

# 第一章 概 论

## 1.1 基本概念

### 1.1.1 信息和地理信息

#### 1. 信息

信息(Information)是经过加工后的数据,是用数字、文字、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象等的内 容、数量或特征,以便向人们(或系统)提供关于现实世界新的事实知识,作为生产、管理、经营、分析和决策的依据。

狭义信息论把信息定义为人们获取信息前后(人、生物和机器等)与外部客体(环境、他人、生物和机械等)之间相互联系的一种形式,是主体和客体之间一切有用的消息和知识,是表征事物的一种普通形式。

一般认为,信息是人们或机器提供的关于现实世界新的知识,是数据、消息中所包含的意义,它不随载体的物理形式的改变而改变。例如,某一棵树的高度数据用十进制表示为 11(米),如果以十六进制的形式存储其值为 B,但是,不管它的存储形式如何改变,它向人们传达的信息是这棵树是大树。

从信息科学角度看,信息的四大特点为:客观性、适用性、可传输性和共享性。

- 客观性是指信息都与客观事实相关,这是信息正确性和精确度的保证;
- 适用性是指信息从大量数据中收集、组织和管理,要有实用性;
- 可传输性指信息可以在系统内或用户之间以一定形式或格式传送和交换;
- 共享性是信息可传输性带来的结果,也就是信息可为多个用户共享。

信息来自数据,数据是未加工的原始资料,是客观对象的表示;信息则是数据内涵的意义,是数据的内容和解释。例如,从遥感卫星图像数据中抽取各种图形和专题信息。

#### 2. 地理信息

地理信息(Geographic Information)是表征地理圈或地理环境固有要素或物质的数量、质量、性质、关系、分布特征和规律的数字、文字、图像、图形信息的总称。地理信息是一种空间信息,是与空间地理分布有关的信息。它具有空间性、专题性

和动态性。

据国际资料文献中心(International Documentation Center, IDC)统计报道:人类活动所接触到的信息中,约有 80% 信息与地理位置和空间分布有关;在政府部门所接触到的信息中,有 85% 信息与地理位置和空间分布有关。这意味着地理信息系统在国家信息化中将扮演着非常重要的角色。

### 1.1.2 信息系统和地理信息系统

#### 1. 信息系统

信息系统(Information System)是具有采集、处理、管理和分析数据能力的计算机系统,它能为单一的或有组织的决策过程提供各种有用信息。

##### 1) 信息系统的组成

从计算机的角度看,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系统。其中的数据包括一般数据和经数据挖掘获得的知识;用户包括一般用户和从事系统建立、维护、管理和更新的高级用户。

从管理的角度看,信息系统涉及到战略层、用户层和操作层。战略层是决定信息系统方向的战略决策者;用户层是使用信息系统的高、中层的管理人员;操作层主要是操作人员。

##### 2) 信息系统的分类

###### (1) 从功能看,信息系统的分类

① 管理信息系统(Management Information System, MIS)是一种基于数据库的回答系统,它往往停留在数据级上支持管理者,如人事管理信息系统、财务管理信息系统、产品销售信息系统,等等。

② 决策支持系统(Decision Support System, DSS)是在 MIS 基础上发展起来的一种信息系统,它不仅为管理者提供数据支持,还提供方法和模型级的支持,并对问题进行仿真和模拟,从而辅助决策者进行决策。

③ 智能决策支持系统(Intelligent Decision Support System, IDSS)是在决策支持系统中进一步引入人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术。如用专家系统(Expert System, ES)解决非结构化问题,提高系统决策自动化程度。

④ 空间信息系统(Spatial Information System, SIS)是对空间数据进行采集、处理、管理和分析的信息系统。由于空间数据的特殊性,使空间信息系统的组织结构及处理方法有别于一般信息系统。空间信息系统包括内容很广,主要有地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、遥感(Remote Sensing, RS)、地球观测系统(Earth Observation System, EOS)、数据摄影测量系统(Data Photogrammetric System, DPS)、数字地球

(Digital Earth, DE) 等。

(2) 从系统结构看,信息系统的分类

① 单机信息系统,分 PC 机平台和 workstation 平台两种,各自依托不同的操作系统。

② 网络信息系统,分客户机/服务器(Client/Server, C/S)结构、浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)结构及 C/S 和 B/S 混合结构。

## 2. 地理信息系统

地理信息系统是由计算机硬件、软件 and 不同方法组成的,具有支持空间数据的获取、管理、分析、建模和显示功能,并可解决复杂的规划和管理问题的信息系统。它是一种特定的、十分重要的空间信息系统,从不同的角度看有不同的强调点。

从技术角度看,GIS 是在计算机软件 and 硬件的支持下,管理、分析和显示空间数据的技术系统。这里的空间数据是指与地理空间位置相关的数据;管理是指获取、存储、查询、处理空间数据;分析是指为用户提供分析空间数据的方法;显示是指用图文等方式为用户显示多维数据的处理过程和结果。

