

地理信息系统技术在我国的应用与存在的问题 Application of GIS Technology in China and Its Problems

朱晓华¹ 阎国年²

(南京师范大学地理科学学院, 博士¹; 博导、特聘教授² 南京 210097)

一、地理信息系统技术概述

地理信息系统 (Geographic Information Systems, 缩写为 GIS) 萌芽于 20 世纪 60 年代初, 在 1972 年, 世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统 (CGIS) 全面投入运行。此后, 实际应用的需求以及计算机技术、空间技术等飞速发展, 促使地理信息系统技术迅猛地发展。到了 20 世纪 90 年代, 地理信息系统技术在欧美等国进入了产业化时代, 特别是 90 年代以来, 应用的驱动使得它得到了前所未有的发展, 被广泛应用于许多领域。例如, 美国约 85% 的联邦机构和 7 万多个地方政府机构使用各类地理信息系统, 每年的地理信息系统应用项目达 1 万多个。据估算, 目前全球与地理信息系统相关的产业产值, 包括硬、软件和数据服务等在内, 已经超过了 100 多亿美元。

关于地理信息系统的定义, 目前有许多种, 但综合而言, 地理信息系统是一个具有地理数据的采集、存储、管理、分析和可视输出的应用软件系统。一个典型的地理信息系统包括 3 个基本部分。一是计算机系统, 除去一些计算机的通用设备外, 还包括一些专用设备, 例如数字化仪、扫描仪以及一些地理信息系统的专用软件, 例如 MAPINFO、ARC/INFO、INTERGRAPH 等。二是地理数据库系统。它是通过一定标准统一组织起来的地理数据的集合。地理数据库系统由数据库实体和地理数据库管理系统组成, 后者主要用于前者的维护、操作和查询检索。地理数据库是地理信息系统开发的重要基础。一般来说, 地理信息系统数据库建设占整个系统建设投资的 70% 或更多。三是地理信息系统的应用人员和组织机构。

地理信息系统之所以能够得到迅猛的发展, 主要缘于其具有的超过一般管理信息系统的强大功能。概括而言, 地理信息系统具有下述功能。一是数据的采集、检验与编辑功能。二是数据操作功能。这一功能主要包括两个方面: 首先是数据格式化功

能, 即不同数据结构的数据间变换; 其次是数据转换功能, 包括矢量数据与栅格数据之间的转换以及不同比例尺间数据的转换, 数据比例尺的转换主要涉及到投影变换。我国地图多采用高斯-克吕格投影, 而这种投影在一般的地理信息系统软件中均未予以定义 (因为我国目前使用的主要是国外的一些地理信息系统软件)。三是数据的存储与组织功能。通过栅格模型、矢量模型或栅格/矢量混合模型等空间数据组织方法实现对海量地理数据的存储与组织。四是数据的查询、检索与统计、计算功能。由于地理信息系统可以管理海量地理信息, 所以通过这一功能可以迅速实现以往需要消耗大量人力、物力才能完成的计算工作。五是空间分析的功能。空间分析功能是地理信息系统的核心功能, 也是地理信息系统区别于其它计算机系统的根本点。地理信息系统的空间分析功能具体包括数字地形模型分析、空间特征的几何分析、网络分析、数字影像分析以及地理变量的多元分析等。借助于地理信息系统的空间分析功能, 可以轻易地实现地图的包含与叠加、面积的计算、淹没边界与最佳 (短) 路径的确定、地表形态的自动分类以及缓冲区分析等。六是可视化显示与输出功能。通过地理信息系统的这一功能, 可以将分析结果通过生动直观的形式表现出来, 既可以在计算机屏幕上直接显示, 通过计算机实现总体略图到详细地图之间的迅速切换, 也可以通过打印机和绘图仪输出报告、表格和专题地图、综合地图等。

二、地理信息系统技术在我国的应用

地理信息系统作为一种应用技术系统, 一方面在各个领域的应用需求促进了它的发展与逐渐完善, 另一方面它在一些新的领域中不断地进行着新的应用。虽然我国地理信息系统的发展起步较晚, 大约在 20 世纪 80 年代初期才开始, 但由于应用的驱动, 发展比较迅速。地理信息系统目前已在我国取得了一定程度的应用, 目前地理信息系统已经在

