

天津大学硕士学位论文

# 量化投资交易策略研究

## Study on Trading Strategy of Quantitative Investment

学科专业：工商管理

研 究 生：李子睿

指导教师：张永杰 副教授

天津大学管理与经济学部

二零一三年五月

## 独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 天津大学 或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：

签字日期：

年 月 日

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 天津大学 有关保留、使用学位论文的规定。特授权 天津大学 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，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

（保密的学位论文在解密后适用本授权说明）

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

签字日期： 年 月 日

## 中文摘要

量化投资在海外的的发展已有三四十年的历史，其投资业绩稳定，市场规模和份额不断扩大，得到了越来越多的投资者的认可。特别是最近十年，量化投资在海外得到了飞速发展，以西蒙斯为代表的顶尖级量化投资大师利用量化投资策略和方法创造了一个又一个神话。国外量化投资基金数量的增长已经逐渐超过了传统投资基金。

然而，国内的量化投资领域还处于发展起步阶段，量化投资占金融投资的比重不超过 5%。随着 2010 年 4 月股指期货的出台，量化投资在国内市场的发展潜力逐渐显现，各大券商和机构投资者纷纷对量化交易展开深入研究。量化投资基金近两年在国内的再度火热，使得部分量化基金的业绩处于领先地位，为广大国内投资者带来了更多更丰富的投资产品选择。

本文从实际出发，针对量化投资的基本概念、发展现状、投资平台、交易策略等方面，进行了较为全面的阐述及分析。并根据当前研究的需要，自行开发搭建了量化投资平台，以便灵活方便地支持量化投资策略的模拟分析。在此基础上，基于沪深 300 股指期货市场的历史数据，本文使用量化投资方法对趋势跟踪投资策略进行了深入的分析研究。趋势跟踪交易策略主要是借助技术指标分析行情趋势方向，本文重点针对移动均线(MA)、平滑异动移动平均线(MACD)、平均线差(DMA)、三重指数平滑平均线(TRIX)四种指标的趋势策略进行优化、分析及对比。通过模拟检验，使用趋势跟踪交易策略，投资者可以在沪深 300 股指期货市场获得良好的收益率。本文设计的量化投资平台具有一定的实用价值，可以为股指期货投资提供参考意见。

**关键词：** 量化投资、交易策略、投资平台、趋势跟踪、策略优化

# ABSTRACT

Quantitative investment has thirty or forty years of history of development in overseas. It has been recognized by more and more investors for its stable performance in investment and continuous growth of scale and share in the market. Especially in the last ten years, quantitative investment has developed rapidly in abroad. The top level masters of quantitative investment represented by Simons created myths one after another. The increase of quantitative investment fund has also outnumbered the traditional investment fund gradually.

However, the quantitative investment in China is still in its initial development stage. Quantitative investment counts less than 5% in financial investment. With the come of stock index futures in April 2010, quantitative investment starts to show its development potential in the domestic market gradually. The major brokers and institutional investors have launched in-depth studies of quantitative trading. Quantitative investment funds became hot again in these two years. The performance of some of the quantitative funds even takes the leading position. They bring more options for the domestic investors.

This thesis illustrates and analyzes quantitative investment in a practical way from the aspects of its basic concept, current development situation, investment platform and trade strategy, etc. Also a quantitative investment platform has been developed by myself to do simulation analysis on the strategies of quantitative investment to meet the demand of the current research in a flexible and convenient way. Based on this platform and the historical data of Shanghai and Shenzhen 300 stock index futures, by applying quantitative investment method, the investment transaction strategy of trend following has been analyzed and studied in depth. The trend following strategy mainly focuses on analyzing the market trend and direction by virtue of technical indicators. This paper focuses on optimizing, analyzing and comparing the four indexes of the trend following strategy, which are moving average (MA), moving average convergence divergence (MACD), difference of moving average (DMA), three exponential smoothing average (TRIX). Through the simulation, by applying trend following trading strategy, we can expect good returns obtained in Shanghai and Shenzhen 300 stock index futures market. The quantitative investment platform developed in this thesis has certain practical value and can provide references for stock index futures investment.

**KEY WORDS:** Quantitative Investment, Trading Strategies, Investment platform, Trend Following, Strategy optimization

# 目 录

## 目录

第一章 引言 .....	1
1.1 研究的背景及意义 .....	1
1.2 研究的内容及结构 .....	2
1.3 研究的创新 .....	3
第二章 量化投资综述 .....	4
2.1 量化投资介绍 .....	4
2.1.1 量化投资的概念 .....	4
2.1.2 量化投资与传统投资比较 .....	4
2.2 量化投资的发展 .....	6
2.2.1 国外量化投资的发展 .....	6
2.2.2 国内量化投资的现状 .....	7
2.3 量化投资的内容及方法 .....	9
第三章 量化投资平台介绍 .....	11
3.1 金字塔交易决策系统 .....	11
3.2 交易开拓者交易平台 .....	12
3.3 大智慧 DTS 程式化交易平台 .....	13
3.4 国泰安量化投资平台 .....	14
3.5 量化投资平台对比 .....	15
3.6 自行搭建的量化投资平台 .....	16
第四章 量化投资的主要内容 .....	19
4.1 量化投资交易策略 .....	19
4.1.1 量化投资交易策略分类 .....	19
4.1.2 趋势跟踪策略 .....	20
4.1.3 噪音交易策略 .....	22
4.1.4 协整策略 .....	23
4.1.5 多因素回归策略 .....	23
4.2 量化投资策略组合 .....	24
4.3 量化投资策略评价 .....	25
4.3.1 度量指标 .....	25

4.3.2 业绩评估 .....	27
4.4 量化投资策略模拟检验流程 .....	31
4.5 量化投资资产配置 .....	34
4.6 量化投资风险管理 .....	34
第五章 基于沪深 300 股指期货趋势跟踪投资交易策略模拟及分析 .....	36
5.1 沪深 300 股指期货介绍 .....	36
5.2 投资交易策略研究方法 .....	37
5.3 趋势跟踪策略单指标参数优化 .....	38
5.3.1 趋势跟踪策略公共参数 .....	38
5.3.2 趋势跟踪策略流程 .....	39
5.3.3 基于 MA 指标的趋势跟踪策略 .....	40
5.3.4 基于 MACD 指标的趋势跟踪策略 .....	42
5.3.5 基于 DMA 指标的趋势跟踪策略 .....	44
5.3.6 基于 TRIX 指标的趋势跟踪策略 .....	46
5.3.7 趋势跟踪策略单指标结果对比 .....	48
5.4 趋势跟踪策略进一步分析展望 .....	49
5.4.1 参数组合优化效率问题 .....	49
5.4.2 策略组合优化 .....	50
5.4.3 外推检验 .....	50
5.4.4 自适应均线 .....	50
第六章 主要结论和前景展望 .....	52
6.1 本文研究的主要结论 .....	52
6.2 前景展望 .....	53
参考文献 .....	54
发表论文和科研情况说明 .....	56
致 谢 .....	57

# 第一章 引言

## 1.1 研究的背景及意义

量化投资主要是将现代数学理论和金融数据结合起来的一种全新的分析方法，在海外已有 30 年的发展历史，其投资业绩稳定，市场规模和份额不断扩大，得到越来越多的投资者的认可。量化投资在国外金融领域已经得到广泛应用，尤其在近十年来的国际投资界发展迅猛，并已经连同基本面分析、技术面分析并称为三大主流方法。现代数学理论和金融数据的结合，再加上计算机快速运算的配合，使得量化投资具有了系统、准确、高效等投资优势，并将投资决策发挥得淋漓尽致。

说起量化投资，我们不得不提到西蒙斯。这是一位创造了华尔街投资神话的传奇人物，他所管理的大奖章基金的平均年收益率超过 60%，从 1989 年到 2007 年延续了约 20 年之久，远远超过股神巴菲特的平均 20% 年复合回报率。西蒙斯建立了一只拥有 150 人的纯粹量化投资型对冲基金，基金规模达到了 50 亿美元。在 2008 年底的统计中，西蒙斯夺得了 2008 年“对冲之王”的宝座。由此可见正确使用量化投资交易策略可以为投资者带来巨大的收益，因而极具发展潜力和前景。

事实上，随着互联网信息化的飞速发展，新的概念在世界的传播速度是非常快的，量化投资对于国内投资者而言，也已经不是一个陌生的概念。但是，真正的量化投资和量化投资基金在国内的发展还处于萌芽状态。中国股市已经成立了 20 余年，市场机制逐步完善，直至 2009 年国内出现了首只量化投资基金，量化投资在迎来了中国元年。随着 2010 年 4 月中国沪深 300 指数股指期货的推出，中国金融期货市场进入了一个崭新的阶段，业界将 2010 年称为中国的“对冲元年”。至 2010 年国内量化基金数量已突破十只，2010 年也被业内人士称为“量化元年”。

量化投资已经在国际金融舞台上经历了 30 多年的风雨历程，事实证明，量化投资可以取得超额收益。而中国的量化投资才刚刚起步，中国的金融市场也在逐步开放及完善，在中国经济不断增长的今天，中国的投资市场会继续繁荣发展，中国的量化投资会继续发展和前进。

然而，市场有效性理论会影响投资行为，任何超额利润都会被市场的有效性



逐渐压缩。作为先进的金融分析方法，针对量化投资的研究，必将吸引更多的投资者和投资机构，针对量化投资的相关研究也会成为金融工程学科中的一个研究重点。同时，在市场有效性理论的作用下，也必将促进投资者不断优化量化投资组合及策略，一成不变的策略是无法长期在投资竞争中立足。

本文的研究意义在于，国内外学者对量化投资交易策略的分析、优化、完善等相关的专门研究还较少，本文在量化投资方法论背景和研究基础上，利用沪深 300 股指期货现有市场数据针对量化投资策略进行分析，通过研究来考察分析优化量化投资策略的方法及流程。

## 1.2 研究的内容及结构

本文首先对量化投资概念及国内外现状进行阐述，分析量化投资的发展前景。然后对比国内几个主要量化投资平台，分析自行搭建量化平台的原因，阐明自行搭建的量化投资平台的框架结构。后面结合理论说明量化投资的主要内容及理念，对量化投资中的关键核心问题进行分析说明，主要包括量化投资策略、策略组合、资产配置、风险控制、交易执行及策略评价等。然后使用自行搭建的量化投资平台，重点针对沪深 300 股指期货市场进行趋势跟踪策略的模拟、分析及优化。最后，根据模拟效果总结分析结论，并阐明量化投资策略优化的过程及方法。

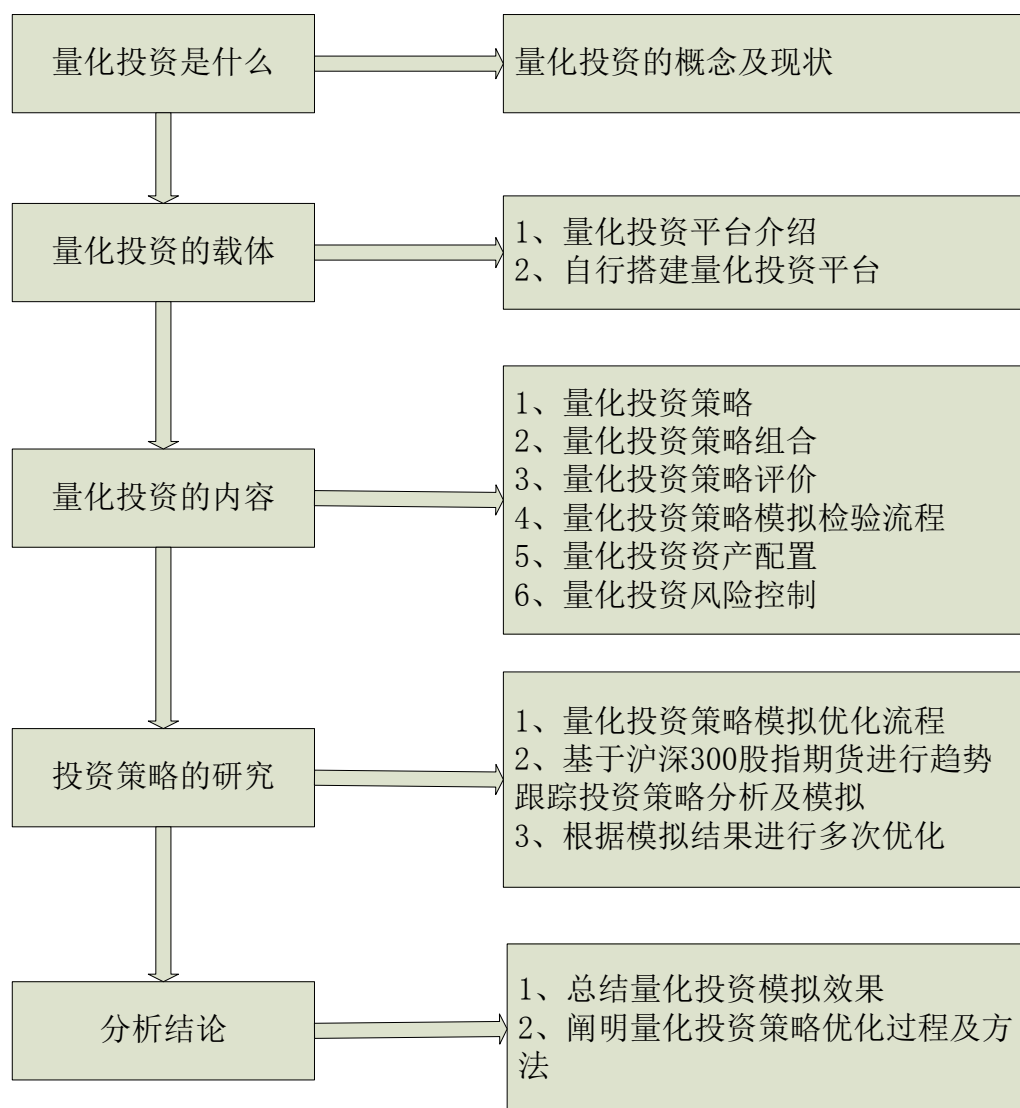


图 1-1: 研究的内容及结构

### 1.3 研究的创新

量化投资在我国还处于起步阶段，国内研究学者对量化投资策略的分析及研究还比较少。本研究的创新主要在于，使用自行搭建的平台进行量化投资策略模拟及分析，在模拟过程中借助优化参数组合、调整交易周期、随机数游走等方式对投资策略进行优化及检验，并针对不同量化投资策略进行对比研究，形成一套量化投资策略优化的方法及过程。

## 第二章 量化投资综述

### 2.1 量化投资介绍

#### 2.1.1 量化投资的概念

量化投资就是利用计算机科技并采用一定的数学模型去实现投资理念、实现投资策略的过程。根据数学模型和交易规则生成交易信号，由系统自动执行指令的交易过程。有趣的是，投资行业一般把量化型的投资称作“黑箱”，简单来说，量化投资不是依赖大脑的判断，而是靠数学公式来投资。量化投资者把最新的市场数据和其他相关信息输入到公式里，通过公式计算得出投资的对象及投资的时机决策。通过公式进行量化投资的优势就是分析决策的一致性，输入同样的信息运用同样的公式，可以获取到相同的判断结果，完全跟个人的判断没有关系。

量化投资实际上是一种工具，一种由投资者的经验创造、用数学模型实现的借助计算机信息化的工具。量化投资不是依靠投资者的感觉、经验和直觉进行投资，而是将投资者的经验通过模型方式固化到计算机中来实现投资理念。量化投资有客观性、纪律性、系统性、全面性、及时性、准确性、高效性等优势。通过量化投资，可以将投资者从各种日常的琐碎的信息分析中解脱出来，形成一劳永逸的模式，而需要投资者继续做的就是不断的完善这个模式并不断创造新的可以盈利的模式。

#### 2.1.2 量化投资与传统投资比较

传统投资，是在投资过程中使用基本面分析或技术分析，股票交易价格和市场操作依赖于人的分析方法，通过人的经验和判断来确定资产配置、股票选择和时机，并通过专业人员完成交易。

量化投资，是通过计算机程序进行投资分析及交易的系统化投资方式，由计算机完成股票选择、时机把握及仓位控制，并由计算机来完成整个交易过程。

传统的投资是通过人工进行分析判断，而量化投资是通过现有的量化投资策略进行分析判断；在交易实施方面，传统的投资一般由专业人员执行手工交易，而量化投资通过程序系统化机械化完成执行交易过程。传统投资方式中分析交易人员很容易受到自身情绪影响，使得最终的投资结果偏离理性的分析结果；而量化投资利用程序分析现有的数据，根据程序化投资策略完成判断，避免了分析与

决策在情感方面的负面影响。因此，量化投资相对于传统的投资，可以更客观、稳定、可靠，避免情感因素。

在决策的对象范围方面，传统投资方式由于实时跟踪的股票或期货等产品数量有限，实时决策分析的技术指标有限，造成投资决策的范围很窄；而量化投资使用计算机程序执行投资策略进行定量的分析和判断，随着计算机运算速度的提升，跟踪的投资产品可以不受限制，分析的指标也可以不断增加和扩大。

在决策的深度方面，针对量化投资策略的使用，需要不断更新优化以适应市场的变化，使用计算机进行分析，只能维持在现有策略的决策深度；而传统投资方式，研究人员可以根据市场行情的变化，进行更深层次的投资分析。

在收益和风险控制方面，传统投资方式构建的投资更强调投资收益而不是风险控制；而量化投资将风险控制作为一个重要环节，追求风险和回报之间的权衡，量化投资可以借助计算机程序快速地将风险指标评估出来。因此，量化投资可以有效地避免投资经理偏离潜在的性能基准，过度追求利润而忽视风险。

表 2-1：量化投资与传统投资对比表

对比分类	传统投资	量化投资
交易方式	1、手工交易 2、交易速度慢	1、通过计算机完成 2、交易迅速及时 3、可以一次性完成多个品种的交易
交易策略	传统基本面分析或技术分析	可以借助多层次多角度策略组合
投资范围	同一时间只能关注一个市场的某个投资产品	可以跨市场跨期多方位挖掘投资机会
信息模型	1、信息量有限 2、依赖于思维记忆	1、借助海量数据 2、多层次多角度建模分析 3、通过模型挖掘历史规律
主观因素	1、容易受认知偏差的影响 2、容易受个人情绪影响 3、凭借投资人的经验	1、逻辑性强 2、执行一致性强 3、系统化分析及交易
风险控制	容易盲目投资而忽略风险控制	1、捕获大概率成功机会 2、通过策略组合降低风险

综上所述，量化投资与传统投资相比的优势在于它可以避免的人为负面影响、通过计算机实现策略来管理人的情感和认知，更大更快更准确地针对投资对象进行判断及分析，可以平衡风险与回报；而传统投资的优势在于深层次的人为决策

