



北京市高等教育精品教材立项项目

# 地理信息系统

Geographic Information System

(第2版)

陆守一 陈飞翔 主编

高等教育出版社

北京市高等教育精品教材立项项目



# 地理信息系统

Dili Xinxi Xitong

(第2版)



陆守书 陈飞翔 主编

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书全面、系统地讲述了地理信息系统的原理与应用。全书共分15章,内容涵盖地理信息系统的基本理论、地理信息系统的数据处理流程、地理信息系统的新技术以及地理信息系统的应用四个部分。其中,地理信息系统的基本理论主要包括地理信息系统概论、地理信息系统的地理基础以及空间数据模型和空间数据结构;地理信息系统的数据处理流程包括空间数据的获取和质量控制、空间数据处理、空间数据管理、空间分析和分析模型、空间信息的可视化和制图;地理信息系统的新技术包括网络地理信息系统、移动地理信息系统、云地理信息系统、三维地理信息系统和时态地理信息系统;地理信息系统的应用包括GIS应用系统的分析与设计以及地理信息系统在现代社会中的应用。本书内容丰富,并将原理和应用有机地结合起来。

本书可作为高等学校相关专业地理信息系统课程教材,也可供地理信息系统应用和开发人员阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统 / 陆守一, 陈飞翔主编. -- 2版. --  
北京: 高等教育出版社, 2017.1  
ISBN 978-7-04-046631-7

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第254599号

策划编辑 刘艳	责任编辑 刘艳	特约编辑 刘亚军	封面设计 于文燕
版式设计 徐艳妮	插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘莉	责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京市密东印刷有限公司  
开本 787 mm×1092 mm 1/16  
印张 24.5  
字数 510千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2004年8月第1版  
2017年1月第2版  
印 次 2017年1月第1次印刷  
定 价 43.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 46631-00

## 第2版前言



在信息化浪潮席卷全球的时代,以地理信息系统为代表的空间信息技术日新月异,地理信息系统的应用逐步渗透到国民经济建设和社会生活的方方面面,发挥着越来越重要的作用。

为了适应形势的需要,加速人才培养,我们编写了本书。本书第1版得到了广大读者的支持和好评,也收到了部分读者的建设性意见。

随着信息技术的迅猛发展,在当前互联网和分布式网络环境下,地理信息系统提供的空间数据已成为整个社会的共享数据,地理信息系统和通信技术相结合已进入地理空间信息服务领域,尤其是三维技术应用于地理信息系统,使移动地理信息系统、云地理信息系统、三维地理信息系统、时态地理信息系统等成为研究热点。为了适应信息技术的高速发展,体现地理信息系统发展中的新理论、新方法和新应用,本书在第1版的基础上主要做了如下修改。

