



电力 地理信息系统

倪建立 孟令奎 王宇川 高劲松 著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



电力 地理信息系统

倪建立 孟令奎 王宇川 高劲松 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

M421/B

内 容 提 要

本书用 12 章

内容, 从 8 个方面对电力地理信息系统技术与方法进行了论述与探讨。其主要内容包括: 地理信息系统及在电力系统中的应用、全球定位系统与数字摄影测量系统技术、GIS 工程分析与设计和 GIS 工程实施、输变电地理信息系统、配电管理系统与配电自动化系统、配电地理信息系统及其空间数据库设计与应用、电力地理信息系统开发策略与技术、常用平台简介等, 对电力地理信息系统的教学、科研和产品研发、工程实施与应用具有很大的参考价值 and 指导意义。

本书可供电力企业的生产运行管理人员, 高等院校相关专业学生, 及从事电力信息化的科研、教学和产品研发、市场营销人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力地理信息系统/倪建立等著. -北京: 中国电力出版社, 2004
ISBN 7-5083-1795-5

I. 电... II. 倪... III. 地理信息系统-应用-电力系统 IV. TM769

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 098147 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 [http: //www. cepp. com. cn](http://www.cepp.com.cn))

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

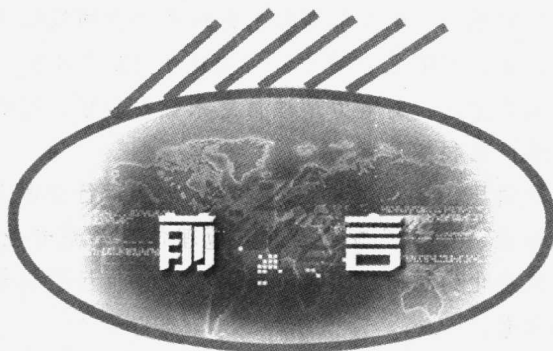
2004 年 2 月第一版 2004 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 14.75 印张 331 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)



信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。随着世界范围内的电力体制改革浪潮及国内电力体制改革的深入,电力企业正全面走向市场经济。如何利用现代科学技术提高企业效益,提升企业竞争力,满足社会对电力企业的要求,完善电力企业客户服务手段已成为人们讨论的热点。而传统的信息处理技术已不能适应电力企业对越来越复杂的电网运行、维护、管理及市场与客户服务的需要。为此,以地理信息系统技术解决电力企业信息系统建设面临的问题是电力企业关注的重点。

地理信息系统是集计算机科学、地理学、测绘学、遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学、应用数学和管理科学为一体的新兴交叉学科。它以整个地球或部分区域的资源、环境等空间数据为基础,在计算机软件、硬件、网络等技术支持下,采用地理空间分析方法,通过对地理空间数据的采集、存储、处理、检索、显示和综合分析,为管理和决策适时提供多种空间的和动态的地理空间资源信息。

电力地理信息系统就是利用地理信息系统技术,结合电力系统的运行、维护、管理和电能营销、客户服务等科学技术,实现电网安全运行、维护、管理和经营活动正常运转的一门综合性的科学与技术。地理信息系统技术在电力系统中的应用主要体现在发电、输变电、配电和电力营销等各重要环节。电力系统生产车间地域分布广,涉及的设备数量庞大,设备设施更改频繁,社会对电能质量要求高,客户服务影响深等。从实际情况看,电网的各种信息与空间地理环境有着密切联系,利用 GIS 技术管理和处理这些信息,对于提高电力系统生产效率和效益、管理质量和科学决策水平等具有十分重要的现实意义。因此,地理信息系统技术在国内电力系统的应用从 20 世纪 90 年代中期到现在,无论从应用的广度或者深度均得到了广泛发展,是未来电力信息化发展的重要方向之一。

本书作者结合十多年从事电力信息化(电力地理信息系统)的科研、教学和工程规划设计、软件开发及项目实施的经验与教训,从 8 个方面对电力地理信息系统技术与方法进行了论述与探讨。其主要内容包括:地理信息系统及在电力系统中的应用、全球定位系统与数字摄影测量系统技术、GIS 工程分析与设计和 GIS 工程实施、输变电地理信息系统、

