

精 品 课 程



JINGPINKECHENG

地理信息系统导论

(第2版)

余明 艾廷华 编著



清华大学出版社

地理信息系统导论

(第2版)

余明 艾廷华 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是“精品课程教学丛书”之一,是一本关于地理信息系统(geographic information system, GIS)的入门教材。本书是在 2007 年第 1 版的基础上更新并完善修订而成的,整体系统仍保持 8 章 3 个附录。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 and 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“基于栅格数据的 GIS 分析”和“基于矢量数据的 GIS 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。每章前有导读、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 GIS 导论实验项目提纲、本书双语关键词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与新版《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。可作为高等院校 GIS、生态环境、土地资源、城市规划等专业本科生教材,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。

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.--2版.--北京:清华大学出版社,2015
ISBN 978-7-302-41711-8

I. ①地… II. ①余… ②艾… 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(2015)第 238097 号

责任编辑:张占奎 赵益鹏

封面设计:陈国熙

责任校对:刘玉霞

责任印制:何 芊

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4134

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16 字 数:383 千字

版 次:2009 年 3 月第 1 版 2015 年 11 月第 2 版 印 次:2015 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00 元

21 世纪是信息时代,面对大数据的挑战,人们对信息的要求产生了巨大变化,对信息的广泛性、精确性、高效性及综合性要求越来越高。地理信息系统(Geographic Information System, GIS)作为传统地学学科与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、互联网技术于一体的综合学科,且越来越凸显其重要性。广义的地理信息学经历了从 GI System 到 GI Science 再到 GI Service/GI Study 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整体系,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。目前, 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广泛应用。因此,给地学及相关专业的本科生阐述 GIS 的基础理论和方法,为进一步深入学习和应用 GIS 打好基础,是再版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,为了加速人才培养,为了与时俱进,也是再版本书的一个动力。

本书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 教学和研究的经验编著了本书。全书仍保持 8 章 3 附录,并与新版《地理信息系统导论实验指导》(附光盘)成为配套教材,它们是 GIS 理论与实践相结合的有益尝试。

此外,作者由衷地感谢瑾菲工作室的全体成员提供 GIS 实验案例,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环学院领导们的支持和帮助。感谢清华大学出版社各位编辑为本书再版所做的辛勤工作。

本书再版,虽几经修改,错误和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。



2015 年 5 月于福州

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

第 1 章 GIS 概述	1
1.1 GIS 相关概念	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 组成要素	10
1.2.1 GIS 硬件	10
1.2.2 GIS 软件	12
1.2.3 GIS 数据	17
1.2.4 GIS 方法	17
1.2.5 GIS 人员	18
1.2.6 GIS 标准	18
1.3 GIS 功能与应用	18
1.3.1 GIS 基本功能和核心功能	18
1.3.2 GIS 应用功能	19
1.4 GIS 类型与特点	19
1.4.1 按 GIS 功能分类	20
1.4.2 按数据结构分类	22
1.4.3 按数据维数分类	22
1.4.4 按软件开发模式和支撑环境分类	23
1.5 GIS 简史及趋势	23
1.5.1 世界 GIS 发展简史	23
1.5.2 中国 GIS 发展简史	26
1.5.3 全球 GIS 发展趋势	27
思考题	30
进一步讨论的问题	31
实验项目(1)	31
第 2 章 GIS 地理基础	32
2.1 地球空间的认知及表达	32
2.1.1 地理实体和地理数据	35

2.1.2	地理实体类型及空间关系	37
2.1.3	地理数据、地理实体与图层	41
2.2	地球形状与空间模型	43
2.2.1	地球形状	43
2.2.2	地球空间模型	43
2.3	空间参照基础的坐标系	45
2.3.1	坐标系统	45
2.3.2	地图投影	46
2.4	地球时间系统	48
2.4.1	时间的本质和含义	48
2.4.2	量时原则和时间计量系统	48
	思考题	49
	进一步讨论的问题	49
	实验项目(1)续	49
第3章	GIS 数据结构和空间数据库	50
3.1	GIS 数据结构	50
3.1.1	矢量数据结构表示法	51
3.1.2	栅格数据结构表示法	61
3.1.3	面向对象数据结构表示法	66
3.2	GIS 空间数据库	69
3.2.1	空间数据库	70
3.2.2	空间数据库的设计	73
3.2.3	空间数据库的实现和维护	76
3.2.4	数据存储和管理	77
3.3	空间查询及数据探查	77
3.3.1	空间查询	77
3.3.2	数据探查	78
	思考题	79
	进一步讨论的问题	79
	实验项目(2)	79
第4章	GIS 数据采集和数据处理	80
4.1	GIS 数据源	80
4.1.1	纸质地图数据	80
4.1.2	遥感数据	81
4.1.3	野外测量和 GPS 数据	82
4.1.4	其他数据源	82
4.2	地理数据分类和编码	83

