

# 地图实验讲义

## 教学方法与条件

地图学实验都是在地图学原理的理论课指导下，以习作任务为驱动，学生根据实际情况和原有的内容进行数据采集，分析，制作成图的过程。培养学生参加工作的具体能力。根据地图学科的课程特点和定位，以任务为驱动，形成了“以任务为主线、教师为主导、学生为主体”的基本特征、实现以学生自我训练到任务实现为主的教学模式。

在整个教学过程中，教师以完成一个个具体的任务为线索，首先把教学明确在单个的任务中，让学生以个人或分组完成任务的方式领会学习的核心内容。在学生完成任务的同时培养学生的创新意识和创新能力以及自主学习的习惯，引导他们学会如何去发现，如何去思考，如何去寻找解决问题的途径，最终让学生自己提完成任务。

1、在基础实验中，对经典实验按所学知识运用到实践中，采用计算机技术接合制图软件对实验中给定的数据完成操作。便于学生学习地图基础知识和操作技术，理解理论教学内容和实验设计的原有思想。

2、对于设计性的实验则以培养学生的创新能力为教学目标，给学生提供当前我们实验室目前所拥有的最新、最先进的仪器设备，让学生理解和使用各类仪器方法，使学生的实际操作水平达到的社会需

求的基础水平。

3、在实验教学手段上采用多种类型实际训练并举，而又以综合性、设计性实验为重点，促进学生综合素质的提高和注重学生创新能力的培养。

教学条件：

具备以下条件满足实验教学实施：

- 1、 每名学生一台电脑；
- 2、 电脑软件有 AcrGis10.2 、 AutoCAD、 CASS；

### **实验要求与目的：**

本课程涵盖地图学主要实习内容，分为四部分：包括认识地图与地形图阅读、地图符号的设计与使用、地图投影及判别和专题地图设计与制作；以及地图制图方法与地图应用，包括全站仪测量与制图、野外读图与定向越野运动。课程在结构上清晰、严谨。特色：适用性宽，内容贴近教学实际，可操作性强。

通过本课程的学习，要求理解并掌握地图基础知识和基本理论，为本专业后续课程的学习打下扎实的基础。通过本课程的实习，一方面培养学生的地图实践能力，另一方面，加深学生对理论教学内容的吸收和消化，以提高学生的地图学素养。

学生应达到下列要求：

- 1、 理解各种地图判读方法的原理及应用；
- 2、 进一步巩固和加深《地图学》基本知识的理解；

- 3、掌握地图学原理，能独立分析问题、解决问题；
- 4、能熟练判读各种地图，得出正确结论。

### 实验预期效果：

开设实验课，是为了加强对学生识图绘图技能技巧的培养，力图使学生熟练掌握地图学原理和制图方法，并在地图学学科领域中具有一定独立分析问题和解决问题的能力。

实验强调在地图编制与设计基本原理的指导下，掌握在计算机上实现地图编制的各种方法和步骤，从而培养学生实际动手的能力以及分析解决问题的能力，为今后的学习和工作打下良好的基础。

- 1、 巩固和加深了对地图设计与编绘基本理论的理解。
- 2、 能够根据制图目的要求，设计相应的表现制图内容的手段和具体的表现方法。
- 3、 能够熟练掌握 ArcGIS 软件的制图功能、制作地图的技巧。
- 4、 运用全站仪与 CASS 软件理解了数字制图从地图设计、数据输入、数据处理到图形输出的完整过程。

### 学习内容、目标与学时分配

学习内容	学习目标	学时	类型	类别	要求
实验 1: 认识地图与地形图阅读	识图读图，包括理解地图所表示诸要素的内容，建立符号与表示对象的联系，加深对地图特点的认识。	2	验证性	基础	必做
实验 2: 地图符号的设计与使用	符号设计，包括理解地图符号设计与制作方法	2	验证性	专业基础	必做
实验 3: 地图投影及判别	投影判别, 包括运用软件创建经纬网, 根据地图上不同经纬网形态识别不同	2	验证性	专业基础	必做

	的投影类型				
实验 4: 专题 地图设计与 制作	专题地图, 包括运用计算机进行面状 符号设计, 编制等值区域图, 张点值 图, 农作物种植面积结构图。	4	设计 研究	专业	必做
实验 5: 读图 与用图	地图应用, 使用地图	1	综合 性	其它	选做

## 实验一：认识地图与地形图阅读

### 【任务目标】

1、了解地形图中主要的地理要素的表示方法，熟悉比例尺、投影方式、注记、地形图分幅编号、地图坐标、方里网等。

2、选择一幅内容要素比较全面，低山丘陵地区的 1：5 万地形图进行阅读，并写出阅读报告，以理解地图所表示诸要素的内容，建立符号与表示对象的联系，加深对地图特点的认识。

### 【基本原理与方法】

1、地图的种类很多，地图所表示的内容也非常广泛，但归纳起来，地图能表示的内容主要是两个方面：空间结构特征和时间序列变化；另外还可以表示各空间结构特征包括表示呈点状、线状、面状与体状分布的各制图对象的空间形态结构及其分布范围、质量特征、数量指标与动态变化的特征。例如地震分布图，只表示呈点状分布的地震震中及其震级（数量指标）；交通图表示呈线状分布的铁路、公路的分布及其等级（质量特征）；土地利用图表示呈面状分布的各类土地的分布特点（质量特征）；台风频数与路径图，表示台风周期性的变化（现代过程）；黄河下游三角洲历史时期河道变迁图，表示了黄河多次改道与海岸线的变化（黄河出海口不断变化，海岸不断扩展）等等。目前，由于计算机可视化技术的发展，则又可以多维（包括呈三维立体分布）、动态地显示各种制图对象的时空变化规律。

地图可以用不同的指标分为若干种类别：

(1)、地图按其内容分为普通地图（包括普通地理图和地形图）和专题地图两大类。普通地理图是指表示地理景观外貌的地图，具体说就是以相对平衡的详细程度表示地球表面各种自然现象和社会经济现象，如居民地、道路网、水系、地貌、土质植被和境界线等地面基本要素为主要制图对象的地图。专题地图是根据专业方面的需要，突出表示一种或几种主题要素现象的地图，其中作为主题的要素表示得很详细，而其它要素则依据主题的需要，作为地理基础选绘。作为主题的专题内容，可以是普通地图上的要素，但更多的是普通地图上所没有而属于专业部门特殊需要的内容，如地质构造和矿产分布、工业布局、农业区划等，都不是普通地图上的内容，在科学技术突飞猛进、社会不断发展、资源与环境问题日益严重和可持续发展已被人们越来越关注的今天，专题图的发展具有更丰富的内容和更广阔的发展空间。

注释栏：当代专题制图已发展到所有区域性学科及其许多的生产部门。20世纪60年代后期，国际上统一改为专题地图，使其含义更为明确。过去专题地图按制图对象内容的领域，主要分自然地图和社会经济地图(人文地图)两大类。反映自然各要素或现象的地图属于自然地图，包括地质、地球物理、气候、水文、海洋、土壤、植被、动物等各类专题地图；反映人类社会的经济及其他领域的事物或现象的地图属于社会经济地图，包括人口、政区、工业、农业、第三产业、交通运输、邮电通讯、财经贸易、科研教育、文化历史等各类专题地图。另外，20世纪70年代以来还出现一类反映人类与自然环境关系

的地图，即环境地图，包括生态环境、环境污染、自然灾害、自然保护与更新、疾病与医疗地理、全球变化等各类专题地图。

专题地图制图对象多种多样：有可见的，也有看不见的；有地表的，也有地下的与高空的；有具体的，也有抽象的。但就其分布形式，可归并为点状分布线状分布、面状分布三种基本形式。就其内容，主要包括分布位置和范围、质量特征、数量差异、动态变化等方面。另外，还可以表示时间序列变化，包括历史发展、现代过程和未来趋势。

(2)、地图按比例尺可以分为大比例尺地图：1：10 万及更大比例尺的地图，中比例尺地图：1：10 万~1：50 万比例尺之间的地图；小比例尺地图：1：100 万及更小比例尺的地图。

注释栏：大、中小三种比例尺地图在内容的详细程度、用途、表示方法和编制方法等各方面都有不同的特点。大比例尺地形图是地形测量或航空摄影测量的直接成果，或者是用实测地形图直接编制而成的，具有详细的内容，可以迅速在地面定位和地面对照，供军事行动、规划设计和野外调查勘测编制大比例尺专题地图之用。中比例尺地理图是根据较大比例尺地形图资料编绘而成的，通常还要利用一些补充资料，或者通过外业调查搜集补充资料编绘而成的。小比例尺地图完全是用内业方法编制的成果，它以各种大、中比例尺地图为基础，广泛地应用各种补充参考资料编绘而成，供宏观规划以用科学地编制各种小比例尺专题地图应用。

(3)、按制图区域划分类，是指地图所能显示的空间由总体到

局部，由大及小依次划分，地图制图区域范围可按行政区和自然区两个系列划分。

注释栏：

按行政区域地图可分为世界地图、国家地图、省（区）地图、市（县）地图、乡镇地图，还有以城市范围的城市地图。按行政区划分具有很大意义，因为绝大多数地图是按行政区所限制的制图区域编制的。

按自然区域，较普遍的是按政治地理单元划分，即全球图、半球图、大洲地图、大洋地图、分国图依次划分，这种划分与上述按行政区划分类似；另一种是按自然地理单元划分，这种划分标准适用于专业需要和专题地图，如青藏高原地图、海区图、海湾或海峡图等。

控制图区域分类的优点是：它可以与社会和专业划分的习惯取得一致，容易被大多数人理解，同时还能反映出制图区域内有哪些地图以及反映制图区域经济与科学勘察研究的深度和广度。

（4）、按地图的用途分类，即按用图者使用的范围和地图用于解决特定问题的性质区分为各种专门地图，这里所说的专门地图不是地图的一种分类，它可以是普通地图，也可以是专题地图，一般可分为通用地图与专用地图两大类

注释栏：通用地图适用于广大读者，可为读者提供科学参考或一般参考，如中华人民共和国挂图、世界挂图等。专用图供专门的对象使用，如供航空飞行用的航空图，供小学生用的小学教学挂图等。地图的用途对选择地图的比例尺及制图区域和确定地图内容及表示方



法具有一定影响，并由于许多地图都具有多方面的用途，因此，按地图用途进行分类会受到各方面的局限和缺乏足够的严密性。

(5)、按地图的使用方式可分为桌面用图：能在明视距离内阅读的地图，如地形图、地图集等；挂图：有近距离阅读的一般挂图和远离阅读的教学挂图；屏幕地图：由电子计算机控制的屏幕地图；便携式地图：如小的图册或便于折叠的丝绸地图，折叠式旅游地图等。

(6)、按其它标志分类：按其外形特征可分为平面状、三维立体状、球状地图等。按其感受方式，可分为视觉地图和触觉地图（盲文地图）。按其结构，可分为单幅图、多幅图、系列图和地图集等。

## 2、阅读辅助要素

(1)、图名、图号——了解地图所表示的区域、位置、范围和主题。

(2)、图例——了解各种符号的图形、尺寸、颜色及不同规格注记所代表的具体内容。图例是识别地图符号的工具。

(3)、坡度尺——便于量测坡度而制作。借助它可进行地貌分析阅读，一般配置在图廓外。

(4)、制图文字说明——可了解制图单位、成图时间、资料使用情况、采用的坐标系和高程系、基本等高距等。

## 3、阅读数学要素

(1)、地图投影——了解该地图投影的特点，帮助建立正确的位置和形状概念。识别经纬线网、方里网和控制点：

(2)、比例尺——了解比例尺在该图上的表示形式。比例尺决

定着地图的精度和内容的详细程度。

(3)、三北方向偏角图——了解三北方向偏角图的表示，根据三北方向线和偏角值定出地图方向，进行真方位角、磁方位角、坐标方位角的换算。

#### 4、阅读图形要素

(1)、水系——了解该区域内河流、湖泊、海洋、水库、沟渠、井泉等的分布。阅读水陆界线，搞清河流性质、河段情况等。

(2)、地貌——了解该区域的地形起伏状况，可根据等高线疏密、高程注记、等高线形态特征来判明地形起伏和地貌类型。具体读出山头、山脊、山谷、山坡、凹地、鞍部等基本地形。

(3)、土质、植被——土质主要了解地表覆盖层的性质，植被主要了解地表植被的类型及其分布。

(4)、居民地——主要阅读居民地类型、形状、人口数量、行政等级、分布密度、分布特点等。

(5)、交通网——了解交通线种类、等级，路面性质、宽度，主要站点，水上交通网，港口和航线情况等。

(6)、境界线——了解该图区域内的政治、行政区划情况，主要境界线的种类和位置。

(7)、独立地物——主要有文物古迹、判断方位的重要标志，具有特殊意义的工、农业地物等。

按照上述顺序，边阅读、边记录。

本实习的内容是用遥感软件或者地理信息系统软件读取地形图，

并对地图要素及其辅助要素进行标示。

### 【软硬件与基础数据】

计算机，ENVI 或者 ArcGIS 软件，1954 年 1：5 万地形图。

### 【任务步骤提要】

1、打开地形图（以 ArcGIS 软件为例）

运行 ArcMap 程序

文件——添加图层——（中国 1954 版 1 比 50000 地形图样图）

2、注释地理要素及其辅助要素

打开绘图工具栏——注释工具——分别对辅助要素、地理要素进行注释，如图 1 1 辅助要素注释样图、图 1 2 地形要素注释样图。

3、输出注释图

文件——导出地图——输出 JPEG 格式图或 TIFF 格式

要求制出对地形图中的地理要素及其辅助要素进行标注的 JPEG 格式或 TIFF 格式图，其中地理地素包括：水系——河流、地貌——山头、居民地——独立房屋、交通线——乡间小路、植被——苗圃、独立物等等。



图 1-1 辅助要素注释样图



图 1-2 地形要素注释样图

## 实验二：地图符号的设计与使用

### 【任务目标】

- 1、学习 ArcGIS 软件的基础知识
- 2、通过本实习理解地图符号设计的原则
- 3、学会在常用的制图软件中地图符号的设计制作方法。

### 【基本原理与方法】

- 1、ArcGIS 软件的相关知识

(1)、地图文档：在 ArcGIS 中完成对地图的处理后，可以保存地图并退出 ArcMap。地图可以作为文档保存在硬盘上。如果以前未曾保存地图，将需要提供名称以及需要保存的文件夹位置。

ArcMap 会自动将文件扩展名 (.mxd) 追加到地图文档名称中。地图上显示的数据不会与地图文档一起保存。地图图层引用 GIS 数据库中的数据源，这有利于保存的地图文档的占用相对较小的存储空间。

(2)、ESRI 为存储地理信息开发了三种主要数据格式 coverage 格式、shapefile 格式及地理数据库 (geodatabase) 格式。

Shapefile:一种基于文件方式存储 GIS 数据的文件格式。至少由 .shp, .dbf, .shx 三个文件作成，分别存储空间数据，属性数据和前两者的关系。Shapefile 是 GIS 中比较通用的一种数据格式。

Coverage:一种拓扑数据结构,一般的GIS原理书中都有它的原理论述。数据结构复杂,属性缺省存储在Info表中。目前ArcGIS中仍然有一些分析操作只能基于这种数据格式进行操作。

Geodatabase:ArcInfo发展到ArcGIS时候推出的一种数据格式,一种基于RDBMS存储的数据格式,其有两大类:①. Personal Geodatabase 用来存储小数据量数据,存储在Access的mdb格式中。②. ArcSDE Geodatabase 存储大型数据,存储在大型数据库中 Oracle, Sql Server, DB2等。可以实现并发操作,不过需要单独的用户许可。

其中,Shapefile 为存储地理及属性信息提供了一种简单的非拓扑格式,也是一种非常流行的开放式数据转换格式。

## 2、符号与样式

符号:以图形方式对地图中的地理要素、标注和注记进行描述、分类或排列,以找出并显示定性关系和定量关系。根据符号绘制的几何类型,可将其分为四类:标记、线、填充和文本。

样式:是一种容器,用于对地图上出现的可重复使用的事物进行存放;可通过样式来存储、组织和共享符号及其他地图组成部分。创建符号并直接将其应用于要素和图形,可将多种符号组合到一起进行存储、管理和共享,这些组合到一起的符号统称为样式。

3、**点状符号**是指定位于某个点上或以某个点作为参考点配置的定点符号、定位符号和分区统计图表等。点状符号是显示主题对象数量和质量特征定位分布的一种重要手段。

采用不同形状、大小和颜色的符号，表示呈点状分布物体的位置、性质和数量特征的方法是定点符号法。

常用的点状符号包括几何符号、艺术符号、字母符号和统计图表等。

几何符号是指以简单几何形状为轮廓、表示呈点状分布物体的一种符号类型。

几何符号的基本图形是圆形、方形、三角形、菱形、星形、六边形及梯形等，

字母符号就是用汉字或西文字母，再配以简单的基本图形而构成的符号。字母符号的字体一般采用黑体，粗大明显。

艺术符号包括象形符号和透视符号两种。艺术符号广泛应用于人文经济地图和旅游地图。

3、**线状符号**是指沿某一方向延伸并有依比例的长度特性，但宽度一般不反映实际范围的符号。



在专题地图内容的表示方法中，线状符号法和运动线法中要运用线状符号，用不同颜色、结构、粗细的线型，表示呈线状分布现象的质量特征、重要程度的方法是线状符号法。

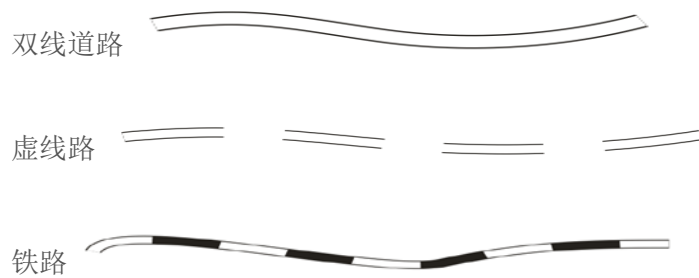
线状符号的应用实例很多，如各级行政境界线、各级道路、不同通航程度河流、城墙、栅栏、不同类型的海岸线、各种地质构造线、等高线、各种界线等。

境界线的表示（沿河流、道路等现状地物延伸的）

河流的绘制：单线河——线划宽度应该渐变

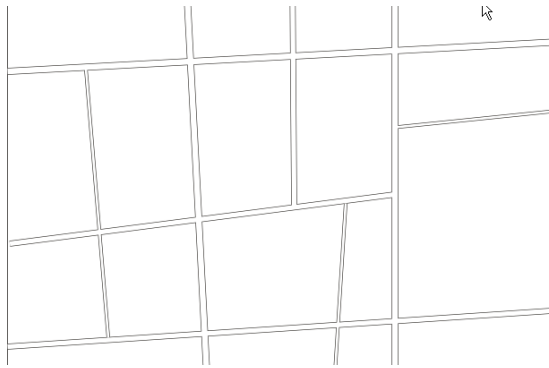
双线河流的边线与面普染色一般要各自分层表示。环状沟渠需要“结合”

### （1）、线图例的绘制



### （2）、双线街道网的绘制





注意：先绘路网后铺色，道路分层又分级

### (3)、境界线的绘制

①利用轮廓笔更改线条样式的方法绘制，如在 arcgis 中设置：如

图 2-1 编辑线条样式示意。

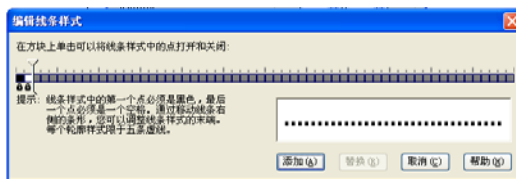


图 2-1 编辑线条样式示意

**注释：**调节杆左边为编辑区，右边为无效区，通过移动调节杆可以增大或减少可编辑区。可编辑区的最左边一个必须为黑色，最右边一个点必须为白色。黑色表示有线，白色表示虚点，线条的长度和宽度决定黑点和白点的个数，以此作为一个单元在输入的曲线中周期性地显示。

黑白小方块的具体数量还应根据所定线条的粗细而定，线粗多少，则小方块的实际高度和宽度就是多少。线段间隔公式：线段间隔 $\times$   
= 线长 / 线宽

②路径编辑法绘制境界线是利用文本适合路径的注记功能，将线状的属性符号作为一个符号单元并以文字串形式来实现的。只要事先绘好一条路径线，然后执行适合路径注记命令，敲打任何一个键，其属性符号会自动沿路径线排列，而且属性符号的大小、间距、粗细、颜色以及垂直和水平方向的位置，都可以定值或任意调整。

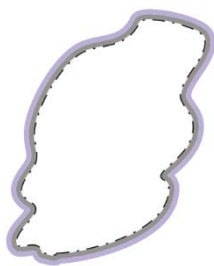
#### (4)、境界色带的绘制

利用“轮廓图”功能为对象向内或向外方向增加同心的平行轮廓线，再配合剪断、拷贝、线型编辑和填充等工具，能很好地完成境界线和色带的绘制。

##### ①界外套单色带的绘制



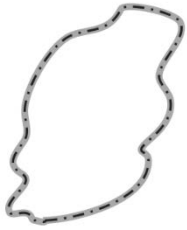
##### ②界外套双色带的绘制



##### ③不闭合色带的绘制



④骑界色带的绘制



#### 4、面状符号

面状符号：表达空间上具连续两维分布的现象的符号。具定位特征，为依比例符号。



#### 5、体积符号

体积符号：表达空间上具三维特征的现象的符号。具定位特征，与比例尺相关。可以推想为从某一基准面向上下延伸的空间体，例如人口或一座城市，可以表示具有体积量度特征的有形实物或概念产物，这些空间现象可以构成一个光滑曲面。

**【软硬件与基础数据】**

计算机，ArcGIS 软件，中国政区.shp、省会城市.shp、中国轮廓线打断.shp、中国境界线.shp、九段线.shp、河流.shp

## 【任务步骤提要】

### 1、在样式管理器中创建自己的样式

打开 ArcMap，单击菜单栏中自定义——样式管理器，如图 2-2 样式管理器，点击左侧的样式目录，即可查看相应的样式。在样式管理器对话框中单击样式按钮，打开样式引用对话框。在样式引用对话框中，单击创建新样式——导航到所存放的目录。输入要创建的新样式的名称——单击保存——单击确定。如图 2-3 创建新样式。

