

股指期货的升贴水对金融期权市场的影响分析

——波动率曲线、权利金折溢价、以及升贴水的套利研究

曹柏杨 /F3012907、Z0012931/

主要内容：

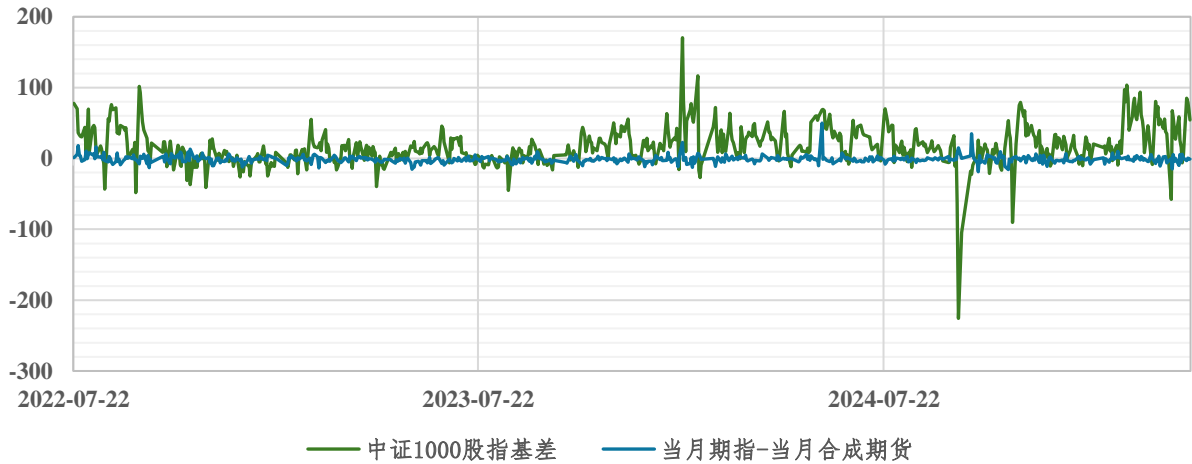
- 分析了股指期货升贴水对于金融期权市场的影响路径，进而说明为何期权市场的合成期货价格与股指期货升贴水情况具有强相关性；
- 分析了股指期货升贴水存在的条件下，对期权的波动率微笑曲线及期权价格产生影响，结论为：平值看涨期权与看跌期权的隐含波动率差值与升贴水幅度呈现近似线性关系，且升贴水套利空间将分配至看涨期权与看跌期权价格中（以 Delta 近似为权重）；
- 分析了股指期货升贴水存在的条件下，对期权策略产生的影响。以期货贴水情况为例，卖出看跌期权能否获取贴水收益？及看涨备兑策略如何优化？结论为：卖出看跌期权能够一定程度上收获贴水收益，但收益大小与 Delta 值相关，在贴水较大的情况下，备兑看涨组合可考虑转为卖出相同行权价的看跌期权以获取贴水收益。

一、 现象：期货的升贴水、期权偏离的微笑、以及负时间价值

在最近股指期货深度贴水的日子里，我们在进行股指期货或 ETF 期权的交易过程中，很容易发现期权端看涨期权的隐含波动率与看跌期权的隐含波动率存在较大偏差，同时部分看涨期权呈现出负时间价值的现象。当然，这种情况并不罕见，在过往股指期货深度贴水的历史中，也常常在期权市场中见到上述现象。

同时，使用期权市场的数据，根据期权平价公式得到的利用期权组合（买入看涨期权并卖出相同行权价的看跌期权）合成的期货价格，与对应的股指期货价格基本一致，而与标的资产存在与期货相一致的升贴水情况。图 1 即为中证 1000 股指基差及股指与合成期货价差的走势对比，可以看到，当月期指与当月期权合成期货价差基本处于零轴附近（剔除了 2024 年 9 月 30 日及 2025 年 4 月 7 日两个交易日的合成期货价格）。

