

- 当代财经理管理名著译库
- DSGE经典译丛

徐占东 译

[美] 爱德华·P·赫布斯特 (Edward P. Herbst)
弗兰克·绍尔夫海德 (Frank Schorfheide)

著

DSGE模型的贝叶斯估计

Bayesian Estimation of DSGE Models



东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

- 当代财经管理名著
- DSGE经典译丛

徐占东 译

著

[美] 爱德华·P. 赫布斯特 (Edward P. Herbst)
弗兰克·绍尔夫海德 (Frank Schorfheide)

DSGE模型的贝叶斯估计

Bayesian Estimation of DSGE Models



东北财经大学出版社

Dongbei University of Finance & Economics Press

大连

辽宁省版权局著作权合同登记号：图字 06-2016-137

Edward P. Herbst, Frank Schorfheide: Bayesian Estimation of DSGE Models

Copyright©2015 by Princeton University Press

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, including photocopying or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

All rights reserved.

本书简体中文翻译版由普林斯顿大学出版社授权东北财经大学出版社独家出版发行。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

图书在版编目 (CIP) 数据

DSGE 模型的贝叶斯估计 / (美) 爱德华·P. 赫布斯特 (Edward P. Herbst), (美) 弗兰克·绍尔夫海德 (Frank Schorfheide) 著; 徐占东译. —大连: 北财经大学出版社, 2017.6

(DSGE 经典译丛)

ISBN 978-7-5654-2742-8

I. D… II. ①爱… ②弗… ③徐… III. 经济模型-贝叶斯估计 IV. ①F224.0 ②0211.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 075698 号

东北财经大学出版社出版发行

大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连图腾彩色印刷有限公司印刷

幅面尺寸: 185mm×260mm 字数: 227 千字 印张: 11.25

2017 年 6 月第 1 版

2017 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑: 李 季 吉 扬

责任校对: 吉 扬

封面设计: 张智波

版式设计: 钟福建

定价: 32.00 元

教学支持 售后服务 联系电话: (0411) 84710309

版权所有 侵权必究 举报电话: (0411) 84710523

如有印装质量问题, 请联系营销部: (0411) 84710711

译者序

幸不辱命,《DSGE模型的贝叶斯估计》一书的中文译本最终面世了。作为译者,是在忐忑中完成爱德华·P.赫布斯特和弗兰克·绍尔夫海德两位世界顶级计量经济学家所著著作的翻译工作。生怕因自己的疏忽和懈怠,给著作的传播带来大的伤害。

接手本书的翻译工作是比较幸运的。毋庸置疑,DSGE模型已经成为宏观经济学研究中重要的经济分析工具。DSGE模型估计方法的不断改进,尤其是贝叶斯统计推断方法的应用,大大促进了DSGE模型的发展:从最初的小型模型,到中型模型(本书的SM模型和LPT模型),最后到各国央行广泛使用的大型模型。值东北财经大学出版社李季女士组织翻译DSGE模型系列著作之际,东北财经大学经济学院冯文成博士和上海对外经贸大学段鹏飞博士大力推荐我来承担本书的翻译工作。

敢于不自量力,承担如此优秀且受国内学者关注的著作,主要原因有二。一是最近几年,使用内生增长模型、DGE模型和DSGE模型作经济增长和政府债务的相关研究,阅读了大量DSGE模型的相关文献,积累了DSGE模型的基础知识。自信基于对DSGE模型的粗浅了解,能应对翻译过程中可能面对的困难。二是近几年对贝叶斯方法的应用——贝叶斯统计推断方法和贝叶斯网络方法——产生了浓厚兴趣。承担本书的翻译工作,能达到一石二鸟的作用:完成著作翻译工作的同时,能深入学习贝叶斯统计推断方法。

为了做好翻译工作,给自己定下两条原则。第一条原则是尽可能减少翻译错误。采纳杨绛女士提倡的翻译三部曲进行翻译。第一阶段为初译阶段。先通读,做到理解本书内容之后再行翻译。第二阶段是一校、二校。对照原著,逐句进行校对,确保忠实于作者原意。第三阶段是三校、四校。脱离原著,采用符合中文习惯的表述方法,尽可能让读者的阅读更顺畅。通过初译和四次校对,尽可能避免在翻译过程中再次出现错误。

