

无风险套利策略

报告要点

报告主要系统性介绍期权套利相关内容，七种套利方式中前四种本质是低买高卖，后四种主要利用期权价格之间的偏差，虽然是套利，但是也存在一定的风险。

摘要：

报告主要系统性介绍欧式期权套利相关内容，总共介绍了 **7 种套利方式**，分别是**上限套利、下限套利、平价套利、盒式套利、垂直套利、行权价格套利、蝶式套利**。

国内商品期权均是美式期权，但是其定价只有深度实值看跌期权与欧式期权不同，所以报告中的套利方式对于国内商品期权多数情况下也适用。

报告中前四种无风险套利方式，其套利本质是使用期权组合，或者期权与标的结合，进行**低买高卖**的套利方式。

报告中后三种套利方式，其套利本质是利用同类型期权的**价格偏差**进行的套利。

套利中也存在一定的风险，比如**行权风险和滑点风险**等。

风险提示：冲击成本；行权风险

投资咨询业务资格：
证监许可【2012】669号



商品量化组

研究员：
魏新照
021-80401773
weixinzhao@citicsf.com
从业资格号 F3084987
投资咨询号 Z0016364

目 录

摘要:	1
一、上限套利	4
1、看涨期权上限套利	4
2、看跌期权上限套利	5
二、下限套利	6
1、看涨期权下限套利	6
2、看跌期权下限套利	7
三、平价套利	8
1、正向套利	8
2、反向套利	9
四、盒式套利	10
五、垂直套利	11
1、看涨期权垂直套利	11
2、看跌期权垂直套利	12
六、行权价格套利	13
1、看涨期权行权价格套利	13
2、看跌期权行权价格套利	14
七、蝶式套利	15
1、看涨期权蝶式套利	16
2、看跌期权蝶式套利	18
八、无风险套利总结	21
1、低买高卖	21
2、期权价格偏差	21
3、套利风险	21
免责声明	23

图表目录

图表 1：看涨期权上限套利损益图.....	4
图表 2：看涨期权上限套利案例分析.....	4
图表 3：看跌期权上限套利损益图.....	5
图表 4：看跌期权上限套利案例分析.....	5
图表 5：看涨期权下限套利损益图.....	6
图表 6：看涨期权下限套利案例分析.....	6
图表 7：看跌期权下限套利损益图.....	7
图表 8：看跌期权下限套利案例分析.....	7
图表 9：合成标的空头损益图.....	9
图表 10：合成标的多头损益图.....	10
图表 11：盒式套利图.....	11
图表 12：看涨期权垂直套利到期损益图.....	12
图表 13：看跌期权垂直套利到期损益图.....	13
图表 14：看涨期权行权价格套利到期损益图.....	14
图表 15：看跌期权行权价格套利到期损益图.....	15
图表 16：看涨期权凸性.....	16
图表 17：看涨期权蝶式套利到期损益图.....	18
图表 18：看跌期权凸性.....	19
图表 19：看跌期权蝶式套利到期损益图.....	21

