

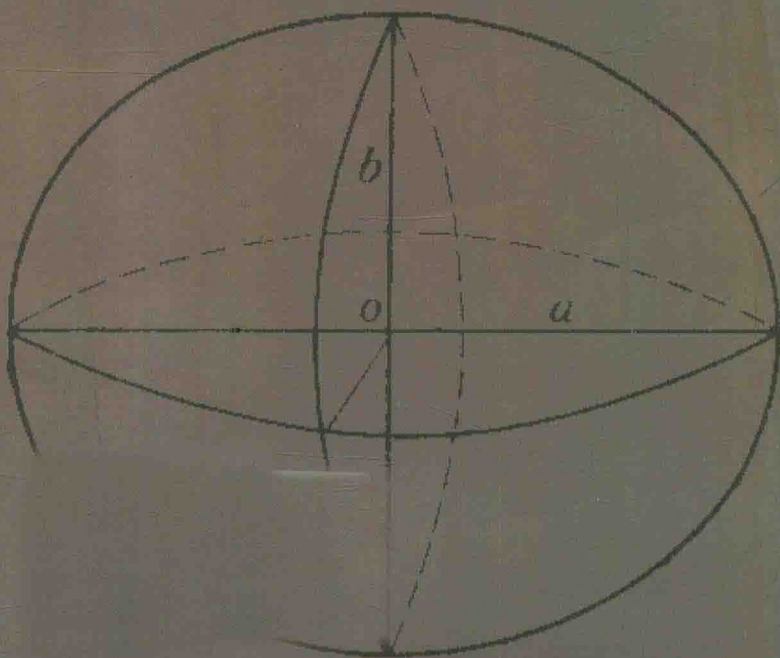


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地理信息系统原理及应用

(第二版)

高松峰 刘贵明 主编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地理信息系统原理及应用

(第二版)

高松峰 刘贵明 主 编

苗东利 张卫国 副主编

杜 军 李名勇 邢立文 参编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书第一版是“十一五”国家级规划教材,根据各高校师生近年来的使用情况和新技术新方法的发展进行了第二版修订。教材全面系统地阐述地理信息系统的基础理论,并按照学习的认知规律逐步引入,同时也注意反映地理信息系统领域的最新研究成果,将其与应用相结合。

本书共分三篇:第一篇介绍地理信息系统的基础理论,主要内容包括地理信息系统相关的基本概念、地理信息系统的组成、空间数据结构、空间分析模型,以及应用型地理信息系统的设计、开发、评价等;第二篇介绍地理信息系统的应用,主要内容包括应用模型的构建以及GIS与GPS、RS的集成开发,并通过实例详细介绍地理信息系统的应用与开发、地图矢量化、GIS数据模型与数据库、GIS空间分析与数字高程模型的建立、GIS的设计与实现等;第三篇介绍地理信息系统实验,包括数据编辑、缓冲区分析、叠加分析、网络分析等空间分析方法。

本书图文并茂,通俗易懂,操作性强,可作为普通高等院校测绘、地理、地质、规划、市政、资源、环境等相关专业的本科生以及高职高专学生的教材或参考书,同时也可供从事相关工作的技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理及应用/高松峰,刘贵明主编. —2版. —北京:科学出版社,2017

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-03-052217-7

I. ①地… II. ①高…②刘… III. ①地理信息系统—高等学校—教材 IV. ①P208.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第054880号

责任编辑:万瑞达 / 责任校对:王万红

责任印制:吕春珉 / 封面设计:曹来

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市良远印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年5月第1版 开本:787×1092 1/16

2017年3月第2版 印张:21 3/4

2017年3月第七次印刷 字数:512 000

定价:47.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈良远印务〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135120-2001

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

第二版前言

地理信息系统 (Geographical Information System) 是集地学、测绘学、计算机科学、资源与环境科学等为一体的新兴边缘学科。新概念层出不穷, 新技术、新方法日新月异, 不仅吸引了广大地学工作者的研究和关注, 而且还受到资源、环境和经济工作者的青睐。GIS 已成为当今社会热点应用技术之一。

