

实验八：GIS 空间分析方法

一、实验类型

综合性。

二、实验目的与要求

- 1、目的：掌握栅格与矢量数据的空间分析操作方法
- 2、要求：4 课时完成。

三、实验材料与仪器设备

计算机。

地理信息系统实验指导书
牛继强

四、实验内容与步骤

（一）栅格数据生成与分析

1、栅格型数字高程模型的生成

打开地图文档\gis_ex09\ex07\ex07.mxd，激活 data frame1，可见到二个图层：线状图层“边界”和点状图层“高程点”（见图 8-1），高程点为地形高程的样本点，打开要素属性表“Attribute of 高程点”，该表有 HEIGHT 字段存储样本点的高程值，关闭属性表。选用主菜单 Tools/Extensions...，勾选 Spatial Analyst，按 Close 键结束，栅格分析模块 Spatial Analyst 被加载，在主菜单 View/Toolbars 下勾选 Spatial Analyst，窗口中增加了一个栅格分析工具条。

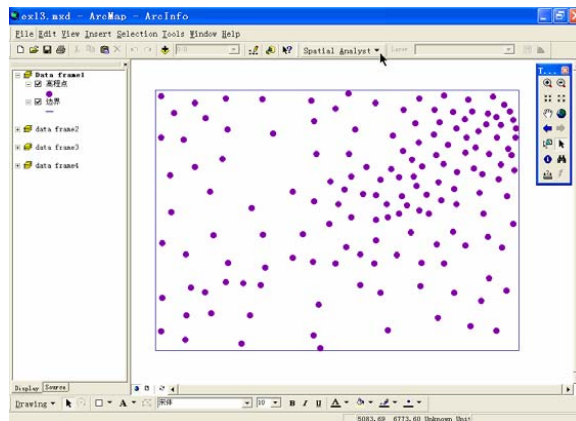


图 8-1 data frame1 显示

选用菜单 Spatial Analyst/Options...，设置 Spatial Analyst 的初始化选项，分别有 General, Extents, Cell Size 三个标签：

（1）General 标签

Working: D: \gis_ex09\ex07\temp\

鼠标展开选择 Spatial Analyst 的工作路径

Analysis mask: <None>

不选，本练习暂不考虑

Analysis Coordinate System:

● Analysis output will be saved in the same coordinate system as the input (or first raster input if there are multiple... 点选上侧，产生栅格的坐标系和输入数据相同

(2) Extents 标签

Analysis extent: Same as Layer: “边界” 下拉选择图层。新产生栅格限定在该图层空间范围内

(3) Cell size 标签

Analysis cell: As Specified Below 下拉选择

Cell size: 25 键盘输入栅格单元的大小

Number of Rows: 200 边界和栅格单元大小确定后，自动确定栅格行数

Number of Columns: 280 边界和栅格单元大小确定后，自动确定栅格列数

按“确定”键，完成初始化设置。选用菜单 Spatial Analyst/Interpolate to Raster/Inverse Distance Weighted...，启动空间插值功能，采用距离倒数权重法，出现 Inverse Distance Weighted 对话框：

Input points: 高程点 下拉选择，图层“高程点”为插值的数据来源

Z value field: HEIGHT 下拉选择，Z 坐标来自高程点属性表中 HEIGHT 字段

Power: 2 距离的权重加 2 次幂

Search radius type: Variable 按距离相邻进行计算，不设固定搜寻半径

Number of points: 10 计算每个单元时搜寻相邻 10 个样本点

Maximum distance: 不设最大搜寻距离，保持空白

Use Barrier polylines: 不勾选，地表没有特殊障碍物，保持空白

Output cell size: 25 栅格的单元大小已在初始化时设定，默认

Output raster: surface1 键盘输入产生栅格数据的名称，不指定路径，使用初始设置，

General 标签中的 Working 项已设定为 D: \gis_ex09\ex07\temp\

确定上述空间插值参数后按 OK 键，ArcMap 按距离倒数权重法作空间插值处理，产生一个新的栅格图层 surface1，用默认的方式显示，在目录表中用鼠标右键点击该图层名，打开 Layer Properties 对话框，选择 Symbology 标签，左上角 Show 定义区中选 Classified，在 Classification 定义区点击 Classify...按钮，调出分类定义对话框：

Method: Equal Interval 下拉选择，等距分类法

Classes: 7 下拉选择或键盘输入，分为 7 类

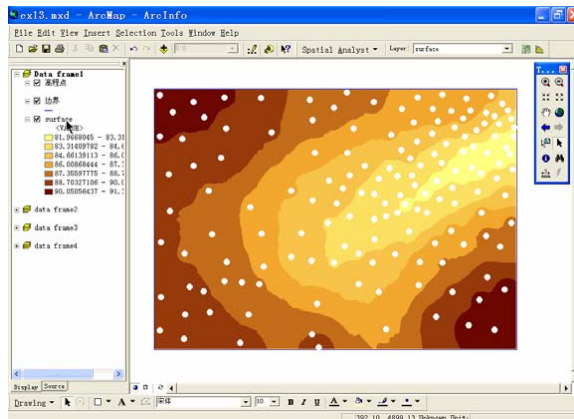



图 8-2 高程栅格的显示

按 OK 键返回，在 Color Ramp 下拉表中选择一种单色渐变色系，按“确定”键，关闭图层特征设置对话框（见图 8-2），将图层的显示放大到一定程度，可以看出栅格的形状（见图 8-3）。鼠标选择图层 surface1，点击属性查询工具 ，可以在窗口中查询某个栅格单元的取值（Pixel Value），处于分类显示的哪个区间内（Class）。

选用菜单 Spatial Analyst/Surface Analysis/Contour...，生成等值线，出现

Contour 设置对话框：

Input surface: surface1

下拉选择栅格图层名

Contour interval: 0.5

键盘输入，等高线的间距为 0.5

Base contour: 0

键盘输入，等高线从高程 0 起算

Z factor: 1

Z 方向比例不夸张

Output features: D:\gis_ex09\ex07\temp\cntour 鼠标选择路径，键盘输入数据名称，按 Save 键确认

按 OK 键后，自动生成并加载等高线图层 cntour。本练习使用了典型的距离倒数权重法，练习者可能看到等高线和一般规律稍有出入（有一些很小的圆），这是由于选用的计算方法、相关参数对该地形不是太适合所致（见图 8-4）。

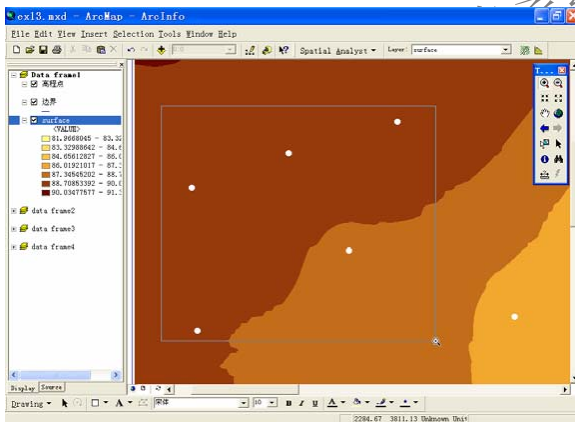


图 8-3 栅格图层放大显示

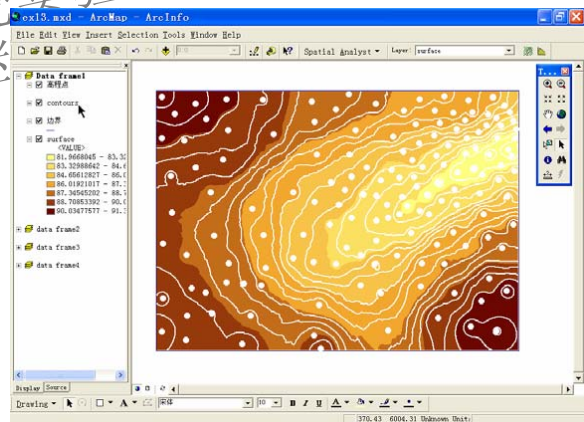


图 8-4 等高线图层的显示

2、高程栅格转换成坡度

选择菜单 Spatial Analyst/Surface Analysis/Slope...，调出坡度参数设置对话框：

Input surface: surface1

下拉选择产生坡度的栅格

Output measurement: Percent

坡度的计量单位，这里选用百分比

Z factor: 1

纵向比例不夸张

Output cell size: 25

栅格单元的大小，初始化设定

Output raster: slope1 只输入栅格数据名称，路径为初始设置中的 Working 项

确定上述插值参数后按 OK 键，系统产生一个新的栅格图层 slope1，用默认方式显示，选择栅格图层 slope1，打开 Layer Properties 对话框，激活 Symbology 标签，在 Classification 定义区点击 Classify...按钮，调出分类定义对话框：

Method: Equal Interval

下拉选择，等距分类法

Classes: 4

下拉选择或键盘输入，分为 4 类

Method: Manual

再选分类方法，改为手工方式

Break Values

在右下侧属性框内输入分类界限值

0.1

0.2

0.3

0.4

按 OK 键，返回 Symbology 对话框，在 Color Ramp 项，下拉选择一种单色渐变色系，在 Label 项，输入对坡度的中文解释：“平坡，缓坡，中坡，陡坡”（见图 8-5），按“应用”键后，可以观察到显示效果，按“确定”键后，还可调整显示顺序，等高线图层放在最上，坡度放在下面，并扩大坡度图和等高线图之间的颜色对比差异，可以观察到等高线密的地方坡度大，等高线疏的地方坡度小（见图 8-6）。

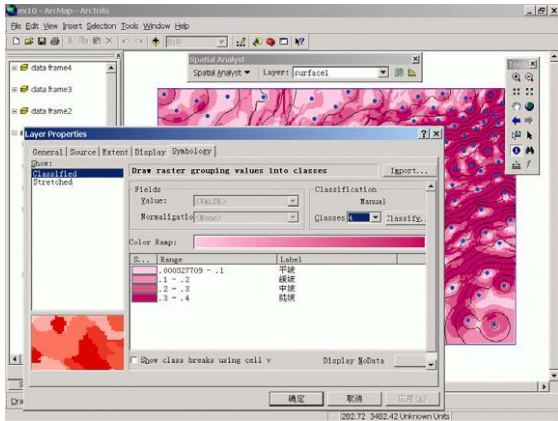


图 8-5 坡度图图列表的设置

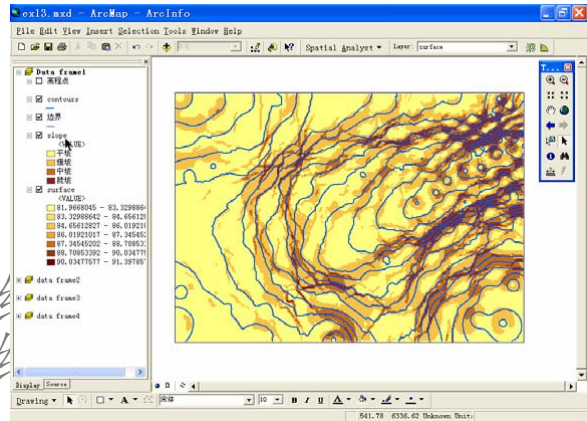


图 8-6 从高程栅格产生的坡度图

3、密度图的生成

用矢量数据计算人口密度，除了掌握人口数的分布，还要确定人口统计范围的边界，根据边界计算面积，有了面积才可计算密度，如果人口统计的边界不确切，在矢量模型中，可使用泰森多边形（详见泰森多边形部分），本练习使用一种矢量数据向栅格转换的方法，也可认为是一种特殊的栅格空间插值法，处理的结果是使栅格单元获得密度值。

当前地图文档中激活 data frame2，可看到矢量点状图层“人口调查”和矢量线状图层“道路”，后者仅用于分析范围的确定和背景显示（见图 8-7），打开属性表“Attribute of 人口调查”，该属性表字段 POPU 为调查人口数。

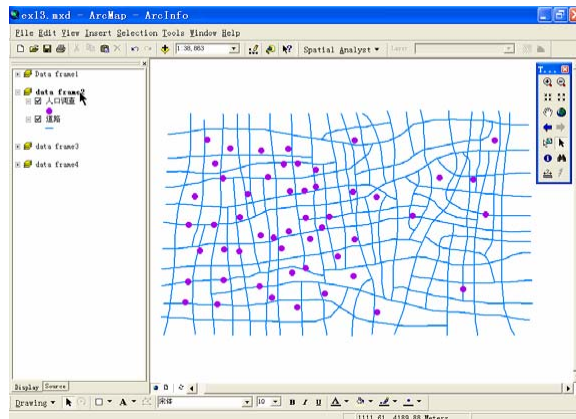


图 8-7 data frame2 的显示

鼠标双击 data frame2 名称，调出 Data Frame 特征定义对话框，激活 General 标签，在 units 定义区用下拉式菜单将 Map Unites 和 Display Units 从 Unknown Units 改为 Meters（米），完成后按“确定”键关闭窗口。如果 Spatial Analyst 扩展模块未加载，用菜单 Tools/Extensions...加载，选用菜单 Spatial Analyst/Options...，作 Spatial Analyst 的初始化设置：

