



昆明冶金高等专科学校  
KUNMING METALLURGY COLLEGE

国家示范性高职院校建设项目成果教材

# 地理信息系统 技术应用

DILI XINXI XITONG JISHU  
YINGYONG

张东明 吕翠华 主编



测绘出版社

国家示范性高职院校建设项目成果教材  
高职院校测绘类专业工学结合教材

# 地理信息系统技术应用

张东明 吕翠华 主编

测绘出版社

·北京·

© 张东明 2011

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

### 内 容 简 介

本书是第三批国家示范性高等职业院校优质核心课程建设的成果之一。本书在对相关职业工作岗位进行充分调研和分析的基础上,立足于“地理信息数据生产”和“信息技术服务”岗位,从地理信息数据生产、数据分析和地图制图三个典型工作任务入手,基于工作过程,重点介绍了地理信息数据采集、处理、建库、分析与产品输出的基本理论、方法和工作流程。全书由八个学习单元组成,内容包括认识地理信息系统、空间数据采集、空间数据处理、空间数据库建立与管理、空间数据查询与分析、地理信息系统技术综合应用、地理信息产品输出,以及常见地理信息系统软件介绍。

本书具有较强的实用性和通用性,可作为地理信息系统、测绘、城市规划、资源、环境、交通等专业的教材使用,也可供相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统技术应用/张东明,吕翠华主编. —北京:测绘出版社,2011.1

高职院校测绘类专业工学结合教材

ISBN 978-7-5030-2175-6

I. ①地… II. ①张…②吕… III. ①地理信息系统—高等学校:技术学校—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 236199 号

责任编辑	万茜婷	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍 李 艳
出版发行	测绘出版社				
地 址	北京西城区三里河路 50 号	电 话	010—68531160(营销) 010—68531609(门市)		
邮政编码	100045	网 址	www.sinomaps.com		
电子信箱	smp@sinomaps.com	经 销	新华书店		
印 刷	北京建筑工业印刷厂	字 数	310 千字		
成品规格	184mm×260mm	印 次	2011 年 1 月第 1 次印刷		
印 张	12.25	定 价	35.00 元		
版 次	2011 年 1 月第 1 版				
印 数	0001—1000				

书 号 ISBN 978-7-5030-2175-6/P·509

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

# 高职院校测绘类专业工学结合教材 编审委员会

主 任：赵文亮

副 主 任：张东明 赵俊三 侯至群

委 员：吕翠华 王 鹏 徐宇飞 李 明

陈艳平 陈秀萍 钟高飞 肖建虹

郭昆林 陈国平 李云晋

# 前 言

目前,地理信息系统技术在全球气候变化监测、军事、资源管理、城市规划、土地管理、环境研究、农作物估产、灾害预测、交通管理、矿产资源评价、文物保护、湿地制图,以及政府部门等许多领域发挥着越来越重要的作用。

经过 30 年的发展,我国地理信息产业已经形成,并正在进入快速发展阶段。地理信息产业的所有活动都是围绕地理信息资源的建设和开发利用而产生的,涉及地理信息相关的硬件制造、软件开发、数据生产、产品开发、系统集成、信息与技术服务等各个方面。而对于高职高专地理信息系统专业的学生,其就业岗位主要集中在地理信息数据生产和信息与技术服务两个方面。

地理信息系统技术应用是地理信息系统与地图制图技术专业和测绘专业学生必修的一门专业核心课程。该课程以计算机技术、测绘技术、地图制图技术等为基础,主要培养学生独立承担地理信息数据生产和信息技术服务的岗位职业能力和职业素质。

本书是第三批国家示范性高等职业院校优质核心课程建设的成果之一,也是“地理信息系统技术应用”国家级精品课程建设成果。编写组在对该专业职业工作岗位进行充分调研和分析的基础上,立足于“地理信息数据生产”和“信息技术服务”岗位,从地理信息数据生产、数据分析和地图制图三个典型工作任务入手,基于工作过程,重点介绍了地理信息数据采集、处理、建库、分析与产品输出的基本理论、方法和工作流程。全书由八个学习单元组成,内容包括认识地理信息系统、空间数据采集、空间数据处理、空间数据库建立与管理、空间数据查询与分析、地理信息系统技术综合应用、地理信息产品输出,以及常见地理信息系统软件介绍。

