

复制保护性看跌期权的股票挂钩产品设计



华泰联合证券
HUATAI UNITED SECURITIES

分析师

练海俊

SAC 执业证书编号:s1000210060001

(0755)8256 9146

lianhj@lhzq.com

- 市场上众多投资者的典型投资目标是：既想参与股票市场，承担风险，追求更高收益；又希望设置止损线，保障本金安全。股票挂钩产品，正好满足这类客户需求。
- 复制保护性看跌期权的股票挂钩产品是当前 A 股市场最切实可行的产品创新之一。该产品定位为“低风险高收益”。低风险定义为下跌风险有限。高收益定义为，能获取大比例的股票上涨收益，即高参与率。
- 本研究展示结构化产品设计示例。对于以沪深 300 指数为标的、8 月 31 日成立、存续期 2 个月的产品，其参与率为 0.93，保本率为 95%，收益率=最大值（95%，95%+标的涨幅×参与率）-1。
- 针对期权复制的模型风险，本研究讨论了离散交易、波动率、交易成本对产品指标的影响。研究表明，考虑各种真实市场因素，产品风险可控，收益可期。

目 录

产品设计	4
期权复制技术	5
产品示例	5
产品条款	5
参与率	5
保本率	6
真实市场影响	7
参数分析	7
模拟流程	7
波动率与参与率之对应关系	8
交易成本影响	8
附录	9
行权价	9
配置比例	10
每日投资组合明细	10
风险提示	11

图表目录

图 1: 保护性看跌期权收益示意图	4
图 2: 产品参与率	6
图 3: 产品保本率	6
图 4: 保护性看跌期权复制流程	7
图 5: 参与率与波动率的对应关系	8
图 6: 交易成本对产品收益率的影响	9
表格 1: 收益率计算场景举例	5
表格 2: 投资组合明细示例	10

结构化产品(structured products),是基于金融工程原理,组合基础金融工具和金融衍生工具而创建的产品形式。结构化产品主要通过 OTC 市场交易,其真实的市场规模难以统计,但是可统计交易所上市的产品规模。当前纽交所上市交易的结构化产品数量超过 500 个,面值愈 2000 亿美元。权益挂钩票据(equity linked notes),是当前结构化产品的主流,在风险可控的条件下其收益与单只股票、一篮子股票或者股票指数表现挂钩。Bloomberg 统计的权益挂钩票据产品达 955 只,其中挂钩标普 500 指数的产品有 53 只。香港的结构化产品市场发展迅速,汇丰银行和恒生银行作为主要发行商,持续推出挂钩一篮子股票的人民币结构化产品。

保护性看跌期权组合,是权益挂钩票据设计的基础单元之一。本研究讨论这类产品的原理、示例和测试。

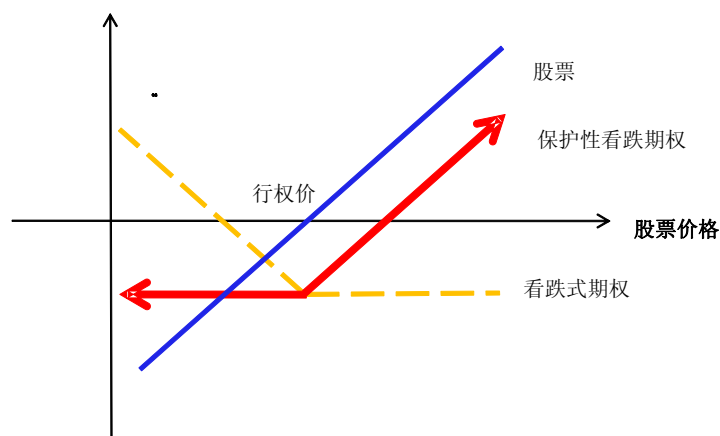
产品设计

市场上众多投资者的典型投资目标是:既想参与股票市场,承担风险,追求更高收益;又希望设置止损线,保障本金安全。面对这类投资者,偏债券类产品,因为收益太低,而缺乏吸引力;传统的股票类产品,因为不能控制市场波动可能带来的本金大幅亏损,而让投资者望而止步。权益挂钩票据,正好满足这类客户需求。其参与率,对应挂钩股票上涨时投资者能分享收益的比例;其保本率,对应投资者的止损线。

