

---

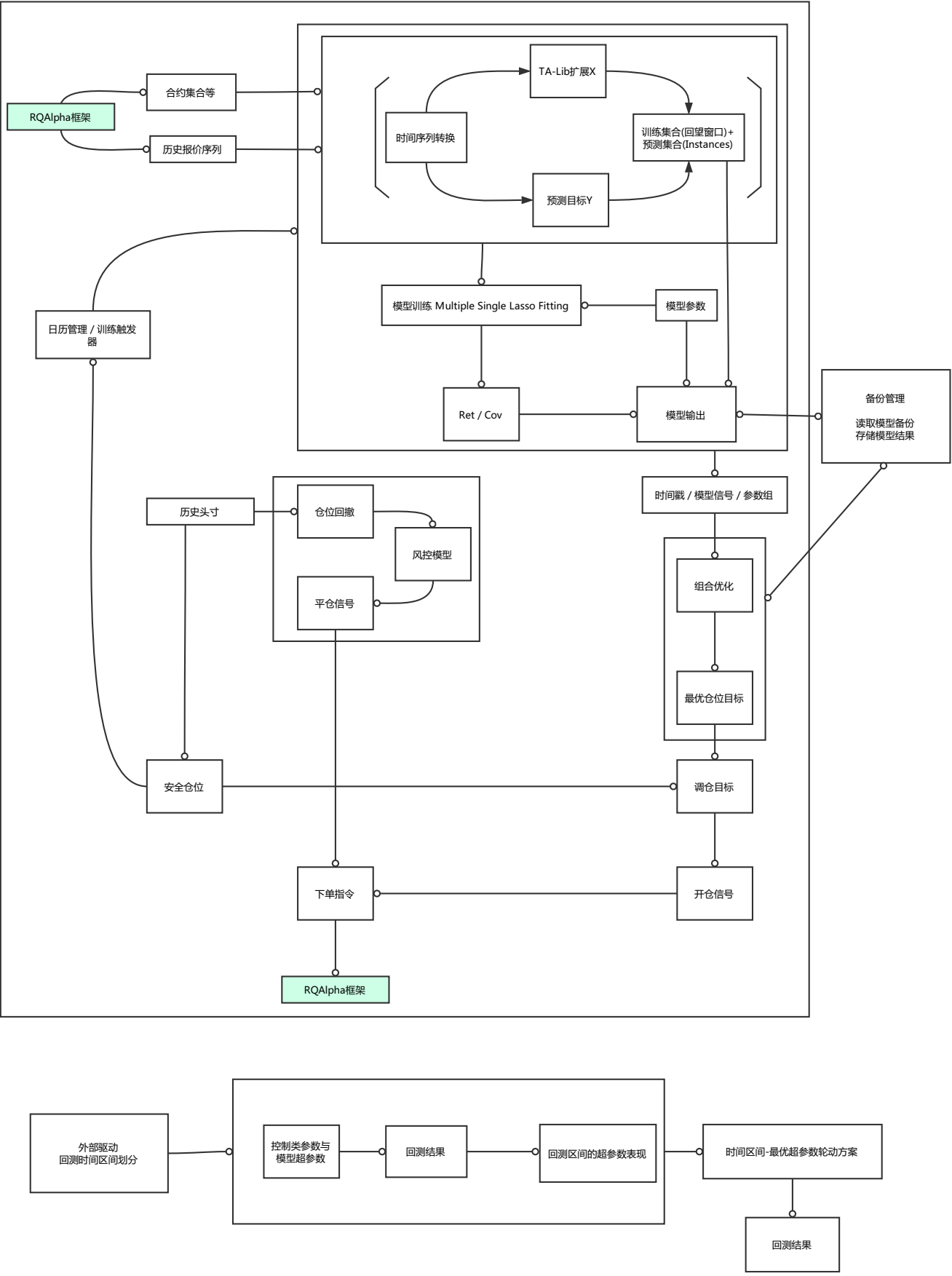
## 多因子趋势模型期货调仓策略-基于RQAlpha回测框架\*

回测流程示意图	2
回测框架指标函数	3
期货future_account对象	3
期货position对象	3
期货instrument对象	3
仓位控制指标函数	4
市值仓位控制	4
记录历史头寸	4
Mean-Variance优化	7
方案一：仓位同比放大	7
方案二：直接单数优化	8
时间序列转换	8
高维因子 X	8
预测目标 Y	9
基础模型构建	10
优化目标	10
数据对齐	10
预测方法	10
超参数清单	11
策略控制	11
仓位控制	11
模型控制	11
实验比较	12

---

\* RQAlpha提供的离线版期货回测功能限制较多，本文提供一个策略示例。

# 回测流程示意图



# 回测框架指标函数

## 期货future\_account对象

属性	类型	注释	本文记号
cash	float	可用资金	$Cache(t)$ 表示 $t$ 时刻账户可用资金额
market_value	float	投资组合当前所有期货仓位的名义市值的加总	$MarketValue(t)$ 表示 $t$ 时刻投资组合的市值
holding_pnl	float	当日浮动盈亏	
realized_pnl	float	当日平仓盈亏	
transaction_cost	float	当日费用	$TransCost(t)$ 表示 $t$ 时刻交易费用
positions	dict	一个包含期货子组合仓位的字典，以 order_book_id 作为键，position 对象作为值	
margin	float	已占用保证金	$MarginAll(t)$ 表示 $t$ 时刻保证金总额
buy_margin	float	多头保证金	
sell_margin	float	空头保证金	

## 期货position对象

属性	类型	注释	本文记号
order_book_id	str	合约代码	
market_value	float	当前仓位的名义价值。可为负。	$MarketValueSingle(n, t)$ 表示 $t$ 时刻资产 $n$ 的市值
buy_quantity	int	多头持仓	$LotOfBuy(n, t)$ 表示 $t$ 时刻资产 $n$ 的多头数
sell_quantity	int	空头持仓	$LotOfSell(n, t)$ 表示 $t$ 时刻资产 $n$ 的空头数

## 期货instrument对象

参数	类型	说明	本文记号
order_book_id	str	期货代码，期货的独特的标识符	
margin_rate	float	期货合约最低保证金率	$MarginRatio(n)$ 第 $n$ 个资产的保证金率
contract_multiplier	float	合约乘数，例如沪深300股指期货的乘数为300.0	$Multiplier(n)$ 第 $n$ 个资产的合约乘数

