

高等学校教材

计量地理学

徐建华



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书内容包括:地理数据及其采集与预处理、地理学中的经典统计分析方法、空间统计分析初步、线性规划、多目标规划、投入产出分析、AHP 决策分析、随机型决策分析、地理网络分析等。理论与实践结合,方法与应用结合,以问题为导向,学以致用既是本书成稿的基本原则,也是本书一个鲜明的特色。为了便于教学,本书还附带一张光盘,其内容包括两部分:第一部分为电子教案,第二部分为上机实习素材。

本书是地理类、区域经济学、生态学、环境学、人口学等专业本科生教材,也可作为研究生教材使用,同时对于相关专业领域的科研工作者也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

计量地理学 / 徐建华. —北京:高等教育出版社,
2006.1

ISBN 7-04-017803-6

I. 计... II. 徐... III. 计量地理学—高等学
校—教材 IV. P91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136038 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2006 年 1 月第 1 版
印 张	20	印 次	2006 年 1 月第 1 次印刷
字 数	370 000	定 价	33.10 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17803-00

前 言

计量地理学(quantity geography)源于20世纪60年代初期的计量运动。早在20世纪80年代中期,这门课程就被教育部教学指导委员会列为我国综合性大学和高等师范院校地理学专业本科生的必修课。

到了20世纪90年代,计量地理学开始向地理计算(geo-computation)方向发展。今天的计量地理学,已经不再是传统意义上的计量地理学了,而是将现代地理科学理论与数学模型、计算方法及3S技术结合在一起,以高性能计算机与网络计算环境为支撑,从理论与实证两个方面,针对“整体性”和“大容量”数据所表征的复杂地理问题,进行多角度、全方位综合研究的方法论体系。

学科发展的形势和趋势,要求我们必须对计量地理学的教学内容和教学方法进行改革。然而,由于本书主要定位于本科生教材,所以在写作方针和内容取舍方面,并没有追求大而全的结构体系,而是坚持注重基础,尽量反映学科发展动态的基本原则。同时,由于作者的能力和水平十分有限,本书绝不可能彻底讲透现代计量地理学的方方面面。

在内容安排上,本书首先通过第1章的绪论,简单地概述了计量地理学的来龙去脉、发展动态、方法体系和应用方面。紧接着,第2章对计量地理学研究中最为基础的地理数据及其采集与预处理方法做了介绍;第3章介绍了传统计量地理学的主要内容,即经典统计分析方法;第4章对空间统计分析方法做了初步的介绍和讨论;第5和第6章分别介绍和讨论了解决确定型地理决策问题的基本运筹方法,即线性规划、多目标规划;第7章介绍和讨论了投入产出分析方法及其在地理学中的应用;第8章介绍和讨论了一种非结构化的战略决策分析方法,即AHP决策分析法及其应用;第9章介绍和讨论了两类随机型地理决策分析方法,即风险型和非确定型决策分析方法;第10章介绍和讨论了地理网络分析的有关问题与方法。

理论与实践结合,方法与应用结合、以问题为导向、学以致用,既是本书成稿的基本原则,也是本书的一个特色。对于每一种理论和方法的介绍和讨论,都以具体实例进行说明和示范;在每一章之后都附有思考题与练习题。

为了便于教学,本书还附带光盘,其内容包括两部分:第一部分为电子教案,即PPT文件,主要供使用该教材的教师授课用;第二部分为上机实习素材,包括PDF文件、EXCEL数据和MATLAB源程序(M文件)、LTX文件。其中,PDF文

件主要是对使用 SPSS、MATLAB、LINDO 软件分析计算有关问题的过程进行说明。EXCEL 数据有两个方面的用途:① 供读者直接利用 EXCEL 做一些简单的统计分析与制图;② 为读者学习使用 SPSS 和 MATLAB 软件提供原始数据。MATLAB 源程序,供读者学习使用 MATLAB 软件编程参考。LTX 文件,可以直接用 LINDO 软件打开运行。

本书既可以作为地理学、生态学、环境学、人口学、区域经济学等相关专业本科生和研究生教材使用,也可以为相关科研工作者提供参考。

本书得到了华东师范大学精品教材建设基金资助。

林炳耀先生审阅了全部书稿内容,并提出了宝贵的修改意见。

吴玉鸣、岳文泽、艾彬 3 位博士提供了部分例题、习题和上机实习素材;武佳卫、张治华、董山、王志海 4 位硕士帮助完成了电子教案。

高等教育出版社徐丽萍老师在书稿大纲审定、稿件审读和编辑出版过程中付出了辛勤的劳动。

对于上述各方面的支持和友情帮助,作者无法给以物质上的回报,谨表示真挚的感谢!

