



严谨 认真 持续

用MC写一个配对交易策略

量化投资实战交易体系必修课
系列4 - 快速开发一个量化策略



目录

CONTENT

配对交易策略原理

PART ONE

配对交易编程实例

PART TWO

优化改进思路

PART THREE



配对交易策略原理

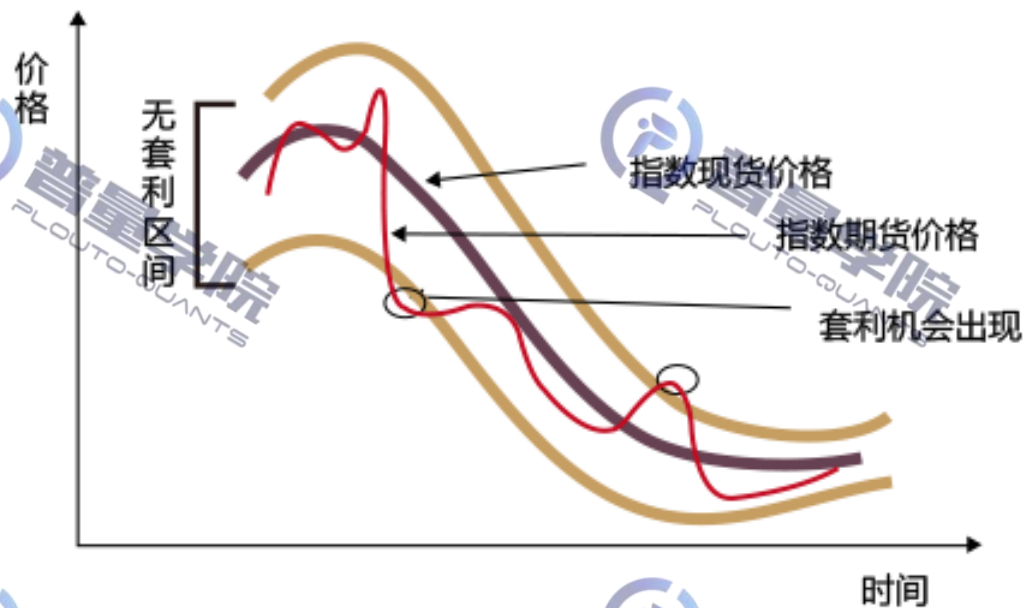
PART ONE

寻找相对确定性的盈利机会 •

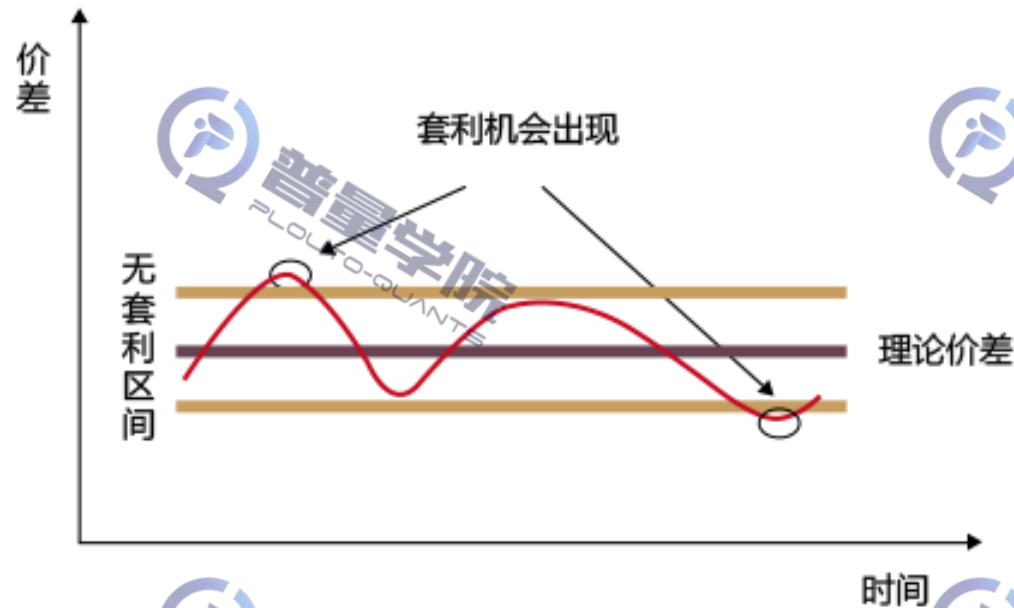
- 配对交易是对冲交易重要的策略类型之一
- 利用基本面分析和量化方法，寻找同一产业链或板块商品间价格波动相关规律
 - 做多一个品种的同时
 - 做空另外一个配对品种
 - 期望获得相对稳定的价差波动收益
- 策略一般选择品种间联动性较强的板块
 - 例如，黑色、化工、基本金属和油粕板块
 - 精选板块中多个品种作为样本池

配对（套利）交易原理示意图 •

期现套利原理示意图



跨期套利原理示意图



*** 跨品种配对（套利）交易的原理与此类似

商品板块与产业链 ●



大豆玉米油脂糖棉

大豆压榨油厂、油脂进出口及销售企业、饲料企业、养殖企业



能源化工橡胶

塑料、PP、PTA及PVC生产，销售和采购企业



基本金属

铜铝锌铅矿产企业及进出口贸易企业、基本金属零部件采购企业



钢材焦炭焦煤

钢厂、贸易商、房地产商或建筑企业、焦煤焦炭进口生产销售加工企业



金银

矿产企业、贵金属加工销售企业、贵金属投资企业

商品市场品种间相关性

	RB	HC	J	JM	I	V	L	PP	TA	CU	AL	ZN	PB	M	RM	Y	P	OI
RB	1.00	0.93	0.67	0.64	0.74	0.64	0.55	0.51	0.60	0.60	0.46	0.49	0.54	0.28	0.40	0.43	0.37	0.39
HC	0.93	1.00	0.66	0.60	0.73	0.62	0.52	0.49	0.58	0.54	0.42	0.47	0.48	0.29	0.37	0.43	0.39	0.39
J	0.67	0.66	1.00	0.80	0.59	0.57	0.48	0.45	0.43	0.44	0.36	0.38	0.38	0.24	0.35	0.39	0.33	0.33
JM	0.64	0.60	0.80	1.00	0.60	0.52	0.50	0.50	0.45	0.53	0.40	0.36	0.36	0.15	0.24	0.40	0.36	0.35
I	0.74	0.73	0.59	0.60	1.00	0.55	0.58	0.49	0.65	0.60	0.43	0.51	0.50	0.17	0.23	0.41	0.35	0.36
V	0.64	0.62	0.57	0.52	0.55	1.00	0.73	0.67	0.55	0.56	0.36	0.52	0.53	0.42	0.44	0.48	0.41	0.47
L	0.55	0.52	0.48	0.50	0.58	0.73	1.00	0.84	0.61	0.58	0.31	0.48	0.49	0.39	0.42	0.47	0.43	0.44
PP	0.51	0.49	0.45	0.50	0.49	0.67	0.84	1.00	0.58	0.61	0.33	0.46	0.46	0.44	0.45	0.45	0.43	0.46
TA	0.60	0.58	0.43	0.45	0.65	0.55	0.61	0.58	1.00	0.50	0.33	0.47	0.46	0.29	0.38	0.53	0.47	0.53
CU	0.60	0.54	0.44	0.53	0.60	0.56	0.58	0.61	0.50	1.00	0.57	0.65	0.67	0.37	0.38	0.41	0.37	0.37
AL	0.46	0.42	0.36	0.40	0.43	0.36	0.31	0.33	0.33	0.57	1.00	0.59	0.51	0.27	0.33	0.34	0.33	0.29
ZN	0.49	0.47	0.38	0.36	0.51	0.52	0.48	0.46	0.47	0.65	0.59	1.00	0.77	0.34	0.43	0.46	0.42	0.46
PB	0.54	0.48	0.38	0.36	0.50	0.53	0.49	0.46	0.46	0.67	0.51	0.77	1.00	0.42	0.48	0.37	0.31	0.39
M	0.28	0.29	0.24	0.15	0.17	0.42	0.39	0.44	0.29	0.37	0.27	0.34	0.42	1.00	0.86	0.57	0.52	0.57
RM	0.40	0.37	0.35	0.24	0.23	0.44	0.42	0.45	0.38	0.38	0.33	0.43	0.48	0.86	1.00	0.58	0.51	0.56
Y	0.43	0.43	0.39	0.40	0.41	0.48	0.47	0.45	0.53	0.41	0.34	0.46	0.37	0.57	0.58	1.00	0.90	0.92
P	0.37	0.39	0.33	0.36	0.35	0.41	0.43	0.43	0.47	0.37	0.33	0.42	0.31	0.52	0.51	0.90	1.00	0.85
OI	0.39	0.39	0.33	0.35	0.36	0.47	0.44	0.46	0.53	0.37	0.29	0.46	0.39	0.57	0.56	0.92	0.85	1.00

