

Application of Geospatial Information Technology  
Advanced Experimental Course



◎ 谭衢霖 胡吉平 王 斌 编著

# 地理空间 信息技术应用 高级实验教程



北京交通大学出版社  
<http://www.bjtup.com.cn>

# 地理空间信息技术应用 高级实验教程

谭衢霖 胡吉平 王 斌 编著

北京交通大学出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书是作者在总结多年教学与科研实践经验的基础上编写的, 教程以地理信息系统领域应用最为广泛的 ArcGIS 软件为平台, 设计了十个地理空间信息技术应用综合实验, 内容包括: 初识 ArcMap、ArcMap 地图版面设计、影像配准及矢量化、空间数据库的组织与管理、地理编码、矢量到光栅的转换和 DEM 的生成、ArcGIS 中坐标系的转换、GIS 空间分析应用、ArcGIS 与 Google Earth 的交互、ArcScene 三维制作等。学习者根据书中指导的步骤, 可以轻松地完成每个实验, 掌握地理空间信息技术应用的基础知识、常用功能, 具备地理空间信息技术应用分析能力。

本书可作为高等院校测绘、遥感、地理、环境、土木、交通工程等相关学科本科生和研究生的实验教材, 也可作为地理空间信息相关的科学研究、工程设计、规划管理等部门的科技人员提供参考。

版权所有, 侵权必究。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

地理空间信息技术应用高级实验教程 / 谭衢霖, 胡吉平, 王斌编著. — 北京: 北京交通大学出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-5121-1904-8

I. ①地… II. ①谭… ②胡… ③王… III. ①地理信息系统-实验-教材  
IV. ①P208-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 093192 号

责任编辑: 陈跃琴 特邀编辑: 宋英杰

出版发行: 北京交通大学出版社 电话: 010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编: 100044

印刷者: 北京艺堂印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 11.75 字数: 290 千字

版 次: 2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-1904-8/P·6

印 数: 1 ~ 1 000 册 定价: 45.00 元

---

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

# 前 言

为进一步提高我校研究生教育教学的质量和水平，编写适应本校教学需要的特色教材、研究性教学教材、高水平的实验教材成为当务之急。编著者在总结多年教学经验和科研工作的基础上，针对需要应用地理空间信息技术的我校相关专业研究生和高年级本科生编写了本实验教材。

近年来，地理空间信息技术发展迅猛，广泛应用于各个行业领域。本实验教材以地理空间信息业界用户群体最大、应用领域最广的美国 ESRI 公司著名的 ArcGIS 软件为地理空间信息技术应用平台，设计了十个地理空间信息技术应用实验。与侧重介绍 ArcGIS 软件体系结构、功能及详细操作步骤的一些培训或实验教材不同，本教材全部实验的处理分析步骤都是基于项目应用目的而进行设计的，这是本实验教程与当前一些已出版实验教材的最大区别。本教材中的所有实验操作步骤清晰详细，学习者只要在提供的实验数据上对照操作即可，可以反复练习。通过学习和熟练掌握这十个实验，可以让学习者迅速上手应用 ArcGIS 解决生产和科研项目中碰到的一些应用问题，具有较强的实用性。

本书在实验内容编排上采取了循序渐进的方式，注重前后实验之间的紧密联系。为加深学习者对地理空间信息技术应用的相关知识掌握和理解，每个实验在操作过程中设置了思考小问题。为让学习者掌握新版本的软件功能和方便快捷的操作，本教程采用了 ArcGIS 10 软件版本来完成书中所有的实验，并把软件主要的新特性体现在相应的实验中。此外，教程中编排的相关小知识可以给学习者提供很多操作方面的小窍门和小技巧，小提示可帮助学习者养成良好的软件使用习惯。本教程全部实验内容所需的数据可以从百度网盘下载：<http://pan.baidu.com/s/1ntI69Zz>。

在本实验教程编写过程中，参考和吸收了一些国内外同行的教材和著作，部分实验数据来源于因特网公开的地理数据，在此向各位原作者及原始数据提供者表示感谢。特别感谢加拿大西安大略大学 Jinfei Wang 教授提供的在地理系她的 GIS 实验室访问学习的机会，本教程也参考和采用了她的部分实验设计材料和数据（实验二、八）。本教材设计的全部实验已经过我校多届研究生的学习训练与操作验证，他们对本实验教材整理出版提出了许多宝贵的意见，在此表示感谢。作者在此特别感谢硕士研究生武文斌和徐潇两位同学，他们对本书的编排设计和实验重复验证做了不少工作。

本教材适合需要应用地理空间信息系统技术解决有关应用问题的相关专业应用者。需要说明的是，本实验教材编写的初衷是为我校摄影测量与遥感专业、道路与铁道工程专业、交

通运输、环境工程及需要应用地理空间信息技术的相关专业研究生和高年级本科生编写一本研究性实验教学教材，该教材的出版得到了北京交通大学教材出版基金和土建学院研究生教育专项资金资助项目的资助。

