

分析师:

徐寅

S0190514070004

刘海燕

S0190520080002

宫民

S0190521040001

【兴证金工】场外期权系列之五：如何对雪球结构定价？

2021年6月28日

报告关键点

本报告为场外期权系列报告的第五篇，介绍了近期市场关注度极高的雪球结构。文章依循品种介绍到定价方法，再到是否值得投资的脉络依次展开，由浅入深并结合案例进行分析，对雪球结构进行了全面的讨论，希望能为投资者提供部分参考。

相关报告

《场外期权系列之一：国内外场外期权的发展、现状和主要产品》2018-03-16

《场外期权系列之二：二元期权及其理财产品》2018-05-13

《场外期权系列之三：价差期权及其理财产品》2018-12-14

《场外期权系列之四：鲨鱼鳍期权及其理财产品》2019-01-06

投资要点

- 雪球产品是一类典型的自动赎回结构化产品，当标的资产的价格在特定日期超过某约定的水平时，产品触发自动赎回，因为雪球产品通常能提供较高的票息，所以近年来得到了广大投资者的青睐，市场规模不断扩张。
- 雪球产品的支付结构较为复杂，在标的资产的不同情景下收益有所不同，可以将其看作多个结构更简单的障碍期权的组合，根据雪球产品的支付规则，本文将所有收益情景分成三大类：敲出、未敲入未敲出和敲入未敲出，并分别使用有限差分法和蒙特卡罗模拟进行定价，从最终定价结果分析，两种方法的差异较小。
- 本文使用蒙特卡罗模拟的方法对产品的收益结构进行分析，在风险中性测度下，产品提前敲出的概率是非常大的，占比超过了70%，此时投资者提前获利了结；未敲入且未敲出的轨道数量占比不到5%，这是投资者最希望发生的情况，从结果来看最终能在整个产品存续期间年化获利25%的概率不到5%；敲入且未敲出的情形占比接近25%左右，此时投资者的最大收益为0，意味着购买该产品投资者有25%的概率产生亏损。
- 当产品条款已确定时，利用本文的案例对标的资产预期收益率和波动率进行分析，我们发现当标的资产的预期收益率较高且处于低波动的状态时，投资者未来的潜在收益增加，因此我们建议投资者在购买雪球结构时对未来标的的走势和波动进行预判，若看好标的的走势且波动趋于平缓，投资者购买产品的胜率将提高。
- 对投资者而言，雪球产品的高票息和高胜率极具吸引力；对产品发行方而言，通常选择高波动的挂钩资产并使用贴水的股指期货进行对冲来获取高抛低吸的收益，这也是发行方能够提供高票息背后的原因。
- 为了降低投资者亏损离场的风险，海内外的产品发行方对雪球结构不断创新，常见的一些方式有：增加雪球结构提前敲出赎回的概率、将单个的标的资产修改为一篮子标的以及设置产品发生亏损后的处理条款。

风险提示：本报告基于公开资料的统计和整理，不构成投资建议。

目 录

1、初见庐山：什么是雪球产品？	3 -
1.1、雪球结构化产品模式简介	3 -
1.2、情景分析	4 -
2、抽丝剥茧：如何对雪球产品定价？	7 -
2.1、雪球结构拆解	8 -
2.2、有限差分法	9 -
2.3、蒙特卡罗模拟	16 -
3、追本溯源：雪球产品是否值得投资？	19 -
3.1、什么样的市场环境适合投资雪球产品	19 -
3.2、高票息背后的原因	21 -
4、推陈出新：雪球产品的创新模式	23 -
4.1、牺牲部分票息以增加提前敲出的概率	23 -
4.2、挂钩资产由单资产替换为一篮子标的	25 -
4.3、设置产品亏损后的处理条款	25 -
5、总结	25 -
图表 1、雪球结构的收益凭证案例	4 -
图表 2、雪球结构的收益凭证到期收益分析	4 -
图表 3、雪球产品触发敲出（未发生敲入）	5 -
图表 4、雪球产品触发敲出（曾发生敲入）	5 -
图表 5、雪球产品从未触发敲入和敲出	6 -
图表 6、敲入且未敲出（到期价格不低于期初价格）	6 -
图表 7、敲入且未敲出（到期价格低于期初价格）	7 -
图表 8、欧式看涨期权 PDE 示意图	10 -
图表 9、欧式看涨期权 PDE 有限差分格式示意图	10 -
图表 10、显式、隐式和半隐式有限差分格式示意图	11 -
图表 11、上涨生效触碰期权 PDE 示意图	13 -
图表 12、双边触碰生效期权（DOT）PDE 示意图	14 -
图表 13、上涨失效看跌期权（UOP）PDE 示意图	15 -
图表 14、双边失效看跌期权（DKOP）PDE 示意图	15 -
图表 15、雪球期权不同情景期权价格	16 -
图表 16、经典蒙特卡罗方法对期权定价的步骤	16 -
图表 17、蒙特卡罗模拟 10000 条轨道的发展路径	17 -
图表 18、风险中性测度下不同轨道数量下各种情形发生的概率占比	18 -
图表 19、雪球结构的定价结果随着模拟轨道数量的增加而收敛	18 -
图表 20、两种方法对雪球结构定价结果的比较	19 -
图表 21、本文案例中雪球结构的投资胜率随着标的资产收益率的提高而增加（控制其他变量）	19 -
图表 22、本文案例中雪球结构的贴现价值随着标的资产波动率的提高而降低（控制其他变量）	20 -
图表 23、股指期货不同年份的年化基差率	22 -
图表 24、重要宽基指数的收益波动情况（2016/1/4-2021/6/16）	23 -
图表 25、阶梯型下降的敲出门槛（Step Down）的雪球产品	24 -
图表 26、设置逃生舱结构的雪球产品模式（假设预设观察期为 90 天）	24 -

1、初见庐山：什么是雪球产品？

1.1、雪球结构化产品模式简介

结构化产品 (Structured Products) 是指运用金融工程技术, 对债券、期权、互换等工具进行重新设计后构造的复杂金融衍生产品, 在海内外市场中已经有了一定的发展历史。若将赎回条款附加到结构化产品中, 即产品存续期间挂钩的标的资产满足提前赎回条件, 投资者可以获得较高收益, 具有这种特征的产品称为自动赎回的结构化产品。由于赎回条款增加了产品的吸引力, 自从法国巴黎银行在 2003 年 8 月 15 日发行了首只可赎回结构化产品后, 自动赎回产品的数量和名义本金不断增加。

目前备受关注的雪球产品是一类典型的自动赎回结构化产品, 当标的资产的价格在特定日期超过某约定的水平时, 产品触发自动赎回, 因为雪球产品通常能提供较高的票息, 所以近年来得到了广大投资者的青睐, 市场规模不断扩张。我们首先对雪球结构化产品进行简单的介绍, 雪球结构属于路径依赖的产品, 每一个产品都有挂钩的标的资产 (可以是个股、股票指数或者指定的一篮子股票), 且每个产品都有一定的观察期限, 标的资产的价格变化路径以及最终表现决定了投资者的收益。

下表展示了雪球结构收益凭证的案例, 该产品的期限为 360 天, 挂钩标的为中证 500 指数, 根据产品的条款, 敲出水平为标的资产期初价格的 103%, 敲入水平为期初价格的 80%, 雪球结构将从第三个月开始每月观察期权是否敲出并每日观察期权是否敲入, 若在任一敲出观察日, 挂钩标的的收盘价格大于或等于标的指数的期初价格*103%, 投资者可以获得 100%本金+敲出票息; 若在观察期限内既没发生敲出也没发生敲入, 投资者获得 100%本金+红利票息; 若在观察期内敲入且未敲出, 且标的资产的到期价格小于期初价格, 投资者相当于将名义本金 (100 万) 以期初价格买入标的并持有到期, 此时投资者发生亏损; 若在观察期内敲入且未敲出, 且标的资产的到期价格处于期初价格和敲出价格之间, 投资者全额收回本金, 无额外收益。

图表 1、雪球结构的收益凭证案例

产品要素	要素性质（示例）
标的资产	中证 500 指数（000905.SH）
观察期限	360 天，从第三个月开始每月观察敲出+每日观察敲入
期权结构	自动敲入敲出结构
名义本金	100 万
敲出水平	期初价格*103%
敲入水平	期初价格*80%
敲出票息(同红利票息)	25%（年化）
敲出事件（每月观察）	若在任一敲出观察日，挂钩标的收盘价格大于等于敲出水平
敲入事件（每日观察）	若在任一敲入观察日，挂钩标的收盘价格小于敲入水平
收益计算（不包括本金）	敲出（自动提前终止）： $25\% * \text{名义本金} * \text{计息天数} / 365$
	未敲入未敲出： $25\% * \text{名义本金} * \text{计息天数} / 365$ （在此计息天数为 360 天）
	敲入且未敲出（标的期末价格小于期初价格）： $(\text{期末价格} / \text{期初价格} - 1) * \text{本金}$
	敲入且未敲出（标的期末价格处于期初价格与敲出价格之间）：0

资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

图表 2、雪球结构的收益凭证到期收益分析

情况	具体分析	合约实际结束时间	投资者收益（不包括本金）	是否获得正收益
敲出	从第 3 个月开始，10 个敲出观察日中的任何一日标的资产价格大于或等于沪深 300 初始价格的 103%（T 日敲出）	T 日合约提前终止	$25\% * T / 365 * \text{本金}$	是
未敲入且未敲出	标的价格每日都不低于初始价格的 80%，且每个敲出观察日都小于初始价格的 103%	合约持有到期	$25\% * 360 / 365 * \text{本金}$	是（此时收益最高）
敲入且未敲出	任一交易日跌破初始价格的 80%，且 10 个敲出观察日都小于初始价格的 103%， 标的资产的期末价格小于期初价格	合约持有到期	$(\text{期末价格} / \text{期初价格} - 1) * \text{本金}$	否（发生亏损）
	任一交易日跌破初始价格的 80%，且 10 个敲出观察日都不高于初始价格的 103%， 标的资产的期末价格处于期初价格与敲出价格之间	合约持有到期	0	否（保本）

