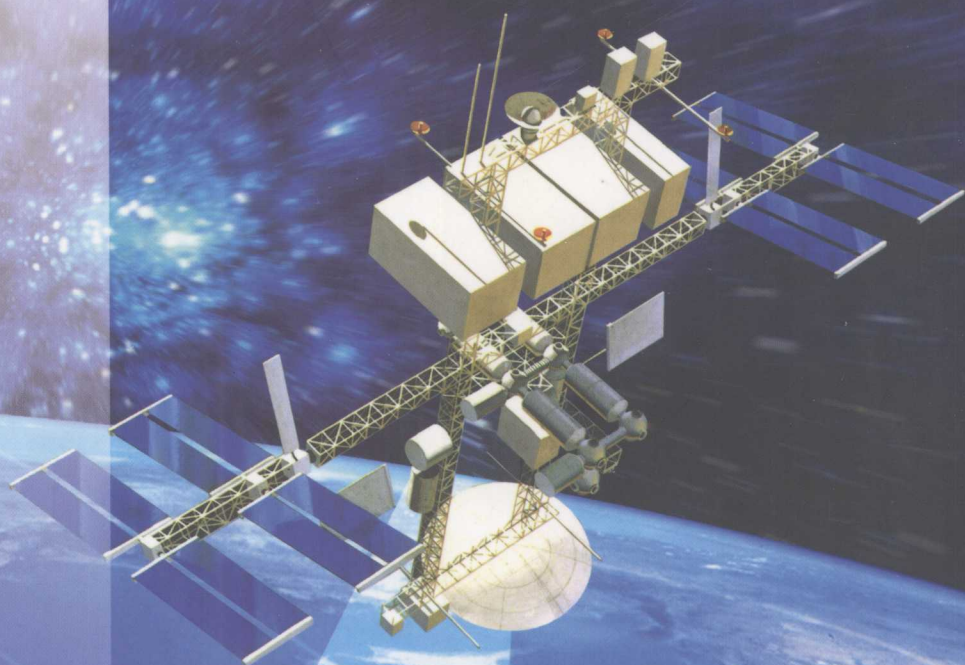


赵鹏祥 李卫忠 主编

GIS与GPS 导论



西北农林科技大学出版社

GIS 与 GPS 导论

主 编:赵鹏祥 李卫忠
副主编:张秋良 王得祥
李强峰 韩东风
郝红科

西北农林科技大学出版社

内 容 提 要

本书根据地理信息系统和全球定位系统基础教学的要求,结合本课程在高等农林院校的教学特点编写。全书分九章,主要内容包括地理信息系统的基本概念、地理空间数据结构、地理空间数据库、空间分析原理与方法、GIS 在林业及相关领域中的应用、GPS 定位原理及方法、GPS 测量实施、GPS 在农林中的应用及 GIS 集成系统。

该书充分考虑农林院校的特点,简化 GIS 与 GPS 的基础理论部分,着力于应用和实践部分,并配有实习/实验指导,是学习掌握 GIS 和 GPS 知识的一本入门教材,适宜作高等农林院校及地学相关专业的本、专科的基础教材和自学考试教材,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

GIS 与 GPS 导论/赵鹏祥,李卫忠主编. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2004.8

ISBN 7-81092-106-1

I. G… II. ①赵…②李… III. ①地理信息系统—高等学校—教材②全球定位系统(GPS)—高等学校—教材 IV. ①P208②P228.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 082480 号

GIS 与 GPS 导论

赵鹏祥 李卫忠 主编

出版发行	西北农林科技大学出版社		
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编	712100
电 话	总编室 029—87093105	发行部	029—87093302
电子邮箱	press0809@163.com		
印 刷	西北农林科技大学印刷厂印刷		
版 次	2004 年 8 月第 1 版		
印 次	2004 年 8 月第 1 次		
开 本	787mm×1092mm 1/16		
印 张	13.25		
字 数	297 千字		

ISBN 7-81092-106-1/P·2

定价:19.80 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系

前 言

地理信息系统(Geographical Information System, GIS)从 20 世纪 60 年代诞生以来,经过 40 多年的发展,至今已经成为一门集计算机科学技术、信息学、地学、管理学等多学科的新兴边缘学科。全球定位系统(Global Positioning System, GPS)是 20 世纪 70 年代由美国国防部研制的新一代卫星导航定位系统,它可提供高精度的导航、定位和授时服务。二者与遥感(Remote Sensing, RS)结合在一起,称谓为常说的“3S”技术。“3S”技术再与 CAD、多媒体、因特网、办公自动化、虚拟现实等多种技术相结合,即构成了综合的信息技术。这些高新技术已经成为信息产业中不可缺少的重要组成部分,越来越受到相关科研和生产部门的重视,广泛用于科研生产实践的各个领域,如资源环境管理、精准农业、精准林业、生态环境监测评价、城市规划设计等等。

从“3S”教学角度看,目前地理信息系统、全球定位系统或遥感方面的教材很多,并且内容很丰富,但是,这些教材以综合性大学地理专业编著的偏多,不适合农林院校的教学计划和教学大纲。在农林院校,这方面课程开设特点是计划学时少,内容要求简单,而且主要以基本知识和应用为重点。此外,大多数高等农林院校的教学计划中遥感课程是单独开设的,而且已经形成了林业遥感或农业遥感的特色。