由于作者水平有限，书中难免存在错误或欠缺之处，欢迎读者批评指正。

2014 年 3 月

**特别声明：**

本书使用的电子地图均为示意图，未经国务院出版行政主管部门和测绘行政主管部门审核备案，仅供软件示例使用。

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 实验一 初识 ArcMap          | 1  |
| 一、实验目的                 | 1  |
| 二、实验准备                 | 1  |
| 三、实验介绍                 | 1  |
| 四、实验步骤                 | 2  |
| 1. 创建工作目录及加载数据层        | 2  |
| 2. 数据的属性查询与提取          | 12 |
| 3. 空间查询和缓冲区的建立         | 21 |
| 实验二 ArcMap 地图版面设计      | 28 |
| 一、实验目的                 | 28 |
| 二、实验准备                 | 28 |
| 三、实验介绍                 | 28 |
| 四、实验步骤                 | 28 |
| 1. ArcMap 下各种渲染方式的使用方法 | 28 |
| 2. 标注图层要素              | 35 |
| 3. 创建地图版面              | 37 |
| 4. 添加各种元素到地图版面中        | 41 |
| 5. 打印输出地图              | 47 |
| 实验三 影像配准及矢量化           | 48 |
| 一、实验目的                 | 48 |
| 二、实验准备                 | 48 |
| 三、实验介绍                 | 48 |
| 四、实验步骤                 | 48 |
| 1. 使用影像配准工具进行影像数据的地理配准 | 48 |
| 2. 光栅图矢量化              | 54 |
| 3. 输出图幅                | 63 |
| 实验四 空间数据库的组织与管理        | 65 |
| 一、实验目的                 | 65 |
| 二、实验准备                 | 65 |

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| 三、实验介绍                                   | 65        |
| 四、实验步骤                                   | 65        |
| 1. 启动 ArcCatalog 并打开一个地理数据库              | 65        |
| 2. 预览地理数据库中的要素类                          | 66        |
| 3. 创建缩略图                                 | 67        |
| 4. 创建个人地理数据库 (Personal GeoDatabase, PGD) | 68        |
| 5. 加载个人地理信息系统的数据到 ArcMap 中               | 77        |
| 6. 编辑属性数据及进行 1-M 的空间查询                   | 77        |
| <b>实验五 地理编码</b>                          | <b>81</b> |
| 一、实验目的                                   | 81        |
| 二、实验准备                                   | 81        |
| 三、实验相关知识                                 | 81        |
| 1. 地理编码的概念                               | 81        |
| 2. 地理编码的原理                               | 82        |
| 3. 进行地理编码的前提                             | 82        |
| 4. 地理编码的方式                               | 82        |
| 5. 地址定位器                                 | 83        |
| 四、实验步骤                                   | 83        |
| 1. 添加数据到工作空间中                            | 83        |
| 2. 建立新的地址定位器                             | 84        |
| 3. 对地址进行地理编码                             | 85        |
| 4. 输出图幅                                  | 87        |
| <b>实验六 矢量与光栅的转换及 DEM 的生成</b>             | <b>88</b> |
| 一、实验目的                                   | 88        |
| 二、实验准备                                   | 88        |
| 三、实验相关知识                                 | 88        |
| 1. 插值的概念                                 | 88        |
| 2. 利用插值生成栅格数据                            | 88        |
| 3. 距离权重倒数函数                              | 89        |
| 4. 样条函数                                  | 90        |
| 5. 克里金插值法                                | 90        |
| 四、实验步骤                                   | 91        |
| 1. 矢量到栅格的转换                              | 91        |
| 2. 等高线地形图矢量化生成 DEM                       | 98        |
| 3. 等高线数据转换为点数据                           | 100       |
| 4. 点数据生成 DEM                             | 102       |
| 5. 比较 TIN_DEM 与前面生成的 DEM                 | 119       |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| <b>实验七 ArcGIS 中坐标系的转换</b>                             | 122 |
| 一、实验目的                                                | 122 |
| 二、实验准备                                                | 122 |
| 三、实验相关知识                                              | 122 |
| 1. 参心坐标系                                              | 122 |
| 2. 参考椭球 (reference ellipsoid)                         | 122 |
| 3. 地图投影                                               | 123 |
| 4. 坐标系转换                                              | 124 |
| 四、实验步骤                                                | 125 |
| 1. 定义地理变换参数 (Create Custom Geographic Transformation) | 125 |
| 2. 投影变换                                               | 127 |
| <b>实验八 GIS 空间分析应用</b>                                 | 128 |
| 一、实验目的                                                | 128 |
| 二、实验准备                                                | 128 |
| 三、实验介绍                                                | 128 |
| 四、实验步骤                                                | 128 |
| 1. 评价指标的选择                                            | 128 |
| 2. 依据评价指标对图层进行重分类并生成适用图层                              | 129 |
| 3. 为每一个标准指定权值                                         | 145 |
| 4. 采用加权线性组合法综合各个要素                                    | 145 |
| 5. 图幅输出                                               | 151 |
| <b>实验九 ArcGIS 与 Google Earth 的交互</b>                  | 152 |
| 一、实验目的                                                | 152 |
| 二、实验准备                                                | 152 |
| 三、实验介绍                                                | 152 |
| 四、实验步骤                                                | 152 |
| 1. 将 ArcGIS 的数据导入到 Google Earth 中                     | 152 |
| 2. 将 Google Earth 中的数据导入到 ArcGIS 中                    | 154 |
| 3. 通过 Google Earth 下载遥感图像                             | 160 |
| 4. 下载 DEM                                             | 163 |
| <b>实验十 ArcScene 三维制作</b>                              | 168 |
| 一、实验目的                                                | 168 |
| 二、实验准备                                                | 168 |
| 三、实验介绍                                                | 168 |
| 四、实验步骤                                                | 168 |
| 1. 添加地图数据                                             | 168 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 2. 设置图层的显示顺序 .....        | 168 |
| 3. 设置影像图层的高程和高程分辨率 .....  | 169 |
| 4. 设置矢量图层的高程 .....        | 170 |
| 5. 设置矢量图层的拉伸 .....        | 171 |
| 6. 使用面图层设置 3D 场景的底面 ..... | 172 |
| 7. 设置遥感影像图的显示（绘制）精度 ..... | 173 |
| 8. 将 3D 场景导出为 2D 场景 ..... | 175 |
| 9. 设置场景的背景色 .....         | 175 |
| 参考文献 .....                | 177 |

