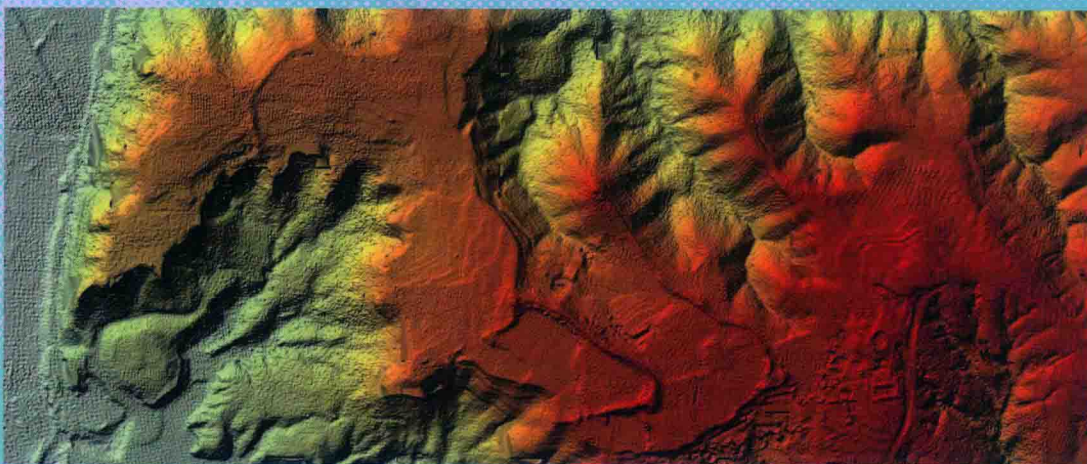
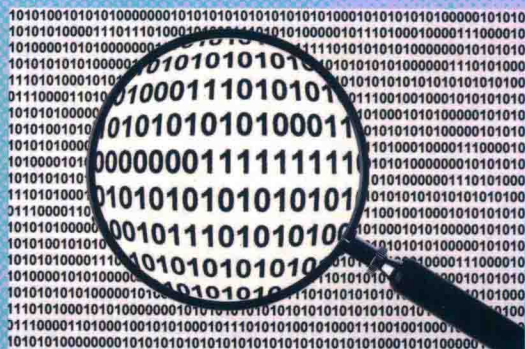




iCourse · 教材

# 地理信息系统概论

张新长 辛秦川 郭泰圣 何广静 编著



高等教育出版社



iCourse · 教材

# 地理信息系统概论

Dili Xinxi Xitong Gailun

张新长 辛秦川 郭泰圣 何广静 编著



高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是爱课程网中国大学 MOOC “地理信息系统概论”的配套教材。本书突出趣味性、科学性、特色性与时代感,旨在拓宽学生的科学视野、培养学生的地理空间思维、提升其分析问题与解决问题能力。

本书首先介绍基本概念、地理空间参考系统、空间数据结构特征及空间数据质量、空间数据库、空间数据数字化表达与可视化、移动互联网 GIS 等内容,然后介绍网络分析、地形分析、相关分析、门槛分析等方法,最后简述地理信息工程的实践方法。

本书可以作为高等学校通识课程及地理科学类专业本科教材,也可以作为研究人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统概论/张新长等编著.--北京:高等教育出版社,2017.7

iCourse·教材

ISBN 978-7-04-047760-3

I.①地… II.①张… 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(2017)第 091070 号

策划编辑 陈正雄      责任编辑 杨俊杰      封面设计 张 楠      版式设计 范晓红  
插图绘制 杜晓丹      责任校对 吕红颖      责任印制 韩 刚

---

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a>
印 刷	河北新华第一印刷有限责任公司		<a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>
开 本	850mm×1168mm 1/16		<a href="http://www.hepmall.cn">http://www.hepmall.cn</a>
印 张	16	版 次	2017年 7 月第 1 版
字 数	380 千字	印 次	2017年 7 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	35.00 元
咨询电话	400-810-0598		

---

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 47760-00



# 与本书配套的数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社数字课程网站,请登录网站后开始课程学习。

## 一、网站登录

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/1251421>, 点击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。

2. 课程充值: 登录后点击右上角“充值”图表, 正确输入教材封底标签上的明码和暗码, 点击“确定”完成课程充值。


3. 在“我的课程”列表中选择已充值的数字课程, 点击“进入课程”即可开始课程学习。账号自充值之日起一年内有效, 过期作废。


使用本账号如有任何问题, 请发邮件至: [abook@hep.com.cn](mailto:abook@hep.com.cn)



