



2022 年 3 月 24 日

对隐波曲线套利策略的三维分析

——结合隐波期限结构

张雪慧

投资咨询从业资格号：Z0015363

Zhangxuehui022447@gtjas.com

张银

从业资格号：F3082840

Zhangyin023941@gtjas.com

报告导读：

在行情出现大幅波动的时候，期权市场很有可能由于交易更新不及时或者情绪不明确等原因导致定价不合理现象，此时波动率曲线会出现不平滑的可能。而今年元旦之后，尤其是近期，股指行情波动较大，使用以三次样条插值法和多项式回归拟合的波动率曲线进行日频的套利交易可获得一定的盈利。自 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 3 月 21 日，日频的波动率曲线套利交易表现如下：

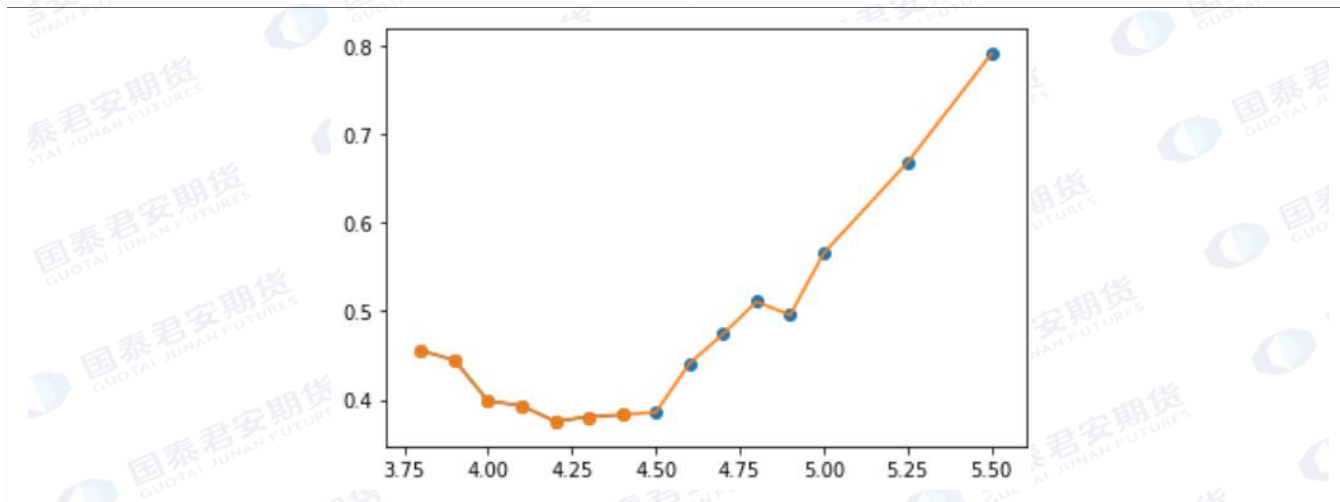
- **行情波动较大时存在套利机会：**对比 2022 年 1 月份和 2 月份以及 3 月份的套利收益表现，3 月份表现最佳，其中下跌幅度较大的交易日里获利明显，1 月份次之，2 月份窄幅震荡的行情中没有赚取正收益；
- **近月合约的套利收益更高：**通过观察不同时期波动率曲面的期限结构变化，对比 50ETF 期权的近月合约与次月合约，近月合约在曲线偏离后回归的概率更大，收益更高。
- **活跃品种的套利机会更多：**对比上交所的两个期权品种，50ETF 期权的交易更加活跃，波动率曲面出现不平滑形态的可能性更大，收盘价格出现套利空间的机会更多。

(正文)

1. 三次样条插值法拟合波动率曲线

利用收盘价计算不同执行价合约的隐含波动率，并将同一个月份合约的隐含波动率连接起来便构成了一条收盘时的波动率曲线。然而当标的行情变动较大时，由于交易者对于不同执行价期权合约的交易情绪不同，不同执行价合约的隐含波动率水平参差不齐，导致波动率曲线不平滑，如下图所示：

