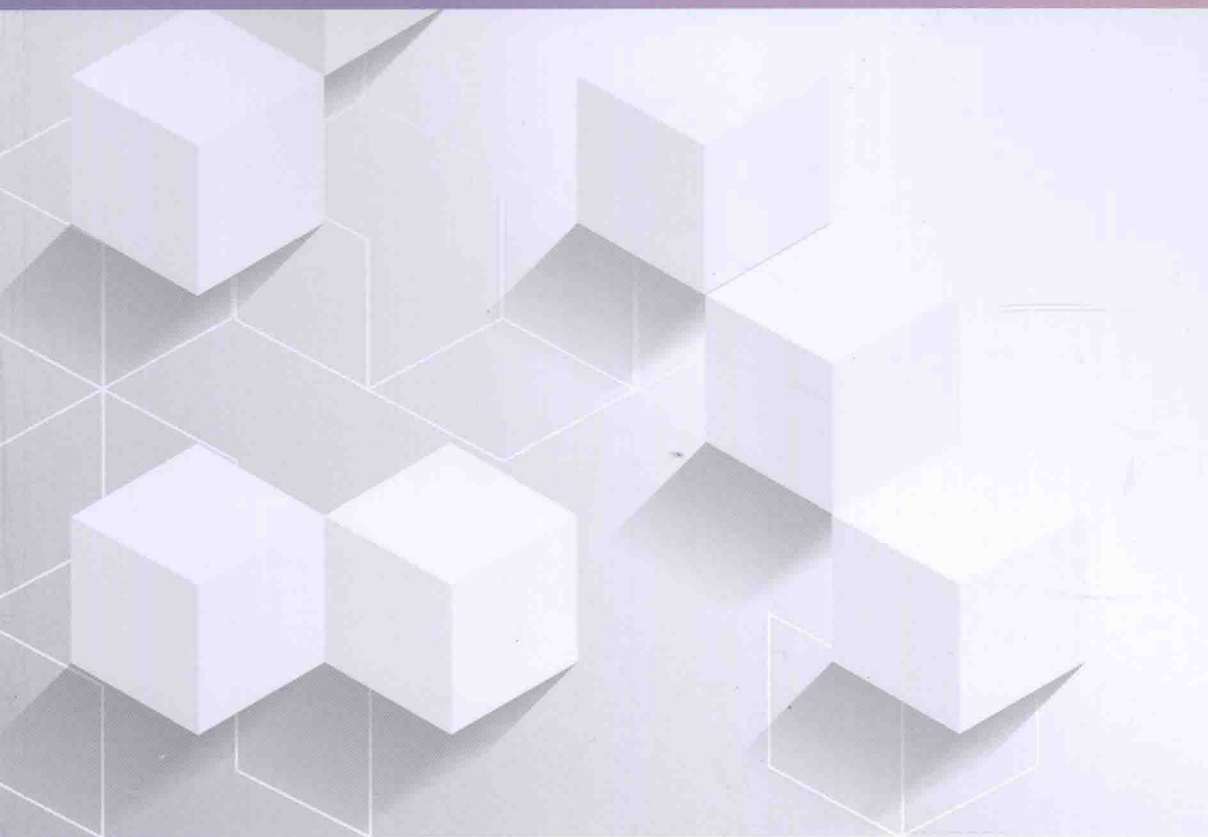




Structural Equation Model for Dynamic Panel Data:
Limited Information Maximum Likelihood Method

动态面板结构方程： 有限信息极大似然方法

■ 张璇 ◎ 著

中国金融出版社

动态面板结构方程： 有限信息极大似然方法

张 璇 著

 中国金融出版社

责任编辑：张怡姮

责任校对：刘 明

责任印制：丁淮宾

图书在版编目（CIP）数据

动态面板结构方程：有限信息极大似然方法（Dongtai Mianban Jiegou Fangcheng: Youxian Xinxi Jida Siran Fangfa）/张璇著. —北京：中国金融出版社，2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5049 - 7578 - 2

I. ①动… II. ①张… III. ①会计分析—研究 IV. ①F231. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 137747 号

出版
发行 **中国金融出版社**

社址 北京市丰台区益泽路 2 号

市场开发部 (010)63266347, 63805472, 63439533 (传真)

网 上 书 店 <http://www.chinafph.com>

(010)63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010)66070833, 62568380