配电管理系统与配电自动化系统、配电地理信息系统及其空间数据库设计与应用、电力地理信息系统开发策略与技术、常用平台简介等。全书共 12 章内容，详细地论述和探讨了电力地理信息系统的技术和方法，对电力地理信息系统的教学、科研和产品研发、工程实施与应用具有很大的参考价值和指导意义。

本书可供电力企业的领导、信息化专业工程师、生产运行管理人员和高等院校电力系统自动化专业、供用电专业、计算机应用专业、地理信息系统专业的本科生及研究生使用，也可作为从事电力信息化的科研、教学和产品研发、市场营销专业人士了解电力地理信息系统知识与方法的参考。

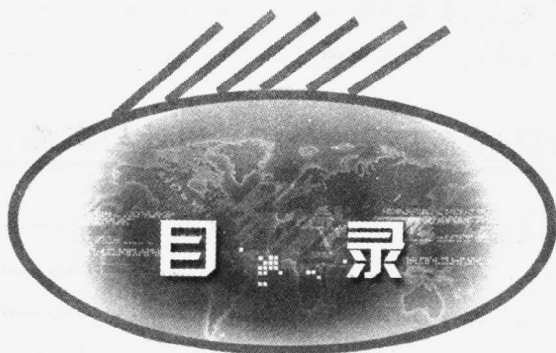
参加本书编写的人员有：陕西省电力公司倪建立；武汉大学遥感信息工程学院孟令奎、黄长青、秦昆、贾永红、谢文寒、赵春宇、薛玉彩；华中师范大学信息管理系高劲松；第二炮兵指挥学院王宇川、章俊；四川省测绘局陈现春；广东电力勘测设计研究院陈志刚；长江水利委员会吴祥华。全书由倪建立、孟令奎统一修改成书。

在本书编著中得到了陕西省电力公司赵杰臣总经理、吕云仑副总经理和王天才副总经理、科教部刘勇主任和原科教部刘延生（博士）主任的大力支持和帮助，在此表示深切的感谢。陕西银河电力自动化股份有限公司总工程师刘健教授（博士后）、水利部信息中心副主任蔡阳教授、上海市电力公司总经理帅军庆高级工程师、陕西电力信通公司总工程师陆明怡高级工程师和副总经理王旭高级工程师、InterGraph 北京办事处梅宝燕分别审阅了有关章节，作者对他们的辛勤劳动表示感谢，对书中引用的有关资料的作者表示谢意。同时，作者对倪建立夫人王延凤同志在成书过程中的大力支持和理解深表谢意！

由于作者水平有限，加之电力信息化和地理信息系统技术发展很快，书中有不妥之处敬请读者批评指正，作者不胜感激！

作者

2003 年 9 月



前言

1

地理信息系统

1

- 1.1 概述 1
- 1.2 地理信息系统的功能及特点 4
- 1.3 地理信息系统的组成 7
- 1.4 空间数据分类与特点 9
- 1.5 地理信息系统的数据结构 11
- 1.6 地理信息系统的数据库 13
- 1.7 空间数据库的组织和管理 15
- 1.8 地理信息系统与其他系统的集成 17
- 1.9 地理信息系统在电力系统中的应用 21

2

全球定位系统

27

- 2.1 GPS 定位技术的发展及特点 27
- 2.2 GPS 的组成 28
- 2.3 其他卫星定位系统 32
- 2.4 GPS 在电力系统中的应用 34

3

数字摄影测量系统

40

- 3.1 数字摄影测量系统概述 40

3.2	数字摄影测量系统的组成与功能	42
3.3	数字摄影测量系统在电力系统中的应用	44

4

地理信息系统的分析、设计与实施

47

4.1	电力 GIS 工程建设基本步骤	47
4.2	可行性分析	49
4.3	需求分析	52
4.4	总体设计	58
4.5	详细设计	70
4.6	编码	73
4.7	软件测试	77
4.8	系统维护	81
4.9	配置管理	82
4.10	文档管理	87

5

输变电地理信息系统

88

5.1	输变电系统规划与设计概要	88
5.2	输变电 GIS 功能需求分析及总体结构	90
5.3	输变电 GIS 数据库设计	96
5.4	输电线路规划设计中的选线与排位	101
5.5	雷电定位	111

