ArcGIS Desktop
轻松入门

监制：ESRI 中国(北京)有限公司

制作：ESRI 中国(北京)培训中心

2008 年 3 月

目 录

1 引言 1

1.1 读者定位与预期效果 1

2 ARCGIS 简介 2

2.1 什么是 GIS 2

2.2 ESRI 与 GIS 2

2.3 ARCGIS FAMILY 4

2.4 ARCGIS DESKTOP 5

2.5 扩展模块 7

3 软件安装 8

3.1 安装前准备 8

3.2 安装 ARCGIS DESKTOP 12

4 入门案例 15

4.1 打开地图文档并浏览 15

4.2 编辑数据 17

4.3 设置数据显示 19

4.4 地图整饰并输出 20

5 ARCCATALOG 使用 23

5.1 GIS 数据 23

5.2 常见矢量数据介绍 24

5.3 使用 ARCCATALOG 26

5.4 数据入库 31

6 用 ARCMAP 制作地图 36

6.1 图层、数据框与地图 36

6.2 ARCMAP 界面与数据添加 37

6.3 数据编辑.....38
6.4 图层符号化.....47
6.5 查询.....49
6.6 标注.....50
6.7 地图排版整饰.....51
6.8 地图保存和输出.....53
7 使用 ARCGIS 进行分析 54
7.1 GIS 分析基础 54
7.2 用 ARCGIS 进行分析 54
7.3 基于 GEOPROCESSING 进行地理分析 63
8 学习资源..... 75

1 引言

1.1 读者定位与预期效果

我们假设用户在阅读本指南前应已具备以下知识：

- 熟悉 Windows 的基本操作
- 接触过地理信息系统的概念
- 理解地理数据的特点

我们期望用户在阅读完本指南后对以下知识有一定的了解：

- 了解 ArcGIS Desktop 的组成与功能
- 熟悉使用 ArcGIS Desktop 进行数据编辑、整饰和输出的流程
- 如何使用 ArcGIS Desktop 进行简单的空间分析和数据处理
- 知道在何处可以找到进一步学习的资料 ArcGIS 简介



2 ArcGIS 简介

2.1 什么是 GIS

物质世界中的任何地物都被牢牢地打上了时空的烙印。人们的生产和生活中80%以上的信息和地理空间位置有关。地理信息系统（Geographic Information System，简称 GIS）作为获取、处理、管理和分析地理空间数据的重要工具、技术和学科，近年来得到了广泛关注和迅猛发展。

地理信息系统 (GIS, Geographic Information System) 是一种基于计算机的工具，它可以对在地球上存在的东西和发生的事件进行展示和分析。 GIS 技术把地图的视觉化效果、地理分析功能与一般的数据库操作（例如查询和统计分析等）集成在一起。这种能力使 GIS 与其他信息系统相区别，从而使其在广泛的公众和个人企事业单位中解释事件、预测结果、规划战略等中具有实用价值。

2.2 ESRI 与 GIS

ESRI 是美国环境系统研究所（Environment Systems Research Institute）的缩写。ESRI 公司创建于 1969 年，总部位于加州的 Redlands。公司早期主要为企业创建和分析地理信息提供咨询，从 20 世纪 80 年代开始，ESRI 致力于发展和应用一套可运行在计算机环境中的，用来创建地理信息系统的核心开发工具，即如今众所周知的地理信息系统（GIS）技术。

1981 年，ESRI 发布了其第一套商业 GIS 软件——ARC/INFO，此软件可以在计算机上显示点，线，面等地理要素，并可以将地理要素和属性数据结合存储，是公认的第一个商业地理 GIS 系统。

1986 年，PC ARC/INFO 发布，这是为基于 PC 的 GIS 站设计的软件，它的出现标志着 ESRI 成功地向 GIS 软件开发公司转型。

1992 年，ESRI 推出了 ArcView 软件，这个在 windows 上运行的软件提供了简单易用的桌面制图功能，深受用户欢迎。同年还发布了用于发布和出版数据集的 ArcData 和使用户可在 CAD 环境下使用 GIS 工具的 ArcCAD。

在二十世纪九十年代中期，ESRI 公司的产品线继续增长，除了 SDE（通过关系数据库管理系统来管理地理数据）推出了基于 Windows NT 的 ArcInfo 产品， MapObjects （基于软件开发的地图和 GIS 组件）， BusinessMap，Data Automation Kit （ DAK ）和 Atlas GIS 也在同一时间推出。



1997 年，ESRI 计划用 COM 组件技术将已有的 GIS 产品进行重组。

1999 年的 12 月，发布了 ArcInfo 8，同时也推出了 ArcIMS 这款网络地图发布软件。

2001 年的 4 月 ESRI 开始推出 ArcGIS 8.1。

2004 年 4 月，ESRI 推出了新一代 9 版本 ArcGIS 软件，为构建完善的 GIS 系统，提供了一套完整的软件产品。9 版本中包含了两个主要的新产品：在桌面和野外应用中嵌入 GIS 功能的 ArcGIS Engine，和为企业级 GIS 应用服务的中央管理框架 ArcGIS Server。

在几十年的发展历史中，ESRI 始终将 GIS 视为一门科学，并坚持运用独特的科学思维和方法，紧跟 IT 主流技术，开发出丰富而完整的产品线。ERSI 公司研制的地理信息系统软件，是世界上应用最广泛的 GIS 软件之一。

以下是 ESRI 公司主要产品发布时间表。

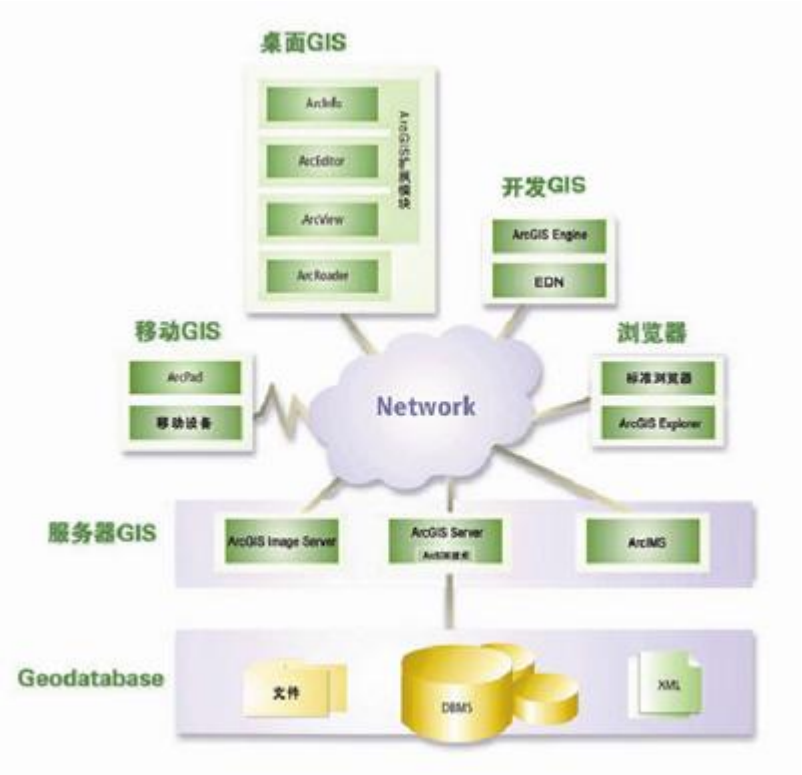
时间	产品	说明
1981	ARC/INFO	全世界第一套商业 GIS 软件
1986	PC ARC/INFO	在 PC 机上运行的 GIS 软件，标志着 ESRI 成功地向 GIS 软件开发公司转型
1992	ArcView	Windows 系统下运行的 GIS 软件
1995	SDE	通过关系数据库管理系统（DBMS）管理地理数据
1999	ArcInfo 8	
1999	ArcIMS	第一个网络地图发布的 GIS 软件
2001	ArcGIS 8.1	一套基于工业标准的 GIS 软件家族产品，提供了功能强大易用的完整的 GIS 解决方案
2004	ArcGIS 9.0	新一代 ArcGIS family 软件，为构建完善的 GIS 系统提供了一套完整的软件产品
2006	ArcGIS 9.2	



2.3 ArcGIS family

ArcGIS family 是一个完整的 GIS 软件集合，它包含了一系列部署 GIS 的框架。ArcGIS 为用户提供一个可伸缩的，全面的 GIS 平台，能够满足 GIS 用户所有的需求。ArcGIS 作为一个可伸缩的平台，无论是在桌面，在服务器，在野外还是通过 Web，都可以为个人用户或群体用户提供强大的 GIS 的功能。它包含了四个主要的部署 GIS 的框架：

- 桌面 GIS——专业 GIS 应用的软件包，包括 ArcReader，ArcView，ArcEditor，ArcInfo 和 ArcGIS 扩展模块；
- 服务器 GIS——ArcIMS，ArcGIS Server 和 ArcGIS Image Server；
- 移动 GIS——ArcPad 以及 ArcGIS Mobile；
- 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；



2.4 ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop 是 ArcGIS family 的桌面端软件产品，为 GIS 专业人士提供的信息制作和使用的工具。利用 ArcGIS Desktop，你可以实现任何从简单到复杂的 GIS 任务，包括制图，地理分析，数据编辑，数据管理，可视化和空间处理等。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：

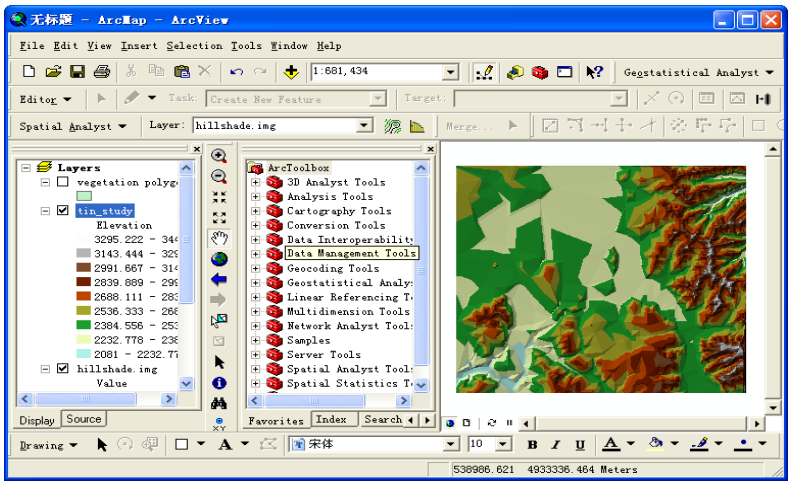
- ArcView 提供了复杂的制图、数据使用、分析，以及简单的数据编辑和空间处理工具。
- ArcEditor 除了包括了 ArcView 中的所有功能之外，还包括了对 Shapefile 和 geodatabase 的高级编辑功能。
- ArcInfo 是一个全功能的旗舰式 GIS 桌面产品。它扩展了 ArcView 和 ArcEditor 的高级空间处理功能，还包括传统的 ArcInfo Workstation 应用程序（Arc，ArcPlot，ArcEdit，AML 等）。



ArcView，ArcEditor，和 ArcInfo 仅在功能水平上有所区别，其结构都是统一的，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。使用者无须去学习几个不同的结构框架，本轻松入门亦是针对上述三种版本均适用。

不论是 ArcView，ArcEditor 还是 ArcInfo，常用的应用程序都有 ArcMap 和 ArcCatalog。

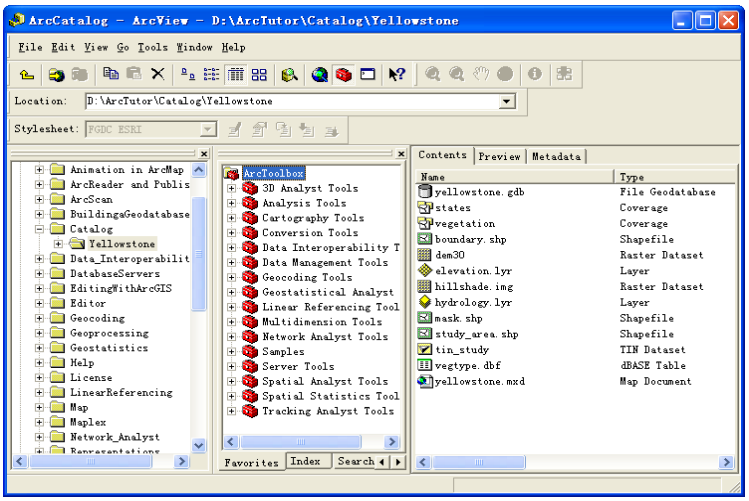
ArcMap 是 ArcGIS Desktop 中一个主要的应用程序，具有基于地图的所有功能，包括地图制图、数据分析和编辑等。



ArcMap 提供两种类型的地图视图：数据视图和版面视图。在数据视图中，可以对图层进行符号化、分析和编辑 GIS 数据集。在版面视图中，可以进行地图出图排版，添加地图元素，比如比例尺，图例，指北针等。

ArcCatalog 是地理数据的资源管理器，帮助你组织和管理你所有的 GIS 信息，比如地图，数据集，模型，元数据，服务等。它包括了下面的工具：

- 浏览和查找地理信息。
- 记录、查看和管理元数据。
- 定义、输入和输出 geodatabase 结构和设计。
- 在局域网和广域网上搜索和查找 GIS 数据。
- 管理 ArcGIS Server。

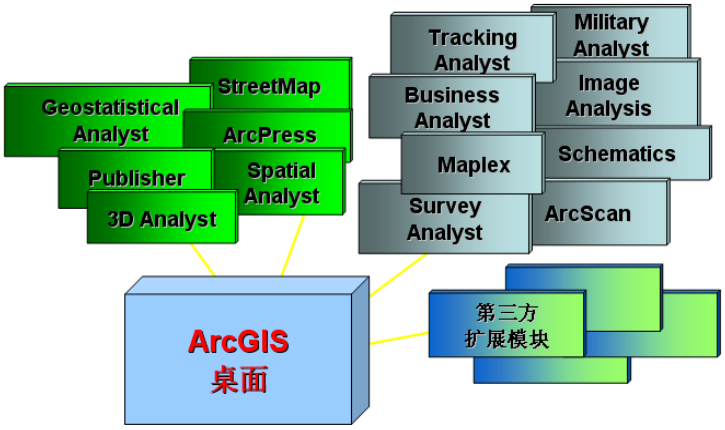


GIS 使用者使用 ArcCatalog 来组织、管理和使用 GIS 数据，同时也使用标准化的元数据来描述数据。GIS 数据库的管理员使用 ArcCatalog 来定义和建立

geodatabase。GIS 服务器管理员则使用 Arccatalog 来管理 GIS 服务器框架。

2.5 扩展模块

ESRI 和其他一些组织提供的一系列 ArcGIS 扩展为桌面端产品加入了各种新的功能。这些扩展模块可以让用户进行诸如栅格数据地理处理、三维可视化、地理统计分析的地理处理工作。



3 软件安装

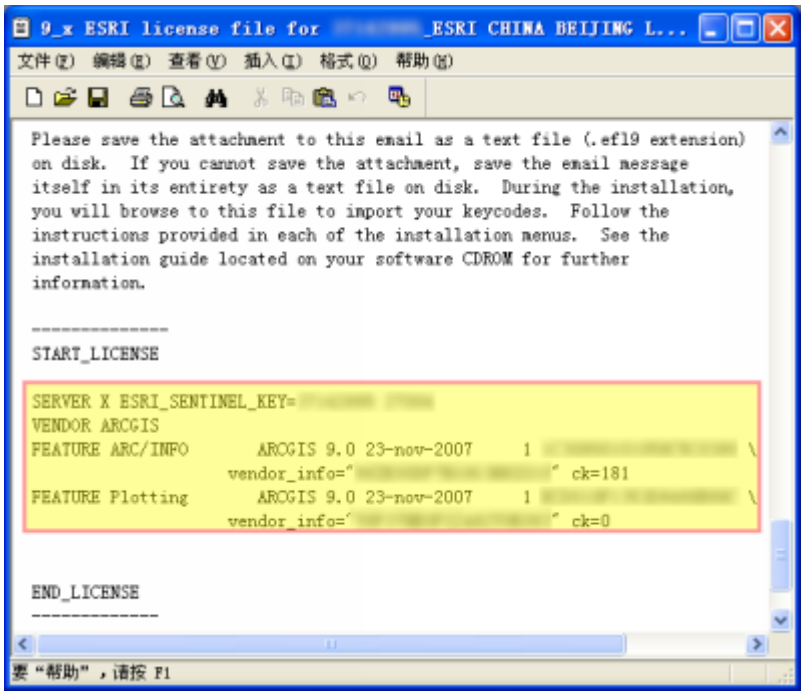
3.1 安装前准备

1. 收取 ESRI 中国（北京）有限公司发出的包含许可文件的电子邮件，查看邮件附件将以_ESRI CHINA BEIJING LTD.eml 结尾的文件下载到本地。



2. 用写字板打开文件，找到文件中 START_LICENSE 和 END_LICENSE 之间的部分，复制到一个新的文本文件中，将开头部分的 SERVER X 改为 SERVER this_host（将 this_host 改为安装 License Manager 计算机的主机名），并将这个文本文件保存为 arcgis92desktop.lic。

注：示例使用的 License 为 ArcInfo 级别。



3. 准备好 ArcGIS 9.2 Desktop 的安装光盘，并从 ESRI 网站上下载最新的补丁包，现在 ArcGIS 9.2 Desktop 最新的补丁程序包括 ArcGIS Desktop 9.2 SP4、ArcGIS Desktop 9.2 Help SP4。

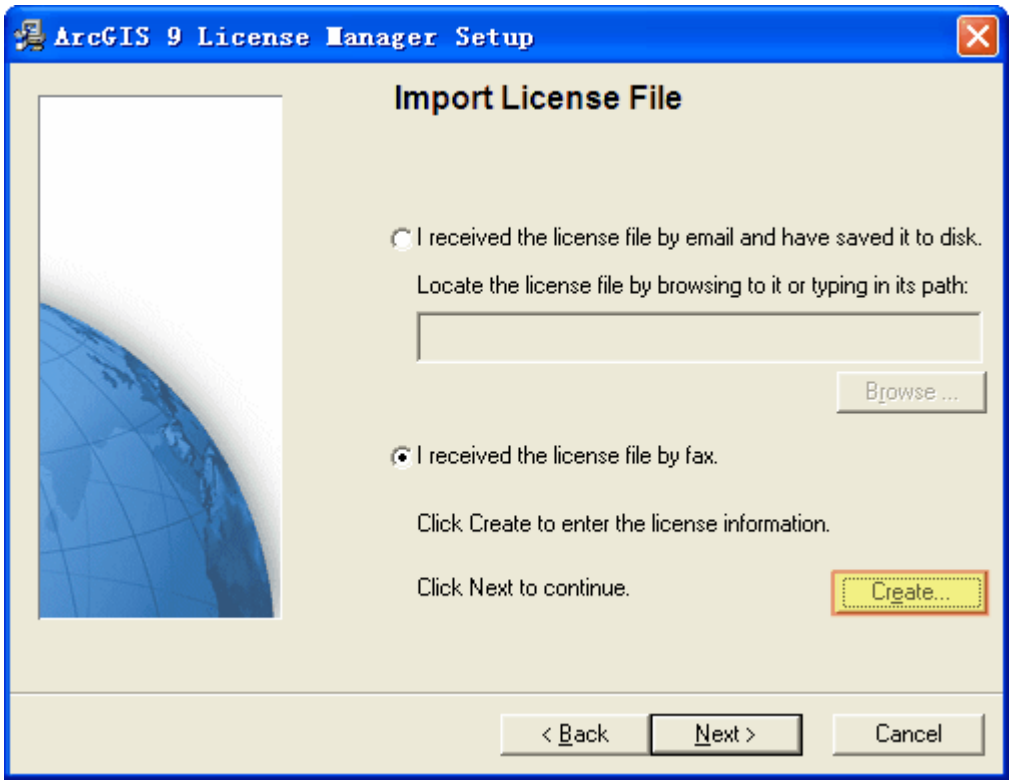
4. 确保计算机硬件配置满足 ArcGIS 9.2 Desktop 的最低要求，并将操作系统更新至最新。

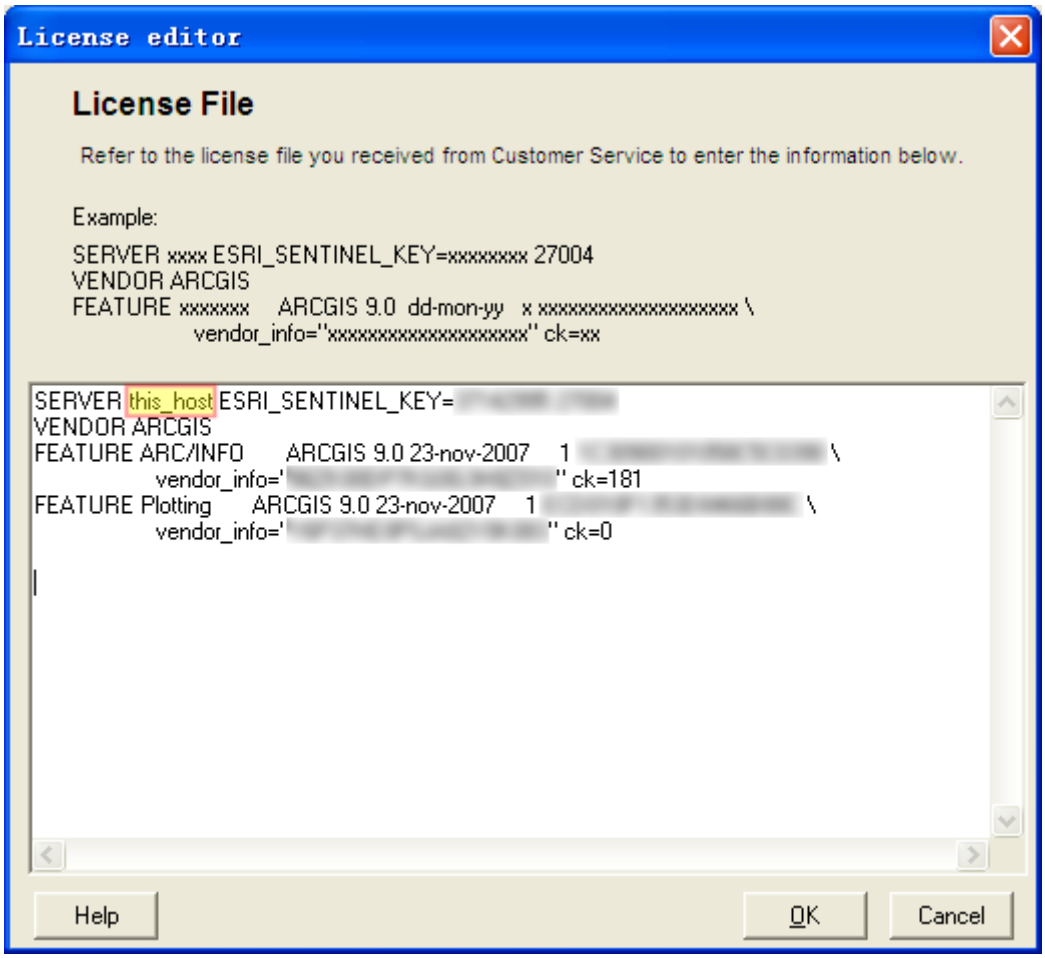
5. 在计算机上插入购买软件时获得的软件加密狗，并确保加密狗的 KeyID 与获得的 License 中的 ESRI_SENTINEL_KEY 一致。

6. 插入 ArcGIS 9.2 Desktop 光盘，选择安装 License Manager。



7. 在 License Manager 中选择“I received the license file by fax。”，然后点击 Create 按钮创建 License 信息，在弹出的对话框中填入刚才的许可信息（）。

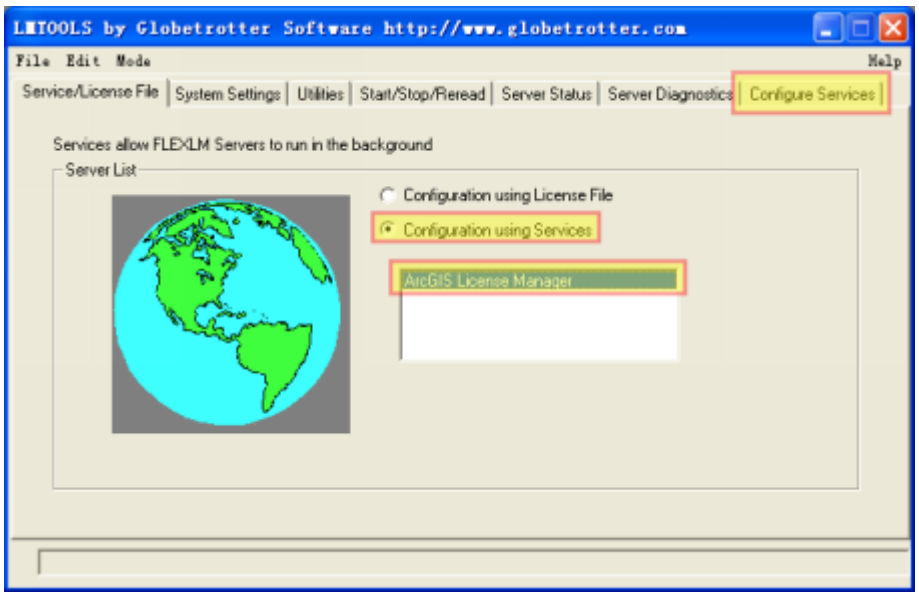




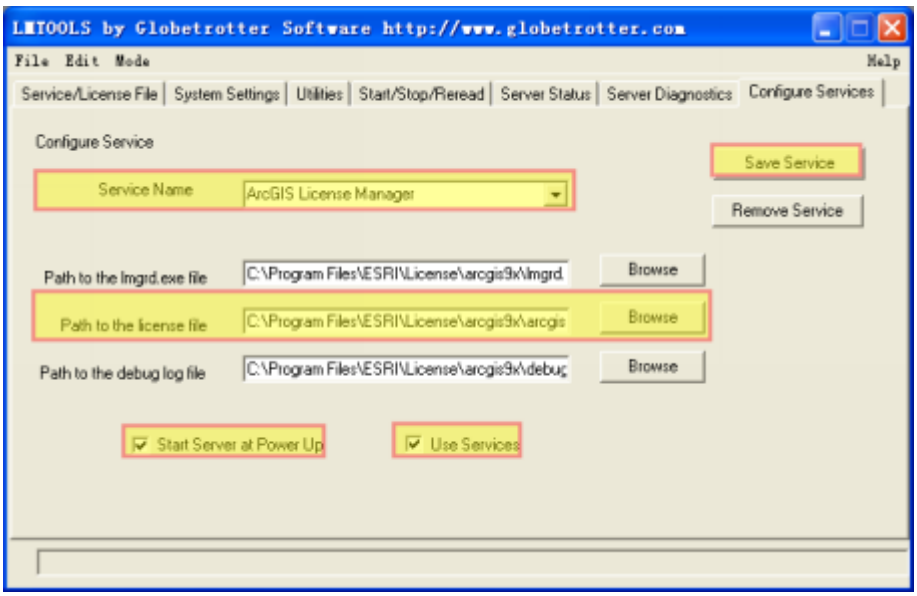
8. 点击 Next，检查 Summary 无误后，点击 Finish 安装程序，安装

完成后重新启动计算机。

9. 重启后，打开 开始>程序 ArcGIS > License Manager (9.x) >License Manager Tools 。在 Service/License File 面板下，选中 Configuration with Services，在下面的面板中选择 ArcGIS License Manager。

