

报告日期：2022 年 3 月 21 日

分析师

分析师：汪毅 S1070512120003

☎ 021-61680675

✉ yiw@cgs.com

相关报告

雪球产品是否被“妖魔化”

——衍生品研究系列一

摘要

- 雪球结构是一种路径依赖性场外衍生品，本质类似于带有价格障碍的奇异期权。雪球产品设置有挂钩标的和敲入敲出条件，其最终损益取决于挂钩标的表现情况及敲入敲出事件是否发生。投资者购买雪球型收益凭证类似于为卖出雪球结构的看跌期权，若没有触发敲入敲出事件，则持有时间越长，获得票息收益越大；若出现极端行情，则需要承担与标的跌幅同比例的亏损。雪球产品因高额票息和去年优异的表现收到投资者青睐，但同时也具有较高的风险，主要适合于小幅震荡或温和上涨的市场环境。
- 本报告针对挂钩中证 500 指数的雪球产品，以敲出临界为 103%、敲入临界为 80%、产品期限为 12 个月的雪球产品结构为代表，模拟其合理定价和风险指数。我们首先以 Black-Scholes 模型为基础，采用蒙特卡罗模拟方法预测中证 500 指数未来走势。而后我们通过中心差估计量，估计雪球产品的 Greeks。
- 当前，我们认为潜在的雪球产品敲入对市场负面冲击有限，原因如下：(1) 券商在实际交易和定价的过程中，会通过敲入障碍平滑的方法对 Delta 的走势进行平滑，防止短时间内大量低买高卖造成损失。(2) 券商针对雪球产品对冲仓位调整通常在收盘前进行，在 3.9, 3.15 及 3.16 盘中创阶段新低的三日，最后中证 500 收盘点位均高于我们估算的 Gamma 在敲入附近穿越 0 轴的点位。(3) 券商持仓变动相较市场体量而言影响有限，据估算，券商可能的股指期货抛压在中信 500 指数交易金额中占比仅为 16.6%-17.6%，且在 Delta 峰值附近，各交易员不同方向的操作将会进一步削弱由于雪球产品对冲导致的成交额净值。(4) 券商在创设雪球产品时为连续均匀发布，临近敲入点位的减仓需要，与新发距敲入点位更远的产品的加仓需求抵消，券商仓位变动实际上较为稳定。
- **风险提示：**股票市场风险、债券市场风险、外汇市场风险、金融期货波动风险、产品定价风险等

目录

1. 雪球结构简介与收益分析	4
2. 雪球结构的定价与风险分析	5
2.1 雪球结构的定价方法	5
2.2 雪球结构风险分析	7
3. 市场分析	8
4. 风险提示	10

图表目录

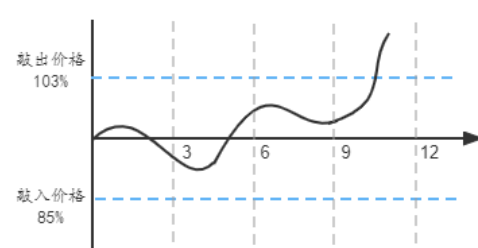
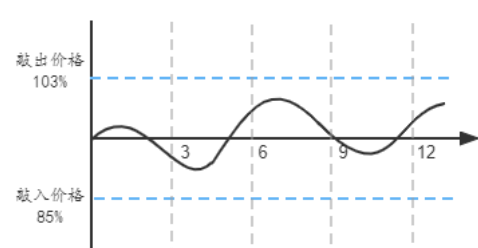
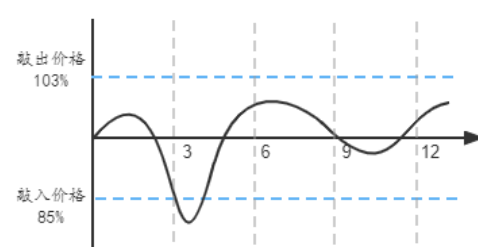
图 1: 十年期国债年化收益率历史走势	6
图 2: 中证 500 指数年化波动率历史走势	7
图 3: 雪球结构产品 Delta 模拟值	8
图 4: 雪球结构产品 Gamma 模拟值	8
图 5: 中证 500 指数历史走势	9
图 6: 中证 500 指数成交额历史指数	9
表 1: 雪球产品收益分析	4
表 2: 100 万元本金雪球产品价值模拟	6