资源调查、环境监测、农作物估产、自然灾害的预警与防治、城市与区域规划与管理、电力电讯、土地管理等方面有了一定的研究、探索和应用,特别是城市地理信息系统的快速发展,已经在规划决策、公共设施管理等方面发挥了重要的现实作用。目前我国已经建设成了 1:100 万和 1:25 万基础地理信息系统,还建设了一些专业性地理信息系统,一些国产地理信息系统软件也相继问世,初步形成了一定的硬、软件与人才规模。据估计,我国与地理信息系统有关的产业产值约 1 000 万美元。当然,同发达国家相比,总体上我国地理信息系统技术的应用水平与产业状况差距还很大。

关于地理信息在我国应用的例子很多,例如,上海市针对城市人口集中、灾害频发以及灾情严重的现实状况,建立了基于地理信息系统的“上海市灾害综合防治系统”。其实际运作效果良好,使领导部门能及时了解到灾情,辅助领导正确决策,以及及时采取相应应急措施,有效降低了灾害可能带来的损失。上海市还建设了基于网络地理信息系统的“上海市重大工程查询系统”,该系统在使上海市民和政府了解上海市重大项目的建设进度和详细进展等方面起到了重要的作用。再如我国大兴安岭通过普查分析火灾实况,统计计算大量的气象数据,并从中筛选出气温、风速、降水、湿度等气象要素和春秋两季植被生长情况、积雪覆盖程度等 14 个指标因子,用模糊数学方法建构数学模型,建立了基于地理信息系统的多因子综合指标森林火灾预报方法,对预报火险等级的准确率可达 73% 以上。从上述两个范例可以看出应用地理信息系统的巨大价值,并且随着应用需求的驱动,应用地理信息系统技术的价值也必然随之增加。

三、地理信息系统技术在我国的应用中存在的若干问题

目前地理信息系统在我国许多领域之中的应用还处于起步阶段,虽然这已经有了好的开始,但以下方面存在着一些值得注意的问题。

1. 地理信息系统知识的普及与地理信息系统人才的培养 目前国内只有北京大学、南京大学、武汉测绘科技大学以及中国科学院系统的遥感所与地理所等少数科研单位和高等院校有着相对较好的硬、软件条件来从事地理信息系统的研究、设计与开发工作;同时,虽然已经建设了一些示范性系统,但这些系统未能及时地转化为可运行的实用系统,没有成为现实生产力,且大多数专业应用系统还处在探索和实验阶段,实际投入应用的不多,即使是投入运行的,令人满意的也不多。在人才培养方面,各科研院所和高等院校能正常开设地理信

息系统课程的不多,即使能开设该课程,但能深入全面地涉及综合或专题地理信息系统研究、设计与开发的也不多,基本是处于地理信息系统教育的探索和起步阶段;不仅培养出来的相关人才少,而且也远没有形成完善的可操作的各级学历人才培养与教育的实施体系,缺乏合格的地理信息系统专业人员是当今地理信息系统应用中最为突出的问题之一。而对于建设一些专题地理信息系统,不仅需要地理信息系统基本知识,还需要有相关专业的知识,否则建设的专题地理信息系统只是简单的管理信息系统,而难以建构相关的应用模型和体现出其强大的空间分析功能,所以加强对地理信息系统知识的普及与了解以及专业地理信息系统人才的培养是地理信息系统在我国进一步深入应用的关键。可以说,我国地理信息系统产业的成败将在很大程度上依赖于我国高校和科研院所能否培养出高素质的合格人才。

