

区域规划的理论方法与模型

QUYUGUIHUADILILUNFANGFAYUMOXING

向元望 刘裔宏 张浩军 编
胡列格 周小乐

湖南省科学技术规划办公室
湖南省系统工程学会

一九八五年八月 长沙

61.5

3

目 录

基 本 理 论

区域规划建模——理论与实践·····	胡列格等 3 人译(1)
系统规划方法论探讨——系统工程在系统规划中的应用·····	吴健中、胡鹏山(17)
经济规划中的几个系统分析问题·····	何国伟(23)
县级社会、经济、科技开发模型体系总体设计初探·····	袁嘉新(28)

常 用 方 法

投入产出法·····	周 炜(43)
计量经济学·····	数学百科全书(49)
特尔斐预测法·····	李仲簾(50)
多因子模糊评审法·····	赵光荣(54)
层次分析法——规划决策的工具·····	刘 豹等 4 人(61)

典 型 事 例

一、省级区域规划·····	(69)
综合经济模型·····	张守一整理(69)
宏观经济效益指标综合模型·····	张如浩等 4 人(93)
湖南省国民经济投入产出模型·····	王毓基、刘桂苏(97)
贵州省宏观经济综合规划优化模型·····	葛真等 8 人(103)
天津宏观经济模型及其应用·····	刘豹等 4 人(108)
二、地(市)级区域规划·····	(118)
地区性宏观经济控制与综合平衡模型研究·····	贺 铿(118)

西双版纳综合开发的系统动态模拟·····	彭照平等 3 人(135)
固原黄土丘陵区最佳农林牧结构模式的探讨·····	陈国良、刘笃慧(139)
吕梁地区粮食灰色预测·····	王明星、刘 万(145)
三、县级区域规划·····	(147)
系统工程在浏阳县经济、社会、科技发展规划中的应用·····	汪浩等 6 人(147)
海伦县经济发展主体模型·····	朱志明等 3 人(160)
长沙县经济、社会、科技发展规划数学模型总体设计与分析·····	王毓基等 7 人(168)
长清县畜群最优结构探讨·····	张云翔等 9 人(181)
栾城县协调发展灰色关联模型及其分析·····	杨亚光(185)
四、其他·····	(190)
应用投入产出动态模拟模型选择南朝鲜 (1976—1990) 的发展战略·····	谷治安译、林德金校(190)

区域规划建模——理论与实践

一 区域规划建模概论

1. 区域规划建模的基本原理

建模方法是解决区域发展规划问题的一个重要工具，区域发展规划是一个国家的某些区域中，对其长期的、全面的结构性经济问题进行研究的全过程。它可适应于待发展地区订立发展战略，解决发达地区所面临的经济结构的快速变化问题。虽然，通常区域发展模型是针对区域的和国家的经济发展问题，但其着重点是在于研究资源在区域之间的分布问题。

很明显，不同的国家以及不同区域水平上的区域发展规划具有各自的特点，原因就在于它们有不同的经济模式，（有的国家是各地区经济平衡地增长，有的则发展不平衡），这也反映了在不同国家中，计划的作用，特别是对区域发展的作用上的差别。

在纯粹市场经济的国家里，只把计划看作补救市场缺陷的工具，区域发展规划象一面镜子。人们通常不把区域规划视为作用于市场的外力，很少去关心反映区域整体的政策问题。不过在美国，近来相当普遍地采用区域规划方法。

在西欧的混合经济中，区域发展规划被已普遍地用于纠正区域之间的收入和就业的不平衡状况。他们区域规划的主要目标是社会福利，而不是追求高效益。甚至对瑞典的核电站的长期效益分析中，也是主要地考虑就业指标。

在计划经济体制中，区域规划被采用来提高整体经济效果。市场经济的国家中，通常是对历年来不发达的地区进行投资，而计划经济的国家则主要对具有增长潜力的地区进行投资。

当然，在市场经济中，追求效率的投资可以采用不同级别的资金回收率来加以控制，这样可以使劳动力也按经济效益来分配（这观点也受所谓中心——边际理论的批评）。从这个意义上来说，计划经济中的最优计划也应是追求边际的总体效益。因而在这种形式的经济体中，资金和劳动力在区域之间的流动会推动经济的增长，在混合经济的体制下，区域发展规划是以福利为目标，它能控制经济结构朝有利于社会的方向发展。

规划区域的发展需要采用涉及多方面知识的方法，无论所研究区域的地理条件如何，经济、政治条件怎样，研究总是要同时针对经济问题和社会问题。区域发展规划要反映实际中各种复杂的地方。既然许多区域的发展过程缓慢，并含有时间上的不可分性。就需要对快变因素和慢变因素进行分解，需要找出估价这种问题的新标准，并给出自由度和强度的概念。这种方法要优于那些寻找某些成本函数的极小化和某些效益函数的极大化方法。

2. 区域规划研究的历史回顾

过去的廿年中，产生了很多方法来改进和创造区域发展规划的模型和理论，表1给出的

是其的一些主要方法:

表 1

研究对象范围	模 型 分 析	
	解释性、预报性	规划和政策
区际的和多区域的	I/O 空间一般平衡 中心区 迁移	多区域规划 经济增长 运输及投资费用极小化
区域内部的	I/O 基本/非基本的 增长极限	数学规划 空间竞争
区际的	城市地理平衡 运输 空间的相互作用 Lowry吸引模型	运输/土地利用最优化 成本—效益 可达性

首先，需要大致阐述一下在区际和多级区域方面的描述性模型，及其重要的发展，继列昂节夫1951年研究出国家投入产出模型之后，Isard也在1951年提出了通用的世界投入产出模型。他们的工作鼓励人们克服这些投入产出方法中的计算上的困难，参见Moses(1955)，列昂节夫和Strout(1963)的研究工作。虽然这个模型的公式是50年代推出来的，但到今天仍未得到广泛的应用。

后来又有人成功地利用直接法推导出用于区域规模的列氏投入产出模型，并已在各种地理条件下，在不同的国家中得到了应用。这种模型在使用时通常要对进出口函数和消费函数作出相关的计量学估计。

由于理论上和统计数据上的问题，目前尚很少建成一般的空间平衡模型，Lefcber 于1958年建立了一个这类模型，不过其对交通部门的单粗糙的处理引起了应用上的困难。另一方面，Koopmans和Beckmans (1957年)的布局理论分析，以及Hotelling(1929)的分类研究都用不同的理由证明出，在多区域系统中，理论上和实际中都不可能存在严格的市场平衡，前者的一个理由是确定的因素的不可分性，后者则强调实际的多因素性处理时不可能做到。虽然近来的研究怀疑起他们的结论来了，但研究区际的发展一般平衡模型工作并无进展。不过，近年来的许多经济计量学模型都是建立在平衡的概念基础之上的。