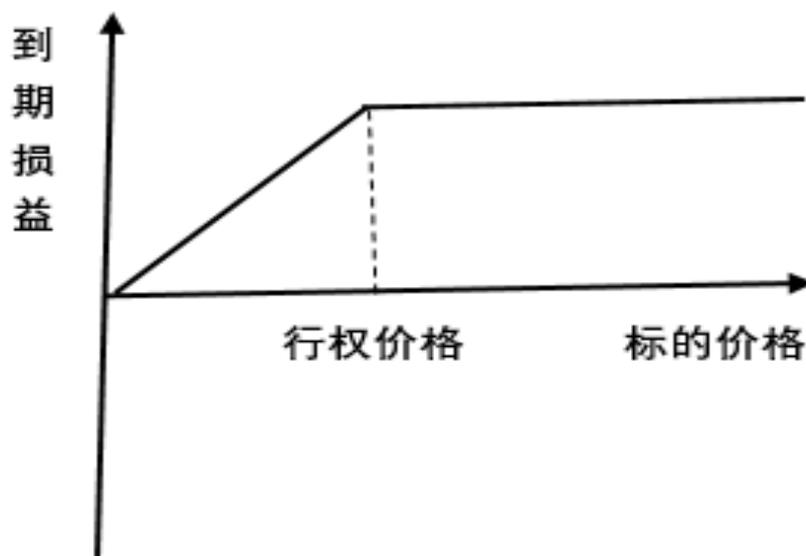
一、上限套利

1、看涨期权上限套利

在任何时刻，看涨期权的价格最大不会超过标的价格，即看涨期权的价格上限为标的价格，否则可以卖出看涨期权，以现价买入标的资产，从而获得无风险利润。

当看涨期权价格为上限时，上限套利的到期损益图如下：

图表 1：看涨期权上限套利损益图



资料来源：中信期货研究所

从图中可以看出，到期时的损益均大于零。

下面举例说明：

图表 2：看涨期权上限套利案例分析

标的价格	100
期权价格	100
行权价格	80

资料来源：中信期货研究所

期权价格与标的价格相同，进行上限套利，即卖出期权同时买入标的，到期时最大损失为标的价格变为 0 时，期权不行权，总盈亏为 0；到期时最大盈利为

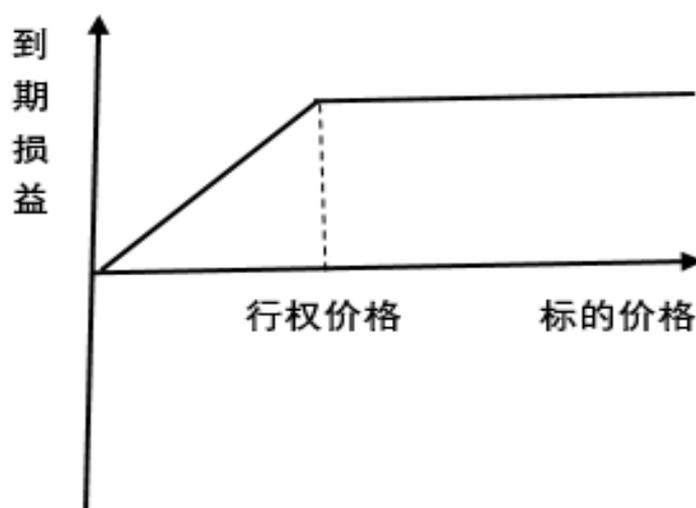
标的价格大于 80 时，此时期权行权，总盈利为 80。

2、看跌期权上限套利

在任何时刻，看跌期权的价格最大不会超过行权价格，即看跌期权的价格上限，否则可以卖出看跌期权，一直到期，从而获得无风险利润。

当看跌期权价格为上限时，上限套利的到期损益图如下：

图表 3：看跌期权上限套利损益图



资料来源：中信期货研究所

从图中可以看出，到期时的损益均大于零。

下面举例说明：

图表 4：看跌期权上限套利案例分析

标的价格	100
期权价格	80
行权价格	80

资料来源：中信期货研究所

期权价格与标的价格相同，进行上限套利，即卖出看跌期权，到期时若标的价格大于 80，则期权不行权，得到权利金 80 即为盈利；到期时若标的价格小于 80，此时期权行权，以行权价格买入标的，总盈利小于 80，但始终大于 0。

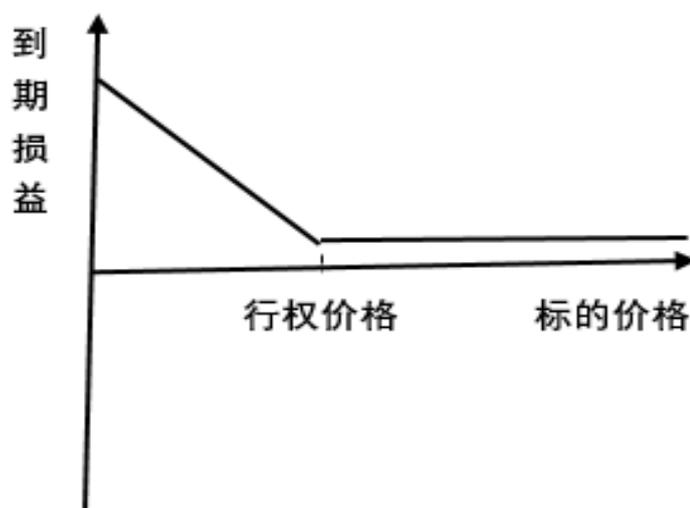
需要说明的是这里的套利未考虑利率折现的影响，如果考虑，则套利原理基本相同。

二、下限套利

1、看涨期权下限套利

在任何时刻，看涨期权的价格应该高于标的资产现价与行权价格贴现值的差额，并且大于零，即看涨期权的价格下限。如果标的资产现价与执行价格贴现值的差额大于零，且看涨期权价格低于差额，则可以卖空标的资产，同时买入看涨期权，进行下限套利。

图表 5：看涨期权下限套利损益图



资料来源：中信期货研究所

从图中可以看出，到期时的损益均大于零。

下面举例说明：

图表 6：看涨期权下限套利案例分析

标的价格 (S)	110
期权价格	8
行权价格	100

资料来源：中信期货研究所

在不考虑时间价值的情况下，标的价格与看涨期权行权价格之差为 10，大于期权价格 8，因此可以进行下限套利，即卖空标的资产，同时买入看涨期权。到

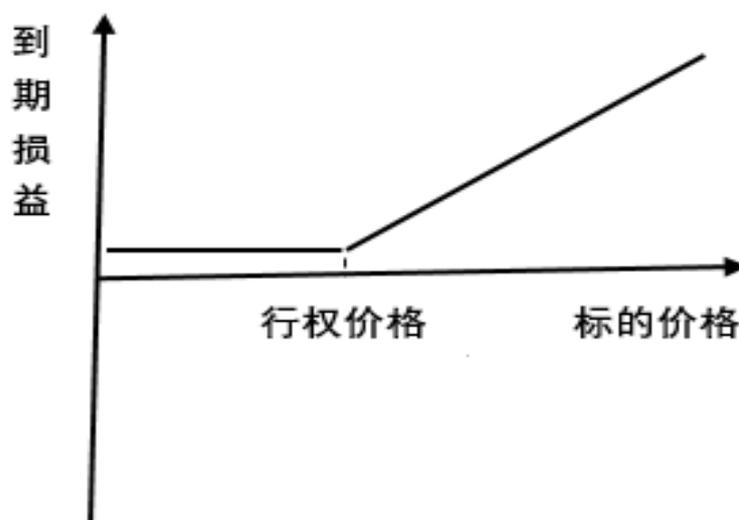
期时如果标的价格大于 100，则看涨期权行权，扣除支付的权利金 8，总盈利为 $S-100-8$ ，卖空标的资产的损益为 $110-S$ ，两部分总盈利之和为 2，则下限套利总盈利 2；当到期标的价格小于 100 时，同样可以计算总盈利大于 2。因此可以实现看涨期权下限套利。如果考虑时间价值，则可以计算出不考虑时间价值情况下的收益率，然后与无风险利率进行比较，以确定是否进行套利。

