



21世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书



# 地理信息系统 实习教程

宋小冬 钮心毅 编著



21 世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书

# 地理信息系统实习教程

宋小冬 钮心毅 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本教程由一系列的练习组成,可使学习者循序渐进地掌握地理信息系统(GIS)的基本功能,特别是通用的空间分析功能。内容包括:空间、属性信息查询,专题地图显示,数据输入,地图输出,邻近分析,叠合分析,网络分析,考虑成本的空间距离计算,不规则三角网的应用等,涉及矢量、栅格、TIN 三种数据模型,最后用综合分析帮助学习者加深理解。所有练习采用 ESRI 公司的软件产品 ArcView GIS 3. x 及其扩展模块实现,有作者专门设计的练习数据、小型应用程序和文字教材相配套。

本教程适用于高等院校地理信息系统、城市规划、人文地理、测绘工程、城市建设、市政工程、交通运输等专业本科生、研究生的有关课程,也适合相关专业的技术人员、管理人员、研究人员自学或在职培训。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统实习教程/宋小冬,钮心毅编著. —北京:科学出版社,2004  
(21世纪高等院校教材·地理信息系统教学丛书)  
ISBN 7-03-013741-8

I. 地… II. ①宋… ②钮… III. 地理信息系统-实习-高等学校-教材  
IV. TP208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 075933 号

责任编辑:杨 红 姚岁寒 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年8月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 1—3 000 字数: 321 000

定价: 28.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

# 《地理信息系统教学丛书》编委会

顾	问	陈述彭	王家耀	孙九林	李小文	李德仁
		承继成	高俊	童庆禧	廖克	
主	编	闫国年				
副	主	王桥	汤国安	盛业华	黄家柱	
委	员	(按姓氏笔画排序)				
		王卫国	王庆	王建平	王桥	王铁成
		韦玉春	文斌	石富兰	龙毅	兰小机
		孙在宏	孙毅中	刘二年	刘剋	刘晓艳
		刘基余	毕硕本	乔延春	任建武	汤国安
		张之沧	张书亮	张亦含	张宏	张鎰
		张海涛	陈洋	陈昕	陈踊	陈锁忠
		李云梅	李硕	李斌	李秀梅	李旭文
		李安波	宋小冬	宋亚超	严荣华	杨旭
		杨一鹏	杨建军	何建邦	吴长彬	吴平生
		沈陈华	苏乐平	林琿	林振山	周卫
		周晟	郑在洲	钮心毅	闫国年	钟金宁
		袁丁	陶陶	徐敏	徐秀华	唐卫
		盛业华	常本春	徐家柱	龚敏霞	蒋海琴
		温永宁	缪瀚深	潘莹		

# 序

南京师范大学地理科学学院发起并组织编著地理信息系统专业系列教材,奋斗三载,先后问世,这是我国第一套全面阐述地理信息系统理论、方法、技术和应用的教科书。对于地理学科的现代化,信息科学新型人才的培训,对于落实科教兴国战略,深化教学改革来说,都是值得庆贺的。

据中国科学院地学部调查(2002),全国综合性大学共有 150 个地理学科机构,在地学领域中居首位。而地理信息系统专业脱颖而出,发展最快。世纪之初,已设置专业的学校有 70 多个,仅江苏省内就有 12 个。这是经济发展、社会进步的客观需求。面对全社会数字化的浪潮,“数字地球”、数字化城市、省区与流域,百舸争流。地理信息系统作为人口、资源与环境问题的公共平台;作为国家推动信息化,实现现代化的重要组成部分,正在与电子政务、电子商务信息系统相融合,愈来愈显示它跨行业、多功能的优势,不断开拓新的应用领域。一些涉及地理分布现象的数据采集、时空分析,涉及城市或区域规划、管理与决策的过程,都喜欢用上地理信息系统这种新的技术手段,来提高办公自动化的水平,提高企业科学管理的效率和透明度,加强面对国际市场的开放力度和竞争能力。近 20 年来,全国范围从事地理信息系统的事业、企业单位,迅猛增长,已超过 400 个,而且方兴未艾,与时俱进。

