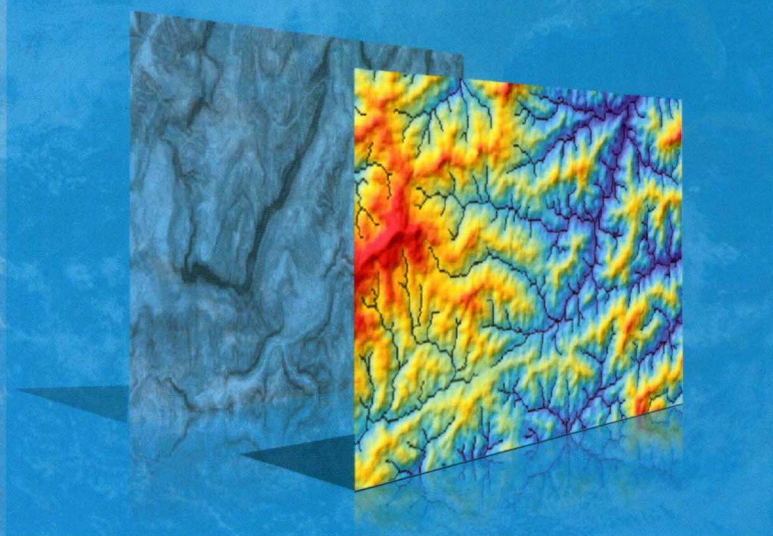


# GIS空间分析实验教程

田永中 盛耀彬 吴文戩 朱莉芬 梁甜 编著



科学出版社

# GIS 空间分析实验教程

田永中 盛耀彬 吴文骥 朱莉芬 梁甜 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是作者在长期从事 GIS 及空间分析教学、科研的基础上,根据学科发展特点和社会的需求状况,以 ArcGIS 为平台编写的空间分析课程实验教材。书中的实验内容自成体系,精选了空间分析前的数据准备、矢量数据的分析方法、栅格数据的分析方法、空间分析方法综合应用等 4 个方面的 20 个实验,每个实验都包括实验目的、内容、原理与方法、设备与数据、步骤、说明等方面的介绍,所有的实验都配备了相关的数据。通过这些基于 GIS 的空间分析实验,能够让读者有效地掌握空间分析的基本原理和方法,解决实际应用中的空间问题。它既可作为《GIS 空间分析基础教程》的配套实验教材,也可以独立使用。

本书可作为高等院校地理信息科学、人文地理与城乡规划、自然地理与资源环境、土地管理、测绘工程、水土保持等专业本科生、研究生地理信息系统、空间分析等相关课程的实验教材,也可供其他相关专业师生、专业技术人员、研究人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

GIS 空间分析实验教程/田永中等编著. —北京:科学出版社, 2018.3

ISBN 978-7-03-056330-9

I. ①G… II. ①田… III. ①地理信息系统—教材 IV. ①P208.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 008885 号

责任编辑:杨红 程雷星/责任校对:何艳萍

责任印制:吴兆东/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2018年3月第一次印刷 印张:9 3/4

字数:215 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 序

地理信息系统 (GIS), 以其对空间数据的采集、存储、管理、分析等功能, 在众多领域都展现出了强大的生命力, 其发展方兴未艾。GIS 的优势与特色是空间分析。通过空间分析, 人们才能把空间信息挖掘出来, 把空间数据的价值发挥出来。特别是在当前国家大力提倡大数据应用的时代, GIS 迫切需要通过时空中大数据的分析, 解决国家经济、社会、生态等方面发展中的空间决策问题。从 GIS 功能的角度看, 空间分析是 GIS 的核心功能, 是 GIS 区别于其他管理信息系统的根本标志。从 GIS 应用的角度看, 空间分析能够解决众多的空间问题, 是 GIS 的核心价值所在。从 GIS 专业课程设置来看, 空间分析是 GIS 及相关专业的核心课程。教材是开展课程教学的重要载体, 因此编写一本好的空间分析教材对提升 GIS 教育质量具有重要作用。

前些年, 有幸拜读了田永中老师主编的《地理信息系统基础与实验教程》并为其作序。如今, 田永中老师的教学团队再次出发, 在总结十几年的 GIS 基本原理、空间分析等课程教学经验的基础上, 广泛调研 GIS 人才的社会需求和国内外的相关教学成果, 结合自身所从事的科学研究和教学研究, 历时数年编写了《GIS 空间分析基础教程》, 并配套编写了《GIS 空间分析实验教程》。可以看出, 作者十分重视空间分析教学的理论与实践的结合, 注重学生实践技能的培养和锻炼。《GIS 空间分析基础教程》深入浅出, 系统归纳了空间分析的基本理论和方法。它从空间分析的基本概念和发展历程入手, 阐明了空间分析的任务、内容、方法和过程; 以空间数据为切入点, 阐述了空间分析前的各项数据准备工作; 以矢量数据及栅格数据为重点, 详细介绍了各类常见的空间分析方法; 以模型和应用为落脚点, 阐述了如何综合应用空间分析方法解决各类空间问题。《GIS 空间分析实验教程》精心筛选了 20 个实验, 内容涵盖了从数据处理、分析方法到综合应用的各方面。每个实验都对实验原理和方法进行了准确透彻的解释, 实验步骤条理清晰、解释清楚、便于操作, 对实验中可能出现的问题也进行了补充说明。读者通过这些实验, 能够加深对空间分析原理的理解, 提高自己通过空间分析解决空间问题的技能。总体上来说, 这套教材是我国 GIS 教育界近年来很有特色的教学成果, 相信能够很好地指导教师教学和学生学习。

