

地理 系统 工程

张超 沈建法 著

科学出版社



地 理 系 统 工 程

张 超 沈建法 著

国家自然科学基金资助项目

科 学 出 版 社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

地理系统工程是地理学与系统工程相互交叉形成的一门综合性、应用性很强的边缘学科。本书在论述地理系统工程原理、数学模型系统、地理信息系统的基础上,研究了区域人口、农业、交通、能源及区域经济、环境系统的建模、预测、优化、规划、评价和决策,并用实例说明制定区域发展战略和综合规划的方法。

本书可供地理工作者,系统科学工作者,环境、经济、规划工作者及有关干部阅读参考,可作为大学地理系研究生和高年级本科生的教材,以及高校地理、环境、经济等有关专业师生的参考书。

地 理 系 统 工 程

张 超 沈建法 著

责任编辑 李 红

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1993 年 6 月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 1—800 字数: 325 000

ISBN 7-03-003317-5/P·646

价定: 13.50 元

前 言

在地理学研究中,应用系统工程的原理和方法,正在日益成为地理科学发展的新趋势。早在本世纪 20 年代,我国著名科学家竺可桢教授就提出了“组织各种地理要素成为系统,以人类为前提,而使之贯成一气”,到了 60 年代,他又明确指出“地理学是研究地理环境的形成、发展与区域分异以及生产布局的科学,它具有鲜明的地域性与综合性的特点,同时具有明显的实践作用,与国民经济建设的各部门有着极其密切的关系”。这一科学见解,早已超出了传统地理学的概念,更符合地理科学的思想,同时比国外把地理系统作为地理学研究对象的提法更早、更全面。

我国著名科学家钱学森教授,非常关心地理科学的发展,他进一步指出:“地理科学是自然科学与社会科学的汇合”。“地理科学对于社会主义建设来说,是一门迫切需要的科学,社会主义建设所提出的问题很多,如资源利用、国土整治、发展战略等,都涉及地理科学”。同时,他又提出了“地理系统”和“地理建设”的问题。从系统科学观点来看,地球表层是一个系统,它包括了非生物、生物和人,三个部分互相关联、制约和互相作用,钱学森教授把这个系统称作地理系统或地球表层系统。所谓地理建设,就是使地理系统和社会系统协调发展而进行的人类活动。主要包括资源系统建设、能源系统建设、水资源系统建设、环境保护及绿化、灾害预报和防治、城镇及居民点建设和人口控制等。组织管理好社会主义地理建设的办法,就是地理系统工程,它是地理科学的一门应用性学问,是使社会系统和地理系统协调发展的技术。

地理系统引入地理学及地理系统工程的建立,使地理学家在地理学研究中用“新的眼光来观察地理环境问题”努力建立理论,研究方法论和改进研究技术,并从数学、控制论、信息论、工程技术、物理学、化学、生物学、经济学、心理学等学科引进有关概念,从而为地理学家提供了与其它学科研究者沟通的共同语言。

系统思维方式的发展和应用是自然和人文相结合的现代地理科学的理论和实践活动的标志,地理科学不再是没有相当严格的科学标准,也不再是对解决当今世界迫切的基本问题无所作为的、传统的、主要为描述性的知识领域。今天的地理科学已成为研究地表自然界和自然界与人的相互作用的科学,它应当对人类科学技术的进步,对提高社会物质文明建设和精神文明建设起着比过去更大的作用,能满怀信心地发现和消除自然和社会规律表现形式的基础知识中的“空白点”,完成关于科学地预测地理现象的分布和变化,形成最佳的地理环境和保护该环境,也就是现在常称为理论、控制、建设之类的地理学。

地理系统工程,就是从系统理论出发,运用现代科学方法、模型技术和先进的计算工具,通过对地理系统的数量化、模型化,进行定量分析。与此同时,注意到定量分析与定性分析紧密结合,相互印证,从质和量的两个方面,深刻地揭示相关地理系统、过程地理系统、过程-响应地理系统和受控地理系统的特征、结构、功能、组织、自调节和稳定程度等,阐明地理系统的运动规律和机制,为研制地理区域的发展战略和规划提供科学依据。

近年来,作者接受国家自然科学基金的资助,开展“数学和计算机在地理学研究中的

2A2-65/11

应用”课题的研究。本书就是在实际研究工作的基础上，并参阅大量国内外文献而写成的。本书以应用为主，也简要地介绍了系统工程的基本原理和常用的数学模型(第一、二、三章)；阐述了地理信息系统的原理和应用(第四章)；分别对人口、种植业、工业、交通、能源等地理要素，进行了定量的区域分析(第五、六、七章)；考虑到地理系统工程的重要任务是进行区域发展的宏观战略性规划和预测，因此，介绍了区域综合社会经济模型和区域环境、经济综合协调发展的分析与决策的内容(第八、九章)。本书以系统化、模型化和优化的系统分析思想贯穿始终，可供地理实际工作者和高校地理系师生参考，也可作为地理专业研究生的教材。