资料来源：Wind资讯，申万期货研究所

编程平台工作界面



配对交易编程实例

PART TWO

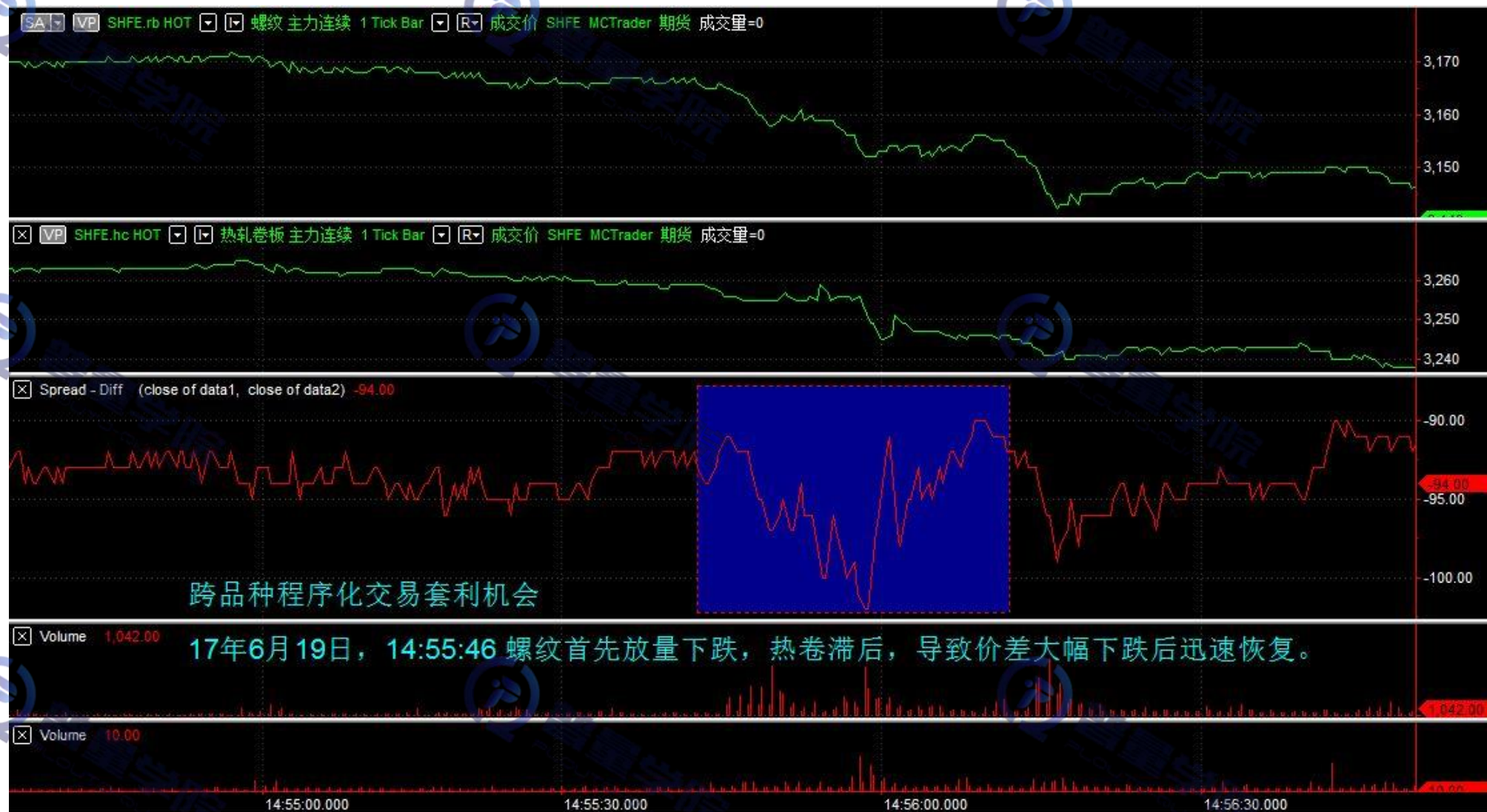
跨品种配对交易策略编写

选择同一产业链上基本面强相关的品种

螺纹钢 vs. 热卷板 •

- 螺纹钢和热卷品种都是钢材，相关性很大
 - 相同的原材料、相似的前期加工流程
 - 用途不同；后期加工流程不同造成成本差异
- 由于两个品种价格变化时间有差异
 - 当螺纹钢先下跌后，做多螺纹钢，做空热卷
 - 当螺纹钢价格反弹，或是热卷也跟随下跌后获利平仓
- 下图例：发现有价差大规模下跌则做多价差，价差恢复后获利平仓
 - 反之亦然

跨品种价差 vs. 交易时机



环境准备 •

- 运行并登录MC，新建工作区
- 新建图表窗口，选择期货品种SHFE.rb HOT（螺纹主力，主图）
- 插入商品，选择期货品种SHFE.hc HOT（热卷主力，子图）
- 分别设置商品，数据范围均从2016/1/1开始
- 切换到1小时K线，数据自动回补完成
- 同一工作区，新建图表，相反的顺序添加这两个商品，同样时段，同样周期
- 加载内置价差指标：spread-diff / spread-ratio

配对品种的价差计算



MC内置的价差计算指标 •

// Spread - Diff

inputs: $\text{DataSet1(Close of data1)}$, $\text{DataSet2(Close of data2)}$;

Plot1($\text{DataSet1 - DataSet2}$, "SprdDiff") ;

