

期权高频系列（四）凸性套利机会解析

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号

报告要点

旨在提供日内分钟级别下凸性套利环境分析和历史回溯表现。

摘要：

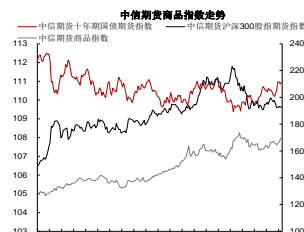
首先，我们对套利机会出现的环境进行了简要分析，以中证 1000 股指期货为例，回溯中发现凸性套利机会更容易出现在上市初期以及市场波动较大的环境中，流动性越好，往往会产生更多流动性失衡的合约组合，从而产生更多的套利机会。

其次，我们对理想条件下凸性套利表现进行了开平仓的参数敏感性测试，得到的结论如下：1）开仓条件越严格，即凸性关系偏移程度越高，并不意味着有更高的收益，开仓条件需权衡开仓频次和单次开仓收益，单张合约之间合约偏斜幅度在 0.04-0.08 能够有较好的权衡；2）当以到期日为锚点时，过早（到期前 8-10 个交易日）或过晚（到期日前 2 个交易日-到期日当天）平仓都会产生更大的波动，过早平仓会错失套利收益收敛，过晚平仓，持仓周期变长，容易受到到期日当日波动影响，从而降低策略净值；3）以盈亏为锚点时发现，止损并不能够提升策略收益，过早平仓容易影响策略后续进一步冲高，而止盈离场可以显著提升收益，核心原因在于止盈离场能够降低单次持仓时间，提升凸性套利参与度，显著提升交易频次。

在合理参数的设定下，不考虑成本时凸性套利能够实现 6.02% 的年化收益率，回撤 0.47%，波动率 5.03%，在考虑止盈后，年化收益提升较大，预期实现 10% 以上的年化收益率，对波动和回撤的影响不大。在考虑了交易成本，即双边手续费以及潜在交易摩擦之后，对无止盈设定策略整体收益率影响在年化 0.5%-1% 左右，在止盈条件下，收益率影响会相对更大，基本在 1%-2% 之间。

策略受期权市场流动性影响较大，当市场流动性走阔时，策略容量单日峰值可在 2500 万以上；当市场流动性收窄时，策略容量降至 300 万，因此基于回溯样本期内的动态容量测算，我们认为较为灵活的资金配置设定为 2000 万左右。

风险因子：1）市场流动性不佳；2）历史经验失效



权益及期权策略团队

研究员：

姜沁

021-60812986

从业资格号 F3005640

投资咨询号 Z0012407

康遵禹

010-58135952

kangzunyu@citicsf.com

从业资格号 F03090802

投资咨询号 Z0016853

目 录

摘要:	1
一、凸性套利环境分析	4
(一) 凸性套利原理	4
(二) 凸性套利环境分析	4
A. 定性角度下套利环境分析	5
B. 从定量的角度分析凸性套利的环境及可操作性	6
二、凸性套利开平仓参数测试	8
(一) 固定开仓阈值测试	8
(二) 平仓测试	10
三、策略可行性分析	13
(一) 考虑交易成本下的策略收益测算	13
(二) 资金容量估算	14
四、总结	15
免责声明	17

图目录

图表 1:	凸性套利策略原理	4
图表 2:	凸性套利到期损益图	4
图表 3:	不同年份下沽购凸性套利机会次数统计	5
图表 4:	不同时间戳下沽购凸性套利机会记数统计	5
图表 5:	认沽流动性偏弱延续	5
图表 6:	套利机会出现频次与成交量相关性偏弱	5
图表 7:	距离到期日越近, 凸性套利机会越多	6
图表 8:	相邻合约间价格相对位置变化具有周期性	6
图表 9:	凸性套利机会季节性偏强	7
图表 10:	凸性套利机会频次和潜在收益相关性较弱	7
图表 11:	价差分布情况频率	7
图表 12:	凸性套利空间与交易点后续回落的形态相关	7
图表 13:	不同开仓阈值测试	8
图表 14:	不同开仓阈值测试凸性套利净值表现	9
图表 15:	开仓阈值为 0.25 时, 日内净值表现(截取 2024 年)	9
图表 16:	不同平仓时间测试	10
图表 17:	不同平仓日下凸性套利表现	11
图表 18:	2022 年凸性套利(到期日平仓)日内净值走势	11
图表 19:	2024 年凸性套利(到期日平仓)日内净值走势	11
图表 20:	无择时蝶式策略分钟级别下收益率分布情况	12
图表 21:	蝶式策略盈利(分钟收益>0)分布情况	12
图表 22:	中位数止盈表现	12

中信期货权益及期权策略(金融期权)专题报告

图表 23:	中位数止损表现	12
图表 24:	中位数止盈止损方法下凸性套利策略表现.....	12
图表 25:	不同年份下止盈止损对交易频次的影响(日频追踪)	13
图表 26:	考虑交易成本后开仓参数测试.....	13
图表 27:	考虑交易成本后止盈参数测试.....	14
图表 28:	回溯中模拟交易手数和合约当日成交量.....	15
图表 29:	测算容量和模拟交易手数.....	15
图表 30:	策略资金容量动态测试	15

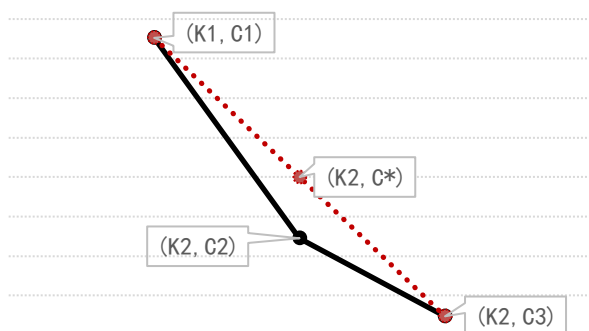
一、凸性套利环境分析

(一) 凸性套利原理

期权价格关于行权价的曲线是有凸性的，因此不同行权价的期权会满足一定的不等式关系，当该不等式不成立时，即出现套利机会。由下图可知，对于认购期权应满足： $\lambda C_1 + (1-\lambda) C_3 \geq C_2$ ，对于认沽期权应该满足： $\lambda P_1 + (1-\lambda) P_3 \geq P_2$ 。当该不等式不成立时，即出现一定的套利机会。该套利机会反应在波动率曲面上，即当曲面出现明显的凸起或凹陷点时，即出现凸性套利机会。 $\lambda = \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1}$ 。

