



新结构经济学视角下的动态 CGE 模型研究

李武¹

(上海大学经济学院)

【摘要】新结构经济学倡导以新古典经济学的方法来研究经济结构及其变迁,因此在这一视角下构建均衡模型、做均衡分析时需要建立能够将经济增长分析与经济结构分析整合在一起的动态均衡模型。基于这一思路,本文建立了一种包含增长因素的矩阵形式的动态可计算一般均衡(CGE)模型,称之为结构均衡模型,该模型可用来描述单国开放经济的动态均衡、对其经济结构做动态分析。结构均衡模型中的增长率为由技术进步导致的外生变量。该模型还包含了固定资产、外贸、税收等因素,并对固定资产采用了联合生产的建模方法。为了阐述结构均衡模型的应用方法,本文在完成建模之后利用该模型对中国经济增长率与均衡产出结构之间的关系作了初步探讨。

关键词 新结构经济学 CGE 模型 投入产出表 经济增长

中图分类号 F062.9 **文献标识码** A

本工作论文系列是新结构经济学最新的尚未在学术期刊发表的研究成果,目的在于学术讨论与评论,并不代表北京大学新结构经济学研究院的官方意见。本系列论文拒绝接受已发表或期刊已接收论文投稿,文责作者自负。本文由“NSE-A0 经济增长小组”审核。

¹ 国家社科基金后期资助项目(15FJY007)。作者电邮: liwu@staff.shu.edu.cn。本文中计算均衡的 R 语言程序(NSE 包和 CGE 包)可在以下网址下载或通过电邮索取: <https://github.com/LiWuR>。

一、引言

现代经济发展的主要特征是持续的技术革新和结构变化（林毅夫，2012，P93）。新结构经济学主张用包含一般均衡分析在内的新古典的方法去研究现代经济增长的本质和决定因素，也就是研究经济发展过程当中的经济结构及其演化过程的决定因素（林毅夫，2017a）。新结构经济学强调基于一般均衡分析方法将经济增长分析与经济结构分析有机地融合在一起，从而构建起新的动态一般均衡分析框架，将现有的一般均衡模型变为其特例（王勇，2016；付才辉，2018）。新结构经济学的动态均衡分析将能够反映收入水平不断提高、产业技术结构、制度安排结构的不断变迁等经济现象，可以用来分析不同发展程度国家的产业、技术、基础设施和制度安排及其演变等问题（Ju, Lin, Wang, 2015；林毅夫等，2012）。

现有的一般均衡模型的具体形式多种多样，就理论分析而言，Arrow-Debreu 均衡模型和 von Neumann 均衡模型是其中重要的两种模型（参见 von Neumann, 1945；Kemeny, Morgenstern, Thompson, 1956；Debreu, 1959；McKenzie, 2002）。Arrow-Debreu 均衡模型是新古典一般均衡分析的一个核心模型，与之相比 von Neumann 均衡模型受到的关注相对较少。不过与 Arrow-Debreu 均衡模型相比，von Neumann 均衡模型包含了一些独特而重要的均衡建模思想，有以下的优点：

首先，von Neumann 均衡模型的形式比 Arrow-Debreu 均衡模型具体而简单。von Neumann 均衡模型由两个（不等式形式的）矩阵方程构成，即一个收支平衡方程和一个供需平衡方程，可以扩展为 CGE 模型以用于分析实际经济问题；Arrow-Debreu 均衡模型则没有采用方程的形式，更为抽象、复杂，更适合于理论分析；

第二，von Neumann 均衡模型是一种动态模型，包含（内生的）增长率和相应的折现因子等因素，将均衡视为动态经济的平衡增长路径；而 Arrow-Debreu 均衡模型则没有考虑经济增长。

但 von Neumann 模型也有一些明显的缺点，最重要的缺点在于该模型是一个纯生产模型，忽略了消费，也未考虑金融工具等因素。本文则致力于探索一种弥补 von Neumann 均衡模型的缺陷、将其扩展为一种可以包含消费、金融工具、固定资产、外贸等因素的 CGE 模型的方法。

本文内容安排如下：第二节介绍结构均衡模型的概况；第三节阐述产业部门与中间投入相关的基本收支系数的计算；第四节阐述产业部门在非商品类科目下的收支系数的计算；第五节阐述模型中的对外贸易；第六节阐述模型中的固定资产与存货；第七节阐述模型中的住户及政府部门、国外部门；第八节阐述了结构均衡模型的一种应用，分析了增长率对产业结构的影响；第九节为结束语。

二、结构均衡模型概况

1. 模型中的部门与科目

本文的模型中的产业部门划分（或者说产业部门的粒度，granularity）采用中国国民经济行业分类国家标准（GB/T 4754—2017）中的门类。这一标准将我国国民经济产业划分为20个门类。由于第20个门类（即国际组织）规模很小且无相关投入产出数据，因此在本文中不予考虑。于是本文的模型共涉及19个门类（亦即产业部门），如表1所示。在CGE建模过程中可以针对具体的研究问题对产业部门粒度进行灵活调整，这种调整对于建模方法一般不会有实质性的影响。最近一期的中国2012年投入产出表包含139个产业部门，通过加总这些产业部门的数据即可将其转化为19个门类的产业部门数据²。