根据以上特点,结合作者近几年的教学实践,编写完成了本教材。主要有以下特点:

1. 基础性。书中没有把地理信息系统和全球定位系统的基础理论作为主要部分进行深入的、大量的阐述,只是把最基本的、常见的原理和方法进行了阐述。

2. 先进性。为了体现地理信息系统和全球定位系统发展的前沿,突出教材内容的新颖性,专门留出一章(第九章)进行阐述。

3. 应用性。为了使能够把地理信息系统和全球定位系统与所从事的专业有机地结合起来,书中比较详细地阐述了应用的方法,并列举了大量的应用实例。

4. 操作性。作为一本入门教材,实践环节是不能够缺少的,作者专门编写了本教材的实习/实验指南,供学生上课时练习使用。

本书第一、二章由西北农林科技大学林学院赵鹏祥执笔,第三章由西北农林科技大学林学院李卫忠、郝红科执笔,第四章由青海大学林学系李强峰执笔,第五章由内蒙古农业大学林学院张秋良、李卫忠执笔,第六章由杨凌职业技术学院林学系韩东风执笔,第七、八章由西北农林科技大学林学院赵鹏祥、王得祥执笔,第九章由赵鹏祥、李卫忠执笔。作者之间相互审阅,最后由主编通阅定稿。本书的编写过程中参考了若干专家的著作,主要参考文献在文后列出,并谨致谢意。

由于编写时间紧,编者水平有限,难免出现错误和不足,敬请读者提出宝贵意见。

编者

2004 年 8 月

目 录

第 1 章 地理信息系统的基本概念	1
1.1 信息、数据、地理数据与地理信息	1
1.2 地理信息系统及其类型	3
1.3 地理信息系统的构成	5
1.4 GIS 的功能	12
1.5 GIS 和其它相关学科的关系及区别	13
1.6 GIS 的发展趋势	15
第 2 章 GIS 空间数据结构	19
2.1 GIS 空间数据及其特征	19
2.2 GIS 空间数据的分类	20
2.3 空间数据的拓扑关系	21
2.4 地理空间数据的计算机表示	23
2.5 空间数据结构及其编码	23
2.6 矢量数据结构与栅格数据结构的比较	36
第 3 章 地理空间数据库	38
3.1 地理空间数据库概述	38
3.2 空间数据库特点	39
3.3 空间数据库的设计	39
3.4 空间数据库的实现和维护	43
3.5 数据库的数据模型	44
第 4 章 空间分析原理与方法	51
4.1 数字地面模型	51
4.2 DTM 的建立	52
4.3 DEM 的建立及地形因子提取	53
4.4 空间分析	58
第 5 章 GIS 在林业及相关领域中的应用	72
5.1 GIS 在森林资源常规管理中的应用	72
5.2 GIS 在天然林保护工程中的应用	76
5.3 GIS 在天然林保护工程中应用的实例	78
5.4 GIS 在旅游管理中的应用	86
5.5 GIS 在水土保持中的应用	91
5.6 GIS 在荒漠化防治中的应用	93
5.7 GIS 在区域综合治理决策支持系统中的应用	95

5.8 区域综合治理决策系统应用	113
第6章 GPS定位原理及方法概述	116
6.1 GPS定位技术的兴起及其特点	116
6.2 GPS的组成概况	119
6.3 GPS卫星及其功能	120
6.4 美国政府对GPS用户的限制性政策与用户的措施	121
6.5 GPS定位基本原理及方法	125
第7章 GPS测量的实施	128
7.1 概述	128
7.2 GPS网的优化设计	128
7.3 选点与建立标志	132
7.4 GPS测量的观测工作	133
7.5 GPS接收设备的检验	137
7.6 GPS测量的作业模式	140
7.7 实时动态测量系统及其应用	142
7.8 观测成果的外业检核	145
7.9 观测数据的测后处理过程	146
7.10 手持GPS使用基本知识	149
第8章 GPS在农林中的应用	153
8.1 GPS在大地测量中的应用	153
8.2 GPS在农业中的应用	154
8.3 GPS在林业中的应用	155
第9章 GIS集成系统	158
9.1 GIS集成系统简介	158
9.2 组件GIS及GIS的组件化	163
9.3 “3S”集成系统	169
9.4 数字地球	176
附录 课堂实习/实验	182
课堂实习/实验指南	182
实验一 GIS的硬软件组成与数字化操作	184
实验二 图形编辑	188
实验三 GIS的属性数据库的建立	196
实验四 数字高程模型(DEM)建立及应用	198
实验五 图形输出	199
实验六 GPS使用	201
参考文献	205

第1章 地理信息系统的基本概念

1.1 信息、数据、地理数据与地理信息

1.1.1 信息

信息是近代科学的一个专门术语,已被广泛地应用于社会各个领域。狭义信息论将信息定义为“两次不定性之差”,即指人们获得信息前后对事物认识的差别;广义信息论认为,信息是指主体(人、生物或机器)与外部客体(环境、其他人、生物或机器)之间相互联系的一种形式,是主体和客体之间的一切有用的消息或知识,是表征事物特征的一种普遍形式。本书采用的定义为:信息是向人们或机器提供关于现实世界新的事实的知识,是数据、消息中所包含的意义,它不随载体的物理设备形式的改变而改变。

