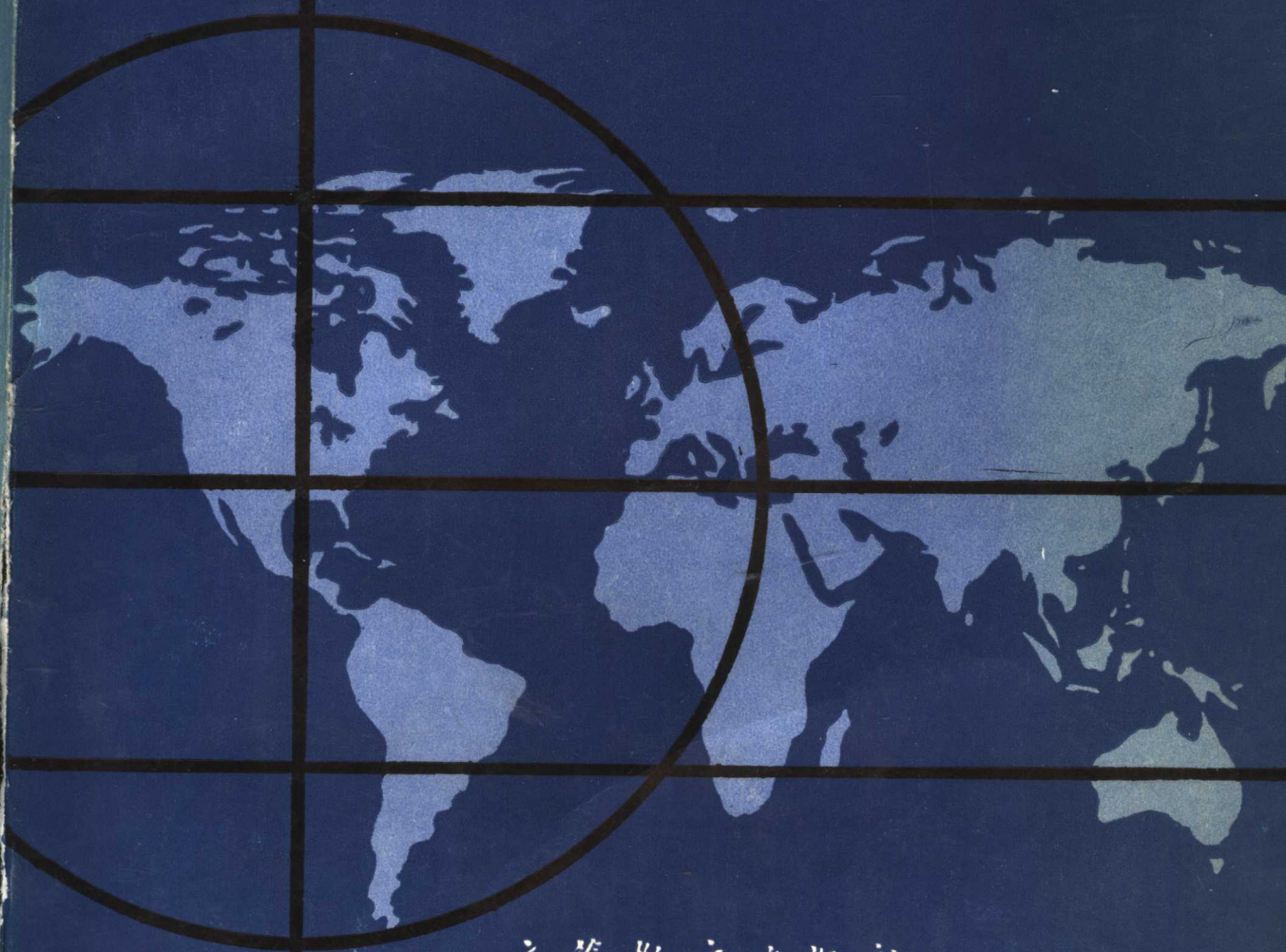


计量地理学概论

林炳耀 编著



高等教育出版社

计量地理学概论

林炳耀 编著

高等教育出版社

1985 · 北京

内 容 提 要

计量地理学是地理学的方法论学科,研究地理系统的分析方法,地理数学模型的建立,地理要素统计分析、预测和地理决策的数量方法,地理信息系统的设计和应用。

本书共分十章,分别介绍地理系统的基本概念,地理信息系统,地理系统要素的统计分析,空间分布的测度,时间序列分布,地理系统要素的预测,地理系统多要素关系的分析与预测,地理系统要素最优分析与预测模型,地理类型的划分和地理区界线的确定,地理系统模拟与地理系统规划。书后附有各章习题与思考题。

本书主要作为高等学校地理专业计量地理学课程的教材,也可供地理工作者以及城乡建设、环境保护、国土规划整治等部门参考使用。

责任编辑 朱新美

计量地理学概论

林炳耀 编著

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 17.75 字数 400,000

1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷

印数 00,001—3,750

书号 12010·061 定价 3.00 元

前 言

地理学是研究人类活动与地球表面状态相互影响的客观规律的基础学科。在古代文献中,地理学主要描述人类周围的地理环境。随着人类社会的进步和人类活动的要求,在逐步积累地理知识的基础上,地理学对地球表面的各种现象提出了假说、解释,通过各种途径探索地球表面地理要素相互作用的规律。