2、看跌期权下限套利

在任何时刻，看跌期权的价格应该高于执行价格贴现值与标的资产现价的差额，并且大于零，即看跌期权的价格下限。如果行权价格贴现值与标的资产现价的差额大于零，且看跌期权价格低于差额，则可以买入标的资产，同时买入看跌期权，进行下限套利。

下限套利的到期损益图如下：

图表 7：看跌期权下限套利损益图



资料来源：中信期货研究所

从图中可以看出，到期时的损益均大于零。

下面举例说明：

图表 8：看跌期权下限套利案例分析

标的价格	100
期权价格	8
行权价格	110

资料来源：中信期货研究所

在不考虑时间价值的情况下，看跌期权行权价格与标的价格之差为 10，大于期权价格 8，因此可以进行下限套利，即买入标的资产，同时买入看跌期权。到期时如果标的价格小于 110，则看跌期权行权，扣除支付的权利金 8，总盈利为 $110 - S - 8$ ，买入标的资产的损益为 $S - 100$ ，两部分总盈利之和为 2，则下限套利总盈利 2；当到期标的价格大于 100 时，同样可以计算总盈利大于 2。因此可以实现看跌期权的下限套利。如果考虑时间价值，则可以计算出不考虑时间价值情况下的收益率，然后与无风险利率进行比较，以确定是否进行套利。

三、平价套利

在任何时刻，相同执行价格的看涨期权与看跌期权之间存在一种均衡关系，即对于同一标的、同一到期日、同一行权价格的看涨和看跌期权，其价差应该等于标的资产现价与期权行权价格贴现值之差，即：

$$C - P = S - K \cdot e^{-rt}$$

C 为看涨期权价格、P 为看跌期权价格、S 为标的资产现价、K 为行权价格、r 为无风险利率、t 为到期时间。

当等式两边不相等时，就会出现无风险套利机会，具体分为两种情况，即正向套利和反向套利。

1、正向套利

正向套利是指以现价 S 买入标的资产，同时以价格 P 买入行权价格 K 的看跌期权并以价格 C 卖出相同行权价的看涨期权，以此方式实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

① $S_t > K$

此时的看涨期权被行权，看跌期权无价值到期，正向套利以价格 K 卖出标的资产。

② $S_t = K$

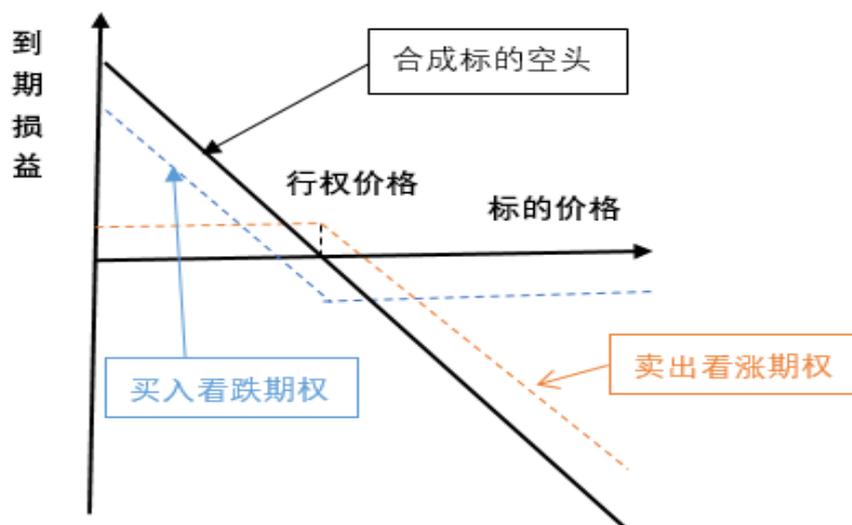
此时无论看涨看跌期权行权与否，都可以价格 K 卖出标的。

③ $S_t < K$

此时看涨期权无价值到期，看跌期权行权，以价格 K 卖出标的。

综合以上三种情况可以看出，在标的价格到期时所有情况下，正向套利均可以以价格 K 卖出标的资产，期权组合的到期损益图如下：

图表 9：合成标的空头损益图



资料来源：中信期货研究所

目前国内的期权品种保证金收取方式不同，因此占用资金量的利息费用计算较为复杂。因此这里在不考虑时间价值的情况下，当存在正向套利机会时，则 $K+C-P>S$ 。其本质是用同一行权价格的看涨看跌期权合成标的资产的空头，当合成空头的价格高于标的价格时，即存在正向套利机会。当考虑时间价值时，可以将不考虑时间价值时的收益率与无风险收益率进行比较，以此确定是否进行正向套利。

2、反向套利

反向套利是指以现价 S 卖空标的资产，同时以价格 P 卖出行权价格 K 的看跌期权并以价格 C 买入相同行权价的看涨期权，以此方式实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

