

股票期权定价介绍

目录



二叉树模型



BS公式



浅谈波动率



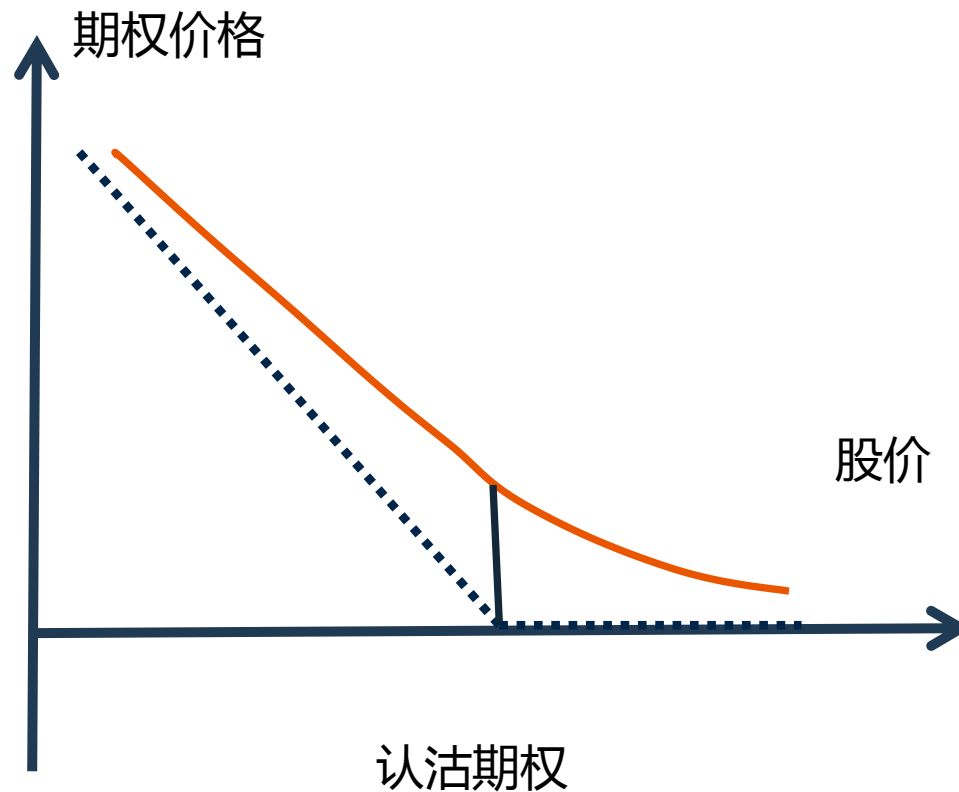
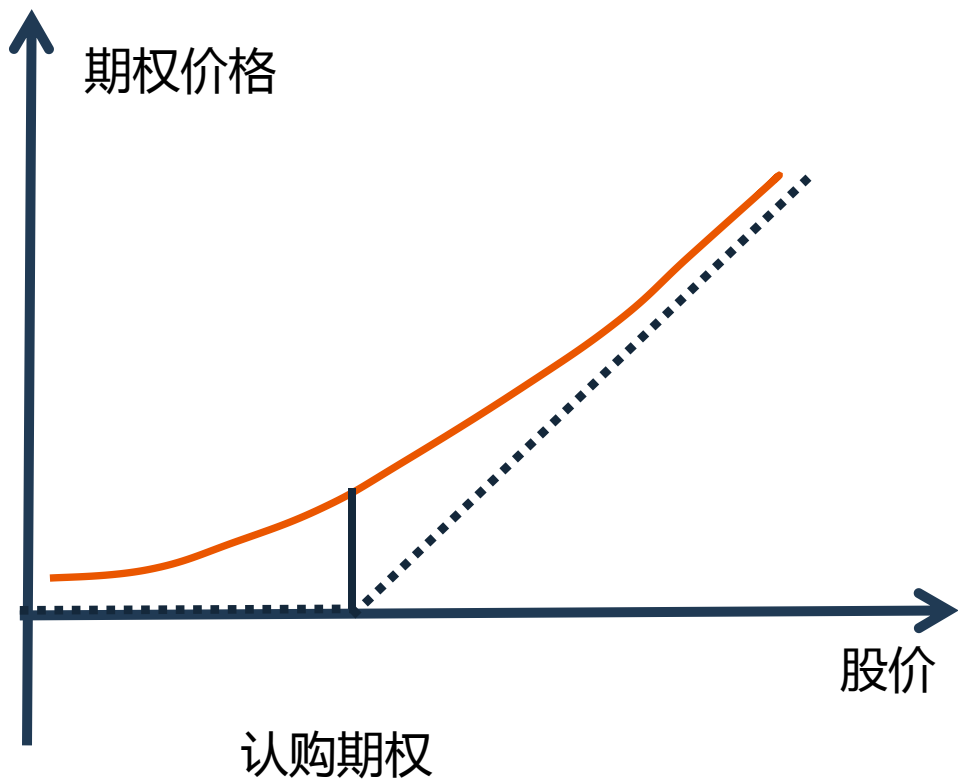
1

二叉树模型



期权价格=内在价值+时间价值

期权价格的变化



先来玩一个游戏



一个骰子，扔一次，扔出1点，奖励1元，扔出2点，奖励2元，以此类推。

你愿意花多少钱来玩这个游戏？

游戏结果

结果	1	2	3	4	5	6
赚钱	1	2	3	4	5	6
概率	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
期望收益	$1 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{6} + 3 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{6} + 5 \times \frac{1}{6} + 6 \times \frac{1}{6}$					

最终结果是3.5元



如果允许你重新扔一次，如果你选择重新扔一次，那么按照第二次的结果奖励

你愿意花多少钱来玩这个游戏？

游戏结果

第一次	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	4	5	6
2	2	2	2	4	5	6
3	3	3	3	4	5	6
4	4	4	4	4	5	6
5	5	5	5	4	5	6
6	6	6	6	4	5	6

第一次	1	2	3	4	5	6
1	0.0277 77778	0.02777 7778	0.0277 77778	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667
2	0.0555 55556	0.05555 5556	0.0555 55556	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667
3	0.0833 33333	0.08333 3333	0.0833 33333	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667
4	0.11111 1111	0.111111 111	0.11111 1111	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667
5	0.1388 88889	0.13888 8889	0.1388 88889	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667
6	0.1666 66667	0.16666 6667	0.1666 66667	0.11111 1111	0.138888 889	0.1666 66667

