

文章编号: 1007-6301 (2000) 02-0104-06

# GIS 与地理分析

王让会

(中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:** GIS 与地理学的结合, 有助于地理学家分析区域性或全球性一系列的地理问题, 研究大气圈、水圈、岩石圈、生物圈等圈层内部的结构特征、分布规律、演化过程以及彼此之间物质流、能量流、信息流的传递方式及动力学机制。虚拟 GIS 的发展, 地理学家通过所建立的虚拟境界, 亲自感受和认识复杂的关于地质、地貌、水文、气象、土壤、植被等数据的空间关系和物理关系, 深化对其内部机理的认识, 探索数值模拟及量化研究的方法及途径, 推动数字地球理论及数量地理学研究的进展。

**关键词:** 地理信息系统; 区域综合分析; 全球宏观分析; 地理模型分析

**中图分类号:** N 945.1 **文献标识码:** A

## 1 GIS 与地理学的关系

GIS 是采集、贮存、管理、分析和描述地球表面及空间与地理区域分布相关的空间数据信息管理系统, 是与人类生存和发展密切相关的一门信息科学与通用技术。地理学是研究地理环境(自然环境、经济环境和社会文化环境), 即研究人地关系, 以综合性和地域性为主要特色的科学。GIS 发展短短的几十年中, 已与地理学建立了多种形式的联系, 并推动着地理学的发展与变革。

20 世纪 70 年代以来, 科技进步日益成为社会发展的重要因素, 许多具有时代特征的理论不断提出, 并在实践中逐渐完善<sup>[1]</sup>。在方法技术领域, 以研究复杂有机系统为对象的系统科学不断发展, 形成包括“老三论”、“新三论”和超循环论、混沌理论、分形理论、生命系统理论等系统科学理论体系, 相应形成不断完善的系统科学思维方法体系; 信息技术与信息产业的发展, 影响到几乎是全球性的生产方式和生活方式的改变, 也影响了科学技术本身的发展, Internet 的出现, 使信息获取更为快捷, 使计算机渗透到辅助设计、辅助加工、辅助测试分析、经营管理等领域<sup>[2]</sup>; 同时, 也为系统科学方法的运用提供了现实基础, 从而为地理学及相关学科解决实际问题提供了适宜的技术支持。图 1 从方法论的角度, 简要地反映了 GIS 研究分析地球系统的一般模式<sup>[3]</sup>。

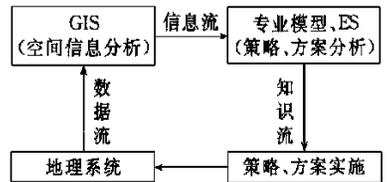


图 1 地球信息科学的方法论  
Fig. 1 The methodology of Geomatics

收稿日期: 2000-02; 修订日期: 2000-05

作者简介: 王让会 (1963-), 男, 副研究员, 遥感与 GIS 专业在读博士。主要从事遥感、地理信息系统应用及资源环境制图研究, 发表论文 50 余篇, 参编专著及文集五部。

目前,知识经济的出现,为地理学的研究提出了一系列崭新的问题,也为GIS的发展注入了活力,GIS与地理学的结合,不仅拓宽了GIS的内涵,而且也加快了地理学研究的进程。一方面现代地理学已蕴含着信息科学及技术的理论与方法,研究探索诸多更为巨大、更为复杂的现实问题。另一方面,GIS已不仅仅是局限于地球系统物质流与能量流的信息载体,而且包括了信息流、价值流、人口流、社会流在内的时空特征及动力学机制。显然,GIS与地理学的有机结合,将极大地推动一系列地学问题的深入研究。

地理学的发展离不开现代技术的支撑,而在现阶段,GIS、RS、GPS、DPS、ES(5S技术)等技术的发展逐渐地形成了以GIS为核心的集成化技术系统,为地理学的研究提供了良好的手段,推动着地理学理论、方法、实践等各个领域的变革,特别是各种信息的应用,在GIS技术中得以极大的体现,势必影响人们对一系列地理环境问题的认识<sup>[4]</sup>。归根到一点,GIS为地理学的研究提供了强有力的分析手段及工具,地理学各个领域的研究,又为GIS提供了必要的数据源及研究对象,两者及相关学科与技术的融合,必将开拓出新的应用领域,同时,也推动地球空间信息学(Geomatics)<sup>[5]</sup>的不断发展。