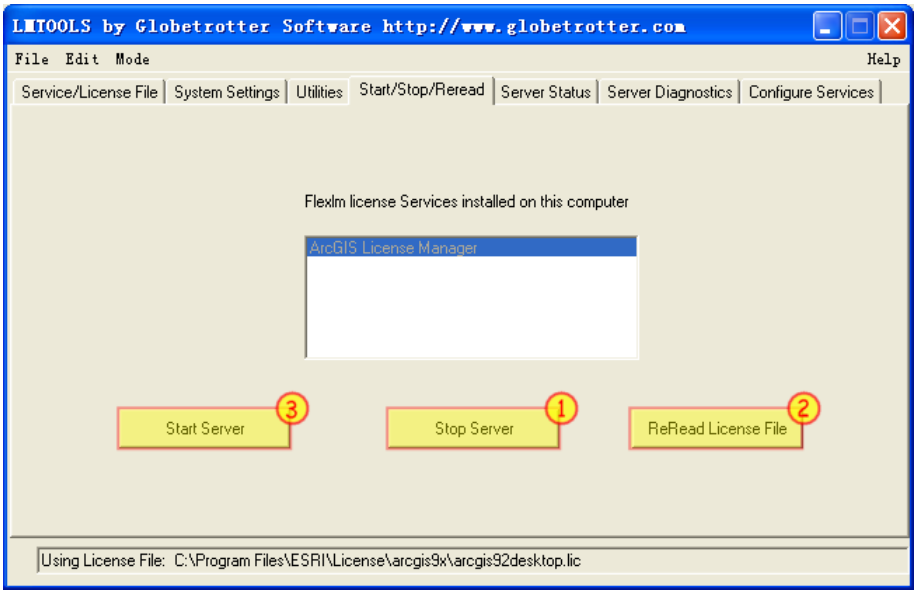


10. 切换到 Configuration Services 面板，在 Service Name 下拉菜单中选择 ArcGIS License Manager，选中 Start Service at Power Up 和 Use Services 选项，点击 Path to the license file 右侧的 Browse 按钮，选择已经保存的许可文件 arcgis92desktop.lic。完成后点击 Save Service 保存设置。

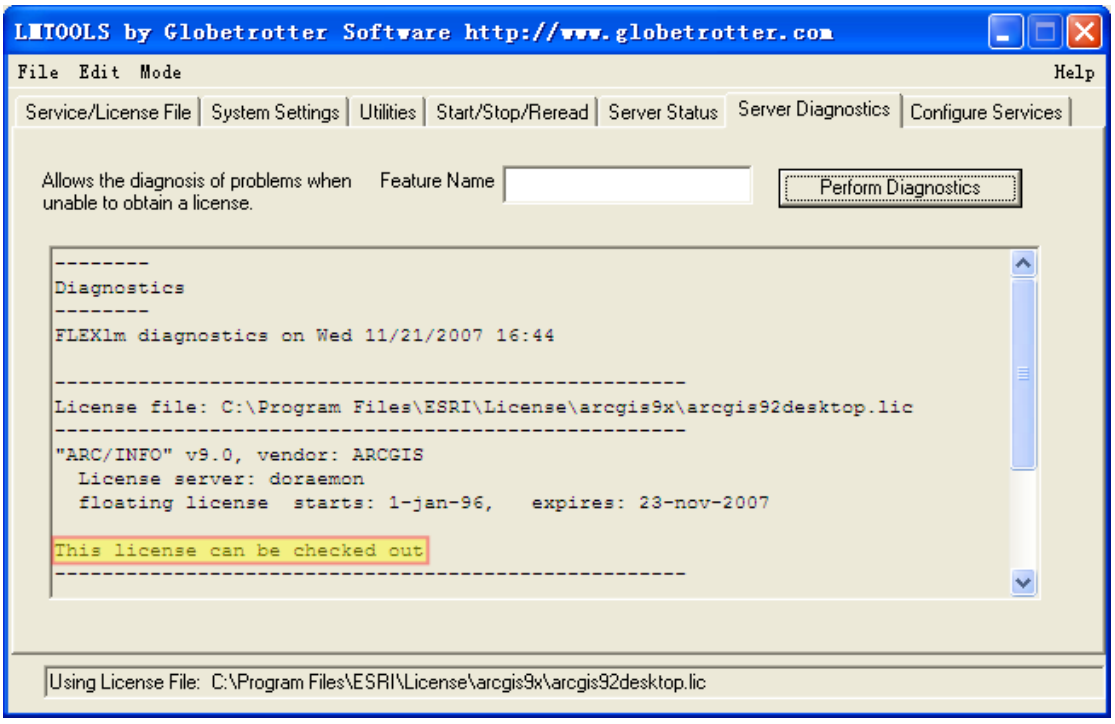


切换到 Start/Stop/Reread 面板，依次 Stop Server、Reread License File、Satrt

Server。

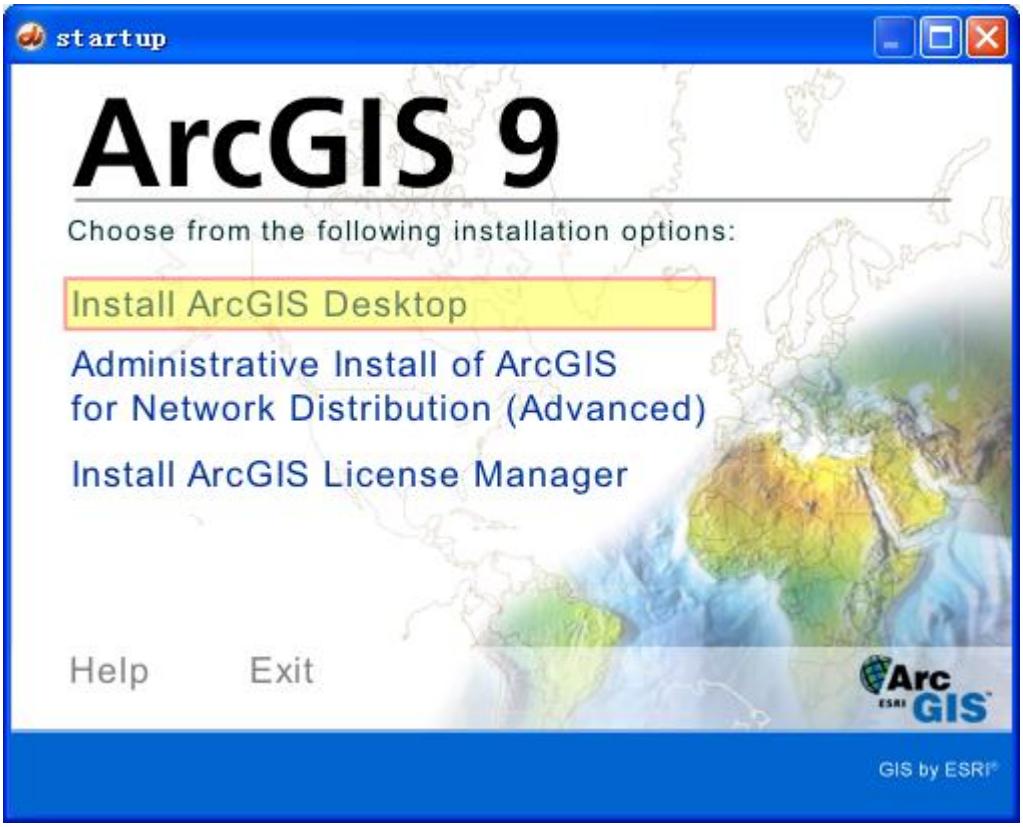


切换到 Server Diagnostics 面板，点击 Perform Diagnostics 按钮，如果报告 this license can be checked out，表示许可有效且安装成功。



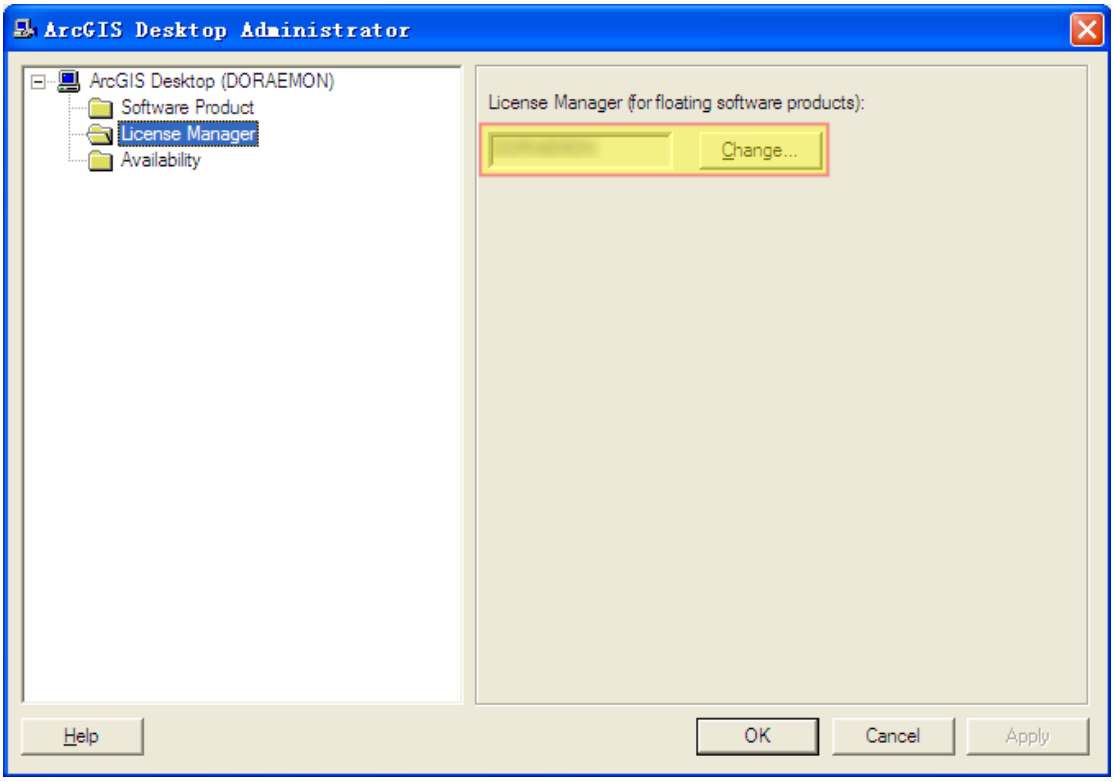
3.2 安装 ArcGIS Desktop

插入 ArcGIS 9.2 Desktop 光盘，选择安装 ArcGIS Desktop，在弹出的对话框中选择 Install ArcGIS Desktop。



在下面的安装过程中，接受许可协议，选择使用 License 服务器上的 License Manager，并确定 Destination Folder 和 Python Folder（一般保留默认值即可）。

安装过程结束后，打开 Desktop Administrator，选择 License Manager 项，确认 License Manager(for floating software products)是指向局域网内 License Manager 所在的服务器，完成安装，可以打开 ArcMap 检验。



安装完成后，建议打上准备好的补丁程序。

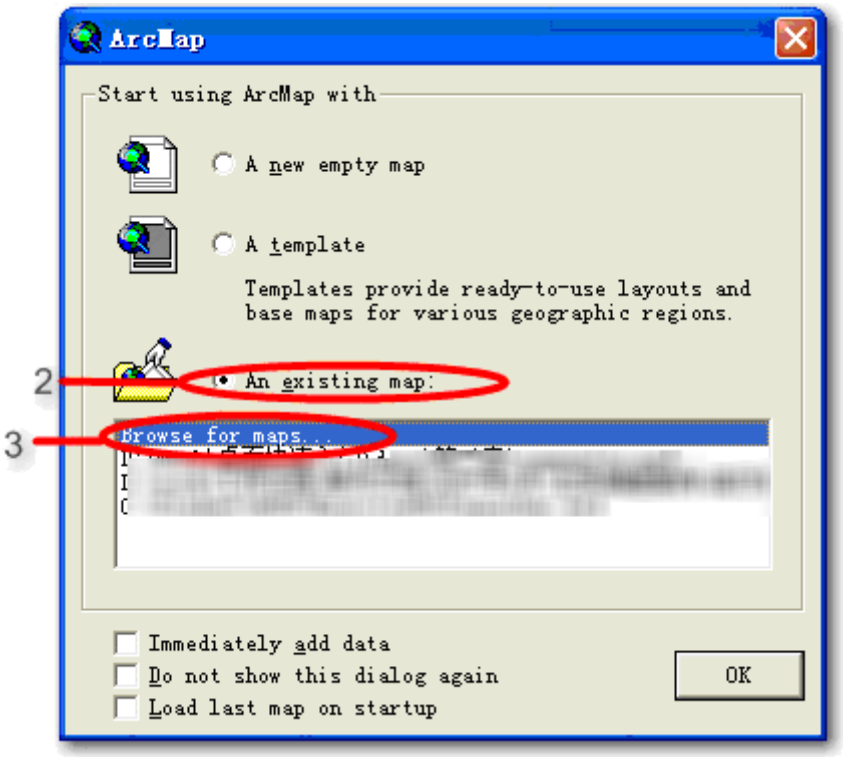
4 入门案例

在第一章里，我们已经对 ArcGIS 系列软件的体系结构有了一个全面的了解，接下来的本章中，将通过一个案例来熟悉 ArcGIS desktop 的使用，从解决问题的过程中，逐渐适应 ArcGIS 桌面的界面和操作方式。

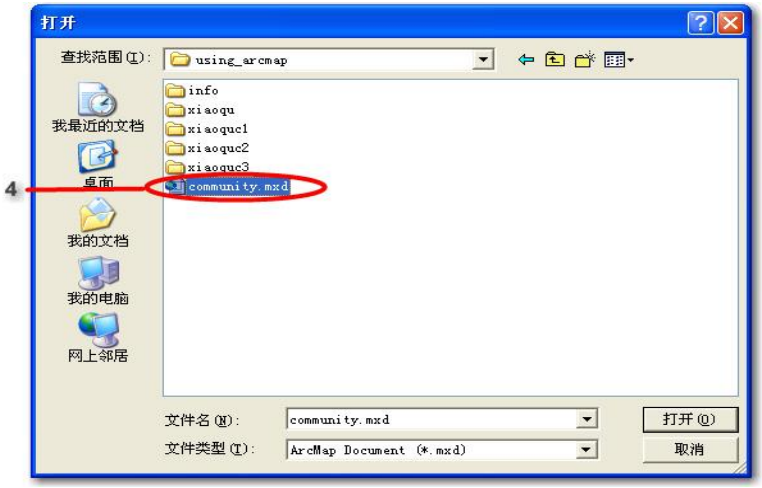
本章的练习数据是一个住宅小区的简单平面示意图，需要在已有的基础上把楼房的轮廓补充完整，并加以整饰，完成一幅地图。

4.1 打开地图文档并浏览

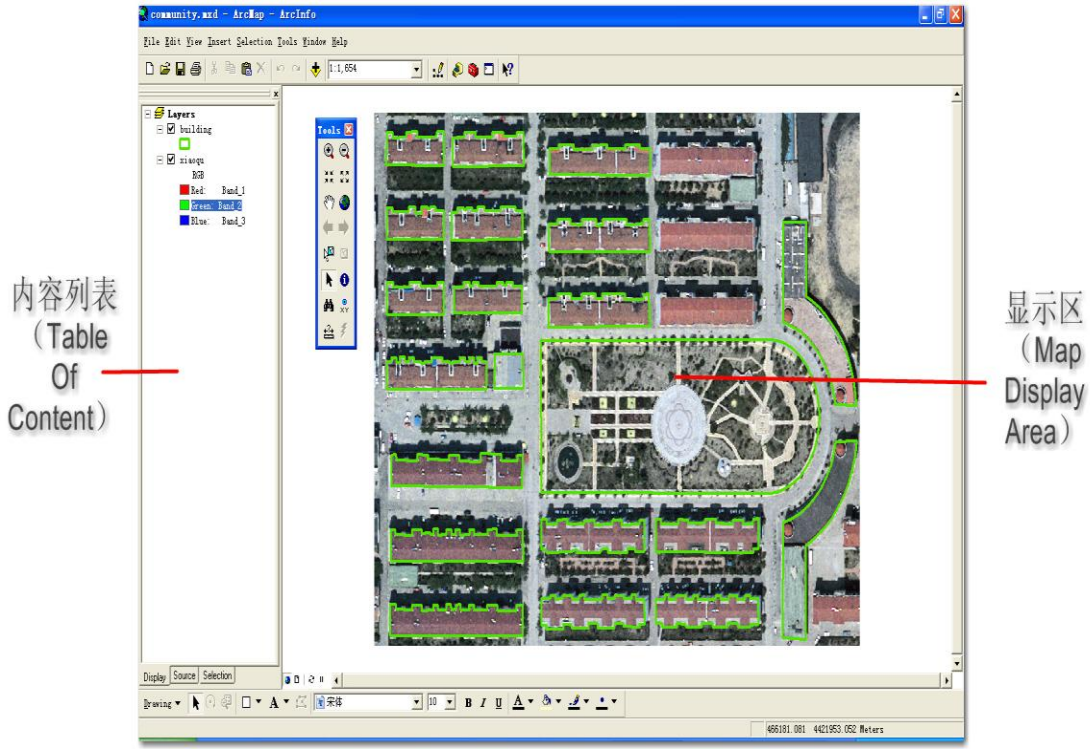
1. “开始”—>“所有程序”—>ArcGIS—>ArcMap，打开 ArcMap。
2. 如果是第一次打开 ArcMap，在弹出的对话框中选择“An existing map”。
3. 再双击“Browse for maps”以打开浏览地图文档的对话框。



4. 选中练习数据中的 community.mxd 这个地图文档，点击“打开”按钮。



地图文档打开后，如图所示，左边的称为内容列表（Table of content），可以进行数据图层的管理，右边的区域为显示区，对数据的显示，编辑，选择，分析都在此区域进行。



5．用 Tools 工具条上的工具浏览地图。为平移工具，可以进行数据的平移。为放大工具，可以通过点击或者拉框放大。是缩小工具，可以通过点击或者拉框缩小。为全图工具，当放大或缩小查看数据后，想回退到全图状态时，可以点击该按钮。

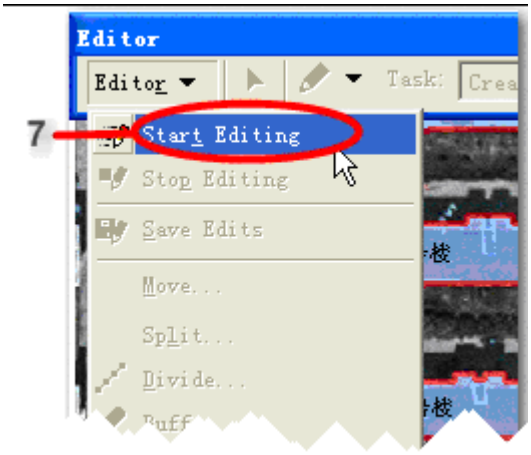


4.2 编辑数据

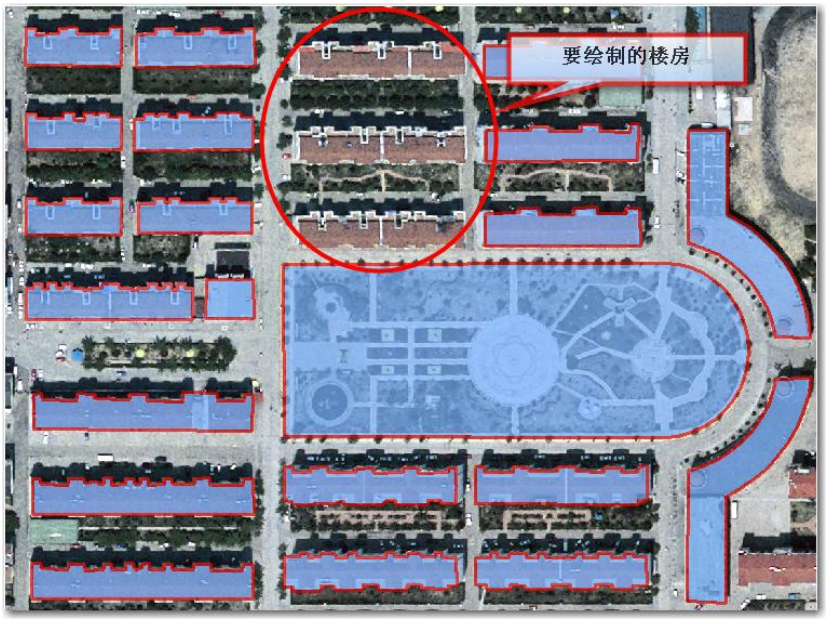
6. 在工具栏上点击 Editor 按钮以激活编辑（Editor）工具条。



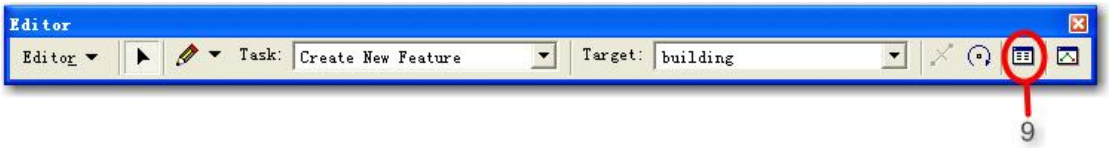
7. 点击 Editor 工具条上的“start editing”开启编辑状态。



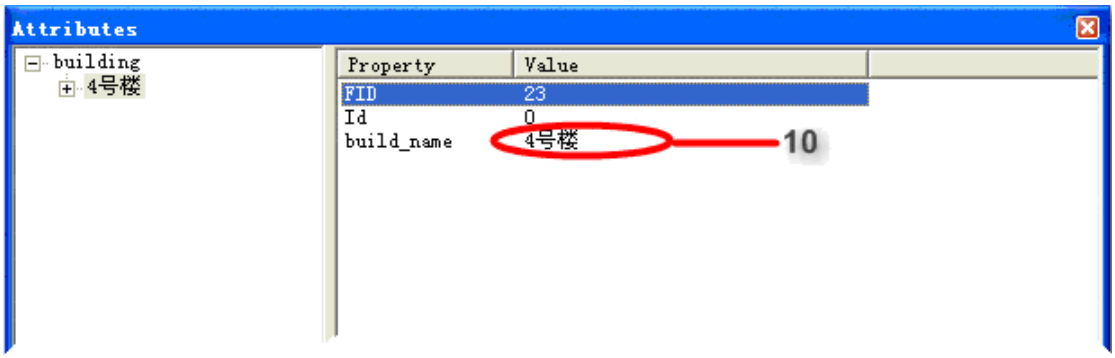
8. 点击 Editor 工具条上的草图工具，参照图中其他楼房的样式，用草图工具沿着下图所示的 3 个楼房的外轮廓进行描绘。绘制的时候单击鼠标左键就添加一个节点，双击鼠标左键完成多边形的绘制。绘制完这 3 个多边形后，整个住宅小区的平面图的数据部分的外形就基本完成了。



9．完成了楼房轮廓的绘制后，还要把楼房的一些信息（比如楼房的编号）输入到系统中，以显示在图上，这就是属性数据编辑。点击 Editor 工具条上的 Edit Tool，再单击上一步中绘制的第一个多边形（楼房轮廓），就选中了该多边形。在选中该多边形的情况下，点击 Editor 工具条上的属性对话框按钮打开属性对话框。

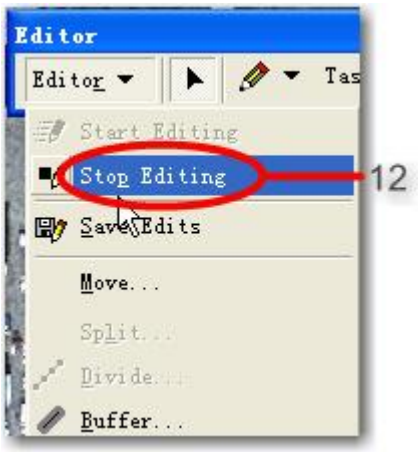


10．在弹出的属性对话框中，build_name 的 value 里填写“4 号楼”，回车确认。



11．重复 9 和 10 的步骤，依次完成 8 中绘制的另外 2 个楼——5 号楼和 6 号楼的楼房名字编辑。

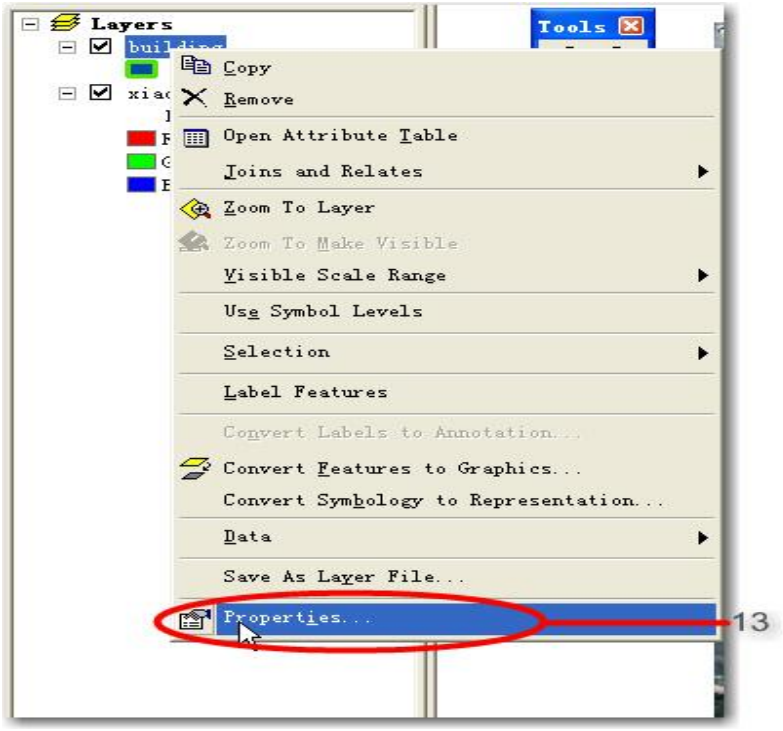
12．点击 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单中的 stop editing 结束编辑，并选择保存编辑结果。



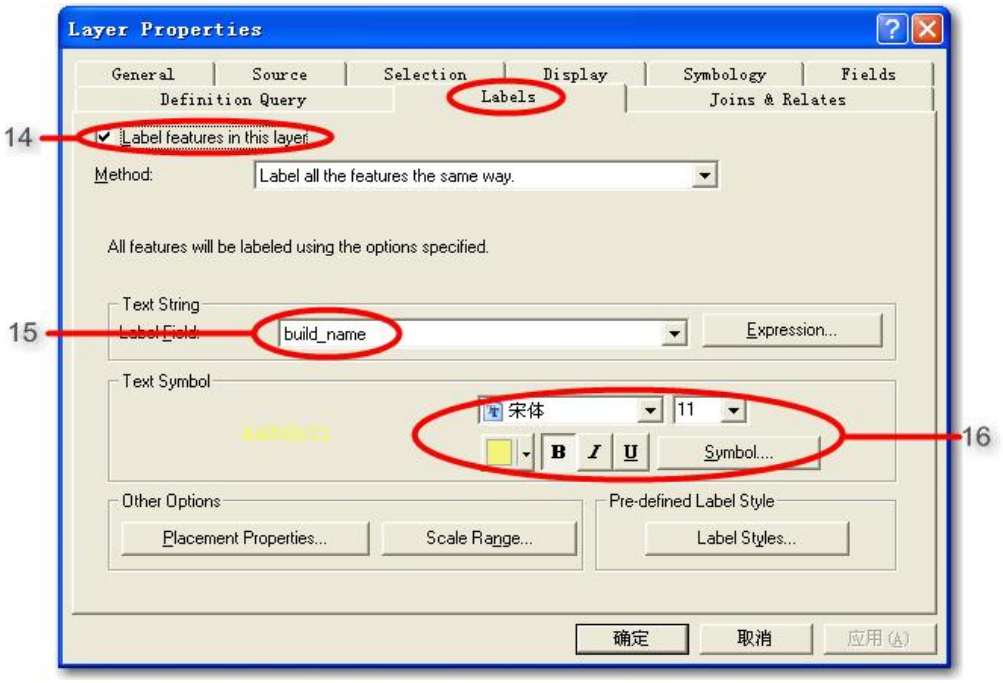
到这一步为止，小区平面图的数据编辑输入工作就完成了。然后进行数据的显示设置，主要是在图上显示每个楼房以及小区其他设施的名称。