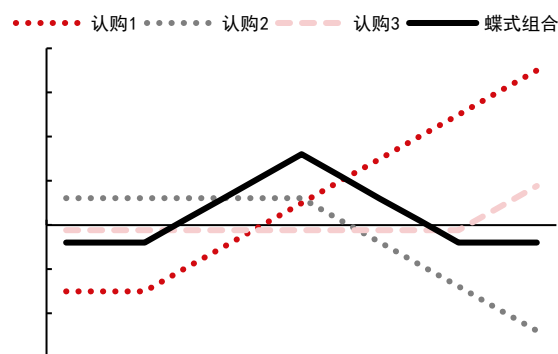
凸性套利机会相较合成现货空头、多头套利较少，但是凸性套利买入卖出的数量受到行权价约束，即 λ 。中间行权价合约的买入卖出量较大，实际操作过程中需要关注市场流动性。

图表 1：凸性套利策略原理



资料来源：中信期货研究所

图表 2：凸性套利到期损益图

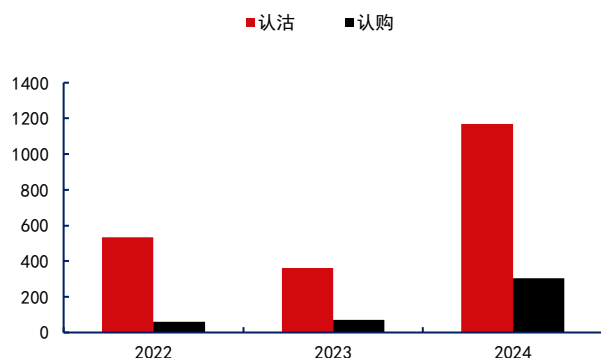


资料来源：中信期货研究所

(二) 凸性套利环境分析

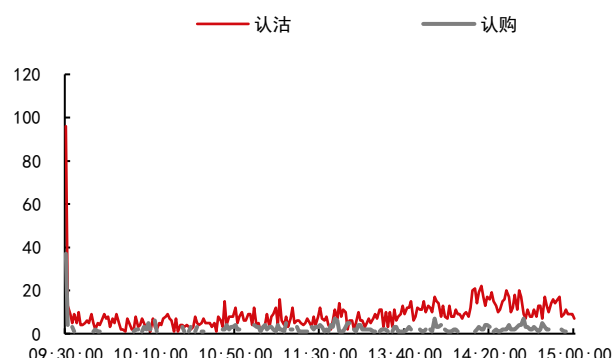
本小节以中证 1000 股指期货期权（M0）为例，筛选自 2022.08-2024.03 以来凸性套利机会。数据处理如下：1) 筛选前一个交易日期权成交量前 5 的认沽、认购合约序列；2) 在上述合约池中，筛选日内分钟收盘价不满足凸性关系的合约对。在凸性套利机会的回溯中，当凸性关系不成立时，就标记为存在凸性套利的机会，在套利机会的统计中不考虑手续费以及交易摩擦，即不考虑凸性关系偏斜的程度。

图表 3：不同年份下沽购凸性套利机会次数统计



资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 4：不同时间戳下沽购凸性套利机会记数统计



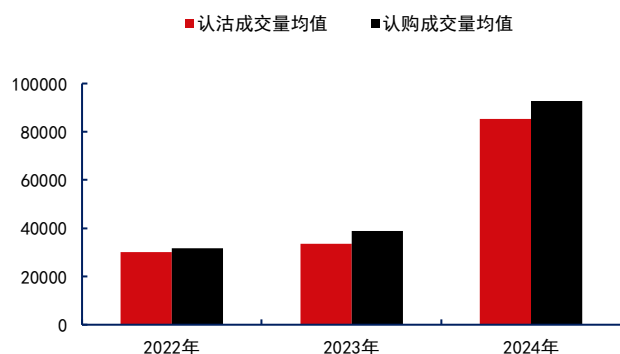
资料来源：iFind 中信期货研究所

A. 定性角度下套利环境分析

1) 流动性只能部分解释套利机会，高流动性是凸性套利的基础之一；高流动性能够为凸性套利机会提供更多的潜在机会，但是实际套利机会出现的频次和流动性的正相关性较弱。尽管 2024 年出现套利机会的次数更多，但是细分来看机会更加集中在流动性相对偏弱的认沽合约上。

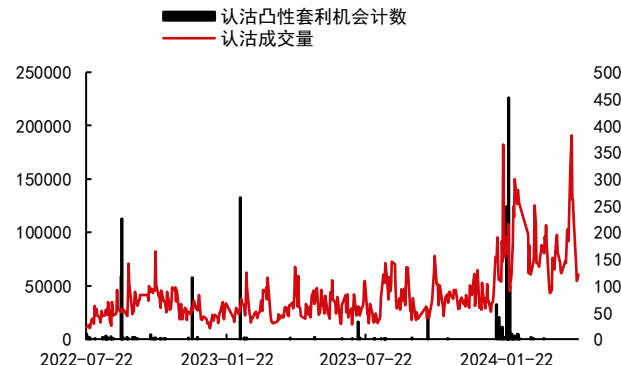
对此我们推测，套利机会核心仍然是偏弱流动性带来的不公平定价，而在高流动性的环境下，更容易出现交易力量不均衡、流动性分化的情况。此时不同合约组合之间出现无风险套利机会增加。从日内套利机会分布来看，早盘和尾盘 1 个小时出现套利机会的概率增加，同样也是隶属于上述的场景，即早盘和尾盘在期权市场流动性通常更好，但早盘低开、高开或尾盘指数的快速涨跌使得平值虚值档位切换迅速，交易力量短时间内大量分化，故产生更多的合约之间的无风险套利机会。

图表 5：认沽流动性偏弱延续



资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 6：套利机会出现频次与成交量相关性偏弱



资料来源：iFind 中信期货研究所

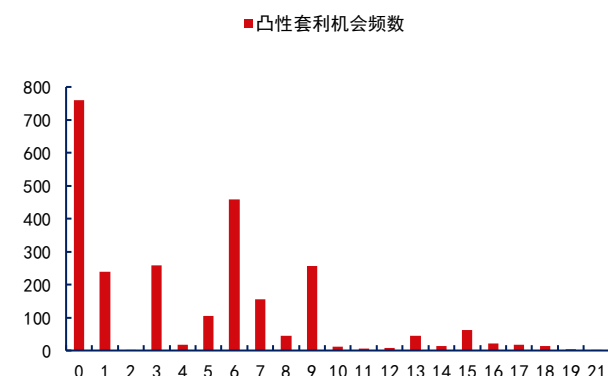
2) 合约到期日前凸性套利机会增加。从历史回溯的角度来看，考察当月合约的套利机会时发现，临近到期对应凸性套利机会更多。推测原因与到期日前后相邻档位间的价格形成的角度具有周期性有关：即在锁定档位（此处以平值、虚值 1 档和实值 1 档为例）后，对其上下两档之间构成的角度变化进行观察发现：角度临近到

