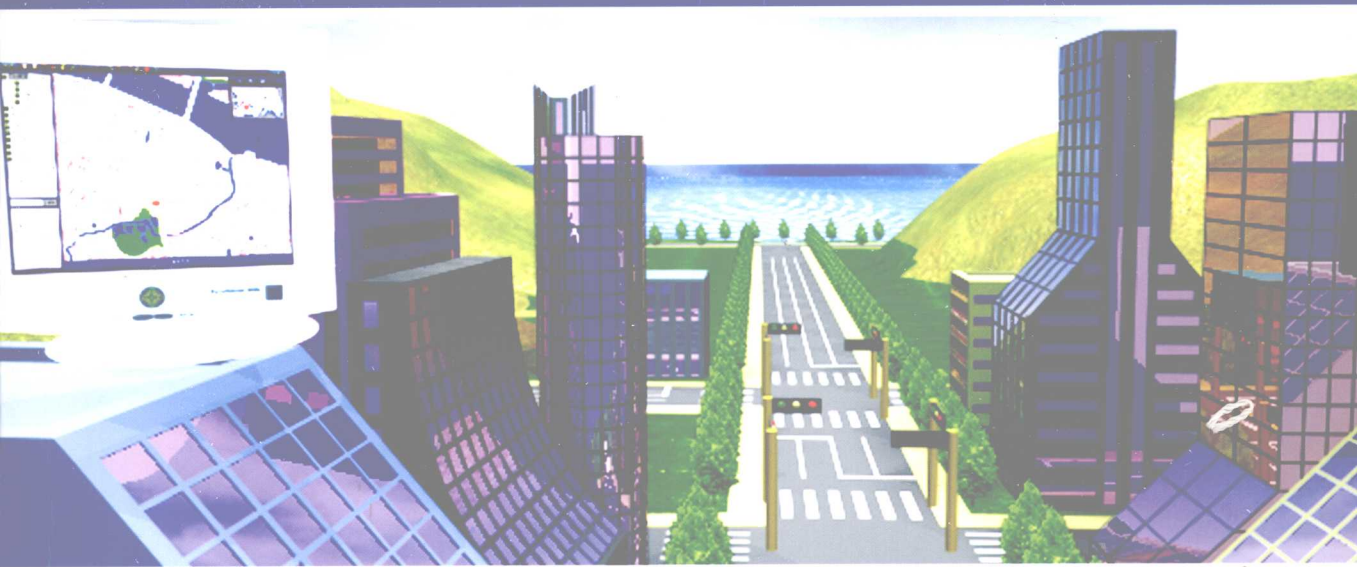


GEO-SPATIAL INFORMATION SCIENCE

● 高等学校测绘工程系列教材

地理信息系统应用实践教程

罗年学 陈雪丰 虞晖 胡春春 主编



3-43
7



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

P208-43
L957

等学校测绘工程系列教材

地理信息系统应用实践教程

罗年学 陈雪丰 虞晖 胡春春 主编

P208-43
L957



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统应用实践教程/罗年学,陈雪丰,虞晖,胡春春主编. —武汉:
武汉大学出版社,2010. 1

高等学校测绘工程系列教材

ISBN 978-7-307-07178-0

I. 地… II. ①罗… ②陈… ③虞… ④胡… III. 地理信息系统—
实验—高等学校—教材 IV. P208-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 104072 号

责任编辑:刘 阳

责任校对:黄添生

版式设计:詹锦玲

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:329 千字

版次:2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-07178-0/P·158

定价:22.00 元

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

内 容 简 介

本书共分为三个部分，即 GIS 软件工具篇、GIS 专题实践篇和 ArcGIS 二次开发篇。其中 GIS 软件工具篇以 ArcGIS 软件为例，介绍 GIS 软件的常用功能和操作方法；专题实践篇结合测绘工程专业特点，精选了几个典型案例，覆盖空间数据采集、空间数据管理和空间分析等 GIS 中的重点内容，逐步地介绍其实施过程；二次开发篇以 ArcGIS 平台为对象，以 VBA 为开发工具，介绍 GIS 平台的二次开发方法和定制实践。