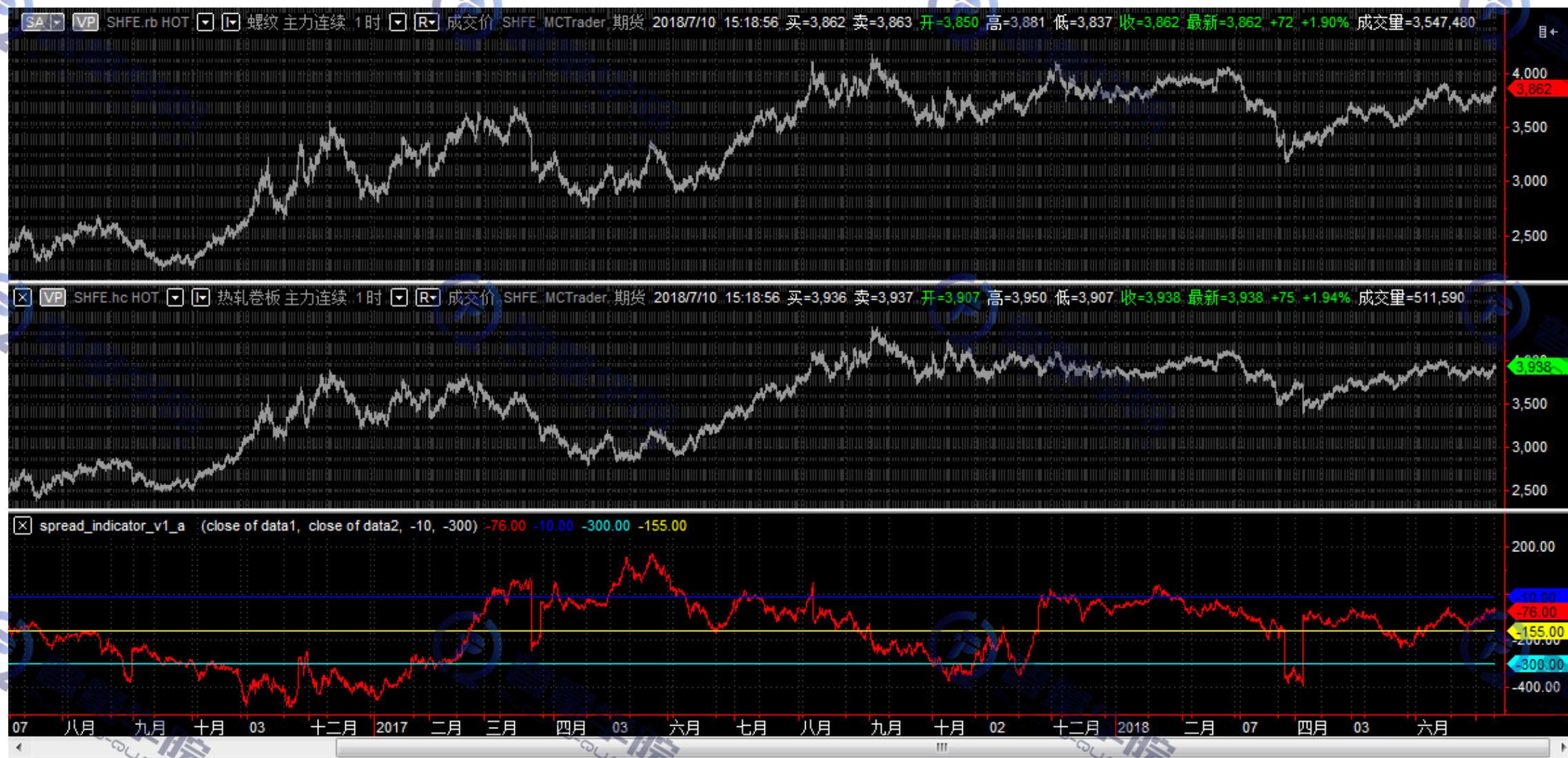
// Spread - Ratio

inputs: $\text{DataSet1(Close of data1)}$, $\text{DataSet2(Close of data2)}$;

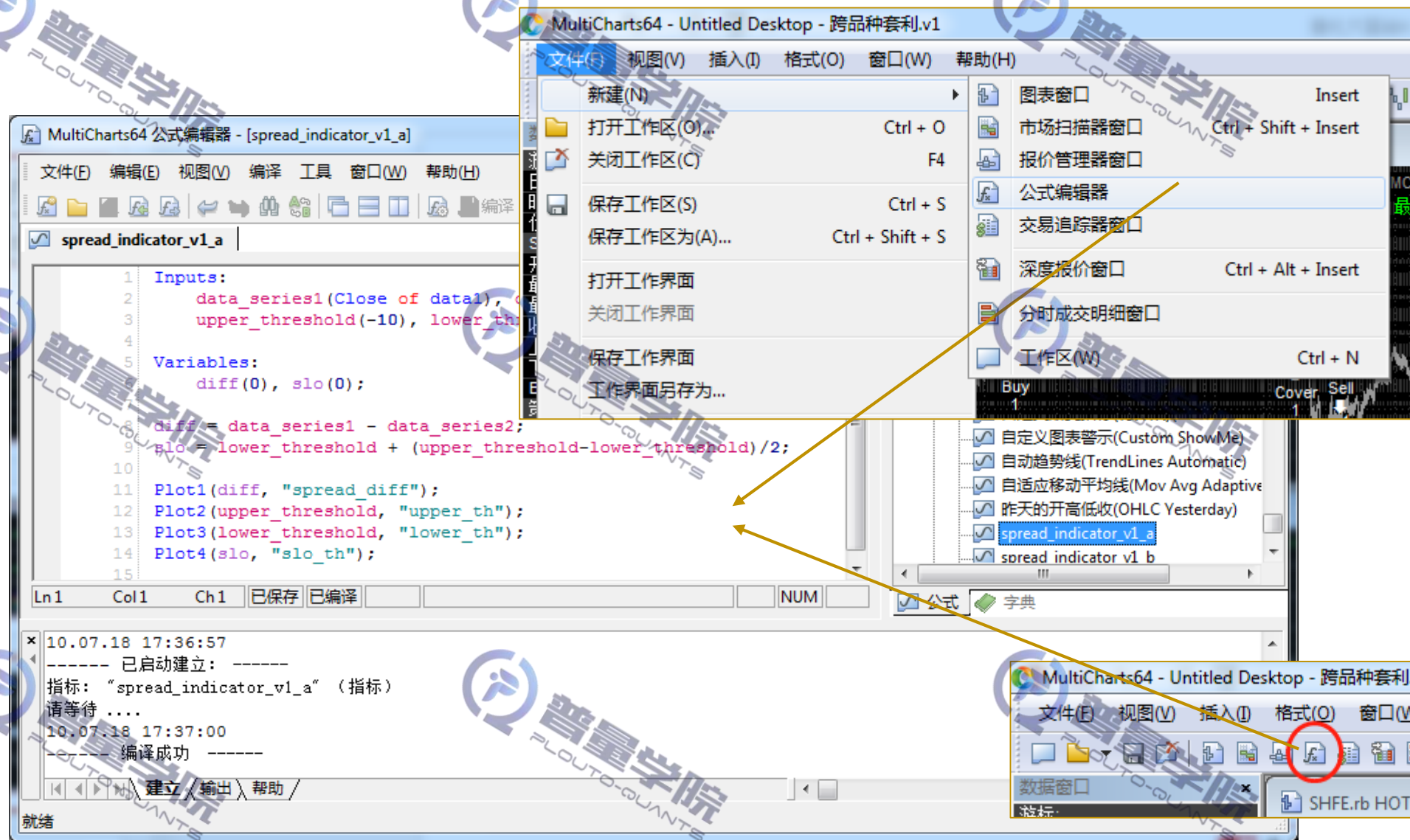
if $\text{DataSet2} \neq 0$ then

Plot1($\text{DataSet1 / DataSet2}$, "SprdRatio") ;

本例编程方案-简单的上下边界阈值



指标和信号的编写与加载方法



价差差值指标计算及显示的代码 •

```
// spread_indicator_v1_a
```

```
Inputs: data_series1(Close of data1), data_series2(Close of data2), upper_threshold(-10), lower_threshold(-300);
```

```
Variables: diff(0), slo(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
slo = lower_threshold + (upper_threshold-lower_threshold)/2;
```

```
Plot1(diff, "spread_diff");  
Plot2(upper_threshold, "upper_th");  
Plot3(lower_threshold, "lower_th");  
Plot4(slo, "slo_th");
```

```
// spread_indicator_v1_b
```

```
Inputs: data_series1(Close of data1), data_series2(Close of data2), upper_threshold(300), lower_threshold(10);
```

```
Variables: diff(0), slo(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
slo = lower_threshold + (upper_threshold-lower_threshold)/2;
```

```
Plot1(diff, "spread_diff");  
Plot2(upper_threshold, "upper_th");  
Plot3(lower_threshold, "lower_th");  
Plot4(slo, "slo_th");
```


产生交易信号的代码 •

```
// spread_signal_v1_a
```

```
Inputs: data_series1(Close of data1),  
        data_series2(Close of data2),  
        upper_threshold(-10), lower_threshold(-300);
```

```
Variables: diff(0), slo(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
slo = lower_threshold +  
      (upper_threshold-lower_threshold)/2;
```

```
if marketposition = 0 then begin  
    if diff > upper_threshold then  
        sellshort next bar at market;  
    if diff < lower_threshold then  
        buy next bar at market;  
end;
```

```
if marketposition = 1 then begin  
    if diff cross over slo then  
        sell next bar at market;  
end;
```

```
if marketposition = -1 then begin  
    if diff cross under slo then  
        buytocover next bar at market;  
end;
```

```
// spread_signal_v1_b
```

```
Inputs: data_series1(Close of data1),  
        data_series2(Close of data2),  
        upper_threshold(300), lower_threshold(10);
```

```
Variables: diff(0), slo(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
slo = lower_threshold +  
      (upper_threshold-lower_threshold)/2;
```

```
if marketposition = 0 then begin  
    if diff > upper_threshold then  
        sellshort next bar at market;  
    if diff < lower_threshold then  
        buy next bar at market;  
end;
```

