

沪深 300、中证 500ETF 期现套利量化策略报告

一.交易成本计算

表 1 沪深 300ETF 期限套利交易成本表

	成本项（单位）	成本	备注
沪深 300ETF 中证 500ETF	买卖的双边佣金及规费（%）	0.15	取该项费用常见值
	买入和卖出的冲击成本（%）	0.02	策略预设
沪深 300 期货 IF2006	买卖的双边交易手续费（%）	0.0023	来源：中金所
	合约乘数（元 / 每点）	300	
中证 500 期货 IC2006	买卖手续费（%）	0.69	300*0.0023%
	买入和卖出的冲击成本（%）	0.02	策略预设
总成本（%）		0.88	0.15+0.02+0.69+0.02

二.策略编写优化过程

1.ETF 挑选及比例参数确定

为了尽快完成框架，由简入繁，策略从单一忠烈 ETF 与对应期货进行期限套利，之后再加入第二个 ETF 期限套利。首先选择的是沪深 300ETF 与即将在 5 月底到期交割的 IF2006 股指期货。

由于沪深 300ETF 品种繁多，不同的 ETF 价格数值的绝对值也不同，与沪深 300 指数呈的比例系数也是不同的（图 1-2）。同时，不同品种的 ETF 关于指数的偏离幅度也不同。因此，在进行期限套利前，获取回归系数作为其转换比例系数，方便后续落单。本策略首先在每月月初对各 ETF 与 IF2006 期货的历史价格进行回归分析，按照投资学相关理论，认为 ETF 价格与对应指数高度相关，故回归模型设定为

$$Y_{future} = \beta_1 \cdot X_{ETF}$$

同时输出 β_1 估计量的标准差，挑选估计值方差较大的 ETF 作为交易标的，以期在波动中捕捉到更多价格偏离现象完成套利。

备选 ETF 及其参数如表 2 所示。

表 2 2020.02.01 已上市的沪深 300ETF 与 IF2006 回归参数表

备选 ETF	$\hat{\beta}_1$	$\text{var}(\hat{Y}_{future})$	备注
159919.XSHE	985.21	12122.65	回归样本为过去 60 个交易日数据
510300.XSHG	1000.22	12001.13	
510330.XSHG	999.07	12100.91	
510350.XSHG	1003.94	11220.95	
510360.XSHG	3046.91	11900.24	
510380.XSHG	3883.49	10374.48	

510390.XSHG	965.25	11423.86	受限于上市日期,回归样本为过去 20 个交易日
512270.XSHG	4009.28	3874.17	
515310.XSHG	4030.71	2362.26	
515330.XSHG	4001.08	2935.02	
515360.XSHG	1021.36	3057.93	受限于上市日期,回归样本为过去 10 个交易日
515390.XSHG	4128.43	2615.21	

