

# 利率互换定盘/收盘曲线和利率互换估值算法介绍

2012年3月



## 一、利率互换定盘/收盘曲线构建方法

- 1、构建背景
- 2、构建方法简介
- 3、运行结果分析

## 二、利率互换估值算法

- 1、估值算法简介
- 2、估值算法 应用



## 利率互换定盘收盘曲线构建背景及目的

- 一、背景
  - 1、发布利率互换定盘、收盘曲线是国际市场通行做法，如ISDA FIX
  - 2、银行间市场缺乏广泛认可的利率互换曲线
  - 3、主要市场成员希望交易中心能组织发布定盘、收盘曲线
- 二、目的
  - 1、形成一条银行间市场广泛认可并作为盯市基准的利率互换曲线
  - 2、为利率互换冲销等业务提供基准曲线
  - 3、为推出利率互换衍生产品打好基础



## ISDA FIX 介绍

- 每日公布EUR、HKD、JPY、GBP、CHF、USD 6个主要货币的利率互换均值利率，每日提供一次或两次ISDAFIX。
- 报价数据由路透和ICAP收集，并在路透彭博页面展示，路透代码ISDAFIX。
- 报价商提供报买和报卖的均值利率，报价基于成交券面5000万美元，交易对手为高信用级别机构。
- 计算过程：剔除最高和最低各四个利率，其他报价取平均。如果报价机构多于指定最低数量（美元为10个），发布ISDAFIX。
- ISDAFIX主要用途：作为计算互换期权执行价值的基准利率，作为场外衍生品结算价格，交易员选用ISDAFIX作为盯市基准，电子交易平台提供以ISDAFIX作为交易价格的交易；部分交易所用作定价曲线或作为交易产品执行价格。

	USD	SA30/360	3MLIBOR	DEALING
1Y	0.518		USD ISDAFIX	NYC
2Y	0.622		USD ISDAFIX	NYC
3Y	0.807		USD ISDAFIX	NYC
4Y	1.072		USD ISDAFIX	NYC
5Y	1.343		USD ISDAFIX	NYC
6Y	1.606		USD ISDAFIX	NYC
7Y	1.836		USD ISDAFIX	NYC
8Y	2.034		USD ISDAFIX	NYC
9Y	2.192		USD ISDAFIX	NYC
10Y	2.325		USD ISDAFIX	NYC
15Y	2.758		USD ISDAFIX	NYC
20Y	2.922		USD ISDAFIX	NYC
30Y	3.050		USD ISDAFIX	NYC



## 利率互换定盘收盘曲线构建方法简介

- 合约定义：报价基于合约为高信用等级的交易商之间交易的名义本金为1亿人民币，相应参考利率与期限的利率互换交易。
- 曲线种类与期限：
  - Shibor 3M: 6M、9M、1Y、2Y、3Y、4Y、5Y、7Y、10Y
  - Shibor O/N: 1M、3M、6M、9M、1Y
  - Shibor 1W: 1M、3M、6M、9M、1Y
  - FR007: 1M、3M、6M、9M、1Y、2Y、3Y、4Y、5Y、7Y、10Y
- 报价机构：Shibor利率互换报价机构
- 报价界面：报价机构在本币交易系统利率互换双向报价界面同时报Bid/Offer两个方向报价。



- 报价时间窗口：  
上午11:30至12:00，下午16:00至16:30在报价时间窗口结束前，报价机构都可以对报价进行修改。
- 计算规则：
  - 1、取出每个报价机构在时间窗口内最新报价。
  - 2、先计算bid和offer曲线。以bid曲线为例，在每个品种的所有提交的bid报价中，分别去掉4个最高价、4个最低价后，对剩余的报价进行简单平均，得出bid曲线。同理求出offer曲线。
  - 3、最后用bid和offer曲线的均值作为定盘曲线。
- 发布时间及途径：  
上午12:30，下午17:00，同时在Shibor网、货币网上发布，并计划在CMDs系统中提供，方便机构直接将数据接入内部系统。