来选取投资策略。

## 2.2 量化投资的发展

### 2.2.1 国外量化投资的发展

量化投资最早起源于 20 世纪 70 年代初期，巴克莱国际投资管理公司发布了世界上第一支被动管理的指数基金，后来被世人称作是量化投资的鼻祖。

美国数量经济学教授巴尔·罗森伯格(Barr Rosenberg)，作为量化投资的先行者，创建了投资组合业绩管理模型，并和三位合作伙伴创立了罗森伯格机构股权管理公司，利用计算机管理股票投资组合。此后，他开发出了多种量化分析模型，并创造出了著名的“综合阿尔法”模型。罗森伯格机构股权管理公司到 1990 年时，资产管理规模已突破了 100 亿美元。

随着 20 世纪 80 年代以来，计算机与互联网等信息技术飞速发展，各类证券和期权类产品不断丰富，金融交易量大增，华尔街已发生了翻天覆地的变化。如果投资者只使用手工的分析和交易模式，将很可能被华尔街抛弃。不使用计算机，不使用分析模型，不使用互联网，投资者便会在庞大的金融数据面前，陷于高风险的投资困境。这样，使用计算机进行数理统计分析的量化投资方法开始逐渐被投资者接受。

在 1997-1998 年间爆发的亚洲金融危机中，量化投资的算法交易起到了一定的坏作用。同时，长期资本管理公司的失败，也给量化投资雪上加霜，量化投资领域受到了前所未有的质疑和排斥。在此之后，始于 2007 年的金融危机，量化投资也未能幸免。然而，这些并不能将量化投资完全否定。一位传奇基金经理人，詹姆斯·西蒙斯(James Harris Simons)，利用量化投资的方法，在 20 年的时间里创造了年均回报率高达 60%惊人神话，这个战绩将传统价值投资远远抛在了身后。西蒙斯的成功让广大量化投资者再一次燃起了希望。事实证明，量化投资方法的使用是需要不断深化和创造的，一成不变的量化模型和策略是无法一直战胜市场的，量化投资经理必须不断完善模型，创造更加严密严谨的模型才能战胜千变万化的市场。一次次的失败和金融危机，并没有击碎量化投资者的信心，反而更加锤炼了投资者的量化投资模型。在 2007 年的金融风暴中，有部分量化投资基金优化改进了投资模型，做到了及时的止损，使广大投资者看到了量化投资的希望，从此量化投资迎来了广阔的发展空间。

量化投资在最近一二十年内在海外呈指数发展态势。从起初 1970 年量化投资在国际市场的零占有比率；到 1998 年共有 21 只量化投资基金管理着 80 亿美

元的资产，再到 2001 年时，约 200 只量化投资基金的资产管理规模达到 880 亿美元；截止到 2008 年，量化投资基金的数量已经发展到 1184 只，管理资金已经超过 1800 亿美元，7 年的时间基金数量翻了 4 翻，而管理规模也扩大了一倍多。最后，截止 2010 年 11 月时，共有超过 1600 只量化投资基金管理的总资产高达 2600 亿美元。在最后这十年的发展过程中，量化投资的年均增长速度高达 20%，相比之下传统基金的年增长速度仅为 8%。

从量化投资使用程度来看，2008 年海外作过一次调查，从北美以及欧洲 38 家管理大约 4.3 万美元资产的资产管理公司，就数量化投资模型使用数量、模型在资产管理中的作用、高频数据的使用、风险管理、优化方式等各方面进行了实证调查，结果如下：

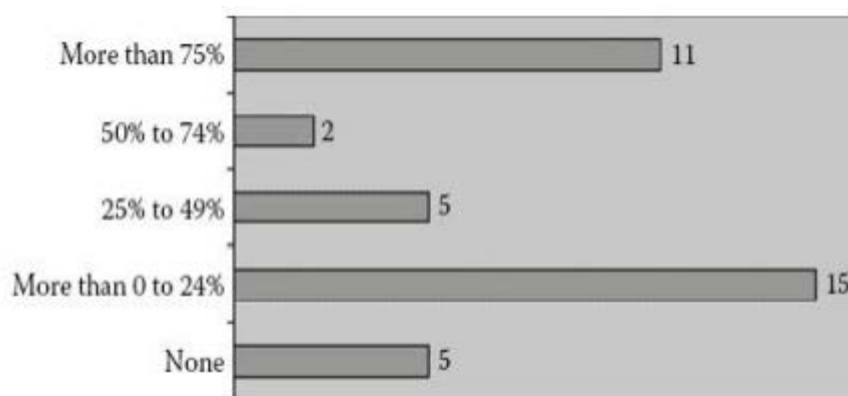


图 2-1：资产管理公司中使用量化投资模型的比例，图片来源：Quantitative Fund Management

有 29%的资产管理公司表明大约 75%以上的资金是由量化投资方式管理；50%到 74%的资金由量化投资方式管理的公司只有两家，约占 5%；25%到 49%的资金由数量化投资方式管理的公司 5 家，约占 13%；0%到 24%的资金由量化投资方式管理的公司 15 家，约占 39%；另有 5 家公司没有使用量化方式投资。而这样一个调查与 2004-2005 年的情况相比较，量化投资使用程度大幅度提高。

### 2.2.2 国内量化投资的现状

随着国内市场机制的逐渐走向成熟，数量化交易在国内也开始发展。自动化交易在期货市场发展较早，目前已经初具规模；随着金融危机中华尔街华人宽容的回归，量化投资正在股票市场成为热点；部分机构投资者开始尝试使用算法交易降低交易执行成本；并在 ETF、权证等产品上使用程序化交易进行套利。

自动化交易最早在国内证券市场起步，近两年也开始在期货市场上被越来越多的投资者所接受。特别是 2010 年 4 月中国沪深 300 股指期货的推出，为广大

投资者提供了做空的投资手段。同时，各种软件供应商推出了期货自动化交易软件功能，为短线交易者提供了快捷地下单方式。此外，期货市场的自动化交易模型也正逐步由投资者编制自用，演变为有由一定规模的投资咨询顾问组成的专业团队参与。据中国国际期货公司共计，目前允许用程序化交易的投资者已占该公司客户总数的 10%，在过去一年的增幅超过 10 倍。

然而从 2012 年波士顿咨询机构 Aite Group LLC 发布的统计结果看，中国的程序化交易还处于起步阶段，程序化交易占全部交易比例不足 3%，远低于美国、英国和韩国。可见，在中国量化投资的理念并没有被国内更广大的投资者和机构投资者接收和认可。

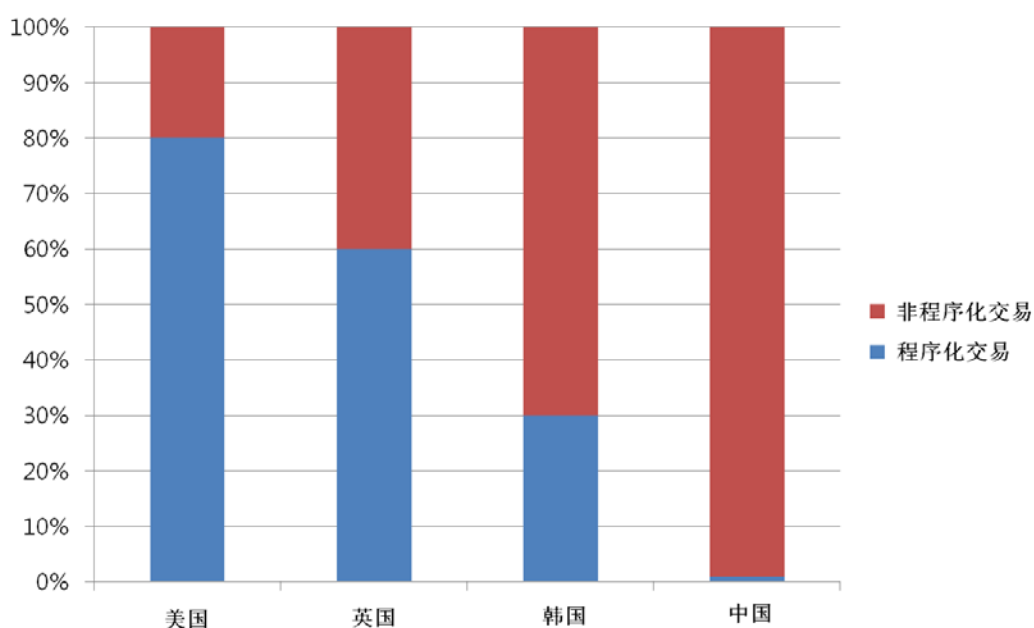


图 2-2:2012 年程序化交易比例对比，图片来源：2012 年波士顿咨询机构 Aite Group LLC 发布的资料

在 2012 年 A 股市场跌跌不休的背景下，根据同花顺 iFinD 数据统计，虽然券商资管行业规模即将突破万亿，但急剧膨胀的规模和业绩表现并不成正比。在 2012 年以前成立的 257 款老产品中，仅有 116 只产品取得正收益，占比 45.14%；2012 年以后成立的 138 款新产品由于大部分成立时间较短无法对其业绩作出评价，但一些上半年成立的产品净值已经出现大幅下跌，为投资者带来账面亏损。

不过，尽管业绩不尽如人意，2012 年对于券商资管来说仍然是划时代的一年。特别是量化投资产品的推出，为中国对冲基金未来兴起向前迈出了最重要的一步。

华泰证券资产管理业务相关负责人也对记者明确表示，2013 年将加大对数量化投资类资管业务发展的投入，因为这是大势所趋。“我们计划 2013 年逐步建立

一整套量化投研平台，开发各种量化对冲产品；对于传统产品也计划利用数量化投资手段，开展市值管理业务。”

国内量化投资基金也得到了较快的发展，主要基金包括光大量化基金、中海量化基金、上投摩根阿尔法、华商动态、富国沪深 300 增强、嘉实量化阿尔法基金、南方策略优化、长盛量化基金、友邦柏瑞量化、华富量子生命力基金、大摩华鑫多因子精选策略基金、申万菱信量化小盘基金。这 13 只量化投资基金在 2012 年的收益率超过了 12%，超过主动管理型偏股基金收益率逾 4 个百分点。在经过短短一年多的成立和发展，量化投资基金已经崭露头角。

## 2.3 量化投资的内容及方法

量化投资主要包括量化策略、量化投资交易策略、资产配置、交易执行及风险管理等几个方面的内容。量化策略主要是决定总体投资方向，需要确定投资选取的行业、风格、产品，也就是投资者考虑确定投资什么市场、选择什么产品，在不同市场上的投资如何分配变换。量化投资交易策略主要是决定如何进行投资，选取什么样的策略进行投资，是主动预测式策略还是被动事件驱动反应式策略。回归分析(regression analysis)和动量模型(momentum modeling)仍然是量化投资者使用最广泛的投资交易策略。资产配置主要是决定资产的投资如何分配，首先根据行业选择进行配置，然后在行业内通过策略组合进行资产优化及构建。交易执行主要是通过计算机程序来实现完成投资交易过程，交易执行可以通过证券/期货公司交易站点或交易所专线直连方式实现。对于个人投资者，一般采用证券/期货公司交易站点的方式，而大型机构投资者，由于对实时性及效率要求较高，一般采用交易所专线直连方式。如果交易量较大，在交易执行过程中，可以采用算法交易，通过 VWAP 或 TWAP 模型将交易分拆以降低交易成本。风险管理主要是针对投资产品的市场及组合进行风险控制，可以通过风险价值模型进行测算及度量，实时判断当前投资的风险程度，当投资组合出现亏损时给出预警，甚至自动执行止损平仓。从风险分析模型来看，使用最多的就是方差模型(Variance)，其次依次为：在险值模型(VaR)、下方风险模型(Downside Risk)、条件在险值模型(CVaR)、极值模型(EVT)。

总之，量化策略决定投资的大方向，投资交易策略决定投资的收益性，资产配置决定投资的平衡性，交易执行决定投资的实时性，风险管理决定投资的安全性。几个环节缺一不可，相互循环促进。



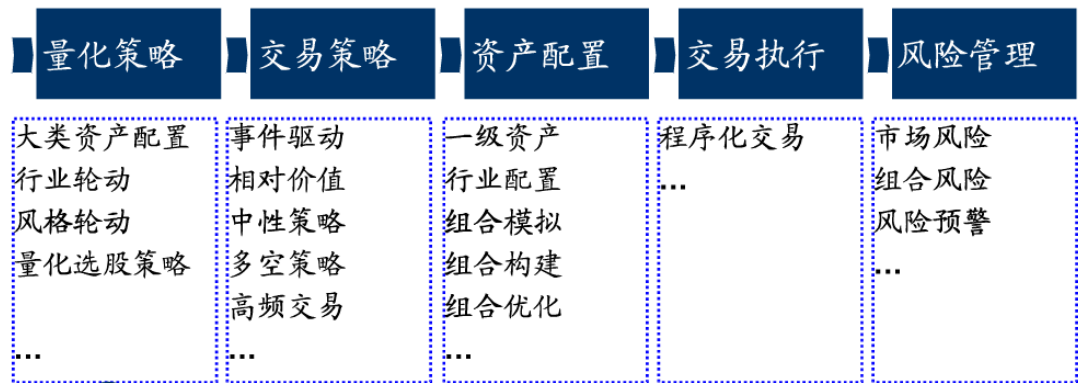


图 2-3：量化投资研究方法，图片来源：中信证券-2010 年-金融工程研究报告

本文重点针对国内期货单一市场进行量化投资交易策略的相关研究。

## 第三章 量化投资平台介绍

### 3.1 金字塔交易决策系统

金字塔交易决策系统是一款面向专业投资者的集程式化交易、行情分析为一体的全功能综合软件。交易系统能够支持国内商品、股指期货，国内股票及外盘期货同步下单。由于支持的期货市场全面，且能够进行量化投资交易，所以金字塔系统可以支持自动化的期现套利、跨期套利、内外盘对冲交易等。同时金字塔系统能够支持图表程式化交易、后台程式化交易、高频交易、趋势线预警交易等多种自动交易模式，并能够支持基于 OFFICE 架构下的 VBA、C++ 的二次开发功能。

金字塔交易决策系统的一大特色是支持后台程序化交易模式，提供功能性和扩展性更为强大的基于后台预警的程序化交易模式（后台程序化），可以在不影响用户前台图形操作的情况下，高效地与不预警系统一起工作，实现自动交易。由于该模式运行在后台，不需要打开图表占用过多的资源，只需最后一个周期的信号，所以原则上公式不做多余计算，效率高，便于对多个品种同一个策略进行轮循监控。

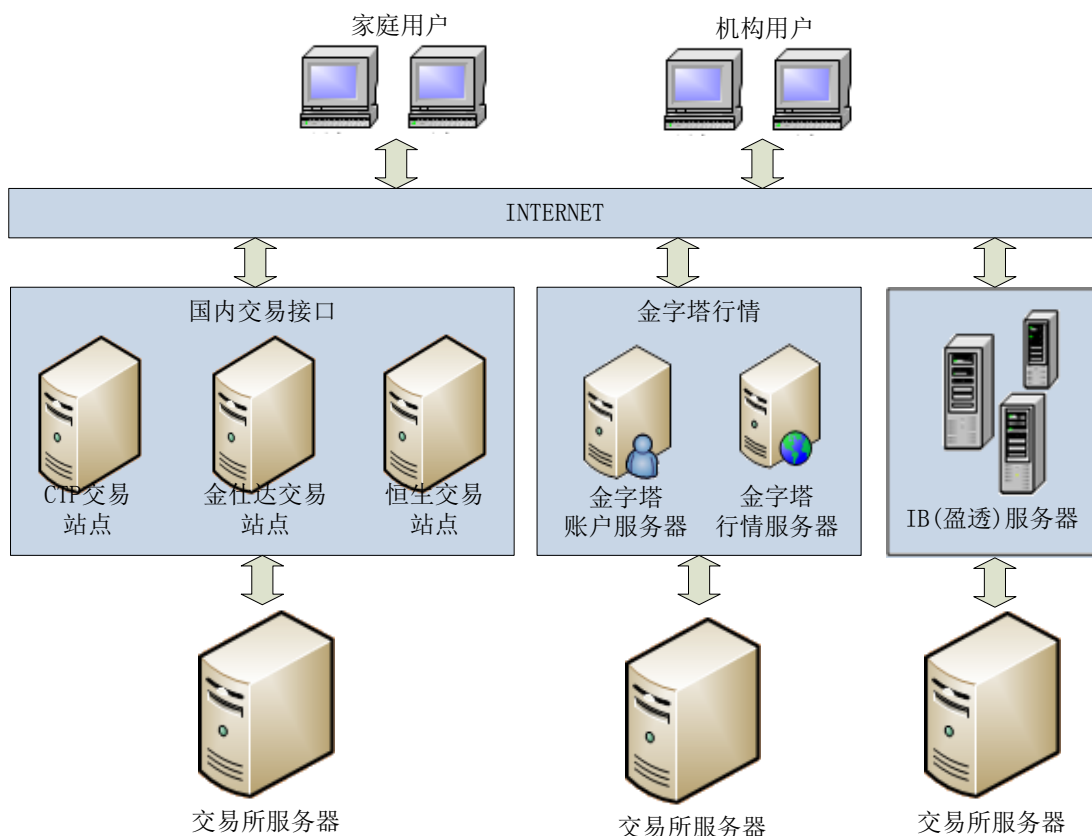


图 3-1: 金字塔交易决策系统的系统结构图

### 3.2 交易开拓者交易平台

交易开拓者(TradeBlazer)是一款为中国期货市场专业投资用户开发的金融投资软件,它集中了实时行情,技术分析,快捷交易及程式化交易的功能。并借鉴了华尔街一些著名软件的优点,如 TradeStation、WealthLab、MetaStock、MetaTrade 等,吸收了国际众多的网上交易系统的精华,拥有简单和友好的用户界面。通过使用交易开拓者,用户可以简单,快速的将自己的交易思想转化为计算机代码,让计算机帮助用户实现价值。

交易开拓者自 2007 年发布以来,不断优化完善,经历了短短 5 年多的发展,以简单、快捷、实用的优点迅速赢得了很多量化投资者。目前,开拓者已经成为国内流行的期货程序化交易平台,并获得了第四届中国最佳期货软件服务商的称号。期货投资者可以快捷地使用交易开拓者,进行期货投资策略的回溯验证及量化投资分析。开拓者在程序化方面,使用 TBL (TradeBlazer Language)中间语言,该语言基于 C++, 语法类似于 Pascal, 简明易懂,数据类型及运算符丰富,方便使用。现阶段,交易开拓者市场推广做得较好,合作的期货公司较多,在中低端量化交易平台的市场占有率较高。使用交易开拓者的实盘用户中,在进行期货程序化交易的客户群体占全国的 80%以上。