(1) General

Working: D: \gis_ex09\ex07\temp\

鼠标指定工作路径

Analysis mask: <None> 不考虑
Analysis Coordinate System: 选择上侧圆点，用输入数据的坐标系

(2) Extents 标签

Analysis extent: Same as Layer “道路” 下拉选择图层，决定栅格空间范围

(3) Cell size 标签

Analysis cell: As Specified Below 下拉选择
Cell size: 50 键盘输入栅格单元的大小
Number of Rows: 82 自动确定栅格行数
Number of Columns: 136 自动确定栅格列数

按“确定”键，完成 Spatial Analyst 初始化设置，选择菜单 Spatial Analyst/Density...，出现 Density 参数设置对话框：

Input data: 人口调查 下拉选择图层名，该图层的要素作为样本点
Population field: POPU 下拉选择“人口调查”要素属性表的字段名
Density Type: ● Kernel 用核心式计算方法
Search Radius: 600 键盘输入密度计算的搜索半径
Area Units: Square Map Units 面积单位为地图单位的平方
Output cell size: 50 输出栅格的单元大小，按初始化设置
Output raster: density1 键盘输入栅格数据名，路径使用初始化设置

按 OK 键，按既定算法产生大致的人口密度分布图 density1，读者可以改变它的显示符号（见图 8-8），还可参考产生等高线的方法，产生人口等密度线。

Spatial Analyst 有 2 种密度图的计算方法：

Simple: 简单算法，由样本点为圆心，由搜索半径产生圆，组成该圆的栅格面积为分母，样本点的属性值为分子，两者相除得到密度值，搜索圆内每个栅格单元的密度值相同。

Kernel: 核心式算法，由样本点为圆心，由搜索半径产生圆，圆心处的栅格单元密度值最高，离开圆心越远，密度越低，边界处的密度值为零。当然，每个单元的密度值和自己面积相乘，再累计起来，等于样本值。

如果多个搜索圆有重合，不管采用上述哪种方法，重合单元的密度值相加。

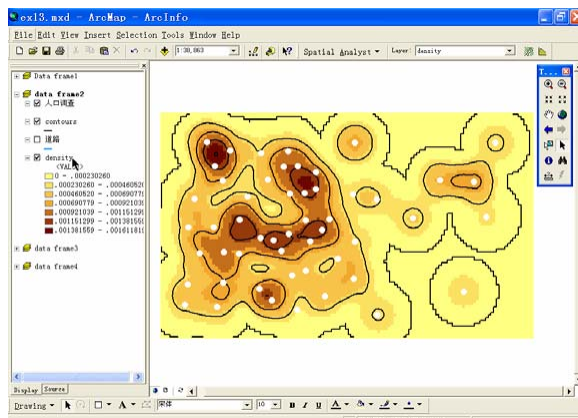


图 8-8 计算产生的人口密度图

(二) 栅格叠置分析

1、中学选址的依据

本练习要求对现有中学、人口分布、土地使用进行评定，为新建中学的选址提供依据，可利用的数据有三种：(1) 现有中学。点状空间数据，新建中学不应离现有中学太近，为此建立离开现有中学的距离图。(2) 人口分布。点状空间数据，新建中学应在人口比较密集的地方，为此利用点状人口调查数据产生密度图。(3) 规划土地使用。矢量多边形空间数据，某些用地不应该建中学，如工业用地，某些用地不太适合建中学，如商业用地，而居住用地适合建中学。

根据上述数据和基本依据，将离开现有中学的距离分为 4 类，分别赋予评定指标：

0~500 米：0，500~1000 米：1，1000~1500 米：2，>1500 米：3 图层①

人口密度分为 4 类（人/公顷），分别赋予评定指标：

0~50：0，50~100：1，100~200：2，>200：3 图层②

土地使用再分为 3 类，分别赋予评定指标：

工业或绿地：0，商业：1，居住：2 图层③

新建中学选址的综合评定指标：图层① * 图层② * 图层③

2、产生离开现有中学的距离图、再分类

启动地图文档\gis_ex09\ex09\ex09.mxd，激活 data frame1，有 4 个图层（见图 8-9）：点状图层“现有中学”、点状图层“人口调查”、面状图层“规划土地使用”、线状图层“道路”（只起限定栅格边界和背景图的作用）。鼠标双击 data frame1，在弹出的 Data Frame Properties 对话框的 General 标签中将 Map Unites 和 Display Units 从 Unknown（未定义）改为 Meters（米），完成后按“确定”键关闭。选用菜单 Tools/Extension...，加载 Spatial Analyst，在菜单 View/Toolbars 下勾选 Spatial Analyst，调出栅格分析工具条。

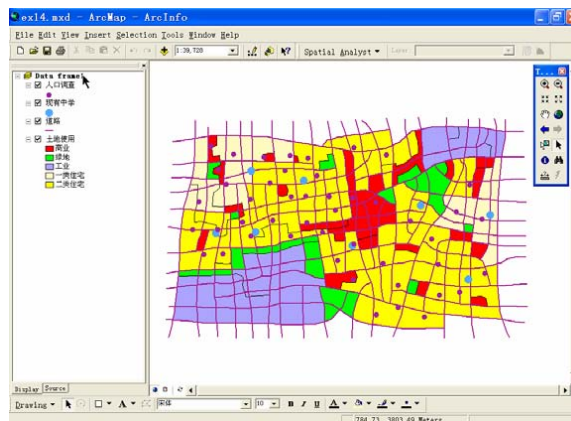


图 8-9 data frame1 的显示

设置 Spatial Analyst 的初始参数，选用菜单 Spatial Analyst/Options...：

(1) General 标签

Working: D:\gis_ex09\ex09\temp\

鼠标展开选择 Spatial Analyst 的工作路径

Analysis mask: <None>

不选，本练习暂不考虑

Analysis Coordinate System:

● Analysis output will be saved in the same coordinate system as the input (or first raster input if there are multiple... 点选上侧，产生栅格的坐标系和输入数据相同

(2) Extents 标签

Analysis extent: Same as Layer: “道路” 下拉选择图层，限定分析空间的范围

(3) Cell size 标签

Analysis cell: As Specified Below 下拉选择

Cell size: 50 键盘输入栅格单元的大小

Number of Rows: 82 边界和栅格单元大小确定后，自动确定栅格行数

Number of Columns: 136 边界和栅格单元大小确定后，自动确定栅格列数

按“确定”键，完成初始化设置。选用菜单 Spatial Analyst/Distance/StraightLine...，出现 Straight Line 参数设置对话框：

Distance to: 现有中学 下拉选择图层名，消防站为距离的参照点

Maximum distance: 不限定最大的计算范围，保持空白

Output cell size: 50 默认，使用初始化设置

Output raster: school 键盘输入栅格数据名称，存放路径为初始化设置

按 OK 键，产生离开现有中学的距离分布图，点击图层名 school，选用菜单 Spatial Analysis/Reclassify...，系统出现 Reclassify 对话框，点击 Classify...按钮，出现 Classification 对话框：

Method: Equal Interval 按等间距方式分类

Classes: 4 共分 4 类

按 OK 键，返回 Reclassify 对话框，栅格数据被分为 4 类，还要按分析之前确定的要求修改分类的间距：

Old Values (原来值)	New Value (修改值)
0 - 500	0
500 - 1000	1
1000 - 1500	2
1500 - 2200	3

在 Output raster 中规定文件名及输出路径，这里为 R_school，按 OK 键返回，系统产生新的分类图层 R_school（见图 8-10）。

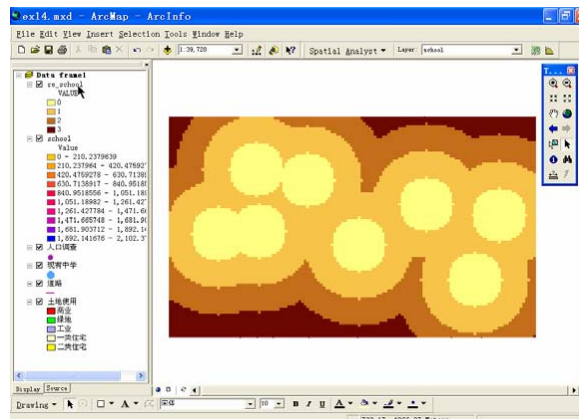


图 8-10 离开现有中学的距离再分类图

3、产生人口分布密度图、再分类

选用菜单 Spatial Analysis / Density...，出现 Density 参数设置对话框：

Input features: 土地使用 下拉选择图层名

Field: landuse 下拉选择字段名, 该字段在“土地使用”要素属性表中, 决定栅格单元取值

Output cell size: 50 已经在初始化时设定

Output raster: ld_use 键盘输入栅格数据名称, 路径按初始设置

按 OK 键后, 产生栅格状土地使用图层 ld_use(见图 8-12), 打开图层属性表“Attribute of ld_use”, 该表的内容如下:

Value	Count	landuse
栅格单元取值	取该值的单元数累计	所对应的转换前的属性
1	1568	M (工业用地)
2	854	C (商业用地)
3	4120	R2 (一类居住用地)
4	1079	R1 (二类居住用地)
5	658	G (绿地)

按评价的需要对 landuse 字段再分类。选用菜单 Spatial Analysis/Reclassify... 系统出现 Reclassify 对话框, 在 Input raster 下拉菜单中选择 ld_use, 在 Reclass field 中下拉选择 landuse, 表示对 landuse 字段进行重新赋值。注意, 这里应直接修改 New Values, 具体操作如下:

Old Values (原来值)	New Value (修改值)
C (商业)	1
G (绿地)	0
M (工业)	0
R1 (一类居住)	2
R2 (二类居住)	2

在 Output raster 中指定栅格数据名为 R_ld_use, 按 OK 键, 产生新的栅格图层 R_ld_use (见图 8-13)。

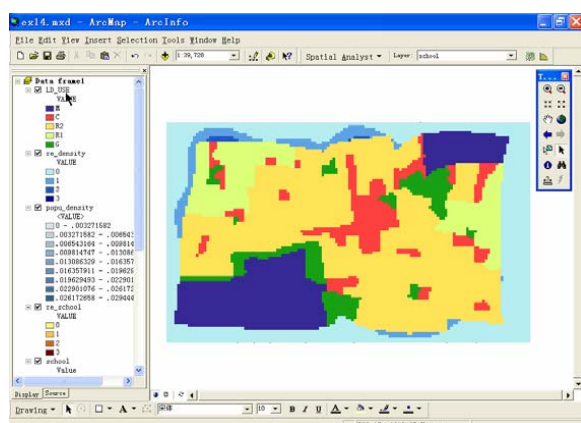


图 8-12 土地使用矢量图转化成栅格图

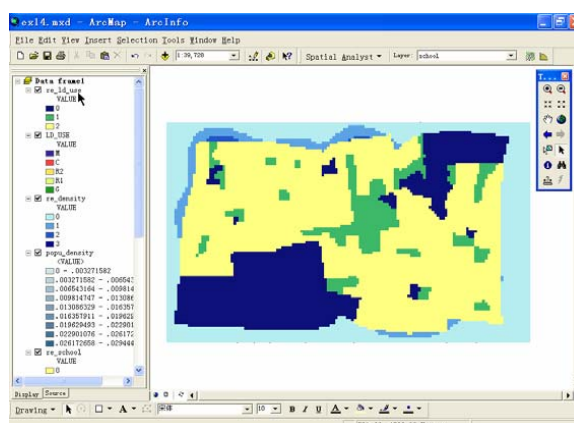


图 8-13 重新分类后的土地使用图层

5、计算综合评定指标

选用菜单 Spatial Analysis/Raster Calculator... 出现 Raster Calculator 对话框, 可供计算的图层名列在左侧图层选择框内, 双击鼠标实现如下操作:

$$[R_popu] * [R_ld_use] * [R_school]$$

按 Evaluate 按钮，产生中学选址综合评定图层 Calculation。鼠标双击图层名 Calculation，调出图层特征设置对话框，在 Symbology 标签中，调整符号如下：

- Show: Classified 点击选择
- Classified Field: Value 系统默认
- Color Ramps: 下拉选择一种单色渐变色系

