

地理信息系统原理

李仁杰 张军海 傅学庆 主编

Geo
Geographic
Service
Information
Science
System

西安地图出版社

地理信息系统原理

主 编：李仁杰 张军海 傅学庆

副主编：郭风华 丛佳琦

编 委：沈冬冬 仝春燕

窦炜斌 张连翀

西安地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统原理/李仁杰, 张军海, 傅学庆主编.
西安: 西安地图出版社, 2007.8
ISBN 978-7-80748-141-6

I .地... II .①李...②张...③傅... III .地理信息系统
IV .P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 125340 号

地理信息系统原理
李仁杰 张军海 傅学庆 主编
西安地图出版社出版发行
(西安市友谊东路 334 号 邮政编码: 710054)
新华书店经销 河北师范大学印刷厂印刷
787 毫米×1092 毫米 1/16 12.5 印张 290 千字
2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷
印数: 001-500 册
ISBN 978-7-80748-141-6
定价: 25.50 元

前 言

陈述彭先生说：“如果说地图是地理学的第二代语言，那么地理信息系统（GIS）就是地理学的第三代语言”。从传统二维平面符号对空间的抽象模拟，到数字高程模型的三维表达以及虚拟地理环境的科学实验；从宏观领域的土地覆被变化的监测和预测到微观领域污染物的迁移和追踪，GIS 相对于地图学，正以更丰富的语言句法、更直观多样的表达方式、灵活的存储和显示载体、更广泛的应用领域，将空间现象、空间过程和空间规律表达的淋漓尽致。

地理信息系统跨越信息科学、地球科学和空间科学，是地学相关领域管理空间数据的技术学科。伴随着 Google Earth 掀起的普及风暴，GIS 携手全球定位系统（GPS）、遥感技术（RS），正将其从一种科学研究工具变为一个人类生活中的日用产品，我们的个人 PC 上，Internet 上，还有汽车、手机上到处留下了电子地图的足迹，而它正是 GIS 走入人们日常生活的最初印记。

我国的 GIS 学科研究从诞生到现在已经经历了 40 多年的发展历程，而 GIS 真正作为一种产业来发展，却是近 10 年的事情。今天的中国 GIS 市场已经不是 ESRI 等国外公司称霸的时代，似乎在不知不觉之间，许多国内 GIS 公司诞生了，国产 GIS 软件开始在国内市场上占有一席之地，并逐渐成为主角，而具有前瞻力的部分公司已经叩开了国外大门，中国 GIS 走入了国际市场。

GIS 的教育与普及是随着 GIS 技术的研究而不断推进的，从国务院学位委员会作出决定：新生的地理信息系统与古老的地图学并列为理科专业，到 1998 年第一个 GIS 本科专业的诞生，以及目前全国众多高校相继开设 GIS 专业，GIS 专业已成“山雨欲来风满楼”之态势。我们为之欣喜也为之担忧，之所以喜，是因为看到它被社会认可的程度和社会需求的不断增长，之所以忧，则是感觉专业发展速度太快，使很多教育资源不能有效满足专业培养的目标和标准，而最终导致教育质量下降，学生理论根基不厚，技能训练不足。

近年来，各家出版社相继出版了一系列地理信息系统教材，有侧重 GIS 理论阐述的，有侧重相关行业应用的，还有介绍 GIS 设计与开发技术的。而本书定名为地理信息系统原理，旨在阐明地理信息系统管理空间数据的机制及其应用方法，为地学相关专业学生和科技人员提供理论指导和应用的入门教材，本书的特点是力求简洁明了、重点突出、图文并

茂、理论与实践紧密结合，我们专门为本书配套了实习指导书和实验数据，为学生提供全面的理论介绍和技能训练平台。

本书由李仁杰、张军海确定整体框架和编写风格，主要编写人员包括李仁杰、张军海、傅学庆、郭风华、丛佳琦等。各章编写分工为：第 2、5、6、7、8 章：李仁杰；第 1 章、第 4 章 5、6 节：张军海；第 3、9、11、12 章，第 4 章 1、2、3 节：傅学庆；第 2 章 1、3 节，第 10 章第 3 节，附录：郭风华；第 10 章 1、2 节：丛佳琦。本书最终由李仁杰统稿定稿。