中国科学院地学部地学教育研究组在咨询报告(2002)中指出:“随着社会和科技的发展,地学的内涵、性质和社会功能也在变化。这在最近 20 年中尤为明显:遥感、信息技术和各种实时观测、分析技术的发展,使地球科学进入了覆盖全球、穿越圈层,即地球系统科学的新阶段,从局部现象的描述,推进到行星范围的推理探索,获得了全球性和系统性的信息。”这就是说,从学科的本质及其自身发展的规律来看,地理信息系统不仅仅是技术,而且是科学,是发展地球系统科学不可缺少的部分。

地理信息系统之所以一枝独秀,并非偶然!主要是由于它本身具备着多样化的社会功能。社会信息化的主要内容包括三个方面:一是信息基础设施的建设,地理信息系统正是地图测绘的数字化产品,同时又是兼收并容遥感、定位系统的缓冲带,起着调节网络信息流的作用;二是产业结构调整,地理信息系统起着润滑剂的作用,以信息流调控物流、能流和人流,以信息化促进现代化;三是信息服务,地理信息系统是电子政务、电子商务信息系统不可分割的组成部分。在航天事业、电信网络和电脑技术日新月异的新世纪,地理信息系统如虎添翼,广泛地渗透到各行各

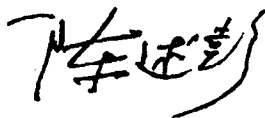


业之中,提供无微不至的信息服务。

地理信息系统教材的编著,前人多以综论形式出版。例如,英文教材先后有 Taylor D. R. (1991), Autenucci J. C. et al. (1991), M. D. I. Goodchild (1991), Fisher M. M. (1993), Murai Shuji (1996), D. Rhind (2000); 中文教材先后有黄杏元、汤勤(1989), 边馥苓(1996), 陈述彭、鲁学军、周成虎(1999), 龚健雅(1999), 郭伦(1999), 闫国年、吴平生、周晓波(1999), 李德仁、关泽群(2000), 马蔼乃(2000), 王家耀(2001)等。这些教材对地理信息系统的科学与哲学性质,及其与邻近学科的相互关系,均有精辟论述。地理信息系统应用专论方面,城市:曹桂发等(1991), 宋小冬、叶嘉安(1995), 宫鹏(1996), 陈述彭(1999), 张新长等(2001); 林业:李芝喜、孙俊平(2000); 农业:王人潮(1999)。这些专论密切结合相关行业和中国特色,有所发挥。现在,闫国年教授等主持编著的地理信息系统专业系列教材,是在前人的工作基础上,博采众家之所长,推陈出新,继往开来,拓展为系列教材。基础是扎实的,时机是成熟的。

这套系列教材的编写,紧密结合地理信息系统专业的课程设置。在理论方面,又推出了一部新作,从哲学的高度来探讨地理信息系统中的虚拟时空。系列教材的重点侧重于方法、技术。总结了数据集成、知识发现的最新进展;率先推出数据共享、虚拟环境与网络三部分,反映地理信息系统的生长点。在应用方面,主要是结合作者们近年参与建设项目的实践,加以总结和提高,是来自生产第一线的“新知”。目前已涉及到土地与水资源管理、城市规划、环境保护以及设备设施管理与房产管理等等,今后随着应用领域的拓展,还会有旅游、物流等地理信息系统教材相继问世。

同学们可以根据课程设置计划,循序渐进,在理论方面广泛涉猎,解放思想,开阔眼界。在方法、技术方面,配合辅导教材和实习大纲,刻苦钻研,掌握关键技术,学以致用。在应用方面结合个人志趣、专长与就业需求,选修其中一、二门,理清不同行业的应用特点,举一反三。系列教材是面向整个专业的,并不要求每位同学都把全部教材囫圇吞枣下去,食而不化。编写系列教材,正是为同学们提供了更加宽阔的学习园地,更加宽松的学习环境。祝福同学们健康成长,时刻准备着,与时俱进,开拓创新,为祖国信息化和现代化多做贡献。



