

中泰期货量化期权策略报告 合集

研究所

2024 年 5 月 28 日



中泰期货股份有限公司



中泰期货服务号



中泰微投研小程序

目录

主题 1：无模型波动率指数数学推导及策略设计	- 5 -
一、波动率的分类及其含义	- 5 -
二、无模型波动率的求解推导	- 7 -
三、基于场内期权的波动率指数的编制	- 9 -
四、基于波动率指数的期权卖出策略举例分析	- 11 -
五、总结	- 12 -
主题 2：期权卖权策略收益来源实证分析	- 14 -
一、期权卖权策略介绍	- 14 -
二、期权卖权策略的收益来源分析	- 14 -
三、期权卖权策略的回测	- 17 -
四、总结及后续研究建议	- 19 -
主题 3：商品期权交易量急剧增长，市场加速扩容	- 20 -
一、交易量急剧增长	- 20 -
二、市场加速扩容	- 20 -
三、BAW 美式期权定价	- 21 -
四、Ju & Zhong 美式期权定价	- 23 -
主题 4：波动率回落环境下卖出看涨期权策略	- 26 -
一、策略构建思路	- 26 -
二、策略构建步骤	- 28 -
三、策略回测分析	- 29 -
主题 5：期权卖权策略中的风控措施研究	- 33 -
一、期权卖权策略的交易规则与初步回测结果	- 33 -
二、卖权策略的不同风控措施回测结果	- 34 -
三、总结及后续研究建议	- 37 -
主题 6：基于上证 50ETF 期权的 Gamma Scalping 策略解析	- 39 -
一、Gamma 与 Theta 的博弈	- 39 -
二、Gamma Scalping 策略的交易方法	- 39 -
三、策略回测结果及归因分析	- 40 -

四、总结	42 -
主题 7：ETF 期权的无风险套利策略总结	43 -
一、单个期权的上下限套利方法	43 -
二、欧式期权的买卖权平价套利	45 -
三、欧式期权的盒式套利	46 -
四、上证 50ETF 期权模拟套利统计	47 -
五、总结及后续研究建议	49 -
主题 8：备兑看涨期权策略指数的构建及回测研究	50 -
一、备兑看涨期权策略的构建	50 -
二、备兑看涨期权策略指数的编制方法	50 -
三、国内备兑看涨期权策略指数的构建及计算方法	54 -
四、国内备兑看涨期权策略指数的回测	55 -
五、总结	60 -
主题 9：从沽购持仓比看商品期权保险功能	61 -
一、沽购持仓比的含义	61 -
二、商品期权保险功能	61 -
三、交易策略设计	62 -
主题 10：沪深 300 股指重大风险预警系统及对冲研究	64 -
一、系统开发背景与逻辑	64 -
二、系统基本构建过程	65 -
三、沪深 300 股指重大风险预警及对冲效果	65 -
四、稳健性检验	67 -

内 容 摘 要

研究所金融分析师团队

杨旻

期货从业资格：F03096114

交易咨询资格：Z0020184

时翔宇

期货从业资格：F03104321

交易咨询资格：Z0019649

李荣凯

期货从业资格：F3012937

交易咨询资格：Z0015266

张月

期货从业资格：F03087913

交易咨询资格：Z0016584

孔天赐

期货从业资格：F3076208

交易咨询资格：Z0018014

联系人：李开来

期货从业资格：F03124866

联系电话：上海 021-61625026

济南 0531-81916297

邮箱：yangyang11@zts.com.cn

客服电话：400-618-6767

公司网址：www.ztqh.com

- 本报告整理了中泰期货研究所在期权上的一些研究成果，其中包括交易策略相关研究 6 篇（主题 2、主题 4、主题 5、主题 6、主题 7、主题 8），美式期权定价梳理 1 篇（主题 3），期权隐含信息研究 1 篇（主题 1），期权风险管理研究 2 篇（主题 9、主题 10）。
- 在策略方面，本报告针对卖权策略、备兑策略、Gamma Scalping 等进行了详细分析，对策略中的收益来源及策略自身的风险收益特征进行了总结。在定价方面，本报告主题 3 结合我国商品期权市场介绍了两种较为常用的美式期权定价方法。在风险管理方面，本报告分别观察了商品及股票市场的一些特征指标，且利用期权进行择时对冲，结果表明在不同市场中，使用期权进行对冲均可以取得一定效果。
- **风险提示：**本报告是基于历史数据进行的回测分析内容，涉及的标的和策略不构成任何投资建议；受市场环境变化，研究总结的相关规律未来可能存在失效或阶段性失效的风险；相关模型风险等。

主题 1：无模型波动率指数数学推导及策略设计

一、波动率的分类及其含义

- 上世纪五十年代，在哈里·马科维茨提出的均值方差模型中，首先将资产价格收益率的标准差定义为波动率，以此来刻画资产价格的波动程度，从此将投资从收益的单一维度提升到多维度空间中。自此对于资产价格波动率的研究不断发展起来。目前，根据计算方法的不同，波动率主要可以分为三类。

1. 历史波动率

- 历史波动率的计算方法比较简单也易于接受，即将资产价格历史数据作为计算波动率的依据，通过对历史收益率（可以为简单收益率或对数收益率）的标准差来估计资产的波动程度。该种波动率的计算方法主要有两个优点。第一，计算所需资产价格的历史数据比较容易获得，其实际意义方便解释，容易被大多数投资者所接受。第二，在一定假设条件下（样本与总体同分布，并且样本之间相互独立），样本方差为总体方差的无偏估计。但其也有比较明显的缺点。首先，根据资产价格历史数据计算出来的波动率本质上反映的是资产历史上的波动情况，只能用来做一个定性的描述，而投资者往往更加关心资产未来的波动程度。其次，历史波动率的计算往往受到选取的历史数据区间影响。如果选取的时间区间过短，一旦在该段时间区间内发生较为极端的风险事件，那么由此计算出来的历史波动率往往不能很好反映出该种资产的真实平均波动水平。如果选取非常长的时间区间，那么由于市场环境的变化（包括投资者类型、监管措施、新兴市场的兴起等因素）导致距离计算时点过于久远的数据就缺乏代表性。例如在 2008 年发生了全球金融危机，自此以后对于金融机构的监管出台了很多更具体更严格的措施，并且在投资中风险控制和风险管理的理念得到了前所未有的重视。如果较多收集并采纳 2008 年之前的市场数据来代表当前的市场难免存在失真的情况。

2. 已实现波动率

- 已实现波动率从几何布朗运动出发，利用了布朗运动的二阶变差（quadratic variation）性质得到了在一段时间内的波动率。首先选取计算波动率的时间段 $[T_1, T_2]$ ，而 t_1, t_2, \dots, t_n 为该时间区间的一个分割，有 $T_1 = t_1 < t_2 < \dots < t_{n-1} < t_n = T_2$ ，假设资产价格服从几何布朗运动，即

$$S(t) = S(0)e^{\sigma W(t) + (\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)t}$$

- 其中， $S(t)$ 表示资产在时间点 t 时的价格， σ 为资产波动率， $W(t)$ 为一个布朗运动， α 为资产的收益率。如果在时间区间 $[t_i, t_{i+1}] (i=1, 2, \dots, n-1)$ 内求解资产的对数收益率，则有

$$\ln \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} = \sigma[W(t_{i+1}) - W(t_i)] + \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t_{i+1} - t_i)$$

- 将区间 $[T_1, T_2]$ 内的对数收益率求平方和得到下式，则可以得到已实现波动率的近似计算方法。

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n-1} \left[\ln \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} \right]^2 &= \sigma^2 \sum_{i=1}^{n-1} [W(t_{i+1}) - W(t_i)]^2 + \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)^2 \sum_{i=1}^{n-1} (t_{i+1} - t_i)^2 \\ &\quad + 2\sigma \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \sum_{i=1}^{n-1} [W(t_{i+1}) - W(t_i)](t_{i+1} - t_i) \end{aligned}$$

- 根据布朗运动二阶变差的性质可知

$$dW(t)dW(t) = dt, dW(t)dt = 0, dt dt = 0$$

- 故当 $n \rightarrow \infty$ 时， $[t_i, t_{i+1}]$ 区间长度不断变小，上式可以简化为

$$\sum_{i=1}^{n-1} \left[\ln \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} \right]^2 \approx \sigma^2(T_2 - T_1)$$

即

$$\sigma \approx \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1} \sum_{i=1}^{n-1} \left[\ln \frac{S(t_{i+1})}{S(t_i)} \right]^2}$$

- 当 n 很大，即 $[t_i, t_{i+1}]$ 时间区间很小时近似成立，通过上式计算得到的波动率称为已实现波动率。
- 通过以上过程可以得知，在计算已实现波动率时需要自行选取时间段 $[T_1, T_2]$ ，并且通过频繁获取在该时间段上的价格数据才能计算得到，这对于一些交易并不十分频繁的标的资产来说计算起来就不那么方便。

3. 隐含波动率

- 隐含波动率是指在市场成交信息中蕴含的波动率。通常所说的隐含波动率是通过BSM模型定价公式进行反解的波动率。在不考虑分红时，欧式期权BSM定价公式如下所示。

$$C_0 = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

$$P_0 = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

- 其中， C_0 和 P_0 分别为看涨期权和看跌期权当前价格， S_0 为标的资产当前价格， K 为期权的执行价格， r 为无风险利率， T 为到期期限， σ 为波动率， $N(\cdot)$ 为标准正态分布的累积概率分布函数。
- 在 BSM 定价公式中，期权价格、标的资产价格都可以在市场上直接获得，到期日期和执行价格在期权合约中已经规定写明，无风险利率可以通过市场上的国债利率或银行拆借利率替代，因此只有波动率一个未知参数。虽然，通过 BSM 公式直接反解出波动率的计算公式是比较困难的，但可以通过二分法等数值计算方法近似求解出波动率的数值。通常用该方法计算得到的波动率就被称为隐含波动率。
- 通过以上分析可以看出，隐含波动率是通过市场上期权的交易价格反向求解出来的。因此该波动率可以被解释为市场上投资者对于标的资产从当前时点至期权合约到期日之间波动程度的预期。根据不同到期期限的期权可以求解出不同期限的隐含波动率，从而获得隐含波动率的期限结构。根据不同执行价格、相同到期日的期权可以求解出隐含波动率的微笑曲线。该类结构可以帮助投资者判断未来一段时间内资产价格的波动情况。

二、无模型波动率的求解推导

- 在本章节内，借鉴美国市场上 VIX 指数的编制方法，从资产价格的随机分析模型出发，推导波动率的期望公式，并离散化给出波动率的求解方法，以此帮助编制基于期权的波动率指数。假设资产价格服从几何布朗运动，即

$$S_t = S_0 e^{\sigma W(t) + (\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)t}$$

- 其中， $S(t)$ 表示资产在时间点 t 时的价格， σ 为资产波动率， $W(t)$ 为一个布朗运动， α 为资产的收益率。等式两边同时取自然对数得到

$$\ln S_t = \ln S_0 + \sigma W(t) + (\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)t$$

- 根据 Itô - Doebelin 公式有

$$d\ln S_t = (\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dW(t) + 0 \cdot dW(t)dW(t)$$

$$d\ln S_t = (\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dW(t)$$

$$\sigma^2 = \frac{2}{T} \left[\alpha T - \ln \frac{S_T}{S_0} + \int_0^T \sigma dW(t) \right]$$

- 等式两边同时求期望，其中在风险中性条件下 $E(\alpha) = r$ ， r 为无风险利率。

$$E\sigma^2 = \frac{2}{T} \left[rT - E \ln \frac{S_T}{S_0} \right] \quad (1)$$

■ 以下求解 $E \ln \frac{S_T}{S_0}$ 部分。

■ 由函数 $f(x) = \ln x$ 在 $x = K_0$ 处带有积分余项的泰勒展开可知

$$\begin{aligned} \ln S_T &= \ln K_0 + \frac{S_T - K_0}{K_0} + \int_{K_0}^{S_T} (S_T - K) \frac{-1}{K^2} dK \\ \ln S_T &= \ln K_0 + \frac{S_T - K_0}{K_0} + \int_0^{K_0} (K - S_T)^+ \frac{-1}{K^2} dK + \int_{K_0}^{+\infty} (S_T - K)^+ \frac{-1}{K^2} dK \end{aligned}$$

故

$$\ln \frac{S_T}{S_0} = \ln \frac{K_0}{S_0} + \frac{S_T - K_0}{K_0} + \int_0^{K_0} (K - S_T)^+ \frac{-1}{K^2} dK + \int_{K_0}^{+\infty} (S_T - K)^+ \frac{-1}{K^2} dK$$

■ 对上式两边求期望得到

$$E \left[\ln \frac{S_T}{S_0} \right] = \ln \frac{K_0}{S_0} + \frac{S_0 e^{rT} - K_0}{K_0} + \int_0^{K_0} e^{rT} P_T(K) \frac{-1}{K^2} dK + \int_{K_0}^{+\infty} e^{rT} C_T(K) \frac{-1}{K^2} dK \quad (2)$$

■ 在风险中性条件下有

$$E[S_T] = S_0 e^{rT}, \quad C_T(K) = e^{-rT} (S_T - K)^+, \quad P_T(K) = e^{-rT} (K - S_T)^+$$

■ 其中， $C_T(K)$ 和 $P_T(K)$ 分别表示剩余期限为 T ，执行价格为 K 的看涨期权与看跌期权价格。将②式代入①式可得

$$\begin{aligned} E\sigma^2 &= \frac{2}{T} e^{rT} \left[\int_{K_0}^{+\infty} \frac{C_T(K)}{K^2} dK + \int_0^{K_0} \frac{P_T(K)}{K^2} dK \right] \\ &\quad + \frac{2}{T} \left[\ln(e^{rT}) - \ln \frac{K_0}{S_0} - \frac{F_0 - K_0}{K_0} \right] \end{aligned}$$

■ 其中 $F_0 = S_0 e^{rT}$ 为远期的价格

$$E\sigma^2 = \frac{2}{T} e^{rT} \left[\int_{K_0}^{+\infty} \frac{C_T(K)}{K^2} dK + \int_0^{K_0} \frac{P_T(K)}{K^2} dK \right] + \frac{2}{T} \left[\ln \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 + 1 \right) - \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 \right) \right] \quad (3)$$

■ 在③式中，当 $F_0 \approx K_0$ 时， $\frac{F_0}{K_0} - 1 \approx 0$ ，故有

$$\ln \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 + 1 \right) - \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 \right) \approx -\frac{1}{2} \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 \right)^2 \quad (4)$$

■ 将④式代入③式得到

$$E\sigma^2 \approx \frac{2}{T} e^{rT} \left[\int_{K_0}^{+\infty} \frac{C_T(K)}{K^2} dK + \int_0^{K_0} \frac{P_T(K)}{K^2} dK \right] - \frac{1}{T} \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 \right)^2$$

■ 将上式离散化得到

$$E\sigma^2 \approx \frac{2}{T} e^{rT} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta K_i}{K_i^2} \times V_T(K) \right) - \frac{1}{T} \left(\frac{F_0}{K_0} - 1 \right)^2 \quad (5)$$

- 其中 T 为到期期限， r 为无风险利率， n 表示距离到期期限为 T 的期权合约个数， K 表示执行价格， $V_T(K)$ 表示期权的价值（当 $K > K_0$ 时， $V_T(K)$ 表示看涨期权价值；当 $K < K_0$ 时， $V_T(K)$ 表示看跌期权价值）。
- $F_0 = S_0 e^{rT}$ 为远期价格，也可根据期权买卖权公式近似得到， $F_0 = e^{rT} [C_T(K) - P_T(K)] + K$ ，其中 $C_T(K)$ 和 $P_T(K)$ 分别表示到期期限为 T ，执行价格为 K 的看涨和看跌期权价格。 K_0 为一个很接近远期价格 F_0 的期权执行价格。

三、基于场内期权的波动率指数的编制

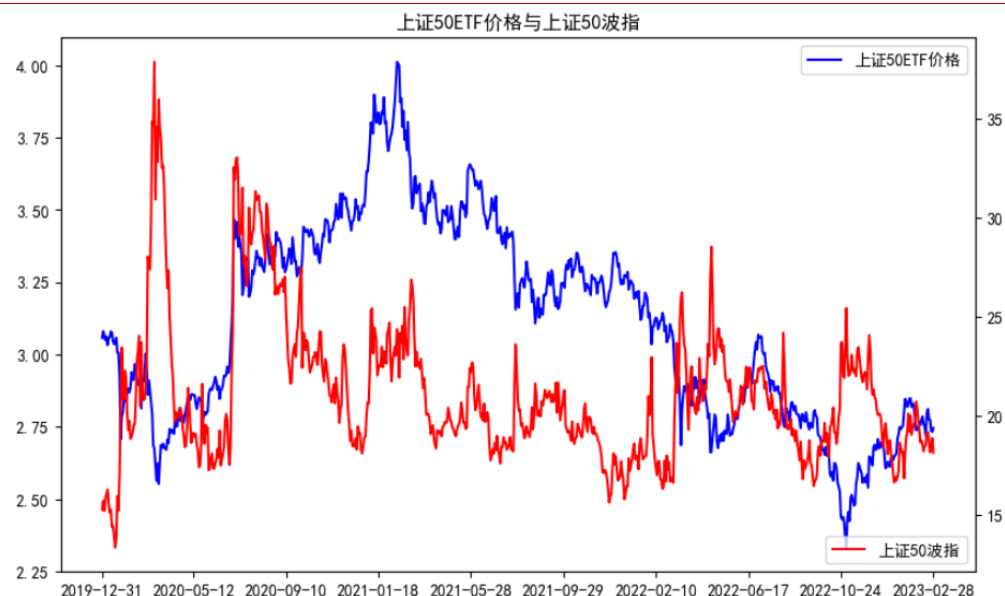
- 本报告借鉴 VIX 指数的编制方法，在当最近到期期权的到期期限大于 30 天时，采用最近一期到期的期权合约计算得到波动率指数数值，如果当到期期限小于 30 天时，先得到对最近两期到期的期权合约波动率平方的线性差值结果，再进行年化求得波动率指数数值，具体指数计算方法如下所示。

$$Volatility Index = 100 \times \sqrt{\left(T_1 \sigma_1^2 \frac{T_2 - 30}{T_2 - T_1} + T_2 \sigma_2^2 \frac{30 - T_1}{T_2 - T_1} \right) \times \frac{365}{30}}$$

- 其中 T_1 为最近一期到期期权的剩余期限， T_2 为次近一期到期期权的剩余期限， σ_1^2 与 σ_2^2 分别为最近一期期权合约波动率的平方与次近一期期权合约波动率的平方，均可根据公式⑤计算得到。
- 本报告选取 2019 年 12 月 31 日至 2023 年 2 月 28 日作为上证 50 和沪深 300 波动率指数的计算周期，由于中证 500ETF 期权上市时间较晚，故选取 2022 年 9 月 30 日至 2023 年 2 月 28 日作为中证 500 波动率指数的计算周期。
- 根据上式计算得到的三个波动率指数和 ETF 收盘价如图表 1-1 至图表 1-3 所示。根据图表 1-1 至图表 1-3 可以得出，波动率指数与指数本身的涨跌之间在极端行情下存在一定关系，当波动率指数出现快速上涨时，往往指数本身也会出现急涨或急跌，两者的相关性如图表 1-4 所示。
- 图表 1-4 分别计算了各个股票指数 ETF（或股票指数）与其波动率指数的相关系数条形图，上证 50ETF、沪深 300ETF、标普 500 指数与其各自波动率指数相关关系的计算区间为 2019 年 12 月 31 日至 2023 年 2 月 28 日，中证 500ETF 与其波动率指数相关关系的计算区间为 2022 年 9 月 30 日至 2023 年 2 月 28 日。从结果可以看出，上证 50ETF 和上证 50 波动率指数的相关系数为正，具体数值为 8.51%，沪深 300ETF、中证 500ETF 与各自波动率指数的相关系数分别为-9.16%和-43.50%，标普 500 指数与其波动率指数的相关系数为-61.59%。故从相关性角度来看，美国市场上波动率指数与指数本身的涨跌更有联动性。

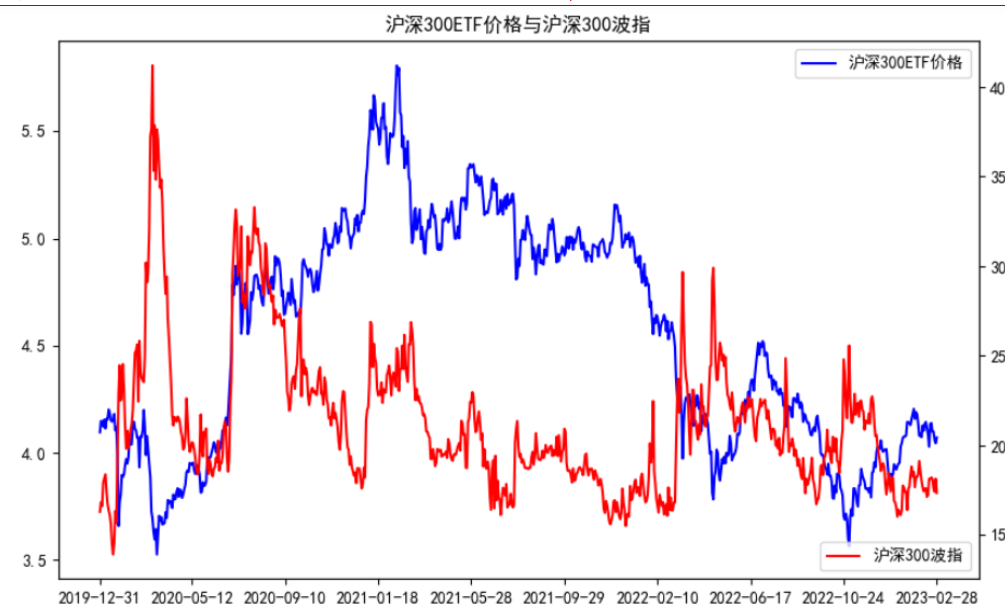
- 根据⑤式计算出来的波动率本质上是根据期权价格中的信息得到的波动率预期值，这与根据 BSM 模型倒推出的期权隐含波动率的经济意义非常相似，故投资者可以利用这个特性得到一些策略设计思想。

图表 1-1：上证 50ETF 价格与上证 50 波动率指数



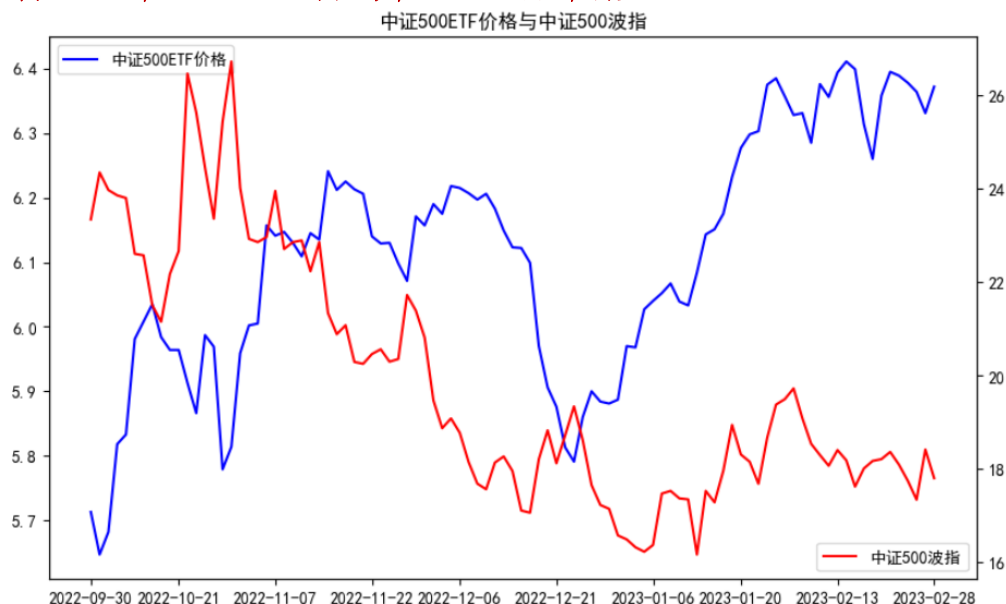
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 1-2：沪深 300ETF 价格与沪深 300 波动率指数