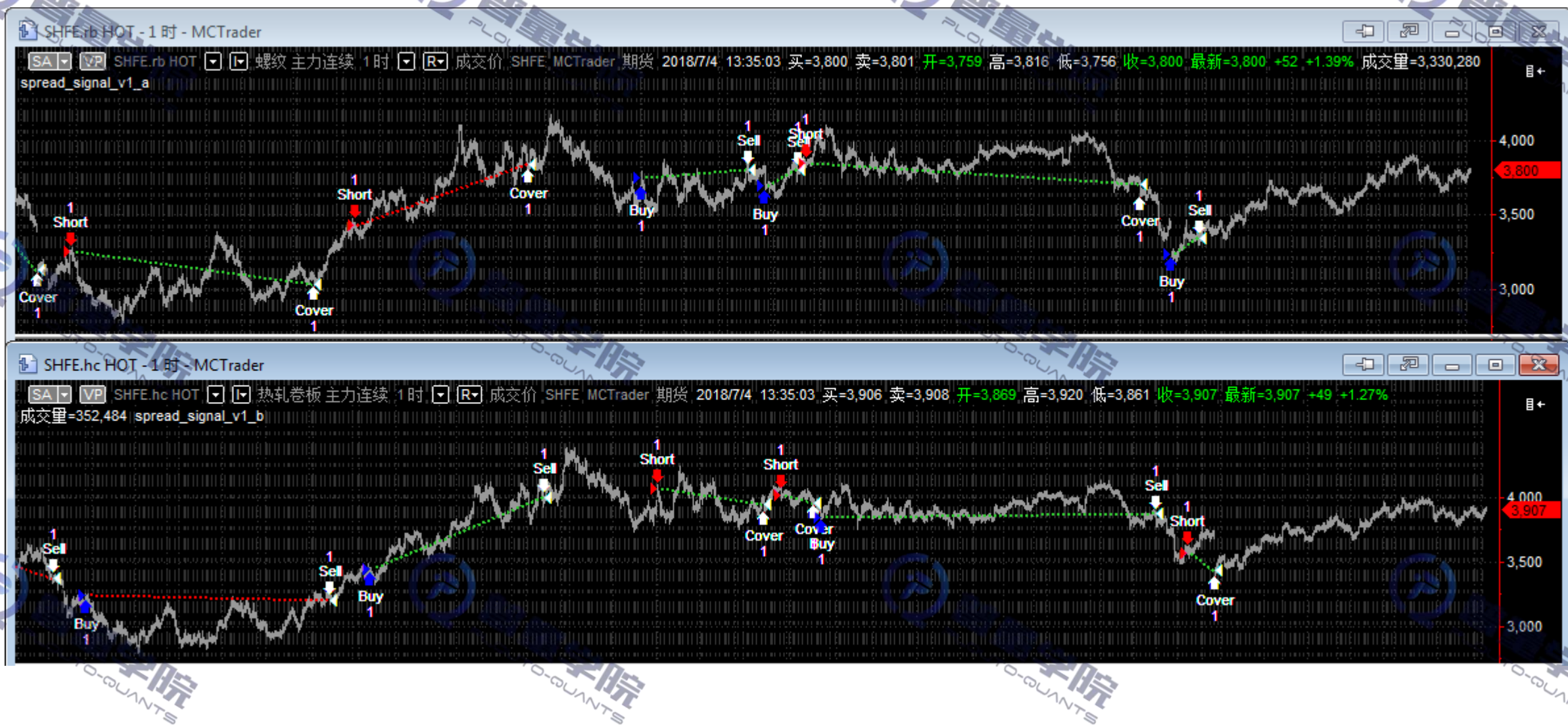
```
if marketposition = 1 then begin  
    if diff cross over slo then  
        sell next bar at market;  
end;
```

```
if marketposition = -1 then begin  
    if diff cross under slo then  
        buytocover next bar at market;  
end;
```


