



JINGPINKECHENG ■

地理信息 系统导论

余明 艾廷华 编著



清华大学出版社

读者回执卡

地理信息系统导论

余明 艾廷华 编著

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)是地理学、计算机科学、地图学、遥感技术等学科交叉融合的产物,在资源管理、环境监测、灾害防治、城市规划等领域得到了广泛应用。本书主要介绍GIS的基本概念、原理、方法和应用,旨在帮助读者建立GIS的基本知识体系,了解GIS的发展现状和趋势,为从事GIS相关工作的人员提供有益的参考。

本书共分6章。第1章为GIS的地理学基础,介绍GIS的起源、发展及分类;第2章为GIS的数据基础,介绍GIS的数据类型、采集与处理;第3章为GIS的空间分析基础,介绍GIS的空间查询、叠置分析、缓冲区分析、网络分析等;第4章为GIS的地图输出基础,介绍GIS的地图输出格式、方法及软件;第5章为GIS的数据库基础,介绍GIS的数据库类型、结构及设计;第6章为GIS的应用案例,介绍GIS在土地利用、城市规划、环境监测等方面的应用。

本书可作为高等院校地理学、计算机科学与技术、测绘工程、遥感科学与技术等专业及相关专业的教材,也可供从事GIS工作的工程技术人员参考。

本书由清华大学出版社出版,ISBN: 978-7-302-10000-0。如有任何意见和建议,请通过以下方式与我们联系:清华大学出版社读者服务部,电话:010-62770172,邮箱:readerservice@tup.tsinghua.edu.cn。

图并五统编目(CIP)数据
地理信息系统导论/余明、艾廷华编著. —北京:清华大学出版社, 2009.3. ISBN 978-7-302-10000-0
I. 地... II. 余... III. 地理信息系统—教材 IV. P208
中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第021278号
责任编辑: 孙一斌
封面设计: 张冬青
版式设计: 王月英
文字编辑: 王月英
校对: 王月英
印刷: 北京世纪印务有限公司
发行: 清华大学出版社
地址: 北京清华大学学研大厦A座
邮编: 100084
网址: http://www.tup.tsinghua.edu.cn
社址: 北京清华大学学研大厦A座
邮编: 100084
社址: 北京清华大学学研大厦A座
邮编: 100084
社址: 北京清华大学学研大厦A座
邮编: 100084

北京100084
清华大学出版社
北京
读者服务部
邮费
0.00元

本书如有文字不清、印刷质量问题,请向本社读者服务部联系。电话:010-62770172, 010-62770177, 010-62770178。产品编号: 028492-01

内 容 简 介

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)是传统地学学科和现代信息科学相结合的产物,目前已发展为集遥感、全球定位系统、互联网技术于一身的综合学科。本书是一部关于地理信息系统的入门教材。书中系统地介绍了GIS的基本理论和主要应用。全书共由8章和3个附录组成。第1章为GIS概述;第2章为GIS的地理基础;第3章为GIS数据结构和空间数据库;第4章为GIS数据采集和数据处理;第5章为GIS空间分析方法;第6章为GIS应用模型;第7章为GIS可视化及其产品输出;第8章为GIS设计方法及应用。每章前面提供本章导读、每章后提供思考题及进一步讨论的问题,便于读者阅读使用。3个附录分别为地理信息系统导论实验项目,本书双语关键术语以及本书每章内容英语摘要及教学大纲。本书提及的实验项目要与《地理信息系统导论实验指导》一书配套使用。

本书内容全面、实用,叙述深入浅出,既有理论又有实践。本书既可作为高等院校地理、生态环境、土地资源、城市规划等专业本科生和高职高专学生的教材,也可作为地理信息系统、资源和环境信息系统以及地学类专业的基础课程用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
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

地理信息系统导论/余明,艾廷华编著. —北京:清华大学出版社,2009.3
ISBN 978-7-302-19668-6

I. 地… II. ①余… ②艾… III. 地理信息系统—教材 IV. P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第029275号

责任编辑:彭欣 张丽娜

封面设计:杨玉兰

版式设计:北京东方人华科技有限公司

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

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 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.25 字 数:389千字

版 次:2009年3月第1版 印 次:2009年3月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:26.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:028495-01

前 言

21 世纪是信息时代,地理信息系统(Geographic Information System, GIS)作为传统地理科学和现代信息科学相结合的产物,目前已发展为集遥感、全球定位系统、互联网技术于一身的综合学科。广义的地理信息学经历了从 GI System 到 GI Science 再到 GI Service 的发展,形成了理论研究、技术开发、工程应用与产业化管理的完善体系,在多个方向(包括时空数据结构与模型、空间决策支持、多源海量数据的集成管理、空间分析模型、地理信息多尺度表达与综合技术、地理信息可视化、地理信息智能化处理、网络地理信息系统技术等)获得了长足的发展。GIS 已在资源开发、环境保护、城市规划建设、土地管理、交通、能源、通信、林业、房地产开发、灾害监测与评估等应用领域得到了实际应用。因此,为地学及相关专业的本科生阐述 GIS 的基础理论和方法,并为学生进一步深入学习和应用 GIS 打好基础是编写本书的主要目的。同时,为了完善精品课程的建设,为了与同行更好地交流,为了给有志于学习 GIS 的学子们多提供一部参考教材也是编著本书的一个动力。在福建省精品课程项目基金支持下,现已完成了本书的编写和出版工作。

