

附录 1 非竞争型投入产出表编制

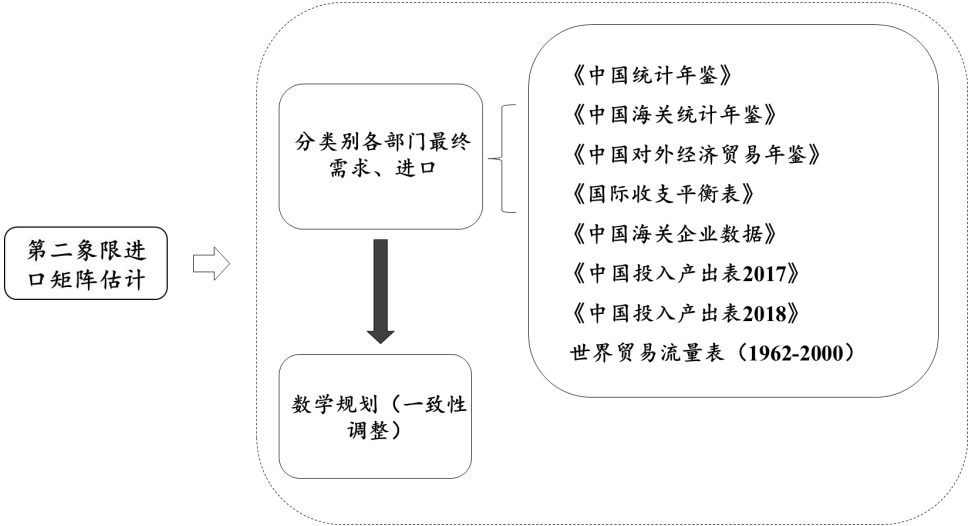
非竞争型投入产出表编制年份、部门分类与张红霞等（2021）所编制的时间序列投入产出表（1981-2018）一致，包含 1981—2018 年 37 部门信息（见表 1-1）。货物的进口和出口分别采用到岸价格和离岸价格。编制思路为根据双边贸易数据，利用联合国 BEC 分类区分中间品贸易和最终品贸易；通过海关 HS-6 商品编码或 SITC rev2. -4 位码与 BEC 分类、投入产出部门分类对照，基于相关假设将进口品扩展成进口矩阵。

数据来源方面，主要依靠已编制完成的中国时间序列投入产出表、海关统计年鉴、国际收支平衡表等宏观统计数据，以及微观企业进出口数据。2000—2016 年的进出口数据主要来自海关统计的企业微观数据库，1981—1999 年双边贸易数据来自 Feenstra et al.(2005)编制的世界贸易流量表（1962—2000）。对非竞争型投入产出表编制过程中主要处理货物贸易，由于服务贸易部门缺少更为细致的数据来源，主要采用等比例假设拆分出进出口矩阵。

附录表 1-1 非竞争型投入产出表部门分类

代 码	部门名称	代 码	部门名称
01	农林牧渔产品和服务	20	通信设备、计算机和其他电子设 备
02	煤炭采选产品	21	仪器仪表
03	石油和天然气开采产品	22	其他制造产品及废品废料
04	金属矿采选产品	23	金属制品、机械和设备修理服务
05	非金属矿和其他矿采选产品	24	电力、热力的生产和供应
06	食品和烟草	25	燃气生产和供应
07	纺织品	26	水的生产和供应
08	纺织服饰鞋帽皮革羽绒及其 制品	27	建筑
09	木材加工品和家具	28	批发和零售
10	造纸印刷和文教体育用品	29	交通运输、仓储和邮政
11	石油、炼焦产品和核燃料加工	30	住宿和餐饮

品			
12	化学产品	31	信息传输、软件和信息技术服务
13	非金属矿物制品	32	金融
14	金属冶炼和压延加工品	33	房地产
15	金属制品	34	研究和试验发展
16	通用设备	35	文化、教育和卫生
17	专用设备	36	公共管理和社会组织
18	交通运输设备	37	其他服务业部门
19	电器机械和器材		



附录图 1-1 进口矩阵编制基本框架与主要数据来源

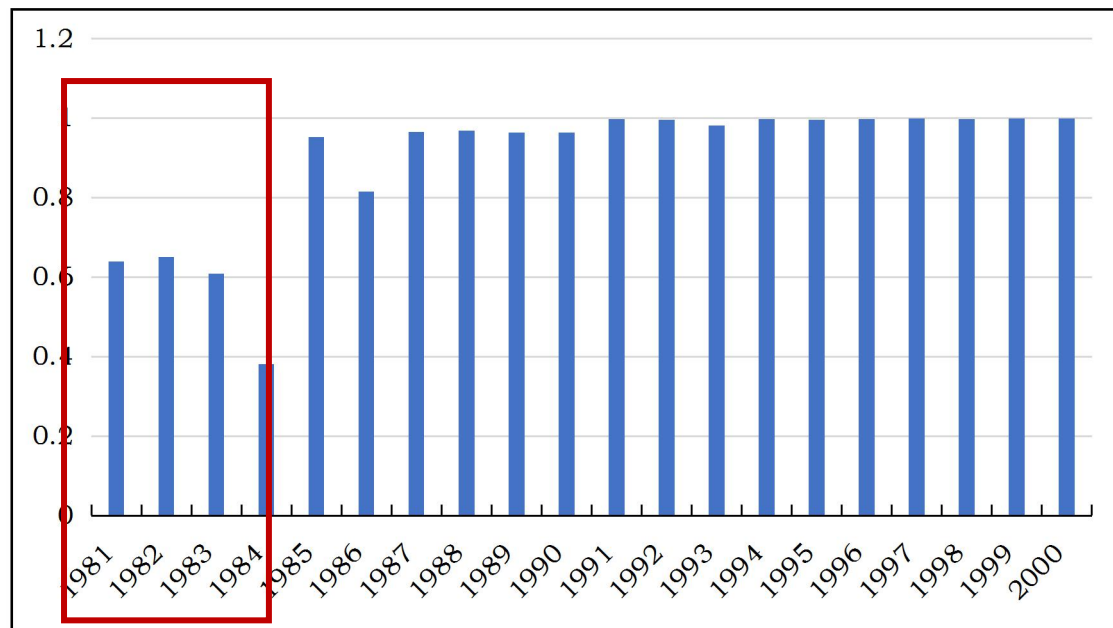
1.1 基本思路

首先，利用微观企业海关数据和 BEC(Broad Economic Classification)商品分类标准，将海关 HS6 位码或 SITC4 位码、BEC 商品分类标准和投入产出序列表中的 37 部门匹配得到最终对照表，再根据对照表将企业进口数据按部门和用途进行分类汇总，得到各产品进口用于中间使用、消费和固定资本形成总额这三者的比例，将原始的投入产出表拆分成非竞争型投入产出表。

1.2 比例计算

1.2.1 数据质量验证

关于 1981-2000 年进口总额（来源于 Feenstra 等（2005）编制的世界贸易流量表）数据质量，本文将 1984 年后进口数据与 WITS 数据库中货物贸易数据进行验证。由图 A-2 可知，Feenstra et al.(2005)在 1985 年及以后与统计局公布的进口总额较为吻合。但是 1981-1984 年的进口数据与统计局公布的数据差异较大，误差在 40%左右。



附录图 1-2 Feenstra 等（2005）与统计局公布进口总额比较

1.2.2 海关 HS6 位码、BEC 商品分类和投入产出部门对照

为了改进原先对于进口品用途同比例假定拆分的方法，参考 Timmer et al.(2013)^①方法，将 HS6 位码下进口品的用途根据第五版 BEC 产品分类标准拆分为中间使用、消费和固定资本形成三项。^② HS 与 BEC 对照表参照联合国贸易统计标准（UN TRADE STATISTICS）。^③