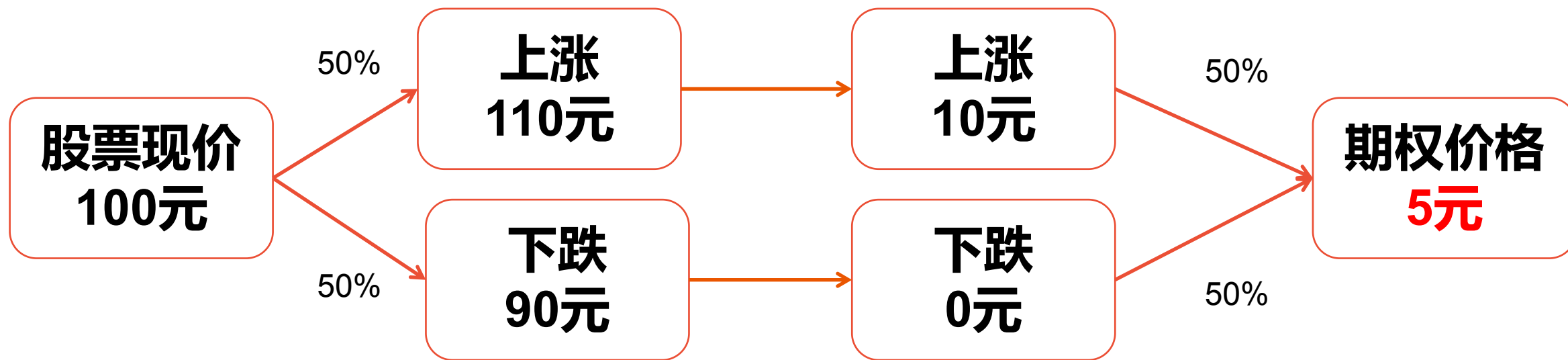
每一种情况有 $1/36$ 的概率，最

终结果为**4.25**

假设有一只股票，现在的价格是100元，一年以后有两种情况的走势，一种是上涨到110元，一种是下跌到90元，假设上涨和下跌的概率都是50%

那么一年到期、行权价为100的认购期权的价格应该是多少

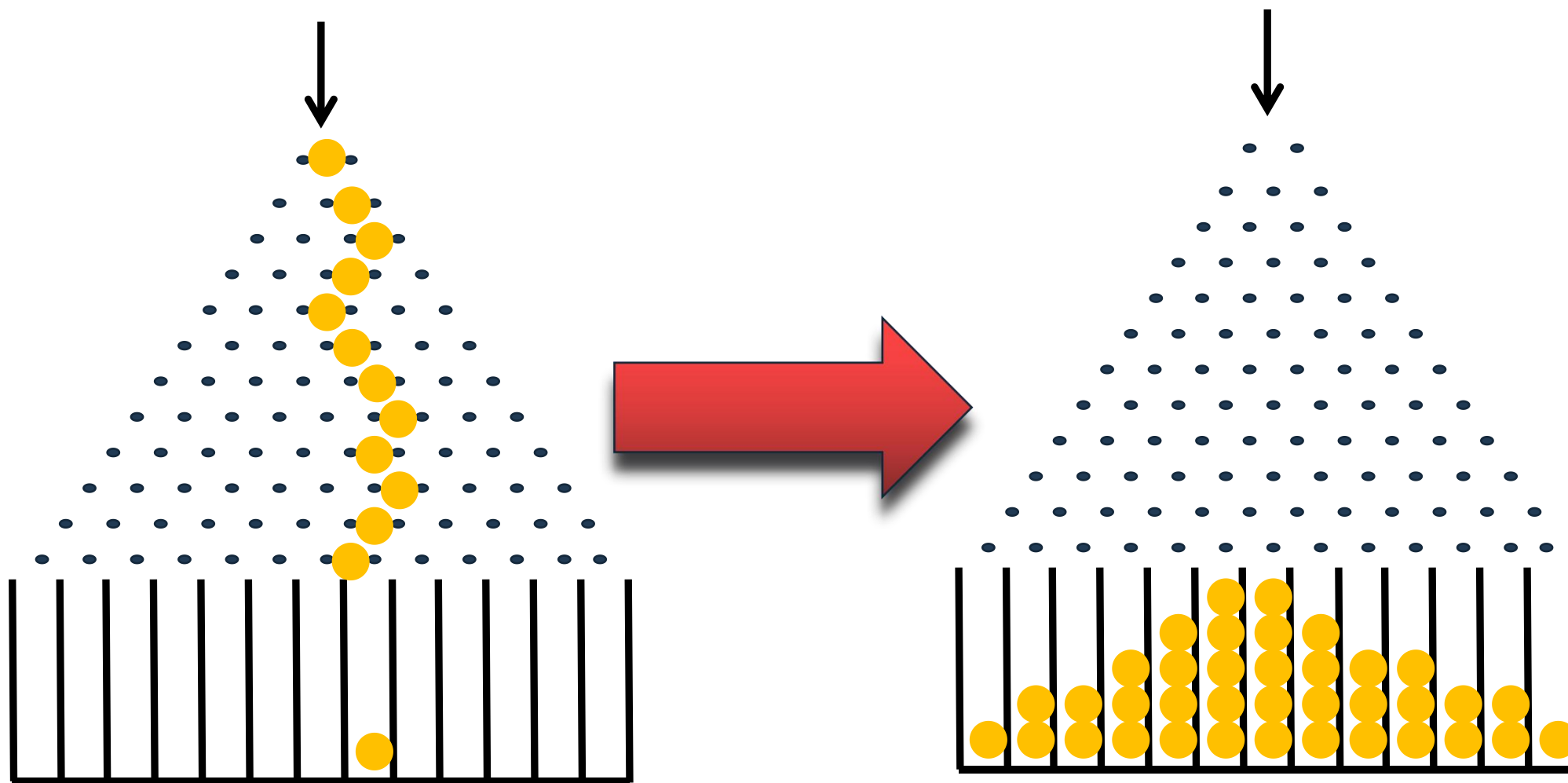
游戏结果



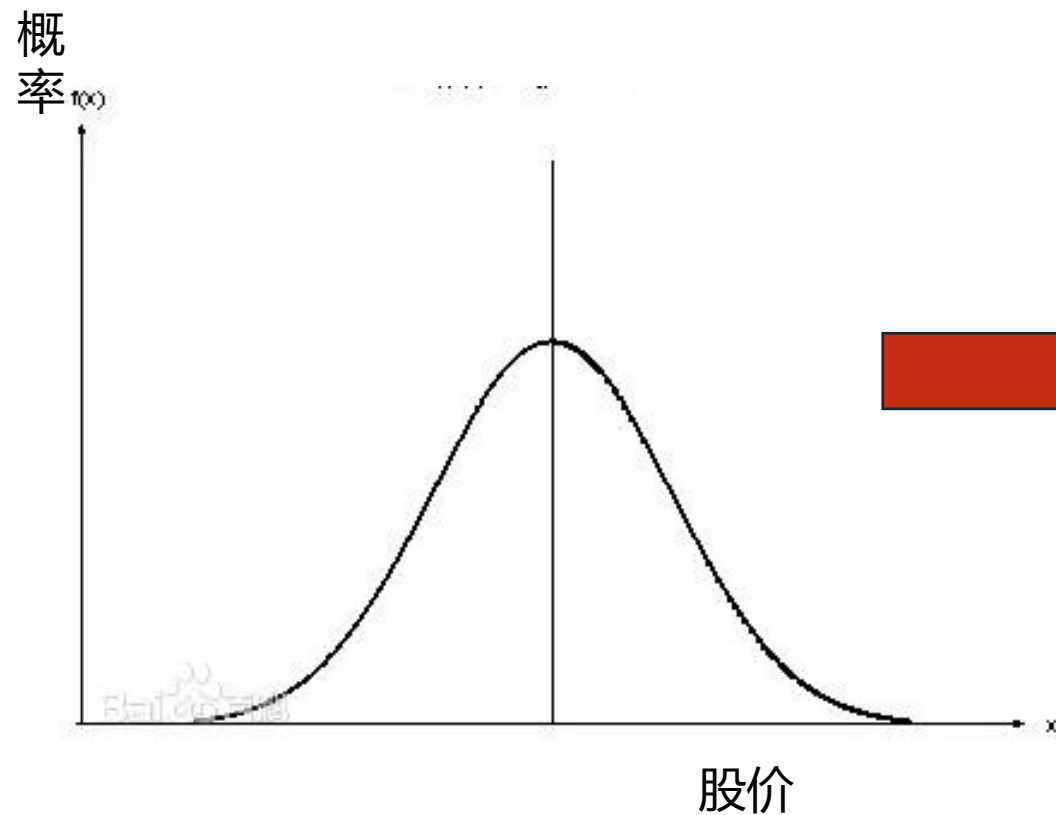
因为现实生活中，是有利率的，假设无风险利率4%，游戏结果是什么

解决概率问题

第一步，我们要确定上涨和下跌的概率是多少，并不是简单的各50%

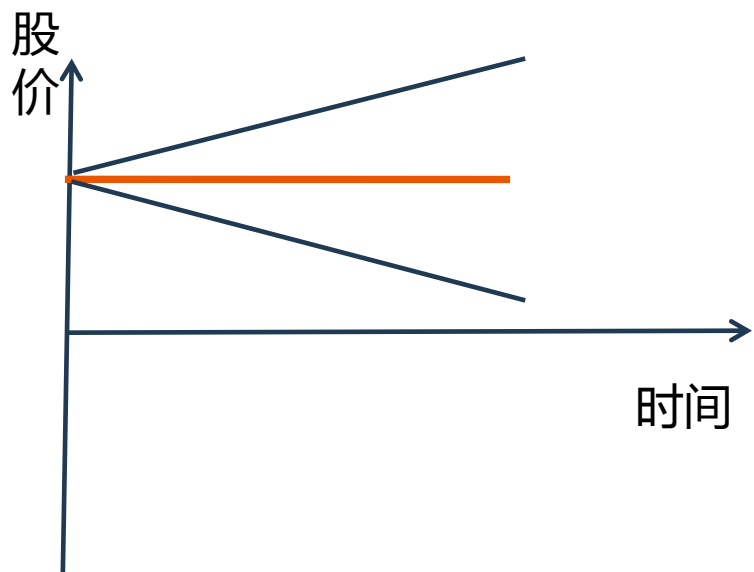


正态概率分布



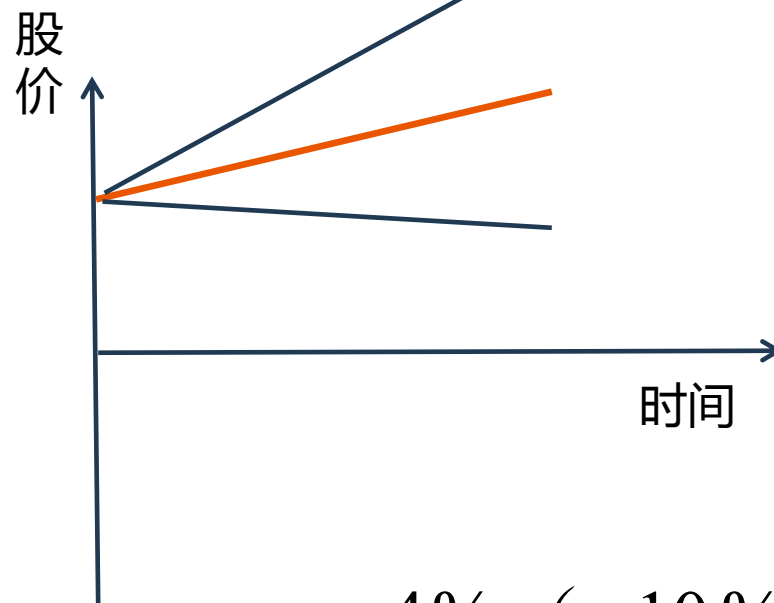
几何布朗运动： μ 和 σ

未来价格的分布



