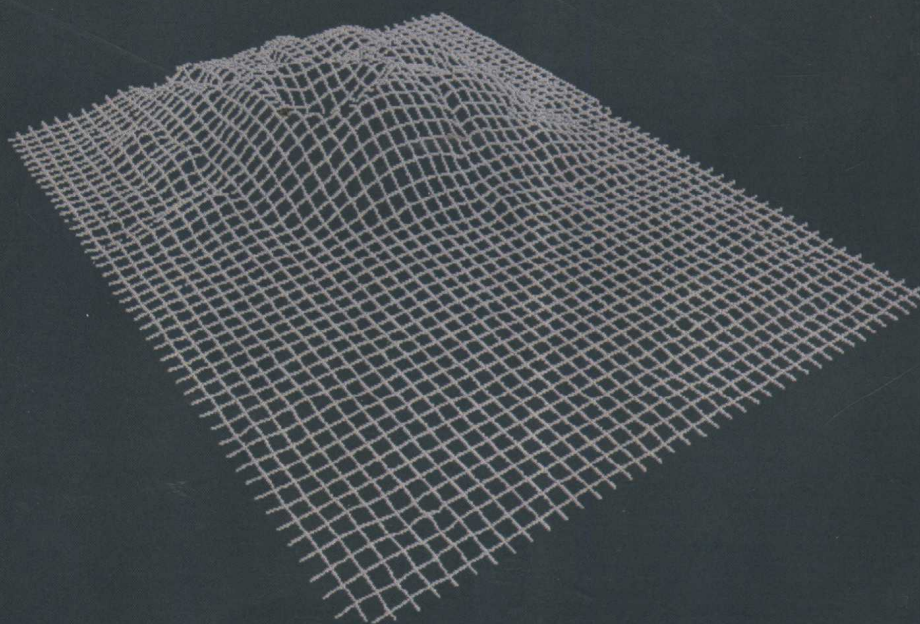


高等学校测绘类系列教材

地理信息系统 工程设计与管 理

郭庆胜 王晓延 编著

武汉大学出版社



高等学校地理信息科学专业系列教材

地理信息系统 工程设计与管埋

周成俊 王德明 编著

武汉大学出版社



高等学校测绘类系列教材

地理信息系统工程设计与 管理

郭庆胜 王晓延 编著

武汉大学出版社

内 容 提 要

该教材是为了满足地图学与地理信息系统专业的本科教学而编写,其内容是从事地理信息系统专业的工作人员必须掌握的基本知识。在编写过程中,强调理论与实践相结合,参考国外同类教材的内容和结构,把地理信息系统的建设当做一个系统工程,同地理信息系统原理方面的教材有明显的区别。该教材的主要内容包括地理信息系统的基本概念和基本原理;地理信息系统软件工程和系统集成工程的设计原理、方法和规范;地理信息系统工程项目的管理方法;地理信息共享的原理、方法和法律问题;地理信息系统工程中计算机网络的建立方法和企业型地理信息系统的解决方案;Arc/Info 的基本概念和应用方法;基于 Arc/Info 的地理信息系统工程设计方法;专业地理信息系统工程的设计案例等。为了方便教学和读者自学,每章都配有思考题或练习题。

该教材是在我们多年从事地理信息系统教学和科研的基础上编写而成,是武汉大学国家重点学科(地图学与地理信息系统)建设中的本科生和研究生核心教材之一,内容深入浅出,有利于读者自学,也可以作为从事与地理信息系统有关的工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统工程设计与 管理/郭庆胜, 王晓延编著. — 武汉: 武汉大学出版社, 2003.2

高等学校测绘类系列教材

ISBN 7-307-03903-6

I. 地… II. ①郭… ②王… III. ①地理信息系统—系统设计 ②地理信息系统—系统管理 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 000062 号

责任编辑: 王金龙

责任校对: 刘 欣

版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 武汉理工大印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 18.125 字数: 458 千字

版次: 2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-03903-6/P·58 定价: 26.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

地理信息系统是一门处理地理空间数据的综合性学科,已广泛地应用于土地管理、资源管理、环境监测、交通管理、城市规划、经济建设以及政府各职能部门。21 世纪是科学与技术一体化的信息时代,地理信息系统的软件开发和应用型工程的建设必然需要大量的地理信息系统专业人才。