4.3 设置数据显示

13．在内容列表里，右键单击 building 图层，在弹出的右键菜单中选择 properties。



14．在弹出的图层属性对话框中，选择“label”选项卡，在此选项卡下，选中“Label features in this layer”。即显示图层的标注。



15．在“label field”中选择 build_name，即标注建筑名称。

16．设置标注文本的字体，包括颜色，大小等。并点击确定。

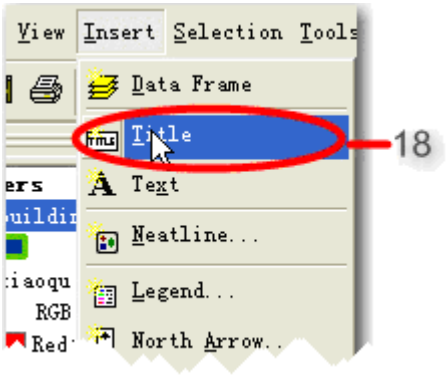
到这一步为止，已经完成了平面图的绘制和显示设置。下面开始进行地图的排版整饰，即添加适当的地图元素（如比例尺等）。

4.4 地图整饰并输出

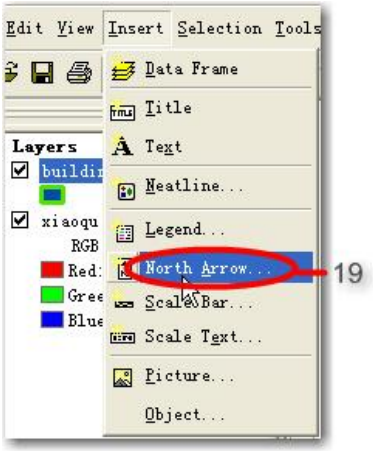
17．点击显示区域左下角的版面视图按钮，切换到版面视图。版面视图是用于地图排版整饰的。



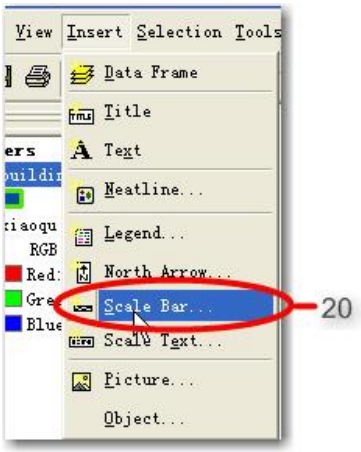
18．点击菜单上的 Insert，选择 Title。即在地图上插入标题。输入标题内容后回车确定。双击标题可以打开标题的属性设置对话框，可设置标题、大小、颜色等。



19．点击菜单上的 Insert，选择 North Arrow，插入指北针，选择一个合适的指北针样式，并放置在适当的地方。

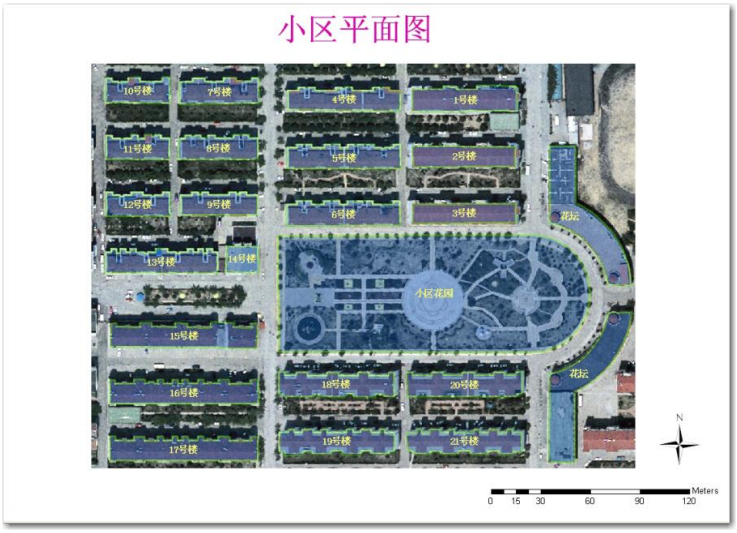


20．点击菜单上的 Insert，选择 Scale Bar，插入比例尺，选择一个合适的比例尺样式，并放置在适当的地方。



添加了必要的地图元素后，小区的平面示意图已经制作完成了，可以点击 File 菜单下的 save 保存为 mxd 文档。但很多时候我们需要在 word 文档或者幻灯片中使用 ArcGIS 制作好的地图，那么可以将制作好的地图导出为普通的图片格式。

21. 点击 File 菜单下的 Export Map，打开导出地图对话框。设置图片的格式，路径和分辨率，保存即可。



以上的练习包括数据浏览，编辑，显示，地图整饰排版的整个过程，完成了一幅住宅小区的平面示意图。

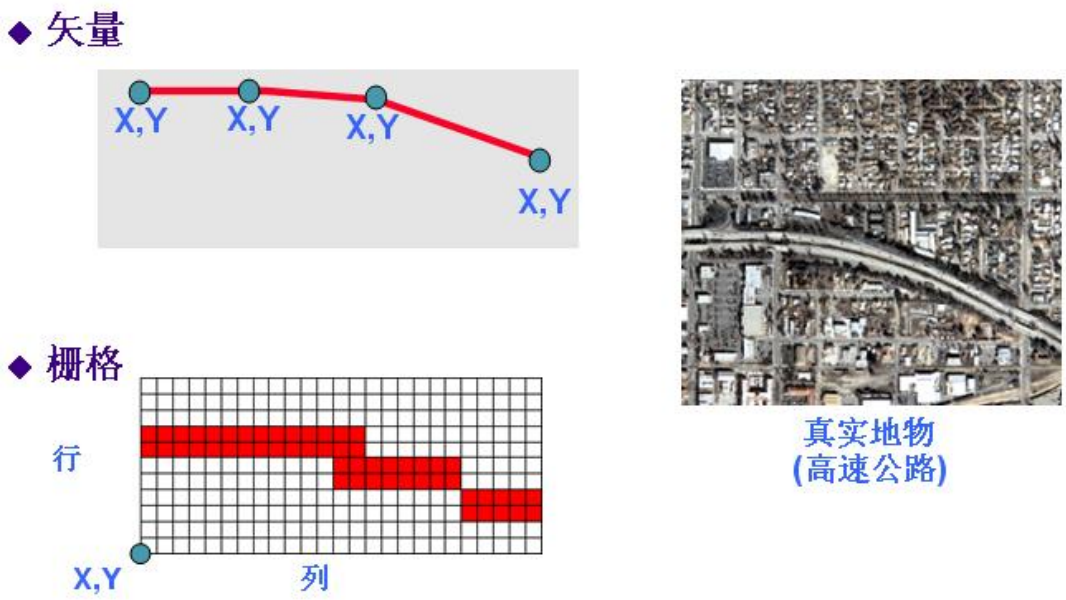
5 ArcCatalog 使用

ArcCatalog 是 ArcGIS Desktop 中最常用的应用程序之一，它是地理数据的资源管理器，用户通过 ArcCatalog 来组织、管理和创建 GIS 数据。

本章主要介绍常见的 GIS 数据格式以及 ArcCatalog 的使用，在本章的练习中，将在 ArcCatalog 中创建一个新的要素类。

5.1 GIS 数据

地理信息系统，就是将真实的地物或地理现象抽象为计算机可表达的简单的几何类型（比如点、线、多边形），再按其几何类型和专题信息进行分类，通过计算机技术来管理和分析这些数据。从数据的组织形式上，我们通常将其分为矢量数据和栅格数据两大类。



如上图所示，分别用矢量和栅格的形式来表达一条高速公路。

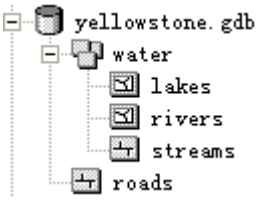
我们可以清晰地发现矢量数据与栅格数据的对比特点：

	矢量数据	栅格数据
优点	1.表达地理数据精度较高； 2.严密的数据结构，数据量小； 3.用网络连接法能完整地描述拓扑关系； 4.图形输出精确美观； 5.图形数据和属性数据的恢复、更新、综合都能实现。	1.数据结构简单； 2.空间数据的叠置和组合十分容易方便； 3.各类空间分析都很易于进行； 4.数学模拟方便； 5.技术开发费用低。
缺点	1.数据结构复杂； 2.矢量多边形地图或多边形网很难用叠置方法与栅格图进行组合； 3.显示和绘图费用高，特别是高质量绘图、彩色绘图和晕线图等； 4.数学模拟比较困难； 5.技术复杂，多边形内的空间分析不容易实现。	1.图形数据量大； 2.用大像元减少数据量时，可识别的现象结构将损失大量信息； 3.地图输出不精美； 4.难以建立网络连接关系； 5.投影变换花的时间多。

5.2 常见矢量数据介绍

在 ArcGIS 中，常见的矢量数据有 Coverage，Shapefile 和 Geodatabase。这几种都是 ArcGIS 的原生数据格式，因此在 ArcGIS 中使用最多，详细信息见下表。



时间	产品	原生矢量数据格式	ArcCatalog 中显示图标示例
1981	ARC/INFO	Coverage	 （黄色调）
1992	ArcView	Shapefile	 （绿色调）
2001	ArcGIS	Geodatabase	 （灰色调）



黄色调图标的 Coverage 格式的数据，是早期 ArcInfo Workstation 的原生矢量数据格式。现在在 ArcGIS Desktop 中，仅支持对此格式数据的显示和转换，不再支持对此格式数据的编辑。如有需求，用户可以通过 ArcInfo Workstation 来编辑 Coverage 格式的数据，或者将其转换为 Shapefile 或 Geodatabase 格式。

ArcCatalog 中显示的绿色调图标的 Shapefile 格式和灰色调图标的 Geodatabase 格式的数据是 ArcGIS Desktop 中最常用的两种可编辑的矢量数据格式。

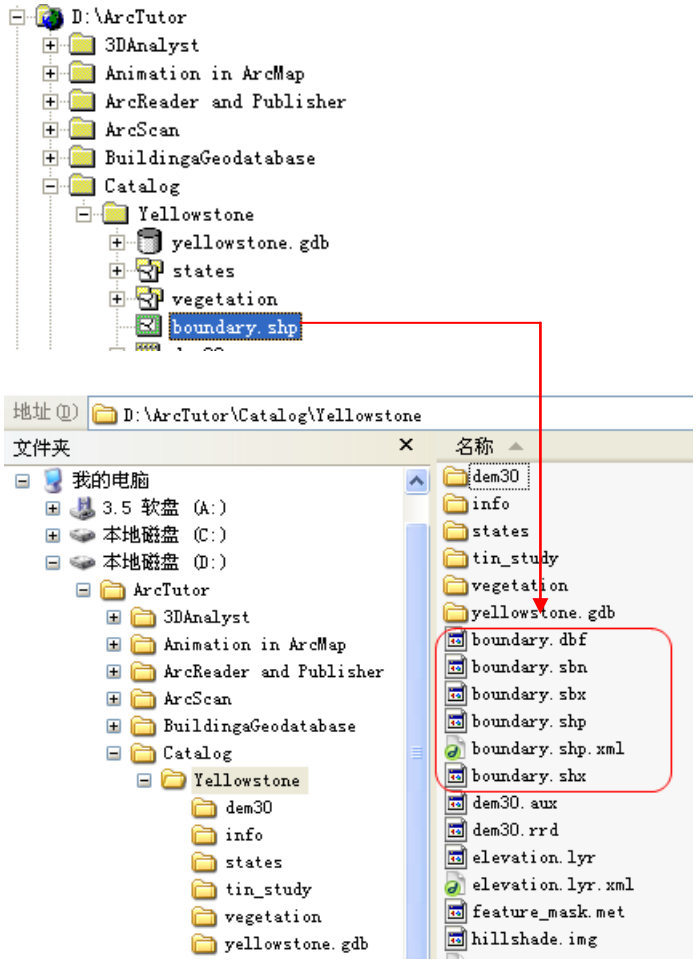




❖ ***Tips：*** *在 ArcGIS Desktop 中，可通过 ArcToolbox 提供的工具完成数据格式的转换工作。在 ArcToolbox > Conversion Tools 中，即可找到转换数据格式的相应工具。*

然而，在 Windows 的资源管理器中查看这些地理数据时，我们就会发现它们并不像在 ArcCatalog 中显示的那样。以 Shapefile 为例，同一个数据，

在 ArcCatalog 中显示为一个绿色图标的 Shapefile 数据，而在 Windows 的资源管理器下查看时，却发现相同路径下有若干个同名的文件。

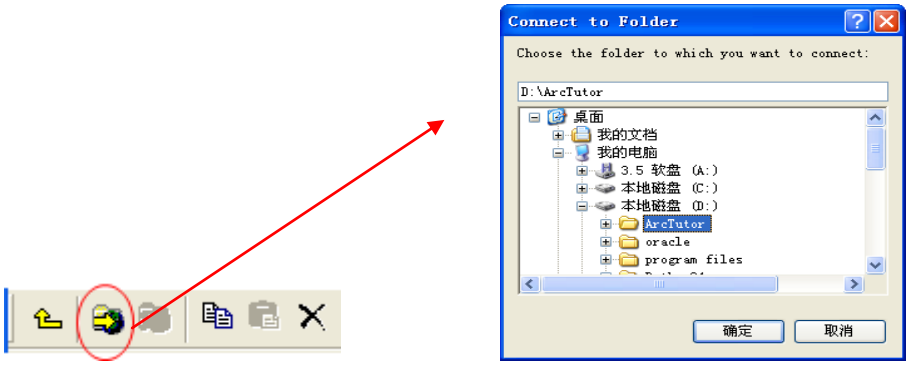


GIS 数据往往有其特殊的数据结构，并且常是由多文件组成，在 Windows 资源管理器中一般无法直接识别。所以我们强烈推荐用户养成良好的使用习惯，使用 ArcCatalog 作为地理数据的资源管理器，在 ArcCatalog 中完成对地理数据的创建、组织、管理（复制、粘贴、删除、重命名等）等工作，以最大可能的维护数据的完整性。

5.3 使用 ArcCatalog

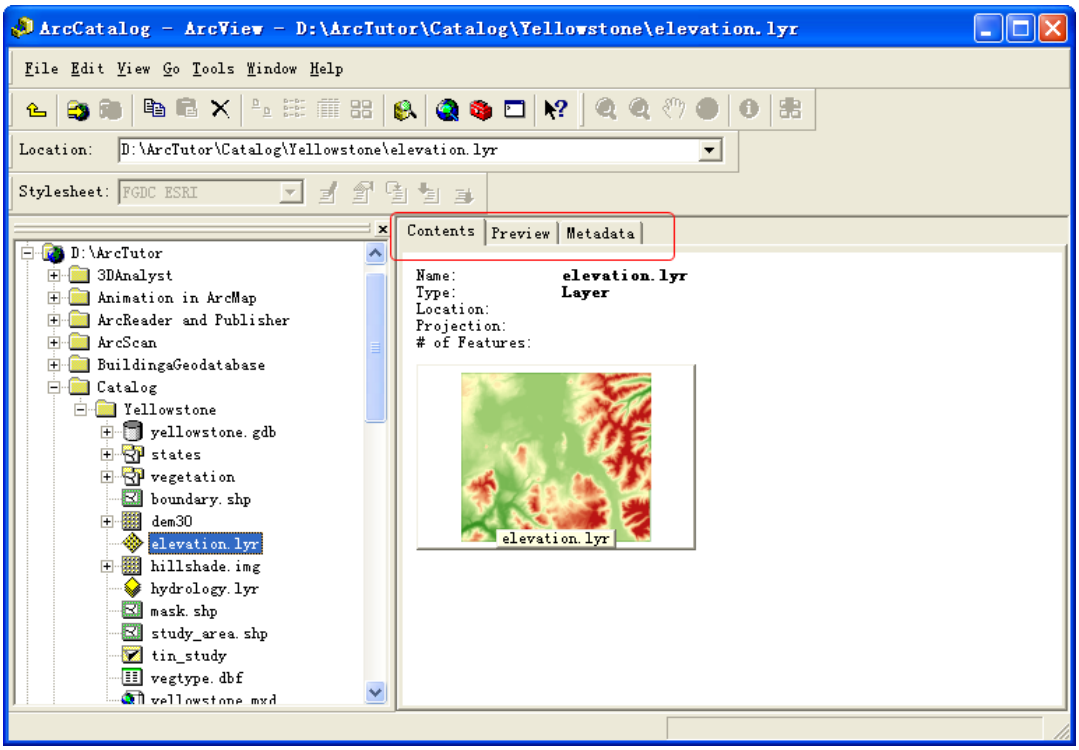
ArcCatalog 是 ArcGIS Desktop 中最常用的应用程序之一。与 Windows 资源管理器类似，ArcCatalog 界面的左侧是目录树，右侧是内容显示区域。但不同的是，ArcCatalog 不会自动将所有物理盘符添加至目录树，而需要用户手动地连接到某文件夹。





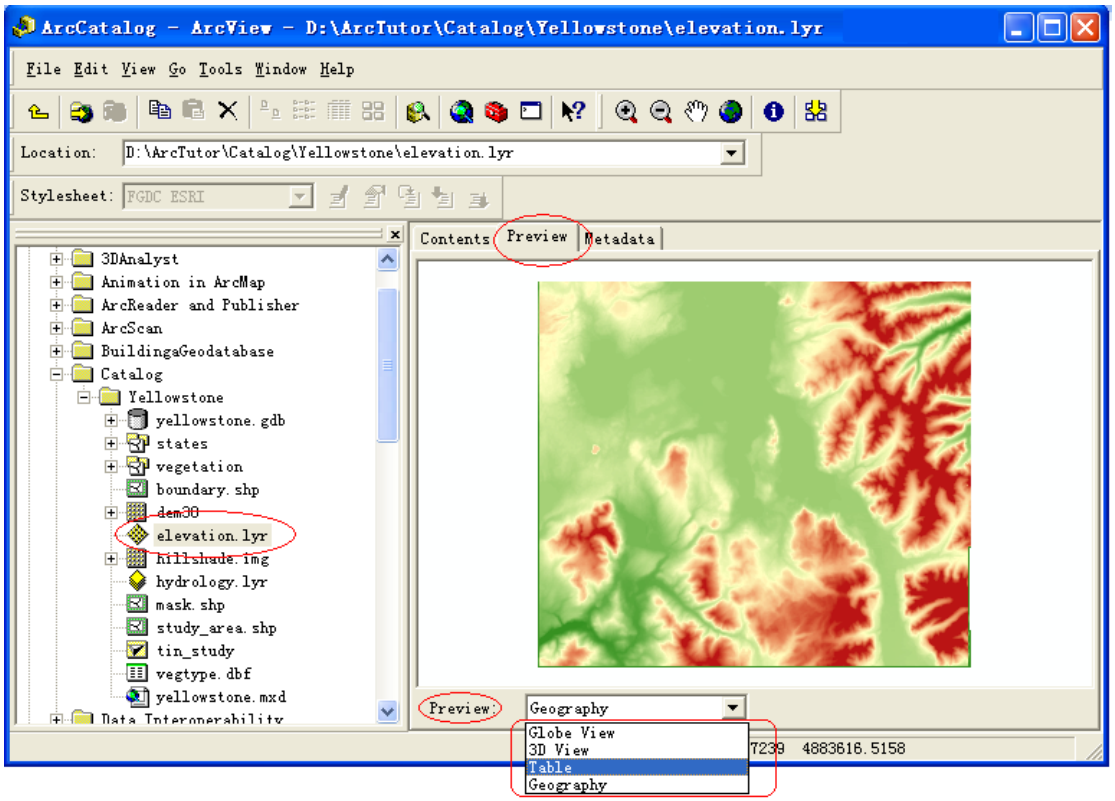
A. 浏览数据信息

ArcCatalog 界面的右侧，是信息浏览区域，在这里可以预览数据的空间信息、属性信息以及元数据信息。



1. 预览空间信息或属性信息

在左侧目录树中定位到需要查看的数据，将右侧调整为 preview 标签，即可预览到相应的信息。可以通过界面下方的 preview 下拉列表选择预览的内容。



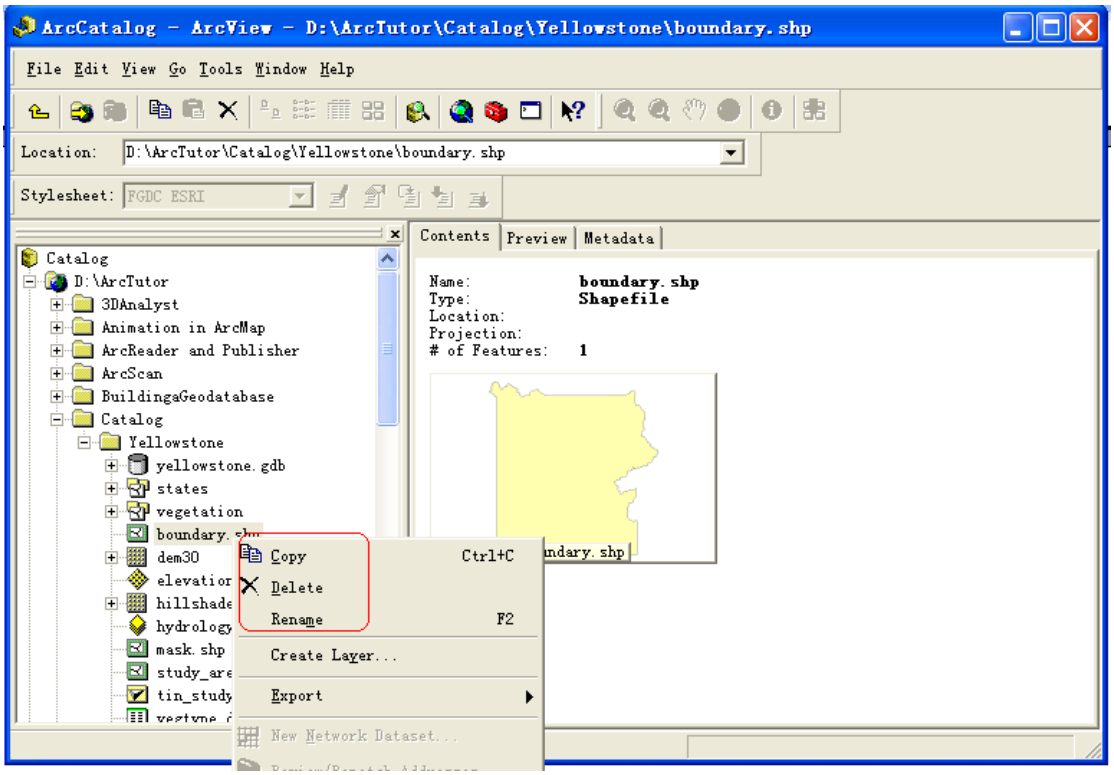
若界面下方的 preview 选择为 Geography，则预览的是该数据的空间信息，若选择的是 Table，则预览的是其属性信息。

2. 浏览元数据信息

所谓元数据（Metadata），即是对数据基本属性的说明。ArcGIS 使用标准的元数据格式记录了空间数据的一些基本信息，比如：数据的主题、关键字、成图目的、成图单位、成图时间、完成或更新状态、坐标系统、属性字段等。元数据是对数据的说明，通过元数据，我们可以更方便地进行数据的共享与交流。

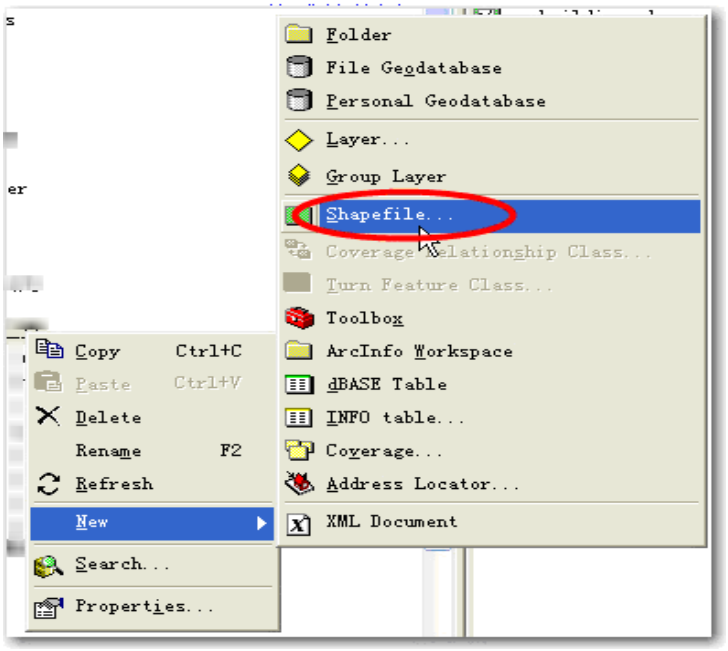
B. 管理空间数据

由于多数 GIS 数据都是由多文件组成，所以若要对其进行复制、粘贴、删除或重命名之类的操作时，需要对其所有支撑文件进行统一修改。而 ArcCatalog 能将所有支撑文件联合识别，读取为一个空间数据，所以在 ArcCatalog 中，能很方便地对空间数据进行管理。在 ArcCatalog 左侧目录树中选中需要处理的数据，在右键菜单中即可看见这些管理选项。



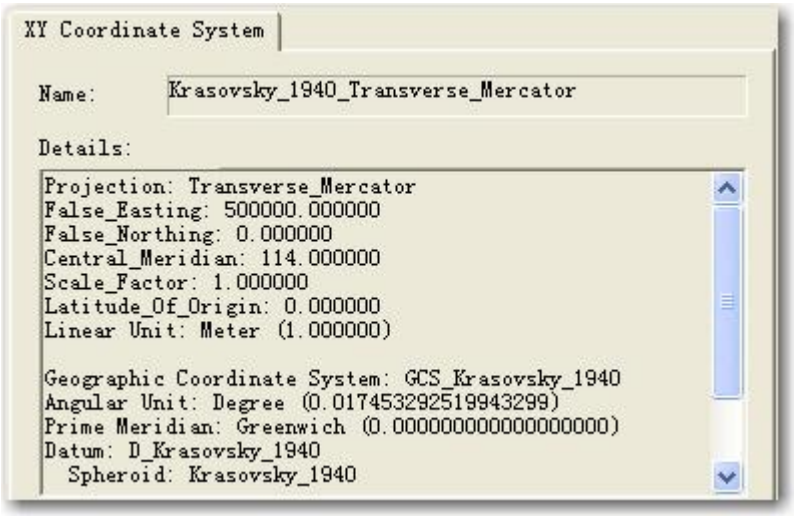
C. 创建空间数据（练习）

1. 打开 ArcCatalog，在目录树中连接到存放练习数据的本地磁盘，并找到…\data\using_ArcMap 文件夹，此时右边的区域显示文件夹的内容。在右边区域右键单击鼠标，在弹出菜单中选择 new > shapfile。

