

21世纪高等院校教材

地理信息系统实习教程

(ArcGIS 9.x)

◎ 宋小冬 钮心毅 编著



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

地理信息系统实习教程

(ArcGIS 9. x)

宋小冬 钮心毅 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共 9 篇, 每篇针对一类地理信息系统(GIS)功能或一类数据结构, 每章对应一个独立的练习, 使学习者循序渐进地掌握 GIS 基本功能, 特别是通用的空间查询、分析、编辑功能, 进而理解 GIS 的原理。所有练习均采用 ESRI 公司的 ArcGIS 9. x(Desktop) 软件, 作者专门设计了练习数据和文字教材相配套。内容包括: 空间、属性信息查询, 专题地图显示, 地图布局和报表输出, 空间插值, 邻近分析, 叠合分析, 考虑成本的空间距离, 不规则三角网的应用, 网络分析, 空间数据的输入、编辑、校正、转换、维护, 基于元数据的搜索和自身维护等。涉及矢量、栅格、不规则三角网三种空间数据模型, 附有综合应用帮助学习者加深体验和理解, 同时还涉及软件的二次应用开发。

本书可作为高等院校地理信息系统、城市规划、经济地理、测绘工程、土地资源管理、市政工程、交通运输、环境保护、城市建设管理等专业本科生、研究生的教材, 同时还可供有关专业的技术人员、管理人员、研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统实习教程: ArcGIS 9. x/宋小冬, 钮心毅编著. —北京: 科学出版社, 2007

21 世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-018891-5

I. 地… II. ①宋…②钮… III. 地理信息系统-应用软件, ArcGIS 9. x-高等学校-教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 059093 号

责任编辑: 杨 红 李久进/责任校对: 陈丽珠

责任印制: 张克忠/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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 6 月第一次印刷 印张: 28 3/4

印数: 1—3 000 字数: 546 000

定价: 40.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

前 言

2004年8月,科学出版社出版了以 ArcView 3. x 为平台的《地理信息系统实习教程》,为地理信息系统(geographic information system, GIS)的学习者提供了一系列循序渐进式的练习,使他们通过练习掌握 GIS 的基本功能,特别是通用的查询、分析功能。该教材旨在加强 GIS 教学中理论和实践的联系,缩短学生掌握 GIS 基本原理、常用功能的过程,提高学生自学的兴趣和应用的能力。因受软件平台的限制,数据输入、更新、维护、管理方面的内容较简单,二次应用开发未涉及。在该教材的基础上,本书采用 ArcGIS 9. x(Desktop)软件,除了弥补上述不足,查询、分析、制图等内容也有扩充,章节的编排做了调整,更适合初学、自学者。

各院校、各专业 GIS 教学内容、要求、过程不同,学生的知识背景也不同,为了便于自学,提高学生的兴趣,本书的章节顺序和一般 GIS 原理教科书不完全对应(例如,特意将空间数据的输入、维护安排在后面)。教师可以按自己的经验、要求选择练习,组织教学,可以在讲授原理时,用练习来举例,也可以鼓励学生自己将练习过程和原理相对照,帮助学生在 GIS 原理、计算机软件功能、相关专业三者之间建立起联系。

没有教师指导的初学者可以直接照本书做练习,从前往后,按部就班,使自己产生直观感受,有了感受再阅读原理方面的教科书,了解原理再做练习,就可产生切身体会,可以靠自学在 GIS 原理、常用软件功能、相关专业三者之间建立起联系。操作计算机和阅读原理教科书相互穿插、适当循环是提高学习效率、质量的途径,这种方式对在校学生也合适。

初次做复杂、综合练习时,不必过分追求结果的正确性,更应关注 GIS 的功能、数据组织、处理过程。认识、理解、体验 GIS 是学习的基本要求,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,往往不难。入了门,有了经验,可以做得更好。

以 ArcView 3. x 为平台和以 ArcGIS 9. x 为平台的两本教材各有所长,前者容易入门,后者内容较全、范围较广。

计算机平台要求和练习数据的安装可参考附录一(本书附带的数据仅供读者练习,不得用于其他业务)。

地理信息系统的应用领域在不断扩展,实现技术的途径、各种软件产品也在不断变化,但是基本原理、常用功能具有相对的稳定性,希望读者在掌握基本原理和

常用功能的基础上,再通过其他途径进一步学习、应用、探讨。

本书的编写得到同济大学教材出版基金的支持。编写过程中,易嘉协助对原教材的部分内容进行了改编,张昆参与起草地图投影、拓扑规则说明和前期教学,刘颂参与起草遥感影像显示。感谢清华大学党安荣教授提出的修改意见。