# 实验一 初识 ArcMap

## 一、实验目的

- (1) 认识 ArcMap 图形用户界面。
- (2) 学习 ArcMap 中工作目录的创建方式、加载数据层的方法，同时了解数据层的基本知识。
- (3) 通过浏览与地理要素关联的数据表，了解地理数据是如何与其属性信息进行关联的。
- (4) 学会使用属性查询工具提取有用的数据。
- (5) 学会使用空间查询工具找到地理特征与其他空间对象的关系。
- (6) 学会建立简单的缓冲区及缓冲区的相关操作。
- (7) 在这个实验中，我们将运用 ArcMap 来制订抗洪救灾计划，这是一个基于矢量的空间分析案例。通过这个实验的学习，我们将会对 ArcMap 有一个初步的了解。

## 二、实验准备

**软件：**确保你的计算机中已经正确安装了 ArcGIS Desktop 9.x 或 10.x 软件（包括 ArcCatalog、ArcGlobe、ArcMap、ArcReader 和 ArcScene）。

**实验数据：**China\_cd.shp——中国行政分区矢量数据，PROVINCES.shp——中国省界矢量数据，Rivers.shp——山东省一级河流分布矢量数据，CITIES\_TOWNS.shp——中国城市分布矢量数据。

## 三、实验介绍

基于矢量的 GIS 空间分析可以应用在很多具体问题中。在本实验中，我们将采用这一功能来解决山东省黄河流域洪涝灾害防治计划中的一些问题。在黄河流域中，有一些城市位于洪灾区域，我们需要找出与这些城市相邻的可以提供救援的城镇。为了达成这一目标，首先我们需要找出洪灾的潜在区域并且定位洪灾区域中的所有城市（已知黄河的泛滥半径为 5 km）；然后我们需要找出可以为受灾城市提供救援的城镇，要求这些城镇位于受灾城市 25 km 范围内并且不在洪灾区域中。



### 贴心小提示 1

良好的开始是成功的一半，请记住将实验资料及工程保存在非系统盘中，以免因电脑系统崩溃而造成不必要的损失。请在实验过程中多进行保存工作，以免因电脑死机或重启而增大你的工作量。

## 四、实验步骤

### 1. 创建工作目录及加载数据层

#### 1) 创建工作目录

在 ArcMap 中，新地图文档的创建有以下两种方法。

(1) 启动 ArcMap 时会自动弹出一个对话框，这里可以选择新建地图，也可以选择最近编辑的地图。创建新的地图单击“我的模板”，选择右侧预览窗口中的“空白地图”并单击“确定”按钮，或者双击“空白地图”，则创建一个空白新地图文档（见图 1.1）。