编写组在第一版的基础上, 对第一版中第一章、第三章、第四章、第七章、第十章等章节的内容进行了调整, 同时删除了原有第十一章、第十二章、第十三章、第十四章等关于软件介绍的部分, 新增了第三篇 ArcGIS 的实验部分, 详细介绍了十个常见的实验, 通俗、易懂、直观、可操作性强。

本书第 1 章、第 2 章、第 3 章由河南城建学院苗东利老师编写, 第 4 章、第 5 章、第 6 章由华北水利水电大学李名勇老师编写, 第 7 章、第 8 章由河南城建学院刘贵明老师编写, 第 9 章、第 10 章由河南省科学院地理研究所杜军老师编写, 第三编实验部分由河南城建学院张卫国老师编写, 学生邢立文做了大量校对工作, 全书由河南城建学院高松峰老师统稿。

特别感谢科学出版社为本书的出版所做的工作。

由于时间仓促和水平所限, 书中不妥及不完善之处在所难免, 敬请读者批评指正。

高松峰

2016 年 12 月

第一版前言

地理信息系统 (Geographical Information System) 是集计算机科学、地理科学、测绘学、遥感学、环境科学、空间科学、信息科学、管理科学等为一体的新兴边缘学科。它的概念层出不穷, 技术日新月异。它的理论、方法和技术不仅吸引了广大地学、信息工作者的研究和关注, 而且受到了更广泛的经济、文化、社会工作者及学生的青睐。特别是随着计算机网络技术的应用与发展, 网络 GIS 已构成了当今社会的热点。GIS 在快速发展成为地理信息科学新的高峰的同时, 也快速地走向社会, 融入社会。本书是作者在参阅了大量的国内外有关地理信息系统的教材、专著、学术论文以及相关网络资源的基础上, 结合地理信息系统教学和应用研究的实践编写而成的。本书采用基础理论与实际应用相结合的方式编写, 前半部分简明阐述地理信息系统的基础知识、基本原理和基本方法, 不仅精练地介绍了地理信息系统的基本内容, 而且把与本学科有关的最新概念、最新成果和动态, 如 3S 集成技术, 作了全面、系统的介绍; 后半部分则着重培养学生的实际应用能力, 通过一些实习和实验及在相关专业的应用实例, 详细介绍地理信息系统在测绘专业、土地管理及相关专业上的应用, 从而提高学生应用地理信息系统原理、方法解决实际问题的能力。

全书共分两篇十四章, 其中第一、三、四章由郑州师范高等专科学校曹奇刚编写, 第二、六章由南阳师范学院蒋国富编写, 第五、九、十四章由平顶山工学院刘贵明编写, 第七、十一、十二章由平顶山工学院毛政利编写, 第八、十、十三章由平顶山工学院李军杰编写。

由于作者水平所限, 书中不成熟、不完善之处在所难免, 敬请读者批评指正。

目 录

第一篇 地理信息系统原理

第 1 章 绪论	3
1.1 地理信息系统的定义	3
1.2 地理信息系统的起因与发展	5
1.3 地理信息系统的基本内容与构成	10
1.4 地理信息系统的基本特征	12
1.5 地理信息系统的功能	13
1.6 地理信息系统与相关学科的关系	15
思考题	17
第 2 章 地理空间和地图投影	18
2.1 地球椭球体要素	18
2.2 坐标系	20
2.3 地理空间及其表达	23
2.4 地图投影的基本问题	25
2.5 高斯-克吕格投影	29
2.6 地形图的分幅和编号	30
思考题	33
第 3 章 空间数据的获取	34
3.1 概述	34
3.2 空间数据及其基本特征	35
3.3 空间数据获取方式	36
3.4 空间数据转换	38
3.5 空间数据模型	40
3.6 空间数据质量控制	43
思考题	47
第 4 章 空间数据表达	48
4.1 空间对象及其关系	48
4.2 空间数据的计算机表示	50
4.3 空间数据结构的类型	51
4.4 空间数据结构的建立	52
4.5 空间对象的矢量表达	52