1. 雪球结构简介与收益分析

雪球结构是一种路径依赖性场外衍生品，本质类似于带有价格障碍的奇异期权。雪球产品设置有挂钩标的和敲入敲出条件，其最终损益取决于挂钩标的表现情况及敲入敲出事件是否发生。投资者购买雪球型收益凭证实质类似于为卖出雪球结构的看跌期权，若没有触发敲入敲出事件，则持有时间越长，获得票息收益越大；若出现极端行情，则需要承担与标的跌幅同比例的亏损。雪球产品因高额票息和 2021 年中证 500 优异表现导致的“固收”特点受到市场青睐，但同时也具有较高的风险，主要适合于小幅震荡或温和上涨的市场环境。

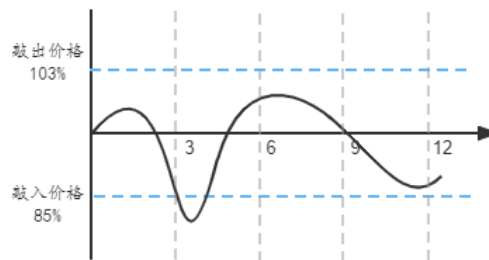
当前，市场上的雪球产品主要为证券公司发行的各类雪球型收益凭证或场外期权，以挂钩中证 500 指数为主。以挂钩标的为中证 500 指数、收益率 20%、敲入水平为期初价格 85%、敲出水平为期初价格的 103%、产品期限为 12 个月的雪球结构收益凭证为例，雪球产品的损益情形如下：

表 1: 雪球产品收益分析

情境 1: 发生敲出事件	无论是否发生敲入事件，在存续期内发生敲出事件，标的价格高于敲出价格，交易提前终止，敲出收益率以实际产品存续时间对年化收益率进行折算。	
情境 2: 未发生敲入敲出事件	在存续期内，标的价格均未超过敲出价格，也未低于敲入价格，年化收益率=20%	
情境 3: 发生敲入事件，未发生敲出事件，且到期价格>期初价格	在存续期内，标的价格曾低于敲入价格，且在剩余观察日均未高于敲出价格，到期价格高于期初价格，收益率=0	

情境 4: 发生敲入事件, 未发生敲出事件, 且到期价格<期初价格

在存续期内, 标的价格曾低于敲入价格, 且在剩余观察日均未高于敲出价格, 到期价格低于期初价格, 损失=期初价格-到期价格



资料来源: Wind, 长城证券研究院

2. 雪球结构的定价与风险分析

本报告针对挂钩中证 500 指数的雪球产品, 以敲出临界为 103%、敲入临界为 80%、产品期限为 12 个月的雪球产品结构为代表, 计算其合理定价和风险指数。我们首先以 Black-Scholes 模型为基础, 采用蒙特卡罗模拟方法预测中证 500 指数未来走势。而后我们通过中心差估计量, 估计雪球产品的 Greeks 指数。

2.1 雪球结构的定价方法

雪球结构属于路径依赖型产品, 其损益取决于标的资产的表现情况。而对于中证 500 指数的走势, 以 Black-Scholes 模型为基础, 中证 500 指数满足 SDE:

$$dS_t = rS_t dt + \sigma S_t dB_t$$

其中 S_t 是 t 时期标的资产价格, r 为无风险利率, σ 为中证 500 指数波动率, $dB_t = \epsilon\sqrt{dt}$, $\epsilon \sim N(0,1)$, 为价格的随机扰动项。

对投资组合价格 S 取对数并作差分, 得到

$$d(\ln S) = \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S dB_t = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dB_t$$

$$d(\ln S_{t+1}) - d(\ln S_t) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) + \sigma \epsilon$$

