

《期权定价教学演示系统》

用户手册

V1.0

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 一、软件界面及系统构成..... | 1 |
| 二、系统运行环境要求..... | 2 |
| 三、软件各模块的功能介绍..... | 3 |
| （一）BS 期权定价计算模块..... | 3 |
| （二）二项式期权定价计算模块..... | 4 |
| （三）期权隐含波动率计算模块..... | 6 |
| （四）欧式期权希腊值计算模块..... | 8 |
| （五）欧式期权价格变动近似计算模块..... | 10 |

一、系统构成及软件界面

本系统用于金融学类专业《金融工程》专业课程的教学演示，主要包含两大板块五大模块。本系统的各板块与模块之间的关系如图 1 所示。

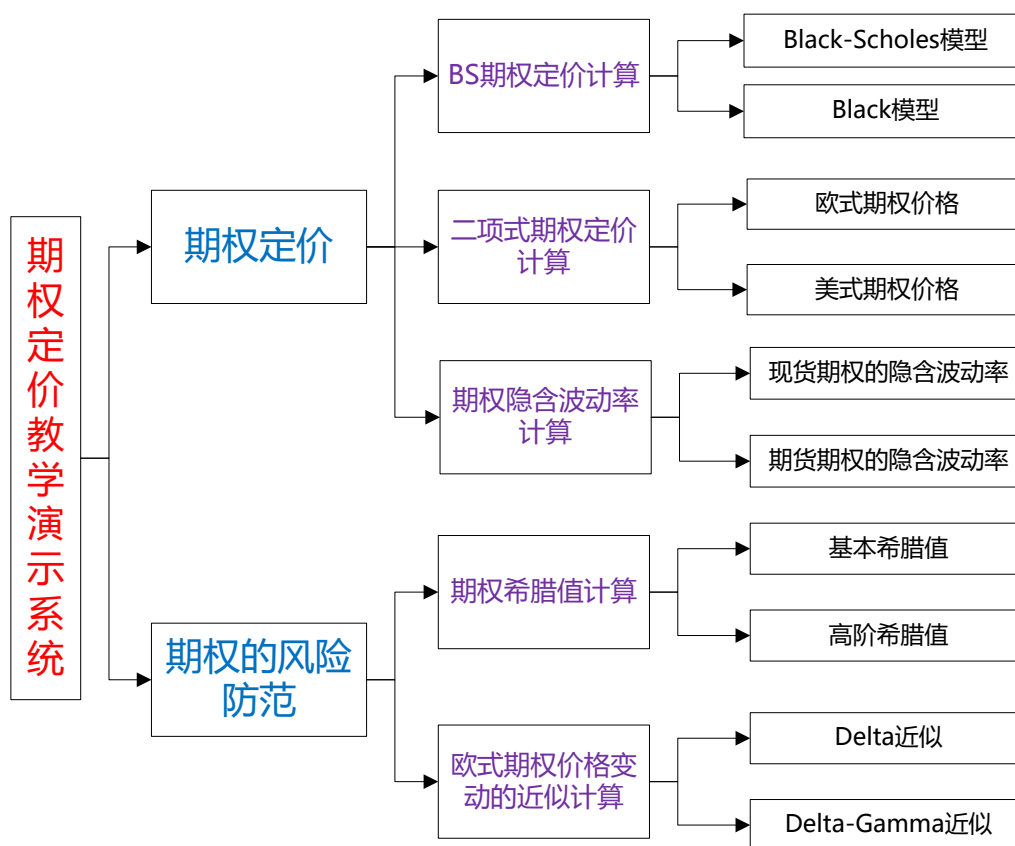


图 1：系统的模块及其构成

各模块之间是独立的构成，并通过演示系统平台加以整合。软件打开后的初始界面如图 2 所示。五个模块分别以五个不同的按钮予以区分。使用的时候可以通过分别点选其中的一个或多个按钮，从而开启相应的计算模块。另外，本系统的各窗口界面中，将鼠标指针向输入和输出的文本框处，均会有对应的气球提示，用来说明输入/输出的数值对应的含义。