4.6 空间对象的栅格表达	55
思考题	57
第5章 空间数据处理	58
5.1 空间数据的坐标变换	58
5.2 空间数据结构转换	61
5.3 矢量数据的图形编辑	65
5.4 拓扑关系的建立	69
5.5 图形的裁剪与拼接	71
5.6 空间数据压缩	72
5.7 空间数据插值	77
5.8 数字图像处理	89
思考题	97
第6章 空间数据库	98
6.1 数据库系统概述	98
6.2 数据库系统结构	102
6.3 空间数据管理	106
6.4 空间数据库的设计	109
6.5 空间数据库的建立和维护	112
6.6 空间数据的更新	114
思考题	121
第7章 空间数据分析	122
7.1 空间索引	122
7.2 空间信息查询	125
7.3 空间量算	127
7.4 空间数据统计分析	130
7.5 缓冲区分析	137
7.6 叠加分析	140
7.7 数字高程模型分析	144
7.8 网络分析	147
7.9 空间分析模型与空间决策支持	153
7.10 GIS 空间分析与空间动态建模	165
思考题	169
第8章 地理信息系统的开发与评价	170
8.1 软件工程简介	170
8.2 地理信息系统的开发过程	175
8.3 地理信息系统的评价	185
思考题	189



第二篇 地理信息系统应用

第 9 章 地理信息系统的应用	193
9.1 GIS 应用概述	193
9.2 GIS 应用实例	197
第 10 章 3S 集成技术	227
10.1 绪论	227
10.2 遥感简介及应用	228
10.3 GIS 与 RS 的集成	232
10.4 GPS 简介及应用	234
10.5 GIS 与 GPS 的集成	236
10.6 “3S” 集成的意义	237
思考题	238

第三篇 地理信息系统实验

实验 1 ArcGIS Desktop 入门操作	241
实验 2 空间信息数字化采集	250
实验 3 空间数据的编辑	270
实验 4 全国河流专题图制作	283
实验 5 要素查询与统计分析	290
实验 6 缓冲区分析	297
实验 7 叠置分析	307
实验 8 最短路径分析	313
实验 9 三维数字模型分析	316
实验 10 水文分析	326
参考文献	334

第一篇

地理信息系统原理

第 1 章

绪 论

1.1 地理信息系统的定义

1.1.1 数据与信息

在地理信息系统和地图学领域中,经常会遇到数据(data)与信息(information)两个关系密切的术语。数据是客观对象的表示形式,信息是数据内涵的意义。换句话说,信息是由数据表达的,数据是信息的载体,数据中所包含的意义或内容就是信息。数据具有多种多样的形式,如数字、文字、符号、图形、图像等,它可以由一种形式转换为其他形式。信息具有客观性、传输性和共享性等特点,它不随载负它的数据形式的改变而改变。对数据进行收集、筛选、排序、计算、分析等处理,可以得到数据中包含的信息,也就是说,信息来自于数据。例如,从测量数据中可以抽取出目标和物体的形状、大小和位置等信息,从遥感卫星图像数据中可以抽取出各种图形和专题信息,从实地调查数据中则可抽取出各专题的属性信息。当不特别强调事物的意义或信息载体的形式时,数据与信息可以混用。

1.1.2 地理信息

人类生活在地球上,80%以上的信息与地球上的空间位置有关。地理信息是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息(又常称为空间信息),它表示地表物体及环境固有的数量、质量、分布特征、联系和规律。从地理实体到地理数据,再到地理信息的发展,反映了人类认识的巨大飞跃。地理信息属于空间信息,其位置的识别是与数据联系在一起的,它具有区域性。地理信息又具有多维结构的特征,即在同一位置上具有多个专题和属性的信息结构。例如在一个地面点位上,可取得高度、噪声、污染、交通等多种信息。而且,地理信息有明显的时序特征,即动态变化的特征,这就要求及时采集和更新它们,并根据

