



# 第八讲

# 如何获取Alpha

金融大数据与量化分析

Financial Big Data and Quantitative Analytics





# 课程目录

- Alpha的实操框架
  - 股票型Alpha策略
  - 商品期货的配对套利
- 更多交易型策略的逻辑简介
  - 多空策略
  - 回归策略



# 回顾上节课：4个经典资金管理模型

- 每一固定金额交易一个单位
- 等价值交易单位
- 百分比风险模型
- 百分比波动幅度模型

# 回顾上节课：持续风险与加减仓

- 总资金200,000, 总风险率2%, 总风险4,000
  - 400元建仓4手：160000
  - 初始ATR为10, 止损：390
- 价格增加一个初始ATR，涨到410，当前ATR为15
  - 止损395
  - 如果加仓一手，风险暴露为  $(400-395) *400+ (410-395) *100=3500$
  - $3500 < 4000$
- 结论：可以加仓一手



# 回顾上节课：本福特定律

自然数1到9的出现概率与拟合情况



# 课程的Roadmap

## 量化交易初阶

- 量化是什么？为什么要量化？
- 量化交易体系的逻辑基础
- 看一看如何创建一个量化交易策略
- 量化交易策略的开发案例
- 量化策略的完善和检验
- 分组开发一个量化交易策略

## 量化交易进阶

- 构造更精细的量化信号系统
- 更深入的问题：资金管理与量化特征
- **绝对收益型策略：获取alpha**
- 风险管理和投机工具-期权
- 策略诊断与专业机构的玩法
- 专题报告与调研

## 实践出真知

- 量化策略的体系化研发
- 实战案例分析
- 期末策略路演

金融数据分析环境

金融数据管理

金融数据处理  
的数学工具

金融数据的  
统计学工具

统计模拟

金融衍生品  
分析库



# 本次课的教学内容

## 名词术语

配对套利

对冲

IOPV

多空策略

回归策略

## 4、下次课展望

## 如何获取Alpha

### 1、上次课回顾与本次课概述

金融工程模型按交易品种分类

股票型Alpha模型

股票型Alpha策略的基本逻辑

股票型Alpha策略的收益特点

配对交易策略原理

商品期货品种的相关性分析

商品配对策略实例

商品交易策略的综合实例

### 2、Alpha的实操框架

商品期货配对套利策略

Alpha策略的一般开发流程

### 3、获取Alpha的交易型策略的逻辑

多空策略

基本逻辑

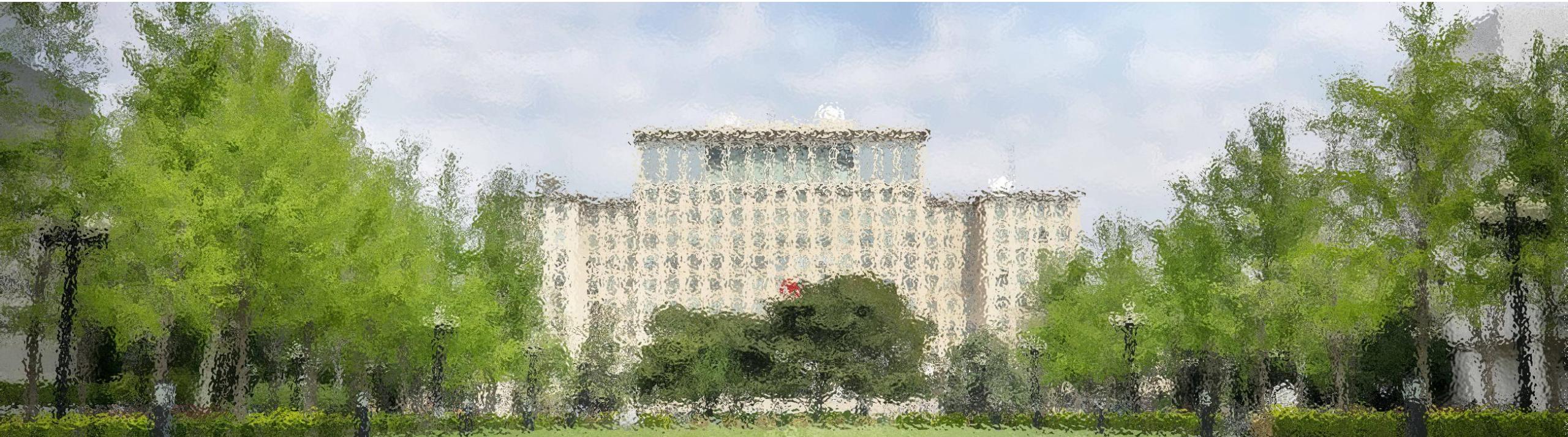
案例：HANS123策略

回归策略

基本逻辑

案例：ETF套利策略





# 01 Alpha的实操框架： 以股票和商品期货为例



# 绝对收益alpha

## ■ Alpha定义

$$r_P = \beta_P \cdot r_B + \alpha_P + \epsilon_P$$

$\alpha_P$ : 反映了组合P相对于业绩基准组合B的超额收益能力，与大盘的波动无关，也就是我们想获取的**绝对收益**。

## ■ Alpha的广义定义

在交易中关于持有头寸选择和买卖时机把握的技巧

## ■ Alpha获取的手段：金融工程模型（简称金工）

狭义的金融工程，一般专指金融产品设计。

广义的金融工程，是指一切利用工程化手段来解决金融问题的技术开发，它不仅包括**金融产品设计**，还包括**金融产品定价**、**交易策略设计**、**金融风险管理**等各个方面。



# 金融工程模型分类 - 基于交易品种

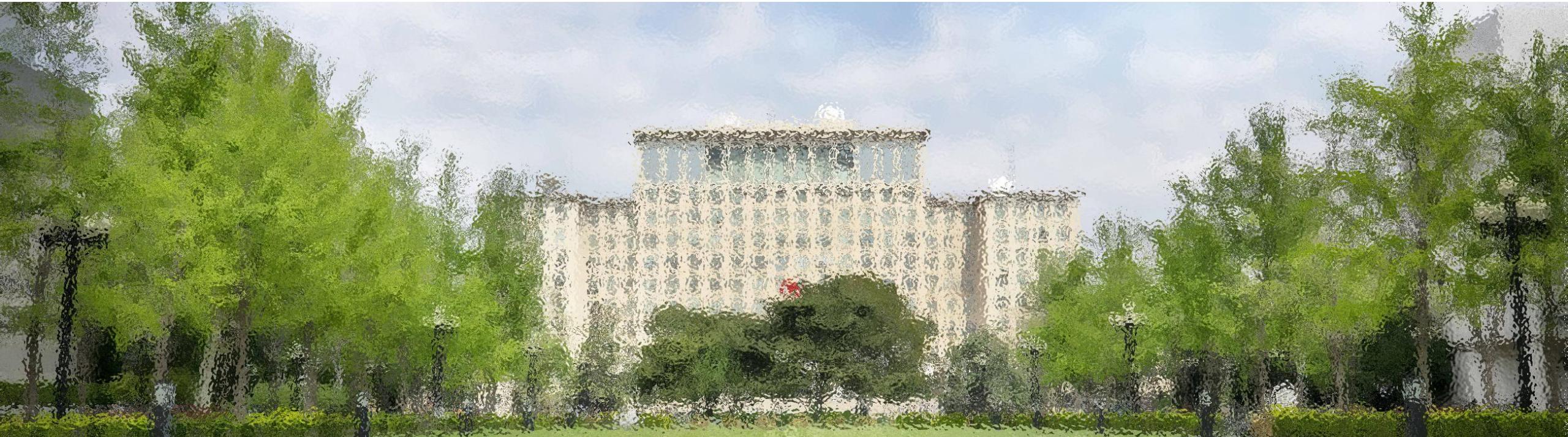
注：所谓CTA,是指商品交易顾问(Commodity Trading Advisor), 是期货行业中的一种基金管理方式。



