

# 基于平价理论

## 探究中证 1000 股指期权无风险套利机会

徽商期货 李红霞 投资咨询证：Z0011794

中证 1000 股指期权于 2022 年 7 月 22 日在中国金融交易所（以下简称“中金所”）上市，截止到 2022 年 11 月底，中证 1000 股指期权已运行超过 4 个自然月。根据市场相关研究，一般期权品种在经过 4 个月时间运行后，期权市场效率将得到提高。本文使用期权平价理论基于中证 1000 上市初期的交易数据寻找无风险套利机会。

### 一、中证 1000 股指期权和股指期货合约细则及运行情况介绍

根据中金所设计，中证 1000 股指期权和股指期货标的物均为中证 1000 指数，代码为 000852，市场又称中证 1000 股指期权为现货期权，中证 1000 股指期货代码为“IM”，中证 1000 股指期权代码为“MO”。中证 1000 股票期权不同于已上市的金融期权，创下国内首个金融指数期权和指数期货同时上市的先例，目前市场仍没有挂钩中证 1000 指数的 ETF 期权。在中金所推出中证 1000 股指期权和股指期货后，国内众多公募基金推出中证 1000ETF，易方达基金、广发基金、富国基金和汇添富基金均在同一天发售相关产品。后期随着中证 1000ETF 发展规模壮大后，可能可以推出中证 1000ETF 期权，总体上遵循了国际市场上“股指期货-股指期权-ETF 期权”的发展路径。

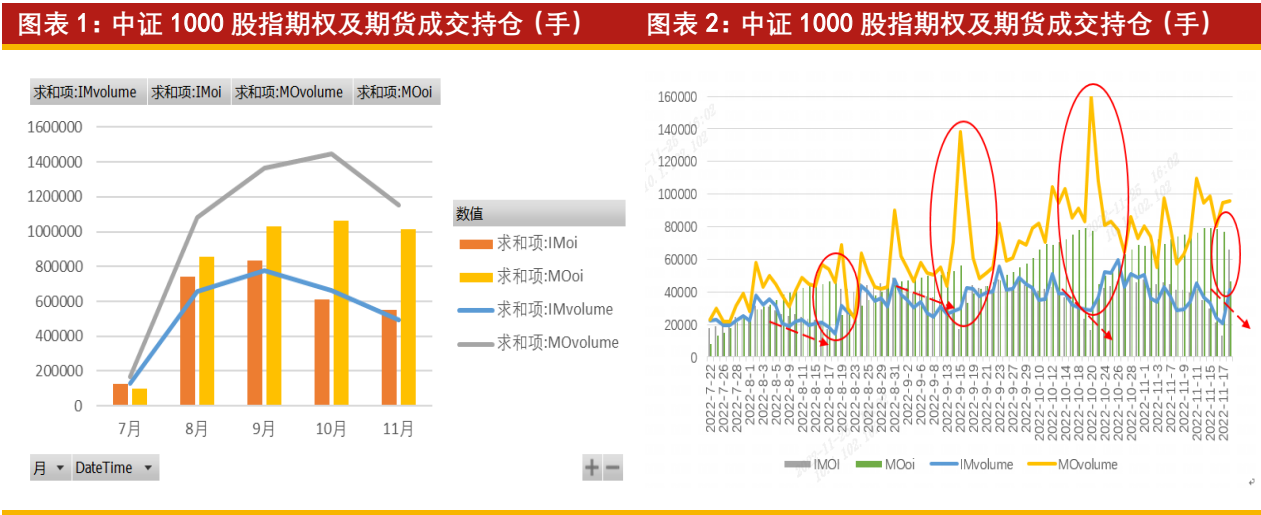
作为中金所推出来的第二个指数期权，中证 1000 股指期权延续沪

深 300 股指期权制度的优点，如欧式期权和现金交割等。一方面，从目前全球最活跃的指数期权情况来看，欧式期权明显较美式期权更为活跃，减少期权卖方风险，有利于期权客户进行策略交易、套利交易，提高期权交易流动性。另一方面，中证 1000 股指期权和股指期货最后交易日均为合约到期月份的第三个星期五，遇国家法定假日顺延。最后交易日即为交割日，交割方式均为现金交割。这样，中证 1000 股指期权和期货交割效率将高于已上市的 ETF 期权和商品期权，期权买卖双方账户只需要准备好足够现金，到期如有未平仓期权合约，将以现金划转的方式来完成交割，而不需要购买一揽子股票用于交割，节省交割成本。最后，中证 1000 股指期权和期货结算价均为标的中证 1000 指数最后两个小时加权平均价，这为交割套利提供了理论基础。

