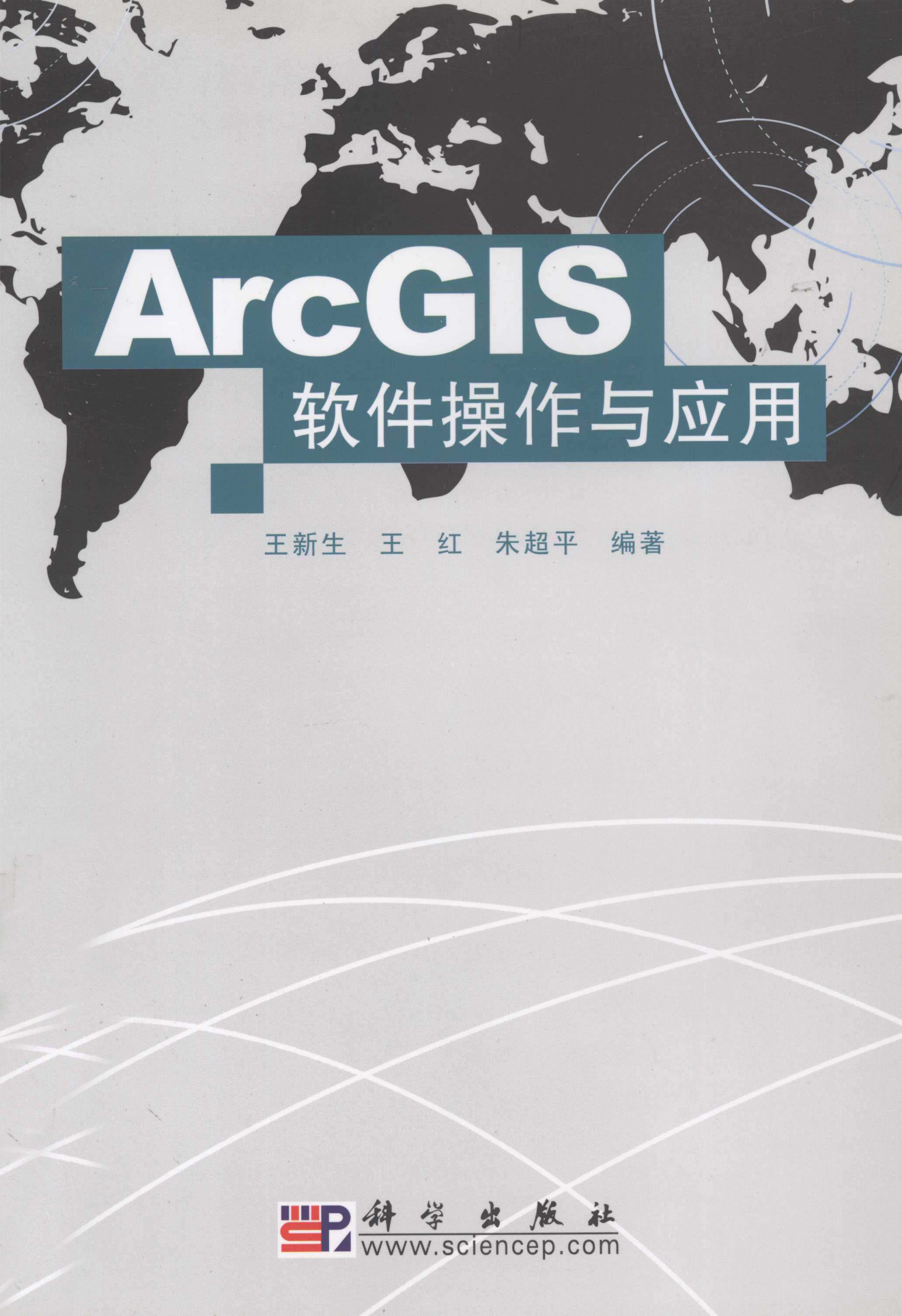




ArcGIS

软件操作与应用

王新生 王 红 朱超平 编著



科学出版社

www.sciencep.com

Arc GIS 软件操作与应用

王新生 王 红 朱超平 编著

国家自然科学基金项目(编号:41071240)

湖北省高等学校教学研究项目(编号:20060206)

“地理信息系统原理与应用”湖北省精品课程建设项目
资助出版

科学出版社

北 京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

本书是编者在总结多年的教学和科研工作的基础上编写而成的。围绕空间数据处理的基本流程,本书介绍了 ArcGIS 软件的主要功能和应用实例,内容包括 ArcGIS 系列产品简介、空间数据的管理、空间数据的输入与编辑、空间数据的转换与处理、空间数据的可视化表达、空间分析的基本技术和 GIS 软件应用等。书中每个章节配有练习题,便于读者练习。

本书强调科学性、实用性和易读性相结合,既可作为高等学校测绘、地理信息系统、遥感和地理学等相关学科的教材,也可供从事与 GIS 相关的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

ArcGIS 软件操作与应用/王新生,王红,朱超平编著. —北京:科学出版社, 2010.9

ISBN 978-7-03-028875-2

I. A… II. ①王…②王…③朱… III. 地理信息系统—应用软件, ArcGIS
IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 173897 号

责任编辑:高 嵘/责任校对:王望容

责任印制:彭 超/封面设计:苏 波

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>

武汉市首壹印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 9 月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:1—2 000

字数:365 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

地理信息系统是一门处理空间数据的学科,已被广泛应用于国土、环境保护、农业、林业和交通运输等各个部门,并深入到社会经济的各个方面。地理信息系统既是一门理论很强的学科,也是一门实践性很强的学科。在学习中,需要通过不断实践来加深对理论知识的理解,同时提高解决实际问题的能力,真正实现理论与实践的结合。