在长期从事地理信息系统的教学和科研开发中,我们深深体会到把地理信息系统的建设看做是一项工程的重要性。地理信息系统的软件开发必须遵循软件工程的规律,地理信息系统应用型工程应当有科学、严格的管理方法。为了满足地理信息系统专业教学的需要,专门编写了该教材,让学生从工程的角度理解地理信息系统的建设。从事地理信息系统软件开发的读者可以把该教材作为一本配套的参考书。地理信息系统应用型工程项目的管理者和开发者可以从该教材了解到地理信息系统工程项目的管理方法和开发规律。

第一章介绍了地理信息系统的基本概念,初学者阅读本章后能够了解地理信息系统的系统结构、基本功能和发展情况,为理解本教材后面的内容打下基础。已学习过地理信息系统原理的读者可以跳过此章节。第二章和第三章详细讲解了地理信息系统软件的开发规律,并且把地理信息系统数据集成工程项目的设计与管理单独列出,强调应用型地理信息系统的重要性和管理策略。第四章以地理信息共享为主线,介绍了地理信息共享的方法和相关的标准化问题。第五章介绍了地理信息系统工程中网络建设的基本知识和解决方案。从第六章到第九章,在介绍 Arc/Info 地理信息系统软件的基础上,重点讲解了地理信息系统数据集成工程项目中不同子项目的实施方法。第十章介绍了与专业地理信息系统建设有关的几个设计案例,有利于读者进一步理解前面章节的内容。在每一章后面都有思考题或实习题,可供教学过程中参考。

本教材由郭庆胜确定整体结构,完成大量的编写和统稿工作,参加编写工作的其他人员分工是:王晓延编写了第七章第一、二节和第九章第五节,还编写了 Arc/Info 主要模块的部分命令使用方法;程雄编写了第十章第三节;代侦勇编写了 Arc/Info 基本概念部分的部分内容和第十章的部分实习题;胡石元编写了第十章第一、二节;颜辉武编写了第十章第四节。郑春燕、薛红琳、龚咏喜、王晓延和杨族桥为本教材绘制了部分插图,做了部分文字编辑工作。该教材是这些人员共同努力的结果。在此,感谢他们的热心帮助和支持。该教材还参考了在参考文献中未列出的大量资料,请这些资料的作者们原谅,感谢他们的支持。

由于时间仓促,书中难免有误,敬请读者批评指正。

郭庆胜

2002 年 10 月

目 录

第一章 地理信息系统导论	1
第一节 地理信息系统的定义与结构	1
第二节 地理信息系统的数据采集与处理	3
第三节 地理信息系统的数据管理策略	7
第四节 地理信息系统的空间查询与分析	10
第五节 地理信息系统的可视化方法	11
第六节 地理信息系统的网络化与标准化	12
第七节 地理信息系统的社会化	15
第八节 数字地球的基本概念	17
思考题	18
第二章 地理信息系统工程设计原理	20
第一节 软件工程的基本概念	20
第二节 地理信息系统工程的基本框架	31
第三节 地理信息工程系统的可行性和需求分析	37
第四节 面向对象技术	40
第五节 地理信息系统的数据库设计	44
第六节 地理信息系统的界面设计	48
第七节 地理信息系统的数据采集和融合技术	51
思考题	54
第三章 地理信息系统工程管理	56
第一节 软件工程项目管理与计划的概述	56
第二节 地理信息系统软件工程项目管理的文档	64
第三节 地理信息系统数据集成工程项目的计划	72
第四节 地理信息系统数据集成工程的项目管理	77
思考题	83
第四章 地理元数据与信息共享	84
第一节 地理信息系统的元数据	84
第二节 元数据的管理	91
第三节 地理信息的标准化	93
第四节 地理信息共享法	95

