

高等学校环境类教材

张猛 李天 郭伟 编著

地理信息系统 在环境科学中的应用

(第2版)



清华大学出版社

高等学校环境类教材

张猛 李天 郭伟 编著

地理信息系统 在环境科学中的应用 (第2版)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书针对地理信息系统在环境科学中应用的需要,阐述了地理信息系统的特征、类型、功能、数据采集和数据库设计,着重介绍地理信息系统在环境科学应用中的技术和方法。

全书共分 11 章。第 1~6 章介绍地理信息系统的结构、功能及其发展与前景,实用地理信息系统的数据特征、数据来源及数据质量,遥感及全球定位系统,地理信息系统数据库设计的主要内容和方法,国内外常用的 GIS 软件及其功能,环境信息系统建立方法;第 7~10 章运用实例,分别从生态控制、城市环境管理、水资源管理等领域介绍 GIS 在环境科学中的应用;第 11 章介绍地理系统的功能扩展,包括数据和模型接口、虚拟现实及数据挖掘技术等。

本书可作为环境科学与工程专业高年级本科生和研究生的学习用书,也可供从事环境科学与工程方面工作的科技工作者、信息资源开发等领域的技术人员阅读参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统在环境科学中的应用 / 张猛,李天,郭伟编著. --2 版. --北京:清华大学出版社,2016
高等学校环境类教材

ISBN 978-7-302-44139-7

I. ①地… II. ①张… ②李… ③郭… III. ①地理信息系统—应用—环境科学—高等学校—教材
IV. ①X-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 139086 号

责任编辑:柳 萍 洪 英

封面设计:常雪影

责任校对:王淑云

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.25 彩 页:2 字 数:448 千字

版 次:2008 年 5 月第 1 版 2016 年 9 月第 2 版 印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00 元

产品编号:065398-01

地理信息系统(geographic information system, GIS)是在计算机软硬件系统支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。伴随着计算机技术、信息技术、空间技术的发展,GIS 正逐步建立起独立的理论体系和完备的技术系统,其在国民经济和社会生活的各个领域也获得了越来越广泛的应用。

环境科学带有明显的地理空间的特点,GIS 与环境科学在研究对象和研究方法上所具有的相似性和互补性,使二者的结合孕育着巨大的发展潜力和应用前景。环境问题是 21 世纪所面临的全球性问题,全球气候变化、沙漠化、大气污染、厄尔尼诺现象、酸雨等受到了人们越来越多的重视和关切。在环境问题日益突出的今天,利用有效的辅助决策支持工具 GIS 对我国环境应用系统进行设计和开发已成为当前环境科学领域的一项重要任务。本书编写的初衷便是推动地理信息系统在环境科学领域的应用,为人类居住环境的保护和改善贡献一点力量。

本书为李旭祥教授等人编写的《地理信息系统在环境科学中的应用》一书的改版。原书的框架基本未变。在参阅了近 10 年来的期刊、论文以及著作等有关资料的基础上,作者对第 1 版的内容做了一些修改,如关于地图综合的基本理论与算法、遥感技术和全球定位系统、常用的商业与开源 GIS 软件,以及地理信息系统在生态控制、城市环境、水资源与水环境等领域的应用案例等。本书可作为高等院校高年级本科生或研究生的学习用书,也可供环境科学领域的科学工作者借鉴与参考。

本书由张猛、李天、郭伟共同编写,由张猛统稿、定稿。在编写过程中,陈燕、张明志、聂咸文、何一飞为本书提供了地理信息系统在水资源与水环境领域的具体应用案例,张博、吴巧丽等人参与了相关资料的收集、录入与编排。此次改版,还得到国家自然科学基金委基金项目(编号:41301424)的资助以及清华大学出版社的大力支持。在这里,谨向他们致以由衷的感谢。

