

第三章 基于社会核算矩阵的分析研究方法

SAM 作为某一特定经济体的分类化数据描述体系,其本身往往以数据表的形式呈现。但是,如果将 SAM 中的元素看作变量,并将 SAM 中所包含的账户区分为内生账户与外生账户,那么就可以进一步建立模型分析框架,从中探求各个社会经济子系统的变量之间的关系(Pyatt 和 Thorbecke, 1976)。SAM 乘数模型是基于 SAM 的分析研究方法的基础与核心,它揭示了一个社会经济体系中所蕴涵的基本作用关系,在此基础上还可演化出价格乘数模型,以及结构化路径分析等扩展性的研究方法。本章首先介绍 SAM 模型方法的研究与发展进程,并列举一些重要的代表性模型的结构及其建模特点,然后分别论述 SAM 乘数模型、结构化路径分析方法与价格乘数分析方法的基本原理,并通过实例来介绍这些方法的具体应用。

第一节 SAM 模型方法的建立与发展

自 20 世纪 60 年代后期开始,很多发达国家、国际组织以及发展经济学领域的学者们开始将政策目标从单纯的 GDP 增长转向了对就业和分配公平等问题的共同关注,很多学者强调了将就业作为一个独立目标的重要性。70 年代初期,就业不仅仅是一个单纯的目标,而且成为一种保证更基础性的政策目标的手段。也就是说,通过就业来实现更加公正和公平的收入分配。更多的就业机会,特别是提供给那些非充分就业者的工作机会,将创造出新的收入来源,从而有助于改善收入分配的相对不公。

此后,减缓贫困也逐渐成为一个关键性的政策目标,因此收入分配的绝对状况而不是相对状况开始受到更多的关注;“基本需求”的概念被重新发掘和探讨,并成为国际劳工组织(ILO)于 1976 年主办的世界劳工大会的主题和基石。

随着政策目标重心的转移,国际社会逐渐对社会与经济发 展的终极目标达成了共识,即“通过合理的政策与发展战略,逐步提高全社会所有人的生活水平”。这样,对于政策制定者和发展规划者来说,决策时所参照的数据体系与概念框架中必须既要包含有 GDP 等描述经济总体水平的变量,又要包含有刻画分配状况的变量,而后者尤为重要,决策者应当能够从中了解到各类居民的收入状况,以及低收入者的“基本需求”被满足的程度。SAM 作为一个综合性的数据体系很好地满足了上述需要,它反映了某一特定地区的初始(或者说基年的)发展状况,包括:(1)生产的结构、组织与产出水平;(2)各种要素的增加值;(3)收入在各组居民中间的分配。然而,这仅仅是 SAM 作为一个数据集成系统的作用,在现实中决策者往往需要对一项政策的实施效果进行一定的预判,这时就需要在 SAM 的基础上建模,这一模型分析框架相当于一组大规模的社会经济等式或方程,其中蕴涵了各个变量之间的相互关系。这种建模思想在凯恩斯模型和 IO 模型中就已经有所体现:传统的国民收入账户为凯恩斯宏观经济模型中的变量分类提供了依据,而 IO 表是闭合的里昂惕夫模型的基础。

本节将以对比的形式介绍 6 个比较经典的奠基性的发展规划模型,并特别指出它们与 SAM 框架的直接或间接的关系。Thorbecke (1990) 将这 6 个模型划归为“两代”。第一代的 3 个模型包括 Pyatt 等(1972)建立的伊朗模型、Thorbecke Sengupta (1972)建立的哥伦比亚模型和 Ng (1974)建立的菲律宾模型;这 3 个模型的共同特点是,将收入分配内生于一个多部门的宏观经济框架中,此外均做出了固定系数和变量之间线性依赖的假定。

表 3.1 列示了第一代的 3 个模型在结构与变量关系刻画等方面的异同点,从中可以大致了解各个模型在建模与应用方面的主要特点

表 3.1 参照了 Thorbecke (1990) 文中的表 10.4,表中所总结的内容相对简略,要详细了解各个模型的构造与应用情况,请参见 Pyatt(1972),Thorbecke 和 Sengupta(1972),Ng(1974)。

。

表 3.1 第一代 SAM 框架下的经典模型

模型中的联系

及主要特征伊朗模型

Pyatt (1972) 哥伦比亚模型

Thorbecke Sengupta (1972) 菲律宾模型

Ng (1974)

生产活动

↓

要素收入分配 12 种生产活动直接对应 3 个居民分组：农民、城市富人和城市穷人。12 种生产活动的增加值被分解为劳动收入和非劳动收入（财产收入）。包括政府部门在内，模型共设置了 13 个生产部门；部门生产函数决定了不同技术水平的劳动力的收入份额和财产收入。

要素收入分配

↓

家庭收入分配假定来自 11 个非农生产部门的劳动收入分别构成 11 个相应的收入组，来自非农业的财产性收入组成一个企业家收入组。农业收入也分解为三类农业收入组 and 一类企业家收入组。因此在部门水平上共区分了 14 个不同的收入分组，其收入水平呈对数正态分布。劳动收入根据 78 种职业与部门的组合进行分配（13 个部门×6 种技术水平）。假定非劳动收入主要分配给一个企业家组。这些收入分组的收入水平构成一个对数正态分布。

家庭收入分配

↓

必需品支出

↓

家庭的商品支

出和最终需求直接估计了 3 个家庭分组对 12 种产品和服务的消费。构造专门的宏观模型估计 12 种产品（对应着 12 个生产部门）和服务的国内消费与进口的总量。投资等其他最终需求由宏观模型的加总水平得到。假定资本在部门间的配置比例是常数。12 种产品和服务的消费支出是总消费以及总消费在家庭分组之间分配的函数。部门消费函数取决于总消费在家庭之间的对数正态分布的均值和方差，这是一种非线性关系。因此子需求系统可以区分具有相对高收入弹性的商品和相对低收入弹性的商品（例如奢侈品和必需品）。

续表

模型中的联系

及主要特征伊朗模型

Pyatt（1972）哥伦比亚模型

Thorbecke Sengupta（1972）菲律宾模型

Ng（1974）

家庭的商品支

出和最终需求

↓

生产活动同时决定 12 种产出和 3 个家庭分组的收入。经济增长和收入分配的变化影响 12 种产品的最终总需求。根据收入分配情况的变化，用 Leontief 逆矩阵得到新的部门产出水平。在确定了部门最终需求的组成（消费、进口和投资由内生决定，出口由外生决定）的基础上，将总的最终需求向量与投入产出框架相结合可以得到相应的部门总产出。

价格形成常量价格常量价格投入与产出的价格内生决定。

生产函数

的性质中间投入采用 Leontief 线性投入产出关系。中间投入采用 Leontief 的线性投入产出关系，并预测未来的投入产出矩阵。假定部门的生产函数是 Cobb-Douglas 型的，各类投入增加所引致的产出份额保持不变。定义了 12 个产业部门的广义 Cobb-Douglas 生产函数。部门的产出取决于 13 种中间投入和初始投入——6 类劳动力和资本。所有投入品两两之间

的替代弹性为 1。

初始投入之间

的替代； 就业

水平的决定没有替代性。部门的就业水平通过 Verdoon 系数和部门的产出相联系。不存在替代性。模型估计了技术变化如何影响部门的劳动生产率的增长率。在给定“劳动投入 产出”比率的情况下，部门的就业水平由部门产出和劳动生产率的增长率内生决定。任何两个初始投入与中间投入之间的替代弹性都为 1。劳动力市场中 6 种类型劳动力的需求和供给分别相等，从而得到 6 类劳动力的就业水平。

消费函数

的性质模型包含 3 个家庭分部和 12 种商品的线性 Engel 曲线。模型包含 12 种商品的线性 Engel 曲线。部门消费函数取决于总的家庭消费与呈对数正态分布的消费的均值和方差。

国外部门进口中间品的进口 产出比率和进口消费品的进口 消费比率都是常数。资本品进口和政府进口均是外生的。模型设定 12 种商品的进口函数，假定出口外生给定。模型设定了部门进口函数。

主要政策变量直接税和间接税，政府投资和转移支付。间接税税率，投资在各部门之间的分配。部门间的投资配置，间接税，政府的教育政策影响不同技能水平的劳动力供给。

静态/动态，主

要政策模拟本质上是静态模型，可以进行比较静态的模拟分析。

属于 Keynesian 类型的模型，主要的检验方法是：由需求面导出的部门产出是否和部门的生产能力相一致。在给定出口和贸易条件的情况下，通过一个递归的宏观计量模型得到总收入、消费、进口和投资的内生值。再用这些宏观变量估计部门最终需求的各组成部分，反过来又可以得到未来的部门产出水平和新的个人收入的分布。假定投资水平、个人收入分布对需求和增长率的变化冲击内生决定，模型对获得部门产出水平的可行性进行了一致性检验。首先用一个递归的宏观计量模型计算内生的宏观变量的值，然后求出子需求系统内部在部门水平上的最终需求的各组成部分，并与宏观模拟保持一致，最后根据最终需求的构成、IO 表和供给系统得到部门产出。假定增加值份额为常数得到要素收入的分配，也可以得到各劳动力分组在各部门的就业，并得到不同技能水平的劳动力的工资率。模型模拟了投资在不同部门间配置的效果、不同教育政策的效果以及不同技能水平劳动力的供给。

其他特点部门产出向量和家庭收入向量同时被决定。模型决定了个人收入分配而不是家庭收入分配。价格内生，劳动力市场中包含 6 种技术水平的劳动力。

第二代的 3 个模型包括 Adelman Robinson (1978) 建立的朝鲜模型、Lysy Taylor (1977)

建立的巴西模型和 Ahluwalia Lysy (1979) 建立的马来西亚模型, 这 3 个模型本质上都是可计算一般均衡 (CGE) 模型; 与第一代模型相比, 这些模型不再依赖固定系数和线性关系的假定, 很多行为与技术关系在模型中均以非线性的方程来刻画, 此外账户的分类也更加详细。表 3.2 列示了第二代的 3 个模型在结构与变量关系刻画等方面的特点, 从中可以大致了解第二代模型相对于第一代模型的主要变化和改进

表 3.2 参照了 Thorbecke (1990) 文中的表 10.9, 表中所总结的内容相对简略, 要详细了解各个模型的构造与应用情况, 请参见 Adelman 和 Robinson (1978), Lysy 和 Taylor (1977), Ahluwalia 和 Lysy (1979)。

表 3.2 第二代 SAM 框架下的经典模型

模型中的联系

及主要特征巴西模型

Lysy Taylor (1977) 朝鲜模型

Adelman Robinson (1978) 马来西亚模型

Ahluwalia Lysy (1977)

生产活动

↓

要素收入分配 25 种生产活动的增加值分配到: (a) 根据受教育程度划分的 5 类劳动力; (b) 家庭农场的工人、佃农、经营者与雇员。资本收入分配给经营者、雇员和高技能水平的工人。如上分配过程大约产生 130 种不同的收入分组。根据 IO 表的分类, 生产活动划分为 29 个部门。区分了 15 类要素: (a) 劳动力根据职业特点和受教育程度分为 6 种类型; (b) 自雇用人员分为 2 类; (c) 5 个农业分组, 其中 4 组根据农场规模划分, 另一组是假定没有土地的劳动者; (d) 资本家; (e) 政府职员。模型根据技能水平、部门和农场规模的差异把工薪收入者 (按技能分类, 也包括农业劳动力) 按收入水平划分为 500 组。把 IO 表中的 60 个部门合并为 15 个生产部门。划分了 12 个不同的要素组: 劳动力根据受教育程度划分为 5 种, 也按照种族划分。自雇用人员也被划入劳动力分组的一类, 并且从资本收入 (非劳动收入) 获得份额。相同技能水平劳动力的工资在部门间存在差异。

要素收入分配

↓

家庭收入分配把不同的收入分组根据消费者类型合并为 4 类收入组: (1) 来自农村收入组

的农民；（2）城市未受教育的工人、非正式的工人和自雇用者；（3）具有初等教育水平的城市制造业工人、所有具有中学教育水平的工人以及从农业获得资本收入的人员；（4）高技能水平的工人、制造业经营者、非农生产部门雇用的工人。家庭收入基本上直接与上述 15 种要素分类相对应。根据家庭户主的职业与上述 15 种类型的职业的对应情况来定义家庭的类型。每个家庭中也有其他类型的工人和劳动者。假定每类家庭的收入服从对数正态分布，收入分配的总体状况取决于 15 类家庭收入的对数正态分布。把上述 12 种要素分配加总得到总收入。家庭根据户主的技能水平进行分类，得到家庭与要素的组合矩阵，以及 12 类家庭的收入状况。假定家庭在收入和消费方面是同质的。

续表

模型中的联系

及主要特征巴西模型

Lysy Taylor (1977) 朝鲜模型

Adelman Robinson (1978) 马来西亚模型

Ahluwalia Lysy (1977)

家庭收入分配

↓

必需品支出

↓

家庭的商品支

出和最终需求假定 4 个收入分组的支出函数都包括了 25 种部门的产品和服务，以及非竞争的进口品。消费函数的形式对应于 Houthakker 的直接可加的对数系统。模型在计算 4 个收入分组的可支配收入时假定了不同的税率和转移支付率。最终需求的其他组成部分由如下方法决定：部门投资假定由不同的预期或冲动决定，政府需求和出口由外生给定。假定每类家庭的支出函数都包括 29 个部门的产品和服务，并且采取 Houthakker 可加对数函数的形式。每类家庭的可支配收入等于总收入减去储蓄并加上转移支付和补贴。该模型一个重要的创新是加入了非中性的货币部门，每类家庭的可支配收入必须满足现金平衡需求，以维持在商品和服务上的花费。最终需求的其他部分通过如下方法得到：（a）子模型中的投资由部门的期望水平和实际的金融因素决定，这种期望来自于储蓄 投资行为；（b）进口品分解为具

有固定系数的非竞争品和竞争品两种类型；（c）出口由外生决定（参见下面的国外部门）；（d）政府购买外生决定的。每类家庭的总消费等于家庭收入减去储蓄和税收并加上转移支付。模型设定了 7 种必需消费品（例如食品、服装、住房、家具和服务），消费者需求具有多层结构。支出系统是线性支出系统和多层 CES 的组合。在最高层级上，每个消费者将其预算分配给例如食品这样更大的消费分类。在接下来的层级中，食品预算分配给像农业和食品加工业这类部门的产品。在最底层，消费者决定如何在各部门的国内产品和进口品之间进行分配。总支出系统描述了 12 类家庭对 15 类部门产品（分为国内品和进口品）的 7 类需求。模型设定不同水平的替代弹性。最终需求的其他组成部分外生决定。

家庭的商品支

出和最终需求

↓

生产活动生产函数和成本函数采用新古典假定。生产函数定义为总劳动投入（5 种技术工人 + 2 种农业劳动力）、总投资、企业家投入和中间投入的函数。允许不同类型的劳动力进行替代。每个部门内不同类型的资本比例维持不变，而且资本一旦投入某部门后便不可转移。最终，总的劳动投入和资本投入以 CES 函数的形式构成增加值。模型对不同生产部门假定了不同的生产函数：（a）制造业和农业部门的生产函数是 Cobb-Douglas 函数或者两层嵌套的新古典 CES 函数，第一层是不同技能水平的劳动投入的替代，第二层是总劳动投入和总资本投入的替代。（b）服务业、建筑业和公共服务等其他行业的资本-产出比率或劳动-产出比率保持不变。生产函数采用多层 CES 嵌套的形式。部门总产出由中间投入和增加值两部分得到。这两部分以 CES 函数的形式加总以得到部门产出。在下一层，中间投入仍由 CES 形式得到，不同类型的劳动力和资本品组合得到总劳动投入和总资本投入。在最底层，任何中间投入都由国内产品和进口品两部分组成，这两部分可以互相替代。类似的，资本品也由国内和进口两部分组成。

续表

模型中的联系

及主要特征巴西模型

Lysy Taylor (1977) 朝鲜模型

Adelman Robinson (1978) 马来西亚模型

Ahluwalia Lysy (1977)

价格形成价格内生决定。商品价格是要素价格的函数，通过递归方法解出。首先假定每个部门的增加值给定以得到各收入分组的要素收入水平和消费水平。根据部门消费水平和其他外生给定的最终需求（如投资和出口）可以估计部门产出，反过来也可以决定部门的增加值。对产出水平进行迭代最终得到一致性的价格。价格内生决定。除农业外，工资率由每种技能水平的劳动力市场决定。模型设定了来自于生产函数的劳动力需求方程和劳动力供给方程之后，假定劳动力市场出清。假定不同技能水平下的劳动工资存在差别，而且只有农业可以雇用农业劳动力。假定在技术约束和资本存量给定的条件下最大化利润。产品价格在市场出清时决定。价格内生决定。多层 CES 生产函数转化为相应的价格函数。给定所有工资值和所有部门的产出，可以得到其他所有的价格（例如商品价格）。由生产函数导出的多层成本函数决定了中间品、最终品的价格，以及增加值和产出的价格。

生产函数

的性质模型假定两层 CES 嵌套的部门生产函数，在第一层，总的劳动投入是不同技能水平和受教育程度的劳动投入的 CES 函数，假设各部门使用的资本根据固定比例构成总的资本投入；第二层是总劳动力投入和总资本投入构成的 CES 函数，而且两者之间具有替代性。模型对不同部门采用不同形式的生产函数：制造业采用 Cobb-Douglas 函数和两层的新古典 CES 函数，农业是 CES 函数，服务业、建筑业和其他部门是固定系数函数。在固定系数的设定下，假定各类中间投入、各类劳动力之间的替代以及总劳动投入和总资本投入都是固定系数的。每个企业的名义总投资支出是固定的，由各部门的资本品通过固定系数加总得到。模型采用多层嵌套的部门生产函数。多层 CES 函数的第一级分解是增加值和中间投入。增加值由总劳动投入和总资本构成，后者进一步分解为国内资本和进口资本。中间投入由各部门的国内产品和进口品组成。