价差指标和交易信号的界面显示



配对品种上同步出现的反向交易信号 •



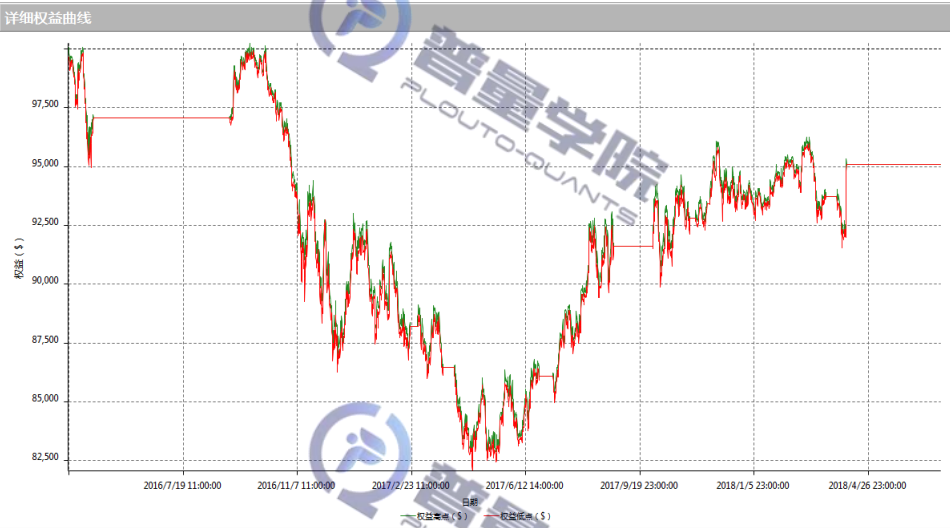
策略性能评价

单图表回测和组合回测

单图表回测

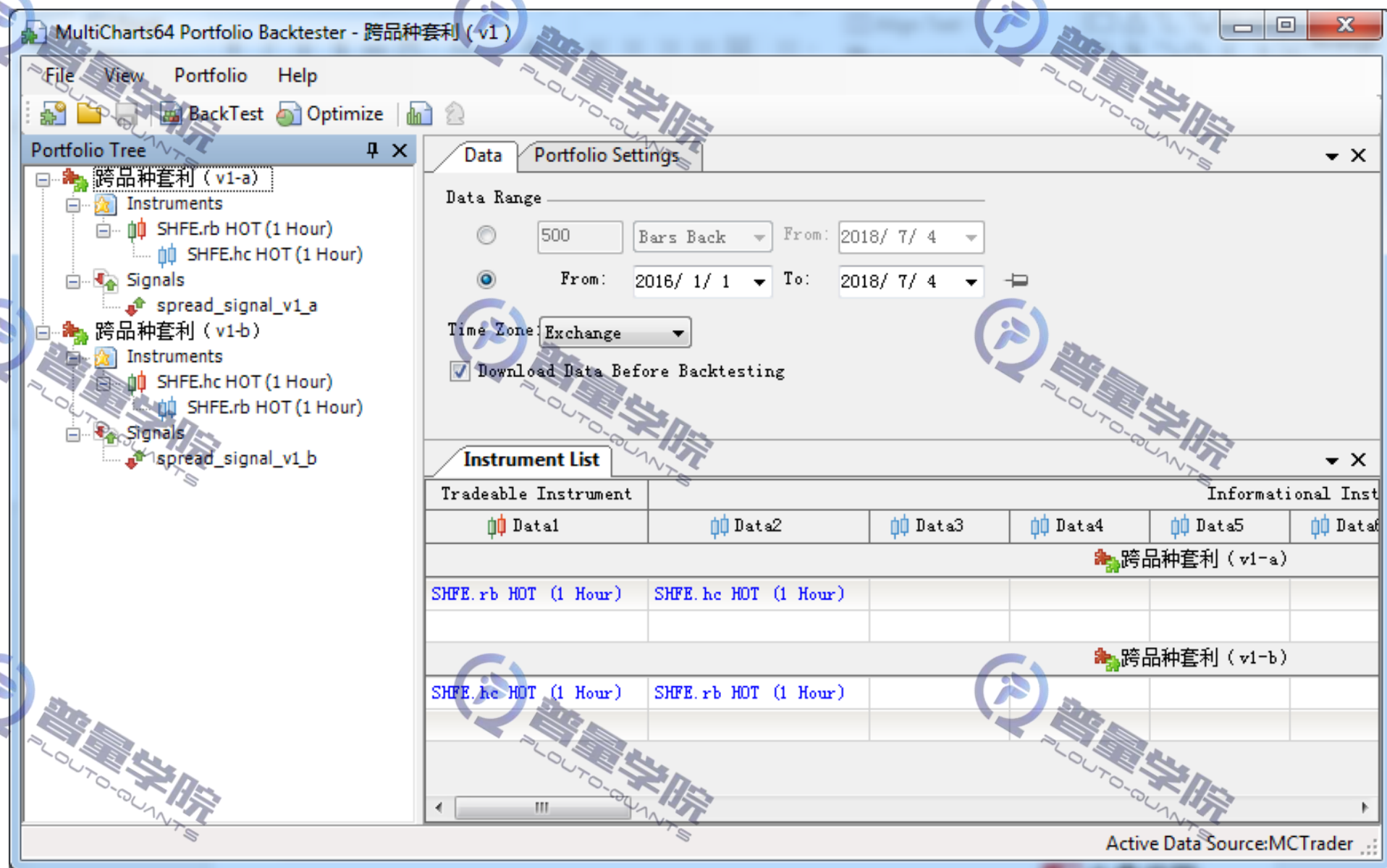


总体交易分析			
	所有交易	多头交易	空头交易
交易总数量	9	5	4
未平仓交易总数量	0	0	0
盈利交易次数	8	5	3
亏损交易次数	1	0	1
胜率	88.89%	100%	75%
单笔净利	\$2411.11	\$3552	\$985
平均盈利额	\$3216.25	\$3552	\$2656.67
平均亏损额	(\$4030)	N/A	(\$4030)
平均盈利/平均亏损	(.8)	N/A	(.66)
单笔最大盈利交易	\$10740	\$10740	\$4340
单笔最大亏损交易	(\$4030)	N/A	(\$4030)
交易的平均持仓K线根数	266.4	231.4	310.3
盈利交易的平均持仓K线根数	266.5	231.4	325
亏损交易的平均持仓K线根数	266	N/A	266
平均空仓K线根数	N/A	N/A	N/A
两笔盈利交易之间的平均空仓K线根数	261.8	613.8	1083.7
两笔亏损交易之间的平均空仓K线根数	3960	N/A	3960



总体交易分析			
	所有交易	多头交易	空头交易
交易总数量	9	4	5
未平仓交易总数量	0	0	0
盈利交易次数	5	2	3
亏损交易次数	4	2	2
胜率	55.56%	50%	60%
单笔净利	(\$547.78)	\$922.5	(\$1724)
平均盈利额	\$1794	\$2900	\$1056.67
平均亏损额	(\$3475)	(\$1055)	(\$5895)
平均盈利/平均亏损	(.52)	2.75	(.18)
单笔最大盈利交易	\$5510	\$5510	\$1360
单笔最大亏损交易	(\$8860)	(\$1760)	(\$8860)
交易的平均持仓K线根数	268.8	315.5	231.4
盈利交易的平均持仓K线根数	206.6	388	85.7
亏损交易的平均持仓K线根数	346.5	243	450
平均空仓K线根数	N/A	N/A	N/A
两笔盈利交易之间的平均空仓K线根数	640	1728.5	1325.3
两笔亏损交易之间的平均空仓K线根数	711.8	1873.5	1666.5

组合回测





绩效概要

	所有交易	多头交易	空头交易
净利	\$16770	\$21450	(\$4680)
毛利	\$34700	\$23560	\$11140
毛损	(\$17930)	(\$2110)	(\$15820)
账户资金额度需求	\$17930	\$2110	\$15820
账户资金收益比	93.53%	1016.59%	(29.58%)
初始资金收益	16.77%	21.45%	(4.68%)
盈利因子	1.94	11.17	(.7)
已付滑价	\$0	\$0	\$0
已付手续费	\$0	\$0	\$0
未平仓盈利/亏损	\$0	\$0	\$0
投资组合最大回撤	(\$4310)		
投资组合最大回撤 (%)	(4.17%)		
投资组合最大平仓交易回撤	\$0		
最大投资组合平仓交易潜在亏损 (%)	0%		
投资组合最大回撤的收益	3.89		

总体交易分析

	所有交易	多头交易	空头交易
交易总数量	18	9	9
未平仓交易总数量	0	0	0
盈利交易次数	13	7	6
亏损交易次数	5	2	3
胜率	72.22%	77.78%	66.67%
单笔净利	\$931.67	\$2383.33	(\$520)
平均盈利额	\$2669.23	\$3365.71	\$1856.67
平均亏损额	(\$3586)	(\$1055)	(\$5273.33)
平均盈利/平均亏损	(.74)	3.19	(.35)

配对交易的其它细节

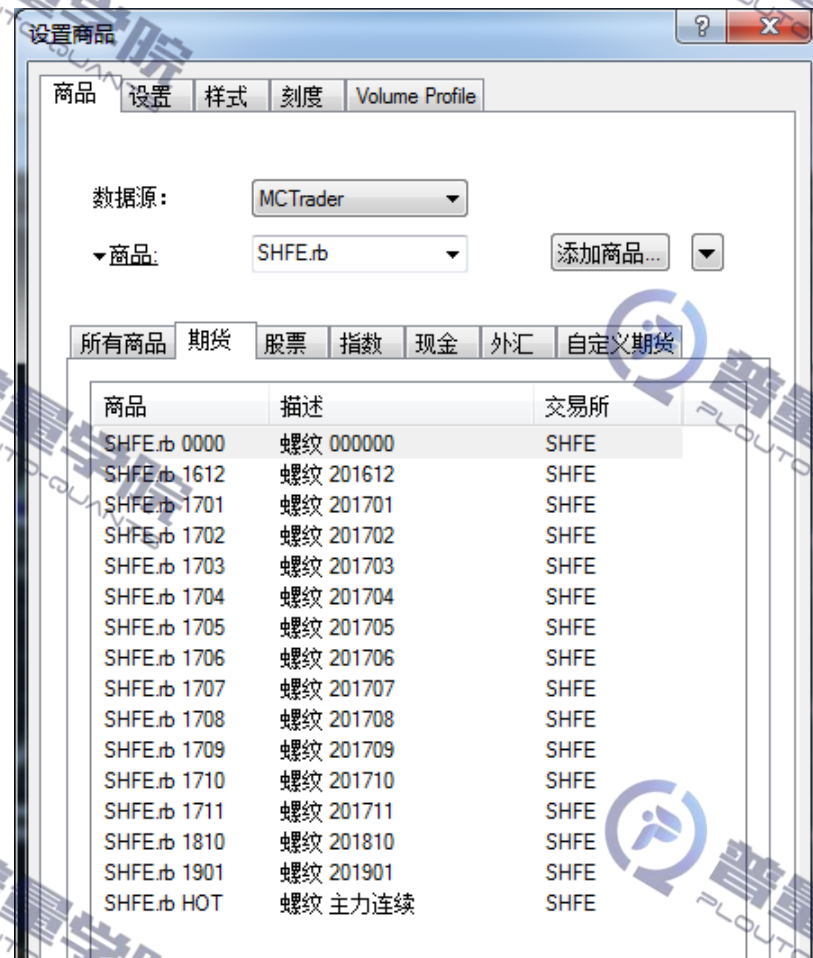
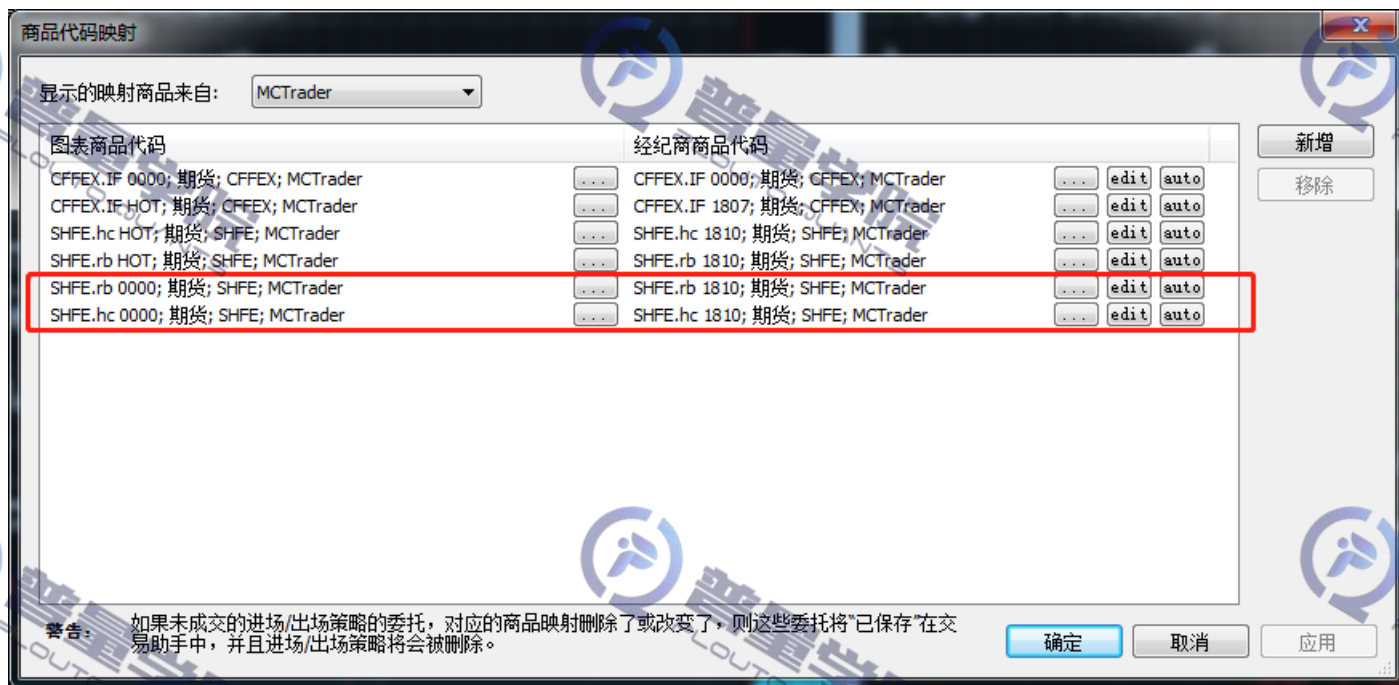
参与配对的品种的数据对齐

