

2010

中国投入产出 理论与实践

INPUT-OUTPUT THEORY AND PRACTICE IN CHINA

主编 彭志龙 刘起运 佟仁城
主审 陈锡康

 中国统计出版社
China Statistics Press

2010 中国投入产出 理论与实践

INPUT-OUTPUT THEORY AND PRACTICE IN CHINA

主编 彭志龙 刘起运 佟仁城
主审 陈锡康

 中国统计出版社
China Statistics Press

(京)新登字 041 号

图书在版编目(CIP)数据

中国投入产出理论与实践. 2010 / 彭志龙, 刘起运,
佟仁城主编. —北京: 中国统计出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-5037-6376-2

I. ①中… II. ①彭… ②刘… ③佟… III. ①投入产
出分析—中国—文集 IV. ①F223-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 198069 号

中国投入产出理论与实践 2010

作者/彭志龙 刘起运 佟仁城

责任编辑/徐颖

装帧设计/李雪燕

出版发行/中国统计出版社

通信地址/北京市西城区月坛南街 57 号 邮政编码/100826

办公地址/北京市丰台区西三环南路甲 6 号

网 址/www.stats.gov.cn/tjshujia

电 话/邮购(010)63376907 书店(010)68783172

印 刷/河北天普润印刷厂

经 销/新华书店

开 本/787×1092 mm 1/16

字 数/955 千字

印 张/39.75

版 别/2012 年 3 月第 1 版

版 次/2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5037-6376-2/F. 3054

定 价/128.00 元

中国统计版图书, 版权所有, 侵权必究。

中国统计版图书, 如有印装错误, 本社发行部负责调换。

《中国投入产出理论与实践 2010》编辑委员会

主 编：彭志龙 刘起运 佟仁城

主 审：陈锡康

副 主 编：（以姓氏笔画为序）

马振洲 齐舒畅 陈 璋 李善同

张亚雄 杨翠红 赵炳新 潘文卿

编辑人员：夏 明 许 健 刘慧平 刘秀丽

邱 琼 张红霞

编者说明

中国投入产出学会第八届年会于2010年8月16日~18日在山东威海召开。这次年会的参会人员近130人,收到会议论文达120篇。这些论文既有关关注经济热点问题的应用研究,也有关于基础理论与方法的探讨。这反映了投入产出方法对于当前中国经济分析具有重要的理论与应用价值,以及由此所引起的全社会的关注与兴趣。这次年会,来自高校与科研单位的参会人员进一步增加,更多不同研究领域的科研单位也加入到投入产出研究中。一些国际学者也参加了会议,并做了大会报告。投入产出方法由于其涵盖的研究领域非常广,它不只是一个经验研究方法,也是理论经济学的一个重要组成部分,同时还是国民核算体系(SNA)的一个重要组成部分。通过年会的召开,这么多来自不同单位的研究者聚集在一起,相互交流,极大地推动了投入产出研究的进一步深入开展。

按照惯例,这次年会也在会议结束后由学会秘书处组织专家对参会论文进行匿名评审,经过筛选编辑出版本论文集。这次年会继续延续之前年会的做法,开展了优秀论文的评审工作,通过专家评审选出了7篇优秀论文。这些优秀论文也都编入了本论文集中。

本论文集集中的论文仍分专题归类,与当时会议分组讨论的专题基本保持了一致。共分五个专题:一是投入产出基本理论与方法研究,二是经济结构调整与宏观调控,三是区域经济与国际经济,四是资源与环境问题,五是投入产出表编制技术与方法。

由于水平有限,不足与错误之处恳请广大读者批评指正!

