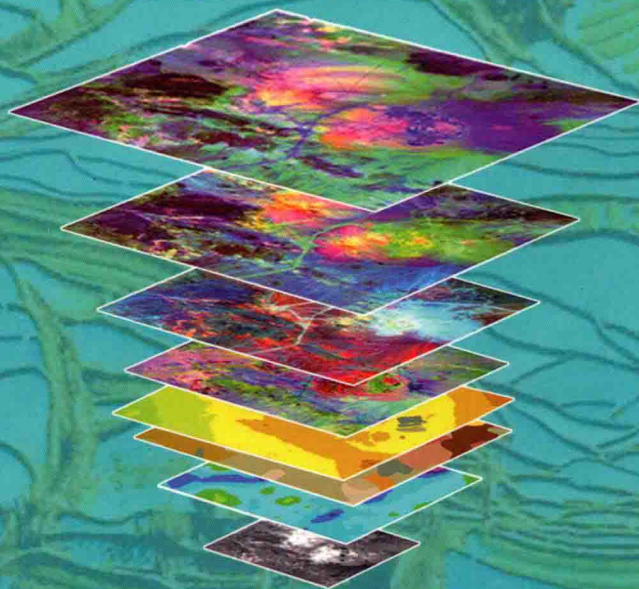




国家林业和草原局普通高等教育“十三五”规划教材

GIS: PRINCIPLES AND APPLICATIONS
GIS原理与应用

张王菲 姬永杰◎主编



- 数字教材
- 习作数据
- 教学演示

GIS 原理与应用

张王菲 姬永杰 主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

GIS 原理与应用 / 张王菲, 姬永杰主编. —北京: 中国林业出版社, 2018.9
国家林业和草原局普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5038-9819-8

I. ①G… II. ①张… ②姬… III. ①地理信息系统-高等学校-教材
IV. ①P208.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 252352 号

国家林业和草原局生态文明教材及林业高校教材建设项目

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑: 范立鹏

责任编辑: 肖基汭 范立鹏

电话: (010)83143626

传真: (010)83143516

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocai@163.com 电话: (010)83143500

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 固安县京平诚乾印刷有限公司

版 次 2018 年 11 月第 1 版

印 次 2018 年 11 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 19.50

字 数 438 千字 另含数字资源 81 个, 其中视频 42 个

定 价 45.00 元



习作数据下载



习作演示下载

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《GIS 原理与应用》编写人员

主 编 张王菲 姬永杰

副主编 刘 畅 唐 静

编写人员 (按姓氏笔画排序)

牟风云(重庆交通大学)

刘 畅(西南林业大学)

李建刚(昆明市国土规划勘察测绘研究院)

张王菲(西南林业大学)

唐 静(西南林业大学)

聂俊堂(昆明冶金高等专科学校)

姬永杰(西南林业大学)

殷晓洁(西南林业大学)

前言

地理信息技术近些年来已经深入应用到了各个行业中，国内外多所高校、研究中心都在培养相关的专业技术人才。然而地理信息技术的掌握既要依托地理信息系统的基本原理，还要结合实践掌握地理信息系统相关软件操作。此外，作为地理信息学科的研究人员，同时需要对地理信息领域相关的热点技术跟进。结合地理信息系统原理教学中的以上思考，本教材在编写时兼顾了 GIS 专业和非 GIS 专业学生学习中的基础原理、概念的掌握，同时针对基本原理、概念匹配了相应的实践操作。

与目前市场上多数 GIS 教材不同，本教材的每个章节由理论、要点、复习、实践四个部分组成，首先介绍基础理论，然后总结理论学习中的重要知识点和术语，并结合重点内容形成每章的复习题，最后结合各知识点设计相应的实践操作。实践习作部分综合考虑了 GIS 的应用特点，为读者提供了丰富的数字资源。读者在具体的实践操作中，可通过扫描二维码的方式，在浏览器中下载课后习作相应的数据，并可使用手机在线观看相应的操作视频。通过这种系统的方式，保证学生在学习过程中将理论与实践相结合，实现所学知识的融会贯通。