中国科学院院士

2003 新年

# 前 言

本教程旨在向地理信息系统(GIS)的学习者提供一系列循序渐进式的练习,使学习者通过练习掌握 GIS 的基本功能,特别是通用的空间分析功能。本教程不深入讨论地理信息系统的一般原理,尚不了解原理的初学者,应通过其他途径学习。本教程也不专门讨论练习所反映的现实问题,但在多年教学中发现,只要学习者对地理、空间事物有兴趣,对练习中的现实问题,不会有理解上的障碍。

根据笔者的经验,操作练习和学习原理相互穿插、适当循环可提高学习效率。初学者先做一般性的练习(如第一、二篇),带着练习中产生的直觉,阅读原理方面的教科书,或听教师讲解原理,了解原理后再做练习(如第三、四、五篇),做完练习后再读教科书,有了循环,就可产生切实体验。最后第六篇的练习是综合性的,以帮助学习者体会各种功能的相互关系,同时复习前五篇的内容,这既可加深印象,又可检验自己的理解能力。

认识、理解、体会 GIS 是本教程的目的,知道 GIS 可以做什么是关键,其次才是如何做成、做好。在很多情况下,先想到做什么,再考虑如何去做。知道了方法,有了合适的软件、数据,要做成某件事,就不困难了。

本教程的练习用 ESRI 公司的软件产品 ArcView GIS 3. x 及其扩展模块实现,侧重于分析,数据收集、输入、更新、维护、管理方面的内容较简单,数据库的设计、二次应用开发未涉及,使用本教程的教学单位若感到不足,则可用其他课程、其他软件来补充。

自 1998 年起,本教程在同济大学城市规划专业高年级本科生、研究生的课程中试用,于 1999、2001、2003 年作了 3 次补充、调整。同事庞磊曾参与部分内容的起草,很多学生对教材中的差错提出了意见。

计算机硬件、软件平台的要求,练习数据、程序的安装在附录中有说明。

本书假定练习数据和程序的安装路径为 d:\gis\_ex,如果实际的安装路径不一致,应按真实路径进行操作。

学完本教程后,需要进一步掌握 ArcView GIS 3. x 的,可借助其他参考书,它们除了介绍 ArcView 的一般功能外,还有各自的侧重,例如:

《ArcView 地理信息系统空间分析方法》(汤国安、陈正江等,科学出版社,北京,2002)有较多内容涉及数字高程模型(DEM)的应用。

《ArcView 基础与制图设计》(李玉龙、何凯涛等,电子工业出版社,北京,2002)较详细地讨论了地图制图。

《ArcView 地理信息系统实用教程》(秦其明、曹丰等,北京大学出版社,北京,2001)在软件二次开发、地图数字化等方面得到了加强。

购买了 ArcView GIS 3. x 软件,附带的参考手册有助于用户对软件产品的了解、掌握,此外 ESRI Press 出版的三本参考书对 ArcView GIS 3. x 的进一步学习有所帮助:

Getting to Know ArcView GIS(含练习数据),可帮助掌握该软件的基础功能。

Extending ArcView GIS(含练习数据),可帮助掌握 Network Analyst, Spatial Analyst, 3D Analyst 的主要功能。

