

期权高频系列（二） 考虑交易摩擦后的期权平价套利回测

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号

报告要点

本文从平价套利公式出发，监测了高频视角下平价公式价差情况，并进行回测和收益归因。

摘要：

什么是期权平价套利？ 期权平价公式是指同一标的、同一到期日、同一行权价的欧式认购期权、认沽期权及标的价格之间存在等式关系；当等式不成立，且套利收入大于套利成本的时候，存在期权平价套利机会。

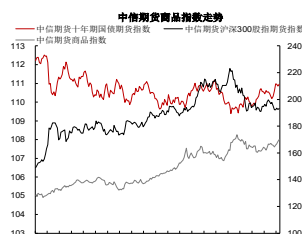
高频视角下，套利成本怎么估算？ 从日内分钟视角看，早盘流动性更佳；从不同执行价格下的价差分布来看，平值附近滑点较低。在后续测算中平值期权交易摩擦设定为 0.65%，上下 2 档合约交易摩擦设定为 0.75%，期货交易摩擦设定为 0.04%。

高频平价套利策略收益表现？ 以沪深 300 股指期权（10）2020.02.03-2023.05.12 的 1 分钟数据为例，评估期权平价公式的高频套利机会。回测周期 2020.02.03-2023.05.12，初始交易资金设置为 800 万，投资于期权期货的资金比例设定为 50%。

实值 2 档认购期权与虚值 2 档认沽期权组合的高频平价套利策略表现最优，区间收益 6.97%，最大回撤 0.44%。

关于高频平价套利收益归因？ 在实际交易中，交易算法和下单速度是高频套利策略获利的核心，但我们也尝试从基本面视角对高频平价套利收益进行归因。（1）基差深贴水（或者高升水）时开仓机会更多（2）基差波动较高时，策略胜率更高。（3）波动率水平较高时，日内交易机会更多。

风险因子： 1) 市场成交额持续萎缩；2) 模型失效风险



权益策略团队

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

重要提示： 重要提示：本报告非期货交易咨询业务项下服务，其中的观点和信息仅作参考之用，不构成对任何人的投资建议。中信期货不会因为关注、收到或阅读本报告内容而视相关人员为客户；市场有风险，投资需谨慎。如本报告涉及行业分析或上市公司相关内容，旨在对期货市场及其相关性进行比较论证，列举解释期货品种相关特性及潜在风险，不涉及对其行业或上市公司的相关推荐，不构成对任何主体进行或不进行某项行为的建议或意见，不得将本报告的任何内容据以作为中信期货所作的承诺或声明。在任何情况下，任何主体依据本报告所进行的任何作为或不作为，中信期货不承担任何责任。

目 录

摘要:	1
一、平价公式套利的核心是交易成本	3
(一) 平价公式套利原理	3
(二) 平价公式套利实际案例	3
(三) 平价套利的核心是交易成本	4
二、高频套利回测表现	6
(一) 可覆盖成本的开仓阈值	6
(二) 回测结果	6
三、关于高频平价套利收益归因的一些讨论	8
(一) 收益是否和期货贴水有关	8
(二) 收益是否和期货贴水有关	9
(三) 收益是否和分红有关	10
(四) 策略理论容量	10
免责声明	11

图目录

图表 1: 当 $K+C-P < St$ 时: 合成现货多头套利	3
图表 2: 当 $K+C-P > St$ 时: 合成现货空头套利	3
图表 3: 期权平价公式套利示例	4
图表 4: 买卖价差异的日内走势	5
图表 5: 买卖价差与分钟收盘价差异(越接近 0 越优)	5
图表 6: 买卖价差与成交价关系	5
图表 7: 2020.02-2023.05 期权平价公式套利回测表现	7
图表 8: 2020.02-2023.05 期权平价公式套利回测表现	7
图表 9: 各年份表现	7
图表 10: 2020 年策略表现与日内基差水平	8
图表 11: 2022 年策略表现与日内基差水平	8
图表 12: 剔除分红影响的 IF 年化基差	8
图表 13: 2020 年与 2022 年的基差特征对比	8
图表 14: 2020 年策略表现与日内隐含波动率水平	9
图表 15: 2022 年策略表现与日内隐含波动率水平	9
图表 16: 2020 年策略表现与日内隐含波动率变动	9
图表 17: 2022 年策略表现与日内隐含波动率变动	9
图表 18: 期货期权收益拆解: 以 2020 年和 2022 年为例	9
图表 19: 日内平值合约买 1、买 2 价容量	10
图表 20: 日内虚值 2 档、实值 2 档合约买 1、买 2 价容量	10

