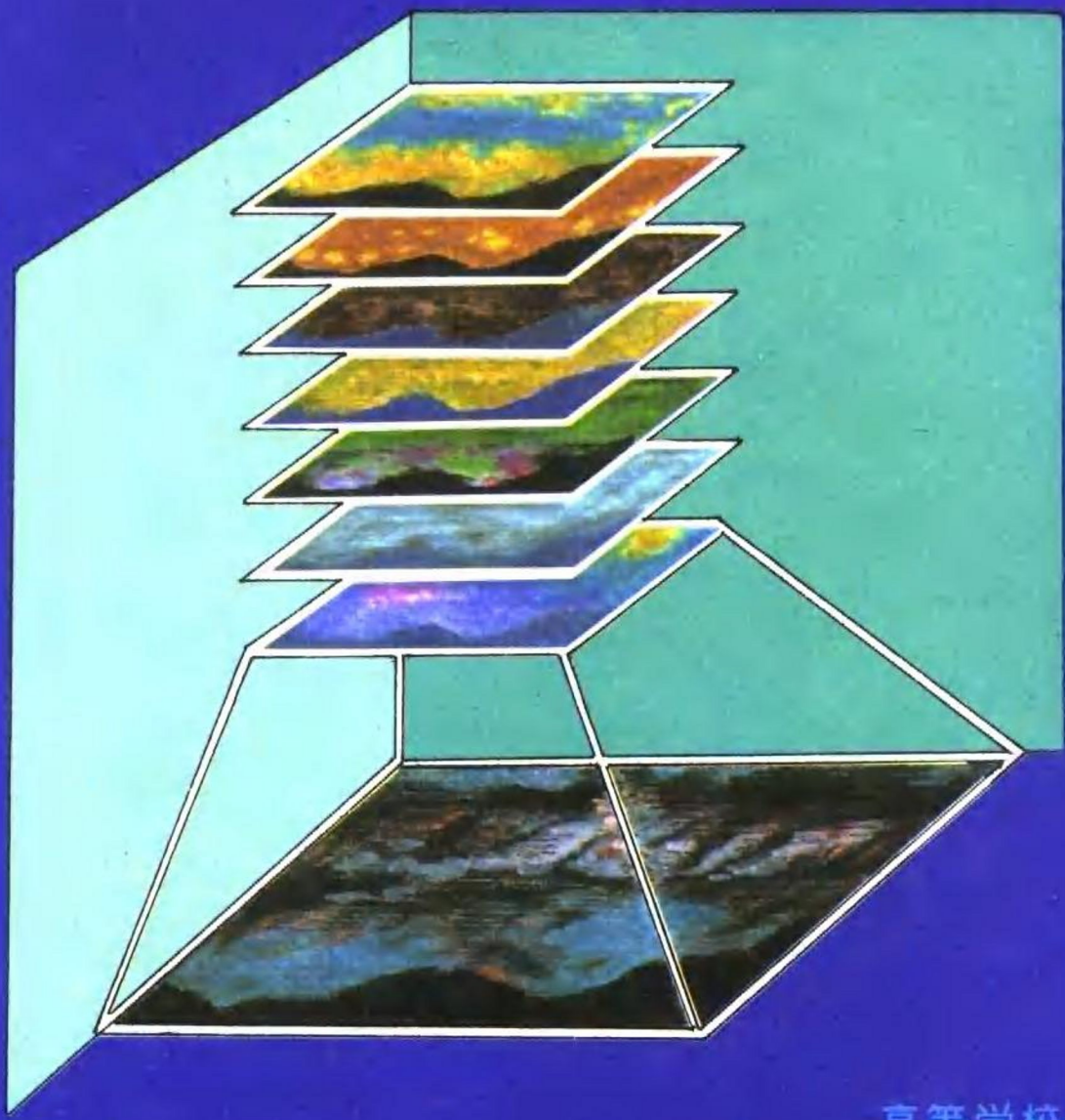

高等学校教材

地理信息系统

张 超 陈丙咸 邬 伦 主编

高等教育出版社

高等学校教材

地理信息系统

张超　陈丙咸　邬伦　主编

AD23/08

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统/张超等主编.—北京:高等教育出版社,
1995(2000重印)
ISBN 7-04-005396-9

Ⅰ.地… Ⅱ.张… Ⅲ.地理信息系统 Ⅳ.P91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 01872 号

出版发行	高等教育出版社		
社　　址	北京市东城区沙滩后街 55 号	**邮政编码**	100009
电　　话	010—64054588	**传　　真**	010—64014048
网　　址	http://www.hep.edu.cn		
经　　销	新华书店北京发行所		
排　　版	高等教育出版社照排中心		
印　　刷	国防工业出版社印刷厂		
开　　本	787×1092　1/16	**版　　次**	1995 年 10 月第 1 版
印　　张	13	**印　　次**	2000 年 4 月第 5 次印刷
字　　数	320 000	**定　　价**	12.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有　侵权必究

前　言

根据国家教委高等学校地理教学指导委员会审定的我国高校地理系有关专业的培养规格和教学的基本要求，已将地理信息系统列为必修课程，并建议编写适合于综合性大学和高等师范院校地理系使用的《地理信息系统》教材。为此，由华东师范大学、南京大学和北京大学组织有关同志联合编写了本教材。

