

国债收益率曲线构建方法：国际实践与启示

吴国培 吕进中 陈宝泉 张燕 吴伟 方晓炜¹

摘要：国债收益率曲线是一国金融市场中最主要的收益率曲线，是许多金融产品定价的基准，对货币政策制定、传导和效应反馈中起重要的作用。早在20世纪70年代，多国央行（或财政部）就开始了编制国债收益率曲线的实践研究。我国收益率曲线的编制工作起步较晚，还处于积极探索阶段，数据及技术储备有待进一步完善。本文比较研究了发达国家构建国债收益率曲线的方法，梳理了主要国家央行（或财政部）在数据筛选和处理、数量模型方法等方面的实践经验，并在此基础上提出了完善我国国债收益率曲线的若干建议。

Abstract: Treasury yield curve is the most important yield curve for the financial market. It is the pricing benchmark for many financial assets; it also plays a key role in monetary policy-making, transmission, and assessment of policy impact. As early as in 1970s, several countries began to develop treasury yield curves. China's work in this area remains in the early stage and the methodologies used need to be further improved. This paper provides a review of the international practices of yield curve modeling, including methodologies on data selection, processing and modeling. It also puts forward a few recommendations on how to improve the construction of treasury yield curves in China.

关键词：国债；收益率曲线；曲线拟合

声明：中国人民银行工作论文发表人民银行系统工作人员的研究成果，以利于开展学术交流与研讨。论文内容仅代表作者个人学术观点，不代表人民银行。如需引用，请注明来源为《中国人民银行工作论文》。

Disclaimer: The Working Paper Series of the People's Bank of China (PBC) publishes research reports written by staff members of the PBC, in order to facilitate scholarly exchanges. The views of these reports are those of the authors and do not represent the PBC. For any quotations from these reports, please state that the source is PBC working paper series.

¹吴国培，经济学博士，中国人民银行福州中心支行行长，国家外汇管理局福建省分局局长，厦门大学和福州大学博士生导师；吕进中，中国人民银行福州中心支行副行长；陈宝泉，中国人民银行福州中心支行调查统计处处长；张燕，中国人民银行福州中心支行调查统计处副处长；吴伟，中国人民银行福州中心支行调查统计处助理调研员；方晓炜，任职于中国人民银行福州中心支行，email: fxwei@163.com。本文内容为作者个人观点，不代表人民银行。

一、引言

国债收益率曲线是一国市场化金融体系运行的基础性必要条件。一般来说，政府发行的国债被认为是最安全的投资品种，国债收益率曲线代表了无违约风险利率水平，被认为是基准利率曲线。目前，世界各国央行、研究机构在国债收益率曲线构建上开展了多方位的尝试和探索，在曲线应用上也积累了丰富的经验和教训。宏观层面上，中央银行据此预测宏观经济走势，观测货币政策实施效应，开展货币政策调控，财政部门用其控制国债发行成本；微观层面上，收益率曲线是商业银行、投资机构捕捉投资机会、进行资产负债管理和绩效考核等不可或缺的工具。

我国多层次金融市场体系已基本形成，利率市场化取得重大进展，债券以及利率衍生品市场快速成长，市场制度和交易产品创新齐头并进，国内市场开放性显著上升，与国际金融市场的联系也越来越密切。随着金融改革的持续推进，当前以准备金、再贷款等数量型工具为主并兼顾经济增长、价格稳定、充分就业、国际收支平衡等多目标的货币政策框架，必将过渡到以利率价格型工具为主的单一目标货币政策框架（周小川，2005）。十八届三中全会提出：加快推进利率市场化，健全反映市场供求关系的国债收益率曲线。十八届五中全会提出：推进汇率和利率市场化，提高金融机构管理水平和服务质量。发挥国债收益率曲线在中央银行利率传导中的重要作用，让政策利率的变化通过国债收益率的变化传导到实体经济的融资成本，成为金融领域深化改革的一项历史性任务。从 20 世纪末期开始，中债登、Wind 等机构在编制我国国债收益率曲线方面开展了积极有益的探索，但还有较大的健全和完善空间。因此，科学比较和合理评判各种曲线拟合方法，剖析国外央行（或财政部）编制国债收益率曲线的实践经验，将为中国国债收益率曲线的准确拟合提供更多的选择，并为推动货币政策框架由数量型为主向价格型为主转变提供重要参考。

二、构建收益率曲线的理论背景

（一）基本概念

收益率曲线描述的是在某一时刻，品质相同的债券收益率与其到期期限间的关系，其横轴、纵轴分别代表债券的到期期限和对应的收益率水平。根据收益率的性质，收益率曲线分为到期收益率曲线、即期收益率曲线、远期收益率曲线。

到期收益率曲线是最常见的收益率曲线。顾名思义，该曲线反映的是同类债券到期收益率与到期期限间的关系。由于到期收益率（yield to maturity）可以从市场中直接观察到，市场参与者习惯使用到期收益率曲线作为定价参考。但是一般认为，到期收益率曲线并不能准确地反映市场真实利率水平。这是因为根据到期收益率的计算方法（式 1），到期收益率是建立在“债券在其生命周期内的利率能够按赎回收益率进行再投资”这一假设上的，即假设不存在再投资风险；

而实际上，市场利率是随时波动的，只有零息债券的持有人才可以避免再投资风险，因为零息债券在其生命周期内不用支付利息。

$$P = \sum_{n=1}^N \frac{C}{(1+ytm)^n} + \frac{M}{(1+ytm)^N} \quad (1)$$

即期收益率曲线也称零息债券收益率曲线，这是根据零息债券的到期收益率（或称即期收益率）和到期期限绘制的。本质上，付息债券可分解为一系列现金流来构建即期收益率曲线。即期收益率 (spot rate) 的计算公式为：

$$P = \sum_{n=1}^N \frac{C}{(1+rs_n)^n} + \frac{M}{(1+rs_N)^N} \quad (2)$$

在即期利率计算方法中，每一不同剩余期限的现金流的贴现利率是不同的。债券市场中，即期收益率曲线被认为是真实的利率期限结构，因为此时考虑了再投资风险。即期收益率曲线也是确定债券相对价值的最好曲线。