截止到 2022 年 11 月份底，中证 1000 股指期权和股指期货已有 4 个月份合约到期摘牌，其中 M02208 月份合约和 IM2208 合约于 8 月 19 日到期，共运行有 21 个交易日，交割结算价为 7277.46 点，当天指数走势疲软，收跌 1.59%；M02209 月份合约和 IM2209 合约于 9 月 16 日到期，共运行 19 个交易日，当天波动幅度较大，交割结算价为 6530.27 点，跌幅为 2.08%；M02210 月份合约和 IM2210 合约于 10 月 21 日到期，共运行 20 个交易日，交割结算价为 6440.08 点，当天波动幅度不大；M02211 月份合约和 IM2211 合约于 11 月 18 日到期，共运行 20 个交易日，交割结算价为 6699.69 点，当天跌幅为 0.84%。

中证 1000 股指期权及股指期货目前运行平稳，成交和持仓量数据显示，截止 2022 年 11 月 18 日，中证 1000 股指期权日成交量最高为

159,778 手，总成交量为 5,215,753 手，总持仓量为 4,058,958 手。中证 1000 股指期货总成交量为 2,720,095 手，总持仓量为 2,865,513 手。中证 1000 股指期权成交量和持仓量高于中证 1000 股指期货的成交量和持仓量。在临近到期日，中证 1000 股指期权的成交量和持仓量跟中证 1000 股指期货成交量和持仓量成剪刀差走势，即中证 1000 股指期权成交量和持仓会急促放大，而中证 1000 股指期货成交量和持仓量不断减少。



数据来源：Wind、徽商期货研究所

## 二、指数期权期货平价理论

由于中证 1000 股指期权为欧式期权，且和股指期货交割结算价相同、到期日相同，根据期权平价理论，在到期日中证 1000 股指期权市场表现应满足下面方程式（1），若市场不满足方程式（1）则说明市场无效，投资者可以通过套利交易策略获得无风险收益。

$$C_t + \frac{K}{1+r(T-t)} = P_t + \frac{F_t}{1+r(T-t)} \quad (1)$$

其中当前时间为  $t$ ， $T$  为到期日， $C$  为看涨期权的价格， $K$  是期权的

执行价格， $r$ 为无风险利率， $F$ 为股指期货的价格， $P$ 为看跌期权的价格， $\frac{K}{1+r(T-t)}$ 为期权执行价格无风险贴现值， $\frac{F_t}{1+r(T-t)}$ 为股指期货无风险贴现值。

根据市场有效性假设和交割原理，在交割时间点看涨期权和看跌期权不存在套利空间，即看涨期权相对于看跌期权不存在高估现象，反之也成立。因此定义  $\varepsilon_t = C_t + \frac{K}{1+r(T-t)} - (P_t + \frac{F_t}{1+r(T-t)})$ ，当  $\varepsilon_t \neq 0$  时且加上不考虑交易费用，这意味着期权市场可实现无风险套利空间。

对方程式（1）进行移项，可以得到方程式（2）

$$C_t - P_t = \frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)} \quad (2)$$

当  $\varepsilon_t > 0$  时，看跌期权相对于看涨期权被高估，可以进行反转套利(或又称正套)，考虑中证 1000 股指期货合约乘数为 200 元/点，中证 1000 股指期权合约乘数为 100 元/点，即买入两份看涨期权，同时卖出两份看跌期权，并卖出一份中证 1000 股指期货，持有至到期交割。

当  $\varepsilon_t < 0$  时，看涨期权相对于看跌期权被高估，可以进行转换套利(或又称反套)，即买入两份看跌期权，卖出两份看涨期权，并买入一份中证 1000 股指期货，持有至到期交割。