鉴于作者水平有限,加之时间仓促,书中的谬误与不足之处在所难免。若蒙读者赐教斧正,则不胜感激。

联系地址: zhangmeng01@mail. xjtu. edu. cn。

张猛

2016 年 5 月

第 1 章 地理信息系统概论	1
1.1 地理信息系统	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 地理信息系统的类型	4
1.2 地理信息系统的结构与功能	5
1.2.1 地理信息系统的组成	5
1.2.2 地理信息系统的主要功能模块	6
1.3 地理信息系统的特性	7
1.3.1 GIS 与机助制图系统的区别与联系	7
1.3.2 GIS 与数据库管理系统的区别与联系	8
1.3.3 GIS 与 CAD 的区别与联系	8
1.3.4 GIS 与遥感图像处理系统的区别与联系	9
1.3.5 地理信息系统和事务处理系统的区别与联系	9
1.4 地理信息系统的发展与前景	9
1.4.1 地理信息系统软件发展的历史回顾	9
1.4.2 我国在地理信息系统领域的主要研究成果	13
1.4.3 地理信息系统的发展趋势	19
第 2 章 实用地理信息系统的数据	22
2.1 空间数据的基本特征	22
2.1.1 空间特征	22
2.1.2 时间特征	23
2.1.3 专题特征	23
2.2 数据的测量尺度	24
2.3 数据源	25
2.4 数据质量	26
2.4.1 数据质量的基本特点	26
2.4.2 数据误差或不确定性的来源	28
2.4.3 数据的误差类型	29

2.5	空间数据类型转换	29
2.5.1	栅格与矢量数据的比较	29
2.5.2	栅格数据与矢量数据的转换	30
2.6	地图-空间数据的可视化表达	31
2.6.1	地图投影	31
2.6.2	地图种类	32
2.6.3	地图符号	33
2.6.4	地图综合	34
2.6.5	地图制作过程和计算机制图	42
第3章	遥感及全球定位系统	44
3.1	遥感系统	44
3.1.1	基本概念及原理	44
3.1.2	起源及发展历程	45
3.1.3	系统组成	47
3.1.4	遥感数据	48
3.1.5	技术特点	50
3.1.6	发展趋势	50
3.2	全球定位系统	51
3.2.1	GPS系统发展历程	52
3.2.2	GPS系统的组成	53
3.2.3	GPS的基本原理	54
3.2.4	GPS的应用	56
3.2.5	其他卫星导航系统	56
第4章	地理信息系统数据库设计	60
4.1	地理信息系统数据库及其设计	60
4.1.1	GIS数据库	60
4.1.2	GIS数据库设计的概念	61
4.1.3	应用目的驱动的GIS数据库设计过程	61
4.2	用户需求分析	62
4.2.1	现状调查	63
4.2.2	需要了解的内容	63
4.2.3	调查内容的组织和分析	65
4.3	概念化设计	67
4.3.1	数据库的宏观地理定义	68
4.3.2	数据库数据模型的确定	69
4.4	详细设计	74
4.4.1	数据源的选择	74

4.4.2	各种数据的评价	75
4.4.3	空间数据层的设计	77
4.4.4	数据字典	77
4.4.5	元数据	79
4.4.6	存储管理结构的设计	84
4.5	实施规划	85
4.5.1	数据采集过程的自动化设计	85
4.5.2	数据库的质量控制	86
4.5.3	开发进度的监测	87
4.6	试点项目	88
第 5 章	地理信息系统的应用和软件	91
5.1	概述	91
5.2	地理信息系统的主要功能	96
5.2.1	空间数据获取	96
5.2.2	空间数据管理	100
5.2.3	空间数据分析	100
5.2.4	专题地图设计与制作	106
5.3	MapInfo	108
5.4	ArcGIS	111
5.5	MapGIS	113
5.6	SuperMap GIS	119
5.7	开源 GIS 软件	127
5.7.1	标准层的开源软件	127
5.7.2	数据库层的开源软件	128
5.7.3	组件层的开源软件	130
5.7.4	平台层的开源软件	131
第 6 章	环境数据特点及信息系统设计	137
6.1	环境数据特点	137
6.1.1	环境数据分类	138
6.1.2	环境数据采集与处理	139
6.2	环境信息系统设计	143
6.2.1	环境信息系统设计目标与内容	144
6.2.2	环境信息系统构建方法	145
6.2.3	环境信息系统设计	148
6.2.4	环境信息系统实施	151

