

A Three-regional Computable General Equilibrium (CGE) model for China

Li Shantong He Jianwu

Development Research Centre
The State Council, P. R. C

Paper prepared for the 15th International Input-Output Conference
Beijing on June, 2005

*Shantong Li is a senior research fellow and Jianwu He is an assistant research fellow, both at Development Research Center, The State Council, Beijing, People's Republic of China. E-mail: shantong@drc.gov.cn

【Abstract】

This paper will introduce a three regional CGE-model for China which focuses on the trade and environmental issues. China is a large country composed of more than 30 provinces and autonomous with different natural resource, comparative advantage and economic development. So it's important to introduce a degree of geographic differentiation into the analysis of China's issues that would be not suitable with a single China-wide model. This technical paper presents the technical specification of three-regional CGE model for China.

The three-region Chinese CGE model introduced in this paper is an extension of the two-region Chinese CGE model that had been Development Research Centre, PRC. To build the three regional (Guangdong, Shanxi, and rest of China) CGE model, 2 typical provinces will be chose, the first one is Guangdong province, the other one is Shanxi province. Guangdong province locates in southern China, neighboring Hong Kong and Marco. As one of the largest economies in China, it accounts for nearly 35 percent of national foreign trade in 2003. The development of Guangdong since 1978 and its economic structure could be a representation of China's coastal area. Shanxi, the "Coal Warehouse of China", locates on the middle of North China. The output of coal in Shanxi ranks the first in China and accounts for nearly one-fourth of the country's total. According to the UNIDO technique classification, resource-based manufactured export account for 61.94% of the total manufactured export in 2000. Shanxi province is an important energy base for China and energy intensive industries play an important role in the whole economy. The emission of pollutants per unit industrial GDP is more than 2 times of national average level, even for some pollutants about 5 times. So it's important to import it into the model for the environmental analysis. The regional disaggregation in two-regional CGE model makes it possible to assess the impact on coastal and inland areas of trade and environmental policy or other policy reforms.

To compile the three regional CGE model, this paper focus on the two issues: one is the estimation of interregional trade, the other one is environment module in model. Different from the two-regional model and a single China-wide model, the interregional economic linkage is more complicated. Bilateral trade between regions is replaced with triangle trade. The estimate of the trade flows among regions is one of the most relevant problems in building multi-regional

economic model for policy analysis especially because the most common situation is a big lack of data on that trade. In China, interregional trade is not covered by official statistics.

In the first part, this paper will introduce the background of the three regional CGE model.

In the second part of this paper, more attention will be paid to the estimation of interregional trade and the interregional trade will be estimated with indirect method because of lacking of “real data”. Based on the interregional trade estimation and other data resource, the three regional SAM for China will be built. Then the paper will discuss the economic structure of the three regional CGE model.

In the third part, the topic will concentrate on the environmental part of the three regional CGE model. Based on the economic model, the model adds emission factors describing emissions of CO₂, SO₂, NMVOC, NO_x, PM₁₀, CH₄ and N₂O. Furthermore factors indicating the impact on ambient concentration and exposure will be added. Finally this model will import the impact on human health and preferably other environmental end-points like crop damage and material damage.

This paper only gives the main technical specification of the three regional CGE model for China. The object is to provide a tool for informing the debate on the economics of environmental policy in China.

【Key Words】 : Computable General Equilibrium, Three-regional Social Accounting Matrix (SAM), Three-regional CGE model

Contents

- 1 Introduction**
- 2 Economic part of the three-regional model**
 - 2.1 Data-three regional SAM
 - 2.1.1 Inter-regional trade
 - 2.1.2 Two separate trade regimes
 - 2.1.3 Different household groups
 - 2.2 CGE-Model
 - 2.2.1 Production and Factor Markets
 - 2.2.2 Interregional and Foreign Trade
 - 2.2.3 Income Distribution and Demands
 - 2.2.4 Central and Regional Governments, and Extra-budget Public Sector
 - 2.2.5 Macro Closure
 - 2.2.6 Recursive Dynamics
 - 2.2.7 Data and Parameters of the model
- 3 Environmental part of the three-regional model**
 - 3.1 Emission of Pollutant
 - 3.2 The impact on human health and other environmental end-points
- 4 Conclusion**

目 录

1 引言	1
2 三区域CGE模型的经济模块	5
2.1 模型数据集——三区域中国社会核算矩阵	5
2.1.1 区域间贸易的估计	8
2.1.2 两种贸易方式的分解	13
2.1.3 居民类型的分解	14
2.2 三区域中国CGE模型的经济模块的具体结构	14
2.2.1 生产和要素市场	14
2.2.2 地区间贸易和国际贸易	16
2.2.3 收入分配和需求	17
2.2.4 中央政府、地方政府和预算外公共部门	18
2.2.5 宏观闭合	19
2.2.6 动态特性	19
2.2.7 数据集及模型的参数	19
3 三区域中国CGE模型的环境模块	20
3.1 污染物及污染排放	20
3.2 对于健康的影响以及其他影响	21
4 总结	21
5 参考文献	21

三区域中国可计算一般均衡 (CGE) 模型

李善同 何建武

(国务院发展研究中心)

1 引言

本文所构建的三区域可计算一般均衡模型主要是基于中国单区域 CGE 模型(国务院发展研究中心(DRC), 1998)和双区域(广东和全国其他地区)CGE 模型(李善同, 翟凡, 2000, 2002), 这两个模型曾被用于分析中国加入 WTO 的政策影响。至今为研究中国问题而构建 CGE 模型已经很多, 如 Derivis, de Melo and Robinson, 1982; de Melo, 1988; Shoven and Whalley, 1992; de Melo and Tarr, 1992; Hertel, 1997; DRC, 1998; Li and Zhai, 2000. 除了少数涉及区域模型, 绝大多数全国性的单区域模型。在此我们所建立的三区域 CGE 模型主要侧重于贸易和环境方面的政策分析。

