样本内数据周期的测试,发现经过参数优化后的策略有了一定的改善,平均收益率为 37.13%,与样本外 31.79%的平均收益率没有出现较大的差异,而且平均夏普比率相差不足 1,样本内外数据的平均权益最大回撤率的差值也维持在 3%以内,这说明在整体样本数据时间段内各评价指标表现平稳。

表 4.8 样本内测试结果描述性统计

	平均值	标准差	最小值	最大值
盈利率	37.13%	0.27	12.41%	91.77%
夏普比率	4.71	2.76	1.52	8.89
权益最大回撤比	12.44%	0.06	5.50%	19.06%
胜率	52.08%	0.11	35.29%	66.67%
信号个数	188	34.79	148	266
交易次数	47	22.21	18	71
平均资金使用率	8.51%	0.02	5.13%	12.78%
平均持仓手数	18	12.29	5	34
模型得分	48	11.43	36	63

数据来源：文华财经程序化交易平台回测整理

同样表 4.8 给出了样本内优化参数后的测试结果，包括对各项指标的平均值、标准差等数值进行统计。在表中可以看出关键指标盈利率、夏普比率、权益最大回撤比以及胜率的标准偏差都比较小，说明模型的整体表现较为稳定。

样本内数据的平均资金使用率为 8.51%，说明对于设置的初始资金 100 万运用了不到 10 万，足以说明交易头寸的设计较为严格，主要是以安全性和稳定性为前提进行策略的设计。如果交易者属于风险偏好者，那么在使用此策略时可以对交易头寸进行修改，比如在设计交易头寸时，将账户浮动资金权益的 0.3% 的比例改为更高即可，但由于期货的高杠杆性，为了稳定和安全起见，此数值不建议超出 1% 作为下单手数。

4.4 拟合程度分析

4.4.1 整体差值描述性统计

前两节通过对策略的参数进行优化，将优化前后的数据表现进行简单汇总，优化后使得在策略风险下降的同时整体的平均收益率有所上升。之后对样本内外数据进行了简单的统计汇总，得出整体优化效果在样本内外均有良好的表现，交易策略稳定可行。

表 4.9 测试数据差值统计性描述

	优化前后差值（后-前）		样本内外差值（内-外）	
	平均值	标准差	平均值	标准差
盈利率	+53.80%	+0.21	+5.34%	+0.12
夏普比率	+3.83	+1.29	+0.73	+0.22
权益最大回撤比	-6.08%	-0.01	-2.51%	+0.02
胜率	+7.65%	+0.02	+6.23%	-6.30
信号个数	+3	+0.15	+3	-12.69
交易次数	+3	+2.55	-5	+9.56
平均资金使用率	-0.17%	0	-2.26%	-0.02
平均持仓手数	+5	+4.71	-3	-2.80
模型得分	+9	+0.26	+3	-0.11

数据来源：文华财经程序化交易平台回测计算统计

表 4.9 将策略各项指标的差值进行了统计，从表中可以看出经过参数优化后的策略平均收益率整体上升了 53.80%，同时反映风险程度的指标包括夏普比率和权益最大回撤比分别上升了 3.83 和下降了 6.08%。而且在交易次数增加的同时胜率也有所上升，但也正是由于风险指标有所改善，继而对于平均资金的使用率有所限制，略有下降。从表中可以看出，虽然经过参数优化后各项指标均有所改善，但是平均标准偏差都有所上升，这说明策略对各个品种的表现差异化有所增大，其中夏普比率标准差的差值增加了 1.29，不过变化并不明显，整体可控。

通过对样本内外数据进行统计对比发现，样本内数据相对于样本外数据来说表现较好，也是由于样本内数据在 2014 年到 2017 年之间经历了较为明显的趋势，不管做空还是做多，平均信号个数多发出了 3 次，相对于 2017 年到 2020 年来说有一定的优势。同时样本内的胜率要明显高于样本外的胜率，这也可以很好地解释收益率较高的原因，但是胜率的平均标准差的差值为 6.30，明显高于样本外的偏差，这也是由于在趋势较为明显的行情中，胜率表现在各个品种上的差异比较大，但是平均收益率与各项风险指标表现差异不大，风险整体可控。由于参数优化后与优化前重要指标的偏差较小，而且样本内外数据表现较为稳定，没有出现绝对的最优情况。

4.4.2 参数拟合度检验

一味的追求策略的表现往往会适得其反，可能会出现过度拟合历史数据的现

象：在回测时表现良好的策略，进行实盘交易时却出现较大的亏损，结果不尽人意。那么为了尽可能地避免此类现象发生，要对优化的参数进行拟合程度的检验，本文通过确定系数判断策略参数是否出现过拟合现象。

判定系数表示一个随机变量与多个随机变量关系的数字特征，用来反映因变量变化可靠程度的统计指标，也是检验拟合优度的指标。确定系数的取值范围在 0 到 1 之间，达到多少为宜并没有明确的界限，越接近于 1，参数的拟合优度越高，由于本文在此处使用原始默认参数与优化后的参数进行拟合检验，那么结果越接近于 1，优化后的参数偏离原始参数的程度越小，反过来证明对历史数据的拟合程度越小。判定系数具体如下表示：

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (\text{式 4-1})$$

$$SS_{tot} = \sum_i (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{式 4-2})$$

$$SS_{res} = \sum_i (y_i - f_i)^2 \quad (\text{式 4-3})$$

由此，系数可定义为：

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} \quad (\text{式 4-4})$$

在上述公式中， \bar{y} 表示平均观察值，在此处作为原始指标参数组合的平均值，策略预测值 f_i 将用优化后的一组参数进行取值，分别计算出总平方和 SS_{tot} 、残差平方和 SS_{res} 以及最终的判断系数 R^2 。

将表 4.1 中的原始参数与表 4.4 中优化后的参数代入判定系数公式，将各类指标参数分别进行计算，得出 MACD 指标参数的判定系数为 0.9835, DMI 指标的判定系数为 0.9961，而由于波动率指标的参数只有一个，是进行设置波动率长短周期相对固定的天数，所以在优化时变化非常小，以至于算出的判定系数无限趋于 1。从结果中可以发现，在整体策略优化中 MACD 指标参数的优化幅度相对其他两种指标来说变化较大，可以说 MACD 指标在策略优化时起到重要的作用。

由上述计算结果可知，各指标判定系数即优化后的参数与原始参数拟合度极高，偏离原始参数的程度非常小，所以并没有以历史数据为主要参考依据进行过度拟合。

5 程序化交易策略在郑醇期货中的仿实盘模拟

设计一个交易策略的最终目标不可能达到适合所有品种，能在某一个品种上有良好的表现就算成功。本章将对一种期货进行仿实盘模拟，通过完整的数据回测以及绩效分析来验证交易策略的具体表现，达到具有针对性的设计目的。