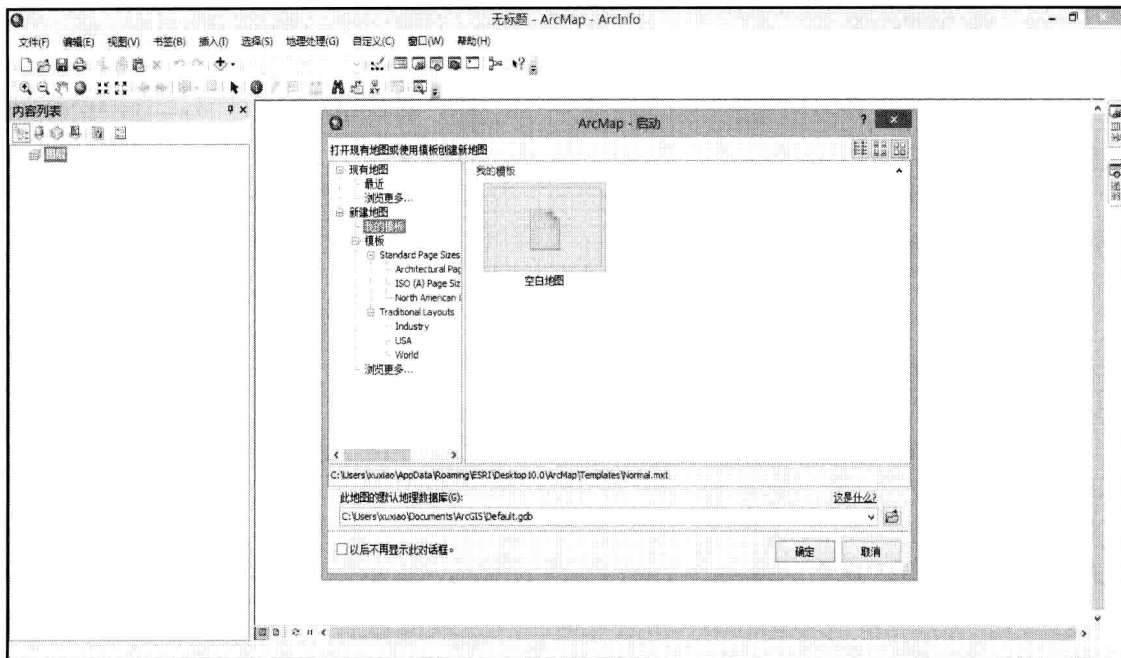


图 1.1 新建空白地图

如果不想创建一个空白地图文档，可以应用已有的地图模板创建新地图，依次选择模板>Traditional Layouts>LandScapeClassic，即古典景观地图版式，单击“确定”按钮，便出现了预先选择好的地图模板，进入地图编辑环境（见图 1.2）。

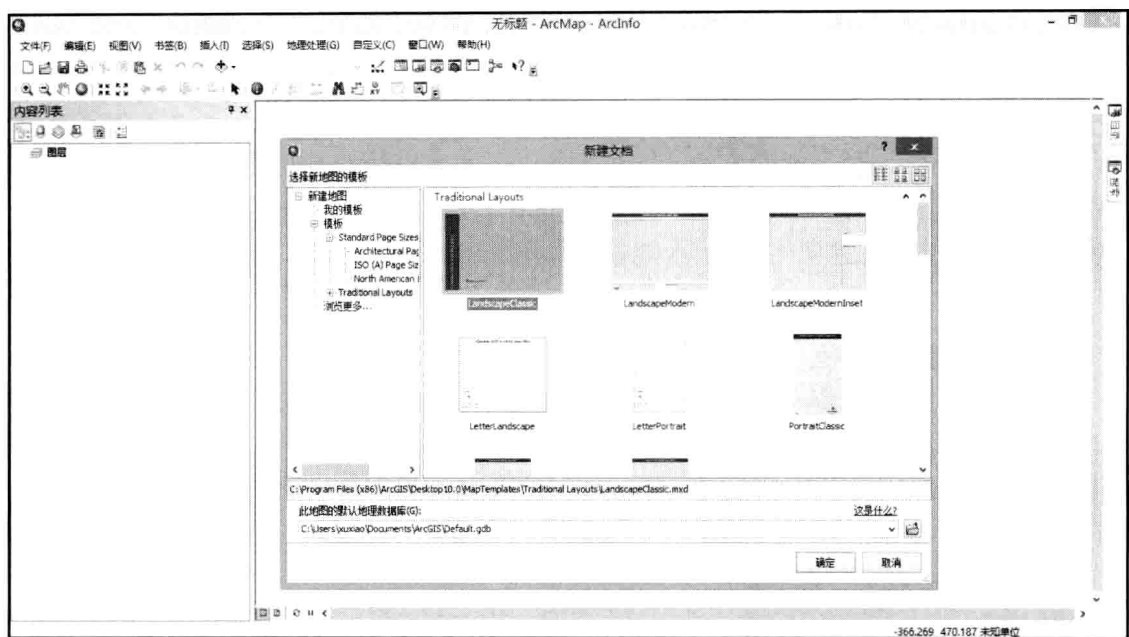


图 1.2  新建古典景观地图

（2）若已经进入了 ArcMap 工作环境：一种方法是单击“新建地图文档”按钮直接创建一个空白新地图（见图 1.3），也可以应用已有地图模板创建新地图。另一种方法是单击主菜单中的“文件”选项，单击“新建”选项，在“新建文档”对话框里创建一个空白新地图或应用已有地图模板创建新地图。