本书完成以后，得到东北师范大学杨秉赓、辽宁师范大学张耀光、北京师范大学钟骏襄、陕西师范大学张伯祉、西北师范学院袁兴仁、山东师范大学王洪芬、内蒙古师范大学宝音、华东师范大学李天任等专家的审阅，他们提出许多宝贵意见，对提高本书质量有很大帮助，在此深表谢意。

地理系统工程的研究，在我国还刚起步，理论有待发展，方法尚需完善，希望有志于此的同志共同探索，刻意创新，辛勤耕耘，踏踏实实地为地理科学的现代化、科学化作出贡献。

参加课题研究工作的还有余国培、张长平、黄启明等，刘君德、李天任对本项工作给予很多支持和帮助，祝俊明参加地理信息系统内容的审阅和部分编写工作，肖怀德、敖德、何华琴帮助抄写稿件，全书插图由华东师范大学地理系绘图室朱一平清绘，在此一并表示感谢。

张 超

1991年4月于上海

目 录

前言	i
第一章 绪论	1
§ 1 地理学中的“系统革命”	1
§ 2 地理学的发展与区域研究	2
§ 3 地理系统工程的建立与发展	3
§ 4 地理系统工程的基本内容	4
§ 5 地理系统工程的基本方法	5
第二章 系统工程原理	12
§ 1 系统的概念与分类	12
§ 2 系统工程的概念	14
§ 3 系统工程的理论与技术基础	16
§ 4 系统工程方法论	16
§ 5 系统工程的应用	19
§ 6 应用系统工程的若干问题	21
§ 7 地理系统工程的基本思想	22
第三章 数学模型系统	24
§ 1 地理系统模型	24
§ 2 地理系统环境辨识模型	26
§ 3 系统诊断模型	28
§ 4 投入产出模型	32
§ 5 系统辨识模型	36
§ 6 系统预测模型	42
§ 7 系统动态学模型	46
§ 8 最优区位模型	55
§ 9 最优规划模型	61
§ 10 战略决策模型	67
第四章 地理信息系统	73
§ 1 概论	73
§ 2 数据结构	79
§ 3 数据采集和预处理	87
§ 4 数据管理系统	94
§ 5 数据分析处理与产品输出	98
§ 6 地理信息系统的应用	108
第五章 人口模型与人口预测	126

§ 1 区域人口研究的意义与内容	126
§ 2 离散人口模型及预测误差估计	127
§ 3 人口迁移的理论与模型	130
§ 4 计算机人口预测系统	134
§ 5 人口预测基础数据的推算和预测方案的说明	137
第六章 区域农业系统预测和规划	140
§ 1 概述	140
§ 2 粮食总产量预测模型	140
§ 3 种植业结构优化规划	145
§ 4 种植业系统评价和初步设计	153
§ 5 区域农业系统的总体设计	155
第七章 区域工业、交通、能源预测与规划	158
§ 1 工业总产值的趋势预测模型	158
§ 2 工业产值的受控预测模型	160
§ 3 区域工业结构模型系统	162
§ 4 客、货运周转量预测模型	168
§ 5 工业能源需求预测模型	169
§ 6 能源利用规划模型	173
第八章 区域综合社会经济模型	178
§ 1 区域投入产出系统分析模型	178
§ 2 区域宏观经济模型	184
§ 3 区域综合社会经济模型	194
第九章 区域环境经济综合协调分析与决策	202
§ 1 综合环境经济模型的基本结构	202
§ 2 环境影响分析与评价	204
§ 3 多准则、多目标问题与模型	205
§ 4 多准则模型	211
§ 5 多目标优化模型	213
参考文献	218

第一章 绪 论

§ 1 地理学中的“系统革命”

地理学是一门古老而又年青的学科。随着现代科学技术的兴起和发展,地理学的研究内容与方法也在不断地变化、更新与发展。纵观地理学的发展史,可分为三个阶段:①古代地理学:它是农牧业社会的产物,以地理知识记载为主体;②近代地理学:它是工商业社会的产物,是一种对地球表层多种现象进行条理化描述,并对其间的关系作一般性解释的多分支知识体系;③现代地理学:它是新的科学技术社会即信息社会的产物,是把人类居住的地球表层看作统一的系统,采用定性和定量方法结合、规范和实证并用,以解释各种地理现象的内在机制并预测其未来演变的科学。

地理学发展的进程中,至少有“四个革命”对地理学发展产生了重大作用。其中两个是内容上的,即“解释革命”、“未来革命”;两个是方法上的,即“计量革命”、“系统革命”。它们相互联系、相互影响,把地理学逐步推向科学化、现代化。另外,目前地理学中还正在兴起“理论革命”,寻求地理事物的相关,研究重点由空间分布转向发展过程。应该指出这里提到的“革命”,实际是地理学发展过程中的主要“思潮”、“学派”,它是传统地理学和新兴的方法论学科相结合而逐步演变而来的。