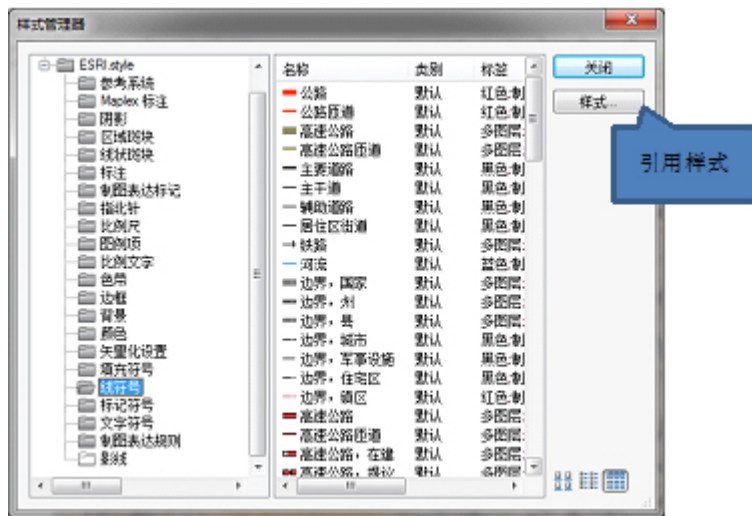


图 2-2 样式管理器

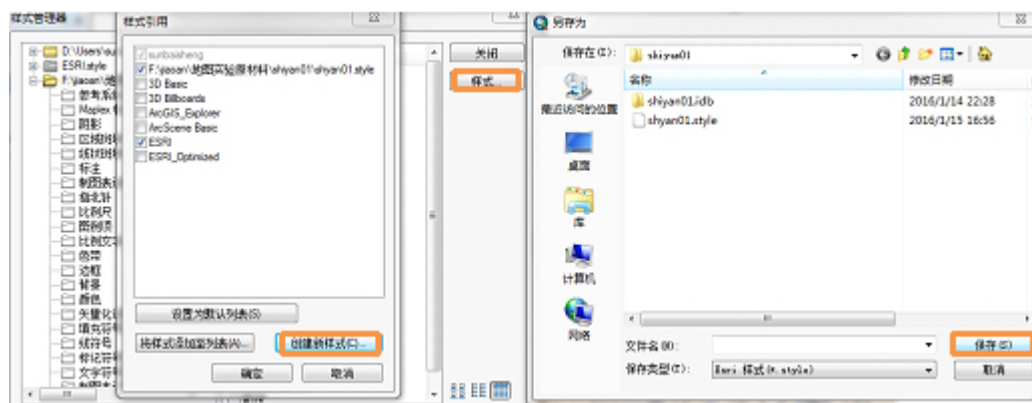


图 2-3 创建新样式

## 2、在样式管理器中创建自己的新符号

虽然创建地图时按需要创建符号较为方便，但是某些情况下，在开始操作前构建一个包含各符号的完整样式将获得更高效率。

简要操作步骤：

- a. 单击 *自定义—样式管理器*。
- b. 选择要用于保存新符号的样式。
- c. 再从左栏选择要创建新符号的类别，在右侧窗格中的空白区域单击右键
- d. 在打开的快捷菜单上单击 *新建*，然后单击相应的符号类型。打开 *符号属性编辑器* 对话框。如图 2-4 从样式管理器创建符号
- e. 根据需要调整符号属性。
- f. 单击确定关闭 *符号属性编辑器* 对话框并将符号保存到样式中。如图 2-5 标记符号编辑器。

g.为符号输入名称。

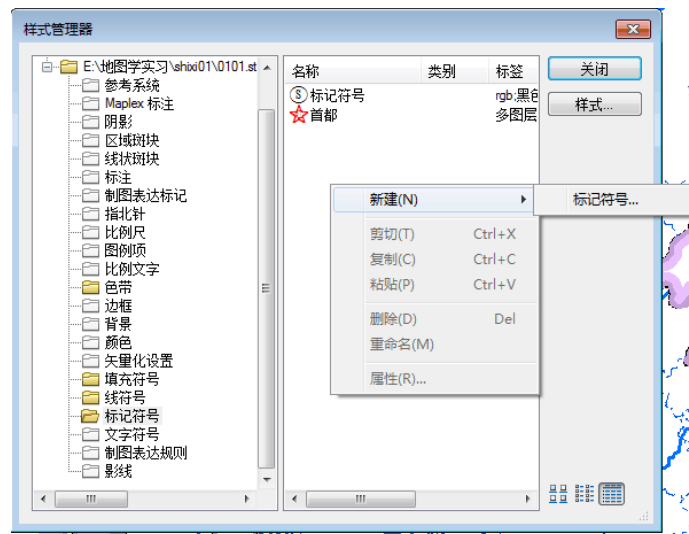


图 2-4 从样式管理器创建符号

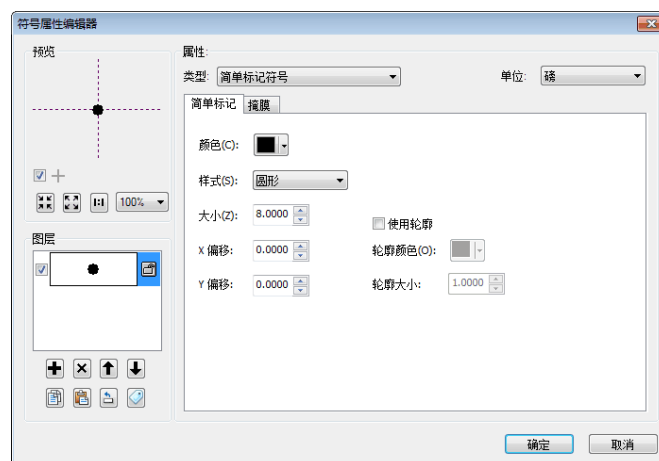


图 2-5 标记符号编辑器

具体设计如下：

(1) 设计如下点符号：★首都，Ⓢ省会。如图 2-6 编辑符号对话框。

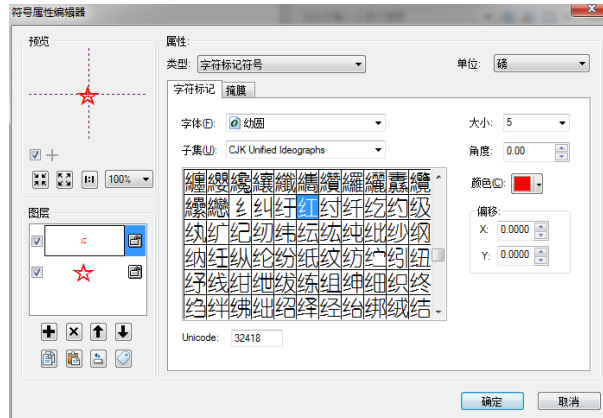


图 2-6 编辑符号对话框

设计外部图片格式的的点状符号：

在符号属性编辑器对话框中，类型选择标记符号，弹出对话框选择先前做好的图片文件，如图 2-7 编辑图片格式的的点状符号；可以是两种格式：windows 位图(.bmp)或 windows 增强型元文件(.emf)。

注意：windows 位图 (.bmp) 是栅格格式的，可以在 WINDOWS 画图程序中完成，windows 增强型元文件 (.emf) 图形组成的标记符号与栅格格式的 Windows 位图不同，属于矢量格式，因此，其清晰度更高且缩放功能更强。windows 增强型元文件 (.emf) 图形组成的标记符号，可用 CorelDRAW 或 Adobe Illustrator 来制作 emf 格式的图片。这里给出 fly.emf 文件，请同学们自行操作如何用 fly.emf 矢量符号创建要素。

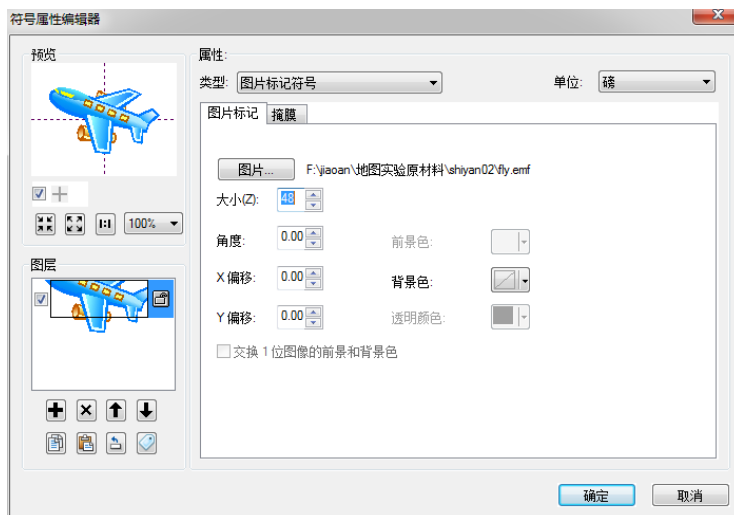


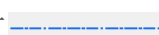


图 2-7 编辑图片格式的的点状符号

(2) 设计制作线状符号，选中样式管理器列表中线符号，在右侧栏空白处右击新建线符号，打开符号属性编辑器，其中选类型为制图线符号，如图 2-8 线状符号制作对话框，晕线状符号 。同理制作国界线状符号 、省界线状符号 。

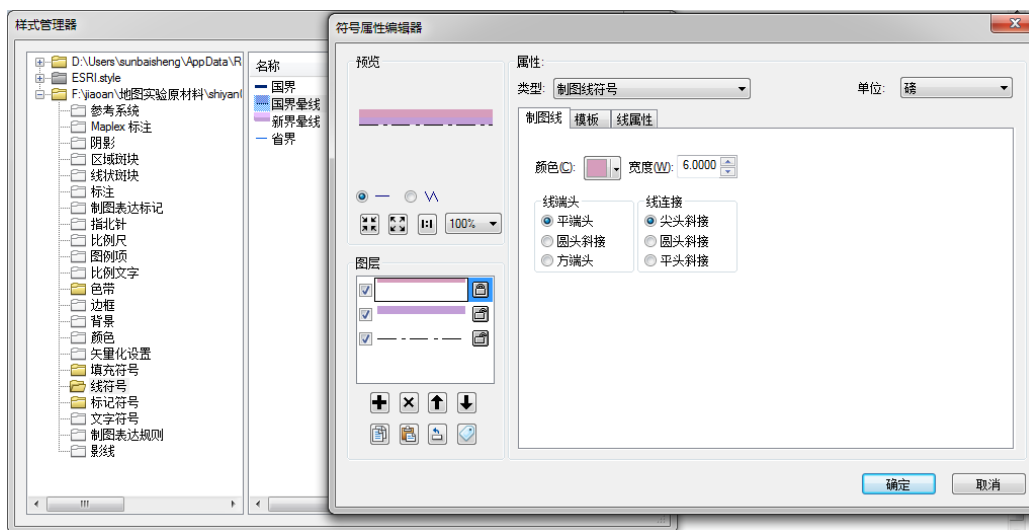


图 2-8 线状符号制作对话框



(3) 设计填充符号（面状要素符号），在符号属性编辑器中选择类型为简单填充符号，同理创建四种不同填充颜色的面状符号。如图 2-9 面状符号制作对话框。

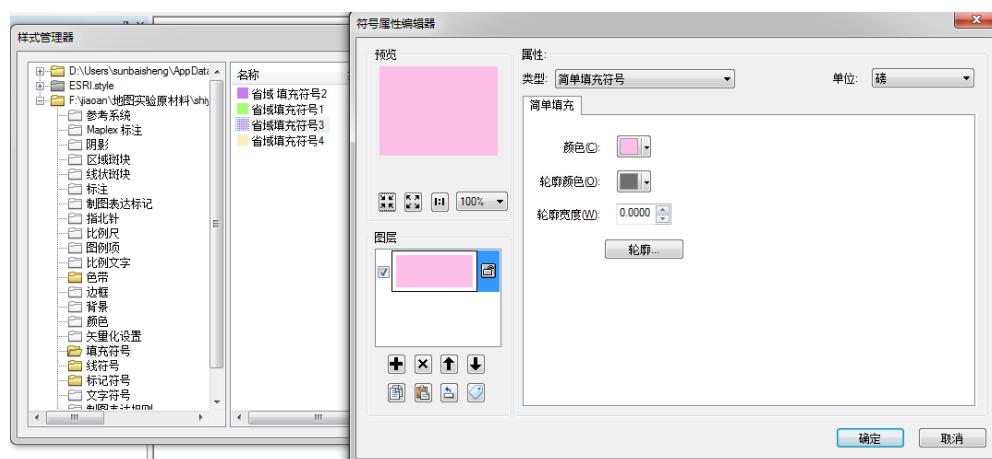


图 2-9 面状符号制作对话框

### 3、使用新设计的符号绘制对象

①打开 Arcmap，加载数据中国政区.shp、省会城市.shp、中国轮廓线打断.shp、中国境界线.shp、九段线.shp、河流.shp。

鼠标在内容列表中双击省会城市点状符号，弹出**符号选择器**，选在自己创建的点状符号。进行选择符号时，如果没有引用的样式，可以点击**样式引用**，并且在样式引用对话框中，将所用的样式添加到列表，也可以点击创建新样式。可以从上述样式管理器中添加已创建的样式，也可以在符号选择器中——**样式引用**——将样式添加至列表，选择自己创建的样式打开。如图 2-10 添加已创建的样式对话框。

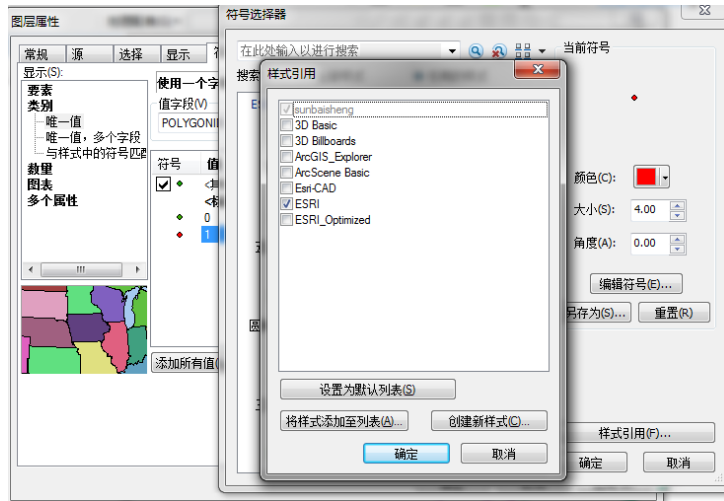


图 2-10 添加已创建的样式对话框

注：从样式中符号进行选择，可以对首都、省会分开设置符号。  
 （设置技巧，在省会城市属性表中单独添加一列，内容为首都为 1，其它为 0，在符号系统里类别中选择唯一值，选相应的值字段，添加所有值性质进行操作，如图 2-11 首都与省会点状符号分开设置）

图 2-11 首都与省会点状符号分开设置

双击原符号进入符号选择器，选择自己设计的符号，单击确定。  
 如图 2-12 符号选择器进行选择点状符号。

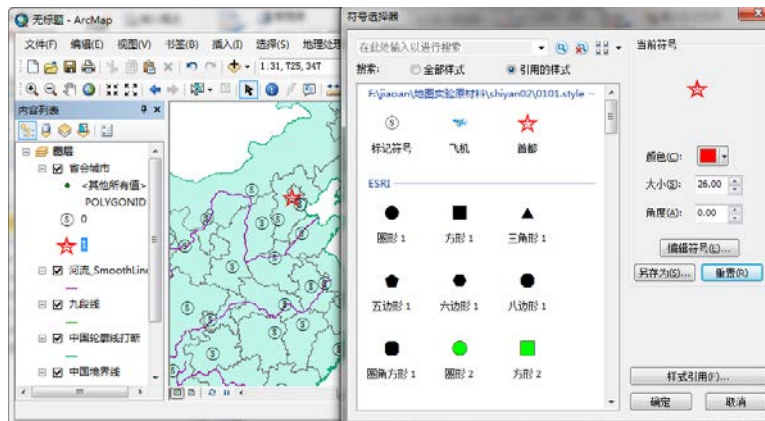


图 2-12 符号选择器进行选择点状符号

注：

在符号选择器中可以修改这些符号的颜色、大小等基本属性。单击**编辑符号**按钮打开符号属性编辑器，即可编辑自定义的符号。如图 2-13 符号选择器、如图 2-14 符号属性编辑器。

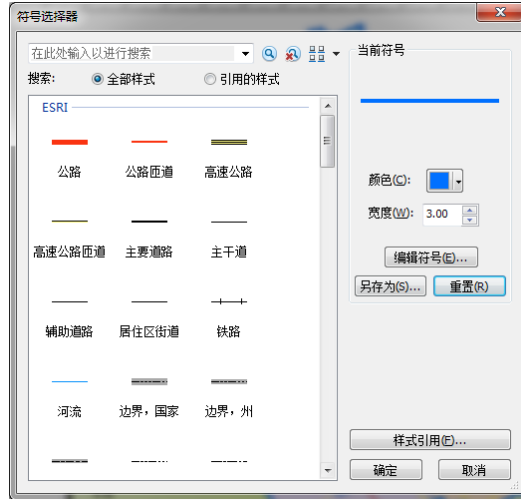


图 2-13 符号选择器

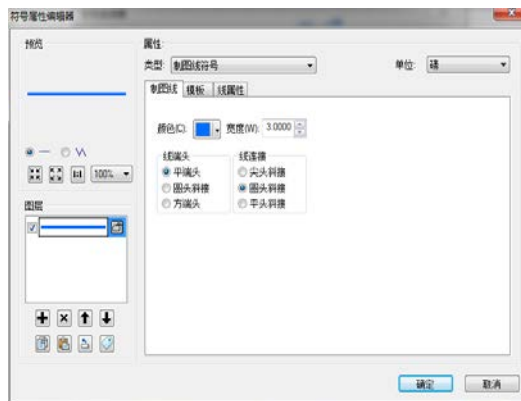


图 2-14 符号属性编辑器

简要操用步骤:

- a. 从符号选择器对话框中选择一个符号作为初始符号。
- b. 使用当前符号框中的控件在符号选择器对话框中直接更改大小、颜色等基本符号属性。

c. 要进行其他更改，请单击编辑符号按钮打开符号属性编辑器对话框。

d. 如果要重复使用或共享此符号，请单击另存为按钮保存此符号。您可以为此符号指定名称、类别和多个描述性搜索标签，还可以选择用于保存此符号的样式。（这里就可以给新样式创建新符号）

e. 要将新符号应用于当前所选的要素或元素，请在符号选择器对话框中单击确定。

②同样的操作河流图层，河流线状数据也可用自己设计的符号表示。

鼠标在内容列表中双击河流线状符号，弹出符号选择器，选择自己创建的河流线状符号。

③同样的操作中国政区.shp 图层，面状数据也可用自己设计的符号表示。

在中国政区符号系统里类别中选择唯一值，选相应的值字段（如 name），添加所有值性质进行操作，然后对每一个区域的面域符号设置成自己创建的填充符号。

④如果需要新的点、线、面状图层未给出，需要自行新建点、线、面状图层，

这里实际操作建立点状符号图层，并编辑，然后用新建的线状符号显示，（同理也可以新建线或面图层）。

具体操作如下：首先点击 ArcCatalog 图标或启动 ArcCatalog。所在的实习目录下，单击鼠标右键新建一个 Shapefile 文件，取名为“飞机场点状图层”，如下图 2-5。特征要素类型选择“点”，同时点击 **编辑** 按钮进入设置空间参考坐标系为中国阿尔伯斯投影，方法用导入 *中国政区.shp* 文件的投影方式，完成如图所示点击确认。如图 2-16

要素类型为点与设置参考系统对话框。

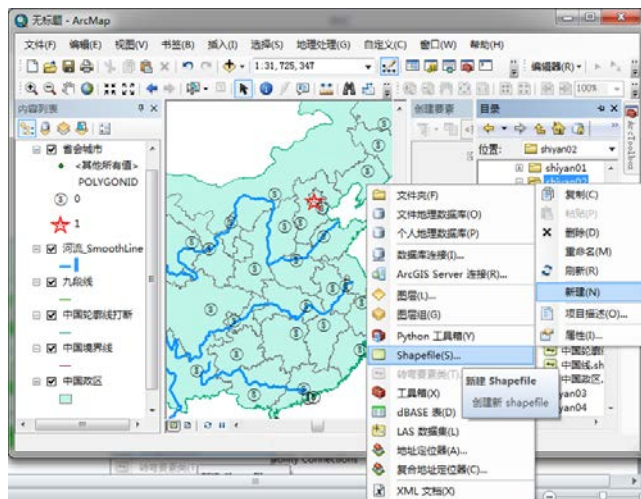


图 2-15 新建 Shape 文件

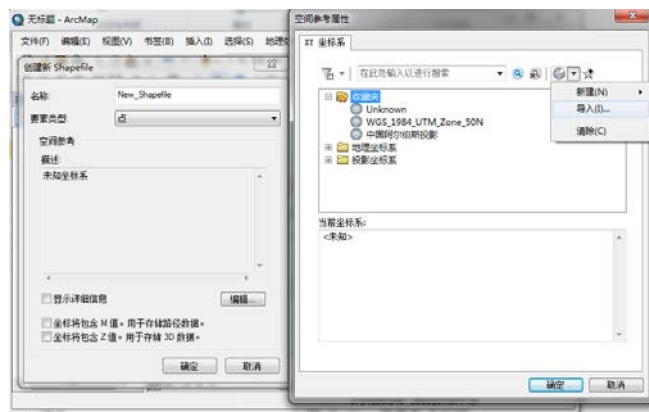


图 2-16 要素类型为点与设置参考系统对话框

重新回到 ArcMap 窗口，载入新建的图层“飞机场点状图层”，运用编辑工具

调出编辑工具栏进行线状要素的编辑。单击编辑下拉框中的开始编辑，如图 2-17 开始编辑。在创建要素面板中构造工具选择点工具，图 2-18 选择创建要素工具中的点工具。开始画点。如图 2-19 点状要素设置示意图。

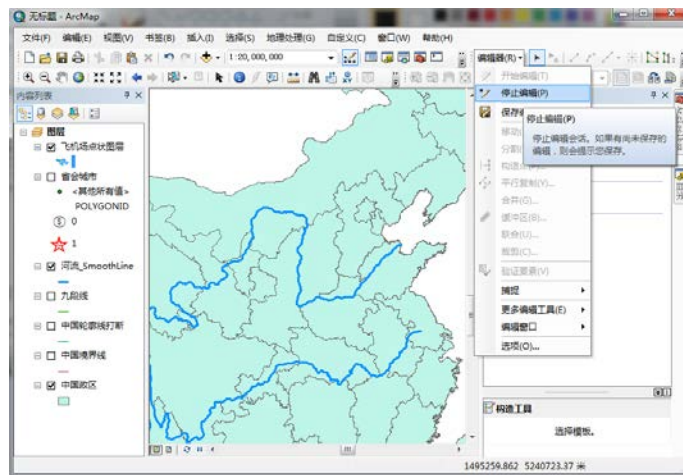


图 2-17 开始编辑

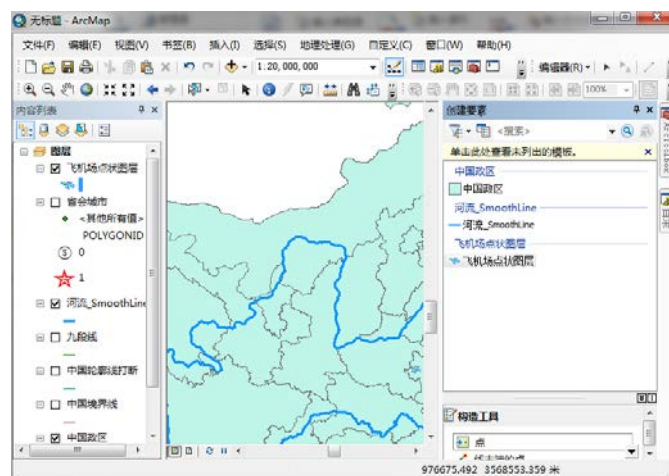


图 2-18 选择创建要素工具中的点工具



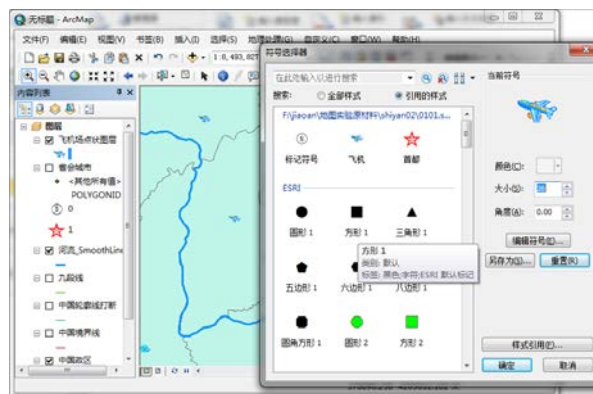


图 2-19 点状要素设置示意图

⑤同样的操作中国轮廓线打断.shp、九段线.shp、河流.shp、中国境界线.shp 图层，根据线状数据的特点，设置成自己设计符号表示。如图 2-20 点、线、面符号设计示意图。