1. 增加了移动地理信息系统、云地理信息系统、三维地理信息系统、时态地理信息系统等章节,使全书的体系更加完整。

2. 对网络地理信息系统一章做了较大修改。

3. 对与地理信息系统应用有关的章节进行了调整。

在上述修改中,有关网络地理信息系统、移动地理信息系统、云地理信息系统、三维地理信息系统的部分主要由陈飞翔、马啸编写,有关时态地理信息系统的部分主要由高金萍编写。

全书由陆守一、陈飞翔统稿。陈玥璐、朱声荣、刘佳星、刘云飞、陈星涵、高文灵、尹俊飞等参与了本书的部分修改工作。

地理信息系统发展迅速,作者水平有限,难免出现错误和不成熟之处,敬请读者批评指正。

编者

2016年4月



# 第 1 版前言



随着地理信息技术的发展和应用领域的不断拓展,地理信息系统正在融入信息技术的主流,成为信息技术的重要组成部分。

目前,人类正在步入以知识经济为特征的信息社会,世界各国都把发展信息产业、信息基础建设和培养信息建设人才作为重要的发展战略。面对信息技术的快速发展,以及地理信息系统充满生机与活力的发展前景,近几年来,我国很多高等学校都设立了地理信息系统专业,很多与地理信息系统相关的专业,都纷纷开设了地理信息系统课程。在研究生教学中,很多学科把地理信息系统课程作为学位课或选修课。由于地理信息系统的实用性很强,很多相关学科的硕士、博士学位论文也把地理信息系统作为研究、分析、解决问题的重要技术手段。在这种形势下,如何加速地理信息系统理论研究和应用技术人才的培养,以及如何抓住机遇,探索规律,不断开拓地理信息系统的应用领域,已成为有识之士广为关注的问题。

本书在多年教学实践的基础上编写而成,由北京林业大学陆守一主编。长期从事地理信息系统教学和应用系统开发的北京林业大学、浙江林学院、西北农林科技大学、福建农林科技大学、西安科技大学等单位的多位教师参加了本书的编写工作。

全书分为 11 章,由陆守一确定本书的结构和大纲,并编写了其中的第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章的大部分内容及 11.1 节;史民昌参编了第 10 章和 11.4 节;唐丽华参编了第 8 章及附录;赵鹏祥参编了第 9 章;赖日文参编了第 3 章;贾建华参编了第 7 章;程燕妮参编了 11.2 节和 11.3 节;张青编写了 6.8 节。全书由陆守一统稿。

本书在编写过程中得到了很多同行专家和朋友的帮助,中国农业大学的严泰来教授、张晓东博士,北京大学的秦其明教授审阅了全稿,并提出了许多宝贵的意见。在此表示衷心的感谢。

由于地理信息系统发展迅速,作者水平有限,难免出现错误和不成熟之处。敬请读者批评指正。

编者

2004 年 6 月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581999 58582371 58582488

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务与版权管理部

邮政编码 100120

# 目录

<b>第 1 章 概论</b> .....	1
<b>1.1 基本概念</b> .....	1
1.1.1 信息和地理信息 .....	1
1.1.2 信息系统和地理信息系统 .....	2
1.1.3 地理信息系统及其相关 学科 .....	4
1.1.4 地理信息系统的类型 .....	5
<b>1.2 地理信息系统的组成和功能</b> .....	6
1.2.1 地理信息系统的基本组成 .....	6
1.2.2 地理信息系统的硬件系统 .....	7
1.2.3 地理信息系统的软件 系统 .....	14
1.2.4 地理信息系统软件的主要 功能 .....	14
<b>1.3 地理信息系统的发展和展望</b> .....	16
1.3.1 地理信息系统的发展史 .....	16
1.3.2 地理信息系统的发展动态 .....	18
<b>思考题</b> .....	21
<b>第 2 章 地理信息系统的地理   基础</b> .....	22
<b>2.1 空间数据的坐标系</b> .....	22

2.1.1 地理空间坐标 .....	22
2.1.2 平面坐标系 .....	24
2.1.3 高程系 .....	24
<b>2.2 地图投影</b> .....	24
2.2.1 地图投影简介 .....	24
2.2.2 地理信息系统中常用的地图 投影 .....	26
2.2.3 地形图的分幅和编号 .....	29
<b>2.3 地图简介</b> .....	32
<b>思考题</b> .....	33
<b>第 3 章 空间数据模型和空间   数据结构</b> .....	34
<b>3.1 地理空间概述</b> .....	34
<b>3.2 空间数据的特点</b> .....	35
<b>3.3 空间数据模型基础</b> .....	37
3.3.1 数据模型 .....	37
3.3.2 空间数据模型 .....	38
3.3.3 时空数据模型 .....	41
3.3.4 三维空间数据模型 .....	42
3.3.5 面向对象空间数据模型 .....	43
3.3.6 空间数据的表达和空间数据 结构 .....	46