图 3-2: 开拓者交易平台工作区视图, 图片来源: 交易平台交易开拓者 (TB) 使用教程

### 3.3 大智慧 DTS 程式化交易平台

大智慧 DTS 程序化交易平台, 是大智慧股份有限公司的子公司自主研发而成。前期自主研发的平台为 DTS 程序化交易平台, 之后与大智慧金融终端相结合, 形成全新的大智慧 DTS 交易平台。它是一款金融业通用的集数据挖掘、信息检索、策略研发和量化交易于一体, 通过灵活、开放的 DTS 交易平台, 将海量的决策信息转化为程式化交易的依据, 并且接入高速交易系统, 实现真正意义上的系统分析和策略交易。大智慧 DTS 交易平台在国内属于高端量化投资平台, 随着国内金融市场创新的提速, 机构投资者对高端交易平台的需求和潜在需求呈快速上升趋势, 大智慧 DTS 交易平台可以满足机构投资者进行趋势、套利、对冲、高频等交易的需求。

大智慧 DTS 交易平台秉承了大智慧行情软件的优势, 借助大智慧金融终端能够提供海量数据。大智慧目前已经与包括上证所 Level2、深圳交易所 Level2、中金所, 上期所, 上海黄金交易所, 大商所, 郑商所, 香港联交所, 台湾期货交易所, 芝加哥期货交易, 纽约商业交易所, 纽约商品交易所, 芝加哥商业交易所, 洲际交易所, 伦敦金属交易所, 新加坡交易所等在内的 60 家覆盖全球的交易所建立合作关系。强大的数据支持, 为量化投资奠定了业务基础, 可以灵活进行跨市跨期组合套利等。

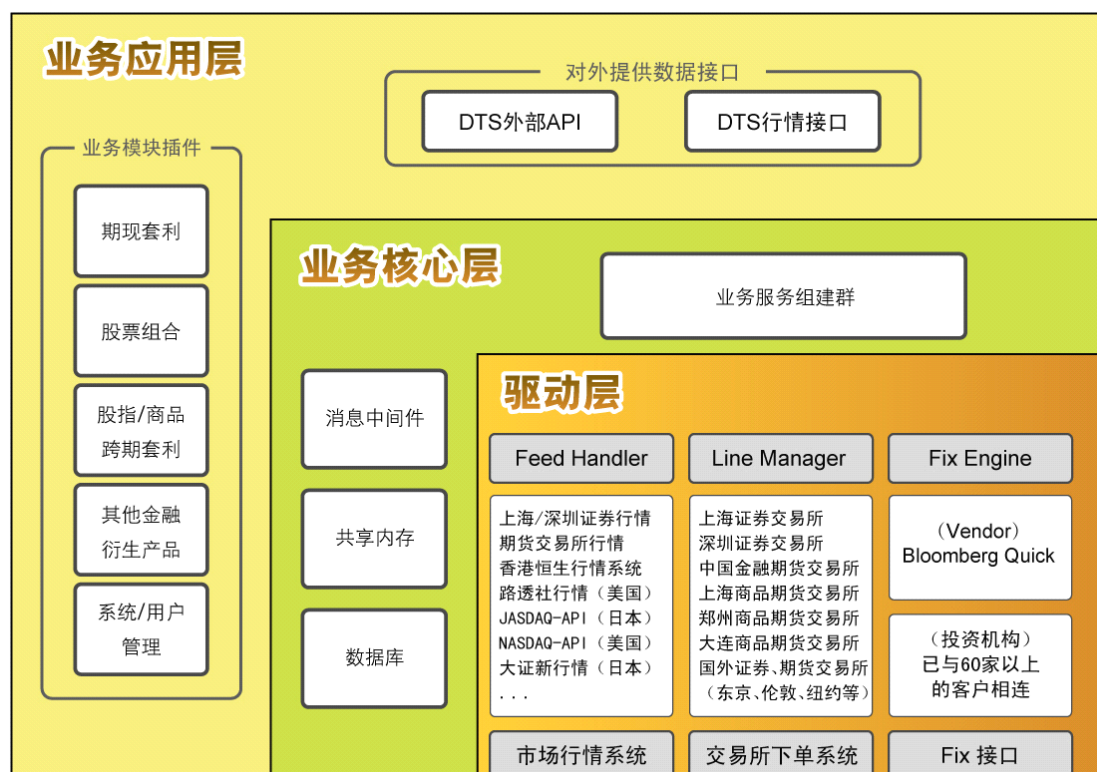


图 3-3: DTS 交易平台架构图，图片来源：大智慧 DTS 程式化交易平台说明

### 3.4 国泰安量化投资平台

国泰安量化投资平台是一个集“精准全面数据流、量化投资策略构建、快速仿真撮合验证、研究与交易无缝切换”于一体的开放式、多功能研究支撑平台。国泰安量化投资平台分为研究平台（QIA-Lite）和交易平台（QRC），采用 Matlab 的 Toolbox 的形式无缝兼容了 Matlab 的研发环境。国泰安量化平台包含了从数据源、模型构建、仿真交易验证这一投资研究整体流程的必须元素，由数据访问、策略平台、组合验证、行情回放、仿真撮合、数据通讯、交易网关、后台管理等八大模块构成，用户可以利用平台提供的各种 API 接口构建量化投资模型，再通过系统搭配的模拟交易功能进行回溯检验，最后更可通过切换交易网关到真实环境进行实战交易。

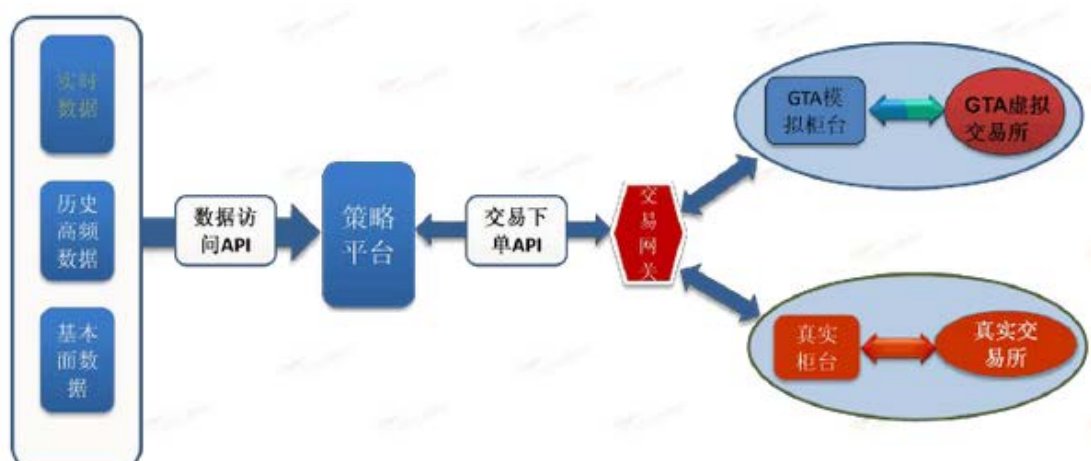


图 3-4: 国泰安量化投资平台业务流程, 图片来源: 宽研究-量化投资平台具体说明 2012.03.28

### 3.5 量化投资平台对比

结合如上几种量化投资平台的特点, 针对策略编写语言、算法交易、数据行情支持情况、交易接口、图标分析能力、收费情况等方面进行了初步对比:

表 3-1: 量化投资平台对比表

对比项目	金字塔	开拓者	大智慧 DTS	国泰安
编写语言	VBA/C++	TBL 脚本语言	Lua 脚本语言	C++/Matlab/VBA/C#
算法交易	不支持	不支持	支持 VWAP 和 TWAP 算法	支持 VWAP、TWAP、VP 及 MOC 算法
数据行情	国内期货、股票及外盘期货	国内期货	全球市场期货、股票	国内期货、股票及港交所
交易接口	CTP 接口 金仕达交易平台 恒生交易平台 FIX 接口 美国盈透证券	CTP 接口 金仕达交易平台 恒生交易平台	交易所直连 FIX 接口	CTP 接口 金仕达交易平台 恒生交易平台 FIX 接口
图表能力	一般	较强	很强	较强
收费情况	年费	手续费	年费	年费

通过上图的对比, 我们可以看出中低端 (如金字塔交易决策系统、交易开拓者) 与高端 (如大智慧 DTS 程式化交易平台、国泰安量化投资平台) 量化投资平台的差异主要体现在算法交易和实时数据能力方面, 由于高端平台主要的客户是

机构投资者，所以数据全面性、交易实时性、算法交易及量化交易策略库等都是量化投资平台的强大优势。所有量化投资平台都支持实时行情体现功能，行情数据以国内期货、股票为主，大智慧 DTS 量化平台的行情数据业务最为全面，并为机构投资者提供券商 VIP 专用通道功能以支撑实时数据传输。量化投资平台的图标能力也是一个关键技术点，交易开拓者在中低端量化平台中以简洁和友好的界面赢得了广大用户的青睐。在量化策略程序化方面，不同量化平台集成不同的编译开发环境，策略的编码以解释性脚本语言为主。各量化投资平台都是以盈利为目标，都通过收取年费或交易手续费来实现盈利，这是使用量化投资平台进行分析和交易的最大不利因素。

进行量化投资策略分析及投资交易，也可以考虑自行搭建量化投资交易平台。如下将两种方案进行了初步 SWOT 分析对比：

表 3-2：使用开放量化投资平台与自行搭建量化投资平台 SWOT 分析表

SWOT 分析	使用开放的量化投资平台	自行搭建量化投资平台
优势	1、现有技术成熟 2、可选择的投资平台较多 3、平台的技术积累雄厚	1、可以借鉴吸取开放式平台的优点 2、可以根据自身需求及优先级定制实现功能 3、不需要缴纳费用，适合长期投资分析 4、可以根据自身需求进行投资结果的统计及分析
劣势	1、需要交纳费用 2、需要投入精力学习使用方法 3、部分策略函数的调试可能是黑盒调试，不能完全掌握策略运行流程及状态	1、需要投入研发成本 2、需要一定的研发周期才能投入使用
机会	1、可以快速投入量化投资的分析工作 2、可以借助平台能力提升量化投资策略的研究水平 3、平台的使用能力可以通过经验文档来学习及提升	1、可以完全白盒进行投资策略的调试分析，提升投资策略的分析能力 2、可以根据自身探索分析挖掘策略组合和参数组合，提升金融创新的能力
威胁	1、使用平台的技术支持情况不清楚 2、量化投资分析情况在一定程度上依赖平台的选择	1、自行搭建平台的性能可能无法满足量化投资的要求

综合考虑量化投资平台的费用、投资策略白盒调试、投资组合优化灵活性等因素，最终考虑自行搭建量化投资平台进行投资策略分析及研究。

### 3.6 自行搭建的量化投资平台

根据需求分析，笔者准备搭建一款以对量化投资策略分析、研究为主的，集行情数据挖掘分析、程序化交易于一体的实用性量化投资分析平台。量化投资平台的开发，使用 VC++ 6.0 集成开发环境，平台包含如下主要功能：



- 1、系统支持国内股票、期货的行情查询功能，实时行情数据显示。
- 2、系统支持国内期货市场的人工下单、触发下单、组合下单、拆分下单、快速平仓、止损平仓等手工交易执行功能，通过界面可以查询交易执行情况。
- 3、系统支持国内期货市场的程序自动化交易执行，交易执行可以根据用户需要选择投资策略及相关关键参数。
- 4、为缩短研发周期、提高投资执行效率，量化投资策略的编写采用 C++ 代码及编译方式实现，前期不开发脚本语言支持功能；前期开发的交易策略以趋势跟踪策略为主，后续逐步补充其他策略。
- 5、系统支持投资策略回溯验证功能，投资者编写的策略可以通过历史行情数据进行回溯模拟验证，通过模拟交易系统来分析策略的执行效果。系统可以根据不同周期进行回溯模拟，支持实盘模拟的外推检验功能。模拟验证过程可以提供投资者的设定对参数进行自动优化。回溯模拟验证后可以提供回溯报告，供用户进行策略效果分析。
- 6、系统可以根据历史数据和实时行情，自动判断买卖时机，并且发出买卖信号。为了使策略更加灵活，可以支持多策略多商品同时分析。
- 7、系统支持交易账户管理功能，记录统计账户交易情况。
- 8、系统支持简单友好的图表界面，包括行情图表、收益比例图表、回溯验证报告图表、盈亏状况图表等。
- 9、系统支持风险控制，支持止赢、止损操作控制交易风险，能够通过 VAR 模型进行风险度量，并作出交易预警或自动化平仓。
- 10、系统支持资金管理功能，当用户在进行跨期、跨产品交易时，可以优化资金比例，降低投资风险。



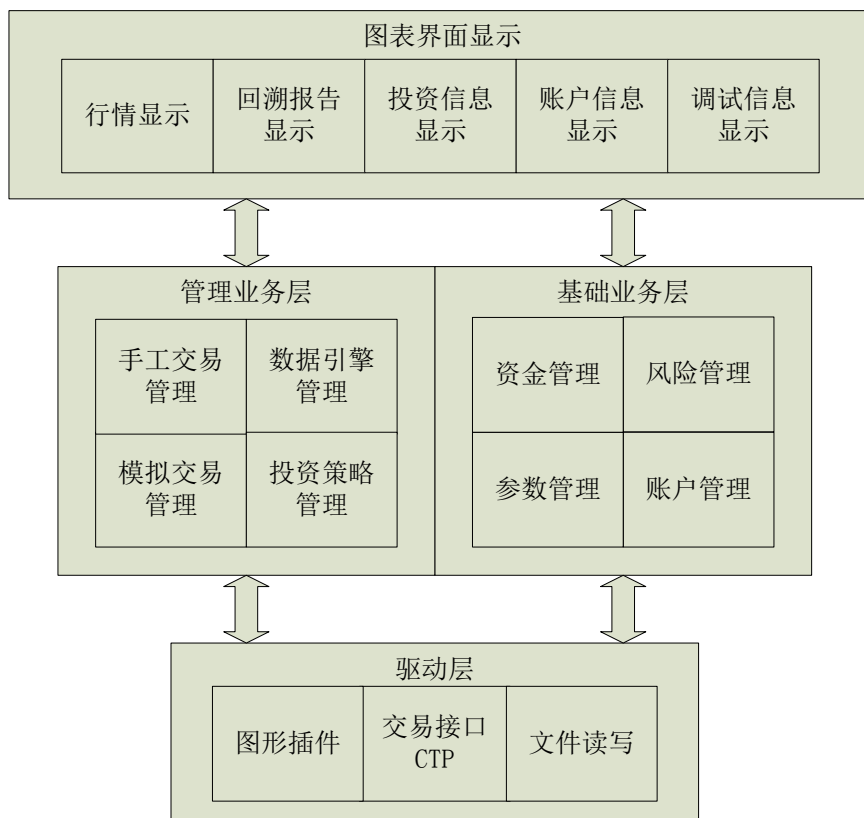


图 3-5: 自行搭建量化投资平台设计结构图



图 3-6: 自行搭建量化投资平台界面图

## 第四章 量化投资的主要内容

### 4.1 量化投资交易策略

#### 4.1.1 量化投资交易策略分类

量化投资交易策略，主要包括量化择时策略、统计套利策略、算法交易策略、组合套利策略、高频交易策略等。



图 4-1：量化投资交易策略分类图

量化择时策略是收益率最高的交易策略，是指利用某种方法来判断走势情况，确定是买入、卖出或持有，通过高抛低吸获得超额收益率。在量化择时策略中，

趋势跟踪策略是投资者使用最多的策略，也是历史上收益率较高的策略。

统计套利是将套利建立对历史数据进行统计分析的基础之上，利用统计学的概念及理论，估计相关变量的概率分布，并结合基本面数据进行分析以用以指导套利交易。

算法交易主要是研究如何利用各种下单方法，尽可能降低冲击成本的交易策略，即将一个大额的交易通过一定算法拆分成数十个小额交易，以此来尽量减少对市场价格造成冲击，降低交易成本。

组合套利策略主要是针对期货市场上的跨期、跨市及跨品种套利等交易策略。

高频交易是指从那些人们无法利用的极为短暂的市场变化中寻求获利的计算机化交易，一般高频交易具有交易量巨大、持仓时间短、交易次数多、单笔收益率低等特点，依靠快速大量的计算机交易以获取高额稳定的收益，目前国内市场上还没有放开高频交易。

如下是量化投资中几种主要的投资交易策略：

#### 4.1.2 趋势跟踪策略

趋势跟踪的基本思想是追随大的走势，对于一个投资产品来说，当向上突破重要的压力位后可能意味着一波更大的上涨趋势行情的到来，或者当向下突破重要的压力位后可能意味着一波更大的下跌趋势行情的到来。趋势跟踪策略就是试图寻找大的趋势波段的到来，并且在突破的时候进行建仓或平仓的操作，以获得大的波段的收益。

根据 Rouwenhorst(1998)的研究，从 1980 到 1995 年的欧洲国家的交易数据来看，采用趋势投资策略的投资者是普遍存在。另外，其他很多学者对于多个国家证券市场进行研究也证明动量策略是能够取得一定得收益的。趋势投资策略作为一种简单易用的投资策略，所遵循的方法和理念也非常的简单。他们的理念是顺应市场的变化，依据价格的趋势进行买进或者卖出，重点在于捕捉市场的趋势进行获利。比如非常经典的海龟交易法则就是典型的趋势交易策略，通过对每一次可能的趋势进行交易，也许 100 次都是假趋势会让你赔钱，但是总有一次大的趋势让你赢利。

趋势交易策略本身的盈利能力取决于四个因素，一是交易频率的选择；二是确定计算指标的历史数据周期；三是确定技术指标的阈值，即触发交易的指标阈值；四是风险控制原则，最主要的是止损策略。

投资者在趋势交易策略中使用的技术指标是最多的，也最容易通过技术指标找到在市场中获利的方法。趋势型指标一般通过两根线所形成的金叉和死叉作为

市场趋势判断标准。利用趋势型指标进行择时的基本理念是顺势而为，即通过追踪市场运行趋势，“让利润充分增长，限制损失”是趋势型指标的真是反映。

常用的趋势型指标包括：移动均线(MA)、平滑异动移动平均线(MACD)、趋向指标(DMI)、震动升降指标(ASI)、平均差(DMA)、区间震荡指标(DPO)、量价曲线(VPT)、威廉变异离散量(WVAD)、十字滤线(VHF)、简易波动指标(EMA)、三重指数平滑平均线(TRIX)、相对强弱指标(RSI)、佳庆指标(CHAikin)、终极指标(UOS)等。