多时相的数据和信息来寻找随时间变化的分布规律，进而对未来作出预测或预报。

1.1.3 信息系统

能对数据和信息进行采集、存储、加工和再现，并能回答用户一系列问题的系统称为信息系统（图 1-1）。

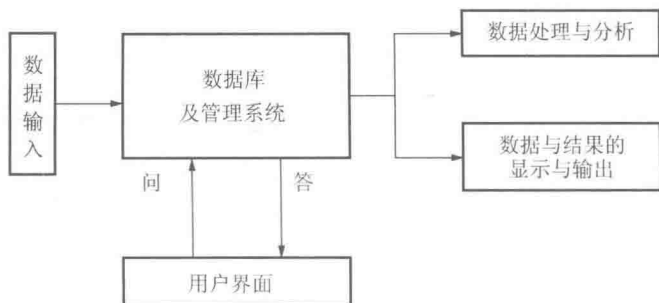


图 1-1 信息系统

信息系统的四大功能为数据采集、管理、分析和表达。更简单地说，信息系统是基于数据库的问答系统（图 1-2）。

从计算机科学角度看，信息系统是由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成的问答系统，智能化的系统还包括知识（图 1-3）。硬件包括各类计算机处理机及其终端设备，软件是支持数据与信息的采集、存储、加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统，数据则包括定量和定性数据，用户是信息系统所服务的对象，是信息系统的主人。用户分一般用户和从事系统建立、维护、管理和更新的高级用户。

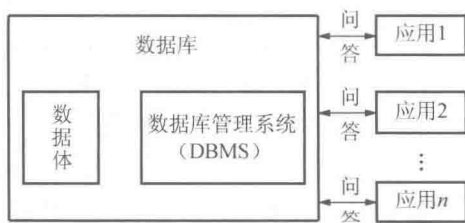


图 1-2 作为问答系统的信息系统

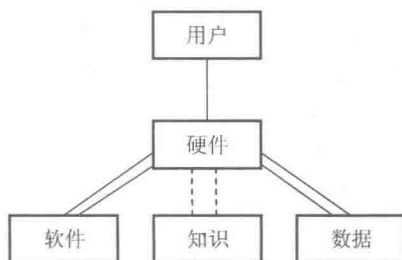


图 1-3 计算机科学意义上的信息系统

信息系统通常包括事物处理系统、管理信息系统、决策支持系统、人工智能和专家系统。

1. 事务处理系统

事务处理系统主要用以支持操作层人员的日常活动，负责处理日常事务。

2. 管理信息系统

需要包含组织中的事务处理系统，并提供内部综合形式的数据，以及外部组织的一般范围和大范围的数据。许多战术层提供的信息能按照该层管理者希望的那样以熟悉的和喜欢的形式提供。但是，为战术层管理者提供的另外一部分信息和大多数为战略层管理者提供的信息是不可能事先确定的。这些不确定性对管理信息系统的设计者来说是个很大的挑战。



3. 决策支持系统

能从管理信息系统中获得信息,帮助管理者制定好的决策。该系统是一组处理数据和进行推测的分析程序,用以支持管理者制定决策。它是基于计算机的交互式的信息系统,由分析决策模型、管理信息系统中的信息、决策者的推测三者相组合达到好的决策效果。

4. 人工智能和专家系统

人工智能和专家系统是模仿人工决策处理过程的基于计算机的信息系统。专家系统扩大了计算机的应用范围,使其从传统的资料处理领域发展到智能推理上来。管理信息系统能提供信息帮助制定决策,决策支持系统能帮助改善决策的质量,只有专家系统能应用智能推理制作决策并解释决策理由。