3.4 矢量数据结构及其表达	47	4.3 空间数据的质量	82
3.4.1 矢量数据的位置和形状 表达	47	4.3.1 空间数据质量的概念	82
3.4.2 矢量数据的空间关系 表达	49	4.3.2 空间数据质量的评价和 控制	83
3.4.3 矢量数据的属性表达	52	4.3.3 空间数据的误差分析	84
3.5 矢量数据结构及其编码	53	4.4 空间数据的元数据	86
3.5.1 无拓扑关系的矢量数据 结构	53	4.4.1 空间元数据标准概述	86
3.5.2 有拓扑关系的矢量数据 结构	54	4.4.2 空间数据元数据的概念	86
3.6 栅格数据结构及其表达	58	4.4.3 空间数据元数据的应用	88
3.6.1 栅格数据的位置和形状 表达	58	思考题	89
3.6.2 栅格数据的空间关系 表达	59	第5章 空间数据处理	90
3.6.3 栅格数据的属性表达	59	5.1 空间数据处理概述	90
3.7 栅格数据结构及其编码	60	5.2 空间数据处理基础	90
3.7.1 直接栅格数据编码	61	5.2.1 弧段和多边形的外接 矩形	90
3.7.2 费尔曼链码	61	5.2.2 结点、弧段、多边形的捕捉和 判断	91
3.7.3 游程编码	62	5.2.3 弧段的求交	93
3.7.4 四叉树编码	63	5.2.4 结点、弧段、多边形的 位置	94
3.8 栅格和矢量数据结构比较	70	5.3 拓扑关系的建立	95
3.9 矢量栅格一体化数据结构	71	5.3.1 点、线拓扑关系的生成	95
思考题	71	5.3.2 多边形拓扑关系的生成	96
第4章 空间数据的获取和质量 控制	73	5.4 空间数据的编辑	98
4.1 地理信息系统的数据源	73	5.4.1 图形编辑	98
4.2 空间数据的获取	74	5.4.2 矢量数据的编辑	99
4.2.1 地图数据的获取	74	5.4.3 栅格数据的编辑	102
4.2.2 遥感数据的获取	78	5.5 空间数据的坐标变换	102
4.2.3 摄影测量数据	80	5.5.1 空间数据坐标变换的理论 基础	103
4.2.4 属性数据的获取	81	5.5.2 几何纠正	104
		5.5.3 空间数据的投影变换	106
		5.6 空间数据的结构转换	108



5.6.1 矢量到栅格数据的转换	108	技术	136
5.6.2 栅格到矢量数据的转换	112	6.5 空间数据库管理模式	138
5.7 空间数据的数据共享	115	6.5.1 全文件空间数据管理 模式	138
5.7.1 数据共享概述	115	6.5.2 文件和关系数据库混合管理 模式	138
5.7.2 空间数据的共享模式	116	6.5.3 全关系型空间数据管理 模式	139
5.8 图形的剪裁与合并	118	6.5.4 对象-关系型空间数据库 管理模式	140
5.9 空间数据的内插	119	6.5.5 空间数据库引擎	141
5.9.1 局部拟合插值	120	6.5.6 空间数据的查询—— 扩展SQL	144
5.9.2 趋势面插值	120	6.5.7 大数据管理——NoSQL	145
5.9.3 区域属性数据的插值	121	6.6 空间索引	146
思考题	123	6.7 空间数据的分层	149
<b>第6章 空间数据管理</b>	124	思考题	149
6.1 数据管理模式	124	<b>第7章 空间分析和分析模型</b>	151
6.1.1 数据管理模式的发展 阶段	124	7.1 空间分析概述	151
6.1.2 数据库管理系统和数据库 系统	125	7.2 空间数据的量算	153
6.2 数据库模型	126	7.2.1 长度量算	153
6.2.1 数据库模型概述	126	7.2.2 面积量算	154
6.2.2 传统数据库系统的数据 模型	128	7.2.3 分布中心的计算	155
6.2.3 面向对象的数据库模型	130	7.3 空间数据的查询	156
6.3 空间数据库简介	131	7.3.1 空间数据的查询类型	156
6.3.1 空间数据库的特点	131	7.3.2 空间查询的方法	159
6.3.2 传统关系数据库模型的 局限性	132	7.4 叠置分析	160
6.4 空间数据管理中的数据库 技术	132	7.4.1 叠置分析概述	160
6.4.1 关系数据库技术	132	7.4.2 视觉叠置	162
6.4.2 结构化查询语言	134	7.4.3 基于矢量数据的叠置 分析	163
6.4.3 面向对象的数据库技术	135	7.4.4 基于栅格数据的叠置 分析	167
6.4.4 对象-关系数据库技术	135		
6.4.5 客户-服务器数据库	135		

