



上海财经大学
Shanghai University of Finance and Economics

基于 Python 的程序化交易

课	程	Python 编程
学	院	经济学院
专	业	金融计量
组	号	第 1 组
成	员	高鹤文 2019210131
		胡加琪 2019210133
		许方宁 2019210139
		朱旒彤 2019210137
GitHub 链 接	https://github.com/jodieHu/future_strategy	
指 导 老 师	闵敏	

2020 年 6 月 18 日

目录

1 项目背景.....	3
2 项目内容.....	4
3 基于事件驱动的交易系统.....	5
3.1 event.py	5
3.2 data.py	5
3.3 strategy.py	6
3.4 portfolio.py.....	6
3.5 execution.py	7
3.6 backtest.py.....	7
4 基于趋势的交易策略.....	8
4.1 DPO 指标.....	8
4.1.1 指标介绍与计算方法.....	8
4.1.2 回测说明.....	8
4.1.3 回测结果.....	9
4.1.4 总结.....	11
4.1.5 参考资料.....	11
4.2 RSI 指标	11
4.2.1 指标介绍与计算方法.....	11
4.2.2 回测说明.....	12
4.2.3 回测结果.....	12
5 基于周期的交易策略.....	14
5.1 周期平滑指标介绍.....	14
5.2 回测说明.....	14
5.3 回测结果.....	14
6 机器学习- HS300 预测交易	17
6.1 策略背景及介绍.....	17
6.2 回测说明.....	17
6.3 模型优化.....	18

6.3.1 模型拓展.....	18
6.3.2 网格调参.....	19
7 移动平均跨越策略.....	19
7.1 策略说明.....	19
7.2 回测说明.....	20
8 均值回归的股票配对交易.....	21
8.1 策略说明.....	21
8.2 回测说明.....	22
结论.....	23

1 项目背景

程序化交易，是一种将交易策略交给计算机进行处理、判断并执行的交易方式。随着当今时代计算机技术和网络信息技术的高速发展，金融体系决策的制定及管理办法不断发展，量化交易、算法交易等交易方法都不断得到了新的发展，利用计算机技术发展而来的各种新型交易方式都统称在程序化交易的模式之中。

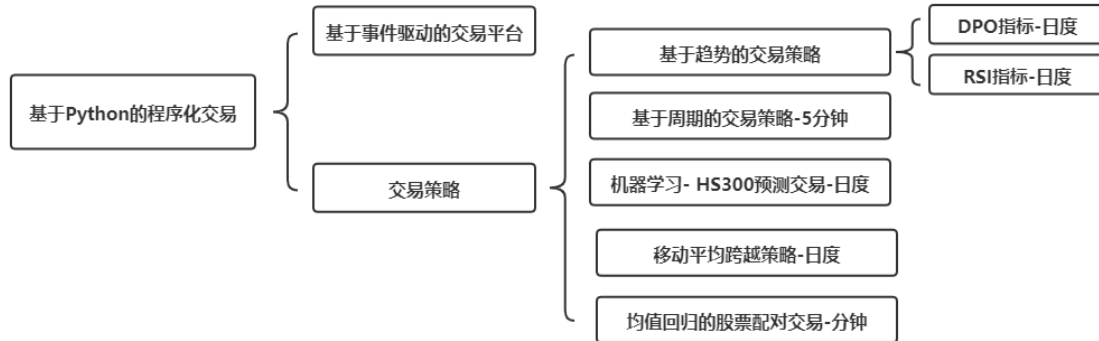
程序化交易的最大优势，在于一定程度上能够避免人为的主观性判断，并显著地分散投资风险。在全球金融交易系统中，程序化交易使用的普遍度也在不断增高。

当然，避免主观性的人为交易判断的同时，这也可能带来问题，比如在进行期货交易时，由于利润的获取很大程度上取决于交易员所采取的方案和策略，优秀的交易员能够带来巨大的利益。这些收益就是证明人为判断价值的最好证据。

随着全球金融市场的成熟与发展，金融交易系统日益增加的交易品种、交易量带来了更为密集的交易数据信息，也对交易系统的要求与日俱增。而程序化交易技术在全球资本市场内应用范围的增长，也对于金融交易技术有了新的挑战。

2 项目内容

本项目包含 1 个量化交易平台（基于事件驱动的交易系统）与 6 个交易策略。



3 基于事件驱动的交易系统

事件驱动的程序，即当某个新的事件被推送到程序中时（如新的行情、成交），程序立即调用和这个事件相对应的处理函数进行相关的操作。当没有新的行情过来时，程序保持监听状态不进行任何操作；当收到新的数据时，检查是否满足趋势策略的下单条件执行下单。本交易系统包含 event.py、data.py、strategy.py、portfolio.py、execution.py、backtest.py 六个部分，如下。

3.1 event.py

```
5 from __future__ import print_function
6
7 class Event(object):
```

Event 是事件驱动系统的基础类。它包含一个类型（例如“MARKET”，“SIGNAL”，“ORDER”或“FILL”），确定在事件循环中需要处理的方式，如佣金是每个订单最少 1.30USD，变动费用是恒定的 0.013USD 还是 0.08USD 每股，依赖于交易的规模与 500 单位股票的大小关系。

```
76 def calculate_ib_commission(self):
77     """
78     用来计算基于Interactive Brokers的交易费用。
79     """
80     full_cost=1.3
81     if self.quantity<=500:
82         full_cost=max(1.3,0.013*self.quantity)
83     else:
84         full_cost=max(1.3,0.008*self.quantity)
85     return full_cost
```