保护性看跌期权,因为理论成熟、结构简单,在国外成熟市场被广泛应用为权益挂钩票据设计的基础单元,也是当前 A 股市场最切实可行的产品创新道路之一。

保护性看跌期权(protective put),由股票和对应的看跌期权构成。期权到期日组合资产受行权价保护。如果到期日股票价格高于行权价,投资者放弃行权,享受股票上涨带来的收益;如果到期日股票价格低于行权价,投资者选择行权,股票按照行权价卖出,实现本金部分保本。该组合实现向下保护,同时保持向上潜力,适合以做多特征的中国市场。

图 1: 保护性看跌期权收益示意图



资料来源: 华泰联合证券研究所

期权复制技术

假设期权市场存在到期日匹配，行权价、权利金满足约束的看跌期权，该看跌期权和对应股数的标的组成一份投资组合保险。期初，投资者满仓足够份数的上述投资组合保险，持有到期，伺机行权，即可实现策略。

如果期权市场没有满足需求的期权，或者不存在期权市场，可以应用期权复制技术实现。1981 年，Mark Rubinstein 和 Hayne Leland 利用期权定价 Black-Scholes 公式，提出用股票和无风险资产复制期权的观点。期权复制，即随时间变化在风险资产和无风险资产中分配投资比例，实现复制期权到期收益的方法。

由 BS 公式可知，购买一份看跌期权等价于对股票做空头，对无风险资产做多头，具体配置比例由 BS 公式决定。而保护性看跌期权是一份期权加一份股票，复制保护性看跌期权等价于对股票和无风险资产都做多头，两者的配置比例推导请见附录。

产品示例

2010 年 8 月 31 日收盘。A 股市场经历了 7 月的大幅上涨和 8 月的窄幅震荡。当时众多投资者中期看多市场，但是又担心市场回落。他们能承受的最大亏损为 5%，为此他们愿意让出部分股票上涨收益获得部分本金保障。我们设计如下产品满足上述需求。

产品条款

挂钩标的：沪深 300 指数。

产品合约签署日：2010 年 8 月 31 日。

产品合约到期日：2010 年 10 月 31 日

行权价：2903 点。（签署日收盘价）

参与率：93%。详见下文。

保本率：95%。（95%置信度）详见下文。

收益率：最大值（95%，95%+标的涨幅×参与率）-1

表格 1：收益率计算场景举例

到期日收盘价	2322	2613	2903	3048	3193	3484
标的涨幅	-20.0%	-10.0%	0.0%	5.0%	10.0%	20.0%
产品收益率	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-0.4%	4.3%	13.6%

资料来源：华泰联合证券研究所

考虑真实历史路径。假设 8 月 31 日产品成立，规模 10 亿，到期目标的指数 3379 点，涨幅 16.4%。投资者收益为 $\max(95\%, 95\% + 16.4\% \times 93\%) = 10.3\%$ 。