从学科角度看,GIS 是一门新兴的交叉学科,属于空间信息科学,它依赖于地理学、测绘学、统计学等基础性学科,又取决于计算机硬件与软件技术、航天技术、遥感技术和人工智能与专家系统技术的进步与成就,其核心是计算机科学,基本技术是数据库、地图可视化及空间分析。GIS 既是新兴的交叉学科,又是一个技术系统,它以空间数据库为基础,通过各种时空分析模型完成其功能。

从应用角度看,GIS 是一门以应用为目的的信息产业,它的应用可深入到各行各业。随着 GIS 的应用,产生了许多行业地理信息系统,如城市地理信息系统、政府地理信息系统、土地资源信息系统等。这些系统研究的对象不同,但研究方法基本相似。随着 Internet 时代的到来,又出现了一批使用网络空间数据的用户群。

从发展角度看,GIS 起源于实际应用,开始是一门技术,之后进一步发展成一门交叉性边缘科学。由于 GIS 的理论、技术和应用一直在不断发展,GIS 的含义也在不断变化和发展。起初,注重 GIS 提供的空间数据的管理、查询和分析功能,之后,开始注重 GIS 通过共享的地理信息数据库提供协同工作的平台。目前更注重 GIS 在互联网和分布式网络环境下,整个社会共享数据、相互合作和协同工作。

GIS 研究的对象是地理空间数据,研究内容包括 GIS 基础理论、GIS 技术系统及 GIS 应用方法,三方面互相联系,相互促进。

### 1.1.3 GIS 与其相关学科

GIS 属于交叉学科,它既包括传统学科,又包括现代科学的技术和方法。因此,正确地理解 GIS 与其相关学科的关系,可以更好地理解 GIS 的概念。

## 1. GIS 的相关学科

测绘学和地理学是 GIS 的理论依托;地图和遥感影像是 GIS 的主要数据源;计算机科学为 GIS 建立提供技术手段,开发 GIS 用的基本技术是信息技术,包括数据结构、数据库技术、可视化技术、空间分析及网络技术,如图 1-1 所示。



图 1-1 GIS 的相关学科

当代计算机技术的进步有力地推动了 GIS 的发展,如网络技术的发展带动网络 GIS 的发展;软件复用技术的出现促使了组件 GIS 的迅速发展;信息集成业的发展又促使 GIS 同其他信息技术的集成,使 GIS 的应用涉及各种行业。

## 2. GIS 的相关技术系统

### 1) GIS 与数字地图

数字地图是模拟地图在计算机中的表示形式。它将地形、地貌和其他专题要素在图上表示,并以数字形式将地图存储、管理和输出。数字制图系统强调的是图的表示,通常只对图形数据进行管理,缺少对非图形数据的管理能力。

GIS 强调的是空间数据的结构和分析,因此,它不仅有图形数据库,还有非图形数据库,并把两者结合起来进行深层次分析。

实际上,数字地图及制图应该是 GIS 的重要组成部分。首先,表现在数字地图是 GIS 重要的数据源,数字地图制图系统中存储和管理的信息往往是 GIS 所需要的;其次,GIS 中,处理分析结果常以数字地图形式来表现和输出。例如,用 GIS 对某区域进行土地利用规划后输出土地利用规划图,其内容包括数字地图的制图。

### 2) GIS 与计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)

CAD 主要是利用计算机代替或辅助工程设计人员进行各种设计。它处理的对象是规则的几何图形及其组合。因此, CAD 的图形处理功能极强,属性功能很弱。GIS 处理的对象往往是自然目标(如某一区域土壤类型、地形等高线等),因此图形处理难度大,属性功能十分重要,图形和属性之间紧密联系,常具有丰富的属性库和符号库,它强调空间数据分析功能,且数据源及输入数据方法种类繁多,数

据结构复杂。一个功能很强的 CAD 软件并不能代替 GIS 工作,反之亦然。但由于 CAD 软件有很强的图形数据采集和编辑功能,有些 GIS 将 CAD 作为数据采集的辅助工具。例如国际上流行的 AUTOCAD 软件,与很多 GIS 之间有接口,可以把 AUTOCAD 输入的图形数据传送给 GIS。美国 ESRI 公司和 AUTODESK 公司合作推出的 ARC-CAD,可以同 AUTOCAD 一起实现 GIS 功能,并同 GIS 软件 Arc/Info 有机地结合起来。

### 3) GIS 与管理信息系统

GIS 同一般管理信息系统的主要区别在于 GIS 处理的数据是空间数据,它不仅管理反映空间属性的一般数字、文字数据,还要管理反映地理分布特征及其之间拓扑关系的空间位置数据,而且要把两者有机结合起来进行协调管理和分析;而管理信息系统处理的只是属性数据,即使使用了图形,图形要素不能分解、查询,更没有拓扑关系。例如,电话管理信息系统主要为用户提供所询问的电话号码以及用户住址、通信地址等文字信息。