本书可作为高等院校测绘工程专业地理信息系统课程的实习教材，也可作为相关专业技术人员学习地理信息系统的参考用书。

前 言

地理信息系统是测绘工程专业的核心专业课程之一，旨在培养学生掌握地理信息系统基本概念及其构成、功能、数据获取和组织方法、空间分析与应用等基本概念。地理信息系统的基本原理和方法具有很强的学科交叉性，它融合了地理学、测绘学、计算机科学和管理学等学科的思想和方法，形成了自己的体系。由于测绘工程专业本身课程设置的限制，学生在学习本课程时不可能对这些相关学科的知识有全面的了解。如何让测绘工程专业学生在有限学时的课程学习后，能够对地理信息系统的技术体系和应用具有较深的认识和掌握，实践性教学是一个非常重要的环节。

本实践教材由三个部分组成，基本上涵盖了地理信息系统课程的所有内容。第一部分为软件工具篇，以目前最常用的 ArcGIS 软件平台为对象，以大多数地理信息系统教科书的编排顺序，依次介绍了地理信息系统中的数据采集、数据处理、数据管理、查询和分析以及专题地图制作等内容。

第二部分为专题实践篇，结合测绘工程专业特点和背景，基于第一篇软件工具基础，介绍了数据采集和地图制作、工程地形分析、选址分析以及交通网络分析 4 个实验，通过这几个实验的实践练习，使得学生能够对地理信息系统的实际应用具有较全面的认识。

第三部分为地理信息系统二次开发篇，介绍了 ArcGIS 的二次开发组件——ArcObject 和 VBA 的定制方法，并给出一个综合应用实例。通过本篇相关内容的练习，使得学生能够初步具备地理信息系统软件定制能力。

教材的第 1 章至第 7 章由罗年学负责编写，第 8 章和第 11 章由陈雪丰负责编写，第 9 章和第 10 章由虞晖负责编写，第 12 章和第 13 章由胡春春负责编写。

教材中关于 ArcGIS 的使用和练习数据大量参考了 ESRI 相关产品的帮助文档，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中存在错误和不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

第一篇 GIS 软件工具

第 1 章 ArcGIS 简介	3
1.1 ArcGIS 桌面产品	3
1.2 ArcGIS 服务器产品	4
1.3 ArcGIS 组件产品	4
1.4 ArcMap 入门	4
1.4.1 ArcMap 启动	4
1.4.2 ArcMap 窗口组成	6
1.5 ArcCatalog 入门	7
1.6 地理数据库 Geodatabase	9
第 2 章 GIS 中的空间数据采集和编辑	10
2.1 ArcMap 数据输入和编辑工具	10
2.2 新建数据源	11
2.2.1 创建地图文档	11
2.2.2 添加图层	11
2.3 点要素的输入和编辑	12
2.4 线要素的输入和编辑	14
2.4.1 输入线要素	14
2.4.2 编辑线要素	14
2.5 面要素的输入和编辑	14
2.5.1 输入面要素	14
2.5.2 编辑面要素	14
2.6 地图注记编辑	15
2.6.1 属性标注	15
2.6.2 使用注记类	16
2.6.3 使用图形注记	16
第 3 章 GIS 中的空间数据处理	17
3.1 拓扑关系	17
3.1.1 拓扑基本术语	17

3.1.2 拓扑规则	18
3.2 拓扑关系建立	20
3.2.1 地图拓扑 (Map Topology) 和地理数据库拓扑 (Geodatabase Topology)	20
3.2.2 使用 ArcMap 建立地图拓扑	21
3.3 拓扑关系编辑	21
3.4 投影转换	23
3.5 坐标变换	25
3.5.1 坐标变换的概念	25
3.5.2 坐标转换 (Transform)	26
3.5.3 接边 (Edge Snap)	28
3.5.4 影像配准	29
第4章 空间数据管理	31
4.1 Geodatabase 空间数据库	31
4.2 空间数据库建立	32
4.2.1 创建一个新的地理数据库	32
4.2.2 建立数据库中的基本组成项	32
4.3 空间数据库更新和维护	34
4.3.1 装载数据	34
4.3.2 属性域	36
4.3.3 子类型	38
4.3.4 关系类	39
4.3.5 几何网络	41
4.3.6 注释类	44
4.3.7 索引	45
第5章 查询统计	48
5.1 基于属性查询	48
5.2 基于位置查询	49
5.3 其他查询	51
5.3.1 鼠标点击查询	51
5.3.2 拖曳矩形框进行查询	52
5.3.3 点击属性表进行查询	52
5.3.4 删除选中的要素	52
5.3.5 高亮显示选中要素颜色配置	53
5.3.6 查看选中要素的信息	53
5.4 生成统计图	53
5.4.1 创建统计图	53
5.4.2 统计图编辑	54
5.4.3 管理统计图	55

