

GTAP

GLOBAL TRADE ANALYSIS MODELING:
THEORY AND PRACTICE

全球贸易分析模型 理论与实践

主 编 | 刘 宇

副主编 | 肖敬亮 | 邓祥征 | 巴德里·戈帕拉克里希南 (Badri Narayanan)



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

主 编 | 刘 宇

副主编 | 肖敬亮 | 邓祥征 | 巴德里·戈帕拉克里希南 (Badri Narayanan)

全球贸易分析模型

理论与实践



GLOBAL TRADE ANALYSIS MODELING:
THEORY AND PRACTICE



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

编 委 会

主 编 刘 宇

副 主 编 肖敬亮

邓祥征

巴德里·戈帕拉克里希南 (Badri Narayanan)

参与编译人员 (按姓氏笔画排序)

王 宇 卢 昆 吕郢康 闫 莉 羊凌玉

杨顺祥 李 蔚 沈鑫琪 张 欣 易 青

周梅芳 胡晓虹 柳雅文 段子忠 翁智雄

曹 帅 程 申

前 言

可计算一般均衡（CGE）模型是国际上广泛应用的政策模拟工具，主要被用于定量模拟分析政策变化或其他外生冲击对经济带来的系统性影响，为政策制定者提供决策参考。例如在国际贸易中，各国就普遍利用 CGE 模型对不同贸易措施带来的经济和社会影响进行模拟，以帮助其制定对本国有利的贸易政策。同时，CGE 模型也是学术研究中的重要量化工具，一直都被广泛用于众多经济问题的模拟和分析。

自 19 世纪 60 年代第一个 CGE 模型被提出，CGE 模型开始得到发展和应用，而由美国普渡大学开发的 GTAP 模型正是其中的代表之一。GTAP 模型适用于全球贸易分析，通过架构单个国家或地区的生产、消费、政府支出等行为作为子模型，然后通过国际间商品贸易之间的关系，将各子模型连接成一个多国多部门的一般均衡模型。通过几十年的不断改进与发展，GTAP 模型已被用于众多研究领域并取得重要研究成果，是世界贸易组织、世界银行、国际货币基金组织等国际经济组织的重要分析工具之一。随着中国与世界各国国际贸易往来的日益密切，深入了解 GTAP 模型，将其与中国的经济贸易政策相结合，从而推动中国经贸政策定量化分析同样具有重要意义。如今 GTAP 模型已被引入国内关税、非关税壁垒、服务贸易、交通基础设施投资、国家风险等方面的研究中。

本书以 GTAP 模型为主要内容，详细全面地介绍了 GTAP 模型的研究特点，为读者呈现了一个完整的研究框架。作者从 GTAP 模型的动态、静态两个特点切入，在介绍 GTAP 数据库及其构建、模型整体逻辑框架的基础上，

深入分析各经济主体间的行为关系以及方程构建思路，在此基础上设定平衡条件，确定模型闭合的设定。在此基础上对 GTAP 模型中涉及的重要方程以及基本 GEMPACK 语言进行解释，并向读者介绍 GTAP 模型的运行软件 RunDynam 的使用方法。最后给出关于 GTAP 模型的基准情景和实际运用文章，通过理论与运用的结合，加深读者对 GTAP 模型的理解。总体而言，本书为广大读者提供了一套丰富易懂的 GTAP 模型应用手册，从而方便读者更加深入地理解 GTAP 模型的特点并加以运用。

如今正值 CGE 模型在中国快速发展之际，希望本书不仅能够对我国在相关领域的研究起到推进作用，也能为有志于学习和应用 GTAP 模型的政策制定者和专家学者提供方法库和知识源。