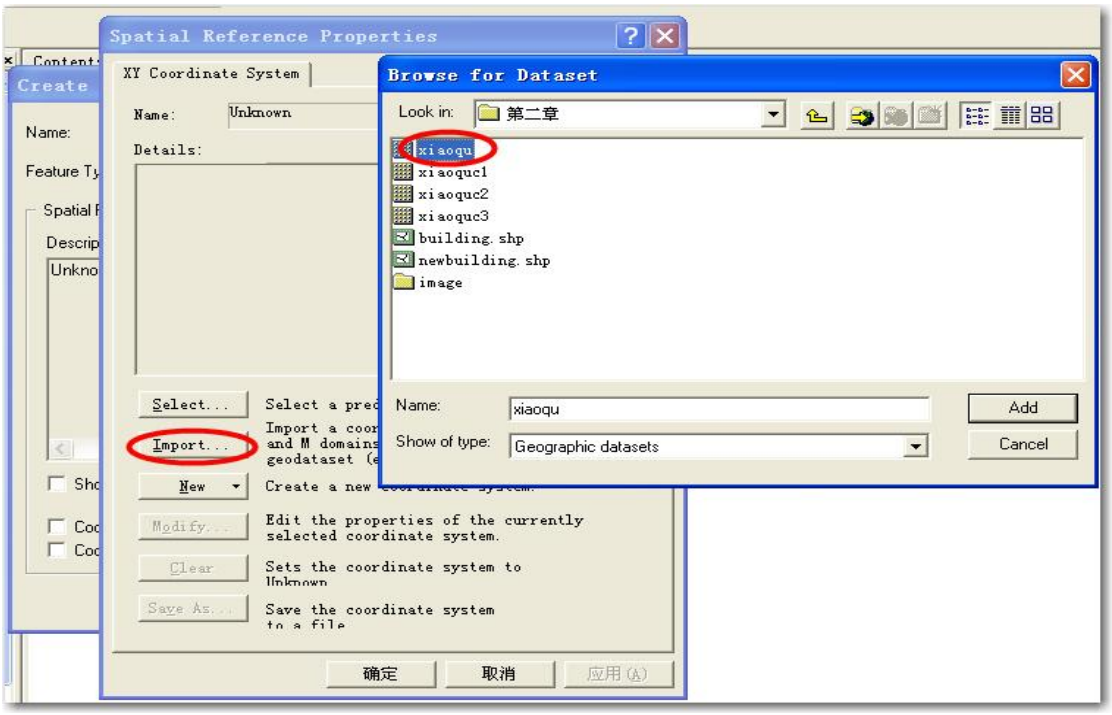


2. 在弹出的对话框中首先填入要素类名称“newbuilding”，然后确定要素类的几何类型。常用的几何类型包括 point（点），polyline（线）和 polygon（多边形），本次练习要创建一个 polygon 要素类。

3. 定义坐标系统。点击 edit 按钮。在弹出的对话框中选择 Import，即导入已有要素类或栅格数据的坐标系统。然后在弹出对话框中选择 xiaoqu 这个栅格数据，点击 Add 完成。下面是导入的坐标系统说明。







4. 给新建的要素类添加字段。右键点击 newbuilding 要素类，在弹出菜单中选择 properties，打开要素类属性对话框。选择其中的 fields 选项卡。输入字段名称，选择字段类型并设置字段属性（如字段长度，字段精度等）。本练习中要创建 2 个新建字段，具体设置如下：

字段名称	字段类型	字段属性
bld_name	text	Length=20
bld_value	Long integer	Precision=5

设置完字段后，一个空的要素类就创建完成了。至于如何在新建的要素类中添加地理要素数据，在下一章中将会介绍。

5.4 数据入库

现在，越来越多的组织和个人选择使用 Geodatabase 格式来组织其空间数据。下面我们将学习如何将已有的数据导入 Geodatabase 空间数据库中。

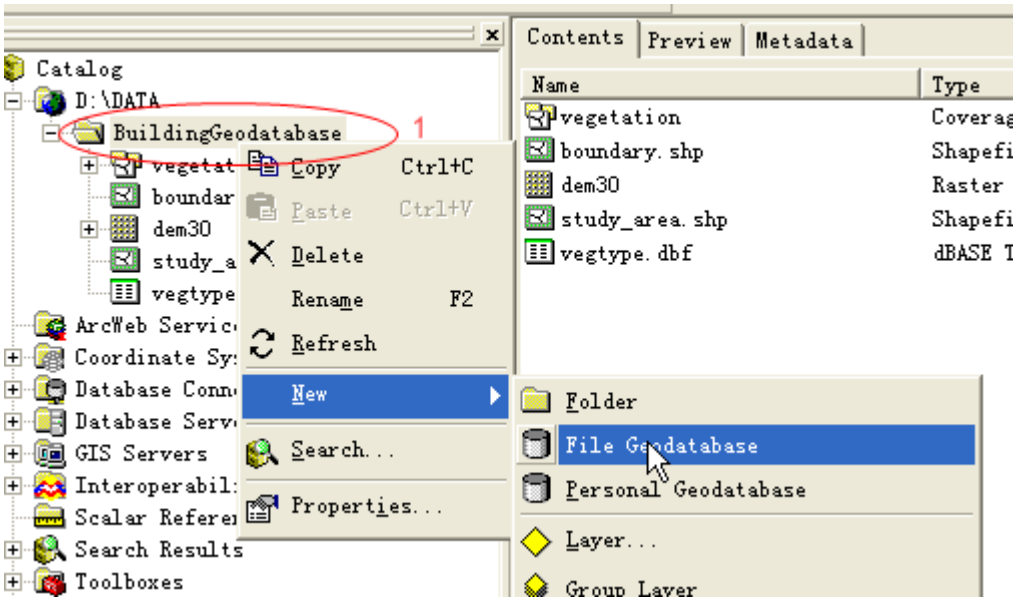
示例数据在...\DATA\BuildingGeodatabase 中，该文件夹中的内容是某保护区的地形及植被信息，还有该保护区的范围以及研究区域范围。其中植被信息是 Coverage 格式的数据 vegetation，地形信息是栅格数据 dem30，保护区范围和研究区域范围都是 Shapefile 格式的数据 boundary.shp 和

study_area.shp。我们的练习目的是要在该文件夹中创建一个 Geodatabase，将所有数据转换为 Geodatabase 格式。

a) 矢量数据入库

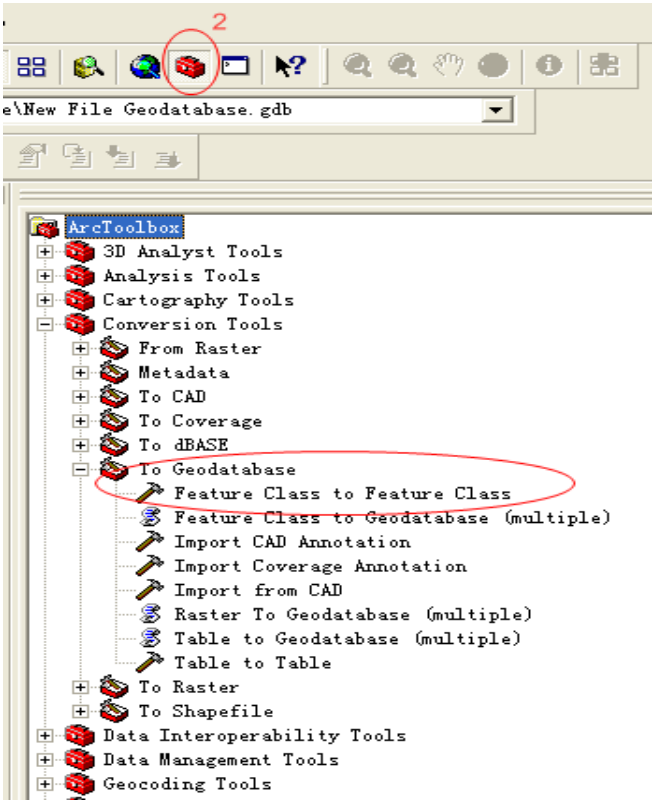
1. 在 ArcCatalog 中定位到…\DATA\BuildingGeodatabase，右键单击 BuildingGeodatabase -> New -> File Geodatabase，创建 geodatabase。

> Geodatabase 分为三种类型：personal geodatabase、file geodatabase 和 ArcSDE geodatabase。其中，personal geodatabase 是以微软的 Access 为基础，数据量有限（一般不超过 1.4GB）；file geodatabase 是 ArcGIS 9.2 版本推出的，它以文件为存储基础，数据量上限为 1TB；ArcSDE geodatabase 可以基于 oracle、SQL Server、DB2、Informix 等关系型数据库，能够存储海量的空间数据。

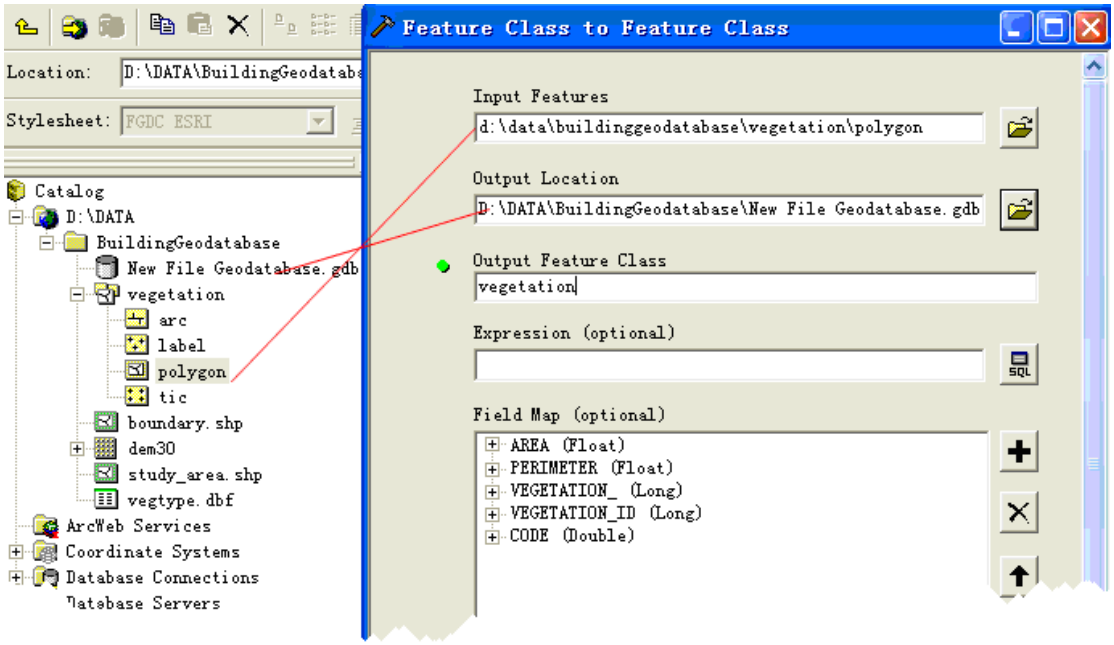


2. 点击工具栏上的红色工具箱，打开 ArcToolbox。定位到 ArcToolbox -> Coversion Tools -> To Geodatabase -> Feature Class to Feature Class 工具，双击打开此工具。

> 常用的格式转换工具都可以在 ArcToolbox -> Conversion Tools 中找到。



3. 在弹出的 feature class to feature class 工具窗口中，Input Features 项填入…\data\buildinggeodatabase\vegetation\polygon；Output Location 项填入…\data\BuildingGeodatabase\New File Geodatabase.gdb；Output Feature Class 项填入 vegetation。点击 OK，即可开始入库格式转换。



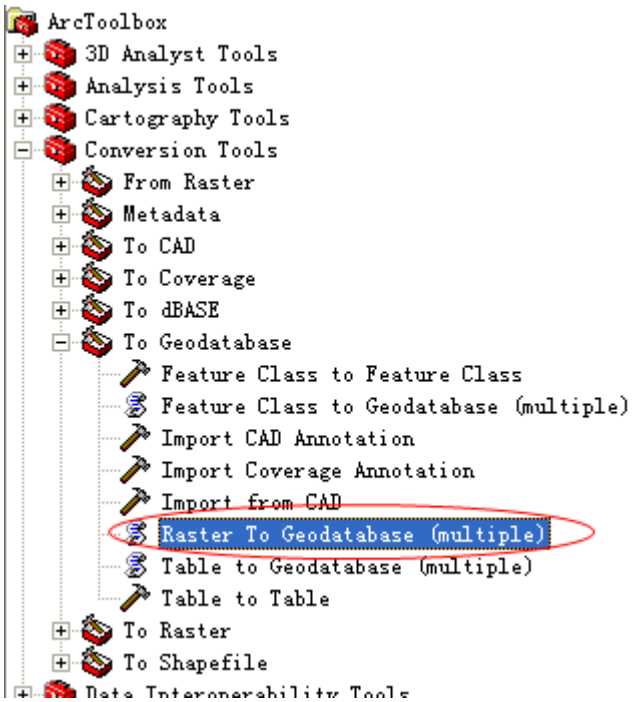
上述操作是将 coverage 格式的 vegetation 中的 polygon 转换为 Geodatabase 格式的数据，存储在第一步新建的 Geodatabase 中，转换后的新要素类名称为 vegetation。

使用该工具不仅能够转换 coverage 格式的数据，还能够将 shapefile 或者 CAD 的数据转换为 Geodatabase 格式。

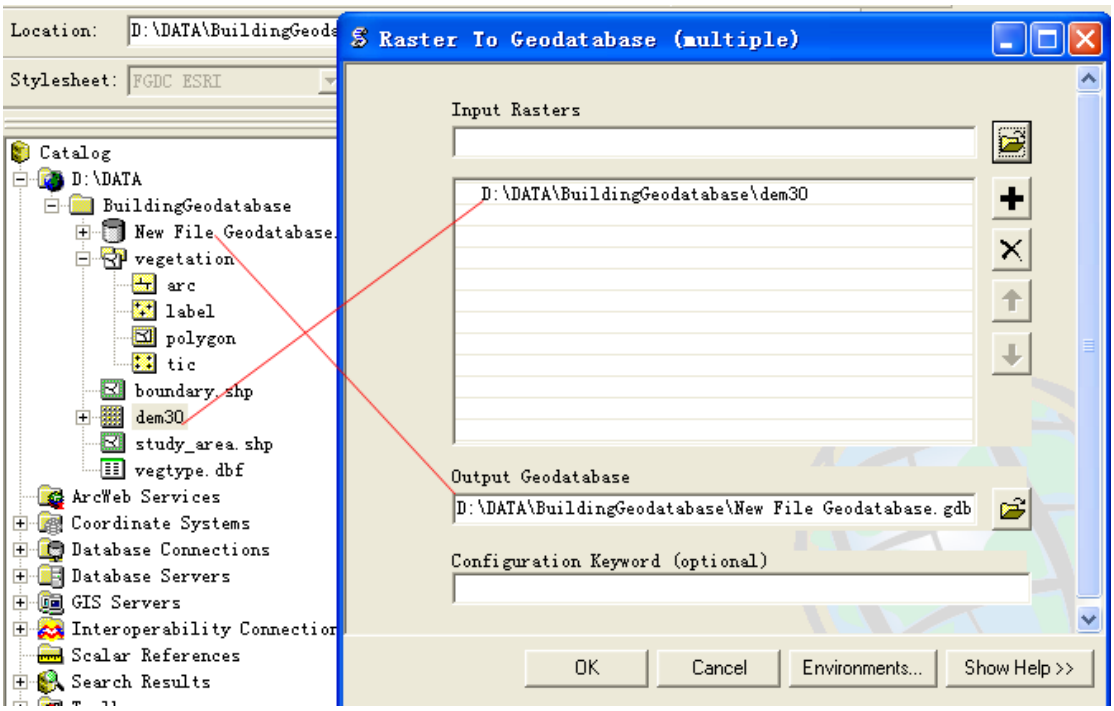
4. 使用上述相同的方法（Feature Class to Feature Class 工具），将 D:\DATA\BuildingGeodatabase\boundary.shp 和 study_area.shp 分别转化为 Geodatabase 格式，导入 New File Geodatabase.gdb 中。

b) 栅格数据入库

1. 定位到 ArcToolbox -> Coversion Tools -> To Geodatabase -> Raster To Geodatabase (multiple)工具，双击将其打开。



2. Input Rasters 项填入 D:\DATA\BuildingGeodatabase\dem30；Output Geodatabase 项填入 D:\DATA\BuildingGeodatabase\New File Geodatabase.gdb，点击 OK 即可将栅格数据 dem30 导入到 Geodatabase 中。



3. 若还有更多栅格数据，需要拼接为一幅图存储，则可在已导入栅格的基础上进行数据追加。对第 2 步已导入 Geodatabase 的 dem30 右键 -> Load -> Load Data ，即可开始栅格图幅的拼接工作。

6 用 ArcMap 制作地图

作为 ArcGIS desktop 的组成部分之一，ArcMap 用于数据的浏览，编辑，显示，查询，地图排版等，和 ArcCatalog 一起构成的完整的数据处理与管理分析的功能。在前一章中已经介绍了 ArcCatalog 的使用，本章中将介绍 ArcMap 的使用。本章的例子依然使用第二章里的小区平面图示例，但是将从原理的角度作出更细致的说明。

本章包括以下主要内容：

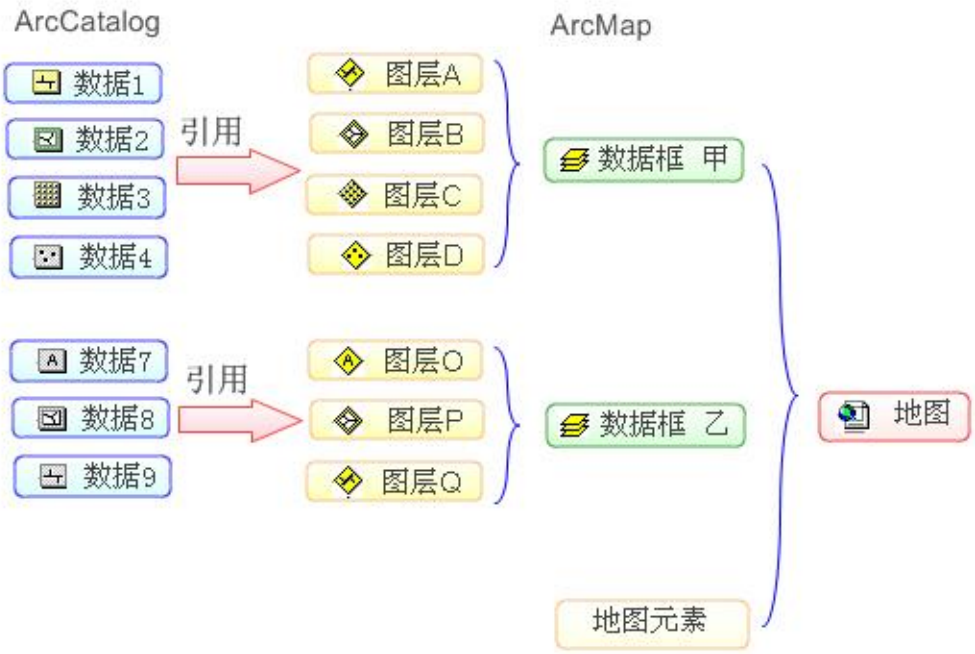
- ArcMap 界面与数据添加
- 数据编辑
- 图层符号化
- 查询
- 标注
- 地图排版整饰

6.1 图层、数据框与地图

在熟悉 ArcMap 操作之前，我们首先应该明确这样几个重要的基本概念：图层、数据框和地图。

上一章中，我们在 ArcCatalog 中看到的数据有矢量要素类和栅格数据集，这些数据都是按专题进行逻辑组织的。若把数据加载到 ArcMap 中，则是通过图层的形式来显示。图层是一个配置文件，它引用数据，并记录数据的显示方案等信息。若干个图层可组织在一个数据框中，若干个数据框和地图元素，就共同构成了一个地图文档。数据、图层、数据框和地图文档之间的关系如下图所示。





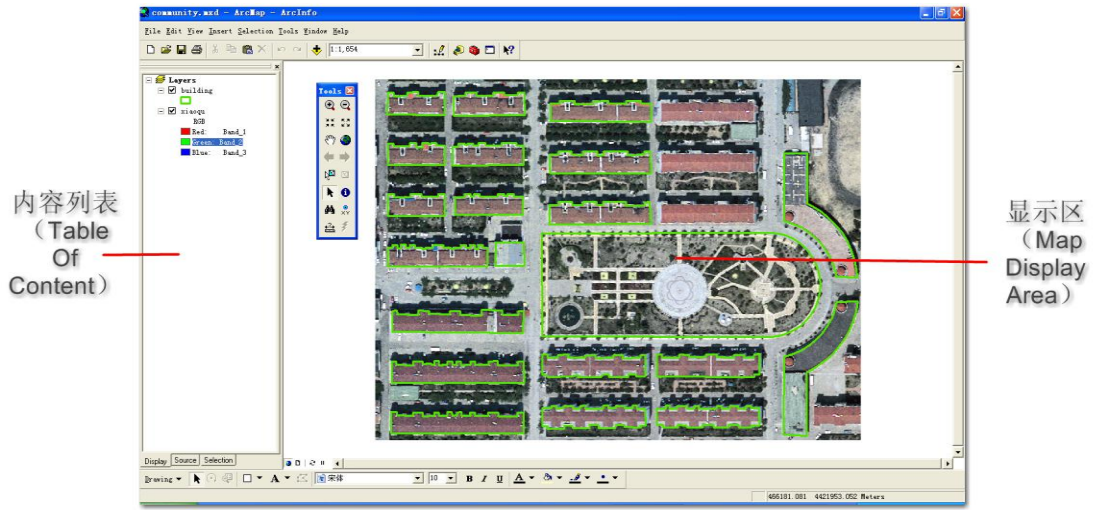
上图中相应的图标可以帮助我们理解数据、图层、数据框与地图之间的关系。不难发现，上图左侧所有数据的图标都是矩形，通过矩形的填充颜色和图案，我们可以判断出数据的格式和几何类型。上图中间，所有图层的图标都是黄色菱形，我们可以通过菱形的填充图案判断该图层所引用的数据的几何类型。数据框是组织、显示图层的一个容器，一个地图文档中可以有多个数据框。地图元素指的是地图标题、图例、比例尺、指北针等。

从上图中我们可以发现，在 ArcCatalog 中，我们操作的主要对象是数据，而在 ArcMap 中，我们操作的主要对象则是图层、数据框和地图。在本章中，我们将进行的符号化、查询以及标注，都是对图层进行的操作。对地图进行排版，则是在操作数据框和地图元素。在 ArcMap 中，大多数的操作都是针对图层的操作，不会影响数据，只有开启编辑的状态下，才能通过图层对数据进行操作（比如添加、删除要素，编辑要素属性表，修改要素空间位置等）。

6.2 ArcMap 界面与数据添加

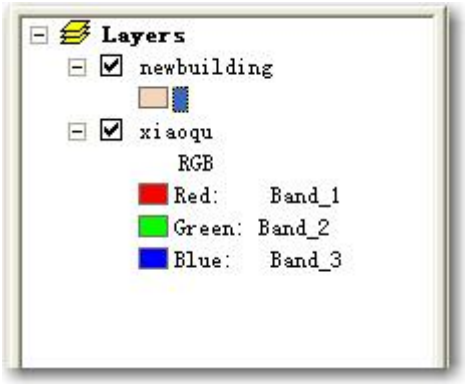
首先来看一下 ArcMap 的界面，如下图所示，ArcMap 界面的主要部分为左边的内容列表(Table Of Content)和右边的显示区。在内容列表里可以进行数据图层的管理。一个矢量要素类或者一个栅格数据加载到 ArcMap 里后，就成为内容列表中的一个图层。图层是对数据的引用，图层记录的是数据存放的路径以及数据的显示特性。





要在 ArcMap 中操作数据（包括编辑，符号化，输出等），必须先把数据加载到 ArcMap 中。在 ArcMap 中添加数据，可以使用标准工具栏上的 Add Data 按钮 来添加数据。

练习 1：打开 ArcMap，用 Add Data 按钮添加第三章中创建的要素类（newbuilding），以及栅格数据（数据文件名：xiaoqu），数据的所在文件夹为…\data\using_ArcMap，添加后内容列表如下图。



6.3 数据编辑

数据添加到 ArcMap 后，就可以进行编辑了。单击标准工具条上的 图标可以调出 Editor 工具条。对数据的编辑都可以用 Editor 工具条进行。

要编辑数据，必须开始一个编辑会话，即开启编辑状态，只有在编辑状态下才可以进行数据的编辑。在编辑的时候，要随时保存编辑，以免由于电脑的意外情况造成所作编辑丢失。当完成编辑后，可关闭编辑状态。



空间数据既有空间几何信息（即要素的外形），又有属性信息（关于要素的一些说明信息，如地块编号，建筑物名称等），因此数据编辑也分为空间数据的编辑和属性数据的编辑两部分。

A.空间数据的编辑

1．空间数据编辑基本流程

在开启编辑状态后，可以使用 Editor 工具条上的工具进行空间数据的编辑。当同时加载多个图层时，一次只能编辑一个图层的内容，可在 Target 下拉列表中选择要编辑的目标图层，如下图所示。



确定了目标图层后，就可以用草图工具进行要素几何外形的编辑。点击草图工具后，每单击一下鼠标左键，就添加一个草图的节点，编辑完成后可以双击鼠标左键或按 F2 完成草图，即完成了一个要素几何外形的编辑。

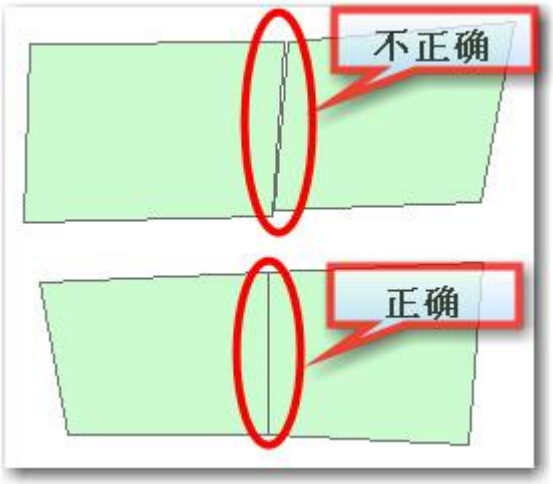


如果对编辑完成的要素不满意，除了可以通过 Task 下拉窗口的编辑工具进行修改外，还可以双击此要素，将其变成草图状态，然后通过增加、删除、移动节点等方式修改草图。