科学技术的日新月异、现代生产的迅速发展以及人类社会活动的增强,使人类对地理环境作用的强度,比以往任何一个历史时期都显得突出,地理环境变化的速度也超过了人们的预料。地理环境变化的方向和性质,反过来,对人类社会活动又产生极为深刻的影响。人和环境的关系这个古老的课题是地理学的研究核心,已经成为人类社会每一个成员利益攸关的重大问题,因此地理学在科学体系中的地位也就显得格外重要。许多自然科学学科和社会科学学科都出现了地理学的内容,成为各门学科中的一个生长点。现代经济和社会重大决策问题也几乎没有一件是与地理环境无关的。我国社会主义现代化建设中的许多发展方针,无不与地理学发生联系。近年倡导的国土整治、国土规划、国土经济学研究,正向地理学提出新的课题,一大批地理工作者正从事我国经济建设、文化建设、国防建设等广泛领域的地理问题的研究。

地理科学现代化问题,正是在这样的社会背景之下提出来的。五十年代以来,是人类社会生产力发生深刻变革的年代,在地理学中也出现了引人瞩目的变革。地理科学的现代化,正如人类社会生产力的发展往往是由生产工具的改革开始一样,也是从地理科学的研究方法的变革开始的。

经过四十年的努力,地理学出现了四个崭新的方法论学科:面貌一新的地图学,实验地理学,遥感(卫星)地理学和计量地理学。它们正在为现代地理科学提供前所未有的新方法、新手段,成为地理科学现代化的有力促进因素。

作为新的方法论学科,它们的历史都不算长,但是它们的意义已经为地理工作者所周知。它们作为一个新颖的世界,以很强的吸引力,把许多年轻的地理工作者吸引在这些园地之中。许多富有工作经验的地理工作者也在自己的工作中运用这些方法,以便更有效地解决他们所研究的课题,并且热情地支持后来者开拓这些新的领域。

计量地理学是随着计算机的发明、改进、发展和普及而迅速发展起来的。它的内容在短短的几十年中已经有了许多性质上的变化。初期的计量地理学主要运用一般统计分析原理,探讨地理要素的计量方法和统计分析方法,“计量地理学”就得名于这一时期。六十年代以来,计算机逐步在地理研究中应用,“计量地理”已经不再是五十年代所用的一般计量与统计分析,而开始把多元统计分析、随机过程引进研究领域,十分重视计算技术。按其性质,似乎称为“计算地理学”更为合适。现在的地理学统计分析方法都涉及相当复杂的计算,没有电子计算

机是无法实现的。与此同时，普通系统理论受到各科学学科的重视，许多学科都以系统分析形态，更新研究方法。系统分析在地理学中也受到广泛重视。这是“计量地理学”的第三阶段，它研究地理系统的分析方法和模拟方法，如果称为“系统地理学”可能更为相宜。

在近年来的计量地理学发展中，其显著特征是地理理论研究和方法论研究相结合，而用系统理论观点建立地理学理论体系的尝试则是值得注意的新方向。这是具有理论色彩和方法论色彩的计量地理学。国际计量地理杂志 *Geographical Analysis* 的副标题就是《国际理论地理杂志》。

对地理环境的系统分析与地理信息系统的建立和运行相结合，是地理学方法论上的最新趋势。许多工业发达国家已经建立了从国家一级（甚至具有国际性质的）到区域一级、地方或城市一级的地理信息系统，这种信息系统按一定的要求收集有关国土、区域、地方或城市的数据、文件、图件、航空象片和卫星象片、卫星信息资料，按数据库的科学组织要求存储在计算机中，并利用计算机软件（在通用机中称为应用软件系统，在微型机中称为应用软件包）对数据作分析，利用行式打印机、平板绘图机或其他显示设备提供分析结果。联合国人类居住中心已在发展中国家推广应用这种地理信息系统。我国政府机关和教学科研部门也正在计划开发这一新领域。

这就是“计量地理学”在短短十几年中发生的性质变化。但人们仍统称之为“计量地理学”。就象一个人虽然在他一生中有各种际遇，但他的名字往往是襁褓中就已经取定的情况一样。因此，当我们谈到“计量地理学”这一学科名词时，切不可顾名思义，而应该了解它的发展历史和实质内容。

综上所述，可以这样表述计量地理学的性质和内容：计量地理学是地理学的方法论学科，计量地理学研究地理系统的分析方法，研究地理数学模型的建立、地理要素统计分析、预测和地理决策的数量方法，研究地理信息系统的设计和应用。

由于历史的原因，在我国，“计量地理学”的发展起步较晚，但是科学的春天正唤醒这一园地。1980年5月教育部在杭州召开的理科地理教材编审委员会会议，把《计量地理学》列为全国综合大学地理系和师范院校地理系地理专业的课程。