期通常会变小，而随后又快速冲高。而凸性套利通常采用买入蝶式组合或类蝶式（部分档位下合约份额比例变化）的方式进行，

因此衍生出一个问题，是否意味着蝶式组合本身收益稳定，具有较强的末日轮效应，即临到期滚动买入蝶式组合，到期日当日平仓策略的胜率高且具有累计的正向收益？

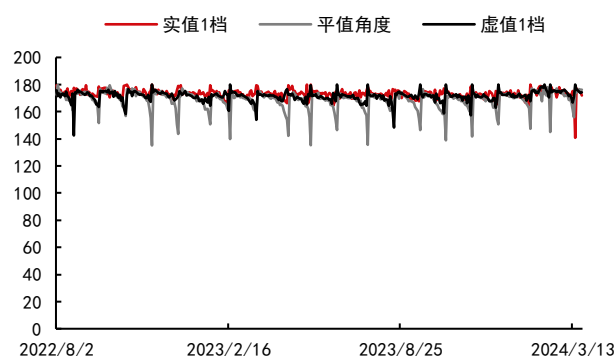
在此我们进行了简要的验证，在回测周期内，临近到期对买入当月合约平值以及上下 1 档认购构建的蝶式策略组合，回溯中发现，仅仅在到期日当天买入蝶式组合在回溯期内有累计的正向收益，不考虑交易成本的情况下区间收益为 6%，年化提 2.86%，胜率为 65%，开仓次数为 24 次，若到期日前几个交易日开仓则会累计产生亏损。因此，上述回溯说明，在凸性套利触发的买入蝶式的交易中，尤其是选择在到期日当日平仓的情况下，蝶式组合的末日轮效应能够有部分增厚。

图表 7： 距离到期日越近，凸性套利机会越多



资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 8： 相邻合约间价格相对位置变化具有周期性

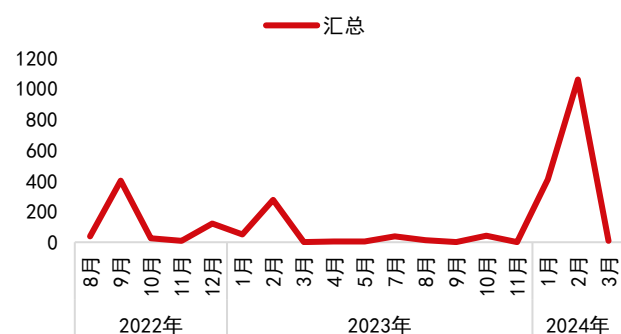


资料来源：iFind 中信期货研究所

B. 从定量的角度分析凸性套利的环境及可操作性

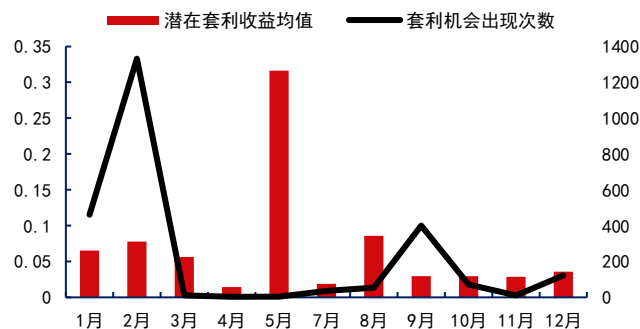
从机会的分布来看，在部分交易旺季（1-3 月、6-9 月）出现的机会更多。但是从凸性套利机会频次与潜在收益的角度来看，并非出现的套利机会越多，单次带来的套利潜在收益就更高。尽管高流动性产生的流动性分化进而产生的凸性套利机会更多，但是我们认为高流动性环境天然对期权合约定价纠偏的能力更强。多数时间，基本能够保证月度出现至少 1 次凸性套利的机会，仅 2023 年 6 月 M0 上并未出现凸性套利。

图表 9: 凸性套利机会季节性偏强



资料来源: iFind 中信期货研究所

图表 10: 凸性套利机会频次和潜在收益相关性较弱

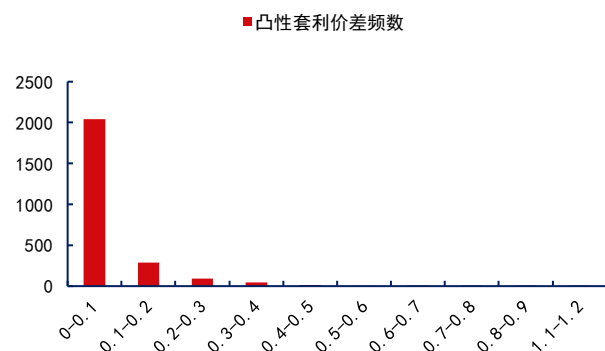


资料来源: iFind 中信期货研究所

从机会的盈利空间来看, 偏交易层面, 需要考虑手续费、交易摩擦以及凸性机会的可捕捉性。如果以股指期货为例, 一手合约单边手续费为 15 元, 一手合约乘数为 100 元/点, 则单张合约手续费可折算为 0.15, 单次交易 0.3 元/张。由于凸性套利的份额涉及到: 买入 λ 份行权价为 K_1 的认购期权, 同时买入 $1-\lambda$ 份行权价为 K_3 的认购期权, 并卖出 1 份行权价为 K_2 的认购期权, 其中 $\lambda = \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1}$, 此处假设份额可分割, 假设手续费成比例收取, 此时手续费仍然为 $0.3 \times 2 = 0.6$ 。从覆盖交易成本的角度来看, 在中证 1000 股指期货分钟级别收盘数据中, 无风险凸性套利的机会几乎没有。

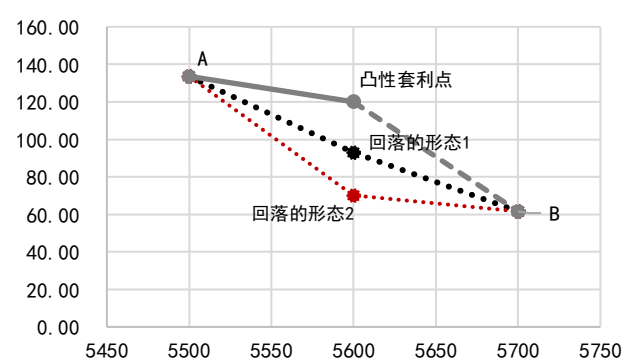
但上述凸性关系被打破的时候, 我们认为在部分时刻价格曲线仍有统计套利的机会。套利信号捕捉识别后, 套利空间一方面是看套利差价的绝对值本身, 另一方面我们认为和后续回落的形态相关度较高, 而当凸性关系打破之后大部分情况, 我们认为套利点会进一步回落, 且随着到期日的临近, 回落程度更高, 故推测潜在的套利收益会比理论的收益更高。