信息有四个特点:

客观性:任何信息都是与客观事实紧密相关的,这是信息的正确性和精确度的保证。

实用性:信息对决策是十分重要的,信息系统将地理空间的巨大数据流收集、组织和管理起来,经过处理、转换和分析变为对生产、管理和决策具有重要意义的有用信息。

传输性:信息可以在信息发送者和接受者之间传输,既包括系统把有用信息送至终端设备(包括远程终端)和以一定的形式或格式提供给有关用户,也包括信息在系统内各个子系统之间的流转和交换,如网络传输技术。

共享性:信息与实物不同,信息可以传输给多个用户,为多个用户共享,而其本身并无损失。

1.1.2 数据

数据是指某一目标定性、定量描述的原始资料,包括数字、文字、符号、图形、图像以及它们能转换成的数据等形式。信息可以离开信息系统而独立存在,也可以离开信息系统的各个组成和阶段而独立存在;而数据的格式往往与计算机系统有关,并随载荷它的物理设备的形式而改变。

信息与数据是不可分离的。信息由与物理介质有关的数据表达,数据中所包含的意义就是信息。数据是记录下来的某种可以识别的符号,具有多种多样的形式,也可以由一种

数据形式转换为其他数据形式,但其中包含的信息的内容不会改变。数据是信息的载体,但并不就是信息。只有理解了数据的含义,对数据做出解释,才能提取数据中所包含的信息。对数据进行处理(运算、排序、编码、分类、增强等)就是为了得到数据中包含的信息。虽然日常生活中数据和信息概念分得不是很清,但它们有着不同的含义。可以把数据比作原材料,而信息是对原材料处理的结果。如同一个木匠,在一些工具的帮助下,可以把木材做成有用的家具。同样,计算机专业人员应用计算机的硬件和软件把原始数据转换成信息。

数据包含原始事实,信息是把数据处理成有意义的和有用的形式。例如,每个学生得分对教师来说是原始数据,而把这些数据进行汇总并计算每班平均得分,教师根据平均分判断班级总体情况,这些结果对教师来说就是信息。与数据相比,信息具有以下特征:数据是原始事实,信息是数据处理的结果;对一个人是信息对其他人可能是数据;信息必须是有意义或有用的;使用的信息必须是完整、精确、相关和及时的。

人的知识、经验作用到数据上,可以得到信息,而获得信息量的多少,与人的知识水平有关。

1.1.3 地理信息和地理数据

地理信息是指表征地理圈或地理环境固有要素或物质的数量、质量、分布特征、联系和规律的数字、文字、图像和图形等的总称。地理信息是有关地理实体的性质、特征和运动状态的表征和一切有用的知识,它是对地理数据的解释。在地理信息中,其位置是通过数据进行标识的,这是地理信息区别于其他类型信息的最显著的标志。

地理信息具有区域性、多维结构特性和动态变化的特性:

区域性是通过经纬网等建立的地理坐标来实现空间位置的标识;

多维结构特性即在二维空间的基础上实现多专题的第三维结构;

地理信息的时序特征十分明显,可以按时间尺度将地理信息划分为超短期的(如台风、地震)、短期的(如江河洪水、秋季低温)、中期的(如土地利用、作物估产)、长期的(如城市化、水土流失)、超长期的(如地壳变动、气候变化)等。

地理数据是各种地理特征和现象间关系的符号化表示,包括空间位置、属性特征及时态特征三部分。空间位置数据描述地物所在位置,这种位置既可以根据大地参照系定义,如大地经纬度坐标,也可以定义为地物间的相对位置关系,如空间上的距离、邻接、重叠、包含等;属性数据又称为非空间数据,是属于一定地物、描述其特征的定性或定量指标,即描述了信息的非空间组成部分,包括语义与统计数据等;时态特征是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段,时态数据对环境模拟分析非常重要,越来越受到地理信息系统学界的重视。从地理实体到地理数据、从地理数据到地理信息的发展,反映了人类认识的一个巨大飞跃。

1.2 地理信息系统及其类型

1.2.1 地理信息系统

地理信息系统简称为 GIS,关于它确切的全称,多数人认为是 Geographical Information System,也有人认为是 Geo-information System。国际上现发行的两种主要的专业杂志,就是各自采用不同的全称,前者是英国出版的季刊的全称,后者是德国出版的季刊的全称。在加拿大和澳大利亚,则称为 Land Information System。在我国,通常称为 Resources and Environmental Information System。全称虽各有出入,但简称都叫做 GIS。

本书采用的 GIS 定义为:在计算机软硬件技术支持下采集、存储、管理、查询、检索和综合分析各种地理空间数据,以多种形式输出空间信息,从而为规划、管理、决策服务的计算机系统。其具有以下特征:

(1)GIS 具有采集、管理、分析和输出多种地理信息的能力,具有空间性和动态性。

(2)由计算机系统支持进行空间地理数据管理,并由计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法,作用于空间数据,产生有用信息,完成人类难以完成的任务;