徐建华

2005 年 8 月于上海

目 录

第1章 绪 论	1
第1节 计量地理学的形成和发展	2
第2节 计量地理学中的数学方法	8
第3节 对计量地理学的评价	10
第4节 计量地理学的应用	12
参考文献	16
思考题	18
第2章 地理数据及其采集与预处理	19
第1节 地理数据的类型	19
第2节 地理数据的基本特征	22
第3节 地理数据的采集与处理	25
第4节 地理数据的统计处理	27
第5节 地理数据分布的集中化与均衡度指数	35
参考文献	44
思考题与练习题	45
第3章 地理学中的经典统计分析方法	47
第1节 相关分析	47
第2节 回归分析	59
第3节 时间序列分析	71
第4节 系统聚类分析	81
第5节 主成分分析	95
第6节 趋势面分析方法	100
第7节 马尔可夫预测方法	107
参考文献	113
思考题与练习题	114
第4章 空间统计分析初步	120
第1节 探索性空间统计分析	120
第2节 地统计分析方法	131
参考文献	148

思考题与练习题	150
第5章 线性规划方法	152
第1节 线性规划及其单纯形求解方法	152
第2节 线性规划的对偶问题	164
第3节 运输问题的求解方法——表上作业法	172
参考文献	183
思考题与练习题	184
第6章 多目标规划方法	186
第1节 多目标规划及其非劣解	186
第2节 多目标规划求解技术简介	188
第3节 目标规划方法	190
第4节 多目标规划应用实例	197
参考文献	201
思考题与练习题	201
第7章 投入产出分析方法	203
第1节 投入产出模型的基本原理	203
第2节 区域经济活动的投入产出模型	208
第3节 资源利用与环境保护的投入产出分析	214
参考文献	224
思考题与练习题	224
第8章 AHP 决策分析方法	226
第1节 AHP 决策分析的基本原理与计算方法	226
第2节 AHP 决策分析方法应用实例	233
参考文献	252
思考题与练习题	253
第9章 随机型决策分析方法	255
第1节 随机型决策问题	255
第2节 风险型决策方法	257
第3节 非确定型决策方法	267
参考文献	273
思考题与练习题	273
第10章 地理网络分析	276
第1节 地理网络的图论描述	276
第2节 最短路径与选址问题	283
第3节 最大流与最小费用流	289

参考文献	298
思考题与练习题	299
附录 I t 分布临界值表	301
附录 II F 分布表	303

第1章 绪 论

地理学是一门古老的学科,早在中国战国前后的古希腊、古罗马时代就开始萌芽,至今已有2 000多年的发展历史。综观地理学的发展史,可划分为三个基本阶段:①古代地理学,是农业社会的产物,以地理知识的记载为主体;②近代地理学,是工商业社会的产物,是一种对各种地理现象进行条理化归纳,并对它们之间的关系进行解释性描述的多分支的知识体系;③现代地理学,是新的科学技术社会,即信息社会的产物,它把地理环境及其与人类活动的相互关系看作统一的整体,采用定性与定量相结合的方法,规范研究与实证研究并举,是一门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,自其产生之日起,就与数学有着不解之缘。在古代,地理学与数学之源科学——几何学,几乎都是研究地表的。正像《辞海》关于几何学的解释那样:“古代埃及为兴建尼罗河水利工程,曾经进行过测地工作,它逐渐发展为几何学。”因此,在来自希腊文的西方文字中,几何学有“测地”之意,如其英文为 geometry,与地理学(geography)、地貌学(geomorphology)、地植物学(geobotany)、地生态学(geoecology)等术语有着一个共同的前缀-geo。在古代地理学时期,人们为了测算河流长度、山体高度,计算土地面积,不得不运用几何学原理和方法。古希腊学者埃拉托色尼(Eratosthenes)测算地球周边,就运用了几何学原理和方法。在近代地理学时期,经济学中的区位论被移植到地理学中,开地理学运用分析数学之先河。20世纪20—30年代,地理学研究中的统计方法开始萌芽,并开始进行地理要素的统计概括和相关关系探讨。这些事实充分说明,数学方法对于地理学家来说,并不陌生。但是,在古代地理学中,运用数学方法仅仅是为了描写地理事件、地理事实和记载地理知识;在近代地理学中,运用数学方法,又只是局限于对地理现象的解释性描述。而在现代地理学中运用数学方法,则是为了更进一步深入地进行定量化研究,以揭示地理现象发生、发展的内在机制及运动规律,从而为地理系统的预测及优化调控提供科学依据。计量地理学的出现,反映了地理学朝着定量化方向发展的新趋势。这种新趋势就是在地理学研究中,以定量的精确判断来补充定性的文字描述的不足;以抽象的、反映本质的数学模型去刻画具体的、庞杂的各种地理现象;以对过程的模拟和预测来代替对现状的分析和说明;以合理的趋势推导和反馈机制分析代替简单的因果关系分析;以最新的定量化技术革新地理学的传统研究方法。

