东海衍生产品小组·期权组课题之四

风险管理指标的特征分析研究

期权风险管理指标的计算是基于期权的定价模型，在此记期权定价模型为 F（S，K，r，q，σ，t），其中的参数分别表示标的资产的价格、期权执行价格、市场上的无风险年利率、标的资产的年化红利率（若期权有效期内标的资产无红利分配，则该值为零）、标的资产的预期波动率、期权有效期（以每年 245 个交易日计）。

由上可知，期权价格受多种因素的影响，在假定其他影响因素不变的情况下，可以量化单一因素对期权价格的动态影响，期权的风险管理指标包括 Delta、Gamma、Theta、Vega、Rho 等，对期权交易来说，了解这些参数有助于把握期权价格的变动，衡量与管理风险。在此，需要说明的是，在计算风险管理指标数值时，建议使用市场上的隐含波动率。

$Delta = \frac{\partial F}{\partial S}$，它是衡量期权价格对标的资产价格变化敏感性的指标。实际应用时，通常是计算标的资产价格变化一个单位所引起期权价格的变化，即 Delta =$\frac{1}{2}$ [F（S+1，K，r，q，σ，t）－F（S-1，K，r，q，σ，t）].

$Gamma = \frac{\partial^2 F}{\partial S^2}$，它是衡量期权价格对 Delta 变化的敏感性，即标的资产价格每变化一个单位时，期权 Delta 会产生多大的变化，本质上说，它是 Delta 变化多快的量标，即 Gamma =$\frac{1}{4}$ F（S+2，K，r，q，σ，t）－$\frac{1}{2}$ F（S，K，r，q，σ，t）＋ $\frac{1}{4}$ F（S-2，K，r，q，σ，t）.

$Theta = \frac{\partial F}{\partial t}$，它是衡量期权价格对时间变化敏感程度的量标。实际应用时，通常是计算期权有效期减少一天所引起的期权价格的变化，即 Theta = F（S，K，r，q，σ，t）－F（S，K，r，q，σ，t-1/245）.

$Vega = \frac{\partial F}{\partial \sigma}$，它是衡量期权价格对波动率变化敏感程度的指标。实际应用时，通常是计算标的资产的波动率变化 1%所引起的期权价格的变化，即 Vega = $\frac{1}{2}$（F（S，K，r，q，σ + 0.01，t）－F（S，K，r，q，σ - 0.01，t））.

$Rho = \frac{\partial F}{\partial r}$，是衡量期权价格对市场利率变化的敏感性。实际应用时，通常是计算市场上的无风险利率变化 1%所引起的期权价格的变化，即 Vega = $\frac{1}{2}$（F（S，K，r+ 0.01，q，σ，t）－F（S，K，r-0.01，q，σ，t））.

本报告将研究主要影响因素的变化对各个风险管理指标的影响，并且对其性质进行总结分析。

一、Delta 的特性分析

看涨期权的 Delta > 0，范围从 0～1，看跌期权的 Delta< 0，范围从-1～0，即买进看涨期权与卖出看跌期权都具有正向的 Delta 值，而卖出看涨期权和买进看跌期权都具有负向的

Delta 值。实际上，看跌期权的 Delta = 对应看涨期权的 Delta－1。深度虚值期权的 Delta 接近于 0，深度实值看涨期权的 Delta 接近于 1，深度实值看跌期权的 Delta 接近于-1。此外，某一期权的 Delta 随着标的价格变化的趋势以及某一时点上某期权系列 Delta 间的相对关系如图 1 和图 2 所示。

图 1　Delta 的变化图表（S 变，K 不变）

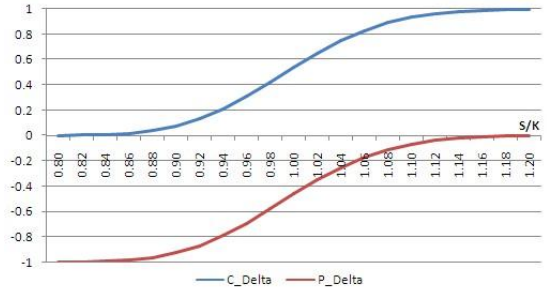
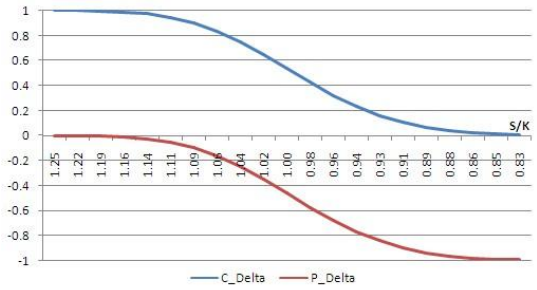