## 2 GIS 地理分析的主要内容及途径

GIS具有强大的空间分析功能(几何分析、网络分析、地形分析、影像分析、多元分析等),并逐渐地构成地理学日臻完善的技术体系。尽管空间数据具有复杂性,加上所面临问题的多样性,使地理信息系统中数据源种类繁多,表达方式各不相同<sup>[6]</sup>,但人们可以通过对地球信息机理的研究,认识有关大气圈、水圈、岩石圈、生物圈等圈层内部的结构特征、分布规律、演化过程以及彼此之间物质流、能量流、信息流的传递方式及其动力学机制,应用地学及相关学科的理论及地理空间信息科学的最新成果(特别是数据标准化、分析智能化),分析区域性或全球性的一系列地理问题。

### 2.1 区域综合分析

资源、环境、区域与全球研究是遥感应用研究的四个主要优势领域<sup>[7]</sup>,GIS在上述领域也具有巨大的应用潜力。区域地理的综合研究要对系统内部的能流、物流、信息流进行系统分析,揭示地域本身的特点、功能和结构,同时,还必须研究地域之间间接的相互联系和制约关系,没有对区域资源环境的深刻分析,也就不可能对全球性问题有足够的认识。

在区域综合分析中,自然地域系统的综合分析具有重要地位。它从区域角度探讨区域单元的形成发展、分异规律和相互联系,并不断促进有关自然地理过程和类型的综合研究以及部门自然地理研究的深入开展,与环境演化、坡面过程、气候变化、水热平衡、化学地理、土壤侵蚀、土地利用等具有密切联系<sup>[8]</sup>。通过应用GIS或建立地理数据库系统,应用地理相关分析法、环境本底法,结合信息复合技术,如区域遥感信息多波段、多时相、多平台复合以及遥感信息与地图的复合,遥感信息与DTM的复合,遥感与地球物理、地球化学等信息的复合,多种遥感信息的融合,并综合应用GIS的几何分析、影像分析、地形分析等功能,对区域发展历史、现状、结构、特征、优势和潜力,风险及对策等进行分析,充分揭示区域发展的内在规律和外部条件,为制定区域开发方案提供充分的科学依据。图2显示了基于GIS的区域地理分析系统模式。



图 2 基于 GIS 的区域地理分析模式

Fig. 2 The model of regional geographical analysis based on GIS

我国地域辽阔，自然地理环境迥异，加之人为活动的影响，生存环境存在诸多严峻问题。就其本身而言，它具有空间上的复杂性，时间上的易变性；就对外界变化的影响和承受力而言，具有敏感性和脆弱性等特征<sup>[9]</sup>。我国气候的基本特性、地表水体分布格局、土壤类型及其分布、植被景观组合及各种地理环境因子的时空特点，都不同程度地揭示了区域地理外貌；GIS 软件的图形叠置、图形变换以及其它分析功能，为开展上述地理信息的综合分析提供了十分有效的工具<sup>[10]</sup>。区域地理综合分析有赖于地理信息系统的发展，地理信息系统正在成为实现区域持续发展的主要技术支持手段。

### 2.2 全球宏观分析

地理学以研究人地关系为主线，以往对地球的研究是不够全面的。RS、GIS 的发展，使人们为搞清楚人类影响和自然规律作用，必须把地球，即包含有固体地球、气圈、水圈、冰雪圈、生物圈在内的地球作为一个完整的单位进行研究<sup>[11]</sup>，这是一个多学科的综合，无论在方法学还是在方法论方面都有自己的特点。在一个世纪内的时间尺度上，人类生存环境的整体变化受制于多种过程的相互作用，其一般模式如图 3 所示<sup>[9]</sup>。