6

配电管理系统与配电自动化系统

114

6.1	配电管理系统的发展状况及存在的问题	114
6.2	配电系统的特点及配电管理系统功能结构	116
6.3	配电自动化系统	120

7

配电地理信息系统

130

7.1	配电地理信息系统概述	130
7.2	配电 GIS 特点与功能	132
7.3	配电 GIS 的主要技术	139

8

配电地理信息系统空间数据库设计

148

- 8.1 配电地理信息系统空间数据库设计原则 148
- 8.2 静态空间数据库设计与组织 149
- 8.3 空间数据库集成 153
- 8.4 空间数据库管理与更新 155

9

配电地理信息系统应用

159

- 9.1 空间数据的输入 159
- 9.2 设备设施管理 161
- 9.3 配电 GIS 中的符号制作 170
- 9.4 配电 GIS 中的综合信息浏览 175
- 9.5 与客户故障报修系统联动 179
- 9.6 实时信息可视化处理 182

10

电力地理信息系统开发策略

185

- 10.1 一把手原则 185
- 10.2 统筹规划、分步实施 186
- 10.3 以效益为中心 187
- 10.4 培养自主技术力量 187
- 10.5 遵循标准与规范 188
- 10.6 系统维护与建设同步 190

11

电力地理信息系统开发技术

191

- 11.1 集成式开发 191
- 11.2 基于互联网 GIS 的开发技术 192
- 11.3 基于组件式 GIS 的开发技术 197
- 11.4 基于 WebGIS 的开发技术 200

12

常用开发平台简介

209

- 12.1 Arc/Info 209
- 12.2 ArcGIS 211

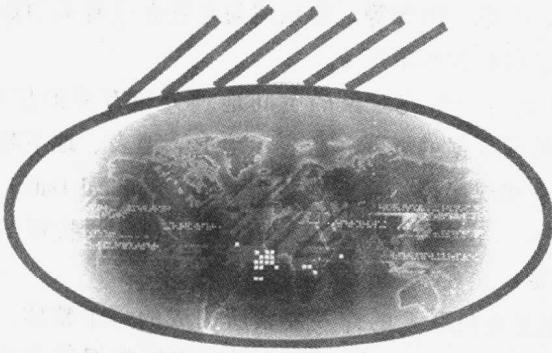
12.3 InterGraph G/Technology	215
12.4 MapInfo	219

附录

电子地图分层与处理系统

224

参考文献	227
------------	-----



1

地理信息系统

地理信息系统是一门新兴科学技术，自从这门技术出现以来，其应用越来越广泛和深入。那么，地理信息系统的基本概念、功能及特点、组成是什么？数据结构、数据模型以及它与其他信息系统的集成如何开展？目前在电力系统的应用状况如何？这些问题是本章讨论的重点。因此，本章是全书的基本概念篇。

1.1 概 述

随着以信息高速公路为标志的信息时代和空间时代的到来，人们越来越意识到空间信息的重要性。信息高速公路（Information Super-Highway, ISH）又称国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII），是美国前副总统戈尔于 1994 年最先提出的，是由国家级、地区级和大企业级的数据库、声像设备以及覆盖全国全球的通信网络组成，并通过 Internet 连接全球的计算机通信网络，是一个能给全球广大客户随时提供大量信息及信息服务的计算机网络系统。作为信息高速公路的重要组成部分，地理信息系统（Geographical Information System, GIS）越来越成为人们解决各方面问题的有力工具，尤其是在空间信息方面。具有空间特征的地理信息系统是一门 20 世纪末迅猛发展起来的科学、技术和新兴产业，现已成为一个跨学科、多方向的研究领域，拥有广阔的发展前景。

1.1.1 相关概念

信息产业作为一种新兴产业越来越受到人们的重视，信息革命的浪潮正在冲击着人类社会，许多新的概念和术语也纷纷涌现。在理解地理信息系统的概念之前，了解一些与其相关的概念十分必要。