一、平价公式套利的核心是交易成本

(一) 平价公式套利原理

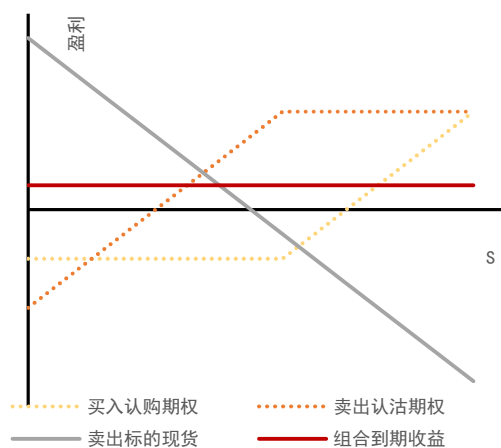
期权平价公式是指同一标的、同一到期日(T)、同一行权价的欧式认购期权(C)、认沽期权(P)及标的价格(S)之间存在如下关系:

$$C - P = S_t - Ke^{-rT}$$

C 表示认购期权价格, P 为认沽期权价格, S 为标的证券价格, K 为行权价, r 表示市场无风险利率。该理论成立前提假设有: 1) 期权行权方式为欧式; 2) 标的资产存续期内不发生分红事件; 3) 理论不发生变动, 且借贷理论相等; 4) 忽略交易成本及保证金机会成本。当上述等式不成立时, 即存在套利机会。由于 e^{-rT} 的值一般接近于 1, 实际操作中平价公式也可以近似为 $C - P = S_t - K$ 。当等式不成立时, 即存在理论套利机会。

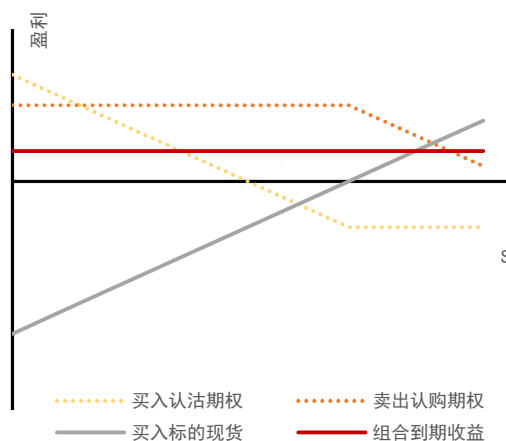
当 $K + C - P < S_t$ 时, 买入同一标的、同一行权价以及同一到期期限的期权组合 (C-P), 同时卖出标的物 S_t , 合成现货多头进行套利。当 $K + C - P > S_t$ 时, 卖出同一标的、同一行权价以及同一到期期限的期权组合 (C-P), 同时买入标的物 S_t , 合成现货空头进行套利。

图表 1: 当 $K+C-P < S_t$ 时: 合成现货多头套利



资料来源: Wind 中信期货研究所

图表 2: 当 $K+C-P > S_t$ 时: 合成现货空头套利



资料来源: Wind 中信期货研究所

(二) 平价公式套利实际案例

在实际交易中, 股指期货的标的现货为对应的股票指数, 但指数现货无法直接交易。比较常用的一种现货替代方式是利用股指期货进行套利, 因此平价公式从 $C - P = S_t - K$ 调整为 $C - P = F - K$, 即利用 $K + C - P$ 复制合成期货 F。

下面以 2022 年 10 月 10 日的中证 1000 股指期权价格为例。

图表 3：期权平价公式套利示例

2022 年 10 月 10 日（当月合约 10 月 21 日到期行权）					
看涨期权收盘价 C	执行价格 K	看跌期权收盘价 P	合成现货价格 K+C-P	IM2211 收盘价 F	差额 套利收入
470.2	5500	12.2	5958	5976	-18
386.4	5600	21.2	5965.2		-10.8
290.8	5700	35.4	5955.4		-20.6
231.2	5800	57.8	5973.4		-2.6
165	5900	93.8	5971.2		-4.8
109.8	6000	137.6	5972.2		-3.8
66.6	6100	196.4	5970.2		-5.8
40.6	6200	265.2	5975.4		-0.6
22.8	6300	348.4	5974.4		-1.6
12.6	6400	458	5954.6		-21.4