在实际的交易过程，股指期权开平仓成本为 15 元/手，股指期货开仓成本为 0.23%。因此考虑交易成本后，定义股指期权和股指期货建仓成本为  $\text{cost}_t$ ， $\text{cost}_t = 60 + 0.46\%F_t$ (元/对)，在统一单位为元/点计算套利空间，反转套利存在利润则有：

$$\varepsilon_t = 2C_t - 2P_t - \frac{F_t}{1+r(T-t)} + \frac{K}{1+r(T-t)} - \frac{cost_t}{100} > 0$$

转换套利存在利润则有：

$$\varepsilon_t = 2P_t + \frac{F_t}{1+r(T-t)} - 2C_t - \frac{K}{1+r(T-t)} - \frac{cost_t}{100} > 0$$

### 三、指数期权平价关系的统计检验

考虑到中证 1000 股指期权刚刚上市，市场流动性正在逐步发展，投资者在学习股指期权市场的基本制度等，分析我国中证 1000 股指期权在上市初期的有效性，检验股指期权市场价格是否满足期权平价关系进行检验。即假设股指期权和股指期货存在如下回归：

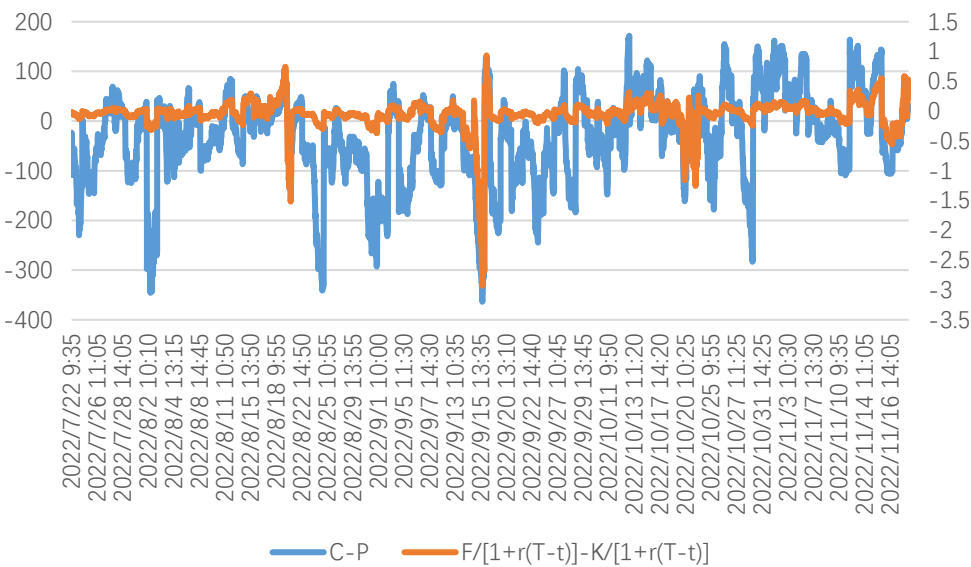
$$C_t - P_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left( \frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)} \right) + \mu_t \quad (3)$$

由零值假设，若期权平价关系成立，则有 $\alpha_0 = 0$ ， $\alpha_1 = 1$ 。

为了对期权平价关系的稳定性进行检验，需要检验中证 1000 股指期权和中证 1000 股指期货的价格是否存在长期稳定的均衡关系，即检验 $C_t - P_t$ 序列和 $\frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)}$ 序列的稳定性。本文采用 2022 年 7 月 22 日至 2022 年 11 月 18 日四个月中证 1000 股指期货交易数据和期权数据，共 80 个交易日，选择交易时间每 5 分钟 K 线收盘价（一天 48 个数据）。为避免最后交易日期权末日轮的影响，并且根据很多研究显示，利用平价理论套利在平值期权状态套利次数最多，本文选择期权每日平值期权数据。又因为中证 1000 股指期权 14:57-15:00 为收盘集合竞价，避免集合竞价对套利买卖价差的影响，因此本文将上述的 K 线数据进行剔除每天收盘最后五分钟数据，再剔除无交易的