在上一章节中为了验证策略参数的优化程度，测试了八种不同品种在固定时间段内的历史表现，本章在这八种品种之中选择出一种进行完整的模拟交易，最终选择了郑醇期货进行仿实盘模拟。之所以选择郑醇期货，原因有以下几个方面：首先，选择成交量和持仓量较大的品种，减少人为价格操控的可能性和不合理的大幅波动。郑醇期货在上述八种品种中的成交量及持仓量均居前三，虽然豆粕和沪银的成交量和持仓量也在前三，但通过上一章节进行参数优化前后的对比发现，沪银和豆粕优化后的表现并没有显著的提升，而郑醇期货在优化后的表现突出，较为适合此趋势型策略。其次，根据期货品种对交易策略表现出的安全性及稳定性进行考虑，不管是优化前还是优化后，郑醇期货在夏普比率和权益最大回撤比方面表现相比其他品种较为突出。最后，依据期货标的资产的产业链进行筛选，甲醇品种在加工和合成方面覆盖的领域较广，合成产物可替代性较强，产业链上下游较为稳定，而且由于甲醇最主要的是可以合成烯烃，所以与原油、PTA、PVC、PP、PE 等品种存在一定的联动性，尤其是与 PP 期货存在一定的套利关系，所以其价格具有较强的约束性和稳定性，适合做程序化交易策略。

5.1 策略回测检验

在仿实盘模拟时，本文使用文华财经交易平台进行测试并交易。首先对回测前的各项数值进行设定，之后同样使用平台的遗传算法与枚举算法得出较优的参数进行最终交易。

根据 2020 年 12 月主力合约价格近似计算得知，1 手甲醇期货开仓手续费 2 元，当天平仓即平今手续费 6 元，由于平台不能设置双向手续费，那么在此就按 1 手 5 元的标准进行手续费的交易。保证金也按照 2020 年 12 月主力合约的 7% 进行交易。滑点设定为 1%。以甲醇期货上市之日起开始交易。

由于在上一章节为测试阶段，故入市头寸设置较高，将计算开仓手数 TC 时，按当前账户资金权益的 0.3% 进行计算。而在此章为仿实盘模拟交易，为了保证安全起见，将此计算比例设置为 0.2%。虽然交易策略适用于甲醇品种，设置较高的头寸能获取相对较高的收益，但本文不一味追求收益，在稳定性和安全性方面也应该有所保证。

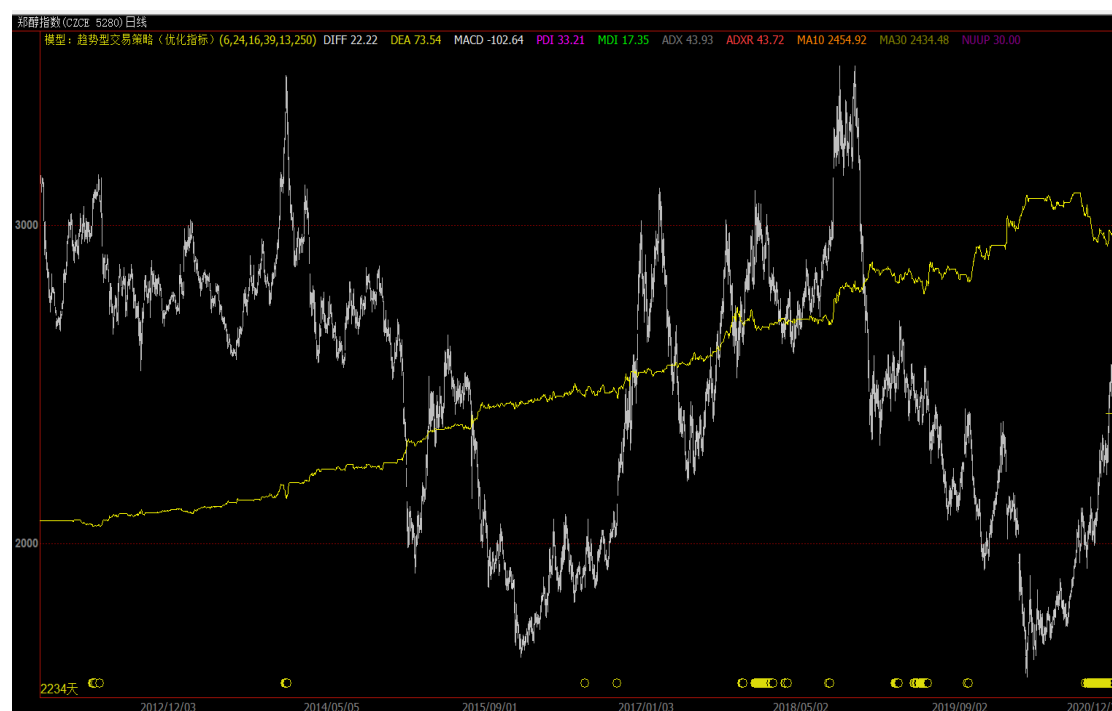
表 5.1 郑醇期货仿实盘交易结果

交易时间：2011 年 11 月 28 日—2020 年 12 月 31 日					
交易参数[6, 24, 16, 39, 13, 250]					
	盈利率	夏普比率	权益最大回撤比	胜率	交易次数
郑醇期货	250.13%	14.13	11.73%	54.24%	177

数据来源：文华财经程序化交易平台回测整理

从表 5.1 中可以看出，优化后的甲醇指数从上市之日开始进行模拟交易，盈利率表现优异，年化复利达到 14.62%，而年化单利收益率达到 28% 左右。夏普比率为 14.13 且权益最大回撤比为 11.73%，交易策略的整体风险率为 4.38%，说明模型的抗风险能力较强，整体稳定性较高，具有一定的投资价值。

图 5.1 甲醇指数走势图和策略的资金曲线



图片来源：文华财经交易平台回测所得

图 5.1 为自甲醇期货上市之日起的指数走势与策略交易资金曲线，相比于之前筛选出的 8 个期货品种，甲醇期货走势宽幅明显，而且震荡区间较少，比较适合本文的趋势型交易模型。在 2015 年至 2016 年内以及在 2018 年末至 2020 年初甲醇期货价格下降趋势明显，但在此时波动率反向上升，结合 MACD 死叉持续做空，收益率得以维持并且出现稳定上升的走势，而且在此时指数大幅下调阶段并没有出现较大的资金波动，说明交易头寸与追踪止盈止损条件的设置较为严苛，