资料来源：IFinD 中信期货研究所

10 月 10 日，买入 2 张执行价格 6400 的中证 1000 看涨期权，同时卖出 2 张执行价格为 6400 的中证 1000 看跌期权，卖出 1 张价格为 5976 的 IM2210 股指期货。（MO 股指期货乘数 100 元/点，IM 股指期货乘数 200 元/点，因此交易张数为 2：1）

10 月 21 日，股指期货交割结算价约为 6440。买入看涨期权收益 $6440 - 6400 - 12.6 = 27.4$ ，卖出看跌期权端收益 458，卖出股指期货收益 $5976 - 6440 = -464$ 。总计收入 $27.4 + 458 - 464 = 21.4$ ，乘以合约乘数单位后，套利收入共计 4280 元。此时，若套利收入高于套利成本，则存在套利机会。

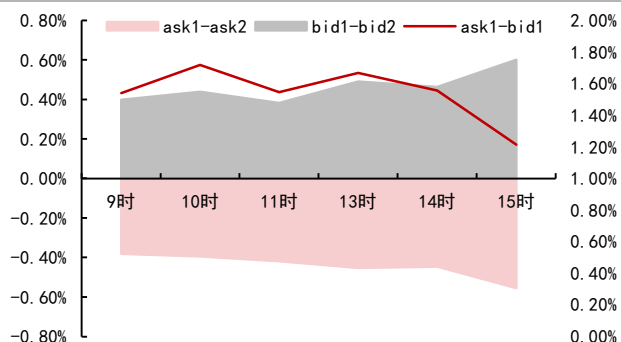
（三）平价套利的核心是交易成本

期权平价公式的交易成本包括手续费、资金占用成本以及最为重要的买卖滑点。

这里着重介绍我们关于买卖滑点的设定。首先，在规避到期日前后 5 个交易日、非节假日前后的前提下，**我们随机选定一个交易日的沪深 300 股指期权当月合约的日内数据快照。**

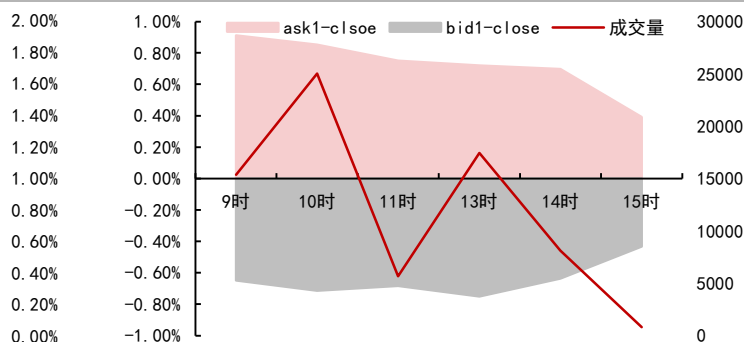
考虑到由于不同期权之间流动性差异较大，同时高频套利策略主要考虑平值以及上下两档位合约，故该部分考虑对应档位的交易摩擦情况。**价差考虑价格差异比例，而非绝对值。**另外为了对齐数据频率，将 tick 数据下的买价对应分钟内的成交量进行加权，得到分钟下的加权买价和加权卖价。