按 Classify...按钮，调整分类：

- Method: Equal Interval 按指标的平均间距分类
- Classes: 8 分 8 个区间

按 OK 键返回，按“确定”键结束图层显示设置。在选址综合评定图中可以看出颜色偏深（栅格单元取值偏大）为适宜布置新建学校的位置，颜色偏浅（栅格单元取值偏小）表示不适合再增加学校的位置。关闭除“道路”、“现有中学”和 Calculation 之外的其他图层，将图层“道路”和“现有中学”的显示次序调至综合评定图之上，得到更好的观察效果（见图 8-14）。

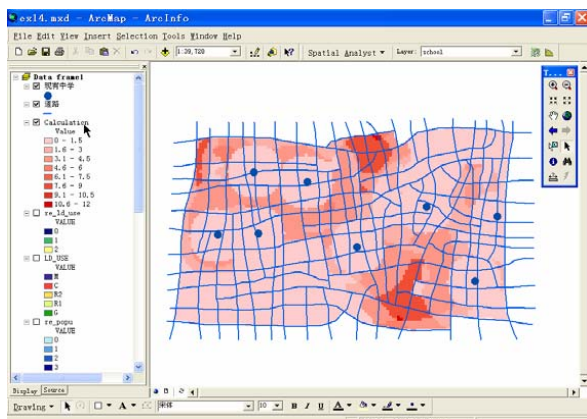


图 8-14 用栅格模型产生的中学选址综合评定图

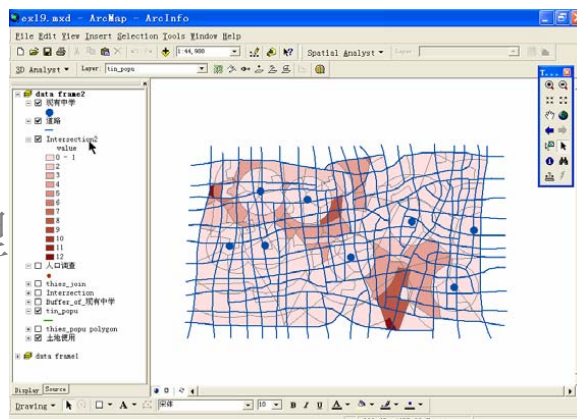


图 8-15 用矢量模型产生的中校选址综合评定图

6、分类计算面积

栅格单元为整数时，自动产生栅格取值属性表，打开 Attribute of Calculation，可以看到栅格单元的汇总情况，该表不能编辑，为了得到不同评定值的面积，选用属性表窗口内的菜单 Options/Export...，将该表转换成独立属性表：

- Export: All records 默认选择
- Output table: D:\gis_ex09\ex09\temp\Export_Output.dbf 输出的表名和路径

点击 OK 按钮后，再提示产生的新表是否加入当前地图文档，回答“是（Y）”，在目录表中点击 Source 标签，可以看到该表被加载。打开属性表 Export_Output，选用菜单 Options/Add Field...，

- Name: Sum_Area
- Type: Long Integer
- Precision: 8

按 OK 键返回，用鼠标右键点击字段名 Sum_Area，选用菜单 Calculate Values...，在 Field Calculator 对话框中有提示：Sum_Area =，用鼠标和键盘在文本框内输入：[Count]*50*50（每个栅格单元的大小为 50 米乘 50 米），按 OK 键返回。不同评定值的汇总结果如下：

Value	Count	Sum_Area
(综合评定值)	(栅格中取该值的单元共有多少)	(累计面积)
0	4877	12192500

1	234	585000
2	955	2387500
3	41	102500
4	1641	4102500
6	90	225000
8	433	1082500
12	8	20000

练习结束，选用菜单 File/Exit，退出 ArcMap，软件提示是否保存对 Map Document 做过的改动，为了不影晌以后、他人的练习，应选“否 (No)”回答。

7、小结

在密度图、距离图的基础上，本练习增加了矢量多边形转换成栅格、栅格数据再分类、多重栅格数据之间叠合计算等功能，重点是叠合计算，多指标综合评定。读者做完练习后，应回顾一下本练习开始介绍的中学选址评定依据，理解综合评定的五个主要步骤：

- (1) 产生离开现有中学的距离图、再分类，确定单项评定指标
- (2) 产生人口分布密度图、再分类，确定单项评定指标
- (3) 土地使用矢量图转换为栅格图、再分类，确定单项评定指标
- (4) 多重栅格叠合，单项指标综合，显示综合评定图
- (5) 按综合评定指标，分类计算面积

地理信息系统实验指导书
牛继强

(三) 矢量叠置分析

1、多边形合并

ArcMap 可以按要素的属性进行合并，如将相同类型的点、线、面合并为点簇、线簇、多边形簇。本练习对乡进行合并，使乡合并为县。

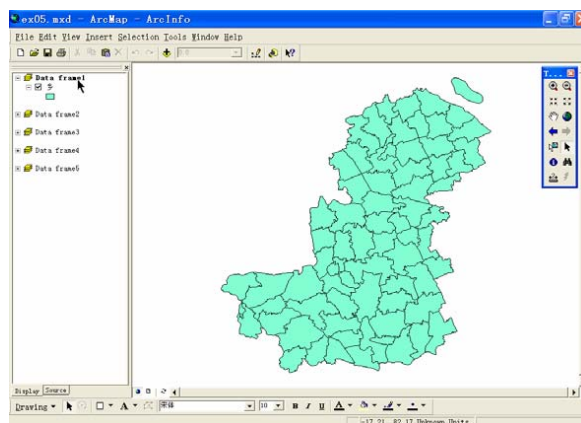



图8-16 data frame1的显示

启动地图文档\gis_ex09\ex11\ex11.mxd，激活 data frame1(见图 8-16)，仅有一个面状图层“乡”。地图窗口在按钮条点击图标，出现 ArcToolbox 窗口，为了有效利用显示屏，可将 ArcToolbox 窗口拖动到目录表下侧，展开 ArcToolbox/Data Management Tools/Generalize，鼠标双击 Dissolve，出现 Dissolve 对话框：

Input Features: 乡

下拉选择图层名

Output Feature Class: d: \gis_ex11\ex11\temp\dissolve1.shp 鼠标选择路径，键盘输入文件名

Dissolve Field(s) (optional): 合并的字段名
 ✓ CO_NAME 勾选, 按每个乡所在县的名称相同合并
 Statistics Field(s) (optional): 需计算的字段

Field	Statistic	Type
AREA	SUM	下拉添加多边形面积字段名, 下拉选择计算方法为累加
POP94	SUM	下拉添加 94 年人口字段名, 下拉选择计算方法为累加

按 OK 键继续, 软件出现处理过程提示窗, 左上角出现 Completed 提示, 表示处理完毕, 按 Close 键关闭。叠置后的图层 dissolve1 出现在目录表、地图窗口内 (见图 8-17)。每个乡按所在县合并, 空间处理的结果是取消了多边形乡的边界, 保留了县的边界, 对 AREA 和 POP94 二个字段作了累加计算。

用鼠标右键打开图层 dissolve1 的 Properties..., 选择 Symbology 标签, 为每个县定一种颜色 (Unique Values 为图例类型, CO_NAME 为 Value Field), 单击 Symbology 标签左下角的 Add all values 添加分类的值, 按“确定”键, 可以看到志远县在几何上由三个互不相邻的多边形组成 (地图右上角), 但是每个县在空间上是一个整体, 在属性表中也只有一条记录, 打开要素属性表显示结果如下:

Dissolve_Shape*	CO_NAME	SUM_AREA	SUM_POP94
(合并后的要素类型)	(县名)	(合并后的面积)	(合并后的人口)
Polygon	兴益县	437.722261	461844
Polygon	广宁县	665.428857	468291
Polygon	志远县	245.959860	334346
Polygon	罗丰县	510.328586	618648

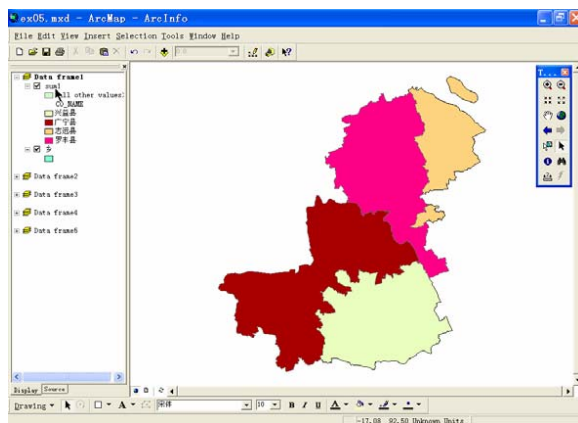


图 8-17 按乡合并成县

2、多边形叠置练习简介

激活 data frame2, 可以看到“高程”、“地块”二个多边形图层 (见图 8-18)。“高程”多边形是由地形等高线组合而成。打开图层属性表“Attribute of 高程”, 可以看到该属性表有字段 Hight, 表示该多边形的最大高程。打开图层属性表“Attribute of 地块”, 可以看到该属性表有 Landuse, Value, Class 等字段, 分别表示土地使用、估计财产、地基类型。在目录表的下部点击标签 Source, 可以看到, 图层数据的存放路径。点击按钮 Add Data, 在 d: /gis_ex09/ex11/路径下, 选择独立属性表 found.dbf, 用 Add 按钮, 该表加载。鼠标右键点击该表, 选 Open 打开, 可以看到该表有 Class, Para 二个属性, 表示地基类型和损失系数, 关闭属性表窗口。

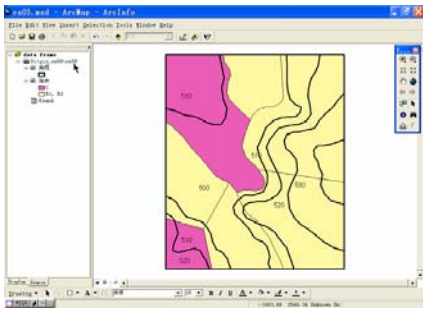


图 8-18 data frame 的显示

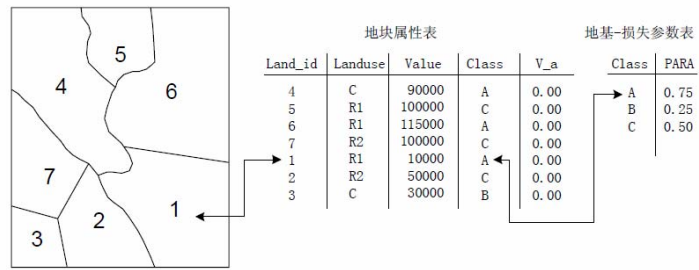


图 8-19 地块属性表、地基—损失参数表的逻辑关系

本例为一个假设的洪水淹没损失估计，损失与如下因素有关：（1）地形高程，高于 500 的范围不受洪水淹没，由高程多边形的最大高程属性（Hight）决定。（2）土地使用，只对住宅用地分析，由地块多边形的土地使用属性（Landuse）决定。（3）地基类型，地基好的损失小，地基差的损失大，由地基—损失参数表（found.dbf）中的地基类型（Class）和损失系数（Para）决定。（4）地块上居民的财产，由地块的估计财产属性（Value）决定。

3、计算地块财产密度

用鼠标右键打开图层“地块”的要素属性表“Attribute of 地块”，在按钮条中点击图标（Editor Toolbar），调出数据编辑工具条，选用菜单 Editor/Start Editing，该表进入编辑状态。鼠标右键点击字段名 V_A，选用 Calculate Values...，出现提示：V_A=，用鼠标点击输入：

[Value]/[Area]

按 OK 键结束，可以看到字段 V_A 被赋值。使用菜单 Editor/Stop Editing，提示是否保留编辑，回答“是（Y）”，可以看到，编辑状态结束，属性表关闭。

4、空间叠置

如果 ArcToolbox 窗口未显示，在地图窗口点击 图标，调出 ArcToolbox，展开 ArcToolbox /Analysis Tools/Overlay，鼠标双击 Union，出现 Union 对话框，在第一行 Input Features 提示下，展开选择“高程”，再展开选择“地块”，可以看到这二个图层名出现在 Features 列表中。

Output Feature Class: d:\gis_ex09\ex11\temp\Union1.shp 鼠标选择路径，键盘输入文件名

JoinAttributes (Optional): ALL 默认，所有字段都合并

按 OK 键继续，软件出现处理过程提示窗，左上角出现 Completed 提示，处理完毕，按 Close 键关闭。叠置后的图层 Union1 出现在目录表、地图窗口内（见图 8-20）。