4.2.1	地理数据的分类	83
4.2.2	地理数据的编码	87
4.3	GIS 数据采集和输入	87
4.3.1	建库前准备	87
4.3.2	几何图形数据的采集	88
4.3.3	属性数据采集和文件组织	91
4.3.4	属性数据和图形(几何)数据的连接	92
4.4	GIS 数据处理	92
4.4.1	空间数据格式的转换	93
4.4.2	空间数据坐标的转换	93
4.4.3	空间数据结构的转换	95
4.4.4	数据检查和编辑	96
4.4.5	空间数据的压缩和综合	97
4.4.6	空间数据的插值方法	98
4.4.7	多源空间数据的整合	98
4.4.8	大数据时代的 GIS	99
4.5	GIS 数据质量和精度控制	100
4.5.1	数据质量	100
4.5.2	数据共享	100
4.5.3	数据误差	101
4.5.4	数据质量评价	101
4.5.5	空间数据标准	102
4.5.6	元数据	103
4.5.7	互操作	105
4.5.8	Open GIS	106
	思考题	107
	进一步讨论的问题	108
	实验项目(3)	108
第 5 章	GIS 空间分析方法	109
5.1	基于矢量数据的 GIS 分析	109
5.1.1	矢量地理查询	109
5.1.2	矢量缓冲分析	114
5.1.3	矢量叠置分析	116
5.1.4	矢量网络分析	119
5.1.5	矢量地形分析	123
5.1.6	矢量邻域分析	126
5.2	基于栅格数据的 GIS 空间分析	134
5.2.1	栅格叠加分析	134

5.2.2	栅格缓冲分析	142
5.2.3	栅格邻域分析	142
5.2.4	栅格窗口分析	152
5.2.5	栅格地形分析	156
	思考题	157
	进一步讨论的问题	157
	实验项目(4)、(5)	158
第6章	GIS应用模型	159
6.1	GIS应用模型概述	159
6.1.1	GIS应用模型分类	159
6.1.2	GIS应用模型与GIS空间分析	160
6.1.3	GIS应用模型的构建	160
6.2	常用的GIS应用模型	161
6.2.1	适宜分析模型	161
6.2.2	地学模拟模型	165
6.2.3	发展预测模型	165
6.2.4	交通规划模型	168
	思考题	171
	进一步讨论的问题	173
	实验项目(6)	173
第7章	GIS可视化及其产品输出	174
7.1	地理信息可视化理论	174
7.1.1	可视化定义	174
7.1.2	地理信息可视化概念	175
7.1.3	地理信息可视化理论	176
7.2	地理信息可视化技术	177
7.2.1	概念和形式	177
7.2.2	地理信息可视化过程	178
7.2.3	电子地图	179
7.3	动态现象可视化	180
7.3.1	动态地图概念	180
7.3.2	动态地图符号	181
7.3.3	动态电子地图分类	183
7.3.4	动态电子地图的设计	183
7.4	GIS输出	186
7.4.1	电子地图的输出	186
7.4.2	地图(集)生产出版	187

思考题·····	190
进一步讨论的问题·····	190
实验项目(7)·····	190
第 8 章 GIS 设计方法及应用 ·····	191
8.1 GIS 设计开发简介·····	191
8.1.1 工具型 GIS 和应用型 GIS·····	191
8.1.2 三种开发方法简介·····	193
8.2 GIS 工程开发方法·····	194
8.2.1 GIS 工程的概念·····	194
8.2.2 GIS 工程开发阶段划分及任务制定·····	195
8.2.3 GIS 工程开发中的组织管理·····	199
8.3 应用 GIS 开发案例·····	200
8.3.1 水土保持信息系统构建及应用·····	200
8.3.2 自然灾害风险评估系统构建及应用研究·····	205
8.3.3 旅游地理信息系统建设·····	207
8.3.4 湿地信息系统 WebGIS 构建及应用·····	207
8.3.5 生态环境信息系统构建及应用研究·····	211
8.3.6 福建省生态环境综合信息图谱构建与应用·····	213
8.3.7 闽东南生态环境基础数据库应用系统构建·····	220
思考题·····	230
进一步讨论的问题·····	230
实验项目(8)·····	230
附录 ·····	231
附录 A GIS 导论实验项目·····	231
附录 B 本书双语关键术语·····	233
附录 C 本书每章内容英语摘要及教学大纲·····	237
参考文献 ·····	239