(3)计算机系统的支持是 GIS 的重要特征,因而使得 GIS 能以快速、精确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位和过程动态分析。

地理信息系统的外观,表现为计算机软硬件系统,其内涵却是由计算机程序和地理数据组织而成的地理空间信息模型。当具有一定地学知识的用户使用地理信息系统时,他所面对的数据不再是毫无意义的,而是把客观世界抽象为模型化的空间数据,用户可以按应用的目的观测这个现实世界模型的各个方面的内容,取得自然过程的分析和预测的信息,用于管理和决策,这就是地理信息系统的意义。一个逻辑缩小的、高度信息化的地理系统,从视觉、计量和逻辑上对地理系统在功能方面进行模拟,信息的流动以及信息流动的结果,完全由计算机程序的运行和数据的变换来仿真。地理学家可以在地理信息系统支持下提取地理系统各不同侧面、不同层次的空间和时间特征,也可以快速地模拟自然过程的演变或思维过程的结果,取得地理预测或“实验”的结果,选择优化方案,用于管理与决策。

1.2.2 地理信息系统类型

GIS 的应用越来越广泛,至今没有一个固定的分类形式。不同的学者对其有不同的看法,但是,综合起来可以从以下不同的角度分类。

1、以研究内容分类

综合性 GIS。按国家统一标准,存储管理全国范围内的各种自然和社会经济数据的地理信息系统,或对全球气候、人口、资源进行存储管理的全球地理信息系统。如加拿大国家

地理信息系统,中国自然环境综合信息系统等。

专题性 GIS。指以有限目标和专业特点而建立的地理信息系统,为特定的专门目的服务。例如,森林动态监测信息系统、水资源管理信息系统、矿业资源信息系统、农作物估产信息系统、草场资源管理信息系统、小流域综合治理地理信息系统等。

2、以研究对象空间分布范围分类

全球性 GIS。这种系统研究区域范围往往涉及全球范围。如全球人口资源地理信息系统。

区域性 GIS。指以某种区域(如行政区)为对象进行研究管理、规划的信息系统。如加拿大国家信息系统、中国黄河流域信息系统等。许多实际的地理信息系统是介于上述二者之间的区域性专题信息系统,如北京市水土流失信息系统、海南岛土地评价信息系统、河南省冬小麦估产信息系统等。

3、以 GIS 应用功能分类

工具型 GIS。GIS 是一个复杂庞大的空间管理信息系统。利用地理信息系统技术解决实际问题时,有大量软件开发任务。工具型 GIS 为地理信息系统的使用者提供一种技术支持,使用户能够借助这种工具方便地建立区域或专题地理信息系统,不仅可以节省软件开发的人力、物力、财力,缩短系统建立周期,提高系统技术水平,而且使地理信息系统技术易于推广,并使广大地学工作者可以将更多的精力投入高层次的应用模型开发上。

应用型 GIS。应用型 GIS 开发分两类,一类是借助工具型地理信息系统开发的,另一类是为某专业部门应用自行开发的,这种系统的针对性明确,专业性强,开发本成低,适于在专业中推广使用。

4、以数据结构类型分类

矢量数据结构 GIS。指以 X, Y 坐标对来表示空间数据的点、线和面等图形的地理信息系统。

栅格数据结构 GIS。指以二维数组来表示空间各像元特征的地理信息系统。

混合数据结构 GIS。由于矢量数据结构和栅格数据结构的特点不同,适用范围不同,相互之间不能互相替代,因此出现了矢量数据结构和栅格数据结构并存的地理信息系统。矢量栅格数据结合通常采用矢量和栅格数据相互间转换来实现。

5、以学科专业分类

按不同学科专业方向而进行 GIS 的类型划分。例如:美国地震数据分析系统、水质信息系统、森林管理信息系统、海洋信息显示分析系统、土地管理信息系统、水土保持信息管理系統等等。

1.3 地理信息系统的构成

一个完整的 GIS 主要由四个部分构成,即计算机硬件系统、计算机软件系统、地理数据(或空间数据)和系统管理操作人员。其核心部分是计算机硬件和软件系统,空间数据反映 GIS 的地理内容,而管理人员和用户则决定系统的工作方式和信息表示方式。

1.3.1 计算机硬件系统

计算机硬件系统是计算机系统中实际物理装置的总称。GIS 的硬件系统一般包括四部分,即计算机主机、数据存储设备、数据输入设备、数据输出设备,其硬件构成如图 1-1。

