

# 数量地理学 在生产布局中的应用

中国地理学会数量地理专业组 编

科学出版社

# 数量地理学 在生产布局中的应用

中国地理学会数量地理专业组 编

科学出版社

1988

## 内 容 简 介

本文集是中国地理学会组织编辑的一本综合性的数量地理学研究文集。文集共收入论文31篇,内容包括数量地理学的基本理论,数量地理学在农业、工业、交通运输、城市规划等国民经济建设和生产布局方面的应用实例。本文集在一定程度上反映了我国数量地理研究的现状与进展。

本文集可供各级农业、工业、交通和城市建设等区域研究、国土整治等规划管理部门的科技人员及有关大专院校师生参考。

## 数量地理学 在生产布局中的应用

中国地理学会数量地理专业组 编

责任编辑 姚岁寒

科学出版社 出版

北京朝内大街137号

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

1988年3月第一版 开本 787×1092 1/16

1988年3月第一次印刷 印张 16

字数 0001—1,300 字数 363,000

ISBN 7-03-000761-X/P·41

定价: 4.20 元

# 前 言

面对我国社会主义现代化建设的迅速发展,我国地理界要及时引进适合我国国情而且行之有效的新的理论、方法和技术手段,来扩展我们的视野和思路,提高我们的工作能力,以期对国家现代化建设作出具有实效的贡献。我们一方面要着力培养具有面向现代化、面向世界、面向未来观点和实际训练的新一代的地理工作者,同时对老、中地理工作者来说,有一个严重而迫切的知识更新问题,其中就包括数量方法的掌握和应用。我作为一个“老”学生,认为《数量地理学在生产布局中的应用》这一文集的出版,对消除好些人文地理工作者对数量方法一无所知的现象是可以起到积极作用的。

地理学中应用的数量方法,并不是“革命”的产物,而是传统的统计方法和其他数学方法相结合而逐步演进而来的。早在第二次世界大战期间,美、英等国的后勤部门,为了提高远距离大量军事运输效率起见,应用数学规划方法进行运输线路的选择。战后,人文地理界即应用这些方法于运输地理、厂址选择和工业区位的研究中去,并进一步探讨地区经济的空间结构。瑞典地理学家还应用美国经济学家列昂节夫(W. W. Leontief)的投入产出分析法于区间劳动力迁移的研究。还有一些美国地理学家企图应用数学方法来进行理论归纳,把地理问题分解为若干可以度量的数量指标,并以数学模式来表达一些事物的相互关系,亦即把理论上的因素变为数学公式的组成部分,而使这一公式表达的相互关系和理论上的各因素的相互关系吻合起来。他们认为构成数学模式正是把地理学的传统描述提高为解释的有效方法。

到50年代后期和60年代初期,由于电子计算机的逐步推广应用,数量方法在地理研究中的应用盛极一时,尤其在美、英、瑞典等国的地理界,可说是蔚然成风,因而有人称之为地理学的“计量革命”。但面对这种新情况,各国地理界议论纷纭,褒贬不一。有的人认为单纯应用数学方法来炫耀工作的革新,是一种形式主义倾向,在实质上对地理学的发展没有起到有益作用,甚至还有的人大声疾呼地理学有可能陷入“数学决定论”的危险。另一方面,也有人认为“计量革命”赋予地理学以新的活力和新的希望。

时至今日,“计量革命”的高潮已经过去。数量方法在地理学中的应用已纠正了初期的片面性,而逐步趋于成熟,在地理科学的大家庭中并出现了一个新的成员——数量地理学。人们已清醒地认识到,在正确的思想指导下,数量方法的应用促使地理学,特别是人文地理学,在定量分析和论证方面具体化了,也精确化了。我国地理工作,由于“文化大革命”的干扰,对于数量方法的应用比欧美差不多落后了二十年。起步迟虽然是个弱点,但可便于我们吸取国际上正反两方面的经验教训,避免走弯路,从而可以超越而进,健康发展。

中国地理学会作为我国地理界唯一的综合性专业学术团体,有责任根据我国社会主义现代化建设的客观要求,通过多种活动方式,来推动我国地理学的全面发展。我们认为在学会中成立数量地理学研究组,通过它来组织全国性的专业活动,促进高等院校、科研

单位和政府业务部门之间的学术交流,积极推广应用,培育中国计量地理学这棵幼苗,茁壮成长,这是很适合的。我们相信,今后把数量方法和电子计算机以及制图自动化等手段结合起来应用,无疑可使地理工作的计量分析在文字、数据和地图表达方面,进入一个新的发展阶段。这样做不仅有助于提高我们参与社会主义现代化生产建设的实际任务中的工作质量和服务时效,而且从长远看,也有利于地理学理论的深化研究和具体建树。