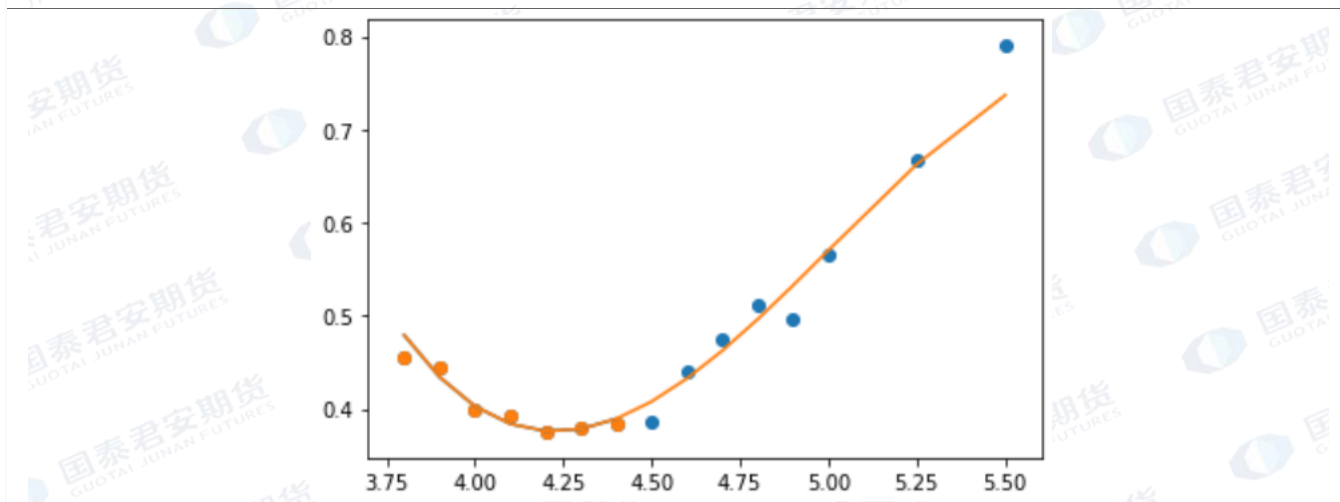
图 1：300ETF3 月期权合约某一交易日的收盘实际波动率曲线



资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

但是理论上，期权的隐含波动率水平与执行价之间的关系应该导致波动率曲线呈现平滑的微笑形态，因此我们采用一定的数学模型根据不同执行价的期权价格可以拟合出较为符合理论的曲线，如下图所示：

图 2：300ETF3 月期权合约某一交易日的拟合波动率曲线



资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

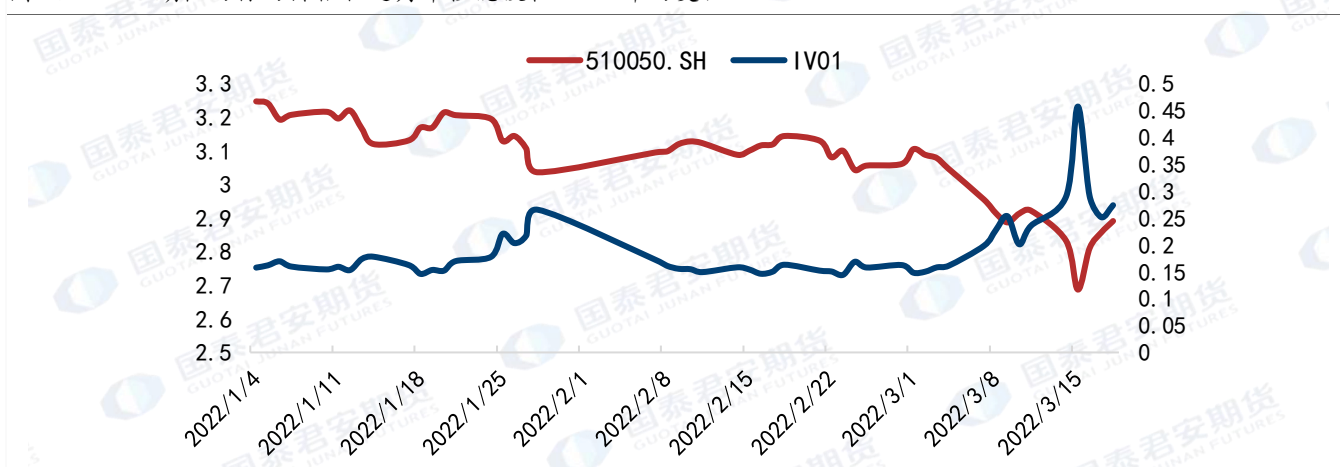
通过观察实际曲线的形状，我们发现波动率曲线与一元三次多项式函数图像较为接近，因此采用三次样条插值法将收盘隐含波动率水平进行多项式回归拟合。拟合效果在去除流动性较低的深虚合约导致的误差之后，多数合约的隐含波动率水平与曲线模拟的水平相近，并满足平滑和微笑形态的理论要求（其中黄色点表示交易量排名前 7 的执行价合约）。