主力合约切换日期不同步 •



解决方案

- 不用主力连续合约，而是用具体月份合约
- 用指数合约，并且提前手工映射具体月份合约



配对合约交易时段不同 •

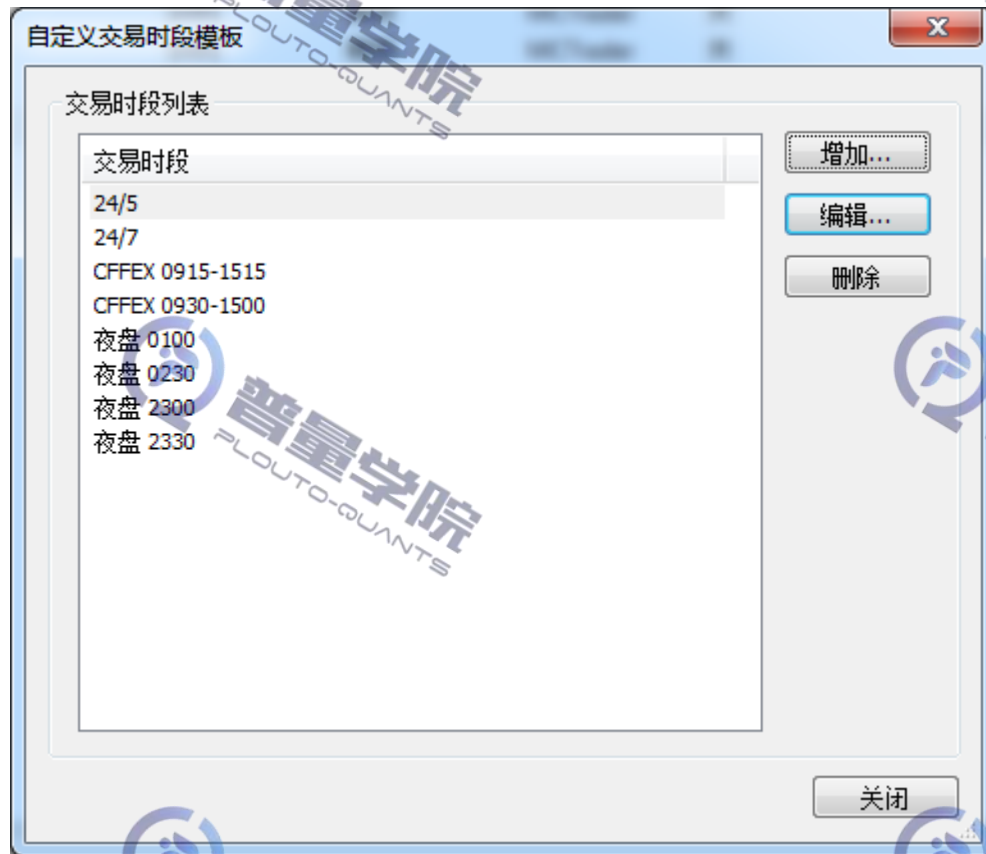


解决方案 •

- 在报价管理器中自定义交易时段模板，然后在商品设置中修改交易时段：

- 在代码中判断每根K线的时间戳，只在它们相等的部分下单：

```
If time = time of data2 then  
    {do something...}
```



跨期配对交易策略编写

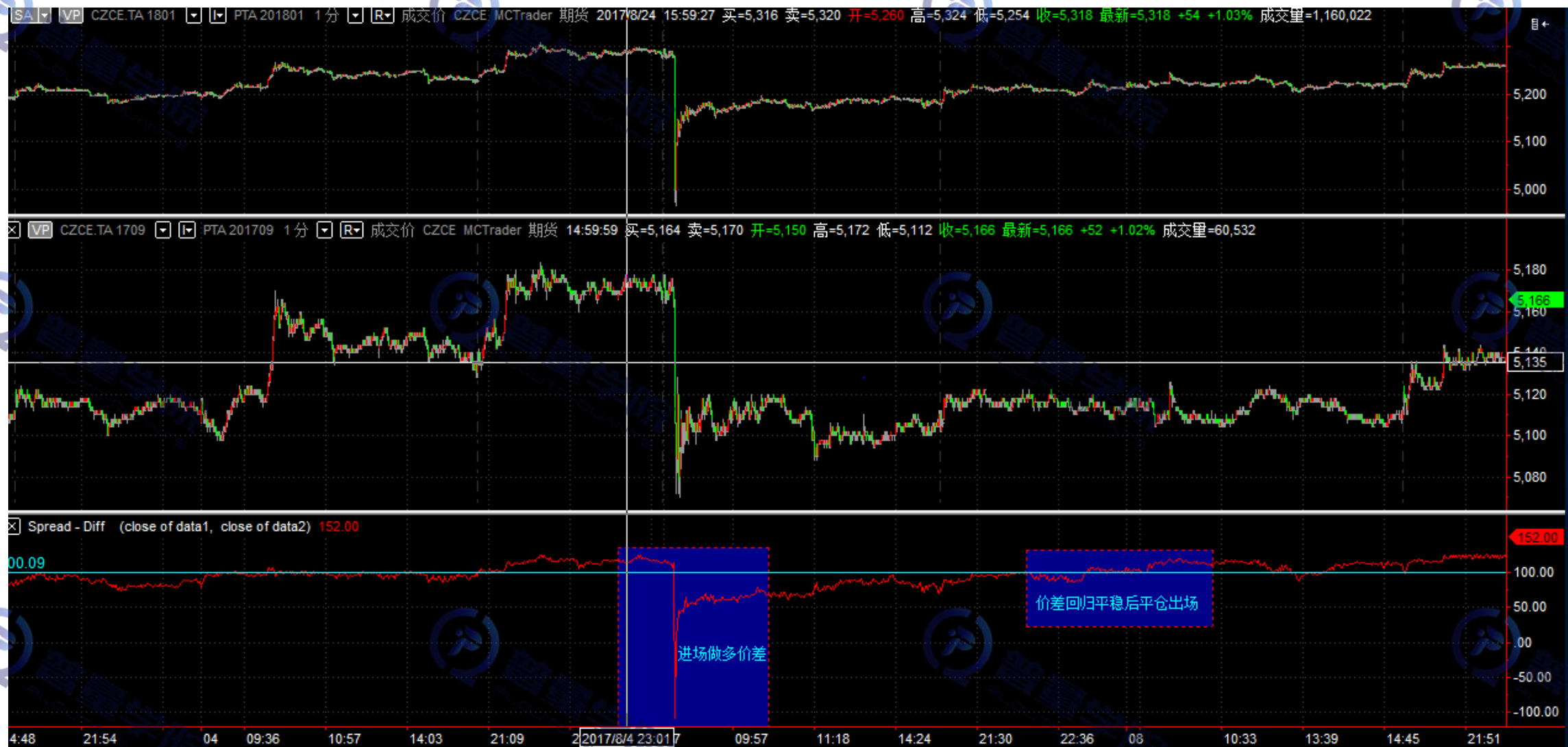
捕捉近月和远月合约之间的异常价差



PTA的跨期合约 •

- 不同到期日的期货合约价差在一个相对稳定的区间
 - 一旦价差出现大的波动就可以进场开仓
 - 等待价差回归后平仓止盈
 - 通过程序化交易捕捉这些转瞬即逝的套利机会
- 下图例：发现有价差大规模下跌则做多价差，价差恢复后获利平仓
 - 反之亦然