ArcGIS 是美国 ESRI(Environmental System Research Institute,环境系统研究所)公司在全面整合了 GIS 与数据库、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推出的一个统一的地理信息平台。ArcGIS 作为一个可伸缩的平台,无论是在桌面、服务器、野外还是通过 Web 应用,为个人用户及群体用户提供了丰富的 GIS 功能。

ArcGIS 软件体系庞大、功能复杂,作者在多年的教学和科学研究工作中,深深体会到如何能够让初学者对 ArcGIS 软件快速入门十分重要,这也是撰写本书的目的。通过本书学习,使读者能够掌握桌面 ArcGIS 的常见重要功能,同时通过阐述 ArcGIS 在某些领域的实际应用,使读者能够初步掌握 ArcGIS 在解决特定问题时的处理方法。

本书内容围绕空间数据处理的基本流程展开,主要包括 ArcGIS 系列产品简介、空间数据的管理、空间数据的输入与编辑、空间数据的转换与处理、空间数据的可视化表达、空间分析的基本技术和 GIS 软件应用等七个章节。需要说明的是,由于 ArcGIS 软件体系庞杂,本书内容主要涉及 ArcGIS 9 Desktop 部分的操作与应用。

本书是作者在多年从事 GIS 教学和研究工作,并参阅了大量国内外书籍、期刊和文献的基础上编写完成的。全书由王新生进行整体组织编写。其中,第一章、第二章、第五章、第六章由王红编写,第三章、第四章由朱超平编写,第七章由王新生编写,王丽玲、苏凯、叶晓雷等参加了本书插图和表格的制作工作。

本书在撰写过程中得到了许多同志的关心和支持。本书的第七章内容是王新生在攻读博士学位和博士后工作期间的部分成果,这些成果凝聚了导师毋河海教授和刘纪远研究员的心血。湖北大学资源环境学院地理信息科学系的邓文胜、汪权方、杜晓初、何津、梅新和林丽群等同志也给予极大的支持。科学出版社的相关领导和编辑人员不辞辛苦的工作,才使本书及时保质出版。在此表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中不妥之处难免存在,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月

目 录

第 1 章 ArcGIS 系列产品简介	1
1.1 ArcGIS 软件体系	1
1.2 桌面 GIS	2
1.3 服务器 GIS	11
1.4 开发 GIS	13
1.5 移动 GIS	17
第 2 章 空间数据的管理	21
2.1 ArcGIS 软件的地理数据模型	21
2.2 基于 ArcCatalog 的空间数据的管理	28
2.3 ArcGIS 中的拓扑关系	40
第 3 章 空间数据的输入与编辑	49
3.1 创建和打开地图	49
3.2 加载数据层	52
3.3 空间数据输入	57
3.4 空间数据的查询	68
第 4 章 空间数据的转换与处理	77
4.1 投影变换	77
4.2 坐标变换	87
4.3 数据转换	89
第 5 章 空间数据的可视化表达	95
5.1 可视化的含义	95
5.2 符号的制作	95
5.3 矢量数据的符号化	102
5.4 栅格数据的符号化	113
5.5 地图的编制	117
第 6 章 空间分析的基本技术	147
6.1 矢量数据的空间分析	147
6.2 栅格数据的空间分析	160
6.3 三维分析	166
6.4 网络分析	179

第 7 章 GIS 软件应用	196
7.1 Voronoi 图的构建及应用	196
7.2 分形维度的计算及应用	212
7.3 形状测度方法及应用	222
7.4 凸壳方法及应用用于城市用地扩展类型识别	231
7.5 规划中道路占用各类土地面积计算	238
参考文献	241



ArcGIS系列产品简介

1.1 ArcGIS 软件体系

ArcGIS 是美国环境系统研究所 (Environmental System Research Institute, ESRI) 公司在全面整合了 GIS 与数据库、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推出的一个统一的地理信息平台。

ArcGIS 作为一个可伸缩的平台,无论是在桌面、服务器、野外还是通过 Web 应用,为个人用户及群体用户提供了丰富的 GIS 功能,图 1.1 是 ArcGIS 产品的基本框架,它包含了四个主要的部署 GIS 的框架。