中国的区域跨度很大, 包含了 30 多个省份和自治区。不同的地区, 其资源禀赋、地理条件、基础设施、制度建设以及经济发展状况表现出很大的差异性。东部及沿海地区经济发展水平很高, 无论是人均 GDP 还是 GDP 的增长速度都排在全国的前列, 大部分的外资都集中在这些地区, 外贸增长速度很快, 但是与内陆以及西部地区相比, 资源(如土地, 能源等)较为匮乏。相反, 中西部地区资源比较丰富, 但经济发展状况较差, 尤其是西部地区, 人均 GDP 很低。在分析政策对于中国的影响时, 这种区域的差异显得非常重要。如果不考虑这些差异, 是很难全面的分析政策的影响, 因为由于这种区域的差异性必将导致政策影响的区域差异性。基于这个目的, 我们构建了这个三区域中国可计算一般均衡模型。

在我们的模型所谓的三区域是指广东 (GD, Guangdong)、山西 (SX, Shanxi) 和全国其他地区 (ROC, Rest of China)。对于模型区域的选择方面, 在不能将所有省份都一一列

入模型的情况下，我们必须依据我们研究的目的有所取舍，而将其他未单独考虑的省份合并成一个区域。模型在考虑地域差异的基础上，从模型应用的两个主要方向考虑，即贸易和环境。

从贸易角度来看，广东省位于东南沿海，紧邻香港和澳门，具有很强的地域优势，尤其改革开放以来，无论是在国际贸易还是吸引外资方面都走在全国的前列。表 1 给出 2003 年两个省份和全国的有关指标。从中可以看出 2003 年广东省进出口总额占了全国的 34%，其外贸依存度接近全国平均水平的 3 倍，当年吸引外商直接投资额占全国外商直接投资总额的 14.6%。在中国整个对外贸易中，加工贸易占据了十分重要的单位。根据海关的统计数据 1997 年，加工贸易进出口占了全部商品进口中的 46%和全部商品出口中的 49%。1997 年广东的加工贸易进出口分别占了全国加工贸易进出口的一半。因此分析贸易或者全球化的影响时，在模型中单独分析广东省是十分有必要的。

表 1 全国、广东以及山西部分指标比较 (2003 年)

指标	山西		广东		全国
		%全国		%全国	
人口 (万人)	3314	2.6	7954	6.2	129227
GDP (亿元)	2457	2.1	13626	11.6	117252
人均 GDP (元)	7435	81.7	17213	189.1	9101
进出口总额 (万美元)	52	0.6	2892	34	8510
出口	37	0.8	1537	35.1	4382
进口	14	0.3	1355	32.8	4128
FDI(万美元)	21361	0.4	782294	14.6	5350467

外贸依存度	17%	29	176%	292	60%
国际投资开放度	0.7%	19	4.8%	126	3.8%

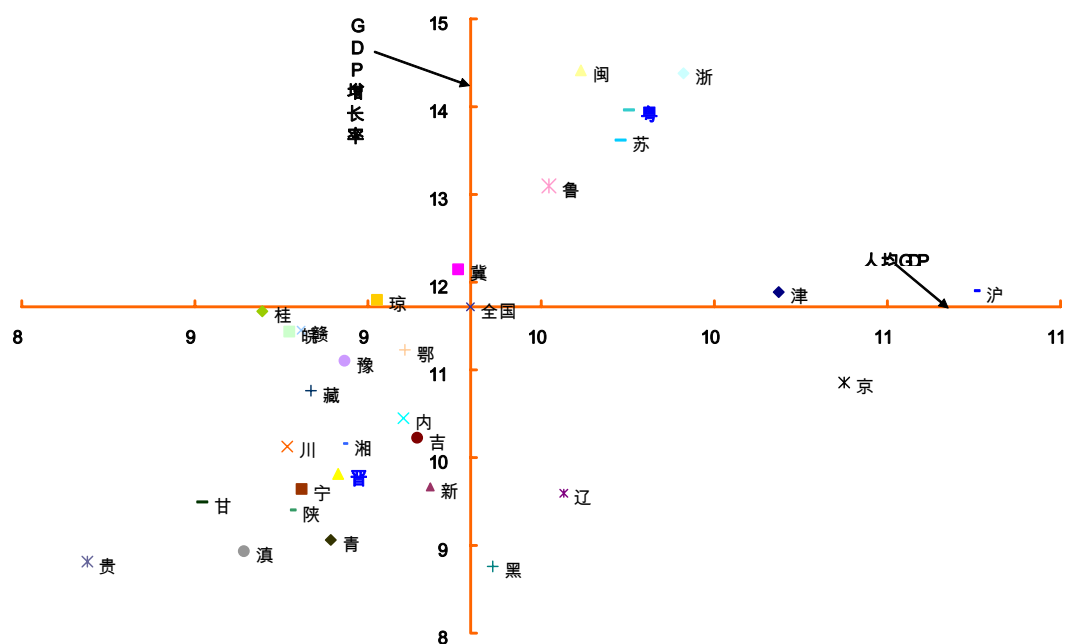
注：外贸依存度 = 进出口贸易总额/GDP

国际投资开放度 = FDI/GDP

从环境的角度来看，目前大多数的环境污染物是与能源的使用密切相关的。山西省煤炭资源极其丰富（参见表 1 所示），素以“煤炭之乡”著称于世，是我们主要的能源基地。1995 年全国第三次煤田预测资料显示，全省 2000 米煤炭资源总量为 6400 亿 t，占全国的 16%，截止 1996 年末累计探明储量 2578 亿吨，占全国 27%（其中，煤焦煤占 57%），保有储量 2613 亿吨，占全国的 27%。根据 UNIDO 的技术分类^①（UNIDO，2003），2000 年山西省制造业增加值中的 44% 来自于采掘业和以资源为基础的产业，制成品出口中的 61.94% 为以资源为基础的制成品。根据 2004 年统计年鉴的数据，2003 年山西单位工业增加值的污染排放量都在全国平均水平的两倍以上，而且基本都排在全国的前列，其中工业烟尘的排放强度达到全国平均水平的 4.6 倍。这些充分表明山西能源密集型产业占有很大的比重，污染状况较为严重。因此对于研究中国的环境问题，将山西省单独予以分析也是十分有必要的。