图表 11: 价差分布情况频率



资料来源: iFind 中信期货研究所

图表 12: 凸性套利空间与交易点后续回落的形态相关



资料来源: iFind 中信期货研究所

二、凸性套利开平仓参数测试

本节的策略设定如下：当三个档位合约之间凸性关系打破，且高于设定的固定阈值时，开仓构建蝶式组合，持有到临近到期日平仓。投资品种为中证 1000 股指期权，回溯周期为 2022.08–2024.06。暂时不考虑交易摩擦以及手续费。期权投资比例考虑为 40%，其中包括支付期权费以及卖权侧保证金。通常考虑到到期日前第 5 个交易日下午两点平仓。

按照信号出现的先后顺序下单，若上一组合约尚未平仓则不考虑建仓新的合约组合。对照组为当月的平值、虚 1 以及实 1 滚动构建的买入蝶式组合。在回溯时间内，中证 1000 股指期权滚动买入蝶式组合，胜率为 29.17%，开仓次数为 24，区间收益为-0.02%。表明，即使蝶式策略的安全边际相对较高，波动和回撤都较小，但是在回溯中仍然累计收益为负。

(一) 固定开仓阈值测试

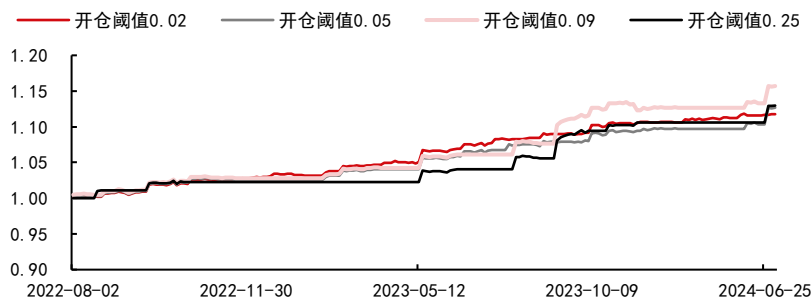
本小节试图解答两个问题：是否更加严格的开仓条件会带来更高的胜率，以及更高的胜率是否意味着更高的区间收益率。

图表 13：不同开仓阈值测试

CONVEX 开仓阈值	开仓次数	胜率	区间收益率	年化收益率	波动率	最大回撤	夏普比率	卡玛比率
无差别滚动持有蝶式组合	24	29.17%	-2.825%	-1.35%	2.09%	1.92%	-1.60	-0.70
0.01	21	100.00%	12.09%	5.76%	3.28%	0.46%	1.14	12.40
0.02	19	100.00%	11.80%	5.62%	3.41%	0.45%	1.06	12.43
0.03	17	100.00%	10.77%	5.13%	3.51%	0.47%	0.89	10.88
0.04	15	100.00%	12.42%	5.91%	4.78%	0.47%	0.82	12.58
0.05	15	100.00%	12.67%	6.03%	5.03%	0.47%	0.80	12.83
0.06	14	100.00%	11.50%	5.47%	5.05%	0.46%	0.69	11.81
0.07	14	100.00%	11.50%	5.48%	5.04%	0.47%	0.69	11.58
0.08	14	92.86%	12.00%	5.72%	5.73%	0.95%	0.65	5.99
0.09	14	92.86%	15.70%	7.48%	6.79%	0.98%	0.81	7.65
0.1	13	92.31%	15.01%	7.15%	6.81%	0.98%	0.76	7.32
0.15	11	90.91%	14.97%	7.13%	7.44%	0.97%	0.69	7.33
0.2	8	87.50%	12.43%	5.92%	8.55%	0.98%	0.46	6.06
0.25	7	100.00%	12.96%	6.17%	9.05%	0.47%	0.46	13.12
0.3	7	100.00%	12.16%	5.79%	9.81%	0.84%	0.39	6.88

资料来源：Wind 中信期货研究所

图表 14: 不同开仓阈值测试凸性套利净值表现



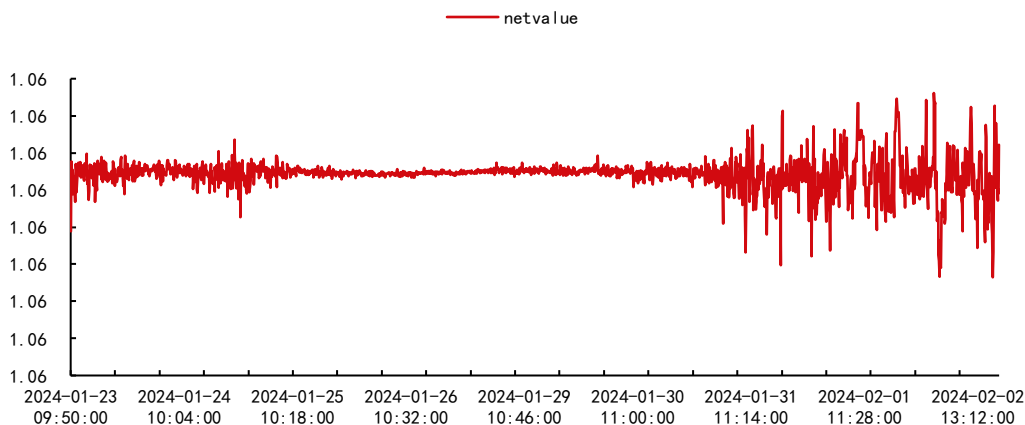
资料来源: Wind 中信期货研究所

在上述回溯中发现, 在单次交易仅交易一组凸性套利合约的限定下, **并不是开仓条件越严格, 胜率就越高**。从上述回测数据中, 基于收益率对开仓阈值进行了简单分组(图表中用相同色块进行标注), 在一定的开仓阈值范围内以及不考虑交易成本的情况下, **开仓阈值越高, 理论上会产生更高的收益率, 但是当开仓阈值过于严格的时候, 导致产生的开仓频次极低, 收益率反而有所下降**。例如出现了 23 年 Q4 无交易的情况, 但是胜率并无提升。推测出现上述情况的原因在于, 部分情形下持仓周期可能过长, 原有的理论套利收益率可能回吐。

从回溯结果表来看, 出现了弱开仓条件下(0.07 以下)胜率比严格开仓条件(0.08-0.2)下胜率更高, 理论上宽松的开仓条件应该涵盖严格开仓条件的情况, 但是在实际的操作层面, 由于是单一交易仓位设定, 在不同的开仓条件触发下, 大概率会交易不同的合约组别, 即使是固定了相同的平仓时间戳, 由于交易的合约组合不一致, 在持仓时间内也可能产生不同的盈亏情况。