结合地理信息的基本功能和应用功能，本书分为 10 章，简要内容和具体编写分工如下：第 1 章介绍了地理信息系统发展过去、现在和将来，GIS 相关的概念、信息、数据、地理信息、地理信息系统的组成、基本功能和应用功能；本章由张王菲、姬永杰编写，崔鋈波负责文字校正和编排。第 2 章介绍了从现实世界到地理空间世界的抽象过程、空间数据模型的概念、类型、特点等；本章由聂俊堂编写，刘钱威、李望负责文字校对和编排。第 3 章介绍了空间实体的概念、类型、特征、存储以及空间实体的空间关系，同时介绍了空间参照系、地图投影的基本知识；本章由唐静编写，李鑫、马鹏根负责文字校对和编排。第 4 章分别介绍了空间数据库的基本知识和 GIS 中的数据结构；本章由刘畅编写，董钊、李宁负责文字校对和编排。第 5 章分别介绍了 GIS 数据的采集、质量控制和数据共享；本章由刘畅、姬永杰编写，刘钱威、李望负责文字校对和编排。第 6 章介绍了矢量数据的编辑、拓扑关系的建立、栅格数据和矢量数据的压缩、矢量和栅格数据的转换等；本章由姬永杰编写，董钊、李宁负责文字校对和编排。第 7 章分别介绍了空间查询和 GIS 中缓冲区分析、叠加分析、地形分析、统计分析、网络分析等空间分析方法，同时总结了 GIS 中空间建模的过程和方法；本章由张王菲编写，杨玥、廖朝芳负责文字校对和编排。第 8 章介绍了 GIS 与地图学的联系、地图的符号、专题信息的表现、制图综合及地理信息

的可视化等；本章由殷晓洁、张王菲、李建刚编写，丁阳、张月负责文字校对和编排。第9章介绍了GIS在各个行业中的应用；本章由牟凤云、文哲编写，王涵、李兆碧、蒲标标负责文字校对和编排。第10章介绍了目前GIS发展中的热点技术，包括人工智能GIS、大数据GIS、深度学习和人工智能结合下的GIS、GIS中的虚拟现实技术；本章由牟凤云、杨玥、薛倩编写，姜兴雪、陈婕负责文字校对和编排。

本教材由张王菲、姬永杰确定整体结构，完成统稿。本教材的完成，是多位从事地理信息系统原理及相关课程教学的各位教师多年教学工作的结晶，编者所在教研室的其他教师也为本教材提供了极好的编写素材。

本教材的出版得到了国家自然科学基金(31860240)、国家复合应用型农林人才培养模式改革试点项目以及云南省区域特色高水平大学林学品牌专业项目的资助。同时，本教材的完成还得到了西南林业大学森林经理教研室多位老师的关怀和支持，胥辉教授、岳彩荣教授、徐天蜀教授等都为本教材提出了许多有益的建议和修改意见；地理信息系统专业的文哲、杨玥、刘钱威、丁阳、李鑫、蒲标标等也参与了部分插图的绘制及实践内容的数据准备和整理工作。此外，本教材的编写和出版得到了西南林业大学林学院王昌命院长、张堂松书记、张大才副院长的大力支持，得到了中国林业出版社范立鹏博士的大力指导和支持，在此一并致谢！

尽管本教材已有40余万字，但要全面阐述地理信息系统原理及相关技术，显然还不够多，大家在学习的过程中，应当结合相应知识点和实践内容多思考，同时还要结合各行业应用深入体会，真正领会GIS中的理论基础。