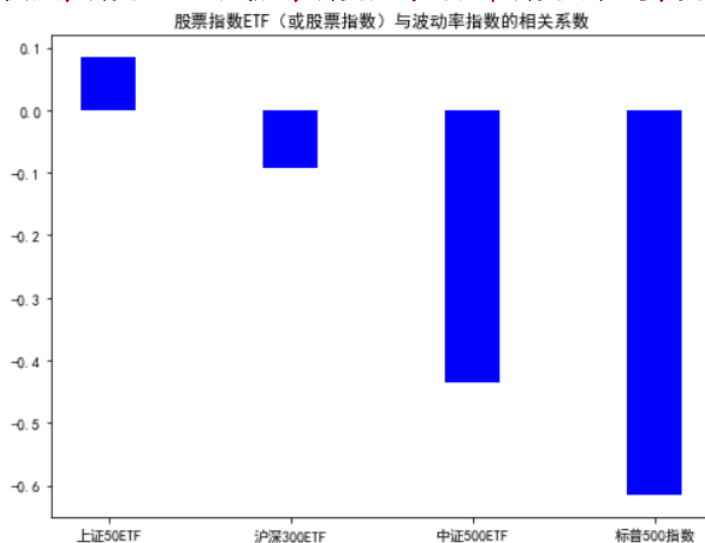


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 1-3：中证 500ETF 价格与中证 500 波动率指数



图表 1-4：各股票指数 ETF（或股票指数）与波动率指数的相关系数

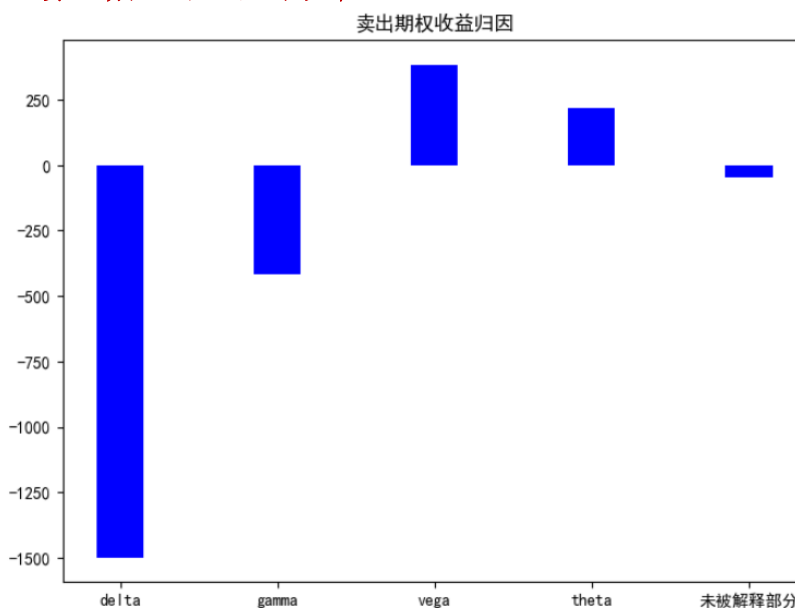


四、基于波动率指数的期权卖出策略举例分析

- 根据市场观察和经验法则，波动率往往具有均值复归特性，即同一标的资产其波动率往往会在均衡水平上下波动。如果波动率短期内出现非常极端的情况，那么其很难在极端水平维持很长时间。根据波动率指数数值的计算，沪深 300 波动率指数在 2022 年 10 月 31 日为 25.5704，为在波动率指数计算区间内最近一次数值上升超过 25，故可以考虑在该时间点卖出沪深 300ETF 期权，并买入沪深 300ETF 每日调仓进行动态对冲，持有该组合直至期权的波动率指数低于 20 或至期权合约到期前一交易日。

- 由于波动率指数表示未来投资者对于标的资产的波动预期，故本报告在 2022 年 10 月 31 日，卖出 1 张接近平值，到期日为 2022 年 11 月 23 日的看涨期权合约，并买入相应手数的沪深 300ETF 进行对冲，对冲 ETF 手数可根据每日期权合约的 Δ 值进行调整。在 2022 年 10 月 31 日至 2022 年 11 月 23 日之间波动率指数并未下降到 20，故持有该组合至期权到期日的前一交易日。
- 该组合在平仓时卖出期权的总损益为 -1364 元，使用沪深 300ETF 进行每日动态对冲获得的总损益为 1505.10 元，组合的总损益为 141.10 元。对于期权组合在回测期内的收益情况，可以做出各个维度的归因分析，具体如图表 1-5 所示。

图表 1-5：卖出期权的收益归因分析



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 从图表 1-5 中可以看出，虽然在 Δ 维度上对卖出期权的损益绝对值贡献最大为 -1498.09 元，但通过买入沪深 300ETF 并每日动态对冲获得的收益基本可以抵消该部分的损失。故卖出期权的净收益主要来源于 γ 、 ν 和 θ 三个维度的轧差，对于卖方来说，期权的 γ 和 θ 收益方向是确定的，所以在波动率较高的环境中，获取波动率下降带来的 ν 收益是影响期权卖权和动态对冲组合投资结果的重要因素。同时，从图表 1-5 中也可以看出，在回测时间段内由于标的资产价格实际变化较大导致 γ 维度的负收益非常明显，如何在消除标的资产线性影响的同时，避免 γ 风险也是期权卖方投资者需要重点考虑的问题。

五、总结

- 本报告首先从理论出发，假定标的资产服从几何布朗运动，推导出波动

率的预期近似公式，并将其离散化。随后结合国内期权市场的数据，编制国内三大指数的波动率指数，并简要分析其与指数本身的涨跌情况的相关关系，可以看出国内波动率指数与指数本身之间的相关关系并没有国外市场显著。随后站在期权卖方的角度设计一个动态对冲组合说明在波动率较高的环境下可以考虑卖出期权获取波动率变动带来的 vega 正向收益，但同时需要重点关注标的资产价格实际变动带来的二阶影响，即 gamma 风险。

- 由于波动率指数的计算公式推导有其前提假设条件，而这些假设条件在现实中往往并不能被满足，这导致在实施期权策略时存在模型风险。故在设计策略时除了波动率的预期还应当考虑其他市场因素，以及在开仓时由于卖出期权而带来的保证金充足率风险。
- **风险提示：**基于历史经验研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

■ **参考文献：**

[1]K. Victor Chow, Wanjun Jiang, Jingrui Li. Does VIX Truly Measure Return Volatility?[R]. SSRN Electronic Journal, January 2014.

■ **致谢：**

感谢实习生张逸菲和余铭芮对本篇报告的贡献

主题 2：期权卖权策略收益来源实证分析

一、 期权卖权策略介绍

- 在期权卖权策略中，根据交易目的的不同可以大致分为两类。第一，当投资者认为期权的波动率大于理论值时，可以通过卖出期权同时对冲其他风险敞口获得正向收益。此时的期权交易者是利用卖权策略来做空波动率。该策略最后收益情况取决于事先对于波动率的判断是否准确，以及收益是否可以完全覆盖对冲成本。第二，利用期权时间价值的衰减，卖出期权通过不断滚动展期获得较为稳定的收益。该策略通常需要考虑两个问题。首先，持续卖出期权需要思考是否可以承担由于期权标的资产价格变化及期权隐含波动率变化带来的风险，所以在策略实施过程中不同风险敞口的控制就显得尤为重要。其次，卖出合约的选择需要兼顾合约的市场流动性以及时间价值衰减的速率。本报告主要针对第二类卖权策略做一个初步分析。

二、 期权卖权策略的收益来源分析

- 通过分析 Black-Scholes-Merton 定价模型（以下简称 BSM 模型）不难发现，不同参数的变化均会对期权价格产生影响，而对于公式内参数的偏导数可以得到不同的期权希腊字母，而投资者可以分析这些希腊字母对期权的价格变化进行归因分析。本报告在计算希腊字母时，均站在期权的买入方，并且暂时不考虑分红带来的影响。在得到一系列希腊字母后，期权价格的变化可以近似用以下公式表示。

$$\Delta P_{\text{option}} \approx \text{Delta} \cdot \Delta P_{\text{spot}} + \frac{1}{2} \cdot \text{Gamma} \cdot (\Delta P_{\text{spot}})^2 + \text{Vega} \cdot \Delta \sigma_{\text{imply}} + \text{Theta} \cdot \Delta T$$

- 其中， ΔP_{option} 表示期权价格的变化， $\Delta \sigma_{\text{imply}}$ 表示期权隐含波动率的变化， ΔT 表示剩余时间的衰减。
- 本报告选取 2023 年 3 月 31 日作为基准，选择沪深 300ETF 期权作为计算对象，以期权在值程度（用期权标的资产价格 S 比执行价格 K 替代）、到期期限 T 作为自变量，各个希腊字母的数值作为因变量，绘制结构图，进一步分析作为期权卖方面临的收益与风险。

1. Delta：标的资产价格对期权价格的影响

- 从期权的定义出发可知，期权标的资产价格的变化对期权价格有最直接的影响，根据 BSM 模型对期权标的资产价格 S 进行求导可以得到希腊字母 Delta 的表达式，具体如下所示。

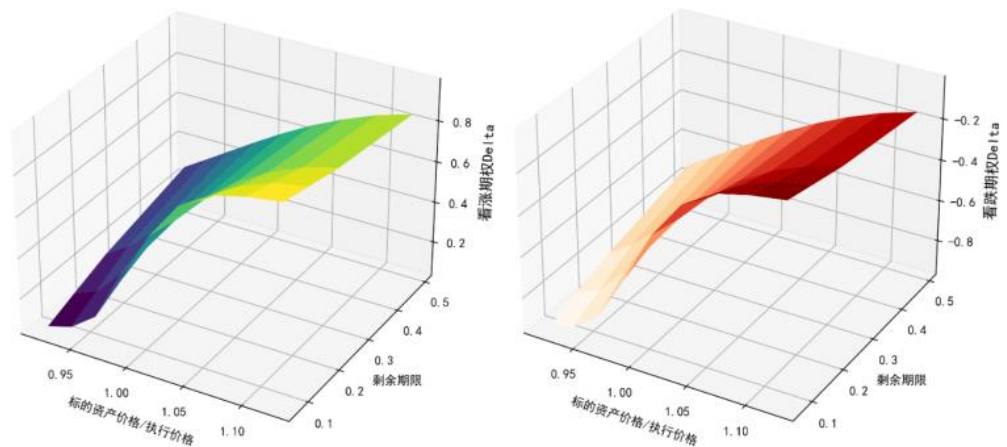
$$\text{Delta}_{\text{call}} = N(d_1)$$

$$\text{Delta}_{\text{put}} = N(d_1) - 1$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

- 其中 $N(\cdot)$ 表示标准正态分布的累计分布函数， S 表示期权标的资产的价格， K 表示期权的执行价格， σ 为标的资产的波动率， r 为无风险利率， T 为期权合约的剩余期限。由概率累计分布函数的定义可知，看涨期权 Delta 的取值范围为 0 至 1，看跌期权 Delta 的取值范围为 -1 至 0，所以期权价格的变化会弱于标的资产价格的变化。Delta 的具体结构如图表 2-1 所示。

图表 2-1：看涨期权与看跌期权 Delta 结构图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

2. Gamma：标的资产价格的变动对 Delta 值的影响

- 通过对 Delta 表达式的求导，可以得到 Gamma 的计算公式（看涨和看跌期权相同）如下所示。

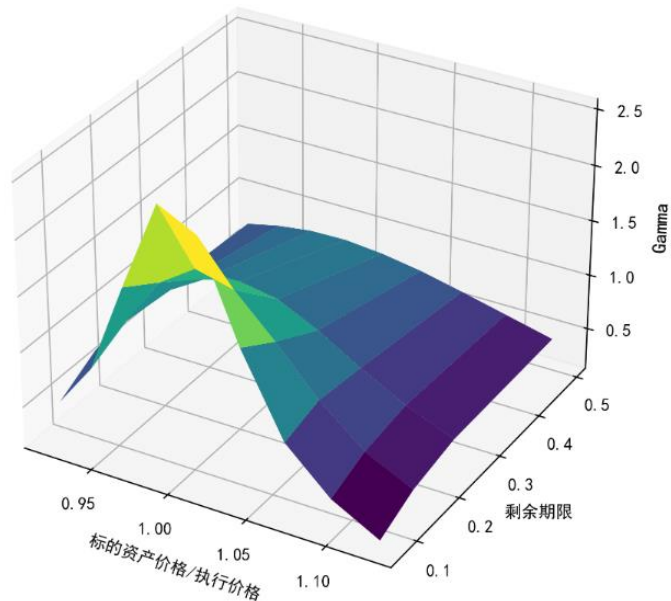
$$\text{Gamma} = \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T}}$$

- 其中 $N'(\cdot)$ 为标准正态分布累积概率函数的导函数，即标准正态分布的概率密度函数。 $N'(\cdot)$ 的详细表达式如下所示。

$$N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$$

- Gamma 的具体结构如图表 2-2 所示（看涨和看跌期权相同）。

图表 2-2: Gamma 结构图 (看涨期权与看跌期权相同)



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

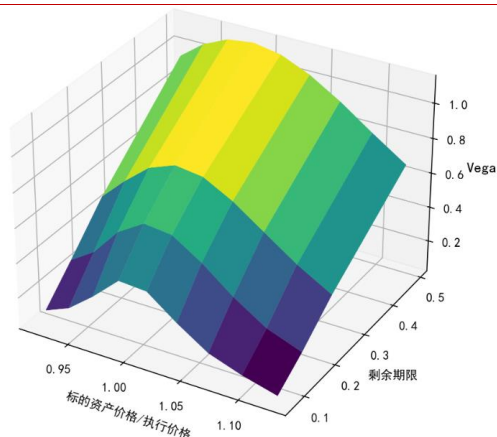
3. Vega：隐含波动率对期权价格的影响

- 通过将 BSM 模型计算结果等于期权市场价格并代入除波动率以外的其他参数，可以反解出波动率的数值。该数值就被称为此期权合约的隐含波动率。从 BSM 模型中也可以看出，隐含波动率的大小与期权价格呈正向关系。当隐含波动率发生变化时，会引起期权价格的变化，故可以用 BSM 模型对波动率求导得到 Vega 的表达式，用来描述隐含波动率变化对期权价格的影响，Vega 的计算公式如下所示。

$$Vega = S \times N'(d_1) \times \sqrt{T}$$

- Vega 的具体结构 (看涨和看跌期权相同) 如图表 2-3 所示。

图表 2-3: Vega 结构图 (看涨期权与看跌期权相同)



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

4. Theta：合约剩余期限对期权价格的影响

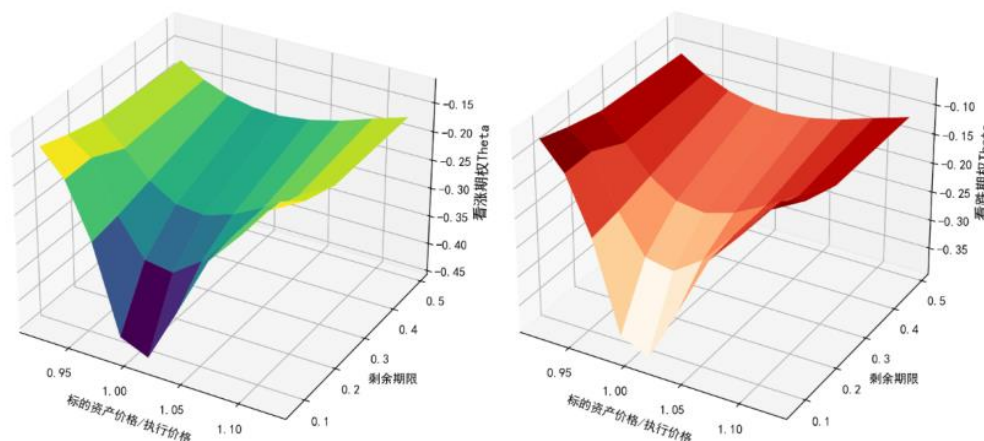
- （欧式）期权赋予买方在未来某一特定时刻以特定价格买入或卖出标的资产的权利，而标的资产价格变动的可能性与时间长短有着密切的联系，所以期权到期期限的变化对于期权价格存在着一定的影响。其影响的大小使用希腊字母 Theta 来描述。将 BSM 模型对于剩余时间 T 求导可以得到希腊字母 Theta 的表达式，具体如下所示。

$$Theta_{call} = -\frac{S\sigma}{2\sqrt{T}}N'(d_1) - rKe^{-rT}N(d_2)$$

$$Theta_{put} = -\frac{S\sigma}{2\sqrt{T}}N'(d_1) + rKe^{-rT}N(-d_2)$$

- 其中 $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$ 。关于 Theta 的结构如图表 2-4 所示。

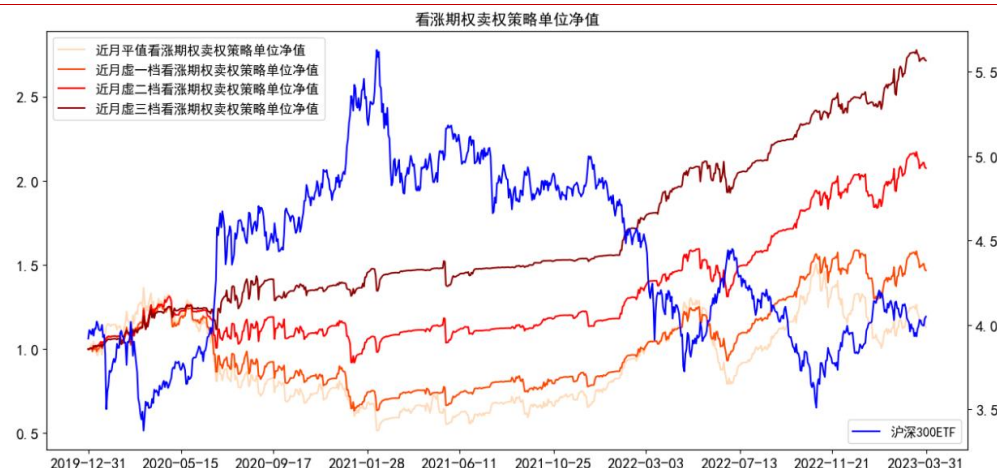
图表 2-4：看涨期权和看跌期权 Theta 结构图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

三、 期权卖权策略的回测

- 本报告通过沪深 300ETF 期权构建卖权策略的投资组合，回测区间为 2019 年 12 月 31 日至 2023 年 3 月 31 日。
- 本报告具体实施的回测规则如下：设置初始资金 100 万元，从回测期初开始，选择距离当天到期时间最短的看涨期权合约进行卖出。合约临近期权到期日时进行展期。考虑到沪深 300ETF 期权近月合约的流动性，根据上述规则分别卖出平值、虚值一档、虚值二档、虚值三档的看涨合约进行回测，得到的单位净值图如图表 2-5 所示。
- 从图表 2-5 中可以得到，由虚值程度较低的期权构成的投资组合相对于期权标的资产价格变动更为敏感，虚值程度较高的期权组合在标的资产价格向不利方向变动时回撤程度会更小。同时，在期权标的资产的实际波动率较小时，卖出期权可以得到比较平稳的收益。

图表 2-5：看涨期权卖权策略单位净值


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

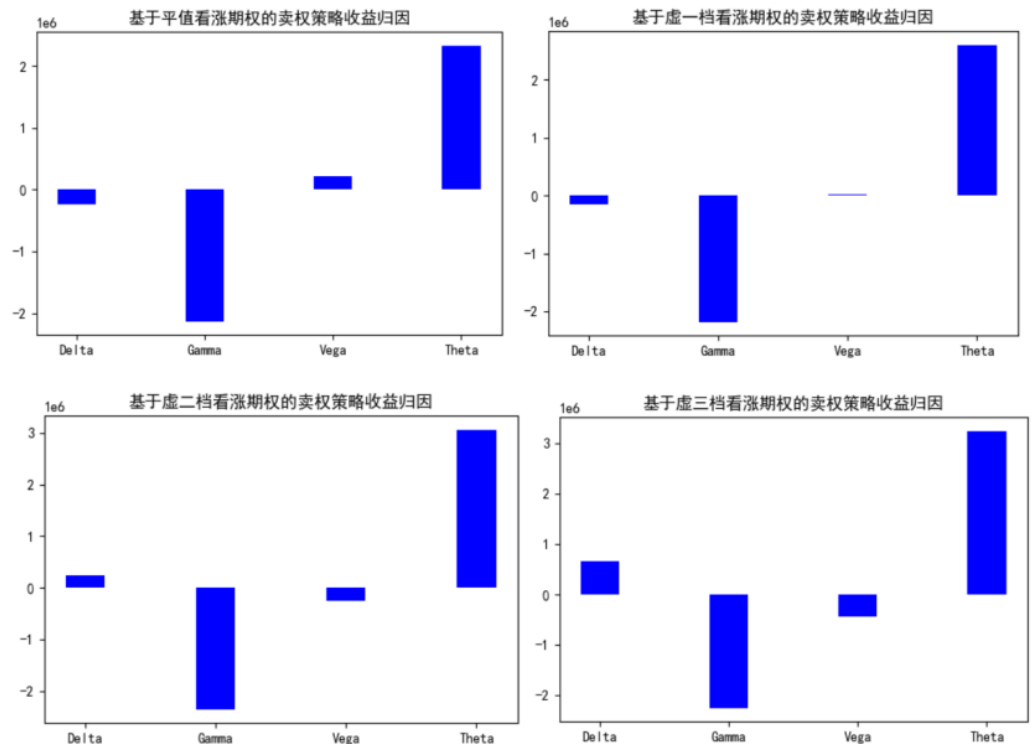
图表 2-6：看涨期权卖权策略回测评价

指标	平值	虚一档	虚二档	虚三档
总收益率	12.88%	46.78%	107.67%	171.66%
年化收益率	3.80%	12.54%	25.22%	36.01%
波动率	48.03%	37.32%	29.51%	22.21%
最大回撤	-62.33%	-50.10%	-30.12%	-11.19%
夏普比率	0.0479	0.2957	0.8037	1.5535
卡玛尔比率	0.0609	0.2502	0.8374	3.2183

来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 对于四个投资组合的回测评价如图表 2-6 所示。从图表 2-6 中可以看出，在回测期间内，由虚值程度较深的期权合约构建的投资组合获得了更好的表现。四个期权卖权组合的收益归因情况如图表 2-7 所示。在图表 2-7 中，横轴为期权收益的四个来源，纵轴为在回测区间内各个收益来源上的绝对收益金额。从图表 2-7 中可以得到，该卖权策略绝大多数的收益来自于 Theta 部分，但也承担了较大的 Gamma 端风险。由于本报告选取近月合约故组合的 Vega 值较小，对整体的影响相对有限。结合图表 2-6 与图表 2-7 表明虚值程度较大的期权行权的可能性较低，其期权价值全部由时间价值组成，因此构建的组合可以更好地享受到剩余时间衰减带来的收益。另一方面，由于虚值程度较大的期权其价格对于标的资产价格变化的敏感程度较低，同时其对于被行权的保护程度更高，因此对于标的资产价格向不利方向波动的忍受程度也更高。

图表 2-7：看涨期权卖权策略收益归因图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

四、 总结及后续研究建议

- 本报告首先介绍了期权卖权策略的原理，然后从期权收益来源出发，分析在各个维度上卖出期权所面临的风险敞口，最后选择合适的期权合约构建组合做了策略回测。
- 从收益归因中可以发现，期权卖权策略在标的资产价格大幅向不利方向变动会引起期权组合的较大回撤，并且在收益组成中 **Gamma** 部分持续提供负向收益，这是卖权策略主要面临的风险。故在后续研究中，考虑加入更多风控措施，例如通过定期的压力测试保证在各风险敞口上均保持在可接受的范围内，或者通过对标的资产的风险预判阶段性买入或卖出标的资产进行对冲等。
- **风险提示：**基于历史经验研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 3：商品期权交易量急剧增长，市场加速扩容