在A股市场，一个新韭菜被市场收割，平均历经多久？

- A 3个月到半年
- B 半年到一年
- C 一年到两年
- D 两年以上

提交



# 01-1 股票型Alpha策略



# 股票型Alpha策略基本逻辑

## 投资组合

- **投资组合的建立:** 一部分是精选A股市场最好的股票，构建现货投资组合；另一部分是做空股指期货，利用股指期货低成本、高杠杆的特性，对冲系统风险。以贝塔对冲为主要对冲方式，也可市值对冲。

## 策略收益

- **策略收益和回撤:** 根据历史测试，本策略提供股指期货Alpha对冲交易机会，构建股票和股指期货对冲组合。

## 适合投资者

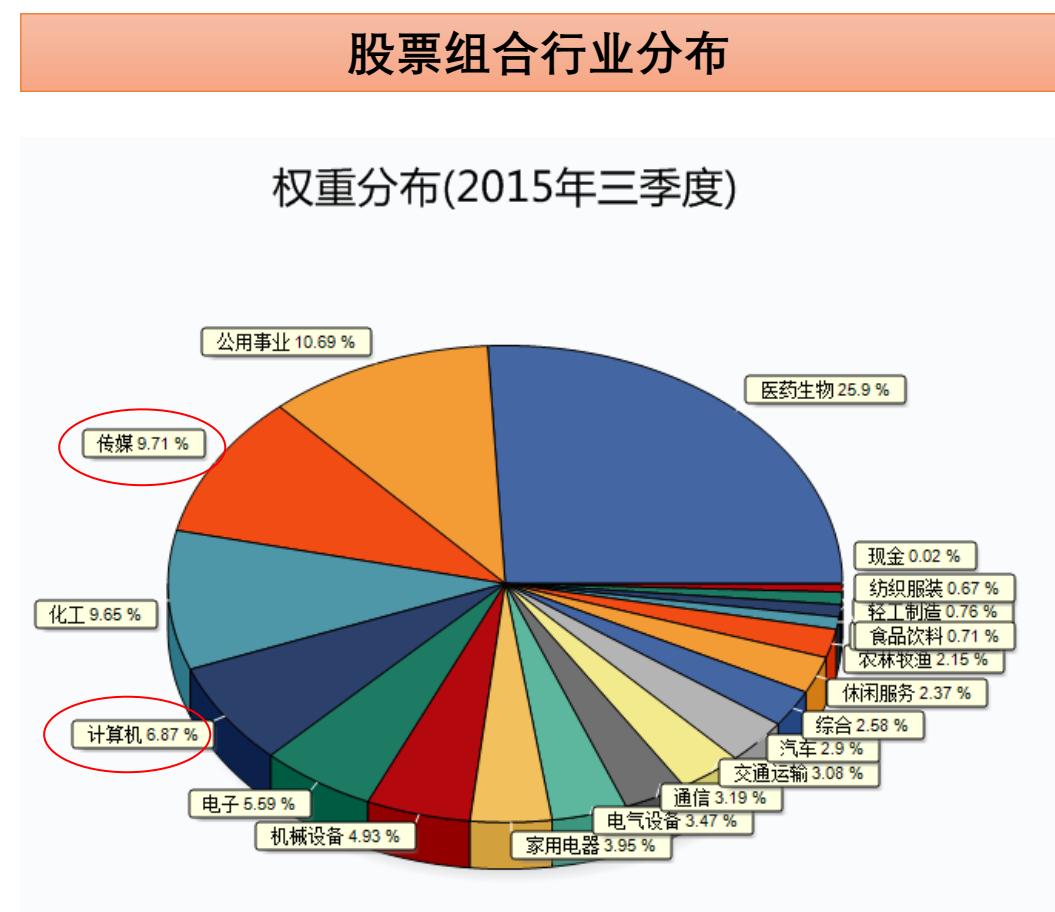
- **适合投资者:** 该策略为高风险高收益率投资策略，适合高风险偏好，中等资金规模的投资者。



# 一个典型的股票型Alpha策略基金案例

## 持仓分析 (2015Q3) : 超配传媒、计算机

- ❖ 目前股票组合从行业分布来看，传媒板块权重明显高于一般指数权重，显示该板块2015年3季度报告财报强劲。
- ❖ 从目前跟踪市场表现来看，传媒板块所选个股明显跑赢市场。
- ❖ 与互联网相关的计算机行业权重也明显偏高，显示目前市场对“互联网+”概念的炒作存在一定业绩支撑，并非完全概念炒作
- ❖ 目前市场业绩表现突出行业分布类似2013年初期状况，市场结构性行情有望延续至2016年一季度。