资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

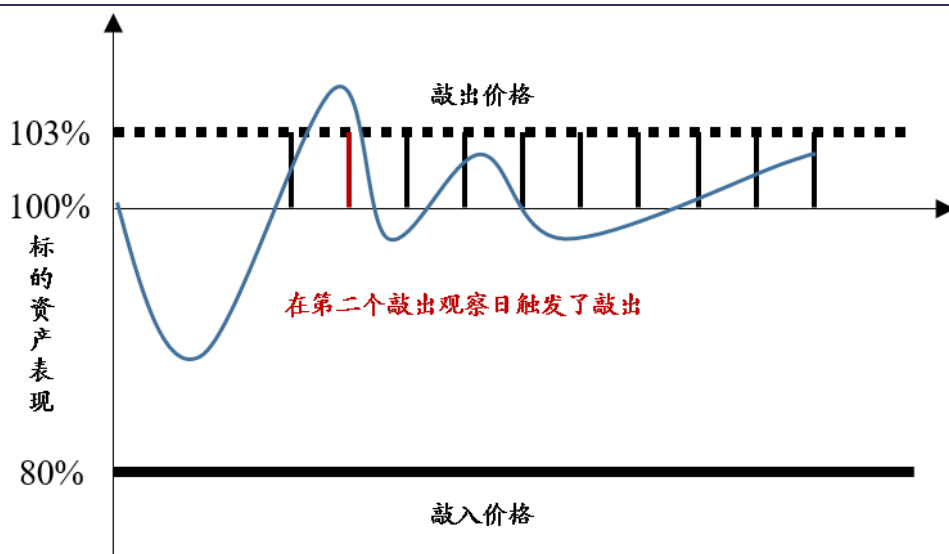
1.2、情景分析

在简单介绍了雪球产品之后，我们仍旧使用 1.1. 中的案例并采用情景分析的形式对每一种情况举例，试图更加形象地展示雪球产品的收益结构。上述产品的存续时间为 360 天（如果敲出合约提前终止），我们不妨假设从第三个月开始，每隔 30 天观察产品是否敲出，即产品存续期内的第 $30 * N$ 天为产品的敲出观察日（ $N=3, 4, \dots, 12$ ），产品在不同路径下的收益结构有所不同。

➤ 触发敲出，产品提前结束

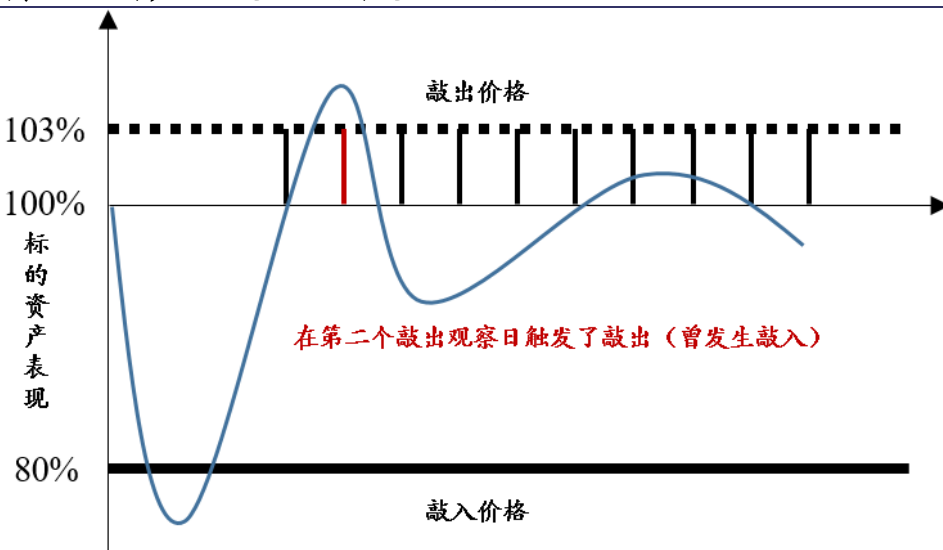
从第三个月开始，逐月观察标的资产在敲出观察日的价格，当标的资产的价格大于等于敲出价格，投资者将获得 25% 的年化收益率，产品提前赎回。具体而言，在产品的存续期内提前敲出分为两种情况，一种是雪球产品在在触发敲出之前从未敲入（参见图表 3），另一种是在敲出之前曾发生过敲入（参见图表 4），但是这两种的计息方式是一样的，下图表中的案例均在第二个敲出观察日触发了敲出，无论在敲出之前是否触发了敲入，投资者获利了结，到期收益均为 $25\% \times T/365 \times$ 本金（ $T=120$ ），并且全额收回本金。

图表 3、雪球产品触发敲出（未发生敲入）



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

图表 4、雪球产品触发敲出（曾发生敲入）



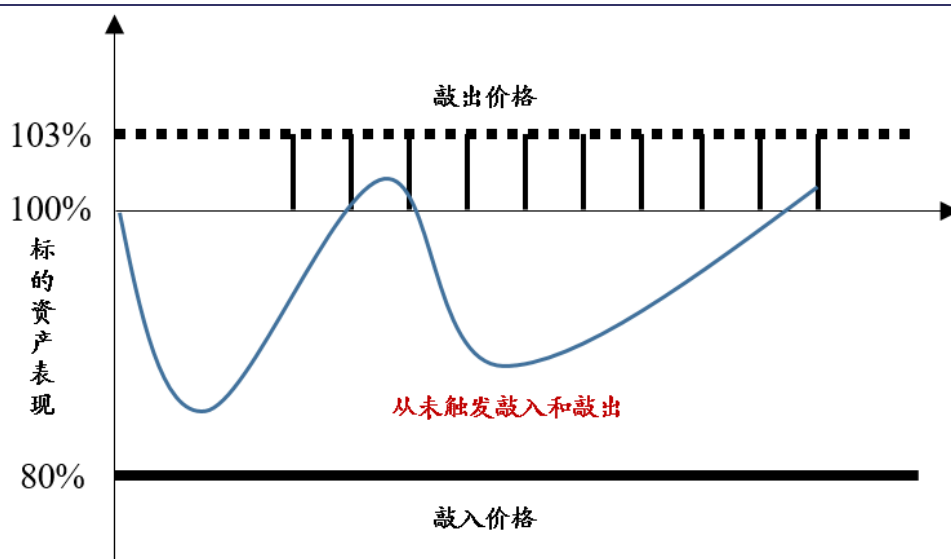
资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

➤ 从未触发敲入和敲出

在存续期内，标的资产价格既没有触发敲入，也没有触发敲出，产品到期

终止，整个存续期的年化收益率为 25%，投资者到期收回本金，且产品存续期的票息为 $25\% \times T/365 \times \text{本金}$ ($T=360$)，这是所有情况中最有利于投资者的一种。

图表 5、雪球产品从未触发敲入和敲出

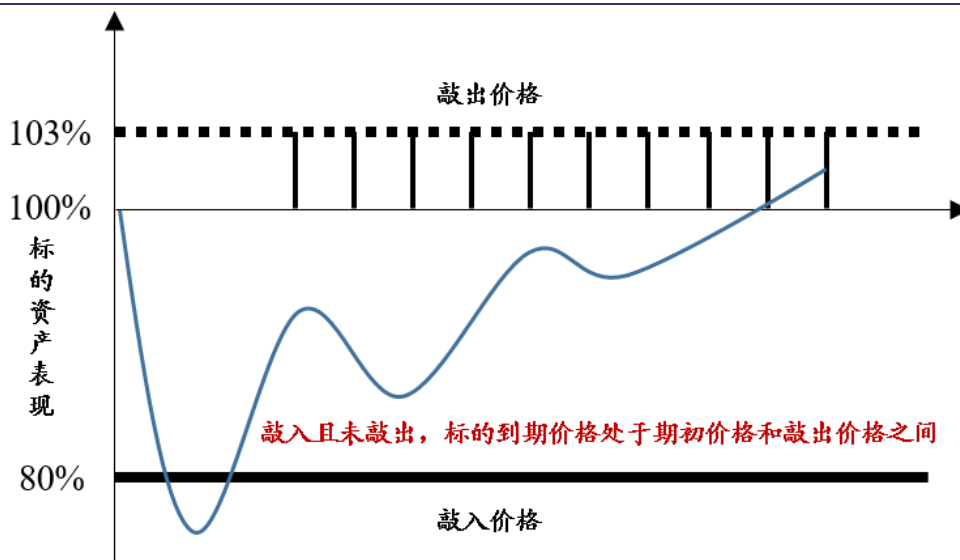


资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

➤ 敲入且未敲出

若在产品存续期内，标的价格从未触发敲出但触发了敲入，此时投资者的收益由标的资产的到期价格决定。若标的资产的到期价格高于期初价格但是低于敲出价格（参见图表 6），此时投资者收回期初支付的名义本金，没有额外的票息收益。

图表 6、敲入且未敲出（到期价格不低于期初价格）



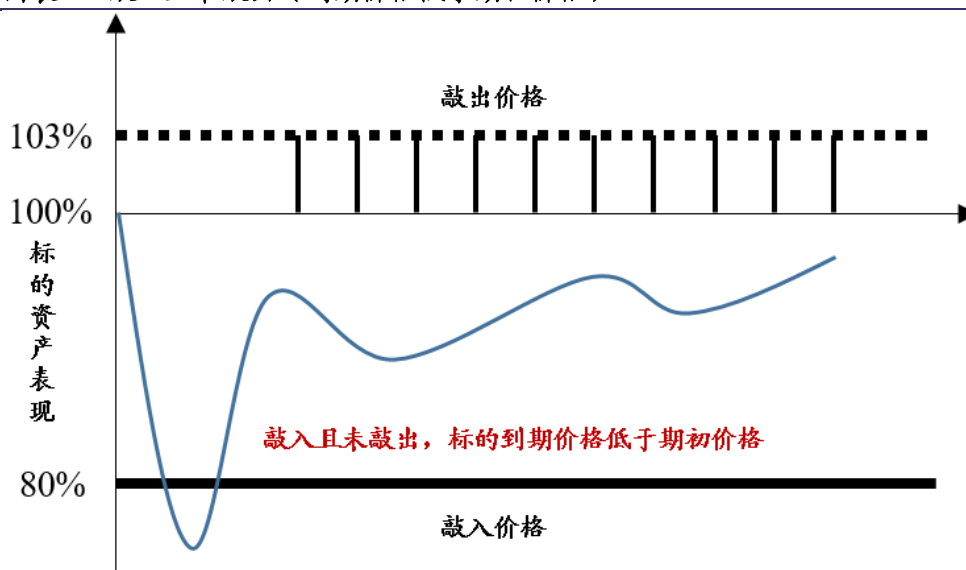
资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

