

量化投资模型

一、 量化选股

A. 简介：量化选股就是利用数量化的方法选择股票组合，期望该股票组合能够获得超越基准收益率的投资行为。量化选股策略是量化投资最重要的策略，主要是研究如何利用各种方法选出最佳的股票组合，使得该股票的收益率尽可能高的同时保持尽可能的稳定性。

B. 模型具体介绍

1) 多因子模型

a) 模型理念：是应用最广泛的一种选股模型，基本原理是采用一系列的因子作为选股标准，满足这些因子的股票则被买入，不满足的则卖出。多因子模型相对来说比较稳定，因为在不同市场条件下，总有一些因子会发挥作用。

b) 模型对象：选股因子

c) 影响因子：

估值因子	成长因子	资本结构因子	技术面因子
账面市值比	ROE	资产负债率	6 个月动量
盈利收益率	ROA	固定资产比例	12 个月动量
PEG	ROE 变动	流通市值	1 个月反转
股息率	ROA 变动		换手率
现金收益率	EPS 增长		换手率变动
	主营收入增长率		波动
	EBITDA 增长率		波动变化
	主营毛利率		震荡指标
	主营毛利率变动		
	收入净利率		
	收入净利率变动		
	再投资率		

注：再投资率=[(过去 12 个月每股收益 - 每股分红)/期初每股净资产]，反映了公司将盈利留存并进行再投资的情况。

震荡指标=[(前月最高价-最低价)/(前月月初股价+月末股价)]，来源于一个简单的市场经验：横有多长，竖有多高。

d) 模型成绩：多因子模型是一类重要的选股模型，它的优点是能够综合很多信息最后得出一个选股结果。多因子模型的表现相对来说也比较稳定，因为在不同的市场情况下，总有一些因子会发挥作用。

e) 具体模型：多因子选股模型的建立过程主要分为候选因子的选取、选股因子有效性的检验、有效但冗余因子的剔除、综合评分模型的建立和模型的评价及持续改进 5 个步骤。

1．候选因子的选取

候选因子可能是一些基本面指标，如 PB、PE、EPS 增长率等，也可能是一些技术面指标，如动量、换手率、波动等，或者是其他指标，如预期收益增长、分析师一致预期变化、宏观经济变量等。候选因子的选择主要依赖于经济逻辑和市场经验，但选择更多和更有效的因子无疑是增强模型信息捕获能力，提高收益的关键因素之一。

2．选股因子有效性的检验

一般检验方法主要采用排序的方法检验候选因子的选股有效性。具体而言，对

于任意一个候选因子,在模型形成期的第一个月初开始计算市场中每只正常交易股票的该因子的大小,按从小到大的顺序对样本股票进行排序,并平均分为 n 个组合,一直持有到月末,在下月初再按同样的方法重新构建 n 个组合并持有到月末,每月如此,一直重复到模型形成期末。

组合构建完毕后,计算这 n 个组合的年化复合收益、相对于业绩基准的超出收益、在不同市场状况下的高收益组合跑赢基准和低收益组合跑输基准的概率等。为确定选股因子的有效性,建立如下数量标准:

(1) 序数为 1 到 n 的组合年化复合收益应满足一定的排序关系,即组合因子的大小与收益应具有较大的相关关系,从统计的角度看,因子能较为显著地影响组合预期收益。假设序数为 i 的组合年化复合收益为 x_i ,那么 x_i 与 i 的相关性绝对值 $Abs(Corr(x_i, i))$ 应满足如下关系:

$$Abs(Corr(x_i, i)) \geq MinCorr$$

其中, $MinCorr$ 为模型所设定的收益和序数最小相关性阈值。

(2) 令序数为 1 和 n 的两个极端组合相对基准的超额收益分别为 AR_1 和 AR_n ,如果 $AR_1 > AR_n$ (该假设表示因子越小,收益越大),那么两者应满足如下条件:

$$AR_1 > MinAR_{top} > 0 \text{ 和 } AR_n < MinAR_{bottom} < 0$$

反之,如果 $AR_1 < AR_n$ (该假设表示因子越大,收益越小),那么与上面不等式类似,两者应满足:

$$AR_n > MinAR_{top} > 0 \text{ 和 } AR_1 < MinAR_{bottom} < 0$$

其中 $MinAR_{top}$ 、 $MinAR_{bottom}$ 分别为两个极端组合的最小超出收益阈值,以上条件保证因子最大和最小的两个组合中,一个是明显跑赢市场的赢家组合,另一个是明显跑输市场的输家组合。

(3) 无论在上涨、下跌还是整个模型形成期,序数为 1 和 n 的两个极端组合中,较高收益的组合应该能以较高的概率跑赢市场,而较低收益的组合则能以较高概率跑输市场。

符合以上 3 个条件的因子至少说明在过去的一段时期内表现出较好的选股能力,可以作为进一步筛选的有效选股因子。

3. 有效但冗余因子的剔除

不同的选股因子可能由于内在的驱动因素大致相同等原因,所选出的组合在个股构成和收益等方面具有较高的一致性,因此其中的一些因子需要作为冗余因子剔除,而只保留同类因子中收益最好,区分度最高的一个因子。假设需要选出 k 个有效因子,样本期共 m 月,那么具体的冗余因子剔除步骤如下:

(1) 先对不同因子下的 n 个组合进行打分,分值与该组合在整个模型形成期的收益相关,收益越大,分值越高,具体方法:令组合 1 和 n 相对基准的超额收益分别为 AR_1 和 AR_n ,如果 $AR_1 < AR_n$,则将组合 i 的分值设为 i ;反之, $AR_1 > AR_n$,组合 i 的分值为 $n - i + 1$,即所有组合的分值取 1 到 n 间的连续整数。组合得分确定后,再将其赋给每月该组合内的所有个股。

(2) 按月计算个股的不同因子得分间的相关性矩阵,令第 t 月的个股因子得分相关性矩阵为: $(Score_Corr_{t,u,v})$, $u, v = 1, 2, \dots, k$, u 和 v 为因子序号。

(3) 在计算完每月因子得分相关性矩阵后,计算整个样本期内相关性矩阵的

$$\left(\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m Score_Corr_{t,u,v} \right), u, v = 1, 2, \dots, k$$

平均值,计算公式为

:

(4) 设定一个得分相关性阈值 MinScoreCorr, 对得分相关性平均值矩阵中大于该阈值的元素所对应的因子只保留与其他因子相关性较小、有效性更强的因子, 而其他因子则作为冗余因子剔除。

4. 综合评分模型的建立和选股

综合评分模型选取去除冗余后的有效因子, 在模型运行期的每个月初对市场正常交易的个股计算每个因子的最新得分, 并按照一定的权重求得所有因子的平均分。如果有的因子在某些月份可能无法取值 (例如, 有的个股因缺少分析师预期数据无法计算预期相关因子), 那么按剩下的因子分值求加权平均。最后, 根据模型所得出的综合平均分对股票进行排序, 然后根据需要选择排名靠前的股票。例如, 选取得分最高的前 20% 股票, 或者选取得分最高的 50 ~ 100 只股票等。

5. 模型的评价及持续改进

一方面, 由于量化选股方法是建立在市场无效或弱有效的前提之下, 随着使用多因子选股模型的投资者数量的不断增加, 有的因子会逐渐失效, 而另一些新的因素可能被验证有效而加入到模型中; 另一方面, 一些因子可能在过去的市场环境下比较有效, 而随着市场风格的改变, 这些因子可能短期内失效, 而另外一些以前无效的因子会在当前市场环境下表现较好。

另外, 计算综合评分的过程中, 各因子得分的权重设计、交易成本考虑和风险控制等都存在进一步改进的空间。因此在综合评分选股模型的使用过程中, 会对选用的因子、模型本身做持续的再评价和不断改进以适应变化的市场环境。

f) 具体策略

在所有市场环境下跑赢业绩基准的概率 $\geq 50\%$ (越高越好)

加权年化复合平均收益率 $\geq 5.5\%$ (越高越好)

相对于业绩基准的平均年化超额收益率 $\geq 1.5\%$ (越高越好)

各因子指标相关性 $\leq 50\%$

注: 列出一系列候选因子后, 计算每支个股的各因子指标; 根据因子指标的计算结果, 从小到大对样本股票进行排序并分为 5 个等份组合, 从而在整个样本期内形成不同因子下的 5 个排序组合; 分别计算不同因子下的 5 个排序组合的流通市值加权年化复合平均收益、相对于业绩基准的平均年化超额收益、在不同市场环境下第 1 和第 5 组合战胜或跑输基准的概率。综合考虑复合收益、超额收益及相关性后列出有效因子, 再对这些初步有效的因子计算相关性矩阵, 除去相关性超过 50% 的有效因子。为了评估个股的综合表现, 模型在选股日对所有正常交易的股票按筛选后的有效因子分别评分后再按照一定的权重计算加权平均值, 如果有的因子没有取值, 那么该因子不参与平均值的计算。在综合打分后, 去掉所有的 ST、PT 股票, 将市场所有股票按平均分重新排序, 选取其中得分最高的若干股票进入当月组合, 即完成了模型选股的完整过程。

代码及解释参见: 1. 多因子策略入门:

<https://www.joinquant.com/post/1399?f=study&m=algorithm&from=singlemessage&isappinstalled=0>

2. 多因子策略 APT 模型:

<https://www.joinquant.com/post/1474?f=study&m=algorithm&from=singlemessage&isappinstalled=0>

2) 风格轮动模型

- a) 模型理念: 风格轮动模型是利用市场的风格特征进行投资, 比如有时候市场偏好小盘股, 有时候偏好大盘股, 如果是风格转换的初期介入, 则可以获得较大的超额收

益。

- b) 模型对象：投资风格，指投资于某类具有共同收益特征或共同价格行为的股票，即某类投资风格很受欢迎，并且在某一个时间段内具有持续性和连续性（譬如，价值投资和成长型投资两种风格，或者大盘股和小盘股这两种风格总是轮流受到市场追捧）
- c) 影响因子：市值，平均市盈率，平均市净率，净市比（B/P），经济名义增长率，EPS 动量，风格指数，M2 同比增速，PPI 同比增速，大/小盘年化波动率之比的移动均值
- d) 模型成绩：风格投资从本质上来说是通过执行各种投资决策，从某些特定分割的、异质的市场或从某类错误定价的股票中获得超额收益。风格轮动策略比单纯的持有策略具有明显的超额收益。
- e) 具体模型：

1. 传统的风格预测方法

实施风格轮换战略，在不同的风格类别之间进行切换，需要对各类风格的收益特性有较好的把握和对未来风格走势有较准确的判断。风格评估和预测的方法可分为相对价值法和场景预测法两类。