5.5 生成报表	55
5.5.1 创建报表	55
5.5.2 设置报表类型	57
5.5.3 报表页面设置	57
5.5.4 报表中字段的设置	58
5.5.5 报表数据组织	59
5.5.6 为报表添加辅助要素	60
5.5.7 报表的保存输出	61
第6章 空间分析	63
6.1 缓冲区分析	63
6.1.1 使用缓冲区工具	64
6.1.2 使用缓冲区向导	65
6.2 叠加分析	68
6.2.1 叠加分析的分类和工具	68
6.2.2 叠加分析工具 (Union、Intersect) 的使用示例	70
6.3 地形分析	73
6.3.1 地形分析工具 (Terrain Analysis Tools)	73
6.3.2 坡度 (Slope) 工具	73
6.3.3 坡向 (Aspect) 工具	74
6.4 网络分析	75
第7章 专题制图	76
7.1 图层控制	76
7.1.1 显示 (Display)	77
7.1.2 标注 (Lables)	78
7.1.3 符号 (Symbology)	80
7.2 符号设计	80
7.2.1 简单要素图 (Features)	80
7.2.2 定性分类 (Categories)	82
7.2.3 定量分类 (Quantities)	86
7.2.4 统计图 (Charts)	90
7.2.5 多重属性图 (Multiple Attibute)	90
7.3 地图布局	92
7.3.1 地图布局 (Layout) 和打印 (Printing) 设置	92
7.3.2 添加地图要素 (Element)	92

第二篇 GIS 专题实践

第8章 空间数据采集及地图制作	97
------------------------------	-----------

8.1	手工数字化采集	97
8.2	使用 ArcScan 数字化采集	98
8.2.1	扫描地图的配准和校正	99
8.2.2	ArcScan 人工矢量化方法	105
8.2.3	ArcScan 批处理矢量化方法	110
8.2.4	ArcGIS 拓扑检查方法与拓扑错误修正方法	113
8.2.5	ArcScan 常用快捷键	115
8.3	使用空间数据互操作获取数据	116
8.3.1	ArcGIS 数据互操作扩展模块介绍	116
8.3.2	ArcGIS 数据互操作扩展的关键特性	116
8.3.3	ArcGIS 空间数据格式转换	116
8.4	地图制作	119
8.4.1	新建布局	119
8.4.2	添加矢量化后的地图	119
8.4.3	添加其他内容	120
8.4.4	进一步处理	124
第 9 章	工程地形分析	127
9.1	DEM 的建立	127
9.1.1	TIN 的组成	128
9.1.2	TIN 的建立	128
9.2	断面图生成	133
9.3	坡度图制作	134
9.4	可视性分析	135
9.4.1	视线瞄准线的创建	135
9.4.2	视场的计算	136
第 10 章	交通网络分析	138
10.1	网络的组成和建立	138
10.1.1	网络的组成	138
10.1.2	网络数据集建立	139
10.1.3	网络分析的一般流程	141
10.2	最短路径分析	142
10.3	找服务区域 (Finding Service Area)	146
第 11 章	选址分析	151
11.1	指标评价	151
11.2	综合选址分析实例	151
11.2.1	背景	151
11.2.2	目的	151

11.2.3	要求	151
11.2.4	操作步骤	151
第三篇 ArcGIS 二次开发		
第 12 章 ArcGIS 二次开发基础		167
12.1	ArcObjects 简介	167
12.1.1	AO 的基础—COM	167
12.1.2	AO 的核心组件库	168
12.2	Visual Basic 基础	169
12.2.1	常量	169
12.2.2	变量	169
12.2.3	数组	169
12.2.4	记录	170
12.2.5	数据类型	171
12.2.6	控制语句	171
12.2.7	函数与过程	173
12.3	在 ArcMap 的 VBA 环境中编程	175
第 13 章 ArcGIS 二次开发实现		177
13.1	AO 对象	177
13.1.1	Application 对象	177
13.1.2	Document 对象	179
13.1.3	Map 对象	180
13.1.4	Layer 图层对象	184
13.2	基于 VBA 的定制	185
13.2.1	定制状态栏 (StatusBar)	185
13.2.2	定制可停靠窗口 (DockableWindow)	186
13.2.3	CommandBars 和 CommandBar 对象	187
13.3	二次综合应用实践	188
参考文献		204

