

定义:

$S_0$ : 期初标的价格

$S_t$ :  $t$  时刻标的价格

$t$ : 当前时间

$T$ : 到期时间

$ObsvDates$ : 观察日, 向量

$N$ : 观察日个数

$cpn$ : 票息率, 向量

$rebate$ : 红利率

$KOH$ : 敲出价格, 向量

$KIH$ : 敲入价格

$pCall$ : 看涨期权参与率

$Kcall$ : 看涨期权行权价

$pPut$ : 看跌期权参与率

$Kput$ : 看跌期权行权价格

$Bottom$ : 看跌期权低行权价格

$cpnBack$ : 年化返息率

$premBack$ : 绝对返息

$r$ : 用资利率

$rL$ : 保证金生息利率

$q$ : 股息率

$\sigma$ : 波动率

$margin$ : 保证金

$W_t$ : 均值为 0 且标准差为  $t$  的 Wiener 过程

## 一、基本信息

雪球期权扩展版是针对原雪球期权的扩展,旨在满足市场中对雪球期权的各种变形。扩展版中,将敲出票息从固定年化票息扩展成自由向量,区分了非敲出非敲入的红利与敲出票息,增加了敲出后的看涨期权收益,增加了年化返息、绝对返息,考虑了保证金对定价的影响。期权的总体风险属性没有发生本质变化。

(一) 产品名称: 雪球期权扩展版

(二) 模型名称: Monte Carlo Simulation 模型

(三) 模型开发日期: 2022 年 2 月

(四) 模型用途: 产品估值、风险指标计算等

(五) 评价系统: 自行开发

(六) 申请类别: 新模型设置

## 二、收益结构

雪球期权敲入敲出结构期权的一种,即标的价格波动决定了期权是否终止,按照向上敲出与向下敲入的发生情况得到不同的收益特征。

向上敲出机制: 存续期间月度观察(一般按照收盘价观察),若月度观察日标的价格超过约定水平(例如期初价格的 100%),定义为发生敲出事件,可得到票息及看涨期权收益。

向下敲入机制: 存续期间每日观察(一般按照收盘价观察),若标的价格下跌到约定水平(例如期初价格的 80%),定义为发生敲入事件。

记

$$coupon_{t_i} = S_0 \times cpn \times ObsvDates_i / 365$$

$$cpnBack_{t_i} = S_0 \times cpnBack \times ObsvDates_i / 365$$

$$rebate_T = S_0 \times rebate \times ObsvDates_N / 365$$

根据敲入、敲出事件的发生情况,雪球期权呈现不同的盈亏特征,如下表所示:

敲入	敲出	收益	返息
-	是	$coupon_{t_i} + pCall \times (S_{t_i} - Kcall)^+$	$cpnBack_{t_i} + premBack$
否	否	$rebate_T$	$cpnBack_T + premBack$

是	否	$-pPut \times \min((Kput - S_T)^+, Kput - Bottom)$	$cpnBack_T + premBack$
---	---	--	------------------------

### 三、估值模型

#### (一) 模型假设

标的满足几何布朗运动，利率、股息率、波动率均为常数。

#### (二) 估值计算方法

雪球期权为强路径依赖型期权，本文使用蒙特卡洛模拟方法，通过模拟生成一系列标的的价格路径，每条价格路径得到一个收益，最后的期权价格是所有路径收益的平均值。具体做法如下：

$$S_{t+1} = S_t \cdot \exp\left[\left(r - q - \frac{1}{2}\sigma^2\right)dt + \sigma dW_t\right]$$

1、假设 $t_j$ 为观察日，对每条路径计算路径到期（或敲出）时现金流的现值

$pv_i$ :

i. 期权敲出

$$pv_i = e^{-rt_j} \cdot \left[ coupon_{t_j} + pCall \times (S_{t_j} - Kcall)^+ + cpnBack_{t_j} + premBack - margin \times rL \times t_j \right]$$

ii. 期权未敲入未敲出

$$pv_i = e^{-rT} \cdot [rebate_T + cpnBack_T + premBack - margin \times rL \times T]$$

iii. 期权敲入但未敲出

$$pv_i = e^{-rT} \cdot [-pPut \times \min((Kput - S_T)^+, Kput - Bottom) + cpnBack_T + premBack - margin \times rL \times T]$$

2、计算期权的估值：

期权估值的计算为  $PV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n pv_i$

#### (三) 希腊值计算方法

我们使用差分法计算 Greeks。

$$Delta = \frac{PV(S + dS) - PV(S - dS)}{2 \times dS}, \text{ 其中 } dS = 0.01S$$

$$Gamma = \frac{PV(S + dS) - 2 \times PV(S) + PV(S - dS)}{dS^2}, \text{ 其中 } dS = 0.01S$$

$$Vega = \frac{PV(\sigma + d\sigma) - PV(\sigma - d\sigma)}{2 \times d\sigma}, \text{ 其中 } d\sigma = 0.01$$

								snowball定价模型-用c++计算4	
		-0.50%		输入参数:					
kout	kout				S0	25.66	初始时刻股价, S0*kout=敲出价		
date-交易	date2	kout	coupon1						
66	94	100.00%	3.6%	st	25.66	t时刻股价			
87	123	99.50%	4.7%	coupon1	14.00%	敲出票息/年化			
104	153	99.00%	5.9%	coupon2	14.00%	红利票息(未敲出融入票息)/年化			
126	185	98.50%	7.1%	T	248	雪球总期限是多少交易日/ttotal			
147	214	98.00%	8.2%	t	1	t天, t=1为初始卖期权时刻			
168	245	97.50%	9.4%	kout观察点个数/m	10	雪球总期限是几个月/m。12个月锁3个月的, m从12个变成10个			
184	276	97.00%	10.6%	kout date		雪球敲出观察日是哪几天			
204	304	96.50%	11.7%	kin	0.75	k*kin=敲入价格			
227	335	96.00%	12.8%	kinflag0	0	t时刻前面是否已敲入			
248	367	95.50%	14.1%	put参与率	100%	敲入后的put参与率, 默认是100%			
				put strike1	100%	敲入后是put还是put spread			
				put strike2	75%	withfloor保底80%, k2=80%。不保底正常雪球k2=0。			
				call参与率	0%	otm雪球的, 亏损在80%以下的, k1=80%, k2=0。			
				call strike1	100%	针对雪球plus, 敲出后除了票息外还有股票上涨收益。若不是plus, 填0			
				call strike2	0%	eg, call k1=103%, 敲出时股票涨幅相比于S0涨了10%, plus=10%-3%			
				vol	30.00%	针对雪球plus, 敲出后是call spread			
				rf	6.00%				
				q	0.00%				
				margin率	25.00%	客户支付的保证金比例			
				margin yield	3.00%	保证金收益率-年化			
				fanxi_yield_a	2.00%	年化返息率			
				fanxi_yield_n	1.00%	非年化返息率, 固定返息, 绝对返息			
				n	20,000	蒙特卡洛次数			
				输出结果:					
				期权价格	0.55%	百分比报价			
				delta	0.2577				