

《地理信息系统原理》

课程设计指导书

遥感与地理信息系

2023年6月

课程设计内容_____完整,结果_____正确。面试时回答问题_____正确,实际操作_____熟练,独立完成,_____地掌握了 GIS 的原理与技能。报告叙述条理_____清楚,重点_____突出,逻辑性_____,原理分析_____,格式_____规范。

成绩:

2023年6月8日

目 录

1 土壤侵蚀风险性评价.....	1
一、设计目的要求.....	1
二、设计内容.....	1
三、数据.....	1
四、设计步骤.....	1
（一）Model Builder 的构造器简介	1
（二）基于 Model Builder 的土壤侵蚀危险性建模分析	4
五、课后思考.....	14
2 综合实验—校园路径.....	15
一、设计目的和要求.....	15
二、设计内容.....	15
三、数据.....	15
四、设计步骤.....	16
五、课后思考.....	16
3 ArcGIS 开发初步	17
一、设计目的和实验要求.....	17
二、设计内容.....	17
三、数据.....	17
四、设计步骤.....	17
（一）ArcGIS Engine 开发框架.....	17
（二）菜单功能代码编写.....	25
五、课后思考.....	27

1 土壤侵蚀风险性评价

一、设计目的要求

- (1)对各种 GIS 分析工具的用途有深入的理解;
- (2)认识如何在 Model Builder 环境下实现空间分析过程的自动化;
- (3)加深对地理建模过程的认识。

二、设计内容

影响土壤侵蚀的因子有：坡度、植被覆盖率（可以用 NDVI 代替）、土地利用类型、降雨量。根据多因子分析的原理和方法，在数据预处理的基础上，运用叠加分析方法完成土壤侵蚀危险性评价，并根据相关标准进行危险性分级。

三、数据

实验数据如表 1-1。

表 1-1 实验数据


存放位置	实验内容
···\GIS 原理实验数据\实验十三\数据一	土壤侵蚀危险性分析

四、设计步骤

（一）Model Builder 的构造器简介

Model Builder（模型构建器）是一个用来创建、编辑和管理空间分析模型的应用程序，通过对现有工具的组合完成新分析模型的制作，从而为设计和实现空间处理模型（工具、脚本和数据）提供一个图形化的建模框架。

1、模型构造器界面

在 ArcMap 中点击图标即可打开模型构建器窗口（图 1-1）。模型构建器窗口的主菜单中包括模型、编辑、插入、视图、窗口和帮助六个子菜单。

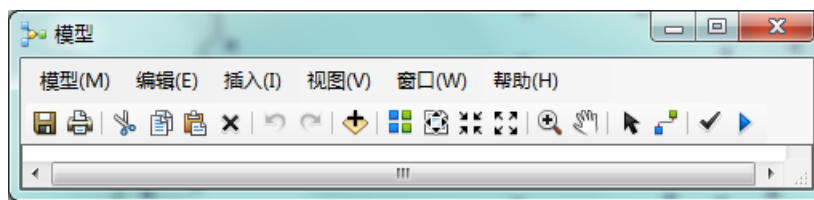


图 1-1 模型构建器窗口

ArcGIS 中的 model builder 具体实现的功能如表 1-2 所示。

表 1-2 模型构建器主菜单功能描述

菜单	描述
模型	包括运行、验证、查看消息、保存、打印、输入、输出和关闭模型选项。还可以使用此菜单删除中间数据和设置模型属性。
编辑	剪切、复制、粘贴、删除和选择模型元素。
插入	添加数据或工具、创建变量、标注或添加“仅模型工具”和迭代器。
视图	包含“自动布局”选项，此选项可将图属性对话框中指定的设置应用于模型。另外还包含缩放选项。
窗口	“总览图”窗口可显示在显示窗口中放大某部分模型时整个模型的外观。
帮助	访问 ArcGIS Desktop 在线帮助系统和“关于模型构建器”对话框。

工具条及快捷菜单实现的功能如图 1-2 所示。

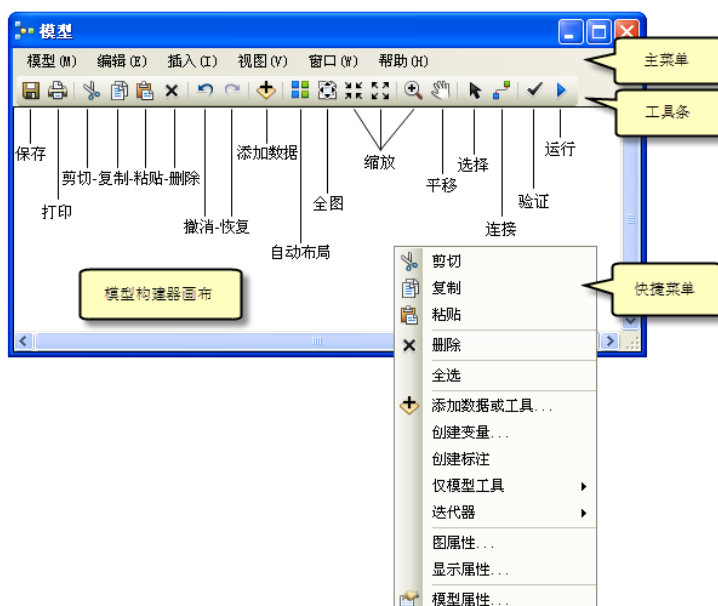


图 1-2 工具条以及菜单功能

2、模型的基本组成

一个完整的空间分析模型主要由工具、变量和连接符三种元素组成。图 1-3 所示的是一个完整的模型示意图。

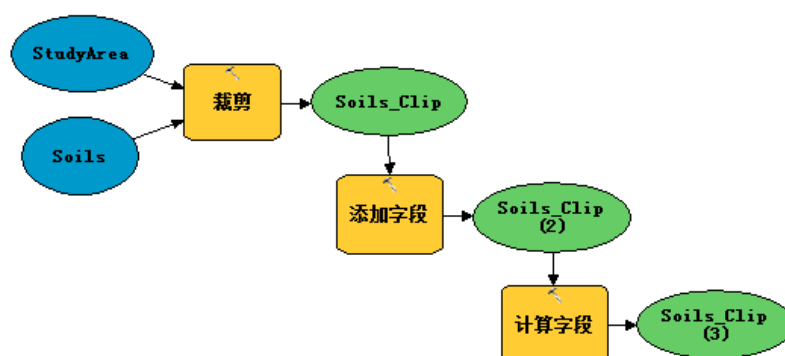


图 1-3 模型的基本组成

(1)工具：地理处理工具是模型工作流的基本组成部分。工具主要用于对地理数据或表格数据执行多种操作。工具被添加到模型中后，即成为模型元素。

(2)变量：变量是模型中用于保存值或对磁盘数据进行引用的元素。有两种类型的变量：①数据变量，是包含磁盘数据的描述性信息的模型元素，描述的数据属性包括字段信息、空间参考和路径。②值变量，是诸如字符串、数值、布尔值、空间参考、线性单位或范围等的值，包含了除对磁盘数据引用之外的所有信息。

(3)连接符：连接符用于将数据和值连接到工具。连接符箭头显示了地理处理的执行方向。有以下四种类型的连接符。①数据连接符，用于将数据变量和值变量连接到工具；②环境连接符，用于将包含环境设置的变量（数据或值）连接到工具，工具在执行时将使用该环境设置；③前提条件连接符，用于将变量连接到工具，只有在创建了前提条件变量的内容之后，工具才会执行。④反馈连接符，用于将某一工具的输出返回给同一工具作为输入。

3、模型构建器的优点

(1)模型构建器简单易用，用于创建和运行包含一系列地理处理工具的工作流；

(2)模型的数据、工具都可以使用图形方式表示，通俗易懂且便于共享；

(3)可以像 ArcToolbox 中的工具一样运行模型，同时可以结合 python 脚本或其他应用程序进行集成。

（二）基于 Model Builder 的土壤侵蚀危险性建模分析

1、问题说明

黄土高原是中国乃至世界上最为著名的水土流失区域，脆弱的生态环境严重制约了黄土高原社会经济的发展。从较小的时空尺度上来看，气候、地貌、土壤类型、土地利用类型等都可能是土壤侵蚀发生的潜在因子。根据研究区某时间段的相关数据，利用模型构建器构建分析模型，输出该地区的土壤侵蚀危险性分布图。

2、实验步骤

(1)在主菜单【自定义】→【扩展模块】中，确保选中【Spatial Analyst】模块以及【3D Analyst】模块。

(2)开始创建分析模型。打开 ArcToolbox，右键菜单点击执行【添加工具箱】命令（图 1-4），选择创建工具箱的目录和工具箱的名称（这里为 analysis）。创建完成后，在 ArcToolbox 中选中创建好的工具箱后，右键菜单点击【新建】→【模型】后打开模型构建器窗口（图 1-5）。