参与率

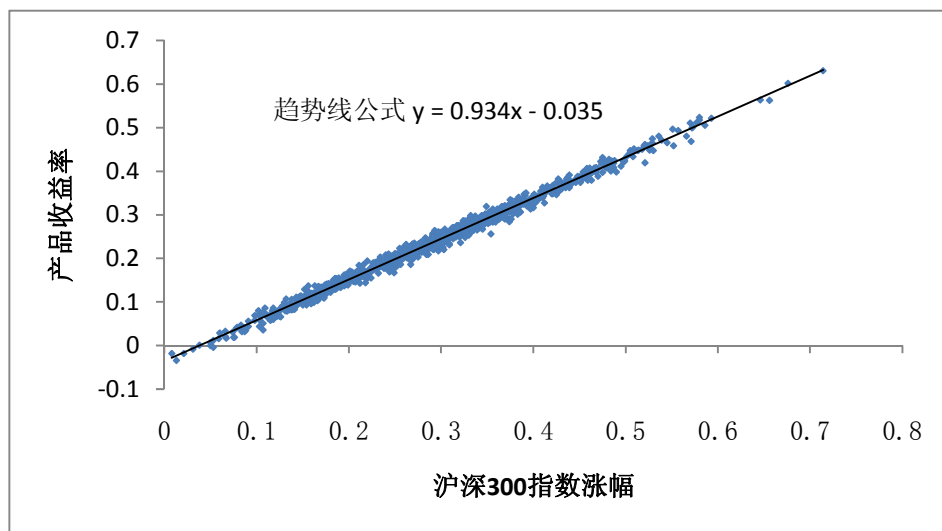
每一种可能的指数走势，都对应产品的一个收益率，从而可计算该种场景下的参与率。

参与率定义为，到期日标的上涨时，产品收益率与标的涨幅的比值。参与率可以理解
为标的上涨区间的产品收益率杠杆。

将沪深 300 指数 8 月 31 日至 10 月 31 日的区间收益率 16.4% 设定为期望收益率，应
用蒙特卡洛方法模拟指数走势，计算参与率。受限于图形呈现能力，下图展示 1000
次蒙特卡洛模拟的结果。10 万次的模拟结果与之相似。

由图中趋势线表达式所知，参与率为 93%。

图 2： 产品参与率



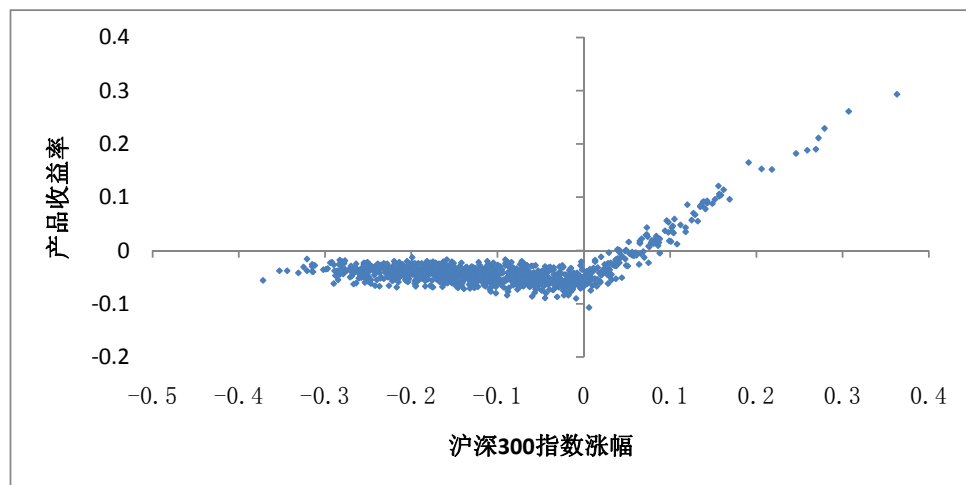
资料来源：华泰联合证券研究所

保本率

将沪深 300 指数 4 月 30 日至 6 月 30 的区间收益率设定为期望收益率，应用蒙特卡
洛方法模拟指数走势，计算参与率。受限于图形呈现能力，下图展示 1000 次蒙特卡
洛模拟的结果。10 万次的模拟结果与之相似。

由图所知，产品存在实际的保本线，最大跌幅-10.7%。大于-10%、-9%、-8%跌幅的
概率对应是 0.01%、0.02%和 0.12%。跌幅随着指数跌幅增加而减少，趋于稳定。最
大跌幅都集中于指数涨幅为 0 的区域，原因在于交易成本增加最多。

图 3： 产品保本率



资料来源：华泰联合证券研究所

真实市场影响

不考虑期权价格，理论上复制保护性看跌期权可以实现 100% 保本。根据上文所述，实际操作的期权复制需要付出成本。其成本包含期权价格和真实市场影响。关于真实市场影响，其根本原因是 BS 公式建立在一系列的假设上，其主要风险点为：

- A. 假设股票市场是没有摩擦的。而真实市场存在交易佣金、印花税和冲击成本。
- B. 假设股票交易是连续进行。而我国实行 T+1 交易。
- C. 假设股票收益率遵循对数正态分布，其波动率为常数。而实际的股票收益率偏离此分布，且波动率不是常数。