(1) 相对价值法的核心是均值回归理论，被低估的股票价格最终将被市场发现而向均值回归，被高估的股票价格也将下跌至均值水平。能获得低估或高估收益的投资者，必然是对某类股票、企业有着长期的追踪研究并具备价值发现能力的投资者。当市场出现价格偏差时，能在第一时间发现并调整组合，及时判断出市场未来走势。

(2) 场景预测法的核心：同一风格股票的收益率间存在某种相似属性和因素敏感性，因此当外部环境发生变化时，受某类因素正面影响的风格类型将取得超额收益，反之则会获得低于市场的收益。场景预测法可分为两个步骤：

- ①对影响股票收益的各个因素建立因素模型。
- ②设想未来可能出现的不同场景，对未来风险状况进行预测。

2. 风格轮动的定量预测

由于市场风格轮动，保持单一的投资风格并不一定是最佳的投资策略，积极的风格转换策略有助于提高投资绩效。风格转换主要涉及两个问题，即在何时进行风格转换，以及风格转换能否弥补交易成本。

风格转换策略模型实际上是在建立了一系列基本预测变量的基础上，寻找一个适用于风格转换的合理模型。从已有文献看，主要有以下 3 类方法：

- (1) 将风格相对收益率对相关变量进行回归。但由于建立精确关系较为困难，因此这种方法基本被排除。
- (2) Markov Switch 模型。该模型主要关注相对收益率的历史表现（按照 Levist 的变量分类办法，这些指标主要是技术变量），并不关注其他基本经济变量，因此这种方法可能遗漏了很多可用信息。
- (3) Logistic 概率模型。在任意时点，风格转换的结果无非有两种，即转换或不转换。如果预期下期某类风格占优，则将现有风格转化为占优的风格。

$$\text{标准 Logistic 模型: } p_t = p(y_{t+1}) = \frac{1 - e^{-x_1' \beta}}{(1 + e^{-x_1' \beta})}$$

其中，如果构建期后一月份的某风格（如价值股）收益率大于另一风格（如成长股）收益率，则 $y_{t+1}=1$ ，否则 $y_{t+1}=0$ 。建立递归预测方法，当构建期往后延伸时，则形成时间序列 y_1, y_2, \dots, y_t 。

在建立 Logistic 预测模型前，需要首先选择 n 个可能的影响因素（宏观、基本面与技术面等），这可以通过逐步回归、主成分分析等方法选择。然后，利用 Y 对 n 个解释变量建立多元 Logistic 回归模型。可采用 Jackknife method 等检验方法对多元 Logistic 模型的稳定性进行检验，并确定模型最佳的判别点。比较按最佳判别点确定的风格转换策略所获得的收益，是否大于任何简单的买入并持有策略，若难以超越，则认为简单的买入持有策略为最佳策略；若超过，则考虑交易成本后的最佳转换风格的交易策略。

3) 行业轮动模型

- a) 模型理念：与风格轮动类似，行业轮动是另外一种市场短期趋势的表现形式。在一个完整的经济周期中，有些是先行行业，有些是跟随行业。研究在一个经济周期中的行业轮动顺序，从而在轮动开始前进行配置，在轮动结束后进行调整，则可以获取超额收益。
- b) 模型对象：行业配置（宏观市场）
- c) 影响因子：MACD 市场指标，M2 同比增速
- d) 模型成绩：

M2 行业轮动策略：理念容易理解，且符合自上而下的投资理念，适合机构投资者进行行业配置；将行业划分为周期性和非周期性进行投资，这种分类标准与实际投资中对行业属性的认识也非常接近，减少了对行业基本面和公司信息的依赖；在紧缩时由于选择投资于非周期性行业能够避免较大的不确定性，使得整个组合的风险大大降低，抗风险能力得到增强；依据货币供应增速 M2 进行轮动，使得策略具有较强的可操作性。货币供应量 M2 是宏观经济运行中的重要指标，也是货币政策效果的集中体现，用它来指导行业配置确实能够起到增强组合收益、降低组合风险的作用。

- e) 具体模型：

1. M2 行业轮动策略

(1) 信息的同步性：考虑到 M2 的披露时间及信息的传导时间，所有投资时段都滞后了一个月的时间。

(2) 组合的构建策略：在货币政策处于扩张时等权重配置周期性行业，紧缩时等权配置非周期性行业。

首先统计周期性行业和非周期性行业在货币政策处于扩张或者紧缩时期的不同表现，同时计算每个阶段要进行 10 个行业的等比例投资。通过对周期性行业和非周期性行业在不同阶段收益的比较，3 个紧缩阶段非周期性行业组合全部战胜了周期性行业组合，胜率为 100%。在 3 个扩张周期中，两次周期性行业战胜非周期性行业的表现，胜率为 67%。在两次较大的下跌市场环境中，投资于非周期性行业均规避了较大的市场风险，其防御性特征可见一斑。而在牛市中，周期性行业和非周期性行业的投资收益相差较小。

按照顺周期策略（即策略 1）构建投资组合并查看组合的收益及对应的逆向投资（扩张时投资非周期性行业，紧缩时投资周期性行业，初始资金一千万）。

2. 市场情绪轮动策略

基于市场情绪设计行业轮动投资策略主要考虑两点：一是哪些行业处于上扬趋势，即哪些行业从市场情绪来看变得可投资；二是这些可投资的行业中哪些行业更具比较优势，即哪些行业具有比业绩基准更强的上扬趋势。

市场情绪的刻画手段有很多，例如，种种技术指标都是从某一角度来刻画市场

情绪的，但必须选择交易信号指示明确趋势性市场情绪指标。值得注意的是，一般市场情绪指标由于过度依赖历史信息而在遭遇行情剧烈波动时往往会发生误判，所以基于市场情绪的行业轮动策略中止损策略的考虑必不可少。

策略一：选择绝对强势行业→选择相对业绩基准强势行业→平均权重投资

策略二：选择业绩相对强势时段→选择相对业绩基准强势行业→平均权重投资

4) 资金流模型

- a) 模型理念：资金流选股的基本思想是利用资金的流向来判断股票的涨跌，如果资金流入，则股票应该会上涨，如果资金流出，则股票应该下跌。所以将资金流入流出的情况编成指标，则可以利用该指标来判断在未来一段时间股票的涨跌情况了。
- b) 模型对象：股票资金流
- c) 影响因子：MF 指标，招商资金流指标（CMSMF），资金流信息含量（IC），资金流强度（MFP），资金流杠杆倍数（MFP）
- d) 模型成绩：资金流模型是非常易于理解的一个选股方式，但是传统的资金流模型效果并不明显，这可能是因为市场的有效性越来越强。招商证券在研究员的基于高频数据的基础上，开发了加强版的资金流模型 CMSMF，取得了较好的效果。D-Alpha 对冲交易系统的高频数据后验平台对资金流模型进行了测试，结果证明该指标具有良好的收益。
- e) 具体模型：

1. 逆向选择理论

在非强势有效的 A 股市场，普遍存在信息不对称的问题。机构投资者与散户投资者在对同一信息的评估能力上存在差异。在大部分情况下，散户投资者缺乏专业的投资能力和精力，那么根据“搭便车”理论，希望借助机构投资者对股价的判断进行投资，一旦机构投资者率先对潜在市场信息做出反应，羊群效应的散户投资者则追涨杀跌，往往导致在很多情况下市场对潜在信息反应过度。这样根据逆向选择理论，能够准确评估信息价值的投资者便会对反应过度的股价做出交易，买入低估的、卖出高估的股票，从而纠正这种信息反应过度行为。

根据市场对潜在信息反应过度的结论及市场投资者的行为特征，可以采取逆向选择模型理论来构建选股模型，即卖出前期资金流入、价格上涨的股票，买入前期资金流出、价格下跌的股票。按照这个思路，对一些指标参数进行回测分析，可以得到稳定的选股模型。

2. 策略模型

根据资金流各种指标的特点，在选股模型中采用比较简单的方法，即以指标排序打分的方式来筛选股票。首先通过对各个资金流指标进行排序打分，然后将股票对各个指标的得分进行求和，最后以总得分值大小来筛选股票，具体步骤如下：

(1) 确定待选股票池。在选择组合构建时，剔除上市不满一个月的股票，剔除调仓期涨跌停及停牌的股票，防止因涨/跌停无法交易。剔除信息含量小于 10% 的股票，因为这部分股票信号不明显，无法取得有效信息。

(2) 构建股票组合。

① 指标打分：首先将待选股票池中的股票按照各个指标进行排序（指标即为前面介绍的 GSMS 和 CMSMF 系列指标），然后采用百分制整数打分法进行指标打分，即以股票在各个指标中所处位置的百分数作为股票对于该指标的得分，前 1% 得分为 1，依次递减，最后 1% 得分为 100。

注：招商资金流模型（CMSMF）计算方法：

类型	条件说明
----	------

开盘集合竞价	流入	集合竞价的成交价大于昨收盘价的交易金额
	流出	集合竞价的成交价小于昨收盘价的交易金额
连续竞价	流入	成交价大于等于最近卖方最优价的交易金额
	流出	成交价小于等于最近买方最优价的交易金额
涨跌停	流入	涨停时成交金额
	流出	跌停时成交金额
尾盘集合竞价	流入	集合竞价的成交价大于最近卖方最优价的交易金额
	流出	集合竞价的成交价小于最近卖方最优价的交易金额

招商资金流模型（CMSMF）选股指标定义：

指标	定义	意义
资金流净额（MF）	根据 CMSMF 模型测算的资金流净额	资金流绝对金额
资金流信息含量（IC）	资金流净额/交易额	资金流中有效信息含量
资金流强度（MFP）	资金流净额/流通市值	标准化资金流的强度
资金流杠杆倍数（MFP）	流通市值/资金流净额	衡量资金流的撬动效应

②求和排序：将股票相对于各个指标的得分进行求和，将和值从小到大排序，进行分组比较；另外，选择排名靠前的 N 只股票构建组合。

③股票权重：采用等量权重。

(3) 组合定期调整，调整时间从 1 到 3 个月不等。持有到期后，利用更新后的指标数据重新确定待选股票池，重复步骤 (2) 打分求和过程，并将股票按照指标得分从小到达排序，将原来分组中跌出组合的股票剔除，调进新的股票，同时将新组合内样本股的权重调整到相等。