若标的资产的到期价格低于期初价格（参见图表 7），此时投资者不但不能获得收益，还要承担标的资产在产品存续期间的跌幅所对应的名义本金价值，亏损金额为 $(\text{期末价格}/\text{期初价格}-1) \times \text{名义本金}$ ，这也是雪球产品本金发生亏损的唯一

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

情形。

图表 7、敲入且未敲出（到期价格低于期初价格）



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

细心的读者不难发现，其实敲入且未敲出的两种情况可以合并为一种，已知当 $S_t < S_0$ 时，投资者的到期损益为 $S_t - S_0$ ；反之投资者的到期收益为 0，所以合约到期时刻投资者的收益可以表示为 $-\max(S_0 - S_t, 0)$ ，故敲入且未敲出的到期损益等同于投资者卖出了一份行权价为 S_0 的看跌期权的损益。

通过以上的情景分析可知，当标的处于窄幅震荡或者上涨的行情中时，雪球获得正收益的概率比较大；反之如果标的资产持续下跌且未快速反弹至敲出水平，投资者到期可能发生亏损；根据产品的到期收益结构不难看出，购买雪球结构的投资者其实是卖出了带有复杂障碍条件的看跌期权，当标的资产上涨时投资者获得收益（有天花板），但是当标的资产下跌时，可能承担和资产价格相同的跌幅。

2、抽丝剥茧：如何对雪球产品定价？

在上一部分中，我们详细介绍了雪球结构的基本情况，并以案例的方式对不同情景下的收益结构进行了分析。从本部分开始，我们将深入到定价的层面，首先将复杂的雪球结构拆分成相对简单的期权，并尝试使用有限差分法和蒙特卡罗模拟的方法对各个期权定价。

为了保持一致性，我们仍旧以 1.1 中的产品条款为例，对产品进行定价分析。不妨假设在中证 500 指数在期初的价格为 6500 点，我们使用中证 500 指数过去两年（2019/1/1-2020/12/31）的历史年化波动率 24.55% 作为标的波动率的估计值，无风险收益率设置为 3%，且暂不考虑标的资产的分红（实际操作中也有将期货的贴水率作为参数输入到模型中）；敲出价格和敲入价格分别为标的资产期初价格的 103% 和 80%，存续期内一共有 10 个敲出观察日，从产品发行的第三个月末开始（第 90 天），每隔 30 天观察一次是否敲出，每日观察是否敲入。

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

产品参数用符号表示如下：产品期限 $T = \frac{360}{365}$ 年；敲出收益率（同红利票息） $R_1 = 25\%$ ；敲出观察日共有 10 个，分别是 $t_1 = \frac{3 \times 30}{365}, t_2 = \frac{4 \times 30}{365}, \dots, t_{10} = \frac{12 \times 30}{365}$ ；标的当前价格 $S_0 = 6500$ ；敲出价格 $K_{out} = 6695$ ；敲入价格 $K_{in} = 5200$ 。

2.1、雪球结构拆解

雪球产品的支付结构较为复杂，在标的资产的不同实现情景下收益有所不同。为了进一步分析此产品的收益特征，我们可以将其看作多个结构更简单的障碍期权的组合，下面我们具体阐述如何将雪球产品进行分解。

根据雪球产品的支付规则，我们可以将所有收益情景分成三大类：敲出、未敲入未敲出和敲入未敲出。

情景一：敲出

若标的价格在观察日 t_1 发生敲出，则产品自动赎回，收益率 $= R_1 * t_1$ 。这种情况下的支付可看作一个上涨生效触碰期权（One-Touch Up, OTU），需要注意的是障碍是离散的，且敲出收益依赖于敲出时间。

$$V_1 = OTU(R = [R_1 * t_1, R_1 * t_2, R_1 * t_3, \dots, R_1 * t_{10}])$$

情景二：未敲入未敲出

若标的价格一直在敲入价 K_{in} 和敲出价 K_{out} 范围内，即未触碰上下边界，则产品期末有收益率 $= R_1$ 。这种情况下的支付可看作一个双边失效触碰期权（Double No-Touch, DNT）。

$$V_2 = DNT(K_{in}, K_{out})$$

情景三：敲入未敲出

若标的在存续期内曾经敲入，但从未敲出，则在期末的产品支付等价于卖出一个看跌期权，期末收益率为 $-\max(S_0 - S_T, 0)$ 。这种情况下的支付可看作一个上涨失效看跌障碍期权（Up and Out Put, UOP）和一个双边失效看跌障碍期权（Double Knock-Out Put, DKOP）的组合。即做空一份 UOP，做多一份 DKOP：

$$V_3 = DKOP(K = S_0, K_{in}, K_{out}) - UOP(K = S_0, K_{in})$$

我们来验证下这个期权组合的支付结构是否等价于雪球产品仅在情景三的支付。首先我们来看此期权组合的支付情景：

情景一：此时 UOP 和 DKOP 都敲出，总支付为 0，符合。

情景二：此时 UOP 和 DKOP 都没有敲出，在期末两者支付相反，总支付为

0, 符合。

情景三：此时价格有触碰到 DKOP 下边界，敲出收益为 0，而 UOP 未敲出，在期末总支付为 $-\max(S_0 - S_T, 0)$ ，符合。

综合来看，期权 V1、V2 和 V3 分别复制了雪球产品在情景一、情景二和情景三三支付结构。因此一单位雪球产品 V 可以看作期权 V1、V2 和 V3 的一个组合，其价值满足如下关系：

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

2.2、有限差分法

➤ 方法介绍

有限差分法 (Finite Difference) 是求解低维微分方程的常用方法，它的主要思想是通过差分来近似导数，从而找到微分方程的近似解。在 Black-Scholes 框架下，我们假设资产 S 服从几何布朗运动，若有一个挂钩 S 的期权，其在 t 时刻的价值可表示为标的 S 价格和时间 t 的函数 $f(t, S)$ ，则期权价值函数服从如下 BS 微分方程：

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (1)$$

其中 r 表示无风险收益率， σ 表示标的波动率。

我们的求解目标是获得时刻 0 时，不同标的价格下期权的价值函数 $f(0, S)$ 。注意到上式对所有价值仅依赖于 t 和 S 的期权均成立，比如欧式看涨、看跌或者二元期权等等，对不同支付结构期权的定价是通过设定不同的边界和终值条件而实现的。

我们以简单欧式看涨期权为例，假设到期日为 T，行权价为 K。为了求解方程 (1)，我们需要明确方程的定义域以及边界和终值条件：

终值条件：

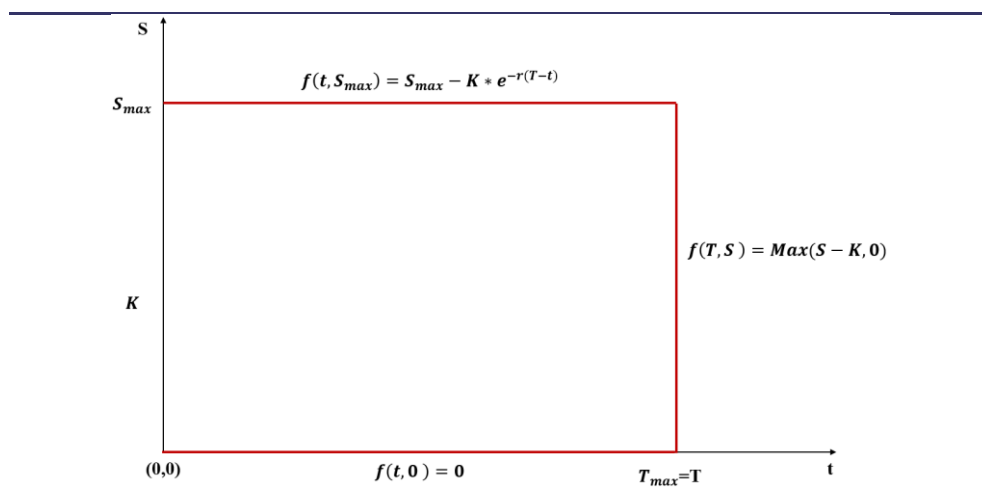
$$f(T, S) = \max(S - K, 0)$$

边界条件：

$$\begin{cases} f(t, S_{\max}) = S_{\max} - Ke^{-r(T-t)}, & 0 \leq t \leq T \\ f(t, 0) = 0, & 0 \leq t \leq T \end{cases}$$

其中 S_{\max} 是一个远大于 K 的常数，是方程在空间维度的上边界。0 是方程在空间维度的下边界。下图给出了欧式看涨期权满足的 PDE 及其边界和终值条件。