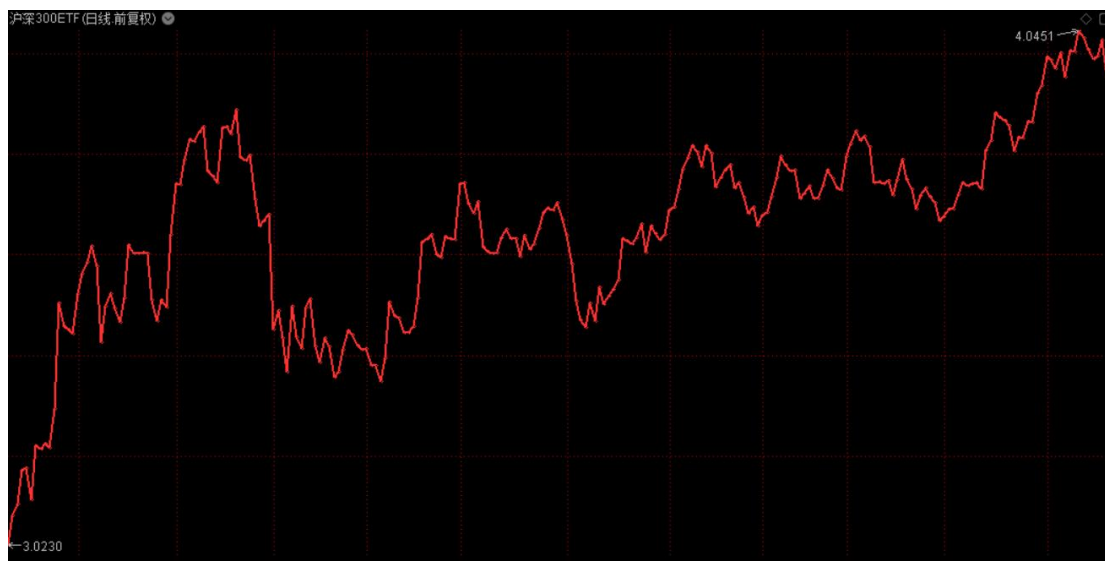


图 1 510330.XSHE 沪深 300ETF 基金 2019.02-2020.02 价格，数值在 3.02 至 4.05 之间

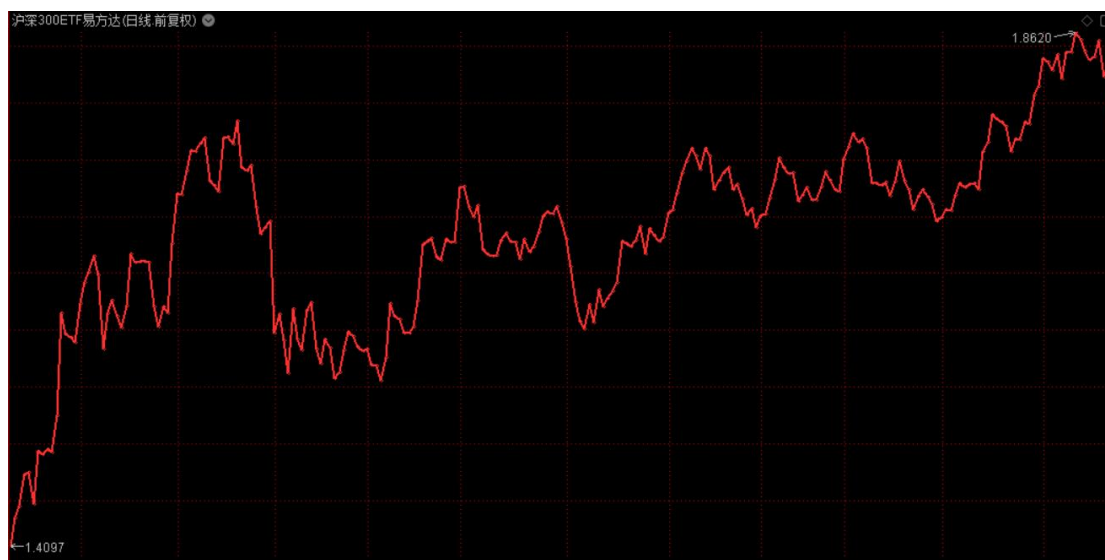


图 2 510310.XSHE 沪深 300ETF 易方达 2019.02-2020.02 价格，数值在 1.40 至 1.86 之间

由于有的 ETF 上市日期较短，故并不能取到足够数据进行数据清洗，综合考虑取到的 ETF 数与结论可靠性，决定将回归样本设置为当前回测日期过去 30 个交易日的日数据，不满足条件的将不被列入备选。

代码实现如图 3 所示。

```
def get_reference(context, bar_dict):
    regression = pd.DataFrame(columns=['slope', 'var'], index = context.etf_300_dict)
    future_reg = history_bars(context.fu_300_6, 60, '1d', 'close')
    mincov = 0.0
    for item in context.etf_300_dict:
        etf_reg = np.array(history_bars(item, 60, '1d', 'close'))
        try:
            results = sm.OLS(future_reg, etf_reg).fit()
            slope = results.params
            #print(item, '斜率: ', slope, '方差: ', np.var(etf_reg*slope))
            #print(results.summary())
            if np.var(etf_reg) > mincov:
                mincov = np.var(etf_reg)
                context.etf_300 = item
                context.ratio = slope[0]
        except:
            continue
    print('本月选取ETF标的为: ', context.etf_300)
```

图 3 选择合适的沪深 300ETF

2. 套利策略主体及优化

按照期限套利的原理，当价格出现偏离时，进行开平仓操作。然而由于平台并不支持 ETF 融券操作，无法进行套利。因此在 ETF 价格高于期货价格时，如果仅买入期货，需要额外增加条件，避免由于整体行情下跌可能造成的亏损。此时，期现套利可以作为期货开平仓的信号。增加 MACD 判断条件，反向套利中，当期货整体处于上涨行情才进行开仓操作。

当出现均值回复时，采取分批逐渐平仓策略，将受益或者是亏损控制在平均水平，增加策略收益稳定性，减少回撤。

其中需要确定的参数为开仓手数，策略设置期货保证金总额为 5000000，由于需要对两个组 ETF 进行套利，分配给沪深 300ETF 的资金量为 2500000。为避免爆仓，初始投入资金不应超过 2500000 的 80%，从中金所得知保证金比例为 8%，故交易头寸为

$$\text{交易头寸} = 2500000 \times 0.8 \div 300 \div \text{期货价格} \div 8\%$$

```
config = {
    "base": {
        "start_date": "2020-02-01",
        "end_date": "2020-05-01",
        "frequency": "1d",
        "margin_multiplier": 0.8,
        "benchmark": "000300.XSHG",
        "future_info": {
            # 期货品种
            '300IF': {
                # 平仓费率
                'close_commission_ratio': 0.000023,
                # 开仓费率
                'open_commission_ratio': 0.000023,
                # 平今费率
                'close_commission_today_ratio': 0,
                # BY_MONEY 为按照名义价值收取, BY_VOLUME 为根据成交合约张数收取
                'commission_type': 'BY_VOLUME',
```