本书是河北师范大学地图学与 GIS 教研室十几年来从事地理信息系统科学研究与教育工作的结晶，各位作者中有着拥有十几年经验的教授，也有刚刚参加工作的年轻工作者，他们的结合使这本教材既有传统的经验、理论又有最新的技术进展和应用，体现了它的实用性与先进性的结合。

本书完成，得到了资环学院许多老师和同行的支持。胡文亮教授为本书的出版提出了很多建议和帮助；另外，实验室沈冬冬、仝春燕、窦炜斌、张连翀、张莹雪等相关人员参加了书稿的文字整理和图件绘制、封面设计等工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平和时间所限，书中错误在所难免，希望读者批评指正。

作者

2007 年 8 月 26 日

目 录

第1章 绪论.....	1
1.1 地理信息系统的基本概念.....	1
1.1.1 数据与信息.....	1
1.1.2 地理信息与地图.....	2
1.1.3 信息系统与地理信息系统.....	3
1.2 地理信息系统的特征和类型.....	3
1.2.1 地理信息系统的特征.....	3
1.2.2 地理信息系统的类型.....	4
1.3 地理信息系统的组成.....	5
1.3.1 计算机硬件系统.....	5
1.3.2 计算机软件系统.....	5
1.3.3 空间数据.....	6
1.3.4 应用人员.....	6
1.4 地理信息系统的基本功能.....	7
1.4.1 数据采集与输入.....	7
1.4.2 数据编辑与更新.....	8
1.4.3 数据存储与管理.....	8
1.4.4 空间查询与分析.....	8
1.4.5 数据显示与输出.....	8
1.5 地理信息系统的应用.....	9
1.5.1 统计与量算.....	9
1.5.2 规划与管理.....	9
1.5.3 预测与监测.....	9
1.5.4 辅助决策.....	10
1.6 地理信息系统的研究内容.....	10
1.6.1 研究内容.....	10
1.6.2 相关学科.....	11
1.7 地理信息系统发展概况.....	12
1.7.1 国际发展状况.....	12
1.7.2 国内发展状况.....	14
第2章 空间数据模型与数据结构.....	17
2.1 地理空间与空间抽象.....	17
2.1.1 地理空间与空间实体.....	17
2.1.2 空间认知与抽象过程.....	18
2.2 空间数据概念模型.....	19
2.2.1 对象模型.....	19
2.2.2 场模型.....	19

2.2.3 网络模型.....	20
2.2.4 概念模型的选择.....	21
2.3 空间数据与空间关系.....	22
2.3.1 空间数据类型及其表示.....	22
2.3.2 空间关系.....	22
2.4 矢量数据模型.....	25
2.4.1 实体数据结构.....	26
2.4.2 拓扑数据结构.....	26
2.5 栅格数据模型.....	28
2.5.1 栅格单元确定.....	29
2.5.2 栅格数据编码.....	30
2.5.3 直接栅格编码.....	31
2.5.4 压缩栅格编码.....	31
2.6 矢量 - 栅格一体化数据模型.....	35
2.6.1 栅格结构与矢量数据结构的比较.....	35
2.6.2 矢量 - 栅格一体化数据模型.....	36
2.7 镶嵌数据模型.....	36
2.7.1 规则镶嵌数据模型.....	37
2.7.2 不规则镶嵌数据模型.....	37
2.8 三维数据模型.....	38
2.9 网络数据模型.....	39
2.10 面向对象数据模型.....	39
第3章 空间数据获取.....	42
3.1 空间数据数学基础.....	42
3.1.1 地理空间参照系统.....	42
3.1.2 地理坐标系统.....	43
3.1.3 大地坐标系.....	43
3.1.4 投影坐标系统.....	44
3.1.5 MapGIS 软件中基于大地坐标系标准图框的生成.....	45
3.2 空间数据获取方式.....	47
3.2.1 已有数据的获取与转换.....	47
3.2.2 遥感数据获取.....	48
3.2.3 外业测量数据获取.....	49
3.2.4 全球定位系统数据获取.....	49
3.2.5 数字摄影测量数据获取.....	49
3.2.6 数字化仪矢量化.....	50
3.2.7 扫描数字化.....	51
3.3 屏幕矢量化.....	52
3.4 属性数据获取.....	54