中国地理学会副理事长

吴传钧

1985年10月

# 序 言

50年代末以来,在航天技术带动下,自然科学理论迅速转入现代微观和宏观研究,计算机的应用使得许多超难、超繁的运算成为可能,也使信息的配给和传递空前广大。这一过程促进了学科之间的综合和协作,发展起了一系列新的边缘领域,并促进了许多社会学科,特别是经济学的定量化。在上述社会背景下,地理学开始由传统的近代地理学进入定量的现代地理学阶段。地理学的计量运动,使地理学由一门对地表事物进行解释性描述的学科,转变为一门确定性解释的科学。

地理学的计量化有双重意义。其一,它提供实际地理问题的确定性解决,这样就使地理学家可以在计划、规划和设计中有充分依据和发言权。广泛利用数学模式和计算技术,以及相应的遥感制图,已是区域开发、城市规划、交通流分析的常规数学和统计方法的应用,使地理学同相邻科学有了共同语言,并在实际工作中更易于协调沟通。其二,它使地理现象的概括达到了新的高度,即不仅作出定性,而且是定量的描述和解释,从而使地理学的基本理论立于不败之地,六十年代以来,国外发展起来的理论地理学,在很大程度上是用数学上的解析、规划、随机模式建立起来的。认为定量方法仅是地理工作中应用的一个方面的看法,已证明是不全面的。

地理学的各分支在运用数学方面,进展并不平衡。最早发展起来的是水文、气候、交通运输和人口地理等分支学科;然后是自然资源、地植物、城市地理等分支;最后才是一些更综合的领域,如环境、区域开发等。目前,只有区域地理还保持着浓厚的传统地理特色。

作为一种方法在地理学中采用数学工具,在20和30年代已有萌芽,偏重于一个或几个地理要素的统计概括和相关探讨。但这并不等于地理学的定量化。数量地理学要求把现代应用数学的有关分支,同地理现象的研究溶为一体,使地理学的宏观多因子动态分析科学化,并使各种地理规律获得确定性解释。从这个意义上来说,数量地理学就是地理学的系统论。地理学的计量运动,从规划论的采用开始,目前已广泛运用运筹学其它分支的成果,就是证明。

西方地理学的计量运动始于高等学校。美国50年代中期,在华盛顿大学设了定量化讨论班。培养了一大批著名数量地理学家。目前,美国所有大学本科均必修定量技术一课,还有许多专门的选修课,硕士研究生可以不作毕业论文而之以几门高级定量课程。英国的数量地理中心在剑桥大学,它在地貌和人文地理学方面卓有成效地应用了这一技术。苏联的计量地理学研究起步较晚,但进展很快,它在60年代后期改组了喀山大学教学制度,学生头三年修习数学课程,后三年才学地理课程;再加上莫斯科大学的提倡,大批新的计量学家已在成长。六十年代末,国际地理学会设立数量地理委员会,并以美国《地理分析》为其机关刊物,随后各国亦相继成立了类似的组织。

我国在60年代也出现了地理学定量研究的萌芽,但因逢“十年动乱”而中断,只是在

粉碎“四人帮”后,这一技术才得到迅速引入和发展。我国地理学的定量化,起步比西方一些国家和苏联晚了一二十年,这个坏事也有好的一面。西方在推行地理学定量化的最初十多年,出现了一些学者脱离地理事物的实质内容,单纯进行数学推演的形式主义偏向,直到70年代中才开始纠正。我们可以吸取这一教训,并使数量地理学的研究一方面指向具体规划、计划 and 设计问题的定量决策,一方面指向地理学基本理论问题数量方面的阐述和修正。数量地理学工作者,可以而且应该同有经验的传统地理学工作者合作,向他们虚心学习,共同为我国社会主义四化建设贡献力量。我们也认为,我国地理学的定量化还在肇始阶段。当前我国地理学成果中的定量内容,不是太多了,而是太少了;不是已经出现了大量的形式主义,而是缺乏用量的计算来充实质的分析。故而,我国老、中、青地理工作者,都应扶植和爱护数量地理学这棵幼苗,并尽可能作相应的工作,为它浇水、施肥;当然,如有偏离之处,也要除虫、拔草、为的是使幼苗能迅速、茁壮成长。

目前,我国地理学的数量化已迈出了前进中的第一步。地理学的科研机构已配备了定量方面的研究课题和研究人员,综合大学地理系和相当一部分师范院校地理系已开设了计量地理课程。有关的科研成果和教材已不断涌现。中国地理学会1983年在南宁召开了数量地理讨论会,并决定在学会之下设立数量地理专业组。这本论文集就是在讨论会基础上,在地理学界广泛支持下得以出版的。

