

GIS

高等学校教材

地理信息系统

及其在环境科学中的应用

聂庆华 编著



高等教育出版社

高等学校教材

地理信息系统

及其在环境科学中的应用

聂庆华 编著



高等教育出版社

内容简介

本书以地理数据模型为基础,系统地阐述了 GIS 的概念、原理和技术及其最新进展,重点突出了 GIS 在环境科学中的应用基础。

全书共十四章,内容包括:GIS 的概念、结构、功能、进展及其在环境科学中的应用;以矢量数据模型、栅格数据模型、TIN 模型和面向对象模型为基础的 GIS 数据结构、数据管理和空间分析;空间数据挖掘、空间决策支持、网络 GIS、地理数据输出与虚拟实现、地理数据标准、GIS 操作应用和 GIS 的未来趋势。

本书可作为环境科学、环境工程专业的本科生和研究生教材,也可供资源、城市、海洋、农林、生态、地理信息等科研和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统及其在环境科学中的应用/聂庆华编著.

—北京:高等教育出版社,2006.2

ISBN 7-04-018250-5

I. 地... II. 聂... III. 地理信息系统-应用-环境科学-高等学校-教材 IV. X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 003430 号

策划编辑 陈 文 责任编辑 陈海柳 封面设计 张申申 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 俞声佳 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 26.5
字 数 490 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 2 月第 1 版
印 次 2006 年 2 月第 1 次印刷
定 价 30.30 元

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 18250-00

前 言

地理信息系统(GIS)应用于与地理空间发生联系的一切场合。尽管人们不能像触摸书报一样触摸它,也不能像看日出日落一样天天看到它。多数情况下,需要通过键盘、显示器、鼠标、数字化板、绘图机、网络等人机界面,才能与它建立起联系。但是,GIS作为处理地理空间数据的重要技术之一,正在受到广泛关注和重视。各国政府、高等院校、研究院(所)和企业等机构纷纷投入力量,对GIS理论、软件和应用策略等进行深入研究。越来越多的GIS在农林、资源与环境、城市、军事等领域成功应用,解决了传统环境学、地理学等学科难以解决的问题。良好的GIS应用效果,促使公众以极大热忱在许多领域研究、开发和应用GIS技术。掌握和应用GIS技术成为提高工作效率,降低成本,改善服务,提高企业竞争优势和综合国力的重要因素。

尽管当前国内外有关GIS的专著众多,但GIS的快速发展使知识更新非常快速。面向环境领域的GIS著作往往偏重实际操作,侧重于GIS理论的著作却鲜见,这正是环境科学GIS教学的缺憾,作者深感有写一本通俗易懂、又不失有深度的GIS教材的必要。鉴于此,近十年来,作者参阅了众多中外学者的文章、网页和书籍,特别是包括NCGIA在内的北美、西欧和香港地区近百所大学、组织或公司的GIS网络教程,结合环境科学发展和自己多年教学科研实践,编著此书。本书编写目的有三:为初学者提供系统的GIS基础教材,使他们能在尽量短的时间内,理解GIS,应用GIS;为积极开拓GIS应用领域的人员,提供操作GIS应用和系统实施的必要技术与过程的简要说明;探讨GIS技术方向,为GIS技术开发者和其他可能涉及空间数据处理的技术人员提供相关方法、技术现状。

本书共十四章。系统介绍了GIS的概念、发展和未来趋势以及GIS与环境科学的关系(第一章);从空间认知、地图表示到空间信息组织(第二章),分别以矢量数据模型、栅格数据模型、TIN数据模型和面向对象模型为基础,系统阐述了GIS数据结构及其相关数据获取、存储管理和分析(第三章至第八章)。就空间数据挖掘、空间决策支持(第九章),网络GIS(第十章),数字制图与虚拟现实(第十一章),GIS标准(第十二章),GIS应用与开发(第十三章)和GIS未来(第十四章)等专题的概念、原理和最新技术进展进行了总结。