因此，我们将曲线模拟的波动率水平视为理论波动率水平，当实际波动率水平偏离理论波动率水平一定程度时，存在回归理论值的套利空间。可卖出曲线上方的合约或买入曲线下方的合约，同时使用附近执行价合约进行 Vega 中性对冲，另外采用标的进行 Delta 中性对冲。

2. 波动率曲线套利交易表现

2022 年年初至今，指数下行幅度较大，但不同月份下行速度不一，市场恐慌情绪也随着时间推移有所变化，春节前由于避险情绪和下跌幅度导致的隐波上涨在春节之后的 2 月份很快下降到较低的水平，但是在 3 月份标的快速下跌时，隐波迅速被拉升到历史较高水平。同时，市场交易量随着行情波动也有着明显变化，50ETF 期权的日均成交量在不同月份的表现是 3 月份最大，2 月份最小。

图 3：50ETF 期权的标的价格和近月平值隐波在 2022 年的变化



资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

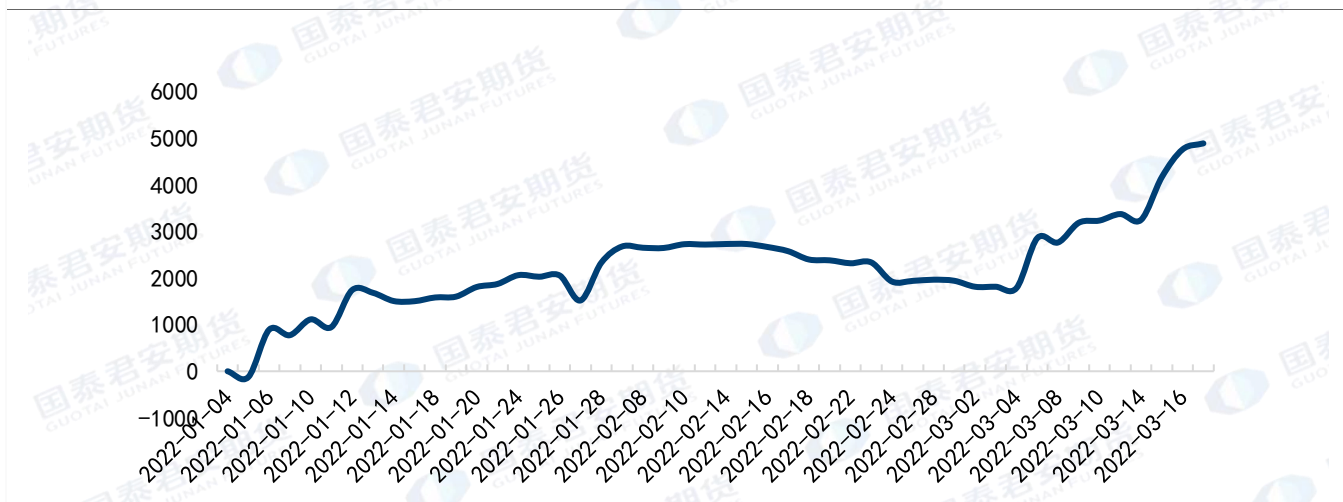
自2022年1月初至今，根据每个交易日收盘价进行波动率曲线套利交易测算，测算逻辑如下：