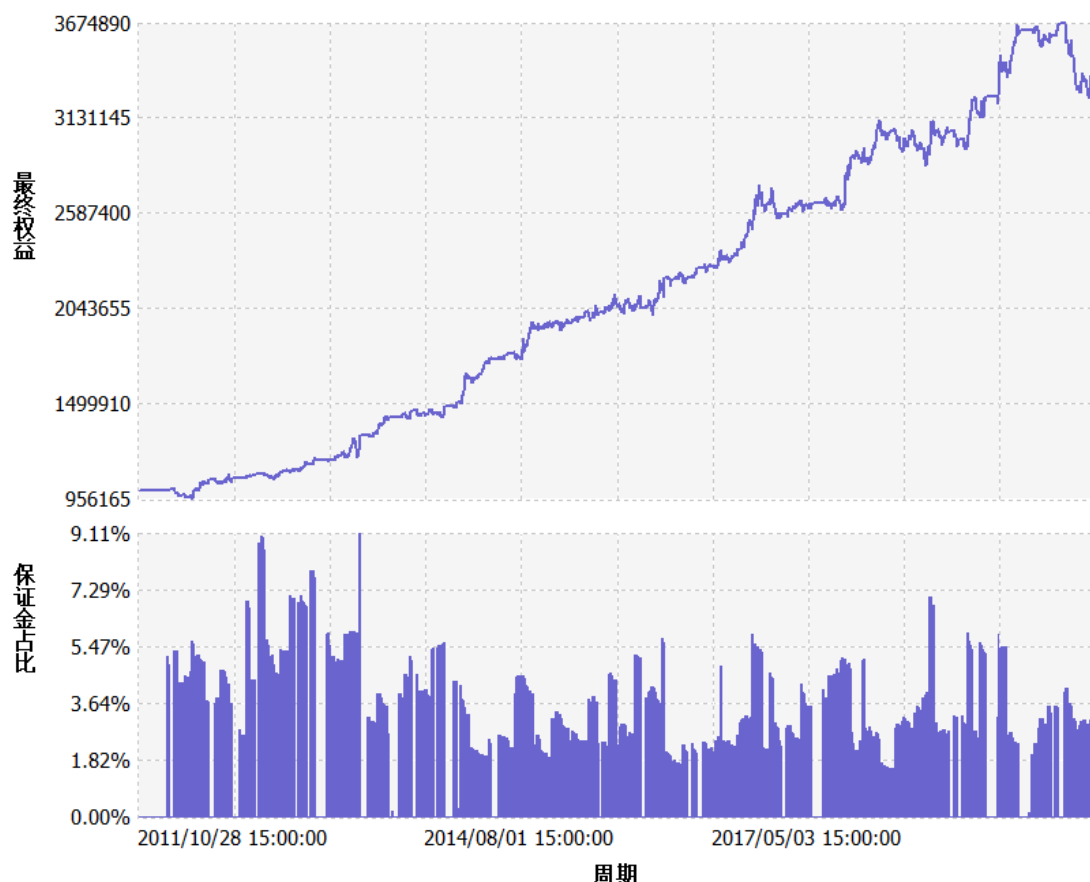
进一步验证了资金管理的有效性。

5.2 绩效分析

通过上一节对甲醇期货进行程序化模拟交易，各项指标表现良好，为了进一步分析交易策略的效果，将从盈利性、风险性、稳点性三个方面进行展开分析。

5.2.1 权益、损益分析

图 5.2 权益曲线图



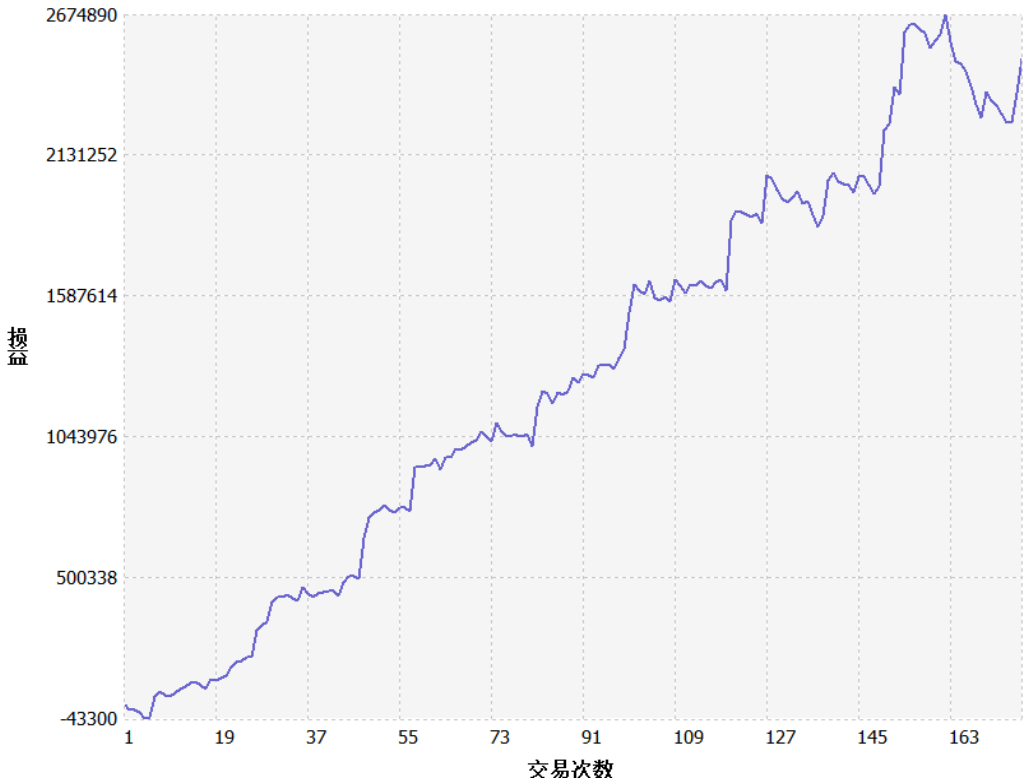
图片来源：文华财经交易平台回测所得

图 5.2 和图 5.3 分别是交易甲醇期货的权益和损益曲线图，权益曲线图代表交易后的最终权益，而损益图则为净收益。收益阶段性上升的同时也出现波动以及回撤，但总体趋势良好。经平台交易计算，2018 年收益表现最为突出，净盈利 45 万左右，由于甲醇在 2011 年 10 月份才上市，品种各方面有待完善和提升，前期指数走势并不明朗，长期处于震荡横盘状态，信号不明显导致两年内只交易了 15 次，所以 2011 年与 2012 年收益表现最差。