The ESRI Guide to GIS Analysis 介绍了 GIS 的通用分析功能。

因受技术、经验的限制,本书中会有很多地方不完善、不成熟,欢迎用户提出意见,作者将继续改进,再提供给用户。

本教材的编写受上海市高等院校重点学科建设项目支持(沪教委科 2001-44)。

宋小冬 钮心毅

同济大学城市规划与设计现代技术实验室

2004年2月



# 目 录

序  
前言

## 第一篇 一般查询与显示

<b>第一章 ArcView GIS 简介</b> .....	3
1.1 ArcView 的操作界面 .....	3
1.2 简单查询 .....	6
1.3 若干专用术语 .....	9
1.4 ArcView 的退出、进入 .....	10
1.5 ArcView GIS 产品简介 .....	10
1.6 ArcView 使用的数据 .....	11
1.7 小结 .....	12
<b>第二章 要素及其属性的查询</b> .....	14
2.1 点击选择要素 .....	14
2.2 通过图形选择要素 .....	16
2.3 查找特定要素 .....	18
2.4 条件组合查询 .....	18
2.5 生成统计图 .....	21
2.6 属性汇总 .....	21
2.7 小结 .....	23
<b>第三章 专题地图显示</b> .....	24
3.1 建立新专题 .....	24
3.2 设置显示符号 .....	26
3.3 专题地图的类型 .....	28
3.4 分类方法 .....	29
3.5 符号选择与控制 .....	29
3.6 地图注记 .....	30
3.7 统计地图 .....	33
3.8 点密度图 .....	34
3.9 用属性的归一化控制显示 .....	35

3.10	对项目文件的操作 .....	36
3.11	小结 .....	36

第二篇 复杂查询、数据输入、地图输出

<b>第四章</b>	<b>属性表的编辑、维护、连接 .....</b>	<b>41</b>
4.1	属性表新建、数据输入 .....	41
4.2	独立表的加载 .....	42
4.3	表和表的连接 .....	43
4.4	表的显示设定 .....	47
4.5	选择记录过滤要素 .....	48
4.6	热连接 .....	49
4.7	小结 .....	51
<b>第五章</b>	<b>要素合并、空间关系查询、连接 .....</b>	<b>52</b>
5.1	要素合并 .....	52
5.2	要素、专题间的选择查询 .....	53
5.3	空间连接 .....	59
5.4	小结 .....	62
<b>第六章</b>	<b>地图布局、输出 .....</b>	<b>63</b>
6.1	Layouts 简介 .....	63
6.2	新建布局 .....	64
6.3	添加专题地图 .....	65
6.4	添加其他内容 .....	68
6.5	进一步处理 .....	70
<b>第七章</b>	<b>空间要素的输入、编辑 .....</b>	<b>73</b>
7.1	输入、编辑线状专题 .....	73
7.2	输入、编辑面状(多边形)专题 .....	75
7.3	AutoCAD 数据读取和使用 .....	77
7.4	小结 .....	81

第三篇 矢量型空间分析

<b>第八章</b>	<b>邻近区、服务区 .....</b>	<b>85</b>
8.1	产生多边形要素的邻近区 .....	85
8.2	关于多边形要素邻近区的小结 .....	88
8.3	线状要素的邻近区 .....	88
8.4	道路密度的计算 .....	90

8.5 基于网络的服务区	95
<b>第九章 多边形叠合</b>	101
9.1 原始数据	101
9.2 数据处理过程	102
9.3 数据处理过程小结	106
9.4 关于叠合功能的简介	108
<b>第十章 最佳路径、最近设施</b>	109
10.1 产生最佳路径	109
10.2 关于最佳路径的小结	112
10.3 查找单个最近设施	113
10.4 查找多个最近设施	115
10.5 查找最近设施小结	117
<b>第十一章 考虑车速、单向行驶</b>	118
11.1 按交通时耗产生最佳路径	118
11.2 道路单向行驶	121
11.3 上下行车速不同	125
11.4 小结	128
<b>第十二章 道路互通、交叉口延误</b>	130
12.1 非互通交叉	130
12.2 交叉口延误	133
12.3 小结	140

#### 第四篇 栅格空间分析

<b>第十三章 栅格数据及其专题图生成</b>	145
13.1 ArcView 使用的栅格数据	145
13.2 生成栅格数字高程模型	145
13.3 高程栅格转换成坡度	148
13.4 生成密度图	149
13.5 生成距离图	151
13.6 邻近区分配	153
13.7 小结	155
<b>第十四章 再分类与叠合计算</b>	157
14.1 中学选址依据	157
14.2 产生离开现有中学的距离图、再分类	157
14.3 产生人口分布密度图、再分类	159