第 7 章 GIS 在生态控制中的应用	152
7.1 国家级生态示范区地理信息系统	152
7.1.1 系统目标	152
7.1.2 系统结构	152
7.1.3 系统功能与界面	153
7.1.4 系统实施	154
7.2 生态环境监测信息系统	155
7.2.1 系统开发的基础	155
7.2.2 系统功能组成结构	156
7.3 土壤资源持续利用与信息技术	159
7.3.1 土壤资源持续利用	159
7.3.2 土壤资源持续利用的实现途径	160
7.3.3 信息技术在土壤资源持续利用与管理中的作用	161
7.3.4 土壤资源研究趋势	162
7.4 西北地区生态环境信息系统	163
7.4.1 系统设计原则	164
7.4.2 系统目标和研制流程	165
7.4.3 系统结构设计和技术路线	166
7.5 青海湖流域植被覆盖动态监测系统	171
7.5.1 基础数据	172
7.5.2 EVI 变化时空特征	174
7.5.3 植被变化与气候因素的关系	176
7.5.4 结果分析	180
第 8 章 GIS 在城市环境管理中的应用	182
8.1 数字地球与数字城市	182
8.1.1 数字地球的特征与性质	182
8.1.2 数字地球的基本框架	182
8.1.3 数字地球的技术系统综述	184
8.1.4 数字地球应用领域综述	184
8.1.5 数字地球的研究内容	184
8.1.6 数字地球的作用和意义	185
8.1.7 数字城市建设意义	186
8.1.8 数字城市建设内容	187
8.2 城市大气污染控制管理系统	187
8.2.1 系统结构	188
8.2.2 大气污染扩散空间信息系统	189
8.3 基于 GIS 平台的城市规划信息系统	192

8.3.1	GIS 在城市小区建设管理中的应用特点	193
8.3.2	城市小区 GIS 应用系统的组成与结构	194
8.4	城市环境气候图	195
8.4.1	城市环境气候图组成	196
8.4.2	城市环境气候图数据库	197
8.4.3	城市气候分析图制作	197
第 9 章	GIS 在水资源及水环境管理中的应用	201
9.1	水污染控制规划系统	201
9.1.1	概率规划模型	201
9.1.2	基于 GIS 的水污染控制规划	202
9.2	在海湾陆源污染物总量控制中的应用	203
9.2.1	系统的功能结构图	203
9.2.2	系统应用	204
9.2.3	GIS 支持下水质模型的应用	206
9.3	流域内降雨径流模拟系统	207
9.3.1	建模思路	207
9.3.2	模型界面	208
9.3.3	系统应用	209
9.4	HEC-RAS 模型在河道规划设计中的应用	214
9.4.1	模型简介	214
9.4.2	技术流程	214
9.4.3	应用案例	214
第 10 章	GIS 在其他环境科学领域中的应用	218
10.1	环境监测信息系统	218
10.1.1	环境监测信息	218
10.1.2	系统分析	218
10.1.3	系统设计和实施	222
10.1.4	环境监测信息系统的发展	223
10.2	GIS 技术在环境污染事故应急管理中的应用	224
10.2.1	GIS/ES 技术	224
10.2.2	GIS/ES 技术应用于突发性环境污染事故应急管理的优越性	225
10.2.3	GIS/ES 技术应用于突发性环境污染事故应急管理系统	226
10.2.4	环境污染事故指标系统	227
10.2.5	重大污染事故区域预警系统	229
10.3	森林防火地理信息系统	231
10.3.1	系统的发展现状	231
10.3.2	系统的总体目标	232