“解释革命”是古代地理学走向近代地理学的标志。它使地理学在传统“描述”、“记载”的基础上向前迈进了一大步,对地理现象的形成和发展规律开始了探讨,解释地理事物发展变化的原因,是地理学走向科学化的第一步。

“未来革命”是几十年来特别是近十年来,正在发生的又一次意义重大的地理革命。由于现代社会的迅速发展,现代科学越来越趋向于把眼光从现在转向未来,着眼于未来。地理学也不例外,地理预测、地理规划等未来研究日益增多,标志着地理学内容上又一次大变革——从现状分析走向未来预测与规划。笔者把地理学中的这一现象称之为“未来革命”。

“计量革命”是本世纪60年代以来发生的。目前在国内有同“系统革命”相结合,转向“系统革命”之趋势。“计量革命”对于地理学从定性向定量发展、向精密科学发展,使地理学走向现代化具有重大作用,为地理学的“理论革命”和“系统革命”打下了基础。地理学的定量化目前仍为地理学不容阻挡的发展潮流,正方兴未艾。

地理学正在进行的“系统革命”,是在“计量革命”的基础上随着整个现代科学向系统化方向发展而产生的。本世纪以来逐渐发展起来的综合性横断学科系统科学,为现代科学研究复杂系统提供了先进、有效、实用的思路和方法,在各个学科领域得到广泛应用,并与各学科交叉组合形成新的综合性边缘学科,促进了科学向整体化、综合化发展的趋势。地理学素以“综合”见长,这一点同系统科学强调“系统研究”、“综合研究”不谋而合。因而,“系统思想”、“系统科学”的理论方法很自然地引入地理学,引起所谓的“系统革命”。地理学“系统革命”的主要任务是在地理科学和地理研究中广泛引入“系统思想”、

“模型化方法”、“最优化方法”，彻底改造传统的研究方法，并力图以“系统理论”为出发点，建立地理系统理论乃至整个地理学理论，推进地理学向现代化和理论化发展。由此可见，“系统革命”实质上不仅仅是地理学方法上的革命，也对地理学研究的内容和地理理论的发展产生重大影响。

地理学的“系统革命”在我国的兴起和迅猛发展，是我国社会主义经济建设和文化建设的需要。我国著名科学家钱学森教授，十分关心地理学的发展，他指出，地理科学是一门现代科学技术部门，地理科学有一个体系，它可以分三个层次。最实用的是工程技术这个层次，是干实活的。象城市规划、环境保护、水资源、气象预报、地震预报、地区发展战略等。要干具体的活，就要有理论来指导，因此，在地理科学中还有科学技术的层次，象数量地理学、生态经济学、国土经济学、城市学等。另外，还有更上一层的基础科学即地球表层学，它是把人在地球上进行活动的这个区域进行系统的研究。

地理区域非常复杂，它是一个复杂的开放系统。从系统科学观点看，它必然是自然地形成一个结构，这个结构是可以变动的，要是掌握了它的规律，就可以主动地来影响这个结构，从而可以干聪明事，不干傻事。要认识复杂的地球表层系统，那就要应用系统科学的观点了。

由于新中国成立以来我国的地理研究工作坚持为社会主义生产建设服务的方向，因而在国土开发整治、区域发展规划、土地利用、农业区划、自然区划、自然灾害和地方病的成因与分布、黄土、沙漠、喀斯特地貌等的研究，以及资源综合考察和海岸带综合调查等方面都作出了令人瞩目的成绩。这一切都为地理学的系统分析提供了基础。目前以系统科学、系统工程为主要研究手段的地理系统分析、系统设计、系统预测、规划决策等方面的研究成果不断推出，展示了“系统革命”在地理学中深入发展的前景。

§ 2 地理学的发展与区域研究

地理学在 50 年代与 60 年代加剧了专业分化，综合性的区域地理学逐渐消沉，于是地理科学的整体就失去了中心。到了 70 年代情况发生了变化，由于应用了生态学和系统论的观点，以地域为单元来综合研究自然环境与人类社会经济活动的相互关系，并把景观研究也纳入到地区人地关系的研究之中。一度被冷落了的区域地理学又被摆到重要地位，要求它发挥作为自然科学与人文科学桥梁的特殊作用。

1970 年英国费希尔 (Charles Fisher) 主张复兴以分析人与环境关系为主旨的区域地理学，并认为它是地理学的当然核心。美国贝里 (Brian Berry) 认为现代地理学的多样分化，可说是一种新的分散统治的部落制，主张重振区域地理学这一伟大传统。于是复兴、重振和更新区域地理学就成为地理学系统革命、理论革命的一个具体内容。当然，复兴区域地理学并非恢复近代区域地理学的老路子，而是要求它在理论和方法两方面都有所变革，其重点要转向地区要害问题和综合发展的研究。