14.4	将矢量的规划土地使用专题转换为栅格图、再分类 .....	161
14.5	选址的综合评定 .....	163
14.6	小结 .....	165
<b>第十五章</b>	<b>考虑成本的空间距离 .....</b>	<b>166</b>
15.1	关于成本距离的概念 .....	166
15.2	计算公路建设成本 .....	167
15.3	成本距离的计算方法 .....	172
15.4	小结 .....	174

### 第五篇 不规则三角网

<b>第十六章</b>	<b>地表模型生成、显示 .....</b>	<b>177</b>
16.1	由点状要素产生不规则三角网 .....	177
16.2	不规则三角网和距离倒数权重法插值比较 .....	179
16.3	建立设计场地的三角网高程模型 .....	181
16.4	在场地上添加其他要素 .....	183
16.5	三维显示 .....	184
16.6	小结 .....	186
<b>第十七章</b>	<b>工程中的土方、纵坡 .....</b>	<b>187</b>
17.1	由等高线产生不规则三角网 .....	187
17.2	计算工程填挖方 .....	190
17.3	从 3D Shapefile 生成三维纵剖面 .....	194
17.4	根据线状图形生成纵剖面 .....	196
<b>第十八章</b>	<b>视线、视域 .....</b>	<b>199</b>
18.1	视线分析 .....	199
18.2	视域分析 .....	202
18.3	基于路径的视域分析 .....	204
18.4	小结 .....	207

### 第六篇 综合分析

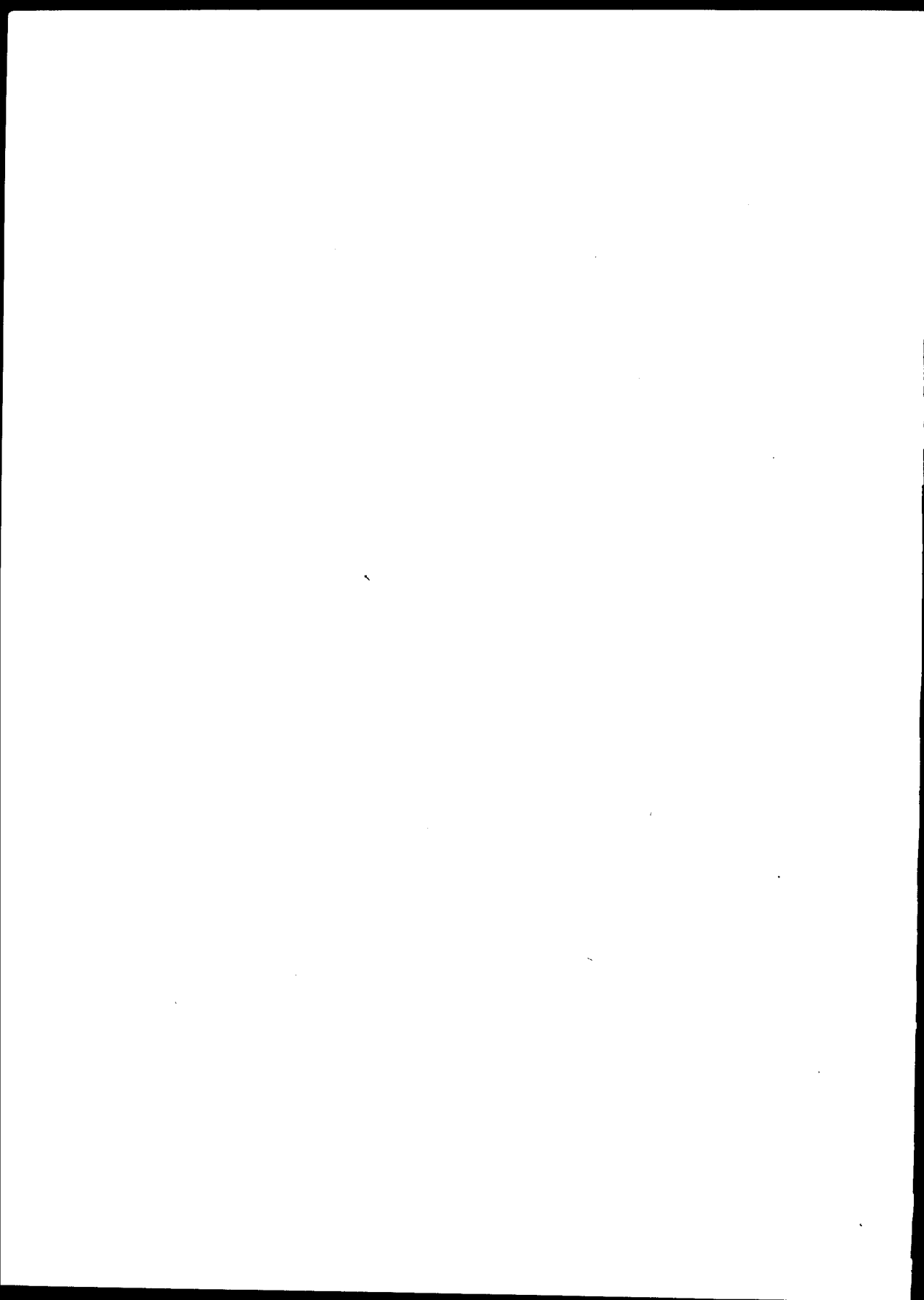
<b>第十九章</b>	<b>泰森多边形的应用 .....</b>	<b>211</b>
19.1	消防站服务范围分配 .....	211
19.2	学校选址评价 .....	214
19.3	小结 .....	225
<b>第二十章</b>	<b>基于网络的设施服务水平 .....</b>	<b>227</b>
20.1	概述 .....	227