地理信息系统(Geographical Information System，简称 GIS)是一门介于地球科学与信息科学之间的交叉学科，它是近年来迅速发展起来的一门新兴技术学科。它将地学空间数据与计算机技术相结合，通过系统建立、操作与模型分析，产生对资源、环境、区域规划、管理决策、灾害防治等方面的有用信息。我国许多大学、科研机构和应用部门，正在从事 GIS 方面的教学、研究和应用开发工作，使 GIS 成为现代地学发展的强有力技术工具和定量化的重要途径之一。作为一门新兴的高技术，地理信息系统已引起我国科技界，特别是地理学界的广泛重视。陈述彭教授在《地理系统与地理信息系统》一文中，充分阐明了地理信息系统在地理学中的重要作用，指出它是地理学发展的一个重要方向。

地理信息系统的出现是近 20 年来地理学的一个革命性事件。它发展之快、应用之广、影响之深刻是其它地理学科无可比拟的。H.D.Parker 认为，地理信息系统的时代已经到来。在西方发达国家，GIS 已在众多管理、生产部门得以广泛普及，高等学校的地学类学科大都已开设 GIS 方面的课程，而且具有应用和开发 GIS 能力的毕业生，一直受到用人单位的广泛欢迎。我国的环境、地质、农业、林业、国土、规划等部门，对 GIS 也给予越来越多的重视，编写 GIS 教材，培养熟悉和应用 GIS 方面的人才是当前地理教学改革的重要方面。

本教材以地球科学和环境科学为基础，应用系统科学和信息科学的理论和方法，论述自然环境、生态环境和经济环境等方面的数据采集、处理及分析模型的应用、图像编辑、系统的管理、成果的输出等。教材以地理信息系统的基本概念、基础理论、基本技术和应用方法为主线，并以应用为重点组织教材，形成具有中国特色的地理信息系统教材体系。

为配合本教材的教学，还编写了《地理信息系统实习教材》，并研制了 GIS—TP 软件系统，该系统可在 286 以上规格 IBM 兼容微机上操作，该系统包括数据采集、图像入库、DEM 生成、数据格式转换、双向查询、数据分析模型、图形输出、微机 GIS 应用等功能，操作方便，可全汉化面向用户。该系统是实习教材的一部分，既与教材紧密配合，又可直接应用于地理学的科研实践。

地理信息系统总课时为 72 学时，实习时数为 20 学时左右，约占总课时三分之一为宜。

本书编写分工是第一、三、四章张超、邬伦，第二章余国培，第五章李满春、高文，第六章陈丙咸、赵荣、第八章高文，第七、九章邬伦、张超、任伏虎、程承旗编写，初稿完成后，由张超、邬伦、陈丙咸进行统稿。在修改过程中华东师范大学梅安新教授、南京大学黄杏元教授、北京师范大学彭望琭副教授提出了许多宝贵意见，对本教材修改给予了很大帮助，在此表示衷心地感谢。

本书插图由华东师范大学地理系朱一平绘制，研究生邓青书、应伟勇、姚文杰、梁梅、刘素霞

协助整理图件，打印书稿，在此一并致谢。

书中错误和不足之处，希望有关高校和读者，在使用本教材过程中，给予批评指正。

编　者

1995年3月于上海

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

目　录

第一章　绪论 …… 1
§1. 地理信息系统的产生 …… 1
一、地图和空间信息 …… 1
二、计算机地图制图 …… 2
三、地理信息系统 …… 3
§2. 地理信息系统的基本概念 …… 4
一、信息与数据 …… 4
二、地理信息与地理信息系统 …… 4
§3. 地理信息系统的组成 …… 6
一、计算机硬件系统 …… 6
二、计算机软件系统 …… 6
三、地理空间数据 …… 9
四、系统开发、管理和使用人员 …… 10
§4. 地理信息系统的应用 …… 11
一、管理和决策对地理信息系统的要求 … 11
二、地理信息系统的应用功能 …… 13
§5. 地理信息系统的研究内容 …… 14
一、研究内容 …… 14
二、相关学科 …… 15
§6. 地理信息系统的发展趋势 …… 16
一、GIS 的发展阶段 …… 16
二、GIS 在我国的发展 …… 17
三、发展趋势 …… 18
第二章　空间数据采集 …… 20
§1. 地理信息系统的数据 …… 20
一、数据的种类与形式 …… 20
二、数据的精度与误差来源 …… 21
三、对现有数据的获取 …… 22
§2. 信息输入方法 …… 25
一、手工数据输入方法 …… 25
二、手扶跟踪数字化仪 …… 26
三、自动扫描器 …… 27
§3. 空间数据编辑处理 …… 28
一、格式转换 …… 28
二、图形单元的修改与增删 …… 29
三、图幅拼接 …… 29
四、坐标转换 …… 30
五、拓扑结构及拓扑关系的自动生成 …… 31
第三章　地理信息系统空间数据结构 …… 35
§1. GIS 数据库 …… 35
一、GIS 数据库特点 …… 35
二、数据库结构 …… 36
三、数据库管理系统 …… 38
§2. 地理数据的显式和隐式表示 …… 39
§3. 栅格数据结构 …… 41
一、栅格数据的概念 …… 41
二、栅格数据的取值方法 …… 41
三、减少栅格数据存储量的编码方法 …… 43
§4. 矢量数据结构 …… 46
一、矢量数据结构编码的基本内容 …… 46
二、矢量编码方法 …… 48
§5. 栅格和矢量数据结构的选择及其相互转换算法 …… 56
一、栅格和矢量数据结构的比较与选择 … 56
二、栅格和矢量数据结构相互转换算法 … 58
第四章　空间数据分析 …… 64
§1. 空间分析模型 …… 64
一、模型的作用和特点 …… 65
二、模型的分类 …… 65
§2. 数据统计模型 …… 67
一、主成分分析 …… 68
二、层次分析法 …… 69
三、系统聚类分析 …… 69
四、判别分析 …… 71
§3. 空间数据的内插模型 …… 71
一、整体内插法 …… 72
二、局部内插法 …… 73
§4. 数字地形模型 …… 80
一、DTM 和 DEM …… 80
二、DEM 的表示方法 …… 81