虽然本教材编写几易其稿，但由于编者水平有限，错误与不妥之处在所难免，敬请读者批评指正！

编 者
2018年6月

目 录

前 言

第1章 绪 论

- 1.1 GIS 发展简况 (1)
- 1.2 GIS 相关的基本概念 (2)
- 1.3 GIS 的发展状况 (8)
- 1.4 GIS 的组成 (14)
- 1.5 GIS 的基本功能和应用功能 (16)
- 1.6 GIS 相关学科 (20)
- 复习题 (23)
- 应用及实践习作 (23)

第2章 空间数据模型

- 2.1 从地理空间现象到计算机世界 (26)
- 2.2 场模型 (30)
- 2.3 要素模型 (34)
- 2.4 网络模型 (36)
- 2.5 时空模型 (38)
- 重要的理论知识和术语 (40)
- 复习题 (40)
- 应用及实践习作 (41)

第3章 GIS 的空间特性

- 3.1 空间实体及其描述 (45)
- 3.2 常见空间问题的论述 (48)
- 3.3 空间参照系及地图投影 (53)
- 重要的理论知识和术语 (59)
- 复习题 (59)
- 应用及实践习作 (59)

第4章 空间数据结构

- 4.1 地理数据 (61)

4.2	空间数据库	(62)
4.3	GIS 数据结构	(72)
	重要的理论知识点和术语	(93)
	复习题	(93)
	应用及实践习作	(94)
第5章 空间数据采集与质量控制		
5.1	GIS 数据源与数据获取方式	(97)
5.2	元数据与 GIS 数据共享	(100)
5.3	地理数据的分类与编码	(105)
5.4	地理数据采集	(114)
5.5	数据质量评价与控制	(119)
	重要的理论知识点和术语	(125)
	复习题	(125)
	应用及实践习作	(126)
第6章 空间数据的处理		
6.1	矢量数据的编辑	(133)
6.2	矢量数据拓扑关系的自动建立	(143)
6.3	空间数据的压缩处理	(146)
6.4	空间数据的插值方法	(148)
6.5	空间数据格式转换	(151)
	重要的理论知识点和术语	(155)
	复习题	(156)
	应用及实践习作	(156)
第7章 空间查询与空间分析		
7.1	空间数据的查询	(163)
7.2	缓冲区分析	(166)
7.3	空间统计分析	(171)
7.4	叠置分析	(176)
7.5	地形分析	(181)
7.6	网络分析	(197)
7.7	空间分析模型	(205)
	重要的理论知识点和术语	(211)
	复习题	(212)
	应用及实践习作	(213)
第8章 空间数据表现与地图制图		
8.1	GIS 数据表现与地图学	(229)
8.2	地图的符号	(231)
8.3	专题信息表现	(241)

8.4 专题地图设计	(247)
8.5 制图综合	(250)
8.6 地理信息可视化	(254)
重要的理论知识点和术语	(259)
复习题	(260)
应用及实践习作	(260)
第9章 GIS 的行业应用	
9.1 GIS 在城市规划及建设中的应用	(263)
9.2 GIS 在资源管理及环境保护中的应用	(270)
9.3 GIS 在灾害预警与救灾中的应用	(277)
9.4 GIS 在电信行业运营中的应用	(280)
9.5 GIS 在交通运输中的应用	(281)
9.6 GIS 在军事领域的应用	(282)
9.7 GIS 应用领域发展趋势	(283)
复习题	(283)
应用及实践习作	(283)
第10章 GIS 的发展趋势	
10.1 人工智能 GIS	(287)
10.2 大数据下的 GIS	(291)
10.3 人工智能与深度学习下的 GIS 相关应用	(293)
10.4 GIS 中的虚拟现实技术	(294)
参考文献	(298)

第1章

绪论

本章导读

本章介绍了地理信息系统(geographical information system, GIS)的一些基本的概念,包括信息、数据、信息系统、空间数据、空间信息和地理信息系统。本章也介绍了它的主要研究内容以及与其他学科,如地理学、地图学、遥感的关系。本章同时介绍了GIS的组成、分类、功能、发展历史,这些也将在后面的章节中更详尽地被描述。

1.1 GIS 发展简况

目前,Internet、网上购物、电子商务、信息、信息高速公路、信息爆炸、数字地球、智慧城市、人工智能、大数据等与信息技术有关的词汇频繁出现在我们的日常生活中,这些事实充分说明信息技术正不断渗入到各行各业,正在影响、并将彻底改变人们的工作方式、生活环境。看不见、摸不着但却实实在在存在的信息,为什么会对我们的生活有这么大的影响?