一、交易量急剧增长

- 2017 年 3 月 31 日大连商品交易所豆粕期权正式上市，标志着中国商品期货市场进入期权时代，商品期权与商品期货在风险管理中相辅相成，构成完整的商品市场风险管理体系。商品期权市场建设对期货市场服务实体经济具有极其重要的意义，有利于深化服务实体企业的避险需求。
- 图 3-1 是我国商品期权市场成交量走势，可以看出今年以来商品期权市场成交量增长急剧，市场流动性较以往有重大变化，投资者保险需求旺盛。2023 年 5 月 14 日我国商品期权市场单日成交量为 544.9 万手，创下单日成交量历史新高。从日均成交量看，商品期权市场 2017 年至 2023 年日均成交量分别为 5.5 万手、15.1 万手、33.2 万手、44.8 万手、88.5 万手、160.1 万手和 306.8 万手，今年日均成交量是 2022 年日均成交量的近 2 倍。从单个品种成交量看，平均每个品种日成交量由 2022 年的 7.3 万手增长至 2023 年的 10.9 万手，单品种成交量增长同样亮眼。

图表 3-1：我国商品期权市场成交量走势



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

二、市场加速扩容

- 截至 2023 年 5 月 16 日，我国期货市场共有 30 个场内商品期权品种，其中大连商品交易所 13 个、郑州商品交易所 8 个、上海期货交易所 8 个，广州期货交易所 1 个，已覆盖能源、黑色、有色金属、农产品等重要大宗商品领域。图 3-2 是当前我国商品期权市场品种一览表。
- 5 月 9 日，上海期货交易所就氧化铝期货合约和相关业务规则公开征求

意见，并在第十二次会员大会中提到，完善现有品种序列，推动上市氧化铝期货、合成橡胶期货与期权、LNG 期货与期权、集装箱运价指数期货；健全综合业务平台，推动互换及基差业务，丰富期货保税仓单业务。

图表 3-2：我国商品期权市场品种一览表

期权标的	期权上市时间	交易单位	最小变动价位	上市交易所
豆一	2022年8月8日	10	0.5	大连商品交易所
豆二	2022年8月8日	10	0.5	大连商品交易所
玉米	2019年1月28日	10	0.5	大连商品交易所
苯乙烯	2023年5月15日	5	0.5	大连商品交易所
乙二醇	2023年5月15日	10	0.5	大连商品交易所
铁矿石	2019年12月9日	100	0.1	大连商品交易所
塑料	2020年7月6日	5	0.5	大连商品交易所
豆粕	2017年3月31日	10	0.5	大连商品交易所
棕榈油	2021年6月18日	10	0.5	大连商品交易所
LPG	2020年3月31日	20	0.2	大连商品交易所
聚丙烯	2020年7月6日	5	0.5	大连商品交易所
PVC	2020年7月6日	5	0.5	大连商品交易所
豆油	2022年8月8日	10	0.5	大连商品交易所
棉花	2019年1月28日	5	1.0	郑州商品交易所
甲醇	2019年12月16日	10	0.5	郑州商品交易所
菜油	2022年8月26日	10	0.5	郑州商品交易所
花生	2022年8月26日	5	0.5	郑州商品交易所
菜粕	2020年1月16日	10	0.5	郑州商品交易所
白糖	2017年4月19日	10	0.5	郑州商品交易所
PTA	2019年12月16日	5	0.5	郑州商品交易所
动力煤	2020年6月30日	100	0.1	郑州商品交易所
沪银	2022年12月26日	15	0.5	上海期货交易所
沪铝	2020年8月10日	5	1.0	上海期货交易所
沪金	2019年12月20日	1000	0.02	上海期货交易所
沪铜	2018年9月21日	5	2.0	上海期货交易所
螺纹钢	2022年12月26日	10	0.5	上海期货交易所
橡胶	2019年1月28日	10	1.0	上海期货交易所
原油	2021年6月21日	1000	0.1	上海期货交易所
沪锌	2020年8月10日	5	1.0	上海期货交易所
工业硅	2022年12月23日	5	1.0	广州期货交易所

来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

三、BAW 美式期权定价

- BAW 期权定价模型是国内期货交易所（如大连商品交易所、广州期货交易所）常用美式期权定价方法，用于计算新上市期权合约的挂牌基准

价。由于美式期权赋予投资者在到期日前自由行权的权利，故相比于欧式期权，美式期权的定价复杂性较高，难以找到美式期权定价的精确公式，我们可以采用 BAW 模型等封闭式近似算法对期权价格进行估计。从本篇报告起，我们将对常见的、计算便利的美式期权定价模型进行介绍。

- Barone、Adesi 和 Whaley (1987) 提出用二次近似方法对美式认购和认沽期权进行定价，即 BAW 期权定价模型，该模型思想将美式期权价值写成欧式期权价值与提前行权溢价之和。美式认购期权定价公式如下：

$$C(S, X, T) = \begin{cases} c_{bs}(S, X, T) + A_2(S/S^*)^{q_2}, & S < S^* \\ S - X, & S \geq S^* \end{cases}$$

- 其中， $c_{bs}(S, X, T)$ 是 BS 认购期权定价公式，且有：

$$A_2 = \frac{S^*}{q_2} (1 - e^{(b-r)T} N(d_1(S^*)))$$

$$d_1(S) = \frac{\ln(S/X) + (b + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$q_2 = \frac{1 - N + \sqrt{(N-1)^2 + 4M/K}}{2}$$

$$M = 2r/\sigma^2, \quad N = 2b/\sigma^2, \quad K = 1 - e^{-rT}$$

- 其中， b 是美式期权标的持有成本， S^* 是认购期权定价中的临界商品价格，满足：

$$S^* - X = c(S^*, X, T) + (1 - e^{(b-r)T} N(d_1(S^*))) \frac{S^*}{q_2}$$

$$LHS(S_i) = S_i - X$$

$$RHS(S_i) = c(S_i, X, T) + (1 - e^{(b-r)T} N(d_1(S_i))) \frac{S_i}{q_2}$$

- 美式认沽期权定价公式如下：

$$P(S, X, T) = \begin{cases} p_{bs}(S, X, T) + A_1(S/S^{**})^{q_1}, & S > S^{**} \\ X - S, & S \leq S^{**} \end{cases}$$

- 其中， $p_{bs}(S, X, T)$ 是 BS 认沽期权定价公式，且有：

$$A_1 = -\frac{S^{**}}{q_1} (1 - e^{(b-r)T} N(-d_1(S^{**})))$$

$$q_1 = \frac{1 - N - \sqrt{(N-1)^2 + 4M/K}}{2}$$

- 其中， S^{**} 是认沽期权定价中的临界商品价格，满足：

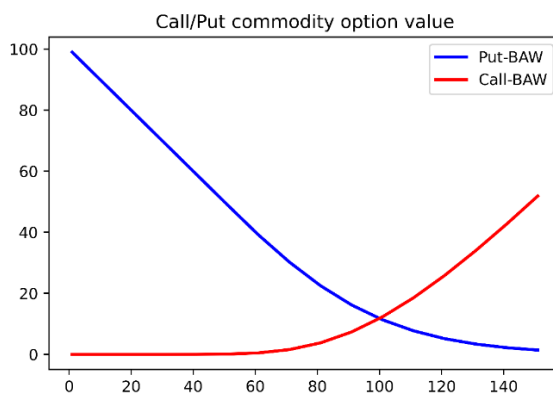
$$X - S^{**} = p(S^{**}, X, T) - (1 - e^{(b-r)T} N(-d_1(S^{**}))) \frac{S^{**}}{q_1}$$

$$LHS(S_j) = X - S_j$$

$$RHS(S_j) = p(S_j, X, T) - (1 - e^{(b-r)T} N(-d_1(S_j))) \frac{S_j}{q_1}$$

- 图 3-3 是基于 BAW 近似算法演算的美式期权价格，其中，假设标的资产价格介于 1 至 160 元之间，标的持有成本为 0，期权执行价格为 100 元，波动率为 30%，无风险利率为 2%，剩余到期时间为 1 年。

图表 3-3：BAW 美式期权定价演示



来源：中泰期货整理

四、Ju & Zhong 美式期权定价

- Ju & Zhong(1999) 的思路与 BAW 期权定价模型相仿，都是将美式期权价值视为欧式期权价值加上提前行权溢价，根据 Ju & Zhong (1999)介绍，该定价模型在运算速度大致相同的情况下，其计算精度优于 BAW 期权定价模型。Ju & Zhong 美式期权定价公式如下：

$$V_A(S) = \begin{cases} V_E(S) + \frac{hA(h)(S/S^*)^{\lambda(h)}}{1-\chi}, & \phi(S^* - S) > 0 \\ \phi(S - X), & \phi(S^* - S) \leq 0 \end{cases}$$

$$hA(h) = \phi(S^* - X) - V_E(S^*)$$

- 其中， $V_E(S)$ 即 BS 期权定价公式， $\phi = 1$ 代表看涨期权， $\phi = -1$ 代表看跌期权， S^* 由以下方程解出：

$$\phi = \phi e^{-\delta T} N(\phi d_1(S^*)) + \frac{\lambda(h)(\phi(S^* - X) - V_E(S^*))}{S^*}$$

$$\chi = b(\log(\frac{S}{S^*}))^2 + c \log(\frac{S}{S^*})$$

$$b = \frac{(1-h)\alpha\lambda'(h)}{2(2\lambda+\beta-1)}$$

$$c = -\frac{(1-h)\alpha}{2\lambda+\beta-1} \left(\frac{1}{hA(h)} \frac{\partial V_E(S^*, h)}{\partial h} + \frac{1}{h} + \frac{\lambda'(h)}{2\lambda+\beta-1} \right)$$

$$h(T) = 1 - e^{-rT}$$

$$\alpha = 2r/\sigma^2, \beta = 2(r-\delta)/\sigma^2, \delta \text{ 表示分红率}$$

$$\lambda(h) = \frac{-(\beta-1) + \phi\sqrt{(\beta-1)^2 + 4\alpha/h}}{2}$$

$$\lambda'(h) = -\frac{\phi\alpha}{h^2\sqrt{(\beta-1)^2 + 4\alpha/h}}$$

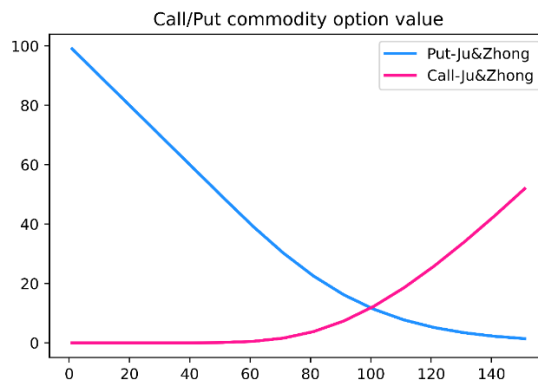
$$\frac{\partial V_E(S^*, h)}{\partial h} = \frac{S^*n(d_1(S^*))\sigma e^{(r-\delta)T}}{2r\sqrt{T}} - \frac{\phi\delta S^*N(\phi d_1(S^*))e^{(r-\delta)T}}{r} - \phi XN(\phi d_2(S^*))$$

$$d_1(S^*) = \frac{\log(S^*/X) + (r-\delta + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

- 图 3-4 是基于 Ju & Zhong 近似算法演算的美式期权价格，同样假设标的资产价格介于 1 至 160 元之间，标的持有成本为 0，期权执行价格为 100 元，波动率为 30%，无风险利率为 2%，剩余到期时间为 1 年。

图表 3-4: Ju & Zhong 美式期权定价演示



来源：中泰期货整理

- 风险提示：模型中假设条件设定将影响定价准确性，造成模型定价偏误。
- 参考文献：

[1] 埃斯彭·戈德尔·豪格，期权定价公式完全指南（第二版）[M]. 上海：格致出版社、上海人民出版社. 2018.

[2] Ju N J, Zhong R. An Approximate Formula for Pricing American Options[J]. Journal of Derivatives. 1999(7): 31-40.

- 感谢实习生张逸菲对本篇报告的贡献。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 4：波动率回落环境下卖出看涨期权策略

一、策略构建思路

- 根据 BSM 定价原理，期权价格关于波动率是严格单调的。标的资产的波动率是影响期权定价的重要因素，在其他因素不变情形下，标的资产波动率越大，期权的价格越高。从直观逻辑上看，标的波动率越大，其价格能运动到相对当前价格更远的距离，期权买家愿意支付更高的期权费，期权卖家会要价更高，从而期权的价格会更高。
- Black-Scholes-Merton (BSM) 模型给出了欧式期权价格的解析表达式（如公式 1 所示）。再通过计算期权价格对波动率求偏导数，得到 Vega（如公式 2 所示）。由公式 2 的数量关系可得，Vega 数值为正。在其他因素不变的条件下，期权价格随波动率增加单调递增，即标的资产波动率越高，其期权定价越高。

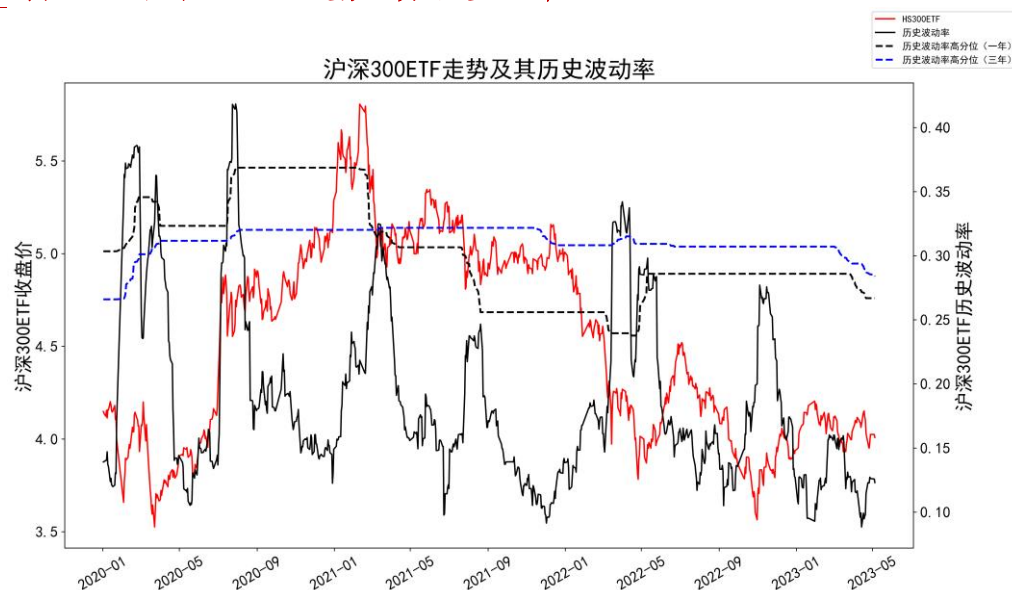
$$\begin{aligned}
 c &= S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \\
 p &= Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \\
 d_1 &= \frac{\ln \frac{S_0}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \\
 d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{T}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$Vega = S \times N'(d_1) \times \sqrt{T} \tag{2}$$

其中， c, p 分别为欧式看涨期权、看跌期权的价格， K 为执行价格， S_0 为股票在 0 时的价格， r 为连续复利无风险收益率， σ 为波动率， T 为期权的期限， $N(\cdot)$ 为标准正态分布的累计密度函数。

- 通过历史分位数来衡量当前波动率的高低。本报告通过收益率的标准差来刻画历史波动率，再通过过去一段时间波动率高分位来判断当前波动率是否较高（如将当前的波动率与过去一年波动率的 90 分位进行比较）。若当前波动率高于历史高分位，则认为当前处于波动较高的环境。沪深 300ETF 自 2020 年 1 月以来的走势及其历史波动率入图表 4-1 所示。

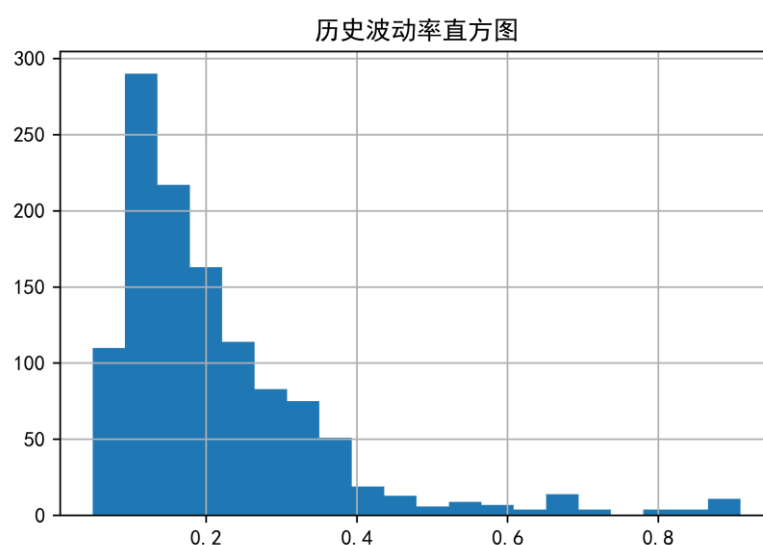
图表 4-1：沪深 300ETF 走势及其历史波动率



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

- 如图表 4-1 所示，沪深 300ETF（510300.SH）自 2020 年 1 月以来的历史走势由红色实线展示，沪深 300ETF 的历史波动率由黑色实线展示。黑色虚线由每个时点之前一年历史波动率高分位值构成，蓝色虚线由每个时点之前三年历史波动率高分位值构成。

图表 4-2：沪深 300ETF 历史波动率



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

- 图表 4-2 展示了沪深 300ETF 自 2015 年 1 月至 2019 年 12 月历史波动率的直方图，该时段的历史波动率分布有明显的右偏特征。历史波动率处于较高水平的分布较少，一定程度上说明历史波动率处于高水平的状态较少，会回落到低水平的状态。
- 本报告认为，黑色实线（历史波动率）处于虚线之上为波动率相对较高的区域。当黑色实线下穿虚线，表明波动率从高位回落。
- 在波动高位回落的环境下采取卖出看涨期权的策略。由上述波动率与期权价格数量关系可知，波动率较高时，期权的价格相对较高。在其他因素不变条件下，波动率从高位回落时，期权价格倾向下跌，此时采取卖出期权的策略理论上可以盈利。在《期权卖权策略收益来源实证分析——期权策略系列研究之二》中，我们从多个角度比较了卖出看涨期权和卖出看跌期权策略，卖出看涨期权策略在应对标的资产价格变动左尾风险、期权时间价值获取等方面具有一定优势，故本策略主要研究在波动高位回落的环境下采取卖出看涨期权的策略。

二、策略构建步骤

- **第一步：计算波动回落环境的开仓信号。**计算沪深 300ETF 的历史波动率和历史波动率的高分位。当 $t-1$ 日波动率大于历史波动率的高分位， t 日波动率低于历史波动率的高分位，即当波动率下穿波动率高分位线时触发开仓信号，在 $t+1$ 日开盘卖出看涨期权。
- **第二步：在开仓信号匹配符合规则合约。**在开仓日匹配近月沪深 300ETF 看涨期权合约，开仓持有至期权临近到期。若在持有期触发开仓信号，不另新开仓，继续持有原有合约。
- **第三步：根据期权保证金确定开仓手数。**根据期权开仓保证金和账户保证金头寸，计算出策略开仓数量。在策略执行时监控维持保证金。

认购期权开仓保证金 = [合约前结算价 + $\max(12\% \times \text{合约标的前收盘价} - \text{认购期权虚值}, 7\% \times \text{合约标的前收盘价})$] \times 合约单位

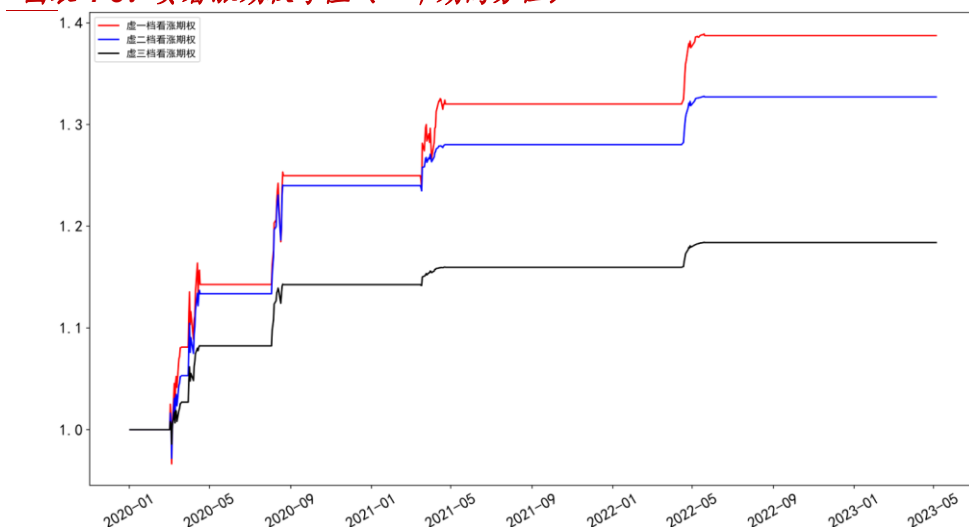
认购期权维持保证金 = [合约结算价 + $\max(12\% \times \text{合约标的收盘价} - \text{认购期权虚值}, 7\% \times \text{合约标的收盘价})$] \times 合约单位

三、策略回测分析

- 波动回落环境下卖出看涨期权策略回测时间段为 2020 年 1 月至 2023 年 4 月。回测对比了不同时长的波动率历史高分位以及不同档位看涨期权对策略的影响，手续费为卖出时支付 1.6 元/张的费用，保证金占用和开仓手数依据策略构建步骤中的制定的规则，具体回测结果如下。

（一）历史波动率一年期高分位为开仓信号依据

图表 4-3：卖看涨期权净值（一年期高分位）

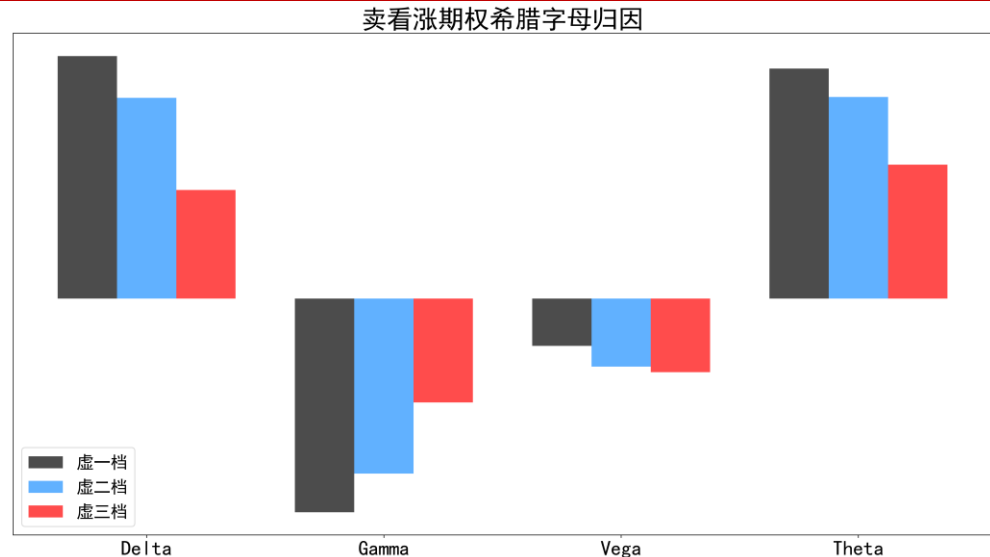


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 图表 4-3 展现了使用历史波动率一年期高分位作为开仓信号的回测净值曲线。波动回落条件下卖看涨期权的机会较少，但卖看涨期权每次开仓均可获得收益。该策略虚一档的最终累计净值会高于虚二档、虚三档，其单次收益会高于虚二档、虚三档。从收益的角度来看，在波动回落环境下卖虚一档的看涨期权优于虚二档和虚三档。
- 图表 4-4 展现了策略的希腊字母归因。我们从中发现：
 - 1) 从看涨期权的角度而言，Gamma 的特性不利于卖方，Theta 则为卖方带来的时间价值。
 - 2) 三个档位的 Delta 收益均为正，即标的价格的变动为策略带来盈利，表明卖出期权的持有期内标的资产价格下跌。
 - 3) 从 Delta 和 Gamma 上的数值大小分析，标的资产波动对虚一档影响最

