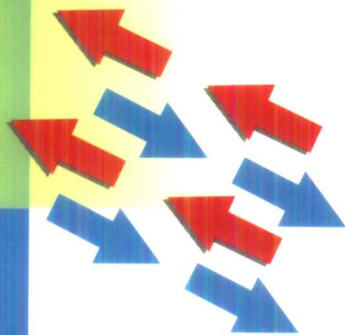


何其祥 编著

全国文科数学教育研究会推荐教材

投入产出分析



科学出版社

投入产出分析

何其祥 编著

科学出版社

1999

内 容 简 介

本书是“全国文科数学教育研究会”推荐教材之一。

本书全面介绍投入产出分析的思想、内容、方法以及投入产出表的编制和应用,其中不仅有宏观的投入产出模型与应用,而且还包括微观的投入产出模型与应用.特别介绍了投入产出扩展模型(包括固定资产模型、环保模型、动态模型等)。

本书可供财经、管理类学生、研究生阅读,也可供相关的科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

投入产出分析/何其祥编著.-北京:科学出版社,1999
ISBN 7-03-007352-5

I. 投… II. 何… III. 投入产出分析-高等学校-教材 IV. F223

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第05592号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

新蕾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1999年8月第一版 开本:850×1168 1/32

1999年8月第一次印刷 印张:5 5/8

印数:1—3 000 字数:142 000

定价:11.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

绪论 社会科学中的数学

现在，在社会科学中使用数学已被广泛接受了，只有少数顽固抵制的领域是除外的。原因不能从任何高深哲学的论战中去寻找，而是从许多简单的事实中就可明白。首先是社会科学的许多分支明显地在定量化，甚至可以说是被迫地定量化，人口统计学和经济学是这方面明显的例子。其次，社会科学的主题，关于复杂系统的理论是用文字表达的，而它们的分析与比较用数学形式来表示会有很大的帮助。第三，除非这些理论关系可以定量化，否则它们的应用就只能依然是很一般化的。第四，对于一些主题中比较模糊、甚至很难得到确切信息的概念，数学可以提供一种领会的手段。最后，社会科学关注的不只是描述发生了什么，它们之间是如何联系的，还在于隐藏在背后的有效的，还是无效的决策；在很大程度上，这些决策过程可以数学地表述和分析，使得我们的决策可以较多地依赖于知识，较少地依赖于推测。

已经证实，一些到目前还未见诸文字的想法，用数学概念来表达的可能性是行的，这就极大地克服了用数学的抵触情绪，越来越多的学者在他们研究的社会科学分支中体现出应用数学方法的价值。就现在情况而言，成功的进展是不平衡的，还未达到人们预期那样的一致。然而数学的运用已经普遍开展了，我们可以看到，许多不同领域的研究在下一代会积聚在一起，而现在还各自保持着差别。

大约 75 年以前，当伟大的美国经济学家欧文·费希尔撰写他的博士论文时，认为那时在全世界大约只有 50 本关于数量经济的书和一些论文，称得上是名符其实的。现在的情况完全不同了：不仅在经济学中，而且在所有社会科学中，数学书籍和论文每年要数以千计地出现。

在社会科学中，特别是涉及实证分析的，要大量采用有限数学的方法，尤其是矩阵、矩阵代数与差分方程，因为这些明显地与大部分实证研究基础的离散观测资料相吻合。但这并不表示传统的工具，如微积分，特别是微分方程就没有用处了，在一些纯理论的分析中是会涉及的。

对于这个大而复杂的问题，最好的处理是先把确定性条件下的决策与不确定性条件下的决策区分开，然后在这两个主类之内，把单个阶段的决策与多个阶段的决策分开。在这一节我们将论述一些对决策者有用的技术，主要在规划论、博弈论、统计决策论等等不同的领域之内。这就再一次发现许多新的方法在很大程度上是使用有限数学的，虽然这许多决策问题，至少在理论上，正如我们将会看到的那样，是用过去的待定乘子法和变分法来解决的问题属同一类型的。