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 利兴印刷有限公司

尺寸 169 毫米×239 毫米

印张 7.5

字数 135 千

版次 2014 年 9 月第 1 版

印次 2014 年 9 月第 1 次印刷

定价 26.00 元

ISBN 978 - 7 - 5049 - 7578 - 2/F. 7138

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010)63263947

目 录

第1章 导论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 国内外相关文献综述	4
1.2.1 国外的研究现状	4
1.2.2 国内的研究现状	6
1.3 研究的基本思路和方法	7
1.4 研究的创新点和主要框架	9
第2章 模型估计的基本问题	11
2.1 模型的基本形式	11
2.1.1 动态面板结构方程模型 (DPSEM)	11
2.1.2 模型的可观测形式和识别条件	13
2.1.3 模型估计需要的假设条件	16
2.2 模型估计需要解决的问题	17
2.2.1 OLS 形式中变量的内生性	17
2.2.2 大量工具变量的弱外生性	18
2.2.3 个体效应的过滤	20
2.2.4 模型误差项的序列相关	21
2.3 现有估计方法及问题	23
2.3.1 广义工具变量估计	23
2.3.2 全信息最大似然估计	25
第3章 有限信息最大似然 (LIML) 估计引进的探讨	27
3.1 LIML 估计引进的思路和依据	27
3.1.1 单方程估计的灵活性	27
3.1.2 工具变量的选择及其弱外生性的影响	28

3.2	LIML 估计引进需要解决的问题	29
3.2.1	个体效应的过滤	29
3.2.2	工具变量的选取	33
3.2.3	误差项的低阶序列相关的处理	35
3.3	LIML 估计量的推导和计算	36
3.3.1	方程系数的 LIML 估计量	36
3.3.2	误差方差的 LIML 估计量	41
3.4	方程系数的 LIML 估计量渐近性质的证明	43
3.4.1	系数估计量的一致性	43
3.4.2	特殊设定下系数估计量的渐近正态性	44
3.5	LIML 估计效果的模拟	54
3.5.1	具体模型和模拟样本的产生	54
3.5.2	系数估计量的收敛性	59
3.5.3	LIML 的估计量的有限分布	64
第 4 章	有限信息最大似然估计量方差计算的讨论	70
4.1	方差计算的重要性和存在的问题	70
4.2	解决方差计算的思路 and 根据	72
4.3	方差计算的方法	73
4.3.1	分块刀切法	73
4.3.2	参数自助法	75
4.4	分块刀切法 LIML 估计效果的模拟	77
4.4.1	分块刀切法 LIML 估计量的经验分布	77
4.4.2	分块刀切法对 LIML 估计量分布的影响	81
第 5 章	有限信息最大似然估计结果检验方法的探讨	84
5.1	现有的 LIML 估计结果检验的方法	84
5.2	现有方法引入 DPSEM 需要解决的问题	86
5.3	合适检验统计量的构造	87
5.3.1	调整的 Anderson Rubin 检验	87
5.3.2	调整的 K 检验	88
5.3.3	调整的条件似然比检验	90
5.3.4	密集计算估计的 Z 检验	93

5.4 LIML 估计结果检验的蒙特卡罗模拟	94
5.4.1 分块刀切法的 Z 检验统计量零假设的标准分布	94
5.4.2 几种检验方法势的比较分析	98
第 6 章 研究结论和有待进一步解决的问题	102
6.1 DPSEM 的 LIML 估计的优势	102
6.1.1 估计量的有限样本性质	102
6.1.2 估计结果检验的建立	103
6.2 LIML 估计有待进一步解决的问题	103
6.2.1 LIML 估计的局限性	103
6.2.2 模型误差序列相关下估计量的渐近方差	104
6.3 相关课题进一步研究的方向	105
参考文献	107
后记	113

图表目录

图 3-1	不同样本量下 β_1 的估计值收敛情况	60
图 3-2	不同样本量下 β_2 的估计值收敛情况	61
图 3-3	不同样本量下 β_3 的估计值收敛情况	62
图 3-4	不同样本量下 λ_1 的估计值收敛情况	63
图 3-5	不同样本量下 λ_2 的估计值收敛情况	63
图 3-6	不同样本量下 $\hat{\beta}_1$ 的分布	67
图 3-7	不同样本量下 $\hat{\beta}_2$ 的分布	68
图 3-8	不同样本量下 $\hat{\beta}_3$ 的分布	69
图 4-1	分块刀切法下 β_1 估计量分布	78
图 4-2	分块刀切法下 β_2 估计量分布	79
图 4-3	分块刀切法下 β_3 估计量分布	79
图 4-4	分块刀切法下 λ_1 估计量分布	80
图 4-5	分块刀切法下 λ_2 估计量分布	81
图 4-6	分块刀切法对 $\hat{\beta}_1$ 分布的影响	82
图 4-7	分块刀切法对 $\hat{\beta}_2$ 分布的影响	82
图 4-8	分块刀切法对 $\hat{\beta}_3$ 分布的影响	83
图 5-1	关于 β_1 的 Z 检验统计量零假设的标准分布	95
图 5-2	关于 β_2 的 Z 检验统计量零假设的标准分布	95
图 5-3	关于 β_3 的 Z 检验统计量零假设的标准分布	96
图 5-4	关于 λ_1 的 Z 检验统计量零假设的标准分布	97
图 5-5	关于 λ_2 的 Z 检验统计量零假设的标准分布	97
图 5-6	关于 β_3 的几种检验方法的势的比较	99
图 5-7	关于 λ_1 的几种检验方法的势的比较	99
图 5-8	关于 λ_2 的几种检验方法的势的比较	100