本教材曾在教育部建议南京大学举办的《计量地理》讨论班上使用过，部分内容还在城乡建设环境保护部规划局委托举办的《城市规划信息系统进修班》使用过。1982年12月，教育部理科地理教材编审委员会组织了审稿，参加审稿会的有华东师范大学地理系张超、辽宁师范大学地理系张耀光、湖北大学地理系刘妙龙、西北大学地理系贡英、兰州大学地理系艾南山、中山大学地理系陈沃林、福建师范大学地理系关文良、南京师范大学地理系张润如等同志。审稿会对本教材提出了许多宝贵意见。现在，根据新情况与新资料以及学时，作了相应的修改。其中有的章节供自学用，希望使用中对本教材提出自己的问题、建议和评论意见，以便进一步改进。

目 录

前言	1	3.2 地理调查中抽样方案的设计	20
第一章 地理系统的基本概念	1	3.3 频数与频率	22
1.1 系统	1	3.4 平均值、数学期望、中数和众数	24
1.2 地理系统的性质	2	3.5 极差、离差、方差与标准差、变差系数	29
1.3 地理系统分析	3	3.6 地理要素的分布特征参数	34
1.4 地理系统综合	5	3.7 相关特征参数的计算	36
1.5 计量地理学与地理系统研究	5	3.8 分组数据的平均值与标准差的计算	38
1.6 地理系统模型与地理系统模拟	6	3.9 罗伦兹曲线与集中化程度指数	39
第二章 地理信息系统	9	3.10 统计量的构造	42
2.1 地理数据的收集、存储、处理和显示	9	第四章 空间分布的测度	44
2.2 地理信息系统的组成	9	4.1 空间分布类型	44
2.3 地理信息系统的数据和数据管理术语	10	4.2 点状分布的测度	44
2.4 数据特性	12	4.3 线状分布——网络	56
2.5 地理信息系统的等级规模	13	4.4 区域形状的测度	60
2.6 地理信息系统的功能分类	13	4.5 离散区域分布及其测度	61
2.7 地理信息系统的硬件与软件	14	第五章 时间序列分析	64
2.8 地理信息系统的建立与运行	15	5.1 图象法	64
2.9 国家经济信息自动化管理系统	16	5.2 指数数据	66
第三章 地理系统要素的统计分析	17	5.3 对数比例尺	67
3.1 地理数据类型和地理数据矩阵	17	5.4 趋势与波动	70
		5.5 用最小二乘法求趋势线	74
		5.6 指数序列或对数序列趋势线	75
		5.7 自回归趋势模型和对数自回归趋势模型	77

5.8 广义时间序列及其采样	77
第六章 地理系统要素的预测	79

6.1 地理系统两要素关系分析 析与预测	79
6.2 回归预测数学模型	80
6.3 两要素间线性关系的算法 与BASIC程序	84
6.4 两要素间线性关系分析 与预测举例	86
6.5 地理系统两要素间非线性 性关系的分析与预测	91
6.6 地理系统两要素间其他 复杂的非线性关系分析	97
6.7 地理系统要素间非线性 关系分析与预测举例	100

第七章 地理系统多要素关系的

分析与预测

7.1 地理系统的多元性质	103
7.2 地理数据矩阵的安排与 检查	103
7.3 多要素地理系统分析与 预测的线性模型	104
7.4 参数 β 的最小二乘估计	105
7.5 线性回归数学模型的另 一种形式	108
7.6 地理系统多要素关系的 分析与预测举例	111
7.7 预测模型的显著性检验	115
7.8 预测模型系数(回归系 数)的显著性检验	118
7.9 不显著要素的剔除与预 测方程回归系数的调整计算	119
7.10 程序框图和BASIC 程序说明	119
7.11 结语	124

第八章 地理系统要素最优分析

与预测模型

8.1 导言	125
8.2 逐步回归分析的数学模型	127
8.3 逐步回归的基本公式	128
8.4 计算程序框图	131
8.5 程序及其应用举例	133
8.6 计算过程与结果的地理 学解释	150
8.7 最优预测模型的其他应用	152

第九章 地理类型的划分和地理

区界线的确定

9.1 类型与区界判别要素	153
9.2 三个判别要素的分类方 法	156
9.3 系统聚类分析	159
9.4 判别分析及其应用	176
9.5 复杂地带地理界线的确 定	190
9.6 定性数据分类——Q分析 方法	203

第十章 地理系统模拟与地理系

统规划

10.1 地理系统综合方法	208
10.2 线性规划与地理系统模 拟	208
10.3 标准型线性规划问题的 解法——单纯形法	211
10.4 标准型线性规划举例	220
10.5 一般线性规划问题的单 纯形法求解	223
10.6 地理系统的理论模型与 工作模型	225
10.7 线性规划的单纯形解法 框图、BASIC程序	228
10.8 地理要素的最优布局规 划0—1规划方法	237