在过去的十年中，已有人开始用平衡模型来研究内部的土地利用问题，这些模型被称为“都市新经济模型”，它们是由Alonso(1969)和Muth(1969)首先研究的。他们着力于研究都市的住宅市场功能，并用于许多城市运输模型进行研究。运输模型亦多为平衡模型，（参见Floran 1967，BenAliva和Lerman 1977的文章）。

在区域内部和区际的水平上，目前也有开始研究非平衡的或局部平衡的土地综合利用及运输模型，并建立了一批大规模的城市——区域模型。其中有些模型，如Lowry(1964)建立的基本/非基本模型已获得了较大的成绩，并推动了一类新模型——空间相互作用模型的发展，Wilson(1970)就是采用这种模型的最典型代表。另外一些模型如美国的超大规模运输模型则不是很成功，并未进入应用。复杂的大规模模型，如1969年Forrester所建立的模型，受到了Lee(1973)等人的激烈批评。批评主要针对其关于在区域规划中与计算机技术的有效性相联系的所谓超最优观点(Putman 1973)。虽然所谓空间相互作用模型尚存在着一些主要的理论问题，但它已为计划工作者们提供了新型的，以计算机为工具的数量模型，这些都是60年代早期未曾有过的。

区域内部生产模型的建模研究进展较为缓慢。这方面的研究是，以生产活动为中心，城市的土地利用总是围绕着居住和交通来安排。

经济地理学家和研究布置的学者们试图在Christaller(1966)和Lasch(1954)的研究基础上,将所谓的中心地带理论运用于区域发展规划的研究中,他们的做法不是细分区域,而是把区域视为一个村与村之间,镇与镇之间,城市与城市之间相互联系着的网络,一个有机的体系,上述概念与增长极限的思想也是有联系的,增长极限理论是Perroux(1955)在规划法国的地区系统时建立的。它一般要涉及非空间的系统。虽然“中心地带”的概念在理论上是完美的,但目前尚未在建立数量模型的工作中起多大作用。不过在一些欧洲国家中却已被用来制定政策和经济政策。

在“解释性”的区域模型和“规划性”的区域模型之间并无很明显的区别。这两类方法的数学描述上的区别尤其不明显,许多场合下,同样条件可产生规划模型,也可产生模拟模型。

从线性规划的原始——对偶关系中,我们可以将优化方法得出的结果解释为市场平衡。用定额分配的原始问题又可用来为计划经济体系作资源分配的优化。

由此,若模型结构的相似反映了实际经济过程的相似,那么计划经济和市场经济也就是一个对偶关系,两者汇交于同一个静止状态。不过实际上,相同的数学理论尚未均应用在不同的经济体系中。西方的经济计划学者们认为线性规划模型仅能(或主要地)应用于计划经济体系。而东方经济学者还要丢掉影子价格系统,认为影子价格在计划经济中是不合实际的。

多区域的计划模型已由Tinbergen于1967年建立起来,与此同时苏联的研究部门也建立这类模型(见1972年Aganbegyan的研究等)。Tinbergen的关系是建立在具有部门区际关系和局部的水平之上的。他认为区域发展规划必须同时考虑这三级水平,并把各级水平的计划模型连接起来使用。

虽然Tinbergen的模型建立在一个综合的体系上,但它们的基础仍然的成本函数最小化的线性模型,它们是各类计划模型,运输模型和以成本最小化为目标的投资模型。由Menues(1965)和Cavillo—Arrornte(1970)建立的模型亦属于此列。

在苏联,为促进工业区的快速发展和建立新型工业区,曾推动了60年代初期区域模型广泛应用和发展。第一步工作是,随着国家控制部门间联系型分散区域的形成,他们建立起了包括一些主要部门的国家——地区模型。

苏联从一开始起就强调要从全国着眼来研究部门间的联系(Ephimo和Beruw1965),但同时也进行了一些独立的区域调查工作(Kossou1973)。在建立部门发展和布局规划时广泛使用已有最优化技术,使之得到进一步推广。

对国家、地区和部门的问题进行的相关分析为国家——地区型部门联系模型打下了基础,这些研究首先是在Novosibirsk和莫斯科开始的,他们建立了一个十分精细的系统来协调国家和地区规划的长处(如在最终消费,生产能力和地区间的资金分配方面)。这种系统很难在计算机上实现。Baranov(1969)详细介绍了在莫斯科的研究情况。

1970年,Albegov成功地建立起一种化简的区际之间的劳力分配作为外生变量处理的。其运输模型虽然粗糙,但已可以用来分析实际问题了。

到70年代初期,人们的兴趣由部门转向了区域分析,转向了地区性生产联合体(TPCS)的研究。另外技术方法上也由投入产出分析转向建立区域模型系统。

Albegov和Solodilov(1970)分析了多部门系统,研究资源耗费的非线性独立关系和整体的作用,利用TPCS多级模型在地区水平上对多部门系统进行分析。他们的系统包含了生

产、人口、安置、服务及环境等子系统。这样就可以研究区域经济的主要部门和其他子系统协调发展的问題Bandman(1980)。

接着，东西方的学者又使得系统结构关系有所松驰，并把部门的关系引向区域间，在市场经济，混合经济和计划经济体系中，进行的研究都是将多级的对象引入多区域模型。

相对说来，区域水平上的这类模型很少是线性的。使用中，它们都表现为成本——效益函数，其成本的度量包括整个城市的得失，并且都用货币表示之，它们线性形式是给定的，（见Ben Shorhor等1969），这方面较好的例子是Hobert和Stberens(1960)在线性规划模型基础上建立的住宅市场模型。

1963年，Rahaman发展了另外一种区域理论，他建立了一个模型来检验在国家经济发展同地区的均势之间有否矛盾存在。其主要的结果是得出技术效益低的地区，可以通过高积累率来提高效益，所以在国家的长期发展过程中，对落后地区和对发达地区投资都是有益的。日本的学者随后又发展了Rahaman的方法(Outsuki1971)证明了Rahaman的结果适合于更一般的区域经济。这类经济增长模型还被Fujita(1978)用各种生产函数来研究。