在编写过程中,结合高职教育特点和学生实际,根据测绘行业企业发展的需要和完成职业岗位实际工作任务所需知识、能力、素质的要求,对教材内容进行选取,注重介绍与工程实践密切相关的作业方法和步骤,着重阐述操作中的基础知识和基本方法,强调能力训练的要点和技能。同时,综合考虑各行业对地理信息系统人才的需求,编写中注重地理信息系统基本原理、基本方法等共性的阐述,普遍适用于各行业的地理信息数据生产和地理信息技术服务工作。为了满足实践教学的需要,在书中专门增加了常见地理信息系统软件介绍的内容,各院校可根据实际教学情况采用,也可供学生自学使用。

本书由昆明冶金高等专科学校张东明、吕翠华确定编写大纲和整体结构,并负责统稿、定稿。参加编写的人员有马娟、金宝婷、陈国平、葛俊洁。各单元的编写分工如下:第一单元和第六单元由张东明编写,第二单元由吕翠华和陈国平编写,第三单元由吕翠华编写,第四单元由金宝婷编写,第五单元由马娟编写,第七单元和第八单元由葛俊洁编写。本书在编写过程中参阅了大量的书籍和文献资料,在此对这些参考书籍和文献资料的作者表示感谢!

本书是昆明冶金高等专科学校地理信息工程教研室多年教学工作的结晶,在编写中得到了许多同行和企业专家的关心和支持。其中,昆明理工大学博士生导师赵俊三教授对本书进行了审阅,并提出了宝贵的修改意见;昆明市测绘研究院陈艳平高级工程师、云南省测绘工程院陈秀萍高级工程师结合地理信息系统的生产应用,共同参与了教材编写大纲的制订及课程

标准的审定,为本书的编写提出了许多有益的建议和意见。在此表示衷心的感谢!

本书具有较强的实用性和通用性,可作为地理信息系统、测绘、城市规划、资源、环境、交通等专业的教材使用,也可供相关工程技术人员参考。

由于编者水平有限,加之地理信息系统技术处于快速发展和更新中,书中可能存在不少疏漏和错误之处,敬请读者批评指正。

# 目 录

单元一 认识地理信息系统	1
任务一 职业岗位分析	1
任务二 地理信息系统的概念	3
单元小结	16
思考与练习题	16
单元二 空间数据采集	17
任务一 认识空间数据结构	17
任务二 地理信息分类与编码	33
任务三 空间数据采集	42
任务四 空间数据质量分析与控制	45
任务五 空间数据标准化及元数据的获取	50
单元小结	56
思考与练习题	57
单元三 空间数据处理	58
任务一 空间数据坐标变换	58
任务二 空间数据结构转换	61
任务三 空间数据压缩	68
任务四 空间数据插值	70
任务五 图形数据编辑	74
任务六 拓扑关系的建立	77
单元小结	80
思考与练习题	80
单元四 空间数据库建立与管理	81
任务一 数据库基本知识	81
任务二 空间数据管理与组织	88
任务三 空间数据库设计与实现	94
单元小结	102
思考与练习题	103
单元五 空间数据查询与分析	104
任务一 空间查询	104

任务二 缓冲区分析·····	106
任务三 叠置分析·····	108
任务四 网络分析·····	111
任务五 数字高程模型分析·····	116
任务六 泰森多边形分析·····	119
任务七 统计分析·····	121
单元小结·····	123
思考与练习题·····	123
<b>单元六 地理信息系统技术综合应用·····</b>	<b>125</b>
任务一 “3S”集成技术的基本概念·····	125
任务二 地理信息系统与遥感的结合应用·····	126
任务三 地理信息系统与GPS技术的结合应用·····	129
任务四 网络地理信息系统的应用·····	133
单元小结·····	136
思考与练习题·····	136
<b>单元七 地理信息产品输出·····</b>	<b>137</b>
任务一 认识地理信息系统产品的输出形式·····	137
任务二 专题信息表示·····	139
任务三 专题地图设计与制作·····	145
任务四 地理信息可视化·····	147
单元小结·····	149
思考与练习题·····	149
<b>单元八 常见地理信息系统软件简介·····</b>	<b>150</b>
任务一 ArcGIS 软件简介·····	150
任务二 MapInfo 软件简介·····	158
任务三 MapGIS 软件简介·····	172
单元小结·····	186
思考与练习题·····	186
<b>参考文献·····</b>	<b>187</b>



# 单元一 认识地理信息系统

## [单元概述]

本单元是学习地理信息系统技术应用课程的前期知识准备阶段。在分析地理信息系统岗位所需的职业能力的基础上,结合高职高专测绘类专业学生的就业方向,特别是地理信息系统专业学生从事“地理信息数据生产”必须具备的地理信息系统知识、技能和素质的要求,介绍本门课程的地位及其作用,并对如何学习本门课程提出了方法和建议。