此外,GIS 对计算机硬件和软件资源要求比一般管理信息系统高,例如,GIS 必须具有处理空间数据的输入、输出装置,如数字化仪、扫描仪、绘图仪等;再有,由于 GIS 处理数据量大,运算复杂,对计算机存储量、运算速度等的要求相应也高。

## 1.1.4 GIS 的类型

### 1. 传统 GIS 软件的分类

#### 1) 从性能角度分类

##### (1) 空间管理型 GIS

具有 GIS 性能的基础功能,强调空间数据的管理。

##### (2) 空间分析型 GIS

具有 GIS 的分析功能,强调空间数据分析模型及功能。

##### (3) 空间决策型 GIS

具有辅助决策功能,强调知识库。

#### 2) 从软件角度分类

##### (1) 最终用户用 GIS

以 GIS 为最终工具,得到处理结果。强调处理结果,不关心过程。

##### (2) 专业人士用 GIS

具有较强的空间分析功能,能扩充成各种 GIS 专业应用系统。

##### (3) 软件开发者/系统集成者用 GIS

以组件为核心,为系统开发/集成者提供技术手段。

#### 3) 从系统结构角度分类

### (1) 单机结构 GIS

不支持网络环境,只能在独立的计算机上完成 GIS 的各种功能。

### (2) 网络结构 GIS

可在局域网或 Internet 网络环境支持下完成 GIS 的各种功能。

## 4) 从研究对象分布范围分类

### (1) 全球性 GIS

系统研究区域范围往往涉及全球范围,如全球人口资源 GIS。

### (2) 区域性 GIS

指以某种区域(如行政区)为对象建立的 GIS,如我国黄土高原 GIS。

## 2. GIS 软件平台

随着技术的发展,当今 GIS 已融入 IT 技术的主流,形成 GIS 软件平台,从而淡化了上述分类的概念。通常在 GIS 软件平台上包含桌面软件、开发平台及利用平台开发的各种应用系统。

美国 ESRI 公司把原有 GIS 产品 Arc/Info、ARCVIEW 同 GIS 数据库技术、网络技术、人工智能等技术进行整合之后推出了 GIS 软件平台,即 ARCGIS 系列,是一个统一的 GIS 平台。国内武汉吉奥信息工程技术有限公司推出的吉奥之星 GeoStar 基础 GIS 平台,北京超图地理信息技术有限公司推出的 SuperMap GIS 软件平台,都为用户提供了完整的软件产品系列及各类应用系统,因此具有宽广的适应范围。

随着 GIS 应用的深入和普及以及计算机网络技术的发展,GIS 将进一步从平台 GIS 向跨平台操作 GIS 方向发展,以便保护现有的空间信息资源,实现空间信息的有效共享和互操作,其中组件技术、XML 技术的发展为实现跨平台互操作 GIS 奠定了技术基础。

## 1.2 GIS 的组成和功能

### 1.2.1 GIS 的基本构成

从信息系统论角度看,一个完整的 GIS 主要由计算机硬件系统、计算机软件系统、空间数据、系统的使用和维护人员(即用户、应用模型)组成,如图 1-2 所示。计算机硬件和软件系统提供工作环境;空间数据是 GIS 应用优劣的核心;应用模型提供了解决专门问题的理论和方法;用户决定了系统的工作方式。GIS 是一个复杂的系统,必须配备相应的系统开发、使用和管理人员,其中包括具有 GIS 知识和专业知识的高级应用人才,具有计算机知识和专业知识的软件应用人才以及具有

较强实际操作能力的硬-软件维护人才。

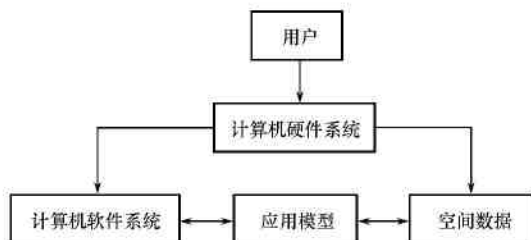


图 1-2 GIS 的基本结构

### 1.2.2 GIS 的硬件组成

GIS 的硬件系统是计算机系统中实际物理设备的总称,主要包括计算机主机、输入设备、存储设备、输出设备和网络设备。硬件配置随工作模式而不同,其基本类型如图 1-3 所示。

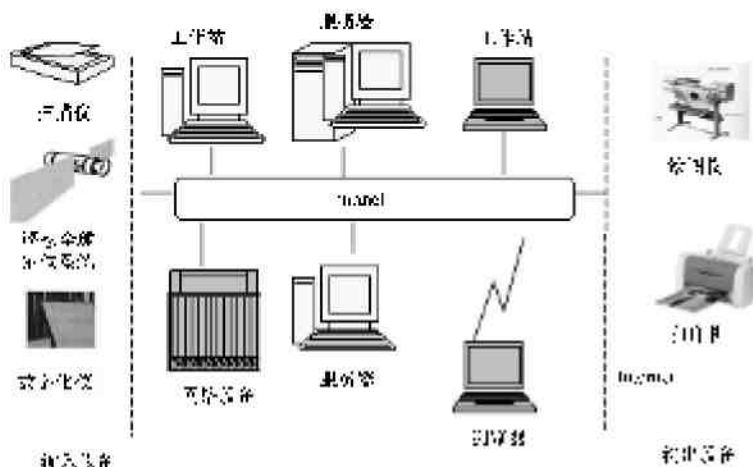


图 1-3 GIS 硬件配置

#### 1. 主机

主机是 GIS 硬件系统的核心,其种类较多,包括大型机、中型机、小型机、工作站/服务器和微型机等。GIS 的工作站/服务器主要有 UNIX 和 NT 两种产品系列。但从发展看, GIS 将向不依赖平台的方向发展。