²下文的投入产出表数据均指该表中的数据。对该表中的系数可采用 RAS 等方法进行更新（夏明，张红霞，2013）。本文主要是阐述建模方法，因此不做更新。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

表 1 产业部门名称、编号及简称

编号	产业部门名称	简称	编号	产业部门名称	简称
1	农、林、牧、渔业	农林牧渔	11	房地产业	房地产
2	采矿业	采矿	12	租赁和商务服务业	租赁商务
3	制造业	制造	13	科学研究和技术服务业	科技服务
4	电力、热力、燃气及水生产和供应业	电热燃水	14	水利、环境和公共设施管理业	水利环境
5	建筑业	建筑	15	居民服务、修理和其他服务业	居民服务
6	批发和零售业	批发零售	16	教育	教育
7	交通运输、仓储和邮政业	交通仓储	17	卫生和社会工作	卫生社工
8	住宿和餐饮业	住宿餐饮	18	文化、体育和娱乐业	文体娱乐
9	信息传输、软件和信息技术服务业	信息软件	19	公共管理、社会保障和社会组织	公共管理
10	金融业	金融			

因为本文主要关注动态CGE模型的建模方法，所以本文为了减少不必要的复杂性而将投入产出表中的农村居民、城镇居民、政府这三类经济主体合并为住户及政府部门，相应地将三类消费数据合并为一类。对本文的模型而言，无论模型包含一个还是多个消费与投资部门，建模方法没有实质性的区别。

由于本文的结构均衡模型是一种开放经济的单国CGE模型，因此在模型中将世界其他地区（rest of the world, ROW）用一个部门代表，称之为国外部门（张欣，2018）。本文假定国外部门的收入来自于发行国外债券，而支出则用于购买国内产品。

每个部门的经济活动、各个部门之间的经济联系可以通过各种核算科目（或称收支科目）来反映（参见党玮等，2018；周南南，李宝瑜，2015）。部门之间交易彼此的产品或服务的经济活动所对应的科目称为商品类科目；其他科目（如薪酬、税金、股息、借贷等方面的收支）称之为非商品类科目。商品类科目可以划分为两类：交易国内的产品或服务所对应的科目称之为国内商品类科目；交易进口的产品或服务所对应的科目称之为进口商品类科目。

根据投入产出表数据可知，19个产业部门中有2个产业部门的进口量为零，即批发零售业和房地产业。于是本文的模型中有17类进口商品，相应地有17个进口商品类科目。加上19个国内商品类科目，本文的模型中共有36个商品类科目。

本文设置5个非商品类科目，即劳动者报酬³、生产税净额、营业盈余、国内债券、国外债券。其中国内债券和国外债券科目分别反映与国内投资和国外投资相关的收支情况。于是本文的模型共有41个科目。

为了方便分析，本文根据进口商品类科目将外贸部门作相应的划分，设立17个（虚拟的）外贸部门，其中每个外贸部门只进口一种商品。

综上可知本文的模型中有41个科目和38个部门（含19个产业部门），如表2所示。

在建立经济模型时商品的计量单位可以采用物理单位或价值单位，在做理论分析时一般采用物理单位。由于经济现实中的数据（例如投入产出表中的数据）大多采用价值单位，因此在做应用分析时采用价值单位较为适宜，本文即采用价值单位，以2012年投入产出表采

³劳动者报酬对应于劳动这一初级要素，本文将劳动者报酬（劳动的供给量）作为外生变量。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

用的 2012 年生产者价格（下文称为基期价格）作为商品的计量单位，亦即 1 单位商品所对应的量即为以基期价格计量的 1 元商品。

表 2 模型中科目数量和部门数量

科目	数量(共 41)	部门	数量(共 38)
国内商品类	19	产品部门	36
		产业部门	19
		外贸部门 ⁴	17
进口商品类	17	住户及政府部门	1
非商品类	5	国外部门	1
劳动者报酬	1		
生产税净额	1		
营业盈余	1		
国内债券	1		
国外债券	1		

2. 模型的基本形式

本文的结构均衡模型将经济视为一个包含 41 个核算科目和 38 个经济部门的离散时间动态系统，将这一系统的平衡增长路径视为均衡路径；并假定经济增长的动力来自于持续的等幅度的要素节约型技术进步，这种技术进步导致劳动者薪酬和各种商品的产出以外生速率 γ 增长。当经济平衡增长时即处于均衡状态。

假设住户与政府部门对于各种产品的消费结构（或者说支出结构）不随收入水平变动，这相当于假设其作为消费者具有一次齐次效用函数。⁵

将产业部门的生产水平（或者说产出、以基期价格计量的产值）、外贸部门的进口水平、住户与政府部门的劳动供给水平、国外部门的国外债券供给水平等统称为相应部门的活动水平。换言之，一个部门的活动水平反映了其以基期价格计量的收支水平。令 z 为包含 41 个分量的活动水平向量，其第 i 个分量代表部门 i 的活动水平。

将一个部门在 1 单位活动水平下在每个科目下的（以基期价格计量的）期初的支出称为在该科目下的支出系数；一个部门的 41 个支出系数可以构成一个包含 41 个分量的列向量，称为支出系数向量。所有部门的支出系数向量可以构成一个 41×38 的矩阵 A ，称为支出系数矩阵（或需求系数矩阵） A 。可见，支出系数矩阵的第 i 列反映了第 i 个部门在各个科目下的支出间的比例关系，亦即支出结构（或者说需求结构）。