① $S_t > K$

此时的看涨期权行权，看跌期权无价值到期，反向套利以价格 K 买入标的资产。

② $S_t = K$

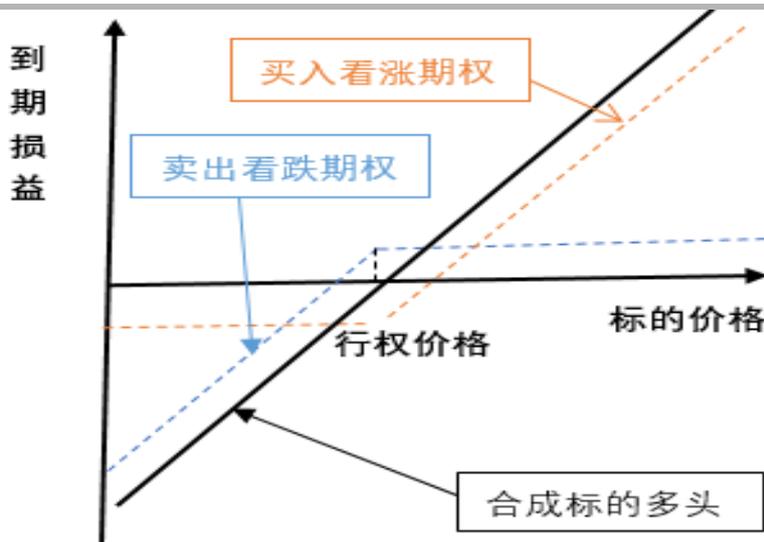
此时无论看涨看跌期权行权与否，都可以价格 K 买入标的。

③ $S_t < K$

此时看涨期权无价值到期，看跌期权被行权，以价格 K 买入标的。

综合以上三种情况可以看出，在标的价格到期时所有情况下，反向套利均可以以价格 K 买入标的资产，期权组合的到期损益图如下：

图表 10：合成标的多头损益图



资料来源：中信期货研究所

在不考虑时间价值的情况下，当存在反向套利机会时，则 $K+C-P < S$ 。其本质是用同一行权价格的看涨看跌期权合成标的资产的多头，当合成多头的价格低于标的价格时，即存在反向套利机会。当考虑时间价值时，可以将不考虑时间价值时的收益率与无风险收益率进行比较，以此确定是否进行反向套利。

四、盒式套利

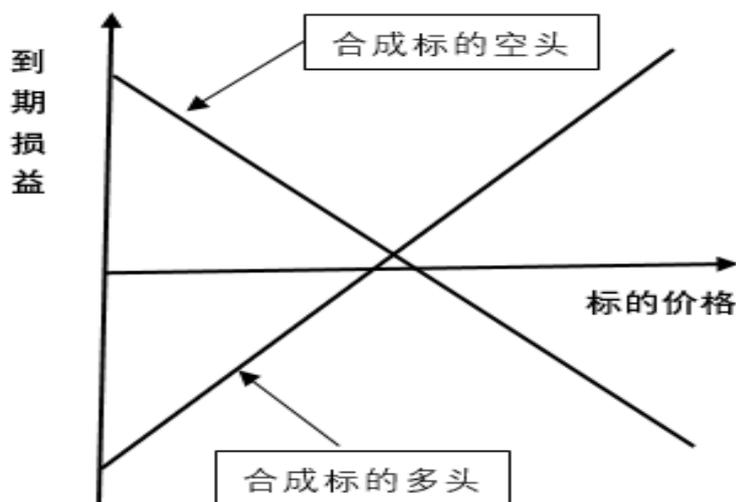
在第三部分的平价套利中，通过买卖同一到期日同一行权价格的看涨看跌期权，可以使用期权合成标的资产的空头和多头。对于不同行权价格的看涨看跌期权，可以合成标的资产的多头和空头，当合成空头的价格大于合成多头的价格时，则存在盒式套利机会。

举例：

合成多头的期权组合：行权价格为 K_1 ，买入看涨期权价格为 C_1 ，卖出看跌期权价格为 P_1 ，则到期时以价格 K_1 买入标的资产，到期时买入成本为 $K_1 + C_1 - P_1$ 。

合成空头的期权组合：行权价格为 K_2 ，卖出看涨期权价格为 C_2 ，买入看跌期权价格为 P_2 ，则到期时以价格 K_2 买入标的资产，到期时买入成本为 $K_2 + C_2 - P_2$ 。

图表 11：盒式套利图



资料来源：中信期货研究所

在不考虑时间价值的情况下，当 $K_2 + C_2 - P_2 > K_1 + C_1 - P_1$ 时，存在盒式套利机会；当考虑时间价值时，可以将不考虑时间价值时的收益率与无风险收益率进行比较，以此确定是否进行盒式套利。

以上是同一到期日的期权盒式套利，如果是不同到期日的期权，则可以进行时间盒式套利，其原理仍然是用期权合成空头和多头，不同到期日的空头和多头如果价格相差较大，则可以进行套利。

五、垂直套利

对于看涨期权来说，在其他条件相同的情况下，行权价格越高，期权价格越低；看跌期权则相反。当出现相反情况时，那么会出现垂直套利机会。

1、看涨期权垂直套利

看涨期权垂直套利是指以价格 C_1 买入行权价格为 K_1 的看涨期权，同时以价格 C_2 卖出更高行权价格的看涨期权，其行权价格为 K_2 ，此时的 C_2 大于 C_1 ，在到期时，最小的获利为 $C_2 - C_1$ ，实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