这些模型尚未用于区域发展研究中，但我们不能低估其在制定区域政策方面的作用。它们与前面提高的模型之间的差别是考虑了时间因素，这样可以得出静态模型所不能得到的结果。

空间竞争模型在研究区域发展过程时是采用的动力学方法，这与经济增长模型是相似的，空间竞争模型可以解释系统的核心的形成和发展，因而可用来制定计划和政策。在这方面，近Gannon(1971)和Webber(1977)采用了不同于Hotelling's(1929)的一种方法来作研究。

在这些现代的研究方法中，唯一变化了的要素就是空间需求弹性。空间需求模式中有一个距离因素，它需要将可达性指标引入区域模型。这种指标曾被作为特定的基础引入经典的经济地理学中，仅在过去的十年中，它才被引入区域模型(Hagerstand1970)。后来人们进一步研究使可达性的度量公理化（见Weibull1976和Smith1978的研究）。这些研究表明，区域规划建模研究中，人们日益追求将目标和相互联系的指标公式化，正规的土地利用运输模型就是采用的这种指标。另外在混合经济中也已有了应用。用经济计量学方法研究区域内部结构是苏联不久前才开始的。乌克兰共和国已建立一个经济增长动态模型。从80年到81年，IIASA的区域规划研究小组曾对多区域经济模型的研究工作作了一个广泛的调查，结果发现，从70年代末起，美国和西欧一些国家已开始并研究出一大批经济计量学多区域模型和区域模型。

上面简单地介绍了区域研究模型的近期发展情况，可以得到结论，这类研究的理论基础未发生多大的变化，因此除了少数例外，各个研究中都仍然存在着采用旧理论而出现的问题。

而客观世界却发生了很大的变化，摆在决策者们面前的问題已提高到区域级，国家级的水平，经济发展使得区域更容易受到外部的干扰，因而导致对区域，甚至对整个国家的控制失灵，资源问题更是首当其冲；各界都在强调资源平衡和环境保护问题。

因此，区域发展规划的理论和建模方法都必须适应这些变化，适应新的形式要求。计算机的作用也应得到正确的估价，要使区域发展的现代理论和模型与现代电子计算机技术同步发展。同时要改掉旧的理论和模型中不能运用系统分析方法的缺点，这样才能用系统方法深

入当前的经济, 社会和政治之中进行研究才能运用大规模的综合模型。

3. 区域规划模型的特点

上节已指出, 在过去20年中, 虽然区域模型所研究的对象发生了变化, 但相应的理论却没有本质变化, 下面是区域规划中的一些新的重要问题:

- ①在中、长期规划中, 主要的不确定因素在增加,
- ②经济在全国水平上和国际水平上的结合, 使得区域的经济日益不稳定。
- ③由于燃料和原料的短缺, 使人们从主要研究过程转向技术转变问题的研究。

以上三点似乎不那么与区域经济过程有关, 但他们是一般的, 实质上的, 影响区域经济的因素, 经济发展的转移, 可以在国家和地区的水平上产生新的区域增长模式, 即使在高度发达的工业国家中, 也有经济的萧条, 也有工业部门的结构快速变化, 这是新形势下的另外两个特点。

4. 区域系统分析——IIASA的研究方法

IIASA近来决定对荷兰和波兰的农业区域发展以及对瑞典、意大利的大都市区域的发展进行案例研究。

IIASA的研究是要建立一个区域和部门发展的总体系统, 并应用于实际, 他们的基本做法是在国家和区域政策的规定范围内来分析发展问题。问题的种类包括生产部门的投资问题, 能源利用问题, 主要资源, 区域间的布局, 人口及运输政策问题, 还有新老城镇的规划和工农联营体的建立。

①要进行这么广泛的研究需要确定一个各类区域系统都适用的基本原则, 以便在各种不同的政体和不同的水平上来进行研究。

②制定区域政策者务必掌握好的工具, 在区域系统的高度, 处理经济发展中的本质的、动态的、不确定的, 以及相互联系着的因素, 从长计议, 调整经济结构, 控制经济技术的发展变化。

③作为应用的区域系统分析, 首先应该明确的强调政策制定者及计划工作者合作, 共同来进行研究。

应用区域系统分析是在一个动态的、空间的系统进行经济、生态、技术和人口统计学的系统分析, 要求大量的变量用大规模的模型联系起来, 在实用和可能性之间进行灵敏的权衡; 估计出所需的参数。

区域系统分析是一种应用的系统分析, 它研究如何来制订区域经济政策, 因此它必须考虑时空两方面的因素, 空间因素可用两种方法来处理, 一是象Bekman (1952)等, 将空间处理为连续型的, 另一是把空间分为离散的子区域, IIASA的研究是第二种做法, 是用区域分析的方法来研究整体, 很多情况下, 也需要把时间分为离散的时段来处理。

长期区域政策问题可以通过所谓分解方法来解决, 把系统分解成为一些相互联系的子模型(线性的, 非线性的, 整数的, 实值的模型), 用子模型来得出部分最优的方程, 这样可分别较准确地反映各子系统。

通常有三种分解区域政策问题的基本方法:

- ①从国际水平到国家水平, 再到区域水平(自上而下的途径)

②先规划各个区域，再综合汇总到全国，最后考虑世界市场（由下而上）

③假定区域间存在相互的联系，研究多区域，多部门之间的相互作用。

虽然一般认为三种途径都适合于不同的研究体系，但是仍是各有区别的，国际上的一些研究组织都倾向于采用部门研究方法，而分散自治的斯堪的那维亚诸国就采用由下而上的途径来规划经济。

实际上选择最好的方法应根据区域的规模来定。还要所采用的理论体系，较大区域的政策会对其他区域乃至整个国家带有很大影响，这时候就宜采用部门研究方法，以便同时研究该大区域对其它区域的影响，而对小区域来说，它的政策几乎不影响其它地区。相反它受国际、国内的技术和市场变化的制约。

IIASA的研究小组曾试图由此来确定他们的四个案例研究，各相适应的最佳分析方法。

下面简要地介绍IIASA的案例研究中的基本问题，组织设置和研究的方法。

IIASA的区域规划研究工作并非仅限于方法论的研究，还要发展整套模型系统，使之能应用于一系列的案例研究，尽可能多包含各种条件和各种因素，以便对模型群作反复试验。他们所选的四个区域建立的四个特殊的模型，正好可以提供各自的研究特点。