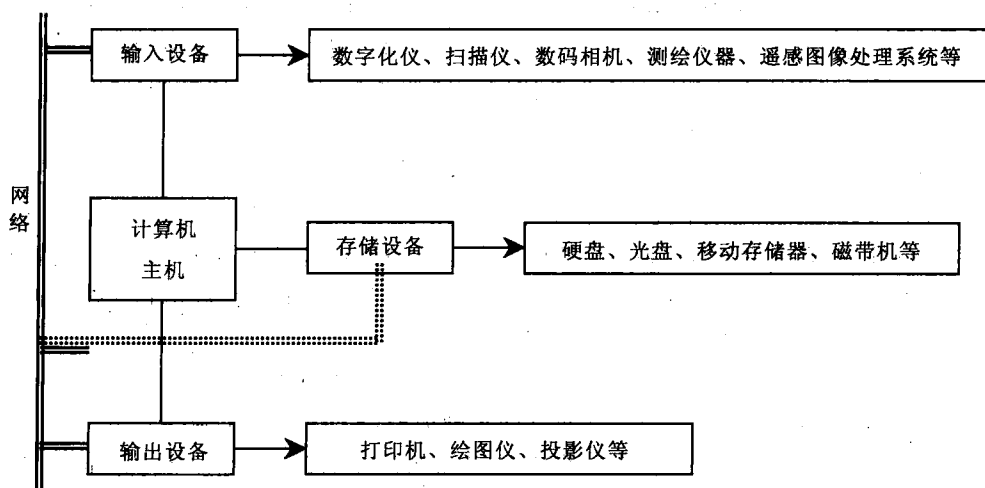


图 1-1 GIS 硬件系统构成

1、计算机主机

计算机是 GIS 的核心,是数据处理、空间信息分析的主要设备,它可以组成网络也可以单独使用。其主要部件由中央处理器和主存储器构成。目前能运行 GIS 的计算机包括大型机、中型机、小型机、工作站和微型机。微机地理信息系统在未来将会被广泛地使用。

计算机的主要性能可以用处理速度、字长和内存容量来描述。衡量计算机处理速度的指标主要有 MIPS 和时钟频率。MIPS 的意义为百万条指令每秒,这里是指执行机器指令;时钟频率则是指每秒变换内存中某一单元内容的次数,即指内存的访问效率。在微机上通常采用时钟频率作为处理速度指标,而工作站则多采用 MIPS 为指标。字长由比特

(bit)位数来定义,而内存容量则通常是以千字节(KB)或兆字节(MB)为单位。现在市场上大多数微机的字长是 32 位个人计算机,其内存容量可达到 256MB 以上。

2、存储设备

地理信息系统处理的数据为空间数据(包括图形、图像),它具有数据量大的特点,因此必须使用大容量的存储设备对数据进行备份、移动和处理。目前在微机上使用的大容量存储设备主要有硬盘、光盘等。

(1)硬盘

硬盘是计算机上必备的存储设备。它是机电磁一体化的高科技产品。硬盘的主要技术参数如下:

①存储容量 目前市场上硬盘容量已达到如 40GB、60GB、80GB、120GB 甚至 200GB 或更高。

②存取速度 反应速度的主要指标是硬盘的最大数据传达速率、硬盘主轴转速(如 5400r/s 或 7200r/s)、平均找道时间(如 7.5ms)等。

③硬盘接口 一种是 IDE 接口,它是按美国国家标准协会 AT Attachment 标准制定的,所以又称 IDE/ATA 接口,这种接口可直接与主机相接;另一种是 SCSI,它原是小型计算机系统的高速并行智能接口,它是美国国家标准学会 ANSI 所接受的一种接口,此接口的最大优点是速度快。

(2)光盘机

光盘机作为一种新的存储装置,目前已成为微型计算机不可缺少的组成部分。它的种类繁多,如只读式光盘存储器 CD-ROM、一次写入的刻录机 CD-R;可擦写的光盘存储器 MO 及 CD-RW。目前使用较多的是 CD-ROM,主要用来保存数据和交换数据。

只读型光盘 CD-ROM 的主要技术参数为:

①存储容量 目前市场大多数光盘为 650MB,还有 720MB 的。

②数据传送速率 目前市场流行的有许多种类型,如 48X、52X 等等。

③平均存取时间 光学拾取头每次重新定位到盘片上新的位置,开始读取数据的平均时间。CD-ROM 的平均存取时间为 200ms。

④缓冲容量 容量越大,传送速率越大,如 256kB,512kB。

⑤接口类型 CD-ROM 同计算机接口通常为 IDE 接口、SCSI 接口和并行接口,但目前用得较多的是 IDE 接口。

(3)移动存储器

随着 GIS 的发展,GIS 系统平台越来越多,所处理的数据格式也多种多样,在实践中,经常要碰到系统平台之间的数据交换问题。由于 GIS 处理的数据容量大,小的存储设备(如软盘)不能满足实际需要,因此,移动存储器的作用表现得更明显。目前市场移动存储器的种类很多,按容量大小分有 16M、32M、64M、128M、10G、20G 或更高。一般在 GIS 数据处理中,20G 以上容量为合适,并且选择 2.0USB 接口为宜。

3、输入设备

GIS中所用的输入设备的类型同地理数据的类型有关。通常GIS输入数据有模拟数据和数字数据。模拟数据主要来自照片、底片及地图等,输入时可将其矢量化成数字数据,或转化成栅格数据;数字数据包括数值、文字及表格等数据。目前使用的输入设备主要有以下几种。

(1)数字化仪(Digitizer)

数字化仪是GIS中主要的一种图形数据采集设备,主要用来获取矢量数据。其硬件主要有感应板、定标器及电子处理器三部分组成,见图1-2。工作的实质是把地图上的坐标点信息转换成数字化仪的平面坐标点信息,并输入给计算机。