作为本书的绪论,本章将结合现代地理学发展史上的计量运动,介绍计量地理学的产生、形成,以及国际、国内发展情况,并对它的内容、评价和应用问题做一些讨论。希望通过本章的介绍和讨论,能够使读者对计量地理学的来龙去脉、主要内容、发展趋势以及应用有一个概括性的认识。

第 1 节 计量地理学的形成和发展

计量地理学的产生和形成,可以追溯到现代地理学发展史上的计量运动。今天所谓的计量地理学,实际上就是在计量运动的基础上不断发展和进一步完善的产物。

一、现代地理学发展史上的计量运动

近代地理学的发展,曾形成了三种主要学派,即:① 由赫特纳(A. Hettner)首倡,哈特向(R. Hartshorne)继承和发展了的区域学派;② 由洪堡(A. Von Humboldt)和李特尔(K. Ritter)创建,李希霍芬(F. Richthofen)继承和发展,拉采尔(F. Ratzel)等代表“决定论”,白兰士(P. V. de la Blache)和白吕纳(J. Brunhes)等代表“或然论”的人地关系学派;③ 由施吕特尔(O. Schlüter)提出,帕萨格(S. Passarge)、苏尔(C. O. Sauer)等阐发的景观学派。到了 20 世纪 40 年代,由于老的人地关系学派日趋落后,而景观学派的理论体系又尚未成熟,区域学派就成了当时地理学的主流学派。该学派的主要观点是,地理学的研究对象是区域,研究目标是描述和解释地球表面区域的差异性;在地理学中不存在法则,地理学只能以区域为单元进行类型研究;专论地理学是地理学研究的起点,区域地理学是地理学研究的终点;区域地理的样板,包括区域内的地质、地形、气候、水文、动植物与人类各要素及其相互关系。在赫、哈二氏的倡导下,经马东(E. de Martonne)、惠特利西(D. S. Whittlesey)、詹姆斯(P. E. James)等地理学家的努力,在西方着实出现了一个区域地理发展的黄金时代。区域地理范式也由此而变成了传统地理学的科学范式。

但是,自 20 世纪 50 年代以来,区域学派的观点开始受到质疑。一些学者认为,对于区域的描述冗长、乏味、没有生气;对于许多区域的划分,特别是划分大区域,都是很幼稚的、不成熟的、不科学的,区域研究当属于小范围的研究。向区域范式提出最尖锐、最直接批评的是德籍旅美地理学家舍费尔(F. K. Schaefer),1953 年发表了一篇题为“地理学中的例外论”的文章,抨击了哈特向的地域独特主义观点,即“例外主义”观点。他认为,把区域地理作为专论地理成果的综合是妄自尊大、不切合实际的;在区域地理著作中没有引人注目的深刻见解;地理