信息就是现实世界状态的反映，是用文字、数字、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象等意义和内容，它不随载体的物理形式的改变而改变，具有客观性、实用性、可传输性和共享性等特征。而数据（Data）是信息的符号表示，指对某目标进行定性、定量

描述的原始材料,包括数字、文字、符号、图形、图像等。信息用与物理介质有关的数据表达,而数据中包含的意义就是信息,信息和数据密不可分。

地理信息 (Geographical Information) 是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息,是对表达地理特征与地理现象之间关系的地理数据的解释。它表示地上、地表、地下物体及环境固有的数量、质量、分布特征、联系和规律等。而地理数据 (Geographical Data) 则是各种地理特征和现象间关系的符号化表示,包括空间位置、属性特征和时间特征三部分,它们构成了地理空间分析的三大基本要素。

系统 (System) 是指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。信息系统 (Information System) 则指的是具有采集、存储、管理、分析和表达数据能力并且可以回答客户一系列问题的系统。计算机时代的信息系统都部分或全部由计算机系统支持,一般由计算机硬件、软件、数据和客户四个主要要素组成。如企业管理系统、图书情报信息系统、空间信息系统和其他一些信息系统等,其中,空间信息系统 (Spatial Information System) 是采集、管理、处理和更新空间信息的信息系统。

1.1.2 地理信息系统的概念

目前,由于受地理信息系统诞生历史不长、发展速度很快、应用领域广泛等因素的影响,在地理信息系统的定义问题上仍存在分歧,还没有形成一个普遍的共识。

地理信息系统在实际中为不同领域的客户所使用,因而不同客户对地理信息系统的理解都有所不同。制图界非常重视 GIS 快速生产高质量地图的能力,认为 GIS 是一种地图数据处理和显示系统,强调 GIS 作为信息载体和传播媒介的地图功能。计算机科学界认为 GIS 是一个完整的数据库管理系统,强调数据库系统在 GIS 中的重要地位。而普遍的 GIS 界则认为 GIS 是一门空间信息科学,强调 GIS 的空间分析和模型分析功能。总之,地理信息系统的外观表现为计算机软硬件系统,其内涵则是由计算机程序和地理数据组织而成的地理空间模型,一个逻辑缩小的、高度信息化的地理系统,从中可以提取地理系统各个不同侧面,不同层次的空间和时间特征,也可以将自然发生或思维规划的过程加在这个数据模型之上,取得对自然过程的分析和预测信息,用于管理和决策。所以,地理信息系统是一门集多学科为一体的新兴的交叉学科,是以整个地球或部分区域的资源、环境等空间数据为基础,在计算机软硬件支持下,采用地理模型分析方法,通过对地理空间数据的采集、存储、处理、检索、显示和综合分析,适时提供多种空间的和动态的地理空间信息,用于管理和决策过程的技术系统。

地理信息系统的概念有三层含义:

(1) 地理信息系统是一门新兴交叉学科。地理信息系统是集计算机科学、地理学、测绘学、遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学、应用数学和管理科学为一体的新兴交叉学科。GIS 作为一门学科,主要研究以下内容:

- 1) GIS 的概念、定义和内涵;
- 2) GIS 信息处理方法;
- 3) GIS 理论系统;

- 4) GIS 的构成、功能、特点和任务;
- 5) GIS 发展历史;
- 6) GIS 发展方向;
- 7) GIS 技术系统设计和开发方法策略等。

(2) 地理信息系统是一项综合性的高新技术。地理信息系统是运用地理模型对地理空间数据进行综合分析、预测未来和模拟现实的一项技术。GIS 技术包括数据采集、存储、管理、空间分析方法、专题分析模型、系统集成技术和地理专家系统等。

(3) 地理信息系统是一个特殊的计算机信息系统。地理信息系统是在计算机软硬件支持下用于采集、处理、检索、模拟、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统。它由计算机软硬件、地理数据、系统开发、管理和使用人员以及计算机网络组成,有数据采集和编辑、数据管理和组织、应用分析、结果显示输出和数据更新五大功能,能够由地理空间数据提供高层信息为管理和决策服务。