3.4.1 属性数据的录入与编辑.....	54
3.4.2 属性数据编码的原则.....	55
3.4.3 属性数据编码的内容.....	55
3.4.4 属性数据编码的方法.....	55
第4章 空间数据处理.....	57
4.1 空间数据处理的概念和意义.....	57
4.2 常见的空间数据处理.....	57
4.2.1 图形坐标变换.....	57
4.2.2 地图投影变换.....	59
4.2.3 图幅拼接.....	60
4.2.4 图形数据编辑.....	61
4.2.5 拓扑关系维护.....	62
4.2.5 空间数据压缩.....	63
4.3 仿射变换.....	64
4.3.1 仿射变换原理.....	64
4.3.2 仿射变换图像配准.....	64
4.4 空间数据插值.....	66
4.4.1 整体内插法.....	67
4.4.2 局部内插法.....	67
4.5 空间数据质量控制.....	69
4.5.1 空间数据质量的相关概念.....	69
4.5.2 空间数据质量评价.....	71
4.5.3 空间数据的误差源及误差传播.....	72
4.5.4 误差类型分析.....	72
4.5.5 空间数据质量控制.....	73
4.6 元数据.....	74
4.6.1 元数据及其作用.....	74
4.6.2 元数据实例.....	75
第5章 空间数据组织与管理.....	77
5.1 数据的层次与文件组织.....	77
5.1.1 数据的层次单位.....	77
5.1.2 数据间的逻辑关系.....	77
5.1.3 常用数据文件.....	78
5.2 空间数据库.....	79
5.2.1 数据库的概念.....	79
5.2.2 空间数据库.....	80
5.2.3 数据库系统结构.....	80
5.2.4 数据库管理系统.....	82
5.3 空间数据管理设计.....	82

5.3.1 空间数据的基本特征	82
5.3.2 矢量数据管理	83
5.3.3 栅格数据管理	86
5.3.4 空间数据库引擎	87
5.4 空间数据组织	88
5.4.1 图幅数据组织	88
5.4.2 空间数据图库管理	89
5.4.3 属性数据组织	90
5.5 空间索引	90
5.5.1 对象范围索引	91
5.5.2 格网索引	91
5.5.3 四叉树空间索引	92
5.5.4 R 树和 R+树空间索引	93
5.6 空间数据库查询语言	94
5.6.1 标准查询语言	94
5.6.2 扩展 SQL 处理空间数据	95
第 6 章 空间分析基本方法	97
6.1 空间数据查询与量算	97
6.1.1 空间数据查询	97
6.1.2 空间量算	100
6.1.3 几何量算	101
6.1.4 质心	103
6.1.5 最大内切圆、最小外接圆和最小凸包	103
6.2 缓冲区分析	104
6.2.1 缓冲区概念和作用	104
6.2.2 缓冲区建立	104
6.2.3 缓冲区分析应用实例	105
6.3 叠置分析	106
6.3.1 视觉信息叠加	106
6.3.2 矢量数据叠置分析	106
6.3.3 栅格数据叠置分析	109
6.4 网络分析	109
6.4.1 网络概念和构成	109
6.4.2 网络分析应用	111
6.5 泰森多边形分析	113
6.5.1 泰森多边形的概念和生成	113
6.5.2 泰森多边形的特点	113
6.5.3 泰森多边形分析的应用	114
6.6 空间插值	114