从而得到 S_t 满足对数正态分布,

$$S_{t+1} = S_t \cdot \exp \left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) + \sigma \epsilon \right)$$

接下来, 我们使用蒙特卡罗模拟方法 (Monte Carlo Method), 在 Black-Scholes 模型假设的基础上计算雪球定价。我们将初始价格标准化为 $S_0=100$, 一天为一个时期, 一年期产品对应 $t=252$ 。为设定初始参数 r, σ , 我们需要统计一年期国债到期收益率和中证 500 指数年化波动率的历史走势。如图 1 和图 2 所示, 近一年中一年期国债到期收益率和中

证 500 指数年化波动率都呈现出波动下降的趋势，因此我们分别取二者近半年平均值，设定无风险利率 $r=2.84\%$ ，标的波动率 $\sigma = 16.69\%$ 。

通过对扰动项 ϵ 的随机抽样，我们设定模拟次数 $N=300,000$ ，模拟随机生成 30 万条价格变化路径。取贴现率 $r=2.84\%$ ，采用连续贴现方法得到初始时期 $t=1$ 的价格并取其平均值，最终得到雪球合约的初始价值。假设雪球产品本金为 100 万元，根据模拟合约初始价值为 30476.41 元，方差为 0.012，敲出概率为 74.93%，未发生敲入敲出概率为 13.52%，敲入但未亏损概率为 0.11%，敲入且发生亏损概率为 11.44%。

表 2: 100 万元本金雪球产品价值模拟

指标	值
合约初始价值	30476.41
初始价值方差	0.012
发生敲出概率	74.93%
未发生敲入敲出概率	13.52%
发生敲入但未亏损概率	0.11%
发生敲入且发生亏损概率	11.44%