图 2　Delta 的变化图表（K 变，S 不变）



由图 1 可以看出，在其他变量保持不变的情况下，随着标的资产价格的走高，观测任意看涨期权，其 Delta 值逐渐变大，且逐渐向于 1 靠近（变得更为实值），观测任意看跌期权，其 Delta 值逐渐变大，且逐渐向 0 靠近（变得更为虚值）。由图 2 可以看出，在其他变量保持不变的情况下，在某个时点上，随着执行价格递增，看涨期权系列（由实值过渡到虚值期权）的 Delta 依次下降，向 0 趋近，看跌期权系列（由虚值过渡到实值期权）的 Delta 依次下降，向-1 趋近。

在计算 Delta 的过程中，我们假定其他因素保持不变时，度量期权价格对标的资产价格变化的敏感性。事实上，其他变量（所剩时间、波动率、利率）也不可避免地发生着变化，那么这个期权的理论价格变化中有多少是因为标的资产价格的变化引起的呢？这个很难讲，但是其他的变量变化显然也对 Delta 产生了影响。

图 3 和图 4 均显示了 Delta 同期权剩余有效期的关系。不难看出，在标的资产价格发生巨幅变化的过程中（譬如深度虚值与深度实值间的轮换），较短期限期权的 Delta 变化远大于较长期限期权 Delta 的变化，此时若拥有有利的 Delta 头寸，持有短期期权赚钱更多；当期权处于深度实值或深度虚值状态时，如果标的资产价格发生一定变化，但实值虚值状态不变，且仍远离平值状态，那么拥有有利的 Delta 头寸时，持有长期期权赚钱更多（短期虚值或实值期权的价格可能不发生任何变化）；当期权处于实值或虚值状态，如果标的资产价格发生一定变化，变化后接近平值期权或者已改变之前的实值或虚值状态，那么拥有有利的 Delta 头寸时，持有短期期权赚钱更多。

图 3　看涨期权的 Delta 同剩余有效期的关系（左虚值，右实值）

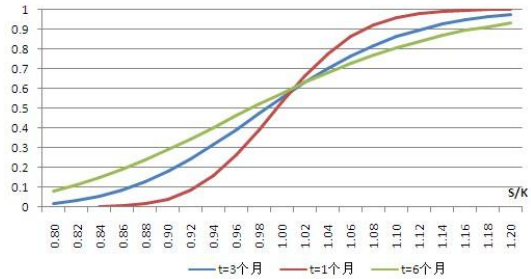
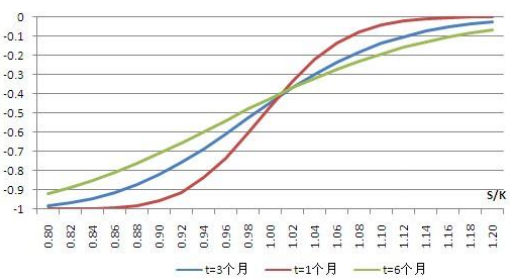


图 4　看跌期权的 Delta 同剩余有效期的关系（左实值，右虚值）



相对而言，低波动率期权的时间升水较少，因此，虚值期权对短期的标的资产价格运动相对不敏感，而实值期权则非常敏感。这就意味着波动率较低的虚值期权的 Delta 很小，或许接近于零，而相应的实值期权的 Delta 却很大（对于看跌期权，其接近于-1），如图 5 和图

6 所示。这同前面描述的只剩下较短时间的期权的行为有些相似。另外，如果标的资产的波动率非常高，那么它的虚值期权对标的资产的价格运动就更敏感，而实值期权由于他们的时间价值升水就不可能对标的资产有 1 点对 1 点的运动，这也显示在下图中，就其性质而言，它同一个长期期权的表现相似。