在对地理信息系统职业岗位有所了解的前提下,本单元进一步讲述了地理信息系统的概念、组成、功能及其在行业中的应用,并对地理信息系统技术的发展作了简要介绍。

## [学习目标]

通过本单元的学习,需要了解地理信息系统技术应用课程的性质和作用,了解地理信息系统数据生产的工作任务、工作内容及特点,能熟练表述地理信息系统的基本概念、地理信息系统的组成及功能,并对地理信息系统的发展过程、行业应用和发展方向有所了解。

## 任务一 职业岗位分析

地理信息系统(geographical information system, GIS)是一门集地理科学、测绘、地图制图、摄影测量与遥感(remote sensing, RS)、管理学、计算机应用等技术为一体的新兴交叉学科,是传统科学与现代技术相结合的产物,是研究有关地学信息及其他与之有关的各类信息的采集、获取、管理和分析的理论方法和技术。

### 一、岗位描述

自 20 世纪 80 年代以来,随着信息技术的发展、测绘技术的进步,以及国民经济和社会信息化进程的加快,经济社会发展对地理信息资源的需求不断增长,地理信息产业迅速兴起。发展地理信息产业是国民经济和社会发展的任务之一。地理信息产业是指采用地理信息技术对地理信息资源进行生产、开发和提供服务的全部经营活动,以及涉及这些活动的企业集合体。地理信息产业的活動都是围绕地理信息资源的建设和开发利用而产生的,涉及地理信息相关的硬件制造、软件开发、数据生产、产品开发、系统集成、信息与技术服务等各个方面。

地理信息产业是一个高速增长的产业。据有关机构统计,近年来,国外地理信息产业年增长率超过 15%,我国地理信息产业年增长率超过 25%,并且这一增长趋势将继续保持较长时间。以“地理信息产业”作为一个完整关键词在网络上进行搜索,2002 年 9 月的谷歌(Google)搜索记录仅为 6 000 多条,2007 年 10 月的谷歌搜索记录达 290 万条,2010 年 4 月的谷歌搜索记录已达 428 万条,而 2010 年 4 月的百度(Baidu)搜索记录更达到了 857 万条。可见地理信息的增长速度是非常快的。21 世纪,巨大的市场潜力将继续推动地理信息产业的高速发展,地理信息技术应用和地理信息服务渗透到各行各业及人们的日常生活中,将形成极大的市场

需求。根据国家测绘局发布的信息,2010年,我国地理信息产业总产值将达到800亿至1000亿元,成为我国现代服务业新的经济增长点。

当前,我国高等院校的地理信息系统专业一般是依托于其原有的相关专业而建立起来的,主要形成了以下三种专业教育模式。

(1)以测绘工程为依托的地理信息系统专业。主要突出地理信息获取、数据处理和数据质量等方面的优势,从坐标系统、“4D”产品数据获取方法、空间数据集成、空间数据库建立、空间数据质量、“3S”集成应用、多维和时空地理信息系统等方面培养学生地理信息系统的应用能力。

(2)以计算机科学为依托的地理信息系统专业。突出地理信息系统软件设计和系统开发与集成的优势,注重解决系统的开放性、集成性、互操作性及数据建模和数据库管理等关键技术,培养学生开发或二次开发地理信息系统的能力。

(3)以地理学为依托的地理信息系统专业。突出地理信息系统应用的优势,以人文地理、经济地理与城市规划、资源环境、土地管理等专业相结合的地理模型构建为重点,初步培养学生能够建立面向可持续发展决策支持的地理信息系统的应用能力。

从全国高职高专测绘类专业的学生从事地理信息系统工作岗位的情况分析,高职高专生地理信息系统的就业岗位主要集中在地理信息数据生产这一工作领域,而在软件开发和系统集成等领域,由于其技术要求较高,本科以上学历的地理信息系统专业毕业的学生较集中。

地理信息数据生产职业岗位主要涉及地理空间数据和属性数据的采集、处理、分析和应用,以及地理信息数字产品的输出,其工作范围如下。

- (1)在地理信息系统企业从事地理空间数据的采集、处理、分析、制图与建库工作。
- (2)在国土资源、房地产部门从事地籍测量、地籍数据库建设与管理及房地产信息管理工作。
- (3)在城乡规划、城市建设部门从事地理信息系统的建设和管理工作。
- (4)在农田水利部门从事工程测量和环境监测、土地资源调查与利用等工作。
- (5)在政府机关从事与空间位置信息有关的信息交流、环境信息管理工作。