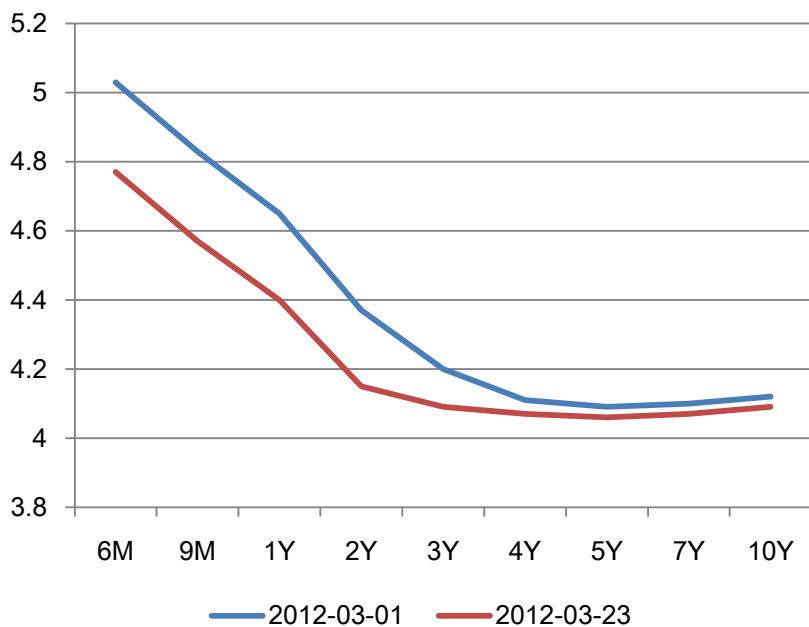
## 利率互换定盘收盘曲线运行结果分析

- 从2011年12月19日起，市场二部组织了Shibor利率互换报价机构及部分有意向进行利率互换定盘曲线报价的机构共20多家进行试点报价。
- 参与报价的机构均能积极提供报价，报价质量高
- 每日定盘和收盘曲线通过邮件发给所有报价机构前台交易员，及部分重点机构的风控人员，市场成员反映良好。
- 定盘曲线、收盘曲线买卖价差稳定、价格水平与实际成交价格一致，较好地代表了真实的市场行情