习题与思考题.....	255	附录 3 F 检验的临界值 (F_α)	
参考书目	263	表.....	268
附录 1 正态分布表	264	附录 4 相关系数临界值表	274
附录 2 t 分布的双侧分位数			
(t_α) 表.....	267		

第一章 地理系统的基本概念

地理系统是地球表面的岩石圈、水圈、大气圈、生物圈和人类活动相互作用的物质、能量和信息运动系统。在使用“地理系统”这一术语时，首先必须了解“系统”一词的含义。

1.1 系统(System)

奥地利学者贝特朗菲 (Bertalanfy L. Vou) 早在二十年代就提出：必须从系统的观点研究客观事物。第二次世界大战后，贝特朗菲的系统理论又有了许多新的改进，形成完整的普通系统理论。贝特朗菲是生物学家，他的普通系统理论最初是由生物科学研究中引出的结论。他把生物系统应用到普通系统的研究，认为客观过程不是单一要素决定的，而是有多要素联结的系统状态决定的，系统具有层次从属结构，系统是动态的。

现在，“系统”一词已经成为流行的概念，各门学科的专家都对“系统”作出他们的定义。美国管理和控制论专家 Staffordbeer 给“系统”下的定义是：“由相互联系的各部分形成的任何事物” (*Cybernetics And Management* 1959, 纽约)。而 Macfarlane 1964 年给“系统”下的定义是：“物理或抽象事物的一个有序排列” (*Engineering System Analysis* 1964)。运筹学创始人之一 Ackoff R. L. 把“系统”定义为“由相互依赖的各部分组成的任何概念的或物理的统一体” (*Scientific Methods* 纽约, 1962)。Drenick 认为，“系统”是“接受一个或多个输入从而产生一个或多个输出的装置” (*An Appraisal of the status and future of system theory* 纽约, 1965)。爱尔兰学者 C. 杜格则综合上述概念，认为“一个系统是任何一种结构、设置、规划或程序，实际的或抽象的，在一个给定的时间范围内，由一个因果的或激励的物质、能量或信息的输入和一个信息、能量或物质的输出影响或响应所构成的。” (*Linear theory of hydrologic systems* 1973)。

从上述这些定义中可以看到，“系统”的概念虽然分歧，但有几个方面在分析地理系统时是可以接受的。

- (1) 系统是由彼此有联系的“部分”组成的，系统的各部分相互依赖构成一个统一体。
- (2) 系统状态决定了传递给系统的物质、能量、信息（输入）怎样转变或产生物质、能量、信息（输出）。
- (3) 系统状态有时间概念，系统是动态的。
- (4) 系统存在于一定的环境之中，有其稳定性和对环境变化的适应性。
- (5) 系统有实在的（物理的）系统和概念的（规划的、设计的或人们从自己的需要而建立的）系统。
- (6) 系统有一定的结构特征（有序排列）。

环境 (Environment) 是以系统为主体的一个相对于系统的概念, 它指系统存在的条件及其周围的状态。系统与环境有能量、物质与信息交换关系。

普通系统的概念, 对于研究由许多要素互相影响、作用而形成的统一体——地理系统, 显然是有意义的。

1.2 地理系统的性质

地理系统是复杂的物质、能量、信息运动系统, 它具有下列性质:

(1) 地理系统是多级系统。它由次一级的地理系统地质-地形系统、土壤-生物系统、气象气候系统、水系统和人类社会活动系统等子系统联结而成。而各子系统本身, 既是地理系统的相互作用的要素, 又是由更次一级的系统联结而成的复杂系统。与各级地理系统相对应的是各级地理区, 即地理系统有明确的地域界线和地理范围。地理系统具有空间特性。

(2) 地理系统是多要素系统。各级地理系统状态, 都包含了多个要素的依赖关系, 由多要素的相互关系所决定 (许多情况下, 地理要素本身也是一个系统)。

(3) 地理系统的多级、多要素性质, 给地理系统的研究带来许多复杂问题, 我们往往不可能从数量上把握地理系统的全部要素的变化规律。因此, 通常把地理系统状态及地理系统要素视为具有随机性质的。即在其发展过程中, 它有一定的规律性, 但受到许多人们暂时无法全部把握的因素影响, 使地理系统状态及地理要素产生偏离总体规律的个别情形。我们总是从个别地理事件出发, 探讨它的规律性。因此, 从概念上, 可以认为地理系统具有随机性质。

(4) 地理系统可分成两个大的性质不同的系统——地理环境系统和人类活动系统。地理学不仅研究两个性质不同的地理系统本身, 而且更着重于研究两个性质不同的地理系统之间的关系, 即人-地关系。人类活动系统, 地理环境系统都是复杂的大系统, 它们又是地理系统的两个基本要素, 正是这两个基本要素的相互影响、作用才决定了地理系统的性质, 也只有把握它们之间的关系才能作出合乎规律的解释。二者缺其一, 就不是地理系统, 不能构成完整、统一的地理系统。地理科学理论是建立在这两个基本要素相互作用的统一体——地理系统的基础之上的。