## 二、资源使用

与本书配套的数字课程资源按照资源类型排列布置, 配有电子教案、课堂录像等。这两类资源的特定图标和相关信息如下:

 1. 电子教案: 与课程和教材紧密配套的教学 PPT。可供教师下载使用, 也可供学生课前预习或课后复习使用。

 2. 课堂录像: 针对一些重难点内容设置了课堂录像。读者可以观看主讲教师精细讲解部分重难点知识。

本书为爱课程网 ([www.icourses.cn](http://www.icourses.cn)) 中国大学 MOOC“地理信息系统概论”(张新长主讲) 配套教材。

地理信息系统(geographic information system, GIS)是专门用于采集、存储、管理、分析和表达空间数据的信息系统。地理信息系统既是表达现实空间世界和进行空间数据处理分析的“工具”,也可看作用于解决空间问题的“资源”,同时还是关于空间信息处理分析的“科学”。

现实世界中的人类活动所获得的信息几乎全部与地理空间位置有关。比如,人们出门前用手机查询出行路径、旅游前查看景点分布与特色、发布照片时附上所在地理位置,等等。“智能化”生活的出现,无不渗透着地理信息的影子。而看似复杂、笼统的城市管理问题,如:地下管线排布是否合适,河流水道的治理应从何处入手,新区开发是否与周边环境协调统一等,只需要在电脑上通过几张“地图”,便可以像做“B超”检查那样一目了然,从而提供相应的解决思路。当人们习惯了导航地图给生活工作带来的便利,可曾想到,背后的一切都离不开地理信息技术的快速发展。

那么如何使用地理信息系统来科学地提供服务呢?为拓宽学生的科学视野、培养学生的地理空间思维、提升其分析问题与解决问题能力,我们依托中山大学网络信息中心建设“地理信息系统概论”网络课程,并编写了《地理信息系统概论》这本配套教材,从而为大家掀开与日常工作生活息息相关的地理信息世界神秘面纱。

本书全面地、系统地论述了地理信息系统的基本原理、应用方法、空间数学模型、最新理论与发展趋势,涉及当前地理信息系统研究与开发的重要技术问题,并展示了地理信息系统在城市规划与管理方面的众多应用实例。具体内容包括:第一章,地理信息系统概述。主要从地理信息系统整体概况入手,论述了地理信息系统的基本特征和发展历程。第二章,地理空间参考系统。主要介绍地球椭球体、平面坐标系统、高程系统和地理格网划分等概况。第三章,地理空间数据结构与特征。主要讨论地理空间数据的基本结构,以及矢量和栅格数据的存储、应用和转换等内容。第四章,地理空间数据质量与不确定性。主要介绍地理空间数据常见的质量问题及特点,从地理空间数据源、数据转换和处理及应用分析等角度,阐述数据误差的来源及其分类,并对数据质量的评价指标和评价方法进行概括。第五章,空间数据库技术。本章首先介绍数据的基本知识,以及关系数据的代数运算和数据查询方法,其次介绍空间数据库管理系统包含的内容。第六章,地理空间数据数字化与可视化。着重介绍 GIS 数据采集以及从模拟地图到数字地图的数字技术与方法。第七章,移动互联网地理信息技术。主要介绍互联网 GIS 的概念、基本特征和建设要求。第八章首先对空间分析的概念、分析方法和常见应用进行概述。第九章介绍数字高程模型的常见表示方法。第十章,地理信息工程。首先介绍地理信息工程的基本概念和特征及其设计原则、生命周期各阶段的任务,其次介绍地理信息工程从调研、设计到实施、测试再到运行维护的基本方法和步骤,最后通过实际案例讲解地理信息工程的具体应用。

在理论部分的学习中,本书从应用的角度介绍如何运用获取的地理信息,分析解决各种

与地理空间相关的科学技术与社会问题,并将结果用地图和案例的方式予以展现;而在实习部分的学习中,只需轻轻点击鼠标、简单敲敲键盘,便可将理论知识和实际应用融会贯通,服务于具体的学习、工作和生活,从而走进地理信息世界的知识海洋。相信每位学习者都会从“地理信息系统概论”课程中收获具体的知识与技能。

当今科学技术发展突飞猛进,日新月异。本书在通识科普的同时,力求紧跟学科发展,但地理信息系统的理论精妙,应用广泛,编者水平有限,书中难免存在各种错误和不足之处,恳请读者见谅并不吝赐教。

