

丁

2468

系统科学讲义之二

投入产出分析
及其在国民经济中的应用

陈 锡 康

中国科学院系统科学研究所编印

目 录

第一章 投入产出的历史与动态	(1)
§ 1 投入产出方法的产生.....	(1)
§ 2 世界各国编制投入产出表的部分情况.....	(1)
§ 3 投入产出方法在经济工作中的应用情况.....	(2)
§ 4 投入产出模型的种类.....	(4)
第二章 全国性静态价值型投入产出模型	(6)
§ 1 静态投入产出模型的基本结构.....	(6)
§ 2 部门分类问题.....	(10)
§ 3 直接消耗系数.....	(13)
§ 4 完全消耗系数及其计算方法.....	(14)
§ 5 投入产出模型的作用.....	(22)
§ 6 投入产出程序.....	(32)
第三章 全国性静态实物型投入产出模型	(39)
§ 1 实物型投入产出模型的特点.....	(39)
§ 2 部门分类原则.....	(40)
§ 3 模型结构.....	(41)
§ 4 计算产品的完全消耗系数.....	(43)
§ 5 实物型投入产出表在经济工作中的应用.....	(44)
第四章 地区、部门及企业投入产出模型	(51)
§ 1 地区模型的结构及其主要特点.....	(51)
§ 2 地区投入产出模型的作用.....	(55)
§ 3 部门投入产出模型.....	(58)
§ 4 企业投入产出模型.....	(60)
第五章 地区间投入产出模型及世界模型	(64)
§ 1 地区间投入产出模型.....	(64)
§ 2 世界模型.....	(82)
§ 3 地区间模型与水的利用问题.....	(86)
第六章 静态投入产出模型中的若干方法问题	(90)
§ 1 商品 - 产业部门投入产出表 (U 表 V 表法)	(90)

§ 2	直接消耗系数的修改方法·····	(100)
第七章	投入产出技术在价格形成问题中的应用·····	(109)
§ 1	商品价值量的计算方法·····	(109)
§ 2	产品价格的计算方法·····	(114)
第八章	投入产出综合平衡模型与环境保护·····	(120)
§ 1	模型的基本结构·····	(120)
§ 2	消除污染费用及其对产品价格的影响·····	(125)
第九章	投入产出模型的最优化问题·····	(129)
§ 1	若干种最优计划模型·····	(129)
§ 2	投入产出模型的最优化问题·····	(140)
§ 3	国民经济综合平衡规划模型·····	(145)
第十章	动态投入产出模型·····	(152)
§ 1	一类动态投入产出模型·····	(152)
§ 2	动态逆·····	(157)
§ 3	半动态投入产出模型·····	(160)

第一章 投入产出的历史与动态

§ 1 投入产出方法的产生

数学是研究客观世界中的数量关系和空间形式的一门科学。任何一门科学，任何一个研究领域，如果要对研究对象的数量方面进行研究，特别是要进行比较精确的数量分析，就必须利用数学方法。马克思曾指出：“一种科学只有在成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步”¹⁾。

经济数学方法与模型的种类很多，投入产出方法是其中比较成熟的，在很多国家得到广泛应用的一种方法。什么是投入产出方法呢？投入是指进行一项经济活动的消耗。我们在进行生产活动时消耗一定数量的原材料、辅助材料、能源、机械设备和人的劳动。产出是指从事经济活动的结果。如生产活动的结果就得到了一定数量的产品。在各种经济活动的投入与产出之间具有一定的数量规律性。首先，对大部分产品来说在短时期内生产单位产品对各种原材料、辅助材料、动力等消耗量具有相对的稳定性，这由很多国家的实际资料可以证明。其次，一部分产品消耗系数的变动很大，但也具有一定的变化规律。例如，我国农产品对电力、化肥的消耗系数有上升的趋势，各种产品对铜、木材等的消耗系数有下降趋势等。

投入产出方法是利用数学方法和电子计算机，研究经济活动的投入与产出之间的数量关系，特别是研究和分析国民经济各个部门在产品的生产与消耗之间的数量依存关系的一种方法。

这个方法在本世纪三十年代产生于美国，1936年美国经济学家列昂节夫发表了“美国经济系统中的投入与产出的数量关系”一文，1941年出版了“美国经济结构，1919—1929”一书，1953年又出版“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，并且利用美国公开发表的经济统计资料，编制了美国经济1919、1929和1939年的投入产出表。

任何科学思想和方法的产生都具有其历史渊源，投入产出方法也是如此。特别应当指出，在十月革命胜利后，在生产资料公有制的基础上，要求国家用计划来指导国民经济的发展。1924年苏联中央统计局编制了1923/1924年的国民经济平衡表，其中包括各种产品的生产与消耗棋盘式平衡表。在这些平衡表中没有利用数学方法，也没有计算各种产品的直接消耗系数和完全消耗系数。但对列昂节夫有很大影响。