1.2.3 进口品用途比例计算

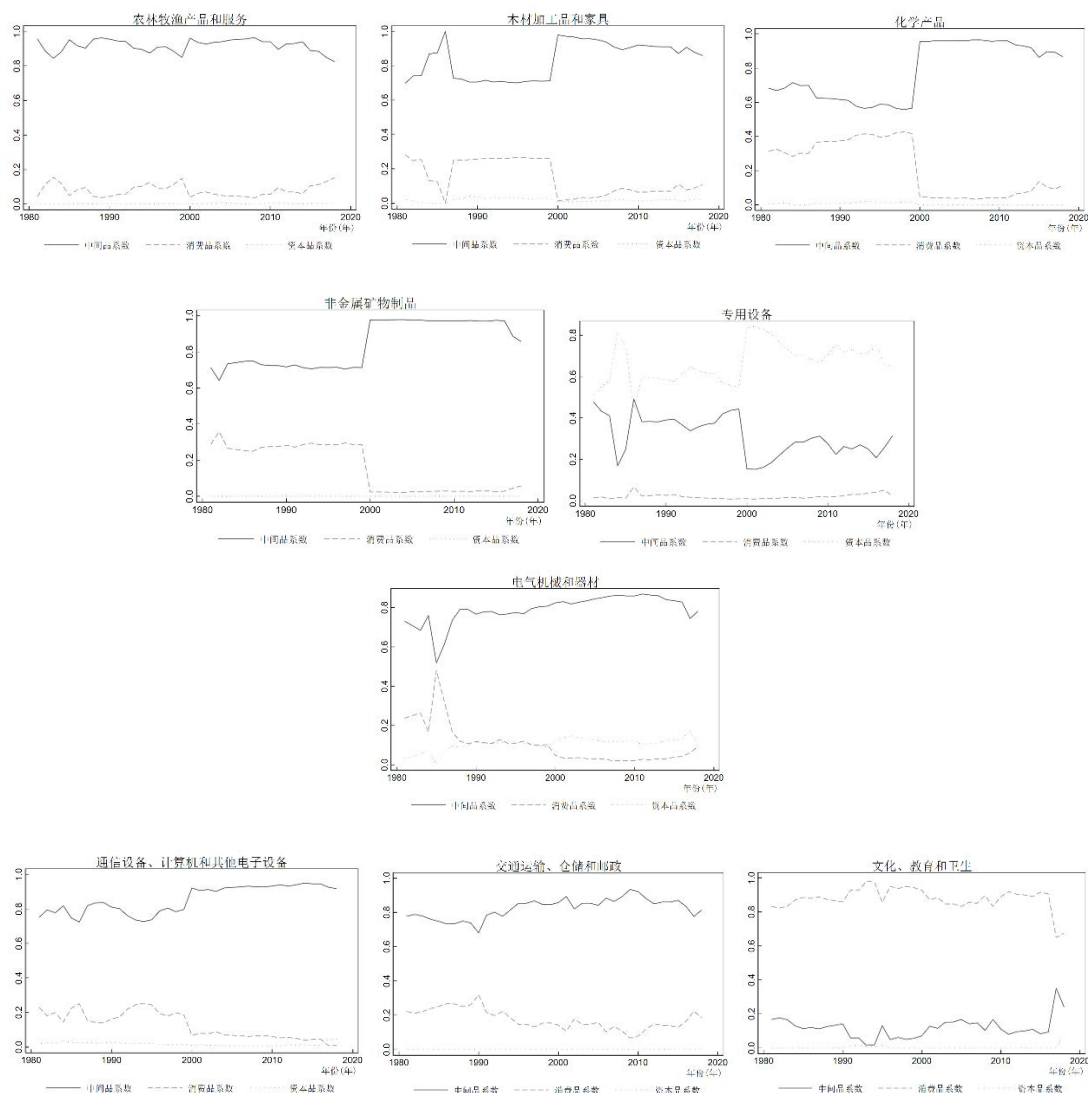
在对企业进口数据进行处理时，首先剔除掉了进口额、经营单位名称、贸易商品名称、HS 编码等关键信息缺失的样本，另外剔除了来料加工装配贸易。随后，按照对照表进行分部门进口额汇总，按照当年平均汇率转化为人民币进口额。对于货物贸易部门，根据竞争表

^① Timmer M P, Los B, Stehrer R, et al. Fragmentation, incomes and jobs: an analysis of European competitiveness[J]. Economic policy, 2013, 28(76): 613-661.

^② 详见 2016 年修订的 UNSD 第五版 BEC（BEC 5）分类标准文件。

^③ 2002-2006 年使用 2002 年版 HS 编码，2007-2011 年使用 2007 年版 HS 编码，2012-2016 使用 2012 年版 HS 编码。HS 与 BEC 转换对照表见 <https://unstats.un.org/unsd/trade/classifications/correspondence-tables.asp>。

中出口、总产出、误差项的数据,计算中间使用、消费与固定资本形成占总使用比例。对于服务贸易的部门,仍然按照进口品在不同使用用途等比例的假定进行拆分。最终得到各产品进口用于中间使用、消费和固定资本形成总额这三者的比例。代表性部门的系数估计结果如图 A-3 所示。限于篇幅,其他部门的系数估计情况可向作者单独索要。



附录图 1-3 代表性部门的系数估计值

由图 1-3 可知,除了部分年份(如 1983 年、1984 年、2000 年等)由于分类口径、统计口径等的差异出现了较大的波动,不同用途占比的总体系数保持了稳定。

1.3 进口中间品比例计算

本文使用的中国时间序列非竞争型投入产出表中,1.2.2 节已经将进口品拆分到中间使用、消费和资本。接下来将中间使用拆分到部门。这一步拆分过程中,已有的方法主要是根据竞争型投入产出表的比例,将进口中间品拆分到各部门的使用流量,该方法依赖于本地和进口

品去向结构相同的假设,较为粗略。因此,本文拟根据国家统计局的节点年份非竞争型投入产出表(2012年,2017年,2018年)、Chen et al. (2021)的“DPN投入产出表”(1992年、1997年、2002年、2007年及2010年),利用数学方法进一步拆分。已有的确定数据包括统计局公布的端点年度进口矩阵(2012年,2017年和2018年,分别合并到37部门),1992年、1997年、2002年、2007年及2010年的DPN投入产出表^①,以及目标年度各部门进口中间品使用的总量。对1992年以前的进口矩阵,由于缺乏原始数据,采用非竞争型投入产出表的比例拆分进口数据。

具体而言,对于非编表年,采用数学规划方法,处理得到中间年份技术系数矩阵:

考虑进口矩阵 M ,为方便规划和预测,将0值处赋值 $1e-10$ 。用 A_M 表示进口系数矩阵 $A_M = M(\hat{x})^{-1}$, $\hat{x}$ 表示各部门总产出构成的对角矩阵。假设两个端点年度分别为0和 T ,建立模型:

$$\begin{aligned} \min & \left\| A_M^T - \overline{A_M^T} \right\| \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \overline{A_M^T} = \hat{R} A_M^0 \hat{S} \\ i^T \overline{A_M^T} \hat{x}^T = m_c^T \\ \overline{A_M^T} \hat{x}^T i = m_R^T \\ \hat{R}, \hat{S} > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中,目标函数要求估计的进口品投入系数矩阵与实际的系数矩阵之间差异最小。第一个约束条件表示,以端点年度0作为估计的起点,估计 T 期的进口矩阵。第二和第三个约束分别表示,行和、列和分别对应中间品使用的已知数据。该模型解得最优的对角阵 $\hat{R}$ 和 $\hat{S}$,从而测度端点年度之间的变化趋势,并以此为基础推断中间年份的系数矩阵。定义 $\hat{r} = (\hat{R})^{\frac{1}{T}}$, $\hat{s} = (\hat{S})^{\frac{1}{T}}$ 。则得到以下估计:

$$\overline{A_M^1} = \hat{r} A_M^0 \hat{s}$$

$$\overline{A_M^2} = \hat{r}^2 A_M^0 \hat{s}^2$$

并以此类推。最后,对 $t = 1, 2, \dots, T$,

$$\overline{M^t} = \overline{A_M^t} \hat{x}^t$$

从而得初步估计的进口矩阵。依据该年度进口中间使用总量对 $\overline{M^t}$ 调整,得到进口矩阵 M^t 。

附录2 进口矩阵编制的准确性和灵敏性评估

2.1 稳健性评估指标构建

^① 参考 Chen et al. (2021)。

为评估进口矩阵的编制质量,以 2012 年和 2017 年为端点年分,通过数学规划方法预测 2018 年的进口矩阵,将其与国家统计局实际公布的 2018 年进口矩阵对比。为此,参考 Temurshoev 等 (2011)^①,建立以下指标以评估编制方法。以 n 表示部门数量, X_{ij} 表示进口矩阵 i 行 j 列的元素,上标 *compiled* 和 *released* 分别表示本研究编制的进口矩阵和已公布数据库中非竞争型投入产出表的进口矩阵,本研究拟引入的矩阵相似度统计量包括:

1) 平均绝对百分比误差 (Mean absolute percentage error, MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{|X_{ij}^{(compiled)} - X_{ij}^{(released)}|}{|X_{ij}^{(released)}|} \times 100$$

该统计量中,分子是每个位置上矩阵之间的绝对不一致度,分母是已公布数据库中进口矩阵对应位置的值。求和符号中的每一项都表示该位置的相对不一致程度。若有 $X_{ij}^{(released)} = 0$, 则将该位置的矩阵相对不一致度记为 0。

2) 加权绝对百分比误差 (Weighted absolute percentage error, WAPE)

$$WAPE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{|X_{ij}^{(released)}|}{\sum_k \sum_l X_{kl}^{(released)}} \frac{|X_{ij}^{(compiled)} - X_{ij}^{(released)}|}{|X_{ij}^{(released)}|} \times 100$$

该统计量在 MAPE 的基础上,对每个位置的相对不一致度赋予了权重,该权重由已公布数据库中进口矩阵的相对大小决定。若有 $X_{ij}^{(released)} = 0$, 处理方法同 MAPE。

3) 标准加权绝对差 (Standardized weighted absolute difference, SWAD)

$$SWAD = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_{ij}^{(released)}| |X_{ij}^{(compiled)} - X_{ij}^{(released)}|}{\sum_k \sum_l (X_{kl}^{(released)})^2}$$

类似于 WAPE 方法,SWAD 方法的绝对不一致性由已公布数据库的进口矩阵中每个位置的相对大小加权。若有 $X_{ij}^{(released)} = 0$, 处理方法同 MAPE。

4) ψ 值 (psi statistic)

^① 参见 Temurshoev U, Webb C, Yamano N. Projection of supply and use tables: methods and their empirical assessment[J]. Economic systems research, 2011, 23(1): 91-123.

$$\psi = \frac{1}{\sum_k \sum_l X_{kl}^{(released)}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\left| X_{ij}^{(released)} \right| \left| \log \left(\frac{X_{ij}^{(released)}}{s_{ij}} \right) \right| + \left| X_{ij}^{(compiled)} \right| \left| \log \left(\frac{X_{ij}^{(compiled)}}{s_{ij}} \right) \right| \right]$$

其中 $s_{ij} = (|X_{ij}^{(released)}| + |X_{ij}^{(compiled)}|)/2$ 。相比于上述方法， ψ 值能更有效地应对 $X_{ij}^{(released)} = 0$ 而 $X_{ij}^{(compiled)} \neq 0$ 之情形。该指标显示了真实值和误差水平之间的关联（Knudsen and Fotheringham, 1986^①）。