图 1：中证 1000 股指基差及股指与合成期货价差的走势对比



为何会出现上述现象？在股指期货贴水现货的过程中，滚动做多股指期货可以获得贴水收敛回归的收益，而通过期权市场如何实现这一目标？其效果如何？这是本篇报告主要讨论的问题。

二、 股指升贴水为什么会传导至期权市场？

1，合成期货价格的形成机制

股指期权的合成期货价格由看涨期权和看跌期权根据期权平价公式组合构建而成：

$$\text{合成期货价格} = \text{行权价} + (C - P)$$

其中，C 和 P 分别为看涨和看跌期权的市场价格（假设 $r = 0$ ）。根据期权平价公式及中金所股指期货及期权到期结算规则，合成期货价格应与标的股指期货价格近似相等，否则会引发套利交易。

2，套利机制驱动升贴水一致性

当股指期货价格与期权合成期货价格的价差过大时，合成期货价格会因以下套利行为被修正：

- **正向套利：**若期权合成期货价格 < 实际期货价格 → 买入合成期货（买入 Call+卖出 Put），卖出实际期货，直至价差被套利抹平或持有至到期。
- **反向套利：**若期权合成期货价格 > 实际期货价格 → 卖出合成期货（卖出 Call+买入 Put），买入实际期货，直至价差被套利抹平或持有至到期。