①信息的物化力量:因为对信息的合理管理和利用会产生巨大的经济效益,因此人类的工作重点不再是单纯的物质生产,而是加强了对信息的处理和利用。

②充分利用信息资源进行科学管理:由于社会进步,人类开始觉悟到对资源的利用不能简单掠夺,而应当合理地管理利用,把开发和保护结合起来。其表现为:兴起城市规划、土地利用规划,环境资源管理与利用,污染、灾害监测等。

③信息产业的形成与壮大:信息产业的发展日益迅猛,已成为当代经济发展的重要特点。发达国家信息产业的产值率占国民生产总值的40%~60%,年增长是传统产业的3~5倍。

地理信息系统是信息技术的一个重要领域,GIS的概念提出至今,无论是在理论上还是应用上都处在一个飞速发展的阶段。GIS主要应用于地理空间信息的表达、输入、存储、管理、传输、分析、应用,为规划、管理、决策服务,已在科学界、技术界和商业界,在社会、经济和管理部门全面发展和推广应用,被应用于多个领域的建模和决策支

持。由于大约 80% 信息与空间分布有关，地理信息成为信息时代重要的组成部分之一。“数字地球”“智慧城市”“云计算”“大数据”等概念的相继提出，更进一步推动了 GIS 科学、技术体系的发展。从理论角度，一些学者致力于相关的理论研究，如空间感知、空间数据误差、空间关系的形式化等。从应用的角度，GIS 的近年来的发展主要体现在以下几个方面：

①应用领域的扩大，如一些商业部门开始利用 GIS 进行客户研究；此外，同遥感、GPS 的结合，为 GIS 开拓了更加广泛的应用空间，如汽车导航，环境监测等。

②大量成熟的商业 GIS 平台出现，或已有的软件不断推出新的产品。

③空间数据的建设越来越受到重视，基于空间数据基础设施的建设，开始了空间数据共享和互操作的研究。

④人工智能与 GIS 的深度融合，加强了空间信息智能化处理、空间推理、地学专家系统、智能化规则知识推理等过程的研究，增强了问题求解、自动推理、决策和知识表示、使用等方面的能力。

这说明了 GIS 作为学科和技术的两个方面，并且这两个方面构成了相互促进的发展过程。在这样的背景下，培养 GIS 专业人才，开展 GIS 相关理论和实践的课程具有重要的意义。

1.2 GIS 相关的基本概念

GIS 是集地球科学、信息科学与计算机技术为一体的高新技术，目前已广泛应用于资源管理、环境监测、灾害评估、城市与区域规划等众多领域，成为社会可持续发展有效的辅助决策支持工具。究竟什么是 GIS，它能给人们解决哪些问题呢？

1.2.1 什么是 GIS? GIS 可以做什么工作

为了说明地理信息系统如何服务于区域规划等领域，先看一个地理信息系统为森林公园选址提供辅助决策的例子。

森林公园具体位置的选择需要满足一定的要求：

①依山傍水，地形有一定起伏，必须靠近天然的小河流或水域。

②交通方便，但周围环境较安静，森林公园距公路或农村路的距离最远不得超过 1.25km，最近不得小于 0.25km。

③环境幽静。所选地址中林地面积不少于总面积的 50%。

④开发成本较低。所选地址中无居住用地，不需要拆迁费用。

类似森林公园选址这样的空间决策问题涉及各方面影响因素，需要将大量的多种空间信息进行综合的分析、利用。过去，使用人工操作方式，工作量大，问题复杂，当条件发生变化时，工作需重新开始。现在，将地理信息系统作为辅助决策支持工具，工作将变得轻松许多。