初始投入之间

的替代：就业

水平的决定不同劳动技能水平之间的部门替代弹性很高（在 4 到 7 之间），而劳动和资本之间的部门替代弹性在 0.4 到 2.2 之间。在新古典假定下，各部门各类技能水平劳动力的就业由外生的劳动供给等于劳动需求所决定。因此，模型中所有参加经济活动的人口都能够充分就业。制造业和农业的各类劳动力之间、总劳动投入和资本投入之间都存在替代。分割的劳动力市场出清的各种工资率决定了各种劳动力的就业水平。模型假定非农部门的自雇者是固定的，但是把贸易部门的自雇者作为就业的储备。劳动力的流动是城乡工资差距的函数，这种工资差距促使无土地者和具有前两大农场规模者流出并进入 3 类城市劳动力类型中。模型中存在如下相互间的替代：(a)中间投入的替代弹性非常低，假定为 0.1；(b)各部门国内投入和进口品投入的替代弹性在 0.1 到 1.5 之间；(c)总中间投入和总增加值的替代弹性是 0.1；(d)各部门的总资本投入与总劳动投入的替代弹性假定在 0.4 到 1.5 之间；(e)各类劳动投入之间的替代弹性非常高，假定在 4~7 之间。模型使用了两种替代方法分别求解：(a)假定货币工资固定，解劳动力需求；(b)使劳动力需求等于外生的劳动力供给。

续表

模型中的联系

及主要特征巴西模型

Lysy Taylor (1977) 朝鲜模型

Adelman Robinson (1978) 马来西亚模型

Ahluwalia Lysy (1977)

消费函数

的性质假定 4 类收入分组的部门支出函数都是可加对数型的。消费函数具有 15 类家庭和 29 种商品的 Houthakker 可加对数形式（参见家庭支出部分）。需求结构与生产结构类似，都是多层的 CES 函数。整个系统可以看作是消费者效用最大化的一类特别的多层效用函数，并假定了各层间和各层内两两产品的替代弹性。

国外部门竞争和非竞争性的进口品、出口品和汇率都是外生给定的。较大部门的出口量是其产出的一个份额，较小部门的出口量假定为一个绝对的数量。模型区分两类进口品：竞争性和非竞争性。第一类假定为国内产品的固定比例，第二类通过计算进口系数矩阵得到。模型区分两类贸易品：由国内市场决定价格的产品和由国际市场决定价格的产品。进口由如下条件决定：（a）最终消费品的进口来自于多层的需求系统；（b）进口的中间投入品和资本品都来自于多层的生产系统。假定出口根据国内产品和世界商品价格的相对变动而变化。

主要政策手段

和政策模拟模拟税率和汇率的变化、劳动力受教育水平的变化以及利润分配和工资结构的修正等。一些主要的结论：（a）劳动力之间的低替代性使得劳动收入和细化的工资结构相一致；（b）减少投资需求可以降低价格水平，而且经济在没有储蓄压力的情况下能够改善收入分配；（c）投资模式的改变能够导致收入分配的明显改善；（d）考虑到增长与平等的关系，应该为没有受过教育的人群提供教育项目。模拟了农村政策的不同方式：土地改革、生产与生产率的改变、增加就业、人力资源（贫困人口的消费补贴、控制人口等）以及所有上述政策的组合；城市政策的方式：人力资源、增加就业、技术进步、国有化以及各类城市发展战略。政策模拟的主要结论：（a）收入的规模分布极其稳定；（b）全面的发展战略、结构变化以及其他政策都是非常必要的；（c）农业贸易与城乡流动是非常重要的政策工具。模型进行了下列静态模拟：（a）总需求的外生变动，如投资、出口和政府需求；（b）政府干涉关键的相对价格：货币贬值、所得税和资本税；（c）经济中资源禀赋的变化（例如更高技能水平的劳动力供给是递增的）。分别用两种模型闭合方式和算法来进行模拟：（a）凯恩斯型：假定失业率，货币工资给定为常数，然后解出就业水平；（b）新古典设定：假

定劳动力供给外生决定，然后在均衡条件下解出内生的工资率。

续表

模型中的联系

及主要特征巴西模型

Lysy Taylor (1977) 朝鲜模型

Adelman Robinson (1978) 马来西亚模型

Ahluwalia Lysy (1977)

静态/动态本质上属于比较静态的模型。试图引入动态的因素。模型的构造和求解分解为三个阶段。第一阶段根据企业的预期、累计收入和可获得的信贷决定名义投资。第二阶段主要处理工资、就业、价格、产品需求和收入分配的决定。第三阶段把变量更新并且把预期代入第一阶段。由于包含了人口、技术变化和流动的跨期联系，这一部分刻画了动态的行为。模型是静态的，没有时间因素，只能在给定基年的条件下进行模拟。

其他特点投资的决定采取“剑桥设定”，即预期和冲动决定部门的投资水平。针对金融部门和货币影响进行建模。设定了企业和不同规模的农场。引入动态因素。多层的 CES 需求系统和生产系统。模型直接和 SAM 数据框架联系起来。

储蓄 投资行为 4 个收入分组都具有线性储蓄函数。部门投资由预期和冲动决定。投资通过使用收入分配必须产生所需的储蓄来使系统运行。假定 15 类家庭各自的储蓄函数，名义投资由第一阶段的企业和部门在预期下的名义项决定。建立了 12 类家庭的储蓄函数。名义投资外生决定，同时假定了联系资本流出部门和资本流入部门的固定资本矩阵。

上面对两代模型的简要介绍恰好反映了 SAM 在实际建模应用中的两大功能——基于自身建模或者为其他更复杂的模型提供数据基础，前者即 SAM 乘数模型，这类模型中蕴涵着一些重要假定，比如固定价格、充足的生产能力以及变量间的线性关系等等；后者即可计算一般均衡 (CGE) 模型，这类模型以更加贴近现实的非线性化的方程来刻画 SAM 框架中所体现的社会经济关系，克服了 SAM 乘数模型中因较强的假定而引致的一些不足，不过 CGE 模型也因此而更加复杂和难解。本章集中介绍以 SAM 本身为核心的建模和分析方法，更深一层次的有关 CGE 模型的理论与方法可参见专门的论著。

第二节 固定价格的 SAM 乘数分析方法

乘数分析的最基本假定是，经济体中的收入来自生产活动部门支付给要素的报酬，而这些收入本质上都源自经济主体的“注入” (injection)，正是这种“注入”引发了乘数效应并参与了增值过程。

要构建 SAM 乘数模型，首先要将 SAM 账户区分为内生和外生账户，外生账户的指定确保了乘数矩阵的可逆性。实际应用中通常将政府部门、资本账户和国外作为外生账户，因为政府的支出往往与政策密切相关，国外账户在本国的控制之外，而 SAM 作为某一特定年份的数据体系并不具备动态特性，因此投资也是外生决定的。企业部门的支出（比如利润和财产收入的分配）作为内生或外生通常是不确定的，视研究的具体需要而定。这样，内生账户通常包括生产部门（生产活动和商品）、要素和家庭（私人部门），这一账户区分方式将着重于考察两大主体（生产部门和家庭）通过两大市场（要素市场和商品市场）发生的相互关联，特别是生产结构与收入分配之间的关系。

SAM 乘数分析方法的核心与基础是分解，也就是将账户乘数矩阵 M 分解为三个矩阵 M_1 、 M_2 和 M_3 的乘积， M_1 反映了经济体中的转移效应，比如从企业到家庭的利润分配、产业部门之间的商品转移等等； M_2 和 M_3 刻画了经济体中的收入流动效应，其中 M_2 刻画了乘数过程中的交叉效应，即对某一子系统的注入产生的对另一个子系统的影响； M_3 则刻画了外部的注入所引致的整体循环效应，即外部作用经过一系列循环之后再回到作用的始点所产生的总效应。

本节将结合一个 SAM 的实例——简化的斯里兰卡 1970 年 SAM——说明 SAM 乘数矩阵的推导、计算与分解过程，并对 SAM 乘数分析方法的原理和应用加以介绍。本节的简化 SAM 实例及具体的应用分析举例均参考了 Pyatt, G. 和 J. I. Round (1979) 的文章，并将原文中的一些不妥之处加以修正。

一、一个 SAM 实例——简化的斯里兰卡 1970 年 SAM

通过将斯里兰卡 1970 年的 SAM 进行压缩和简化，表 3.3 提供了一个 SAM 的数字实例，该 SAM 共包含 8 大类账户，其中某些账户被进一步细化分解。

就大类账户来说，SAM 中包含了如下一些交易关系：生产要素从国内生产部门获得收入（如列（1）与行（4）的交叉矩阵所示，简写为（4，1），下同），这些收入分配给居民和企业（2，1）、（3，1），此外国外也获得一定的净要素收入（8，1）；居民获得的要素收入包括工资、资本收益、地产租金等等（2，1），同时还获得来自企业的利润分配（2，3），以及来自政府的转移支付（2，5），所有这些构成了居民的总收入。类似地，企业的收入也由表现为总利润的要素收入（3，1）和政府的转移支付（3，5）构成。政府收入来自于家庭的直接税和其他转移支付（5，2）、企业税（5，3）、国外的转移（5，8）以及其他的净间接税收入（5，7）。账户（4）反映了对国内产品的支出情况，包括家庭消费（4，2）、支付消费（4，5）、投资支出（4，6）、出口（4，8）和产业部门之间的中间投入（4，4）。间接税针对上述各类支出而征收，在表 3.3 中作为单独的项目记录在账户（7）中。对产品的进口记录在账户（8）的“商品”行。最后，列（6）记录的国内投资支出与行（6）记录的国内外储蓄相平衡，国外储蓄（6，8）成为国外账户的最终平衡项。

表 3.3 的 SAM 虽然简单，但是要素、机构部门和生产活动等账户均被适当细化

斯里兰卡 SAM 的账户分类中有一点需要特别注意，就是对劳动力和居民的划分中，除城市和农村之外还有一类“庄园工人”，这与斯里兰卡特定的社会结构与宗教文化密切相关，因为宗教或社会地位方面的差异将导致经济环境的差异。在斯里兰卡的 SAM 编制过程中，“庄园工人”就是根据这一标准对居民进行区分而得到的一个独立类别，特指南部印第安庄园的劳动者。他们与其他农村居民的重要区别在于他们使用不同的语言，不论自己是否在斯里兰卡出生，都把南印第安作为自己的家乡。这一类居民和劳动者拥有的政治权力非常有限，同时被几乎所有的要素市场排斥在外，他们和其他经济主体之间的联系也很少。显然将这类劳动者作为一个单独的群体是有必要的，因为针对他们的政策规划与实施总是不同于其他群体

的。

，也就是说，这个简化的 SAM 不仅反映了要素收入的水平，而且刻画了要素收入的分配，以及收入在不同类型的居民之间的分配。

为了便于说明 SAM 乘数模型的建模过程，表 3.4 将表 3.3 中的内生账户与外生账户分别集结，并以矩阵运算的形式将其中蕴涵的核算关系概括为 11 个方程。

方程 (3-1) 表明，SAM 的内生账户之间的交易（以矩阵 N 表示）可以表示为方阵 A_n 和对角阵 y^n 的乘积，其中 A_n 为平均支出倾向矩阵，其元素的值通过内生账户中的每个元素除以其所在列的合计值得到， y^n 为内生账户的收入列向量。类似地，方程 (3-2) 定义了漏出矩阵 L ，它等于非方阵 A_l 与对角阵 y^n 的乘积，其中 A_l 为平均漏出倾向矩阵，计算方法同 A_n 类似；由于矩阵 N 、 L 和向量 y^n 均直接来自于 SAM，因此

A_n 和 A_l 通过简单计算即可得到。方程 (3-3) ~ (3-4) 和 (3-5) ~ (3-6) 分别刻画了决定内生账户收入 y^n 与外生账户收入 y^x 的核算关系。方程 (3-7) 和 (3-9) 分别对内生账户和外生账户的支出（列向）求和，由方程 (3-7) 可直接推导出方程 (3-8)，后者的含义很明确：矩阵 A_n 的各列之和分别与矩阵 A_l 的各列之和对应相加必然得到单位行向量，这一点通过 A_n 和 A_l 的定义即可获知。根据“行和与列和相等”的平衡条件，将方程 (3-9) 与方程 (3-6) 相结合即可推出方程 (3-10)。由方程 (3-10) 可推导出方程 (3-11)，该方程具有明确的意义：对于一个平衡的经济系统来说，加总的注入与漏出必然相等。

表 3.4 SAM 的简化示意图及账户平衡关系

支出

收入

内生账户 外生账户 合计

内生账户

$$N = A_n y^n \quad (3-1)$$

X

$$y^n = n + x \quad (3-3)$$

$$= A_n y^n + x \quad (3-4)$$

外生账户

$$L = A_l y^n \quad (3-2)$$

R

$$y^x = l + R i \quad (3-5)$$

$$=A\lambda y + R\lambda i \quad (3-6)$$

合计

$$y' = \lambda' (i' A + i' R) y \quad (3-7)$$

$$i' = i' A + i' R \quad (3-8)$$

$$y' = \lambda' X + i' R \quad (3-9)$$

$$A\lambda y - X' i = (R' - R)\lambda i \quad (3-10)$$

$$\lambda' a y = x' i \quad (3-11)$$

$A_n =$

$N y^{-1} n$ 内生变量的平均支出倾向矩阵

$$A_l = L y^{-1} n$$

平均漏出倾向矩阵

$$N_i = n$$

内生账户交易矩阵 N 的行和向量

$$X_i = x$$

矩阵 X 的行和向量

$$L_i = l$$

矩阵 L 的行和向量

$$\lambda' a = i' A_l$$

矩阵 A_l 的列和向量，即加总的平均漏出倾向向量

N

内生账户之间的交易矩阵

X

从外生账户到内生账户的注入矩阵

L

从内生账户到外生账户的漏出矩阵

R

外生账户之间的交易矩阵

在 $(I - A_n)^{-1}$ 存在的条件下，根据向量 l 的定义和方程 (3-4) 可以得到

$$y_n = (I - A_n)^{-1} x = M x \quad (3-12)$$

和

$$l = A_l (I - A_n)^{-1} x = A_l M x$$

$$(3-13)$$

矩阵 $(I - A_n)^{-1}$ 即被定义为账户乘数矩阵 M ，它将内生的收入 y_n 与外生的注入 x 联系起来。

方程 (3-13) 刻画了注入与漏出之间的关系，同时它还满足如下条件

该等式可通过如下推导过程得到： $i' = i' A_n + i' R$ $A_l = i' A_n + \lambda' a = \lambda' a (I - A_n)^{-1} = \lambda'$

aMa ，需要注意的是，式中各个向量 i' 的维度并不完全相同，而是取决于内生账户与外生账户的矩阵维度。：

$$i' A i M a = \lambda' a M a = i' \quad (3 \quad 14)$$

这一等式意味着，每一项注入本质上都源自一项或多项漏出。

为了得到账户乘数矩阵 Ma ，必须首先将各账户区分为内生账户和外生账户。在表 3.3 和表 3.4 所示的实例中，内生账户包括要素、家庭、企业和生产活动，相应的外生账户则包括政府的现金支出账户、投资、间接税和对外贸易。注入矩阵 X 中包括政府和国外对居民和企业的现金转移支付，以及政府消费、投资和出口等引致的对国内产品的需求。直接税、间接税、储蓄、进口和对国外的要素支付构成了漏出。

二、 账户乘数矩阵的分解

根据方程 (3 4) 可知，对于任何一个同 A_n 具有同样规格且能保证 $(I - A \sim n)^{-1}$ 存在的矩阵 $A \sim n$ 来说，可以推导得到下式：

$$\begin{aligned} y_n &= A_n y_n + x = (A_n - A \sim n) y_n + A \sim n y_n + x \\ &= (I - A \sim n)^{-1} (A_n - A \sim n) y_n + (I - A \sim n)^{-1} x \\ &= A^* y_n + (I - A \sim n)^{-1} x \quad (3 \quad 15) \end{aligned}$$

将式 (3 15) 的两边同时左乘以 A^* ，得到 $A^* y_n = A^* 2 y_n + A^* (I - A \sim n)^{-1} x$ ，由式 (3 15) 还可知 $A^* y_n = y_n - (I - A \sim n)^{-1} x$ ，将其替换入上式即可得到 $y_n = A^* 2 y_n + (I + A^*) (I - A \sim n)^{-1} x$ ；通过类似的步骤，将式 (3 15) 的两边同时左乘以 $A^* 2$ 并替换入 $A^* 2 y_n$ 可以得到

$$\begin{aligned} y_n &= A^* 3 y_n + (I + A^* + A^* 2) (I - A \sim n)^{-1} x \\ &= (I - A^* 3)^{-1} (I + A^* + A^* 2) (I - A \sim n)^{-1} x \quad (3 \quad 16) \end{aligned}$$

这里不妨先假定矩阵 $(I - A^* 3)^{-1}$ 是存在的。

对比式 (3 16) 和式 (3 12) 可以看出，账户乘数矩阵 Ma 可以分解为三个矩阵的乘积。尽管上述分解过程是非常一般性的，但是通过参照矩阵 A_n 的结构并选择相应的矩阵 $A \sim n$ ，这种分解将提供很多有意义的信息。