3.2 data.py

DataHandler 是一个抽象类，代表了历史和实际市场数据的一个接口。DataHandler 基于系统的每一次心跳会产生一个新的 MarketEvent，包括 HistoricCSVDataHandler, QuandlDataHandler, SecuritiesMasterDataHandler, InteractiveBrokersMarketFeedDataHandler 等。数据格式是开盘价-最低价-最高价-收盘价-交易量-持仓量的 CSV 数据条。

```
names=[
    'datetime','open','high',
    'low','close','volume','adj_close'
]
```

3.3 strategy.py

```
5 import ...
9 try:
10     import Queue as queue
11 except ImportError:
12     import queue
13
14 import numpy as np
15 import pandas as pd
16
17 from event import SignalEvent
18
19 class Strategy(object):
```

策略类代表使用市场数据生成对应的 SignalEvents 的接口，最终由 Portfolio 类来使用。

SignalEvent 包括一个标的代码，一个方向（LONG 或者 SHORT），以及一个时间戳。

3.4 portfolio.py

```
5 import ...
9 try:
10     import Queue as queue
11 except ImportError:
12     import queue
13
14 import numpy as np
15 import pandas as pd
16
17 from event import FillEvent, OrderEvent
18 from performance import create_sharpe_ratio, create_drawdowns
19
20 class Portfolio(object):
```

portfolio 处理订单管理以及策略中的目前和后续的头寸、进行资产组合的风险管理，包括行业暴露和头寸的大小。Portfolio 对象处理 SignalEvent 对象，生成 OrderEvent 对象并解释 FillEvent 对象来更新持仓。交易订单的处理是以一种简化的方式，简单的直接将订单送到经纪商，规模固定，无论目前持有的现金。“当前市场价值”表示当前市场数据条目中的收盘价。没有考虑保证金要求和卖空现值。现金，佣金和总数，分别代表在每一次购买之后的账户中的剩余现金，累计的佣金以及总账户股权的价值，包括现金和任意开放的头寸。空头头寸被设置为负数。开始的现金和总的权益金额都设定为初始资本。函数 generate_naive_order 简单的取信号为做多或做空一项资产，将这个资产的 100 股发送订单。

```

if direction=='LONG' and cur_quantity==0:
    order=OrderEvent(symbol,order_type,mkt_quantity,'BUY')
if direction=='SHORT' and cur_quantity==0:
    order=OrderEvent(symbol,order_type,mkt_quantity,'SELL')
if direction=='EXIT' and cur_quantity>0:
    order=OrderEvent(symbol,order_type,abs(cur_quantity),'SELL')
if direction=='EXIT' and cur_quantity<0:
    order=OrderEvent(symbol,order_type,abs(cur_quantity),'BUY')

```

3.5 execution.py

```

9      try:
10         import Queue as queue
11     except ImportError:
12         import queue
13
14     from event import FillEvent,OrderEvent
15
16     class ExecutionHandler(object):

```

ExecutionHandler 类模拟一个到券商的连接。从 Queue 中取出 OrderEvents 执行。一旦订单被执行，处理器生成 FillEvents，描述交易的细节，包括费用，佣金，以及价格影响等。最简单实现是假设所有的订单都在当前市场价格全部成交，改进回测实现的一大部分工作就来自于设计更为专业的关于 slippage 以及市场影响的模型。

3.6 backtest.py

```

9      try:
10         import Queue as queue
11     except ImportError:
12         import queue
13     import time
14
15     class Backtest(object):

```

外层的 while 循环成为“心跳循环”，决定回测系统的时间解析度。对于这里描述的回测程序，心跳可以被设置为 0。一旦回测模拟完成，创建一个 equity curve 的 pandas 的 DataFrame，显示总结统计量，以及信号，订单和完成订单的个数。

4 基于趋势的交易策略

4.1 DPO 指标

4.1.1 指标介绍与计算方法

根据广发证券 2020 年 1 月 3 日发布的研报《交易性择时策略研究之十五：金融工程，125 个经典技术指标择时分析》，复现其中的 DPO 指标的多空择时策略。网上并没有该策略的代码，因此决定复现。

DPO 指标介绍：

区间震荡线(DPO)，是由惠特曼·巴塞特(Walt Bressert)提出的。是一个排除价格趋势的震荡指标。它试图通过扣除前期移动平均价来消除长期趋势对价格波动的干扰，从而便于发现价格短期的波动和超买超卖水平。

计算方法：

- (1) $MA=N$ 日的简单移动平均值；
- (2) $DPO=收盘价-MA(N/2+1)$ 日的简单移动平均值；在广发研报中 N 取 20。

应用法则：

- (1) DPO 大于 0，表示目前处于多头市场；DPO 小于 0，表示目前处于空头市场。
- (2) 如果 DPO 上穿 0 线，且之前未持仓，则产生买入信号，在下一时刻买入；如果 DPO 下穿 0 线，且之前有持仓，则产生卖出信号，在下一时刻卖出。