图表 8、欧式看涨期权 PDE 示意图

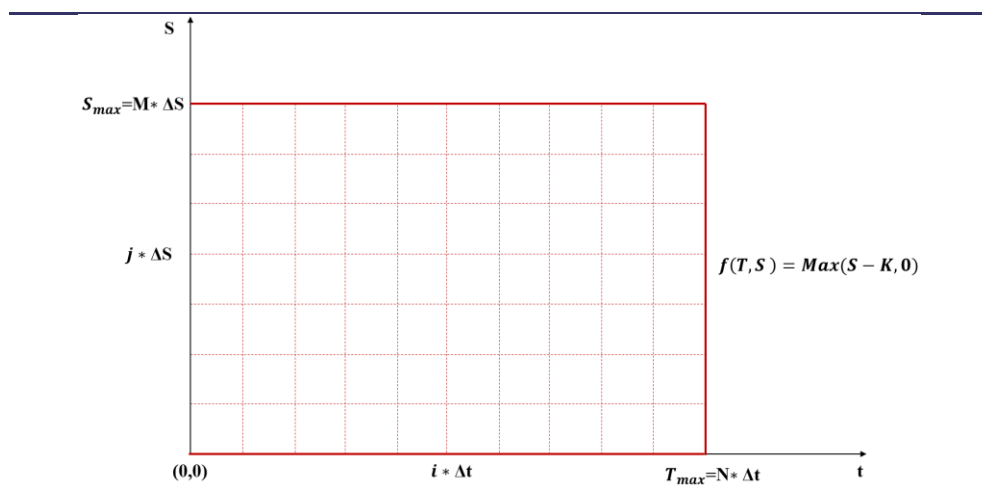


资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

为了通过有限差分方法求解 $f(0, S)$ ，我们需要先对定义域划分网格，然后使用差分来近似导数，从而将等式（1）转化为不同网格点间的线性关系等式。

我们将时间维度上区间 $[0, T]$ 等距划分为 N 段，间隔为 Δt 。将空间维度的区间 $[0, S_{\max}]$ 划分为 M 段，间隔为 ΔS 。即网格中的每个点都可表示为 $[i\Delta t, j\Delta S]$ ，其中 $0 \leq i \leq N$ ， $0 \leq j \leq M$ 。

图表 9、欧式看涨期权 PDE 有限差分格式示意图

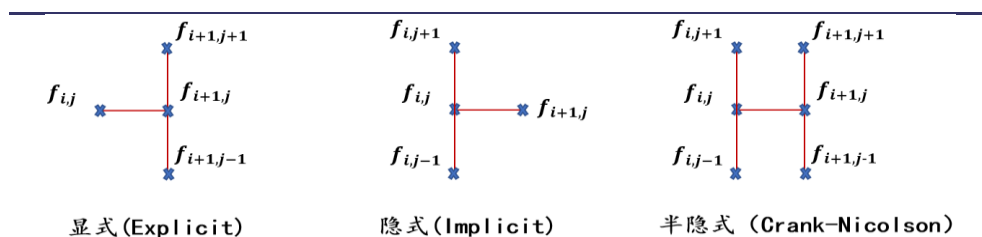


资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

根据差分方式的不同，有限差分法可分为显式、隐式和半隐式方法。这些方法的区别在于找到了不同相邻格点之间的线性关系。我们用符号 $f_{i,j}$ 表示 $f(i\Delta t, j\Delta S)$ 。举例来说，显式方法中我们得到了 i 时刻的 $f_{i,j}$ 与 $i+1$ 时刻三个相邻格点的关系式。因此给定 $i+1$ 时刻的函数值，我们可以直接计算 $f_{i,j}$ 。换句话说，给定时刻 T 的函数终值条件和边界条件，我们可以从时刻 N 逐步向前迭代计

算每个时刻 i 的函数值，直到时刻 0。

图表 10、显式、隐式和半隐式有限差分格式示意图



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

不过由于半隐式方法更加稳定，收敛速度也更快，我们这里具体介绍半隐式差分格式的推导与使用。我们用以下有限差分来近似方程 (1) 中的偏导数：

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial t} &\approx \frac{f_{i+1,j} - f_{i,j}}{\Delta t} \\ \frac{\partial f}{\partial S} &\approx \frac{1}{2} \left(\frac{f_{i+1,j+1} - f_{i+1,j-1}}{2\Delta S} + \frac{f_{i,j+1} - f_{i,j-1}}{2\Delta S} \right) \\ \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} &\approx \frac{1}{2} \left(\frac{f_{i+1,j+1} + f_{i+1,j-1} - 2f_{i+1,j}}{\Delta S^2} + \frac{f_{i,j+1} + f_{i,j-1} - 2f_{i,j}}{\Delta S^2} \right)\end{aligned}$$

插入方程 (1) 中可得：

$$\begin{aligned}\frac{f_{i+1,j} - f_{i,j}}{\Delta t} &= -\frac{rj\Delta S}{2} \left(\frac{f_{i+1,j+1} - f_{i+1,j-1}}{2\Delta S} + \frac{f_{i,j+1} - f_{i,j-1}}{2\Delta S} \right) - \\ &\quad \frac{1}{4} \sigma^2 j^2 (\Delta S)^2 \left(\frac{f_{i+1,j+1} + f_{i+1,j-1} - 2f_{i+1,j}}{\Delta S^2} + \frac{f_{i,j+1} + f_{i,j-1} - 2f_{i,j}}{\Delta S^2} \right) \\ &\quad + \frac{r}{2} (f_{i+1,j} + f_{i,j})\end{aligned}$$

化简得到：

$$\begin{aligned}-\alpha_j f_{i,j-1} + (1 - \beta_j) f_{i,j} - \gamma_j f_{i,j+1} &= \\ \alpha_j f_{i+1,j-1} + (1 + \beta_j) f_{i+1,j} + \gamma_j f_{i+1,j+1}\end{aligned} \quad (2)$$

其中：

$$\begin{aligned}\alpha_j &= \frac{\Delta t}{4} (\sigma^2 j^2 - rj) \\ \beta_j &= -\frac{\Delta t}{2} (\sigma^2 j^2 + r) \\ \gamma_j &= \frac{\Delta t}{4} (\sigma^2 j^2 + rj)\end{aligned}$$

进一步我们可以将等式（2）写成矩阵形式：

$$\mathbf{M}_1 \mathbf{f}_i = \mathbf{M}_2 \mathbf{f}_{i+1} + \mathbf{b} \quad (3)$$

其中 \mathbf{f}_i 和 \mathbf{b} 是长度为 $M-1$ 的向量：

$$\mathbf{f}_i = [f_{i,1}, f_{i,2}, f_{i,3}, \dots, f_{i,M-1}]^T$$

$$\mathbf{b} = [\alpha_1(f_{i,0} + f_{i+1,0}), 0, \dots, 0, \gamma_{M-1}(f_{i,M} + f_{i+1,M})]^T$$

\mathbf{M}_1 和 \mathbf{M}_2 是维度 $(M-1) \times (M-1)$ 的矩阵：

$$\mathbf{M}_1 = \begin{bmatrix} 1-\beta_1 & -\gamma_1 & 0 & \cdots & 0 \\ -\alpha_2 & 1-\beta_2 & -\gamma_2 & \ddots & 0 \\ 0 & -\alpha_3 & & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & -\gamma_{M-2} \\ 0 & \cdots & 0 & -\alpha_{M-1} & 1-\beta_{M-1} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M}_2 = \begin{bmatrix} 1+\beta_1 & \gamma_1 & 0 & \cdots & 0 \\ \alpha_2 & 1+\beta_2 & \gamma_2 & \ddots & 0 \\ 0 & \alpha_3 & & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \gamma_{M-2} \\ 0 & \cdots & 0 & \alpha_{M-1} & 1+\beta_{M-1} \end{bmatrix}$$

等式（3）给出了一个向量迭代等式，我们从终值 \mathbf{f}_{N+1} 出发向前逐步迭代，最终得到 \mathbf{f}_0 ，即期权在期初的价格向量。

➤ 求解产品价值

前文中我们提到，雪球产品可以分解为若干障碍期权的组合，这意味着我们可以先对分解后的多个障碍期权定价，然后加总得到雪球产品价值。下面我们以前文的雪球产品为例，对收益情景进行分解，并使用有限差分法定价。

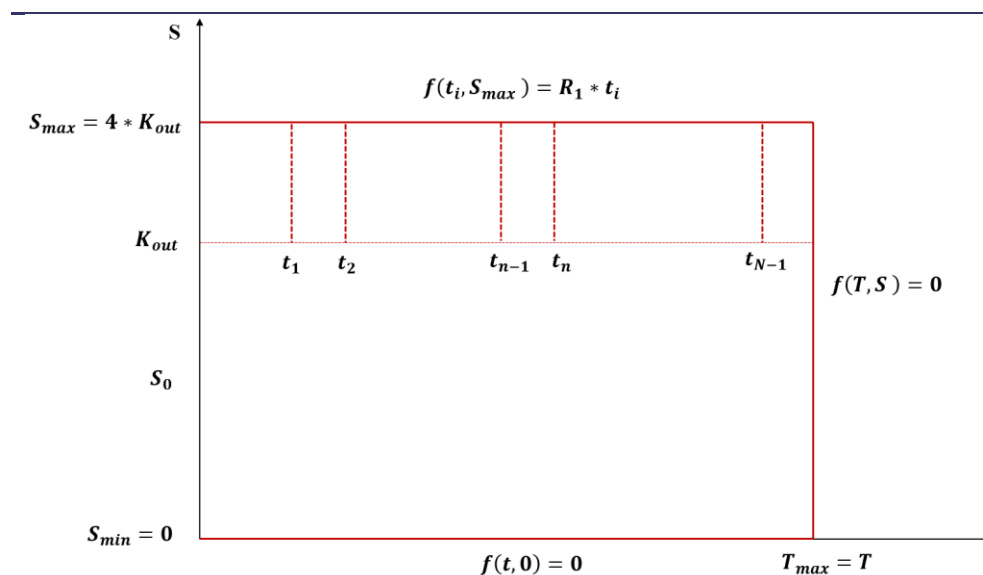
➤ 一、求解情景一期权价值

情景一的支付可看作一个上涨生效触碰期权（One-Touch Up, OTU），需要注意的是障碍是离散的，且敲出收益依赖于敲出时间。

$$V1 = OTU(R = [R_1 * t_1, R_1 * t_2, R_1 * t_3, \dots, R_1 * t_{10}])$$

我们首先给出此 OTU 期权价格函数满足的 PDE 示意图，图中给出了方程的边界和终值条件。其中方程下边界为 $S=0$ ，在下边界的函数值为 0；上边界为一个远大于 S_0 的数，这里设定为 4 倍的敲出价格 K_{out} ，上边界处各个观察日 t_i 函数值等于敲出收益 $R_1 * t_i$ ；方程终值条件为 $f(T, S) = 0$ 。