#### 2. GIS 输入和输出设备与主机的接口

##### 1) SP(Serial Port) 口是串行口

在单根数据线上以二进制位串联发送和接收数据。

2) SPP (Standard Parallel Port) 口是并行口

以字节为单位发送和接收数据。

3) EPP (Enhanced Parallel Port) 口是新型并行口

是向下兼容的 SPP 口,由 Intel 公司提出,并在 1994 年被 IEEE 接受。

4) USB (Universal Serial Bus) 口是通用串行总线的简称

它由世界上 7 家著名公司 (IBM、Microsoft、NEC、Intel 等) 在 1995 年提出,1998 年大量进入市场,以解决外设接口的规格不一致问题。目前称它为微型计算机接口的明星,已成为 GIS 输入和输出设备与计算机的主要连接接口。其最大优点是速度快、可连接设备多、可热插拔,尤其是 USB2.0 的出现,在速度上又有很大的提高。

5) IEEE 1394 口是一种串行接口

目前主要用在数字摄像机、数码相机同计算机的连接上。由于它可连线长及网络功能强化,被很多厂商看好。

### 3. GIS 主要输入设备

1) 手扶跟踪数字化仪 (简称数字化仪)

手扶跟踪数字化仪是一种用来记录和跟踪地图点、线位置的手工数字化设备,它是 GIS 中一种重要的图形数据采集装置,主要获取矢量坐标数据。

目前常见的数字化仪是电磁感应式设备。其主要部件为图形感应板、定标器和内部的电子处理器。用它采集数据时需要人工干预,所以数据采集速度慢,称慢速数据采集装置,它同计算机之间联系的接口可以是低速的串行口,目前主要用 USB 接口,如图 1-4 所示。

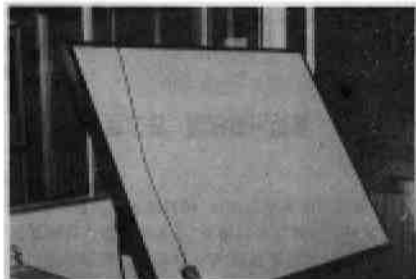


图 1-4 数字化仪

数字化仪的主要指标为有效幅面、分辨率、精度等。

① 幅面:根据尺寸和使用条件的不同,通常小型数字化仪 (Tablet) 的幅面为

A4、A3、A2;大型数字化仪(Digitizer)的幅面为 A1、A0、A00 等。

② 分辨率:分辨率是用于记录数据的最小度量单位,一般用来描述在显示设备上所能显示的点(行-列)的数量,或在影像中一个像元点所表示的面积。数字化仪的最高分辨率取决于电磁技术,即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/mm,即 2 540 线/英寸。分辨率也可用直接标定值表示,如标定值为 0.01 mm。实际分辨率常比标定分辨率低。

③ 精度:数字化仪的精度受数字化仪的分辨率、数字化的方式、操作者的经验和 技术等因素的影响。由于数字化仪是人工操作的设备,通常,操作员可获取的跟踪精度为 0.2 mm 左右。

④ 软件:由 GIS 软件平台提供,并由所用软件系统决定数据存储格式。

## 2) 扫描数字化仪(简称扫描仪)

扫描仪是 GIS 中快速获取图形、图像、文字、数据的采集装置,主要用来获取栅格数据。利用它可将地图或图像按一定的分辨率转换成栅格格式数据。

### (1) 扫描仪的种类

按分辨率分二值扫描仪、灰度扫描仪和彩色扫描仪;按结构分滚筒扫描仪、平台扫描仪和 CCD 摄像机。

### (2) 扫描仪的主要部件

扫描头、光学系统、光电转换系统(CCD 单元将光信号转换为模拟电信号)、模数转换器(A/D 转换器将模拟电信号变为数字电信号)。

扫描仪的主要性能指标为有效幅面、光学分辨率(物理分辨率)、最大分辨率(内插分辨率)、辐射分辨率(色彩分辨或色彩位数)、接口方式等。

① 光学分辨率指扫描仪的光学系统可以采集的实际信息量,如扫描仪的感光元件——CCD 的分辨率。例如, A4 扫描仪可扫描的最大宽度为 216 mm (8.5 英寸),它的 CCD 含有 5 100 个单元,其光学分辨率为 5 100 点/8.5 英寸 = 600 D/I。分辨率常用 D/I 或像素大小表示,D/I 与像素有对应关系,如 1 000 D/I 像素,其大小相当于  $25 \mu\text{m} \times 25 \mu\text{m}$ ,相当于 20 线对/mm。