学应该是解释现象,而不应该是罗列现象。解释现象必须有法则,应该把地理现象看成是法则的实例。地理学的目的应该与其他科学有相似之处:都是追求、探索法则的。

舍费尔等人对区域学派的批评与否定,拉开了现代地理学发展史上的计量运动的帷幕。在舍费尔的学术思想的影响下,从20世纪50年代末期开始,首先在美国掀起了建立地理学法则的热潮。然而,怎样建立地理学法则?不同的学者从不同的角度做了探索,但一切都是将数学、物理学、社会学、经济学的理论和方法引入地理学,探索地理事物的空间格局,其共同之处在于都是开展地理学定量研究,建立定量模式。这种量化研究之热潮,就是所谓的计量运动。

计量运动,主要是由美国地理学家发起的,早期主要集中在几所大学。由于各校所持观点不同,研究方向不同,从而形成了各种不同的学派。其中主要有如下三种学派:

(1) 依阿华的经济派 该学派的主要代表人物是舍费尔和麦卡尔蒂(H. Mc Carty)。此学派受经济学影响较深,着重探讨经济区位现象间相互内在联系及其组合类型。舍氏深受杜能(J. H. von Thünen)、廖什(A. Lösch)、克里斯泰勒(W. Christaller)及胡佛(E. Hoover)等区位论学者和区域经济学家的影响,他花费了大量的精力去翻译和宣传廖什的《区位经济学》,极力倡导建立地理学法则。麦卡尔蒂于1954年出版了《对经济地理理论的探讨》一书,认为生产布局理论有两种:其一,为因果解释,但是影响生产布局的变量如此之多,无法处理,所以这种解释是行不通的;其二,为结合联系的解释,从结合的观点出发,只要发现两种现象常常同时出现,就无须探讨其内在因果关系,而只须探讨现象之间分布的结合律。这一学派尤其重视相关分析与回归分析等统计分析方法在人文地理学中的应用。

(2) 威斯康星的统计派 早在1943年,该校地理系研究生威弗尔(J. Weaver)就发表了“论美国大麦生产与气候的关系”一文,他运用相关分析、多元回归分析等方法去鉴定气候参数对大麦产量的影响,并用计算方法进行作物布局规划。后来罗宾逊(A. H. Robinson)领导一个研究小组,继续发展统计分析方法。1961年,该校的社会学家东坎(O. D. Duncan)和仇佐里(R. P. Cuzzori)完成了巨作《统计地理学》。该学派以发展和应用统计分析方法为其主要特征。

(3) 普林斯顿的社会物理学派 该学派的领袖人物是天文学家司徒瓦特(J. Q. Stewart)。1950年,司徒瓦特尝试着把物理学原理应用于社会现象的研究之中,创立了颇具特色的社会物理学派。通过比较研究,司氏发现,在许多社会问题研究中,可以借鉴物理学中已经建立起来的规律、定量模式和研究方法。他成功地借鉴物理学中的万有引力定律研究了人口分布的规律,发表了题为“与人口和均衡有关的经验数学法则”的论文。司氏认为,社会量纲与自然量纲是

极相似的,具有一致性。他还在普林斯顿大学创建了社会物理学实验室。受此学派影响,引力模型、位势模型、空间相互作用模式得到了许多地理学家,特别是理论地理学家的青睐。

无论从美国还是从全世界来看,现代地理学发展史上的计量运动的兴起,首先要归功于加里森(W. L. Garrison)及其领导的华盛顿小组。加氏是第一个把地理学的理论和方法建立在定量基础上的倡导者和实践者,是第一本《计量地理学》教材的作者。他第一个率先在华盛顿大学举办了地理计量方法研讨班,从推广中心地方论、交通网络论和统计方法等开始,培养了贝里(B. J. L. Berry)、帮吉(W. Bunge)、戴西(M. F. Dacey)、盖提斯(A. Getis)、马尔布(D. F. Marble)、毛里尔(R. L. Morrill)、奈斯丘恩(J. D. Nystuen)、托布勒(W. R. Tobler)等现代地理学名家。

促进计量运动的还有美国区域科学协会和瑞典地理学定量化研究的影响。美国区域科学协会是由经济、地理、社会、城市与区域规划、建筑及工程等各个学科的学者组成,其发起人为艾萨德(W. Isard)。该协会组织了大量的学术活动,编辑出版了《区域科学年鉴》,因此,该协会成为美国计量运动的源地之一。瑞典学者哈格斯特朗(T. Hägerstrand)是著名的地理计量学者。早在20世纪30年代,哈氏领导的隆德学派就开始了空间扩散模式的探讨。20世纪50年代,他曾受加里森之邀到华盛顿大学为地理计量方法研讨班授课。他还组织了美国和瑞典地理学家与克里斯泰勒会面,交流学术思想。哈氏的努力对于促进计量运动的发展及向全世界扩散起到了重要作用。