图表 4：买卖价差的日内走势



资料来源：Wind 中信期货研究所

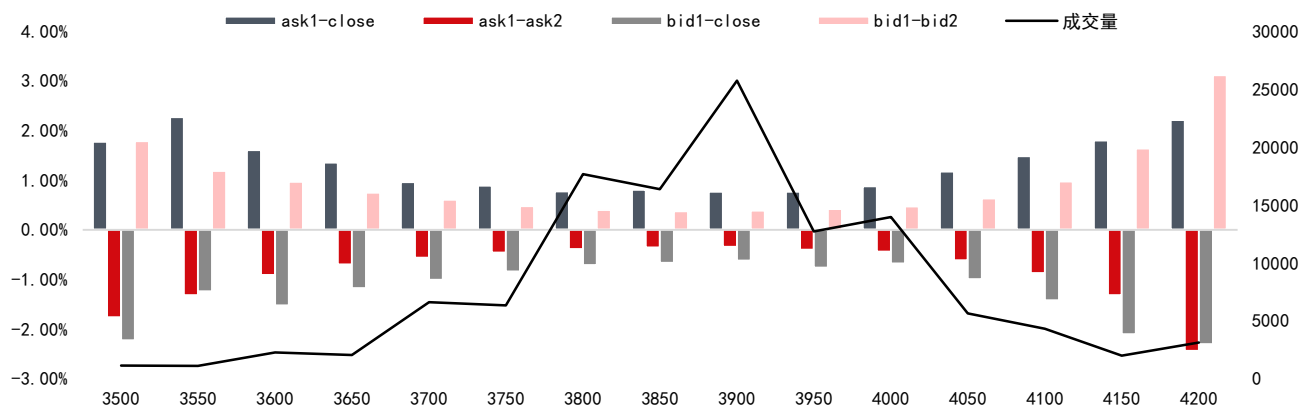
图表 5：买卖价差与分钟收盘价差异（越接近 0 越优）



资料来源：Wind 中信期货研究所

(1) 从日内分钟视角看，早盘流动性更佳。买价间、卖价间差异在日内逐渐放大，而买卖价差日内逐渐收敛；早盘买 1 买 2 和卖 1 卖 2 的差异在 0.4% 左右，午盘会略上浮 0.1%。而买卖价差在 1.6% 左右震荡，原因是通常早盘流动性更佳，故交易摩擦相对较小，但多空博弈属性更强。

图表 6：买卖价差与成交价关系



资料来源：IFinD 中信期货研究所

(2) 从不同执行价格下的价差分布来看，平值附近滑点较低。深虚、深实端各项价差均较大，充分反映平值两侧流动性相对不佳；以平值附近两档为例，相对价差基本在 $\pm 0.7\%$ 附近，相对可控。

那么基于以上两点，为有效控制对于交易摩擦的预估，后续套利测算中仅考虑平值附近上下 2 档的合约。诚然，深度虚值实值档位执行价格的合约中能找到更多价差交易机会，但也同样意味我们失去了对于滑点的合理估计范围。

我们在后续测算中平值期权交易摩擦设定为 0.65%，上下 2 档合约交易摩擦设定为 0.75%，期货交易摩擦设定为 0.04%。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。买入期权合约时将卖 1 价成交，卖出期权合约时以买一价成交。

二、高频套利回测表现

本文以沪深 300 股指期权（IO）2020.02.03-2023.05.12 的 1 分钟数据为例，评估期权平价公式的套利机会。

（一）可覆盖成本的开仓阈值

当监测到 T 时刻平价公式价差可覆盖交易成本时，在 T+1min 时刻开仓。交易成本的估算如下：

一张期权合约双边手续费： $15/100 \times 2 = 0.3$

一张期货合约当日平仓双边手续费： $F \times 0.0023\%$ （开仓）+ $F \times 0.023\%$ （日内平仓）

交易摩擦： $(Call + Put) \times 2 \times \text{期权摩擦比例} + F \times 2 \times \text{期货摩擦比例}$

测算中假设平值单张认购和认沽期权价格之和（Call + Put）为 200，其余档位认购认沽之和为 150，假设期货（F）点位是 4000。基于以上假设，平值期权平价公式套利价差为 7.87，上下两档平价公式可套利价差约为 7.522。