5) 相关系数

通过 $X^{(released)}$ 和 $X^{(compiled)}$ 之间相关系数来定义相似度。

6) N0 值

满足以下条件的 (i,j) 对数量： $X_{ij}^{(released)} \neq 0$ 且 $X_{ij}^{(compiled)} = 0$ 。引入该指标是因为，某项指标不为 0 意味着“结构性变化”和经济中更大的相互依赖，若编制的进口矩阵中该项为 0，则消除了这种依赖关系，产生偏误。

此外为保证预测的实现，本项目在评估进口矩阵编制质量时，将端点年度进口矩阵的 0 值均赋予极小的正数（1e-10）。为减少非主要因素的干扰，在平均绝对百分比误差、加权绝对百分比误差、标准加权绝对差、 ψ 值、相关系数指标的计算过程中，不将端点年份进口矩阵中流量为 0 的位置计算在内。最后的估计结果如表 2-1 所示。由表 2-1 可知，用数学规划的方法估计的进口矩阵具有较好的拟合优度和稳健性。

附录表 2-1 数学规划方法的稳健性评估指标

指标名	评估结果	指标名	评估结果
MAPE	24.969	ψ 值	0.354
WAPE	0.350	相关系数	0.988
SWAD	0.107	N0 值	0

2.2 灵敏性分析

1.3 和 1.3.1 展示了关于技术系数矩阵的数学规划方法（本节称为方法 1）。作为上述方法 1 的灵敏性分析，本节就另一种数学规划方法展开估计和比照分析。该方法是对进口品使用去向比例系数的处理方法（方法 2）。

^① 参见 Knudsen D C, Fotheringham A S. "Matrix comparison, goodness-of-fit, and spatial interaction modeling." International Regional Science Review, 1986, 10(2): 127-147.

记部门 i 的进口中间品使用去向比例为

$$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$$

其中 $\sum_{j=1}^n r_{ij} = 1; r_{ij} \geq 0$ 。为便于分析,若有 $r_{ij} = 0$,则赋极小的正值 $0 < \varepsilon \leq 1E-10$ 。仍以 0 和 T 表示端点年度,则

$$R_i^0 = (r_{i1}^0, r_{i2}^0, \dots, r_{in}^0)$$

$$R_i^T = (r_{i1}^T, r_{i2}^T, \dots, r_{in}^T)$$

假设比例向量是均匀变化的,定义 $p_i = \left(\left(\frac{r_{i1}^T}{r_{i1}^0} \right)^{\frac{1}{T}}, \left(\frac{r_{i2}^T}{r_{i2}^0} \right)^{\frac{1}{T}}, \dots, \left(\frac{r_{in}^T}{r_{in}^0} \right)^{\frac{1}{T}} \right)$,则对年份 $t = 1, 2, \dots, T$

$$\overline{R}_i^t = (r_{i1}^0 p_{i1}^t, r_{i2}^0 p_{i2}^t, \dots, r_{in}^0 p_{in}^t)$$

标准化后可得

$$R_i^t = \left(\frac{r_{i1}^0 p_{i1}^t}{\sum_j r_{ij}^0 p_{ij}^t}, \dots, \frac{r_{in}^0 p_{in}^t}{\sum_j r_{ij}^0 p_{ij}^t} \right)$$

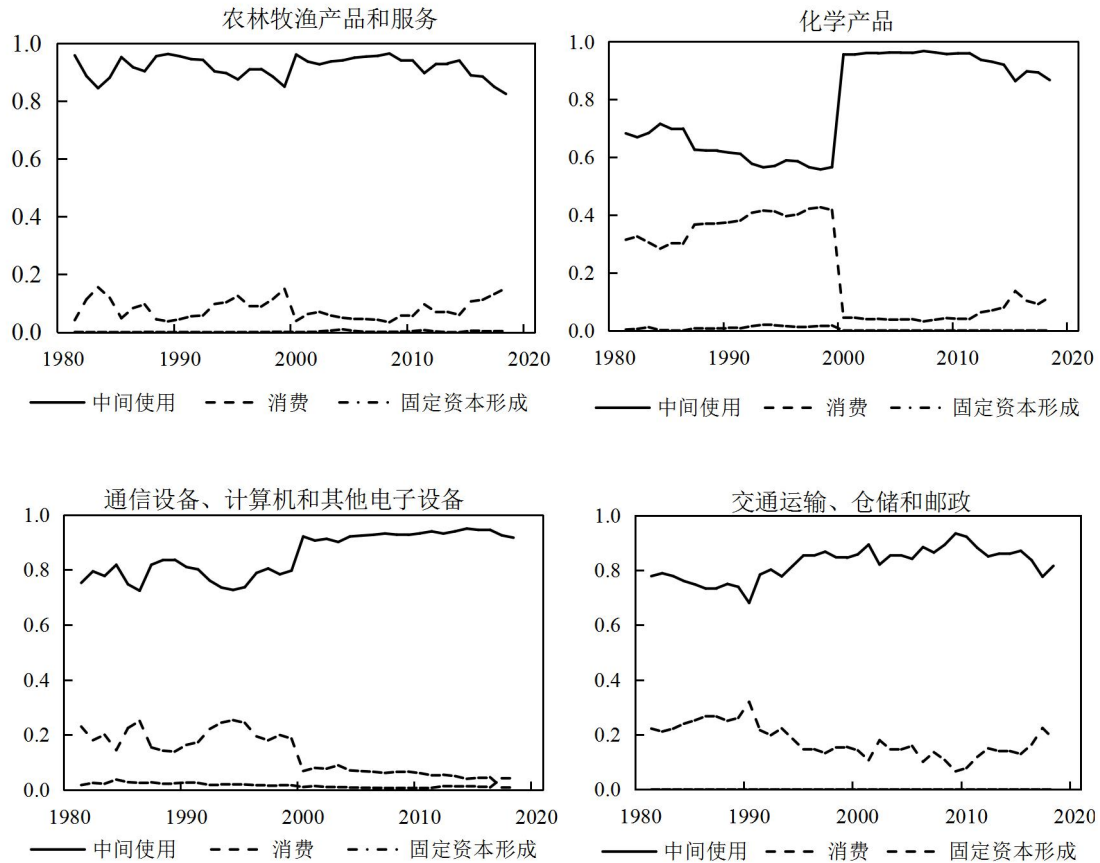
已知部门 i 进口中间品合计为 m_i^t ,则该部门的中间品使用行向量 M_i^t 为

$$M_i^t = R_i^t m_i^t$$

最后所得进口矩阵的质量评估指标如表 2-2 所示。由表可知,两种数学规划方法对进口矩阵的估计均具有较好的拟合优度,其中方法 1 在 **Mape** 指标上显著优于方法 2,在 **SWAD** 和相关系数两项指标上也优于方法 2。其余指标上,两种方法差距不大。由此可知本文的基础性数据具有较强的稳健性。此外,关于技术系数矩阵的数学规划方法在结果上更稳健。

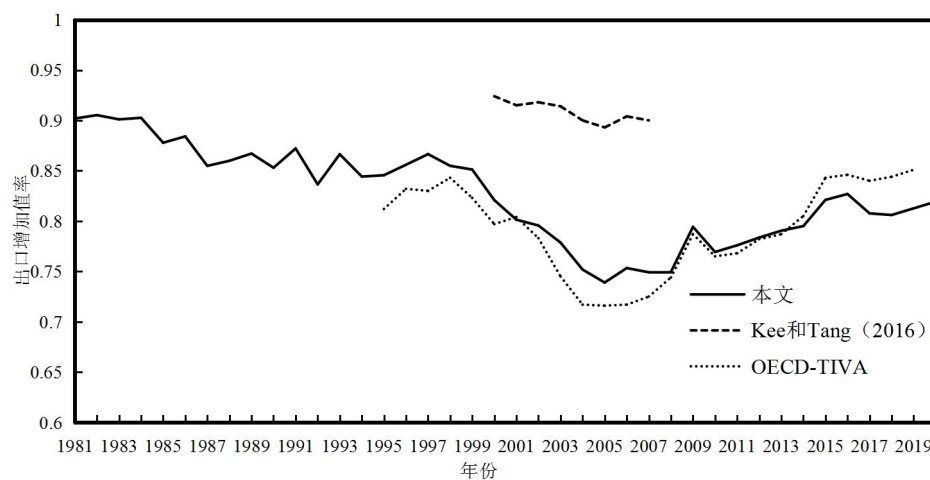
附录表 2-2 数学规划方法的稳健性评估指标

评估结果	方法 1	方法 2	评估结果	方法 1	方法 2
MAPE	24.969	2.930E+06	ψ 值	0.354	0.328
WAPE	0.350	0.332	相关系数	0.988	0.944
SWAD	0.107	0.154	N0 值	0	0