根据例子中提出的要求，可以结合 GIS 的功能整理出以下思路：

①利用建立线缓冲区分析功能,检索到距20m等高线100m以内的缓冲区域。

②利用建立线缓冲区分析功能,检索到距道路周围250m和1250m的缓冲区域;再利用叠置分析功能,检索到距道路周围250~1250m的缓冲区域。

③利用建立面缓冲区分析功能,检索到水库及周围150m范围内的缓冲区域;再利用叠置分析功能,检索到水库周围150m范围内的缓冲区域。

④利用选取功能检索到林业用地区域和非居住用地区域。

⑤利用叠置分析功能,找到满足各种条件的公共区域。

⑥利用统计分析功能,统计出各选取地块的各类用地面积和总面积,最后选出可供选址的位置。

以上的操作在GIS中实现,可以节省很多人力、物力。GIS系统用于决策、分析时,首先从现实世界中采集、获取与上述要求有关的地形信息、水系信息、道路信息和植被信息等各类信息(如例子中的土地利用信息、高程信息、线状要素分布信息等),然后以一定的结构存储起来,即建立空间数据库,并提供各类空间数据处理和综合分析手段(如例子中的缓冲区分析、叠置分析和统计分析等),当用户针对此问题提供一套条件(例子中森林公园选址满足的4个条件),系统将返回一套方案,一个问题,考虑问题的角度不同,往往会有多个可选方案,当用户更改条件,系统将快速返回与之对应的另一套方案。而最后方案的确定还涉及许多非量化的复杂因素,需要规划专家的智能选择。所以说,地理信息系统是解决空间问题的有效的辅助决策支持工具。但是目前,地理信息系统还不能完全代替最终决策者。

1.2.2 信息与数据

1) 信息的概念和特性

信息是现实世界在人们头脑中的反映,它以文字、数据、符号、声音、图像等形式记录下来,进行传递和处理,为人们的生产、建设、管理等提供依据。它不随载体(记录)形式的改变而改变。信息具有客观性、适用性、传输性和共享性。

(1) 客观性

任何信息都是与客观事实相联系的,这是信息的正确性和精确度的保证(数据录入的精度和准确度)。

(2) 适用性

信息面宽、量大,但对于不同问题,产生影响的因素不同,需要的信息种类不同的。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,这是由建立信息系统的明确目的性所决定的(建库时有选择性地录入数据,保持适合的精度)。

(3) 传输性

信息可在信息发送者和接收者之间通过传输网络进行传输,传输网络被形象地称为“信息高速公路”(网络、电话、新闻媒体)。

(4) 共享性

信息与实物不同,信息可传输给多个用户,为用户共享,而其本身并无损失,这为信息的并发应用提供可能性(如股市信息等)。

2) 数据的概念

数据是指某一目标(客观事物、事件)定性、定量描述的原始资料,包括数字、文字、符号、图形、图像、声音、视频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(如一条线)。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。

3) 信息与数据的关系

信息与数据是不可分离的。信息是数据的内涵(数据中所包含的意义就是信息),而数据是信息的表达(信息由与物理介质有关的数据表达,具有多种多样的形式,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)。

1.2.3 地理信息与地学信息

1) 地理信息及其特性

地理信息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、声音、视频、图像和图形等的总称。

地理信息包括地域性、多层次性和动态性 3 个特征。

(1) 地域性

地理信息属于空间信息、其位置的识别是与数据联系在一起的,这是地理信息区别于其他类型信息的最显著的标志。

(2) 多层次性

地理信息还具有多维结构的特征,即在二维空间的基础上实现多专题的第三维结构,而各个专题型实体之间的联系是通过属性码进行的,这就为地理系统各圈层之间的综合研究提供了可能,也为地理系统多层次的分析和信息的传输与筛选提供了方便。