(5) 地理系统的两大要素中, 人类活动系统是有意识的、可以有计划的主动系统。它不仅可以通过计划、政策、方针调节人类活动系统自身的状态, 而且在认识地理环境系统规律的基础上, 可以根据人类本身发展的需要, 对地理环境系统进行控制和调节。人类活动系统中的技术要素是人类活动系统作用于地理环境系统的中介, 技术的改进能加强人类对地理环境系统的干预能力。环境系统对人类活动系统也产生反馈。人们如果不事先估计到这种反馈作用, 调节两个系统之间的关系, 这种反馈很可能会产生不利于人类活动系统的影响。因此, 在地理系统研究中, 通常要考虑系统状态的调节、规划与控制。在一定生产力水平下, 地理系统要素又可以区分成可控要素和不可控要素两类, 但这两类要素不是固定不变的, 随着生产力的提高, 原来不可控要素可以转化成可控要素, 从而扩展对地理系统的调节和控制。

1.3 地理系统分析

对地理系统进行研究的方法可以概括为地理系统分析和地理系统综合。

地理系统分析是地理系统综合的基础和前提。

地理系统分析是指把复杂的高级地理系统分解、简化成次一级的,甚至更简单的系统,直至最简单的一对相互联系的要素。地理系统分析深入探讨地理要素之间的数量关系,查明各级系统和系统要素互相联系的结构形式、功能特征和过程。所以,地理系统分析是一个简化、分解大系统、高级系统使之成为简单结构形式的过程。

一个复杂的地理系统,如果从它原来的复杂状态出发进行研究,实际上是很难着手,也是很难奏效的。而经过简化、分解后的地理系统要素间关系就比较容易把握。但是,这些要素间的联系,并非孤立的或与其他诸多地理系统要素无关的,我们是在地理系统背景之下,考虑这种要素之间的关系的。

因此,一般地理系统分析方法,首先要列出研究定义的那一等级系统的要素清单,并根据地理系统的实际情况,画出各要素的联系框图、图或树。然后,分析系统要素间的数量关系。例如:我们定义一个区域供水-需水经济效果系统,则可列出这一系统的要素清单如下:

可选择的供水站地点,可供水量;

需水地点,需水量;

输水管线长度、方向;

输水管线单位长度投资和输水成本;

可供选择的水站所需单位供水量投资额。

如果是三水源、三需水的地点,则可画成下列框图(图1-1)。

进而分析这些要素之间的关系或对区域供水-需水作出经济效果最优的规划。图上的数字、符号是站、点编号,供、需水量,输水线路编号。可以把各种成本指标另列成表,或标注于框图上。

再如考察一个城市的钢铁生产投资、钢铁产量、运输量和运输事业投资之间的投资-产量-周转量系统,则把系统要素列成清单并画出框图(图1-2)。

总投资与钢铁生产投资;

钢铁产量;

钢铁运输量;

运输业投资。

$f(S)$ 、 $G(P)$ 、 $H(V)$ 是我们要分析的三对要素之间的数量关系,即输入-输出函数;