当在日内检测到价差绝对值大于上述设定阈值，则在下一分钟开仓。如果日内价差绝对值收敛到 0.1 以内则考虑平仓，否则在 14:30 平仓。

初始交易资金设置为 800 万，投资于期权期货的资金比例设定为 50%，其中包含保证金占用。

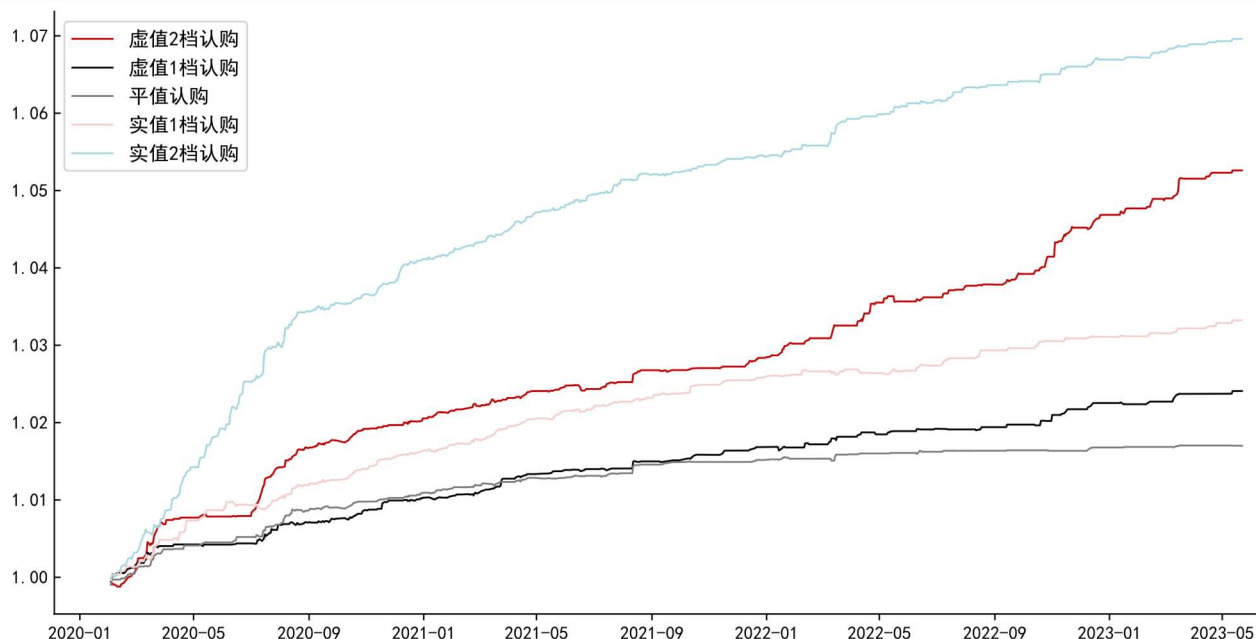
（二）回测结果

本文分年份对不同档位下的平价套利策略进行回测。

从年份来看，2020 年所有档位的策略均有较好的表现，对此可以理解为 IO 期权在上市初期，日内期权的价格变动较大，稳定存在一定的高频套利机会。2022 年以来，策略表现相对平淡，即使是在虚 2 实 2 的认购认沽组合中，盈利空间也非常有限，开仓次数和胜率也相应降低。

从策略表现来看，在 2020.02-2023.05 整个周期内，回撤小，胜率高。一方面是日内开平保证了资金利用率，另一方面也能够在价差捕捉失误的时候及时止损。

图表 7: 2020. 02-2023. 05 期权平价公式套利回测表现



资料来源: IFinD 中信期货研究所

图表 8: 2020. 02-2023. 05 期权平价公式套利回测表现

	区间收益率	最大回撤	胜率
虚值 2 档认购	5.26%	75.96%	0.45%
虚值 1 档认购	2.41%	69.05%	0.38%
平值认购	1.70%	70.46%	0.41%
实值 1 档认购	3.32%	72.51%	1.71%
实值 2 档认购	6.96%	72.67%	0.44%

资料来源: IFinD 中信期货研究所

图表 9: 各年份表现

	2020		2021		2022		2023H1	
	收益率	最大回撤	收益率	最大回撤	收益率	最大回撤	收益率	最大回撤
虚值 2 档认购	1.98%	0.45%	0.72%	0.26%	1.76%	0.36%	0.49%	0.13%
虚值 1 档认购	0.91%	0.38%	0.57%	0.27%	0.55%	0.23%	0.11%	0.06%
平值认购	1.09%	0.41%	0.34%	0.12%	0.15%	0.23%	0.02%	0.04%
实值 1 档认购	1.50%	1.84%	0.84%	0.37%	0.48%	0.14%	0.20%	0.06%
实值 2 档认购	4.05%	0.44%	1.17%	0.30%	1.15%	0.26%	0.22%	0.08%

资料来源: IFinD 中信期货研究所

三、关于高频平价套利收益归因的一些讨论

期权平价公式套利策略属于经典的期权套利类策略，构建逻辑相对清晰。假设完全不考虑滑点及手续费，那么在日线级别下就可以观测到充分的套利机会，该套利策略的市场应用十分广泛。