2. 海量地理数据的存贮问题 现实中的任何事物都存在于特定的一个位置,所以地理信息在数据库中的存储必然要涉及到存储对象的名称、位置等属性,从一个点到数不清的山脉水系河流等,必然使得数据量极其惊人。例如仅我国测绘部门的全国 1:25 万地形数据库的数据量就达 4.5 千兆,而覆盖全国的 TM 影像的数据量高达 135 千兆。要解决海量地理数据的存储问题,既要遵循数据共享、数据与应用程序分离等原则,又要积极应用一些新理论、新方法来解决这一问题的途径。近些年来兴起的分形理论为探索这一问题的答案指出了一条可行的道路。利用分形理论,使人们能用更贴近自然的语言来描绘自然,从理论上来说,利用分形理论可揭示出隐藏于混乱现象中的自相似性性质,从而可以通过少量信息来重现原来的海量信息,但具体如何实现尚待研究。目前国内在这一方面的探索仍处在初步阶段,即主要是初步地探讨了分形理论在信息压缩和制图综合等方面的一些可能应用,尚没有形成一套可推广使用的新方法。

3. 数据共享的问题 在基于单机平台的地理信息系统软件推出之后,由于不同部门、不同人员用它来采集数据,因此数据不仅为各个单位、部门所拥有,而且数据的数据格式以及遵循的编码原则等都存在着许多不同,再加之目前尚缺乏必要的统一协调和管理,导致了数据的难以共享和部门重复建设地理数据库的现象经常发生。目前我国作为各部门可以共同使用的基础数据严重缺乏,而现有的全国性基础地理信息产品比例过小、内容不足、商业化程度也低,不能满足许多专业领域应用的需要,由此也导致了各个领域大量重复建设,并由此消耗了巨大的人力、物力与资金。所以,无论是建设我国综合地理信息系统,还是建设专题地理信息系

统,都必须认真考虑和妥善解决数据的共享问题。当务之急一是要抓紧制定既与国际 ISO 接轨又有中国特色的地理空间元数据标准,从而为我国数据共享和网络地理信息系统的协同打下良好的基础;二是要加快应用面极广的基础地理信息系统的建设,要力争尽快完成全国 1:1 万基础数据库和城市 1:500、1:1 000 等大比例尺基础数据库的建设,这样就可以为大量应用地理信息系统提供数据支撑,并为解决数据共享问题打下基础。目前我国尚缺乏统一的组织和强有力的实施机构,开展的元数据标准还不够成熟,各部门还没有广泛地予以重视,没有成熟的元数据管理软件,所以必须切实加强这一方面的工作,采取的行动越早,付出的建设成本越小。此外,还要制定出基于国家地理信息标准的各个应用领域专业信息化标准,虽然目前城市地理信息系统建设标准等已出台,但是还有许多方面的工作要做。

4. 应用模型的开发 地理信息系统区别于一般的管理信息系统,就在于其强大的空间分析能力,而其空间分析能力又来自于地理信息系统应用模型的开发。这又涉及到对建设地理信息系统知识的了解和掌握,以及对相关专业知识的熟悉程度。目前应用模型已经有了一定的开发,例如我国大兴安岭森林火灾的预防。但总的来说,目前开发的应用模型不仅少,而且基本上是处于实验、研究阶段,投入实际应用的较少。通过应用模型的开发,可将一般信息系统提升到知识库的层次,进而提出可施行的工程方案和战略决策,从而更好地为我国现代化建设服务。

5. “3S”的集成问题 “3S”集成即是地理信息系统(GIS)与遥感(Remote Sensing, RS)、全球定位系统(Global Position Systems, GPS)的结合。单纯的地理信息系统在地理信息的管理方面虽然较传统的人工管理有了很大程度的改进与提高,但是人们应用地理信息系统技术的目的决不仅在于此,还希望建设起来的系统能对对象进行动态的监测和预测预报,而这就需要 GIS 与 RS 和 GPS 很好地结合起来。基于“3S”的地理信息系统不仅可以提供基础信息,而且还可以通过 RS 与 GPS 来实现系统的实时数据更新,从而通过相关操作和分析,获得新的信息。例如,在灾害方面的应用,通过对遥感获得的最新影像信息与基础地理信息的迭加,可以得到灾区的最新灾情;通过对不同时段(每天或每小时)的多时相遥感影像数据进行迭加,则可了解到灾害发展变化的最新趋势,从而实现对灾害的动态监测;再结合相关应用模型,可以进行灾害发生的预测预报,从而为相关部门提供实时的决策参考。比较而言,在建设一些中、小型专题地理信息系统时要格外注意这一问题。