需要说明的是，本系统当中各模块的可编辑文本框（白底）当中需要输入数值，若没有填写完整就进行计算，则系统会拒绝计算，并弹出相应的错误提示和警告（如图 3 所示）。点击“确定”后可重新输入和补全。



图 2：演示系统的初始界面

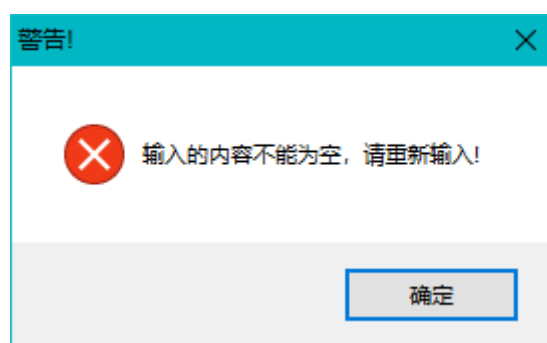


图 3：错误提示和警告对话框

二、系统运行环境要求

本系统使用 Visual C# 2010 开发，需在安装了 Windows 操作系统的 PC 上使用。由于软件开发基于 .Net framework 4.0，对于 Windows XP 及以下用户，需要安装 .Net framework 4.0 及以

上版本的运行框架才可以正常运行。Windows 7 及以上的用户，可以正常使用本系统。由于本系统的部分模块在运算过程中内存开销较大，建议 PC 的内存不小于 4G。

三、软件各模块的功能介绍

（一）BS 期权定价计算模块

期权定价计算器

欧式现货期权定价 欧式期货期权定价

$$C = S \cdot N(d_1) - K e^{-rT} \cdot N(d_2)$$
$$P = K e^{-rT} \cdot N(-d_2) - S \cdot N(-d_1)$$
$$\begin{cases} d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} \\ d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r - 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \end{cases}$$

S= C= 计算

P=

K= T=

r= sigma= 清除数据

图 4：BS 期权定价计算模块的操作界面

BS 期权定价计算模块包含了两块内容，分别以两个选项卡在操作界面中予以展示，分别是：欧式现货期权定价和欧式期货期权定价。其中的欧式现货期权定价采用 Black-Scholes 期权定价公式进行期权价格的求解；欧式期货期权定价则是采用 Black 模型求解。两个模型的公式，分别在不同的选项卡予以展示。

示例：计算欧式期货期权的价格。其中期货期权的行权价为 100，标的期货的价格为 110，期权剩余期限为 1 年，无风险年利率为 5%，标的期货价格波动率为 0.5。上述信息填入该计算模块，如图 5（左侧）所示。点击“计算”后，在灰色文本框（右上方的两个只读状态文本框）显示出相应的结果（图 5 右侧所示）。最终计算出的欧式期货期权的看涨期权价格约为 24.82；看跌期权价格约为 15.31。操作结束，点击“清除数据”，可清除该窗口中所有文本框的数据。如要在原来输入数据的基础上进行更改，可直接对白色文本框中的数据进行修改操作，修改完

成点击“计算”，灰色文本框中的输出结果也会相应更改。

Figure 5 shows two screenshots of the 'Option Pricing Calculator' software. The left screenshot displays the 'European Option Pricing' tab with the following formulas and input fields:

$$C_F = [F \cdot N(d_1) - K \cdot N(d_2)] e^{-rT}$$

$$P_F = [K \cdot N(-d_2) - F \cdot N(-d_1)] e^{-rT}$$

$$\begin{cases} d_1 = \frac{\ln(F/K) + 0.5\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}} \\ d_2 = \frac{\ln(F/K) - 0.5\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \end{cases}$$

Input fields: $F=$ 110, $C_F=$ (empty), $P_F=$ (empty), $K=$ 100, $T=$ 1, $r=$ 0.05, $\sigma=$ 0.5. Buttons: '计算' (Calculate), '清除数据' (Clear Data).

The right screenshot shows the same interface but with calculated values displayed: $C_F=$ 24.822983865, $P_F=$ 15.310689620. The '计算' button is highlighted in blue.