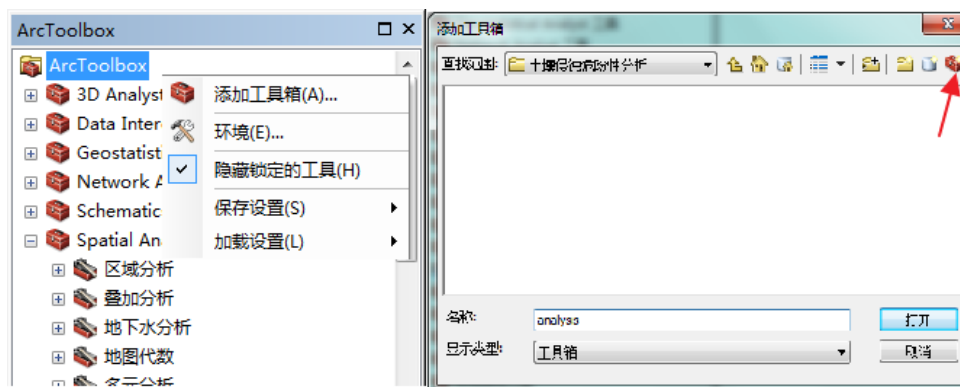


图 1-4 添加工具箱

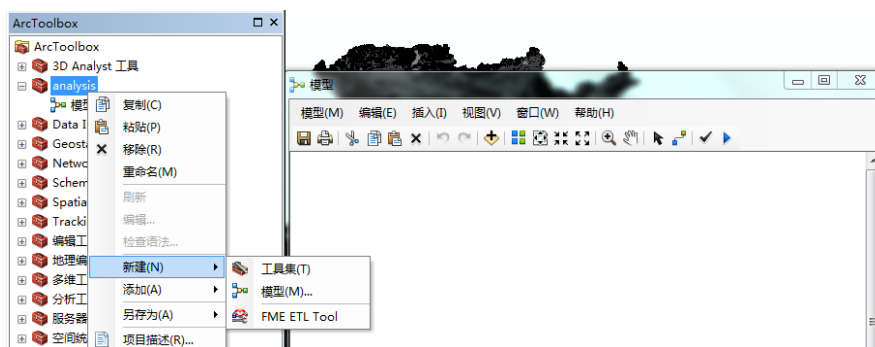


图 1-5 打开模型构建器窗口

(3)在模型构建器窗口中，点击【模型】菜单后，打开【模型属性】窗口。在【常规】选项卡中设置模型的名称“土壤侵蚀风险性评价分析”以及标签“土壤侵蚀风险性评价分析”(图 1-6)；在【环境】选项卡中设置处理范围，点击【值…】按钮设置处理范围与“与图层 region.shp 相同”(图 1-7)。

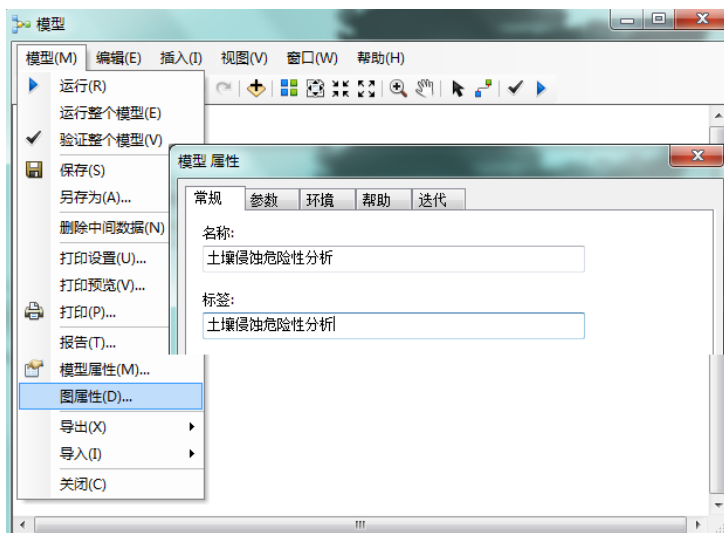


图 1-6 设置模型名称和标签

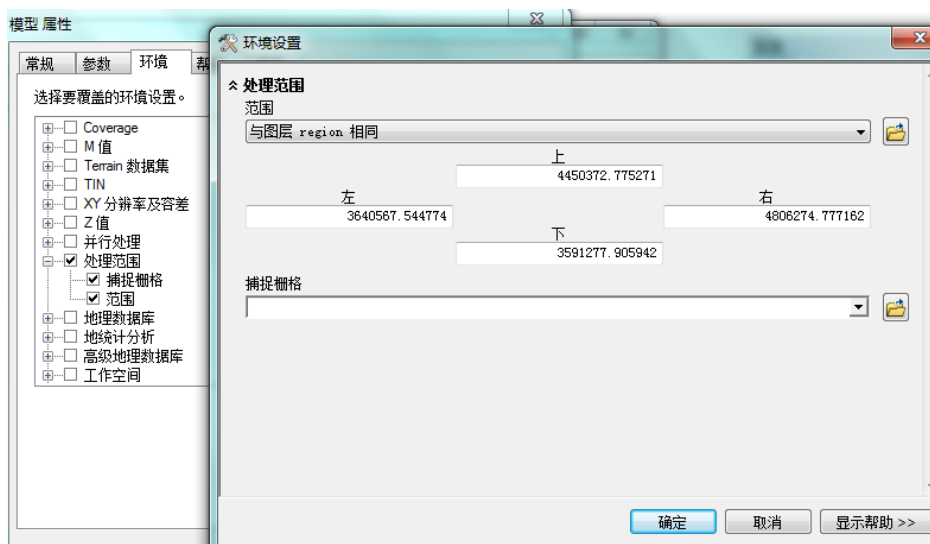


图 1-7 设置处理范围

(4)在模型构建器窗口中，点击【模型】→【图属性】设置符号系统样式（图 1-8）。

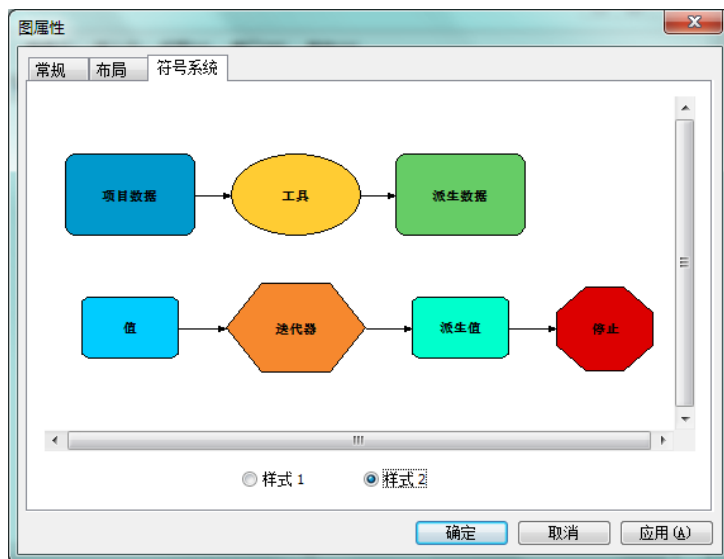





图 1-8 设置样式

(5)已有黄土高原地区高程数据 dem.tif。通过该数据计算研究区域的坡度并对其进行分类。首先执行模型构建器窗口的主菜单【插入】→【添加数据或工具】命令或直接点击工具条中  图标添加 dem.tif 数据；继续添加工具，可以通过 ArcMap 中打开 ArcToolbox 拖拉工具进入模型构建器窗口，也可以通过【添加数据或工具】或点击  图标添加工具，将【3D Analyst】→【栅格表面】→【坡度】工具拖入空白处后，点击连接图标  将输入数据与工具连接（图 1-9）。选中该连接，右键菜单中自定义输出栅格的名称以及计算结果的位置（如图 1-10）。

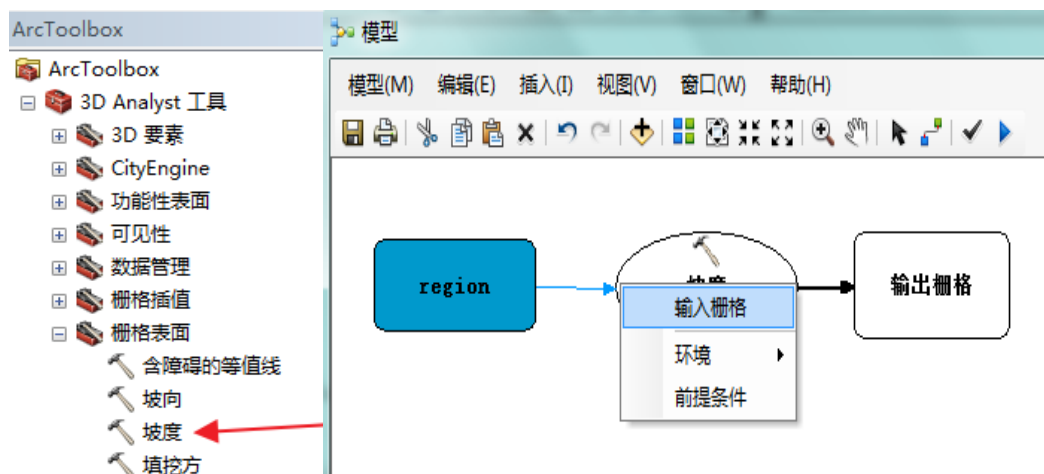


图 1-9 坡度计算

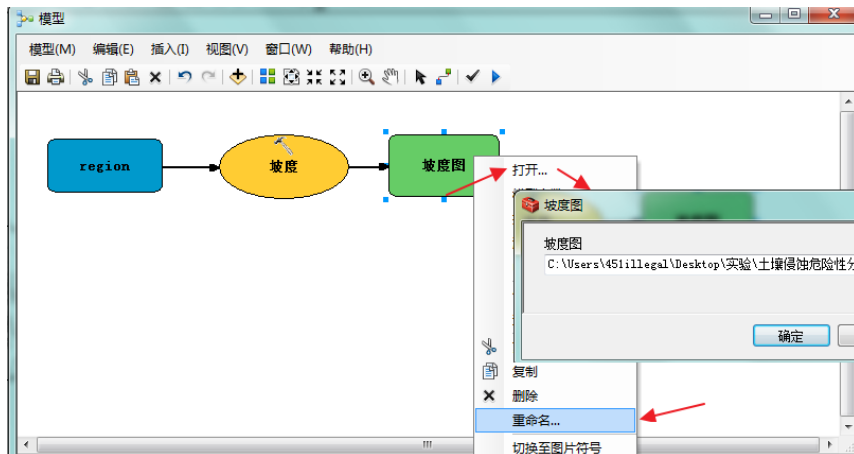


图 1-10 自定义计算结果

(6)随后对坡度栅格进行重分类，类似地加入重分类工具，并将上一步的输出结果与重分类工具连接；双击窗口中的重分类工具进行参数设置，可以通过手动输入的方式确定重分类的新旧值，也可以通过加载 INFO 表 `slopereclass` 来进行重分类（图 1-11），得到计算结果。通常在一定范围和条件下，土壤侵蚀量与坡度成正比关系，因而设置坡度越高的地方赋值越高，即危险性越高。