当前,我国数量地理学的迫切任务是:

(1) 结合我国经济建设的要求和地理学的实际任务,参与并解决资源开发和生产力布局的定量化问题。如,重点项目建设中的厂址选择;城市规划中的远景人口推算,大型公路建设、交通枢纽和商业网点的最优区位和交通流调查分析;农业土地利用和部门结构的优化;区域规划中的投入产出计算,交通运输系统分析和城镇体系模式;国土开发中的环境质量评价和预测模式,土地、能源和水资源综合开发、合理利用的最优组织,全国主要物资的产销区划和货流规划等。

(2) 在建设新的地理学理论方面,积极引入并中国化各种定量描述模式,如区位模式、引力和位势模式、网络分析模式和随机模式等。

(3) 研究国外地理学定量化的历史、现状和动向。

(4) 建议出版数量地理刊物,有利于开展学术交流推动我国地理学的计量研究。

高等学校地理系担负着为我国未来培养数量地理工作者的任务,也是大部分数量地理工作者从事教学科研工作的地方。为此,建议有关部门和高等院校对我国的大学地理教育,采取有关的有利于地理学定量化的措施。

杨吾扬

# 目 录

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| 前言                             | 吴传钧 ( i )              |
| 序言                             | 杨吾扬 ( iii )            |
| 数量地理学及其发展                      | 林炳耀 ( 1 )              |
| 数量地理学的性质、特点和研究方法               | 姜德华 ( 8 )              |
| 数量地理学的教学与实践                    | 张 超 ( 18 )             |
| 农业地理研究中的积分回归方法                 | 刘妙龙 ( 22 )             |
| 农业生态气候模型及其应用(摘要)               | 艾南山 顾恒岳 王爱英 ( 31 )     |
| 广西武鸣县农作物结构最优化初探                | 谭肖娟 曹文全 陈寿勤 ( 36 )     |
| 渭南地区农作物最优配置探讨                  | 张伯祉 董端芳 ( 45 )         |
| 线性规划在农业微观经济决策研究中的应用——以吴江县桃源乡为例 | 刘 菲 沈小英 ( 52 )         |
| 线性规划在辽宁省庄河县青堆乡海涂资源开发利用研究中的应用   | 张耀光 ( 56 )             |
| 湖北省水田双季稻与中稻合理结构研究              | 唐文雅 魏漠华 ( 60 )         |
| 江苏省毛竹栽培气候分区的主成份分析              | 韩明娟 ( 66 )             |
| 两级地理类型划分中的非线性判别方法              | 刘妙龙 ( 73 )             |
| 二元判别分析在辽东半岛农业区划中的应用            | 王焕林 张耀光 ( 82 )         |
| 主成份分析和聚类分析方法在县级综合农业区划中的应用      | 张 超 张长平 余国培 王远飞 ( 90 ) |
| 投入产出分析与农业发展预测                  | 姜德华 李 欣 ( 97 )         |
| 我国汽车工业发展的定量分析                  | 钟骏襄 程连生 ( 105 )        |
| 区域性工业战略布局模型探讨                  | 张敦富 ( 111 )            |
| 山西能源基地开发的环境经济规划系列模型概要          | 张敦富 郭宝森 何琪琥 ( 117 )    |
| 投入产出与线性规划模型在地区工业经济中的应用         | 郭宝森 张敦富 ( 123 )        |
| 图论在交通运输地理方面的应用                 | 王富年 朱德威 ( 131 )        |
| 交通线的布局规划模式                     | 杨吾扬 王富年 ( 144 )        |
| 港口腹地划分的数量方法                    | 郑绍林 ( 151 )            |
| 运网空间结构指标的评价与应用                 | 王缉宪 ( 160 )            |
| 中小城市规划期人口预测方法的探讨               | 朱德威 梁进社 马爱民 ( 168 )    |
| 南京市居民消费结构分析                    | 陈雪民 ( 176 )            |
| 零售地理及其分析方法                     | 李 育 ( 185 )            |
| 城市规划建设管理信息系统的设计和应用             | 崔功豪 林炳耀 ( 199 )        |
| 城市经济信息管理系统的实验研究                | 谢顺平 林炳耀 ( 204 )        |
| 我国市镇分布城镇化和城市首位度的省际差异分析         | 许学强 叶嘉安 ( 214 )        |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 论国土规划与区域、城市发展的数据管理 ..... | 林炳耀 (229) |
| 系统动态学在生产布局中的应用.....      | 庄一民 (236) |
| 后记.....                  | (245)     |

# 数量地理学及其发展

林 炳 耀

(南京大学地理系)

