

普通高等教育“十三五”规划教材

土木工程类系列教材

ArcGIS 10.2 基础实验教程

主 编 丁 华

副主编 李如仁 成 谴 刘艳 杨丹



清华大学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

土木工程类系列教材

ArcGIS 10.2

基础实验教程

主 编 丁 华

副主编 李如仁 成 瑾 刘 艳 杨 丹



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书由浅入深地介绍了 ArcGIS 10.2 Desktop 软件的基本操作及使用技巧。全书共 6 章 16 个实验,其主要内容包括地理信息系统基础知识、ArcGIS 10.2 简介、ArcGIS 10.2 基础实验、ArcGIS 地图制作、ArcGIS 查询及分析功能、ArcGIS 应用案例。本书第 1、2 章介绍基础理论知识,第 3~5 章包括 14 个基础实验,每个实验给出了详细的操作步骤,第 6 章灵活运用前面介绍的 GIS 技术解决两个真实案例。

本书为 GIS 软件操作入门指导书,注重实用性、全面性及理论与实践的结合,适合地理信息系统和相关专业的本科、高职学生使用。

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

ArcGIS 10.2 基础实验教程/丁华主编. —北京:清华大学出版社,2018

(普通高等教育“十三五”规划教材. 土木工程类系列教材)

ISBN 978-7-302-50238-8

I. ①A… II. ①丁… III. ①地理信息系统—应用软件—高等学校—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 114733 号

责任编辑:秦 娜

封面设计:陈国熙

责任校对:赵丽敏

责任印制:丛怀宇

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:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.75

字 数:334 千字

版 次:2018 年 6 月第 1 版

印 次:2018 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

产品编号:077177-01

GIS 技术已经深入应用到测绘科学、资源调查、环境评估、交通运输、水利电力等多个领域,并发挥越来越大的作用。作为世界领先的地理信息系统 (GIS) 构建和应用平台, ArcGIS 是全球市场占有率最高的 GIS 软件,也是 GIS 专业人员使用的最流行的 GIS 软件。ArcGIS 可供全世界的人们将地理知识应用到政府、企业、科技、教育和媒体领域。ArcGIS 10.2 Desktop 是 ERSI 公司于 2013 年在 ArcGIS 10.1 基础上的改进版,是目前应用广泛且比较稳定的版本。

作者长期工作在教学第一线,有丰富的 ArcGIS 软件教学经验,能够从教学实践和学生的需要出发编写教材,为 ArcGIS 软件教学提供有力的支持。ArcGIS 桌面软件体系功能繁多,操作相对比较复杂,要想熟练掌握该软件,必须有难度适宜且循序渐进的教程指导学生由浅入深、由易到难逐步学习,否则学生很容易失去兴趣,从而难以坚持。本书从 GIS 基础知识和 ArcGIS 简介入手,通过 16 个实验将理论与实践操作结合起来。本书兼顾基础理论和实验指导书的优点,可以使初学者快速入门,并很容易掌握 ArcGIS 的操作技能。

全书共 6 章,其中第 1 章和第 2 章为 GIS 和 ArcGIS 基础介绍,对 GIS 的整个知识体系及 ArcGIS 的系统结构进行介绍;第 3 章为 ArcGIS 基础实验,通过 5 个实验介绍 ArcGIS 桌面软件的基本属性、功能和简单操作;第 4 章介绍地图制作,这是 GIS 软件平台的基本功能,也是对空间数据进行空间分析的前提;第 5 章介绍了 ArcGIS 的查询和分析功能,包括查询统计、缓冲区分析、叠置分析及模型构建器等内容;最后一章则是通过两个应用实例,将前面所学的方法综合运用到实践中,解决实际问题。第 3~6 章共 16 个实验,每个实验都有详细的步骤,并辅以相应的数据,读者可以通过手机扫描下面提供的二维码下载数据。

本书在编写过程中还邀请了同样从事 GIS 软件教学的李如仁、成谴、刘艳、杨丹等几位老师参与本书部分章节的编写;几位相关专业老师和学生对本书进行多次检查和测试,尤其是王欣、杨大勇老师和覃怡婷同学,在此表示感谢。此外,本书在编写过程中参考了国内外许多同行的教程和著作,在此向各位作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有欠缺之处,编者将在教学和科研实践中不断充实和完善本教程,也请读者朋友多提宝贵意见。