$$\textcircled{1} S_t < K_1$$

此时的两个期权都未行权，盈利为 $C_2 - C_1$ ，此时获利最小。

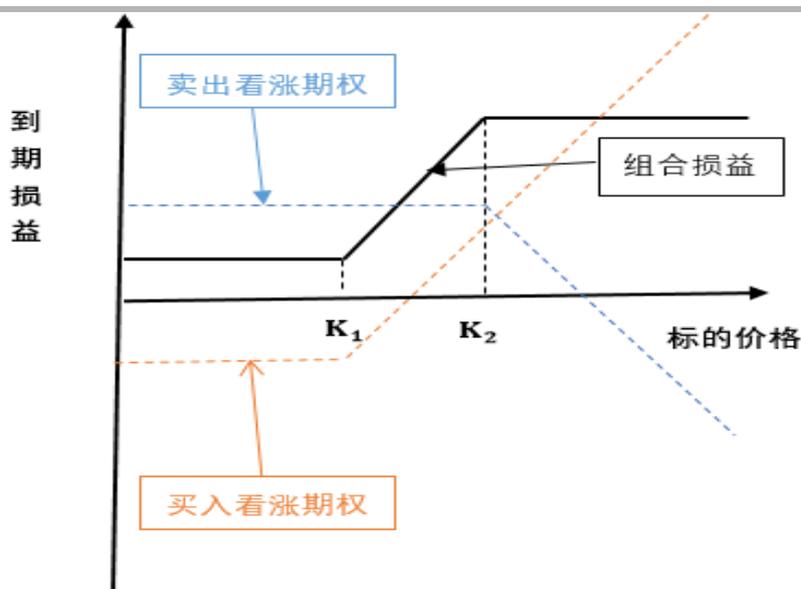
$$\textcircled{2} K_1 \leq S_t \leq K_2$$

此时低行权价格的看涨期权行权，高行权价格的看涨期权未被行权，获利为 $C_2 - C_1 + S_t - K_1$ 。

$$\textcircled{3} S_t > K_2$$

此时低行权价格的看涨期权行权，高行权价格的看涨期权被行权，获利为 $C_2 - C_1 + K_2 - K_1$ ，此时获利最大。

图表 12：看涨期权垂直套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

从损益图中可以看出，当 C_2 大于 C_1 时，到期时看涨期权垂直价差的损益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

2、看跌期权垂直套利

看跌期权垂直套利是指以价格 P_1 买入行权价格为 K_1 的看跌期权，同时以价格 P_2 卖出更低行权价格的看跌期权，其行权价格为 K_2 ，此时的 P_2 大于 P_1 ，在到期时，最小的获利为 $P_2 - P_1$ ，实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

$$\textcircled{1} S_t < K_2$$

此时低行权价格的看跌期权被行权，高行权价格的看跌期权行权，获利为 $P_2 - P_1 + K_1 - K_2$ ，此时获利最大。

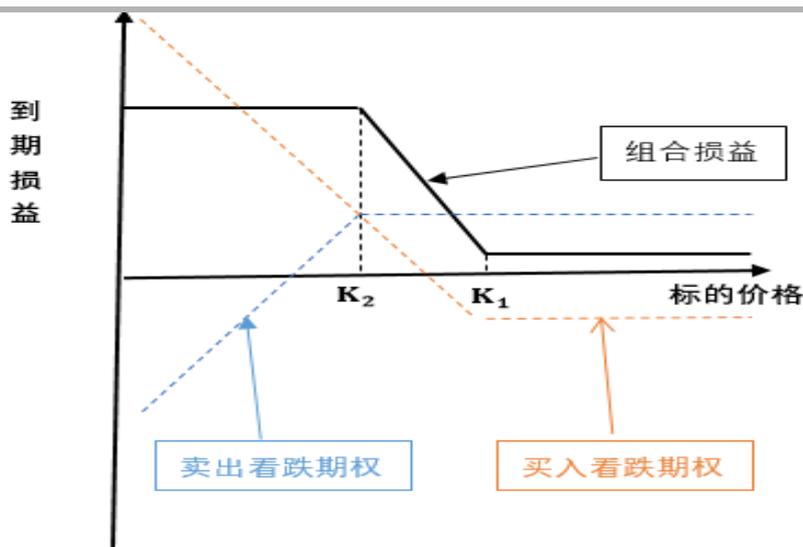
$$\textcircled{2} K_2 \leq S_t \leq K_1$$

此时高行权价格的看跌期权行权，低行权价格的看涨期权未被行权，获利为 $P_2 - P_1 + K_1 - S_t$ 。

③ $S_t > K_1$

此时的两个期权都未行权，盈利为 $P_2 - P_1$ ，此时盈利最小。

图表 13：看跌期权垂直套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

从损益图中可以看出，当 P_2 大于 P_1 时，到期时看跌期权垂直价差的损益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

六、行权价格套利

对于看涨期权来说，在其他条件相同的情况下，行权价格越高，期权价格越低，但是两个看涨期权的价格之差超过行权价格之差时，就会存在行权价格套利机会；看跌期权亦会出现行权价格套利机会。

1、看涨期权行权价格套利

看涨期权行权价格套利是指以价格 C_1 卖出行权价格为 K_1 的看涨期权，同时以价格 C_2 买入更高行权价格的看涨期权，其行权价格为 K_2 ，此时如果 $C_1 - C_2 > K_2 - K_1$ ，在到期时，最小的获利为 $(C_1 - C_2) - (K_2 - K_1)$ ，实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

$$\textcircled{1} S_t < K_1$$

此时的两个期权都未行权，盈利为 $C_1 - C_2$ ，此时获利最大。

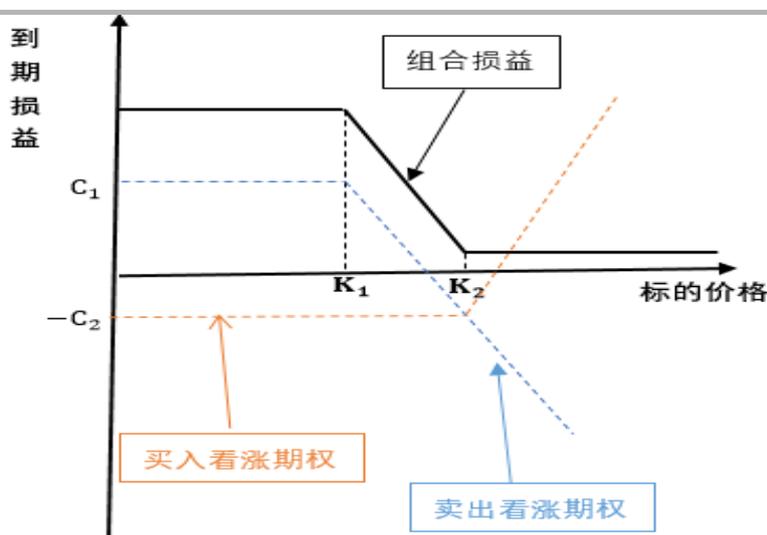
$$\textcircled{2} K_1 \leq S_t \leq K_2$$