第 1 章 导 论

1.1 研究背景和意义

结构方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 是一种以统计分析技术为基础的研究方法,可以用来分析结构复杂的多变量数据,能够解决潜变量和多个因变量同时出现给社会科学研究带来的困难。

传统的统计方法主要以可观测的变量为研究对象,然而在很多社会科学,比如心理学、教育学、经济学的研究中,许多研究变量难以准确测量,例如研究学校体制(公立还是私立)对学生学习能力的影响,其中涉及的变量包括学生的学习能力、智力、学习动机和家庭的社会经济地位等,它们均为难以测量的变量,我们称其为潜变量。潜变量或者难以准确测量的变量是现代统计学研究的热点,因为在很多研究领域,例如多元分析中的降维,刻画某些不能被数量化的指标等,潜变量都起着至关重要的作用。另外,在研究中,我们有时也需要讨论多个原因和多个结果的关系,因为有些解释变量会同时影响多个结果变量。如果潜变量和多个因变量在研究中同时出现,传统的统计方法就显得束手无策。

早期对于潜变量研究最多的领域是心理计量学。在心理计量学中,大量的研究涉及潜变量测量的问题,心理学家利用探索性因子分析的方法来建立潜变量和可测变量的关系,后来因子分析理论在心理计量学中得到长足发展。而探寻多个原因和多个结果间的关系普遍存在于经济现象中,计量经济学家建立联立方程模型来研究这些复杂关系,因此有关模型估计的理论在计量经济学中得到迅速发展。20 世纪 70 年代初, Keesling (1972), Joreskog (1973) 和 Wiley (1973) 将心理计量学的因子分析方法和计量经济学的联立方程模型及其估计方法相融合,提出了结构方程模型的初步概念,因子分析和联立方程模型的相互渗透能够有效地解决多个潜变量之间的因果关系,推动了统计方法的进一步发展。早期的 Joreskog—Keesling—Wiley 模型将原来联立方程模型的可测变量换成

潜变量，并用因子分析技术度量这些潜变量。后来，瑞典统计学家、心理计量学家 Karl G. Joreskog (1973) 对模型做了进一步的研究，将矩阵的分析技术运用到模型的分析中，提出测量模型与结构模型的概念，提供了一套完整的结构方程模型的理论分析方法，并且他还开发了模型分析软件——LISREL，到目前为止，LISREL 的运用仍然在教育、社会学和经济学等许多社会科学的研究中盛行。

结构方程模型形式并不复杂，首先假定在一组潜变量中存在因果关系，这些潜变量可以分别用一组可测变量表示。假设的模型通常包括几个基本线性回归模型和潜变量与多个可测变量之间关系的模型。前面的模型表示几个潜变量之间的因果关系模型，后一个模型类似于因子分析中假设的因子和可测变量之间的线性关系模型。结构方程模型就是研究潜变量之间关系的多方程模型，其中“结构”一词表示可测变量（显示变量）和潜变量之间的特定联系，以及潜变量之间的相互关系。Goldberger (1972) 指出，结构方程模型就是一组随机方程模型，其中每个方程都表示某个因果关系，而并非是纯粹的经验相关性。

结构方程模型能替代统计学中很多研究方法，是一种建立、估计和检验因果关系模型的方法。模型中既包含可观测的显式变量，也可能包含无法直接观测的潜变量，它可以替代多重回归、路径分析、因子分析、协方差分析等方法，清晰分析单项指标对总体的作用和单项指标间的相互关系。简单而言，与传统的回归分析不同的是结构方程分析能同时处理多个因变量，并可比较及评价不同的理论模型。与传统的探索性因子分析不同的是在结构方程模型中，我们可以提出一个特定的因子结构，并检验它是否吻合数据。通过结构方程模型的多组分析，我们可以了解不同组别内各变量的关系是否保持不变，各因子的均值是否有显著差异。因此结构方程模型弥补了传统统计方法的不足，成为多元统计分析的重要工具，在心理学、社会学和经济学等社会科学的研究中得到了广泛的应用。