1974年4月瑞典皇家科学院宣布，鉴于列昂节夫是唯一的和无异议的投入产出技术的创造人，授予他1973年诺贝尔经济学奖金。

§ 2 世界各国编制投入产出表的部分情况

列昂节夫提出投入产出方法以后，最初并没有得到美国政府和经济学界的重视和支持。

1) 《回忆马克思恩格斯》，人民出版社，1957年版，第73页。

第二次世界大战期间，美国总统罗斯福订购了五万架飞机，很容易推测出需要比较多的铝，但当时没有考虑到生产飞机会直接和间接消耗大量的铜，最后被迫由国库借白银作为生产铝的输电之用。由此当时负责军工生产的管理人员，深深感到需要比较科学的方法来计划和安排生产。1944年列昂节夫编制的美国经济1939年投入产出表（包括95个部门）问世，美国劳动统计局就利用它来研究，如果第二次世界大战于1945年6月30日结束，1945年12月美国的就业状况会发生什么变化？

第二次世界大战后，美国劳工部劳动统计局和空军合作，花费了150万美元，集中50—75人，工作了将近三年时间，编制了美国经济1947年投入产出表。这是美国官方编制的第一个大表（共有500个部门）。以后又花费了100万美元编制了包含81个部门的1958年投入产出表。在五十年代美国政府在经济学方面花钱最多的就是投入产出技术。以后又编制了美国经济1963、1966、1972年的投入产出表。此外，美国的很多州、城市以及大部分大公司和企业也编制了投入产出表，用来分析地区和企业内部的生产联系。

投入产出方法很快传播到世界各国。很多西欧国家和日本首先编制了投入产出表，接着苏联和东欧国家、很多发展中国家也开始编制投入产出表。据不完全统计，在五十年代以前编制投入产出表的国家有美、英、丹麦、荷兰、挪威、加拿大、澳大利亚等七个国家，在五十年代很多资本主义国家如日本等，许多发展中国家如埃及、马来西亚、赞比亚等，以及苏联和东欧国家都编制了投入产出表。1979年世界上大约有90个国家编制了投入产出表。目前世界上只有一些经济上不太发达、在世界贸易中地位不太重要的一些小国没有编制过投入产出表。

在六十年代以前，苏联及东欧国家对于在经济研究和计划工作中应用数学方法和电子计算技术是很不重视的。以后，由于国内经济发展的需要和资本主义国家的影响，这种状况很快扭转过来。1957年以后在苏联科学院院士涅姆钦诺夫的领导下，开展了编制投入产出表的工作，1960—1961年苏联中央统计局编制了1959年价值型和实物型投入产出表。价值型投入产出表共分83个部门，实物型投入产出表按157种有重要国民经济意义的主要产品编制，以后又编制了1966、1972年的投入产出表。这些投入产出表，曾经很广泛地用来研究和分析国民经济各部门之间的相互联系，编制年度计划和中长期计划以及研究产品的价格形成问题。

我国在1974—1976年曾经编制了第一个国民经济投入产出表——我国1973年投入产出表。这个表是一个实物型投入产出表，共分61个部门。这个表是在中国科学院系统科学研究所推动下，在国家计委、国家统计局的组织和支持下编制的。参加编制工作的有国家计委计算中心，系统科学研究所，中国人民大学，北京经济学院等单位。

§3 投入产出方法在经济工作中的应用情况

投入产出方法在经济工作中的作用主要有以下几个方面：

一、为编制计划，特别是编制中长期计划服务

苏联和东欧国家对于投入产出方法很重视，目前已编制了很多投入产出表。例如，苏联编制了1959、1966、1972、1977年的国民经济投入产出表。1959年的实物型投入产出表分为157种重要产品，价值型投入产出表分为83个部门。匈牙利自1967年开始编制投入产出表，

1961年以后基本上每年都编投入产出表。捷克、德意志民主共产国、保加利亚、罗马尼亚、波兰、南斯拉夫等国都先后编制了投入产出表。编表的主要目的是为编制国民经济计划服务。其作用表现在两方面：

第一，在国民经济计划在部门比例上和各种主要产品之间的比例上保持一定平衡。这主要是通过各部门之间或各种产品之间的直接消耗系数来进行。在初期，可以利用投入产出方法检查按现行的计划方法编制的国民经济计划，在部门比例上和产品比例上是否合适。以后，可以利用这种方法，作为编制国民经济计划草案的一个重要工具。

据报导，许多国家的投入产出表，如保加利亚所编制的1964年投入产出表，匈牙利1965年和1970年投入产出表，德意志民主共和国1966年投入产出表，捷克1970年投入产出表都起了检查国民经济计划在部门比例上的平衡性，并使之协调的作用。苏联很多加盟共和国的投入产出表，如白俄罗斯1962年投入产出表，拉脱维亚1963年表，格鲁吉亚1965年表也起了这样的作用；

第二，编制最优的国民经济计划。把投入产出方法和最优规划方法结合起来就可以编制一个既使国民经济各部门相互平衡，保持一定比例，又使某一个目标（或一组目标）达到最优的计划。如使国民收入数量达到最大，长时期内生产的消费品数量达到最多等。