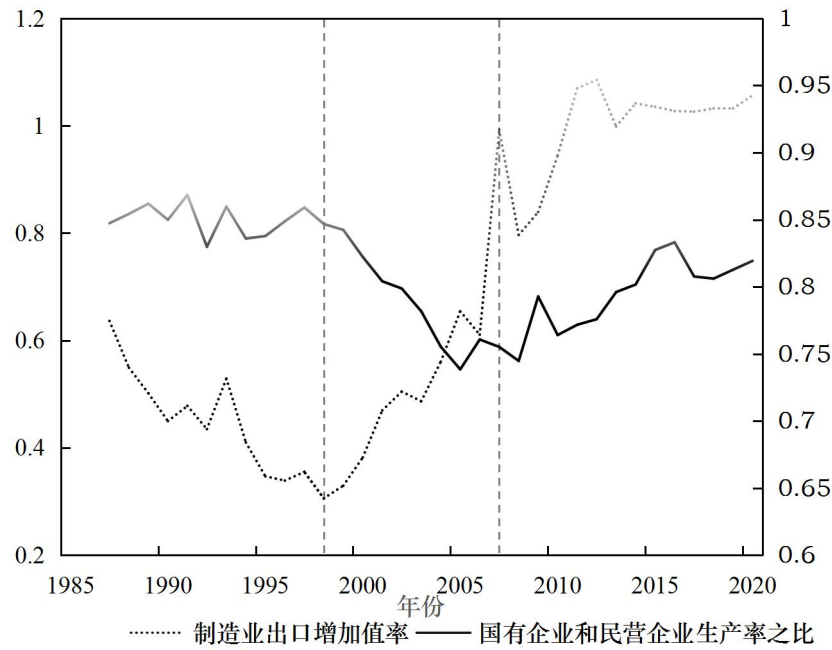


附图 1 代表性部门进口品的构成比例

注:以2020年为例,附图1展示了进口额较高的部门的三大流向比例,其中农林牧渔产品和服务是第一产业的唯一部门,化学产品,通信设备、计算机和其他电子设备的进口额分别占第二产业进口总额的12.44%和26.07%,交通运输、仓储和邮政的进口额则占第三产业进口总额的20.94%。2000年前后三大流向比例出现较大变化,主要原因是BEC商品分类标准的调整以及基础数据来源的变化。

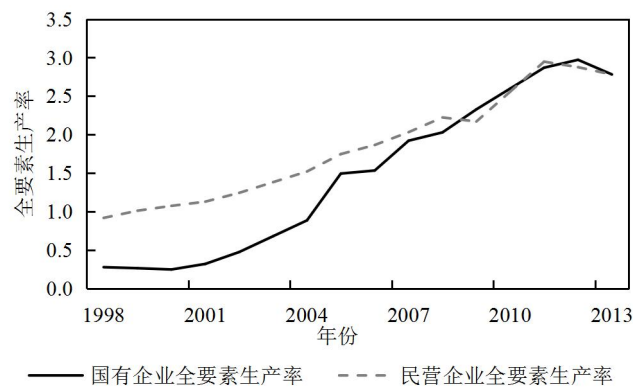


附图 2 我国出口增加值率测算结果及与其他测算结果的比较

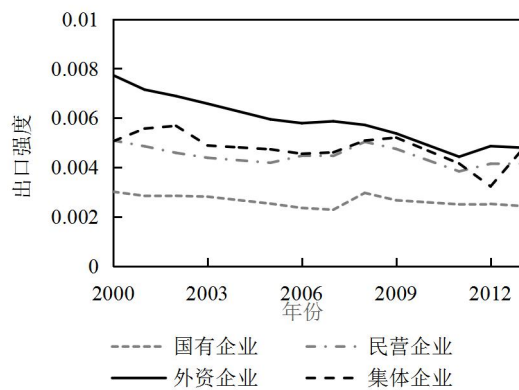


附图3 国有企业相对效率与出口增加值率的关联

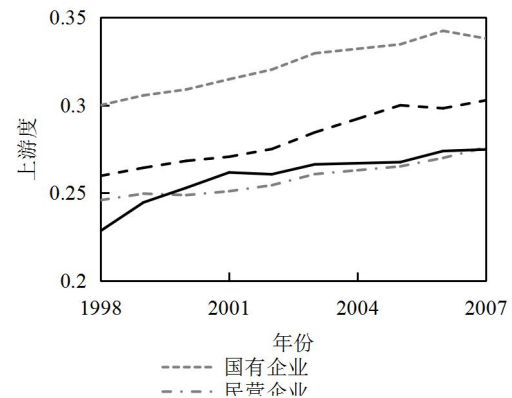
注: 附图3 左侧坐标轴为国有企业和民营企业生产率之比的刻度值, 右侧坐标轴为制造业出口增加值率的刻度值。



(a) 全要素生产率变化特征



(b) 出口强度变化特征



(c) 上游度变化特征

附图4 国有企业和非国有企业的特征事实

附录 3 模型静态均衡部分设定细节

3.1 模型静态均衡的推导细节

在理论模型的设定中,若定义各部门的出口向量为 $\mathbf{final}_{ft}$,则可以将式(3)的增加值贸易额 $\mathbf{va}_t$ 改写为

$$\mathbf{va}_t = \{\pi_t^V(s)\}_{s \in S} \left[I - \{\pi_t^X(s',s)\pi_{ht}^X(s',s)\}_{s,s' \in S} \right]^{-1} \mathbf{final}_{ft}$$

其中, $\pi_t^V(s) = p_t^V V_t(s) / p_{ht}(s) Q_t(s)$, 对应式(3)中的增加值系数, $\{\pi_t^V(s)\}_{s \in S}$ 表示由各部门的增加值率构成的向量 ($S \times 1$); $\pi_t^X(s',s) = \frac{p_t^X(s',s) X_t(s',s)}{p_{ht}(s) Q_t(s)}$ 表示部门 s' 流向 s 的中间品,占 s

部门总产出的比例; $\pi_{ht}^X(s',s) = \frac{\tau_{ht}^X(s',s) p_{ht}(s') X_t^{h \rightarrow h}(s',s)}{p_t^X(s',s) X_t(s',s)}$ 表示国内中间品价值与由部门 s' 流向部门 s 的总中间品价值之比; $\{\pi_t^X(s',s)\pi_{ht}^X(s',s)\}_{s,s' \in S}$ 对应国内中间品的使用系数矩阵 $\mathbf{A}_t$ 。式(10)、(11)将主要刻画式(3)中不同所有制企业的增加值率。

在本文的理论模型设定下,经济体存在满足式(4)~(8)以及市场出清条件的静态均衡。记完全竞争的工资率 w_t ,定义增加值价格 p_t^V 和中间品价格 $p_t^X(s',s)$ 为

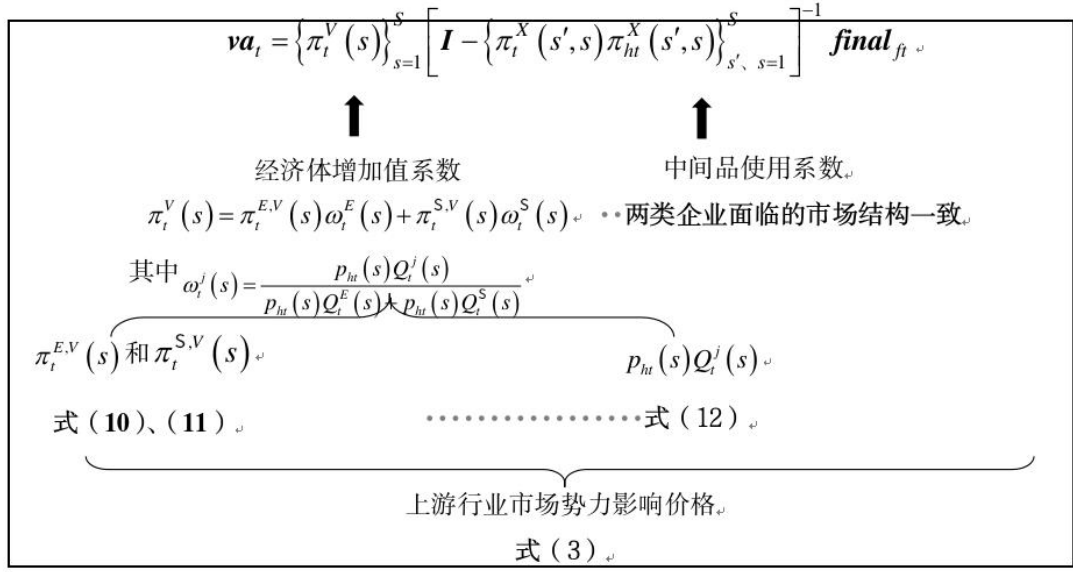
$$p_t^V = \left(\frac{r_t}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}$$

$$p_t^X(s',s) = \left[\sum_{j=f,h} \tau_{jt}^X(s',s)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} p_{jt}(s')^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

其中, $\tau_{jt}^X(s',s)$ 表示从 s' 部门到国内 s 部门的中间品流动中,存在的贸易壁垒^①; $p_{jt}(s')$ 表示 s' 部门的上游产品价格,涵盖外生的进口产品价格 $p_{ft}(s')$ 和内生的国内产品价格 $p_{ht}(s')$ 。国内各部门产品的价格 $p_{ht}(s')$ 为

$$p_{ht}(s) = \left[\lambda^V(s) \frac{p_t^{V \frac{\sigma}{\sigma-1}}}{A_t(s)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}}} + (1-\lambda^V(s)) \sum_{s' \in S} \left(\lambda_t^X(s',s)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} p_t^X(s',s) \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

① 因篇幅所限,对最终产品部门的设定以及对市场出清条件的数学表达以附录2展示。



附录图 3-1 证明结构逻辑图

3.2 最终产品部门的设定以及对市场出清条件的数学表达

(1) 对最终产品部门的设定

定义 $Final_t$ 为对部门复合的最终产品:

$$Final_t = \left[\sum_{s=1}^S \lambda_t^{Final}(s)^{1-\rho} Final_t(s)^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}}$$

其中 $\lambda_t^{Final}(s)$ 是 CES 权重参数, ρ 是与部门间最终产品替代弹性有关的参数(本文将其校准为-1.07)。 $Final_t(s)$ 本身亦是复合最终产品:

$$Final_t(s) = \left[Final_t^{h \rightarrow h}(s)^\kappa + Final_t^{f \rightarrow h}(s)^\kappa \right]^{\frac{1}{\kappa}}$$