$$P = f(S)$$

$$V = G(P)$$

$$A = H(V)$$

这是一个有反馈的系统。随着总投资的增加,钢铁生产投资也增加,引起钢铁产量的增

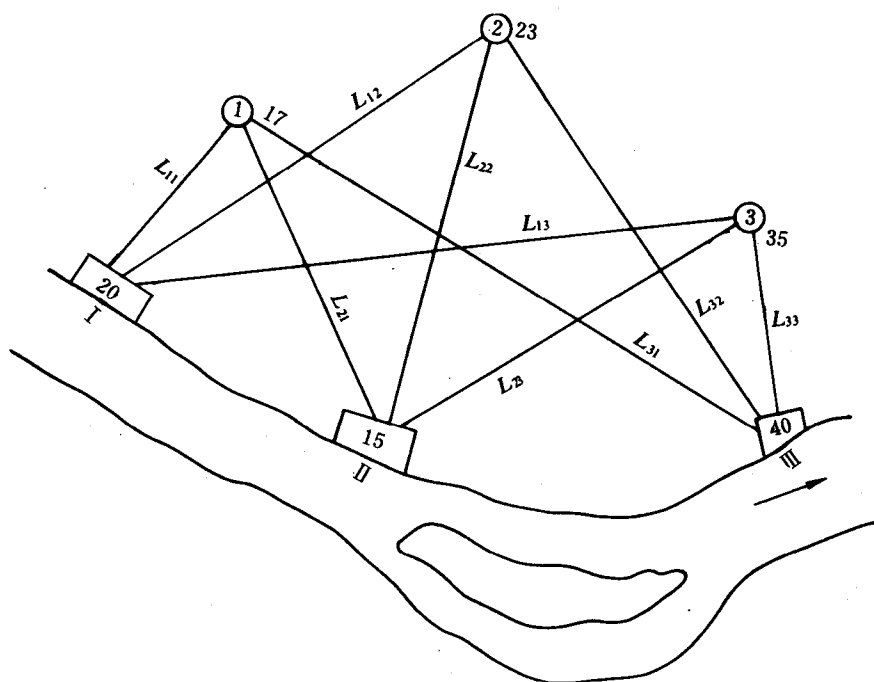


图 1-1 供水-需水经济效果系统分析框图

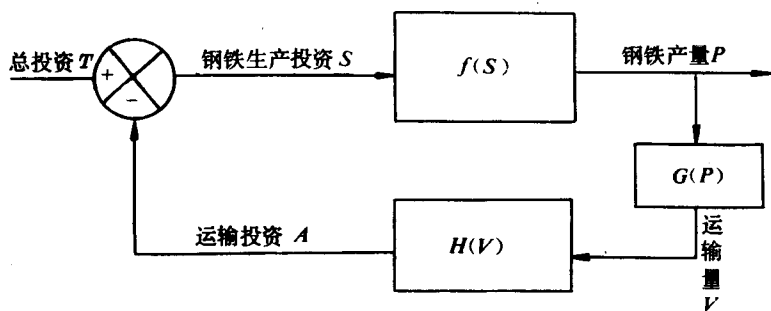


图 1-2 钢铁生产投资分析框图

长，进而引起运量的增长，对运输投资提出要求，形成运输投资 A ，反馈给系统输入 T （总投资）。因为是负反馈，即必须在总投资 T 中减去运输投资 A ，才是钢铁生产投资 S 。因此，钢铁产量既产生运输量，又受到运输量的调节，用一种比较通俗的话说，就是两者之间要有一定的比例关系。

当然，地理系统在许多情况下是多元系统，即 $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 的关系或 $y_1, y_2, \dots, y_n = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 的关系（多输入或多输出系统）。

在一般情况下，把地理系统考虑为线性系统。非线性关系也通过处理，利用线性方法解决。

1.4 地理系统综合

地理系统综合是指把经过地理系统分析的客观系统,按其要素之间的关系、各级系统联结的规律,彼此逐级联结起来,形成从简单到复杂、从低级到高级的地理系统的过程(因为在地理系统分析过程中,各级系统被简化、分解,以探讨它们之间的数量关系)。地理系统分析是简化、分解、建立简化数学模型的过程;而地理系统综合则是联结、综合、合成复杂系统的过程。地理系统综合的过程,也就是地理系统模拟的过程,两者往往是同义的。

地理系统综合的结果并不是地理系统本身,它总是某种简化的系统。如果系统综合的结果和客观地理系统一样复杂,那么那样的系统综合,工作量巨大,实际上是难以实现的。模拟总是略去实际系统的许多次要因素和次要部分,建立起便于应用的简化的地理系统。因而,从实质上说,系统综合,即系统模拟,只是反映地理系统的某些我们所需要探讨的方面,它是属于概念系统的范畴。

从建立简单的两要素之间的数量关系,到用多元方程组来模拟比较复杂的地理系统,都属于地理系统综合的范围。地理系统分析和地理系统综合,通过地理要素间的数量分析而联结起来。

地理系统结构就是指从地理系统要素联结为地理系统,由低级地理系统联结为高级地理系统的联结形式、功能联系和数量关系以及各级地理系统空间表现形式。

因此,地理系统结构分析是地理系统分析和地理系统综合的主要环节。

根据人们的需要而构造、规划、设计的地理系统是概念系统。人们是按照自己的需要,根据地理系统的客观规律去建立概念的地理系统的。这种需要,即使系统达到一定的状态,称为地理系统目标。地理系统目标,可以从人们的某一方面的要求确定的,也可以是根据各种需要确定的多种目标,这时我们称地理系统是多目标地理系统。

由于地理系统是多级复杂系统,所以,各级地理系统目标是彼此有关联的,用图论的概念,可以联结成地理系统“目标树”。

地理系统分析的出发点和地理系统综合的中心任务,都在于地理系统目标的实现。能使地理系统达到一定的最佳状态的地理系统,就称为一定目标下的最佳地理系统。

因此,常常是以地理系统目标作为评价地理系统状态的标准。对于地理系统目标的研究和表示涉及许多问题,它是地理系统分析与地理系统综合的基本内容之一。

这样,地理系统综合,实际上是从一定的目标出发,设计一个地理系统。所以,也可以称为地理系统设计。

1.5 计量地理学与地理系统研究

计量地理学是地理系统研究的方法论学科,它的分析方法是与地理系统特征有密切联系的。

地理系统的基本单位是地理要素和由地理要素联结的一个输入与一个输出的单位地理系统。如上面所述的钢铁生产-运输经济系统,就是由下面三个单位系统联结而成的(图1-3)。