本书写作之初,得到南开大学环境科学与工程学院戴树桂教授的悉心指导,使我理解了教材编写中应当注意的问题。写作过程中,我的导师、中国农业大学资源与环境学院林培先生悉心审阅部分初稿,讨论全书结构,提出了许多中肯建

议和修改意见;我的导师、南京大学城市与资源系包浩生先生也多次电话提醒我,如何写出高质量教材;北京大学地球与空间学院遥感与地理信息系统研究所秦其明教授,他作为本书审稿人,也是我在 GIS 领域学习的启蒙老师,提出了非常宝贵的意见。此书完成之际,作者深深地谢谢自己的恩师。

真诚感谢南开大学环境科学与工程学院朱坦教授、孙红文教授、金朝晖教授、朱琳教授等多年的关心和帮助,感谢南开大学环境科学与工程学院全体领导和同事的支持与帮助,更感谢南开大学生命科学学院高玉葆教授多年的帮助,感谢南开大学教务处对本书编写的诸多支持和鼓励。作者还要衷心感谢中国 ESRI 公司(北京)遥感部尚东经理,他审阅了本书的 Geodatabase 部分。感谢天津测绘院韩振标院长,他提供了南开校园的航空影像,使 3D 虚拟南开成为可能。感谢我的研究生何欢乐、赵明、周阳、刘光媛、周非和孟涛,他们仔细校阅了书中部分章节。特别感谢周阳和周非同学对 3D 南开虚拟校园方面的探索与总结,感谢孟涛同学协助我提取目录和插图。

感谢高等教育出版社陈文老师,她的勤恳、敬业和善良深深感染了我。感谢各位编辑老师的卓越工作,他们为本书的最终出版付出了辛勤的劳动。

最后,请允许我感谢我的妻子王海英,作为计算机网络领域的高级工程师,她协助 Internet GIS 和 GIS 应用与开发的写作,查询了大量文献。书稿完成后她更悉心校阅,使错误得到及时更正。

尽管作者在写作和多次修改过程中,力求仔细和严谨,但由于水平有限,且 GIS 发展快速,不当之处仍难以避免,只能诚惶诚恐地将本书推荐给读者。希望读者在阅读中发现问题后能尽快告诉我,我的 Email:qhnie@nankai.edu.cn。更希望得到读者对本书体系与内容的意见与建议,使我能有机会改进,未来把更好的 GIS 教材奉献给读者。

聂庆华

2005 年 10 月于南开

目 录

第一章 GIS 概述	1
第一节 GIS 的定义	1
一、系统与信息系统	2
二、地理信息、数字地理信息与地理信息技术	2
三、GIS 的定义	4
四、GIS 的类型	7
第二节 GIS 的结构与功能	8
一、GIS 的结构	8
二、GIS 的功能	10
第三节 GIS 的起源、发展现状与趋势	11
一、GIS 的起源与发展	11
二、GIS 的未来	14
第四节 GIS 与相关学科的关系	17
一、相关学科发展促进 GIS 的进展	17
二、GIS 在环境科学中的作用	20
第五节 GIS 应用及其案例	24
一、GIS 应用领域	24
二、GIS 应用案例	25
[作业]	26
第二章 GIS 空间表达基础	27
第一节 GIS 地理空间基础	27
一、环境空间要素	27
二、其他空间概念	29
第二节 GIS 地图学基础	31
一、GIS 参照系	31
二、地图投影	34
三、地图	38
四、地图坐标转换	40
第三节 GIS 空间信息组织	43
一、几个基本概念	43
二、以数据为基础的信息组织	45
三、以关系为基础的信息组织	47

