

# 实验七：专题地图的制图

## 一、实验类型

综合性。

## 二、实验目的与要求

- 1、目的：用 GIS 工具软件编制地学统计图或专题图。
- 2、要求：2 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) 新建图层

启动 ArcMap，如果系统出现启动对话框，可选 A new empty map（一个空的地图文档）。在一般情况下，空文档自动起名为“无标题”，有一个默认的数据框架 Layers。选用菜单 Insert/Data Frame，产生一个新的数据框架，一般用默认名：New Data Frame。

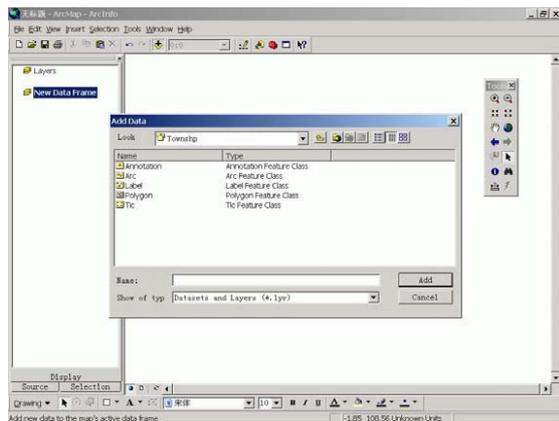


图 7-1 从 Coverage 中选用数据源

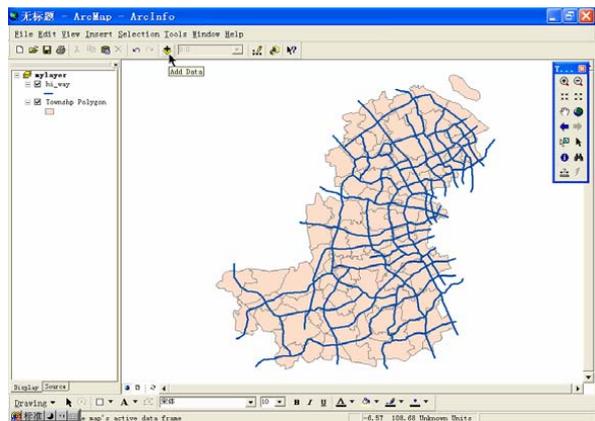


图 7-2 二个图层被加载

确认 New Data Frame 处于激活状态（名称以粗体显示），点击按钮 （Add Data，或选用菜单 File/Add Data...），出现选择数据源对话框，在\gis\_ex09\ex03\路径下，可以看到 Township 是 Coverage（立体图标），双击 Township 的图标（见图 7-1），出现 5 个选项：Annotation, Arc, Label, Polygon, Tic, 选 Polygon（多边形），该项数据被加载，软件提示：没有空间参照系，该层不能投影，按“确定”键继续，当前数据框架(Data Frame)内增加了一个多边形专题图层，默认名为 Township Polygon。用同样的方法，直接双击 Shapefile hi\_way.shp，为数据框架再增加一个线状专题图层（见图 7-2），默认名为 hi\_way。新增图层的默认名称和数据源一致，按要素类（Feature Class）的几何类型，随机决定显示方式，新增图层的显示顺序在上，原有的在下，显示状态为打开。

参照实验一，再练习一下：调整显示顺序，打开、关闭显示状态，缩放、平移地图。如果要删除某个图层，目录表中用鼠标右键点击图层名，在弹出的快捷菜单中选择 Remove，该图层被删除。删除图层只改变地图文档，不影响数据源（DataSource），因此，删错了还可以再添加。数据框架的删除方法和图层一样，但是一个地图文档中至少有一个数据框架。

## (二) 显示比例控制

鼠标双击数据框架的名称 New Data Frame，或用鼠标右键点击数据框架名，在弹出的快捷菜单中选择 Properties...，进入 Data Frame Properties 设置对话框，内有 10 个标签。选择 General 标签，可将 Name 的内容改成中文（如：“练习地图”），将 Units/Map（地图单位）改成 Kilometers（千米），Units/Display（显示单位）也设为 Kilometers（千米），按“确定”键退出（如果地图单位设置不当，会造成后续操作中显示比例不当）。