编者

2017年3月

# 目录

<b>第一章 地理信息系统概述</b> .....	1
<b>第一节 地理信息系统(GIS)的概念</b> .....	1
一、信息与地理信息 .....	1
二、地理信息系统的定义 .....	3
三、地理信息系统的基本特征 .....	3
四、GIS的发展进程 .....	4
<b>第二节 GIS的组成和类型</b> .....	4
一、硬件系统 .....	5
二、软件系统 .....	6
三、数据 .....	7
四、人员 .....	7
五、基础设施 .....	8
六、GIS的类型 .....	8
<b>第三节 GIS与其他信息系统的联系与区别</b> .....	9
一、信息系统的定义 .....	9
二、GIS与管理信息系统的联系与区别 .....	9
三、GIS与CAD软件的联系与区别 .....	10
四、GIS与计算机辅助地图制图系统的联系与区别 .....	11
五、GIS与遥感图像处理系统的联系与区别 .....	12
<b>第四节 GIS的基本功能</b> .....	13
一、数据采集功能 .....	13
二、数据处理与变换功能 .....	15
三、数据存储与管理功能 .....	16
四、空间查询与空间分析功能 .....	16
五、可视化功能 .....	18
<b>第五节 GIS的应用与发展前景</b> .....	19
一、土地管理的应用 .....	19
二、城乡规划的应用 .....	21
三、交通管理的应用 .....	22
四、环境管理的应用 .....	23
五、人文科学及公众服务的应用 .....	24
六、GIS的未来发展前景 .....	26
<b>习题</b> .....	28
<b>第二章 地理空间参考系统</b> .....	31
<b>第一节 地球空间参考系统</b> .....	31
一、地球椭球体 .....	31
二、平面坐标系统 .....	32
三、高程系统 .....	34
四、地理格网 .....	35
<b>第二节 地图投影</b> .....	37
一、地图投影概述 .....	37
二、地图投影的分类 .....	37
三、我国常用的地图投影方式 .....	41
<b>第三节 空间坐标转换</b> .....	42
一、大地坐标系统的转换 .....	42
二、中国国家坐标系与地方坐标系的转换 .....	44
<b>习题</b> .....	44
<b>第三章 地理空间数据结构与特征</b> .....	47
<b>第一节 地理空间数据的基本结构</b> .....	47
一、地理空间数据定义与特征 .....	47
二、地理空间数据的分类 .....	48
三、地理空间数据结构和组织 .....	48
<b>第二节 矢量数据的结构特征</b> .....	53
一、矢量数据的概念 .....	53
二、矢量数据的编码 .....	53
三、矢量数据的压缩 .....	55
四、矢量数据变换 .....	58

第三节 栅格数据的结构特征 .....	59	第二节 关系数据库模型 .....	95
一、栅格数据的概念 .....	59	一、关系数据库的基本概念 .....	95
二、栅格数据的存储 .....	60	二、关系代数 .....	97
三、栅格数据的压缩编码 .....	61	三、数据查询 .....	99
四、栅格数据的运算 .....	63	第三节 空间数据库管理系统 .....	101
第四节 矢量和栅格数据的格式		一、空间数据库概述 .....	101
转换 .....	66	二、空间数据库管理模式 .....	102
一、矢量数据到栅格数据的格式		三、面向对象数据库 .....	103
转换 .....	67	第四节 空间数据库设计原理	
二、栅格数据到矢量数据的格式		与方法 .....	107
转换 .....	68	一、空间数据库设计流程 .....	107
习题 .....	70	二、需求分析 .....	108
第四章 地理空间数据质量与		三、概念结构设计 .....	110
不确定性 .....	72	四、逻辑结构设计 .....	112
第一节 数据的质量问题 .....	72	五、物理结构设计 .....	112
一、地理空间数据质量问题 .....	72	六、空间数据库实施 .....	114
二、数据质量的相关概念 .....	73	第五节 空间数据库的发展	
三、数据质量的评价标准 .....	74	趋势 .....	115
第二节 数据的误差来源 .....	75	一、分布式空间数据库技术 .....	115
一、数据源误差 .....	75	二、空间数据仓库技术 .....	116
二、数据处理误差 .....	76	三、数据挖掘 .....	116
三、应用分析误差 .....	77	习题 .....	118
第三节 数据的质量评价 .....	78	第六章 地理空间数据数字化与可	
一、地理空间数据质量评价		视化 .....	122
指标 .....	78	第一节 数字化技术 .....	122
二、地理空间数据质量评价		一、地理空间数据采集方法 .....	122
方法 .....	82	二、手扶跟踪地图数字化技术 .....	124
第四节 数据的检查与规整 .....	83	三、扫描矢量化技术 .....	127
一、地理空间数据的检查 .....	83	第二节 符号化技术 .....	128
二、地理空间数据的编辑 .....	86	一、符号化技术概述 .....	128
三、地理空间数据的规整 .....	87	二、地图符号的分类 .....	130
习题 .....	87	三、地图符号的视觉变量 .....	131
第五章 空间数据库技术 .....	91	四、地理信息系统符号库 .....	132
第一节 数据库基本知识 .....	91	第三节 可视化技术 .....	134
一、数据库概念 .....	91	一、图文一体化技术 .....	134
二、数据库的主要特征 .....	91	二、自动标注技术 .....	134
三、数据的组织方式 .....	92	三、模板技术 .....	137
四、数据间的逻辑关系 .....	93	第四节 可视化表示与应用	
五、数据模型 .....	94	发展 .....	138