ArcGIS 10.2 基础实验教程实验数据.rar



编 者

2018 年 1 月

第 1 章 地理信息系统基础知识	1
1.1 GIS 的概念	1
1.2 GIS 的组成	2
1.3 GIS 中的数据	4
1.4 GIS 的功能与应用	9
1.4.1 GIS 的功能	9
1.4.2 GIS 的应用	10
习题	12
第 2 章 ArcGIS 10.2 简介	13
2.1 ArcGIS 10.2 的组成	13
2.2 ArcGIS 10.2 的主要功能和新特性	15
2.3 ArcGIS 10.2 的桌面平台	16
2.3.1 ArcGIS 10.2 桌面平台的构成	17
2.3.2 ArcMap、ArcCatalog 及 ArcToolbox 介绍	19
2.3.3 ArcGlobe 及 ArcScene 简介	22
习题	25
第 3 章 ArcGIS 的基础实验	26
3.1 实验一 初识 ArcMap 和 ArcCatalog	26
3.1.1 实验目的	26
3.1.2 基础知识	26
3.1.3 实验数据	28
3.1.4 实验步骤	28
习题	42
3.2 实验二 坐标系转换	42
3.2.1 实验目的	42
3.2.2 基础知识	42
3.2.3 实验数据	47
3.2.4 实验步骤	47

习题	53
3.3 实验三 地图配准	53
3.3.1 实验目的	53
3.3.2 基础知识	53
3.3.3 实验数据	55
3.3.4 实验步骤	55
习题	60
3.4 实验四 图层操作	60
3.4.1 实验目的	60
3.4.2 基础知识	60
3.4.3 实验数据	61
3.4.4 实验步骤	61
习题	76
3.5 实验五 属性数据操作	76
3.5.1 实验目的	76
3.5.2 基础知识	76
3.5.3 实验数据	78
3.5.4 实验步骤	78
习题	86
第4章 ArcGIS 的地图制作	87
4.1 实验六 地图数字化	87
4.1.1 实验目的	87
4.1.2 基础知识	87
4.1.3 实验数据	89
4.1.4 实验步骤	89
习题	100
4.2 实验七 拓扑编辑	100
4.2.1 实验目的	100
4.2.2 基础知识	100
4.2.3 实验数据	101
4.2.4 实验步骤	102
习题	108
4.3 实验八 制作符号	108
4.3.1 实验目的	108
4.3.2 基础知识	108
4.3.3 实验数据	109
4.3.4 实验步骤	110
习题	118

4.4 实验九 制作地图	119
4.4.1 实验目的	119
4.4.2 基础知识	119
4.4.3 实验数据	121
4.4.4 实验步骤	121
习题	135
第5章 ArcGIS 的查询及分析	136
5.1 实验十 空间查询与统计	137
5.1.1 实验目的	137
5.1.2 基础知识	137
5.1.3 实验数据	138
5.1.4 实验步骤	139
习题	149
5.2 实验十一 缓冲区分析	150
5.2.1 实验目的	150
5.2.2 基础知识	150
5.2.3 实验数据	151
5.2.4 实验内容	152
习题	160
5.3 实验十二 叠置分析	160
5.3.1 实验目的	160
5.3.2 基础知识	160
5.3.3 实验数据	161
5.3.4 实验内容	162
习题	172
5.4 实验十三 网络分析	172
5.4.1 实验目的	172
5.4.2 基础知识	172
5.4.3 实验数据	177
5.4.4 实验内容	177
习题	185
5.5 实验十四 模型构建器	185
5.5.1 实验目的	185
5.5.2 基础知识	185
5.5.3 实验数据	189
5.5.4 实验内容	189
习题	196

第 6 章 ArcGIS 的应用案例	197
6.1 实验十五 华东地区房价专题图分析	197
6.1.1 实验要求	197
6.1.2 实验背景	197
6.1.3 实验数据	198
6.1.4 实验内容	198
习题	203
6.2 实验十六 医院选址分析	203
6.2.1 实验要求	203
6.2.2 实验背景	203
6.2.3 实验数据	204
6.2.4 实验内容	204
习题	210
参考文献	211