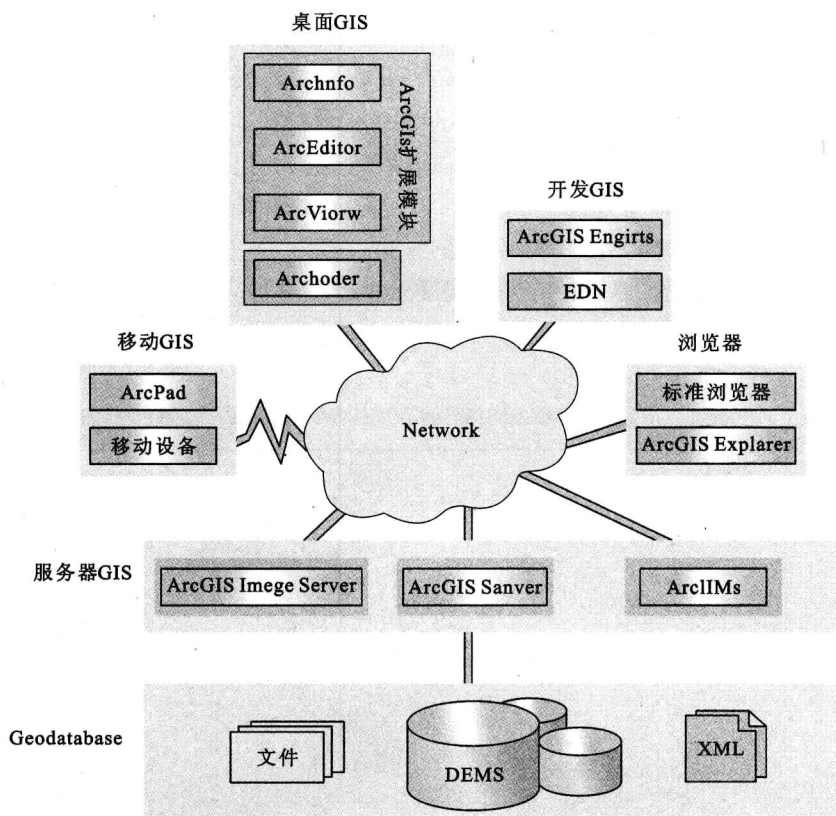


图 1.1 ArcGIS 产品的基本构架

- ① 桌面 GIS——专业 GIS 应用的软件包,包括 ArcView, ArcReader, ArcEditor, ArcInfo 和 ArcGIS 扩展模块。
- ② 服务器 GIS——包括 ArcIMS, ArcGIS Server 和 ArcGIS Image Server。
- ③ 移动 GIS——包括 ArcPad 以及移动设备(ArcGIS Mobile)。
- ④ 开发 GIS——为开发者提供的用于扩展 GIS 桌面、定制基于桌面和基于 Web 的应用、创建移动解决方案的组件。

1.2 桌面 GIS

桌面 GIS 是 GIS 专业人士的主要工作平台,利用它来管理复杂的 GIS 流程和应用工程,创建数据、地图、模型和应用。

1.2.1 ArcGIS 桌面应用程序

ArcGIS 桌面产品是一系列软件套件,它包含了一套带有用户界面的 Windows 桌面应用,即 ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox 和 ArcGlobe 等,每一个应用都具有丰富的 GIS 工具。

1. ArcMap

ArcMap 是 ArcGIS Desktop 中一个主要的应用程序,具有基于地图的所有功能,包括地图制图、地图分析和编辑。它也是 ArcGIS Desktop 中一个复杂的制作地图的应用程序。

ArcMap 提供两种类型的地图视图,即地理数据视图和地图布局视图。在地理数据视图中,用户可以对地理图层进行符号化显示、分析和编辑 GIS 数据集(图 1.2)。数据视图是任何一个数据集在选定的一个区域内的地理显示窗口。在地图布局视图中,用户可以处理地图的页面,包括地理数据视图和其他地图元素,如比例尺、图例、指北针和参照地图等。通常, ArcMap 可以将地图组成页面,以便打印和印刷(图 1.3),图 1.4 和图 1.5 分别为在 ArcMap 中生成的地图及建模分析的过程。

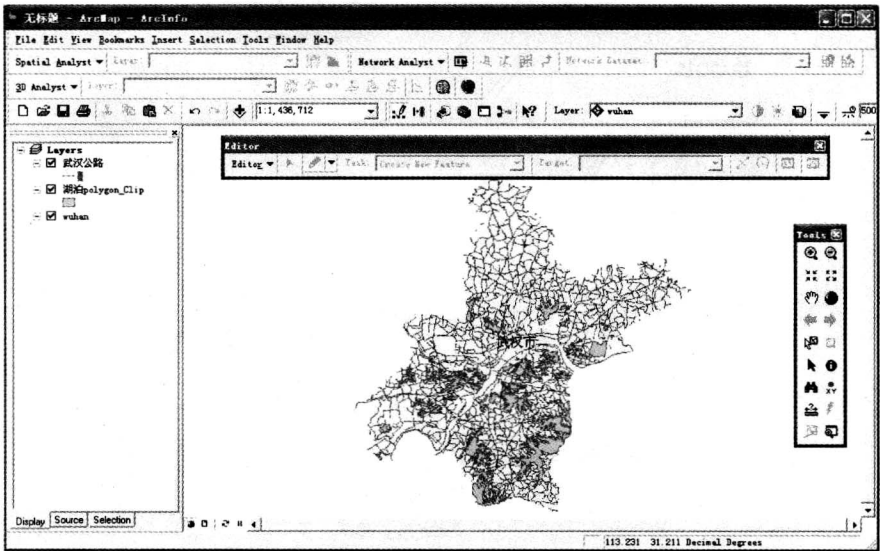


图 1.2 组织和编辑数据



图 1.3 设计和生成印刷地图

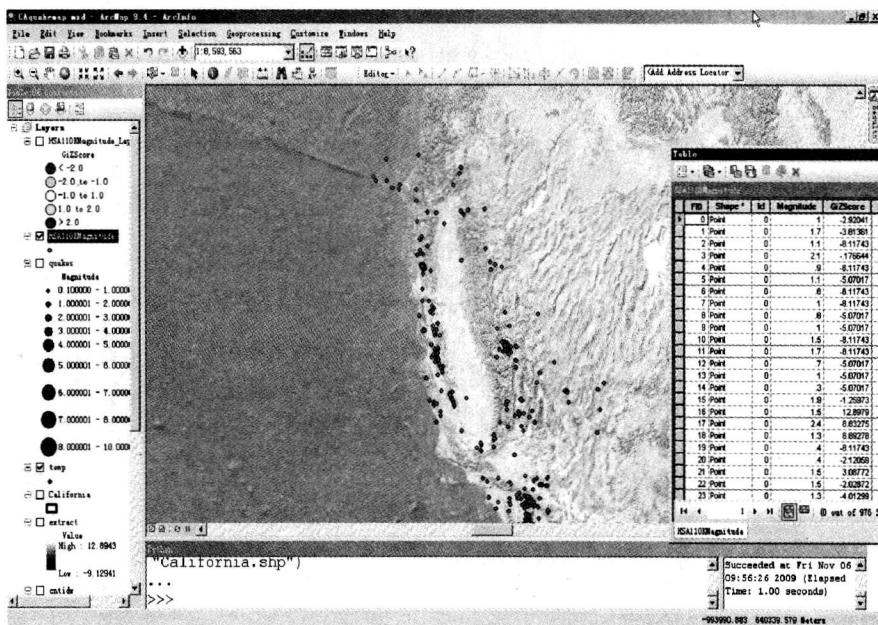


图 1.4 生成地图

2. ArcCatalog

ArcCatalog 应用模块用来组织和管理所有的 GIS 信息,如地图、数据集、模型、元数据、服务等。它包括以下工具:浏览和查找地理信息(图 1.6);记录、查看和管理元数据(图 1.7);定义、输入和输出 Geodatabase 结构和设计(图 1.8);在局域网和广域网上搜索和查找 GIS 数据(图 1.9);管理 ArcGIS Server(图 1.10);空间数据处理(图 1.11)。