大，对虚二档、虚三档影响逐渐减小。4) 三个档位的 Vega 收益均为负，显示标的资产的历史波动率虽有所回落，但隐含波动率有所上升。

图表 4-4：卖看涨期权希腊字母归因



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

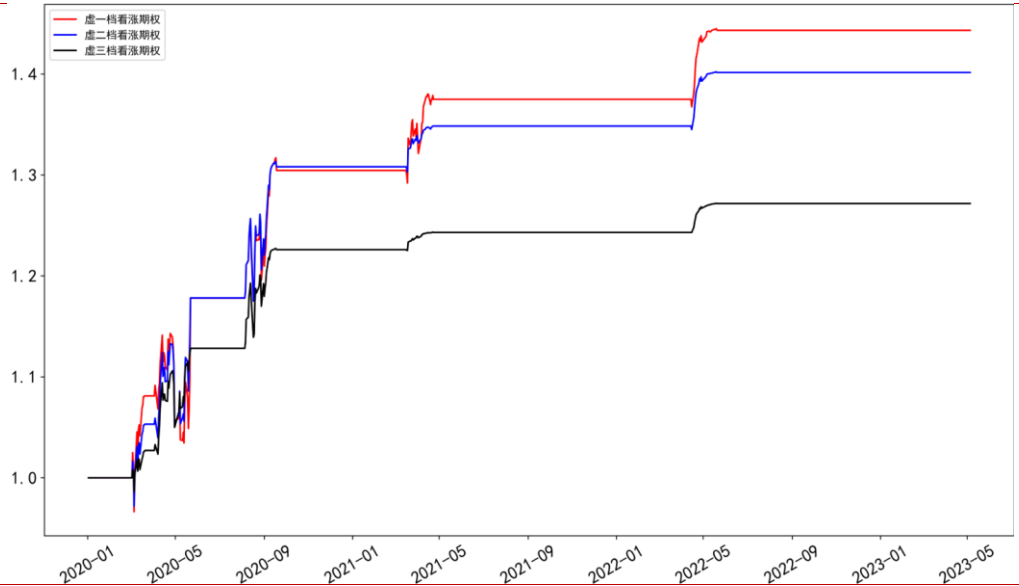
- 需要说明的是：1) 希腊字母归因只是期权策略损益的一种解释方式，并不能完全解释期权策略损益来源。2) 由于不同参数设置，希腊字母归因的计算会有所偏差。3) 希腊字母归因中 Vega 损益部分是使用隐含波动率的计算结果，本报告中的波动回落指的是历史波动率，隐含波动率和历史波动率是衡量期权定价的不同维度。

(二) 历史波动率三年期高分位为开仓信号依据

- 图表 4-5 展现了使用历史波动率三年期高分位作为开仓信号的回测净值曲线。三年期高分位与一年期高位分的净值曲线具有相似的结构，但三年期高分位策略的净值较一年期高位分最终净值更大，波动也更大。在收益角度，三年期高分位的虚一档同样优于虚二档和虚三档。
- 使用历史波动率三年期高分位作为开仓信号的策略的希腊字母归因如图表 4-6 所示。以历史波动率三年期高分位作为开仓信号与历史波动率一年期高分位作为开仓信号的希腊字母归因相似，Gamma 和 Theta 同样为卖权策略分别带来损失和盈利。但 Vega 损益明显缩小，表明隐含波

动率对三年期高分位作为开仓信号的策略的影响较小。

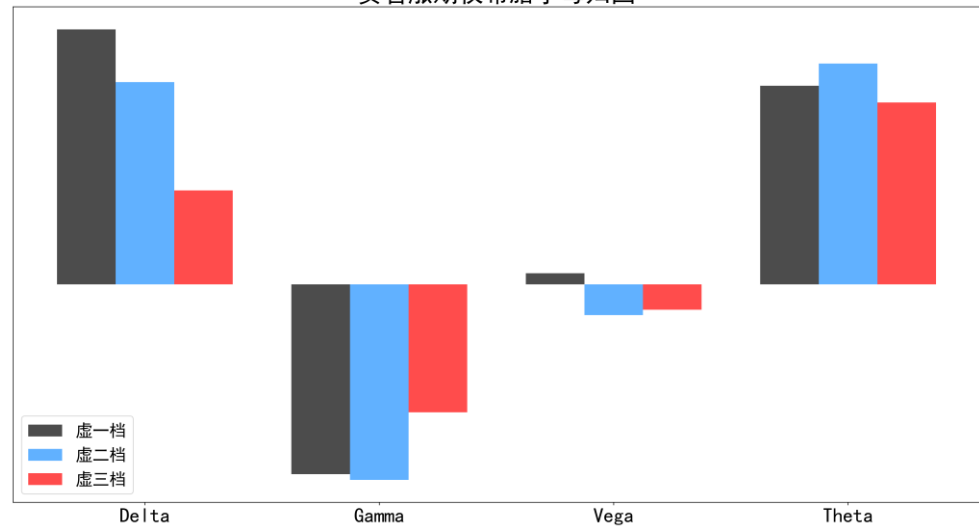
图表 4-5：卖看涨期权净值（三年期高分位）



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 4-6：卖看涨期权希腊字母归因

卖看涨期权希腊字母归因



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

（三）回测结果分析

图表 4-7：波动回落环境下卖权策略对比

策略		累计净值	最大回撤	开仓次数	平均持仓天数	平均单次开仓收益率	开仓收益率比最大回撤
一年历史高分位	虚一档	1.387	5.72%	5	25	6.78%	1.185
	虚二档	1.327	4.36%	5	25	5.85%	1.341
	虚三档	1.184	2.20%	5	25	3.45%	1.568
三年历史高分位	虚一档	1.443	9.49%	5	37.2	7.64%	0.805
	虚二档	1.402	6.50%	5	37.2	7.05%	1.085
	虚三档	1.272	5.06%	5	37.2	4.98%	0.968

来源：同花顺 iFinD，中泰期货研究所整理

■ 图表 4-7 展示了两种不同开仓依据的和不同期权执行价的回测数据。

1) 该策略的开仓机会较少，但具有较强的盈利能力。从历史波动率来看，触及到本报告定义的高波动环境的时点较少，多数处于非高波动环境，故触发开仓信号较少。

2) 开仓时点不同，三年历史高位信号的持仓天数长于一年历史高位信号的持仓天数。

3) 在波动率由高位向低位回落的环境下，三年历史高分位各档位盈利能力优于一年历史高分位的对应各档位盈利能力；相同开仓条件下，虚一档的盈利能力强于虚二档、虚三档。

4) 相同开仓条件下，虚一档回撤幅度依次高于虚二档、虚三档。

■ 通过上述数据表明，波动回落条件下的卖出看涨期权的策略的投资机会较少，但具有稳定且较强的盈利能力。当信号触发，投资者可根据自己风险和收益偏好来构建策略。

■ **风险提示：**基于历史数据研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。

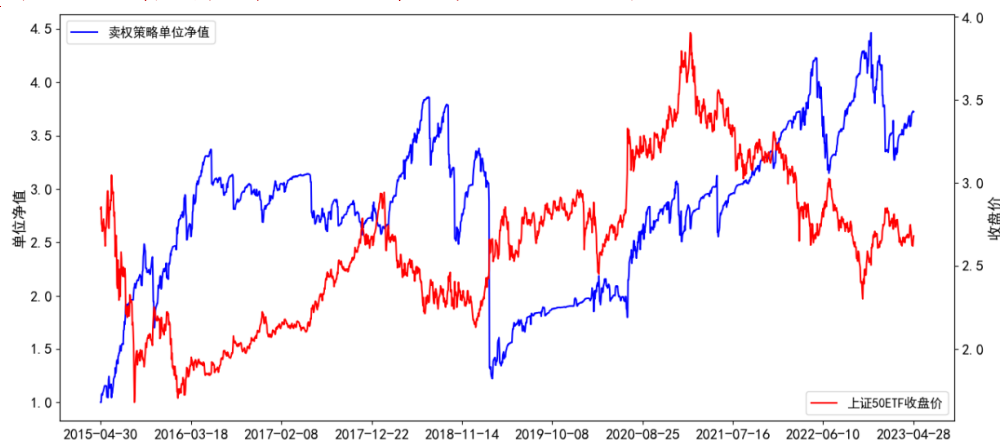
■ 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 5：期权卖权策略中的风控措施研究

一、期权卖权策略的交易规则与初步回测结果

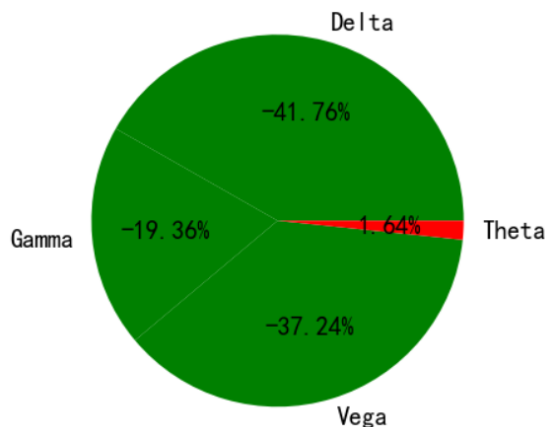
- 本报告考虑尽可能在较长回测区间内比较不同风险管理方法的持续有效性，故选取国内上市最早的场内期权品种——上证 50ETF 期权作为回测标的。卖出的合约类型为看涨期权，回测区间为 2015 年 4 月 30 日至 2023 年 4 月 28 日。
- 策略的交易规则为：首先，根据当日上证 50ETF 价格选取近月合约中虚值三档的合约。其次，根据交易所开仓保证金数量上浮一定比例并结合账户内资产净值计算得到卖出数量（在该步骤中根据不同的风控措施略做调整）。最后，当合约的剩余期限不满 7 个自然日时对合约进行展期操作。在此过程中每日监控期权合约的保证金充足率，若存在保证金不足的情况则采取相应的平仓操作。
- 根据以上规则，在回测区间内不使用任何的风控措施，直接执行卖出策略，回测单位净值如图表 5-1 所示。

图表 5-1：期权卖权策略的回测单位净值（无风控措施）



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 从图表 5-1 中可以看出，该策略在回测区间内获得了较高的总收益，年化收益率为 17.86%。但该策略在指数发生较大波动时，特别是标的资产价格快速上涨时（例如 2019 年年初），产生了非常剧烈的回撤，在回测期内策略最大回撤达到了 68.37%，单日最大回撤为 54.01%，发生在 2019 年 2 月 25 日，当日标的资产上证 50ETF 上涨 7.56%，当日策略损益归因情况如图表 5-2 所示。
- 在图表 5-2 中显示了当日期权组合在各个希腊字母维度上损益的绝对值占比，绿色表示损失，红色表示收益。可以看出在当天标的资产较大的“位移”导致了 Gamma 部分的损失。同时，由于标的资产的大幅上涨以及由此带来隐含波动率的急速上升导致了 Delta 和 Vega 部分的损失，三者之和远远超过了 Theta 部分的收益。

图表 5-2：期权卖权策略（无风控措施）单日最大回撤的归因分析


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

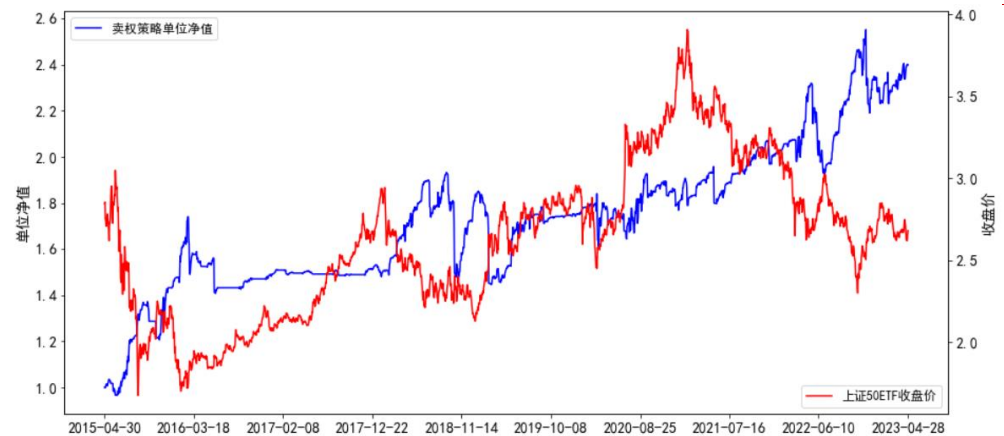
- 在本系列《中泰期货金融工程专题报告 20230428-期权卖权策略收益来源实证分析——期权策略系列研究之二》中指出，从长期来看期权的卖权策略收益来源于 Theta 与 Gamma 的博弈，但短期内由于尾部风险，可能导致净值会发生巨大的波动。为降低极端风险对于策略的影响，本报告在卖出期权的同时计划分别尝试三种不同的风险管理方案来管理尾部风险，最后将回测净值与不采用风控措施的情况进行比较。

二、卖权策略的不同风控措施回测结果

1. 方案一：买入虚值期权降低尾部风险

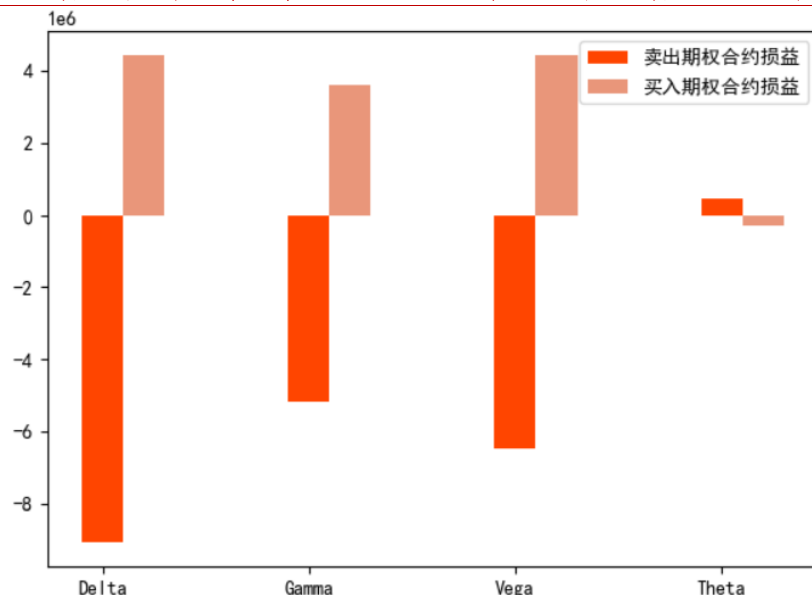
- 在卖出期权的交易中，为了控制潜在“无限”损失，最常用的方法是买入一个更虚值的同类型期权对冲尾部风险。在本报告中，在卖出一定数量看涨期权的同时，买入相同到期时间，相同数量但更为虚值的看涨期权来应对标的资产短期大幅上涨所带来的极端风险。具体的回测结果如图表 5-3 所示。
- 从图表 5-3 中可以看出，采用买入更虚值的期权对尾部风险进行对冲起到了非常明显的效果，在整个回测期内，将策略的最大回撤从 68.37% 降低到了 25.15%，但持有期总收益也从 272.29% 降低到了 139.88%。造成收益下降的原因主要是由于买入期权合约占据了一部分现金，限制了卖出的数量。这一部分的资金占用可以理解为**在策略中进行风险管理的成本**。
- 与本报告第一部分回测结果相同，该方案在 2019 年 2 月 25 日标的资产上涨 7.56% 时，发生了回测期内最大的单日回撤 14.12%，当天两个期权合约的损益归因分析如图表 5-4 所示。与直接卖出不做任何风控措施相比，本方案大大降低了单日回撤（从 54.01% 下降为 14.12%），买入的期权在多个维度（Delta、Gamma、Vega）都起到了一定的降低损失的作用。

图表 5-3：期权卖权策略的回测单位净值（买入虚值期权进行对冲）



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

图表 5-4：期权卖权策略单日最大回撤归因分析（买入虚值期权进行对冲）



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

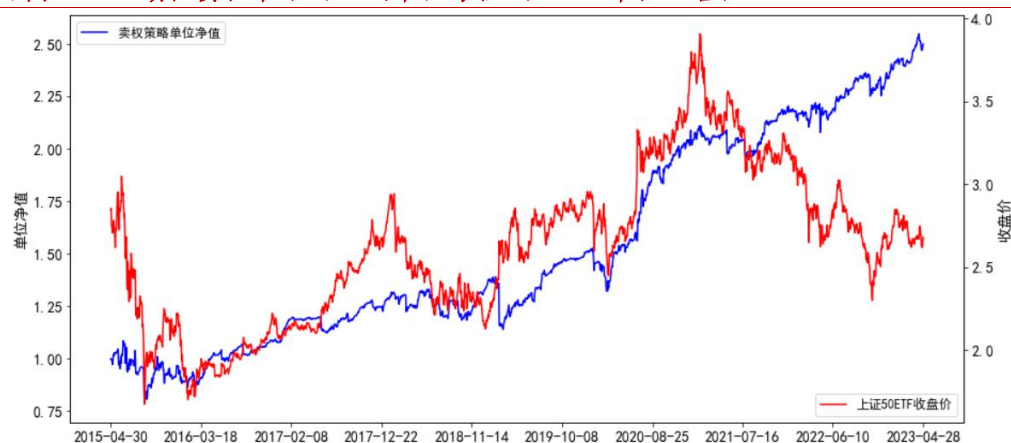
- 从图表 5-2 和图表 5-4 中可以看出，在发生极端风险时，标的资产变动导致的期权价格变动在回撤中均做出了最大的贡献。故考虑在整个卖出回测期内动态调整现货（或现货对应的期货合约）头寸，使得组合尽可能保持 Delta 中性。

2. 方案二：买入期货合约构建 Delta 中性组合

- 本报告选取期货合约而不是现货 ETF 调节 Delta 敞口主要是考虑到期货交易可以使用杠杆，能起到节省保证金的作用。构建 Delta 中性组合的步骤为：根据本报告第一部分策略的交易规则进行卖出期权，在第二步中，根据卖出期权数量计算得到期权的 Delta 敞口规模，根据该规模得到需要买入的上证 50 期货合约数量。同时，在策略执行期间动态调整对冲的期货合约数量，使得组合 Delta 敞口尽可能接近 0，并每日检

查保证金充足情况。上证 50 期货合约选择开仓时距离当月最近的下一个季月合约。根据以上设置的对冲规则在相同回溯期内得到单位净值曲线如图表 5-5 所示。

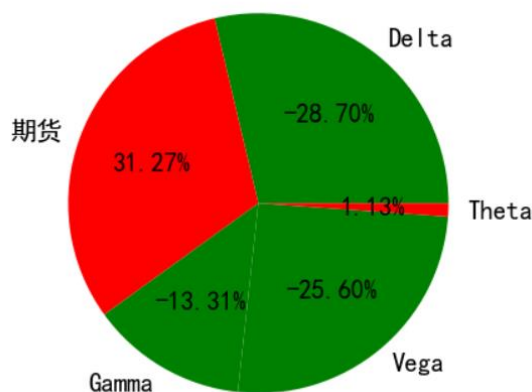
图表 5-5：期权卖权策略的回测单位净值 (Delta 中性组合)



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 对比图表 5-1 和图表 5-5 的回测结果可以看出，动态对冲 Delta 敞口可以较好地降低波动率及最大回撤。虽然年化收益率与不进行风险管理的卖出策略相比从 17.86% 下降到 12.13%，但夏普比率从 0.4469 上升到 0.6222。同样，在 2019 年 2 月 25 日，该方案发生了回溯期内最大的单日回撤 14.75%，当日期权和期货合约的损益归因分析如图表 5-6 所示。
- 从图表 5-6 中可以看出，在当日由于标的资产大幅上涨带来的 Delta 部分的损失完全由期货对冲方案所弥补，但由于价格变动绝对量带来的 Gamma 部分以及隐含波动率剧烈上升带来的 Vega 部分损失没有得到处理从而导致净值在该日产生了较大的回撤，故接下来考虑在动态对冲期权 Delta 敞口的同时，对 Gamma 敞口进行管理。

图表 5-6：期权卖权策略单日最大回撤归因分析 (Delta 中性组合)

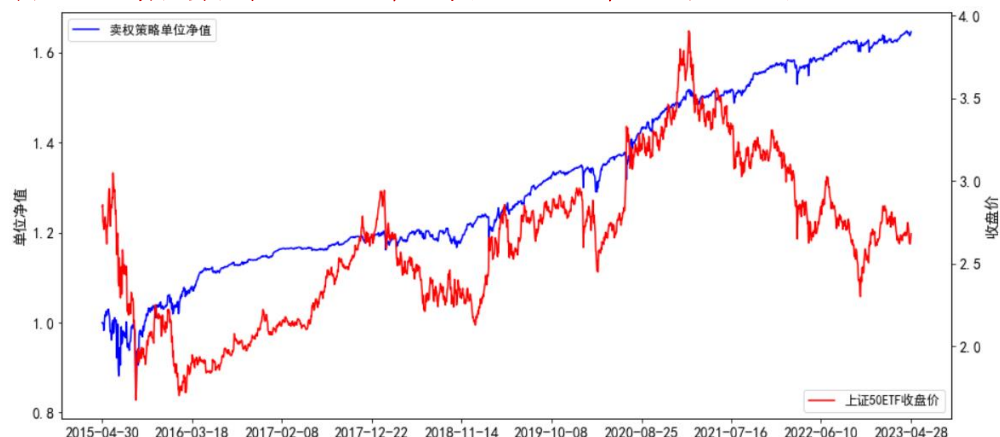


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

3. 方案三：构建 Delta 中性组合同时控制 Gamma 敞口

- 本方案在构建 Delta 中性组合的情况下，每个交易日对标的价格变动进行压力测试，即假定标的资产大幅上升时，将 Gamma 敞口带来的损失控制在一定的限额内，以此为依据控制卖出期权的数量，同时每日监控组合的保证金充足情况。根据该规则进行回测得到的单位净值如图表 5-7 所示。

图表 5-7：期权卖权策略的回测单位净值（Delta 中性组合+控制 Gamma 敞口）



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 从图表 5-7 中可以看出，当期 Delta 敞口被对冲并且每个交易日进行压力测试的情况下，策略的波动率还可进一步降低，但由于对冲占用保证金以及严格控制 Gamma 敞口风险导致卖出期权的数量相比之前的方案大幅降低，故年化收益率也下降明显。与之前的两个方案相比，该方案将 2019 年 2 月 25 日的单日回撤进一步下降至 4.20%。
- 需要注意的是不同的压力测试参数及不同的情景设计可能导致完全不同的回测结果，投资者可根据自身的风险承受能力及市场环境灵活设置情景及风险阈值。

三、总结及后续研究建议

- 结合无风控措施地卖出策略与分别使用三个风控方案回测的单位净值可以得到，在卖出期权时，控制尾部风险是策略结果是否理想的最为关键的要素。从回测结果来看，卖出虚值期权往往对“慢牛”行情并不会产生想象中非常严重的回撤，但其对短期内标的资产价格极端变动较为敏感。本报告设计的三种风险控制措施不同程度降低了策略的风险。
- 在后续的研究中，投资者至少可以从以下两个方面进行相关的改进。首先，应当充分考虑建仓时的冲击成本，特别是极度虚值期权可能存在交易不活跃的情况。第二，本报告并没有把市场中波动率的因素充分考虑在内。在设计三个方案中主要针对期权组合的 Delta 和 Gamma 敞口进行了管理，但当标的资产发生极端变化时，往往期权的隐含波动率也会急速上升从而导致卖出期权的亏损。

- **风险提示：**基于历史经验研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 6：基于上证 50ETF 期权的 Gamma Scalping 策略解析