三、DEM 的应用 …… 84
§5. 地学专家系统 …… 88
第五章 地理信息系统产品输出 …… 90
§1. 地理信息系统产品类型 …… 90
§2. 矢量形式绘图输出 …… 92
一、矢量形式绘图特点 …… 92
二、二维实体符号形成方法 …… 93
三、三维实体符号形成方法 …… 96
§3. 栅格形式绘图输出 …… 98
一、栅格形式绘图特点 …… 98
二、图形符号形成方法 …… 99
三、图像符号的形成 …… 100
§4. 统计图表输出 …… 100
第六章 地理信息系统与遥感 …… 102
§1. 遥感技术系统简介 …… 102
一、遥感的概念与特点 …… 102
二、现代遥感技术的构成 …… 103
三、数字图像处理系统 …… 105
四、实用的资源卫星系统 …… 106
§2. 遥感和地理信息系统的结合 … 107
一、地理信息系统和遥感结合的原因 …… 107
二、遥感和地理信息系统结合的方法 …… 108
§3. 现状及发展趋势 …… 111
第七章 地理信息系统设计与评价 …… 114
§1. 地理信息系统设计的步骤 …… 115
一、可行性研究 …… 115
二、系统设计 …… 116
三、建立系统的实施计划 …… 116
四、系统实验 …… 117
§2. 用户需求分析 …… 117
一、用户类型和用户需求 …… 117
二、应用范围 …… 118
三、用户对技术的选择 …… 118
四、财力和人力状况 …… 119
§3. 地理信息系统逻辑设计模型 … 120
一、数据模型 …… 120
二、操作公理 …… 120
三、地图集合逻辑 …… 122
§4. 地理信息系统硬件选配 …… 123
§5. 地理信息系统的软件设计 …… 124
一、信息描述 …… 124
二、结构化的软件设计方法 …… 125
三、面向对象的软件设计方法 …… 126
四、原型化的设计方法 …… 127
§6. 数据库录入与存储设计 …… 127
一、数据录入设计 …… 127
二、数据存储设计 …… 128
三、数据检索设计 …… 129
§7. 用户界面设计 …… 130
一、菜单式界面 …… 130
二、命令式界面 …… 130
三、表格式界面 …… 130
§8. 地理信息系统评价 …… 130
一、系统效率 …… 130
二、系统可靠性 …… 131
三、可扩展性 …… 131
四、可移植性 …… 131
五、系统的效益 …… 131
第八章 微机地理信息系统及其实施 …… 132
§1. 微机与微机地理信息系统 …… 132
§2. 微机地理信息系统软硬件环境 …… 133
一、微机地理信息系统硬件系统 …… 133
二、微机地理信息系统支撑软件 …… 136
§3. 微机地理信息系统软件工具 … 138
一、微机地理信息系统软件工具结构和功能 …… 138
二、微机地理信息系统软件工具中的数据组织 …… 140
三、微机 GIS 软件工具的实现 …… 141
§4. 微机 GIS 应用系统实施过程 … 143
一、系统分析 …… 143
二、系统设计 …… 145
三、系统实施 …… 146
第九章 地理信息系统的应用 …… 148
§1. 城市环境信息系统 …… 148
一、系统目标 …… 148
二、系统总体结构和界面菜单设计 …… 149
三、数据组织 …… 150
四、应用模型 …… 151
五、系统功能与技术特点 …… 156

§2. 上海市人口地理信息系统 …… 158
一、设计目标 …… 158
二、建立过程 …… 159
三、总体结构与功能模块 …… 162
四、功能与特色 …… 164
五、SPGIS 的应用 …… 165
§3. 北京市水土流失信息系统 …… 171
一、系统总体结构与工作流程 …… 171
二、系统应用 …… 172
§4. 县域规划信息系统 …… 173
一、开化县县域规划(经济规划)信息系统 …… 174
二、平谷县县域规划(空间规划)信息系统 …… 177
§5. 区域旅游信息系统 …… 181
一、系统结构 …… 182
二、数据内容 …… 184
三、查询检索 …… 185
四、线路选择 …… 188
五、技术特点 …… 189
§6. 地貌信息系统 …… 190
一、地貌信息的内涵、地貌系统的特点与分析方法 …… 191
二、地貌信息系统的基本内容与方法 …… 193
三、定量地貌分析模型 …… 195
参考文献 …… 199

第一章

绪　论

§1. 地理信息系统的产生

地理学的发展与人类生产活动中的技术进步有密切的关系，如果说世界范围的地理大发现和地理制图技术的革新，促进了近代地理学的诞生，那么，现代科学方法——系统论、信息论、控制论的形成与现代高新技术——计算机技术、空间技术和自动化技术的应用，为面临信息时代地理学的发展，展示出更加广阔的前景。

信息时代以信息资源的科学管理和充分利用为特征。它必将要求地理学的高度现代化，既要求为国土整治、流域开发、区域规划等提供宏观的辅助决策信息，又要为地学工程提供微观辅助设计的具体数据，因此，对地理信息的采集、管理和分析，提出了更高的要求，可以说，地理决策的科学性，取决于对地理信息获取和分析的技术水平。这就是地理信息系统(Geographic Information System，简称 GIS)必然产生的历史背景。