此时低行权价格的看涨期权行权，高行权价格的看涨期权未被行权，获利为 $C_1 - C_2 - (S_t - K_1)$ 。

$$\textcircled{3} S_t > K_2$$

此时低行权价格的看涨期权被权，高行权价格的看涨期权行权，获利为 $(C_1 - C_2) - (K_2 - K_1)$ ，此时获利最小。

图表 14：看涨期权行权价格套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

从损益图中可以看出，当 $C_1 - C_2 > K_2 - K_1$ 时，到期时看涨期权组合收益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

2、看跌期权行权价格套利

看跌期权行权价格套利是指以价格 P_1 卖出行权价格为 K_1 的看跌期权，同时以价格 P_2 买入更低行权价格的看跌期权，其行权价格为 K_2 ，此时如果 $P_1 - P_2 > K_1 - K_2$ ，在到期时，最小的获利为 $(P_1 - P_2) - (K_1 - K_2)$ ，实现无风险套利。

在到期后，标的价格有三种情况：

$$\textcircled{1} S_t < K_2$$

此时高行权价格的看跌期权被行权，低行权价格的看跌期权行权，获利为

$(P_1 - P_2) - (K_1 - K_2)$ ，此时获利最小。

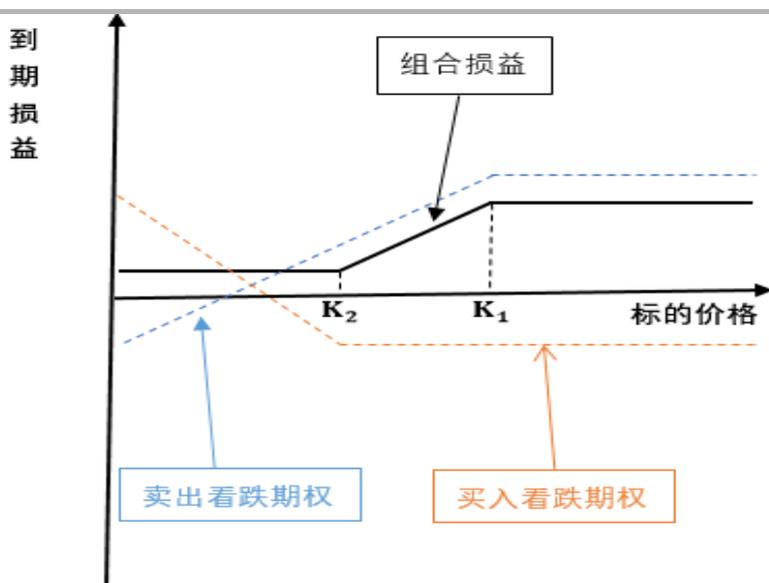
$$\textcircled{2} K_2 \leq S_t \leq K_1$$

此时高行权价格的看跌期权行权，低行权价格的看跌期权未被行权，获利为 $(P_1 - P_2) - (K_1 - S_t)$ 。

$$\textcircled{3} S_t > K_1$$

此时的两个期权都未行权，盈利为 $P_1 - P_2$ ，此时获利最大。

图表 15：看跌期权行权价格套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

从损益图中可以看出，当 $P_1 - P_2 > K_1 - K_2$ 时，到期时看跌期权组合收益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

七、蝶式套利

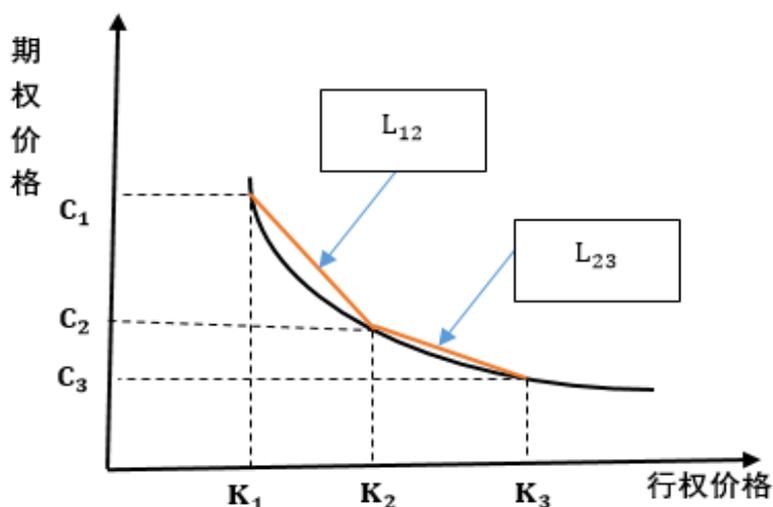
对于看涨期权来说，在其他条件相同的情况下，行权价格越高，期权价格越低，而且价格的变化呈现凸性，即随着行权价格的升高，期权价格减小的速度越来越慢；看跌期权则相反，行权价格越高，期权价格越高，价格的变化也呈现凸性，即随着行权价格的升高，期权价格增加的速度越来越快。当出现期权价格的变化随着行权价格变化不呈现凸性时，就出现了蝶式套利机会。