本教材由福建师范大学地理科学学院的余明教授、武汉大学资源与环境学院的艾廷华教授共同编著,最后由余明教授统稿完成。作者在参阅了国内外有关 GIS 教材、专著和论文的基础上,结合从事多年的地图、GIS 教学和研究的经历而编著。全书共由 8 章和 3 个附录组成,并与另一本《地理信息系统导论实验指导》成为配套教材,它们是 GIS 理论与实践相结合的有益尝试。本书习题的答案放在《地理信息系统导论实验指导》的配书光盘中,供读者参考。

本书在内容和结构上分为 8 章。第 1 章为 GIS 概述,主要介绍 GIS 概念、构成、功能、类型以及发展简史。第 2 章为 GIS 的地理基础,重点叙述了地球空间的认知及表达、地球形状与地球空间模型、空间参照基础的坐标系以及地球时间系统。第 3 章为 GIS 数据结构和空间数据库,主要说明 GIS 数据结构、GIS 空间数据库和空间查询及数据探究。第 4 章为 GIS 数据采集和数据处理,主要介绍 GIS 数据源、地理数据分类和编码、GIS 数据采集和输入、GIS 数据处理以及数据质量和精度控制。第 5 章为 GIS 空间分析方法,这是本教材最重点的一章,所占的篇幅分量也最大,本章通过实例,并分为基于栅格数据的 GIS 空间分析和基于矢量数据的 GIS 空间分析两大部分进行叙述。第 6 章为 GIS 应用模型,介绍了 GIS 应用模型概述以及常用的应用模型,并用案例加以说明。第 7 章为 GIS 可视化及其产品输出,重点介绍了地理信息可视化理论、可视化技术、动态现象可视化以及 GIS 输出等内容。第 8 章为 GIS 设计方法及应用,介绍了 GIS 的设计方法以及应用 GIS 开发系统的实践案例。

为满足精品课程建设的需要，本书还编排了3个附录，它们分别是“地理信息系统导论实验项目”、“本书双语关键术语”以及“本书每章主要内容英语摘要及教学大纲”。关于实验项目指导请参见配套教材《地理信息系统导论实验指导》。

此外，作者由衷地感谢福建师范大学教务处、福建师范大学地科院以及武汉大学资源与环境科学学院的领导们的大力支持。感谢清华大学出版社责任编辑彭欣为本书出版所做的辛勤工作。

本书的编写过程历经两年多时间，虽几经修改，但错误和不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 GIS 概述	1
1.1 GIS 相关的概念	1
1.1.1 数据、信息和地理信息	1
1.1.2 系统、信息系统和 GIS	3
1.1.3 GIS 与相关学科	7
1.2 GIS 构成	11
1.2.1 GIS 硬件	11
1.2.2 GIS 软件	13
1.2.3 GIS 数据	20
1.2.4 GIS 方法	20
1.2.5 GIS 人员	21
1.3 GIS 的功能	22
1.3.1 GIS 基本功能和核心功能	22
1.3.2 GIS 应用功能	23
1.4 GIS 类型	23
1.4.1 按 GIS 功能分类	24
1.4.2 按数据结构分类	25
1.4.3 按数据维数分类	25
1.4.4 按软件开发模式和支持环境分类	26
1.5 GIS 发展简史	27
1.5.1 世界 GIS 发展简史	27
1.5.2 中国 GIS 发展简史	30
1.5.3 GIS 发展趋势	31
思考题	34
第 2 章 GIS 的地理基础	36
2.1 地球空间的认知及表达	36
2.1.1 地理实体和地理数据	39
2.1.2 地理实体类型及空间关系	42
2.1.3 地理数据、地理实体与图层	47

2.2 地球形状与地球空间模型	49
2.2.1 地球的形状	49
2.2.2 地球空间模型	50
2.3 空间参照基础的坐标系	51
2.3.1 坐标系统	51
2.3.2 地图投影	52
2.4 地球时间系统	55
2.4.1 时间的本质和含义	55
2.4.2 量时原则和时间计量系统	55
思考题	56
第 3 章 GIS 数据结构和空间数据库	57
3.1 GIS 数据结构	57
3.1.1 矢量数据结构表示法	58
3.1.2 栅格数据结构表示法	69
3.1.3 面向对象的数据结构表示法	74
3.2 GIS 空间数据库	77
3.2.1 空间数据库	78
3.2.2 空间数据库的设计	80
3.2.3 空间数据库的实现和维护	84
3.2.4 数据存储和管理	85
3.3 空间查询和数据探查	86
3.3.1 空间查询	86
3.3.2 数据探查	86
思考题	87
第 4 章 GIS 数据采集和数据处理	88
4.1 GIS 数据源	88
4.1.1 地图数据	89
4.1.2 遥感数据	89
4.1.3 野外测量和 GPS 数据	90
4.1.4 其他数据源	91