6.7 空间统计分类分析.....	114
6.7.1 主成分分析.....	115
6.7.2 层次分析法.....	115
6.7.3 系统聚类分析.....	116
6.7.4 判别分析.....	116
第 7 章 栅格数据分析.....	117
7.1 栅格数据分析方法.....	117
7.1.1 数据分析环境.....	117
7.1.2 局部运算.....	117
7.1.3 邻域运算.....	121
7.1.4 分带运算.....	122
7.2 距离量测运算.....	123
7.2.1 自然距离量测运算.....	124
7.2.2 成本距离量测运算.....	124
7.3 空间聚类与聚合.....	125
7.3.1 空间聚类.....	125
7.3.2 空间聚合.....	125
7.4 网络分析.....	126
第 8 章 数字地形模型及其应用.....	128
8.1 数字高程模型概念.....	128
8.1.1 DTM 和 DEM 的概念.....	128
8.1.2 DEM 的表示法.....	128
8.2 DEM 的主要表示模型.....	129
8.2.1 规则格网模型.....	129
8.2.2 不规则三角网 (TIN) 模型.....	130
8.2.3 等高线模型.....	130
8.3 DEM 的建立.....	130
8.3.1 DEM 数据采集方法.....	130
8.3.2 数字摄影测量获取 DEM.....	131
8.3.3 DEM 的空间插值方法.....	132
8.4 DEM 分析与应用.....	133
8.4.1 基本地形因子计算.....	134
8.4.2 谷脊特征分析.....	136
8.4.3 地形剖面分析.....	137
8.4.4 淹没损失估算.....	137
8.4.5 地貌类型的自动划分.....	137
8.4.6 从 DEM 数据自动形成地形轮廓线.....	137
8.4.7 通视分析.....	138
8.4.8 地形可视化.....	139

第 9 章 空间建模与空间决策支持	140
9.1 空间分析模型	140
9.1.1 地学模型概述	140
9.1.2 空间分析模型的特点	140
9.1.3 空间分析建模	141
9.1.4 空间分析的步骤	141
9.2 空间建模实例	142
9.2.1 二值模型	143
9.2.2 指数模型	145
9.2.3 回归模型	148
9.2.4 过程模型	148
9.3 空间决策支持	149
9.3.1 决策的概念	150
9.3.2 决策支持系统的概念和特点	150
9.3.3 决策支持系统的构成	151
9.3.4 空间决策支持的一般过程	152
9.4 专家系统	153
9.4.1 专家系统的基本组成	153
9.4.2 专家系统的知识表示与推理	153
9.4.3 人工智能与专家系统	155
第 10 章 地理信息系统产品输出及可视化	156
10.1 地理信息输出方式	156
10.1.1 地理信息的输出设备	156
10.1.2 屏幕显示	156
10.1.3 打印输出	157
10.2 地理信息系统产品的类型	157
10.2.1 地图	158
10.2.2 影像地图	158
10.2.3 统计图表	158
10.3 空间数据可视化	159
10.3.1 空间数据专题渲染	160
10.3.2 等值线、分层设色与地形晕渲显示	161
10.3.3 剖面图显示	161
10.3.4 立体透视图显示	161
10.3.5 空间信息的三维表达 (三维景观与虚拟现实)	161
第 11 章 地理信息系统工程	164
11.1 地理信息系统工程的概念	164
11.2 应用型地理信息系统生产步骤与方法	164
11.3 需求分析	165

11.4 系统设计	166
11.5 数据工程设计	168
11.5.1 数据管理设计	168
11.5.2 数据结构设计	169
11.6 系统开发与实施	169
11.6.1 编码	170
11.6.2 测试	170
11.7 系统维护	171
第 12 章 空间信息基础设施与标准化	173
12.1 地理信息系统的标准化	173
12.1.1 GIS 标准化概述	173
12.1.2 GIS 标准化的内容	173
12.1.3 元数据标准	174
12.1.4 ISO/TC211 地理信息标准简介	174
12.1.5 开放式 GIS 协会 (OGC) 简介	177
12.2 国家信息基础设施与国家空间数据基础设施	178
12.2.1 国家信息基础设施	178
12.2.2 空间数据基础设施	178
12.3 数字地球框架	179
12.3.1 数字地球的基本概念	179
12.3.2 数字地球的核心技术	180
12.3.3 数字地球的应用	182
12.4 空间信息网格	184
12.4.1 网格的发展历史与现状	185
12.4.2 网格的概念及特点	186
12.4.3 空间信息网格功能及体系结构	187
12.4.4 研究重点与关键技术	188
12.4.5 应用前景	189
附录 1 GIS 相关网站	190
1.1 国家政府科研部门相关空间信息网站	190
1.2 GIS 民间组织与资源网站	190
1.3 GIS 专业公司网站	190
1.4 中国电子地图网站	191
1.5 GIS 论坛	191
1.6 GIS 博客空间	191
参考文献	192