---

20.2	数据处理过程	227
20.3	产生同心圆式的邻近区	236
20.4	小结	237
<b>第二十一章</b>	<b>复杂地形中的选址</b>	<b>239</b>
21.1	概述	239
21.2	选址评价方法	239
21.3	环境限制分析	240
21.4	计算取水费用	245
21.5	计算铁路支线建设费用	250
21.6	煤炭运输费用计算	254
21.7	获得选址的综合评价结果	257
21.8	小结	258
<b>附录</b>	<b>关于计算机平台、练习数据的安装说明</b>	<b>262</b>

# 第一篇

## 一般查询与显示





# 第一章 ArcView GIS 简介

## 1.1 ArcView 的操作界面

### 1. 打开 Project

在 Windows 中,用鼠标选择(因软件安装的差异,具体路径会有少量差异):

开始 / 程序 / Esri / ArcView GIS Version 3. x / ArcView GIS 3. x

首先出现的可能是 ArcView 的欢迎对话框“Welcome to ArcView GIS”,用户可有三种选择:

- (1) with a new view (建立一个新的地图显示窗口);
- (2) as a blank project(进入一个空的项目);
- (3) open an existing project(打开并进入一个已有的项目)。

对用户还有一项提示:

Show this window when ArcView GIS starts

如果取消前面的打钩号,表示取消欢迎对话框,以后就不会再出现。对上述菜单,初学者可以选 2: as a blank project(进入一个空的项目),这时就进入项目窗口(Project Window,见图 1-1),系统默认的项目名称为 Untitled。每个 Project 都有 5 种 Document,这 5 种 Document 可理解成 ArcView 的 5 个子系统:

- (1) Views(视图):地图显示、空间查询子系统;
- (2) Tables(表):属性查询,表状数据管理子系统;
- (3) Charts(图表):属性查询结果的统计图表达子系统;
- (4) Layouts(布局):制图布局,打印输出子系统;
- (5) Scripts(程序):编程语言(Avenue)运行、维护、开发子系统。