在第七届国际投入产出技术会议上，苏联国家计委的代表说：“苏联国家计委已经有了在国民经济发展长期计划和短期计划中应用投入产出方法的良好经验”，“投入产出模型已经在很大规模上成为实际计划计算的工具”。经苏联部长会议批准的1969年和1974年的“关于编制国民经济发展的国家计划的方法指示”中，都有专门的部分规定在编制计划时制订和应用投入产出模型的方法。

二、利用投入产出方法进行经济预测

目前投入产出技术应用得最广泛的就是进行经济预测。

例如，英国通过编制剑桥多部门动态模型，预测1990年英国经济发展状况。计算结果表明，1978年到1990年英国经济发展将很缓慢。按国内生产总值计算，1978—1985年仅增长12%，1978—1990年增长24%，年增长率仅为1.8%。1985年前对外贸易略有盈余。1987—1990年将出现对外贸易逆差。同1980年相比，1990年的粗钢、生铁、电机、发动机的生产量都将有不同程度的下降，而化工产品、农产品产量将大大上升。

西班牙通过编制多部门动态模型，得到了1976—1985年国民生产总值、投资总额、就业人数等六个方案，以及十三个部门的预计发展情况。

通过编制联合国世界模型，预测世界经济到2000年的发展情况，包括全世界和十五个地区国民生产总值的增长情况、进出口情况、对外联系、就业状况等。

这些预测数据不仅对于国家制订经济发展方案，确定经济政策有重要参考价值，而且对于一些大企业决定经营方针、建设规模、投资方向等也有重要用处。美国的兰德公司就通过编制投入产出表作经济预测来为大资本家服务。每年有30—40个企业来要求它预报美国经济的发展状况。该公司对美国215—230个部门短期、中期和长期的发展情况及赢利情况进行预报。美国的马利兰大学也对185个部门的发展状况进行预测，这些工作得到很多私人公司，某些政府部门及外国团体的支持。

三、利用投入产出方法研究采取一项重要的经济政策对经济的影响

例如，美国曾经利用投入产出技术来研究工资提高10%以后，各部门商品价格上升的百分比。商品价格的上升，一方面是由于本部门工资提高而引起，这个数额很容易加以计算；另一方面是由于其它部门因工资增长，价格上升而造成的间接影响。这表现在产品生产过程中消耗的原材料、辅助材料、动力、设备的费用上升。研究结果表明，工资提高10%以后，建筑业产品价格上升最近，约为6.9%，而农产品受影响最小，约为1.3%。工资提高10%以后，生活费用将上升3.8%，职工的实际得益仅为6.2%。

又如美国曾经研究，军事拨款的20%转向于民用时，对国民经济各部门的影响问题。研究结果表明，航空、军火等十个部门的产量将下降。其中航空制造部门下降的幅度最大，下降16.05%，军火部门下降15.42%，电子设备下降5.4%，钢铁下降0.04%。产量增加的有46个部门。增长最多的部门有：农业性服务（2.14%），民用服务（1.81%），烟草（1.76%），牲畜（1.67%），食品（1.66%）等。增长量不大的部门有：化工品（0.15%），橡胶和塑料（0.30%），原油（0.38%）等。

此外军事费用减少20%后，一部分地区，如加利福尼亚、科罗拉多、新墨西哥、亚利桑那等的产量和就业将下降。另一部分地区，如明尼苏达、南塔科他等的产量和就业将有所增长。

四、利用投入产出方法计算产品的完全劳动消耗以及研究和计算产品的价格

在六十年代，苏联国家计委所属的价格委员会，曾利用1959、1966年投入产出表及其它资料，研究产品的价格问题，并在此基础上制订了新的批发价格。德意志民主共和国为了研究价格问题也编制了规模为1148种产品的实物型投入产出表，捷克为了计算1966年新的批发价格，编制了规模为416种产品和25144种产品的投入产出表。1971年9月召开了在价格形成问题上应用数学方法和电子计算机的国际会议。参加会议的有保、匈、德、波、蒙、罗、苏等国代表。会议中这些国家交换了在研究价格形成和编制价格问题上应用投入产出方法及电子计算机的经验。

五、分析国民经济中的一些主要比例关系，如积累与消费比例、两大部类比例等等。

六、研究一些专门的社会问题。如污染问题、收入分配问题、人口问题、就业问题等。

§4 投入产出模型的种类

投入产出模型按照分析时间的不同，可分为静态模型和动态模型两类。静态模型分析与研究某一个时期的再生产过程。动态模型则分析与研究若干时期的再生产过程，并研究各个时期再生产过程的相互联系。所以静态模型内的变量只涉及某一个时期，而动态模型中的变量涉及到几个时期（年份）。在静态模型中，基建投资是事先确定的。而动态模型中，基建投资是本期以及若干时期产量增加量的函数，所以它不是事先确定的，而要通过模型的求解来确定。静态模型可以分为静态开模型、静态闭模型、静态局部闭模型三种。静态开模型已经很成熟，应用最广。在这个模型中通常把最终产品作为外生变量，即由模型外确定其数值的