1、看涨期权蝶式套利

看涨期权蝶式套利是指随着行权价格的升高，看涨期权价格减小的速度不是越来越慢，即不呈现凸性时的套利。

举例：现有三个看涨期权，期权价格分别为 C_1 、 C_2 、 C_3 ，行权价格分别为 K_1 、 K_2 、 K_3 ，且 $K_1 < K_2 < K_3$ ，正常情况下， $C_1 > C_2 > C_3$ ，且价格变化呈现凸性，如下图所示：

图表 16：看涨期权凸性



资料来源：中信期货研究所

价格的凸性变化的数学意义是 L_{12} 斜率的绝对值大于 L_{23} 斜率的绝对值，即：

$$\frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} > \frac{C_2 - C_3}{K_3 - K_2}$$

化简可以得到：

$$\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 > C_2$$

以上是在凸性的情况下得到的不等式，此时的定价是正常的。当以上不等式不成立，即：

$$\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 < C_2$$

此时的定价出现异常，不呈现凸性特征，这时就出现了蝶式套利机会，可以以价格 C_3 买入 $\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1}$ 份此期权，以价格 C_1 买入 $\frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1}$ 份此期权，同时以价格 C_2 卖出1份此期权，那么持有到期时可以实现蝶式套利。这里的买卖份数可能不为整数，实际中只用按照相应的比例调整为整数即可。

在到期后，标的价格有四种情况：

$$\textcircled{1} S_t < K_1$$

此时三个期权都不行权，最终获利为收取的净权利金，即： $C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right)$ ，此项在非凸性特征下大于零。

$$\textcircled{2} K_1 \leq S_t < K_2$$

此时最低行权价格的期权行权，其他期权未行权，此时的盈亏为

$$C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right) + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * (S_t - K_1)$$
，此项也是大于零。

$$\textcircled{3} K_2 \leq S_t < K_3$$

此时行权价格为 K_1 行权， K_2 的期权被行权，其他期权未行权，此时的盈亏为：

$$C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right) + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * (S_t - K_1) - (S_t - K_2)$$
，

化简得到：

$$C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right) + \frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * (K_3 - S_t)$$

此项也是大于零。

$$\textcircled{4} K_3 \leq S_t$$

此时三个期权均行权，盈亏为：

$$C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right) + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * (S_t - K_1) + \frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * (S_t - K_3) - (S_t - K_2)$$

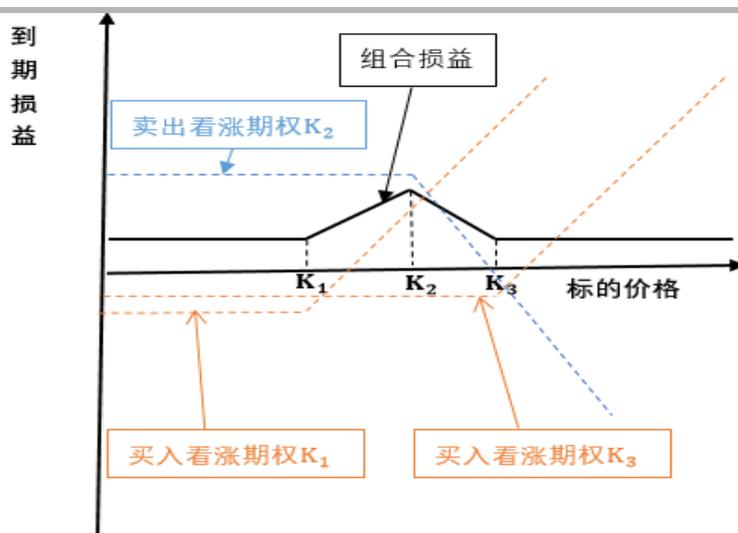
化简得到：

$$C_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * C_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * C_1 \right)$$

此项也是大于零。

从以上四种情况来看，最终的盈亏均大于零，因此存在无风险套利机会。

图表 17：看涨期权蝶式套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

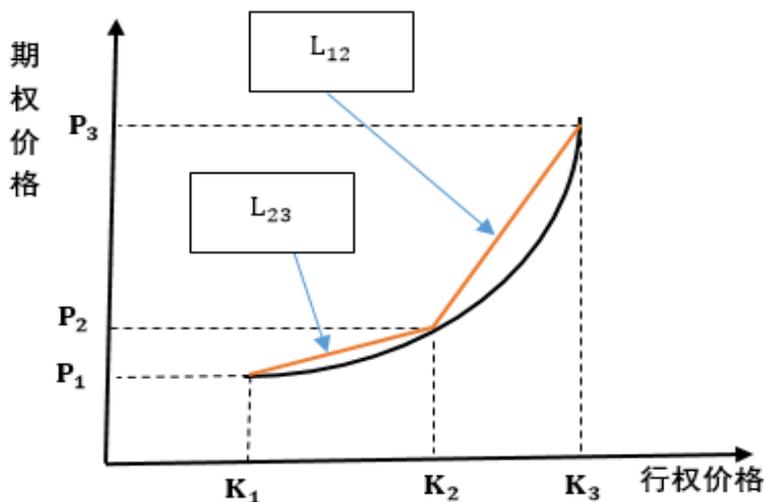
从损益图中可以看出，在存在蝶式套利机会时，到期时看涨期权蝶式组合收益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