7.5 邻域分析 .....	169	8.1.1 空间信息可视化概述 .....	218
7.5.1 缓冲区分析 .....	169	8.1.2 空间信息可视化的常用形式 .....	219
7.5.2 泰森多边形分析 .....	174	8.1.3 空间信息的真三维可视化 .....	221
7.6 空间网络分析 .....	179	8.1.4 虚拟现实 .....	222
7.6.1 空间网络分析基础 .....	180	8.2 地图的符号和符号库 .....	222
7.6.2 路径分析 .....	182	8.2.1 地图的符号和色彩 .....	222
7.6.3 定位与配置分析 .....	184	8.2.2 地图符号库和汉字库 .....	225
7.6.4 地理编码 .....	186	8.2.3 地图的注记 .....	227
7.7 数字地形分析及数字地面模型 .....	187	8.2.4 空间实体的符号化过程 .....	228
7.7.1 数字地面模型概述 .....	187	8.3 专题地图 .....	228
7.7.2 数字高程模型的规则格网模型 .....	187	8.3.1 专题信息和专题地图 .....	229
7.7.3 不规则三角网模型 .....	190	8.3.2 专题地图的表示方法 .....	229
7.7.4 等值线模型 .....	192	8.3.3 常用的几种专题地图 .....	231
7.7.5 数字高程模型数据源的获取 .....	194	8.3.4 专题地图的设计制作 .....	233
7.7.6 数字地形分析中基本地形因子的计算 .....	196	8.4 电子地图 .....	234
7.7.7 数字地形分析中地形特征的计算 .....	202	8.4.1 电子地图概述 .....	235
7.7.8 数字地形的可视化 .....	203	8.4.2 电子地图的应用 .....	236
7.7.9 数字高程模型及数字地形可视性分析 .....	205	思考题 .....	237
7.7.10 数字高程模型的应用 .....	207	第9章 网络地理信息系统 .....	238
7.8 空间统计分析 .....	209	9.1 网络地理信息系统概述 .....	238
7.8.1 空间统计分析概述 .....	209	9.1.1 信息系统网络化模式 .....	238
7.8.2 聚类分析的应用实例 .....	212	9.1.2 地理信息系统网络化概述 .....	240
7.9 空间分析的智能化——空间决策支持 .....	215	9.1.3 WebGIS的基本概念 .....	240
思考题 .....	217	9.1.4 WebGIS的特点和用途 .....	241
第8章 空间信息的可视化和制图 .....	218	9.2 WebGIS体系结构 .....	244
8.1 空间信息可视化 .....	218	9.2.1 WebGIS的二层架构 .....	245
8.1.1 空间信息可视化概述 .....	218	9.2.2 WebGIS的三层架构 .....	246
8.1.2 空间信息可视化的常用形式 .....	219	9.2.3 二层架构与三层架构的比较 .....	246
8.1.3 空间信息的真三维可视化 .....	221	9.3 WebGIS的关键技术 .....	247
8.1.4 虚拟现实 .....	222		
8.2 地图的符号和符号库 .....	222		
8.2.1 地图的符号和色彩 .....	222		
8.2.2 地图符号库和汉字库 .....	225		
8.2.3 地图的注记 .....	227		
8.2.4 空间实体的符号化过程 .....	228		
8.3 专题地图 .....	228		
8.3.1 专题信息和专题地图 .....	229		
8.3.2 专题地图的表示方法 .....	229		
8.3.3 常用的几种专题地图 .....	231		
8.3.4 专题地图的设计制作 .....	233		
8.4 电子地图 .....	234		
8.4.1 电子地图概述 .....	235		
8.4.2 电子地图的应用 .....	236		
思考题 .....	237		