地理信息系统、遥感和全球定位技术三者有机结合,构成科学地理学日益完善的科学技术,引起世界各国普遍的重视。地理信息系统(Geographic Information System, GIS)是一门综合性学科,结合地理学与地图学、遥感、测绘学以及计算机科学,已经广泛地应用在不同的领域。地理信息系统是管理和分析空间数据的科学技术,它及时而又准确地向地学和测绘工作者、各级管理和生产部门提供有关区域综合、方案优选、战略决策等方面可靠的地理或空间信息。

地理信息系统是测绘专业的一个重要方向,测绘不但为 GIS 提供不同比例尺和精度的地理定位数据,而且其理论和算法可直接用于空间数据的变换和处理,将 GIS 引入测绘,则可以用一种全新的思想和手段来解决复杂的分析和管理工作。

1.1 GIS 的概念

地理信息系统具有采集、存储、查询、分析、显示和输出地理数据的功能,是为地理研究和地理决策服务的计算机技术系统。地理信息系统是一种以地理坐标为主的信息系统,即空间信息系统。

地理信息系统的概念中涉及地理和地理信息两个术语。地理泛指地球表面各种自然现象和人文现象,以及它们之间的相互关系和区域差异。地理信息是指人对地理现象的感知,其内容包括地理系统诸要素的分布特征、数量、质量、相互联系和变化规律等,地理信息的特点包括空间定位特征、多维结构特征、动态特征等。此外,地理信息系统也与信息系统密切相关,信息系统是具有数据采集、管理、分析和表达数据能力的系统,它能够为单一的或有组织的决策过程提供有用信息。一个基于计算机的信息系统包括计算机硬件、软件、数据和用户四大要素。地理信息系统除了具有一般信息系统的功能,还能显示数据的空间分布,并且有强大的空间查询、分析、模拟、统计和预测等功能。

国际地理信息系统从 20 世纪 60 年代开始发展,随着社会的进步,对自然资源 and 环境的规划管理要求越来越迫切,计算机的发展促使人们研制地图的分析、应用和输出系统,从而导致 GIS 的产生;20 世纪 70 年代是巩固时期,世界各地研制了不同专题、不同规模、不同类型的 GIS;20 世纪 80 年代是突破的阶段,随着计算机价格的降低以及广泛应用,GIS 软件向智能化方向发展;20 世纪 90 年代,计算机进入全面应用阶段,伴随地理信息产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及,GIS 深入到各行各业;进入 21 世纪,GIS 有了重大发展,信息产业的日新月异使 GIS 向云计算、大数据、智能化等方向快速发展。

我国的 GIS 发展从 20 世纪 70 年代开始进入准备阶段,并开始讨论计算机在地图制图和遥感领域中的应用;20 世纪 80 年代起,开始有组织、有计划地发展 GIS 技术;20 世纪 90 年代,进入稳步发展阶段,我国建立了相当数量的 GIS 运行系统,高校开设 GIS 专业;进入 21 世纪,我国自主研发了很多综合地理信息平台,地理信息产业在我国快速发展起来,并迅速与国际接轨。