图表 11、上涨生效触碰期权 PDE 示意图



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

利用有限差分方法，我们求解得到 1 元名义本金对应的 OTU 期权价值约为 0.06414169 元，即 100 万元名义本金对应的情景一期权价值为 64141.69 元。

➤ 二、求解情景二期权价值

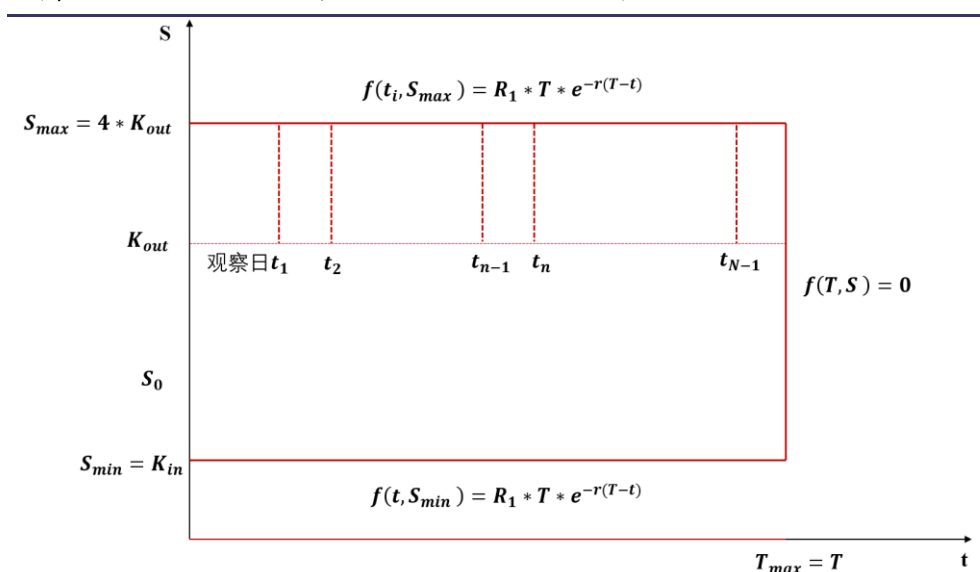
雪球产品在情景二的支付等价于一个双边触碰失效期权 (DNT)，这里我们根据障碍期权平价关系来简介求解其价值。首先我们定义双边触碰生效期权 (Double One-Touch, DOT)，DOT 与 DNT 支付结构对称，当标的价格触碰到敲出价时才进行支付，否则支付为 0。因此，一个双边触碰失效期权 (DNT) 与双边触碰生效期权 (DOT) 的组合是无风险的，在期末获得无风险收益 R_1 。两者价格存在如下平价关系：

$$DNT + DOT = R_1 T * e^{-rT}$$

下面我们先求解与情景二 DNT 期权对应的 DOT 期权价值，其价格函数满足的 PDE 示意图如下。方程下边界为敲入价格 K_{in} ，函数值为 $R_1 * T * e^{-r(T-t)}$ ；上边界为一个远大于 S_0 的数，这里设定为 4 倍的敲出价格 K_{out} ，上边界处各个观察日

t_i 函数值等于敲出收益 $R_1 * T * e^{-r(T-t)}$ ；方程终值条件为 $f(T, S) = 0$ 。

图表 12、双边触碰生效期权（DOT）PDE 示意图



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

利用有限差分方法，我们可以求解得到 1 元名义本金的 DOT 期权价值约为 0.2296065 元。利用 DOT 和 DNT 平价公式，我们得到 1 元名义本金的 DNT 期权价值约为 0.00977979 元，即 100 万元名义本金的情景二期权价值约为 9779.79 元。

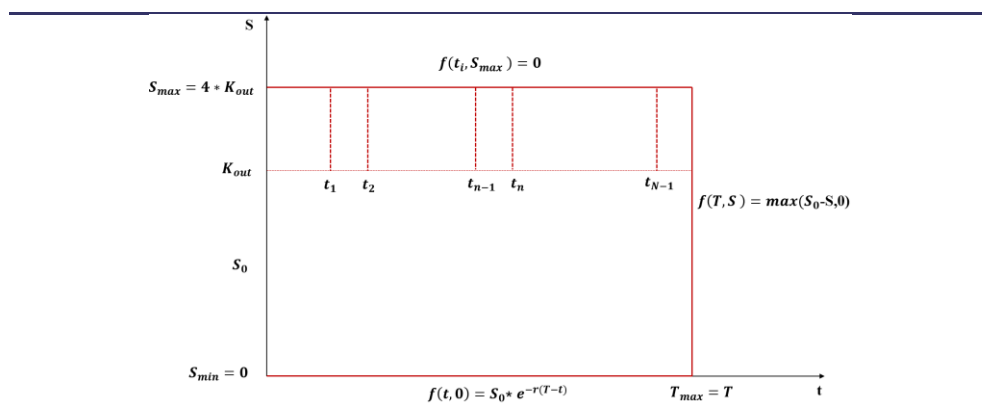
➤ 三、求解情景三期权价值

情景三的支付可看作 DKOP 和 UOP 期权的组合，其价值 V_3 满足：

$$V_3 = DKOP(K = S_0, K_{in}, K_{out}) - UOP(K = S_0, K_{in})$$

以下图表给出了 UOP 期权的 PDE 示意图。下边界为 0，函数值为 $f(t, 0) = S_0 * e^{-r(T-t)}$ ；上边界为一个远大于 S_0 的数，这里设定为 4 倍的敲出价格 K_{out} ，上边界处各个观察日 t_i 函数值等于 0；方程终值条件为 $f(T, S) = \max(S_0 - S, 0)$ 。

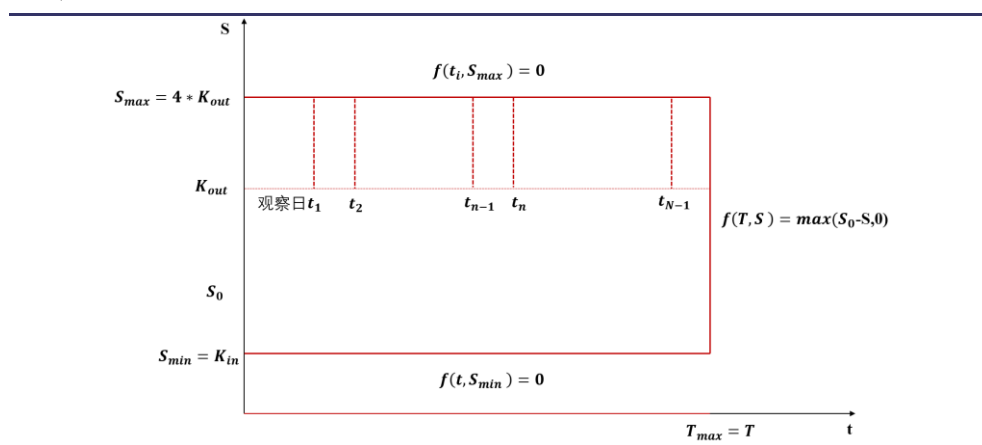
图表 13、上涨失效看跌期权（UOP）PDE 示意图



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

以下图表给出了 DKOP 期权的 PDE 示意图。下边界为敲入价格 K_{in} ，函数值为 0；上边界为一个远大于 S_0 的数，这里设定为 4 倍的敲出价格 K_{out} ，上边界处各个观察日 t_i 函数值等 0；方程终值条件为 $f(T, S) = \max(S_0 - S, 0)$ 。

图表 14、双边失效看跌期权（DKOP）PDE 示意图



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

分别求解上述 PDE 可得 1 元名义本金对应的 UOP 期权价值为 0.05687924 元，DKOP 期权价值为 0.00298139，因此 1 元名义本金对应的情景三期权价值为 -0.05389785 元，即 100 万元名义本金对应的情景三期权价值为 -53897.85 元。

➤ 雪球结构价值

根据以上计算，我们将雪球产品分解定价结果总结如下表。100 万名义本金对应的情景一期权价值为 64141.69 元，情景二期权价值为 9779.79 元，情景三期权价值为 -53897.85 元，求和得到雪球产品整体收益价值为 20023.63 元。

图表 15、雪球期权不同情景期权价格

情景	期权	价值（元）
情景一	上涨生效触碰期权	64141.69
情景二	双边失效触碰期权	9779.79
情景三	双边失效看跌障碍期权-上涨失效看跌障碍期权	-53897.85
总计	雪球结构	20023.63

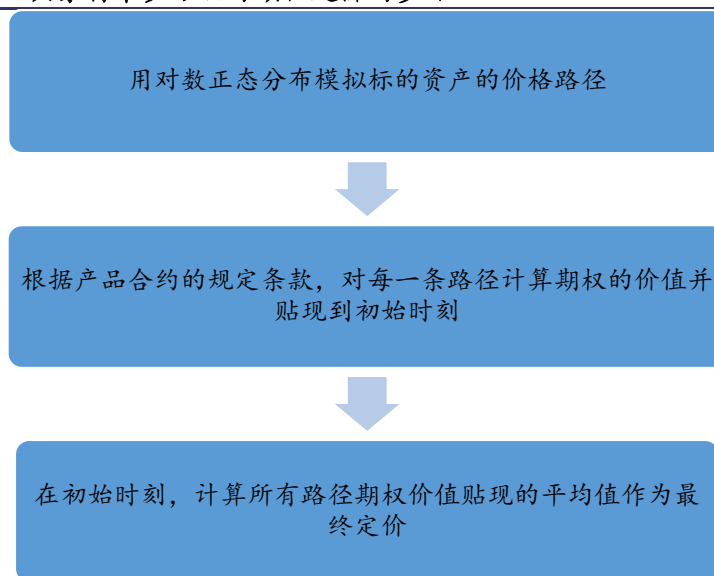
资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