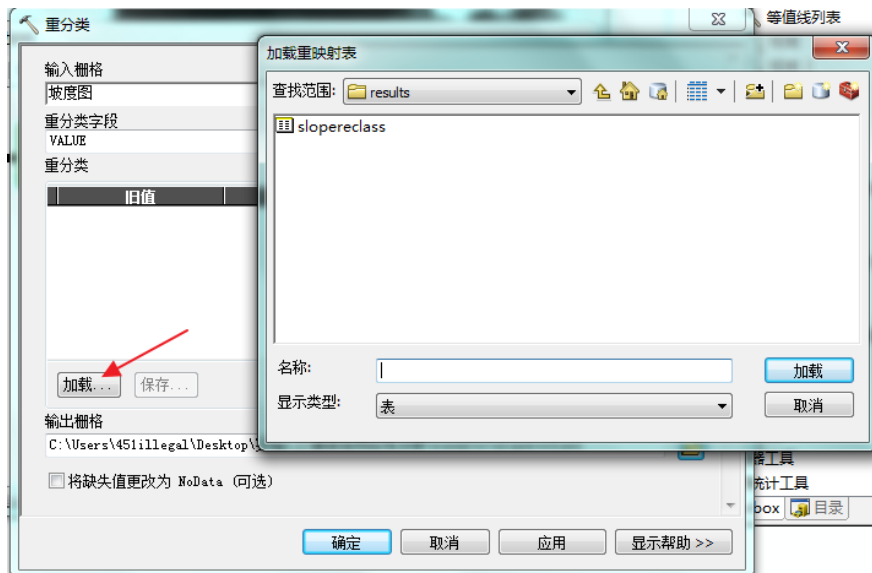


图 1-11 坡度重分类

(7)完成重分类坡度定级后，根据已有气象观测站点的降雨量数据，采用数据插值得到某时段整个黄土高原研究区域的降雨量分布。选择使用反距离权重插值方法来进行计算。首先在模型中添加数据 `Rain.shp`，添加【Spatial Analyst】→【插值分析】中的【反距离权重法】插值工具；添加完成后双击工具进入窗口设置参

数（图 1-12）。

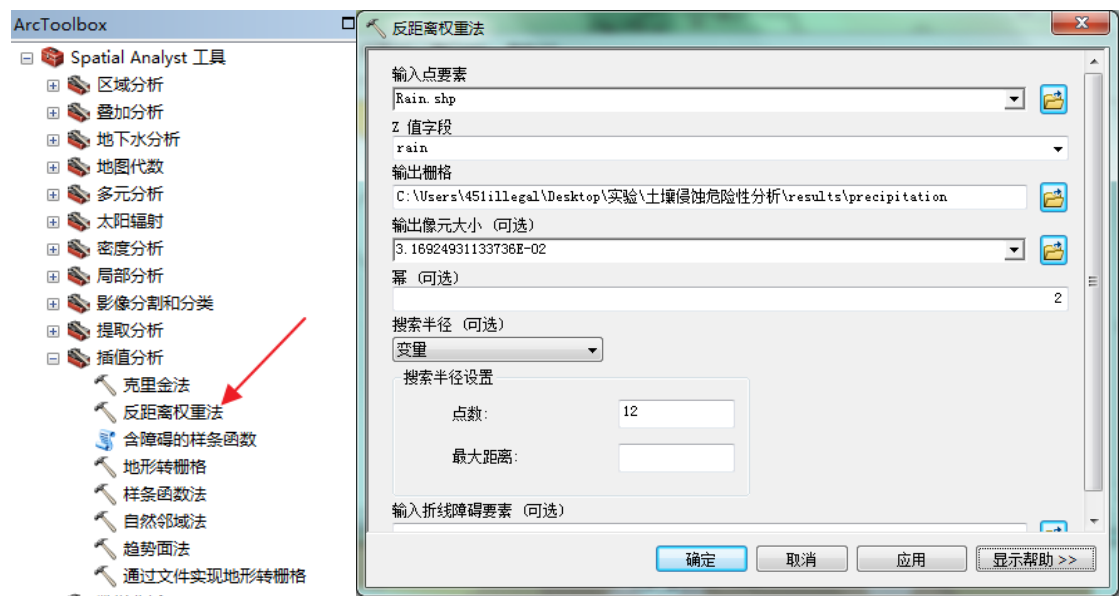


图 1-12 降雨量插值

(8)一般来说，降雨量越高的地区越容易发生土壤侵蚀，因而利用重分类工具根据降雨量进行定级，降雨量越高的地方赋值越高。类似地，添加重分类工具到窗口中，加载 INFO 表 precireclass 进行重分类危险定级（如图 1-13），得到计算结果。



图 1-13 降水量重分类

(9)植被与土壤侵蚀呈负相关的关系，植被覆盖较多的地方不易发生土壤侵蚀。在模型构建器窗口添加黄土高原植被数据 vegetation。添加数据后拖入重分类工具设置相关参数“自然断点法：5 类”（图 1-14），其中植被的旧值越高代表

研究区域植被覆盖面积越大，发生土壤侵蚀危险性就越低，因而对其危险度赋值就较小。



图 1-14 植被重分类

(10)土地利用状况与土壤侵蚀的发生具有密切的关系，土地利用改变了地貌植被等自然条件因素，在区域土壤侵蚀发展中起着重要作用。将黄土高原研究区分为几种土地利用类型，分别是林地、草地、耕地、水域、建设用地以及未利用土地。其中未利用土地多是无法利用、植被遭受破坏的黄绵土，极易发生土壤侵蚀，而林地、草地则会显著较少土壤侵蚀量。建设用地的增加破坏了林地草地，则会造成新的土壤侵蚀。同样水域地会造成水蚀的发生。基于以上，在模型构建器窗口中添加黄土高原研究区域土地利用类型数据（landuse，5 类），随后继续利用重分类工具对其进行危险度定级（图 1-15）。



图 1-15 土地利用重分类

(11)设置影响因子土壤类型。根据不同土壤类型对土壤侵蚀危险性的影响力，不同的土壤类型给定不同的数值。黄土高原研究区的主要土壤类型为黄绵土、风沙土、新积土、黑垆土、红土、褐土以及其它土壤，研究区各土壤类型发生土壤侵蚀的可能性由高到低依次为红土、黄绵土、其它、风沙土、黑垆土、褐土、新积土。添加研究区土壤类型分布栅格数据 soilgrid，添加重分类工具对土壤类型进行土壤侵蚀危险性定级（图 1-16）。



图 1-16 土壤类型重分类

(12)通过以上步骤，对影响土地侵蚀的几种要素经过简单处理后，并通过重分类工具进行土壤侵蚀危险性定级（图 1-17）。

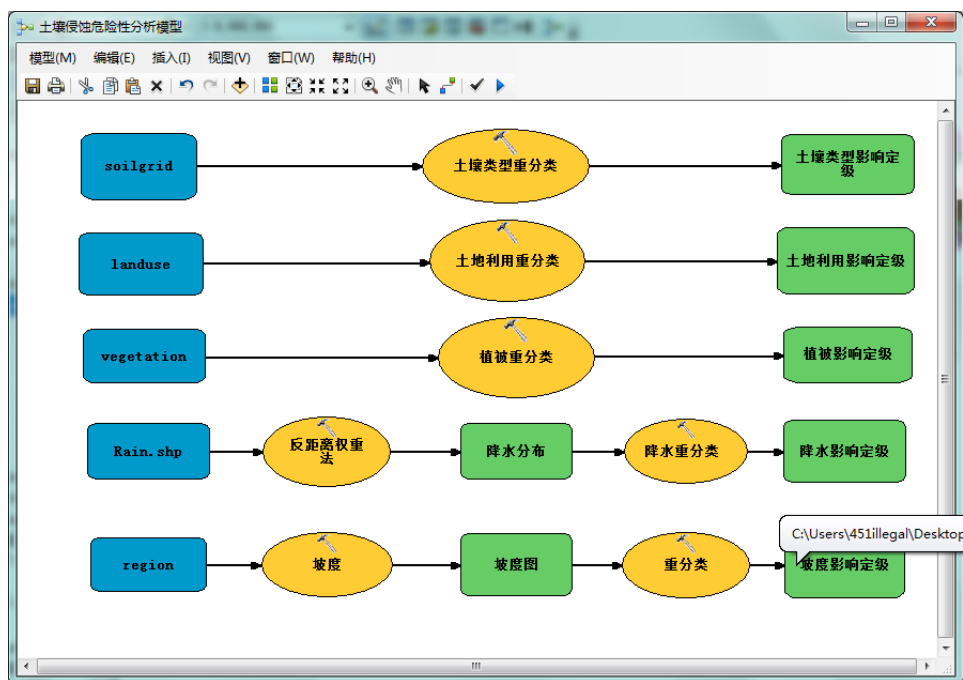


图 1-17 影响因子危险度定级

(13)定级完成后，根据各影响要素权值计算黄土高原研究区域发生土壤侵蚀危险的可能性。从 ArcToolbox 中选择【Spatial Analyst】→【叠加分析】，找到加权叠加工具并将其添加到模型构建器窗口。将已经计算完成的定级结果使用连接工具连接到加权叠加工具上（图 1-18）。