资料来源：Wind资讯，申万期货研究所



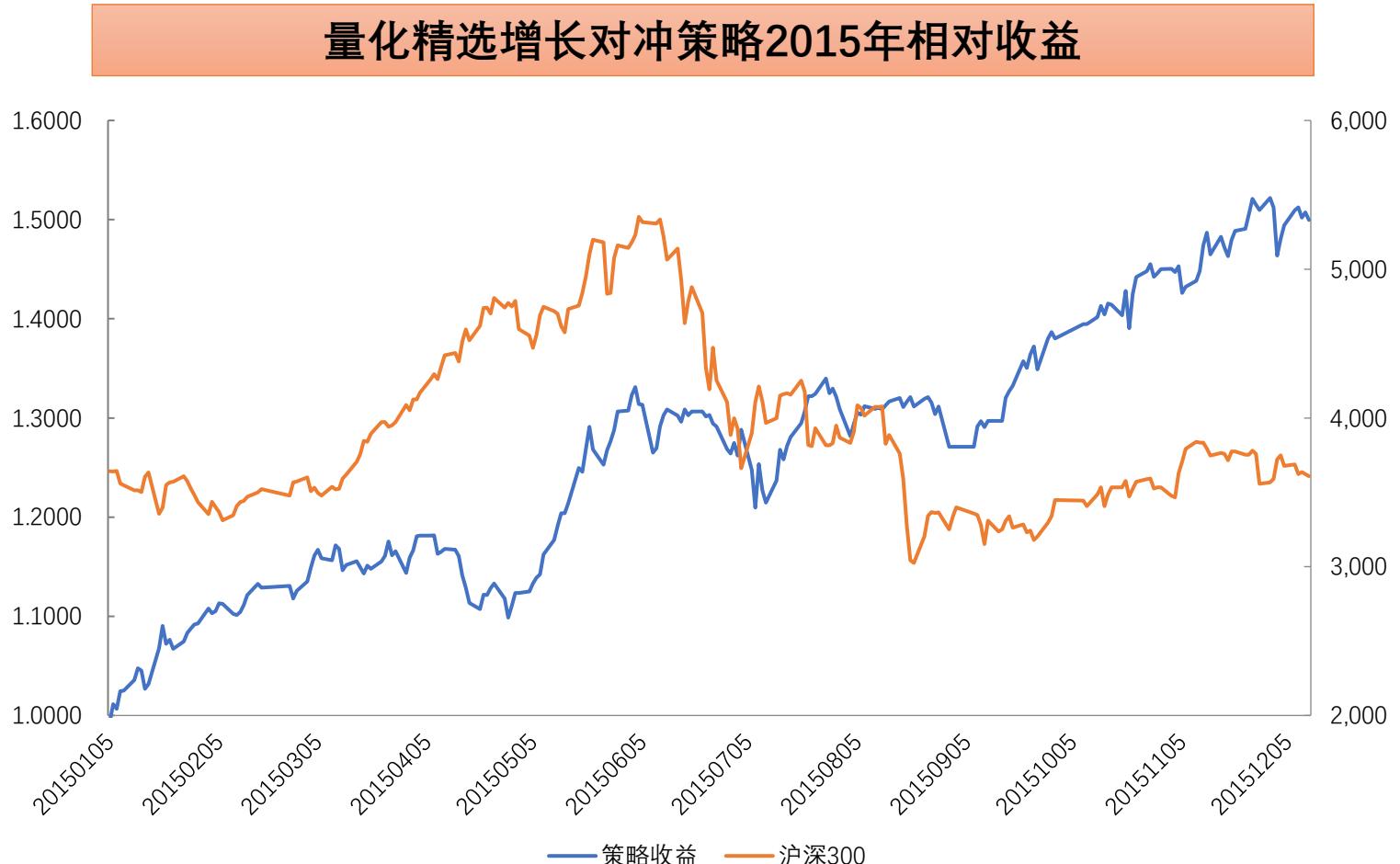
# 典型的股票Alpha策略模型的收益特点

如何读懂这张图？

**请大家投稿：**

- 1、牛市初期有什么特点？
- 2、牛市中期有什么特点？
- 3、熊市初期有什么特点？

锻炼一下自己的眼力



资料来源：Wind资讯，申万期货研究所

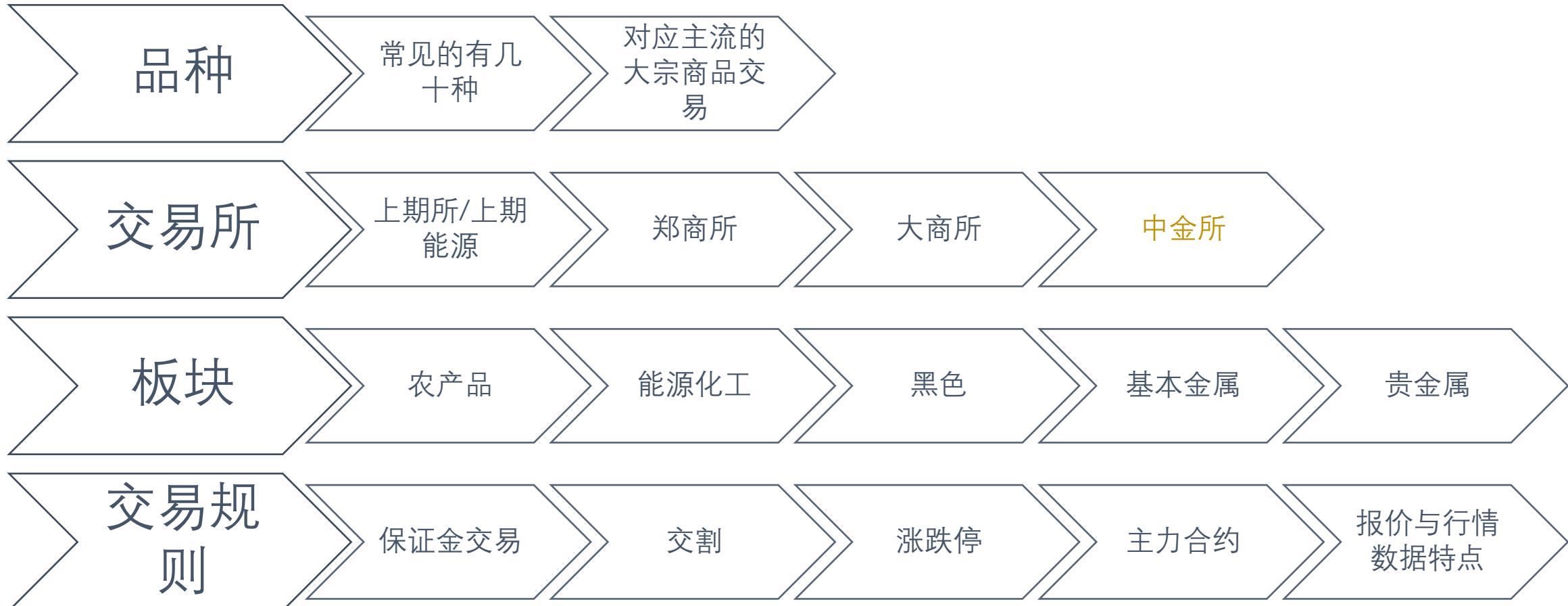




# 01-2 商品期货策略



# 复习：商品期货交易基础知识



# 商品套利（配对）

- 商品配对交易（Pairs Trading）是利用基本面分析和量化方法寻找同一产业链或板块中商品品种间价格波动相关规律，通过做多一个品种，同时做空另外一个配对品种的交易，获得相对稳定的价差波动收益。
- 国外配对交易已经广泛应用股票交易中，在融资融券发展到一定程度后，相信在A股市场中也会得到广泛应用。
- 在商品期货市场上，同一产业链或板块中，上下游品种和相互替代品种越来越多，配对交易已成为商品对冲交易重要的策略类型之一。

# 商品套利（配对）交易策略原理

- ❖ 商品市场品种间相关性是配对交易的基础

- ❖ 配对交易策略一般选择品种间联动性较强的板块，如为黑色、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。