四个案例研究各自的特点总结于表2。

由表2可见，东欧的研究（*Notei*和*Silstra*）着眼于农业，以解决由于某种原因引起的发展缓慢问题为目标，其中缺水是一个主要问题，他们研究都以一系列联系着的区域子系统模型为基础，在子系统中，农业占首要地位，其他的经济只作了一般处理，这些区域提供的社会产品是通过局部的分析估计出来的，保加利亚案例还建立了一个把*Sitistra*的经济发展同全国，以及其它区域间的经济发展相联系的模型，这样，此研究中就用了由上而下和由下而上的两种结合方法。

表 2

四个区域案例研究的比较

区 域	主要经济特点	主要的待解决问题	主要的协作力量	主要的方法和模型
波兰中部的 <i>Notei</i> 地区	农 业 区 域	缺 水 劳动力外流	中央及地方的计划部门， 水资源专家	把简单的区域模型 联接成为农业 ——水利模型
保加利亚北部的 <i>Silistra</i> 地区	农 业 区 域	基础农业部门发展缓慢	中央计划部门索非亚的 各类研究机构	农业水利联系模 型等、分解模型
瑞典南部的西南 <i>Skane</i> 地区	农业专业化 食 品 工 业 化 学 工 业	过慢的发展、关税保护下 的工业部门的专业化问题 土地利用的矛盾问题	西南 <i>Skane</i> 的计划部门 (<i>SSK</i>)、 <i>Lund</i> 大学(水利 问题)瑞典基本建设委员会	主要用于研究多目 标土地利用问题的 分层系统
意大利中部的 <i>Tuscany</i> 地区	纺织业、羽毛加 工业的专业化， 旅游业	易受世界经济的干扰问 题应付自由竞争的问题	区域经济计划部门 (<i>Florence</i>) 罗马国家研究委员会	主要工业部门的国际 和区域间贸易模型 劳动力市场模型

一般有人认为，应该先对各区域作局部的分析，以作为全国经济状况的一个缩影，但是小区域的研究方法会有对种植业和服务业进行分解的困难，因此从方法论的角度来说，局部分析的复杂性并不亚于大区域分析。在建造大区域的模型时，建立全国与各地区之间的联系

是很重要的，这需要用分层系统分析模型，*Skane*和*Tuscany*的案例研究中就是这样做的。

西南*Skane*的案例研究着眼于供水和土地利用问题。分析的重点是调解在瑞典的这块肥沃的土地上，如何消除地方和城市用地的矛盾。*Skane*还面临着许多能源方面的长期发展问题。

如表2所示，着眼于多目标的土地利用问题的分层系统方法已用于*Skane*的案例研究中，分析是在局部水平上进行的，这就要求用更加精细的处理方法。

*Tuscany*是一个典型的开放型区域（见表2）；它有高度专业化的工业，产品直接在世界市场上进行竞争，*Tuscany*的旅游业也易受外部影响的干扰，因此*Tuscany*的研究主要提供最优方案来布署处在世界市场的不定因素影响下的未来工业发展，它就不象*Skane*的研究中以研究土地利用和服务业的布局问题为主。

*Tuscany*的劳力市场是很自由的。劳动者可以自由根据需求结构和经营周期波动流动于各生产部门。这种易变化性正好可以作为一个引起70年代*Tuscany*的经济迅速发展的原因，IIASA的研究试图将此过程数量化，并确定其产生的影响。

*Tuscany*的研究很大程度上来说是以区域和多区域间的投入产出分析为基础。与其它研究相比较，它更注重短、中期的发展问题。这就可以采用经济计量学方法和多目标最优化方法。

从表2还可以看出，四项研究具有各种不同的组织形式，在*Skane*的研究中，是直接地区的官方计划部门结合进行研究的，在*Tuscany*研究中是与地方研究人员协作研究的，波兰和保加利亚的研究是与国家级的研究单位以及区域问题专家协同进行研究，这些研究在不同级别上展开，有助于我们来总结系统分析方法在各种体系中应用的经验。

5. 未来区域规划的建模

以上广泛地评述了过去二十年来区域规划建模研究工作，给出了研究的理论背景，总结了建模的技术性问题，并讨论了一些模型，方法的实际应用，下面还要补充几点：

① 似乎有必要扼要地总结绪论中关于未来的区域规划的建模问题，特别应注意目前IIASA正在进行的研究。

② 4节中介绍的案例所使用的系统分析方法，它要求规划者必须熟悉该区域，包括它的历史和体制，还要能发现需要解决的问题。

③ 区域规划的方法大多依赖于复杂的数学方法，但是某些决策问题并不适合用数学方法。这类问题包括各级的人际关系问题。看来，系统分析除了用数学模型之外，还要用到社会，行为科学这些更软的方法。

④ 还可以用一些办法来验证区域系统分析中使用的新数量模型，如用灵敏度分析方法来估计某些基本的不确定因素。在长期的规划中还需要进行结构稳定性分析，研究将来区域结构的可能变化。

⑤ 另外，估计基本的不确定因素不仅仅用在区域发展建模方面，还要用在区域的结构设计中，区域的结构设计也是区域系统分析的一个中心问题。评价发展方案不仅要根据收益耗费，可行性，环境因素以及其他易于量化的结果。

二 区域发展的模拟——简化的区域模型系统

迄今为至，尽管已建立各种各样的区域模型，但仍没有一个可通用的模型系统，它既能包括区域经济的各个方面，又能提供解决区域问题的可行方法。大凡解决这些问题的模型系统满足以下五个必要条件：

1. 区域发展应与国家发展计划相适应；
2. 所有重要的区域经济部门以及相互之间的联系应包括在分析工作之中；
3. 对于经济、社会、环境以及制度方面的问题也必须予以分析和研究；
4. 在分析工作中应充分考虑到区域问题的多重性和不确定性；
5. 对控制区域发展的有效措施作出必要研究。

其中第五点是特别重要的，因为区域发展的方向相当大的程度上依赖于该区域的条件，在某一区域内，采用最适用该区域条件的方法控制区域的发展才是可行的。

1. 区域模型系统的结构

本节讨论区域模型系统的总体结构，图1给出其大致轮廓。总的思想是在变化着的外来约束条件下，使用最佳的本地或外地移民劳力数量，协调区域系统内主要部门和行业的发展，这些外来的约束条件主要来自：粗材料和最终产品的价格系统，此系统可用于评价本地工业和农业的效益；以国家为整体的一般化数据系统，包括那些能用于移民预测（工资、服务质量、人平居住空间等等）的信息；关于在本区域经济中引进外资的信息，其投资的分配能够调整未来区域的发展。