1.1.4 地理信息系统

地理信息系统 (Geographic Information System/Geo-Information System, GIS) 又称地学信息系统、资源与环境信息系统。它是在计算机硬件、软件系统的支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层在内)空间中的有关地理分布数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述以及辅助决策的技术系统。另一方面,地理信息系统又是指一门学科,是描述、存储、分析和输出空间信息的理论和方法的一门新兴的交叉学科。

GIS 处理、分析、管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,用于分析和处理在一定地理区域内分布的各种现象和过程,解决复杂的规划、决策和管理问题。由于地球是人们赖以生存的基础,所以 GIS 是与人类的生存发展和进步密切关联的一门信息学与技术,受到人们越来越广泛的重视。

地理信息系统按其范围大小可以分为全球的地理信息系统、区域的地理信息系统和局部的地理信息系统三种。通常 GIS 主要研究地球表层的若干个要素的空间分布,属于 2~2.5 维 GIS,布满整个三维空间建立的 GIS,才是真三维 GIS。一般也常常将数字位置模型(2 维)和数字高程模型(1 维)的结合称为 2+1 维或 3 维,加上时间坐标的 GIS 称为 4 维 GIS 或时态 GIS。

从学科角度定义, GIS 属于技术学科,它主要涉及地理学、测量学、制图学、摄影测量与遥感、计算机科学。特别是计算机制图、数据库管理、计算机辅助设计、遥感和计量地理学形成了 GIS 的理论和技術基础,计算机辅助设计偏重于图形处理与设计,数据库管理系统主要实现对图形和非图形数据的优化存储、管理和检索,遥感技术是对遥感图像进行处理和分析以提取专题信息的技术。

1.2 地理信息系统的起因与发展

地理信息系统最早萌芽于北美地区,20 世纪 60 年代初,加拿大的 Roger F. Tomlinson 和美国的 Duane F. Marble 在不同的地方、从不同角度提出了地理信息系统的构想。为便于用计算机处理、分析和管理地理数据,1960 年测量学家 Tomlinson 博士提出,要把传统的



纸质线划地图转变成数字形式的地图。1963 年, Tomlinson 又首先提出了“地理信息系统”这一术语, 并建立了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统 (CGIS), 用于自然资源的管理和规划。当时, 极少有人能看到计算机在“地理信息系统”这个新的领域中的应用前景。之后, 在信息技术快速发展和人们频繁处理大规模动态地理信息的愿望的推动下, Roger F. Tomlinson 博士的思想经过短短 40 余年的发展, 已成为一个新兴的产业和学科——地理信息产业和地理信息学, 从而为土地利用、资源评价与管理、环境监测、交通运输、经济建设、城市规划、行政管理、工程设计和规划、管理决策等行业和部门提供了分析问题的全新方法和崭新的知识视野, 它的深刻影响正在进一步深入到我们的日常生活。

下面简单回顾一下地理信息系统在国际国内的发展历程。

1.2.1 地理信息系统在国际的发展状况

20 世纪 50 年代末和 60 年代初, 计算机技术开始用于地图量算、分析和制作, 机助制图迅速发展起来。60 年代中期, 由于自然资源 and 环境的规划管理及应用的需要, 需要对大量的空间环境数据进行存储、分析和显示, 因此出现了地理信息系统的早期雏形。1963 年, 建立了世界上第一个实用的地理信息系统——加拿大地理信息系统 (CGIS)。此时, 地理信息系统的特征是和计算机技术的发展水平联系在一起的, 表现在计算机存储能力小, 磁带存取速度慢、机助制图能力较强、地学分析功能比较简单。与此同时, 地理信息系统发展的另一显著标志是许多有关的组织和机构纷纷建立, 如 1966 年美国成立城市和区域信息系统协会 (URISA), 1969 年又建立州信息系统全国协会 (NASIS), 国际地理联合会 (IGU) 于 1968 年设立了地理数据收集和处理委员会 (CGDSP)。这些组织和机构的建立, 对传播地理信息系统的知识和发展地理信息系统的技术起了重要的指导作用。这一阶段为地理信息系统的开拓期。