如果将表 3.3 所示的简化 SAM 的内生账户集结为三大类：要素、机构部门（这里特指居民和企业）和生产活动，那么内生账户之间的交易情况可以利用分块矩阵表示为表 3.5 的形式。

表 3.5 以分块矩阵表示的内生账户之间的交易

内生账户

1. 要素
2. 机构部门
3. 生产活动

1. 要素
- 0
- 0
- T13
2. 机构部门
- T21
- T22
- 0
3. 生产活动
- 0
- T32
- T33

如果两大类账户之间没有交易往来，比如要素之间不存在转移，机构部门也没有直接来自生产活动的收入，那么在表 3.5 中就以零矩阵来表示。与如上交易模式相对应的平均支出倾向矩阵 A_n 可表示为

$$A_n = \begin{pmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix}$$

$$A_{21} \quad A_{22} \quad 0$$

$$0 \quad A_{32} \quad A_{33}$$

同时定义 $A \sim n = 000$

$$0 \quad A_{22} \quad 0$$

$$0 \quad 0 \quad A_{33} \quad (3 \quad 17)$$

那么根据式 (3 15) 中对 A^* 的定义，可以计算得到 A^* 的如下形式：

$$A^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 & A^*_{13} \\ A^*_{21} & A^*_{22} & 0 \\ 0 & A^*_{32} & A^*_{33} \end{pmatrix}$$

$$A^{*2}100$$

$$0A^{*3}20, \text{ 其中 } A^{*1}3=A13$$

$$A^{*2}1=(I-A22)^{-1}A21$$

$$A^{*3}2=(I-A33)^{-1}A32$$

$$(3 \quad 18)$$

这里需要特别指出以避免引起误解的是，式(3-16)将矩阵 M_a 分解为三个矩阵因子，与式(3-17)将 A_n 划分为三类账户集，这二者之间并无必然联系。事实上， A_n 可以是任意阶的，其中所包含的账户集的种类并无一定之规；同样地，从数学运算的角度看，式(3-16)也可以通过不断的左乘和替代操作一直转换下去（而不是终止于第3步），并最终得到如下的一般性表达式：

$$y_n=(I-A^{*k})^{-1}(I+A^{*1}+A^{*2}+\dots+A^{*(k-1)})(I-A \sim n)^{-1}x$$

将 A_n 划分为三类账户集，并选择在第3步终止式(3-16)的运算，这是由SAM的结构和其中所蕴涵的经济学概念框架所决定的；与三类账户集相对应，对式(3-16)的3步连续的替换运算恰好刻画了收入流在经济系统中的一个完整循环。对照分块矩阵 A_n 与表3.5的内生账户交易矩阵，可以获知 A_n 中每一个非零子矩阵的具体含义： $A13$ 反映了生产活动对要素的支出情况， $A21$ 刻画了要素收入在居民和企业中间的分配， $A32$ 记录了不同类型的居民对各生产部门产品的平均支出倾向， $A22$ 反映了内生机构部门之间的现金转移支付，在斯里兰卡SAM的实例中，这类转移被简化表现为利息和红利在居民中间的分配， $A33$ 刻画了生产部门之间的交易，即生产活动的投入产出关系。

结合式(3-12)和式(3-16)可以定义账户乘数矩阵 M_a 的如下三个分解因子：

$$M_{a1}=(I-A \sim n)^{-1}; \quad M_{a2}=(I+A^{*1}+A^{*2}); \quad M_{a3}=(I-A^{*3})^{-1} \quad (3 \quad 19)$$

$$\text{即 } M_a=M_{a3}M_{a2}M_{a1}$$

$$(3 \quad 20)$$

综合考察方程(3-17)~(3-19)对各矩阵的定义形式可以发现，矩阵 M_{a1} 是一对角阵，其对角线上的分块矩阵分别为 I 、 $(I-A22)^{-1}$ 和 $(I-A33)^{-1}$ ；通过计算还可知 $A^{*2}=0A^{*1}3A^{*3}20$

$$00A^{*2}1A^{*1}3$$

$A^{*3}2A^{*2}100$ ，由此得到

$$Ma_2 = I - A^*13A^*32A^*13$$

$$A^*21IA^*21A^*13$$

$$A^*32A^*21A^*32I \quad (3 \quad 21)$$

同样地，矩阵 Ma_3 也是一对角阵，其对角线上的分块矩阵依次为 $(I - A^*13A^*32A^*21) - 1$ 、 $(I - A^*21A^*13A^*32) - 1$ 和 $(I - A^*32A^*21A^*13) - 1$ 。可见矩阵 Ma_2 和 Ma_3 的具体形式取决于矩阵 A^* 。观察方程 (3 18) 对矩阵 A^* 的定义可以发现，零单元与非零单元在矩阵 A^* 中的位置恰好对应于一个 3×3 矩阵的元素的循环排列；这样，如果将 y_n 也按照 A_n 的 3 阶形式进行划分，那么结合式 (3 15) 可知， y_n 的三个组成部分就相当于一个闭合循环中相互联系三个端点。

图 3.1 以一个三角形来表示构成 y_n 的三类内生收入之间的循环作用关系，而这种关系实质上正是由矩阵 A^* 中的各个元素来刻画的。从该三角形的任意一个端点出发，经过 3 步均可回到起始点，这表明矩阵 A^* 中蕴涵着一个收入流动的闭环系统：从生产活动到要素再到机构部门，然后以消费需求的形式返回到生产活动，而 A^* 中的元素正是该系统中收入循环流量的数学表达式。这一结构解释了为何 Ma_3 是一个分块对角阵，同时也表明 Ma_3 是一个闭合的循环乘数矩阵。

图 3.1 由方程 (3 15)、(3 17) 和 (3 18) 定义的 SAM 账户的闭环结构

说明：图中 $x = x_1$

x_2

$x_3, y = y_1$

y_2

y_3 ，其分类的结构与式 (3 17) 所定义的 A_n 的结构是一致的，外生账户以“国外”为代表。

根据以上的论述可知，矩阵 Ma_1 也是一个分块对角阵，它刻画了某一大类内生账户（如要素或生产活动）的内部通过直接转移而产生的效应，与系统的闭环特性无关。由于要素之间不存在直接转移，因此 Ma_1 的第一个对角线元素是一个简单的单位阵；第二个对角线元素反映了机构部门间的直接转移而引致的乘数效应 $(I - A_{22}) - 1$ ；类似地，第三个对角线元素反映了生产部门之间的转移所引致的乘数效应 $(I - A_{33}) - 1$ ，这一矩阵正是 IO 模型中的里昂惕夫逆矩阵。 Ma_1 在乘数分析中被称为转移乘数矩阵。

由于 Ma_1 和 Ma_3 均为对角阵, 因此发生在不同大类账户之间的乘数效应就由矩阵 Ma_2 来刻画, Ma_2 因此也被称为交叉效应矩阵或者开环乘数矩阵; 这一定义旨在强调某一大类账户对其他类账户的作用。以居民和企业收入对要素收入及生产活动的影响为例, 这相当于将 A_{21} 设置为零, 从而将闭合的循环打破并形成一个以机构部门收入 (y_2) 为起点、要素收入 (y_1) 为终点的开环系统; 也就是说, 要素收入对机构部门收入的影响被忽略掉了。这样, 由方程 (3-18) 易知 A_{21} 的值为零, 并且 Ma_3 和 Ma_2 的表达式中凡是包含 A_{21} 的项均为零, 于是 Ma_3 成为一个单位阵, 同时由式 (3-21) 可知 Ma_2 中的某些块阵也变为零, 但是 Ma_2 中涉及居民与企业账户的列元素不会发生改变, 这一列刻画了在开环系统中, 内生的机构部门的收入 (y_2) 对要素收入 (y_1) 和生产活动收入 (y_3) 的影响。为了使乘数矩阵分解的结果更便于实际应用和解释, Stone (1978a) 将式 (3-20) 表达为相加的形式, 即

$$Ma = I + (Ma_1 - I) + (Ma_2 - I)Ma_1 + (Ma_3 - I)Ma_2Ma_1 \quad (3-22)$$

这样, 账户的乘数矩阵 Ma 就被分解为如下四个组成部分之和: i. 初始的注入; ii. 转移乘数效应的净贡献; iii. 开环或交叉乘数效应的净贡献; iv. 循环或闭环乘数效应的净贡献。

三、固定价格的乘数分析

上一节得到的账户乘数矩阵的分解结果揭示了 SAM 中所包含的经济结构方面的信息, 但是作为账户乘数, 它们无法被直接用作经济体的注入对内生收入水平影响的测度, 因为我们需要进一步了解不同经济主体针对变化所做出的反应。接下来将探讨在收入变化但价格保持不变的假定下, 引起内生账户支出模式变动的主体行为。事实上, 价格也是会发生变化的, 但由于账户乘数的推导与分解过程均是基于价格不变的假定, 因此这里将其称为固定价格乘数。

在价格不变的假定下, 由账户恒等式 (3-3) 可以推出如下各式:

$$dy = dn + dx \quad (3-23)$$

$$= C_{dyn} + dx \quad (3-24)$$

$$= (I - C_n) \cdot dx = M_{cdx} \quad (3-25)$$

类似地还可以得到

$$dl = C_l dy \quad (3-26)$$

$$= C_l (I - C_n) \cdot dx = C_{ldx} \quad (3-27)$$

式 (3-23) 通过对式 (3-3) 的全微分得到。如果价格是固定的, 那么内生账户的收入向量 n (由同样的内生账户的支出所引致的) 就是 yn 的函数, Cn 可称为边际支出倾向矩阵, 其元素 (i, j) 定义为向量

n 的第 i 个元素对向量 yn 的第 j 个元素的偏导数。如果矩阵 $(I-Cn)^{-1}$ 存在, 那么方程 (3-25) 就刻画了 yn 的元素随注入的变化而变化的情况。与此类似, 式 (3-26) 中的 Cl 相当于边际漏出倾向矩阵, 方程 (3-27) 则定义了漏出随注入的变化而变化的情况。

通过对比可以发现, 方程 (3-25)、(3-27) 与方程 (3-12)、(3-13) 相类似, 在矩阵 Cn 为非负的条件下, Mc 也是一个乘数矩阵, 并根据假定条件称为固定价格的乘数矩阵; 此外, Cn 与 Cl 对应列的合计值相加也为 1。这样, 给定矩阵 Cn 与 Cl 的估计值, 就可以计算得到固定价格乘数矩阵 Mc 和边际漏出矩阵 $ClMc$ 。

要估算 Cn 与 Cl , 一个重要的数据基础是表 3.3 所示的 SAM。从该 SAM 中可以看到, 要素收入的支出首先形成了内生的国内机构部门的收入, 所有的城市工人的劳动收入归城市居民所有, 因此矩阵 Cl 的第一列为零, 矩阵 Cn 的第一列中除了与“城市居民”这一行相交的元素的值为 1 之外, 其余元素值也均为零。与此情形类似的还有 Cl 和 Cn 的第二、三列和第五列, 其元素值的确定方法与第一列相同。在第四列, 私人资本的收入被分配给 5 类不同的机构部门, 分配的比例如果被看作是给定的话, 那么可以基于 SAM 来计算这一份额, 并假定边际支出倾向同平均支出倾向是相同的; 不过这一假定要求机构部门的收入支出弹性为 1, 这对于居民支出来说显然是不成立的, 为此, 表 3.6 结合本节 SAM 的实例列出了对居民支出倾向的假定。

需要注意的是, 对进口品的需求收入弹性非常低, 这在很大程度上是由于斯里兰卡的进口消费品中包括主粮、大米、小麦等必需品。

表 3.6 居民的平均及边际支出倾向假定 (斯里兰卡, 1970)

城市居民 农村居民 庄园工人
平均 边际 平均 边际 平均 边际

内生账户

(4) 生产活动 (商品)

茶与橡胶业 0.0050.0020.0080.0060.0080.006
其他农业 0.1340.0800.1740.1340.2140.241
食品加工业 0.0920.0590.1540.1490.1740.246
其他制造业 0.1140.1220.1310.2040.1420.156

采掘建筑业 0.0010.0010.0010.0010.0010.001
服务业 0.2910.3150.2800.3110.2630.302
小计 0.6370.5790.7480.8050.8020.952

外生账户

(5) 政府现金账户 0.1110.1640.0170.0220.010
(6) 机构资本账户 0.1730.2090.1170.1350.0140.015
(7) 间接税净值 0.0110.0200.0100.0140.0040.005
(8) 国外
商品交易部门 0.0690.0280.1070.0240.1810.018
其他部门

小计 0.3640.4210.2510.1950.1990.048

对于企业部门，假定收入的边际分配情况同平均分配的结果相同，即基于表 3.3 可直接计算得到；事实上，企业税、储蓄和分配政策是会针对企业收入的变动而做出反应的，但是在缺乏足够信息的情况下，不妨先通过上述假定来做出估计。

对于生产活动总成本的分配，本 SAM 实例做出了同样的假定，即边际值与平均值相等。做出这一假定主要出于以下考虑：如果生产部门之间的相互关系符合里昂惕夫假定，那么生产过程中不存在规模效应，这样固定价格的假定就是合理的；如果进口价格是固定的且单位产出的要素成本不变，那么在给定间接税税率的情况下价格也是固定的。这一假定使得矩阵 A_I 和 C_I 的生产活动账户的各列元素分别对应相等， A_n 和 C_n 之间也具有这一关系。

最后，关于生产活动对要素的支付，如果增加值的价格，即单位产出的增加值被设定为单位产出的劳动成本的固定涨幅价格，那么资本的份额是固定的。如果劳动力按照固定的计件工资率被支付报酬，那么单位产出的劳动力成本也是固定的。或者也可以做出这样的假定：工资率是固定的，劳动的平均产出也是固定的；如果劳动力收入被假定同就业水平成比例，那么上述假定就是必要的，它意味着所有的生产部门都存在过剩的生产能力。这些假定确保了固定价格假设的合理性，并且可以近似地将 A_n 中生产活动账户各列的元素值作为 C_n 中对应列元素值的估计。

总结以上关于 C_n 和 C_I 的估计步骤可以发现，除了表 3.6 中所列的数据之外， C_n 与 A_n 基本上是相等的（ C_I 与 A_I 的情况也是如此）。这说明要估计 C_n 并进一步计算得到 M_c ，只需在 SAM 的基础上进行计算，同时对那些非单位值的（即不等于 1）收入弹性做出估计或者假定。表 3.7 显示了基于表 3.3 的 SAM 和表 3.6 的居民边际支出倾向假定值而计算得到的矩阵 M_c 和 CIM_c 。

表 3.7 矩阵 M_c 和 CIM_c 的估算结果

注入的来源

(1) 生产要素

劳动力资本

(2)居民

现金账户

(3) 企业

现金账户

(4) 生产活动/商品

内生账户城市

工人农民庄园

工人私人

资本公共

资本城市

工人农民庄园

工人私人

企业国有

企业茶与

橡胶

业其他

农业食品

加工

业其他

制造

业采掘

建筑

业服务

业

(1)

城市工人 1.190.250.280.200.190.250.280.100.260.260.240.240.250.41

农民 0.341.470.580.370.340.470.580.180.580.740.600.400.450.62
庄园工人 0.010.021.030.020.010.020.030.010.520.030.030.020.020.03
私人资本 0.550.760.941.600.550.760.940.290.881.160.980.731.140.98
公共资本 0.020.030.030.021.000.020.030.030.010.030.030.030.050.040.04

小计 2.122.532.862.211.002.121.531.860.582.262.211.881.441.902.08

(2)

城市居民 1.310.410.490.541.310.410.490.470.450.510.450.400.490.62
农村居民 0.681.941.161.370.681.941.160.501.131.461.210.861.161.23
庄园工人 0.020.031.040.040.020.031.040.020.530.040.040.020.030.04

(3)

私人企业 0.140.190.230.390.140.190.231.070.220.280.240.180.280.24
国有企业 0.020.030.030.021.000.020.030.030.011.000.030.030.030.050.040.04

小计 2.172.602.952.361.002.172.602.952.071.002.352.321.971.502.002.17

(4)

茶与橡胶业 0.010.010.020.010.010.010.021.010.010.010.010.010.01
其他农业 0.380.590.840.460.380.590.840.210.621.531.090.380.410.45
食品加工业 0.220.380.520.290.220.380.520.130.380.311.280.270.260.28
其他制造业 0.420.620.640.480.420.620.640.220.630.540.481.530.590.50
采掘建筑业 0.010.010.020.010.010.010.020.010.010.010.010.140.02
服务业 0.720.860.970.700.720.860.970.350.830.750.690.580.761.73

小计 1.752.473.001.951.752.473.000.923.483.163.562.773.173.19

外生账户

(5) 政府现金账户 0.260.150.160.190.320.260.150.160.270.320.150.170.150.130.170.18

(6) 机构资本账户 0.430.440.380.460.680.430.440.380.560.680.350.420.370.300.390.41

(7) 间接税净值 0.130.170.190.140.130.180.190.070.200.160.180.270.200.18

(8)