^① 关于具体的产业技术分类参见《工业发展报告 2002/2003——通过创新和学习参与竞争》，联合国工业发展组织，中国财政经济出版社，2003

从地区差异性的角度来看。广东省位于沿海，山西位于内陆。图 1 给出 1990~2003 年中国各省份的 GDP 增长率以及 2003 年各省的人均 GDP。图中横轴自左向右表示人均 GDP 由高向低，纵轴自下向上表示 GDP 增长率由低到高。横轴和纵轴将整个区域划分四个象限，其中右上象限表示 GDP 增长速度和人均 GDP 均高于全国平均水平，左下象限表示 GDP 增



注：图中的人均 GDP 已作自然对数处理，即横轴表示人均 GDP 的自然对数 ($\ln(\text{人均 GDP})$)

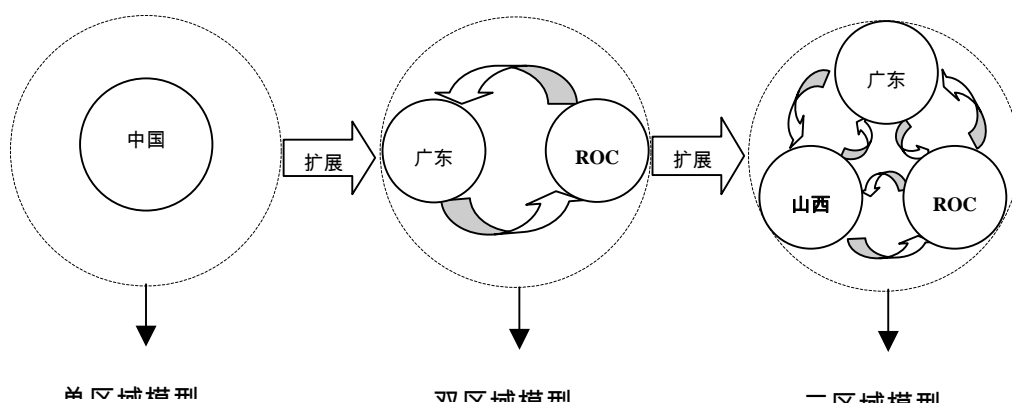
图 1 1990~2003 各省份 GDP 增长率以及 2003 年人均 GDP

长速度和人均 GDP 均低于全国平均水平。从图中可以看出广东(粤)位于右上象限，其 GDP 增长速度和人均 GDP 均高于全国平均水平，而山西位于左下象限，其 GDP 增长率和人均 GDP 均低于全国平均水平。

基于以上诸多因素的考虑，我们选定广东和山西为模型的两个典型区域，将其他省份合并统称全国其他地区，共同构成模型的三个区域。

正如前面提到的，我们三区域模型是在我们国务院发展研究中心以前开发的模型基础上构建的。但是与以前的模型相比，模型的结构方面以及数据的要求方面都作了一定变动。本文构建的三区域 CGE 模型与以前的 DRC 两区域 CGE 模型相比，其差异主要体现在国内区

域间的联系方面（见图 2 所示）。在两区域模型中国内区域间的经济联系仅设计区域间的双边经济联系，而在三区域模型中，国内区域间的经济联系扩展为三边的经济联系，包括商品的三边流动和要素的三边流动。因此在模型的结构方面和数据要求方面，尤其是贸易数据方面，与以前的 DRC 模型存在一定的差异。因此在有关模型的介绍部分，除了介绍三区域模型的具体结构，还将重点介绍与以前模型差异部分。



注：图中实线圆表示区域（国内）内部经济活动，虚线圆表示对外经济联系（在此仅指与国外的经济联系）；弧形箭头表示区域间（国内）的经济联系。

本文后面有关模型的介绍将主要分为两个部分，首先介绍模型的经济模块，沿着从基础数据到模型结构的思路分析；第二部分介绍模型中有关环境的模块。最后我们还将给出有关我们模型的几点总结。

2 三区域 CGE 模型的经济模块

这一我们将主要介绍三区域中国 CGE 模型经济模块的结构，在介绍模型结构之前有必要先介绍一下作为模型基础数据集的三区域中国社会核算矩阵（Social Accounting Matrix, SAM）。

2.1 模型数据集——三区域中国社会核算矩阵

与我们的三区域CGE模型一样，我们的三区域（广东、山西和全国其他地区）中国社会核算矩阵也是在国务院发展研究中心已经编制的两区域（广东和全国其他地区）中国社会核算矩阵的基础上编制的^②。表 2 给出三区域中某一区域的描述性宏观SAM的结构。与大多数“典型”的SAM一样，三区域宏观SAM中也包含商品、活动、要素、居民、政府以及国外等帐户。与两区域SAM不同是三区域SAM中引入了三个区域相互之间的贸易联系。由此带来对数据的要求更大。由于在目前的官方统计数据中没有区域间贸易的数据，因此在

^② 关于SAM的编制可参见

- 1 . 李善同、翟凡等《中国经济的社会核算矩阵》，数量经济与技术经济研究，NO.1，1996。
- 2 . Fan Zhai, “a social accounting matrix (SAM) for Chinese economy”, the VI INFORUM World Conference, Spain, 1998
- 3 . DRC - SAM 的网页 <http://www.drc.gov.cn/hsjz/index1.html>