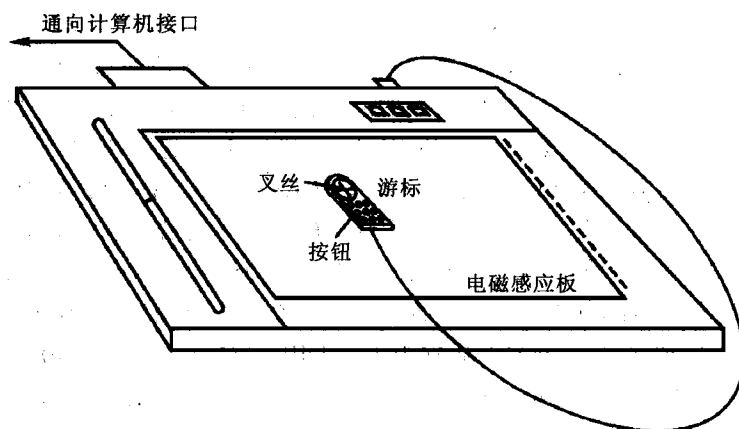


图 1-2 数字化仪

数字化仪的主要性能指标如下:

①最大有效幅面 指能够有效地进行数字化操作的最大面积。通常分A0、A1、A2、A3、A4幅面。

②最高分辨率 指数字化仪的输出坐标显示值增加1的最小可能距离。最高分辨率指标取决于电磁技术,亦就是对电磁感应信号的处理方法,一般为每毫米几十线到几百线。如100线/毫米等等。

③数字化仪的接口 数字化仪的接口大多采用标准RS232C串口接口,数据传送速率(波特率)采用可变方式,通常最低的速率为150或300;最高速率为9600或19200。其中数据位、停止位和奇偶校验位等都可以设置,以便满足不同传送速率的要求。在微型机上,数字化仪通常接在串行口COM1上,设置数据传输率为9600,8位数据位,1位停止位,无校验位。

(2)扫描仪

近几年,扫描仪是GIS中获取空间数据的主要设备。其工作原理是先将各种图形扫描转换成栅格数据,然后再通过屏幕矢量化获得空间数据。

扫描仪是光机电一体化产品,它的硬件主要有光学成象部分,机械传动部分和转换

电路部分,其核心是完成光电转换的电荷耦合器件 CCD。其主要的性能指标:

①分辨率 是指单位长度上的取样点数,通常以图像采样点/英寸来表示,记作 DPI 或 PPI。从物理上讲分辨率是图像扫描仪 CCD 器件的排列密度。例如 300DPI 表示该扫描仪每英寸 300 个 CCD 器件。

②彩色位数 对于黑白二值扫描仪,每个象素用一位来表示,低于阈值的电压为 0,反之为 1。而在灰度扫描仪中,每个像素有多个灰度层次,因此需要用多个二进制位来表示。如 4 位精度的模/数转换器可以输出 16 种灰度值从 0000(黑)到 1111(白)。对彩色扫描仪而言用彩色位数来表示图像扫描仪对色彩的分辨能力,从物理上讲,彩色位数是扫描仪 A/D 转换器的位数。

由于彩色图像显示和电视接收机一样,都基于三基色原理而得到各种彩色。因此,彩色图像需要存放红、绿、蓝(R、G、B)3 种原色,上面所说的 A/D 转换器也应选择 3 的倍数,如 3×6 位, 3×8 位, 3×10 位, 3×12 位。目前,图像扫描仪及其软件常采用 3×8 位,称 24 彩色位。显然,色彩位越大,扫描的彩色图像质量越高,所需数据量也就越大。

③扫描仪的硬、软件接口 通常采用的通信接口有 SCSI 接口、EPP 接口、USB 接口。SCSI 接口其传送速率高,但必须另装 SCSI 卡,再进行系统配置;EPP 接口是一种新型并行通讯接口,目前所有的 Pentium 计算机都支持 EPP 协议,是今后扫描仪接口的发展方向;USB 接口具有即插即用的特点,也是目前比较普遍的扫描仪接口类型。

④扫描仪类型 目前市场上扫描仪种类很多,GIS 中主要使用以下两类:平板扫描仪:主要为 A3、A4 幅面,其中以 A4 幅面为多。这类扫描仪用途广、种类多、功能强,是扫描仪家族中的代表性产品。分辨率通常为 1200DPI 左右,高的可达 2400DPI;彩色位一般为 24bit,高的可达 36bit。大幅面扫描仪:主要指 A1、A0 幅面的扫描仪,由于它主要用于工程图纸的输入扫描,所以又称工程图扫描仪。大幅扫描仪的核心部分仍是 CCD 器件,由于幅面大,相对价格高,其最大进纸宽度为 1040mm,最大扫描宽度为 914mm。它采用滚筒式走纸机构,进纸长度不受限制。其分辨率通常在 300DPI~1000DPI 之间。它有黑白和彩色两类,灰度级通常为 256 级,24 位彩色位。

4、输出设备

在 GIS 应用中,主要的输出设备是显示器和绘图仪。衡量其性能的主要指标如下:

(1)彩色显示器的主要性能指标

①点距(Dot pitch) 指彩色 CRT 上相邻像素间的距离,即相邻相同基色圆点之间的中心距。点距越小,同样大小屏幕上的像素越多,显示图形精度越高。目前,显示器点距主要有 0.39mm,0.31mm,0.28mm 和 0.2mm 等几种。