4.1.2 回测说明

回测标的：

沪深 300 指数 日度数据

回测区间：

2005 年 4 月 8 日-2019 年 12 月 23 日

数据来源：

tushare

需要的程序包：

pandas、numpy、talib、matplotlib

代码说明：

代码主要由三个部分组成：一是生成 DPO 指标函数（`dpo`），二是策略函数（`dpo1`），三是评价函数（`performance`）。

生成 DPO 指标函数通过计算 DPO 指标的公式计算出回测区间每个交易日的 DPO 指标。策略函数通过指数的收盘价构造信号，计算策略净值，统计策略的每笔交易的情况。评价函数根据策略净值和策略每笔交易的情况计算策略的下面各类指标。

年化收益：回测起点到终点的累积年化收益。

夏普比：夏普比 = (策略期望收益率 - 无风险收益率)/策略波动率 夏普比综合衡量了收益和风险，是最广泛应用的指标。

胜率：统计胜率要先统计交易次数，然后计算所以交易中盈利次数占的比例

最大回撤率：回撤是策略从前期最高点到当前时点的亏损，最大回撤是所有回撤中的最大值，反映的是策略的最大可能损失。

单次最大亏损：所有买入后的卖出交易中的最大亏损率

单次最大盈利：所有卖出后的买入交易中的最大收益率

策略阶段性表现：对策略时间段进行分割，统计每个时间段内上述指标的变化情况，本文按年进行分割，统计测年逐年的收益率和相对于基准的超额收益率。

策略净值：所有买入时的收盘价与上一期收盘价的比值累乘

指数净值：所有收盘价与第一期收盘价的比值

4.1.3 回测结果

首先展示 DPO 指标择时策略的测算净值。下面两个图中第一个为复现策略的净值和沪深 300 指数的净值，第二个为研报中的图。可以看出，我们复现的图和研报的图沪深 300 指数的净值完全相同，但遗憾的是策略净值的值没有完全相同，但走势是相似的。

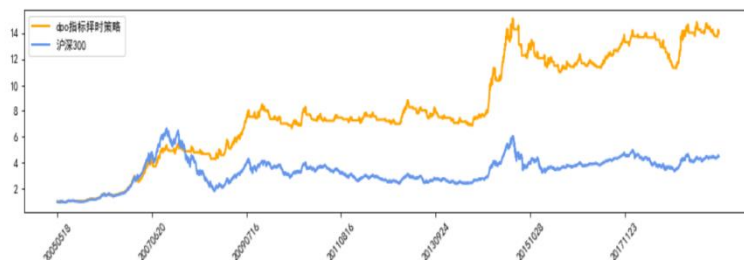


图8: DPO指标择时策略测算净值



数据来源: 广发证券发展研究中心

评价指标的计算结果:

夏普比为: 1.12
 年化收益率为: 20.38%
 胜率为: 28.49%
 最大回撤率为: 27.41%
 单次最大亏损为: -8.34%
 单次最大盈利为: 6.96%
 月均交易次数为: 1.93(买卖合计)

结论: 研报中的年化收益率为 26%, 和我们的结果比较接近。

每笔交易的买卖时点和价格和策略的逐年表现情况:

	datebuy	pricebuy	datesell	pricesell
0	20050608	905.7730	20050630	878.6860
1	20050722	859.6930	20050826	928.2580
2	20050901	944.5590	20050921	944.4080
3	20051118	882.2410	20051122	869.6170
4	20051123	876.2290	20051129	871.3100
..
166	20191011	3911.7253	20191018	3869.3777
167	20191022	3895.8809	20191023	3871.0848
168	20191025	3896.7923	20191031	3886.7519
169	20191101	3952.3872	20191111	3902.9783
170	20191119	3947.0392	20191120	3907.8641

```
[172 rows x 4 columns]
year      2005      2006      2007      2008      2009      2010
strategy_ret  0.083857  1.143106  1.126760 -0.107785  0.753663 -0.073196
bench_ret    0.045579  1.168033  1.582505 -0.662454  0.898971 -0.115118
excess_ret   0.038279 -0.024927 -0.455744  0.554669 -0.145308  0.041921

year      2011      2012      2013      2014      2015      2016
strategy_ret -0.014270  0.101159 -0.068145  0.468893  0.068702 -0.033228
bench_ret   -0.264584  0.097531 -0.077001  0.521851  0.024568 -0.045829
excess_ret   0.250314  0.003628  0.008857 -0.052958  0.044134  0.012602

year      2017      2018      2019
strategy_ret  0.117488 -0.143118  0.234622
bench_ret     0.206039 -0.263431  0.335932
excess_ret   -0.088550  0.120313 -0.101310
```

结论：从策略的逐年表现情况来看，并不会比基准好很多。

4.1.4 总结

总的来说，复现的策略回测结果表现不错，但与研报的回测结果比还有一定的差距，可能是因为我们的策略与研报的有一些细节上的不同，比如研报的策略可能设置止损指令等等（研报中未详细阐述策略的流程）。

4.1.5 参考资料

1. <https://blog.csdn.net/QuantumEntanglement/article/details/82962939>（记录一些股票常用的指标计算——python 实现）
3. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/62550878>（【手把手教你】动量指标的 Python 量化回测）
3. https://mp.weixin.qq.com/s/?__biz=MzU5NDY0NDM2NA==&mid=2247483965&idx=1&sn=bdc13bfc7e5f53caec571cb6c8298e1a&chksm=fe7f5edec908d7c80325a34956748f31ee40c10824c99b570ef27dd70b4bc78c97c18539cc3e&scene=21#wechat_redirect（研报复制（二）：《基于阻力支撑相对强度（RSRS）的市场择时》）