图 2-20 点、线、面符号设计示意图

### 实验三：地图投影及判别

#### 【任务目标】

- 1、了解地图投影知识
- 2、掌握有关高斯—克吕格投影的知识
- 3、学会根据地图上不同经纬网形态识别不同的投影类型。

## 【原理与方法】

### 1、地图几大投影系统的经纬网的基本形状

#### (1) 方位投影

正轴方位投影：纬线是以极点为圆心的同心圆，经线是以极点为中心的放射状直线。

横轴方位投影：赤道是直线，其他纬线为对称于赤道的曲线；中央经线是直线，其他经线为对称于中央经线的曲线。

斜轴方位投影：中央经线为直线，其他经线为对称与中央经线的曲线；纬线为任意曲线。

#### (2) 圆柱投影

正轴圆柱投影：纬线为平行于赤道的直线，经线为垂直于赤道的平行直线。

横轴圆柱投影（高斯投影或 UTM 投影）：中央经线为直线，其他经线为对称于中央经线的曲线；赤道为直线，其他纬线为对称于赤道的曲线。



(3) 圆锥投影 通常均指正轴圆锥投影。

正轴圆锥投影：纬线为同心圆弧，经线为交于一点的放射状直线束。

(4) 伪圆柱投影和伪圆锥投影

伪圆柱投影：纬线是同心圆弧；中央经线是直线，其他经线为对称于中央经线的曲线。

伪圆锥投影：纬线是平行于赤道的直线；中央经线为直线，其他经线为对称于中央经线的曲线。

## 2、一些常用地图投影介绍

(1) 等距方位投影

这种投影最为显著的特征是距中心点的距离和方向都是精确的，如图 3-1 等距方位投影。这种投影可以包含以下所有投影方法：赤道投影、极方位投影和斜轴投影。



图 3-1 等距方位投影

投影方法：

平面投影——将地球上的所有点投影到一个平面上。虽然所有投影方法均可用，但使用频率最高的是极方位投影，这种投影会将所有经线和纬线划分为相等的部分，以保持等距离属性。以某一城市为中心的斜轴投影也被普遍使用。

切点：由纬度和经度确定的一个点，通常是北极点或南极点。

线性经纬网：

极方位投影——经线是直线，并被纬线的同心圆划分为相等的部分。

赤道投影——赤道和赤道投影的中央子午线是线性的，它们之间成 90 度角。

斜轴投影——中央子午线是直线，但是仅中央子午线沿线存在 90 度角相交。

形状：除位于中心的形状，其他所有形状均会变形。变形从中心向外逐渐增大。面积：变形从中心点向外逐渐增大。方向：从中心向外的方向为实际方向。距离：对于所有投影方法来说，从中心点向外的距离都是精确的。对于极方位投影，经线沿线的距离是精确的，但纬线圆沿线的变形从中心向外增大。

局限性：虽然可以对整个地球进行投影，但通常限制为距中心  $90^\circ$  的范围内。极方位投影最适用于  $30^\circ$  纬线半径范围内的区域，因为这些区域的变形程度最小。如表格 3-1 投影的变形比例。

表格 3-1 投影的变形比例

距中心的度数	纬线沿线的变形比例百分比
15	1.2
30	4.7
45	11.1
60	20.9
90	57

#### 用途和应用：

空中导航和海上导航的路线——这些地图将定位到一个重要的位置作为中心点并使用相应的投影方法。

极方位投影 - 用于极地和极地导航。

赤道投影 - 用于赤道或赤道附近的地区，例如新加坡。

斜轴投影 - 用于极点与赤道之间的地区；例如，绘制密克罗尼西亚的大比例尺地图。

如果对整个地球使用这种投影，则可以识别临近半球，且此半球的投影与兰勃特方位投影相似。远端半球的形状和面积将出现较大变形。极端情况下，以北极点为中心的极方位投影会将南极点表示为其最大且位于最外层的圆。这种极端投影的作用在于，无论等角和面积如何变形，都始终正确反映相对中心点的距离和方向。

## (2) 等距圆柱投影

也称为球面投影、简化圆柱投影、矩形投影或普通圆柱投影（如果标准纬线是赤道），如图 3-2 等距圆柱投影。此投影非常易于构造，因为它可形成等矩形格网。由于计算简单，在过去得到了较广泛的使用。在此投影中，极点区域的比例和面积变形程度低于墨卡托投影。

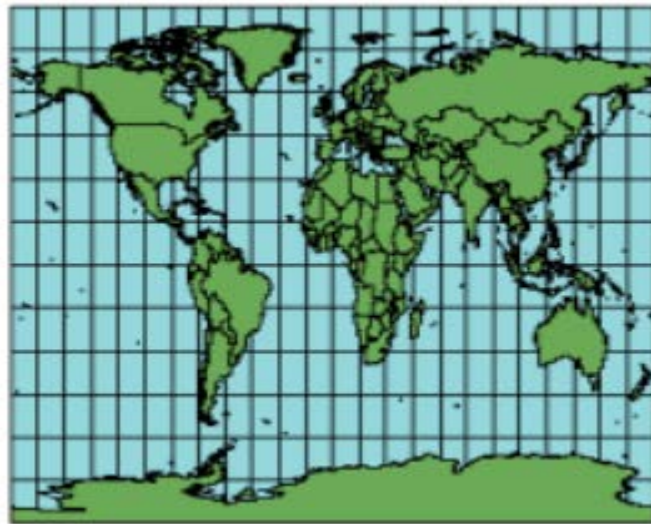


图 3-2 等距圆柱投影

**投影方法：**此简化圆柱投影将地球转换为笛卡尔格网。各矩形格网单元具有相同的大小、形状和面积。所有经纬网格以  $90^\circ$  相交。中央纬线可以是任何线，但传统的普通圆柱投影使用赤道。使用赤道时，格网单元是十分理想的正方形，但如果使用任何其他纬线，格网将变为矩形。在此投影中，各极点被表示为通过格网顶部和底部的直线。

**接触线：**在赤道位置的切线或关于赤道对称的两条割纬线。

**线性经纬网：**所有经线和纬线。

**形状：**变形随着距标准纬线距离的增加而增大。**面积：**变形随着距标准纬线距离的增加而增大。**方向：**东南西北四个方向都精确。除沿标准纬线有局部变形外，常规方向也有变形。**距离：**沿经线和标准纬线的比例是正确的。

**局限性：**远离标准纬线时所有属性明显变形。

**用途和应用：**最适合城市地图或其他面积小的地区，地图比例尺可足够大以降低明显变形。用于以最少的地理数据简单绘制世界或地区地图。因此，此投影适用于索引地图。

### (3) 等距圆锥投影

此圆锥投影可基于一或两条标准纬线。正如其名称所示，沿经线方向，所有圆形纬线的间距相等，如图 3-3 等距圆锥投影。无论是使用一条标准纬线还是两条标准纬线，情况都是如此。



图 3-3 等距圆锥投影

**投影方法：**如果指定一条标准纬线，则圆锥与地球相切；如果指定两条标准纬线，则圆锥与地球相割。经纬网间距相等。经线间距相等，代表纬线的各同心弧的间隔也相等。极点表示为弧，而不表示为点。

如果极点以一条标准纬线的形式给出，圆锥将变为平面并且最终的投影与极等距方位投影相同。如果赤道南北两侧的两条标准纬线对称放置，最终的投影将与球面投影相同。在这种情况下，必须使用球面投影。如果标准纬线是赤道，则使用球面投影。

**接触线：**取决于标准纬线数。切投影（类型 1）- 一条线，用标准纬线表示。割投影（类型 2）- 两条线，指定为第一和第二标准纬线。

**线性经纬网：**所有经线。

**形状：**沿标准纬线的局部形状正确。沿任意给定纬线的变形均恒定，但随着与标准纬线的距离增加而增大。**面积：**沿任意给定纬线的变形均恒定，但随着与标准纬线的距离增加而增大。**方向：**标准纬线沿线的方向局部正确。**距离：**沿经线和标准纬线的距离正确。沿任意给定纬线的比例均恒定，但在不同纬线之间有变化。

**局限性：**纬度范围应限制为  $30^\circ$  。

**用途和应用：**用于东西范围占主导地位的中纬度地区的区域制图。普遍适用于小国家/地区的地图集地图。前苏联将其用于绘制国家地图。

#### (4) 兰勃特方位等积投影

此投影保留了各多边形的面积，同时也保留了中心的实际方向，如图 3-4 兰勃特方位等积投影。变形的常规模式为径向。最适合按比例对称分割的单个地块（圆形或方形）。

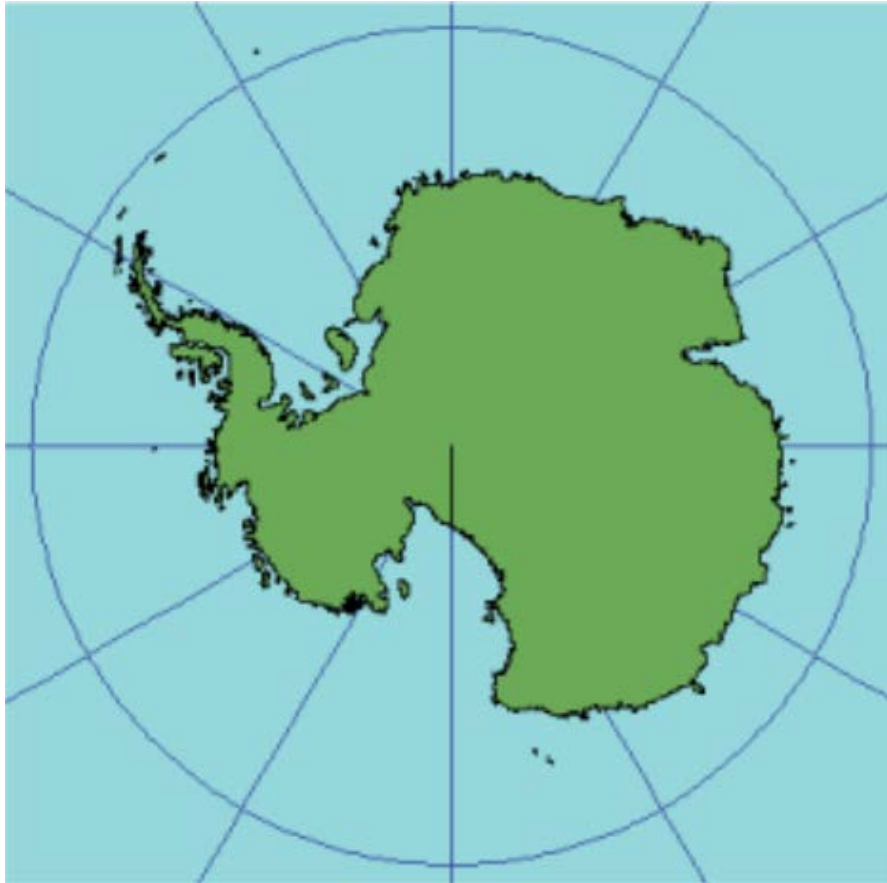


图 3-4 兰勃特方位等积投影

### 投影方法：

平面投影，从地球仪上任一点投影。这种投影可以包含以下所有投影方法：赤道投影、极方位投影和斜轴投影。

**切点：**通过经度和纬度指定的单个点，可在任何位置。

### 线性经纬网

- 所有投影方法 - 定义切点的中央子午线。
- 赤道投影 - 赤道。
- 极方位投影 - 所有经线。



**形状：**形状变形最小（小于 2%），在与焦点成  $15^\circ$  范围内。超过该范围，角度变形更显著；较小形状从中心被径向压缩，并且被垂直地拉长。**面积：**等积。**方向：**从中心点辐射的真实方向。**距离：**在中心处的真实距离。比例尺随着沿半径距中心的距离的增加而减少，随垂直于半径距中心的距离的增加而增加。

**局限性：**数据范围必须少于一个半球。软件无法处理距中心点超过  $90^\circ$  的任何区域。

#### 用途和应用：

- 人口密度（面积）。
- 行政边界（面积）。
- 用于能源、矿物、地质和筑造的海洋制图（方向）。
- 此投影可处理较大区域；因此，它用于显示整个大陆和极点区域。
- 赤道投影：非洲、东南亚、澳洲、加勒比海和中美洲。
- 斜轴投影：北美洲、欧洲和亚洲。

#### （5）墨卡托(Mercator) 投影

最初设计该投影的目的是为了精确显示罗盘方位，为海上航行提供保障，此投影的另一功能是能够精确而清晰地定义所有局部形状，如图 3-5 墨卡托(Mercator) 投影。许多 Web 制图站点都使用基

于球体的墨卡托投影。球体半径等于 WGS 1984 长半轴的长度，即 6378137.0 米。

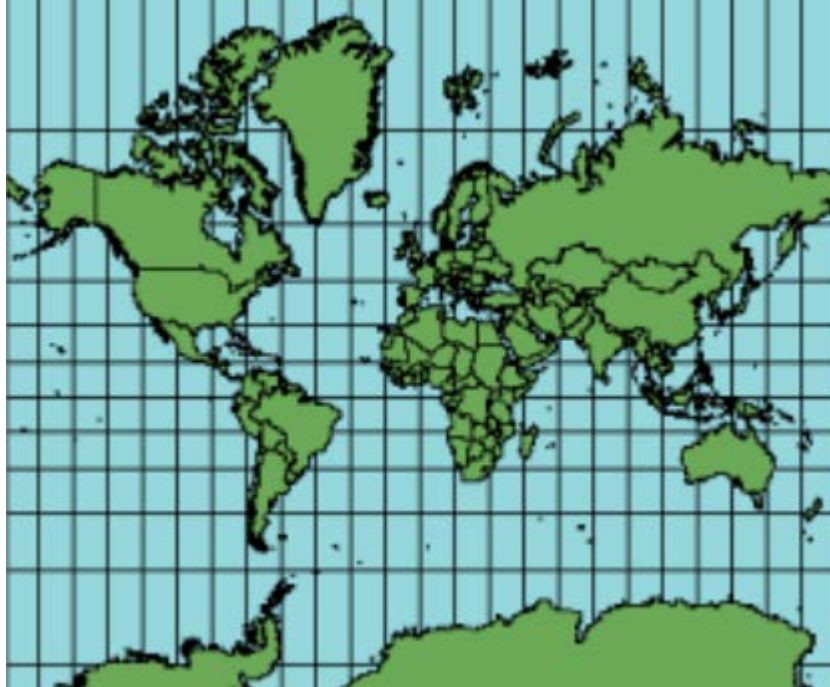


图 3-5 墨卡托(Mercator) 投影

**投影方法：**这是一个圆柱投影。经线彼此平行且间距相等。纬线也彼此平行，但离极点越近，其间距越大。不能显示极点。

**接触线：**赤道或沿赤道对称的两条纬线

**线性经纬网：**所有经线和纬线

**形状：**此投影形状为等角投影。由于该投影维持局部角度关系不变，所以能很好地描绘微小形状。**面积：**面的变形随着靠近两极地区而不断增大。例如，虽然格陵兰岛的大小只有南美洲的八分之一，在墨卡托投影中看上去却更大。**方向：**此投影上绘制的任何直线都代表

实际的罗盘方位。这些真实的方向线为恒向线，通常并不能反映两点间的最短距离。**距离：**沿赤道或沿割纬线的比例是真实的。

**局限性：**在墨卡托投影上无法表示极点。可以对所有经线进行投影，但纬度的上下限约为  $80^{\circ}$  N 和  $80^{\circ}$  S。大面积变形使得墨卡托投影不适用于常规地理世界地图。

### 用途和应用：

- 标准海上航线图（方向）
- 其他定向用途：航空旅行、风向、洋流
- 等角世界地图

此投影的等角属性最适合用于赤道附近地区，例如，印尼和太平洋部分地区。

### （6）通用横轴墨卡托投影

通用横轴墨卡托（UTM）系统是对横轴墨卡托投影的专门化应用。地球被分为 60 个南北走向的带，每个带所跨经度为  $6^{\circ}$ 。每个带都有自己的中央经线。带 1N 和 1S 始于  $180^{\circ}$  W。各带的限值为  $84^{\circ}$  N 和  $80^{\circ}$  S，南北带划分的基线是赤道。极点区域使用通用极方位立体投影坐标系。

每个带的原点是其中央经线和赤道。为了消除负坐标，坐标系需改变原点坐标值。分配给中央经线的值是东偏移量，而分配给赤道的

值是北偏移量。采用 500,000 米作为东偏移量。北部带的北偏移量为零，而南部带的北偏移量为 10,000,000 米。

**投影方法：**圆柱投影。要了解相应方法，请参阅“横轴墨卡托”主题。

**接触线：**平行于 UTM 带中央经线、分布在此中央经线两侧且距其约 180 千米的两条线。

**线性经纬网：**中央经线和赤道

**形状：**等角、精确表示小形状、较大形状在区域内的变形最小。

**面积：**各 UTM 带内的变形最小。**方向：**局部角度真实。**距离：**沿中央经线方向的比例恒定不变，但比例因子为 0.9996 时可以减小各带内的横向变形。使用该比例因子时，与中央经线平行且位于中央经线以东和以西 180 千米处的线的比例因子为 1。

**局限性：**针对各带内比例误差不超出 0.1% 的应用而设计。对于跨越多个 UTM 带的地区，误差和变形程度将增加。UTM 带不是为跨度超过 20 度经度（在中央经线两侧为 10-12 度）的区域而设计的。

无法将中央经线 90° 以外的数据投影到椭圆体或椭圆体上。实际上，椭圆体或椭圆体上的范围应限制为中央经线任意侧 10° 到 12° 范围内。如果超出该范围，投影到横轴墨卡托投影上的数据可能不会被投影回相同位置。球体上的数据没有这些限制。

投影引擎中新增了一种名为“复杂横轴墨卡托”的新实现方法。它可以与横轴墨卡托之间准确地进行从中央经线算起的最大  $80^\circ$  的投影。由于涉及的算法更为复杂，因此会对性能产生一定的影响。

## 用途和应用

- 用于比例为 1:100,000 的美国地形标准图幅。
- 许多国家/地区使用基于现行官方地理坐标系的地方 UTM 带。比例因子为 0.9996，UTM 带 1 的中央经线位于西经  $177^\circ$  W。东偏移量为 500,000 米，南半球区域还具有 10,000,000 的北偏移量。
- 前苏联的大比例地形制图。

## (7) 高斯-克吕格 (Gauss-Kruger) 投影

也称为横轴墨卡托，此投影与墨卡托投影类似，不同之处在于圆柱是沿子午线而非赤道纵向排列。通过这种方法生成的等角投影不能保持真实的方向。中央经线位于将要高亮显示的区域。这种中心对准方法可以最大程度地减少该区域内所有属性的变形。此投影最适合于南北向伸展的地块。高斯-克吕格 (GK) 坐标系基于高斯-克吕格投影。

**投影方法：**中央经线被放置在特定区域内的圆柱投影。

**接触线：**用于切投影的任何单一经线。对于割投影，两条纬线将与中央经线保持相等距离。

**线性经纬网：**赤道和中央经线。

**形状：**等角。小形状保持不变。较大区域形状的变形将随着距离中央经线越远而越来越明显。**面积**变形程度随着距中央经线距离的增加而增大。**方向：**在任何位置局部角均精确。**距离：**沿中央经线的比例（如果比例因子为 1.0）准确。如果它小于 1.0，则将有两组具有精确比例的直线，且在中央经线两侧保持等距离。

**局限性：**无法将中央经线  $90^\circ$  以外的数据投影到椭圆体或椭圆体上。实际上，椭圆体或椭圆体上的范围应限制为中央经线两侧  $10^\circ$  到  $12^\circ$  范围内。如果超过该范围，投影数据可能不会被投影回相同位置。球体上的数据没有这些限制。

**用途和应用：**高斯-克吕格坐标系。高斯-克吕格坐标系将地球分为六度宽的带。每个带都具有 1.0 的比例因子和 500,000 米的东偏移量。带 1 的中央经线是东经  $3^\circ$ 。有些地点还将区域编号乘以一百万添加到 500,000 东偏移量中。GK 带 5 可以拥有 500,000 或 5,500,000 米的东偏移量。还有一种 3 度的高斯-克吕格带。

## （8）阿尔伯斯等积圆锥投影

这种圆锥投影使用两条标准纬线，相比使用一条标准纬线的投影可在某种程度上减少变形，如图 3-6 阿尔伯斯等积圆锥投影。虽然形状或线性比例尺均不是完全正确的，但在标准纬线之间的区域中

这些属性的变形已减至最小。这种投影最适合于东西方向分布的大陆板块，而不适合南北方向分布的大陆板块。



图 3-6 阿尔伯斯等积圆锥投影

**投影方法：**圆锥投影。经线是相交于一个公共点的间距相等的直线。极点表示为弧，而不表示为单个点。纬线是间距不等的同心圆，距离极点越近，同心圆的间距越小。

**接触线：**接触线是两条线，这两条线是根据纬度定义的标准纬线。

**线性经纬网：**所有经线。

**形状：**标准纬线沿线的形状是精确的，并且在标准纬线之间的区域和此区域范围外的区域中，形状的变形程度最小。经线和纬线之间均保持  $90^\circ$  角，但是，由于经线沿线的比例尺与纬线沿线的比例尺不匹配，因此最终投影并不等角。**面积：**所有地区的面积均与地球上相同地区的面积成比例。**方向：**标准纬线沿线的方向局部正确。**距离：**中间纬度区域中距离最为精确。在纬线沿线，比例尺在标准纬线之间减小，在标准纬线之外增大。在经线沿线，比例尺以相反方式变化。

**局限性：**主要以东西方向分布和位于中间纬度的地区可获得最佳结果。从北至南的整个纬度范围不应超过  $30 - 35^\circ$ 。对于东西分布的范围没有局限性。

**用途和应用：**适用于面积较小的地区和国家，但不适用于洲。

适用于美国有共同边界的范围，通常使用  $29^\circ 30'$  和  $45^\circ 30'$  作为两条标准纬线。对于这种投影，美国 48 个州的最大比例尺变形为 1.25%。

一种计算标准纬线的方法是：确定从北至南的纬度范围（以度为单位），然后将此范围分为六部分。“六分之一规则”会将第一条标准纬线设置在南部界限上方范围的六分之一处，将第二条标准纬线设置在北部界限下方范围的六分之一处。也可以使用其他方法设置标准纬线。

### （9）彭纳投影

沿中央子午线和所有纬线方向，该等积投影的比例是真实的，如图 3-7 彭纳投影。赤道方位是正弦曲线投影。极方位投影是维尔纳投影。





图 3-7 彭纳投影

**投影方法：**伪圆锥。纬线为等间隔的同心圆弧，其经线比例是真实的。

**切点：**单条未发生变形的标准纬线。

**线性经纬网：**中央子午线。

**形状：**沿中央子午线和标准纬线方向未发生变形；远离这些线时，误差会增加。**面积：**

等积。**方向：**沿中央子午线和标准纬线的方向局部正确。**距离：**

沿中央子午线和每条纬线的比例是真实的。

**局限性：**通常仅限于各大洲或面积较小地区的地图。变形方式使其他等积投影更可取。

**用途和应用：**

在 19 世纪和 20 世纪初期，被用于亚洲、澳洲、欧洲和北美洲的地图集地图。被兰勃特方位等积投影所取代，被 Rand McNally & Co. 和 Hammond, Inc 用来绘制各大洲的地图。法国和爱尔兰，连同摩洛哥和其他一些地中海国家的大比例尺地形制图（Snyder，1993）。

### 3、计算机制图软件中的“创建渔网”的工作原理

创建渔网工具可创建包含由矩形像元所组成网络的要素类。创建渔网需要三条基本信息：渔网的空间范围、行数和列数以及旋转的角度。要指定这些基本信息可通过多种方法。例如，您可能不确定准确的行数和列数，但却清楚每个矩形像元必须正好为 110 米乘 63 米，并且必须覆盖另一要素类的空间范围。

#### 设置空间范围的方法

您可以通过以下任意一种方法设置渔网的范围：

1. 在模板范围参数中输入现有数据集。此数据集的范围将用作渔网的范围。
2. 如果未在模板范围参数中输入现有数据集，可提供最小  $x$  和  $y$  坐标值与最大  $x$  和  $y$  坐标值。
3. 使用渔网原点坐标和渔网的右上角参数输入渔网原点和右上角的坐标。