四、以操作系统为基础的信息组织	51
五、以应用体系为基础的信息组织	51
第四节 环境空间概念模型	53
一、概念模型的表达	53
二、域模型	55
三、对象模型	57
第五节 GIS 数据源与环境空间采样	59
一、GIS 数据源	59
二、GIS 空间采样	61
[作业]	66
第三章 矢量数据	67
第一节 矢量数据模型	67
一、矢量数据模型及其类型	67
二、矢量拓扑关系的表示	73
三、栅格数据矢量化	75
四、矢量数据模型评述	76
第二节 矢量数据获取:地图数字化	76
一、地图矢量数字化	76
二、地图数字化方法	79
三、数字地图编辑和质量保证	83
第三节 弧线简化、平滑与求交算法	85
一、弧线简化与平滑	85
二、弧线求交	86
第四节 GPS:一种全新的矢量数据源	88
一、GPS 概述	88
二、GPS 定位原理	89
三、GPS 定位中需要考虑的问题	90
[作业]	95
第四章 地理数据库	96
第一节 数据库基础	96
一、数据库概述	96
二、数据库管理模型	97
三、数据库性质	101
第二节 建造地理数据库	103
一、地理空间数据组织	103
二、地理数据库设计	105
三、属性数据录入与查询	111
第三节 结构化查询语言(SQL)	112

一、SQL 概述	112
二、SQL 基本语法	113
三、SQL 空间数据扩充	115
第四节 分布式地理数据库	118
一、分布式数据库概述	118
二、分布式数据库设计	122
第五节 海量地理数据与地理数据仓库	124
一、海量数据	124
二、数据仓库	125
[作业]	131
第五章 空间分析	132
第一节 空间分析概述	132
一、空间分析的定义与内容	132
二、空间分析的类型与步骤	133
三、空间模式分析与模拟	134
第二节 空间几何分析	136
一、环境空间度量	136
二、环境空间位置匹配	137
第三节 网线分析	138
一、网线分析基础	138
二、网线分析应用	140
第四节 空间叠加分析	142
一、单要素空间叠加分析	142
二、缓冲区分析与邻域分析	147
三、多要素空间分析	148
第五节 空间查询与空间索引	151
一、空间查询	151
二、空间索引	151
第六节 空间点模式分析	154
一、空间点模式分析概述	154
二、空间点模式分析方法	156
[作业]	160
第六章 栅格数据	161
第一节 栅格数据模型	162
一、栅格数据模型要素	162
二、栅格数据输入与压缩编码	165
三、四叉树编码及其应用	170
四、栅格化	175

第二节 栅格数据分析	176
一、地图代数运算	176
二、栅格地图叠加	180
第三节 空间自相关与自回归分析	182
一、空间自相关	182
二、空间回归模型	185
[作业]	185
第七章 TIN 模型与表面分析	187
第一节 TIN 模型	187
一、TIN 概述	187
二、创建 TIN 模型	188
三、TIN 数据结构	194
四、TIN 评述	196
第二节 数字地面模型与表面分析	196
一、数字地面模型	196
二、DEM 应用	200
第三节 空间插值	205
一、空间插值概述	205
二、主要空间插值方法	207
三、确认空间插值有效性	213
[作业]	214
第八章 面向对象的数据模型与数据库	216
第一节 面向对象空间数据模型:Geodatabase	216
一、面向对象空间数据模型概述	216
二、Geodatabase 体系结构	219
三、Geodatabase 的实现	223
四、面向对象的 3D 空间数据模型	225
第二节 空间数据引擎: ArcSDE	225
一、SDE 概述	225
二、ArcSDE 体系结构	227
三、ArcSDE 空间存储与空间索引	229
第三节 基于 UML 的面向对象地理数据库设计	233
一、UML 简介	233
二、面向对象数据库(ODBMS)	236
三、面向对象的地理信息系统(OOGIS)	239
[作业]	245
第九章 空间数据挖掘与决策支持	246
第一节 空间数据挖掘	246