图 5 看涨期权的 Delta 同波动率的关系（左虚值，右实值）

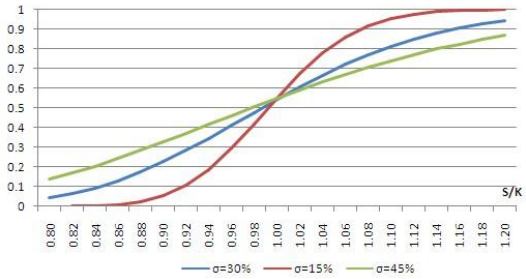
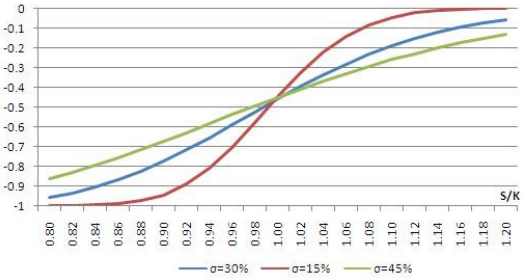


图 6 看跌期权的 Delta 同波动率的关系（左实值，右虚值）



此外，需要说明的是，隐含波动率和历史波动率都会影响一个期权的 Delta，不过，隐含波动率通常会对其产生更剧烈、更瞬间地影响。由于某种原因，隐含波动率可以在很短的时间内发生很大的变化，对于个股期权来说，它或许是一个重要的公司公告，或许是兼并的传言，对于谷物期货来说，它常常意味着预计会有糟糕的天气或糟糕天气的结束。实际上，尽管没有相关的新闻，标的资产价格也没有出现异动，他们的期权价格还是常常出现相当急剧地变化。从本质上说，这些期权的 Delta 在急剧地变化。要勾画出这样的情景，我们可以想象，这是在标的资产价格没有任何变化的情况下，一条曲线上的 Delta 突然移到了另一条曲线上。

前面提到，标的资产的价格 S、期权的剩余有效期 T 以及波动率σ 时时刻刻都在发生着变化，那么在波动率一定的条件下，期权的 Delta 随着 S 及 T 变化的三维图形如下图 7、8 所示，此时，构筑出一个光滑的三维曲面，如果使 S 或者 T 固定，就可以得到与前所述一致的曲线。图 7、9、10 的唯一区别是波动率取值不同，可见波动率越高，快到期时虚值期权的 Delta 下降地越快，这一点从直观感觉上也很容易理解，波动率越高，其变成实值期权的可能性就越大，对应 Delta 距离零相对就越远，而随着到期日的临近，虚值期权的 Delta 迅速地趋向于零。