4.2 地理数据分类和编码.....	91	5.2.3 矢量叠置分析.....	152
4.2.1 地理数据的分类.....	92	5.2.4 矢量网络分析.....	156
4.2.2 地理数据的编码.....	95	5.2.5 矢量地形分析.....	160
4.3 GIS 数据采集和输入.....	95	5.2.6 矢量邻域分析.....	163
4.3.1 建库前准备.....	95	思考题	172
4.3.2 几何图形数据的采集.....	96	第 6 章 GIS 应用模型	175
4.3.3 属性数据采集和组织.....	99	6.1 GIS 应用模型概述.....	175
4.3.4 属性和几何数据的连接.....	100	6.1.1 GIS 应用模型分类.....	175
4.4 GIS 数据处理.....	101	6.1.2 GIS 应用模型与 GIS 空间	
4.4.1 空间数据格式的转换.....	101	分析.....	176
4.4.2 空间数据坐标的转换.....	102	6.1.3 GIS 应用模型的构建.....	176
4.4.3 空间数据结构的转换.....	103	6.2 常用的应用模型.....	177
4.4.4 数据检查和编辑.....	105	6.2.1 适宜性分析模型.....	177
4.4.5 空间数据的压缩和综合.....	106	6.2.2 地学模拟模型.....	181
4.4.6 空间数据的插值方法.....	107	6.2.3 发展预测模型.....	183
4.4.7 多源空间数据的整合.....	107	6.2.4 交通规划模型.....	185
4.5 数据质量和精度控制.....	108	思考题	189
4.5.1 GIS 数据质量.....	108	第 7 章 GIS 可视化及其产品输出	192
4.5.2 GIS 数据的误差.....	109	7.1 地理信息可视化.....	192
4.5.3 GIS 数据质量评价.....	109	7.1.1 可视化定义.....	192
4.5.4 空间数据标准.....	110	7.1.2 地理信息可视化概念.....	193
4.5.5 GIS 元数据.....	112	7.1.3 地理信息可视化理论.....	194
4.5.6 GIS 互操作.....	113	7.2 地理信息可视化技术.....	196
4.5.7 Open GIS 规范.....	114	7.2.1 概念和形式.....	196
思考题	116	7.2.2 地理信息可视化过程.....	197
第 5 章 GIS 空间分析方法.....	118	7.2.3 电子地图.....	198
5.1 基于栅格数据的 GIS 空间分析.....	118	7.3 动态现象可视化.....	199
5.1.1 栅格叠加分析.....	119	7.3.1 动态地图概念.....	199
5.1.2 栅格缓冲分析.....	127	7.3.2 动态地图符号.....	200
5.1.3 栅格邻域分析.....	135	7.3.3 动态电子地图分类.....	202
5.1.4 栅格窗口分析.....	141	7.3.4 动态电子地图的设计.....	203
5.1.5 栅格地形分析.....	145	7.4 GIS 输出.....	207
5.2 基于矢量数据的 GIS 空间分析.....	145	7.4.1 电子地图的输出.....	207
5.2.1 矢量地理查询.....	145	7.4.2 地图(集)生产出版.....	208
5.2.2 矢量缓冲分析.....	150		

思考题	211	8.3.1 福建省生态环境信息系统 构建及应用研究	221
第 8 章 GIS 设计方法及应用	212	8.3.2 福建省生态环境综合信息图 谱构建与应用	225
8.1 GIS 的设计开发简介	212	思考题	237
8.1.1 工具型 GIS 和应用型 GIS	212	附录 A 地理信息系统导论实验项目	239
8.1.2 三种开发方法简介	214	附录 B 本书双语关键术语	241
8.2 GIS 开发的系统工程方法	215	附录 C 本书每章内容英语摘要及 教学大纲	245
8.2.1 GIS 工程的概念	215	参考文献	247
8.2.2 GIS 工程开发阶段划分及 任务制定	216		
8.2.3 GIS 工程开发中的组织 管理	220		
8.3 应用 GIS 开发案例	221		



第 1 章

GIS 概述

本章导读

21 世纪是信息时代,地理空间信息技术已被各行各业的人们广泛使用。那么究竟什么是信息?它的本质是什么?虽不容易回答,但在信息技术带动下的信息产业正在成为当代人类社会一个新兴的、快速增长的产业。信息化管理、信息化决策已经成为当今关注的焦点。地理空间技术覆盖许多领域,其中包括遥感、地图制图、测绘和摄影测量。但要在地理空间技术中将这此不同领域的数据整合起来,则需要 GIS。为了弄清 GIS,本章首先介绍了与 GIS 相关的概念,其次说明了 GIS 与其他学科的关系、与其他信息系统的区别与联系。再次,从 GIS 的系统硬件、系统软件、空间数据、应用模型(方法)、人员等方面介绍了 GIS 的构成、功能和类型。最后,阐述了 GIS 发展的简史和趋势。