思考题	99
第五章 地理信息系统的网络工程建设	100
第一节 计算机网络的发展与类型	100
第二节 网络通信协议与拓扑结构	103
第三节 网络设备与网络管理	106
第四节 网络地理信息系统的基本概念和技术	109
第五节 企业化 GIS 的要求与解决方案	118
第六节 Intranet 的基本概念	123
第七节 GIS 工程中的 Intranet 设计	129
思考题	134
第六章 Arc/Info 的基础知识	135
第一节 Arc/Info 的基本概念	135
第二节 Arc/Info 的功能模块介绍	138
第三节 主要模块的操作命令	140
第四节 AML 语言	146
实习题	166
第七章 地理数据库的建立方法	168
第一节 地图数字化	168
第二节 地理数据格式转换	174
第三节 地理空间数据的编辑	177
第四节 属性数据的编辑	182
第五节 大型地理空间数据库的管理	187
实习题	195
第八章 基于 Arc/Info 的地理空间分析	196
第一节 地图代数	196
第二节 数字地形模型的建立及其分析	214
第三节 缓冲区分析和邻近关系分析	223
第四节 地理空间叠置分析	225
实习题	228
第九章 地理信息的可视化方法	230
第一节 Arc/Info 的地图制图基本概念	230
第二节 地图符号的设计与绘制	235
第三节 地图注记	239
第四节 专题地图设计与绘制	241
第五节 地形的可视化方法	250

实习题.....	261
第十章 GIS 工程设计案例	262
第一节 城镇土地定级估价信息系统的总体设计.....	262
第二节 城镇地籍管理信息系统中数据和功能的分析.....	268
第三节 土地适宜性评价信息系统的数据处理方法.....	270
第四节 基于 MapInfo 的空间数据组织方法设计	274
思考题和实习题.....	279
主要参考文献	281

第一章 地理信息系统导论

第一节 地理信息系统的定义与结构

一、地理信息的特征

地理信息是有关地理实体的性质、特征和运动状态的表征和一切有用的知识,它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。地理数据则是各种地理特征和现象间关系的符号化表示,它包括空间位置、属性特征及其时域特征三部分。地理信息除了具有信息的一般特性外,其独特特性有:①区域分布性,通过地理坐标来实现空间位置的标识;②数据量大,例如,中国 1:400 万土地利用数据在 Arc/Info 中的 Coverage 格式数据量为 8.2MB;③信息载体和传播媒介的多样性,如描述地理实体的文字、数字、地图和影像等符号信息载体和传播媒介,还有纸质、磁带、光盘等物质介质载体;④多维结构特性,即在二维空间的基础上实现多专题的第三维结构。

二、地理信息系统的定义

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)的定义有很多种。可以简单地理解为用于采集、模拟、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统。它具有信息系统的各种特点。地理信息系统与其他信息系统的主要区别在于其存储和处理的信息是经过地理编码的,而地理位置及与该位置有关的地理属性信息成为信息检索的重要部分。在地理信息系统中,现实世界被表达成一系列的数字形式的地理要素和地理现象,这些地理特征至少由空间定位信息和非定位信息两个部分组成。

三、地理信息系统的特征

地理信息系统具有以下三个方面的特征:

- 1) 地理信息系统具有采集、管理、分析和输出多种地理信息的能力。
- 2) 地理空间数据管理由计算机系统支持,计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法。
- 3) 地理信息系统能快速、精确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位、过程动态模拟和分析。

四、地理信息系统的分类

地理信息系统可以按不同的标准进行分类。按区域的大小或行政级别划分,地理信息系统可分为全球地理信息系统(如用于监测全球气候变化的地理信息系统)、国家地理信息系统

(如中国国家基础地理信息系统、加拿大国家地理信息系统)、省级地理信息系统、区域地理信息系统等。按地理信息的内容划分,地理信息系统可分为土地信息系统、环境信息系统、森林动态监测信息系统、水资源管理信息系统、矿业资源信息系统、农作物估产信息系统、草场资源管理信息系统、水土流失信息系统等。按地理信息系统的软件和硬件划分,地理信息系统可分为网络型地理信息系统、PC 地理信息系统、地理信息系统工具等。

五、地理信息系统的结构

地理信息系统包括它所依赖的计算机系统、地理信息管理和分析软件以及维护地理信息系统的人员。

1. 地理信息系统的计算机系统

由于不同类型的地理信息系统所需要的计算机系统环境的不同,同时涉及多种外设,为了说明这个问题,以便对地理信息系统的计算机系统有一个总体概念,把地理信息系统所涉及的软硬件用表 1-1 描述。