# 仓位控制指标函数

## 市值仓位控制

### 1. 多空标量<sup>†</sup>

$Lot(n)$  第n个资产的下单手数，初始时刻 $Lot(n)$ 为0

$SignLS(n) \in \{+1 (Long), -1 (Short)\}$

定义多空标量  $V(n) = Lot(n) * SignLS(n)$ ，后面记作 $V_n$

### 2. 下单基数

$Base(n) = Multiplier(n) * Lot(n)$

### 3. 下单额

$Money(n) = Price(n) * Base(n)$

### 4. 保证金额

$Margin(n) = Money(n) * MarginRatio(n)$

### 5. t时刻的账户名义价值

$AccountValue(t) = Cache(t) + MarketValue(t)$

### 6. 投资总体杠杆率

$LeverageRatio(n) = 1.0 \div MarginRatio(n)$  为期货合约n的杠杆率，为合约给定。

$GLRatio$  为资金账户的全局杠杆率，即下一时刻下单额与总资金量的杠杆比例

$$\sum_n Money(n) < AccountValue(t) * GLRatio$$

满足上式的充分条件为  $GLRatio \leq \max_n(LeverageRatio(n))$

调仓的目标 $Lot(n, t)$ 只与当前账户名义价值有关，我们的后续策略只与1-6指标有关。

## 记录历史头寸

RQAlpha结算的平仓操作优先昨日头寸，几个方面需要对合约的历史头寸进行跟踪：

1. 同一个合约，方向不变的头寸，只做增量性开仓
2. 对盈利较多的头寸平仓补充现金账户
3. 对亏损较多的头寸平仓避免击穿

目前RQAlpha回测框架只提供四种操作函数，暂无法完成补保证金操作，调仓周期内监控合约并

---

<sup>†</sup>在本策略中约定不同时持有单一instrument的多头和空头

重新建仓。sell\_close(平多仓) sell\_open(卖开) buy\_close(平空仓) buy\_open(买开)

## 7. 头寸列表

$TransList(n) = [(t_1, -1 \text{ or } 1, N), \dots]$ , 是一个三元组列表提供 (时刻, 多空标记, 成交手数) 的一个跟踪列表。

天级别策略下单的基本约定:

1. 一个报价内, 不同时持有空头和多头
2. 一个报价内, 不同时反向操作 (平买 and 买开) 和 (平卖 and 卖开)

$TransList(n)$  表内的每个三元组第二个元素都是-1或者都是1, 该列表按时刻大小正序排列。

## 8. 合约头寸持有期 $(t_s, t_e)$ 内的收益计算

	$TransList(n)$ 为空头记录	$TransList(n)$ 为多头记录
$LotOfBuy(n, t) > 0$	清空 $TransList(n)$ 列表, 增加多头记录	增加多头记录 or 减少最远时刻的订单头寸
$LotOfSell(n, t) > 0$	增加空头记录 or 减少最远时刻的订单头寸	清空 $TransList(n)$ 列表, 增加空头记录
$LotOfBuy(n, t) = 0$ $LotOfSell(n, t) = 0$	清空列表	清空列表

$TransList(n)$  中的某个头寸记录  $(t_s, SignLS(n, t_s), Lot(n, t_s))$

值得注意的是, 这里的 $SignLS(n, t_s), Lot(n, t_s)$  与1-6式中的标记相同, 但含义不同, 也不应是同一个变量。在1-6式中, 这两个含义分别是合约的“多空标记”和“下单手数”的仓位目标指标 或者 仓位累计指标。这儿我们沿用这两个数学标记, 指的是历史时刻  $t_s$  成交的“多空标记”和“手数”。我们可从列表 $TransList(n)$ 中获取头寸建仓时间, 并利用下面的公式计算收益:

$$\Delta(n, t_s, t_e) = [Price(n, t_e) - Price(n, t_s)] * SignLS(n, t_s)$$

$$\Delta Ratio(n, t_s, t_e) = [Price(n, t_e) / Price(n, t_s) - 1] * SignLS(n, t_s)$$

$$RevenueRatio(n, t_s, t_e) = \max(\Delta Ratio(n, t_s, t_e), -MarginRatio(n))$$

$$Revenue(n, t_s, t_e) = RevenueRatio(n, t_s, t_e) * Lot(n, t_s)$$

## 9. 盈亏率与平仓操作

$$\epsilon_{mrr} > \Delta Ratio(n, t_s, t_e) / |MarginRatio(n)| > \epsilon_{mdr}, 0 > \epsilon_{mdr} > -1$$

$\epsilon_{mdr}$  最大亏损率 Maximal Deficit Ratio 表示保证金的最高亏损比例，如果亏损超过该比例，则补足保证金。

在RQAlpha框架现有版本中，我们先执行平仓指令。

$\epsilon_{mrr}$  最大收益率 Maximal Revenue Ratio 表示保证金的最高收益比例，如果收益超过该比例则执行平仓，以撤回现金到现金账户。

也就是说， $TransList(n)$ 列表中的每一笔交易记录，满足  $\Delta Ratio(n, t_s, t_e) / |MarginRatio(n)| > \epsilon_{mrr}$