1.1.3 地理信息系统的发展

地理信息系统技术的发展是与地理空间信息的表示、处理、分析和应用手段的不断发展分不开的。国内外发现的较早的关于地理空间信息的表示可追溯到中国宋代的地图(地理图碑)和罗马时代的地图。到 18 世纪,欧洲文明的昌盛,才使人类实现了图纸地图,进而到 19 世纪出现了各种不同的地图和专题图。这些地图和专题图可谓模拟的地理信息系统。到 20 世纪中叶,随着计算机的诞生和发展,出现了计算机化的数字地图,从而进入了数字的地理信息系统时代。我们现在所称的地理信息系统通常指的是以数字地图(或电子地图)为基础的地理信息系统。

20 世纪 60 年代初,加拿大的测量专家 Roger F.Tomlinson 和美国的 Durane F.Marble 在不同地方从不同角度最先提出了地理信息系统这一术语。之后,世界上第一个 GIS——加拿大地理信息系统(CGIS)建立并于 1972 年全面投入运行和使用。从此,地理信息系统得到了迅速的发展和推广。

地理信息系统的发展是与计算机软硬件的发展紧密相连的。GIS 发展分为以下几个阶段:

1. 萌芽期(60 年代)

随着计算机技术的发展,特别是专家的兴趣以及政府的推动,地理信息系统得以较快的发展。这一时期的 GIS 主要是关于城市和土地利用的,其软件功能有限,注重于空间数据的地学处理。同时,许多与 GIS 有关的组织和机构纷纷建立,例如,国际地理联合会(IGU)于 1968 年设立了地理数据收集和处理委员会(CGDSP)。

2. 巩固期(70 年代)

随着计算机软硬件技术的飞速发展和 GIS 专业化人才的不断增加,以及资源开发和环保问题引起的社会需求的增多,许多不同区域不同规模和主题的各具特色的地理信息系统得到了很大发展。这一时期的 GIS 的应用和开发多限于政府性、学术性机构,其软件的数据分析能力仍然很弱,注重于空间信息的管理。

3. 突破期 (80 年代)

由于计算机的性价比的提高和计算机网络的建立, GIS 的应用领域迅速扩大, 数据传输速率极大提高, 功能也得到了较大的拓展, 注重于空间决策支持分析。同时, 许多政府性、学术性机构和软件制造商大量涌现, 市场上也出现了许多商用化系统。

4. 拓展普及期 (90 年代)

随着地理信息产业的逐步建立和信息产品在全世界的普及, 社会对地理信息系统的认识普遍提高, 社会需求大幅增加。

我国的地理信息系统的发展是从 80 年代初研究资源与环境信息系统开始的, 大致经历了以下几个阶段:

(1) 1980 年以前为理论准备和人才培养阶段。GIS 得到了启蒙研究。

(2) 1980 ~ 1985 年为起步阶段。完成技术引进, 规范研究的制定以及区域实验等。

(3) 1986 ~ 1990 年为初步发展阶段。GIS 研究和应用已经有组织、有计划、有明确的攻关目标, 并逐步与国民经济建设和社会生活需求相结合, 为区域管理、规划和辅助决策提供服务。

(4) 90 年代为快速发展阶段。GIS 实用化、集成化和工程化, 国产软件得到迅速发展。

1.2 地理信息系统的功能及特点

1.2.1 地理信息系统的基本功能

地理信息系统处理地理信息的功能强大, 贯穿数据采集—分析—应用的全过程。GIS 的基本功能至少包括以下几个方面:

1. 数据采集和编辑

GIS 要对多种形式 (影像、图形和属性)、多种来源 (野外测量、航测遥感和地图数字化等) 的数据, 实现多种方式 (自动、半自动或人工) 的数据输入, 建立空间数据库。

数据采集是对系统外部的原始数据 (多种来源、多种形式) 进行必要的编码和写入数据库的操作过程。

数据采集的方式与所使用的设备密切相关, 常用的几种方式如下:

(1) 数字化方式。使用手扶跟踪数字化仪采集有关图形的点、线、面的位置坐标; 使用光栅扫描数字化仪采集图像的网格数据。

(2) 鼠标及键盘输入方式。用鼠标绘制各种图形, 用键盘输入有关图像、图形的属性数据。

(3) 磁盘、光盘方式。主要是对现有的原始数据 (电子地图、属性数据库文件) 以文件方式用磁盘、光盘作为媒介进行输入。

(4) 对电子地图等也可以用网络传输输入。

GIS 数据源及其采集方式如图 1-1 所示。

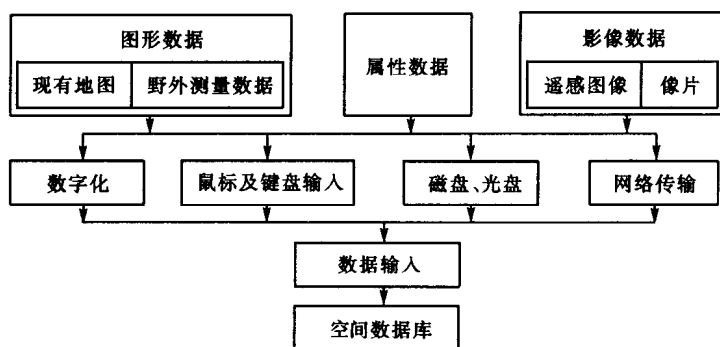


图 1-1 GIS 数据采集

在 GIS 的数据输入过程中，通过各种输入设备采集到的数据难免产生或引入一些差错，这就要求 GIS 对空间数据和属性数据应具备编辑功能以修正所出现的错误。通常，大多数 GIS 的数据编辑是比较耗时的交互式处理过程。对空间数据有图幅定向、文件管理、图形编辑（修正、增加、删除和更新）、生成拓扑关系、图形修饰与几何计算、图幅拼接等编辑功能；对属性数据则有修改、增加、删除和更新、数据库结构的修改以及与空间数据关联的编辑功能。无论是空间数据编辑，还是属性数据编辑，均需要建立简便易用、直观的对话窗口以便于人机交互。

2. 数据存储和组织管理

空间数据库的数据量大，空间数据与属性数据不可分离，而且数据应用面广。因而，须对数据库进行有效地管理，使数据冗余量小，数据与应用程序相对独立，选择合适的数据结构和数据模型。如图 1-2 所示，空间数据一般有栅格结构、矢量结构和栅格矢量混合结构三种组织方式；而对属性数据则有层次模型、网络模型和关系数据模型等进行描述和表达，其中关系数据库系统应用最为广泛。

由于空间数据往往关联诸多的属性数据地图，大量的属性数据通常采用关系型数据库与空间数据库分别存储的方法，也可通过公共识别符或者建立一个程序将空间数据与属性数据连接起来。

3. 应用分析

地理信息系统应用分析是在系统操作运算功能的支持下或建立专门软件来实现的，包括基本空间分析和模型分析，如图 1-3 所示。

GIS 最基本的分析功能有查询、检索、统计和计算功能，这些功能和其他自动化信息系统也具有。空间分析是 GIS 的核心功能，也是 GIS 与其他自动化信息系统的根本区

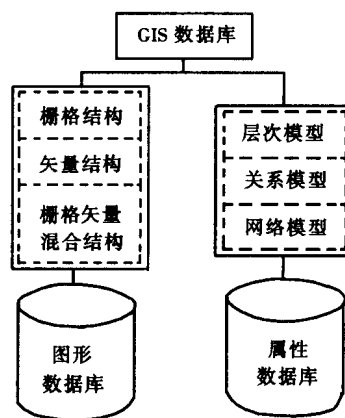


图 1-2 GIS 数据组织管理

别，包括叠置分析、缓冲区分析、拓扑空间查询、空间集合分析等。而模型分析是指在 GIS 支持下，应用相应的数学模型分析和解决问题的方法，也是 GIS 应用深化的标志，如最佳网络分析、土地适应性分析和电网潮流分析等。