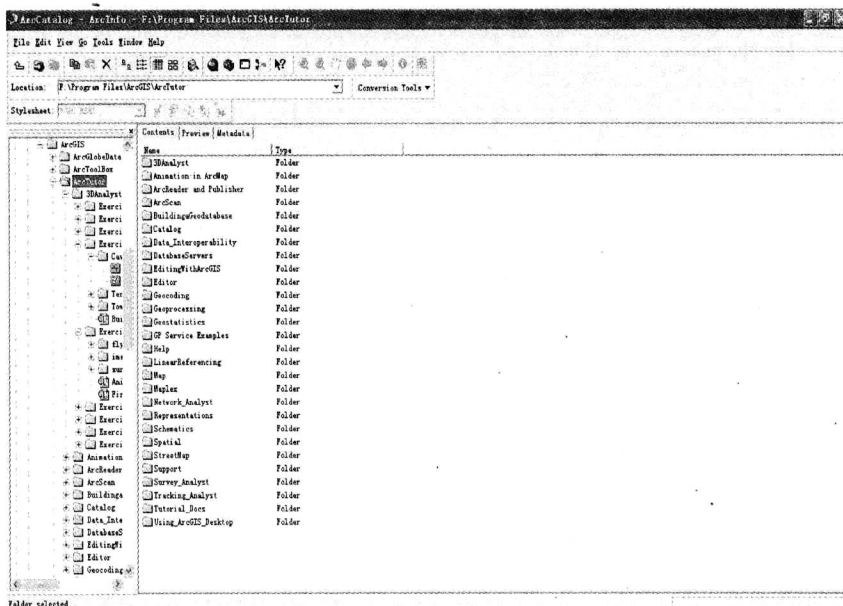


图 1.7 ArcCatalog 中的元数据

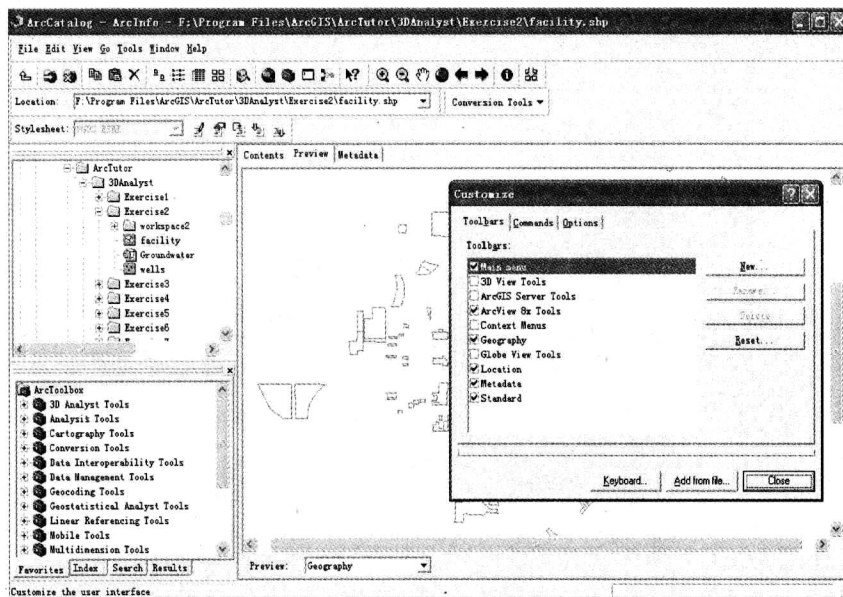


图 1.8 定义 Geodatabase 模式

流程和文档及共享的需求。空间处理通过一套丰富的工具,利用模型、脚本将工具有序集成起来的机制支持有关空间工作流程的自动化。ArcGIS 包含了几百个这样的空间处理工具,用户可以将这些工具组合起来,编成一个顺序执行的流程,这样就可以设计出各种模型来实现自动化工作,执行复杂分析来解决复杂问题。