本世纪 50 年代以来,地理学领域产生了重大的变动,这就是:许多地理学家在研究中愈来愈多地应用数学方法,60 年代以后,电子计算机也已经成为地理分析的重要工具。随后,国际地理学会成立了数量地理学学术委员会(后来改为方法和模型组),许多国家的地理学会也都相继成立数量地理学学术委员会。在欧美、日本和苏联的大学地理系,普遍开设了数量地理学或数学方法的课程,甚至中学地理教材中,也出现了数量地理学的内容。

## 数量地理学的发展

地理学是一门古老的基础科学,可是数量地理学却是以每十年为一代的异常速度,日新月异的发生着变化。

第一代数量地理学大致从 50 年代到六十年代。它是数量地理学发初始阶段,主要特点是把统计学方法引进地理研究领域,构造一系列统计量来定量地描述地理要素的分布特性,比较普遍地应用了各种概率分布函数,平均值、方差,标准差、变异系数等统计特征参数以及简单的两个地理要素之间线性关系的回归分析。从今天的观点来看,这些方法是比较浅易的,但是,它给长期以来只是定性描述的地理学却带来可喜的变化。许多因果关系,可以定量地表示了,许多过去无法准确确定的概念,如分布中心、区域形状、地理要素分布的集中和分散程度等都有了定量指标。正是它在实践中的价值,才使之广为传播和应用,甚至形成一股热潮。有人把它称为地理学中的“计量革命”。这一时期出现了许多专门探讨和介绍数学方法(主要是数理统计方法)的地理专著,并且有了“数量地理学”这一新词。数量地理学从此担负起专门探讨地理学方法的使命。

第二代的数量地理学包括六十年代后期到 70 年代后期的十年时间。这一时期的主要特征是电子计算机和多元统计方法在地理研究中的广泛应用。地理学研究对象的多因素、复杂结构和动态特征都使简单的统计方法无能为力。地理学需要寻求能解决复杂的地理问题的有效方法。正是在这一时期,计算机的生产已经工业化;使用计算机的方法也从一般人很难掌握的机器语言程序发展到高级算法语言程序。同时,随着计算机科学的这种变化,多元统计方法就如雨后春笋般的发展起来,成为数理统计学中特别有生命力的分支学科。过去用手算很难完成的复杂计算,现在有了计算机甚至在几秒钟之内就不难得出结果。许多地理学者,熟练地掌握了多元统计方法和电子计算机,编出了算法语言程序,分析了相当复杂的地理问题。在自然地理学、地貌学、水文地理、土壤地理、气候领域

研究以及农业地理、社会地理、人口和城市地理研究中应用电子计算机,使许多复杂问题得到相当满意的解决,从而使地理学方法论的研究进入一个新的阶段。这一时期的数量地理学,应该以“计算地理学”命名则更为合适。这一时代地理学的动态是与世界各国的科学研究水平的提高,与地理学周围雨后春笋般出现的,如“计量经济学”、“数学地质学”、“数学生态学”、“统计力学”、“统计物理”、“计算化学”等等奇花异葩相应的。

第三代的数量地理学从七十年代后期开始,这就是把普通系统理论、系统分析、现代控制理论、最优化方法引进了地理学研究领域。

系统工程学是当代前缘科学、它研究互相联系的许多因素、多级子系统之间相互关系的规律,根据人类的需要设计或规划各种复杂系统,实现对系统的最优控制。地理学的研究对象实质上是复杂的地理系统,它是由大气、水、岩石与地形、土壤、生物和人类等几个相当复杂的子系统联结而成的。各个子系统之间的物质、能量的传输和转换关系构成地球上千差万别的地理特征。地理学家的使命,就在于认识地理系统的演变规律,控制地理系统向有益于人类社会的发展方向,规划不同等级、不同规模的地理系统。

信息是物质、能量传输和变换过程的外部表现,地理系统间的物质、能量运动——物质流和能量流是通过信息流面表现出来的。地理数据又是地理信息的一种抽象形式。现代地理学还通过遥感手段获取地理信息,并经过计算机处理,转换成地理数据。地理学开始通过对地理数据的分析与管理来实现对地理系统特征的认识和对地理系统的管理与规划。地理数据库系统的建立已成为地理学的一项基本建设。

由于引进了系统科学的理论、方法和地理信息的积累,促进了地理学向具有更加严密的理论结构和现代方法的方向发展,而使以地理学的方法论为已任的数量地理学更明显地具有系统科学的性质与理论性的色彩。为此,当代数量地理学,实质上正在发展为“系统地理学”和“理论地理学”。数量地理学家构造大量的数学模型,用以模拟客观的地理系统演变规律,并利用电子计算机进行复杂计算,以便与实际的地理情况相对照,以实际的地理系统过程验证他们所建立的理论模型。比如,由美国俄亥俄州大学出版的国际数量地理学杂志——《地理分析》,就加上这样的标题:国际理论地理学杂志。

