

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水文与水资源工程

地理信息系统原理 与应用

主 编 华中科技大学 康 玲
副主编 河 海 大 学 张晓祥
主 审 武 汉 大 学 熊立华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水文与水资源工程

地理信息系统原理 与应用

主 编 华中科技大学 康 玲
副主编 河 海 大 学 张晓祥
主 审 武 汉 大 学 熊立华



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统介绍了地理信息系统的基本原理、方法及其在水利学科中的应用。全书由两大部分组成,前6章阐述了地理信息系统的基本原理和方法,主要内容包括:地理信息系统的基本概念、组成和功能,地球椭球体模型、空间坐标系和地图投影等地理空间基础知识,空间数据模型与数据结构,数据获取及处理方法,空间数据库,空间分析原理与方法。后4章介绍了地理信息系统在水利学科中的应用,主要内容包括:GIS工程设计与开发过程,GIS在水文科学、洪水管理和水土保持中的应用。

本书可作为普通高等院校水利、地质、土地资源管理、城市规划、环境科学等相关专业本科生的教材,也可作为相关专业研究生和科技工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理与应用 / 康玲主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2009.10

高等学校水利学科专业规范核心课程教材. 水文与水资源工程
ISBN 978-7-5084-6923-2

I. ①地… II. ①康… 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(2009)第192359号

书 名	高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水文与水资源工程 地理信息系统原理与应用
作 者	主 编 华中科技大学 康玲 副主编 河海大学 张晓祥 主 审 武汉大学 熊立华
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	175mm×245mm 16开本 11.25印张 260千字
版 次	2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	24.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

编 审 委 员 会

主 任 姜弘道 (河海大学)

副主任 王国仪 (中国水利水电出版社) 谈广鸣 (武汉大学)

李玉柱 (清华大学) 吴胜兴 (河海大学)

委 员

周孝德 (西安理工大学)

李建林 (三峡大学)

刘 超 (扬州大学)

朝伦巴根 (内蒙古农业大学)

任立良 (河海大学)

余锡平 (清华大学)

杨金忠 (武汉大学)

袁 鹏 (四川大学)

梅亚东 (武汉大学)

胡 明 (河海大学)

姜 峰 (大连理工大学)

郑金海 (河海大学)

王元战 (天津大学)

康海贵 (大连理工大学)

张展羽 (河海大学)

黄介生 (武汉大学)

陈建康 (四川大学)

冯 平 (天津大学)

孙明权 (华北水利水电学院)

侍克斌 (新疆农业大学)

陈 楚 (水利部人才资源开发中心)

孙春亮 (中国水利水电出版社)

秘 书 周立新 (河海大学)

丛书总策划 王国仪

水文与水资源工程专业教材编审分委员会

主任 任立良（河海大学）

副主任 袁 鹏（四川大学）

梅亚东（武汉大学）

委员

沈 冰（西安理工大学）

陈元芳（河海大学）

吴吉春（南京大学）

冯 平（天津大学）

刘廷奎（内蒙古农业大学）

纪昌明（华北电力大学）

方红远（扬州大学）

刘俊民（西北农林科技大学）

姜卉芳（新疆农业大学）

金菊良（合肥工业大学）

靳孟贵（中国地质大学）

郭纯青（桂林工学院）

吴泽宁（郑州大学）



序

随着科学技术的快速发展，水利学科与信息学科的交叉融合给水利学科的发展增添了活力，丰富了其内涵和外延。目前，地理信息系统在水利学科中的应用越来越广泛，已取得了丰硕的成果。因此，编写一本适合水利学科特点的地理信息系统教材，是十分必要的。

由华中科技大学康玲教授主编的《地理信息系统原理与应用》正是一本符合水利学科及其相关专业教学与科研需要的好书。教材的特色反映在理论与实际紧密结合，学以致用。教材首先系统地介绍了地理信息系统的基本原理和方法，在此基础上，结合水利工程的实际应用需求，将GIS技术应用于水文科学、洪水管理、水土保持等水利学科重要领域的研究及实践中，使学生既掌握了地理信息系统的基础理论，又能运用所学的知识解决水文水资源水利水电工程专业的实际问题。教材中的应用实例来自于华中科技大学和河海大学的科研成果，再次体现了教学与科研相长并进的辩证关系。我相信这本教材能给当代大学生的创新思想的培养带来有力的帮助，并期望着通过他们创造水利学科发展的未来。