1.2 GIS 的组成

地理信息系统包括空间数据、系统硬件、系统软件 and 用户四部分,如图 1-1 所示。

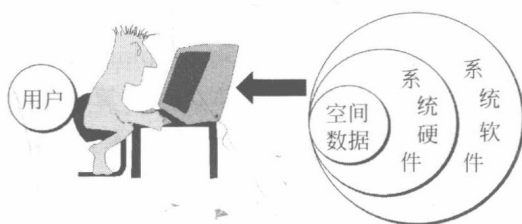


图 1-1

1. 系统硬件

GIS 硬件配置一般包括处理设备、输入设备、存储设备和输出设备四个部分,如图 1-2 所示。

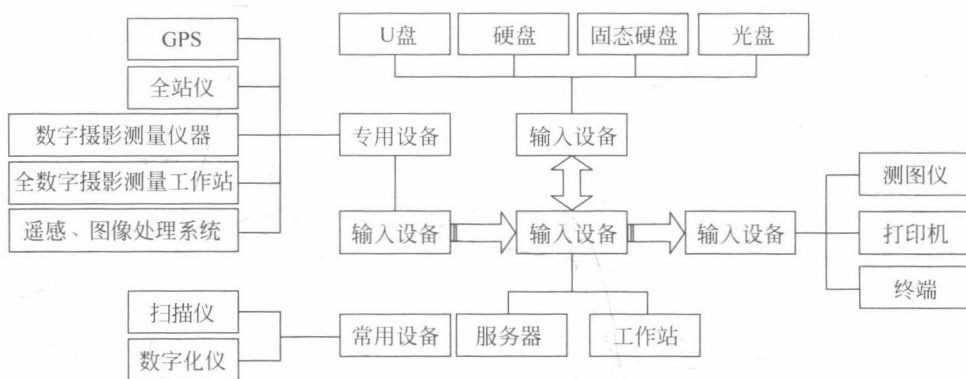


图 1-2

(1) 处理设备是硬件的核心部分,主要包括计算机主机、服务器、工作站、屏幕、鼠标和键盘等。

(2) 输入设备包括常规设备和专用设备。常规设备是数字化仪、扫描仪等,而专用设备是近十几年发展的 GPS、全站仪、全数字摄影测量工作站、遥感图像处理系统等。输入设备的拓宽,为 GIS 系统提供了更多的数据源,与之相对应地产生了多源 GIS 系统平台。

(3) 存储设备是用来存储 GIS 空间数据和处理结果的设备,目前主要包括大容积的 U 盘、硬盘、移动硬盘等,近几年还出现了小体积、高速率传输的固态硬盘和固态移动硬盘。存储设备正向小体积、大容积、高传输速度的方向发展,为 GIS 的推广提供了有利条件。

(4) 输出设备: 最常见的输出设备是显示器、绘图机、打印机等。

2. 系统软件

GIS 系统软件按功能可以分为数据输入、数据管理、空间分析、数据输出、应用模块五个部分。

(1) 数据是 GIS 的血液, 数据输入的目的是将现有的地图、外业观测成果、遥感影像、文本资料转换为 GIS 可以处理与接收的数字形式, 使 GIS 系统可以进行识别、管理和分析, 不同数据输入需要不同的设备。数据输入就是构建地理信息数据库的过程。

(2) 数据管理模块是 GIS 的核心。GIS 核心部分有一个巨大的地理数据库(包括各种关系数据库、oracle 等), 它必须能管理存储于 GIS 中的一切数据, 具有数据库的定义、维护、查询、通信等功能。

(3) 空间分析是 GIS 的大脑, 它是 GIS 区别于一般数据库和信息系统的重要特征。通过对 GIS 中空间数据的分析和运算, GIS 可以为具体应用提供分析处理后的信息。一般针对各种专业应用模型, 需要专业人员进行二次开发。GIS 具有地形分析、叠置分析、缓冲区分析、网络分析等基本分析功能。

(4) 数据输出是将 GIS 中的数据经过分析、转换、处理、组织, 并以报表、专题地图等形式提供给用户, 网络 GIS 还可以通过网络在线传输给客户。

(5) 应用模块是指应用于某种特殊任务的 GIS 软件模块, GIS 基础软件中不具备这个模块, 但是用户往往需要用它们来进行房地产管理、自然灾害分析等。为了实现这些扩展功能, 必须在 GIS 软件的基础上开发出应用模块。

GIS 软件各部分的关系如图 1-3 所示。

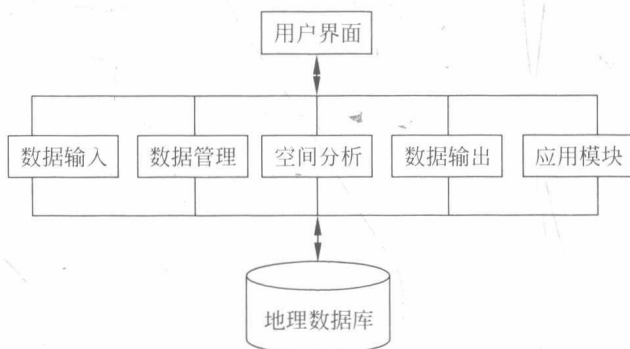


图 1-3

3. 管理和操作人员

GIS 软件平台的操作和二次开发, 都必须由掌握该技术的人员对 GIS 的管理、操作和开发人员进行培训, 使他们能熟练完成各项 GIS 任务。

从事 GIS 的工作人员按层次不同, 可分为以下几类:

- (1) 低级技术人员: 不必知道 GIS 如何工作, 其任务是数据的输入、结果输出等。
- (2) 业务操作人员: 熟练掌握 GIS 操作, 维持 GIS 的日常运行, 完成应用任务。
- (3) 软件技术人员: 精通 GIS 操作, 负责系统的维护、系统的开发、数学模型的建立等。