以最严格的开仓条件为例, 当开仓阈值设置为 $C_2 - \lambda C_1 - (1 - \lambda) C_3 \geq 0.2$ 时, 交易数据为例。下图截取 2024 年以来, 开仓阈值为 0.25 时日内净值变动。

图表 15: 开仓阈值为 0.25 时, 日内净值表现(截取 2024 年)



资料来源: Wind 中信期货研究所

对交易明细拆分后发现: 1) 开仓阈值大, 开仓要求更高之后, 整体开仓次数降低, 2024 年上半年累计开仓 2 次(2024.01.23-2024.02.02 以及 2024.06.26-

2024.06.28); 2) 平仓前日内波动较大, 进而影响无风险套利收益, 24 年第一笔交易, 即 2024 年 1 月 23 日开仓, 2024 年 2 月 2 日平仓, 平仓时产生较大亏损。

在本组的测试下, 所有组别整体均较高, 原因有两点: 一方面是交易驱动来自于分钟级别下的定价偏移, 本身是隶属于无风险套利机会; 另一方面是交易模拟了理想交易状态, 即假设无风险套利机会在识别之后可下单且无交易成本的情形。在上述理想的无风险套利环境下, 高胜率和高收益相关性较弱。

(二) 平仓测试

在套利环境中, 平仓条件考虑由两个因素触发: 1) 持有到到期, 会更加收敛用于期权合约间的理论关系; 2) 当无风险套利空间修复, 就考虑平仓。

因此本小节分别测试, 临近到期日平仓影响以及止盈、止损平仓影响。此时开仓阈值设定为前文中表现居中的 0.05, 上述开仓阈值从开测视角来看能够兼顾好胜率、收益率以及开仓频次。

a) 测试平仓时间, 以到期日为锚定, 如果约定的平仓时间早于部分套利机会出现的时间, 例如约定在到期日前 5 个交易日平仓, 但是在到期日前 1 个交易日出现了满足开仓条件的凸性套利机会, 则不考虑在该段时间内开仓。

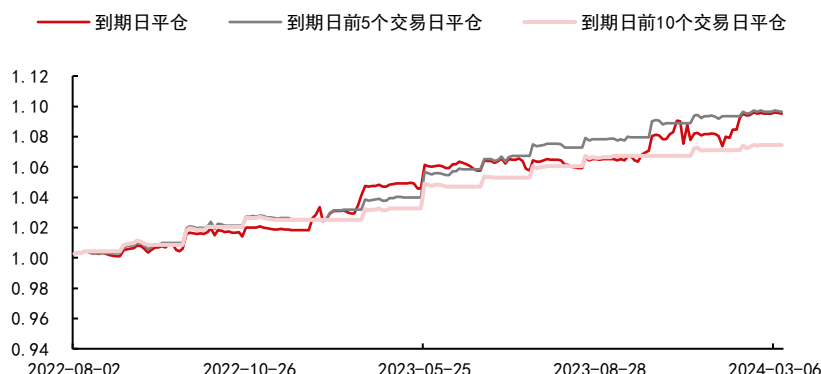
图表 16: 不同平仓时间测试

开仓次数	平仓条件	胜率	区间收益率	年化收益率	波动率	最大回撤	夏普比率	卡玛比率
24	/	29.17%	-0.041%	-1.35%	2.09%	1.92%	-1.60	-0.70
18	到期日当天	94.44%	12.21%	5.81%	5.27%	1.56%	0.72	3.72
17	到期日前 1 个交易日	100.00%	13.68%	6.51%	4.77%	0.87%	0.95	7.48
16	到期日前 2 个交易日	100.00%	12.85%	6.12%	4.76%	0.90%	0.87	6.82
16	到期日前 3 个交易日	100.00%	12.15%	5.79%	4.87%	0.91%	0.78	6.35
15	到期日前 4 个交易日	100.00%	12.06%	5.74%	5.13%	0.92%	0.73	6.23
15	到期日前 5 个交易日	100.00%	12.64%	6.02%	5.03%	0.47%	0.80	12.90
15	到期日前 6 个交易日	100.00%	12.47%	5.94%	5.15%	0.46%	0.76	12.89
15	到期日前 7 个交易日	100.00%	12.37%	5.89%	5.37%	0.46%	0.72	12.74
15	到期日前 8 个交易日	100.00%	12.99%	6.18%	5.69%	0.46%	0.73	13.47
15	到期日前 9 个交易日	100.00%	11.81%	5.62%	6.02%	0.46%	0.60	12.16
12	到期日前 10 个交易日	100.00%	9.66%	4.60%	5.96%	0.28%	0.44	16.50

资料来源: Wind 中信期货研究所

在回溯中发现, 尽管直觉认为随着到期日, 凸性关系收敛的概率更高, 但在实际回溯中, 固定了平仓的时间戳的前提下 (即指定日当天 14:00 平仓), 并没有出现越晚平仓胜率越高的情况, 推测在到期日当天反而容易影响凸性关系收敛的稳定性。

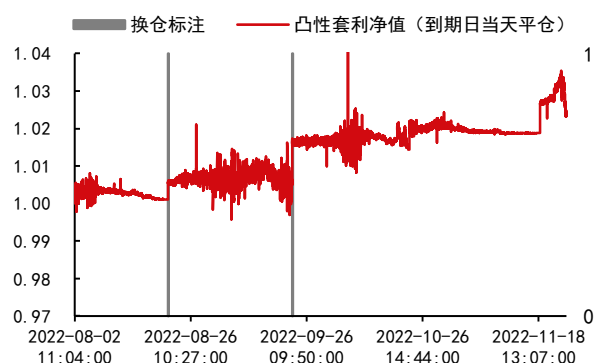
图表 17: 不同平仓日下凸性套利表现



资料来源: Wind 中信期货研究所

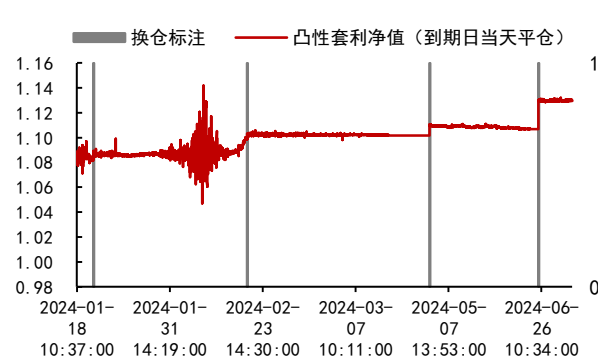
下图展示了 2022 年和 2024 年到期日平仓时日内净值变动情况。

图表 18: 2022 年凸性套利(到期日平仓)日内净值走势



资料来源: iFind 中信期货研究所

图表 19: 2024 年凸性套利(到期日平仓)日内净值走势



资料来源: iFind 中信期货研究所

从上图中策略净值变动规律来看,平仓日设定为期权最后交易日的情况下,发现凸性关系收敛或凸性套利盈利窗口期通常会早于平仓时间(到期日)。结合前面敏感性分析表格,在不考虑其他平仓逻辑驱动的情况下,在锁定开仓阈值时,到期日当天平仓会导致整体持仓周期更长,且容易受到到期日当日波动的影响,但过早平仓整体触发交易机会较少,在回溯中 4-8 个交易日为宜。