国
外

商品部门 0.160.220.250.170.160.220.250.080.280.220.280.280.220.21

其他部门 0.010.020.020.040.010.020.020.020.020.030.020.020.030.02

小计 1.001.001.001.001.001.001.001.001.001.001.001.001.001.001.00

四、 固定价格乘数的分解

从上文的分析和论述中不难看出，矩阵 C_n 和 A_n 在结构与性质上都是非常相似的；此外， C_n 中的零元素与非零元素的分布情况同 A_n 也完全相同。这样，固定价格的乘数矩阵 M_c 同样可以被分解为转移乘数矩阵 M_{c1} 、开环乘数矩阵 M_{c2} 和闭环乘数矩阵 M_{c3} ，具体的推导过程与 A_n 完全相同，这里不再重复。
即

$$M_c = M_{c3}M_{c2}M_{c1} \quad (3 \quad 28)$$

以 Stone 的加性形式来表达即为

$$M_c = I + (M_{c1} - I) + (M_{c2} - I)M_{c1} + (M_{c3} - I)M_{c2}M_{c1} \quad (3 \quad 29)$$

在固定价格的假定下，矩阵 M_a 与 M_c 中对应元素的差归因于收入效应，这一点可以通过对式 (3 24) 的变形和转换加以说明：

$$dy_n = C_n dy_n + dx$$

$$= (C_n - A_n) dy_n + A_n dy_n + dx \quad (3 \quad 30)$$

$$= (I - A_n) - 1 (C_n - A_n) dy_n + dx$$

$$= M_a (C_n - A_n) dy_n + M_a dx$$

$$=I-Ma(Cn-An)-1Mdx$$

$$=MyMdx \quad (3 \quad 31)$$

其中

$$My=I-Ma(Cn-An)-1 \quad (3 \quad 32)$$

$$MyMa=Mc \quad (3 \quad 33)$$

通过式 (3 33) 可知, 矩阵 My 将账户乘数矩阵 Ma 转化为固定乘数矩阵 Mc , 并刻画了收入效应。但是, My 本身并不是一个乘数矩阵, 从式 (3 32) 可以看出, My 中可能会包含负值元素, 因为矩阵 Cn 中的元素值可以小于 An 中对应位置的元素值, 即收入弹性小于 1。在本节采用的 SAM 实例中, 矩阵 My 相对简单, 因为只有一类居民的收入弹性不等于 1; 这样, 除了居民账户所在的列之外, My 的其余各列同单位阵是完全相同的。

五、基于实例的分析结果

基于斯里兰卡的 1970 年 SAM, 通过实证研究可以总结出其社会经济状况的一系列特点。在表 3.7 中, “生产要素” 列中几乎包含了所有的与“居民”、“企业”等机构部门相关的信息; 这一点不难理解, 以“劳动力”要素为例, 一方面在劳动力类型与居民类型之间有着一对一的对应关系; 另一方面在表 3.3 所示的斯里兰卡基准 SAM 中, 并未对不同类型的居民之间的转移进行核算。类似地, 对于“公共资本”而言, 所有的收入都直接进入“国有企业”, 并全部从内生账户中漏出去; 因此“公共资本”列和“国有企业”列的结构都相当简单。根据简单的里昂惕夫逆矩阵的计算结果, 斯里兰卡各产业部门之间的联系比较弱, 只有“其他农业”对“食品加工”具有较大的需求。与之相对, 表 3.7 的计算结果中包含了图 3.1 所示的完整的循环关系, 因此展示了部门之间较强的相互联系。

表 3.7 有一个比较明显的特征, 即从表的行向来看, 乘数的值是相对稳定的。举例来说, 一个外生的 100 单位的注入投入到除服务业之外的各产业部门中, 对服务业产生的固定价格的乘数效应为 58~83 单位, 这是一个数值跨度相对狭窄的区间, 表明二阶和三阶的效应在很大程度上与需求结构无关。在 Stone(1978) 针对英国的分析中也有类似的现象。通过乘数结构的回溯, 可以发现不同类型的居民具有相似的支出模式。这种高阶效应的同质性对于就业与收入分配的结构有重要影响。由表 3.7 可以看出, 除服务业之外, 无论哪一个产业部门扩张, 对提高城市劳动力收入的作用乘数都在 0.24~0.26; 对服务业的注入所产生的效应略大, 乘数值为 0.41。类似地, 就 6 个产业部门来看, 产业扩张对农村劳动力收入的影响分布在 0.40 (其他制造业) 和 0.74 (其他农业) 之间。对庄园工人收入的影响则与以上情形有所不同: 对茶和橡胶产业的 1 个单位的注入将对庄园工人的收入产生 0.52 单位的乘数效应, 而其他产业所产生的乘数效应仅为 0.01、0.02 和 0.03。

表 3.7 是基于表 3.3 的斯里兰卡 SAM 计算得到的结果, 因此它展示了经济体中存在的各种社会经济联系; “庄园工人”和“茶和橡胶业”是两个比较独特的账户, 相对于其他账户间比较紧密的依赖关系, 它们则显得比较“独立”。

表 3.8 具体给出了一些乘数分解的示例, 并以乘数的加和形式来表示。表的前四列展示了账户乘数的加性分解的结果, 后四列是固定价格乘数的分解结果; 中间一列计算了收入效应, 它是联系账户乘数与固定价格乘数的桥梁。

表 3.8 的第 (1) 行展示了将 100 单位的注入投入于茶和橡胶业对该产业本身所产生的乘数效应。事实上, 由于对任何一类消费者而言, 茶和橡胶都不是一项大的消费支出, 因此这一注入对茶和橡胶业几乎没有乘数效应。由表 3.6 可知, 茶在斯里兰卡属于“劣质商品”, 其固定价格乘数要比账户乘数小。相对的, 表 3.8 的第 (2) 行和第 (3) 行计算了将 100 单位的注入投入于茶和橡胶业对其他农业和食品价格业所产生的转移乘数效应, 该结果得自于投入产出逆矩阵 $(I-A_{33})^{-1}$; 除此之外占绝对比重的是闭环效应: 对茶和橡胶业的额外投入通过闭环效应引致了对其他农业和食品加工业的新增需求, 而且基于固定价格乘数计算得到的新增需求要大于基于账户乘数计算得到的新增需求。

表 3.8 的第 (4) ~ (6) 行分析了将 100 单位的注入投入于茶和橡胶业对三类居民所产生的影响。开环效应主要使“庄园工人”这类居民受益, 但是由于他们与经济体中其他部门的联系非常微弱, 因此闭环效应就显得微不足道了; 闭环效应主要使城乡居民获得收益。同样地, 基于固定价格乘数计算得到的闭环效应要大于基于账户乘数计算得到的结果。

表 3.8 乘数分解与分析示例

外部
注入
作用
始点
注入影响

的终点

账户乘数效应

初始
注入,

I
转移
效应,
 Ma_1-

I
开环
效应,
 $(Ma_2-$
I) Ma_1
闭环
效应,

(Ma3-

I)Ma2

Ma1

小计,

Ma

收入

效应,

(My-

I)Ma

固定价格乘数效应

小计,

Mc

闭环

效应,

(Mc3

-I)Mc2

Mc1

开环

效应,

(Mc2-

I)Mc1

转移

效应,

Mc1-

I

初始

注入,

I

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)
- (6)

茶

和

橡

胶

业

茶和橡胶业 1002102-11011100

其他农业 25961162602

食品加工业 13233538371

城市居民 83139645378

农村居民 2578103101138825

庄园工人 50353*53350

- (7)
- (8)
- (9)
- (10)
- (11)
- (12)

其
他

农
业

其他农业 100557162-9153485100

食品加工业 13132-131301

其他制造业 436401454504

城市居民 1731483513417

农村居民 687714511467868

庄园工人 224*422

(13)

(14)

(15)

(16)

(17)

(18)

服
务
业

其他农业 25254-945432

食品加工业 12930-228271

其他制造业 534391150455

城市居民 3129602623131

农村居民 5271123*1237152

庄园工人 134*431

(19)

(20)

(21)

(22)

(23)

(24)

(25)

(26)

(27)

(28)

(29)

城
市
居
民

茶和橡胶业*11*1**

其他农业 223153-15382414

食品加工业 111728-622157

其他制造业 1622375422517

服务业 3336693723735

城市劳动力 91019*9109

农村劳动力 172138-4341915

庄园工人 112-11*1

城市居民 10032132-113131100

农村居民 7777-96868

庄园工人 33-122

表 3.8 的第 (7) ~ (12) 行做了类似的分析,只不过这次是将注入投入到“其他农业”。表 3.6 所刻画的恩格尔定律在这一分析中得到了充分展现,从第 (7)、(8) 两行可见,固定价格乘数要比账户乘数小得多。在第 (9) 行,由于其他制造业的产品属于高档品,因此从 Ma 到 Mc 的乘数计算值有一个较大幅度的提升。从表中还可以发现,第 (10) ~ (12) 行所显示的对居民收入的闭环效应同第 (4) ~ (6) 行和第 (16) ~ (18) 行的情形非常相似;类似地,第 (7) ~ (9) 行所显示的对其他产业部门的闭环效应本质上同第 (13) ~ (15) 行和第 (2) ~ (3) 行也是相同的。

在表 3.6 中,总的漏出量在农村居民和庄园工人的收入中所占的份额是逐步下降的,这在很大程度上源于斯里兰卡的进口食品的结构。因此,表 3.8 的第 (19) ~ (29) 行所示的对城市居民的注入所产生的影响更常见于在基础食品方面高度自给自足的经济体中。最后一个示例的结果表明,固定价格乘数通常要小于账户乘数,对高档品的需求——比如其他制造业和服务业——则是例外。值得注意的是,对城市居民的注入几乎不对庄园工人发生影响,但是对农村的产业活动和农村居民收入的影响却是可观的。

第三节基于 SAM 的结构化路径分析方法

SAM 本质上是一个均衡的数据体系,因此作用于经济体中的每一种影响的传播途径均可以通过结构化路径分析方法识别出来。在经典的乘数分析方法的基础上,结构化路径分析方法提供了更加详细的乘数分解的结果。

为了便于说明结构化路径分析方法的基本思想和原理,并同乘数分析方法进行对比,本节首先基于一个高度简化的 SAM 表式对乘数模型加以扼要表述,并以韩国的社会经济为背景,

运用乘数分析方法针对 11 个主题进行实例分析；然后对结构化路径分析方法的原理加以阐述，并针对同样的主题做出更加深入的分析，最后对两种方法下的分析结果进行对比。本节基于韩国 SAM 的分析实例参考了 Defourny, J. 和 E. Thorbecke (1984) 的文章，并将原文中的一些不妥之处加以修正。

。通过对比将不难看出，结构化路径分析方法是一个技术上可行，且非常有用的政策研究工具，它揭示了政策发生影响的机制和作用传导的整个网络，有利于决策者对政策效果的深度把握。

一、 一个高度简化的 SAM 乘数模型

SAM 作为一个均衡的数据体系，刻画了社会经济系统中不同部门之间的相互依赖关系和特征：（1）生产活动；（2）要素收入的分配（即各类生产活动所创造的增加值在不同的生产要素之间的分配）；（3）收入在机构部门之间的分配，特别是收入在不同类型的居民分组之间的分配。生产活动、要素和机构部门是构成 SAM 的三类最为核心的账户。

在固定价格、充足资源供给等假定下，SAM 常常作为线性均衡模型的建模基础；乘数分析模型需要将账户区分为内生和外生，生产活动、要素和机构部门（企业和居民）这三类核心账户通常作为内生账户，而政府、资本和 ROW（世界其他地区）通常作为外生账户。

在上一节的表 3.5 的基础上，表 3.9 扩充引入了外生账户，从而生成了一个非常简化但是完整的示意性 SAM。

表 3.9 一个区分了内生账户与外生账户的简化 SAM

支出

内生外生

要素居民生产活动其他账户合计

合计

12345

收
入

内生

要素 100
 $T_{13 \times 1} y_1$
 居民 2 $T_{21} T_{22} \times 2 y_2$
 生产活动 3 $T_{32} T_{33} \times 3 y_3$

外生其他账户合计

4
 $l' 1$
 $l' 2$
 $l' 3$
 t
 y_x

合计 5
 $y' 1$
 $y' 2$
 $y' 3$
 y_x

表 3.9 中的子矩阵 T_{13} 、 T_{21} 、 T_{22} 、 T_{32} 和 T_{33} 记录了内生账户之间的交易流量，它们之间的关系如图 3.2 所示。

图 3.2 SAM 内生账户之间关系的示意图

如果将表 3.9 中深黑色方框内的内生账户看作一个矩阵 T_{nn} ，将内生账户的收入以列向量 y_n 表示，并将其他账户也以归并的矩阵或向量的形式来表述，那么表 3.9 可以进一步简化为表 3.10 的形式。

表 3.10 SAM 中内生账户与外生账户的表式结构

支出

内生小计 外生小计
合计

收
入

内生
 T_{nn}
 n
注入 T_{nx}
 x
 y_n
外生
漏出 T_{xn}
 l
残差平衡 T_{xx}
 t
 y_x

合计
 y'_n
 y'_x

结合上一节表 3.4 的总结和论述, 并根据 T_{nn} 的内部结构引入内生账户的平均支出倾向矩阵 $A_n = 00A_{13}$

$A_{21}A_{22}0$

$0A_{32}A_{33}$, 从表 3.10 中就不难得到如下的等式关系:

$$y_n = n + x = A_n y_n + x = (I - A_n)^{-1} x = M_a x$$

上式将内生账户的收入表达为账户乘数矩阵 M_a 和外生注入 x 的乘积。

为了便于分析和理解, 账户乘数矩阵 M_a 通常被分解为四类效应矩阵的加和形式, 即

$$\begin{aligned} Ma &= I + (Ma1 - I) + (Ma2 - I)Ma1 + (Ma3 - I)Ma2Ma1 \\ &= I + T + O + C \end{aligned}$$

其中：I 为初始的单位注入，T 为转移乘数效应的净贡献，O 为开环或交叉乘数效应的净贡献，C 为闭环乘数效应的净贡献。

转移效应刻画了内生账户内部（不同的居民分组之间 A22 和产业部门之间 A33）的直接转移关系；开环效应刻画了三类内生账户之间的相互关系；闭环效应则描述了收入流量在内生账户之间的循环流动状况，即如图 3.2 所示的三角循环——收入以消费需求的形式从生产活动转移到要素，然后再分配到机构部门，最后又回到生产活动部门。

乘数分析揭示了外部注入所产生的总效应的大小，并通过对乘数矩阵的分解展示了总效应在内生账户内部以及内生账户之间的数量分配；但是这样的分析结果所提供的信息仍然是有限的。结构化路径分析方法则进一步揭示了各种影响的作用路径和机制，即外部注入的影响沿着怎样的路径、以何种程度作用于经济中的各个主体，这对于政策制订者和决策者往往具有更大的参考价值。接下来我们将通过实例分析来展示两种方法的特点和差异。

二、基于韩国 SAM 的乘数分解示例

在介绍结构化路径分析方法的原理之前，本小节将给出一个基于韩国 1968 年的 SAM 而进行的乘数分析的示例限于篇幅，本节不再列示该 SAM 的具体内容。。在该 SAM 中，要素账户被划分为 15 种类型：6 种不同技能水平的劳动力、两类自我经营者、资本、5 类农业劳动力和政府部门的工作人员；对居民账户的分类与此类似。生产活动按照其产品和生产技术的特点被划分为 29 类产业部门。其他账户（即外生账户）则包括政府、资本账户和 ROW（世界其他地区）。该 SAM 大致反映了韩国 1968 年的社会经济和产业结构状况，在本节中作为乘数分析与结构化路径分析方法的示例性应用的基础，在此对于其真实的刻画现实的功能不做细究。

表 3.11 列示了 11 个示例分析的结果，即作用于某一部门的外部注入对另一部门所产生的乘数效应及其分解。列出以上分析示例的主要目的是为结构化路径分析方法的应用结果提供一个对照，所以在此对这 11 个示例仅做简要说明。

示例 I 和示例 II 分析了作用于某一产业部门的外部注入对另一个产业部门发生的影响。初始的注入可能来自于政府支出或出口需求的增加。比如，对采掘业产品的 100 个单位外生的出口需求的增加将对其他农业产生怎样的影响（示例 II）？账户乘数 *maji* 显示，“其他农业”部门的产出将会增加 45.3 个单位（参见表 3.11 的第 4 列）；乘数分解的结果则表明，45.3 个单位的总效应中具体包含 7.9 个单位的转移效应（参见第 5 列）和 37.4 个单位的闭环效应（参见第 7 列）。在前两个示例中不存在开环效应，因为外部注入作用的始点和终点均属于同一类账户（生产活动账户）。

表 3.11 账户乘数分解的示例

示

例

注入作用的始端受影响的终端账户乘数转移效应开环效应闭环效应

$i \rightarrow jmaji = i + o + c$

1234567

- I 建筑业采掘业 0.0680.04700.022
- II 采掘业其他农业 0.4530.07900.374
- III 纺织业熟练工人 0.18200.1400.042
- IV 食品加工业(self+S+M)资本 0.74800.2790.469
- V 食品加工业(L)非熟练工人 0.11700.0460.071

VI 建筑业

- 工程师 0.05800.0520.007
- 技术人员 0.05300.0420.011
- 熟练工人 0.13200.0830.049
- 非熟练工人 0.13800.0610.077
- 白领阶层 0.21000.1230.086
- 服务业自我经营者 0.08300.0230.060

VII

- 能源产业(L+M)非熟练工人 0.10100.0510.051
- 能源产业(S+self)非熟练工人 0.11000.0610.050

VIII

- 采掘业熟练工人 0.24600.1930.053
- 能源产业熟练工人 0.09500.0630.032
- 能源产业熟练工人 0.09400.0630.032
- 水泥、非金属及矿产品熟练工人 0.15500.1110.044