采用本书作为教材,需要寻求软件方面的帮助,可以与 ESRI 中国(北京)有限公司联系。

宋小冬 钮心毅

同济大学城市规划与设计现代技术实验室

2007年1月

目 录

前言

第一篇 简单查询与显示

第 1 章 ArcMap 简介	1
1.1 ArcMap 操作界面	1
1.2 简单查询	5
1.3 ArcMap 的退出、再进入	7
1.4 若干专用术语	8
1.5 软件平台和练习概述	9
1.6 ArcGIS 使用的数据	10
1.7 本章小结	10
第 2 章 要素及其属性查询	12
2.1 鼠标点击选择要素	12
2.2 输入图形选择要素	14
2.3 按特定字符串查询	16
2.4 条件组合查询	17
2.5 生成统计图	19
2.6 属性汇总	20
2.7 本章小结	21
第 3 章 专题地图显示	23
3.1 新建图层	23
3.2 显示比例控制	25
3.3 要素分类显示	26
3.4 统计地图	29
3.5 地图注记	31
3.6 专题地图的符号控制	34
3.7 地图文档操作	35
3.8 本章小结	35

第二篇 属性维护、复杂查询、成果输出

第 4 章 属性表的编辑、连接、维护	37
4.1 属性表的一般编辑	37
4.2 表和表的连接	40
4.3 字段的显示设定	45
4.4 选择记录过滤要素	46
4.5 超链接(Hyperlink)	47
4.6 本章小结	49
第 5 章 相互位置查询、空间连接	50
5.1 相邻选择查询	50
5.2 包含查询	53
5.3 相交选择查询	55
5.4 相互位置选择查询小结	55
5.5 空间连接	56
5.6 本章小结	60
第 6 章 地图布局、报表生成	61
6.1 进入地图布局视图	61
6.2 调整地图布局	62
6.3 设置地图布局中的 Data Frame	63
6.4 布局中添加常用制图元素	64
6.5 地图布局的进一步处理	67
6.6 报表生成	70
6.7 本章小结	73

第三篇 栅格数据生成和分析

第 7 章 栅格数据生成、显示	75
7.1 栅格型数字高程模型的生成	75
7.2 高程栅格转换成坡度栅格	79
7.3 栅格密度图的生成	81
7.4 邻近分配	83
7.5 遥感影像的显示	88
7.6 本章小结	92
第 8 章 栅格空间距离计算	94
8.1 生成栅格距离图	94

8.2	考虑成本的距离	96
8.3	计算公路建设成本	97
8.4	成本距离的计算原理	102
8.5	本章小结	103
第9章	再分类与栅格叠合	105
9.1	中学选址的依据和基本方法	105
9.2	产生离开现有中学的距离图、再分类	105
9.3	产生人口分布密度图、再分类	108
9.4	土地使用矢量图转换为栅格图、再分类	109
9.5	计算综合评定指标	111
9.6	分类计算面积	113
9.7	本章小结	114

第四篇 矢量型空间分析

第10章	邻近区	115
10.1	多边形要素的邻近区	115
10.2	线要素的邻近区	118
10.3	利用邻近区计算道路网密度	120
10.4	点要素的邻近区	126
10.5	本章小结	130
第11章	多边形归并、叠合	131
11.1	多边形归并	131
11.2	多边形叠合练习简介	133
11.3	叠合处理过程	135
11.4	结果表达	138
11.5	本练习小结	140
11.6	线和面的叠合	141
11.7	叠合功能简介	143
第12章	泰森多边形	144
12.1	分配消防站服务范围	144
12.2	中学选址依据	146
12.3	按人口调查点划分泰森多边形	147
12.4	计算人口密度单项评定指标	149
12.5	产生离开现有中学的邻近区、输入对应指标	150
12.6	为不同土地使用定义评定指标	152

12.7	三组多边形叠合	153
12.8	综合评定、成果表达	154
12.9	中学选址练习小结	158
12.10	关于 ArcInfo 和 Coverage	158