## 二、课程设置及教学实施

地理信息系统技术应用课程是高职高专测绘类专业的主干课程。同时,地理信息系统技术应用课程是一门技术性、实践性很强的专业课程。课程教学主要针对高职高专测绘类专业的学生实际工作中从事地理信息数据生产所需的知识、技能和素质要求等内容来展开。

课程教学立足于地理信息数据生产这一职业岗位,围绕地理信息数据的获取、地理信息数据的编辑与处理、地理信息数据的分析和地理信息系统产品输出等技术岗位所需的知识与技能,培养学生地理信息数据的采集、分析与应用能力,以及专题地图的制作能力和地理信息系统职业素养,为学生的后续发展奠定基础。

以就业为导向,基于工作过程系统化的理念开展教学工作。在整个教学过程中以学生就业“所需”为主体,突出“帮助学生养成良好的职业道德”和“培养具有适应就业需要的专业技能”。根据“地理信息数据生产”岗位的要求,基于能力培养和训练,以典型工作任务为载体,按照从简单到复杂的过程,组织项目化、案例化的学习情境,完成课程设计。

在教学中,使理论教学与实践训练有机结合,相互融会贯通。基于“理实一体化”的教学要求,力求为学生的学习创造一个“真实的学习和工作环境”,既能够用理论指导实践,又能从实

践中归纳总结,提升理论知识的学习和应用。实施教学时,理论知识的选取紧紧围绕完成工作任务的需要来进行,体现“用起来的知识才是有用的知识”。建议开展3周的工程实践,并以顶岗实习的形式到校外实训基地进行。

另外,学生的学习不仅仅局限于书本知识的学习,要充分利用网络工具,让学生在网络上了解地理信息的相关知识和应用。同时,在教学中应结合某一流行地理信息系统软件的应用开展教学,通过软件的应用来阐述地理信息系统相关的概念和知识点。

## 任务二 地理信息系统的概念

### 一、地理信息系统的基本概念

#### (一)信息、地理信息

##### 1. 信息和数据

信息(information)是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的内 容、数量或特征,作为生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。例如,一个人的信息包括姓名、性别、民族、籍贯、受教育程度、工资收入等内容。信息具有客观性、适用性、可传输性和共享性等特征。

数据(data)是未加工的原始资料,是对客观事物的直接符号表示,如图形符号、数字、字母等。信息来源于数据,是数据内含的意义,是数据的内容和解释。例如,从测量数据中可以确定对象的形状、大小和位置等信息,而从遥感图片中可以提取探测对象的大小、形状和专题信息等。

##### 2. 地理信息

地理信息(geographic information)是指与地理空间分布有关的信息,它表示地表或环境固有的数据、质量、分布特征、联系和规律等的数字、文字、图像和图形等的总称。

地理信息属于空间信息,是对表达地理特征与地理现象之间关系的地理数据的解释。与一般信息的区别在于地理信息具有区域性、多维性和动态性。

区域性是指地理信息的位置定位特征。地理信息的空间位置是通过地理坐标加以表达的,比如用经纬网或公里网来标识空间位置,或用高斯平面直角坐标和国家高程基准来标识空间位置。以昆明市为例,其位于东经 $102^{\circ}10' \sim 103^{\circ}40'$ ,北纬 $24^{\circ}23' \sim 26^{\circ}22'$ ,市中心位于北纬 $25^{\circ}02'11''$ ,东经 $102^{\circ}42'31''$ 。多维性是指在一个空间位置上具有多个专题和属性信息。例如,在地面上有一污水处理厂出口,该出水口不但有平面坐标、高程,同时还可以获取该出水口的水流量和污染程度。动态性是指地理信息的动态变化特征,即时序特征。地理信息时序性可以为超短期的(如地震、地质滑坡)、短期的(如洪涝灾害、秋季低温)、中期的(如西南旱情影响农作物估产)、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。这就要求及时采集和更新地理信息,并根据多时相区域性指定特定的区域。例如,在进行土地利用更新调查时,采用先期某个时相的遥感影像数据和当前现势性较强的遥感影像数据进行对比,可发现土地利用变化情况。

##### 3. 地理数据

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,既可以采用坐标系统来描述,也可以采用地物间的相对位置,如空间上的距离、邻接、方位等关系来描述。属性数据是非空间数据,是描述一定地理现象或地物的特征,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。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。