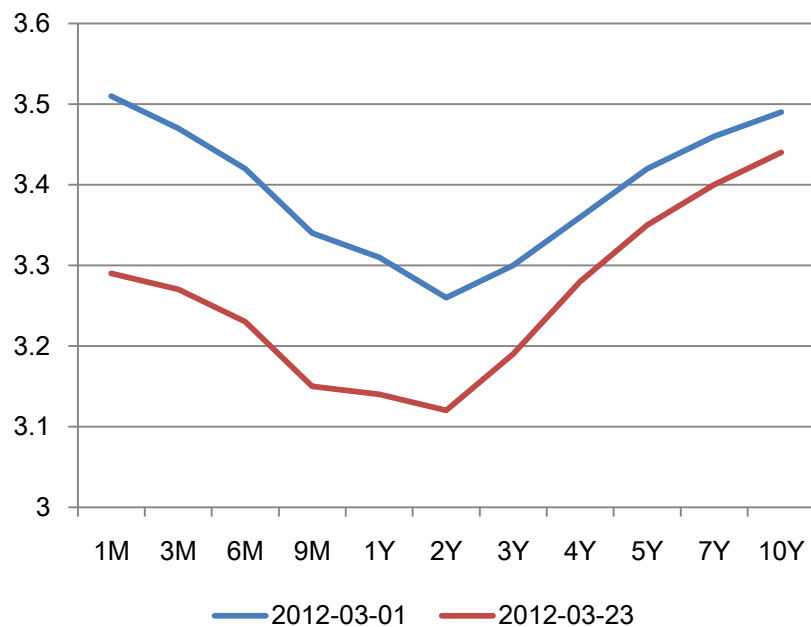


## 利率互换收盘曲线图形展示

### Shibor3M利率互换收盘曲线



### FR007利率互换收盘曲线

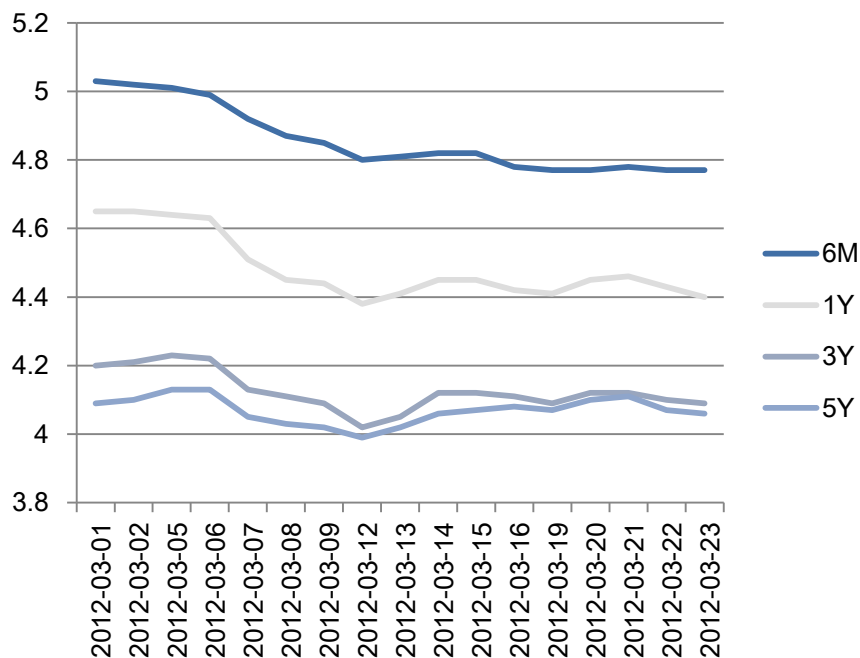




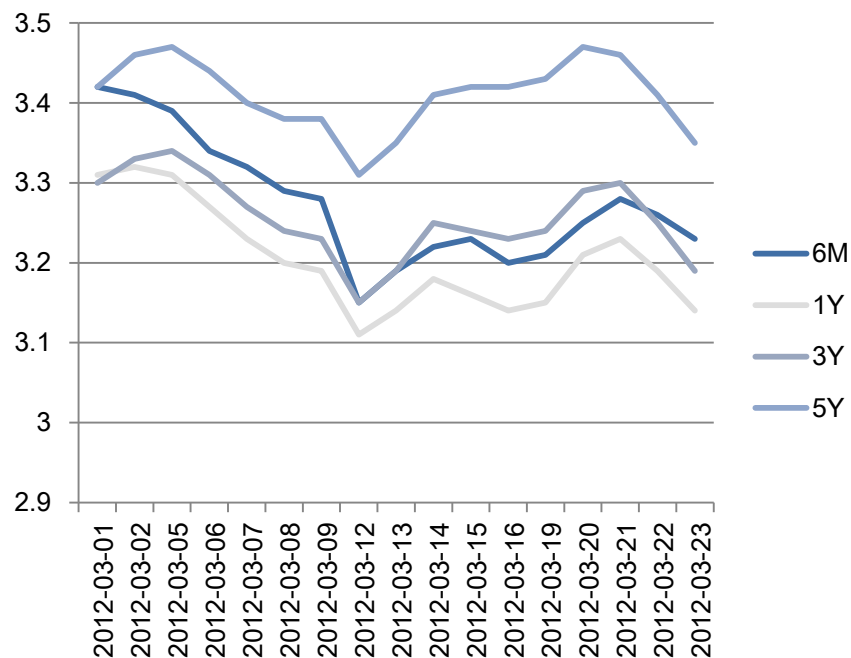


## 利率互换收盘曲线各期限利率走势图

Shibor3M利率互换收盘曲线各期限走势图



FR007利率互换收盘曲线各期限走势图





## 2012年3月利率互换定盘收盘曲线与交易利率对比

交易品种	平均价差 (BP)	最大价差 (BP)	位于报买和报卖曲线内
Shibor3M	1.51	8.00	93.1%
FR007	1.40	11.50	88.3%
ShiborON	11.00	21.00	30.0%
合计	1.52	21.00	88.8%

- 注1：当日12:00之前成交与定盘均值曲线对比，12:00-16:30与收盘均值曲线对比。
- 注2：ShiborON的价差较大，是由于满足对比条件的只有10笔交易。

从对比结果看，利率互换定盘/收盘曲线与交易利率非常一致，可以较好地反映市场利率水平



## 3月12日至16日利率互换收盘曲线与经纪公司报价比较

Shibor3M利率互换收盘曲线

	与ICAP比较	与TP比较
6M	1.2	1.2
9M	0.8	1.4
1Y	0.8	1
2Y	0.2	0.8
3Y	0.6	1.2
4Y	0.4	1.2
5Y	0.2	1.2
7Y	0.8	4.8
10Y	0.8	7.2

FR007利率互换收盘曲线

	与ICAP比较	与TP比较
1M	1.4	4.8
3M	0.4	1
6M	0.6	1
9M	1	1
1Y	0.8	0.6
2Y	1	0.6
3Y	0.2	0.8
4Y	0.8	1.4
5Y	0.6	0.8
7Y	0.4	2.6
10Y	0.6	4.4