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



根据商品期货品种之间的相关性，是否可以筛选出配对套利的标的？

- A 可以，选相关性强的
- B 不行，相关性很可能不稳定
- C 除了统计相关性，还应该关注基本面逻辑；相关性分析也需要考虑不同的时间周期等因素

提交

# 商品板块与产业链

国内大宗商品期货市场的五大产业链条，可进行产业内、产业间交易



## 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

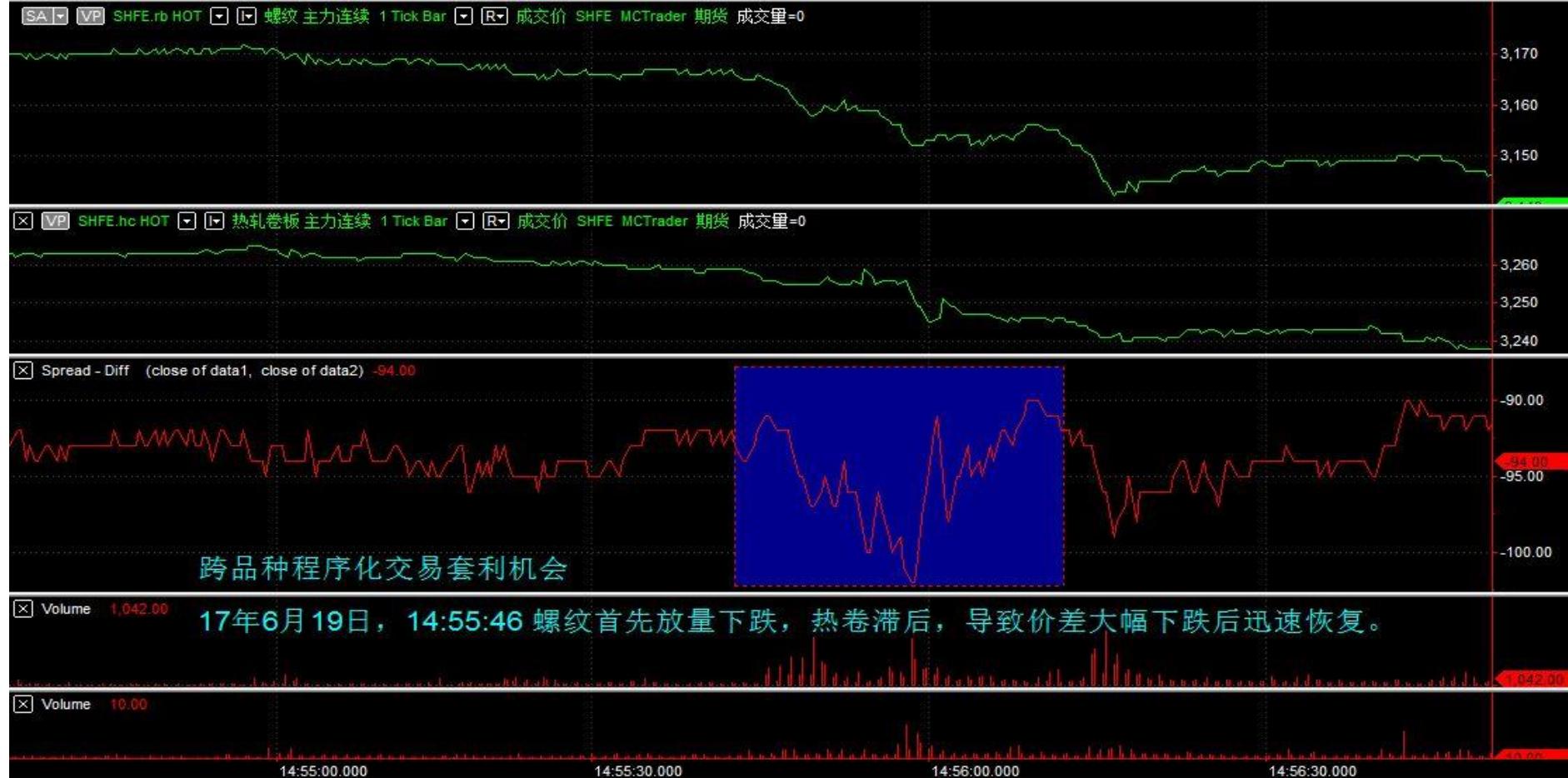


## 金银

矿产企业、贵金属加工销售企业、贵金属投资企业



# 商品配对交易举例-1：跨品种套利



螺纹钢和热卷品种都是钢材，相关性很大。由于两个品种变化时间有差异。当螺纹钢先下跌后，做多螺纹钢，做空热卷。当热卷也跟随下跌后获利平仓。上图中第三行为螺纹钢减热卷价差。方框中发现有价值差大规模下跌则做多价差。价差恢复后获利平仓。

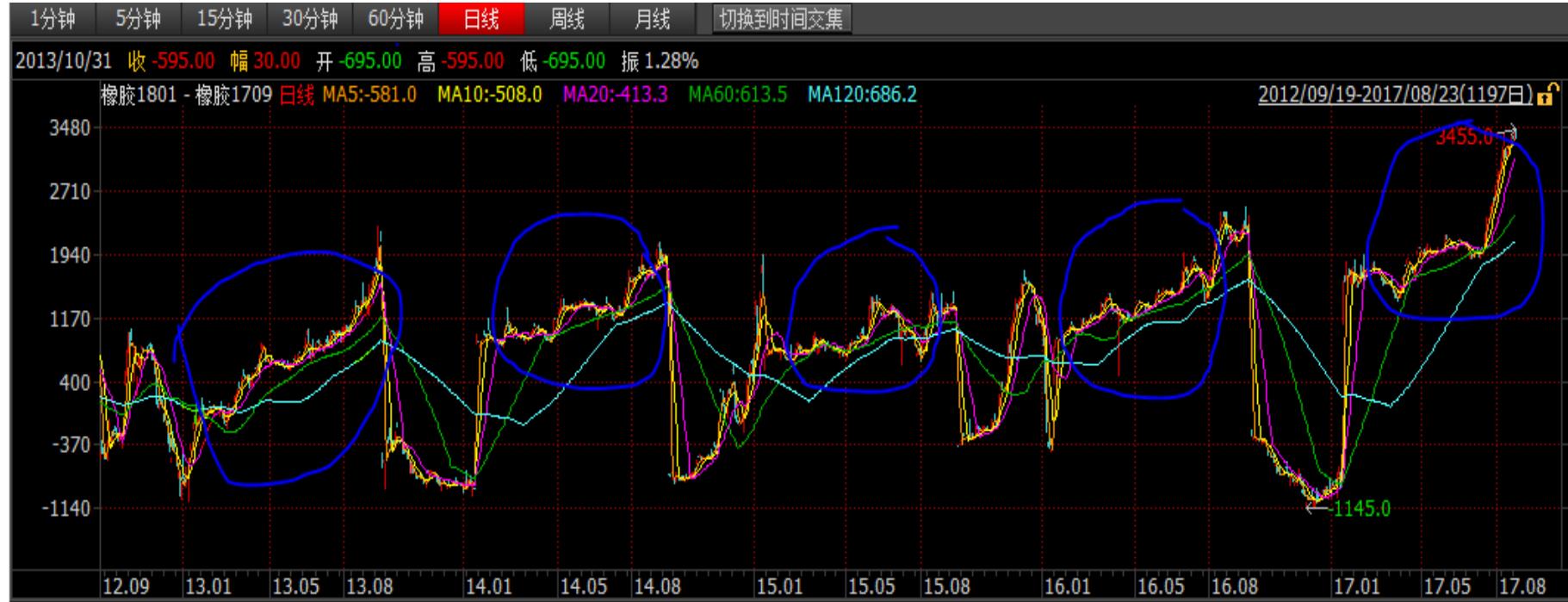
# 商品配对交易举例-2：跨期套利



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。在上图中第三行方块中价差瞬间下跌，此时可进场做多，价差恢复后平仓。



# 商品配对交易举例-3：产品特性跨期



橡胶的一月和九月合约的价差在过去的几年中一直存在单方向套利机会（如上图蓝色圆圈内显示）。一月减去九月合约在二月到八月间单向向上。这主要是由于每年新老橡胶的基本面差异导致。可以利用此规律做多价差。进行技术指标分析的同时也会加入基本面的判断，可提高交易策略的胜率。