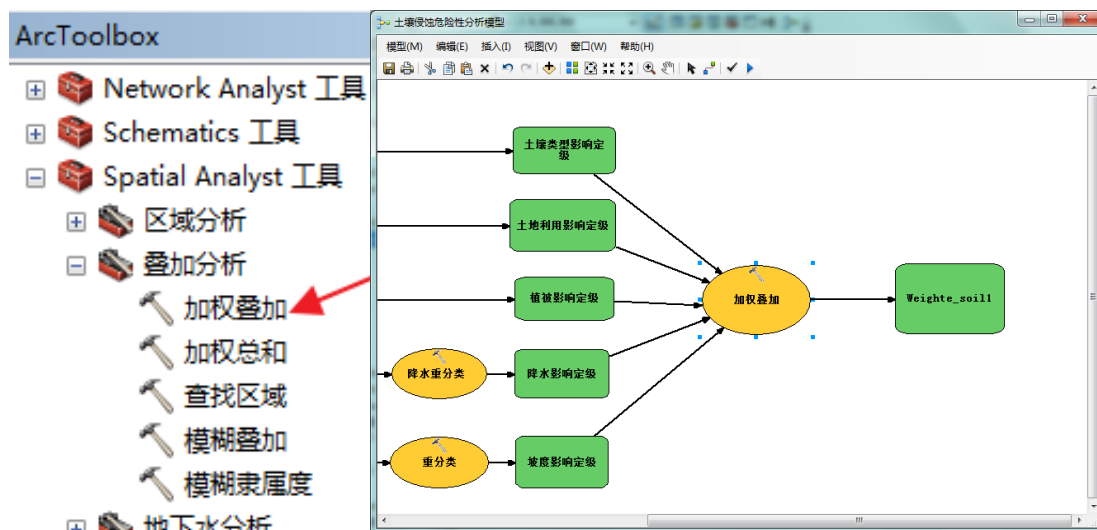



图 1-18 使用加权叠加工具

(14)双击加权叠加工具，打开加权叠加窗口。在加权叠加表中通过  按钮来添加完成重分类的栅格数据，输入字段选择重分类后的新值即危险度（图 1-19）。在【%影响】列设定各影响因子占权比重（注意设置比重时所有因子比重和

为 100，如图 1-20）。

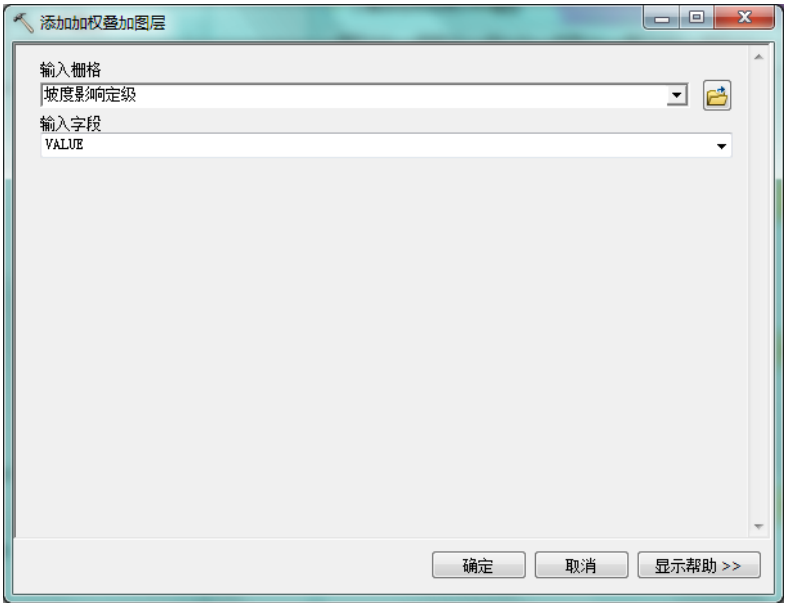


图 1-19 添加加权叠加图层

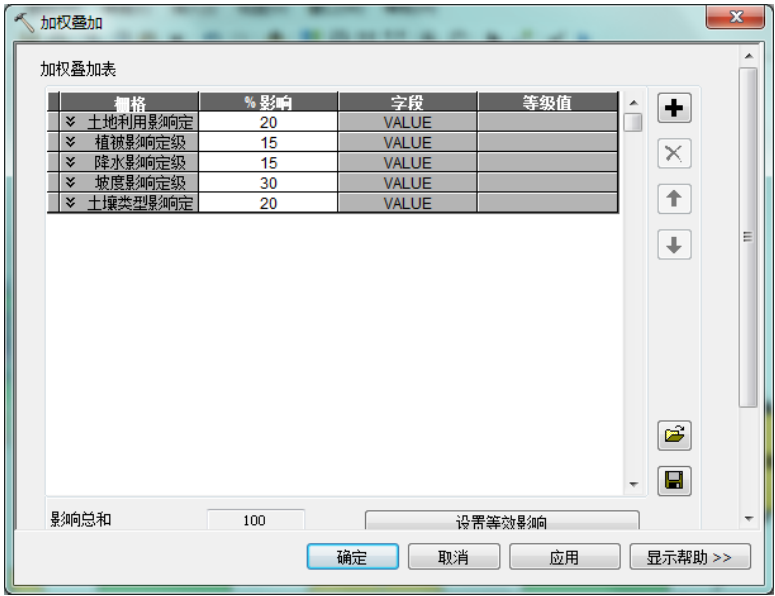


图 1-20 设置影响比重

(15)最终完成的模型图如图 1-21。

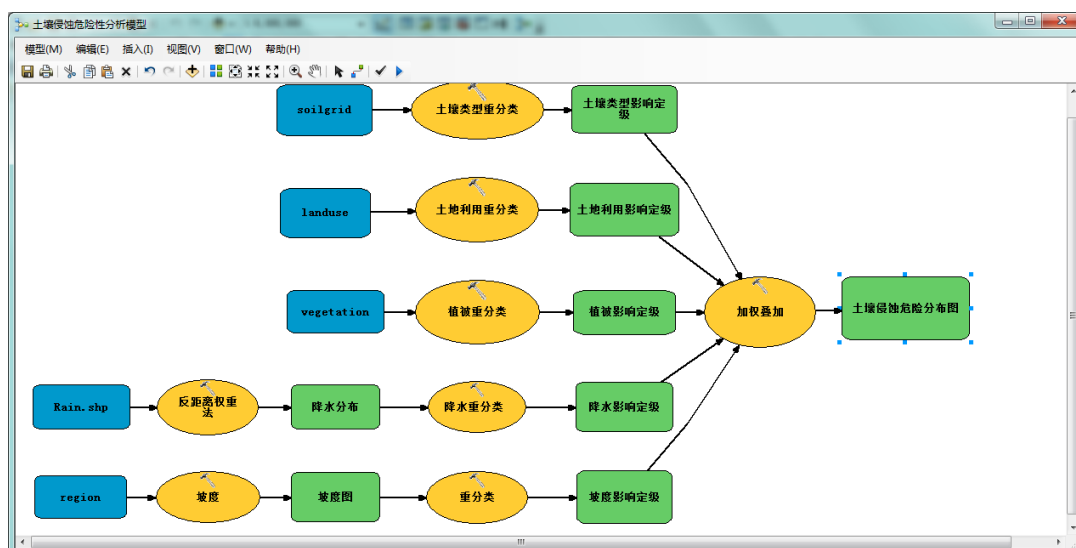


图 1-21 最终建模图

(16)在模型构建器窗口中点击【模型】→【运行整个模型】菜单，开始运行。
如果出现错误，可以在运行窗口（图 1-22）查看详细信息并作修改。

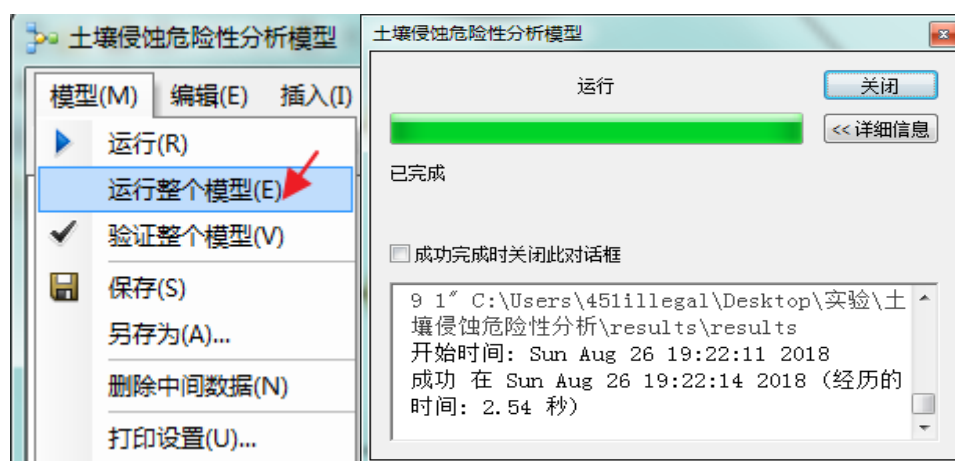


图 1-22 运行模型

(17)运行完成后，在结果栅格中右击选择【添加至显示】项，即可将土壤侵蚀危险性分级栅格图添加至 ArcMap 中，如图 1-23、图 1-24 所示，数字代表研究区内土壤侵蚀的危险级别，数值越大代表危险性越高。