表 1-1 地理信息系统的计算机系统的组成

硬 件	数据采集设备	外业设备	空中设备	卫星、摄影测量飞机等。
			地面设备	卫星数据接收站、GPS 接收机、全数字测量仪器、数字照相机(摄影机)等。
		内业设备	数字化仪、扫描仪、全数字摄影测量仪器、解析测图仪、鼠标、键盘等。	
	数据处理设备	工作站、单机等。		
	信息输出设备	可视化输出设备		显示器、投影仪、虚拟现实设备、全息成像设备、打印机、绘图机等。
		非可视化输出设备		磁盘、光盘及其管理设备等。
	信息传输设备	局域网络设备		
		Internet 网络设备		
软 件	操作系统	Unix、Windows-NT、Linux 等。		
	应用软件	GIS 工具软件的二次开发语言、汇编语言、高级编程语言等。		
	支持软件	CAD 软件、图形图像处理软件(如遥感图像处理软件)等。		

2. 地理信息系统功能的结构

地理信息系统的功能总体上分为数据采集与转换、数据管理与查询、数据分析和地理信息可视化四个部分。所有这些功能中,数据管理是核心。数据采集与转换包括地图的数字化和扫描、数据编辑、来自不同系统的地理信息的转换、数据的一致性检测和误差评价、地理空间数据的综合等;数据管理与查询包括地理信息的管理和维护、地理空间目标的简单查询和基于空间分析的复杂查询;数据分析包括空间量度分析、空间关系分析、空间模拟、地理过程模拟等,地理信息系统的分析功能据用户的需要而定;地理信息可视化包括地图的生产、图表输出、虚拟可视的地理空间环境等。

3. 地理信息系统的人员结构

区域性地理信息系统的数据量大,随着时间的推移区域的地理环境也在改变,地理数据库必须随时更新,以保证地理数据的现势性,这必然需要人员管理和维护地理数据库。地理信息系统的开发过程中也涉及大量的不同专业人员。从地理信息系统的开发到日常运行所涉及的主要人员如下:

- 系统分析与设计人员:完成地理信息系统的模块设计、系统环境设计和地理信息指标体系设计。
- 系统软件工程师:完成地理信息系统中各个模块的功能设计,以及各种功能的算法设计,并设计数据处理流程图。还必须完成系统的集成。
- 程序员:依据设计好的算法和数据处理流程图,完成程序的设计和调试。
- 数据采集和编辑人员:按照数据采集和编辑的操作手册,完成地理空间数据和属性数据的输入和编辑。
- 数据检查和精度分析人员:检查新建立的地理数据库中数据的正确性,并建立数据改正意见表,让数据采集和编辑人员进一步修改。
- 系统日常使用人员:按照系统操作说明,完成日常的业务处理。
- 系统维护人员:维护系统的软硬件设备,维护、更新地理数据。

依据地理信息系统的大小,这些人员可多可少,但这些人员的总体任务都必须完成。

第二节 地理信息系统的数据采集与处理

地理信息系统所涉及的数据包括地理空间数据和地理属性数据。在地理信息系统的建立过程中,地理空间数据的采集工作所涉及的人员比较多,所占用的经费的比例也比较大,因此,地理空间数据的采集必须认真对待,一旦数据不合格,人力和物力的浪费极大。地理属性数据的输入方法主要有两种:一种方法是利用关系式数据库(如 FOXPRO 等)建立地理属性数据表,整体输入地理信息系统的数据管理系统,或者利用关键字把这些外部的表格同地理信息系统的空间目标关联起来;另一种方法是在建立了地理空间数据库后,利用地理信息系统中属性数据的管理功能输入属性数据。地理空间数据的输入方法很多,主要方法有地图数字化、地图扫描和数据转换等。

一、地图手扶跟踪数字化

纸质地图是一个重要的地理空间信息来源,它在地理空间知识的传播过程中起到了非常重要的作用。地图是地理现象的一种有效表达模型,在地理信息系统中仍然要使用这种模型,但是,数字地图和纸质地图有本质的区别,在地图数字化之前,必须建立纸质地图和数字地图之间的要素对应关系,满足地理信息系统模拟地理现象和过程对离散的地理空间数据的要求。