目前，国土开发与整治、经济区划、区域规划、区域发展战略、区域综合发展预测、区域总体设计等综合性区域研究，已成为我国地理学一大主要研究课题。在内容上强调预测与规划，为区域开发决策服务；在方法上强调以系统思想为指导，以电子计算机为工具，运用系统工程开展综合性的定量研究。

区域研究的范围很广,从空间范围上看有全球性的区域研究、国家级多区域研究、地区级多区域研究、单区域研究之分。国内目前偏重于单个区域的研究,国外对多区域研究则比较重视。区域研究涉及自然、人文、经济、社会、生态、环境、管理、规划等许多方面,因此,区域研究需要运用经济学、地理学、社会学、人口学、运筹学、系统工程、现代控制理论、耗散结构理论、协同学、突变论等多门学科的理论与方法。从本质上讲,区域研究是一个多学科的研究领域。地理学则应博采众长,发挥传统优势,积极地发挥自己的作用。

区域研究可以分为理论研究和应用研究两大部分。理论研究主要包括地区分工理论、区间贸易理论、区位理论、区域经济理论、区域规划理论和方法论等方面。其理论最早可追溯至亚当·斯密的“国际分工论”、大卫·李嘉图的“比较成本学说”、约翰·穆勒的“相互需求理论”及“赫克歇尔-俄林原理”。区域理论有韦伯的“区位理论”、克里斯泰勒的“中心地理论”、伊萨德的“区域科学”。上述理论经过不断的发展正在逐步形成一门完整的理论学科——区域学或区域科学。区域应用研究主要包括区间关系的分析、区域发展战略、区域发展规划的制定等内容。应用研究需要在区域理论研究成果的指导下进行,尤其是区域规划的理论和对于区域应用研究成果的质量具有重要作用。

随着工业化、城市化的不断发展,现代区域问题已日趋复杂,迫切需要在研究方法、手段及指导思想上进行突破,引进系统科学、系统工程的系统观和模型、优化评价方法等现代科学成就,在社会、经济、环境生态协调发展的前提下,合理地、有效地组织地域分工,制定各区域长远的综合发展战略和规划,最大限度地提高区域综合效益,保证其稳定发展。

地理系统工程正是在这种情况下应运而生的。它是现代社会和科技发展的必然产物,必将在区域研究中发挥重大作用,从而推动社会和科学的发展。当然,地理系统工程是在其它学科的基础上发展起来的一门综合性边缘学科,只有具有较高的经济学、地理学、系统科学、计算机等方面的素养,才能较好地开展这方面的研究,切实有效地为区域开发规划决策服务。

§ 3 地理系统工程的建立与发展

地理学中的“系统革命”和“区域研究的复兴”是地理学中新兴的分支学科——地理系统工程建立与发展的直接原因。但是,同其它新兴分支学科的发展一样,地理系统工程这一科学概念的确立以及理论与方法体系的发展则是经历了较长时期的理论研究和实践的准备。

在我国地理学领域,70年代末、80年代初首先建立了一门定量研究地理现象和地理事物的新学科“计量地理学”,当时就得到迅速的普及和推广。几乎在此同时,我国的系统科学和系统工程研究也逐步开展起来,许多计量地理学工作者很快就意识到了系统论和系统工程在地理研究中的应用潜力,因此在地理研究中呼吁加强“定量研究”的同时,在地理学中引入系统论和系统思想,并积极地开展了理论和应用研究活动。事实证明,地理学中系统科学、系统工程思想、理论和方法的引入,促进了计量地理学的发展,地理系统理论、地理系统分析已经成为计量地理学的重要内容,从这种意义上说,计量地理学亦可称为地理系统学。

如前所述,区域研究又重新成为地理学的核心内容,因此,近年来对区域地理、区域经

济、区域规划、区域系统等有关的概念、理论与方法进行了广泛深入的研究,并以区域系统分析、预测、规划为主题。在研究过程中,许多地理工作者特别是计量地理工作者,感到有必要建立一门研究区域系统分析、预测、规划理论与方法的学科,开始提出地理系统工程的概念。本书就是作者为建立这一新兴学科而写成的。

首先,我们认为地理系统工程是众多研究地理区域学科群中的一门学科。从目前来看,研究地理区域的学科有区域地理学、区域经济学、区域科学、区位论等等。它们可分为两类学科,一类是理论上研究区域发展变化规律的学科,典型的如区位论、区域经济学,主要为实际应用研究提供理论依据;另一类是在理论、方法基础上进行应用研究的学科,其中也包括应用理论与方法的研究,典型的就是地理系统工程。我们认为这两类学科不可偏废,要进行应用研究、解决实际区域问题必须有理论区域学科指导,同时又必须有应用区域学科才能最终解决区域问题。因此,从上述意义上讲,地理系统工程是一门应用学科,或者说是一门软科学。但同时也具有自己的理论基础,其中最主要的是区域系统理论、区域规划理论、地球表层系统等。本书是从应用角度写的,因此没有过多的涉及理论问题,作者在另一本著作《区域科学论》中,已详细地讨论了有关区域系统、区域经济发展、区域空间结构的基本理论。