2.3、蒙特卡罗模拟

对于简单的香草期权，我们通常使用 BS 模型定价，对于一些复杂的奇异期权可能并不存在解析解（在上文中我们使用了有限差分法对期权定价），但是考虑到有限差分法通常比较复杂，因此在实际应用中我们常常会尝试一些其他的定价方式。蒙特卡罗是一种通过模拟标的资产价格随机运动路径得到定价产品期望价值，并将此期望价值贴现至现在时点来估计衍生品价格的数值方法。蒙特卡罗模拟进行衍生品定价的核心在于生成标的价格的随机过程，如股价运动服从的伊藤过程，利率在 Hull-White 模型下服从的随机游走，只要给出具体表达式即可模拟。下面以股票价格为例进行说明：蒙特卡罗模拟随机产生一组股价的样本值，即模拟实验。在产生足够多样本值后，模拟实验的代数平均数常用来估计期权的收益分布期望值，然后用无风险利率对其贴现来得到衍生品的价格。蒙特卡罗模拟的实质是模拟标的变量的随机运动，预测其衍生品的平均回报，并由此得到衍生品价格的概率解。

蒙特卡罗的优点在于可以对各种复杂衍生产品进行定价，思想较为直接，但是蒙特卡罗有时收敛较慢，当设置的路径条数较多时会影响定价的效率。下面我们使用蒙特卡罗对上述雪球产品定价。

图表 16、经典蒙特卡罗方法对期权定价的步骤

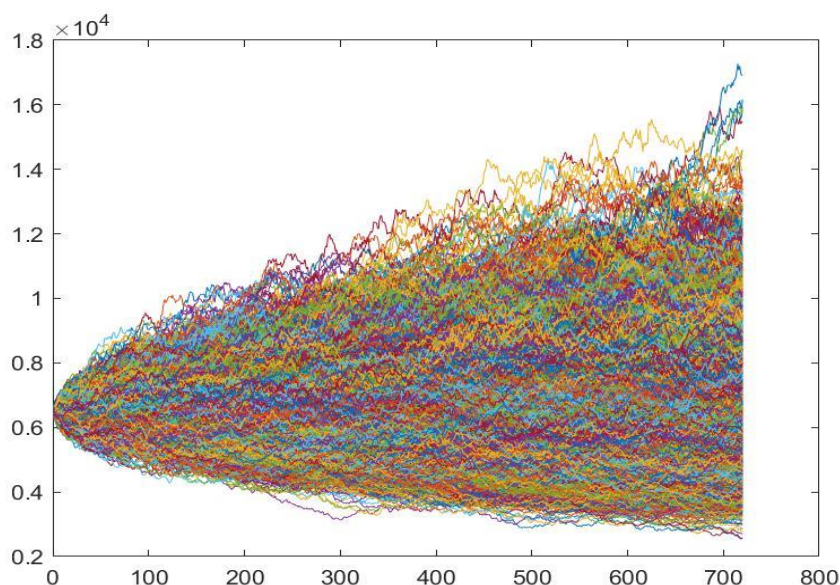


资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

为了更加直观地展示蒙特卡罗方法模拟的标的资产的价格发展路径，下图展示了 10000 条路径在 720 个节点下的价格模拟轨道，已知标的资产的期初价格为 6500，在全部路径中价格的最大值为 16909.40，最小值为 2549.60，均值为 6663.78。

图表 17、蒙特卡罗模拟 10000 条轨道的发展路径



资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

在对价格路径进行模拟之后，我们根据产品的条款可以知道每一条路径下的收益情况，从而对雪球产品进行贴现，全部路径下的贴现价格均值就是期权的当前价值。为了能与有限差分法相比较，所以在使用蒙特卡罗方法的时候我们也将同样根据雪球结构的三种情景分为**敲出部分**、**未敲入未敲出部分**和**敲入未敲出部分**，然后分别对其使用蒙特卡罗方法定价，加总后即可得到产品的总价值。

首先我们将目光聚焦于敲出、未敲入未敲出和敲入且未敲出三种情景各自发生的概率，从而更清晰地了解产品的收益分布情况。下表展示了在不同的模拟轨道数量下雪球结构各种情形发生的概率，随着轨道数量的增加，各种情形占比也趋于稳定。从最终的分布来看，在风险中性测度下，本产品提前敲出的概率是非常大的，占比超过了 70%，此时投资者提前获利了结；未敲入且未敲出的轨道数量占比不到 5%，这是投资者最希望发生的情况，从结果来看最终能在整个产品存续期间年化获利 25%的概率不到 5%；敲入且未敲出的情形占比接近 25%左右，此时投资者的最大收益为 0，意味着购买该产品投资者有 25%的概率产生亏损。

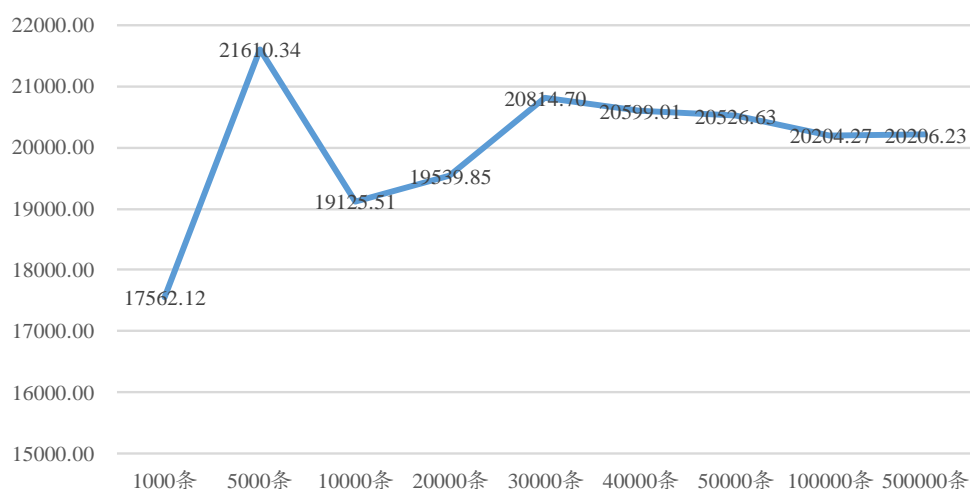
图表 18、风险中性测度下不同轨道数量下各种情形发生的概率占比

轨道数量	敲出轨道占比	未敲入且未敲出轨道占比	敲入且未敲出轨道占比
1000 条	69.50%	4.90%	25.60%
5000 条	71.44%	4.26%	24.30%
10000 条	70.44%	4.61%	24.95%
20000 条	70.99%	4.26%	24.76%
30000 条	70.81%	4.45%	24.73%
40000 条	70.85%	4.48%	24.68%
50000 条	70.74%	4.53%	24.73%
100000 条	70.79%	4.41%	24.80%
500000 条	70.71%	4.44%	24.85%
均值	70.70%	4.48%	24.82%

资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

下图展示了在不同的轨道数量下雪球产品的定价结果，随着模拟路数量的增加，蒙特卡罗定价的结果逐渐收敛。当轨道数量为 1000 条时，该雪球产品收益部分的贴现价值为 17562.12 元，大约在 3 万次模拟之后结果收敛到误差范围内，当模拟次数达到 50 万条时，雪球产品收益部分的贴现价值为 20206.23 元。

图表 19、雪球结构的定价结果随着模拟轨道数量的增加而收敛



资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

下表展示了有限差分法和蒙特卡罗模拟两种方法对雪球结构的定价结果。若从拆分后的结构进行分析，可以看到敲出部分和敲入且未敲出部分定价结果相差不超过 1%，若对整个雪球结构进行分析，可以看到两种方法的定价结果相差非常小，使用有限差分法的定价结果为 20024.63 元，而使用蒙特卡罗模拟的定价结果为 20206.23 元，两者相差比例为 0.91%。

图 20、两种方法对雪球结构定价结果的比较

	对应期权结构	有限差分法定价	蒙特卡罗模拟 (50 万条轨道)	误差比例 (假设有限差分法完全准确)
敲出部分	上涨生效触碰期权	64141.69	63911.62	-0.36%
未敲入且未敲出部分	双边失效触碰期权	9779.79	10623.01	8.62%
	双边失效看跌障碍			
敲入且未敲出部分	期权-上涨失效看跌障碍期权	-53897.85	-54328.39	0.80%
加总	雪球结构	20023.63	20206.23	0.91%

资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

3、追本溯源：雪球产品是否值得投资？

3.1、什么样的市场环境适合投资雪球产品

站在投资者的角度，我们需要关心的是雪球产品是否值得投资以及什么样的市场环境更适合投资；对于第一个问题，我们可以利用雪球产品的条款对其定价，并根据贴现价值进行判断，报告的第二部分已经对此内容进行了详细的讨论；对于第二个问题，我们需要对不同的环境参数和产品条款进行讨论，在本部分中我们将对标的资产的预期收益率和标的资产的波动率进行分析。

➤ 标的资产的收益率

对本文的案例进行分析，我们发现当其他条件相同时，标的资产的收益率越高，对投资者越有利，所以若未来一段时间的资产表现较好，投资胜率将提升。在风险中性测度下，默认风险资产的预期收益率等于无风险利率的收益率，实际投资中当投资者看好标的资产，认为未来不会持续下跌时，购买雪球结构的意愿将更强。下图表展示了不同的对数收益率假设下，本文中雪球结构收益的分布情况（10 万条轨道的蒙特卡罗模拟），在同一组随机数下，控制其他条件保持一致，当标的资产的对数收益率从 5% 变化到 40% 时，雪球结构的投资胜率也单调递增。

图 21、本文案例中雪球结构的投资胜率随着标的资产收益率的提高而增加（控制其他变量）

标的资产对数收益率	敲出比例	未敲入未敲出比例	敲入且未敲出比例	胜率
5%	72.92%	4.34%	22.74%	77.27%
10%	78.33%	3.87%	17.80%	82.20%
15%	83.12%	3.36%	13.52%	86.48%
20%	87.17%	2.74%	10.09%	89.91%
25%	90.50%	2.21%	7.29%	92.71%
30%	93.12%	1.81%	5.07%	94.93%
35%	95.21%	1.31%	3.48%	96.52%
40%	96.80%	0.90%	2.31%	97.69%