编 者

2011年10月

目 录

专题一 投入产出基本理论与方法研究

投入产出技术在国际上的部分发展与应用情况/陈锡康	3
基于生产时滞的 Leontief 逆矩阵/佟仁城 许 健	18
区域非线性动态投入占用产出优化模型的研究/宋 辉 李壮壮 弓艳华	35
基于投入产出技术的产业复杂网络建模及应用/赵炳新 尹 翀 刘荣坤	44
最终产品率和产业结构协调的理论与实证/徐大举 王伟平	58
基于占用系数的新型动态投入占用产出模型/张红霞	71
部分消费内生化的投入产出局部闭模型/陈全润 杨翠红	78
试论投入产出分析的若干方法论问题/陈 璋 陈大权 徐宪鹏	92
对经典投入产出分析价格影响模型的综合改进/韩一杰 刘秀丽	103
基于最小生成树理论的中国 ICT 产业区域专业化水平分析/蒋雪梅	116
基于广西投入产出表的 DEA 分析及实证研究/石东阳	127
后向关联的稳定性和相关性研究/叶安宁 张 敏	138
最终需求拉动型投入产出模型的构建和比较分析/郑珍远 陈 楠	151

专题二 经济结构调整与宏观调控

中国 1994 年分税制改革的流转税效应/长谷部勇一 申雪梅	163
基于投入产出表的我国产业结构实证分析/徐丽梅	175
探寻我国非农就业人数增长的背后因素/王会娟 陈锡康	186
投入产出技术在研究扩大内需措施中的应用/胡国强	198
金融危机背景下我国居民消费潜力、经济增长、投资效应及其资源环境影响的测算/ 刘秀丽 祝坤福 夏 炎 王会娟 段玉婉 韩一杰	205
基础产品价格上涨的影响链分析/张红霞 严晓晴 林 丹	212
中国通信业的关联性影响/刘 宇	223
财政投资对商业银行信贷结构影响的实证研究/ 邓志国 侯荣华 唐志鹏 陈锡康	232
发展高新技术产业对城乡居民就业和收入影响的传导研究/杨中卫 范 金	239
推动产业结构战略性调整 加快发展方式根本性转变/ 姜玉山 陈汉臻 刘福军 山军勇	251
经济周期波动与行业景气变动/任泽平 陈昌盛 张宝军	265
房地产业发展对四川经济的影响研究/李兴怀 王 智	281
天津市分行业就业潜力的投入产出分析/韩 维	290
基于投入产出模型的基础产品价格变化的传导影响分析/邱金凤	299

专题三 区域经济与国际经济

中国三大增长极生产性服务业比较研究/潘文卿 张亚雄	311
基于投入产出技术的中国对外贸易与经济增长相互影响效应分析/ 祝坤福 杨翠红 陈锡康	324
美国、日本、印度和中国四国信息产业比较分析/刘 用 杨翠红	332
人民币升值对中国经济的影响/谢培秀 郭 云	343
北京市交通对国民经济增长贡献率测算研究/魏小真 颜 平 高永亮 刘 莹 ..	350
广东省与台湾地区经济结构的比较分析/袁建文	357
全球化对中国长三角地区居民消费行为的影响研究/袁小慧 范 金 严斌剑 ..	368
地方政府支出对居民公共服务消费影响的短期动态研究/任 会 范 金	381
从产业关联看甘肃产业结构的调整方向/钱兰兰	393
河北省产业结构的部门关联研究/王振涛	404
从投入产出表看浙江经济的可持续发展/马 忠 胡 科	409

专题四 资源与环境问题

北京市各部门用水的投入产出分析/魏小真 颜 平 高敏雪	421
二氧化碳减排与区域经济发展/何建武 李善同	434
北京市能源和水投入产出价格影响模型的实证研究/魏小真 颜 平 廖明球 ..	446
中日贸易的虚拟水含量及其贸易代价/张 晓	458
上海碳排放强度结构分解分析/付 雪 王桂新 李纬纲	469
节能减排投入产出模型设计研究/廖明球	477
投入产出分析在实施建筑节能标准经济 and 环境影响测算中的应用/刘秀丽 杨翠红	485
区分加工贸易的非竞争型能源经济环境混合模型的建立和应用/夏 炎 杨翠红 ..	497
基于投入产出分析的开放经济系统能源消耗强度体系/王玉潜 袁建文	508
房地产市场调控措施对我国电力需求的影响研究/单葆国 黄 清 谭显东	524
产业结构变动对四川能源消费的影响分析/李兴怀 黄亦元	532
汶川大地震间接损失测算方法及实证研究/向蓉美	540