其次,地理系统工程是计量地理学的一个分支,又是计量地理学的进一步发展。从大学教育角度讲,计量地理学基本原理可以作为地理本科的教学内容,地理系统工程可以作为地理学研究生和高年级本科生的学习内容。由于地理系统工程是地理学与系统工程之间的边缘学科,当然它也是系统工程的一个应用分支。但是从其研究课题、研究内容,及其涉及的地理理论、资料 and 知识来看,归属于地理学之下是更为合适的。

第三,地理系统工程的建立具有重大的理论意义和科学意义。许多人认为目前地理学存在的主要问题,一是地理学理论还不太完善;二是缺乏深入细致、精确的分析。究其原因,地理学涉及的领域太广,几乎涉及人类活动与环境的各个方面。从战略角度讲就是战线太长不容易突破。正确的战略是在较小的范围内建立地理学的核心理论,并运用系统分析方法,进行深入细致的研究,这样才能突破地理学停滞不前的状态。地理系统工程建立的出发点正在于此。围绕具体地理区域生产实践的需要,在解决生产问题中逐步发展有关理论与方法,从而为进一步研究地理区域问题提供基础。区域理论学科的发展,必然为丰富和发展地理学理论提供条件,地理学振兴和发展是完全有希望的。

第四,地理系统工程具有重大的应用价值和实践意义。在我国改革开放的形势下,要求科学研究面向经济建设,为经济建设服务。地理系统工程要解决的正是各级政府部门普遍关注的区域发展预测、规划、决策问题,应用潜力极大。

综上所述,地理系统工程的建立与发展是科学地理学发展的结果,是应社会发展的需要而产生的,因而具有强大的生命力。

§ 4 地理系统工程的基本内容

所谓地理系统工程,就是以系统论、控制论、信息论为工具,将其应用于地理系统的建模、分析、预测、决策、规划、管理和控制。它是地理学与系统工程相互交叉形成的一门综合性、应用性很强的边缘学科,它又是自然地理学和经济地理学相互渗透的一门新学科。

• 4 •

研究、制订区域发展战略和区域综合规划是地理系统工程的重点应用方向。地理系统工程围绕这一中心任务具有一整套分析研究步骤、方法和模型。其基本内容包括区域环境分析、区域现状分析、区域目标分析、区域系统结构分析、区域系统建模、区域系统预测、区域系统优化、区域系统评价、决策分析等。

区域环境分析是指对区域系统外部的各种因素进行调研分析,以确定特定区域地位、功能、发展方向以及发展的外部动态环境。区域环境因素包括自然环境因素、技术因素、管理体制因素、社会心理因素等。环境分析的意义在于揭示制约区域发展的外部约束条件。

区域现状分析是指系统地搜集整理区域各方面发展现状的资料,确定区域的主要问题和关键环节,为区域目标、结构分析作准备。

区域目标分析是把区域管理决策部门提出的总目标进行分解,建立目标集,并进行目标合理性、可行性、经济效益的论证。制订正确的战略目标和规划目标是合理规划的基本前提。区域规划问题一般是多目标问题,如何在各个目标之间进行权衡也是目标分析的一个重要内容。

区域系统结构分析是指确定系统的主要部分、主要因素,并确定因素间相互联系和相互作用的关系,为进行系统分解、建立子模型和整体模型作准备。

区域系统模型是区域系统规划的重要工具。区域系统模型的主要工作是合理地把整个区域系统分解成各个子块,确定子块的主要输入变量、输出变量、决策变量、结构方程形式,约束条件,各子块之间的连接关系,并运用一定的辨识方法建立各子模型,最后连接成总体模型。区域系统总体模型中包括的典型子模型有人口子模型,生活消费子模型,文化教育子模型,卫生保健子模型,环境子模型,城镇建设子模型,投资子模型,主要资源,物资供给、需求子模型,外部联系子模型,劳动力需求子模型,社会消费子模型,国民经济综合发展平衡子模型等。模型类型有时间序列模型、优化规划模型、状态空间模型、系统动态学模型等多种。模型估计方法有单点估计法、一般最小二乘法、广义最小二乘法、二阶段最小平方方法、逐步回归分析法、递推估计方法、递推滤波方法等多种。

区域系统预测和优化规划是在区域系统模型的基础上进行,预测和规划结果一般要进行反复的调整修改,才能符合客观状况和决策部门的要求。

区域系统评价和决策分析主要是运用各种定量和定性分析相结合的方法对各种方案、措施、政策进行综合评价,其中广泛应用的有层次分析法和风险型决策方法。

应该指出,地理系统工程的内容是相当广泛的,工作过程也极其复杂。如何运用地理系统工程研究区域问题,配备具有合理知识结构的人员,也是值得引起重视的。

§ 5 地理系统工程的基本方法

以系统化、模型化、优化和决策科学化为主要线索的地理系统工程,其基本方法就是根据系统的概念、构成和性质,把研究对象作为系统进行充分了解和分析,从时间和空间上把握地理要素的相互关系,在此基础上以模型化作为地理系统量化研究的重要手段,用总体模型来描述对象系统本身内部结构。然后将分析、评价的结果加以综合,使之最有效地实现系统的目标。