第一篇

GIS 软件工具

第 1 章 ArcGIS 简介

ArcGIS 9 是美国环境系统研究所 (Environment System Research Institute, ESRI) 开发的新一代 GIS 软件,是世界上使用最广泛的 GIS 软件之一。

ArcGIS 是 ESRI 在全面整合了 GIS 数据库、软件工程、人工智能、网络技术及其他多方面的计算机主流技术之后,成功推出的代表 GIS 最高技术水平的全系列 GIS 产品。ArcGIS 是一个全面的、可伸缩的 GIS 平台,为用户构建一个完善的 GIS 系统提供了完整的解决方案。

ArcGIS 作为一个全面的、可伸缩的 GIS 平台,无论是在桌面、服务器、野外还是通过 Web,都为个人用户和群体用户提供了 GIS 的功能。ArcGIS 9 是一个建设完整的 GIS 软件集合,它包含了下述一系列部署 GIS 的框架:

ArcGIS Desktop——一个专业 GIS 应用的完整套件;

ArcGIS Engine——为定制开发 GIS 应用的嵌入式开发组件;

服务端 GIS——ArcSDE、ArcIMS 和 ArcGIS Server;

移动 GIS——ArcPad 以及为平板电脑使用的 ArcGIS Desktop 和 Engine。

1.1 ArcGIS 桌面产品

ArcGIS Desktop 是一个集成了众多高级 GIS 应用软件的套件,它包含了一套带有用户界面组件的 Windows 桌面应用:ArcMap、ArcCatalog、ArcToolbox 以及 ArcGlobe,应用这四个程序基本可以胜任任何 GIS 相关工作——制图、数据处理、地理分析、数据编辑和处理等。ArcGIS Desktop 具有三种功能级别——ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo,而 ArcReader 则是免费地图浏览器组件。ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo 是三级不同的桌面软件系统,共用通用的结构、通用的扩展模块和统一的开发环境,功能由简单到复杂,其相互关系如图 1-1 所示。

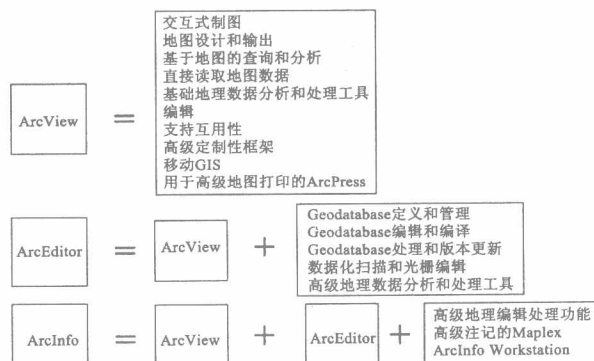


图 1-1 ArcView、ArcEditor、ArcInfo 功能构成对比

1.2 ArcGIS 服务器产品

ArcGIS 9 包含以下三种服务器产品：

(1) ArcSDE——一个在多种关系型数据库管理系统中管理地理信息的高级空间数据服务器。ArcSDE 是一个位于 ArcGIS 软件产品和关系型数据库之间的数据服务器，它的应用使得在跨网络的多个用户群体中共享空间数据库以及在任意大小的数据级别中伸缩成为可能。

(2) ArcIMS——一个可伸缩的，通过开放的 Internet 协议进行 GIS 地图、数据和元数据发布的地图服务器，主要是为 Web 上的用户提供数据分发服务和地图服务。

(3) ArcGIS Server——一个应用服务器，包含了一套在企业和 Web 框架上建设服务端 GIS 应用的共享 GIS 软件对象库。ArcGIS Server 是 ArcGIS 9 以后推出的新产品，用于构建集中式的企业 GIS 应用，基于 SOAP 的 Web Services 和 Web 应用。