一、地图和空间信息

地理信息系统脱胎于地图，它们都是地理信息的载体，具有存储、分析与显示地理信息的功能。

20 世纪以来，人们对地形图和各种专题地图(例如自然资源专题地图)的需求量迅速增加。立体航空摄影和遥感成像技术的发展，使摄影测量工作者能以很高的精度、快速地进行大面积测量，同时也为地学专家们如地理学家、土壤学家、生态学家、地质学家和土地利用专家等提供了优越的条件，进行一定精度的制图工作，所产生的专题地图已是资源调查和管理的有用的信息资源。

岩石、土壤、植物群落及人地关系的空间分析，都是从定性研究开始的。然而，测量或调查得到的大量数据，仅用分类与制图的方法，不可能得到充分地利用。定量描述存在两个方面的障碍：一是数据容量大和数据测量不足的矛盾；二是还缺乏合适的数学工具来描述与分析空间数量关系。30 年代和 40 年代期间，与统计法、时间序列法的发展并行，首次发展了描述空间变化的一些适用的数学方法，但这些方法的发展终因运算工具缺乏而被迫停止。60 年代数字计算机投入使用以来，空间信息的概念模式、专题地图数量化及空间分析才得到真正的发展，其实际应用成为可能。

计算机应用于制图与信息管理以前，各类地图都被看成空间数据库，空间信息则以点、线、面的形式记录，这些基本实体（点、线、面）再用各种显示技巧（符号、颜色和文字编码）加以表示并用图例说明，更为详细的信息则记载于附件中。由此产生如下的一些问题：①原始数据必须大大压缩或分类，才能使地图易于理解和表示，因而损失掉许多细部特征；②比例尺一定时，一个大面积制图区域，需用多幅地图描绘，经验证明，人们感兴趣的部分有时恰恰落在多幅地图的接边地带；③一旦数据表示于地图后，要从中恢复某些数据以便与其它空间数据组合分析时显得很困难；④印刷地图是静态定性资料，如要为特殊目的进行定量空间分析时，难以凭借新收集的信息。特别是一幅地图印刷出版后，不可能不修改，目前科研、生产与管理工作都要求及时得到有关地表变化的信息，这种情况下传统制图方法就完全不适应了，例如天气图等，因数据每天甚至每小时都在变化，要及时更新数据库的数据并立即绘出新的地图，传统的手工制图是绝对办不到的。

近年来，人们能用航空摄影特别是卫星遥感，监测地表资源、环境变化，或了解沙漠化、土壤侵蚀等缓慢变化过程，或监视森林火灾、洪水、蝗灾和天气迅速变化状况等。然而航空和遥感产品是图像和记录在磁带上的数据流，而不是地图。数字数据是二维阵列中的像元编码，而不是人们熟悉的表示地表点线面特征的图示符号，像元编码仅仅是用来表示一定波段中电磁辐射反射强度的数字，需要新的设备将这些数据流转换成图像，再从图像中识别有意义的物体。最初，是物理学家、数学家、计算机科学家在军事部门的大力支持下发展起了新兴的遥感技术、图像分析技术和模式识别技术等，传统的制图工作者反而没有从事这方面的研究工作。制作遥感图像的新实践者们采用了与测量学家、地图制图学家及其它传统空间分析领域中的科学家完全不同的方法。起初，他们有点夸大其词地宣称：不需要费用过高的外业测量就有能力用遥感和图像分析技术进行地表特征的识别与制图。后来他们才认识到只有与实地数据结合，遥感数据分析中产生的结果才具有真正价值，就是说要使判别结果与实地一致，就必须进行适当的外业调查与地学相关分析。并且，还应按适当的大地测量网对图像进行定位纠正，否则获取的信息不能有确切的相关位置，因此，遥感、地面测量与调查分析和制图技术必须紧密结合起来。

地理信息系统使地理信息（包括遥感）综合管理、充分利用、定量分析、动态更新与快速成图成为可能。

二、计算机地图制图

六七十年代期间，空间数据应用的主要领域是资源调查、土地评价和规划等领域，各学科领域的科学家们认识到地表各特征之间的相互联系、相互影响这一事实后，开始寻找一种综合的多学科、多目标的调查分析方法来评价地表特征。实践中，规划师、土地利用工作者已从原理上认识到各种单项资源测量数据的组合和综合，可以简单地在透光桌上将绘在透明薄膜上的单项图进行多图叠置处理来完成组合工作，并找出各叠置层上多边形边界一致的部分。与此同时，一些建筑师和城市规划师用计算机在格网纸上打印统计数值并绘出简单地图。在他们设计的绘图软件中包括一系列数据分析和数据处理模块，用这些模块可以产生等值区域或等值线内插值，而且能用多种方法显示分析结果。在这些软件中还包括著名的栅格制图程序和自动进行地图叠置的程序。

到 70 年代后期，由于计算机硬件的持续发展，计算机地图制图的历程向前迈进了一大步。地图制图领域使用计算机必要性在于：①能更快更便宜地生产现有地图；②能生产特殊用户需要

的地图；③能在缺少技术人员的情况下生产地图；④允许用同样的数据进行不同图形表示的实验；⑤易于进行统计分析；⑥改变了仅以印刷地图当作空间数据存储介质的现状，增大了信息载负量，因而减少了数据压缩分类和数据综合对质量的影响；⑦能生产手工方法难以生产的地图，如三维地图、立体地图等；⑧能生产那些已确定地图内容取舍原则而连续生产的地图；⑨自动化的引入能导致整个地图生产过程的工艺革新、工时节省和技术改进。