图 5：计算欧式期货期权价格的示例

(二) 二项式期权定价计算模块

Figure 6 shows the 'Binomial Option Pricing Model Calculation' software interface. It contains the following sections:

输入参数 (Input Parameters):

- $S=$ (empty)
- $K=$ (empty)
- $r=$ (empty)
- $\sigma=$ (empty)
- $N=$ (empty)
- $T=$ (empty)

输出的期权价格 (Output Option Prices):

- $c=$ (empty)
- $C=$ (empty)
- $p=$ (empty)
- $P=$ (empty)

Buttons: '计算' (Calculate), '重置' (Reset).

图 6：二项式期权定价计算模块的操作界面

二项式期权定价计算模块可以一次性计算出欧式和美式看涨、看跌期权价格（共四个）的数值解。与模块一中采用的方法不同，该模块计算开销较大，用户在使用时可能会出现输出结

果时间上的延迟。

示例：计算期权的价格。其中期权的行权价为 100，标的资产的价格为 110，期权剩余期限为 1 年，无风险年利率为 5%，标的资产价格波动率为 0.5，模型的期间数为 2000。将上述信息填入该计算模块，如图 7（左侧）所示。点击“计算”后，在灰色文本框（下方的四个只读状态文本框）显示出相应的结果（图 7 右侧所示）。最终计算出的欧式和美式看涨期权的价格均为 28.52；美式看跌期权价格约为 14.03；欧式看跌期权价格约为 13.64。操作结束，点击“重置”，可清除该窗口中所有文本框的数据。如要在原来输入数据的基础上进行更改，可直接对白色文本框中的数据进行修改操作，修改完成点击“计算”，灰色文本框中的输出结果也会相应更改。

特别提醒：由于此处的运算使用了内存占用较大的矩阵，对于 CPU 性能不高的 PC，在期间数 N 取值较大的情况下，需要较长的时间才能算出全部四个结果，请耐心等待结果的输出¹。考虑到内存配置较低的 PC，程序当中对期间数 N 的取值做出了限定，若输入的 N 取值大于 5000，则会弹出警告窗口，并要求重新输入（如图 8）。

Figure 7 displays two screenshots of a software interface titled "二项式期权定价模型计算" (Binomial Option Pricing Model Calculation). The interface is divided into two main sections: "输入参数" (Input Parameters) and "输出的期权价格" (Output Option Prices). In the left screenshot, the input parameters are: $S=110$, $\sigma=0.5$, $K=100$, $N=2000$, $r=0.05$, and $T=1$. The output section shows empty text boxes for c , p , C , and P . In the right screenshot, after clicking the "计算" (Calculate) button, the output section displays the calculated values: $c=28.5163781708$, $p=14.02716075$, $C=28.5163781708$, and $P=13.63932062$. Both screenshots include "计算" (Calculate) and "重置" (Reset) buttons at the bottom.

图 7：二项式期权定价模型计算期权价格的示例

¹ 在 Windows10, i7-8550U CPU, 12GB 内存的配置下，运行期间数为 5000 的计算，所需花费的时间约为 6 秒。比此配置低的 PC，可能需要更长的等待时间。