1. 纸质地图模型和数字地图模型的关系

纸质地图的地图要素分为点状要素、线状要素、面状要素、注记和注释。数字地图的数据包括地理空间数据(几何数据)和属性数据。纸质地图的不同地图要素在转换过程中还需要进一步细分。表 1-2 说明了纸质地图模型和数字地图模型的转换关系。

表 1-2 纸质地图模型和数字地图模型的转换关系

纸质地图模型的地图要素			数字地图模型的目标	
要素类别		示例	目标类别	表达方式
平面要素	点状要素	高程点	点	点的坐标
		不依比例尺的桥梁	有向点	定位点坐标 + 方向点坐标
	线状要素	半依比例尺的桥梁	直线段	两个端点
		道路	无方向的线	曲线顶点和端点集合
		陡坎	有方向的线	曲线顶点和端点集合 + 方向
	面状要素	湖泊	面	面的边界线坐标串 + 标识点
立状要素	地形	等高线、断裂线	线	有高程的线
			规则格网 DEM	矩阵
			不规则三角网	三角网的位置和拓扑结构
注记	注记	河流名称	注记	字符串
注释	地图注释	资料来源	注释、元数据	字符串、数据字典的元数据
数学基础	数学基础	地图投影	数学基础	地图投影的数学公式
		图幅范围	数据的范围	坐标范围

2. 地图几何要素的离散化策略

地图几何要素在地理空间数据库中用点的坐标或者以有序的点集描述。点的位置描述非常简单,只需要一个坐标对 (X, Y) 。但是线的离散化描述方法有多种,很明显,不管用哪一种方法,这些离散的坐标串必须有效地表达该地理要素的地理空间特征。表 1-3 说明了地图几何要素与地理空间数据的对应关系,以及地图几何要素的离散化方法。用不同方法采集的线的离散化坐标串有时可按照相应的数学方法转换。线还可以用曲线函数描述,很多 CAD 系统都采用这种方法。

表 1-3 地图几何要素与地理空间数据的对应关系

地图几何要素	地理空间数据的描述	地理空间数据采集方法
点	$P = (X, Y)$	点方式
线	$L = \{(X_i, Y_i), i = 1, \dots, n\}$	点方式、流方式(时间间隔方式、距离间隔方式)、曲线函数方式
面	$A = \{(X_i, Y_i), i = 1, \dots, n, (X_1, Y_1) = (X_n, Y_n)\}$ $\cup (X, Y); (X, Y)$ 为多边形内点	点方式、流方式、曲线函数方式

3. 地图要素语义信息的编码

地图要素语义数据又称为地图的非几何数据,或称地理目标的属性数据,包括目标的定性描述数据和定量描述数据。定性描述数据表达地图要素的分类或地图要素的名称;定量描述数据说明地图要素的强度、等级、大小等,例如距离、面积、土地等级、高程等。

地图要素语义信息的编码方法有 3 种,见表 1-4。这几种方法是依据地图要素语义信息的数据类型确定的。数据的科学分类分级系统是编码的基础,对地理空间中各个基本实体的语义信息及其联系必须进行编码,以便能惟一地识别某一个目标,这种功能不仅在用户环境中而且在计算机系统内也是十分重要的。

表 1-4 地图要素语义信息的编码方法

语义信息的类别		示例	编码方法	编码原则
命名或类型尺度	地理目标类别	河流、道路	有序的代码	专题内容的分类标准、标准化的编码或编码原则
	地理目标名称	河流名称、居民地名称	有序的代码或字符串	标准化的地名编码或直接使用字符串
	属性的定性描述	道路的路面材料	字符串	直接使用字符串
次序尺度	地理目标所属的等级	土地等级、道路等级	有序的代码或整数数值	同地理目标类别的编码融合或直接使用数值
间隔尺度	属性的定量描述	高程、统计数据、数值的范围	数值或数值的范围	直接使用数值或数值范围的定义和约定
比例尺度				

数据的测量尺度包括命名 (Nominal)、次序 (Ordinal)、间隔 (Interval) 和比例 (Ratio)。命名尺度用于对特定对象的标识,例如河流名称、土地类型等;次序尺度描述地理目标的等级,如土地等级;间隔尺度描述地理目标属性的测量值,但无真的零值;比例尺度数据有真的零值。