引入机助制图后，在地图生产部门，自动化的机助制图技术，通常仅用于精确的底图绘制、等高线扫描、印刷图的制版胶片图准备等。看来，许多制图工作者还没有意识到这项新技术的潜力，即有了数字形式的制图数据并存储于大型数据库中之后就可以用来进行许多非常重要的空间问题分析。因而当时有人对"计算机地图制图"的评论是："计算机制图就象一个具有青年运动员的体格和儿童思维能力的人一样"。事实上计算机制图方法的应用已形成两种主要趋势，一种是现有制图任务的自动化，重点放在制图精度和质量，另一种则侧重于空间分析，而忽视精细图形输出。计算机制图技术的发展对地理信息系统的产生起了有力地促进作用。

三、地理信息系统

计算机用于制图和空间分析的历史表明，在一些较为相关的学科领域中，数据自动获取、数据分析和数据表示等得到了同步发展。这些领域包括地形制图、专题制图、市政工程、土壤科学、测量与航测、城乡规划、公用事业网、遥感与图像分析等。军事领域也占重要地位。这样在各个领域的应用中做了许多重复的工作，在当前克服了技术和有关概念上的问题之后，有可能将多种空间数据处理学科连接在一起，组成目的广泛的地理信息系统(图 1－1)。

实际上所有这些独立发展的学科都试图找出一种相同的程式，即为多种目的发展一套强有力的工具来收集、存储、随意检索、变换和显示从自然界获取的数据，这一套工具构成了"地理信息系统"(有时称为土地信息系统)。地理数据从以下几方面描述自然界的物体：①一定坐标系中的位置；②与位置无关的属性(如岩性、地价、pH 值等)；③相互间的空间关系(拓扑关系)，这种关系描述物体间是如何连接在一起的，或一物体如何在其它物体间移动。

地理信息系统不同于计算机地图制图，后者主要考虑可视材料的显示和处理，不太注重可视实体具有或不具有的非图形属性，而这种属性数据在分析中可能非常有用。现代 GIS 必须具有良好的计算机图形软件，但图形软件包本身不足以完成用户希望完成的任务。

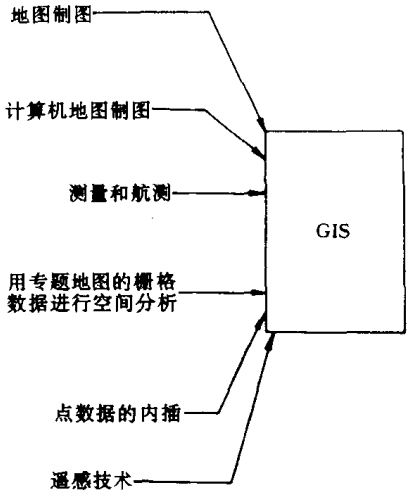

图 1－1　连接多种独立空间数据处理学科组成地理信息系统

地理信息系统与计算机辅助设计(CAD)确有许多共同之处，CAD 主要用于绘制范围广泛的技术图形，大至飞机小至微芯片等。GIS 和 CAD 共同点是二者都要有坐标参考系统，但前者处理非图形属性数据、描述与分析图形单元间拓扑关系的功能明显强于后者。它们之间的主要区别还在于 GIS 的容量大得多，数据输入方式不同，所用的数据分析方法具有专业化特征等。这种差别有时可能相当大，即便是一个很有效的 CAD 系统，也可能完全不适合于地理信息分析处理。

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

地理信息系统的含义远远超过对地表形状的编码、存储和检索，其实际内涵是：地理信息系统中的数据，无论是可见的（记于纸上）或是不可见（记于磁介质上），都被认为是自然环境的一种表现模式。因为这些数据可以被访问、变换、交互式处理，还可以作为研究环境过程、分析发展趋势、预估规划决策可能结果的基础。GIS 能为规划者、决策者披露可能的变化情况，提供行动方针的重要指导思想，使他们不至犯下不可能挽回的错误。

§2. 地理信息系统的基本概念

一、信息与数据

信息（Information）是近代科学的一个专门术语，已广泛地应用于社会各个领域。关于信息有各种不同的定义，狭义信息论将信息定义为人们获得信息前后对事物认识的差别；广义信息论认为，信息是指主体（人、生物和机器）与外部客体（环境、其它人、生物和机器）之间相互联系的一种形式，是主体和客体之间一切有用的消息和知识，是表征事物特征的一种普遍形式。

本书采用如下的定义：信息是向人们或机器提供关于现实世界各种事实的知识，是数据、消息中所包含的意义，它不随载体的物理形式的各种改变而改变。信息具有如下的特点：①信息的客观性。任何信息都是与客观事物紧密相联系的；②信息的适用性。信息对决策是十分重要的，建立地理信息系统的目的就是为生产、管理和决策服务的，因而信息具有适用性；③信息的传输性。信息可以在信息发送者和接受者之间传输，既包括系统把有用信息送至终端设备（包括远程终端），和以一定形式提供给有关用户，也包括信息在系统内各子系统之间的传输和交换。④信息的共享性。信息与实物不同，它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。

数据（Data）是通过数字化或直接记录下来的可以被鉴别的符号，不仅数字是数据，而且文字、符号和图像也是数据。数据是用以载荷信息的物理符号，在计算机化的地理信息系统中，数据的格式往往和具体的计算机系统有关，随载荷它的物理设备的形式而改变。数据只有对实体行为产生影响时才成为信息。例如同样的数据“1”和“0”，当用来表示某一种实体在某个地域内存在与否时，它就提供了有（1 表示）无（0 表示）的信息。在绘图矩阵中表示绘线或不绘线时，它就提供抬笔落笔的信息等等。地理信息系统的建立，首先是收集数据，然后对数据进行处理，即对数据进行运算、排序、转换、分类、增强等，其目的就是为了得到数据中包含的信息。对同一数据每个人的解释可能不同，因而获得信息量的多少与人的知识水平和经验有关。