一、数据挖掘概述	246
二、数据挖掘中的数据処理	249
三、数据挖掘技术	250
四、空间数据挖掘	252
五、空间数据挖掘与空间决策支持	256
第二节 空间决策支持系统	257
一、决策支持系统	257
二、空间决策支持系统	260
第三节 环境空间决策模型及其发展	262
一、空间决策模型类型	263
二、时间过程模拟与动态空间决策	265
三、人工智能与空间决策支持集成	271
[作业]	275
第十章 网络 GIS	276
第一节 计算机网络基础	276
一、计算机网络及其分层	276
二、宽带技术	279
三、客户端/服务器体系结构和中间件技术标准	280
第二节 XML 及其应用	283
一、SGML、HTML 和 XML	283
二、XML 文档编辑、处理和显示	285
三、XML 应用程序	287
四、转换遥感图像为 XML 代码	289
第三节 Internet GIS	291
一、Internet GIS 概述	291
二、基于服务器实现和基于客户端实现	293
三、网络地图发布需要考虑的问题	298
四、ArcIMS 和 ArcServer	299
[作业]	308
第十一章 地理信息输出与环境虚拟	309
第一节 地理信息输出	309
一、地理信息输出方式	309
二、地理制图	310
第二节 虚拟地理环境	314
一、虚拟现实	314
二、虚拟环境的实现	317
三、南开大学校园环境的虚拟实现	318
[作业]	326

第十二章 地理信息标准	327
第一节 元数据	327
一、元数据基本概念	327
二、元数据标准	329
三、元数据工具与创建	332
第二节 空间数据质量	334
一、空间数据质量概念	334
二、空间数据质量描述	335
三、空间数据误差与误差分析	337
第三节 空间不确定性分析	341
一、空间不确定性	341
二、数据不确定性	342
三、规则不确定性	343
四、控制与管理空间不确定性	344
第四节 Open GIS	344
一、Open GIS 概述	344
二、开放的地理数据互操作规范(OGIS)	346
第五节 GIS 标准	351
一、GIS 标准概述	351
二、ISO/TC211 地理信息标准	353
[作业]	355
第十三章 GIS 应用与开发	356
第一节 GIS 的操作性应用	356
一、GIS 工具选择	356
二、GIS 操作步骤与应用领域	358
三、一个实例:基于 GIS 北京城郊农田土地评价	361
第二节 GIS 项目规划和实现管理	365
一、实现 GIS 项目的一般策略	365
二、GIS 战略规划(需求分析)	366
三、GIS 应用系统的设计	367
四、GIS 应用系统的实现和管理	368
五、GIS 应用系统的开发方法	370
第三节 面向对象 GIS 的实现	375
一、基于地图模型 GIS 的评述	375
二、面向对象分析与设计的原则	375
三、面向对象分析与设计中的微观过程	376
四、面向对象 GIS 的空间模型	378
[作业]	379

第十四章 GIS 新进展	380
第一节 时空一体化数据模型	380
一、时间模型表达	380
二、时空一体化模型	381
第二节 移动 GIS 技术	384
一、移动信息传输技术	384
二、移动 GIS	385
第三节 数字地球	389
一、数字地球概述	389
二、数字地球原型与实现	391
三、未来数字地球	394
[作业]	397
参考文献	398
后记	408

第一章 GIS 概述

本章重点:

- ◆ 深入理解 GIS 内涵及其有关术语
- ◆ 了解 GIS 的起源与发展现状,正确把握 GIS 发展趋势
- ◆ 认识 GIS 在环境科学中的作用,理解环境科学中哪些问题需要使用 GIS

很多人认为,当前政府、社会运作的相关信息中,80% 具有地理成分。例如,我们面临的主要挑战,包括人口过量、环境污染、森林毁坏、自然灾害、经济发展与军事冲突,是具有严格空间位置的全球性问题。不管是设立新的商业网点或废弃物存放场所,找到生长特产作物的最佳土宜,还是规划城市中急救车的最佳路线,解决紧急事态处理问题,都有地理位置成分。因此,地理信息系统 (geographic information system, GIS) 是具有重要实用价值、应用广泛、能够解决地理空间问题的一种工具。

GIS 使你有能力创建地图、综合信息、可视化设想、解决复杂问题、产生有力思想的有效工具。尽管制图和空间分析不是新事物,GIS 技术比传统手工制图可以更好、更快地完成任务。现在 GIS 更由于其强壮的空间分析功能,广泛用于科学调查、管理和规划,成为日益响亮的词汇,一个不受发明者控制的乐章。今天 GIS 是数十亿美元的 IT 产业,雇佣几十万工作人员。在 GIS 软件产业中,达到每年约 20% 增长率,5 亿美元以上的软件年销售额。GIS 教育更是遍及世界的各类院校,各种专业人员普遍增强了采用空间思维、应用 GIS 解决领域工作问题的意识。