(4) 科研人员: 利用 GIS 进行科研工作, 并能够提出新的应用项目、新的要求和功能等。

(5) 管理人员: 包括决策、公关等人员, 应懂得 GIS 技术, 能介绍 GIS 功能, 寻找客户等。

GIS 管理和操作人员使 GIS 系统能够正常发挥其功能, 并对 GIS 系统进行开发、管理和使用, 也是 GIS 的重要组成部分。GIS 中的数据非常重要, 本书会单独列出一小节进行讲解。

1.3 GIS 中的数据

数据是 GIS 的血液, 没有数据, GIS 就无法运行。空间数据(地理数据)是 GIS 的操作对象, 是现实世界经过模型抽象的实质性内容。

1. 数据源

数据源是指建立 GIS 的地理数据库所需的各种数据的来源, 主要包括地图、遥感图像、数字摄影测量工作站、无人机数据采集系统、文本资料、统计资料、实测数据、多媒体数据、已有系统的数据等。无人机数据采集系统、实测数据、地图数据和遥感图像是目前地理信息系统主要的数据来源, 下面进行详细介绍。

1) 地图数据

地图是 GIS 的主要数据源, 因为地图包含着丰富的内容, 不仅包含实体的类别和属性, 还包含实体间的空间关系。地图数据主要通过地图的跟踪数字化和扫描数字化获取。地图数据不仅可以作宏观的分析(用小比例尺地图数据), 还可以作微观的分析(用大比例尺地图数据)。在使用地图数据时, 应考虑地图投影所引起的变形, 在需要时进行投影变换, 或转换成地理坐标。

2) 遥感数据

遥感数据是 GIS 的重要数据源, 含有丰富的资源与环境信息, 在 GIS 支持下, 可以与地质、地球物理、地球化学、地球生物、军事应用等方面的信息进行信息复合和综合分析。遥感数据是一种大面积的、动态的、近实时的数据源, 遥感技术是 GIS 数据更新的重要手段。

3) 实测数据

野外试验、实地测量等获取的数据可以通过转换直接进入 GIS 的地理数据库, 以便于进行实时的分析和进一步的应用。GPS(全球定位系统)所获取的数据也是 GIS 的重要数据源。

4) 无人机数据采集系统

无人机技术可以大大提高 GIS 专业技术人员的工作效率, 在很短的时间内就能为一个中、小型作业区域获取高质量的航拍影像, 并可以把它们转换为所需的 2D 和 3D 成果。作为一种新光栅数据的采集方法, 无人机技术是卫星或载人飞机数据采集技术的有利补充, 虽然相比遥感图像覆盖率低、费时, 但是能获取高分辨率的数据。此外, 无人机现势性强, 可随意控制工作时间, 收集地理图像无需等待, 并不受各种因素的影响, 如天气、时间差异、成本问题。其所能达到的精度为每个像素 1.1cm, 明显高于当前卫星和载人飞机可以达到的分辨率。

无人机并非产生了新的 GIS 应用,但它相比于现有的数据获取方法来说成本更低,因此可以迅速扩大现有的 GIS 应用市场。换句话说,同样是在林区上方低空飞行收集数据,无人机会比传统的飞行员驾驶飞机节约大量成本。

2. 数据特征

空间数据有属性、空间、时间三个基本特征。

(1) 属性特征:用以描述事物或现象的特征,即用来说明“是什么”,如事物或现象的类别、等级、数量、名称等。

(2) 空间特征:用以描述事物或现象的地理位置,又称几何特征、定位特征,如点的三维坐标等。

(3) 时间特征:用以描述事物或现象随时间变化,如一年内湖水面积的变化等。

目前 GIS 主要考虑的还是属性特征与空间特征的结合,较少考虑到空间数据的时间特征,时空 GIS 也是地理信息系统的一个研究方向。实际上由于空间数据具有时间维度,过时的信息虽不具有现势性,却可以作为历史性数据保存起来,作为趋势分析的基础数据,但是会增加 GIS 表示和处理数据的难度。

