

# 地理信息系统概况

梁 启 章

地球表面对人类生存和发展具有重要价值的特征调查、分析与制图工作，几乎与人类文明的出现同时发生并且得到相应的发展。从早期的航海和军事目的，到后来的大规模土地勘测和管理，直至现代兴起的有计划调查、评价、规划和开发，不断地扩大了地理科学的研究范围和内容，亦推动了技术手段的发展和进步。地理信息系统（GIS）的出现和发展正是适应了现代化信息社会的需求，也是科学技术获得重大突破的必然结果。30年来的GIS发展史，其过程和特征可概括如下：

1. 地理信息的调查、分析与制图工作，渊源于古代的航海和军事目的，以及中世纪的土地管理需求，与此同时发展的测量和地形制图技术，又使人们能够获得全球和各地区详细特征的认识。当人们要求主动地改造和利用地球环境时，就促进了地球科学和各种专门目的的地理调查，例如地质、土壤、水、气、生物等，也就开始了专题要素的分析和制图。但是，在一个相当长的时间内，专家们只能依靠传统的手工方法和简单的工具，通常需要花费大量时间、人力和资金，才能完成大范围的地理调查、分析与制图任务。只有到了20世纪初，科学技术的进步导致航空摄影技术的发展和运用，从而缩短了地理调查、分析的时间和周期，综合性的地面影像资料的获取和处理方法的发展促进了地理科学的综合方法，改进了地形图和专题图的生产工艺，这是地理调查、分析与制图方法的重大改革，在地球科学的发展史上发挥了十分重大的作用。不过，大比例尺的航空摄影技术仍然不能满足瞬时宏观信息的需求。一直到了20世纪70年代，人类进入了工业化的信息社会，加剧的人口爆炸，资源短缺和环境恶化的过程，迫切要求地球科学家提供对策。这也就迫使地球学家采用系统的和综合的观点，采用更为快速、精确的先进技术手段，从宏观上认识环境变化规律，寻找解决危机的途径。此时，工业化社会也促进科学技术的突飞猛进，不断地取得重大突破。例如，卫星遥感技术的发展，标志着计算机技术、自动控制技术以及信息论和系统论的重大突破，为人们建立一种综合性的技术系统提供了保证。GIS应运而生，这是历史的必然。GIS集中了计算机技术，自动控制技术，数据库技术，CAD技术，现代化地图生产技术和遥感技术等为一体，她是一种名副其实的高新技术系统。

2. GIS的出现，应直接归功于计算机科学、信息论和系统工程方法的发展和运用。只有计算机发展到能够直接存储和管理具有海量信息特征的空间数据时，才有可能建立空间数据库。同时，空间数据的采集、传输、存储、处理和输出等工作也必然要应用系统工程方法和信息论的思想。GIS确实是一类典型的系统工程。

然而，在形成GIS过程中，计算机地图学的发展成为一个突破口。这是因为地图学较其它地理分支学科具有更为严密的数学基础和较好的规范标准。最先发展的数字制图技术和数字地图产品可以用在资源评价、土地评价和规划等方面，从而也就促进了地理分析的综合方法的发展，产生了自然地理单元的多要素描述和系列制图方法，并使数理统计方法、多变量分析方法、模糊数学、线性规划和多目标函数等都能应用到数字地图产品上，从而大大地提高了空间数据处理的速度和质量。

数字制图技术不仅成为GIS发展的突破口和支撑技术，而且显示了许多优于传统制图技

术的地方,包括:(1)快速成图;(2)降低成本;(3)生产三维立体图;(4)快速修改表示方法;(5)开辟了制图综合的新途径;(6)生产电子地图新产品;(7)电脑分色加网和蒙版技术改变了传统制版工艺等等。

3. GIS的发展和运用,不仅形成了一种真正的集成性高技术系统,而且形成了自身的独特功能。GIS的技术进步表现在:(1)多种数据源和海量数据的集中存储和统一管理能力;(2)多种属性的分析方法,空间数据的处理方法,以及数理统计分析方法的广泛应用能力;(3)多种层次的图形制作能力,包括通常的图形显示、电子地图和生产高质量制图作品的分色加网胶片等等。因此, GIS拥有十分广阔的应用领域,例如:地籍制图和管理系统,地形分析和三维造型,专题调查和制图、资源评价和利用、开发规划,市镇建设规划,城市基础设施管理和发展规划、选址和选线,区域开发、遥感数据处理和分析,地图设计、编辑和制版等等。军事上的应用几乎涉及上述全部领域。

4. GIS的最新成就表现在:(1)支撑环境——计算机系统的惊人成就,使GIS获得高性能低价格硬软件的支持;(2)地理分析模型,包括专家知识和经验进入了GIS,使得一般用户在操作GIS时享受到专家的经验,从而提高了GIS的应用效益;(3)多种数据源(图像、图形和统计、观察数据等)的混合处理能力的增强,使GIS登上了新的台阶,获得了新的生命;(4)开放性系统的发展,使得GIS能在多种平台上运行,能和多种外部系统建立接口,共享数据和软件。这些外部系统有:CAD、SAS、GPS、IPS等;(5)全球、国家和区域各级数据库的建立及应用,美国军事部门主持完成的全球1:100万比例尺地图数据库,只占用4张光盘(约1600MB)。美国西欧正在开展1:25000比例尺地形图数据库的建库工作。我国已完成1:100万和1:400万二种比例尺地图数据库,正在开展全国性1:25万和1:50万土地动态变化监测数据库的建库工作。