(4) 统计检验。分别计算各组合的收益率情况，考察组合的效果。

5) 动量反转模型

- 模型理念：动量反转模型是指股票的强弱变化情况，过去一段时间强的股票，在未来一段时间继续保持强势，过去一段时间弱的股票，在未来一段时间继续弱势，这叫做动量效应。过去一段时间强的股票在未来一段时间会走弱，过去一段时间弱势的股票在未来一段时间会走强，这叫做反转效应。如果判定动量效应会持续，则应该买入强势股，如果判断会出现反转效应，则应该买入弱势股。
- 模型对象：股票的动量效应与反转效应
- 影响因子：阿尔法动量，收益率，超额收益
- 模型成绩：A 股市场确实存在动量效应和反转效应，通过动量反转模型可以找到最优的动量组合，实现套利的目的。
- 具体模型：

1. 阿尔法动量模型

(1) 阿尔法动量

一只股票未来回报的预期可以拆成 Alpha、Beta 及残差 3 个部分，用公式描述为： $r_p = \alpha + \beta_m + \varepsilon$ 。式中第二项是股票随着市场总体涨落带来的市场回报，最后一项代表的是无法提前预知的股票相对于市场回报的差异。而式中第一项 Alpha 同样也是偏离市场的回报，但是它与残差不同，Alpha 代表了提前预知的偏离。

(2) 阿尔法能持续吗

在正常情况下，股票的 Alpha 不会长期持续不为 0。这是因为一只股票如果估

值有偏差，那么在被人发现以后，Alpha 就会迅速归零。股票一般不会总是被低估或者高估，它的 Alpha 有时表现为正，有时表现为负，这也是为什么使用常规的方法在市场中通常难以发现股票具有明显持续的 Alpha 的原因。

尽管长期而言每只股票的 Alpha 都应该为 0，但是市场中存在部分股票的 Alpha 在一段时间内可能持续大于 0 或者小于 0。股票的 Alpha 会持续主要有以下两个原因：

(1) 如果股价向股票的价值收敛的速度比较慢，知情投资者就更容易从中获利，所以这些交易者会倾向于更缓慢地把价格推向股票的实际价值。

(2) 中国股票市场存在一种股票轮动现象，一个行业或部分股票常常会在一段时期内保持强于或弱于市场总体水平。

因此，动量策略的目标是从股票市场上千只股票的大海中筛选出这样的股票，即当它出现正（负）的阿尔法时，之后的阿尔法也会为正（负）。找到以后，便可以使用对应的策略进行投资，因此这种筛选股票的策略称为阿尔法动量策略。

(3) 阿尔法动量模型

假设股票的阿尔法是一个随机过程。出于简化的目的，假设阿尔法是最简单的 AR(1)过程。股票的收益率就能表示为下面的形式：

$$r_{pt} = \alpha_t + \beta_{mt} + \varepsilon_t$$
$$\alpha_t = \delta \alpha_{t-1} + V_t$$

在这个模型中，当 δ 小于 0 时， α_t 会出现反转，这种情况意味着这只股票存在过度反应的现象。当 δ 介于 0 到 1 之间时，随着时间的变化 α_t 总会向 0 靠近，决定其减为 0 速度的关键是 δ 的大小。一只股票的 δ 越大，代表它的 α_t 向 0 回归的速度越慢。换句话说，如果我们能找到一些股票 δ 与现在的 α_t 都比较大，那么这只股票在接下来的时间内 α_t 大于 0 的可能性也比较大。

可以使用马尔科夫链蒙特卡罗方法估计该模型的参数，使用模拟结果的均值作为各个参数的估计值。

2. 策略模型

(1) 动量效应测试

对动量效应进行测试时，分别以 P (P = 1,2,...,24) 个月为形成期，以 Q (Q = 1,2,...,12) 个月为持有期，验证 P 个月内累计收益率最高的一组股票，在接下来 Q 个月内的表现(下文中将形成期为 P、持有期为 Q 的动量组合记为(P,Q)动量组合)。

由于 A 股市场目前仍为单边市，不能卖空，这里仅对买入方向进行单边测试。为了增加样本容量及规避时点选择对测试结果的影响，对测试样本进行逐月滚动，即在每个月均对上述所有的(P,Q)动量组合是否存在动量效应进行一次测试。

为了使所有的(P,Q)动量组合具有相同的测试样本数量，分别选择 2002 年 1 月至 2008 年 6 月的每个月第一个交易日作为组合构建时点，因此对应于每一对(P,Q)动量组合的测试样本共有 78 个。在每一个测试时点对于每一对(P,Q)动量组合均按下列流程进行测试：

①确定待选股票池。选择组合构建时点全部 A 股股票，剔除连续停牌股票及形成期初未上市的股票后，剩下的股票进入待选股票池。

②构建初始股票组合。将待选股票池中的股票分别按照测试时点前 P 个月的累计收益率从大到小排序，选取排名前 1/5 的股票等权重构建动量组合，并以待选股票池中全部股票等权重构建基准组合。

③收益率计算。持有组合至 Q 个月后的第一个交易日，计算动量组合及基准组合在 Q 个月内的累计收益率，分别作为(P,Q)动量组合及基准组合对应于这一测

测试时点的收益率，以(P,Q)动量组合收益率与基准组合的收益率的差作为(P,Q)动量组合这一样本的超额收益。

在所有的测试时点均测试完成后，分别计算每一对(P,Q)动量组合的所有样本的平均超额收益，作为(P,Q)动量组合的超额收益；同时，计算在所有样本中，超额收益率为正值的样本所占的比例作为(P,Q)动量组合战胜基准的频率。

(2) 反转效应测试

与动量效应的测试相似，在对反转效应进行测试时，分别以 P (P = 1,2,...,24) 个月为形成期，以 Q (Q = 1,2,...,12) 个月为持有期，验证 P 个月内累计收益率最低的一组股票在接下来 Q 个月内的表现（下文中将形成期为 P、持有期为 Q 的反转组合记为(P,Q)反转组合）。

由于 A 股市场目前仍为单边市，不能卖空，这里仅对买入方向进行单边测试。为了增加样本容量及规避时点选择对测试结果的影响，对测试样本进行逐月滚动，即在每个月均对上述所有的(P,Q)反转组合是否存在反转效应进行一次测试。

为了使所有的(P,Q)反转组合具有相同的测试样本数量，分别选择 2002 年 1 月至 2008 年 6 月的每个月第一个交易日作为组合构建时点，因此对应于每一(P,Q)反转组合的测试样本共有 78 个。在每一个测试时点对于每一对(P,Q)反转组合均按下列流程进行测试：

①确定待选股票池。选择组合构建时点全部 A 股股票，剔除连续停牌股票及形成期初未上市的股票后，剩下的股票进入待选股票池。

②构建股票组合。将待选股票池中的股票分别按照测试时点前 P 个月的累计收益率从小到大排序，选取排名前 1/5 的股票等权重构建反转组合，并以待选股票池中全部股票等权重构建基准组合。

③收益率计算。持有组合至 Q 个月后的第一个交易日，计算反转组合及基准组合在 Q 个月内的累计收益率，分别作为(P,Q)反转组合及基准组合对应于这一测试时点的收益率，以反转组合收益与基准组合的收益率的差作为(P,Q)反转组合这一样本的超额收益。

在所有的测试时点均测试完成后，分别计算每一对(P,Q)反转组合的所有样本的平均超额收益，作为(P,Q)反转组合的超额收益；同时，计算在所有样本中超额收益为正值样本所占的比例，作为(P,Q)反转组合战胜基准的频率。

f) 具体策略：

1.设置参数，包括股票池，调仓周期 holdingPeriod，收益率计算周期 returnPeriod，每次持仓股票占股票池的比例 ratio，并计算每次持股数量 N 等。

2.计算股票池中所有股票的上一周期的收益率

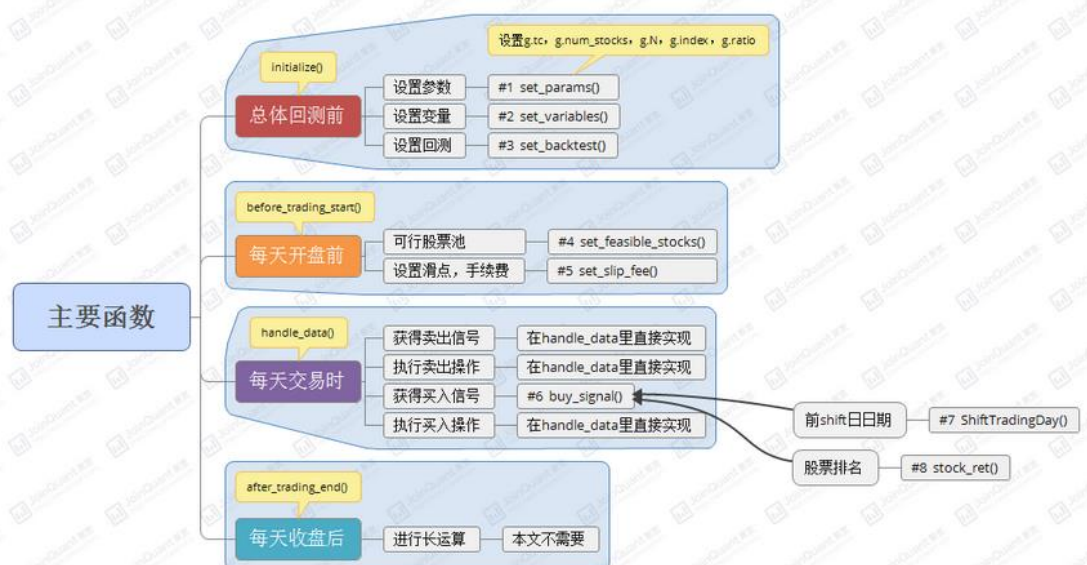
（这里采取简单收益率 = (昨天的收盘价 - returnPeriod+1 天前的收盘价) / returnPeriod+1 天前的收盘价）

3.将股票池内（除了已持仓的）所有股票按照收益率排序，始终持有上一收益率计算周期(returnPeriod)收益率前 N 的股票。

4.每 holdingPeriod 天进行 Rebalance。

收益率：最优

最大回撤率：最优



详细策略解释和源代码参见：

【量化课堂】动量策略入门 - JoinQuant 量化课堂 - JoinQuant
<https://www.joinquant.com/post/1697?f=study&m=algorithm>
 优化时可加入反转策略