另外从上图分钟净值变动来看,在部分交易日头寸的波动较大,主要原因在于部分交易日行情波动较大,合约的价值状态不断变化使得整体净值变化较大。

因此,也引发思考,当用盈亏作为平仓逻辑时是否会表现更好,是否能够更加充分交易市场出现的套利机会。

b) 考察止盈止损条件下,考察套利策略表现。

此小节的测试中,考虑 0.05 的开仓阈值,无止盈止损的触发时,提前 5 个交易日平仓。

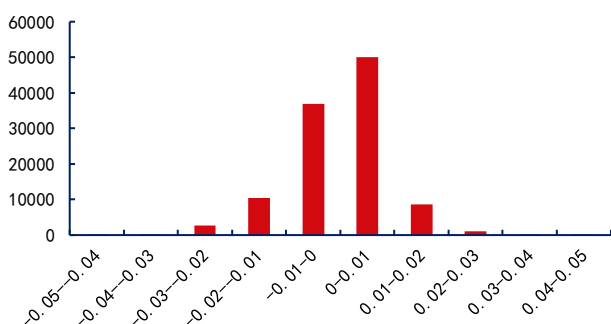
在前文中,我们将滚动构建虚 1、平值以及实 1 组成的蝶式套利作为比较基准。因此在设定止盈条件时,我们需要参考滚动蝶式组合的盈利情况。以分钟级别下的

持仓期权端收益率，即期权测收益/（卖权保证金占用+初期买卖权总收益），此时不考虑账户的现金流情况，以上述收益率作为套利止盈止损参考。

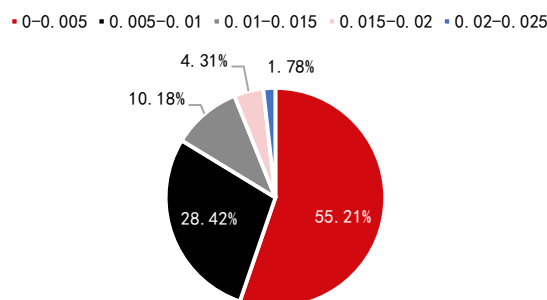
在上述的计算方法中发现，分母侧占比较大，因此整体收益率数值偏小。

蝶式组合分钟收益约 45%集中在 0-1%之间，整体分钟级别下收益率中位数为 0.06%。此处我们考虑，蝶式组合分钟收益率为正的情况下的中位数作为凸性套利分钟止盈的标准，中位数是 0.45%，收益为负的情况下收益率的中位数作为止损的标准，收益率的中位数为-0.45%。下文中凸性套利试图以上述两组数据分别作为止盈和止损的标准，检验是否可以提升凸性套利的收益情况。

图表 20：无择时蝶式策略分钟级别下收益率分布情况



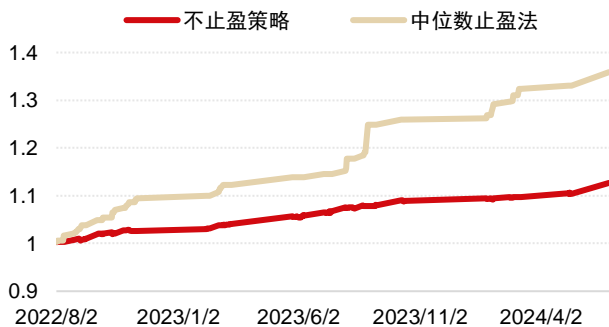
图表 21：蝶式策略盈利（分钟收益>0）分布情况



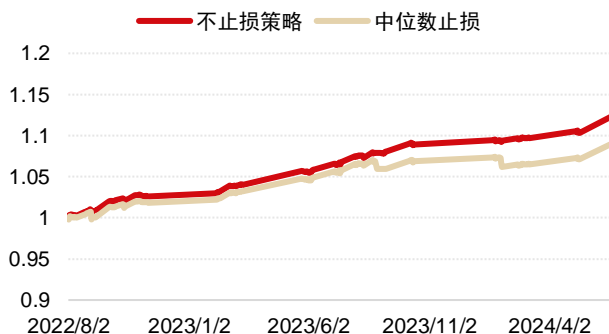
资料来源：iFind 中信期货研究所

资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 22：中位数止盈表现



图表 23：中位数止损表现



资料来源：iFind 中信期货研究所

资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 24：中位数止盈止损方法下凸性套利策略表现

开仓次数	平仓条件	胜率	区间收益率	年化收益率	波动率	最大回撤
15	无止盈止损	100.00%	12.67%	6.03%	5.03%	0.47%
18	中位数止损 (-0.45%)	72.22%	9.33%	4.44%	5.48%	1.10%
42	中位数止盈 (0.45%)	100.00%	35.88%	17.08%	14.43%	0.05%

资料来源：Wind 中信期货研究所

图表 25：不同年份下止盈止损对交易频次的影响（日频追踪）

	无止盈日度交易次数	设定止盈后日度交易次数	设定止损后日度交易次数
2022 年	4	16	6
2023 年	8	12	8
2024 年	5	10	6

资料来源：Wind 中信期货研究所

从策略日度净值曲线变动来看，考虑止盈后，策略整体收益提升较大，主要原因是止盈后整体交易频次增加，甚至出现了日内开平的情况，套利机会的参与度高，在不考虑交易成本的情况下，止盈会带来较为显著的收益提升。具体来看，中位数止盈策略主要贡献的时间段在 22 年，当时中证 1000 股指期货上市初期，呈现套利机会相对更多，故及时止盈在无成本交易的情况下带来了显著的收益提升。而在后文中，我们将进一步考虑交易成本对凸性套利收益的影响，尤其是在考虑止盈条件下高频开仓是否会降低潜在的增厚收益部分。

考虑止损后，理想套利环境下整体收益有所收窄，在理想的套利环境下，假如套利机会可交易的情况下，尽管过程中会产生不同程度的波动，但后续凸性关系收敛的概率较大，止损影响了套利策略后续补涨回调。

三、策略可行性分析

本节主要考虑在交易成本，即手续费和交易摩擦的影响下，对套利收益的影响。

（一）考虑交易成本下的策略收益测算

在《期权高频系列二：考虑交易成本的平价公式套利》中，我们对买卖价差与分钟收盘价做过详细的差异分析，在沪深 300 股指期货的交易中平值合约交易摩擦为 0.65%，上下两档合约交易摩擦为 0.75%。进一步举例说明滑点设定，如果当前平值合约收盘价是 100，则卖一价是 100.65，买一价是 99.35。买入期权合约时将以卖 1 价成交，卖出期权合约时以买一价成交。