信息与数据虽然有词义上的差别，但信息与数据是不可分离的，即信息是数据的内涵，而数据是信息的表达。也就是说数据是信息的载体，只有理解了数据的含义，对数据作解释才能得到数据中所包含的信息。地理信息系统的建立和进行，就是信息（或数据）按一定方式流动的过程，在通常情况下，并不严格区分地使用“信息”和“数据”两个术语。

二、地理信息与地理信息系统

地理信息是指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、图像和图形等的总称。从地理数据到地理信息的发展，是人类认识地理事物的一次飞跃。地

球表面的岩石圈、水圈、大气圈和人类活动等是最大的地理信息源。地理科学的一个重要任务就是迅速地采集到地理空间的几何信息、物理信息和人为信息，并适时地识别、转换、存储、传输、再生成、显示、控制和应用这些信息。

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它类型信息的最显著的标志。地理信息的这种定位特征，是通过经纬网或公路网建立的地理坐标来实现空间位置的识别；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，而各个专题型实体型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。地理信息的时序特征十分明显，因此可以按照时间尺度将地理信息划分为超短期的（如台风、地震）、短期的（如江河洪水、秋季低温）、中期的（如土地利用、作物估产）、长期的（如城市化、水土流失）、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，一方面要求地理信息的获取要及时，并定期更新；另一方面要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。认识地理信息的这种区域性、多层次性和动态变化的特征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。

地理信息系统是以地理空间数据库为基础，在计算机软硬件的支持下，对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并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而建立起来的计算机技术系统。因此，地理信息系统具有以下三个方面的特征：

1. 具有采集、管理、分析和输出多种地理空间信息的能力；

2. 以地理研究和地理决策为目的，以地理模型方法为手段，具有空间分析、多要素综合分析和动态预测的能力；并能产生高层次的地理信息；

3. 由计算机系统支持进行空间地理数据管理，并由计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法，作用于空间数据，产生有用信息，完成人类难以完成的任务；计算机系统的支持是 GIS 的重要的特征，使 GIS 得到快速、精确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位和动态分析。

地理信息系统从外部来看，它表现为计算机软硬件系统；而其内涵确是由计算机程序和地理数据组织而成的地理空间信息模型，是一个逻辑缩小的、高度信息化的地理系统。信息的流动及信息流动的结果，完全由计算机程序的运行和数据的交换来仿真，地理学家可以在 GIS 支持下提取地理系统不同侧面、不同层次的空间和时间特征信息，也可以快速地模拟自然过程的演变和思维过程，取得地理预测和实验的结果，选择优化方案，避免错误的决策。

当具有一定地学知识的用户使用地理信息系统时，他面对的就不再是毫无意义的数据，而是空间数据组成的客观世界的一个抽象模型，它比地图所表达的自然世界模型更为丰富和灵活，用户可以按应用的目的观测这个现实世界模型的各方面的内容，也可以提取这个模型所表达现象的各种空间尺度指标，更为重要的是，它可以将自然发生或人为规划的过程加在这个数据模型上，取得自然过程的分析和预测的信息，用于管理和决策，这就是地理信息系统的深刻的内涵。

地理信息系统按其内容可以分为三大类：

1. 专题地理信息系统：是具有有限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、矿产资源信息系统、农作物估产信息系统、草场资源管理信息系统、水土流失信息系统、环境管理信息系统等。

2. 区域地理信息系统：主要以区域综合研究和全面信息服务为目标。可以有不同规模，如国家级的、地区或省级的、市级或县级等为各不同级别行政区服务的区域信息系统，也可以按自然分区或流域为单位的区域信息系统。区域信息系统如加拿大国家信息系统、美国橡树岭(Oak Ridge)地区信息系统、圣地亚哥县信息系统、我国黄河流域信息系统等。

许多实际的地理信息系统是介于上述二者之间的区域性专题信息系统，如北京市水土流失信息系统、上海市环境管理信息系统、海南岛土地评价信息系统、河南省冬小麦估产信息系统等。

3. 地理信息系统工具：它是一组具有图形图像数字化、存储管理、查询检索、分析运算和多种输出等地理信息系统基本功能的软件包。它们或者是专门研究的，或者在完成实用地理信息系统后抽去具体的区域或专题的地理空间数据后得到的，这些软件适于用来作为地理信息系统支撑软件以建立专题或区域性的实用性地理信息系统，也可用作教学软件。由于地理信息系统软件设计技术较高，而且重复编制比较复杂的基础软件也造成人力的极大浪费，因此采用地理信息系统工具，无疑是建立实用地理信息系统的一条捷径。目前地理信息系统工具的研究还不十分成熟，在功能覆盖、应用程序接口、硬件适应面和使用灵活性上还不能满足不同领域不同层次的需要，但随着人们对它的重视和研究工作的开展，水平会大大提高，成为类似商用的数据库管理系统(如 dBASEIII 等)的软件工具。

国内外已在不同档次的计算机设备上研制了一批地理信息系统工具，如美国环境系统研究所研制的 ARC/INFO 系统，美国耶鲁大学森林与环境研究学院的 MAP(Map Analysis Package)系统，以及北京大学研制的微机地理信息系统工具 Spaceman 等。

在通用的地理信息系统工具支持下建立区域或专题地理信息系统，不仅可以节省软件开发的人力、物力、财力，缩短系统建立周期，提高系统技术水平，而且使地理信息系统技术易于推广，并使广大地学工作者可以将更多的精力投入高层次的应用模型开发上。