二、地图扫描

栅格数据本身是地理信息系统的一种重要的数据类型,地图扫描后,可以直接获取地图的图像,该图像本身可以直接用于地图信息的浏览,也可以利用栅格到矢量的数据转换软件获取地理目标的矢量数据。扫描后的地图图像数据必须经过一系列的数据处理才能在不同方面得到应用。地图图像数据处理的主要方法如下:

- 地图图像的精度纠正和拼接;
- 地图图像的要素分类或色彩分层;
- 地图图像的地理目标的矢量化处理;
- 地图图像的地理目标的识别;
- 地图图像和矢量数据的融合。

三、地理数据转换

地理信息系统的地理空间数据和属性数据来源很多,这些数据的数据格式不同,必须进行转换。转换方法有很多,在不同数据格式的地理空间数据之间转换数据时,为了尽量不丢失信息,应当采用标准的地理空间数据转换格式。几乎所有的地理信息系统软件都提供了地理空间数据转换的功能,只是能被转换的地理空间数据的数据格式有限。属性数据一般用关系式数据库关联,只要定义的属性项一致,就很容易转换。图 1-1 说明了不同来源的地理空间数据的融合方式。

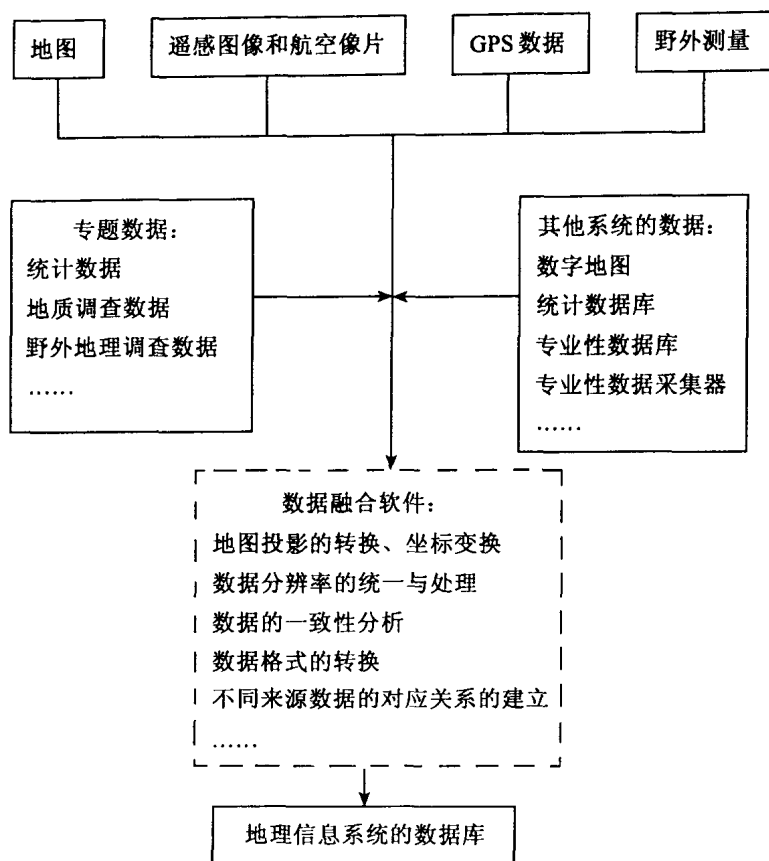


图 1-1 不同的地理信息来源

四、地理信息系统中数据的精度分析

地理信息系统的数据的可靠性是数据进一步应用的基础,在数据采集和处理阶段,数据的主要误差来源如下:

- 地图数字化误差
- 遥感数据误差
- 测量数据误差
- 数据转换误差
- 数据存储误差

地理信息系统的数据误差的主要纠正方法如下:

1) 传统的手工纠正方法:必须把相关的地图或图像和数据打印输出,由专业人员检查,并标识出错的地方和提出纠正措施。

2) 利用地理信息系统的空间数据误差自动纠正功能:用户可以设置各种误差的阈值,系统在误差范围内自动纠正相关的误差。例如,当节点间的距离小于一定阈值时,系统就自动删除该伪节点;当节点与弧段间的距离小于一定阈值时,系统就自动在合适的地方把弧段分割,并且把三个节点归于同一个点。