1.1 GIS 相关的概念

1.1.1 数据、信息和地理信息

1. 数据和信息

数据是对客观事物的符号表示。数据是指某一目标定性、定量描述的原始资料,包括数字、文字、符号、图形、图像以及它们能转换成的数据等形式。数据是用以载荷信息的物理符号,数据本身并没有意义。数据在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。它可以是文字、符号、图形、图像或声音。数据项可以按目的组织成数据结构。但数据的格式往往与计算机系统有关,并随载荷它的物理设备的形式而改变。

信息源自数据,信息是经过加工后的数据,它对接受者有用,对决策或行为有现实或潜在的价值。学术界目前对“信息”仍未形成完全一致的定义。信息论的创始人香农从作用或功能的角度定义为“信息是用来消除随机不确定性的东西”。而控制论的创始人维纳则认为:“信息是我们适应外部世界,并且使这种适应为外部世界所感知的过程中,同外部世界进行交换内容的名称”。还有人将“信息”理解为集合的变异度、事物的差异或关系,以及系统的有序性等。广义的信息是物质运动状态和状态改变的方式,它通过数字、语音、图像、文本、图形等媒体形式来表现,它蕴含着事物相互间联系、发展趋势、过程规律等,

信息的行为过程包括：获取、再生、施效、传递、系统优化或自组织、智能化等过程，对信息的进一步加工凝练便获得知识。

信息是近代科学的一个专门术语，因其在现代社会中的重要性逐渐产生了专门收集、管理、处理和分析信息的机构——信息系统，而随着现代计算机技术的发展，又使得信息系统与计算机的软、硬件之间产生了密切的联系。

信息对决策是十分重要的，信息系统将地理空间的巨大数据流收集、组织和管理起来，经过处理、转换和分析变为对生产、管理和决策具有重要意义的有用信息。

信息具有以下一些基本属性：客观性、传输性、共享性、适应性、等级性、可压缩性、扩散性、增值性、转换性等。但最主要的特点如下。

(1) 客观性：任何信息都是与客观事实紧密相关的，具有本体意义特征，它是对客观事物存在状态、行为过程、现象规律的外在表征的表达，这是信息正确性和精确度的保证。

(2) 传输性：信息可以在信息发送者和接受者之间传输，发送者将信息编码后在信息通道中实时转移，接受者获取后对其进行解译，这便是香农信息熵传输过程。在信息系统中既包括系统把有用信息送至终端设备(包括远程终端)和以一定的形式或格式提供给有关用户，也包括信息在系统内各个子系统之间的流转和交换，如网络传输技术。

(3) 共享性：信息与实物不同，信息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。

信息与数据是不可分离的，信息是与物理介质有关的数据表达，数据中所包含的意义就是信息。数据是记录下来的某种可以识别的符号，具有多种多样的形式，也可以由一种数据形式转换为其他数据形式，但其中包含的信息的内容不会改变。数据是信息的载体，但并不就是信息。只有理解了数据的含义，对数据做出解释，才能提取数据中所包含的信息。对数据进行处理(运算、排序、编码、分类、增强等)就是为了得到数据中包含的信息。虽然日常生活中数据和信息的概念区分得不是很清楚，但它们有着不同的含义。我们可以把数据比作原材料，而信息是对原材料处理的结果。

数据包含原始事实，信息是把数据处理成有意义的和有用的形式。与数据相比，信息具有以下特征：数据是原始事实，信息是数据处理的结果；对一个人是信息对其他人可能是数据；信息必须是有意义或有用的；使用的信息必须是完整、精确、相关和及时的。人的知识、经验作用到数据上，可以得到信息，而获得信息量的多少，与人的知识水平有关。

2. 地理数据和地理信息

地理信息源自地理数据。地理数据是对与地球表面位置相关的地理现象和过程的客观表示。地理信息则指与研究对象的空间地理分布有关的信息，它表示地理系统诸要素的数量、质量、分布特征，它也是相互联系和变化规律的图、文、声、像等的总称。遥感影像通过像素的灰度、纹理、波谱特征记录了地表的分布，为原始的“数据”表达，通过加工处理对影像数据进行解译，获得不同用地类型的分布，即为“信息”内容。对地观测系统的工作就是从数据获取到信息加工，再到知识发现的过程。

地理信息除了具有一般信息的特点外，还具有以下特性。

1) 地域性和层次性

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最显著的标志——地域性，即空间分布特性。其位置的识别与数据相联系，它的这种定位特征是通过公共的地理基础来体现的。先定位后定性，并在区域上表现出分布式特点，其属性表现为多层次海量的信息。由于地理环境非常复杂，数据组织需要专门的数据结构和模型、空间数据库系统来有效地处理地理信息。