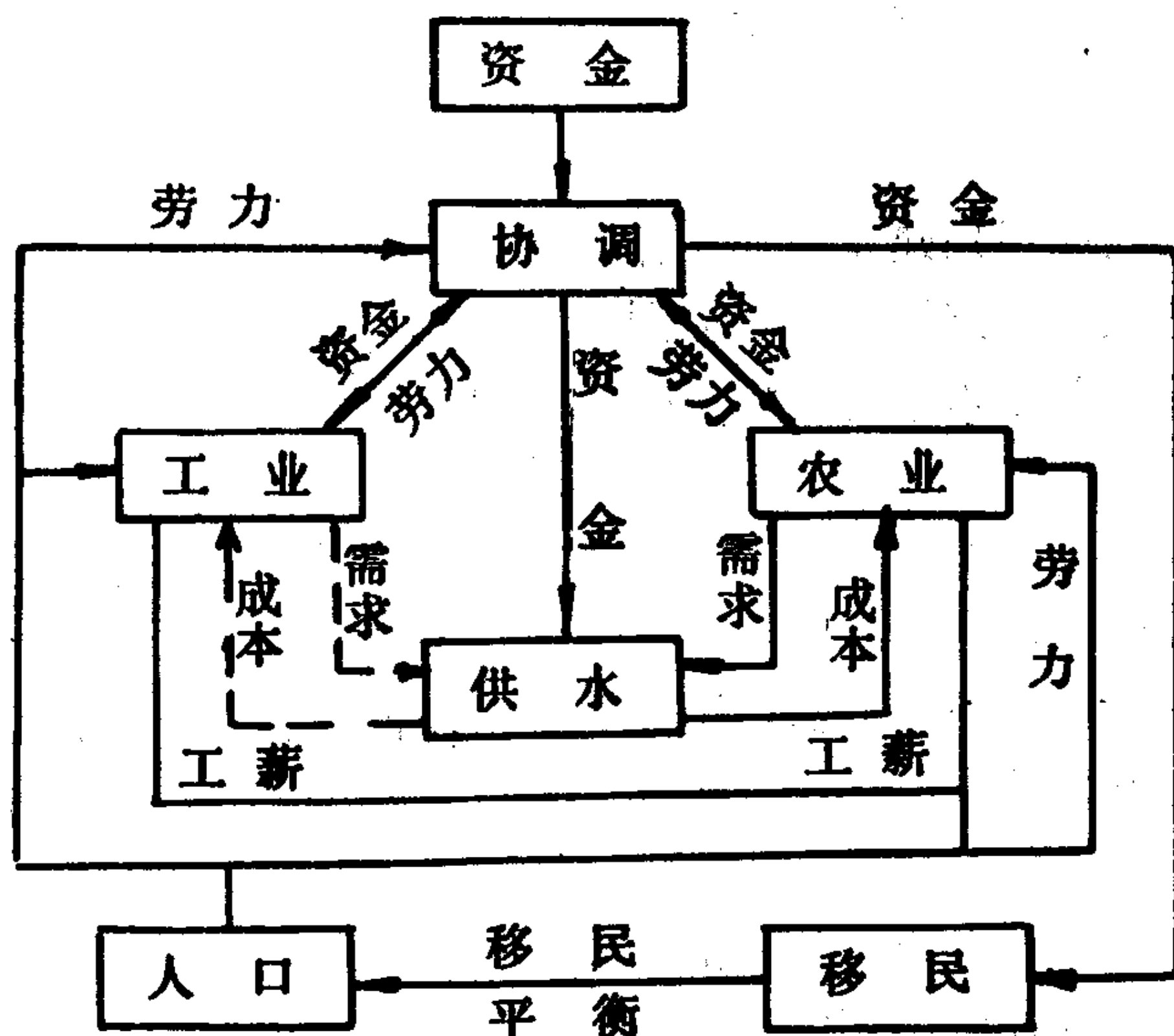


图1 简化了的区域模型系统
用本部门资源的效果。其三，下列问题必须解决：

$$\sum_i E_i(C_i, L_i, W_i) \rightarrow \max \quad (1)$$

S.t.

$$\sum_i C_i \leq C_{\max} \quad (2)$$

$$\sum_i L_i \leq L_{\max} \quad (3)$$

$$\sum_i W_i \leq W_{\max} \quad (4)$$

$$0 \leq C_{\min} \leq C_i \leq C_{\max} \quad (5)$$

$$0 \leq L_{\min} \leq L_i \leq L_{\max} \quad (6)$$

$$0 \leq W_{\min} \leq W_i \leq W_{\max} \quad (7)$$

其中 i 为部门或部门组

E_i 为 i 部门的效用函数

L_i 为 i 部门职员雇用量

C_i 为 i 部门的投资额

W_i 为 i 部门消耗的其他资源

式(1)一(7)的解给出了部门之间最重要资源的分配,可以此为基础,去寻求更精确的部门解。

主要部门和辅助部门根据其部门间联系的紧密程度进行协调。例如,农业部门的发展明显地对供水有很大的依赖性,而工业部门对水的依赖性相对而言是不大的。因此只需要进行供水模型对农业模型和协调,而不必对工业模型进行协调(见图1)

在图中,我们把主要部门的增长与劳动力的规模联系起来。如果人口增长是完全独立于区域内工农业发展的话,很明显,只有通过移民才能使控制成为可能。

*Silistra*的情况研究表明,影响移民的最重要因素是:区域平均工资,人均居住空间和服务质量(服务质量可通过在服务行业供职的人员数量进行直接测定),上述三个因素均纳入我们的分析之中。区域内的工资水平可按照各部门在区域经济中的最佳权重通过衡量各部门付去的工资而得到。部门 i 的工资水平可能正是国家的工资水平,这些综合资料都引入模型(8)中,如果服务质量是根据在其部门内求职人数的数量进行度量的,则控制方法相当简单。协调块中,劳动资源可按几种方法进行定位。我们能够通过改变服务行业的供职人数在较大幅度范围内影响区域的移民过程,其道理与控制资金投入的分配是一样的。

2. 通用区域农业模型 (GRAM)

通用区域农业模型 (GRAM) 的设计原则上是为了对政策制定者在决策全区域内有关农业方面的问题时有所帮助。一个地区最合适的作物种植组合和(或者)牲畜养殖搭配比例受很多因素的影响,如土地类型,劳动力数量以及动物饲料的供应等;模型对所有这些因素都进行了考虑。