3) 利用数学模型计算数据的精度,利用软件识别数据的不一致性等。

五、地理信息系统的数据整理

地理空间数据和属性数据必须经过处理才能方便地用于地理信息的管理和查询,常用的数据整理方法如下:

- 1) 地理空间数据的地图投影分析和转换
- 2) 地理目标空间关系的一致性分析和检查
- 3) 地理空间目标拓扑关系的建立
- 4) 地理空间数据的综合,建立统一尺度的数据
- 5) 地理空间数据的拼接,包含数据的变换和地理空间目标的衔接
- 6) 地理空间数据的聚合,包括地理区域和复合目标等的建立
- 7) 地理目标属性数据和空间数据的关联

第三节 地理信息系统的数据管理策略

一、地理信息系统的数据分类和表达方式

地理信息系统的数据包括地理空间数据和属性数据。属性数据可以采用表格的方式表达,用关系式数据库进行管理。地理空间数据的表达方式有矢量数据和栅格数据两种,两者也可以通过一定方式混合在一起表达地理空间数据,最常用的混合方式是:矢量数据和栅格数据建立在同样的地图投影和坐标系上,方便地理空间信息同时以两种不同的方式浏览;或者用栅格数据对矢量数据建立索引,便于用户快速查询用矢量数据表达的地理空间目标。图 1-2 显