刘 宇

2018 年 3 月 19 日

目 录

第 1 章 静态 GTAP 理论	001
1.1 前言	001
1.2 模型概览	002
1.3 绝对量之间的核算关系	004
1.4 平衡条件和局部均衡闭合	016
1.5 核算方程的线性化表示	017
1.6 行为方程	026
1.7 一个简单的量化示例	053
1.8 总结	059
第 2 章 动态 GTAP 理论	061
2.1 GTAP-Dyn 理论	061
2.2 动态 GTAP 模型的行为和熵参数	100
2.3 动态 GTAP 数据库概览、数据库的构建和加总程序	128
2.4 动态 GTAP 模型的基准情景	138
2.5 用 RunDynam 软件运行动态 GTAP 模型	155
第 3 章 实际应用	181
3.1 2050 年全球八大经济体 BAU 下的二氧化碳排放 ——基于全球动态能源和环境 GTAP-Dyn-E 模型	181
3.2 2025 年、2030 年和 2040 年中国二氧化碳排放达峰的经济影响 ——基于动态 GTAP-E 模型	195

3.3	新一轮多哈贸易自由化对我国农业的影响	206
3.4	欧盟—韩国自贸区对我国经济和贸易的影响 ——基于动态 GTAP 模型	229
3.5	全球经济再平衡之美国储蓄率上升对我国经济的影响 ——基于动态 GTAP-Dyn 模型	242
3.6	中国台湾加入 TPP 对于美国的影响	256
第4章 附录		324
致 谢		338

第 1 章 静态 GTAP 理论

1.1 前言

本章的目的是介绍全球贸易分析模型 GTAP 的基本概念、方程和直观理解。构建 GTAP 基本模型的计算机程序为 GTAP. TAB, 其电子资源可以在 GTAP 网站上下载。它提供了模型的完整理论, 通过 GEMPACK 软件组 (Harrison and Pearson, 1994) 将其转换为可执行文件后, 就可以得到在本书第三部分介绍的可执行的 GTAP 模型。

本章的结构如下。首先是 GTAP 模型的概述。然后, 我们在数据和模型的基础上建立基本的会计核算关系。其中包括通过全球数据库, 跟踪从生产和销售到中间商和最终需求的价值流 (Value Flows), 特别关注了不同价值流的不同价格水平, 以及市场的扭曲因素 (关税及补贴), 并将这些会计核算关系与均衡条件相联系。由于 GEMPACK 语言是通过不断地更新和再线性化 (Re-linearization) 求解非线性化的均衡问题, 因此 GEMPACK 语言中的方程大都是以线性形式给出的。本章接下来将介绍这些关系的线性表达。

本章第六节关注的是模型中的行为方程。我们依次介绍生产、消费、全球储蓄和投资部分。在 GTAP 模型中还有一个关于宏观经济“闭合” (Closure) 的特别讨论。这部分材料在本章的最后一节通过一个三个区域、三种商品的例子进行介绍。