4. 在渔网原点坐标、单元宽度、单元高度、行数与列数参数中分别输入原点坐标、单元大小以及行数与列数。

### **设置行数和列数**

如果您已通过上述前三种方法之一设置了渔网的范围，则接下来需要设置行数与列数。指定行数和列数的方法共有四种：

1. 通过单元宽度和单元高度参数定义渔网单元的宽度和高度，然后将行数和列数参数留空或设置为 0。此工具执行时，将计算出覆盖渔网范围所需的行数和列数。

2. 如上所述定义单元的宽度和高度，但另外还需要输入行数和列数。

3. 通过设置行数和列数参数定义行数和列数，然后将单元宽度和单元高度参数留空或设置为 0。此工具执行时，将根据行数和列数以及渔网的右上角参数的值计算出渔网单元的宽度和高度。

4. 如上所述定义行数和列数，但另外还需要输入单元大小和宽度。如果使用此方法，则参数渔网的右上角将被忽略（在本工具对话框中，此参数呈不可用状态）。此工具运行时会计算出右上角的坐标。

### **旋转角度**

要创建经过旋转的渔网，定义旋转角度时，无需指定角度，只需指定用于计算角度的线的两个端点。旋转角度是指定义的线与垂直方

向所成的角度。两个端点分别为渔网的原点坐标和 y 轴坐标，如图 3-8 旋转角度示意。

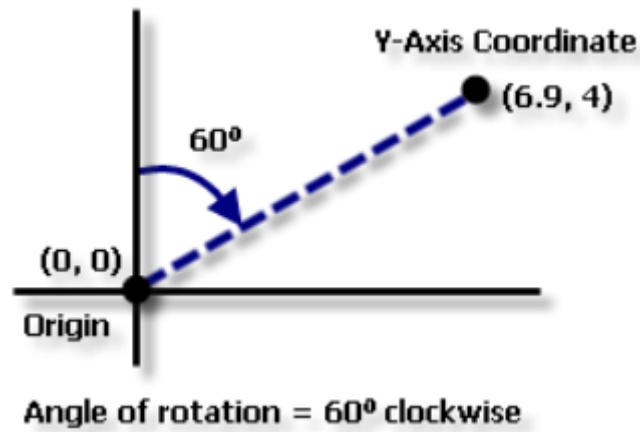


图 3-8 旋转角度示意

如果不需要旋转渔网，可将 Y 轴坐标的 x 坐标设为最小值并保证垂直轴上的坐标值为正。

下方示例显示出按照以下参数值构成的旋转后渔网：

- 渔网原点坐标 = (0, 0)
- 渔网的右上角 = (8, - 6)
- 行数 = 3
- 列数 = 4
- Y 轴坐标 = (6.9, 4)

执行创建渔网时，首先会构造一个未经过旋转的渔网，如图 3-9 未经过旋转的渔网示意。

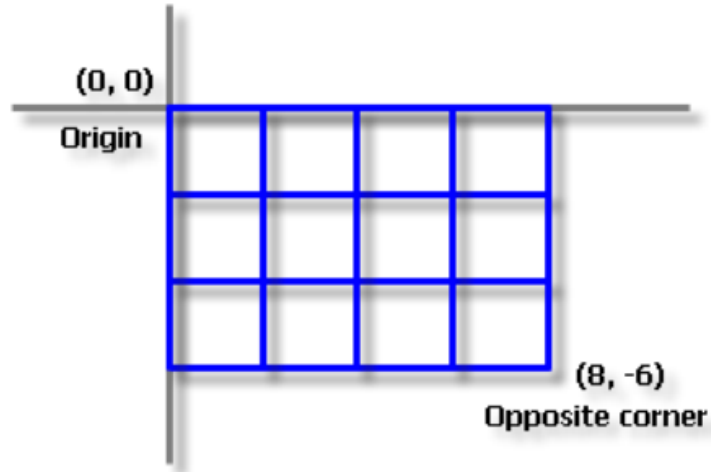


图 3-9 未经过旋转的渔网示意

接下来是通过为渔网原点坐标和 Y 轴坐标指定的值计算出旋转角度。在本例中，计算得出的角度为 60 度。如图 3-10 计算旋转角度示意。

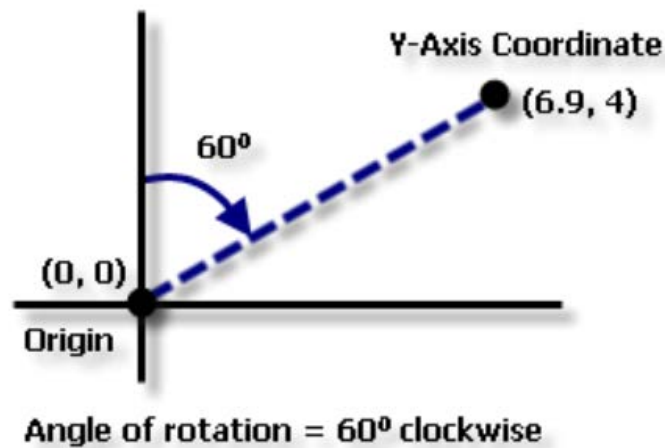


图 3-10 计算旋转角度示意

下一步是绕原点将渔网顺时针旋转 60 度，获得最终的渔网。如图 3-11 旋转后的渔网示意。

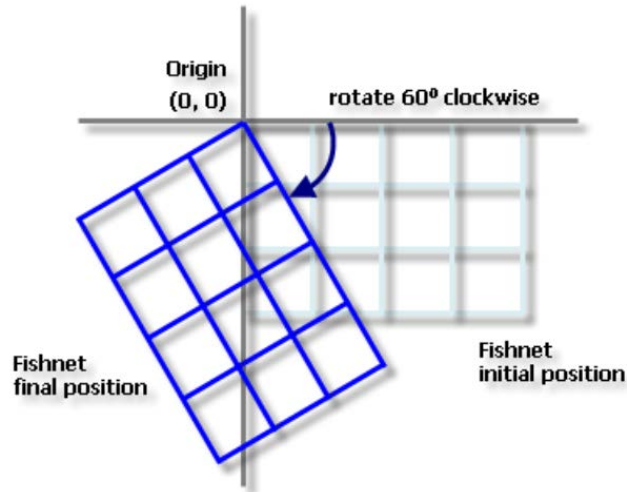


图 3-11 旋转后的渔网示意

### 计算 y 轴坐标的值

如果您知晓旋转角度，便可按照以下方法计算出“Y 轴坐标”参数的值：

假设渔网要被顺时针旋转 60 度。从渔网的原点出发画一条与垂直轴顺时针成 60 度的线（如图 3-12 Y 轴坐标的计算示意）。这条线上的任意一点都可作为“Y 轴坐标”参数的值。为 y 坐标选取一个合适的值，然后根据关系式计算出 x 坐标（假设原点位于 0,0）：

角的正切 = x 坐标/y 坐标

Given: angle and direction  
Find: Y-Axis Coordinate point

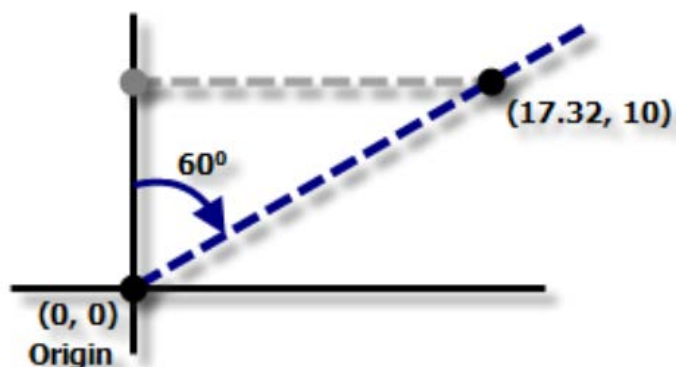


图 3-12 Y 轴坐标的计算示意

例如，角度为 60 度。假设 y 坐标等于 10，则

$$x \text{ 坐标} = \tan(60) * 10 = 1.732 * 10 = 17.32$$

y 轴坐标点为 (17.32, 10)。

### 输出要素类

可以选择是创建线要素类还是创建面要素类。如果要通过叠加工具集中的工具将现有数据集与渔网叠加，则应将几何类型参数选择为 POLYGON。如果渔网仅作显示之用，则应将几何类型参数选择为 POLYLINE。如果存在大量渔网单元，则通过面几何创建渔网将比通过线几何创建渔网慢得多。

您也可以通过选中创建标注点参数来创建点要素类。这些点将位于各像元的中心。如果只想获得点输出而不需要其他输出，则应将几何类型参数选择为 POLYLINE（因为这是构造渔网最快的方法），然

后选中创建标注点参数。此工具执行完成后，请删除输出线要素类。

### 【软硬件与基础数据】

计算机，ArcGIS 软件，chengde.shp、hebei.shp。

### 【任务步骤提要】

1、根据高斯—克吕格投影的知识，绘制（承德地区为例）所在地区的高斯—克吕格投影 3 度带经纬网，绘图范围：东经 115——120 度，北纬 40——43 度


确定范围后开始创建渔网，创建名为“经纬网”的要素类图层；

Arctoolbox—数据管理工具—要素类—创建渔网，弹出创建鱼网对话框如图 3-13 创建经纬网对话框。

参数输入如下：

输出要素类：选择输出位置及要素名；

设置参数：按要求输入参数（练习地区坐标：上：43 下：40 左：115 右：120，设置行数为 6，列数为 10，其它参数默认），像元宽度和高度填 0，表明这两个参数由行数、列数自动计算；将创建标注点不选；

渔网环境参数设置：点击环境设置按钮，弹出环境设置对话框，如图 3-14 投影坐标设置，输出坐标系选如下面指定，点击按钮，弹出空间参考属性对话框，点击选择按钮选择预定义的坐标系统，



选择**地理坐标系**->Asia->Beijing1954.prj, 点击确定, 返回上一层确定, 即创建经纬网图层, 但图层呈矩形格网显示; 如图 3-15 创建的经纬网呈矩形样图。

2、图层坐标系设置: 在左边内容列表中图层(即数据框)上点击右键->属性->坐标系, 在预定义中点击**投影坐标系**->GaussKruger->Beijing 1954, 选择相应的分度带投影, 按确定, 得到分度带的经纬网显示, 看到创建经纬线网呈现梯形。如图 3-16 创建的经纬网呈变形样图。

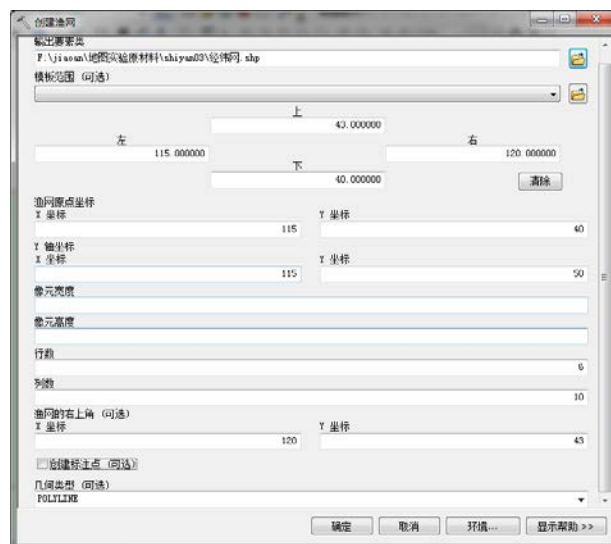


图 3-13 创建经纬网对话框

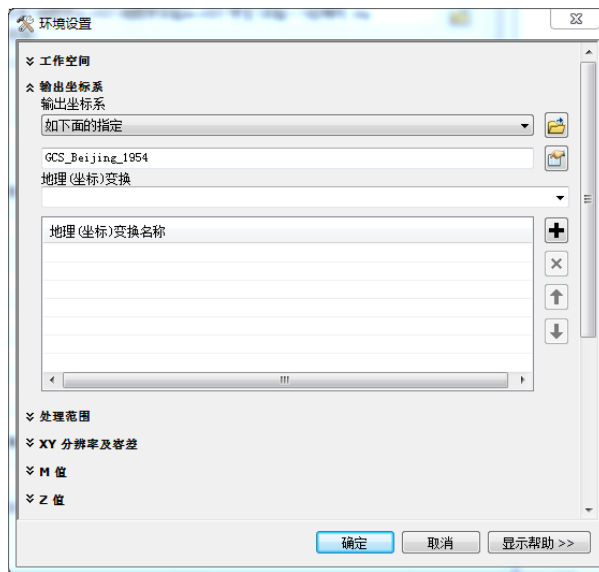


图 3-14 投影坐标设置

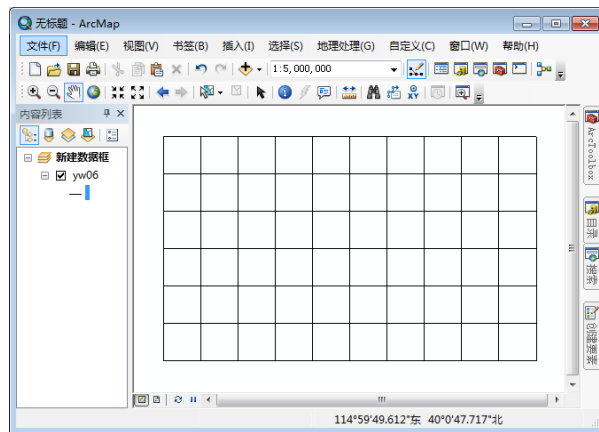


图 3-15 创建的经纬网呈矩形样图

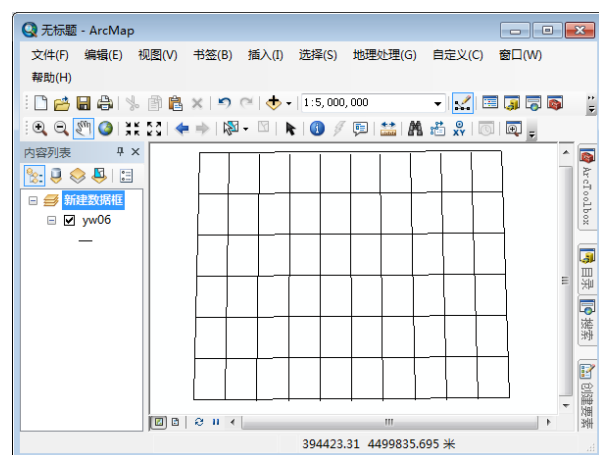



图 3-16 创建的经纬网呈变形样图

### 3、创建名为“方里网”的要素类图层，绘制方里网。

创建渔网：Arc toolbox—数据管理工具—要素类—创建渔网，弹出创建渔网对话框；设置参数：按要求输入参数（承德地区为例）（地区坐标：上：4766434 下：4430941 左：327360 右：754928，如方里网间距 100km，像元宽度和高度均设为 100000；行列数参数填写 0，由上面像元宽度和高度参数自动计算）；将创建标注点不选；如图 3-17 创建方里对话框。

渔网环境参数设置：点击环境设置按钮，弹出环境设置对话框，点击按钮，弹出空间参考属性对话框，点击选择按钮选择预定义的坐标系统，选择**投影坐标系->GaussKruger->Beijing 1954**，选择相应的分度带投影，点击确定，返回上一层确定，即创建方里网图层。如图 3-18 创建方里网样图。