第二条原则是尽可能修正原著中可能出现的笔误或排版错误。在初译阶段,对于原著中逻辑不通顺或意思不明确的内容,首先通过查阅原著引用的文献进行确认和校对;对于公式中出现的疑问,通过复制推导过程进行确定和校对。之后通过邮件,对余下的15处疑问与弗兰克·绍尔夫海德教授进行了沟通。对于弗兰克·绍尔夫海德教授确认的14处排版错误,在中文版本中进行了修正。

在翻译过程中,查阅了爱德华·P.赫布斯特教授和弗兰克·绍尔夫海德教授大量文章。通过阅读两位大师的文章,对贝叶斯统计推断技术的最新进展有了足够的认识。但对于学习DSGE模型的学生来说,阅读本书无疑才是学习DSGE模型以及相应贝叶斯估计方法的快捷途径。对于利用DSGE模型从事经济学研究的专家和学者,本书也是重要的参考资料。

尽管作了最大努力，毕竟学识有限，翻译过程中难免会误解爱德华·P.赫布斯特教授和弗兰克·绍尔夫海德教授的原意，责任自然由译者承担。恳请专家和读者批评指正，读者有任何意见和建议，都可以发送至邮箱 xuzhandong@163.com，以便本人学习和改正。

最后，感谢东北财经大学经济学院冯文成博士和上海对外经贸大学段鹏飞博士的推荐以及提供的无私帮助，感谢东北财经大学出版社李季女士给予的信任和支持。

译稿付梓之际，谈一些翻译过程中的体会和感想，是以为序。

徐占东

2017年3月

经济计量学和丁伯根经济研究所讲座系列丛书

丛书主编

Herman K. van Dijk 和 Philip Hans Franses

伊拉斯姆斯大学经济计量学和丁伯根经济研究所 鹿特丹

经济计量学和丁伯根经济研究所讲座系列丛书，是普林斯顿大学出版社和鹿特丹伊拉斯姆斯大学经济计量学和丁伯根经济研究所合作的一个项目。

本丛书收集了一些国际知名学者为经济计量学研究所的学者和学生所作的讲座。讲座具有较高的学术水平，讲座题目都具有重要的政策价值。丛书覆盖了经济计量学大部分主题，而不仅限于某个领域和子学科。

经济计量学研究所是荷兰经济计量学和管理科学领域的研究中心，研究水平处于领先地位。经济计量学研究所成立于1956年，由简·丁伯根和亨利·泰尔（Henri (hans) Theil）共同创立，泰尔任第一任主任。经济计量学研究所在世界范围内获得广泛认可，为经济计量学的不同层次学员提供高质量的培训服务。

本丛书还包括其他著作：

《预见相关性：风险管理的新范式》，Robert Engel 著

《完全和不完全经济计量模型》，John Geweke 著

《部分治疗反应知识条件下的社会选择》，Charles F. Manski 著

《收益率曲线的建模和预测：基于DNS方法》，Francis X. Diebold 和 Glenn D. Rudebusch 著

《贝叶斯非参数和半参数方法及其应用》，Peter E. Rossi 著

丛书介绍

经济计量学和丁伯根经济研究讲座主要选取有重要政策意义的经济计量学专题。讲座内容包含了大部分的经济计量学方向的研究，并不局限于某一领域或某一子学科。本讲座邀请处于国际领先地位的科学家，针对本领域有重大应用价值的经济计量学问题，开展为期3天的讲座，介绍他们在本领域的主要贡献。

过去20多年，动态随机一般均衡（DSGE）模型在宏观经济预测和政策分析上的使用和发展，在学术界和从业机构掀起了巨大波澜。作为在本研究领域处于领先水平的学者，赫布斯特和绍尔夫海德写作本书适逢其时。本书不仅清晰地介绍了基础新凯恩斯菲利普斯曲线的使用问题，还进一步探索了DSGE的内在非线性结构。针对上述模型，本书介绍了基于贝叶斯算法的最新模拟方法。本书将读者直接带到了DSGE建模领域的现代科学前沿。

毫无疑问，本书将进一步激发DSGE系列模型的研究，用以分析一些现代经济问题。例如缓慢且不平衡的国际经济增长，通货紧缩的风险，以及实体行业和金融部门的关系等问题。通过对DSGE模型的进一步研究，建立更为合适和有效的财政政策和货币政策组合，解决上述经济问题。