②分辨率也称清晰度 是指可显示的水平和垂直像素的数目,这同显示卡的显示方式有关。标准 VGA,SVGA 和 8514A 分辨率分别为 640×480 , 800×600 , 1024×768 (隔行)。在彩色显示器分辨率中常给出最高分辨率,如 1024×768 , 1280×1024 , 1600×1280 等。但高分辨率的显示器必须配备高性能图形适配器才能发挥其作用。

③显示范围 指在屏幕上可显示的有效区域,通常用水平(mm)和垂直(mm)来表示,例如 PC 机上彩色显示器的显示范围为:

14 英寸:250×180mm²

15 英寸:270×200mm²

17 英寸:325×243mm²

(2)绘图仪(Plotter)

绘图仪是 GIS 中不可缺少的一种输出设备。其种类较多,按绘图方式分为笔式绘图仪和无笔式绘图仪;按走纸方式分为滚动式绘图仪和平板式绘图仪;按图幅分为 A0、A2、A3 和 A4 绘图仪;按绘图颜色分为黑白和彩色绘图仪;按性能指标分为低档、中档和高档绘图仪;按功能分为绘图用、刻膜用及感光用绘图仪等等。下面以绘图方式来叙述绘图仪及其技术指标。

①绘图速度 不同类型绘图仪其绘图速度差别也很大。如通常的笔式绘图仪走笔的速度其数量级约为 1m/s。喷墨绘图仪速度比笔式绘图仪快,如用喷墨绘图仪绘出一张 A0 图约为 3~5 分钟,而笔式绘图仪却要用 2 小时。

②分辨率 不同类型绘图仪对该指标含义具有一定的差异,对笔式绘图仪往往用机械分辨率和软件分辨率来描述。机械分辨率是指机械装置可移动的最小距离,如 Calcomp 3036 的机械分辨率为 0.0125mm;软件分辨率也称可寻址分辨率,是指图形数据增加一个最小单位时绘图点移动的最小距离,如 0.025mm,0.05mm 或 0.1mm。

对喷墨绘图仪而言,分辨率可用每英寸像素点即 DPI 表示,如 HP Design Jet 750C 喷墨绘图仪的分辨率黑白为 600DPI,彩色为 300DPI。

③精度 重复精度,是指重复跟踪指定图形时,两次外滑的距离,显然距离越小,精度越高。距离精度也称零位精度,指从零位向 X,Y 方向移动最大距离后,再移到零位时的偏移量。通常,在不具体指定某精度时,指最大精度数值。例如 Calcomp 3036 笔式绘图仪的距离精度为±0.1mm,有时简称为精度±0.1mm。

1.3.2 GIS 软件系统

GIS 软件是系统的核心,用于执行 GIS 功能的各种操作,包括数字输入、处理、数据库管理、空间分析和数据输出等。按照其功能分为:系统管理软件、GIS 平台软件、数据库软件。

系统管理软件主要指计算机操作系统,目前使用的操作系统有:Unix、Windows98、Windows2000、Windows NT、Windows XP 等。GIS 对数据的管理、分析必须在这类操作系统下进行,因此,它是 GIS 软件系统的组成部分。

GIS 中的数据包括图形数据和属性数据,对这些数据的管理是通过数据库形式管理的,这类数据库软件不仅有管理空间数据的能力,而且具有管理非空间属性数据的能力,如:Oracle、Sybase、Informix、DB2、SQL Sever、Ingress 等。因此,它们也是 GIS 软件的重要组成部分。GIS 平台软件一般包含了处理地理信息的各种高级功能,如空间数据输入、编辑、输出以及空间分析等。这些软件代表产品及其特点如下:

ARC/INFO:ARC/INFO 系列是美国环境系统研究所(ESRI),于 20 世纪 80 年代推出的 GIS 软件,分别在工作站和微机上运行,支持多种输入输出设备,并在不断地研制更

新推出新版本。ARC/INFO 是我国当前使用较广泛的 GIS 软件。ARC/INFO 在功能上可以分为两大部分:ARC,用来管理坐标位置信息;INFO 用来管理属性信息。系统功能的实现是通过由众多命令组成模块向用户提供不同的功能。ARC/INFO 在数据模型上,采用拓扑数据与关系数据相结合的混合式数据方式,空间数据与属性数据通过以内部代码和用户标志码作为公共数据项,以实现两者的联结。1999 年 ESRI 推出的 ARC/INFO8.0 版本,可以在 UNIX 和 WINDOWSNT 上运行。

ARCVIEW:ESRI 推出的桌面式 GIS 软件 ARCVIEW 版本(3.1、3.2 等),采用面向对象的程序设计方式,集空间图形、关系数据库、统计图形、空间分析、网络分析为一体,图形用户界面直观,借助于鼠标即可完成许多 GIS 的任务。

ERDAS IMAGINE:ERDAS IMAGINE 是美国佐治亚州亚特兰大市的 ERDAS 公司研制偏重于遥感图像处理的 GIS 软件。其软件处理技术覆盖了空间分析建模、图像处理、雷达数据处理、虚拟现实等功能。软件可以在 UNIX 和 WINDOWS 平台上运行。