类似地，将一个部门在 1 单位活动水平下在每个科目下的（以基期价格计量的）期末的收入称为在该科目下的收入系数。一个部门的 41 个收入系数可以构成一个包含 41 个分量的列向量，称为收入系数向量；所有部门的收入系数向量可以构成一个 41×38 的矩阵 B ，称为收入系数矩阵（或供给系数矩阵）。可见，收入系数矩阵的第 i 列反映了第 i 个部门在各个科目下的收入间的比例关系，亦即收入结构（或者说供给结构）。

对于一个部门而言，可以通过定义合适的单位活动水平令其在一个科目下的收入系数为 1。例如，对于本文的住户与政府部门而言有三类收入：劳动者报酬、生产税和作为产业部门股东的股息收入（营业盈余），可以令单位活动水平下劳动者报酬科目下的收入为 1。如

⁴进口量为零的 2 个部门为批发零售业和房地产业。

⁵当分析中涉及到的消费者收入水平变动较大时，可以引入非位似偏好（参见王勇，沈仲凯，2018）。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

果一个部门只在一个科目下有收入(例如一个外贸部门只在某一个外贸商品科目下有收入),那么一般而言该部门在该科目下的收入系数为 1 而在其他科目下的收入系数为 0。

当价格发生变动时,一个部门的支出系数和收入系数可能会随之发生变动,例如当一个部门的产品价格下降时其营业盈余和支付的税金可能会相对地降低。这也就是说矩阵A和B中的系数是价格(或者说定基价格指数)的函数,所以在模型中A和B需要分别写为A(p)和B(p),其中 p 为一个包含 41 个分量的行向量,反映所有科目对应的(定基)价格指数。下文将支出系数矩阵和收入系数矩阵统称为收支系数矩阵。

均衡路径具有以下特征:

- (1) 每一期中的各个科目的支出和收入以(外生的)增长率 γ 持续增长。
- (2) 每一期中的定基价格指数保持不变。于是可知收支系数也保持不变。
- (3) 每个部门处于收支平衡状态。
- (4) 每个科目处于收支平衡状态;即由于每个核算科目下一个部门的收入即为其他部门的支出,所以整个经济中每个科目下的总支出等于总收入。

本文的结构均衡模型可用以下公式表示:

$$(1 + \gamma)pA(p) = pB(p) \quad (1)$$

$$(1 + \gamma)A(p)z = B(p)z \quad (2)$$

式(1)为部门收支平衡方程。在式(1)中的左侧,价格指数向量乘以支出系数矩阵,即 $pA(p)$,为一个包含 38 个分量的支出向量,其第 i 个分量反映了本期期初部门 i 在单位活动水平下的经过价格调整后的支出;而 $pA(p)$ 乘以 $1 + \gamma$ 则表示将期初支出调整为期末支出。在式(1)中的右侧,价格指数向量乘以收入系数矩阵,即 $pB(p)$,为一个包含 38 个分量的收入向量,其第 i 个分量反映了本期期末(或者说下一期期初)部门 i 在单位活动水平下的经过价格调整后的收入。于是可见式(1)的含义是在均衡中每个部门实现了(会计意义上的)收支平衡。

式(2)为科目收支平衡方程。在式(2)中的左侧,收入系数矩阵乘以活动水平向量,即 $A(p)z$,为一个包含 41 个分量的支出向量,其第 i 个分量反映了本期期初所有部门在第 i 个科目下的总支出;而 $A(p)z$ 乘以 $1 + \gamma$ 则表示将期初支出调整为期末支出。在式(2)中的右侧,收入系数矩阵乘以活动水平向量,即 $B(p)z$,为一个包含 41 个分量的收入向量,其第 i 个分量反映了本期期末(或者说下一期期初)所有部门在第 i 个科目下的总收入。于是可见式(2)的含义是在均衡中每个科目实现了收支平衡。

可见,对于本文的结构均衡模型而言,建模的过程主要在于构建支出系数矩阵A(p)和收入系数矩阵B(p),构建完成后即可根据式(1)和式(2)求解均衡价格指数向量和均衡活动水平向量。

为了简便起见,在构建收支系数矩阵时可以对科目和部门进行分类并据此分别构建若干规模较小的收支系数矩阵,最后将这些矩阵“拼装”起来即可得到完整的收支系数矩阵A(p)和B(p)。具体来说,下文将构建以下收支系数矩阵:

(1) 产业部门的基本收支系数矩阵;其中包括与中间投入相关的收入系数矩阵。这两个矩阵涉及到商品类科目。

(2) 产业部门在非商品类科目下的收支系数矩阵;这两个矩阵包含产业部门在劳动者报酬、生产税净额、营业盈余、国内债券科目下的收支系数。

(3) 外贸部门收支系数矩阵;这两个矩阵包含外贸部门在商品类科目下的收支系数。

(4) 国外部门收支系数矩阵。

(5) 产业部门的固定资产收支系数矩阵;这两个矩阵包含产业部门在商品类科目下与固定资产相关的收支系数。

(6) 产业部门的存货收支系数矩阵;这两个矩阵包含产业部门在商品类科目下与存货相

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

关的收支系数。

(7) 住户与政府部门收支系数矩阵。

三、产业部门的基本收支系数

1. 商品进口比重

每个部门购买的商品可能既有国内商品也有进口商品。而投入产出表中的数据并未对每个部门购买的商品做出这种区分,因此需要对每个部门购买的国内商品和进口商品之间的比例作估计。将投入产出表中每种商品的进口额除以其总使用额即可得到每种商品的进口比例;其中总使用额等于投入产出表中的中间使用合计、消费小计(即农村居民消费、城镇居民消费、政府消费之和)、固定资本形成总额之和。每种商品的进口比例的计算结果如表3所示。