2018 年 12 月至 2019 年 9 月之间，郑醇指数处于将近一年的横盘震荡阶段，并没有走出明显的趋势，导致此趋势型交易策略失去用武之地，即交易次数中的第

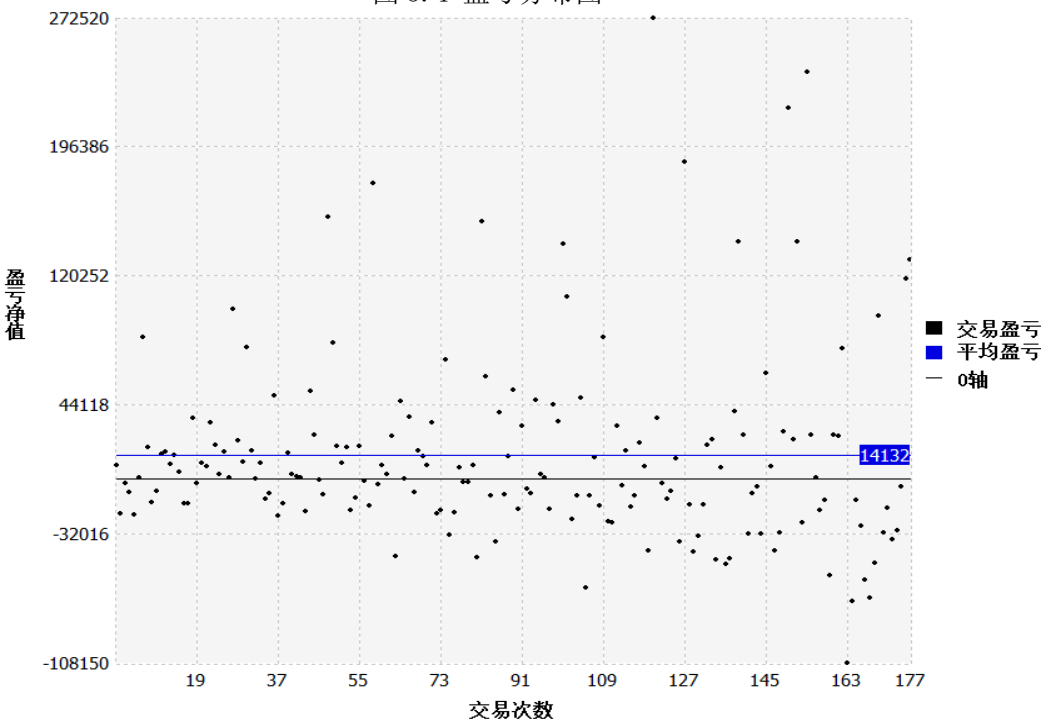
127 次至 149 次，将近 23 次交易为横盘交易，所以在此近一年间的交易中并没有净获利。

图 5.3 损益曲线图



图片来源：文华财经交易平台回测所得

图 5.4 盈亏分布图



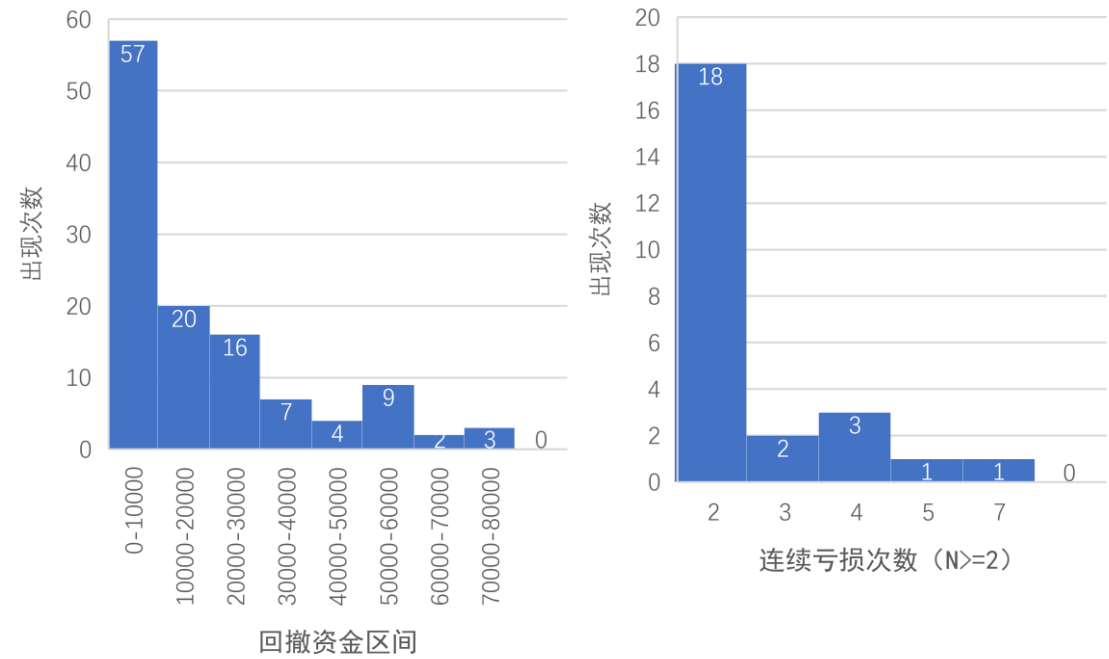
图片来源：文华财经交易平台回测所得

从图 5.4 的盈亏分布图来看，平均每手交易盈利 14132 元，而且单笔交易盈亏区间大多分布在-32016 元至 44118 元之间，说明交易策略的资金管理设置合理，整体盈利和亏损幅度在较小的区间之内，并没有较多的异常盈亏交易，风险相对容易把控。但在 0 轴以下出现的亏损次数比轴以上相对密集，

5.2.2 风险分析

图 5-5 统计出在整个交易过程中权益回撤的区间与相对应的次数，发现回撤

图 5.5 权益回撤直方图、连续亏损次数



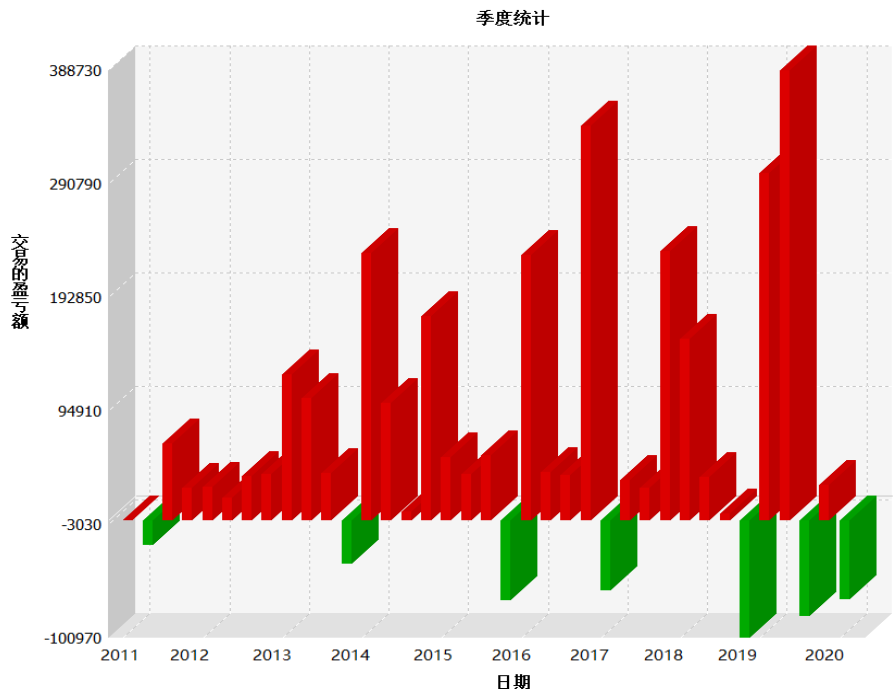
图表来源：通过回测数据进行整理统计

在 0 至 10000 元的权益内出现的次数最多，而在之后随着回撤资金区间变大，相应出现的次数逐渐变小，说明交易策略整体回撤在可控范围之内。

图中表示的连续亏损次数可以考验交易者使用程序化策略的信心，如果交易者接受不了较多的连续亏损，可能会放弃交易策略。但在本次仿实盘模拟交易中出现的连续亏损大多发生在 2 次左右的范围内，而连续亏损 7 次的情况在 2020 年 9 月 15 日也发生了 1 次，但由于出现的次数较少故不影响策略的使用信心。由此来看，投资者的执行力也是非常重要的一部分，以本文交易策略回测结论进行分析，如果连续亏损不超过 7 次，那么交易者应保持足够的信心与耐心，这也是影响程序化交易策略成功与否的关键。