变量来看待。静态闭模型中所有变量都是内生变量，即都是通过模型的计算来确定其数值的变量。但是实际上模型中的一部分变量的数值，即最终产品中的用于国防的消耗、进出口数量、基建投资等都无法在静态模型中确定，而应作为外生变量处理，所以静态闭模型没有得到实际应用。但是静态局部闭模型在很多情况下仍是使用的。例如，最终产品中的个人消费部分，与各部门生产的发展状况有密切的函数依赖关系，可以把它作为内生变量处理。这时就形成静态局部闭模型。

投入产出模型按照计量单位的不同，可分为价值型投入产出模型，实物型投入产出模型，劳动投入产出模型等。此外尚有实物价值型投入产出模型。在价值型投入产出表中，所有数值都按价值单位计量。在实物型投入产出表中，大部分部门都按各种实物单位计量，一部分部门可采用价值单位或劳动单位。

投入产出模型按照模型编制的范围，可以分为世界模型，全国模型，地区模型，地区间模型，部门投入产出模型，企业投入产出模型等。

投入产出表按照编制的时期不同，可分为报告期投入产出表和计划期投入产出表两种。前者是对过去的年份，利用统计资料编制的。后者是为了进行计划计算和预测，对今后某一时期编制的。

表 1-1

分 类 标 志	投入产出模型的种类	备 注
分 析 时 期	静态模型 { - 静态开模型 - 静态闭模型 - 静态局部闭模型 动态模型	
计 量 单 位	价值型投入产出表 实物型投入产出表 劳动投入产出表	此外有实物价值型投入产出表
资 料 范 围	世界投入产出模型 全国性投入产出模型 地区投入产出模型 地区间投入产出模型 部门投入产出模型 企业投入产出模型	
资料的性质和内容	报告期投入产出表 计划期投入产出表	

第二章 全国性静态价值型投入产出模型

§ 1 静态投入产出模型的基本结构

投入产出技术是利用数学方法和电子计算机分析和考察国民经济（地区、企业）各个部门在产品的投入与产出之间的数量关系的一种方法。投入产出模型既可应用于全国，又可应用于地区、部门和企业，在本章中我们介绍全国性投入产出模型。

全国性投入产出模型的基本结构见表 2-1。为了简化起见，在这个表中我们假设整个国民经济分为农业、轻工业、重工业、建筑业、交通运输业、商业及服务业等六个部门。这个表反映了这六个部门的产品在生产与使用上的相互联系。该表从水平方向看，即从产出方向看，反映各部门产品按经济用途的使用情况。按照经济用途的不同，各部门的总产品可以分为两个部分，即中间产品和最终产品。中间产品是指本时期内在生产领域尚需进一步加工的产品，如炼铁用的铁矿石、焦炭、电力，生产缝纫机用的钢材、生铁、木材等。中间产品是用于本期再生产过程的劳动对象，如原材料、辅助材料、燃料、动力等。从整个社会看，它们处于中间加工阶段，所以称为中间产品。在表 2-1 中，农业部门的 1500 亿元产值中有 300 亿元产值用于农业本身消耗，如种子、饲料等。400 亿元产值用作轻工业原料，如纺纱用棉花，榨糖用的糖料等。10 亿元农产品供商业及服务部门之用。该年度农产品作为中间产品共为 710 亿元。

最终产品是指本时期内在生产领域中已经最终加工完毕，可供社会消费和使用的产品。最终产品包括以下几个部分：

1. 供居民个人消费和社会集体消费的消费品；
2. 用于增加库存和国家储备的产品；
3. 新增固定资产；
4. 净出口产品。

根据最终产品的上述含义，炼钢用生铁，制造拖拉机零件用的钢材，装配拖拉机用的内燃机、轮胎等都不能称为最终产品，因为它们在生产领域尚未最终加工完毕，尚需进一步被加工。而拖拉机是最终产品，因为它在生产领域已经最终加工完毕。所以我们将新增固定资产作为最终产品的一部分。

在表 2-1 中，农业部门生产的产品中供居民个人和社会集体消费的产品数量为 700 亿元。增加库存和国家储备为 90 亿元。农业部门所提供的最终产品数量为 790 亿元。

中间产品和最终产品之和就等于各部门的总产品。在这个例子中我们有

$$710 + 790 = 1500 \text{ (亿元)}.$$

又如重工业部门的产值为 2000 亿元。一部分重工业产品用于农业，如化肥、农药、柴油、电力等。其数量为 60 亿元。用于轻工业的重工业产品为 65 亿元。用于重工业本身的重工业品为 1100 亿元，如炼钢用生铁、发电用煤等。用于建筑业为 310 亿元，用于交通运输业为