1.2 模型概览

1.2.1 无税封闭经济

图 1-1 是简化形式的 GTAP 模型的经济行为概览，更多全面的、图表化的概述请参见 Brockmeter（1996）的相关研究。

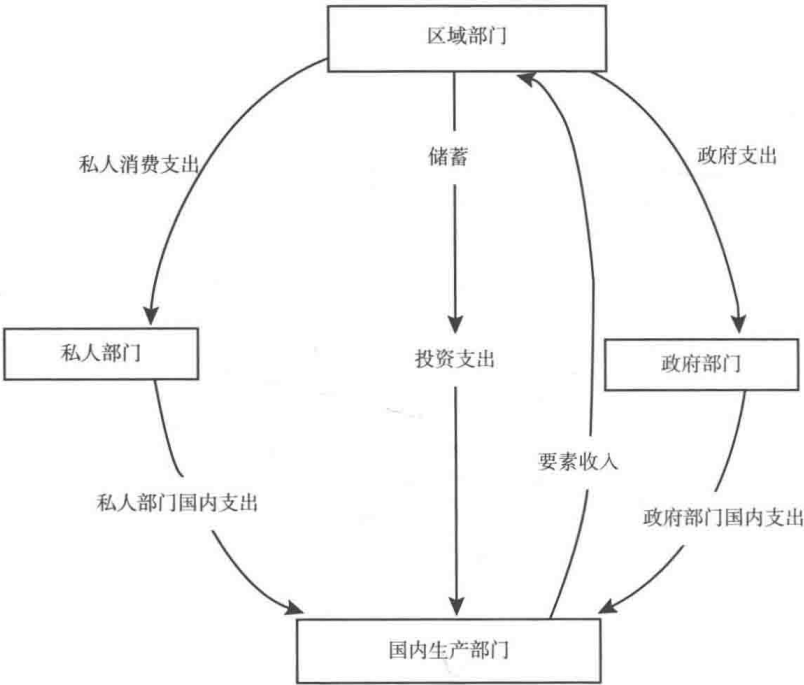


图 1-1 无政府干预的单区域封闭经济

图 1-1 中只有一个区域，因此不存在国际贸易。除此之外，也没有折旧、关税和补贴。最上方是区域部门（Regional Household）账户，其支出由一个总效用函数分配，有三个去向：私人消费支出、政府支出和储蓄。模型使用者可以自己决定在三类最终需求上的支出分配。在标准封闭模型中，区域账户的 Cobb-Douglas 效用函数（CD 函数）确保每类支出有固定的份

额。然而,实际上,政府购买和储蓄可被当作外生变量(固定不变,或作为外生冲击),在这种情况下,私人消费就会根据区域家庭预算约束进行相应调整。

区域消费的公式化有一些明显的优势,也有一些缺点。最重要的缺点可能就是未能将政府支出和税收收入联系起来。在 GTAP 模型中,税收减免绝不意味着政府支出的下降。事实上,在一定程度上,这些税收的减少将减轻超额负担,增加区域实际收入,因此实际政府支出也很可能会上升。这种财政完整性的缺失是由于 GTAP 数据库未能完全覆盖所有税收环节,因此模型不能准确地预测总税收收入的变化。因此,研究政府支出的使用者需要在此基础上再做一些外部的假设。

图 1-1 展示的这种区域支出配置的最大优势在于,区域效用函数为衡量福利水平提供了一个确定指标。比如,在某个模拟中,储蓄和政府购买的相对价格较低,而私人消费价格更高,实际家庭消费下降,同时储蓄和政府消费上升,那么,这对整个区域而言是好事吗?如果没有区域的效用函数,我们就无法回答这个问题。

另一个解决福利测定问题的方法要求固定实际储蓄和政府购买的水平,然后单独研究私人消费并以此作为福利指标。然而,私人消费在一些区域只是略微高于最终需求的 50%。强行将所有区域经济的最终需求调整成私人消费似乎相当极端。我们认为从实证上来说,CD 区域支出函数中的固定支出份额的假设更容易被接受。也就是说,收入的提高意味着储蓄和政府支出以及私人消费的提高。

由于图 1-1 假设没有税收,那么区域账户居民收入的唯一来源是向厂商出售要素禀赋。VOA 代表收入流,VOA 指要素禀赋以经济主体面临的价格衡量的产品价值。(GTAP 的完整符号表在本书的最后呈现)厂商把这些要素禀赋和中间商品($VDFA$ = 厂商以经济主体面临的价格衡量的国内购买的价值)结合,为了满足最终需求而生产商品。其中包括私人消费($VDPA$ = 个人消费以经济主体面临的价格衡量的国内购买的价值)、政府消费($VDGA$ = 政府消费以经济主体面临的价格衡量的国内购买价值)和为满足

区域账户的储蓄需求而销售的投资商品区域账户 (REGINV)。这样就完成了在无税收的封闭经济中的收入、支出和生产的圆形流。

1.2.2 无税开放经济

图 1-2 (Brockmeter, 1996) 展示了在图 1-1 的底部新加入世界其他地区 (Rest of World, ROW) 之后的国际贸易情况。这个区域在组成上和国内经济相同, 但是细节部分在图 1-2 中被省略了。它是区域经济的进口来源地, 也是出口目的地 (VXMD 是按目的地划分的以市场价格衡量的出口价值)。值得注意的是, 在国内经济中, 进口被追溯到具体的出口商, 这就导致了私人消费 (VIPA)、政府消费 (VIGA) 和厂商 (VIFA) 对于进口的不同支付。这个创新之处是从 SALTER 模型 (Jomini et al., 1991) 中摘取出来的, 它使得本模型与大部分全球贸易模型不同, 当同一商品被用于不同用途, 进口需求差别极大时, 这对于区域贸易政策分析就尤为重要。