康玲

中国工程院院士

2009年9月1日



总 前 言

随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与1999年相比,水利学科专业的办学点增加了将近一倍,每年的招生人数增加了将近两倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从2003年到2005年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于2005年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程,水利水电工程,港口、航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适用不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各水利学科专业点参照专业规范组织教学,经水利学科教学指导委员会与中国水利水电出版社共同策划,决定组织编写出版“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学组讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把

关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好，我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会，对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划 52 种，其中水文与水资源工程专业 17 种，水利水电工程专业 17 种，农业水利工程专业 18 种，计划在 2009 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力，付出了许多心血，但是，由于专业规范还在修订完善之中，参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高，加之，在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验，因此，这套教材一定会有各种不足与缺点，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材，以利于教、便于学，更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会

中国水利水电出版社

2008 年 4 月

前 言

地理信息系统是一门集多学科综合的新兴边缘学科，以其应用为目的，随着科学技术的迅猛发展，地理信息系统（GIS）在许多领域得到了广泛的应用。与此同时 GIS 也成为水利学科研究中必不可少的技术和工具。本书编者基于地理信息系统基础理论与应用实践相结合的理念，在参阅了大量中外有关地理信息系统的教材、论文和专著的基础上，结合地理信息系统在水利学科应用研究的实践成果编写完成本书。全书共 10 章，由两大部分组成，前六章全面系统地介绍了地理信息系统的基本概念、理论和方法，后四章重点阐述了地理信息系统在水利学科重要领域中的应用。本书既使学生掌握了地理信息系统的基本知识，又学以致用，将其所学的知识应用于水利工程专业，注重培养学生运用地理信息系统理论和方法解决水利工程实际问题的能力。

全书共分 10 章，其中第 1 章、第 2 章、第 7 章的第 1 节和第 2 节、第 8 章由华中科技大学康玲老师编写，第 3 章、第 4 章由河海大学张晓祥老师编写，第 5 章、第 7 章的第 3 节由华中科技大学易善帧老师编写，第 6 章由河海大学方秀琴老师编写，第 9 章由河海大学姚静老师编写，第 10 章由华中科技大学谈晓军老师编写。

本书得到了许多老师和专家们的关心和支持，华中科技大学张勇传院士在百忙之中审阅书稿并为本书作序，武汉大学熊立华教授对本书进行了认真的评审，提出了许多宝贵的意见和建议，河海大学的任立良教授对本书的完成提供了大力的支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于作者水平和时间所限，书中疏漏和不完善之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月



目 录

序

总前言

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 地理信息系统的基本概念	1
1.2 地理信息系统的组成和功能	4
1.3 地理信息系统的发展概况	8
第 2 章 地理空间基础	13
2.1 地球椭球体模型	13
2.2 地理空间坐标系	15
2.3 地图投影	17
第 3 章 空间数据模型与数据结构	25
3.1 空间数据的基本特征和类型	25
3.2 空间数据的拓扑关系	26
3.3 空间数据模型	27
3.4 空间数据结构	32
习题	43
第 4 章 GIS 数据获取及处理	44
4.1 空间数据源	44
4.2 空间数据采集	47
4.3 空间数据编辑与处理	50
4.4 空间数据的规范化和标准化	56
4.5 空间元数据	60
4.6 空间数据质量评价	63

4.7 空间数据制图与输出	67
习题	70
第5章 空间数据库	71
5.1 概述	71
5.2 空间数据库	76
习题	82
第6章 空间分析原理与方法	83
6.1 空间分析模型	83
6.2 栅格数据空间分析	86
6.3 矢量数据空间分析	90
6.4 数字高程模型	98
6.5 空间数据的其他分析方法	108
习题	115
第7章 GIS 工程设计与开发	116
7.1 GIS 工程设计的理论基础	116
7.2 GIS 系统设计与开发过程	119
7.3 GIS 数据库设计	123
习题	129
第8章 GIS 在水文科学中的应用	130
8.1 概述	130
8.2 流域水文特征提取方法	130
8.3 分布式水文模型空间参数分析方法	136
8.4 基于 DEM 的流域等流时线方法	139
习题	142
第9章 GIS 在洪水管理中的应用	143
9.1 洪水灾害分析与评估方法	143
9.2 基于 DEM 的洪水淹没范围和深度计算	144
9.3 基于空间分析的洪水灾害定量统计	147
9.4 洪水灾害评估结果可视化表达	150
习题	156
第10章 GIS 在水土保持中的应用	157
10.1 建设目标和内容	157
10.2 水土保持数据库	158
10.3 水土保持监测信息系统的功能	159
参考文献	168