一、Gamma 与 Theta 的博弈

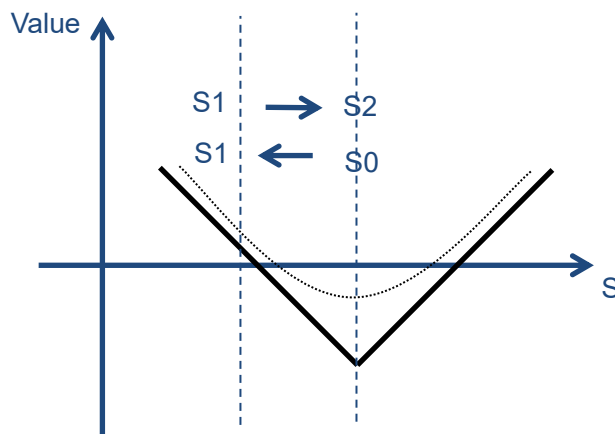
- 根据本系列报告《中泰期货金融工程专题报告 20230428-期权卖权策略收益来源实证分析——期权策略系列研究之二》中对于期权价格变化的希腊字母分解可知，当买入期权时，在 Gamma 维度可以得到稳定收益而在 Theta 维度会因为时间的流逝逐渐失去合约的时间价值。
- 在期权卖权策略的研究中，投资者面临的是 Gamma 与 Theta 端的博弈，策略试图通过选择合适的期权合约并采取一定的风控措施获得稳定的收益。回测结果也显示，期权的卖权策略收益率具有很明显的左偏特征。也就是说，在大部分情况下，选择合适的期权合约可以克服 Gamma 端的损失获得较为稳定的正收益，但一旦发生极端行情，策略将会在 Gamma 维度产生非常大的损失，从而发生回撤。

二、Gamma Scalping 策略的交易方法

- 该策略首先建立一个 Straddle 组合，即买入平值的看涨和看跌期权。此时，组合的 Delta 敞口接近于 0，Gamma 与 Vega 为正，Theta 为负。但随着标的资产价格的变化，期权组合在各个希腊字母维度的敞口也会发生变化。例如当建立 Straddle 组合时，期权组合的 Gamma 值较大，这将会导致 Delta 敞口在短时间内发生非常大的变化。Gamma Scalping 策略考虑在建立 Straddle 后对 Delta 敞口进行动态调整，使得组合 Delta 值始终接近于 0，那么在市场波动的环境下则可以起到“高抛低吸”的效果。
- 该策略也可以在图表 6-1 中进行展示，横轴表示期权标的资产的价格，纵轴表示期权的价值。在 0 时刻通过买入一份平值看涨一份平值看跌期权（执行价格 $K=S_0$ ）建立一个 Straddle 组合，到期的收益结构如图中黑色实线所示，未到期之前的期权组合价值如图中黑色虚线所示，两者之间的差额为期权组合的时间价值。
- 从图表 6-1 中也可以得出，在建立 Straddle 组合期初，Delta 值接近于 0，Gamma 值为正（绝对数值随合约到期期限减小而增大），Vega 值为正（绝对数值随合约到期期限减小而减小），Theta 值为负（绝对数值随合约到期期限减小而增大）。随着时间流逝，期权标的资产价格会发生变动。假设从 0 时刻至 1 时刻，期权标的资产价格从 S_0 下降到 S_1 ，那么可知期权组合的 Delta 从接近于 0 变为负值（期权组合 Delta 值可理解为图中黑色虚线在 $S=S_1$ 点处的斜率），为了保持组合 Delta 中性，应该在 1 时刻以 S_1 价格买入标的资产，获取正 Delta 值，以此对冲期权组合的 Delta 敞口。如图表 6-1 所示，截至 2 时刻标的资产价格从 S_1 上升到 S_2 （ $S_2=S_0$ ），为了持续保持组合的 Delta 值接近于 0，投资者将以价格 S_2 （ $S_2=S_0$ ， $S_2>S_1$ ）卖出标的资产。通过以上操作（以价格 S_1 买入标的资产并以价格 S_2 卖出），在构建 Straddle 组合并持续保

持 Delta 中性的同时，变相完成了标的资产的“高抛低吸”。

图表 6-1: Gamma Scalping 策略演示



来源：中泰期货整理

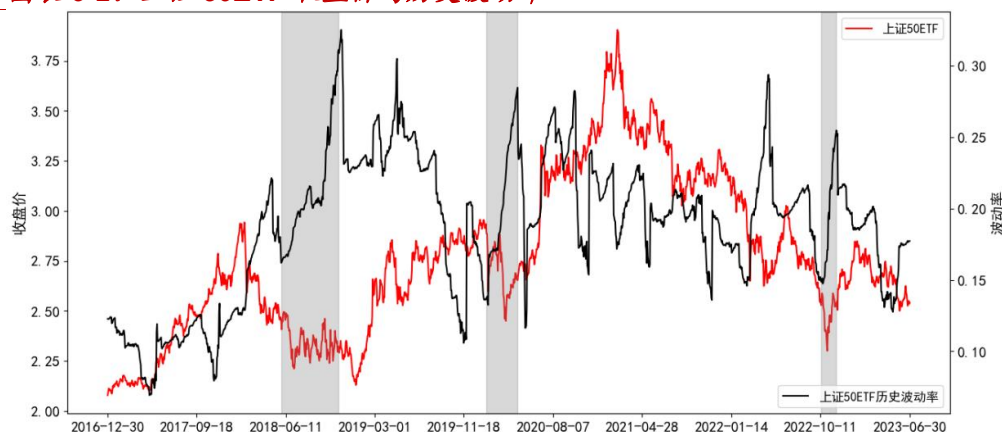
- 通过以上对于策略的解析可知，在 Gamma Scalping 过程中虽然表面上标的资产通过“高抛低吸”获得了盈利，但其收益会被期权组合 Delta 维度上的损失相抵消，故该策略的**实质收益来源**为 Gamma，这也是该策略名称“Gamma Scalping”的来源。
- 除此之外，在实施该策略的过程中还需重点关注以下两点。
- 首先，为了避免到期前期权合约时间价值的加速衰减，一般会选取到期期限非近月的合约。根据 Vega 值的期限结构可知，远月平值合约的 Vega 值较大，故在实施策略时，应该充分考虑隐含波动率相对水平和变动方向的影响。也就是说该策略除了考虑 Gamma 端收益能否克服 Theta 端带来的时间价值损失以外，**还应该充分考虑期权隐含波动率带来的影响**。
- 其次，当标的资产价格呈现单方向变动，该策略的效果将会不佳，具体原因为：第一，标的资产价格变动的 Delta 端收益将被现货相反头寸所对冲。第二，当标的资产价格远离执行价格时，期权处于较为实值或虚值的状态，其 Gamma 的绝对数值会快速降低，在该维度同样难以获得较高的收益。第三，通常来说当标的资产从震荡转换为趋势行情一段时间后，期权的隐含波动率会持续下降，在 Vega 端会给策略带来不良影响。

三、策略回测结果及归因分析

- 观察 2016 年 12 月 30 日至 2023 年 6 月 30 日的上证 50ETF 走势如图表 6-2 所示。图表 6-2 中的红色曲线为上证 50ETF 经过向前复权后的收盘价，黑色为上证 50ETF 的历史波动率。
- 图表 6-2 中波动率表现出了较为明显的均值回归特征，根据本报告前两

个部分的分析可以得出，Gamma Scalping 拥有较大的正 Gamma 与 Vega 敞口以及较大的负 Theta 敞口，故投资者在采用该策略时应该是事先预期标的资产发生较大的波动，并且此时期权组合的隐含波动率较低（当隐含波动率上升时，Gamma Scalping 策略将会获利）。

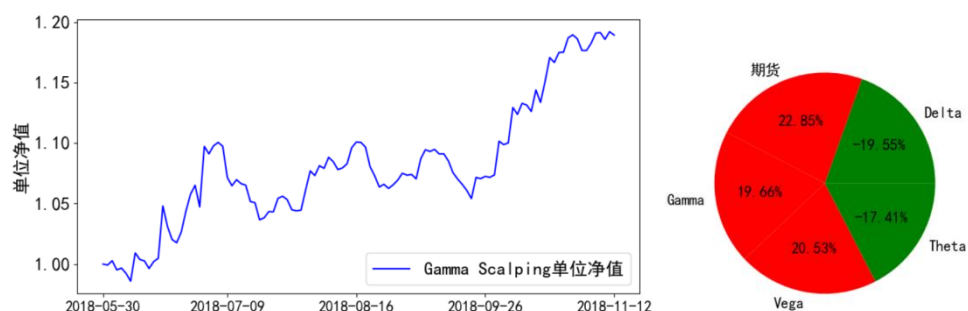
图表 6-2：上证 50ETF 收盘价与历史波动率



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 选取图表 6-2 中灰色区域作为策略实施区间。在此三个区域中可以看出，在各自区域的起始端，历史波动率均处于较低的位置，并且各区域内标的资产价格并没有表现出趋势行情。
- 在此三个区域内的回测结果如图表 6-3 至图表 6-5 所示。左侧为回测单位净值，右侧为回测期内的业绩归因情况。
- 从图表 6-3 至图表 6-5 中可以看出，在三个时间区间内，采用 Gamma Scalping 均取得了正向收益。在收益的组成方面，三次回测中 Gamma 端的正向收益绝对值均大于 Theta 端的亏损，其中第二、第三次更为显著。而期货端通过不断的“高抛低吸”也取得了不错的收益，充分对冲了标的资产来回波动给期权组合带来的 Delta 端损失。

图表 6-3：Gamma Scalping 回测结果及业绩归因（一）

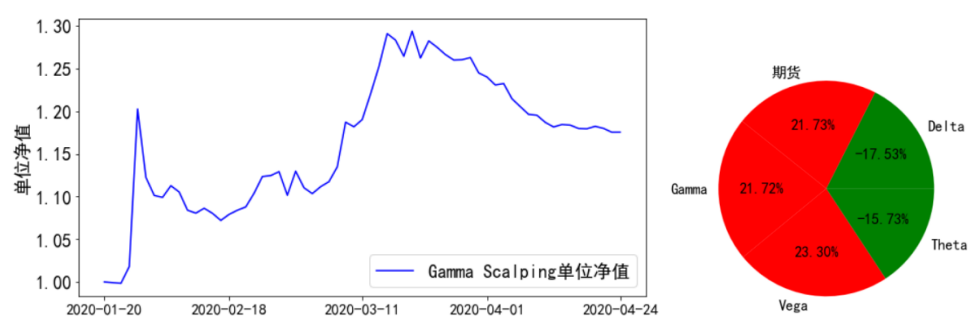


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

四、总结

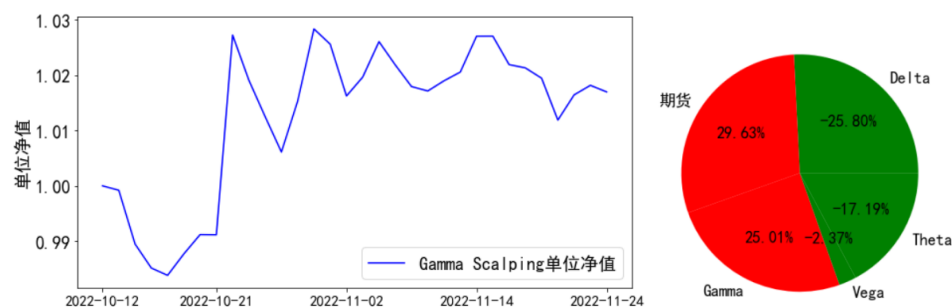
- 本报告通过分析 Gamma Scalping 策略的交易方法得出，该策略将会在 Gamma 和 Vega 端有较大正向敞口，在 Theta 端有较大负向敞口，所以当 Gamma 端收益可以覆盖期权时间价值的衰减且隐含波动率处于低位时（或有上涨趋势时）建仓是最为合理的。本报告后半部分选取上证 50ETF 期权在特定时间区域内进行回测得到的结果验证了该策略的思想。

图表 6-4: Gamma Scalping 回测结果及业绩归因 (二)



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 6-5: Gamma Scalping 回测结果及业绩归因 (三)



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- **风险提示：**基于历史经验研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 7：ETF 期权的无风险套利策略总结

一、单个期权的上下限套利方法

- 从无风险套利的角度出发可知，欧式看涨期权和看跌期权的上下限如图表 7-1 所示。

图表 7-1：欧式看涨期权和看跌期权的上下限

期权类型	上限	下限
看涨期权	S_0	$\max(0, S_0 - Ke^{-rT})$
看跌期权	K	$\max(0, Ke^{-rT} - S_0)$

来源：中泰期货整理

- 在图表 7-1 中， S 表示期权标的资产的价格， K 表示期权的执行价格， r 表示连续复利下的无风险利率， T 表示期权的剩余期限（作为下标时表示资产在期权到期日的价格），下标 0 则表示当前时刻， c 表示看涨期权价格， p 表示看跌期权价格。

1、看涨期权上下限套利总结

- 首先分析看涨期权的上下限。当看涨期权价格 $c > S_0$ 时，可以通过买入一单位期权标的资产，卖出一单位看涨期权，持有至期权到期日，收益情况如图表 7-2 所示。

图表 7-2：欧式看涨期权价格超出上限时的套利收益

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	K	$Ke^{-rT} + c - S_0$
$S_T \leq K$	S_T	$S_T e^{-rT} + c - S_0$

来源：中泰期货整理

- 从图表 7-2 可知，当期权到期时，如果标的资产价格 $S_T > K$ ，那么期初卖出的看涨期权将被行权，同时买入的标的资产价格将变为 S_T ，故期权到期时总现金流为 $K - S_T + S_T = K$ 。如果标的资产价格 $S_T \leq K$ ，看涨期权不会被行权，期权到期时的总现金流为 S_T 。最后将期末现金流折现到初始时刻可得套利总利润为 $c - S_0 + e^{-rT} \min(S_T, K)$ 。由于 $c > S_0$ ，且 $e^{-rT} \min(S_T, K) \geq 0$ ，所以一旦看涨期权价格超过其上限时，总可以获得正套利润。
- 接下来讨论看涨期权的价格下限，如图表 7-1 所示，当 $S_0 - Ke^{-rT} \leq 0$ 时，看涨期权价值的下限为 0。当 $S_0 - Ke^{-rT} > 0$ 时，看涨期权价值的下限为 $S_0 - Ke^{-rT}$ 。
- 若看涨期权的价格下限为 0 时，一旦价格小于 0，则可以“收取”期权费的同时获得在到期日以执行价格买入标的资产的权利。无论期权到期

时标的资产价格如何变化，折现到期初的套利利润不会少于期初“收取”的期权费，此情形在现实中几乎不会发生。

- 若看涨期权的价格下限为 $S_0 - Ke^{-rT}$ 时，一旦价格小于该下限，可通过买入一单位看涨期权，卖出一单位标的资产来进行套利。具体套利的利润情况如图表 7-3 所示。
- 从图表 7-3 可知，当期权到期时，如果标的资产价格 $S_T > K$ ，期初的看涨期权行权，同时将支出 S_T 买入标的资产平仓，将两者合并可得期末现金流为 $-K$ ，所以在期初锁定套利利润为 $S_0 - c - Ke^{-rT}$ 。如果标的资产价格 $S_T \leq K$ ，看涨期权不行权，同时需要支出 S_T 买入标的资产平仓。将期末现金流折现至期初可知，期初可锁定套利利润 $S_0 - c - S_T e^{-rT}$ 。结合以上两种情况，当看涨期权的价格低于 $S_0 - Ke^{-rT}$ 时，期初可锁定 $S_0 - c - e^{-rT} \min(S_T, K)$ 的套利利润。

图表 7-3：欧式看涨期权价格超出下限时的套利收益

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	$-K$	$S_0 - c - Ke^{-rT}$
$S_T \leq K$	$-S_T$	$S_0 - c - S_T e^{-rT}$

来源：中泰期货整理

2、看跌期权上下限套利总结

- 由图表 7-1 可知，欧式看跌期权价格的上限为执行价格 K 。若看跌期权的价格超过 K ，则可以在期初卖出看跌期权并持有至到期进行套利，最终损益情况如图表 7-4 所示。

图表 7-4：欧式看跌期权价格超出上限时的套利收益

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	0	p
$S_T \leq K$	$S_T - K$	$p - Ke^{-rT} + S_T e^{-rT}$

来源：中泰期货整理

- 从图表 7-4 中可以看出，期末如果标的资产价格 $S_T > K$ ，那么看跌期权将不会行权，总套利利润折现到期初为期权费 p 。如果标的资产价格 $S_T \leq K$ ，那么看跌期权将被行权，套利的总利润折现到期初为 $p - Ke^{-rT} + S_T e^{-rT}$ ，由于 $p > K$ ，所以 $p - Ke^{-rT} + S_T e^{-rT} > 0$ 。
- 接下来讨论看涨期权的价格下限，如图表 7-1 所示，当 $Ke^{-rT} - S_0 < 0$ 时，欧式看跌期权的价格下限为 0。当 $Ke^{-rT} - S_0 \geq 0$ 时，下限为 $Ke^{-rT} - S_0$ 。
- 若看跌期权的价格下限为 0 时，一旦价格小于 0，则可以“收取”期权费的同时获得在到期日以执行价格卖出标的资产的权利。无论期权到期时标的资产价格如何变化，折现到期初的套利利润均不会少于期初“收取”的期权费，与看涨期权类似，此情形在现实中也几乎不会发生。

- 若看跌期权的价格下限为 $Ke^{-rT} - S_0$ 时，一旦价格低于下限，可通过买入一单位看跌期权，同时买入一单位标的资产进行套利，具体套利结果如图表 7-5 所示。
- 由图表 7-5 可知，当期末标的资产价格 $S_T > K$ 时，看跌期权不会行权，标的资产价格为 S_T ，将所有现金流折现到期初可得套利利润为 $S_T e^{-rT} - p - S_0$ 。当 $S_T \leq K$ 时，看跌期权行权获得 $K - S_T$ ，外加卖出一单位标的资产可获得 S_T ，此时期初可锁定套利利润 $Ke^{-rT} - p - S_0$ 。综上两种情况，当看跌期权的价格下限为 $Ke^{-rT} - S_0$ 时，一旦期权价格低于下限期初可锁定套利利润为 $e^{-rT} \max(S_T, K) - p - S_0$ 。

图表 7-5：欧式看跌期权价格超出下限时的套利收益

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	S_T	$S_T e^{-rT} - p - S_0$
$S_T \leq K$	K	$Ke^{-rT} - p - S_0$

来源：中泰期货整理

二、欧式期权的买卖权平价套利

- 根据期权的买卖权平价等式可知，等式两边的组合（Fiduciary Call 和 Protective Put）在期末的现金流相等，具体如图表 7-6 所示。

图表 7-6：买卖权平价公式相关组合的期末现金流

组合	期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末现金流
$c + Ke^{-rT}$ (Fiduciary Call)	$S_T > K$	S_T
	$S_T \leq K$	K
$p + S_0$ (Protective Put)	$S_T > K$	S_T
	$S_T \leq K$	K

来源：中泰期货整理

- 从无风险套利定价可知，期初这两个组合的价格应该相等，从而保证期权买卖权等式的成立。
- 当 $c + Ke^{-rT} > p + S_0$ 时，投资者可在期初买入一份看跌期权，买入一单位标的资产，同时卖出一份看涨期权进行套利，套利利润如图表 7-7 所示。
- 从图表 7-7 可知，当 $c + Ke^{-rT} > p + S_0$ 时，在期初便可以锁定 $c + Ke^{-rT} - p - S_0$ 的套利利润。
- 当 $c + Ke^{-rT} < p + S_0$ 时，投资者可在期初买入一份看涨期权，同时卖出一份看跌期权与一单位标的资产，套利利润如图表 7-8 所示。
- 从图表 7-8 可知，当 $c + Ke^{-rT} < p + S_0$ 时，投资者可在期初锁定 $p + S_0 - c - Ke^{-rT}$ 的套利利润。

图表 7-7：买卖权平价套利情形一

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	K	$c + Ke^{-rT} - p - S_0$
$S_T \leq K$	K	$c + Ke^{-rT} - p - S_0$

来源：中泰期货整理

图表 7-8：买卖权平价套利情形二

期末标的资产价格与 期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$S_T > K$	-K	$p + S_0 - c - Ke^{-rT}$
$S_T \leq K$	-K	$p + S_0 - c - Ke^{-rT}$

来源：中泰期货整理

三、欧式期权的盒式套利

- 从上一部分的分析可知，当期权买卖权平价公式被打破时，就会产生套利机会。本部分也从该公式出发得到另一种无风险套利思路。
- 首先，当选择不同的执行价格时，可得到不同的买卖权平价公式，假设执行价格 $K_1 < K_2$ ，可得到如下两个等式。

$$c_1 + K_1 e^{-rT} = p_1 + S_0 \quad (1)$$

$$c_2 + K_2 e^{-rT} = p_2 + S_0 \quad (2)$$

- 其中， S_0 为期初标的资产的价格， c_1 和 c_2 分别为执行价格为 K_1 和 K_2 的近期看涨期权价格， p_1 和 p_2 分别为执行价格为 K_1 和 K_2 的近期看跌期权价格。通过整理以上两式可得如下等式。

$$S_0 = c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1 \quad (3)$$

$$S_0 = c_2 + K_2 e^{-rT} - p_2 \quad (4)$$

$$c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1 = c_2 + K_2 e^{-rT} - p_2 \quad (5)$$

- 上式可理解为在期权市场中可以通过买卖不同执行价格的期权及一个零息债券合成一个“标的资产”。当以上第三个等式被违反时，则可以通过买卖不同执行价格的期权进行套利，该类型的套利方法通常被称为“盒式套利”。
- 当 $c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1 > c_2 + K_2 e^{-rT} - p_2$ 时，可通过买入执行价格为 K_2 的看涨期权和执行价格为 K_1 的看跌期权，同时卖出执行价格为 K_1 的看涨期权和执行价格为 K_2 的看跌期权进行套利。
- 当 $c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1 < c_2 + K_2 e^{-rT} - p_2$ 时，可通过买入执行价格为 K_1 的看涨期权和执行价格为 K_2 的看跌期权，同时卖出执行价格为 K_1 的看跌期权和执行价格为 K_2 的看涨期权进行套利。具体套利结果如图表 7-9 所示。
- 从图表 7-9 中可以看出，当等式⑤不成立时，投资者总可以通过买卖不同执行价格的期权获得正套利收益。

图表 7-9：盒式套利总结

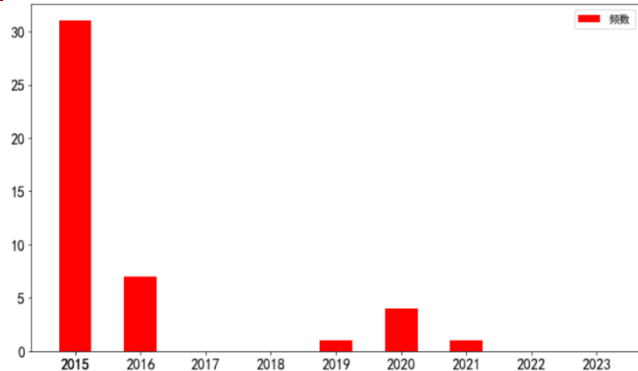
期初价格关系	期末标的资产价格与期权执行价格的关系	期末组合现金流	套利利润 (折现到期初)
$c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1$	$S_T \leq K_1$	$K_1 - K_2$	$c_1 - p_1 + p_2 - c_2 + e^{-rT}(K_1 - K_2)$
$> c_2 + K_2 e^{-rT}$	$K_1 < S_T \leq K_2$	$K_1 - K_2$	
$- p_2$	$S_T > K_2$	$K_1 - K_2$	
$c_1 + K_1 e^{-rT} - p_1$	$S_T \leq K_1$	$K_2 - K_1$	$c_2 - p_2 - c_1 + p_1 + e^{-rT}(K_2 - K_1)$
$< c_2 + K_2 e^{-rT}$	$K_1 < S_T \leq K_2$	$K_2 - K_1$	
$- p_2$	$S_T > K_2$	$K_2 - K_1$	

