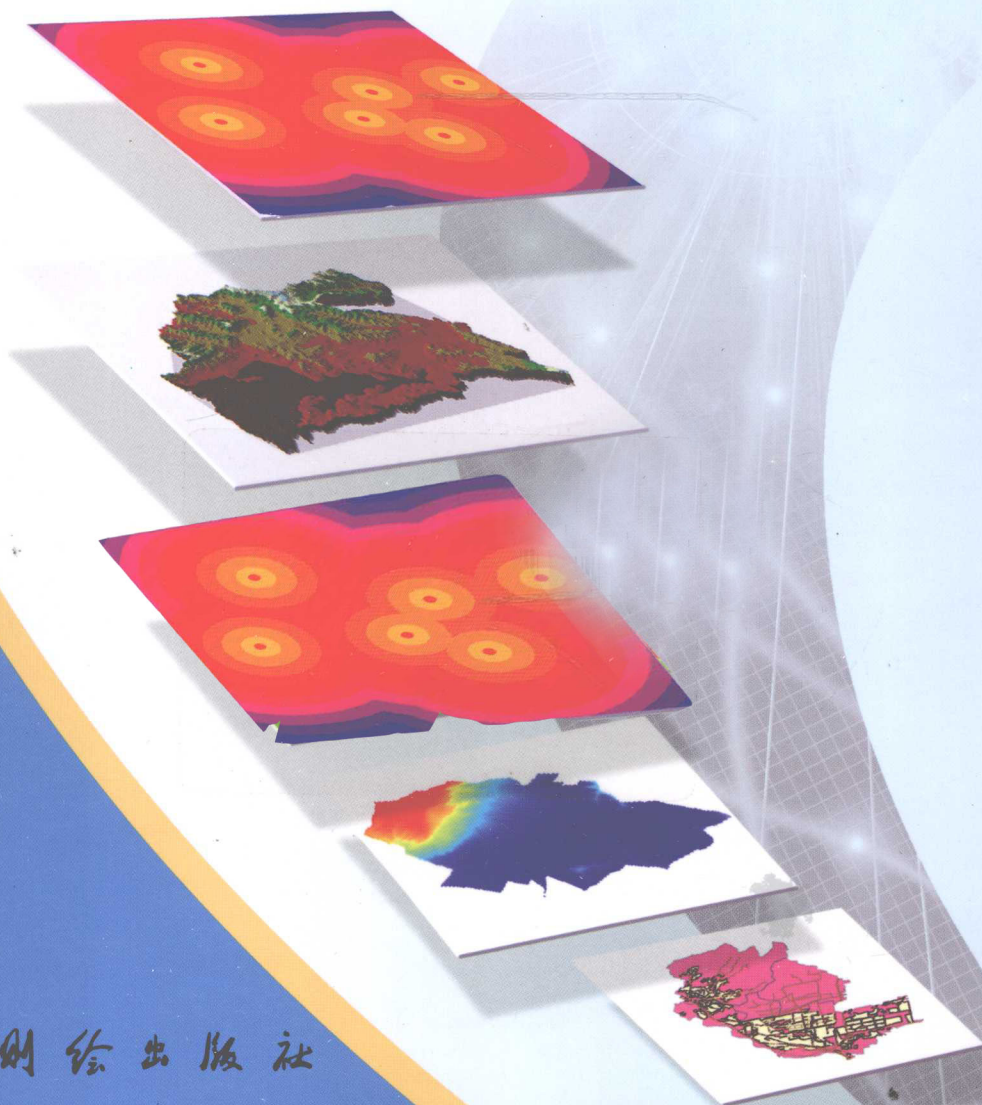


ArcGIS制图和空间分析

基础实验教程

Guide to ArcGIS Mapping and Spatial Analysis

王文宇 杜明义 编著



测绘出版社

ArcGIS制图和空间分析 基础实验教程

Guide to ArcGIS Mapping and Spatial Analysis

王文宇 杜明义 编著

测绘出版社

· 北京 ·

©王文字 杜明义 2011

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书以 ArcGIS9.3 Desktop 软件为例,引导读者由浅入深地掌握 GIS 软件操作技巧。通过基础实验,读者将首先熟悉空间数据库的建立和制图等基本操作;然后逐步过渡到空间分析与建模等核心技术,最后通过真实案例实践掌握 GIS 在实际地学中的应用。本书由 18 个独立实验组成,读者可以根据书中指导的步骤,轻松地完成每个实验,并了解 GIS 软件的基本功能和初步掌握 GIS 的基础空间分析能力。

本书是一本 GIS 软件操作的入门指导书,适合地理信息系统和相关专业的本科和高职高专学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

ArcGIS 制图和空间分析基础实验教程 / 王文字,
杜明义编著. —北京:测绘出版社,2011.5
ISBN 978-7-5030-2180-0

I. ①Λ… II. ①王… ②杜… III. ①地理信息系统—
应用软件,ArcGIS—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 084012 号

责任编辑	吴 芸	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍 李 艳
出版发行	测 绘 出 版 社				
地 址	北京市西城区三里河路 50 号	电 话	010—68531160(营销)		
邮政编码	100045		010—68531609(门市)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.sinomaps.com		
印 刷	北京民族印务有限责任公司	经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm				
印 张	9.0	字 数	220 千字		
版 次	2011 年 5 月第 1 版	印 次	2011 年 5 月第 1 次印刷		
印 数	0001—3000	定 价	19.80 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-2180-0/P·528