(1) 在确定条件下的单阶段决策。开始的一个好的例子就是消费者行为的理论，它是在 19 世纪末发展起来的。根据这个理论，消费者有一个明确的偏好系统，他从所购买的商品中得到的效用（或满足）是依赖于各种商品和各种服务的数量。他有一笔固定的钱，是他的收入，可供他花费，面对的是一组固定的各种价格。他的目标是在收入和价格体系的约束条件下，使效用达到最大值。

这是一个在约束条件下求极大值的问题，可以用待定乘子法来解，并有一个几何的解释。

然而还需细加说明：偏好是会系统地改变的；人们要花费时间来适应正在改变的环境；人们也受到别人做了些什么的影响。一种特别要注意的适应的方式是与新商品的介入相连的。对新商品的反应包含着一个适应的过程，在许多方面与时尚流行相似。接受的速度部分依赖于已拥有新商品的人数，部分依赖于还未拥有的人数。这个适应的过程能用一个正向偏态的曲线，如对数正态积分，来很好近似地描述。

常常会遇到一个决策问题，虽然与刚才提到的多少有些类

似，但用经典方法是没有解的，因为求极大值（或极小值）的函数是线性的。这方面的一个例子是费用最小的食谱问题，求解必须用线性规则的现代方法。这个问题可叙述如下。一个合适的食谱是按营养成分的最低含量来确定的，营养成分有：热量、蛋白质、维生素等等。含有这些营养成分的各种食品都是可用的，它们的含量和价格都是已知的、固定的。问题是：每种食品应该买多少既能达到营养的要求又使花费最少。这等同于说：将这些食品的未知的购买量乘以他们的价格求和后达到最小，还需受一些不等式的限制。这些不等式中首先是所买的量要提供足够的每种营养成分，其次购买食品的量不能是负的。

(2) 在确定条件下的多阶段决策。

采取决策时，常会考虑某一变量能有一个所要的随时间变化的路径该怎么办。这种情况要极大化（或极小化）的不是一个函数而是泛函。用于这种目的的经典方法是变分法。例如，让我们问这样的问题：一个社会最佳的储蓄是多少？若一个社会储蓄很少，相应的用于消费的就多些。于是短期内，可享受一种相对较高的生活水平；但长期看，资本设备增加很少，不能指望生活水平会有多大提高。因此我们必须问另一个问题：这个社会为了将来能得到更多，现在应该放弃多少？并且我们必须想到这个问题将持续地一直到难以确定多长的未来。

(3) 不确定条件下的决策。

让我们考虑以下几点：首先，所谓不确定是由于不可控的事件引起的；其次，不确定是由于在冲突情况下别人的行为引起的；第三是已讨论过的方法的确定性条件被不确定的所代替。

与前面的例子相比，不确定性的作用是把一个假设已知的量代之以一个量的分布，现在我们的问题是找出分布的特性并判断它应如何影响我们的决策。这类问题将我们引入概率和统计的领域。

还应考虑决策的另一方面，避免一项大的损失比之于获得一项大的收益，个人可能会更在意些。于是在某些商业，他愿意承

担额外的费用来保持商品的库存，为了不让顾客等待，这并不是眼前的收益就能相抵，而是不想交货期弄得较长，最终会失去顾客。换句话说，正如决策者想对客观的概率有一个准确的估计一样，他也要对与他有关的主观评价有一个准确的估计。这就引向这一节的第二个内容，从冲突和联合中产生了不确定性。这个内容是另一种新的方法，博弈论的主题。

在一场博弈中，局中人不能确切地知道别的局中人将怎么办，而他的行动却依赖于他期望别人的反应而定的。至少在简单的情况下，我们可以制订出局中人可用的纯策略，并能给出任何特定的策略组合的结果如何。

虽然我们的特定模型是从社会生活中经济方面开始的，它以一种不可逆转的趋势蔓延开来。例如，在讨论生产商品和提供劳务中劳力、资本和创造性的作用时，就需要考虑另一方面，不同的技能将我们引向学习这些技能的教育和培训的系统；再一方面，研究和创新把我们引向社会心理学，最终我们将不得不面对社会——经济系统的全面分析。