表 2 1997 年三区域宏观描述性 SAM

	商品	活动	要素	居民	企业	地方	中央	公共部门自筹	资本	外省 1	外省 2	国外	合计
商品		中间投入		居民的最终消费		地方政府最终消费	中央政府最终消费	公共部门自筹支出	资本形成总额				省内总需求
活动	省内供给						出口补贴			外省调出	外省调出	出口	总销售
要素		要素收入											要素总收入
居民			劳动者报酬		企业的利润分配和转移支付	地方政府转移支付							居民总收入
企业			资本收入										企业总收入
地方政府		生产税净额		居民所得税	地方企业所得税		下拨地方政府						地方政府总收入
中央政府	关税	生产税净额			中央企业所得税	上缴中央政府							中央政府总收入
预算外体制外		预算外制度外收费		预算外制度外收费									预算外制度外总收入
资本				居民储蓄	企业储蓄	地方政府储蓄	地方政府储蓄	公共部门自筹储蓄		外省净储蓄	外省净储蓄	外国净储蓄	总储蓄
外省 1	省际调入												外省 1 总收入
外省 2	省际调入												外省 2 总收入
国外	进口												外国总收入
合计	省内总供给	总成本	要素总支出	居民总支出	企业总支出	地方政府总支出	地方政府总支出	公共部门总支出	总投资		外省总支出	外国总支出	

注：表中外省 1 和外省 2 是相对与三区域中某一区域而言的，即如果该 SAM 是广东的 SAM，外省 1 和 2 分别指山西和 ROC。

编制三区域 SAM 的过程必须对区域间的贸易数据予以估计。在此我们将重点介绍区域间贸易的估计以及分解 SAM 中贸易方式和居民类型的划分，有关 SAM 具体的编制过程请参阅脚注 2 的有关资料。

2.1.1 区域间贸易的估计

由于地区间贸易数据的匮乏，因此在构建多区域模型时区域间贸易数据的估计成为一个十分重要的工作(Renato Paniccìa, 2002)。目前大多数国家的官方的统计数据中都没有地区间贸易的数据 (Pedro Ramos et al., 2003)。目前在中国的官方公布的统计数据中也没有地区间的贸易数据，因此我们在构建三区域之前必须自己估计区域间的贸易数据。

目前对于地区间贸易数据的估计方法主要可以分为两类，即直接估计方法和间接估计方法 (Carlos Llano Verduras ,)。直接估计方法主要是通过地区间各种交通运输数据来估计地区间贸易，工作量较大且需要充分的数据。而间接方法则是基于各种假设基础上的贸易模型，如引力模型来估计地区间贸易，工作量较小且对数据的要求较少。由于数据的限制，在此我们采用间接方法估计地区间贸易数据，即基于引力模型来估计地区间贸易。

目前我们可以通过已有的投入产出表的数据和海关的国际贸易数据推算出广东和山西各部门的流入 (不包括进口) 和流出 (不包括出口) 数据。由于地区投入产出表中的服务贸易数据质量较差，以此在我们估计过程中，我们仅估计商品贸易数据，对于地区间服务贸易我们全部采用净流出。

表 3 三区域贸易矩阵

区域	GD	SX	ROC	流出合计
----	----	----	-----	------

GD		T_{12}	T_{13}	OF_1
SX	T_{21}		T_{23}	OF_2
ROC	T_{31}	T_{32}		OF_3
流入合计	IF_1	IF_2	IF_3	

注: GD-广东省, SX-山西省, ROC-全国其他地区.

表 3 给出了三区域的贸易矩阵。表中行表示流出，如表中第二行表示从广东流向山西和全国其他地区的贸易数据；表中列表示流入，如表中的第二列表示从山西和全国其他地区流入广东的贸易数据。 T_{ij} 表示从*i*地区调往*j*地区贸易量。目前表中我们已知的数据有 OF_1 、 OF_2 、 IF_1 、 IF_2 和 $OF_3 - IF_3$ (或 $IF_3 - OF_3$)，即广东和山西的流入和流出以及全国其他地区的净流出^③。因此我们需要在这些已有的数据基础上估计贸易矩阵中所有的 T_{ij} 。

其中存在四种情况下，我们可以直接得到贸易矩阵的数据^④：

① OF_1 和 IF_1 为 0；

② OF_2 和 IF_2 为 0；

③ IF_1 和 IF_2 为 0；

④ OF_1 和 OF_2 为 0；

以第一种情况为例，如果 $OF_1 = 0$ 且 $IF_1 = 0$ ，则

$$T_{12} = 0, T_{13} = 0, T_{21} = 0, T_{31} = 0,$$

$$\Rightarrow \begin{cases} OF_3 = T_{32} = IF_2 \\ IF_3 = T_{23} = OF_2 \end{cases}$$

其他情况下则需要我们采用其他的方法来估计贸易矩阵中的各个元素。为此我们

^③ 全国其他地区的净流出来自于三个区域总流入必须等于三个区域的总流出。

^④ 在此我们假设不存在转口贸易。

引入引力模型。虽然目前引力模型由于缺乏理论基础而备受争议，但是在没有更好的数据的情况，引力模型不失为一种十分有用的地区间贸易估计方法。

在引力模型首先需要引入的变量就是距离。对于一些笨重的商品来说，距离成为决定地区间贸易量一个十分重要的因素。同时目的地的总需求和来源地的总供给也应该予以考虑。另外还有一个十分重要的因素部门开放度，反映该地区该部门与外界的联系紧密程度。最后各地区的经济规模也是影响地区间贸易量的重要因素，也被引入模型。

在后面的分析中，对于某一商品部门，我们采用的引力模型的形式如下：

$$T_{ij} = \alpha \frac{D_j S_i (GDP_i)^{\gamma_1} (GDP_j)^{\gamma_2} (OI_i)^{\delta_1} (OI_j)^{\delta_2}}{TDS (d)^\beta}$$