远期收益率曲线根据远期收益率和到期期限绘制。远期收益率 (forward rate) 是指债券在未来的即期收益率，是指隐含在给定的即期利率中从未来的某一个时点到另一个时点的利率水平。远期收益率可以根据当前的即期利率推导，推导出的利率称为隐含远期利率 (implied forward rate)，如下：

$$(1+rs_n)^n = (1+{}_0rf_1)(1+{}_1rf_2)\cdots(1+{}_{n-1}rf_n) \quad (3)$$

在连续时间情况下，即期利率 $r(t)$ 与瞬时远期利率 $f(t)$ 存在如下关系：

$$r(t)t = \int_0^t f(u)du \quad (4)$$

(二) 国债收益率曲线构建方法的理论概述

如上所述，即期收益率曲线被认为是真实的利率期限结构，因此在日常实践中，一般以即期收益率作为收益率曲线的构建种类，并采用通过贴现函数的静态拟合方法和插值法两大类数量模型方法进行编制。

1. 静态拟合方法

(1) **主要思路。**根据 Moordad Choudhry (2005)，利率期限结构是指零息债券到期收益率与其到期期限间的关系。然而在现实情况下，各国债券市场中零息债券的数目相当有限，市场上存在着大量付息债券，尤其是期限较长的债券多为付息债券（例如美国零息债券期限一般在一年以内）。在付息债券的“息票效应”影响下，其到期收益率与同期限的零息债券到期收益率并不相等。若单纯以付息债券的到期收益率来构建，并不能反映出真实的利率期限结构。因此，构建收益率曲线的一个重要方法，就是将付息债券“本息分离”，视作一系列到期期限不同的零息债券的组合，以市场上这些付息债券的价格信息为基础，利用曲线拟合技术来静态拟合隐含的即期收益率曲线。这就是静态模型的主旨思想。

具体说来，利率期限结构的静态估计是通过以下步骤来实现的：

一是假定贴现函数、即期利率或者瞬时远期利率三者中任意一个的函数形式。

当前时刻为 0, 完全连续情形下, $f(t)$ 表示该函数形式下 t 时刻的瞬时远期利率, 则 t 时刻的即期利率为:

$$r(t) = \frac{1}{t} \int_0^t f(u) du \quad (5)$$

则面值为 1, 在 t 期到期的零息债券当前价格为:

$$P(t) = e^{-\int_0^t f(u) du} = e^{-r(t)t} \quad (6)$$

即贴现因子为:

$$d_t = \exp(-r(t)t) = \exp\left(-\int_0^t f(u) du\right) \quad (7)$$

二是将带息债券在未来不同时刻支付的利息和本金, 视作一组在不同时刻到期的零息债券, 因此带息债券的价格为这组零息债券的贴现价格之和。具体而言, 假设市场上有 N 个债券, 债券 i 未来 u 期的现金流为 $(C_1^i, C_2^i, \dots, C_u^i)$, 则以估计的收益率曲线为基础所算得的债券当前价格应为:

$$\hat{P}^i = \sum_{j=1}^u C_j^i \exp\left\{-\int_0^{t_j^i} f(u) du\right\} \quad (8)$$

三是利用所构造的利率曲线得到的理论价格来逼近债券的市场价格, 由此求出待估参数值, 从而得到符合当天价格信息的利率期限结构。目标上可选择价格或收益率, 这里以估计债券价格 \hat{P} 与市场交易价格 P 的残差为例:

$$P_i = \hat{P}_i + \varepsilon_i = \sum_{j=1}^u C_j^i \exp\left\{-\int_0^{t_j^i} f(u) du\right\} + \varepsilon_i \quad (9)$$

式中残差项 $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) (i=1, 2, \dots, N)$, 且相互独立; 通常通过 $\min\left\{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2\right\}$ 来

得到 $f(t)$ 的最优估计。

(2) 主要分类。 根据 James and Webber (2000), 收益率曲线静态拟合方法一般分为两类, 即参数法和样条法。

参数法是指根据单个参数函数来模拟利率期限结构, 其代表性模型有 NS 模型及其扩展模型。Nelson and Siegel (1987) 构建了早期的一种参数法用于模拟远期利率曲线, 即 NS 模型; Svensson (1994, 1995) 通过在 NS 模型上添加系数, 构建 NSS 模型(也称 SV 模型); 此外, Wiseman(1994)及 Bjork and Christensen (1999) 等也在 NS 模型上进行扩展, 形成扩展的 NS 模型。

与 NS 或 SV 模型通过单一方程对整段收益率曲线进行拟合不同的是, 样条法是将收益率曲线在期限内设定若干个支点进行分段, 通过构建分段多项式并在支点做平滑处理, 以此实现对整段收益率曲线的拟合。具体而言, 样条法拟合主要包含两大步骤。第一, 设定样条基函数的形式, 将贴现函数表示为基函数的线性

组合，继而可通过贴现函数估计出理论债券价格。理论界中有多位学者对样条法中的基函数进行了不同形式的设定。经典样条函数模型有以 McCulloch (1971, 1975) 的立方样条函数法为代表的多项式样条法，由 Vasicek 等 (1982) 提出的指数样条法，由 Shea (1984) 提出的 B 样条函数法等。第二，对曲线进行平滑处理。相较于 NS (或 SV) 模型等进行整段拟合的方法，样条法由于包含了大量的支点，更能保证曲线有足够的灵活性，但这在无形中牺牲了曲线的平滑性。为此，需要引入一个平滑处理方法，对过度参数化进行“惩罚”，以兼顾实现拟合优度及平滑度。实践中，各国央行代表性的平滑方法有平滑样条法 (FNZ) 及变动粗糙惩罚法 (VRP)。

2. 插值法

实践中也有通过数值计算领域里的函数逼近方法来构造国债收益率曲线，例如 Hermite 插值法。该方法并非曲线拟合模型，它是数值计算领域里的一种插值技术。在 Hermite 插值法中，为了保证插值函数与原函数更好地密合，不但要求插值函数“过已知点”，即插值函数与原函数在已知节点上具有相同的函数值，还要求二者“相切”，即二者还需在节点上具有相同的导数值。

其构建利率期限结构的思路为：解算出已知年期的即期利率，并利用 Hermite 插值模型进行插值，得出其余任意点的即期利率，从而得到相应的整条即期利率曲线。Hermite 插值法的到期限收益率曲线能够通过所有的样本点，但该方法下的关键期限点需经过专门挑选，且对样本点的剩余期限有较严格的要求，对同一剩余期限只能有一个样本。因此，关键期限的选择及即期利率的计算相当重要。