教学是人才培养的必要手段, 教材建设是任何一个专业发展的重要基础性工作。长期以来, 我们一直鼓励和支持广大教师积极编写更多更优秀的 GIS 专业教材用于 GIS 教育和行业应用。我们也相信, 这套教材的出版, 必将为促进我国 GIS 教育事业的健康发展锦上添花。

中国地理信息产业协会教育与科普专业工作委员会主任

汤国安

2018年2月26日

## 前 言

空间分析是 GIS 的核心技术，空间分析课程是地理信息科学专业的核心课程，实践性很强，实验是该课程的一个重要组成部分。在长期的教学实践中，作者深感实验课程对于培养学生实践动手能力的重要性，而一本好的实验教材是其中的关键。综观我国高校空间分析的相关教材，可以发现部分教材理论性太强，且缺乏配套的实验，无法有效开展实验教学；还有一些教材则实验过多，且与理论教材的配套性较差。编写一本适用于本科、研究生的地理信息系统、空间分析等课程的实验教程很有必要。2015 年年初，作者组织了长期从事地理信息系统和空间分析等相关课程教学的教师，在广泛进行高校空间分析教学调研和 GIS 技术市场需求调研的基础上，经过两年多的努力，编写了本书。

本书是《GIS 空间分析基础教程》的配套实验教程，在内容方面与该教程相对应，通过这些实验拟解决如何准备空间分析的数据、如何针对不同结构的数据开展空间分析、如何综合运用空间分析方法等 3 方面的问题，因此全书在内容上安排了空间分析数据准备、矢量数据的分析方法、栅格数据的分析方法、空间分析方法综合应用等四大板块共 20 个实验，每个实验都对实验目的、内容、原理与方法、设备与数据、步骤、说明等作了较为详细的介绍。关于实验数据和教学课件，读者可通过 <http://www.ecsponline.com> 网站检索图书名称，在图书详情页“资源下载”栏目中获取，如有问题可发邮件至 [dx@mail.sciencep.com](mailto:dx@mail.sciencep.com) 咨询。

调查发现，全国高校空间分析课程的实验一般小于 40 学时。基于此，本书按 40 学时的实验进行设计，在保证基本教学需要的前提下，也能满足部分读者的更高要求。教师在教学过程中，可根据本校在实验学时、专业培养目标、学生发展方向等方面的要求，有选择地开展实验教学。对不能在课堂中完成的实验，可安排为课外练习。

本书的实验紧密结合 ArcGIS 软件，以 ArcGIS10.4 版本为基础编写，同时能够兼容 10.4 以下的多个版本。因为 ArcGIS 的不同版本之间在处理某些空间分析问题时有一些差异，所以读者在开展实验时可能还会碰到版本差异产生的问题。一般情况下，适当调整实验方法或过程，都可以解决版本差异问题。

本书在编写过程中，还得到了江汶静、吴晶晶、许文轩、肖悦、田林、刘瑾、刘旭东、万祖毅、张雪倩、叶胜、陶媛、唐君桃等的大力支持，他们在实验数据收集整理、实验过程检查及文本校正等方面做了大量工作，在此一并感谢！同时也要感谢中国科学

院地理科学与资源研究所、重庆市气象科学研究所、西南大学教务处和研究生院等单位在本书编写中给予的帮助!

本书可以作为本科生、研究生地理信息系统、空间分析等相关课程的实验教材,也可供相关专业师生、专业技术人员、研究人员参考使用。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者不吝指正!

田永中

2017年10月

# 目 录

序	
前言	
实验一 为研究区准备数据	1
实验二 空间数据格式转换	10
实验三 空间量算分析	17
实验四 空间统计分析	25
实验五 缓冲区分析与叠加分析	33
实验六 空间网络分析	38
实验七 追踪分析	46
实验八 成分栅格编码-矢量数据的综合分析	55
实验九 栅格数据的叠加分析和邻域分析	62
实验十 地形表面的创建与应用分析	71
实验十一 地形特征要素的提取	79
实验十二 栅格数据的距离分析	88
实验十三 地统计分析与空间插值	94
实验十四 水文分析	102
实验十五 三维显示与分析	109
实验十六 空间图解建模	116
实验十七 超市选址分析	125
实验十八 城镇土地综合定级	130
实验十九 土地利用动态变化分析	137
实验二十 森林火灾分析	142