② 最大分辨率是在相邻像素之间求出颜色或者灰度的平均值,从而增加像素数的办法。内插算法增加了像素数,但不能增添真正的图像细节,因此,应更重视光学分辨率。

③ 辐射分辨率表示扫描仪分辨彩色或灰度细腻程度的指标,单位是 bit(位)。彩色位确切的含义是用多少个位来表示扫描得到的一个像素。彩色位分 24(3×8)、36(3×12)彩色位等。24 彩色位相当  $2^{24} = 1\,677$  万种彩色。

④ 接口方式又称连接界面,是指扫描仪与计算机之间采用的接口类型。目前,常用的有 USB 接口,早期产品有 SCSI 接口和并行接口。

### (3) 软件

通常用标准软件,采用标准图像格式存储数据。

### 3) 数字摄影测量仪(工作站)

摄影测量由 20 世纪 30 年代的模拟测量,到 70 年代的解析测量,发展到今天为数字摄影测量,形成数字摄影测量系统(Digital Photogrammetric System, DPS)。目前,数字摄影测量系统已成为城市测量和 GIS 数据获取的重要手段。它是用摄影测量原理、计算机技术,从影像中获取以数字形式表达的地面目标的几何信息。

#### (1) 主要部件

有数字影像获取装置及输出设备;计算机及外设,如立体显示卡、立体观察眼镜等。

#### (2) 软件

解析摄影测量软件和数字图形、图像处理软件的集合。

### 4) GPS 接收器

GPS 接收器利用 GPS 卫星发送的信号确定卫星在太空中的位置,并根据无线电波传送的时间来计算它们间的距离。当计算出至少 3~4 个卫星的相对位置后, GPS 接收器就用三角学来算出目标的位置。

## 4. GIS 主要输出设备

### 1) 图形终端(显示器)

图形终端是 GIS 的最主要输出设备,其显示部分目前主要有 CRT 显示器和 LCD 显示器。CRT 显示器成本低、分辨率高、色阶丰富;LCD 显示器体积小、耗电少、无闪烁、无辐射。目前,随着 LCD 显示器性能/价格比的提高,其用途日益广泛。

CRT 显示器的主要指标为点距、最高分辨率、显示范围等。

- ① 点距:有 0.24 mm、0.25 mm、0.26 mm 等。
- ② 最高分辨率:有  $1\,024 \times 768$ 、 $1\,280 \times 1\,024$ 、 $1\,600 \times 1\,280$  等。
- ③ 显示范围:有  $15''270 \times 200$  mm、 $17''350 \times 243$  mm 等。

LCD 显示器的主要指标为点距、最高分辨率、观赏角度( $140^\circ \sim 160^\circ$ )、亮度与对比度、显示范围等。

### 2) 绘图仪

绘图仪是 GIS 不可缺少的图形和影像输出设备。

早期绘图仪是矢量绘图仪(笔式),矢量绘图仪的质量同笔的步进马达的步进量关系很大,绘图速度同软件关系很大。矢量绘图仪分平板和滚筒、单色和彩色。

当今的绘图仪主要是栅格绘图仪(笔式、喷墨、静电),尤其以类似喷墨打印机原理的喷墨绘图仪为主流,如图 1-5 所示。



图 1-5 喷墨绘图仪

绘图仪的主要指标为最大有效幅面、速度、分辨率、接口等。

① 最大有效幅面:通常小型绘图仪的幅面为 A4、A3、A2;大型绘图仪的幅面为 A1、A0、A00 等。

② 速度:笔式绘图仪速度慢,如 1m/s;喷墨绘图仪速度快,如 3 分钟/张。

③ 分辨率:喷墨绘图仪常用分辨率来表示,如分辨率 600 D/I。

④ 接口:笔式绘图仪同计算机的接口常用的有 SP 口、SPP 口、EPP 口;喷墨绘图仪同计算机的接口常用的有 USB 口、SPP 口、EPP 口。

### 3) 打印机

喷墨打印机:价格低、质量较好、噪音小;

激光打印机:质量好、速度快、噪音小;

点阵打印机:速度慢、噪音大、便于复写。

目前多功能的一体机开始出现,并将迅速发展。

## 5. GIS 的存储设备

空间信息的 GIS 特点之一是数据量大,因此,在 GIS 工作环境中,常要求提供大容量的存储设备。从设备的角度看,计算机中主要存储设备有半导体存储器、硬盘、光盘和磁带等。通常,存储容量和存储速度是一对矛盾,形成信息存储的金字塔结构,即存储量小的设备,存储速度快;存储量大的设备,存储速度慢,如图 1-6 所示。