此处我们沿用相同的研究方式对中证 1000 股指期货的交易摩擦进行测算，从日度买卖价差的绝对值来看，M0 和 I0 之间的买卖价差的绝对值相差不大，活跃合约基本买卖价差在 0.2-1.2 之间，但是考虑到两个品种合约单价不一致以及当前市场下流动性差异，故此处我们考虑将 M0 所有合约的交易摩擦设定为 0.6%。

策略考虑 0.05 作为开仓阈值，40%的资金占用情况，同时考虑双边手续费。

在此小节我们再次测试两组实验：1）考虑成本之后是否影响对开仓阈值的判断；2）考虑成本之后，止盈策略是否还能够带来显著的收益。

图表 26：考虑交易成本后开仓参数测试

CONVEX 开仓阈值	开仓次数	胜率	区间收益率	年化收益率	不考虑成本时年化收益率
0.01	21	100.00%	10.20%	4.85%	5.76%

中信期货权益及期权策略(金融期权)专题报告

0.02	19	100.00%	10.02%	4.77%	5.62%
0.03	17	100.00%	9.33%	4.44%	5.13%
0.04	15	100.00%	11.04%	5.26%	5.91%
0.05	15	100.00%	11.19%	5.33%	6.03%
0.06	14	100.00%	10.24%	4.88%	5.47%
0.07	14	100.00%	10.36%	4.93%	5.48%
0.08	14	92.86%	10.70%	5.10%	5.72%
0.09	14	92.86%	14.30%	6.81%	7.48%
0.1	13	92.31%	13.77%	6.56%	7.15%
0.15	11	90.91%	13.79%	6.56%	7.13%
0.2	8	87.50%	11.66%	5.55%	5.92%
0.25	7	100.00%	12.12%	5.77%	6.17%
0.3	7	100.00%	11.36%	5.41%	5.79%

资料来源: Wind 中信期货研究所

在考虑成本之后, 主要影响在收益端, 胜率、回撤和波动端扰动较小。考虑了期权交易摩擦以及双边手续费之后, 对收益的影响在 0.4%-1% 左右。在整体对参数的敏感程度和前文结论一致, 一定范围内, 提高开仓阈值, 能够部分增厚收益, 但过高的开仓阈值会使得整体交易频次下降。

在前文的回溯中, 及时的止盈能够带来显著的增厚效果, 此处考虑成本后我们进行进一步的验证。

图表 27: 考虑交易成本后止盈参数测试

止盈条件	开仓次数	区间收益率	年化收益率	不考虑成本时年化收益率	波动率	最大回撤	夏普比率
0.40%	42	31.01%	14.77%	16.97%	14.01%	0.10%	0.91
0.45%	42	31.12%	14.82%	17.08%	13.66%	0.10%	0.94
0.50%	42	31.41%	14.96%	17.19%	13.78%	0.10%	0.94
1.00%	42	33.78%	16.09%	18.34%	13.93%	0.10%	1.01
1.50%	36	32.87%	15.65%	17.58%	13.26%	0.09%	1.03
2.00%	25	27.29%	12.99%	13.80%	10.88%	0.21%	1.01
2.50%	21	21.78%	10.37%	11.06%	6.75%	0.31%	1.24
3.00%	21	20.27%	9.65%	10.43%	6.27%	0.31%	1.22
3.50%	20	18.43%	8.77%	9.57%	6.26%	0.31%	1.08
4.00%	18	19.84%	9.45%	10.07%	6.82%	0.31%	1.09
4.50%	17	16.96%	8.08%	8.72%	6.18%	0.31%	0.98
5.00%	17	16.95%	8.07%	8.73%	6.16%	0.32%	0.98

资料来源: Wind 中信期货研究所

在考虑成本的条件下, 考虑成本后对年化收益的影响大约有 0.7%-2%, 交易频次越高, 交易成本端带来的影响就更大。

(二) 资金容量估算

以 2.5% 作为止盈条件, 无止盈情况下临近到期日 5 个交易日平仓, 0.05 作为开仓阈值, 进行策略流动性分析。

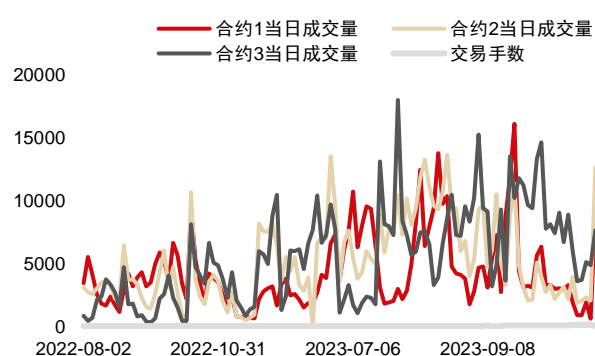
首先在凸性套利机会的确认中, 我们限制了前一个交易日成交量偏弱的合约, 仅仅在上一个交易日交易量前 5 的沽购合约, 以保证策略流动性。

如图所示, 在总账户设定为 500 万, 投资比例为 40% 的前提下。模拟交易的手数

占市场比例相对较低，多数时间回溯中模拟交易的手数占当日最小合约成交量日均在 4%左右，但是在部分时间节点上，也看到交易规模占最低合约成交量的 10%以上，最高会达到 25%，该部分的可操作性会有所减弱。

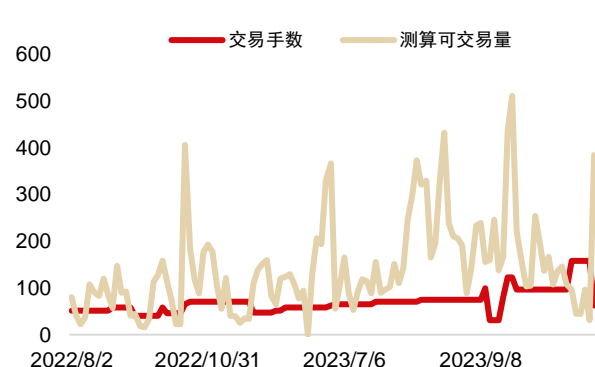
同样也以此为参照，对策略上限做推算，以单次交易的三张合约的最低成交量作为基准，假设最多交易单一合约成交量的 5%，策略受期权市场流动性影响较大，当市场流动性走阔时，策略容量单日峰值可在 2500 万以上；当市场流动性收窄时，策略容量降至 300 万，因此基于回溯样本期内的动态容量测算，我们认为较为灵活的资金配置设定为 2000 万左右。