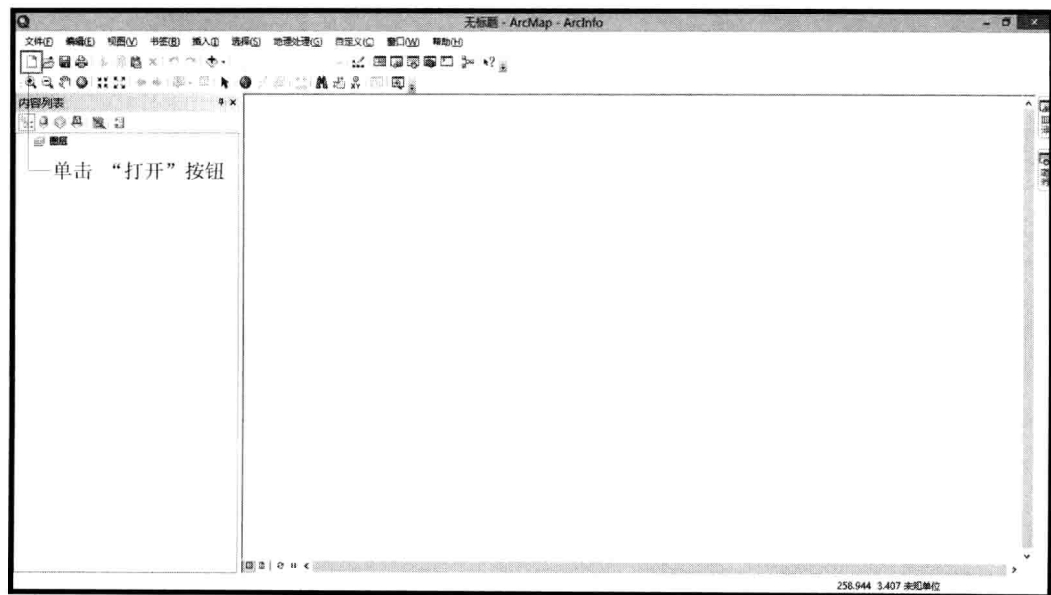


图 1.3  新建空白地图



## 贴心小提示 2

在 ArcGIS 中建立一个空白地图之后是没有文件名和保存路径的，所以我们建立完成一个空白地图后，第一步最好是单击“保存”按钮，输入文件名和保存路径。因为 ArcGIS 不具备自动保存功能，而且软件经常会遇到崩溃的情况，为了防止在实验过程中丢失数据，最好是每完成一步保存一下。切记，养成保存文件的习惯是至关重要的。

## 2) 加载数据层

ArcMap 窗口的左边是“内容表”，数据层按照一定的顺序排列在“内容列表”中。窗口的右边是“地图显示区域”。选择“图层”>“添加数据”，找到数据所在的文件夹，将一个新的图层添加到内容列表中，选择添加“PROVINCES.shp”到工作目录中，图层的名字就会出现在窗口左边的内容表中。检查“PROVINCES.shp”前面的灰色方框是否打上了对钩，如果不是请单击方框，打上对钩（打对钩后该图层显示，不打对钩该图层不显示）。现在，中国各个省份的面域都显示在了右边的“地图显示区域”中。滚动鼠标的滚轮可以放大缩小地图，你会看到位于工具栏内的“地图比例尺”发生变化，同时光标的位置会显示在窗口的右下角，坐标系统是十进制的（见图 1.4）。

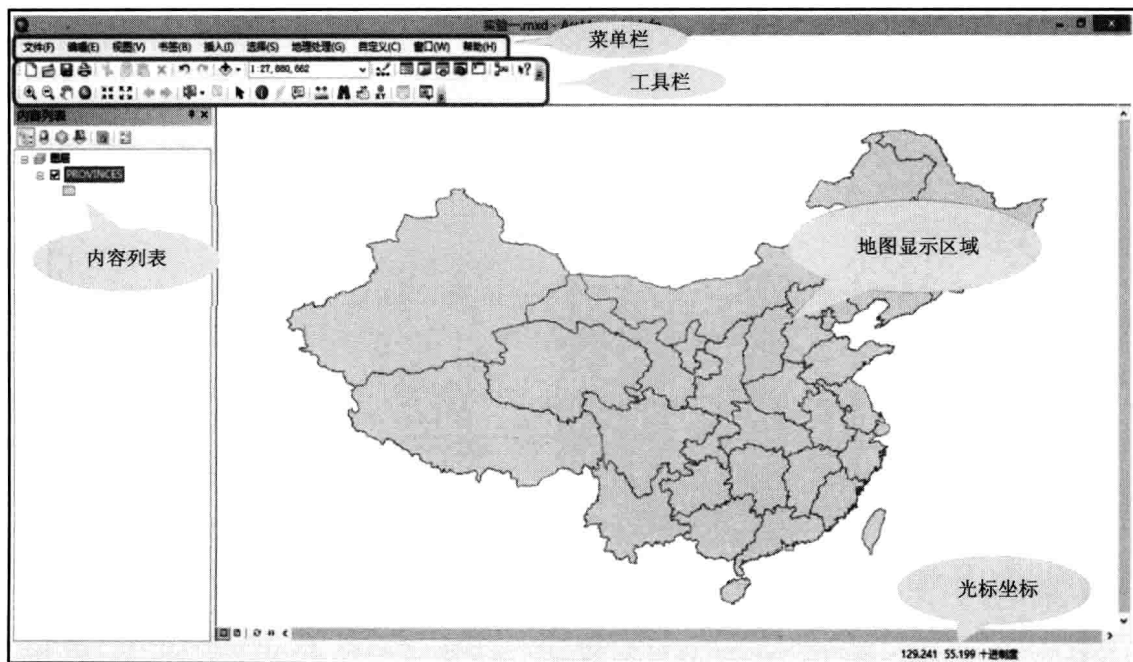


图 1.4 ArcMap 窗口中各个工作区域的名称



## ArcGIS 10 新特性 1

在 ArcGIS 10 中,为便于使用数据,在内容列表中添加了两个附加视图,从而增强了内容列表的功能。这两个新视图是指按可见性列出和按选择列出。与之前版本的使用一样,选择所需的内容列表视图时,应使用“内容列表”窗口顶部的按钮(如图 1.5 所示)。