表2-1 价值型投入产出表

单位: 亿元

		中 间 产 品							最 终 产 品					总 产 品
		农 业	轻 工 业	重 工 业	建 筑 业	交 通 运 输 业	商服 业务 及业	合 计	消 费	新增固定资产		增 加 库 存 和 备	合 计	
										生 产 性	非 生 性			
生 产 资 料 补 偿 价 值	农 业	300	400				10	710	700			90	790	1500
	轻 工 业	30	330	40	10	20	10	440	1000			60	1060	1500
	重 工 业	60	65	1100	310	110	25	1670	30	150	100	50	330	2000
	建 筑 业			20				20		330	100	80	480	500
	交 通 运 输 业	10	20	70	30	5	25	160	40				40	200
	商业及服务业	5	5	8	4	3	5	30	230			40	270	300
	小 计	405	820	1238	354	138	75	3030	2000	450	200	320	2970	6000
新 价 创 造 值	固定资产折旧	15	80	132	16	12	15	270						
	合 计	420	800	1370	370	150	90	3300						
总 产 品	劳 动 报 酬	850	180	260	90	30	90	1500						
	纯 收 入	230	420	370	40	20	120	1200						
	合 计	1080	600	630	130	50	210	2700						

110亿元, 用于商业及服务业为25亿元。中间产品的合计数为

$$60 + 65 + 1100 + 310 + 110 + 25 = 1670(\text{亿元}).$$

表2-1从垂直方向看, 即从投入方向看, 说明各部门产品的价值形成过程。产品价值是由生产资料转移价值(C)和新创造价值两部分组成的。而新创造价值又可分为劳动报酬(V)和纯收入(M)两部分。从这个表中我们可以看到, 在生产1500亿元的农产品的过程中, 消耗了农产品300亿元、轻工业产品30亿元、重工业产品60亿元、交通运输10亿元、商业及服务业产值5亿元。消耗各部门所提供的中间产品(劳动对象)共405亿元(300 + 30 + 60 + 10 + 5 = 405)。固定资产折旧15亿元。故农产值中所包含的生产资料转移价值共420亿元。

农业的劳动报酬总额为850亿元。农业部门所提供的纯收入为230亿元。新创造价值合计为1080亿元(850 + 230 = 1080)。而农业总产值等于农业部门生产资料转移价值与新创造价值之和, 它等于

$$420 + 1080 = 1500(\text{亿元}).$$

同样地, 在重工业产品的生产过程中消耗了轻工业部门所提供的中间产品40亿元, 消耗了重工业部门本身所提供的产品1100亿元, 消耗了建筑业产品20亿元, 消耗了交通运输业的产值70亿元, 以及消耗了商业和服务业的产值8亿元。所消耗的中间产品共为1238亿元, 固定资产折旧132亿元。生产资料转移价值共为1370亿元。重工业部门的劳动报酬为260亿元, 提供的社会纯收入为370亿元。新创造价值的合计数为630亿元。生产资料转移价值与新创造价值之和即等于重工业产值, 它等于

$$1370 + 630 = 2000(\text{亿元}).$$

以上为了简化起见, 我们假设国民经济分为6个部门。为了适合一般情况, 我们假设国民经济分为n个部门。并用数学符号来代表具体的数值。其模型结构见表2-2。

在表2-2中符号的含义如下:

X_i ——第 i 部门的产值, 如 X_1 表示第 1 部门的产值。如果我们把农业排在第 1 个部门, 则 X_1 就表示农业的产值。

X_{ij} ——第 i 部门产品用作第 j 部门生产消耗的数量, 也就是第 j 部门生产过程中所消耗的第 i 部门产品数量。如 X_{13} 就表示第 3 部门生产过程中所消耗的第 1 部门产品的数量。

Y_i ——第 i 部门最终产品的合计数。如 Y_1 表示第 1 部门所提供的最终产品的数量。

D_j ——第 j 部门生产过程中所消耗的固定资产价值, 即固定资产折旧额。

V_j ——第 j 部门生产过程中支付的劳动报酬的数额。

M_j ——第 j 部门工作者所创造的社会纯收入数额。它由利润、税金等所组成。

这个表从水平方向看有关系式

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + \cdots + X_{1n} + Y_1 &= X_1, \\ X_{21} + X_{22} + \cdots + X_{2n} + Y_2 &= X_2, \\ &\dots\dots\dots \\ X_{n1} + X_{n2} + \cdots + X_{nn} + Y_n &= X_n, \end{aligned}$$

表2-2静态价值型投入产出表

		中 间 产 品					最 终 产 品								总 产 品
		1	2	...	n	合 计	消 费		新增固定资产		增加 国家 储备 及	进 口 (-)	出 口 (+)	合 计	
							个 人	社 会	生 产 性	非 生 性					
生 产 资 料 转 移 价 值	1	X ₁₁	X ₁₂	I	X _{1n}				II				Y ₁	X ₁	
	2	X ₂₁	X ₂₂		X _{2n}									Y ₂	X ₂
	⋮														
	n	X _{n1}	X _{n2}		X _{nn}									Y _n	X _n
		合 计													
	固定资产折旧	D ₁	D ₂		D _n										
	合 计														
新 创 造 价 值	劳 动 报 酬	V ₁	V ₂	III	V _n				IV						
	社 会 纯 收 入	M ₁	M ₂		M _n										
	合 计														
总 产 品		X ₁	X ₂		X _n										