1. 对同一到期日的合约中成交量排名前7的执行价合约进行是否偏离监测；
2. 当合约收盘价偏离拟合曲线时，选择执行价相近的同类型合约（看涨期权/看跌期权）计算Vega中性对冲需要的交易量比例；
3. 根据偏离合约的Vega值和隐波偏离值计算潜在的回归收益，如果潜在回归收益大于开仓和对冲的成本时，开仓10手，同时对冲交易开仓对应比例手数；
4. 根据每日持仓期权合约的Delta总值计算需要对冲的现货头寸，及时调整仓位；
5. 若持有的期权合约在接下来的交易日偏离回归，则在回归时平掉该套利仓及其对冲仓；若持有的期权合约在到期前2个交易日或分红前2个交易日仍然没有回归，也及时平仓。

2.1 不同行情下的波动率曲线套利表现

在目前现有的四个金融期权品种中，50ETF期权的成交量一直保持最高水平，上市时间也最久，市场更加成熟，其中近月合约的活跃度和受行情影响最大，所以选择50ETF期权的近月合约的收盘价波动率曲线进行日频的测算，2022年收益表现如下：

图 4：50ETF 期权近月合约波动率曲线套利交易表现（元）



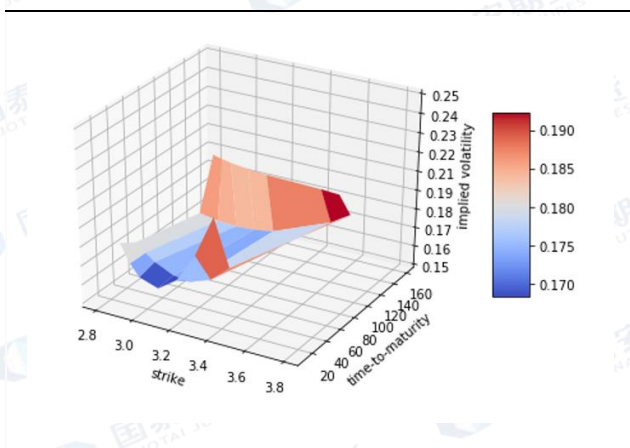
资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

可观察到 2022 年 1 月份和 3 月份均获得套利正向收益，而 2 月份由于行情和投资者参与度不高，期权市场较为冷清，根据收盘价判断出来的套利机会没有成功获得回归收益。另外在标的下行速度较快的 3 月中旬，市场参与度较高，套利交易的收益较为可观。

2.2 通过波动率曲面观察不同月份曲线的套利表现

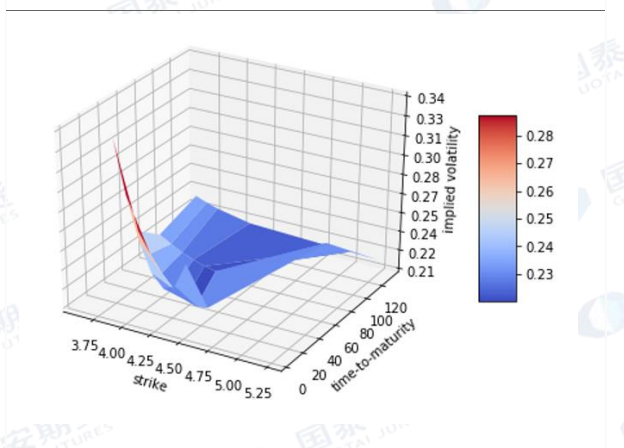
当市场出现较大幅度的行情时，不同到期日的期权合约表现情况不一样。平常表现正常的期限结构为近月合约的隐含波动率低于远月合约的隐含波动率，而当行情变动较大时则会出现近月合约的隐波高于远月合约隐波的期限结构倒挂现象：