其中，下标*i*表示来源地，下标*j*表示目的地； D_j 表示*j*地该部门的总需求； S_i 表示*i*地该部门总供给； TDS 表示三个区域总需求（或总供给）之和； GDP 在此作为反映地区经济规模的变量； OI 为地区国内开放度^⑤； d 为地区*i*和*j*间的距离； α, β, γ 和 δ 为参数。

对于某一部门， D, S, TDS, GDP, OI (除 ROC) 和 d ^⑥ 可以从地区投入产出表、统计年鉴以及其他的有关数据中得到。为了得到贸易矩阵中的各元素，必须估计 α, β, γ 和 δ 。为此我们设计如下规划：

^⑤ 在此，某一地区某部门的国内开放度为该地区的总流入流出之和除以该地区该部门总产出。

^⑥ GD 和 SX 之间的距离采用的省会城市间的距离， GD （或 SX ）与 ROC 之间的距离采用的是 GD 与 ROC 各省份省会城市距离根据各省份 GDP 总量加权的結果。

$$\min \text{ destination} = \sum_j \left(\sum_i T_{ij} - IF_j \right)^2$$

s.t.

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{ij} = \alpha \frac{D_j S_i (GDP_i)^{\gamma_1} (GDP_j)^{\gamma_2} (OI_i)^{\delta_1} (OI_j)^{\delta_2}}{TDS (d)^\beta} \\ \sum_j T_{ij} = OF_i \\ OI_{ROC} = \frac{(IF_{ROC} + OF_{ROC})}{OUTPUT_{ROC}} \\ \sum_j IF_j = \sum_i OF_i \\ T_{ij} \geq 0 \\ IF_{ROC}, OF_{ROC} \geq 0 \end{array} \right.$$

在规划中，在满足引力模型的基础上，我们控制行和，即使得各地区估计的流往其他地区的贸易量之和必须与该地区总流出相等，同时使得各地区估计的流入该地区的贸易量之和必须与该地区总流入之差的和最小。在求解规划过程中，我们采用 GAMS 程序。

至此，我仅完成了第一步，因为在上面的规划中我们仅约束了行和，没有将列和约束加入。在最后我们得到的贸易矩阵中行和控制列和控制必须同时满足，为此我们设计第二个规划：

$$\min \text{ destination} = \left(\sum_i T_{i,ROC} - IF_{ROC} \right)^2 + \left(\sum_j T_{ROC,j} - OF_{ROC} \right)^2$$

s.t.

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{ij} = T_{ij}^0 Adjrow_i Adjcol_j \\ \sum_j T_{ij} = OF_i \quad , i = "GD", "SX" \\ \sum_i T_{ij} = IF_j \quad , j = "GD", "SX" \\ Adjrow_i, Adjcol_j \geq 0 \\ T_{ij} \geq 0 \end{array} \right.$$

其中， T_{ij}^0 、 IF_{ROC} 和 OF_{ROC} 来自于第一个规划的结果。 $Adjrow_i$ 和 $Adjcol_j$ 为规划变量，与 RAS 法中的 R 和 S 比较接近。

当然第二个规划还可以采用最小熵的方法替代：

$$\min \text{ entropy} = \sum_i \sum_j \left(\frac{T_{ij}^0}{OF_j} \text{LN} \left(\frac{T_{ij}}{T_{ij}^0} \right) \right)$$

s.t.

$$\begin{cases} \sum_j T_{ij} = OF_i & , i = "GD", "SX" \\ \sum_i T_{ij} = IF_j & , j = "GD", "SX" \\ T_{ij} \geq 0 \end{cases}$$

求解第二个规划，我们就可以得到最后的贸易矩阵。

表 4 给出第一次规划结果中的 β 值， β 值主要反映了商品的地区间贸易与地区间距离的关系。从表中的结果来整体来看，似乎规律性不强，尽管有一些不容易运输的商品的 β 值较大，一些比较容易运输的商品 β 较小。相反也些不容易运输的商品的 β 值较小，一些比较容易运输的商品 β 值较大。为了对估计的结果作进一步的检验，我们利用交通运输年鉴公布煤的省际间铁路运输的数据^①。通过统计分析，我们发现估计的省际贸易数据与公布的省际间铁路运输数据间的相关系数为 0.82，在一定程度上说明估计的地区间贸易数据有一定的可信度。

^① 之所以利用煤的运输数据，主要基于两方面的考虑，一方面运输年鉴公布省际间运输数据的商品品种非常少，而有些部门本身涉及多种商品；另一方面在煤的各种运输方式中，铁路运输的比重较高，而其他商品的各运输方式中，铁路运输的比重较低。