其中最常用的 4 个指标为 MA、MACD、DMA、TRIX。

1、MA 的计算公式为：

$$MA(N)_t = (Pt(N-1) + \dots + Pt(0)) / N$$

MA 的运用：利用移动均线进行择时交易的方法众多，其中最为著名的是葛南维(jogepsbganvle)创造的八项法则。简单来说就是，移动平均线在股价之下，而且又呈上升趋势时是买进时机；反之，平均线在股价线之上，又呈下降趋势时则是卖出时机。利用移动均线择时获利的另一种常用方法是交叉法则，即当一条短期均线从下向上穿过长期均线是，形成所谓金叉，此时应该做多；而当一长期均线从上向下穿过短期均线时，形成所谓死叉，此时应该做空或平仓。

2、MACD 的计算公式为：

- a) 计算短期(S 日)指数移动平均线和长期(L 日)指数移动平均线 EMA1、EMA2；
- b) 其中  $EMA(X,N) = 2 * X / (N+1) + (N-1) / (N+1) * \text{昨日指数平均值}$
- c) 计算离差值  $DIF = EMA1 - EMA2$ ；
- d) 计算 DIF 的 N 日指数移动平均线，即 DEA；
- e) 计算  $MACD = 2 * (DIF - DEA)$ 。

在 MACD 的计算中，需要设定的参数主要包括 S、L、N。

MACD 的运用：

- a) DIFF、DEA 均为正，DIFF 向上突破 DEA，买入信号。
- b) DIFF、DEA 均为负，DIFF 向下跌破 DEA，卖出信号。
- c) DEA 线与 K 线发生背离，行情反转信号。
- d) 分析 MACD 柱状线，由正变负，卖出信号；由负变正，买入信号。

3、DMA 的计算公式为：

- a) 计算短期(S 日)移动均线和长期(L 日)移动均线 MA1、MA2；
- b) 计算平均线差  $DMA = MA1 - MA2$ ；
- c) 计算 DMA 的 M 日移动平均线，即 AMA。

在 DMA 的计算中，需要设定的参数主要包括 S、L、M。

DMA 的运用：

- a) DMA 向上交叉其平均线 AMA 时, 买进;
- b) DMA 向下交叉其平均线 AMA 时, 卖出;
- c) DMA 与股价产生背离时的交叉信号, 可信度较高。

#### 4、TRIX 的计算公式为:

- a) 计算 N 日的指数移动平均线 EMA;
- b) 对上述 EMA 再进行两次 N 日指数移动平均后得到 TR;
- c) 计算 TRIX 的 M 日简单移动平均 MATRIX。

在 TRIX 的计算中, 需要设定的参数主要包括 N、M。

#### TRIX 的运用:

- a) TRIX 由下往上交叉其平均线时, 为长期买进信号;
- b) TRIX 由上往下交叉其平均线时, 为长期卖出信号。

### 4.1.3 噪音交易策略

市场上有很多异常信息, 当投资产品在某个特定的情况下它们就会出现, 比如产品股价在底部或顶部的时候, 往往会有一些知情的交易员提前知道某些信息, 他们的交易行为对市场形成了干扰, 如果能够捕获到这些异常信息, 则可能对投资的判断提供重要的价值。

1985 年 Kyle 最早提出了噪声交易的概念, 不过他所说的噪声交易者主要是为了流动性进行交易。1986 年 Fischer Black 在题为《噪声》的美国金融学会主席演讲中首先全面地阐述了噪声交易。基于噪音的交易者使价格远离价值, 基于信息的交易者将价格拉回价值, 于是价格围绕价值波动。因此, 在一个流动性的市场中, 价格并不总是等于价值, 市场并不总是有效的。在学术上, 噪声交易被定义为交易者在缺乏正确信息的情况下密集进行的交易行为。由于这些交易缺乏信息或者信息有偏差, 所以不会真正长期地影响资产价格的基础。

噪声交易策略的运用主要是机构投资者, 机构投资者通过计算获取到市场的噪声交易指数, 并根据监测该指数的变化来设计量化交易策略。下面是一个简单交易策略的例子, 经过回溯检验, 该策略可以在熊市中提前抓住主要的反弹信号, 并获得丰厚的绝对回报。

进入策略: 市场较上周下跌, 最近 5 日平均噪声交易规模比 5 日之前的连续 5 日平均噪声交易规模显著增大。

退出策略: 市场较上周上涨, 最近 5 日平均噪声交易规模比 5 日之前的连续 5 日平均噪声交易规模显著增大。

止盈/止损策略: 当某交易日收盘价相对于进入后的高点下跌幅度超过一定

程度。

#### 4.1.4 协整策略

在各种统计套利策略中，协整套利策略是理论基础最坚实、应用最广泛的一种策略。协整套利的主要原理，是先找出相关性最好的几对投资产品，再找出每一对的长期均衡关系，即协整关系，当某一对投资产品的价差，即协整方程的残差，偏离到一定程度时建仓，买进被低估的投资产品、卖空被高估的投资产品，等到价差回归均衡时获利了结平仓。

Burgess(1999)提出了协整套利的 3 个步骤：

- 1、 构建多头头寸和空头头寸组成的资产组合，检验动态价格或收益的预测能力；
- 2、 构建协整回归，建立误差修正机制；
- 3、 实施交易策略，开发资产收益中可预测的成分。

针对第 2 个步骤协整回归，在实际分析操作中也可分为 3 个流程来完成：

- 1、 平稳性检验，序列平稳性检验的标准方法是一单位根检验，主要有 7 种方法：DF 检验、ADF 检验、DFGLS 检验、PP 检验、KPSS 检验、ERS 检验、NP 检验。
- 2、 协整检验，协整检验从检验的对象上可以分为两种：一种是基于回归系数的协整检验，如 Jollansen 检验；另一种是基于回归残差的协整检验，如 EG 检验，实际上就是检验回归残差的平稳性。
- 3、 误差修正，误差修正模型的基本形式在 1978 年由 Davidson、Hendry、Srba 和 Yeo 提出，又称 DHSY 模型。目前最一般的模型是自回归分布滞后模型 (AutoregressiveDistributedLag, ADL)。

#### 4.1.5 多因素回归策略

多因素回归策略，也是统计套利中被广大机构投资者所使用的策略。这一策略基于投资收益与多种选择因素存在相关性，这类方法的代表是套利定价模型 (ArbitragePricingTlleory, APT)。该策略包括定义影响收益的因素，用收益对这些因素进行多元回归，然后基于这些相关性选择个股来建立投资组合。多因素模型通过捕捉引起收益变动的共同因素，然后开发基于这些因素的多元模型，简化投资组合分析所要求的证券相关系数的输入。模型的基本公式如下：

$$r_t = \alpha_t + \beta_1 factor_1 + \cdots + \beta_n factor_n + \varepsilon_t$$

针对不同投资产品，可以构建出多种因素或因子，主要的分类如下图所示：

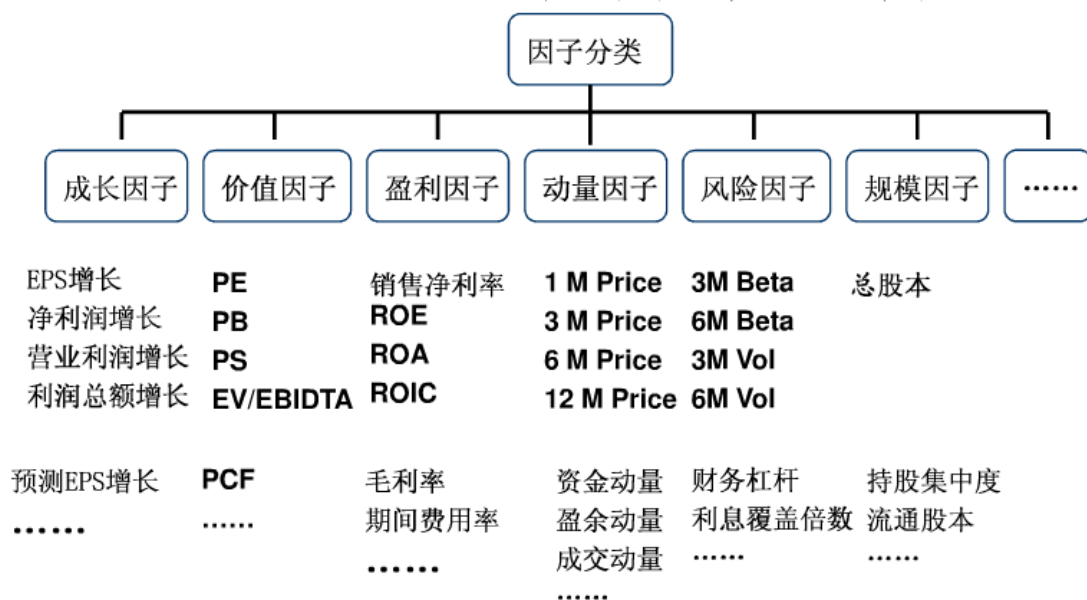


图 4-2：多因素回归策略因子分类图

## 4.2 量化投资策略组合

量化投资策略组合主要包括交易商品、策略类别、策略数量、时间周期等几个维度。

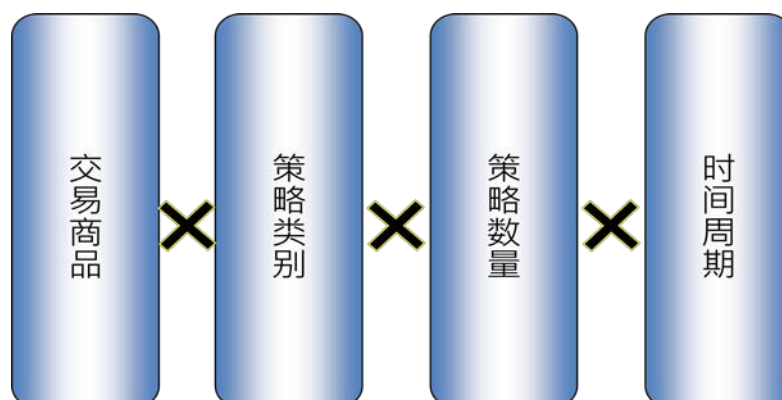


图 4-3：量化投资组合说明图

使用投资策略组合进行量化交易，与单一投资策略相比，存在以下几点优势：

- 1、净值稳定，策略组合可以降低对单一策略的依赖及影响程度，当市场有效性逐渐发挥作用，单一策略可能会失去竞争力，而使用策略组合的方式，可以使多个策略在不同周期上发挥作用，优势互补，在一定程度上

保证了稳定的收益率；

- 2、机会掌握，策略组合可以从多个维度把握投资机会，通过策略组合挖掘不同投资产品的价格变化、不同市场的周期特性、不同时间段的技术指标特性等；
- 3、风险分散，策略组合可以降低单一策略的交易风险，通过策略组合和资金配置方式将投资风险分散化，在一定程度上也规避了市场风险、策略风险及系统风险等。

## 4.3 量化投资策略评价

### 4.3.1 度量指标

对于量化投资策略的好坏，可以通过一系列指标来判别。指标可以被分为两类，一类是交易收益情况，另一类是风险指标情况。很多普通投资者，容易将关注重点放在收益率上，而忽略了投资承受风险的情况。收益率并不是判断投资好坏的唯一指标，还需要更多地考虑相对市场的业绩情况，以及收益率的稳定或波动情况。目前最大资金回撤、夏普指数、 $\beta$  系数等，已经成为机构投资者评价投资策略的主要风险指标。

#### 1、净利润

净利润是指投资策略在交易期间扣除交易成本和交易亏损之后的净获利额度。该指标是衡量投资策略的一个重要指标，它代表了一段时间内投资的盈亏情况。净利润表示的是某一时间段内投资交易盈亏的绝对额度。当净利润大于 0 表示投资盈利，但并不是在一段时间内的净利润越大越好，投资收益的同时需要考虑投资所承受的风险系数。

#### 2、净值比例

净值比例是指通过百分比比例的形式表现当前投资交易盈亏状况，表示的某一时间段内投资的相对额度。在实际计算上，使用某一时间段的总资产相对于初始金额的比例计算而得到净值百分比，初始净值比例默认为 100%，当净值比例大于 100% 时说明当前投资盈利，否则表示亏损。在进行收益率分析时，经常将净值比例绘制为图形，观察净值的走势及波动情况。

#### 3、盈亏额比率

盈亏额比率是总盈利额与总亏损额的比例。这是一个相对比例，对于盈利的投资策略盈亏额比率应该高于 100%。盈亏额比率与收益率不一定呈现正比关系，盈亏额比率只代表盈利比例情况，还需要考虑总交易次数和总交易额的因素。



#### 4、交易次数

交易次数，即总交易次数，指盈利交易次数与亏损交易次数的总和。交易次数的多少代表了交易频繁度，同时也从另一个角度反映总的交易手续费的多少。

#### 5、胜算率

胜算率，也称盈利次数比率，是指盈利交易（扣除交易成本之后）次数对总交易次数的比率。一般认为，较好的投资交易策略，胜算率在 50% 以上，即赢多亏少。但由于风险控制系统的存在，止损功能充分发挥作用，可能会导致小额亏损交易次数较多。所以不能完全依赖胜算率 50% 的基准点，有的交易策略以薄利多销为盈利模式，而有的交易策略以捕捉趋势机会为盈利模式。

#### 6、年化收益率

年化收益率是指将投资收益率按照交易时间段，折算为年度的收益率情况，使用年化收益率可以方便投资者与市场利率及其他投资产品收益率进行比较。

#### 7、最大盈亏额度

最大盈亏额度，指已完成交易样本中最大一次的盈利额和最大一次的亏损额。最大盈利与最大亏损给系统研究者和使用者提供了重要的系统质量信息，如果最大盈利与平均盈利差距过大，则应视最大盈利额为偶然事件。如果最大盈利额占总盈利额中的比重过大，则应怀疑系统的实际盈利能力和稳定性。如果最大亏损额与平均亏损额之间差别过大。则应进一步检查系统的风险控制能力，以确保系统有足够的抵抗能力抵抗巨大的突发事件的影响。如果系统检测中同时存在个别巨大盈利和个别巨大亏损，研究者可扣除个别巨大盈利并同时保留个别巨大亏损，以观察在该种条件下系统是否仍然盈利。如果系统在重新设定的条件下仍能获利，则系统的信任度可大大提高；后之，如果系统在重新设定的条件下不能获利，则系统不是一个可信任的交易系统。

#### 8、最大连续盈亏次数

最大连续盈利次数与最大连续亏损次数对有经验的系统操作者是极重要的信息资源。它为系统操作者和投资者进行风险控制提供了重要的依据。对于量化投资来讲，投资交易是依照策略客观的执行的，则该方法与市场形态的适应性应该呈周期性的正向和负向变动，而不会出现人为主观交易导致连续盈利或连续亏损情况的出现，如果出现这两种情况，应该对量化投资策略进行详细的分析及排查。

#### 9、最大资金回撤

在选定周期内任一历史时点往后推，产品净值走到最低点时的收益率回撤幅度的最大值。最大回撤用来描述买入产品后可能出现的最糟糕的情况。最大回撤是一个重要的风险指标，对于对冲基金和数量化策略交易，该指标比波动率还重

要。投资者或机构投资者的管理者，都需要密切关注该指标，最大回撤率往往代表了投资人所能忍耐亏损的极限。

#### 10、 夏普比率

夏普指数 = (平均收益率 - 无风险收益率) / 收益率标准差。

平均报酬率：净值增长率的平均值

无风险利率：银行同期利率

标准差：净值增长率的标准差

为经风险调整后之绩效指标。夏普指数反映了单位收益率超过无风险收益率的程度。当夏普比率大于零，说明在衡量期内基金的平均收益率超过了无风险收益率，投资可以获得收益。当夏普比率小于零，说明在衡量期内基金的平均收益率没有达到无风险收益率，投资无法获利。若夏普比率越大，说明投资承受的单位风险所获得的风险收益越高。

#### 11、 $\beta$ 系数

$\beta$  系数也称为贝塔系数 (Beta coefficient)，是一种风险评价指数，是一种评估证券系统性风险的工具，用以度量一种证券或一个投资证券组合相对总体市场的波动性。如果量化投资对象为股票市场，可以使用  $\beta$  系数方法，与股市大盘进行对比度量。

模型表达式为：

$$\beta_a = \frac{\text{Cov}(r_a, r_m)}{\sigma_m^2}$$

其中， $\text{Cov}(r_a, r_m)$  是投资组合或基金的收益与市场收益的协方差； $\sigma_m^2$  是市场收益的方差。

$\beta$  系数是统计学上的概念，它所反映的是某一投资对象相对于大盘的表现情况。其绝对值越大，显示其收益变化幅度相对于大盘的变化幅度越大；绝对值越小，显示其变化幅度相对于大盘越小。如果是负值，则显示其变化的方向与大盘的变化方向相反；大盘涨的时候它跌，大盘跌的时候它涨。一般情况， $\beta < 0.5$  为低风险投资， $\beta = 1.0$  表示为平均风险投资，而  $\beta > 2.0$  为高风险股票，大多数投资组合或基金的  $\beta$  系数介于 0.5 到 1.5 之间。由于我们投资的目的是取得优于大盘的表现情况，这一指标可以作为考察投资组合或基金降低投资波动性风险的能力。

### 4.3.2 业绩评估

作为一个集合投资、风险分散、专业化管理、流动性强的投资产品，量化投资的业绩则受到投资者的重点关注，但如果要对投资结果有一个全面的评价，需

要综合考虑投资业绩的表现,包括资金收益的来源和其他要素对收益变化影响背后的原因,全面的绩效评价能够在这方面提供更好的角度和方法,风险调整收益、选股择时能力、业绩归因分析、业绩持续性和 Fama 业绩分析等指标和方法可以从不同的角度对量化投资绩效进行评价。