10.3.3	系统的功能分析	232
10.3.4	系统的总体构成	233
10.3.5	系统的关键技术	235
第 11 章 地理信息系统的功能扩展		237
11.1	GIS 的数据接口	237
11.1.1	GIS 数据模型	237
11.1.2	GIS 数据接口的模式	238
11.1.3	数据接口的基本原理	241
11.2	虚拟现实技术与地理信息系统	244
11.2.1	虚拟现实技术	244
11.2.2	虚拟现实技术和 GIS 系统集成	247
11.2.3	VR 和 GIS 集成技术的应用	252
11.3	决策支持技术与地理信息系统	253
11.3.1	决策支持系统的基本概念	253
11.3.2	决策支持技术与地理信息系统集成	255
11.3.3	基于 GIS 的环境决策支持系统	256
11.4	空间数据挖掘技术与地理信息系统	260
11.4.1	空间数据挖掘技术	260
11.4.2	空间数据挖掘体系结构及挖掘方法	260
11.4.3	空间数据挖掘与 GIS 集成	264
11.4.4	生态环境空间数据挖掘系统	266
英文缩写词汇表		270
参考文献		273

地理信息系统概论

1.1 地理信息系统

1.1.1 信息和地理信息

1. 信息

信息(information)是用数字、文字、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象等的內容、数量或特征,信息向人们(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。

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;适用性是指从大量数据中收集、组织和管理有用的信息,这是由建立信息系统的目的性所决定的;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进行传送和交换,随着网络技术的发展,信息的可传输性日益重要;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。数字、文字、符号、图形和影像都是数据,数据是客观对象的表示。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。

2. 地理信息

地理信息(geographic information)是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息,它表示地表物体和环境固有的数据、质量、分布特征,是具有联系和规律的数字、文字、图形、图像等的总称。

地理信息属于空间信息,与一般信息的区别在于它具有区域性、多维性和动态性。区域性是指地理信息的定位特征,且这种定位特征是通过公共的地理基础来体现的。例如,用经

纬网坐标或公里网坐标来识别空间位置,并指定特定的区域。多维性是指在一个坐标位置上具有多个专题和属性信息。例如,在一个地面点上可取得高程、污染、交通等多种信息。动态性是指地理信息的动态变化特征,即时序特性。这一特性使地理信息常以时间尺度划分成不同时间段的信息,这就要求及时采集和更新地理信息,并根据多时相数据和信息来寻找时间分布规律,进而对未来作出预测和预报。

客观世界是一个庞大的信息源,随着现代科学技术的发展,特别是借助近代数学、空间科学和计算机科学,人们已能够迅速地采集到地理空间的几何信息、物理信息和人文信息,并适时适地地识别、转换、存储、传输、显示并应用这些信息,进一步为人类服务。

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,其功能框图见图 1.1。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(见图 1.2)。

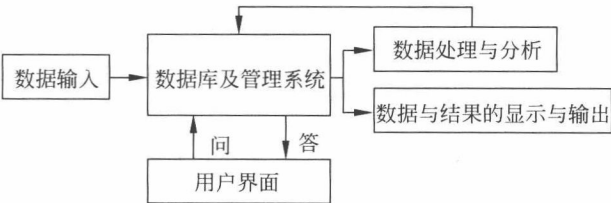


图 1.1 信息系统功能框图

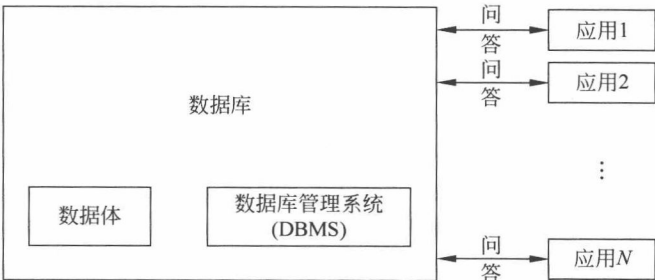


图 1.2 作为问答系统的信息系统

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(见图 1.3)。硬件包括各类计算机处理器及其终端设备;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;数据则包括定量数据和定性数据;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。