6) 一致预期模型

- 模型理念：一致预期是指市场上的投资者可能会对某些信息产生一致的看法，比如大多数分析师看好某一个股票，可能这个股票在未来一段时间会上涨；如果大多数分析师看空某一个股票，可能这个股票在未来一段时间会下跌。一致预期策略就是利用大多数分析师的看法来进行股票的买入卖出操作。
- 模型对象：众多分析师的一致预期
- 影响因子：EG, RC, RA, AN, ANV, EY, EPS
- 模型成绩：通过一致预期数据所构造的反映市场情绪的新指标体系确实能够有效地揭示市场的运行特征。这些指标能够把握市场分析师对未来一致预期的看法，投资者就可以根据分析师的看法去做适当的股票筛选；还可以把握分析师对未来一致预期的态度，恰当地刻画分析师在调整未来一致预期 EPS 时的信心。投资者可以综合考虑这些指标，并进行相应的股票筛选，给自己的投资带来更好的收益。
- 具体模型：

1. 传统 EM 模型

Columbine Capital 的预期选股模型主要利用一致预期数据构造五大指标，即分析师预期的一致性指标、分析师调整预期的信心指标、分析师调整预期的幅度指标、超预期水平及预估的期望回报率等。

EM 模型首先按照各个指标对个股进行打分评级，然后通过最优梯度选股策略来决定各个指标间的关系，从而得到最后的评级，以此做出买入或卖出的指令。这 5 类指标综合性地考虑到市场一致预期的方方面面，从预期一致性的衡量到分析师的信心，从调整幅度到超预期的水平，这些指标都能够充分地衡量市场的看法，把握市场的情绪。对未来预期收益的估计，也反映在模型之中，以此反映市场给予个股估值水平的高低。另外，预期增速处于中等水平的股票在年报后的表现更好、更稳定。

2. 修正 EM 模型

在修正 EM 模型的建模过程中,将采用综合评估法和多因子模型来替代。在指标选取方面,主要借鉴 Columbine Capital 预期选股模型(EM)的指标设计体系。然而,国内的一致预期在指标数据的采集上,很难获得一致预期方面更为详细的数据,因此只能设计替代的指标体系。

该修正模型仍然采用朝阳永续所提供的一致预期 EPS 数据(按照朝阳永续的一致预期算法,对机构影响力和时间影响力进行双重加权),并做进一步的加工、整理和分析。朝阳永续一致预期数据所构造的一系列指标的计算方法和含义如下。

(1) EG:一致预期 EPS 的增长速度(EPS Growth)。每个月度,提取市场对下一年度的 EPS 预期的增长数据。EG 指标反映市场中卖方分析师对个股下一年度 EPS 的增长预期,预期越高自然理应获得更好的回报。EG 越大,分析师越看好个股的未来成长速度。

(2) RC:卖方分析师在调整预期 EPS 时的信心(Revision Confidence)。每个月可以看到分析师对下一年度 EPS 预期的调整状况。设定 EPSa 为分析师当月对下一年度 EPS 的预期值,EPsb 为分析师上一个月对下一年度 EPS 的预期值。RC 采用以下计算公式:

$$RC=(EPSa-EPsb)/上月收盘价$$

可以看到随着时间的变化,分析师依据当前的股价基础也对未来的预期 EPS 做出适当的调整,这也反映出分析师对未来 EPS 预期调整的信心水平。RC 越大,说明分析师有可能非常有信心认可个股未来的每股收益水平;反之则信心欠佳。

(3) RA:分析师对个股未来 EPS 水平的乐观态度。用分析师对下一年度一致预期 EPS 高过历史上平均 EPS 的水平来表示。对于未来预期 EPS 高过历史平均 EPS(采用前两年的 EPS 平均值)的那些股票,分析师对其未来成长持乐观态度;对于未来预期 EPS 低于历史平均 EPS(采用前两年的 EPS 平均值)的股票,分析师则持悲观态度,即不看好其未来的成长水平。

(4) AN:关注个股的分析师数量。采用 $\log(1+\text{分析师数量})$ 来给出 AN 的值。对个股关注的分析师数量越多,那么市场对它的了解程度也越深,市场对它的追捧程度也可能更大。如果分析师的数量越多,那么反映市场的情绪可能更加合理和准确。而关注的分析师数量越少,那么一致预期的数据可信度可能会低一些,当然并不是说这些股票质地不好。仅从分析师数量的多少不可能辨别股票的优劣,但是可以反映出市场追捧的情绪。

(5) ANV:关注个股的分析师数量的变动率。用当月 AN 值减去上月 AN 值来表示。若 ANV 为正,则表示关注这只股票的分析师数量在增加;ANV 越大,分析师数量增加得越多,关注度可能越大。若 ANV 为负,则表示关注这只股票的分析师数量在减少,关注度可能在减弱。

(6) EY:预估的 EPS 回报率。用当月分析师对下一年度 EPS 的一致预期值与上月收盘价的比值来计算 EY 值。这个比率是市场分析师对当前股价水平所能获得未来 EPS 水平的看法。EY 越大,表示分析师更加看好未来的回报率;EY 越小,表示分析师可能不太看好这只股票未来 EPS 的回报率水平。从 EY 角度来看,可以评价预期未来的 EPS 水平是否能支撑现在的股价水平。在这里,EY 的倒数就是未来预期的市盈率水平。

这六大类指标主要是试图量化地刻画市场卖方分析师对未来预期的一致性看法和情绪,也就是采用量化的指标来衡量分析师在调整未来一致预期数据时的信心、态度、人气度等,这些可以通过观察分析师调高或调低一致预期 EPS 的幅度大小、预期未来市盈率的倍数等来得到结论。

选股的时候则根据 EG、RC、RA、AN、ANV、EY 这六大指标进行 EM 预期选股模型的构造。一种方法是采用综合评估的办法，即分别按照各个指标对个股进行打分，然后给予每个指标一定的权重，进行加和得到个股最终的总分评级排序。另一种方法就是采用多因素模型，考察六大指标与个股未来收益之间的关系，同时以下一期六大指标水平预测个股未来一期的收益率水平，以此对各只股票进行排序。

7) 趋势追踪模型

- a) 模型理念：趋势追踪是属于图形交易的一种，就是当股价出现上涨趋势的时候，则追涨买入；如果出现下跌趋势的时候，则杀跌卖出，本质上是一种追涨杀跌策略。判断趋势的指标有很多种，包括 MA、EMA、MACD 等，其中最简单也是最有效的是均线策略。
- b) 模型对象：股市大的趋势波段
- c) 影响因子：趋势追踪策略收益率，趋势追踪对买入持有的超额收益率，相对基准的个股平均超额收益率
- d) 模型成绩：趋势追踪技术的关键在于判断大趋势，并且力图避免小的扰动对趋势的影响，这样可以抓住大的波段操作，从而捕获股票的主要收益趋势。从实证结果来看，按照事先设定的策略构建投资组合并坚持原则按策略操作，长期来看是可以战胜基准的。
- e) 具体模型：

衡量股票趋势的指标最重要的就是均线系统，因为它是应用最为广泛的趋势追踪指标，所以均线是不可或缺的，把它作为捕捉大盘主趋势的基石。但是纯粹的均线由于噪音等原因，使得经常会出现误操作，需要进行更多的处理机制，包括极点、过滤微小波动、高低点比较策略、高低点突破策略、长波的保护机制、长均线的保护机制等概念和技术细节。

1. 均线简化

股票价格的波动会让人感觉价格变化飘忽不定，很难把握。为了便于捕捉趋势，所以需要对价格走势曲线进行简化处理，这样可以借助于均线方法。将 a 个（ a 为模型参数）连续的交易日的收盘价取一个均值，形成 $MA(a)$ ，比如 a 为 10，即 10 个交易日数据取一均值，那么就可以得到股价的 10 日均线 U ，完成对价格曲线的第一步简化。

2. 记录极点

极点就是局部的高点或者低点，在极点处股价出现了转折，所以它们是记录股价变化的关键点，包含了比较多的信息。如果股价上涨至此，接下来又出现了下跌，那么就形成一个局部的高点；如果股价下跌至此，接下来又出现上涨，那么就形成一个低点。这些叫做极点，往往是股价变化的关键信息点，将它们记录下来，以备进一步制定策略。

3. 设置阀门，过滤微小波动

均线策略最大的优势跟踪趋势效果比较好，在形成趋势时能紧跟趋势，但是最大的问题在于碰到盘整行情，均线就摇摆不定，容易频繁地发出交易信号，所以必须对其进行进一步处理。

可以结合记录的极点形成过滤微小波动的方法。当股价形成一个极点 M 后，接下来股价波动在 M 点股价的上下 B 个（ B 为模型参数）指数点内，就认为股价和 M 点相比没有变化，这样可以得到过滤了微小波动的均线趋势线 W 。

4. 高低点比较策略，判断主趋势

过滤了微小波动后的均线趋势线 W 基本能代表价格变动的主趋势，与最初的

价格曲线相比过滤了许多干扰因素，且能刻画出价格变化的主趋势。这样就可以将过滤微小波动后均线 W 上行情发生转折的点识别出来（即上涨转为下跌处为高点，下跌转为上涨处为低点），然后可以在其上设计策略。

通常人们判断趋势处于上升的理由是，当前低点比前一个低点要高，当前高点也比前一个高点要高。判断趋势处于下跌的理由是，当前低点比前一个低点要低，当前高点也比前一个高点要低，所以就产生了高低点比较判断规则一。

规则一：如果当前低点比前一个低点要高，而且是卖出信号发出后第一次出现低点高于前低点。那么认为目前是一个买入点。如果当前高点比前一个高点要低，而且是买入信号发出后第一次出现高点低于前高点，那么认为目前是一个卖出点。

对规则一的补充：

如果仅仅以高低点的比较去判断趋势的涨跌，这样的情况发出次数太多，并且有时会出现指数形成了一个新的高点，与前面一个高点相比上涨幅度不大，那么很可能是假突破行情。另一方面，简单的高低点比较策略没有考虑时间的因素，比如，股价经过很短时间就有明显上涨，和股价经过较长时间才上涨同样幅度，这显然是不一样的。

时间短的上涨趋势比时间长的同幅度上涨趋势涨势更强劲，所以设置一个根据时间变动的附加项 drift 来对原来的策略进行修正，这样形成对规则一的补充。

补充：如果当前低点高于前一个低点再加一个附加的漂移项 drift，则认为当前是一个买入点；如果当前高点低于前一个高点再加一个附加的漂移项 drift，则认为当前高点是一个卖出点。

这个 drift 是一个时间的函数，比如和时间成正比， $\text{drift} = \text{time} * K$ （K 是模型参数，是用高频数据估计出来的）。当然 drift 也可以是时间 time 的其他函数。

5. 突破高低点策略，对高低点比较策略的补充

高低点比较只是最典型的行情情况之一，还有另一种典型情况。比如，行情有时可能会出现从最高点开始形成一个大幅下跌段，但是却并非具备当前高点比前一个高点要低的条件，如果用高低点比较策略，则无法捕捉到此次卖出机会。为了避免这种极端情况，需要制订高低点突破策略来完善策略系统，见规则二。