# 实验一 为研究区准备数据

## 一、实验目的

通过为某一研究区准备土地利用数据，了解空间数据的分幅编号方法，掌握空间数据的配准、裁切、拼接等常用的空间数据处理技术，为空间分析做好数据准备。

## 二、实验内容

根据某一研究区的界线，确定该区域的地理范围，计算所涉及的分幅图的分幅号；收集并扫描这些图幅的地图，进行空间配准、投影定义和投影转换；对相邻图幅的地图进行拼接和裁切，获取研究区内的土地利用数据。

## 三、实验原理与方法

实验原理：空间分析必须有空间数据。对一个区域开展研究和分析前，所获取的空间数据在格式、范围、坐标等方面与研究区不一致，从而需要对原始数据进行处理，包括格式转换、坐标调整与数据配准、数据裁切与拼接、数据提取等。例如，原始数据的范围若小于研究区范围，则往往需要拼接相邻区域的数据；若大于研究区域，则需要对数据进行裁切。我国基本比例尺地形图均以 1:100 万地形图为基础，按照一定的经差和纬差进行图幅划分和数据组织。通常，空间分析所涉及的研究区域是某一行政区或其他任意多边形的自然、经济等区域，需要通过拼接相邻的分幅地图来生成研究区的数据。其一般过程是，先根据研究区的地理范围，结合地形图分幅与编号的方法，确定该研究区所涉及的图幅；然后构建这些图幅的经纬网，将这些图幅的数据以经纬网为基础进行配准；最后通过裁切与拼接等操作即可得到研究区的数据。地形图之外的其他空间数据（如土地利用数据）的分幅组织，也往往采用地形图的分幅和编号方法。

实验方法：首先，确定研究区的地理范围，并根据 1:1 万地形图的分幅编号方法，计算研究区涉及的分幅图的图幅号；其次，根据这些图幅号，采用格网创建工具，生成这些图幅的经纬网，并定义投影、转换投影；然后收集并扫描这些图幅的土地利用图，将它们分别配准到相应的经纬格网上；再次，裁去土地利用图上内图廓线以外的数据，并对裁切后的相邻图幅进行拼接；最后，由研究区界线生成多边形，并用它对拼接后的地图数据再次进行裁切，从而获得研究区内的土地利用数据。实验流程见图 1.1。

## 四、实验设备与数据

(1) 实验设备：扫描仪、计算机。



(2) 主要软件：ArcGIS 10 等。

(3) 实验数据：“实验 01”文件夹下的相关数据，包括研究区界线数据（研究区.shp）及研究区所涉及的 4 幅土地利用现状图（\*.tif）。

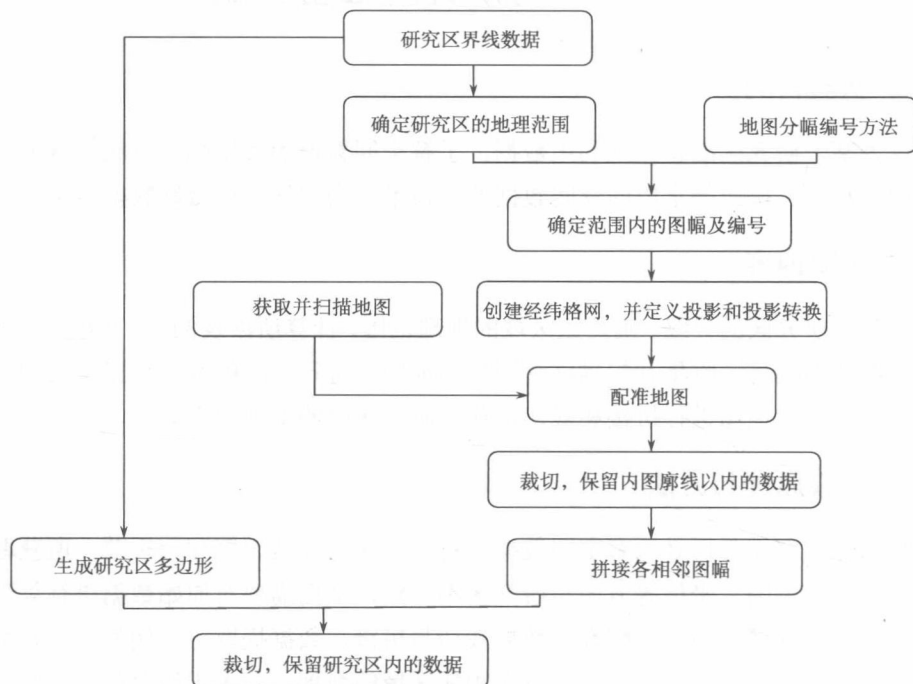


图 1.1 实验流程图

## 五、实验步骤

### 1. 确定研究区范围

(1) 打开 ArcMap，加载实验 01 文件夹中提供的研究区界线数据（研究区.shp）。右键点击左侧内容表（Table of Contents）中的【Layers】，选择【Properties...】，在打开的对话框中点击 General 标签，在【Units】→【Display】下拉列表中选择十进制度（Decimal Degrees），然后点击【确定】，从而将地图显示的坐标单位修改为“十进制度”。