5.2.3 阶段统计分析

图 5.6 交易策略季度盈亏统计



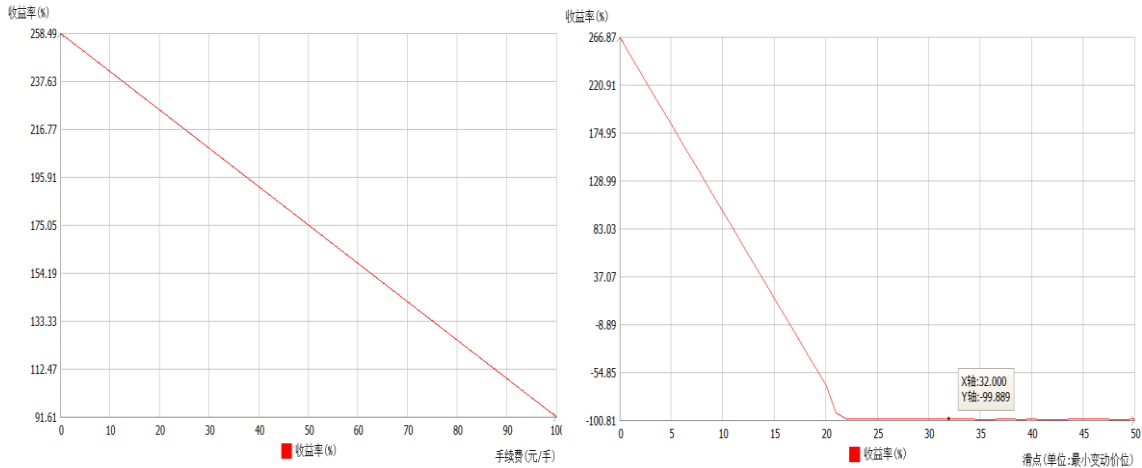
图片来源：文华财经交易平台回测所得

由图 5.6 的季度盈亏统计可以看出，从 2011 年第四季度上市至 2020 年年底的 37 个季度中，模拟交易显示的亏损季度数只有 7 次，但仅 2019 至 2020 年就发生了 3 个季度亏损且亏损数量较大。而从盈利来看，逐年有上升趋势，尤其在 2020 年第一季度，净盈利高达 38 万左右。

5.2.4 交易策略敏感性分析

在整个程序化交易策略中，手续费与滑点是最主要的损耗成本，那么从策略的交易成本来考虑，分析他们在具体交易时的敏感度非常有必要。

图 5.7 手续费敏感性测试图



图片来源：文华财经交易平台回测所得

图 5.7 分别显示手续费与滑点对收益率的敏感程度，可以看出手续费对收益率在分布上较为平稳，没有出现明显的尖峰特征，整个交易过程中手续费消耗 8 万多。而滑点对收益率的影响分步则不是很稳定，图形显示当滑点为 16 时收益率为 0，当滑点在 22 时资金耗尽。但是我们日常交易时的客观经验可知，滑点数超过 3 时都在难以接受的范围之内，本文模拟交易时滑点损耗 16 万多，所以出现高滑点的可能性太小，只要在 5 以下都能保持 170%以上的收益率，故策略可以正常交易。

5.3 资金管理效果分析

本文资金管理的设计主要可以分为三大部分：浮动入市头寸设计、突破型加减仓设计和限价止损追踪止盈设计。

在入市头寸方面，本文设计的资金管理部分是根据权益的百分比计算下单手数，所以此时与固定下单手数进行对比，能很好地反映出浮动下单手数的效果。为了保持浮动开仓与固定开仓的初始资金比例一致，经模拟交易后发现浮动开仓的初始资金比例为 5.13%，那么相应的固定手数开仓的初始资金比例也应保持在 5.13%左右，经测试后得出固定开仓手数在 23 手至 24 手之间才能保持一致的初始资金比例，此时以固定开仓 24 手为准。

在加仓管理方面，本文设计了突破加仓和 MACD 指标两部分加仓策略，为了验证此加仓策略的效果，与设计此部分前的策略进行对比。

在止盈止损方面，本文设计了限价止损法以及追踪止盈法，为了验证此方法在模拟交易时的效果，与之前限价止盈法进行对比。

本章上述阶段对甲醇期货进行了仿实盘模拟交易，也相应地分析了交易成果。此时为了更好地验证策略中资金管理各部分的效果，在模拟交易对比某一部分时将另外两部分的指标策略和参数均保持不变，只将对比部分在设计资金管理前的原始策略与完整策略进行对比：

表 5.2 资金管理各部分效果对比测试

郑醇指数：交易时间：2011 年 11 月 28 日—2020 年 12 月 31 日					
交易参数[6, 24, 16, 39, 13, 250]					
对比模块	①入市头寸	②加减仓	③止盈止损	完整策略	最大差值
盈利率	68.64%	222.66%	212.02%	250.13%	①
夏普比率	10.50	13.47	13.37	14.13	①
最大回撤比	6.18%	11.74%	11.71%	11.73%	①
胜率	55.05%	54.02%	55.37%	54.24%	③

数据来源：文华财经交易平台回测整理统计

由表 5.2 可知，资金管理各部分设计均有一定的效果，尤其是在入市头寸方面，浮动开仓手数相比于固定开仓手数优势非常明显，在初始资金比例一致的情况下盈利率方面相差 181.49%，而且夏普比率也有很明显的提高。

但是在加仓策略和止盈止损策略上优势不太明显，虽然在盈利率方面有小幅提升，但在夏普比率、权益最大回撤比以及胜率方面相差不大，出现这种情况是由于在本文择时策略以及清仓策略设计时，也将 MACD 以及 DMI 指标作为严格的止盈止损条件，所以此部分的止盈止损只是作为辅助手段。综合来看，资金管理设计效果显著，最优的是第一部分浮动入市头寸的设计，其次，另外两部分的设计对整个交易策略也发挥了应有的作用。