4.2 RSI 指标

4.2.1 指标介绍与计算方法

相对强弱指标(RSI)由 Wels Wilder 于 1978 年在他的《技术交易系统新思路》一书中提出，用于某段时间内价格的变化状况预测价格的变化方位，并按照价格的涨跌幅度判别市场的强弱

计算方法：

$$M = \sum_1^T (r_i - r_{i-1}) \text{ if } r_i - r_{i-1} > 0$$

$$N = \sum_1^T (r_i - r_{i-1}) \text{ if } r_i - r_{i-1} < 0$$

$$RSI = M / (M + N)$$

应用法则:

- (1) N=参数普遍用交易日天数有 5、9、14 日。市场强势时占比大，市场弱势时占比小
- (2) 参数小的为短时 RSI，参数大的为长时 RSI，短时 RSI 大于长时 RSI 为多头市场，短时 RSI 小于长时 RSI 为空头市场。
- (3) 短时 RSI1 由下向上穿过长时 RSI2 时，此时为买入信号，做多;短时 RSI1 由上向下穿过长时 RSI2 时，此时为卖出信号，做空。

4.2.2 回测说明

回测标的:

螺纹钢期货合约 1905 日度数据

回测区间:

2019 年 2 月 1 日-2019 年 3 月 1 日

数据来源:

tqsdk

需要的程序包:

Tqsdk

代码说明:

由两个部分组成: 一是生成 RSI 指标函数 (RSI)，二是下单交易。

4.2.3 回测结果

成交记录:

```
WARNING - 回测结束
WARNING - 模拟交易成交记录
WARNING - 时间:2019-02-11 09:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:OPEN,
方向:SELL,手数:50,价格:3849.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-14 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:CLOSE,
方向:BUY,手数:50,价格:3686.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-14 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:OPEN,
方向:BUY,手数:50,价格:3686.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-22 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:CLOSE,
方向:SELL,手数:50,价格:3739.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-22 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:OPEN,
方向:SELL,手数:50,价格:3739.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-26 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:CLOSE,
方向:BUY,手数:50,价格:3732.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-26 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:OPEN,
方向:BUY,手数:50,价格:3732.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-27 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:CLOSE,
方向:SELL,手数:50,价格:3722.000,手续费:179.70
WARNING - 时间:2019-02-27 21:00:59.999999,合约:SHFE.rb1905,开平:OPEN,
方向:SELL,手数:50,价格:3722.000,手续费:179.70
```

交易结果:

WARNING - 模拟交易账户资金
 WARNING - 日期:2019-02-01,账户权益:10000000.00,可用资金:10000000.00,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:0.00,风险度:0.00%
 WARNING - 日期:2019-02-11,账户权益:10011820.30,可用资金:9868060.30,浮动盈亏:12000.00,持仓盈亏:12000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:179.70,风险度:1.44%
 WARNING - 日期:2019-02-12,账户权益:10031820.30,可用资金:9888060.30,浮动盈亏:32000.00,持仓盈亏:20000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-13,账户权益:10073320.30,可用资金:9929560.30,浮动盈亏:73500.00,持仓盈亏:41500.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-14,账户权益:10082320.30,可用资金:9938560.30,浮动盈亏:82500.00,持仓盈亏:9000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-15,账户权益:10037460.90,可用资金:9893700.90,浮动盈亏:-43500.00,持仓盈亏:-43500.00,平仓盈亏:-1000.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:359.40,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-18,账户权益:10067460.90,可用资金:9923700.90,浮动盈亏:-13500.00,持仓盈亏:30000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-19,账户权益:10065460.90,可用资金:9921700.90,浮动盈亏:-15500.00,持仓盈亏:-2000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-20,账户权益:10058460.90,可用资金:9914700.90,浮动盈亏:-22500.00,持仓盈亏:-7000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-21,账户权益:10076460.90,可用资金:9932700.90,浮动盈亏:-4500.00,持仓盈亏:18000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%
 WARNING - 日期:2019-02-22,账户权益:10103460.90,可用资金:9959700.90,浮动盈亏:22500.00,持仓盈亏:27000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.42%
 WARNING - 日期:2019-02-25,账户权益:10135601.50,可用资金:9991841.50,浮动盈亏:28500.00,持仓盈亏:28500.00,平仓盈亏:4000.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:359.40,风险度:1.42%
 WARNING - 日期:2019-02-26,账户权益:10108601.50,可用资金:9964841.50,浮动盈亏:1500.00,持仓盈亏:-27000.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.42%
 WARNING - 日期:2019-02-27,账户权益:10101742.10,可用资金:9957982.10,浮动盈亏:-8500.00,持仓盈亏:-8500.00,平仓盈亏:2000.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:359.40,风险度:1.42%
 WARNING - 日期:2019-02-28,账户权益:10090882.70,可用资金:9947122.70,浮动盈亏:-14000.00,持仓盈亏:-14000.00,平仓盈亏:3500.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:359.40,风险度:1.42%
 WARNING - 日期:2019-03-01,账户权益:10058382.70,可用资金:9914622.70,浮动盈亏:-46500.00,持仓盈亏:-32500.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:143760.00,手续费:0.00,风险度:1.43%