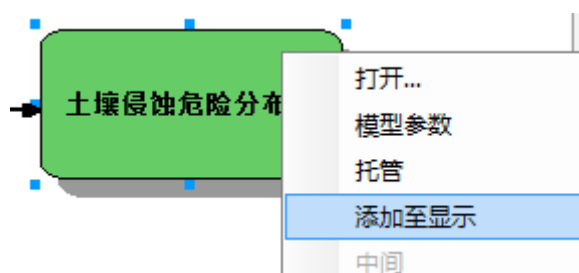


图 1-23 添加至显示命令

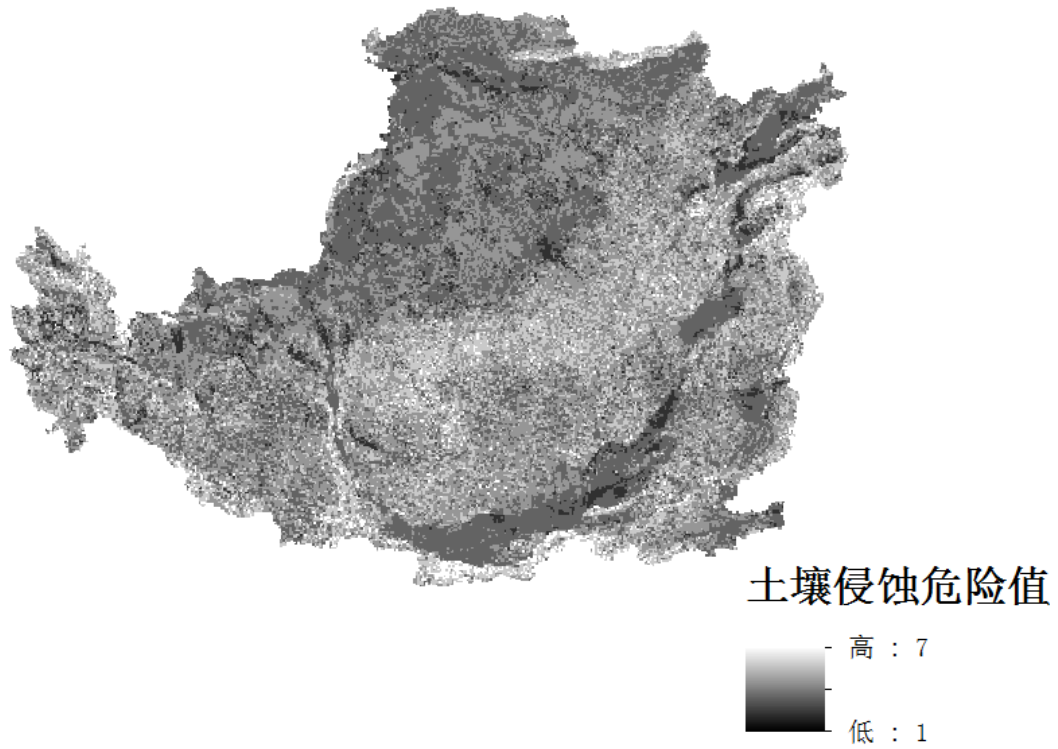


图 1-24 土壤侵蚀风险分析图

五、课后思考

- (1)如果将构造的模型写成一个应用系统，需要用到 ArcGIS Engine 的那些控件？
- (2)如果 ArcGIS 没有合适的模型可选择，如何处理？
- (3)通过上述实验，分析为什么要开发 GIS 应用系统。
- (4)总结本实验所使用的主要功能及其实现原理。

2 综合实验—校园路径

一、设计目的和要求

本实验综合运用地理信息系统原理的基本知识及软件工具，针对所给数据实现地理信息的采集、编辑、处理、可视化、分析与表达，掌握地理信息工程建设的过程；深入理解层次模型、网络模型、关系模型在地理数据组织中的作用；掌握空间实体的要素编码与属性定义、符号化的方法；掌握地理数据编辑、拓扑关系构建的过程与方法；应用软件工具进行空间统计、网络分析的数据组织与实现过程，理解其中的基本原理；了解空间实体的元数据组织与管理的主要内容。

二、设计内容

本实验的主要内容如下：

- (1)数据转换与编辑。
- (2)空间数据属性定义与赋值。
- (3)要素编码。
- (4)空间数据拓扑关系构建。
- (5)地图符号化。
- (6)空间信息可视化。
- (7)几何网络构建与分析。
- (8)校园 DEM 构建。
- (9)统计分析。
- (10)元数据组织与管理。

三、数据

实验数据如表 2-1。

表 2-1 实验数据

存放位置	实验内容
···\GIS 原理实验数据\实验十三\校园.dwg	综合实验

四、设计步骤

- (1)创建校园个人地理数据库。
- (2)使用工具箱中的数据转换工具，将“…\GIS 原理实验数据\实验十三\校园.dwg”转入到个人地理数据库。转换前可在 AutoCAD 中对数据重新分类。
- (3)编辑数据，构建道路网络。
- (4)给每类要素定义属性并输入属性值。
- (5)在每栋建筑前设置校园游览车站点，站点名称可取邻近建筑物名。
- (6)构建要素间的拓扑关系，检查数据的完整性与一致性。
- (7)为每类要素添加要素编码，要素编码可根据国家地理信息标准确定。
- (8)为各类要素添加符号，进行地图整饰后，输出校园地图（图片）。
- (9)结合游览车站点、道路（注意要在同一要素集），构建游览车路线网络。
- (10)根据水准点、等高线，建立校园 DEM，注意河流、湖泊的表达。
- (11)分类统计校园建筑面积、绿地面积。
- (12)为校园数据添加元数据。

五、课后思考

- (1)地理信息建库需要考虑哪些内容？
- (2)总结一下地理信息工程建设的主要步骤。
- (3)本实验中数据是否必需拓扑关系？

3 ArcGIS 开发初步

一、设计目的和实验要求

通过创建一个简单的地图显示程序，并添加基本的缩放和漫游功能，对应用 ArcGIS Engine 进行二次开发有一个基本了解，提高编写程序的能力，初步具备系统组织能力。本实验以 C#为开发语言。读者可自行选择自己熟悉的开发语言。

二、设计内容

本实验的主要内容如下：

- (1)ArcGIS Engine 开发框架；
- (2)用代码开发 ArcGIS Engine 应用程序。

三、数据

实验数据如表 3-1。

表 3-1 实验数据

存放位置	实验内容
···\GIS 原理实验数据\实验十一	ArcGIS Engine 开发框架
···\GIS 原理实验数据\实验十一	用代码开发 ArcGIS Engine 应用程序

四、设计步骤

（一）ArcGIS Engine 开发框架

1、创建一个新工程

打开 Microsoft Visual Studio（VS），点击菜单栏中的【文件】→【新建】→【项目】，在弹出的对话框中选择新建一个 C#的 Windows 窗体应用程序，之后更改项目名称为“EngineApplicaiton”，更改文件的路径为个人实验文件夹，点击【确定】即可，如图 3-1 所示。

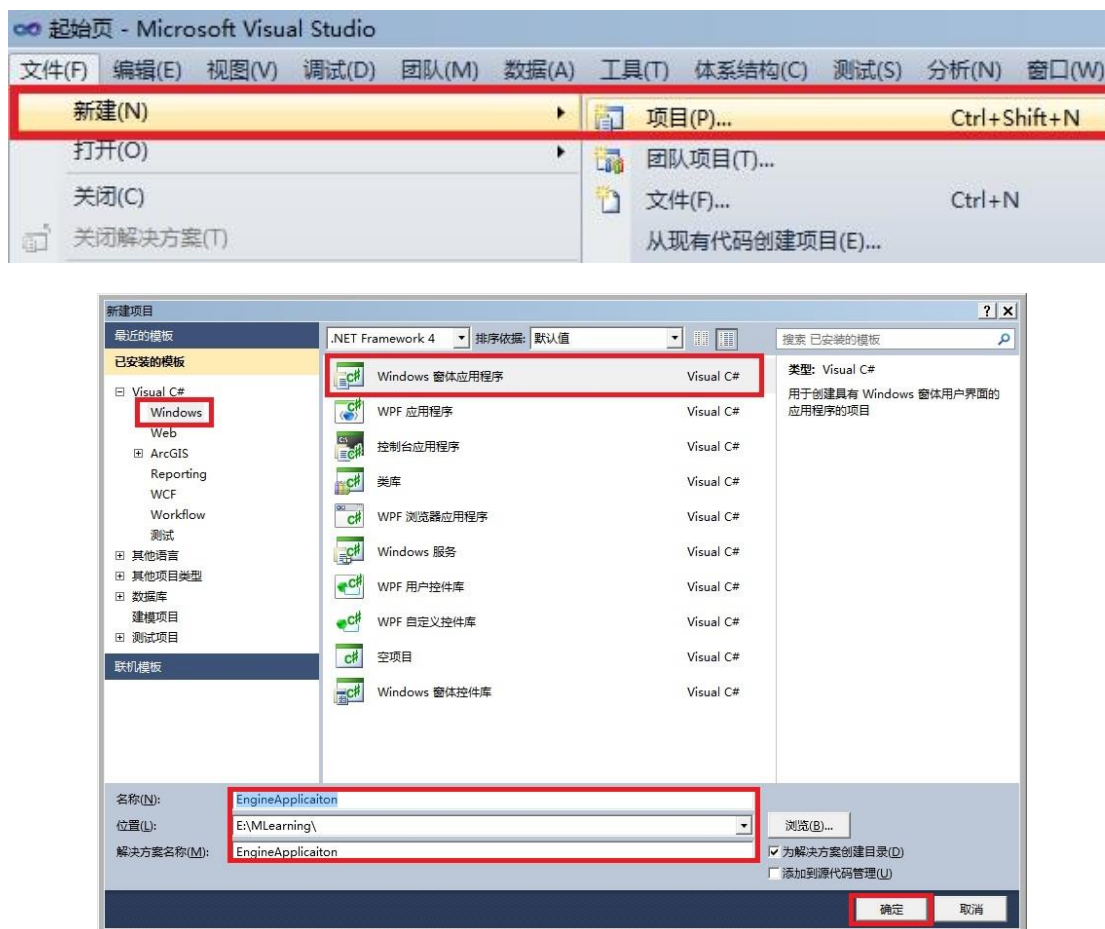


图 3-1 在 C#中新建一个工程

2、添加控件及引用

在 VS 的工具箱中找到与 ArcGIS Engine 相关的控件，如图 3-2 所示。其中，MapControl 是 Map 地图控件，PageLayoutControl 是布局地图控件，TOCControl 是目录控件，ToolbarControl 是 GIS 工具栏控件，SceneControl 是 Scene 三维场景控件，GlobeControl 是 Globe 控件，LicenseControl 是许可控件，SymbologyControl 是符号选择器控件，ArcReaderControl 是 ArcReader 控件，ArcReaderGlobeControl 是 ArcReaderGlobe 控件。LicenseControl 是许可控件，一般 GIS 系统中都必须添加，否则无法使用。