金属制品业(L+M)熟练工人 0.11300.0720.042

金属制品业(S+self)熟练工人 0.11500.0740.041

IX其他农业

农民家庭 10.26500.1330.133

农民家庭 20.29200.1370.155

农民家庭 30.34900.1590.190

农民家庭 40.15600.0670.089

X

食品加工业(self+S+M)非熟练工人家庭 0.11900.0530.066

食品加工业(L)非熟练工人家庭 0.10600.0420.064

XI

非熟练工人家庭谷物种植业 0.60300.2200.383

学徒工家庭谷物种植业 0.39800.0560.342

说明： m_{aji} 为账户乘数矩阵 Ma 的第 (j, i) 个元素； i 、 o 、 c 分别对应于矩阵 I 、 O 、 C 中的元素。由于表中的示例均未涉及特定部门的外部注入作用于其自身的情况，因此式 $m_{aji}=i+o+c$ 是成立的。 $self$ 、 L 、 M 和 S 分别表示产业部门的类型（自营性、大型、中型或小型）。

接下来的 6 个示例（III—VIII）分析了作用于生产活动的外部注入对要素发生的影响。比如，示例 V 的分析结果表明，作用于大型食品加工部门的 100 个单位的外部注入将使非熟练工人的收入提高 11.7 个单位（4.6 个单位的开环效应和 7.1 个单位的闭环效应）。这 6 个示例中的转移效应均为 0，因为外部注入作用的初始端和影响传递的终端分属于不同的账户（分别为生产活动账户和要素账户）。

示例 IX 和 X 分析了作用于生产活动的外部注入对不同类别的家庭分组所产生的影响。比如，作用于中小规模食品加工部门的 100 个单位的外部注入将使非熟练工人的家庭的收入提高

11.9 个单位（示例 X）。

最后，示例 XI 估计了居民收到政府补贴后将对生产活动发生的影响。

上述乘数分解在一般均衡而非部分均衡的经济框架下，通过效应的分解揭示了三类内生账户内部和账户之间的相互关系。然而，从政策研究的角度看，以上分析结果在操作层面所提供的信息仍然是有限的，因为它并未具体识别出特定的外部注入所产生的影响的作用路径。对于决策者来说，外部注入的作用机制仍然是一个“黑箱”。结构化路径分析方法的本质意义就在于打开“黑箱”，它揭示了作用于特定部门的外部注入沿着怎样的路径最终传递到各个终点；这样，决策者不仅了解到各种效应的大小，而且可以把握各种作用的传播途径。

三、 结构化分析： 外部影响的传导路径模型

结构化分析与描述社会经济现实的模型紧密联系，通常由一个方程体系来刻画，其中每一个变量的大小都取决于其他一个或多个变量。Lantner（1974）和 Gazon（1979）在阐释经济影响与结构化分析的概念方面做了最初的尝试，他们不仅通过将内生变量表达为外生变量的函数形式来刻画模型的解，而且进一步揭示了外生变量对内生变量发生影响的路径和机制。Lantner 和 Gazon 的方法适用于任何一个线性化的方程体系，并在 IO 模型中得到了很好的应用。自 20 世纪 80 年代中期开始，结构化路径分析逐步应用于 SAM 模型。

为了更加形象地说明结构化路径分析方法的基本思想和原理，这里不妨以拓扑学的语言来加以描述。

图 3.3 账户间联系的拓扑表示

如图 3.3 所示，结构化路径分析方法将 SAM 中的每个内生账户看作结点，任意两个结点之间的联系用弧 (i, j) 表示，平均支出倾向矩阵 A_n 中的元素 a_{ji} 定义为弧的强度，它反映了从结点 i （支出方账户）传输到结点 j （收入方账户）的影响的大小。

连接一系列结点 i, k, l, \dots, m, j 所形成的连续的弧 $(i, k), (k, l), \dots, (m, j)$ 称作路径，路径中所包含的弧的个数即称为路径的长度。

图 3.4 基础路径与回路

这样，单独的一段弧也可看作长度为 1 的路径。如果一条路径不重复经过其中任何一个结点，那么该路径就称为基础路径；起点和终点恰好重合的路径称为回路。在图 3.4 中， $i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow j$ 是一条基础路径，而 $x \rightarrow y \rightarrow z \rightarrow x$ 就是一条回路。

账户 i 受到外生注入的冲击或扰动，经过路径 s 最终作用于账户 j ，这一影响用 $(i \rightarrow j)_s$ 表示。作用始点至作用终点的影响可以定量地阐释为三类：直接影响、完全影响和总体影响。

1. 直接影响

假定除了基础路径上的结点所代表的账户之外，所有其他的账户收入保持不变，那么账户 i 的收入变动 1 个单位对账户 j 收入的影响，称为始点 i 沿基础路径对终点 j 产生的直接影响。从数值上看，账户 i 对账户 j 的直接影响就是弧 (i, j) 的强度，即平均支出倾向矩阵 A_n 中第 j 行、第 i 列元素 a_{ji} 的值

根据平均支出倾向的定义以及平衡关系，在 SAM 流量间存在如下关系： $y_j = a_{ji}y_i$ ，那么当账户 i 变动 1 个单位产出 ($\Delta y_i = 1$) 时，账户 j 产出的变动为 $\Delta y_j = a_{ji}$ ，即

$$ID(i \rightarrow j) = a_{ji} \quad (3-34)$$

所以从路径分析方法的角度看，平均支出倾向矩阵又可称作直接影响矩阵，矩阵中的每一个元素都是一段弧的强度。

当以 i, j 为两个端点的一条基础路径经过多个结点时，直接影响的值为构成该路径的各段弧的强度的乘积，即

$$ID(i \cdots j) = a_{jn} \cdots a_{mi} \quad (3-35)$$

举例来说，在图 3.4 中，基础路径 $i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow j$ 所产生的直接影响的值就是 $ID(i \rightarrow j) = a_{jy} a_{yx} a_{xi} = a_{xi} a_{yx} a_{jy}$ 。

2. 完全影响

在一个复杂的经济系统中，两个结点间不可能只存在若干基础路径，而是存在着大量的因反馈效应而产生的回路；一条基础路径上的每一个结点往往都会与其他结点产生千丝万缕的联系，从而形成新的基础路径或者回路。为了刻画结点之间的间接影响，Lantner (1974) 提出了完全影响的概念。

给定一条以 i 为始点、 j 为终点的基础路径 $p = (i, \cdots, j)$ ，那么从始点 i 沿路径 p 传递到终点 j 的完全影响就是该路径的直接影响与基于该路径上结点的回路所产生的所有间接影响之和。

图 3.5 完全影响求解示意图

图 3.5 在图 3.4 的基础上又加入了一条回路 $x \rightarrow y \rightarrow x$ ，现依照此图来说明基于某特定路径的完全影响的计算过程。

结点 i 与结点 y 之间的直接影响为 $a_{xi} a_{yx}$ ，这一影响通过两个回路 $x \rightarrow y \rightarrow x$ 和 $x \rightarrow y \rightarrow z \rightarrow x$ 传回结点 x ，产生的间接影响为 $a_{xi} a_{yx} (a_{xy} + a_{zy} a_{xz})$ ，该间接影响在结点 x 和结点 y 之间不断循环，最终得到

$$=ax_i a_{yx} \{1 + a_{yx}(a_{xy} + a_{zy} a_{xz}) + [a_{yx}(a_{xy} + a_{zy} a_{xz})]^2 + \dots\}$$

$$=ax_i a_{yx} [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy} a_{xz})]^{-1} \quad (3-36)$$

这一影响继续通过弧 (y, j) 最终传导至结点 j ，从而得到产生于该路径上的完全影响

$$IT(i \rightarrow j)_p = ax_i a_{yx} a_{jy} [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy} a_{xz})]^{-1} \quad (3-37)$$

在式 (3-37) 中，等号右边的第一项恰好为结点 i 传导至结点 j 的直接影响，即 $ID(i \rightarrow j) = ax_i a_{yx} a_{jy}$ ，第二项被定义为路径乘数 M_p ，它反映了沿着基础路径传递的直接影响通过反馈回路被扩大的程度。这样，两个结点间的完全影响可以表示为直接影响和路径乘数的乘积，即

$$IT(i \rightarrow j)_p = ID(i \rightarrow j)_p M_p \quad (3-38)$$

通常，路径乘数 M_p 的值为两个行列式的商—— Δ_p / Δ ，其中 Δ 为行列式 $|I - A_n|$ 的值， Δ_p 为在 $|I - A_n|$ 的基础上，删除基础路径经过的各个结点后得到的子式的行列式的值关于路径乘数的数值的计算，在附录中用行列式代数运算的方法给出了详细的推导过程。路径乘数的大小一般取决于路径的长度和反馈的强度：基础路径所经过的结点越多，该路径包含反馈回路的概率就越高，路径乘数就越大；但另一方面，路径所含回路的反馈强度越大，路径乘数也将越大。

将式 (3-38) 稍加变换，得到

$$1/M_p = ID(i \rightarrow j)_p / IT(i \rightarrow j)_p \quad (3-39)$$

路径乘数的倒数恰好反映了沿着一条基础路径传导的完全影响中，直接影响所占的比重。这一指标对于决策者往往具有重要的参考价值，因为它在一定程度上反映了外生冲击发生作用的传导时间， $1/M_p$ 的值越大，直接影响的比重就越大，外生冲击影响的传播就越迅速；反之，路径乘数越大，直接影响被扩大的程度就越高，但影响的传导就会相对迟缓。严格地说，在路径分析方法中采用这一指标衡量影响传导的时间是不够严密的，因为整个分析过程都是在静态的时间框架下考察的。但是如下假定在逻辑上是合理的：基础路径包含的回路数量和回路长度不同，影响传导的时间就会不同；基础路径及其回路经过的结点越多，外生冲击的影响波及终点需要的时间就越长。这样，相对较高的路径乘数往往意味着相对较长的影响传导时间。

因此，在外部注入产生的影响大小和影响波及的时间这二者之间存在一个权衡。

3. 总体影响

相对于直接影响和完全影响，总体影响并没有严格的拓扑学上的意义，即总体影响并非刻画某一特定路径的传导效果，而是对始点与终点之间所有路径的效果的综合和抽象。总体影响的大小通过由式 (3-12) 推导出的账户乘数矩阵 \mathbf{Ma} 中的元素值来表述，因此账户乘数矩阵 \mathbf{Ma} 在路径分析方法中又称为总体影响矩阵。作用于外生账户 x_i 的注入对内生变量 y_i 产生的总体影响就是矩阵 \mathbf{Ma} 中第 j 行、第 i 列的元素值，即

$$IG(i \rightarrow j) = m_{ji} \quad (3-40)$$

总体影响与直接影响的区别在于，后者撇开了所有的回路分支，仅仅刻画了某一条特定的基础路径所产生的影响，这一影响可以看作是一种最直接的效应；而总体影响则不仅包括了直接影响，而且包含了回路所产生的影响。

(1) 总体影响中包含了始点账户与终点账户之间的所有基础路径的影响。给定两个端点账户 i 和 j ，作用于账户 i 的外部注入将通过两点间的所有路径对账户 j 发生影响，根据拓扑图中的“加性原则”，这一作用的直接影响应当等于具有相同始点与终点的所有基础路径上产生的直接影响之和。

(2) 两个端点账户之间的基础路径不应当被孤立地看待，它们的总和构成了端点账户之间的总体影响；换句话说，

图 3.6 账户 i 与账户 j 之间的基础路径

与回路的网络图

总体影响反映了始点和终点之间所有基础路径的完全影响之和。

图 3.6 在图 3.5 的基础上又新增了两条分别以 i 、 j 为始点和终点的基础路径 (i, s, j) 和 (i, v, j) ，基于路径 (i, s, j) 上的任何一个结点都不存在回路；而 (i, v, j) 则包含了以 v 为中心的回路。为简单起见，将图 3.5 中已有的路径命名为路径 1，新增的两条路径分别命名为路径 2 和路径 3，那么端点 i 与 j 之间的总体影响可以通过下式来计算。

$$\begin{aligned} IG(i \rightarrow j) &= m_{ji} = IT(i, x, y, j) + IT(i, s, j) + IT(i, v, j) \\ &= IT(i \rightarrow j)_1 + IT(i \rightarrow j)_2 + IT(i \rightarrow j)_3 \\ &= ID(i \rightarrow j)_1 M_1 + a_{sij} + (a_{vij} v)(I - a_{vv})^{-1} \\ &= ID(i \rightarrow j)_1 M_1 + ID(i \rightarrow j)_2 + ID(i \rightarrow j)_3 M_3 \end{aligned} \quad (3-41)$$

由于路径 2 不存在回路，因此其路径乘数的值为 1。

由以上示例不难归纳，假定在始点 i 与终点 j 之间有 p 条基础路径，那么三类影响之间的关系可以表示如下

该式也在附录中通过行列式的代数运算给出了详细的推导过程。

:

$$IG(i \rightarrow j) = \sum_{p=1}^n m_{ij} p$$

$$IT(i \rightarrow j) = \sum_{p=1}^n m_{ij} p M_p \quad (3 \quad 42)$$

相对于直接影响，总体影响综合了始点和终点之间的所有路径（包括基础路径和反馈回路）产生的效应，而不是孤立地考察沿着某一特定路径所产生的影响。

在一个复杂的经济系统中，基础路径不计其数，找出那些具有较大总体影响的路径并对其结构进行考察，将有助于了解一个地区的经济结构特征；并且可以更加深刻地理解外生注入的作用机制，帮助政策制订者识别政策措施的影响在传导过程中可能遇到的瓶颈。

四、基于韩国 SAM 的结构化路径分析示例

为了更加清晰地阐述结构化路径分析方法的应用思路与用途，本节将基于韩国 SAM 给出一系列分析示例；在揭示结构化路径分析的结果与含义的同时，也将其与本节先前给出的乘数模型的分析结果进行对比，从而更好地理解两种分析方法的差别。

韩国 SAM 共包含 59 个内生账户（15 个要素账户、15 组居民账户和 29 种生产活动），在这样一个庞大的社会经济体系中，将存在无数的基础路径。究竟选择哪些路径作为研究对象，一个重要的选择标准就是路径长度（即基础路径中所包含的弧的个数），通常选择那些长度不超过 3 的路径；因为一条路径中包含的弧越多，沿该路径传导的直接影响和完全影响就越弱。举个简单的例子，假定一条路径的长度为 4（即包含 4 段连续的弧），每段弧的强度为 0.5，那么该路径上产生的直接影响就是 $(0.5)^4$ ，即 0.0625。基于韩国 SAM 的试验性计算表明，如果联结始点与终点的路径的长度为 4 或者更长，那么该路径传导总体影响的比重达到 0.5% 以上的可能性就极小。

即使对路径的长度做出限制，仍然会有大量的基础路径值得注意和研究。在实际应用过程中，对基础路径的选择往往取决于研究问题的需要。本节接下来给出的示例将充分体现这一特点：首先明确要研究的问题，然后确定始点账户和终点账户，最后筛选出主要的传导路径。路径始点（外生注入的作用点）可以从生产活动、要素和机构部门这三类内生账户中任意选取，但是，SAM 内生账户之间的相互关系决定了一条基础路径必然沿着如图 3.2 所示的三角循环的方向来传导影响。比如，外生注入作用于某一生产活动账户，那么起始于该账户的所有基础路径将首先对其他生产活动账户发生影响（账户间的中间投入需求由 IO 矩阵 A33 来刻画），然后传导至要素需求（增加值在要素之间的分配由矩阵 A13 来刻画），再到达机构部门，特别是不同类型的居民分组（分配关系由矩阵 A21 来刻画）；与此同时，机构部门（不同类型的居民分组）之间也发生一定的转移关系（机构部门间的转移由矩阵 A22 来刻画），最终又回到生产活动账户（机构部门的消费支出模式由矩阵 A32 来刻画）。在一个特定 SAM 所蕴涵的所有基础路径中，不可能有某一条始于生产活动账户的基础路径直接对机构部门发生影响，也不可能有一条始于机构部门账户的基础路径直接联结到要素账户，因为矩阵 A23 和 A12 均为零矩阵。

为了更好地对乘数分析方法与结构化路径分析方法的应用结果进行比较，本节选用同表 3.11

完全相同的示例，对应用结构化路径分析方法得到的结果进行分析和说明，结果如表 3.12 所示。

表 3.12 中的 11 个示例分别给出了：①外生注入的作用始点、终点和总体影响的大小；②识别出两个端点账户之间的重要的基础路径，并分别计算基于该路径的直接影响和完全影响；③计算出每一条重要路径传导的总体影响的比重。

1. 生产活动账户之间的影响

通过结构化路径分析方法的原理不难理解，将该方法应用于 SAM 与应用于 IO 表所得到的结果是不同的。在 SAM 描述的社会经济框架中，某一特定的生产活动账户可以通过另一个生产部门对要素和机构部门（不同类别的家庭）发生影响，而要素与机构部门在 IO 表中是被当作外生变量来处理的。

表 3.12 中的示例 I 分析了外生注入作用于建筑业时对采掘业发生的影响。从账户乘数矩阵中可以获知总体影响的数值为 0.068；这意味着 1000 个单位的外生注入投入到建筑业，将使采掘业的最终产出提高 68 个单位。路径分析的结果表明，其中只有 25.1%（参见第 8 列）的贡献来自建筑业对采掘业的直接投入需求的增加，即通过最直接的路径“建筑业—采掘业”所传导的总体影响的比重为 25.1%。