在研究使用量化投资策略所带来的业绩、选股能力和择时能力效果上,还可以采用评估模型的方法进行分析。可以分别使用绩效评估模型及管理能力评估模型来进行实证检验。

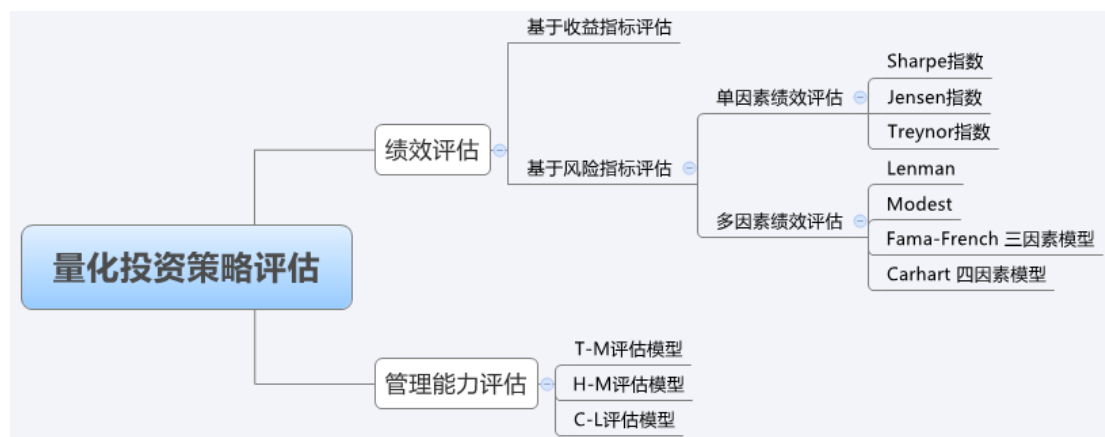


图 4-4：量化投资策略评估分类图

### 1、绩效评估方法

绩效评估的方法,可以分为收益指标评估方法和基于风险调整的指标评估方法。基于收益指标评估方法,一般采用投资策略组合收益率来表示投资组合在一定期间的收益率情况。基于风险调整的指标评估方法,又可以根据绩效评估中考虑的业绩影响因素的数量,分为单因素绩效评估理论和多因素绩效评估理论。

设一个投资策略组合由  $n$  种投资策略组成,  $R = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  反映了各种投资策略的期望收益率,  $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  表示量化投资选择的  $n$  种投资策略的比例向量, 则投资策略组合的期望收益率为:

$$r = r_1 \cdot p_1 + r_2 \cdot p_2 + \dots + r_n \cdot p_n$$

投资组合收益率的评价方法是直观的,但是这种方法也存在一些不足,主要表现在:不考虑投资面临的风险因素,投资组合中不同的风险水平达到不同的收益率水平,如果不考虑风险因素,收益和风险特性评价是不全面的;不能直接用于估计的投资组合不同时期不同风险因素的绩效评估,只能用于同一时期同一风险条件下的不同投资组合间的比较与评估。

单因素绩效评估理论增加了风险因素,将收益和风险同时纳入绩效评价,符合投资者的行为特征。单因素评价理论主要包括 Sharpe 指数、Jensen 指数、Trenor 指数。多因素绩效评估理论以 Fama-French(1993)的三因素模型和 Carhart(1997)

的四因素模型为代表。

#### a、Sharpe 指数

Sharpe 以投资学最重要的理论基础资本资产定价模式 CAPM 为出发,发展出著名的夏普指数,用以衡量金融资产的绩效表现,目的是计算投资组合每承受一单位总风险,会产生多少的超额报酬。

模型表达式为:

$$S = [R_p - R_f] / \sigma_p$$

其中,  $R_p$  表示投资组合预期报酬率,  $R_f$  表示无风险利率,  $\sigma_p$  表示投资组合的标准差。夏普指数代表投资人每多承担一分风险,可以拿到几分报酬;若为正值,代表投资报酬率高过波动风险;若为负值,代表投资操作风险大过于报酬率。

#### b、Jensen 指数

1968 年, Jensen 提出了 Jensen 指数评估模型。该模型基于资本资产定价模型 (CAPM) 的基础上,通过投资组合收益率与市场平均收益率来衡量投资组合的业绩。

模型表达式为:

$$J = r_p - [r_f + \beta_p (r_m - r_f)]$$

其中,  $J$  表示超额收益,被简称为 Jensen 业绩指数;  $\beta_p$  为资产组合 P 的系统风险;  $r_f$  为无风险收益;  $r_m$  为同期平均市场收益。 $\alpha_p$  值愈大,业绩愈好;反之,则劣。

Jensen 指数是一种在风险调整基础之上的绝对业绩度量方法,表示的是在给足风险水平的情况下,投资人通过对价格准确判断获取超额收益能力。

#### c、Treynor 指数

Treynor 在 1965 年提出了 Treynor 评估模型。Treynor 指数是对单位风险的超额收益的一种衡量方法,该模型是以投资收益的系统风险作为绩效调整的因子,反映投资承担单位系统风险所获得的超额收益。

模型表达式为:

$$T = (R_p - R_f) / \beta_p$$

其中,  $T$  表示特雷诺业绩指数,  $R_p$  表示投资在考察期内的平均收益率,  $R_f$  表示考察期内的平均无风险利率,  $\beta_p$  表示投资组合的系统风险。

#### d、Fama-French 三因素模型

Fama 和 French 在 1993 年指出可以建立一个三因子模型来解释投资收益率。模型认为一个投资组合的超额收益率可由它对三个因子来解释,这三个因子是:市场资产组合( $R_m - R_f$ )、市值因子(SMB)、账面市值比因子(HML)。

模型表达式为:

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + \beta_i (R_{mt} - R_{ft}) + s_i \text{SMBt} + h_i \text{HMLt} + \epsilon_{it}$$

其中,  $R_{it}$  表示时间  $t$  的投资组合收益率;  $R_{ft}$  表示时间  $t$  的无风险收益率;  $R_{mt}$  表示时间  $t$  的市场指数收益率;  $\text{SMBt}$  (Small minus Big) 为时间  $t$  市值因子的模拟组合收益率,  $\text{HMLt}$  (High minus Low) 为时间  $t$  的账面市值比因子的模拟组合收益率;  $\beta_i$ 、 $s_i$  和  $h_i$  分别是三个因子的系数;  $a_i$  为影响因素为 0 时的投资组合预期收益率;  $\epsilon_{it}$  为随机误差项。

#### e、Carhart 四因素模型

Carhart 在 1997 年认为研究投资收益应在 Fama-French 的三因子模型基础上加入动量效应, 构建了四因子模型, 包含了市场因素、规模因素、价值因素和动量因素。

模型表达式为:

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + \beta_i (R_{mt} - R_{ft}) + s_i \text{SMBt} + h_i \text{HMLt} + w_i \text{WMLt} + \epsilon_{it}$$

其中,  $R_{it}$  表示时间  $t$  的投资组合收益率;  $R_{ft}$  表示时间  $t$  的无风险收益率;  $R_{mt}$  表示时间  $t$  的市场指数收益率;  $\text{SMBt}$  (Small minus Big) 为时间  $t$  市值因子的模拟组合收益率,  $\text{HMLt}$  (High minus Low) 为时间  $t$  的账面市值比因子的模拟组合收益率;  $\text{WMLt}$  (Winners minus losers) 为时间  $t$  的动量因子因素, 即一定时期内收益率排名前 30% 的股票减去排名后 30% 的股票的加权收益率;  $\beta_i$ 、 $s_i$ 、 $h_i$  和  $w_i$  分别是四个因子的系数;  $a_i$  为影响因素为 0 时的投资组合预期收益率;  $\epsilon_{it}$  为随机误差项。

在实际应用中进行投资业绩评估时, 使用最多的是单因素模型的 Sharpe 指数和多因素模型, 多因素模型是在 Carhart 四因素模型的基础上继续根据多种影响因素进行扩展, 针对多种影响因素进行分析评估。

## 2、管理能力评估方法

管理能力评估方法, 可以分为择股能力和择时能力。目前主要的管理能力评估模型, 且被国内外学术界广泛采用的, 包括 T-M 评估模型、H-M 评估模型和 C-L 评估模型等。

#### a、T-M 评估模型

1966 年, Treynor 和 Mauzy 在《共同基金能否战胜市场》一文中第一次创新性地对投资的择时选股能力提出独特的研究模型, 并进行相应的计量实证分析。

模型表达式为:

$$R_p - R_f = \alpha + \beta_1(R_m - R_f) + \beta_2(R_m - R_f)^2 + \epsilon_p$$

其中,  $\alpha$  为选股能力指标;  $\beta_2$  为择时能力指标;  $\beta_1$  为基金组合所承担的系统风险;  $R_p$  为基金在各时期的实际收益率;  $R_m$  为市场组合在各时期的实际收益率;  $\epsilon_p$  是随机误差项。如果  $\beta_2$  大于零, 则表示基金经理具有择时能力: 由于

$(R_m - R_f)^2$  为非负数, 故当证券市场为多头( $R_m - R_f > 0$ )时, 投资基金的风险溢价  $R_p - R_f$  会大于市场组合的风险溢价  $R_m - R_f$ ; 反之, 当证券市场出现空头( $R_m - R_f < 0$ )时, 投资基金的风险溢价  $R_p - R_f$  的下跌却会小于市场组合的风险溢价  $R_m - R_f$  下跌的幅度。另外, 如果常数  $\alpha$  值大于零, 表明基金经理具备选股能力; 且值越大, 这种选股能力也就越强。

#### b、H-M 评估模型

H-M 模型亦称双贝塔模型, 是 Henriksson 和 Merton 在 1981 年提出了一种相似的却更为简单的对选股和择时能力进行衡量的二项式参数检验模型。

模型表达式为:

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_1(R_m - R_f) + \beta_2(R_m - R_f)D + \varepsilon_p$$

其中,  $D$  是一个变量, 当  $R_m > R_f$  时,  $D=1$ ; 当  $R_m < R_f$  时,  $D=0$ 。于是, 投资组合的  $\beta$  值在  $R_m > R_f$  时为  $\beta_1 + \beta_2$ , 在  $R_m < R_f$  时为  $\beta_1$ 。如果通过样本数据的回归分析, 得到系数的估计值  $\beta_2$  显著大于 0, 则表示在市場上涨的牛市行情中, 基金经理会主动调高  $\beta_2$  值, 在市場下跌的熊市行情中会调低  $\beta_2$  值, 这正体现了基金经理的时机选择能力。

#### c、C-L 评估模型

Chang 和 Lewellen 在 1984 年对 H-M 模型进行了改进, 提出了 C-L 模型。

模型表达式为:

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_1(R_m - R_f)D_1 + \beta_2(R_m - R_f)D_2 + \varepsilon_p$$

其中,  $D_1$  和  $D_2$  为变量, 当  $R_m > R_f$  时,  $D_1 = 0$ ,  $D_2 = 1$ ; 当  $R_m < R_f$  时,  $D_1 = 1$ ,  $D_2 = 0$ 。 $\beta_1$  表示证券市场处于熊市时投资组合的市场性风险,  $\beta_2$  表示证券市场处于牛市时投资组合的市场性风险, 如果  $\beta_1$ 、 $\beta_2 > 0$ , 则表明基金管理人具备一定的择时能力。

结合上面理论模型所述, 我们可以看出, T-M 模型、H-M 模型、C-L 模型对选股能力指标的模型设计都是相同的, 主要的差异在择时能力指标的模型设计, 主要表现为: T-M 模型对收益率和市场的平方差无风险回报率为择时能力的相关因素, 其作为衡量市场择时能力系数; H-M 模型将牛市行情的收益率和无风险收益率之差作为择时能力的相关因素, 其作为衡量的择时能力系数; C-L 模型将牛市和熊市区分, 以牛市和熊市的市場性风险之差作为衡量市场择时能力指数。

## 4.4 量化投资策略模拟检验流程

量化投资于系统交易存在一定的交集, 系统交易算是一种交易方法, 其核心在于思想的逻辑化, 而不在于交易形式, 而量化投资更倾向于一种交易工具, 或

者是使用工具的交易方法,其核心在于工具性。量化投资交易策略模拟检验流程,类似《系统交易法》中阐述的“一个交易系统的设计过程”,“一个交易系统的设计过程”通常由下述几个基本步骤构成:

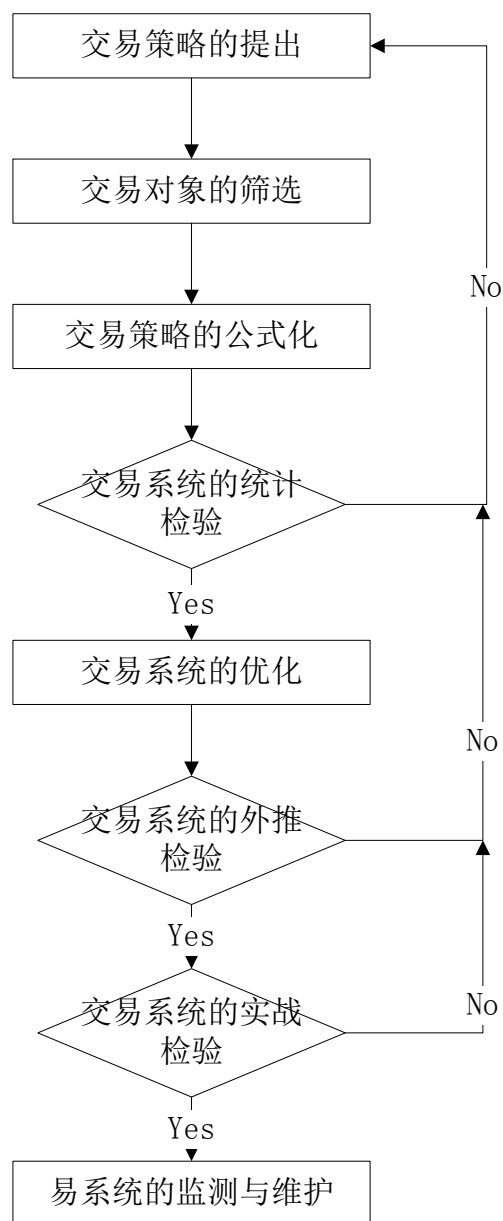


图 4-5: 交易系统设计过程图

- 1、交易策略的提出: 交易策略的形成,可以划分为从上到下和从下到上两种方式。从上到下方式,是指根据对市场的长期观察而形成某种理论认识,再基于这种认识而形成某种战略战术,如趋势跟踪策略、三点交易法、摆动交易法等。从下到上方式,是指从市场统计数据出发,根据统计分析得出的统计特征而寻找对应的战略战术,如回归交易策略、跳空策略等。交易策略是策略模拟检验流程的核心,也是量化投资的关键指

导因素。

- 2、交易对象的筛选：交易对象种类繁多，包括股票、期货、外汇、黄金、基金等。对象的选择需要进行充分的评估，重点关注市场流动性、市场的成熟度、投资成本的承受能力、市场的参与程度、投资交易自动化接口等方面。在中国，由于市场的不成熟和法律制度的不完善，尤其应注意评估市场的参与程度。为了吸引投资者，期货交易所可以联合经纪公司做市商，用亏损补贴为交换条件以扩大交易量，这实际上是一种虚假的交易量，投资者应注意识别和避免投资此类市场。
- 3、交易策略的公式化：将投资交易策略转化成计算机语言，通过计算机程序实现交易策略。公式化的实现，需要考虑投资平台的选择，使用相对简洁明了的计算机语言，同时还需考虑交易策略的复杂性及算法实现的效率。
- 4、交易系统的统计检验：公式化完成后，需要使用投资市场的历史数据进行充分的回溯检验，并借助统计学方法进行分析，也可以使用计算机配合输出图形或数据列表进行结果比较与分析。统计检验主要包括收益率、交易成本、交易记录、交易风险控制等方面。
- 5、交易系统的优比：系统的优化包括很多方面，主要涉及系统参数配置、系统的内部架构、系统运行效率、交易策略优化、交易策略组合调整等等。其中，交易策略的优化是核心环节，策略的好坏直接决定投资收益情况，针对交易策略可以进行一系列的优化，策略参数筛选、参数组合遍历、策略组合等。
- 6、交易系统的外推检验：指在对交易系统所有参数全部固定后，使用多重市场数据再次对交易系统进行检验。外推检验是实战交易前的最后一个关键环节，是对投资平台及交易策略的多维度把关验证。
- 7、交易系统的实战检验：至投资交易系统与实盘对接，实盘进行模拟交易或程序化交易。在投资交易系统进行实战模拟或交易时，投资的结果可能受到交易成功率、交易延时、信息不全面等多种因素的影响，导致实战与模拟回溯结果差异。一个有实战价值的交易系统，必须做到即使不能在操作信号上捕捉到突发事件的有利影响，也要在风险管理上有能力抵抗突发事件的不利影响。一个交易系统在研究开发阶段，不但要注意检验系统在市场正常运行期间的表现，而且一定要注意检验系统在市场非常时期的表现。
- 8、交易系统的监测与维护：指投资交易系统进入实盘交易期间的状态监测与优化维护工作。交易系统的维护工作的重点在于，监测交易策略是否



按照预期执行正确交易，监测交易系统是否在实盘数据压力下运行稳定，监测风险管理是否在实盘行情出现异常时控制风险等等。

一个正确的交易策略思想，必须能够经受历史数据的检验、模拟实战的检验、初期实战的检验以及长期实战的检验。上述任一环节被统计意义否定或有严重缺陷，都要求使用者必须重新研究交易策略思想。

## 4.5 量化投资资产配置

资产配置是指资产类别选择，即投资组合中各类资产的适当配置及对这些混合资产进行实时管理。量化投资管理将传统投资组合理论与量化分析技术结合，极大地丰富了资产配置的内涵，形成了现代资产配置理论的基本框架。它突破了传统积极型投资和指数型投资的局限，将投资方法建立在对各种资产类股票公开数据的统计分析上，通过比较不同资产类的统计特征，建立数学模型，进而确定组合资产的配置目标和分配比例。

资产配置包括两大分类及三个层次，两个分类是战略资产配置和战术资产配置，三个层次是指全球资产配置、资产类别配置和行业风格配置。战略资产配置是针对当前市场状况下，在较长的一段时间内，控制投资风险，控制长期风险以达到收益最大化。战术性资产配置通常是在一个相对较短的时间内，为一个特定的市场条件下的最优分配策略，通过短期的市场波动的机会获取超额收益。因此，战术资产配置是在长期的战略资产配置过程中的短期变化的分配策略，二者相辅相成。对于长期投资活动的业务基地建设的战略资产配置，战术性资产配置通过积极的投资机会，适当参考的战略资产配置，获取超额收益。

## 4.6 量化投资风险管理

风险管理是量化投资中的关键环节。风险控制不完善，在交易平台遇到市场中特殊行情或投资者持仓的情况将无法做出全面且稳健的处理，会导致投资账户不稳定。对于期货市场，由于期货交易所都采用保证金制度，量化投资的风险控制的关键就在于控制投资的保证金。在国内资金量大、交易频繁的股指期货市场，保证金管理具有很重要的作用。在市场出现剧烈波动的时候，尤其是大幅度上涨的行情中，如果保证金覆盖不足，则可能出现爆仓情况，从而使得套利组合无法坚持到结算日而提前终止，出现亏损。

如下是期货投资者针对保证金控制的常用管理策略：

- 1、单品种不超过保证金的 20%；

- 2、单系统不超过保证金的 10%，不低于 5 个品种；
- 3、单品种单系统不超过保证金的 5%；
- 4、单个交易所不超过保证金的 40%，不低于 15%；
- 5、单方向头寸不超过持仓保证金的 60%；
- 6、系统盈利加仓头寸不超过保证金的 20%；