本产品定位为“低
风险高收益”产品

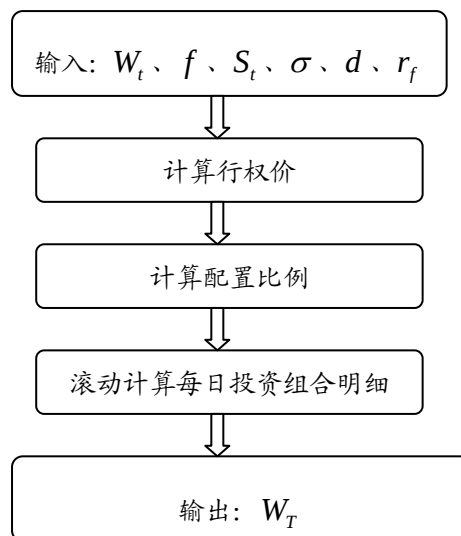
上述 3 点，导致复制保护性看跌期权的产品并不能严格实现绝对保本或者部分保本，而且较难从理论进行分析。但是当我们在模拟系统加入上述 3 点考虑后，大量蒙特卡洛模拟证明，其产品偏离保本线的风险有限，上涨潜力保持。因此该结构化产品定位为“低风险高收益”产品。低风险定义为下跌风险有限。高收益定义为，能获取接近大比例的股票上涨收益，即高参与率。

参数分析

模拟流程

模拟复制保护性看跌期权，流程第一步是确定输入参数。首先是获取投资者的投资目标，即期初总资产 W_t 和保本率 f 两个指标。然后确定目标标的，计算标的当前价格 S_t 、年化波动率 σ 、年化分红利 d 和无风险收益率 r_f 。流程下面三步是依次计算行权价、配置比例和每日投资组合明细。（具体计算方法见附录）流程最后输出期末总资产 W_T 。基于输入和输出参数，可以计算参与率等指标，并进行参数敏感性分析。

图 4： 保护性看跌期权复制流程



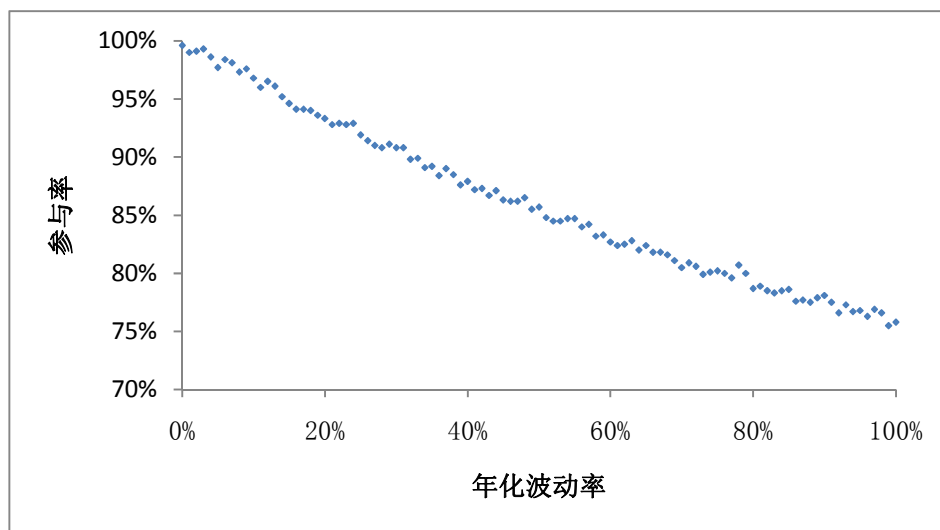
资料来源：华泰联合证券研究所

波动率与参与率之对应关系

BS 公式的重要假设是波动率恒定，即历史波动率可以预测未来波动率。本节我们沿用上述参数，进行波动率的压力测试。截至产品合约签署日 8 月 31 日，沪深 300 指数的历史波动率为 21%。我们测量波动率突变下的产品参与率。