图 7 Delta of call VS S&T（σ =0.2）

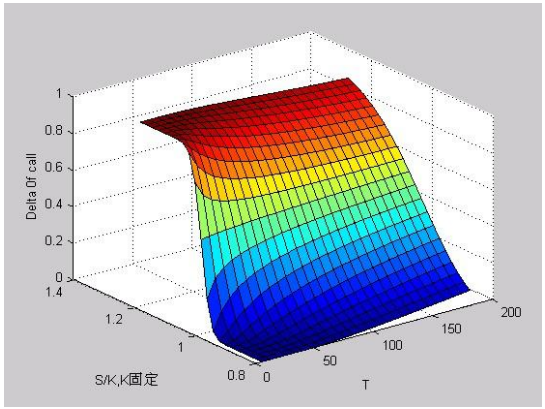


图 8 Delta of put VS S&T（σ =0.2）

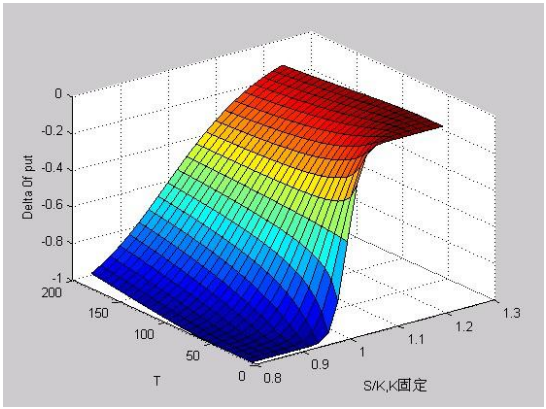
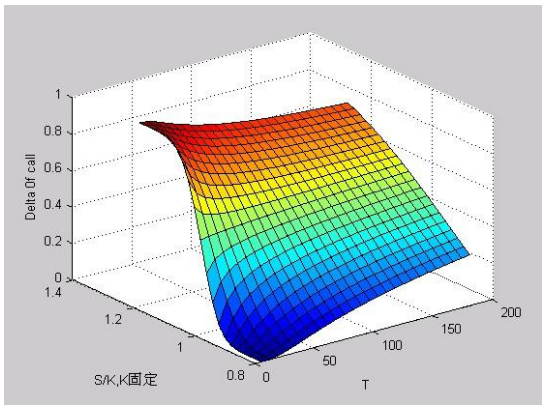
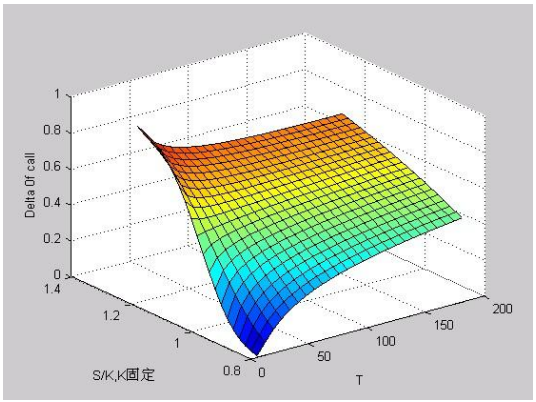


图 9 Delta of call VS S&T（σ =0.4）

图 10 Delta of call VS S&T（σ =0.8）





Delta 风险是期权持仓最重要的风险，但由于 Delta 的时变性，当对其进行风险对冲时，是个动态平衡的过程，对冲时的动态盈亏跟组合头寸的 Gamma 值、Theta 值、Vega 值等密切相关，下面对其他风险管理指标的特性进行逐一分析。

二、Gamma 的特性分析

总体来讲，买入期权总是伴随着正向的 Gamma 值，卖出期权总是伴随着负向的 Gamma 值，而且任何一个看涨期权与其对应的看跌期权的 Gamma 值都是相等的。平值期权的 Gamma 值最大，越深度的实值或虚值期权，其 Gamma 值越小（如图 11 所示），即平值附近期权的 Delta 值变化较快，若要保持 Delta 中性，就需要更频繁地进行对冲，或者先使得 Gamma 中性，再对冲 Delta 风险。如果 Delta 和 Gamma 都达到了中性，那么即使标的物的价格发生变化，有关期权头寸可以继续保持 Delta 中性，但如果标的物价格运动地足够远，Delta 和 Gamma 会得到某种非零的价值，这个头寸就会失去它的中立性。即使这样，一个 Delta 和 Gamma 都中性的头寸比起只是 Delta 中性的头寸来，保持 Delta 中性的机会要大得多。此外，图 11 还显示，期权的剩余有效期越短，近平值期权的 Gamma 值越大，如果期权到期的剩余时间还有很多，无论它是实值还是虚值，Gamma 就是一个相对稳定的数字。

图 11 期权买方的 Gamma VS S/K（K 不变）

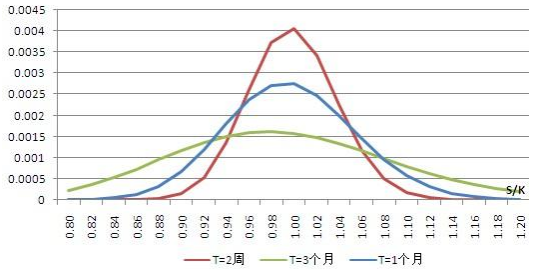
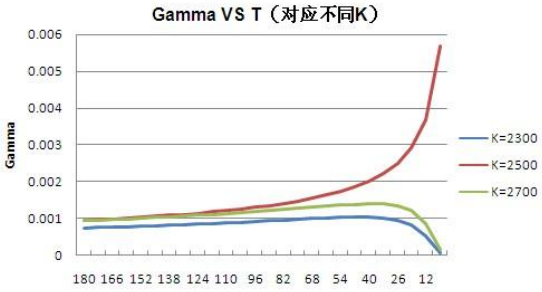