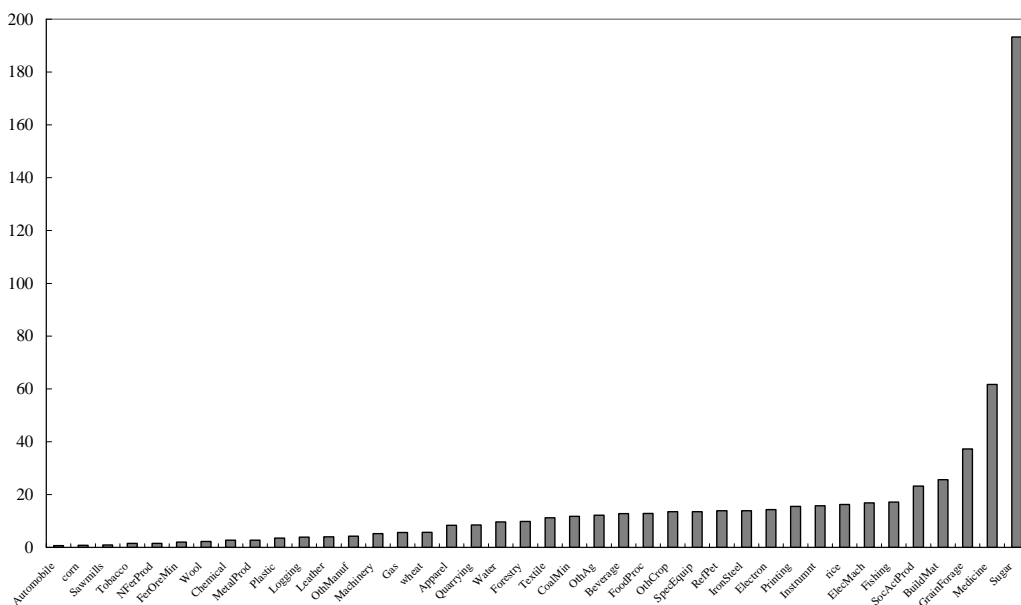


图 3 各商品部门规划求解的B值

2.1.2 两种贸易方式的分解

与DRC以前的CGE模型一样，本文的三区域CGE模型中也区分了两种不同的贸易机制，一种是出口加工（或出口促进）机制，它更为开放，大部分外资企业和部分出口导向的国内企业参与了这一机制；另一种是传统的，但也在逐步改革的普通贸易机制。1979年9月，国务院正式颁发了关于《发展对外加工装配和中小型补偿贸易办法》，使来料加工业务做为利用外资、扩大出口的一种灵活贸易方式，在全国范围内迅速展开。90年代以来，加工贸易快速增长。根据海关的统计数据，2003年出口总额中的55.17%为加工贸易出口，进口总额中的39.47%为加工贸易进口。因此在分析贸易问题时，引入双重贸易机制对于结果的合理十分重要，正如2003年Ianchovichina指出在分析中国加入WTO时如果未考虑相应关税免税项目，其结果将是贸易被高估了40%，有些部门的出口将被高估90%（Ianchovichina，Will Martin，2004）。因此三区域SAM中国际贸易和生产活动都区分一般贸易（生产）和加工贸易（生产）^⑥。

^⑥关于SAM具体的分解过程参见Fan Zhai, "a social accounting matrix (SAM) for Chinese economy", the VI INFORUM World Conference, Spain, 1998

2.1.3 居民类型的分解

90年代以后随着中国经济的发展，中国居民的收入差距在不断扩大。根据世界银行的研究，中国80年代初期基尼系数为0.28，1995年为0.415，1999年为0.437，到2001年这一指标进一步上升到0.45。由于收入水平的差异，导致各种行为（消费、储蓄等）的差异，政策影响的结果必将存在一定的差异。为了刻画政策冲击对于不同收入阶层居民的差异性影响，首先在SAM中我们根据统计年鉴的划分方式将城乡居民分别按照收入水平的差异划分成7组居民。同时我们根据统计年鉴公布的不同居民组的收入结构和消费结构以及各地区的投入产出表的数据，将SAM中的居民的收入和支出都分解成14组（城乡居民各7组）。

2.2 三区域中国CGE模型的经济模块的具体结构

在此我们构建的三区域CGE模型包括广东、山西和中国其他地区三个区域，每个区域都有各自的需求、生产和贸易结构。模型的具体结构基本大多与原来的两区域（广东和全国其他地区）CGE模型一致。

每个区域都包含53个生产部门，5种生产要素以及14组居民（城镇和农村两类各7组居民）。53各部门包括10个农业部门，5个采掘业部门，29个制造业部门和1个公共事业部门（电、汽、水）以及8个服务业部门。在各种生产要素中，劳动和资本被所有生产部门使用，土地只投入到农业部门生产中。另外该模型还将劳动力划分为三类：农业劳动力，生产工人和技术工人。

2.2.1 生产和要素市场

模型假设每一部门存在两类竞争性企业，即普通企业和出口加工企业。同一部门的两种企业生产同样的产品。普通企业生产出的产品根据收入最大化原则按常转换弹

性(CET)函数在出口与国内市场间分配，而出口加工企业的产品全部出口。

所有的生产部门采用规模报酬不变的生产技术，并按成本最小化的原则决策。生产过程采用多层嵌套的不变替代弹性(CES)生产函数描述的。第一层根据 CES 生产函数，总产出由初始要素与能源投入的组合(增加值 - 能源束)，以及其他中间投入共同决定。第二层，其他中间投入合成束按里昂惕夫结构分解为各种中间投入，即假设它们之间不存在可替代性。在同一层次上，增加值 - 能源束被分解为总劳动与能源 - 资本束，前者可进一步分解三类不同的劳动力，后者则分解成能源与资本 - 土地束。最后，能源再分解为三种不同的类型，而资本 - 土地束在农业部门分解为资本和土地。

模型区分两种资本，“新”资本和“旧”资本。模型中区分了新和旧两种资本。这种资本年代 (vintage) 结构的假设可以允许生产函数中的替代弹性根据资本的年代不同而有所差别。模型也反映了资本市场的调整刚性。模型假设新资本品是同质的而旧资本品由二级市场来提供。在动态模拟中，当一个部门处于收缩之中，已配置在该部门的资本可以部分转移出来。这种旧资本的供给曲线是旧资本相对回报率的常弹性函数。旧资本相对与新资本的回报率越高，其供给就越多。但是旧资本的回报率不能超过新资本的回报率。在一个部门内部，资本在普通加工企业和出口加工企业间是完全流动的。

假设所有的商品和要素市场都通过价格出清。资本和劳动力在各部门之间是完全流动的。因此对于资本和劳动力来说，各部门资本回报率相同，各种类型的劳动力都存在一均衡工资。农业劳动力仅在农业部门工作而生产性工人仅在非农业部门工作。在生产函数中农业劳动力和生产性工人是不能相互替代的。在中国，尽管情况已有很大改变，农村劳动力向城镇转移仍存在一定的壁垒。这些壁垒主要包括现存的户籍制度以及在就业、受教育和社会保障方面农村人口与城市人口的不平等待遇。该模型假