表3 商品进口比重(即进口占总使用比重)(%)

产品种类	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
进口比重	5.717	32.077	10.374	0.042	0.166	0	5.517
产品种类	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
进口比重	4.827	2.977	0.750	0	8.451	0.891	3.486
产品种类	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
进口比重	0.875	0.594	0.418	16.117	0.195		

2. 基本收支系数

基本支出系数是指产业部门与中间投入相关的支出系数。基本支出系数包括国内商品基本支出系数和进口商品基本支出系数。国内商品基本支出系数对应于各个产业部门的中间投入的国内部分;进口商品基本支出系数对应于各个产业部门的中间投入的进口部分。这两类系数可以根据投入产出表中相应产业部门的中间投入、总产出和表3所示的商品进口比重用下式计算:

$$\text{国内商品基本支出系数} = \text{中间投入} \times (1 - \text{商品进口比重}) / \text{总产出} \quad (3)$$

$$\text{进口商品基本支出系数} = \text{中间投入} \times \text{商品进口比重} / \text{总产出} \quad (4)$$

可见,国内商品基本支出系数涉及到的部门和科目为19个产业部门和19个国内商品类科目,这些系数可以构成一个19×19的矩阵。进口商品基本支出系数涉及到的部门和科目为19个产业部门和17个进口商品类科目,这些系数可以构成一个17×19的矩阵。国内商品基本支出系数矩阵和进口商品基本支出系数矩阵可以并为一个36×19的矩阵,此即(产业部门的)基本支出系数矩阵。

基本收入系数是指产业部门在1单位活动水平下的产值,本文将其全部设为1。因为产业部门不供给进口产品,所以基本收入系数只涉及到国内商品类科目。可见,基本收入系数涉及到的部门和科目为19个产业部门和19个国内商品类科目,这些系数可以构成一个19×19的矩阵。因为一个产业部门只供给一种产品,所以基本收入系数矩阵为单位阵。

四、产业部门在非商品类科目下的收支系数

在本文的模型中产业部门涉及到的非商品类科目有劳动者报酬、生产税净额、营业盈余、国内债券;本文不考虑产业部门的国际融资活动,所以不涉及到国外债券科目。

假设以基期价格计量时单位产出对应的劳动投入量是固定不变的⁶。于是每个产业部门

⁶本文实际上假定产业部门具有 Leontief 型生产函数。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

在劳动者报酬科目下的支出系数等于投入产出表中该部门的劳动者报酬与总产出之比。因为劳动只由住户及政府部门供给，所以产业部门在劳动者报酬科目下的收入系数为 0。

本文假定产业部门在劳动者报酬、生产税净额、营业盈余这三个科目下的支出额保持固定比例而不受价格变动的影响。根据投入产出表可以算得这些比例如表 4 所示。

表 4 生产税净额和营业盈余与劳动报酬之比

部门	农林牧渔	采矿 ⁷	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
生产税	-0.05464 ⁷	0.5913	0.496	0.5275	0.228	1.102	0.06714
营业盈余	0	0.6609	0.7304	0.6704	0.3373	1.076	0.5569
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
生产税	0.1346	0.1384	0.3566	1.415	0.2043	0.1235	0.02199
营业盈余	0.1932	1.265	1.753	1.611	0.3859	0.5745	0.3569
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
生产税	0.1266	0.006596	0.01226	0.1456	0		
营业盈余	0.2782	0.0349	0.06656	0.3955	0.01847		

对于（生产税净额为正的）每个产业部门而言，根据其以现价计量的劳动者报酬支出系数即可计算出相应的生产税净额支出系数和营业盈余支出系数。令 p_l 、 p_t 、 p_s 分别表示劳动者报酬、生产税净额、营业盈余这三个科目下的价格指数，则计算公式如下：

$$\text{生产税净额支出系数} = \text{劳动者报酬支出系数} \times p_l \times \text{生产税净额与劳动报酬之比} / p_t \quad (5)$$

$$\text{营业盈余支出系数} = \text{劳动者报酬支出系数} \times p_l \times \text{营业盈余与劳动报酬之比} / p_s \quad (6)$$