ArcGIS 桌面提供了一个空间处理的框架,这个框架使用户可以方便地创建、使用和共享空间处理模型,主要包含两部分内容。

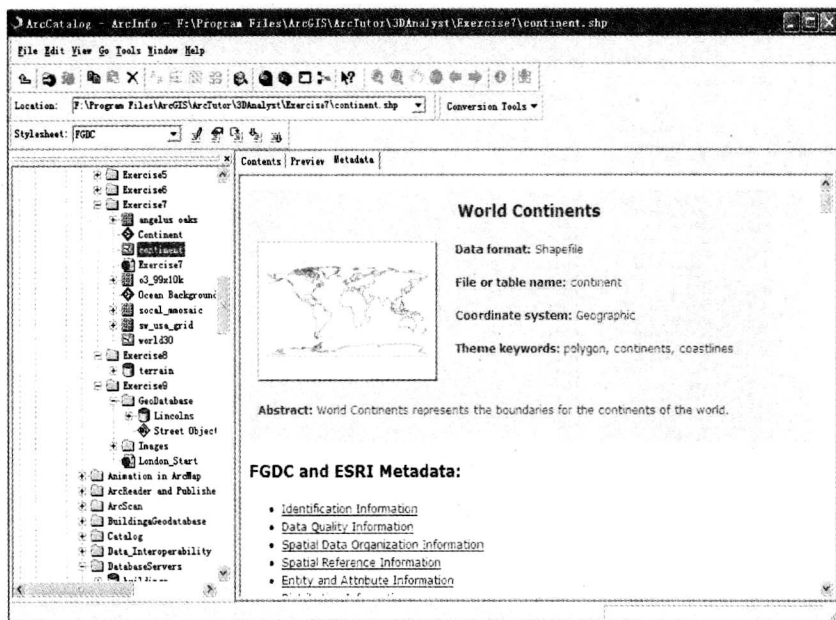


图 1.9 在 ArcIMS 元数据服务器中组织、编辑和管理

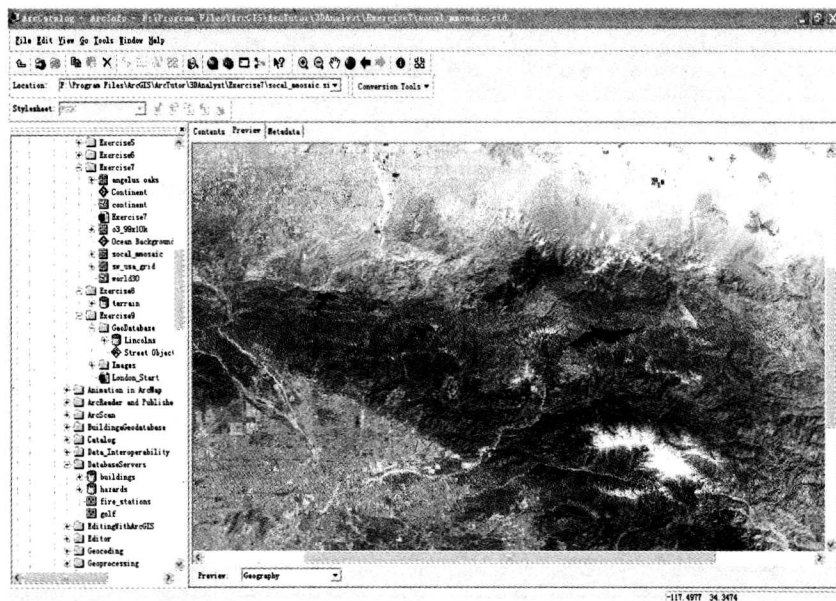


图 1.10 在 ArcCatalog 中预览由 ArcGIS Server 生成的地图服务

① ArcToolbox: 一个分门别类的空间处理工具集合, 从中可以调用所有的工具, 主要包括数据管理、数据转换、Coverage 的处理、矢量分析、地理编码、统计分析。

② ModelBuilder: 一个建立空间处理流程和脚本的可视化建模环境。

ArcToolbox 内嵌在 ArcCatalog 和 ArcMap(图 1.12)中, 所有级别的桌面——ArcView, ArcEditor, ArcInfo 都包含空间处理, 但每一个级别的空间处理能力又有所区别。其中, ArcView 支持简单数据加载和转换工具以及基础的分析工具; ArcEditor 增加了少量的

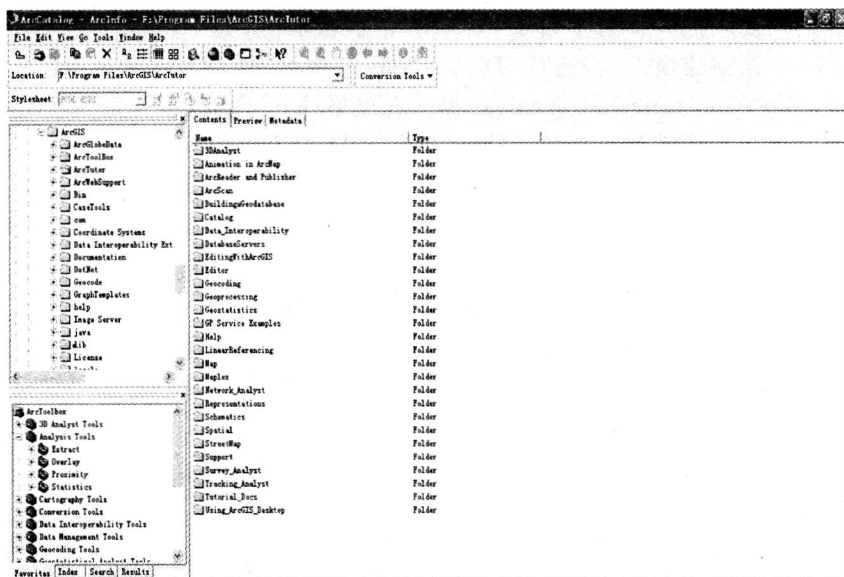


图 1.11 ArcCatalog 中的空间处理

Geodatabase 的创建、加载和模式管理的工具;ArcInfo 提供的是完整的工具,包括各种类型的分析、数据转换、数据加载和对 Coverage 数据的处理。ArcView 中的 ArcToolbox 包含的工具超过 80 种,ArcEditor 超过 90 种,ArcInfo 则提供了大约 250 种工具。