审 图 号 GS(2011)550 号

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

前 言

地理信息系统(geographic information system, GIS)是对地理空间信息进行描述、采集、处理、存储、管理、分析和应用的一门学科。GIS 围绕着不同来源的空间数据处理来开展研究和分析。在教学中,应尽量从学生动手实践入手,抓住空间数据处理这条主线,通过计算机操作,做到理论联系实际,同时提高学生的动手实践能力。作为地理信息系统课程的配套实验与实习教材,本书突出了以下几个方面:

(1)独立实验,难易结合。编者以独立的实验来组织教材,将基本原理、实验操作编排在一起,每部分内容尽量做到深入浅出。综合性实验可以配合 1 周或者 2 周的大实习来做。专业基础扎实的同学可以尝试着通过这部分的实验来增强科研能力。

(2)多源空间数据的统一。空间数据获取手段的多源性,空间数据存储格式的多源性,加剧了空间数据的复杂性。但是,只要立足于多源空间数据统一的空间参照体系的建立,加强对地理空间的認識,就一定能跨过地理信息系统专业入门的第一道门槛。

(3)有选择,有重点,重对比。对于大型 GIS 软件的学习,采用有选择、有重点地学习,而不是面面俱到。注重不同空间数据类型(矢量数据和栅格数据)处理方法的对比,加强对栅格数据的认识,因为遥感、航空测量数据已经成为 GIS 越来越重要的数据源。

(4)结构清晰,体系完善。围绕空间数据处理的关键环节组织实验内容体系,每个独立实验均有原理、内容、步骤、拓展练习。

本书的实验数据可以在测绘出版社网站(<http://www.chinasmp.com>)的下载中心栏目下的实验数据中下载。在本书编写过程中,参考和吸收了许多国内外同行的教材和著作,在此向各位原作者表示感谢。在本书修订过程中,许多研究生、本科学生也参与其中,编者在此衷心地感谢杨洪波、田慧云、曹蕾、陶靖云同学。

编者特别感谢美国明尼苏达大学 David D. Mulla 教授提供的水文环境分析实验室的学习机会,东方道尔公司李静女士提供的教学数据和实践机会,北京遥感研究所戎太宗先生给予的莫大帮助。

由于作者水平有限,书中难免欠缺,还需要编者在教学和科研实践中,不断地充实和完善本教材。不足之处,欢迎大家提出宝贵意见。

2011 年 2 月

目 录

ArcGIS Desktop 简介	1
实验一 ArcGIS Desktop 入门操作	2
实验二 坐标转换——地图配准	13
实验三 坐标转换——投影变换	19
实验四 地图数字化	25
实验五 属性数据操作	30
实验六 空间数据编辑与处理	36
实验七 地图制作	43
实验八 符号制作	53
实验九 空间查询与统计	58
实验十 缓冲区分析	67
实验十一 叠置分析	73
实验十二 空间建模之工厂选址问题	84
实验十三 空间建模之土地利用变化	91
实验十四 数字地形模型分析	97
实验十五 创建三维场景	107
实验十六 基于数字高程模型的地表水文分析	111
实验十七 基于数字高程模型的冲沟提取	126
实验十八 基于栅格建模的通用土壤流失方程的建立	133
参考文献	138
附录 空间基础数据网站	139

ArcGIS Desktop 简介

从 20 世纪 80 年代起,美国环境系统研究所公司(Environmental Systems Research Institute Inc, ESRI)先后推出了一系列的地理信息系统(GIS)软件。ArcGIS™是 GIS 产品家族体系的总称,包含客户端产品和服务端(Server)产品。ArcGIS 具有强大的地图制作、空间数据管理、空间分析、空间信息整合、发布与共享的能力。

ArcGIS Desktop 是可以满足各种类型用户的可伸缩的产品。从功能上讲,它可以分为三个层次:①ArcView 主要关注复杂数据的使用,地图的显示以及分析;②ArcEditor增加了高级的地理编辑和数据的创建;③ArcInfo 是 GIS Desktop 的旗舰,包含复杂 GIS 的功能和丰富的空间处理工具。ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo 本身并不是一个应用程序,而是一个软件的集合体系。在这三个软件中,每个都包含三个相同的应用程序:ArcMap、ArcCatalog 以及 ArcToolbox。

ArcMap 是一个用于编辑、显示、查询和分析地图数据,以地图为核心的模块,它是一个使用简单、功能强大的集成应用环境。ArcCatalog 提供空间和表格 GIS 数据的管理、生成和组织。ArcGIS 既支持基于文件的特征模型,又支持基于数据库管理系统的特征模型。ArcToolbox 是一个进行空间数据管理、分析和转换的工具箱,提供了数据转换、管理坐标系统及改变地图投影的工具,对 ArcInfo 用户而言, ArcToolbox 提供了许多极为复杂的数据转换空间分析工具。ArcMap、ArcCatalog 及 ArcToolbox 之间可以相互协同工作。通常用 ArcCatalog 进行数据的创建、组织和管理,用 ArcMap 进行数据的显示、编辑和制图,用 ArcToolbox 进行各种数据的分析操作。三者相互协同,以满足用户的各种需求。