来源：中泰期货整理

四、上证 50ETF 期权模拟套利统计

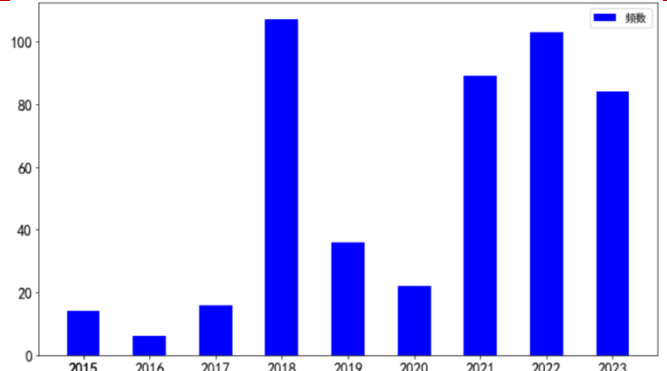
- 在 2015 年 2 月 9 日至 2023 年 10 月 31 日共 2121 个交易日的收盘价中，没有出现看涨和看跌期权的价格上限套利，共出现 521 次下限套利，其中看涨期权 44 次，看跌期权 477 次，每年套利出现情况如图表 7-10 和图表 7-11 所示。
- 从图表 7-10 和图表 7-11 中可以看出，看涨期权下限套利需要融券卖出 ETF 份额故总次数较少，并且自从 2015 年后套利次数大幅下降。而看跌期权下限套利出现的情况则比较平均。出现套利情况的合约在值程度统计如图表 7-12 和图表 7-13 所示。
- 从图表 7-12 和图表 7-13 中可以得出，出现下限套利情况的期权基本都是实值期权。说明实值期权相比虚值期权可能更容易被低估。

图表 7-10：历年近月看涨期权下限套利频数



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

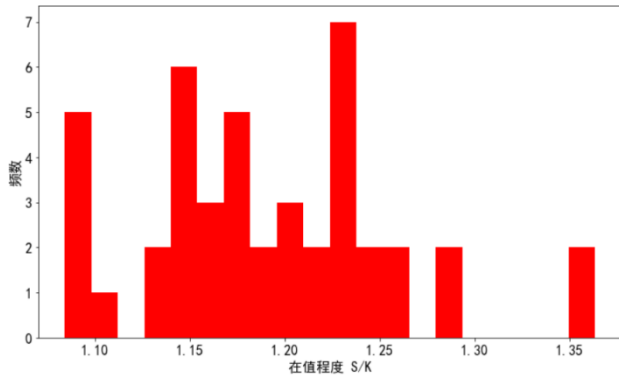
图表 7-11：历年近月看跌期权下限套利频数



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

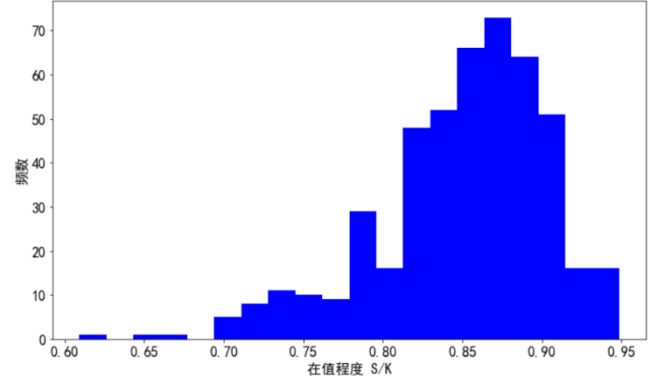
- 在回测期内，共 2121 个交易日中，有 997 天收盘价出现了买卖权套利情况，历年的买卖权平价套利出现情况如图表 7-14 所示。在图表 7-14 中可以看出，每年买卖权平价套利出现数量并没有显著变化趋势。出现买卖权平价套利的期权在值程度如图表 7-15 所示。从图表 7-15 中可以看出，略高于标的资产价格的执行价格所对应的看涨和看跌期权可能更容易出现买卖权平价套利的机会。

图表 7-12：出现下限套利的看涨期权在值程度统计



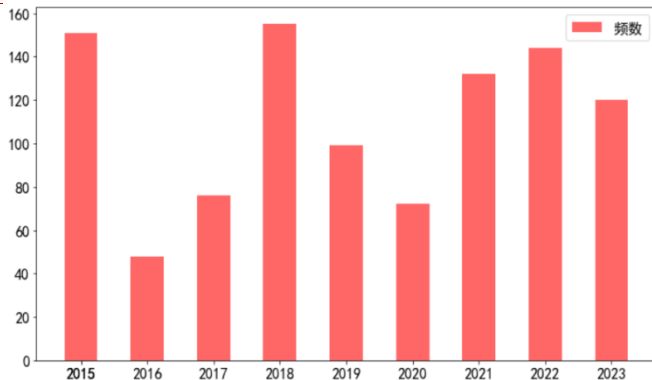
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 7-13：出现下限套利的看跌期权在值程度统计



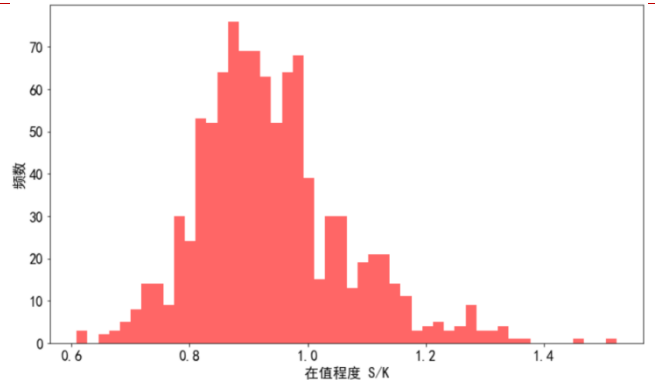
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 7-14：历年近月期权买卖权平价套利频数



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

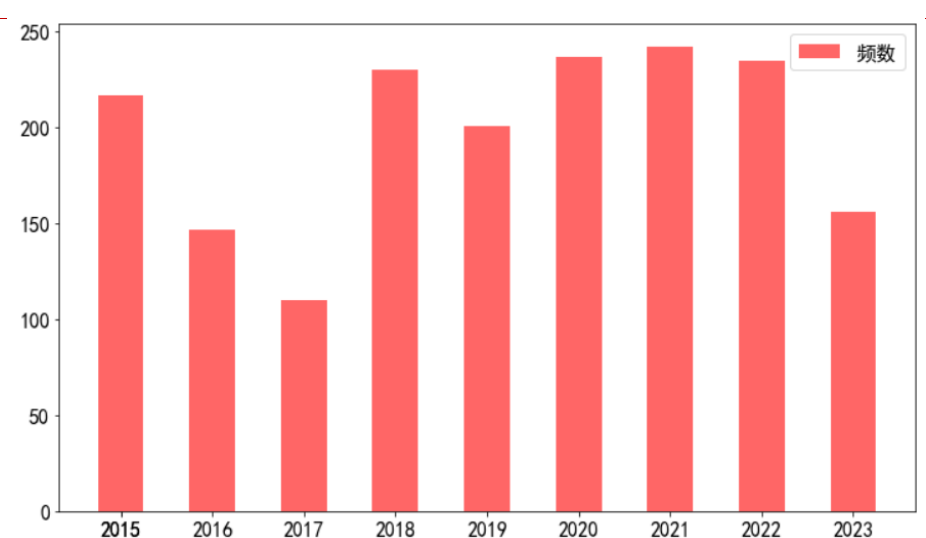
图表 7-15：买卖权平价套利中期权在值程度统计



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 最后，在整个回测期内，共有 1775 天的收盘价出现了盒式套利机会，其中历年的统计数据如图表 7-16 所示。

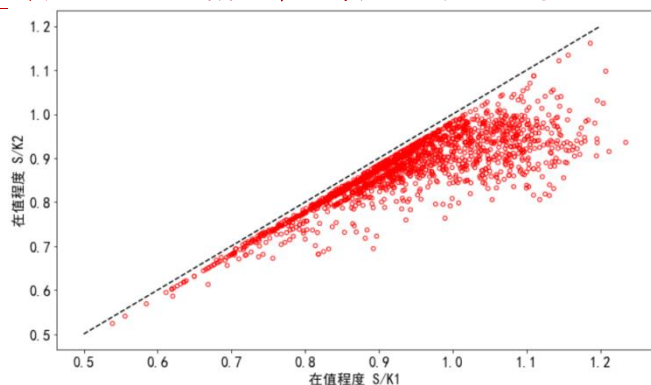
图表 7-16：历年近月期权盒式套利频数



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

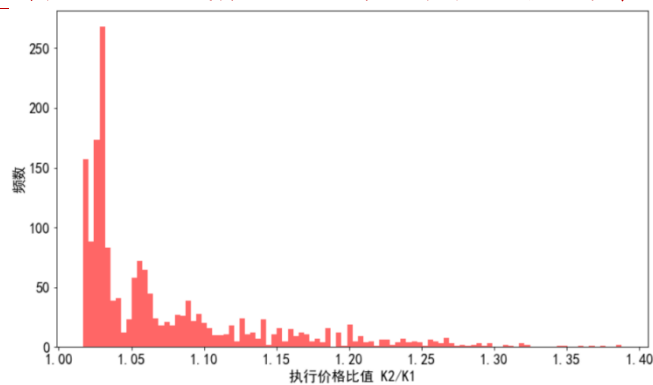
- 从图表 7-16 中可以看出，随着时间的推移，盒式套利出现的频数并没有显著下降，其中的原因主要为盒式套利涉及到的期权合约数量较多，故在执行交易时的不确定性较大，单次套利的平均收益率也偏低。
- 盒式套利出现时和两个期权在值程度的关系如图表 7-17 所示，图中黑色虚线为 $\frac{S_0}{K_1} = \frac{S_0}{K_2}$ 。盒式套利频数关于两个执行价格比值的分布如图表 7-18 所示。
- 从图表 7-17 和图表 7-18 中可以看出，在回测期内判断发生盒式套利的情况下，较小的一个期权执行价格通常比标的资产价格略低，并且两个执行价格比较相近。

图表 7-17：盒式套利中不同合约的在值程度



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 7-18：盒式套利频数关于执行价格比值的分布



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

五、总结及后续研究建议

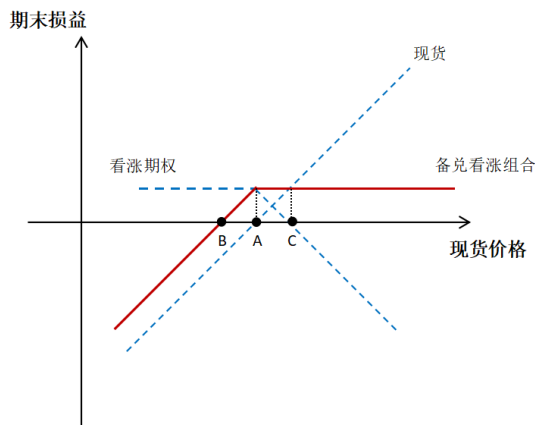
- 无风险套利区别于统计套利，其收益从理论上来说是在期初锁定的。本报告首先归纳和总结了三种常见的无风险套利类型，分别为单个期权的上下限套利、期权买卖权平价套利及盒式套利，随后采用 2015 年 2 月 9 日上证 50ETF 期权上市以来至 2023 年 10 月 31 日共 2121 个交易日的数据统计了收盘价落在套利区域内的结果并展示了落在套利区域内的相关合约特征。**需要注意的是**，在执行套利策略时，还需要充分思考盘中合约的买卖价差、挂单数量等实际因素，后续研究可从市场中真实交易的数据出发进行策略的回测，获得更为真实的策略效果。
- **风险提示：**基于历史经验研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 8：备兑看涨期权策略指数的构建及回测研究

一、备兑看涨期权策略的构建

- 备兑看涨期权策略一般由两部分组成：在买入一定数量标的资产的同时卖出相应数量的看涨期权，其收益结构如图表 8-1 所示。

图表 8-1：备兑策略收益结构



来源：中泰期货整理

- 从图表 8-1 中可以看出，若投资者只持有标的资产那么该笔投资的盈亏平衡点是在初始的买入价格即图表 8-1 中的 A 点。若在持有标的资产的同时卖出一个看涨期权，那么组合在期权到期时的盈亏平衡点从 A 点左移至 B 点。我们可以看出执行备兑看涨期权策略相比只投资于标的资产会得到一定的“安全垫”，使得投资盈亏平衡点适当左移。备兑看涨期权组合与直接持有标的资产相比另一个关键临界点是图表 8-1 中的 C 点，当期权到期标的资产价格上涨时，卖出看涨期权的损失会抵消标的资产价格上涨的盈利。从图表 8-1 上来看，期权到期日标的资产价格上涨不超过 C 点时，相比直接投资于标的资产，备兑看涨期权组合有额外的盈利。

二、备兑看涨期权策略指数的编制方法

1. BXM 及相关指数介绍

- 针对备兑看涨期权策略，芝加哥期权交易所（Cboe）推出了一系列的基准指数，其在官网上提到，自 2000 年以来投资者就十分关心长期执行某一类股票或期权策略在市场中的表现情况，并希望交易所能够提供相应的策略基准指数。同时，芝加哥期权交易所也认为引入期权策略指数有利于提高交易所上市期权品种的关注度。
- BXM 指数（The Cboe S&P 500 BuyWrite Index）是 2002 年 4 月由芝加哥期权交易所与标准普尔公司合作推出的一个期权策略基准指数，该指数衡量了在标普 500 指数上长期执行备兑看涨期权策略的收益情况。交易所在 BXM 指数的基础上同时提供了多个衍生的策略基准指数，具体情况如图表 8-2 所示。

图表 8-2：芝加哥期权交易所部分备兑看涨期权策略指数介绍

指数简称	指数目标
BXM	普通备兑看涨期权策略指数。做多标普 500 指数，同时每月连续卖出标普 500 指数平值看涨期权
BXMC	带有附加条件的备兑看涨期权策略指数。在期权合约到期时，当标普 500 指数的波动率指数（VIX index）大于或等于 20 时，卖出下月平值看涨期权，卖出期权所对应的标的资产（标普 500 指数）名义金额与做多的标普 500 指数金额一致；当标普 500 指数的波动率指数（VIX index）小于 20 时，卖出下月平值看涨期权，卖出期权所对应的标的资产（标普 500 指数）名义金额为做多的标普 500 指数金额的一半
BXMD	在当前期权合约到期进行展期时，卖出 Delta 值最接近 0.3 的看涨期权，其他与 BXM 指数相同
BXMW	卖出的看涨期权使用标普 500 周度期权代替。做多的标普 500 指数金额和卖出期权所对应的标的资产（标普 500 指数）名义金额相等。卖出的看涨期权合约为最近四周到期的四个标普 500 看涨期权合约，投资权重为等权分配
BXY	在期权合约到期进行展期时，卖出执行价格最接近标的资产（标普 500 指数）价格 102% 的看涨期权，其他与 BXM 指数相同

来源：芝加哥期权交易所官网，中泰期货整理

- 从图表 8-2 中可以看出，BXM 指数可以作为长期执行备兑看涨期权策略的一个业绩基准。BXMD 和 BXY 指数比较类似，相比 BXM 指数卖出平值期权，两者均卖出虚值的看涨期权。

2. BXM 及相关指数投资方式及合约选择

- BXM 指数是一个全收益指数，即所有指数成分股的分红及卖出期权收到的期权费都将继续投资于备兑看涨期权策略中。具体的投资方式为：构建一个投资组合，该组合由两部分组成，第一部分为标普 500 指数，第二部分为当月到期的看涨期权空头。该策略指数中假设持有期权至到期日并选取下月到期的看涨期权合约进行滚动卖出。一般来说，持有标普 500 指数市值与卖出看涨期权所对应标的资产（标普 500 指数）名义金额保持一致（当 VIX 指数数值小于 20 时的 BXMC 指数除外）。
- 考虑到国内市场上并没有周度期权合约，故接下来主要针对 BXM、BXMC、BXMD 和 BXY 四个指数进行详细阐述。在这四个指数的编制过程中，四个指数的展期日及新卖出期权合约的执行价格选择规则如图表 8-3 所示。图表 8-3 中的基准值是指在期权展期日内截至美国东部时间上午 11 点之前，最新的一个标普 500 指数数值。

图表 8-3：期权展期日及执行价格选择规则

指数	展期日（期权到期日）	执行价格选择规则
BXM	每个月的第三个周五，若该日期为节假日，则调整为该日期的前一个交易日	在所有大于或等于基准值的执行价格中选择最接近该基准值的一个执行价格
BXMC		同上
BXMD		在所有执行价格中选择 Delta 值最接近 0.3 的一个执行价格，若有两个期权的 Delta 值距离 0.3 完全相等，则取执行价格较高的一个
BXY		在所有执行价格中选择最接近基准值 102% 的一个执行价格

来源：芝加哥期权交易所官网，中泰期货整理

3. BXM 及相关指数的计算方法

- BXM 及相关指数数值采用收益率累乘的方法进行计算，即：

$$Index_t = Index_{t-1} \times (1 + R_t)$$

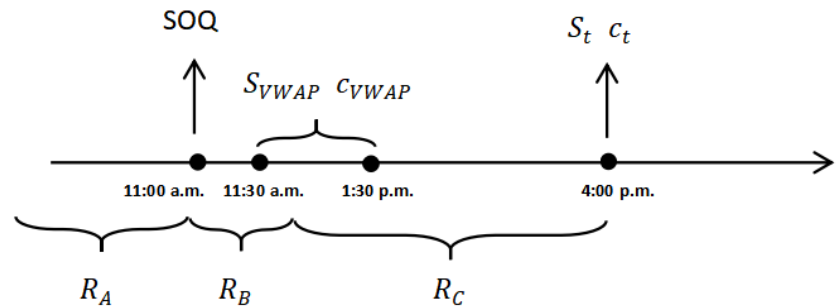
- 其中， $Index_t$ 表示指数在 t 日的数值， R_t 为 t 日的收益率。针对收益率 R_t 的计算可以分为两种情况进行讨论。
- 当指数在非期权展期日时， R_t 的计算公式如下：

$$R_t = \frac{S_t + Div_t - Unit_{lastroll} \times c_t}{S_{t-1} - Unit_{lastroll} \times c_{t-1}} - 1$$

- 其中， S_t 为标普 500 指数在 t 日的收盘价。若 t 日是指数中某些成分股分红的除息日，那么 Div_t 为以指数点形式表示的成分股分红。 c_t 为看涨期权在 t 日收盘价前买卖价的算术平均。 $Unit_{lastroll}$ 为当前持有期权在卖出开仓时，所对应标的资产（标普 500 指数）名义金额与组合中持有标普 500 指数市值的比值。BXM、BXMD 和 BXY 三个指数在计算时， $Unit_{lastroll}$ 永远取 1。BXMC 指数在计算时， $Unit_{lastroll}$ 的取值取决于在展期日 VIX 指数的数值，如图表 8-2 所示，若 VIX 指数的数值大于或等于 20，则 $Unit_{lastroll} = 1$ ，若 VIX 指数的数值小于 20，则 $Unit_{lastroll} = 0.5$ 。
- 当指数在图表 8-3 中所示的展期日时，当日指数的收益率可以进一步拆分成三个部分。期权展期日的指数收益率分解如图表 8-4 至图表 8-6 所示。其中，横轴代表展期日当天的时间线。SOQ（Special Opening Quotation，特殊开盘报价）是用来进行期权结算的标的资产价格（即到期的看涨期权价值等于 0 与 SOQ 减去执行价格中较大的一个），其是由标普 500 指数成分股的开盘价经过一定计算得出，一般来说会在上午 11 点前得到该价格。 c_{VWAP} 是在展期日当天新开仓卖出的期权合约在一段交易时间内的成交量加权平均价格（VWAP）， S_{VWAP} 是在相同交易时间段内使用相同权重计算得到的标普 500 指数平均价格。VIX 为波动率

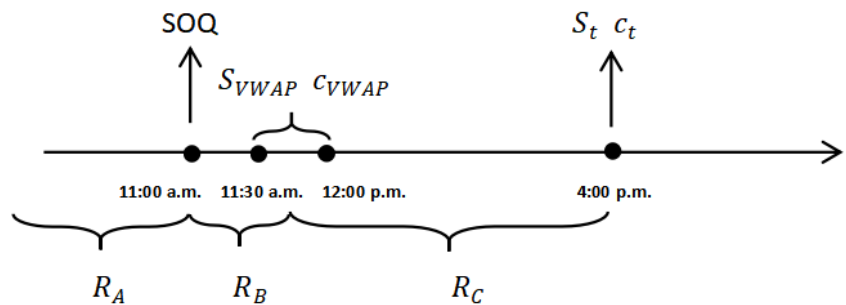
指数的数值。

图表 8-4：BXM 指数展期日收益率分解



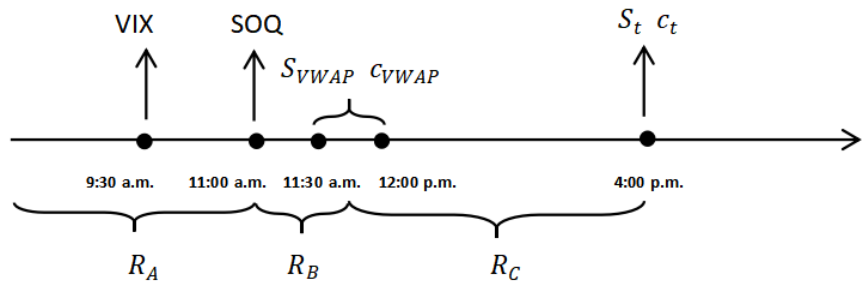
来源：中泰期货整理

图表 8-5：BXMD 和 BXY 指数展期日收益率分解



来源：中泰期货整理

图表 8-6：BXM 指数展期日收益率分解



来源：中泰期货整理

- 从图表 8-4 至图表 8-6 中可以看出，在期权展期日可以将指数的收益率分为三个部分。第一个部分为从上一个交易日至展期日期权结算平仓部分的收益率（图表 8-4 至图表 8-6 中的 R_A ）。第二部分为将到期期权结算平仓至新期权卖出开仓之间的指数收益率（图表 8-4 至图表 8-6 中的 R_B ）。第三部分为卖出新期权至展期日当天收盘的收益率（图表 8-4 至图表 8-6 中的 R_C ）。卖出下月到期的新期权的开仓价格由一段时间内（BXM 指数是美国东部时间上午 11:30 至下午 1:30，BXM、BXMD、BXY 指数是美国东部时间上午 11:30 至中午 12:00）该期权的成交量加权平均决定。三个部分收益率的具体计算公式如下。
- 在展期日内，上午 11 点前可得到 SOQ，并可利用该价格计算得到第一部分收益率（ R_A ）。

$$R_A = \frac{SOQ + Div_t - Unit_{old} \times c_{settle}}{S_{t-1} - Unit_{old} \times c_{t-1}} - 1$$

- 其中， $c_{settle} = \max(SOQ - K_{old}, 0)$ ， K_{old} 和 $Unit_{old}$ 分别为到期期权的执行价格和该期权开仓时的数量。 R_A 表示从展期日上一个交易日至展期日期权结算平仓的收益率。
- 当到期期权平仓后，按照图表 8-3 所示的规则，选择符合条件的新合约进行卖出。卖出期权的价格由展期日上午 11:30 之后的一段交易时间内该期权的成交量加权平均价来决定（如图表 8-4 至图表 8-6 中的 c_{VWAP} ）。第二部分的收益率表示当期权到期结算平仓后至新期权卖出开仓之间的指数收益率（ R_B ）。

$$R_B = \frac{S_{VWAP}}{SOQ} - 1$$

- 第三部分的收益 R_C 表示展期日卖出新期权到当日收盘的收益率（ R_C ）。

$$R_C = \frac{S_t - Unit_{new} \times c_t}{S_{VWAP} - Unit_{new} \times c_{VWAP}} - 1$$