到了20世纪60年代,计量运动不胫而走,在短短几年时间里几乎传遍了整个世界。世界各国地理学家纷纷响应,涌现出一大批著名的学者和学派。如英国,由于受计量运动的影响,出现了以乔莱(R. J. Chorley)、哈格特(P. Haggett)和哈威(D. Harvey)等为代表的剑桥学派,该学派以理论造诣高深而著称。随着计量运动的发展,应运而生了各种组织与学术刊物。1964年,国际地理学联合会(IGU)设立了地理计量学方法委员会(Commission on Quantitative Methods in Geography);1967年,英国地理学会设立了地理教学采用模型和计量技术委员会(Standing Committee on the Role of Models and Quantitative Techniques in Geographical Teaching);1968年,日本成立了计量地理学研究委员会,1973年又改称理论、计量地理学委员会。1963年,英国出版了《地理学计量资料杂志》,1969年,美国出版了《地理分析——国际理论地理学》杂志。我国由于历史的原因,未能赶上计量运动的“黄金时代”,地理学的定量化进程是从20世纪70年代末、80年代初才开始的,但是其发展速度和势头却是十分喜人的。

二、计量地理学的发展阶段

计量地理学,作为一门新的方法论学科,其历史并不算长,但是其发展速度是十分惊人的。自20世纪50年代末期开始的计量运动以来,计量地理学已经历了四个发展阶段。

第一阶段,大致从20世纪50年代末到60年代末期,是计量地理学发展的初期阶段。其主要特点是把统计学方法引入地理学研究领域,构造一系列统计量来定量地描述地理要素的分布特征,比较普遍地应用各种概率分布函数、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要素间的一元线性回归分析方法。从今天的观点来看,这些方法是比较浅易的。但是它却给长期以来只是定性地描述地理学带来了可喜的变化。许多方法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离散程度等都有了定量指标,许多地理要素间的相关关系,可以定量地表示了。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,如东坎和仇佐里合著的《统计地理学》(1961)、加里森和马布里合著的《计量地理学》(1967)、金(L. J. King)所著的《地理学统计分析》(1969)等。

第二阶段,包括20世纪60年代末期到70年代末期的十年时间,属中期阶段。该阶段的特征是多元统计分析方法和电子计算机技术在地理学研究中的广泛应用。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,为此就必须寻找解决复杂地理问题的有效方法。正是在这一时期,电子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。随着计算机科学的这种变化,多元统计方法如雨后天春笋般地发展起来了,成为数理统计学中特别有生命力的分支之一,过去用手算很难完成的复杂计算问题,运用计算机很快就能得出结果。以电子计算机技术为手段,许多地理学家熟练地掌握了多元统计方法,具备了分析复杂地理问题的能力。在自然地理学、经济地理学和人文地理学中,以电子计算机为工具,运用多元统计分析方法使许多复杂问题得到了相当满意的解决。

第三阶段,从20世纪70年代末期开始到80年代末期,是计量地理学走向更加成熟和更加完善的阶段,不但包括了概率论与数理统计方法,还包括运筹学中的规划方法、决策方法、网络分析方法,以及数学物理方法、模糊数学方法、分形几何学方法、非线性分析方法等,而且 also 包括了计量经济学中的投入产出分析方法等。更值得一提的是,在这一阶段,地理学中的数学方法的发展与现代系统科学紧密地结合起来了,系统理论、系统分析方法、系统优化方法、系统调控方法等被引进了地理学研究领域,系统科学原理和方法的引入,促进了地理学向着更加严密的理论结构和现代化方向发展,从而使以发展地理学方法论为己任的计

量地理学更加明显地具有系统科学的性质与理论性的色彩。同时,电子计算机应用技术的发展,特别是地理信息系统(geographical information system,缩写为GIS)技术的成熟,为数学方法在现代地理学中的应用提供了更加先进的技术手段支持,从而使其应用的范围更加广阔。