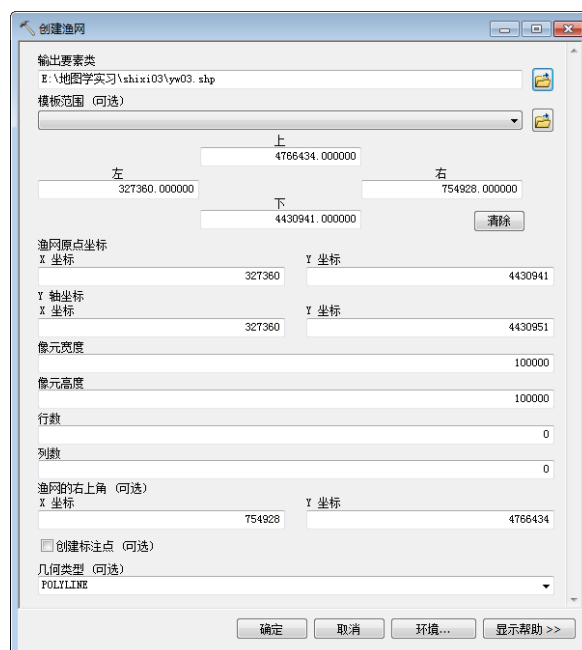


图 3-17 创建方里对话框

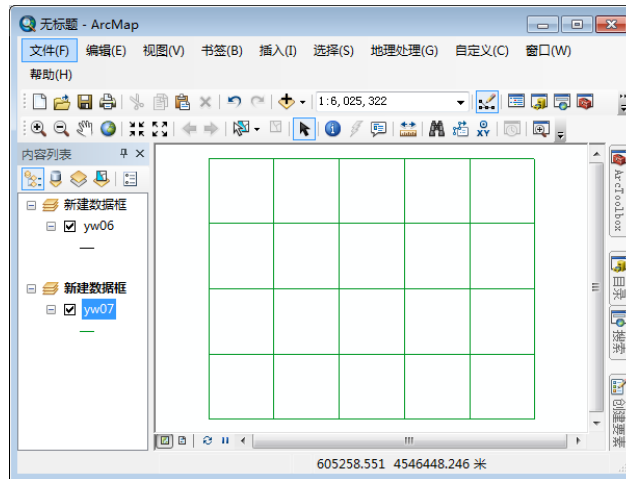


图 3-18 创建方里网样图

#### 4、对地图进行添加经纬网和方里网

a) 打开一个已经定义了投影的矢量文件，如 hebei.shp、chengde.shp

b) 转到布局视图

c) 右击图层（即数据框）—属性—格网—新建格网

d) 点击新建格网按钮，进入向导。如图 3-19 带经纬网格的地图。

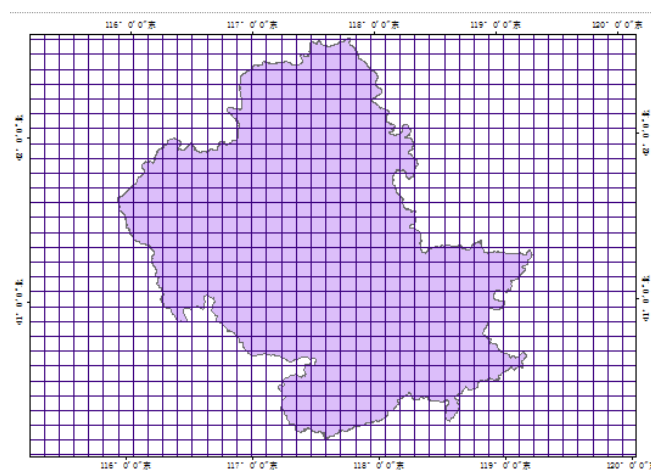


图 3-19 带经纬网格的地图

#### 5、读地图投影 1—6，判断各图的投影性质。

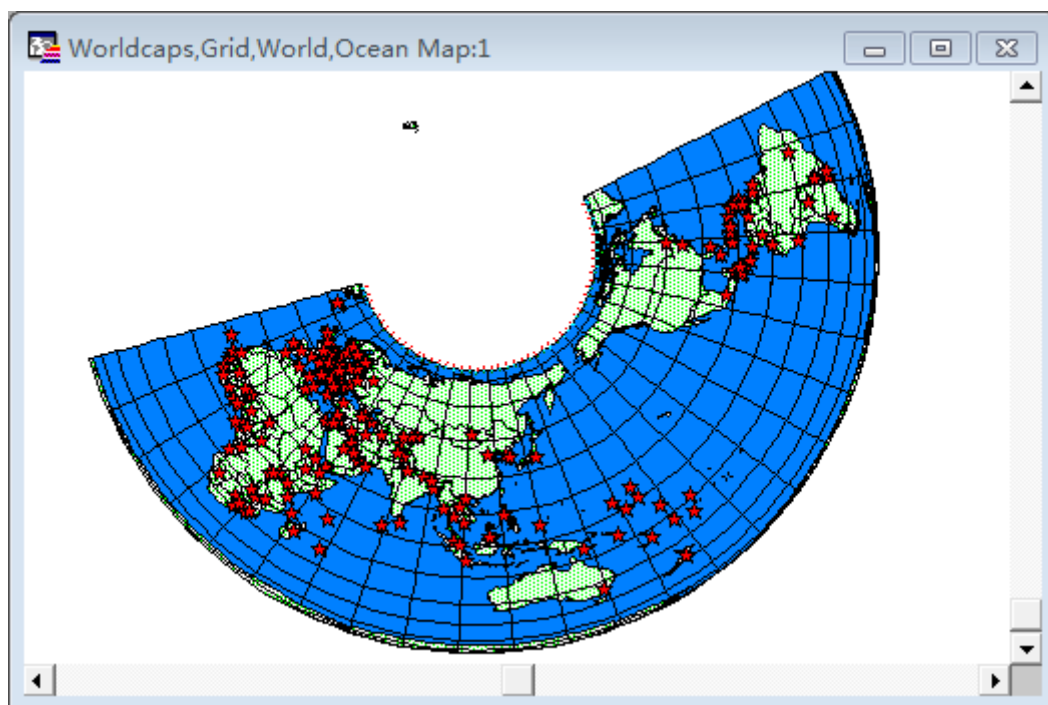


图 3-20 投影示意图

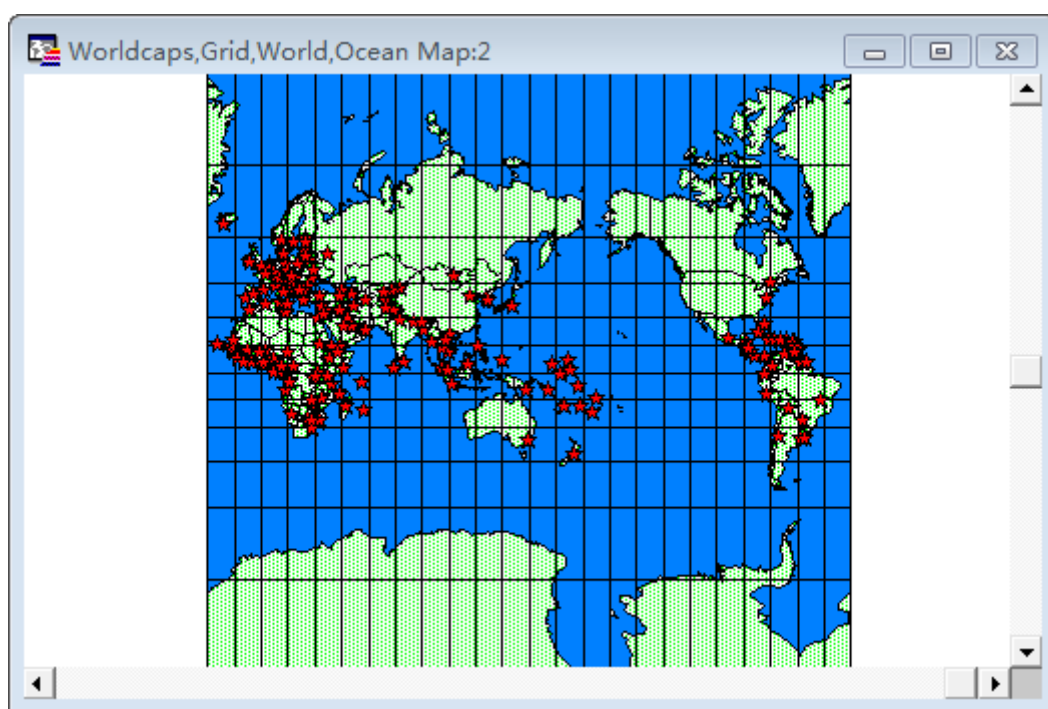


图 3-21 投影示意图

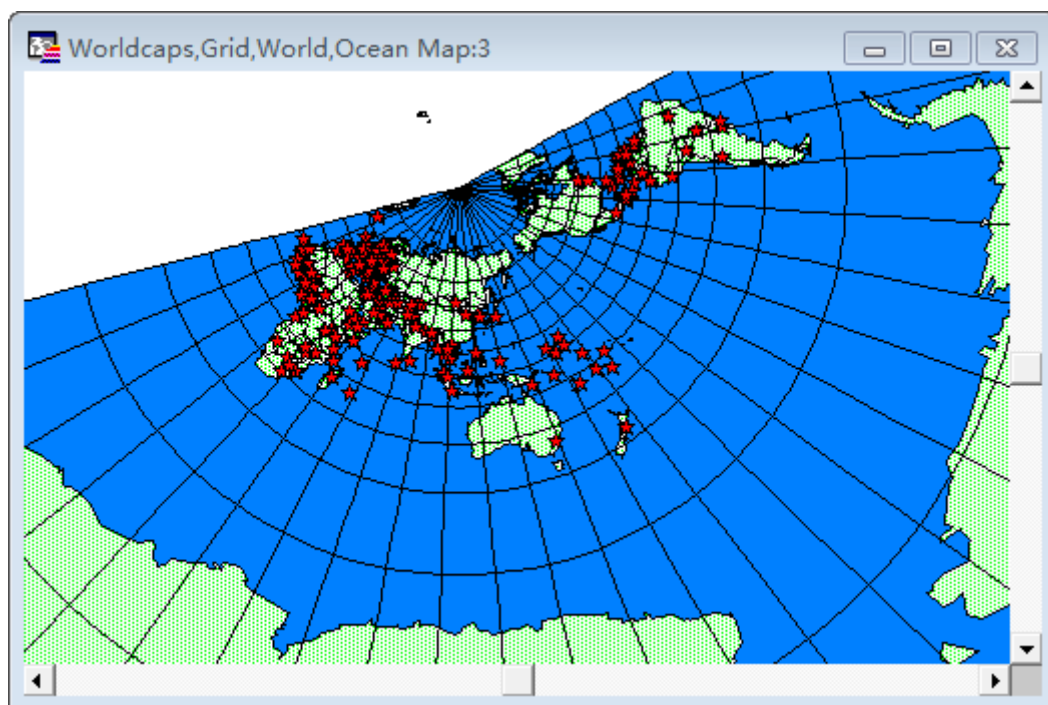


图 3-22 投影示意图

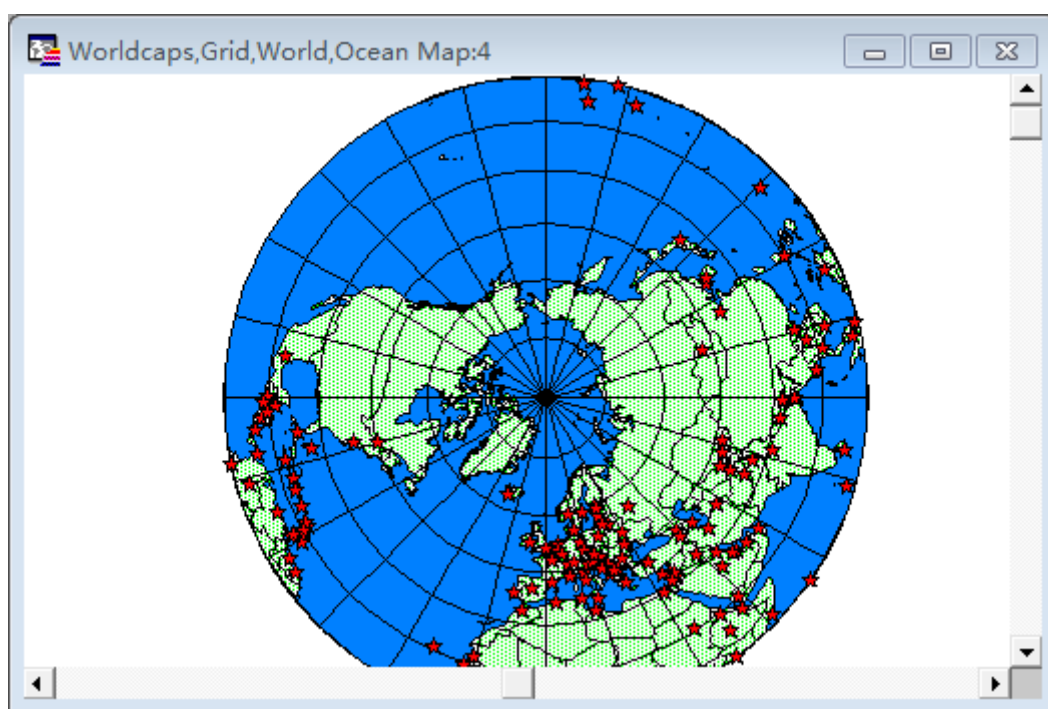


图 3-23 投影示意图

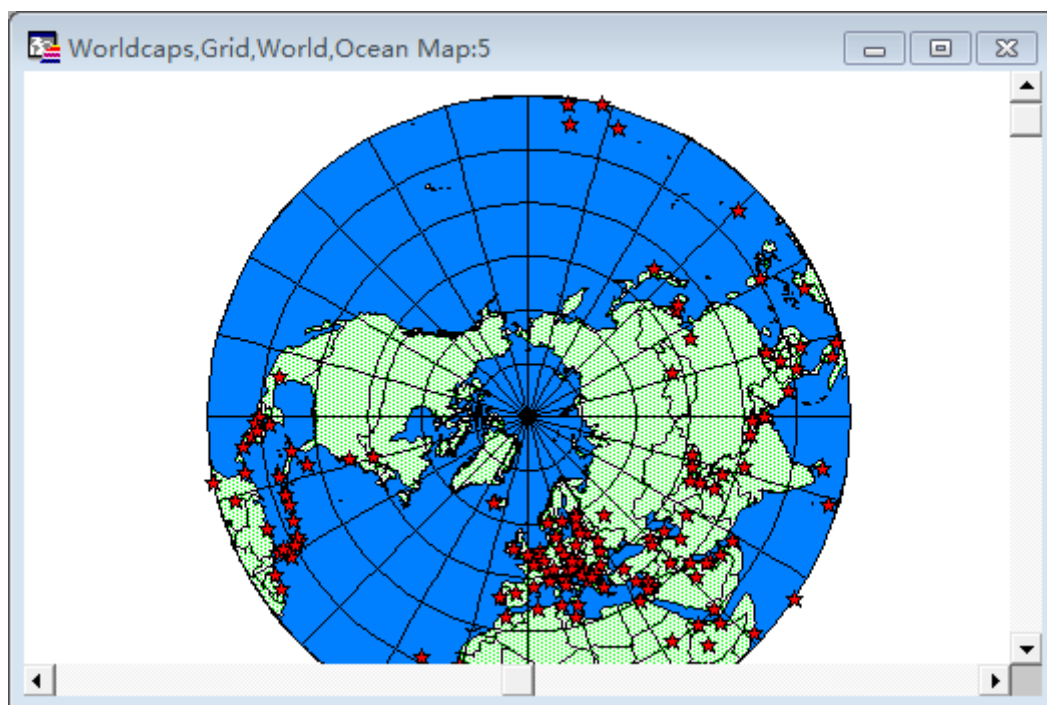


图 3-24 投影示意图

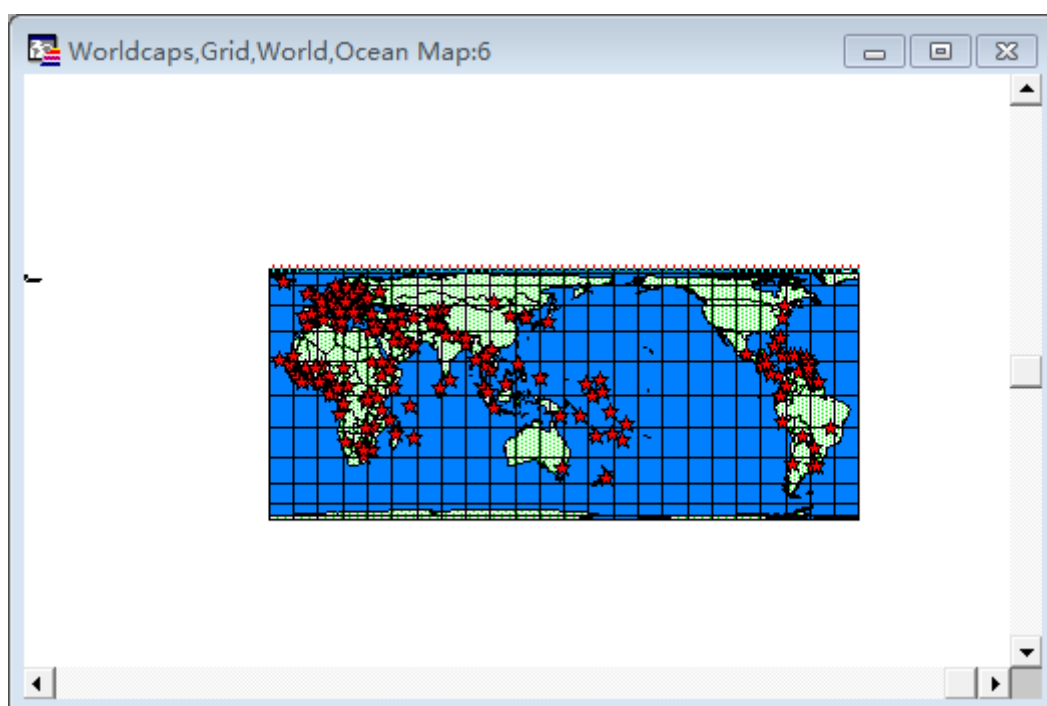


图 3-25 投影示意图

讨论：

说明这 6 幅图分别属于正轴等积方位投影、正轴等距方位投影、正轴等积圆锥投影、正轴等角方位投影、正轴等积圆柱投影、正轴等角圆柱投影、墨卡托投影中的哪一种，并描述其经纬线方向的变形特点。可以进一步探讨如何在墨卡托投影上绘制澳大利亚的堪培拉到秘鲁的利马的等角航线。

## 实验四：专题地图设计与制作

### 【任务目标】

- 1、运用计算机对图斑的系列进行符号设计并制作一幅土地利用图。
- 2、基本掌握以统计数据为依据，运用计算机进行面状符号设计，要求对数据设计至少 5 级的等值区域图例，初步掌握计算机编制等值区域的方法和过程。
- 3、掌握运用计算机编制一张点值图，以反映某区域人口密度的基本分布概况。
- 4、编制河北省 2014 年各地区农作物种植面积结构图。

### 【原理与方法】

1、定性信息的面状符号制图，主要形式有类型图、区划图、范围图。其中，较复杂的、并与学科联系更密切的，首推类型图。类型制图是以定名量表表达空间数据的定性信息，它往往与环境—地学学科



的研究相联系。例如地质调查产生地质图，土壤调查产生土壤图，植被调查产生植被图，土地利用调查产生土地利用图，对卫星图象进行影象分类产生土地覆盖图等。

#### (1)、类型制图包括以下过程：

①类型的划分根据学科的要求，类型的划分多数采取层状结构，例如生物学中的门一纲一目一科一属一种。在进行区域调查之前，应针对调查对象先设计类型层次，才能保证调查结果的系统性与科学性。

②野外类型调查利用航空像片或卫星图像，在野外建立类型的判读标志。通常情况下，建立野外判读标志的面积应占调查区域总面积的10%~15%。进而在室内解译图像以获得类型的图斑。这些图斑的属性是否正确，范围是否如实，还要进行野外校核。

没有航空像片或卫星图像的地区，至少要取得和调查类型图相应比例尺的地形图，才能进行野外调查。

③建立类型图斑图斑一般以数字编码，作为正式命名图斑的过渡。例如以1代表水稻田，1<sub>a</sub>代表一年二熟的水稻田，1<sub>b</sub>代表一年一熟、冬季旱作的水稻田，2代表果园，2<sub>a</sub>代表柑桔园，2<sub>b</sub>代表荔枝园，1+17代表水稻地+绿肥作物等。因此，原始的类型图是“类型界线加数码”。

#### (2)、对数码进行符号设计

类型图的符号主要有三种形式：

①以色相变量填充图斑。这是彩色印刷地图的普遍要求。图斑采用的色相要和分类相配合。教材第四章和第五章都已经讲授了许多原则，这里不再赘述。如果感到色相还表达不好各种类型，可以在色相的填充之后再叠加网纹符号。

②以网纹变量填充图斑。这是黑白地图的普遍要求。图斑采用网纹要能区分出各类型的层次和在每一层次中的差别。

以网纹变量填充图斑，在计算机制图系统中，只能单独制作面状符号库，然后根据分类逐一填充。在 ArcGIS 中也可以通过**符号系统—类别—唯一值**方法按分类编号统一填充。

③以不同的代码注记图斑。例如第一层次用罗马字母的 I、II、III……第二层次用阿拉伯字母的 1、2、3、……，形成 II 3，第三层次用英文小写字母的 a、b、c……，形成 II 3<sub>a</sub>，第四层次用上标 II<sub>a</sub>、II<sub>1</sub>……形成 II 3<sup>a</sup>，第五层次用下标 II<sub>1</sub>，II<sub>a</sub>……形成 II 3<sub>a</sub> 等。

在计算机制图系统中，以色相填充图斑的形式可通过制作专题图中的独立值或称为唯一值进行制作，系统自动根据属性表中的不同分类，赋予不同的颜色，也可以在符号编辑器中制作叠加网纹符号。

在 ArcGIS 中类别描述的是一组具有相同属性值的要素，例如：可按土地利用值对宗地进行分类，例如：住宅区、商业区或工业区。使用类别时，可以指定不同的符号来表示由唯一属性值定义的各个类别。

要素的类、类型、条件或状态的属性通常用来显示类别，可唯一标识要素的属性（例如，要素名称）。ArcMap 提供了多种通过类别显示图层的选项。

### 使用唯一值显示类别

使用 ArcMap 将符号分配给指定字段的各唯一值。

在唯一值图层中，可以基于属性值或标识类别的特征来绘制要素。例如，在土地利用地图上，将使用特定的颜色来显示每种土地利用类型。如图 4-1 定性信息面状符号制作样图。

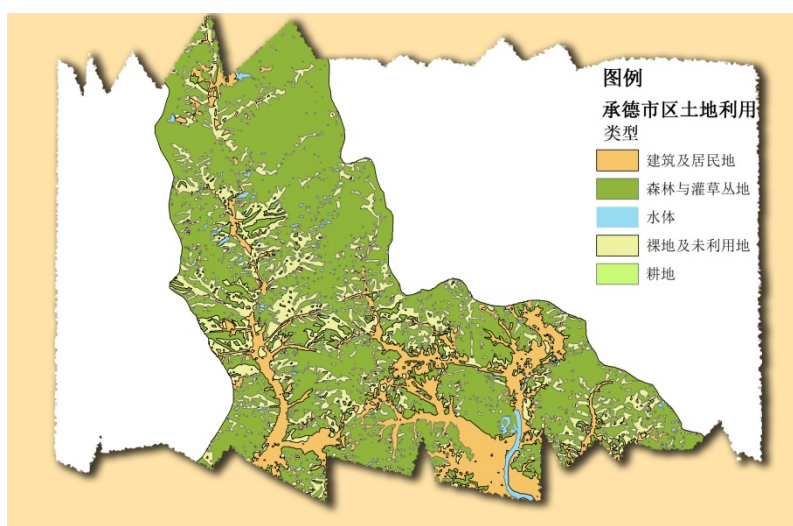


图 4-1 定性信息面状符号制作样图

2、等值区域图是以面状符号表达的，这个符号代表同一值域的地理数据。

设计等值区域图的符号分级，可以选择比率法作为算例。



按某一加速度递减	$D = -(n-1)$	$r = 1/n$
按某一减速度递减	$D = -1/n$	$r = n-1/n$

算法一、设  $L=1$ ,  $H=100$ ,  $d=2$ ,  $n=7$ 。求算术级数的分级值。

据式(3), 代入各已知值后计算可得:

$$X_1 = 1 + (1-1) \times 2 = 1$$

$$X_2 = 1 + (2-1) \times 2 = 3$$

$$X_3 = 1 + (3-1) \times 2 = 5$$

$$X_4 = 1 + (4-1) \times 2 = 7$$

$$X_5 = 1 + (5-1) \times 2 = 9$$

$$X_6 = 1 + (6-1) \times 2 = 11$$

$$X_7 = 1 + (7-1) \times 2 = 13$$

$$\text{则 } \sum x_i = 49$$

据式(2),  $k \sum X_i = H-L$ ,

$$49k = 99, \quad k = 2.02$$

所以分为7级的数据, 依式(1)可排列为:

$$1 + 2.02 + 6.06 + 10.1 + 14.14 + 18.18 + 22.22 + 26.26 = 100$$

每一个分级的数值为  $L + \sum x_i$ , 由此得出:

分级范围为                      取整数值的连续分级数为



所以分为 7 级的数据，依式(1)可排列为

$$1+3.08+4.62+6.92+10.38+15.58+23.37+35.05=100$$

每一个分级的数值为  $L+\sum x_i$ ，由此得出：

分级范围为	取整数值的连续分级则为
1~3.08	1~3
3.08~7.7	3~8
7.7~14.62	8~15
14.62~25	15~25
25~40.58	25~41
40.58~63.95	41~64
63.95~99	64~100

计算机制图系统中，等值区域图的符号设计可通过制作专题图中的范围法实现。系统本身提供了等计数、等范围两种分级方法自动对数据进行分级，另外也可自行定义范围，这时可参考传统的分级方法，划定范围，计算机按照给定的起始颜色自动按一颜色序列填充不同数值等级的区域。

等值区域图的应用十分广泛。由于这种面状符号必须铺满整个制图区域，表示的又是同一时间、某个单一指标的数值，因此在资料收

集及地图制作过程中，必须注意数据在时间、质量上的一致及可比，认真分析数据的特征，以决定是否分级或分级的方法及数量；决定图例系统所采用的色系过渡方式等。

在计算机制图系统中，为了减少数据冗余，一般只输入相互没有数学关系的属性数据，如“面积”、“人口”字段。当用到和已有数据有一定数学关系的数据时，可随时派生出新的数据，如人口密度可随时通过前两字段相除派生。

以 ArcGIS 软件来说明，分级色彩渲染器是用于表示定量信息的常见渲染器类型之一，即可以方便的制作的等值区域图。特别适用于面要素类。使用分级色彩渲染器可按已排序的类对字段的定量值进行分组。在一个类中，所有要素都使用相同的颜色进行绘制。系统会按从小到大的顺序为每个类分配分级色彩，使用分级色彩填充面。如图 4-2 全国人口密度，棕色越深，则表示的百分比越高。

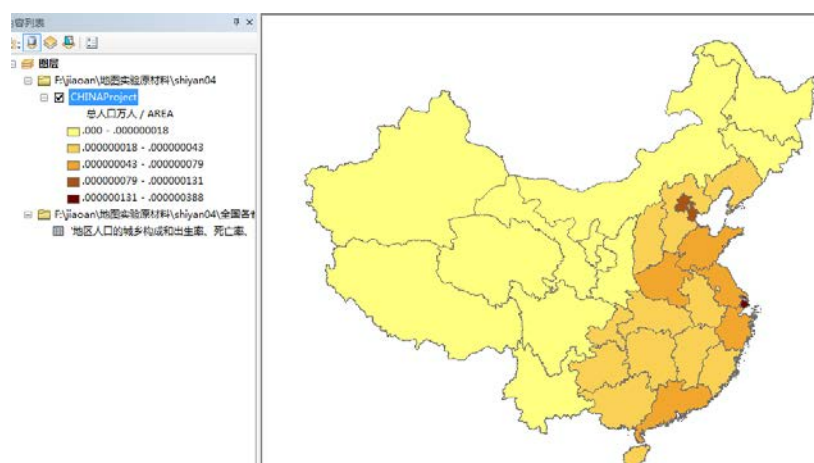


图 4-2 全国人口密度，棕色越深，则表示的百分比越高



使用分级色彩有助于显示值类并显示值类偏离平均值或中值的情况。在以下示例中，使用两种颜色的色带有助于突出显示高于平均值的值(显示为蓝色)和低于平均值的值(显示为红色)。如图 4-3 高于高于平均值和低于高于平均值色彩示意图。

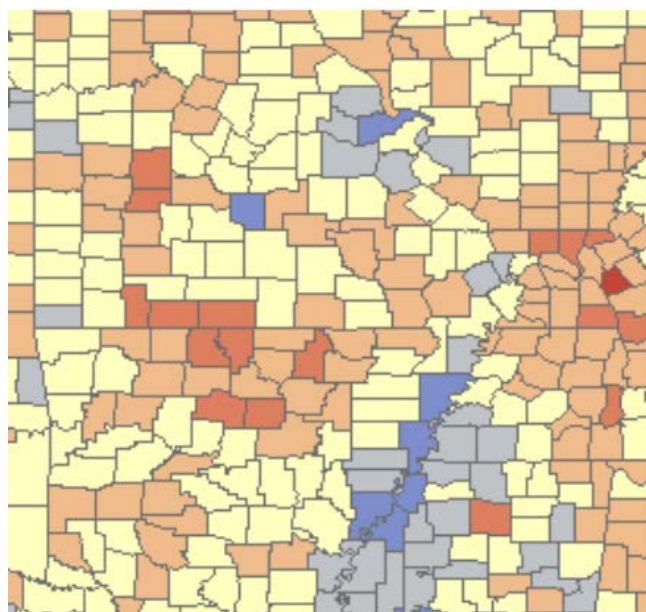


图 4-3 高于高于平均值和低于高于平均值色彩示意图

对图层使用分级色彩时，对数值数据进行分类是一个非常关键的设计步骤。

注释：ArcGIS 中的标准分类方法：

相等间隔

相等间隔会将属性值的范围划分为若干个大小相等的子范围。您可以指定间隔数，ArcGIS 将基于值范围自动确定分类间隔。例如，如果为取值范围为 0-300 的字段指定三个类，ArcGIS 将创建三

个类，其取值范围分别为 0 - 100、101 - 200 和 201 - 300。如图 4-4 5 岁以下人口百分比相等间隔分类。

相等间隔最适用于常见的数据范围，如百分比和温度。这种方法强调的是某个属性值相对于其他值的量。例如，它可显示某个商店为一组商店的一部分，而该组商店的销售额占总销售额的三分之一。