专题五 投入产出表编制技术与方法

对供给使用核算的初步研究/齐舒畅 刘慧平	551
我国宏观经济的资金关联结构特征/胡秋阳	557
中国高新技术产业投入产出表和社会核算矩阵的编制/张同斌 刘 敏	574
不变价格投入产出表编制及应用中的若干理论问题/刘新建	585
中国区域间投入产出模型方法与研制/张亚雄 赵 坤 李继峰 刘 宇	594
“碳排”投入产出表的编制及其应用研究/葛守中	604
关于地区投入产出表流出流入流量编制方法的研究/李艳彪 张吉良	616
上海市金融业投入产出研究/王震颖	621

专题一

投入产出基本理论与方法研究



投入产出技术在国际上的部分发展与应用情况

陈锡康

一、投入产出技术的发展趋势

国际投入产出技术发展趋势如下：

第一，编制投入产出表的工作经常化和制度化，投入产出表已成为国民经济核算体系中的一个有机组成部分，并由政府部门承担编表工作。根据国际投入产出协会 2000 年年度报告宣称，目前世界上有 80 多个国家经常编制投入产出表，一些主要国家，如美国、日本、荷兰、加拿大和澳大利亚等 OECD 国家，中国等发展中国家都每隔 4~5 年定期编制投入产出表。

第二，投入产出技术与其他经济分析方法和数学方法日益融合。例如，投入产出技术和经济计量学、数学规划方法、数理统计和概率论等日益融合。在应用分析过程中各种经济分析方法密切结合。目前的发展趋势是投入产出技术与各种经济和数量分析方法，如经济计量学、数学规划、现代统计方法等密切结合。在应用过程中根据研究对象的性质、特点和要求，采用各种方法和模型，如人口统计学的发展一方面应用投入产出，另一方面大量应用马尔可夫链。以致很难说这是投入产出技术的应用或是别的方法的应用。如同诺贝尔奖金获得者、英国剑桥大学教授 Richard Stone 在第 7 届国际投入产出技术会议上关于投入产出发展情况和趋势的报告指出，“投入产出模型的发展似乎使得投入产出的核心日益难以辨别”^①。

第三，投入产出技术的应用日益深入，特别是以下六个方面的应用受到重视：

- (1) 投入产出技术与可持续发展，包括投入产出技术在能源、水资源、环境保护、温室气体排放和低碳经济等方面的应用；
- (2) 投入产出技术在对外贸易中的应用；
- (3) 投入产出技术与生产率增长；

^① Richard Stone, 1984, Where are we now? A short account of the development of input-output studies and their present trend, *Proceedings of the Seventh International Conference on Input-Output Techniques*, United Nations, pp. 439—459.

(4)投入产出技术在收入分配、包括在各部门间收入差距、地区间差距和城乡收入增长率差距等方面的应用;

(5)投入产出技术与知识创新和溢出效应;

(6)世界经济全球化,编制国际投入产出表等。

二、世界各国编制投入产出表的趋势和特点

(一)世界各国编制投入产出表的趋势和特点

目前世界各国编制投入产出表有如下趋势和特点:

第一,编制投入产出表的工作经常化和制度化。很多国家每隔 4~5 年编制一次建立在大量调查基础上的基本表。在中间年度根据需要利用 RAS 法等编制延长表。

第二,由政府部门承担编表工作。编表工作需进行大量调查研究,在大部分国家,如美国、日本、中国等通常是由政府部门承担。如美国由商务部经济分析局承担、日本由行政管理厅、农林水产省、通商产业省和运输省等共同编制,中国由国家统计局编制,澳大利亚也由澳大利亚统计局编制。

第三,普遍采用联合国统计局介绍的 UV 表法,即先通过调查确定 Use Table 和 Make Table (或 supply Table),在此基础上编制产品×产品投入产出表或部门×部门投入产出表。