第四阶段,从20世纪90年代初开始,由传统意义上的计量地理学开始向计算地理学发展。国外理论和数量地理学的发展,按照英国著名地理学家、里兹大学奥彭肖(S. Openshaw)教授的定义和划分,大体经历了20世纪60年代的计量革命(统计模型),70年代初期的数学模型革命(数理模型和规划模型等),80年代中期的GIS革命(1983年提出了自动地理学——automated geography),80年代末、90年代初进入计算地理(geocomputational geography)时代。1994年,在里兹大学正式建立全球第一个计算地理中心,20世纪90年代中期国外学者正式创立地理计算学一词——geocomputation。1996年起已先后三次举行了全球地理计算学术年会,出版论文专集。作为数量地理学的深层次发展,地理计算学的出现与发展,对整个地理学科,尤其是对人文、经济地理学的理论模型和应用研究,已经产生并将继续产生深远的影响。

地理计算学的出现与发展,得益于计算机技术与计算理论和方法的巨大发展。20世纪90年代并行超级计算机硬件的成功实现,GPS、RS、GIS技术在获取大容量、整体性地理数据信息中的成功应用,以超级计算机为基础的一系列高性能计算新方法的实现,使计算与实验、理论共同构成了人类认知客观世界的有效工具。地理计算已不是传统意义上的利用计算机求解地理问题的计算,它以以向量或并行处理器为基础的超级计算机为工具,对“整体”、“大容量”资料所表征的地理问题实施高性能计算,探索构筑新的地理学理论和应用模型(A. S. Fotheringham, 1995)。这些“整体”、“大容量”资料所表征的地理问题,在人文、经济、城市地理学的相关研究中,有诸如城市中金融、交易所之间以电话为载体的信息流,在城市内核、边缘区通勤职工起讫点之间人流等的预测;有如跨国大区域人口普查、人口预测、人口规划问题;有城市内部作为城市基础的生命单元的家庭和社区的类型、结构、功能、组织等的重构;有城市信息产业、信息经济发展机制、革新等的模拟;有城市不同时间、空间尺度上的形态演变动力学等;它们都是城市地理研究课题的深入与发展。高性能计算所依赖的计算方法与理论模型,除继续应用20世纪80年代中叶以来在地理学模型研究中成功引入的突变、自组织、混沌、分支、分形等模型外,在地理计算学中占重要地位的是神经网络(neural network)、遗传算法模型(genetic programming)、细胞自动模型(cellar automata)、模式参数随机取样模型(random sampling of model parameter)、模糊逻辑模型(fuzzy logic)、改进了的地理加权回归(geographically weighted regression)等。奥彭肖教授所领导的地理计算中心成功地利用了爱丁堡大学拥有512个处

理器的超级并行计算机 Cray T3D, 利用人工神经网络模型、遗传算法模型和模糊逻辑模型研究空间相互作用这一地理学的固有命题, 对英国达勒姆市 (Darham) 通勤职工流动大容量资料实施高性能运算; IGU 数学模型专业委员会主席费希尔 (Fischer) 教授利用神经网络模型对奥地利通讯网络的研究; 英国巴蒂教授利用细胞自动机理论模型和专用软件对城市和城市系统形态生成、演变的模拟等都是近年来地理计算学理论与应用研究具有开创性意义的成果。可以预期, 地理计算学的发展, 将对地理科学的理论和模型研究产生深远影响。

今天, 尽管 geocomputation 对大部分地理学家来说还颇为陌生, 但正如 geomatics 在经过诸多科学家相当长一段时间的努力后已为广大的地学工作者所接受那样, 地理计算学这一源于数量地理学的新方法和理论, 亦必将成为地理科学前沿研究领域的重要组成部分而为地理学家们所认同。