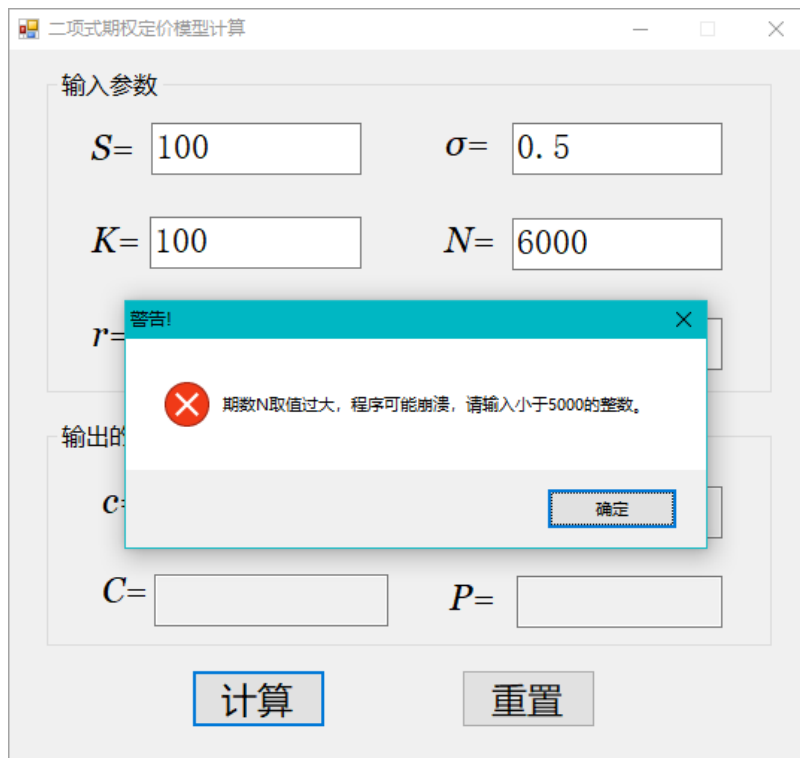


图 8：期间数 N 取值为 6000 时，弹出的警告窗口

（三）期权隐含波动率计算模块

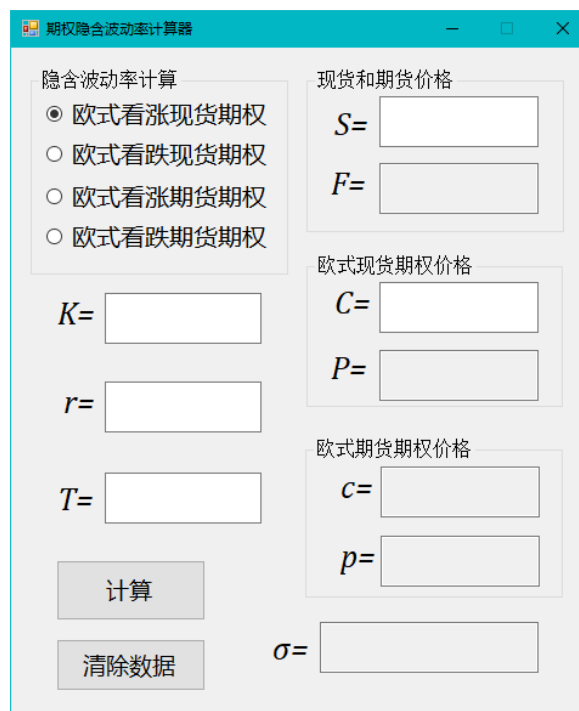


图 9：期权隐含波动率计算模块的操作界面

期权隐含波动率计算模块可以用来计算欧式期权的隐含波动率，这里计算所依据的是 Black-Scholes 模型（欧式现货期权）和 Black 模型（欧式期货期权）。

示例：计算欧式看涨期货期权的隐含波动率。其中期货期权的行权价为 100，标的期货的价格为 110，期权剩余期限为 1 年，无风险年利率为 5%，欧式看涨期货期权价格为 15。首先在左上方的列表栏当中选择第三项，并将上述信息填入该计算模块，如图 10（左侧）所示。点击“计算”后，在右下角的灰色文本框显示出相应的结果（图 10 右侧所示）。最终计算出的欧式期货看涨期权的隐含波动率为 0.239。操作结束，点击“清除数据”，可清除该窗口中所有文本框的数据。如要在原来输入数据的基础上进行更改，可直接对白色文本框中的数据进行修改操作，修改完成点击“计算”，右下角灰色文本框中的输出结果也会相应更改。

特别提醒：此处的运算使用了迭代算法，若输入的数值明显有误，或超出了迭代设定的区间范围，则会出现警告对话框，提示输入错误。点击“确定”后，可重新修改输入的数值。比如：在上面的示例当中，将欧式看涨期货期权价格由 15 改为 5，则点击“计算”后的结果如图 11 所示。