即中间产品加上最终产品等于总产品。上述式子可写为

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n X_{1j} + Y_1 &= X_1, \\ \sum_{j=1}^n X_{2j} + Y_2 &= X_2, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{nj} + Y_n = X_n$$

或

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (2.1)$$

表2-2从垂直方向看有关系式

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + \dots + X_{n1} + D_1 + V_1 + M_1 &= X_1, \\ X_{12} + X_{22} + \dots + X_{n2} + D_2 + V_2 + M_2 &= X_2, \\ &\dots\dots\dots \\ X_{1n} + X_{2n} + \dots + X_{nn} + D_n + V_n + M_n &= X_n. \end{aligned}$$

上述式子可写为

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_{i1} + D_1 + V_1 + M_1 &= X_1, \\ \sum_{i=1}^n X_{i2} + D_2 + V_2 + M_2 &= X_2, \\ &\dots\dots\dots \\ \sum_{i=1}^n X_{in} + D_n + V_n + M_n &= X_n \end{aligned}$$

或

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + D_j + V_j + M_j = X_j \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (2.2)$$

这个式子的经济意义为各部门的产值等于中间产品转移价值，固定资产折旧，劳动报酬，社会纯收入之和。

表2-2可以分为四个部分¹⁾。我们按照左上、右上、左下、右下的次序分别命名为第Ⅰ部分，第Ⅱ部分，第Ⅲ部分和第Ⅳ部分。

第Ⅰ部分是由组成国民经济的 n 个部门纵横交叉而成的。它是一个方形的棋盘式平衡表。其行数等于列数。并且横行或纵列是由同名称的部门组成的。它反映了国民经济各个部门之间的生产技术联系，特别是反映了各个部门之间相互提供劳动对象的情况。在编制投入产出表时取得第Ⅰ部分的正确资料是进行一系列计算的基础。

第Ⅱ部分反映了最终产品的实物构成及其使用。最终产品是本时期生产领域最终成果之总和。所有部门最终产品之和 $\sum_{i=1}^n Y_i$ 即为社会最终产值或国民生产总值。社会最终产值从数量上等于国民收入加上本年度的固定资产折旧额之和。它与第Ⅲ部分的数值相对应。

第Ⅲ部分是第Ⅰ部分在垂直方向的延伸。按其经济内容来说，第Ⅲ部分是由两个内容即固定资产折旧额与新创造价值所组成。从数量上来说，新创造价值远远超过固定资产折旧

1)、或称为四个象限。

额。在实际编制投入产出表时，对劳动报酬和纯收入尚应进行细分。如劳动报酬可分为工资、津贴、奖金等等。纯收入又可分为利润、税金、利息等。总的说第Ⅲ部分反映社会最终产值即国民生产总值的价值形成过程。

第Ⅱ部分与第Ⅲ部分之间有关系

$$\sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{j=1}^n (D_j + V_j + M_j), \quad (2.3)$$

即从总量上说两部分应相等。

但某个部门所提供的最终产品与某个部门的新创造价值加固定资产折旧额之和在数量上并不相等，例如第1部门所提供的最终产品 V_1 ，一般说，不等于第1部门的新创造价值 $V_1 + M_1$ 与固定资产折旧额 D_1 之和，即一般说

$$Y_1 \neq V_1 + M_1 + D_1.$$

第Ⅳ部分主要反映国民收入的再分配。

表2-2称为投入产出表或投入产出流量表。通常在利用投入产出方法进行经济分析以前，先要收集报告期大量实际统计数据编制一个报告期投入产出表，这个投入产出表中资料的正确性与及时性，对经济分析、计划和预测工作的正确性具有重大影响，所以报告期投入产出表是利用投入产出方法进行经济分析的基础。

§2 部门分类问题

在上一节中我们介绍了投入产出模型的基本结构。模型中假设国民经济中共有 n 个部门，在这一节中我们要讨论，究竟哪些部门应该列入投入产出表的部门分类目录，以及部门分类的详细程度。

一、投入产出表所包含部门的范围

目前世界上对于投入产出表所包含的部门的范围和内容有两种观点和做法。

苏联和东欧国家的投入产出表中只包含物质生产部门，不包含服务部门。例如，苏联第一个投入产出表，即1959年投入产出表中共有83个部门，其中包含73个工业部门，两个农业部门（种植业和畜牧业），建筑业，林业，货物运输，物资技术供应及销售，农产品采购，邮电，贸易和其它物质生产部门。苏联1966年投入产出表包含110个部门，其中工业部门95个，建筑业5个部门，其它部门基本上与1959年投入产出表相同。匈牙利1957年投入产出表包含社会主义工业（共31个部门，其中分国营企业、合作企业等），社会主义建筑业，私人建筑业，手工业、农业、运输、贸易等。其理由是，只有物质生产领域的劳动者才创造价值，国民收入是物质生产领域劳动者创造的。非物质生产领域工作者不创造国民收入，其劳动是非生产性劳动，因而在投入产出表中不包含非物质生产部门。

在资本主义国家的投入产出表中不仅包含物质生产部门，而且包含很多其它部门，特别是包含服务部门。例如，在美国1963年投入产出表中，就包含无线电与电视广播、金融与保险、不动产与租赁、商业服务（包括广告）、娱乐、医疗与教育服务、旅游等等部门。