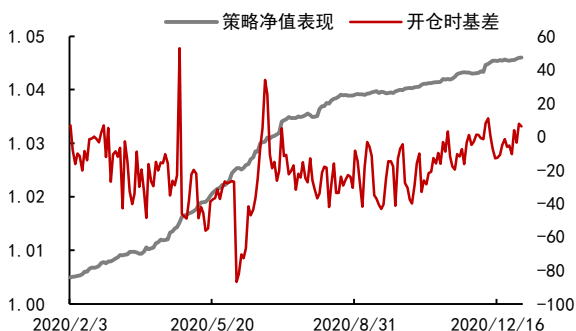
本文有三点创新：第一，构建高频 1 分钟级别期权数据库；第二，模拟并预估平价附近期权交易滑点；第三，**验证在平值档位附近，构建高频平价套利策略同样可以产出正向收益**。接下来我们尝试对于收益来源进行一定归因。

(一) 收益是否和期货贴水有关

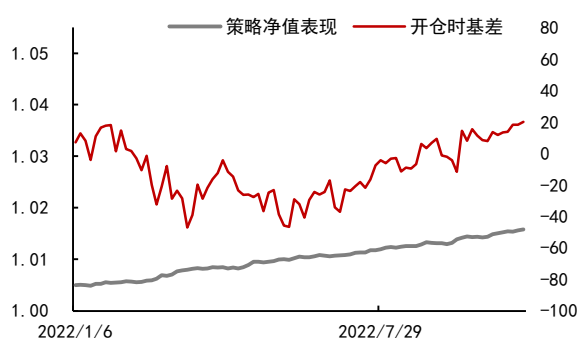
平价公式的套利逻辑，可以理解为根据价差正负情况，交易期权合成指数和真实期货之间的“基差”。

(1) 基差深贴水（或者高升水）时开仓机会更多。当期货和指数偏离越远，平价套利价差越大，开仓机会更多。**(2) 基差波动较高时，策略胜率更高。**2020 年基差的变动幅度更大，近两年基差波动幅度缩，日内交易期货的盈利空间缩减。