由于计算机技术的飞速发展以及计算机应用的普及,不同问题领域的各种信息系统相

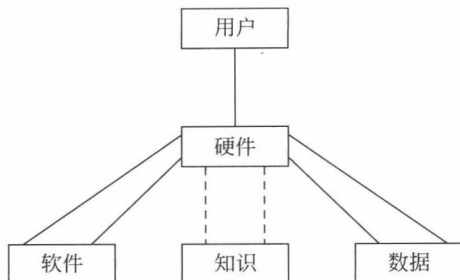


图 1.3 计算机科学意义上的信息系统

继出现,且种类繁多,但从系统结构及处理方法看,主要分为以下几种。

(1) 管理信息系统(management information system, MIS)。它是一种基于数据库的问答系统,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。

(2) 决策支持系统(decision support system, DSS)。它是在 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,还提供方法和模型的可能支持,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)。它是在决策支持系统中进一步引入人工智能(artificial intelligence, AI)技术,如专家系统(expert system, ES)来解决非结构化问题,提高系统决策的自动化程度。

(4) 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,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。

2. 地理信息系统

地理信息系统(GIS)是一种特定而又十分重要的空间信息系统,它是用于采集、存储、管理、分析和描述整个或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。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科学与技术,受到人们越来越广泛的重视。

随着地理信息系统的广泛应用,其在环境科学领域也相继产生了多种系统,如自然资源管理信息系统(natural resources management information system)、资源与环境信息系统(resources and environment information system)、土地资源信息系统(land resources information system)、空间数据处理系统(spatial data processing system)、空间信息系统(spatial information system)。虽然这些系统的研究对象不同,但研究方法却是基本相似的。

地理信息系统是一门多技术交叉的空间信息科学,它依赖于地理学、测绘学、统计学等基础性学科,又与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息息相关,如图 1.4 所示。此外,地理信息系统还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。

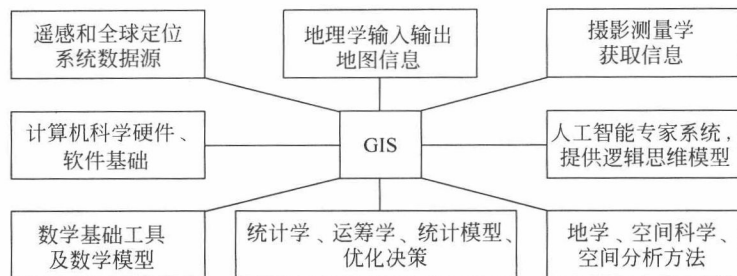


图 1.4 地理信息系统与相关学科

1.1.3 地理信息系统的类型

地理信息系统应用面广,技术潜力大,且发展极为迅速,因此很难用一种固定方法进行分类。但是,通常可从下面几个角度来分类。

1. 以研究对象性质和内容分类

(1) 综合性地理信息系统。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。

(2) 专题性地理信息系统。指以某一专业、任务或现象为目标建立的地理信息系统,这种系统中数据项的内容及操作功能的设计都是为某一特定专业任务服务的,如小流域综合治理地理信息系统、森林资源管理信息系统等。