进入 70 年代以后, 计算机硬件和软件技术飞速发展, 尤其是大容量存取设备——硬盘的使用, 为空间数据的录入、存储、检索和输出提供了强有力的手段。用户屏幕和图形、图像卡的发展增强了人机对话和高质量图形显示功能, 促使地理信息系统朝着使用方向迅速发展。一些发达国家先后建立了许多不同专题、不同规模、不同类型的各具特色的地理信息系统。如从 1970~1976 年, 美国地质调查局就建成 50 多个信息系统, 分别作为处理地理、地质和水资源等领域空间信息的工具。其他如加拿大、联邦德国、瑞典和日本等国也先后发展了自己的地理信息系统。同时, 一些商业公司开始活跃起来, 软件在市场上受到欢迎。此外, 探讨以遥感数据为基础的地理信息系统逐渐受到重视。如将遥感纳入地理信息系统的可能性、接口问题以及遥感支持的信息系统的结构和构成等问题; 美国喷气推动实验室 (JPL) 在 1976 年研制成功兼具影像数据处理和地理信息系统功能的影像信息系统 (Image Based Information System, IBIS), 可以处理 Landsat 影像多光谱数据。在此期间, 国际地理联合会先后于 1972 年和 1979 年召开关于地理信息系统的学术讨论会; 1978 年, 国家测量协会 (FIG) 规定第三委员会的主要任务是研究地理信息系统, 同年, 在联邦德国达姆斯塔特工业大学召开了第一次地理信息系统讨论会等。期间, 许多大学 (如美国纽约州立大学布法罗校区等) 开始注意培养地理信息系统方面的人才, 创建了地理信息系统实验室。一些商业性的咨询服务公司开始从事地理信息系统工作。总之, 地理信息系统在继



承 60 年代技术的基础上,充分利用了新的计算机技术,但系统的数据分析能力仍然很弱,在地理信息系统技术方面未有新的突破,系统的应用与开发多限于某个机构,专家个人的影响削弱,而政府影响增强。这一时期为地理信息系统的巩固发展期。

80 年代,随着计算机软、硬件技术的发展和普及,地理信息系统也逐渐走向成熟。计算机价格的大幅度下降、功能较强的微型计算机系统的普及和图形输入、输出及存储设备的快速发展,大大推动了地理信息系统软件的发展,大量的微机地理信息系统软件系统被研制出来。地理信息系统软件技术在以下几个方面有了很大的突破。在栅格扫描输入的数据处理方面,尽管扫描数据的处理要花费很长的机时(与扫描时间相比为 10:1),但是仍可大大提高数据输入的效率;在数据存储和运算方面,随着硬件技术的发展,地理信息系统软件处理的数据量和复杂程度大大提高,许多软件技术固化到专用的处理器中,而且遥感影像的自动校正、实体识别、影像增强和专家系统分析软件也明显增加;在数据输出方面,与硬件技术相配合,地理信息系统软件可支持多种形式的地图输出;在地理信息管理方面,除了数据库管理系统技术已发展到支持大型地图数据库的水平外,专门研制的适合地理信息系统空间关系表达和分析的空间数据库管理系统也有了很大的发展。这一时期为地理信息系统技术的大发展时期。这一时期的地理信息系统的发展有如下特点:

1) 在 70 年代技术开发的基础上,地理信息系统技术全面推向应用。

2) 开展工作的国家和地区更为广泛,国际合作日益加强,地理信息系统由发达国家推向发展中国家,如中国。

3) 地理信息系统技术进入多种学科领域,从比较简单的、单一功能的、分散的系统发展到多功能的、共享的综合性信息系统,并向智能化发展,新型的地理信息系统将运用专家系统知识进行分析、预报和决策。

4) 微机地理信息系统蓬勃发展,并得到广泛应用。在地理信息系统理论指导下研制的地理信息系统工具具有更高的效率和更强的独立性和通用性,更少依赖于应用领域和计算机硬件环境,为地理信息系统的建立和应用开辟了新的途径。