首先，要将关键期限下的付息债券进行“本息分离”处理。在此，可基于市场上关键期限下的零息债券，推算“本息分离”下某关键期限的即期利率。简化以到期日分别为 T1、T2，价格分别为 P1、P2 的两个债券为例：其中债券 1 为零息债券，则 T1 期限下的即期利率 r_1 就是该债券的到期收益率；债券 2 为付息债券（在 T1 下支付利息 C），则需通过“本息分离”方法进行处理，T2 期限下的即期利率 r_2 可通过以下公式推算：

$$\frac{C}{(1+r_1)^{T1}} + \frac{100+C}{(1+r_2)^{T2}} = P2 \quad (10)$$

随后，得到关键年期限收益率之后，可利用 Hermite 插值模型对 30 年以内任意期限的即期利率进行计算。

三、国外构建国债收益率曲线的具体实践

鉴于国债收益率曲线的重要作用，多个国家的央行（或财政部）于上世纪 70 年代始就开始探索构建本国国债收益率曲线。

表 1 各国央行（或财政部）构建国债收益率曲线的实践比较

	模型	误差最小化	最小期限起始	税收调整	期限范围	
比利时	NS或SV	加权平均价格	国库券：数天 国债：>1年	不调整	1天—16年	
芬兰	NS	加权平均价格	EONIA：≥1天 EURIBOR：≥1个月 国债：全部	不调整	1年—12年	
法国	NS或SV	加权平均价格	短期国库券：全部 中期国债：≥1个月 长期国债：≥1年	不调整	最高10年	
意大利	NS	加权平均价格	隔夜拆借利率 LIBOR：1至12个月 国债：>1年	不调整	最高30年 (02年前最高10年)	
西班牙	SV	加权平均价格	回购利率：≥1天 国库券：≥3个月 国债：>1年	调整	最高10年	
欧洲央行	SV	收益率	>3个月	不调整	最高30年	
德国	SV	收益率	>3个月	不调整	1年-10年	
挪威	SV	收益率	货币市场利率：≥1个月 国债：>2年	不调整	最高10年	
瑞典	SV	收益率	回购利率：≥1天 国库券：≥1个月 国债：≥2年	不调整	最高30年	
瑞士	SV	收益率	货币市场利率：≥1个月 国债：≥1年	不调整	最高10年	
日本	FNZ (基于三次B样条)	价格	国库券：≥3个月 国债：≥0.5年	对国库券价格作调整	1年-10年	
美国	央行	FNZ (基于三次B样条)	短期曲线： 加权平均价格	-	不调整	最高1年
			长期曲线：价格	≥30天		1年-10年
	财政部	Hermite	-	-	-	1个月-30年
英国	VRP (基于立方样条)	加权平均价格	≥1周	不调整	最高约30年	
加拿大	美林证券指数样条法	加权平均价格	国库券：1-12个月 国债：>12个月	剔除含税债券	3个月-30年	

(一) 数据选择与处理

为确保本国国债收益率曲线的有效性，各国央行都相当重视债券数据的处理与选择，其中一些共性的做法包括对债券同质性的区分、流动性的筛选和异常性的甄别等。

第一，剔除非标准国债，以确保样本的同质性。实践中，各国央行一般将固定付息、固定赎回期限的国债纳入同质样本框，剔除了含期权、浮动付息等非标

准国债品种。例如，德国联邦债券种类丰富，交易活跃，是欧洲流动性最强的政府债券市场之一。为了确保样本内债券品种的同质性，德国剔除了可赎回联邦债券等交易品种，而最终选取了联邦政府发行的标准债券、5 年期特殊政府票据、联邦国库券等作为样本。同样，美国、瑞士等国均将含期权的债券（例如可赎回债券）剔除在外，欧洲央行将浮动付息国债（包括与通胀率关联付息的国债）、无限期付息国债等非标准品种剔除在外。

第二，剔除低流动性样本，以确保交易价格的代表性。交易活跃、成交量大的债券对市场收益率的变动导向更强，因此基于流动性的筛选相当重要。在国外，一般认为临近到期的中长期债券的交易活跃度会显著下降，此时的债券价格无法真实反映市场供求关系，不宜选入样本框。实践中，多个国家的央行基于对本国国债市场流动性的不同认定，设定了不同的国债样本起始期限。例如，法国的样本框中包含了全部短期国库券、剩余期限为 1 个月以上的中期国债以及剩余期限为 1 年以上的长期国债；欧洲央行将剩余期限小于 3 个月或大于 30 年的国债均剔除出样本框；美联储的中长期国债样本剩余期限起始于 30 天；德国央行的中长期国债样本剩余期限起始于 3 个月；比利时、意大利、瑞士、西班牙等国的中长期国债样本的起始剩余期限均为 1 年；同时西班牙认为剩余期限在 3 个月以内的国库券交易活跃度明显降低，同样应予以剔除。

此外，部分国家还有其他流动性评判标准，例如欧洲央行认为买卖报价最大价差小于 3 个基点的国债为交易不活跃债券，应剔除出样本框；加拿大政府为了确保债券的流动性，为不同期限的政府债券设定了 70 亿至 100 亿加元不等的“发行基准额”，而未超过基准额的债券被认定为交易不活跃，需重新进入拍卖程序，因此不应纳入央行构建收益率曲线的样本框。

第三，剔除异常报价的样本，以确保样本的有效性。构建收益率曲线对数据的数量和质量均有严格要求。现实交易环境中，在复杂的交易动机驱动下，难免存在一些异常价格，因此甄别并剔除异常报价样本是各国央行构建收益率曲线的重要环节。例如，加拿大央行剔除了交易溢价（或折价）超过支付利息 500 个基点以上的国债。

第四，将货币市场利率作为补充，以进一步完善短端曲线。鉴于市场上短期尤其是超短期政府债券数据有限，多国央行选取了货币市场利率或互换利率数据作为短端收益率曲线的补充，因为一般情况下这类产品违约风险很低，可视为无风险利率的有效替代。例如芬兰选取了欧元隔夜拆放平均利率（EONIA）和 1 月期、3 月期、6 月期和 12 月期的欧元银行同业拆放利率（EURIBOR），与本国多种中长期政府债券共同作为构建本国国债收益率曲线的样本；意大利通常选取隔夜利率和期限为 1 至 12 个月的 LIBOR 利率作为曲线的短端样本数据；英国央行将 1 周以上的回购利率数据作为补充；西班牙则将 1 天、7 天、15 天和 30 天的回购利率与 3 个月至 12 个月的国库券、1 年至 30 年期国债作为拟合的样本数据；挪威、瑞士等国也将货币市场利率作为短端数据的重要来源。