下面以一个区域开发研究为例,说明地理系统工程的基本方法。

一、系 统 分 析

1. 区域系统特征的确定

系统分析的前提条件是搜集必要而足够的信息,对拟出的能满足系统要求的几种方案,用各种手段分析区域系统的要求、结构及功能,弄清该区域系统的特性,取得系统内外的有关信息,并考虑到环境、资源、状态等约束条件,根据评价准则对分析结果进行评价,以取得若干较为满意的解。

这里所指的区域,通常是指一定的地域空间,根据考察对象的各种特征及其客观发展规律,可以划分不同类型的区域:如矿产分布区域、江河流域、植被及野生动物分布区域等等自然地理分布区域,以及农业区域、交通运输区域、流通区域、产业分布区域、人口分布、迁移区域等经济地理、社会地理区域。还可以根据社会再生产总过程的生产、分配、交换、消费四个环节的空间分布和空间组织特征来划分经济区域。也就是将社会再生产总过程的生产、分配、交换、消费四个环节置于一定的地域空间环境中,考察社会再生产运动过程在空间上的组织及变化。

2. 国家系统中的区域

由于国家计划系统是集中化的,每一地区均要受其制约,因此,区域模型系统必须把国家计划考虑进去(图 1-1)。

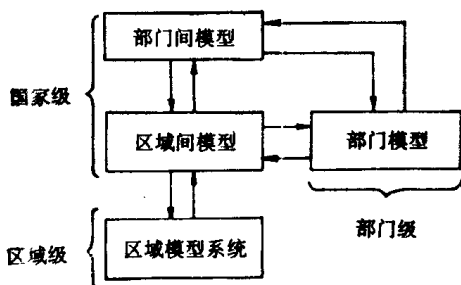


图 1-1 国家、区域及部门模型之间的相互关系

一个区域某部门的生产量不应按区域最优解而应在全国基础上确定。这是因为每一区域某部门的最优解的总和不等于国家级上该部门的最优解。

一个区域内某些部门活动(如能源生产等)的水平由中央计划机构在区域间模型中确定,这些活动的布局及其它部门(如污染控制、住宅建设及社会服务)的活动水平与布局由区域主管部门决定。

由于在国家级上使用的高度集成的区域间模型中,区域是作为点来处理的,因而上述作法是必要的。

3. 区域级上的管理职能

上述计划系统赋予区域管理机构三个主要职能:(1)区域最优化。主要部门的规模与产出应通过技术进步达到最优化。(2)协调。子系统设备的生产量与分布应同可利用资源的数量与分布协调。(3)战略规划。制订区域开发方案并加以分析。