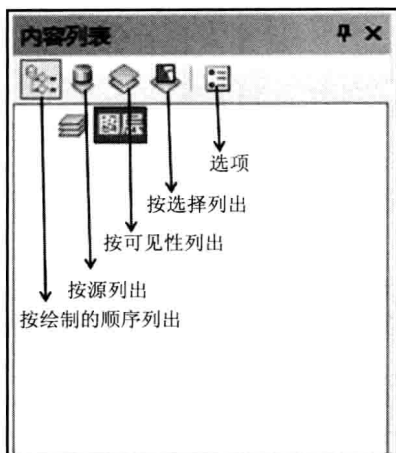


图 1.5 内容列表附加视图

**按可见性列出:** 根据图层当前是否可见、是否超出比例范围对其进行分组。使用该内容列表时,各图层前面的图标如果是鲜亮色,表明该图层可见;如果图标为灰暗色,表明该图层不可见。可以通过单击此图标来开启或关闭图层。

**按选择列出:** 根据图层中的要素当前是否已选择、可选但当前未选择或不可选,对图层进行分组。该按钮替代了之前版本中的“选择”选项卡。使用此内容列表通过各图层旁的图标显示各图层是否可选。可以单击此图标使图层变为可选或不可选图层。



## ArcGIS 10 新特性 2

新的可停靠窗口控件使显示画面的排列和组织变得更加容易。

在 ArcGIS 10 中,可根据需要在地图显示画面中对窗口进行排列,以便显示更多地图内容并减少混乱。内容列表、ArcToolbox 窗口、新目录窗口等可停靠窗口的使用方法更为简单。每个可停靠窗口上都提供了新的别针控件,可以通过取消固定来实现自动隐藏。自动隐藏窗口以选项卡的形式显示在画面中,当需要使用此窗口时,可以将指针悬停在它的上方或单击此窗口将其展开。展开自动隐藏窗口后,如果单击其他位置(例如,从工具栏中选择工具或在地图显示画面中单击),该窗口将再次自动隐藏。可以随时通过再次单击别针控件来停靠窗口,使其保持在原位(如图 1.6 所示)。

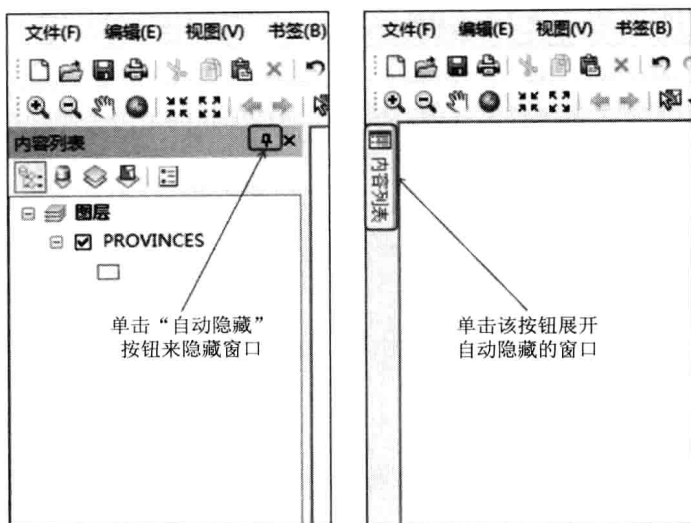


图 1.6 自动隐藏窗口和展开自动隐藏窗口

要将已停靠的窗口移动到新位置，拖动其标题栏即可。执行此操作时，会显示蓝色目标，用于表示窗口可以停靠的不同位置（如图 1.7 所示）。将指针悬停在某个目标上，可以预览窗口被拖放到此目标之后所处的位置。如果要使窗口浮动在显示画面上方而非停靠在某处，请不要将其拖放到蓝色目标中。