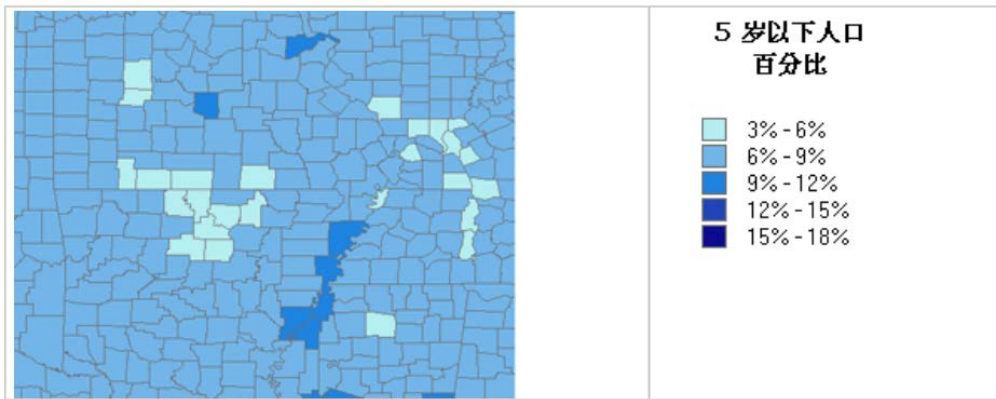


图 4-4 5 岁以下人口百分比相等间隔分类

要设置相等间隔分类，请将分类方法设置为相等间隔，然后指定类的数量。如图 4-5 相等间隔分类示意图。

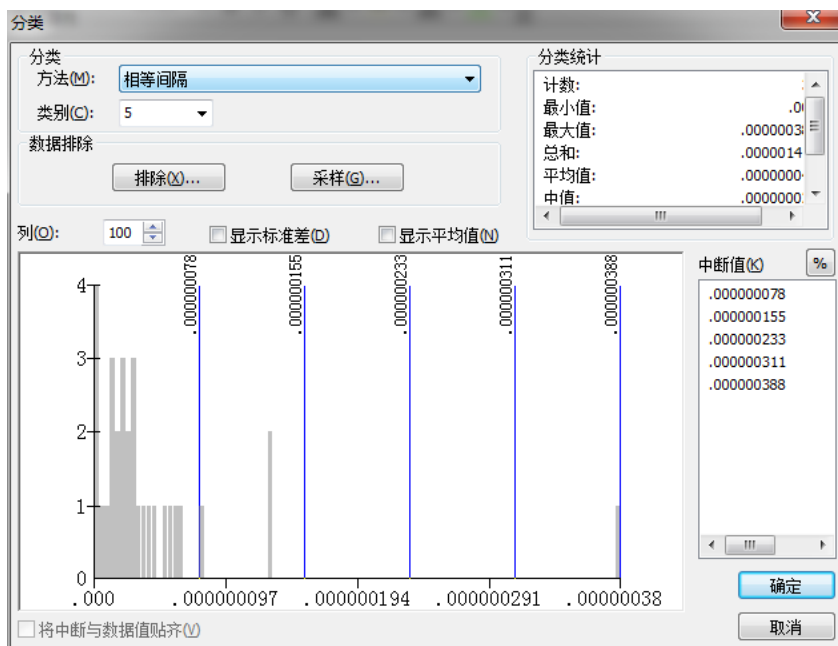


图 4-5 相等间隔分类示意图

### 定义间隔

通过定义的间隔可指定一个间隔大小，用于定义一系列值范围相同的类。例如，每个间隔的长度为 75 个单位。ArcMap 将基于间隔大小和所有字段值的范围来确定类的数量。在下面的示例中，间隔大小被指定为 4%。如图 4-6 5 岁以下人口百分比定义间隔分类。

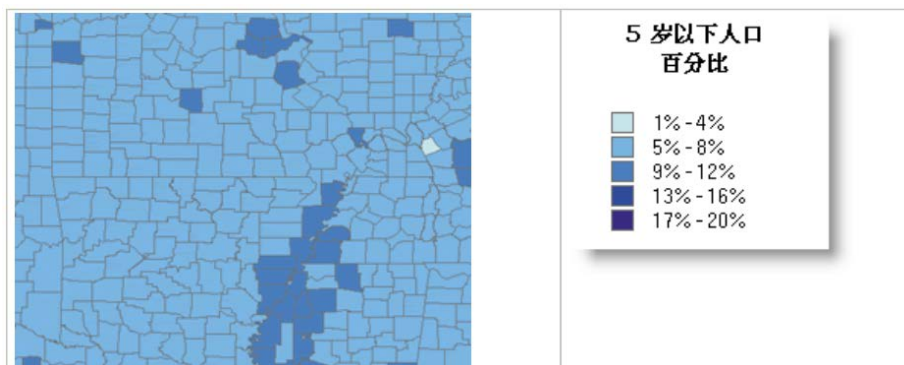


图 4-6 5 岁以下人口百分比定义间隔分类

要设置定义的间隔分类，请将分类方法设置为定义的间隔，然后指定间隔大小。如图 4-7 相等间隔分类示意图

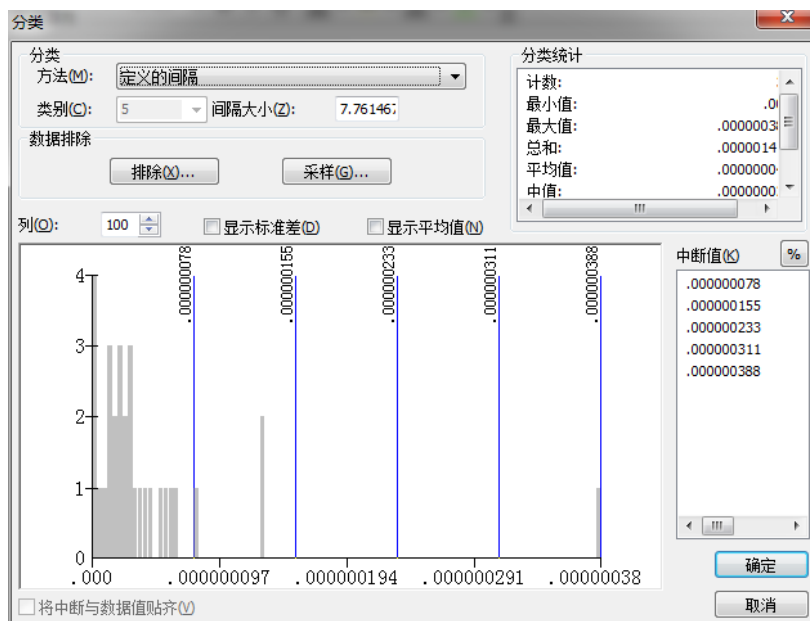


图 4-7 相等间隔分类示意图

## 分位数

每个类都含有相等数量的要素。分位数分类非常适用于呈线性分布的数据。分位数为每个类分配数量相等的数据值。不存在空类，也不存在值过多或过少的类。如图 4-8 5 岁以下人口百分比定义分位数分类。

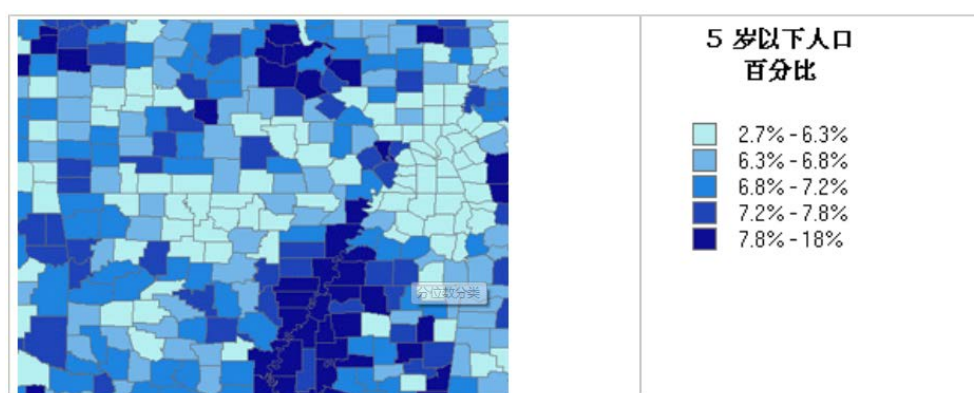


图 4-8 5 岁以下人口百分比定义分位数分类

由于使用“分位数”分类将要素以同等数量分组到每个类中，因此得到的地图往往具有误导性。可能会将相似的要素置于相邻的类中，或将值差异较大的要素置于相同类中。可通过增加类的数量将这种失真降至最低。

要设置分位数分类，请将分类方法设置为分位数，然后指定类的数量。如图 4-9 分位数分类示意图。

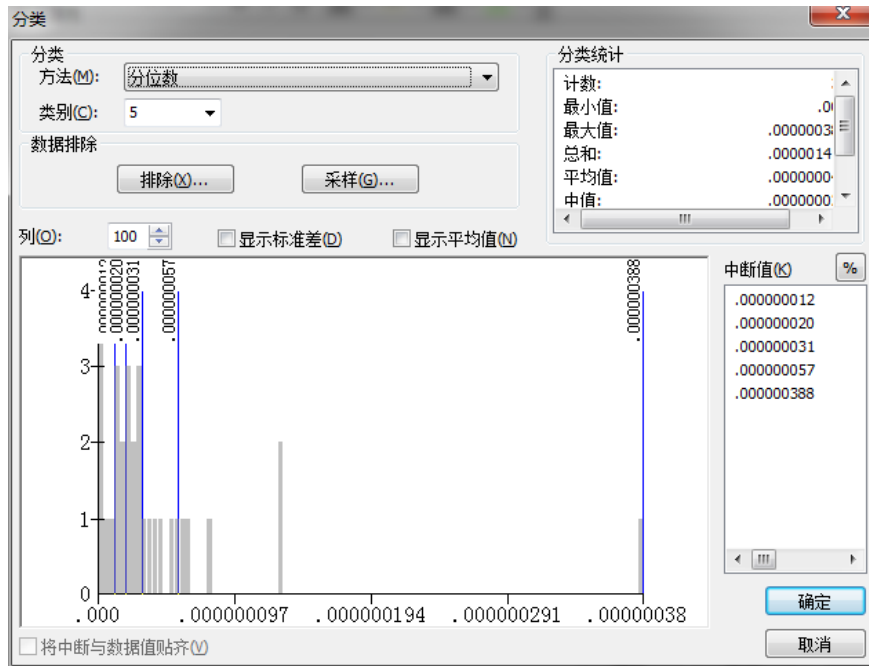


图 4-9 分位数分类示意图

此分位数分类说明了可能会出现的问题：一些类范围覆盖了较宽的值范围（例如，最右边的类），而其他类的值范围较窄。这可能会错误地暗示：某些并不相同的值可能会显示为相同，而其他相似的值却显得非常不同。

#### 自然间断点分级法（Jenks）

“自然间断点”类别基于数据中固有的自然分组。将对分类间隔加以识别，可对相似值进行最恰当地分组，并可使各个类之间的差异最大化。要素将被划分为多个类，对于这些类，会在数据值的差异相对较大的位置处设置其边界。

自然间断点是数据特定的分类，不适用于比较使用不同基础信息构建的多个地图。

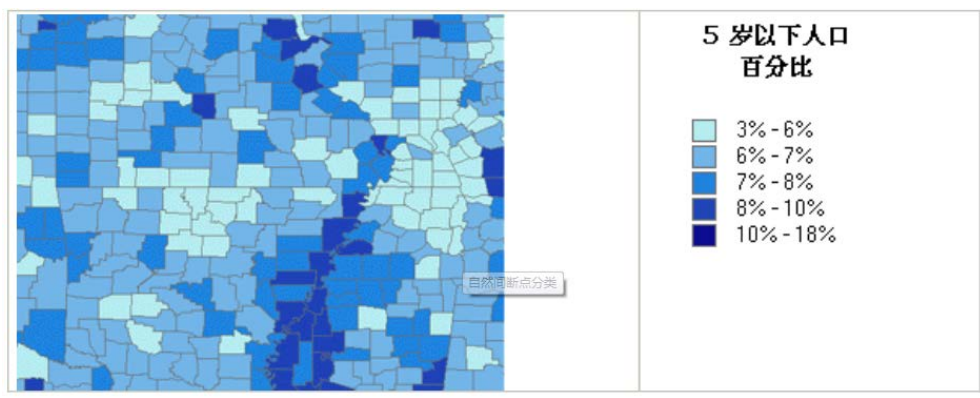


图 4-10 5 岁以下人口百分比自然间断点分级分类

要设置自然间断点分级法 (Jenks) 分类, 请将分类方法设置为自然间断点分级法 (Jenks), 然后指定类的数量。如图 4-11 自然间断点分级法分类示意图。

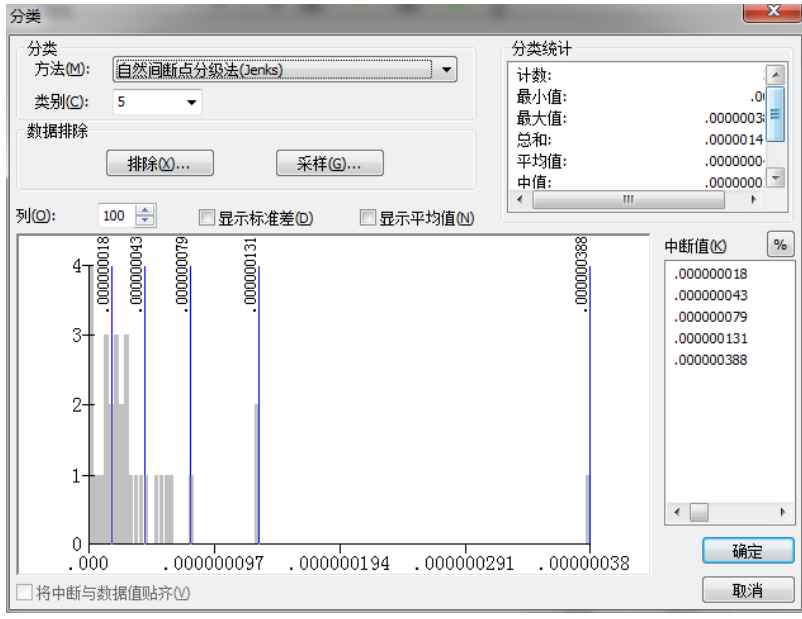


图 4-11 自然间断点分级法分类示意图

几何间隔

“几何间隔”分类方案用于根据具有几何系列的组距创建分类间隔。分类器中的几何系数可以更改一次 (可更改为其倒数), 以便优化类范围。该算法创建几何间隔的原理是, 使每个类的元素数的平方

和最小。这可确保每个类范围与每个类所拥有的值的数量大致相同，且间隔之间的变化非常一致。如图 4-12 5 岁以下人口百分比几何间隔分类。

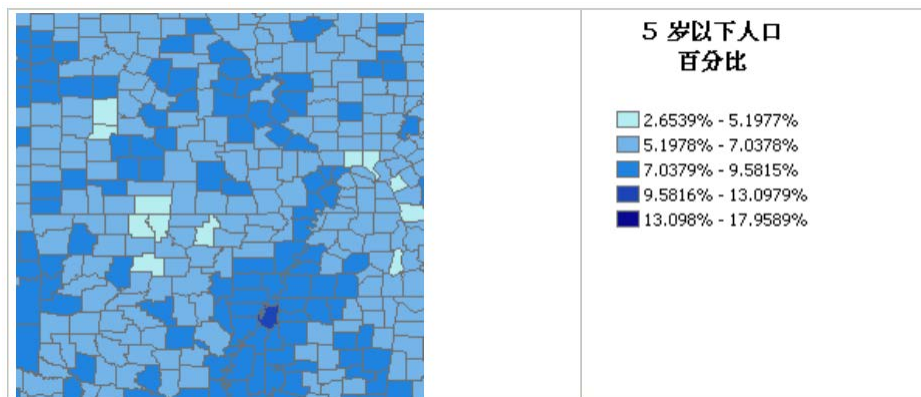


图 4-12 5 岁以下人口百分比几何间隔分类

此算法专门用于处理连续数据。这是相等间隔、自然间断点分级法（Jenks）和分位数间的折衷方法。其在突出显示中间值变化和极值变化之间达成一种平衡，因此生成的结果外形美观、地图内容详尽。

使用“几何间隔分类”的一个例子是降雨量数据集，在该数据集中只有 15% 的气象站（少于 50%）记录了降雨量，其余的气象站没有记录降雨量，因此它们的属性值为 0。

要设置“几何间隔”分类，请将分类方法设置为几何间隔，然后指定类的数量。如图 4-13 几何间隔分类示意图。



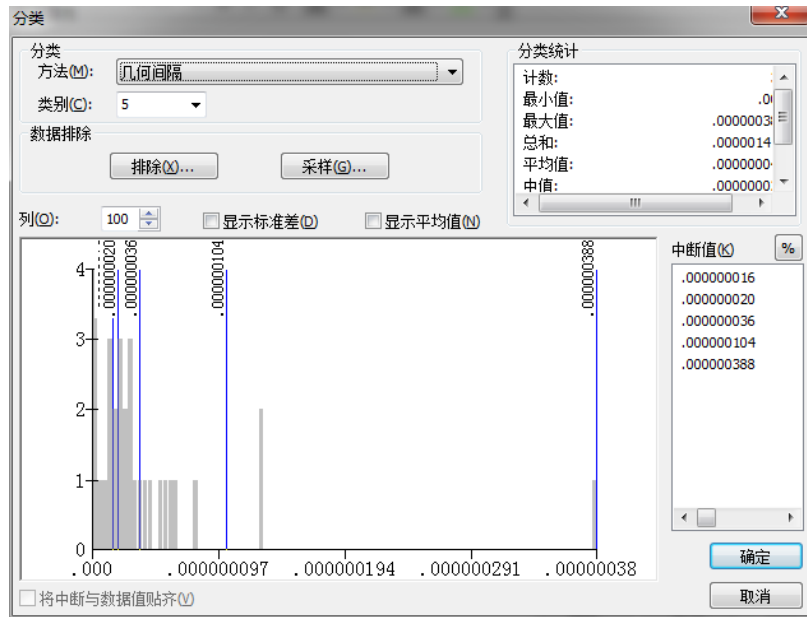


图 4-13 几何间隔分类示意图

## 标准差

“标准差”分类方法用于显示要素属性值与平均值之间的差异。ArcMap 可计算平均值和标准差。将使用与标准差成比例的等值范围创建分类间隔 - 间隔通常为 1 倍、1/2 倍、1/3 倍或 1/4 倍的标准差，并使用平均值以及由平均值得出的标准差。使用两种颜色的色带有助于突出显示位于平均值以上的值（显示为蓝色）以及位于平均值以下的值（显示为红色）。如图 4-14 5 岁以下人口百分比标准差分类。



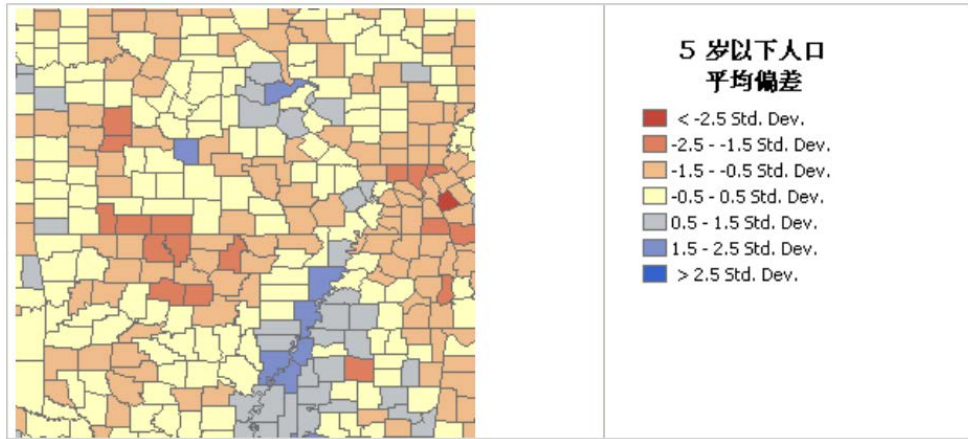


图 4-14 5岁以下人口百分比标准差分类

要设置“标准差”分类，请将分类方法设置为标准差，然后指定标准差的比例以定义每个类范围。如图 4-15 标准差分类示意图。

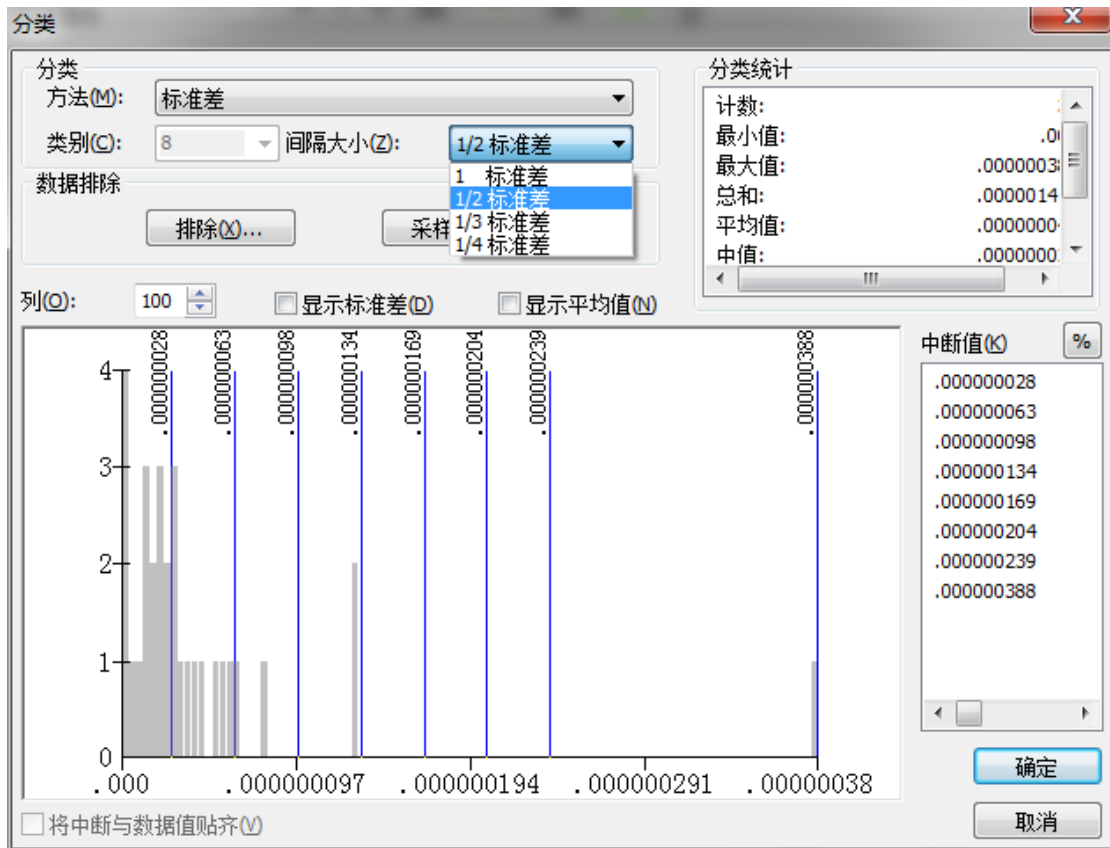


图 4-15 标准差分类示意图

3、许多地理现象在空间的分布是离散的，而所获得的空间数据往往以行政单位统计。要反映统计值的离散性，比较直观的方法便是运用点值图进行表示。

点值制图首先要获取统计数据，它必须是同一行政等级的完整数据。例如一个县的所有乡都有统计数据时，才能以乡为单位制图。获得统计数据后，它又必须要有以乡界为依据的地图作统计值的载体。

行政界线愈详细，统计数值愈详细，则点值制图反映的区域频数愈精确。

在制图范围内，要首先分层勾绘出不宜表示制图对象的区域。例如制作人口分布图，山地、陡坡、沼泽地、林地、水稻田、水域、自然保护区、军事禁区等都不宜绘入人口分布。所以我们应首先通过地形图、土地利用图、防务图等，分别勾绘出不宜于人口分布的区域，分层叠加起来，剩余的区域方宜于分布人口。

确定点符号的尺寸。从制图的经验中可知：编绘桌上用图，对点符号的尺寸宜于采用直径  $d=0.5\text{mm}$ ；编绘挂图时，点符号的尺寸可增大至直径  $d=1.0\text{mm}$ 。如果用三角形或方形符号，尺寸要适当增大才易于辨认。

计算点值。统计数据是表示在区域单元内的。我们可以选择区域单元面积最小而统计数值很大的一块区域测量点值。当点符号铺满这个单元内，既不至于重叠又不稀疏时最为适宜。

在区域单元内布点。我们知道，点值图是不需要表示低一级行政界线的，例如××省人口分布图，虽然统计单位是乡，但图上的行政界线可以只画到县界而不需要绘出乡界，因此布点完毕，乡界即行擦去。

以计算机方法进行点值图的设计和制作是很方便的。它可充分利用数据处理方面的优势，快捷地处理比较烦琐的数据计算、点的离散分布工作。

以 ArcGIS 软件来说明，“点密度”渲染器用于基于每个面的字段值将字段的定量值表示为一系列图案填充。不对数据进行分类。而是会基于字段值用点来填充各个面。每个点都代表一个特定值（例如，在下面的点密度图中，一个点代表 50,000 人）。即我们讲解的点值。