本章将讨论多种 GIS 定义,介绍 GIS 结构、功能与应用;回顾 GIS 起源与发展,展望 GIS 技术趋势;阐述 GIS 与其他学科的联系,并简要说明 GIS 应用领域,特别是资源与环境管理。

第一节 GIS 的定义

理解 GIS,可以从 GIS 字面展开。“G”表示地理的 (geographic), GIS 与地理位置、空间分析相关。“I”表示信息 (information),即 GIS 是处理信息,确切地说,是处理地理信息。“S”表示系统 (system),GIS 是地理与信息的集成系统。

一、系统与信息系统

首先, GIS 是一个信息系统, 具有系统和信息系统基本特征。因此, 可以从一般系统与信息系统概念来理解 GIS。

(一) 系统

系统(system)是由两个或两个以上组成要素(或单元)有机结合起来, 完成同一目的的综合体。是围绕共同目的的实体及其行为的集合。为达到既定目的, 提供相关功能, 系统各个组件具有相互依赖的特定关系, 形成特有结构。例如, 一部汽车是一个系统, 其中司机、动力、制动装置等组件共同提供运输功能。因此, 可以从系统结构分析来理解系统功能和目的。

(二) 数据、信息与信息系统

数据是事实或图形的载体和表达。围绕着一个或多个具体目标, 系统采集文字、数字和符号等。数据表达形式包括语言(如姓名、地址、年龄、日期)、符号(如交通标志)、数学公式(如牛顿第二定律 $F = ma$)和信号(如电磁波)。尽管具有信息成分, 但不是所有的数据都包含有用的信息。如果缺乏适当的采集方式和组织, 数据将成为用户的一种负担而不是资产。对某用户有用的数据, 对另一个用户则可能毫无价值。

信息是接收者能够识别的、有意义的数据, 是数据内容的解译与运用。数据经过处理、解译, 与实体对象发生联系, 才能成为信息。信息则借助数据表示实体内容、数量和特征, 展示实体, 为生产、管理决策提供依据。信息的效用取决于其是否适应使用目的, 是否可靠、准确、适时、完整、一致、方便和可理解。

数据处理、解译是从数据中获取信息的重要环节。数据处理是对数据采集、存储、计算分析和模拟预测的操作, 这类操作把数据转换为方便、直接、易于理解的形式。解译则是人类利用知识和智慧, 从数据中提取信息的过程。

信息系统是一系列数据处理过程或程序的集合, 也是对原始数据加工、处理, 产生信息的过程集合。信息系统的功能是将数据转换为信息。信息系统必须具有完整的功能以达到其目标, 包括观测、度量、描述、解释、预测和决策。信息系统分两大类型: 信息处理系统和决策支持系统。前者主要是实现对数据和信息的操作, 后者则主要为决策者提供分析与建模的操作。

二、地理信息、数字地理信息与地理信息技术

(一) 地理信息

地理数据常常描述地理实体, 如道路、河流、城镇等。也描述实体层次和实体关系, 如国家—省—县—村层次, 森林—落叶林/针叶林—高地/低地林地层次。地理数据中, 采用点、线、面描述地理实体, 地图是地理数据的一种载体。

地理信息是地表具有位置特征的信息。通过地理信息,可以了解给定位置上存在什么。环境和环境问题都具有空间特征,环境信息是一种特定的地理信息。

地理信息的基本特征:

(1) 多种空间尺度。地理信息可能是详细的,如城市中某工厂的污水排放口信息;地理信息也可能是概括的,如中国北方农牧交错带的人口密度、黄土高原土壤侵蚀量。因此,需要从不同空间尺度研究地理信息。