## 一、利率互换定盘/收盘曲线构建方法

- 1、构建背景
- 2、构建方法简介
- 3、运行结果分析

## 二、利率互换估值算法

- 1、估值算法简介
- 2、估值算法应用



## 利率互换估值计算流程



期限	利率
1W	3.2928
3M	4.2000
6M	4.2067
...	...
10Y	3.8700

期限	即期利率	贴现函数
1W	3.2918	0.9994
3M	4.1782	0.9896
6M	4.1848	0.9793
...	...	...
10Y	3.8696	0.6789



## 利率互换即期利率和贴现函数算法

### ➤ 计算依据

假设即期利率曲线分段线性，即每个标准期限即期利率线性相连。

以利率互换曲线标准期限利率交易的利率互换，固定端现金流现值为利率互换面值。

### ➤ 计算步骤

求出未来每个付息日，以及每个付息日到估值日（ $T+1$ ）的实际天数 $\text{Day}(3M)$ ,  $\text{Day}(6M)$ , ...,  $\text{Day}(10Y)$ 。

基于即期利率曲线分段线性假设，利率互换通过剥靴法求出每个付息日的贴现函数和即期利率，假设利率互换即期利率曲线为 $SC(t)$ ，贴现函数曲线为 $DF(t)$ ，

满足： $DF(t) = e^{-SC(t)*t}$





## Shibor 3M利率互换即期曲线构建

- 对于3M期限，
$$DF(3M) = \frac{1}{(1 + \text{Shibor}3M * \frac{\text{Day}(3M)}{360})}$$

- 对于6M、9M、1Y期限固定端利率R已知，可通过下面公式递推求出贴现函数，

$$DF(k) = \frac{1 - R(k) * \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(\text{Day}(i) - \text{Day}(i-1)) * DF(i)}{365}}{1 + R(k) * \frac{(\text{Day}(k) - \text{Day}(k-1))}{365}} \quad k=6M、9M、1Y \quad (1)$$

- 由于利率互换曲线原始数据中没有15M、18M、21M等期限固定利率，不能直接按照上述方法求出DF(15M)、DF(18M)、DF(21M)、DF(2Y)。
- 假设SC(2Y)为未知数;基于1Y至2Y即期利率曲线线性假设，

$$SC(k) = SC(1Y) + \frac{(\text{Day}(k) - \text{Day}(1Y))}{(\text{Day}(2Y) - \text{Day}(1Y))} * (SC(2Y) - SC(1Y))$$

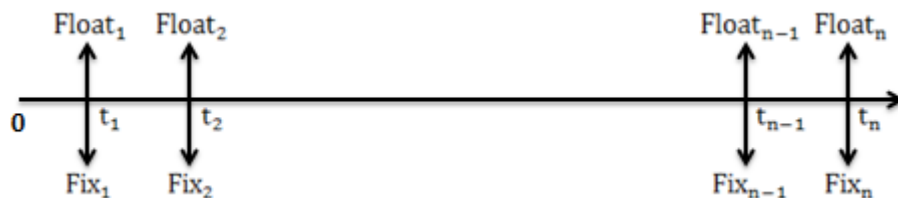
$$DF(k) = e^{-SC(k) * \frac{\text{Day}(k)}{365}} \quad k=15M、18M、21M、2Y$$

- 代入公式(1)，未知数只有SC(2Y)，可求出15M、18M、21M、2Y贴现函数和即期利率。
- 同理可求出27M、30M、33M、3Y、...、10Y期限的贴现函数和即期利率。

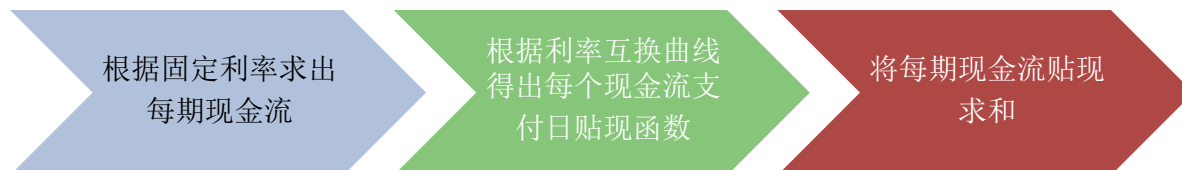


## 利率互换估值流程

对一笔利率互换，设未来有 $n$ 期现金支付，首先求出未来现金流支付日  $t_i$ ，下图中  $Fix_i$  和  $Float_i$  分别为  $t_i$  时刻浮动端现金流支付和固定端现金流支付。