从封闭经济到开放经济, 我们也会介绍两个全球机构, 第一个在图 1-2 的中间部分中显示出来了, 即世界银行, 它在全球储蓄和区域投资之间充当中间商。它聚集一系列区域投资产品组合, 然后销售组合中的部分产品给区域账户居民以满足他们的储蓄需求, 这些内容在本书后续部分有详细介绍。

第二个全球机构主要负责国际贸易和运输活动。它聚集区域出口贸易、交通运输和保险服务, 也生产复合产品以促进区域间的商品贸易。这些服务的价值抵消了全球出口离岸价和全球进口到岸价的差价。

1.3 绝对量之间的核算关系

1.3.1 区域市场的销售分配

数据库或模型中最基本的相关关系, 从一个流程图的上下关系中最容易看出来。

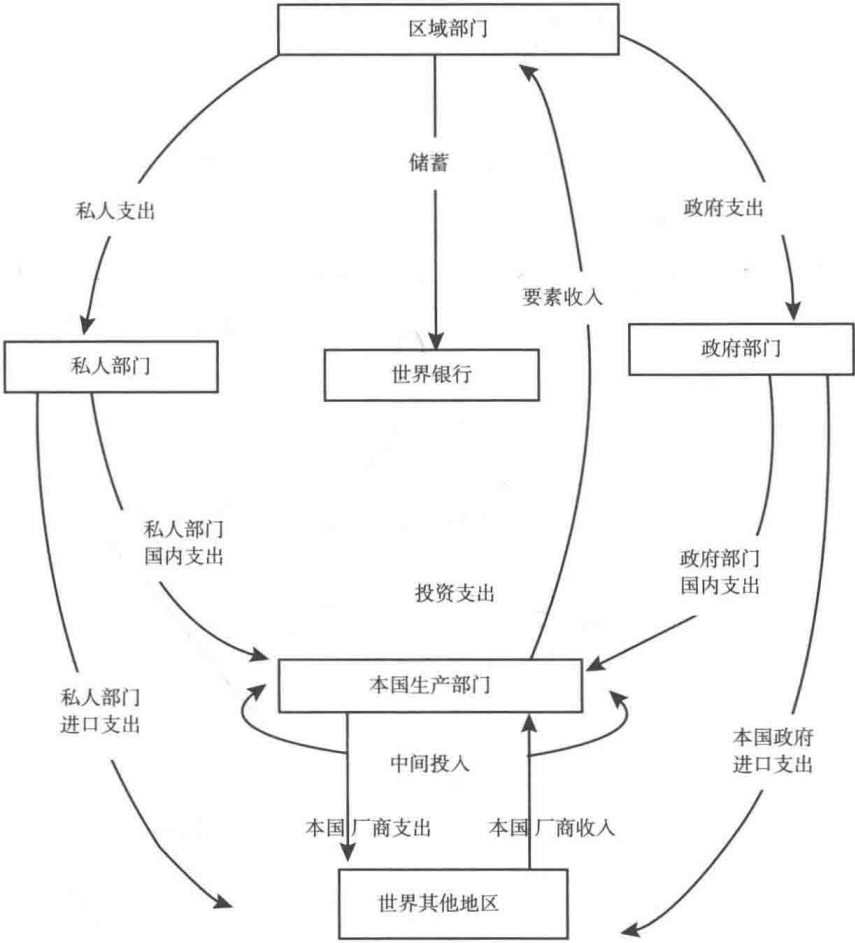


图 1-2 无政府干预下的多区域开放经济

例如，表 1-1 描绘出在全球数据库基础上机构收入的来源。（在资料
和模型中所有的部门只生产一种产品，所以生产部门和商品之间是一对的
关系）在表的上部， $VOA(i, r)$ 指的是以经济主体面临的价格衡量的产品
价值。（这个符号的一般性解释如下：价值/交易类型/价格类型。详见本书
附录中模型使用到的全部变量的列表和解释）。 $VOA(i, r)$ 代表区域 r 的厂
商 i 得到的支付。我们知道，在零利润的假设下，这些支付一定会恰好覆盖
成本。在 VOA 右边的 $PS(i, r)$ 和 $QO(i, r)$ 代表组成 VOA 的价格指数和
数量指数。相关详细介绍见本书后续部分。