或者  $\Delta Ratio(n, t_s, t_e) / |MarginRatio(n)| < \epsilon_{mdr}$ ，则平仓  $V_n^{t-1}$  ( $V_n^{t-1} < 0$  平卖， $V_n^{t-1} > 0$  平买)

## 10. 账户名义可用余额

设置  $Surplus(t)$  为账户名义可用余额，由两部分构成：

1. 当前现金账户 ——  $Cache(t)$
2. 多头和空头的平仓市值 —— 即满足 (9) 的所有平仓合约头寸市值

## 11. 仓位调整向量和调仓操作表

调仓向量定义为  $\delta_v(n) = V_n^t - V_n^{t-1}$

其中  $V_n^t, V_n^{t-1}$  分别代表调仓目标仓位和当前仓位的“多空向量”。

	$V_n^{t-1} < 0$	$V_n^{t-1} > 0$	$V_n^{t-1} = 0$
$\delta_v(n) < 0$	卖开 $ \delta_v(n) $ 手	平买 $\min( \delta_v(n) ,  V_n^{t-1} )$ 手 补 $\max( V_n^{t-1}  -  \delta_v(n) , 0)$ 手多头保证金 卖开 $-\min(0, V_n^t)$ 手	卖开 $ \delta_v(n) $ 手
$\delta_v(n) > 0$	平卖 $\min( \delta_v(n) ,  V_n^{t-1} )$ 手 补 $\max( V_n^{t-1}  -  \delta_v(n) , 0)$ 手空头保证金 买开 $\min(0, V_n^t)$ 手	买开 $ \delta_v(n) $ 手	买开 $ \delta_v(n) $ 手

# Mean-Variance优化

1. 资产的预期收益

$$R_n^t = Ret(n, t), R = [R_0^t, R_1^t, \dots, R_{n-1}^t]^T$$

2. 预期收益的协方差

$$Cov_{ij}^t = Cov(i, j, t)$$

当我们接受了  $N$  个资产的报价序列，这两组预测值则由模型根据报价序列给定。

## 方案一：仓位同比放大

1. 优化得到仓位比例  $w$

$$\sum_{i=1}^N R_i^t * w(i) - riskcoef * \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Cov_{ij}^t * w(i) * w(j), \quad s.t. \sum_i \|w(i)\|_1 = 1$$

2. 得到多空方向标量

头寸方向由仓位比例的  $w$  的正负号确定  $SignLS(n) = Sign(w(n))$

头寸的比例满足如下关系

$$V_n = Lot(n) * Sign(w(n)), BaseP(n) = Multiplier(n) * V_n, BaseP(n) = w(n) * coef,$$

确定  $coef$  的值：

$$Base(n) = \|BaseP(n)\|$$

$$Money(n) = Price(n) * Base(n)$$

$$\sum_n Money(n) < AccountValue(t) * GLRatio$$

我们得到如下关系：

$$coef < \{AccountValue(t) * GLRatio\} / \sum_n \{Price(n) * \|w(n)\|\}$$

进而：

$$V_n = [w(n) * coef / Multiplier(n)] \text{ 为正向下取整，为负则向上取整。}$$

## 方案二：直接单数优化

方案一的优化在最终取整过程中会带来一定的偏差，我们不妨直接优化下单手数。

$$\sum_{i=1}^N R_i^t * Multiplier(i) * V_i - riskcoef * \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Cov_{ij}^t * Multiplier(i) * V_i * Multiplier(j) * V_j$$

$$s.t. \sum_i Price(i) * Multiplier(i) * \|V_i\|_1 < AccountValue(t) * GLRatio$$

## 时间序列转换

### 高维因子 X

之前的一个部分需要的两组变量  $R, Cov$  由下面的算法流程完成。

1. 保留  $T$  窗口内  $N$  个资产的价格序列

资产  $N-1$  为  $P_{N-1}^0, \dots, P_{N-1}^{T-3}, P_{N-1}^{T-2}, P_{N-1}^{T-1}$

资产  $N-2$  为  $P_{N-2}^0, \dots, P_{N-2}^{T-3}, P_{N-2}^{T-2}, P_{N-2}^{T-1}$

资产  $N-3$  为  $P_{N-3}^0, \dots, P_{N-3}^{T-3}, P_{N-3}^{T-2}, P_{N-3}^{T-1}$

...