- 其中，BXM、BXMD、BXY 指数计算时， $Unit_{new} = 1$ ，BXMC 指数计算时， $Unit_{new}$ 取值由展期当日开盘时（美国东部时间上午 9:30）VIX 指数的数值来决定（如图表 8-6 所示），若该数值大于或等于 20， $Unit_{new} = 1$ ，否则 $Unit_{new} = 0.5$ 。
- 需要注意的是，图表 8-4 至图表 8-6 中的 c_{VWAP} 和 c_t 是展期当日新卖出看涨期权的价格，而 c_{settle} 和 c_{t-1} 为展期日到期的看涨期权价格。综上所述，展期当日的指数收益率可以使用如下公式进行计算：

$$R_t = (1 + R_A) \times (1 + R_B) \times (1 + R_C) - 1$$

- 结合以上期权非展期日及展期日两种情况下的指数计算方法，可连续计算得到 BXM 及相关指数的数值。

三、国内备兑看涨期权策略指数的构建及计算方法

- 本报告基于上海证券交易所上市的上证 50ETF 期权、沪深 300ETF 期权、中证 500ETF 期权及科创 50ETF 期权构建四个备兑看涨期权策略指数（本报告将其简称为 BSI，Buywrite Strategy Index）。
- 借鉴芝加哥期权交易所 BXM 等指数的编制规则，本报告在构建备兑看涨期权策略指数时也假设持有标的资产的同时卖出当月的看涨期权，理论上持有标的资产市值与卖出期权所对应的标的资产名义金额相等（当波动率指数数值小于 20 时的 BSIC 指数除外），指数构建的简介如图表 8-7 所示。策略指数期权展期日及执行价格选择规则如图表 8-8 所示。图表 8-8 中的基准值设置为标的资产在展期日上午的收盘价格。
- 与 BXM 及相关指数类似，图表 8-7 中的四个备兑看涨期权策略指数的计算方法也采用每日收益率累乘的形式，即指数可用如下公式进行递推得到：

$$Index_t = Index_{t-1} \times (1 + R_t)$$

图表 8-7：国内市场备兑看涨期权策略指数介绍

指数	期权标的资产	指数目标
BSI	上证 50ETF (510050.SH) 沪深 300ETF (510300.SH) 中证 500ETF (510500.SH) 科创 50ETF (588000.SH)	普通备兑看涨期权策略指数，做多标的资产，同时每月连续卖出标的资产对应的 平值看涨期权
BSI (虚值一档)		普通备兑看涨期权策略指数，做多标的资产，同时每月连续卖出标的资产对应的 虚值一档看涨期权
BSI (虚值二档)		普通备兑看涨期权策略指数。做多标的资产，同时每月连续卖出标的资产对应的 虚值二档看涨期权
BSIC		带有附加条件的备兑看涨期权策略指数，在期权合约到期时，当标的资产指数的波动率指数大于或等于 20 时，卖出下月 平值看涨期权 ，卖出期权所对应的标的资产名义金额与做多的标的资产市值 相等 ；当波动率指数小于 20 时，卖出下月 平值看涨期权 ，卖出期权所对应的标的资产名义金额为做多标的资产市值的 一半

来源：中泰期货整理

图表 8-8：备兑策略指数中期权的展期日及执行价格确定规则

指数	展期日（期权到期日）	执行价格选择规则
BSI	每月第四个星期三（遇法定节假日顺延至下一个交易日）	在所有大于或等于基准价格的执行价格中选取最接近该基准值的一个执行价格
BSI (虚值一档)		选取相比基准价格的虚值一档执行价格
BSI (虚值二档)		选取相比基准价格的虚值二档执行价格
BSIC		与 BSI 的规则相同

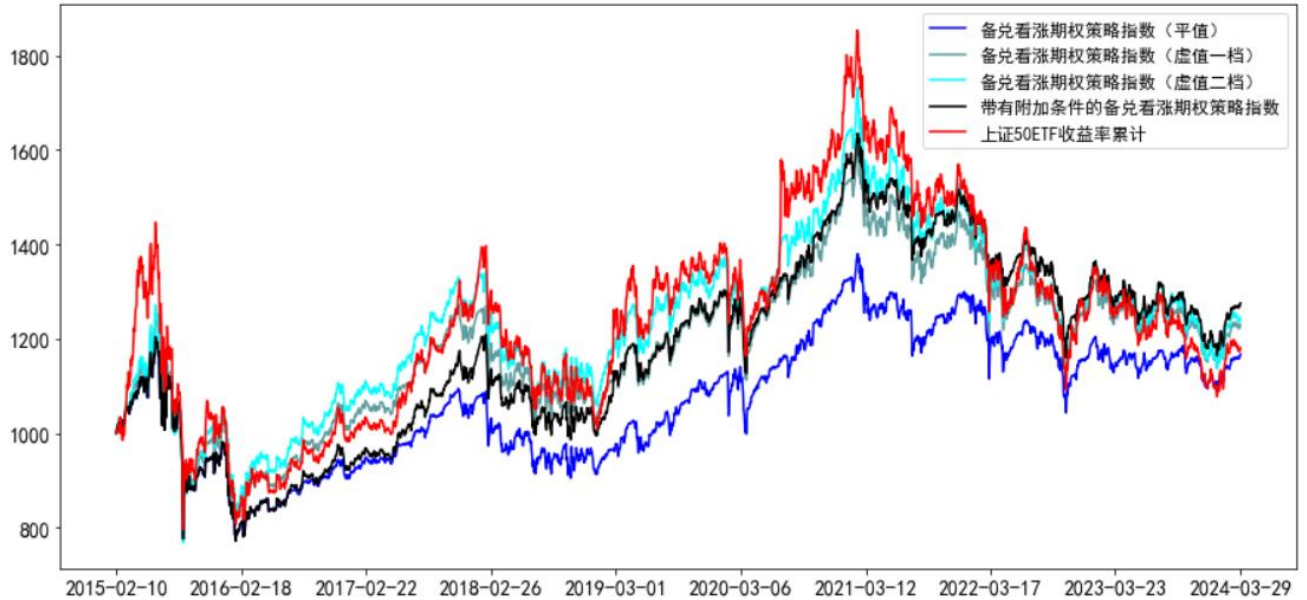
来源：中泰期货整理

四、国内备兑看涨期权策略指数的回测

- 本报告计算了上交所上市的四个 ETF 期权品种的备兑看涨期权策略指数，分别如图表 8-9 至图表 8-12 所示。由于在计算带有附加条件的备兑看涨期权策略指数（BSIC）时使用了上一交易日的波动率指数收盘价，故四个备兑看涨期权策略指数的起始日期均为各自 ETF 期权上市后的第二日，基准均为 1000 点。图表 8-9 至图表 8-12 中的红色曲线为相同时间段内，ETF 收益率的累乘指数，为了方便比较其基准值也设定为 1000 点。需要注意的是，在指数计算区间内，科创 50ETF 期权在每

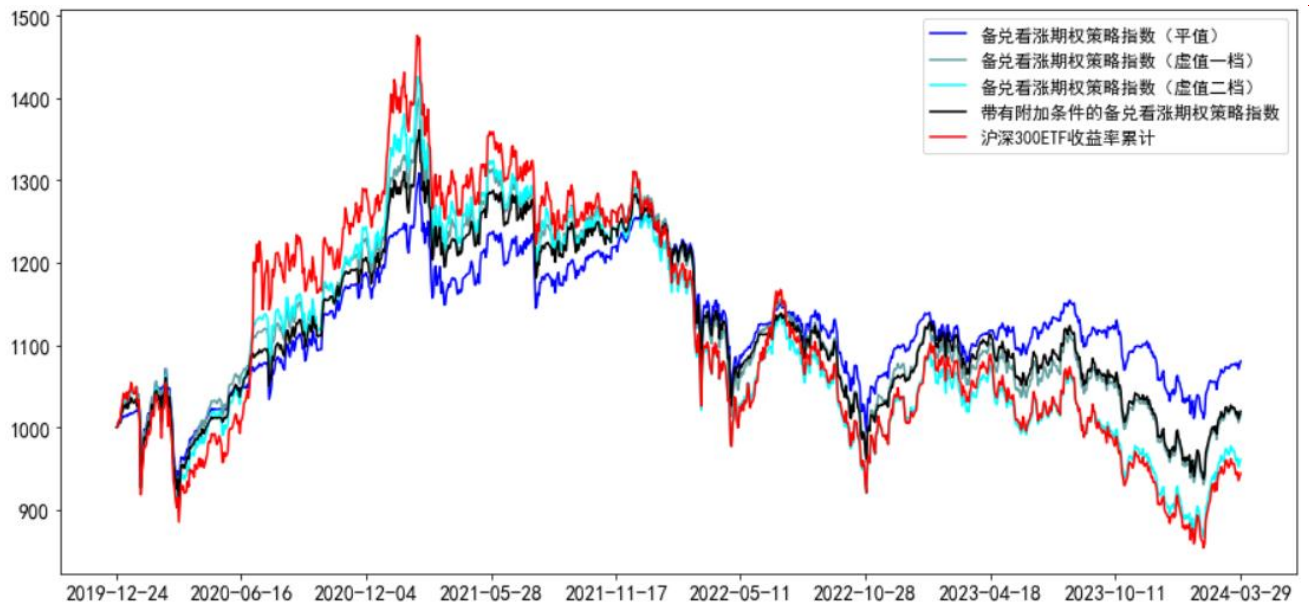
个展期日的前一交易日波动率指数的收盘价均大于 20，故科创 50ETF 的 BSI 指数与 BSIC 指数完全相同，故图表 8-12 中没有黑色曲线（黑色曲线与蓝色曲线完全重合）。

图表 8-9：上证 50 备兑看涨期权策略指数



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-10：沪深 300 备兑看涨期权策略指数

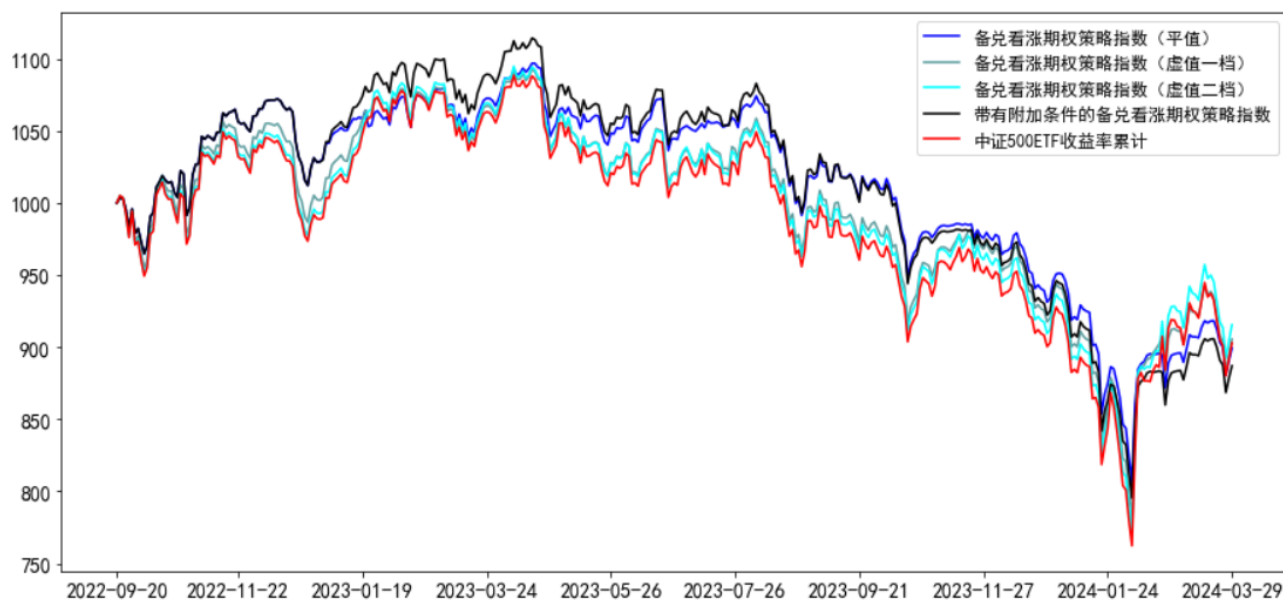


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 从图表 8-9 至图表 8-12 中可以看出，在标的指数上升时段，备兑看涨期权策略指数的表现普遍要弱于 ETF 本身，而在标的指数下跌时段，由于备兑看涨期权策略收取了期权费，故表现普遍要强于 ETF。

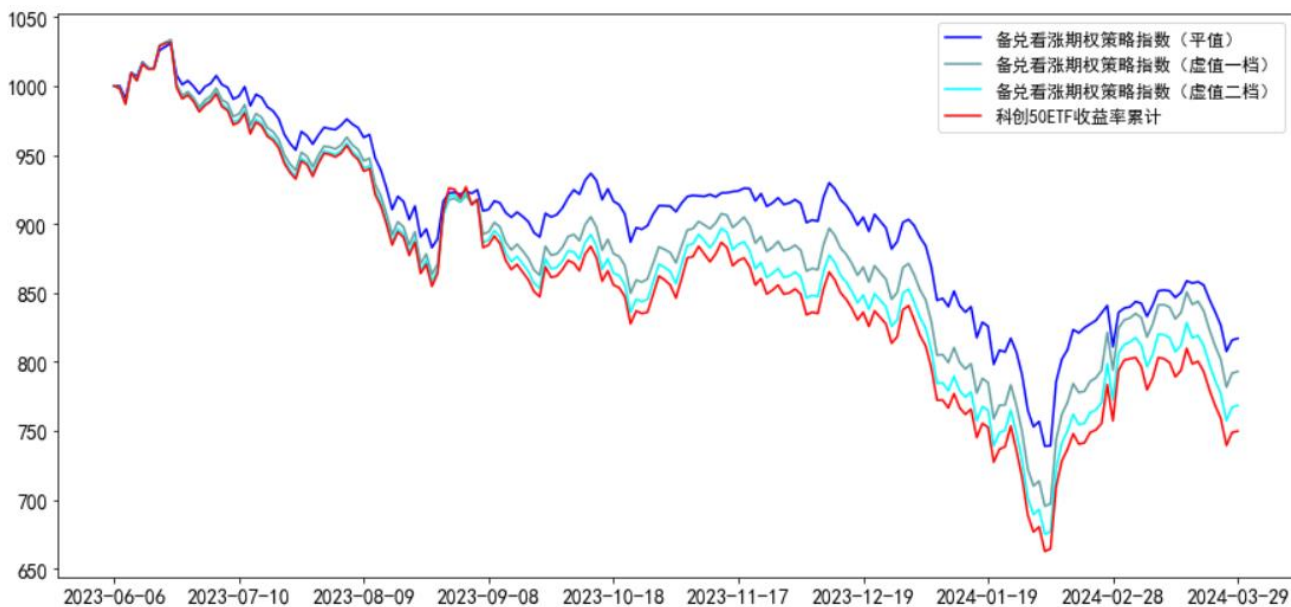
- 各 ETF 与其相关的备兑看涨期权策略指数在回测期内的表现情况如图表 8-13 和图表 8-14 所示，不同指数 ETF 对应的备兑看涨期权策略指数均有效降低了波动率。

图表 8-11：中证 500 备兑看涨期权策略指数



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

图表 8-12：科创 50 备兑看涨期权策略指数



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

图表 8-13：备兑看涨期权策略指数业绩评价指标（一）

上证 50					
	ETF	BSI	BSI (虚值一档)	BSI (虚值二档)	BSIC
累计收益率	18.08%	16.73%	23.02%	24.43%	27.54%
年化收益率	1.84%	1.71%	2.29%	2.42%	2.70%
波动率	22.05%	16.16%	17.84%	19.10%	16.82%
最大回撤	44.97%	35.87%	37.94%	39.61%	35.87%
夏普比率	0.0152	0.0128	0.0445	0.0482	0.0712
沪深 300					
	ETF	BSI	BSI (虚值一档)	BSI (虚值二档)	BSIC
累计收益率	-5.60%	8.04%	1.53%	-3.93%	1.94%
年化收益率	-1.34%	1.83%	0.36%	-0.94%	0.45%
波动率	19.01%	13.67%	15.86%	17.25%	14.62%
最大回撤	42.18%	23.99%	33.54%	39.26%	31.16%
夏普比率	-0.1495	0.0241	-0.0721	-0.1412	-0.0717

来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

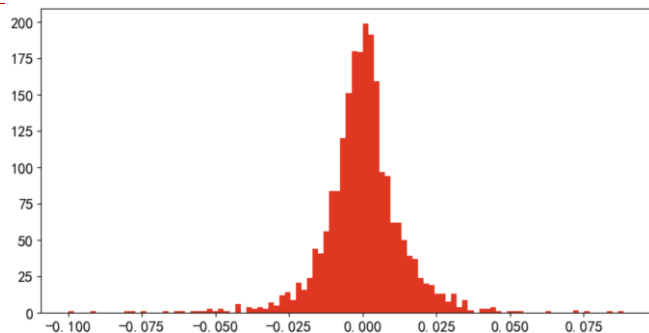
- 四个 ETF 及相关备兑看涨期权策略指数 (BSI) 的日度收益率分布情况
 如图表 8-15 至图表 8-22 所示。

图表 8-14：备兑看涨期权策略指数业绩评价指标（二）

中证 500					
	ETF	BSI	BSI (虚值一档)	BSI (虚值二档)	BSIC
累计收益率	-9.72%	-10.08%	-9.46%	-8.46%	-11.31%
年化收益率	-6.49%	-6.74%	-6.31%	-5.63%	-7.57%
波动率	17.99%	13.97%	16.60%	17.64%	14.45%
最大回撤	29.96%	26.47%	28.46%	29.54%	28.61%
夏普比率	-0.4442	-0.5895	-0.4706	-0.4046	-0.6280
科创 50					
	ETF	BSI	BSI (虚值一档)	BSI (虚值二档)	
累计收益率	-25.02%	-18.30%	-20.70%	-23.16%	
年化收益率	-29.81%	-22.00%	-24.80%	-27.66%	
波动率	23.07%	18.09%	21.33%	22.38%	
最大回撤	35.79%	28.33%	32.73%	34.63%	
夏普比率	-1.3571	-1.2993	-1.2328	-1.3028	

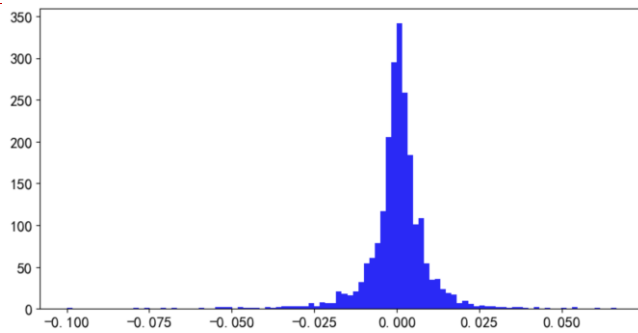
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-15：上证 50ETF 日度收益率分布图



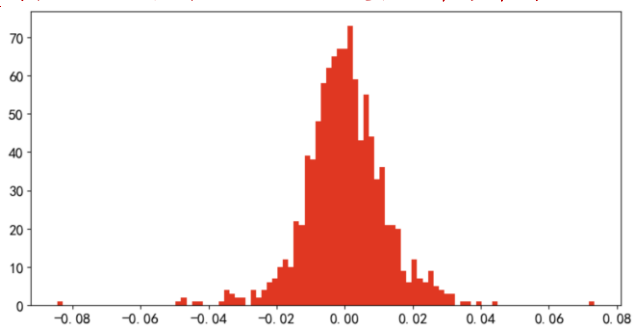
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-16：上证 50ETF 备兑策略日度收益率分布图



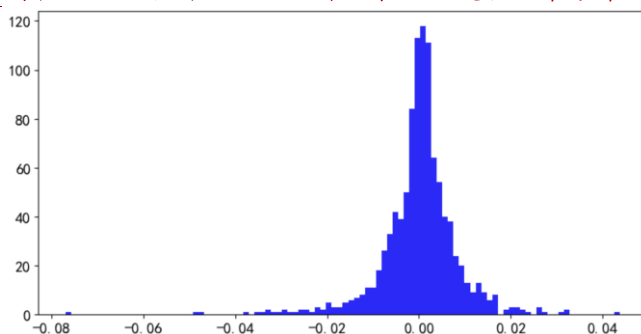
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-17：沪深 300ETF 日度收益率分布图



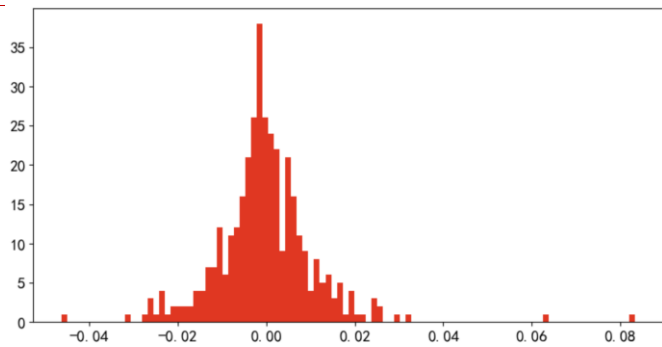
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-18：沪深 300ETF 备兑策略日度收益率分布图



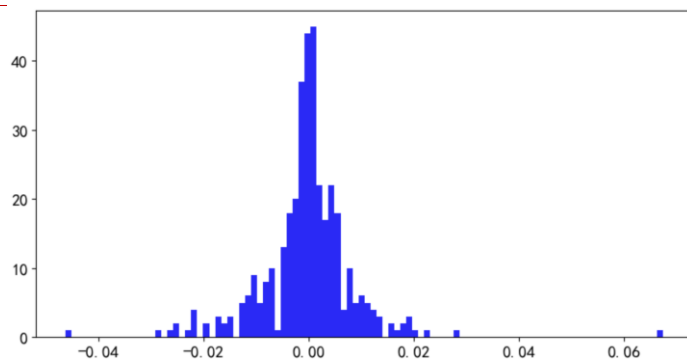
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-19：中证 500ETF 日度收益率分布图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

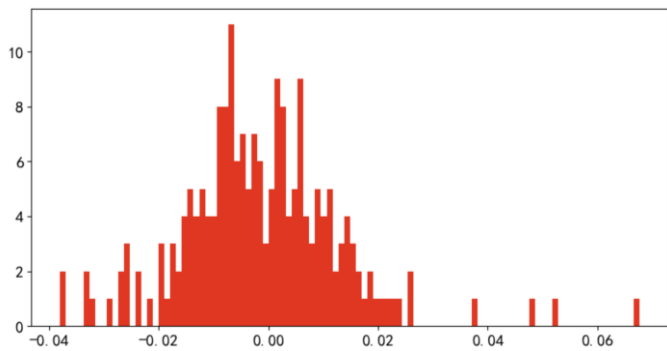
图表 8-20：中证 500ETF 备兑策略日度收益率分布图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

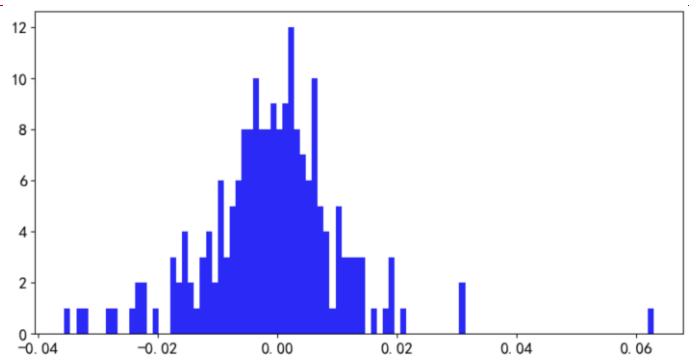
- 从图表 8-15 至图表 8-22 可以看出，备兑看涨期权策略指数日度收益率分布的左尾更薄，这说明备兑策略可以在一定程度上减少极端损失的发生。

图表 8-21：科创 50ETF 日度收益率分布图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 8-22：科创 50ETF 备兑策略日度收益率分布图



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

五、总结

- 本报告通过借鉴芝加哥期权交易所的 **BXM** 指数编制方法计算了上交所上市的四个 **ETF** 为标的的备兑看涨期权策略指数。结果表明，在指数处于上升阶段时，卖出在值程度较虚的期权可以获得更多指数上涨带来的收益，而在指数处于下行周期时，卖出平值期权可以获得更多的下跌补偿。从总体结果来看，该策略有效降低了指数的波动率及尾部风险的发生频率。计算备兑看涨期权策略指数一方面可以体现市场中长期执行某一种期权策略的业绩，验证策略在不同市场环境中的有效性；另一方面也可以为相关的主动管理类策略提供业绩比较基准，方便实现业绩归因。
- **风险提示：**基于历史数据研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 9：从沽购持仓比看商品期权保险功能