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。空间化、信息化管理与决策已经成为当今关注的焦点。地理空间信息技术覆盖许多领域,其中包括遥感、地图制图、测绘和摄影测量等。但在地理空间信息技术中将这此不同领域的数据整合起来,则需要 GIS。本章主要介绍 GIS 相关概念、GIS 与其他学科的关系、GIS 与其他信息系统的区别和联系。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 GIS 构成、功能和类型。最后,阐述了 GIS 发展简史及趋势。

1.1 GIS 相关概念

1.1.1 数据、信息和地理信息

1. 数据和信息

数据(data)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各种形式。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(information)是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的内 容、数量或特征,从而向人们(或系统)提供关于现实世界新的事实和知识,作为管理、分析和决策的依据。信息源自数据,信息是经过加工后的数据,它对接收者有用,对决策或行为有现实或潜在的价值。将数据与上下文联系通过解译产生了语义、关联、时效等特征,可回答事物、现象的状态、性质、过程等特征问题,这时便产生信息。学术界目前对“信息”仍未形成完全一致的定义。主要有:①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”。②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和名称”。③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、时效、传递、系统优化或自组织、智能化等过程,对信息进一步加工提炼,通过集成融合和认知推理,获得抽象概念、规则、因果联系等,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、处理和分析信息的体系——“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、转换和分析使其转变为对生产、管理和决策具有重要意义的有用信息。

信息具有一些基本属性,即:客观性、传输性、共享性、适应性、等级性、压缩性、扩散性、增值性、转换性等。但其最主要的特点如下:

(1) 客观性:任何信息都是与客观事实紧密相关的,具有本质意义特征,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收者之间传输,发送者将信息编码后在信息通道中实时转移,接收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交换,如网络传输技术等。

(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。

信息与数据既有区别但又不可分离。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,而信息是对原材料加工的结果。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。对一个人是信息,而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,可表示地理系统诸要素的数量、质量、分布特征。如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,更强调空间相关性、空间地域性、空间层次性、空间多样性等。

(1) 空间相关性:任何地理事物都是相关的,并且在空间上相距越近则相关性越大,空间距离越远则相关性越小,同时地理信息的相关性具有区域性特点(地理第一定律)。

(2) 空间地域性: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特点。

(3) 空间层次性:地理信息的层次性首先体现在同一区域上的地理对象具有多重属性,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。

(4) 空间多样性:地理信息内容丰富,形式复杂多样,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);具有动态和时序变化的特点(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)。这就为地理信息系统多元信息的复合研究和探索地理现象间的内在规律以及实时的 GIS 系统构建奠定了基础。

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,这是目前人们最感兴趣的数据挖掘和知识发现(Data Mining and Knowledge Discovery in Databases, DM_KDD)。有关数据挖掘技术与 GIS 结合也是未来 GIS 发展的方向(相关内容在 1.5.3 节介绍)。

21 世纪初,“大数据”一词越来越多地被提及,人们用它来描述和定义信息爆炸时代产生的海量数据,并命名与之相关的技术发展与创新。数据正在迅速膨胀并变大,并且随着时间的推移,人们将越来越强烈地意识到数据对社会发展的重要性。大数据资源使得各个领域无论学术界、商界还是政府都开始了量化进程。地理大数据或空间大数据作为互联网时代大数据的特定分支,对地理信息资源的研究、开发和应用也将产生深远的影响。基于海量的对地观测数据、社交网上庞大的时空位置数据、网络用户上传的大量自发地理数据,在揭示资源环境变化规律、不同社会群体时空出行模式、地理现象分布特征与演变机理等方面将获得重要进展,推动地学领域的发展,促进地理信息技术向智能化方向迈进。