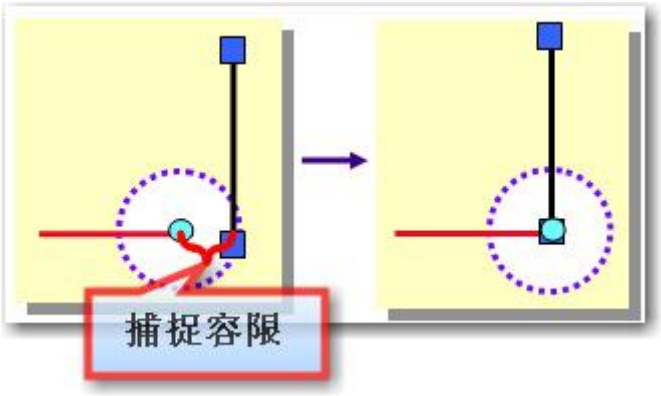
2．设置捕捉

在进行数据编辑的时候，如果要编辑相邻的两个多边形（有公共边）或者是

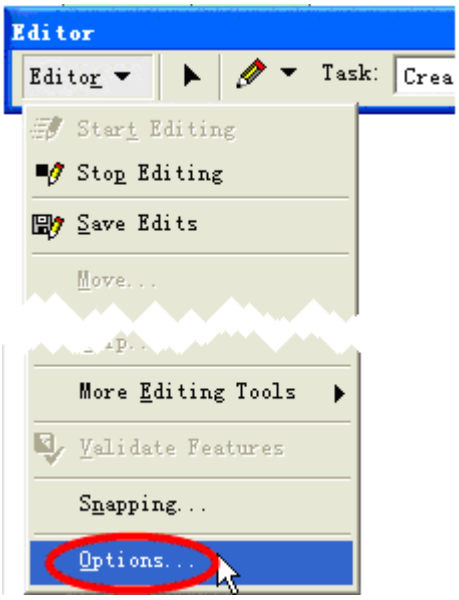
邻接的两条线段（有公共点），那么就存在一个如何正确绘制公共边（点）的问题。以多边形为例，公共边在相邻的两个多边形都要绘制一次，那么必须保证这两次绘制的边要严格重合。如果公共边绘制不是完全重合的话，就有可能造成相邻的两个多边形之间有裂缝或者重叠。



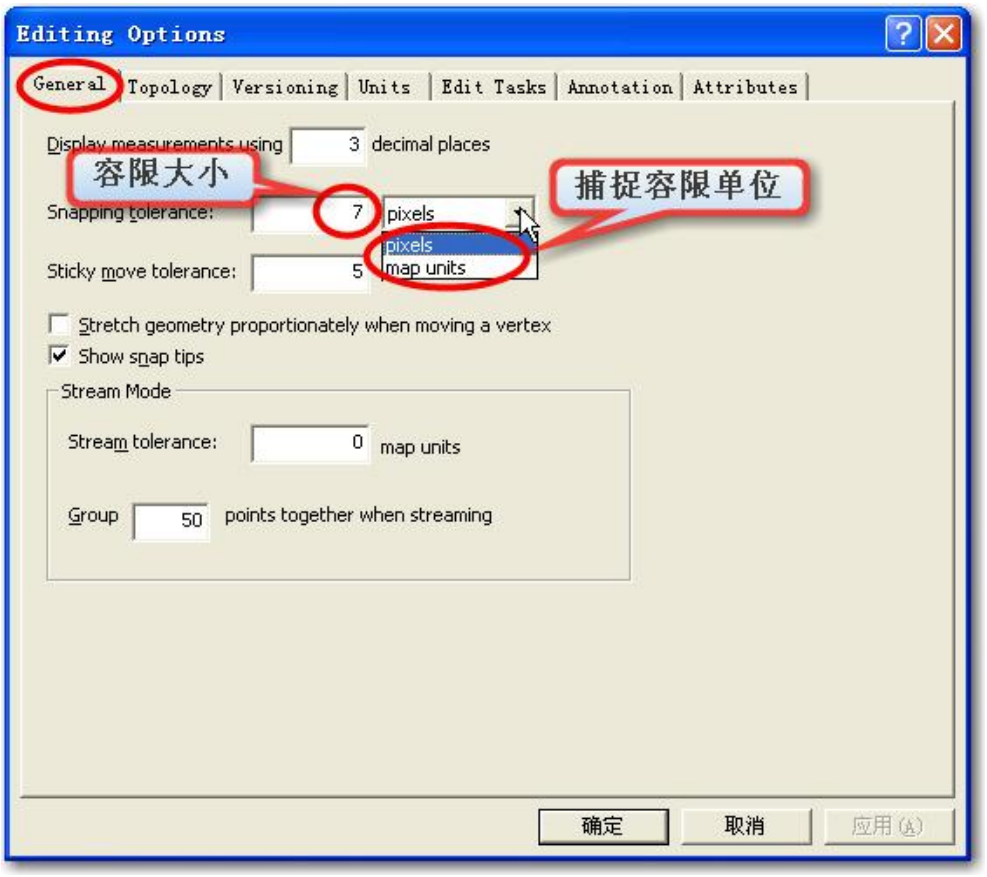
要正确的绘制公共边或节点，可以使用捕捉（snapping）。捕捉可以使得新添加的节点与原有的边或节点严格重合。



一般在编辑数据之前设置捕捉，一共分两步。一是设置捕捉容限。捕捉的实质是当光标与被捕捉目标的距离小于一定长度时，光标会自动与捕捉目标重合，如上图所示。这里规定光标与捕捉目标相隔的最小距离就是捕捉容限。当光标靠近捕捉目标，两者之间的距离小于捕捉容限时，就自动使得光标向捕捉目标靠拢并重合。要设置捕捉容限，点击 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单上的 Options。

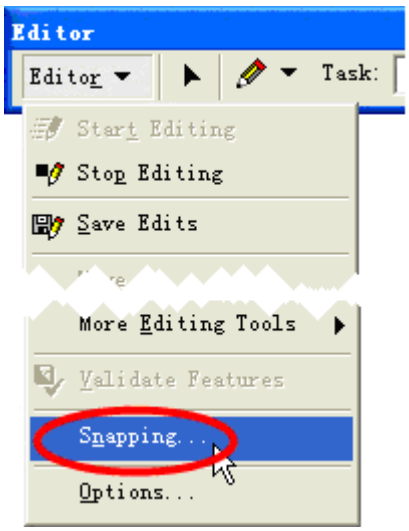


在弹出的对话框中 General 选项卡中，第二行的 snapping tolerance 设置。可以设置捕捉容限的单位为象素（pixel）或地图单位（map unit，取决于所编辑的数据的空间坐标系统），然后设置容限大小。



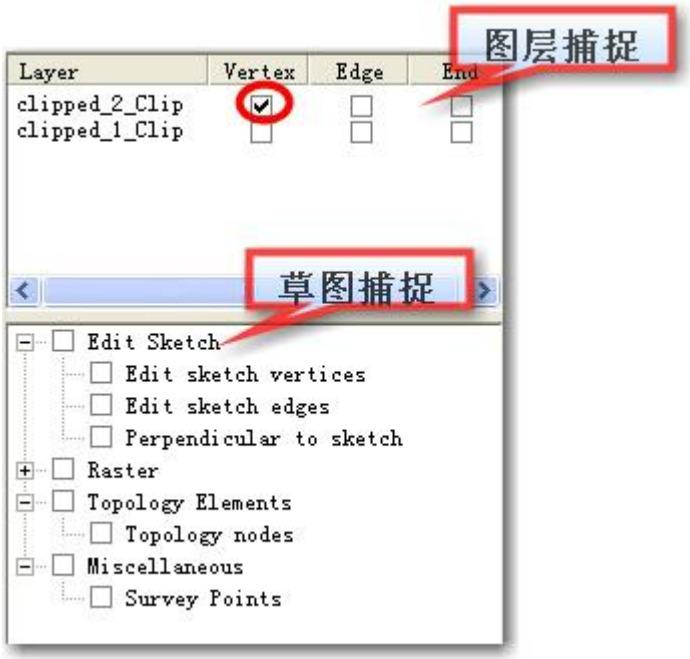
设置捕捉的第二步是设置捕捉对象。要进行捕捉对象的设置，点击 Editor 工具条上 Editor 菜单下的 snapping。要注意的是，只有在编辑会话中，才可以进

行捕捉对象的设置，否则此选项是不可用的。



弹出的窗口中又分两个，一个是设置图层捕捉，另一个是设置其他捕捉对象，如草图，栅格等。这里主要介绍图层捕捉。图层捕捉可以指定想要捕捉的要素所在的图层，此图层可以为正在编辑的图层，也可以为其他图层。每个图层的捕捉对象又分为节点（vertex），边（Edge）和端点（End）。可以根据需要进行设置。比如在同一个图层要画两条邻接的线，那么可以设置捕捉线所在的图层的端点。

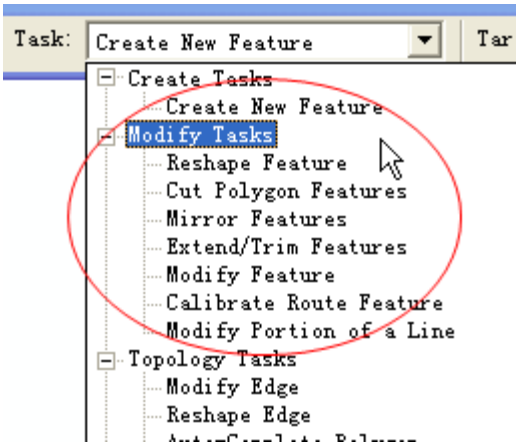
设置好捕捉容限和捕捉对象后，就可以开始编辑数据了。



3．其他编辑技巧

在编辑几何外形的时候，还可以使用 Editor 工具条上 task 下拉菜单中的 modify tasks 的一系列编辑任务，比如切割多边形（cut polygon features）可

以把一个多边形要素分割为两个，整型要素（reshape feature）可以重新修改要素的外形，延长/修剪要素（Extend/Trim features）可以延长或修剪线要素等。



另外，在编辑草图的时候，点击右键，在弹出的右键菜单（称为右键工具环境菜单）中也有很多关于如何放置下一个节点和片段的设置。比如可以设置要绘制的下一个片段与某条边垂直或平行，可以设置下一个片段的角度和长度，设置下一个节点的位置等。

练习 2：开启编辑状态，沿着每个楼房的外轮廓用草图工具创建要素，每个多边形要素表示一栋楼房。

详细步骤：

i. 开启编辑状态。

ii. 用上面提到的方法设置捕捉，捕捉容限为 7 个 pixel，捕捉对象为 newbuilding 图层的节点（vertex）和边（edge）。



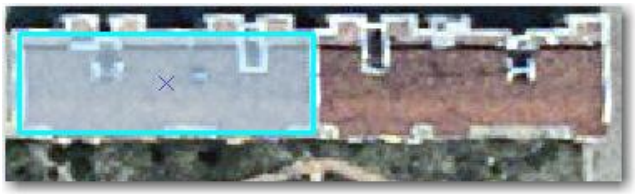
iii. 这里着重注意的是有个别楼房是由两个相邻的楼房组成的，如下图。绘制这样的楼房，要小心绘制公共边，要保证公共边完全重合，不能出现两个多边形之间有裂缝或者相互覆盖的情况。



绘制这样的楼房，这里给出两种常用的方法。

方法一：逐一绘制。

首先绘制第一个楼房的轮廓。如下图（为了简化，仅绘制大致边界）



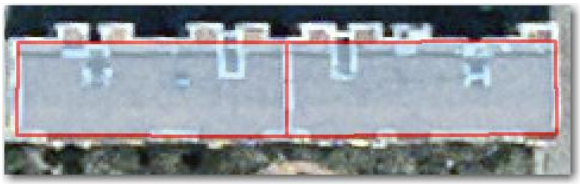
然后把光标放在绘制好的长方形右上角处，可以看到光标被捕捉到下图所示的位置，即公共边的第一个节点上。



接下来绘制公共边，方法是逐个沿着公共边的节点绘制一遍，注意要捕捉到每个节点上，才能保证完全重合。本例中公共边只有两个节点，绘制第二个节点如下图。

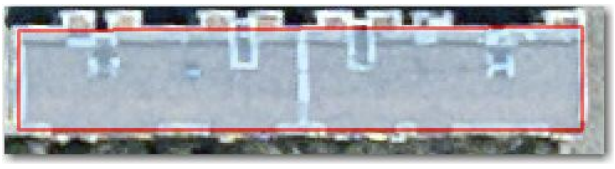


公共边绘制完成后，接着可以绘制其他部分，整个多边形完成后如下图。

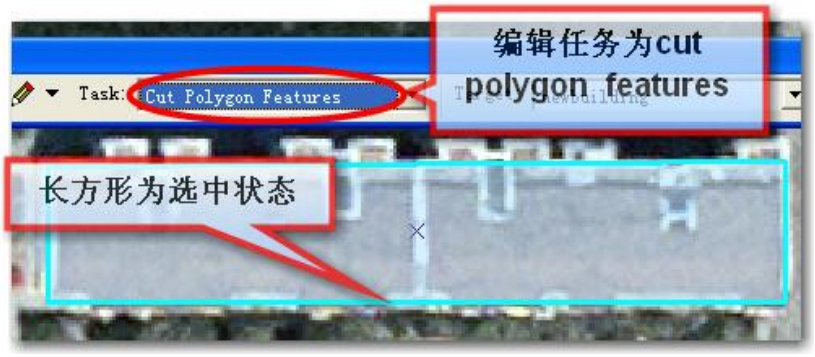


方法二：绘制一个大的长方形，再分割。

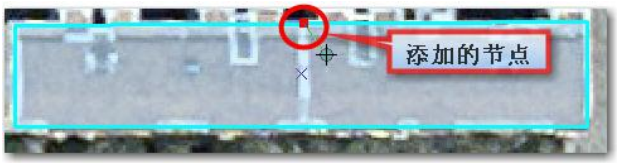
首先绘制一个大的长方形。



然后沿公共边把长方形切割成两个。用 Editor 工具条上的 edit tool 工具选中此多边形，把 Editor 工具条上的 Task 下拉列表选到 cut polygon features，这个编辑任务可以用于切割选中的多边形要素。



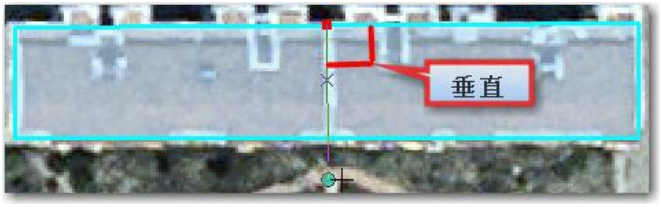
点击一下草图工具，然后把光标放在长方形上面的边和要绘制的两个小多边形公共边的地方，光标会被捕捉到长方形的边上，在这里点击一下，确定分割线的第一个节点。



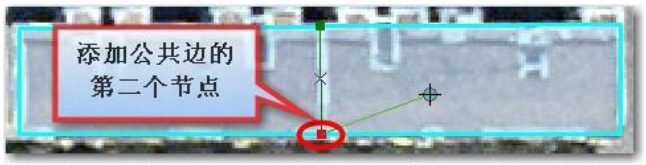
观察数据和根据常识可以知道，这条分割线应该和长方形上面的边是垂直的。那么如何绘制一条和已有要素类的边（或线）垂直的边（或线）呢？方法如下：在添加了要绘制的边的第一个节点后（上一步已经完成），把光标放在要垂直的边上（这里应该是多边形上面的边），此时单击鼠标右键，在弹出的右键菜单中选择 perpendicular。



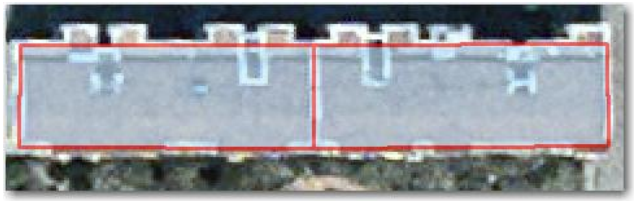
此时发现光标只能在与多边形上面的边垂直的方向上活动。



把光标移动到多边形下面的边上，当光标被捕捉到边上时，单击一下，确定分割边的第二个节点。



按 F2 结束草图，即可完成多边形的分割，此时长方形已经沿着公共边被分割成两个了。

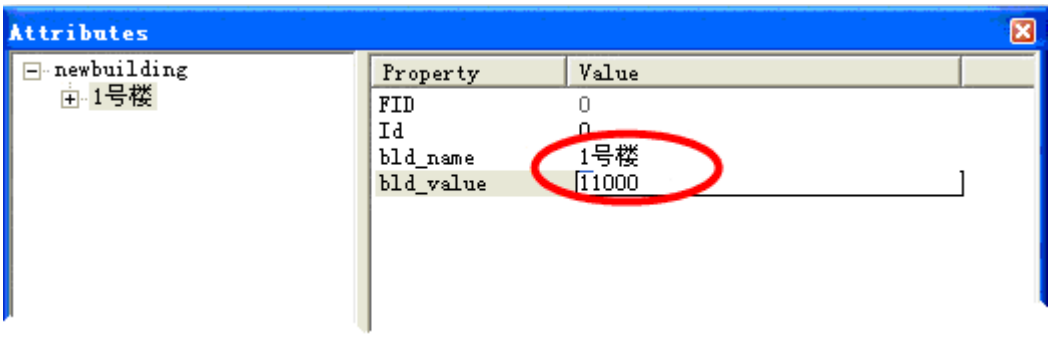


iv. 逐一绘制完成整个小区所有建筑外轮廓。

B．属性数据的编辑

属性数据的编辑可以通过属性对话框或者属性表进行。

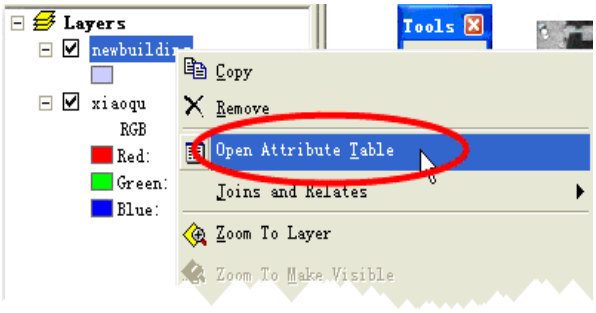
属性对话框可以编辑选中要素的属性数据。使用时先选中要编辑的要素，再点击 Editor 工具条上的属性对话框按钮 调出属性对话框。在属性对话框的右边区域输入每个字段的值。



属性信息也可以在属性表中进行编辑。右键单击要编辑的图层，在弹出的右键菜单里选择 Open Attribute table。在属性表中直接输入属性值。

无论是编辑几何外形还是属性数据，都应该随时保存，并且在编辑完成后用 stop editing 结束编辑会话。编辑完数据的几何外形和属性后，数据编辑的工作就完成了。

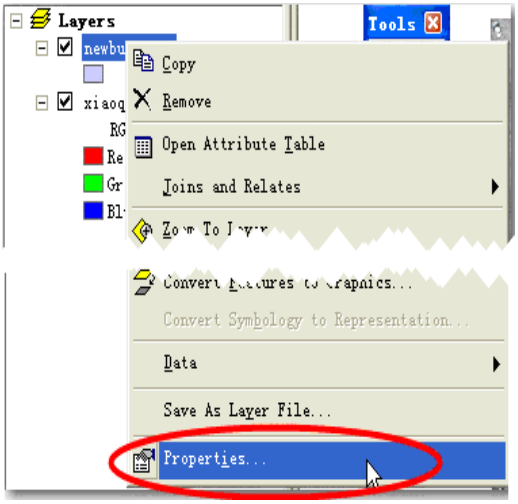
练习 3：给练习 2 中创建的要素输入属性值。要输入的有两个字段：bld_name 和 bld_value。bld_name 是楼房的名称，bld_value 是楼房的价格。可以用属性对话框或者属性表来进行编辑。



6.4 图层符号化

添加至 ArcMap 中的数据是以图层的形式来展现，样式单一且颜色随机，往往不能满足实际工作中出图的要求。因此，我们通常需要对图层的显示样式进行设置，包括颜色，线型等等，这称为图层符号化。

图层符号化设置是图层的属性，因此在图层的属性对话框中进行设置。右键单击图层，在弹出的菜单中选择 Properties，就打开了图层的属性对话框。然后选择 symbology 选项卡。



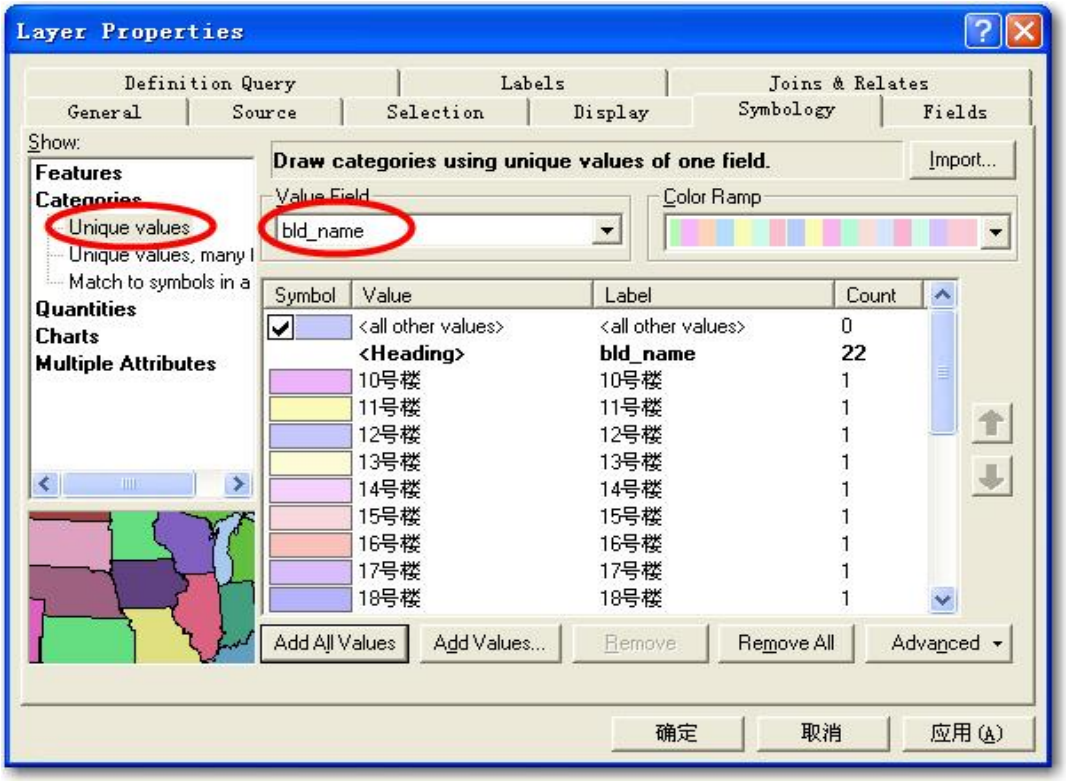
图层符号化可以使用图层的某个字段进行符号化，即根据指定字段的值来确定符号样式。例如可以根据人口的多少用不同的颜色来表示每个区域，或者根据作物种植类型用不同颜色表示每块田地。

用于符号化的属性字段所表示的内容可以分为类别型或数量型。类别型即分类数据，字段的内容为数据的类别，名称等；数量型字段即定量数据，一般是用数量值描述数据的数量特征，比如人口数，产量，降雨量等。

根据符号化字段的内容，符号化方法也可以分为两大类——类别符号化和定量符号化。下面以 2 个最常用的符号化方法为例介绍一下这两类方法的使用。

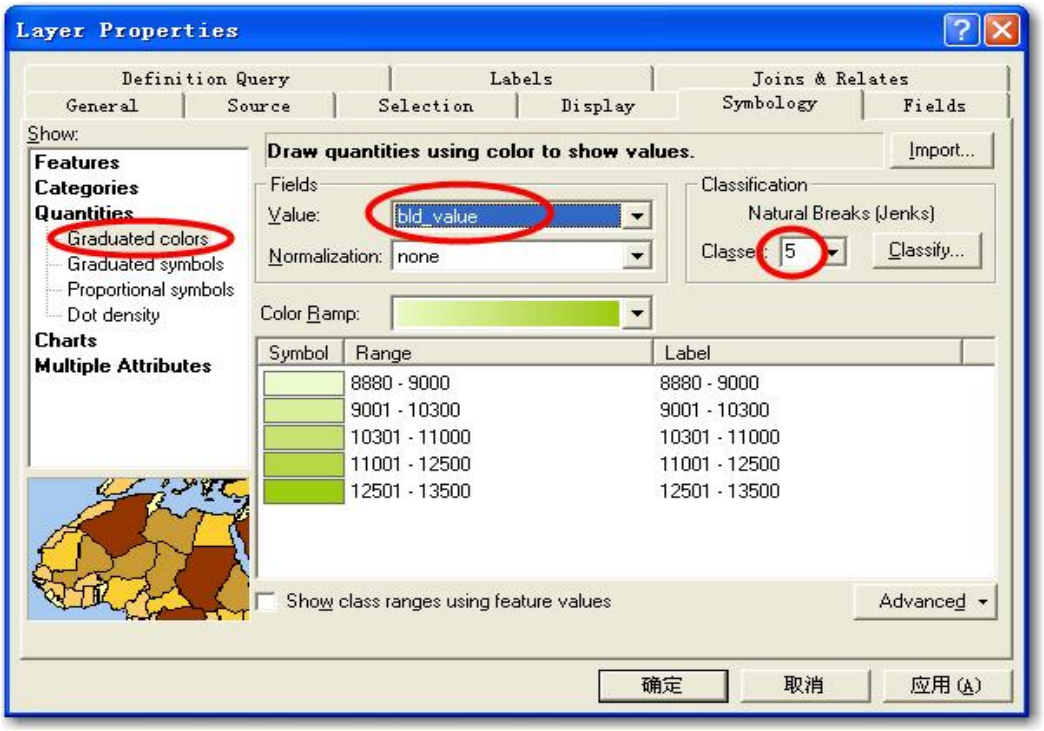
✧ 类别符号化

在 Symbology 选项卡下，左边为几类符号化方法。常用的用于表示类别数据的方法是 Categories 下的 unique value（唯一值）方法。此方法是对于指定字段的每一个唯一取值，都用一种颜色表示。使用的时候需要指定 value field，即用于符号化的字段，然后用 Add All Values 把所有的值都添加进来，确定即可。



✧ 数量符号化

在 Symbology 选项卡下，选择 Quantities 下的 Graduated color 方法。此方法是将指定字段的取值范围分成若干级，每一级用一种颜色表示。使用的时候选择方法后，指定符号化字段，并选择分级数，确定完成。



以上介绍的这两种方法仅仅是最常用的两种符号化方法而已，ArcGIS 还提供了其他很多符号化方法，这些方法都在图层属性对话框的 Symbology 选项卡下，有兴趣的话可以进一步研究。