(2) 将鼠标移动到研究区数据范围的左下角，记录下显示区右下角状态栏上所显示的经纬度；用同样的方法记录研究区范围右上角的经纬度（或将鼠标移动到数据的最北、最南、最东、最西处），从而确定研究区的地理范围，即四至（如图 1.2 所示，研究区介于  $106.982^{\circ}\text{E}\sim 107.061^{\circ}\text{E}$ 、 $29.27^{\circ}\text{N}\sim 29.33^{\circ}\text{N}$ ）。

### 2. 计算研究区所涉及的图幅及编号

(1) 计算研究区所在的 1:100 万图幅的行列号。因为研究区的纬度介于  $28^{\circ}\text{N}\sim 32^{\circ}\text{N}$ ，所以行号应为 H ( $32/4=8\rightarrow\text{H}$ )；研究区经度介于  $102^{\circ}\text{E}\sim 108^{\circ}\text{E}$ ，因此列号

应为 48 ( $108/6+30=48\rightarrow 48$ ), 即所在的 1:100 万图幅为 H48。

(2) 计算研究区所涉及的 1:1 万图幅在 H48 图幅中的行列号区间。行号: 最北 ( $32^{\circ}-29.33^{\circ})/(2'30''/60)$ , 取整(舍去小数部分)后加 1, 即 65 行; 最南 ( $32^{\circ}-29.27^{\circ})/(2'30''/60)$ , 取整后加 1 为 66。因此研究区涉及 65、66 两行图幅。列号: 最西 ( $106.982^{\circ}-102^{\circ})/(3'45''/60)$ , 取整后加 1 为 80; 最东 ( $107.061^{\circ}-102^{\circ})/(3'45''/60)$ , 取整后加 1 为 81。因此, 研究区涉及 80、81 两列的图幅。综上所述, 研究区四至范围涉及两行两列共 4 个图幅。以上计算中的  $2'30''$  和  $3'45''$  分别为 1:1 万地形图分幅的纬差和经差, 换算为度后分别为 0.04166667 和 0.0625。

(3) 因为 1:1 万地图的比例尺编号为 G, 所以研究区 4 幅 1:1 万地图的图幅编号分别为 H48G065080, H48G065081, H48G066080, H48G066081。

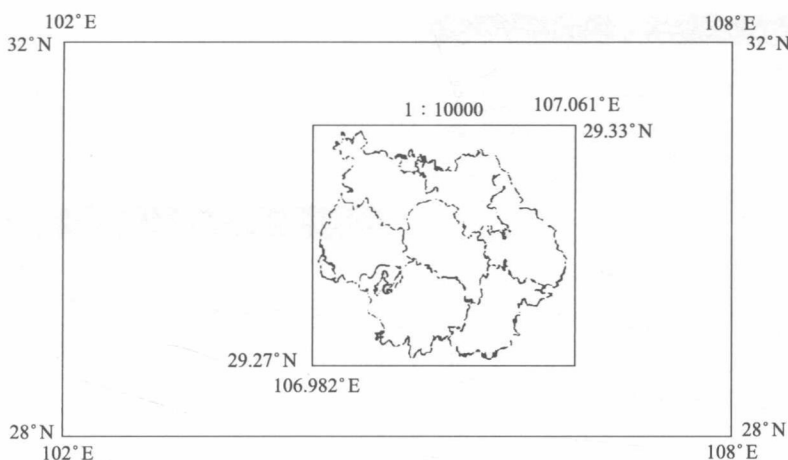



图 1.2 研究区地理范围及其与 1:100 万图幅之间的关系

### 3. 创建图幅的经纬格网 (Create Fishnet)

在 ArcCatalog 中, 点击标准工具条上的  按钮, 打开 ArcToolbox, 依次双击【Data Management Tools】→【Feature Class】(ArcGIS 10.4 后的版本中为 Sampling) →【Create Fishnet】, 打开创建格网工具对话框, 按以下过程设置参数(图 1.3), 生成以上 4 个图幅的经纬网。

(1) 设置输出格网数据的保存位置与名称。

(2) 设置格网的原点坐标。本实验中, H48G066080 是最左下角的图幅, 该图幅左下角的经纬度分别为  $102^{\circ}+(80-1)\times(3'45''/60)=106.9375^{\circ}$ 、 $32^{\circ}-66\times(2'30''/60)=29.25^{\circ}$ 。

(3) 设置 Y 轴上某点的坐标, 该点与原点的连线定义为 Y 轴。该点的 X 坐标与原点的相同, Y 坐标为任一值, 但要比原点的 Y 坐标值大(如 32), 从而使该点位于原点的正上方, 这样建立起来的格网坐标系中, X 轴为水平轴, Y 轴为竖轴, 且指向上方。

(4) 设置格网的大小。本实验中, 格网的大小即为 1:1 万标准图幅的经纬差。格

网宽度 (Cell Size Width) 输入经差的十进制度 0.0625, 格网高度 (Cell Size Height) 输入纬差的十进制度 0.04166667。