创建点密度图时，可以指定每个点所表示的要素数量以及点的大小。您可能需要尝试很多不同的数量和大小组合，以便找到最适合显示该图案的组合。通常，应当选取合适的值，以确保在形成固体区域时，这些点不会太接近以至于使图案变得模糊，也不会相隔太远以至于难以识别密度的变化。大多数情况下，只需使用点密度图来对一个字段绘图。在一些特殊情况下，可能要比比较不同类型的分布，且可能会选择对两个或三个字段绘图。

指定点表示方法后，最好在导航地图时保持点密度。保持点密度将随着比例的变化来保留地图的视觉印象。保持密度的选项有两个：按大小——放大时，点大小将增大。

按值——放大时，由点表示的值将减小，并会在地图上绘制更多点。

保持密度选项是与比例相关的。如果选择保持密度，则会对地图的当前比例应用所有更改。

可以使用图层属性对话框中的符号系统选项卡来指定如何通过“点密度”渲染器来显示图层。如图 4-16 点密度制图示意图。

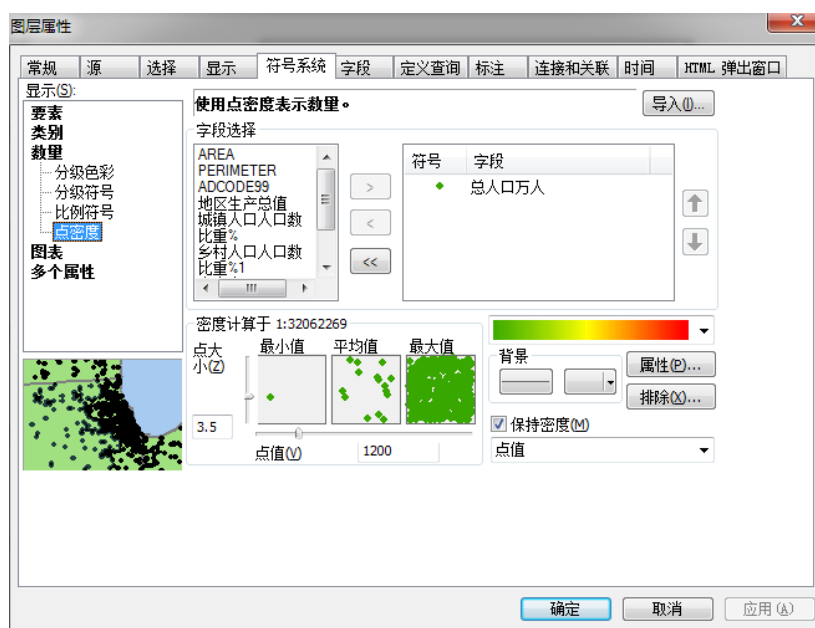


图 4-16 点密度制图示意图

主意：如果要考虑不宜表示人口的区域，可按**属性**按钮，调入土地利用图等相关图层，然后勾绘出这些区域，采用这样的方法，即在图中除去这一块，或限定在特定的区域内，再作专题地图。

4、分区统计图表是将专题地图先设计成点状符号，然后表示在地理底图上形成的。分区统计图表中的点状符号所代表的是整个区域的数据，通常以数据的绝对值表示，而且，以点状符号的扩展形式，如结构图，柱状图，玫瑰图等居多，它们一般都定位在这个区域的重心位置。

表示统计量的点状符号的图形设计不应过繁,因为这容易造成地图载负量过重,不利于对数量的判断,但又不会增加太多的地图信息.地图设计的易读性是一条基本原则,特别是应用计算机编制分区统计图十分简便,将一组较复杂的地理数据分为几幅较简单、清晰的地图,往往比只制成一、两幅繁杂的地图更为有效。

计算机系统中，在专题地图制作中，可调用分区统计图模块，方便、快速地处理所连接的属性数据，并通过不同的图形的表示在图上。如果要说明各个部分在整体之间比例关系，则饼状图、柱状图非常实用。

以 ArcGIS 软件为例说明，如果类别不是很多，则可以使用圆饼图来加以说明。如图 4-17 分区统计方法制作饼图示意。显示了全省各市各类农作物种植面积的相对构成情况。蔬菜作物面积以绿色显示。

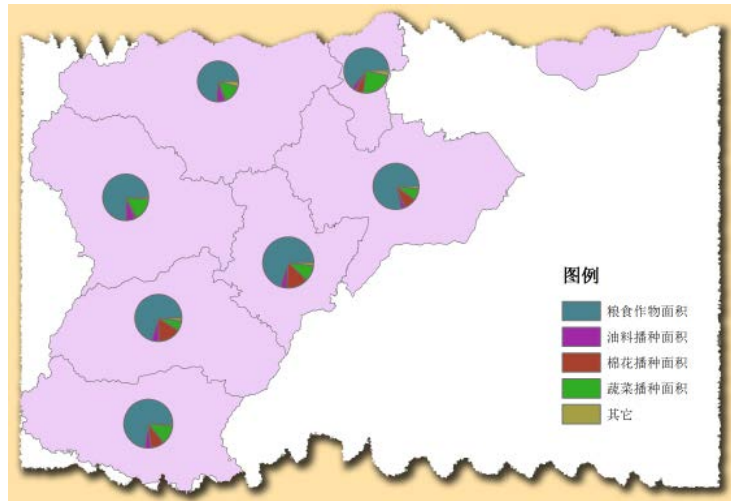


图 4-17 分区统计方法制作饼图示意

### 【软硬件与基础数据】

计算机，ArcGIS 软件，承德市区土地利用.shp、CHINAProject.shp、CHINA.shp、CHINCAPS.shp。全国各省生产总值及人口数.xls

### 【任务步骤提要】

#### 1、定性信息面状符号图的设计与制图

- a. 打开 ArcMap，添加承德市区土地利用.shp
- b. 右键单击这个图层名字位置，然后单击属性。单击图层属性对话框中的符号系统选项卡。
- c. 在左侧渲染器列表中，选择类别下的唯一值选项。

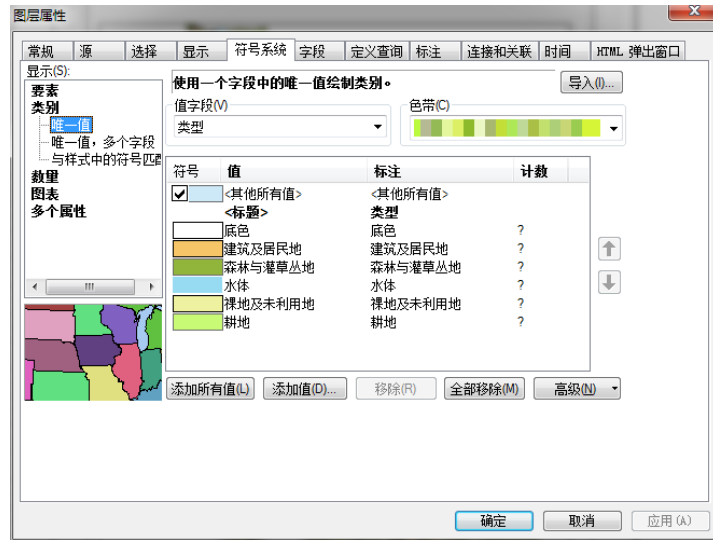


图 4-18 类别-唯一值对话框示意图

d. 选择包含类别的字段。如图 4-18 类别-唯一值对话框示意图。

e. 单击添加所有值或添加值来标识您要显示的类别。通过添加值可以选择字段值的子集，以便将其作为类别包含到图层显示中。

f. 标识您要用来显示类别的符号系统。要执行此操作，可右键单击各类别的符号来修改其符号属性或选择其他符号。

样图如：图 4-19 定性面状符号设计的样图-土地利用现状图。

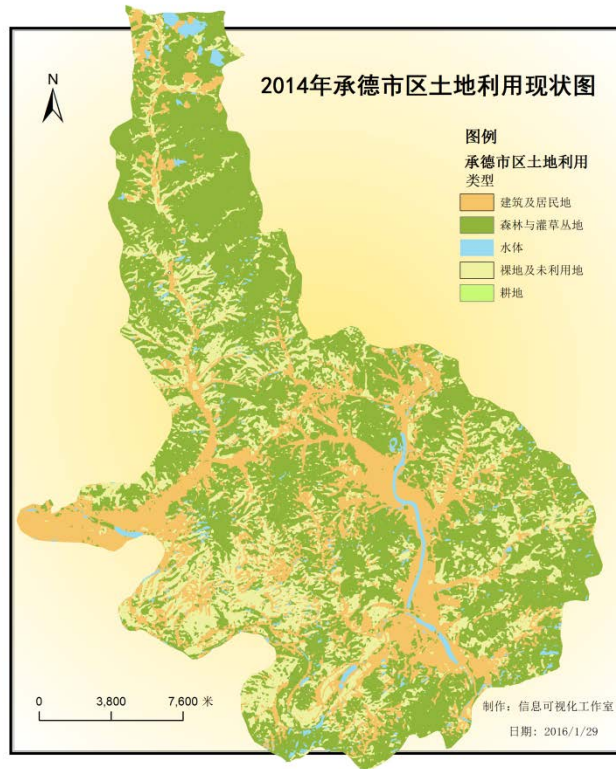


图 4-19 定性面状符号设计的样图-土地利用现状图

## 2、运用分级色彩方法制作的等值区域图

a. 打开 ArcMap，添加 CHINAProject.shp 显示政区、CHINAsheng.shp 显示省会点数据并可自动标注，添加含有人口数据、生产总值的表格 XLS 文件。可自行建立属性数据，见表格 4-2 全国各省市人口数及人口自然变动（2014）、表格 4-3 全国各省市生产总值及旅游餐饮相关数据（2014）。

连接到含有人口数据、生产总值的表格，步骤概要：

在内容列表中，右键单击想要连接的图层或表，指向连接和关联，然后单击连接。



如图 4-20 连接数据对话框示意，选择正确的内容，单击确定即可完成连接。

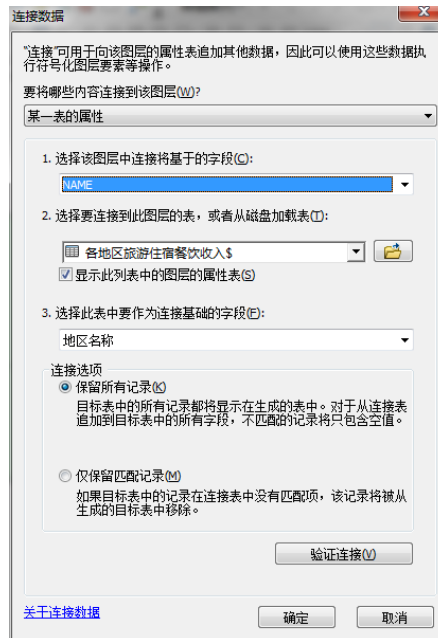


图 4-20 连接数据对话框示意

打开属性表增加“人均生产总值”字段，并计算人均生产总值=生产总值/总人口数。（字段名字用英文字母“rjzz”，类型浮点，精度 10，小数 2），在字段上点击右键，在菜单点字段计算器，其中输入计算该字段的公式，确定即完成“人均生产总值”字段值。如图 4-21 字段计算器对话框。



图 4-21 字段计算器对话框

b. 在内容列表中右键单击要使用分级色彩进行绘制的图层，然后单击属性。

c. 单击图层属性对话框中的符号系统选项卡。

d. 单击数量，然后单击分级色彩。

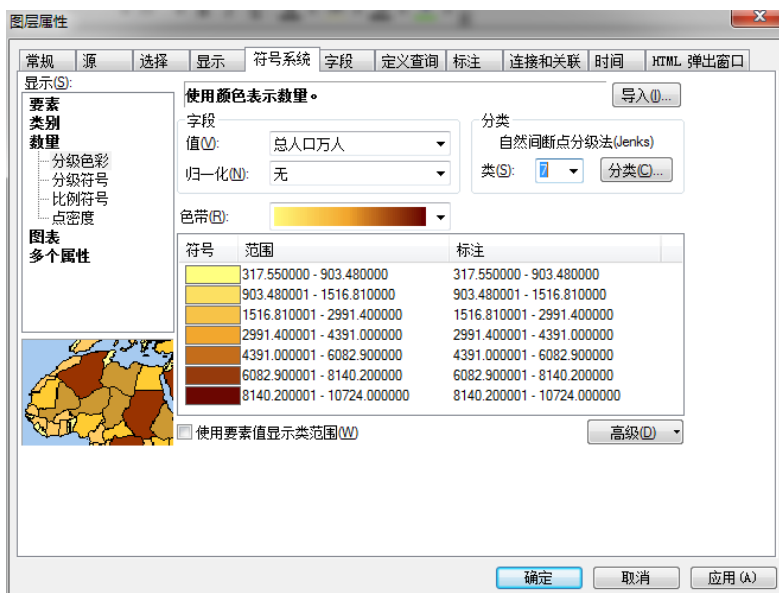


图 4-22 数量-分级色彩对话框示意图

c. 选择要映射的包含定量数据的数值字段。图 4-22 数量-分级色彩对话框示意图。

d. 或者，选择归一化字段对数据进行归一化。该字段中的值将用于除值字段中的值来创建比率。

归一化比率在其他因子影响您正在分类和显示的数值时非常有用。例如，在计算西班牙裔和拉美裔人口数量时会受到每个县的大小的影响。您可以将这个数除以总人口数从而将值归一化为比例。图 4-22 数量-分级色彩对话框示意图。

e. 选择所需的色带，然后单击分类按钮。

f. 选择要使用的分类方法，然后输入要显示的类的数量。

g. 此外，可以双击类符号来编辑其属性。

h. 还可以编辑范围列中的值。范围列显示了每个类表示的值的实际范围。要手动编辑这些值，则单击范围。如此即可编辑所单击类的范围的上限值。编辑范围时，分类类型会自动变为手动。要使用直方图编辑类的范围，则单击此对话框中的分类按钮。单击选项的范围列标题。

i. 还可以将标注列中的值编辑为比基础类范围值更具有描述性的内容。要编辑这些值，则单击标注。单击选项的标注列标题。

j. 单击确定。样图如：图 4-23 分级色彩-中国人均生产总值分布图。

同样的方法可以制作全国各地区生产总值等值区域图，样图如：图 4-24 分级色彩-中国生产总值分布图；旅游业收入等值区域图，样图如：图 4-25 分级色彩-中国旅游业住宿与餐饮营业额分布图；人口自然增长率等值区域图，样图如：图 4-26 分级色彩-中国人口自然增长率分布图。所需要属性数据，可以自行建立数据库见附表格 4-2 全国各省市人口数及人口自然变动（2014）、表格 4-3 全国各省市生产总值及旅游餐饮相关数据（2014）。

表格 4-2 全国各省市人口数及人口自然变动（2014）

地区名称	总人口万人	出生率‰	死亡率‰	自然增长率‰
北京市	2151.60	9.75	4.92	4.83
天津市	1516.81	8.19	6.05	2.14
河北省	7383.75	13.18	6.23	6.95
安徽省	6082.90	12.86	5.89	6.97
福建省	3806.00	13.70	6.20	7.50
甘肃省	2590.78	12.21	6.11	6.10
广东省	10724.00	10.80	4.70	6.10
广西壮族自治区	4754.00	14.07	6.21	7.86
贵州省	3508.04	12.98	7.18	5.80
海南省	903.48	14.56	5.95	8.61
河南省	9436.00	12.80	7.02	5.78
黑龙江省	3833.00	7.37	6.46	0.91
湖北省	5816.00	11.86	6.96	4.90
湖南省	6737.24	13.52	6.89	6.63
吉林省	2752.38	6.62	6.22	0.40
江苏省	7960.06	9.45	7.02	2.43
江西省	4542.16	13.24	6.26	6.98
辽宁省	4391.00	6.49	6.23	0.26
内蒙古自治区	2504.81	9.31	5.75	3.56
宁夏回族自治区	661.54	13.10	4.53	8.57

青海省	583.42	14.67	6.18	8.49
山东省	9789.43	14.23	6.84	7.39
山西省	3647.96	10.92	5.93	4.99
陕西省	3775.12	10.13	6.26	3.87
上海市	2425.68	8.35	5.21	3.14
四川省	8140.20	10.22	7.02	3.20
西藏自治区	317.55	15.76	5.21	10.55
新疆维吾尔自治区	2298.47	16.44	4.97	11.47
云南省	4713.90	12.65	6.45	6.20
浙江省	5508.00	10.51	5.51	5.00
重庆市	2991.40	10.67	7.05	3.62
台湾省	2343.40	8.99	7.00	1.98
香港特别行政区	724.20	8.60	6.20	2.40

表格 4-3 全国各省市生产总值及旅游餐饮相关数据（2014）

地区名称	地区生产总值 亿元	法人企业 数	年末从业人 数	营业额亿 元	客房收入亿 元	餐费收入亿 元
北京市	21330.83	1162.00	140611.00	340.22	179.02	87.43
天津市	15726.93	235.00	22697.00	38.98	20.20	11.65
河北省	29421.15	494.00	58972.00	64.72	27.37	30.76
安徽省	20848.75	579.00	51334.00	70.75	32.77	32.23
福建省	24055.76	809.00	88728.00	153.17	67.25	67.73
甘肃省	6836.82	280.00	23855.00	36.06	20.00	12.95
广东省	67809.85	2063.00	272625.00	501.36	254.94	166.18
广西壮族自治区	15672.89	513.00	49529.00	61.53	33.29	21.27
贵州省	9266.39	464.00	34125.00	46.70	28.57	14.01
海南省	3500.72	259.00	54889.00	97.33	60.38	29.02
河南省	34938.24	1153.00	93692.00	150.71	74.40	61.67
黑龙江省	15039.38	227.00	20011.00	32.94	18.12	11.21
湖北省	27379.22	844.00	66286.00	120.60	60.01	48.22
湖南省	27037.32	714.00	84240.00	144.85	69.03	60.23
吉林省	13803.14	185.00	19132.00	28.97	13.18	13.00
江苏省	65088.32	1026.00	110425.00	208.57	89.83	95.89
江西省	15714.63	399.00	40963.00	52.66	27.22	20.74
辽宁省	28626.58	579.00	51982.00	103.94	48.06	45.07
内蒙古自治区	17770.19	306.00	29429.00	36.93	16.60	17.42
宁夏回族自治区	2752.10	80.00	8073.00	8.37	4.05	3.57
青海省	2303.32	71.00	7082.00	7.96	4.82	2.36
山东省	59426.59	1086.00	104981.00	211.44	91.66	100.42
山西省	12761.49	402.00	40941.00	39.30	18.33	17.13

陕西省	17689.94	718.00	72452.00	104.92	48.75	45.69
上海市	23567.70	747.00	80363.00	255.00	132.10	70.22
四川省	28536.66	964.00	87439.00	147.43	76.09	54.38
西藏自治区	920.83	58.00	5096.00	6.42	3.98	1.52
新疆维吾尔自治区	9273.46	254.00	23039.00	30.81	14.69	12.03
云南省	12814.59	553.00	56998.00	74.90	42.22	21.76
浙江省	40173.03	1273.00	138360.00	280.03	124.35	127.21
重庆市	14262.60	377.00	40173.00	77.70	37.92	30.50
台湾省	38311.00					
香港特别行政区	2030.40					