二、模 型 结 构

1. 系统预测

用某地 37 个工厂的数据建立了区域投入-产出表。基本投入-产出模型称为预测模

型，其结果将作为以后时期的约束条件。子系统模型亦受区域可利用资源和人口发展模型预测结果的约束。这样，模型系统本质上是递推的。

回归型统计模型用来分析投入-产出技术系数的趋势以及导出消费函数等。

中央级与区域在计划过程初始阶段的关系用对区域生产量、投资及劳动力规模等的约束来表示。

2. 连接过程

投入-产出模型的结果用来作为一系列计算的输入，这样使得不同区域的要求互相连接起来。模型通过六个阶段逐步连接，如图 1-2 所示。

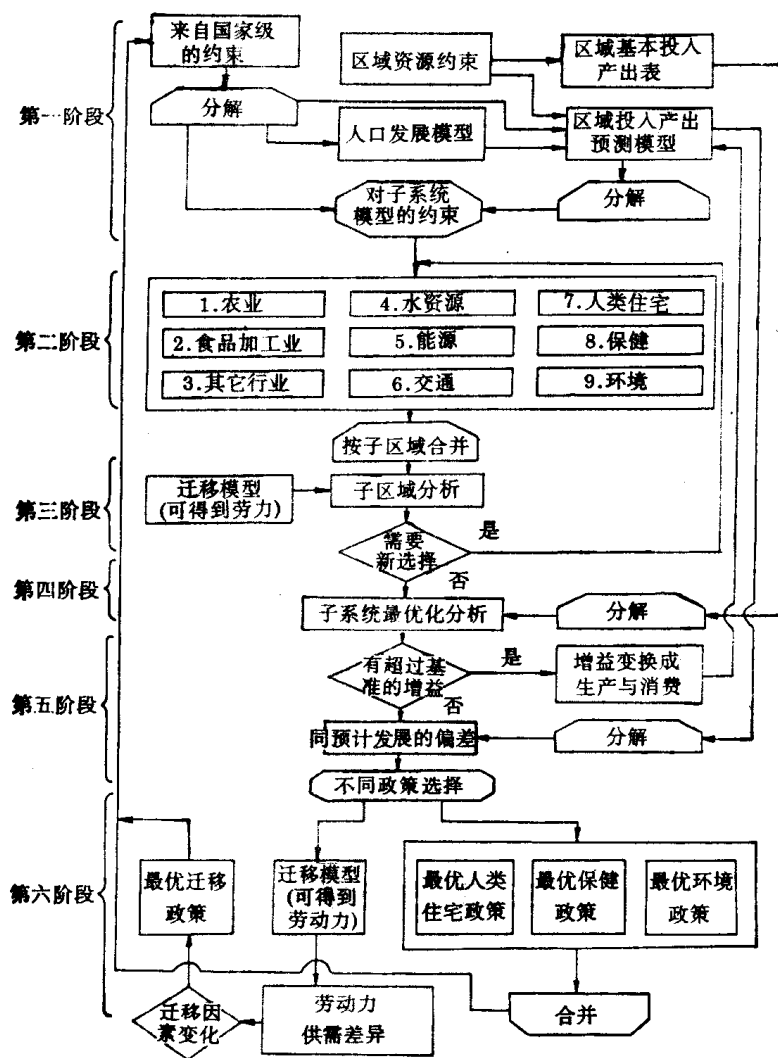


图 1-2 区域模型系统

第一阶段，产生子系统模型的约束条件，使用一个解线性方程组的算法得到基本投入-产出预测模型的结果。私人消费及其它需要预测的外生变量的回归方程用最小二乘法估计。

第二阶段，区域内各部门最优化。这一阶段首先用灵敏分析方法相继对 9 个部门最

优化。

对生产子系统建立一个最优化模型,其目标函数是使年成本最低。在从投入-产出预测模型结果得到的约束和某些国家级的约束条件下对技术与布局作出选择。这里的一个基本假设是经济部门或子部门能分成生产全国意义的产品与区域意义的产品两大部分。在这一阶段分析中,全国意义产品的生产是固定的。

这一阶段对交通做了特殊的处理,建立了一个考虑了交通系统结构与使用的交通模型。定义了一个描述现存和可能的交通方式的交通网络子系统。模型对生产部门及区域子系统对交通的总需求作了考虑。模拟工作涉及对每一交通方式定义技术进步的范围。最终目的是确定交通方式的结构,并以最低的总成本满足所有部门的需要。

第三阶段,评价问题。在第二阶段对每一区域确定了各部门的生产水平。在第三阶段将用某些指标对这些分配进行评价。

对这些解的分析将揭示各部门生产活动最强的子区域,可以确定其环境污染程度,也有可能发现某一生产活动对于改善经济效益、实现社会目标或减少环境污染是有利还是不利。这样可以确定新的选择并反馈到第二阶段的子系统最优化模型。

也可以对子系统模型要求的劳动力与子区域可以利用的劳动力资源的差进行估计并反馈到第二阶段。从一个多区域迁移模型得到可利用劳动力的总量,该模型建立的基础是人口迁移的多少,取决于就业机会、工资水平及生活水平等经济因素的地区差别。

第四阶段,整个区域开发的最优化。从第二、三阶段得到的缩减了的年成本同初始阶段的年成本进行比较,其差异可递推确定。这些差异表示的总剩余再变换成追加的中间生产(ΔX)和消费(ΔY)量,并导入投入-产出预测模型。经过一个迭代过程使追加的生产与消费相一致。

第五阶段,区域内子系统的协调。第四阶段产生的结果一般与区域投入-产出预测模型的结果不同。此外,它们可能不满足中央级的所有约束条件。因而区域计划机构必须协调区域内所有部门的发展。上述的不一致提供了区域开发新类型的基础,通过区域级与国家级的一致性分析,使区域的最终产品最大。

第六阶段,区域战略性开发。在这一阶段通过模型分析不同政策对区域未来发展的影响,考察对区域有长远影响的环境保护、人口增长与迁移、住宅区开发、保健等问题。对于这些问题的区域政策在权衡接受某项政策所产生的边际收入与边际总成本后确定。

三、模型的数学描述

这里提供的是在某地实例研究中使用的生产力布局模型,并介绍用来估计逐级得到的解与基于局部分析的解之间差异的一些社会经济指标。

1. 生产部门最优化模型

生产成本最小化问题表示为:

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[C_{ij} X_{ij}^R + \sum_{k=1}^{T_i} (P_{ijk} + S_{ijk}) A_{ijk} Z_{ijk} \right]$$