## (二) 信息系统

### 1. 信息系统

信息系统(information system)是由计算机硬件、网络和通信设备、计算机软件、信息资源、信息用户和规章制度组成的以处理信息流为目的的人机一体化系统,具有数据采集与处理、信息加工、信息传递、信息存储及信息利用等功能,并由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成。计算机硬件包括各类计算机处理及终端设备;软件是支持数据信息的采集、存储、加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统;数据则是系统分析与处理的对象,构成系统的应用基础;用户是信息系统所服务的对象。

信息系统具有输入、存储、处理、输出和控制等五个基本功能。

(1)输入功能:信息系统的输入功能决定于系统所要达到的目的及系统的能力和信息环境的许可。

(2)存储功能:存储功能指的是系统存储各种信息资料和数据的能力。

(3)处理功能:基于数据仓库技术的联机分析处理和数据挖掘技术。

(4)输出功能:信息系统的各种功能都是为了保证最终实现最佳的输出功能。

(5)控制功能:对构成系统的各种信息处理设备进行管理,对整个信息加工、处理、传输、输出等环节通过各种程序进行控制。

### 2. 信息系统的类型

从信息系统的发展和系统特点来看,可分为数据处理系统(data processing system, DPS)、管理信息系统(management information system, MIS)、决策支持系统(decision sustainment system, DSS)、专家系统(人工智能的一个子集)和办公室自动化系统(office automation, OA)五种类型。

## (三) 地理信息系统

地理信息系统是在计算机硬、软件系统支持下,以地理空间数据库为基础,对地理空间数据进行采集、储存、管理、运算、分析、建模、显示和制图,以提供对规划、管理、决策和研究所需的地理空间信息的计算机技术系统。地理信息系统由若干个相互关联的子系统构成,如数据采集子系统、数据管理子系统、数据处理子系统、数据分析子系统、可视化表达与输出子系统等。地理信息系统处理、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。

地理信息系统与测绘学有着密切的关系。工程测量、地形测量、地籍测量、大地测量、航空摄影测量和遥感技术不但为地理信息系统提供各种不同比例尺和精度的定位数据,而且其理论和算法可直接用于空间数据的变换和处理。其中,测绘新设备、新技术,如全站仪、GNSS、解析或数字摄影测量工作站、遥感图像处理系统等现代测绘技术的使用,可直接、快速和自动地获取空间目标的数字信息产品,为地理信息系统提供丰富和更为实时的信息源。而地理学则为地理信息

系统提供了有关空间分析的基本观点与方法,成为地理信息系统的基础理论依托。

地理信息系统根据其研究对象的分布范围,可分为全球性信息系统和区域性信息系统;根据其研究对象的性质和内容,可分为专题信息系统、综合信息系统、应用地理信息系统和公众地理信息服务系统。

(1)专题信息系统是具有有限目标和专业特点的地理信息系统,为特定的专题而服务的,如土地利用信息系统、地质灾害预测与评价地理信息系统等。

(2)综合信息系统主要以区域综合研究和全面的信息服务为目标,可以有不同的规模,如为国家级、地区或省级、市级和县级等各不同级别行政区服务的区域信息系统;也有以自然分区或流域为单位的区域信息系统,如国家基础地理信息系统。

(3)应用地理信息系统是以地理信息系统的应用功能来划分的,可分为工具型地理信息系统和应用型地理信息系统。其中,工具型地理信息系统为地理信息系统的使用者提供某种技术支持,使用户能借助地理信息系统工具中的功能直接完成应用任务。目前国内外已有在市场上应用广泛的工具型地理信息系统软件,如 ArcGIS、MapInfo、MapGIS 等。应用型地理信息系统是单位、部门或行业结合自身应用的特点,借助工具型地理信息系统开发工具或计算机开发平台自行开发的地理信息系统。这种系统针对性明确、专业性强、系统开发成本低,适合在本单位、部门或行业内推广使用。

(4)公众地理信息服务系统是地理信息服务社会化发展的产物,它面向公众,以专业的、灵活多样的方式为公众提供丰富多彩的地理信息服务。目前,很多部门已经尝试将公众地理信息服务系统应用到实践中去,并取得了积极的成果。

## 二、地理信息系统的组成

从计算机技术系统应用的角度出发,地理信息系统要实现了对空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示等功能,其可分为四个子系统,即计算机硬件系统、计算机软件系统、空间数据库管理系统和应用人员。