2) 复杂性和多维性

地理信息内容丰富，复杂多样，具有二维、三维、多维结构的特征，即指在同一位置上可有多种专题的信息结构。这为多元信息的复合研究和探索地理现象间的内在规律奠定了基础。

3) 动态性和时序性

时空的动态变化引起地理信息的属性数据或空间数据的变化。如：根据研究对象的不同，结合时间的尺度，可以把地理信息分为超短期的(如台风、地震)、短期的(如江河洪水)、中期的(如土地利用、作物估产)、长期的(如城市化、水土流失)、超长期的(如地理环境的变化、地壳变形)等类型。因此，实时的 GIS 系统要求能及时采集和更新地理信息，使得地理信息具有现势性。以免过时的信息造成决策的失误或因为缺少可靠的动态数据，不能对变化中的地理事件或现象做出合理的预测预报和科学论证。

基于特定的专业模型通过一定的科学计算，人们从大量的数据中挖掘出隐藏的有价值的信息，包括空间现象的分布规律、过程趋势、现象机理等，这是目前人们感兴趣的数据挖掘和知识发现(DM-DDK)。数据挖掘技术与 GIS 结合也是未来 GIS 发展的方向，相关内容稍后介绍。

1.1.2 系统、信息系统和 GIS

1. 系统

由相互联系、相互依存又相互协调的事物构成的统一体称为系统。每一个系统都由其内部要素所构成，而该系统又可能是更大系统的组成部分。系统具有如下特征。

- (1) 总体性：系统的构成元素按照统一性要求而构成一个集合，它不是简单的组合，而是具有总体大于部分之和的效应。
- (2) 关联性：系统的各元素相互联系、相互作用、相互影响。
- (3) 功能性(目的性)：系统具有特定功能，为特定目标服务。
- (4) 环境适应性：其他外部元素构成系统的环境，系统与环境要进行物质、能量、信息的交换，系统有适应外部环境变化的功能。

从系统论观点来看，地球就是一个既有序又复杂的相互联系的系统。在地球表层，各地理要素构成的相互联系的物质、能量和信息的空间体系称为地理系统，包括物质循环、

能量流动、信息交流等体系。

2. 信息系统和 GIS

信息系统是现代管理与决策工作的重要手段,即指具有采集、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的信息。从操作、管理的角度来考虑,信息系统又可分为企业、事业管理信息系统、财务管理信息系统等一般管理信息系统(Management Information System, MIS)和空间信息系统(Spatial Information System, SIS)。地理信息系统(简称 GIS)涉及地球空间信息及相关内容,所以有人就把 GIS 看成 SIS。常见的 GIS 同义词如表 1.1 所示。

表 1.1 GIS 同义词

类别	GIS 术语
美国术语	地理信息系统(Geographical Information System, GIS)
欧洲术语	地理信息系统(Geographical Information System, GIS)
测绘专业(加拿大术语)	地球信息科学(Geomatics)
基于技术的术语	地学相关的信息系统(Georelational Information System, GIS)
基于学科的术语	资源和环境信息系统(Resources and Environmental Information System, REIS)
非地理学术语	地球科学或地质信息系统(Geoscience or Geological Information System, GIS)
	空间信息系统(Spatial Information System, SIS)
基于系统的术语	空间数据分析系统(Spatial Data Analysis System, SDAS)

由于研究和应用领域的侧重点不同,人们对 GIS 的理解仍然存在着分歧。从 20 世纪 60 年代至今,有代表性的定义如下。

(1) GIS 之父, Roger Tomlinson(1966)认为, GIS 是全方位分析和操作地理数据的数字系统。

(2) Dueker(1979)认为, GIS 是一种特殊的信息系统,其数据库包含着有关分布空间上的(可以点、线或面)现象、活动或事件的观察数据。GIS 处理的是反映空间分布现象的地理数据。

(3) Burrough(1986)认为, GIS 是属于从现实世界中采集、存储、提取、转换和显示空间数据的一组有力的工具。

(4) Smith 等(1987)认为, GIS 是存储空间数据的数据库系统,以及一套用于检索数据库中有关空间实体的数据的程序。

(5) Parker(1988)认为, GIS 是一种存储、分析和显示空间与非空间数据的信息技术。

(6) Goodchild(1990)认为, GIS 是采集、存储、管理、分析和显示有关地理现象信息的空间信息系统,并认为 GIS 中的“S”不是简单的“System(系统)”,而应是“Science(科