(3) 动态性

可以按时间尺度将地理信息划分为超短期的(如台风、地震等)、短期的(如江河洪水、秋季低温等)、中期的(如土地利用、作物估产等)、长期的(如城市化、水土流失等)、超长期的(如地壳变动、气候变化等)。

地理信息的这种动态变化的特征,不但要求地理信息获取要及时,而且要求定期、及时更新。从其自然的变化过程中研究其变化规律,从而做出地理事物的预测与预报,为科学决策提供依据。

总之,认识地理信息的这种区域性、多层次性和动态性对建立地理信息系统,实现人口、资源、环境等的综合分析、管理、规划和决策具有重要意义。

2) 地学信息

与人类居住的地球有关的信息都是地学信息。地学信息具有无限性、多样性、灵活性等特点。地学信息是人们深入认识地球系统、合理开发资源、净化能源、保护环境的前提和保证。

地理信息与地学信息的区别主要在于信息源的范围不同，地理信息的信息源是地球表面的岩石圈、水圈、大气圈和人类活动等；地学信息的信息源范围更广泛，它们不仅来自地表，还包括地下、大气层甚至宇宙空间。

1.2.4 信息系统与地理信息系统

1) 信息系统及其类型

(1) 系统

系统(system)是具有特定功能的、相互有机联系的许多要素所构成的一个整体。对计算机而言，系统是为实现某些特定的功能，由必要的人、机器、方法或程序按一定的相关关系联系起来进行工作的集合体，内部要素之间的相互联系通过信息流实现。系统的特征由构成系统的要素及其相互之间的联系方式所决定。

(2) 信息系统

信息系统(information system, IS)是能对数据和信息进行采集、存储、加工和再现，并能回答用户一系列问题的系统。它具有采集、管理、分析和表达数据的能力。在计算机时代，信息系统都部分或全部由计算机系统支持，人们常常使用计算机收集数据并将数据处理成信息，计算机的使用导致了一场信息革命，目前，计算机已经渗透到各个领域。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4大要素。

①计算机硬件包括各类计算机处理及终端设备，它帮助人们在非常短的时间内处理大量数据、存储信息和快速获得帮助。

②软件是支持数据信息的采集、存储、加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统，它接受有效数据，并正确地处理数据；在一定的时间内提供适用的、正确的信息，并存储信息为将来所用。

③数据是系统分析与处理的对象，构成系统的应用基础。

④用户是信息系统所服务的对象。由于信息系统并不是完全自动化的，在系统中总是包含一些人的复杂因素，人的作用是输入数据、使用信息和操作信息系统，建立信息系统也需要人的参



图 1-1 信息系统的组成

与。在基于计算机的信息系统中，处理过程的作用是告诉人们各部分间的相互关系(图 1-1)。

(3) 信息系统的类型

信息的需要完全取决于管理的层次，设计一个系统要满足组织中所有层次人员的信息需要，这种系统是很复杂的，因为组织中使用的信息在数量、状态和类型上都是易变和不可预知的。在组织中将信息系统分成三个管理层次：操作层(底层)、战术层(中间层)和战略层(顶层)。操作层包括的人员如会计师、销售人员和商店监理，他们执行日常工作和上级管理所做的计划；战术层包括组织中的高级管理人员和参与最高管理的中层管理人员；而管理层负责决定组织的发展方向。为了解决系统复杂性这一问题，大多数组织建立不同类型的系统来满足他们的需要，见信息系统类型图(图 1-2)：