在 File 菜单中选择 Open Project(打开一个 Project),根据对话框的提示,在 \gis\_ex\student\子目录下(本书假定练习数据的实际安装路径为 d:\gis\_ex)选择 ex01.apr,点击 OK 按钮,如果默认的项目 Untitled 未关闭,系统会提示是否要保存项目(Project)Untitled,应回答 No,以 ex01 命名的 Project 文件就被打开,用鼠标单击 Views,则在 Project Window(项目窗口)中出现名为 View1,View2 两个视图的名字,用鼠标选择 View1,再点击 Open 按钮则进入视图 View1,即 Views Document(地图显示、空间查询子系统,见图 1-2)。

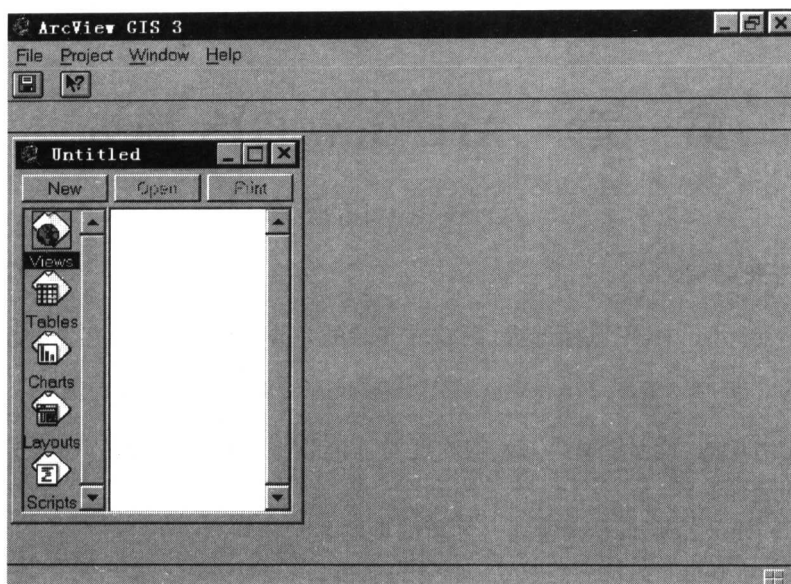


图 1-1 Project Window(项目窗口)

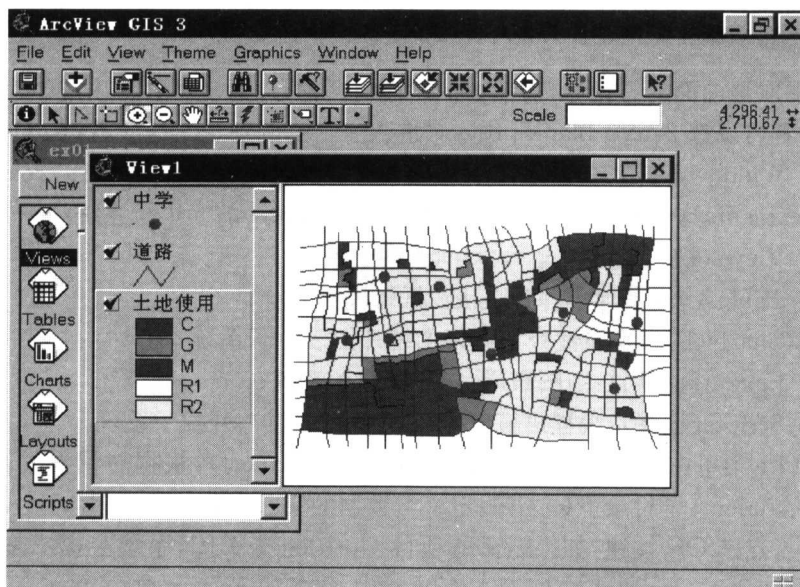


图 1-2 进入 View1