(2) 相对稳定。地理变化时常是缓慢的,如地形演变、土壤形成。地理信息的相对稳定使地图表达成为可能。人类活动加速了地理过程中物质循环和能量转换,导致环境问题。因此变化检测、过程模拟与预测是地理信息分析的基本问题。

(3) 数据量大,数据表示多样。地理信息包含空间特征和属性特征,数据量巨大。如描述美国街道网络的数据须以 GB($1\text{ GB} = 10^9\text{ bytes}$) 计量。地理信息载体可以是遥感图像、照片、文字、报表,存储在多种介质上,甚至在网络上传播。

(二) 数字地理信息

数字地理信息是以数字形式表达的地理信息,即使用 1 和 0 二进制符号的有序组合来表示。每个二进制数据称为 1 比特(bit)。一组 8 比特数据称为 1 字节(byte)。

使用计算机处理数字地理信息,易于快速存储、恢复、查询、操作、传输、复制和显示。相同的信息处理技术可以处理不同的数字地理信息,如 Internet 可以传输数字图像、图形和文字等不同类型的地理信息。

(三) 地理信息技术

地理信息技术是采集、存储、管理、分析和显示地理信息的技术。包括 3 种主要类型:

(1) 遥感。遥感(remote sensing)是不接触到地物,基于声纳、电磁波和重力场采样,获取和解释环境空间数据,发掘地表信息的技术。加拿大遥感中心定义遥感是,没有实际接触,感知和记录地表反射或放射能量,处理、分析和应用所获取地表信息的科学。

(2) GPS。GPS,即卫星测时测距导航全球定位系统,是基于地球轨道卫星无线电导航定位系统。可在任何时间、任何地方和任何天气,在地球表面接收信号,实时或通过处理后处理得到 GPS 接收机的精确 3D 绝对或相对位置、准确时间和速度。具有全能性(陆地、海洋、航空和航天)、全球性、全天候、连续性和实时性的导航、定位和定时功能。

(3) GIS。GIS 技术是地理信息技术核心。从简单计算机制图、空间数据库管理、GIS 模型到空间推理,GIS 技术的发展拓展了地理信息技术范畴。

三、GIS 的定义

(一) GIS 的内涵

GIS 是处理空间数据的特殊信息系统。参照系统、信息系统的定义,理解 GIS 的内涵:① 结构上,GIS 由计算机硬件、软件、地理数据、数据处理模型和有关人员共同构成。② 功能上,GIS 是采集、存储、处理、显示地理数据,通过网络分布地理数据的计算机系统。③ GIS 的目标是辅助空间决策。

GIS 与一般信息系统有本质的区别。GIS 核心是地理坐标系。GIS 数据之间具有地理空间关系,如位置、相邻、连接、镶嵌。不管是自然的(如湖泊),还是概念的(如行政区域)实体,都可用地理坐标定义的点、线、面(多边形)来描述。许多计算机程序能处理空间数据,如 AutoCAD 和统计软件包,但是 GIS 包含空间分析能力。GIS 目标是支持空间决策,或者简单地用于资源与环境调查、分析和管理等。

GIS 具有下列特征:① GIS 涉及数据库应用,与其他数据库有显著区别。非 GIS 数据库可能包含位置信息(如街道地址、邮政编码),但是 GIS 与地理坐标系联系,把地理坐标作为存储、访问信息的首选方法。② GIS 是集成技术,而其他技术可能只用于分析航空照片和卫星影像、建立空间统计模型或者设计地图。GIS 完整地提供上述能力,空间分析是 GIS 的主要功能特征。③ GIS 支持空间决策过程,不单纯是软件和硬件。

综合起来,GIS 是由计算机硬件、软件、地理数据、计算分析模型和受过训练的人共同构成的系统,提供地理数据的获取、存储、管理、分析、模拟和显示功能,以支持空间决策为目的,解决复杂的领域问题。

(二) 其他 GIS 定义

GIS 的定义有多种,它们的差别在于强调 GIS 的不同方面。大家难以接受单一的 GIS 定义,理由是理解 GIS 的角度不同和存在多种形式的 GIS。定义 GIS,包括 GIS 目标(为什么建造 GIS)、功能(GIS 干什么)和过程(GIS 如何工作)。