规则二：如果过滤了微小波动的均线趋势线 W 往上突破了前一个高点加上漂移项 drift，则认为出现了一个买入点。如果过滤了微小波动的均线趋势线 W 往下突破了前一个低点加上漂移项 drift，则认为出现了一个卖出点。

6. 大波段保护机制

如果股价经历了一个比较大的短期涨幅，那么就需要对它建立保护机制。大涨后容易出现较大幅度的下调，所以需要对盈利头寸进行保护，设置从低点加漂移项的延伸线为止损线。

规则三：如果股价经过较大涨幅，比如当前股价已经比上次低点出现后有 C（这里 C 为模型参数）的涨幅，即现股价为上次低点股价的 $(1+C)$ 倍，那么就把止损位（前次低点+漂移项 drift）的价格上提 D（D 为模型参数），即止损位变成当前股价乘以 $(1-D)$ 。

7. 长均线的保护机制

当股价处于明显的下降通道中,且股价表现非常弱势时,是不应该贸然买进的,而需要增设长均线的保护机制。当股价位于 E 日均线之下时,即使其他买入条件成立也不发出信号。



8) 筹码选股模型

- 模型理念：筹码选股是另外一种市场行为策略，基本思想是，如果主力资金要拉升一支股票，会慢慢收集筹码，如果主力资金要卖出一支股票，则会慢慢分派筹码，所以根据筹码的分布和变动情况，就可以预测股票的未来是上涨还是下跌。
- 模型对象：股票的筹码分布情况
- 影响因子：筹码集中度，预期股票收益率，股东户数（季度增长率），户均持股数（季度增长率），机构持股数（季度增长率）
- 模型成绩：基于筹码集中度的选股方法可以取得较好的中长期投资收益，基本上可以获得超越市场基准的投资绩效，尤其是在熊末牛现、市场上升前期和牛末熊初、市场下跌盘整的阶段，该策略较大盘表现更胜一筹。
- 具体模型：

1. 样本测试时间

考虑到在股改之前的 A 股市场并不是全流通状态，则按照定义的筹码集中度指标并不具有实际意义，因此选择 2006 年 5 月 8 日为第一次建仓日。

2. 假设

假设 1：所有相关指标的原始数据来源是正确无误的。

假设 2：我们的投资组合初始构建日定为 2006 年 5 月 8 日，以后每季度再调整日发生在 5 月 8 日、9 月 1 日、11 月 11 日。

年报披露的截止日期为每年的 4 月 30 日之前。

第一季报披露的截止日期为 4 月 30 日之前。

半年报的披露截至日期为 8 月 31 日之前。

第三季报的披露截止日为 10 月 31 日之前。

假设 3：可以用收盘价买到需要购买的股票，不考虑冲击成本和流通成本，交易费用 0.15%（双边）。

3. 筛选方法

假设：截止到上市公司季报最后发布日，如果季报中 3 个指标较上一季度有所增加，则表明该股票的筹码集中度增加，预示着市场主力资金在本季度增加了对该股票筹码的收集，预计在下一季度或将来，该股票很有可能会掀起一波行情。循此思路，对股票池进行双重筛选。

首先，在每季度末，从股票池中根据筹码集中度（股东户数（季度增长率）、户均持股数（季度增长率）、机构持股数（季度增长率））对所有股票进行排序，选出其中增长率最高的前 100 只股票。

其次，再依据涨跌幅指标，对上一轮筛选出的 100 只备选股票进行由高到低的排序，并淘汰 50 只涨幅最低的股票，保留另外 50 只在本季度表现最优的股票。

4. 筛选步骤

(1) 投资组合初始构建日定为 2006 年 5 月 8 日，在每年的 5 月 8 日、9 月 1 日、11 月 1 日在最新的季报完全公布后调仓。

(2) 由于 ST 的股票风险较大，因此剔除当前被 ST 的股票，剔除筛选指标在考察期内没有记录的股票样本，从而形成初始股票池。

(3) 在步骤 (2) 的基础上，分别根据股东户数（季度增长率）、户均持股数（季度增长率）、流通股中机构持股数（季度增长率）、单个指标及其分层组合和打分组合进行选择。

(4) 对最后精选出的 n 只股票按照等金额构造期初投资组合，以后每季度仍遵循步骤 (1) ~ (3) 对组合进行调整。在目标投资期末，将评估该优化选股策略的投资绩效，并与市场基准作对比。

5. 业绩评估基准

关于业绩比较的基准，选取上证 A 股综合指数。

二、 量化择时

A. 简介：量化择时是量化投资中最难的，也是收益率最高的一种策略，主要研究大盘及个股走势，并进行相应的高抛低吸操作。如果能够正确判断大盘，则收益率会比单纯的买入-持有策略收益要高很多。

B. 模型具体介绍：

1) 牛熊线量化择时

a) 模型理念：牛熊线择时的思想就是将大盘的走势划分为两根线，一根为牛线，一根为熊线。在牛熊线之间时大盘不具备方向性，如果突破牛线，则可以认为是一波大的上涨趋势的到来；如果突破熊线，则可以认为是一波大的下跌趋势到来。

b) 模型对象：股市运动

c) 影响因子：股价 S_0 ，时间长度 T ，方差 σ ，均值 μ ，概率 P （其中 σ, T, P 的估计与设定非常重要，需要通过数学手段根据历史数据逼近获得），交易行为，估值，市值，交易量

d) 模型成绩：牛熊线量化择时符合成功的择时指标应具备的三个要素：不错过大的系统性机会；能回避较大的系统性风险；能良好地辨别盘整状态。通过对股价运动的随机过程进行深入分析，可以将股价运动进行区分，即有方向特性和无方向特性。当方向性特征开始出现时，对其进行捕捉能实现较好的择时效果。

e) 具体模型：

1. 牛熊线定义

正常情况下，价格在一定区间内属于一般波动，不具方向性的特征，而一旦价格突破临界值即可视为方向性诞生，转势开始。因此可以定义两根线：一根牛线，一根熊线，如果股票上突破牛线，则可以认为是一波大牛市开始，如果下突破熊线，则可以认为是一波大熊市开始。在牛熊线之间则认为是震荡行情，没有方向性。

2. 牛熊线择时模型

正常情况下，价格在一定区间内属于一般波动，不具方向性的特征，而一旦价格突破临界值即可视为方向性诞生，转势开始，定义如下：

$$Bullprice_T = S^{Uplim}_{tT} = F(S_0, \mu, \sigma, T, P)$$

$$Bearprice_T = S^{Downtim}_{tT} = G(S_0, \mu, \sigma, T, P)$$

由上式可见，牛势值与熊势值（ $Bullprice_T$ 和 $Bearprice_T$ ）将由 S_0, μ, σ, T, P 来决定。

将各牛势值连接起来，则获得一条曲线，称之为牛线[BullishCurve]，与此类似，熊线[Bearish Curve]也将获得。

根据牛熊线定义，可以得到具体的择时策略：

(1) 若指数（股价）在牛线之上，认定指数（股价）处于强势状态，向上攀升态势形成且持续，系统性机会很可能来临；

(2) 若指数（股价）在熊线之下，认定指数（股价）处于弱势状态，向下跌落态势形成且持续，回避系统性风险是非常明智且必要的；

(3) 若指数（股价）在牛线与熊线之间，认定指数（股价）处于盘整整理状态，无大行情，亦无大的系统性风险。

2) Hurst 指数量化择时

- a) 模型理念：Hurst 指数是分形理论在趋势判断中的应用，分形市场理论认为，资本市场是由大量具有不同投资期限的投资者组成的，且信息对不同投资者的交易周期有着不同的影响。利用 Hurst 指数可以将市场的转折点判断出来，从而实现择时。
- b) 模型对象：股市分形市场
- c) 影响因子：Hurst 指数，市场指数，累计收益率，投资期限
- d) 模型成绩：分形市场理论强调市场流动性及投资期限对投资者市场行为的影响，更加贴近实际资本市场。我国 A 股市场的日收益率并不服从正态分布，而是呈现出尖峰及左偏的统计特征，相对于传统的有效市场理论，分形市场理论更加适合描述现实中的资本市场。利用 Hurst 指数量化择时策略，确实可以大幅度战胜市场，获得超额收益。
- e) 具体模型：

股票分形市场的数学模型： $B_H(t)$ 为随机过程，若 $B_H(t)$ 满足：

$$B_H(t) - B_H(0) = \frac{1}{\Gamma(H + \frac{1}{2})} \left\{ \int_{-\infty}^0 [(t-s)^{H-\frac{1}{2}} dB(-s)] dB(s) + \int_0^t (t-s)^{H-\frac{1}{2}} dB(s) \right\}$$

则称 $B_H(t)$ 为分形布朗运动，其中， $0 < H < 1$ ； $B_H(0)$ 为常数； $B(s)$ 为布朗运动。

当 $H = 1/2$ 时，时间序列为服从正态分布的随机游走，即标准布朗运动，随机游走模型。

当 $1/2 < H \leq 1$ 时，时间序列具有长期记忆性，即未来增量与过去增量正相关；若前期时间序列是上升（下降）的，则未来序列继续上升（下降）的可能性较大，随机过程具有持久性。

当 $0 \leq H < 1/2$ 时，时间序列具有均值回复性，即未来增量与过去增量负相关；若前期时间序列是上升（下降）的，则未来序列下降（上升）的可能性较大，随机过程具有反持久性。

将上证指数与它对应的 Hurst 指数图对照起来比较，就可以看出 Hurst 指数在判断市场长期记忆性方面的能力。

用 Hurst 指数并不能精确告诉我们具体哪一天开始市场开始反转，但大致位置和市场的反转时间惊人地吻合，所以完全有信心把移动 Hurst 指数的低位（小于 0.55）当作市场酝酿反转的一个重要参照指标。

移动 Hurst 指数的低位和市场反转期的吻合并不是一个偶然现象，因为中国的股票市场并不能完全达到有效市场假设的要求，在熊市和牛市的更替中，市场表

现出了对趋势的长期记忆性，使得市场的运动明显偏离了没有记忆的随机运动。而 Hurst 指数正是描述市场长期记忆性强弱的指标，Hurst 指数越高，表明市场对趋势的记忆性越强，Hurst 指数越低，对趋势的记忆性越弱，当 $H=0.5$ 时，时间序列是完全没有记忆的。每一次市场反转时，意味着前期的趋势弱化，被市场忘记，那么对应的 Hurst 指数应该降下来。所以市场反转期对应 Hurst 指数接近 0.5 是完全合乎逻辑的。

f) 具体策略：

Hurst 指数：【当 $hurst > 0.6$ 时，认为序列有趋势性，当 $hurst < 0.4$ 时，认为 $hurst$ 有负相关性】；（优化办法：改变 0.6 和 0.4 的值）