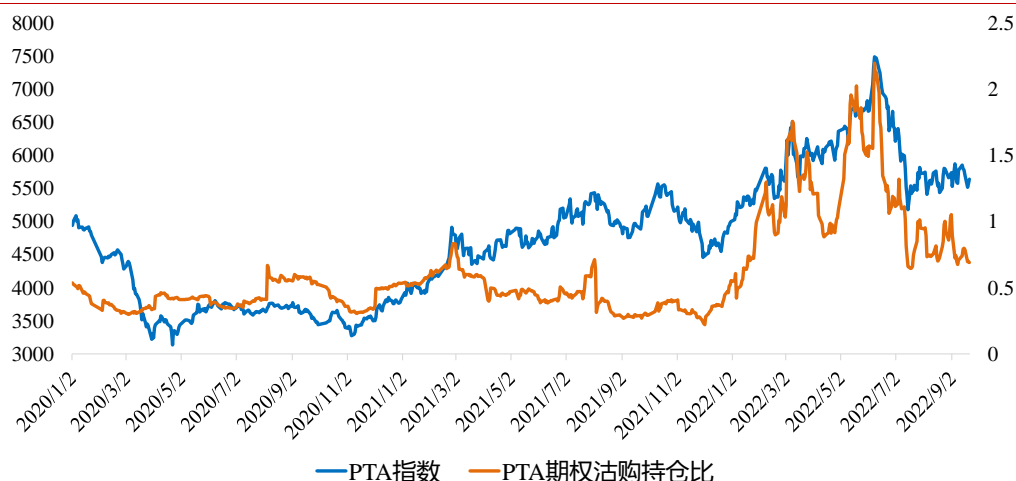
一、沽购持仓比的含义

- 期权持仓量是指某个时点期权合约上投资者持有全部未平仓合约的数量，直观反映流入期权合约的资金量，还代表多空双方对价格走势看法的分歧程度，是分析期权市场运行质量和保险功能发挥情况的一项指标。
- 沽购持仓比则是指某个时点全部认沽期权合约持仓量与全部认购期权持仓量的比值。如果沽购持仓比较高，表明投资者持有认沽期权的意愿高于认购期权，资金流入认沽期权合约的数量更多，反之则反是。
- 在标的商品期货价格上涨过程中，如果沽购持仓比同时攀升，表明认沽期权多头持仓明显高于认购期权多头持仓，投资者对标的商品期货潜在下跌风险的保护意愿增高，期权发挥其保险功能之表现凸显。在标的商品期货价格下跌过程中，若沽购持仓比同时回落，即认沽期权多头持仓逐步低于认购期权多头持仓，则表明认沽多头平仓意愿相对增加，保险意愿相对减少。从这一角度来理解，沽购持仓比走势与标的商品期货价格走势之间的相关性，可在一定程度上反映商品期权保险功能发挥情况。

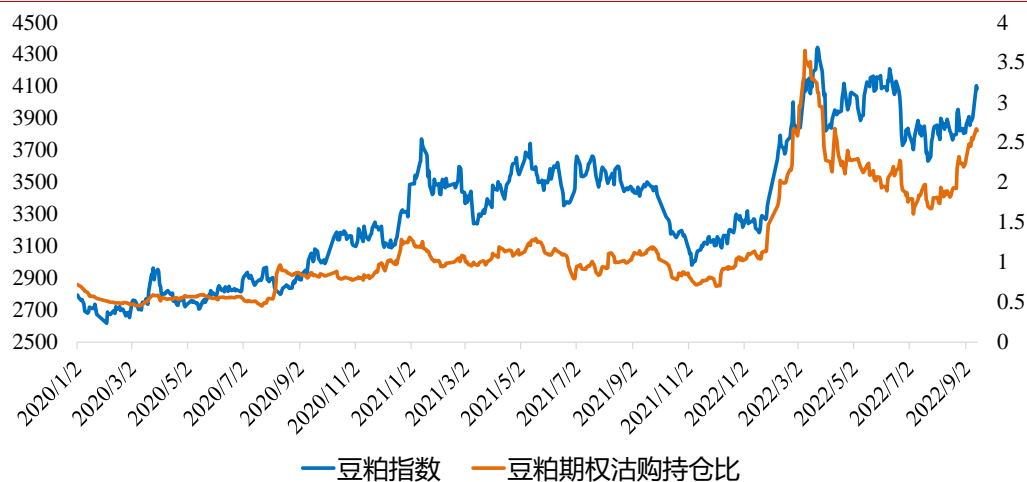
二、商品期权保险功能

- 期权保险功能是指持有标的同时，买入相应数量的认沽期权，若之后标的价格低于期权行权价，则认沽期权的获利可以一定程度对冲标的头寸的损失；若标的价格高于行权价，则认沽期权权当是一份保险，虽然损失了“保费”，但仍享有标的的上涨收益。
- 根据上节分析，我们可以采用沽购持仓比指标作为观测商品期权保险功能发挥情况的一种方式。例如，PTA、豆粕等商品品种的沽购持仓比与品种对应商品期货指数具有较强的走势相关性，如图表 9-1 和图表 9-2 所示。可以看出，在标的资产价格连续上涨过程中，上述品种的沽购持仓比攀升明显，表明投资者通过持有认沽期权多头保护标的头寸的意愿增加。

图表 9-1：PTA 期权沽购持仓比与 PTA 指数走势



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 9-2：豆粕期权沽购持仓比与豆粕指数走势


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 2020 年 1 月至 2022 年 9 月，PTA 期权市场沽购持仓比与 PTA 指数相关系数为 0.74，豆粕期权市场沽购持仓比与豆粕指数相关系数为 0.86，均呈现较高的走势相关性。

三、交易策略设计

- 鉴于沽购持仓比是观测期权保险功能发挥情况的一种方式，本报告设计一种基于沽购持仓比指标的商品保险策略。以 PTA 品种为例，即在持有 PTA 指数多头的基础上，择时配置 PTA 认沽期权多头，对 PTA 指数价格下跌风险进行保护。
- 第一步：持有 PTA 指数多头。以 PTA 指数作为 PTA 指数多头头寸，持有时间为 2020 年 1 月 2 日至 2022 年 9 月 21 日，共 661 个交易日。这里可以考虑，对于 PTA 现货贸易商，也可以采用 PTA 期权保险策略规避风险，因此本策略设计在一定程度上适用于 PTA 现货持有者。
- 第二步：确定 PTA 认沽期权择时点。首先统计 PTA 期权市场沽购持仓比指标 PCR；进而计算 PTA 期权沽购持仓比增速指标 SPCR，标记 SPCR 正数极端值，即沽购持仓比增速异常明显的交易日，此时投资者急于增加认沽期权持仓，显示其避险意愿较强。
- 第三步：配置 PTA 认沽期权多头，形成保险策略。根据以上择时点选择 PTA 接近平值的认沽期权进行多头配置，对 PTA 指数潜在下跌风险进行保护，与 PTA 指数多头头寸形成复合策略，并在配置的 PTA 认沽期权临近到期时进行平仓。图表 9-3 是保险策略的回测净值表现，业绩比较基准是 PTA 指数净值。
- 回测显示，基于沽购持仓比的 PTA 保险策略回测净值明显跑赢 PTA 指数净值。保险策略回测年化收益率为 13.39%，年化波动率为 20.28%，最大回撤为 15.22%，而 PTA 指数净值年化收益率为 4.29%，年化波动率为 25.24%，最大回撤为 31.84%，基于沽购持仓比的保险策略收益相

对较高，波动相对较小，能够有效对标的下跌风险进行保护。

图表 9-3：基于沽购持仓比的保险策略回测净值表现



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 风险提示：基于历史数据研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

主题 10：沪深 300 股指重大风险预警系统及对冲研究

一、系统开发背景与逻辑

- **股市在 2022 年全年总体处于弱势状态，市场整体承压。**从俄乌冲突开始，全年运行过程中对于股价相对负面的信息接踵而至，股票市场投资者信心不足，多数上市公司业绩也受到影响，上证综指年内三次跌破 3000 点。年末伴随实体经济政策积极信号出现，机构投资者信心得到鼓舞，股市流动性有所回升，指数在底部震荡整理。
- **日频涨跌幅分布峰值偏负，市场存在尾部风险。**根据 2022 年上证综指日频涨跌幅频数分布分析，全年有 54 个交易日（占比接近 1/4）日频涨跌幅介于 -0.5% 和 0% 之间，有 2 个交易日日频涨跌幅低于 -4.5%，无交易日日频涨跌幅高于 3.5%，存在一定的尾部风险。上半年两个较大幅度下跌交易日的出现，对于指数走势和市场信心均产生了负面影响。
- **2022 年股市风险来源呈现多元性，投资者信心相对不足。**例如，俄乌冲突。俄罗斯与乌克兰的冲突影响着全球大宗商品的供应链，特别是能源类大宗商品。大宗商品价格迅速上涨，价格再层层传导，逐步影响工厂开工、消费者需求，令全球经济体，特别是欧洲，经济景气度下行。俄乌冲突加剧了全球通货膨胀，降低了全球股票市场风险偏好，降低经济增长预期，股票市场承压下行。
- **再如，美联储紧缩货币政策。**美联储为应对通胀，对联邦基金利率加息，引发全球“加息潮”。“全球资产定价之锚”——10 年期美国国债收益率不断攀升，对股票市场形成“杀估值”的负面影响。受美债利率走高的影响，美元不断走强，非美货币贬值压力激增。在内部货币政策较宽松的背景下，人民币在 2022 年亦有较大贬值压力，人民币资产贬值，权益类资产亦受影响。又如，房地产市场相对疲弱。房地产行业走弱在上半年对股市带来较强冲击，成交量有所下降，在政策支持、融资环境趋暖的形势下，房地产行业在 2022 年下半年好转。
- **股票多头型投资者有必要采取措施对股指重大风险进行预警和对冲。**无论是“灰犀牛”还是“黑天鹅”，都会使投资者承担损失。面对潜在风险，投资者可以选择使用期货或期权进行对冲，达到规避风险的目的。

投资者采取对冲措施可以保护前期收益，减少因市场整体承压带来的损失；此外，机构投资者还可以提升产品户的夏普比率，有效降低回撤。

- **风险对冲可以对股票多头头寸形成保护。**风险对冲是投资者在衍生品市场持有与其当前手中现货头寸方向相反的头寸。如通过卖出股指期货，或买入认沽期权，对冲市场部分 Beta 风险。在股市整体下跌时，现货端会因下跌产生亏损，而衍生品端则会因现货标的下跌产生盈利，即衍生品端可以在一定程度上弥补股票端的损失，从而实现规避风险的目标。
- **考虑到对冲成本，机构投资者有必要进行择时对冲。**对冲的成本主要包括期货的保证金、期权的权利金或保证金和指数上涨导致衍生品端亏损的机会成本。如果对冲过于频繁，将增加投资者交易成本，或者损失股市整体上涨带来的 Beta 收益。因此，有必要选择进行择时对冲，即在股票市场有潜在重大下跌风险时，对股票多头头寸进行对冲保护。

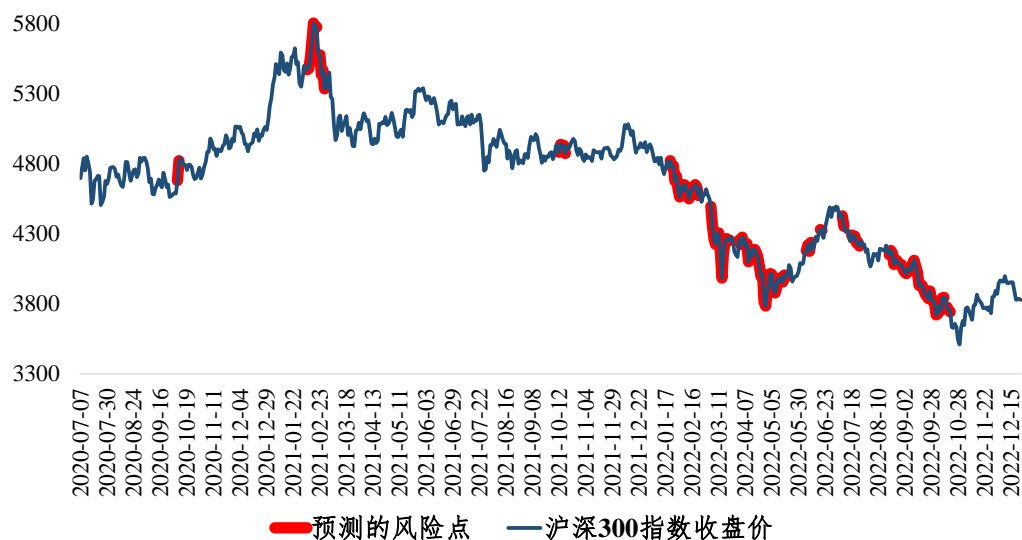
二、系统基本构建过程

- **一是建立股票市场重大风险预警模型。**本研究采取机器学习方法构建预警模型，模型特征的选取不局限于股票市场，而是将债券市场、期货市场以及期权市场的信息都纳入模型特征范围。将各个市场数据经过清洗和维度变化后纳入机器模型中，最终逐日滚动预测的沪深 300 股指重大风险的信号如图表 10-1 所示。黑色的曲线为沪深 300 指数走势，红色的点为股票市场重大风险预警模型逐日滚动预测的风险对冲点位。
- **二是采用期货和期权对股票多头持仓进行择时对冲。**当模型根据当天收盘数据计算并发出预警信号后，采用衍生品在第二个交易日开盘进行对冲。这里，期货对冲工具为沪深 300 股指期货；期权对冲工具为沪深 300ETF 期权。

三、沪深 300 股指重大风险预警及对冲效果

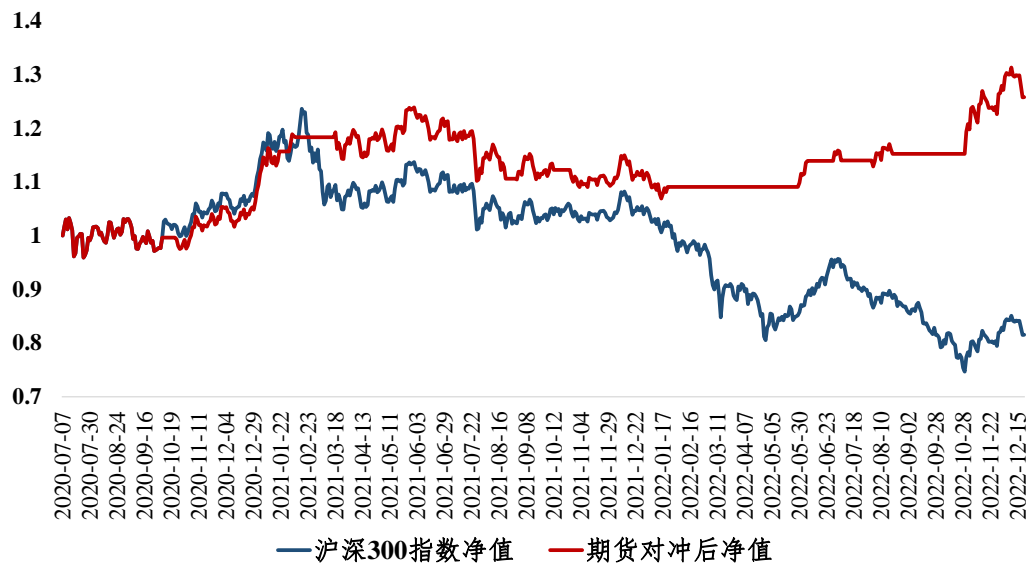
- 根据滚动预测的沪深 300 股指重大风险预警信号，分别采取期货对冲方法和期权对冲方法，从信号发出后第二个交易日开始对冲若干个交易日。沪深 300 指数期货和期权对冲后回测净值分别如图表 10-2 和图表 10-3 所示。可以看出，采用期货或期权进行对冲，沪深 300 股指净值回撤减少，收益提高，对冲效果显著。

图表 10-1：沪深 300 股指重大风险预警信号图

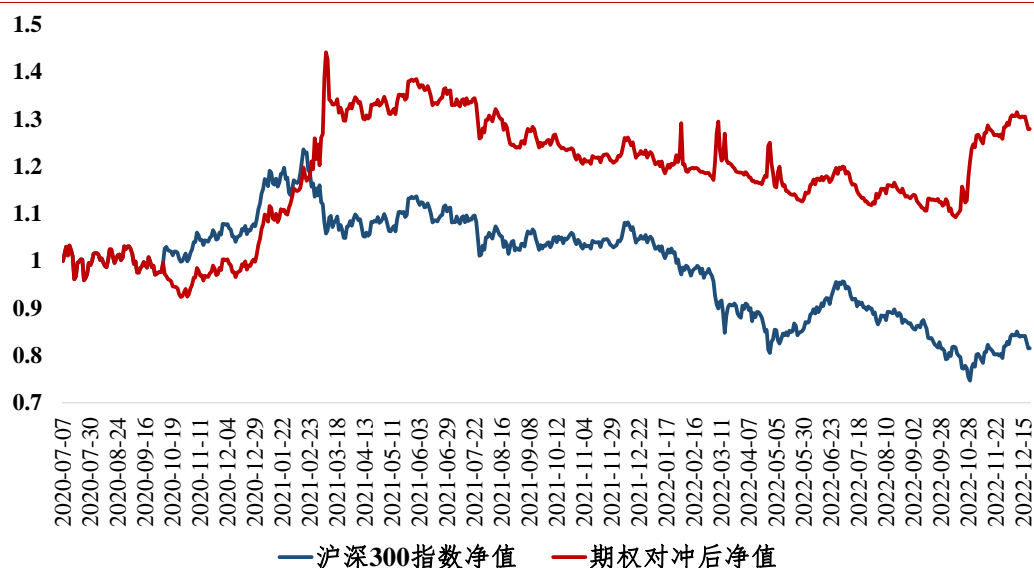


来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 10-2：沪深 300 股指净值及基于期货对冲后回测净值展示



来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

图表 10-3：沪深 300 股指净值及基于期权对冲后回测净值展示


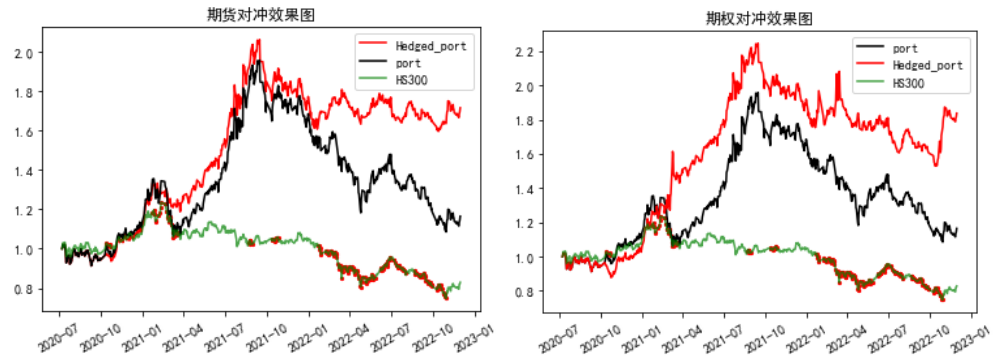
来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

四、稳健性检验

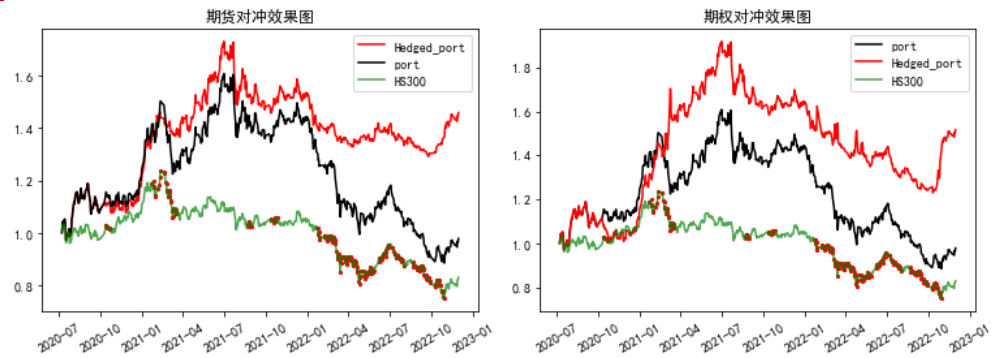
- 本报告通过在沪深 300 股指内部随机股票，构建股票多头投资组合，替换之前沪深 300 指数现货标的，以检验对冲效果。根据滚动预测的沪深 300 股指重大风险预警信号，分别采取期货对冲方法和期权对冲方法，对随机股票组合进行对冲。
- 如图表 10-4 所示，黑线为在沪深 300 指数内部随机选取 20 只股票构成的组合净值走势，红线为对冲后净值。在沪深 300 风险预警信号（绿线上红点）下进行对冲，能在大盘下跌时留存组合 Alpha 收益。而在大盘上涨时，仍能享受到 Beta+Alpha 的收益。可以明显看出，对冲的组合比不对冲的组合具有超额收益。
- 随机股票组合净值小于风险对冲后的投资组合，且夏普率较低，最大回撤较大。无论是用期货还是期权对其进行对冲后，夏普比率均明显提高，最大回撤降低。在市场潜在重大风险发生概率较小时，不对投资组合对冲，能保留随机股票组合的盈利。沪深 300 指数、随机股票组合一、随机股票组合二和随机股票组合三对冲效果比较如图表 10-5 所示。

图表 10-4：随机股票组合净值及其对冲后回测净值展示

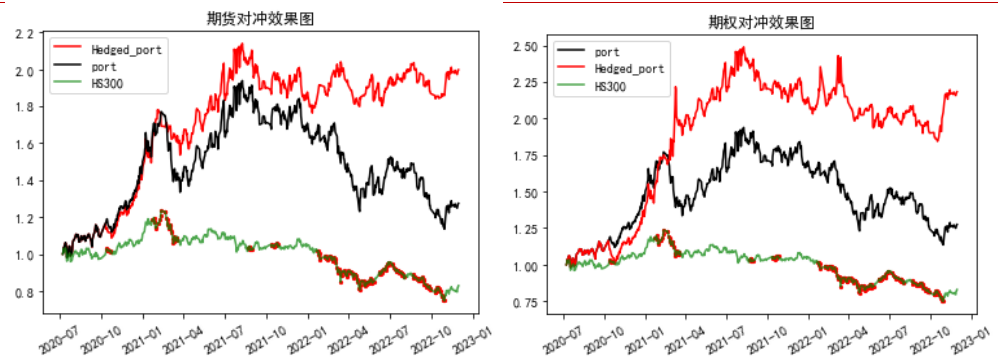
第一组随机股票组合采用期货和期权进行对冲



第二组随机股票组合采用期货和期权进行对冲



第三组随机股票组合采用期货和期权进行对冲



来源：同花顺 iFind，中泰期货整理

图表 10-5：随机股票组合对冲效果数据

投资标的	原始		期货对冲		期权对冲	
	夏普率	最大回撤	夏普率	最大回撤	夏普率	最大回撤
沪深 300 指数	-0.35	39.59%	0.73	13.72%	0.53	24.24%
随机组合一	0.32	44.57%	1.03	22.61%	0.99	31.92%
随机组合二	0.02	45.03%	0.86	25.46%	0.78	35.93
随机组合三	0.44	41.47%	1.25	17.57%	1.21	25.94%

来源：同花顺 iFinD，中泰期货整理

- 风险提示：基于历史数据研究总结的相关规律未来可能存在失效的风险。
- 本报告为精简版，如需完整版请联系中泰期货。

免责声明：

中泰期货股份有限公司（以下简称本公司）具有中国证券监督管理委员会批准的期货交易咨询业务资格（证监许可〔2012〕112）。本报告仅限本公司客户使用。

本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的交易建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。市场有风险，投资需谨慎。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了本公司在最初发布该报告当日分析师的判断，是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可在不发出通知的情况下发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。本公司并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。

本报告的知识产权归本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何方式进行复制、传播、改编、销售、出版、广播或用作其他商业目的。如引用、刊发、转载，需征得本公司同意，并注明出处为中泰期货，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。