5、计算叠置后的多边形面积

打开图层属性表“Attributes of Union1”，在表的由下侧选用菜单 Options/Add Field...，在随后的对话框中定义所增加的字段：

Name（字段名）：New_Area

Type（数据类型）：double（双精度浮点型）

precision（字段宽度）：10

scale（保留小数位数）：1

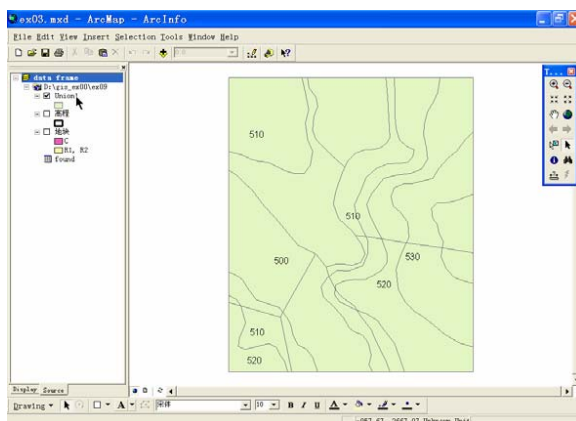


图 8-20 叠置后的多边形专题图层

按 OK 键返回，再为字段 New_Area 赋值。鼠标右键点击属性表的字段名 New_Area，选择菜单 Calculate...，出现 Field Calculator 对话框，勾选 Advance 选项，在 Pro-logic VBA Script Code 文本框内输入以下 VBA 代码：（“//” 右边的文字为代码说明，不必输入，只输入英文代码即可）

```
dim newarea as double //声明 double 类变量 newarea 用于保存面积值，该名字可以自行取名，但要与下面的命令框输入的名字保持一致
dim pArea as IArea //声明 IArea 类变量 pArea 用于保存参与计算的字段
set pArea = [shape] //为变量 pArea 赋值
newarea = pArea.area //求解多边形面积并赋给以上用户定义的变量 newarea
```

在下面的 New_Area = 的命令输入框输入刚才创建的面积计算变量名 newarea，按 OK 键结束，可以观察到字段 New_Area 中的计算结果为叠置后多边形的面积。

6、计算地块估计损失、地块损失密度

选用菜单 Options/Add Field...，在对话框内输入：

Name: Estloss (地块的估计损失)
 Type: double (数据类型为数值型)
 Precision: 10 (宽度为 10)
 Scale: 2 (小数点保留 2 位)

按 OK 键后，再选用菜单 Options/Add Field...：

Name: Lossden (单位面积的损失密度)
 Type: double (数据类型为数值型)
 Precision: 8 (宽度为 8)
 Scale: 3 (小数点保留 3 位)

按 OK 键确认。下一步将地基类型—损失系数表连接到叠置多边形属性表。缩小当前的属性表窗口，到目录表中点击 Source 标签（如果没有表名 found，点击 Add Data...，选择 /gis_ex09/ex11/found.dbf，加载）。鼠标右键点击 Union1.shp，选用快捷菜单的 Joins and Relates/Join...，执行表和表的合并连接操作，在 Join Data 对话框中输入表连接的条件：

What do you want to join to: Join attributes from a table 下拉选择，执行表和表连接

1. Choose the field in this layer that the join will take place: CLASS 下拉选择 Union1 属性表中的关键字段

2. Choose the table to join to this layer or load the table: found 下拉选择被连表名

3. Choose the field in the table to base the join only: CLASS 下拉选择 found 表中的关键字段

按 OK 键确认, 提示是否增加属性索引, 回答 “No”, 完成合并连接, 可以看到属性表 “Attribute of Union1.shp” 多了字段 found.PARA, 即损失系数。鼠标右键点击表中的字段名 Union1.Estloss, 选用 Calculate/Values..., 取消 Advanced 前的勾选, 保持空白, 不使用 VBA 程序, 在 Union1.Estloss = 的提示下, 借助鼠标在文本框输入:

[Union1.New_Area] * [Union1.V_A] * [found.PARA]

先按回车键表示输入完毕, 再按 OK 键确认, 字段 Union1.Estloss 被赋值, 即:

地块估计损失=地块财产密度×叠置后的多边形面积×损失系数

再用鼠标右键点击字段名 Union1.Lossden, 选用 Calculate/Values..., 使 Advanced 前的勾选框保持空白, 不使用 VBA 程序, 在 Union1.Lossden = 的提示下, 用鼠标输入:

[Union1.V_A] * [found.PARA]

先按回车键表示输入完毕, 再按 OK 键确认, 字段 Union1.lossden 被赋值, 即: 地块的损失密度=地块财产密度×损失系数

7、地块过滤, 分析结果表达

关闭属性表窗口, 返回 data frame, 过滤图层的要素, 双击图层名 Union1, 调出 Layer Properties 对话框, 选择 Definition Query 标签, 点击按钮 Query Builder..., 输入组合查询条件 (单双引号必须都是英文字符):

"Union1.HIGHT" <= 500 AND "Union1.LANDUSE" LIKE 'R%'

按 OK 键返回, 图层 Union1 中只有高程小于或等 500, 土地使用为住宅, 其土地使用(LANDUSE) 属性为 R 开头的字符串, 才进入选择集, 按 “确定” 键关闭 Layer Properties 对话框, 可以看到 Union1 中的要素被过滤。过滤成功后, 图层的要素明显减少。再打开 Union1 的 Layer Properties 窗口, 选择 Symbology 标签, 定义损失密度图层的图例:

Show: Quantities/Graduated Colors

点击选择颜色渐变符号

Fields/Value: Union1.Lossden

下拉选择字段名, 按损失密度分类

Fields/Normalization: <NONE>

按 Classify... 按钮

Classification/Method: Natural Breaks (Jenks) 下拉选择

Classification/Classes: 3

下拉选择, 分 3 类

Classification/Method: Manual

再次下拉选择, 手动方式分类

在右侧 Break Values 对话框中, 键盘输入:

.030

.060

.090

按 OK 键返回, 可以看到右侧的图例表:

Symbol (符号) Range (分类范围) Label (图例标识, 中文输入)

对应的颜色符	.005 - .030	低
对应的颜色符	.031 - .060	中

对应的颜色符	.061 - .090	高
--------	-------------	---

根据需要调整多边形的填充符号、颜色，按“应用”按钮，观察地图显示效果，满意后按“确定”键，关闭 Layer Properties 窗口。可以关闭高程、地块两个图层的显示状态，再打开，观察显示效果（参见图 8-21）。

最后一步为汇总损失值，用鼠标右键打开图层 Union1 的属性表“Attribute of Union1”，鼠标右键点击该表的字段名 Union1.Estloss，选 Statistics，系统将显示估计的损失值汇总：

Count:	5	计算的地块数
Minimum	185.5700	损失最小的地块值
Maximum	50000.04	损失最大的地块值
Sum:	125817.8	损失之和
Mean:	25163.57	地块损失平均值
Standard	18818.64	统计标准查

关闭显示窗口，关闭属性表窗口。

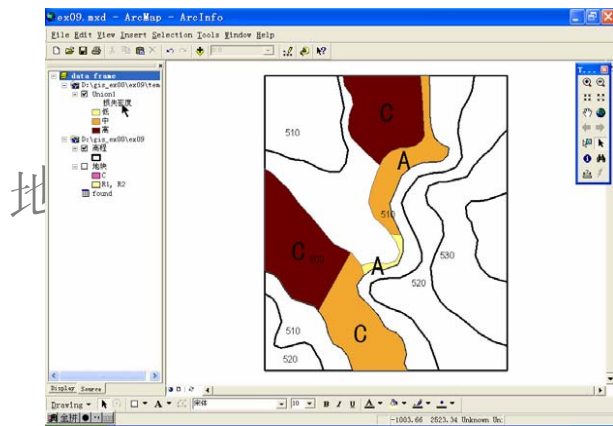


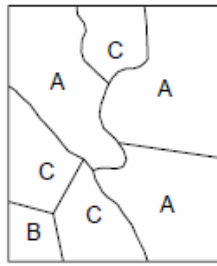
图 8-21 分析结果专题图显示

8、叠置分析过程小结

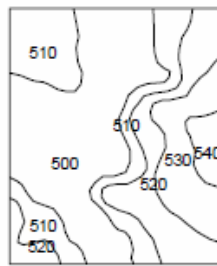
- (1) 在地块属性表中增加一个字段，按地块面积计算财产密度。
- (2) 将地块多边形和高程多边形作叠置处理（Union），生成的叠置多边形（Union1）具有高程、土地使用、地基类型、地块财产密度等属性。
- (3) 计算叠置后的多边形面积。
- (4) 计算地块损失和损失密度。将地基—损失参数表（found.dbf）连接到 Union1，以地基类型（Class）为关键字，使叠置后的多边形属性表获得损失系数字段 PARA，这样，可以计算：每个多边形的估计损失=财产密度×叠置后的多边形面积×损失系数，估计损失密度=财产密度×损失系数。
- (5) 专题地图表达，指标统计。在 Layer Properties 中对 Union1 的要素进行过滤，只有高程小于等于 500、土地使用为住宅的多边形才进入估计其损失的选择集，据此，显示出按损失密度高低分类的地图，统计估计损失值。

空间数据叠置过程可参考图 8-22，图 8-23。初次练习可能将精力集中在计算机操作，顾不上分析的内在含义，做完练习后，应回顾数据处理的过程，体会分析的意义，对原理的理解比获得正确的结果更重要。

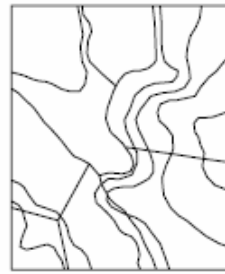
练习结束，选 File/Exit，关闭 Map Document，退出 ArcMap。



地块多边形



高程多边形



叠置后的多边形



过滤后的多边形

图 8-22 叠置之前的图层

图 8-23 叠置、过滤后的图层

(四) 地表模型生成与显示

1、由点状要素产生不规则三角网

启动gis_ex09\ex13\ex13.mxd，激活 data frame1（见图 8-24），可见到二个图层：线状图层“边界”和点状图层“高程点”（见图 8-24），打开图层属性表“Attribute of 高程点”，可看到该图层有字段 Height 储存地形高程样本值，关闭属性表，返回 data frame1，选用菜单 View/Data Frame Properties...，将 Map Units 和 DisplayUnits 均改为 Meters，返回 data frame1。

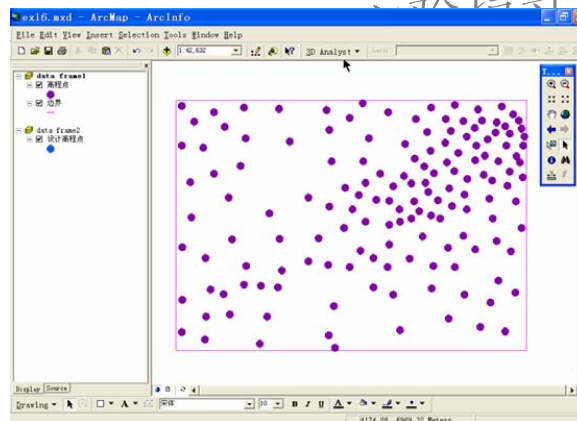


图 8-24 data frame1 的显示

选用菜单 Tools/Extension...，加载 3D Analyst 扩展模块。勾选菜单 View/Toolbars/3D Analyst，调出 3D Analyst 工具条。在 3D Analyst 工具条上，选用菜 3D Analyst/Create/Modify TIN/Create TIN form Features...（从要素生成不规则三角形网络，Triangulated Irregular Network，简称 TIN），随即出现 Create TIN from Features 参数设置对话框：

Layers:

✓ 高程点 勾选，由图层“高程点”产生 TIN

Setting for selected layer:

Height Source: HEIGHT 下拉选择，高程值源于属性字段 HEIGHT

Triangulate as: mass points 下拉选择，用 mass points 算法，默认

Tag Value field: <none> 不输入

Output TIN: D:\gis_ex09\ex13\temp\height_tin 生成的 TIN 数据名称及路径

按 OK 键继续。系统根据高程样本点产生不规则的三角形网络，构成三维地面模型。双击图层 height_tin，出现图层特征设置对话框。激活 Symbology 标签，在左侧 Show: 选区点击 Add...，在

弹出的 Add Render 对话框中选择 Edges with the same symbol, 点击 Add 按钮, 则将显示 TIN 的线要素, 去掉 Elevation 前的勾选框。到 Layer Properties 对话框中, 按“确定”键, 可以观察到 TIN 模型是由不规则三角形组成的网络平面 (见图 8-25)。