图表 10：2020 年策略表现与日内基差水平



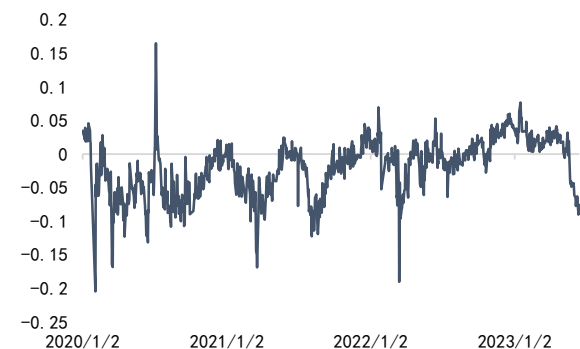
图表 11：2022 年策略表现与日内基差水平



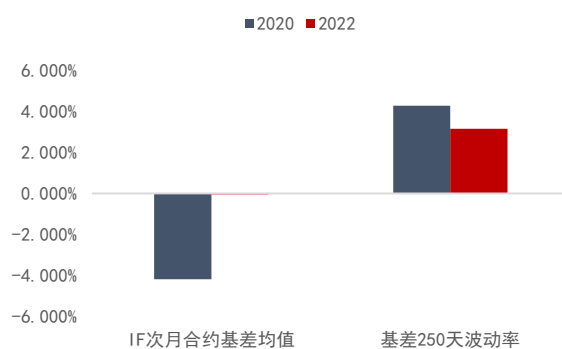
资料来源：Wind 中信期货研究所

资料来源：Wind 中信期货研究所

图表 12：剔除分红影响的 IF 年化基差



图表 13：2020 年与 2022 年的基差特征对比



资料来源：Wind 中信期货研究所

资料来源：Wind 中信期货研究所

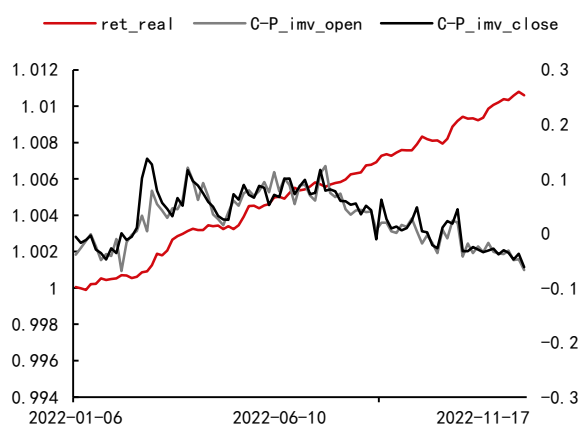
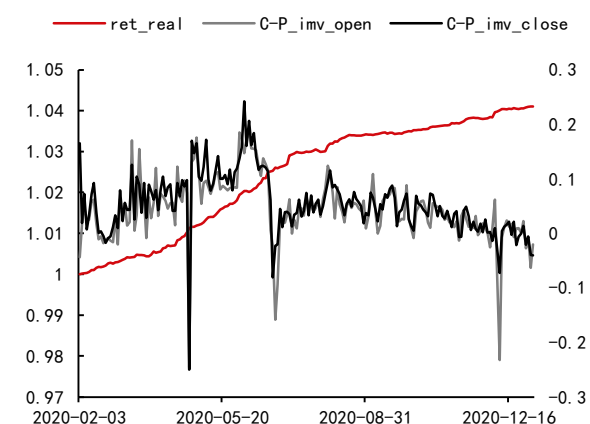
(二) 收益是否和波动率有关

接下来从认购认沽的波动率价差入手。推测近两年的波动率走弱会影响平价公式的信号准确度以及套利空间。在平价公式套利策略实施过程中，当 $C-P+K-F$ 价差大于 0 时，做空 C-P 组合，也意味着做空认购，做多认沽，理论上希望 C-P 的波动率价差收窄；当平价公式价差小于 0 时，做多 C-P 组合，也意味着做多认购，做空认沽，理论上希望 C-P 的波动率价差走强。

沪深 300 股指期权 2020 年仍在**上市初期，波动率水平较高，因此日内机会更多。**

图表 14：2020 年策略表现与日内隐含波动率水平

图表 15：2022 年策略表现与日内隐含波动率水平

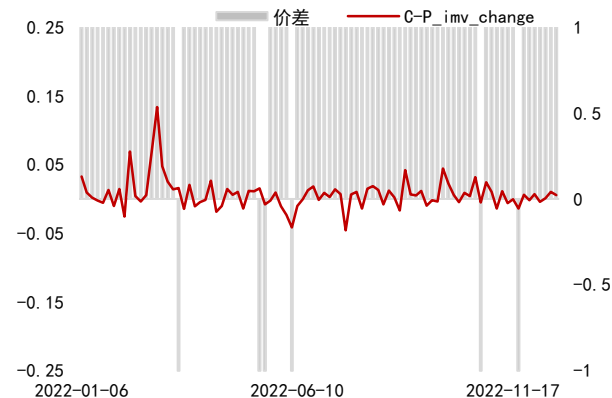
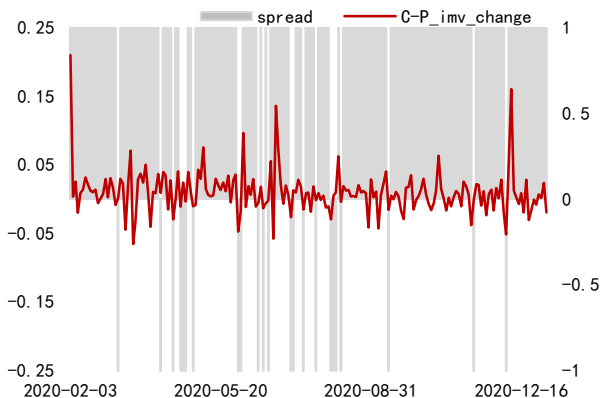


资料来源：Wind 中信期货研究所

资料来源：Wind 中信期货研究所

图表 16：2020 年策略表现与日内隐含波动率变动

图表 17：2022 年策略表现与日内隐含波动率变动



资料来源：Wind 中信期货研究所

资料来源：Wind 中信期货研究所

图表 18：期货期权收益拆解：以 2020 年和 2022 年为例

2020				2022			
期货端胜率	期货端盈亏比	期权端胜率	期权端盈亏比	期货端胜率	期货端盈亏比	期权端胜率	期权端盈亏比
56.02%	116%	48.69%	99%	47.19%	120%	43.82%	106%