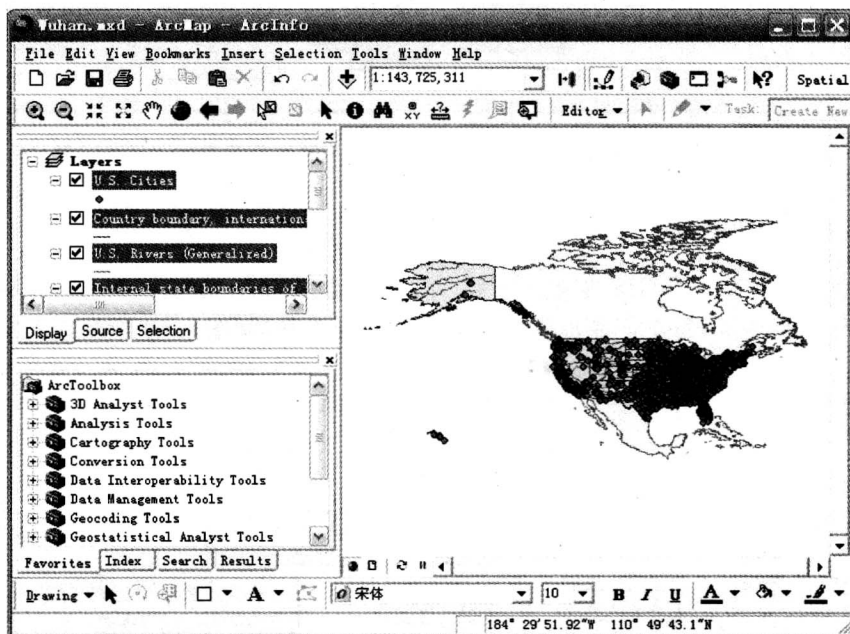


图 1.12 ArcToolBox 在 ArcGIS Desktop 应用程序 ArcMap 中使用

ArcView 和 ArcEditor 中都具有空间处理功能,但因为 ArcInfo 包含了实现重要 GIS 分析的广泛的空间处理工具,所以它是最强大的空间处理工具级别。需要建立 GIS 数据和完成分析的使用者将至少需要一个 ArcInfo 级别的许可。

其他的空间处理工具集合来自于 ArcGIS 扩展模块,例如 ArcGIS Spatial Analyst,它具有约 200 个栅格建模工具,还有 3D Analyst,包含 44 种 TIN 和地形分析的空间处理工具。ArcGIS 的 Geostatistical Analyst 提供克里格(kriging)和面插值的工具。

ModelBuilder 为设计和实现空间处理模型(包括工具、脚本和数据)提供了一个图形化的建模框架。模型是数据流图示,它将一系列的工具有数据串起来以创建高级的功能和流程。可以将工具和数据集拖动到一个模型中,然后按照有序的步骤把它们连接起来以实现复杂的 GIS 任务。ModelBuilder 利用一个交互机制使用户可以建立和执行复杂的 GIS 流程,另外它也是一个与他人共享 GIS 处理过程的理想方法。如图 1.13 所示。

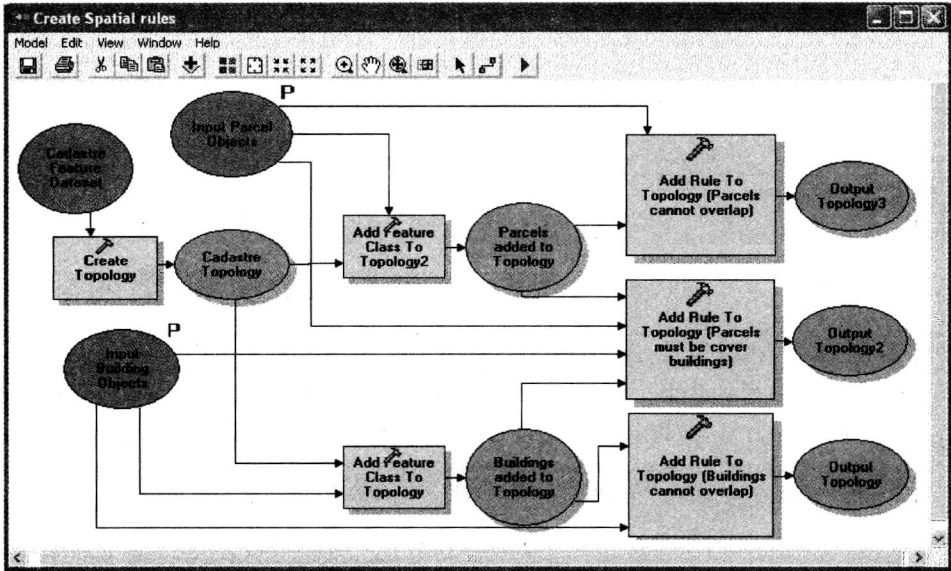


图 1.13 ModelBuilder 为创建和执行复杂的 GIS 过程提供一个交互机制

1.2.2 ArcGIS 桌面产品

ArcGIS 桌面系统为 GIS 专业人士提供了信息制作和使用的工具,它可以作为三个独立的软件产品购买,每个产品提供不同层次的功能水平,如图 1.14 所示。

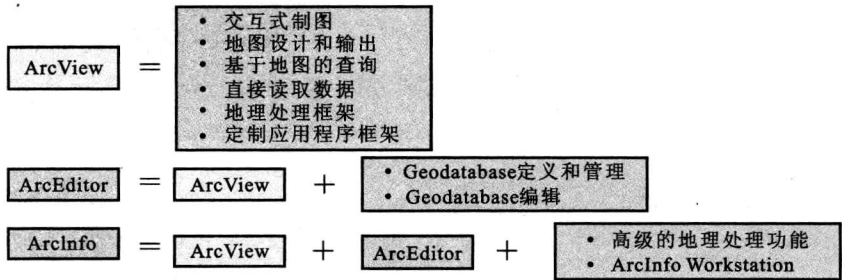


图 1.14 ArcGIS 桌面产品

- ① ArcView 提供了全面的制图、数据使用、分析以及简单的数据编辑和空间处理工具。
- ② ArcEditor 除包括 ArcView 中的所有功能之外,还包括了对 Shapefile 和 Geodatabase 的高级编辑功能。它还具有管理存储在 Microsoft SQL Server Express 中 ArcSDE

Geodatabase 的能力。

③ ArcInfo 是一个全功能的旗舰式 GIS 桌面产品,它扩充了 ArcView 和 ArcEditor 的高级空间处理功能,还包括传统的 ArcInfo Workstation 应用程序(Arc, ArcPlot, ArcEdit, AML 等)。