第 1 章

绪 论

地理信息系统 (Geographic Information System, 简称 GIS) 是一门集计算机科学、地理科学、测绘学、遥感学、环境科学、信息科学、空间科学和管理科学为一体的新兴边缘学科。据统计人类活动所接触到的信息中, 约有 80% 信息与地理位置和空间分布有关, GIS 将呈现社会化应用趋向, 成为人们科研、生产、生活、学习和工作中不可缺少的工具。

1.1 地理信息系统的基本概念

1.1.1 基本概念

1.1.1.1 信息与地理信息

1. 信息

信息 (Information) 是经过加工后的数据, 可用数字、文字、符号、语言等介质来表达, 以便向人们提供关于现实世界新的知识, 从信息科学角度看, 信息具有四大特点: 客观性、适用性、可传输性和共享性。

客观性是指信息都与客观事实相关, 这是信息正确性和精确度的保证; 适用性是指信息从大量数据中收集、组织和管理, 要有实用性; 可传输性指信息可以在系统内或用户之间以一定形式或格式传送和交换; 共享性是信息可传输性带来的结果, 也就是信息可为多个用户共享。

2. 地理信息

地理信息 (Geographic Information) 是关于地理实体的性质、特征、运动状态等的知识, 是对地理数据的解释。地理数据包括空间特征、属性特征及时间特征三部分。空间特征是指地理实体的空间位置及其相互关系; 属性特征表示地理实体的名称、类型和数量等; 时间特征指实体随时间发生的相关变化。时间数据对环境模拟分析非常重要。空间位置、属性及时间是地理空间分析的三大基本要素。

据国际资料文献中心 (International Documentation Center, 简称 IDC) 统计报道: 人类活动所接触到的信息中, 约有 80% 信息与地理位置和空间分布有关。这意

味着地理信息系统在全球信息化进程中将扮演着非常重要的角色。

1.1.1.2 信息系统与地理信息系统

1. 信息系统

系统是具有特定功能,由相互联系的若干要素构成的一个整体。信息系统是具有采集、处理、管理和分析数据功能的系统。在信息社会中,我们所说的信息系统大部分由计算机系统支持,它能为企业、部门的科学决策提供有用的信息。

从功能上看,信息系统可分为以下三类:

(1) 管理信息系统(Management Information System,简称 MIS)是一种基于数据库的回答系统,它往往停留在数据级上支持管理者,如人事管理信息系统、财务管理信息系统等。

(2) 决策支持系统(Decision Support System,简称 DSS)是在 MIS 基础上发展起来的一种信息系统,它不仅为管理者提供数据支持,还提供方法和模型支持,并对问题进行模拟和仿真,从而进行辅助决策。

(3) 空间信息系统(Spatial Information System,简称 SIS)是对空间数据进行采集、处理、管理和分析的信息系统。由于空间数据的特殊性,使空间信息系统的组织结构及处理方法有别于一般信息系统。空间信息系统主要有地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)、全球定位系统(Global Positioning System,简称 GPS)、遥感(Remote Sensing,简称 RS)、对地观测系统(Earth Observation System,简称 EOS)、数字摄影测量系统(Digital Photogrammetric System,简称 DPS)等。

2. 地理信息系统

关于地理信息系统的定义不尽相同,编者推荐美国联邦数字地图协调委员会(FICCDC)关于 GIS 的定义。地理信息系统是由计算机硬件、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。它是一种特殊而又十分重要的空间信息系统。从不同的角度看有不同的侧重点。

(1) 从技术角度看,GIS 是在计算机软件 and 硬件的支持下,管理、分析和显示空间数据的技术系统。这里的空间数据是指与地理空间位置相关的数据;管理是指获取、存储、查询、处理空间数据;分析是指为用户提供分析空间数据的方法;显示是指用图文并茂的方式显示多维数据的处理过程和结果。

(2) 从学科角度看,GIS 是一门新兴的交叉学科,它依赖于地理学、测绘学、统计学等基础性学科,又取决于计算机硬件与软件技术、航空航天技术、遥感技术和人工智能与专家系统技术的进步与成就,其核心是计算机科学,基本技术是数据库、地图可视化及空间分析。GIS 既是新兴的交叉学科,又是一个技术系统,它以空间数据库为基础,通过各种时空分析模型完成其功能。