5. 地理信息科学的崛起。尽管地理信息系统的发展与McHarg (1969)提出的地图覆盖技术有重要联系。但是GIS一直被人们视为一种高技术系统。随着这种GIS的广泛应用,地理信息科学作为一门新的边缘学科逐步引起了注意。其中Michael F. Goodchild 教授于1992年发表的“地理信息科学”一文系统地总结了这门新学科的发生发展过程及其研究的主要内容和取得的研究结果,今后还需研究的问题等,成为地理信息科学的开创篇,他本人应当属于这门学科的奠基人之一。我国著名科学家陈述彭学部委员在他的“地学探索”和其它著作中,都对地理信息科学进行了较为深刻的阐述。他们的共同观点是,地理信息系统和地理信息科学相辅相成互相推动,就像SAS和统计学的关系一样。

然而, GIS在自身的发展和运用过程中,暴露了许多至今还难以解决的问题,从而始终面临着多方面的挑战。其中用户呼声最高也是最迫切的则需要GIS增强功能,其主要方面可概括如下:

1. 应创造更多的地理分析模型,包括总结地理学家的知识和经验。使GIS能进行“重建历史”、“评价现在”、“预测将来”、“开发决策”等工作。满足广大用户的要求:

2. 建立全球参考系统和数据标准,已成为数据共享的关键性技术问题,首先应在全球范围内统一各地区的参考系统,充分利用GPS的成果。同时要研究现有的地理分类系统,从中找出共同的准则,作为建立数据分类系统的基础。数据模型本应是数据标准的重要内容,只是由于现有的几个著名的GIS软件采用了完全不同的数据模型,而且都占有相当多的用户。这一事实表明要统一数据模型几乎是不可能的,唯一的解决办法是各自开发接口软件,共同制订数据的外部交换格式,例如DXF、TIF、Postscript、CGE等等,在事实上已逐步形成

# 地理信息科学

M. F. 古德柴尔德

**1. 引言** 在过去的十年中,地理信息系统(GIS)已发展到了一个较为成熟的阶段。很多国家建立了相关的研究和培训项目,新的应用领域不断被发现,新产品不断涌现,遥感平台技术的发展使得新的重要数据的获得成为可能。可以说,GIS的研究前景,具有相当的吸引力。

然而,所有这些活动的目的是什么?象“空间数据处理”这样的名词可以描述我们做了些什么,但描述不了为什么我们这样做。这就是1984年苏黎世召开的第一届国际空间数据交换系统间数据交换标准,后来的新系统应当使用这些数据标准格式。

**3. 制图综合问题**作为一直存在的瓶颈,现在更为突出地表现了攻克这个难关的重要性。因为地图数据库不可能存储每一种比例尺的地图,这就需要解决一种比例尺数字地图产品如何综合以满足其它比例尺的分析与制图要求。这个问题已经得到了越来越多的重视,在1993年科隆举行的国际制图大会上成了中心议题之一,根据新技术专业委员会的三次讨论会的讨论结果,已将制图综合问题归纳为三类:①选取,②单个图形综合,③多个图形相关处理。前二个问题已基本解决,最后一个问题正在组织围攻之中,可望在几年内得到解决。

**4. 空间分析精度**应当有一个明确的回答。许多用户都希望GIS的每一步操作过程所产生的结果应有一个可信度。对于最终结果的误差积累过程和大小有一个正确的答案。例如,GIS执行快速图形叠置技术实现3—4层以上要素的叠合分析时,将能产生一种多要素索引,它能带来许多方便之处。但是对合成后的地图进行地面校核时,即选择一个确实具备各层次属性的地点进行实地对照,其结果往往令人失望,其根源主要来自于资料图的不精确和不协调。因为在通常情况下,土壤专家划分的土壤类型界线只是一种研究结果,而在实地上并不存在这种确切的界线。同样的问题也可出现在地貌类型图上或土地类型图、土地利用图、岩性图等等。可想而知,采用这些不精确的地图叠合处理后只能偏离和误差,甚至使你无法利用这种叠合结果。目前,解决这类问题的一个有效方法是通过预先编制地理单元图并进行多要素描述和编码,而后让其进入计算机,从而使上述不协调问题克服于预先由人工编制地理单元图的过程中,但是这种方法并没有解决“不精确”的问题。而且需要有多种知识和经验的人才能胜任这类费时的工作,可见应进一步研究以找出更为有效的办法。

除此之外,还应研究GIS操作过程中的误差传播和积累过程,包括简单的逻辑运算中的误差传播,加权叠合处理对于输入要素和权重误差的敏感性,以及栅格化或矢量化过程中的几何误差产生的原因和大小等等。

**5. 加速大区域地理数据库的查询速度**,需要从多方面的努力才能得到有效的解决,首先是依赖于计算机性能的提高。目前内存达到10GB以上的计算机已问世,使得查询工作又可能在内存进行,其查询速度将有大幅度提高。另外,改进数据结构和查询方法依然成为今后研究的重要课题。

总之,GIS已经成为社会进步的一个标志,促进经济发展的先进工具,它必然会随着社会经济文化的发展和科学技术水平的不断提高而得到相应的发展和自身的不断完善。