学)”。

(7) Clarke(1995)认为, GIS 是采集、存储、提取分析和显示空间数据的自动化系统。

(8) Chrisman(1999)认为, GIS 是人们在与社会结构相互作用的同时, 测量、描述地理现象, 再将这些描述转换成其他形式的有组织的活动。

21 世纪初期, 一些发达国家的 GIS 权威机构又对 GIS 给出了定义, 具有代表性的如下。

(1) 美国国家地理信息与分析中心给出的定义: GIS 是为了获取、存储、检索、分析和显示空间定位数据而建立的计算机化的数据库管理系统。

(2) 英国教育部认为: GIS 是一种获取、存储、检索、操作、分析和显示地球空间数据的计算机系统。

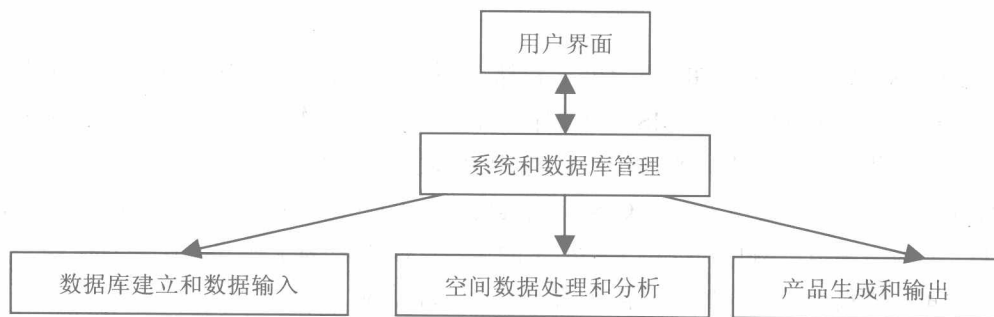
(3) 美国联邦数字地图协调委员会(Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography, FICCDC)关于 GIS 的定义: 由计算机硬件、软件和不同的方法组成的系统, 该系统设计用来支持空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示, 以便解决复杂的规划和管理问题。

从上述这些定义来看, 有的侧重于 GIS 的技术内涵, 把 GIS 描述为一个工具箱, 其中包含有一套用于采集、存储、管理、处理、分析和显示地理数据的计算机软件工具。或认为 GIS 是信息系统的特例, 除了处理地理数据的特殊性以外, GIS 具备一般信息系统的共同特点。有的则强调 GIS 的应用功能或社会作用, 认为 GIS 从根本上改变了一个组织或部门运作的方式。GIS 是计算机化的技术系统, 它作用的对象是地理实体, 是现实世界在计算机中的反映。GIS 的技术优势在于它的混合数据结构和有效的数据集成、独特的地理空间分析能力、快速的空间定位搜索和复杂的查询功能、强大的图形创造和可视化表达手段, 以及地理过程的演化模拟和空间决策支持功能等。其中, 通过地理空间分析可以产生常规方法难以获得的重要信息, 实现在系统支持下的地理过程动态模拟和决策支持, 这既是 GIS 的研究核心, 也是 GIS 的重要贡献。

归纳上述定义, 我们认为 GIS 是个发展的概念, 内容主要有两个部分。其一, 地理信息系统是一门交叉学科, 是目前正在兴起的地球信息科学的主要内容; 其二, 地理信息系统是一个技术系统, 是以地理空间数据库为基础, 采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务的计算机技术系统(见图 1.1), 我国目前不少学者推荐美国联邦数字地图协调委员会关于 GIS 的定义及概念。

综合上述表达, 可以认为: GIS 是组织、存储、管理、表达和分析处理空间信息的软件工具, 它以实体的空间位置信息为主线, 集经济、社会、环境、科技、文化等各类信息, 为各种应用服务。它一方面可以形成自己的产业, 另一方面又可以推进空间信息应用与产业的发展, 是空间技术应用领域的主要软件基础, 具有广阔的应用前景。

随着计算机技术的发展, 人们对 GIS 的理解则会越来越深刻。著名的地理学家陈述彭教授认为: 地理信息系统事实上就是地图的一个延续, 就是用地理信息系统扩展地图工作的内容。



总之，从 GIS 概念的提出到现在对 GIS 概念的理解，可以看出 GIS 是一门不断发展、不断完善的学科和技术。关于它确切的全称，多数人认为是 Geographical Information System/Science 或 Spatial Information System/Science，也有人基于技术内涵认为是 Geo_relational Information System 或 Geo_Information System。国际上现发行的两种主要的专业杂志 Geographical Information Science(英国出版的季刊)和 GeoInformation System(德国出版的季刊)，就是各自采用不同的全称。在加拿大和澳大利亚，把 GIS 当成 Land Information System。在我国，通常把 GIS 认为是 Resources and Environmental Information Systems。全称虽有差异，但简称都是 GIS。基本上都强调三点：①GIS 处理的是空间数据和空间信息；②GIS 处理过程是基于计算机的；③GIS 强调学科的综合和空间数据的集成技术。

根据其研究范围，GIS 可分为全球性信息系统和区域性信息系统；根据其应用领域，可分为土地信息系统、资源管理信息系统、地学信息系统等；根据其研究内容，GIS 也可分为专题信息系统和综合信息系统；根据其使用的数据结构或模型，GIS 又可分为矢量型信息系统、栅格型信息系统和混合型信息系统；根据系统应用方式，可分为网络地理信息系统、桌面地理信息系统和移动地理信息系统，等等。