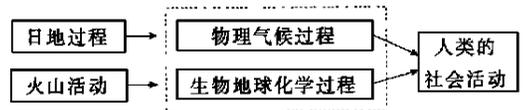


图 3 地球系统概念模式

Fig. 3 The conceptual model of global system

在全球宏观分析中，GIS 结合 RS 等手段，在全球植被分布格局、土地利用与覆盖变化 (LUCC)、地质构造形迹、自然历史变迁及全球变化研究中正在发挥着越来越大的作用。全球性环境问题是全球变化的具体表现，从本质上讲，它涉及地球系统各圈层间的相互作用，人与环境的相互作用，它们是地球系统中物理、化学和生物过程相互作用的结果。人类即将进入 21 世纪，知识经济时代为地理学提出了诸多问题。人类为了生存、安全和发展，就必须从全球的角度研究一系列资源与环境问题，探索资源永续利用、环境协调稳定以及人类可持续发展的机理和途径；具体来讲，要着力研究再生资源、地质矿产资源、土地退化与荒漠化、灾害损失和环境污染、人类居住、陆地生态系统监测，雪、冰、海洋和海岸线监测，臭氧层变化以及全球变化等一系列问题；在现代条件下，离开遥感信息获取以及 GIS 宏观分析，上述研究是很难实现的，也正是有了 GIS，特别是网络地理信息系统 (WebGIS) 技术的支持，地理工作者才能对全球地理现象及过程进行宏观分析。目前在全球开展的地圈生物圈计划 (IGBP)、全球气候研究计划 (WCRP)、全球人文作用计划 (IHDP) 以及生物多样性计划 (DIVERSITAS)，就是应用地球空间信息学 (Geomatics) 方法，宏观研究全

球性问题的典型代表, 它必将推动人们对地理学一系列问题的研究不断取得进展。

### 2.3 地理模型分析

地理模型是表达地理现象的状态, 描述地理现象的过程, 揭示地理现象的结构, 说明地理现象的分级, 认识该现象与其它地理现象之间联系的概念性和本质性的表征方式<sup>[12]</sup>。借助 GIS 进行地理模型分析是研究地球系统的重要途径。在地理空间信息的分析中, 无论是土地质量评价, 土地适宜性评价, 土壤侵蚀分析, 还是环境质量评价, 生产评价, 区域开发模式, 都必须建立相应的分析模式。不同类型的地理模型, 可以通过从地理信息的综合分析中, 形成更为精确的结构和反映更为有效的功能。GIS 包括了用于建模的数据库, 并提供了一些必要的数学模型, 因此在分析研究对象的本质特征以及动态变化方面具有巨大潜力<sup>[13]</sup>。

由于地理系统(含自然系统、经济系统及社会系统)是一个变量众多、结构交错、关系复杂, 并随时间状态具有波动变化的巨大复合系统, 只有借助于系统科学理论在地理学及相关学科中应用的成功先例, 依靠地球空间信息学(Geomatics)的强大支撑, 特别是RS及GIS的模型分析功能, 才可能实现客观描述地理现象特征, 模拟其结构及功能, 从而揭示其本质规律的目的。地理模型分析方法是GIS应用的重要领域, 地理学家在以往的研究中, 已借助于DTM及相关地理模型分析洪水泛滥区域、计算水库容积、预报泥沙淤积状况; 同时, 也正在植被、土壤的地带性格局, 地质构造及成矿规律、气候变迁、地貌演化等一系列地理现象及过程分析中做有益的探索。

目前, 地理学家已借助于GIS所提供的多源数据, 通过模型开发工具, 开发出了基于GIS的一系列分析模型。GM(1, 1)、AHP、SD、马尔科夫链模型、罗吉斯蒂模式、多变量统计分析模型(回归、相关、主成分分析等)以及多种非线性模型, 在解决与地理相关的问题时, 已发挥了巨大的作用。随着GIS数据标准化、系统集成化、平台网络化、模型智能化的发展, 地理信息通用性会大大改善, 人们研究以PRED为核心的地学问题的潜力也就将得以进一步发挥。

## 3 GIS 地理分析的趋势及潜力

面对21世纪科技发展, 地理学将在资源开发利用、区域环境保护、自然灾害防治、城市扩展、农林牧业发展以及经济可持续发展等方面发挥重要作用, 地理研究方法与GIS等技术应用则进一步开拓了地理学区域研究与综合研究的领域, 面对知识经济时代地理现象、地理问题的表现形式和特征, GIS与地理分析将具有如下几个特点。

### 3.1 地理学与GIS密不可分, 两者形成完美结合

地理学的深入研究需要高新技术的支撑, 软件开发者基于对地理问题的认识, 也正在开发界面更加友好, 功能更为强大, 安全性更为可靠, 可扩展性及移植性更为方便的GIS软件包; 同时, Geomatics理论体系、研究方法、学科地位的建立与完善, 也将有利于地理学家对瞬时信息进行定性分析, 空间信息的定位分析, 时间信息的趋势分析以及环境信息的综合分析, 毫无疑问, 地理学将拥有了新的内涵, 两者构成地球空间信息学的核心及基础。