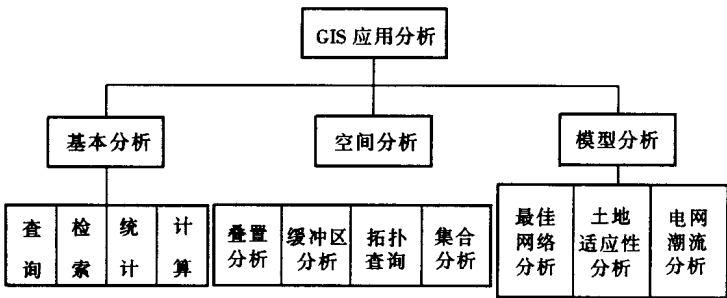


图 1-3 GIS 应用分析

4. 数据显示、结果输出

数据显示是中间处理过程和最终结果的屏幕显示，包括图形数据的数字化与编辑以及操作分析过程的显示；结果输出有专题地图、图表、表格和报告等各种类型的硬拷贝图形，其中屏幕显示也是结果输出的一种。GIS 应能提供一种良好的交互式的制图环境以人机对话方式来选择显示和输出，并能支持多种输出设备，如显示器、绘图仪、打印机、磁盘和光盘等，如图 1-4 所示。

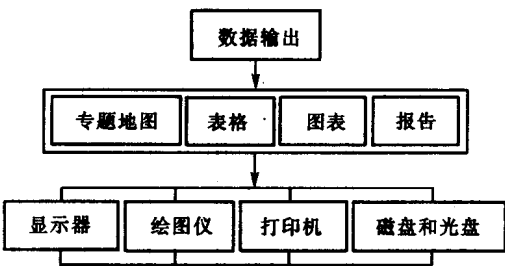


图 1-4 数据显示和结果输出

5. 数据更新

数据总是随着时间变化的，因而 GIS 应具有数据更新功能，才能较真实地反映现实情况，提供准确的决策依据，也可建立地理数据的时间序列，满足动态分析的要求。数据更新即通过删除、修改、再插入等一系列操作以新的数据或记录替换数据文件或数据序列中相对应的数据或记录。但现实中 GIS 的数据更新往往有时滞性，实时通信和 3S（RS、GPS 和 GIS）集成的研究正在努力缩小这种时滞性。

1.2.2 地理信息系统的特点

地理信息系统具备以下基本特点：

1. 统一的地理基础

GIS 之所以区别于一般的信息系统就在于所处理的是地理信息。地理信息需要一个空间定位框架，即共同的地理坐标和平面坐标系统，才能更好地表达信息，从而支持空间问题的处理和决策。因此，GIS 要建立统一的地理基础，包括统一的地理投影、统一的地理坐标系统和统一的地理编码系统。

2. 数据规范化

GIS 的数据来源多, 形式多样, 因而需将数据进行分级、分类、规范化和标准化, 将其纳入一个特定投影和比例的参考坐标系统, 使其适应于计算机的输入输出要求, 便于进行社会经济和自然资源环境要素之间的对比和相互分析。目前许多 GIS 基础软件系统 (如 Arc/Info、Mapinfo) 都提供了多种常见的投影及其相互转换的功能。

3. 多维结构

在通常的二维数据结构中引入第三维 (高程) 和第四维 (时间) 以便为决策部门提供实时显示、多层次分析和动态分析等功能。

4. 空间分析

以地理模型分析方法为手段, 采用各种空间关系运算进行空间分析和多要素综合分析, 能够产生与这些要素相关的、综合的新信息, 为决策提供服务。这是常规方法难以得到的。

5. 预测、模拟

在空间分析的基础上, 采用数字和统计的方法, 通过历史资料和数字模型的建立对事物进行定量分析, 并对事物的未来作出判断和预测, 尤其是对实时信息进行实时动态监测或预测。另外, 还可以通过进行常规或非常规的数字模拟实验 (空间过程演化模拟), 为重大决策提供科学依据。

1.3 地理信息系统的组成



完整的 GIS 一般有五个主要部分组成, 即 GIS 硬件系统、软件系统、地理数据、系统的组织管理人员和开发人员以及计算机网络。其中, 硬软件系统是 GIS 的核心部分, 可谓 GIS 的骨肉; 地理数据库可以用来表达和组织各种地理数据, 也十分重要, 可谓 GIS 的血液; 而 GIS 的管理人员、客户以及开发人员则决定系统的工作方式和信息表达方式; 另外, 计算机网络为实现数据共享、建立网络 GIS 搭起了桥梁。