D. J. Maguire 从 3 个方面理解 GIS:① 地图观点。侧重于地理表现、地图起源,GIS 是地图分析与处理系统。② 数据库观点。强调数据库管理系统是 GIS 不可分割部分,侧重于数据库设计与实现。③ 空间分析观点。侧重于空间分析与建模,将 GIS 视为信息科学而不是单纯的技术。P. A. Burrough 定义 GIS 是特殊程序集合的工具盒,包括数据库和有组织的参与者。

Tim Nyerges 在“理解 GIS 的范围:它与环境模型的关系”中,强调 GIS 的应用,即功能观点,GIS 在什么方面的应用;GIS 工作过程,GIS 如何工作;GIS 体系结构,即各个组分如何结合为一体。William Huxhold 定义 GIS:“……传统 GIS

的首要目标是空间分析,其性能包括数据获取和制图输出。典型的分析能力是支持特定项目和/或有限地理区域的决策……拓扑关系是空间分析中唯一的、根本的数据结构。”Dana Tomlin 定义:广义的 GIS 表示和解释地表实体的工具;狭义的 GIS 由计算机硬件、软件构成,特定设计以获取、维护和使用地图数据。Jeffrey Star 和 John Estes 定义 GIS 是信息系统,操作空间/地理坐标数据,是具有处理空间数据能力的特殊数据库系统。在某种意义上, GIS 是一个高度有序的地图。

ESRI 定义 GIS 是计算机硬件、软件、地理数据和人员的有机集合,以有效地获取、存储、更新、操作、分析和显示所有形式的地理信息。美国地质调查局(USGS)定义 GIS 是计算机系统,它能够采集、存储、处理和显示地理坐标信息。

此外,还有多种 GIS 定义。从软件观点, GIS 是空间信息输入、存储、分析、输出的集合。GIS 是计算机空间数据处理系统,它自动操作和综合空间数据文件。GIS 核心功能是自动综合地理数据(图层)和更新空间数据库。GIS 是基于计算机制图、分析地理数据的工具。GIS 技术借助地图,将普通的数据库操作,如查询、统计分析,独特的可视化和地理分析的优点集成一体。这些能力使 GIS 有别于其他信息系统, GIS 价值日益显现在地理空间事件解释、预测和规划。

从功能观点, GIS 包括 4 个部分:① 数据输入子系统。即采集和处理来自地图、遥感传感器等的空间数据。② 数据存储子系统。允许用户快速和精确更新、修正空间数据库。③ 数据处理与分析子系统。它执行数据格式转换、时空优化或模型模拟等操作。④ 数据报告子系统。显示整个或部分原始数据库,以表格或地图形式显示空间模型输出结果。

归纳起来, GIS 的内涵有 3 个方面:① 组件式定义。输入、存储、转换和恢复地理数据的各个子系统集合。② 工具式定义。测量、分析地理现象和过程特征的工具。包括地统计分析、面向对象的 GIS 和无缝地理数据库管理。③ 模型定义。现实世界的模型,是在不同时空尺度上模拟和分析地理过程和关系。

(三) 与 GIS 的相关术语

最普遍的专业系统是 AM/FM (automated mapping/facilities management),它以基础设施管理为目的,自动制图,允许存储和操作地图信息。AM/FM 具有存储地图信息能力,缺乏空间分析,也没有拓扑数据结构。

制图软件 CAD (computer assisted design) 与 GIS 有极大区别。即使同类 GIS 或 CAD 软件,不同软件开发商所引用的数据结构也是五花八门。CAD 通常不受外部描述性数据文件约束,强调设计,适合工程、建筑人员分析、设计、绘制和显示工程数据,产生图形。早期 CAD 缺乏坐标系统,不提供地图投影,也不连接数据库,缺乏空间分析能力。与 CAD 比较, GIS 提供丰富的空间分析功能,更适合地理空间,进行非图形数据显示和空间分析。