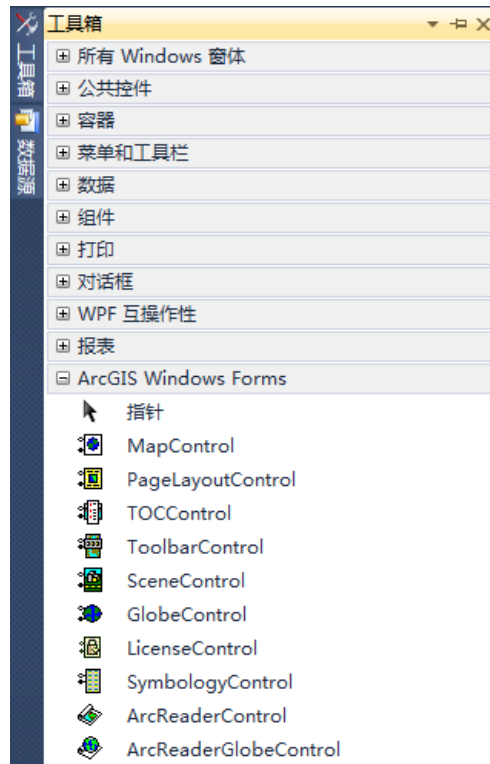


图 3-2 ArcGIS Engine 控件

(1)单击【工具箱】→【菜单和工具栏】→【MenuStrip】，添加菜单控件，即菜单栏。一级菜单添加“文件(&F)”，二级菜单添加“打开文档(&O)”和“添加数据(&A)”，如图 3-3 所示。

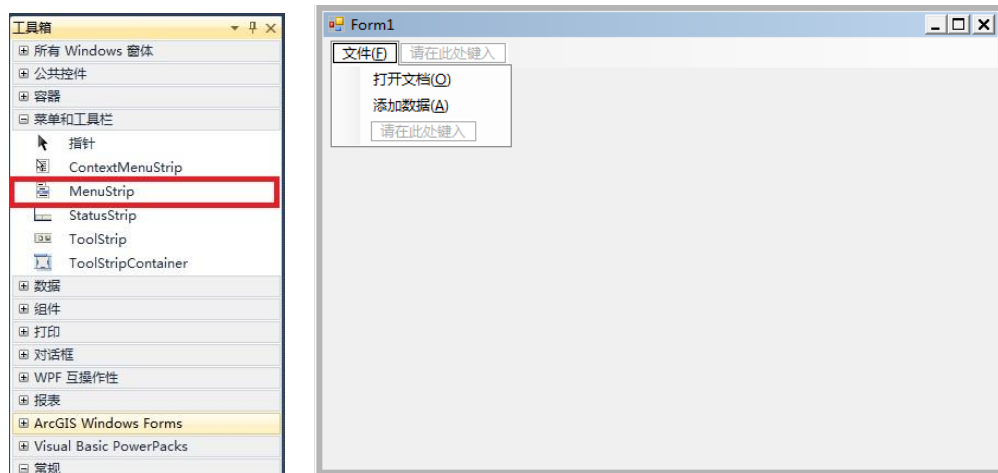


图 3-3 添加菜单

(2)单击【工具箱】→【ArcGIS Windows Forms】→【ToolbarControl】，添加工具栏控件，并将其 Dock 属性设置为 Top，如图 3-4 所示。

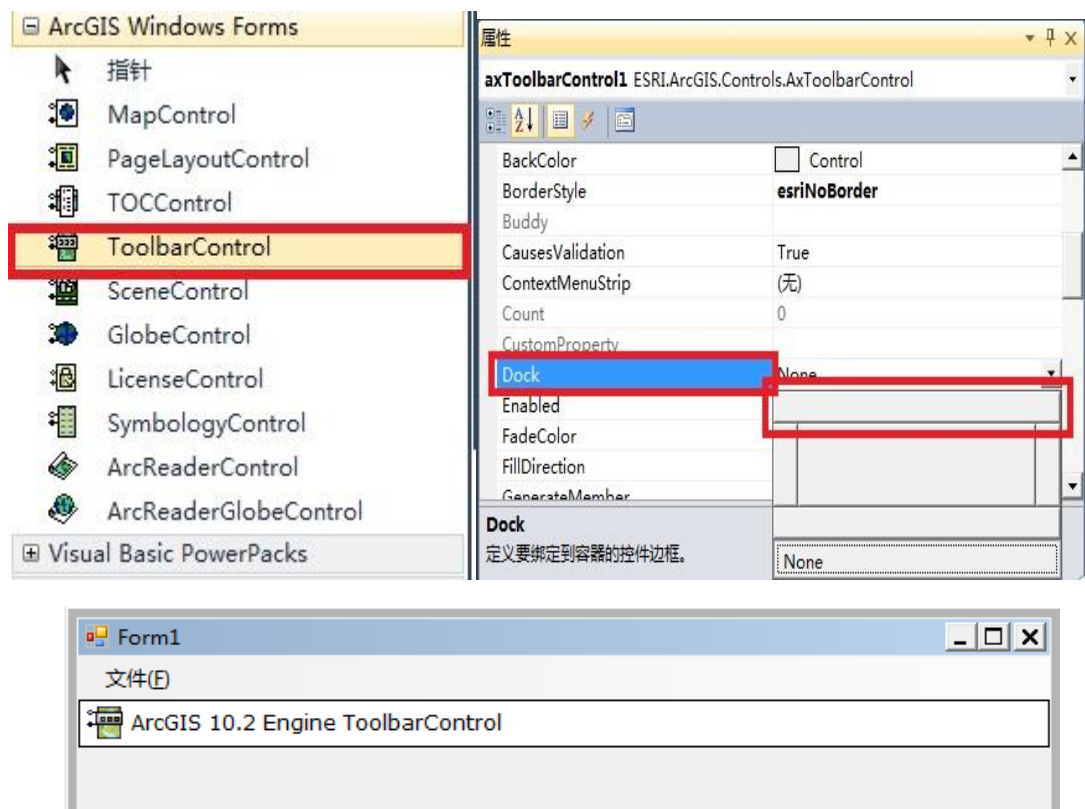


图 3-4 添加 ToolbarControl

(3)单击【工具箱】→【容器】→【SplitContainer】，添加容器分割控件，如图 3-5 所示。

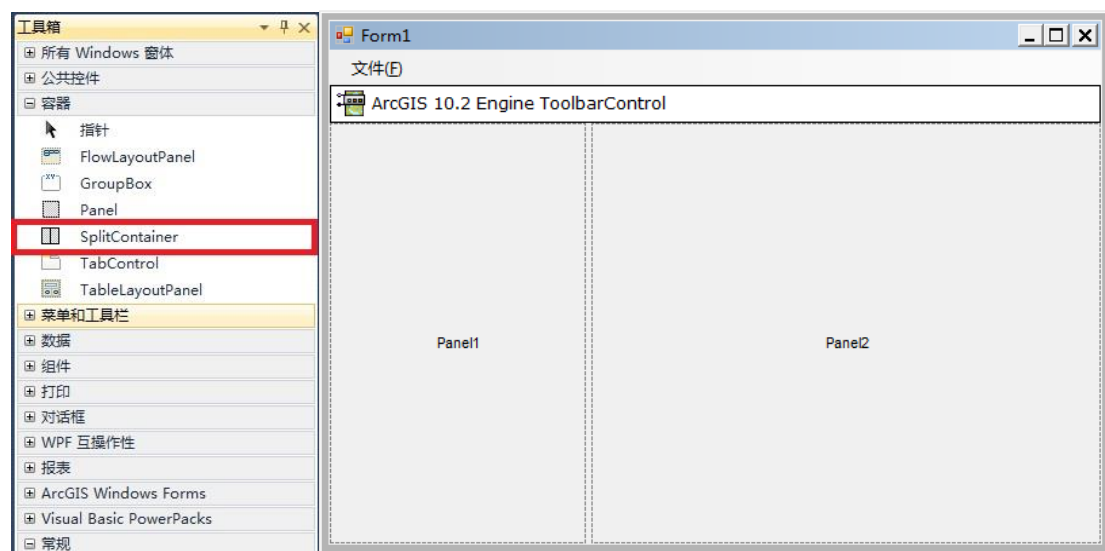


图 3-5 添加容器分割控件

(4)单击【工具箱】→【ArcGIS Windows Forms】→【MapControl】，把 MapControl 控件添加到 Panel2，其 Dock 属性设置为 Fill；单击【工具箱】→【ArcGIS Windows Forms】→【TOCControl】，把 TOCControl 控件添加到 Panel1，其 Dock 属性设