在投资风险管理上，VaR(Value at Risk)方法是一种重要的风险分析与管理工具。VaR 一般被称为“风险价值”或“在险价值”，指在一定的置信水平下，某一金融资产在未来特定的一段时间内的最大可能损失。VaR 的计算通常有三大类：协方差分析法、历史模拟法及蒙特卡罗模拟法。VaR 模型在金融风险管理中的应用越来越广泛，特别是随着 VaR 模型的不断改进，不但应用于金融机构的市场风险、使用风险的定量研究，而且 VaR 模型正与线性规划模型（LPM）和非线性规划模型（ULPM）等规划模型论，有机地结合起来，确定金融机构市场风险等的最佳定量分析法，以利于金融机构对于潜在风险控制进行最优决策。随着中国金融市场的不断发展，量化投资数量逐渐增多，将 VaR 模型等风险控制技术引入量化投资的风险管理将非常必要，具有一定的现实意义。

## 第五章 基于沪深 300 股指期货趋势跟踪投资交易策略模拟及分析

### 5.1 沪深 300 股指期货介绍

股指期货，即股票价格指数期货，也可简称为股价指数期货或期指，是指以股票价格指数作为标的物的金融期货合约。股指期货交易的标的物是股票价格指数。在具体交易时，股票指数期货合约的价值是股指期货。用指数的点数乘以事先规定的单位金额来加以计算的，如标准·普尔指数规定每点代表 500 美元，香港恒生指数每点为 50 港元等，沪深 300 指数为每点 300 元。股票指数合约交易一般以 3 月、6 月、9 月、12 月为循环月份，也有全年各月都进行交易的，通常以最后交易日的收盘指数为准进行结算。股指期货是目前全世界交易最为活跃的期货品种，由于股指期货交易采用现金交割的方式，且不需要全额支付合约价值的资金，只需要支付一定比例的保证金就可以签订较大价值的合约，从而吸引了大量投资者。

在 2010 年 4 月，中国金融期货交易所推出沪深 300 股指期货，沪深 300 股指期货是以沪深 300 指数作为标的物的期货品种。沪深 300 股指期货的推出，填补了我国金融期货的空白。沪深 300 股指期货的基本交易制度规则，与其他期货产品相似，但也有其自身的特点。交易手续费按照双向收取，保证金最低为合约价值的 12%，执行当日无负债结算制度，每日价格波动限制为上一交易结算价的  $\pm 10\%$ ，实行 T+0 交易制度，当日没有交易次数限制，支持多空双向交易等等。

表 5-1：沪深 300 股指期货合约标准表

合约标的	沪深 300 指数
合约乘数	每点 300 元
报价单位	指数点
最小变动价位	0.2 点
合约月份	当月、下月及随后两个季月
交易时间	上午：9:15-11:30，下午：13:00-15:15
最后交易日交易时间	上午：9:15-11:30，下午：13:00-15:00
每日价格最大波动限制	上一个交易日结算价的 $\pm 10\%$
最低交易保证金	合约价值的 12%
最后交易日	合约到期月份的第三个周五，遇国家法定假日顺延
交割日期	同最后交易日

交割方式	现金交割
交易代码	IF
上市交易所	中国金融期货交易所

由于国内期货市场的程序化交易接口已经开放,各种期货程序化交易系统也逐渐开发出来,底层的程序化交易开发平台也逐渐完善,为国内量化投资带来了前所未有的机遇。沪深 300 股指期货在投资时以沪深 300 指数为依托,交易极为活跃,成交金额超过现货已是常态。因此,本文选择以沪深 300 股指期货进行量化投资策略的分析作为研究内容。

## 5.2 投资交易策略研究方法

量化投资交易策略的研究与分析,主要包括投资交易策略选择、策略参数筛选、参数组合遍历、策略算法优化、不同周期模拟检验、跨品种模拟检验、随机数据检验、多策略模拟检验、多策略组合及优化、风险分析等步骤。

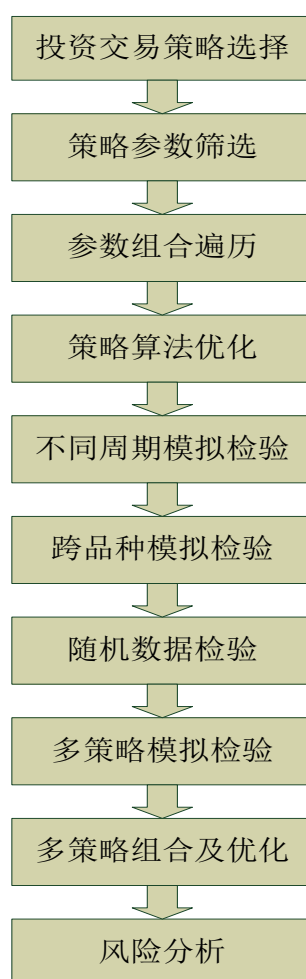


图 5-1: 量化投资交易策略分析优化步骤

经过上述一系列步骤的优化及检验，可以确保投资交易策略在算法效率、参数配置、交易周期、品种兼容性、风险控制等多个维度得到充分的验证，为后续交易策略的实盘操作打下坚实基础。

本本以市场上最为流行的趋势跟踪交易策略为切入点，通过自行搭建的量化投资平台使用沪深 300 股指期货数据进行策略研究分析，股指期货数据为 2010 年 4 月 15 日-2013 年 3 月 22 日的 1 分钟数据。趋势跟踪交易策略，大多以各种技术指标为基础，本文从最常用的四个指标进行研究：移动均线(MA)、平滑异动移动平均线(MACD)、平均差(DMA)、三重指数平滑平均线(TRIX)。这四种指标的趋势跟踪策略，在国内的沪深股市已经广泛应用，下面运用量化投资的方法针对国内期货市场进行策略分析及优化。

### 5.3 趋势跟踪策略单指标参数优化

#### 5.3.1 趋势跟踪策略公共参数

在进行趋势跟踪策略研究之前，基于沪深 300 股指期货交易频繁、价格变化快等特点，且策略研究基于日内交易为基础，首先筛选出策略中几个关键的公共参数变量，包括止损点、止盈点、每日平仓时间等，然后确定公共参数的最优组合。参数组合遍历，使用 MA 均线趋势跟踪策略，SMA 取 5 分钟均线，LMA 取 10 分钟均线。遍历搜索检验过程，止损点以 1 点为间隔，止盈点以 1 点为间隔，平仓时间以 5 分钟为间隔。

表 5-2：趋势跟踪策略模拟检验最优的 20 组公共参数配置表

止损点 (1-5)	止盈点 (10-30)	平仓时间	收益率
2.00	19.00	15:00:00	88.77%
2.00	20.00	15:00:00	87.93%
2.00	19.00	15:10:00	87.46%
2.00	20.00	15:10:00	86.97%
2.00	19.00	14:50:00	86.21%
2.00	20.00	14:50:00	86.20%
2.00	19.00	15:05:00	85.32%
2.00	14.00	14:50:00	85.27%
2.00	14.00	15:10:00	85.04%
2.00	15.00	14:50:00	85.03%
2.00	19.00	14:55:00	84.71%
2.00	20.00	15:05:00	84.23%
2.00	20.00	14:55:00	83.50%
2.00	14.00	14:55:00	82.87%
2.00	14.00	15:00:00	82.74%

2.00	15.00	15:10:00	82.21%
2.00	15.00	14:55:00	82.04%
2.00	15.00	15:00:00	81.95%
2.00	13.00	15:10:00	81.06%
2.00	16.00	14:50:00	80.85%

从模拟检验结果可以看出，最优组合的止损点固定在 2 点，每日平仓时间在 15:00:00 左右，可以获得较好收益。集中在 14、15、19、20 几个选择中止盈点可以获得最优收益。

### 5.3.2 趋势跟踪策略流程

交易策略设计总体思路：

- 1、时间过滤，每日 9:30:00-15:00:00 之间开仓；
- 2、入场条件，达到金叉多头开仓，达到死叉空头开仓；
  - a) MA 指标的趋势跟踪策略判断金叉、死叉使用 SMA 与 LMA；
  - b) MACD 指标的趋势跟踪策略判断金叉、死叉使用 DIF 与 DEA；
  - c) DMA 指标的趋势跟踪策略判断金叉、死叉使用 DMA 与 AMA；
  - d) TRIX 指标的趋势跟踪策略判断金叉、死叉使用 TRIX 与 MATRIX；
- 3、退出条件，多头持仓达到死叉平仓，空头持仓达到金叉平仓；
- 4、风险控制，达到止盈或止损点强行平仓；
- 5、日内交易，如果持仓达到 15:00:00 之后则强行平仓。

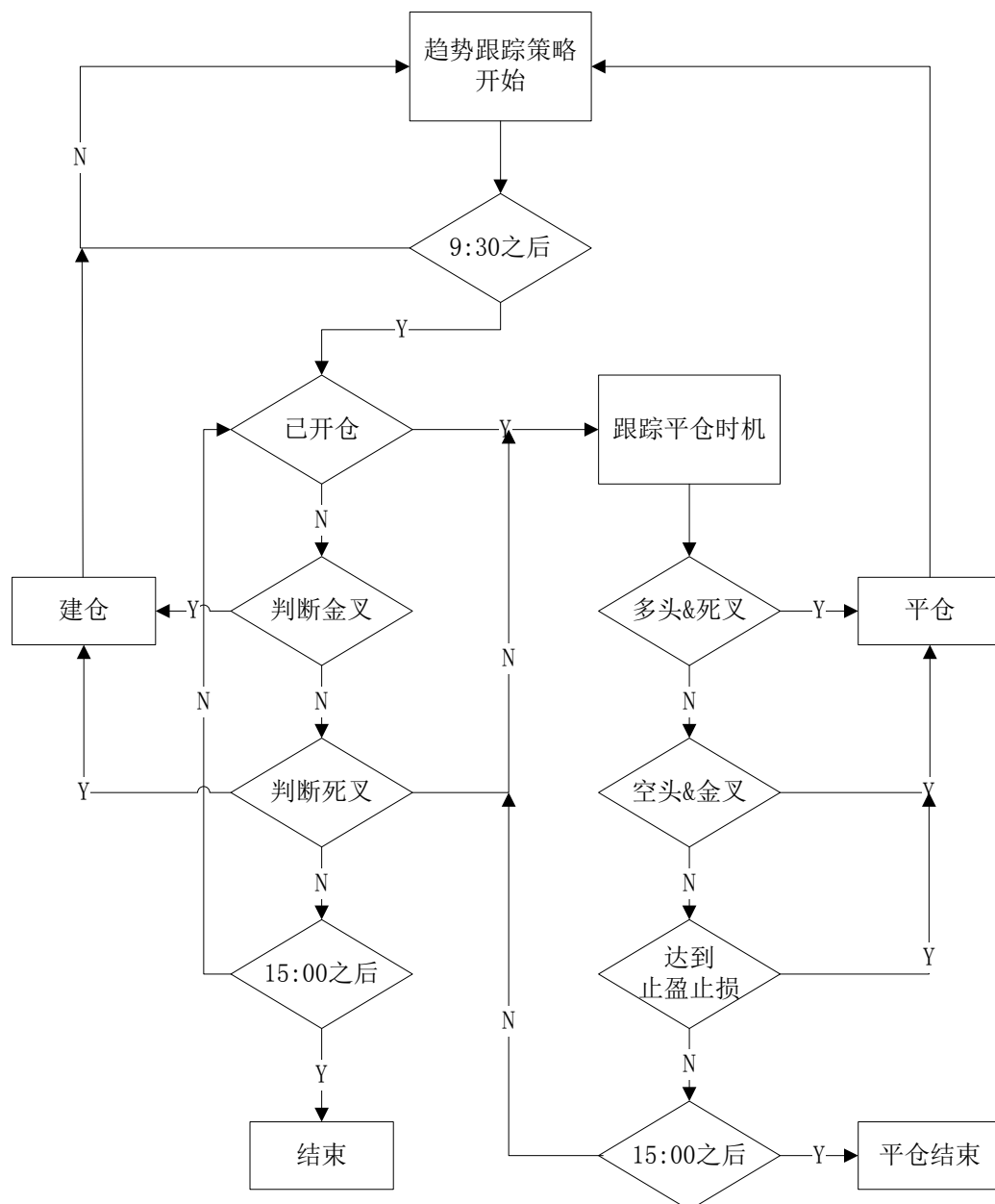


图 5-2: 趋势跟踪交易策略设计流程图

### 5.3.3 基于 MA 指标的趋势跟踪策略

采用 MA 移动平均法则进行投资交易，利用短期移动均线 SMA 和长期移动均线 LMA 的交叉关系决定交易时机。当 SMA 呈上升趋势，且 SMA 从下向上穿越 LMA 时，形成金叉，做多；当 SMA 呈下降趋势，且 SMA 从上向下穿越 LMA 时，形成死叉，做空。策略模拟检验，通过参数组合遍历的方法找到最优参数，其中止盈点参数，在上面公共参数优化过程中找到相对较优的四个结果为 14、15、19、20，其中 19 和 20 是最优解，在进行 MA 指标策略检验时顺便再对比一下结果。遍历过程中，SMA 周期以 1 分钟为间隔，LMA 只要去以 5 分钟为间隔。

表 5-3: MA 指标趋势跟踪策略模拟检验最优的 20 组参数配置表

止盈点 (14/15/19/20)	SMA 周期 (2-10)	LMA 周期 (10-60)	收益率
19.00	6	20	102.85%
19.00	5	10	88.77%
20.00	6	20	88.49%
20.00	5	10	87.93%
14.00	5	10	82.74%
15.00	5	10	81.95%
20.00	3	25	81.12%
19.00	3	25	80.16%
20.00	4	55	79.79%
19.00	4	55	79.62%
15.00	6	35	73.43%
19.00	7	25	68.25%
14.00	4	35	67.43%
20.00	7	25	65.92%
19.00	6	35	61.65%
20.00	6	35	58.97%
15.00	7	25	57.43%
15.00	6	20	56.99%
15.00	4	55	53.88%
14.00	3	25	52.77%

表 5-4: MA 指标趋势跟踪策略最优参数组合投资交易报告

投资产品	IF	投资策略	MA 趋势跟踪
时间段	2010.4-2013.3	交易周期	1 分钟日内交易
交易手续费	成交额 0.4%%	总收益率	102.85%
净利润	154282.02	年化收益率	26.59%
盈亏额比率	115.76%	胜算率	21.73%
交易次数	2154	交易手续费	74617.98
最大盈利	9413.99	最大亏损	-6740.46
最大连续盈利次数	4	最大连续亏损次数	26
最大资金回撤	-41466.40	夏普比率	0.077



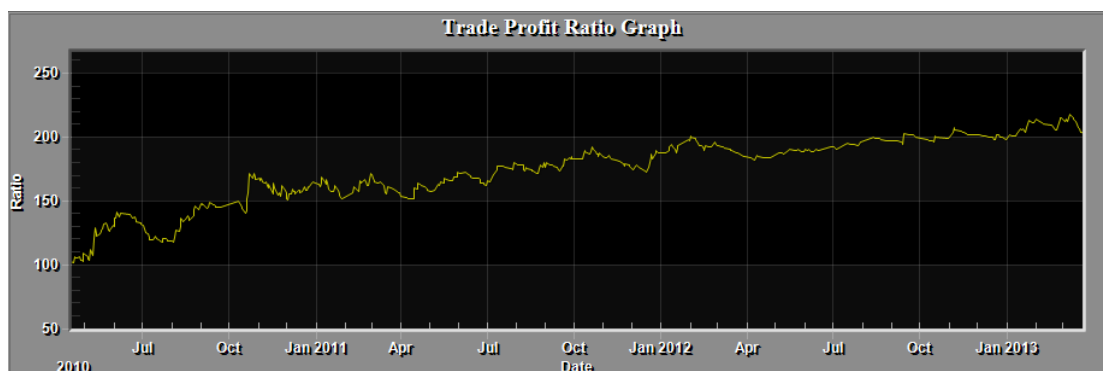


图 5-3: MA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资净值比率图

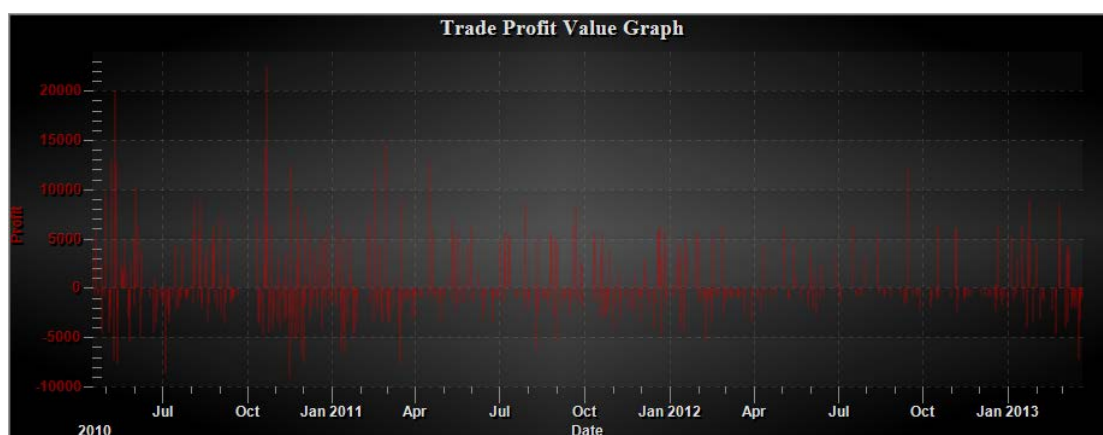


图 5-4: MA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资每日收益图

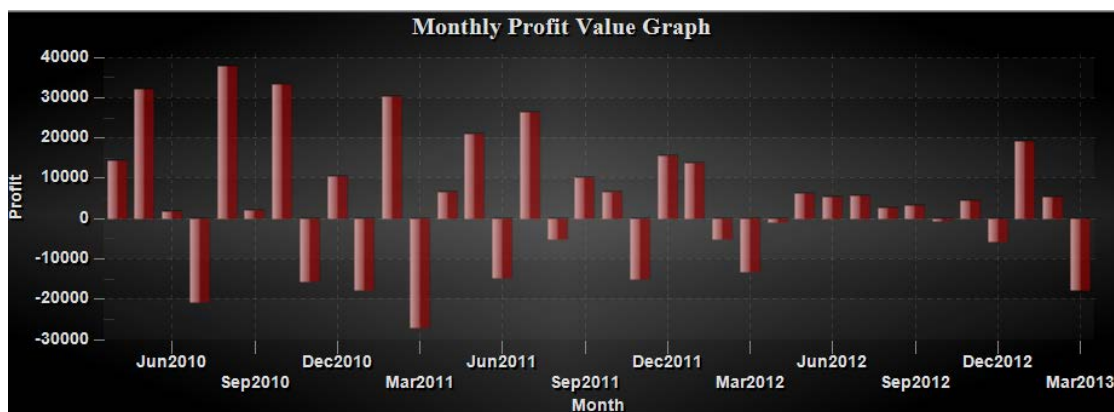


图 5-5: MA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资月度收益图

### 5.3.4 基于 MACD 指标的趋势跟踪策略

采用 MACD 指标的交叉法则进行投资交易, 利用短期指数移动平均线 SEMA 与长期指数移动平均线 LEMA 的离差值 DIF 与 DIF 的指数移动平均线 DEA 的交叉关系决定交易时机。当 DIF 呈上升趋势, 且 DIF 从下向上穿越 DEA 时, 形成金叉, 做多; 当 DIF 呈下降趋势, 且 DIF 从上向下穿越 DEA 时, 形成死叉, 做空。遍历过程中, SEMA 周期以 1 分钟为间隔, LEMA 周期以 5 分钟为间隔, DEA 周期以 1