上涨概率是 $\frac{0 - (-10\%)}{10\% - (-10\%)} = 50\%$

下跌概率是 $\frac{10\% - 0}{10\% - (-10\%)} = 50\%$



上涨概率是 $\frac{4\% - (-10\%)}{10\% - (-10\%)} = 70\%$

下跌概率是 $\frac{10\% - 4\%}{10\% - (-10\%)} = 30\%$

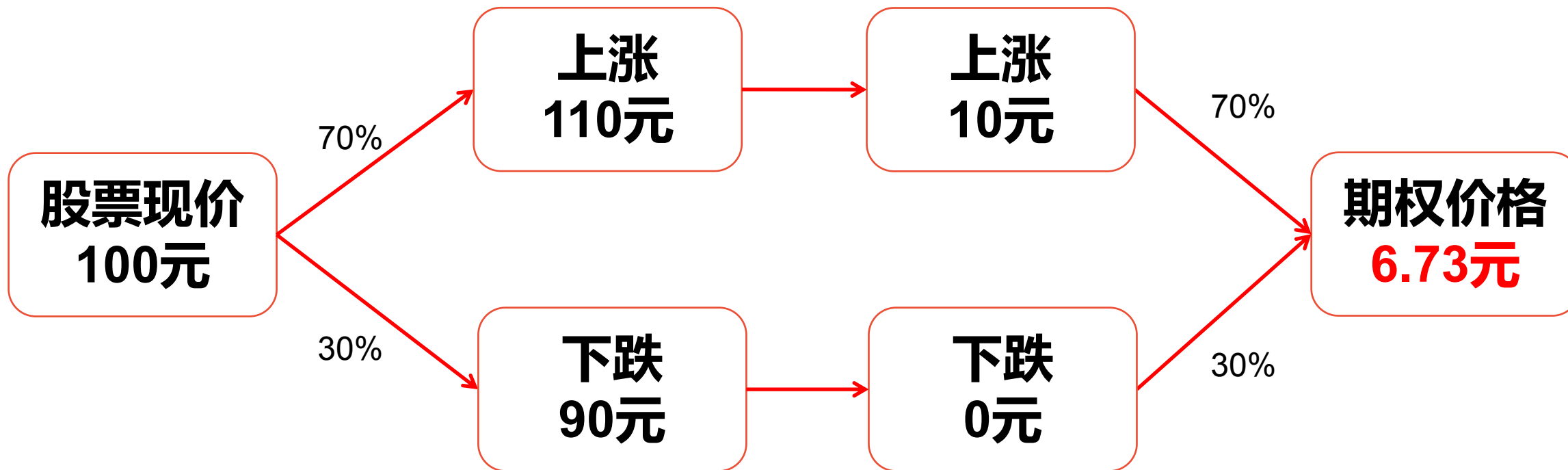
$$p(u) = \frac{r - d}{u - d}$$

$$p(d) = \frac{u - r}{u - d}$$

$$p(u) + p(d) = 1$$

这里的计算用的是单利

在连续复利的世界里面r可以使用以下计算 $e^{r\Delta t} - 1$



$$\frac{1}{1 + 4\%} \times (70\% \times 10 + 30\% \times 0) = 6.73$$

期权价格是未来期望价格的现值

$$\frac{1}{1 + 4\%} \times (70\% \times 10 + 30\% \times 0) = 6.73$$

折现因子 × 期望价格

(折现因子, 这里简化了计算, 使用了单利计算, 如果是连续复利则是 $e^{-r\Delta t}$)

假设，每年股票有两种可能，要么涨10%，要么跌10%，无风险利率是4%，股价现价是100。

三年后到期的期权价格是多少

游戏结果

股价	100
行权价	100
利率	4%
上涨	1.1
下跌	0.9
风险中性上涨概率	0.7
风险中性下跌概率	0.3

	T=0	T=1	T=2	T=3
股票				133.1
			121	
		110		108.9
	100		99	
		90		89.1
			81	
				72.9
期权	T=0	T=1	T=2	T=3
				33.1
			24.85	
		18.45		8.9
	13.58		5.99	
		4.03		0
			0	
				0