图表 28：回溯中模拟交易手数和合约当日成交量



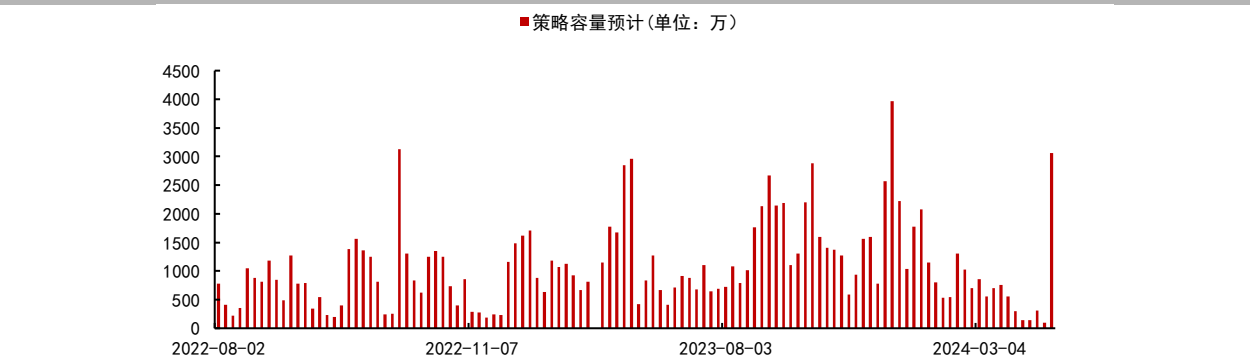
资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 29：测算容量和模拟交易手数



资料来源：iFind 中信期货研究所

图表 30：策略资金容量动态测试



资料来源：Wind 中信期货研究所

四、总结

本文是期权高频系列的第四篇，聚焦于股指期权日内分钟级别数据下凸性套利机会的回溯。

报告主要呈现了三个部分：

首先，我们对套利机会出现的环境进行了简要分析，以中证 1000 股指期权为例，回溯中发现凸性套利机会更容易出现在上市初期以及市场波动较大的环境中，流动性越好，往往会产生更多流动性失衡的合约组合，从而产生更多的套利机会。

其次，我们对理想条件下凸性套利表现进行了开平仓的参数敏感性测试，得到的结论如下：1) 开仓条件越严格，即凸性关系偏移程度越高，并不一定意味着有更高的收益，开仓条件需权衡开仓频次和单次开仓收益，单张合约之间合约偏斜幅度在 0.04-0.08 能够有较好的权衡；2) 当以到期日为锚点时，过早（到期前 8-10 个交易日）或过晚（到期日前 2 个交易日-到期日当天）平仓都会产生更大的波动，过早平仓会错失套利收益收敛，过晚平仓，持仓周期变长，容易受到到期日当日波动影响，从而降低策略净值；3) 以盈亏为锚点时发现，止损并不能够提升策略收益，过早平仓容易影响策略后续进一步冲高，而止盈离场可以显著提升收益，核心原因在于止盈离场能够降低单次持仓时间，提升凸性套利参与度，显著提升交易频次。

最后，我们从交易成本的角度再次审视策略的收益空间以及策略容量。在考虑了交易成本，即双边手续费以及潜在交易摩擦之后，对策略整体收益率影响在年化 0.5%-1% 左右，在止盈条件下，收益率影响会相对更大，基本在 1%-2% 之间。

我们同样也对策略容量进行估计，以 500 万的资金规模为例，实际投资比例为 40% 的情况下，交易的手数占当日最小合约成交量日均在 4% 左右，但是在部分时间节点上，也看到交易规模占最低合约成交量的 10% 以上，最高会达到 25%，该部分的可操作性会有所减弱。

基于此对策略上限做推算，以单次交易的三张合约的最低成交量作为基准，假设最多交易单一合约成交量的 5%，策略受期权市场流动性影响较大，当市场流动性走阔时，策略容量单日峰值可在 2500 万以上；当市场流动性收窄时，策略容量降至 300 万，因此基于回溯样本期内的动态容量测算，我们认为较为灵活的资金配置设定为 2000 万左右。

在回溯中我们认为也存在可进一步优化的地方：1) 期权日内涨跌停熔断无法交易的情况或报单延迟并未考虑，可能会影响回溯中的准确度；2) 由于期权流动性变化相对比较大，仍然在部分时间节点存在流动性紧张的情况，尽管在机会筛选的初期已经对前一个交易日的弱流动性合约做了初步的剔除，但是仍然存在下单日当日或持仓周期内出现较大的档位偏移从而带来的弱流动性的情况；3) 单次交易仅仅下单一组合约的方式相对固化，并不能够对出现的所有机会进行交易，拆分仓位叠加一定的阈值管理能够更加提升收益同时增强策略的可实现性。上述问题我们将在后续的高频系列的报告中做进一步的讨论与优化。

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司（以下简称“中信期货”）拥有本报告的版权和/或其他相关知识产权。未经中信期货有限公司事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式复制、转载、引用、刊登、发表、发行、修改、翻译此报告的全部或部分材料、内容。除非另有说明，本报告中使用的所有商标、服务标记及标记均为中信期货所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货或商标所有权人的书面许可，任何单位或个人不得使用该商标、服务标记及标记。

如果在任何国家或地区管辖范围内，本报告内容或其适用与任何政府机构、监管机构、自律组织或者清算机构的法律、规则或规定内容相抵触，或者中信期货未被授权在当地提供这种信息或服务，那么本报告的内容并不意图提供给这些地区的个人或组织，任何个人或组织也不得在当地查看或使用本报告。本报告所载的内容并非适用于所有国家或地区或者适用于所有人。

此报告所载的全部内容仅作参考之用。此报告的内容不构成对任何人的投资建议，且中信期货不会因接收人收到此报告而视其为客户。

尽管本报告中所包含的信息是我们于发布之时从我们认为可靠的渠道获得，但中信期货对于本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性以及完整性不作任何明确或隐含的保证。因此任何人不得对本报告所载的信息、观点以及数据的准确性、可靠性、时效性及完整性产生任何依赖，且中信期货不对因使用此报告及所载材料而造成的损失承担任何责任。本报告不应取代个人的独立判断。本报告仅反映编写人的不同设想、见解及分析方法。本报告所载的观点并不代表中信期货或任何其附属或联营公司的立场。

此报告中所指的投资及服务可能不适合阁下。我们建议阁下如有任何疑问应咨询独立投资顾问。此报告不构成任何投资、法律、会计或税务建议，且不担保任何投资及策略适合阁下。此报告并不构成中信期货给予阁下的任何私人咨询建议。

中信期货有限公司

深圳总部

地址：深圳市福田区中心三路 8 号卓越时代广场（二期）北座 13 层 1301-1305、14 层

邮编：518048

电话：400-990-8826。