随着 GIS 的发展，地理信息学的内涵与外延也在不断变化，集中体现在“S”的含义上，先后经历了从 GI System 到 GI Science 再到 GI Service 的发展，形成了理论研究、技术开发、工程应用与产业化管理的完善体系，三个不同侧重阶段的发展时期如图 1.2 所示。

GI Science 地理信息科学，从地理信息的基础理论、原理方法研究地理信息的本质、表达模型、地理信息的认知过程等；GI System 地理信息系统则是从技术化、工程化角度研究地理信息的集成开发、系统结构、系统功能等；GI Service 地理信息服务则是从产业化应用角度，研究面向社会化、网络化、多元化的信息服务，强调信息标准、管理、产业政策、规模化集成应用等，是地理信息产业发展的需求。在本书中，如果没有特别说明，GIS 指的是地理信息系统。

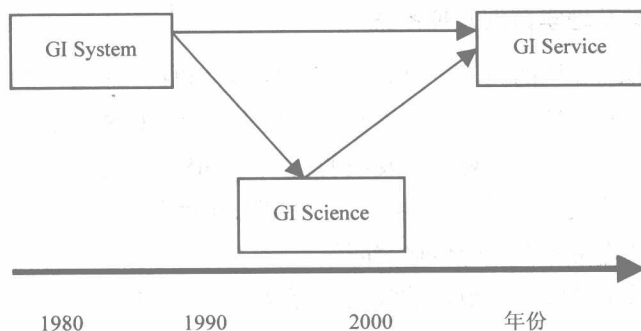


图 1.2 不同历史时期 GIS 含义的变化

1.1.3 GIS 与相关学科

GIS 作为传统科学与现代技术相结合的产物，为各门涉及空间数据分析的学科提供了新的技术方法，而这些学科又都不同程度地提供了一些构成地理信息系统的技术与方法。因此，认识和理解地理信息系统与这些相关学科的关系，对准确地定义和深刻地理解地理信息系统有很大的帮助。

地理学是 GIS 的理论依托，为 GIS 提供有关空间分析的基本观点和方法。测绘学为 GIS 提供各种定位数据，其理论和算法可直接用于空间数据的变换和处理。与 GIS 相关的学科如图 1.3 所示。尽管 GIS 涉及众多的学科，但与之联系最为紧密的还是地理学、制图学、计算机、测绘与遥感等。

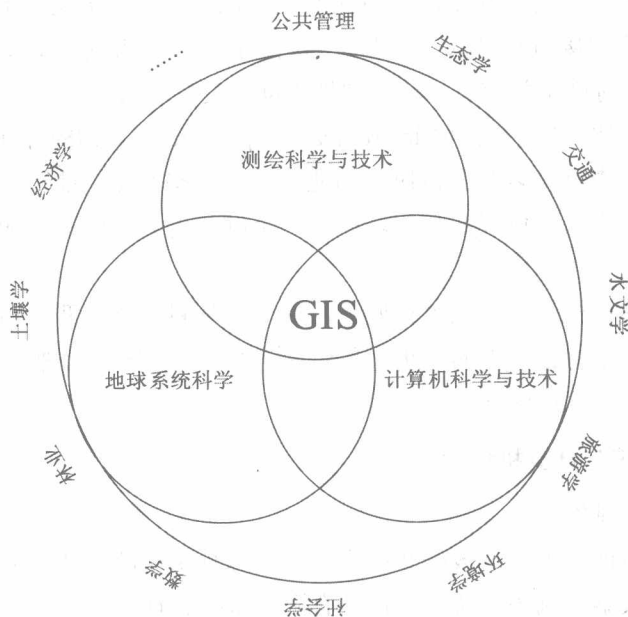


图 1.3 与 GIS 相关的学科

1. GIS 与地理学及地学数据处理系统

地理学是研究地理环境的科学，又是介于自然科学和社会科学之间的一门学科，根据研究对象可分为自然地理学、人文地理学和地理技术学科，GIS 是地理技术学科的主要内容。地理学系统的观点、区域的观点、发展的观点为 GIS 提供了丰富的空间分析方法。时空概念是 GIS 不可缺少的重要基础理论。GIS 空间分析就是基于地理现象的空间布局的地理数据分析技术，目的在于提取和传输空间信息。

地学数据处理系统是以地学数据的收集、存储、加工、集成、再生成等数据处理为目标，为地理信息系统提供符合一定标准和数据格式的信息系统。其既可作为 GIS 的外部数据处理，为 GIS 准备数据(如遥感校正等)，也可作为 GIS 内部数据处理(实际上已成为 GIS 空间分析的有机组成部分)。