第五篇 不规则三角网

第 13 章	地表模型生成、显示	160
13.1	点状要素产生不规则三角网	160
13.2	不规则三角网和距离倒数权重法插值比较	162
13.3	建立场地不规则三角网	165
13.4	在场地上添加其他要素	166
13.5	三维显示	167
13.6	生成三维动画	169
13.7	地形上叠加影像	171
13.8	本章小结	174
第 14 章	工程中的土方、纵坡	175
14.1	由等高线产生不规则三角网	175
14.2	计算工程填挖方	178
14.3	填挖方计算小结	181
14.4	利用二维线状要素生成纵剖面	181
14.5	临时生成三维剖面线	185
14.6	纵剖面小结	186
第 15 章	视线、视域	187
15.1	视线分析	187
15.2	基于视点的视域分析	188
15.3	基于路径的视域分析	191
15.4	本章小结	193

第六篇 网络分析

第 16 章	最佳路径、最近设施、服务区	195
16.1	建立网络数据集	195
16.2	产生最佳路径	197
16.3	查找最近设施	201
16.4	产生服务区	204
16.5	本章小结	207

第 17 章 考虑车速、单向行驶 ·····	209
17.1 考虑交通时耗的最佳路径·····	209
17.2 道路单向行驶·····	214
17.3 本章小结·····	219
第 18 章 上下行不同车速、道路互通 ·····	221
18.1 上下行车速不同·····	221
18.2 道路互通·····	226
18.3 本章小结·····	232

第七篇 空间数据输入、编辑

第 19 章 点、线、多边形要素输入和编辑 ·····	233
19.1 新建 Shapefile·····	233
19.2 基本编辑菜单·····	234
19.3 输入、编辑线要素·····	235
19.4 输入、编辑多边形·····	242
19.5 输入、编辑点要素·····	245
19.6 本章小结·····	246
第 20 章 线、多边形的高级编辑 ·····	248
20.1 线要素的高级编辑·····	248
20.2 Geodatabase 中线要素和属性记录的关系·····	253
20.3 多边形的拓扑编辑·····	253
20.4 多边形要素的属性处理·····	259
20.5 本章小结·····	259
第 21 章 地图注记 ·····	261
21.1 图形注记的输入、编辑·····	261
21.2 注记要素的输入、编辑·····	264
21.3 距离注记·····	268
21.4 属性标注·····	270
21.5 本章小结·····	275

第八篇 空间数据维护、管理

第 22 章 拓扑规则 ·····	276
22.1 拓扑关系、拓扑规则·····	276
22.2 拓扑规则用于同一图层内数据质量检验·····	276
22.3 拓扑规则用于不同图层之间数据质量检验·····	281

22.4	建立拓扑关系时注意事项	285
22.5	本章小结	286
第 23 章	通过转换建立数据库	289
23.1	新建 Geodatabase	289
23.2	转换生成多边形	290
23.3	转换生成线要素,再生成网络	298
23.4	本章小结	305
第 24 章	投影变换、坐标校正	307
24.1	坐标系与投影变换	307
24.2	坐标转换	313
24.3	坐标拉伸	316
24.4	接边	318
24.5	影像配准	321
24.6	本章小结	323
第 25 章	数据源和元数据	326
25.1	基本数据源	326
25.2	ArcCatalog 的基本操作	328
25.3	新建 Geodatabase	331
25.4	空间数据输入、校正综合练习	334
25.5	数据项的搜索	335
25.6	元数据的维护	338
25.7	本章小结	340
第九篇 综合应用		
第 26 章	要素分类显示、符号设计	341
26.1	专题地图符号类型	341
26.2	定性分类图	343
26.3	定量分类图	345
26.4	按多重属性对要素分类	351
26.5	符号的式样选择与调整	352
26.6	符号设计、制作	354
26.7	图层设置的重复利用	359
26.8	本章小结	359
第 27 章	基于网络的设施服务水平	360
27.1	概述	360

27.2	建立网络数据集	361
27.3	获得有效服务区	362
27.4	计算每个服务区的公园服务量	366
27.5	计算每个服务区的人均服务量	368
27.6	定义专题图	371
27.7	计算有关评价指标	372
27.8	产生同心圆式的邻近区	373
27.9	本章小结	374
第 28 章	复杂地形中的选址	375
28.1	概述	375
28.2	环境限制分析	376
28.3	计算取水费用	382
28.4	计算铁路支线建设费用	389
28.5	计算煤炭运输费用	392
28.6	评价指标的标准化	396
28.7	选址评价的指标综合	400
28.8	本章小结	401
第 29 章	基于 VBA 的二次应用开发	404
29.1	VBA 开发、运行环境	404
29.2	ArcObjects 对象模型图	410
29.3	综合应用一:输出点要素的坐标值	414
29.4	综合应用二:分类汇总各乡镇的道路长度	416
29.5	综合应用三:改变线要素的方向	424
29.6	本章小结	430
	进一步学习的建议	432
	附录一 关于计算机平台、练习数据的说明	434
	附录二 拓扑规则说明	435
	词汇索引(英汉对照)	441