# 商品套利（配对）交易策略的综合实例

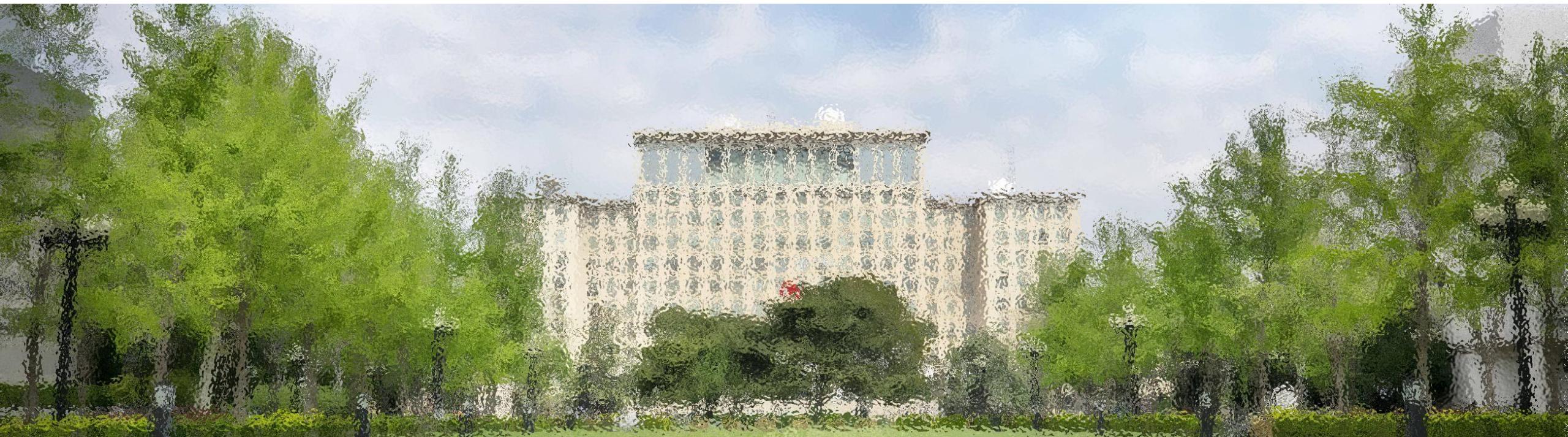
- ❖ 配对交易的品种对选择主要是根据基本面和相关性进行筛选。
  - 为了分散风险，品种对选择较为丰富为好，策略可覆盖农产品、化工、黑色和基本金属。
  - 不同时期每个板块波动具有很强差异性，使得板块间策略收益性具有一定互补性。
- ❖ 历史回测时间段从2013年1月4日至2015年12月9日，共计710个交易日。
- ❖ 商品配对交易策略总收益为75.95%，同期农产品、化工、黑色和基金金属板块配对交易收益分别为76.90%、12.48%、39.17%和67.29%。
- ❖ 商品配对交易策略的月均收益2.16%，盈利天数为387天，占比54.51%。最大回撤幅度为5.04%。



商品配对交易策略收益统计

年化收益	年化波动	夏普比率
20.06%	12.86%	1.56
实际年收益	最大回撤	收益风险比
25.89%	-5.04%	5.13

资料来源：Wind资讯，申万期货研究所



# 01-3 Alpha策略的一般研发流程



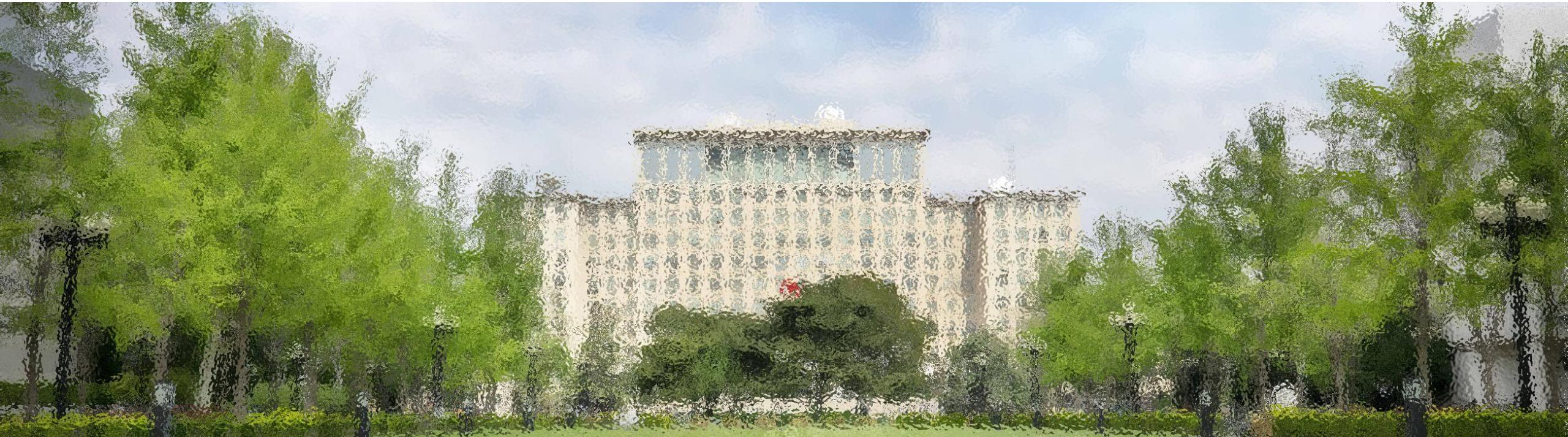
# 投资交易模型基本研发流程



# 策略层面的实操综合-总体策略规划

开发Alpha策略对  
量化研发的能力要  
求，是一种全面综  
合能力





## 02 获取Alpha的交易型策略的逻辑



# 什么是交易型策略？

根据市场交易中经常出现的某种规律性现象，可以制定的相应获利策略，称为**交易型策略**

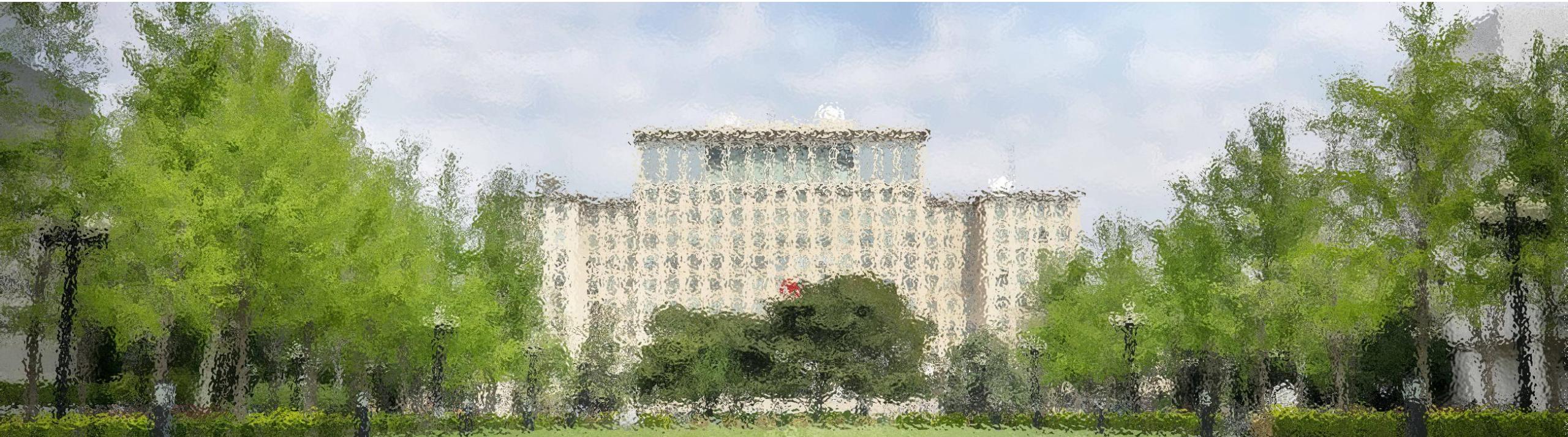
## ■ 思考题

- 这些规律性现象，是真规律还是假规律（巧合）？
- 历史规律能否重现？

## ■ 常见类型

- 多空策略：假设“强者恒强、弱者恒弱”
- 回归策略：假设“强弱交替、天道轮回”