图 12 期权买方的 Gamma VS T（K 不同）

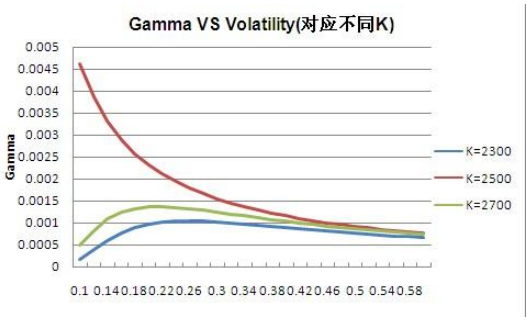


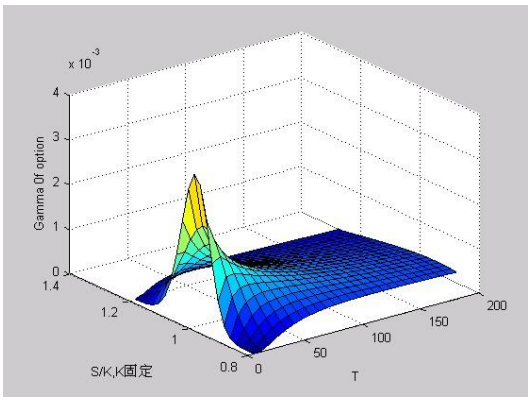
由图 12 可以看出，随着到期日的临近，平值及非平值期权 Gamma 的变化规律分化严重，即随着到期日的临近，平值期权的 Gamma 显著增加，而实值和虚值期权的 Gamma 先缓慢增加再快速减少至零。离到期日越远，不同执行价格期权的 Gamma 值越接近，但值很小。

接下来，我们分析处于不同实虚值状态的期权的波动率与 Gamma 的关系，从图 13 不难看出，随着波动率的减小，平值期权的 Gamma 显著增加，但实值和虚值期权的 Gamma 值先缓慢增加，再快速减小，并且波动率越大，不同执行价格期权的 Gamma 值越接近，但值很小。图 14 也同样告诉我们，接近到期的近平值期权，Gamma 值较大，应该格外关注。此外，需要说明的是，期权的卖方的 Gamma 值为负，但变化趋势与此相类似。

图 13 期权买方的 Gamma VS Volatility（K 不同）

图 14 Gamma VS S&T（σ =0. 4）





三、Theta 的特性分析

Theta 是期权因时减值的量标，它是用负数来表现的，它的标志是，期权价值每过一天就减少一些。如果在你的投资组合里有许多卖出的（裸）期权，那么你就有一个非常正的 Theta，因为时间是你的盟军。另外，如果你拥有大量的期权，那么你的投资组合的 Theta 就会是反向的，它准确地描述了由于因时减值你会遭受的损失。此外，从图 15 可以看出，越接近于到期日，期权的时间价值损耗速度越快，而且看涨期权的时间损耗要快于其对应的看跌期权。由图 16 知，随着到期日的临近，平值期权的 Theta 快速减小，实值和虚值期权的 Theta 先缓慢减少再快速增加至零，即快到期时，实值期权的价格接近其内在价值，虚值期权的价格接近于零。离到期日越远，不同执行价格期权的 Theta 值越接近，但值越接近于零。因此如果买进是快到期的平值期权，那么时间价值的损耗不容小觑。