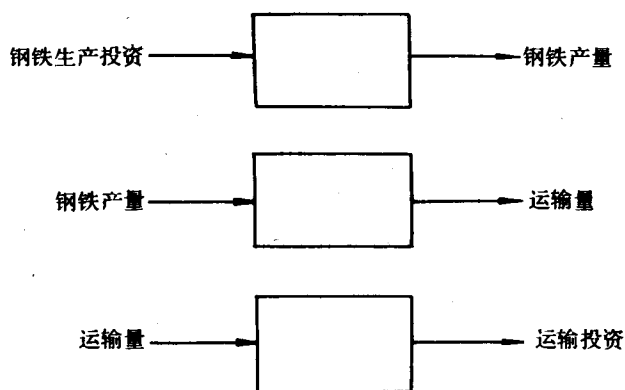


图 1-3 简单系统框图

三个系统的输入-输出之间是具有随机性质的,因此,计量地理学中有大量内容是随机数学方法的应用。

地理系统是多级、多元系统,需要分析一组或几组地理要素之间的关系,因此,计量地理学中经常应用多元统计分析方法,如多元线性回归、逐步回归、主成分分析、因子分析等方法。

地理系统是有空间范围和地域界线的系统,判别和区分地理系统

类型,确定地理系统的区域界线,进行地理区划,是地理系统研究经常遇到的课题。因此,作为方法论学科,计量地理学中常应用二级判别分析、多级判别、逐步判别等数字分类技术。

地理系统是多级系统,在探讨系统结构、类型组合、空间关系时,常运用系统聚类分析方法。计量地理学中把它列为重要内容之一。

地理系统的空间特性分析通常是运用计量地理学中趋势面分析方法解决的。

地理系统研究中,十分重视系统目标、系统结构的研究,以便使地理系统达到符合一定目标的最佳状态。因此,计量地理学中包含运筹学方法、最优化方法,其中,最常用的是线性规划、0—1规划和动态规划等。

此外,计量地理学中还包括马尔柯夫链的应用,多元线性方程组、微分方程的应用,用以模拟地理系统状态的转移规律。

应用系统控制理论以实现地理系统的最优规划是计量地理学研究的新课题。随机过程理论与方法应用于地理系统的动态过程的研究也开始有了成果。

由于地理系统的复杂性质和上述方法的特点,电子计算机是计量地理学的基本工具。

1.6 地理系统模型与地理系统模拟

计量地理学是运用数学模型研究地理系统的,因此,应该掌握有关模型和模拟的一般概念。

模型是客观事物或其属性的代表。可以用实物代表客观事物或其属性,这类模型称为实物模型;也可以用抽象的符号代表它们,这类模型称为符号模型。用数学符号、数学表达式代表客观事物或其属性,则称为数学模型。

地理模型是地理系统状态或其某种特性的代表。计量地理学研究地理系统的数学模型。

建立地理系统数学模型，并对之求解的过程，称为地理系统的数学模拟。

地理模型（在计量地理学中，是地理系统数学模型的简称）一般是可以求解的。

如果地理模型是地理系统或其特性的确切代表，那么地理模型的解，一般说，也就是地理系统问题的一个解决方案或可供实现的方案。如果地理模型不是地理系统或其特性的确切代表，那么，即使数学模型有解，其所得的解，也不是地理系统问题的可行的解决方案。

一个确切代表地理系统或其某种特性的数学模型建立之后，可以离开实际的地理系统，对数学模型单独求解，然后，对数学模型的解，进行地理学解释，形成地理学问题的解决方案，这是地理系统数学模型的优点。因此，在地理系统状态和地理要素预测以及地理系统规划中普遍运用数学模型。