§3. 地理信息系统的组成

地理信息系统主要由四个部分组成，即计算机硬件系统、计算机软件系统、地理空间数据库和系统管理人员。地理信息系统的组成，可综合表示为图 1－2。

一、计算机硬件系统

图 1－3 表示地理信息系统的一般硬件组成。中央处理机(CPU)与磁盘驱动器连接在一起提供存储数据和程序的空间；数字化仪或其它数字化设备将地图或航片等被数字化材料转换成数字形式送入计算机；绘图仪或其它类型的显示设备用于表示数据处理结果；磁带(盘)机主要用来存储数据和程序或与其它系统进行通讯。用户通过可视显示器(VDU)或终端控制计算机和外围设备(绘图仪、打印机、数字化仪等)。

二、计算机软件系统

计算机软件系统是指地理信息系统运行所必须的各种程序。通常包括：

1. 计算机系统软件：由计算机厂家提供的为用户开发和使用计算机提供方便的程序系统。通常包括操作系统、汇编程序、编译程序、诊断程序、库程序以及各种维护使用手册。

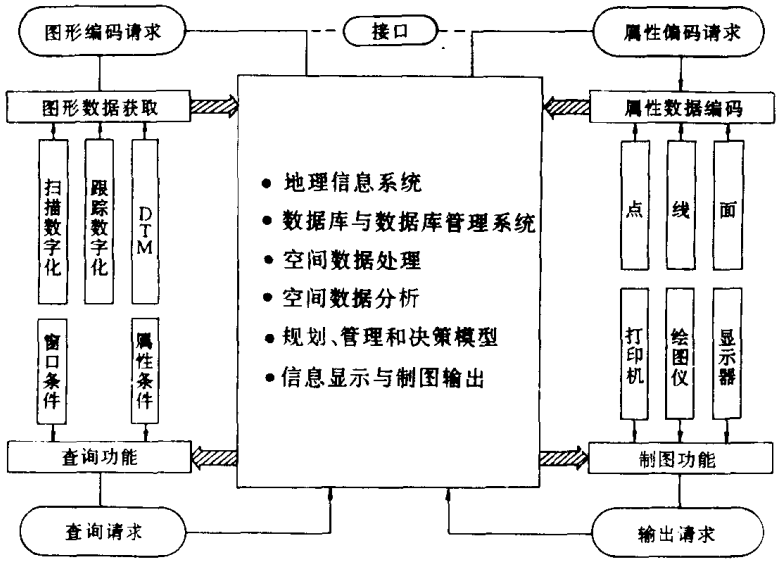

图 1－2　地理信息系统的组成

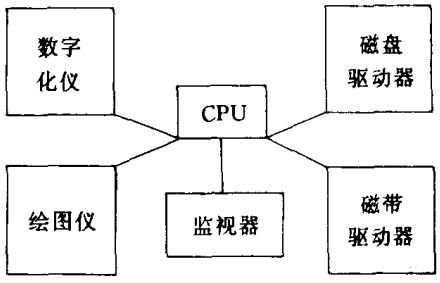

图 1－3　地理信息系统主要硬件组成

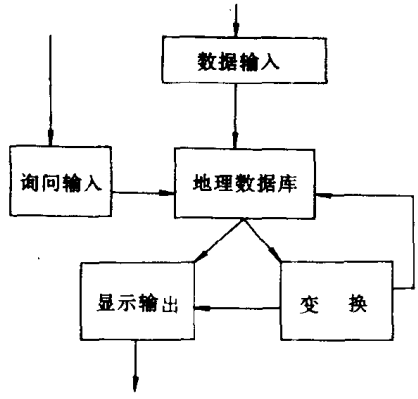

图 1－4　地理信息系统的主要软件组成

2. 地理信息系统软件：地理信息系统软件应包括五类基本模块(图 1－4)，即下述诸子系统：数据输入和检验、数据存储和管理、数据变换、数据输出和表示、用户接口等。

(1) 数据输入和校验：包括能将现有地图、外业观测数据、传感器获取的数据转换成计算机兼容的数字形式的各种转换软件(图 1－5)。许多计算机工具都可用于输入，例如人机交互终端(键盘与显示器)、数字化仪、扫描仪(卫星或飞机上直接记录数据或用于地图或航片的扫描仪)以及从磁带、磁盘、磁鼓上读取数字或数据的装置等。数据检验是通过观测、统计分析和逻辑分析检查数据中存在的错误，并通过适当的编辑方式加以改正。事实上数据输入和检验都是建立地理数据库必须的过程。

(2) 数据存储和管理：是地理信息系统的关键组成部分之一。数据存储和数据库管理(图 1－6)涉及地理元素(表示地表物体的点、线、面)的位置、连接关系及属性数据如何构造和组织，使其便于计算机处理和系统用户理解等。用于组织数据库的计算机程序，称为数据库管理系统(DBMS)。地理数据库包括数据格式的选择和转换、数据的联结、查询、提取等。