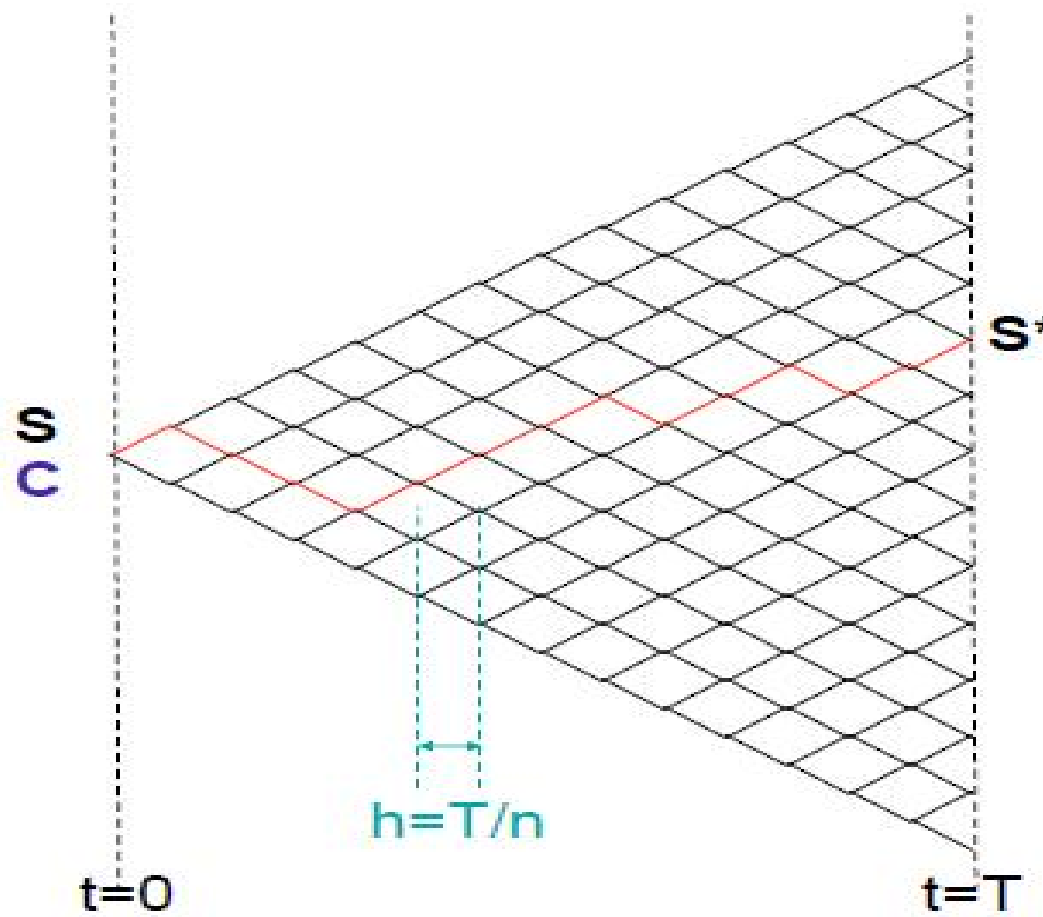


2

BS公式



BS公式是二叉树模型的细分



BS公式

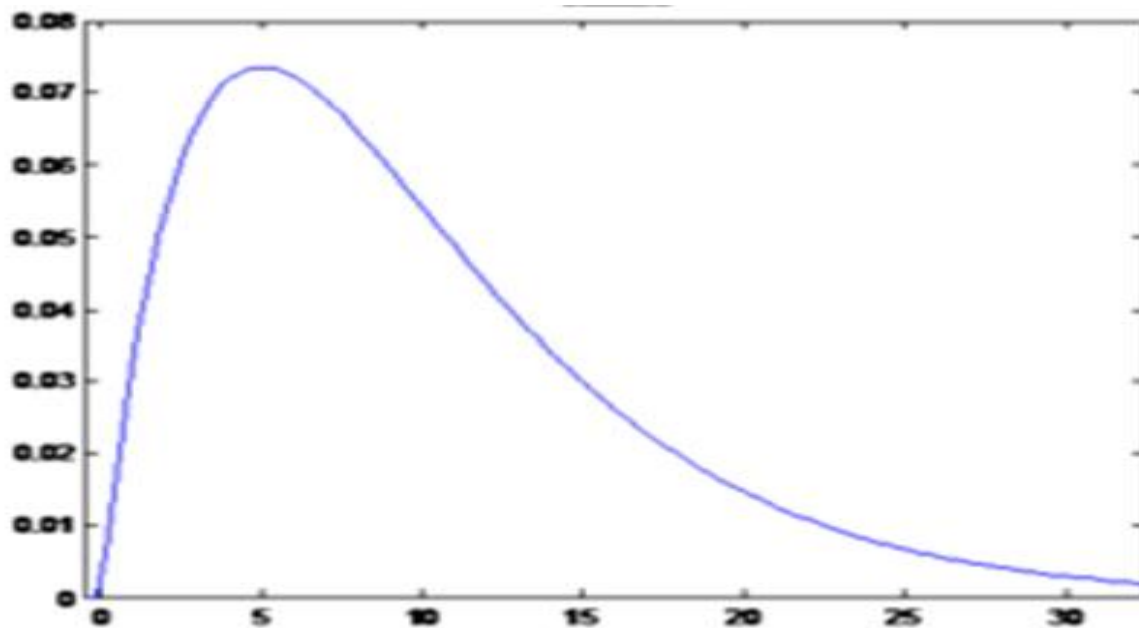
- $C_t = S_t \cdot N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} \cdot N(d_2)$
- $P_t = -S_t \cdot N(-d_1) + Ke^{-r(T-t)} \cdot N(-d_2)$
- $d_1 = \frac{\ln \frac{S_t}{K} + (r + \frac{\sigma^2}{2})(T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}}$
- $d_2 = \frac{\ln \frac{S_t}{K} + (r - \frac{\sigma^2}{2})(T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}} = d_1 - \sigma \sqrt{T - t}$

C—认购期权理论价格
P—认沽期权理论价格
K—期权执行价格
S—所交易金融资产现价

T-t—期权有效期
r—连续复利计无风险利率
σ—年度波动率（标准差）
N(d1), N(d2) —正态分布变量的累积概率分布函数，

假设一

股价变化服从对数正态分布



假设二

两恒定：无风险利率、波动率

假设三

市场不存在无风险套利机会

假设四

市场上不存在任何交易成本

假设五

该期权是欧式期权

假设六

市场允许卖空标的证券

假设七

投资者的借贷利率相同

假设八

证券交易单位是无限可分的

无限可分：我可以买卖100股、10股、1股、0.1股、0.01股.....

Choice中的理论价值计算器

新三板	交易	价值	风险	定价	策略
指数行情	标的代码	510050.SH上证50ETF		理论价格	0.1276
港股市场	合约月份	2021年08月		杠杆	25.1577
美股市场	期权合约	50ETF购8月3100		实际杠杆	18.0040
基金理财	期权类型	认购		溢价率%	1.1536
REITs	标的价格	3.190	内在价值	0.0900	
债券市场	行权价格	3.1000		时间价值	0.0368
货币市场	期权到期日	2021-08-25		Delta	0.7156
外汇市场	期权剩余天数	26		Vege	0.2887
金融期货	定价模型	欧式Black-Scholes		Gamma	1.9031
商品期货	股息率%	0		Theta	-0.4744
期权市场	历史波动率%	120日	20.9300	Rho	0.1535
	利率%	Shibor1月	2.3290	隐含波动率%	20.6438

恢复默认 计算

				2021年8月(26)	
理论价	最新	卖出	买入	执行价	
0.3126	—	0.3088	0.3046	2.900	
0.2698	—	0.2603	0.2590	2.950	
0.2296	0.2120	0.2148	0.2120	3.000	
0.1588	0.1268	0.1276	0.1267	3.100	
0.1027	0.0644	0.0644	0.0640	3.200	
0.0619	0.0270	0.0270	0.0268	3.300	
0.0347	0.0110	0.0110	0.0109	3.400	
0.0180	0.0051	0.0053	0.0051	3.500	
0.0087	0.0036	0.0036	0.0032	3.600	
0.0039	0.0023	0.0023	0.0018	3.700	
0.0017	—	0.0014	0.0013	3.800	
0.0007	0.0013	0.0013	0.0006	3.900	

