

## ◆ 专题研究

# 债券盯市估值模型研究

李育/文

亚洲金融危机后，多国政府为建立一个稳定、健全的本地债券市场，纷纷采取逐日盯市举措，并同时设立或指定了第三方机构来提供估值。韩国、马来西亚等国在政府主导下陆续建立了本国第三方债券估值机构，并要求有关证券代理机构每日进行跟踪比较，及时揭示投资风险。2008年金融危机之后，欧美市场“第三方估值”的作用更加明显。

## 一、中国债券估值的产生

2003年1月，上证国债指数发布，该指数的样本由在上海证券交易所挂牌的国债构成，计算价格为样本的实时交易价格，如果无价，则采用最近成交价格，取价规则类同于股票。该指数发布以后，我国交易所市场国债交易活跃，上证国债指数成为了表征我国债券市场走势的风向标。随着银行间债券市场的发展，2003年以来部分机构开始编制反映银行间债券市场走势的指数。但银行间债券市场的询价交易机制以及债券的基本属性使然，个券交易不活跃，大部分债券没有价格信息，并且有价格信息的债券中充斥着异常价格。因此，在银行间债券指数的编制过程中，面临的首要问题即是如何给无价格信息的债券定价，同时识别异常价格并予以修正，如果采取同于上证国债指数的做法，则有相当一部分债券的价格要追溯至很久，这样就与债券指数表征市场的基本功能相违背。在这样的背景下，债券估值应运而生。

从债券估值发展来看，我国债券估值是债券指数编制过程中的“副产品”，市场并未给予其足够关注。实际上，债券估值与会计准则息息相关。在2007年7月以前，投资机构对债券资产组合净值的计算是采用成本法，并非公允价值计算债券资产。2007年7月以后，新的《企业会计准则》被执行，新准则中引入“公允价值”的概念，估值正式走上台前。

## 二、估值对市场的作用

### 1. 资产组合的净值计算

根据证监会计[2007]21号文件要求，对存在活跃市场的投资品种，如估值日有市价的，应采用市价确定公允价值。对不存在活跃市场的投资品种，应采用市场参与者普遍认同，且被以往市场实际交易价格验证具有可靠性的估值技术确定公允价值。

2014年1月财政部发布了《企业会计准则第39号—公允价值计量》（以下简称《准则》）。《准则》相比以前的规定更清晰明确，并建立了独立的准则，进一步规范了公允价值计算和披露的有关规定，对债券资产公允价值计量明确了估值技术和使用方法。

### 2. 二级市场的交易基础

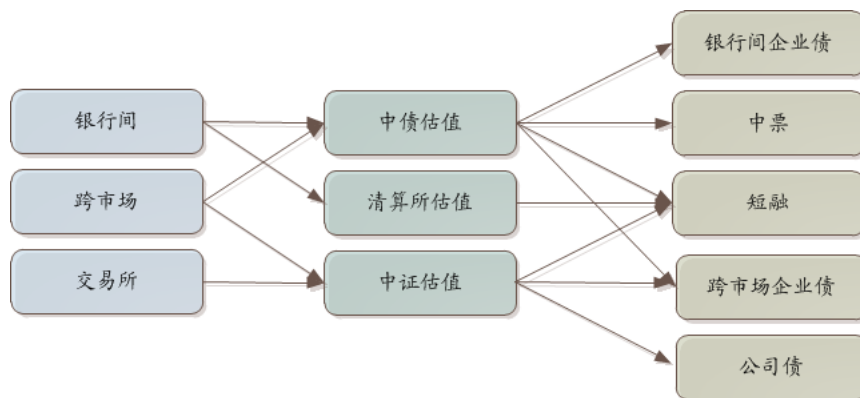
估值是二级市场中交易产品的参考价。如果估值价格大于真实价格，则买方会有浮亏。反之，如果估值价格小于真实价格，则卖方会有浮亏。