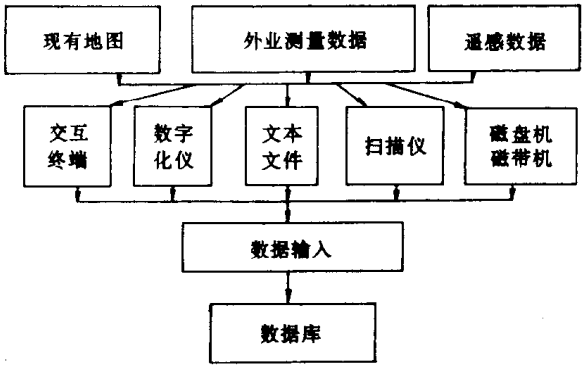

图 1－5　数据输入

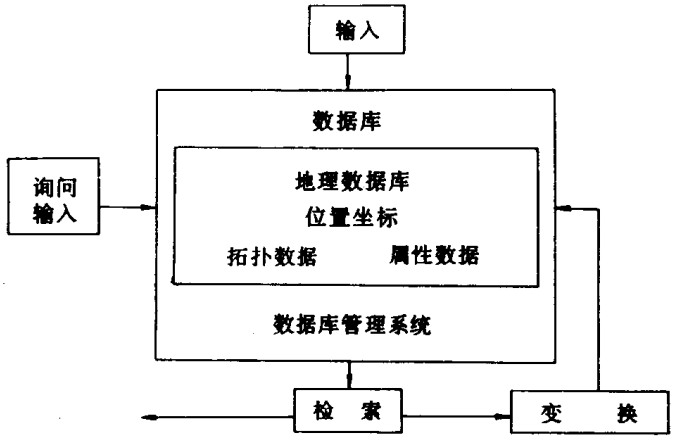

图 1－6　地理数据库的组成

(3) 数据变换(图 1－7)：包括两类操作：①变换的目的是从数据中消除错误，数据更新，与其它数据库匹配；②为回答 GIS 提出的问题而采用的大量数据分析方法。空间数据和非空间数据可单独或联合进行变换运算。比例尺变换、数据与投影匹配(投影变换)、数据的逻辑检索、面积和边长计算等，都是 GIS 中一般的变换特征。其它一些变换处理可能极其偏重于专业应用，也可能是将数据合并到一个只满足特定用户需要的专门化 GIS 系统。

这里特别要指出的空间分析函数变换，它是指对单幅或多幅图件及其属性数据进行分析运算和指标量测。在这种操作中，以一幅或多幅图作为输入，而分析运算结果则以一幅或多幅新生成的图件表示，在空间定位上仍与输入的图件一致，故可称为函数转换。空间函数转换可分为基于点或像元的空间函数，如基于像元的算术运算、逻辑运算或聚类分析等；基于区域的空间函数如叠加分类、区域形状量测等；基于邻域的空间函数如像元连通性、扩散、最短路径搜索等。量测包括对面积、长度、体积、空间方位、空间变化等指标的计算。

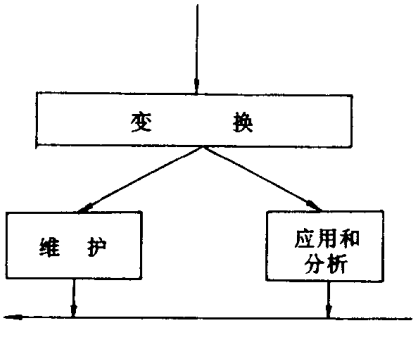

图 1－7　数据变换

对空间数据的处理和分析，是地理信息系统功能的主要体现，也是系统应用数学方法的重要前提，其目的是为了取得系统应用所需要的信息，或对原有信息结构形式的转换。由上面的分析可知，这些转换、分析和应用类型是极其广泛的，它既包括比例尺和投影的数字变换、数据处理和分析，还包括地理或空间模型的建立。

(4) 数据显示与输出(图 1－8)：是指地理信息系统内的原始数据或经系统分析和处理的结果传输给用户，它以报表、统计图、查询应答、地图形式在屏幕上显示，或通过打印机、绘图仪输出，也可通过通讯网络传输到其它计算机系统供用户使用。

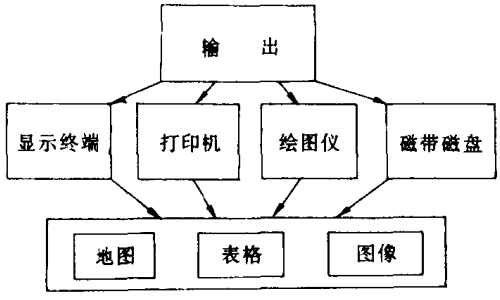

图 1－8　数据输出

(5) 用户接口模块：该模块用于接收用户的指令和程序或数据，是用户和系统交互的工具，主要包括用户界面，程序接口与数据接口。由于地理信息系统功能复杂，且用户又往往为非计算机专业人员，用户界面(或人机界面)是地理信息系统应用的重要组成部分，它通过菜单技术、用户询问语言的设置，还可采用人工智能的自然语言处理技术与图形界面(GUI)等技术，提供多窗口和光标或鼠标选择菜单等控制功能，为用户发出操作指令提供方便。该模块还随时向用户提供系统运行信息和系统操作帮助信息，这就使地理信息系统成为人机交互的开放式系统。而程序接口和数据接口可分别为用户联接各自特定的应用程序模块和使用非系统标准的数据文件提供方便。

3. 应用分析软件：是指系统开发人员或用户根据地理专题或区域分析的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。应用程序作用于地理专题数据或区域数据，构成 GIS 的具体内容，这是用户最为关心的真正用于地理分析的部分，也是从空间数据中提取地理信息的关键。用户进行系统开发的大部分工作是开发应用程序，而应用程序的水平在很大程度上决定系统的实用性优劣和成败。

三、地理空间数据

地理空间数据是指以地球表面空间位置为参照，描述自然、社会和人文经济景观的数据，这些数据可以是图形、图像、文字、表格和数字等，由系统建立者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其它系统通讯输入 GIS，是 GIS 所表达的现实世界经过模型抽象的实质性内容，地理信息系统的数据模型包括三个互相联系的方面：

1. 在某个已知坐标系中的位置：即用几何坐标标识地理实体的空间位置，如经纬度、平面直角坐标、极坐标等，采用数字化仪输入时，常采用数字化仪直角坐标或屏幕直角坐标。

2. 实体间的空间相关性：地理事物点、线、面实体间的空间联系，用拓扑关系(Topology)来

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com