1.3 ArcGIS 组件产品

组件 GIS 又称嵌入式 GIS。用户可以使用嵌入式的 GIS 在所关注的应用中增加所选择的 GIS 组件，这使得许多需要在日常工作中应用 GIS 作为一种工具的用户，可以通过简单的、集中于某些方面的界面来获取 GIS 的功能。

ArcGIS Engine 提供了一套应用于 ArcGIS Desktop 应用框架之外（例如，制图对象作为 ArcGIS Engine 的一部分，而不是 ArcMap 的一部分）的嵌入式 ArcGIS 组件。使用 ArcGIS Engine，开发者能在 C++、COM、NET 和 Java 环境中使用简单的接口获取任意 GIS 功能的组合来构建专门的 GIS 应用解决方案。

开发者通过 ArcGIS Engine 构建完整的客户化应用或者在现存的应用中（例如微软的 Word 或者 Excel）嵌入 GIS 逻辑来部署定制的 GIS 应用，为多个用户分发面向 GIS 的解决方案。你可以使用 ArcGIS Engine 将 GIS 嵌入到你的应用中。

1.4 ArcMap 入门

ArcMap 是一个能对地图进行创建、浏览、编辑、查询、合并、分布等操作的功能强大的工具。

1.4.1 ArcMap 启动

启动 ArcMap 的步骤如下所示：

(1) 直接在桌面上双击 ArcMap 快捷方式或者单击“开始”→“程序”→“ArcGIS”→“ArcMap”，打开 ArcMap 对话框，如图 1-2 所示。

(2) 在 ArcMap 对话框中选择“An existing map”，这表示打开一幅已经存在的地图。另外两种方式“A new empty map”和“a template”分别表示创建一幅空地图和应用地图模板创建新地图。