(3) 从应用角度看,GIS 是一门以应用为目的的信息产业,它的应用可深入到各行各业。随着 GIS 的应用,产生了许多行业地理信息系统,如城市地理信息系统、政府地理信息系统、水资源信息系统等。这些系统研究的对象不同,但研究方法基本相似。随着 Internet 时代的到来,又出现了 WebGIS。

(4) 从发展角度看, GIS 起源于实际应用, 开始是一门技术, 之后进一步发展成一门交叉性的边缘科学。由于 GIS 的理论、技术和应用一直在不断发展, GIS 的含义也在不断变化和发展。起初, 注重 GIS 提供的空间数据的管理、查询和分析功能, 之后, 开始注重 GIS 通过共享的地理信息数据库提供协同工作的平台。目前更注重 GIS 在互联网和分布式网络环境下, 整个社会共享数据和协同工作。

GIS 研究的对象是地理空间数据, 研究内容包括 GIS 基础理论、GIS 技术系统及 GIS 应用方法, 三方面互相联系, 相互促进。

1.1.2 相关技术

地理信息系统是传统学科(如地理学、地图学、测量学等)与现代科学技术(如遥感技术、计算机科学等)交叉融合的学科如图 1-1 所示。它既吸取了相关学科的精华, 又被多个相关学科所运用, 并推动它们的发展。因此, 正确地理解 GIS 与相关学科的关系, 可以更好地理解 GIS 的概念。测绘学和地理学是 GIS 的理论依托; 地图和遥感影像是 GIS 的主要数据源; 计算机科学为 GIS 建立提供技术手段。开发 GIS 采用的基本技术是信息技术, 包括数据结构、数据库技术、可视化技术、空间分析技术及网络技术等, 如图 1-1 所示。

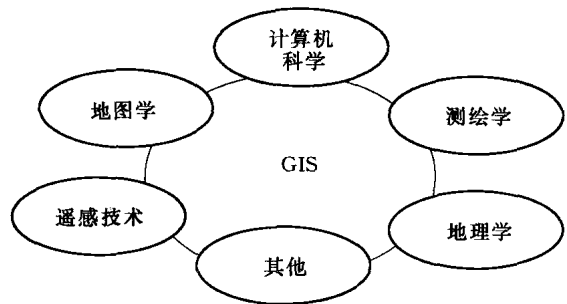


图 1-1 GIS 的相关学科技术

地理学和测绘学研究人类居住的地球, 研究人类环境的结构、功能、演化以及人地关系。地理学是 GIS 空间分析的理论基础, 测绘学为 GIS 提供可靠的信息源, 它们中的许多理论和算法可直接用于空间数据的变换和处理。

遥感(RS)是一门 20 世纪 60 年代以后发展起来的新兴学科。遥感信息具有多源性, 使人们能够从宏观到微观, 快速而有效地获取和利用多时相、多波段的地球资源与环境的影像信息, 为人类社会的发展服务。全球定位系统(GPS)是新一代卫星导航和定位系统。它可以取代常规大地测量来完成各种等级的定位工作, 在舰船、飞机、汽车的导航定位, 航空摄影、遥感、导弹的精确定位方面具有广泛的应用。

GIS 与计算机科学、数学、认知学等学科密切相关。计算机辅助设计(CAD)为 GIS 提供了数据输入和图形显示的基础软件; 数据库管理系统更是 GIS 的核心。数学的许多分支, 如几何学、图论、拓扑学、统计学, 以及认知学中的人工智能、决策方法等被广泛应用于 GIS 空间数据的分析。

1.1.3 主要分类

1. 地理信息系统按内容分类

(1) 专题信息系统。具有限定目标和专业特点的地理信息系统, 为特定的、专门的目的服务。如水资源管理信息系统、洪水灾害监测信息系统、城市管网信息系统等。

(2) 区域信息系统。主要为区域的综合研究提供全面的信息。区域信息系统可以有不同的规模,按行政区可划分为国家级、地区或省级、市级和县级等,如加拿大国家地理信息系统;也可按自然分区或流域划分,如黄河流域信息系统等。