图 5：正常的波动率曲面



资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

图 6：期限结构倒挂的波动率曲面

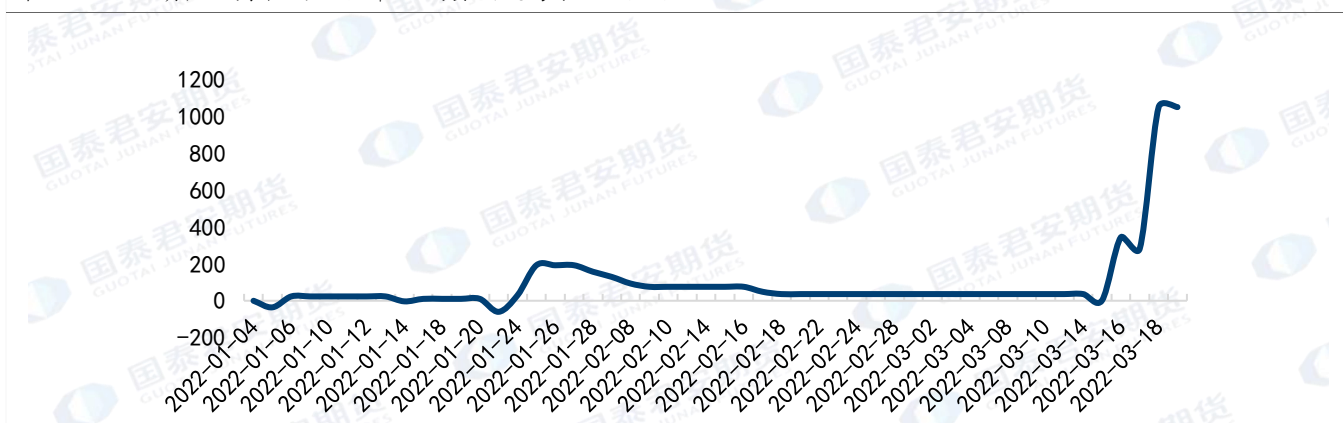


资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

因此，近月合约对于行情变动的敏感度更高，当行情出现大幅变动时，近月合约的参与者增加，此时出现错误定价的机会增加了，同时错误定价回归到理论值的可能性也更大一些。次月合约的交易回测逻辑与近月合约的交易回测逻辑相似，主要的区别是：

1. 近月合约交易选择距离到期日最近的合约进行套利监测与开仓，而次月合约选择距离到期时间第二近的合约进行套利监测与开仓操作；
2. 当近月合约距离到期日只有2个交易日时更换次月监测合约，已开仓合约则持有至到期前两天或者偏离回归时平仓。

图 7：50ETF 期权次月合约波动率曲线套利交易表现（元）



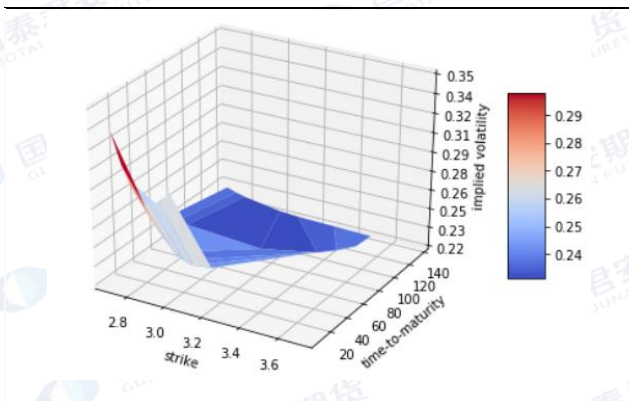
资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

可观察到次月合约上收盘价出现套利交易开仓的机会较少，即使在下跌行情中开仓，获得的套利收益也较近月合约收益小一些。

2.3 不同市场的波动率曲线套利表现

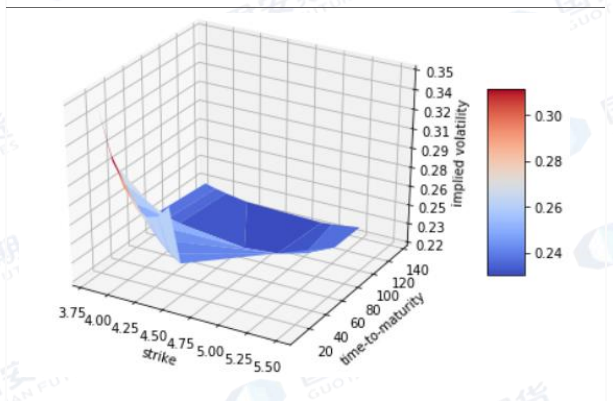
目前在交易所上市的金融期权只有四个品种，其中50ETF期权的成交最为活跃，而同样在上交所上市的华泰柏瑞300ETF期权的活跃度相对较弱，因此出现套利机会并回归获利的可能性相对较低。