很多 OECD 国家,例如美国、瑞典等,逐年公布 Make Table (或 Supply Table)和 Use Table,为及时更新投入产出表和确定投入产出分析中的技术系数,如中间投入系数、最初投入系数和最终需求系数等提供条件。

第四,由编制竞争型投入产出表转向同时编制非竞争型投入产出表。非竞争型投入产出表的特点是在投入产出表的中间投入部分区分出本国生产的中间投入和进口中间投入。鉴于对外经济联系日益广泛和深入,编制进口矩阵,为分析进出口在经济中的作用,研究外贸对本国经济的影响等提供基础资料。

第五,为进行动态研究,开始编制各种型式时间序列投入产出表。如部门数目和分类一致的时间序列表、可比价格时间序列表等。

此外,一些国家的政府部门和研究机构并开始编制世界投入产出表。

(二)编制每个年度产品×产品投入产出矩阵或计算各个年度的技术系数矩阵

1. 问题的提出

编制投入产出表有两种方法:即推导法与分解法。目前世界上大多数国家都采用联合国统计局介绍的 UV 表法,即先通过调查确定 Use Table 和 Make Table,在此基础上编制产品×产品投入产出表或部门×部门投入产出表^①。

很多国家每隔 5 年左右在普查或专门调查基础上公布一次部门分类比较详细的产品×产品投入产出表,但是在网站上公布每个年度的部门分类不太细的 Make Table 和 Use

^① 产品×产品投入产出表是指纯部门投入产出表,部门×部门投入产出表是指混合部门投入产出表。

Table。如美国商务部公布了 1997 年产品×产品投入产出表^①,于 2007 年末公布 2002 年产品×产品投入产出表,但在商务部经济分析局有关网站上逐年公布 Make Table 和 Use Table。又如瑞典 1993 年开始每年都公布 Make Table 和 Use Table,但只有 1995 年、2000 年公布产品×产品投入产出表。OECD 公布了很多国家的 Make Table (Supply Table)和 Use Table 和部分年度投入产出表。

2. 利用 Make Table 和 Use Table 表计算各个年度的技术系数矩阵。

很多经济模型都建立在投入产出基础上,普遍利用技术系数矩阵进行分析和计算,要求有各个年度的技术系数矩阵。

联合国在介绍 Make-Use Model 时提出两种假设:

(1)Commodity Technology Assumption (CTA),即产品工艺假定。假设不同部门生产的某一种产品的技术系数是相同的。

(2) Industry Technology Assumption (ITA),即部门工艺假定。假设每一个部门生产的各种产品的技术系数是相同的。

产品工艺假定比较符合投入产出原理,但有两个原因使之经常无法使用:

第一,负系数问题。因非负矩阵之逆矩阵的元素可能为负;

第二,部门数和产品数可能不相等,当出现产品数大于部门个数时,矩阵就不是方阵。不能求一般意义的逆阵。

Rudea Cantue, J. M. (Rudea, 2004)经研究认为出现负系数有三个原因:

第一,生产某一种产品可以有不同的工艺技术。如电力可有火电、水电、核电等,不同工艺技术其消耗系数显然不同;

第二,一个纯部门生产的产品种类可以很多,如钢中包括普通钢、优质钢等;

第三,Make Table 和 Use Table 矩阵元素都有误差。

实际工作中采用较多的是部门工艺假定,但与投入产出原理不一致,经常受批评。

Lars Bohlin 和 Lars M. Widell(Lars Bohlin,2006)在 Economic Systems Research 上发表论文提出利用数学规划方法计算各个年度的技术系数矩阵的方法和模型。

思想:每一个部门生产某一种产品都有其技术系数,令 b_{ijk} 为第 k 部门生产第 j 种产品对第 i 种产品的部门技术系数,CTA 假设 b_{ijk} 与 k 无关,ITA 则假设 b_{ijk} 与 j 无关而与 k 有关。计算各个年度的技术系数矩阵问题可归结为求变量 b_{ijk} 的方差达到最小的问题。