投入产出表所包含的部门的范围不同是与苏联、东欧国家和资本主义国家在产值、国民

收入的内容与计算方法上的不同相联系的。

目前世界各国经济发展的一个重要趋势是直接生产物质资料的一些生产部门，即第一产业和第二产业部门所占的比重日益下降，第三产业，即服务业、商业、旅游业等的地位和重要性日益上升，在经济中的比重也逐步提高。

我们对社会产品不应仅理解为有形的物质资料，如粮食、棉花、煤、电等，而且应该包括对社会具有使用价值的无形产品，如各种形式的服务，科学研究、教育、环境保护等。所以在投入产出表中应该包括以下几类部门：

1. 物质生产部门。

物质生产部门是指生产过程结束后能生产出一种有形的物质产品，或对物质产品进行空间转移和分配的部门。它包含以下两类部门：

(1) 物质产品生产部门，如工业、农业、建筑业等；

(2) 物质产品的分配、运输部门，如物资技术供应，农产品采购部门，货物运输部门，直接为物质生产服务的邮电业等。

2. 服务部门。

服务部门在生产过程结束后常能提供一种能满足消费者需要，对社会具有使用价值的无形产品，即服务。包括在服务部门中的有：医疗服务部门、客运部门、邮电通讯部门、生活服务部门、文娱体育部门、旅游部门等等。

3. 科研、教育部门。

4. 社会生产管理部门，如国家的生产组织、计划、物资分配机关、金融部门、保险部门等。

在投入产出表的部门分类中包含后三类部门的理由如下：

第一，在社会主义制度下生产目的是满足人民的需要，人民的需要是多方面的，不仅包含对有形的物质产品的需要，而且包含对服务、教育、文化等多方面的需要。为此不仅应当使物质产品的生产部门得到很快发展，而且应当使服务业、科研文教部门得到快速发展。同时生产的社会化也要求社会对生产活动进行科学安排和管理，所以社会生产管理部门也应当列入生产部门之中。从总的发展趋势看，后三个部门的发展速度应快于前者。

第二，便于进行国际对比，按上述部门分类编制投入产出表其第一类部门产值之总和即为物质生产领域的总产值，它可以和苏联、东欧国家的有关资料，我国历年的统计资料进行对比分析。同时，把四类部门的产值相加又可以同资本主义国家的有关统计指标相对比。

第三，能够使投入产出表更好地为国家编制国民经济发展年度计划和中长期计划服务。我国在编制六五计划时已经要求编制一个社会、经济、科学、文化、教育综合发展的计划。在投入产出表中只包含物质生产部门显然无法满足编制计划的要求。

投入产出表包含四类部门以后，后三类部门的产值应根据什么原则来计算呢？

首先，对于后三类部门中的营业性部门应以营业收入作为该部门的产值。如客运部门、生活服务部门（如理发业等）、医院等以从事业务活动所获得的收入作为该部门的产值。扣除该部门生产过程中的物质消耗，即为该部门的净产值。

其次，对于非营业性部门，例如教育部门、科研部门、生产管理部门等，以实际支出作为其产值。这些生产部门的净产值主要由劳动报酬所组成。

最后，我们要说明一下，在上述四类部门中，物质产品的生产部门是所有生产部门中的

最主要的部门。它的高度发展是其它生产部门得以迅速发展的基础，在投入产出表中应把它和其它部门区分开来。

二、部门分类的详细程度

投入产出表的大小取决于部门分类的详细程度。在决定投入产出表的规模时应考虑以下因素：

第一，经济分析和计划工作的需要。在一般情况下投入产出表愈大，包含的资料就愈详细，愈丰富，就能更好地满足经济部门的需要。在某些情况下，例如为了研究产品的价格问题，往往需要编制规模很大的，分类很详细的投入产出表。

第二，收集统计资料的可能性。投入产出表的规模愈大，需要的统计资料就愈详细，工作量也愈大，编表所需要的费用和人力也愈多，编表的时间也愈长，这就大大增加了编制投入产出表的困难程度。同时由于编表的时间较长，也影响投入产出表的及时使用和使用效果。此外，国外的研究结果也表明，当部门分类过于详细时，由于各种原材料的相互替代，投入产出表中的消耗系数的稳定性往往较差。

同时，投入产出表的规模愈大，表中空格的比例愈大。这从美国1947年编制的不同规模投入产出表的填满率情况可以看出：

表 2-3

投入产出表规模	不等于零的格子数	填满率
17×17	279	0.9654
31×31	804	0.8366
85×85	3867	0.5357
188×188	10245	0.2899

上表中填满率为不等于零的格子数目占全部格子的比率。如当表的规模为17×17时，不等于零的格子数为279，全部格子数为289，故填满率为0.9654。所以当投入产出表的规模增大时，表中所提供的情报并非按表的规模之平方倍数增大。