一、可视化概述 .....	138	第四节 缓冲区分析 .....	185
二、可视化表示方法 .....	138	一、缓冲区分析的概念 .....	185
三、可视化应用发展 .....	143	二、栅格数据缓冲区的建立 .....	185
习题 .....	145	三、矢量数据缓冲区的建立 .....	185
<b>第七章 移动互联网地理信息技术</b> ...	148	第五节 网络分析 .....	186
第一节 互联网 GIS 概述 .....	148	一、网络分析的概念 .....	186
一、互联网 GIS 的概念 .....	148	二、路径分析 .....	186
二、互联网 GIS 的基本特征 .....	149	三、中心选址分析 .....	188
三、互联网 GIS 的建设要求 .....	151	习题 .....	189
第二节 WebGIS 体系结构与 关键技术 .....	152	<b>第九章 空间分析(下)</b> .....	193
一、WebGIS 的体系结构 .....	152	第一节 数字高程模型 .....	193
二、WebGIS 的实现技术 .....	154	一、数字高程模型的基本概念 ...	193
三、地理置标语言 .....	157	二、高程矩阵的生成方法 .....	193
四、分布式超地图 .....	158	三、不规则三角网的建立 .....	195
第三节 移动 GIS 的构建 .....	159	第二节 地形分析 .....	197
一、移动 GIS 的概念 .....	159	一、地形分析概述 .....	197
二、移动 GIS 的组成 .....	160	二、地形制图 .....	198
三、移动 GIS 的关键技术 .....	161	三、地形指标计算 .....	199
四、移动 GIS 的应用 .....	162	四、流域分析 .....	202
第四节 云环境下的 GIS .....	163	第三节 空间相关性分析 .....	204
一、云计算的概念 .....	163	一、空间相关性分析的基本 概念 .....	204
二、云计算与 GIS 的结合 .....	165	二、空间相关性分析的方法 .....	204
三、云 GIS 的应用 .....	167	三、空间相关性分析的应用 .....	206
习题 .....	168	第四节 门槛分析 .....	207
<b>第八章 空间分析(上)</b> .....	171	一、门槛分析的基本概念 .....	207
第一节 空间分析概述 .....	171	二、门槛分析方法与技术流程 ...	208
一、空间分析的概念 .....	171	三、门槛分析的应用 .....	210
二、空间分析的主要方法 .....	171	习题 .....	211
三、空间分析的应用案例 .....	171	<b>第十章 地理信息工程</b> .....	214
第二节 空间信息查询与量算 ...	174	第一节 地理信息工程概述 .....	214
一、空间信息查询与量算概述 ...	174	一、地理信息工程的概念 .....	214
二、空间信息查询的方法 .....	174	二、地理信息工程的基本特征 ...	215
三、空间信息量算的方法 .....	175	三、地理信息工程的设计原则 ...	216
第三节 叠置分析 .....	178	四、地理信息工程的生命周期 ...	217
一、叠置分析的概念 .....	178	第二节 地理信息工程的方法 步骤 .....	218
二、叠置分析的分类 .....	179	一、需求调查与可行性分析 .....	218
三、叠置分析的实现 .....	181	二、系统设计 .....	220
四、叠置分析的应用 .....	184		