(5) 设置格网的行数 (Number of Rows) 和列数 (Number of Columns)。本实验中, 共有两行两列图幅, 因此行列数均输入 2。

(6) 在几何类型 (Geometry Type) 设置中, 选择多边形 (POLYGON)。

设置完成, 点击【OK】, 生成经纬格网的多边形数据。

需要注意的是, 若在 ArcGIS 10.0 以前的版本中, Create Fishnet 工具只能创建格网线, 不生成格网多边形, 即缺乏上述步骤中的最后一步。此时, 需要采用 Feature To Polygon 工具, 将生成的格网线转换成面状要素 (【ArcToolbox】→【Data Management Tools】→【Features】→【Feature To Polygon】) (图 1.4)。

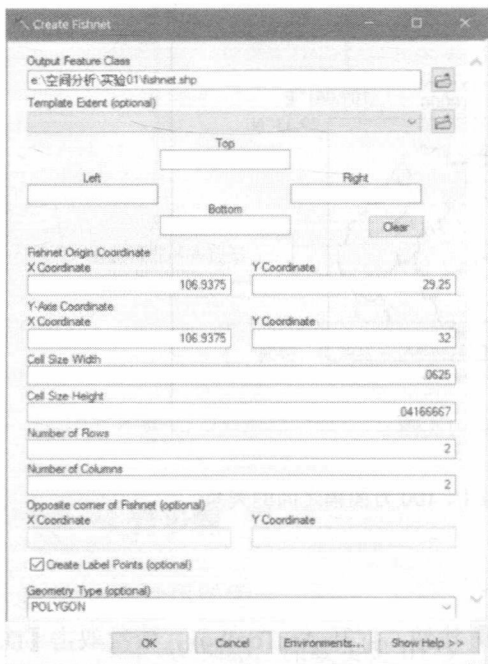


图 1.3 创建经纬格网

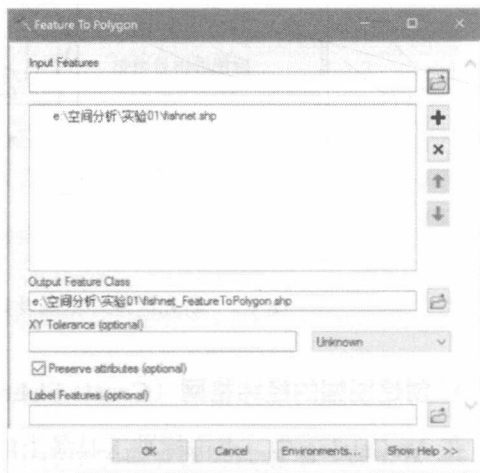


图 1.4 将经纬格网转换为格网多边形

#### 4. 为格网定义投影并进行投影转换

(1) 设置地理坐标系统。在 ArcCatalog 中, 右键点击上一步生成的数据, 选择【Properties】, 在 XY Coordinate System 标签中, 依次选择【Geographic Coordinate Systems】→【Asia】→【Xian 1980】, 点击【确定】, 完成地理坐标系统的设置 (图 1.5), 也可采用 ArcToolbox 中的定义投影工具 (Define Projection) 来设置坐标系统。

(2) 进行投影转换。在 ArcToolbox 中, 依次选择【Data Management Tools】→【Projections and Transformations】→【Feature】, 双击【Project】, 打开投影转换对话框。

在 Input Dataset or Feature Class 中设置需要转换投影的数据（上一步的数据），在 Output Dataset or Feature Class 中设置投影转换后数据的保存位置与名称，点击 Output Coordinate System 右侧按钮，依次选择【Projected Coordinate Systems】→【Gauss Kruger】→【Xian 1980】→【Xian 1980 3 Degree GK Zone 36】，并浏览下方的坐标系统参数，点击【OK】完成投影转换（图 1.6）。