置为 Fill；单击【工具箱】→【ArcGIS Windows Forms】→【LicenseControl】，把 LicenseControl 控件添加到主界面即可。并把主窗体 Text 属性修改为 ArcEngine 桌面应用，如图 3-6 所示。

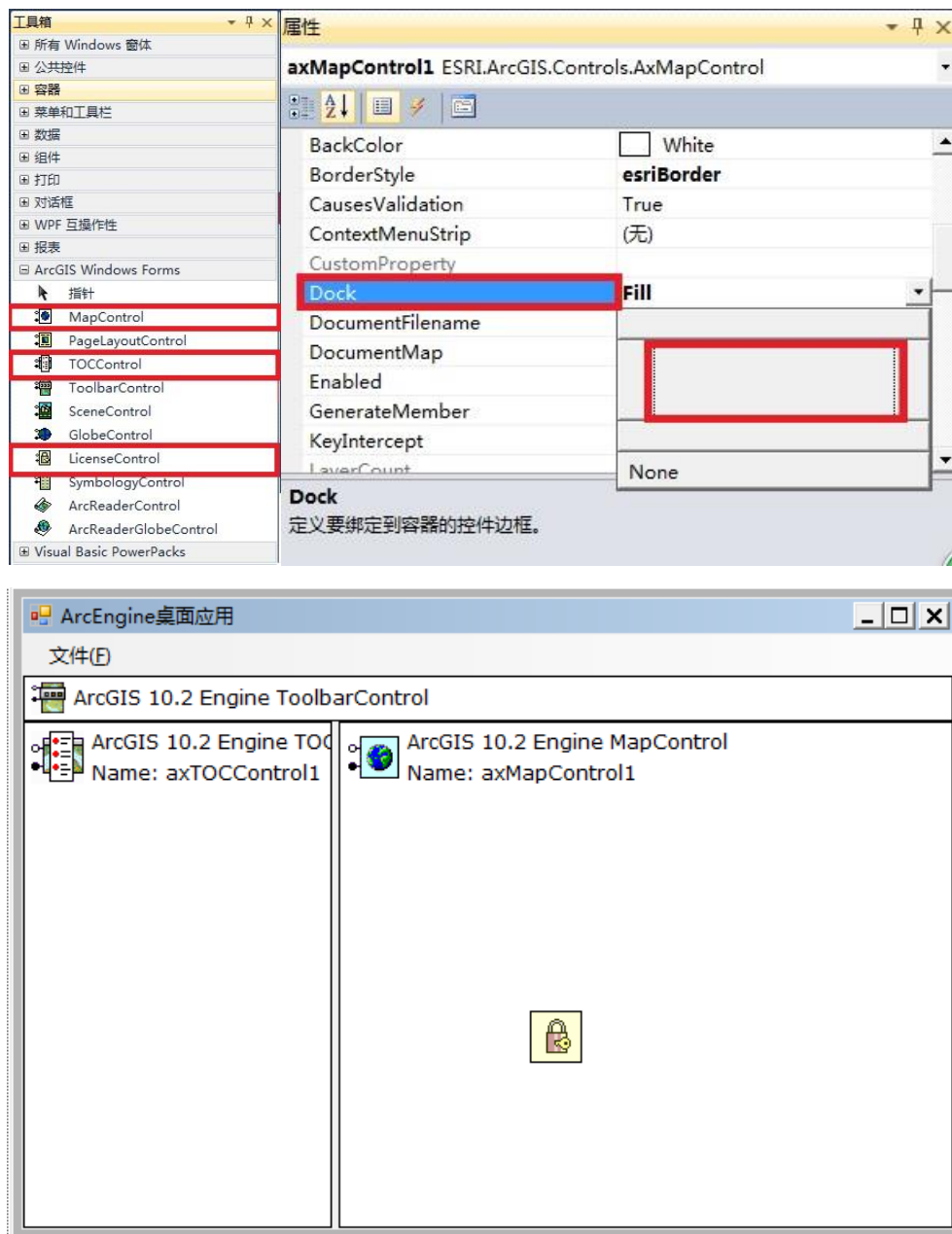


图 3-6 添加地图、目录和许可控件

添加上述个控件后，VS 将自动为应用程序添加一些引用，如图 3-7 所示，其中边框里面的是 ArcEngine 引用。

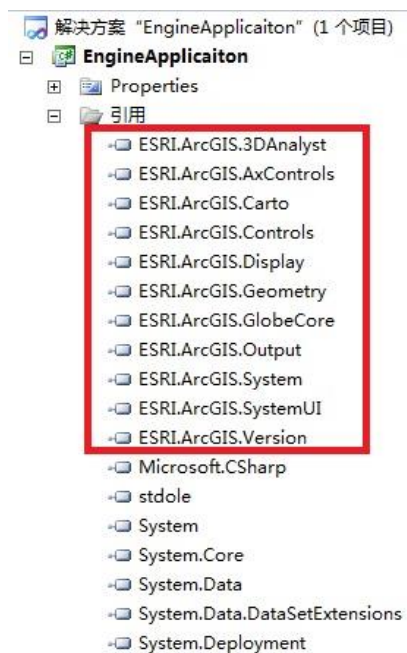


图 3-7 ArcEngine 引用

3、添加地图文档

在 MapControl 控件上右键，选择【属性】，添加一个存在的地图文档，图 3-8 所示。

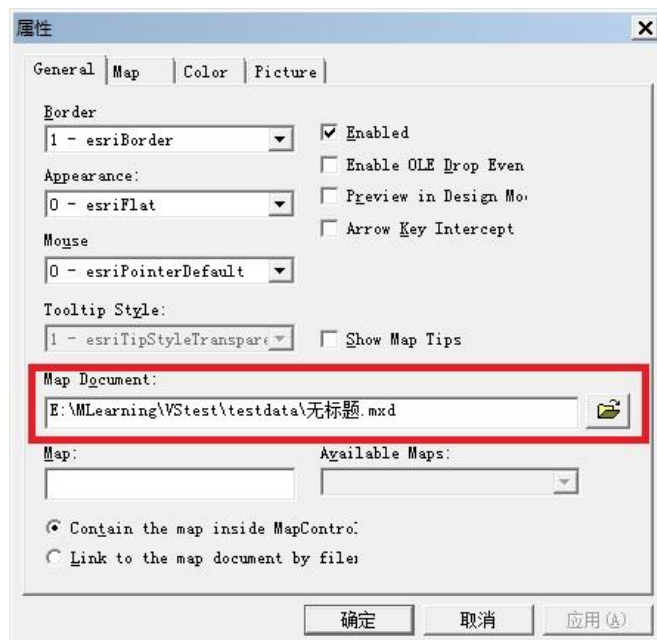


图 3-8 添加地图文档

4、设置工具条和目录控件与地图控件的关联

(1)在 Toolbar 控件上右键，打开【属性】对话框，选中 General 选项卡，在【Buddy】下拉菜单中选择“axMapControl1”，如图 3-9 所示。

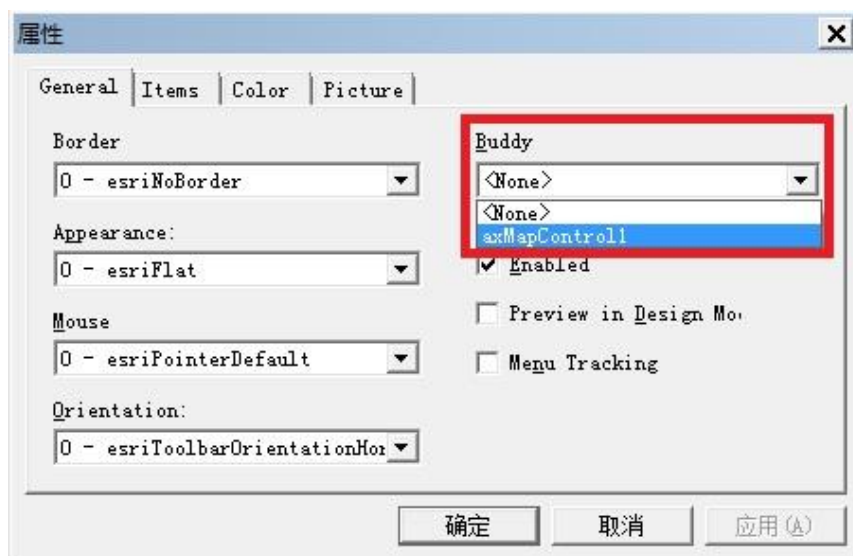


图 3-9 工具条控件与地图控件的关联设置

(2)在 TOCCControl 控件上右键，打开【属性】对话框，选中 General 选项卡，在【Buddy】下拉菜单中选择“axMapControl1”，如图 3-10 所示。