三十年在整个地理学发展中不过是很短暂的一瞬间,而数量地理学却经历了统计方法—计算地理学—系统论地理学和理论地理学这样性质上有很大差异的三个不同阶段。它发展之迅速是不难想见的。

## 数量地理学与地理学研究

涉数量地理学及地理学、数学和计算机科学等相当广泛的领域。这里我们仅就几个主要方面概括介绍它的方法与应用。

### 1. 地理系统分析与地理系统综合方法

地理系统是复杂的系统。地理系统的性质,是数量地理学研究的重要任务,它是传统地理研究中关于地理学性质与任务的研究的继承和发展。数量地理学把地理系统分析定义为这样的研究过程:分解和简化地理系统,使高级、复杂的地理系统逐级根据其结构特征分解、简化为低级的、简单的地理系统,直至最简单的单元;建立地理系统各要素之间的

数量和质量关系的数学模型(输入-输出函数),查明各要素、各级子系统的功能与结构特征。数量地理学把地理系统综合定义为这样的研究过程:探讨地理系统的目标,根据地理系统分析中所查明的各要素、各子系统之间相互联系和关系的客观规律,构造、规划或设计不同等级、不同规模的地理系统,使地理系统状态符合或达到地理系统的目标。

在数量地理学中常用多维向量表示地理系统状态的信息;用地理系统目标或目标树表示各级地理系统所要达到的目标。由于人类社会对地理系统多种最优目标的要求,所以引进了向量最优化的概念。即地理系统目标不是单一的,而是用多维向量表示的。由于地理系统具有多级子系统的特征,所以引进了目标树的概念。树是图论概念,它定义为无回路的连通图,正是表示多级子系统目标的适合方法。

在地理系统分析与地理系统综合中,利用了因果树(又称相关树)和方框图的分析与综合方法,它可以形象地表示地理系统、子系统和地理要素之间的关系和结构。

这些方面都是系统分析方法在地理研究中的应用,有助于使地理研究进一步趋于严密化和定量化,也有助于清晰地表达地理学思维方法和地理研究方法的规范化和研究分析的交流。

## 2. 地理要素空间分布特征和时间动态特性的分析方法

数量地理学应用统计特征值,诸如均值、方差、标准差、变异系数、偏度系数、峰度系数、时关系数、线性相关系数以及分布中心、最优中心、集中化指数、离散化指数等一系列特征参数定量地表示地理要素在空间分布和时间动态变化的规律。这些都属于单一要素的统计计算分析,它使我们对地理要素的时空分布特征有了进一步的分析与表示方法。比如,有些地理因素在空间分布上,于一定范围内是均匀的、变化很小的;而另一些地理因素,则在研究地区有相当大的差异。因此,后者则成为该范围内地理系统性质差异的特征要素,而前者则不具有产生地域分异的功能。我们在江苏吴县一个公社农业地域类型分析中,计算了52种地理因素,其中,只有七种对地域分异起作用。这一工作就是用变异系数数值挑选的,在地理研究中,我们把它定义为反映地理因素区域差异的数量指标——要素的分异度。

## 3. 地理系统要素的分析与预测方法

地理系统分析的重要内容之一是对经过简化、分析的系统,查明要素之间的因果关系,建立数学模型,并利用这种模型对地理要素的发展与动态作出数值(定性与定量的)预测。在进行这一工作时,最常用的工具是简单回归分析、多元回归分析和逐步回归技术。近年,在定性、定量要素的分析与预测方面,还利用了数量化方法。

地理系统要素之间的物质与能量传输、交换关系,在计量地理学中定义为系统的输入与输出,这种输入和输出可以是各自只有一个要素的,它们之间的关系可以是线性的,也可以是非线性的;也可能是几个输入一个输出要素的或几个输入与几个输出要素的,它们之间的关系也有线性和非线性两类。通过各种类型的回归分析技术,建立在地理系统背景下,以上述要素为代表(综合概括和表示了其他要素作用)的输入输出函数。这种函数是以随机性质的关系建立的,它是一种拟合函数,但应用了微分学中的极值定理,使误差平方和达到最小,即最小二乘法的原理。我们应用上述方法分析了马鞍山市钢产量、铁产

量(输入要素)和运输量(输出要素)之间的关系、使各年拟合误差都在8%以下,比较确切地反映了它们之间的数量关系的规律。南京地理研究所的同志用这种技术分析江苏吴县农业生产要素之间的关系也取得很好的效果。在国外数量地理著作中也不乏这方面的实例。