假设中证 500 股指期货贴水 2%，而期权合成的期货价格未反映贴水，套利

者将：

- 卖出合成期货（卖出 Call+买入 Put，同一行权价）；
- 买入贴水的实际股指期货，锁定贴水收益；
- 到期时通过期货交割或期权行权实现无风险收益。

最终，上述操作将推动合成期货价格与实际期货价格逐步收敛至无套利区间。

三、 升贴水存在下对期权端的影响分析

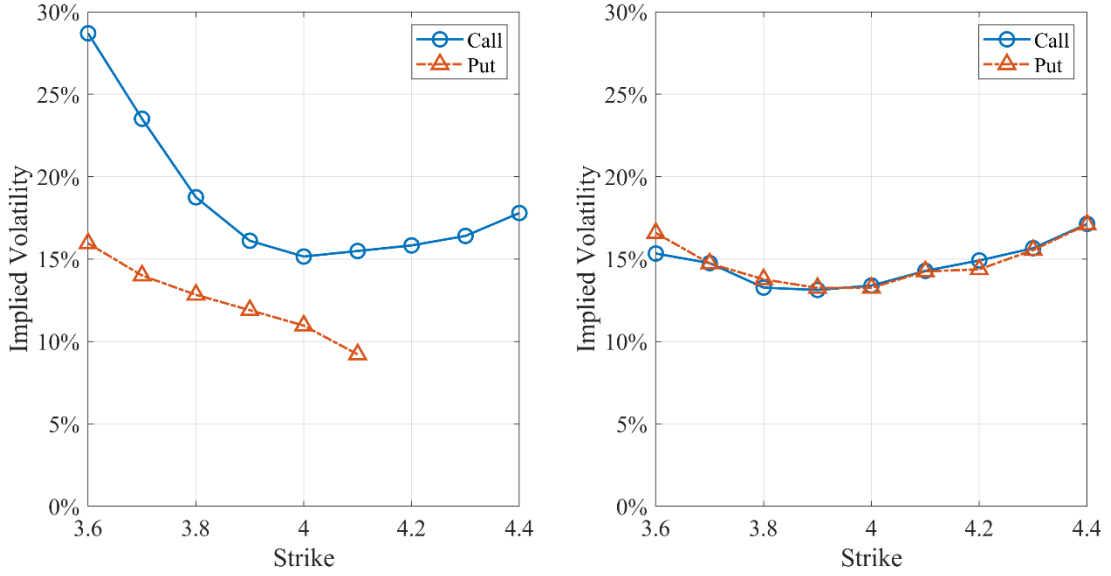
1, 波动率微笑的影响：平值合约隐含波动率差值与升贴水幅度呈现线性关系

一般情况下，对于相同到期日的具有相同行权价格的看涨期权与看跌期权（欧式期权），其隐含波动率理论上应是相等的，否则将打破期权平价公式进而出现套利机会，考虑到交易成本等问题，真实市场中的同一行权价格的看涨期权与看跌期权的隐含波动率应近似相等。但根据上文所述，在标的资产无法直接做空（股票现货指数）或做空成本较高（ETF 融券成本）的情况下，基于真实标的资产价格的期权平价公式有可能无法维持，而需要将标的资产价格调整为合成期货价格才能保持平价公式成立（实际上这样描述并不准确，因为合成期货价格的计算就是基于平价公式成立的基础上而得来的）。

图 2 即为升贴水存在的情况下，对于期权端隐含波动率的影响，若以标的资产真实价格作为隐含波动率的计算参数，可以得到的期权微笑曲线为左侧子图，可以看到看涨期权与看跌期权的微笑曲线呈现明显的偏离。而以合成期货价格作为隐含波动率的计算参数，则可以将两条微笑曲线调整到同一水平。

- 当合成期货价格高于真实标的资产价格（升水），看涨期权微笑曲线整体高于看跌期权微笑曲线；
- 当合成期货价格低于真实标的资产价格（贴水），看涨期权微笑曲线整体低于看跌期权微笑曲线。

图 2：以真实标的资产价格、合成期货价格为标的的波动率微笑对比



更进一步的，随着升贴水幅度的变大，看涨期权与看跌期权的隐含波动率的差值也将出现明显的变化，通过模拟测算，可以发现两者之间呈现较为明显的线性关系，下文即是对此进行了简略的论证。

考虑通过 Black-Scholes 模型的一阶泰勒展开，证明隐含波动率差值与合成期货价格的升贴水幅度 k 的近似线性关系。从 Black-Scholes 模型出发，看涨期权定价公式为：

$$C(S, \sigma) = SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

看跌期权定价公式为：

$$P(S, \sigma) = Ke^{-rT}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

当存在升贴水幅度为 k 时，假设合成期货的标的价格为：

$$S_{\text{hedge}} = S_0(1 + k)$$

对应期权市场价为：

$$C_{\text{mkt}} = C(S_{\text{hedge}}, \sigma_0), \quad P_{\text{mkt}} = P(S_{\text{hedge}}, \sigma_0)$$

而若以真实标的的价格进行隐含波动率的计算，则有

$$C(S_0, \sigma_{\text{call}}) = C(S_{\text{hedge}}, \sigma_0)$$

对上式左侧展开有：

$$C(S_0, \sigma_{\text{call}}) = C(S_0, \sigma_0 + \sigma_{\text{call}} - \sigma_0) \approx C(S_0, \sigma_0) + \frac{\partial C}{\partial \sigma}(\sigma_{\text{call}} - \sigma_0)$$

对上式右侧展开有：

$$C(S_{\text{hedge}}, \sigma_0) = C(S_0 + S_0 k, \sigma_0) \approx C(S_0, \sigma_0) + \frac{\partial C}{\partial S} S_0 k$$

联立以上两式则有

$$\sigma_{\text{call}} \approx \sigma_0 + \frac{\frac{\partial C}{\partial S}}{\frac{\partial C}{\partial \sigma}} S_0 k = \sigma_0 + \frac{\text{Delta}}{\text{Vega}} S_0 k$$

针对平值期权进行简化 ($S_0 = K$), 进一步可得到:

$$\sigma_{\text{call}} \approx \sigma_0 + \underbrace{\frac{N(d_1)}{\sqrt{T}N'(d_1)}}_{\text{常数项}} k$$