在估计方法上，结构方程模型通常运用全信息最大似然方法求解，Joreskog 表明在模型误差独立同分布的正态假设下，如果误差协方差结构已知，那么样本协方差矩阵具有 Wishart 分布。因此，如果方程中感兴趣的参数是可识别的，那么它们的最大似然估计可以运用迭代方法，如拟牛顿算法或得分算法，得到参数的最大似然估计值。除了最大似然估计外，还包括最小二乘估计、广义的最小二乘估计、加权最小二乘估计以及工具变量估计等。

结构方程模型主要用来处理横截面数据，不支持动态数据，如时间序列数据和面板数据。在心理学、教育学等社会科学的研究中，大量的研究都以横截

面数据为主,因此 SEM 能够在这些社会科学的研究中得到广泛的应用和长足的发展,然而,在计量经济学研究中,很多情况下要考虑动态数据和时间序列数据,因此结构方程模型的动态延伸是很重要的研究内容。这里提到的结构方程模型的动态延伸,相当于计量经济学中联立方程模型的潜变量扩展。

在计量经济学中,对潜变量的研究始于模型中出现了带有测量误差的变量,后来 Ainger (1984), Meijer 和 Wansbeek (2000) 将真正意义上的潜变量(无法测量的变量)和带有测量误差的变量区分开来。Joreskog (1973) 提出的结构方程模型将心理计量学和计量经济学的研究方法联系起来,将潜变量真正地引入进联立方程模型的研究中,对于这种模型的理论研究和实证研究都以静态数据为主,但是带有潜变量的动态多方程模型仍然在研究中有很多重要应用。

例如,在财务分析领域,运用结构方程模型能将各种财务因素看成潜变量,并且用多个财务指标度量同一个财务因素,避免单个财务指标度量的片面性。然而,由于结构方程模型不支持动态数据,所以在建模时我们就必须选择与研究变量相同期的财务指标,可是在有些研究中,因变量不仅和同期的财务因素相关,还和滞后的财务因素相关。比如,在对公司成长性的研究中,公司的成长性指标与当期的财务因素和滞后期的财务因素都相关联,甚至可以通过检验看到,这种滞后的关联程度还有可能相当高(岑成德, 2002),因此在建立模型时,滞后期的财务指标也应该被引入模型中。对于这个问题, Joreskog 和 Sorbom (1984) 指出需要将时间序列数据和面板数据引入结构方程模型中,但是由于计算方法和计算条件的限制,结构方程模型的研究仍然以静态数据为主。

直到 2002 年, Cziraky 第一次将一般结构方程模型扩展到动态结构方程模型 (Dynamic Structural Equation Model, DSEM), 用于处理纯时间序列数据和面板数据 (Panel Data), 提出了模型的一般形式, 并且在 2002 年和 2004 年正式给出了工具变量的估计方法和模型的识别方法。

Cziraky (2002, 2004) 提出的动态结构方程模型 (DSEM) 是一个多方程模型体系, 结构模型体现了多个潜变量之间的同期和滞后期的关联性, 测量模型表示潜变量和多个可测变量之间线性相关性, 可以用来处理时间序列数据和面板数据, 但是对于面板数据的特殊性, 一般的动态结构方程模型并没有体现出来。Cziraky (2004) 对动态结构方程的测量模型稍加修改, 在方程中增加了个体效应扰动项, 提出了专门处理面板数据的动态面板结构方程模型 (Dynamic Panel Structural Equation Model, DPSEM), 同时给出了广义工具变量估计方法。

1.2 国内外相关文献综述

1.2.1 国外的研究现状

Cziraky (2002) 第一次将结构方程模型扩展到动态形式，提出了动态结构方程模型的一般形式，提出了广义工具估计法和三阶段最小二乘估计法，并且运用滞后一期的动态结构方程研究了个人收入和消费的关系，在研究中，他将个人收入和消费看成潜变量，通过实证分析发现当期的收入显著影响当期的消费，而作为测量消费流动性限制的可测变量——存款对消费也有影响，滞后期的存款比当期存款对当期的消费影响更大。2004 年，Cziraky 将这篇工作进行彻底的修改，修改后的论文被公开发表，因此 Cziraky (2004) 成为了第一个发表关于 DSEM 的文章的人。