数据及最后交易日下午两个小时数据，剩下共有 3666 个数据。

图表 3：中证 1000 股指期权及期货走势（元/点）



数据来源：wind、徽商期货研究所

本文调用 python 软件统计包，利用时间序列的 ADF 单位根检验分别对  $C_t - P_t$  序列和  $\frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)}$  序列进行检验。

结果如下表所示。

图表 4：平稳性检验结果

序列	t 统计量	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值	P 值	结论
$C_t - P_t$	-7.4682	-3.4321	-2.8623	-2.5672	0.00000	平稳
$\frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)}$	-7.3115	-3.4321	-2.8623	-2.5671	0.00000	平稳

数据来源：wind、徽商期货研究所

从上表可以看出，在 1% 的显著性水平上，中证 1000 股指期权与

股指期货价格序列的统计量均小于其临界值，因而拒绝原数据序列的单位根假设，也就是 $C_t - P_t$ 序列和 $\frac{F_t}{1+r(T-t)} - \frac{K}{1+r(T-t)}$ 序列均为 0 阶单整的，可以认为这两个时间序列是平稳的，可用来对中证 1000 股指期货平价关系进行回归模型的检验。

利用普通最小二乘法（OLS）对回归模型进行零值检测，检验结果如下表所示，回归结果显示  $R^2$  的值为 0.359358，这表明拟合效果不佳， $\alpha_0$  显著不等于 0， $\alpha_1$  显著不等于 1，意味着中证 1000 股指期货和股指期货市场间不存在长期的线性关系，说明在中证 1000 股指期货上市初期存在可以通过期权平价公式获得无风险套利。

图表 5：回归分析结果

SUMMARY OUTPUT								
回归统计								
Multiple R	0.599465							
R Square	0.359358							
Adjusted R	0.359183							
标准误差	72.23432							
观测值	3666							
方差分析								
	df	SS	MS	F	Significance F			
回归分析	1	10723938	10723938	2055.261	0			
残差	3664	19118010	5217.798					
总计	3665	29841948						
Coefficients								
	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	下限 95.0%	上限 95.0%	
Intercept	-21.863	1.214798	-17.9972	1.85E-69	-24.2448	-19.4813	-24.2448	-19.4813
F/[1+r(T-t)]	198.4148	4.376637	45.33499	0	189.8339	206.9957	189.8339	206.9957

数据来源：wind、徽商期货研究所

#### 四、套利机会和套利空间分析

在中证 1000 股指期货上市的前四个月里，共存在 3653 次套利机会，套利机会占比为 49.82%，其中反转套利机会会有 1472 次，转换套利机会会有 2181 次。转换套利机会远大于反转套利机会，转换套利百分比为 59.49%，反转套利百分比为 40.15%；且转换套利平均利润大

于反转套利机会，反转套利平均套利价差为 95.73，转换套利的平均套利价差为 172.63。说明中证 1000 股指期权看涨期权相对看跌期权被高估，可能是中证 1000 股指期货长期贴水运行的原因。

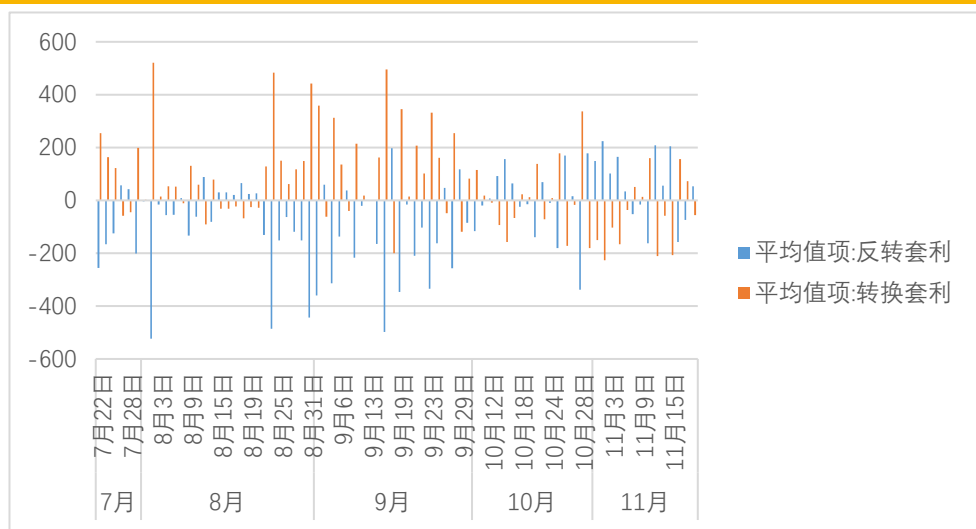
图表 6：中证 1000 股指期权平价套利回测结果		
策略类型	反转套利	转换套利
总样本数量	3666	3666
套利组合数	1472	2181
套利百分比	40.15%	59.49%
平均套利价差	95.73	172.63
最大值	342.00	723.37
标准差	180.307392	180.307322