作为丛书主编，我们向经济计量学和丁伯根经济研究所的长期不懈的支持表示诚挚感谢。

Herman K. van Dijk 和 Philip Hans Franses
经济计量学和丁伯根经济研究所
伊拉斯姆斯大学经济学院

前言

首批利用贝叶斯方法估计动态随机一般均衡 (DSGE) 模型的文献, 发表于大约 15 年前。主要有 DeJong、Ingram 和 Whiteman (2000), Schorfheide (2000) 以及 Otrok (2001)。无论是模型的参数个数还是隐含状态数量, 当时的 DSGE 模型规模都相对较小。按照现在的标准, 模型估计使用都是极为简单的 Metropolis-Hasting (MH) 算法或重要抽样法。自此以后, DSGE 模型的规模不断扩大, 尤其是央行用于预测和政策分析的 DSGE 模型。在大家广为熟知的文献 Smets and Wouters (2003, 2007) 中, 模型包含的隐含状态超过 12 个, 待估计参数超过 36 个。Smets-Wouters 模型成为近年来最有特色的 DSGE 模型的内核, 在其基础方程中加入房地产部门、劳动力市场的搜寻摩擦, 或者银行部门和金融摩擦。这些机制增加了 DSGE 模型的状态空间和参数空间。

本书写作的目的: 一是评价过去 15 年间, DSGE 模型文献中使用的“标准”贝叶斯计算方法的精确度; 二是介绍和研究“新的”计算方法, 提高 DSGE 模型后验分布的蒙特卡罗近似的精确度。读者很快就会发现这些方法实际并不新 (这就是用引号的原因), 但这些方法的某些应用却是新的。这些方法都来自于工程和统计文献, 经过适当剪裁后用于 DSGE 模型的贝叶斯估计。本书以 2012 年 6 月在鹿特丹伊拉斯姆斯大学经济计量学和丁伯根经济研究所 (Tinbergen Institute) 作的“DSGE 模型的最新理论和应用”的系列讲座为基础, 加入部分内容的最新进展写作而成。

适合阅读本书的读者包括: 对应用前沿方法估计 DSGE 模型感兴趣的学术界和央行的宏观经济学家; 对状态空间模型的贝叶斯估计和非线性蒙特卡罗滤波方法感兴趣的计量经济学家; 想了解实证宏观经济学中 DSGE 模型应用的计量经济学家; 有志于结合计量经济学和宏观经济学进行研究的博士研究生。

本书共分三部分。第一部分包含 DSGE 建模和贝叶斯推断引论两个内容。首先我们提出一个小型新凯恩斯模型, 说明如何求解模型, 如何将其转换成适合贝叶斯估计的状态空间模型。不熟悉 DSGE 模型的读者必须查阅相关宏观经济学教科书或者综述文章, 才能详细了解 DSGE 模型的设定、求解和应用的背景知识。对于不熟悉贝叶斯经济计量学的读者, 本书提供了贝叶斯推断的入门知识。这些入门知识并不能替代相关教科书。这部分入门知识以线性高斯回归模型为例, 说明如何将先验分布和似然函数结合起来得到后验分布。根据这个后验分布, 可以得到点估计量、区间估计量, 或者求解更复杂的决策问题。此外, 我们介绍一些重要的计算方法, 包括直接抽样、重要抽样和 MH 算法。

本书第二部分主要讨论存在高斯冲击时, 线性 DSGE 模型的贝叶斯计算问题。因此, 我们重点讨论似然函数能用卡尔曼滤波计算的模型。首先介绍的是随机游走的 MH

算法，这是 DSGE 模型贝叶斯估计文献中使用最广泛的方法。之后我们讨论该算法的一些改进。最后讨论序贯蒙特卡罗（SMC）方法。尽管 SMC 算法在统计文献中非常流行，但却几乎没有发现它在 DSGE 模型估计中得到任何应用。我们将详细讨论如何对 SMC 算法进行调整，使其可用于 DSGE 模型估计，并考察精确度。在三个实证应用中，对 MH 算法和 SMC 算法的效果进行了比较。

本书最后一部分重点讨论使用非线性方法求解模型时，DSGE 模型的计算问题。主要差别在于，此时已经不能再用卡尔曼滤波方法计算似然函数。取而代之，必须使用非线性滤波方法计算似然函数。这里重点讨论序贯蒙特卡罗滤波（也叫粒子滤波）方法。为了不让大家失望，这里我们必须首先指出，在本书中，我们并没有估计任何非线性 DSGE 模型。实际上，我们对线性高斯 DSGE 模型应用粒子滤波方法，尽管利用卡尔曼滤波就能得到模型的确切似然函数。我们这样做的目的是评价粒子滤波近似的精确度。为此，我们首先根据固定的参数向量计算似然函数，之后将似然函数的粒子滤波近似嵌入到 MH 算法和 SMC 算法中，进而对 DSGE 模型参数进行后验推断。