6 推广检验及经验总结

6.1 推广性检验

通过上述章节对本文设计的程序化交易策略进行优化、仿实盘模拟以及各部分的验证，得出整体交易策略对郑醇期货具有一定的可行性。

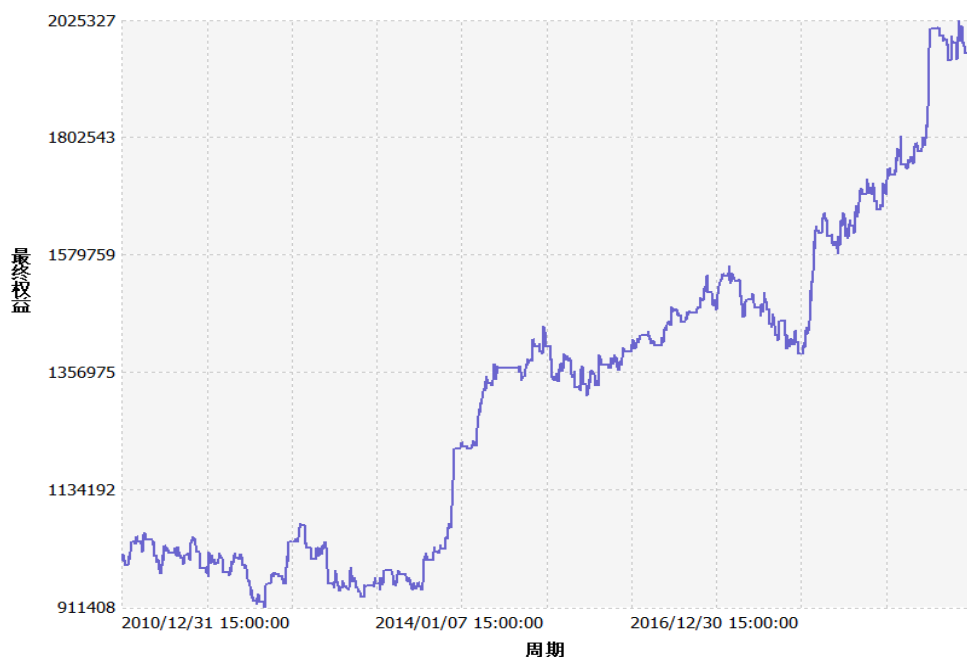
本文是以商品期货为对象设计了一套程序化交易策略，那么对于金融期货如股指期货是否同样适用？在本章为了验证此套交易策略是否具有可推广的价值，以成交量居前且相对热门的沪深 300 股指期货为例进行检验，具体结果见表 6.1、图 6.1 所示（数据来源全文一致，均由文华财经赢智量化交易平台测试汇总）。

表 6.1 沪深 300 股指期货外推检验

交易数据合约	沪深 300
交易时间段	2010. 12. 31—2020. 12. 31
交易模型	趋势型交易策略
交易参数	[1, 23, 14, 37, 11, 248]
K 线周期	日线
信号个数	1470
初始资金	1000000. 00
最终权益	1991746. 83
盈利率	99. 17%
年化复利收益率	7. 12%
夏普比率	8. 69
权益最大回撤比	13. 32%
胜率	38. 84%
风险率	8. 86%
交易次数	224
最大持续盈利次数	5
最大持续亏损次数	10
平均资金使用率	61. 13%
平均持仓股数	252
平均交易周期（K 线根数）	10. 68
模型得分	46

数据来源：文华财经交易平台整理所得

图 6.1 沪深 300 股指期货权益曲线图



图片来源：文华财经交易平台回测所得

由表 6.1 与图 6.1 可知，将此趋势型交易策略应用于沪深 300 股指期货，整体表现也相对较好，但在前四年（2010 至 2014 年）的交易中并没有获利甚至出现亏损状态，这主要是由于沪深 300 在这四年内，从 3545 点下跌到 3296 点，振幅非常小，只有 6%左右，而且在此期间未曾出现过较大幅度的单边趋势，主要以震荡为主，交易成本增大，这会极大地影响交易者使用此策略的信心。但在 2014 年后出现盈利且持续放大，这说明不仅在人工交易时需要耐心，而且在程序化交易时对自己的策略也需要有足够的信心与耐心。

通过对沪深 300 股指期货的测试结果，说明本文设计的程序化交易策略相对来说普适性较强，但是毕竟是依照特定品种的走势特点进行设计，具有一定的针对性，所以并不能覆盖所有品种，故在实盘交易其他类型的品种时只作为一种参考。

6.2 主要结论

本文基于 MACD 指标、波动率以及 DMI 指标构建趋势型程序化交易策略，针对商品期货进行筛选、优化及测试后得出如下结论：

1. 多指标的设计与搭配应考虑各自属性，在不冲突的情况下应遵循互补原则。当 MACD 与波动率指标在长期大趋势下进行择时交易，DMI 指标能在短期震荡中识别风险并及时出场，弥补了长短期指标单独使用时的不足。
2. 从回测结果来看，MACD 指标与波动率曲线对于趋势行情下的择时较为准

确，其中波动率指标是笔者依据前人的经验数据以及通过在文华财经平台上不断测试得出的设计构想，发现波动率与价格指数在大趋势中存在相反的走势，此结论可以为投资者提供一定的参考价值。

3. 通过实盘模拟以及外推检验，发现本文设计的交易策略对单边行情明显的情况下非常有利，而对震荡行情基本失效，所以投资者在参考使用此交易策略时应尽量在波动较大、单边行情较为明显的情况下使用，才能发挥最大的作用。

4. 通过对初选样本的回测，此交易策略虽然对大多数商品期货有较好的盈利性，但也并不能涵盖所有品种的所有交易周期，比如在初选样本中豆油品种亏损明显且夏普比率低至-10.31。本文设计交易策略是基于日 K 线进行测试与交易，那么投资者在使用此交易策略进行实盘交易时并不适合日内高频交易。

5. 本文设计的程序化交易策略也存在一定的不足。在震荡行情中会出现过多的识别错误，导致在手续费与滑点上出现大量的资金损失。由于本文主要是以测试策略的表现为主，所以均采用指数进行回测，所以在进行具体合约交易时，需要自行加入移仓换月 TRADE_OTHER 指标。