9.3.1	WebGIS 的早期构造方法	247	10.4.2	移动地理信息系统的发展趋势	271
9.3.2	WebGIS 中的瓦片金字塔技术	248	<b>思考题</b>		272
9.4	WebGIS 的发展趋势	253	<b>第 11 章 云地理信息系统</b>		273
9.4.1	地理标记语言——网络环境下开放的空间数据交换格式	253	11.1	云计算	273
9.4.2	网络虚拟地理环境	255	11.1.1	云计算的概念	273
<b>思考题</b>		255	11.1.2	云计算的特点	273
<b>第 10 章 移动地理信息系统</b>		256	11.1.3	云计算的发展现状与趋势	274
10.1	移动地理信息系统概述	256	11.1.4	云地理信息系统概述	275
10.1.1	移动地理信息系统的概念	256	11.2	云地理信息系统的基本架构	276
10.1.2	移动地理信息系统的发展历程	257	11.2.1	物理/硬件层	277
10.1.3	移动地理信息系统的功能和特点	257	11.2.2	云平台层	277
10.1.4	移动地理信息系统与 WebGIS 的关系	259	11.2.3	服务层	277
10.2	移动地理信息系统的组成与系统架构	260	11.2.4	应用层	279
10.3	移动地理信息系统的原理与关键技术	261	11.3	云地理信息系统的关键技术	279
10.3.1	移动地理信息系统设备与操作系统	261	11.3.1	虚拟化技术	279
10.3.2	移动地理信息系统中的空间定位技术	264	11.3.2	并行计算	280
10.3.3	移动地理信息系统中的网络通信技术	266	11.3.3	分布式技术	280
10.3.4	移动地理信息系统平台与开发技术	267	11.3.4	网格计算	281
10.4	移动地理信息系统应用与发展趋势	270	11.3.5	异构资源技术	282
10.4.1	移动地理信息系统应用	270	11.4	云地理信息系统的功能及优缺点	282
			11.4.1	云地理信息系统的优势	283
			11.4.2	云地理信息系统的局限	283
			11.5	云地理信息系统的应用	284
			11.5.1	云地理信息系统的部署模式	284
			11.5.2	云地理信息系统的应用模式	287
			11.5.3	“云+端”	288
			<b>思考题</b>		289