资料来源：IFinD 中信期货研究所

(三) 收益是否和分红有关

上文在讨论基差变化的部分，我们使用的是已经包含分红的基差变化。

而在认购认沽隐波差部分，如果考虑现金分红后，平价公式变更为 $C - P = St - D - K$ 。分红也已经在隐含波动率差额的计算中。（例如，如果使用 Black 模型倒推隐含波动率，则本身暗含了分红股息率 q 等于无风险利率 r 的假设）

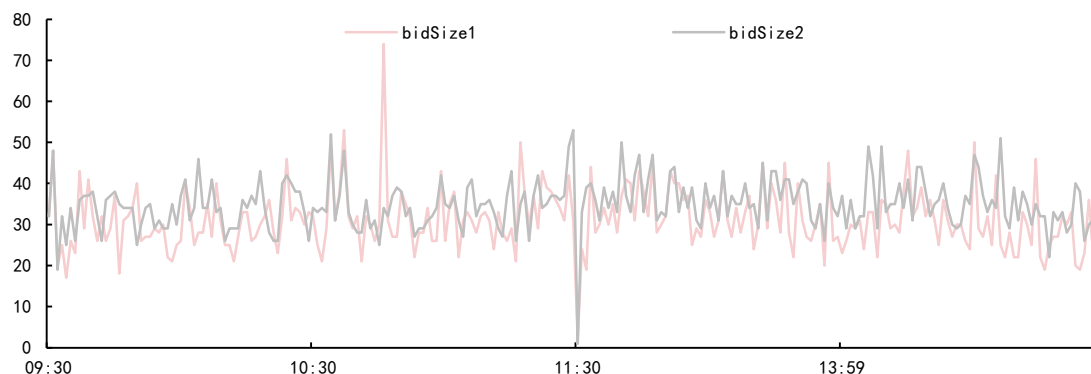
因此分红季对策略收益影响有限。

(四) 策略理论容量

我们按照对市场影响不高于 1% 来衡量策略容量，因此 1 分钟内仅按成交 1 个 tick 计算，而日内平值合约买 1 卖 1 日内一分钟容量均值在 40 手左右，日内虚值 2 档或实值 2 档日内一分钟容量均值在 8 手左右。

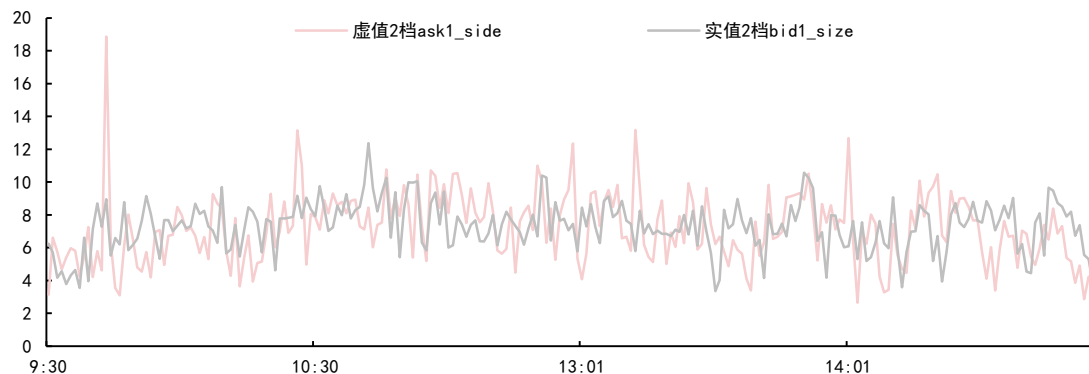
假设当前点位 4000 点，平值对应合约面值 $4000 \times 100 \times 40 = 1600$ 万，暨平值附近一分钟高频平价套利的理论策略容量为 1600 万；而一分钟内，实值 2 档与虚值 2 档对应面值为 $3850 \times 100 \times 8 = 308$ 万，**不同档位下的策略容量跨度较大。**

图表 19: 日内平值合约买 1、买 2 价容量



资料来源：IFinD 中信期货研究所

图表 20: 日内虚值 2 档、实值 2 档合约买 1、买 2 价容量



资料来源：IFinD 中信期货研究所

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。