和(6)中 $X_t(s',s)$ 的决定式类似, $Final_t(s)$ 的加总省略了权重参数。 $Final_t^{h \rightarrow h}(s)$ 和 $Final_t^{f \rightarrow h}(s)$ 分别表示从国内和国外流入部门 s 的最终品。因此最终产品的销售部门面临的利润最大化问题是:

$$\max p_t^{Final} Final_t - \sum_{j=f,h} \sum_{s \in S} \tau_{jt}^{Final}(s) p_{jt}(s) Final_t^{j \rightarrow h}(s)$$

其中 $\tau_{jt}^{Final}(s)$ 表示 s 部门购买(国内或国际)最终产品的流动中, 存在的冰山成本。

(2) 市场出清条件

最终品消费部门的预算约束要求在最终品上的花费等于劳动报酬、资本所得及外生的转

移支付 $Tran_t$ 之和。

$$p_t^{Final} Final_t = r_t(K_{t+1}^E + K_{t+1}^S) + w_t L_t + Tran_t$$

产品市场出清条件:

$$p_{ht}(s)Q_t(s) = \sum_{s'=1}^S \tau_{ht}^X(s, s') p_{ht}(s) X_t^{S, h \rightarrow h}(s, s') + \sum_{s'=1}^S \tau_{ht}^X(s, s') p_{ht}(s) X_t^{E, h \rightarrow h}(s, s') \\ + \tau_{ht}^{Final}(s) p_{ht}(s) Final_t^{h \rightarrow h}(s) + Export_t(s)$$

附录 4 式 (10)、式 (11) 的证明

(1) 国有企业

记 s 部门产品的国内价格为 $p_{ht}(s)$, 完全竞争的工资和利息分别为 w_t 和 r_t 。外生的国外 s 部门产品的价格记为 $p_{ft}(s)$ 。此外, $\tau_{jt}^X(s', s)$ 表示从 (国内或国外的) s' 部门到国内 s 部门的中间品流动中, 存在的冰山成本。

满足(3)-(6)的约束, 国有企业部门的利润最大化要求为

$$\max p_{ht}(s) Q_t^S(s) - w_t L_t^S(s) - r_t K_t^S(s) - \sum_{j=f,h} \sum_{s' \in S} \tau_{jt}^X(s', s) p_{jt}(s') X_t^{S, j \rightarrow h}(s', s) \\ s.t. \begin{cases} Q_t^S(s) = [\lambda^V(s)^{1-\sigma} V_t^S(s)^\sigma + (1 - \lambda^V(s))^{1-\sigma} X_t^S(s)^\sigma]^{\frac{1}{\sigma}} \\ X_t^S(s) = \left[\sum_{s'=1}^S \lambda_t^X(s', s)^{1-\sigma} X_t^S(s', s)^\sigma \right]^{\frac{1}{\sigma}} \\ X_t^S(s', s) = [X_t^{S, h \rightarrow h}(s', s)^\kappa + X_t^{S, f \rightarrow h}(s', s)^\kappa]^{\frac{1}{\kappa}} \\ V_t^S(s) = K_t^S(s)^\alpha (A_t(s) L_t^S(s))^{1-\alpha} \end{cases}$$

定义增加值价格和中间品价格

$$p_t^V = \left(\frac{r_t}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \\ p_t^X(s', s) = \left[\sum_{j=f,h} \tau_{jt}^X(s', s)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} p_{jt}(s')^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

则国有企业利润最大化的均衡条件包括:

$$\pi_t^{S,V}(s) = \frac{p_t^V V_t^S(s)}{p_{ht}(s) Q_t^S(s)} = \lambda^V(s) A_t(s)^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{p_{ht}(s)}{p_t^V} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \#(B1) \\ \pi_t^{S,X}(s', s) = \frac{p_t^X(s', s) X_t^S(s', s)}{p_{ht}(s) Q_t^S(s)} = \left(\frac{p_{ht}(s)}{p_t^X(s', s)} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} (1 - \lambda^V(s)) \lambda_t^X(s', s) \#(B2) \\ for all s' \in \{1, 2, \dots, S\}.$$

$$\pi_{jt}^{\mathcal{S},X}(s',s) = \frac{\tau_{jt}^X(s',s)p_{jt}(s')X_t^{\mathcal{S},j \rightarrow h}(s',s)}{p_t^X(s',s)X_t^{\mathcal{S}}(s',s)} = \left(\frac{\tau_{jt}^X(s',s)p_{jt}(s')}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \#(B3)$$

for all $s' \in \{1,2,\dots,S\}, j = f,h.$

雇用的劳动力 $L_t^{\mathcal{S}}(s)$ 和使用的资本 $K_t^{\mathcal{S}}(s)$ 分别为

$$L_t^{\mathcal{S}}(s) = (1-\alpha) \frac{p_t^V}{w_t} \frac{V_t^{\mathcal{S}}(s)}{A_t(s)^{1-\alpha}} \#(B4)$$

$$K_t^{\mathcal{S}}(s) = \alpha \frac{p_t^V}{r_t} \frac{V_t^{\mathcal{S}}(s)}{A_t(s)^{1-\alpha}} \#(B5)$$

此外, 还可得价格满足

$$p_{ht}(s) = \left[\lambda^V(s) \frac{p_t^{V \frac{\sigma}{\sigma-1}}}{A_t(s)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}}} + (1-\lambda^V(s)) \sum_{s'} \left(\lambda_t^X(s',s)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} p_t^X(s',s) \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \#(B6)$$

(2) 民营企业

民营企业的利润最大化要求为:

$$\max \{ (1-\psi) p_{ht}(s) Q_t^E(s) - r_t K_t^E(s) - w_t L_t^E(s) - \sum_{j=f,h} \sum_{s' \in S} \tau_{jt}^X(s',s) p_{jt}(s') X_t^{E,j \rightarrow h}(s',s) \}$$

$$s.t. \begin{cases} Q_t^E(s) = [\lambda^V(s)^{1-\sigma} V_t^E(s)^{\sigma} + (1-\lambda^V(s))^{1-\sigma} X_t^E(s)^{\sigma}]^{\frac{1}{\sigma}} \#\#\#\# \\ X_t^E(s) = \left[\sum_{s'} \lambda_t^X(s',s)^{1-\sigma} X_t^E(s',s)^{\sigma} \right]^{\frac{1}{\sigma}} \\ X_t^E(s',s) = \left[X_t^{E,h \rightarrow h}(s',s)^{\kappa} + X_t^{E,f \rightarrow h}(s',s)^{\kappa} \right]^{\frac{1}{\kappa}} \\ V_t^E(s) = K_t^E(s)^{\alpha} (\chi_t A_t(s) L_t^E(s))^{1-\alpha} \end{cases}$$

沿用国有企业部门的加值价格和中间品价格, 可得民营企业部门的均衡条件:

$$\pi_t^{E,V}(s) = \frac{p_t^V V_t^E(s)}{p_{ht}(s) Q_t^E(s)} = \lambda^V(s) (1-\psi)^{\frac{1}{1-\sigma}} (\chi_t A_t(s))^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{p_{ht}(s)}{p_t^V} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \#(B7)$$

$$\pi_t^{E,X}(s',s) = \frac{p_t^X(s',s) X_t^E(s',s)}{p_{ht}(s) Q_t^E(s)} = (1-\psi)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left(\frac{p_{ht}(s)}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} (1-\lambda^V(s)) \lambda_t^X(s',s) \#(B8)$$

for all $s' \in \{1,2,\dots,S\}.$

$$\pi_{jt}^{E,X}(s',s) = \frac{\tau_{jt}^X(s',s) p_{jt}(s') X_t^{E,j \rightarrow h}(s',s)}{p_t^X(s',s) X_t^E(s',s)} = \left(\frac{\tau_{jt}^X(s',s) p_{jt}(s')}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \#(B9)$$

for all $s' \in \{1,2,\dots,S\}, j = f,h.$

雇用的劳动力 $L_t^E(s)$ 和使用的资本 $K_t^E(s)$ 分别为

$$L_t^E(s) = (1-\alpha) \frac{p_t^V}{w_t} \frac{V_t^E(s)}{(\chi_t A_t(s))^{1-\alpha}} \#(B10)$$

$$K_t^E(s) = \alpha \frac{p_t^V}{r_t} \frac{V_t^E(s)}{(\chi_t A_t(s))^{1-\alpha}} \#(B11)$$

此处式(B1)和(B7)即证明了式(10)和式(11)。

此外,从(B5)和(B11)可知

$$\frac{r_t K_t^E(s)}{r_t K_t^S(s)} = \frac{V_t^E(s)}{V_t^S(s)} \frac{1}{\chi_t^{1-\alpha}}$$

此比例用于确定 1988 年的固定资本形成中,国有企业和民企各自的占比。均衡状态时,其他变量分别为

$$V_t^E(s) = \frac{r_t (\chi_t A_t(s))^{1-\alpha}}{\alpha p_t^V} K_t^E(s) \#(B12)$$

$$Q_t^E(s) = \frac{r_t}{\alpha} (p_t^V)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} p_{ht}(s)^{\frac{1}{\sigma-1}} \frac{(\chi_t A_t(s))^{\frac{(1-\alpha)\sigma}{\sigma-1}}}{\lambda^V(s)(1-\psi)^{\frac{1}{1-\sigma}}} K_t^E(s) \#(B13)$$

易知,

$$\frac{K_t^E(s)}{K_t^S(s)} = \frac{Q_t^E(s)}{Q_t^S(s)} (1-\psi)^{\frac{1}{1-\sigma}} \chi_t^{\frac{(1-\alpha)\sigma}{1-\sigma}} \#(B14)$$