2. TA-LIB 扩展

TA-LIB 提供 MA、ROC、MACD 等几十种技术指标，每一个函数，

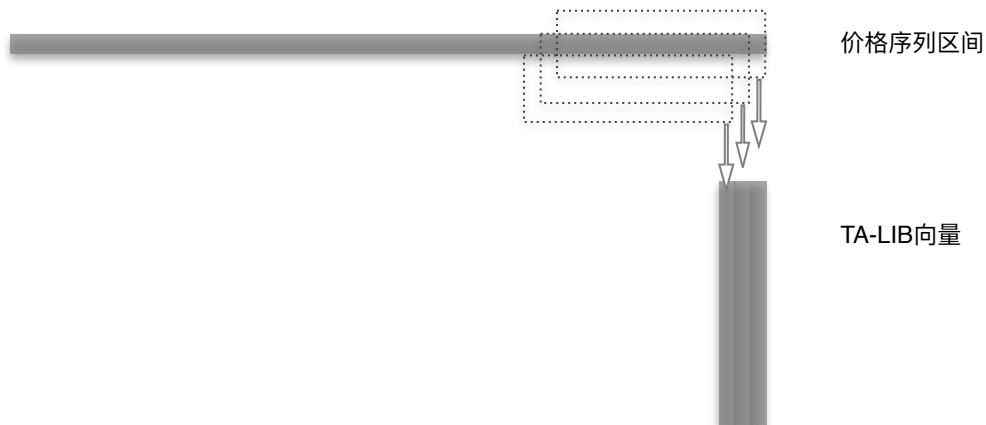
输入两个参数：

$series$  是一个价格序列， $period$  区间长度。

输出一组序列：

$series$  相同长度的序列，但是对“头部”不满足  $period$  时间段要求的返回 nan

因而一个时间序列，经过 TA-LIB 扩展，得到一个多维向量（矩阵）序列。





### 3. 合并多个 $period$ 的“多维向量（矩阵）序列”

多个  $period$  参数经过上述过程，将会产出多个“多维向量（矩阵）序列”，按时间戳对齐它们完成维度扩展。

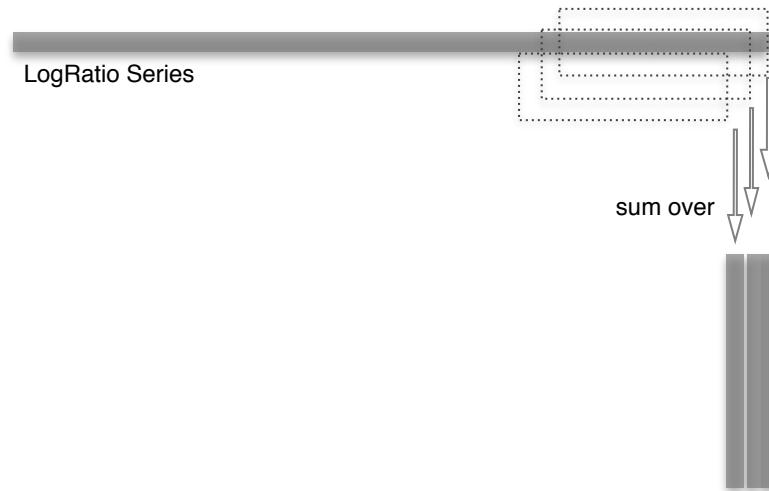
### 4. 合并多个资产的“多维向量（矩阵）序列”