Cziraky (2004) 详尽地描述了 DSEM 的广义工具变量估计 (Generalized Instrumental Variable Estimation, GIVE) 方法，他所提出的方法和通常的工具变量法 (IV) 有些差异。首先，Cziraky 运用 Bollen (1996, 2001, 2002) 的方法，将 DSEM 写成不依赖潜变量，只依赖可测变量和潜变量误差的形式，称其为观测形式设定方程 (Observed Form Specification, OFS)。这时，OFS 形式包含潜变量的误差，而潜变量误差通过结构方程间的传递，与 OFS 中的可测变量相关，因此使得 OFS 中的全部变量都是内生的。在这种条件下，Cziraky 利用滞后的观测变量作为工具变量，解决模型的内生性问题。在估计时，对于不同的方程他选取不同的工具变量进行参数估计。他认为检验可以筛选出强外生性的工具变量，但实际上工具变量的弱外生性问题在运用工具变量的估计中是不可避免的。在文中的应用部分 Cziraky 仍然引入个人收入和消费的研究作为案例分析，由于采集的数据是面板数据，因此他对动态结构方程模型稍加修改，在测量模型的方程中加入个体效应，提出了动态面板结构方程模型。他同时也对广义工具变量估计进行了修改，在原来的 GIVE 的步骤前，运用一阶差分去除了个体效应，给出了适合 DPSEM 估计的 GIVE 方法。同年，Cziraky (2004) 再次运用一阶滞后的动态结构方程模型和 GIVE 估计方法研究了网络信息技术和科学研究之间的关系。

在估计方法上，GIVE 是单方程估计方法，在估计某个方程时没有考虑其他模型的信息，因此 Cziraky 尝试了多方程估计方法，Cziraky (2005) 提出了动态面板结构方程模型的全信息最大似然 (Full Information Maximum Likelihood,

FIML) 估计方法, 在案例分析中他建立了一阶滞后的动态面板结构方程模型, 研究了金融发展和经济增长的关系, 得出了与许多主流经济学不相同的结论。他认为发达国家和发展中国家的金融发展和经济增长间的关系有很大差距; 当期的金融发展并没有显著影响经济增长, 然而滞后期的金融发展显著影响当期的经济增长; 原始资本对金融发展和经济增长都有显著影响, 但是这种影响在发达国家并不明显。动态面板结构方程模型的最大似然估计和一般的结构方程的最大似然估计不同的是它的全信息似然函数很难获得。对于一般结构方程而言, 在简单的假定下, 能够容易地写出模型的简约形式; 对于不带潜变量的纯动态方程系统, 也可以通过序列条件递归得到似然函数, 但是对于带潜变量的动态面板结构方程而言, 序列条件的密度函数十分复杂, 得到的似然函数需要一系列很强的假设。Cziraky (2005) 通过设定初始化观测、协方差平稳等, 推导出动态面板结构方程模型的简化形式, 因此 Cziraky (2005) 的 FIML 估计量是建立在很强的假设之上的。由于估计过程需要全部观测变量服从多元正态分布, 所以方差结构和似然函数形式都非常复杂, 需要估计的参数也很多, 计算量特别大, 迭代算法容易陷入死循环, 难以收敛。Lara 等 (2007) 指出对于动态结构方程模型, 滞后阶数的增加会导致最大似然估计中参数的大量增加, 一个简单的动态结构方程模型就可能包含上百个估计参数, 因而对样本量的需求也很大, 估计起来相当困难。

Cziraky (2006) 在他的博士论文中总结了他对动态结构方程的贡献, 并利用 Cziraky (2002) 相同的数据, 构造了滞后 5 阶的动态结构方程模型, 再次研究了个人收入和消费的关系, 他揭示出当期的收入对当期消费的影响会被滞后期的收入影响所抵消。在估计方法上, 他比较了全信息最大似然 (FIML)、广义工具变量 (GIVE) 和三阶段最小二乘 (3TSLS) 三种估计方法, 他认为, 虽然 FIML 和 3TSLS 估计量的方差较小, 但是这两种估计都依赖模型整体的设定, 如果方程的设定偏差较大, 估计的可靠性很难保证, 因此 GIVE 是值得推荐的方法。Cziraky (2006) 还建立了针对单个个体的纯时间序列的动态结构方程模型的最大似然估计方法, 并编写了 FIML 的计算程序, 但是计算程序只针对某个设定的模型而言, 很难在实证研究中广泛应用。

在有关动态结构方程模型的贡献中, 除了 Cziraky 的大量贡献以外, Lara 等 (2007) 也利用动态模型解决了一个关于环境污染与气候特征之间关系的问题, 在研究中, 他们表示这种动态模型可以处理空间数据。在模型的扩展方面 Zhang 和 Lee (2009) 提出了一种非线性动态结构方程模型 (Nonlinear Dynamical Structural Equation Models), 实际上它是一种变系数的结构方程模型, 即方程中的参