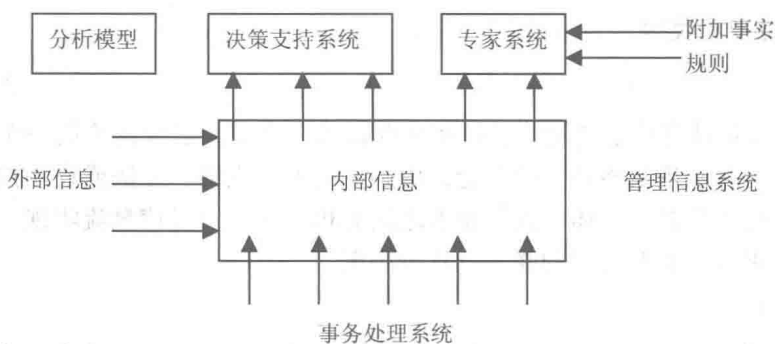


图 1-2 信息系统的类型

①事物处理系统：事物处理系统(transaction process system, TPS)主要用以支持操作层人员的日常活动。它主要负责处理日常事务。

②管理信息系统：管理信息系统(management information system, MIS)需要包含组织中的事务处理系统，并提供了内部综合形式的数据，以及外部组织的一般范围和大范围的数据。许多战术层提供的信息能按照该层管理者希望的那样以熟悉的和喜欢的形式提供。但是，为战术层管理者提供的另外一部分信息和大多数为战略层管理者提供的信息是不可能事先确定的。这些不确定性对管理信息系统的设计者来说是个很大的挑战。

③决策支持系统：决策支持系统(decision support system, DSS)能从管理信息系统中获得信息，帮助管理者制定好的决策。该系统是一组处理数据和进行推测的分析程序，用以支持管理者制定决策。它是基于计算机的交互式的信息系统，由分析决策模型、管理信息系统中的信息、决策者的推测三者相组合达到好的决策效果。

④人工智能和专家系统：专家系统(expert system, ES)是能模仿人工决策处理过程的基于计算机的信息系统。专家系统扩大了计算机的应用范围，使其从传统的资料处理领域发展到智能推理上来。MIS 能提供信息帮助制定决策，DSS 能帮助改善决策的质量，只有专家系统能应用智能推理制作决策并解释决策理由。专家系统由五个部分组成：知识库、推理机、解释系统、用户接口和知识获得系统。

2) GIS 的定义

地理信息系统 (geographical information system, GIS) 是一种在计算机软件、硬件支持下, 把各种地理信息和环境参数按空间分布或地理坐标, 以一定格式输入、存储、检索、显示和综合分析应用的技术系统。在我国, 20 世纪自 80 年代以来, 从中央到地方的许多行业 and 单位对它的需求愈来愈迫切, 相继研建了不同规模和多种形式的 GIS, 并且在国民经济和社会的协调发展中发挥了良好的作用和效益, 展现广阔的应用前景。

(1) GIS 的三种观点

目前, 从地理信息系统在实际应用中的作用与地位来看, 对地理信息系统的定义存在以下三种观点:

第一种观点称为地图观点, 认为 GIS 是一个地图分析与处理系统, 它侧重于将每个地理数据集看作一幅地图, 通过地图代数实现数据的操作与运算, 其结果仍然表现为一张具有新内容的地图。

第二种观点称为数据库观点, 它侧重于数据库设计与实现的完美性, 一个复杂的数据库管理系统被视为 GIS 不可分割的一部分。

第三种观点则是空间分析的观点, 强调地理信息系统的空间分析与模型分析功能, 认为 GIS 是一门空间信息科学, 而不仅是一门技术。

一般而言, 第三种观点普遍为地理信息系统界所接受, 并认为这是区分地理信息系统与其他地理数据自动化处理系统的唯一特征。

(2) GIS 的概念

①GIS 是对地理环境有关问题进行分析和研究的一门学科, 它将地理环境的各种要素, 包括它们的空间位置形状及分布特征和与之有关的社会、经济等专题信息, 以及这些信息之间的联系等进行获取、组织、存储、检索、分析, 并在管理、规划与决策中应用。