三、计量地理学在中国的发展

由于历史的原因, 中国未能赶上计量运动的黄金时代, 但是“计量运动”对中国地理学的发展也有一定的影响。早在 20 世纪 50 年代末期, 中国地理学界就有人开始学习数学方法在地理学中的应用, 在一些大学地理系开始开设运筹学课程, 在《地理学报》等刊物上开始出现运用有关数学方法研究地理问题的论文。但是, 由于受左倾路线和文化大革命的干扰, 该方面研究被迫中断。中国计量地理学的正式起步是从 20 世纪 70 年代末 80 年代初才开始。1980 年 5 月, 国家教育部在杭州召开理科地理教材编审委员会会议, 在老一代地理学家的支持下, 《计量地理学》被列为全国综合大学地理系和高等师范大学地理系的专业课。随后, 南京大学率先举办了“计量地理研讨班”, 全国一些著名高校, 譬如南京大学、北京大学、兰州大学、华东师范大学、东北师范大学等, 率先开设了这门课程。中国地理学会也因势利导, 于 1983 年在南宁召开数量地理研讨会, 并决定在学会下设立数量地理专业组, 由北京大学杨吾扬教授出任组长。1984 年和 1985 年, 由高等教育出版社分别正式出版了两本统编教材, 一本为南京大学林炳耀教授编著的《计量地理学概论》, 另一本为华东师范大学张超教授和东北师范大学杨秉庚教授合作编著的《计量地理学基础》。

计量地理学在中国地理学中的应用虽然起步较晚, 但起点高, 一开始就进入多元统计分析阶段, 而且线性规划、目标规划、网络分析、随机决策、模糊数学等方法也得到了广泛的应用, 这些方法在高校教材、讲义以及研究专著、论文中都屡见不鲜 (张超, 1984; 林炳耀, 1985; 中国地理学会数量地理专业组, 1988)。到了 20 世纪 80 年代后期以来, 中国地理数学方法的应用已经与系统科学、系统分析方法以及 GIS 技术有机地结合起来了 (徐建华, 1991; 张超, 1993)。以系统论、控制论、信息论为代表的“老三论”, 以突变论、耗散结构、协同学为代表的

“新三论”,以灰色系统、系统动力学等方法为代表的系统建模和仿真技术,以及一些非线性分析方法,包括分形理论、小波分析、神经网络方法等都引起了中国地理学家们的高度重视(艾南山,1993),它们被广泛地应用于中国地理学研究的各个领域。在GIS技术支持下,中国地理学家广泛地开展应用地理模型系统(孙九林等,1991;秦耀辰,1994)与空间决策支持系统(阎守邕等,1996;徐建华,1999a,b)研究。目前中国地理学开始朝着地理计算学这一新兴的研究方向发展(刘妙龙,2000)。

经过20年的发展,地理数学方法在中国取得了十分丰富的研究成果,据不完全统计,仅《地理学报》发表的运用有关数学方法研究有关地理问题的论文就多达数百篇(刘昌明等,2000)。

第2节 计量地理学中的数学方法

经过40多年的发展,计量地理学不断完善、不断成熟。目前,计量地理学中的数学方法,已经涉及数学及其相关学科的各个领域。它不但继承了计量运动的成果,而且还吸收了40多年以来数学、系统理论、系统分析方法、计算机科学、现代计算理论及计算方法等领域内的有关成果,其内容是十分丰富而广泛的。

笔者在总结国内外有关研究成果与方法的基础上,结合自己的研究与理解,给出了计量地理学中的数学方法体系(表1.2.1)。

表1.2.1 计量地理学中的数学方法

数学方法	用途
概率论	用于地理现象、地理要素的随机分布研究
抽样调查	用于地理数据的采集和整理
相关分析	分析地理要素之间的相关关系
回归分析	用于拟合地理要素之间具体的数量关系、预测发展趋势
方差分析	研究地理数据分布的离散程度
时间序列分析	用于地理过程时间序列的预测与控制研究
主成分分析	用于地理数据的降维处理及地理要素的因素分析与综合评价研究
聚类分析	用于各种地理要素分类、各种地理区域划分
判别分析	用于判别地理要素、地理单元的类型归属
趋势面分析	用于拟合地理要素的空间分布形态