# 第一章

## 地理信息系统概述

### 第一节 地理信息系统(GIS)的概念

地理信息系统(geographic information system, GIS)自 20 世纪 60 年代被首次提出之后,凭借其快速处理和运筹帷幄的优势,已经在土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、城市规划、经济建设等相关行业得到广泛应用。近年来,地理信息系统的发展及应用引起了政府各职能部门,以及社会各界的广泛关注。因此,深入学习地理信息系统的基本概念,加深理解地理信息系统的含义、功能及应用,把握其发展趋势具有重要意义。



电子教案 1  
地理信息系  
统概述

#### 一、信息与地理信息

##### 1. 信息

信息是用文字、数字、符号、语言、图像等媒介来记录、传播和表示事件、事物、现象的内容,是对客观世界各种事物特征的反映。对于信息的解析如图 1.1 所示。信息不等同于数据,数据是客观事物的数量及其相互关系的抽象表示,而信息是有用和有意义的的数据。信息反映了事物与现象等内容的基本特征,是生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。



图 1.1 信息解析

信息具有如下基本特征:

(1) 客观性:信息反映了客观事物的运动状态和方式。例如,地球自转和公转运动就是客观存在的运动状态。客观性是信息正确性和精确度的保证。

(2) 适用性:事物在永恒的运动和发展之中,而信息的表述需要相应改变,才能准确表述事物的特定阶段,从而给相关决策提供有效信息。例如,随着经度的变化,时区也在发生

着变化,时区信息要适用于对应的地理位置。

(3) 可传输性:信息可以采用多种方式进行传播,在发送者和接收者之间进行流转和交换。如:新闻信息的传播,聊天信息的传递,等等。

(4) 共享性:信息具有扩散的特征,可以在传播媒介上进行共享。例如,人们在微博上看到有趣的文章或者评论,点击分享就可以让更多的朋友看到,而信息本身并无损坏,就属于信息共享的例证。

## 2. 地理信息

地理信息是信息的重要组成部分。除了具备信息的基本特征之外,地理信息还是表征地理系统诸要素的数量、质量、分布特征、相互联系和变化规律的数字、文字、图像和图形等的总称。地球表面的山川、河流,城市的街区、街道等地理现象的表征都属于地理信息的范畴。地理现象的信息量往往很大,难以把所有细节都记录下来,因此需要进行抽象和简化(如图 1.2 所示)。

首先,地理现象具有几何形态和位置,可以用点、线、面、体等相应的地图符号来表示地理要素的形态特征,以便统计和分析。其次,地理现象还具有对应的属性信息。例如,道路名称、道路宽度、车道数量、路面材质、竣工时间等,都属于地理信息的属性特征,可以在地理信息系统中通过属性表的方式描述。最后,地理现象并非一成不变。正所谓“沧海桑田”,原本是耕地的地区可能已经变成了建筑群。地理现象随着时间发生变化,具有时域特征,而地理信息正是通过空间特征、属性特征和时域特征来表达和解释地理现象。例如,细颗粒物  $PM_{2.5}$  在各地区和各时间段的优良差等级分布特征,以及时空扩散的演变规律。

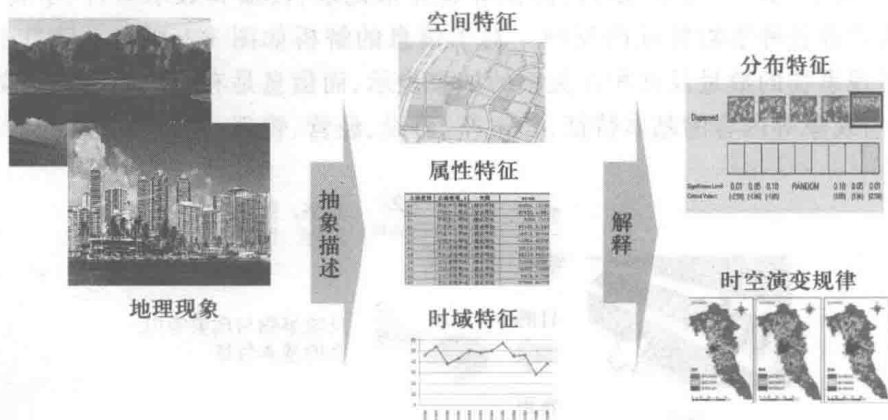


图 1.2 地理信息的抽象和简化

地理信息的特点:

(1) 数据量大:由于地理信息需要综合记录地物的空间特征、属性特征、时域特征等内容,因此相关数据量往往非常大。例如,一个城市的基础地理数据会达到、甚至超过 1TB 的数据量。