通过(B14)可以求 1987, 1988 年两种所有制企业的资本投入比,这两年的 $\frac{K_t^E(s)}{K_t^S(s)}$ 来自中国工业年鉴。

附录 5 对正文中“两类企业面临相同的国内中间品系数”的说明

为进一步研究国内中间品使用结构的影响,本文依据附录 4 的数理推导归纳命题:

$$\pi_t^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s) \pi_{ht}^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s) = (1 - \lambda^V(s)) \lambda_t^X(s',s) \left(\frac{p_{ht}(s)}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \left(\frac{\tau_{ht}^X(s',s) p_{ht}(s')}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

$$\pi_t^{E,X}(s',s) \pi_{ht}^{E,X}(s',s) = (1 - \psi)^{\frac{1}{1-\sigma}} \pi_t^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s) \pi_{ht}^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s)$$

由于 $\sigma < 1$, 上式表明国有企业和民营企业的相对国内中间品使用结构与 ψ 负相关。增加值贸易表达式中的 $\pi_t^X(s',s) \pi_{ht}^X(s',s)$ 是 $\pi_t^{E,X}(s',s) \pi_{ht}^{E,X}(s',s)$ 和 $\pi_t^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s) \pi_{ht}^{\mathcal{S},\mathcal{X}}(s',s)$ 的加权平均,权重是两类企业产出占部门总产出之比。注意,虽然国有企业和民营企业的中间品使用比例存在差异,但是两类企业面临相同的市场结构,可用 $[I - \{\pi_t^X(s',s) \pi_{ht}^X(s',s)\}_{s,s' \in S}]^{-1}$ 表示。这里 $\pi_t^X(s',s) \pi_{ht}^X(s',s)$ 是两类企业的中间品使用结构的加权平均,权重是总产出。因此式(10)、(11)所示的增加值率差异是两类企业出口增加值率差异的关键来源。

附录 6 式(12)的证明

根据附录 4 中民营企业的均衡条件, 可知经理人获得的报酬为

$$m_t(s) = \psi p_{ht}(s)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \frac{r_t}{\alpha} (p_t^V)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \frac{(\chi_t A_t(s))^{\frac{(1-\alpha)\sigma}{\sigma-1}}}{\lambda^V(s)(1-\psi)^{\frac{1}{1-\sigma}}} K_t^E(s) \quad \#(B15)$$

又结合(B12), (B13), 民营企业获得的利润为

$$\begin{aligned} & \Pi(K_t^E(s)) \\ &= \frac{r_t}{\alpha} (p_t^V)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} (\chi_t A_t(s))^{\frac{(1-\alpha)\sigma}{\sigma-1}} \left\{ \frac{[(1-\psi)p_{ht}(s)]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}{\lambda^V(s)} \right. \\ & \quad \left. - \sum_{j=f,h} \sum_{s'} \left(\frac{\tau_{jt}^X(s',s)p_{jt}(s')}{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} p_{ht}(s)^{\frac{1}{1-\sigma}} (p_t^X(s',s))^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \frac{1-\lambda^V(s)}{\lambda^V(s)} \lambda_t^X(s',s) \right\} K_t^E(s) - \frac{r_t}{\alpha} K_t^E(s) \\ &= \rho_t^E(s) K_t^E(s) \end{aligned}$$

即证明了式 (12) 的前半部分。

接下来量化最终产品销售部门的均衡解。最终产品销售部门的利润最大化行为要求

$$\begin{aligned} & \max p_t^{Final} Final_t - \sum_{j=f,h} \sum_s \tau_{jt}^{Final}(s) p_{jt}(s') Final_t^{j \rightarrow h}(s) \quad \#(B16) \\ & s.t. \begin{cases} Final_t = \left[\sum_s \lambda_t^{Final}(s)^{1-\rho} Final_t(s)^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \\ Final_t(s) = \left[Final_t^{h \rightarrow h}(s)^\kappa + Final_t^{f \rightarrow h}(s)^\kappa \right]^{\frac{1}{\kappa}} \end{cases} \end{aligned}$$

定义各部门的复合最终品价格和总体复合最终品价格为:

$$p_t^{Final}(s) = \left[\sum_{j=h,f} \left(\tau_{jt}^{Final}(s) p_{jt}(s) \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad \#(B17)$$

$$p_t^{Final} = \left[\sum_s \left(\lambda_t^{Final}(s) p_t^{Final}(s)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right) \right]^{\frac{\rho-1}{\rho}} \quad \#(B18)$$

由此可得均衡条件:

$$\pi_t^{Final}(s) = \frac{p_t^{Final}(s) Final_t(s)}{p_t^{Final} Final_t} = \left(\frac{\lambda_t^{Final}(s)^{\frac{\rho-1}{\rho}} p_t^{Final}(s)}{p_t^{Final}} \right)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \quad \#(B19)$$

$$\pi_{jt}^{Final}(s) = \frac{\tau_{jt}^{Final}(s) p_{jt}(s) Final_t^{j \rightarrow h}(s)}{p_t^{Final}(s) Final_t(s)} = \left(\frac{\tau_{jt}^{Final}(s) p_{jt}(s)}{p_t^{Final}(s)} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \quad \#(B20)$$

$$(j = f, h)$$

产品市场的出清条件可以改写为

$$\begin{aligned} p_{ht}(s)Q_t(s) = & \sum_{s'} \pi_{ht}^{E,X}(s,s') \pi_t^{E,X}(s,s') p_{ht}(s) Q_t^E(s) \\ & + \sum_{s'} \pi_{ht}^{S,X}(s,s') \pi_t^{S,X}(s,s') p_{ht}(s) Q_t^S(s) \\ & + \pi_{ht}^{Final}(s) \pi_t^{Final}(s) p_t^{Final} Final_t \\ & + Export_t(s) \# \end{aligned}$$

本节的最后证明民营企业家的储蓄率动态。假设民营企业家需要实现终身效用最大化，

即

$$\begin{aligned} \max_{c_t, s_t} \sum_{t=T_1}^{\infty} \beta^{t-1} \frac{c_t(s)^{1-\frac{1}{\theta}} - 1}{1 - \frac{1}{\theta}} \\ \text{s.t. } c_{t-1}(s) + saving_t^E(s) = \frac{(1+r_{t-1})\rho_{t-1}^E(s)}{(1+r_{t-1}) - \eta\rho_{t-1}^E(s)} saving_{t-1}^E(s) \end{aligned}$$

根据 Bellman Equation，解得最优储蓄率的动态方程满足：

$$\begin{aligned} & \frac{(1+r_t)\rho_t^E(s)}{(1+r_t) - \eta\rho_t^E(s)} saving_t^E(s) - saving_{t+1}^E(s) \\ = & \left(\frac{\beta^2(1+r_t)\rho_t^E(s)}{(1+r_t) - \eta\rho_t^E(s)} \right)^\theta \left[\frac{(1+r_{t-1})\rho_{t-1}^E(s)}{(1+r_{t-1}) - \eta\rho_{t-1}^E(s)} saving_{t-1}^E(s) - saving_t^E(s) \right] \#(B21) \end{aligned}$$

因此在模拟过程中，除必要参数外，还需知道初始条件下的 $saving_1^E(s)$ 和 $saving_0^E(s)$ 。如此

即证得正文的式（12）。

定义 $\hat{x}_t = x_{t+1}/x_t$ （ x_t 为本文的任意变量），则根据两类企业的均衡条件，总产出的变化比满足命题 4，经济体动态均衡中，两类企业的总产出变化比满足

$$\frac{\widehat{p_{ht}(s)Q_t^E(s)}}{\widehat{p_{ht}(s)Q_t^S(s)}} = \frac{\frac{\widehat{V_t^E(s)}}{\widehat{V_t^S(s)}}}{\frac{\pi_t^{E,V}(s)}{\pi_t^{S,V}(s)}} = \frac{\frac{\widehat{K_t^E(s)}}{\widehat{K_t^S(s)}}}{\frac{\pi_t^{E,V}(s)}{\pi_t^{S,V}(s)}} (\hat{X}_t)^{1-\alpha}$$

有关证明见附录 8。各部门的增加值系数为

$$\pi_t^V(s) = \pi_t^{E,V}(s)\omega_t^E(s) + \pi_t^{S,V}(s)\omega_t^S(s)$$

其中， $w_t^E(s)$ 和 $w_t^S(s)$ 分别为各部门民营企业 and 国有企业的总产出占比： $\omega_t^E(s) =$

$$\frac{p_{ht}(s)Q_t^E(s)}{p_{ht}(s)Q_t^E(s) + p_{ht}(s)Q_t^S(s)}, \quad \omega_t^S(s) = \frac{p_{ht}(s)Q_t^S(s)}{p_{ht}(s)Q_t^E(s) + p_{ht}(s)Q_t^S(s)}.$$

附录 7 正文“国有企业市场集中度与增加值贸易”的完整理论构建以及式（13）的证明

在中国资源型行业和上游战略性产业(如石油、天然气、民航、邮电、通信、铁路、电力等等,均属于本文所使用的投入产出部门中的子部门)中,存在自然垄断(或行政垄断)^①。对于这样的子部门 s , 存在一个 $\tilde{A}(s)$, 使得当国有企业的生产率不低于 $\tilde{A}(s)$ 时, 企业得以保留, 生产率低于 $\tilde{A}(s)$ 时企业退出市场。若假设部门 s 在 t 时刻的生产率 $A_t(s)$ 满足最小值为 A_{min} 、指数为 ξ_s 的帕累托分布, 则该部门占比为 $1 - (\tilde{A}(s)/A_{min})^{-\xi_s}$ 的国有企业以清算、被并购等方式退出市场。部门中剩下的国有企业则依靠扩张产能、并购等方式, 扩大生产能力和市场份额, 形成较强的市场势力, 在这些部门出现了少数国有企业占据较大市场份额的现象, 形成了古诺竞争市场。