交易评价:

WARNING - 胜率:75.00%,盈亏额比例:7.43,收益率:0.58%,年化收益率:9.52%,最大回撤:0.76%,年化夏普率:1.7782

5 基于周期的交易策略

5.1 周期平滑指标介绍

计算方法:

$$M20 = \text{tafunc.ma}(\text{收盘价}, 20)$$
$$M40 = \text{tafunc.ma}(\text{收盘价}, 40)$$
$$\text{DIFF} = \text{tafunc.ema}(\text{收盘价}, 12) - \text{tafunc.ema}(\text{收盘价}, 26)$$
$$\text{DEA} = \text{tafunc.ema}(\text{DIFF}, 9)$$

应用法则:

(1) $\text{DDEA2} = \text{DEA} > 2$

(2) $\text{KDEA2} = \text{DEA} < 2$

(3) 结算价 = 收盘价

(4) $\text{DSETTLE} = \text{结算价} \geq \text{tafunc.ref}(\text{结算价}, 1)$

(5) $\text{KSETTLE} = \text{结算价} \leq \text{tafunc.ref}(\text{结算价}, 1)$

5.2 回测说明

回测标的:

螺纹钢期货合约 2001 5 分钟数据

回测区间:

2019 年 9 月 1 日-2019 年 11 月 1 日

数据来源:

tqsd

需要的程序包:

tqsd

代码说明:

由三个部分组成: 一是生成开仓判断函数, 二是下单交易函数, 三是平仓交易函数。

5.3 回测结果

成交记录::

WARNING - 回测结束
 WARNING - 模拟交易成交记录
 WARNING - 时间:2019-08-30 22:17:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3334.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-06 14:33:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:SELL,手数:1,价格:3401.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-06 22:33:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:SELL,手数:1,价格:3421.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-09 13:48:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSETODAY,方向:BUY,手数:1,价格:3471.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-09 21:51:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3495.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-18 14:56:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:SELL,手数:1,价格:3494.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-18 22:21:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:SELL,手数:1,价格:3461.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-23 09:12:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:BUY,手数:1,价格:3441.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-23 10:06:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:SELL,手数:1,价格:3442.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-23 21:00:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSETODAY,方向:BUY,手数:1,价格:3511.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-23 21:01:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3522.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-24 14:50:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSETODAY,方向:SELL,手数:1,价格:3475.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-24 21:12:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3490.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-26 13:51:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:SELL,手数:1,价格:3438.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-26 14:28:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:SELL,手数:1,价格:3439.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-27 22:53:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:BUY,手数:1,价格:3487.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-09-30 10:07:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3516.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-10-08 09:02:59.999999,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:SELL,手数:1,价格:3442.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-10-08 10:01:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:SELL,手数:1,价格:3413.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-10-22 21:00:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:CLOSE,方向:BUY,手数:1,价格:3319.000,手续费:3.59
 WARNING - 时间:2019-10-22 22:01:00.000000,合约:SHFE.rb2001,开平:OPEN,方向:BUY,手数:1,价格:3327.000,手续费:3.59

交易结果:

WARNING - 模拟交易账户资金
 WARNING - 日期:2019-09-02,账户权益:10000726.41,可用资金:9997851.21,浮动盈亏:730.00,持仓盈亏:730.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:3.59,风险度:0.03%
 WARNING - 日期:2019-09-03,账户权益:10000686.41,可用资金:9997811.21,浮动盈亏:690.00,持仓盈亏:-40.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%
 WARNING - 日期:2019-09-04,账户权益:10000886.41,可用资金:9998011.21,浮动盈亏:890.00,持仓盈亏:200.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%
 WARNING - 日期:2019-09-05,账户权益:10001046.41,可用资金:9998171.21,浮动盈亏:1050.00,持仓盈亏:160.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%
 WARNING - 日期:2019-09-06,账户权益:10000662.81,可用资金:10000662.81,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-380.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:3.59,风险度:0.00%
 WARNING - 日期:2019-09-09,账户权益:10000155.62,可用资金:10000155.62,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-500.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:7.19,风险度:0.00%
 WARNING - 日期:2019-09-10,账户权益:9999992.03,可用资金:9997116.83,浮动盈亏:-160.00,持仓盈亏:-160.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:3.59,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-11,账户权益:10000012.03,可用资金:9997136.83,浮动盈亏:-140.00,持仓盈亏:20.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-12,账户权益:10000692.03,可用资金:9997816.83,浮动盈亏:540.00,持仓盈亏:680.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-16,账户权益:10000842.03,可用资金:9997966.83,浮动盈亏:690.00,持仓盈亏:150.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-17,账户权益:10000532.03,可用资金:9997656.83,浮动盈亏:380.00,持仓盈亏:-310.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-18,账户权益:10000138.44,可用资金:10000138.44,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-390.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:3.59,风险度:0.00%

WARNING - 日期:2019-09-19,账户权益:10000774.84,可用资金:9997899.64,浮动盈亏:640.00,持仓盈亏:640.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:3.59,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-20,账户权益:10000864.84,可用资金:9997989.64,浮动盈亏:730.00,持仓盈亏:90.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-23,账户权益:9999634.06,可用资金:9999634.06,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-1220.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:10.78,风险度:0.00%

WARNING - 日期:2019-09-24,账户权益:9999156.87,可用资金:9999156.87,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-470.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:7.19,风险度:0.00%