参考文献

- [1] 埃德文·拉斐尔. 股票大作手回忆录[M]. 北京:人民邮电出版社, 2014, 95-98.
- [2] 乔治·墨菲. 期货市场技术分析[M]. 第2版. 北京:地震出版社, 2008:5-196.
- [3] 鹿希武. 趋势交易法[M]. 北京:中国金融出版社, 2011, 65-69.
- [4] 周盛宇. 趋势交易和海龟交易在中国商品期货市场的理论收益比较[J]. 时代金融, 2017: (4), 77-80.
- [5] 理查德·L·威斯曼. 机械交易系统[M]. 广东: 广东人民出版社, 2007:34-69.
- [6] 波涛. 系统交易方法[M]. 北京:经济管理出版社, 1998.
- [7] 丁鹏. 量化投资策略与技术[M] 北京:电子工业出版社, 2012:112-126.
- [8] 陈学彬. 程序化交易[M]. 上海:复旦大学出版社, 2015: 251.
- [9] 吴国平, 谷慎. 中国股指期货和现货市场时变联动与波动溢出研究——基于 DCC-MGARCH-VAR 模型的实证分析[J]. 学术论坛, 2015, 38(10):66-70.
- [10] 曾劲松. 技术分析与中国股票市场有效性[J]. 财经问题研究, 2005(08):27-30.
- [11] 温在杭. 基于趋势理论的程序化交易在期货市场的应用研究[D]. 浙江大学, 2018.
- [12] 李泽翔, 王芷若, 舒选林, 王颖喆. 大额资产清仓的自动化交易策略[J]. 经济数学, 2020, 37(03):116-124
- [13] 叶文辉. 基于沪深 300 全收益指数的双均线交易策略有效性研究[D]. 广东外语外贸大学, 2016.
- [14] (美)范·K. 萨普(Van K. Tharp)著, 鲍健儿译. 通向金融王国的自由之路[M]. 机械工业出版社, 2011, 第一版.
- [15] 约翰·拉里·凯利. 投注策略[J]. 贝尔系统技术, 1956(2):53-62.
- [16] 曹祥. 资金管理在程序化中的作用[R]. 国泰君安研究报告. 201-04-26.
- [17] 林杰, 龚正. 期货程序化交易策略模型比较研究——以棕榈油期货交易为例[J]. 中南财经政法大学学报, 2018(04):128-134.
- [18] 赵建, 霍佳震. 基于遗传算法的量化投资策略的优化和决策[J]. 上海管理科学, 2011(5):19-25.
- [19] 潘浩. 中国甲醇期货市场的价格发现功能研究[J]. 时代金融. 2020, (13):40-41+46.
- [20] 施丹蓉. 我国波动率指数编制实证研究[J]. 金融经济, 2015, 16:94-96.
- [21] 赵越, 韩雨桐. 基于 VIX 指数对股票市场走势的实证分析[J]. 兰州工业学院学报, 2016(05):79-83.
- [22] 林晓明, 李聪, 刘志成. 波动率与换手率构建牛熊指标[R]. 华泰证券研究报告, 2019-9-27:1-20.
- [23] 程小勇. 美国科技股波动加大 如何捕捉波动率交易机会[N]. 期货日报, 2020-10-21(003).
- [24] 张晓燕. 被低估的空头力量:信息优势的变现[J]. 清华金融评论, 2020, (06):95-96.
- [25] Van K Tharp. Trade your way to financial freedom[M]. Wiley, 2001.

- [26] Chua J H, Richard S W, Eric C Y. Potential gains from stock market timing in Canada[J]. *Financial Analysts Journal*.1987.
- [27] Boehmer, E. Dimensions of Execution Quality: Recent Evidence for Us Equity Markets[J]. *Journal of Financial Economics*,2005,78(3):553-582.
- [28] Richard L W. Mechanical trading system[M]. Wiley,2015:147-199.
- [29] Tushar S C. Beyond technical analysis: How to develop and implement a winning trading system[M]. Wiley.2016.
- [30] Aiquan Li, Hui Pan, Weishi Shu, Qi Ke. An Empirical Research of Futures Program Trading Based on RSI And CCI Indicators[J]. *Journal of Finance Research* Volume 4, Issue 1. 2020.
- [31] Brock, Josef Lakonishok and Blake LeBaron. Simple Technical Trading Rules And the Stochastic Properties of Stock Returns[J]. Santa Fe Institute paper,1991-01-006.
- [32] Mishra, Sibbanjan. “Technical Analysis and Risk Premium in Indian Equity Market: A Multiple Regression Analysis”. *IUP Journal of Applied Economics*. Jan 2016, Vol.15 Issue 1, p51-68.18p.
- [33] Alhashel, Bader S, Almudhaf, Fahad W, Hansz, J Andrew. “Can technical analysis generate superior returns in securitized property markets? Evidence from East Asia markets”. *Pacific-Basin Finance Journal*. Feb 2018, Vol.47, p92-108,17p.
- [34] Matheus Jose Silva De Souza, Danilo Guimaraes Franco Ramos, Pena M G, et al. Examination of the profitability of technical analysis based on moving average strategies in BRICS[J]. *Financial Innovation*,2018,4(1):3.
- [35] Marques FCR, Gomes R M. Análise de Séries Temporais Aplicadas ao Mercado Financeiro com o uso de Algoritmos Genéticos e Lógica Nebulosa[J]. *Journal of Finance*.2015,25(18):187-189.
- [36] Holmberg U, Lonnark C, Lundstrom C. Assessing the profitability of intraday Opening range breakout strategies[J]. *Finance Research Letters*,2016,15(15):182-184.
- [37] Ale J Hejase. Technical analysis: Exploring MACD in the Lebanese Stock Market[J]. *Journal of Research in Business, Economics and Management*,2017,8(4): 1493-1502.
- [38] Renu Isidore R, P Christie. Fundamental analysis versus technical analysis-a comparative review[J].*International Journal of Recent Scientific Research*, 2018,9(1):23009-23013.
- [39] Marie Chen, Corey Garriott High-frequency trading and institutional trading costs[J] *Journal of Empirical Finance*, 2020,56.
- [40] Tharavanij P, Siraprapasiri V, Rajchamaha K. Performance of technical trading rules: evidence from Southeast Asian stock markets. [J]*Springerplus*,2015,4(1):552.
- [41] Rahul Berry, Dr. Sulochna. Study on Use of Technical analysis in Forecasting Price Moments of Selected Companies of NSE&BSE[J]. *Imperial Journal of interdisciplinary Research*,2017,3(2):1394-1401.
- [42] Lin,Qi. Technical analysis and stock return predictability: An aligned approach[J]. *Journal of Financial Markets*,2018,38.

- [43] Kozhan R, Salmon M. The information content of a limit order book: The case of an FX market[J]. Social Science Electronic Publishing,2012,15(1):1-28.
- [44] Fleming J, Ostdiek B, Whaley E. Predicting Stock Market Volatility: A New Measure[J].Journal of Futures Markets.1995,15(3):265-302.
- [45] Sergi Delgado-Segura, Cristina Pérez-Solà, Guillermo Navarro-Arribas et al. A fair protocol for data trading based on Bitcoin transactions[J] .Future Generation Computer Systems, 2020, 107
- [46] Chandra A, Thenmozhi M. On asymmetric relationship of India volatility index (India VIX) with stock market return and risk management[J]. Decision, 2015, 42(1):1-23.