练习 4：对编辑好的数据图层进行符号化，要求用颜色的深浅来表示楼房价格的高低。用以上介绍的数量符号化方法，符号化字段为 bld_value。

6.5 查询

查询即数据选择，在整个要素类中选择满足条件的要素。在 ArcMap 中提供了 4 种方式进行要素选择：交互式、根据属性选择、根据位置选择和基于图形选择。

交互式选择，即用 Tools 工具条上的要素选择工具在右边的显示区域选取要素，选中的要素显示为高亮颜色。

根据属性选择，编写一个 SQL 语句，选择属性值符合该查询语句的要素。

根据位置选择，根据要素之间的空间关系来选择要素，比如选择某条公路所穿越的省份。

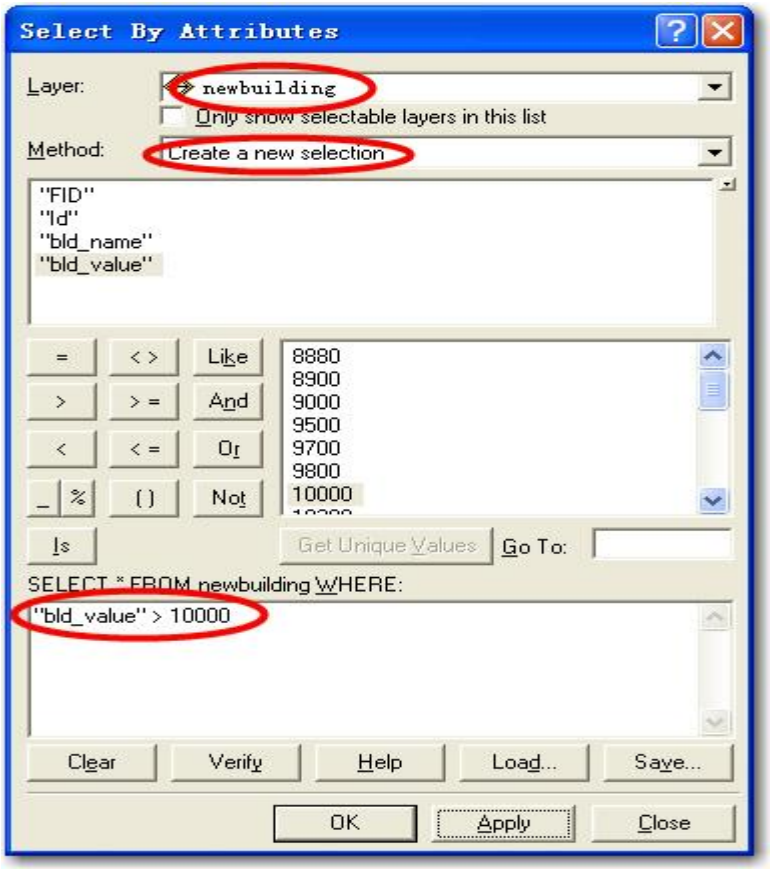
根据图形选择，图形是用 Drawing 工具条上的绘制工具绘制的，与要素不同。

根据图形选择是根据要素与图形的关系进行选择。

对数据选择的操作都在 selection 菜单下进行。除了确定选择方式（即所用的工具）外，选择的时候要确定选择方法。选择方法有 4 种：创建新的选择集，添加到当前选择集，从当前选择集中移除，从当前选择集中选择。



练习 5：在上面练习编辑好的数据中，选择价格大于 10000 的楼房。这是一个基于属性的选择，如下图所示。首先在 Layer 下拉框确定要选择的目标图层，即要选择的要素所在图层，本练习中为 newbuilding。然后确定选择方法。



6.6 标注

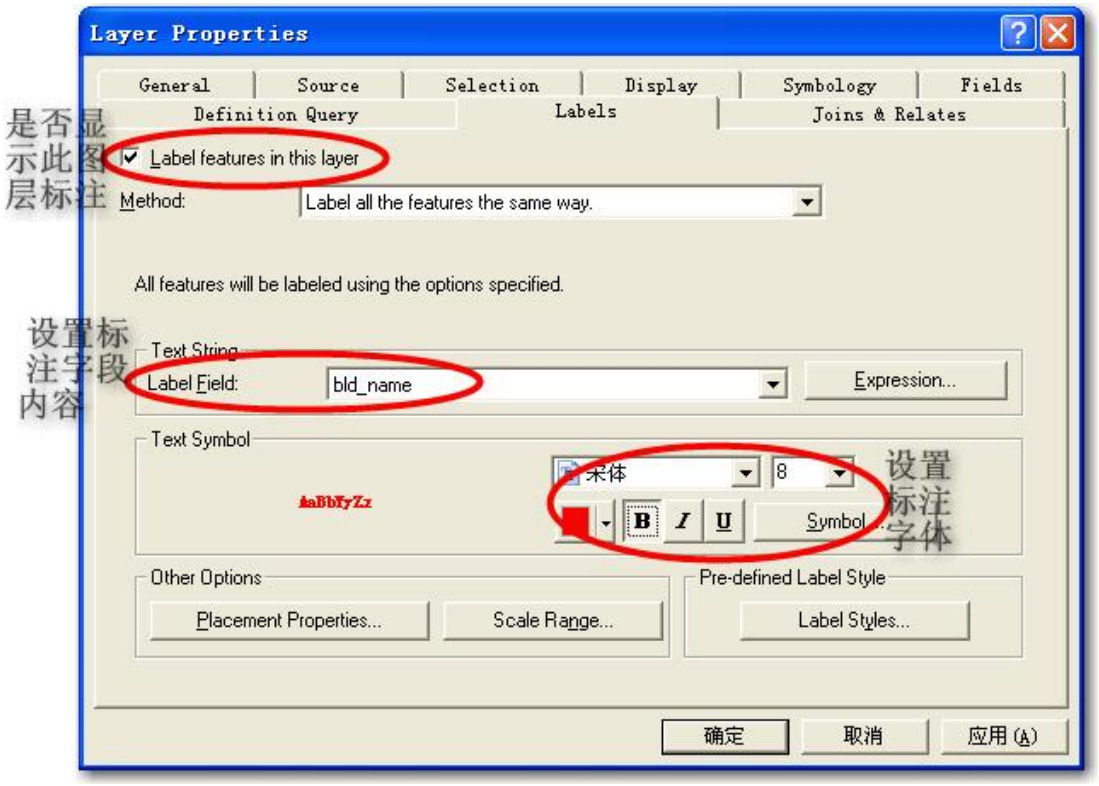
数据经过符号化，已经设置了适当的颜色和符号，但在地图上往往还需要以

文字的方式表示一些内容，这就需要用到标注。

标注是用文字的方式在数据上标识某个（或若干个）字段的内容。标注在图层属性（layer properties）对话框，Labels 选项卡进行设置。

先在此对话框的第一行设置是否显示此图层的标注。标注是图层的属性，每个图层都可以带有标注。然后设置作为标注内容的字段。一般来说，把要标注的内容作为该要素类的一个属性字段，然后在标注时指定该字段即可。标注内容确定后，设置标注的字体，包括大小，颜色等。

以上是进行标注的最基本设置的三步。如果对于标注还有更高要求，那么还可以进行其他的设置。例如可以按某个字段的值将要素分成几类，对每类分别设置标注；还可以设置标注的可见比例尺范围等。



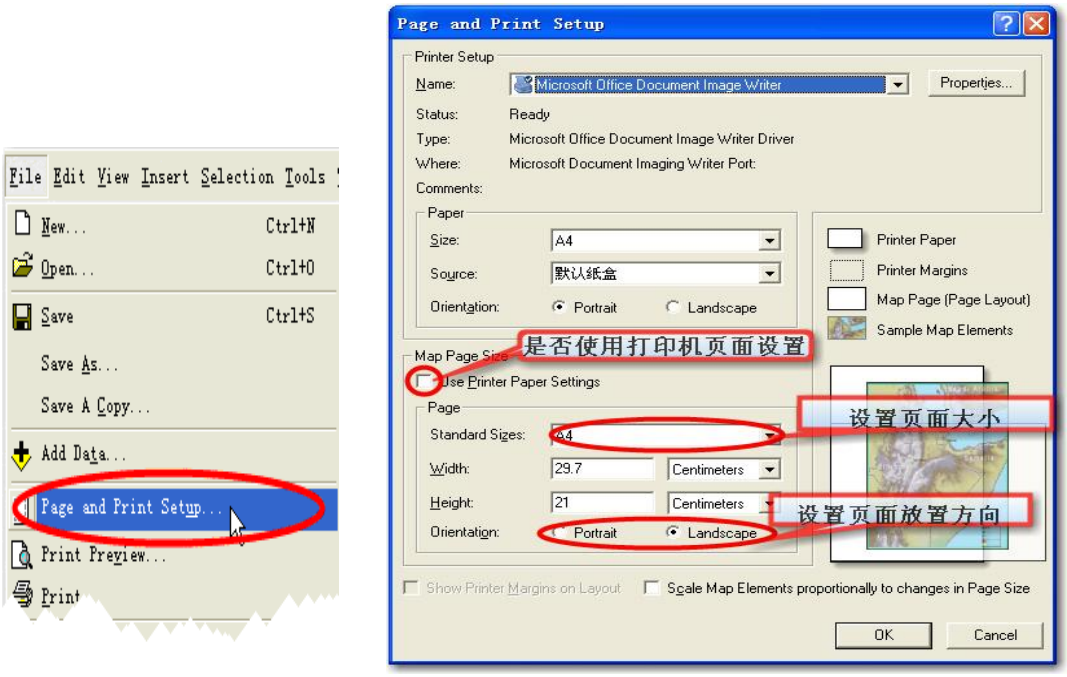
练习 6：在图上标注每个楼房的名字。对于编辑好和设置好符号化的图层，设置标注，标注内容为 bld_name 字段，设置颜色为红色。

6.7 地图排版整饰

经过上面的练习，我们已经得到一幅设计好颜色和标注的小区平面图，下一步是将这幅图经过地图排版整饰，做成一幅真正的地图。

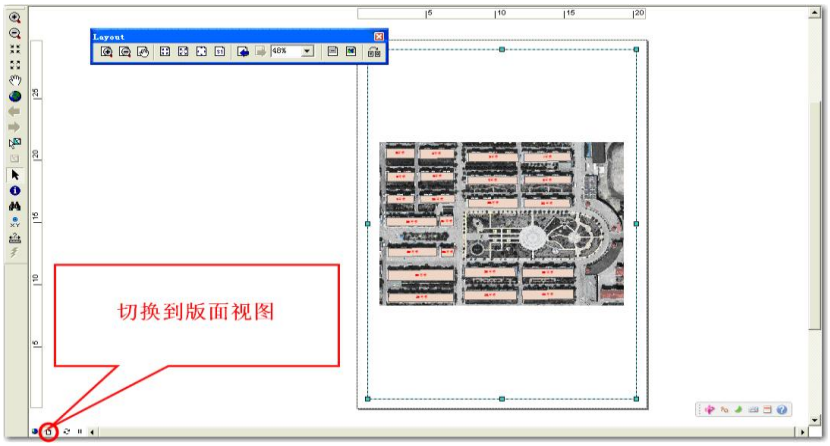
进行地图排版之前，先设置出图尺寸，即最后成图页面尺寸大小，通过 File

菜单下的 Page and Print setup 调出页面设置对话框。

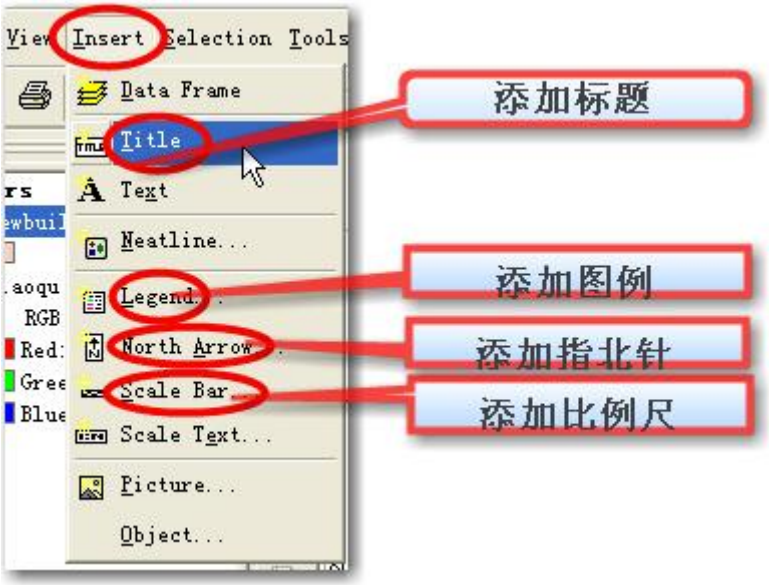


页面和打印机设置对话框如上所示，若要用打印机打印纸图，则先选择所用的打印机和打印纸大小。然后进行页面设置。如果页面大小使用打印机页面设置的话，就选中 Use Printer Paper Settings。如果不使用，则不选中，然后设置页面大小。如果页面大小定义是标准的纸张尺寸大小（如 A4，B5 等），则在 Standard Sizes 下拉列表中选择。如果需要自定义页面大小，则在该下拉列表中选择 custom，然后在 Width 和 Height 定义页面大小。页面大小定义后，还需要设置页面的放置方向。Portrait 为纵向，Landscape 为横向。

设置完页面后，就开始进行地图设计了。进行地图的排版，要切换到版面视图（layout view）下。切换的按钮在显示区域的左下角，如图所示。第一个按钮为切换到数据视图（Data View），第二个按钮为切换到版面视图。



切换到版面视图后，可以添加标题、指北针等地图元素。通过 Insert 菜单添加标题，图例，指北针和比例尺。



添加完这些必要的地图元素后，就完成了一幅地图的制作。

练习 7：设计并排版小区平面图。添加标题，图例，指北针和比例尺。

6.8 地图保存和输出

地图制作完成后，如果要保存地图，则点击 File 菜单上的 save 保存成 mxd 地图文档。

地图可以直接用打印机输出成纸图，也可以通过 File 菜单上的 Export Map 导出成一般图片文件，这样在别的文档中也能使用。

练习 8：把设计好的地图导出成 JPG 格式的图片文件。

7 使用 ArcGIS 进行分析

7.1 GIS 分析基础

GIS 的六大功能是数据获取，存储，查询，分析，表达，输出。在前面的内容里已经介绍了使用 ArcGIS 进行数据获取，存储，查询，表达和输出的过程，本章将介绍如何在 ArcGIS 中进行地理分析。分析是 GIS 的核心和灵魂，是 GIS 区别于一般的信息系统、CAD 或者电子地图系统的主要标志之一。

GIS 分析，就是研究数据的地理分布模式以及地理要素之间的关系的过程。在大量的地理数据中，利用 GIS 软件所提供的工具找出对我们有用的信息，这就是一个地理分析的过程。GIS 分析可以用来观察地理数据的空间模式和空间关系。分析结果会帮助人们集中精力做出全面的、最好的选择或计划。

GIS 分析能解决的问题很多，包括基于空间关系的查询（查找距离黄河 1 公里之内的城市），缓冲区分析（计算某加油站如果发生事故对周围地区的影响），叠加分析，网络分析（查找两个地方之间的最短路径），空间统计分析（找出某个犯罪高发地区）。

7.2 用 ArcGIS 进行分析

ArcGIS 为 GIS 分析提供了很多工具和模块，常用的地理分析功能都能实现。比如查询功能可以进行基于空间关系的查询，编辑工具条和 buffer 工具可以进行缓冲区分析，Analysis Tools 工具箱可以进行叠加分析，网络分析扩展模块可以进行网络分析，空间统计工具箱提供了空间统计分析的工具。

在本章中，以一个选址分析作为例子，来介绍 ArcGIS 中的地理分析过程。

案例背景：在某地区计划兴建新的公路，但公路会影响某种受保护鸟类的栖息环境，因此在公路规划中必须考虑此问题。本案例的目的在于从该地区找出适应此种鸟类栖息的地方，以供公路规划部门参考，建设公路时可以避开这些生态保护区。

根据专家研究，适应此种鸟类生活的地方应符合以下要求：

1. 植被类型是此种鸟喜爱的食物。

2. 坡度小于 40 度。

3. 与公路有一定距离。



4．面积不能太小，要大于 1089000 平方英尺。

根据以上条件，就可以找出最适合鸟儿生活的地方。

案例数据：

1．该地区的公路数据。包括每条公路的位置和公路的影响距离。

2．植被类型数据。

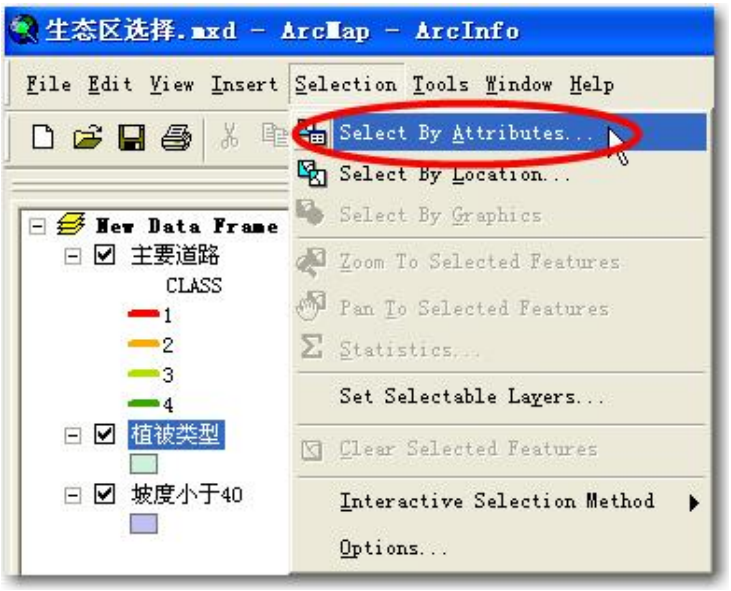
3．坡度数据。

分析步骤如下：

1．双击打开…\DATA\Analysis\生态区选择.mxd 地图文档，查看几个图层的数据。文档中共有 4 个图层，其中“主要道路”是该地区的主要道路图，“植被类型”是植被类型分布图，“坡度小于 40”是该地区坡度小于 40 度的区域。

2．首先找出植被类型符合鸟类食物的区域。在植被类型图层的属性表中，共有两个字段 HABITAT 和 VEG_TYPE；VEG_TYPE 是表示植被类型，HABITAT 是说明该植被是否适宜当鸟类的食物，1 为适宜，0 为不适宜。因此这一步就是要选择 HABITAT＝1 的区域。

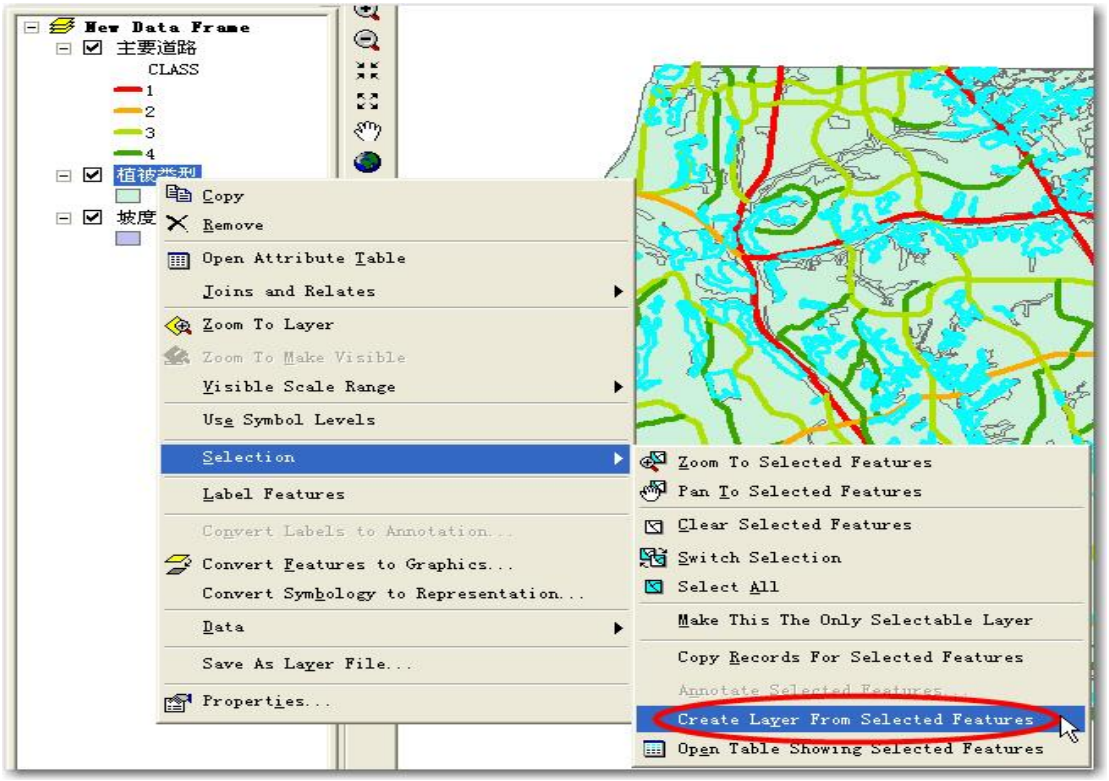
点击菜单栏上的 selection 菜单，选择 select by attribute。打开用属性选择对话框。



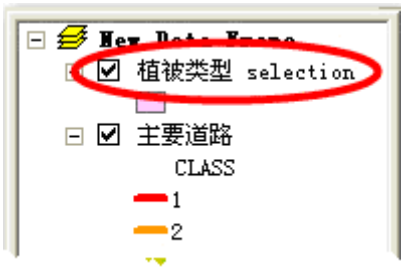
按照下图设置 select by attributes 对话框，选择目标图层为“植被类型”，选择表达式为 HABITAT＝1。设置好后点击“OK”。可以看到有部分多边形被选中。



在保持部分多边形要素选中的状态下，在内容列表中右键单击“植被类型”图层，在弹出菜单中选择 selection->create layers from selected，用选中的要素创建一个新图层。



生成的图层名为“植被类型 selection”。不显示“植被类型”图层。在右边的显示区域可以明显看到符合植被类型条件的区域仅仅是一小部分。

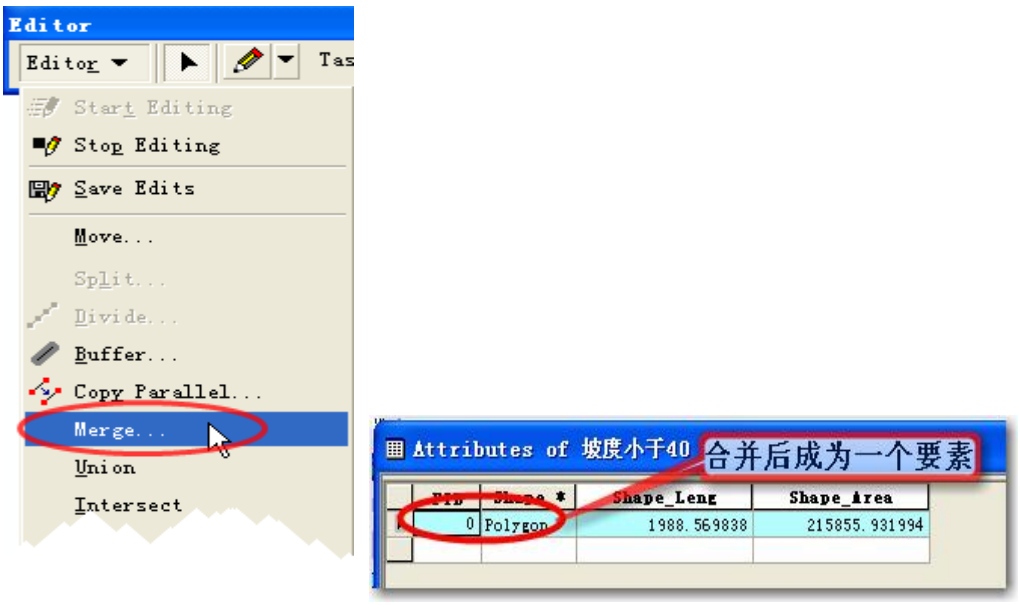


3. 第 3 步是要在第 2 步的结果中选择那些坡度小于 40 度的区域。这里我们使用 Editor 工具条中的 Clip 工具来完成。此工具可以使用一个多边形要素去切割其他要素，切割时可以选择保留或丢弃相交部分，因为我们的目的是找到两个图层里的要素的公共部分，因此选择保留相交部分。

首先点击工具栏上的调出 Editor 工具条，并选择 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单中的 Start editing 开始编辑会话。

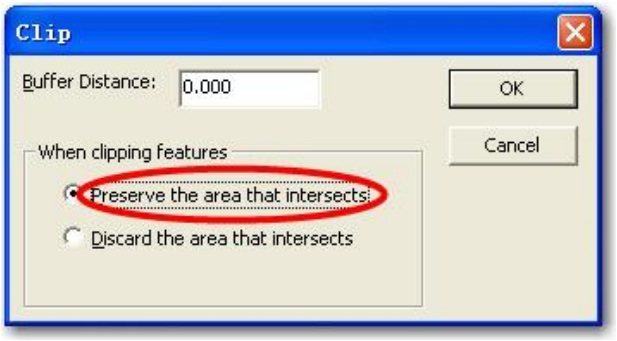
在内容列表右键单击 “坡度小于 40”图层，弹出菜单中选择 open attribute table 打开属性表。在属性表中可看到，此图层中有 9 个多边形要素。由于 Clip 工具只能用一个多边形要素去切割其他要素，因此先把这 9 个要素合并成一个。

点击属性表中的 Options 按钮，在弹出菜单中选择 Select all，选中全部 9 个要素。然后点击 Editor 工具条上 Editor 下拉菜单的 Merge，在弹出对话框中选择第一个要素，9 个要素就合并成了一个。



显示“植被类型 selection”和“坡度小于 40”图层，其他图层关闭显示。

用 Editor 工具条上的 Edit Tool  选中“坡度小于 40”图层的唯一一个要素，点击 Editor 工具条上 Editor 下拉菜单中的 Clip，在弹出对话框中选择“preserve the area that intersect”（保留相交部分），就得到了植被类型和坡度条件都符合要求的区域。



4．第 4 步是在第 3 步的结果中排除距离道路过近的地方。“植被类型 selection”和“主要道路”和“道路缓冲区”图层，其他图层关闭显示。

右键点击内容列表中的“主要道路”图层，在弹出菜单中选择 open attribute table 打开属性表。在属性表中看到，有一个 CLASS 表明字段表示路的等级，Distance 字段表示路的影响距离（即保护区应该远离道路的距离）。观察发现，不同等级的道路，影响距离不同。其中 CLASS＝1 的道路影响距离和其他 3 个等级不同。因此，在下面的操作中，我们分别对 CLASS＝1 的道路和 CLASS＝2，3，4 的道路进行。下面以第一级为例给出对每级道路的操作步骤。

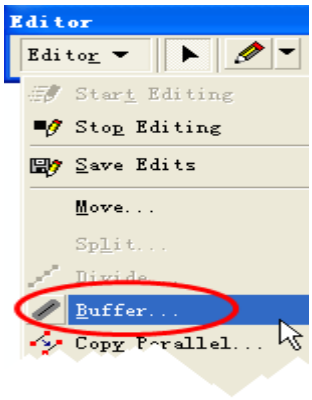
首先选出所要操作的等级，按 2 中的方法打开属性选择对话框，设置如下。



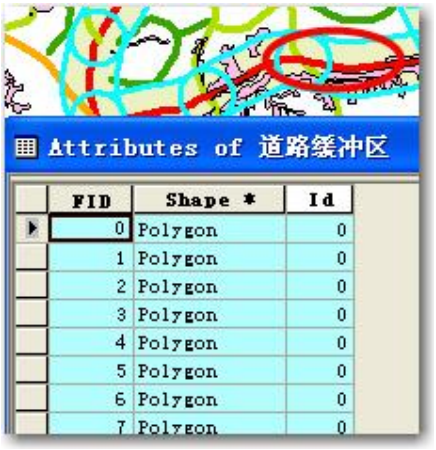
这样就选中了所有 CLASS 等于 1 的道路，然后对这些道路做一个缓冲区操作。将 Editor 工具条上的 Target 下拉列表（即目标图层）设置为“道路缓冲区”。



在保持 CLASS＝1 的道路选中的状态下，单击 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单中的 Buffer。