数据来源：wind、徽商期货研究所

对反转策略和转换策略进行月度分析，对比发现中证 1000 股指期权在上市一个月内，市场上套利机会相对不足，但套利空间较大。在上市一个月到两个月内，中证 1000 股指期权市场上套利机会相对增加，且套利空间未明显收窄。在上市三个月到四个月内，市场上股指期权套利机会增加，反转套利机会明显增加，但套利空间收窄。本文认为，随着时间的推移，一方面市场投资者逐步熟悉中证 1000 股指期权的交易规则，另一方面伴随着中证 1000 股指期权的流动新逐步提高，更多不同种类的投资者愿意参加期权交易，使得期权套利机会增大，但一旦套利机会出现后，又被追求稳定套利的机构抓取。

图表 7：中证 1000 股指期权套利机会对比





数据来源：wind、徽商期货研究所

为了更清晰地探究期权套利机会的日内分布模式及集中度，本文将中证 1000 股指期权套利机会按照交易时间重新统计。

由下表可以看出，反转策略的套利机会集中在日内时间段为 10:45-11:30，并且此策略的套利利润在 14:15-14:55 最大，即将要收盘时，投资者由于对整日所获得的信息反应程序不同，对未来市场预测不同，导致出现较大的价格偏移。

图表 8：中证 1000 股指期权反转套利日内具体情况统计

样本时间	套利总机会	反转套利					
		套利次数	套利百分比	平均套利空间	标准差	最大值	最小值
9:35	80	24	30.00%	89.38	68.63	327.69	6.41
9:40	80	27	33.75%	82.96	63.52	268.56	4.00
9:45	80	29	36.25%	83.77	67.35	289.74	4.82
9:50	80	27	33.75%	73.15	63.92	266.15	4.86
9:55	80	33	41.25%	63.15	66.35	232.19	0.82
10:00	80	32	40.00%	65.70	67.19	226.99	1.64
10:05	80	29	37.50%	71.61	67.14	252.45	0.41
10:10	80	28	35.00%	82.45	58.78	230.98	3.25
10:15	80	27	33.75%	92.20	61.08	226.64	6.41
10:20	80	32	40.00%	80.38	60.08	255.10	9.53
10:25	80	33	41.25%	90.24	56.67	221.90	6.02
10:30	80	34	42.50%	86.89	56.34	219.11	1.23
10:35	80	35	43.75%	92.41	69.47	258.74	3.21
10:40	80	34	42.50%	95.96	69.07	239.55	2.84