### 3. 一级市场的招标参考

通过招标系统发行的债券，投标人在投标时，往往会参考前一个交易日的曲线数据，然后做出投标价格决策。

## 三、国内债券估值体系

图表1. 债券估值系统关系图



## 四、估值的原理

债券估值应该是根据即期利率曲线来计算债券的价格，然后再根据付息频率得到债券收益率水平。因此，债券估值的关键问题是如何得到即期利率曲线。一般来讲，可以通过两种方法得到即期利率曲线，即解靴法和模型法。解靴法是利用已知期限的即期利率，结合插值法和已知债券的价格，计算得到即期利率；模型法是利用模型对经过筛选过的价格

信息进行拟合，得到贴现函数曲线，然后得到即期收益率曲线。下面我们将简单介绍下多家国外央行采用的Nelson-Siegel模型的基本原理。

## Nelson-Siegel模型

1987年，Nelson和Siegel提出了解决即期远期利率的方法。考虑一个在m时刻到期的即期远期利率 $f_{(t,m)}$ ：

$$f_{t,m} = \beta_{t,0} + \beta_{t,1} \exp\left(\frac{-m}{\tau_{t,1}}\right) + \beta_{t,2} \frac{m}{\tau_{t,1}} \exp\left(\frac{-m}{\tau_{t,1}}\right)$$

其中m为到期时间，t为即期时间， $\beta_{(t,0)}$ 、 $\beta_{(t,1)}$ 、 $\beta_{(t,2)}$ 和 $\tau_{(t,1)}$ 为被估参数。因此，将上式相应积分之后便可以得到即期利率 $s_m$ ：

$$s_m = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau_1}{m} \left(1 - \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)\right) - \beta_2 \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)$$

Nelson-Siegel模型对形状简单的收益率曲线的拟合效果很好，但在复杂的情景下的拟合偏差比较大。1994年，Svensson在Nelson-Siegel的模型基础上新添加了一项：

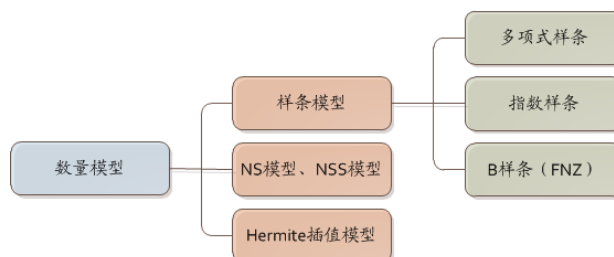
$$f_m = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_3 \frac{m}{\tau_2} \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)$$

同样地，将上式相应积分后便可以得到即期利率 $s_m$ ：

$$\begin{aligned} s_m = & \beta_0 + \beta_1 \left(1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)\right) \left(\frac{-m}{\tau_1}\right)^{-1} \\ & + \beta_2 \left( \left(1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)\right) \left(\frac{-m}{\tau_1}\right)^{-1} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) \right) \\ & + \beta_3 \left( \left(1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)\right) \left(\frac{-m}{\tau_2}\right)^{-1} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right) \right) \end{aligned}$$

图表2. 债券估值国际经验

国家	所用估值模型
美国	平滑样条 (FNZ)
日本	平滑样条 (FNZ)
英国	基于样条模型的VRP
法国	NSS模型
意大利	NSS模型
瑞典	平滑样条和NSS模型



## 五、债券估值流程

债券估值的流程主要由数据收集、数据筛选、曲线拟合和估值监控构成。数据收集包括银行间、交易所、做市商报价以及债券一、二级市场数据等。在收集到相关数据后，便要展开估值预判工作即债券估值人员结合市场专家估值综合判断筛选。之后则用估值模型生成即期收益率、到期收益率以及远期收益率三条曲线，利用相应曲线后，通过计算可以得出债券指数。最后需要对估值进行监控，比如，比较前后两个交易日的估值变化或与一级、二级市场比较等。