(2) 数据分布不均匀:地理要素的分布具有区域性。例如,建筑物在城市区域分布相对密集,而在乡村区域分布比较稀疏。因此,描述相关地理要素的地理信息也会随之产生区域之间的差别。

(3) 拓扑关系复杂:空间拓扑关系有邻接、关联、包含和连通等。例如,建筑物与街道紧

贴分布,城市立交桥相互交叠,城市道路相互汇聚等地物之间的空间关系,需要使用复杂的拓扑地图形式来进行表达。

(4) 多重属性结构:同一地物现象具有多方面的属性特征。例如,建筑物具有类型、编码、层数、高度、产权等一系列的信息。而在同一位置上的地理现象会出现不同地理属性的重叠。例如,同一地块,从土壤学的角度来说,属于红壤土,而从土地利用类型的角度来说,又属于耕地。

(5) 多尺度特征:例如,同一条河流,在大比例尺地图上用双线符号表示,在中比例尺地图上可以用单线符号表示,而在小比例尺地图可能舍去而不用表示。

(6) 数据来源的多源化:纸质地图、实测数据、遥感图像等都可以作为数据来源。

(7) 地图表现的形象化:通过图形的形状、方向、颜色、纹理等差异直观地反映地理特征。

## 二、地理信息系统的定义

地理信息系统是以空间数据库为基础,采用地理模型分析,实现地理信息的采集、存储、检索、分析、显示、预测和更新(如图 1.3 所示)。

GIS 研究的对象是地理信息,但地理信息并不是零散地用文件形式存储,而是按照一定的标准规范保存在空间数据库里。GIS 的核心内容就是围绕地理信息进行全生命周期的处理。信息处理的过程包括:采集各种时空数据,经过加工然后存储;有效检索出所需的地理信息,对其进行空间分析,并形象地展现分析结果;通过分析对将来的发展变化进行预测,以及实现空间数据的动态更新等基本内容。