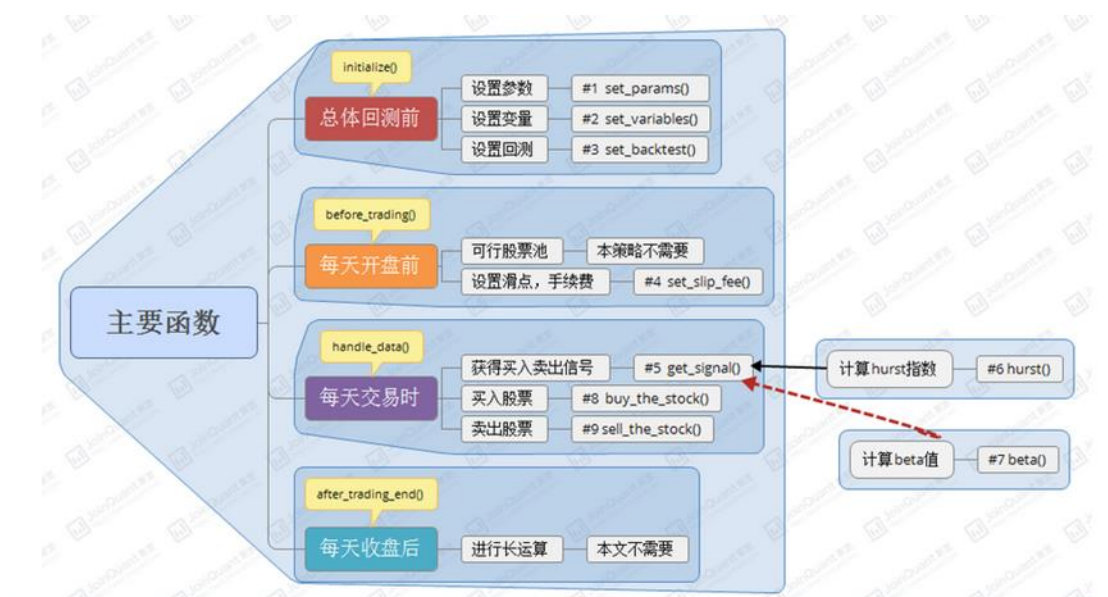
N 日收益率对时间回归斜率：【如果回归所得的斜率为正，则认为在过去 N 日中收益率是增长的趋势（注意：是收益率向上，而不是股票走势向上哦！）；如果回归所得的斜率为负，则认为在过去 N 日中收益率是减少的趋势】。

择时办法：

- 如果过去收益率增加并且序列有正相关性，买入股票；
- 如果过去收益率降低并且序列有正相关性，卖出股票；
- 如果过去收益率降低并且序列有负相关性，买入股票；
- 如果过去收益率增加并且序列有负相关性，卖出股票。

详细策略及源代码参见【量化课堂】Hurst 指数与应用（单股票） - JoinQuant 量化课堂 - JoinQuant：

<https://www.joinquant.com/post/1958?f=study&m=algorithm>



3) SVM 量化择时

- a) 模型理念：SVM 是一种分类技术，具有效率高、推广性能好的优点，SVM 择时就是利用 SVM 技术进行大盘趋势的模式识别，将大盘区分为几个明显的模式，从而找出其中的特征，然后利用历史数据学习的模型来预测未来的趋势。
- b) 模型对象：股市走势
- c) 影响因子：

Close/Mean	Volume/Mean	Return	S
收盘价/均值	现量/均值	区间收益率	区间标准差
Max/Mean	Min/Mean	Price	Vol

最高价/均价	量低价/均价	现价	现量
--------	--------	----	----

d) 模型成绩 :SUV 在单边市场有着较高的预测精度, 该模型在牛市中虽然不能跑赢指数, 却能够在不同的市场中获得高夏普率的稳定收益率。

e) 具体模型 :

利用 SVM 技术对股票价格进行预测的主要过程可以包括训练数据准备、训练参数输入、学习样本输入、模型训练学习、评估训练结果、训练参数优化等一系列循环的过程。

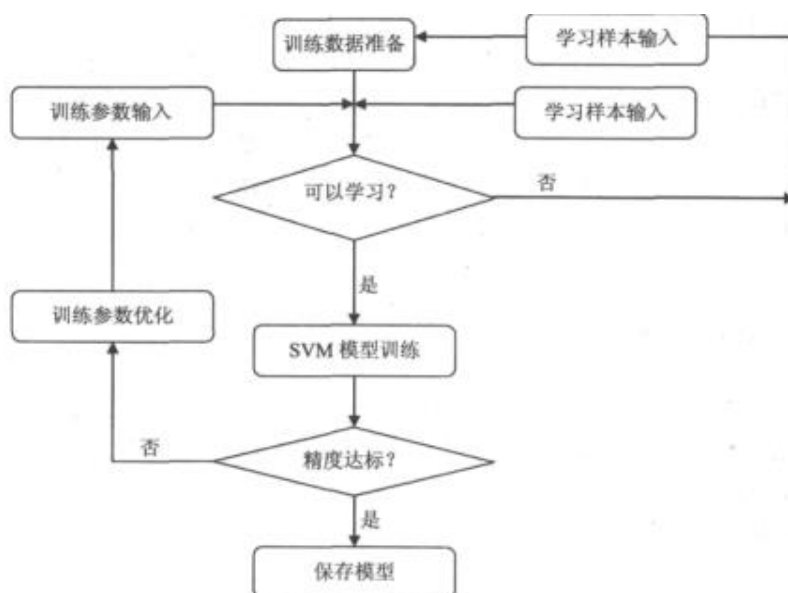
(1) 在数据准备阶段主要是对预测指标的选定和已有的历史数据资料收集工作, 并确定股票价格影响的输入向量。

(2) 训练参数输入阶段的任务主要确定 SVM 模型的参数 g 和 s (以 RBF 核函数为例), 如果是初次运行则可以随意地预定义上述两个参数的值, 但如果是重复运行多次后, 这时训练参数优化的步骤便开始起作用

(3) 学习样本输入阶段的任务是将学习样本进行标准化

(4) 模型训练阶段就包括了: 对输入的训练样本进行训练, 得到模型的初始值 a 和 b 值; 然后利用上述算法提取出有效的、相关的数据点重新训练, 得到最终的模型。

(5) 训练结果评估阶段是对训练得出的模型推广 (或称泛化) 能力进行验证。所谓推广能力是指经训练 (学习) 后的模型对未在训练集中出现的样本 (即测试样本集) 做出正确反应的能力, 通常用平均平方误差 (MSE) 表示。如果得出 MSE 结果较小, 则说明该评估模型的推广能力强, 或泛化能力强, 否则就说明其推广能力较差。另外也可以用平均绝对百分误差 (MAPE) 来衡量。当然还可以有很多其他的衡量指标, 如误差绝对值的最大值, 误差绝对值的平均值等。



基于 SUV 择时模型流程

三、期现套利模型

A. 简介: 即股指期货与股指现货之间的套利, 是利用期货合约与其对应的现货指数之间的定价偏差进行的套利交易, 属于无风险套利。即在买入 (卖出) 某个月份的股指期货合约的同时卖出 (买入) 相同价值的标的的指数的现货股票组合, 并在未来某个时间对两笔头寸同时进行平仓的一种套利交易方式。

B. 模型具体介绍:

- 1) 套利步骤：
 - a) 计算股指期货的理论价格，计算股指期货无套利区间。
 - b) 确定是否存在套利机会（当期货价格大于现货价格时，称之为正向市场；反之为反向市场）。
 - c) 确定交易规模，同时进行股指期货与一揽子股票交易。
 - d) 价差收敛时平仓获利了结；或者持有到期时现货卖出，期货交割获利。
- 2) 模拟对象：股指期货合约和现货股票
- 3) 影响因素：
 - a) 定价：定价模型主要是计算现货为基础所对应的股指期货市值大小，在扣除所有的成本之后，如果股指期货和现货之间的差距为正，则意味着存在正向套利空间，反向套利的原理也是一样的。
 - b) 指数复制：指数复制是指利用各种方式来构建一个能够尽可能拟合指数的现货组合，包括完全复制和抽样复制这两种。复制目标是最小化复制差异时(即跟踪误差最小化)，称之为被动复制；当复制目标是最大化信息比率时，称之为增强复制。
 - c) 冲击成本：冲击成本全称价格冲击成本。国际上通常用它来衡量股市的流动性。它也可称为流动性成本，是指一定数量的委托（订单）迅速成交时对价格的影响，因此是一个包含即时性和合理价格两方面要素的指标。
 - d) 保证金：期现套利中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。所以在建仓初始，就需要进行保证金覆盖的测算，使得初始保证金能够在较大的概率下，覆盖整个套利期间内的波动。
- 4) 具体案例：
 - a) 2010年5月6日，股指期货1005合约高于沪深300指数70.54点，买进一揽子沪深300的股票，约到期同时卖出一手股指期货1005合约。此时距离股指期货1005合约交割还有15天，若在此区间内期现基差能够收敛则可以获得套利收益。至5月19日期现基差收窄至1.23点，此时可对套利头寸进行平仓，卖出股票，买入股指期货合约。收益为 $(70.54 - 1.23) = 69.31$ 点，扣除各项成本总计15点，则净获利16293元。
期现套利中，若基差持续不收敛，可考虑交割套利；由于交割价参考沪深300指数，期现价差存在强制收敛关系，理论上建仓时基差即为交割收益，但需考虑交易成本和交割日最后两小时沪深300指数波动风险。
股指期货最终交割价取得是沪深300指数交割日最后两小时的算术平均价，可能会和收盘价形成一定偏离。在建仓时需考虑此部分基差，防止最后交割日价格剧烈波动导致交割价大幅偏离300指数收盘价格。
 - b) 9月9日，股指期货1009合约高于沪深300指数21.14点，此时进行卖出1009合约并买入300指数成分股的开仓操作。若在9月17日前两者价差一直没有收敛，则可以考虑对1009合约进行交割套利。由于1009在交割日强制收敛，其交割价格为沪深300最后两小时的平均价2866.63，与沪指300收盘价有 $(2866.63 - 2861.37) = 5.26$ 点的偏离。扣除7点的交易成本，本次套利获得的收益为： $(21.14 - 5.26 - 7) \times 300 = 2664$ 元。可见，交割套利可以在基差无法如预期收敛时保证套利收益。
交割日沪深300指数大幅变动带来的交割价偏离的风险：
情况一：交割日沪深300指数的交割价低于指数的收盘价，对套利有利。
情况二：交割日沪深300指数的交割价高于指数的收盘价，对套利不利。