3. 数据类型

根据空间数据的基本特征,可以把空间数据归纳为几何数据、属性数据、元数据三类。

几何数据用来描述空间实体的位置、形状、大小等信息如描述一幢房子位置和形状的坐标数据。空间数据通常是通过测绘手段获取的,包括地图、无人机、遥感、GPS 等。其表示方法有两种:一种是矢量形式,一般用三维或二维坐标串来表示;一种是栅格形式,用规则的像元阵列来表示。两者都从集合的角度把空间目标分为点状、线状和面状目标三种基本类型。

属性数据是指描述空间目标的社会或自然属性的数据,如房子的户主、建筑年代、建筑材料等。

元数据是描述数据的数据,即关于数据(几何数据和属性数据)的描述性数据信息。元数据尽可能多地反映数据集自身的特征规律,以便于用户准确、高效与充分地开发与利用数据集。元数据的内容包括对数据集的描述、对数据质量的描述、数据处理信息说明、数据转换方法的描述等。元数据帮助数据生产者管理和维护空间数据,便于数据用户查询和检索地理空间数据,并提供有关信息以便于数据的处理和转换。元数据是数据共享和有效使用的重要工具。

4. 数据存储

GIS 中数据的存储方式主要有三种:文件方式、数据库方式和文件夹方式。

1) 文件方式

矢量数据、栅格数据及表格数据都可以以文件形式存储。通常情况下,一个数据由几个同名的文件(不同扩展名)组成。例如, ArcGIS 中以 Shapefile 形式保存的矢量数据包含了 shp、shx 和 dbf 等文件,其中 shp 文件保存空间图形数据, dbf 文件保存属性数据, shx 文件是连接图形和属性的索引文件。

2) 数据库方式

数据库方式主要应用于属性数据,所有数据统一存储在数据库中,由数据库系统管理,可以是小型单用户数据库(如 Access),也可以是企业级的多用户数据库(如 Oracle、DB2、Informix、SQL Server 等)。目前,地理数据越来越庞大,且数据类型也越来越复杂,采用面向对象的数据库来存储和管理地理数据是目前 GIS 数据库的发展方向。

3) 文件夹方式

所有数据存储在同一文件夹中,由相应的文件管理系统进行管理,这种数据存储方式很少使用。

目前绝大多数 GIS 平台采用图形数据以文件形式存储,而属性数据存储数据库中,用唯一的關鍵字(KEY)将属性数据与图像数据进行关联。

5. GIS 的数据结构

数据结构是数据组织的形式,是适合计算机存储、管理和处理的数据逻辑结构。空间数据结构是地理实体的空间排列方式和相互关系的抽象描述。地理数据库中采用空间数据结构来数字化表达地理空间信息。GIS 中的数据结构主要有两种类型:基于矢量的数据结构和基于栅格的数据结构。现代的一些地理信息系统结合了两两种数据结构,采用混合数据结构和矢量栅格一体化的数据结构。

1) 矢量数据结构

矢量数据结构是通过坐标值来精确表示点、线、面等地理实体的方法(图 1-4):点由一对 x, y 坐标表示;线由一串 x, y 坐标表示;面由一串有序的且首尾坐标相同的 x, y 坐标表示。矢量数据结构可以表示现实世界中各种复杂的实体,当问题可描述成线和边界时特别有效。矢量数据冗余度低,结构紧凑,并具有空间实体的拓扑信息,便于深层次分析,此外矢量数据的输出质量好,精度高。

矢量数据通常有四种获取方式:①由外业测量获得,可利用测量仪器自动记录测量成果(电子手簿),然后转到地理信息数据库中;②由摄影测量获得,可利用摄影测量技术获得矢量化的测量成果,然后转到地理数据库中;③由栅格数据转换获得,利用栅格数据矢量化技术把栅格数据转换为矢量数据;④跟踪数字化,用跟踪数字化的方法把地图变成离散的矢量数据。

按矢量数据是否明确表示各地理实体的空间相互关系,矢量数据的数据模型可分为实体型和拓扑型两大类。实体型仅记录空间对象位置坐标和属性信息,不记录拓扑关系,其优点是编码容易、数字化简单、显示速度快,缺点是数据冗余,可能出现重叠或者裂缝,引起数据不一致,空间分析困难。拓扑结构是明确定义空间结构关系的一种数学方法,在 GIS 中它常用于空间数据的组织。拓扑型记录地理实体间的相对空间位置,无需坐标和距离,其优点是结构紧凑,数据冗余度小,拓扑关系明晰,使得空间查询、空间分析效率高,缺点则是对单个地理实体操作的效率低,难以表达复杂的地理实体,且局部更新困难。实体型和拓扑型都是目前最常用的矢量数据结构模型,实体型代表软件为 MapInfo,拓扑型代表软件为