### (一)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设备的总称,主要包括计算机主机、输入设备、存储设备、显示器、打印机、绘图仪、数字化仪等。

### (二)计算机软件系统

计算机软件系统是地理信息系统的核心部分,主要包括计算机操作系统软件、地理信息系统软件和其他应用程序。

#### 1. 计算机操作系统软件

操作系统(operating system, OS)是负责对计算机硬件直接控制及管理的系统软件。操作系统的功能一般包括处理器管理、存储管理、文件管理、设备管理和作业管理等。常见的计算机操作系统软件有 Windows 2000、Windows XP、Unix、Linux 等。

#### 2. 地理信息系统软件

地理信息系统软件包括地理信息系统工具或地理信息系统实用软件程序。通过地理信息系统软件完成空间数据的输入、存储、转换、输出及其用户接口功能。常见的地理信息系统软件有 ArcGIS、MapInfo、MapGIS、SuperMap、MGE 等。

### 3. 应用程序

应用程序是根据专题分析模型编制的特定应用任务的程序,是地理信息系统功能的扩充和延伸。现在的地理信息系统软件基本上都支持二次开发,使用者可结合专题应用要求,开发适应和满足自身需要的应用程序。

#### (三)空间数据库管理系统

空间数据是地理信息的载体,是地理信息系统的操作对象,它具体描述地理实体的空间特征、属性特征和时间特征。在地理信息系统中,空间数据是以结构化的形式存储在计算机中的,称为地理空间数据库。数据库由数据库实体和数据库管理系统(database management system, DBMS)组成。数据库实体存储有许多数据文件和文件中的大量数据,而数据库管理系统主要用于对数据进行统一管理,包括查询、检索、增删、修改和维护等。

#### (四)应用人员

既懂专业又熟悉地理信息系统知识的专业人员是地理信息系统成功应用的关键。由于地理信息系统的应用往往具有专业背景,所以,无论是需求分析、总体设计,还是专业功能的开发和应用,都离不开专业人员的参与。

## 三、地理信息系统的功能

从地理信息数据生产与处理的角度出发,地理信息系统的基本数据流程为数据准备、数据输入、数据管理、数据处理、空间分析和数据输出。因而,地理信息系统软件一般由五部分组成,即数据输入管理、空间数据库管理、空间数据分析和处理、空间数据的输出管理及应用模型。

#### (一)空间数据输入管理

空间数据输入管理功能是将地理信息系统中各种数据源输入,并将这些数据转换为计算机系统要求的数据格式进行存储。对多种形式、多种来源的信息,可实现多种方式的数据输入。主要有:图形数据输入,如地形图输入;栅格数据输入,如扫描图像的输入、遥感图像的输入;测量数据输入,如全球定位系统(Global Positioning System, GPS)数据的输入;属性数据输入,如数字和文字的输入等。

#### (二)空间数据库管理

组织和管理数据库中图形数据、属性数据和拓扑数据,以方便对地理空间数据的查询、更新与编辑处理。

#### (三)空间数据分析和处理

空间数据分析和处理是地理信息系统的核心,是地理信息系统区别于其他信息系统的本质特征。其主要功能是对空间数据库中的数据进行计算、分析和处理,如多边形的面积与周长计算、路径分析、缓冲区分析、空间叠置分析、统计分析等。

#### (四)空间数据的输出管理

以表格、图形、图像的方式将地理信息系统中的内容和计算、分析结果输出到显示器、绘图纸或其他介质上。地理信息系统不仅可以输出全要素地图,也可以根据用户需要,分层输出各种专题图、各类统计图、图表及数据等。

#### (五)应用模型

由于地理信息系统应用范围非常广泛,常规的地理信息系统软件不能满足特定用户的特殊需求。因而,一个优秀的地理信息系统软件会提供二次开发工具,以方便用户开发各种新的

应用模型,扩充地理信息系统功能。例如,利用 ArcGIS 提供的 ArcObject 组件,用户可开发满足自己需要的应用程序。

#### 四、地理信息系统与相关学科和技术的关系

地理信息系统是传统科学与现代技术相结合的产物。由于地理信息系统具有强大的空间数据分析能力,因而可为涉及空间数据分析的学科提供技术和方法,同时这些学科的发展又为地理信息系统提供所需的技术与方法。因此,应该了解地理信息系统和相关学科与技术的关系,以便能准确地理解地理信息系统的概念。