期权隐含波动率计算器

隐含波动率计算

- ☐ 欧式看涨现货期权
- ☐ 欧式看跌现货期权
- ☒ 欧式看涨期货期权
- ☐ 欧式看跌期货期权

现货和期货价格

$S =$

$F =$

欧式现货期权价格

$C =$

$P =$

$K =$

$r =$

$T =$

欧式期货期权价格

$c =$

$p =$

计算

清除数据

$\sigma =$

期权隐含波动率计算器

隐含波动率计算

- ☐ 欧式看涨现货期权
- ☐ 欧式看跌现货期权
- ☒ 欧式看涨期货期权
- ☐ 欧式看跌期货期权

现货和期货价格

$S =$

$F =$

欧式现货期权价格

$C =$

$P =$

$K =$

$r =$

$T =$

欧式期货期权价格

$c =$

$p =$

计算

清除数据

$\sigma =$

图 10：期权隐含波动率计算的示例

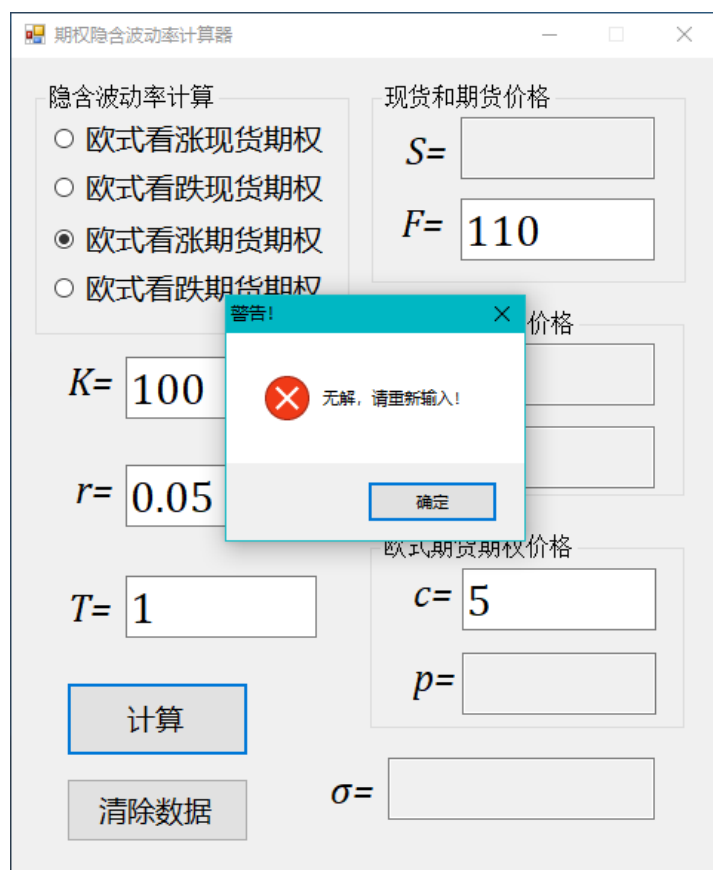


图 11：期权隐含波动率输入数值有误的示例

(四) 欧式期权希腊值计算模块

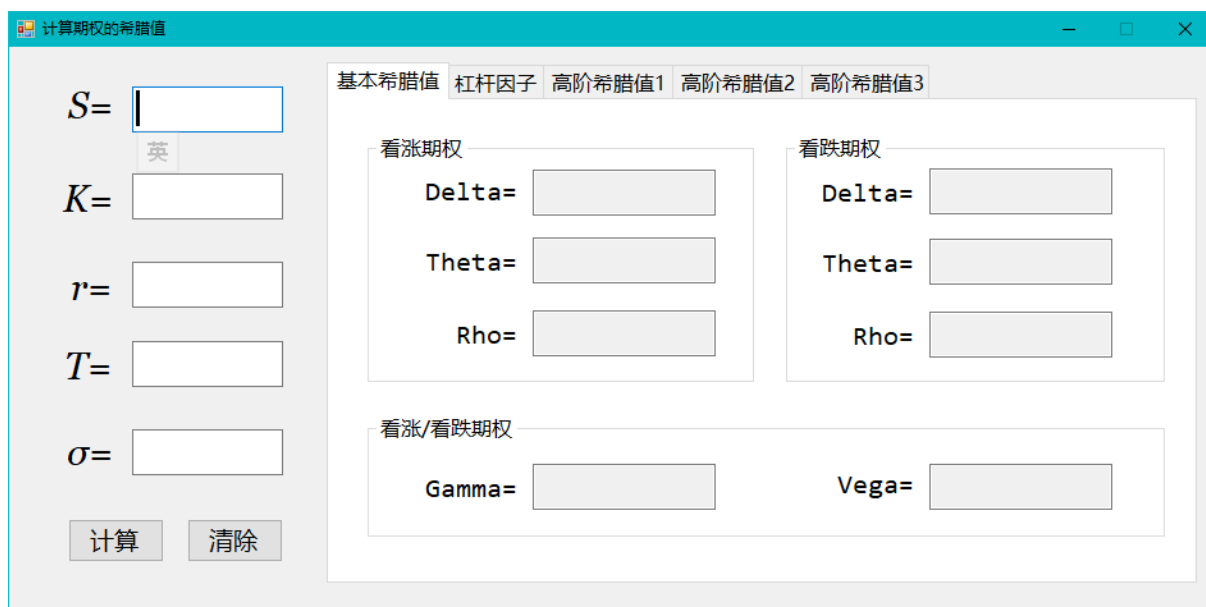


图 12：欧式期权希腊值计算模块的操作界面

本模块可以用来计算欧式期权的希腊值（Greeks），这里计算所依据的是 Black-Scholes 模型。需要说明的是，此处求出的希腊值，均是针对欧式期权的买入方，相应卖出方的希腊值为此处计算结果的相反数。另外，在 Black-Scholes 模型框架下，看涨和看跌期权的 Gamma 与 Vega 分别相等，因此输出结果当中，Gamma 和 Vega 不再区分看涨和看跌期权。

The screenshot shows a software window titled "计算期权的希腊值" (Calculate Option Greeks). On the left, input fields are set to: S=110, K=100, r=0.05, T=1, and σ=0.5. Below these are "计算" (Calculate) and "清除" (Clear) buttons. On the right, there are tabs: "基本希腊值" (Basic Greeks), "杠杆因子" (Leverage Factor), "高阶希腊值1" (Higher Order Greeks 1), "高阶希腊值2" (Higher Order Greeks 2), and "高阶希腊值3" (Higher Order Greeks 3). The "基本希腊值" tab is active, displaying results for "看涨期权" (Call Option) and "看跌期权" (Put Option). Below these, a section for "看涨/看跌期权" (Call/Put Option) shows Gamma and Vega values.