(0-1093.0101)

责任编辑：毕颖

封面设计：张放

全国文科数学教育研究会推荐教材

投入产出分析

指标量化、序化的理论和方法

效用函数及优化

信息与决策

综合评价方法

风险的理论和方法

ISBN 7-03-007352-5



9 787030 073525 >

ISBN 7-03-007352-5/0.1093

定价：11.00元

F223
2143

目 录

绪 论 社会科学中的数学	i
第一章 预备知识、概论	1
§1 预备知识	1
§2 投入产出分析方法的产生和推广	3
§3 投入产出分析的理论基础	6
§4 投入产出分析在经济中的应用情况	7
§5 投入产出模型的分类和发展方向	9
第二章 全国性投入产出模型	12
§1 投入产出表	12
§2 投入产出模型	21
§3 价格模型	30
第三章 投入产出模型的应用	40
§1 投入产出模型应用中假设的有效性	40
§2 投入产出分析在经济分析中的应用	42
§3 投入产出分析在计划工作中的应用	52
第四章 投入产出表的编制方法	58
§1 编制投入产出表的方法论	58
§2 编制投入产出表的分解法和推导法	68
§3 消耗系数的稳定性	79
第五章 地区和企业投入产出模型	85
§1 地区投入产出模型	85
§2 地区间投入产出模型	91
§3 企业投入产出模型	103
第六章 投入产出分析的扩展	111
§1 固定资产投资投入产出模型	111
§2 环境保护和水资源投入产出模型	124
§3 动态投入产出模型	144
§4 人口与教育投入产出模型	159

第一章 预备知识、概论

§1 预备知识

一、社会总产品和国民收入

1. 社会总产品和国民收入的定义

社会总产品是指在一定时期内所生产的物质资料的总和，其货币表现形式称为社会总产值。在价值上，它由生产资料转移价值 C 、必要产品价值 V 和剩余产品价值 M 三部分构成。在使用价值上，它由生产资料 and 消费资料两部分构成。

在社会总产品中扣除生产资料转移价值后余下的部分就是国民收入。在价值上，它由 V 和 M 两部分组成。在使用价值上，由消费资料和扩大再生产的生产资料所组成。它是物质生产部门劳动者在一定时期内新创造的价值。

2. 社会总产值和国民收入的计算

在我国，社会总产值的统计是指工业、农业、建筑业、邮电运输业和商业五大物质生产部门的总产值之和，国民收入是指这五大物质生产部门的净产值之和，即

社会总产值 = 工业总产值 + 农业总产值 + 建筑业总产值 + 邮电运输业总产值 + 商业总产值

国民收入 = 工业净产值 + 农业净产值 + 建筑业净产值 + 邮电运输业净产值 + 商业净产值

计算国民收入通常采用以下两种方法：

一是生产法。它是根据国民收入的形成过程，在生产成果中扣除物耗来计算国民收入的一种方法，因此，在这种方法下，

国民收入 = 社会总产值 - 物质消耗

二是分配法。这种方法是根据国民收入的初次分配，将劳动者的原始收入 V 和社会纯收入 M 加总起来倒算国民收入。

二、国民收入的分配

1. 国民收入的初次分配

国民收入首先在企业内部进行分配。必要产品价值 V 表现为生产劳动者的劳动报酬，剩余产品价值 M 表现为社会纯收入。我们把国民收入在物质生产部门及其企业内部划分为劳动报酬和社会纯收入的过程称为国民收入的初次分配。

生产劳动者的报酬，包括全民所有制和集体所有制企业劳动者的工资、农民的劳动报酬和个体劳动者属于劳动报酬性质的净收入等。

社会纯收入包括上缴的税金、利润、利息和企业留用的纯收入。

2. 国民收入的再分配

在国民收入初次分配的基础上的再次分配称为再分配。再分配之所以成为必要，首先是由于社会分工的需要，国民经济中除了物质生产部门外，还有非物质生产部门，它们对于整个经济和社会的发展都是必需的，它们虽然并不创造财富但要消耗产品，这样，就有必要在国民经济的再分配中，把物质生产部门创造的一部分收入转给非物质生产部门。其次，为了有计划地集中和运用资金，也需要通过再分配的形式对不同经济成分和不同经济部门的收入进行必要的调节。国民收入的再分配往往通过国家财政、银行信贷、商品的价格、非生产部门和生产部门以及居民和非生产部门的收支活动来进行。