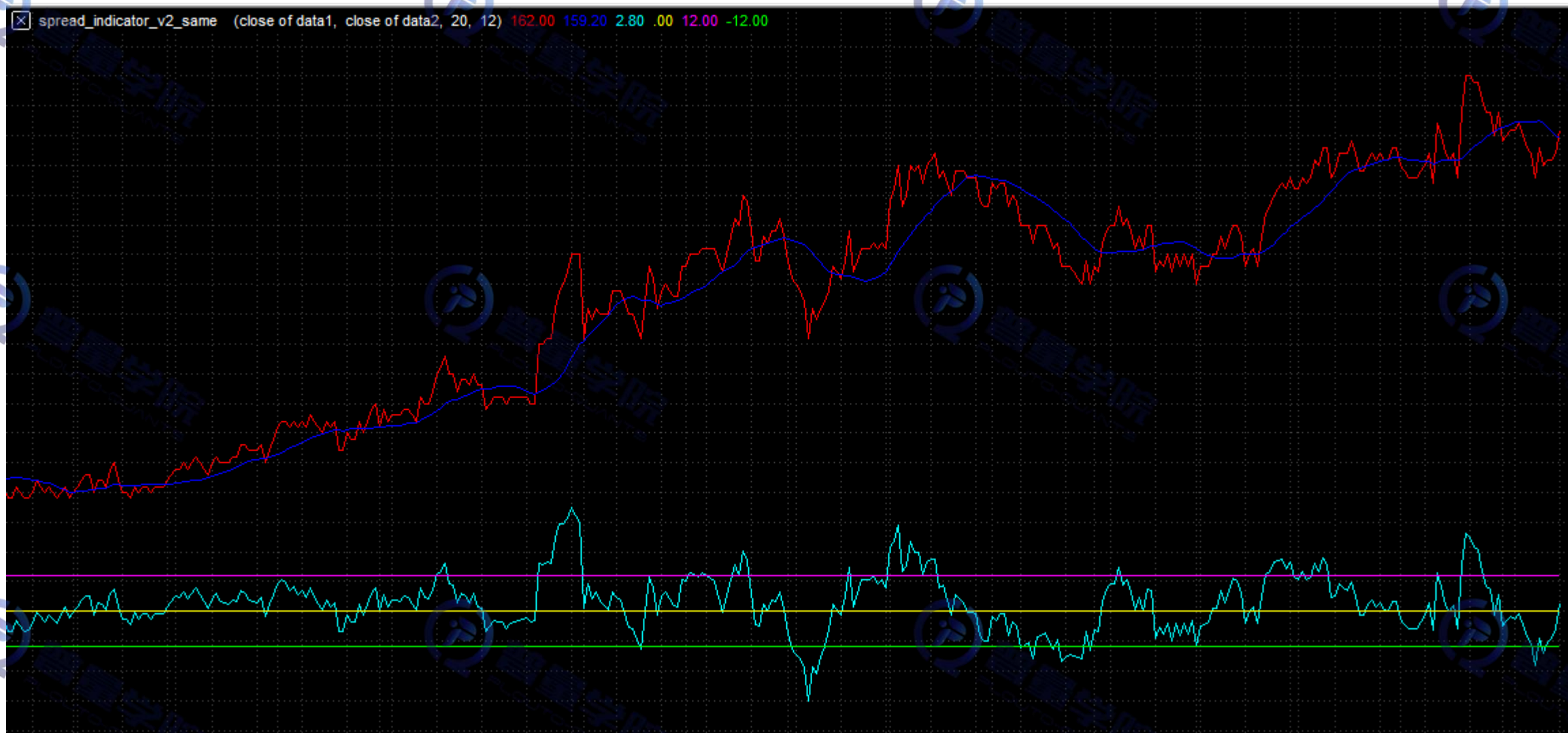
跨期价差 vs. 交易时机 (PTA) •



环境准备 •

- 新建工作区，新建图表窗口
- 选择期货品种CZCE.ta 1809（PTA主力，主图），插入商品
- 选择期货品种CZCE.ta 1901（PTA最活跃的非主力合约，子图）
- 分别设置商品，数据范围均从2018/1/1开始
- 切换到15分钟K线，数据自动回补完成
- 同一工作区，新建图表，相反的顺序添加这两个商品，同样时段，同样周期

本例编程方案-用乖离率衡量价差变动 ●



价差乖离率指标计算及显示的代码 •

```
// spread_indicator_v2_same
```

Inputs:

```
data_series1(Close of data1), data_series2(Close of data2),  
length1(20), thrust_th(12);
```

Variables:

```
diff(0), ma1(0), bias(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
ma1 = AverageFC(diff, length1);  
bias = diff - ma1;
```

```
Plot1(diff, "spread_diff");  
Plot2(ma1, "ma_curve");  
Plot3(bias, "bias");  
Plot4(0, "zero_line");  
Plot5(thrust_th, "upper");  
Plot6(-thrust_th, "lower");
```

策略要点

- 以乖离率的偏离程度作为入场条件
- 以乖离率回归零轴作为价差恢复标志
- 同方向（等间隔）最多允许两次加仓

策略属性

属性 自动交易 回测 警报

交易成本

手续费规则 No Commission 管理规则...

滑价: \$ 0 ☐ 每笔交易 ☐ 每股/每手

原始资金: \$ 100000 利率: 2 %

指标运算参考的最大Bars数量 50

部位限制

☒ 最多允许 10 笔与目前仓位同向的进场委托单

☐ 当委托由不同的进场产生

☒ 无论委托是否由同一进场产生

单个商品的最大部位数量 65000

委托数量（未由信号指定的情况下）

☒ 固定股数/手数 1

☐ 固定投资金额: 10000

无条件舍去至 1 股数/手数

最小投资股数/手数: 0

产生交易信号的代码 •

// spread_signal_v2_same

Inputs:

```
data_series1(Close of data1),  
data_series2(Close of data2),  
length1(20), thrust_th(12);
```

Variables:

```
diff(0), ma1(0), bias(0), add_pos_cnt(0);
```

```
diff = data_series1 - data_series2;  
ma1 = AverageFC(diff, length1);  
bias = diff - ma1;
```

```
// clear all positions, if applicable  
if marketposition = 1 and bias cross over 0 then  
begin  
    sell next bar at market;  
    add_pos_cnt = 0;  
end;  
  
if marketposition = -1 and bias cross under 0 then  
begin  
    buytocover next bar at market;  
    add_pos_cnt = 0;  
end;
```

```
// add long positions, if applicable  
if add_pos_cnt = 0 and bias cross over thrust_th then  
begin
```

```
    sellshort next bar at market;  
    add_pos_cnt += 1;
```

```
end;
```

```
if add_pos_cnt = 1 and bias cross over 2*thrust_th  
then begin
```

```
    sellshort next bar at market;  
    add_pos_cnt += 1;
```

```
end;
```

```
// add short positions, if applicable  
if add_pos_cnt = 0 and bias cross under -thrust_th  
then begin
```

```
    buy next bar at market;  
    add_pos_cnt += 1;
```

```
end;
```

```
if add_pos_cnt = 1 and bias cross under -2*thrust_th  
then begin
```

```
    buy next bar at market;  
    add_pos_cnt += 1;
```

```
end;
```