##### (一)地理信息系统与数据库管理系统的关系

地理信息系统基于空间数据库管理系统管理地理空间数据和属性数据。因此,地理信息系统中必然包含具有数据库管理系统功能的模块,以实现空间数据和属性数据的存储、检索、分析、综合和数据保护等功能。传统的数据库管理系统主要是存储、查询和管理非空间的属性数据,并具备一些基本的统计分析功能,对于空间地理数据的管理则有很大局限性。

(1)传统的数据库管理系统缺乏描述空间关系的数据模型,由于空间关系复杂,目前流行的层次、网络、关系模型都难以对空间数据进行全面、灵活、高效的描述,而地理信息系统的发展则能解决这些问题。

(2)传统的数据库管理系统缺乏空间关系查询能力,数据库管理系统只能对实体的非几何属性进行查询,而不能对实体的空间关系进行查询。地理信息系统则可将空间数据与属性数据的查询有机地结合起来。

(3)传统的数据库管理系统缺乏空间定义能力,它不能描述点、线、多边形等空间实体的几何数据类型。而地理信息系统同时具有处理空间与属性数据的功能,它可对空间实体的几何描述与属性数据的描述进行处理。

(4)传统的数据库管理系统缺乏空间分析功能,而强大的空间分析关系正是地理信息系统最本质的特征。

##### (二)地理信息系统和地理学与地学数据处理系统

地理学为地理信息系统提供了有关空间分析的基本观点与方法,是地理信息系统的基础理论。地理信息系统的发展也为地理问题的解决提供了新的技术手段、实现方法和途径,并使地理学研究的数学传统得到充分发挥。

地学数据处理系统以地学数据的收集、存储、加工、集成、再生成等数据处理为目标,是为地理信息系统提供符合一定标准和格式数据的信息系统。其作为地理信息系统的外部数据处理,为地理信息系统准备数据,如遥感校正;而作为地理信息系统内部数据处理,已成为地理信息系统空间分析的有机组成部分。

##### (三)地理信息系统与 CAD 的区别

计算机辅助设计(computer aided design, CAD)是使用计算机系统的辅助设计功能进行设计,以提高设计自动化程度,节省人力、物力,是主要用于图形系统的人机处理技术。自 1985 年左右在我国工程设计领域重点普及以来,CAD 以其操作简单、易于编辑、出图美观、可二次开发等优点广泛应用于建设行业中,其技术也取得了长足的进步。

地理信息系统能处理二维、三维图形,这与计算机辅助设计很相似。地理信息系统与 CAD 技术主要解决现实地理空间的数字模型问题,利用其技术可以构造与现实地理空间对应

的虚拟地理信息空间,并可以用数字模型对现实地理空间的现象和过程进行模拟和仿真,从而进行预测,而两者均提供了制作设计成果及有关专题地图的功能。两者相同的部分包括:都有空间坐标系统,都能将目标和参考系联系起来,且都能描述图形数据的拓扑关系。但两者由于功能与设计目的不同,仍有如下明显区别。

(1)计算机辅助设计不具备处理地图的基本功能,因为它既不能建立地理坐标系,也不能完成地理坐标变换。

(2)计算机辅助设计可称为照相系统(把用户输入的数据有选择地组织起来,显示到屏幕上),强调数据载体、符号化与显示。计算机辅助设计处理的图形是地理空间数据的几何抽象,是纯几何图形,不能完成数据的地理模型分析。

(3)计算机辅助设计不能处理属性数据或属性数据很少。计算机辅助设计系统与数据库之间只有初步连接,难以完成数据库中属性与其相应的地理实体的连接。而地理信息系统对空间数据与属性数据几乎是同时处理的,如用户修改空间数据,地理信息系统则自动修改其相应的属性数据。

(4)计算机辅助设计系统处理图形较规则,只使用了简单拓扑关系,而地理信息系统处理的地图数据几何形状复杂、要素多、相互间联系程度高,需用完整的拓扑关系才能描述清楚。

(5)计算机辅助设计系统无法实现空间关系的查询和多幅图的空间运算,而这些正是地理信息系统最基本且最重要的功能。

#### (四)地理信息系统和地图学与电子地图

地理信息系统脱胎于地图,并成为地图信息的一种新的载体形式。地图是地理信息系统重要数据来源之一,地图学理论与方法对地理信息系统有重要的影响。地图强调的是数据分析、符号化与显示,而地理信息系统则注重于信息分析。与传统地图集相比,电子地图(EMS)有如下新的特征。