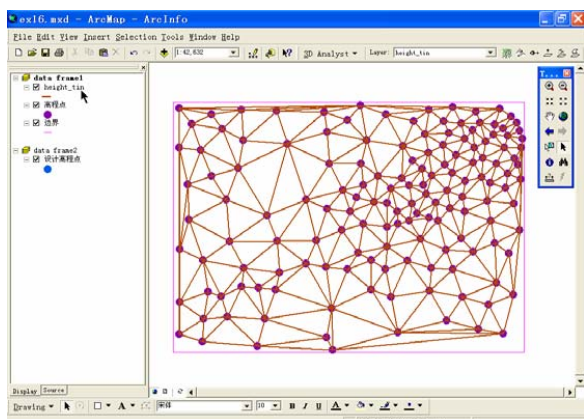


图 8-25 由高程点产生的不规则三角网

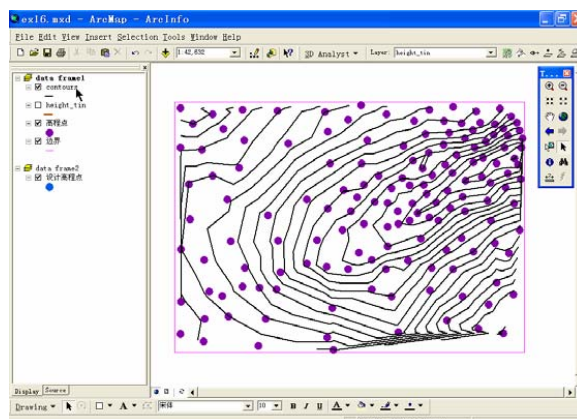


图 8-26 从 TIN 产生的等高线

选择图层名 height_tin, 在 3D Analyst 工具条上, 选用菜单 3D Analyst/Surface analysis/Contour..., 系统出现 Contour 参数设置对话框:

- Input surface: height_tin 下拉选择 TIN 数据名
- Contour interval: 0.5 键盘输入等高线的间距为 0.5
- Base contour: 0 等高线从高程 0 开始
- Z factor: 1 纵向比例不夸张
- Output features: D:\gis_ex09\ex13\temp\cnt1.shp 产生等高线的文件名、路径

按 OK 键后, 系统生成等高线图层 cnt1 (见图 8-26)。读者可以看到, 在右下侧边缘处等高线不符合实际, 这是缺少高层样本点造成的。

2、不规则三角网和距离倒数权重法插值比较

选用菜单 Tools/Extension..., 加载栅格分析模块 Spatial Analyst。选用菜 Spatial Analyst/Options..., 设置 Spatial Analyst 的初始化选项:

(1) General 标签

- Working: D:\gis_ex09\ex13\temp\ 指定工作路径
- Analysis mask: <None> 不选
- Analysis Coordinate System: 选择下侧圆点, 参照当前激活图层的坐标系

(2) Extents 标签

- Analysis extent: Same as Layer “边界” 下拉选择, 产生新栅格的空间范围

(3) Cell size 标签

- Analysis cell: As Specified Below 下拉选择
- Cell size: 25 键盘输入栅格单元的大小
- Number of Rows: 200 自动确定栅格的行数
- Number of Columns: 280 自动确定栅格的列数

按“确定”键返回。完成 Spatial Analyst 初始化设置, 选用菜单 Spatial analyst/Interpolate to raster/Inverse Distance Weighted..., 系统出现 Inverse DistanceWeighted 参数设置对话框:

Input points: 高程点 下拉选择图层名

Z value field: HEIGHT 下拉选择高程字段

Power: 2 键盘输入, 计算距离的权重为 2 次幂

Search radius type: Variable 下拉选择, 按最近距离相邻计算, 不设固定搜寻半径

Number of points: 10 计算每个栅格单元时用离它最近的 10 个样本点

Use Barrier polylines: 不勾选, 地表没有特殊障碍物

Output cell size: 25 产生栅格的单元大小, 用初始设置, 默认

Output raster: surface 产生栅格的数据名, 路径用初始化的设置

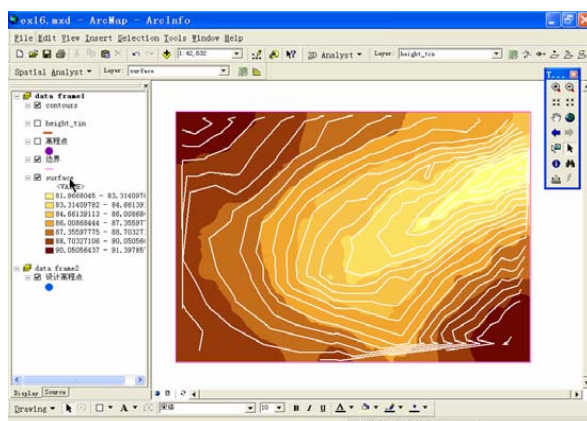


图 8-27 用距离倒数权重法产生的栅格模型(同时显示用 TIN 产生的等高线)

确定上述插值参数后按 OK 键, 系统将产生一个新的图层 surface, 并用默认的方式显示, 鼠标双击该图层名, 在图层属性对话框中选择 Symbology 标签, 在 Show: 选区中选择 Classified, 在对话框右侧点击 Classfy..., 在弹出的 Classification 对话框中定义:

Method: Equal Interval 用等距分类法

Classes: 7 分为 7 类

按 OK 键继续, 再修改栅格图层显示(见图 8-27)。

选用菜单 Spatial analyst/Surface Analysis/Contour... (生成等值线), 系统出现 Contour 参数设置对话框:

Input surface: surface 下拉选择栅格图层名

Contour interval: 0.5 键盘输入, 等高线的间距为 0.5

Base contour: 0 键盘输入, 等高值从高程 0 开始

Z factor: 1 键盘输入, 纵向比例不夸张

Output features: D:\gis_ex09\ex13\temp\cnt2.shp 输出数据名称和路径

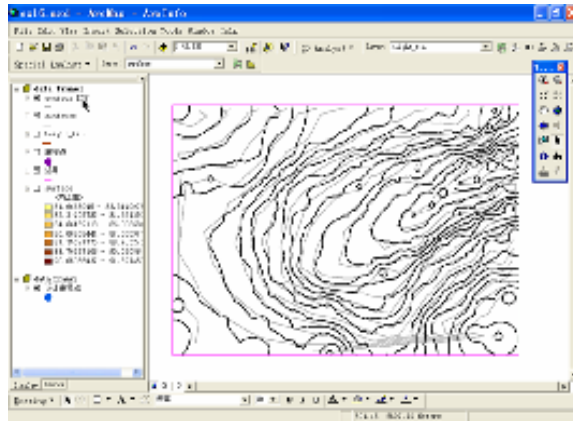


图 8-28 二种方法产生的等高线比较（浅色是 TIN 方法，深色是距离倒数权重法）

按 OK 键后，系统将生成等高线图层 cnt2.shp（见图 8-28）。读者可对距离倒数权重法、不规则三角网产生的等高线作比较。在一般情况下，不规则三角网比较符合地形特征（本例右下侧的问题是缺少样本点造成的）。

3、建立设计场地的三角网高程模型

激活 data frame2（见图 8-29），有一个场地设计高程控制点图层，打开属性表“Attribute of 设计高程点”，可看到每个点有属性 Hgt，储存了该点的设计高程。鼠标双击 Data frame2，在 Data frame2 的属性设置对话框的 General 标签中，将 Map Units 和 Display Units 均改为 Meters，返回 data frame2。如果 3D Analyst 未加载，选菜单 Tools/Extensions.../3D Analyst，如果没有 3D Analyst 工具条，勾选 View/Toolbars/3D Analyst，调出工具条。激活设计高程控制点图层，选择菜单 3D Analyst/Create/Modify TIN/Create TIN from Features...，随后出现 Create TIN from Features 参数设置对话框：

Layers:

设计高程点 勾选，由图层“设计高程点”产生 TIN

Setting for selected layer:

Height Source: HGT 高程值源于属性 Hgt

Triangulate as: mass points 用高程点的算法，使用默认值

Tag Value field: <none> 不选

Output TIN: D:\gis_ex09\ex13\temp\dsg_tin 生成 TIN 的数据名称及存储路径

按 OK 键继续，系统根据设计高程产生不规则的三角形网络，构成三维地面模型（见图 8-30）

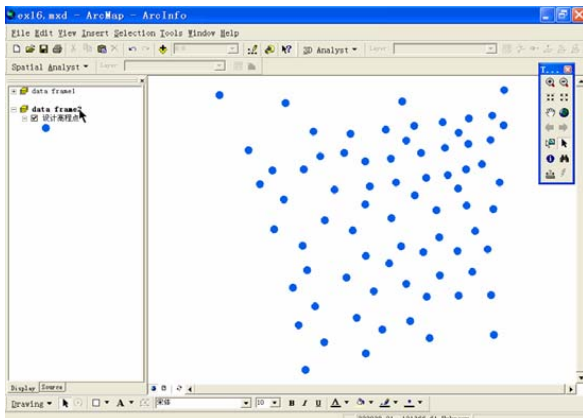


图8-29 Data frame2显示

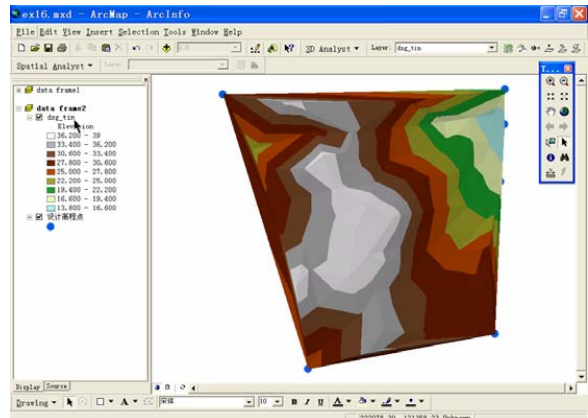



图8-30 系统产生三角网地面模型

4、在场地上添加其他要素

选用工具添加 CAD 数据，在 D:\gis_ex09\ex13 目录下，将三个数据源（AutoCAD 的图形文件）读入，CAD 数据源的图标是立体形状的，单击后出现进一步选择哪类要素的提示，一般的提示为点（Point）、线（Line）、面（Polygon）、注记（Annotation），这里增加的三个图层为：

bldg.dwg 选 Polygon，多边形，建筑物

road.dwg 选 Polyline，多义线，道路，

water.dwg 选 Polygon，多边形，水面

针对每个 CAD 图层，通过 Layer Properties/Symbology，为 dwg 数据选择合适的颜色，并显示（见图 8-31）。

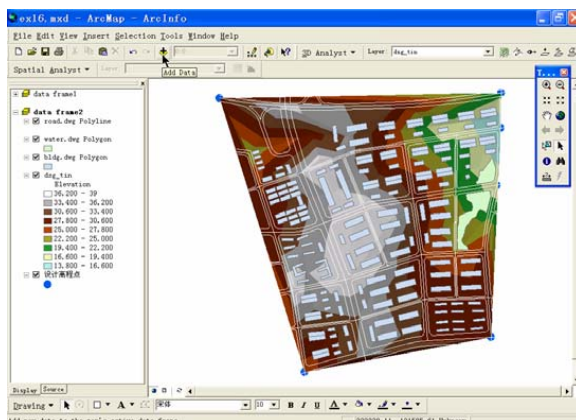




图 8-31 读入 DWG 数据后的显示

5、三维显示

在 ArcGIS 中显示三维图形需要启用 ArcScene 模块。在 Windows 下选择“开始/程序/ArcGIS/ArcScene”，启动 ArcScene 模块。也可以直接在 3D Analyst 工具条中，单击按钮直接启动 ArcScene。

在 ArcScene 中单击按钮添加将被显示的数据，依次选择上述的 3 组 dwg 数据以及生成的 TIN 表面模型 dsg_tin。可用鼠标点击按钮 Navigate，再用鼠标在视图窗口中控制观察地形的三维视角。按住鼠标左键不放可以旋转视图，按住鼠标左键不放可以平移视图，按住鼠标右键不放可以缩放视图。

在地图文档窗口鼠标双击图层 dsg_tin(三维地表)，在 Layer Properties 对话框中激活 base heights 标签，设置三维图层的显示特征：

- Use constant value or expressions to set height for layer 不选
- Obtain height for layer from surface: D:\gis_ex09\ex13\temp\dsg_tin 下拉选择

Z unit conversion:

Apply conversation factor to place height in same units. custom 下拉选择 1.0000
输入纵向比例，地表模型的纵向比例不夸张