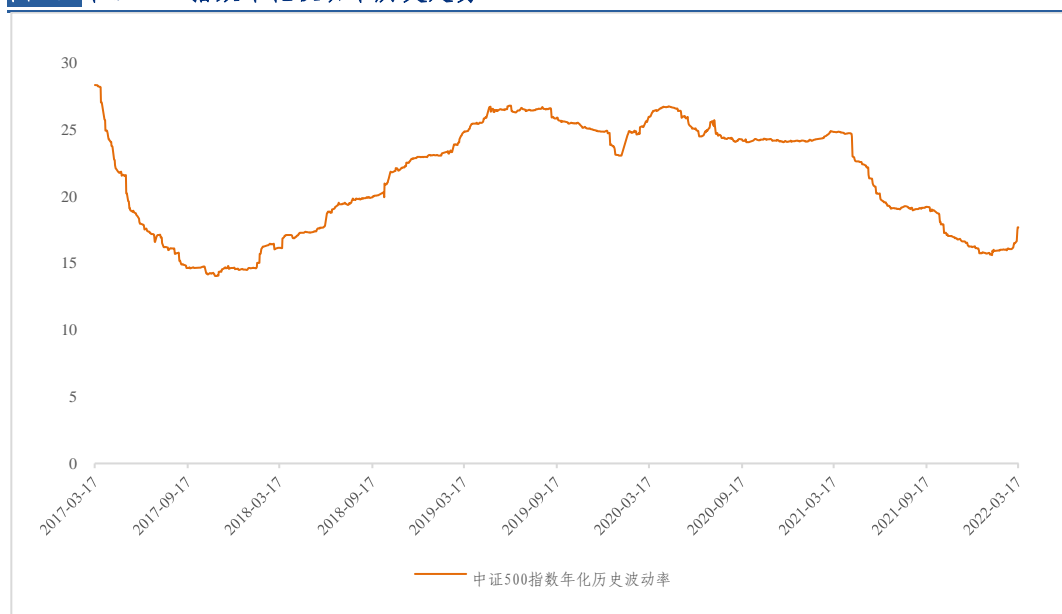
资料来源: Wind, 长城证券研究院

图 1: 十年期国债年化收益率历史走势



资料来源: Wind, 长城证券研究院

图 2: 中证 500 指数年化波动率历史走势



资料来源: Wind, 长城证券研究院

2.2 雪球结构风险分析

对于期权产品风险, 业界常用 Greeks 度量不同因素影响下的风险暴露程度。在此次行情中, 我们主要关注雪球产品的 Delta 和 Gamma 指数。其中 Delta 是产品价格相对标的资产价格的变化率, 常用于衡量总体持仓的风险。Gamma 是产品 Delta 相对于标的资产价格的变化率, 即产品价格对标的资产价格的二阶导数, 常被用于衡量对冲风险。Gamma 越大, Delta 变化越快, 使用 Delta 中性对冲的风险程度也越高。同时, Gamma 越趋向于 0, Delta 方向变动的不确定性越大。以 \hat{Y} 为雪球产品价格预测值, S 为中证 500 指数的实际值, 则 Delta 和 Gamma 的预测值相应为

$$\Delta = \frac{\partial \hat{Y}}{\partial S}, \quad \Gamma = \frac{\partial^2 \hat{Y}}{\partial S^2}$$

我们采用有限差分逼近 (Finite Difference Approximation) 的方法, 使用中心差估计量 (central-difference estimator) 逼近一阶和二阶导数。相较于普通的前向差分和后向差分方法, 中心差分具有更高的精度。以标的价格的变动率为例, 设 MC 模拟下中证 500 指数在第 t 期的预测价格为 $\hat{Y}(t)$, 则第 t 期价格的一阶导数可以近似为

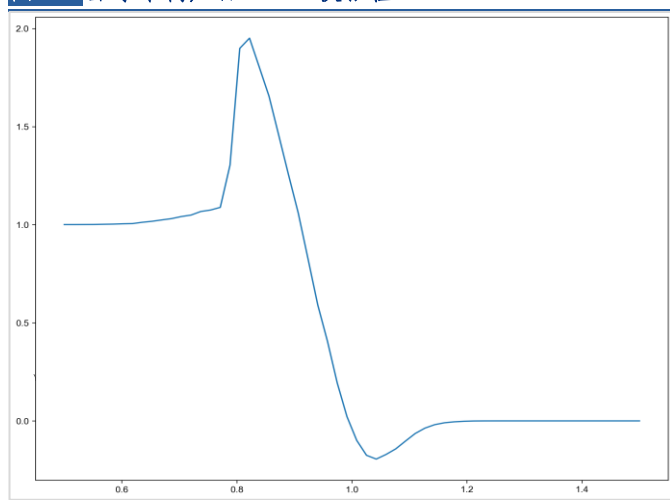
$$\hat{\Delta}_c = \frac{\hat{Y}(t+h) - \hat{Y}(t-h)}{2h}$$

此处 h 取一个足够小的区间 $h=0.1$, 以同时保证估计的准确性和收敛的稳定性。类似地, 则第 t 期价格的二阶导数可以近似为

$$\hat{\Delta}_c(2) = \frac{\hat{Y}(t+h) - 2\hat{Y}(t) + \hat{Y}(t-h)}{h^2}$$

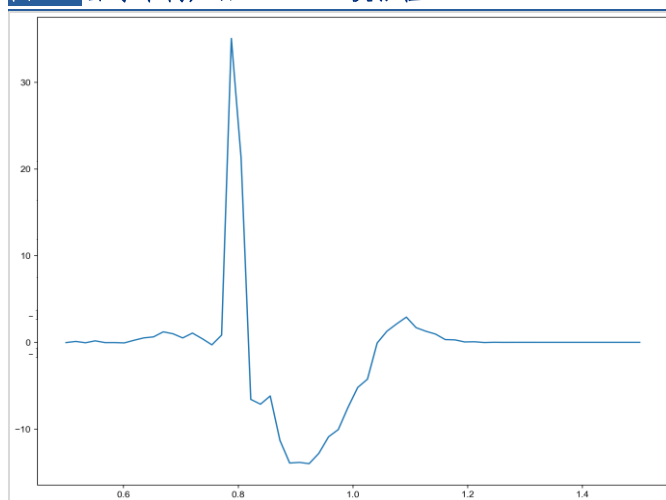
由此得到 Delta 和 Gamma 走势图如下:

图 3: 雪球结构产品 Delta 模拟值



资料来源: Wind, 长城证券研究院

图 4: 雪球结构产品 Gamma 模拟值



资料来源: Wind, 长城证券研究院

其中, Delta 的分布与雪球产品的合约规则相对应。当标的价格超出敲出价格时, 交易自动终止, 产品价格与标的价格之间不存在联系, Delta 趋于 0。随着标的价格的下跌, 看跌期权空头逐渐影响产品收益, Delta 逐渐变大, 亏损加速产生。雪球产品作为类似奇异期权的衍生品, 不再适用一般香草期权 Delta 范围在 $[-1,1]$ 之间的规则, 其 Delta 随着标的价格上升逐渐超过 1。这是由于当接近敲入价格时, 障碍看跌期权接近生效, 即近似于普通看跌期权, 因而此时障碍看跌期权将同时获得普通看跌期权的 Delta 以及敲入概率增加导致的 Delta, 两者相加可能出现绝对值超过 1 的情况。当标的价格趋近敲出价格时, Delta 达到峰值, 而后标的价格跌穿敲入价格, 产品损益等同于标的本身损益, 此时雪球产品可以近似于看跌期权空头, Delta 逐渐趋近与 1。

Gamma 作为 Delta 对标的价格的变化率, 在敲入价格和敲出价格之外趋向于 0, 在临近敲入价格时波动较大, 且在敲入附近跟随标的价格下跌经历了由负转正的过程。Gamma 的大小与 Delta 对冲的风险相联系, 头寸在进行 Delta 对冲的同时也会考虑对 Gamma 进行对冲, 但由于此类产品的 Gamma 稳定型较低, 估计存在一定误差, 通常以对 Delta 进行对冲为主。

3. 市场分析

在风险中性的策略中, 期权头寸需要整体 Delta 值保持为 0, 因此 Delta 也代表了 Delta 中性策略的对冲比率。对于雪球产品而言, 券商作为雪球产品空头面对相对投资者而言负的 Delta。市场下跌时 Delta 进一步下降, 券商买入股指期货; 市场上涨时 Delta 有所上升, 券商抛出股指期货。在市场震荡幅度较小时, 券商高抛低吸的操作对稳定市场起到了一定的作用。

然而，在临近敲入价格时，雪球产品可能对市场造成较大的负向冲击。当标的价格大幅下跌并趋近于敲入价格时，Delta 会逐步下跌至超过-1，券商需要大量买入股指期货；但当标的价格跌破敲入价格后，Delta 会迅速回升至接近-1，券商需要快速抛出股指期货，进一步加速市场下跌。

2021 年下半年，中证 500 指数持续上升，上半年发行的雪球产品逐渐敲出。根据第一财经报道，目前市场上雪球产品的存续规模大致在 1000 亿元左右。结合中证 500 历史走势判断，目前仍未敲出的雪球产品大多为 2021 年 11 月至 12 月发行，中信 500 指数对应点位大致在 7000 到 7300 之间。以 80% 的敲入比例计算，目前雪球产品的敲入价格大致分布在 5600 到 5840 之间。根据对 Delta 以及 Gamma 的估算，雪球产品的 Delta 在距离起始价格 81% 的位置附近达到峰值（即 Gamma 由负转正穿越 0 轴），相应的中证 500 指数分布约为 5670 到 5913 之间。观察中证 500 指数月初以来走势，在 3.9，3.15 及 3.16 盘中最低点分别为 6066.76，5964.98 及 5824.33，指数呈现连续下跌趋势，引发市场对于雪球集中敲入、大规模股指期货抛压的担忧。