1. 硬件系统

GIS 的硬件系统包括计算机主机、数据存储设备、数据输入输出设备以及通信传输设备等。

(1) 计算机主机。为 GIS 的核心, 是数据和信息处理、加工和分析的设备。其主要部分由执行程序的中央处理器和主存储器构成, 包括大型机、中型机、小型机、工作站和微机等。

(2) 数据存储设备。包括软盘、硬盘、磁带、光盘、存储网络等及其相应的驱动设备。

(3) 数据输入设备。除键盘、鼠标和通信端口外, 还包括数字化仪、扫描仪、解析和数字摄影测量仪以及全站仪、GPS 接收机等其他测量仪器。

(4) 数据输出设备。主要有图形/图像显示器、矢量/栅格绘图仪、行式/点阵/喷墨/彩色喷墨打印机、激光印字机等设备。

(5) 通信传输设备。即在网络系统中用于数据传输和交换的光缆、电缆及附属设备。其中大多数硬件是计算机技术的通用设备，而有些设备则在 GIS 中得到了广泛应用，如数字化仪和扫描仪等。

2. 软件系统

GIS 软件系统是 GIS 的灵魂，由计算机系统软件、GIS 基础软件、GIS 二次开发软件和其他应用分析程序部分组成。

(1) 计算机系统软件。它是 GIS 日常工作所必需的，包括操作系统、系统库编程语言和库程序等，以及一些标准软件，如图形处理程序、数据库管理系统等。

(2) GIS 基础软件。能够提供给客户进行二次开发的 GIS 基础平台，为 GIS 核心软件，包括数据输入、数据处理、管理、结果显示输出和空间分析等部分。目前市场中主要有 Arc/Info、ArcGIS、MapInfo、MGE、Geomedia、Geostar 和 MapGIS 等商用 GIS 基础软件。

(3) GIS 二次开发软件。指针对不同客户，不同功能需求，不同管理和运作方式，基于 GIS 基础软件平台上的二次开发软件可为实现客户的特定要求提供开发环境（或语言），如 ArcView 的 Avenue 语言、Arc/Info 的 AML 语言、Mapinfo 的 MapBasic 语言等。许多 GIS 基础软件平台还支持用现代高级语言（如 Visual Basic、Visual C++、Java 和 Delphi 等）编程实现 GIS 应用功能。

(4) 其他应用分析程序。是系统开发人员或客户根据地理专题图与区域分析模型编制的用于某种特定应用任务的程序，是系统功能的扩充和延伸，一般可挂靠于原系统。

3. 地理数据

地理数据是 GIS 研究和作用的对象，是指以空间位置为存在和参照的自然、社会和人文经济景观数据，包括空间数据和属性数据，可以是图形、图像、文字、表格和数字等。空间数据表达了现实世界经过模型抽象后的实质性内容，即地理空间实体的位置、大小、形状、方向以及拓扑几何关系等；属性数据是与地理实体相关的地理变量和地理意义，是实体的属性描述数据。空间数据和属性数据密切相联，共同构成地理数据库，用于系统的分析、检索、表示和维护。地理数据库的建立和维护是一项非常复杂的工作，技术含量高，投入大，是 GIS 应用项目开展的关键内容之一。

4. 系统开发、管理和使用人员

仅有系统的软硬件和数据还不能构成完整的 GIS，需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、完善功能，并灵活采用地理分析模型提供多种信息，为研究和决策服务。同时还需要整个组织进行全盘规划，协调各部门内部的相关业务，使建立的 GIS 既能适应多方面服务的要求，又能与现有的计算机及其他设备相互补充，同时周密规划 GIS 项目的方案及过程以保证项目的顺利实施。GIS 专业人员是 GIS 应用成功的关键，而强有力的组织则是系统运行的保障。

一个完整的 GIS 项目应包括项目负责人、系统分析设计人员、系统开发人员、系统维护人员、系统管理人员和客户等。其中项目负责人主要负责系统的规划设计、实施、资金预算以及协调项目相关方面的关系等；系统分析设计员负责系统需求分析、功能分析、需求开发的功能规划设计以及应用功能开发方案设计等；系统开发和维护人员负责应用软件