图 15 期权的 Theta 值变化

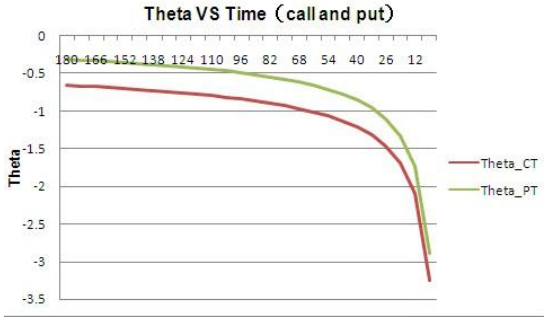
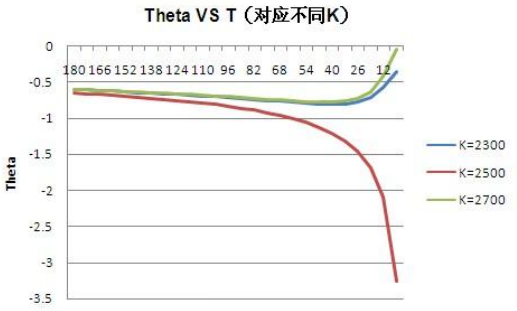


图 16 期权的 Theta 值变化（不同 K）



如图 17 所示，在某一个时刻，所有期权系列中，平值期权的时间价值最大，并且看涨期权时间价值普遍大于看跌期权。图 18 所示对快到期的平值期权的时间价值应特别地关注。

图 17 期权的 Theta 值性质

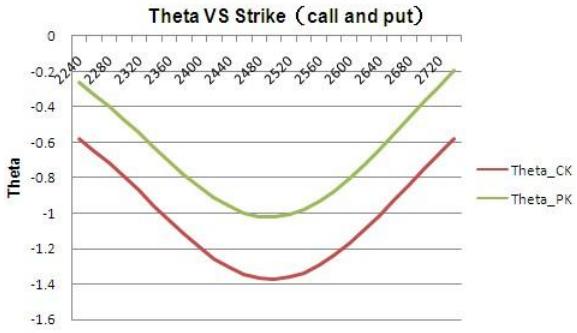
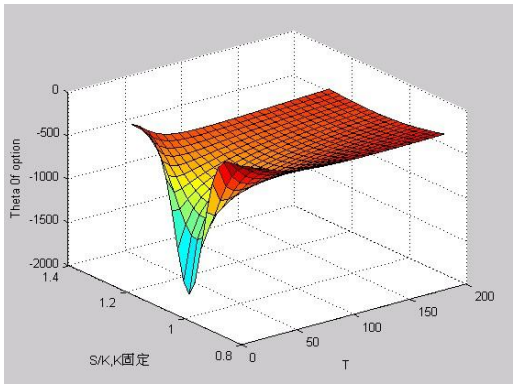


图 18 Theta VS S&T（σ =0. 4）



四、Vega 的特性分析

没有任何东西比波动率对期权价格的影响更大，这里所指的是隐含波动率，隐含波动率越大，期权的价格越高，而且期权的剩余有效期越长，波动率对价格的影响就越大。

图 19 期权买方的 Vega VS S/K（K 不变）

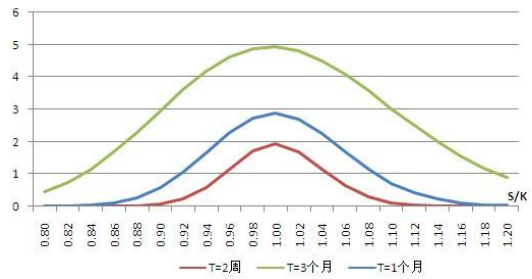
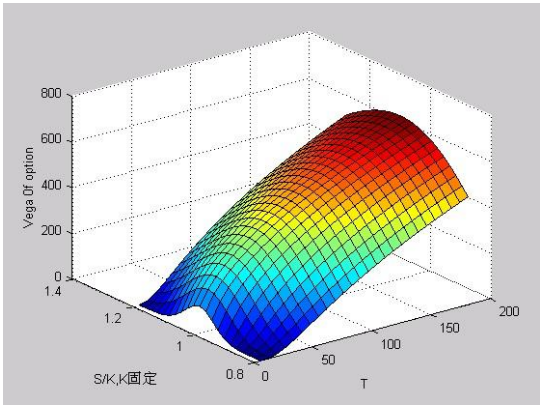