GRAM 尽管包括一些重要的反馈和来源于其他有关水、工业和劳动的子系统,但还是严格地局限于讨论农业地区的问题。模型对下列问题作了详尽的处理:区域的农业特点;各类作物和各种 (*liveslock* 牲畜) 的生产;土地利用以及与排灌、放牧的特殊关系问题;动物饲料的组成(蛋白质、粗物质和植物性成份的相对比例);轮作率;复种指数;区域内的可利用资源(包括劳动力,投资,肥料,水资源等)

Albegov(1979)对模型的结构作了详细描述,在此仅对其变量和约束条件作一简述,模型中的主要变量是作物栽培范围和类型,(牲畜)所必需的食物量,购买力和消费水平,最重要的约束条件为有限的土地利用、消费、产量、可利用资源,购买力和消费水平。同时,还包括资金约束。

在模型中，有些问题未被涉及。有些问题虽有所涉及但未作过多斟酌。例如，最终产品的转移是通过一个转移费用的系统而非直接地进行考虑的，产品和传递过程的关系被忽略。因此很有必要采用不同模型详细分析这些问题。

3. 区域工业模型

在此采用的模型由莫斯科中央经济和数学研究院(CIEM)所建立 (Mednitsky, 1978) 它包括了生产过程的一般描述，因此有可能考虑大量的资源，最终产品和费用的非线性相关性。

下面，在给出区域工业模型的轮廓之前，需要对一些记号作必要解释。

L 表示区域内生产单位的可能位置

S 表示需求的富集点（在区域内或其边界上）

V 表示工厂或生产单位的类型（不定）

ϵ 表示投资的返回率

R 表示工厂变量的集合，与 L 独立

Z^0 表示最终需求（包括区域内和区域外两方面的需求）

Z_L 表示在 l 地点对于不可运输资源的需求

a^l 表示在 l 地点对于可运输物品的固定需求

C_{lr} 表示在 l 地点利用工厂 r 生产单位物品的费用

K_{lr} 表示在 l 地点从工厂 r 中生产每单位产品的投资额

f_{lr} 表示在 l 地点对工厂 r 有用的当地资源

T_{ls} 表示从 l 地点到 s 地点的运输费用（指个别物品）

A_{lr} 表示 l 地点可输送到工厂 r 的资源和物质的稳定水平

F_{lr} 表示 l 地点不能输送工厂 r 的资源和物质的稳定水平

B_{lr} 表示 l 地点从工厂 r 输出的稳定水平（可运输物质）

E_{lr} 表示 l 地点从工厂 r 输出的稳定水平（不可运输物质）

L_{lr} 表示 l 地点工厂变量 r 的利用水平

U_{ls} 表示 l 地点和 s 地点之间物质运输的数量

σ_{lr} 表示说明工厂 r 是否应建立在 l 地点的整数变量

模型包括下列约束方程：

①区域内外对于可运输资源的需求量必须满足。

$$\sum_l B_{lr} L_{lr} \geq Z^0$$

②当地对于不可运输资源的需求量应满足

$$E_{lr} L_{lr} \geq Z_l$$

③从某地点运出的物质量必须相当于该地点可运输物质的数量

$$B_{lr} L_{lr} = \sum_s U_{ls}$$

④每一地点的企业（无论是已建的和兴建的）对于可运输物质的需求量只能控制在运到该地点物质数量之内

$$a^l + A_{lr} L_{lr} = \sum_m U_{ml}$$

⑤对于不可运输资源的当地消耗限制在有效的供应之内

$$F_{lr} L_{lr} \leq f_{lr} \sigma_{lr}$$

所有变量应满足非负要求,某些还要求为整数:

$$L_{lr} \geq 0; U_{ls} \geq 0; \sigma_{lr} = \{0, 1\}$$

最普通的目标函数是使产品运输成本极小化,即

$$\min \left\{ \sum_{l,r} [(C_{lr} \cdot L_{lr}) + \epsilon K_{lr} \cdot \sigma_{lr}] + \sum_{l,s} (T_{ls} \cdot U_{ls}) \right\}$$

当然在这个模型中采用其他目标函数也是可以的。

模型具有许多一般特性,能用于描述多产品系统,对于多产品系统,产品整体化,所有的输出将适应于这种整体化。对每一个地区而言,生产单位可从大量的规模和生产技术变量中选择合适的工厂规模和生产技术。模型尚包括可运输的和不可运输的产品,当地和外地的需求(外地的需求主要集中于区域的边界地区),同时也包括了产品和消费的替代因素,例如,转移矩阵可以很方便地调整为具体的各种产品的运输费用的形式。

由于编制了多个相关程序的软件包,使得当求解问题相当广泛的时候仍能使用这个模型。

4. 供水模型

供水模型应该能够说明区域内对水的供应和需求情况,能够提供各种用水费用,对于这个模型的形式上的描述,请参见Chernyatin(1980)的文章,在Silistra的情况研究中,模型考虑了供水的季节性变化和空间分布两个方面的问题(Albegov & Chernyatin, 1978),由于未包括一年以上的调整期,因此,主要仍是讨论水资源分布问题。我们作下列假定:

- ①某一地点在某一时期内水资源的需求量是已知的
- ②可资利用的水资源基本上是不受限制的
- ③所有用户对水资源的消耗是不可逆的
- ④水资源的调整期的时间不长于一年
- ⑤进行水资源分配的时间可以忽略

主要目标是希望利用最小的成本在给定时期内满足水份需求量,时期采用开展分析工作的上一年,对于水质问题没有予以考虑。

模型中使用了下面一些符号:

α 表示流入的水系($\alpha = 1, 2, \dots, s$)

j 表示下列各点:

水库点($j = 1, 2, \dots, r$)

水泵点($j = r + 1, r + 2, \dots, r + s$) (外生的)

水泵点($j = r + s + 1, r + s + 2, \dots, r + s + m$) (内生的)

分布点*($j = r + s + 1, r + s + 2, \dots, r + s + m + 1$)

k 表示时间周期($k = 1, 2, \dots, N$)

i 表示涵道($i = 1, 2, \dots, n$)

$I = \{1, 2, \dots, n\}$ 表示所有涵道的集合

I_j^+ 表示流入第 j 点的涵道的子集合

I_j^- 表示由第 j 点流出的涵道的子集合

a, b, r, e 表示开发成本

W_j^k 表示第 k 周期内流经 j 点的水系

t^k 表示第 k 周期内的延续时间

V_j 表示第 j 水库的蓄水量

Z_i 表示第 i 运河(或涵道)的流量

X_j 表示第 j 水泵站或第 j 点的规模

q_a^k 表示第 k 时期的第 a 支流

Y_i^k 表示第 k 周期第 i 涵道的流量

S_j^k 表示第 k 周期开始时第 j 水库的有效蓄水量

模型中采用的约束条件概述如下:

水泵和分布点的流量平衡:

$$q_a^k + \sum_{i \in I_j^+} Y_i^k - \sum_{i \in I_j^-} Y_i^k = 0 \quad (\text{水泵})$$

其中 $a=1,2,\dots,s; j=r+a; \text{ and } k=1,2,\dots,N$

$$\sum_{i \in I_j^+} Y_i^k - \sum_{i \in I_j^-} Y_i^k = W_j^k \quad (\text{分布})$$

其中 $j=r+s+1, r+s+2, \dots, r+s+m+1; k=1,2,\dots,N$

水库的蓄水平衡:

$$S_j^1 = t^N \left(\sum_{i \in I_j^+} Y_i^N - \sum_{i \in I_j^-} Y_i^N \right) + S_j^N \quad (\text{正常条件下})$$

其中 $j=1,2,\dots,r$

$$S_j^{k+1} = t^k \left(\sum_{i \in I_j^+} Y_i^k - \sum_{i \in I_j^-} Y_i^k \right) + S_j^k$$

其中 $j=1,2,\dots,r; k=1,2,\dots,N-1$

上界

$$t^k \sum_{i \in I_j^-} Y_i^k - S_j^k \leq 0 \quad (\text{对于水库点})$$

其中 $j=1,2,\dots,r; k=1,2,\dots,N$

$$S_j^k - V_j \leq 0 \quad (\text{对于水库点})$$

其中 $j=1,2,\dots,r; k=1,2,\dots,N$

$$\sum_{i \in I_j^+} Y_i^k - X_j \leq 0 \quad (\text{对于水泵站})$$

其中 $j=r+s+1, r+s+2, \dots, r+s+m; k=1,2,\dots,N$

$$Y_i^k - Z_i \leq 0 \quad (\text{对于运河或涵道})$$

其中 $i=1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,N$

目标函数:

$$E = \sum_{j=1}^r a_j V_j + \sum_{j=r+1}^{r+s+m} b_j X_j + \sum_{i=1}^n r_i Z_i + \sum_{a=1}^s e_{r+a} \sum_{k=1}^N t^k q_a^k + \sum_{j=r+s+1}^{r+s+m} e_j \sum_{k=1}^N t^k$$

决策变量:

$$q_a^k, Y_i^k, S_j^k, V_j, X_j, Z_i$$

上述模型具有四个基本特征。供水系统的所有元素(包括蓄水坝的设想)都已考虑在内,系统的各种状态都有所考虑,区域空间在模型中可用子空间加以代替,系统考虑了水源消耗的季节性变化,这个模型可适用于其他大量的类似系统。尽管如此,模型处理一年以上时间的水源调整效果,计算长期的水源系统建设的最优发展方向以及水质问题的分析(包括

废水处理)等方面,有待进一步改进。

5. 人口与移民模型

人口与移民模型用于对未来整个区域以及各子区域内劳动力需求的预测,因此必需对以往的人口发展趋势作充分的评价,同时建议采用可行的人为干扰来改变这种趋势。影响区域内人口变化的主要因素有三个:出生、死亡和迁移,这三个因素受人口、经济和社会的影响,但在发达经济区,相对于迁移来说,出生和死亡是基本不变的,因此我们假定出生率和死亡率为常数,而仅从经济上的变化来分析移民问题。

我们应注意到,模型是用来预测人口的增长,而不是规划人口增长情况,计划模型主要考虑调整区域内人口增长的问题,预测模型不过是通过出生率,死亡率和迁移率的某种假设,以可观察到的人口状况来预测未来,人口和迁移模型用于预测区域内人口迁入迁出的数量,区域内未来人口数量,子区域内未来人口数量,区域内及其子区域内未来劳动力数量。

不同的地区可以运用不同的人口迁移模型。下面是在Silistra地区采用过的分对数(logit)模型(Andersson & Philipov, 1979):

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_j)}{\exp(V_j) + \exp(V_i)} \quad \text{或} \quad \frac{\exp(V_j - V_i)}{1 + \exp(V_j - V_i)} \quad (8)$$

这里 P_{ij} 表示从区域 i 向区域 j 转移的概率, V_j, V_i 分别表示区域 j 和 i 对移民者的吸引力的量度。

函数 V 的形式为

$$V_i = \sum_{k=1}^n \alpha_{ik} \cdot X_{ik} + \beta_i$$

其中 X_{ik} 表示区域 i 的特征 k , α_{ik}, β_i 为经纬角度的估价系数。

模型(8)可写为

$$P_{ij} = \frac{\exp \left[\sum_{k=1}^n (\alpha_{jk} \cdot X_{jk} - \alpha_{ik} \cdot X_{ik}) + (\beta_j - \beta_i) \right]}{1 + \exp \left[\sum_{k=1}^n (\alpha_{jk} \cdot X_{jk} - \alpha_{ik} \cdot X_{ik}) + (\beta_j - \beta_i) \right]}$$

在保加利亚的情况研究中, X_{ik} 代表:区域 i 的人口占全国的百分比;服务行业的人口占全区域人口百分比;区域 i 的平均工资(雇员人均占有量);平均居住条件(每人平方米数);区域内城市中心之间的距离(公里)。

如果区域的人口迁移是已知的,那么该地区的人口增长问题就比较容易研究了。

根据迁移模型运行的结果,区域间的迁移率会逐年地发生变化。作为初步估计,我们假定移民者的性别不年龄为常数。从分析中得到的结果然后再用于区域内部问题的分析之中去。

给定了区域人口增长数据之后,区域内部的人口增长情况可采用Willeken & Rogers (1978)建立的模型进行分析:

其中 $\{K\}$ 为时间 t 时人口的年龄和子区域分布

G 为多区域(此为多子区域)矩阵增长算子或为一般Leslie矩阵,采用这个模型可以推导出任何时期内子区域的人口规模,年龄和性别组成,区域的或子区域的人口及其年龄性别结构又能用以估计劳动力规模,从人口与迁移模型中获得的结果可