<b>第 12 章 三维地理信息系统</b> .....	290	12.4.6 空间分析应用 .....	309
12.1 三维地理信息系统概述 .....	290	12.5 三维地理信息系统的发展和 挑战 .....	310
12.1.1 传统二维地理信息系统的 局限性 .....	290	<b>思考题</b> .....	311
12.1.2 三维地理信息系统的 优越性 .....	290	<b>第 13 章 时态地理信息系统</b> .....	312
12.1.3 三维地理信息系统的 发展 .....	291	13.1 时态地理信息系统概述 .....	312
12.1.4 三维地理信息系统的 应用 .....	292	13.1.1 时态地理信息系统的发展 历程 .....	312
12.2 三维空间数据模型 .....	294	13.1.2 时态地理信息系统的基本 功能 .....	313
12.2.1 数据模型要求 .....	294	13.1.3 时态地理信息系统的应用 方向 .....	315
12.2.2 基于面元的三维数据 模型 .....	295	13.2 时空关系和时空数据模型 .....	316
12.2.3 基于体元的三维数据 模型 .....	297	13.2.1 时间特性的表示 .....	316
12.2.4 基于混合结构的三维数据 模型 .....	301	13.2.2 时空基本变化类型 .....	318
12.3 三维地理信息系统可视化 .....	302	13.2.3 时空概念数据模型 .....	319
12.3.1 三维空间数据可视化的 基本流程 .....	302	13.2.4 时空逻辑数据模型 .....	322
12.3.2 三维空间数据可视化的 主要方法 .....	303	13.3 时空数据库的实现和操作 .....	324
12.3.3 三维可视化加速策略 .....	304	13.3.1 时空数据库实现的主要 方式 .....	324
12.3.4 虚拟现实与地理信息系统的 结合——虚拟地理环境 .....	305	13.3.2 几种主要的时间标记 方法 .....	324
12.4 三维地理信息系统空间分析 .....	306	13.4 时空数据库的操作 .....	327
12.4.1 数字地形分析 .....	306	13.4.1 时空数据查询和回溯 .....	327
12.4.2 三维缓冲区分析 .....	306	13.4.2 时空数据动态操作算子 .....	329
12.4.3 三维叠置分析 .....	308	13.5 时空数据的可视化 .....	331
12.4.4 三维交互分析 .....	308	13.5.1 时态数据的静态可视化 .....	331
12.4.5 其他分析 .....	308	13.5.2 时态数据的动态可视化 .....	332
		13.6 时态地理信息系统的发展和 挑战 .....	333
		<b>思考题</b> .....	333

<b>第 14 章 GIS 应用系统的分析与设计</b> .....	334	<b>第 15 章 地理信息系统在现代社会中的应用</b> .....	349
14.1 GIS 应用系统概述 .....	334	15.1 地理信息系统应用简介 .....	349
14.1.1 GIS 应用系统的开发模式 .....	334	15.1.1 地理信息系统应用的特点 .....	349
14.1.2 GIS 应用系统的开发模型 .....	335	15.1.2 地理信息系统的主要应用市场 .....	350
14.1.3 GIS 应用系统的开发方法 .....	337	15.2 地理信息系统集成与 3S .....	352
14.1.4 GIS 应用系统开发的主要阶段 .....	337	15.2.1 地理信息系统集成 .....	352
14.1.5 统一建模语言 .....	338	15.2.2 地理信息系统组件和组件化 .....	354
14.2 GIS 应用系统开发 .....	341	15.2.3 3S 集成系统 .....	356
14.2.1 GIS 应用系统分析 .....	341	15.3 地理信息系统集成与 3S 的应用实例——在森林防火中的应用 .....	360
14.2.2 GIS 应用系统设计 .....	342	15.4 地理信息系统专业化应用实例——在地学中的应用 .....	364
14.2.3 GIS 应用系统的实施和评价 .....	343	15.5 地理信息系统的社会化应用发展 .....	367
14.3 地理信息系统标准化 .....	344	15.5.1 地理信息系统在空间决策支持中的应用 .....	367
14.3.1 地理信息系统标准化的内容 .....	344	15.5.2 物联网地理信息系统 .....	370
14.3.2 开放式地理数据互操作规范 .....	346	<b>思考题</b> .....	370
14.3.3 ISO/TC 211 标准 .....	347	<b>参考文献</b> .....	372
<b>思考题</b> .....	348		



# 第1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)是经过加工的数据,是用数字、文字、符号、语言、图形图像等介质来表示事件、事物、现象等的内容、数量或特征,以向人们(或系统)提供关于现实世界新的知识,并作为生产、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遍形式。

一般认为,信息是数据、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(m),而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,其向人们所传达的信息都是“这棵树是大树”。

从信息科学的角度看,信息具有客观性、适用性、可传输性和共享性等特征。

- 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。
- 适用性是指信息是从大量的数据中收集,且经过组织和管理,具有实用性。
- 可传输性是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。
- 共享性是指信息的可传输性所带来的结果,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, 以及有规律的数字、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% 的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% 的信息与地理位置和空间分布有关。这意味着地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 在国家信息化中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, 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, 信息系统涉及战略层、用户层和操作层。其中, 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层和中层的管理人员; 操作层主要是操作人员。