Add an offset using constant or expression: 0 地表模型纵向不平移

按“确定”键返回图层属性定义对话框，再关闭 Layer Properties 对话框。

鼠标双击图层 bldg.dwg（建筑物），在图层特征对话框中激活 Base Heights 标签：

- Use constant value or expressions to set height for layer 不选
- Obtain height for layer from surface: d:\gis_ex09\ex13\temp\dsg_tin 下拉选择，将 dsg_tin 定义成基准面

Z unit conversion:

Apply conversation factor to place height in same units. custom 下拉选择 1.0000 输入纵向比例，地表模型的纵向比例不夸张，为防止显示误差可改为 1.1

Add an offset using constant or expression: 0 和基准地表之间的间距为零

再激活 Extrusion 标签，勾选 Extrusion features in layer. ...，在文本框中或用右边的计算器输入表达式[Thickness]*1，表示建筑物纵向拉伸值用 AutoCAD 输入的图形实体属性 Thickness，所乘的系数为 1，如果大于 1，则建筑物的高度得到夸张。在下方的下拉菜单中选择 add it to each feature's minimum height，表示从要素的最低点开始拉伸。按 OK 键，关闭图层特征定义对话框。

按上述方法分别对图层 road.dwg（道路）和 water.dwg（水面）作三维特性定义，与图层 bldg.dwg（建筑物）的定义相比，道路、水面三维显示特性的定义略有不同，Obtain height for layer from surface 同样选择 d:\gis_ex09\ex13\temp\dsg_tin，将 dsg_tin 定义成基准面，Z unit conversion 的参数为 1.1，Add an offset using constant or expression 的参数为 0，Extrusion 的参数为 0。

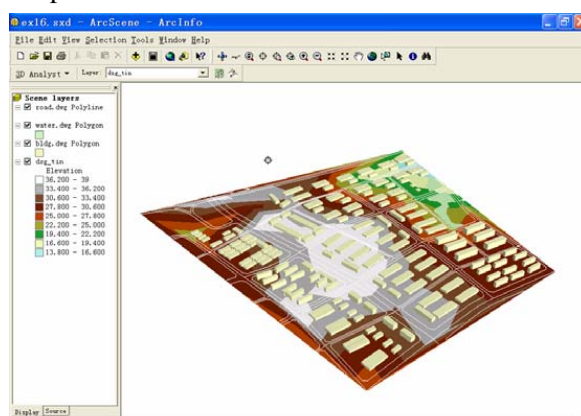



图 8-32 三维显示

完成后按“确定”键关闭图层属性定义对话框。读者可观察到道路、水面、建筑和地表组合在一起的三维显示效果，可以点击有关按钮，放大、缩小图形，三维图形的显示速度和计算机硬件性能密切相关。本练习的设计地形在纵向上没有夸张，观察到的地形起伏不是很明显（见图 8-32）。

6、生成三维动画

继续在 ArcScene 中，使用要素选择工具，在道路图层 road.dwg Polyline 上选择一段道路中心线，选中的线要素显示为浅蓝色。

选取菜单 View/Toolbars/Animation，调出动画工具条（Animation Tools）。在动画工具条上，选取菜单 Animation/Camera Flyby from Path...，出现 Camera Flyby from Path（相机沿路线飞行）对话框。在其中：

Apply in reverse order 不勾选，表示动画将沿选中路径的本身数字化方向进行，反之，若勾选，动画则沿反方向进行

Vertical offset: 1.8 输入相机的相对于地表的高度，此处设为 3 米

然后需要选择路径方向（path destination），有三个选项：

Move both observer and target along path（flyby）同时沿路径移动观测者和观测目标

Move observer along the path with the current target 观测目标不变，观测者沿路径移动

Move target along the path with the current observer 观测者不变，观测目标沿路径移动

可按自己需要，任意勾选其中的一种方式。对话框中的其余设置可以不变，采用默认值，单击 Import，完成设置退出对话框。

在动画工具条上，选取工具，打开动画控制工具面板（Animation Controls），在动画空置面板中，

单击 Options，展开面板。在其中设置播放动画的有关参数：

Duration: 输入 5.0 sec. 表示动画时长 5 秒。

Play mode: 下拉选择 play once forward 表示动画向前播放一次。

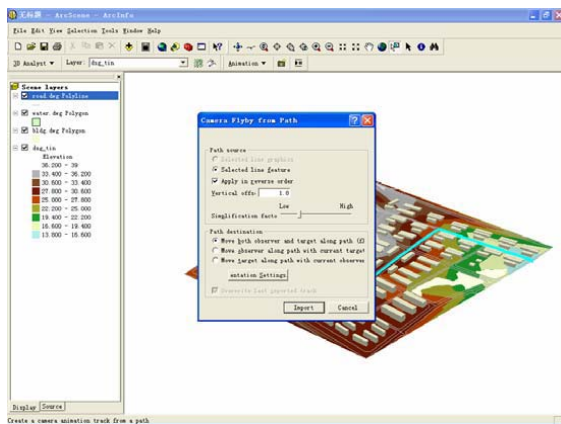


图 8-33 设置动画

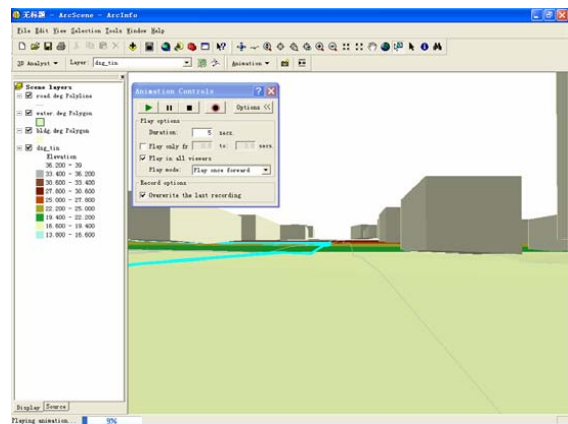



图 8-34 播放动画

点击播放按钮, 就可以看到沿选中路径生成的动画 (见图 8-34)。如在播放模式 (Play mode) 中选择其他选项, 可以反复播放, 或倒放动画。

将当前产生的动画输出保存。ArcScene 可以将产生的动画输出为 AVI 格式的视频文件, 可以在其他软件中使用。在动画工具条中, 单击选取菜单 Animation/Export to Video..., 将动画文件存放到自己临时目录 D:\gis_ex09\ex13\temp, 输入文件名 Video1.avi。单击 Export, 就完成动画文件输出 (操作系统不同, 单击 export 后可能会出现 AVI 格式输出方式选择提示)。输出后的 AVI 文件可以用 Microsoft Media Player 等多媒体播放器播放。

输出动画到视频文件不成功, 原因往往与计算机的内存大小、显存大小、磁盘剩余空间大小有关, 一般可以通过适当缩小 ArcScene 的显示窗口得到解决。这样得到的 AVI 视频文件分辨率也会相应变小。

在 ArcScene 中, 选择菜单 File/Exit, 退出 ArcScene, 重新返回 ArcMap。

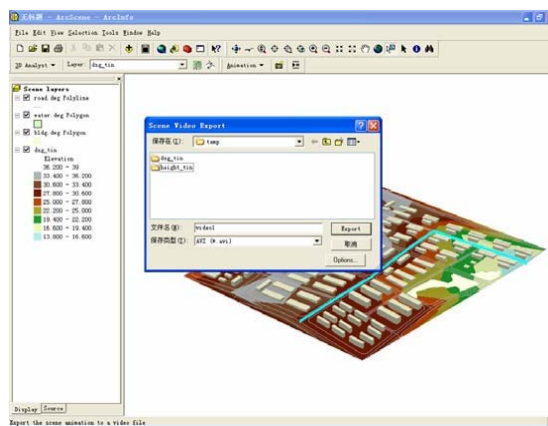


图 8-35 输出动画到 AVI 格式的视频文件

7、地形上叠加影像

返回 ArcMap, 激活 data frame3, 其中有图层 contour、图层 plain、影像图层 image13.tif。前两个图层用于生成 TIN, 其中的高程信息已经存储在属性表中。其中, 图层 contour 的高程信息在字段 ELEVATION 中, 图层 plain 的高程信息在字段 Height 中, 可打开各个图层的要素属性表查看。image13.tif 是该地区的遥感影像图, 遥感影像图已经过配准, 坐标与 TIN 三维地形已经完全对应 (图

8-36)。

在 3D Analyst 工具条上, 选用菜单 3D Analyst/Create/Modify TIN/Create TIN from Features..., 随即出现 Create TIN from Features 参数设置对话框:

Layers:

✓ contour 勾选图层 contour

Setting for selected layer:

Height Source: ELEVATION 下拉选择, 高程值源于字段 ELEVATION Triangulate as: soft line 下拉选择, 用 soft line 算法

Tag Value field: <none> 不输入

Layers:

✓ plain 勾选图层 “plain” Setting for selected layer:

Height Source: Height 下拉选择, 高程值源于字段 Height

Triangulate as: hard clip 下拉选择, 用 hard clip 算法

Tag Value field: <none> 不输入

Output TIN: D: \gis_ex09\ex13\temp\Tin_lake

生成 TIN 的数据名称及路径

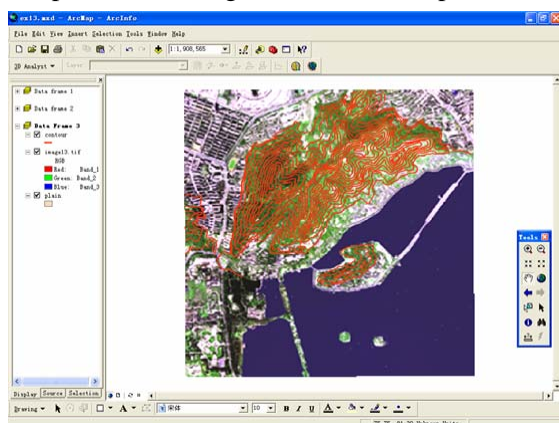


图 8-36 Data frame3 的显示

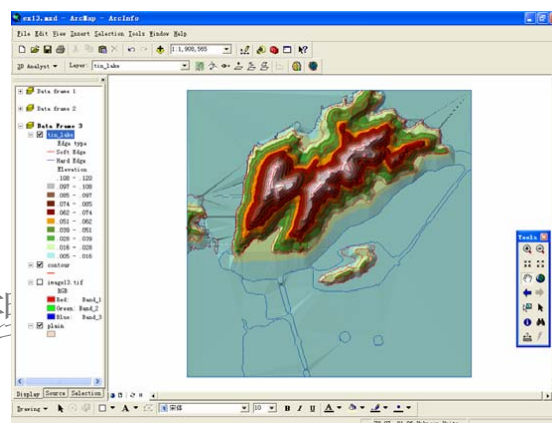




图 8-37 构造三维地表模型 Tin_lake

按 OK 键继续, 系统根据两个图层的高程信息, 计算产生不规则的三角形网络, 构成三维地面模型 (见图 8-37)

重新启动 ArcScene, 在 ArcScene 中, 点击  按钮添加数据。先选择刚刚生成的 TIN 数据: D: \gis_ex09\ex13\temp\tin_lake, 点击 Add 键添加三维地形地形表面。再次点击  按钮添加数据, 选择影像文件 D: \gis_ex09\ex13\image13.tif, 点击 Add 键添加影像文件。

在 ArcScene 的 TOC 窗口, 选择 image13.tif (影像文件), 单击鼠标的右键, 在出现的菜单中选择 Properties, 进入 Layer Properties 对话框。激活 base heights 标签, 设置图层的三维显示特征:

Use constant value or expressions to set height for layer 不选

Obtain height for layer from surface: D: \gis_ex09\ex13\temp\ tin_lake 下拉选择

Z unit conversion

Apply conversation factor to place height in same units. custom 下拉选择 1.0000

输入纵向比例, 1 表示按 TIN 的高程数值, 地表模型的纵向比例不夸张

Add an offset using constant or expression: 0 地表模型纵向不平移

按“确定”键返回图层属性定义对话框，关闭 Layer Properties 对话框。可以看到，影像图已经按 TIN 的高程值，叠加在地形表面上。为取得更好的视觉效果，去掉 TOC 中 tin_lake 前面的“√”，关闭图层 tin_lake 的显示。由此，将遥感影像文件叠加在 TIN 数据上，从而实现将遥感影像文件转化为三维方式进行显示，取得逼真的三维显示效果(图 8-38)。读者可以设置改变影像文件 image13.tif 显示的纵向夸张值设为 2，取得起伏更为明显的三维显示效果。