# 02-1 多空策略





# 多空策略

交易标的

- 单个品种
- 配对价差

策略基本  
逻辑假设

- 强者恒强
- 做价格（或价差）的发散



# HANS123-策略原理

## ■ HANS123背景

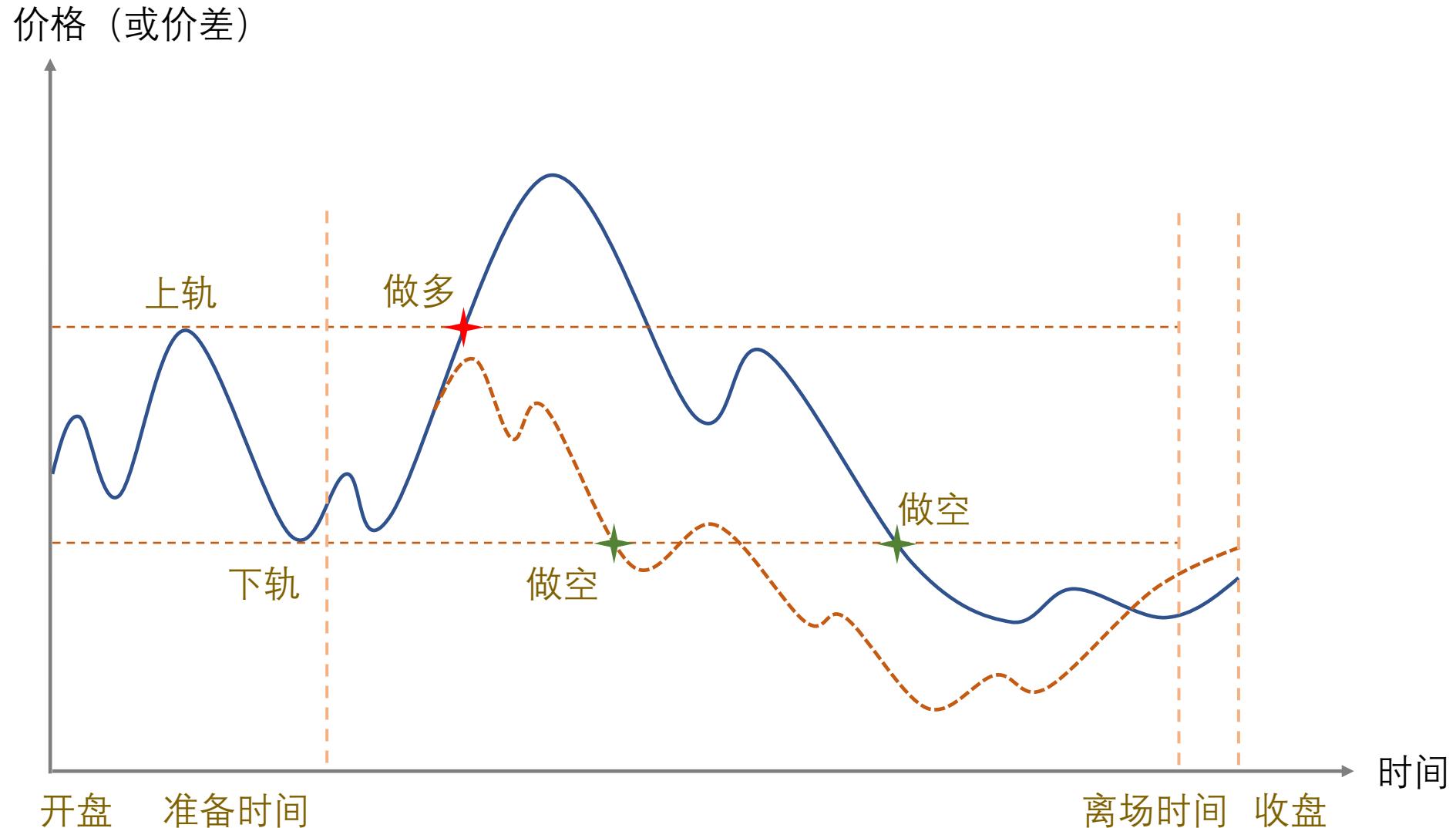
- 曾应用于外汇市场的一个经典策略

## ■ HANS123 策略逻辑

- 日内交易策略，趋势突破系统
- 在开盘30分钟后准备入场
- 上轨 = 开盘后30分钟内的高点
- 下轨 = 开盘后30分钟内的低点
- 当价格突破上轨，买入开仓
- 当价格跌穿下轨，卖出开仓
- 突破时如已有持仓，则先止损再反手
- 如有持仓，在收盘前无条件平仓



# HANS123原理示意图



//准备中间变量

INPUT:SS(1,1,10000,1),NMIN1(30,1,1000,1),NMIN2(10,1,100,1),N1(0,0,100,1);

N:=BARSLAST(DATE<>REF(DATE,1))+1;

开盘30分钟最高价:=VALUEWHEN(TIME<=090000+NMIN1\*100,HHV(H,N));

开盘30分钟最低价:=VALUEWHEN(TIME<=090000+NMIN1\*100,LLV(L,N));

手数:=SS;

上轨:开盘30分钟最高价+N1\*MINDIFF;

下轨:开盘30分钟最低价-N1\*MINDIFF;

//条件

开多条件:=C>上轨;

开空条件:=C<下轨;

//交易系统

IF TIME>090000+NMIN1\*100 AND TIME<150000-10\*100 THEN BEGIN

开多:BUY(开多条件 AND HOLDING=0,手数,MARKET);

开空:BUYSHORT(开空条件 AND HOLDING=0,手数,MARKET);

END

//平仓

IF TIME>=150000-NMIN2\*100 THEN BEGIN

收盘平多:SELL(1,手数,MARKET);

收盘平空:SELLSHORT(1,手数,MARKET);

END

当前持仓:HOLDING,COLORGRAY,LINETHICK0;

当前资产:ASSET,NOAXIS,COLORGRAY; //输出当前资产，但不影响坐标最高最低值



编程语言：PEL  
运行环境：金字塔  
(系统交易示例)

```
# encoding: utf-8
from gmsdk.api import StrategyBase
from gmsdk import md
from gmsdk.enums import *
import arrow
import time

OPEN_VOL = 5 # 每次开仓量
MAX_TRADING_TIMES = 50 # 最大开仓次数

class Hans123(StrategyBase):
    def __init__(self, *args, **kwargs):
        super(Hans123, self).__init__(*args, **kwargs)
        self.time_flag = False # 是否已获取当天时间标识
        self.data_flag = False # 是否已获取当天上、下轨数据
        self.long_holding = 0; # 持仓量
        self.short_holding = 0;
        self.trading_times = 0; # 当天交易次数
        self.__get_param()

    def __get_param(self): # 获取配置参数
        self.trade_symbol = self.config.get('para', 'trade_symbol') # 交易证券代码
        pos = self.trade_symbol.find('.')
        self.exchange = self.trade_symbol[:pos]
        self.sec_id = self.trade_symbol[pos + 1:]
        self.open_time = self.config.get('para', 'open_time') # 开盘时间
        self.hans_time = self.config.get('para', 'hans_time') # hans时间
        self.ex_time = self.config.get('para', 'ex_time') # 强制平仓时间
```

来源：<http://bbs.pinggu.org/thread-5884854-1-1.html>

编程语言： Python  
运行环境：掘金量化

策略文件：Hans123.py  
(分5页显示)





```
def __get_time(self, cur_utc): # 获取当天的重要时间参数
    utc = arrow.get(cur_utc).replace(tzinfo='local')
    cur_date = utc.format('YYYY-MM-DD')
    FMT = '%s %s'
    self.today_open_time = FMT % (cur_date, self.open_time)
    self.today_hans_time = FMT % (cur_date, self.hans_time)
    today_ex_time = FMT % (cur_date, self.ex_time)
    self.ex_time_utc = arrow.get(today_ex_time).replace(tzinfo='local').timestamp
    self.hans_time_utc = arrow.get(self.today_hans_time).replace(tzinfo='local').timestamp
```

```
def __init_band_data(self, bar_type): # 获取上、下轨数据
    bars = self.get_bars(self.trade_symbol, bar_type, self.today_open_time, self.today_hans_time)
    close_list = [bar.close for bar in bars]
    self.upr_band = max(close_list) # 上轨
    self.dwn_band = min(close_list) # 下轨
```

```
def on_tick(self, tick): # tick行情事件
    self.last_price = tick.last_price # 获取最新价
```

```
def on_bar(self, bar): # bar周期数据事件
    # 获取当天的时间参数
    if self.time_flag is False:
        self.__get_time(bar.utc_time)
        self.time_flag = True
```