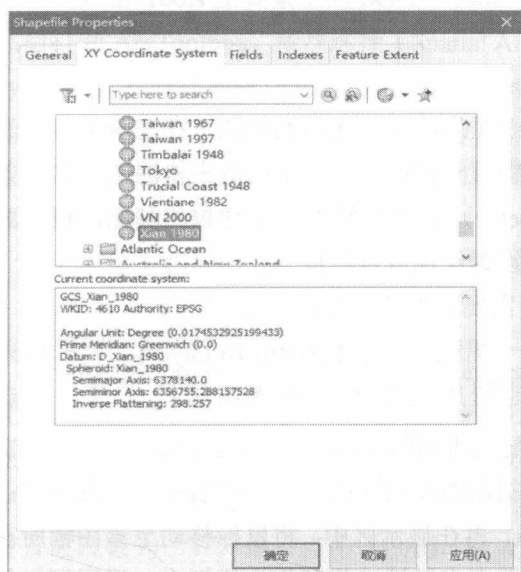


图 1.5 设置地理坐标系

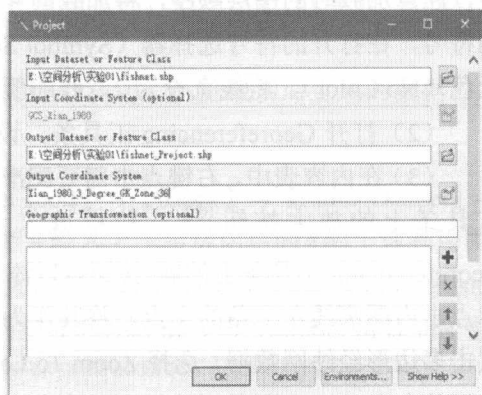


图 1.6 投影转换

(3) 加载格网。将上一步生成的格网数据加载到 ArcMap 中，浏览研究区与图幅格网之间的空间位置关系，确定研究区所涉及的图幅（图 1.7）。实际应用中，采用以上行列格网创建的某些图幅可能并不在研究区范围内，因此这些图幅不用参与后续的操作。

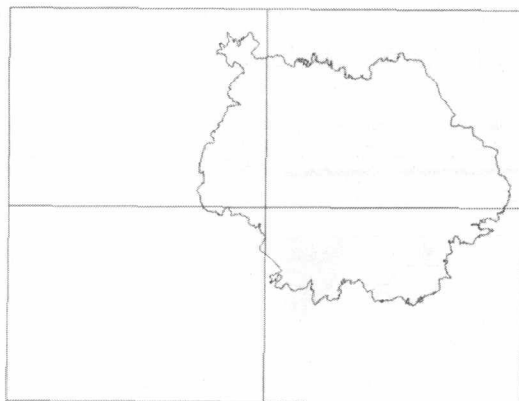


图 1.7 研究区与图幅格网的位置关系

### 5. 收集并扫描地图

(1) 与本地区地图的管理、生产单位联系, 在获得许可的情况下, 收集以上图幅号的土地利用图。




(2) 若获取的是纸质土地利用图, 则需要将这些纸质图件, 通过扫描仪扫描为栅格形式的电子图件。

本实验中已提供了以上计算出的图幅的扫描文件, 因此该过程在本次实验中可省略。

### 6. 配准土地利用图

(1) 在 ArcMap 中加载实验 01 文件夹中提供的 4 幅土地利用图。在左侧的内容表中, 注意加载时的图层顺序, 将加载的 4 幅图置于格网图层之下; 双击格网图层名称下的符号, 在打开的符号选择器 (Symbol Selector) 中修改图层符号[建议将填充色设置为无色 (No Color), 将线宽设为 2, 线的颜色设为红色或黄色]。

(2) 打开 Georeferencing 工具条, 设置需要配准的图幅。

(3) 在内容表中, 右键点击需要配准的一幅地图, 选择 [Zoom To Layer]。点击 Tools 工具条上的放大按钮 , 拉框放大土地利用图左上角的内图廓线交点。点击 Georeferencing 工具条上的  按钮, 以添加配准所用的控制点 (Control Points)。先用鼠标点击内图廓线左上角的交点, 将其作为控制点的源点 (图 1.8), 然后在内容表中右键点击多边形经纬网数据, 选择 Zoom To Layer, 再在显示区中, 将鼠标移动至该图幅所在格网的左上角, 直到鼠标捕捉到对应节点, 并点击鼠标, 将其作为目标点。采用同样的方法依次对右下角、左下角、右上角等 3 个余下的内图廓线交点进行配准, 并检查格网线与地图内图廓线的重合情况。点击 Georeferencing 工具条上的  按钮, 打开控制点的连接表格, 检查配准的残差后关闭该表格。最后点击 Georeferencing 工具条上 Georeferencing 下拉菜单中的 **【Update Georeferencing】**, 更新几何参考, 以完成对该幅土地利用图的空间坐标配准。

(4) 重复以上第 (2)、第 (3) 步, 采用相同的方法, 对其余 3 幅土地利用图进行空间配准。为避免图层的相互影响, 在配准下一图幅时, 可暂时关闭前一幅地图的显示。

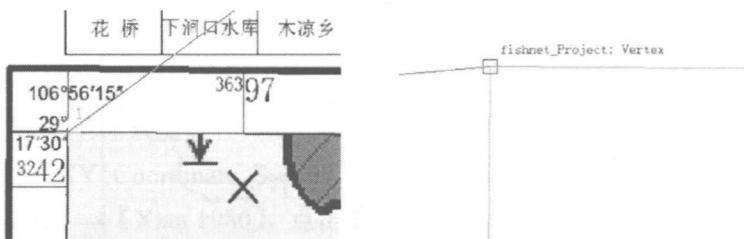



图 1.8 土地利用图的配准

## 7. 土地利用图的裁切与拼接

### 1) 裁切土地利用图内图廓线以外的数据

同时打开以上配准的 4 幅地图，可以看到 4 幅图的内图廓线以外的区域相互重叠，因此拼接前需要将 these 区域裁切。

先点击 Tools 工具条上的 Select features 按钮 ，选择经纬格网中的一个多边形；然后打开 ArcToolbox，依次选择【Spatial Analyst Tools】→【Extraction】，双击【Extract by Mask】，打开掩膜裁切对话框，在 Input raster 中设置需要被裁切的一幅土地利用图（前面所选格网多边形对应的那幅图），在 Input raster or feature mask data 中，输入经纬格网数据，在 Output raster 中设定输出数据的保存位置和名称。最后点击【OK】，完成对本幅土地利用图的裁切（图 1.9）。