资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

上述结论也符合我们的逻辑直觉，对于投资者而言，购买雪球结构相当于卖

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

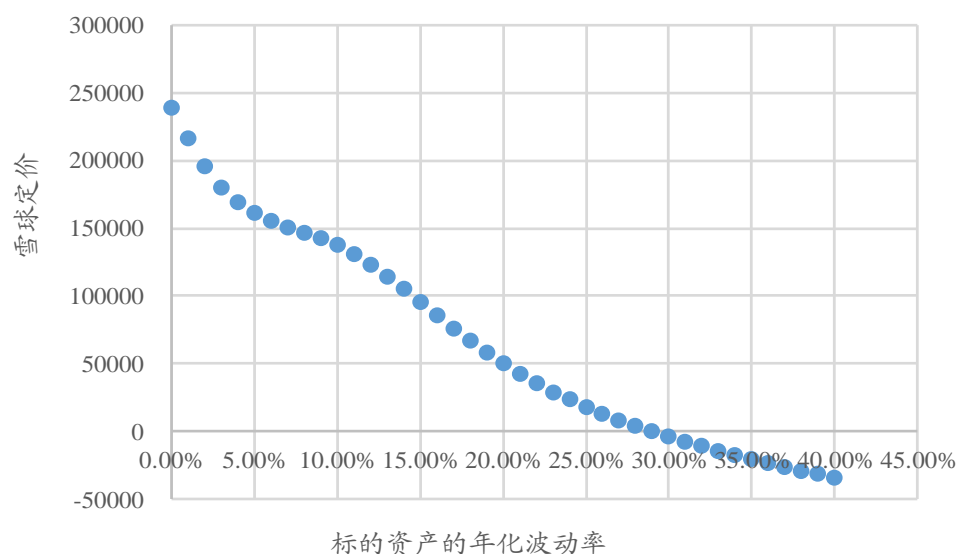
出了带有复杂障碍条款的看跌期权，若标的资产价格上涨概率较大，产品敲出概率增加，敲入且不敲出概率减小，投资者的收益将提升。近年来雪球产品规模的快速扩张也与权益资产整体表现较好有关，若标的资产处于趋势上涨周期（如 2019 年一季度），投资者获取正收益的概率增加，若标的资产处于趋势下跌周期中（如 2018 年），投资者亏损的概率也会相应增加。

➤ 标的资产的波动率

对本文的案例进行分析，我们发现当其他条件相同时，标的资产的波动率越低，雪球结构的贴现价值越高，对投资者越有利，所以若预期未来一段时间内标的波动率会下降，投资胜率将提升。我们不妨考虑极端的情况，若标的资产的波动率为 0，那么资产价格将随着时间的推移直线上行（假设标的资产的预期收益率为无风险收益率），投资者的到期收益有两种可能：若敲出价格较低，标的资产价格提前敲出，投资者提前获利了结；若敲出价格较高，产品持有到期，获得红利票息，无论是哪一种情况，投资者的收益均为正，此时投资的胜率为 100%；反之，若标的资产的波动率较大，未来的价格的上下限将宽幅波动，虽然提前敲出的概率变大，但是敲入的概率也在相应增加，表示投资者收益的不确定性也在增加。

根据我们的测试，若控制其他条件保持一致（在同一组随机数下），当标的资产的年化波动率从 0%变化到 40%时，雪球结构的贴现价值单调递减。当标的资产的年化波动率分别设置为 10%和 30%时，在 10 万条轨道下标的资产模拟价格的最大值分别为 10546.16 和 25372.89，最小值分别为 3894.27 和 1277.52，雪球定价分别为 137544 元和-3972 元。因此，如果未来市场波动变大，购买雪球产品潜在的最大亏损风险可能增加。

图表 22、本案例中雪球结构的贴现价值随着标的资产波动率的提高而降低（控制其他变量）



资料来源：兴业证券经济与金融研究院测算

雪球结构的收益受到多重因素的影响，从产品条款的角度出发，若雪球结构

设置的敲入价格越低，触发敲入的概率越小，那么投资者的胜率就越高，产品的平均收益率也会随之提高，我们建议保守的投资者可以选择敲入价格较低的产品；当产品条款已确定时，利用本文的案例对标的资产预期收益率和波动率进行分析，我们发现当标的资产的预期收益率较高且处于低波动的状态时，投资者未来的潜在收益增加，因此我们建议投资者在购买雪球结构时对未来的标的走势和波动进行预判，若预期未来标的趋势向上且波动趋于平缓，投资者购买产品的胜率将提高。

3.2、高票息背后的原因

具有吸引力的敲出（红利）票息是雪球结构备受欢迎的主要原因之一，为什么产品能提供给投资者如此高的票息？这些收益究竟来自于何处？站在产品发行方的角度，我们在本部分将分析雪球产品的运作模式以及雪球高票息背后的原因。

在报告第二部分的模拟案例中，定价结果显示雪球产品到期收益的贴现价值为 20023.63 元（名义本金为 100 万元），投资者可能会疑惑，证券公司为什么会愿意折价发行产品？其实不然，对于产品的发行方而言，一方面投资者期初支付的名义本金（100 万）可以投资产品获取收益；另一方面，细心的投资者可能会发现，雪球挂钩的标的资产通常为中证 500 指数，产品发行方在对冲时能获取相当一部分的收益，下面我们将对其展开分析。

➤ 对冲中的高抛低吸

对于投资者而言，购买雪球结构相当于卖出了带有障碍条件的看跌期权，当标的资产上涨时投资者获得收益（有天花板），但是当标的资产下跌时，承担和资产价格相同的跌幅。对于产品的发行方则恰恰相反，卖出雪球结构相当于买入了带有障碍结构的看跌期权。

虽然雪球结构希腊字母的计算相较于普通的期权更加复杂，但是对冲的基本思想是相同的。对于产品的发行方而言，买入看跌期权的对冲是收益性对冲，对标的资产持续的高抛低吸是收益的重要来源之一。举例而言，假设当前做多一份看跌期权的 delta 为 -0.5，如果标的资产的价格上涨了 100 元，看跌期权的 delta 增加到 -0.4，为了持续保证 delta 中性，期权交易员此时需要减少头寸（高抛）；反之如果标的资产的价格下跌了 100 元，看跌期权的 delta 降低为 -0.6，此时期权交易员需要买入更多的现货以保持 delta 中性，所以在现货下跌的时候反而在补充头寸（低吸），若标的资产价格不断波动，对资产高抛低吸的机会变多，券商的对冲收益也会随之加大。

➤ 股指期货的基差收益

目前雪球产品的标的资产多为中证 500 指数，在进行期权的对冲时，由于股指期货常年处于贴水的状态，产品发行方可以使用股指期货多头代替现货指数多头，从而获取基差的收益。

首先定义股指期货的年化基差率=（股指期货价格-现货价格）/现货价格*365/剩余到期自然日，下表展示了中证 500 股指期货、沪深 300 股指期货和上证 50 股指期货分年度的年化基差率，不难看出中证 500 股指期货和沪深 300 股指期货均长期处于贴水状态中，且中证 500 期货的贴水程度更深，2016 年以来的当月合约的年化基差率均值为-19.94%，2021 年至今的年化基差率均值为-11.51%；沪深 300 股指期货从 2016 年以来的当月合约的年化基差率均值为-12.11%，2021 年至今的年化基差率均值为-8.53%。当其他条件相同时，若使用股指期货作为对冲工具，相对于直接使用现货对冲，股指期货多头的贴水也能给投资者带来不菲的收益。

图表 23、股指期货不同年份的年化基差率

品种	年份	当月合约	下月合约	季月合约	下个季月合约	主力合约
IC	2016	-41.03%	-28.22%	-24.41%	-21.01%	-39.49%
	2017	-17.50%	-10.66%	-9.41%	-8.05%	-15.79%
	2018	-10.53%	-8.77%	-7.57%	-6.54%	-11.14%
	2019	-15.82%	-10.18%	-8.75%	-7.58%	-14.88%
	2020	-18.54%	-13.55%	-11.92%	-10.80%	-17.72%
	2021	-11.51%	-10.60%	-11.15%	-10.73%	-11.37%
	均值	-19.94%	-13.98%	-12.31%	-10.79%	-19.12%
IF	2016	-27.82%	-16.46%	-14.06%	-11.98%	-25.30%
	2017	-11.01%	-5.55%	-4.81%	-4.03%	-9.32%
	2018	-6.42%	-4.21%	-3.09%	-2.14%	-5.81%
	2019	-5.12%	-1.96%	-1.24%	-1.10%	-4.03%
	2020	-11.75%	-6.71%	-5.45%	-4.54%	-10.91%
	2021	-8.53%	-6.16%	-6.10%	-5.47%	-8.50%
	均值	-12.11%	-6.91%	-5.76%	-4.82%	-10.87%
IH	2016	-20.05%	-10.84%	-9.13%	-7.72%	-17.26%
	2017	-5.42%	-2.12%	-1.95%	-1.92%	-3.96%
	2018	-2.44%	-1.01%	-0.13%	-0.11%	-2.55%
	2019	-3.45%	-1.54%	-0.84%	-0.59%	-2.91%
	2020	-11.32%	-6.16%	-5.11%	-3.99%	-10.40%
	2021	-4.94%	-5.79%	-6.10%	-5.21%	-4.99%
	均值	-8.25%	-4.45%	-3.65%	-3.06%	-7.22%

注：2021 年数据截至 2021/6/16；

资料来源：Wind，兴业证券经济与金融研究院整理

➤ 标的资产的高波动性

目前雪球产品的挂钩标的大多为中证 500 指数，我们推测出现这一局面的原因一方面是由于中证 500 股指期货的贴水相对更深，期货对冲的收益增厚更多，另一方面是因为中证 500 的波动较大，产品发行人在对冲时获利明显。

对于产品发行方而言，卖出雪球结构相当于买入了带有障碍条款的看跌期权，作为期权的买方，发行方希望波动率上升从而获取收益；标的资产的波动加大，产品发行方高抛低吸的机会也相应增多。下表展示了部分宽基指数的收益波动情