在多要素的情形下,可以建立多种输入输出函数,逐步回归技术是对要素根据偏回归平方和最大和统计假设检验近行筛选的方法,利用这种技术可以建立最优分析与预测模型。在株洲市人口与各部门职工关系的分析中,我们利用它建立了包括中央企业、省属企业与服务行业职工与人口规模的模型,排除了其余的次要因素。这种技术在自然地理要素分析与预测中已经得到更广泛的应用。由于这一技术程序比较复杂,国外计量地理文献中应用还较少。

#### 4. 地理系统主导因素的分析与提取

在计量地理学中应用相关系数表示两个地理要素之间线性关系的密切程度,用斯庇尔曼等级相关系数表示两个要素之间的一般相关关系(包括线性、非线性的)。当有多种地理要素需要加以分析时,则应用相关系数矩阵的方法,计算各要素两两之间的关系。

相关系数矩阵表示了地理要素之间的相关关系(线性)。以此为基础,计算相关系数矩阵的特征值和特征向量,进一步计算主成份载荷,提取主导因素,根据得分对区域进行分类。进一步还可以利用几何原理,对方差作再分配,求因子载荷和因子得分。利用主成份分析与因子分析在土壤类型及其影响因素研究方向,国内已有报导。在国外,自然地理和人文地理研究中都有应用的实例,近年还用于遥感信息处理方面。

#### 5. 地理区界线的确定和地理类型的划分

数量地理学中以向量表示地理区的特征,譬如,以绝对高度、相对高度、山麓线高度、平均坡度和切割密度五个指标表示地貌类型时,就把每一地貌区表示为五维空间的向量:

$$(X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, X_{i4}, X_{i5})$$

$i = 1, 2, \dots, m$  是地貌区域的编号。

研究区域差异,确定不同性质的地理区的界线是地理学研究的基本任务之一。数量地理学运用多元分析中的判别分析技术,对由专家鉴定的类型划分和区域界线进行数字分类——机器判别,这不仅是有效的校核与验证手段,而且可以纠正在多指标差异情况下,经验判断比较容易产生的把握不定与失误的情况。利用电子计算机进行自然区划与农业类型区划都已有报导,我们曾利用江苏省吴县的农业类型数据与山东省地貌类型进行过二级判别、多级判别和逐步判别分析,取得了有意义的结果。

判别分析技术的实质,是使多维空间的点集合向低维空间,按最佳投影方向计算其投影,利用投影的聚集情况划分不同的类型、确定准确的界线;或者是对多维空间的点集合,按验后概率极大(错分率最小)的原则划分互不相交的完备子空间,使不同的类型分属不同的子空间,从而达到划分地理类型的目的。

#### 6. 地理系统结构与区域差异的分析

在直观的意义上,地理系统及其所对应的地理区应有明显的层次结构的。比如,在低

级地理系统有性质差异的区域,在高级的大系统中,可以认为它们是属于同一类型的而不考虑其次一级的差异,即以一定的差异性或相似性的尺度对地理区进行测度时,可以划分出不同的地理区,如果变动这种尺度,区域的组合也会发生改变。

在多要素和多指标的情况下,如何衡量地理区之间的差异性与相似性呢?数量地理学引用聚类分析技术进行综合。已经运用于地理研究的差异性与差异性统计量越来越多,但最常用的是:

绝对值距离

$$D_{ij} = \sum_{k=1}^m |X_{ik} - X_{jk}| \quad (1)$$

式中  $i, j = 1, 2 \cdots n$  是地理区编号;

$k = 1, 2 \cdots m$  是衡量地理区差异的要素指标编号。

$D_{ij}$  则是综合表示  $i$  地理区与  $j$  地理区在  $K$  个指标上的差异的统计量;

明考斯基距离

$$D_{ij} = \left( \sum_{k=1}^m |X_{ik} - X_{jk}|^q \right)^{1/q} \quad (2)$$

式中  $i, j, k$  及  $D_{ij}$  的含义同绝对值距离。当  $q = 1$  时,明考斯基距离就是绝对值距离。当  $q = 2$  时为欧氏距离,当  $q \rightarrow \infty$  时称为切比雪夫距离。

相关系数

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\left[ \left( \sum_{k=1}^m (X_{ik} - \bar{X}_i)^2 \right) \left( \sum_{k=1}^m (X_{jk} - \bar{X}_j)^2 \right) \right]^{1/2}} \quad (3)$$

式中  $i, j, k$  的含义同 (1) 与 (2)

$r_{ij}$  是表示区域  $i$  与区域  $j$  在  $k = 1, 2 \cdots m$  个要素上的相似程度的统计量。如果两个区域的相关系数  $r_{ij} = \pm 1$ , 则可以认为两者是同一类型的。 $r_{ij}$  取值  $\pm 1$  之间。