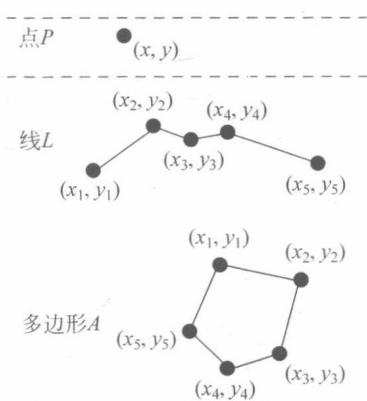


图 1-4

ArcGIS。

2) 栅格数据结构

栅格数据结构是以规则的像元阵列来表示空间地物或现象分布的数据结构,其阵列中的每个数据表示地物或现象的属性特征。换句话说,栅格结构将地理空间划分成若干行、若干列,称为一个像元阵列,其最小单元称为像元或像素。每个像元的位置由行列号确定,其属性则以代码表示(图 1-5)。栅格数据结构与通过记录坐标的方式尽可能地将点、线、面地理实体表现得精确无误的矢量数据结构有很大的差异。

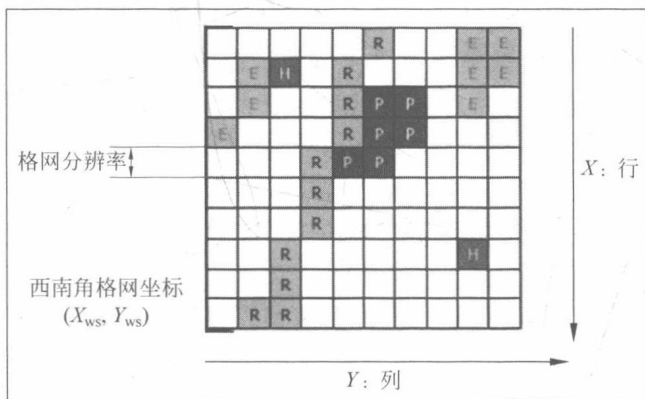


图 1-5

对于栅格数据结构,点为一个像元;线为在一定方向上连接成串的相邻像元集合;面则是聚集在一起的相邻像元的集合。栅格数据表示的是二维表面上的地理数据离散化数值。在栅格数据中地表被分割为相互邻接、规则排列的矩形方块(有时也可以是三角形、六边形等),每一个地块与一个像元对应,因此像元就是栅格单位,对地图的分辨率和计算精度起关键作用,栅格数据的比例尺就是像元大小与地表相应单元大小之比。栅格数据记录的是属性数据本身,而位置数据可以由属性数据对应的行列号转换为相应的坐标。栅格数据的阵列方式很容易为计算机存储和操作,不仅直观,而且易于维护和修改。

栅格数据的获取方式通常有以下几种。

(1) 来自于遥感数据。通过遥感手段获得的数字图像就是一种栅格数据,它是遥感传感器在某个特定的时间对一个区域地面景象的辐射和反射能力的扫描抽样,并按不同的光谱段分光 and 量化后,以数字形式记录下来的像素值序列。遥感能周期性、动态地获取丰富的信息,并可直接以数字方式记录和传送。

(2) 来自对图片的扫描。通过扫描仪对地图或其他图件的扫描,可以把资料转换为栅格形式的数据。

(3) 由矢量数据转换而来。通过运用矢量数据栅格化技术,把矢量数据转换成栅格数据,这种情况通常是为了有利于 GIS 中的某些操作,如叠置分析等,或者是为了有利于输出。例如,对于从专题图上获取的矢量数据结构的地块图,以及温度或降雨量分布图,可用软件方法将其转成栅格结构数据图,并对其进行叠置分析。

(4) 由手工方法获得。在专题图上均匀划分网格,逐个确定网格的属性代码值,最后形成栅格数据文件。

栅格数据结构的表示方法通常有直接栅格编码、游程长度编码、二叉树编码等,此处不作详细介绍。

3) 矢量与栅格一体化

在数字化线状实体时,除记录原始取样点外,还记录所通过的栅格,每个面状地物除记录它的多边形边界外,还记录中间包含的栅格。矢量与栅格一体化的数据结构既保持了矢量特性,又具有栅格的性质,将矢量与栅格统一起来。