（二）数量模型

在确定了国债的有效数据后，需要采用一定的数量模型，来描绘出国债收益率曲线。实践中，各国央行主要运用静态拟合方法（Nelson and Siegel 及其扩展模型，以及以 FNZ 和 VRP 为代表的样条函数模型）和插值技术。

1. 静态拟合方法

实践中，收益率曲线的静态拟合主要分为两大步骤：一是通过某利率期限结构模型来设定债券的贴现函数，推导出理论值，二是通过确定最小化目标函数来逼近真实值，从而得出整条收益率曲线。

(1) 利率期限结构模型

① 以欧央行等为代表的 NS 及其扩展模型的国际实践。Nelson-Siegel 模型由 Charles Nelson 和 Andrew Siegel (1987) 开发，提出用参数表示瞬时远期利率函数，进而推导出即期利率的函数形式。NS 模型中隐含的瞬时远期收益率曲线函数形式为：

$$f(m, \beta) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) \quad (11)$$

上式中， $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)'$ 是描述收益率曲线的参数向量，表征了长期渐近水平、起始水平、斜率、衰减率等不同经济含义； m 是到期时间， $f(m, \beta)$ 是到期期限为 m 的远期利率。

根据即期利率与瞬时远期利率之间的关系，即期收益率曲线或零息债券收益率曲线的表达式为：

$$s_m = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau_1}{m} (1 - \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)) - \beta_2 \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) \quad (12)$$

为提高曲线的拟合灵活性和精度，Svensson (1994) 提出了对 NS 模型的扩展模型，即在 NS 模型上添加两个待估计的新参数 β_3 和 τ_2 来让曲线出现第二个“驼峰”，由此构成了 SV 模型。SV 模型中即期利率表达式为：

$$s_m = \beta_0 + \beta_1 (1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)) \left(\frac{-m}{\tau_1}\right)^{-1} + \beta_2 ((1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)) \left(\frac{-m}{\tau_1}\right)^{-1} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)) + \beta_3 ((1 - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)) \left(\frac{-m}{\tau_2}\right)^{-1} - \exp\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)) \quad (13)$$

在确定了 NS 或 SV 模型即期利率的表达式后，需要估计出各债券的理论值，并与市场观测到的债券的实际值相比，实现二者误差平方和最小化，从而求出表达式中各参数的值。以价格为例，令债券 i 的市场价格为 P^i 。首先，得出债券 i 的理论价格 (\hat{P}^i)：

$$\hat{P}^i = \sum_{j=1}^m C_j^i \exp(-s_j^i) + V^i \exp(-s_m^i) \quad (14)$$

式中 C_j^i 为息票支付， V^i 为本金支付，贴现因子 d_t^i 为 $\exp(-s_t^i t)$ 。

而后，通过最小化价格真实值与估计值间的误差求得收益率曲线，即：

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^N (P^i - \hat{P}^i)^2 \right\} \quad (15)$$

由于 NS 模型和 SV 模型采用的是指数多项式函数，利率曲线处处多阶可导，满足曲线光滑性的要求，同时模型参数具有较强的经济含义，模型的拟合结果比较符合利率曲线结构预期理论，因此许多国家采用 NS 模型或 SV 模型拟合国债收益率曲线，例如比利时、芬兰、法国、德国、意大利、西班牙、挪威、瑞士、欧洲央行等。

② 以美、日为代表的基于三次 B 样条的 FNZ 模型实践。美国、日本央行采用平滑样条法 (FNZ) 对国债收益率曲线进行拟合，其样条基函数为三次 B 样条函数。

首先，设定样条基函数，并确定该模型下债券理论价格的表达式。设 $\phi(t)$ 为三次 B 样条函数法下的基函数， $\phi(t) = (\phi_1(t), \phi_2(t), \dots, \phi_\kappa(t))$ 表示为 κ 个三次 B 样条基函数的向量 (设定 $\kappa = K + 2$ ， K 为节点总个数)， β 表示为 κ 个组合系数的列向量。

瞬时远期利率曲线 $f(t)$ 表示为三次 B 样条函数的线性组合，即：

$$f(t) \equiv (\phi_1(t), \phi_2(t), \dots, \phi_\kappa(t)) (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_\kappa)' \equiv \phi(t) \beta \quad (16)$$

将债券 i 的现金流分解成一系列利息支付和最终的本金支付，现金流表示为 $(c_{1i}, c_{2i}, \dots, c_{mi})$ ，这些现金流对应的支付天数为 $(t_{1i}, t_{2i}, \dots, t_{mi})$ ，其中 m 为债券剩余期限。根据定义，贴现因子 $\delta_s(t, \beta)$ 可表示为：

$$\delta_s(t, \beta) = \exp\left(-\int_0^t f(s) ds\right) = \exp\left(-\int_0^t \phi(s) \beta ds\right) \quad (17)$$

令贴现因子列向量 $\delta_s(t, \beta) \equiv (\delta_s(t_{1i}, \beta), \delta_s(t_{2i}, \beta), \dots, \delta_s(t_{mi}, \beta))$ ，现金流列向量 $c_i = (c_{1i}, c_{2i}, \dots, c_{mi})$ ，由此计算出债券 i 的估计价格为：

$$\pi_i(\beta) \equiv c_i' \tilde{\delta}_s(t, \beta) \quad (18)$$

其次，采用 FNZ 方法对目标函数进行修正，以进一步平滑收益率曲线。在 FNZ 模型中，需引入一惩罚项对曲线的粗糙度进行惩罚。采用 FNZ 方法后，美国、日本央行的最小化目标函数分为两个部分，包括市场价格与拟合价格间的价格残差平方和，以及引入的惩罚项。令全部债券 (共 N 支) 的估计价格向量为 $\Pi(\beta) = (\pi_1(\beta), \pi_2(\beta), \dots, \pi_N(\beta))$ ，全部债券的真实价格向量 $P = (P_1, P_2, \dots, P_N)$ ，引入 FNZ 方法后其最小化目标函数为：

$$\min_{\beta} \left[(P - \Pi(\beta))' (P - \Pi(\beta)) + \lambda \int_0^T f''(t)^2 dt \right] \quad (19)$$