5) 常用公式介绍：

a) 股指期货定价公式： $FP = I_0 (1+rt) - \sum_{i=1}^n DIV_i (1+rt_{i, D})$

b) 正向套利公式： $\frac{IF_t - IF_T - Cif_T}{(1+r)^{T-t}} - Cif_t + \frac{P_T - P_t(1+r_{borrow})^{T-t}}{(1+r)^{T-t}} - Cp_t - C_{Margin} > 0$

其中， $IFT=PT$

c) $IF_t > Cif_T + Cp_T + (Cif_t + Cp_t)(1+r)^{T-t} + P_t(1+r_{borrow})^{T-t} + C_{Margin} - D$

d) 反向套利公式： $\frac{IF_t - IF_T - Cif_T}{(1+r)^{T-t}} - Cif_t + P_t - \frac{P_T + D + Cp_t}{(1+r)^{T-t}} - Cp_t - C_{Margin} > 0$

e) $IF_t < P_t (1+r)^{T-t} - (Cif_r + Cp_t)(1+r)^{T-t} - Cif_T - Cp_t - C_{Margin} - D$

C. 建议及优化

股指期货中选用期现套利，VAR 历史模拟法复制指数，我们可以选取中国自改革开放以来近二十年的资产组合收益率数据进行模拟，数据不会太多，在进行股票抽样时使用完全复制，这种方法简单明了，较易获得较小的跟踪误差，可以简化我们的模型；

附：完全复制法是复制指数最自然的方法。这一方法通过购买所有指数成分股，完全按照股票在指数中的权重配置、在指数结构调整时也同步调整的方法来试图实现与指数完全相同的收益率。这种方法简单明了，较易获得较小的跟踪误差，同时也是其他复制方法的出发点。

但是在实际投资过程中，完全复制并不一定易于实现。最明显的障碍是冲击成本。对于流动性较差的股票，复制过程中买卖的冲击成本会对复制效果造成巨大的影响。

四、 算法交易

A. 简介：算法交易又被称为自动交易、黑盒交易或者机器交易，它指的是通过使用计算机程序来发出交易指令的方法。在交易中，程序可以决定的范围包括交易时间的选择、交易的价格、甚至可以包括最后需要成交的证券数量。

B. 分类：

1) 被动型算法交易

被动型算法交易也叫结构型算法交易或者时间表型算法交易。这类交易算法除利用历史数据估计交易模型的关键参数外，不会根据市场的状况主动选择交易的时机与交易的数量，而是按照一个既定的交易方针进行交易。该策略的核心是减少滑价（目标价与实际成交价的差）。被动型算法交易最成熟，使用也最为广泛，如在国际市场上使用最多的成交量加权平均价格（VWAP）、时间加权平均价格（TWAP）等都是属于被动型算法交易。

2) 主动型算法交易

主动型算法交易也叫机会型算法交易。这类交易算法根据市场的状况做出实时的决策，判断是否交易、交易的数量、交易的价格等。由于很多交易指令是根据市场的即时状况下达，因此有可能无法完成交易员希望的全部交易。主动型交易算法除了努力减少滑价以外，把关注的重点逐渐转向了价格趋势预测上。如判断市场价格在向不利于交易员的方向运动时，就推迟交易的进行，反之加快交易的速度。当市场价格存在较强的均值回归现象时，必须迅速抓住每一次有利于自己的偏移。

3) 综合型算法交易

综合型算法交易是前两者的结合。既包含有既定的交易目标，具体实施交易的过程中也会对是否交易进行一定的判断。这类算法常见的方式是先把交易指令拆开，分布到若干个时间段内，每个时间段内具体如何交易由主动型交易算法进行判断。两者结合可以达到单独一种算法所无法达到的效果。

C. 被动交易算法—算法交易的主流

- 1) 简介：被动型算法交易策略假设市场是有效的。在这一假设下，无需关心市场均衡价格如何形成，也不需要不尝试判断交易者的行为或试图主动影响市场，使得算法交易的设计与评价过程被大大简化了。算法交易的核心问题是在冲击成本与等待风险之间进行平衡。交易形成的冲击成本可以分为两个部分：永久性冲击成本和暂时性冲击成本。其中，永久性冲击成本是由于交易造成的永久性的不利偏移，可以理解为交易者在交易过程中造成的信息泄露；暂时性冲击成本指由于市场流动性不足造成的市场价格暂时性偏离，在流动性恢复以后价格会回到原来的位置。交易冲击成本的建模也必须针对这两个部分分别进行成交量预测。交易指令对市场冲击的大小最重要的未知因素是市场的流动性。市场的流动性越好，越容易消化掉发出的交易指令，使交易者对市场交易价格的影响较小。描述市场流动性的指标很多，与交易指令直接相关的是市场的成交量。当市场本身的成交量越高，交易造成的冲击就越容易被市场吸收而不会对成交价造成太大的影响。在被动型算法交易过程中，由于交易时机和交易量大小预先设定，因此如何安排交易指令将很大程度上依赖交易期内成交量的预测。
- 2) 交易量加权平均价格（VWAP）：
 - a) 模型理念：交易量加权平均价格（VWAP）是使用最广泛的算法交易策略。根据英国信息服务商 THE TRADE 统计，2005 年国际证券市场使用算法交易完成的成交量中，27%使用的是 VWAP 算法交易，在此之外还有 24%使用的是为客户特制的 VWAP 算法交易变种，也就是说市场上超过一半的算法交易是使用 VWAP 及其衍生算法交易完成的。VWAP 微观上最好的下单策略是市价单与限价单的组合。
 - b) 具体模型：

通常 VWAP 交易可分为四个步骤：

 - (1) 把一个交易日分为若干时间片，按预测每个时间片交易量占整个计划交易期总预测交易量的比例分配交易指令给每个时间片；
 - (2) 在每个时间片的期初下达一个指定数量的限价单；
 - (3) 如果在一段时间内交易没有被执行而且成交价在远离我们的限价指令的计划价格，则调整价格重下限价单；
 - (4) 时间片到期仍未完成交易的，使用市价交易指令完成全部交易。
 - c) 优化方法：为了提高算法的效率以及隐藏交易行为的效果，VWAP 可以适当加入一些交易机会的判断以及加入随机决定下单时间和数量的成分。
- 3) 时间加权平均价格（TWAP）

时间加权平均价格（TWAP）策略与 VWAP 策略非常类似，不同的是这一方法并不预测交易期内成交量的分布。TWAP 算法交易把交易期划分为若干时间片以后，按每个时间片的长度权重分配该时间段内需完成的交易量，该策略其他交易程序与 VWAP 相同。
- 4) 盯住盘口策略（PEG）

盯住盘口策略（PEG）每时每刻都根据市场盘口的现状下达交易指令并只下限价单，一般按照以下的步骤进行：

 - (1) 买入时按照当前最高的买价、卖出时按照当前最低的卖价发出一定数量的限价交易指令，并等待结果；
 - (2) 如果交易指令未完成且市场成交价格逐渐远离我们下达的指令，则撤销指令重新按现有市场情况执行第一步；
 - (3) 如果所有限价交易指令交易完成，重复第一步，直至所有计划交易完成或到达交易执行的最后期限。

当指令执行的需求比较迫切时，可以不在现有的盘口，而是选择市场的买卖中间价下达交易指令，以使我们的指令能够尽早执行。

5) IS 策略

对于规模较大的证券交易，如果一次性全部按市价下单，则该交易会造成巨大的市场冲击；如果分成几笔，在不同时间段内成交，投资者又面临市场价格和流动性发生不利变动的风险。

IS 策略，即是要按投资者的个人偏好，权衡优化一笔交易的市场冲击与事件风险，尽量减小最终实际成交价格与目标价之间的差距。这里目标价可以是开盘价，收盘价，或者是到达价格，即交易指令下达时的市场价格。一般来说，该类策略都允许交易人员设置买入（出）时的最高（低）容忍价格，并按照交易速度的要求选择激进，中性和保守的策略风格。

6) SOR 策略

SOR，下单路径优选策略，该策略跟欧美市场的证券交易制度的多样化有关，投资者除了可以从做市商处买卖证券外，也可以通过直接渠道在交易所交易，部分投资者也可以参与到交易所外的暗池交易，不同交易途径获得的报价和交易量都有所不同，SOR 即是要通过对不同渠道实时交易数据的分析，在保证成交量的前提下寻求最优价格。

7) 上面是算法交易上使用最为频繁的五种策略，此外还有一些机构为客户量身定制的策略，如：隐身（Stealth），游击队（Guerrilla），狙击手（Sniper），嗅探器

（Sniffer）等。随着算法交易服务商队伍的扩张，规模较大的投资银行、经纪商每年都会投入不菲的研究经费用于开发更为迅速，满足客户个性化需求的算法，拉开与同业竞争对手的差距，而那些小机构则很难承担巨额的研发费用，转而向大机构购买算法。当前市场领先的算法交易服务提供商包括瑞士信贷的 AES，TMG，盈透证券等。

D. 标准 VWAP 算法—最广泛的被动算法交易

1) VWAP 策略是最常用的交易策略之一，具有简单易操作等特点，基本思想就是让自己的交易量提交比例与市场成交量比例尽可能的匹配，在减少对市场的冲击的同时，获得市场成交均价的交易价格。因此，VWAP 策略一般不直接对交易的冲击成本建模，而是注重日内交易量分布的预测。但值得注意的是，如果订单的量很大，VWAP 策略的冲击成本仍是不可忽略的。

2) 日内交易量分布及预测模型：

日内交易量有两个非常重要的属性，第一个是总交易量，第二个是交易量的分布，其中第二个属性是 VWAP 算法交易策略所着重考虑的。交易量的分布是指某指定时间区间内的交易量占全天交易量的比例。影响交易量分布的因素有很多，包括市场参与者组成，宏观经济因素，投资者信心等。经验研究表明日内交易量一般会呈现 U 形态，也即开盘和收盘时刻交易量要明显高于交易期间的交易量。假设交易量分布具有一定的记忆性，也即每日的交易量分布之间存在一定的类似性，交易量所具有的这种记忆性是我们利用历史数据对交易量分布进行预测的基础。