##### (2) 信息系统的分类

###### ① 从功能角度分类, 可以分为以下四类。

管理信息系统 (Management Information System, MIS)。它是一种基于数据库的信息系统, 往往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。

决策支持系统 (Decision Support System, DSS)。它是在管理信息系统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。

智能决策支持系统 (Intelligent Decision Support System, IDSS)。它是在决策支持系统中进一步引入人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术。例如, 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。

空间信息系统 (Spatial Information System, SIS)。它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—

般信息系统。空间信息系统包括的内容很广,主要由地理信息系统、全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System,GNSS)、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)等组成。

②从系统结构角度分类,可以分为以下两类。

单机信息系统。该系统分为PC(Personal Computer,个人计算机)平台和 workstation 平台两种,其各自依托不同的操作系统。

网络信息系统。该系统分为客户-服务器(Client/Server,C/S)结构、浏览器-服务器(Browser/Server,B/S)结构。

## 2. 地理信息系统

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

①从技术角度看,地理信息系统是在计算机软件 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。

②从学科角度看,地理信息系统是一门快速发展的交叉学科,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、遥感技术以及人工智能与专家系统技术的进步和成就。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。此外,地理信息系统又是一个技术系统,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。

③从应用角度看,地理信息系统是一门以应用为目的的信息产业,其应用可深入各行各业。随着地理信息系统的逐步应用,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。随着互联网时代的到来,又出现了一批使用网络空间数据的用户群。

④从发展角度看,地理信息系统起源于实际应用,开始是一门技术,之后进一步发展成为一门交叉性边缘科学。由于地理信息系统的理论、技术和应用一直在不断发展,地理信息系统的含义也在不断变化和发展。起初,注重地理信息系统提供的空间数据的管理、查询和分析功能;之后,开始注重地理信息系统通过共享的地理信息数据库提供协同工作的平台;当前更注重地理信息系统在互联网和分布式网络环境下提供的整个社会共享空间数据、相互合作和协同工作的平台。

地理信息系统研究的对象是地理空间数据;其研究内容包括地理信息系统基础理论、地



理信息系统技术系统和地理信息系统应用方法,这三个方面互相联系,相互促进。

### 1.1.3 地理信息系统及其相关学科

地理信息系统属于交叉学科,它既包含传统学科,又包括现代科学的技术和方法。因此,正确地理解地理信息系统与其相关学科的关系,可以更好地理解地理信息系统的概念。

#### 1. 地理信息系统的相关学科

地理信息系统的相关学科如图 1-1 所示。其中,测绘学和地理学是地理信息系统的理论基础;地图和遥感影像是地理信息系统的主要数据源;计算机科学为地理信息系统的建立提供了技术手段;开发地理信息系统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、空间分析技术及网络技术。

当代计算机技术的进步有力地推动了地理信息系统的发展。例如,网络技术的发展带动了网络地理信息系统的发展;软件复用技术的出现促使了组件地理信息系统的迅速发展;信息集成业的发展又促使地理信息系统同其他信息技术的集成,使地理信息系统的应用涉及各种行业。



图 1-1 地理信息系统的相关学科

#### 2. 地理信息系统的相关技术系统

##### (1) 地理信息系统与数字地图

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进行存储、管理和输出。数字地图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。

地理信息系统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,数字地图及其制图系统应该是地理信息系统的重要组成部分。首先,表现在数字地图是地理信息系统重要的数据源,数字地图制图系统中存储和管理的信息往往是地理信息系统所需要的;其次,地理信息系统的处理和分析结果通常以数字地图形式来表现和输出。例如,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) 地理信息系统与计算机辅助设计

计算机辅助设计(Computer Aided Design, 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