因为 ArcView, ArcEditor 和 ArcInfo 的结构都是统一的,所以地图、数据、符号、地图图层、自定义的工具和接口、报表和元数据等,都可以在这三个产品中共享和交换使用。使用者不必去学习和配置几个不同的结构框架。除此之外,使用 ArcGIS 桌面系统创建的地图、数据和元数据可以在多个用户之间共享,如使用免费的 ArcReader 产品、自定义的 ArcGIS Engine 应用程序、ArcIMS 和 ArcGIS Server 创建的高级 GIS Web 服务。

通过一系列可选的软件扩展模块,这三个级别产品的能力还可以进一步得到扩展,如 ArcGIS Spatial Analyst 和 ArcPress。

1. ArcView

ArcView 9 中包括 ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox 和 ModelBuilder,它是一个强有力的 GIS 工具包,提供了数据使用、制图、制作报表和基于地图的分析,其结构如图 1.15 所示。

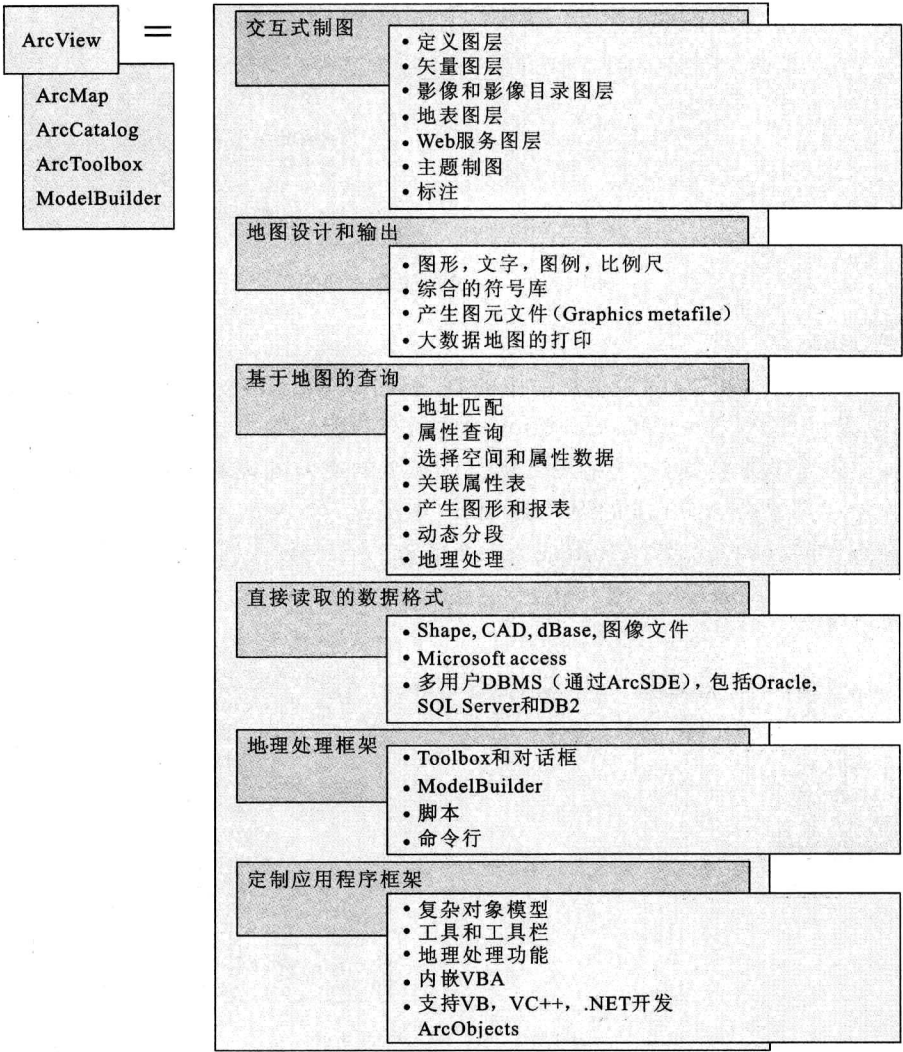


图 1.15 ArcView 核心功能

2. ArcEditor

ArcEditor 是 GIS 数据使用和编辑的平台,可以创建和维护 Geodatabase,Shapefiles 和其他地理信息。ArcEditor 除了具有 ArcView 中的所有功能之外,还可以创建 Geodatabase 行为,如拓扑、子类、域和几何网络等。ArcEditor 也包含元数据创建、地理数据搜索和分析、制图等工具,如图 1.16 所示。