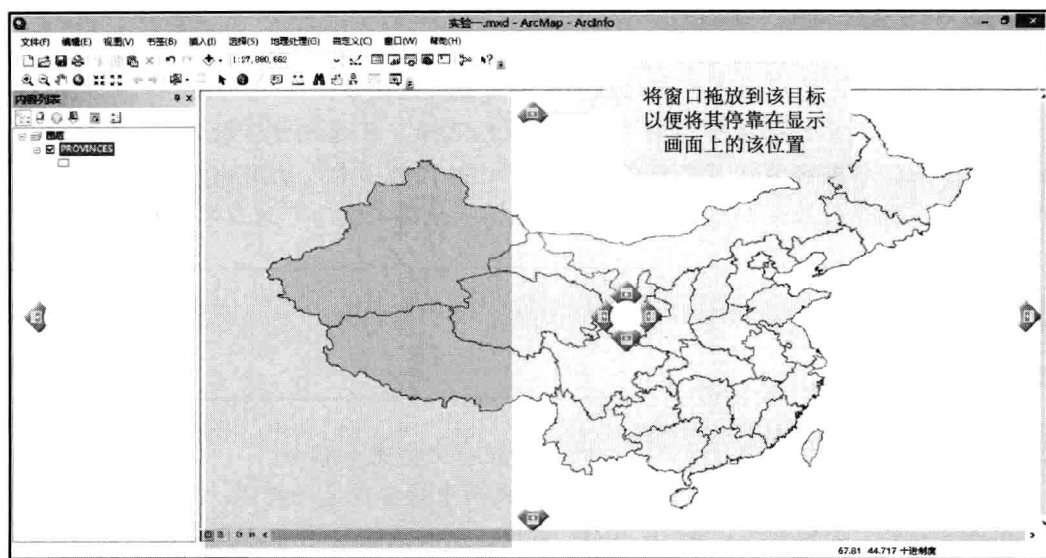


图 1.7 将窗口拖放到所选目标内

不仅可以将一个窗口停靠在另一个窗口的左侧、右侧、上方或下方，还可以将窗口彼此堆叠，从而以选项卡形式显示窗口。当使用多个可停靠窗口时，这种方式十分便捷。只需将一个可停靠窗口拖动到另一个可停靠窗口的上方，就会看到显示的附加目标，然后便可将这些窗口堆叠在一起。在图 1.8 中，将目录窗口与内容列表窗口堆叠在一起。

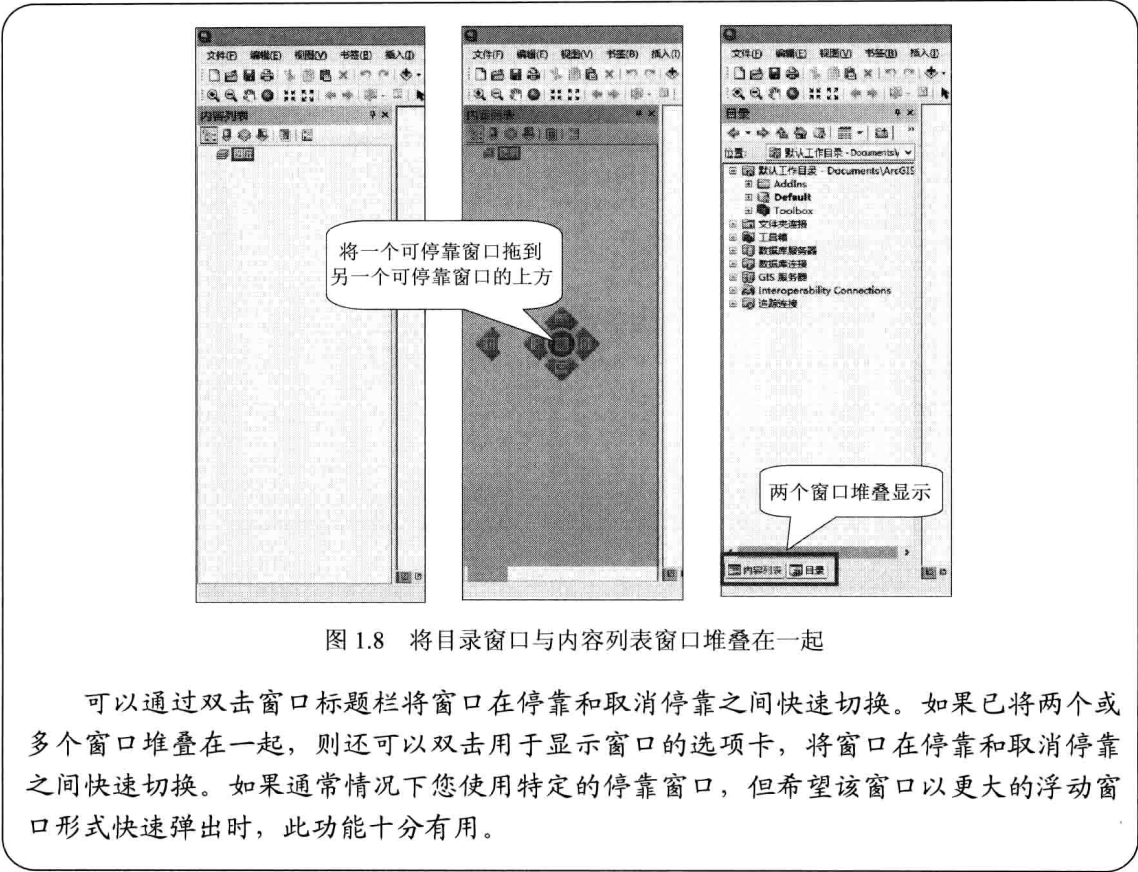


图 1.8 将目录窗口与内容列表窗口堆叠在一起

可以通过双击窗口标题栏将窗口在停靠和取消停靠之间快速切换。如果已将两个或多个窗口堆叠在一起，则还可以双击用于显示窗口的选项卡，将窗口在停靠和取消停靠之间快速切换。如果通常情况下您使用特定的停靠窗口，但希望该窗口以更大的浮动窗口形式快速弹出时，此功能十分有用。