WARNING - 日期:2019-09-25,账户权益:9999233.28,可用资金:9996358.08,浮动盈亏:80.00,持仓盈亏:80.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:3.59,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-26,账户权益:9998566.09,可用资金:9995690.89,浮动盈亏:-60.00,持仓盈亏:-60.00,平仓盈亏:-600.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:7.19,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-27,账户权益:9998646.09,可用资金:9995770.89,浮动盈亏:20.00,持仓盈亏:80.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-09-30,账户权益:9997678.90,可用资金:9994803.70,浮动盈亏:-460.00,持仓盈亏:-460.00,平仓盈亏:-500.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:7.19,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-08,账户权益:9997481.71,可用资金:9994606.51,浮动盈亏:90.00,持仓盈亏:90.00,平仓盈亏:-280.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:7.19,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-09,账户权益:9997391.71,可用资金:9994516.51,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:-90.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-10,账户权益:9997371.71,可用资金:9994496.51,浮动盈亏:-20.00,持仓盈亏:-20.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-11,账户权益:9997451.71,可用资金:9994576.51,浮动盈亏:60.00,持仓盈亏:80.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-14,账户权益:9998001.71,可用资金:9995126.51,浮动盈亏:610.00,持仓盈亏:550.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-15,账户权益:9998061.71,可用资金:9995186.51,浮动盈亏:670.00,持仓盈亏:60.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-16,账户权益:9998611.71,可用资金:9995736.51,浮动盈亏:1220.00,持仓盈亏:550.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-17,账户权益:9998281.71,可用资金:9995406.51,浮动盈亏:890.00,持仓盈亏:-330.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-18,账户权益:9998421.71,可用资金:9995546.51,浮动盈亏:1030.00,持仓盈亏:140.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-21,账户权益:9998621.71,可用资金:9995746.51,浮动盈亏:1230.00,持仓盈亏:200.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-22,账户权益:9998328.12,可用资金:9998328.12,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:0.00,平仓盈亏:-290.00,市值:0.00,保证金:0.00,手续费:3.59,风险度:0.00%

WARNING - 日期:2019-10-23,账户权益:9998174.53,可用资金:9995299.33,浮动盈亏:-150.00,持仓盈亏:-150.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:3.59,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-24,账户权益:9998234.53,可用资金:9995359.33,浮动盈亏:-90.00,持仓盈亏:60.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-25,账户权益:9998494.53,可用资金:9995619.33,浮动盈亏:170.00,持仓盈亏:260.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-28,账户权益:9998324.53,可用资金:9995449.33,浮动盈亏:0.00,持仓盈亏:-170.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-29,账户权益:9998534.53,可用资金:9995659.33,浮动盈亏:210.00,持仓盈亏:210.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-30,账户权益:9998784.53,可用资金:9995909.33,浮动盈亏:460.00,持仓盈亏:250.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-10-31,账户权益:9998724.53,可用资金:9995849.33,浮动盈亏:400.00,持仓盈亏:-60.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-11-01,账户权益:9998854.53,可用资金:9995979.33,浮动盈亏:530.00,持仓盈亏:130.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-11-04,账户权益:9998874.53,可用资金:9995999.33,浮动盈亏:550.00,持仓盈亏:20.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

WARNING - 日期:2019-11-05,账户权益:9999394.53,可用资金:9996519.33,浮动盈亏:1070.00,持仓盈亏:520.00,平仓盈亏:0.00,市值:0.00,保证金:2875.20,手续费:0.00,风险度:0.03%

交易评价:

WARNING - 胜率:30.00%,盈亏额比例:1.24,收益率:-0.01%,年化收益率:-0.04%,最大回撤:0.04%,年化夏普率:-39.5697

6 机器学习- HS300 预测交易

6.1 策略背景及介绍

随着数据时代的来临，数据分析、机器学习技术不断兴起，交易平台为追求更快的数据处理数量和速度，通常选择采用分布式存储及处理方式。在交易策略的选择上，还可以应用数据挖掘、深度学习及人工智能技术进行策略的制定、验证和参数优化。

策略：

对一个 HS300 数据的子集拟合一个预测模型。这可以是 Logistic 回归，一个分类分析（线性或者二次的），或者是支持向量机，或者是一个随机森林。

使用调整的收盘收益数据的两阶滞后来作为明天收益的预测器。如果收益预测为正那么则持有多头，如果收益预测为负，则退出。我们对于这个特定的策略不会去考虑做空交易。

如果预测是+1，而且我们没有持仓，那么应当创建一个 `SignalEvent` 来持有多头，并且让类知道我们现在已经在市场中。如果预测是-1，而我们多头了市场，那么这个时候应当退出。