此外，示例 I 还选列了传导总体影响比重较大的另外 3 条路径，这 3 条路径分别以“水泥及非金属制品业”、“金属制品业”和“能源产业”作为中介结点，分别传导了总体影响的 26.3%、3.1%和 3.0%。

示例 I 的分析对于政策制定者的意义在于，它指出了特定的外生注入沿着怎样的轴线将影响传播到社会经济体系的其余部分。特别的，通过计算每一条路径的完全影响及其占总体影响的比重，可以进一步识别出那些对于影响的传导起到积极作用的结点账户；就如同某些材料具有更好的导电性能一样，某些账户结点对于特定的外生注入的效应具有更好的传导效果。同样的，结构化路径分析方法也可以帮助决策者识别出潜在的政策实施瓶颈，即有些账户结点对影响的传导作用是非常弱的。

示例 II 揭示了这样一个不容易被发现的事实：从一个生产部门账户传导至另一个生产部门账户的总体影响中，会有不小的比重是通过非直接路径传导的，即一些传导性能较好的路径往往以要素账户和机构部门账户中的结点作为中介。由表 3.12 中可见，作用于采掘业并最终传导至其他农业的影响中，约有 10%（7.2%+2.5%）的总体影响是通过以熟练工人和非熟练工人为中介的两条路径来传导的，而且这两条路径均经历了从生产活动账户到要素账户，再到居民账户，最终回到生产活动账户的完整的三角循环。

2. 生产活动账户对生产要素的影响

对于这类问题，同样可以首先从账户乘数矩阵（总体影响矩阵）中得到总体影响的大小；即作用于生产活动账户 i 的外部注入对要素账户 j 的收入的总影响。要素账户 j 的收入的上升在某些情形下可以理解为就业的增加，结构化路径分析方法尤其能够帮助识别不同部门就业增加的幅度。可以通过如下几个途径对分部门的就业变化进行分析。

（1）对单独的账户乘数进行分解。示例 III 可用于研究这样一个问题：纺织业制成品的出口增加 1000 个单位将会增加哪些部门的熟练工人的收入或者就业机会？从表中显示结果来

看，纺织业制成品出口增加 1000 个单位将使熟练工人总体的收入提高 182 个单位，其中纺织业制成品部门本身获益最多，本部门熟练工人的收入或就业机会将增加 59.2%（“纺织业制成品—熟练工人”这一直接路径所传递的总体影响的比重达 59.2%）。除了本行业部门直接获益之外，纺织业制成品出口的增加还使得大型纺织业部门的熟练工人收入或就业增加 12%，中小型纺织业部门相应获益 6.8%。

示例Ⅳ则给出了另外一个重要的结果。在这一分析示例中，经由中介账户结点的间接路径所传导的总体影响要高于直接路径。外生注入作用于中小型食品加工业部门并最终对资本要素发生影响，总体影响的 21.3%是通过“食品加工业—其他农业—资本”这一间接路径传导的，高于直接路径“食品加工业—资本”对总体影响的传导比重（20%）。也就是说，对食品加工业的外生注入首先刺激了对农业投入的需求，继而引发了对资本要素的更多需求。

示例Ⅴ更加突出地说明了上述情形，即最大比重的总体影响并非都是由直接路径来传导的。在这一示例中，外生注入作用于大型食品加工业部门并最终对非熟练工人发生影响；不难理解，对食品加工业需求的增加必然提升对原材料（比如鱼）的需求，进而提高了农业、渔业的投入要素（比如渔民这类非熟练工人）的收益，而且这种正向刺激往往要大于对食品加工业本身的要素投入的作用。由表 3.12 的计算结果可见，21.4%的总体影响是通过“大型食品加工业—渔业—非熟练工人”这条基础路径来传导的，而通过“大型食品加工业—非熟练工人”这条直接路径传导的总体影响的比重仅为 16.2%。

（2）对特定的账户乘数进行列向分解。这一方法可以得到两方面的比较分析的结论，一方面我们可以了解，当外生注入作用于特定的产业部门的时候，对不同的要素投入（比如不同技能水平的劳动力）将分别产生多大的总体影响；另一方面基于特定的要素投入（比如某一技能水平的劳动力）对总体影响进行分解，可以反向考察哪些产业部门产出的增加可以使该要素获益。

比如示例Ⅵ就可用于分析这一问题：如果政府通过一系列措施刺激了建筑业的增长，那么哪些产业部门的就业或劳动者收入会显著提升？通过详细的路径计算和筛选，示例Ⅵ不仅列出了每一种技能水平的劳动力所受到的总体影响，而且选取出了那些就业或者劳动者收入显著增加的部门。从表中列示的结果不难看出，对于绝大多数劳动者而言，主要是建筑业部门自身获益，即建筑业的劳动力获得了相当比重的新增收入或就业机会；唯一的例外是“自营性服务业人员”，对于这类劳动力，其收入或就业机会的增加主要源自“贸易与银行业”的增长，而不是直接获益于建筑业本身。

（3）对特定的账户乘数进行行向分解。这种分析特别适用于如下情形：对于既定的产业部门，采用不同的生产技术将会产生怎样的宏观经济影响？比如，要为非熟练工人创造更多的就业机会，那么在生产能源时采用资本密集型技术（提高大中型能源部门的产出）或非资本密集型技术（提高小型能源部门的产出）所产生的效果就会有很大不同。

示例Ⅶ给出了这一问题的分析结果：当外生注入作用于小型能源部门的时候，非熟练工人的获益程度会更高（110 个单位）；反之则略低（101 个单位）。在两种情况下，非熟练工人新增的就业机会主要出现在三个部门：交通通信业、采掘业和能源产业。对比示例Ⅶ给出的两组结果还可以发现：非熟练工人更多的就业机会产生在小规模的、劳动密集型的能源产业部门，而不是大型的能源企业（由表中第 7 列可知这一比值是 20：11）。

（4）反向追溯。上述 3 种分析方式均是一种正向思考的方法，比如当外生注入作用于某一生产部门时，哪些部门的就业或劳动收入将会增加？事实上，我们也可以反向提出问题：要提高特定部门、特定技能水平的劳动力的收入或就业，应该刺激哪些部门使其产出增加？示例Ⅷ就分析了这样一个问题：要提高采掘业熟练工人的就业水平，可以通过哪些途径？从表 12.3 所列示的结果可见，分别起始于能源产业、水泥及非金属制品业、金属制品业的间接路径和起始于采掘业的直接路径均对提升采掘业熟练工人的就业水平有促进作用；尽

管通过“采掘业 熟练工人”这一直接路径可以获得最显著的提升就业的效果，但其余的路径对于政策制定者来说也有很大的启发性且现实可行，即采掘业之外的某些行业部门也可以成为增加采掘业熟练工人就业的重要源泉。

3. 生产活动对不同的居民分组的影响

与上一小节中所论述的生产活动对不同要素的影响类似，分析生产活动对不同居民分组的影响也可以采用4种不同的思路。比如，通过对账户乘数进行列向分解，我们可以考察外生注入作用于“其他农业”（除种植业之外的农业部门）将会对不同类别的农民家庭的收入产生怎样的影响，特别是对小型农户的收入的影响。示例IX的分析结果表明，中等规模的农民家庭更多地受益于其他农业部门产出的增加（参见表3.12的第3列）。从表中还可以发现，家庭规模越小的农户，通过直接路径传导的完全影响越大（参见表3.12的第7列）；同样地，由表中第8列可以看出，农场的规模越小，通过直接路径传递的其他农业产出增加所引致的总体影响的比重就越大。

需要注意的是，本节示例所采用的韩国SAM的居民部门分类与要素分类是完全一致的；换言之，每一类居民的收入都全部来自于相应的要素。这种居民与要素之间的完全对应应在SAM编制中并不常见。在大多数情况下，居民的总收入来自投入于不同产业部门的各类要素，如劳动力、资本等等。这样，对韩国SAM来讲，刻画要素收入与居民收入分配的矩阵A21的对角线元素将明显大于其他元素的值。

示例X分析了食品加工业产出的增加对非熟练工人家庭的收入的影响，特别是不同的技术选择所引发的效应。从表中结果可见，如果将外生注入投入于中小型的自营性食品加工部门，那么非熟练工人的新增就业机会以及相应的居民组的新增收入将主要来自食品加工业（25%）、渔业（10%）、交通通信业（2.5%）和贸易银行业（2.5%）；如果将外生注入投入于资本密集型的大型食品加工业，那么对非熟练工人的直接的就业效应以及对其家庭收入的正向影响的程度要明显变小（14.5%）。

4. 不同类别的居民分组对生产活动的影响

最后一个示例XI讨论了居民账户与生产活动账户之间的相互关系，即投入于某一特定分组的居民的外生注入对生产活动产生的影响，这类外生注入可以是政府的补贴或者转移支付。在示例XI中，假定两类家庭——分别以学徒工和非熟练工人为户主的家庭——获得了政府补贴并对种植业的产出发生影响。计算结果表明，政府补贴投向非熟练工人的家庭对种植业产出发生的总体影响要比投向学徒工家庭所产生的影响高出50%左右。从路径分析的结果可以看出，总体影响的大部分直接来自于非熟练工家庭对种植业需求的增加；相对而言，来自于学徒工家庭的直接需求仅占非熟练工家庭的1/9。很显然，学徒工家庭来自政府补贴的新增收入只有少部分直接投入于种植业产品，90%以上的总体影响是通过间接路径进行传递的；也就是说，学徒工家庭收入的增加引发了对其他产业部门产品的更多需求，其他产业部门对种植业产品中间投入需求的增加又进一步引致种植业产出的增加。

5. 关于路径乘数

在结构化路径分析方法的原理论述中，我们已经对路径乘数的概念有了一个初步的了解，它刻画了每一条基础路径的直接影响被该路径上的反馈回路放大的程度，表3.12的第6列分别列示了各个示例中所选取的基础路径的路径乘数。

路径乘数的大小通常是路径长度的函数，一条路径所包含的结点越多，该路径上存在回路的可能性自然也越大。纵向考察表3.12的第6列不难发现，除示例II、IV和示例IX之外，路径长度为1、2、3的基础路径，其最大的路径乘数值分别为1.285、1.420和1.462。

在另外三个示例II、IV和示例IX中，路径乘数的值相当大，均在1.645以上，反映了强大的回路扩大效应。这些路径的共同特点是，它们包含了图3.7所示的拓扑图中的至少一个结点，而图3.7中所有的弧均有较大的强度。

图 3.7 韩国 SAM 体系中具有较大强度的弧

考察路径乘数的另外一种方法是计算其倒数，即直接影响与完全影响的比值： $1/M_p = ID(i \rightarrow j) / IP(i \rightarrow j)$

这一比值刻画了完全影响中沿基础路径传导的比重，即直接影响占完全影响的比重。这一参量往往更具政策意义，决策者通过这一参量的值可以大致了解，当外生注入作用于某一账户结点时，其影响是迅速地，还是经历若干回路之后方才到达目的账户结点。

以表 3.12 中的示例 IV 为例，基础路径“食品加工业 其他农业 资本”的路径乘数值为 2.331，而直接连接始点与终点的路径“食品加工业 资本”的路径乘数仅为 1.778；换言之，在影响的传导速度与强度之间存在一个权衡折中：投入食品加工业 1000 个单位的外生注入通过路径“食品加工业 其他农业 资本”将使资本的收入增加 160 个单位，但影响的传导速度比较慢；通过路径“食品加工业 资本”所产生的收益为 150 个单位，影响力稍低但传导的速度较快。

表 3.12 所列示的各条路径中，直接效应（直接影响占完全影响的比重）均比较显著。但不得忽略的是，未列示在表中的还有成千上万条路径，它们共同传导了始点与终点之间的总体影响。这些路径可以包含相当多的账户结点，因此其路径乘数往往高达 3~4，这意味着直接影响占完全影响的比重为 25%~33%。

本节系统论述了基于 SAM 的结构化路径分析方法的思想、原理和应用过程，并通过一系列示例说明了该方法相对于 SAM 乘数分解模型的优势。账户乘数矩阵揭示了来自外生变量的注入作用于内生变量所产生的总体影响。但是这些乘数如同一个“黑箱”，我们无从了解其内部的路径结构与作用机制；Pyatt 和 Round（1979）通过对账户乘数（固定价格乘数）的分解首次尝试了对内生变量之间复杂的作用关系做出解释，但分解的结果提供给政策决策者的信息仍然是有限的。

Lantner（1974）和 Gazon（1976）的基于 SAM 框架的结构化路径分析方法建立在账户结点间的经济影响及其传导路径的概念之上，更加详细而清晰地揭示了内生账户之间的作用机制及特点。通过这一方法的分析结果我们可以了解，通过某一特定账户结点的作用力分别经过哪些路径扩散出去，每一条路径的传输强度如何，以及直接影响在多大程度上被反馈回路放大。将账户乘数（或总体影响）分解为两个账户结点之间的若干基础路径的完全影响之和，并从完全影响中分离出沿基础路径传递的直接影响，可以使决策者在错综复杂的关系网络中更加清楚地把握两个特定经济主体之间的相互作用及其机制。这类结构化的分解方法有助于决策者以一种分化和独立的视角来分析问题，也就是将重点关注的账户结点从庞杂的系统中提炼出来考察，排除其他干扰，从而提高最终决策的质量。

随着 SAM 编制水平的提高，特别是对产业部门、要素与居民账户做出更加贴近社会经济现实的分组之后，通过结构化路径分析方法所得到的结果将更具现实的决策参考价值。

目前，SAM 的编制在各国日益普及，很多学者都使用 SAM 作为数据基础来分析特定的政策工具（如税收）的一般均衡效应；结构化路径分析方法则可作为一个很好的补充性分析工具，用以识别政策措施的影响在整个社会经济系统中的传递路径。此外，路径分析方法通过发展和改造还可用于构建动态模型和价格内生的模型，从而对各种作用关系和影响的传递路径进行更透彻的分析，做出更深刻的解释。

第四节基于 SAM 的价格乘数模型

SAM 核算方法被广泛应用于收入的产生与流动过程的研究。SAM 中的部门一般被划分为相

互独立的两大类，即内生部门与外生部门，内生部门的收入或产出水平的变化往往可以通过乘数分解的方法，由外生部门的收入或产出水平的变化来解释。从本质上讲，SAM 模型是 IO 模型的扩展和延伸，它进一步刻画了来自于非产业部门的需求所引发的收入流动。

在第二节和第三节中，我们已经对基于 SAM 的乘数分解模型和结构化路径分析方法有所了解，这两种方法基于一个共同的假定，就是价格不变。事实上，SAM 方法还可用于分析价格的形成过程，以及社会经济体系中各部门的成本传递机制。在这类分析中，要素的价格无须遵从新古典经济学的范式，而是内在地与商品价格及生活成本相对应；通过对经济体系中的各主体进行单独的结构分析，可以明确价格传递机制，并从中发掘其对于政策决策的参考信息。

本节通过建立基本的关联分析框架，讲述了基于 SAM 的定量模型与价格模型之间的对偶关系，并以西班牙 SAM 为分析背景给出了价格乘数分解模型的应用示例。最后，本节将这一结果与乘数矩阵的路径分解结果相结合，提供了一组更加详细的部门之间价格联系的分析结论。

一、基于 SAM 的价格模型

一个标准化的 SAM 不仅展示了特定时期内产业部门与机构部门之间的直接联系，而且还可以从中分析出一系列间接的相互作用。比如，来自于外生部门的注入刺激了某一产业部门的产出，这不仅会引致额外的要素收入，而且当这些收入分配至不同的居民家庭之后，还将引发对产品和服务的新一轮的最终需求。

表 3.13 描绘了一个简化的分块宏观 SAM，其中包括 4 类账户：生产活动、要素、居民和其他（集合了政府、资本、国外等账户）。通过区分内生与外生账户，并假定在价格固定的条件下各生产部门的产出水平有所不同，可以建立一个基于 SAM 的定量模型。

表 3.13 一个简化的分块宏观 SAM

1
2
3
4
5

1 生产活动

T11
O
T13
T14
Y1
2
要素
T21
O

O
T24
Y2
3
居民
O
T32
T33
T44
Y3
4
其他账户
T41
T42
T43
T44
Y4
5
合计
Y1
Y2
Y3
Y4

这里不妨做一个最简单的账户划分：除了生产活动之外，账户 2、3、4 均假定为外生账户，其收入外生给定为

i ($i=2, 3, 4$)，那么内生账户——生产活动的产出水平可以通过平均支出倾向矩阵表达为

$$Y_1 = A_{11}Y_1 + A_{13} \\ + A_{14} + x = (I - A_{11})^{-1} (\\ A_{13} + A_{14} + x) = M_{11}x \quad (3-43)$$

式中 $M_{11} = (I - A_{11})^{-1}$ 即为刻画了产业部门之间投入产出关系的里昂惕夫逆矩阵，而 x 则为外生收入向量。式 (3-43) 意味着 $\Delta Y_1 = M_{11} \Delta x$ 成立，因此矩阵 M_{11} 也可看作是乘数矩阵，其第 i 列刻画了单位外生注入所引致的、对各个产业部门的总体影响。

除了上述建模方式，我们还可以基于另一种假定来建立乘数模型，即价格不随产业部门的产出水平变化，而仅与成本紧密相关。具体地，我们假设各产业部门的产品价格与成本同比例变化，而与产量水平无关，即规模报酬不变；这意味着在短期内，企业的生产技术和调整，同时假定各行业存在过剩的生产能力，因此产出水平的变化不会影响产品的价格。