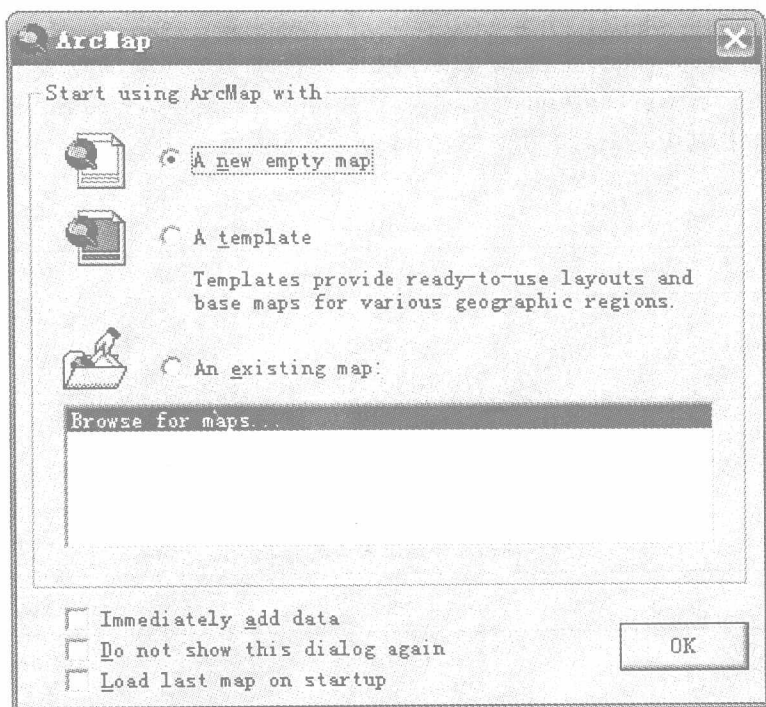


图 1-2 ArcMap 启动对话框

(3) 点击 OK, 打开“Chapter1 \01 \china. mxd”地图文档, 进入了 ArcMap 操作界面, 如图 1-3 所示。

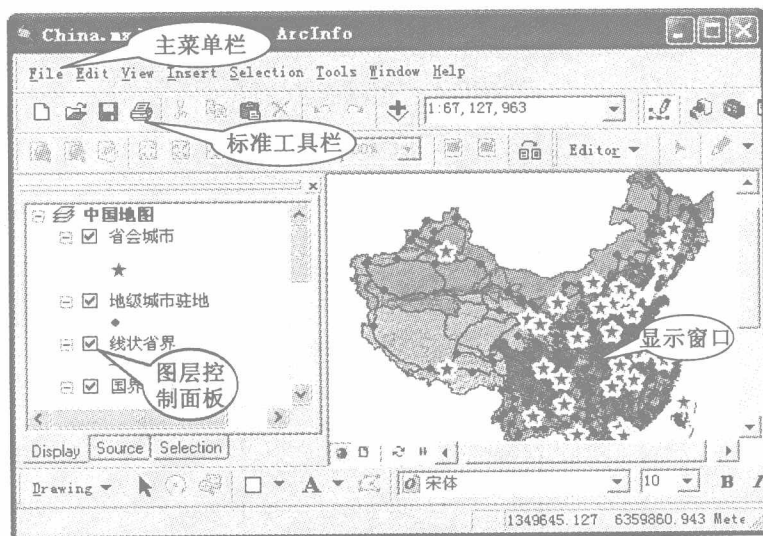


图 1-3 ArcMap 窗口

1.4.2 ArcMap 窗口组成

如图 1-3 所示, ArcMap 主要由主菜单栏、标准工具栏、图层控制面板 (Table of Content——TOC)、显示窗口 (Display Windows)、数据显示工具等部分组成。

(1) 主菜单栏其中几个菜单功能如表 1-1 所示。

表 1-1 主菜单功能

命令	功能	快捷键
Insert	插入操作	Alt + I
Selection	选择要素	Alt + S
Tools	地图工具	Alt + T

(2) 标准工具栏中包含了有关地图操作的主要工具,其中几个按钮的功能如表 1-2 所示。

表 1-2 地图操作的主要工具功能

	Scale	设置显示比例
	Editor Toolbar	调用编辑工具
	ArcCatalog	启动 ArcCatalog

(3) 图层控制面板 (Table of Content, TOC) 用来显示地图文档所包含的数据组、地图图层、地理要素和它们的显示状态。如图 1-4 所示的“中国地图”数据组中的“主要公路”图层表示的一个线状图层,它的画线类型可以更改。每个图层前 + / - 号可以显示或者隐藏这个图层下的内容,勾选号用来控制这个图层在地图显示窗口显示与否。

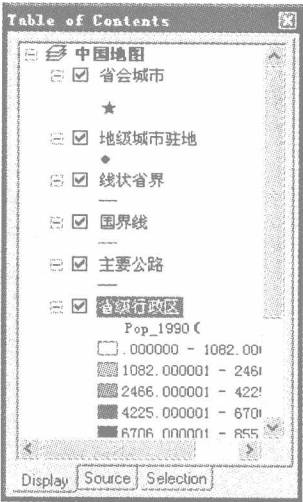


图 1-4 图层控制面板

(4)地图显示窗口(Display Windows)用来显示地图所包含的地理要素。地理要素有两种显示方式:数据视图(Data View)和版面视图(Layout View)。在数据视图下,可以对地图进行查询、编辑等操作;在版面视图下,可以加入如图例、比例尺等辅助要素,进行打印输出。可以在地图显示窗口左下角点击选择数据视图,或者点击选择版面视图。

(5)数据显示工具中的几个按钮的功能如表 1-3 所示。

表 1-3 数据显示工具功能		
	Zoom In	放大视图
	Zoom Out	缩小视图
	Fixed Zoom In	中心放大
	Fixed Zoom Out	中心缩小
	Pan	移动视图
	Full Extend	全景显示
	Go To Back	回到前一屏
	Go To Next	显示下一屏
	Select Features	要素选择
	Clear Select Features	清除选择要素
	Select Elements	图形选择
	Identify Features	要素信息
	Find	查找要素
	Go To XY	切换到坐标点
	Measure	图形测量

1.5 ArcCatalog 入门

ArcCatalog 帮助用户组织管理所有的地理信息,如地图、三维地球信息、数据集、模型、元数据和服务等,包含具有如下功能的工具:

- (1)浏览、搜索地理信息;
- (2)记录、查看、管理元数据;
- (3)定义、导出、导入数据框数据模型;
- (4)搜索本地和网络上的 GIS 数据;
- (5)管理 GIS server。

下面就 ArcCatalog 的常用功能进行简单介绍。ArcCatalog 主要由左右两个面板组成,左面板中显示的是目录树,用于浏览和组织数据;右面板用于显示目录树中当前选中目录下的分支(见图 1-5)。

1. 工具栏