8、小结

不规则三角形网络是描述三维表面的常用方法，除了地形，还可以用于其他领域。在不规则三角网上还可以叠加其他要素，同时以三维方式显示。在 ArcScene 中能按用户指定的方式产生三维场景动画，并可以输出成通用的视频文件，用其他软件播放。在 ArcScene 中还能将影像文件叠加到已有的三维表面上，达到更好的三维显示效果。

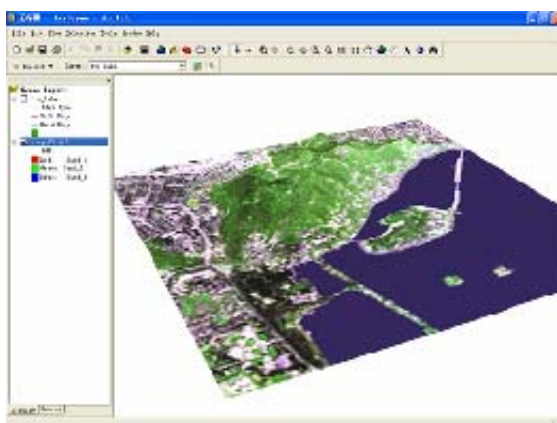


图 8-38 ArcScene 中，在三维表面上叠加遥感影像

(五) 最佳路径、最近设施、服务区

1、建立网络数据集

启动 ArcCatalog，选用菜 Tools/Extensions...，勾选 Network Analyst，按 Close 键返回，网络分析扩展模块被加载。在 ArcCatalog 左侧目录表窗口中展开 gis_ex09\ex16，可以看到有一系列 Shapefile，点击 Shapefile road，在右侧窗口中点击标签 Preview，可以看到某城市的局部道路网图形显示(见图 8-39)，在左下方下拉菜单 Preview: 中选 Table，可以看到要素属性表中有字段 LENGTH，是要素的几何长度。按标签 Contents，鼠标右键选择 Shapefile road，选用菜单 New Network Dataset...，新建网络数据集。提示：

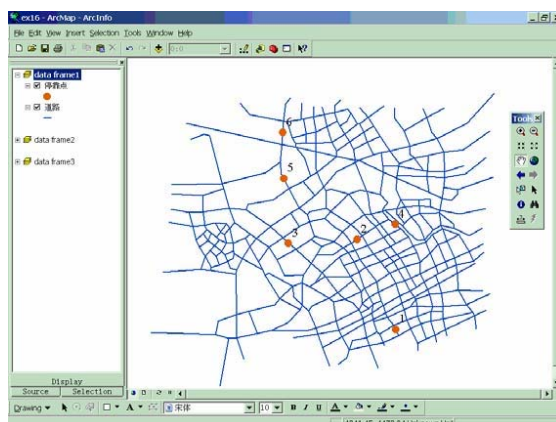


图 8-39 道路图形的简单显示

Enter a name for your network dataset: road_ND

要求输入网络数据集名称，road_ND 为默认，按“下一步(N)>”键继续，出现一个 Connectivity...

按钮对话框，按“下一步(N)>”键继续，再提示：

Do you want to modify the connectivity with elevation field data? • No

提示是否要改变网络的连接性，点选 No，按“下一步(N)>”键继续，再提示：

Do you want to model turns in this network? • No

是否要模拟转弯，暂时不考虑，选 No，按“下一步(N)>”键继续，再提示：

Specify the attributes for the network datasets:

为网络数据集定义属性，以下的属性表是空白，按“下一步(N)>”键继续，再提示，至少要有个成本属性用于网络分析，是否将图形的长度属性(shape length)作为成本属性，按“是(Y)”键，再出现提示时，按“<上一步(B)”键 返回，可以看到属性框内有内容：

Name (属性名城)	Usage (用途)	Units (单位)	Data Type (数据类型)
Length (要素几何长度)	Cost (成本)	Unknown (未定义)	Double (双精度浮点)

在 Units 列下点击 Unknown，下拉选择 Meters，意思是将来网络分析时，成本的计量单位为米，也就是将要素的长度单位定义为米。

按“下一步(N)>”键继续，再提示：

Do you want to establish driving direction settings for this network? • No


是否为网络数据集设置行驶方向，点选 No，暂不考虑。按“下一步(N)>”键继续，出现 Summary 显示框，概要显示已经做过的各项设置，按“完成”键继续，再提示：

The new network dataset has been created. Would you like to build it now?

新的网络数据集已新建，是否要继续建立？按“是(Y)”键继续，数据处理完毕。

在右侧数据项窗口中按标签 Contents，可以看到，和 Shapefile road 同一个路径下，增加了 road_ND Shapefile Network Dataset 和 road_ND_Junctions Shapefile 两个数据项。road 网络数据集建立，选菜单 File/Exit，退出 ArcCatalog。

2、产生最佳路径

启动 ArcMap，打开地图文档 gis_ex09\ex16\ex16.mxd，可以看到 3 个数据框架，激活 data frame1，该数据框架有 2 个图层：点状图层“停靠站”，线状图层“道路”（见图 8-40），这是某单位职工上班接送车的例子，要求产生最佳行驶路径。鼠标右键选择 data frame1/Properties.../General，在 Units 框内将 Map 和 Meters 选为 Meters，按“确定”键返回。选用菜单 Tools/Extensions...，勾选 Network Analyst，加载网络分析扩展模块，按 Close 键返回。选用菜单 View/Toolbars/Network Analyst，网络分析菜单条弹出。在网络分析菜单条中点击图标 ，弹出网络分析窗口，为了节省显示器的空间，可以将该窗口拖动到目录表下方。

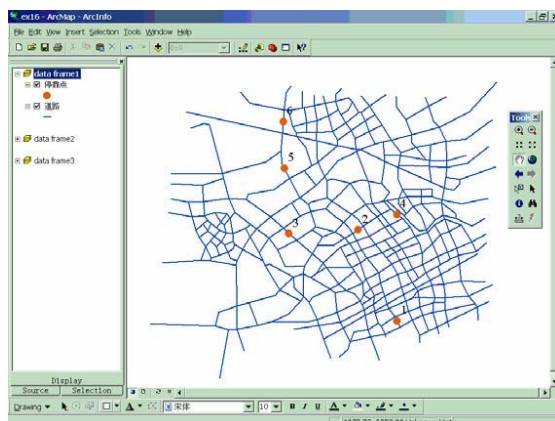







图8-40 data frame2的显示

点击 Add Data 图标，在\gis_ex09\ex16 下选择 Shapefile Network Dataset road_ND.ND，按 Add 键继续，提示：

Do you also want to add all feature classes that participate in ‘road_ND’ to the map?

选“否(N)”继续，提示：Unknown Spatial Reference，按 OK 键继续。可以看到，加载的网络数据集的几何形状和原来的“道路”图层一致。在网络分析菜单条中选择 Network Analyst/New Route，可以看到目录表中出现一个特殊图层 Route，网络分析窗口中出现三个目录：Stops(0)，Barrier(0)，Routes(0)。

点击 Stops(0)，在网络分析菜单条中点击图标 (Create Network Location Tool)，在地图窗口中最南端的站点位置点击输入一个站点 (Stop 1)，最北端的站点位置输入另一个站点 (Stop 2)，可以看到，Stop(0)变成了 Stop(2)，有了 2 个站点：Graphic Pick1，Graphic Pick2，在网络分析菜单条中选择图标 (Solve)，软件产生从站点 1 到站点 2 的最佳路径 (见图 8-41)。再到网络分析窗口中点击 Barriers(0)，点击图标 (Create Network Location Tool)，在已有路径上点击输入一个障碍 (Barrier)，可能是道路正在维修，禁止通行，网络分析窗口的 Barriers(1)下出现 Graphic Pick3，再点击网络分析菜单条中选择图标 (Solve)，可以看到，绕开障碍，从站点 1 到站点 2 的最佳路径 (见图 8-42)。

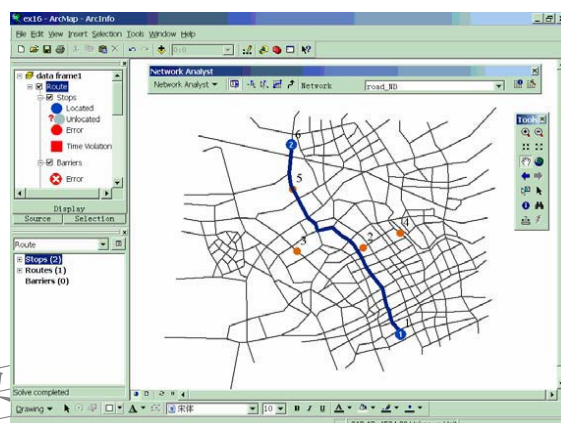
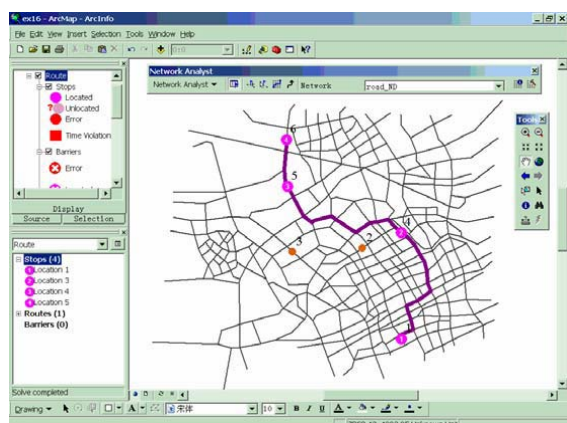




图 8-41 2 个站点间的最佳路径

图 8-42 增加障碍后的最佳路径

在网络分析窗口中，用鼠标右键分别操作 Graphic Pick1/Delete，Graphic Pick2/Delete，Graphic Pick3/Delete，三个临时输入的站点、障碍被删除，再用右键点击 Stop(0)，选择 Load Locations...，出现 Load Location 对话框，在第一行 Load From 下拉菜单中选择图层“停靠站”，按 OK 键继续，可以看到，6 个点要素被加载，他们的空间位置和图层“停靠站”是完全重合的，站点的编号除最南端的是 1 号外，其他编号并不符合由南向北依次停靠的顺序。点击网络分析菜单条中选择图标 (Solve)，产生的路径也不符合从南到北依次停靠站点的要求。

在目录表中用鼠标右键设置路径图层的有关特征：Route/Properties...，点击标签 Analysis Setting：

- Reorder Stops To Find Optional Route: 勾选，调整站点顺序，优化路径
- Preserve First Stop 勾选，保留既定的第一个站点
- Preserve Last Stop 取消，不考虑既定的最后一个站点

按“确定”键返回。点击图标 (Solve)，可以看到，软件自动调整站点的顺序，从南到北，产生停靠每个站点的班车最佳路径 (图 8-43)。在网络分析窗口，展开 Stop(6)，可以看到和地图对应的站点顺序如下：

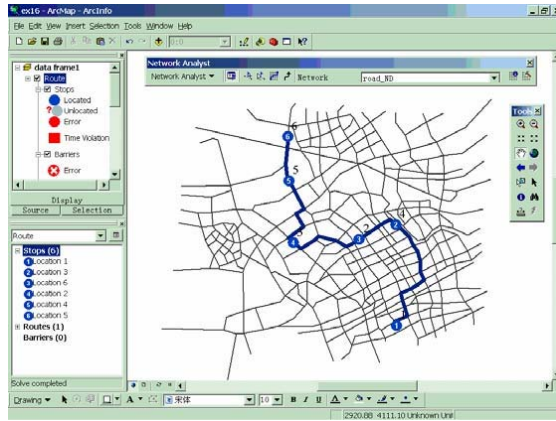



图 8-43 6 个站点顺序优化的路径

- | | | | | | |
|----|------------|----|------------|----|------------|
| ○1 | Location 1 | ○2 | Location 6 | ○3 | Location 3 |
| ○4 | Location 2 | ○5 | Location 4 | ○6 | Location 5 |

在网络分析窗口中，用鼠标右键加 Delete 菜单将 Location 6 和 Location 2 删除，要停靠的站点剩下 4 个，再点击图标  (Solve)，可以看到，停靠 4 个站点的路径和 6 个不同 (图 8-44)。

鼠标右键点击 Stop(4)，选择 Open Attribute Table，打开停靠站的要素属性表，拉动窗口的左右滚动条，点击字段名 Sequence，该列被选择，改变颜色，该列的属性值是网络分析路径经过的站点顺序编号，用右键点击字段名，选择 Sort Ascending，属性表的记录按站点编号从小到大重新排序，再拉动窗口的左右滚动条，出现字段名 Cumul_Length，可以看到分析路径经过各站点的累计长度 (即累计交通成本)：