因为 p_l 、 p_t 、 p_s 是未知变量，所以上两类系数是待解系数，需要在求解均衡后才能确定。

生产税净额为负的产业部门享受生产补贴；根据投入产出表可知，在本文模型的产业部门中只有农林牧渔部门享受生产补贴、在生产税净额科目下有收入，即除该部门外其他部门的生产税净额收入系数为 0。假定产业部门的生产税收入与其产出成正比。令 p_a 表示农林牧渔部门的产品价格指数，农林牧渔部门的生产税净额收入系数的计算公式为

$$\text{农林牧渔部门以基期价格计量的单位产出对应的生产税净额收入} \times p_a / p_t \quad (7)$$

在本文的模型中，产业部门是资金的借入方而住户及政府部门是资金的贷出方。这也就意味着当以国内债券科目来记录两类部门之间的这种借贷关系时，产业部门在国内债券科目下的支出系数为 0 而收入系数为正，住户及政府部门则相反，在国内债券科目下的支出系数为正而收入系数为 0。在此为了简化分析起见假定每个产业部门的国内债券供给量与其产出之比是恒定的；将国内总投资除以总产出可得到该值为 0.1116（参见第七节），此即为产业部门在国内债券科目下的收入系数。

五、外贸部门与国外部门的收支系数

1. 外贸部门与贸易函数

每个外贸部门的收支系数是其在 1 单位活动水平（即进口 1 单位商品）下的收入与支出。一个外贸部门的收入系数涉及到一个进口商品类科目，17 个外贸部门的收入系数涉及到 17 个进口商品类科目；而支出系数则涉及到 19 个国内商品类科目。

本文假设贸易条件是稳定的，即对外贸易中以基期价格计量的国内产品与国外产品的交换比例不受国内外商品价格总水平变动的影响。当然，国内商品彼此之间相对价格的变动会

⁷农业部门的生产税净额为负，亦即受到补贴。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

影响出口结构。假定每个外贸部门具有以下形式的 Cobb-Douglas 型贸易函数：

$$f(x) = \alpha \prod_{k=1}^{19} x_k^{\beta_k} \quad (8)$$

x 表示一个外贸部门出口的各种商品量构成的向量， $f(x)$ 为该外贸部门用其出口的商品换回的进口商品量⁸。各 β 值等于各类商品出口额占总出口的比重，根据投入产出表算得的值如所示。因为 α 的值满足

$$\alpha \prod_{k=1}^{19} \beta_k^{\beta_k} = 1 \quad (9)$$

所以可将各 β 值代入式(9)解得 α 的值为 2.2857。

表 5 各类商品出口额占总出口的比重(%)

产品种类	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
比重	0.5719	0.3411	80.5169	0.0569	0.5656	8.6145	4.1668
产品种类	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
比重	0.4138	0.7301	0.3035	0	3.0241	0.0194	0.0787
产品种类	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
比重	0.0857	0.0318	0.0313	0.402	0.0457		

根据式 (8) 所示的贸易函数即可算的相应的支出系数；每个贸易部门在第 i 个国内商品科目下的支出系数为

$$a_i = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\beta_i}{p_i} \right)^{1-\beta_i} \prod_{k \neq i} \left(\frac{p_k}{\beta_k} \right)^{\beta_k} \quad (10)$$

其中 p_i 为第 i 个国内商品科目（或者说第 i 种国内商品）对应的价格指数。

外贸部门的收入系数反映了其在 1 单位活动水平下的收入，第 i 个外贸部门在第 i 个进口商品科目下的收入系数为 1 而在其他科目下的收入系数为 0，也就是说外贸部门的收入系数矩阵为一个 17×17 的单位矩阵。

2. 国外部门的收支系数

国外部门可以视为一个用国内产品交换国外债券的特殊的外贸部门，因此可以对国外部门采取与外贸部门相似的处理方式、假定国外部门与外贸部门有相同的贸易函数；这意味着住户及政府部门始终按照基期价格向国外部门购买国外债券。国外部门的支出系数涉及到国内商品类科目，收入系数涉及到国外债券科目；收入系数为 1。

六、固定资产与存货收支系数

1. 固定资产收支系数

产业部门在生产过程中除了中间投入外，还需要使用国内生产的固定资产和进口的固定资产。固定资产收支系数涉及到 19 个产业部门、19 个国内商品类科目和 17 个进口商品类科目。本文对于固定资产采用联合生产的方法处理（参见 Li, 2017; 陈锡康, 杨翠红, 2011）。

投入产出表没有包含各部门的固定资产存量数据，这些数据需要另外估算。根据相关文献（田友春, 2016）可知各部门的固定资产折旧率如表 6 所示。由于各部门固定资产存量等于投入产出表中各部门的固定资产折旧值与各部门的折旧率之比，因此可以估计出 2012 年末各部门固定资产存量如表 7 所示；固定资产总存量为 113.2 万亿元。

⁸根据投入产出表可知，房地产业的出口量为 0，因此 x 的维度也可设为 18，不过这种处理并不必要。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

表 6 各部门固定资产折旧率

部门	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
折旧率	0.1015	0.072	0.0798	0.128	0.1853	0.0377	0.1778
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
折旧率	0.0892	0.1057	0.302	0.0382	0.2007	0.2007	0.0265
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
折旧率	0.091	0.0265	0.0844	0.0341	0.0378		

表 7 各部门固定资产存量及与增加值之比（存量单位：万亿元）

部门	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
存量	2.225	3.811	27.90	3.762	0.8883	7.417	2.823
比值	0.425	1.452	1.671	2.685	0.241	1.488	1.231
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
存量	1.193	2.823	0.3013	40.93	1.209	0.3751	1.830
比值	1.251	2.392	0.086	13.099	1.078	0.409	7.164
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
存量	0.4611	6.510	1.045	1.671	6.043		
比值	0.565	4.025	1.164	4.735	3.006		