6.2 回测说明

回测标的：

HS300 日度数据

回测结果：

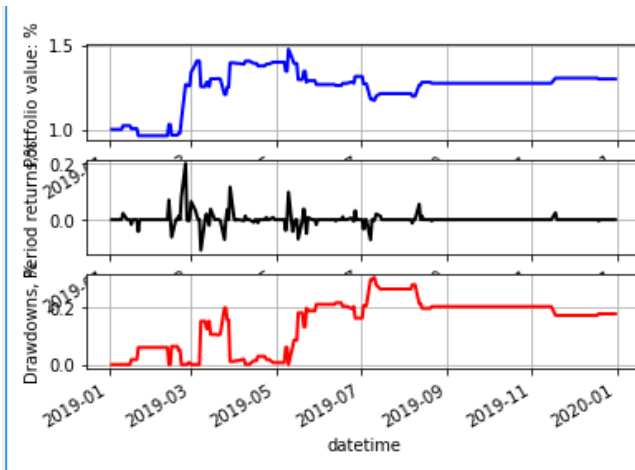
datetime	cash	commission	...	equity_curve	drawdown
2019-12-19	-272852.23	107.9	...	1.298627	0.177220
2019-12-20	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-23	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-24	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-25	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-26	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-27	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-30	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-31	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233
2019-12-31	129861.42	109.2	...	1.298614	0.177233

```

[10 rows x 7 columns]
[('Total Return', '29.86%'),
 ('Sharpe Ratio', '0.91'),
 ('Max Drawdown', '30.26%'),
 ('Drawdown Duration', '161')]
Signals: 84
Orders: 84
Fills: 84

```

可视化：



6.3 模型优化

6.3.1 模型拓展

```
models=[("LR", LogisticRegression()),
        ("LDA", LDA()),
        ("QDA", QDA()),
        ("LSVC", LinearSVC()),
        ("RSVM", SVC(
            C=1000000.0, cache_size=200, class_weight=None,
            coef0=0.0, degree=3, gamma=0.0001, kernel='rbf',
            max_iter=-1, probability=False, random_state=None,
            shrinking=True, tol=0.001, verbose=False
        )),
        ("RF", RandomForestClassifier(
            n_estimators=1000, criterion='gini',
            max_depth=None, min_samples_split=2,
            min_samples_leaf=1, max_features='auto',
            bootstrap=True, oob_score=False, n_jobs=1,
            random_state=None, verbose=0
        ))]
```

LR:
0.508
[[54 60]
[36 45]]:

LDA:
0.528
[[53 55]
[37 50]]:

QDA:
0.462
[[65 80]
[25 25]]:

LSVC:
0.518
[[54 58]
[36 47]]:

RSVM:
0.497
[[54 62]
[36 43]]:

RF:
0.533
[[52 53]
[38 52]]:

6.3.2 网格调参

Optimised parameters found on training set:
SVC(C=1, gamma=0.001)

Grid scores calculated on training set:
0.540809 with: {'C': 1, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 1, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 10, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 10, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 100, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 100, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.537634 with: {'C': 1000, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.540809 with: {'C': 1000, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}

Optimised parameters found on training set:
SVC(C=10, gamma=0.001)

Grid scores calculated on training set:
0.537179 with: {'C': 1, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.537179 with: {'C': 1, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.595513 with: {'C': 10, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.537179 with: {'C': 10, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.528205 with: {'C': 100, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.562179 with: {'C': 100, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}
0.527564 with: {'C': 1000, 'gamma': 0.001, 'kernel': 'rbf'}
0.578205 with: {'C': 1000, 'gamma': 0.0001, 'kernel': 'rbf'}

7 移动平均跨越策略

7.1 策略说明

计算短期和长期的简单移动平均, 规则为当短期移动平均值超过长期移动平均值时进入市场（多头）；反之，如果长期移动平均值超过短期移动平均值，则策略被告知退出市场。设置初始的 bought 值为” OUT”。

这个逻辑通过在 Event Queue 上引入一个 SignalEvent 对象来处理，然后更新每个代码的” bought” 属性为 LONG 或 OUT，因为这是一种只有多头的策略，因此我们不考虑空头头寸。

```
if short_sma < long_sma and self.bought[s] == "OUT":
    print("LONG: %s" % bar_date)
    sig_dir = 'LONG'
    signal = SignalEvent(1, symbol, dt, sig_dir, 1.0)
    self.events.put(signal)
    self.bought[s] = 'LONG'
elif short_sma > long_sma and self.bought[s] == "LONG":
    print("SHORT: %s" % bar_date)
    sig_dir = 'EXIT'
    signal = SignalEvent(1, symbol, dt, sig_dir, 1.0)
    self.events.put(signal)
    self.bought[s] = 'OUT'
```