②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。——美国国家地理信息与分析中心

③是在计算机软硬件支持下, 以采集、存储、管理、检索、分析和描述空间物体的定位分布及与之相关的属性数据, 并回答用户问题为主要任务的计算机系统。

④GIS 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。——英国教育部

综上所述, 地理信息系统可定义为: 由计算机系统、地理数据和用户组成的, 通过对地理数据的集成、存储、检索、操作和分析, 生成并输出各种地理信息, 从而为土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、经济建设、城市规划以及政府各部门行政管理提供新的知识, 为工程设计、规划、管理和决策服务。

1.2.4.3 GIS 与其他 IS 之间的关系和区别

GIS 中的 I (information) 是指信息, 顾名思义是指地理空间中存在的各种各样的信息, S (system) 是指系统, IS 是指将所有的信息, 在计算机时代, 通过计算机来对各种各样的信息进行管理、使用; 是在计算机软硬件的支持下, 通过用户对数据的操作和使用, 来实

现人们想做的各种事情的系统。G 是对 IS 的限定，即只包括地理信息的管理系统，因此，它们之间既有联系又有区别。

首先，IS 包括 GIS，GIS 属于 IS。其次，GIS 离不开数据库技术。数据库中的一些基本技术，如数据模型、数据存储、数据检索等都是 GIS 广泛使用的核心技术。GIS 对空间数据和属性数据共同管理、分析和应用，而一般 IS 侧重于非图形数据(属性数据)的优化存储与查询，即使存储了图形，也是以文件的形式存储，不能对空间数据进行查询、检索、分析，没有拓扑关系，其图形显示功能也很有限。

1.3 GIS 的发展状况

地理信息系统脱胎于地图，它们都是地理信息的载体，具有获得、存储、编辑、处理、分析与显示地理数据的功能。地图是地理学的第二代语言，而地理信息系统将成为地理学的第三代语言。20 世纪 60 年代初，在计算机图形学的基础上出现了计算机化的数字地图。1950 年，麻省理工学院为它的旋风一号计算机制造了第一台图形显示器；1958 年，美国的一所公司在联机的数字记录仪的基础上研制成滚筒式绘图仪；1960 年，加拿大测量学家 R. F. Tomlinson 提出了把地图变成数字形式的地图，1963 年，又提出 GIS 这一术语，并建立了第一个 GIS——加拿大 GIS，随后 GIS 以燎原之势在全世界迅速发展起来。

1.3.1 GIS 的发展历程

(1) 20 世纪 60 年代开拓发展阶段(人们关注什么是 GIS，GIS 能干什么?)

20 世纪 60 年代是 GIS 开拓起步阶段，该阶段关注的主要是空间数据的地学处理。

60 年代初，计算机技术开始用于地图量算、分析和制作，由于机助制图具有快速、廉价、灵活多样、易于更新、操作简便、质量可靠、便于存储、量测、分类、合并和覆盖分析等优点而迅速发展起来。60 年代中期，由于对于自然资源 and 环境的规划管理和应用加速增长的需要，对大量空间环境数据存储、分析和显示技术方法改进的要求，以及计算机技术及其在自然资源和环境数据处理中应用的迅速发展，促使对地图进行综合分析和输出的系统日益增多。

60 年代中后期，许多与 GIS 有关的组织和机构纷纷建立并开展工作，如美国城市和区域系统协会(URISA)在 1966 年成立，美国州信息系统全国协会(NASIS)在 1969 年成立，城市信息系统跨机构委员会(UAAC)在 1968 年成立，国际地理联合会(IGU)的地理数据遥感和处理小组委员会在 1968 年成立等。这些组织和机构相继组织了一系列地理信息系统的国际讨论会。

最初的系统主要是关于城市和土地利用的，如加拿大地理信息系统(CGIS)就是为处理加拿大土地调查获得的大量数据建立的。该系统由加拿大政府组织于 1963 年开始研制实施，到 1971 年投入正式运行，被认为是国际上最早建立的、较为完善的大型使用的地理信息系统。

由于计算机硬件系统功能较弱，限制了软件技术的发展。这一时期地理信息系统软件