其中, $f''(t)$ 为远期利率曲线的二阶导; T 为所有样本债券的最长剩余期限; λ 为惩罚因子 (也称为光滑因子)。在 FNZ 方法下, λ 为一确定值, 需要推导求得。按理说应根据曲线的形状以及残差项的大小来确定 λ 值, 通过不断调整 λ 直至找到满意解为止, 但是这种做法过于主观。因此, 在实际应用中如何客观选择最佳的 λ 值成为求解该模型的关键。对此, 美国、日本央行选择广义交叉验证法 (GVC) 来选择最佳的 λ 值, 即通过最小化 GVC 指标 $\gamma(\lambda)$ 求得 λ 。具体而言:

$$\min_{\lambda} \gamma(\lambda) = \frac{(P - \Pi(\beta^*(\lambda)))' (P - \Pi(\beta^*(\lambda)))}{(n - \theta \text{tr}(A(\lambda)))^2} \quad (20)$$

其中, $A(\lambda) = X(\beta^*(\lambda)) (X(\beta^*(\lambda))' X(\beta^*(\lambda)) + \lambda H)^{-1} X(\beta^*(\lambda))'$

$$X(\beta^*(\lambda)) = \frac{\partial \Pi(\beta)}{\partial \beta'} \Big|_{\beta = \beta^*(\lambda)}$$

$$H = \int_0^T \phi''(t)' \phi''(t) dt$$

$A(\lambda)$ 衡量的是参数的有效个数; $\text{tr}(A(\lambda))$ 表示为矩阵 A 的迹; θ 为调节参数。当 θ 越大, 远期利率曲线会更趋平滑但其拟合优度会下降。在美联储 1996 年 (Fisher & Zervos) 的实践中, θ 取值 2。但是日本央行通过对以往数据的实践发现, 在日本当 θ 取值 2 时远期利率曲线往往过于“粗糙”, 尤其是在 5 年至 10 年区间这一特征尤为明显; 当 θ 取值 3 时曲线看起来相对合理, 因此日本央行暂定 θ 为 3。

一旦确定了 λ 的取值, 通过最小化目标函数 (式 19), 即可求得参数 β 值, 从而推得国债收益率曲线。

③ 以英国为代表的基于立方样条法的 VRP 模型实践。1994 年后, 英格兰银行主要采用变动粗糙惩罚技术 (VRP) 拟合本国国债收益率曲线, 其样条模型为 McCulloch (1975) 提出的立方样条法。

首先, 设定样条基函数, 并确定该模型下债券理论价格的表达式。在 McCulloch (1971, 1975) 立方样条法中, 贴现函数设定为剩余期限为 m 的三次多项式函数 $\delta(m)$ 。债券 i 的价格 π_i 视为未来收益的贴现值:

$$\pi_i = C_i \int_0^{m_i} \delta(t) dt + R_i \delta(m_i) \quad (21)$$

其中, π_i, C_i, m_i, R_i 分别为债券 i 的价格、息票支付、剩余期限和本金支付。上式中的贴现因子 $\delta(m)$ 定义为一组 k 个线性独立的基函数的线性组合, 如下:

$$\delta(m) = 1 + \sum_{j=1}^k a_j f_j(m) \quad (22)$$

其中, $f_j(m)$ 为第 j 个基函数, a_j 是其对应的组合系数。综合式 (21) 和 (22), 可推导得:

$$y_i = \sum_{j=1}^k a_j x_{ij} \quad (23)$$

其中, $y_i = P_i - C_i m_i - R_i$

$$x_{ij} = C_i \int_0^{m_i} f_j(t) dt + R_i f_j(m_i)$$

在英格兰银行的样条模型中, 节点个数取为 6 个。根据 McCulloch (1975) 的建议, 节点个数 (即样条的段数) 大约等于样本数据个数的平方根; 后人大多沿用了 McCulloch 的这一方法。在英国, 通过该方法计算出的适合的节点个数也恰好为 6 个。

其次, 采用 VRP 方法对目标函数进行修正, 以进一步平滑收益率曲线。英格兰银行采用的是 Waggoner (1997) 提出的 VRP 平滑处理方法。与 FNZ 法不同的是, VRP 法的惩罚项中惩罚因子 λ 不再是常数, 其表达式为 $\lambda(m)$, 即 λ 值随剩余到期期限 m 的变动而不同。采用 VRP 方法后, 英格兰银行最小化的目标函数表达式为:

$$\min_{\beta} (X_p + \int_0^M \lambda_i(m) [f''(m)]^2 dm) \quad (24)$$

$$\text{其中, } X_p = \sum_{i=1}^N \left[\frac{P_i - \Pi_i(\beta)}{D_i} \right]^2$$

P_i 和 $\Pi_i(\beta)$ 分别为债券 i 的真实市场价格和估计价格, X_p 为经修正久期 (D_i) 加权调整后的价格残差平方和。与 FNZ 模型中的粗糙惩罚项类似, $f''(m)$ 为远期利率曲线的二阶导, M 为所有样本债券的最长剩余期限; 只是惩罚因子引入了剩余期限 m 因素。

英国央行将 $\lambda(m)$ 的形式设定为包含 3 个参数 (L, S, μ) 的连续函数, 其表达式为:

$$\log \lambda(m) = L - (L - S) \exp\left(-\frac{m}{\mu}\right) \quad (25)$$

根据 Waggoner 的理论，这 3 个参数的取值标准为最大化样本时期内的非样本的拟合优度。但是英国央行在实践中发现，这 3 个参数的许多取值组合其实对拟合优度的衡量是近似的，因此英国央行选择能引致最平滑曲线的取值组合。

(2) 目标函数的选择

如前文所述，在确定了拟合模型之后，需要通过最小化目标函数将相关参数值求出，方可获得收益率曲线的具体形式。在实践中，各国央行对目标函数的关注视角有不同的选择，主要围绕是对价格误差还是对收益率误差进行最小化处理来展开。

① **最小化收益率误差。** 国外债券常常以到期收益率来报价，因此实践中，部分国家选择将估计出的到期收益率 (\hat{y}^i) 与市场实际观测到的到期收益率 (y^i) 间的误差平方和最小化，即 $\min \left\{ \sum_{i=1}^N (y^i - \hat{y}^i)^2 \right\}$ 。关注收益率误差的国家主要有德国、挪威、瑞典、瑞士、欧洲央行等。