### # 计算上、下轨

```
if bar.utc_time < self.ex_time_utc and bar.utc_time > self.hans_time_utc:  
    if self.time_flag is True and self.data_flag is False:  
        self._init_band_data(bar.bar_type)  
        self.data_flag = True
```

### # 休市前强平当天仓位

```
if bar.utc_time > self.ex_time_utc:  
    if self.long_holding > 0:  
        self.close_long(self.exchange, self.sec_id, 0, self.long_holding)  
        print('exit time close long: %s, vol: %s' % (self.trade_symbol, self.long_holding))  
        self.long_holding = 0
```

```
elif self.short_holding > 0:  
    self.close_short(self.exchange, self.sec_id, 0, self.short_holding)  
    print('exit time close long: %s, vol: %s' % (self.trade_symbol, self.short_holding))  
    self.short_holding = 0
```

```
return
```

```
if self.trading_times > MAX_TRADING_TIMES:  
    print('trading times more than max trading times, stop trading')  
    return
```

### # 交易时间段

```
if bar.utc_time > self.hans_time_utc and bar.utc_time < self.ex_time_utc:  
    if bar.close > self.upr_band:  
        if self.short_holding > 0:
```





### # 有空仓，先平空仓

```
self.close_short(self.exchange, self.sec_id, 0, self.short_holding)
print('close short: %s, vol:%s' % (self.trade_symbol, self.short_holding))
self.short_holding = 0
```

### # 开多仓

```
self.open_long(self.exchange, self.sec_id, 0, OPEN_VOL)
print('open long: %s, vol:%s' % (self.trade_symbol, OPEN_VOL))
self.long_holding += OPEN_VOL
```

### # 开仓次数+1

```
self.trading_times += 1
elif bar.close < self.dwn_band:
    if self.long_holding > 0:
        # 有多仓，先平多仓
        self.close_long(self.exchange, self.sec_id, 0, self.long_holding)
        print('close long: %s, vol:%s' % (self.trade_symbol, self.long_holding))
        self.long_holding = 0
```

### # 开空仓

```
self.open_short(self.exchange, self.sec_id, 0, OPEN_VOL)
print('open short: %s, vol:%s' % (self.trade_symbol, OPEN_VOL))
self.short_holding += OPEN_VOL
```

### # 开仓次数+1

```
self.trading_times += 1
```





```
if __name__ == '__main__':
    hans123 = Hans123(config_file='Hans123.ini')
    ret = hans123.run()
    print(hans123.get_strerror(ret))
```

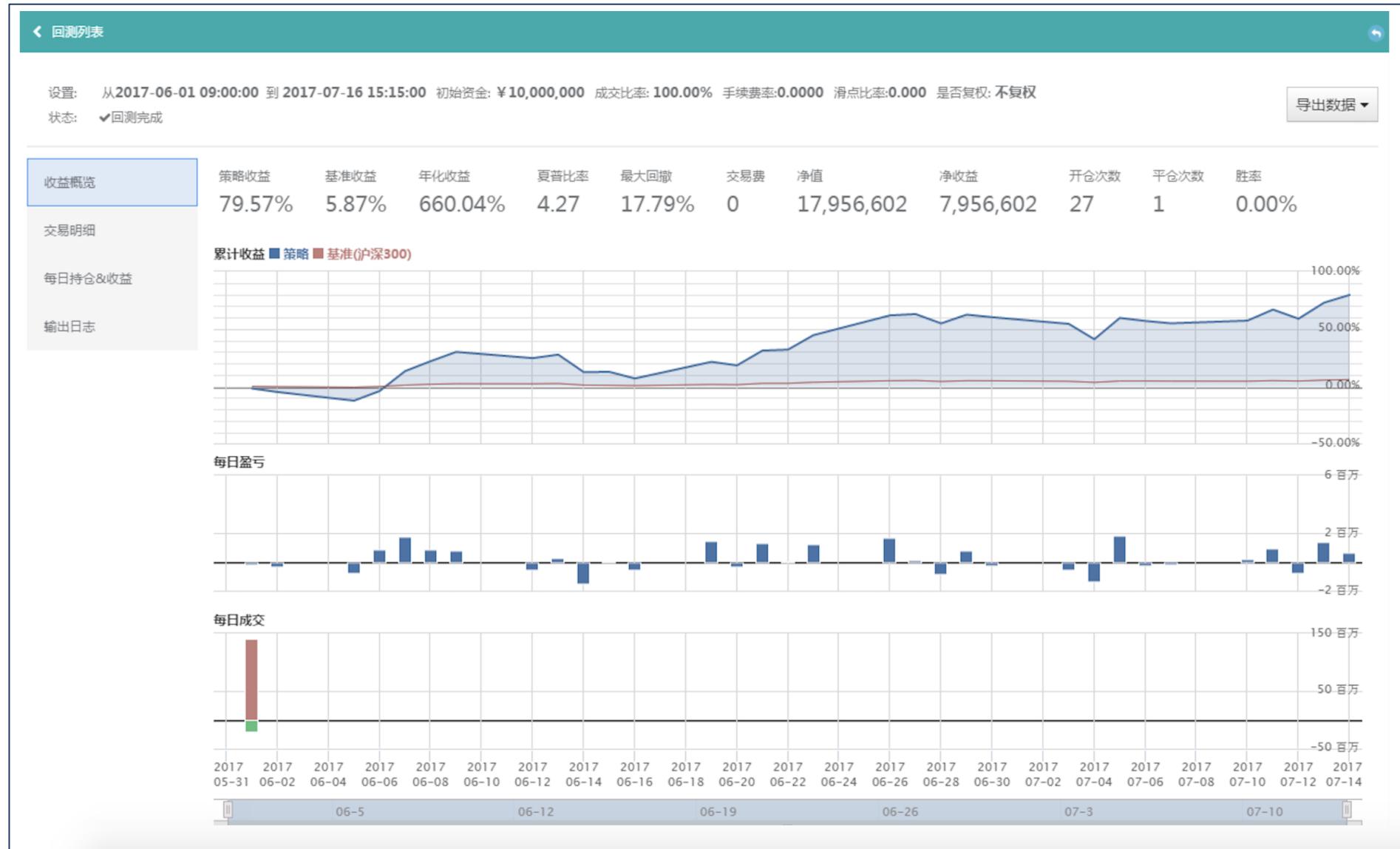
```
[strategy]
td_addr=localhost:8001
username=
password=
strategy_id=
mode=4
subscribe_symbols=CFFEX.IF1707.tick,CFFEX.IF1707.bar.60
```