20 世纪 90 年代是地理信息系统的应用普及时代。由于计算机的软硬件均得到飞速的发展,因此,地理信息系统已成为许多机构必备的工作系统,尤其是政府决策部门,在一定程度上受地理信息系统的影响而改变了现有机构的运行方式、设置与工作计划等。另外,社会对地理信息系统的认识普遍提高,需求大幅度增加,从而导致地理信息系统应用的扩大与深化。国家级乃至全球性的地理信息系统已成为公众关注的问题,如地理信息系统已列入美国政府制定的“信息高速公路”计划,美国前副总统戈尔提出的“数字地球”战略也包括地理信息系统。

进入 21 世纪以来,随着地理信息产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及,地理信息系统将深入各行各业乃至家家户户,成为人们生产、生活,学习和工作中不可缺少的工具。国家级乃至全球性的地理信息系统已成为公众关注的问题。

1.2.2 地理信息系统在我国的发展状况

在我国,地理信息系统的研究、开发与应用始于 20 世纪 70 年代末,虽然历史较短,但是发展很快。地理信息系统在中国亦称为资源与环境信息系统。中国地理信息系统的发展也可分为三个阶段。



第一阶段从 1978~1980 年,为准备阶段,主要进行舆论准备,正式提出倡议,开始建队,组织个别实验研究。以 1980 年中国科学院遥感应用研究所成立全国第一个地理信息系统研究室为标志。

第二阶段从 1981~1985 年,为起步阶段,主要是对地理信息系统进行理论探索和区域性实验研究,并在此基础上制定国家地理信息系统规范。1981 年,在四川渡口二滩进行试验,以航空遥感资料为基础,进行信息采集和数据库模型设计。从 1984 年开始,国家测绘局测绘科学研究所着手组建中国国土基础信息系统。1985 年,国家资源与环境信息系统实验室成立,这是一个新型的开放性研究实验室。

第三阶段从 1986 年至今,为初步发展阶段。地理信息系统的研究被列入我国“七五”攻关课题,且作为一个全国性的研究领域,已逐步和国民经济建设相结合,并取得了重要进展和实际应用效益。这个阶段,全国形成了一个比较系统的研究计划:首先,以研究资源与环境信息系统的国家规范和标准,省、市、县级的规范和区域性的规范为主体,解决信息共享和系统兼容的问题;其次,开展全国性的自然资源与环境、国土和水土保持信息系统的建立和应用模式研究,开展结合水土保持、洪水预警和救灾对策、防护林生态和城市环境等方面区域信息系统的研究;另外,研制和发展软件系统和专家系统,从技术上支撑上述研究领域的开拓与发展。在这个阶段,全国建成了一批数据库,如林业部研制的全国森林资源数据库;开发了一系列空间信息处理和制图软件,如南京大学的微机制图系统及地图绘制软件包、中国科学院地理研究所的地理网络法软件系统;建立了一些具有分析和应用深度的地理模型和基础性的专家系统,如北京大学的地理专家系统、中国科学院综考会的资源开发模型工具库系统、武汉大学的基于 GIS 的专题地图设计专家系统、华东师范大学的地理应用程序软件包等;完成了一批综合性、区域性和专题性的信息系统,如中国科学院的中国国土基础信息系统、黄土高原水土流失信息系统、黄河下游洪水险情预警信息系统等;开始出版有关地理信息系统理论、技术和应用等方面的著作,并积极开展国际合作,参与全球性地理信息系统的讨论和实验。现在全国约有 100 多所高校开设了地理信息系统专业,在全国范围内建立了地理信息系统的科研队伍,逐步建立了不同层次、不同规模的研究中心和实验室。

1.2.3 当代 GIS 的发展趋势

当今地理信息系统的应用已不仅限于测绘、地矿、制图、资源与环境管理等传统领域,其在设施管理、交通管理、工程建设、城市规划、灾害防治、灾害评估、文物考古等领域中也越来越扮演着重要的角色。此外,地理信息系统还进入了军事战略分析、商业策划和文化教育等更为广泛的领域,甚至还和其他科学技术结合,进入了普通人的生活,其目前的发展趋势,主要集中在以下几点。