同理可得看跌期权隐含波动率:

$$\sigma_{\text{put}} \approx \sigma_0 - \frac{N(d_1)}{\sqrt{T}N'(d_1)} k$$

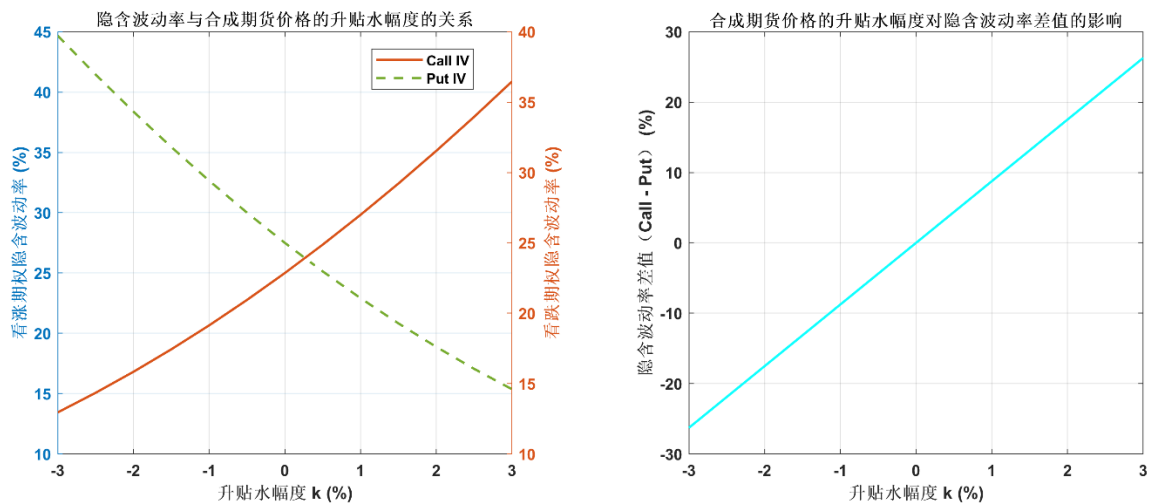
则隐含波动率差值为:

$$\sigma_{\text{call}} - \sigma_{\text{put}} \approx \frac{2N(d_1)}{\sqrt{T}N'(d_1)} k$$

明确显示线性关系: $\Delta IV \propto k$ 。

以沪深 300 股指期货期权 (30 天到期, 以合成期货价格为标的计算的隐含波动率设为 25%) 进行模拟测试, 在升贴水幅度处于 $\pm 3\%$ 之内变动时, 以真实标的资产价格作为参数计算的隐含波动率及其差值随升贴水幅度变动关系如图 3。

图 3: 期权隐含波动率差值与合成期货的升贴水幅度的关系比较



2, 期权价格的影响：升贴水以 Delta 为权重被分配至期权价格中
根据期权平价公式可利用期权端市场价格计算合成期货价格为：

$$S_{\text{hedge}} = C - P + Ke^{-rT}$$

当期权端的合成期货价格存在的升贴水幅度为 k 时：

- 期权端的合成期货价格为： $S_{\text{hedge}} = S(1 + k)$
- 市场期权价格： $C_{\text{mkt}} = C(S_{\text{hedge}}, \sigma_0)$, $P_{\text{mkt}} = P(S_{\text{hedge}}, \sigma_0)$

而合成期货价格与真实标的资产价格的差值为：

$$\Delta Price = (C_{\text{mkt}} - P_{\text{mkt}}) - (S - Ke^{-rT})$$

由于 $S_{\text{hedge}} = S(1 + k)$ ，因此有：

$$C_{\text{mkt}} = C(S_{\text{hedge}}, \sigma_0) = C(S(1 + k), \sigma_0) \approx C(S_0, \sigma_0) + \frac{\partial C}{\partial S} Sk$$

$$P_{\text{mkt}} = P(S_{\text{hedge}}, \sigma_0) = P(S(1 + k), \sigma_0) \approx P(S_0, \sigma_0) + \frac{\partial P}{\partial S} Sk$$