对存在部分垄断的部门 s' , 将国内中间品的生产精确到若干企业, 即 $X_t^{j,h \rightarrow h}(s', s) = \left[\sum_{v=1}^{N_{s'}} \left(X_t^{j,h \rightarrow h,v}(s', s) \right)^{\frac{1}{\iota}} \right]^{\iota}$ 。其中, $X_t^{j,h \rightarrow h,v}(s', s)$ 表示该部门某企业 v 所生产的中间品, $N_{s'}$ 表示相关部门的企业数。企业的产品之间的替代弹性为 $\frac{1}{1-\iota}$, 其中 $\iota < 1$ 且接近于 1。

本节接下来参考黄昕和平新乔(2020), 拟就市场势力和价格加成展开讨论。假设国内某一部门 $s' \in Upstream$ 的子部门 s'_m 中, 形成了古诺数量竞争市场。因此产生价格加成 $\mu_{t,v}(s'_m) = \varepsilon_{t,v,s'_m} / (\varepsilon_{t,v,s'_m} - 1) > 1$, 其中 ε_{t,v,s'_m} 与企业 v 的市场份额正相关^②。因此 s'_m 所隶属的部门 s' 相比于完全竞争假设的定价 $p_{ht}^c(s')$, 定价为 $\mu_{ht}(s') p_{ht}^c(s')$ ($\mu_{ht}(s') > 1$, $p_{ht}^c(s')$ 表示 t 时期国内 s' 部门企业的生产成本)。其中, 由于 s' 中只有一部分子行业是自然垄断(或行政垄断)的, $\mu_{ht}(s')$ 取决于存在垄断的子部门的价格加成幅度, 以及该子部门的规模, 因此 $\mu_{ht}(s')$ 是 $\mu_{t,v}(s'_m)$ 的复杂加成形式。在 t 时刻, 部门 s 的厂商购买的, 垄断上游厂商所生产的中间产品的成本为 $\tau_{ht}^X(s', s) \mu_{ht}(s') p_{ht}^c(s') X_t^{h \rightarrow h}(s', s)$ 。

当上游厂商 s' 存在垄断价格加成时, 价格变为

$$p_t^X(s', s) = \left[\sum_{j=f,h} \tau_{jt}^X(s', s)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} (\mu_{jt}(s') p_{jt}(s'))^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

与正文不同的是, 此处的价格加成多了个下标 j , 正文省略了下标 j 主要是为了保证公式的简洁性。由于本文的模型中, 国外价格均为外生变量, 故假定 $\mu_{ft}(s') = 1$ 。

因此

$$\frac{\partial p_t^X(s', s)}{\partial \mu_{ht}(s')} = \left[\sum_{j=f,h} \tau_{jt}^X(s', s)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} (\mu_{jt}(s') p_{jt}(s'))^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right]^{-\frac{1}{\kappa}} \tau_{ht}^X(s', s)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} p_{ht}(s')^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \mu_{jt}(s')^{\frac{1}{\kappa-1}} > 0$$

① 关于国有企业在上游是否属于行政垄断, 刘瑞明和石磊(2011), 王永进和刘灿雷(2016)等学者认为是行政垄断, 黄昕和平新乔(2020)则认为国有经济的垄断更多体现为自然垄断。由于垄断原因并非本文探讨的重点, 本文仅讨论市场势力形成后的价格加成影响。

② 事实上, 根据黄昕和平新乔(2020), $\frac{1}{\varepsilon_{t,v,s'_m}} = (1 - sh_{t,v,s'_m})^{\frac{1}{\iota}} + sh_{t,v,s'_m} [(1 - sh_{t,v,s'_m})(1 - \kappa) + sh_{t,v,s'_m}(1 - \sigma)]$, 其中 sh_{t,v,s'_m} 表示子行业 s'_m 中企业的市场份额, ι 是同子部门的企业之间的替代弹性。具体证明见黄昕和平新乔(2020)。

又由于价格形成的机制相同,因此(B6)式仍然成立,且

$$\frac{\partial p_{ht}(s)}{\partial p_t^X(s',s)} = \left[\lambda^V(s) \frac{p_t^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}{A_t(s)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}}} + (1 - \lambda^V(s)) \sum_{s'} \left(\lambda_t^X(s',s)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} p_t^X(s',s) \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \right]^{-\frac{1}{\sigma}} \cdot (1 - \lambda^V(s)) \lambda_t^X(s',s) p_t^X(s',s)^{\frac{1}{\sigma-1}}$$

因此 $\frac{\partial p_{ht}(s)}{\partial p_t^X(s',s)} > 0$ 。最后, $\frac{\partial p_{ht}(s)}{\partial \mu_{ht}(s')} = \frac{\partial p_{ht}(s)}{\partial p_t^X(s',s)} \frac{\partial p_t^X(s',s)}{\partial \mu_{ht}(s')} > 0$ 。更准确的证明还要用到以下结论, $[I - A]^{-1} = \sum_{i=0}^{\infty} A^i$, 其中 $A = \{\pi_t^X(s',s) \pi_{ht}^X(s',s)\}_{s,s'}$ 。

需要注意的是,本文仅考虑了价格加成对产品价格 $p_{ht}(s)$ 的直接效应,而未考虑产品价格变化进一步引起部门中间品的价格变动,从而对 $p_{ht}(s)$ 产生的间接效应。事实上,当 $\mu_{jt}(s')$ 接近 1 时,可以近似地用直接效应代表总体效应。

需要说明,在正文的数值模拟和反事实分析中,依据与产品价格和复合中间品价格相关的均衡条件,直接测算复合价格加成 $\tau_{ht}^X(s',s) \mu_{ht}(s')$,而非分别测算 $\mu_{ht}(s')$ 和 $\tau_{ht}^X(s',s)$ 。

附录 8 模型参数估计结果

因变量	$\log \frac{r_t K_t(s) + \omega_t L_t(s)}{\sum_j \sum_{s'} \tau_{jt}^X(s',s) p_{jt}(s) X_t^{j \rightarrow h}(s',s)}$
(1)	0.547***
$-Cs_t(s) \log \omega_t(s)$	(0.105)
$\log import_t(s)$	0.021* (0.012)
$\log export_t(s)$	-0.015 (0.011)
Observations	1,163
R-squared	0.871

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

附表 1

参数估计或校准结果

参数	取值	参数描述	来源
α	0.40	资本份额	PWT

r_t		市场利率	
δ_t		资本折旧率	
$\hat{L}_t$		劳动变化率	
g	3.80%	技术进步率	
β	0.997	民营企业效用函数的折现率	Song 等 (2011)
θ	2.00	民营企业效用函数的跨期替代弹性	
$\hat{K}_t$		资本变化率	依据非竞争型投入产出表和 PWT 的资本收益率测算
χ_t		民营企业的技术加成	依据 Chen 等 (2021),《中国工业统计年鉴》,中国工业企业数据库,中国 A 股上市企业数据测算。中国 A 股上市企业数据来源于中国研究数据服务平台 (CNRDS)。
$\lambda^v(s)$		生产函数中的增加值份额	依据非竞争型投入产出表测算
σ	-1.21	中间品、增加值间的替代弹性	依据 Oberfield 和 Raval (2021) 的做法估计
κ	0.54	国内中间品和进口中间品之间的替代弹性	根据 1989—1997 年的真实出口增加值率校准
ψ	0.52	代理成本	
η	0.89	民营企业还款能力的期望占其净利润的固定比例	

资料来源：作者整理

注：Song 等 (2011) 将参数校准为 $\psi = 0.45$ ， $\eta = 0.86$ ，与本文的参数值相近。参数 κ 与本国中间品和进口中间品之间的替代弹性有关，本文将 κ 校准为 0.54，区别于 Johnson 和 Noguera(2017) 所的 0.75。根据附表 1 的测算结果，中间品与增加值之间的替代弹性为 0.45，部门间产品的替代弹性为 0.48。

附录 9 “精准帽子法”

参照 Johnson and Noguera(2017)，本文通过变化形式求解均衡的跨期动态。定义符号 $\hat{\cdot}$ 的含义为： $\hat{x}_t = x_{t+1}/x_t$ 。那么，增加值价格和中间品价格的动态为

$$\begin{aligned} \widehat{p}_t^V &= (\widehat{r}_t)^\alpha (\widehat{w}_t)^{1-\alpha} \\ \widehat{p}_t^{\overline{X}(s',s)} &= \left[\sum_{j=h,f} \pi_t^{s,X}(s',s) (\tau_{jt}^{\overline{X}(s',s)} \widehat{p}_{jt}^{\overline{X}(s',s)})^{\kappa/(\kappa-1)} \right]^{(\kappa-1)/\kappa} \end{aligned}$$

命题 1’ 部门 s 的国内产品在 t 时刻的价格变化满足

$$\widehat{p_{ht}(s)} = \left[\pi_t^{S,V}(s) \frac{\widehat{p_t^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}}{(1+g)^{\frac{1-\alpha}{\sigma-1}}} + \sum_{s' \in S} \pi_t^{S,X}(s',s) \left(\lambda_t^X(s',s)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \widehat{p_t^X(s',s)} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \right]^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