7.2 回测说明

回测标的：

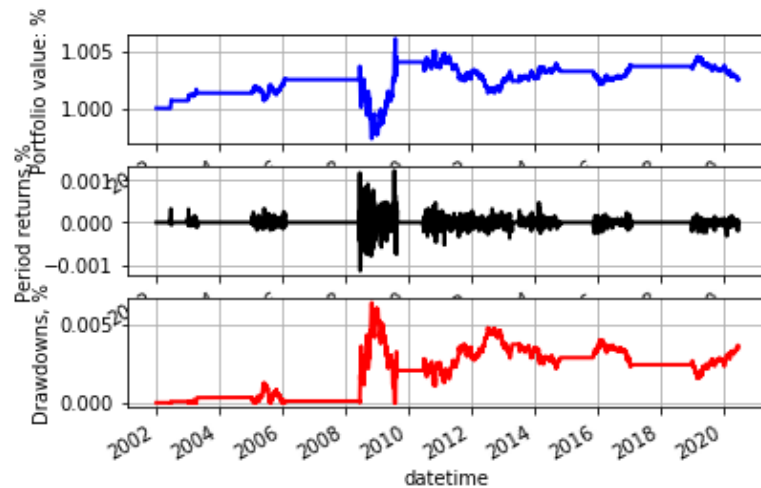
中石化 2002-2020 分钟数据

回测结果：

```
Creating equity curve...
      cash  commission  ...  equity_curve  drawdown
datetime
2020-06-02  99840.5      19.5  ...      1.002625  0.003454
2020-06-03  99840.5      19.5  ...      1.002645  0.003434
2020-06-04  99840.5      19.5  ...      1.002595  0.003484
2020-06-05  99840.5      19.5  ...      1.002635  0.003444
2020-06-08  99840.5      19.5  ...      1.002705  0.003374
2020-06-09  99840.5      19.5  ...      1.002695  0.003384
2020-06-10  99840.5      19.5  ...      1.002495  0.003584
2020-06-11  99840.5      19.5  ...      1.002435  0.003644
2020-06-12  99840.5      19.5  ...      1.002445  0.003634
2020-06-12  99840.5      19.5  ...      1.002445  0.003634

[10 rows x 7 columns]
[('Total Return', '0.24%'),
 ('Sharpe Ratio', '0.09'),
 ('Max Drawdown', '0.63%'),
 ('Drawdown Duration', '2640')]
Signals: 15
Orders: 15
Fills: 15
```

可视化：



8 均值回归的股票配对交易

8.1 策略说明

OLS 回望窗口（设置为 100）

通过 rolling 线性回归创建一个残差时间序列，这一操作针对某种特定的回望窗口，并利用普通线性最小二乘回归（OLS）来处理。回望区间是一个可以最优化的参数。

创建相同回望区间的 rolling z-score，使用这个来确定交易信号的进入/退出时间点。

```
if y is not None and x is not None:
    if(len(y)>=self.strat_params_list['ols_window'] and \
       len(x)>=self.strat_params_list['ols_window']):
        self.hedge_ratio=sm.OLS(y,x).fit().params[0]
        spread=y-self.hedge_ratio*x#残差
        zscore_last=((spread-spread.mean())/spread.std())[-1]#z大则高
        y_signal,x_signal=self.calculate_xy_signals(zscore_last)
        if y_signal is not None and x_signal is not None:
            self.events.put(y_signal)
            self.events.put(x_signal)
```

如果某个上限阈值被超过而且没有在市场，那么则进入市场（多头或空头依赖于上限的方向）。如果下限被超过而且市场中，则退出市场。再一次的，上限和下限的最有选择是可以进行优化的参数。

事实上我们还可以使用 Cointegrated Augmented Dickey-Fuller(CADF)检验来判断更为准确的对冲参数。这将对这个策略的一个有趣扩展。

```
if zscore_last<=-self.strat_params_list['zscore_high'] \
and not self.long_market:
    self.long_market=True
    y_signal=SignalEvent(1,p0,dt,'LONG',1.0)
    x_signal=SignalEvent(1,p1,dt,'SHORT',hr)
if abs(zscore_last)<=self.strat_params_list['zscore_low']\
and self.long_market:
    self.long_market=False
    y_signal=SignalEvent(1,p0,dt,'EXIT',1.0)
    x_signal=SignalEvent(1,p1,dt,'EXIT',1.0)
if zscore_last>=self.strat_params_list['zscore_low']\
and not self.short_market:
    self.short_market=True
    y_signal=SignalEvent(1,p0,dt,'SHORT',1.0)
    x_signal=SignalEvent(1,p1,dt,'LONG',hr)
if abs(zscore_last)<=self.strat_params_list['zscore_high']\
and self.short_market:
    self.short_market=False
    y_signal=SignalEvent(1,p0,dt,'EXIT',1.0)
    x_signal=SignalEvent(1,p1,dt,'EXIT',1.0)
```

8.2 回测说明

回测标的：

中石油 2019 中石化 2019 分钟数据

回测结果（以第 10 次循环为例）：

Strategy 10 out of 27...

Creating DataHandler,Strategy,Portfolio and ExecutionHandler

strategy parameter list: {'ols_window': 100, 'zscore_high': 2.0, 'zscore_low': 0.5}...

Creating summary stats...

Creating equity curve...

	cash	commission	...	equity_curve	drawdown
datetime			...		
2019-12-31 10:33:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:34:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:35:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:36:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:37:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:38:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:39:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:40:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:41:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716
2019-12-31 10:41:00	90228.4	13535.6	...	0.902284	0.097716

[10 rows x 8 columns]

[('Total Return', '-9.77%'),

('Sharpe Ratio', '-70.57'),

('Max Drawdown', '9.77%'),

('Drawdown Duration', '58288')]

Signals: 304630

Orders: 49000

Fills: 49000

结论

随着国内金融市场的不断成熟和交易品种进一步的多样化,程序化交易可以进行操作和发挥交易功能的空间会随之继续变大。更大的空间也意味着更大的创新和空白带来的危险,微乎其微的数据错误和决策指令的方向性影响都可能掀起资本市场上的波动,甚至引发连锁效应。国内外金融市场上都曾发生过因程序设置缺陷而导致的市场短时间内巨幅波动事件,可见程序化交易的风险控制如果不当,引发的弊端则轻易会对于资本市场产生巨大影响。

因此,在今后计算技术继续稳步发展的基础上,如何综合金融理论和计算技术进行风险控制及安全监管也将是进一步值得探索的课题。