### 利率互换固定端现金流贴现



### 利率互换浮动端现金流贴现



固定利率支付方利率互换价值=浮动端现金流现值-固定端现金流现值



## 利率互换固定端现金流计算

- 对于一笔利率互换（参考利率为FR007或Shibor3M），设该笔利率互换固定段利率为R，面值为P。未来现金流支付日距T+1的天数分别为  $Day_1$ 、 $Day_2$ 、...、 $Day_N$
- 假设即期利率曲线分段线性，可利用线性插值求出对应  $SC(Day_1)$ 、 $SC(Day_2)$ 、...、 $SC(Day_N)$ 。

$$DF(Day_k) = e^{-SC(Day_k) \cdot \frac{Day_k}{365}}$$

$$\begin{aligned} \text{固定端现值} = & P * R * \left( \frac{Day_1}{365} * DF(Day_1) + \frac{Day_2 - Day_1}{365} * DF(Day_2) + \dots \right. \\ & \left. + \frac{Day_N - Day_{N-1}}{365} * DF(Day_N) \right) \end{aligned}$$



## Shibor 3M利率互换浮动端现金流计算

- Shibor 3M利率互换第一次现金支付浮动端参考利率已知，设为  $f_1$ ，设第  $k$  次利息支付参考利率为  $f_k$ ，利用下面公式可求出  $f_k$ 。

$$\left(1 + f_k * \frac{\text{Day}_k - \text{Day}_{k-1}}{360}\right) = \frac{DF(\text{Day}_{k-1})}{DF(\text{Day}_k)} \quad k=2, \dots, N$$

$$\begin{aligned} \text{浮动端现值} = & P * \left( f_1 * \frac{\text{Day}_1}{360} * DF(\text{Day}_1) + f_2 * \frac{\text{Day}_2 - \text{Day}_1}{360} * DF(\text{Day}_2) \right. \\ & \left. + \dots + f_N * \frac{\text{Day}_N - \text{Day}_{N-1}}{360} * DF(\text{Day}_N) \right) \end{aligned}$$



## FR007利率互换浮动端现金流计算

- 对于FR007利率互换，当前付息周期已知 $m$ 个的利率重置周期参考利率，参考利率分别为 $fr_1, fr_2, \dots, fr_m$ 。第 $m+1$ 个利率重置周期起始日 $Day_0$ 到第一次现金支付日 $Day_1$ 段远期利率设为 $f_1$ 。

$$\left(1 + f_1 * \frac{Day_1 - Day_0}{365}\right) = \frac{DF(Day_0)}{DF(Day_1)}$$

- 第一次现金流支付

$$C_1 = P * \left( \left(1 + f_1 * \frac{Day_1 - Day_0}{365}\right) * \left(1 + fr_m * \frac{t_m}{365}\right) * \prod_{i=1}^{m-1} \left(1 + fr_i * \frac{7}{365}\right) - 1 \right)$$

- 设第 $k$ 次利息支付参考利率为 $f_k$ ，利用下面公式可求出 $f_k$ 。

$$\left(1 + f_k * \frac{Day_k - Day_{k-1}}{365}\right) = \frac{DF(Day_{k-1})}{DF(Day_k)}$$

$$\begin{aligned} \text{浮动端现值} = & C_1 * DF(Day_1) + P * \left( f_2 * \frac{Day_2 - Day_1}{365} * DF(Day_2) + \dots \right. \\ & \left. + f_N * \frac{Day_N - Day_{N-1}}{365} * DF(Day_N) \right) \end{aligned}$$



## 利率互换DV01算法

- 计算某笔利率互换的DV01，假设曲线各期限利率均上涨5BP，求出该笔利率互换的价格Swap\_P(+5bp); 假设曲线各期限利率均下降5BP，求出该笔利率互换的价格Swap\_P(-5bp)。

$$DV01 = \frac{\text{Swap\_P}(+5\text{bp}) - \text{Swap\_P}(-5\text{bp})}{10}$$

- 计算利率互换某个期限的DV01，假设该期限利率上涨和下跌5BP，其他期限利率保持不变，计算出利率互换价格，算法同上。





## 利率互换估值算法应用

- 利率互换估值算法已经应用于交易中心提供的利率互换冲销服务中，用于计算利率互换估值和**DV01**数据。
- 估值结果与机构自身估值比较接近，以**FR007**为例，最新一次各机构自身估值与交易中心计算结果平均价差**19000**元，平均价差/**DV01**为**1.25**。



CHINA FOREIGN EXCHANGE TRADE SYSTEM

中國外匯交易中心

全國銀行間同業拆借中心

NATIONAL INTERBANK FUNDING CENTER



# 谢 谢

信息统计部

来永超

021-68797366