数是随时间变化的，但是在模型中没有考虑滞后的潜变量的影响。

在 Cziraky 看来，DPSEM 模型只是增加了观测变量的个体效应，因此通过简单的一阶差分，就能去除个体效应，使模型变为 DSEM，实际上个体效应的去除有很多方法，一阶差分并非是最好的方法。

1.2.2 国内的研究现状

在国内，关于结构方程模型研究的起步较晚，大约在 20 世纪 90 年代才开始兴起，但是在短短的二十年时间里，关于结构方程模型研究的文献不胜枚举，从 2009 年到 2010 年，相关文献就有七百多篇，并且涉及的领域非常广泛，除了心理学、教育学、经济金融学以外，还包括卫生经济学、会计学、管理学和农学等。戴稳胜等（2004）利用结构方程模型，揭示出在寿险业产业结构对企业获利能力产生的负面影响中，企业经营策略起到中介的作用。邓艳芳、童恒庆（2008）提出了一个关于风险因素分析的结构方程模型，他们将此模型用于风险投资的研究中。赵桂芹、王上文（2008）利用连续四年的财务数据对国内产险公司的获利能力进行研究，通过结构方程模型的运用表明公司资本结构对承保风险起到关键作用。李国栋等（2010）运用结构方程模型对供应链伙伴关系与供应商绩效关系进行了实证研究，将直接和互补作用的模型进行对比，分析表明信任和协作因素通过直接和互补作用影响供应商绩效，而适应和承诺因素只能通过互补作用进行影响。杨智等（2006）以中东部五省市企业为实证样本，利用结构方程模型，研究了市场导向与企业绩效之间的关系，研究发现，组织学习和营销创新具有中介效应，市场导向通过它对企业绩效造成影响。

虽然大部分文献都集中在模型的实证研究方面，但是也有一些文献在理论上探讨了模型的估计问题。吴瑞林（2010）利用蒙特卡罗模拟研究了结构方程模型参数估计的收敛问题，发现小样本、复杂模型、高偏态数据和较少的分类数都可能造成不收敛和不可靠的估计结果。张言彩（2009）对结构方程模型进行了 Gibbs 抽样和贝叶斯估计的研究，显示当参数的先验分布完全已知时，它的后验估计值可以用来对不可识别模型的参数进行贝叶斯推断。在模型形式的延伸和模型假设条件放宽方面也有文献涉及，吴冰（2010）研究了带有潜变量的乘积项的结构方程模型，详细介绍了这种模型的设计方法并对结构方程交互模型的设定问题进行了讨论。童乔凌等（2009）将结构方程模型的潜变量扩展成多层的潜变量，将观测变量看做来自不同的总体，并提出了一种受约束的偏最小二乘估计的算法。传统的结构方程模型是线性模型，但是在实际中，变量间的非线性关系普遍存在，付会斌等（2010）总结了非线性结构方程模型的研究

和发展,并指出非线性模型的研究具有重要的现实意义。蒲冰等(2009)将缺失数据引入非线性结构方程模型中,借助 Gibbs 抽样和 MH 算法编写了模型的估计程序。梁成侠(2008)提出了一种有限混合非线性结构方程模型,并利用 EM 算法解决模型的参数估计。一般情况下,我们假定结构方程中的误差服从多元正态分布,但是在实际中非正态数据比比皆是。方敏等(2010)表明如果抽样数据是非正态的,有些参数值标准误的估计偏小,假设检验容易通过,模型推断接纳实际上没有意义的参数,他建议使用自助法校正标准误或者对非正态分布的变量进行数据转换。李军锋(2010)在进行制造技术与企业绩效间关系的研究中,检验了采用的数据是非正态的,他运用自助法计算参数估计量的方差,捕捉到企业质量管理是重要的中介变量。

国内的这些研究都是基于截面数据的一般结构方程模型,即使有些研究涉及时间序列数据或面板数据,作者也将其视为截面数据。如邓朗(2007)运用了沪深两市制造业上市公司 2002—2004 年的财务指标,在研究中他将所有指标三年的平均作为研究样本,进行实证分析,在模型中没有包含潜变量的滞后。对于动态结构方程模型以及动态面板结构方程模型相关的理论和实证研究,到目前为止在国内还没有文献讨论。

1.3 研究的基本思路和方法

本书关注的模型是动态面板结构方程模型,因为动态结构方程模型是它的特例,所以如果能够找到一种估计方法可以较好地解决动态面板结构方程模型的估计问题,这种方法也能运用到动态结构方程模型中。