○1	Location 1	Cumul_Length	0
○2	Location 2	Cumul_Length	3358.296058
○3	Location 4	Cumul_Length	6910.089244
○4	Location 5	Cumul_Length	8042.621257

关闭属性表窗口。

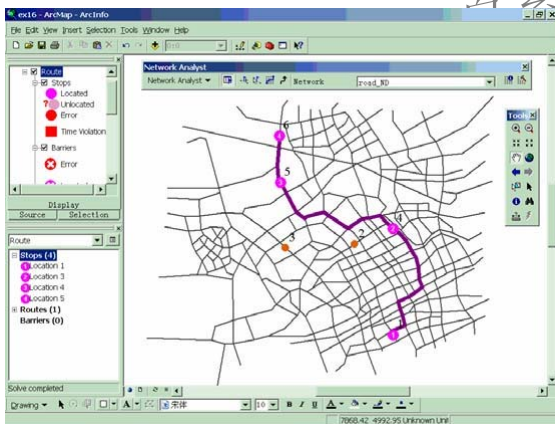


图 8-44 4 个站点顺序优化的路径

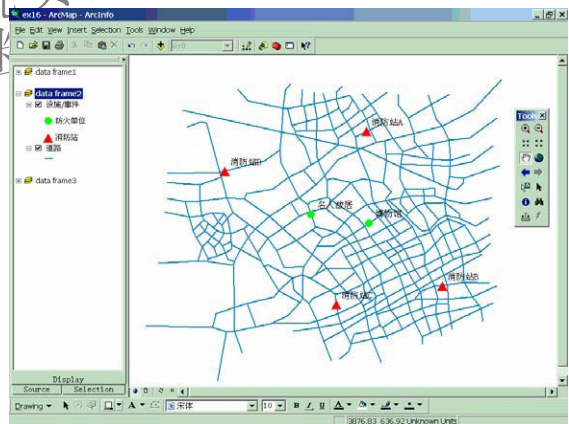



图 8-45 data frame2 的显示


3、查找最近设施

激活 data frame2，该数据框架有 2 个图层：点状图层“设施/事件”，线状图层“道路”(见图 8-45)，这是在 2 个事件“名人故居”、“博物馆”和 4 个设施“消防站”之间选择最佳路径的例子。鼠标右键选择 data frame2/ Properties.../General，在 Units 框内将 Map 和 Meters 选为 Meters，按“确定”键返回。点击 Add Data 图标 ，在 \gis_ex09\ex16 下选择 Shapefile Network Dataset road_ND.ND，

按 Add 键继续，提示：

Do you also want to add all feature classes that participate in ‘road_ND’ to the map?

选“否(N)”继续，提示：Unknown Spatial Reference，按 OK 键继续。可以看到，加载的网络数据集的几何形状和原来的“道路”图层一致。在网络分析菜单条中选择 Network Analyst/New Closest Facility，可以看到目录表中出现一个特殊的图层 Closest Facility，网络分析窗口中出现 5 个目录：Stops(0)，Facilities(0)，Incidents(0)，Barriers(0)，Routes(0)。鼠标右键点击 Facilities(0)，选择 Load Locations...，出现 Load Location 对话框，在第一行 Load From 下拉菜单中选择图层“设施/事件”，按 OK 键继续，可以看到，6 个点要素被加载，“名人故居”和“博物馆”不是设施，用鼠标右键加 Delete 菜单将他们删除。再用鼠标右键点击 Incidents(0)，选择 Load Locations...，出现 Load Location 对话框，在第一行 LoadFrom 下拉菜单中选择图层“设施/事件”，按 OK 键继续，可以看到，6 个点要素被加载，显然 4 个消防站不是事件，用鼠标右键加 Delete 菜单将他们删除。

点击图标  (Solve)，可以看到，产生了 2 个路径：消防站 A 到“博物馆”，消防站 C 到“名人故居”(图 8-46)。在网络分析窗口中，用鼠标右键分别点击路径名称，选用 Properties...，打开路径特征表，可以看到消防站 A 到“博物馆”的路径长度 (Total_Length) 为 2613.898688，消防站 C 到“名人故居”的路径长度 (Total_Length) 为 2772.590407。

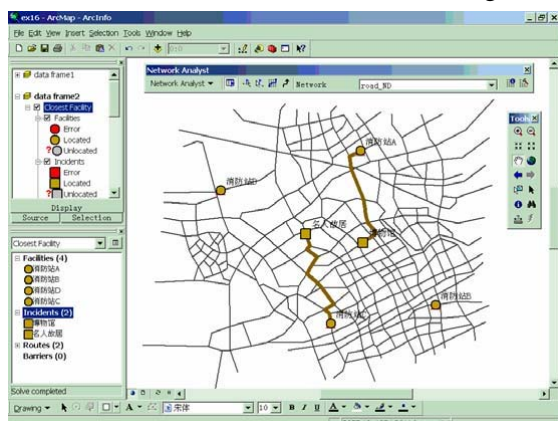


图 8-46 为 2 个事件分别查找最近设施

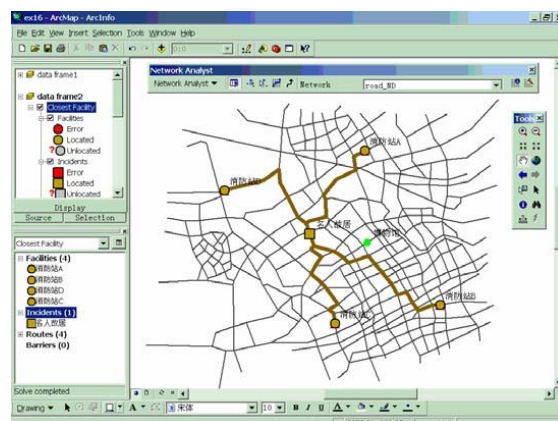



图 8-47 为一个事件查找多个设施

4、产生服务区

激活 data frame3，该数据框架有 2 个图层：点状图层“公园”，线状图层“道路”(见图 8-48)，本练习要求产生离开公园 500, 1000 米的服务区范围。鼠标右键选择 data frame3/Properties.../General，在 Units 框内将 Map 和 Meters 选为 Meters，按“确定”键返回。点击 Add Data 图标 ，在 \gis_ex09\ex16 下选择 Shapefile Network Dataset road_ND.ND，按 Add 键继续，提示：

Do you also want to add all feature classes that participate in ‘road_ND’ to the map?

选“否(N)”继续，提示：Unknown Spatial Reference，按 OK 键继续。可以看到，加载的网络数据集的几何形状和原来的“道路”图层一致。在网络分析菜单条中选择 Network Analyst/New Service Area，可以看到目录表中出现一个特殊的图层 Service Area，网络分析窗口中出现 4 个目录：Facilities(0)，Polygons(0)，Barriers(0)，Lines(0)。在目录表中鼠标右键选择 Service Area/Properties...，点击标签 Analysis Settings，在 Default Breaks: 属性栏中输入 500 1000 (用空格分开)，表示服务区的范围距离，再点击标 Polygon Generation，分别设置如下：

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Generate Polygons | 勾选 |
| Polygon Type | <input type="radio"/> Detailed | 产生的多边形是详细的 |
| Excluded Sources | road | 不包括道路 |

Multiple Facilities Options

- • Merge polygon by...

分离的多边形合并

Overlap Type

- • Rings

多重服务区呈环状

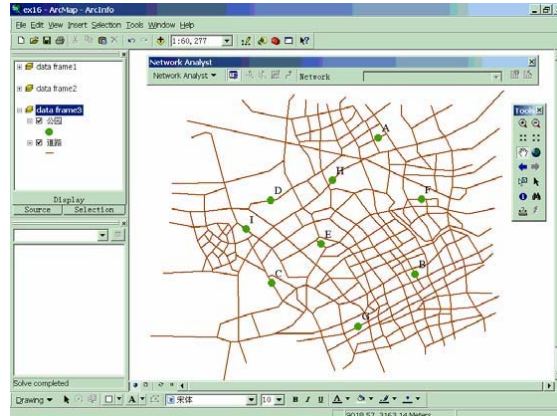




图 8-48 data frame3 的显示

按“确定”键返回，点击图标  (Solve)，可以看到，产生了离开 9 个公园的服务区多边形（图 8-49）。

在地图窗口按钮条上点击图标 ，出现 ArcToolbox 窗口，为了有效利用显示屏，可将 ArcToolbox 窗口拖动到目录表下侧，展开 ArcToolbox/Analysis Tools/Proximity，鼠标双击 Buffer，产生环状邻近区，出现对话框：

Input Features: D: \gis_ex16\park.shp

下拉选择数据项名

Output Feature Class: d: \gis_ex09\ex16\temp\buffer1.shp

鼠标选择路径，键盘输入文件名，

按 Save 键保存

Distances [value or field]

- • Linear Unit

点选，线性距离

1000 Meters

键盘输入 1000，下拉选择距离单位为米

Dissolve Option (optional): ALL

下拉选择，重叠的多边形相互合并

按 OK 键继续，软件出现处理过程提示窗，左上角出现 Completed 提示，表示处理完毕，按 Close 键关闭。ArcMap 按上述要求产生离开公园的 1000 米同心圆式的邻近区多边形，图层名称默认为 buffer1，数据存放在 d: \gis_ex09\ex16\temp\buffer1.shp。练习者可以看到，同样是 1000 米，同心圆式的邻近区比基于网络的服务区要大（图 8-50）。

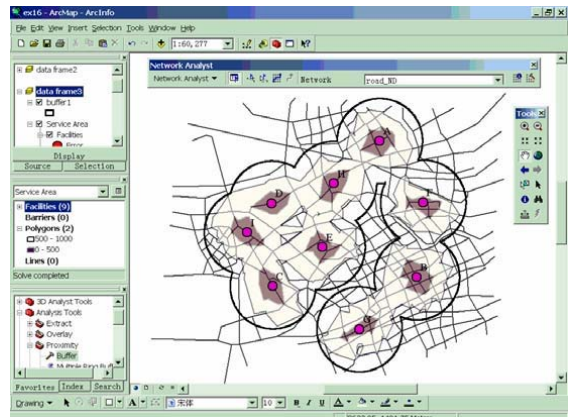
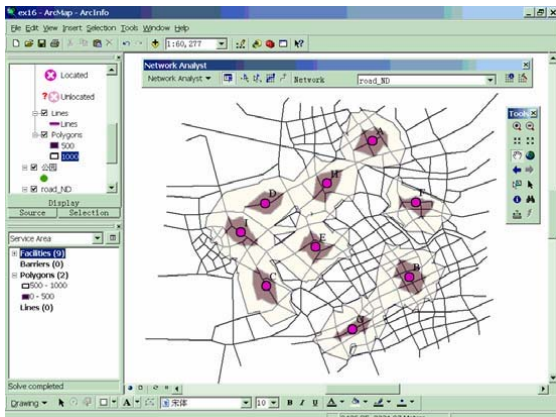


图 8-49 离开公园 500, 1000 米的服务区 图 8-50 同心圆式的邻近区和基于网络的服务区比较

5、小结

一般的线状空间数据必须经处理产生网络数据集 (Network Dataset) 才能用于网络分析, 网络数据集中必须有运行成本属性, 最简单的方法是用线要素的原始长度代替。

路径 (Route) 是网络分析的基础, 路径必须经过有关站点 (Stop), 必须避开障碍 (Barrier), 以交通成本最低产生分析结果。站点、障碍可以手工输入, 也可来自已有数据源中的图层要素。路径所经过站点的先后顺序会影响计算结果, 可以靠软件自动调整站点顺序、优化路径, 也可以手工人为调整站点顺序, 按指定的顺序优化路径。

最近设施 (Closest Facility) 的原理和路径相似, 设施 (Facility) 和事件 (Incident) 之间的关系相当于 2 个站点之间的关系。可以为每个事件查找单个最近设施, 也可以同时查找多个设施, 得到同一事件和不同设施之间的最佳路径。

服务区 (Service Area) 是对路径分析的扩展, 给定交通成本, 产生离开服务点的所有方向的最远路径, 将路径最远点连接起来, 形成最大范围的外边界, 为多边形形状的服务区。在同样的距离条件下, 基于网络的服务区范围比同心圆式的邻近区要小。

网络分析产生一个临时的特殊图层, 可以按需要调整显示符号, 方法和普通图层一样。

五、实验报告内容及要求

实验完成后, 根据实验内容撰写实验报告。实验报告内容如下: (1) 实验名称; (2) 实验目的; (3) 实验的方法与主要步骤; (4) 实验结果 (将实验界面抓屏, 粘贴到实验报告中)。实验报告以 2 页为宜 (也可以不受篇幅限制)。