2. GIS 与地图学及电子地图

著名的中国地理学家陈述彭曾强调，地理信息系统事实上就是地图的一个延续，就是用地理信息系统扩展地图工作的内容。所以，我们可以认为 GIS 脱胎于地图，并成为地图信息的又一种新的载体形式。地图是 GIS 的重要数据来源之一。地图学理论与方法对 GIS 有重要的影响。地图强调的是基于可视化理论对数据进行符号化表达，而 GIS 则注重于信息分析，通过地理数据的加工处理而获得空间分布规律；地图也具有一定的图示空间分析功能，但它的定量分析主要局限于比例尺量测距离和用求积仪量测面积。一旦印刷成图，地图便成为自成体系的模拟化信息表达显示，所包含的信息很难与其他信息相结合，它对信息是一种静态的表达。而 GIS 空间分析在专业化地学分析模型支持下，其空间分析功能要强大得多，通过特定接口它可以方便地与其他数据集成，并对信息多维动态表达。通过 GIS 图层的操作可及时产生新信息，可反映地表动态变化的最新信息。

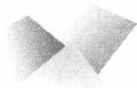
与传统地图集相比，电子地图(Electronic Map System, EMS)有许多新的特征：声、图文、多媒体集成；查询检索和分析决策功能；图形动态变化功能；良好用户界面、读者可以介入地图生成；多级比例尺的相互转换。一个好的电子制图系统应具有地理信息系统的基础功能。

由于地图学与地理信息系统的紧密联系，在专业学科名称上两者通常结合在一起，与此相关的我国测绘科学与技术下的二级学科名称为“地图制图学与地理信息工程”，而地理学下的二级学科名称为“地图学与地理信息系统”。

3. 地理信息系统与计算机科学

1) GIS 与桌面制图

桌面制图系统用地图来组织数据和用户交互。这种系统的主要目的是产生地图，地图就是数据库。大多数桌面制图系统只有极其有限的数据库管理、空间分析以及个性化能力。桌面制图系统是在桌面计算机(即图形工作站及微型计算机的统称)上进行操作的，人们把运行于桌面计算机上的地理信息系统，称为桌面 GIS。桌面出版系统是利用电子计算机技



术结合色度数、色彩学、图像处理等相关技术而开发的印刷处理系统，是一个开放性的设计制版系统，在全电子环境下完成自动分色、色彩校正、彩色挂网、页间排版，需要高分辨率扫描仪、高保真显示器、高精度影像记录仪等硬件设备支持。GIS 的桌面制图通过编辑器为用户提供交互式界面对图形进行操作，包括符号设计、图面整饰、图形综合、页面排版等，同时还可以将设计好的地图制版输出，供批量印刷。

2) GIS 与 CAD 和 CAM

管理图形数据和非空间属性数据的系统不一定是 GIS，如计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)和计算机辅助制图(Computer Aided Map, CAM)与 GIS 既有联系又有区别。从计算机应用的角度来看，CAD 或 CAM 对建筑物和基本建设的设计和规划起了很大的促进作用。这些系统设计需要装配固有特征的组件来产生整个结构，并需要一些规则来指明如何装配这些部件，但对地理数据的空间分析能力有限。目前 CAD 系统虽已经扩展可以支持地图设计，但对管理和分析大型的地理数据库能力仍是有限。比较 GIS 和 CAD 的区别和联系如表 1.2 和 1.3 所示。

表 1.2 GIS 与 CAD 的区别和联系

GIS 与 CAD 共同点	GIS 与 CAD 不同点	
都有空间坐标系	CAD 研究对象为人造对象——规则几何图形及组合	GIS 处理的数据大多来自于现实世界，较之人造对象更复杂，数据量更大；数据采集的方式多样化
都能将目标和参考系联系起来	图形功能特别是三维图形功能强，属性库的功能相对较弱	GIS 的属性库结构复杂，功能强大
都能描述图形数据的拓扑关系	CAD 中的拓扑关系较为简单	强调对空间数据的分析，图形属性交互使用频繁
都能处理属性和空间数据	CAD 一般采用几何坐标系	GIS 集规则图形与地图制图于一身，且有较强的空间分析能力
	CAD 是计算机辅助设计，是规则图形的生成、编辑与显示系统，与外部描述数据无关	GIS 采用地理坐标系

表 1.3 GIS 与 CAM 的区别和联系

GIS 与 CAM 共同点	GIS 与 CAM 不同点	
都有地图输出、空间查询、分析和检索功能	CAM 侧重于数据查询、分类及自动符号化，具有地图辅助设计和产生高质量矢量地图的输出机制 它强调数据显示而不是数据分析，地理数据往往缺乏拓扑关系 它与数据库的联系通常是一些简单的查询 CAM 适合地图制图的专用软件，缺乏空间分析能力	CAM 是 GIS 的重要组成部分 综合图形和属性数据进行深层次的空间分析，提供辅助决策信息

3) GIS 与 DBMS(或 MIS)数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS)是数据库系统的核心，解决如何高效存储、分析、管理所有类型的数据，其中包括地理数据。DBMS 使存储和查找数据最优化，许多 GIS 为此而依靠它。