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。每一个系统都是由其内部要素所构成的,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,气候、水文、土壤、植被、地形等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。一个信息系统的优劣应根据它所提供的信息质量和数量来判断,而这又取决于信息系统中的数据分析功能和数据分析模型。智能化的信息系统是当今信息系统的发展趋势。根据数据处理对象可分为空间信息系统和非空间信息系统。前者主要处理带有位置和属性特征的数据,而后者则只有一般事务性数据(不含空间特征);从应用层次上考虑,信息系统有事物处理系统、管理信息系统(企业、事业管理信息系统、财务管理信息系统等)、决策支持信息系统等。地理信息系统(GIS)在处理对象上属于空间信息系统,在应用层次上则属于决策支持系统。常见的 GIS 同义词,见表 1.1。

表 1.1 GIS 同义词

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(geomatique)
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)
现代地球信息科学术语	地球信息科学(简称 GIS)

由于研究和应用领域的侧重点不同,目前没有统一的 GIS 定义。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(可以是点、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,而且 GIS 中的“S”认为不是简单的“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。

(9) 美国国家地理信息与分析中心给出的定义(21世纪初):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。

(10) 英国教育部(21世纪初)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。

(11) 美国联邦数字地图协调委员会(Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography, FICCDC)(21世纪初)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,该系统的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还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,它针对的对象是地理实体,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。

基于上述定义,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(图1.1),目前我国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。

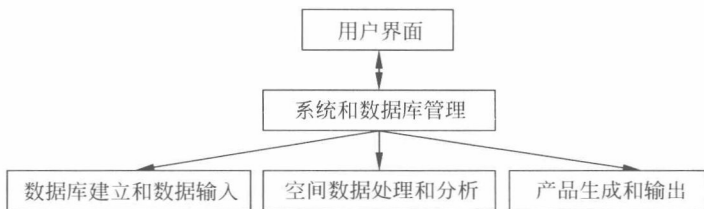


图 1.1 GIS 概念框架和构成

综合上述表达,可以认为:GIS是在计算机软硬件支持下,对整个或者部分地球表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。GIS处理和管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,主要用于分析和处理一定地理区域内分布的各种现象和过程,解决复杂的规划、决策和管理问题。

总之,从概念的提出到现代对概念的理解,GIS是一门不断发展、不断完善的学科和技

术。关于它的英文全称,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”。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:①处理对象,GIS 处理的是空间数据和空间信息;②处理过程,GIS 是基于计算机完成的;③学科和技术,GIS 强调学科的综合和空间数据的集成技术。

根据其研究空间尺度,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。

由于技术的发展以及相关领域应用的驱动,地球信息学的内涵与外延也在不断变化,这其中主要体现在“S”的含义上。从 20 世纪 80 年代至今,先后经历了从 GI System 到 GI Science 再到 GI Service 和 GI Study 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,几个不同侧重阶段的发展时期如图 1.2 所示。

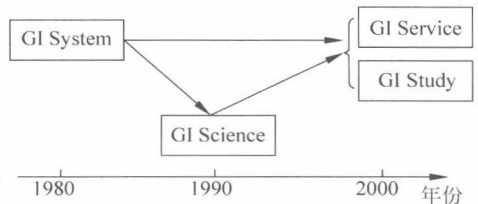


图 1.2 不同历史时期 GIS 含义的变化

GI System 是从技术层面的角度论述地理信息系统,即面向区域、资源、环境等规划、管理和分析,是指处理地理数据的计算机技术系统,但更强调其对地理数据的管理和分析能力,地理信息系统从技术层面意味着帮助构建一个地理信息系统工具,如给现有地理信息系统增加新的功能或开发一个新的地理信息系统或利用现有地理信息系统工具解决一定的问题,如一个地理信息系统项目可能包括以下几个阶段:

- (1) 定义一个问题。
- (2) 获取软件或硬件。
- (3) 采集与获取数据。
- (4) 建立数据库。
- (5) 实施分析。
- (6) 解释和展示结果。

这里的地理信息系统技术(geographic information technologies)是指收集与处理地理信息的技术,包括全球定位系统(GPS)、遥感(remote sensing)和 GIS。从这个含义看,GIS 包含两大任务,一是空间数据处理;二是 GIS 应用开发。

GI Science 是广义上的地理信息相关问题理论方法体系,常称为地理信息科学,是地理信息学科中共性的地理信息表达、建模、决策分析的理论方法与知识体系,它不依赖于特定的技术支撑和设备环境,将空间认知、地理信息模型、时空推理方法等集成,构成了地理信息学科的理论基础。

GI Service 代表着信息服务,面向政府、社会公众、个人及特定专业领域,提供用户感兴