实验一 ArcGIS Desktop 入门操作

一、实验目的

- (1)熟悉 ArcMap、ArcCatalog、ArcToolbox 的运行环境。
- (2)掌握 ArcMap 对图形和图像的显示、浏览等基本操作。
- (3)掌握 ArcCatalog 中空间数据库的建立过程。
- (4)掌握空间数据库(Geodatabase)的概念。
- (5)掌握 ArcToolbox 工具箱的使用方法。

二、实验背景

Geodatabase 是建立在关系型数据库管理系统之上的新数据模型。Geodatabase 中可以包含特征要素集(Feature Dataset)和栅格数据集(Raster Dataset)。Feature Dataset 通常是同一地区,不同主题的地图数据的集合,其下的要素类(Feature Class)通常是单一的主题(图层)和几何特征(点、线、面)。

Geodatabase 中每一个要素类或要素集都应该有其坐标系统,否则在后续的编辑中会出现错误。通常第一个加入 Geodatabase 的要素类的坐标系统作为默认的坐标系统,以后加入的会以此坐标系统为标准进行转换。

shapefile 是 ArcMap 内部使用的一种采用非拓扑结构进行组织的空间数据格式,用于存储空间及其属性数据。目前很多的图形数据仍然采用该文件格式。它由至少三个文件组成,其扩展名和含义如下:

- .shp——存储地理数据的几何特征,如坐标、长度、面积等。
- .shx——存储地理数据几何特征的索引。
- .dbf——dBASE 文件,存储地理数据的属性信息。

需要指出的是,ArcGIS 9 主推 Geodatabase 存放空间数据。与 shapefiles 相比,Geodatabase 类似一个数据容器,可以将多种类型的数据放在一个文件内。

三、实验内容

- (1)在 ArcMap 中,加载并浏览石景山地区的空间数据。
- (2)在 ArcCatalog 中,建立石景山地区的空间数据库,并通过导入要素类的方法建立一个空间数据集。
- (3)在 ArcToolbox 中,熟悉其基本结构框架及功能。

四、实验数据

详见表 1-1,文件夹:E1。



表 1-1

路 径	文件名称	格 式	说 明
\vector	road	shapefile	道路图
\vector	region	shapefile	行政区划图
\vector	resident	shapefile	居民地图层
\raster	Rasterdata1	tiff	栅格数据
\raster	Rasterdata2	tiff	栅格数据

五、ArcMap 环境下的基本操作

1. 进入 ArcMap 环境

(1)启动 ArcMap。一般启动 ArcMap 有两种方法:如果软件在安装过程中已经创建了桌面快捷键,直接双击 ArcMap 快捷键。如果没有创建快捷键,则可单击开始\程序\ArcGIS\ArcMap。

(2)弹出 ArcMap 对话框,选择 ArcMap 的三种不同的开始方式,如图 1-1 所示。点击【OK】按钮进入 ArcMap。

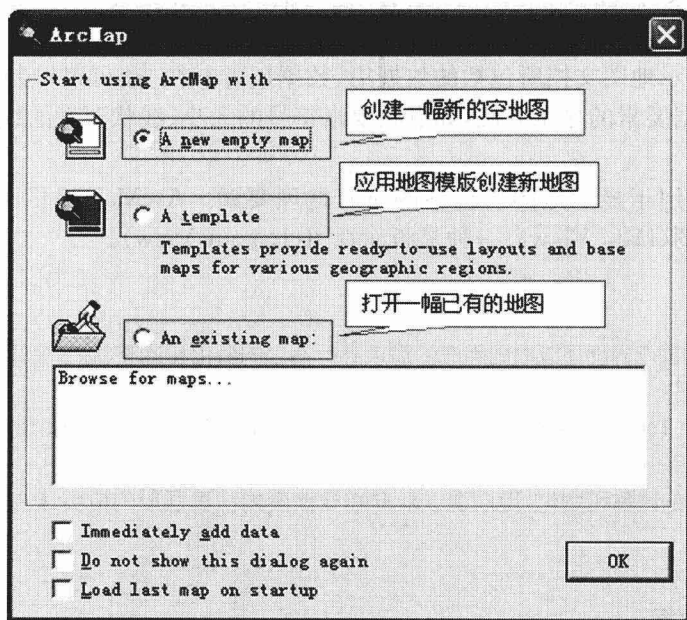


图 1-1

2. ArcMap 的窗口组成

ArcMap 的窗口组成包括主菜单(Main Menu)、标准工具条(Standard Toolbar)、内容表(Table of Contents)、地图显示窗口(Display Window)、绘图工具条(Draw Toolbar)、状态栏等,如图 1-2 所示。其中:

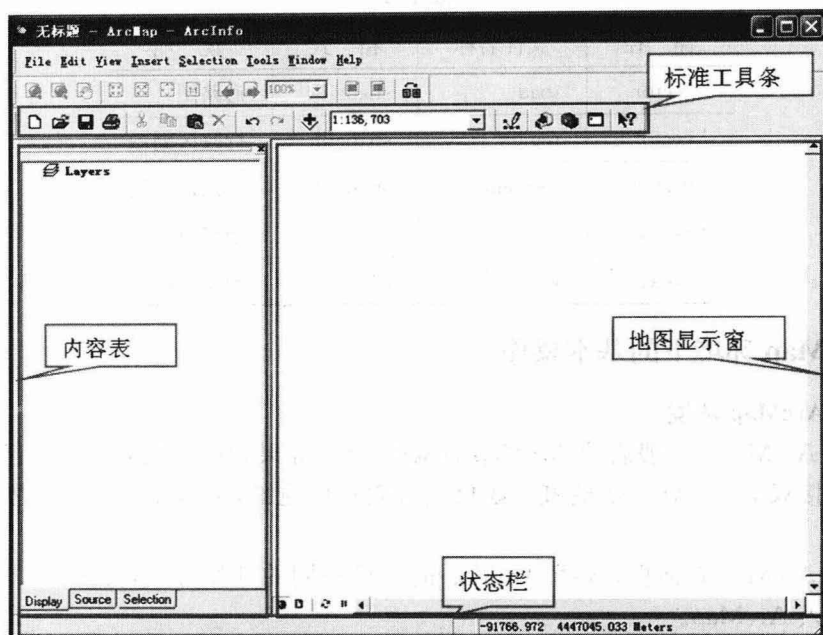


图 1-2

内容表用于显示地图文档所包括的数据集、数据层,同时它还可以控制数据集、数据层的显示与否,设置数据要素的显示方法,如点状要素符号的大小、线状要素的线型、面状要素的颜色等。

地图显示窗口用于显示地图所包括的所有地理要素。ArcMap 提供了两种地图显示方式:一种是数据视图(Data View);一种是版面视图(Layout View)。

☆小提示

ArcMap 的操作界面可以根据用户的需求进行适当的变化和调整(除了主菜单),这些变化和调整主要包括:

(1)工具条(Toolbar)的调整和变化,用户可以根据需要改变工具条摆放的位置或决定某些工具条是否显示。

(2)内容表的调整 and 变化,用户可以根据需要改变内容表摆放的位置或决定内容表是否显示。

3. 加载地图数据

在 ArcMap 中浏览矢量数据:点击标准工具栏上的数据添加按钮 ,在弹出的 Add Data 对话框中,选中实验目录(E1\vector)下的数据:road. shp、resident. shp、region. shp,将数据加载到视图窗口,如图 1-3 所示。

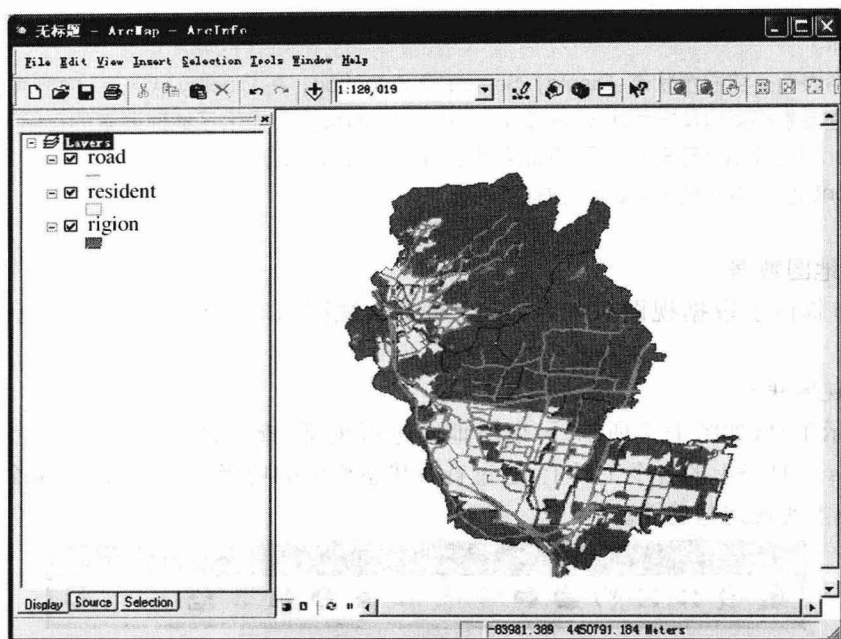


图 1-3

在 ArcMap 中浏览栅格数据:添加实验目录“E1\raster”下的栅格数据图层 Rasterdata1 和 Rasterdata2 到视图窗口中。点击内容表中 Raster Data 图层下的颜色带,在弹出的 select color 对话框中选择一个新的渐变色条带来显示数据,如图 1-4 所示。