6. 综合或专题地理信息系统软件的国产化问题 目前国外一些公司在技术、人员、资金等方面有着比较优势,大部分成熟的商业化地理信息系统软件都是他们的产品,例如 MAPINFO、ARC/INFO、INTERGRAPH 等。但是中国的事最终要由中国人自己来做,特别是一些关系国计民生的大事,例如国防、灾害、交通、城建等地理信息系统的建设,还存在着一个安全性和独立性的问题,千万不可小视。1991 年海湾战争中伊拉克大量软件、操作系统的瞬间瘫痪,不能不让我们有所警醒。过分依赖进口软件,将使我们主动放弃这一庞大的市场,这不仅意味着巨大的经济损失,而且将使我们丧失建设地理信息系统的关键技术,从而在系统操作、维护与更新等方面既仰人鼻息,又大大增加建设成本。所以,开发我国地理信息系统软件,一是要注意吸取国外系统建设的长处和经验,又要立足于自身,建设属于自己的拳头产品。目前我国虽然推出了一些国产化地理信息系统软件,如 MapGIS、GeoStar、Grow 等,但它们的功能和市场占有率同国外地理信息系统软件相比悬殊较大,而我国目前正在进行的若干重大全国性地理信息系统应用项目选用的几乎都是国外软件。所以,从长远来说,我国必须逐渐转变过分依赖进口软件的不正常局面。此外,我国基础地理信息系统软件的开发单位既要努力加大资金与专业开发人员的投入以及单位间的协同合作,又要克服重开发、轻转化的弊病,积极利用已开发的国产软件进行课堂实验教学,一方面介绍自己的产品,另一方面使更多的学生了解国产系统,从而为我国地理信息系统建设培养后备人才。

7. 及时跟踪地理信息系统的发展前沿,注意在开发综合或专题地理信息系统软件的过程中积极考虑开放式地理信息系统以及网络地理信息系统的问题 建设开放式地理信息系统,就是要求同行业采用相同数据格式、数据存储和数据处理的原则与方法,使用易维护、易操作的统一地理信息系统软件,从而实现各个综合或专题地理信息系统的互操作,为进一步的应用打下良好基础。建设网络地理信息系统,就是要求在建设地理信息系统的过程中,充分考虑利用网络这一现代化的传输工具,从而实现基础数据的充分共享、大众用户便利的使用和查询,以及不同等级和不同类别信息系统之间的沟通和兼容。

总之,地理信息系统技术的发展为其在我国各个领域中的应用既提供了良好的机遇,又带来了新的挑战。可以相信,通过专业人员和相关部门、单位的大力协作与努力,地理信息系统技术一定能够在我国更加广泛地应用,为我国现代化建设作出巨大贡献!

(下转第 51 页)

务价值评估,并用生物措施替代工程机械和化学措施,以建立人与自然的新关系。在“回归自然”的号召下所发展的有机农业,虽然可以遏制对生态环境和生物多样性的破坏,但毕竟是很有限的。更为积极的是,应树立“天人合一”的思想,运用生物技术新成就,致力于挽救生态系统,依靠自然力来恢复资源和服务功能,在更高水平上解决21世纪人类所面临的种种环境问题。比如,如何保护和充分利用太阳能(太阳照射到地球上的能量是现在人类耗能总量的2000多倍);如何保护和充分利用植物有机物(地球上每年由植物通过光合作用所制造的有机物达1600亿吨,而现在人类直接食用的仅约占其中的1%);如何保护和充分利用空气中极为丰富的水分(空气中每年约有14000km³水,比地球上所有江河水量还多11倍),等等。在解决食物、能源、淡水等诸多需求矛盾中,有可能建立人与自然的互利协调模式,在良性循环中实现可持续发展。

以上所讨论的新生物技术及其产业,成为新经济形态需要有一个逐步积累的过程;其孕育和成长初期是不易被人觉察的。我们应有超前意识并取得共识,以便对可能产生的社会影响早有准备和对策。人类仍将主宰这场新的科技和经济革命。由基因工程等引发的个人、家庭、社会的一系列道德、伦理、法律等问题,诸如隐私、保险、就业、婚配、歧视、贫富悬殊以及可能产生的特殊人群等,终将按照新的人类精神通过立法予以公平地解决。