内存为半导体存储器,磁盘和磁带属于磁记录设备,光盘属于激光记录设备。磁盘是计算机不可缺少的存储设备,通常分硬盘和软盘。

磁带是计算机很早使用的存储设备,目前主要有圆盘磁带和盒式数据流磁带。

光盘是计算机目前大量使用的存储设备,主要分只读光盘(CD-ROM)(一次

写、多次读)和可擦写光盘(CD-RW)(多次写、多次读)。



图 1-6 信息存储的金字塔

## 6. GIS 的网络设备

计算机网络是计算机技术和通信技术结合的产物。计算机网络是以共享硬件、软件和数据等资源为目的而连接起来的各具独立功能的计算机系统的集合。更具体地说,它是在网络协议的控制下,通过通信线路(有线或无线)将多台地理上分散且独立工作的计算机互连起来,以达到相互通信和共享各种资源的目的。

从资源的观点看,计算机网络可共享各种资源;从用户的观点看,计算机网络把个人和集体联结起来;从管理的观点看,计算机网络具有共享集中数据处理的管理维护能力。在网络中,应用软件及存储数据文件的空间通常由一个网络服务器提供。网络服务器是连接在网络上的一台计算机,它为网络用户服务,为网络用户分配资源。网络上的每一台设备,包含工作站、服务器以及打印机都称为一个结点。

随着信息技术的迅速发展及网络体系结构 GIS 的出现,网络设备及计算机通信线路的设计已成为 GIS 硬件环境的重要组成部分。

GIS 的网络设备同一般网络信息系统要求的网络设备基本相同,主要包括布线系统、网卡、交换器、路由器、调制解调器等;但在网络 GIS 中由于传送数据量大,更应该考虑网络传输速度和传输效率。

### 1) 网卡

网卡也叫网络适配器或网络接口卡(Network Interface Card, NIC)。当计算机要在网络上发送数据时,数据从内存中传送给网卡,网卡便对数据进行处理,主要包括把这些数据分割成数据块,并对数据块进行校验,同时加上包含了目标网卡的地址及自己地址的地址信息。使计算机知道数据来自哪里,将发送到哪里,然后观察网络是否允许自己发送这些数据,如网络允许传送则发出;否则就等待时机再发送。

当网卡接收到网络上传来的数据时,它分析该数据块中的目标地址信息,如果正好是自己的地址时,它就把数据取出来传送到计算机的内存中交给相应的程序处理。

网络的类型很多,按网络的类型网卡分以太网卡、令牌环网卡、ARCnet 网卡等;按网络的传输速度,网卡分 10 Mb/s 的网卡、100 Mb/s 的网卡和 1 000 Mb/s 的网卡。

网卡尾部常见的接口为 RJ45 接口、ST 接口、BNC 接口等。其中用得最多的是 RJ45 接口和 ST 接口。RJ45 接口在星形网络中用于连接双绞线;ST 接口用于连接光纤。

## 2) 集线器(Hub)

使用网络结构化布线和集线器可以逐步地扩充网络。集线器能适应许多不同的网络,包括以太网、令牌环网等。集线器提供了集中管理和网络信息自动收集的功能,还提供容错功能,从而保证网络线路系统的正常工作。集线器上提供有多个 RJ45 的端口。

## 3) 交换机(Switcher)

交换机外形和集线器一样,连接网络的方式也一样,但是性能上却大为不同。集线器是共享式的,当它的任意两个端口通信时,其他所有端口都不能再通信,就是说,集线器上所连接的任意两台计算机在通信时,那么其他的计算机就只能等候。

交换机不一样,它的工作原理类同电话交换机,它上面的任意两个端口通信时,不会干扰其他端口,也就是说,连接到交换机上的各个计算机,可以两两同时通信。

## 4) 路由器(Router)

如果想把两个不同类型的网络(如以太网和令牌环网)连接在一起,就必须使用路由器。路由器是处在 ISO/OSI - RM 模型的网络层位置的交换设备。

路由器可互连局域网和广域网,并且当网络中某两台计算机之间的通信,可通过多条路径实现时,路由器还可提供交通控制和筛选最佳路径的功能。

### 1.2.3 GIS 软件系统

GIS 软件系统主要有三部分,即 GIS 软件平台、应用系统和空间数据库,其层次关系如图 1-7 所示,其中计算机系统硬件和软件为 GIS 软件系统的运行提供了基本工作环境。