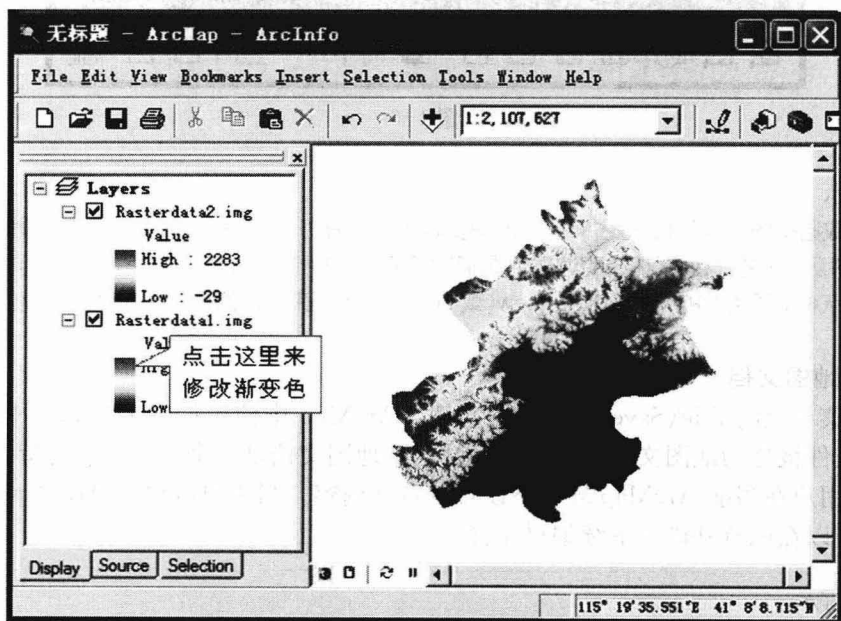


图 1-4

☆小提示

内容表有三种显示状态:Display、Source 及 Selection。在 Display 状态下,内容表显示了所有地理要素的类型及显示状态;在 Source 状态下,内容表还显示了地理要素的存储路径;在 Selection 状态下,内容表则显示特征要素的选中状态。点击内容表下的 Display、Source、Selection 标签可以实现不同状态之间的切换。

4. 浏览地图数据

ArcMap 提供了数据视图(Data View)和版面视图(Layout View)两种地图显示浏览方式。

1) 数据视图状态

数据显示工具(如图 1-5 所示)可以对地图进行浏览、查询、检索分析等各种操作。将鼠标置于 Tools 工具条上的各个工具上,通过查看状态栏中的功能提示信息,了解各个工具的功能,并在地图上实现这些功能。

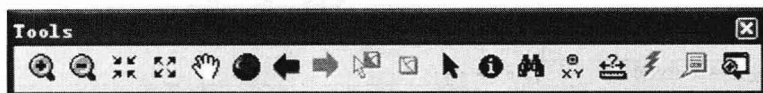


图 1-5

2) 版面视图状态

输出显示工具(如图 1-6 所示)可以实现输出地图的显示、浏览、编辑等操作。在版面视图状态下,可以加载和编辑图名、图例、指北针等地图辅助要素,生成一幅完整的地图。

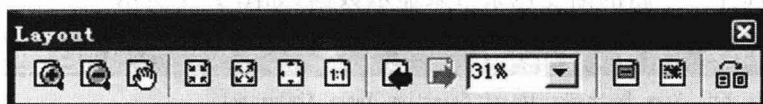


图 1-6

☆小提示

在数据视图上,可以进行各种针对地理要素的分析操作,但是数据视图没有各种地图辅助要素;在版面视图上,可以加载和编辑地图辅助要素,如比例尺、指北针、图名、图例等。可以通过点击标准工具条上的 View\Data View(或 Layout View)来实现两种状态之间的切换。

5. 保存地图文档

点击主菜单上的 File\Save,保存地图文档。ArcMap 中使用扩展名为 .mxd 的文件保存地图,这个文件被称为地图文档(或简称为地图)。地图文档是一个 ArcMap 自带的工程文件,它用于存储用户在当前 ArcMap 环境下设置的各项内容。当用户再次在 ArcMap 中打开地图文档,用户可以在原有基础上继续编辑完善。

※特别提示

当用户完成地图文档的编辑后,为了避免由于绝对路径的改变导致在地图文档打开后无法显示地图数据的情况,通常将数据文档数据源的路径设置为相对路径,设置方法如下:点击主菜单上的 File/Document properties,打开文档属性对话框,点击【Data source options】按钮,点击选中“store relative path name to data source”前的复选按钮,确认即可。

六、ArcCatalog 环境下的基本操作

1. 启动 ArcCatalog

单击开始\程序\ArcGIS\ArcCatalog,进入 ArcCatalog 的界面。

ArcCatalog 窗口(如图 1-7 所示)主要由主菜单、标准工具条、目录树、选项卡标签、地理工具条、元数据工具条、位置条和状态条八个部分组成。

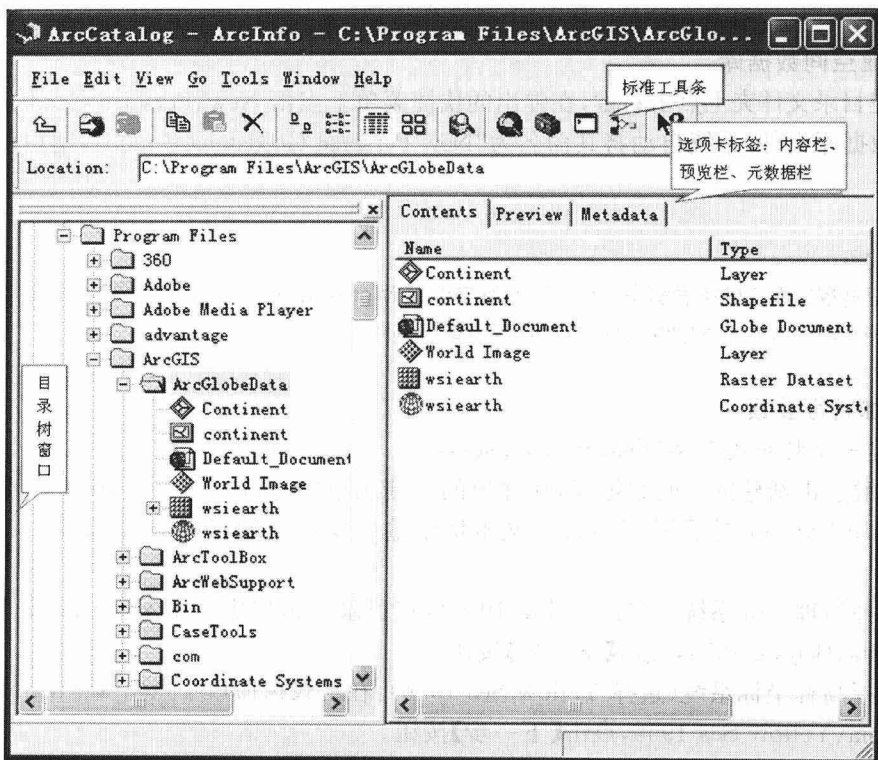


图 1-7

2. 文件夹链接

将实验数据目录加入文件链接:点击标准工具条上的  按钮,打开 Connect to Folder 对话框,如图 1-8 所示,选择实验数据所在目录,点击【确定】按钮。