设农业劳动力和生产工人间存在部分流动以反映这一分割的劳动力市场。农业劳动力和生产工人间的转化通过不变转换弹性函数(CET)来实现，模型假设农业劳动力和生产性工人根据 CET 方程可以相互转化，即这种转化取决于农业劳动力和生产性工人的相对工资以及不变的转换弹性。

模型假设要素在地区间不完全流动，用 CET 函数描述资本和劳动力在地区间的流动。资本流动取决于地区间资本的相对报酬和固定的转换弹性，而劳动力流动决定于相对工资率和固定的转换弹性。模型假设地区间要素流动是非完全的以反映体制、政策和居民的居住地偏好对区域间要素流动的影响。地区间资本的流动取决于地区间资本收益率的比率和固定的转换弹性；劳动力的流动取决于地区间劳动力的实际收入的比率和固定转换弹性。劳动力的实际收入定义为工资加上人均净转移收入。由于数据的缺乏，目前模型中要素的流动，我们假设仅发生广东和全国其他地区以及山西和全国其他地区。

2.2.2 地区间贸易和国际贸易

由于中国在世界市场上的很小的贸易份额，模型假设以国外货币计算的进口价格外生(价格弹性无穷大)，即国内的进口需求不会影响进口品的国际价格。出口需求用不变弹性的需求曲线描述，其价格弹性较高但不为无穷大，这意味着中国的出口对国际市场价格有很有限的影响力。

普通企业生产出的产品在国内市场与出口之间分配以最大企业的利润，在这两者间的转换不是完全弹性的。出口加工企业的产出全部销售到国际市场。模型假设加工贸易出口品和普通出口品不是同质商品，即它们是不完全替代的，模型采用 CES 集结函数来形成一类合成出口品。这里实际是假设世界其他地区的购买者选择这两种出口的组合以最小其成本。

国内普通厂商在国内的销售按嵌套的 CET 函数区分为本地销售和外地销售。在第一层，每个地区的商品生产者最优化其在本地市场销售和外地销售的比例。在第二层，销往外地的商品再按最优比例区分为往中国各个贸易区的销量，此销量是各地相对价格的函数。

模型假定来自产品根据产地而区别，即遵循 Armington 假设(Armington, 1969)。模型采用一个三层嵌套的 CES 函数来表示每种 Armington 合成商品。在第一层，国内购买者选择国内产品和总进口品的最优组合，此最优组合根据国内品和进口品的相对价格和替代程度确定。在第二层，总进口进一步被分解为一般贸易进口、免税的进口投资品和转到国内市场的部分加工贸易进口品，这一层同样是用 CES 函数来描述。其最优比例由三类进口品的相对价格和替代程度决定。在此，由于对后两类进口的免税，不同进口类别的进口价格是不同的。同在第二层，国内产品被分解为本地产品和来自中国其他地区的产品的。在第三层，来自中国其他地区的产品的又区分为来自中国的不同贸易地区的产品。

2.2.3 收入分配和需求

要素收入被分配到模型中的 4 个主要机构帐户：企业、居民、政府以及预算外的公共部门。

居民收入包括资本收入、劳动力收入和土地收入。同时还包括企业分配的利润和从政府和国外获得的转移收入。另外所有的进口和出口配额“租”也都分配给居民。模型假设农村居民获得所有的土地租金。农村居民的劳动力收入来源于农业劳动力和生产工人的收入，而城镇居民的劳动力收入则来源于生产工人和技术工人的收入。对于农业劳动力与生产工人间劳动力的转移，如果一部分农业劳动力转移到非农业部门而成为生产工人，其作为生产工人的收入将分配给农村居民；反之亦然，即如果生产工人

转移到农业部门而成为农业劳动力，其工资收入将依据生产工人收入的分配比例在农村居民和城镇居民间进行分配。资本收入在居民和企业间进行分配。企业税后收入中有一部分以固定份额分配给居民，此固定份额由居民拥有的资本比例所决定；企业收益还有一部分以“费”的形式支付给预算外部门。税后企业收益减去前面已分配的两部分即为企业留成，即企业储蓄，用于新的投资和折旧。

居民的可支配收入从支出的角度来看包括两部分：居民对商品和劳务的消费以及居民储蓄。在满足其预算约束的条件下居民最大化自己的效用，其效应函数用 Stone-Geary 效用函数描述，由此导出的居民需求函数为扩展的线性支出系统(ELES)。储蓄以消费物价指数作为其价格被纳入居民的效用函数。社会总消费和投资需求按固定支出份额的函数刻画。

模型假设存货变动全部来自国内产品。中间投入、居民消费以及其他最终需求形成了对同一类阿明顿合成商品的总需求。

2.2.4 中央政府、地方政府和预算外公共部门

本模型与 DRC 以前的两区域模型一样区分了中央政府和地方政府两级政府。各级政府从生产者、居民和国外部门征收税；向居民提供转移，以及提供公共产品。中央政府与地方政府之间还存在着转移支付。中央政府收入包括企业所得税、进口关税和各种间接税。地方政府收入包括企业所得税、居民所得税和各种间接税。模型中间接税包括两类。其中增值税在 1994 年税制改革以后已成为间接税中最重要的部分，其税基为部门的增加值，等于部门增加值乘以相应的税率。四分之三的增值税收入由中央政府获得，其余归地方政府。对进口也征收增值税，而企业产品出口时将获得出口退税。另外一类是其他间接税，它包括各种农业税和针对建筑业和部分服务业的营业税等，其税基为部门总产出。预算外公共部门的收入来源于向企业和居民征收的费，它

一部分用于消费，其他形成储蓄。预算外公共部门消费和政府消费一起构成社会总消费。

2.2.5 宏观闭合

宏观闭合决定下列三个宏观帐户以何种方式实现平衡：i) 政府预算；ii) 储蓄 - 投资；iii) 国际收支。

在模型中，政府的实际支出和实际储蓄都是外生的。除了增值税是内生于政府的预算平衡，其它的税率和转移支付都是固定的。各种投资支出的总和等于各种储蓄的总和，各种储蓄包括企业储蓄，居民储蓄，政府储蓄，预算外公共部门储蓄和国内外资本净流入。模型中总投资是由各储蓄组成部分的和内生决定的。这一特性在 CGE 理论中通常称为新古典闭合原则。