图 20 Vega VS S&T（σ =0. 4）



五、Rho 的特性分析

Rho 衡量的是利率的变化对期权价格的影响，而利率是期权价格的影响因素中较不重要的一个，因为交易比较活跃期权的有效期相对较短。事实上，期权离到期日时间越长，利率就越重要。此外，利率对看涨期权买方的影响是正向的，对看跌期权买方的影响是负向的。

图 21 Rho of call VS S&T（σ =0. 4）

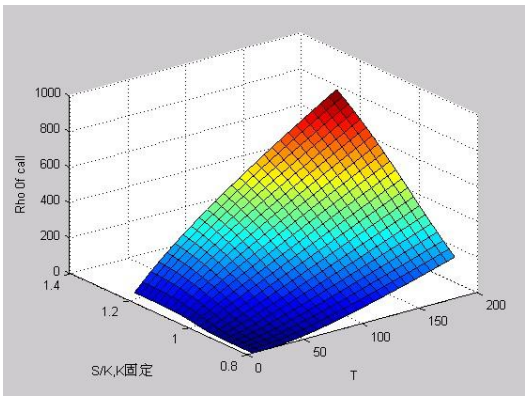
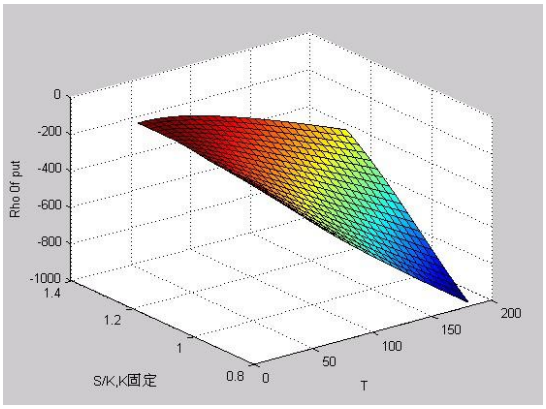


图 22 Rho of put VS S&T（σ =0. 4）



六、风险管理指标的交易与持有

投资者在进行期权交易时，需要清楚自己想要赚什么钱，再持有相应的风险管理指标符号及数值，同时尽量对冲掉其他不愿承担的风险即可。譬如认为标的资产的价格即将上涨，那么应持有正向的 Delta，认为标的资产的价格即将下跌，那么应持有负向的 Delta；认为标的资产价格将发生很大的变化或者将快速变化，那么就持有正向的 Gamma，认为标的资产价格将保持不变，或者缓慢变化，那么应持有负向的 Gamma；期权快要到期时应该持有正向的 Theta，如果期权还有很长时间的有效期，那么应该持有负向的 Theta；认为隐含波动率将上升，那么应该持有正向的 Vega，若认为隐含波动率将下降，那么应该持有负向的 Vega。尽管如此，投资者很少只持有一个风险管理指标，而其他风险管理指标数值为零，一般都同时持有一组风险管理指标，盈利的获得，也是市场走势总体符合之前预期的结果。

之前提到，期权风险并非匀速变化，因此在进行风险对冲时，需要动态调整对冲头寸。动态调整的频率因人而异，此时关键的是考虑对冲成本。我们也了解到，做市商、大的投资机构，“总”保持 Delta 中性，相对而言，他们更愿意将风险暴露在 Gamma、Vega 或 Theta，交易期权的主要目的是交易波动率，而正的 Gamma 或正的 Vega 都能实现买入波动率的效果，但此时往往需要损失期权的时间价值（一般情况下，Gamma 和 Vega 的符号总相同，而 Theta 的符号与他们相反，如果想要 Gamma 与 Vega 的符号相反，只能构造日历价差），因

此需要投资者对可能的盈利和亏损进行平衡，选择可能净盈利最大的头寸进行建仓并持有，同时根据行情演变，对持仓进行适时调整。

在此，需要说明的是期权理论价格仅能作为市场价格的参考，不能作为套利的依据。这是因为，我们不能精准地知道期权生命周期内的实际波动率，而且理论定价模型和输入的参数不见得是正确的，交易成本与市场摩擦也并非绝对可度量且可控的，同时市场上还存在一定的交易限制，总体来讲，期权的理论价格仅仅是作为市场价格的参考，不能就此作为套利的依据。