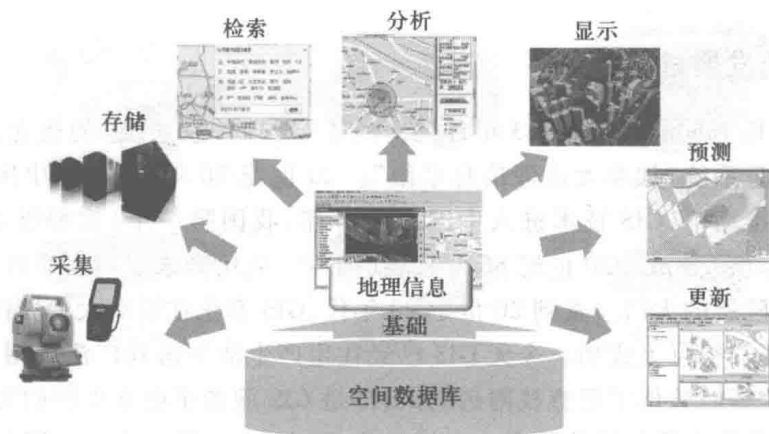


图 1.3 地理信息系统的功能

## 三、地理信息系统的基本特征

### 1. 横跨多个学科

地理信息系统是由计算机科学、测绘学、摄影测量与遥感、地理学、地图学、人工智能等多个学科组成的交叉学科(如图 1.4 所示)。

### 2. 数据类型多样

数据类型各具特点,包括一维、二维、三维的矢量数据,以及图形和图像数据,等等。



### 3. 数据结构复杂

地理数据不仅需要表达地物的位置、形状和随时间变化的相关情况,还描述了地物之间的拓扑关系,因此地理信息的数据结构非常复杂。

### 4. 应用类型多样

当前 GIS 的应用非常广泛,在生产生活中有助于解决众多实际应用问题。

### 5. 以空间分析为主

不同于其他信息系统,地理信息系统往往涉及大量的空间分析。比如,利用地理信息系统的空间分析功能,可以确定理想的公交转乘方案、统计道路扩建需要拆除的房屋面积,等等。

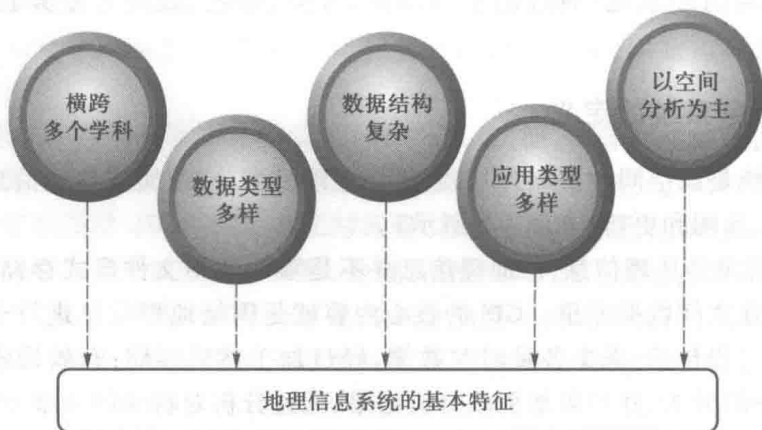


图 1.4 地理信息系统的基本特征

## 四、GIS 的发展进程

GIS 之父 R. F. Tomlinson 在 1963 年首先提出了“地理信息系统”的概念,并建立了世界上第一个地理信息系统“加拿大地理信息系统”。20 世纪 70 年代末,在中国 GIS 奠基人陈述彭院士的大力推动下,GIS 技术进入中国。1986 年,我国第一个(实验性)地理信息系统“黄土高原信息系统”建成。20 世纪 80 年代,我国 GIS 应用尚未取得实质性进展,基本没有走出高校和研究院所的大门。直到 20 世纪 90 年代,GIS 率先在沿海大中城市的规划和土地领域得到应用,并取得巨大成功。今天 GIS 已经在生产生活中得到广泛应用。例如,使用电子地图导航,使用即时软件工具查找附近的人,都是 GIS 服务于群众生活的实例。

当前 GIS 面临的机遇与挑战并存。在城市化、信息化、市场化三大浪潮的推动下,GIS 具有广阔的应用前景与市场空间,然而在思想观念、基础设施、技术力量、经济支持和法律法规建设方面仍需要进一步完善和提高。当然,GIS 要迈向成功,还需要决策者支持、项目长期规划、人才队伍建设、服务体系完善等多方面的努力。

## 第二节 GIS 的组成和类型

GIS 应该包括硬件、软件、数据、人员和基础设施等五大部分组成(如图 1.5 所示)。硬件指的是服务器、工作站,以及输入输出等一系列的计算机和网络设备;软件指的是实现 GIS



运行的源代码和用户界面;数据是 GIS 的最重要组成部分,包括不同类型与格式;GIS 的人员组成更是多层次的;而基础设施是指维护 GIS 运营所需的各种环境。



图 1.5 GIS 的组成

## 一、硬件系统

GIS 的硬件系统包括计算机系统、GPS 接收器、PDA 采集系统、数字化仪、扫描仪、打印机和绘图仪等(如图 1.6 所示)。



图 1.6 GIS 的硬件设备

### 1. 计算机系统

(1) 服务器:是管理资源并为用户提供服务的计算机。GIS 对服务器的稳定性、安全性、性能等方面都有着很高的要求。当然高配置的服务器价格也比较高。在构建 GIS 时,服务器的选择应该根据不同的应用需求。例如,数据服务器的硬盘容量比较大,适用于存储数据;而应用服务器的计算性能比较高,适用于处理数据或者发布服务。

(2) 工作站:是高端的通用微型计算机,可以负责图形图像处理 and 任务并行处理。GIS 对工作站的内存和显卡等硬件性能要求较高。

(3) 平板电脑:是指小型便携的个人电脑。例如,华为平板电脑、iPad、Surface 等平板电

脑安装了 GIS 的应用程序后,就可以进行地理信息的浏览、查询和空间分析。

## 2. GPS 接收器

GPS 接收器是接收 GPS 卫星信号并确定地面空间位置的仪器。

## 3. PDA 数据采集系统

PDA 数据采集系统是用于野外调查和数据采集的设备。例如,在城市网格化管理中,巡查人员发现某个地方缺少井盖,通过 PDA 拍照,并记录井盖号码,就可以向数据中心上传相关信息。

## 4. 数字化仪

数字化仪是将各种图形根据坐标值手工输入计算机内,从而将图形形式转换成数字形式的设备。

## 5. 扫描仪

扫描仪是以扫描方式将图形图像信息转换为数字信号的装置。

## 6. 输出设备

输出设备是把数字形式的 GIS 数据转换成实体形式的地图或者文本。常见的输出设备有打印机、绘图仪等。此外,网络 GIS 需要用到相关的网络传输设备,如交换机、集线器、路由器等。