图 4 在 config 中对期货交易参数的设置

代码实现如图 5 所示。运行结果如图 6 所示。

```
def handle_bar(context, bar_dict):
    a = history_bars(context.fu_300_6, 20, '1d', 'close')
    b = history_bars(context.etf_300, 1, '1d', 'close')
    if get_positions():
        if abs(a[-1] - b[-1] * context.ratio) < a[-1] * 0.0040:
            order_target_percent(context.etf_300, 0)
            sell_close(context.fu_300_6, 1, price=None, style=None, close_today=False)
            buy_close(context.fu_300_6, 1, price=None, style=None, close_today=False)
            print('期货价格:', a[-1], '现货价格:', b[-1], '.平仓')
        else:
            if b[-1] * context.ratio < a[-1] - a[-1] * 0.0088:
                order_value(context.etf_300, 2500000*0.8)
                sell_open(context.fu_300_6, int(2500000*0.8/a[-1]), price=None, style=None)
                print('期货价格:', a[-1], '现货价格:', b[-1], '.正向套利')
            if b[-1] * context.ratio > a[-1] + a[-1] * 0.0088:
                macd, signal, hist = talib.MACD(a, 3, 10, 3)
                if macd[-1] - signal[-1] > 0 and macd[-2] - signal[-2] > 0:
                    buy_open(context.fu_300_6, int(2500000*0.8/300/0.08/a[-1]), price=None, style=None)
                    print('期货价格:', a[-1], '现货价格:', b[-1], '.反向套利')
```

图 4 期现套利策略主体部分



图 5 沪深 300ETF 期现套利回测结果

策略收益率为 29.189%，贝塔值为 0.376，夏普率为 3.785，最大回撤为 0.029。策略回测结果展现了良好的收益能力与抗风险能力。本次收益主要来源于 3 月 23 日开多沪深 300 期货，抓住了股指上涨了大行情。

较为可惜的是，由于开仓条件严苛，导致策略在回测期间的前半个期间一直没有开仓，同时直至结尾策略仍然没有出现均值回复的情况，暂时无法验证平仓策略的可靠程度。由于验证机会少，于是自然想到，可以先把作业要求的第二个 ETF 加入策略，有可能捕捉到更多验证策略获取收益能力的机会。

3. 加入中证 500ETF

按照作业要求，加入第二个 ETF。类似步骤 1 与 2，在投资标的中加入中证 500ETF 与对

应股指期货 IC2006。运行结果如图 6 所示。



图 6 加入中证 500 后的期现套利回测结果

中证 500 执行交易的时间段刚好在沪深 300 没有形成交易信号的前半段。加入中证 500 期限套利之后，由于增加了交易次数，虽然波动率有所增加，但是整体收益率获得了提高，夏普率从 3.785 提升至 4.295，故认为修改是有效的。

相较于 Benchmark，策略在下跌行情中能够有效控制回撤，上涨行情中能够获取较高收益，也即俗话说的“跑赢大盘”。个中原因从交易明细中发现，3 月 23 日为大盘行情反转的点，在这天策略刚好进行了调仓，能够灵敏捕捉到行情反转信号，是得益于“均值回归”的思想。

其中，分步平仓过程中，发现平仓指令中若平期货张数超过持有数，则会导致平仓失败，平仓不及时，导致损失。因此，在平仓指令后，增加一条平一张单的指令，保证完成平仓。

（图 7）在这里向老师与学长学姐提一个建议，希望期货操作也可以像股票交易的操作一样，提供按持仓比例进行交易的函数，这样能够方便程序的编写。

```
if abs(a[-1] - b[-1] * context.ratio_300) < a[-1] * 0.0040:
    order_target_percent(context.etf_300, 0)
    sell_close(context.fu_300_6, 3, price=None, style=None, close_today=False)
    buy_close(context.fu_300_6, 3, price=None, style=None, close_today=False)
    sell_close(context.fu_300_6, 1, price=None, style=None, close_today=False) #当总张数不为4的倍数时，保证能全平
    buy_close(context.fu_300_6, 1, price=None, style=None, close_today=False)
    print('沪深300期货价格:', a[-1], '现货价格:', b[-1], '.平仓')
```

图 7 加入平 1 张期货单的指令

三、总结

将此期限套利策略与最终收益率为 37.360%，风险相关指标处于合理水平，夏普比率为 4.295，综合衡量收益与风险，量化交易策略表现值得肯定。尽管细看具体交易明细，在该回测区间内，收益几乎全来自于反向套利的期货。由于不支持 ETF 融券，因此在这种调整下收益率较一般套利可能要更高，不一定真实反映了“套利”的结果。相信延长回测区间，观察策略在正向套利时运行情况，能够得出更符合“套利”思想的优化方法。