分钟为间隔。

表 5-5: MACD 指标趋势跟踪策略模拟检验最优的 20 组参数配置表

SEMA 周期 (2-10)	LEMA 周期 (10-60)	DEA 周期 (2-10)	收益率
4	30	10	429.68%
5	55	10	429.15%
6	35	7	427.11%
5	50	10	426.64%
6	40	7	424.87%
6	35	8	420.29%
4	25	10	418.99%
4	35	9	418.60%
6	30	8	418.45%
4	10	8	417.89%
6	30	9	417.27%
6	40	5	413.64%
6	45	8	412.78%
5	40	10	411.99%
3	10	6	411.37%
5	60	9	411.36%
6	35	9	410.34%
7	60	8	409.40%
5	20	5	407.37%
5	20	8	402.20%

表 5-6: MACD 指标趋势跟踪策略最优参数组合投资交易报告表

投资产品	IF	投资策略	MACD 趋势跟踪
时间段	2010.4-2013.3	交易周期	1 分钟日内交易
交易手续费	成交额 0.4%%	总收益率	429.68%
净利润	644523.83	年化收益率	74.32%
盈亏额比率	110.72%	胜算率	36.76%
交易次数	18292	交易手续费	625436.17
最大盈利	17505.67	最大亏损	-9416.99
最大连续盈利次数	9	最大连续亏损次数	20
最大资金回撤	-95502.44	夏普比率	0.129

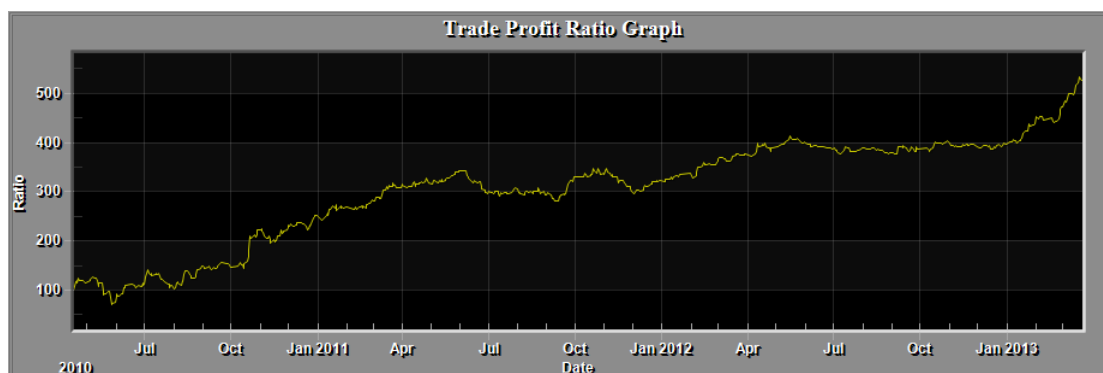


图 5-6: MACD 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资净值比率图

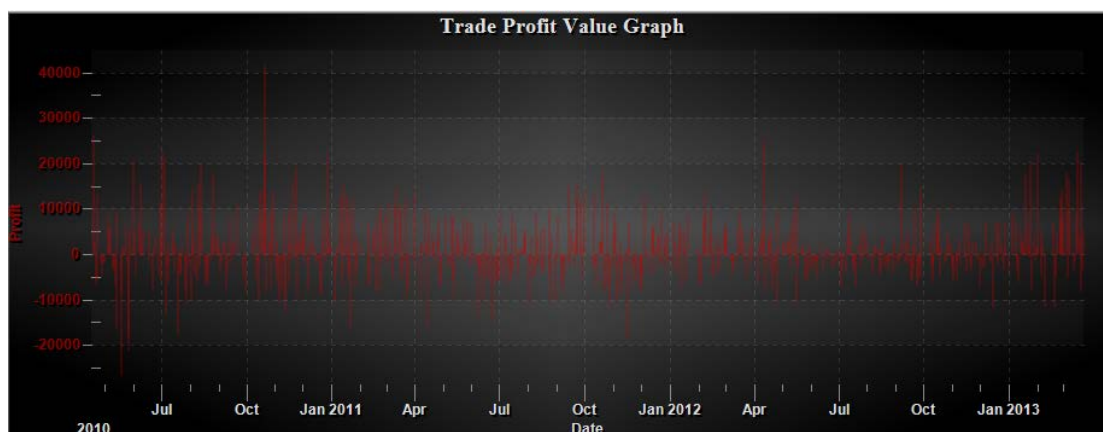


图 5-7: MACD 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资每日收益图

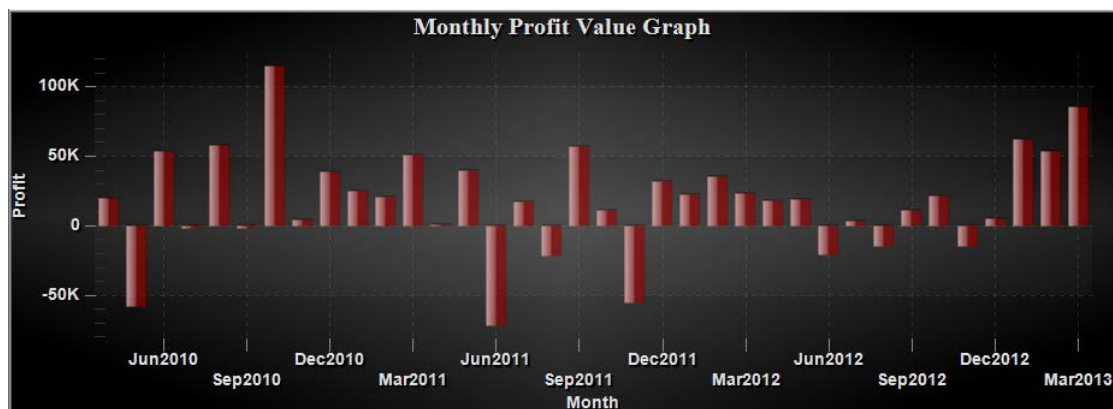


图 5-8: MACD 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资每日收益图

### 5.3.5 基于 DMA 指标的趋势跟踪策略

采用 DMA 指标的交叉法则进行投资交易, 利用短期移动平均线 SMA 与长期移动平均线 LMA 的差值 DMA 与 DMA 的移动平均线 AMA 的交叉关系决定交易时机。当 DMA 呈上升趋势, 且 DMA 从下向上穿越 AMA 时, 形成金叉, 做多; 当 DMA 呈下降趋势, 且 DMA 从上向下穿越 AMA 时, 形成死叉, 做空。遍历过程中, SMA 周期以 1 分钟为间隔, LMA 周期以 5 分钟为间隔, AMA 周期以 1 分钟

为间隔。

表 5-7: DMA 指标趋势跟踪策略模拟检验最优的 20 组参数配置表

SMA 周期 (2-10)	LMA 周期 (10-60)	AMA 周期 (5-30)	收益率
3	10	5	339.09%
3	10	8	321.07%
4	25	7	304.31%
3	35	7	294.32%
3	25	10	290.00%
3	30	6	280.70%
3	15	5	279.77%
5	25	5	277.53%
3	10	6	269.38%
3	20	7	244.38%
4	10	9	242.68%
2	10	6	242.53%
4	50	5	241.00%
4	10	15	240.45%
3	50	6	238.91%
4	30	6	235.32%
5	10	5	235.20%
3	15	9	234.84%
3	35	6	234.61%
2	15	9	229.43%

表 5-8: DMA 指标趋势跟踪策略最优参数组合投资交易报告表

投资产品	IF	投资策略	DMA 趋势跟踪
时间段	2010.4-2013.3	交易周期	1 分钟日内交易
交易手续费	成交额 0.4%%	总收益率	339.09%
净利润	508628.18	年化收益率	63.75%
盈亏额比率	114.78%	胜算率	31.57%
交易次数	8876	交易手续费	303171.82
最大盈利	17025.64	最大亏损	-7516.78
最大连续盈利次数	6	最大连续亏损次数	22
最大资金回撤	-70425.20	夏普比率	0.134

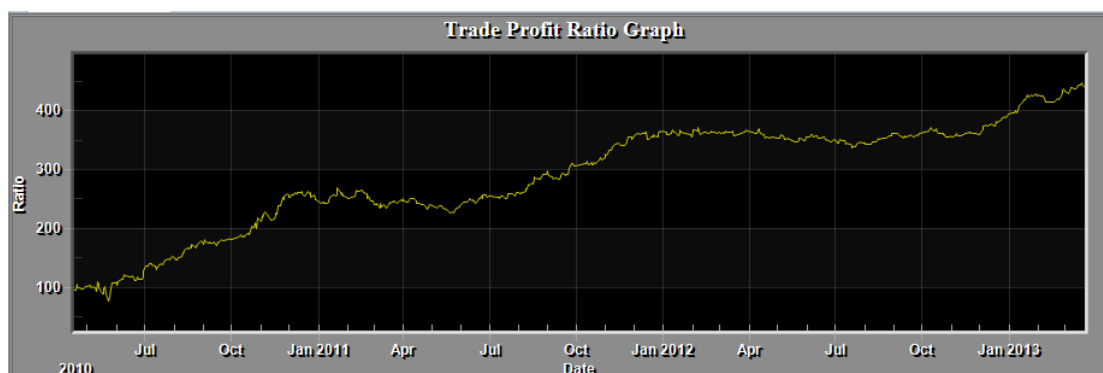


图 5-9: DMA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资净值比率图

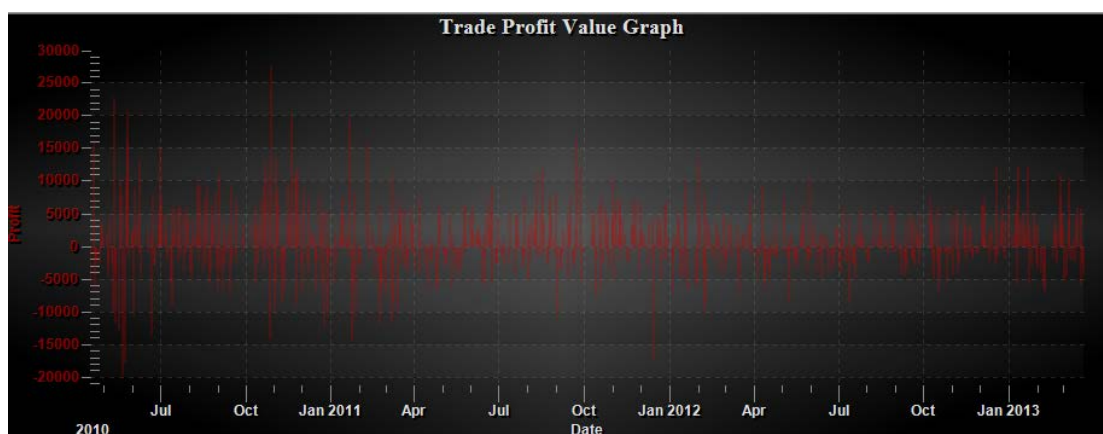


图 5-10: DMA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资每日收益图

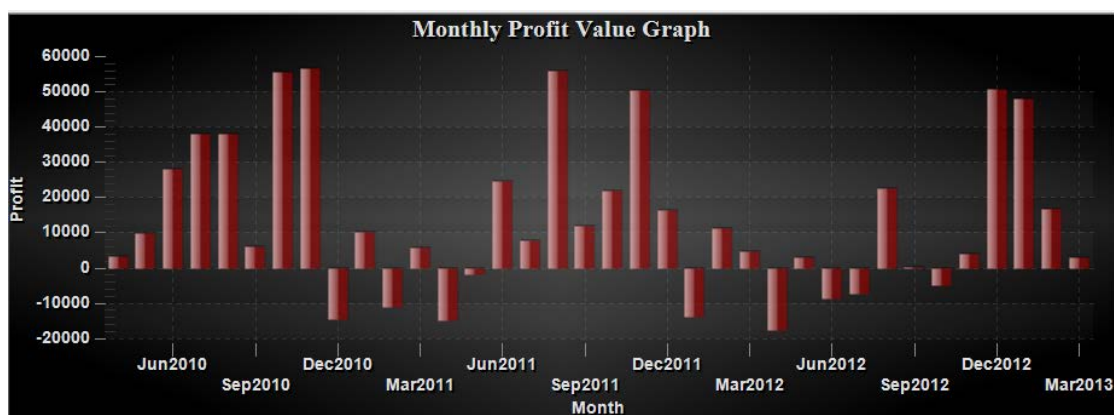


图 5-11: DMA 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资月度收益图

### 5.3.6 基于 TRIX 指标的趋势跟踪策略

利用 TRIX 指标的交叉法则进行投资交易, 利用三次指数移动平均线 TRIX 与 TRIX 的移动平均线 MATRIX 的交叉关系决定交易时机。当 TRIX 呈上升趋势, 且 TRIX 从下向上穿越 MATRIX 时, 形成金叉, 做多; 当 TRIX 呈下降趋势, 且 TRIX 从上向下穿越 MATRIX 时, 形成死叉, 做空。遍历过程中, EMA 周期以 1 分钟为间隔, MATRIX 周期以 5 分钟为间隔。

表 5-9: TRIX 指标趋势跟踪策略模拟检验最优的 20 组参数配置表

EMA 周期 (2-20)	MATRIX 周期 (10-60)	收益率
2	25	72.13%
2	20	57.01%
6	10	32.40%
2	30	21.08%
4	25	15.60%
5	10	9.14%
2	45	8.78%
3	15	6.36%
4	55	-2.18%
2	35	-3.64%
3	50	-6.89%
4	40	-12.26%
2	40	-14.29%
2	60	-19.84%
3	20	-25.30%

表 5-10: TRIX 指标趋势跟踪策略最优参数组合投资交易报告表

投资产品	IF	投资策略	TRIX 趋势跟踪
时间段	2010.4-2013.3	交易周期	1 分钟日内交易
交易手续费	成交额 0.4%%	总收益率	72.13%
净利润	108197.47	年化收益率	19.84%
盈亏额比率	105.47%	胜算率	22.79%
交易次数	4730	交易手续费	161022.53
最大盈利	12059.75	最大亏损	-7524.54
最大连续盈利次数	4	最大连续亏损次数	19
最大资金回撤	-77391.19	夏普比率	0.034

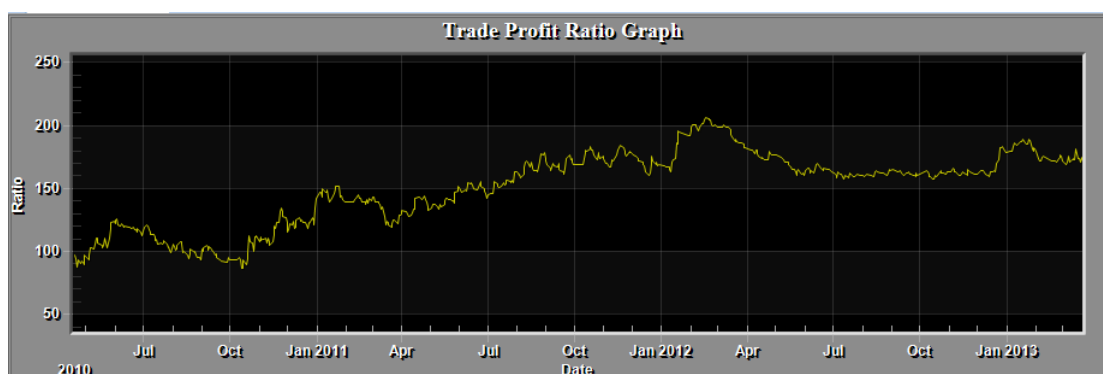


图 5-12: TRIX 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资净值比率图



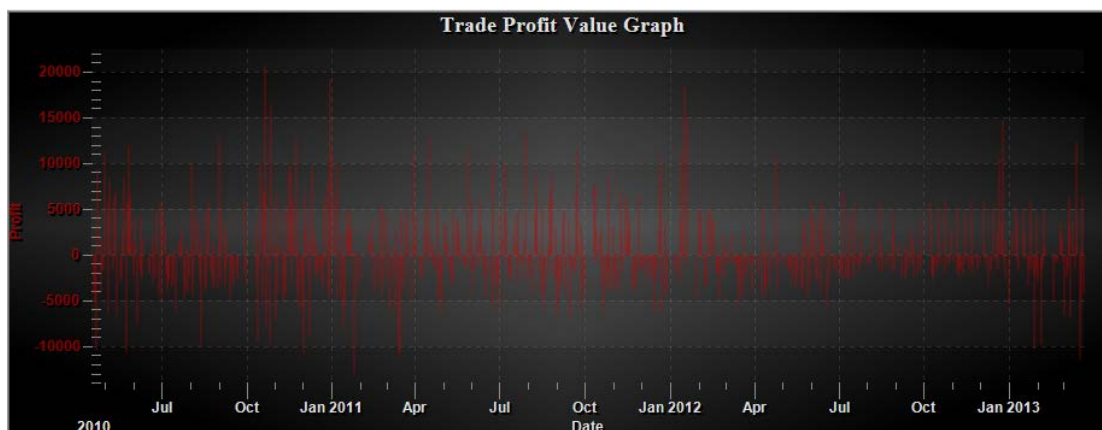


图 5-13: TRIX 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资每日收益图

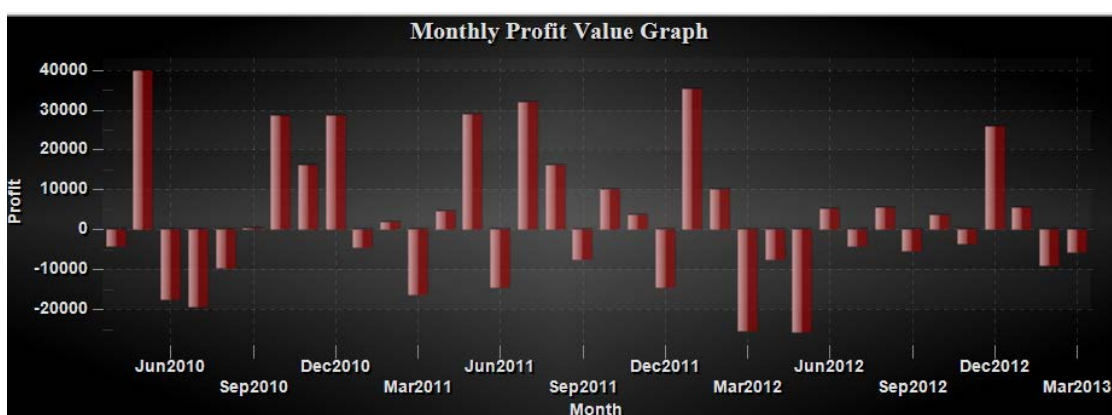


图 5-14: TRIX 指标趋势跟踪策略最优参数组合的投资月度收益图

### 5.3.7 趋势跟踪策略单指标结果对比

使用沪深 300 股指期货在 2010 年 4 月 15 日至 2013 年 3 月 22 日的行情数据进行趋势跟踪策略回溯模拟, 在单个指标的验证中, MA 指标利用短期均线和长期均线的交叉进行择时, 最优参数为 6 分钟短线与 20 分钟长线; MACD 指标利用 DIF 和 DEA 的交叉进行择时, 最优参数为 4 分钟短线、30 分钟长线和 10 分钟 DIF 移动均线; DMA 指标利用 DMA 和 AMA 的交叉进行择时, 最优参数为 3 分钟短线、10 分钟长线和 5 分钟 AMA 移动均线; TRIX 指标利用 TRIX 及其均线 MATRIX 的交叉进行择时, 最优参数为以 2 分钟作为三次指数加权移动均线的周期, 25 分钟作为计算 MATRIX 的周期。