由于动态结构方程的提出和发展还不到十年的时间,所以涉及的研究,不论是理论的还是实证的都较少,最为重要的是估计理论和推断理论都相当不完善,目前文献中提出的估计方法主要是 FIML (Cziraky, 2005) 和 GIVE (Cziraky, 2004),这两种估计方法在实际运用中都有一定的问题,更重要的是有限样本下估计量的可靠性受到质疑,此外,对于估计结果的检验问题,更是一片空白。

实际上,结构方程模型来源于联立方程模型和因子分析方法的结合,在结构模型部分和计量经济学中的联立方程模型在方程结构上是相同的,只是方程中包含潜变量。如果将结构方程按照一定假设转化成 OLS 形式,那么估计的方程中不再包含潜变量,因此在估计方法上,可以借鉴联立方程的方法。

在联立方程模型的估计中,全信息估计法(FIM)和有限信息估计法

(LIM) 是广泛运用的估计方法, FIM 估计依赖整个方程系统, 计算复杂, 有时候迭代过程很难收敛 (Wooldridge, 2001), 比如前面提到的 FIML。和 FIM 相比 LIM 在估计时只依赖于研究者所关注的几个方程, 因此计算量会减少很多。随着计算软件的迅猛发展, 复杂的计算和繁重的计算量已经显得不太重要, 但是学者们仍热衷于 LIM 的研究。最为关键的因素是, FIM 估计依赖模型的整个方程系统, 如果模型中某个或某几个方程设定偏误, 就会在计算过程中将错误的信息传递到其他设定正确的方程的参数估计中, 不仅设定错误的方程的参数估计会受影响, 设定正确的方程的估计也会受影响。相反 LIM 则能够避免错误信息的传递。常用的两阶段最小二乘 (TSLS) 就是有限信息的估计方法。

在 LIM 中, 还有一种方法是有限信息最大似然法 (Limited Information Maximum Likelihood, LIML), 它没有 TSLS 运用广泛, 原因主要是 LIML 计算相对复杂, 但是它的提出早于 TSLS。Anderson 和 Rubin (1949, 1950) 提出了此方法, 并给出了联立方程模型的单方程 LIML 估计量及其渐近分布, 但似然函数的推导过程相当复杂。Godfrey 和 Wickens (1982) 利用轮廓似然方法 (Profile Maximum Likelihood) 的思想, 给出了似然函数的一种简单的推导方法。TSLS 和 LIML 有很大的联系, 并且 Anderson (1950) 在证明过程中暗示了 LIML 和 TSLS 的估计量有相同的渐近分布。虽然 TSLS 计算简单, 但是理论研究者仍然偏爱 LIML, 主要原因是在样本较小的时候 LIML 估计量的标准误差较小, 而且似然值对统计推断有着重要作用 (Anderson 和 Sama, 1979); 另外, TSLS 是一种扩展的工具变量估计方法, 估计量的性质是在假设找到和内生变量强相关的工具变量前提下得到的, 而现实中如果出现弱相关, TSLS 估计的方差变大 (Baker, 1995), 影响参数的检验, 因此这时 LIML 方法是值得推荐的 (Ebbes, Bockenholt 和 Wedel, 2004)。

近年来, 有很多文献都表明 LIML 方法在估计联立方程模型及其推广形式中还有一些以前学者没有发现的优势。Staiger (1997) 表明当工具变量具有弱外生性时, LIML 估计量的有限样本分布比 TSLS 的更接近正态分布。当估计使用的工具变量数目增大时, 比方说 K_2 (没有包含在这个估计方程里的解释变量个数, 但是这些解释变量包含在整个方程系统中) 变大时, 在联立方程单方程估计中, LIML 和 TSLS 估计量的渐近分布是相同的正态分布 (Anderson, 2005, 2008), 但是有限样本的分布差别很大, 数据模拟表明 LIML 估计量的分布接近正态分布, 而 TSLS 的偏离正态分布。

在 DPSEM 的实际运用中, 很难避免工具变量的弱外生性问题, 即使使用相应的检验方法, 弱工具变量也会出现在估计中, 比如 Cziraky (2004) 的实证分

析部分,选取的部分方程的工具变量就没有通过 Sargan 卡方检验。GIVE 能否应对弱外生的工具变量的影响是值得质疑的,因为 GIVE 和 TSLS 的估计量形式完全一样,在计算上,可以直接利用 TSLS 的方法实现。因此,我们可以假定 GIVE 估计的可靠性是建立在完全强外生的工具变量的基础上。虽然 Cziraky 在文中指出这种 GIVE 估计的可靠性需要较大和较长时间跨度的样本,对于时间跨度短的变量,GIVE 估计并不理想,但是他并没有进行相应的模拟研究。实际上如果估计中出现弱工具变量,增加样本量也很难改善 TSLS 估计量的有限样本性质。另外,在估计中进行工具变量的选取是不容易,尤其是估计中可选用的工具变量很多,很难用检验逐个进行筛选。