3) 标准 VWAP 策略是一种非常简单的静态策略。它涉及的变量较少，执行比较容易，在正常情况下能够较好的跟随市场成交价格。标准的 VWAP 策略虽然简单易行，但是有两个很明显的缺点：第一是它完全依赖于日内交易量分布预测，如果预测不准确，VWAP 策略的执行效果将非常不确定；第二是它是一种完全静态的策略，也就是说在交易开始之前就完成了决策，在交易时间内执行策略即可，没有将市场的最新信息如价格变化，交易量变化等考虑进去，使得它不能更好的适应市场的变化，从而无法获得更好的交易价格。

E. 优化创新：

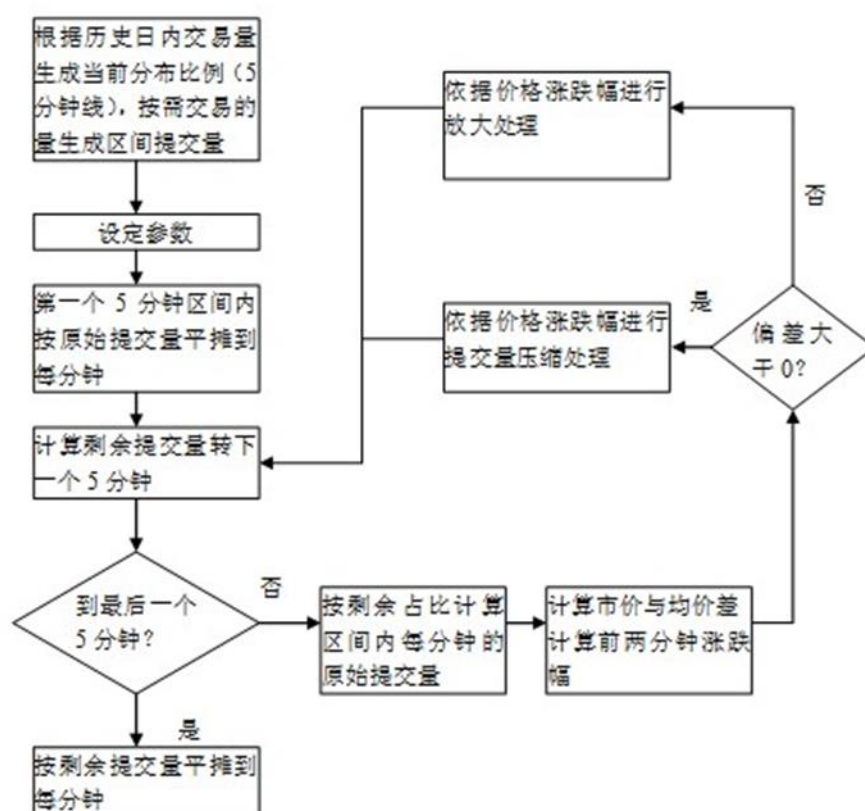
1) 改进型 VWAP 算法简述：

这一部分将基于标准的 VWAP 交易策略发展一种新的交易策略，综合考虑历史数据，实时市场行情等，从而尽可能的获取等于或优于市场 VWAP 的成交均价。

2) 具体策略原理

此改进策略的基本原理是：在市场价格高于市场均价的时候，根据市场价格的走势不同程度的减少提交量，在保证高价位的低提交量的同时，能够防止出现价格的持续上涨而提交量过度的向后聚集；在市场价格低于市场均价的时候，根据市场价格走势不同策划那个度的增加提交量，在保证低价位的高提交量的同时，能够防止价格的持续走低而提交量过度的提前完成。

3) 策略流程



五、 ETF 套利—最传统的套利策略

A. 简介：ETF 套利原理来源于一价原则，即同一个金融产品，虽然在两个不同的市场进行交易,但其价格应该相等。ETF 既可以在一级市场进行申购和赎回，又可以在二级市场进行买卖交易，这样同一个物质具有两种价格：一是一级市场上的申购赎回价格(ETF 净值)，二是二级市场上的市场价格(ETF 市值)。根据一价原则，ETF 这一个产品在两个市场中的价格应该相等。但在实际交易中,ETF 的净资产值与其二级市场价格往往并不一致，ETF 市价会高于或者低于其净资产值(溢、折价)。这就给 ETF 投资者在一、二级市场套利提供了机会。

若 ETF 出现正溢价情形，我们可以通过买入 ETF 成份股，申购 ETF，再在二级市场卖出 ETF，即可获利；若 ETF 出现折价情形，我们可以通过在二级市场买入 ETF，再赎回成一篮子股票，然后卖出这一篮子股票，以此获利。

对套利交易而言，短期暴利是不可能的，关键是要在长期中，累积小幅盈利，从而获得稳定的高回报，ETF 套利有两种方法：瞬间套利和延时套利。瞬间套利是一旦发现套利机会，立马完成价。而延时套利是发现了套利机会后，建好仓后并不立马平仓获利，而是等待趋势的进一步扩大之后，再行平仓，基于对走势的判断，赚取更多利润，但这也存在走势判断失误的风险。

B. 具体模型：

1) 瞬间套利

瞬间套利操作几乎没有风险，而且由于瞬间套利的资金使用效率非常高，机会一旦出现，收益率会非常惊人。瞬间套利目标是同时或尽可能同时买卖 ETF 和篮子股票；上市首日机会密集，时常有套利机会，但盈利空间有限，市场大涨大跌时更容易出现套利机会。

2) 延时套利

ETF 套利还有一个重要的盈利模式是通过延时套利，通过一揽子股票申购 ETF，随后延时卖出 ETF，以取得 T+0 的效果。这也是目前唯一可实现 T+0 交易的股票类工具。

延时套利原理则是：当 ETF 市值大于净值时，买入 ETF、赎回成分股；只不过，在赎回一篮子股票后不立即抛出，等待股价涨到一定高点的时候再抛出股票。这样就可以实现 T+0 的操作，延时套利是对 T+0 高手的考验，在振荡市中或熊市反弹的时候，采用延时套利的策略收益会比较丰厚。

与瞬间套利相比，延时套利机会较多，即使在价差较小的情况下也可以操作。延时套利讲究的是策略性地非同步买卖 ETF 和篮子股票。对买卖时机的把握为扩大套利收益以及控制套利风险最为关键的因素。如能对指数的低点判断比较准确，则可利用此策略赚钱。这种策略在市场当日波动越大机会越多。一般来说，大盘向上波动 0.5% 就有操作机会，收益的高低取决于入市时机选择。关键是要严格执行交易纪律，避免 T+1 操作。折溢价都可以进行 T+0 操作，但是要根据折溢价情况考虑操作方向。图 9-2 是延时套利的案例。

3) 事件套利

主要是指由于 ETF 成分股因公告、股改、配股、增发等事项而停牌，利用该成分股在此停牌期间，预估它的价格在开盘会有暴涨暴跌的可能性，从而可以进行溢价或者折价套利操作，获取套利的收益。2006 年很多投资者利用这种策略赚钱，在股改基本完成后，这种套利机会越来越少了。但是当有成分股停牌期间出现重大利好或利空消息时，依然可以沿用这种套利模式。如长江电力、中国联通等。

如果一只股票属于大的利好，但是在停牌期间如何得到？通过 ETF 就可以把它实现，先在二级市场买入 ETF，然后在一级市场把它赎回，把其余成份股卖掉，留下那只就可以了。在 T+0 制度下还可以反复操作，想要多少成份股都可以赎回。涨停股也是这样，如果有一只股票反复涨停，想买不到的时候就可以通过 ETF 实现。

如果预估成分股在停牌期间出现了重大的利空消息，那么可以进行溢价套利操作，利用 ETF 放空停牌的股票，具体的操作方法是在二级市场上买入其它成分股组合和利用“允许现金替代”的标志，用现金来替代停牌的股票，然后在基金公司申购成 ETF 份额，之后在二级市场上卖出相应的 ETF 份额。

六、 LOF 套利

- A. 简介：LOF 投资组合，称为“上市型开放式投资组合”，也就是上市型开放式投资组合发行结束后，投资者既可以在指定网点申购与赎回投资组合份额，也可以在交易所买卖该投资组合。不过投资者如果是在指定网点申购的投资组合份额，想要上网抛出，

须办理一定的转托管手续；同样，如果是在交易所网上买进的投资组合份额，想要在指定网点赎回，也要办理一定的转托管手续。

B. LOF 投资组合套利操作提供给投资者两种套利机会：

1) 正向套利

当 LOF 投资组合二级市场交易价格超过投资组合净值时，并且这样的差价足够大过其中的交易费用（一般申购费 1.5%+二级市场 0.3%交易费用），那么正向套利机会就出现了。

（1）进入资金账户，选择股票交易项目下的“场内投资组合申赎”，输入 LOF 投资组合代码，然后点击“申购”和购买金额后，完成投资组合申购。

（2）T+2 交易日，投资组合份额将到达客户账户。也就是说，星期一申购的 LOF 投资组合，如中间无休息日，份额将星期三到投资者账户。

（3）从申购（也包括认购）份额到达投资者账户的这一天开始，任何一天，只要市场价格大于净值的幅度超过套利交易费用（一般情况下，该费用=1.5%申购费+0.15%交易费用=1.65%），无风险套利机会就出现了。比如投资者以 1 元净值申购，二级市场价格在 1.0165 元以上时，例如价格在 1.04 元，那么，投资者以 1.04 元卖出。扣除交易费用 0.0165 元，您将获益 $1.04 - 1.0165 = 0.0235$ 元，收益率达 2.35%。

2) 反向套利

当 LOF 投资组合二级市场交易价格低于投资组合净值时，并且这样的差价足够大过其中的交易费用（一般情况下，该费用=二级市场 0.15%交易费用+赎回费用 0.5%=0.65%）时，那么反向套利机会就出现了。

（1）进入资金账户，选择股票交易，象正常股票买卖交易一样，输入投资组合代码（注意：此处不进入“场内投资组合申赎”）买入即可，这个过程被称为 LOF 投资组合二级市场买入，和买卖封闭式投资组合一样。

（2）投资者在二级市场买入的 LOF 投资组合份额，在第二天（T+1 日）到达投资者的账户，从这一天开始，任何一天，当 LOF 投资组合二级市场交易价格低于投资组合净值时，并且这样的差价足够大过其中的交易费用（一般情况下，0.65%）时，那么投资者就可以在股票交易项目下的“场内投资组合申赎”赎回了。

例如，投资者第一天以 1.0 元在二级市场买入 LOF 投资组合，第二天投资者就可以赎回了，并且投资者赎回时，当天投资组合净值是 1.04 元，那么扣除 0.0065 元交易费后，投资者获益 0.047 元，收益率达 3.35%。