数学方法	用途
协方差与变异函数	用于研究地理要素的空间相关性及空间分布的数量规律
克立格法	用于地理要素分布的空间局部估计与局部插值
马尔可夫过程	用于研究随机地理过程、预测随机地理事件
线性规划	用于研究有关规划与决策问题
投入产出分析	用于产业部门联系分析、劳动地域构成分析、区域相互作用分析
多目标规划	用于研究有关规划与决策问题
非线性规划	用于研究有关规划与决策问题
动态规划	用于有关多阶段地理决策问题的求解
网络分析	用于交通网络、通讯网络、河流水系等地理网络的研究
层次分析法	用于有关多层次、多要素战略决策问题的分析
风险型决策分析	用于各种风险型地理决策问题的分析
非确定型决策分析	用于各种非确定型地理决策问题的分析
模糊数学方法	用于各种模糊地理现象、地理过程、地理决策和系统评价研究
控制论	用于地理过程、地理系统的调控研究
信息论	用于各种地理信息的分析、处理
突变论	用于有关突发性地理现象、地理事件的研究
耗散结构理论	用于有关地理系统、地理过程的组织与演化问题研究
协同学	用于有关地理系统、地理过程的自组织问题研究
灰色系统方法	用于灰色地理系统的分析、建模、控制与决策研究
系统动力学方法	用于对地理系统的仿真、模拟和预测
分形理论	用于有关地理实体的形态及要素分布形态的自相似机理研究
小波分析	用于多层次、多尺度、多分辨率的地理时空过程的时频分析
人工神经网络	用于有关地理模式的识别、地理过程机制的自学习及预测等
遗传算法	用于复杂的非线性地理问题的计算
细胞自动机	用于有关地理过程的计算机模拟

这里需要说明的是,计量地理学所用到的数学方法十分广泛,由于受笔者知识面的限制,表 1.2.1 所列举的内容还不是很全面,可能挂一漏万,欢迎广大读者批评、指正,并进行补充、完善。另外,由于受篇幅的限制,本书只能对表 1.2.1

中所列举的部分方法及其应用做一些概括和引导性的介绍,对于未涉及的其他内容,如果读者有兴趣的话,可以参考和阅读其他有关文献。

第3节 对计量地理学的评价

早在1963年,鲍顿(I. Burton)就用“计量革命”一词,对自20世纪50年代末期开始的以数学方法在地理学中的应用为内涵的计量运动做了形容,并认为这以后将不再是革命了,因为数学方法已经成为现代地理学的主要方法之一。不过,这种认识,并未完全统一,因为计量地理学的引入,一方面推动了传统地理学研究方法的变革;另一方面,却产生了重数量分析,轻区域、生态研究等问题。由此产生了一场波及整个地理学界的大辩论,以至到了20世纪70年代后期,还有人提出要重新评价计量运动,重新认识地理学中的数学方法。有人认为,数学方法只能用来研究地理要素之间的数量关系及地理事物的分布形态,而不能揭示复杂的地理现象形成的机制。又有人认为,地理学的定量化,其实质就是地理学的科学化、现代化。

随着计量运动的发展,对于计量地理学,产生了三种观点。第一是逆计量运动之潮流,反对地理学定量化研究,认为地理现象,尤其是人文、社会经济地理现象十分复杂,不能用简单的数学方法来解释。持这种观点的地理学者,对数学方法采取拒绝和否定态度。如英国地理学家史密斯(D. Smith)和奥格登(P. Ogden),他们曾这样评价计量革命:“这种所谓的革命,实际上是很保守的,因为它把‘空间’作为地理学研究的基础和实质的化身,同时却忽视了一些社会、经济结构的变化,因而成了故弄玄虚,并把现象当作本质”。有人还把计量运动说成是“数学癖的十年”。甚至还有人大声疾呼:地理学有可能陷入“数学决定论”的危险。第二种观点与前一种针锋相对,推崇地理学定量化,认为数学方法不仅是一种分析技术,而且能够导出普遍性规律,能够解决地理学传统研究方法所不能解决的理论问题。持这种观点的有德国地理学家克里斯特勒(W. Christaller)、美国地理学家邦吉(W. Bunge)、英国地理学家乔莱(R. Chorley)、哈格特(P. Haggett)等。代表性著作有邦吉的《理论地理学》(1962)、哈格特的《人文地理学的区位分析》(1965)、乔莱和哈格特的《地理模型》(1967)等。此外,在芬兰、日本、加拿大、新西兰、印度和前苏联等国家也出现了一批推崇数学方法的地理学者及其代表性论著。第三种观点是介于“定量化”和“反定量化”之间的“非定量化”的观点。这种观点认为,数学方法只是地理学研究方法之一,它只能用来研究地理要素之间的数量关系和地理事物的空间格局,但是不能用它来描述和解释地理规律,不能导出地理学理论。不过,这种观点不是固定不变的,它具有较