#### 1. GIS 软件平台

GIS 软件平台是 GIS 的核心软件,用于完成对空间数据的管理、分析和显示等功能。

#### 2. 应用系统

这是面向应用问题的,它同 GIS 的核心软件紧密相连,它是 GIS 基本功能的扩

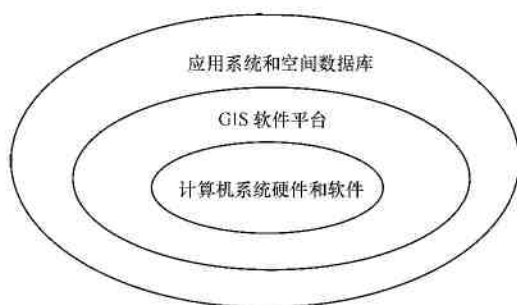


图 1-7 GIS 软件的层次

充和延伸,用于完成特定应用任务。一个优秀的 GIS 软件平台,对 GIS 应用系统应该是透明的。应用系统作用于各类空间数据上,构成 GIS 的各种应用。

### 3. 空间数据库

空间数据库是 GIS 的重要组成部分,它是系统分析加工的对象,是 GIS 表达现实世界的内容。

#### 1.2.4 GIS 软件的主要功能

GIS 软件的主要功能是实现空间数据输入/输出管理、空间数据库管理、空间数据处理和分析以及专业应用模型,如图 1-8 所示。

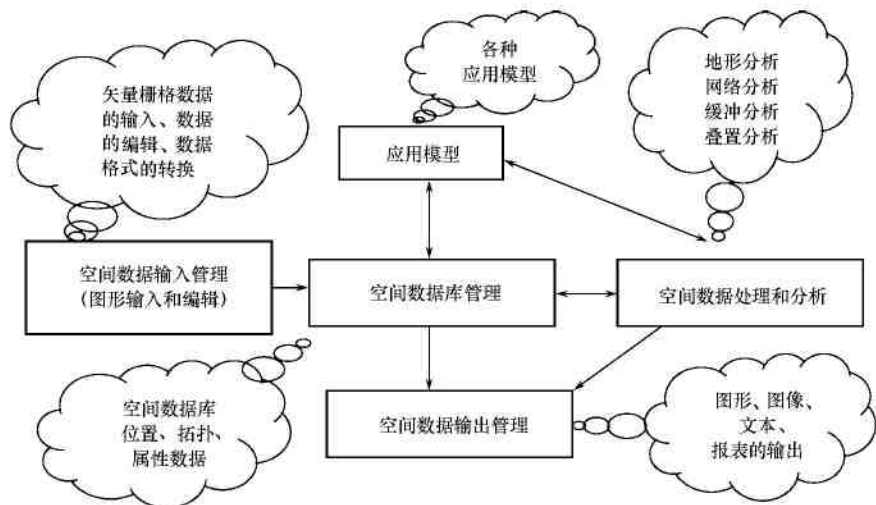


图 1-8 GIS 软件的主要功能

### 1. 空间数据输入管理功能

空间数据输入管理的目的是获取 GIS 中各种数据源,并将其转换成计算机所要求的数字格式进行存储。GIS 中,空间数据多源性带来了输入管理的复杂性。随着数据源种类的不同、输入设备的不同及系统选用数据结构及数据编码的不同,在数据输入部分配有不同的软件,以确保原始数据按要求存入空间数据库中。

通常,空间数据输入的同时,伴随着对输入数据处理,以实现数据的校验和编辑。空间数据输入管理如图 1-9 所示。

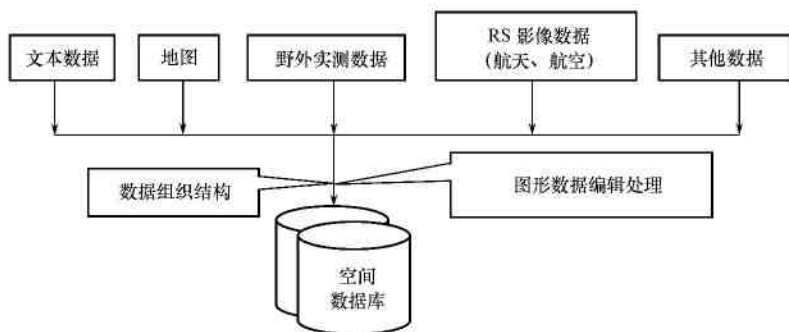


图 1-9 空间数据输入管理功能

### 2. 空间数据库管理功能

GIS 数据库是空间数据库,空间数据库不仅涉及的数据类型多、内容多,且数据量大。这些特点决定了它既要遵循常规关系型数据库管理系统管理数据,又要采用一些特殊的技术和方法,以管理常规数据库没法解决的空间数据问题。

### 3. 空间数据处理和分析功能

空间数据处理和分析功能,常为 GIS 提供一些基本和常用的处理和分析能力,其功能的强弱直接影响到 GIS 应用范围。因此,这部分是体现 GIS 功能强弱的关键部分。

### 4. 空间数据输出管理功能

GIS 中输出数据种类很多,输出方式可以是图形、报表、文字、图像等,如图 1-8 所示。输出介质可以是纸、光盘、磁盘、显示终端等。随着输出数据类型的不同和输出介质的不同,需配备不同硬件和软件,最终向用户报告分析结果。空间数据输出管理如图 1-10 所示。