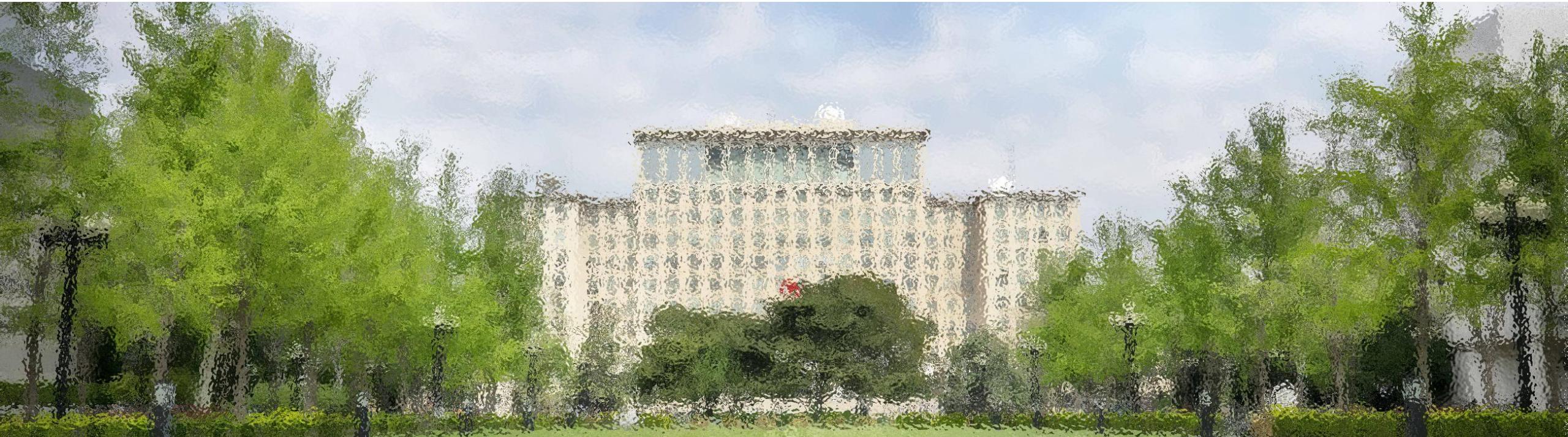
```
[backtest]
start_time=2017-6-01 09:00:00
end_time=2017-7-16 15:15:00
initial_cash=10000000
transaction_ratio=1
commission_ratio=0
slippage_ratio=0
```

```
[para]
trade_symbol=CFFEX.IF1707
open_time=09:15:00
hans_time=09:45:00
ex_time=15:10:00
limit_times=3
```



配置文件：Hans123.ini





## 02-2 回归策略



# 回归策略

交易标的

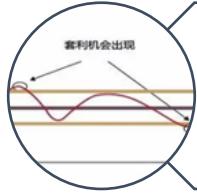
- 配对价差
- 同一标的的不同表现形式

策略基本  
逻辑假设

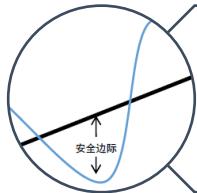
- 均值回复
- 做价差的收敛



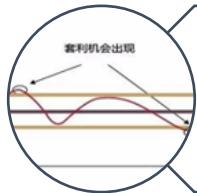
# ETF套利的方式



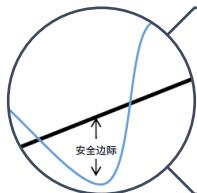
一二级市场套利



二级市场轮动



期现套利



对冲工具的使用

# ETF的基本概念

- ETF是一种跟踪“标的指数”变化、且在证券交易所上市交易的基金
  - 以沪深300指数为例，比如跟踪沪深300指数的ETF基金，有易方达沪深300ETF(510310)等
- 沪深300指数是由沪深A股中规模大、流动性好的最具代表性的300只股票组成，于2005年4月8日正式发布，以综合反映沪深A股市场整体表现。
  - 沪深300指数以2004年12月31日为基日，基点为1000点。



# 折价与溢价

- ETF基金份额参考净值 (IOPV, Indicative Optimized Portfolio Value) 是指在交易时间内，申购、赎回清单中组合证券（含预估现金部分）的实时市值，主要供投资者交易、申购、赎回基金份额时参考。
  - 折价 (交易价格小于IOPV) : ETF基金的交易价格小于对应标的的股票价格
  - 溢价 (交易价格高于IOPV) : ETF基金的交易价格大于对应标的的股票价格



# 1——二级市场套利

反应一级市场净值的IOPV

- 基金份额参考净值 (IOPV, Indicative Optimized Portfolio Value) 是指在交易时间内，申购、赎回清单中组合证券（含预估现金部分）的实时市值，主要供投资者交易、申购、赎回基金份额时参考。

反应二级市场的交易价格

- 在行情软件中实时看到的最新成交价

套利空间

- 实时交易价格相对于IOPV产生了较大偏离，形成折价或者溢价

套利方法

- 折价（交易价格小于IOPV）：买入ETF，赎回股票，卖出股票获利
- 溢价（交易价格高于IOPV）：买入股票，申购ETF，卖出ETF获利

更多细节

- 现金替代 & 资金利用率
- 交易成本 & 量化误差



# 投稿：请思考一下紫色和白色的差别由何而来？



# 2-二级市场轮动

以沪深300指数为例，对应的ETF产品有若干只

每个产品的交易价格与IOPV之间的折溢价可能有很大差别

- ETF的流动性
- 资金利用率
- 基金经理的交易习惯
- 基金的考核方式

套利方式：利用各ETF的折溢价差，买入折价高的，同时卖出溢价高的

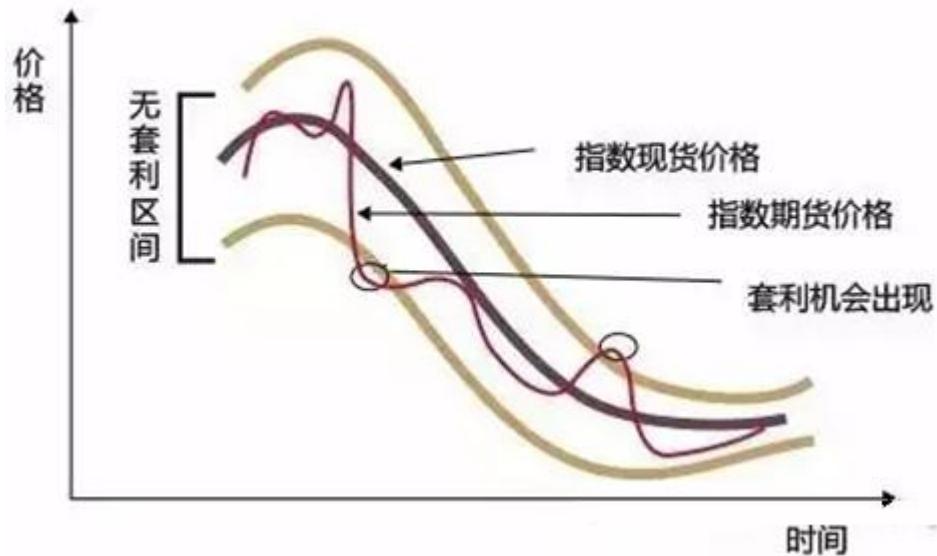
**问题：请投稿，折溢价是否能够交易出来，可能出现什么坑？**

- 折溢价是否能够交易出来
- 极端情况怎么办
- 要不要对冲



# 3-期现套利

期现套利原理示意图



根据沪深300股指期货与沪深300指数基差到期时必定收敛的特性，当期货指数与沪深300指数基差足够大时，可以通过构建一个反向组合获得基差收敛过程中产生的收益

利用：局部交易时的投机行为的贪婪与恐惧

# 对冲工具的使用

## ■ 对冲工具的选择

- 股指期货
- ETF期权
- 股指期权

## ■ 讨论，请投稿：

- 以上三种套利方式，什么情况下需要使用对冲？

# 本次课小结与下次课展望

- Alpha的实操框架：
  - 股票型Alpha策略
  - 获取商品期货的Alpha
- 交易型策略：交易逻辑和适用的场景
  - 多空策略：HANS123
  - 回归策略：三种ETF套利方式
- 下次课：期权
  - 揭开期权的神秘面纱
  - 典型的应用场景



清华大学  
Tsinghua University

# THANKS



清华  
Tsinghua  
iCenter