GRASS:GRASS 是地理资源分析支持系统(Geographical Resource Analysis Support System)的简称。GRASS 是美国军事工程公司建筑工程研究所与美国土壤保持部土壤管理局、环境保护局等部门联合研制的多功能 GIS 软件,基于工作站 UNIX 平台,将栅格数据、矢量数据和遥感图像处理系统融为一体以满足环境多方面的需要。同时,开放其原代码,易于扩充,利于软件的进一步开发。

MAPINFO:MAPINFO 是美国纽约州的 Troy 市的 Mapinfo 公司推出的 GIS 软件。开发工具是 MapBasic。这是一个以微机为主体的桌面 GIS,具有交互式的菜单界面。Mapinfo 推出后,由于它易学易用,虽然制图功能不够强大,但二次开发能力强,又能与日常数据库相连接,因此发展较快。

Intergraph MGS(Modular GIS Environment):Intergraph 公司是生产交互式图形计算机系统的公司。总部设在美国阿拉巴马州的汉茨维尔市,在 50 多个国家设有分公司(包括中国)。该公司的典型 GIS 软件(MGE)是模块化、一体化的产品。它能够运行在 WINDOWS 95/98/NT、UNIX 多种操作系统平台上。

GENAMAP GIS:GENAMAP 是澳大利亚 GENASYS 公司开发的 GIS 软件产品,它基于 UNIX、WINDOWS 操作系统。功能较强,具有较好的一致性、开放性和可操作性,可应用于资源环境的监测管理。

Autodesk GIS:1997 年作为图形工业标准的 Autodesk 公司推出 GIS 系列产品 AutoCAD Map、Autodesk MapGuide 和 Autodesk World,将 CAD、GIS 和数据库技术进行统一的、开放的、大众化集成。在 WINDOWS 平台 AutoCAD 环境中进行地图制作、建立管理和可视化 GIS 数据、基础设施管理。

ERMAPPER:ERMAPPER 是 20 世纪 90 年代初由澳大利亚 EARTHRE—SOURCE MAPPING 公司开发的,基于 UNIX、WINDOWSNT/98/95 平台。ERMAPPER 通过动态连接对遥感、地理信息系统、数据库进行有效的集成。在软件上采用模块设计,算法概念贯穿处理过程。

MAPGIS:中国地质大学(武汉)信息工程学院在“七五”、“八五”期间研制开发的彩色地图编辑出版系统 MAPCAD,实现了彩色地学图件的输入、编辑、印刷出版全过程计算

机化,大大促进了数字制图产业的发展。上世纪90年代初,在MAPCAD软件开发的基础上,开始了GIS软件开发以及GIS应用系统的研究工作,现已研制成功的MAPGIS软件系统,其性能达到国际先进水平。MAPGIS是我国自行开发、具有独立版权、功能齐全的一套实用地理信息系统,现已列入“九五”国家级科技成果推广项目。

GeoStar:由武汉测绘科技大学GIS研究中心研制开发并于1996年正式推出的软件。该系统采用面向对象的空间数据库设计原理,以C++作为程序设计语言。该系统有三种版本。其一,是在WINDOWS支持下运行的单机版或网络多用户系统;其二,是在WINDOWSNT支持下的运行系统;其三,是在UNIX操作系统和WINDOWS环境下的版本。吉奥之星是具有图形数据与属性数据结合紧密,GIS与遥感图像处理系统一体化性能较好的优点。

CityStar:该软件是由北京大学遥感所、城市与环境系和天创信息技术公司联合研制的系统,运行在WINDOWS 98/NT平台之上。该系统面向城市管理、地学及环境设计管理。提供中文操作界面及应用界面辅助生成系统,用户不需要软件编程,可直接建立空间模型和独立的管理系统,实现管理系统的二次开发。

WinGIS:中国林业科学研究院研制的GIS软件,不仅适用于林业,还可以用于工业、农业、水利、国土资源、环保等领域。WinGIS具有图形输入、图形编辑、图形操作、综合查询、图例设计、图形输出、数表处理、数字地形分析等模块。

1.3.3 空间数据

空间数据是GIS的重要组成部分,是GIS处理、分析和加工的对象。它一般包括三个方面的内容,即地理实体的空间位置、地理实体之间空间拓扑关系以及相应于空间位置的属性数据。通常它们以一定的逻辑结构存放在空间数据库中,空间数据来源比较复杂,随着研究对象不同,范围不同,类型不同,可采用不同的空间数据结构和编码方法,其目的就是为了更好地管理和分析空间数据。

1.3.4 GIS的应用人员

人是GIS中的重要构成因素,没有人的干预,GIS是无法运行的。也就是说,仅有系统软硬件和数据还不能构成完整的地理信息系统,需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、系统扩充完善、应用程序开发,并灵活采用地理分析模型提取多种信息,为研究和决策服务。对于合格的系统设计、运行和使用来说,GIS专业人员是GIS应用的关键,而强有力的组织是系统运行的保障。一个周密规划的GIS项目应包括负责系统设计和执行的项目经理、信息管理的技术人员、系统用户化的应用工程师以及最终运行系统的用户。