四、需要探讨的问题

1. 经济形态的阶段划分 世界上已取得了共识,在经济形态的划分上,继农业经济、工业经济之后,正在发展的是知识经济。知识经济是以信息科学技术为主,它的本质是知识和技术已成为发展经济的主导要素。现在生物技术及其产业又单独形成一种经济形态——生物经济。它与信息技术及其产业同属知识经济,还是应分别列为两个不同阶段?笔者认为应将信息经济与生物经济分别划分为前知识经济和后知识经济两个发展阶段,共同构成21世纪世界经济综合发展的主体内容。

2. 21世纪的综合发展 世界经济的发展在不同阶段有其主导要素是必然的,但各种经济成分仍然是密切相关、互为条件的。世界经济经过长期更替进展之后,正在突破传统观念和常规法则。对各

种经济领域和组成比重,既要看到各自的数量,又应重视其质量。特别是在提高人类生存生活质量方面的贡献,将成为评估的重点。应以人类生存和发展为目标,以科学知识和技术为动力,实现农业、工业、信息、生物4大产业的综合发展,而后两大产业将在21世纪世界经济中占主导地位。

3. 继续发展的初步估测 在21世纪,世界经济的发展是难以预料的,但可以预见的是广泛地深入地向着天、地、海3路进军。人类再经过半个世纪以上的努力,将在宇宙、星际的研究上取得长足进展。人类将走出地球,去太空旅游或居住,开发宇宙资源的采掘和制造业都将变为现实。地核占有全部地球质量的32%,地下储存的大量热能、元素届时将得到研究开发,在发展经济中发挥举足轻重的作用。海洋在提供生态服务和资源物质上的巨大潜力已逐步被认识。从海水中的氦元素可以获取巨大而清洁的能源,有助于人类告别“碳素燃料文明”。海洋蕴藏的矿产将是新世纪“淘金热点”。海洋是地球生物进化的诞生地,珍藏着进化史中有价值的痕迹和生物,在新世纪揭露其奥秘而加以开发,其潜力难以估量。可以设想,在向天、地、海3路进军中,将涌现出大批新产业,并逐步筛选出主宰世界经济的生长点,使人类社会进入更高的发展阶段。

参考文献

- [1] 王勇编译. 2020年,“生物”取代“信息”. 世界科学, 2000(7): 8~9
 - [2] 江世亮整理. 生物经济呼之欲出. 世界科学, 2000(7): 6~7
 - [3] 朱德浩, 汪若海. 转基因植物研究新进展. 世界农业, 2000(8): 23~25
 - [4] 陈润生. 当前生物信息学的重要研究任务. 生物工程进展, 1999, 19(4): 11~14
 - [5] 陈启锋. 迎接新的绿色革命——兼论育种和种子工程. 科技导报, 1998(10)
 - [6] 赵寿元. 基因组研究与生命科学工业的崛起. 世界科学, 1999(5): 11~14
 - [7] 徐培华, 吴辉, 于保平. 21世纪世界经济的新结局及其发展趋势. 世界经济, 2000(1): 7~12
 - [8] 顾鸣敏. 人类遗传病基因治疗的研究进展. 世界科学, 2000(4): 23~24
 - [9] Eric S. Lander等著, 陶家祥译. 基因发展史话(上)(下). 世界科学, 2000(6): 34~36; 2000(7): 40~42
 - [10] G. Cocoley等著, 陶然译. 医学上的一场革命. 世界科学, 2000(7): 9~10
- (删去10篇中文参考文献) (责任编辑 肖庆山)

(上接第39页)

参考文献

- [1] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论. 北京: 科学出版社, 2000
- [2] 李琦, 吴少岩. 数字地球——人类认识地球的第三次

飞跃. 北京: 北京大学出版社, 1999

- [3] 黄杏元, 汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 1989
- [4] 阚国年, 吴平生, 周晓波. 地理信息科学导论. 北京: 中国科学技术出版社, 1999 (责任编辑 肖庆山)