第1章 绪论

地理学的发展与人类生产活动中的技术进步密切相关。如果说地理大发现和地理制图技术的革新促进了近代地理学诞生,以系统论、信息论和控制论的引用,给地理学注入了新鲜血液,那么计算机技术、空间技术和自动化技术等现代高新技术的应用,为信息时代地理学的发展,展示出更加广阔的前景。信息时代以信息资源的科学管理和充分利用为特性,它必将要求地理学高度现代化。信息时代的地理学,对地理信息采集、管理、分析提出了更高要求。可以说,地理决策的科学性,取决于地理信息的获取和分析技术水平,于是地理信息系统(GIS, Geographical Information System)应运而生。地理信息系统技术的兴起,使地理学向精密科学迈进。地理信息系统(GIS)、遥感(RS, Remote Sensing)技术和全球定位系统(GPS, Global Positioning System)三者有机结合(称之为3S技术),使GIS应用的深度和广度达到一个新水平,构成地理学日臻完善的技术体系,引起世界各国普遍的重视。GIS是对空间信息进行采集、管理、分析、应用的工具,用于解决现实世界中与空间位置相关各种行业应用,已经涉及资源监测与普查、测绘、国土资源管理、区域规划、城市基础设施管理、灾害评估与预测、环境保护、旅游管理与开发规划、军事等领域,作为生产、管理、分析和决策的参考和依据。

1.1 地理信息系统的基本概念

1.1.1 数据与信息

数据是通过数字化或直接记录下的可以被鉴别的符号,是一种未经加工的原始资料。数据是客观事物的属性、数量、位置及其相关关系等的抽象表示。数据的形式不仅呈现为数字,还有文字、符号和图像等。数据是用以载荷信息的物理符号,在地理信息系统中,数据的格式往往和具体的计算机系统有关,随载荷它的物理设备的形式而改变。

信息是向人们或机器提供的关于现实世界各种事实的知识,是数据、消息中所包含的意义,它不随载体的物理形式的改变而改变。信息是通过数据形式来表达的,是加载在数据之上的,对数据具体含义的解释。信息的主要特点如下:

(1)信息的客观性。任何信息都是与客观事实紧密相关的,是现实世界的反映,这是信息正确性的保证。

(2)信息的实用性。信息对决策是十分重要的,建立GIS的目的就是为生产、管理和决策服务的,因而信息具有实用性。

(3)信息的传输性。信息可以在信息发送者和接收者之间传播,既包括系统把有用信息传送到终端设备和以一定形式或格式提供给有关用户,也包括信息在系统各个子系统之间的流动和交换以及网络中的传输。

(4)信息的共享性。信息与实物不同,它可以传输给多个用户,为多个用户共享,而其本身并无损失。信息的这些特点,使信息成为当代社会发展的一项重要资源。

数据与信息有区别又有联系。信息与数据是不可分离的,数据是信息的表达,信息是数据的内涵。数据本身并没有意义,数据只有对实体行为产生影响时才成为信息。例如同

样的数据“1”和“0”，当用来表示某一种实体在某个地域内存在与否时，它就提供了有和无（1表示有、0表示无）的信息；在绘图矩阵中表示画线或不画线时，它就提供了抬笔、落笔信息（1表示落笔、0表示抬笔）等。要从数据中得到信息，处理和解释是非常重要的环节。数据处理是对数据进行运算、排序、转换、分类、筛选、检索等，其目的就是为了得到数据中包含的信息。对同一数据每个人的解释可能不同，因而获得信息量的多少与人的知识水平和经验有关。信息与数据虽然有词义上的差别，但 GIS 的建立和运行，就是信息（或数据）按一定方式流动的过程，在通常情况下，并不严格区分使用数据和信息两个术语。

1.1.2 地理信息与地图

地理信息*是指表示地理环境诸要素的数量、质量、分布特征及其相互联系和变化规律的数字、文字、图像和图形等的总称。从地理实体到地理数据，从地理数据到地理信息的发展，是人类认识地理事物的一次飞跃。地理环境是客观世界最大的信息源，随着现代科学技术的发展，地理科学的一个重要任务就是迅速地采集到地理空间的几何信息、物理信息和人文信息，并适时地识别、转换、存贮、传输、再生、显示、控制和应用这些信息。