| 指标 | 看涨期权 | 看跌期权 |
|-------|-------------|--------------|
| Delta | 0.705615386 | -0.294384614 |
| Theta | -11.9344446 | -7.17829693 |
| Rho | 49.10253772 | -46.02040478 |
| Gamma | 0.006267317 | |
| Vega | | 37.91726866 |

图 13：欧式期权基本希腊值计算的示例

示例：计算欧式期权的希腊值。其中期权的行权价为 100，标的资产的价格为 110，期权剩余期限为 1 年，无风险年利率为 5%，标的资产波动率为 0.5。将上述信息填入该计算模块并点击“计算”后，在右侧灰色文本框显示出相应的结果（如图 13 所示）。通过点击右上方的选项卡标签，还可以看到计算生成的其他高阶指标，比如：Veta, Color, Vera 等等（如图 14 所示）。

This screenshot shows the same software window as Figure 13, but with the "高阶希腊值1" (Higher Order Greeks 1) tab selected. It displays mathematical formulas and calculated values for Veta, Color, and Vera.

$$\text{Veta} = \frac{\partial^2 V}{\partial \sigma \partial t} = \frac{\partial \text{Vega}}{\partial t} = \frac{\partial \text{Theta}}{\partial \sigma}$$

$$\text{Color} = \frac{\partial^3 V}{\partial S^2 \partial t} = \frac{\partial \text{Gamma}}{\partial t}$$

$$\text{Vera} = \frac{\partial^2 V}{\partial \sigma \partial r} = \frac{\partial \text{Rho}}{\partial \sigma} = \frac{\partial \text{Vega}}{\partial r}$$

| 指标 | 值 |
|-------|----------------|
| Veta | 17.3250848683 |
| Color | -0.00340366674 |
| Vera | -40.9976948445 |