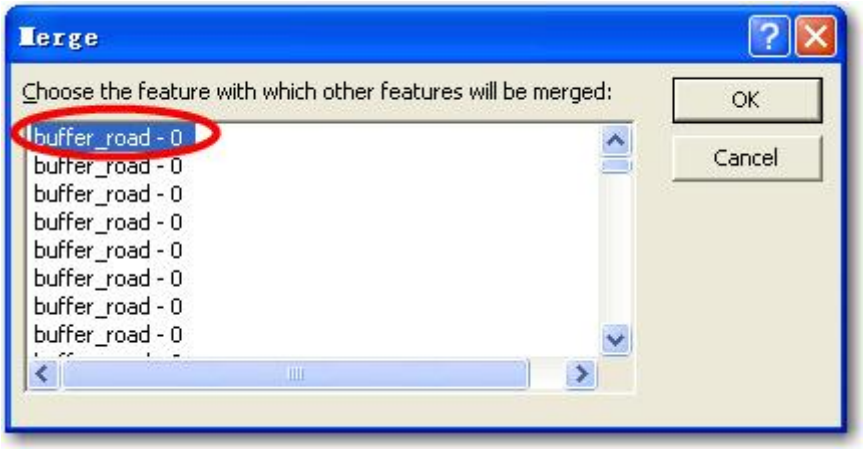
在弹出的对话框中填入 1312（注意，这个距离是根据属性表中 Distance 字段的值得来，每个 CLASS 的距离值不一样），回车。此时显示区域就在 CLASS＝1 的道路周围出现了条带状的多边形。这些就是创建得到的缓冲区，表示道路的影响范围。打开“道路缓冲区”图层的属性表看，发现要素都处于选中状态。



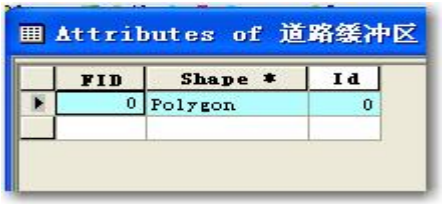
FID	Shape *	Id
0	Polygon	0
1	Polygon	0
2	Polygon	0
3	Polygon	0
4	Polygon	0
5	Polygon	0
6	Polygon	0
7	Polygon	0

在分析中的目的是要把这些受道路影响的区域从可选择的区域中排除掉，可以使用 Editor 工具条上的 Clip 工具。但使用 Clip 工具时，是用一个要素去切割其他要素，因此，先把这些缓冲区要素合并成一个，再使用 clip。上一步生成的缓冲多边形都处于选中状态，点击 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单中的 Merge，

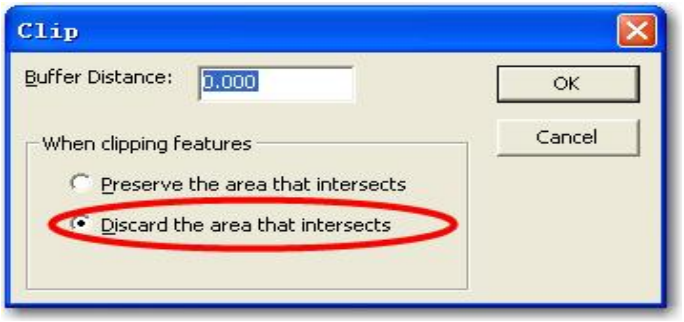
在弹出对话框中选择第一个要素，点击 OK。



Merge（合并）操作后就得到了一个多边形。此多边形就是所有 CLASS＝1 的道路的影响范围。



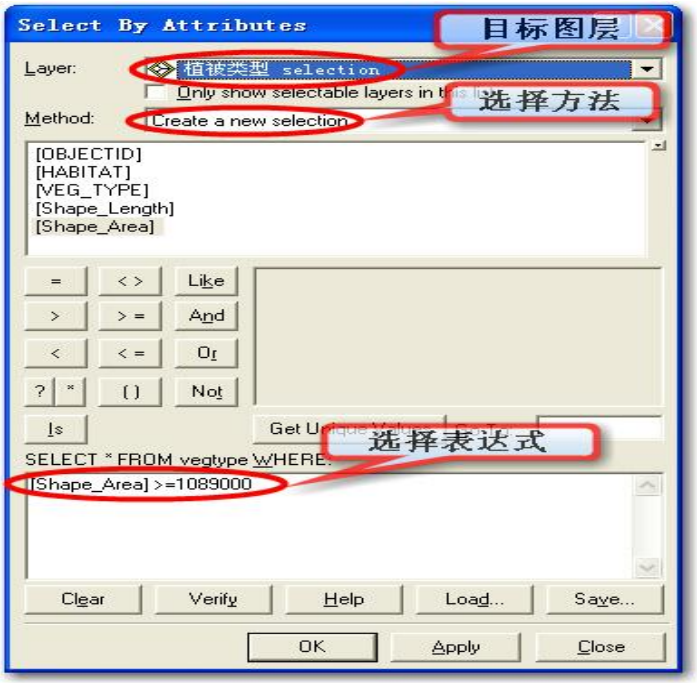
选中上图所示的多边形，然后点击 Editor 工具条上的 Editor 下拉菜单中的 Clip，在弹出对话框中选择 Discard the area that intersects（丢弃相交部分），点击 OK，就把道路影响区域从满足植被类型和坡度的区域（即第 3 步的结果）中去掉了。



以上是 CLASS＝1 的道路的操作步骤，完成后，对于 CLASS＝2，3，4 的道路重复此过程。步骤和上面步骤一样，不过在选择道路的时候，选择表达式应该为 "CLASS" = '2' OR "CLASS" = '3' OR "CLASS" = '4'。另外缓冲距离为 820。

完成以上步骤后，关闭显示“道路缓冲区”图层，就可以看到满足前 3 个条件的区域。点击 Editor 工具条上 Editor 下拉菜单中的 save edit 保存编辑，并点击 Stop edit 结束编辑状态。

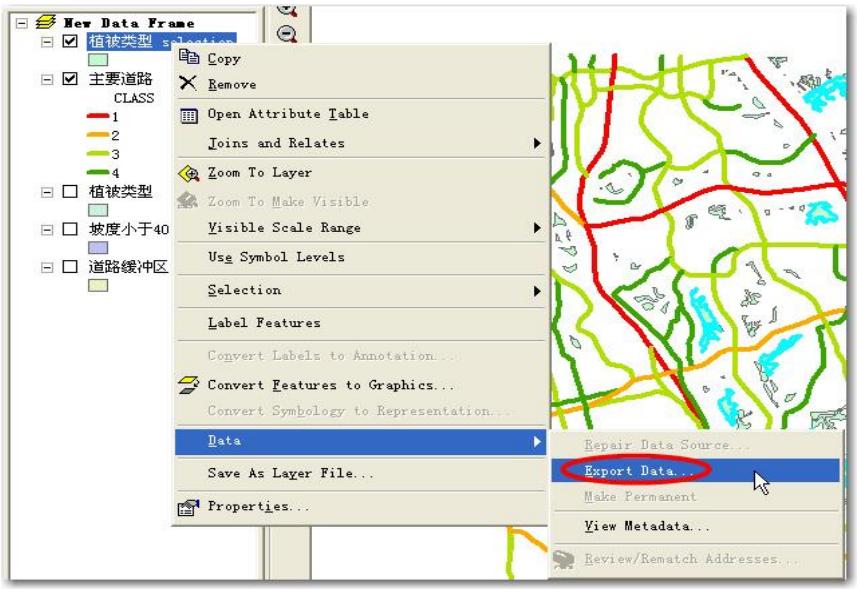
5．在第 4 步的基础上，要其中找出面积大于 1089000 平方英尺区域。这可以通过基于属性的选择得到。点击菜单上的 selection->select by attribute。在打开的对话框中设置如下：



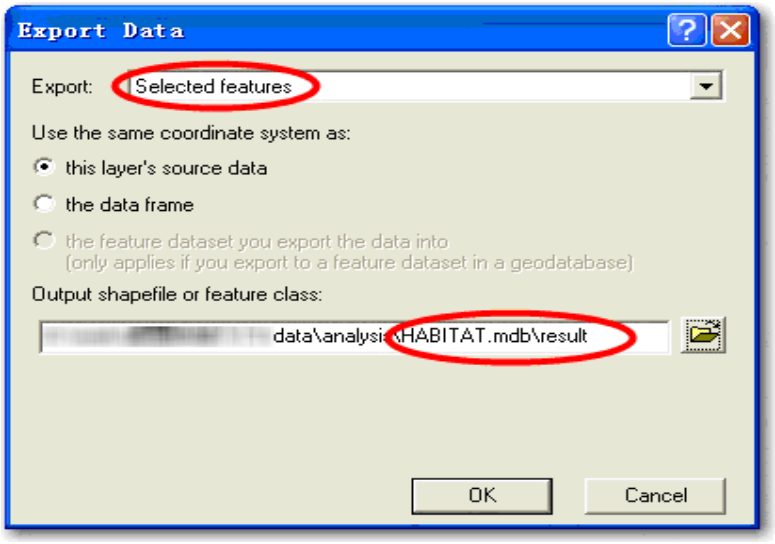
点击 OK，就选中了符合面积条件的区域。

6．到第 5 步为止，已经得到了满足 4 个条件的区域，最后可以将这部分区域导出到一个新的要素类中去，这个要素类就是最终满足条件的结果。

在保持第 5 步结果（即符合面积条件的区域被选中）的状态下右键点击“植被类型 selection”图层，在弹出菜单中点击 Data->Export Data。

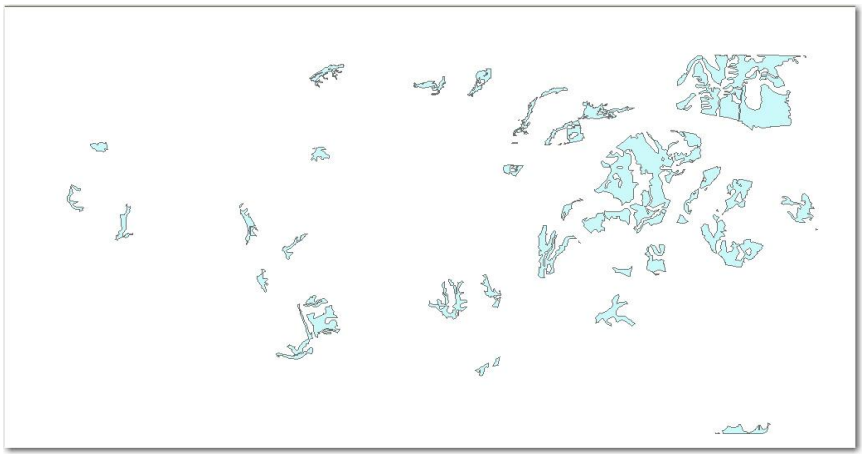


在弹出对话框中，Export 下拉列表选择 Selected feature 即导出选中的要素，然后填入新生成的要素类放置的路径（可以选择生成 shapefile 或者 Geodatabase 要素类），点击 OK 后就生成了最终结果。





结果如下图：



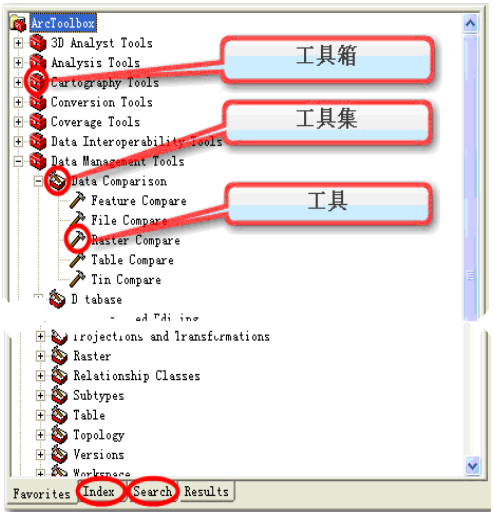
7.3 基于 Geoprocessing 进行地理分析

Geoprocessing 即地处理，是核心的 GIS 操作——从现有的或者提取出来的数据中创建新的空间数据。也就是说，GIS 中除了地图绘制、数据创建和编辑、数据库方案管理和可视化外，几乎所有的基本功能都可以规划到 geoprocessing 中。ArcGIS 9 中引入了数百个 geoprocessing 工具，几乎包括了所有 ArcGIS 桌面的功能，其中包括很多分析工具。因此要进行地理分析，也可以通过 Geoprocessing 进行，非常方便。

在 ArcGIS 的 Geoprocessing 框架下的一系列工具可以通过不同的方式，从不同的位置调用。Geoprocessing 框架由五种实现环境组成：工具对话框，命令行，ModelBuilder，脚本以及 ArcObjects。用户可以根据实际应用的需要来选择合适的使用环境。对于不熟悉 ArcGIS 工具的用户，最好使用对话框工具，对话框工具能让用户更明白每一个工具以及参数的功能和意义。而对于工具和相关参数都比较熟悉的用户，也可以选择使用命令行工具完成相应的操作。命令行、ModelBuilder 以及脚本工具都具有对工具进行重用和组合的能力，比简单的使用对话框工具可以更有效的完成分析任务。除了一小部分工具以外，脚本是唯一可以实现批处理操作的 geoprocessing 环境，也就是说，脚本可以同时处理多个输入数据。

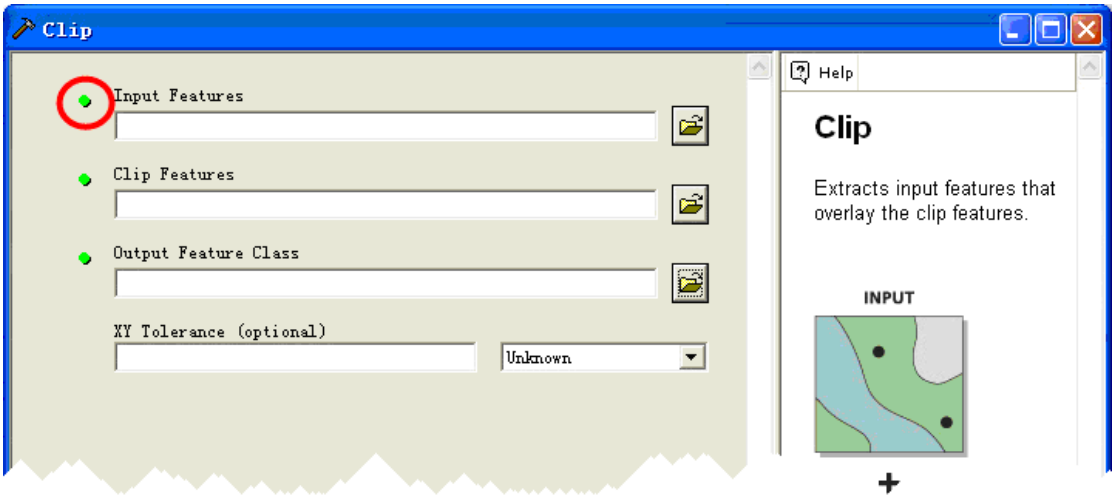
在使用 Geoprcessing 工具时，如果需要的话，要进行环境设置。环境设置包括很多在工具运行时可能都用到的一些设置，比如输入输出路径（文件夹或 Geodatabase），输出的坐标系统，输出范围等等。

使用 Geoprocessing 工具最常用的方式是通过 ArcToolbox 窗口调用。在 ArcMap 或 ArcCatalog 中都可以通过点击工具栏上的图标调出 ArcToolbox 窗口。



如上图所示，ArcToolbox 中，将相近用途的工具进行了归类，并将它们分组存放。在 ArcToolbox 中，有很多工具箱、工具集和工具。工具箱是一个存放工具和工具集的容器。工具集则是一个存放工具和其它工具集的逻辑容器，就像 ArcCatalog 里一个文件夹包括文件夹或地理数据一样。工具便是执行特定 geoprocessing 操作的单一实体。

要执行一个工具，直接在 ArcToolbox 窗口中双击此工具，就打开了工具的对话框。在对话框中，可以点击右下角的 show/hide help 按钮来切换显示帮助。每个工具都有需要填充的参数，其中，必填参数前面会带一个绿色的小圆点。把单击参数填充框，可以在右边的帮助区域看到每个参数的说明。填充好参数后，点击 OK 工具就会执行。



如果一个数据处理或分析的过程需要调用多个工具来完成的话，一个一个的打开工具太麻烦，而且流程也不清晰，这种情况下可以考虑使用 ModelBuilder，即通过创建执行模型的方式来使用 Geoprocessing 工具。

ModelBuilder 是 ArcGIS 中使用 Geoprocessing 的一种方式，可以通过直接拖拽的方式把工具组织成完整的流程并执行，对于要使用多个工具的操作过程来说非常方便快捷，而且可以得到明晰生动的流程图，有助于理解整个操作过程。

下面以本章开头的生态区选择分析为例子，举例说明此分析在 ModelBuilder 中如何实现。

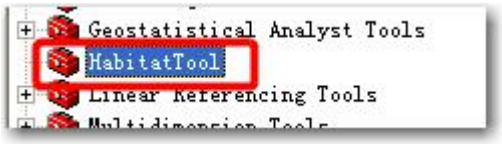
1．创建工具箱以及模型。

模型是放在工具箱中的。调出 ArcToolbox 的时候，可以看到在 ArcToolbox 窗口有很多系统工具箱。这些工具箱是系统提供的，里面的工具也是固定的，无法更改。如果要创建模型，就必须在自定义的工具箱中创建。因此在创建模型之

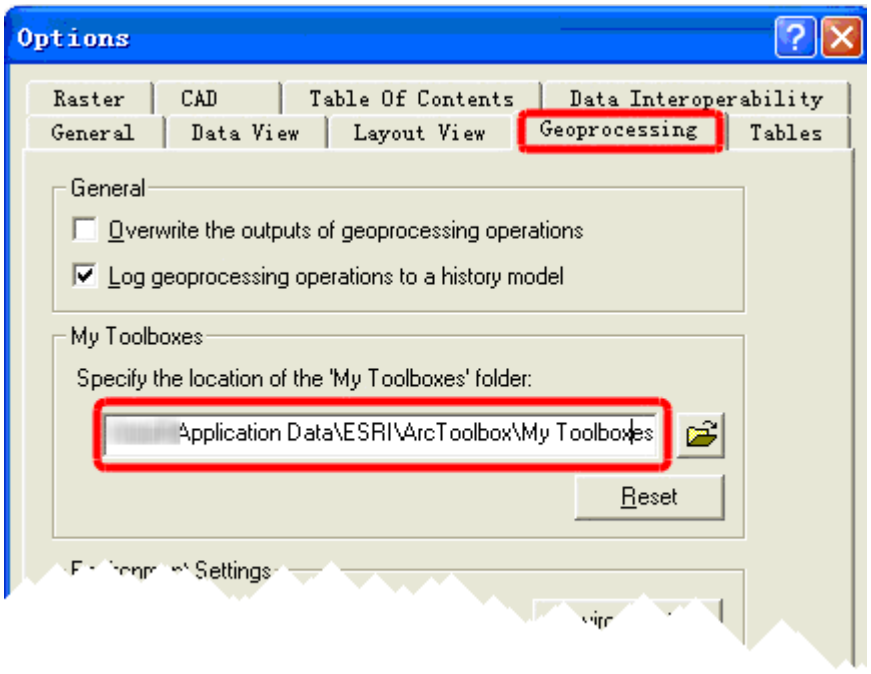
前，首先要创建一个工具箱。在 ArcMap 中工具栏上点击调出 ArcToolbox 窗口，在窗口里的空白处右键单击，弹出菜单中选择 New Toolbox。



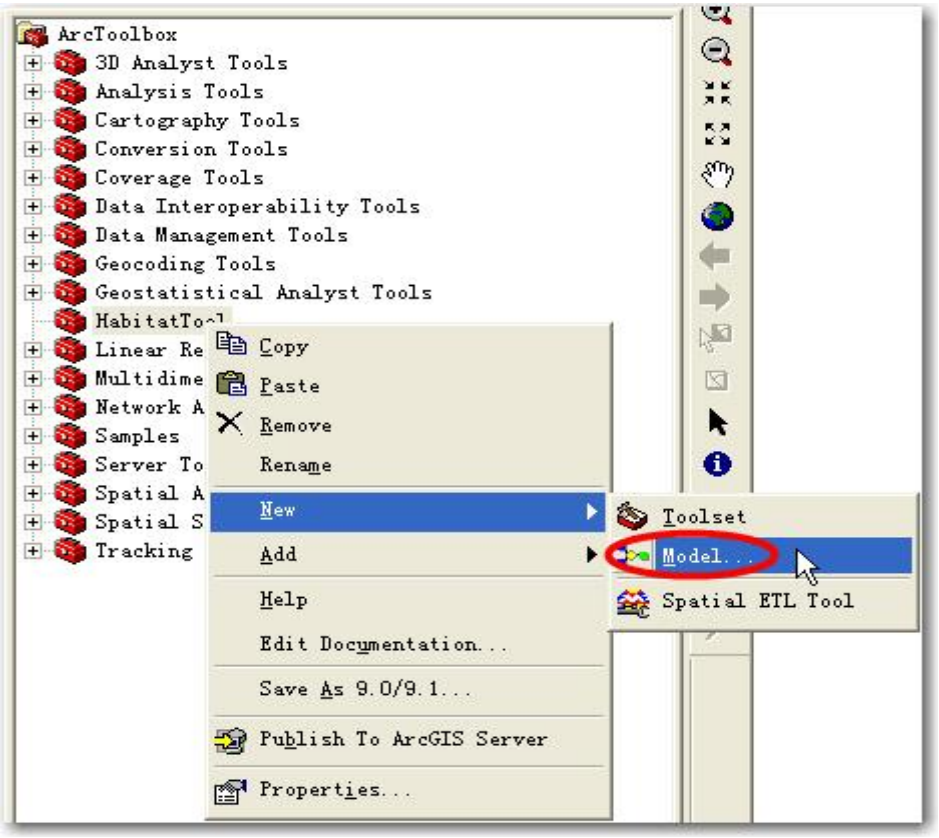
给新建的工具箱命名为 HabitaTool。



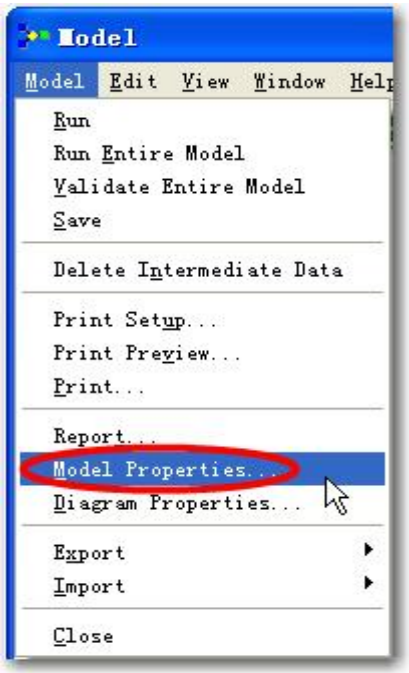
添加的工具箱在硬盘上真正的存储目录是在一个叫做 My Toolboxes 的目录下，要查看和修改这个目录的放置位置，可以点击菜单栏 Tools ->Options，在这个弹出对话框中选择 Geoprocessing 选项卡。在 geoprocessing 选项卡下可以查看和修改 My Toolboxes 的路径。



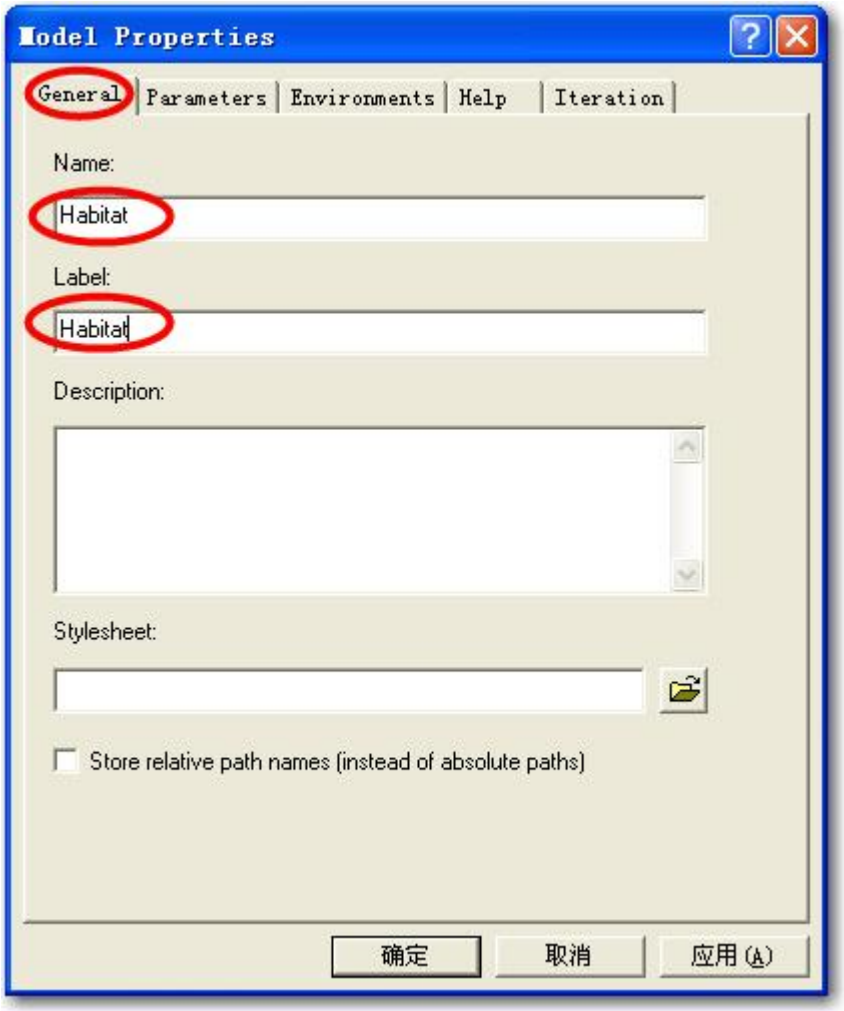
在新建的 HabitatTool 工具箱上右键单击，弹出菜单中选择 New->Model，新建一个模型。



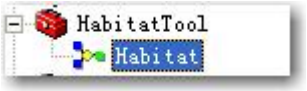
在弹出的 ModelBuilder 界面中，选择 Model 菜单下的 Model Properties。



在 Model Properties 对话框里是关于整个模型的一些设置。选择 General 选项卡，在 Name 和 Label 中均输入 Habitat，点击确定。Name 是模型的名称，如果在 geoprocessing 中使用到这个模型的时候，用 name 来引用；而 Label 是模型显示在工具箱里的显示名称。



然后点击工具栏上的保存模型。一个空的模型就创建完成了，现在可以关闭 ModelBuilder 界面。此时在 ArcToolbox 窗口的 Habitat 工具箱下就可以看到刚才创建的 Habitat 模型了。

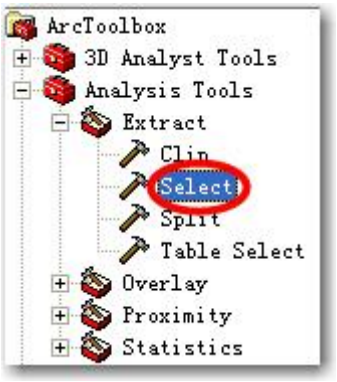


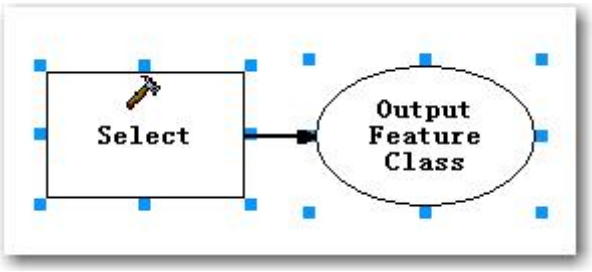
2. 从第 2 步开始，就是编辑模型的过程了。右键单击 ArcToolbox 窗口的 Habitat 工具箱下就可以看到刚才创建的 Habitat 模型，在弹出菜单中选择 Edit，打开 ModelBuilder 界面，开始编辑 Habitat 模型。