第一篇 简单查询与显示

第 1 章 ArcMap 简介

- ArcMap 操作界面
- 简单查询
- ArcMap 的退出、再进入
- 若干专用术语
- 软件平台和练习概述
- ArcGIS 使用的数据
- 本章小结

1.1 ArcMap 操作界面

1.1.1 打开地图文档(Map Document)

在 Windows 下,用鼠标选择:开始/程序/ArcGIS/ArcMap(因软件安装的差异,具体路径可能不同),首先出现的可能是 ArcMap 的启动对话框“Start using ArcMap with”,用户可有三种选择:

- A new empty map (建立一个新的地图文档)
- A template (打开一个已有的模板)
- An existing map (打开一个已有的地图文档)

下部有文本提示框,为最近用过的地图文档名称,可直接选择后打开,也可点击 Browse for maps...,进一步浏览查找。另有两项提示:

- Immediately add data (如果勾选,打开新建地图文档后立即添加数据);
- Do not show this dialog again (如果勾选,表示取消启动对话框,以后启动 ArcMap 时直接进入默认的地图文档)。

对上述菜单,初学者可以选择 A new empty map(建立一个新的地图文档),按

OK 键就进入地图文档窗口(Map Document Window, 图 1-1), 默认的文档名称为“无标题”。从图 1-1 可看到, 视窗上边是菜单条(Menu Bar)和标准按钮工具条(Standard Tool Bar), 左侧是目录表(Table Of Contents, 简称 TOC), 中右部是数据显示部分(Data View), 右侧有基本工具条(Basic Tool Bar), 窗口底部有绘图工具条(Drawing Tool Bar)。

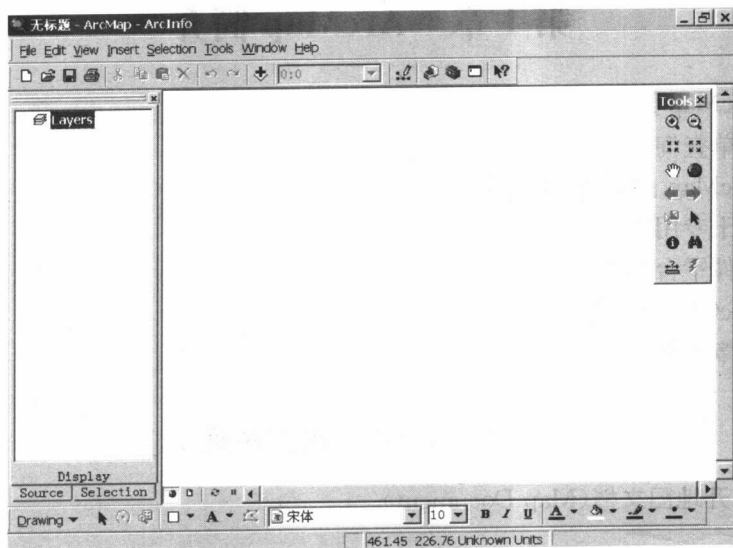


图 1-1 地图文档窗口(Map Document Window)

在 File 菜单中选择 Open... (打开一个地图文档), 根据对话框的提示, 在 D:\gis_ex09\ex01\ 路径下(本教材默认练习数据安装在 D:\gis_ex09\), 选择 ex01, 点击 OK 按钮, 该地图文档(Map Document)被打开(图 1-2)。打开新文档时, 已经打开的文档会关闭, 如果该文档曾经做过操作, 系统就会提示, 是否保留修改, 按一般计算机软件操作常规, 有“是(Y)”和“否(N)”两种选择。