地理信息的主要特征有：

(1)地理信息属于空间信息。这是地理信息区别于其他类型信息的显著标志。地理信息位置的识别与数据联系在一起，这种定位特征是通过公共地理基础来体现的，即参照某一特定的大地坐标框架，通过经纬网或方里网建立的地理坐标来实现空间位置的识别。

(2)地理信息具有多维结构的特征。在二维空间的基础上，实现多专题的第三维结构，而各个专题型、实体型之间的联系是通过属性码进行的，这就为地理系统各圈层之间的综合研究提供了可能，也为地理系统多层次的分析和信息的传输与筛选提供了方便。

(3)地理信息的时序特征十分明显。可以按照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、寒潮）、中期的（如土地利用、作物估产）、长期的（如水土流失、城市化）、超长期的（如气候变化、地壳变动）等。地理信息的时序特征，一方面要求地理信息获取和更新要及时；另外，要其自然变化过程中研究变化规律，从而进行预测预报，为科学决策提供依据。认识地理信息的这种区域性、多层次性和动态变化的特征对建立 GIS，实现人口、资源和环境等的综合分析、管理、规划和决策具有重要意义。

地图是地理环境诸要素按照一定的数学法则，运用符号系统并经过制图综合缩绘于平面上的图形，以传递各种自然和人文现象的数量与质量的空间分布和联系以及随时间的发展变化。地图是一种符号图形，从地图上可以获得一个区域或整个地球表面同一时间的空间表象，它是自然世界的一种抽象模型，是制图者根据对自然世界的认识，用简化和概括的可视形式表示客观实际某些方面的结构。读者通过对地图符号的理解，建立起地图所表示的客观实际的空间模型。地图是一种思维模型，它的建立依赖于制图者和读者对地图符号的“约定”，地图是制图者与读者交流空间信息的符号图形载体。

地图具有表达空间信息精确、简洁、丰富、动态和灵活等特点，成为地学工作者普遍使用的第二语言。地图是地理信息的传统数据源，GIS 的查询与分析结果的表示手段也主要

*在下文中，将不再区分“地理信息”与“空间信息”以及“地理数据”和“空间数据”两对概念，没有特殊说明，它们都作为同一概念。

是地图。因此,地图学理论和地图分析方法成为 GIS 的重要学科基础。

1.1.3 信息系统与地理信息系统

信息系统是具有采集、管理、分析和表达数据能力的系统。信息系统是为实现某些特定功能,由人、机器、数据、程序或方法按一定的相关关系联系起来进行工作的集合体,内部要素之间的相互联系通过信息流实现。信息系统由硬件、软件、数据和用户四个主要部分组成。另外,智能化的信息系统还包括知识。

信息系统根据所处理的信息特征可分为空间信息系统和非空间信息系统。非空间信息系统强调的是数据的记录和操作,如目前流行的人事档案信息系统、图书资料管理信息系统、企业管理信息系统等。空间信息系统是一种十分重要而又与其他类型信息系统有显著区别的信息系统,它所采集、管理、处理和更新的是空间信息。因此,这类信息系统在结构上也比一般信息系统复杂得多,功能上也较其他信息系统强得多。

地理信息系统的定义一般从两个角度考虑。一方面,地理信息系统是描述、存储、分析和输出空间信息的理论和方法的一门新兴交叉学科;另一方面,地理信息系统是以地理空间数据库(Geospatial Database)为基础,采用地理模型分析方法,适时提供多种空间和动态的空间信息,为地理研究和空间决策服务的计算机技术系统。目前,国内外已研制了一批较为成熟的 GIS 工具软件,如美国环境系统研究所研制的 ArcGIS 系统、中国地质大学研制的地理信息系统平台 MapGIS 等。