在一般情况下投入产出表的规模不宜过大，在初次编表时更不宜过大。根据世界上58个国家第一个投入产出表的规模的资料（见表2-4），我们可以看出，比较多的国家第一个投入产出表的规模在20—50个部门之间。

表 2-4

部门数目	0—19	20—49	50—79	80以上
国家数目	16	27	8	7

在以后编制的投入产出表中，部门数目有所增加，但超过500个部门的投入产出表是较少的。

此外，当投入产出表用于预测和计划时，必须对消耗系数和部分指标进行修改和预测。表的规模愈大，应用时的工作量也愈大。大表常不如小表便于应用。

三、划分部门的方法

在划分部门时，应考虑：

第一，投入产出表中的部门分类应尽可能与目前计划、统计工作中的部门分类一致。这对于投入产出表为计划工作服务是很重要的。在不一致的时候也要便于进行折算。

第二，要考虑产品经济用途的不同。经济用途相差很大，以及需求的增加速度相差很大的产品最好划为两个部门。

第三，考虑产品消耗结构上的同类性，即同质性的要求。我们希望列入同一部门的产品在消耗结构上基本上是相同的。

投入产出表中的“部门”可以有两种不同的含义。一种是把部门理解为“纯部门”，也就是把部门理解为同类产品的总体。这时冶金企业生产的非冶金产品，如电力，化肥等就不能列入冶金部门的产值，而应列入有关部门。另一种是把部门理解为“组织部门”，例如“企业部门”。也就是说，这时冶金部门的产值是所有冶金企业产值之和。既包括这些企业中的主要产品（冶金产品）的产值，也包括冶金企业中生产的一些非部门产品。

§3 直接消耗系数

在本章§1中我们已经得到了投入产出表水平方向和垂直方向的两个关系式，即公式(2.1)和公式(2.2)。在这一节中我们引入直接消耗系数的概念并讨论由此得到的两个新的关系式。

通常我们以 a_{ij} 表示直接消耗系数，它反映在单位第 j 个部门产品生产过程中所消耗的第 i 个部门产品的数量，即

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n). \quad (2.4)$$

如在表2—1中，农业产值为1500亿元，农业部门的编号为1，故 $X_1 = 1500$ ，在农产品生产过程中消耗了本部门的产品数量为300亿元，即 $X_{11} = 300$ 。故单位农业产值对本部门产品的直接消耗系数为

$$a_{11} = \frac{X_{11}}{X_1} = \frac{300}{1500} = 0.2.$$

在农业生产过程中消耗了60亿元重工业产品，重工业部门的编号为3，故农业对重工业产品的直接消耗系数为

$$a_{31} = \frac{X_{31}}{X_1} = \frac{60}{1500} = 0.04.$$

对于表2-1的例子，我们可以利用上述计算公式得出直接消耗系数表，见表2-5。

直接消耗系数的大小取决于以下三方面因素：

第一，该部门技术水平和管理水平的高低。

第二，产品结构。一个部门中包含很多种产品。不同种类的产品对各种原材料、辅助材料和能源产品的消耗水平相差很大。所以产品结构的变动对部门的直接消耗系数的数值影响

表 2-5

	农 业	轻 工 业	重 工 业	建 筑 业	交 通 运 输	商 服 业 及 业
农 业	0.20	0.2667	0	0	0	0.033
轻 工 业	0.02	0.22	0.02	0.02	0.10	0.033
重 工 业	0.04	0.0433	0.55	0.62	0.55	0.083
建 筑 业	0	0	0.01	0	0	0
交 通 运 输 业	0.0067	0.0133	0.035	0.06	0.025	0.084
商 服 业 及 业	0.0033	0.0033	0.004	0.008	0.015	0.017

很大。

第三，价格水平的变化，各部门产品价格水平的相对变化对以价值单位计算的直接消耗系数有重大影响。

由公式 (2.4), 我们可以得到

$$X_{ij} = a_{ij}X_j. \quad (2.5)$$

把上式代入 (2.1), 我们可以得到方程组

$$\begin{aligned} & a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 = X_1, \\ & a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 = X_2, \\ & \dots\dots\dots \\ & a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n = X_n. \end{aligned}$$

上述方程组可写成矩阵形式, 以 A 表示直接消耗系数矩阵, I 表示单位矩阵, X 和 Y 表示各部门总产品列向量和最终产品列向量, 即

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix},$$

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix},$$

则上述方程组可写为

$$AX + Y = X. \quad (2.6)$$

对于表2-1的例子,我们有

$$\begin{aligned} 0.20X_1 + 0.2667X_2 + 0.033X_6 + Y_1 &= X_1, \\ 0.02X_1 + 0.22X_2 + 0.02X_3 + 0.02X_4 + 0.10X_5 + \\ &0.033X_6 + Y_2 = X_2, \\ 0.04X_1 + 0.0433X_2 + 0.55X_3 + 0.62X_4 + 0.55X_5 + \\ &0.083X_6 + Y_3 = X_3, \\ 0.01X_3 + Y_4 &= X_4, \\ 0.0067X_1 + 0.0133X_2 + 0.035X_3 + 0.06X_4 + \end{aligned}$$