采用以上相同的方法对其余 3 幅土地利用图进行裁切。浏览裁切后生成的数据。

### 2) 对土地利用图进行拼接

在 ArcToolbox 中，依次选择【Data Management Tools】→【Raster】→【Raster Dataset】→【Mosaic To New Raster】，在 Input Rasters 中选择并输入上一步裁切后的 4 幅土地利用图，在 Output Location 中设置输出数据保存的文件夹，在 Raster Dataset Name with Extension 中，设置输出数据保存的名称（包含反映格式的扩展名，如 tif），在 Number of Bands 中，设置波段数为“3”，最后点击【OK】，完成土地利用图的拼接（图 1.10）。

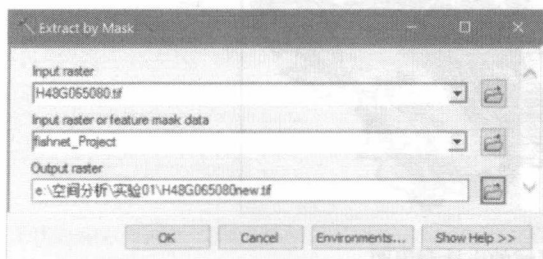


图 1.9 土地利用图的裁切

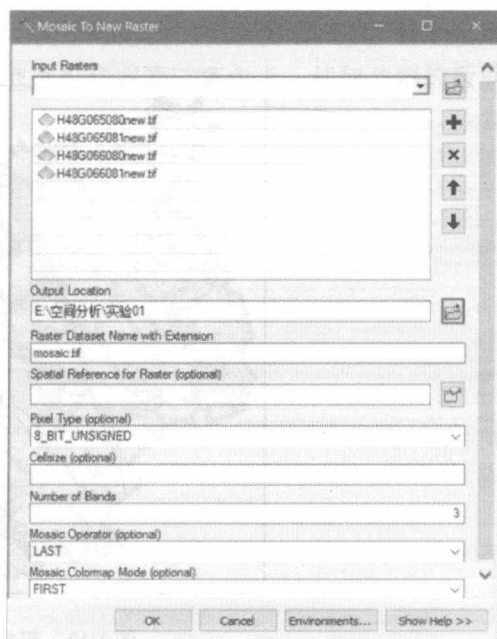


图 1.10 土地利用图的拼接

### 8. 研究区土地利用图的裁切

(1) 根据研究区的范围界线，生成多边形。因为原始的范围数据是线要素，不能用于区域裁切，所以需要采用 Feature To Polygon 工具(【ArcToolbox】→【Data Management Tools】→【Features】→【Feature To Polygon】)，将线转换成多边形(图 1.11)。

(2) 研究区的数据裁切。上一步拼接后生成的土地利用数据，其范围超过研究区范围，因此需要用研究区去再次裁切。裁切所用的工具为 Extract by Mask，工具的位置及参数设置与前述类似(图 1.12)。图 1.13 是裁切后所得到的研究区内的土地利用数据。