以作为约束条件应用于其它区域增长方面的模拟中去。

三 多区域规划建模

从七十年代初开始，地区和国家发展之间的相互影响已成为地区建模中的主要因素。在地区一级是考虑国家活动和方针、政策对它的影响，在国家一级则认为地区对国家经济发展有反馈作用的，对于多区域模型，这些相互影响构成了建立地区与国家间发展的建模问题。解决这一问题已采用了各种方法，然而，将地区和国家的数据合而作为一个整体来分析，以相互影响的地区和国家变量来描述“地区——国家”模型的特征。

区域——国家关系的问题在不同类型的模型中是以不同方式提出的，这些多地区模型可分成四类（如图2所示）。

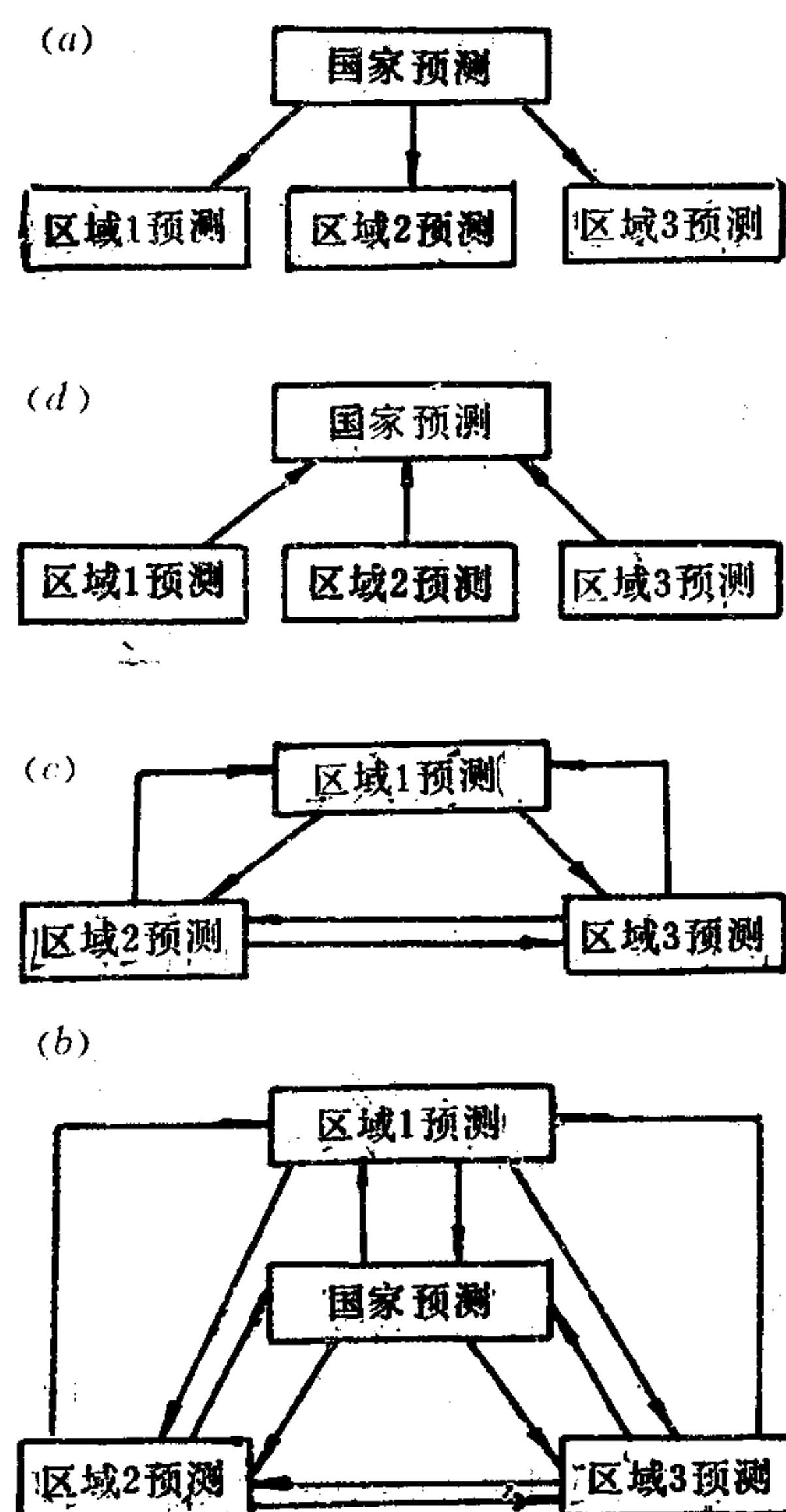


图2 四种多区域模型：(a)自上而下模型
(b)自下而上模型；(c)区域—区域模型；
(d)区域—国家模型。

投资及工资率），但相反地，劳动力的供需及住宅投资是包含采用一个直接的地区方法。同样的，德意志联邦共和国的*Funck-Rembold*模型，日本的*Balamo*模型可以引用。在法国，由国家统计和经济研究所为计划应用所作的详尽的地区规划也是引自于地区方法。

由于自上而下的多地区模型是从地区和国家一级来引进，任何反馈，它们在地区和国家分析中假定是叉状分枝的，这种模型只是在分析国民经济对上述认为没有反向影响的地区的促进是有用处的。或者有益于进行多地区预测，它与国家预测是一致的。每一次都无须再作

1. 自上而下模型

在自上而下的模式中，地区变量的值与相应的国家变量的值相关，下列这些模型为*Klein*(1969)用于区域模型（单个区域：它们假定区域经济是独立于国民经济的，而且区域的范围足够小，以至对国家发展没有显著影响）。

通常来说，这些模型仅仅是地区化模型，在很多地区整个国家估计中它们是易于确定的（例如通过国家模型，在其他地方已经确定了）。这一地区化过程能够通过两种方法进行：通过纯粹的分配，据此，国家参数可借助于结构共用系数（外推的和内插的），它的和等于1。另一种方法是通过固定的耦合关系，这样，区域变量便通过耦合对应国家变量而确定。后一种情形，如果区域平衡体系并非是一个完美的布局体系，区域生产的组合将不需再产生初始的国家总额。而且，区域值需根据国家总额进行调节。

自上而下的方法非常简便，它的实际用途在于实质上认为，大量地区（和工业）都是承认国家的发展或制定的方针，政策对多地区的影响，多地区的预测是与所在的国家预测保持一致的。这一类模型已经建立了几个。在美国，它们包括*Harris*模型，*IDIOM*模型，收益决定型投入——产出模型和*Milne-Adams-Glickman*模型。在加拿大，*Candide-R*模型也部分地属于此类（用于工业产品和