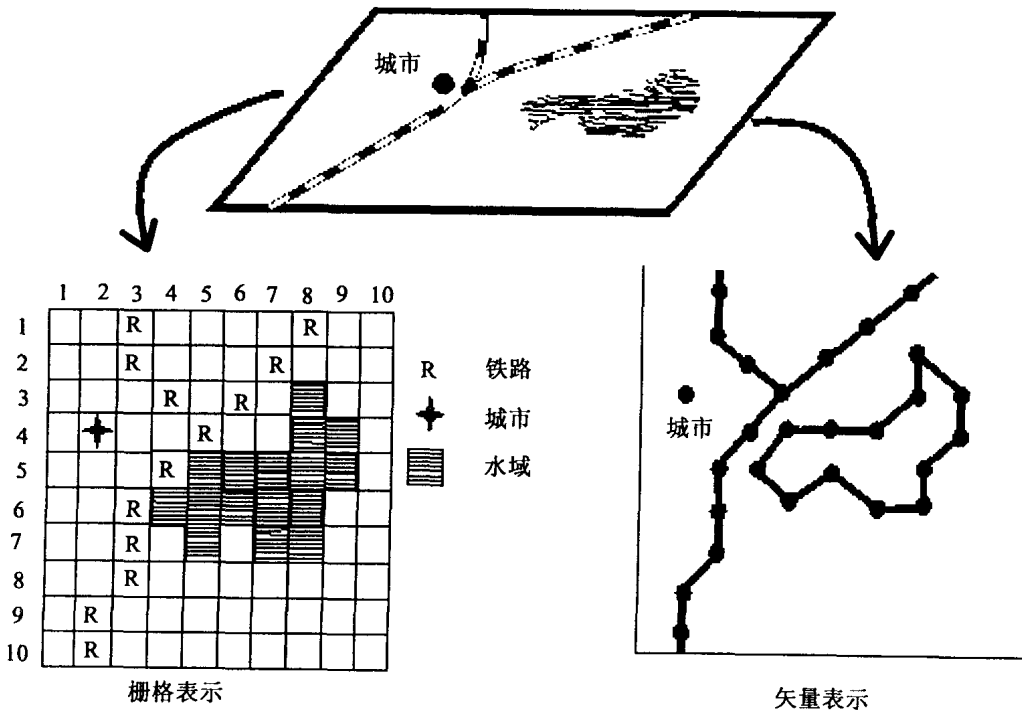


图 1-2 地理空间目标分别用矢量数据和栅格数据表达的效果

示了同样的地理空间目标分别用矢量数据和栅格数据表达的效果。

二、常用的数据库模型

常用的数据库模型分为层次模型、网络模型、关系模型和面向对象的数据模型。图 1-3、图 1-4 和表 1-5 分别以图表的形式说明了层次模型、网络模型和关系模型。

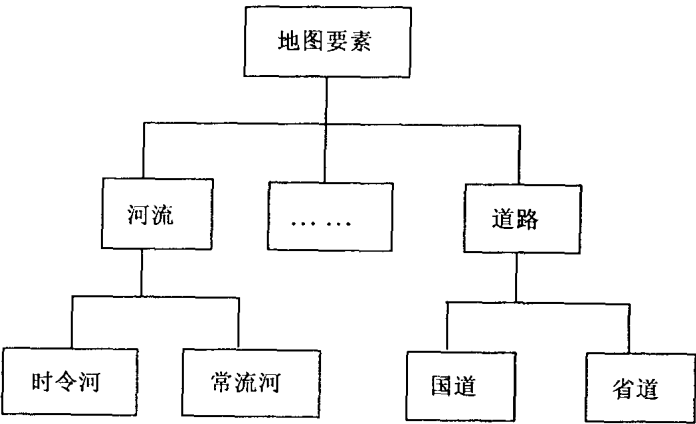


图 1-3 层次模型

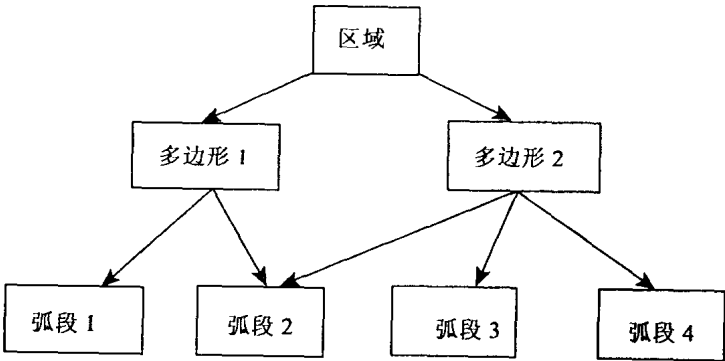


图 1-4 网络模型

表 1-5 关系模型

弧段编号	起始节点	终止节点
1	21	35
2	99	78

三、地理空间数据的管理方法

地理空间数据包括栅格数据和矢量数据,其管理方法各不相同,表 1-6 列出了主要的地理空间数据管理方法。

表 1-6 地理空间数据管理的主要方法

数据类型	地理空间目标或空间关系	管理方法
矢量数据	简单的点、线和面目标	坐标串 + 目标索引(随机文件)或者用关系表(属性项包括点的性质、X、Y、目标编号)
	弧段与点的空间关系	弧段编号 + 坐标串的存储地址
	弧段与节点的空间关系	弧段编号 + 节点编号,或节点编号 + 关联的弧段编号集合
	弧段与多边形的空间关系	弧段编号 + 左右多边形编号,或多边形编号 + 关联弧段编号的有序集合
	区域与多边形的空间关系	区域编号 + 多边形编号 + 岛屿型多边形编号 + 并列多边形编号
	复杂型空间目标	复杂型空间目标编号 + 子类复杂型空间目标编号的集合 + 简单空间目标编号的集合
栅格数据	不同要素	不同的矩阵(或层)
	同一要素	直接栅格编号法(如以行的顺序记录),压缩编码法(如链码、游程长度编码、块码、四叉树编码)
索引数据	所有空间目标	BSP 树空间索引、KDB 树空间索引、R 树和 R + 树索引、CELL 树索引

四、地理信息系统的数据维护功能

地理信息系统的数据维护是地理信息系统能否正常运行的保障,在建立地理信息系统和开发地理信息系统软件的过程中必须考虑这个问题,表 1-7 说明了地理信息系统中的数据维护方法。

表 1-7 地理信息系统的数据维护功能

目标或数据类型		数据维护方法
简单目标	点	添加、删除、移位、拷贝
	线	添加、删除、移位、拷贝、变形、分割
	面	添加、删除、移位、拷贝、变形、分割
	注记或注释	添加、删除、修改、移位、拷贝
	属性数据	添加、删除、修改、拷贝
复杂目标	多条线	连接;网络子类的建立、分解和合并
	多个面	合并;区域子类的建立、分解和合并
	多类型的多个目标	区域子类(或特定地理区域)的建立和分解
	点群	地理区域子类的建立和分解
	属性数据	属性表的建立;属性值的添加、删除、修改、拷贝