- (1)声音、图文、多媒体集成。
- (2)具有查询检索和分析决策功能。
- (3)具有图形动态变化功能。
- (4)良好的用户交互界面,读者可以介入地图生成。
- (5)多级比例尺的相互转换。

#### (五)地理信息系统与管理信息系统的关系

传统的管理信息系统(MIS)是以管理为目的,在计算机硬、软件支持下,搜集、存储、处理、管理、分析信息的信息系统,与地理信息系统主要区别(无空间特征)表现在以下几个方面。

(1)管理信息系统数据形态主要是数字型与文字型;而地理信息系统除此以外,还包括描述空间位置与形状的坐标信息、描述空间关系的拓扑信息及描述信息有效性的时间信息等。

(2)管理信息系统的外围设备只要有打印机、键盘即可满足需要;而地理信息系统还需图形输入设备(数字化仪、扫描仪等)、图形输出设备(图形打印机、绘图仪等),以及图形显示设备(各种高分辨率彩色图形显示卡等)。此外,必要时还有附加的浮点处理器、图形处理卡及图形处理加速卡等。

(3)管理信息系统进行软件开发时,只需普通的数据结构与算法就可适应系统的要求;而地理信息系统需要有关图形和图像的数据结构与算法,图形学的算法主要用来处理矢量数据,图像处理的算法主要用来处理网络数据。



(4)管理信息系统以批处理方式为主,人机交互方式为辅;而地理信息系统则相反,以人机交互方式为主,批处理方式为辅。

### (六)地理信息系统与图像处理系统

图像处理系统用来搜集、存储、处理和显示网格数据,能及时地提供准确、综合和大范围内动态监测的各种资源与环境数据。它与地理信息系统的区别如下。

(1)图像处理系统处理的是栅格数据格式,所有信息都以像元集合的形式存储,每个像元代表某一空间坐标上的信息,像元间的位置关系则隐含在行列数中。而地理信息系统同时处理栅格数据格式和矢量数据格式,矢量数据格式以点、线、多边形的集合来表示数据。

(2)图像处理系统的功能主要是进行图像分析,具有复杂的图像分类、图像增强、模式识别、几何纠正等功能,而空间分析功能少。地理信息系统的功能主要是空间查询与空间分析。

(3)图像处理系统不具备数据库管理功能,不能对属性数据进行处理。这也导致了地理信息系统与图像处理系统之间进行数据传输时,图形信息传输较顺利,而属性信息传输异常困难,甚至不可能。

(4)图像处理系统的应用目标是用来提供明确的地图、数字等成品。地理信息系统虽是在计算机制图基础上发展起来的,但制图功能与地图数据库功能已成为次要的功能,空间分析管理和决策是其最重要的目标。

## 五、地理信息系统的行业应用

### (一)测绘与地图制图

地理信息系统(GIS)技术源于机助制图。所有的GIS都具有计算机制图的成分,GIS软件可以输出普通地图和专题地图。特别是在遥感和全球定位系统的支持下,可以为GIS动态提供海量的、高精度的地图数据,使得地图的成图周期大大缩短,地图成图精度大幅度提高、地图的品种极大丰富。

### (二)资源管理

资源的清查、管理和分析是GIS最基本的职能。其主要任务是将各种来源的数据汇集在一起,并通过系统的统计和覆盖分析功能,按多种边界和属性条件,提供区域多种条件组合形式的资源统计并进行原始数据的快速再现。例如,GIS应用于农业和林业领域以解决这些领域中各种资源(如土地、森林、草场)分布、分级、统计、制图等问题。

### (三)城乡规划

常规的城乡规划设计是在测绘人员提供的测绘图件、资料下进行的。由于GIS主要以数字地图的形式输入、输出,查询与分析直观易懂,因此易为规划设计人员所接受。在GIS中,由于所获取的测绘基础数据详尽、可靠、准确,大大提高了城乡规划的科学性。同时,计算机的高速运算和极强的逻辑判断功能,可在短时间内提供多方案比选,增加了规划设计方案的合理性。而且计算机可以自动地生成各种规划用图、表格和报告,利用数据库又易于删补、更新,因而还可以实现城市规划的动态监控和动态设计。通过对GIS的研究和使用,还可增强测绘人员和城市规划人员的协作,使信息的获取和使用臻于统一,从而促进城市规划工作。

### (四)国土监测

借助遥感数据的搜集,GIS可以有效地用于森林火灾的预测与预报、洪水灾情监测和洪水淹没损失的估算,为救灾抢险和防洪决策提供及时准确的信息。例如,黄河三角洲地区的防洪