用鼠标右键点击图层 Township Polygon，在弹出的快捷菜单中选择 Properties...，进入 Layer Properties（图层特征设置）界面。在 Scale Range 对话框中有默认的 Show Layer at all scale 选项，表示该图层在任何比例下都显示，如果改选 Don't show layer when zoomed，就有 Out beyond (Minimum Scale) 和 In beyond (Maximum Scale) 两个值需要填入，在 Out beyond 中输入 1 000 000，在 In beyond 中输入 50 000，表示当图形缩放到小于 1: 1,000,000 比例或大于 1: 50,000 比例时，该专题图层自动不显示，反过来的意思是：比例大于 1: 1,000,000，小于 1: 50,000 才是该图层的显示范围。按“确定”键，返回地图窗口。在标准按钮栏中可以看到当前比例的提示，如下图表示当前的比例为 1: 470, 350。



在基本工具条中用地图缩放按钮  和  连续点击，可以看到，当地图缩放超出一定限度时，对应的图层就不显示了。同一个数据框架中可以有多个图层，各自的显示比例控制是相互独立的，不同详细程度的空间数据组合在一个数据框架中，限定了显示比例，显示比例放大到一定程度时，小比例的原始数据可自动隐藏，显示的内容比较简洁，显示比例缩小到一定程度时，可以防止大比例原始数据显示的要素过于密集，保证图面清晰。

地图单位的设置、显示窗口的大小、显示器的分辨率、显示器像素点的利用率和图层的比例设置有密切关系，如果上下限比例设置不当，会造成显示不正常，初学者可能会觉得为何应该显示的地图不见了。为此，可以先参照标准按钮栏对当前比例的提示，记住某图层不显示的合适比例值，再设置 Out beyond (Minimum Scale) 和 In beyond (Maximum Scale)。

简单的数据源、数据框架，比例上下限的作用并不重要。

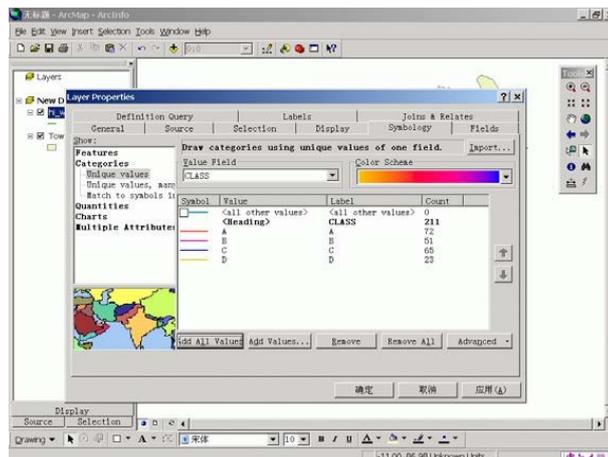


图 7-3 符号编辑界面

## (三) 要素分类显示

### 1、道路分类显示

用鼠标右键选择图层 hi\_way，在快捷菜单中选择 Open Attribute Table，可以看到，图层要素属性表 Attribute of hi\_way 中有字段 CLASS，表示道路按 A、B、C、D 分为 4 类，关闭属性表。鼠标右键选择图层 hi\_way，在快捷菜单中选择 Properties...，出现 Layer Properties 设置界面，选 General

标签，将 Layer Name 的内容从 hi\_way 改名为中文“道路”（注意：操作时没有引号）。点击标签 Symbology，在左侧 Show 提示框中选择 Categories/Unique values（指定值分类），在中间 Value Table，可以看到，图层要素属性表 Attribute of Township Polygon 中有字段 Field 下拉菜单中选择字段名 CLASS（道路类型），在 Color Scheme 下拉菜单中选择从橙到蓝的变色条，在左下侧点击按钮 Add All Values，可以看到当中的图例表中 Symbol 列下有红、紫、蓝、黄四种颜色的线型，和 Value 列中 A、B、C、D 分别对应，表示这四中颜色的线型分别代表四种类型的道路（见图 7-3）。在 Symbol 列下，取消第一个复选框的打钩号，按“确定”键关闭 Layer Properties 对话框。可以看到，地图窗口中道路按颜色分类显示，实现了按要素属性表中字段 CLASS 的不同取值，分类控制道路的显示符号（Symbol），目录表窗口中也有了对应的图例（参见图 7-4）