在本书的写作过程中，与同事和研究生的交流使我们获益匪浅（直接的和间接的），在此向他们表示感谢。需要特别致谢的有：丛书主编 Herman van Dijk 和两个匿名评论人；我们的同事 Frank Diebold、Jesus Fernandez-Villaverde 和 Elmar Mertens；现在的宾夕法尼亚大学学生 Ross Askanazi、Jacob Warren 以及 2015 年春季入学的经济学 722 班的学生们，感谢他们对本书早期书稿所作的细致检查；以前宾夕法尼亚大学学生 Luigi Bocola、Mark Bognanni、Minchul Shin 和 Dongho Song；其他有关 DSGE 模型项目的合作者 Boragan Aruoba 和 Marco Del Negro。Schorfheide 特别感谢美国国家科学基金的资助。最后，特别感谢我们的妻子 Sarah 和 Perlita，她们牺牲了无数个夜晚和周末，为本项目给予了源源不断的支持和帮助。

Edward P. Herbst, 华盛顿特区, 2015

E-mail: ed.herbst@gmail.com

Web: edherbst.net

Frank Schorfheide, 费城, 2015

E-mail: schorf@ssc.upenn.edu

Web: sites.sas.upenn.edu/schorf

Hat der alte Hexenmeister
Sich doch einmal wegbegeben!
Und nun sollen seine Geister
Auch nach meinem Willen leben.
Seine Wort' und Werke
Merkt' ich und den Brauch,
Und mit Geistesstärke
Tu' ich Wunder auch.

(... bad things happen in between,
but eventually the master returns ...)

“In die Ecke,
Besen! Besen!
Seid's gewesen!
Denn als Geister
Ruft euch nur zu seinem Zwecke
Erst hervor der alte Meister.”

JW von Goethe, Der Zauberlehrling

图目录

图 3-1	集识别模型的后验分布	26
图 3-2	$E_{\pi}[\theta]$ 和 $E_{\pi}[\theta^2]$ 的重要抽样近似	29
图 3-3	$\pi_1=0.2$ 时离散 MH 算法的效果	34
图 4-1	小型模型的可观测变量	42
图 4-2	蒙特卡罗平均 $\bar{\tau}_{N N_0}$ 的收敛性	43
图 4-3	标度对精确度的影响	44
图 4-4	外生过程的脉冲响应	45
图 4-5	内生变量的脉冲响应	45
图 4-6	典型状态空间模型的后验分布	48
图 4-7	自相关函数和无效因子	53
图 4-8	小样本方差对 HAC 估计量	54
图 5-1	粒子的 SMC 演化	62
图 5-2	SMC 后验分布近似	64
图 5-3	典型状态空间模型的 SMC 算法的自适应性	67
图 5-4	典型状态空间模型 SMC 近似的收敛情况	73
图 5-5	λ 对无效因子 $InEff_N[\bar{\theta}]$ 的影响	74
图 5-6	调谐参数对不精确度量 $V[\bar{\theta}]/V_{\pi}[\theta]$ 的影响	74
图 6-1	冲击相关时: 参数 $\rho_{\pi\pi}$ 和 $\rho_{\pi\epsilon}$ 的先验分布和后验分布	78
图 6-2	冲击相关时: 脉冲响应 (第 1 部分)	79
图 6-3	冲击相关时的模型: 脉冲响应 (第 2 部分)	79
图 6-4	冲击相关时: 后验概率近似	81
图 6-5	冲击相关时: 边缘数据密度近似	81
图 6-6	SW 模型: 简明分位数近似 (第 1 部分)	87
图 6-7	SW 模型: 简明分位数近似 (第 2 部分)	88
图 6-8	LPT 模型: 产出响应参数的后验分布	92
图 6-9	LPT 模型: 税收协同参数的后验分布	93
图 6-10	LPT 模型: 劳动税率扰动的脉冲响应	93
图 8-1	小型模型: 对数似然近似和 $\hat{g}_t$ 滤波	122
图 8-2	小型模型: 对数似然近似误差的分布 (第 1 部分)	123
图 8-3	小型模型: 对数似然近似误差 (第 2 部分)	124

图 8-4	小型模型：大衰退时期及其前后的粒子滤波	125
图 8-5	SW 模型：对数似然近似误差的分布	127
图 8-6	SW 模型：过滤后的政府支出过程 $\hat{g}_t$	128
图 9-1	PFMH 抽样的自相关函数	134