A

推算隐含波动率

B

计算希腊字母

C

定价基准

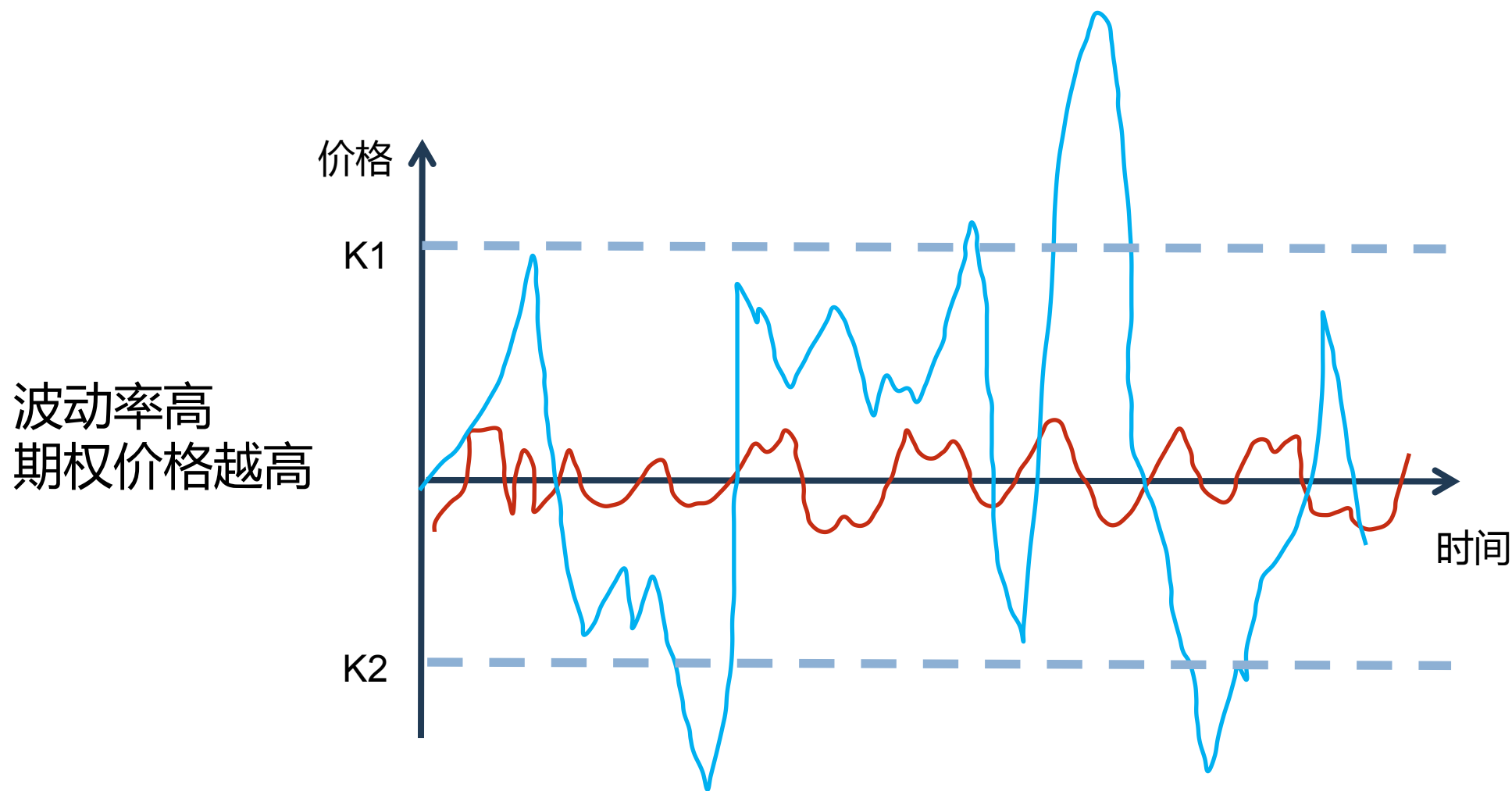


3

浅谈波动率



波动率的直观感受





历史波动率



隐含波动率

历史波动率

时间：20日、60日等等

标准差：
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

局限性与合理性

获取每日股票收盘价



计算每日收益率



确定计算周期



计算标差

历史波动率

A	B	C	D
交易时间	收盘价	收益率	波动率
2019-09-17	2.8972		
2019-09-18	2.9127	0.54%	
2019-09-19	2.9166	0.13%	
2019-09-20	2.9224	0.20%	
2019-09-23	2.8914	-1.06%	
2019-09-24	2.8972	0.20%	
2019-09-25	2.8875	-0.33%	
2019-09-26	2.8884	0.03%	
2019-09-27	2.8884	0.00%	
2019-09-30	2.8564	-1.11%	
2019-10-08	2.8787	0.78%	
2019-10-09	2.8817	0.10%	
2019-10-10	2.8972	0.54%	
2019-10-11	2.9408	1.51%	
2019-10-14	2.9690	0.96%	
2019-10-15	2.9699	0.03%	
2019-10-16	2.9593	-0.36%	
2019-10-17	2.9670	0.26%	
2019-10-18	2.9234	-1.47%	
2019-10-21	2.9253	0.07%	
2019-10-22	2.9282	0.10%	0.70%
2019-10-23	2.9098	-0.63%	0.70%
2019-10-24	2.9175	0.27%	0.71%
2019-10-25	2.9234	0.20%	0.71%
2019-10-28	2.9369	0.46%	0.67%
2019-10-29	2.9253	-0.40%	0.67%
2019-10-30	2.9088	-0.56%	0.68%
2019-10-31	2.9127	0.13%	0.68%
2019-11-01	2.9602	1.63%	0.77%
2019-11-04	2.9767	0.56%	0.72%
2019-11-05	2.9932	0.55%	0.71%
2019-11-06	2.9864	-0.23%	0.72%

其中0.7%是日化的20日为周期的波动率

通常换算成年化的

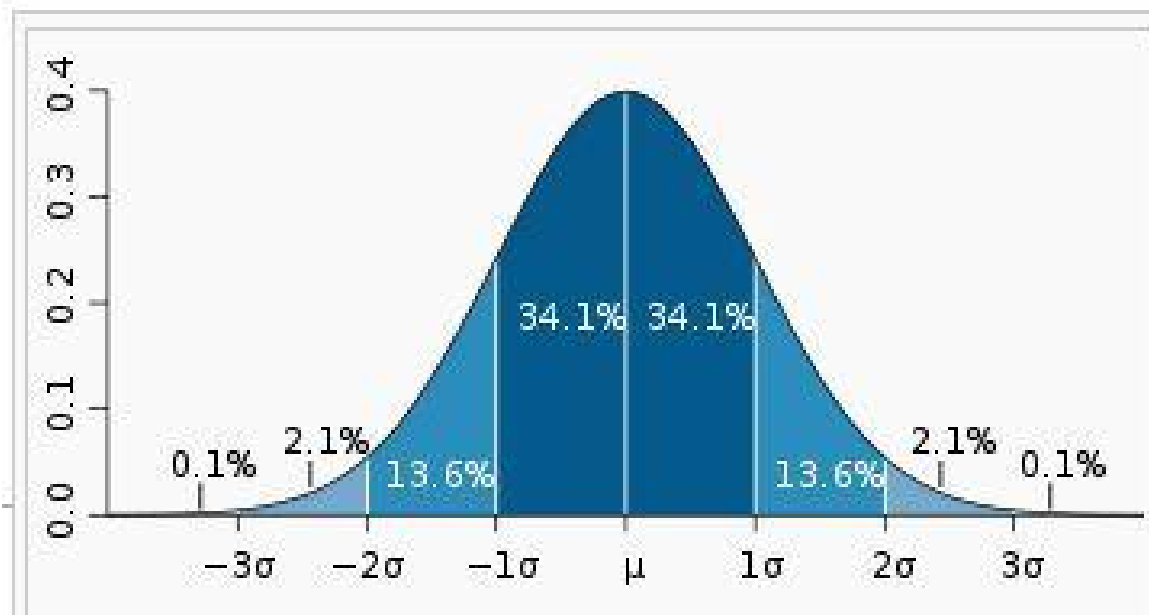
$$0.7\% * \sqrt{250} = 11.07\%$$

2021-07-15	3.4400	2.14%	1.23%	
2021-07-16	3.4030	-1.08%	1.24%	19.59%
2021-07-19	3.4160	0.38%	1.24%	19.55%
2021-07-20	3.4080	-0.23%	1.22%	19.30%
2021-07-21	3.4210	0.38%	1.22%	19.35%
2021-07-22	3.4250	0.12%	1.22%	19.23%
2021-07-23	3.3880	-1.08%	1.17%	18.56%
2021-07-26	3.2590	-3.81%	1.42%	22.50%
2021-07-27	3.1560	-3.16%	1.55%	24.52%
2021-07-28	3.1830	0.86%	1.56%	24.74%
2021-07-29	3.2120	0.91%	1.56%	24.72%
2021-07-30	3.1630	-1.53%	1.42%	22.39%