从国民收入的使用角度讲，经过初次分配和再分配，国民收入最终用于积累基金和消费基金两方面，当然，如果有进出口差额，那么，国民收入的实际使用额应等于国民收入加上进出口的差额。

三、国民生产总值

国民生产总值是指一个国家的国民在一定时期内，在国内外生产的（包括劳动）总量。从生产角度看，它是指国民经济所有部门（包括物质生产部门和非物质生产部门）增加价值的总和；从分配角度看，它是各种收入的总和；从使用角度看，它是所有最终产品的总和。

国民生产总值和前面介绍的社会总产值、国民收入分属两种不同的国民经济核算体系。在当今世界上存在着两大国民经济核算体系，一是东方的物质产品平衡体系，另一是西方的国民帐户体系。上面介绍的社会总产值和国民收入是东方体系中重要的物质产品总量指标，而国民生产总值，是西方体系中的产品和劳务的总量指标。

西方国民帐户体系以西方经济学为理论基础。西方经济学认为，除了极少量无报酬的家务劳动和非法买卖外，所有生产产品和提供劳务的活动都是生产劳动。在它们那里，没有物质生产部门和非物质生产部门之分，这样，凡是生产产品的企业和个人都应列入产业部门，所有产业部门生产的产品和提供的劳务，都应计入国民生产总值。

§2 投入产出分析方法的产生和推广

投入产出分析中的投入，是指生产过程中投入的劳动对象，劳动资料和活劳动的数量，产出是指产品的分配使用方向及其数量。投入产出分析首先将各部门的投入和产出编制成一张棋盘式的投入产出表，利用经济学的原理，根据投入产出表的平衡关系建立投入产出的数学模型，然后利用这一模型以及矩阵运算和计算机算法来综合地分析和考察国民经济各部门在产品的生产和消耗之间的数量依存关系。运用投入产出分析，既能进行国民经济各部门的综合平衡，又能对未来进行预测，还能对经济结构、经

济效益、经济政策和商品价格等问题进行综合分析。

投入产出分析方法于本世纪 30 年代产生于美国。它的基本思想最早由美籍俄裔经济学家瓦西里·列昂节夫 (Wassily W. Leontief) 提出, 这一领域的开拓性工作也应归功于他。1936 年, 列昂节夫发表了《美国经济体系中的投入产出的数量关系》一文, 接着在 1941 年又出版了《美国经济结构 1919—1929》一书, 1953 年, 又出版了《美国经济结构研究》一书。在这些著作中, 列昂节夫提出了投入产出方法, 并且利用美国公布的统计资料编制了美国经济的 1919, 1929 和 1939 年的投入产出表。

列昂节夫的投入产出分析, 有其自己的历史渊源。早在 18 世纪中叶, 资产阶级古典政治经济学奠基人之一费兰索·魁奈所提出的经济表, 已经包含了分析国民经济各部门的投入和产出关系的思想, 他的经济表可以改变成一个比较简单的投入产出表的形式。19 世纪法国著名的经济学家瓦拉西在他的一般均衡理论模型中, 已经把各部门的投入和产出联系起来考察, 在他的模型中已经采用了各种产品之间的直接消耗系数。俄国经济学家德米特里也夫在他的著作《经济笔记》(1904 年) 中指出, 单位产品的劳动消耗包括直接劳动消耗和间接劳动消耗两部分, 并且列出了计算产品完全消耗系数的公式。