模型:以 a_{ij} 表示通常的技术系数;以 b_{ijk} 表示部门技术系数;以 W_{ij} 表示部门间中间流量; Q_j 表示 j 种产品的产量。则

$$W_{ij}/Q_j = a_{ij}$$

整个经济体中生产 j 种产品过程中对 i 种产品的中间消耗量 W_{ij} 应为

$$W_{ij} \equiv \sum_{k=1}^K b_{ijk} V_{jk} \quad (i=1,2,\dots,I; j=1,2,\dots,J) \quad (1)$$

这里, V_{jk} 表示第 k 部门生产 j 种产品的数量(由 make table 可知)。故求出 b_{ijk} 就可求出 W_{ij} 和 a_{ij} 。

^① http://www.bea.gov/bea/dn2/i-o_benchmark_1997.htm

第 k 部门耗用 i 种产品的数量 U_{ik} 应当等于

$$U_{ik} \equiv \sum_{j=1}^J b_{ijk} V_{jk} \quad (i=1,2,\dots,I; k=1,2,\dots,K) \quad (2)$$

变量 b_{ijk} 的个数为 $I \times J \times K$, 而公式 (2) 的方程个数为 $I \times K$ 个, 故由公式 (2) 不能直接计算出 b_{ijk} 的数值。如产品工艺假定成立, 则 $b_{ijk} = a_{ij}$, 问题就解决了, 这时 b_{ijk} 对 k 的方差 $\text{Var}(b_{ijk}) = 0$ 。虽不成立, 但应求 b_{ijk} 对 k 的方差即应求 $\text{Var}(b_{ij})$ 尽可能小。如部门工艺假定成立, 则 b_{ijk} 对 j 的方差 $\text{Var}(b_{ik}) = 0$ 。虽不成立, 但应求 b_{ijk} 对 j 的方差即 $\text{Var}(b_{ik})$ 尽可能小。所提出的模型如下:

目标函数:

$$\text{Min} [\mu \sum_{j=1}^J \text{var}(b_{ij}) + \omega \sum_{k=1}^K \text{var}(b_{ik})] \quad (i=1,2,\dots,I) \quad (3)$$

约束条件:

$$b_{ijk} \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,I; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K) \quad (4)$$

$$U_{ik} \equiv \sum_{j=1}^J b_{ijk} V_{jk} \quad (i=1,2,\dots,I; k=1,2,\dots,K) \quad (5)$$

这里, μ 是 CTA 的权数; ω 是 ITA 的权数。

优点:

(1) CTA 公认为比较合理, 但由于出现负系数和部门数与产品数不相等而无法使用, 此方法一方面不出现负系数, 另一方面在部门数与产品数不相等时也能使用。

(2) 此方法可混合使用两种假定。

计算结果

在瑞典利用公布的 Make Table 和 Use Table 构造四种类型具体模型:

(a) ITA

(b) CTA

(c) MIX (混合模型, ITA 和 CTA 权数相等)

(d) MIC (混合模型, ITA 权数很小)

逐年计算结果表明, 关键是每年都要计算, 用过去年度技术系数的误差很大, 而采用不同的假定、不同的权数, 计算结果会有不同, 但差别相对较小。利用 a) ITA 计算结果与公布的 1995 年、2000 年实际技术系数相比, 在商业部门误差很大。

三、投入产出技术与其他数量经济分析方法日益融合

(一) 投入产出技术与经济计量学密切结合

目前总的发展趋势是投入产出技术与其他经济分析方法和数量经济方法日益融合, 特别是与经济计量学密切结合, 投入产出分析在经济计量模型中起重要作用。经济计量学的创始人、诺贝尔经济科学奖获得者 Lawrence K. Klein 认为投入产出是经济计量模型

中的重要部分,他指出:“列昂惕夫创建的投入产出分析在数量经济学中起重要作用,是经济计量学的一个组成部分(an integral part of econometrics)。”^①

另一方面,鉴于投入产出在分析价格形成、通货膨胀、各部门价格变动相互影响,以及研究经济周期和经济波动方面有突出优点,因而,投入产出在很多宏观经济分析模型和经济计量模型中得到广泛应用。如 Lawrence K. Klein 指出,投入产出分析在研究价格形成、分析通货膨胀和经济周期波动中起重要作用。