(3) 地理信息系统应用与开发平台。它是具有地理信息系统基本功能的工具软件或开发平台,供其他系统调用或进行二次开发。

2. GIS 软件平台

随着技术的发展,当今 GIS 已融入 IT 技术的主流,形成 GIS 软件平台。通常在 GIS 软件平台上包含桌面软件、开发平台及利用平台开发的各种应用系统。美国 ESRI 公司把原有 GIS 产品 Arc/Info、Arcview 同 GIS 数据库技术、网络技术、人工智能等技术进行整合之后推出了 GIS 软件平台,即 ArcGIS 系列。国内开发的 GIS 软件平台有武大吉奥信息工程技术有限公司推出的吉奥之星 GeoStar、北京超图地理信息技术有限公司推出的 SuperMap 等。随着 GIS 应用的深入和普及以及计算机网络技术的发展,GIS 将进一步从平台 GIS 向跨平台操作 GIS 方向发展,实现空间信息的有效共享和互操作。

1.2 地理信息系统的组成和功能

1.2.1 地理信息系统的组成

完整的 GIS 系统主要由硬件系统、软件系统、空间数据、应用模型和系统应用人员组成,如图 1-2 所示。计算机硬件和软件系统提供工作环境;空间数据是 GIS 应用的核心;应用模型提供解决问题的理论和方法;用户决定了系统的工作方式。

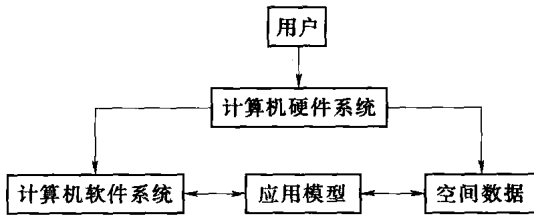


图 1-2 地理信息系统的组成

1.2.1.1 硬件系统

计算机硬件是计算机系统中实际物理装置的总称,用以存储、处理、传输

和显示地理信息系统。GIS 硬件配置主要由计算机主机、数据输入设备、数据存储设备、数据输出设备及网络设备组成。

(1) 计算机主机。主机是 GIS 硬件系统的核心,其种类较多,包括大型机、中型机、小型机、工作站/服务器和微型机等。

(2) 数据输入设备。包括数字化仪、扫描仪、数字摄影测量仪、GPS 接收器、键盘、通信端口等。

(3) 数据存储设备。包括半导体存储器、硬磁盘、光盘和磁带等。

(4) 数据输出设备。包括图形终端(显示器)、绘图仪、打印机等。

(5) 网络设备。网卡、集线器(Hub)、交换机(Switcher)、路由器(Router)等。

图 1-3 中描述了 GIS 局域网工作模式,其中方框 A 是整个地理信息系统的数据处理和管理中心,由一台或几台服务器组成。它作为中央数据处理和管理中心,负责空间数据的存储、备份、动态维护,以及系统的网络管理。方框 B 是输入系统,由

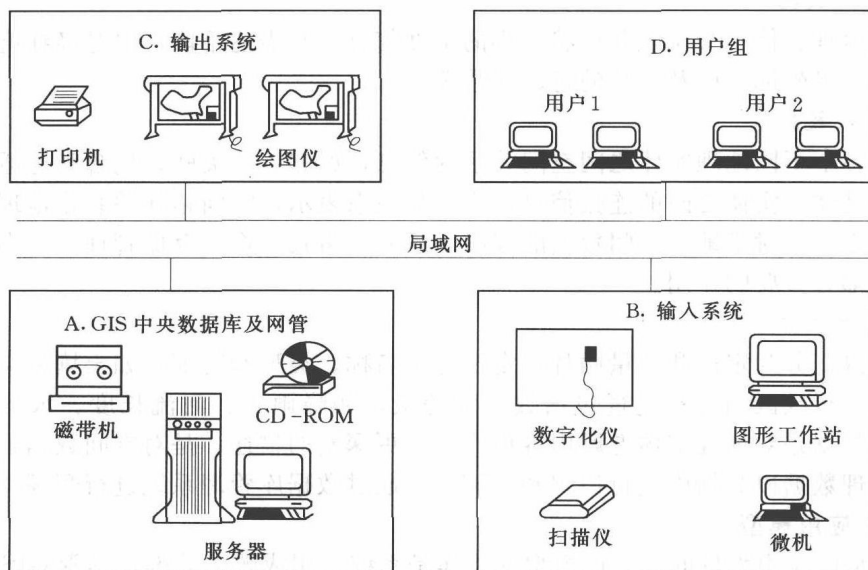


图 1-3 GIS 局域网模式

数字化仪、扫描仪、图形工作站或微机组组成。方框 C 是输出系统，由绘图仪或打印机组成。方框 D 是用户组，由若干台图形工作站或微机组组成。

如果 GIS 的用户地域分布较广，如省级或国家级的水资源管理系统，则需要 GIS 的硬件环境设置为广域网模式。在广域网模式中，每个局部范围仍然设计成局域网配置模式，再设计若干条通道与广域网连接。