列昂节夫在前人工作的基础上, 提出了投入产出分析方法, 他把国民经济所有部门的投入与产出放在一个表格, 即投入产出表中联系起来加以考察, 把简明有用的矩阵代数与实际编制的投入产出表结合起来, 创造性地建立了投入产出数学模型, 并且计算了各部门的直接消耗系数和完全消耗系数。人们可以借助列昂节夫提出的数学模型进行经济分析、经济预测、编制经济计划, 使投入产出表从一般的统计表, 发展成为现代化的经济数学模型。

列昂节夫的投入产出分析开始并没有引起各国政府和经济学界的重视。直到二次世界大战期间, 各国政府加强了对经济的控制和干预, 迫切需要有一种比较科学、比较精确的经济计量方

法，投入产出分析才引起人们的关注，得到普及和推广，并被应用到经济运行中。美国是最早研究和应用投入产出分析的国家，自列昂节夫 1936 年编制出第一张表，以后美国每隔几年编制一次全国性的投入产出表，在这方面倾注了不少的人力和财力。

由于投入产出分析的科学性、先进性和实用性，自 50 年代以来世界各国纷纷研究投入产出分析，编制和应用投入产出表，不仅美国、英国、法国、德国和日本等发达国家编制和应用投入产出表，而且苏联和东欧等国家也编制和应用投入产出表，就连印度、埃及、哥伦比亚、秘鲁等发展中国家也编制和应用投入产出表。目前，除极少数国家外，世界上绝大多数的国家都编制了投入产出表，并且开展了这方面的研究。许多国家的学者发展了列昂节夫的成果，使投入产出分析的内容愈来愈丰富和深入。

我国是应用投入产出分析较晚的国家，60 年代初期，科学院成立专门的小组研究投入产出分析，并进行这方面的宣传和理论探讨工作，在个别高等院校还开设了投入产出分析课，但都仅限于理论研究，1974 年至 1976 年间，我国试编了第一张全国性实物型投入产出表，即 1973 年 61 种产品的实物表。之后，先后编制了 1981、1983、1987、1990 和 1992 年的投入产出表。此外，地区、部门和企业一级的投入产出分析技术的应用也有较大的发展，山西省编制了我国第一张地区实物型投入产出表和价值型投入产出表，即 1979 年 88 种产品的实物表和 56 个部门的价值表，化工部最早编制了 1978 年 16 种产品的实物型投入产出表，鞍钢编制了我国第一张企业级实物型投入产出表（1964 年），以后有许多的省、市编制了本地区的投入产出表，也有很多大中型企业从事本企业投入产出表的编制工作，甚至有的企业还建立了企业投入产出财务预测模型。在我国，投入产出分析的应用虽然时间不长，但已在国家、地区、部门和企业等方面深入展开，促进了我国经济管理的现代化，带来了明显的经济效益。

§3 投入产出分析的理论基础

一、西方投入产出分析的理论基础

西方投入产出分析的理论基础是全部均衡理论。列昂节夫本人曾说过：“投入产出分析是用新古典学派的全部均衡理论，对各种错综复杂的经济活动之间在数量上的相互依赖关系进行经验研究”，是全部均衡理论的具体“延伸”。

全部均衡理论认为，各种经济现象之间的关系都可以表现为数量关系，这种数量关系全面地相互依存、相互影响，并在一定条件下达到均衡。例如，一种商品的供给、需求和价格都并不是独立的，而是相互作用的。当每种商品的供给和需求都相等时，整个价格体系就形成全部均衡。因此，要确定某些经济变量的值，就不应只采用因果的方法去寻求每个经济变量的唯一决定因素，而必须把这些经济变量间的关系表现为函数关系，并用方程组来同时求得它们的解。例如，在全部均衡论的价格决定模型中，由许多方程构成的复杂的方程组决定各种商品的价格，这一方程组反映整个经济系统的复杂变化，整个经济系统的复杂变化对每种商品价格形成的影响通过方程组求解同时确定。全部均衡理论涉及的面较宽，既有交换的均衡，又有生产的均衡。投入产出分析考察的主要是生产的全部均衡。正如列昂节夫所说，它是“全部均衡理论的一个简化方案”。