1. 面向大型的应用和面向公众的应用均加速发展

在大型工程方面,如美国内务部土地管理局的自动土地与矿产资源系统(ALMRS)和森林局 615 工程,仅硬件和软件的耗资就高达 12 亿多美元,美国海军的海图计划,建库的费用也在数亿美元。另一方面,一些面向公众的应用,如城市交通咨询、旅游景点咨询等也通过计算机网络将各种空间信息传送到千家万户。如美国已有城市试验通过电视有线网



向公众发布城市交通、市政设施等空间信息。香港地政署与香港旅游协会(TA)也正着手建立香港旅游信息系统,该系统的基础数据直接来源于地政处的大型数据库,旅游信息则由旅游部门提供,计划首先在尖沙咀等旅游热点安装触摸屏,游客可以通过触摸屏直接了解香港的地理和旅游信息。

2. GIS 应用的微机化

随计算机硬件技术的飞速发展,使原来主要运行于图形工作站上的地理信息系统大都转而面向个人电脑和微计算机系统。这一变化的实践意义远远超过了它在技术上的进步,由于微机、个人电脑的数量之多、分布之广远非任何计算机系统之可比,这实际上也就使得 GIS 这一新颖的技术可以迅速地普及到千家万户和社会的各个领域,成为“寻常百姓”可以共享的技术,这无疑极大地拓宽了 GIS 的市场,也同时刺激了 GIS 技术的快速发展。

3. GIS 的网络化和 Web GIS

一方面,随计算机网络技术的发展及普及,基于网络的分布式地理信息系统已成为大、中型地理信息工程的必然选择。特别是基于政府的或基于大、中行业的信息系统,要求能实时、快速地连接各行政组织和基层单位快速变化着的各种信息,以便及时调整方案或做出决策,就必须建立全组织的基于网络的地理信息系统。而有的地理信息系统,如城市交通管理信息系统、铁路运输调度系统等,其环境就必须是基于网络的。

另一方面,Internet 的快速普及也极大地改变了人们的工作和生活,基于 Internet Browser/Server 的应用形式已成为一种工业标准,被广泛地应用于信息的发布、检验等诸多领域,成为世界上最大的信息网。因而在 Internet 上发布和传输地理信息,使人们也能像在地理信息系统中一样用浏览器浏览和查询地理信息,甚至进行简单的地理分析,也成为众所向往的一种趋势。

4. GIS 与遥感及 GPS 的结合

遥感实时、快速和大范围获得地面变化着的各种地理信息的能力使得遥感和 GIS 相结合的系统在许多关乎国民经济、人民生命财产安全和国家中、长期战略规划的应用中表现出了无可比拟的优越性。如在农作物估产、水土资源利用规划、交通能源规划、环境监测、森林火灾预警、干旱洪涝灾害防治等领域,地理信息系统和遥感数据采集系统相互配合、互为补充,就能及时、准确地将遥感实时观测数据与 GIS 中的基础地理数据、DEM、地名数据、社会经济统计数据相综合,并通过 GIS 各种预设的空间分析模型的计算分析,获得各种需要的分析结果和决策信息。

GPS(Global Position System, 全球定位系统)也是一种快速、高精度的获得地面定位信息的新技术,GIS 和 GPS 相结合的系统在城市交通管理、智能化交通指导系统中显示了强大的功能,如通过车载 GPS 系统,出租车公司就可以对全公司的车辆进行动态管理,并可以在车内进行路线选择;GPS 用于野外调查,可以大大提高野外调查的工作效率,GIS 与 GPS 的结合,也是 GIS 当前应用领域发展的重要方向之一。

5. GIS 的智能化

GIS 的智能化,也就是 GIS 与专家系统的结合。随着当前地理信息系统应用的广泛和