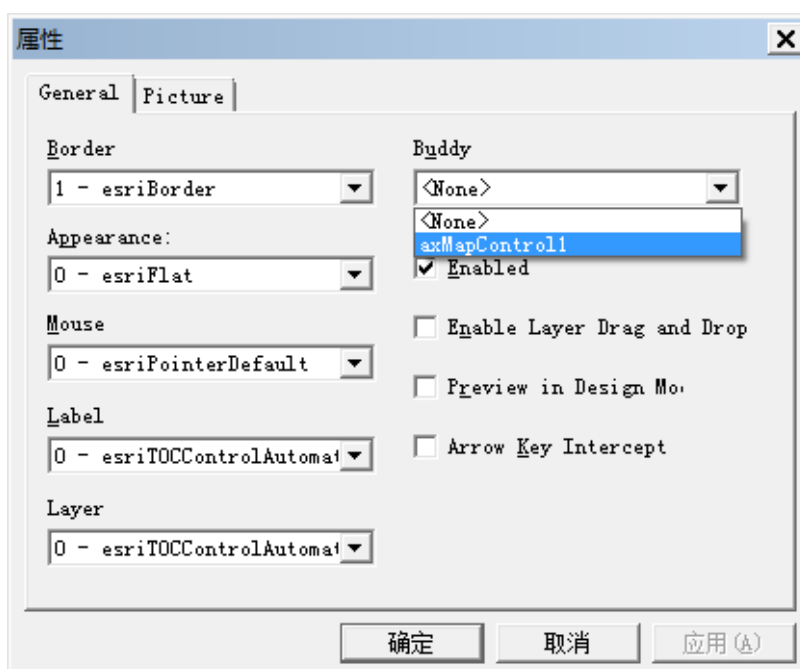


图 3-10 目录控件与地图控件的关联设置

5、添加工具命令

在 Toolbar 控件上右键，打开属性对话框，选中 Items 选项卡，添加几个工具命令，如图 3-11 所示。

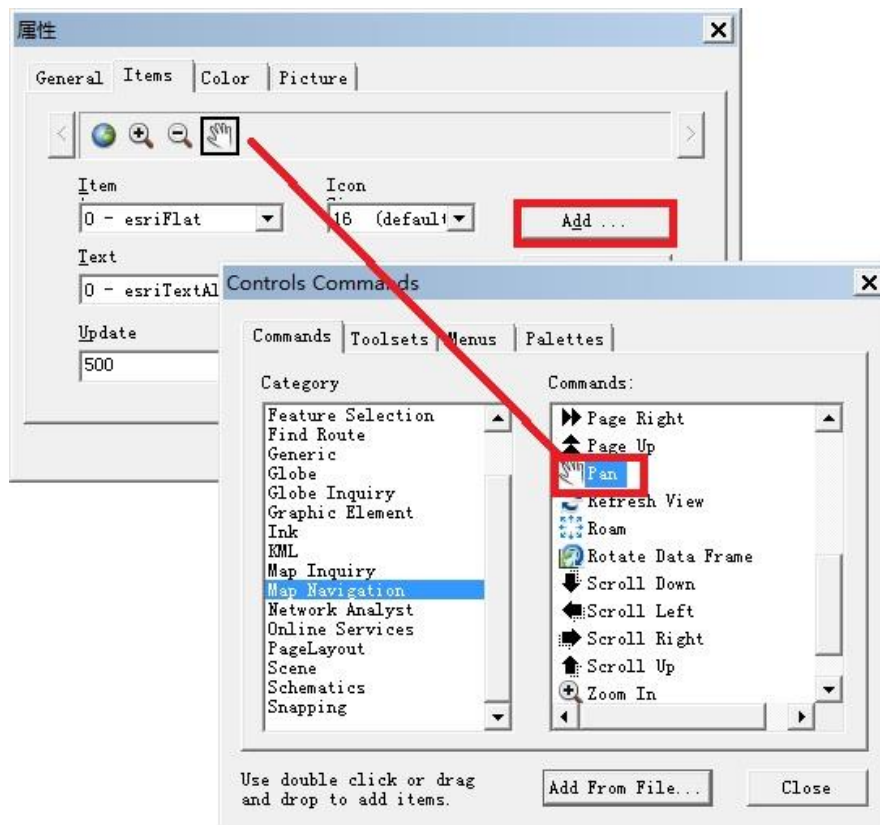


图 3-11 为工具条添加命令

6、运行程序

双击【Program.cs】，进入 Main 函数，将下面的语句添加到 Main 函数中。

```
static class Program
```

```
{
```

```
.....
```

```
static void main()
```

```
{
```

```
    ESRI.ArcGIS.RuntimeManager.Bind(ESRI.ArcGIS.ProductCode.EngineOrDesktop);
```

```
    //该代码放在 main()函数的最前面
```

```
    .....
```

```
}
```

```
.....
```

```
}
```

运行程序，结果如图 3-12。

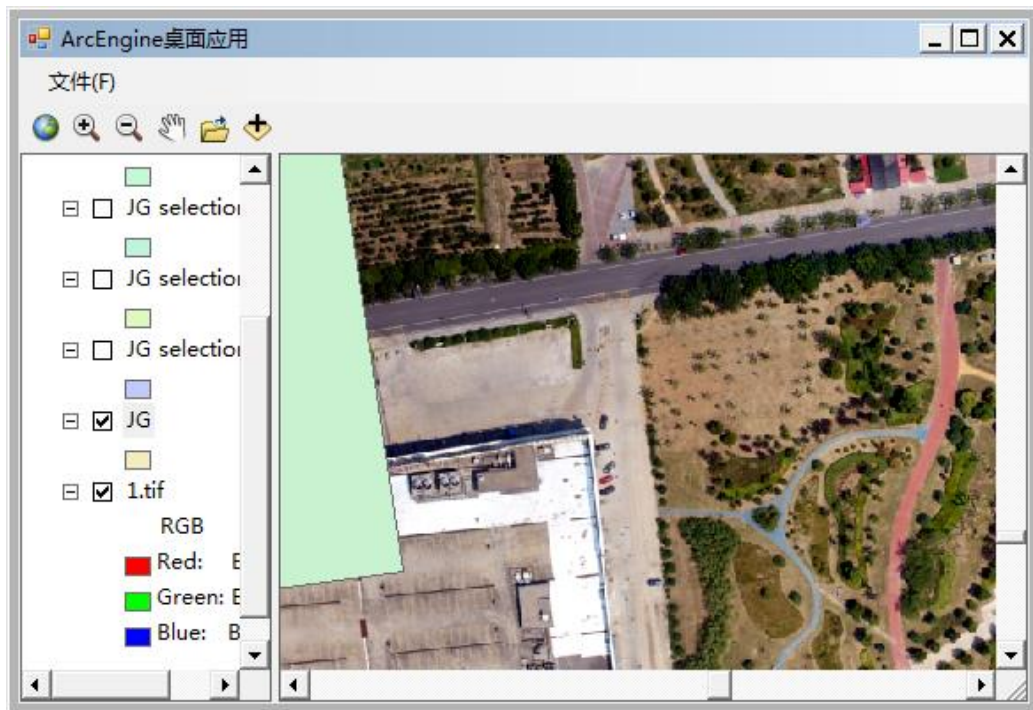


图 3-12 运行程序

(二) 菜单功能代码编写

1、打开文档

该菜单用于添加 mxd 文档，需用到 `AxMapControl.LoadMxFile(sFilePath)` 方法，只要将 mxd 文档的路径及文件名传给这个方法即可。

双击【打开文档】菜单项，在这个菜单的单击事件中填写如下代码：

```
OpenFileDialog OpenMXD = new OpenFileDialog();
OpenMXD.Title = "打开地图";
OpenMXD.InitialDirectory = "E:";
OpenMXD.Filter = "Map Documents (*.mxd)|*.mxd";
if (OpenMXD.ShowDialog() == DialogResult.OK)
{
    string MxdPath = OpenMXD.FileName;
    axMapControl1.LoadMxFile(MxdPath);
}
```

控件的 `LoadMxFile` 是用来加载地图文档的，可以将刚才写的代码封装成一个函数：

```
public string OpenMxd()
{
    string MxdPath = "";
    OpenFileDialog OpenMXD = new OpenFileDialog();
```

```

OpenMXD.Title = "打开地图";
OpenMXD.InitialDirectory = "E:";
OpenMXD.Filter = "Map Documents (*.mxd)|*.mxd";
if (OpenMXD.ShowDialog() == DialogResult.OK)
{
    MxdPath = OpenMXD.FileName;
}
return MxdPath;
}

```

此时，只需要在这个菜单的单击事件中填写如下代码：

```
axMapControl1.LoadMxFile(OpenMxd());
```

2、代码添加数据

AxMapControl 包含 Addlayer、AddlayerFromFile、AddShapefile 三个方法用来添加不同类型的数据。

这些方法的使用和上面的相似，方法中的参数可能不同。对于 AddShapeFile 来说，它需要两个参数，第一个参数是 shp 文件名所在的目录，第二个是文件名。因为打开 shp 文件要两个参数，所以构造一个数组，用来返回相应的参数，代码如下：

```

public string[] OpenShapeFile()
{
    string[] ShpFile = new string[2];
    OpenFileDialog OpenShpFile = new OpenFileDialog();
    OpenShpFile.Title = "打开Shape文件";
    OpenShpFile.InitialDirectory = "E:";
    OpenShpFile.Filter = "Shape 文件(*.shp)|*.shp";
    if (OpenShpFile.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        string ShapPath = OpenShpFile.FileName;
        //利用"\"将文件路径分成两部分
        int Position = ShapPath.LastIndexOf("\\");
        string FilePath = ShapPath.Substring(0, Position);
        string ShpName = ShapPath.Substring(Position + 1);
        ShpFile[0] = FilePath;
        ShpFile[1] = ShpName;
    }
    return ShpFile;
}

```

此时，只需要在这个按钮的单击事件中填写如下代码：

```
string[] shpFile = new string[2];
shpFile = OpenShapeFile();
axMapControl1.AddShapeFile(shpFile[0],shpFile[1]);
```

利用刚才添加的打开文档的命令打开一个新的文档，图 3-13 所示。也可利用工具条中的放大、缩小工具进行简单的操作。



图 3-13 打开文档

五、课后思考

- (1)理解二次开发的意义。
- (2)ArcEngine 常用控件有哪些，各有什么用处？
- (3)常用的窗体控件有哪些？
- (4)理解类、函数、事件、控件等的含义。