因为动态面板结构方程模型形式非常复杂,全信息方法有很大的局限性,而 LIML 估计几乎可以不进行工具变量的选取,并且能有效应对弱外生的工具变量,因此本书希望借助 LIML 估计的思想,研究适合 DPSEM 的 LIML 估计方法,并讨论 LIML 估计量的渐近性质和有限样本性质,并且根据渐近性质建立合适的估计结果的检验方法,进一步推动动态面板结构方程模型推断理论的发展。

1.4 研究的创新点和主要框架

本研究探讨了 DPSEM 的估计问题,将 LIML 估计方法引入 DPSEM 的估计中,证明了系数估计量的一致性,当方程只包含较低滞后期的潜变量并且参数设置较特殊时,推导了 LIML 系数估计量的大样本理论和大 K_2 理论的渐近正态分布,并且讨论了 LIML 系数估计量有限样本性质。模拟结果显示:(1)在 T/N 比例合适的情况下,随着样本量的增加,系数估计值能很快收敛到真实值,而部分 TSLS 的估计值,在很大样本量下,也很难收敛;(2)在有限样本下,LIML 的估计量的分布比 TSLS 的分布更靠近标准正态分布,而且部分 TSLS 估计量的分布有严重的偏误。

在 DPSEM 中,当参数设置一般或者方程中含有高滞后期的潜变量时,很难推导 LIML 估计量的渐近方差,因此本研究将密集计算的分块刀切法和参数自助法运用到 LIML 估计中,用于计算估计量的方差,并得到了分块刀切法和参数自助法的系数估计量的渐近分布。数据模拟显示:(1)在有限样本量下,运用分块刀切法的 LIML 的系数估计量的分布比同样方法下的 TSLS 估计量的分布更接近标准正态分布;(2)分块刀切法的使用非常适合 DPSEM 的 LIML 的估计,它使得 LIML 估计的分布更接近标准正态分布。

由于 LIML 估计量有限样本分布较好地保持了大样本性质,所以本研究进一

步讨论了 DPSEM 的估计结果的检验方法，目前还没有文献涉及这部分内容。本研究将适合 LIML 估计结果的检验方法引入 DPSEM 的 LIML 系数估计的检验中，提出了调整的 AR 检验、调整的 K 检验和调整的条件似然比检验。另外，根据分块刀切法和参数自助法的系数估计量的渐近分布，本研究提出了相应的 Z 检验。检验效果的蒙特卡罗模拟表明：（1）本书建立的分块刀切法的 Z 检验统计量在零假设条件下的分布和标准正态分布很靠近；（2）在本书建立的四个 LIML 估计结果的检验中，分块刀切法的 Z 检验在总体上有最大的优势。

本书余下部分的主要框架结构如下，第 2 章介绍动态面板结构方程模型估计的基本问题，其中涉及模型的基本形式，模型估计的假设条件，模型估计需要解决的问题和现有的估计方法的存在问题。

第 3 章重点阐述如何在动态面板结构方程模型中引入有限信息最大似然估计，其中包括 LIML 估计方法引进的思路和依据，在 DPSEM 中引进 LIML 估计需要解决的问题，DPSEM 的 LIML 系数和误差方差估计量的推导与计算，系数 LIML 估计量的一致性的证明，以及当误差低阶序列相关且参数设置特殊时，LIML 估计量渐近方差的推导，并利用模拟方法显示 LIML 估计的效果。

有关运用分块刀切法和参数自助法计算的 LIML 估计量方差的内容被安排在第 4 章，本章包括方差计算的重要性和存在的问题，解决方差计算的思路和根据，方差计算的具体方法以及分块刀切法 LIML 估计效果的数据模拟。

第 5 章研究估计结果的检验问题，包括现有的 LIML 估计结果检验的方法的介绍，现有方法引入 DPSEM 需要解决的问题，适合 DPSEM 的 LIML 估计结果检验统计量的构造，分块刀切法和参数自助法的 Z 检验的建立，以及 LIML 估计结果检验的蒙特卡罗模拟。

第 6 章是本研究的结论部分，它总结了整个研究的过程，包括 DPSEM 的 LIML 估计方法及其检验方法的优势和有待进一步解决的问题。除此之外，它还带给我们一个新的视野，提出了与动态面板结构方程模型估计相关的其他研究课题。