地理信息系统可以把整个地区或全球的各种观测站建成网络,再加上遥感卫星周期性的大范围扫描数据,以及结合社会经济统计的实时传输,使数据库保持在经常更新的状态之中,而且可以选择多种多样的对比方案,进行快速的运算,获取最优化的结果。可以根据地理信息系统建立动力学模型,来进行动态数学模拟和预测,从而克服某些物理模拟的局限性,提高宏观决策与工程设计的水平。对于地理学研究来说,有的学者断言:“地理信息系统和信息地理学是地理科学第二次革命的主要工具和手段。如果说 GIS 的兴起和发展是地理科学信息革命的一把钥匙,那么,信息地理学的兴起和发展将是打开地理科学信息革命的一扇大门,必将为地理科学的发展开辟一个新的天地”。GIS 被誉为地学的第三语言——用数字形式来描述空间实体。

1.2 地理信息系统的特征和类型

1.2.1 地理信息系统的特征

地理信息系统是 20 世纪 60 年代开始迅速发展起来的地理学研究新技术,是多学科交叉的产物。GIS 以空间数据库为基础,采用地理模型分析方法,适时提供多维的和动态的空间信息,为地理研究和决策服务。概括起来讲 GIS 具有以下特征:

(1)公共的空间定位基础。所有的空间要素,要按地理坐标或者特定的坐标系统进行严格的空定位,才能使具有时序性、多维性、区域性特征的空间要素进行复合和分解,将隐含其中的信息进行显示表达,形成空间和时间上连续分布的综合信息基础,支持空间问题的处理与决策。

(2)具有采集、管理、分析和输出多种空间信息的能力。

(3)系统以空间分析模型驱动,具有极强的空间综合分析和动态预测能力,并能产生高层次的空间信息。

(4)以提供空间信息服务为目的,是一个人机交互式的空间决策支持系统。GIS 的外观表现为计算机软硬件系统,其内涵是由计算机程序和空间数据组成的地理空间信息模型,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进行模拟,信息的流动及信息流动的结果,完全由计算机程序的运行和数据的变换来仿真,可以在 GIS 支持下提取地理系统不同侧面不同层次的空间和时间特征信息,也可以快速地模拟自然过程的演变和思维过程,取得地理预测和实验的结果,选择优化方案,避免错误的决策。

GIS 比传统地图所表达的自然世界模型更为丰富和灵活,用户可以按照应用目的观测这个现实世界模型各方面内容,也可以提取这个模型所表达现象的各种空间尺度指标,更重要的是,它可以将自然发生或人为规划的过程加在这个数据模型上,取得自然过程的分析 and 预测信息,用于管理和决策,这就是 GIS 的深刻内涵。

1.2.2 地理信息系统的类型

GIS 有多种分类方法,主要的分类方法有:

1. 按内容分类

GIS 按内容可分为专题地理信息系统、区域地理信息系统和地理信息系统工具三大类。

(1)专题地理信息系统 (Thematic GIS): 是以某一专业、任务或现象为主要内容的 GIS,为特定的专门目的服务,如森林动态监测信息系统、农作物估产信息系统、水土流失信息系统和土地资源管理信息系统等。

(2)区域地理信息系统 (Regional GIS): 主要以区域综合研究和全面信息服务为目标。区域可以是行政区,如国家级、省级、市级和县级的区域信息系统;也可以是自然区域,如黄土高原区、黄淮海平原区和黄河流域等区域信息系统;还可以是经济区域,如京津唐区和沪宁杭区等区域信息系统。

(3)地理信息系统工具 (GIS Tools): 它是一组包括 GIS 基本功能的软件包或组件。一般包括图形图像数字化、存贮管理、查询检索、分析运算和多种输出等功能,GIS 工具软件是用于建立专题或区域性实用 GIS 的支撑软件。