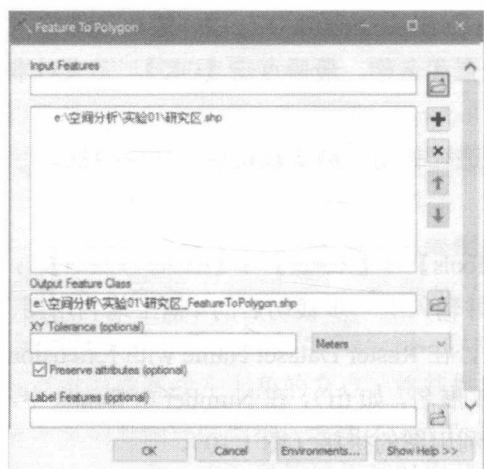


图 1.11 将研究区界线转换为多边形

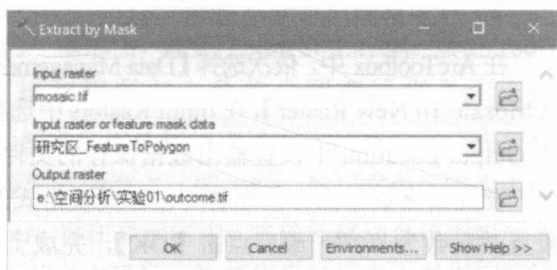


图 1.12 研究区土地利用图的裁切

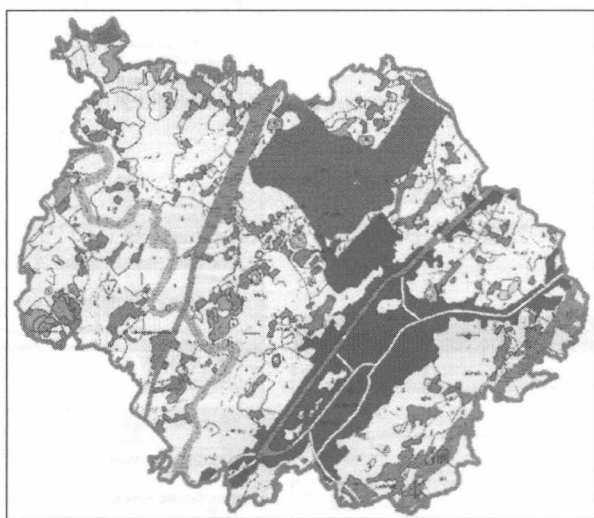


图 1.13 研究区域的土地利用图

## 六、实验说明

(1) 在具体应用中, 因为研究区边沿外的要素对边沿内的要素有影响或相互作用, 所以最终结果前的原始数据范围, 甚至中间数据的范围往往都需要比研究区略大。此时, 可考虑将研究区向外扩展一定宽度 (如 100m), 然后用扩展后的区域对土地利用图等数据进行裁切与分析。扩展区域的常用方法, 一是将研究区边界向外作平行线 (Copy parallel), 二是对研究区向外作缓冲区 (Buffer)。

(2) 研究区的地理范围也可从研究区数据的元数据中查找 (ArcCatalog 显示区 Description 标签下的 Extent, 列出了数据的四至范围, 但这一范围在某些时候比实际范围大)。

(3) 图幅号的计算, 除采用以上方法外, 也可采用专用的图幅号计算工具。实验 01 文件夹中提供了一个这样的计算工具 (来源于网络, 作者不详), 读者可采用该工具对所计算出的图幅号进行验证。

(4) 若获取的土地利用图为电子图件 (如 CAD 图件), 且具有正确的地理坐标, 则不需要进行配准, 可直接转换为 ArcGIS 的文件格式, 再采用矢量数据的拼接和裁切方法进行处理。

(5) 本实验中的输出数据直接保存在实验 01 文件夹中。对某些版本的 ArcGIS, 需要将输出数据保存在 Geodatabase 中, 在此情况下, 读者可以在实验 01 文件夹中新建一个 Geodatabase 之后再保存。

(6) 地形图是进行空间分析的常用数据源。由于地形图的保密要求, 本实验中采用了土地利用图代替地形图来介绍空间数据的处理过程和方法。事实上, 任何分幅的数据都可以采用本实验类似的方法来进行处理。



## 实验二 空间数据格式转换

### 一、实验目的

了解不同空间数据格式的特点，掌握几种常用 GIS 数据格式之间的相互转换方法。

### 二、实验内容

采用多种方法实现 Shapefile 格式与 Geodatabase 格式之间的相互转换；对 KML 格式与 Geodatabase 格式的数据进行相互转换；采用 Export 模式、ArcToolbox 中的转换工具、第三方转换软件 FME 等多种模式，实现 AutoCAD 格式与 Shapefile、Geodatabase 等格式之间的相互转换，分析转换结果，比较各种转换方法之间的差异。

### 三、实验原理和方法

实验原理：Shapefile 与 Geodatabase 是 ArcGIS 中两种常见的空间数据格式，采用 ArcToolbox 提供的专用格式转换工具可以实现两者间的转换，同时也可以 ArcCatalog 或 ArcMap 中右击数据图层，通过 Export 模式实现格式的转换。这些方便的数据转换方法，有利于实现数据的共享和多种目的的应用。KML 是一种基于 XML 开发的文件格式，用于描述和保存地理信息数据的编码规范，可以被 Google Earth 和 Google Maps 识别并显示，ArcGIS 提供了 KML/KMZ 格式数据与 Geodatabase 之间的转换工具以实现两者的相互转换。CAD 数据是 GIS 空间数据的一个重要来源，许多测绘成果的数据采用了 CAD 的格式。ArcToolbox 中的转换工具、ArcGIS 的数据 Export 模式，以及第三方格式转换软件（如 FME）等，均可实现 CAD 数据格式与 GIS 格式之间的相互转换。

实验方法：新建 Geodatabase 和要素数据集，采用多种转换方法（如对数据集采用 Import 模式、对 Shapefile 采用 Export 模式、ArcToolbox 的转换工具等），将 Shapefile 格式的点、线、面等数据输入至 Geodatabase 中，然后将 Geodatabase 中的数据以多种方法转换为 Shapefile 格式；利用 ArcToolbox 中的 KML To Layer、Layer To KML 或 Map To KML 工具，进行 KML 与 Geodatabase 的相互转换。以某地的城市规划成果 DWG 格式的数据为例，采用 ArcGIS 的转换工具、FME 等多种转换方法，实现 CAD 数据与 ArcGIS 数据的相互转换。实验流程见图 2.1。

### 四、实验设备与数据

- (1) 实验设备：计算机。
- (2) 主要软件：ArcGIS 10、FME 等。