表 1-1 区域市场的销售分配 ($i \in \text{TRAD}$)

地区 r 国内市场		$VOA(i,r)$ $+ PTAX(i,r)$ $= VOM(i,r)$	$: PS(i,r) \times QO(i,r)$ $: PM(i,r) \times QO(i,r)$
	$VDM(i,r)$		$VST(i,r)$
世界市场		$VXMD(i,r,s)$ $+ XTAX(i,r,s)$ $= VXWD(i,r,s)$ $+ VTWR(i,r,s)$ $= VTWS(i,r,s)$ $+ MTAX(i,r,s)$ $= VIMS(i,r,s)$ $VIMV(i,s)$	$: PM(i,r) \times QXS(i,r,s)$ $: PFOB(i,r,s) \times QXS(i,r,s)$ $: PCIF(i,r,s) \times QXS(i,r,s)$ $: PMS(i,r,s) \times QXS(i,r,s)$ $: PIM(i,s) \times QIM(i,s)$
地区 s 国内市场		$= VIPM(i,s)$ $+ VIGM(i,s)$ $+ \Sigma VIFM(i,r,s)$	$: PIM(i,s) \times QPM(i,s)$ $: PIM(i,s) \times QGM(i,s)$ $: PIM(i,s) \times QFM(i,j,s)$
其中	$VDM(i,r)$	$= VDPM(i,r)$ $+ VDGM(i,r)$ $+ \Sigma VDFM(i,j,r)$	$: PM(i,r) \times QPD(i,r)$ $: PM(i,r) \times QGD(i,r)$ $: PM(i,r) \times QFD(i,j,r)$

如果加回用 $PTAX(i,r)$ 表示的生产税（或者扣除补贴），我们就能得到以市场价格衡量的产品价值 $VOM(i,r)$ 。这可以被看作以市场价格衡量的国内销售价值 $VDM(i,r)$ 和到所有目的地的出口的总和。其中用 $VXMD(i,r,s)$ 代表用国内价格衡量的由位于区域 r 的企业 i 出口至区域 s 的出口额。除此之外，我们必须考虑对于国际运输部门的可能销售额，以 $VST(i,r)$ 代表。这部分销售额将覆盖国际运输利润。它们是以市场价格评估的，而且没有更多的关税。相似的，由于国内销售也不经过边境，因此也没有关税。

为了把出口额转化为离岸价值，我们有必要加入以 $XTAX(i,r,s)$ 代表的出口关税。注意，这些关税是按照特定目的地分别记录下来的。数据库显示目的地/特殊要素贸易政策是在分散的区域和商品（随着政策介入的类

型而变化)水平上衡量的,一旦数据库聚集在商品或者区域上,双边税率就会因为组成的不同而随之变化。因此,保持这些双边的细节在模型构架中是很重要的。一旦加入出口税,我们就得到了按目的地划分的以世界价格衡量的出口价值 $VXWD(i, r, s)$ 。它和以到岸价为基础的按来源地划分的以世界价格衡量的进口价值 $VIWS(i, r, s)$ 之间的区别是国际运输利润 $VTWR(i, r, s)$, 它指的是按路程计价的、以世界价格衡量的、将商品 i 从区域 r 海运至区域 s 的运输价值。

至此,我们已经把商品 i 从位于区域 r 的产地部门运输至位于区域 s 的出口目的地。为了估计该项交易以区域 s 的内部价格衡量的销售额,我们有必要加入进口关税 $MTAX(i, r, s)$, 以得到 $VIMS(i, r, s)$ ——按来源地划分的以市场价格衡量的进口价值。来自所有其他区域的对于商品 i 的进口可以被合并到一个单独的组合里, $VIM(i, s)$ 表示以市场价格衡量的进口商品 i 到区域 s 的价值。在 r 市场的销售额要分配至各个目的地区域。同理,区域 s 对于商品 i 的进口额在 s 市场上也必须分配至不同经济部门和居民。可能的进口商品用途有: $VIPM(i, s)$ ——以市场价格估计的私人消费的进口价值; $VIGM(i, s)$ ——以市场价格估计的政府的进口价值; $VIFM(i, j, s)$ ——以市场价格估计的行业 j 的厂商的进口价值。类似地,国内销售额 $VDM(i, r)$ 必须分配至私人消费、政府和厂商使用,如表 1-1 下部所示。