根据投入产出表中固定资产形成总额数据可知,19个产业中有8个产业生产固定资产,即农林牧渔业、制造业、建筑业、批发零售业、交通仓储业、信息软件业、房地产业、科技服务业,相应的可将这8类固定资产分别称为农林类、设备类、建筑类、商业类、交通类、信息类、房地产类、科技类。在此将8类固定资产的形成总额的比重作为其存量比重的估计值,于是可得到表8所示的各类固定资产比重及存量。

表 8 各类固定资产比重(%)及存量（单位：万亿元）

类别	农林	设备	建筑	商业	交通	信息	房地产 ⁹	科技
比重	0.8228	21.4537	68.5577	1.2408	0.5115	2.0893	5.0025	0.3217
存量	0.9316	24.29	77.62	1.405	0.5791	2.366	5.664	0.3642

假定农林类、商业类、交通类、信息类、房地产类、科技类这六类为专用性固定资产,分别由农林牧渔业、批发零售业、交通仓储业、信息软件业、房地产业、科技服务业使用;设备类和建筑类这两类为通用性固定资产,可由各个部门使用。据此可以估计得到每个产业部门的分类的固定资产存量。而每个产业部门的固定资产未分解的支出系数等于其分类的固定资产存量与其总产出之比。

根据表3所示的商品进口比重和下面的公式,再将每一种固定资产的未分解的支出系数分解为国内部分和进口部分:

$$\text{国内固定资产的支出系数} = \text{固定资产的未分解的支出系数} \times \text{商品进口比重} \quad (11)$$

$$\text{进口固定资产的支出系数} = \text{固定资产的未分解的支出系数} \times (1 - \text{商品进口比重}) \quad (12)$$

计算出每个产业部门的固定资产支出系数后,将其乘以1与表6中相应折旧率之差即可

⁹ 此处的房地产存量为房地产部门持有的房地产存量,不包含消费者持有的房地产存量。

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

得到每个部门的固定资产收入系数。

2. 存货收支系数

产业部门的存货包括购进的原材料、燃料和储备物资，以及产成品、在制品等。为简化分析起见，本文只考虑产成品存货，并将投入产出表中存货增加量的绝对值的 2 倍作为存货存量的估计值。各个产业部门存货存量的估计值与其总产出之比即为存货支出系数。在此不考虑存货的折旧，因此收入系数和支出系数相同。存货全部由国内的产业部门生产，无进口部分，因此存货涉及到的部门和科目为 19 个产业部门和 19 个国内商品类科目。

七、住户及政府部门的收支系数

1. 住户及政府部门在商品科目下的支出系数

本文将投入产出表中的农村居民消费、城镇居民消费、政府消费合并，只设立一个住户及政府部门。住户及政府部门的收入可按下式算得：

$$\text{住户及政府部门的收入} = \text{劳动者报酬} + \text{生产税净额} + \text{营业盈余} \quad (13)$$

将以现价计量的单位收入定义为以现价计量的住户及政府部门总收入与劳动者报酬之比，这也就是住户及政府部门在单位活动水平下的收入。

住户及政府部门将收入的一部分用于国外投资，这部分等于外贸盈余，即出口与进口之差；还有一部分用于国内投资；其余部分用于消费。国内投资部分等于消费者总收入减去总消费额和外贸盈余。国内投资和国外投资分别计入国内债券和国外债券科目。

住户及政府部门的消费额与收入之比即为该部门的消费率；国内投资额与收入之比即为国内投资率；国外投资额（亦即外贸盈余）与收入之比即为国外投资率。根据投入产出表数据可算得这三个指标的数值如表 9 所示；算得消费结构如表 10 所示。

表 9 住户及政府部门支出结构(%)

	消费率	国内投资率	国外投资率
数值	58.42	38.43	3.15

表 10 消费结构（各类产品的消费比重）(%)

产品种类	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
进口比重	7.8	0.06	27.93	1.83	0	4.61	3.09
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
进口比重	4.31	2.17	3.87	7.61	0.82	2.56	1.74
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
进口比重	2.85	7.63	7.5	1.69	11.92		

在以下的分析中假设住户及政府部门具有 Leontief 型效用函数，对于商品的需求结构保持不变。将表 10 中的数据视为一个向量，记为 d 。令

$$d_d := d * (1 - \text{商品进口比重向量}) \quad (14)$$

$$d_i := d * \text{商品进口比重向量} \quad (15)$$

上式中的*表示向量的对应分量相乘。 d_d 反映了住户及政府部门在单位活动水平下在国内商品科目下的支出（亦即对国内商品的需求）， d_i 则反映了其在单位活动水平下在进口商品科目下的支出（亦即对进口商品的需求）。因为批发零售和房地产对应的进口额为 0、无相应的进口商品类科目，所以将 d_i 中相应的分量删除；然后将其与 d_d 合并为一个向量 c ，该向量

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

表示了住户及政府部门在单位活动水平下在商品科目下的支出（亦即对商品的需求）。

住户及政府部门在商品科目下的支出系数即为

$$\frac{\text{以现价计量的单位收入} \times \text{消费率}}{\text{以现价计量的 } c \text{ 的价值}} \times c \quad (16)$$