2、看跌期权蝶式套利

看跌期权蝶式套利是指随着行权价格的升高，看跌期权价格减增加的速度不是越来越快，即不呈现凸性时的套利。

举例：现有三个看跌期权，期权价格分别为 P_1 、 P_2 、 P_3 ，行权价格分别为 K_1 、 K_2 、 K_3 ，且 $K_1 < K_2 < K_3$ ，正常情况下， $P_1 < P_2 < P_3$ ，且价格变化呈现凸性，如下图所示：

图表 18：看跌期权凸性



资料来源：中信期货研究所

价格的凸性变化的数学意义是 L_{12} 斜率的绝对值大于 L_{23} 斜率的绝对值，即：

$$\frac{P_3 - P_2}{K_3 - K_2} > \frac{P_2 - P_1}{K_2 - K_1}$$

化简可以得到：

$$\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 > P_2$$

以上是在凸性的情况下得到的不等式，此时的定价是正常的。当以上不等式不成立，即：

$$\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 < P_2$$

此时的定价出现异常，不呈现凸性特征，这时就出现了蝶式套利机会，可以以价格 P_3 买入 $\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1}$ 份此期权，以价格 P_1 买入 $\frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1}$ 份此期权，同时以价格 P_2 卖出1份此期权，那么持有到期时可以实现蝶式套利。这里的买卖份数可能不为整数，实际中只用按照相应的比例调整为整数即可。

在到期后，标的价格有四种情况：

① $S_t < K_1$

此时三个期权均行权，盈亏为：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right) + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * (K_1 - S_t) + \frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * (K_3 - S_t) - (K_2 - S_t)$$

化简得到：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right)$$

此项大于零。

$$\textcircled{2} K_1 \leq S_t < K_2$$

此时行权价格为 K_3 的期权行权，为 K_2 的期权被行权，其他期权未行权，此时的盈亏为：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right) + \frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * (K_3 - S_t) - (K_2 - S_t),$$

后两项合并化简得到：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right) + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * (S_t - K_1)$$

此项也是大于零。

$$\textcircled{3} K_2 \leq S_t < K_3$$

此时最高行权价格的期权行权，其他期权未行权，此时的盈亏为：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right) + \frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * (K_1 - S_t)$$

此项也是大于零。

$$\textcircled{4} K_3 \leq S_t$$

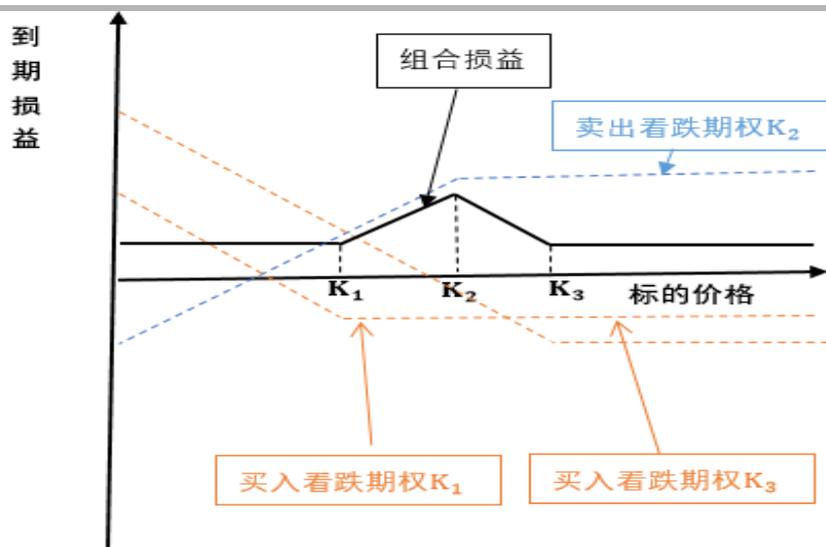
此时三个期权都不行权，最终获利为收取的净权利金，即：

$$P_2 - \left(\frac{K_2 - K_1}{K_3 - K_1} * P_3 + \frac{K_3 - K_2}{K_3 - K_1} * P_1 \right)$$

此项在非凸性特征下大于零。

从以上四种情况来看，最终的盈亏均大于零，因此存在无风险套利机会。

图表 19：看跌期权蝶式套利到期损益图



资料来源：中信期货研究所

从损益图中可以看出，在存在蝶式套利机会时，到期时看跌期权蝶式组合收益曲线始终在零轴以上，因此可以实现无风险套利。

八、无风险套利总结

1、低买高卖

对于前四种无风险套利方式，其套利本质是使用期权组合，或者期权与标的的结合，进行低买高卖的套利方式。

2、期权价格偏差

对于后三种无风险套利方式，其套利本质是利用看涨期权或者看跌期权，即同类型期权的价格偏差进行的套利。

3、套利风险

对于欧式期权的无风险套利，并不是真正的无风险，在实际交易中还会存在风险。比如在进行期权组合多头或者空头标的时，到期时如果期权变为平值期权，那么对于组合中的权利仓而言，由于不确定义务仓是否被行权，因此难以确定权利仓行权与否；本文的套利是在市场无摩擦的情况下进行的分析，在实际交易中会存在交易成本，有可能在扣除这些成本之后无法获得无风险收益。因此在考虑

到交易成本、滑点成本、市场交易规则等因素后，并不能实现无风险套利，套利中存在一定的风险。

免责声明

除非另有说明，中信期货有限公司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有限公司所有或经合法授权被许可使用的商标、服务标记及标记。未经中信期货有限公司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，或者中信期货有限公司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，且中信期货有限公司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，但中信期货有限公司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，且中信期货有限公司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有限公司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有限公司给予阁下的任何私人咨询建议。

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

传真：(0755) 83241191

网址：<http://www.citicsf.com>