Lawrence K. Klein 认为,投入产出在经济计量模型的作用主要有两个方面:一方面投入产出中的基本关系式,即 $AX + F = X$, 是经济计量模型中的重要部分;另一方面,鉴于投入产出在分析价格形成、通货膨胀、各部门价格变动相互影响,以及研究经济周期和经济波动方面有突出优点,如价格模型

$$P_j - \sum a_{ij} P_i = a_{vj} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

在很多宏观经济分析模型和经济计量模型中投入产出得到广泛应用。在应用中有关方法结合成一个有机整体。

目前的发展趋势是,当在宏观经济分析和宏观经济模型中需要分部门、分行业进行深入研究时通常就利用投入产出模型进行,例如:

1. 研究汇率变动,如美元贬值、人民币升值对各部门产出和各部门进出口的影响;
2. 研究国家预算变动,如国防费用增减,政府经济建设投资额增减对各部门产出和就业的影响;
3. 研究原油等进口品价格变动对各部门价格和利润的影响;
4. 研究某个部门出口增加一个单位对出口国的增加值和就业的影响等;
5. 研究银行信贷额增加,货币供应量 M_2 增加,利率变动对各部门产出增减的影响等。

1997 年美国 Stanford University Lawrence J. Lau, 加州大学教授 K. C. Fung 和香港科技大学教授 Leonard Cheng 等在承担“Domestic Value-added Induced by Exports: The Case of China”项目时,发现为分部门研究出口对中国经济的影响,不能主要依靠经济计量模型,而应当编制专门的投入产出表。为此,他们邀请陈锡康参加此项目,编制区分加工出口的投入占用产出表分部门研究出口对中国经济的 GDP 和就业的影响。

为了利用投入产出模型分部门研究某项经济政策,或某个经济现象的影响,如 M. B. Buckler 等所指出,有以下两种做法^②:

第一种做法是先用经济计量模型或其他宏观经济模型研究和得出某项经济决策的总影响,再利用投入产出模型来研究其对各个部门的具体影响。其缺点是利用经济计量模型得到的宏观经济影响与利用投入产出得出的分部门的影响经常不能匹配。

第二种做法是构造一个包括投入产出模型的总合的宏观经济模型,在此总合模型中在得出宏观影响的同时得出对各部门的影响。INFORUM 模型(Interindustry Forecasting Model at the University of Maryland)就属于后者,它把经济计量模型和投入产出模

^① Lawrence R. Klein, 1989, *Econometric Aspects of Input-Output Analysis*, Ronald E. Miller, Karen R. Polenske, Adam Z. Rose (eds.), *Frontiers of Input-output Analysis*, New York, Oxford, Oxford University Press.

^② Margaret B. Buckler, David Gilmartin, Thomas C. Reimbold, 1974, *The INFORUM Model*, Karen R. Polenske, Jiri V. Skolka (eds.), *Advances in Input-Output Analysis*, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass.

型结合在一起。

(二)投入产出技术与运筹学方法,如数学规划方法和统计方法等密切结合

早在 1986 年列昂惕夫就提出投入产出线性规划模型^①如下:

$$X - AX \geq F$$

$$k^T X \leq K^0$$

$$l^T X \leq L^0$$

$$X \geq 0$$

$$\max_{X, F} P^T F$$

这里,第二个方程组表示对资金的约束,第三个方程组表示对劳动的约束,目标函数为求最终需求之和达到极大值。以后类似的模型非常多。这类模型的中心思想是把投入产出行向平衡方程组作为数学规划模型中的一组反映各部门产品的生产与需求关系式,加上资金、劳动、资源等的约束条件,进出口平衡约束条件等,目标函数可以为增加值达到最大、新增就业人数达到最大、消费总额达到最大、通货膨胀率达到最小,以及进出口顺差达到最大等。