图 14：欧式期权其他希腊值计算的示例

操作结束，点击“清除”，可清除该窗口中所有文本框的数据。如要在原来输入数据的基础上进行更改，可直接对白色文本框中的数据进行修改操作，修改完成点击“计算”，右侧灰色文本框中的输出结果也会相应更改。

（五）欧式期权价格变动近似计算模块

Delta-Gamma对期权价格的近似

$S =$ $r =$ $\sigma =$
 $K =$ $T =$ $\Delta S =$
 $S_1 = S + \Delta S, \quad S_2 = S - \Delta S$
 $S_1 =$ $S_2 =$

$C(S, K, r, T, \sigma), \quad C_+(S_1, K, r, T, \sigma), \quad C_-(S_2, K, r, T, \sigma)$
 $C_{\pm}^* = C \pm \Delta \cdot \Delta S, \quad C_{\pm}^{**} = C \pm \Delta \cdot \Delta S + \frac{1}{2} \cdot \Gamma \cdot (\Delta S)^2$

| 标的资产价格变动前 | 标的资产价格上涨时 | 标的资产价格下跌时 |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $C =$ <input type="text"/> | $C_+ =$ <input type="text"/> | $C_- =$ <input type="text"/> |
| $\Delta =$ <input type="text"/> | $C_+^* =$ <input type="text"/> | $C_-^* =$ <input type="text"/> |
| $\Gamma =$ <input type="text"/> | $C_+^{**} =$ <input type="text"/> | $C_-^{**} =$ <input type="text"/> |

图 15：欧式期权价格变动近似计算模块的操作界面

本模块可以用来计算并对比欧式期权价格变动近似计算的结果与真实值之间的差别。这里计算所依据的是 Black-Scholes 模型。输出的结果分别是根据 Black-Scholes 模型得到的标的资产价格变动造成的期权价格的变化，以及分别运用 Delta 和 Delta-Gamma 得到的期权变化的近似结果。窗口的下方选项卡分别对应欧式看涨和看跌期权两种情形。

Delta-Gamma对期权价格的近似

S=110

r=0.05

$\sigma=0.5$

K=100

T=1

$\Delta S=10$

$S_1 = S + \Delta S,$
 $S_2 = S - \Delta S$

S1=120

S2=100

计算

清除

欧式看涨期权

欧式看跌期权

$C(S, K, r, T, \sigma),$
 $C_+(S_1, K, r, T, \sigma),$
 $C_-(S_2, K, r, T, \sigma)$

$C_{\pm}^* = C \pm \text{Delta} \cdot \Delta S,$
 $C_{\pm}^{**} = C \pm \text{Delta} \cdot \Delta S + \frac{1}{2} \cdot \text{Gamma} \cdot (\Delta S)^2$

标的资产价格变动前

C=28.51515481

Delta=0.70561538

Gamma=0.00626731

标的资产价格上涨时

$C_+ = 35.8654825$

$C_+^* = 35.5713086$

$C_+^{**} = 35.8846745$

标的资产价格下跌时

$C_- = 21.7926000$

$C_-^* = 21.4590009$

$C_-^{**} = 21.7723668$

图 16：欧式看涨期权价格变动近似计算的输出结果

示例：计算欧式看涨期权价格变动的近似值。其中期权的行权价为 100，标的资产的价格为 110，期权剩余期限为 1 年，无风险年利率为 5%，标的资产波动率为 0.5，标的资产变动数额为 10。将上述信息填入该计算模块并点击“计算”后，在灰色文本框显示出相应的结果（如图 16 所示）。可通过点选不同的选项卡，还可以查看看跌期权下的相应结果（如图 17 所示）。操作结束，点击“清除”，可清除该窗口中所有文本框的数据。如要在原来输入数据的基础上进行更改，可直接对白色文本框中的数据进行修改操作，修改完成点击“计算”，右侧灰色文本框中的输出结果也会相应更改。从中不难看出，相比使用 Delta 的近似结果，Delta-Gamma 所作的近似结果，与真实的期权价格变动更为接近。