计算出区域或类型之间的距离(或相似系数)后,列成距离(或相似系数)矩阵,进一步按最长距离法、最短距离法、中间距离法、离差平方和法等 8 种聚类方法,对区域或类型进行逐级聚类,得出地理系统的结构。这种结构清晰地表示出地理区域地理类型之间的不同等级上的差异性与相似性。

我国地理界在环境研究中已经应用聚类分析技术取得成果。在国际地理学界也在城市地理、土壤类型、土地类型划分中应用了这种技术。

## 7. 地理要素分布规律的分析方法

地理要素分布规律、地理现象的扩散、传布规律一向是地理科学关注的重点。数量地理学引用趋势面分析、马尔可夫过程、热力学第二定律等方法分析这种规律。趋势面分析把地理要素的数值视为其空间座标的近似函数,用一次到高次多次式或周期函数(傅里叶函数)对要素数值与地理座标之间的关系进行最优拟合,把趋势部份理解为区域性因素所

引起的有规律的变化,而把误差部分归纳为局部性因素或测量误差所引起的变化。通过趋势值与实际观测值的离差的分析,对要素的分布规律作预测或分析。这种分析技术六十年代初已经被采用于分析人文地理要素的分布规律,近年来,数学地质学中常用这种方法分析地质过程,为自然地理研究中应用趋势面分析提供了很好的启发。马尔可夫过程已经应用于现代与古代沉积过程和人口迁移的研究,热力学第二定律则已应用于人口过程的研究。

## 8. 地理系统模拟与规划方法

数量地理学运用系统工程方法对地理系统进行模拟,设计地理系统最优方案。其中,最常用的是线性规划方法、动态规划方法。近年来,开始注意研究多目标规划方法的应用。

线性规划方法是运筹学中应用最广泛的方法,已有成熟的标准算法(单纯形法)。它以一组线性等式或不等式表示地理要素之间的能量或物质消耗、转化关系,以右端项表示地理系统存在的条件,并且用一个或几个线性表达式(多目标规划)表示要求实现的系统最优化目标。通过计算机处理,求得使目标(函数)达到极大或极小(如经济收益极大,环境污染效应最小等)和符合系统条件不等式的情况下决定各要素的规模。现在,不仅把线性规划方法用于人文地理系统的研究,也开始用于生态系统的研究。

设计地理系统最佳状态和地区生产-生态结构是当代地理学的新课题,系统工程方法的应用处于十分重要的地位。英国牛津大学的数量地理书刊,苏联的数量地理著作以及美日等国的著作都已有这方面的内容。

综上所述,数量地理学系统研究了应用于地理系统分析与综合、地理要素时空变化特征统计、地理系统要素的预测与分析、多要素情况下主导因素的提取、地理要素空间分布规律的分析、地理区和地理类型界线的确定及等级结构分析、地理系统最优规划等方法,这些方法在地理研究中都是十分重要的。数量地理学正是为此提供了处理地理信息,特别是通过电子计算机进行信息处理的有效方法。

## 正在崛起的地理信息系统

70年代最后五年,在地理学方法和技术领域出现一系列新因素。

### 1. 地理数据的收集

地理信息和地理数据的巨量化,地理调查的数据收集对象超出了利用地区统计资料的范围和地理学家路线、典型调查的范围,采用了个体调查方法。这些个体,涉及行为、企业、矿点等数量很大的对象;遥感数据应用了由卫星传输回来的光电磁带数据和影象的光密度数据。这些数据,不仅有大量的数字型定量数据,也包括大量定性的字符型数据以及图象数据。

地理信息和数据收集的自动化。例如河流流量、水位观测的自动记录、道路车流量、车速、事故情况的自动观测、环境要素的实时测试等。

地理信息与数据传输的实用化和网络化。数据通讯技术的进展,使遥远距离的地理

信息与数据的传送成为一种现实可行的技术。

## 2. 地理数据的存储、检索和管理

海量存储器应用于地理数据的存储,硬磁盘、磁带、磁鼓和价廉的软磁盘代替原来存放地理数据的各种表册。应用计算机,建立各类地理数据库,图象存储系统也已经实现了商业化,使大量图象信息的计算机存储成为现实。

地理数据管理软件的研制十分活跃,数据结构、数据库管理系统和数据库系统的新技术和新方法引进地理数据管理领域,使一项地理研究所使用的数据从千、万发展到数百万。在地理数据管理系统的基础上,正在发展各种类型的地理数据库,并进一步向数据库系统网络的方向发展。

## 3. 地理数据处理

地理数据处理软件包的开发。地理数据处理软件包是一类应用软件的集合,它已经从地理数据统计分析功能发展为有地理预测、决策功能的软件包。在地理研究中所应用的各种数学模型和求解方法,都以软件包为支持。我国已有的地理数据软件包已包括统计分析、趋势预测、分类划区、运筹决策以及制图等子系统。