理解波动率的作用

年化30%—————日化1.89%
 年化40%—————日化2.53%
 年化50%—————日化3.16%

- 有68%的概率，涨跌幅在1.89%之内
- 反之，有32%的概率，涨跌幅超过1.89%
- 有95%的概率，涨跌幅在3.78%之内
- 反之，有5%的概率，涨跌幅超过3.78%



深蓝区域是距平均值小于一个标准差之内的数值范围。在正态分布中，此范围所占比率为全部数值之 68%。根据正态分布，两个标准差之内（深蓝，蓝）的比率合起来为 95%。根据正态分布，三个标准差之内（深蓝，蓝，浅蓝）的比率合起来为 99%。

来源百度百科

用历史波动率去推测未来的波动率 作为BS公式计算的因子

- 未来=历史
- 未来=f(历史)

通过BS公式，由期权价格反推出来的，是对未来波动率的预期

时间：到期日不同，一个月，三个月，等

隐含波动率的计算 (choice)



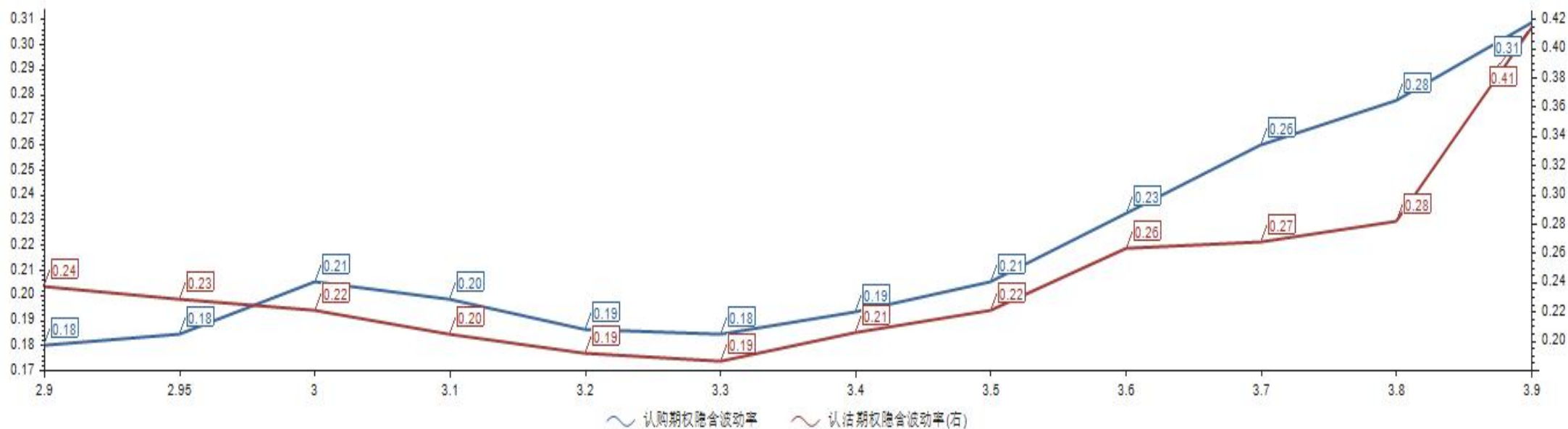
交易	价值	风险	定价	策略	
标的代码	510050.SH上证50ETF		理论价格	0.1108	
合约月份	2021年08月	▼	杠杆	29.1268	
期权合约	50ETF购8月3100	▼	实际杠杆	19.8054	
期权类型	认购		溢价率%	1.2559	
标的价格	3.169		内在价值	0.0690	
行权价格	3.1000		时间价值	0.0398	
期权到期日	2021-08-25		Delta	0.6800	
期权剩余天数	26		Vege	0.3025	
定价模型	欧式Black-Scholes		Gamma	2.0963	
股息率%	0		Theta	-0.4773	
历史波动率%	60日	▼	20.1700	Rho	0.1456
利率%	Shibor3月	▼	2.4010	隐含波动率%	19.5003

隐含波动率

(深) 沪深300ETF 认购					2021年11月(2)	(沪) 沪深300ETF 认沽				
Delta	偏离度	理论价	隐波%	最新	执行价	最新	隐波%	理论价	偏离度	D
0.9900	-0.0062	0.4642	0.01	0.4580	4.500	0.0043	20.03	0.0007	0.0036	-
0.9650	-0.0069	0.3668	0.01	0.3599	4.600	0.0085	18.93	0.0030	0.0055	-
0.9858	-0.0046	0.2738	9.09	0.2692	4.700	0.0176	18.21	0.0096	0.0080	-
0.8219	-0.0025	0.1898	13.51	0.1873	4.800	0.0358	17.79	0.0253	0.0105	-
0.6359	0.0001	0.1201	14.56	0.1202	4.900	0.0683	17.92	0.0552	0.0131	-
0.4417	0.0022	0.0682	15.08	0.0704	5.000	0.1186	18.45	0.1030	0.0156	-
0.1114	0.0035	0.0097	16.23	0.0132	5.250	0.3107	21.58	0.2936	0.0171	-
0.0213	0.0017	0.0006	18.00	0.0023	5.500	0.5448	26.65	0.5337	0.0111	-
0.0061	0.0007	0.0000	20.91	0.0007	5.750	0.7914	33.62	0.7822	0.0092	-
0.0031	0.0004	0.0000	24.66	0.0004	6.000	1.0269	21.91	1.0313	-0.0044	-

如果隐含波动率在较高位置，或者某个合约的隐含波动率明显高出其他合约的，可以通过卖期权获取波动率回落的收益。

波动率微笑 (choice)