## 二、软件系统

GIS 软件包括源代码和用户界面。源代码可用 C++、C#或 VB 等高级语言编写,用于实现 GIS 的数据浏览、空间查询、空间分析等基本功能。

公共用户界面应合理布局包括菜单、图标、命令行和脚本等在内的应用界面,从而提供良好的用户体验。如此,用户可以从可视化程度高的图文一体化界面中,快速获取所需信息,并且向计算机输入信息和发送指令,从而便捷地实现人机交互。

国内外目前都有常用的 GIS 平台软件(如图 1.7 所示)。国外的主流 GIS 平台软件有 ArcGIS、MapInfo 等。ArcGIS 是功能强大和用户面广的 GIS 平台软件。所谓 GIS 平台软件,是具有通用性功能的 GIS 软件。在应用过程中,用户对通用的基本功能进行重新组装和改



图 1.7 国内外著名 GIS 软件

造,就可以构成专用的 GIS,即 GIS 二次开发系统。例如,国土资源信息管理系统、规划数据管理系统、地下管线管理系统,等等。国内比较著名的 GIS 平台软件,包括北京超图软件公司的 SuperMap,武汉大学吉奥公司的 GeoStar 和中地数码集团的 MapGIS 等,在市场上得到较为广泛的应用。

### 三、数据

数据是 GIS 最重要的组成部分。数据对于 GIS 就像汽油对于汽车,如果没有汽油,再好的车也跑不了。GIS 缺乏数据或者数据的质量不达标(如:房屋面压盖了道路,道路没有构网等),即便软件功能再强大,也难以正常运作。据统计,数据采集与整理的工作量在整个 GIS 建设中占了 70%,甚至更多。可以这样说,数据的好坏是评价 GIS 质量的关键指标。

GIS 涉及数据广泛,其数据来源类型包括图形数据(如:旅游地图、行政区划图等)、图像数据(如:飞机或卫星等所拍摄的影像、360 度全景图等)、属性数据(如:道路名称、长度、类型等)、统计数据(如:社会经济统计年鉴等)、视频数据(如:名胜古迹的介绍)、音频数据(如:旅游介绍录音)等(如图 1.8 所示)。

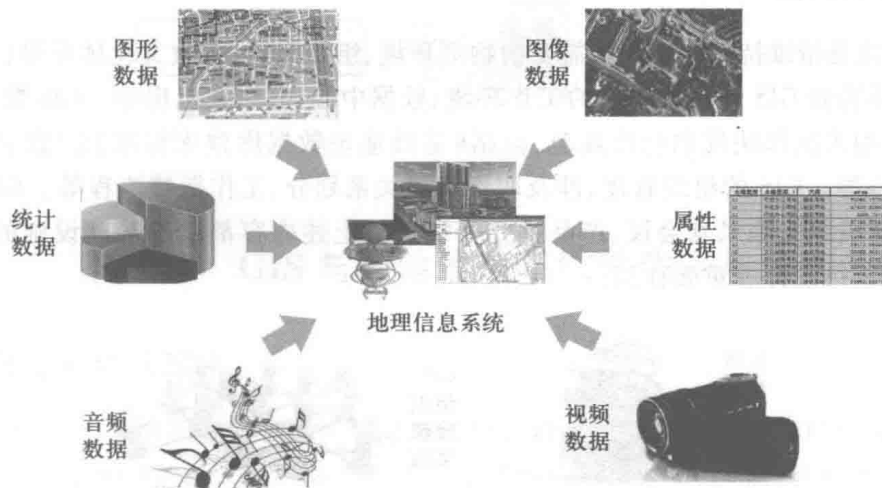


图 1.8 GIS 数据来源类型

GIS 可以集成各种图形图像和其他数据,进行综合的分析和应用。例如,人们可以在 GIS 中查询名胜古迹的地理位置,也可以查看其文字介绍和图片说明,并观看视频介绍,等等,从而获得全方位的服务。

### 四、人员

GIS 的人员组成具有多个层次(如图 1.9 所示)。除了终端用户,GIS 需要专业人员进行系统管理、制订解决方案,以及处理应用问题。其中,科学研究人员关注的是基础理论和方法的研究;项目管理人员需要对于项目的开发流程、人员安排、资金配置进行统筹管理;软件设计人员根据用户功能需求,设计解决方案。系统开发人员负责实现程序设计。数据处理人员负责 GIS 的数据整理、格式转换、更新入库等一系列数据加工工作。

由此可见,GIS 项目的成功需要很多专业人员的相互协作和共同努力才能完成!