图象处理软件包和系统的研究进展迅速,已经实现了商业化。

由于上述领域的进展,逐步形成了完整的地理信息系统的理论、方法和技术系列。

地理信息系统就是科学地组织地理信息流或数据流的计算机系统,它包括下述内容:

(1) 操作环境(地理学的研究对象)。包括环境数据描述与相关联的计算机存储单元的物理描述和逻辑描述,从操作环境收集信息和数据的设备、机构、人员和组织。

(2) 感受设备和机构。从操作环境接受地理信息和数据的设备、机构和人员组织,由信息转变为可存储于计算机存储器和海量存储器的数据或代码,即数字化过程。

(3) 计算机与数据库管理系统。利用数据管理软件系统实现数据的存储、删改、扩展、检索和一般的列表等,形成地理数据库。

(4) 地理数据处理的应用软件系统。各类数学模型及其求解的应用软件,与输出(表格、数据、图象及其他信息)有关的一系列软件。

(5) 反应机构与器件。接受数据管理和处理结果的信息和数据,作出各种分析、预测和决策判断,从而调节操作系统的状况,即以决策信息反馈于操作环境。

信息系统各环节的设计和开发,虽然必须具有专门的计算机科学、数据管理技术和数学的基础,是相当复杂的工作;但使用信息系统,对于地理研究人员而言,一般采用人机对话方式,是比较容易掌握的。

这样,地理信息系统就成为广大地理工作者可以使用的现代工具,加速地理研究的周期,加深研究工作的深度和广度,提高研究的科学价值与应用价值。

地理信息系统研制,总结并包涵了数量地理学各发展阶段的成果,并与当代许多前缘学科互相渗透、紧密联系,尤其是与遥感应用、自动化地理制图等逐渐融合,可以认为是数量地理学发展的新阶段,是一个正在迅速形成、具有许多新的特征的地理学的技术学科。

# 数量地理学的性质、特点和研究方法

姜 德 华

(中国科学院地理研究所)

## 一、什么叫数量地理学

世上凡物都可用数来度量。一切地理要素,例如区域的规模、城市的位置、道路的长短、气温的高低、雨量的多少、山水高深、岁月往复、物产丰欠、人口增减等,均可用数量来表示。各种要素之间的关系,均可对其进行定量分析。运用数学方法来描述、论证或预测地理客体的运动、变化及其发展规律的科学,叫做数量地理学(Quantitative Geography)。

数量地理学,产生于本世纪五十年代中期,由于这门科学还很年轻,发展不够成熟,对于它的名称和定义,尚无统一的看法。最初有人把它称为计量地理学(Geographmetrics),或者叫做地理学的定量分析(Quantitative Analysis in Geography)。由于数量地理学侧重地理研究中方法理论的探讨,有的国家,例如英、美把它称为理论地理学(Theoretical Geography)。

自六十年代末至七十年代,随着数学方法和电子计算机在地理研究中的广泛应用,成功地编制了许多算法语言程序,使许多复杂的地理问题得以解决。因此有人主张把数量地理学称为计算地理学更为确切。

当代数量地理学,把数学领域的一些新方法,例如控制论和系统论,同地理系统的研究融为一体,使地理学的宏观多因子动态分析科学化,并使许多地理规律获得确定性解释。在一定意义上说,数量地理学就是地理学的系统论。

数量地理学的研究,首先从西德、瑞典、芬兰开始,然后相继在英、美、日、苏、新西兰和印度等国得到迅速发展。现在,欧美数量地理学在世界居于领先地位,世界其他国家也先后开展了数量地理研究,并且陆继建立了数量地理学的专门组织。1964年国际地理学会设立了“地理学数量方法委员会”,1967年,英国地理学会设立了“地理教学采用模型和数量技术委员会”,1968年,日本成立了“计量地理学研究委员会”。数量地理学现在在我国亦开始受到重视。1980年全国地理学会第四次代表大会专门介绍了有关数量地理学的内容。随后在全国高等院校地理教材编写委员会上确定把数量地理列入高校地理系的正式课程。同年9月,教育部委托南京大学主办了数量地理讨论班,培养了我国第一批数量地理科研教学人员。1983年5月地理学会主办数量地理讨论会,不久,正式批准成立数量地理研究组。

在人文地理学中,数量地理的主要任务则是应用数学方法来研究人地关系地域系统。近二、三十年来,数量地理在揭示人与地,自然与社会经济现象之间的内在联系,即在处理天时、地利、人和三者之间的关系上,取得了许多新的进展,从而把人文地理,尤其是城市