② **最小化价格误差。** 实践中，比利时、芬兰、法国、意大利、西班牙、英国等国最小化目标是加权平均后的价格误差平方和，即引入久期的倒数作为权重，将估计价格 P^i 与市场价格 P^i 的误差平方和进行加权，以此作为最小化目标

函数进行求解，即 $\min \left\{ \sum_{i=1}^N \omega^i (P^i - \hat{P}^i)^2 \right\}$ ，其中 ω^i 为权重，考虑了债券 i 久期 (D_i)

的倒数。在价格项中引入含有久期因素的权重，主要是对最小化价格误差和最小化收益率误差相矛盾的一个纠正。而日本央行未引入权重，仅对价格误差平方和进行最小化处理。美联储对短期收益率曲线采用的是加权平均价格误差平方和，但长期收益率曲线不采用加权形式。

2. 插值法

美国财政部、中国的中债登采用三次 Hermite 插值模型构建收益率曲线模型。该方法无需假设贴现函数的形式，仅需通过插值技术实现，因此缺乏一定的经济含义。实践中，美国财政部根据已知关键期限点的即期利率，通过 Hermite 插值方法插值计算其余任意点的即期利率，从而得出整条收益率曲线。

该方法的一般形式为：设 $0 = x_1 < L < x_n = 30$ （其中 30 为国债的最长年限）。已知 $(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1})$ ， $i, j \in [1, n]$ ，则任意 x ($x_i \leq x \leq x_n$) 对应的 $y(x)$ ，采用三次 Hermite 多项式插值模型，公式为：

$$y(x) = y_i H_1 + y_{i+1} H_2 + d_i H_3 + d_{i+1} H_4 \quad (26)$$

$$\text{其中： } H_1 = 3 \left(\frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i} \right)^2 - 2 \left(\frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i} \right)^3$$

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

$$H_3 = \frac{(x_{i+1}-x)^2}{x_{i+1}-x_i} - \frac{(x_{i+1}-x)^3}{(x_{i+1}-x_i)^2}$$

$$H_4 = \frac{(x-x_i)^3}{(x_{i+1}-x_i)^2} - \frac{(x-x_i)^2}{x_{i+1}-x_i}$$

$d_j = y'(x_j), j = i, i+1$ 为斜率

x_i 为剩余期限, y_i 为隐含零息券到期收益率。

美国财政部将最新发行的 4 周、13 周、26 周和 52 周的国库券, 加上最新发行的 2 年、3 年、5 年、7 年、10 年、30 年中长期国债的即期收益率作为已知节点下的“指标债券”(on-the-run securities), 同时也通过构造适当的“非指标债券”组合, 来补齐某特定节点下缺失的即期收益率。例如, 美国财政部组合构造了 20 年期的即期收益率, 并曾在 2004 年 8 月至 2008 年 6 月期间采用二级市场上的债券信息组合构建了 1 年期即期收益率, 以消除当时发行市场上 1 年期价格起伏波动的影响。在确定了关键年期的即期收益率后, 即可利用 Hermite 插值模型对 30 年内的收益率曲线进行估计。

四、启示与建议

（一）全方位发展国债市场，有效构建国债收益率曲线

金融市场尤其是债券市场的发达程度决定了收益率曲线所包含的信息内容及程度，也决定了依照收益率曲线信息进行宏观调控的可行性。一国国债市场的广度、深度、流动性是国债收益率曲线构建和有效运用的前提。因此，为了进一步提高我国国债收益率曲线的公信力，应全方位发展国债市场，加强收益率曲线编制的市场基础。

一是重视国债发行的金融公共产品功能，扩大国债发行规模和比重。国债具有主权信用特征，国债收益率是金融产品定价的基准利率，因此国债收益率曲线具有金融公共产品属性。目前我国国债市场规模小，2015 年末国债余额 10.66 万亿，仅相当于 GDP 的 16%；期限结构不太合理，1 年期以下和 10 年期以上的产品占比偏低，尤其是 1 年期以下的短期国债发行量仅占比 20%左右。而成熟市场国家如美国 2015 年末适销国债未偿还余额占 GDP 比重约为 70%，日本国债未偿还余额占 GDP 比重约为 180%；美国国债的发行期限涵盖 1 个月到 30 年，其短期国债的发行量占总发行量的比重高达 70%。大体量的国债为美国国债收益率曲线的构建和在宏微观领域的广泛应用提供了基础。我国应在保证财政可持续性的基础上，提高各期限国债特别是 1 年期以下国债和 10 年以上长期国债发行规模和比重，保持发行频率的稳定，为培育有公信力的国债收益率曲线提供基础。

二是稳步提高二级市场的流动性水平，有效反映市场的供求关系。国债收益率曲线作为金融产品定价的基准利率，除了它是无风险资产利率外，另一个重要前提是具有最好的流动性。由于我国债券市场投资者类型较为单一，国债市场流动性水平偏低，目前国债年换手率在 130%左右，低于信用类债、国开债，也更低于发达国家成熟市场的换手率。英国、日本等的国债换手率均数倍于中国，美国国债换手率为中国的 20 倍。应进一步拓宽投资者群体，允许更多的机构和资金投资于市场，提高国债流动性和活跃度，形成有效反映市场供求关系和实体经济信息的国债收益率曲线。

三是完善国债市场税收制度，减轻税收因素对国债收益率曲线的扭曲。根据我国现行税收制度，国债的利息收入免征所得税但资本利得需缴税，国家对不同类型金融机构持有不同债券品种的利息收入征税标准不一，各地区在执行国债相关税收制度过程中对制度的理解不尽相同，这在一定程度上影响了国债的定价和流动性，从而弱化了国债收益率曲线的基准作用。

（二）做好国债收益率曲线构建方法的储备研究，进一步优化我国国债收益率曲线

国际实践经验表明，构建国债收益率曲线是一项长期性的复杂工程。20 世纪 60 年代开始，美国等国家已着手就收益率曲线构建开展探索研究，50 余年来，各国收益率曲线的构建体系几经更换，从拟合方法到目标函数的选择，均经历了不断地修正、改进和调整过程。例如美国在 80 年代末主要采用 SV 模型，到了 90 年代则改用 FNZ 模型；英国在 90 年代对 NS、SV、FNZ 和 VRP 四种模型均进行了尝试，并对每种构建方法分别进行了多达 4732 次模拟的“样本外检验”，最终综合稳健性、平滑度、拟合优度判断，确定 VRP 为英国适用的构建模型。