1.3.2 居民消费的来源

前文讨论了在充分考虑税收和运输利润的情况下,在不同的市场进行销售分配的情况,这一部分将讨论居民和厂商在这些单独市场的购买行为。表 1-2 介绍了可贸易商品的居民购买的分配。表 1-2 的上半部分介绍了私人消费购买,以 $VPA(i, s)$ 表示,代表以经济主体面临的价格衡量的私人消费的购买价值。它代表国内生产的商品的消费—— $VDPA(i, s)$ 和以经济主体面临的价格估计的进口组合—— $VIPA(i, s)$ 之和。一旦私人消费商品税—— $IPTAX(i, s)$ 被扣除,我们就得到以市场价格衡量的私人消费的进口价值—— $VIPM(i, s)$,

表 1-2 居民购买的来源 ($i \in \text{TRAD}$)

私人家庭		
$VPA(i,s)$		$: PP(i,s) \times QP(i,s)$
$VDPA(i,s): PPD(i,s) \times QPD(i,s)$ $- DPTAX(i,s)$ $= VDPM(i,s): PM(i,s) \times QPD(i,s)$	$VIPA(i,s)$ $- IPTAX(i,s)$ $= VIPM(i,s)$	$: PPM(i,s) \times QPM(i,s)$ $: PIM(i,s) \times QPM(i,s)$
政府		
$VGA(i,s)$		$: PG(i,s) \times QG(i,s)$
$VDGA(i,s): PGD(i,s) \times QGD(i,s)$ $- DGTAX(i,s)$ $= VDGM(i,s): PM(i,s) \times QGD(i,s)$	$VIGA(i,s)$ $- IGTAX(i,s)$ $= VIGM(i,s)$	$: PGM(i,s) \times QGM(i,s)$ $: PIM(i,s) \times QGM(i,s)$

从 $VDPA(i,s)$ 中扣除国内商品税 $DPTAX(i,s)$ 可得 $VDPM(i,s)$ ，即用市场价格衡量的私人消费的国内购买价值。因此我们就建立起了以经济主体面临的价格衡量的行业销售额（见表 1-1 的顶端）和以经济主体面临的价格衡量的私人消费购买价值（见表 1-2 的顶端）之间的联系。表 1-2 下半部分类似，只不过将政府购买由 P 换成了 G。

1.3.3 厂商购买来源和居民要素收入

接下来，我们将讨论厂商对于中间和原始生产要素的购买行为。表 1-3 的顶端主要讨论中间要素投入，从以经济主体面临的价格衡量的由经济部门 j 购买的商品 i 的价值—— $VFA(i,j,s)$ 开始。

表 1-3 企业购买的来源 ($j \in \text{PROD}$)

$i \in \text{TRAD}$; 中间投入			
	$VFA(i,j,s)$		$: PF(i,j,s) \times QF(i,j,s)$
$VDFA(i,j,s)$	$: PFD(i,j,s) \times QFD(i,j,s)$	$VIFA$	$: PFM(i,j,s) \times QFM(i,j,s)$
$- DFTAX(i,j,s)$		$- IFTAX(i,j,s)$	
$= VDFM(i,j,s)$	$: PM(i,s) \times QFD(i,j,s)$	$= VIFM(i,j,s)$	$: PIM(i,s) \times QFM(i,j,s)$
$i \in \text{ENDW}$; 初级要素			
		$VFA(i,j,s)$	$: PFE(i,j,s) \times QFE(i,j,s)$

续表

		$-ETAX(i, j, s)$	
		$=VFM(i, j, s)$	$: PM(i, s) \times QFE(i, j, s)$
	零利润条件		
	$VOA(j, s) = \sum_{i \in TRAD} VFA(i, j, s) + \sum_{i \in ENDW} VFA(i, j, s)$		