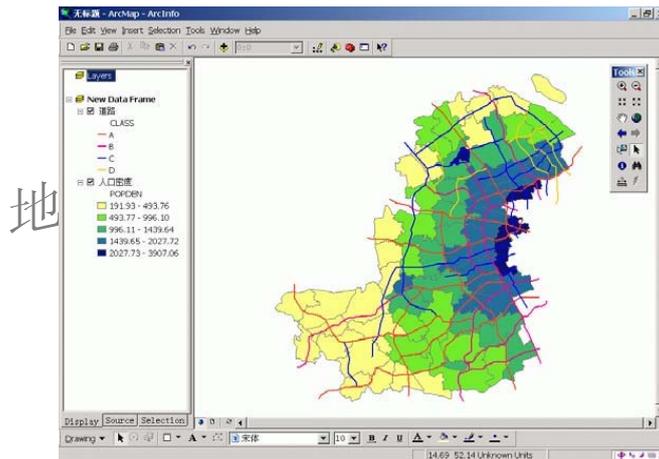


图 7-4 道路类型、人口密度专题图

## 2、乡镇按人口密度显示

用鼠标右键选择图层 Township Polygon，在快捷菜单中选择 Open Attribute Table，可以看到，图层要素属性表 Attribute of Township Polygon 中有字段 POPDEN，表示每个乡镇的人口密度，关闭属性表。鼠标右键选择图层 Township Polygon，在快捷菜单中选择 Properties...，出现 Layer Properties 设置界面，选 General 标签，将 Layer Name 的内容从 Township Polygon 改名为中文“人口密度”（注意：操作时没有引号）。点击标签 Symbology，在左侧 Show 提示框中选择 Quantities/Graduated Colors（颜色渐变），可以看到右侧的提示内容跟着起了变化，在中间 Fields（字段）框中点击下拉式菜单 Value，选择字段名 POPDEN（人口密度），在 Color Ramp 下拉式菜单中选择一种合适的颜色（建议用渐变的绿色），其他选项都用系统默认值，按“确定”键返回地图窗口。可以看到，乡镇多边形的颜色分为 5 类，不同深浅表示不同的人口密度（见图 7-4），在目录表窗口中也有对应图例。

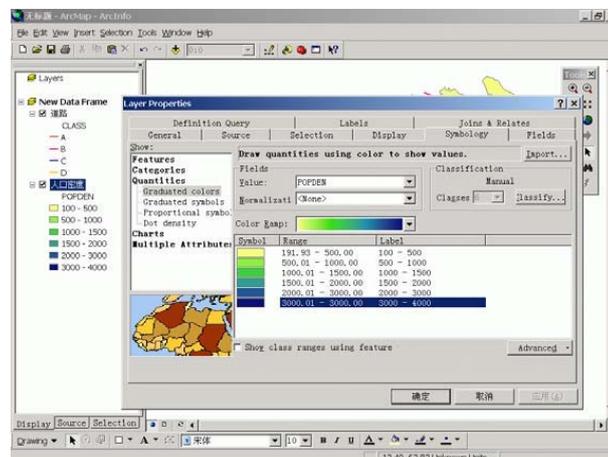


图 7-5 调整图例表

### 3、调整分类和图例

上述专题图的密度分类默认使用自然分类法 (Natural Breaks), 由软件自动优化 (采 Jenks Optimization 计算方法)。如果要人为定义人口密度的分类区间, 可以在目录表中用鼠标双击图例的名称 POPDEN, 再次进入专题图层符号设置对话框, 在左侧 Show 对话框中确认已选择 Quantities/Graduated Colors(颜色渐变), 在右侧 Classification 框可以看到, 上次的分类方法为 Natural Breaks (Jenks), 在 Classes 下拉菜单中选择 6, 表示将密度改成 6 类, 在当中图例表 Range 列中, 依次按行分别输入 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 可以看到, Classification 框中, 分类方法从 Natural Breaks (Jenks) 变成 Manual (手动)。图例表有 Symbol (符号), Range (区间), Label (标注) 三列, Label 和 Range 默认一致, 也可以不一致, Label 可逐行修改: 100 - 500, 500 - 1000, 1000 - 1500, 1500 - 2000, 2000 - 3000, 3000 - 4000 (见图 7-5), 全部是整数, 按“确定”键关闭, 观察分类、图例调整后的效果。

### 4、归一化

ArcMap 提供了将二个属性相除后的高值控制显示符号的方法, 称为 Normalize (通常译成归一化)。再次进入“人口密度”图层 Layer Properties/Symbology, 在 Show 框中选择 Quantities/Graduated Color, 调整 Fields 框内的有关参数:

Value: POP94 下拉选择字段名, 94 年人口统计

Normalization: AREA 下拉选择字段名, 多边形的面积, 原来没有字段

在当中图例表 Range 列中, 依次按行分别输入 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 完成后按“确定”键, 可以观察到修改后专题图的显示效果相同, 只是图例的名称改为 POP94/AREA。按常识, 人口密度是每个分区的人口和该区面积相除得到, 字段 POPDEN 的值是事先计算好的 (POP94 除以 AREA), 设置符号时, 改用归一化 (Normalization), 显示效果和原来没有差别。

## (四) 统计地图

ArcMap 可对属性数据作简单统计后将结果显示在地图上 (专业术语为统计地图)。选 Add Data..., 到路径\gis\_ex09\ex03 下再次选择 Coverage Township 中的 Polygon, 为 Data Frame 再增加一个新的多边形图层。用右键菜单 Layer/Properties.../General, 将图层 (Layer) 改名为“产业结构”, 选用 Symbology 标签, 在 Show 框中选择 Chart/Pie (统计圆饼图), 到 Field Selection 框中按住 Ctrl 键点击字段名 F\_IND, S\_IND 和 T\_IND, 再点“>”按钮, 表示按乡镇的第一、第二、第三产业产值作统计地图, 在对话框右侧, 三个字段随机产生的填充颜色出现在 Symbols 字段中, 按显示的需要, 双击每一个符号, 均可修改对应的填充颜色 (如果不是圆饼图, 可检查 Show 窗口, 初始选择是否错了), 圆饼图颜色的调整可以用下方的下拉式菜单 Color Scheme, 背景色的调整可以双击左侧 Background 的颜色框。点击右下角的按钮 Size..., 产生 Pie Chart Size (圆饼图大小定义) 对话框:

Vary size using attribute: Area 用乡镇的面积控制圆饼的大小

Symbol Size: 8 每个绘图单位等于 8 个属性指标单位

再按 Properties...按钮, 在 Chart Symbol Editor 对话框的右下侧, 取消 Display in 7-D 的勾选, 按 OK 键返回 Pie Chart Size 对话框, 再按 OK 键返回 Layer Properties 对话框, 点击对话框右下角按钮“应用 (A)”, 观察“产业结构”专题图的效果, 可以看出, 在每个乡镇多边形当中, 圆饼的大小由乡镇的多边形面积 (AREA) 决定, 显然这不太合理。再回到 Symbology 标签中, 将 Pie Chart Properties 对话框 Size Field 下拉表中的字段名改选为 GDP, 使圆饼的相对大小由每个乡镇的总产值决定, 三种颜色的比例反映了该乡镇三次产业的产值比重 (见图 7-6)

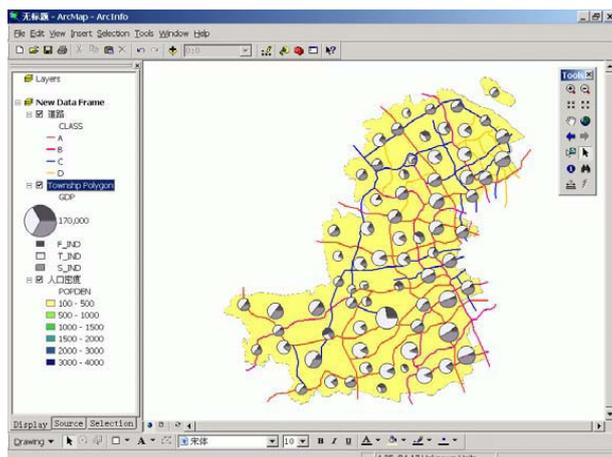


图 7-6 产业结构统计图

圆饼统计图的大小，不随地图显示缩放而变化，而且受计算机显示器分辨率的影响，若用户觉得圆饼的大小不合适，须到 **Symbology** 标签的 **Size** 对话框中调整 **Size** 的参数。将属性表中字段名 **F\_ind**, **S\_ind** 和 **T\_in** 设成中文“第一产业、第二产业、第三产业”，要用字段假名解决。