因为上式中涉及的到现价（即价格指数）为未知的待解变量，所以住户及政府部门在商品科目下的支出系数为待解系数。

2. 住户及政府部门在劳动者报酬、生产税净额和营业盈余科目下的收入系数

令住户及政府部门在劳动者报酬科目下的收入系数为 1。住户及政府部门的生产税净额收入系数是指住户及政府部门在单位活动水平下的以基期价格计量的生产税净额科目下的收入，也就是基期中生产税净额合计与劳动者报酬合计之比。营业盈余收入系数的计算方法是类似的。根据投入产出表数据可算得这两个系数分别为 0.2787 和 0.4822。

3. 住户及政府部门在国内债券和国外债券科目下的支出系数

每个产业部门将劳动者报酬、生产税净额和营业盈余支付给住户及政府部门，此即住户及政府部门的收入。而住户及政府部门则将收入的一部分又投资于产业部门和国外部门，对应的科目分别为国内债券和国外债券。换言之，住户及政府部门以购买产业部门发行的国内债券、国外部门发行的国外债券的形式进行投资。根据表 9 所示的收入的国内、国外投资率，可以用以下公式计算国内债券支出系数和国外债券支出系数：

$$\text{国内债券支出系数} = \text{以现价计量的单位收入} \times \text{国内投资率} / \text{国内债券价格指数} \quad (17)$$

$$\text{国外债券支出系数} = \text{以现价计量的单位收入} \times \text{国外投资率} / \text{国外债券价格指数} \quad (18)$$

因为以现价计量的单位收入、国内债券价格指数和国外债券价格指数均为未知的待解变量，所以国内债券支出系数和国外债券支出系数均为待解系数。

八、结构均衡模型的一个初步应用：经济增长率对均衡产出结构的影响

本节利用结构均衡模型(1)-(2)来分析由技术进步导致的均衡增长率 γ 的变动对于均衡产出结构的影响。令 γ 在区间[0, 0.1]中以 0.001 的间隔取值，然后利用模型(1)-(2)计算出在劳动供给固定时各种增长率下的均衡产出。

从计算结果可知每个产业部门的产出随增长率单调变动。通过简单的线性回归可以粗略估计出增长率一个百分点的变动引起的各个产业部门的产出变动百分比如表 11 所示，称之为产业部门的产出波动系数，该系数反映了经济增长率变动时产业部门均衡产出的波动幅度。

表 11 产业部门的产出波动系数（%）

部门	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
变动比例	0.1919	3.3909	2.0287	1.8919	13.7980	0.9927	1.1048
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
变动比例	-2.2855	-0.4899	0.3121	-2.0781	1.3461	0.5514	-3.5133
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
变动比例	-2.3674	-4.4777	-4.5810	-2.8232	-4.5118		

若一个产业部门的产出波动系数为正，则说明投资（或者说生产活动）对其产出的拉动作用强，称该产业部门为投资拉动型产业部门（或称生产拉动型产业部门）；反之，若产出波动系数为负，则说明消费活动对其产出的拉动作用强，称之为消费拉动型产业部门。

将投资拉动型产业部门按产出波动系数由大到小排列（亦即按投资拉动性由强到弱排列），为：建筑、采矿、制造、电热燃水、租赁商务、交通仓储、批发零售、科技服务、金

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

融、农林牧渔。

将消费拉动型产业部门按产出波动系数的绝对值由大到小排列(亦即按消费拉动性由强到弱排列),为:卫生社工、公共管理、教育、水利环境、文体娱乐、居民服务、住宿餐饮、房地产、信息软件。

为了更准确地刻画增长率与产出结构之间的关系,在此利用 R 语言的 MASS 包提供的 boxcox 函数作 Box-Cox 变换以改进拟合优度,即对增长率 γ 和产出变动率 y 采用以下模型作拟合(参见 Teetor, 2011):

$$|y|^\lambda = \beta_0 + \beta_1 \gamma + \epsilon \quad (19)$$

算得的 λ 值和回归系数值如表 12 所示。计算得到的调整后的 R^2 均在 0.999 以上。

表 12 产出变动率与增长率的 Box-Cox 拟合

部门	农林牧渔	采矿	制造	电热燃水	建筑	批发零售	交通仓储
λ	0.5779	0.9091	0.9451	0.8910	1.0967	0.7990	0.9017
β_0	0.0055	0.0042	0.0014	0.0031	-0.0164	0.0044	0.0017
β_1	0.9578	3.6846	2.1943	2.2272	14.4664	1.5261	1.3495
部门	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商务	科技服务	水利环境
λ	0.9756	0.7455	0.8988	0.8513	0.9159	0.9601	0.9816
β_0	0.0006	0.0037	0.0005	0.0051	0.0017	0.0002	0.0007
β_1	2.3597	1.0112	0.4359	2.5597	1.5710	0.6150	3.5706
部门	居民服务	教育	卫生社工	文体娱乐	公共管理		
λ	0.9742	0.9748	0.9763	0.9700	0.9766		
β_0	0.0007	0.0013	0.0012	0.0010	0.0012		
β_1	2.4465	4.5501	4.6481	2.9177	4.5786		

九、结束语

产业结构和产业政策是新结构经济学的一个关注焦点(林毅夫, 2017b),而可计算一般均衡(CGE)模型是分析此类问题的一种基本的、主流的工具。本文提出的结构均衡模型是一种动态的 CGE 模型,该模型相对于传统的 CGE 模型有以下优点:

(1) 结构均衡模型的形式十分简洁、逻辑关系清晰。传统的 CGE 模型动辄包含数十、甚至成百上千个方程,形式和逻辑关系相当复杂,这使得建立实用的 CGE 模型成为一项繁琐复杂的工作。本文建立的 CGE 模型的形式类似于 von Neumann 均衡模型,仅包含两个矩阵形式的方程。这一模型形式简单、逻辑清晰,且具有较强的表达能力。

(2) 结构均衡模型是一种动态模型。传统的 CGE 模型一般是忽略经济增长率的静态模型,而结构均衡模型考虑了由技术进步决定的增长率,是一个动态模型,可以用来分析增长率对于经济结构的影响。

(3) 结构均衡模型采用了模块化的构建方式。结构均衡模型的方程形式一般是固定的,各种类型的结构均衡模型的差异主要表现为科目、部门设置的差异和收支系数矩阵的差异,而计算收支系数矩阵是建立结构均衡模型的中心环节。可以将科目和部门进行分类,并相应地将收支系数矩阵划分为规模较小的若干模块分别计算,最后再根据科目和部门将这些模块整合为完整的收支系数矩阵。这样的模块化方法使得建模流程更为清晰简洁。

(4) 结构均衡模型的求解方法较为简单。因为结构均衡模型的形式十分简洁,所以模型的求解方法较为简单,只需使用通用软件(例如 R、Matlab、Python 等)即可,而不需要像

结构经济学工作论文

Working Paper Series of New Structural Economics

传统的 CGE 模型那样使用 GAMS 等专用软件求解。

本文提出的结构均衡模型还只是一个初步的研究成果,其中一些部分还需要在下一步的研究中继续完善,例如:

(1) 为了简化分析,本文假定各个部门具有相同的技术进步率,而在经济现实中各个产业部门的技术进步率一般是不同的,这就需要在下一步的研究中对各个产业部门的技术进步率进行测定并将其整合入结构均衡模型。

(2) 本文只设置了生产税净额这一个税收科目。在下一步的研究中可以将税收科目细化为国内增值税、进口环节增值税、消费税、城建税、出口退税、企业所得税、个人所得税、关税、社会保险缴费等(参见徐利,2010)。

参考文献

- [1] Debreu, Gerard. (1959). *Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. Yale University Press.
- [2] Ju, Jiandong and Lin, Justin Yifu and Wang, Yong. (2015). Endowment structures, industrial dynamics, and economic growth. *Journal of Monetary Economics*, 76: 244-263.
- [3] Kemeny, John G and Morgenstern, Oskar and Thompson, Gerald L. (1956). A Generalization of the von Neumann Model of an Expanding Economy. *Econometrica*, 24(2): 115-135.
- [4] Li, Bangxi. (2017). *Linear Theory of Fixed Capital and China's Economy*. Springer.
- [5] McKenzie, Lionel W. (2002). *Classical General Equilibrium Theory*. MIT Press.
- [6] von Neumann, J. (1945). A Model of General Economic Equilibrium. *The Review of Economic Studies*, 13(1): 1-9. English translation of von Neumann (1937).
- [7] Teetor, Paul. (2011). *R Cookbook*. O'Reilly Media, Incorporated.
- [8] 陈锡康, 杨翠红. (2011). *投入产出技术*. 北京: 科学出版社.
- [9] 党玮等. (2018). *基于社会核算矩阵(SAM)的宏观统计数据质量问题研究*. 北京: 中国财政经济出版社.
- [10] 付才辉. (2018). 新结构经济学一般均衡理论初探. *武汉大学学报(哲学社会科学版)*, 71(6): 129-138.
- [11] 林毅夫. (2012). *新结构经济学: 反思经济发展与政策的理论框架*. 北京: 北京大学出版社.
- [12] 林毅夫等. (2012). *新结构经济学文集*. 上海: 格致出版社、上海人民出版社.
- [13] 林毅夫. (2017a). 新结构经济学的理论基础和发展方向. *经济评论*, 3: 4-16.
- [14] 林毅夫. (2017b). 产业政策与我国经济的发展: 新结构经济学的视角. *复旦学报(社会科学版)*, 59(2): 148-153.
- [15] 田友春. (2016). 中国分行业资本存量估算: 1990~2014 年. *数量经济技术经济研究*, 6: 3-21.
- [16] 王勇. (2016). 新结构经济学对一般均衡理论的新启示. 新结构经济学新在何处. 林毅夫, 付才辉, 王勇(主编). 北京: 北京大学出版社: 319-324.
- [17] 王勇, 沈仲凯. (2018). 禀赋结构、收入不平等与产业升级. *经济学(季刊)*, 17(2): 801-824.
- [18] 夏明, 张红霞. (2013). *投入产出分析: 理论、方法与数据*. 北京: 中国人民大学出版社.
- [19] 徐利. (2010). *中国税收可计算一般均衡模型研究: 兼评增值税转型改革对中国经济的影响*. 北京: 中国财政经济出版社.

- [20] 张欣. (2018). 可计算一般均衡模型的基本原理与编程（第二版）. 上海：格致出版社.
- [21] 周南南, 李宝瑜. (2015). 中国国民收入核算矩阵的编制与应用研究. 北京：经济科学出版社.