地理系统数学模拟的一般过程，可以用下述框图加以说明（图1-4）。

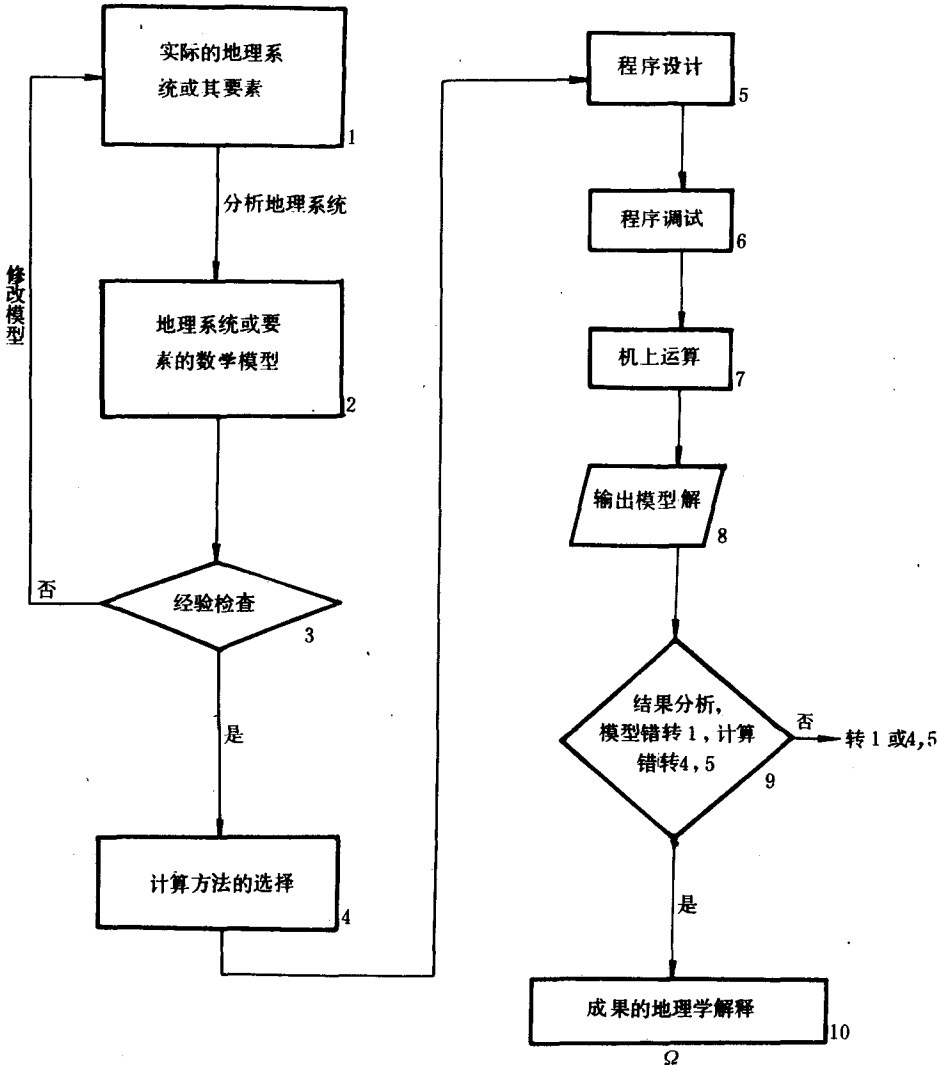


图 1-4 地理系统模拟流程图

从框图中可以看出地理系统模拟过程是一个反复修改数学模型、调试和修改程序的过程。

第1、2框的关键是对地理系统进行经验分析，建立能代表地理系统或其特性的数学模型。在这一步，需要丰富的地理调查经验和地理学理论基础，也需要掌握数学方法。计量地理学研究地理系统数学模型的建立或选择数学模型。

第3框是在数学模型求解之前的检查，同样需要运用地理学和数学两个领域的理论和方法。

第4、5、6、7、8框，则需计量地理工作者掌握计算数学、计算机算法语言及机上操作调试的技能与知识。

第9、10两框是运用地理知识对计算结果进行判断和解释。

地理系统模拟的过程是应用数学方法和计算技术研究和分析地理系统的过程。

第二章 地理信息系统

我们是通过反映地理系统的物质、能量关系的地理信息去研究地理系统的。因此，必须了解现代地理信息和地理信息系统的概念及其发展情况。

研究复杂的地理系统需要大量关于地理系统的信息。整个研究过程可以概括为信息的收集、处理、传输和表示等一系列工作过程。因此，需要运用现代技术手段进行严密的组织，从而，提出了地理信息系统的研究及其发展问题。

地理信息系统 (geographical information system) 是从地理数据的收集、变换、存储、分析到数据的利用这样一系列安排数据流 (the flow of data) 的工作过程。

2.1 地理数据的收集、存储、处理和显示

地理数据的收集 包括：(1)从观测、测量得到的政府机关和专业部门数据文件。例如：水文、气象观测资料，地质储量数据文件；(2)定期的政府统计数据文件，如人口、工业产品、产值的统计，土地资源的分类统计数据；(3)不定期的典型调查数据、抽样调查数据。例如：城市空气、水质监测数据，家庭收支调查数据；(4)行政文件。例如：中央、地方政府法令，长期计划、政策方针文件；(5)地图图件。例如：各种比例尺的地形图、地质图、影像地图及专题图；(6)遥感数据。如常规航空象片、多波段航空象片、机载侧视雷达图象、卫星象片和磁带、磁盘(光电信息数据)；(7)档案和图书等文献资料。

数据的存储和转换 把收集的数据按数据库组织的科学要求，加以描述，形成文件，存储在计算机存储单元中(可以是内存，也可以是外存)。根据地理研究对象的要求，从数据库 (data base)中取出部分有关数据，组织成数据库(data bank)。对数据按一定算法进行分析(通过应用软件)和处理，即数据转换，生成新的数据文件或输出信息。这种转换，是由中央处理单元完成的。中央处理单元，可以是人工的，也可以是由人训练的机器，即计算机；同样，存储可以是计算机的和非计算机的。但现代信息系统，一般是指两者的结合，并充分利用计算机的功能，即以计算机支撑的地理信息系统。

信息显示 上述步骤产生的结果信息(the resulting information)，通过计算机的外围设备显示出来。它可以是数据、表格、曲线图、图表、地图或其他控制信息，为人类活动或调节地理系统要素提供预测或辅助决策信息。

2.2 地理信息系统的组成

地理信息系统可以概括为以下几个组成要素。

(1) 信息系统的运行环境 (operating environment) 它是客观存在的地理系统，由之产生地理信息，并且是被调节的对象。