命题 2' 记国有企业和民营企业的增加值率变化分别为 $\pi_t^{j,V}(s) = \frac{\pi_{t+1}^{j,V}(s)}{\pi_t^{j,V}(s)}, (j = S, E)$, 则:

$$\pi_t^{\widehat{S,V}}(s) = (1+g)^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^V}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}$$

$$\pi_t^{\widehat{E,V}}(s) = (\widehat{\chi}_t(1+g))^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^V}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}$$

对其他价格而言,

$$\widehat{p_t^{Final}(s)} = \left[\sum_{j=h,f} \pi_{jt}^{Final}(s) (\tau_{jt}^{Final}(s) \widehat{p_{jt}(s)})^{\kappa/(\kappa-1)} \right]^{(\kappa-1)/\kappa}$$

$$\widehat{p_t^{Final}} = \left[\sum_s \pi_t^{Final}(s) (\lambda_t^{Final}(s) \widehat{p_t^{Final}(s)})^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right]^{\frac{\rho-1}{\rho}}$$

对国有企业, 有

$$\pi_t^{\widehat{S,V}}(s) = (1+g)^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^V}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}$$

$$\pi_t^{\widehat{S,X}}(s',s) = \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^X(s',s)}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \lambda_t^X(s',s) \text{ for all } s' \in \{1,2,\dots,S\}$$

$$\pi_{jt}^{\widehat{S,X}}(s',s) = \left(\frac{\tau_{jt}^X(s',s) \widehat{p_{jt}(s')}}{\widehat{p_t^X(s',s)}} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \text{ for all } s' \in \{1,2,\dots,S\}, j = f, h$$

$$\widehat{L_t^S(s)} = \frac{\widehat{p_t^V}}{\widehat{w_t}} \frac{\widehat{V_t^S(s)}}{(1+g)^{1-\alpha}}$$

$$\widehat{K_t^S(s)} = \frac{\widehat{p_t^V}}{\widehat{r_t}} \frac{\widehat{V_t^S(s)}}{(1+g)^{1-\alpha}}$$

因此,

$$\widehat{L_t^S(s)} = \widehat{K_t^S(s)} \frac{\widehat{r_t}}{\widehat{w_t}}$$

$$\widehat{V_t^S(s)} = \widehat{K_t^S(s)} [(1+g) \frac{\widehat{r_t}}{\widehat{w_t}}]^{1-\alpha}$$

民营企业则有

$$\pi_t^{E,V}(s) = (\hat{\chi}_t(1+g))^{\frac{1-\alpha}{1-\sigma}} \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^V}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}$$

$$\pi_t^{E,X}(s',s) = \left(\frac{\widehat{p_{ht}(s)}}{\widehat{p_t^X(s',s)}} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \lambda_t^X(s',s) \quad \text{for all } s' \in \{1,2,\dots,S\}$$

$$\pi_{jt}^{E,X}(s',s) = \left(\frac{\tau_{jt}^X(s',s) \widehat{p_{jt}(s')}}{\widehat{p_t^X(s',s)}} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \quad \text{for all } s' \in \{1,2,\dots,S\}, j = f, h$$

$$\widehat{L_t^E}(s) = \frac{\widehat{p_t^V}}{\widehat{w_t}} \frac{\widehat{V_t^E}(s)}{(\hat{\chi}_t(1+g))^{1-\alpha}}$$

$$\widehat{K_t^E}(s) = \frac{\widehat{p_t^V}}{\widehat{r_t}} \frac{\widehat{V_t^E}(s)}{(\hat{\chi}_t(1+g))^{1-\alpha}}$$

因此,

$$\widehat{L_t^E}(s) = \widehat{K_t^E}(s) \frac{\widehat{r_t}}{\widehat{w_t}}$$

$$\widehat{V_t^E}(s) = \widehat{K_t^E}(s) [\hat{\chi}_t(1+g) \frac{\widehat{r_t}}{\widehat{w_t}}]^{1-\alpha}$$

进一步可得

$$\frac{\pi_t^{E,V}(s)}{\pi_t^{S,V}(s)} = \frac{\widehat{V_t^E}(s)/\widehat{V_t^S}(s)}{\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t^E}(s)/\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t^S}(s)}$$

因此, 总产出的变化比满足

$$\frac{\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t^E}(s)}{\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t^S}(s)} = \frac{\widehat{V_t^E}(s)/\widehat{V_t^S}(s)}{\pi_t^{E,V}(s)/\pi_t^{S,V}(s)} = \frac{\widehat{K_t^E}(s)/\widehat{K_t^S}(s)}{\pi_t^{E,V}(s)/\pi_t^{S,V}(s)} (\hat{\chi}_t)^{1-\alpha}$$

最终需求部门的均衡为

$$\pi_t^{Final}(s) = \left(\frac{\lambda_t^{Final}(s)^{\frac{\rho-1}{\rho}} \widehat{p_t^{Final}(s)}}{\widehat{p_t^{Final}}} \right)^{\frac{\rho}{\rho-1}}$$

$$\pi_{jt}^{Final}(s) = \left(\frac{\tau_{jt}^{Final}(s) \widehat{p_{jt}(s)}}{\widehat{p_t^{Final}(s)}} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$$

假定中国的出口变化 $\widehat{Export_t}(s)$ 是外生的, 市场出清条件可改写为:

$$\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t}(s)\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t}(s) = \sum_s \pi_{ht}^{S,X}(s,s') \pi_{ht}^{S,X}(s,s') \pi_t^{S,X}(s,s') \pi_t^{S,X}(s,s') \widehat{p_{ht}(s)}\widehat{p_{ht}(s)}\widehat{Q_t^S}(s) \widehat{Q_t^S}(s)}$$

$$\begin{aligned} & + \sum_s \pi_{ht}^{E,X}(s,s') \pi_{ht}^{E,X}(s,s') \pi_t^{E,X}(s,s') \pi_t^{E,X}(s,s') p_{ht}(s) p_{ht}(s) Q_t^E(s) Q_t^E(s) \\ & + \pi_{ht}^{Final}(s) \pi_{ht}^{Final}(s) \pi_t^{Final}(s) \pi_t^{Final}(s) p_t^{Final} p_t^{Final} Final_t Final_t + Export_t(s) Export_t(s) \end{aligned}$$

其中 $\pi_{ht}^{S,X}(s,s')$, $\pi_t^{S,X}(s,s')$, $\pi_{ht}^{E,X}(s,s')$, $\pi_t^{E,X}(s,s')$, $\pi_{ht}^{Final}(s)$, $\pi_t^{Final}(s)$ 诸变量之含义及推导见上文附录。

同时, 动态市场出清的要求还包括:

$$p_t^{Final} Final_t p_t^{Final} Final_t = \sum_s p_t^V V_t^E(s) p_t^V V_t^E(s) + p_t^V V_t^S(s) p_t^V V_t^S(s) + Tran_t Tran_t$$

除此之外, 动态市场均衡的要求还包括:

$$Final_t = \pi_t^I \hat{I}_t + \pi_t^C \hat{C}_t$$

其中 $\pi_t^I = p_t^{Final} C_t / p_t^{Final} Final_t$, $\pi_t^C = p_t^{Final} I_t / p_t^{Final} Final_t$. 并且

$$K_t \hat{K}_t = \sum_s K_t(s) \hat{K}_t(s)$$

$$L_t \hat{L}_t = \sum_s L_t(s) \hat{L}_t(s)$$

综合上述推导, 命题 1' 和命题 2' 得证。

本文模拟动态的实现过程, 依赖初期的资本积累变动值 $\hat{K}_1^E$, $\hat{K}_1^S$, 相关数据源于《中国工业统计年鉴》。而每一期的 $\hat{s}_t$ 是外生的直接从《中国统计年鉴》获取。本文分别使用国内生产总值 (GDP) 平减指数和 PWT 的居民消费价格指数测度 $p_{ht}^V(s)$ 和 p_t^F 。最后, 通过上述价格, 结合附录中所叙述的模型中的一阶条件, 本文根据非竞争型投入产出表测算 $\lambda_t^X(s,s)$, $\tau_{jt}^X(s,s)$, $\lambda_t^{Final}(s)$, $\tau_{jt}^{Final}(s)$, $Export_t(s)$ 。

附表 2

上游度测算结果

部门	上游度	部门	上游度	部门	上游度
石油和天然气开采产品	4.045073935	信息传输、软件和信息技术服务	2.547853883	通信设备、计算机和其他电子设备	2.032500281
金属矿采选产品	4.034325503	造纸印刷和文教体育用品	2.518176171	住宿和餐饮	2.004531339
金属制品、机械和设备修理服务	3.625308507	金属制品	2.493769412	仪器仪表	1.916320454
石油、炼焦产品和核燃料加工品	3.383637344	非金属矿物制品	2.443484017	食品和烟草	1.78859892

其他制造产品及 废品废料	3. 34228769	通用设备	2. 402723985	专用设备	1. 657370412
煤炭采选产品	3. 309760282	交通运输设备	2. 385585024	房地产	1. 533630372
电力、热力的生产 和供应	3. 247568523	木材加工品和家 具	2. 364633863	研究和试验发展	1. 481244789
金属冶炼和压延 加工品	3. 209068678	批发和零售	2. 265406699	纺织服装鞋帽皮革 羽绒及其制品	1. 457173803
化学产品	3. 016061296	电气机械和器材	2. 243408291	文化、教育和卫生	1. 257111478
水的生产和供应	2. 902648144	纺织品	2. 212043903	建筑	1. 122865962
非金属矿和其他 矿采选产品	2. 760588497	燃气生产和供应	2. 211025087	公共管理和社会组 织	1
金融	2. 631683221	其他服务业部门	2. 10604103		
交通运输、仓储和 邮政	2. 57003095	农林牧渔产品和 服务	2. 059555331		