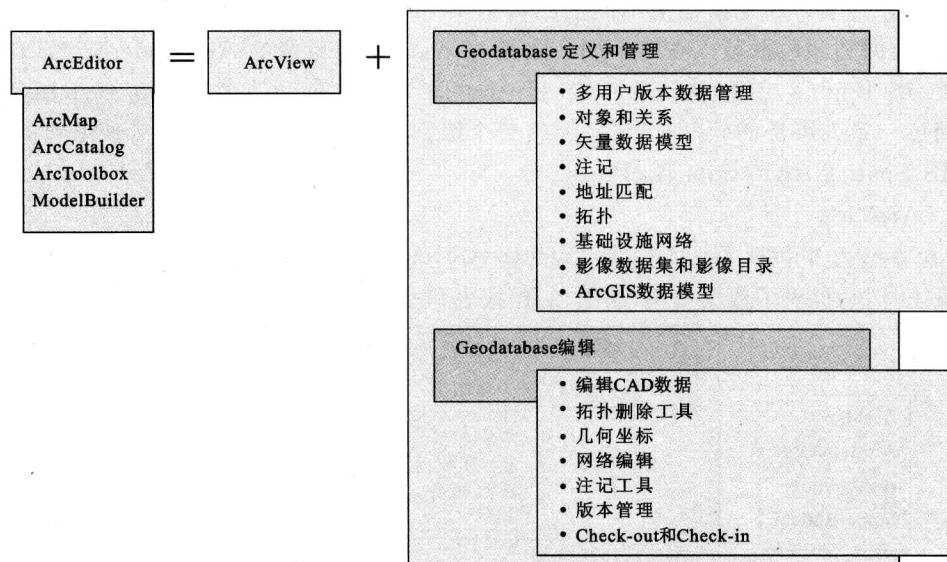


图 1.16 ArcEditor 核心功能

3. ArcInfo

ArcInfo 是 ArcGIS 桌面系统产品中的旗舰,它是 ArcGIS 桌面系统中功能最齐全的客户端,它提供了 ArcView 和 ArcEditor 中的所有功能。除此之外,它在 ArcToolbox 中提供了一个综合的工具集合,这些工具集支持高级的空间处理和多边形的处理。传统经典的工作站应用也由 ArcInfo 的 Workstation 中提供,如 Arc, ArcPlot 和 ArcEdit。由于增加了高级空间处理功能, ArcInfo 成为一个完整的 GIS 数据创建、更新、查询、制图和分析的系统,如图 1.17 所示。

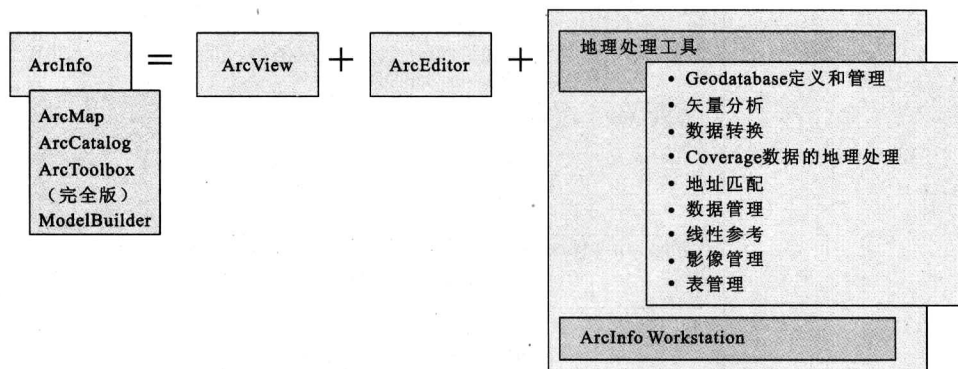


图 1.17 ArcInfo 核心功能

1.2.3 ArcGIS 桌面可选的扩展模块

ArcGIS Desktop 提供了很多可选的扩展模块,使得用户可以实现高级分析功能,如栅格数据地理处理、三维可视化、地理统计分析等处理工作,其主要内容如图 1.18 所示。

ArcGIS Spatial Analyst • 栅格和矢量的高级工具 • 空间建模 • ArcGrid Map Algebra	ArcGIS Schematics • 基于给予数据库驱动生成图表并显示 • GIS网络和表格信息的图表视图 • 多种图表表示方法
ArcGIS 3D Analyst • ArcGlobe:交互式3D场景 • ArcCatalog提供Globe视图 • 利用ArcGIS Publisher发布Globe • 3D栅格和TIN建模工具 • 发布Globe Services • LIDAR和Terroin数据集	ArcGIS Survey Analyst • 通过Geodatabase进行复杂的测量信息管理 • 高级测量计算 • 通过与测量点的匹配提高GIS数据的精确度
ArcGIS Geostatistical Analyst • 高级的克里格插值和表面建模 • 探索性空间数据分析工具 • 概率、阈值和误差制图	ArcScan for ArcGIS • 矢量-栅格的综合编辑 • 栅格图像的矢量化 • 栅格捕捉
ArcGIS Network Analyst • 网络和交通分析 • 最优路径、最近设置、分配和旅行商分析 • 高级网络数据建模和分析	ArcGIS Business Analyst • 客户和存储展望 • 市场渗透分析 • 开车时间分析 • 商业和地图数据
ArcGIS Data Interoperability • 直接读取、转换和导出任何数据格式 • 提供工具实现数据转换和直接使用	Maplex for ArcGIS • 高级的地图标注布局方法 • 节约大量制图时间 • 生产高质量地图的重要工具
ArcGIS Tracking Analyst • 基于时间的地图显示和渲染 • 回放工具(放映、暂停、快进、快退) • 支持任何基于时间的数据(例如,随时间移动/变化或值随时间变化的要素) • Gadastral数据模型和编辑 workflow	
ArcGIS Publisher • 将Map和Globe文档发布以供ArcReader免费使用 • 打包和压缩数据 • 可选的数据压缩和锁定选项 • 提供SDK以供定制ArcReader	

图 1.18 ArcGIS 桌面可选的扩展模块

1.3 服务器 GIS

服务器 GIS(图 1.19)的应用正在快速增长,一方面是由于其业务模式自身的优势,另一方面是因为服务器 GIS 可以更好地以集中的方式利用 GIS 专业人员创建和管理信息及资源。为了在企业内部共享空间信息和功能,原有的桌面 GIS 应用逐渐发展为基于服务器的 GIS 解决方案,它基于 Web Services 向外提供内容和功能。

GIS 专业人员不仅利用 GIS 服务器作为一个平台发布和共享二维、三维地图,空间处理模型和应用,同时也可以利用其他人发布的 GIS 服务。

服务器 GIS 具有下列优点:

- ① 通过在企业级范围内部署和使用 GIS,以获得最大的经济效益。
- ② 集中式的管理和共享 GIS 资源,可以被广泛地访问和使用。
- ③ 丰富灵活的客户端应用和工具可以支持多种类型的任务,如基于浏览器的 GIS 访