以中证债券估值为例，其流程由盘中盯市、估值预判、数据筛选、曲线拟合、曲线监控、指数计算、估值监控构成。

## 六、中证指数有限公司债券估值模型

中证采用的是多项式样条模型，其估值流程为：

### 1. 根据债券基本信息拆解未来现金流

### 2. 导入经过处理的行情数据

- ◆每日 13:00 开始上午报价成交汇总分析
- ◆每日 15:30 开始第一次全天报价成交汇总分析
- ◆每日 16:30 开始第二次全天报价成交汇总分析

### 3. 构造目标函数

$$Q = \sum_i Weight_i (Price_i - \sum_t CF_{i,t} * DF_t)^2 \quad (1.1)$$

其中CF为债券未来现金流，Price为债券价格数据，Weight为根据成交、报价情况对该价格数据赋予的权重，DF为贴现因子。三次样条函数的结构如下：

$$D(t) = \begin{cases} D_1(t) = a_1 + b_1t + c_1t^2 + d_1t^3, t \in [T_1, T_2] \\ D_2(t) = a_2 + b_2t + c_2t^2 + d_2t^3, t \in [T_2, T_3] \\ D_3(t) = a_3 + b_3t + c_3t^2 + d_3t^3, t \in [T_3, T_4] \end{cases} \quad (1.2)$$

其中， $a_i, b_i, c_i, d_i, i=1, \dots, n$ 是需要估计的参数。

### 4. 优化求解

由(1.1)可得(1.2)中贴现因子函数的系数，由此得到D(t)的表达式。

### 5. 收益率曲线

由D(t)计算得到即期收益率： $S(t) = D(t)^{1/t} - 1 \quad (1.3)$

## 6. 债券估值

由即期收益率和债券现金流计算债券理论价格：
$$PV = \sum_t \frac{CF_t}{(1+s(t))^t} \quad (1.4)$$

将PV代入（1.5），得到债券到期收益率y：
$$PV = \sum_t \frac{CF_t}{(1+y)^t} \quad (1.5)$$

此估值方法只适用于固定利率债券。

## 七、中央国债登记结算公司债券估值模型

### 1. 中债收益率曲线采用Hermite插值模型

具体公式为：

设 $x_1 < L < x_n$ ，并已知这些期限的对应收益率 $(x_i, y_i)$  ( $x_{(i+1)}, y_{(i+1)}$ )， $i \in [1, n]$ ，求任意 $x \in [x_i, x_{(i+1)}]$ 对应的收益率 $y(x)$ 。
$$y(x) = y_i H_1 + y_{i+1} H_2 + D_i H_3 + D_{i+1} H_4$$

其中：

$$H_1 = 3 \left( \frac{x_{i+1}-x}{x_{i+1}-x_i} \right)^2 - 2 \left( \frac{x_{i+1}-x}{x_{i+1}-x_i} \right)^3, \quad H_2 = 3 \left( \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i} \right)^2 - 2 \left( \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i} \right)^3,$$

$$H_3 = \left( \frac{x_{i+1}-x}{x_{i+1}-x_i} \right)^2 - \left( \frac{x_{i+1}-x}{x_{i+1}-x_i} \right)^3, \quad H_4 = \left( \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i} \right)^2 - \left( \frac{x-x_i}{x_{i+1}-x_i} \right)^3$$

$x_i$ 为期限， $y_i$ 为收益率， $D_i$ 为斜率

### 2. 中债估值计算方法（部分）

（1）对处于最后付息周期的付息债券、待偿期在一年以下的贴现债券、零息债券、到期一次还本付息债券：

$$\text{日间估价全价计算公式：} \quad PV = \frac{FV}{y * \frac{D}{TY} + 1}$$

其中，PV：债券全价，FV：债券到期时还本付息金额，TY：债券计息年实际天数，y：收益率 D：从估值日到到期日的实际天数。

（2）对待偿期在一年以上的到期一次还本付息债券和零息债券：

$$\text{日间估价全价计算公式：} \quad PV = \frac{FV}{(1+y)^t}$$

其中，PV：债券全价，FV：债券到期时还本付息金额，y：收益率，t：待偿期。