4) 矢量结构与栅格结构的比较

矢量结构和栅格结构的比较具体见表 1-1,矢量和栅格各有优缺点,在地理信息系统中矢量数据和栅格数据是常见的数据结构。

表 1-1

比较内容	矢量结构	栅格结构
数据结构	复杂	简单
数据量	小	大
图形精度	高	低
图形运算、搜索	复杂、高效	简单、低效
软件与硬件技术	不一致	一致或接近
遥感影像格式	要求比较高	不高
图形输出	显示质量好、精度高,但成本比较高	输出方法快速,质量低,成本比较低廉
数据共享	不易实现	容易实现
拓扑和网络分析	容易实现	不易实现

6. 数据组织

在 GIS 系统中,采用横向分幅(标准分幅或区域分幅等)、纵向分层(主题层等)来组织空间数据。将现实世界中的空间对象层层细分,先将地图按主题分层,每层再按照邻近原则分块,每块也称为对象集合。如有需要,再将大块分为小块,最后分为单个对象。对象集合是由多个单个对象组成。图块结构和图层结构是空间数据库在纵、横两个方向的延伸,同时空间数据库是两者的逻辑再集成。

数据分层(thematic layer)是地理信息系统中的关键词之一,地理信息系统通常对地理对象采用按主题分类、按类设层的原则,同种要素的集合就是一个主题层,也就是说将不同的“层”要素进行重叠,就形成不同主题。如图 1-6 所示,影像底图图层、高程图层、水文地理图层、边界图层、土地利用图层、道路图层叠加在一起就形成某地区地表基本状态主题。科学有效的数据分层是数据管理、GIS 地图编制、制图综合、专题制图、空间分析的前提。国内外著名的 CAD、GIS 软件都充分利用了层的概念和技术。

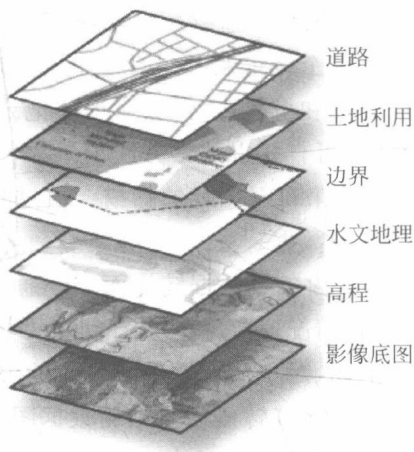


图 1-6

横向分块组织管理是将某一区域的空间信息按照某种分块方式分割成多个数据块,以文件或表的形式存放在不同的目录或数据库中。图幅对应一块区域,分块的方式主要有标准经纬度分块、矩形分块和任意区域多边形分块。标准经纬度分块是根据经、纬线将空间数据划分成多个数据块;矩形分块是按照一定大小的矩形将空间数据划分成多个数据块;任意区域多边形分块就是按任意多边形将空间数据划分为多个数据块。

1.4 GIS 的功能与应用

GIS 是计算机技术与控件数据相结合而产生的一项高新技术,它除了具有基本的数据采集、管理、处理、分析和输出功能,还具有处理地理信息的各种高级功能。GIS 的这些功能,通过利用空间分析技术、模型分析技术、网络技术、数据库和数据集成技术、二次开发技术,可以演绎出丰富多彩的系统应用功能,满足社会和用户的广泛需求。

1.4.1 GIS 的功能

地理信息系统具有数据采集与输入、数据编辑与更新、数据存储与管理、空间查询与分析及数据显示与输出等基本功能(图 1-7)。如果这些基本功能不能满足用户需要,还可以进行二次开发和编程,利用高级语言对 GIS 平台进行更专业、更强大功能的深度开发。



图 1-7

1. 数据采集与输入

数据采集与输入即在数据处理系统中将系统外部的原始数据传输给系统内部,并将这些数据从外部格式转换为系统便于处理的内部格式的过程。对于多种形式、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(如管网图的输入)、栅格数据输入(如遥感图像的输入)、测量数据输入(如 GPS 数据输入)和属性数据输入(如数字和文字的输入)。

2. 数据编辑与更新

数据编辑主要包括图形编辑和属性编辑。属性编辑主要与数据库管理结合在一起完