1.1.2 基本操作界面

参见图 1-1、图 1-2, 第一行为菜单条, 用鼠标点击任一选项, 就出现一个下拉式的子菜单, 供进一步选择。第二行为标准工具条, 用鼠标点击任何一个图标(Icon), ArcMap 就立刻执行一个动作。位于窗口右侧的浮动式按钮框为基本工具条, 点击任何一个图标(Icon), ArcMap 就进入某种特定的状态, 或出现一个对话框, 等待用户进一步操作。鼠标的光标移到按钮条或工具条的图标上不按键, 屏幕会出现该图标的名称或简要提示。在地图上移动鼠标, 光标所在位置的坐标显示在窗口底部。

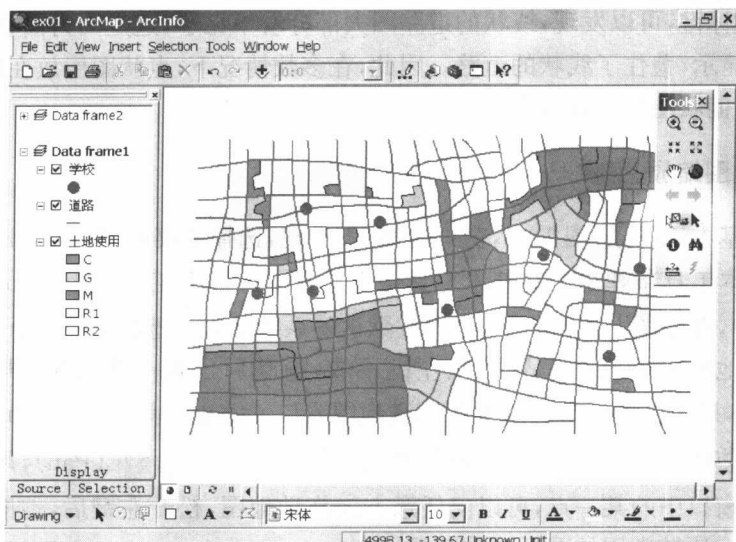


图 1-2 打开地图文档 ex01

用户可以按自己的习惯调整工具条、按钮条的布局,这样就使界面和默认状态不一致,对熟练用户是为了适应某种习惯,对初学者来说,非标准的界面会影响学习效率,暂时不要修改工具条、按钮条、菜单条的布局。

从图 1-2 可看出,左侧目录表(TOC)中有两个数据框架(Data frame),它们是 Data frame1 和 Data frame2,如果 Data frame1 呈加粗字体显示,表示该数据框架被激活,处于可操作状态。点击 Data frame1 左边的“+”号,可展开显示 Data frame1 的内容(通常是专题图层、独立属性表,图 1-2),“+”号变“-”号,再点击则关闭。用鼠标右键点击数据框架名,在随之弹出的快捷菜单中选择 Activate(激活),该数据框架被激活。




在目录表窗口(Table Of Contents)中有每个专题地图图层(Layer)的名称,要素的表达符号及其说明,名称、符号、说明这三项加起来称图例(Legend)。Data frame1 有 3 个专题图层(Layer):①点状图层“学校”;②线状图层“道路”;③面状图层“土地使用”。





1.1.3 专题图层的显示控制

每个图层名称的左边有一个小方格(Check Box),用鼠标点击一下,可使打勾号“√”出现(勾选)或消失(取消),该图层则打开显示或关闭隐藏。目录表中图层名称的上下排列次序代表了图形显示的先后顺序,排在下面的图层先显示,排在上面的图层后显示。在目录表中按住鼠标左键将图层“土地使用”拖动到“道路”的上

方,松开鼠标键,可以发现,线状的道路图大部分看不见了,这是因为面状多边形的填充色后显示,盖住了线状的道路。因此,在多数情况下,点状图层放在最上,线状图层其次,面状图层放在最下。

1.1.4 地图缩放、平移

如果基本工具条(图 1-3,窗口右侧)不出现,选择主菜单 View/Toolbar,勾选 Tools,基本工具条弹出。在基本工具条中选择图形放大工具  (Zoom In,像一个放大镜),在地图上点击一下,地图按默认的系数放大。选择 Zoom In 工具后,将鼠标放在地图上的某个位置按住左键不放,拖动后出现一个矩形,再松开左键(图 1-3),所定义的矩形将放大后充满地图窗口。缩小工具  (Zoom Out)和放大工具的使用方法一样,得到的效果相反。选择平移工具  (Pan),用鼠标左键按住地图窗口中的某一点,可以向任意方向拖动地图,松开左键后,地图将平移后重新显示。比较常用的图形缩放工具还有:

-  Full Extent 所有图层的要素充满地图窗口
-  Fixed zoom out 按预先设定的系数缩小地图
-  Fixed zoom in 按预先设定的系数放大地图
-  Go back to previous extent 返回上次显示

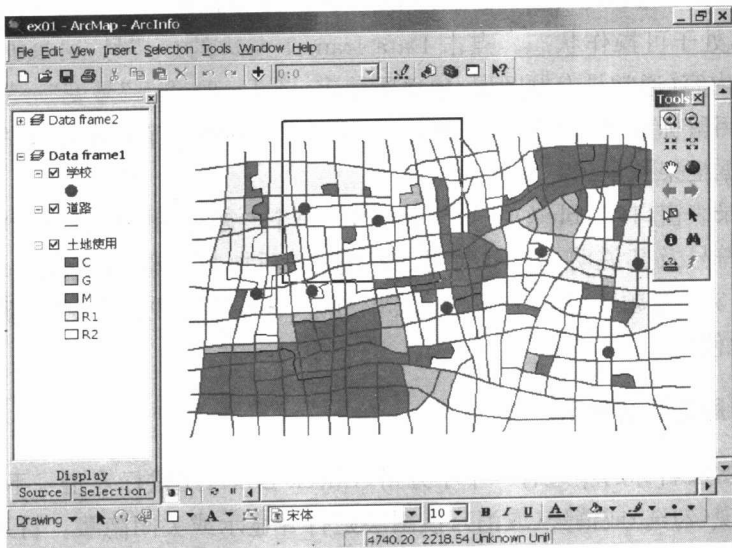



图 1-3 Zoom In 的拖动窗口

用鼠标右键在目录表中点击某图层名,在弹出的快捷菜单中选 Zoom to layer,该图层的所有要素充满显示窗口。

1.2 简单查询

1.2.1 单个要素、记录查询

在目录表中用鼠标右键点击数据框架 Data frame2,选择 Activate,该专题被激活(图 1-4),该数据框架有两个图层:线状图层“道路”和面状图层“乡镇(人口密度)”。在目录表中用鼠标单击图层名“道路”,该图层名称呈黑白反相显示,表示该图层处于被选择状态(Selected Layer,也可称激活),在基本工具条中选择属性查询按钮  (Identify),到某条 A 类道路(深色)上点击一下鼠标,即出现该段道路的属性记录(图 1-4),激活(点击)图层“乡镇(人口密度)”,再用属性查询按钮点击任一多边形,即出现该乡镇的属性记录(图 1-5)。

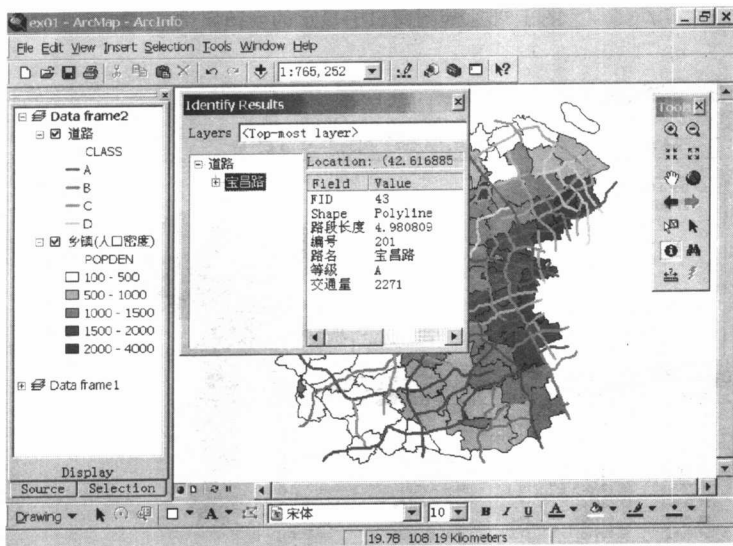


图 1-4 地图窗口中显示的道路属性

1.2.2 点击记录查询

用鼠标右键选择图层“乡镇(人口密度)”,在弹出的快捷菜单中选 Open Attribute Table(打开属性表),被选择图层的属性表“Attribute of 乡镇(人口密度)”被打开。如果属性表(Table)窗口充满屏幕,可用 Windows 的工具,使其缩小(图 1-6)。在属性表窗口点击记录左边的小方块,被选中的行(记录)颜色改变,该