相比于纯数学意义上的 Hermite 插值法，大多数金融市场发达国家采用 NS、SV、FNZ、VRP 模型构建的收益率曲线具有较强的经济理论基础和含义。例如，NS 模型、SV 模型中的长期因子（反映收益率曲线的长期水平）、短期因子（反映收益率曲线的斜度）、中期因子（反映收益率曲线的弯曲程度）可以用于深入研究货币政策在债券市场上传导机理，更好的为货币政策分析和决策提供依据。在实际应用中，英格兰银行基于立方样条法和 VRP 模型，构建通货膨胀指数挂钩债券（index-linked bonds）以及零息国债的收益率曲线，从中提取金融市场的“通货膨胀预期”和“隐含的远期利率”，运用于中央银行预期管理。

2014 年 11 月 2 日起，作为财政部授权的国债总托管人和中国人民银行指定的全国银行间债券市场托管结算机构——中国国债登记结算有限责任公司采用 Hermite 模型编制中国关键期限国债收益率曲线，并且每日在财政部网站发布。中债登认为，由于我国国债发行种类和发行节奏不均衡，使得曲线中的一些值需通过插值法来推断，因此 Hermite 插值法更适用于我国国债市场。另外 WIND 等多家机构也采用了其他拟合方法构建我国国债收益率曲线。“十三五”期间，我国金融机构和金融市场将不断完善，债券市场将得到更快速的发展，在货币政策传导和经济发展中的作用进一步凸显。我们应该研究储备国际成熟市场通行的其他曲线编制模型和方法，探索适合中国的利率期限结构模型，对不同拟合方法进行深入的比较及检验，进一步优化国债收益率曲线构建，运用于不同的货币政策分析和要求，为货币政策框架从数量型调控到价格型调控转型提供技术准备。

（三）加强国债收益率曲线在我国的应用研究和实践，服务货币政策决策

世界主要发达市场经济体的中央银行都非常重视收益率曲线中所包含的先行信息。美国早在 1996 年就将 10 年期与 3 个月期国债利差纳入到官方经济先行指标中，纽约和克利夫兰等联邦储备银行都在其官方网站上对国债收益率曲线进行跟踪分析，美联储前任主席 Greenspan、Bernanke、现任主席 Yellen，均就收益率曲线形状与未来经济走势分析问题做出评论。英格兰银行在每季度发布的《通胀报告》中，根据收益率曲线测算出其中所隐含的市场对未来即期利率的预期，并以此为基础，测算未来经济增长率和通胀率的可能路径，未来通胀率偏离目标区间的概率，对货币政策作出调整。欧洲中央银行和日本银行，也都将收益率曲线纳入货币政策的视野，在其官方网站上及时发布收益率曲线数据，并对收益率曲线与货币政策间的关系开展研究。

我国利率体系正处于从传统的存贷款基准利率向金融市场基准利率的过渡阶段，国债收益率曲线目前在努力向担当我国金融市场定价基准的作用靠近，其包含的预测潜在经济增长率、预期通货膨胀的宏观经济运行前瞻性信息还不充分。人民银行研究局“收益率曲线在货币政策传导中的作用”研究表明，我国短期利率向债券收益率的传导效率仍然偏弱，收益率曲线已经显示了对经济的预测功能，可以作为预测未来利率、经济增长率和通货膨胀趋势的工具，但预测功能的发挥还缺乏高频数据的支持。人民银行调查统计司课题组研究显示，银行间市场 10 年期与 2 年期国债收益率间的点差，也可作为我国宏观经济的先行指标。随着金融市场特别是债券市场的进一步发展、货币政策调控框架的进一步完善，利率传导机制在我国货币政策中的主导作用将进一步增强，收益率曲线与我国货币政策的操作目标和最终目标之间的相关度也将会更加紧密，国债收益率曲线蕴含的宏观经济运行前瞻性信息将越来越丰富。我们应逐步挖掘、分析和使用国债收益率曲线蕴含的前瞻性信息，将其纳入货币政策决策参考范畴。

参考文献

- [1] 陈震, 2009, 《中国国债收益率曲线研究》, 复旦大学博士论文。
- [2] 胡海鹏, 方兆本, 2009, 《中国利率期限结构平滑样条拟合改进研究》, 《管理科学学报》第 2 期 101-111 页。
- [3] 胡新华, 徐志宏, 2009, 《国债收益率曲线构建的国际比较研究-兼论商业银行人民币收益率曲线的构建》, 《金融论坛》第 3 期 23-29 页。
- [4] 马骏, 洪浩, 贾彦东, 张施, 杭胤, 李宏瑾, 安国俊, 《收益率曲线在货币政策传导中的作用》, 中国人民银行工作论文 No.2016/1。
- [5] 马骏, 贾彦东, 安国俊, 《提升债市的利率传导效率之一 提升国债收益率曲线的完整性》, 《21 世纪经济报道》2016 年 1 月 5 日。
- [6] 莫拉德 乔德里著, 文善恩译, 2009, 《收益率曲线解析》, 企业管理出版社。
- [7] 宋福铁, 2008, 《国债利率期限结构预测与风险管理》, 上海财经大学出版社。
- [8] 严一锋, 郭菊娥, 2012, 《利率期限结构的 McCulloch 三次样条估计法》, 《统计与决策》第 17 期 67-69 页。
- [9] 张志刚, 2008, 《我国国债收益率曲线的估计与应用研究》, 湖南大学硕士学位论文。
- [10] 周荣喜, 杨丰梅, 2011, 《利率期限结构模型: 理论与实证》, 科学出版社。
- [11] 周小川, 2005, 《中国货币政策的特点和挑战》, 《财经》第 24 期 1-28 页。
- [12] 朱峰, 2003, 《国债即期收益率曲线的拟合估计》, 《证券市场导报》第 4 期 31-36 页。
- [13] 庄毓敏, 阮达, 2014, 《利率期限结构的深层问题》, 《中国金融》第 9 期 24-25 页。
- [14] Anderson N., Sleath J., 2001, "New Estimates of the UK Real and Nominal Yield Curves," Bank of England Working Paper, No. 126.
- [15] Bjork T., Christensen B., 1999, "Interest Rate Dynamics and Consistent Forward Rate Curves," *Mathematical Finance*, 9(4), pp. 323-348.
- [16] Deacon M., Derry A., 1994, "Deriving Estimates of Inflation Expectations from the Prices of UK Government Bonds," Bank of England Working Paper, No. 23.
- [17] Deacon M., Derry A., 1994, "Estimating the Term Structure of Interest Rates," Bank of England Working Paper, No. 24.
- [18] Fisher M., Nychka D., Zervos D., 1995, "Fitting the Term Structure of Interest Rates with Smoothing Splines," Federal Reserve Board Working Paper, No. 95-1.
- [19] James J., Webber N., 2000, "Interest Rate Modeling," Wiley.
- [20] McCulloch J., 1971, "Measuring the Term Structure of Interest Rates," *Journal of Business*, 44(1), pp. 19-31.
- [21] McCulloch, J H, 1975, "The Tax-Adjusted Yield Curve," *Journal of Finance*, 30(3), pp. 811-830.
- [22] Monetary and Economic Department, 2005, "Zero-coupon Yield Curves: Technical Documentation," BIS Papers, No. 25.