2. 按用途分类

GIS 按用途的不同可分为多种地理信息系统,如自然资源查询信息系统、规划与评价信

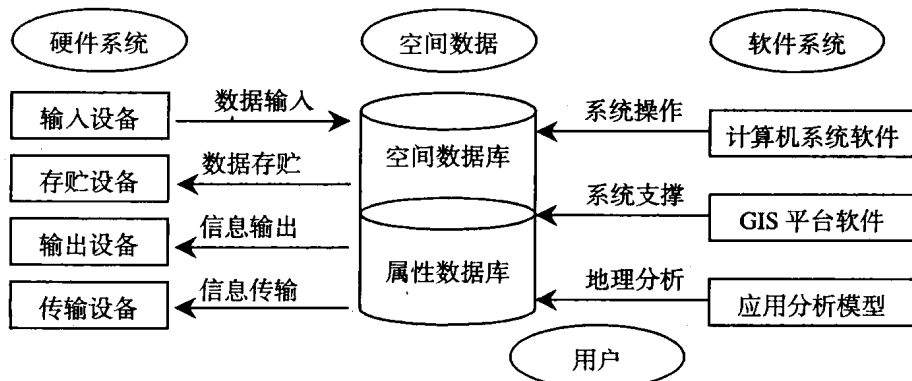


图 1-1 地理信息系统的组成

息系统和土地管理信息系统、地质灾害模拟与监测信息系统。

除此之外，GIS 还可以按照系统功能、数据结构、用户类型、数据容量等进行分类。

1.3 地理信息系统的组成

、地理信息系统主要由四部分组成，即计算机硬件系统、计算机软件系统、空间数据和应用人员（用户）。GIS 的组成如图 1-1 所示。

1.3.1 计算机硬件系统

计算机硬件是计算机系统中物理装置的总称，它是 GIS 的物理外壳。GIS 受硬件的支持或制约。由于 GIS 目标和任务的复杂性和特殊性，必须有计算机及其连接设备的支持。GIS 硬件系统一般由四部分组成，包括输入设备、存储设备、输出设备、计算机网络，如图 1-2 所示。

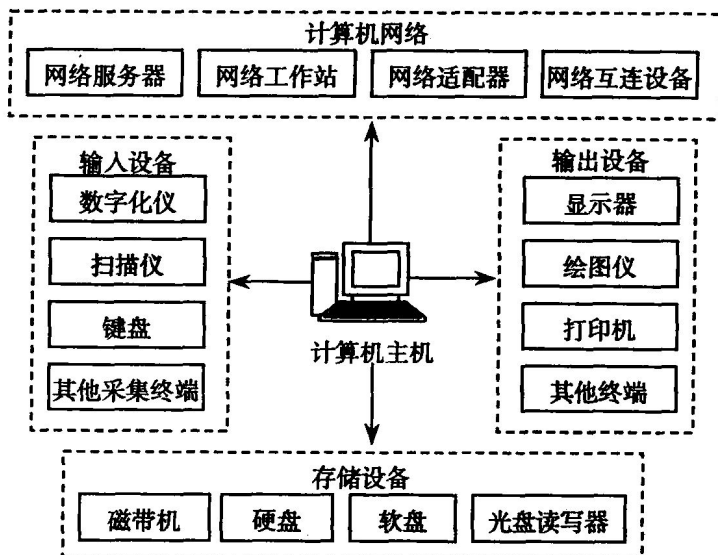


图 1-2 GIS 硬件系统组成

GIS 硬件配置上要注意以下几个方面：

- ①硬件平台性能价格比高，可维护性好，可靠性高；
- ②硬件的速度及容量方面能满足系统及用户的要求，并且扩展方便；
- ③硬件销售商有较好的售后服务及技术实力。

1.3.2 计算机软件系统

计算机软件系统是指 GIS 运行所必须的各种程序，它是 GIS 的灵魂。一般由计算机系统软件、地理信息系统平台软件和应用分析软件组成，如图 1-3 所示。

计算机系统软件是由计算机厂家为方便用户使用和开发计算机资源而提供的程序系统。通常包括操作系统、汇编程序、编译程序和服务程序等，它是 GIS 工作所必须的基本软件。

地理信息系统平台软件可以是通用的 GIS 基础平台，也可以是专门开发的 GIS 软件包。GIS 平台软件一般应包括数据输入和校验、数据存贮和管理、空间查询与分析、数据显示和输出以及用户接口等五个基本模块。



图 1-3 GIS 软件系统组成

在优秀的 GIS 基础软件平台上，用户进行系统开发的大部分工作是开发应用程序，而应用程序的水平在很大程度上决定系统的实用性优劣和成败。应用程序的开发应是动态的，与系统的物理存贮结构无关，而随着系统应用水平的提高不断优化和扩充，只有二次开发