由下图可知，产品参与率随波动率上升而下降。创业板指数的典型波动率为 40%，对应的参与率为 88%。

图 5： 参与率与波动率的对应关系

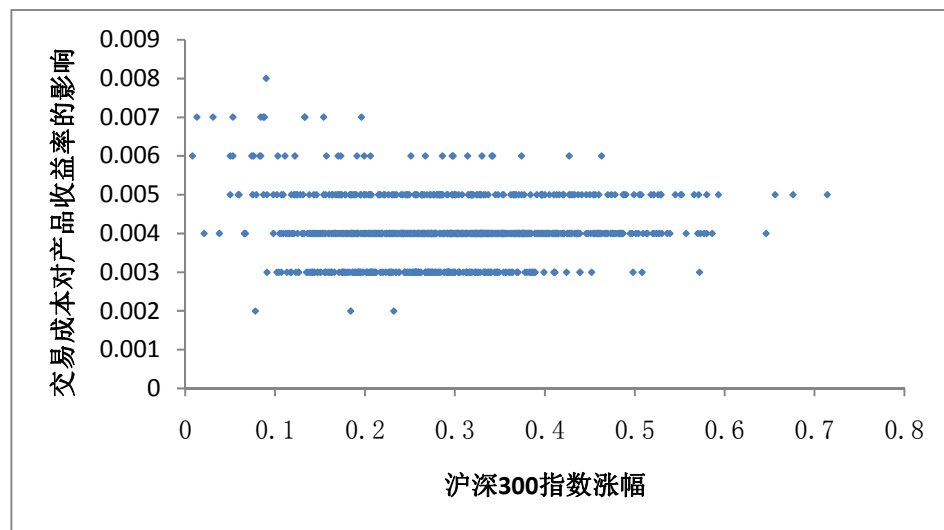


资料来源：华泰联合证券研究所

交易成本影响

产品模拟的交易成本参照股票设置：交易佣金双边 0.1%，印花税单边 0.1%，冲击成本 0.1%。由下图可知，交易成本对产品收益率的影响较稳定。均值在减少产品收益率 0.5%，随着指数涨幅接近 0，影响的波动加大。

图 6: 交易成本对产品收益率的影响



资料来源: 华泰联合证券研究所

附录

行权价

下面根据保本率计算行权价。假设投资者在日期 t 时购入 n 份投资组合。每份组合由 1 股价格 S_t 的股票，一份价格 P_t 、行权价 X 、到期日 T 的欧式看跌期权构成。投资者的初始资金投入为 $n(S_t + P_t)$ ，最终资金不低于 nX ，保本率为

$$f = \frac{X}{S_t + P_t}$$

重写保本率公式为

$$\frac{1}{f} - \frac{S_t}{X} - \frac{P_t}{X} = 0$$

假设日期 t 时，标的股票年化波动率、标的股票年化分红利和无风险收益率分别为 σ 、 d 、 r_f 。根据 BS 公式，对应的到期日 T 、行权价 X 的欧式看跌期权的价值为：

$$P_t = Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_te^{-d(T-t)}N(-d_1)$$

其中

$$d_1 = \frac{\ln(S_t/X) + (r_f - d + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

$N()$ 为标准正态分布累计函数

两式联立得行权价方程

$$\frac{1}{f} - \frac{S_t}{X} - \frac{Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_te^{-d(T-t)}N(-d_1)}{X} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} - \frac{S_t}{X}(1 - e^{-d(T-t)}N(-d_1)) - e^{-r(T-t)}N(-d_2) = 0$$

此方程是行权价 X 的一元方程，无解析解，但可应用规划求解工具获取数值解。

配置比例

本推导确定日期 t 时股票和无风险资产的分配比例。时刻 t 的保护性看跌期权投资组合表示为

$$\begin{aligned} S_t + P_t &= S_t + Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_te^{-d(T-t)}N(-d_1) \\ &= S_t(1 - e^{-d(T-t)}N(-d_1)) + Xe^{-r(T-t)}N(-d_2) \end{aligned}$$

股票所占资金比例为

$$w_t = \frac{S_t(1 - e^{-d(T-t)}N(-d_1))}{S_t(1 - e^{-d(T-t)}N(-d_1)) + Xe^{-r(T-t)}N(-d_2)}$$