图 8：50ETF 的波动率曲面



资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

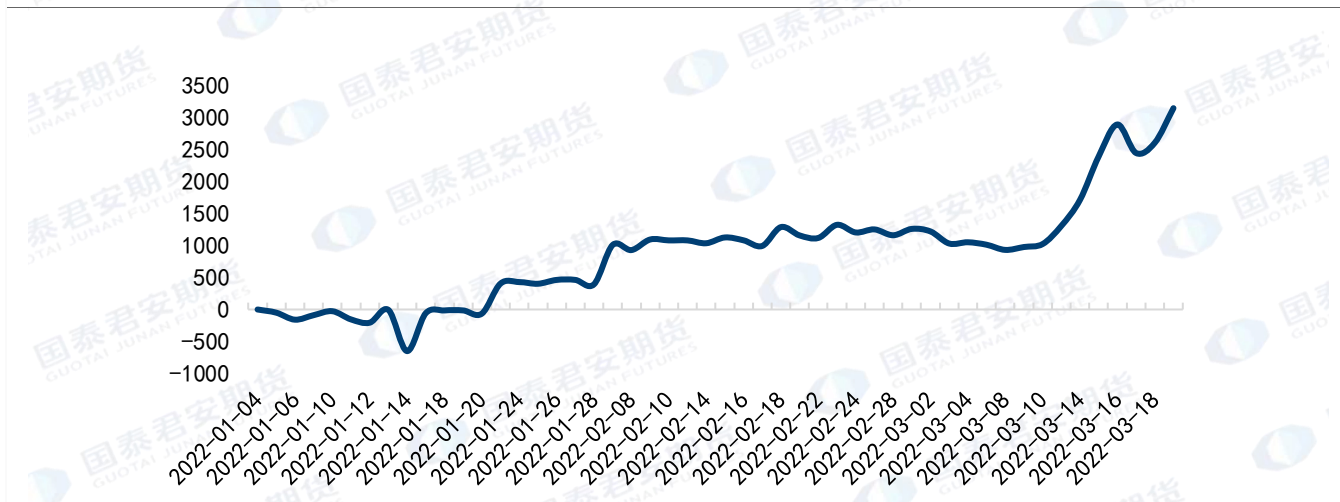
图 9：300ETF 的波动率曲面



资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

可观察到当行情变动较大时，尽管两个期权市场的期限结构都出现了倒挂现象，但是上交所的300ETF期权市场在收盘时的波动率曲面在不同月份以及不同执行价之间分布比较均匀，因此可监测到的套利机会较小。另外由于在一般行情中成交相对不够活跃，300ETF期权市场上进行波动率曲线套利交易可能出现到期不回归而导致的亏损。

图 10：华泰柏瑞 300ETF 期权近月合约波动率曲线套利交易表现（元）



资料来源：Wind、国泰君安期货金融衍生品研究所

对比两个市场，尽管华泰柏瑞 300ETF 期权在 2022 年进行波动率曲线套利的收益较少，但由于在 2 月份的平淡行情中，300ETF 期权的收盘波动率曲线相对较为平滑，所以避免了在该时间段开仓而出现成本亏损的风险。

本公司具有中国证监会核准的期货投资咨询业务资格

本内容的观点和信息仅供国泰君安期货的专业投资者参考。本内容难以设置访问权限，若您造成不便，敬请谅解。若您并非国泰君安期货客户中的专业投资者，请勿阅读、订阅或接收任何相关信息。本内容不构成具体业务或产品的推介，亦不应被视为相应金融衍生品的投资建议。请您根据自身的风险承受能力自行作出投资决定并自主承担投资风险，不应凭借本内容进行具体操作。

分析师声明

作者具有中国期货业协会授予的期货投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的期货标的的价格可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指的研究服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

版权声明

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安期货研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的期货品种。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。