模型的组成元素主要有工具，数据，数值和连接器。数据是指地理数据，包括输入数据和输出的派生数据；数值是指非地理数据，如某个常数；工具是指对输入数据进行处理的操作，由黄色长方形表示；连接器（connector）是一条表示过程顺序的线条。数据元素和工具元素由此相连。连接器的箭头指明过程的方向。另外，在 ModelBuilder 中，输入数据经过工具处理得到派生数据的这样一个流程，称为过程（process）。模型可繁可简。最简单的模型可能只有一个过程。一般模型都是由多个过程组合而成。

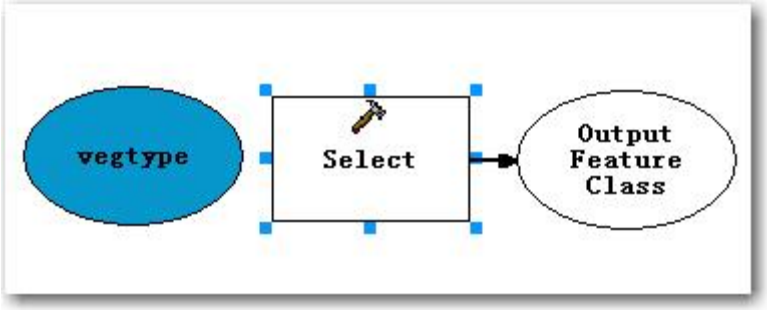
工具的添加可以直接从 ArcToolbox 窗口拖拽到 ModelBuilder 窗口来，地理数据的添加可以直接从 ArcCatalog 拖拽，也可以用 ModelBuilder 界面工具栏中的 Add Data  添加。

首先创建选择满足第一个条件——植被类型的过程。在 ArcToolbox 窗口点击 Analysis Tools 工具箱打开，里面有 4 个工具集，点击打开 Extract 工具集，在此工具集中点击 Select 工具，并拖拽到 ModelBuilder 窗口，松开鼠标左键，这样，一个工具就添加到模型中了。此时的工具是没有填充颜色的，说明这个工具还不是一个可以运行的状态，往往是缺少必填参数。

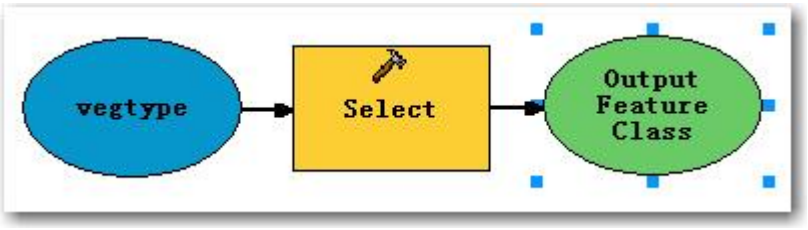




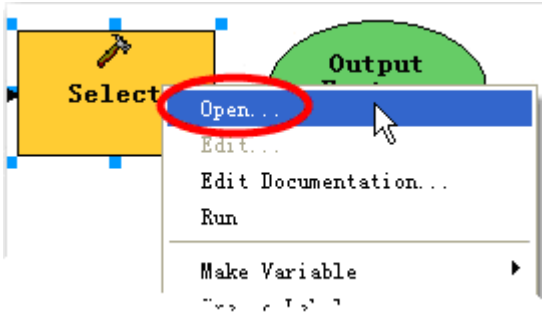
用 Add Data 工具  添加植被类型数据，数据的位置在…\Analysis\Modelbuilder\ModelHabitat.mdb\vegtype。添加后如下图。



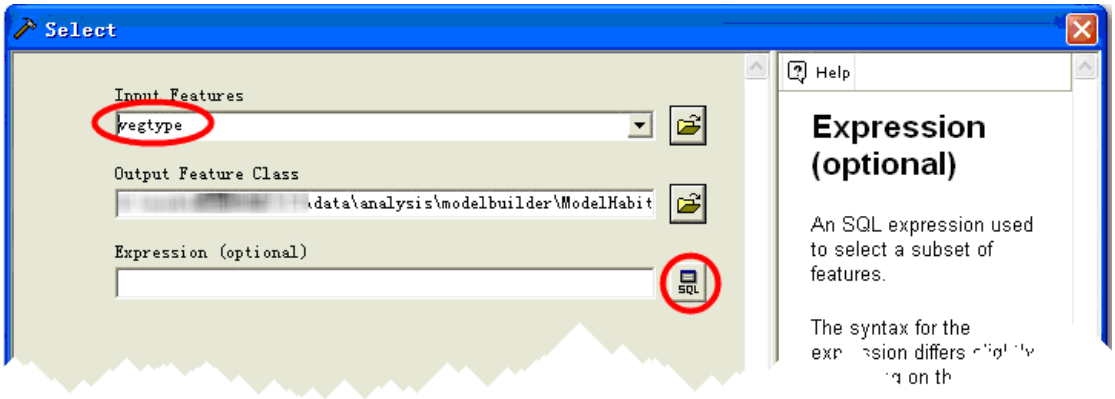
点击 ModelBuilder 窗口里工具栏上的连接器（connector）按钮 ，先在数据 vegtype 上单击一下，然后在工具 select 上单击一下，就在两者之间添加了连接，使得 vegtype 成为 select 工具的输入参数。此时工具和派生数据都填充了颜色。表明工具已经是一个可以运行的状态。



Select 工具是用基于要素类属性的表达式去选择输入数据中的某些要素，然后把选中的要素作为派生数据输出为一个新的要素类。所以在此工具中还需要输入选择表达式。右键点击模型中的 select 工具，在弹出菜单中选择 Open，打开此工具的对话框。

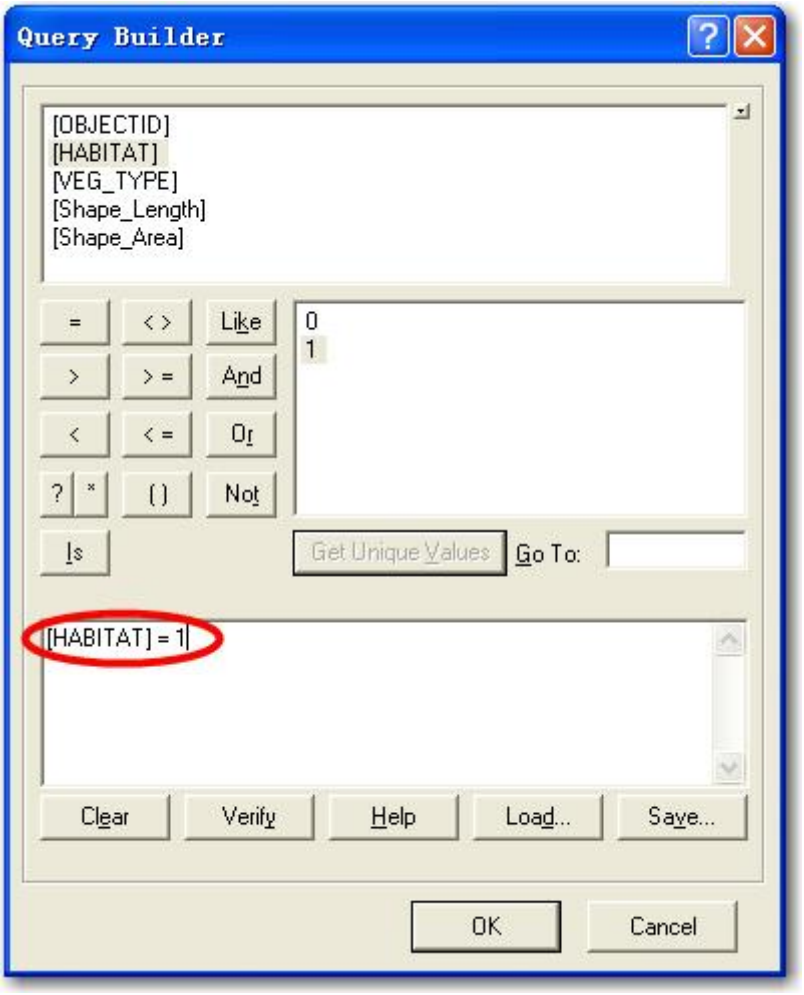


可以在弹出的工具对话框中直接填写其他参数，此时可以看到 Input Feature 这个参数已经有值，就是刚才用连接器连接的 vegtype。点击 Expression 参数下的 SQL 图标。

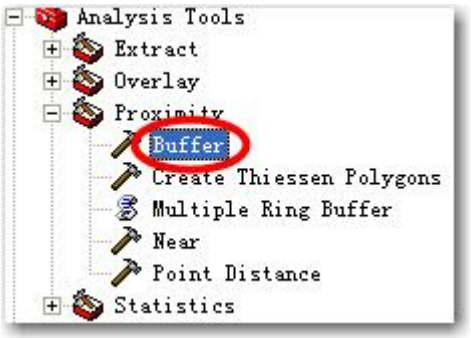


在弹出的 Query Builder 对话框中设置选择表达式如下，点击 OK 回到工具对

话框，再点击 OK。针对第一个条件——植被类型的过程就创建好了。

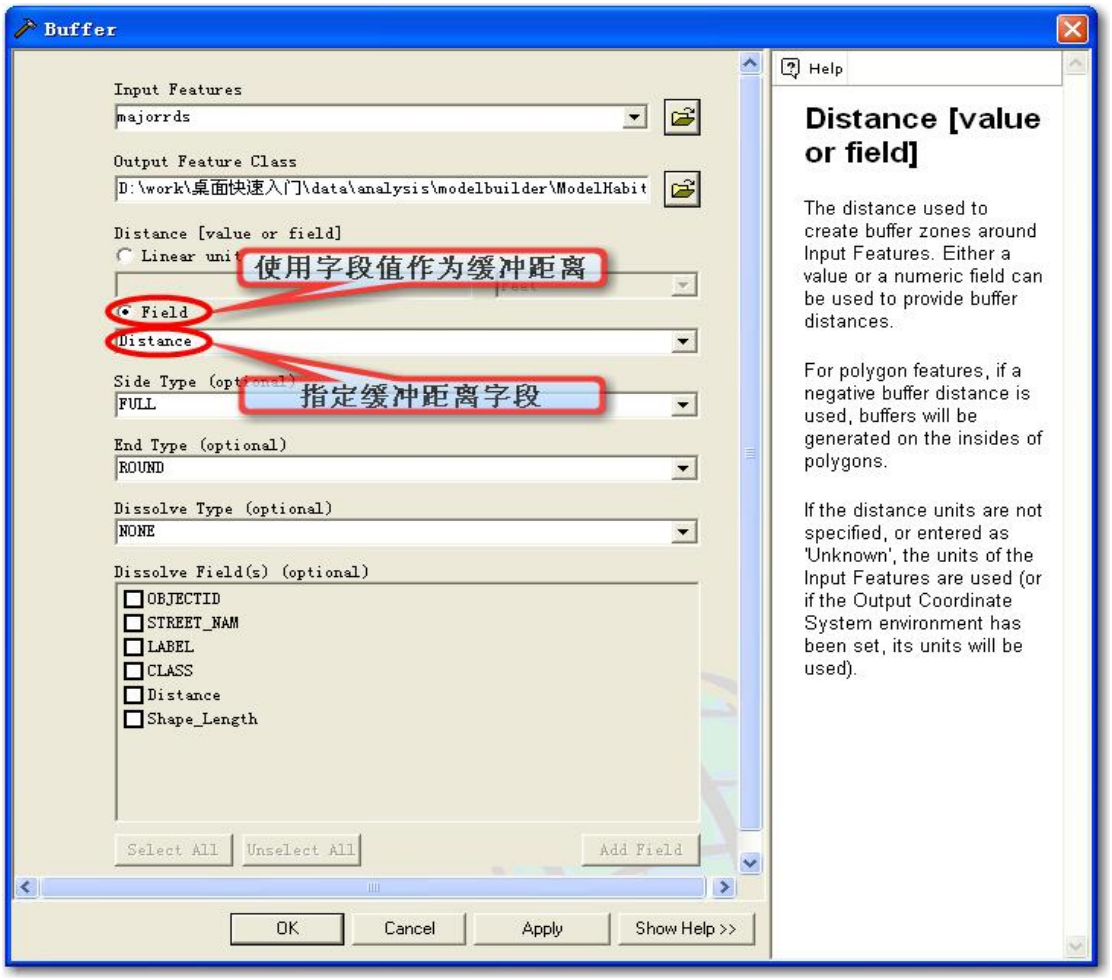


3．第 3 步创建针对第三个条件——公路影响来创建过程。用上面提到的拖拽方法添加 Analysis Tools 工具箱里的 Buffer 工具。此工具可以对输入的要素类生成指定缓冲距离的缓冲区。

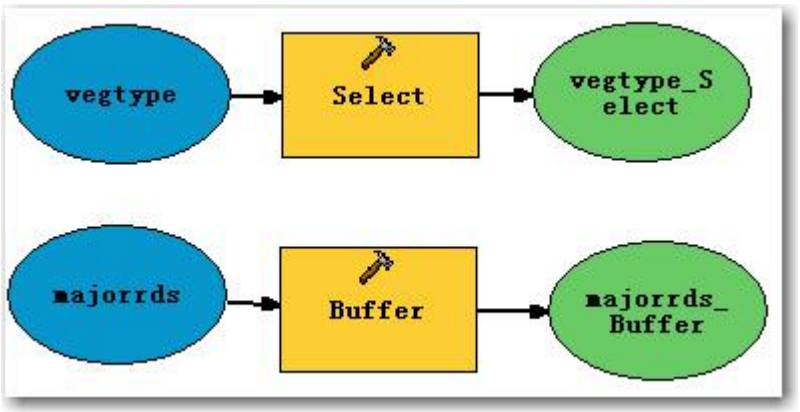


用第 2 步中的方法添加道路数据，数据具体位置在…\Analysis\Modelbuilder\ModelHabitat.mdb\majorrds。用连接器连接道路数据和 buffer 工具。

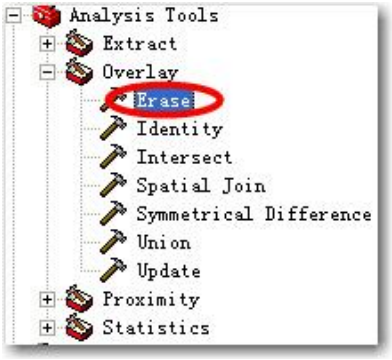
指定输入数据后，就要确定缓冲距离，即道路影响的距离。右键单击 Buffer 工具，弹出菜单中选择 Open 打开工具对话框。在 Distance 参数的选项中，选择 Field，即用字段值作缓冲距离，因为在道路要素类的属性中有一个 Distance 字段表示每条路的影响距离，所以此处使用字段值来作为缓冲距离。然后设定缓冲字段为 Distance。



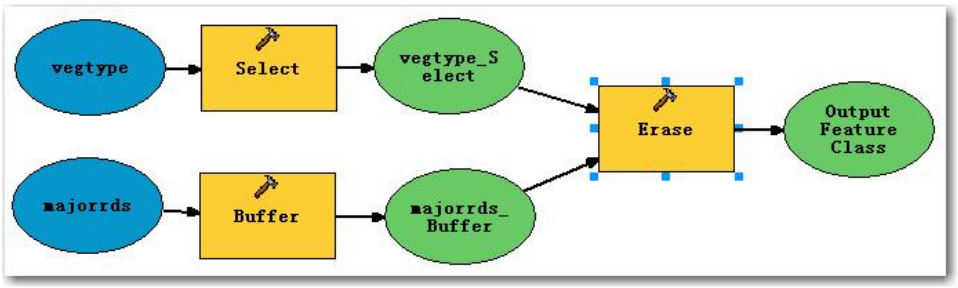
设置完后模型如下图。Buffer 工具的派生数据为道路影响的缓冲区。



4．第 4 步是要把第 3 步的结果从第 2 步结果中去除，即找出满足植被条件又不在道路影响范围内的区域。可以使用 erase 工具。这个工具有两个输入地理数据参数，一个是 Input features，一个是 erase features，工具的输出结果要素类为 Input features 中不与 erase feature 相交的部分（即相交部分被丢弃）。在这里把植被数据设定为 input features，道路影响缓冲区数据作为 erase features。

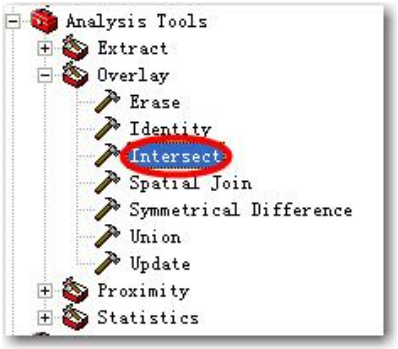


往模型中添加 Erase 工具，然后用连接器依次将 vegtype_select 和 mahorrds_Buffer 和 erase 工具连接。（注意连接的先后顺序！先连接 vegtype_select，再连接 mahorrds_Buffer）连接后可以右键单击 erase 工具打开工具对话框，查看 input features 和 erase features 两个参数是否设置正确，如果不正确可以修改。完成后如下图。

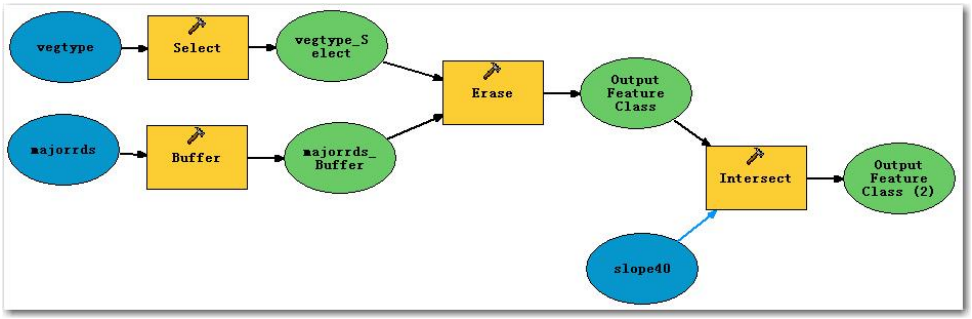


5．第 5 步是在第 4 步结果的基础上再添加第 2 个条件，即在第 4 步结果里找出坡度小于 40 度的区域，因为已经有了小于 40 度的区域数据，这个操作的实质就是找出小于 40 度的区域和第 4 步结果区域中公共的部分。这里使用 intersect 工具来完成这个操作。

从 ArcToolbox 窗口添加 intersect 工具到模型。添加小于 40 度的区域数据，数据位置在…\Analysis\Modelbuilder\ModelHabitat.mdb\slope40。

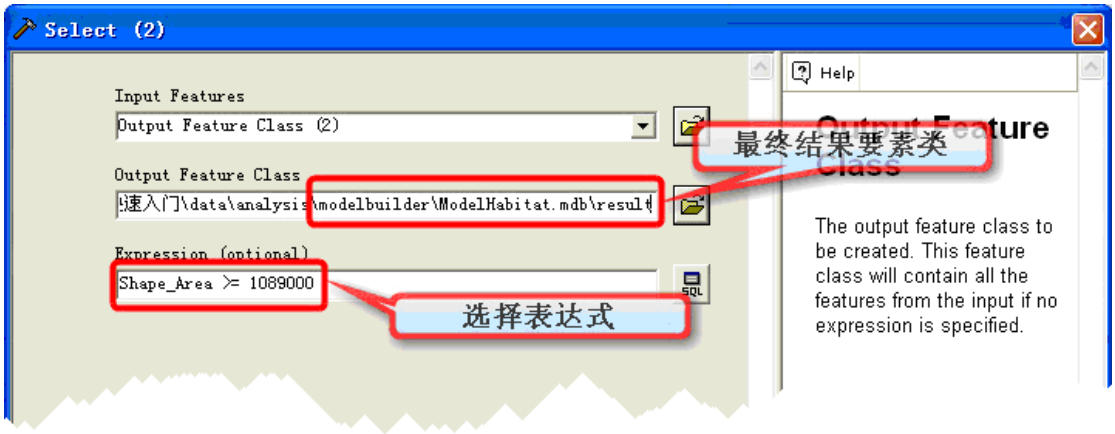


用连接器分别将坡度数据 slope40 第 4 步的结果 output feature class 与 intersect 工具连接。Intersect 工具有多个输入要素类，输出结果为输入要素类的公共部分。连接后模型如下图：



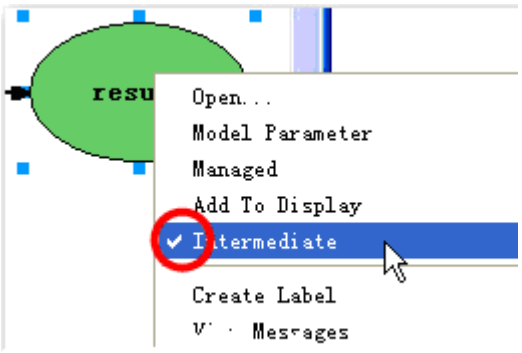
6．第 6 步是在第 5 步的基础上增加第 4 个条件，即面积必须大于 1089000 平方英尺。

用第 1 步中的方法添加 select 工具，添加到模型后此工具显示名称为 select（2），因为在同一个模型中已经有一个 select 工具。用连接器连接第五步的结果 output feature class（2）和 select（2）工具。然后右键单击 select（2）工具打开工具对话框，设置最终输出要素类和选择表达式如下：

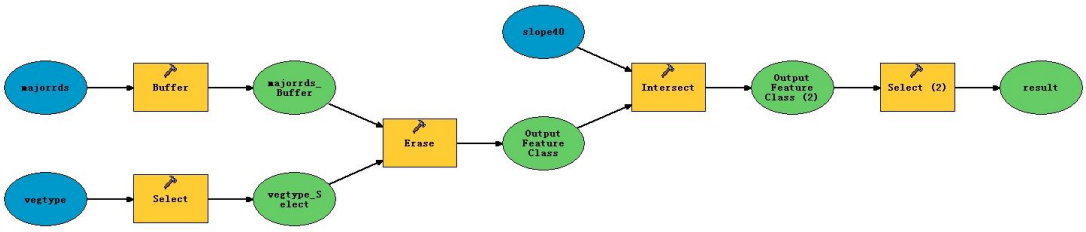


在模型中，工具的派生数据（即工具执行得到的结果数据）默认都是临时的，

但最终结果我们需要永久性的，因此需要手动的把最终结果改成永久性的。右键单击 select（2）工具的派生数据 result，在弹出菜单中把 Intermediate 前面的勾取消。



这样就完成了整个模型，点击 Model->save 保存。整个模型如下图：



7．运行模型。点击 Model 菜单下的 Run entire model，运行整个模型。模型运行完后查看结果 result，和第二部分的结果一致。

另外，在关闭 ModelBuilder 界面后，也可以通过在 ArcToolbox 窗口中双击该工具的方法运行此模型。

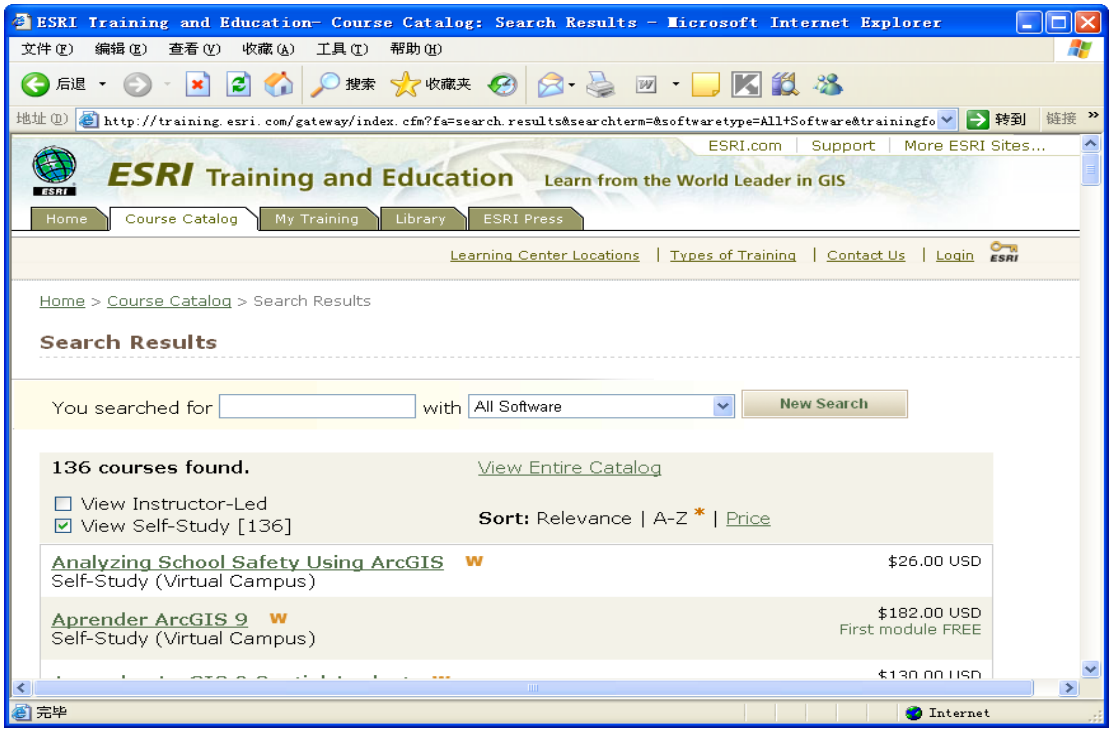
8 学习资源

用户在学习和应用过程中，可以参考的资源如下：

1. ESRI 技术支持中心 http://support.esri.com



2. ESRI 培训与教育（虚拟校园） http://training.esri.com



3. ESRI 中国(北京)培训中心 http://training.esrichina-bj.cn



4. ESRI 中国社区 http://bbs.esrichina-bj.cn



5. HiGIS 技术博客 http://www.higis.cn

……

版权声明：

ESRI 中国（北京）有限公司和 ESRI 中国（北京）培训中心共同拥有本手册所有资源的版权，在本手册中刊载的所有的图片和文字信息除特别标明之外，版权归 ESRI 中国（北京）有限公司和 ESRI 中国（北京）培训中心共同所有。本手册中的所有内容和图片受《中华人民共和国著作权法》及相关法律法规和中国加入的所有知识产权方面的国际条约的保护。任何单位和个人未经 ESRI 中国（北京）有限公司和 ESRI 中国（北京）培训中心其中一方允许，不得以任何方式、任何文字或图片作全部和局部变更、发行、复制、转载、引用，否则将视作侵权，依法追究法律责任。本手册之声明以及其修改权、更新权及最终解释权均属 ESRI 中国（北京）有限公司和 ESRI 中国（北京）培训中心所有。



联系我们：

ESRI 中国（北京）有限公司

北京代表处
电话：010-65541618
传真: 010-65544600
地址：北京市东城区朝阳门北大街 8 号富华大厦 A 座 12 层 A 室
邮编：100027

上海代表处
电话：021－64268423
传真：021-64268423 转 229
地址：上海市徐汇区天钥桥 30 号美罗大厦 606－607 室
邮编：200030

广州代表处
电话：020-86007565
传真：020-86007565 转 102
地址：广州市林和西路 3-15 号耀中广场 3012-3014 单元
邮编：510620

成都代表处
电话：028-86080839
传真：028-86080839-212
地址：成都市提督街 88 号四川建行大厦 2517 室
邮编：610016

ESRI 中国（北京）培训中心

电话：(+8610)64855687
传真：(+8610)64855685
地址：北京市朝阳区大屯路甲 11 号中国科学院地理科学与资源研究所 1302 室
邮编：100101
EMail：actc@lreis.ac.cn
网址：http://training.esrichina-bj.cn