2. 以研究对象分布范围分类

(1) 全球性地理信息系统。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。

(2) 区域性地理信息系统。指以某个区域(如行政区)为对象进行研究管理、规划的信息系统,如美国明尼苏达州土地管理信息系统、我国黄土高原地理信息系统等。

3. 以地理信息系统应用功能分类

(1) 工具型地理信息系统。地理信息系统是一个复杂庞大的空间管理信息系统。用地理信息系统技术实际问题时有大量软件开发任务,如果用户重复开发,会对人力、财力等造成巨大的浪费。工具型地理信息系统为地理信息系统的使用者提供一种技术支持,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,或者利用工具型地理信息系统加上专题模型完成应用任务。目前,在国内外已有很多商业化的工具型地理信息系统,如美国 ESRI 公司的 Arc GIS、美国 MapInfo 公司的 MapInfo、中国武汉中地公司的 MapGIS、中国北京超图公司的 SuperMap、中国武汉吉奥公司的 GeoStar 等。此外,近些年来,很多基于开源(open source)软件的工具型地理信息系统也得到了迅速发展并日益成熟,如 PostGIS、Grass、MySQL、OpenLayers、Mapnik、GDAL 等。目前,这些开源的软件产品正受到越来越

多的 GIS 工作者的重视与青睐,其应用也变得越来越广泛。

(2) 应用型地理信息系统。应用型地理信息系统的开发分两类: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,这种系统针对性明确、专业性强、系统开销小,适于在本专业中推广使用。

4. 以地理信息系统数据结构类型分类

地理信息系统的数据结构直接影响它的输入、存储、管理及输出方法和手段。

(1) 矢量数据结构地理信息系统。它是指以 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。

(2) 栅格数据结构地理信息系统。它是指以二维数组来表示空间各像元特征的地理信息系统。

(3) 混合数据结构地理信息系统。由于矢量数据结构地理信息系统和栅格数据结构地理信息系统的特点不同,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。

矢量数据和栅格数据结合通常采用矢量数据和栅格数据相互间转换来实现。这方面出现了很多算法,但这种转换不仅花费时间,而且经过转换后的原始信息会受到不同程度的损失。为此,研究者一直在探索和寻找一体化的数据结构,即混合数据结构。同时,在这方面也出现了很多自动的计算机算法,取得了一些成绩并日臻成熟起来。

1.2 地理信息系统的结构与功能

1.2.1 地理信息系统的组成

地理信息系统主要由 4 部分组成:计算机硬件系统,计算机软件系统,空间数据及系统使用、管理和维护人员(即用户)。地理信息系统的核心内容是计算机硬件和软件,空间数据反映了应用地理信息系统的信息内容,用户决定了系统的工作方式,如图 1.5 所示。

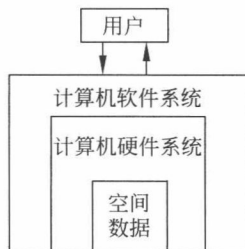


图 1.5 地理信息系统的构成

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设备的总称,主要包括计算机主机、输入设备、存储设备和输出设备。

2. 计算机软件系统

计算机软件系统是地理信息系统运行时所必需的各种程序,具体内容如下。

(1) 计算机系统软件。

(2) 地理信息系统软件及其支撑软件。包括地理信息系统工具或地理信息系统实用软件程序,以完成空间数据的输入、存储、转换、输出及用户接口功能等。

(3) 应用程序。这是根据专题分析模型编制的具有特定应用任务的程序,是地理信息系统功能的扩充和延伸。一个优秀的地理信息系统工具,对应用程序的开发应是透明的。

应用程序作用于专题数据上,构成专题地理信息系统的基本内容。

3. 空间数据

空间数据是地理信息系统的重要组成部分,是系统分析加工的对象,是地理信息系统表达现实世界的、经过抽象的实质性内容。它一般包括 3 个方面的内容,即空间位置坐标数据、地理实体之间的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,根据研究对象不同、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。

4. 系统使用、管理和维护人员

地理信息系统是一个复杂的系统,仅有计算机硬件、软件及数据还不能构成一个完整的系统,必须要有系统的使用管理人员,包括具有地理信息系统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软硬件维护人才。