以世界价格计算的进口总值等于以世界价格（即包括出口税和补贴）计算的出口总值与国外净转移、要素净回报以及净国外资本流入之和。模型中的汇率将世界价格（如以美元计算的价格）转换为国内价格。国外帐户通过实际汇率的变动来实现均衡。

2.2.6 动态特性

三区域中国 CGE 模型也采用一个简单的递推动态结构，它假设经济主体基于对价格和数量的静态预期作出决策。模型中动态特性来源于生产要素的积累和生产率的变化。模型的基年是 1997 年。以后各时期之间由生产要素的增长（劳动力/土地）和积累（资本），以及生产率的变化所联系。

2.2.7 数据集及模型的参数

模型的数据基础是前面介绍的 1997 年三地区的中国社会核算矩阵（SAM），它是在 DRC 两区域 SAM 和山西省的投入产出表的基础上建立的。SAM 为 CGE 建模提供

了一个一致完整的核算框架。它将相关的流量数据组织在一起，为 CGE 模型提供了一个数据基础。模型中的一些关键参数、尤其是各种替代弹性和收入弹性，主要是通过检索相关文献获得。其他的参数——主要是转移参数和份额参数——则利用基年的数据和外生给定的关键参数，通过标定方法得出。

3 三区域中国 CGE 模型的环境模块

环境问题日益成为人们关注的焦点。为了便于分析政策冲击对于环境的影响，我们在三区域 CGE 模型中引入环境模块。

3.1 污染物及污染排放

在我们的模型中我们引入七种污染物，分别是 CO₂、SO₂、NMVOC、NO_x、PM₁₀、CH₄ 和 N₂O。基于 Dessus 等人的研究成果 (O'Connor 等，2003)，模型引入如下的污染排放方程：

$$E = \underbrace{\sum_i \sum_j \alpha_{i,j} C_{i,j}}_{\text{I}} + \underbrace{\sum_i \beta_i XP_i}_{\text{II}} + \underbrace{\sum_j \gamma_j XA_j}_{\text{III}}$$

与中间投入
与各部门产出
与最终需求

其中， i 表示部门， j 表示被消耗的商品。 C 表示中间投入， XP 表示各部门的总产出， XA 表示最终消费， α_{ij} 表示 i 部门消耗单位 j 商品带来的污染排放量； β_i 表示 i 部门单位产出直接带来的污染排放量； γ_j 表示消耗单位 j 商品带来的污染排放量。因此上面等式右边的三项依次表示与中间投入、部门产出和最终消费相关污染排放量。

通常减少某一部门的污染排放量有三种方法：其一，减少部门的产出规模；其二改变投入结构，采用更为洁净的投入品；最后采用污染排放过程中采用减排设施或者

减排技术减少污染排放强度 (O'Connor 等 , 2003)。其中前面两种方法利用上面提到的污染排放方程就可以刻画。对于第三种方式 , 模型将采用外生参数来调整上面污染排放方程中的参数。

3.2 对于健康的影响以及其他影响

基于目前相关的研究 , 如 O'Connor 等(2003 , 2004) , Garbaccio 等(2000) , Lvovsky 等(2000) Aunan 和 Li (1999) 以及世界银行(1997) , 模型将分三步分析污染排放对于健康的影响。首先 , 引入污染扩散模型 (dispersion model) 分析各种污染物排放对空气状况的影响 ; 其次通过引入剂量反应函数 (dose-response function) , 分析空气状况变化对死亡率以及其他健康状况的影响 ; 最后通过 VSL (Value of a statistical life)的引入 , 分析死亡率以及其他健康状况的变化的经济成本 , 从而达到对于环境影响的经济成本的分析目的。

4 总结

本文主要介绍一个三区域中国 CGE 模型的主要结构 , 包括模型数据集的准备 , 模型的经济行为的刻画以及环境影响的分析等等。构建三区域的中国 CGE 模型的目的在于为今后有关中国的贸易政策和环境政策以及其他相关的政策的影响分析提供一个定量分析的工具。

5 参考文献

- Armington, Paul S. (1969) "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production." *IMF Staff Papers*, Vol. 16, pp. 159-176.
- Aunan, K. and S. Li (1999): Health damage assessment for Guangzhou using exposure-response functions. Technical Report B7. Air Quality Management and Planning System for Guangzhou. NILU. Kjeller, Norway.
- de Melo, J.(1988), "Computable General Equilibrium Models for Trade Policy Analysis

- in Developing Countries: A Survey." *Journal of Policy Modeling*, 10(4)
- Garbaccio, R.F., M.S. Ho and D.W. Jorgenson (2000): The health benefits of controlling carbon emissions in China, in OECD (eds.) *Proceedings of a workshop on assessing the ancillary benefits and costs of greenhouse gas mitigation strategies*, OECD, Paris.
- Lvovsky, K., D. Hughes, D. Maddison, D. Ostro and D. Pearce (2000): *Environmental costs of fossil fuels: A rapid assessment method with application to six cities*, The World Bank Environment Department, Washington, DC.
- O'Connor, D., F. Zhai, K. Aunan, T. Berntsen and H. Vennemo (2003): *Agricultural and human health impacts of climate policy in China: A general equilibrium analysis with special reference to Guangdong*, OECD Development Centre Technical Paper no 206, OECD, Paris.
- World Bank (1997): *Clear water, blue skies: China's environment in the new century*. Washington, DC.
- Zhai, Fan and Li, Shantong (2000). "The Implications of Accession to WTO on China's Economy," *Third Annual Conference on Global Economic Analysis*, Melbourne, Australia, June 27-30.