10:45	80	35	43.75%	93.66	68.69	239.56	5.19
10:50	80	36	45.00%	92.18	79.36	309.53	0.80
10:55	80	36	45.00%	91.95	70.58	271.54	3.62
11:00	80	39	48.75%	83.11	70.62	256.34	2.42
11:05	80	36	45.00%	93.31	72.13	267.94	4.65
11:10	80	35	43.75%	100.36	76.08	287.13	2.81
11:15	80	36	45.00%	94.17	73.48	300.72	1.23
11:20	80	36	45.00%	92.46	78.18	293.53	0.81
11:25	80	38	47.50%	94.29	81.32	291.13	1.62
11:30	80	38	47.50%	89.87	77.71	284.74	10.01
13:05	76	29	38.16%	104.90	86.65	294.69	0.82
13:10	76	30	39.47%	101.17	85.35	283.53	7.24
13:15	76	30	39.47%	100.85	82.40	299.89	1.62
13:20	76	31	40.79%	98.08	84.32	296.69	2.02
13:25	76	29	38.16%	98.17	84.95	275.50	3.61
13:30	75	30	40.00%	90.25	85.82	258.14	1.23
13:35	76	27	36.84%	99.66	88.15	280.90	0.43
13:40	76	26	34.21%	108.23	84.70	281.09	5.99
13:45	76	29	38.16%	97.14	86.35	303.08	4.41
13:50	76	30	39.47%	97.78	84.45	284.69	2.82
13:55	76	32	42.11%	100.12	83.09	296.48	1.64
14:00	76	31	40.79%	94.96	81.82	297.89	5.22
14:05	76	31	40.79%	97.66	85.67	303.27	4.06
14:10	76	31	40.79%	99.59	81.44	269.86	16.01
14:15	76	30	40.79%	103.79	86.03	268.34	0.06
14:20	76	30	39.47%	110.98	85.17	267.10	1.66
14:25	76	29	38.16%	120.09	88.82	292.60	12.01
14:30	76	29	38.16%	117.43	90.00	331.36	1.78
14:35	76	30	39.47%	115.70	88.95	329.36	4.58
14:40	76	27	35.53%	135.18	84.14	326.57	25.97
14:45	76	30	39.47%	125.71	90.59	338.54	14.60
14:50	75	31	41.33%	119.40	90.96	327.35	6.03
14:55	76	31	40.79%	119.61	96.08	342.54	11.62

数据来源：wind、徽商期货研究所

转换策略的日内套利机会集中在开盘 9:30-10:15 和下午开盘 13:00-13:45，并在收盘 14:40-14:45 套利机会最多。此策略的套利利润在 14:40-14:55 较大。

图表 9：中证 1000 股指期货转换套利日内具体情况统计

样本时间	套利总机会	转换套利					
		套利次数	套利百分比	平均套利空间	标准差	最大值	最小值

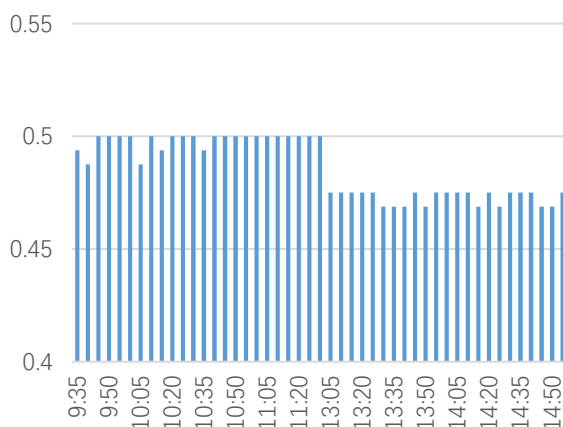
9:35	80	55	68.75%	117.00	99.11	378.91	6.29
9:40	80	51	63.75%	138.55	115.23	594.82	5.07
9:45	80	51	63.75%	129.96	101.78	481.66	3.85
9:50	80	53	66.25%	121.01	104.07	490.06	0.28
9:55	80	47	58.75%	140.25	95.49	420.10	8.29
10:00	80	48	60.00%	135.93	103.68	375.66	0.68
10:05	80	49	61.25%	138.82	105.61	396.45	0.28
10:10	80	52	65.00%	141.64	109.41	447.62	11.02
10:15	80	52	65.00%	144.63	118.05	466.07	0.29
10:20	80	48	60.00%	154.69	115.02	454.42	6.26
10:25	80	47	58.75%	161.40	125.98	472.47	1.84
10:30	80	46	57.50%	163.02	133.67	552.83	0.31
10:35	80	44	55.00%	171.65	136.84	549.23	3.87
10:40	80	46	57.50%	168.18	142.57	580.41	5.46
10:45	80	45	56.25%	170.92	149.49	649.99	2.27
10:50	80	44	55.00%	176.48	152.69	666.37	1.50
10:55	80	44	55.00%	175.83	153.51	689.58	3.47
11:00	80	41	51.25%	184.90	149.08	613.21	4.31
11:05	80	44	55.00%	172.29	146.86	598.81	0.72
11:10	80	45	56.25%	166.06	147.34	614.79	0.69
11:15	80	44	55.00%	173.60	152.84	620.39	9.48
11:20	80	44	55.00%	178.29	158.07	659.58	3.48
11:25	80	42	52.50%	190.39	165.29	675.17	3.47
11:30	80	42	52.50%	193.78	166.88	684.38	5.47
13:05	76	47	61.84%	177.93	156.03	587.25	1.50
13:10	76	46	60.53%	186.90	156.55	590.44	3.11
13:15	76	46	60.53%	187.02	152.38	583.23	3.47
13:20	76	45	59.21%	190.10	151.65	619.60	4.27
13:25	76	47	61.84%	177.15	146.34	572.00	2.67
13:30	75	45	60.00%	176.00	134.23	584.73	7.83
13:35	76	48	63.16%	173.03	152.34	601.00	1.95
13:40	76	49	64.47%	174.08	148.87	621.29	3.89
13:45	76	47	61.84%	181.05	159.14	634.85	9.91
13:50	76	45	59.21%	191.83	160.05	647.89	3.12
13:55	76	44	57.89%	199.58	160.54	643.72	4.67
14:00	76	45	59.21%	193.11	155.58	685.17	7.07
14:05	76	45	59.21%	190.33	160.81	723.37	4.69
14:10	76	45	59.21%	193.21	161.70	689.92	6.32
14:15	76	45	59.21%	192.82	162.26	688.36	14.68
14:20	76	46	60.53%	190.62	158.38	649.99	17.90
14:25	76	46	60.53%	191.32	158.38	641.20	3.50
14:30	76	47	61.84%	196.10	161.72	680.78	12.72
14:35	76	46	60.53%	199.52	160.82	642.80	15.08