这可以分解为国内来源和进口来源两部分。扣除中间投入税 $DFTAX(i, j, s)$ 和 $IFTAX(i, j, s)$ ，按照市场价格扣除这部分价值 $VDFM(i, j, s)$ 和 $VIFM(i, j, s)$ ，就得到表 1-1 底部显示值。

厂商也购买非贸易品等，在这个模型中我们称其为要素禀赋 (Endowments)，在目前的数据库中，要素禀赋包括农业土地、劳动力和资本。表 1-3 接下来的部分描绘了一条从应用这些生产要素的厂商到提供这些要素的居民的價值流。通过扣除在行业 j 的禀赋品 i 上征收的税 $ETAX(i, j, s)$ ，我们可以从以经济主体面临的价格衡量的厂商购买价值 $VFA(i, j, s)$ 得到以市场价格衡量的厂商购买价值 $VFM(i, j, s)$ 。表 1-3 的最后部分建立了表 1-1 中得出的厂商收入（例如 $VOA(j, s)$ ）和表 1-3 显示的厂商消费（例如 $VFA(i, j, s)$ ）之间的联系。一旦考虑到所有的可贸易投入（中间要素）和生产的要素禀赋（例如初级要素），纯粹的零经济利润就意味着收入必须完全分配在消费上。

表 1-4 详细地说明了居民收入要素的来源。在这里，我们很有必要区分能完全流动的、可以赚取同样的市场回报的流动要素禀赋 ($ENDWM_COMM$)，和那些难以调整、在均衡中承受不同回报的固定要素禀赋 ($ENDOWS_COMM$)。对于前者，由于市场价格是相同的，我们可以简单地把要素使用量加总。在此扣除对区域 s 的居民提供原始要素 i 所被征收的税收 $HTAX(i, s)$ 后，我们就可以获得以经济主体面临的价格衡量的禀赋产品的价值 (VOA)。后者则是由提供要素的私人消费者实际要素收入来衡量。

对于固定要素禀赋（如土地），对模型的冲击会导致经济部门的异质性价格变化。这反映在行业指数 j 和 $VFM(i, j, s)$ 的价格部分中。

这些异质价格通过一个单位收入函数合成为固定要素禀赋的（以市场价格衡量的）复合收入，即以市场价格衡量的要素产出价值 $VOM(i, s)$ 。经过与可流动商品一样的方式处理，扣除居民收入税即可得 $VOA(i, s)$ 。

表 1-4 居民要素服务收入的来源

$i \in ENDWM$; 流动要素	
$\Sigma VFM(i, j, s) = VOM(i, s)$	$: PM(i, s) \times QO(i, s)$
$HTAX(i, s)$	
$= VOA(i, s)$	$: PS(i, s) \times QO(i, s)$
$i \in ENDWS$; 固定要素	
$VFM(i, j, s)$	$: PMES(i, j, s) \times QOES(i, j, s)$
$VOM(i, s)$	$: PM(i, s) \times QO(i, s)$
$- HTAX(i, s)$	
$= VOA(i, s)$	$: PS(i, s) \times QO(i, s)$

1.3.4 分配和区域收入来源

当存在税收时，图 1-1 和图 1-2 中区域账户可支配收入的计算就会变得更加复杂。在表 1-5 中，我们已知一个条件，即私人消费、政府购买和储蓄必须完全准确覆盖区域的收入。接下来是讲解按来源分配收入。我们从总要素禀赋收入开始（复习图 1-1 和图 1-2）。注意一个区域赚取的所有的这些收入是这个区域的居民收入的总和。由此，我们必须扣除折旧费用 $VDEP(r)$ ，然后加上所有的净税收。

这里我们采取的方式是对比以经济主体、市场或世界价格衡量的给定交易的价值，而不是跟踪模型中个人所得税或补贴现金流。若居民提供劳动力所得和以市场价格衡量的劳动力价值之间存在一定差异，则此差异必定等于 $HTAX(i, r)$ ，如表 1-4 所示。另外，这项税收收入对应的从价税率为 $t(i, r)$ ，居民的供给要素禀赋 i 的价格为：

$$PS(i, r) = [1 - t(i, r)] PM(i, r) = TO(i, r) PM(i, r)$$