1.2.2 地理信息系统的主要功能模块

地理信息系统软件一般由 5 部分组成,即由空间数据输入管理、空间数据库管理、应用模型、空间数据处理和分析及空间数据输出管理组成,它们之间的关系见图 1.6。

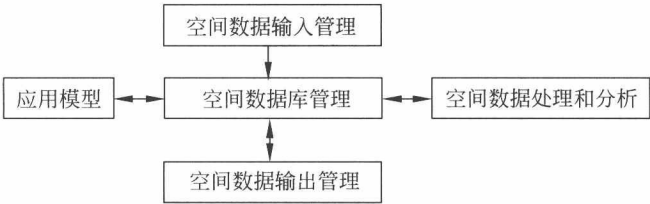


图 1.6 地理信息系统的主要功能模块

1. 空间数据输入管理

空间数据输入管理模块是相对独立的功能模块,它的目的是将地理信息系统中各种数据源输入,并转换成计算机所要求的数据格式进行存储。随着数据源种类的不同(如文本数据、数字数据和模拟数据等)、输入设备的不同及系统选用的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,伴随着对输入数据的处理,以实现数据的校验和编辑。

2. 空间数据库管理

与一般数据库相比,地理信息系统数据库不仅要管理属性数据,还要管理大量图形数据,以描述空间位置分布及拓扑关系。另外,属性数据和图形数据之间具有不可分割的联系。

此外,地理信息系统中数据库的数据量大,涉及内容多,这些特点决定了它既要遵循常

用关系型数据库管理系统来管理数据,又要采用一些特殊的技术和方法,来解决通常数据库没法管理的空间数据问题。由于地理信息系统数据库具有明显的空间性,所以也称其为空间数据库,其组成如图 1.7 所示。

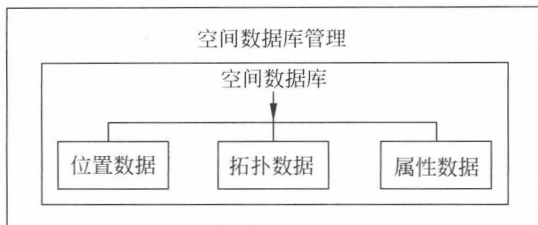


图 1.7 空间数据库管理

3. 应用模型

由于地理信息系统应用范围越来越广,常规系统提供的处理和分析功能很难满足所有用户的要求,因此一个优秀的地理信息系统应当为用户提供二次开发手段,以使用户开发新的空间分析模块,即开发各种应用模型,扩充地理信息系统功能。

4. 空间数据处理和分析

空间数据处理和分析模块通常为地理信息系统提供一些基本的和常用的处理和分析功能,其功能的强弱直接影响地理信息系统的应用范围,因此这部分是体现地理信息系统功能强弱的关键部分。

5. 空间数据输出管理

地理信息系统中输出数据种类很多,可能是输出地图、表格、文字、图像等;输出介质可以是纸、光盘、磁盘、显示终端等。随着输出数据类型不同和输出介质的不同需配备不同的软件,最终向用户报告分析结果。

1.3 地理信息系统的特性

如上所述,计算机制图、计算机辅助设计、数据库管理系统、遥感图像处理技术奠定了地理信息系统的技术基础。地理信息系统是这些学科的综合,它与这些学科和系统之间既有联系又有区别,这里将它们逐一加以比较,以突出地理信息系统的特点。

1.3.1 GIS 与机助制图系统的区别与联系

机助制图是地理信息系统的主要技术基础,它涉及 GIS 中的空间数据采集、表示、处理、可视化甚至空间数据的管理。无论是在国外还是在国内,GIS 早期的技术都主要反映在机助制图方面。机助制图系统或者说数字地图系统涵盖了相当大的范围,从大比例尺的数字测图系统、电子平板,到小比例尺的地图编辑出版系统、专题图的桌面制图系统、电子地图