将第 i 个账户的价格指数记做 p_i ，那么依照表 3.13 对内生账户与外生账户的划分，可知表

的第 1 列意味着下式成立

$$p_1 = p_1 A_{11} + p_2 A_{21} + p_4 A_{41} = (p_2 A_{21} + p_4 A_{41})(I - A_{11})^{-1} = v_1 M_{11} \quad (3 \quad 44)$$

其中 v_1 为外生的成本行向量（包括要素报酬、税负、进口成本等等）， M_{11} 与式（3 43）中的乘数矩阵完全相同。由式（3 44）可知有 $\Delta p_1 = \Delta v_1 M_{11}$ 成立，因此我们可以从行的方向来重新解读里昂惕夫逆矩阵。矩阵 M_{11} 的第 j 行刻画了部门 j 的成本的 1 单位外生变化对各产业部门的价格指数所产生的影响，这是里昂惕夫乘数矩阵的另一个直接而重要的含义，但是在研究中很少被关注。

从式（3 43）所描述的基本线性模型出发，基于 SAM 的数量模型通过扩展对收入的生成与流动过程做了更加完整的描述。同样地，通过对式（3 44）的扩展，基于 SAM 的价格模型可以对生产者、要素与居民之间的成本关系做出完整刻画。这里结合表 3.13 所描述的社会经济体系做一简单说明：生产者需要支付原材料（T11）和要素（T12）的成本，这些成本为生产过程所必需；居民拥有要素禀赋，从而向生产部门提供劳动力和资本等生产要素并获得报酬（T32）；最后，居民在消费环节向生产部门购买产品（T13）。此外，生产部门、要素和居民还需支付各类税款，如生产税、增值税、个人所得税，以及进口成本等等，这些均归入合并后的“其他账户”中。政府部门的税收包括来自产业部门的生产间接税、来自要素的增值税、来自居民的消费税和所得税等等。这样，每一类账户的活动过程中均会有成本发生，SAM 中的各个子矩阵刻画了账户之间的成本关系。

对式（3 44）加以扩展，即生产活动、要素和居民均作为内生账户，仅有“其他账户”为外生账户，那么借助于平均支出倾向矩阵 A_{ij} 并从列向来解读 SAM 的内生账户，可以得到

$$\begin{aligned} p_1 &= p_1 A_{11} + p_2 A_{21} + p_4 A_{41} \\ p_2 &= p_3 A_{32} + p_4 A_{42} \\ p_3 &= p_1 A_{13} + p_3 A_{33} + p_4 A_{43} \end{aligned} \quad (3 \quad 45)$$

将 SAM 的平均支出倾向矩阵表达为如下的分块矩阵

$$A = \begin{matrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{matrix}$$

$A_{21} \quad 0$

$0 \quad A_{32} \quad A_{33}$ ，令 SAM 的内生账户的价格指数向量为 $p = (p_1 \quad p_2 \quad p_3)$ ，并将外生成本（税收、进口成本等等）的向量定义为 $v =$

$(p_4 \quad A_{41} \quad A_{42} \quad A_{43})$ ，其中 $A_{(4)}$ 为由 A_{41} 、 A_{42} 和 A_{43} 联结而成的子矩阵，那么以矩阵来表示就有式（3 46）成立

$$p=pA+v=v(I-A)^{-1}=vM \quad (3 \quad 46)$$

式 (3 46) 中的 M 就是乘数矩阵。比照式 (3 12) 可知在基于 SAM 的内生收入决定模型中有

$$Y=(I-A)^{-1}x=Mx \quad (3 \quad 47)$$

尽管同样是乘数矩阵，但基于不同的模型背景，式 (3 46) 和式 (3 47) 中的矩阵 M 的含义是不同的，具体取决于我们从行向还是列向去解读 SAM 中的元素值。为了区分这种差异，我们一般将 M 称为 (标准的) 乘数矩阵或数量乘数矩阵，而将其转置 M' 称为价格乘数矩阵。

二、 价格传递矩阵的分块分解

在 Stone (1981) 和 Pyatt Round (1979) 的经典文献中已经对乘数矩阵 M 的分解原理及方法加以详细论述，即矩阵 M 可以被分解为三个乘积形式或加和形式的、独立且具有明确经济学含义的子矩阵——转移矩阵、开环矩阵和闭环矩阵。

与之类似，对于价格乘数矩阵 M' 也可以进行同样的分解。假定矩阵 $A \sim$ 同平均支出倾向矩阵 A 具有相同的规格且

$(I-A \sim)$ 可逆，那么由式 (3 46) 出发可以得到如下的推导过程和结果：

$$\begin{aligned} p &= pA + v \\ &= pA + pA \sim - pA \sim + v \\ &= p(A - A \sim)(I - A \sim)^{-1} + v(I - A \sim)^{-1} \\ &= pA^* + v(I - A \sim)^{-1} \\ &= [pA^* + v(I - A \sim)^{-1}] A^* + v(I - A \sim)^{-1} \\ &= pA^{*2} + v(I - A \sim)^{-1}(I + A^*) \\ &= [pA^* + v(I - A \sim)^{-1}] A^{*2} + v(I - A \sim)^{-1}(I + A^*) \\ &= pA^{*3} + v(I - A \sim)^{-1}(I + A^* + A^{*2}) \\ &= v(I - A \sim)^{-1}(I + A^* + A^{*2})(I - A^{*3})^{-1} \end{aligned}$$

$$=vM_1M_2M_3 \quad (3 \quad 48)$$

为了获得相对应的分解结果 $M' = M'_3 M'_2 M'_1$ ，定义 $A \sim = A_{1100}$

000

00A33，最终可以得到

$$M'_1 = (I - A_{11})^{-1} 00$$

010

$$00 (I - A_{33})^{-1}$$

$$M'_2 = IA^*_{21} A^*_{32} A^*_{21}$$

$$A^*_{13} A^*_{32} IA^*_{32}$$

$$A^*_{13} A^*_{21} A^*_{13} I$$

$$M'_3 =$$

$$(I - A^*_{13} A^*_{32} A^*_{21})^{-1} 00$$

$$0(I - A^*_{21} A^*_{13} A^*_{32})^{-1} 0$$

$$00(I - A^*_{32} A^*_{21} A^*_{13})^{-1}$$

其中 $A^*_{32} = A_{32}$ ， $A^*_{21} = A_{21}(I - A_{11})^{-1}$ ， $A^*_{13} = A_{13}(I - A_{33})^{-1}$ 。

在以乘积形式表示的价格乘数分解矩阵 $M' = M'_3 M'_2 M'_1$ 中，转移矩阵 M'_1 的第 1 列（即里昂惕夫逆矩阵）刻画了外生的成本增加通过产业部门之间的成本传递关系对生产活动发生的影响，但是对其余两组账户没有影响。开环矩阵 M'_2 的第 1 列描述了外生的成本增加对居民的影响（ A^*_{13} ）以及这种影响被反馈传递之后对要素的影响（ $A^*_{13} A^*_{32}$ ）；闭环矩阵 M'_3 的第 1 列则反映了生产者成本的外生增加对生产者价格所发生的影响，但闭环矩阵中的这一作用不是直接发生的，而是经历了一个完整的账户循环——首先对居民账户的成本指数发生影响（ A^*_{13} ），然后传递到要素账户（ $A^*_{13} A^*_{32}$ ），最终传回至生产者（ $A^*_{13} A^*_{32} A^*_{21}$ ）。

对于价格乘数矩阵 M' 中的任一给定元素，可以采用乘积形式或加和形式进行分解，得到的分析结论是一致的。

令 I 和 J 分别代表外生账户与内生账户的集合，那么由式（3 46）可知，对于 $i \in I$ ， $j \in J$ ，

部门 i 的外生成本变化对部门 j 的综合价格指数 p_j 的影响可以写作:

$$p_j \quad v_i = m_{ji} \quad (3 \quad 49)$$

m_{ji} 即为价格乘数——部门 i 的成本变动一个百分点所最终导致部门 j 的价格指数变动的百分比。

三、 价格影响的路径分解

由上一节所论述的价格乘数矩阵的含义及其分解过程可知, 价格乘数揭示了当特定的内生账户的成本或价格发生变化时, 对所有其他内生账户价格影响的程度, 这种效应是总体性的, 包含了所有账户之间的相互作用及其反馈之后的全部效应。但是, 同数量乘数模型一样, 价格乘数分解的结果仅仅提供了一个数量上的参照, 我们尚无法获知账户之间的成本约束与价格传导机制; 价格乘数的结构路径分解将总的价格变动效应分解为通过各个路径传递的效应之和, 从而可以清楚地了解价格传导的途径及各个路径的贡献大小。

在本章第三节, 我们已经对结构化路径分析方法有所了解。该方法最早由 Lantner (1974) 和 Gazon (1979) 提出, Defourny 和 Thorbecke (1984) 将其应用于扩展的线性化模型, 并结合实证分析论述了这一方法在提供结构化信息方面的强大功能。价格乘数模型与数量乘数模型具有相似的原理和对偶的结构, 因此, 将结构化路径分析方法应用到基于 SAM 的价格乘数模型并不困难。

有关结点、弧、路径、基础路径、回路等基本概念在此不再赘述, 均可参照第三节中的相关论述。

将账户 i 通过路径 s 对账户 j 发生的影响记作 $(i \rightarrow j)_s$, 那么根据模型的线性结构, 沿基础路径 $s = (i, k, \dots, m, j)$ 传递的直接价格影响为各段弧上的直接影响的乘积, 即

$$D_p(i \rightarrow j)_s = a_{ki} \cdots a_{jm} \quad (3 \quad 50)$$

式中的 a_{ji} 表示账户 i 沿着弧 (i, j) 对账户 j 发生的直接的成本影响, 即

$$p_j \quad p_i = a_{ji} \quad (3 \quad 51)$$

其数值以平均支出倾向矩阵的转置矩阵 A' 中的元素 (j, i) 来刻画。

对于任何路径来说, 任意两个账户结点之间除了直接影响以外, 还存在着反馈作用。账户 i 会影响到账户 j , 但账户 j 反过来也会影响账户 i , 这种反向影响包括直接作用也包括通过其他中间账户而发生的间接影响, 每个账户通过循环路径还会对自身发生影响; 所有这些作用相互传递, 将大大增强价格影响的传导强度。考虑了这些间接影响以后的综合影响称为路

径 s 的完全价格影响，记作：

$$Tp(i \rightarrow j)_s = Dp(i \rightarrow j)_s \mu_{ps} \quad (3-52)$$

式 (3-52) 中的 μ_{ps} 称为路径 s 的价格路径乘数，它是完全价格影响与直接价格影响的比值。

需要注意的是，完全价格影响仅仅是通过某一条路径的综合影响；实际上两个相互作用的账户结点之间往往存在多条传播路径，因此必须加总所有可能路径的影响来得到账户 i 对账户 j 的总体价格影响。以 $S = \{s/i, j\}$ 表示连接账户结点 i 与 j 的所有基础路径的集合，那么账户 i 对账户 j 的总体价格影响可以表示为

$$Gp(i \rightarrow j)_s = \sum_{s \in STP(i \rightarrow j)_s} Dp(i \rightarrow j)_s \mu_{ps} \quad (3-53)$$

从数值上看，总体价格影响就等于价格乘数 m_{ji} ，即价格乘数矩阵 M' 中的元素值。

四、基于西班牙 SAM 的数据分析示例

由于价格乘数模型与数量乘数模型具有完美的对偶关系，因此本节仅对基于 SAM 的价格乘数模型与结构化路径分析方法的原理做了简要论述。为了更好地阐释价格乘数分析方法的应用思路 and 过程，这里以西班牙 1987 年的 SAM

由于该 SAM 规模较大，这里不再给出具体的西班牙 1987 年的细化 SAM，但这并不妨碍对应用示例的分析和理解。

作为背景，对一系列具体的应用示例及分析结果加以介绍。

西班牙 1987 年 SAM 共包含 23 个内生账户，具体为 12 个生产活动账户、3 个要素账户和 8 个依照年龄、收入和教育水平进行划分的居民账户，内生账户的结构和内容如表 3.14 所示。

表 3.14 西班牙 1987 年 SAM 的内生账户

账户类别 账户名称 缩写代码

生产活动

农业 Ag

能源产业 En

基础工业 BI

机械工业 Ma

汽车制造业 Aut

食品加工业 FI
其他制造业 OM
建筑业 Con
商业 Com
运输业 Tr
个体服务业 PS
公共事业部门 PA

要素

非熟练劳动力 UL
熟练劳动力 SL
资本 Cap

居民

青年低收入者 YL
青年高收入者 YH
中年低技能低收入者 ALU
中年低技能高收入者 AHU
中年高技能低收入者 ALS
中年高技能高收入者 AHS
退休低收入者 RL
退休高收入者 RH

与数量乘数矩阵一样，价格乘数矩阵中也包含着丰富的信息；通过矩阵中的元素值可以对很多问题做出一个初步的判断，比如，税收（可以是生产税、消费税、增值税、关税等等）的增加将导致生产者价格、要素价格和居民生活成本的上升，从价格乘数矩阵中可以得到税收扭曲效应的信息，并根据消费者支出的变化来估算福利效应。

1. 价格乘数矩阵的分块分解

表 3.15 集中列示了对价格乘数矩阵进行加和性的分块分解后得到的若干结果，从中可以得到通过回路的放大作用所产生的价格效应的大小。

示例 1~6 揭示了特定生产活动部门 1 个单位的外生成本的增加对不同产业的价格指数所产生的影响。示例 1 表明，农业的外生成本增加 1 个单位，将使食品加工业的价格指数上升 0.607 个单位，其中 0.496 个单位源自产业部门之间的相互作用（占总效应的 81.7%），

表 3.15 价格乘数矩阵的分块分解示例

示例

成本增加的部门 i

受影响的部门 j

价格乘数 M

转移效应

开环效应

闭环效应

1 农业食品加工业 0.6070.496

(81.7%)00.111

(18.3%)

2 能源产业建筑业 0.2800.119

(42.5%)00.161

(57.5%)

3 能源产业运输业 0.3960.229

(57.8%)00.167

(42.2%)

4 机械工业汽车制造业 0.1810.148

(81.8%)00.033

(18.2%)

5 汽车制造业机械工业 0.0180.001

(11.1%)00.016

(88.9%)

6 食品加工业其他制造业 0.1870.032

(17.7%)00.154

(82.3%)

7 农业青年低收入者 0.20300.111

(54.7%)0.092

(45.3%)

8 食品加工业青年低收入者 0.30100.166

(55.1%)0.135

(45.9%)

9 建筑业青年低收入者 0.12500.040

(32.0%)0.085

(68.0%)

10 农业非熟练劳动力 0.14500.081

(55.9%)0.64

(44.1%)

11 建筑业非熟练劳动力 0.11200.053

(47.3%)0.059

(52.7%)

12 食品加工业非熟练劳动力 0.21400.119

(55.6%)0.095

(44.4%)

13 建筑业资本 0.14800.084

(56.8%)0.065

(43.2%)

14 非熟练劳动力农业 0.54500.241

(44.2%)0.324

(55.8%)

15 非熟练劳动力食品加工业 0.58100.295

(50.8%)0.286

(49.2%)

16 非熟练劳动力个体服务业 0.77400.448

(57.9%)0.326

(42.1%)

17 非熟练劳动力公共事业部门 1.05500.727

(67.0%)0.328

(33.0%)

18 非熟练劳动力中年低技能低收入者 0.48400.255

(52.7%)0.229

(47.3%)

0.111 个单位源自闭环价格效应（占总效应的 18.3%）。开环效应为 0，因为作用的始点和终点属于同一类内生账户。从示例 1~6 中很难看出不同效应之间的关系有何一般性的规律，转移效应既可能大于闭环效应（如示例 1 和示例 4），也可能小于闭环效应（如示例 5 和示例 6），示例 2 和示例 3 则显示了二者相当的情形。这几组数字揭示了隐藏在乘数过程之中的价格效应，以及部门之间的成本联系的特点：相对较大的转移效应（或较小的闭环效应）意味着该部门与同类账户内部的其他各部门之间的紧密联系，而传递至经济体系其余部分的效应较弱。

示例 7~9 列示了产业部门外生成成本的增加对青年低收入家庭所产生的价格效应。示例 7 的结果表明，农业部门 1 个单位的成本提升将使青年低收入家庭的生活成本增加 0.203 个单位，其中 0.111 个单位（54.7%）源自开环效应，0.092 个单位（45.3%）源自闭环效应。转移效应为 0，因为外部作用的始点与终点属于不同类的内生账户。从对居民生活的影响来看，当总体作用较大时，外生成成本增加所引致的开环效应要略大于闭环效应。

接下来的示例 10~13 分析了生产活动部门外生成成本的增加对要素价格的影响，示例 14~17 则分析了与之相对的情形，即要素价格的外生增加对生产成本的影响。最后一个示例展示了要素账户与居民账户之间的成本关系，具体以非熟练劳动力要素价格的上升对中年低技能低收入居民的生活成本的影响为例；劳动力成本的上升推动了商品价格的提高，进而又会对居民的生活成本发生影响。

通常来说，两个部门之间较大的闭环效应意味着终点部门对始点部门较高程度的依赖，但这种关系并不是对称的。举例来说，在示例 10 和示例 14 中，农业对非熟练劳动力的开环效应大于闭环效应，非熟练劳动力对农业的开环效应要小于闭环效应，农业对非熟练劳动力这类要素具有较大的依赖性；而在示例 12（食品加工业对非熟练劳动力）和示例 15（非熟练劳动力对食品加工业）中，均是开环效应大于闭环效应。