### 5. 应用模型和应用系统开发

由于 GIS 应用范围越来越广,GIS 软件平台提供的基本处理和分析功能很难

满足所有用户的要求。因此,用户可根据各类应用模型,基于组件技术开发各种 GIS 应用系统。

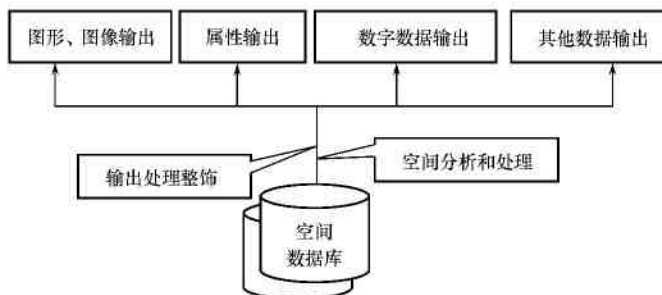


图 1-10 空间数据输出管理功能

## 1.3 GIS 的发展和展望

### 1.3.1 GIS 的发展史

#### 1. 国外 GIS 发展回顾

1963 年,加拿大测量学家 R. F. Tomlinson 博士首先提出了 GIS 这一概念,并开发出世界上第一个 GIS (CGIS)。计算机科学的兴起和它在航空摄影测量与地图制图学中的应用,使人们开始有可能用计算机来收集、储存和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据,并希望通过计算机对数据的分析来直接为管理和决策服务,这是导致 GIS 概念问世的原因。

从时间看,在国外 20 世纪 60 年代是 GIS 摇篮时期,70 年代是 GIS 迅速发展时期,80 年代是 GIS 普及应用推广时期,90 年代是 GIS 产业化时期。

##### 1) 60 年代是 GIS 的摇篮时期

1963 年,世界上第一个 GIS——加拿大 GIS (CGIS),用于自然资源的管理和规划。美国哈佛大学研究出 SYMAP 系统软件。但因受当时计算机技术水平限制,使得 GIS 带有更多的机助制图色彩,功能较为简单。这一时期,GIS 的相关组织机构,如 1966 年美国成立城市和区域信息系统协会 (URISA)、1969 年成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),对 GIS 的发展起了重要的指导作用。

##### 2) 70 年代是 GIS 蓬勃发展的时期

在这期间,由于计算机硬件和软件技术的发展,促使 GIS 向实用化方向迅速

发展。GIS 技术受到政府部门、商业公司和大学的普遍重视,成为引人注目的领域。一些商业公司也开始活跃起来,GIS 软件在市场上受到欢迎。许多大学和研究机构开始重视 GIS 软件设计及应用研究,一些发达国家先后建立了许多专业性的土地信息系统和 GIS。据统计,在 70 年代大约有 300 多个系统投入使用。

### 3) 80 年代是 GIS 普及和应用推广时期

这期间,PC 机等性能/价格比大为提高,GIS 的数据处理能力、空间分析功能、人机交互、地图输入、编辑和输出技术均有较大发展,使 GIS 逐渐走向成熟。计算机和空间信息系统在全世界全面推广,被许多部门广泛应用。大量商业软件出现,如 Arc/Info、Mapinfo、Erdas、Sicad 等。

### 4) 90 年代是 GIS 产业化时期

进入 90 年代以来,随着微机的发展和数字化信息产品在全世界普及,GIS 应用已扩大到商业决策及政府部门的管理中。预计,GIS 将在不远的将来深入到各行各业及各家各户,成为人们生产、生活、工作和学习中不可缺少的工具。人们不再讨论是否使用 GIS,而是讨论如何利用 GIS 获取经济效益、扩大应用范围和提高开发水平的问题。

## 2. 国内 GIS 发展

我国 GIS 发展始于 20 世纪 80 年代初,至今已有约 20 多年的历史,经历了从无到有,从研究到实用,并走向产业化的过程。总的来说,国内 GIS 发展起步晚、发展快。

(1) 70 年代数据库技术等起步为 GIS 应用和研究技术上做了准备

(2) 80 年代是 GIS 应用试验年代

80 年代 GIS 被学术界重视,许多大学开设了 GIS 课程,开始培养研究生,出现 GIS 的试验应用的专题研究,如水资源估算、土地资源清查等。

(3) 90 年代改革开放,开始出现国产 GIS 商品

90 年代以来,中国的 GIS 走上了全面发展阶段。“九五”期间国家将 GIS 开发和产业列为“重中之重”的科技攻关计划中,并提出“引入竞争机制,坚持滚动发展,加强科技攻关,落实产业结构”的原则,并提出竞争的实质是人才竞争,国内 GIS 获得了飞速发展,出现国产 GIS 商品,如 Mapgis、Geostar、Citystar 等,标志着我国 GIS 产业已经进入了一个新的发展阶段。集中表现在:商业 GIS 软件的大量出现;GIS 专业机构及其活动十分活跃;高校中 GIS 专业的迅速发展。

### 1.3.2 GIS 发展动态

近年来,GIS 的发展迅速,其内涵和外延正在不断变化。最初的 GIS 只是一些具体的应用系统,称为一门技术。现在已发展成一个独立的、充满活力的新兴交叉