致谢

时光荏苒，三年的求学生涯转瞬即逝，这一阶段的学习和生活经历给予了我成长与进步，让我在这个毕业季对一切充满感恩与不舍。

感谢恩师！何红霞副教授是我的第一导师，她美丽大方，为人亲和仁爱，做事严谨睿智。在学业上，何老师给予我孜孜不倦的教导，教会我在科研上要做到一丝不苟、求是创新；在生活工作上给予我们师辈般的关心与指导。何老师从来都是以鼓励代替苛责，用她的和善与信任让我们不畏困难，在一次次的实践中成长。今后我会谨记导师的教诲，精进不休。

学风玉律无形树，校纪金科有影台。感谢母校西北师范大学、经济学院为我提供平台，让我有机会接受更高等的教育，在学习中不断提高和升华。感谢单美娇副教授、崔志文教授、丁竹君教授在我的学业以及课题方面给予莫大的帮助。

劝君更尽一杯酒，西出阳关无故人。感谢师兄梁鹏、师姐蓝蕊在我的学习和生活上给予的帮助。在开题时提出的建议、设计策略时给予的指导让我受益匪浅，也在日常生活中遇到问题总是帮助我一起解决。

感谢我亲爱的 18 级金融专硕班的同学们，这是一个充满热血与激情也不乏信任与友爱的集体。是每位同学的珍惜让我们彼此留下了诸多值得怀念与珍藏的记忆。祝愿毕业后的我们不忘初心，不负韶华，让友谊长青。

感谢我的父母和亲人！一路读书，对你们尽是索取，思及此，心里百般惭愧。感谢你们给予我无私的爱与理解，是对回报你们的热切渴望给予了我直面困难的勇气和培养爱别人的能力的动力。今后就让我用百倍的爱与照顾回报你们。

作为接受学校系统性教育的一个结点，我要借此机会感谢已经和将要出现在我生命中的所有人！是缘分让我们相遇，天意让我们相识。祝愿你们一生平安，万事安好！

附录

附录 一 程序化交易策略设计源码

```
//MACD-----
DIFF : EMA(CLOSE, SHORT) - EMA(CLOSE, LONG); //短周期与长周期的收盘价的
指数平滑移动平均值做差。
DEA : EMA(DIFF, M); //DIFF 的 M 个周期指数平滑移动平均
MACD : 2*(DIFF-DEA), COLORSTICK;
//DMI-----
TR1 := SUM(MAX(MAX(HIGH-LOW, ABS(HIGH-REF(CLOSE, 1))), ABS(LOW-
REF(CLOSE, 1))), K1);
//最高价与最低价做差, 最高价与前一周期收盘价做差, 最低价与前一周期收盘
价作差, 在上述三个数据中取绝对值最大者, 对该最大值做 N 周期累加求和。
HD := HIGH-REF(HIGH, 1); //最高价与前一周期最高价做差
LD := REF(LOW, 1)-LOW; //前一周期最低价与最低价做差
DMP:= SUM(IFELSE(HD>0 && HD>LD, HD, 0), K1); //如果 HD>0 并且 HD>LD, 取 HD 否
则取 0, 对取值做 N 周期累加求和。
DMM:= SUM(IFELSE(LD>0 && LD>HD, LD, 0), K1); //如果 LD>0 并且 LD>HD, 取 LD 否
则取 0, 对取值做 N 周期累加求和。
PDI: DMP*100/TR1;
MDI: DMM*100/TR1;
ADX: MA(ABS(MDI-PDI)/(MDI+PDI)*100, K2); //MDI 与 PDI 差的绝对值与
(MDI+PDI)*100 做比值, 取该比值的 M 个周期均值。
ADXR: (ADX+REF(ADX, K2))/2;
//均线-----
MA10:EMA(HIGH, 10);
MA30:EMA(HIGH, 20);
NUUP: (CLOSE-OPEN)/MINPRICE;
NUDOWN: (OPEN-CLOSE)/MINPRICE;
//波动率-----
XI:=LN(CLOSE/REF(CLOSE, 1)); //对于每个时间段, 求出该时间段末的股价与该
时段初的股价之比的自然对数。
Y:=STD(XI, N);
T:=SQRT(N);
VIX..Y*T;
5 日 VIX:=MA(VIX, 5);
50 日 VIX:=MA(VIX, 50);
//入市头寸-----
TR:MAX(MAX((HIGH-LOW), ABS(REF(CLOSE, 1)-HIGH)), ABS(REF(CLOSE, 1)-
LOW)); //求最高价减去最低价, 一个周期前的收盘价减去最高价的绝对值, 一个
周期前的收盘价减去最低价的绝对值, 这三个值中的最大值
```

```

ATR:=MA(TR, 30); //求 30 个周期内的 TR 的简单移动平均
TC:=INTPART(((MONEYREAL*0.003)/(UNIT*ATR))); //根据权益的 0.3%计算下单
手数
//主策略指标信号-----
CROSSUP(DIFF, DEA) || CROSSDOWN(5 日 VIX, 50 日 VIX), BPK(TC*5);
CROSSDOWN(DIFF, DEA) || CROSSUP(5 日 VIX, 50 日 VIX), SPK(TC*5);
//突破最高最低价-----
HH:=HHV(H, 50);
LL:=LLV(L, 50);
BK001:= CLOSE>REF(HH, 1); //突破最高
SK001:=CLOSE<REF(LL, 1); //突破最低
//多空加仓条件-----
A1:=(C>BKPRICE+20*MINPRICE)&&DIFF>0&&BK001;
B1: (C<SKPRICE-20*MINPRICE)&&DIFF<0&&SK001;
MBK:=MA10>MA30&&NUUP>100;
MSK:=MA10<MA30&&NUDOWN>100;
//MACD 加仓-----
JDC1:=MACD<0 &&MACD>=LLV(MACD, 3);
JDC2:=CROSSUP(MA10, MA30);
JDC1 && JDC2 , BPK(TC);
JKC1:=MACD>0 && MACD<=HHV(MACD, 3);
JKC2:=CROSSDOWN(MA10, MA30);
JKC1 && JKC2 , SPK(TC);
//多空加仓信号-----
A1&&ISLASTBPK, BK(TC); //多头突破加仓信号
B1&&ISLASTSPK, SK(TC); //空头突破加仓信号
MBK, BPK(TC); //均线开多仓
MSK, SPK(TC); //均线开空仓
//止盈止损条件-----
DZJGL:=C<BKPRICE-50*MINPRICE || (C>BKPRICE&&C<BKHIGH-50*MINPRICE); // 开
仓亏损 50 个点或者盈利后回撤 50 个点止损
KZJGL:=C>SKPRICE+50*MINPRICE || (C<SKPRICE&&C>BKLOW+50*MINPRICE); //开仓
亏损 50 个点或者盈利后回撤 50 个点止损
//止盈止损信号-----
DZJGL, SP(TC); //止损止盈
KZJGL, BP(TC); //止损止盈
//DMI 清仓信号-----
ADX<MA(ADX, 3) && MACD<MA(MACD, 3), SP(TC);
ADX>MA(ADX, 3) && MACD>MA(MACD, 3), BP(TC);
CROSSDOWN(ADX, MA(ADX, 5)), CLOSEOUT; //DMI 平仓

```