14:40	76	49	64.47%	188.10	166.93	616.07	6.65
14:45	76	45	59.21%	203.04	171.38	618.80	3.49
14:50	75	44	58.67%	197.03	165.41	665.19	3.92
14:55	76	45	59.21%	203.77	171.10	652.80	3.88

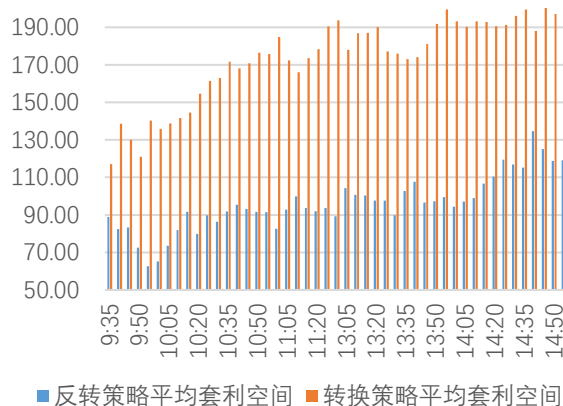
数据来源：wind、徽商期货研究所

反转策略和转换策略的套利机会汇总，发现两种套利机会并没有呈现出在开盘和收盘时间段集中现象，其每一阶段大体在 0.5 上下波动，其中上午时段（9:45-11:30）套利机会相对较多。反转策略的套利空间呈现上午时段低于下午时段，且套利利润主要集中在下午时间，但转换策略的套利空间在开盘后就呈现逐步上升状态，且上午时段略微低于下午时段。

图表 10：套利机会日内统计



图表 11：平均套利空间对比图



数据来源：Wind、徽商期货研究所

## 五、本文不足及后续改进

本文利用期权平价理论探究中证 1000 股指期货期权无风险套利机会，发现在上市初始 4 个月期间，投资者可以利用反转套利和转换套利进行无风险套利。但本文出于计算简便和交易数据易获得处理的考虑，在进行套利过程中没有考虑资金成本和滑点成本，实际套利过程中这些因素对套利效果有着显著影响。本文近选取 4 个月的 5 分钟的高频数据，未采用 tick 数据及更长时间的数据，时间过短使得实证结果

体现的信息效率降低。后期将继续专注中证 1000 市场的无风险套利机会，更准确地反应市场真实情况。