表目录

表 2-1	卡尔曼滤波的条件分布	13
表 2-2	先验分布	16
表 4-1	DSGE 模型参数的后验估计	43
表 4-2	运行时间和调谐常数	52
表 4-3	基于 MH 算法的边缘数据密度函数	58
表 5-1	再抽样：祖先和后代	68
表 5-2	基于 SMC 算法的边缘数据密度估计结果	75
表 6-1	冲击相关时：算法数据	80
表 6-2	冲击相关时：边缘数据密度函数近似	82
表 6-3	SW 模型：后验分布分位数	84
表 6-4	SW 模型：算法数据	86
表 6-5	LPT 模型：财政政策规则参数的先验分布	90
表 6-6	LPT 模型：共同的先验分布	91
表 6-7	LPT 模型：SMC 算法数据	91
表 6-8	财政模型：后验矩（第 1 部分）	92
表 8-1	小型模型：参数值	121
表 8-2	小型模型：粒子滤波的汇总统计	123
表 8-3	SW 模型：参数值	126
表 8-4	SW 模型：粒子滤波的汇总统计	128
表 9-1	小型模型：PFMH 的精确度	133
表 9-2	SW 模型：PFMH 的精确度	135
表 10-1	n 阶段后 SMC^c 的粒子系统	139
表 10-2	小型模型： SMC^c 的精确性	142
表 A-1	SW 模型：扩散先验分布	146
表 A-2	SW 模型：原始先验分布	147
表 A-3	LPT 模型：后验矩（第 2 部分）	148

目录

第 I 部分 DSGE 建模与贝叶斯推断引论

第 1 章 DSGE 建模	3
1.1 一个小型新凯恩斯 DSGE 模型	3
1.2 本书考虑的其他 DSGE 模型	7
第 2 章 将 DSGE 模型转化为贝叶斯模型	9
2.1 求解 (线性) DSGE 模型	10
2.2 似然函数	12
2.3 先验分布	14
第 3 章 贝叶斯推断快速教程	17
3.1 线性高斯模型的后验分布	18
3.2 贝叶斯推断和决策制定	20
3.3 集识别模型的非高斯后验分布	24
3.4 重要抽样法	26
3.5 Metropolis-Hastings 算法	30

第 II 部分 线性 DSGE 模型的估计

第 4 章 DSGE 模型的 Metropolis-Hastings 算法	39
4.1 基准算法	40
4.2 RWMH-V 算法的应用	41
4.3 不规则后验分布带来的挑战	46
4.4 其他 MH 取样器	48
4.5 MH 算法精确度的比较	51
4.6 边缘数据密度函数的计算	55
第 5 章 序贯蒙特卡罗方法	59
5.1 通用 SMC 算法	60
5.2 SMC 算法细节的详细介绍	64
5.3 SMC 算法在小型新凯恩斯模型的应用	73
第 6 章 三个应用	76
6.1 冲击相关的新凯恩斯模型	76
6.2 发散先验分布的 Smets-Wouters 模型	82

6.3	Leeper-Plante-Traum 财政政策模型	88
-----	----------------------------------	----

第Ⅲ部分 非线性 DSGE 模型的估计

第 7 章	从线性 DSGE 模型到非线性 DSGE 模型	97
7.1	非线性 DSGE 模型求解	97
7.2	DSGE 模型中加入非线性特征	99
第 8 章	粒子滤波	101
8.1	自助 (bootstrap) 粒子滤波	102
8.2	通用粒子滤波	107
8.3	适应性通用滤波	109
8.4	实施过程中的几个问题	113
8.5	当前观测值的自适应 S_{t-1} 抽样	117
8.6	小型 DSGE 模型应用	121
8.7	SW 模型应用	126
8.8	计算需要注意的问题	128
第 9 章	粒子滤波和 MH 取样器的结合	130
9.1	PFMH 算法	130
9.2	小型 DSGE 模型应用	132
9.3	SW 模型应用	134
9.4	计算方面的考虑	136
第 10 章	粒子滤波与 SMC 取样器的结合	138
10.1	SMC 算法	138
10.2	小型 DSGE 模型应用	141
10.3	计算方面的考虑	143
附录 A	模型描述	144
A.1	Smets-Wouters 模型	144
A.2	Leeper-Plante-Traum 财政政策模型	148
附录 B	数据来源	150
B.1	小型新凯恩斯 DSGE 模型	150
B.2	Smets-Wouters 模型	150
B.3	Leeper-Plante-Traum 财政政策模型	151
参考文献		154

第 I 部分

DSGE 建模与贝叶斯推断引论