将  $N$  个资产价格的“多维向量（矩阵）序列”，按时间戳对齐它们，再次完成维度扩展。

综合上述过程， $N$  个长度为  $T$  的资产价格序列，利用  $K$  个 TA-LIB 函数进行扩展， $S$  个  $period$  参数，

那么我们可以得到一个维度为  $(N * S * K, T)$  因子矩阵。

限制条件和合法区间为  $T < 2 * period, [-period : ]$ ，后续补充对 TA-LIB 扩展包的说明。上述去除掉  $nan$  数值的数据，得到一个  $(NSK, T')$  因子矩阵。



## 预测目标 Y

### 1. 资产价格的收益序列

定义 Log 收益比率为  $LogRatio_{t+1} = Log(P_{t+1}) - Log(P_t)$ ，一段  $N$  长度时间内的 Log 收益比率和记为

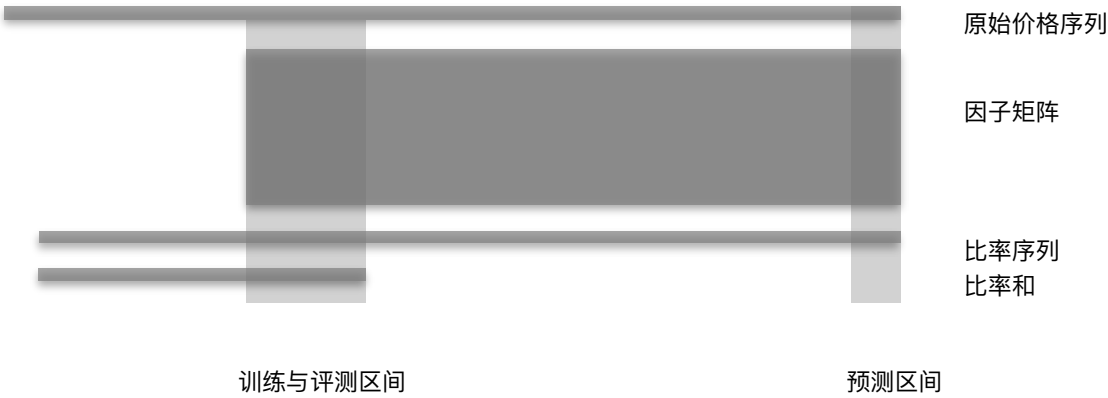
$$\sum_{t=0}^{N-1} LogRatio_{t+1}。通常计算周期为目标时间戳的下面一个月。$$

# 基础模型构建

## 优化目标

优化问题的目标函数为  $argmin_W \|X_{(T',NSK)}W_{(NSK,L)} - Y_{(T',L)}\|_2^2 + \lambda \|W\|_1$ ，其中，X为因子矩阵，  
W为参数矩阵，Y为目标值矩阵。

## 数据对齐



## 预测方法

获得上述优化公式的解  $\hat{W}_{(NSK,L)}$ ，则结果为  $X_{pred}\hat{W}_{(NSK,L)}$  的均值。

# 超参数清单

## 策略控制

符号	说明
backtest_starting_date	开始时间
backtest_end_date	结束时间
factor_model_cycle	模型训练周期 [天、周、月]
portfolio_adjust_cycle	组合调仓周期 [天、周、月]
future_starting_cache	期货账户初始资金
symbol_list	期货连续合约symbol列表

## 仓位控制

符号	说明
$GLRatio$	全局杠杆率，满足如下不等式 $GLRatio \leq \max_n(LeverageRatio(n))$
$\epsilon_{mdr}$ Maximal Deficit Ratio $\epsilon_{mrr}$ Maximal Revenue Ratio	历史头寸的平仓信号阈值 最大亏损率，最大收益率

## 模型控制

符号	说明
lookback_window	回望窗口

实验比较