单图表回测 ●

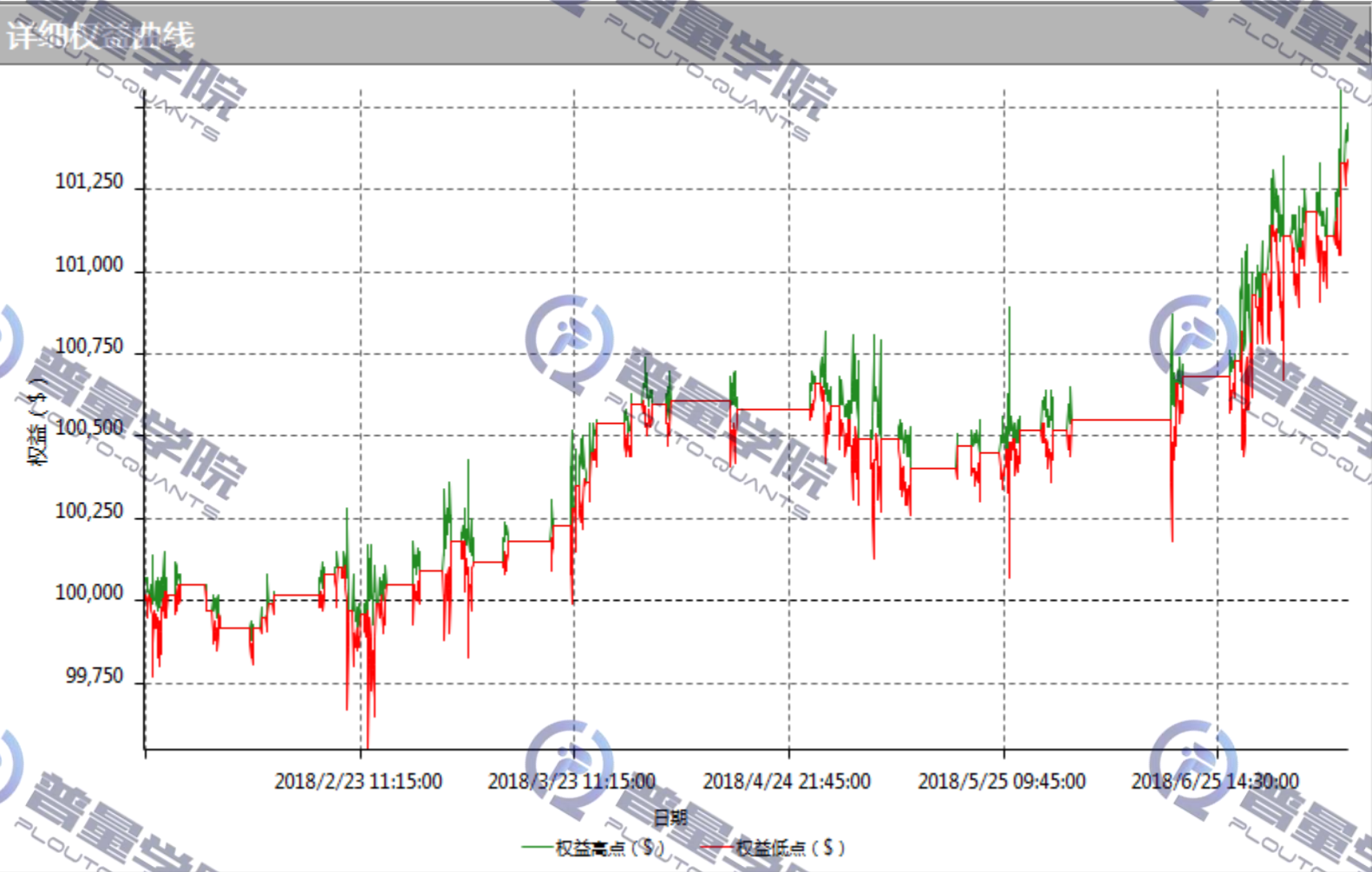


PTA 1809-1901



PTA 1901-1809

组合回测 ●

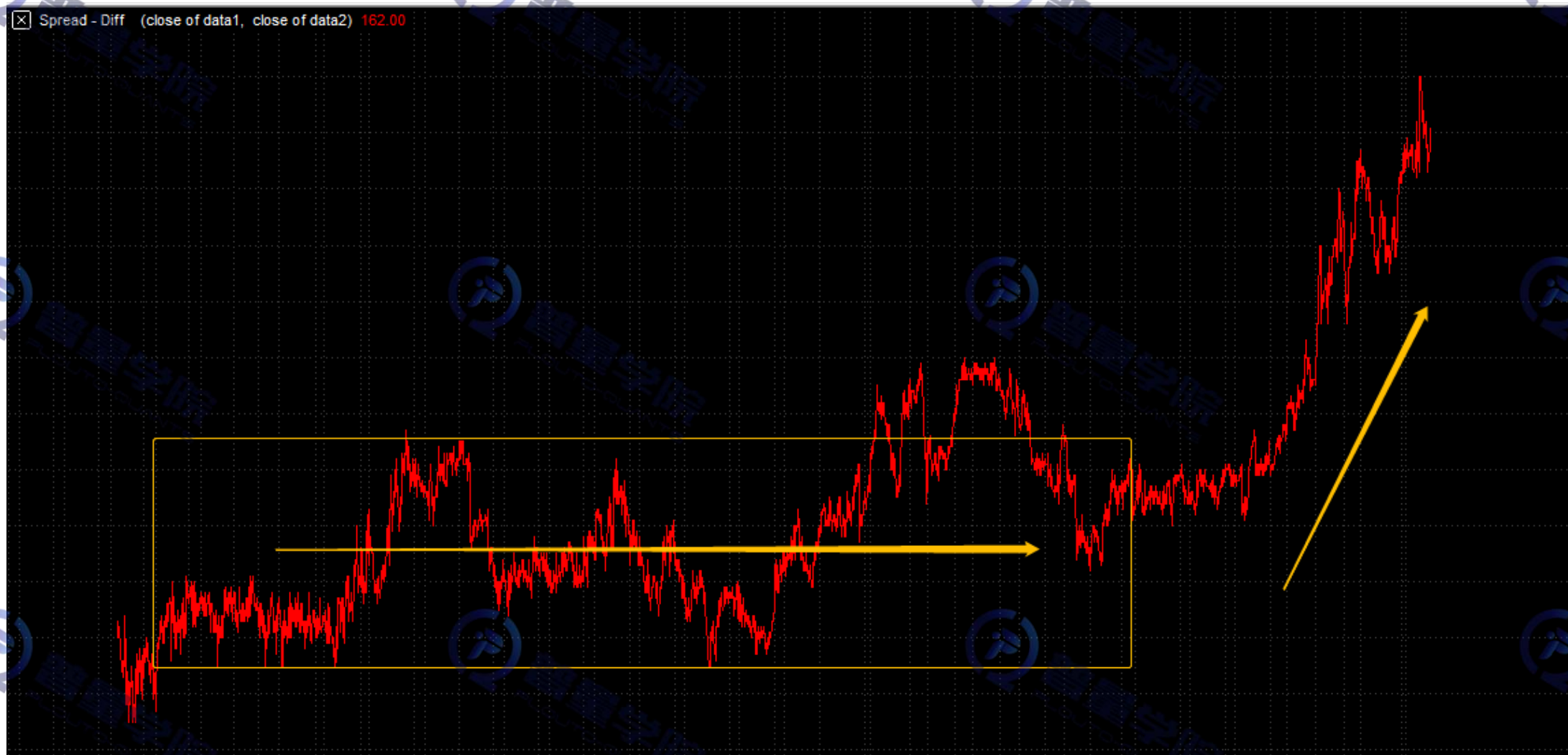




优化改进思路

PART THREE

价差回归特性是否显著 •



其它价差计算方法（股票例） •

- 价差定义

- $s_t = \log(P_t^A) - \beta \log(P_t^B)$

- 其中，通过回归分析，得到系数 β

- 标准化处理

- $s'_t = (s_t - \mu_{s_t}) / \sigma_{s_t}$

【参考原文】 <https://www.joinquant.com/post/12940>

可尝试改进的方向 •

- 不同周期
- 常用技术指标和信号
- 止盈止损
- 动态加减仓
- 多品种多策略组合...

```
SetStopContract;  
SetDollarTrailing(200);
```

配对交易策略



资料来源：Wind资讯，申万期货研究所

— 答疑热线 —

牛小秘

微信：niuxiaomi1