- [23] Nelson C., Siegel A., 1987, "Parsimonious Modeling of Yield Curves," *Journal of Business*, 60(3), pp. 473-489.
- [24] Shea G., 1984, "Pitfalls in Smoothing Interest Rate Term Structure Data: Equilibrium Models and Spline Approximation", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(3), pp.253-269.
- [25] Svensson L., 1995, "Estimating Forward Interest Rates with the Extended Nelson & Siegel Method," *Sveriges Riksbank Quarterly Review*, (3), pp. 13-26.
- [26] Vasicek O., Fong H., 1982, "Term Structure Modeling Using Exponential Splines," *The Journal of Finance*, 37(2), pp. 339-348.
- [27] Waggoner D., 1997, "Spline Methods for Extracting Interest Rate Curves from Coupon Bond Prices," *Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper*, No. 97-10.
- [28] Wiseman J., 1994, "The Exponential Yield Curve Model," *JP Morgan European Fixed Income Research*.

《工作论文》目录

序号	标题	作者
2014 年第 1 号	政策利率传导机制的理论模型	马骏、王红林
2014 年第 2 号	中国的结构性通货膨胀研究——基于 CPI 与 PPI 的相对变化	伍戈、曹红钢
2014 年第 3 号	人民币均衡实际有效汇率与汇率失衡的测度	王彬
2014 年第 4 号	系统重要性金融机构监管国际改革：路径探微及启示	钟震
2014 年第 5 号	我国包容性金融统计指标体系研究	曾省晖、吴霞、李伟、廖燕平、刘茜
2014 年第 6 号	我国全要素生产率对经济增长的贡献	吴国培、王伟斌、张习宁
2014 年第 7 号	绿色金融政策及在中国的应用	马骏、施娱、姚斌
2014 年第 8 号	离岸市场发展对本国货币政策的影响：文献综述	伍戈、杨凝
2014 年第 9 号	特征价格法编制我国新建住宅价格指数的应用研究	王毅、翟春
2014 年第 10 号	2015 年中国宏观经济预测	马骏、刘斌、贾彦东、洪浩、李建强、姚斌、张翔
2015 年第 1 号	核心通货膨胀测度与应用	王毅、石春华、叶欢
2015 年第 2 号	中国普惠金融发展进程及实证研究	焦瑾璞、黄亭亭、汪天都、张韶华、王瑛
2015 年第 3 号	移动货币：非洲案例及启示	温信祥、叶晓璐
2015 年第 4 号	我国理财产品收益率曲线构建及实证研究	吴国培、王德惠、付志祥、梁垂芳
2015 年第 5 号	对中国基础通货膨胀指标的研究	Marlene Amstad、叶欢、马国南
2015 年第 6 号	结构时间序列模型的预测原理及应用研究	朱苏荣、郇志坚
2015 年第 7 号	构建中国绿色金融体系	绿色金融工作小组
2015 年第 8 号	关于国际金融基准改革的政策讨论	雷曜
2015 年第 9 号	2015 年中国宏观经济预测(年中更新)	马骏、刘斌、贾彦东、李建强、洪浩、熊鹭
2015 年第 10 号	城投债发行定价、预算约束与利率市场化	杨娉
2015 年第 11 号	利率传导机制的动态研究	马骏、施康、王红林、王立升
2015 年第 12 号	利率走廊、利率稳定性和调控成本	牛慕鸿、张黎娜、张翔、

		宋雪涛、马骏
2015 年第 13 号	对当前工业企业产能过剩情况的调查 研究——基于江苏省 696 户工业企业的 实证分析	王海慧、孙小光
2015 年第 14 号	“营改增”对中小微企业税负影响的 实证研究——来自浙江省湖州市抽样 调查的分析	吴明
2015 年第 15 号	2016 年中国宏观经济预测	马骏、刘斌、贾彦东、李 建强、陈辉、熊鹭
2016 年第 1 号	收益率曲线在货币政策传导中的作用	马骏、洪浩、贾彦东、张 施杭胤、李宏瑾、安国俊
2016 年第 2 号	PPP 模式推广困难原因探析及对策建 议	崔晓芙、崔凯、徐红芬、 李金良、王燕、崔二涛
2016 年第 3 号	企业景气调查制度的国际比较研究	张萍、潘明霞、计茜、牛 立华、范奇
2016 年第 4 号	货币政策通过银行体系的传导	纪敏、张翔、牛慕鸿、马 骏
2016 年第 5 号	金融周期和金融波动如何影响经济增 长和金融稳定？	陈雨露、马勇、阮卓阳
2016 年第 6 号	自然资源资产负债表与绿色金融—— 以浙江湖州为例	洪昊、孙巍
2016 年第 7 号	IMF 宏观金融分析内容与方法介绍	尹澄坤、郑桂环、卢心慧、 白晶洁、林元吉
2016 年第 8 号	全球避险情绪与资本流动——“二元 悖论”成因探析	伍戈、陆简
2016 年第 9 号	2016 年宏观经济预测（年中更新）	马骏、刘斌、贾彦东、李 建强、陈辉、蒋贤锋、王 伟斌
2016 年第 10 号	全局最优视角下的货币政策国际协调	孙国峰、尹航、柴航
2016 年第 11 号	国债收益率曲线的构建方法：国际经 验与启示	吴国培、吕进中、陈宝泉、 张燕、吴伟、方晓炜