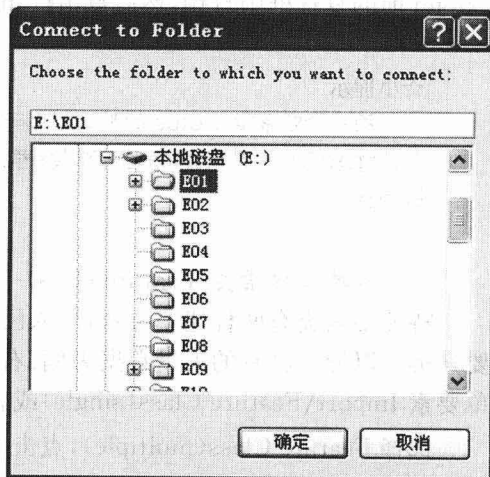


图 1-8



☆小提示

在 ArcCatalog 的目录树窗口中查找定位地图数据时,有时看不到所需要的盘符,这是因为没有创建到该盘的链接。点击工具条上的  按钮,创建地图数据所在目录的链接即可。使用文件夹链接连接功能,不仅可以看到缺省的盘符,也可以建立指定的文件目录的快捷方式。文件夹链接操作实质是建立查看文件夹的快捷方式。

3. 创建空间数据库

在所建目录文件夹上点击右键,在弹出的快捷菜单上点击 New\Personal Geodatabase,创建一个空间数据库文件,系统自动将其命名为“New Personal Geodatabase.mdb”,用户也可以将其重命名。

☆小提示

空间数据库文件的后缀是“.mdb”,mdb 文件是 Microsoft Access 数据库文件,如果机器上装有 Microsoft Access 软件,就可以打开并查看该文件。

4. 添加特征要素

1) 创建一个特征要素集 (Feature Datasets)

(1) 右键点击新建的空间数据库,在弹出的快捷菜单中,点击 New\feature dataset。打开 New Feature Dataset 对话框,在 name 文本框中输入要素集的名称:shijingshan,点击【下一步】按钮。

(2) 选择地理坐标系(选择 Beijing 1954):在目录树窗口中点击 Geographic Coordinate System\Asia\Beijing 1954,点击【下一步】按钮。

(3) 选择高程坐标系(选择 Yellow Sea 1956):在目录树窗口中点击 Vertical Coordinate System\Asia\Yellow Sea 1956,点击【下一步】按钮。

(4) 选择地理坐标系及高程坐标系统的容差:在 Accept default resolution and domain extend 前的复选框中打钩,然后点击【Finish】按钮,完成要素集的建立。

☆小提示

每一个要素集(Dataset)都可以有自己的坐标系统,要素集下的特征要素类(Feature class)默认继承它上一级 Dataset 的空间参考。因此,建立要素集的过程中,空间参照系的定义是关键步骤。

2) 加入特征要素类 (Feature class)

特征要素类有两种建立方式,导入已有的矢量数据作为特征要素类或用户独立创建特征要素类。以导入已有的矢量数据为例:右键点击新建的要素集,在弹出的快捷菜单中点击导入单要素 Import\Feature Class(single)或者导入多要素 Feature Class(multiple)。

选择 Feature Class(multiple),点击 Input 文本框右侧的  按钮选择实验数据:road.shp、region.shp 和 resident.shp,如图 1-9 所示,点击【OK】按钮。

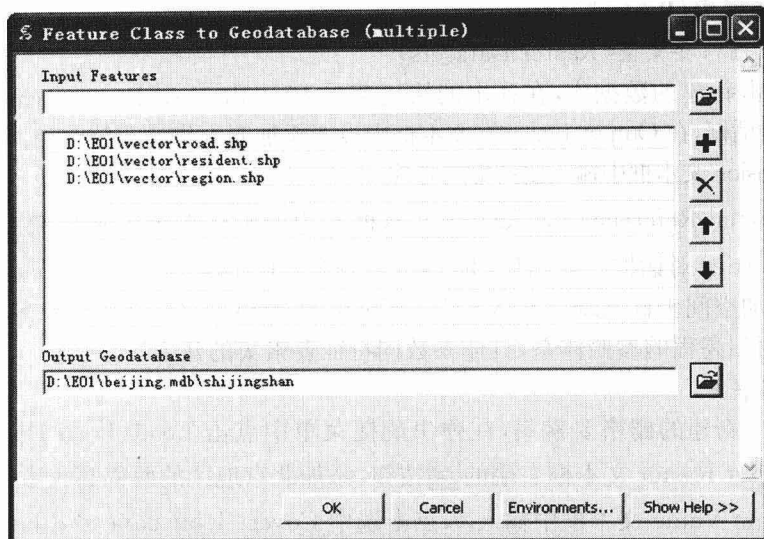


图 1-9

3) 特征要素的预览

(1) 打开地理数据库, 打开 shijingshan 数据集。

(2) 点击选中“shijingshan”要素集, 在视图窗口上点击“Preview”标签, 切换“Contents”视图界面至“Preview”视图界面, 查看要素集“shijingshan”的缩略图, 如图 1-10 所示。