这里 m 是产品数; n 是区域数; C_{ij} 是 i 产品在 j 子区的当前单位生产成本; X_{ij}^R 是 i 产品

在 j 子区的生产量 (具有区域意义的产品), T_i 是开发 i 产品可供选择的技术数目; P_{ijk} 是在选择技术 K 时 i 产品在 j 子区的单位生产成本, 包括运输成本; S_{ijk} 是在选择技术 K 时 i 产品在 j 子区的单位产量的社会及其它成本; A_{ijk} 是在选择技术 K 时在 j 子区生产 i 产品工厂的生产能力。

$$Z_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{选择技术 } K \\ 0 & \text{不选择技术 } K \end{cases}$$

上述成本在下列约束下极小化:

生产量约束

$$X_i^{\min} \leq \sum_{j=1}^n \left(X_{ij}^R + \sum_{K=1}^{T_i} A_{ijk} Z_{ijk} \right) \leq X_i^{\max}$$

这里 $X_i^{\max}$, $X_i^{\min}$ 分别是产品 i 生产量的上、下限。

投资约束

$$K^{\min} \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{K=1}^{T_i} f_{ijk} Z_{ijk} \leq K^{\max}$$

这里 $K^{\max}$, $K^{\min}$ 分别是区域投资上、下限; f_{ijk} 是在选择技术 K 时子区 j 产品 i 的投资需求。

劳动力约束

$$L_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^m \sum_{K=1}^{T_i} L_{ijk} Z_{ijk} \leq L_j^{\max} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

这里 $L_j^{\max}$, $L_j^{\min}$ 分别是 j 子区可得到劳动力的上、下限; L_{ijk} 是在选择技术 K 时 j 子区生产 i 产品的劳动力需求。

子区生产约束

$$X_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^m \left(X_{ij}^R + \sum_{K=1}^{T_i} A_{ijk} Z_{ijk} \right) \leq X_j^{\max} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

这里 $X_j^{\max}$, $X_j^{\min}$ 分别是 j 子区生产的上、下限。

资源约束(水、土地等)

$$U_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^m \sum_{K=1}^{T_i} u_{ijk} Z_{ijk} \leq U_j^{\max} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

这里 $U_j^{\max}$, $U_j^{\min}$ 分别是 j 子区可得到资源的上、下限, u_{ijk} 是在选择技术 K 时在 j 子区生产 i 产品的资源需求。

组数约束

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{K=1}^{T_i} Z_{ijk} \geq N$$

这里 N 是正整数, 表示需要作出的选择总数。

2. 社会经济指标的使用

这些指标一部分用来计量各种解的效率, 另一部分用来协调不同子模型之间的需

求。

生产力在各区域的分布由下式给出

$$X_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{T_i} Z_{ijk}^* A_{ijk}$$

式中 Z_{ijk}^* 为生产部门最优化模型中的生产成本最小化的最优解。

生产子系统模型的解也可用来检验初始时部门生产预测结果：

$$\Delta X_i = \sum_{j=1}^m \left(X_i^* + \sum_{k=1}^{T_i} Z_{ijk}^* A_{ijk} \right) - (X_i^0 - X_i^N)$$

式中 ΔX_i 是部门 i 的子系统最优化结果与投入-产出模型作出的初始预测之间的差异。

对于部门中具有全国意义的生产 X_i^N 要在预测 X_i^0 中扣除。

子区域劳动力需求由下式给出

$$L_i^{**} = \sum_{j=1}^m w_j X_{ij}$$

这里 w_j 是劳动力与 j 部门产出的比例； X_{ij} 是子区域 j 部门 i 的产出； L_i^{**} 是区域必需的劳动力数量。

在子区域 j 可得到的劳动力 L_j^p 用一个标准的人口学方法和一个线性回归型的迁移模型确定。差异 $L_i^{**} - L_j^p = \Delta L_j$ 是在模拟的最后阶段表示不一致性的主要指标之一。

子系统最优化得到的部门 i 的劳动力与投入-产出作出的初始预测之间的差别可用类似的式子表示：

$$\Delta L_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{T_i} L_{ijk} Z_{ijk}^* - (L_i^0 - L_i^N)$$

在最后的迭代过程中它必须降为零。

最后需要考虑到同资本和投资成本有关的公式。 ΔC 是子系统最优化得出的缩减了的年成本同投入-产出计算得出的成本之间的差异，它是前述方案中第五阶段进行的把定性和定量分析结合起来的基本准则。

$$\Delta C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}^0 + \sum_{k=1}^{T_i} (P_{ijk} + S_{ijk}) A_{ijk} Z_{ijk}^* - (C_i^0 - C_i^N)$$

式中所用的符号已在前面定义过。 X_{ij}^0 是指区域 j 部门 i 的具有区域意义产品的生产量。

上述公式计算的成本差异同年运行成本有关。由子系统最优化计算得到的投资成本同投入-产出模型的预测也有差异：

$$\Delta K_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{T_i} I_{ijk} Z_{ijk}^* - (K_i^0 - K_i^N)$$

式 ΔK_i 在最终需要量分配的调整中是重要的。