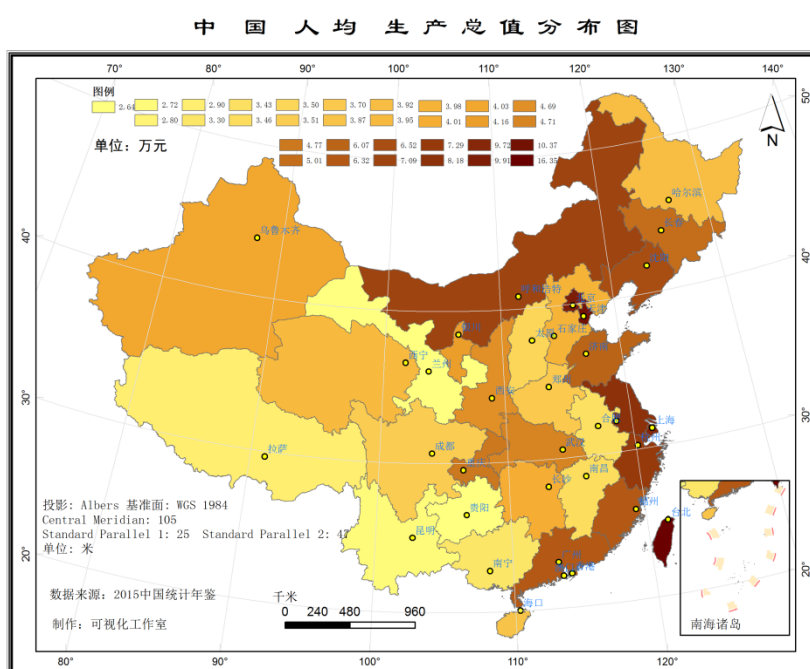


图 4-23 分级色彩-中国人均生产总值分布图

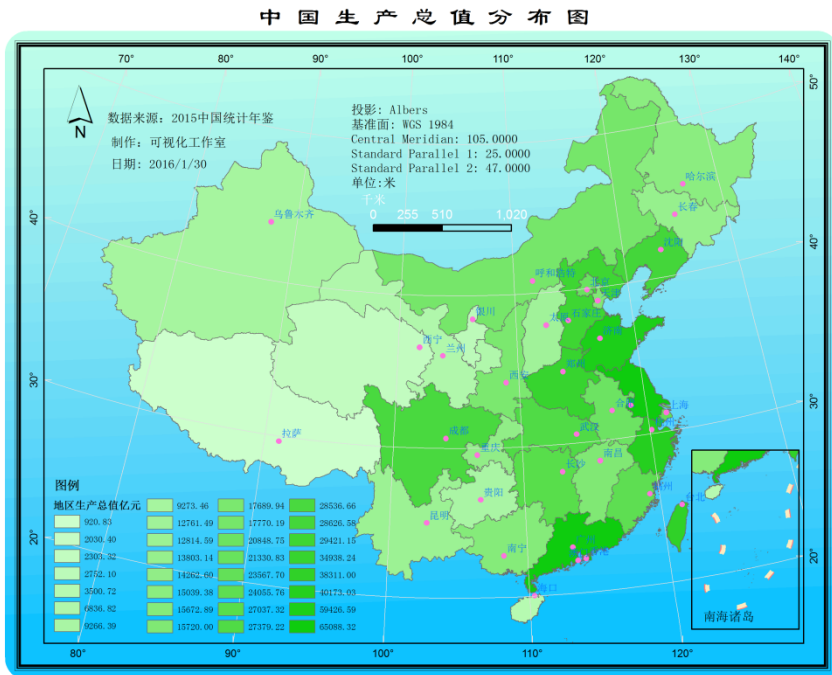


图 4-24 分级色彩-中国生产总值分布图

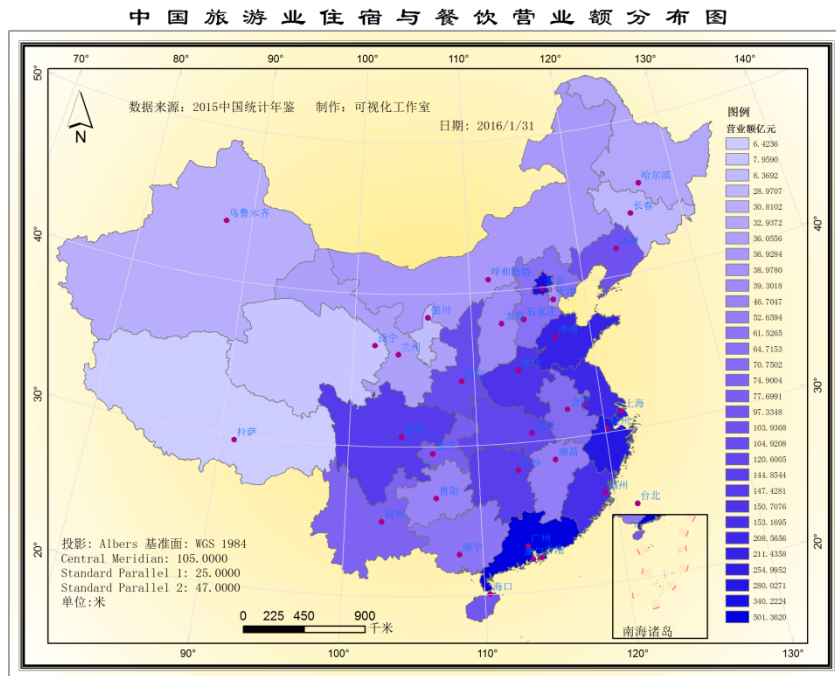


图 4-25 分级色彩-中国旅游业住宿与餐饮营业额分布图

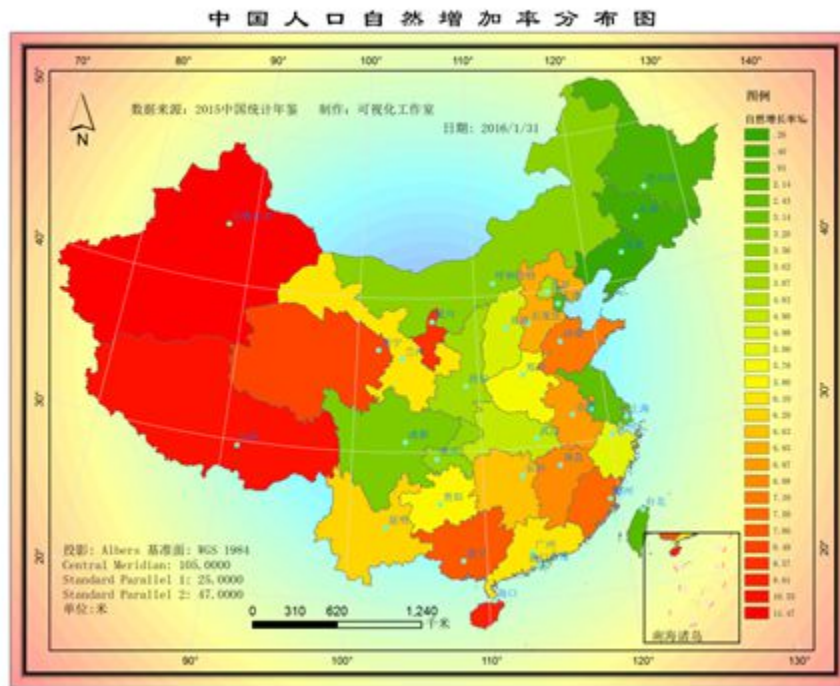


图 4-26 分级色彩-中国人口自然增长率分布图

### 3、运用点值图设计制作某区域人口密度的基本分布概况图

a.打开 ArcMap，添加 CHINAProject.shp、水域 Project.shp、总人口数据表格 XLS 文件。

连接含有人口数据、生产总值的表格到 CHINAProject.shp 属性表上。可自行建立属性数据，见表格 4-2 全国各省市人口数及人口自然变动（2014）。

b.右键单击要使用“点密度”渲染器进行绘制的图层，然后单击属性。

c.单击图层属性对话框中的符号系统选项卡。

d.单击数量，然后单击点密度。



e.在字段选择下，单击要映射的数值字段，然后，使用箭头按钮在字段列表中添加和移除字段。

f.要更改点符号的外观，请在字段列表中双击点符号，以打开符号选择器对话框。

g.选择所需色带，这些色带将用于为作为点密度图层中显示的各个字段分配点颜色。

h.使用密度方框设置点大小和密度显示属性。可以直接更改点大小，或通过单击滑块来调整点大小。也可以使用点值来设置每个点所代表的大小，或者通过单击滑块来调整点值。

j.选中保持密度以在缩放时保留密度的视觉印象。单击保持密度下拉箭头，然后选择点大小（放大时增加点大小）或点值（放大时增加点数）来定义保持密度的方法。

k.另外，可以单击属性来设置点的放置选项。可通过两个选项在区域内放置点：非固定放置和固定放置。非固定放置，此为默认选项，指明在每次刷新地图时将对点进行随机放置。使用此选项时，可以设置种子用于放置。种子为整数，用于启动随机数生成器。只要数据相同，选择相同数值将得到相同的点放置结果。地图刷新时，固定放置会冻结点的放置。

l.也可以单击属性使用掩膜。执行掩膜操作时，可以选择地图中的控制图层并指定是否从这些区域中去掉点或将点仅放置在这些区域中。

m.或者，单击排除按钮，然后使用 SQL 表达式来排除值（例如，异常值）。

n.可使用背景属性来定义用于点密度填充的要素的显示方式。通常，会将边界线设置为无颜色，以便不显示要素边界。

o.单击确定。样图如：图 4-27 点值图-中国人口分布图。

同理可以制作河北省人口分布图。所需要属性数据见表格 4-5 河北省各地市人口数及人口自然变动（2014），样图如：图 4-28 点值图-河北省人口分布图。

# 中国人口分布图



图 4-27 点值图-中国人口分布图

河北省人口分布图

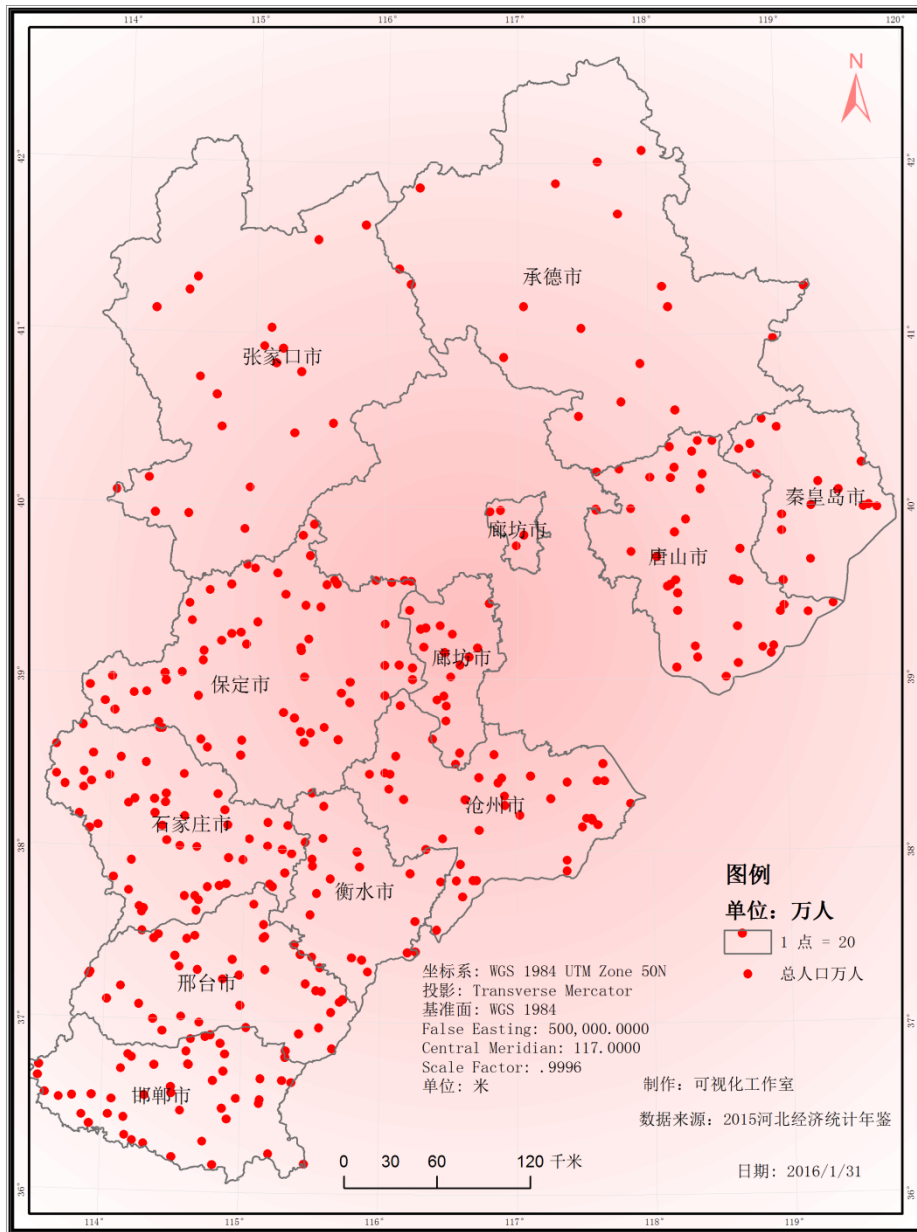


图 4-28 点值图-河北省人口分布图

4、运用分区统计图编制河北省 2014 年各地区农作物种植面积结构图。

a.打开 ArcMap，添加 hebei1.shp、各地区农作物种植面积表格数据 XSL 文件，将含有河北各地区农作物种植面积的电子表格文件连接

到 **hebei1.shp**。可自行建立属性数据，见表格 4-4 河北省各地市  
各市主要农作物总播种面积（2014）。

b. 右键单击要使用饼图绘制并显示定量值的图层，然后单击属性。

c. 单击图层属性对话框中的符号系统选项卡。

d. 单击图表，然后单击饼图。

e. 将显示“饼图”属性面板，您可以在其中设置显示属性（例如，  
字段名称、色带等），以便为图层中的各要素生成饼图。如图  
4-29 图表-饼图对话框示意图。



图 4-29 图表-饼图对话框示意图

f. 在字段选择下，单击想要绘图的数值字段。然后，使用箭头按钮  
将字段添加到字段列表中或从中移除字段。

g. 使用配色方案下拉列表来选择您要使用的色带。

h.可以双击列表中的各个符号来更改其属性。

i.如果希望避免图表被覆盖，则请选中避免图表压盖复选框。

j.或者，单击排除按钮，然后使用 SQL 表达式来排除值（例如，异常值）。

k.单击大小。

l.将会显示饼图大小对话框，以使用点来设置图表中各条的最大长度。如图 4-30 饼图大小设置对话框。

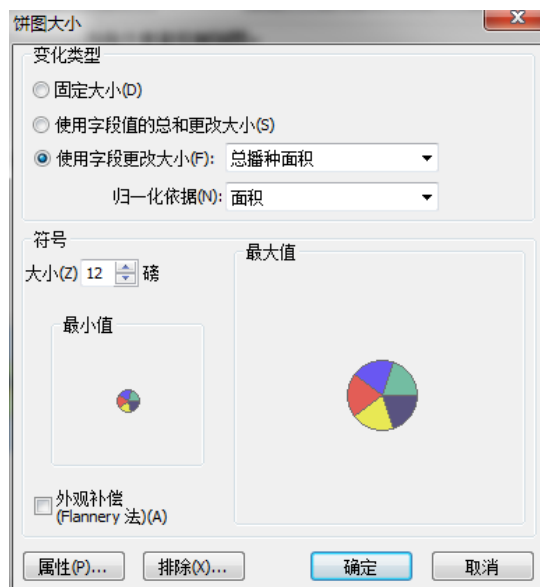


图 4-30 饼图大小设置对话框

m.请注意，设置此值时，还会调整当前图表的宽度。单击属性打开图表符号编辑器对话框，然后对这些值进行设置。如图 4-31 饼图符号编辑器对话框。

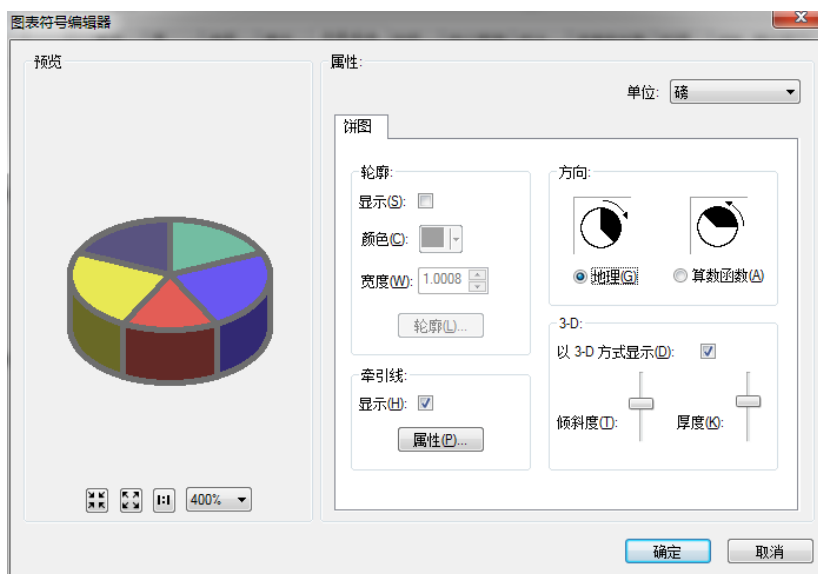


图 4-31 饼图符号编辑器对话框

n.您可以使用图表符号编辑器来设置饼图尺寸、方向（条或柱）以及其他显示属性。

o.单击确定。样图如：图 4-32 圆饼图-河北省农作物播种面积结构图。

同理可以制作河北省产业结构图。所需属性表见表格 4-6 河北省各地市生产总值与三次产业划分单位个数（2014）。样图如：图 4-33 圆饼图-河北省各地三个产业结构图。

河北省农作物播种面积结构图

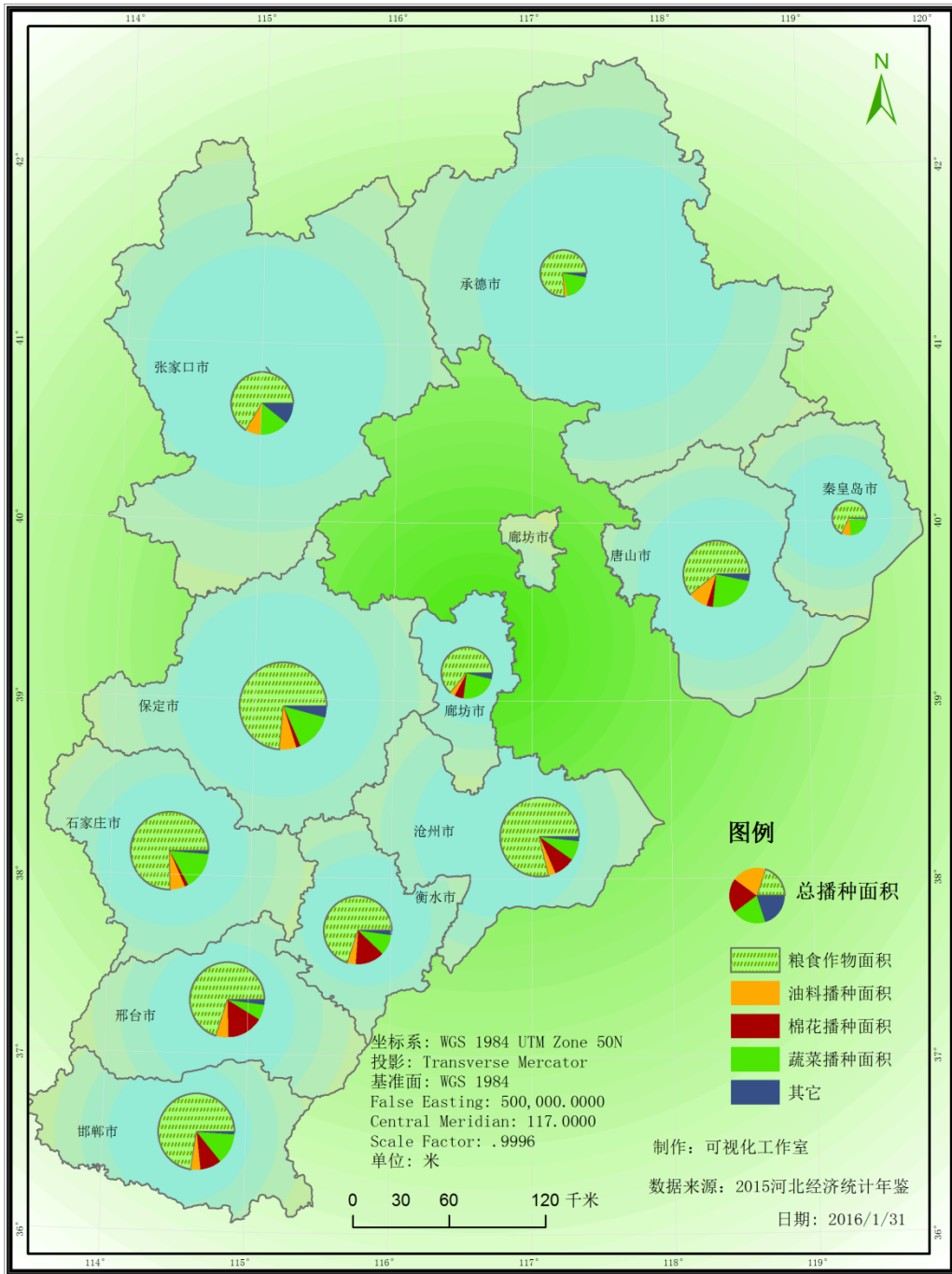


图 4-32 圆饼图-河北省农作物播种面积结构图



河北省各地三个产业单位数结构图

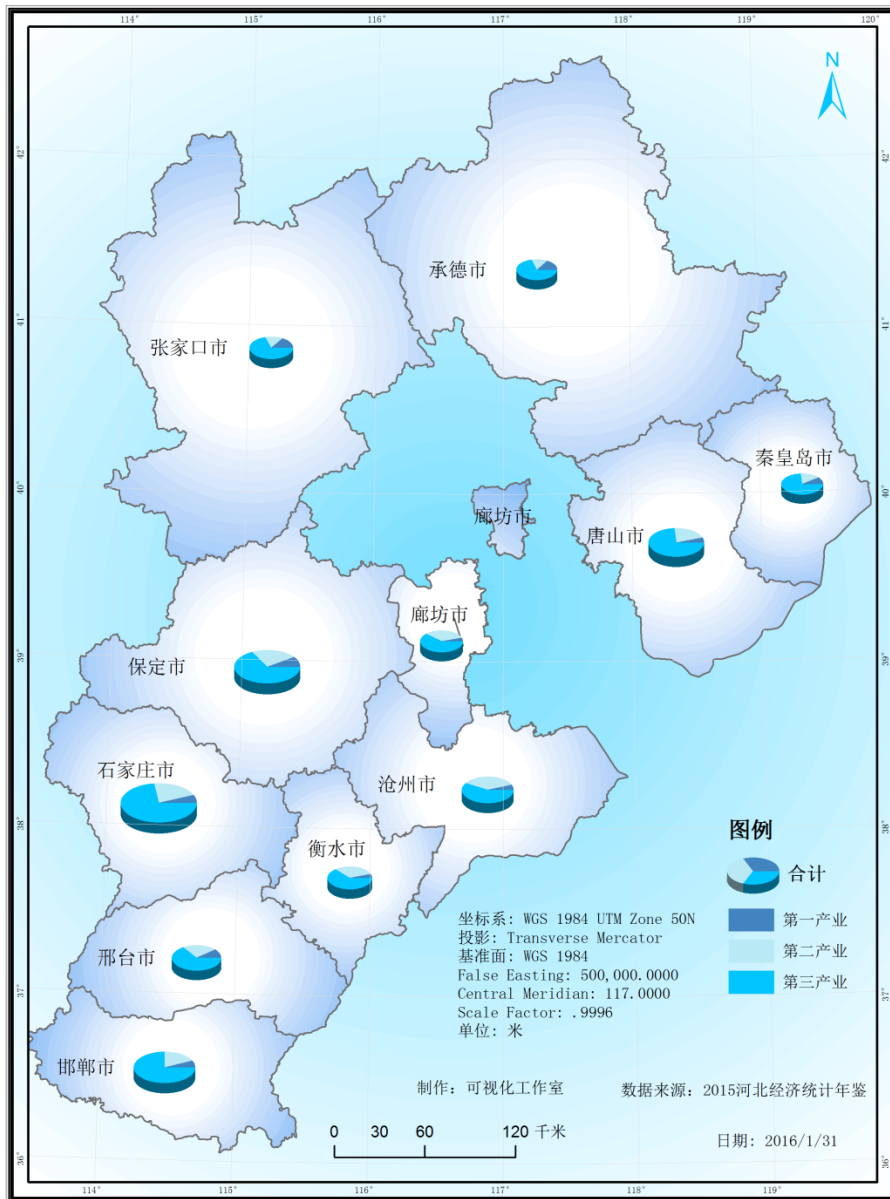


图 4-33 圆饼图-河北省各地三个产业结构图

表格 4-4 河北省各地市各市主要农作物总播种面积 (2014)

市名称	总播种面积	粮食作物面积	油料播种面积	棉花播种面积	蔬菜播种面积	其它
石家庄市	1106.80	833.60	68.30	16.70	173.90	14.30
承德市	388.52	295.49	7.50	0.00	74.40	11.14
张家口市	705.37	467.53	52.90	0.00	108.29	76.66
秦皇岛市	220.15	147.52	19.05	1.78	48.20	3.61

唐山市	804.37	487.41	78.10	23.44	189.43	25.99
廊坊市	477.83	306.17	14.84	27.56	111.31	17.95
保定市	1376.80	1014.20	86.30	20.80	197.60	57.90
沧州市	1131.39	890.79	32.43	98.66	90.13	19.38
衡水市	844.30	591.21	33.56	117.42	84.21	17.91
邢台市	1018.97	715.35	52.75	160.67	68.94	21.25
邯郸市	1059.15	769.12	42.31	97.64	138.72	11.37

表格 4-5 河北省各地市人口数及人口自然变动 (2014)

市名称	总人口万人	男	出生率‰	死亡率‰	自然增长率‰
石家庄市	1124.52	566.44	12.61	6.26	6.35
承德市	352.72	179.60	13.25	5.98	7.27
张家口市	442.09	225.49	12.01	6.12	5.89
秦皇岛市	306.45	155.45	11.26	6.28	4.98
唐山市	776.82	395.12	11.21	7.30	3.91
廊坊市	452.18	231.11	12.00	5.68	6.32
保定市	1268.52	642.11	14.44	6.18	8.26
沧州市	737.50	380.22	13.70	5.91	7.79
衡水市	442.34	223.23	13.16	6.52	6.64
邢台市	725.63	369.52	14.42	6.47	7.95
邯郸市	937.39	474.19	14.10	6.32	7.78

表格 4-6 河北省各地市生产总值与三次产业划分单位个数 (2014)

市名称	生产总值亿元	第一产业个数	第二产业个数	第三产业个数
石家庄市	5546.20	4684	23066	72175
承德市	1342.55	4053	4896	19834
张家口市	1348.97	4557	5828	22525
秦皇岛市	1200.02	2482	5580	21875
唐山市	6225.30	2157	12086	39522
廊坊市	2175.96	1252	11662	18948
保定市	3312.63	5499	20810	48566
沧州市	3133.38	2133	17948	26120
衡水市	1149.13	1331	11974	20838
邢台市	1646.94	3666	12060	26742
邯郸市	3080.01	3364	12755	49069

## 参考教材:

[1]. 地图学实习简明教程. 常占强. 中国环境出版社, 2014

- [2]. 新编地图学实习教程. 蔡孟裔等. 高等教育出版社, 2000
- [3]. 实用地图学. 陈逢珍. 福建地图出版社, 1998
- [4]. 地图学实习. 王建序. 高等教育出版社, 1989
- [5]. 地图概论. 张力果. 测绘出版社, 1991
- [6]. 新编地图学教程. 毛赞猷等. 高等教育出版社, 2008
- [9]. 地图制图. 王琴. 武汉大学出版社, 2013
- [10]. 地图与地图制图. 周园. 武汉大学出版社, 2011
- [11]. 计算机地图制图 (第二版). 刘剑峰等. 武汉大学出版社, 2013
- [12]. 地图学基础 赵耀龙. 科学出版社. 2015 年
- [13]. 地图制图基础. 高俊. 武汉大学出版社, 2014