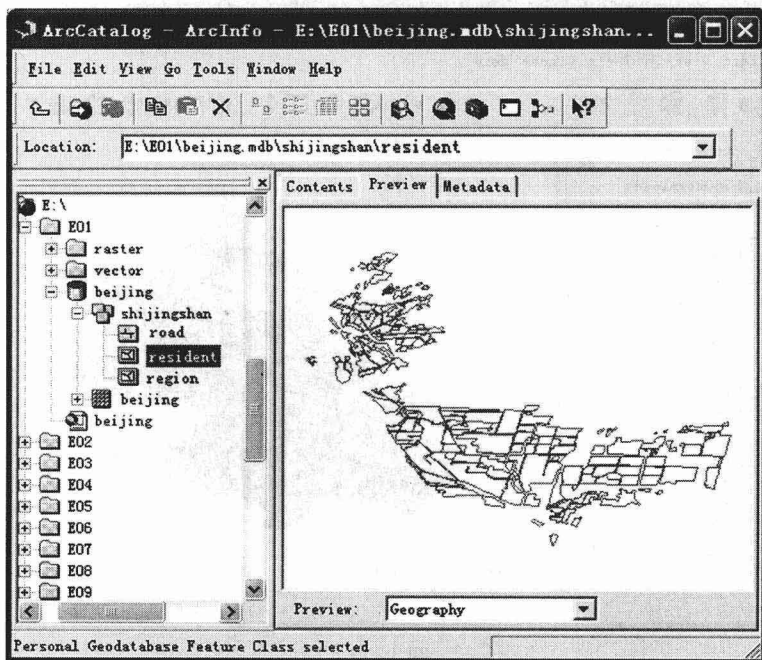


图 1-10

(3) 在视图窗口下方的“Preview”下拉列表中, 点击选择“table”查看数据属性表。

5. 添加栅格要素(Raster)

1) 创建一个栅格要素集(Raster Datasets)

(1) 右键点击新建的数据库,在弹出的快捷菜单中,点击 New\Raster dataset。打开 Create Raster Dataset 对话框,在 Output Location 文本框中设置添加要素集的存储路径;在 Raster Dataset Name with Extension 文本框中输入要素集的名称。

(2) 点击 Spatial Reference for Raster 文本框右边的坐标系统添加按钮,打开 Spatial Reference Properties 对话框。点击【Select】按钮,打开 Browse for Coordinate Systems 对话框,为数据集添加空间坐标系统。在 XY Coordinate System 和 Z Coordinate System 两个页面中分别定义平面和高程的参照体系,具体参数同特征要素集的建立。

2) 导入栅格要素

(1) 右键点击新建的栅格要素集,在弹出的快捷菜单中点击 Load\Load Data,打开 Mosaic 对话框,点击 Input Raster 文本框右端的,添加北京地区的两幅高程数据。

(2) 在 Nodata Value 文本框中输入 0,点击选中 Covert 1 bit data to 8 bit data 前的复选框。然后点击【OK】按钮,进行数据的拼接,并将拼接好的文件存储于栅格数据集中。

3) 栅格要素的预览

(1) 打开 My Geodatabase.mdb,点击选中上面创建的栅格数据集。

(2) 在视图窗口上点击“Preview”标签,切换“Contents”视图界面至“Preview”视图界面,查看要素类“beijing”的缩略图,如图 1-11 所示。

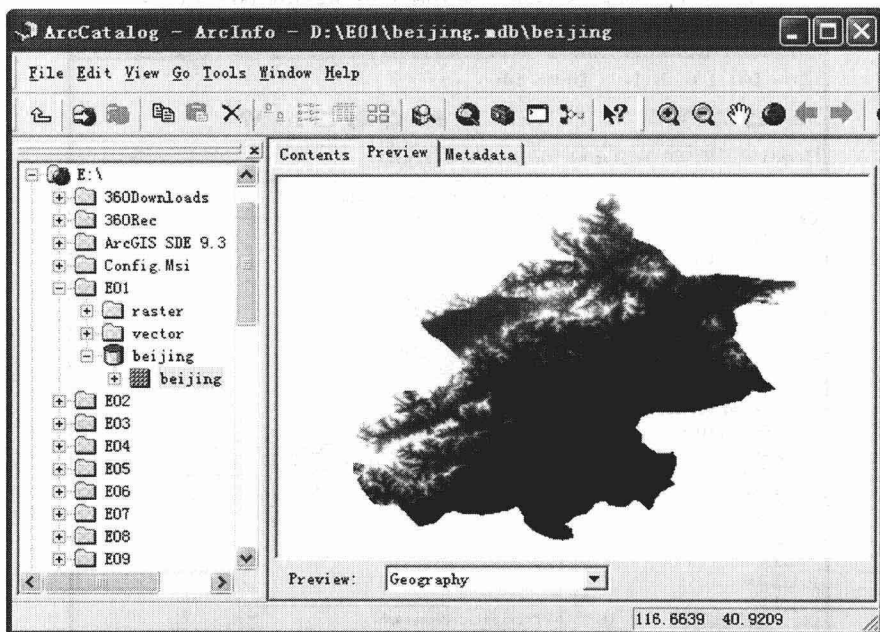


图 1-11



☆小提示

建立空间数据库的要领:①统一的空间参照体系;②熟悉 ArcGIS 两套不同的坐标体系(球面坐标、投影坐标)。完成空间坐标统一的“三部曲”如下:

- (1)查看空间数据的坐标系统:根据已有的坐标信息,确定空间数据的坐标系统。
- (2)定义空间数据的坐标系统:正确配置地图的坐标定义。
- (3)转换空间数据的坐标系统:转换为统一的坐标系统。

※特别提示

ArcGIS 的空间参照主要包括坐标系统(Coordinate System)的定义和图幅范围(X/Y Domain)的定义。实验中对于坐标系统的定义已经有了详细的叙述。对于图幅范围(X/Y Domain)的定义有时也非常重要,例如,新建一个空间数据库,来进行数据的采集,如果事先不获取图幅的范围来定义数据集的空间范围,会导致建立的要素类无法加载到 ArcMap 中进行显示。

七、ArcToolbox 环境下的基本操作

ArcToolbox 包括了极其丰富的空间数据分析处理工具,它由多个工具集(Toolset)构成,能够完成各种不同类型的任务,每个主要工具集中又包含着不同级别的子工具集。

1. 打开 ArcToolbox

在 ArcMap 和 ArcCatalog 环境中均可以打开 ArcToolbox;在标准工具条上点击  按钮即可。

2. 查看工具箱工具

在 ArcToolbox 窗口的底部有四个标签:Favorite、Index、Search、Results。Favorite 标签是以一种目录树的分类方式在窗口中显示 ArcToolbox 的各个工具;Index 标签则是将 ArcToolbox 中各个工具按名称字母的先后顺序进行排列显示;Search 标签则是进入工具搜索界面,帮助快速查找所需要的工具;Results 标签相当于用户的使用日志,它记录了用户的使用信息。如图 1-12 所示。

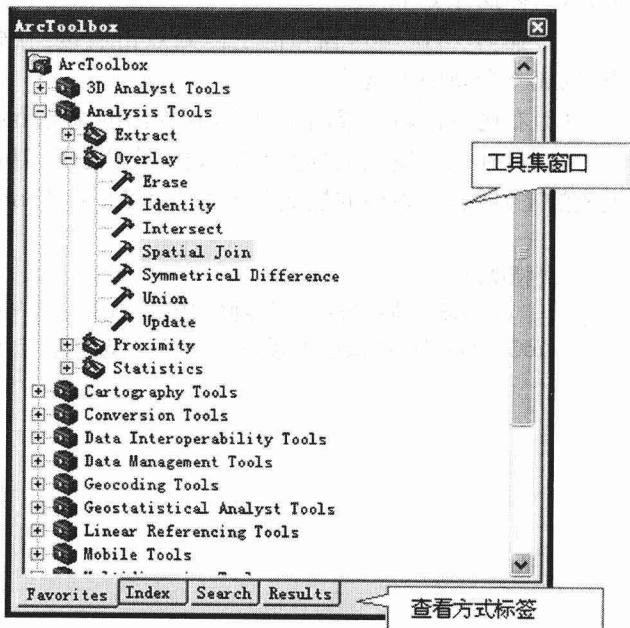


图 1-12

☆小提示

如果用户熟悉所需使用工具的名称,可以直接借助 Search 的搜索功能直接查找出工具,方便快捷!

3. 添加和删除工具箱

(1)若需添加工具箱,右键点击 ArcToolbox 窗口中的空白处,在弹出的快捷菜单中点击 Add Toolbox 选项,打开 Add Toolbox 对话框。

(2)浏览到 Toolboxes 的安装目录下(比如 C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes)。

(3)点击选中需要添加的工具箱(也可以双击打开工具箱,选中其中的子工具箱或工具),点击【Open】按钮,便可将工具箱(或工具)添加到 ArcToolbox 窗口的列表中。

(4)如果需要删除工具箱,则可以直接在 ArcToolbox 窗口中右键点击需要删除的工具箱,在弹出的快捷菜单中点击 Remove 选项,删除该工具箱的索引。

☆小提示

ArcToolbox 里的工具其实是工具文件的索引,这些文件存储在磁盘上以 .tbx 为后缀名,在 ArcToolbox 窗口中添加或删除工具箱仅仅只是添加或删除了工具箱的索引。

4. 创建个人工具箱

ArcGIS 允许用户创建自己的工具箱,在新建的工具箱里用户可以放入感兴趣的工具集或工具,具体操作如下:

(1)在 ArcToolbox 窗口的空白处点击右键,在弹出的快捷菜单中点击 New Toolbox 选项,生成一个新的工具箱。

(2)右键点击新生成的工具箱,在弹出的快捷菜单中点击 Add\Tool,打开 Add Tool 对话框,勾选目标工具集或工具前的复选框,点击【OK】按钮,添加工具。此外,还可以右键点击新生成的工具箱,在弹出的快捷菜单中点击 New\Toolset,给工具箱添加工具子集。

※特别提示

ArcGIS 桌面系统提供了全面的帮助,以解决用户在使用过程中遇到的问题。在 ArcMap 和 ArcCatalog 的主菜单上均设有“help”菜单选项,以方便用户获取帮助。