无风险资产所占比例为

$$1 - w_t = \frac{Xe^{-r(T-t)}N(-d_2)}{S_t(1 - e^{-d(T-t)}N(-d_1)) + Xe^{-r(T-t)}N(-d_2)}$$

每日投资组合明细

每日投资组合明细的计算步骤如下。从第一个交易日开始，滚动计算各项参数。期初总资产等于上一个交易日期末总资产。根据期初总资产和配置比例，计算出合约持仓数和对应的张数变化，从而决定当天的现金流。交易日末，合约市值对应期末风险资产市值；上期非风险资产市值计息后加现金流为期末非风险资产。两者之和，为期末总资产。

表格 2：投资组合明细示例

日期	沪深 300	风险 资产 比重	非风险 资产 比重	期初 总资产 单位亿	合约 张数	合约 张数 变化	现金 流单 位亿	期末 风险 资产 单位亿	期末 非风险 资产 单位亿	期末 总资产 单位亿
----	-----------	----------------	-----------------	------------------	----------	----------------	----------------	-----------------------	------------------------	------------------

2010-08-31	2903	0	1	10.00	0	0	0.00	0.00	10.00	10.00
2010-09-01	2884	0.47	0.53	10.00	547	547	4.74	4.73	5.26	9.99
.....										
2010-10-28	3398	1	0	11.31	1110	-18	-0.18	11.31	-0.02	11.29
2010-10-29	3380	1	0	11.29	1113	3	0.03	11.29	-0.05	11.23

资料来源：华泰联合证券研究所

风险提示

本产品设计主要风险为模型风险。

产品核心原理基于 Black-Scholes 公式的一系列假设：

- A. 假设股票市场是没有摩擦的。而真实市场存在交易佣金、印花税和冲击成本。
- B. 假设股票交易是连续进行。而我国实行 T+1 交易。
- C. 假设股票收益率遵循对数正态分布，其波动率为常数。而实际的股票收益率波动率不是常数。

基于蒙特卡洛的产品测试，假设股票收益率呈对数正态分布，而实际收益率分布与此偏差。

华泰联合证券评级标准:

时间段 报告发布之日起 6 个月内

基准市场指数 沪深 300 (以下简称基准)

股票评级

买 入 股价超越基准 20%以上
增 持 股价超越基准 10%-20%
中 性 股价相对基准波动在 $\pm 10\%$ 之间
减 持 股价弱于基准 10%-20%
卖 出 股价弱于基准 20%以上

行业评级

增 持 行业股票指数超越基准
中 性 行业股票指数基本与基准持平
减 持 行业股票指数明显弱于基准

免责声明

本研究报告仅供华泰联合证券有限责任公司(以下简称“华泰联合证券”)客户内部交流使用。本报告是基于我们认为可靠且已公开的信息,我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性,也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更。我们会适时更新我们的研究,但可能会因某些规定而无法做到。

本报告所载信息均为个人观点,并不构成所涉及证券的个人投资建议,也未考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。本文中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。某些交易,包括牵涉期货、期权及其它衍生工具的交易,有很大的风险,可能并不适合所有投资者。

华泰联合证券是一家覆盖证券经纪、投资银行、投资管理和证券咨询等多项业务的全国性综合类证券公司。我公司可能会持有报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易,还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。

我们的研究报告主要以电子版形式分发,间或也会辅以印刷品形式分发。我们向所有客户同时分发电子版研究报告。

©版权所有 2010 年 华泰联合证券有限责任公司研究所

未经书面授权,本研究报告的任何部分均不得以任何形式复制、转发或公开传播。如欲引用或转载本文内容,务必联络华泰联合证券研究所客户服务部,并需注明出处为华泰联合证券研究所,且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

深 圳

深圳市福田区深南大道 4011 号香港中旅大厦 25 层

邮政编码: 518048

电 话: 86 755 8249 3932

传 真: 86 755 8249 2062

电子邮件: lzrd@mail.htlhsc.com.cn

上 海

上海浦东银城中路 68 号时代金融中心 45 层

邮政编码: 200120

电 话: 86 21 5010 6028

传 真: 86 21 6849 8501

电子邮件: lzrd@mail.htlhsc.com.cn