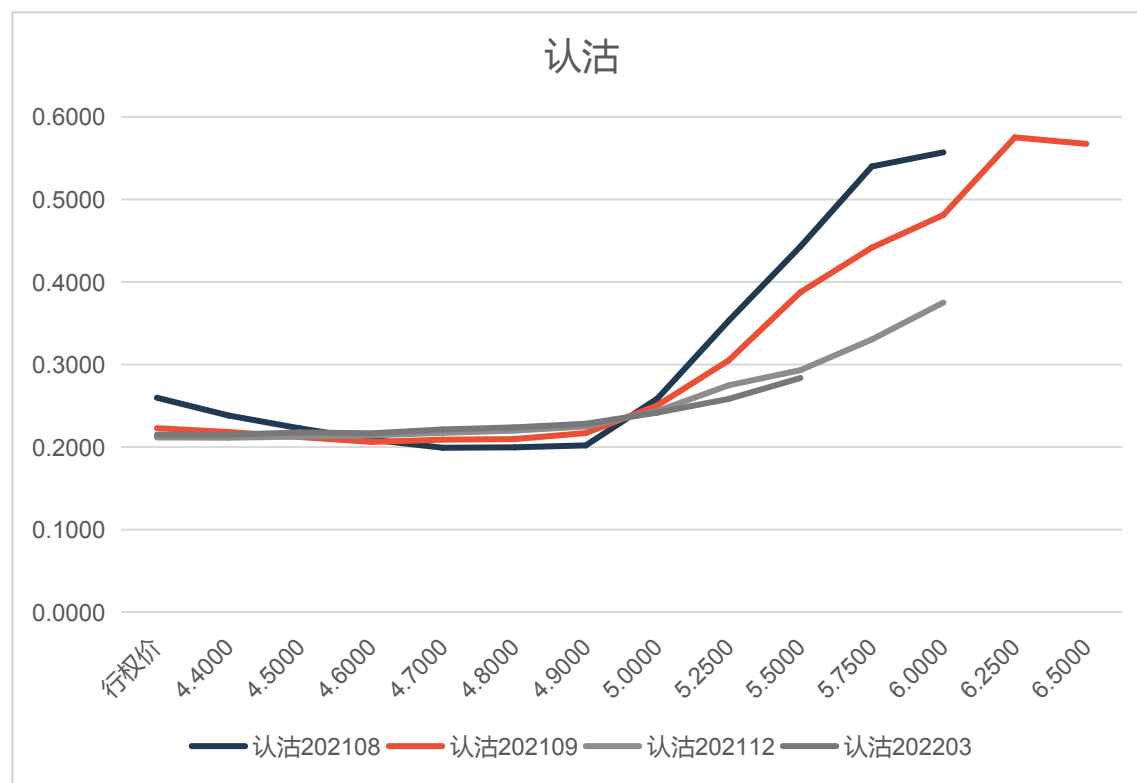
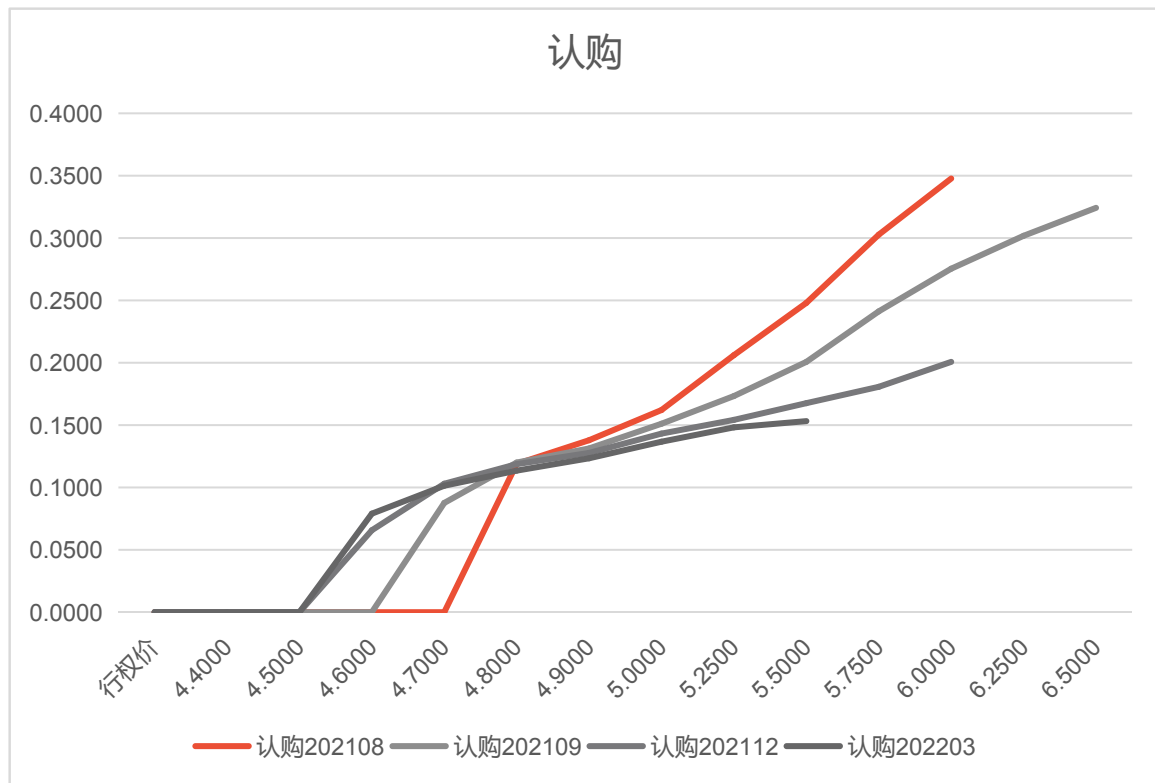
数据来源: Choice数据

解释

- 风险溢价：对于深度实值或深度虚值的相对风险更大，需要更高的溢价补贴
- 波动率的尖峰肥尾巴：理论的概率是实际概率的偏差
- 市场行为：投资者对于市场涨跌概率的预期影响波动率

300ETF (510300) 8月2日隐波 (现货价格4.997)

数据来源于Choice



感谢收看

进一步咨询课程内容请联系：



信用交易业务部



021-23586490



唐峰



东方财富证券投教园地



活动调查问卷

东方财富证券（互联网）投资者教育基地

基地网址：edu.18.cn

西藏自治区省级互联网投资者教育基地，内设财富书院、投教活动、视频专区、模拟交易、权益维护五大基础板块和一个西藏特色板块，为投资者持续提供热点业务规则、视频课程、风险案例等内容，是一个集理论与实践于一体的投资者教育服务平台。

西藏金融展览馆

参观地址：西藏自治区拉萨市城关区藏大东路10号西藏大学（纳金校区）珠峰研究院二楼

基地占地面积为885平方米，内设12个展示区域。投教基地重点突出科技、现代、可视化等元素结合西藏金融发展历史和特点，展厅布局具有独特性和个体性，全方位呈现“开放、融合、教育、沟通”的文化与功能。基地可同时容纳300人在现场进行参观学习、模拟交易、互动体验、培训交流等。

东方财富证券（上海财经大学）投资者教育基地

参观地址：上海市杨浦区纪念路8号5号楼1楼（上海财经大学国家大学科技园内）

基地占地面积300余平方米，是东方财富证券和上海财经大学合作共建的投资者教育基地，旨在为投资者提供丰富的金融知识、财经资讯，举办投资者培训、交流活动，加强证券公司、学校、学生、投资者的互动沟通，提高高校学生就业能力，提升社会公众的金融素养。

声 明

本课件内容仅为投资者教育之目的，东方财富证券所力求本材料信息准确可靠，但对这些信息的准确性或完整性不作保证，亦不对因使用该等信息而引发的损失承担任何责任。

更多关于投资者教育的相关信息，请登录东方财富证券投资者教育专栏（edu.18.cn）或微信公众账号“东方财富证券投教园地”。