价格乘数矩阵的分解结果通过部门之间的均衡关系更加详细、清晰地展示了价格效应的构成，以及部门之间的成本依赖关系。

2. 价格乘数的路径分解

对于 SAM 所描述的社会经济体系，价格乘数矩阵 M' 从总体上刻画了外生成成本的增加及其反馈所引致的变动结果；但是从数字中我们尚无法获知乘数作用的具体过程。结构化路径分解将使我们比较清楚地了解不同部门之间的作用关系对总体影响的贡献，从而获得成本传

递方面的更多信息。

表 3.16 列示了将结构化路径分析方法应用于西班牙 1987 年 SAM 所得到的一些结果。由于路径数目庞大，表中仅列出了那些直接影响在 0.003 及以上的路径。基于特定的价格乘数或总体影响，表中分别给出了路径的直接影响、完全影响、相应的价格路径乘数，以及沿该路径传递的总体价格影响的比重。

生产成本的变化对产品价格的影响：表 3.16 的第 1 组示例（示例 1~6）分析了生产部门外生成本的增加对产品价格的影响。矩阵 M' 中的元素 m_{ji} 刻画了生产部门 i 的成本变化所引致的部门 j 的价格变动（即总体影响），这种变动既可能源自部门 j 对部门 i 的强烈依赖，也可能源自其他各类部门的综合反馈效应，示例 1、3、4 例证了前一种情况，示

表 3.16 价格影响的路径分解示例

示例

始点账户

i

终点账户

j

路径

价 格 影 响

总体直接路径完全 T/G(%)

1 农业食品加工业 Ag→FI0.6070.3551.6240.57795

2 能源产业建筑业

En→Co

En→BI→Co

En→Tr→Co

0.280

0.023

0.017

0.003

2.198

3.492

2.592

0.051

0.058

0.00918.3

20.8

3.1

3 能源产业运输业

En→Tr

En→ALU→UL→Tr

En→ALS→Cap→Tr

0.396

0.102

0.005

0.005

2.372

3.270

3.437

0.242

0.016

0.016

61.0

4.1

3.9

4 机械工业汽车制造业 Ma→Aut0.1810.0981.4830.14680.3

5 汽车制造业机械工业 Aut→Ma0.0180.0012.1330.00314.3

6 食品加工工业其他制造业

FI→OM

FI→Ag→OM

FI→ALU→UL→OM

0.187

0.011

0.003

0.013

1.925

2.244

2.509

0.022

0.008

0.031

11.8

4.2

16.8

7 农业青年低收入者

Ag→YLI

Ag→FI→YLI

Ag→FI→Com→YLI

0.203

0.032

0.035

0.0101.340

1.633

2.1430.043

0.057

0.02121.0

28.0

10.3

8 食品加工工业青年低收入者

FI→YLI

FI→Ag→YLI

FI→Com→YLI0.301

0.098

0.004

0.027

1.396

1.633

1.852

0.137

0.007

0.051

45.4

2.4

16.9

9 建筑业青年低收入者

Con→YLI

Con→Com→YLI

Con→PS→YLI

0.125

0.012

0.004

0.013

1.123

1.532

1.736

0.014

0.007

0.022

11.0

5.4

17.6

10 农业非熟练劳动力

Ag→ALU→UL

Ag→FI→ALU→UL

0.145

0.021

0.022

1.856

2.161

0.039

0.047

26.5

32.5

11 建筑业非熟练劳动力

Con→ALU→UL

Co→AHU→UL

Con→PS→ALU→UL

0.112

0.021

0.011

0.007

1.548

1.617

2.117

0.033

0.018

0.015

29.6

15.7

13.1

12 建筑业资本

Con→ALU→Cap

Con→AHU→Cap

Con→AHS→Cap

0.148

0.007

0.033

0.020

1.833

1.631

1.587

0.014

0.054

0.032

9.1

36.2

21.3

13 非熟练

劳动力食品加工业

UL→FI

UL→Ag→FI

UL→Com→FI

0.581

0.111

0.040

0.009

1.748

2.017

2.088

0.194

0.194

0.019

33.5

14.0

3.2

14 非熟练

劳动力个体服务业

UL→PS

UL→CON→PS

0.774

0.276

0.024

1.930

1.989

0.532

0.048

68.8

6.1

15 非熟练

劳动力公共事业部门

UL→PA

UL→PS→PA

1.055

0.629

0.016

1.354

1.932

0.861

0.031

80.7

3.0

16 非熟练

劳动力中年低技能低收入者

UL→FI→ALU

UL→Com→ALU

UL→PS→ALU

0.484

0.012

0.052

0.042

1.884

1.739

2.064

0.023

0.091

0.088

4.7

18.7

18.1

例 2、5、6 则说明了后者。

农业的外生成本增加 1 个单位，食品加工业的价格指数将上升 0.607 个单位，总体效应的绝大部分比重来自端点间的直接联系，即路径 $Ag \rightarrow FI$ ，其中直接价格影响 (0.355) 通过价格路径乘数 (1.624) 被放大至 0.577，即完全价格影响，这一路径传递的总体影响的比重达 95%。示例 1 的结果证实了我们一个凭直觉的判断：食品行业的价格波动是由其主要的上游部门（即投入需求部门，如农业）的成本变化所引起的。

与示例 1 的情况有所不同的是，当能源产业的外生成本发生变动时，连接能源产业与建筑业的直接路径并未传递最大比例的总体价格影响，只有 18.3% 的总体价格影响沿此路径传递；20.8% 的价格影响是由稍长一些的、以“基础工业”作为中介结点的路径所传递的。能源价格的提高带动了基础工业价格指数的上升，并通过中间投入环节对建筑业发生影响，使建筑业的价格指数进一步提升。另一条重要的路径以“运输业”作为中介结点，传递了 3.1% 的总体价格影响。示例 3 同样以能源产业作为始点账户，但作用终点是与之有密切联系的运输业，因此总体价格影响的绝对比重 (61%) 是由最短的直接路径传递的。这一结果并不难理解，因为运输业通过燃料需求与能源产业发生联系，并对能源产业具有很强的依赖性；示例 3 的分析结果同时表明，以其他产业部门作为中介结点的路径所传递的价格影响都比较有限。不过有趣的是，8% 的总体价格影响可以归因于两条以居民和要素账户为中介结点的路径，能源产业价格的提升首先引起居民（中年低技能低收入家庭和中年高技能低收入家庭）的生活成本的变化，然后经由要素（非熟练劳动力和资本）价格的调整传递到运输业。

示例 4 和示例 5 说明了价格效应的非对称性。汽车的价格对机械工业的成本有很大的依赖性，机械工业的外生成本增加 1 个单位将导致汽车行业的价格指数上升 0.181 个单位，且“ $Ma \rightarrow Aut$ ”这一直接路径传递了总体价格影响的 80.3%；相对而言，汽车行业成本的上升对机械工业的总体价格影响仅为 0.018，且由汽车制造业直接传递至机械工业的价格影响只占总体影响的 14.3%。

示例 6 的结果给出了一些凭借经验不易得到的信息：相对于中间包含了其他生产活动账户结点（如农业）的路径，食品加工业与其他制造业之间的直接路径传递了较大比重的价格影响；但这一直接路径的传导能力却低于以居民（中年低技能低收入家庭）和要素（非熟练劳动力）为中介账户结点的间接路径。

生产成本的变化对居民福利的影响：对于每一类居民家庭来说，消费者价格指数测度了获取基准生活物品的成本，因此，价格指数的上涨意味着居民要购买到同样的生活物品需要额外的收入。从这个角度讲，消费者价格指数提供了居民福利影响的一个简单测度。

示例 7~9 将青年低收入家庭作为生产活动部门价格变动影响的接受者。对于农业部门成本的上升, 21%的消费者价格指数的变动源自直接路径“Ag→YLI”, 即农业部门对青年低收入家庭的直接影响。总体价格影响的更大比重(28%)由较长的间接路径“Ag→FI→YLI”来传导, 即农业成本的上涨带动了食品加工业价格的提升, 进而影响居民消费支出的成本。另有 10.3%的总体价格影响由路径“Ag→FI→Com→YLI”来传递, 该路径在抵达终点之前经过了食品加工业和商业两个账户结点。示例 9 也给出了一个类似的例子——较长的间接路径比直接路径传递了更大比重的总体价格影响。示例 8 则是一个直接路径占主导地位的例子——45.4%的消费者价格指数的上升是通过路径“FI→YLI”实现的, 此外, 以“商业”作为中介账户结点的间接路径也传递了 16.7%的总体价格影响。

生产成本与要素价格: 示例 10~12 分析了生产活动部门的成本变化对要素价格的影响。在这组示例中, 即使是最短的直接路径也必然要经过居民账户, 因为 SAM 框架下的账户联系中, 不存在要素对产品的支出关系。

在示例 10 中, 非熟练劳动力工资的上涨可以首先追溯至中年低技能低收入者家庭的生活成本的调整, 然后再向前追溯到产业部门成本的变化。示例 10 的结果显示, 经由食品加工业的路径相对于较短的直接路径具有更大的总体价格影响的传导比重(32.5% 26.5%)。示例 11 则展示了与之相反的情况, 即较短的直接路径传导了更大比重的总体价格影响。

在示例 12 中, 资本密集型产业——建筑业的成本上升导致资本要素价格的提高, 以两类中年高收入者家庭(这类家庭一般具有较高比例的财产性收入)作为中介账户结点的路径共传递了总体价格影响的 57.5%; 而以中年低技能低收入家庭为中介结点的路径仅传递了 9.1%的价格影响。

接下来的示例考察了要素价格的变化(比如针对劳动者征收个人所得税)对商品价格产生的影响。从示例 13~15 中可以发现, 相对于其他各个示例, 非熟练劳动力要素价格的变化引致了相当高的价格乘数, 这表明企业向西西班牙社会保障体系支付了较高的税额, 因此影响非常显著。在示例 13~15 中, 均是最短的直接路径传递了最高比重的总体价格影响; 三者纵向相比, 示例 13 的直接路径“UL→FI”承载的比重最低, 仅为 33.5%, 而示例 15 的直接路径“UL→PA”传递了高达 80.7%的价格影响。

要素价格的变化对居民生活的影响: 表 3.16 的最后一个示例分析了要素价格的变化对居民生活成本所发生的影响。要素价格的变动首先影响到生产部门, 通过价格乘数分解可以识别出对非熟练劳动力工资变化最敏感的部门, 然后进一步影响到居民的消费支出及福利收益。本节在 SAM 的框架下对价格乘数模型的构建原理和分析方法做了一些相对简要的说明。基于 SAM 的价格乘数模型扩展了 IO 模型, 将要素价格及居民的生活成本内生于模型之中, 从而在完整的社会经济框架下解释了价格的形成与变化机制。

相对于将生产部门的产出水平内生化的瓦尔拉斯价格模型, 基于 SAM 的价格乘数模型仍有一定的局限性, 但也不乏优势, 比如估算价格变化的绝对量从而为政策决策者提供即时性的信息; 此外, 价格变动的影响可以被分解为若干传递途径, 以揭示社会经济体系中各主体之间的作用关系和价格传递机制; 通过将 SAM 账户矩阵进行分块, 对价格乘数进行分解, 不仅可以得到价格影响的大小, 而且可以分析出产业部门联系、居民的消费支出以及要素价格这三方面的因素分别对总体价格效应有多大的贡献。

在 SAM 价格乘数模型的线性化结构下, 可以应用结构化路径分析方法对价格乘数矩阵进行分解。路径分析的结果勾画出详细的价格影响的传播网络, 从而为考察任意两个账户结点间的作用关系提供了一个良好的基础; 通过计算和比较可以获知, 哪些部门对经济体中特定部门的外生成本的变化更加敏感。这对于政策决策者无疑具有重要的参考价值, 以税收政策的设计为例, 如果能够识别出那些受影响较大的部门和重要的影响传递路径并采取相对应的

措施，那么就可以在最大程度上减小福利损失。

附录 3.1 路径分析中三种影响关系式的推导

在结构化路径分析方法中，始点账户 i 和终点账户 j 之间的直接影响、完全影响和总体影响三者之间存在如下关系：

$$IG(i \rightarrow j) = m_{aji} = \sum_{p=1}^n IIT(i \rightarrow j)_p = \sum_{p=1}^n IID(i \rightarrow j)_p M_p \textcircled{1} = (3 \quad 42)$$

附图 3.1 总体影响与完全影响关系式

求解示意图

该关系式可以通过归纳法和演绎法等多种方法推出，这里借用图 3.6 所示的拓扑路径图，采用行列式代数运算的方法进行推导。为方便对照，附图 3.1 将其重画如下。

在结点 i 与结点 j 之间存在三条基础路径，为表述简单起见，这里分别以路径 1、2 和路径 3 代指三条路径 $i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow j$ 、 $i \rightarrow s \rightarrow j$ 和 $i \rightarrow v \rightarrow j$ ，然后我们从总体影响 m_{aji} 的代数表达式开始，证明总体影响恰好等于以上三条路径的完全影响之和。

基于附图 3.1 的拓扑路径可得到如下形式的矩阵 $(I - A_n)$ ，

$ixyzsv \ j$

$I - A_n = I$

$-ax_{i1} - ax_{y1} - ax_{z1}$

$-ay_{x1}$

$-az_{y1}$

$-as_{i1}$

$-av_{i1} - av_{v1}$

$-aj_{y1} - aj_{s1} - aj_{v1}$

x

y

z

s

v

j②

根据由式(3-12)—— $y_n = (I - A_n)^{-1}x = \text{Max}$ 得到的矩阵 M_a 的表达式,可知总体影响的值可通过式③来计算:

$$IG(i \rightarrow j) = \frac{\Delta_{ij}}{\Delta} \quad \text{③}$$

式中 Δ 为行列式 $|I - A_n|$ 的值, Δ_{ij} 为行列式 $|I - A_n|$ 划去第 i 行、第 j 列之后得到的代数余子式的值。

将 Δ_{ij} 按照第 1 列元素的子式展开,得到

$$\Delta_{ij} = -a_{xi} - a_{xy}I_{000}$$

$$0 - a_{zy}I_{00}$$

$$000I_0$$

$$0000I - a_{vv}$$

$$0 - a_{jy}0 - a_{js} - a_{jv}$$

$$--a_{si}I - a_{xy} - a_{xz}00$$

$$-a_{yx}I_{000}$$

$$0 - a_{zy}I_{00}$$

$$0000I - a_{vv}$$

$$0 - a_{jy}0 - a_{js} - a_{jv}$$

+aviI-axy-axz00

-ayxI000

0-azyI00

000I0

0-ajy0-ajs-ajv ④

式④中每一个子式都代表附图 3.1 中的一段弧。将通过式④得到的三个子式继续分别按照第 1 列、第 4 列和第 5 列展开，有

$\Delta ij = -axi-ayx-azyI00$

00I0

000I-avv

-ajy0-ajs-ajv

+asi-ajsI-axy-axz0

-ayxI00

0-azyI0

000I-avv

+avi-ajvI-axy-axz0

-ayxI00

0-azyI0

000I ⑤

由式⑤及其子式旁边的拓扑图可知，最后两个子式所刻画的路径已经抵达了终点账户 j 。对式⑤右边的第 1 项继续按照第 1 列做子式展开，可以得到

$$(-axi)(-ayx)(-azy)010$$

$$001-avv$$

$$0-ajs-ajv+(-axi)(-ayx)(+ajy)100$$

$$010$$

$$001-avv$$

$$=(-axi)(-ayx)(+ajy)100$$

$$010$$

$$001-avv$$

将这一结果代入式⑤中，有

$$\Delta ij=(-axi)(-ayx)(+ajy)$$

$$100$$

$$010$$

$$001-avv$$

$$+(-asi)(-ajs)1-axy-axz$$

$$-ayx1$$

$$-azy1$$

$$1-avv$$

$$+(-avi)(-ajv)1-axy-axz$$

$$-ayx1$$

$$-azy1$$

$$1$$

$$=axiayxajy \Delta 1+asiajs \Delta 2+aviajv \Delta 3 \text{ ⑥}$$

其中： Δ_1 、 Δ_2 和 Δ_3 是在矩阵 $\{I-A_n\}$ 中分别划去构成路径 $i \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow j$ 、 $i \rightarrow s \rightarrow j$ 和 $i \rightarrow v \rightarrow j$ 所包含的结点所在的行和列之后，得到的子矩阵的行列式。

以式⑥为基础，两边分别除以行列式 $|I-A_n|$ 的值 Δ ，就得到

$$\Delta_{ij} \Delta = a_{xi} a_{yx} a_{jy} \Delta_1 \Delta + a_{si} a_{js} \Delta_2 \Delta + a_{vi} a_{jv} \Delta_3 \Delta = \\ ID(i \rightarrow j)_1 M_{p1} + ID(i \rightarrow j)_2 M_{p2} + ID(i \rightarrow j)_3 \\ M_{p3} \quad \textcircled{7}$$

由此就完成了式 (3-42) 的推导。在式⑦中， M_{p1} 、 M_{p2} 和 M_{p3} 分别为三条路径的路径乘数，且有

$$M_{p1} = \Delta_1 \Delta = [1 - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy} a_{xz})]^{-1} \quad \textcircled{8}$$

$$M_{p2} = \Delta_2 \Delta = 1 \quad \textcircled{9}$$

$$M_{p3} = \Delta_3 \Delta = (1 - a_{vv})^{-1} \quad \textcircled{10}$$

对比式⑧和正文中的式 (3-37)，可见二者对路径乘数的计算结果是完全相同的。