数学规划方法在投入产出中应用日益增多。利用数学规划方法解决投入产出中的一些“老大难”问题。如技术系数更新和修改问题、编制投入产出表时为使用行向和列向同时满足给定的条件,利用数学规划确定表中部分元素的数值等。例如在编制地区间投入产出时如何确定地区间流量是一个非常困难的问题,这时可根据若干假定,如重力模型,应用数学规划方法来确定地区间流量。又如美国国际贸易委员会 Robert Koopman, 和 Zhi Wang 应用数学规划方法把一个标准的投入产出表,在具有若干进出口贸易统计的条件下编制一个区分加工出口的扩展的投入产出表。

下面我们介绍西班牙 Miguel Angel Tarancon & Padlo del Rio 提出的 ANAIS 模型^②。该模型利用数学规划方法进行产品×产品投入产出表的修正和更新。

1. 问题的提出

目前普遍使用 RAS 法对投入产出表和技术系数进行调整和更新。利用 RAS 法进行迭代计算等价于进行如下优化计算:

$$\text{Min} \sum_{ij} x_{ij}^* \log\left(\frac{x_{ij}^*}{x_{ij}^0}\right) \quad (7)$$

这里, x_{ij}^* 为所求的部门间流量, x_{ij}^0 为基年流量或参考流量。

约束条件:

$$\sum_i x_{ij}^* = u_j \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad (8)$$

$$\sum_j x_{ij}^* = V_i \quad (i=1, 2, \dots, I) \quad (9)$$

① Leontief W, 1986, *Input-Output Economics*, 2nd edition. New York, Oxford University Press, Chapter 19.

② Miguel Angel Tarancon & Padlo del Rio, 2005, Projection of input-output tables by means of mathematical programming based on the hypothesis of stable structural evolution, *Economic Systems Research*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-24.

这里, u_j, v_i 分别是给定的所求中间流量矩阵的列和及行和。所求的技术系数为

$$a_{ij}^* = \frac{x_{ij}^*}{q_j} \quad (i=1,2,\dots,I; j=1,2,\dots,J)$$

这里, q_j 为第 j 产品部门产量。

问题之一是 u_j, v_i 涉及各部门产量、最终需求和增加值等, 它们的发表往往较迟, 不能及时得到。

问题之二是 RAS 法不能进行和考虑区间变化。如技术系数往往是在一定区间内变化的, 而且变化有很多特性等, 这两种方法都不能考虑, 另外也不能充分考虑经济和技术专家的意见。RAS 法计算结果, 部分流量和系数往往超出区间。

2. ANAIS 模型

西班牙投入产出专家 Miguel Angel Tarancon & Padlo del Rio (2005) 研究利用数学规划方法编制产品 $\times$ 产品投入产出表。称为 ANAIS 模型。

目标函数: 求以下调整的投入产出表和参考的投入产出表元素之间的相对偏差达到最小值(也可化为求多目标函数问题)。

$$\text{Min} \sum_{ij} \left\{ \frac{x_{ij}^0 - x_{ij}^*}{x_{ij}^0} + \sum_{ij} \frac{y_{ij}^0 - y_{ij}^*}{y_{ij}^0} + \sum_{ij} \frac{z_{ij}^0 - z_{ij}^*}{z_{ij}^0} \right\} \quad (10)$$

这里, x_{ij}^0 为参考的投入产出中间流量表元素, x_{ij}^* 为所求调整投入产出中间流量表元素。 y_{ij} 和 z_{ij} 分别表示最终需求和最初投入元素。

这个目标函数是非线性的, 可化为线性的。其办法是令

$$\begin{aligned} x_{ij}^0 &= x_{ij}^* + pox_{ij} - nex_{ij} \\ pox_{ij} &\geq 0 \\ nex_{ij} &\geq 0 \end{aligned} \quad (11)$$

并给出其上界

$$\begin{aligned} pox_{ij} &\leq r_{ij}^+ x_{ij}^0 \\ nex_{ij} &\leq r_{ij}^- x_{ij}^0 \end{aligned} \quad (12)$$