二、社会主义国家投入产出分析的理论基础

社会主义国家投入产出分析所依据的经济理论是马克思主义的再生产理论。马克思的再生产理论把整个社会生产划分为生产资料的生产（第Ⅰ部类）和消费资料的生产（第Ⅱ部类），与此相适应，把社会总产品按经济用途划分为生产资料和消费资料。马克思还把社会产品按价值特征划分为不变资本（ C ）、可变资本（ V ）和剩余价值（ M ）。这一基本原理对社会主义同样适用，

不过，在社会主义下 C 是指生产资料的转移价值， V 是指必要劳动创造的价值， V 形成生产劳动者的报酬， M 是指剩余产品价值，形成社会纯收入。

在上述两个基本前提下，马克思提出了关于社会产品实现的理论。马克思认为社会再生产的实现问题，实质上是社会生产两大部类的比例关系或平衡关系。马克思把简单再生产的实现条件归结为以下三个平衡公式：

$$1. I (V+M) = II C$$

$$2. I (C+V+M) = I C + II C$$

$$3. II (C+V+M) = I (V+M) + II (V+M)$$

扩大再生产的实现条件也归结为三个平衡公式，即

$$1. I \left(V + \Delta V + \frac{M}{X} \right) = II (C + \Delta C)$$

$$2. I (C + V + M) = I (C + \Delta C) + II (C + \Delta C)$$

$$3. II (C + V + M) = I \left(V + \Delta V + \frac{M}{X} \right) + II \left(V + \Delta V + \frac{M}{X} \right)$$

其中 ΔC ， ΔV ， $\frac{M}{X}$ 在资本主义条件下分别是指追加的不变资本、追加的可变资本和资本家消费的部分；在社会主义条件下，分别是指生产资料积累、生活资料积累和非生产人员的消费。显然，在扩大再生产的条件下， M 可以分解成 ΔC ， ΔV 和 $\frac{M}{X}$ 三部分。

§4 投入产出分析在经济中的应用情况

一、经济分析，为编制中长期计划提供服务

这是投入产出分析最重要的应用之一，是前苏联和东欧国家编制投入产出表的主要目的之一。由于投入产出表清楚地描述了最终需求的各个部门和生产部门的关系，利用这些数量关系可以分析国民经济中的各种比例关系，并为编制中长期计划服务。从目前看，投入产出分析在经济分析和计划中的作用主要有以下几方面：

第一，分析报告期国民经济中的各种重要比例关系，如两大部类的比例、农轻重的比例、各部门之间的比例、积累和消费的比例、中间需求和最终需求的比例、中间消费和新创造价值等多方面的比例。并且可以进一步分析：如果计划期最终需求发生变动，如消费需求、投资需求和进出口的数量发生了变动，整个国民经济的结构将发生什么变化。

第二，在编制国民经济发展的中长期计划的草案计算阶段，利用投入产出分析方法进行多方案计算，对各种设想进行论证和估价，调整部门间的比例，以便编制出各部门相互衔接、比例关系得当的经济发展计划。

第三，编制国民经济最优计划。把投入产出分析方法和数学规划方法结合起来，当具备必要的资料后，就可以编制出一个既能使国民经济各部门相互协调和平衡，又能使某一目标函数值达到最大或最小的计划方案，如使国民收入达到最大，使生产的消费品数量达到最大等。

二、利用投入产出分析方法进行经济预测

这是投入产出分析应用最为广泛的一个方面。当编制了若干年份的投入产出表以后，就可以对它们进行动态分析，掌握各种经济数据的变化规律，从而对整个国民经济或地区、企业的未来发展趋势作出预测。例如我们可以把消耗系数根据预测情况进行适当修改后，就可以用来预测今后若干年的经济发展状况。

在资本主义国家，利用投入产出分析方法得到的预测数据，不仅可以作为政府制定经济政策的重要依据，而且是一些大企业决定经营方针、投资方向以及各种产品生产量的根据。利用投入产出模型进行预测，与利用一般的经济计量模型进行预测，其差别在于前者预测的时间可以比较长。

三、政策模拟，分析重大决策对经济的影响

在社会化大生产中，各部门之间存在着各种各样直接和间接