1.2.1.2 软件系统

软件系统是指 GIS 运行所必须的各种程序，它是 GIS 的核心。软件系统按照其功能可分为计算机系统软件、GIS 专用软件和应用分析软件。

1. 计算机系统软件

计算机系统软件是计算机厂家为方便用户使用提供的程序系统。包括计算机系统、汇编程序、编程语言等。

2. GIS 专用软件

GIS 专用软件是指通用性的 GIS 软件包，具有数据输入和效验、存储和管理、空间查询与分析、数据显示和输出、用户界面等基本功能模块，可作为应用系统开发的平台。

3. 应用分析软件

应用分析软件是 GIS 基本功能的扩充和延伸，用于完成特定的应用任务。只有应用系统做得好的 GIS 才会是一个实用的成功的地理信息系统。

1.2.1.3 地理空间数据

地理信息系统的操作对象是地理空间数据，硬件系统，软件系统和用户都是围绕地理数据来工作的。

地理空间数据主要包括三种互相联系的数据类型。

1. 几何数据

标识地理实体本身位置和形状大小的量度信息。其表达手段可以是经纬度、平面直角坐标、极坐标, 以及矩阵的行、列数等。

2. 关系数据

描述各个不同地理实体之间空间关系的信息, 如邻接、关联、包含和连通等。其表达手段是建立实体之间的连接信息, 用拓扑关系表示。空间拓扑关系是地理信息系统的特色之一, 对于地理空间数据的编码、录入、格式转换、存储管理、查询检索和模型分析都有重要的作用。

3. 属性数据

属性数据分为定性和定量两种, 定性包括名称、类型和特征, 如土壤种类、土地利用类型、行政区划等; 定量包括数量和等级, 如降雨量、河流长度、水土流失量等。属性数据是对地理实体专题内容更广泛、更深刻的描述, 是对空间数据强有力的补充。地理数据以数据库进行组织和存储, 并通过数据库管理系统进行管理。

1.2.1.4 应用模型

GIS 是以应用为目的, 应用模型的构建是系统应用成败的关键, 尽管 GIS 为解决各种现实问题提供了基础平台, 但针对某一专业领域的应用问题, 必须通过建立专门的应用模型才能解决, 例如分布式水文模型、洪水监测模型、水土流失模型等。应用模型是 GIS 与相关专业连接的桥梁, 应用模型的开发必须以坚实的专业知识为基础, 根据模型的研究对象和应用目的, 确定模型的结构、相关变量、参数和算法, 通过分析计算揭示各种因素之间内在的变化规律, 构建真正有效的 GIS 应用模型, 这也是 GIS 生命力的重要保证。由此可见, 应用模型在 GIS 技术中占有十分重要的地位。

1.2.1.5 系统应用人员

GIS 系统的开发是一项以人为本的系统工程, 人是 GIS 中重要的构成因素, 仅具有硬件和数据还不能构成完整的地理信息系统, 必须有系统管理操作人员进行有效的组织、管理、维护、数据更新、应用程序开发等。因此, GIS 管理操作人员的业务素质和专业性是 GIS 工程及其应用成败的关键。

1.2.2 地理信息系统的功能

GIS 的基本功能是实现空间数据输入管理、空间数据库管理、空间数据处理和分析以及应用模型, 如图 1-4 所示。

1. 空间数据输入管理功能

空间数据输入管理的目的是获取 GIS 中各种数据源, 并将其转换成计算机所要求的数字格式进行存储。GIS 中, 空间数据的多源性带来了输入管理的复杂性。针对数据源种类的不同、输入设备的不同及系统选用数据结构及数据编码方式的不同, 在数据输入部分配有不同的软件, 以确保原始数据按要求存入空间数据库中。通常, 空间数据输入的同时, 伴随着对输入数据处理, 以实现数据的校验和编辑。空间数据输入管理如图 1-5 所示。

2. 空间数据库管理功能

由于 GIS 数据库不仅涉及的数据类型多并且数据量大。这些特点决定了它既要