### (五) 地图注记

1、在地图上临时注记在主窗口的 **Drawing** 工具条中按下图形按钮的右侧下拉符号，弹出菜单，提示用户进一步选择点、直线、折线、矩形、圆、任意多边形等，可以在地图上注记一些简单的图形。点击绘图该按钮的右侧字符注记按钮（见图 7-7），点击图标（字符注记工具），开始在地图上注记文字。在地图上点击需要注记文字的位置，出现一个字符输入框，输入注记文字（如：人口密度）。若需要调整文字样式、字体，可用鼠标在地图上双击该文字，出现的注记字符特征（**Properties**）设置对话框（见图 7-8），可选择字符串的对齐方式、行间距、倾斜角度，若选择该对话框中的 **Change Symbol...** 按钮，即弹出字符设置窗口，用户可以改变字符串的字体、大小、颜色，改完退出后，被选注记会随即变化，点击“确定”键，关闭注记字符特征（**Properties**）设置对话框。



图 7-7 注记工具图标

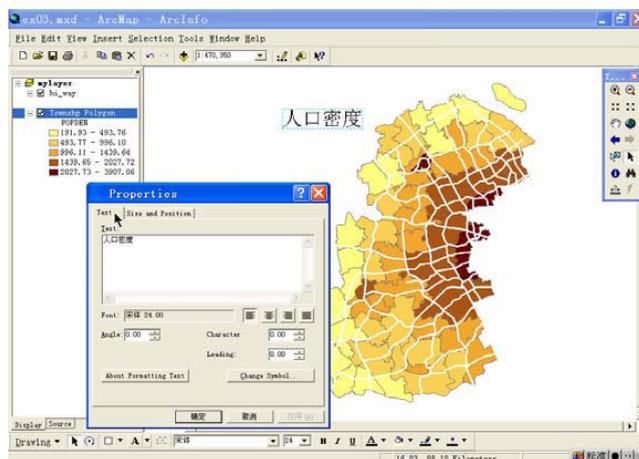


图 7-8 输入、修改文字注记

2、将要素的属性标注到地图上

确认数据源 **hi\_way.shp** 已被加入到当前 **Data Frame** 中，图层改名为“道路”，双击图层名“道

路”，出现 Layer Properties 对话框，选用标签 Labels，勾选 Label Features in this layer，表示该层自动标注。Method 下拉式菜单用默认值 Label all the features the same way，在 Text String 框内 Label 下拉式菜单中选择 RD\_NAME，这是图层要素属性表中的字段，按“确定”键关闭，可以看到，地图上沿道路有了路名标注(7-9)。如果对字体、大小、位置不满意，可以再进入 Layer Properties/Labels，进行详细设置。若要取消属性标注，可以用右键点击图层名“道路”，在快捷菜单中取消 Label Features 前的勾选，当然，也可以再次勾选，恢复标注。

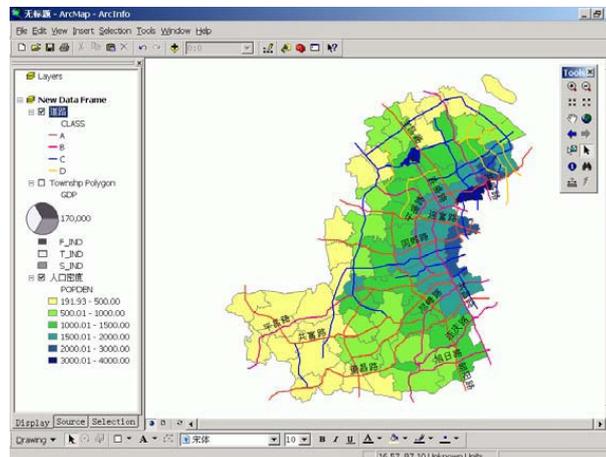


图 7-9 用属性值标注路名

### 3、使用注记图层

点 Add Data 按钮，在\gis\_ex09\ex03\路径下，有立体图 Township，双击立体图标，出现 Annotation, Arc, Label, Polygon, Tic 五个选项，双击 Annotation，就为 Data Frame 增加了一个注记图层，该专题图层的内容为 4 个数字编号。可在图层属性对话框中选择 Symbology 标签，进一步调整字体、颜色、大小（见图 7-10）。



图 7-10 调整注记层的符号

### 4、不同注记方法比较

ArcMap 的三种注记各有优缺点和适用性：临时注记：简单、灵活，输入后不能用于其他数据框架，适用于少量、临时性的注记，包括曾经练习过的用注记图形选择要素、查询。属性标注：内容来自图层要素属性表，一旦字段的属性值被修改，地图上的注记就跟着起变化，标注和属性值自动保持一致。