请务必阅读正文之后的信息披露和重要声明

况，可以看到中证 500 指数的年化波动率要高于沪深 300 和上证 50 指数。

图表 24、重要宽基指数的收益波动情况（2016/1/4-2021/6/16）

	年化收益率	年化波动率	收益波动比	最大回撤
中证 500 指数	-1.12%	23.37%	-0.05	43.13%
沪深 300 指数	7.25%	19.76%	0.37	32.46%
上证 50 指数	8.18%	19.31%	0.42	28.87%

资料来源：Wind，兴业证券经济与金融研究院整理

在一定程度上，雪球产品同时满足了发行方和投资者的需求，因此成为了场外市场中的“香饽饽”。对投资者而言，雪球产品的高票息和高胜率极具吸引力（虽然在实际情况中，大部分产品都提前敲出，到期未敲入且未敲出的产品只占很少一部分，且还有一部分投资者可能会产生亏损）；对产品发行方而言，主要的收益来自于标的资产的高波动，发行方通常选择高波动的挂钩资产并使用贴水的股指期货进行对冲来获取高抛低吸的收益，这也是发行方能够提供高票息背后的原因。

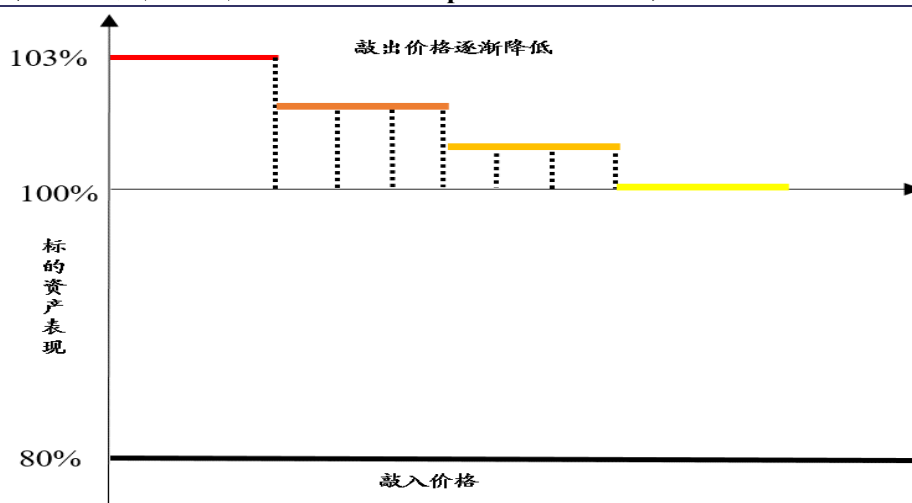
4、推陈出新：雪球产品的创新模式

雪球结构触发敲入且从未敲出时，投资者亏损离场。为了降低投资者亏损离场的风险，海内外的产品发行方对雪球结构不断创新，下面我们对雪球结构的部分创新模式进行简单的介绍。

4.1、牺牲部分票息以增加提前敲出的概率

为了增加雪球结构提前敲出赎回的概率，一种常见的做法就是设置阶梯型下降的敲出门槛（Step Down），随着敲出门槛的下降，产品触发赎回的概率增加，投资者亏损离场的概率随之降低。仍旧使用本文的案例，若设置每过 120 日（一个季度），敲出价格都降低 1%，那么每个季度末的敲出水平分别为 103%，102%，101%和 100%。

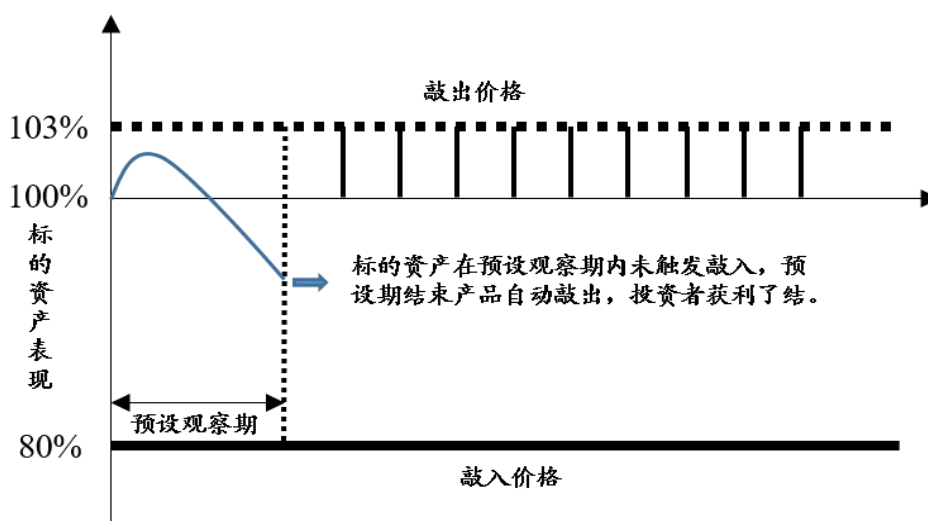
图表 25、阶梯型下降的敲出门槛（Step Down）的雪球产品



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

还有部分产品设置了逃生舱结构，从而提高产品保本的概率。逃生舱产品通常有一个预设观察期，如果产品在观察期没有出现敲入，无论资产价格是否在此区间达到敲出水平产品，在预设期末雪球产品自动赎回，客户可以获得票息收益；若在预设观察期内产品触发了敲入且没有敲出，需要在后续的存续期内继续观察标的的价格的走势。对于在预设期内没有触发敲入，但是在预设观察期外触发敲入且未敲出的情形，持有逃生舱结构的投资者仍可以获取票息收益，但是在同样的情形下普通雪球的投资者将亏损离场。

图表 26、设置逃生舱结构的雪球产品模式（假设预设观察期为 90 天）



资料来源：兴业证券经济与金融研究院绘制

4.2、挂钩资产由单资产替换为一篮子标的

普通雪球结构的标的资产为个股或者股票指数，目前的一种创新模式是将单个的标的资产修改为一篮子标的，从而维持较低的敲入门槛以及较高的票息。进化的敲出观察结构（Darwin）就是将一篮子标的作为挂钩资产，但是观察的标的会动态调整，随着产品剩余到期时间的缩短，敲出观察标的从最差过渡到平均最后变为最佳标的，这与阶梯型雪球产品的模式异曲同工，不同的是阶梯型雪球是采取降低敲出门槛的方式提高敲出概率，进化的敲出观察结构则逐步使用预期收益率较高的资产作为敲出观察对象，从而降低投资者的亏损风险。

类似的结构还有观察最佳标的产品（Best in Basket），即产品存续期间是否敲入和敲出均观察篮子中的最佳标的（表现最优的股票），当表现最佳标的敲出时，客户获得票息，这类产品提供了额外的敲出机会，票息相对较低；与之相对的结构是观察最差标的产品（Worst of Basket），即产品存续期间是否敲入和敲出均观察篮子中的最差标的（表现最弱的股票），当表现最差标的敲出时，客户获得票息，由于最差标的的敲出难度较大，所以此类产品通常能提供较高的票息。

4.3、设置产品亏损后的处理条款

若产品在存续期内触发敲入且未敲出，普通雪球结构的投资者到期时亏损离场，为了降低投资者的亏损，很多雪球结构都在此基础上设置了产品发生亏损后的处理条款。部分雪球产品里面会添加指数增强转换条款，若在产品到期时敲入但是未敲出，客户可以选择亏损离场，也可以选择以时间换空间，接受转换为指数增强产品，等待标的资产反弹后再退出；也有一些雪球结构会设置投资者的最大亏损幅度，从而锁定投资者的亏损风险。

5、总结

本报告为场外期权系列报告的第五篇，介绍了近期市场关注度极高的雪球结构。报告的第一部分介绍了雪球结构产品模式，并采用情景分析的形式展示雪球产品在不同情形下的收益结构；第二部分是雪球结构定价方法的详细介绍，我们将复杂的雪球结构拆解为相对简单的障碍期权组合，并分别使用有限差分法和蒙特卡罗模拟进行定价，两种方法的定价结果相差较小；接着我们站在投资者的角度，对什么样的市场环境更适合投资雪球结构进行了分析，并探究了雪球高票息背后的原因；第四部分简单介绍了雪球产品的部分创新模式。

本篇报告依循品种介绍到定价方法，再到是否值得投资的脉络依次展开，由浅入深并结合案例进行分析，对雪球结构进行了全面的讨论，希望能为投资者提供部分参考。

风险提示：本报告基于公开资料的统计和整理，不构成投资建议。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

投资评级说明

投资建议的评级标准	类别	评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后的12个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅。其中：A股市场以上证综指或深圳成指为基准，香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于15%
		审慎增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在5%~15%之间
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
		减持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%
		无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级
	行业评级	推荐	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
		中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
		回避	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

信息披露

本公司在知晓的范围内履行信息披露义务。客户可登录 www.xyzq.com.cn 内幕交易防控栏内查询静默期安排和关联公司持股情况。

使用本研究报告的风险提示及法律声明

兴业证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但本公司不保证其准确性或完整性，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。本公司并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此相关的其他任何损失承担任何责任。

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，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，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。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的回报预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本公司的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告并非针对或意图发送予或为任何就发送、发布、可得到或使用此报告而使兴业证券股份有限公司及其关联子公司等违反当地的法律或法规或可致使兴业证券股份有限公司受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其他管辖区域的公民或居民，包括但不限于美国及美国公民（1934年美国《证券交易所》第15a-6条例定义为本「主要美国机构投资者」除外）。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

在法律许可的情况下，兴业证券股份有限公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到兴业证券股份有限公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

兴业证券研究

上 海	北 京	深 圳
地址：上海浦东新区长柳路36号兴业证券大厦15层	地址：北京西城区锦什坊街35号北楼601-605	地址：深圳市福田区皇岗路5001号深业上城T2座52楼
邮编：200135	邮编：100033	邮编：518035
邮箱：research@xyzq.com.cn	邮箱：research@xyzq.com.cn	邮箱：research@xyzq.com.cn