3) 图层属性变更

尝试改变图层的属性，如图层的名字、投影、单位等。图层的名字在默认情况下是以其数据源的名字命名的，我们可以根据自己的需要赋予图层更合适的名字。改变图层名称的方法有两种，最简单的是直接在需要更名的图层上单击，选定数据层，再次单击，该数据层名称进入了可编辑状态。另外一种方法是：鼠标右击后从弹出的快捷菜单中选择“属性”，或双击内容表中的图层，在“图层属性”窗口的“常规”栏里改变图层的名字。



贴心小提示 3

ArcGIS 不支持文件或文件夹的名字中有空格符号，所以我们在创建矢量文件或其他 GIS 文件的时候不可以使用空格符号。通常使用 “\_” 来替代空格符号（比如：river\_channel.shp）。

选择“图层属性”>“常规”，将图层的名字改为“China\_Provinces”，如图 1.9 所示。

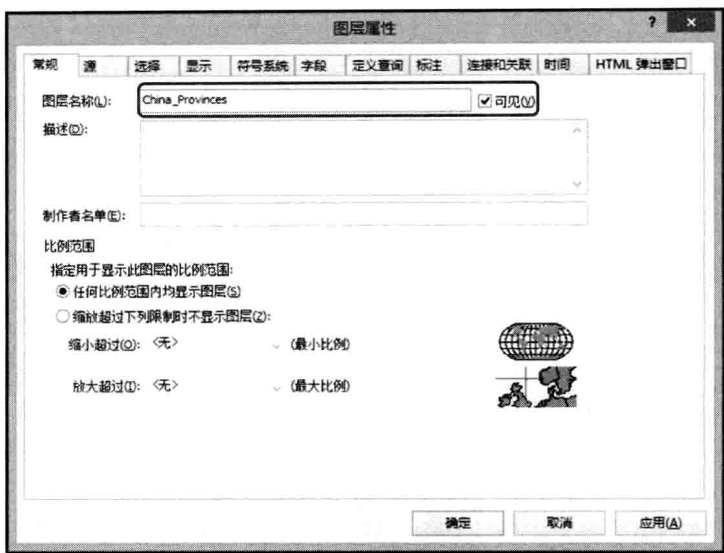


图 1.9 更改图层名称

通过选择“图层属性”>“符号系统”，可以改变图例，在“图层属性”对话框的“符号系统”选项卡下，在左边“要素”选项区选择图例的类型为“单一符号”。如果想要改变图例的颜色，单击“符号”下面的大方框调出调色板，选择一个不同于当前设置的颜色，单击“应用”按钮，然后单击“确定”按钮，关闭“图层属性”窗口（如图 1.10 所示）。

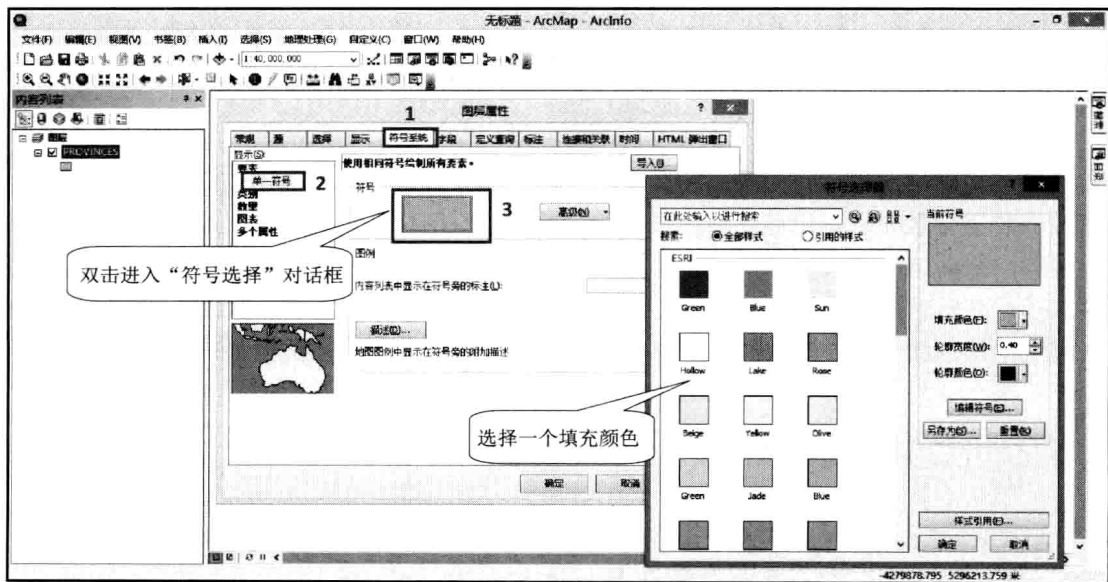


图 1.10 “图层属性”对话框

#### 4) 建立投影系统

单击“视图”>“数据框属性”>“坐标系”按钮，可以看到矢量文件已建立了投影系统，如图 1.11 所示。