由此可以得到看涨期权在升贴水幅度中的贡献为 $\Delta Price_c \approx \frac{\partial C}{\partial S} \cdot (Sk)$ ，看跌期权在升贴水幅度中的贡献为 $\Delta Price_p \approx \frac{\partial P}{\partial S} \cdot (Sk)$ ，即：

$$\Delta Price = \Delta Price_c - \Delta Price_p = \left(\frac{\partial C}{\partial S} - \frac{\partial P}{\partial S} \right) (Sk)$$

其中， $\frac{\partial C}{\partial S} = N(d_1)$ ， $\frac{\partial P}{\partial S} = -N(-d_1)$ ，且恰好 $N(d_1) + N(-d_1) = 1$ 。

所以可以看到，在升贴水影响下合成期货价格与真实标的价格出现偏差时，基于期权平价公式的价格偏差的来源及贡献占比如下：

- 看涨期权：占比 $c = N(d_1)$ ；看跌期权：占比 $p = 1 - N(d_1)$ 。

所以有：

实值看涨 $\Rightarrow N(d_1) \rightarrow 1 \Rightarrow$ 看涨期权主导价格偏离

虚值看涨 $\Rightarrow N(d_1) \rightarrow 0 \Rightarrow$ 看跌期权主导价格偏离

以上交所中证 500ETF 期权 2025 年 4 月 28 日收盘行情为例，中证 500ETF 收盘价为 5.595，5 月到期的行权价为 5.750 的看涨期权价格为 0.0511，看跌期权价格为 0.2505。其基于期权平价公式的合成期货价格 $= 0.0511 + 5.750 - 0.2505 = 5.5506$ 。以合成期货价格为标的参数得到的看涨期权及看跌期权隐含波

动率为 19.59%，则基于该波动率及真实标的资产价格（5.595）的看涨期权价格应为 0.0643（高于当前价格 0.0132）及看跌期权价格应为 0.2193（低于当前价格 0.0312），折溢价占比基本与 Delta 值的绝对水平相一致。

表 1：升贴水存在下的期权折价溢价分析

期权	当前价格	当前波动率	调整后波动率	理论价格	折溢价	折溢价占比	Delta 值
Call	0.0511	17.26%	19.59%	0.0643	-0.0132	29.73%	0.3233
Put	0.2505	24.87%	19.59%	0.2193	+0.0312	70.27%	-0.6767

四、 升贴水存在下对期权策略的影响分析

1、 以贴水情况为例，卖出 Put 能否收获贴水收益？

在股指期货贴水的情况下，做多期货合约可以在期现货合约到期收敛的情况下获取贴水回归的收益。而使用期权合约通过构建合成期货的组合（买入看涨期权并卖出看跌期权）同样可以实现上述目标。

但是若单独卖出看跌期权的话，则无法完全获取贴水收敛的收益。基于前文的分析可以知道，贴水情况下看跌期权的权利金溢价与 Delta 值息息相关，较为实值的看跌期权其权利金溢价与贴水幅度接近，但虚值看跌期权其权利金的溢价将随虚值程度加深而逐步降低。

实际上这也与我们对风险与收益的认识相一致。若卖出虚值看跌期权，虽然可获取的贴水溢价相对较低，但相比平值或实值期权而言，期权到期被行权的概率也是相对较小的。若卖出深度实值的看跌期权，其效果将与做多期货一致，在收取全部的贴水收益下，也承担了 Delta 为 1 的行情下行风险。所以，与做多期货相比，卖出看跌期权的优势在于可以通过行权价格的选择来平衡所承担的下行风险与所获取的贴水收益。

2、 以贴水情况为例，备兑看涨策略与卖出看跌策略的转化

在贴水情况下，持有标的并卖出看涨期权的备兑策略组合，收益效果则不如直接卖出该行权价的看跌期权。相比较于原有的备兑组合，若标的持仓可以平仓处理，则卖出看跌期权的策略转化，可使得持仓获取到贴水收益。

以上，即是关于升贴水现象与对应的期权市场之间的关系探究。

最后，祝大家交易顺利！