表 5-11: 四种指标的趋势跟踪策略的最优参数配置结果对比:

趋势跟踪策略	收益率	净利润	交易次数	最大资金回撤
MA	102.85%	154282.02	2154	-41466.40
MACD	429.68%	644523.83	18292	-95502.44

DMA	339.09%	508628.18	8876	-70425.20
TRIX	72.13%	108197.47	4730	-77391.19

从四种趋势跟踪单指标策略的独立回溯检验交易结果看,通过调整策略指标的关键参数,均可以获得一定的收益率。从最优参数回溯检验效果来看,MA、MACD、DMA 三种指标策略的收益率处于逐渐上升态势,而 TRIX 指标策略波动较大,且从 2012 年 4 月之后基本处于盈亏持平状态。从各指标策略的参数组合效果来看,MACD 与 DMA 两种指标策略的整体收益明显高于其他两种策略,其中,TRIX 指标的策略表现最差。由于 TRIX 策略方法多用于中长线投资决策,对于沪深股指期货的短线日内交易效果不佳。从交易次数上来看,MACD 的交易次数明显高于其他三种策略,如果交易手续费提升,将会使收益效果降低。从投资风险上看:TRIX 策略的风险最大,这一点从 TRIX 收益比例图也可以看出,投资净值的波动幅度是最大的;而 MA 在 100%的收益上承受了初始金额 27%的风险,相对而言,MA 比 MACD、DMA 策略的风险要高;从净利润与最大资金回撤的比例计算相比,DMA 指标策略比 MACD 指标策略的投资风险稍好。所以,从上面的比较来看,采用 DMA 指标的趋势跟踪策略比较合理。当然,如果投资者可以承受初始金额 60%的最大回撤风险,追求绝对收益率,MACD 指标的策略也是不错的选择。

## 5.4 趋势跟踪策略进一步分析展望

### 5.4.1 参数组合优化效率问题

从研究中可以看到,不同指标的趋势跟踪策略涉及的参数是有区别的。MACD、DMA 指标的参数有 3 个,而 MA 与 TRIX 策略的指标有 2 个,再加上 3 个公共参数,每个指标策略涉及 5-6 参数。在进行参数组合遍历时,如果将公共参数添加进来一起遍历,则需要的循环次数会异常庞大。

以 MACD 指标策略为例,参数循环遍历次数: $5(\text{止损点 } 1-5) * 21(\text{止盈点 } 20-30) * 9(\text{平仓时间 } 14:30:00-15:10:00) * 9(\text{SEMA } 2-10) * 11(\text{LEMA } 10-60) * 9(\text{DEA } 2-10) * 712(\text{交易日}) * 270(\text{每日 } 1 \text{ 分钟数据}) = 161865118800 \text{ 次}$ 。使用普通计算机进行计算,1 秒钟约可以完成 1000000 次,则 MACD 指标策略模拟需要 161865.1188 秒,约不到 2 天可以计算完成。由于计算量过于庞大,故首先将公共参数抽象出来遍历,获得公共参数的最优组合,然后再进行各指标参数遍历。这样,MACD 指标策略参数循环遍历次数优化为: $9(\text{SEMA } 2-10) * 11(\text{LEMA } 10-60) * 9(\text{DEA } 2-10) * 712(\text{交易日}) * 270(\text{每日 } 1 \text{ 分钟数据}) = 171285840 \text{ 次}$ ,模拟需要约 3 分钟时间,参



数组合遍历的效率大大提升。

但是,在进行公共参数遍历时,使用的是 MA 指标策略,所以,公共参数的最优组合可能只是针对 MA 指标的相对最优组合。针对 MACD、DMA、TRIX 指标策略,可能存在公共参数组合不是最优的情况。进一步分析研究,可以考虑针对不同指标,分别遍历获取最优的公共参数组合,然后再重新针对各指标的其他参数进行遍历搜索。或者,如果时间允许,可以考虑针对同一指标进行上述全面的参数组合遍历。

#### 5.4.2 策略组合优化

可以考虑将四个趋势型指标的交易信号进行叠加,构建一个综合择时策略。测试结果显示,四个指标中有 3 个及以上指标发出买入信号时做多,有 3 个及以上指标发出卖出信号时做空的择时效果相对最优。

也可以考虑将收益情况最优的两种指标策略 MACD 与 DMA,按照一定资金比例组合投资。由于 MACD 与 DMA 指标策略的最大资金回撤的时间点不同,MACD 最大回撤的时间点在 2011 年 12 月,而 DMA 最大回撤的时间点在 2011 年 5 月,若将两种策略组合可以降低最大回撤值,即降低投资风险。

#### 5.4.3 外推检验

目前本文针对趋势跟踪策略的研究,仅仅基于沪深 300 股指期货市场的 1 分钟数据进行了模拟检验,接下来应该进一步进行外推检验,包括不同品种模拟检验、不同交易周期模拟检验、随机数据模拟检验等。从多个维度对投资策略进行模拟检验,保证实盘交易的可靠性。

#### 5.4.4 自适应均线

从上面的研究表明,在沪深 300 股指期货市场,趋势跟踪策略可以获得收益,均线指标是较好的跟踪趋势的工具。但是均线系统也存在一些问题,通常短期均线不能很好地屏蔽市场的噪音,容易产生虚假信号,而长期均线虽然比较可靠,但其相对市场环境的变化显得较为滞后。具体表现如下:

- 1、当市场沿某一方向快速移动时,通常噪音很少,此时较快的移动平均线更能迅速捕捉到趋势变化;

- 2、 当市场处于横盘阶段时，市场噪音较多，此时慢的移动平均线较好，快的移动平均线将会造成许多虚假信号。

为了避免噪音产生的虚假信号，同时又想消除长期趋势中的滞后特性，投资者开始寻找一种最佳的可以根据噪音情况调整的移动平均线，也就是使用考夫曼(Perry J.Kaufman)方法的自适应均线。自适应均线能根据趋势变化的速度进行调节，在牛市和熊市中自适应均线紧随指数向上或向下变化，而在市场处于横盘震荡时期，其变化明显减慢。目前，国内有些证券公司，使用自适应均线在沪深 300 市场进行研究及实证，发现考夫曼方法的自适应均线策略可以获得较好的收益率，相信在沪深 300 股指期货市场也能得到良好的效果。

## 第六章 主要结论和前景展望

### 6.1 本文研究的主要结论

量化投资在我国处于发展起步阶段，自 2010 年以来呈现快速发展的态势，展现了广阔的发展前景。从研究结果中可以发现，量化投资是一种非常高效的金融分析方法，只要投资思想正确有效，量化投资本身并不存在缺陷，它可以对金融现象和数据进行客观的分析。对于技术面投资交易策略的评估及分析，可以使用量化方法借助投资平台进行充分的模拟检验，实盘交易之前深入扎实地研究有助于后期获得更高更稳定的投资收益。虽然量化投资是一种高效、客观、无偏的投资方式，投资策略由投资者设计实现，但投资者不能过度依赖于量化投资方法，市场的有效性 & 多变性都会给量化投资带来挑战。量化投资的应用范围及具体实现策略及方案，需要投资者依照自己的经验自行把握，这就要求量化投资需要充分发挥金融工程师的创造力，不断挖掘投资模型创新。

在进行量化投资分析时，量化投资平台的选择至关重要。不同平台使用的策略编辑语言大多不同，投资者可以选择适合自身的平台进行投资分析，但语言不同会造成平台之间的兼容性较差，投资者很难运用多个平台对比分析。同时，量化投资平台的选择也要考虑使用费用、运行效率及策略实现的灵活方便程度等诸多因素。综合考虑，本研究决定基于自行搭建的投资平台进行分析和研究，使用自行搭建的平台可以方便交易模型的流程控制、精细化控制策略参数、根据实际情况进行结果统计，为量化投资交易策略的分析打下良好的基础。同时，本文的研究也提供了一个新的量化投资的途径，为其他投资者所分析、研究、使用。

使用量化投资平台进行投资交易策略分析，需要遵循一定的流程及方法。投资交易策略模拟流程可以按照《系统交易法》中阐述的一个交易系统的设计过程，在进行具体策略分析及优化上，可以在算法效率、参数配置、交易周期、品种兼容性、风险控制等多个维度进行模拟检验。经过一系列的模拟检验及优化，可以获得投资交易策略相对最优的策略类型组合及参数组合。

本文的研究结合上述方法论，使用自行搭建的量化投资平台，基于沪深 300 股指期货市场数据，针对趋势跟踪策略进行了研究。通过参数组合优化，获得了移动均线(MA)、平滑异动移动平均线(MACD)、平均差(DMA)、三重指数平滑平均线(TRIX)四种单指标策略的最优参数组合。经过模拟检验发现，使用趋势跟踪交易策略可以在国内股指期货市场上获得一定的收益，其中 MACD 与 DMA 指标策略的收益情况较好，再综合考虑风险情况，DMA 指标策略相对比较理想。

## 6.2 前景展望

在量化投资飞速发展的今天，它已经成为金融市场中不可忽视的一个专业领域。量化投资可以为投资者带来更多更丰富更有特色的各类投资产品，可以丰富机构投资者的产品类型。在国内市场不断系统、完善、发展的过程中，量化投资起到了丰富和优化市场的作用。同时，量化投资也为投资者提供了一个强有力的手段，挖掘不同经济环境、不同市场环境的投资机遇，以刻画投资理念。国内多家机构投资者都在加大在量化投资方面的投入，加快量化投资的进程。量化投资为机构投资者的投资决策能力的提升提供了新的平台。相信量化投资在中国的前景无限。

在量化投资领域，浩瀚无边，本研究仅仅是一个开始，不断完善平台运行效率、丰富量化投资交易策略、优化投资策略组合、研究新的投资模型、实盘交易检验等等，将成为下一阶段量化投资平台优化工作的主要目标。同时，针对沪深300股指期货的趋势跟踪投资策略的研究，多个指标的策略组合、多维度外推检验、自适应均线策略等将有待进一步研究。

## 参考文献

- [1] Treynor and Mazuy, Can mutual fund outgoes the market?, Harvard Business Review, 1966, 131~136
- [2] Merton R. C, On Market Timing and Investment Performance of Managed Performance I - An Equilibrium Theory of Value for Market Forecasts, Journal of Business 5, 1981, 363~406
- [3] Henriksson R. D., Merton R. C., On the Market Timing and Investment Performance of Managed Portfolios II - Statistical Procedures for Evaluating Forecasting Skills, Journal of Business 54, 1981, 513~533
- [4] Eugene F. Fama, The Behavior of Stock-Market Price, The Journal of Business, 1965, 34~105
- [5] 王汉荣, 证券投资组合收益率与风险的统计分析, 沙洲职业工学院学报, 2008, 42~47
- [6] Richard L. Weissman, 机械交易系统, 广东省出版集团, 2007, 23~30
- [7] 王冰, 李想, 浅议量化投资在国内市场的发展, 金融财税, 2011, 46~47
- [8] 彭孝松, 杨义群, 应用基金业绩评价模型时几个值得关注的问题, 商业研究, 2003, 76~78
- [9] 孔维陶, 基于回归分析的封闭式基金绩效评估, 南京财经大学本, 2007, 1~16
- [10] 游丹, Fama-French 三因子模型在中国 A 股房地产板块的实证研究, 现代商贸工业, 2008, 1~2
- [11] 林森, 王世雄, 常江, 基于四因素模型的我国混合型开放式基金的投资绩效研究. 金融经济, 2011, 1~3
- [12] 许维鸿, 基于经典四因子模型的因子选股策略, 西南证券, 2013, 1~14
- [13] 路来政, 量化投资策略的应用效果研究, 暨南大学, 2012, 4~17
- [14] 黄鲲, 量化交易及相应的软件系统开发, 天津大学, 2011, 1~31
- [15] 中国期货业协会, 期货市场教程[第七版], 中国财政经济出版社, 2012, 234~261
- [16] 王彦, 期货程序化交易系统的开发与应用, 山东大学, 2012, 16~21
- [17] 丁鹏, 量化投资—策略与技术, 电子工业出版社, 2012, 112~126
- [18] 国泰安开发团队, 国泰安量化投资研究平台简介, 2011, 1~2
- [19] 张晓斌, 金字塔决策交易系统—初级教程(2013 修订版), 2013, 1~118
- [20] 刘霖, 中国期货投资资金发展与投资组合交易策略研究, 上海交通大学, 2012, 26~29

- [21]熊 熊,袁海亮,张 维,张永杰,程序化交易及其风险分析,电子科技大学学报,2011,1~8
- [22]忻海,解读量化投资,机械工业出版社,2012,1~33
- [23]陆金海,市场有效性理论研究综述,经济学动态,2006,1~4
- [24]金字塔交易系统开发团队,金字塔决策交易系统用户手册,上海金之塔信息技术有限公司,2010,1~19
- [25]交易开拓者开发团队,交易开拓者(TB)使用教程,2010,1~139
- [26]聂延龙,国内量化交易平台,安信期货,2011,1~7
- [27]胡浩,量化投资研究方法,中信证券,2010,1~40
- [28]曾长兴,量化投资方法与量化产品设计,安信证券,2009,1~14
- [29]杨奕,基于 Agent 的投资者结构对股指期货市场流动性影响的研究,天津大学,2011,21~26
- [30]易海波,基于趋势型指标的择时策略—量化择时之技术指标(一),招商证券,2010,1~13
- [31]统计套利系统模型介绍,华安期货,2011
- [32]王芬,王艳华,动量和反转投资策略理论研究,襄樊学院,2006,1~3
- [33]罗捷,王红兵,市场噪声指数与熊市中的择时策略—利用市场噪声交易规模突变预测反弹,联合证券,2009,1~7
- [34]林碧波,考虑噪音交易影响下的套利研究,天津大学,2009,86~114
- [35]丁志国,李晓周,王希庆,赵宣凯,理性套利还是噪音交易:投资者的决策机理,当代经济研究,2008,1~5
- [36]张永杰,张维,金曦,理性、有限理性、噪音与资产价格,系统工程理论与实践,2009,1~7
- [37]徐莉莉,基于自适应均线的趋势投资策略,渤海证券研究所,2010,1~16
- [38]陈祥利,统计套利理论及策略开发应用研究,山东大学,2011,21~43
- [39]于玮婷,基于协整方法的统计套利策略的实证分析,科学决策,2011,1~16

## 发表论文和科研情况说明

发表的论文：无

参与的科研项目：

本人参与了：

诚壹千合投资交易平台软件开发项目

## 致 谢

在导师张永杰副教授的帮助下，经过一年多的努力，本人终于顺利完成 MBA 毕业论文的研究和写作，在此衷心感谢张永杰老师的指导。在张老师的教导下，我坚定地选择了金融工程领域当中颇具挑战的量化投资分析作为毕业论文研究方向。在论文研究期间，张老师提供了大量的参考资料及宝贵的指导意见，并且以严谨的治学态度、丰富的金融经验、深厚的理论基础、广博的学识，对本人的论文提出了许多宝贵意见，使我受益匪浅。张老师的指导使我对量化投资和金融工程的理念和认知得到了进一步的提升，也使我对这个行业有了更清楚的认识和理解。我能够顺利地完成 MBA 工商管理硕士学业的学习，与张永杰老师的帮助密不可分，再一次对张永杰副教授表示由衷的感谢。

尽管在入学前对金融工程学科了解有限，但经过本人辛勤努力的学习和导师认真严谨的指导，本人最终完成了此篇毕业论文并可以装订成册，此时心情无比激动。在论文研究的过程中，搜集资料、查阅期刊、参考业界相关投资报告、熟悉投资软件、调试程序等等，同时为了更深刻地挖掘、分析投资策略原理和现象，我克服各种困难，自行搭建了量化投资平台，进行量化投资策略的模拟。在此过程中我个人付出了很多努力，同时得到了张老师的大量指点，现在回想起来仍觉受益匪浅。

感谢天津大学管理与经济学部的各位领导和老师。在天津大学管理与经济学部，我得到了一个难得的学习深造机会，使我在期盼已久的金融工程领域能够有所提升和突破。感谢天津大学管理学院的各位任课老师所教授的充实丰富的课程，帮助我提升了知识层次、思维方式、综合素质。

感谢一起学习的同学们，让我的 MBA 学习生活如此丰富多彩；同时，也感谢各位师兄师姐们在学习和生活上给予的帮助。

最后，感谢我的家人对我学业和论文研究的支持与帮助，感谢父母对我的辛苦养育之恩。在人生道路上，大家的支持和鼓励，一直是我学习、工作和生活的动力！