并可分别给定其他很多约束条件。

3. ANALIS 计算结果

以 1993 年为参考表, 用 ANALIS 计算西班牙 1994 年投入产出表, 并与 1994 年实际投入产出表比较。同样地用 RAS 进行计算, 计算结果表明如果调整矩阵的行和及列和已确切知道, 则 RAS 的平均绝对误差较小, ANALIS 的加权绝对误差较小, 如果对主系数进行比较则 ANALIS 较好。如果调整矩阵的行和及列和等不确定知道, ANALIS 计算结果就较 RAS 法好。如果仅知道变动的范围, 则 ANALIS 法有很大优越性。

西班牙曾应用 ANALIS 法计算 1995~1998 年投入产出表。

四、投入产出技术在若干领域的应用举例

如上所述, 投入产出技术的应用日益深入, 在很多领域得到广泛应用。在本节中我们

重点介绍在国际贸易等领域的应用。

(一)投入产出技术在国际贸易研究中的应用

1. 编制区分加工出口的非竞争型投入产出模型,研究出口对中国各部门增加值和就业的影响。

首先,我们应当指出,投入产出模型按照对进口的处理方式可区分为竞争进口型投入产出模型和非竞争进口型投入产出模型。国家统计局在 2007 年以前编制的投入产出表全部是竞争进口型投入产出模型。2007 年开始国家统计局编制了非竞争进口型投入产出模型。当最终需求向量,例如出口已知时,为计算对总产出的影响所采用的公式是不同的。在竞争进口型投入产出模型中所采用的公式为

$$X = (I - A)^{-1}F = LF \quad (13)$$

在非竞争进口型投入产出模型中所采用的公式为

$$\tilde{X} = (I - A^D)^{-1}F = \tilde{L}F \quad (14)$$

这里, L 和 $\tilde{L}$ 分别是这两种模型的列昂惕夫逆。因 $A = A^D + A^M$, 如 A^M 大于零,显然 L 将大于 $\tilde{L}$ 。由此可得出, X 将大于 $\tilde{X}$ 。利用这两种模型所计算的一系列结果都将不同。

所以我们应当强调指出,当一个经济体的进出口贸易在总产出中比重不大时可以采用第一种模型,利用 L 来进行计算。当进出口数额很大时利用竞争进口型投入产出模型,利用 L 就会得出夸大的计算结果,应当采用非竞争进口型投入产出模型,利用 $\tilde{L}$ 进行计算。Erik Dietzenbacher^①等曾指出竞争进口型投入产出模型实际上是假设进口为零。

鉴于中国外贸的重要特点是加工出口占出口总额的 50% 左右,在加工出口品生产中进口的原材料、辅助材料、零部件等占出口品价值 60%~70%,为准确反映出口对各部门增加值和就业等的影响,受 Lawrence J. Lau 等委托,陈锡康等于 1999 年提出和编制了中国 1995 年区分加工出口的对外贸易投入占用产出表,并写了有关论文。2006 年美国 Stanford University Lawrence J. Lau 教授和 Y. W. Sung 教授、香港科技大学 Leonard K. CHENG 教授、美国加州大学经济系 K. C. Fung 教授与陈锡康等合作,编制了中国 2000 年和 2002 年区分加工出口的投入占用产出表,利用投入产出技术研究中国出口对 GDP 和就业的影响,以及对美中贸易逆差进行研究,获得国内外的重视。

2. 垂直专门化(Vertical Specialization-VS)的概念及计算方法

Hummels, D. 等提出垂直专门化的概念和计算方法,在本节中介绍他们所做的工作^②。

(1)垂直专门化的概念

最近几十年国际贸易的性质发生急剧变化,在产品生产过程中各个国家之间的联系日益增多,出口品由一个国家制造转向由两个或两个以上国家制造。出现一个涉及很多

^① Erik Dietzenbacher, Vito Albino and Silvana Kuhtz, The Treatment of Imports in Input-Output Tables and Its Consequences.

^② 参阅: Hummels, D., Ishii, J., Yi, K-M., 2001, The nature and Growth of vertical specialization in world trade, Journal of International Economics, Vol. 54. PP. 75-96. 79-99.