### 3.2 地学信息虚拟分析与研究将得以发展

信息高速公路技术的出现, 促进了网络地理信息系统(WebGIS)及虚拟地理信息系统

(VRGIS)的发展。而VRGIS的发展,使数据量巨大、结构复杂的图形、图像、音频等多源数据的处理与传输逐渐地变为现实<sup>[14]</sup>;在地理学理论研究中,可使地理学家通过所建立的虚拟境界,亲自感受和认识复杂的关于地质、地貌、水文、气象、土壤、植被等数据的空间关系和物理关系,深化对其内部关系和内部机理的认识<sup>[15]</sup>。三维计算机图形学技术,多功能传感器的交互式接口技术和高清晰度显示技术的发展,使多种GIS软件,CAD软件互相调用和互联的虚拟现实技术系统不断完善,地理工作者将以全新的思维方式及工作方法去探索现实世界的地理现象及地理过程。

### 3.3 数值模拟及定量化研究不断加强

GIS、GPS、RS等研究手段和分形学、混沌学、神经网络理论等研究方法论的发展<sup>[16]</sup>,使人们从非线性角度,均质性和异质性、稳定性与变异性、渐变性与突变性等角度出发,用数学模型和计算机动态模拟技术,从更加量化和动态的深度去刻画和阐明区域地理要素及其综合属性和地理过程,逐渐成为可能<sup>[17]</sup>。人们对地理现象及地理过程数值模拟及定量研究的进展,使人们对地理系统的认识更加深刻,“数字地球”概念的扩展与完善以及数量地理学的建立与发展,将是21世纪人们思想观念的又一次飞跃。

### 参考文献:

- [1] 刘燕华,刘毅,李秀彬 知识经济时代的地理学问题思索[J]. 地理学报,1998,53(4): 289~ 294
- [2] 王让会 遥感与地理信息系统的新发展[J]. 遥感技术与应用,1997,12(1): 62~ 66
- [3] 周成虎,鲁光军 对地球信息科学的思考[J]. 地理学报,1998,53(4): 372~ 380
- [4] 王让会 GIS在自然地理学研究中的应用[J]. 新疆工学院学报,1997,1(3): 218~ 221
- [5] 李德仁 论“GEOMATICS”的中译名[J]. 测绘学报,1998,127(2): 95~ 98
- [6] 陆守一,唐小明,王国胜 地理信息系统实用教程[M]. 北京:中国林业出版社,1998 9
- [7] 叶笃正 地球科学:进展趋势发展战略研究[M]. 北京:气象出版社,1992 12
- [8] 郑度 关于地理学的区域性和地域分异研究[J]. 地理研究,1998,17(1): 4~ 9
- [9] 叶笃正 中国的全球变化预研究[M]. 北京:气象出版社,1992 4
- [10] 梁启章 GIS和计算机制图[M]. 北京:科学出版社,1995 8
- [11] 李树楷 全球环境,资源分析[M]. 北京:测绘出版社,1992 12
- [12] 牛文元 现代应用地理[M]. 北京:科学出版社,1987 4
- [13] 王让会 浅议地理信息系统的组织管理及应用[J]. 测绘通报,1998(5): 8~ 10
- [14] 承继成,李天峻,赵永平等 信息高速公路与地理信息——系统综述地理科学的信息革命[J]. 地理研究,1998,17(2): 217~ 222
- [15] 朱晓华,阎国年,王建 虚拟现实技术在地理学中的应用[J]. 地理学与国土研究,1998,14(3): 60~ 63
- [16] 陈才,刘曙光 面向21世纪的我国区域经济地理学学科理论体系建设[J]. 地理科学,1998,18(5): 393~ 400
- [17] 倪绍祥,查勇 综合自然地理研究有关问题的探讨[J]. 地理研究,1998,17(2): 113~ 118
- [18] 陈才,刘曙光 区域经济地理学发展回顾与展望[J]. 地理科学进展,1998,17(3): 1~ 10

## Geographical Information System (GIS) and Geographical Analysis

WANG Rang-hui

(Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Urumqi 830011)

**Abstract:** The integration of GIS and geography helps geographers to analyse a series of regional or global geographical problems, to study the inner structural feature, distribution patterns, evolution process among atmosphere, hydrosphere, lithosphere and biosphere, to research the ways and mechanism of material flow, energy flow and information flow. Earth system is a large system that has many factors and complex structure. Moreover, the system is changeable with the variety of natural function and human activities. The researches of earth system and its related problems depend on new technologies. Geographers can understand space and physical relationship of data on geology, geomorphology, hydrology, meteorology, pedology and botany with the development of VRGIS. Meanwhile, geographers can know the inner mechanism of geographical environment, seek the ways of digital modular and quantitative study, and push development of digital earth theory and quantitative geography research.

**Key words:** geographical information system (GIS); regional complex analysis; global macroscopic analysis; geographical model analysis