图层注记：注记内容是相对独 Feature Class，由地图编辑软件输入、维护，可精确控制他们的

位置、大小、倾斜、间距等等，还可分类输入、分类显示，适用于内容复杂、位置密集、表达精细的专题地图，如地名。Shapefile 没有注记要素类，要用 Coverage 或 Geodatabase。

## （六）专题地图的符号控制

地理要素用符号显示，对应的专题地图有五种基本类型：

- (1) 点符号。用不同颜色、大小、形状的符号表达点状要素。
- (2) 线符号。用不同颜色、宽度、线型表达线状要素，包括多边形的边界。
- (3) 面符号。用不同颜色、密度、图案填充多边形要素。
- (4) 注记符号。用不同颜色、大小、字体注记在地图上。
- (5) 统计地图。将常用的统计图分布到地图上。

符号 (Symbol) 由属性控制，即要素属性表中某字段的属性值控制地图的符号。ArcMap 靠属性控制符号有五种类型：

- (1) Features: 单值图 (Single Symbol)，图层的所有要素均用一种符号，不再分类，如初次加载图层时默认显示方式，本练习中的注记图。
- (2) Categories: 用指定的值控制分类，如本章练习中的道路分类图。
- (3) Quantities: 用属性值的大小控制符号，如本章练习中的人口密度图。
- (4) Charts: 统计指标图，如本章练习中的产业结构统计图，除圆饼图 (PieCharts) 外，还有直方分布图 (Bar/Column Charts)、累计直方图 (Stacked) 等。
- (5) Multiple Attributes: 多重属性图 (Quantity by Categories)，本章未练习。

## （七）地图文档操作

按照 Windows 应用软件的风格，选择菜单 File/Save As...，将自己对文档的操作保存到另一个 Map Document 文件中，供将来反复使用，文件名的后缀是 “.mxd”，建议初学者将文档存放到自己的临时目录 gis\_ex09\ex03\temp\，起名为 mydoc。选用菜单 File/Open，打开另一个地图文档。选用菜单 File/Save，保存当前正在使用的地图文档。选用菜单 File/Exit，关闭当前地图文档，退出 ArcMap。

## （八）小结

地图文档 (Map Document) 是 ArcMap 的基本应用单元，每个 Map Document 中可有若干数据框架 (Data Frame)，每个 Data Frame 中可有若干专题图层 (Layer)。

本练习主要围绕专题图的符号设置。专题图层 (Layer) 的数据来自要素类 (Feature Class)，如何显示靠二个因素：(1) 几何位置、形状，(2) 符号，前者由要素 (Feature) 决定，后者由属性 (Attribute) 决定，要素 (Feature) 是要素类 (Feature Class) 的基本单位，属性 (Attribute) 存储在要素属性表 (Feature Attribute Table) 的字段 (Field) 中。用要素的属性值控制符号，使空间事物的表达灵活、针对性强，不但是 ArcMap 也是其他 GIS 软件的基本功能，和 GIS 的数据模型相辅相成。矢量型专题图按要素类 (Feature Class) 分为点、线、面、注记四种，对应的显示符号 (Symbol) 也是四类 (参见表 7-1)。

靠属性定义符号在 ArcMap 中有 5 种：(1) 单值图 (Single Symbol)，(2) 按指定值分类 (Categories)，(3) 按属性值大小分类 (Quantities)，(4) 统计指标图 (Charts)，(5) 多重属性图 (Multiple Attributes)。

对 Layer (图层)、Table (属性表)、Data Frame (数据框架) 的定义保存在 Map Document (地图文档) 中，和数据源相互独立，可以反复使用，当数据源 (空间数据、属性数据) 被改变，Layer 所显示的具体内容也会自动跟着变化，不需专门干预。

表 7-1 要素的符号表达形式

要素类	符号类型	可控制的形式	特殊形式
点	点状符号	点的式样、大小、颜色	倾斜、多属性统计图
线	线型	线的式样、宽度、颜色	横向偏移、有方向性的线型
多边形	填充符号	图案式样、密度、颜色、边界线型	多属性统计图、点密度图
注记	字体	字体式样、大小、颜色	倾斜、间距

## 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）。

地理信息系统实验指导书  
牛继强