图 5：中证 500 指数历史走势



资料来源：Wind, 长城证券研究院

图 6：中证 500 指数成交额历史指数



资料来源：Wind, 长城证券研究院

当前，我们认为潜在的雪球产品敲入对市场负面冲击有限，原因如下：

- (1) 券商在实际交易和定价的过程中，会通过敲入障碍平滑的方法对 Greeks 的走势进行平滑，降低 Greeks 和交易量的波动大小，防止短时间内大量低买高卖造成损失。经过平滑后的 Delta 在临近敲入价格时的峰值大概在 1.3 左右，相比起未经平滑的 1.5-1.6，对市场的冲击大大降低。
- (2) 券商针对雪球产品对冲仓位调整通常在收盘前进行，在 3.9，3.15 及 3.16 盘中创阶段新低的三日，最后中证 500 收盘点位均高于我们估算的 Gamma 在敲入附近穿越 0 轴的点位，理论上券商仍应维持高抛低吸的操作。随着 3.16 国内一系列稳定市场的消息出现，中证 500 的下行压力有望进一步得到缓解。
- (3) 券商持仓变动相较市场体量而言影响有限。假设目前市场雪球产品存续规模为 1000 亿元，临近敲入价格时 $\Delta=1.3$ ，则雪球大规模敲入情况下，券商短期股指抛压规模大致为 300 亿元。当下中证 500 指数市场交易金额在 1700 亿元-1800 亿元之间，股指期货短期抛压占比仅为 16.6%-17.6%。与此同时，在 Delta 峰值附近，各交易员可能由于对市场理解的差异进行不同方向的操作，将会进一步削弱由于雪球产品对冲导致的成交额净值。
- (4) 券商在创设雪球产品时为连续均匀发布，雪球产品对应的敲入点位也呈连续均匀排布。临近敲入点位抛出的股指的需要（负 Gamma 暴露），与新发距敲入点位更远的雪球产品买入股指的反向交易需求（正 Gamma 暴露）相抵消，券商仓位变动实际上比预测值更小。

4. 风险提示

股票市场风险、债券市场风险、外汇市场风险、金融期货波动风险、产品定价风险等

研究员承诺

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，在执业过程中恪守独立诚信、勤勉尽职、谨慎客观、公平公正的原则，独立、客观地出具本报告。本报告反映了本人的研究观点，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报酬。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于 2017 年 7 月 1 日起正式实施。因本研究报告涉及股票相关内容，仅面向长城证券客户中的专业投资者及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者。若您并非上述类型的投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研究报告中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

免责声明

长城证券股份有限公司（以下简称长城证券）具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格。

本报告由长城证券向专业投资者客户及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者客户（以下统称客户）提供，除非另有说明，所有本报告的版权属于长城证券。未经长城证券事先书面授权许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布，亦不得作为诉讼、仲裁、传媒及任何单位或个人引用的证明或依据，不得用于未经允许的其它任何用途。如引用、刊发，需注明出处为长城证券研究院，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向他人作出邀请。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

长城证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。长城证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

长城证券版权所有并保留一切权利。

长城证券投资评级说明

公司评级：

买入——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅 15%以上；
增持——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于 5%~15%之间；
中性——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于-5%~5%之间；
回避——预期未来 6 个月内股价相对行业指数跌幅 5%以上。

行业评级：

强于大市——预期未来 6 个月内行业整体表现战胜市场；
中性——预期未来 6 个月内行业整体表现与市场同步；
弱于大市——预期未来 6 个月内行业整体表现弱于市场。

长城证券研究院

深圳办公地址：深圳市福田区福田街道金田路 2026 号能源大厦南塔楼 16 层

邮编：518033 传真：86-755-83516207

北京办公地址：北京市西城区西直门外大街 112 号阳光大厦 8 层

邮编：100044 传真：86-10-88366686

上海办公地址：上海市浦东新区世博馆路 200 号 A 座 8 层

邮编：200126 传真：021-31829681

网址：<http://www.cgws.com>

