



大学生实践教学改革系列教材

地理信息 系统实验

Dili Xinxi Xitong Shiyan

姜小三 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



随书附光盘一张

普通高等教育“十二五”规划教材
大学生实践教学改革系列教材

地理信息系统实验

姜小三 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要针对生态环境类本科专业的特点,通过实验,加深学生对地理信息系统基本概念、基本原理的理解;同时结合实例数据和应用模型以及典型案例,通过从地理信息的数据采集到数据编辑处理和数据库管理到数据空间分析和综合应用以及二次开发等系列实验的学习,掌握利用地理信息系统技术分析和解决生态环境类科学领域中具体问题的实践操作能力。本书实验中的软件平台以 ArcGIS 和 MapInfo 为主,全书分十个实验和两个综合实习,配有光盘实例数据。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统实验 / 姜小三编著. —北京:国防工业出版社,2014.7
大学生实践教学改革系列教材
ISBN 978-7-118-09311-7

I. ①地… II. ①姜… III. ①地理信息系统—实验—高等学校—教材 IV. ①F208-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第100804号



※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

※

开本 787×1092 1/16 印张 8 字数 178 千字

2014年7月第1版第1次印刷 印数 1—2500 册 定价 26.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

“地理信息系统实验”是我国 21 世纪最新高等教育体制改革,新建的面向生态环境类的本科专业的一门极为重要的专业技能课。它是通过基础知识讲授、基本技能训练和综合能力培养等三个教学环节来完成的。其中基础知识讲授是通过“地理信息系统应用”的课堂教学,基本技能训练是通过课堂实验,综合能力培养是通过相关大学生创新计划或教学综合实习来完成的。

本实验指导书就是根据“地理信息系统实验”教学计划对课堂实验的教学要求而编写的。

1. 实验目的

通过实验,加深学生对地理信息系统基本概念、基本原理的理解;同时结合实例数据和应用模型,掌握利用地理信息系统技术分析和解决生态环境类的科学领域中的具体问题。

2. 实验要求

通过实验要求学生熟悉以 ArcGIS 和 MapInfo 为选例的 GIS 软件的基本功能,掌握 GIS 的主要输入和输出设备的使用方法,掌握地理数据的输入、编辑和输出方法,掌握主要的空间分析方法,并能够分析一些简单的数据,通过实验使学生得到基本技能的系统训练。

3. 实验内容

数据采集(空间数据采集、属性数据采集、数字化),数据处理(图形编辑、要素编辑与修改、数据转换、数据库编辑维护、误差校正、投影变换等),数据管理(图形库管理、属性库管理),空间分析(查询检索、属性分析、叠加分析、缓冲区分析等),DEM 的生成和相关地形因子图的提取(坡度、坡向、地形图),成果图的设计和输出等内容。

4. 教材内容的安排

设置了十个实验。各使用者根据教学计划,适当安排每个实验教学学时,同时附录了一个软件介绍实验和两个综合实习内容,供使用者选用。

目 录

实验一	数据采集.....	1
实验二	空间数据的编辑与修改	14
实验三	属性数据的编辑与图形库的连接	29
实验四	数据格式转换与投影变换	38
实验五	数字高程模型(DEM)的建立与应用	46
实验六	空间叠加分析:土壤资源类型划分与制图.....	65
实验七	空间缓冲区分析:水资源保护地评价.....	72
实验八	空间栅格分析:土壤质量评价.....	79
实验九	查询与检索:土壤类型与土地利用类型分类统计.....	88
实验十	成果输出:土壤类型与土地利用类型图设计和制作.....	94
附录一	ArcMap 的基本操作	101
附录二	综合实习.....	109
附录三	实验数据光盘目录.....	119

实验一 数据采集

一、实验目的与要求

数据采集既是建立地理信息系统的基础工作,也是一个完整地理信息系统所必备的功能。通常,地理数据可分为空间数据和属性数据两种,因此数据的采集工作也可以包括空间数据的采集和属性数据的输入两类。根据数据来源的不同,空间数据的采集可分为数字化输入、遥感数据获取和地面各类测量仪器(全站仪、GPS 接受仪等)的数据采集。

数字化(Digitizing)主要指把传统的纸质或其他材料上的地图(模拟信号)转换为计算机可识别的图形数据(数字信号)的过程,以利于计算机的存储、分析和输出制图。在我国,由于大量基础或专题数据地图还主要以纸质图件的形式表达和保存,所以数字化输入还是现阶段空间数据采集的主要手段。

目前,数字化输入的手段主要有键盘输入、手扶跟踪数字化、光学扫描仪的栅格扫描屏幕数字化。其中,键盘输入的方式主要是针对少量的点状数据或栅格数据的输入,目前在数字化工作中极少用上。手扶跟踪数字化直接以矢量化形式获取地图坐标数据,绝大多数 GIS 和图形处理软件都带有利用数字化仪进行数字化的模块。扫描屏幕数字化是目前较流行的数字化方法,由于扫描屏幕数字化不受数字化仪设备的限制,可以进行大批量数字化工作的开展,同时相对于手扶跟踪数字化,其精度和速度均有明显提高。

本实验的目的是让学生了解手扶跟踪数字化和扫描屏幕数字化两种方法的基本工作原理和工作步骤。

实验要求学生了解地理信息系统的数据源的种类,以及不同种类数据源的采集方式,重点实践掌握地图数据的处理,能独立完成地图的扫描屏幕数字化工作,并递交相应的数字化地图数据,以备后续实验使用。同时,初步了解和掌握 ArcGIS Desktop 和 MapInfo 软件的操作。

二、实验内容和技术

1. 实验内容

1) 手扶跟踪数字化操作内容(此内容可根据实验室设备选择)

- (1) 掌握数字化仪的使用和计算机的连接。
- (2) 掌握在 ARC/INFO 软件环境下,数字化仪的连接和调试。
- (3) 使用数字化仪和 ARC/INFO 软件对地形图上的等高线进行跟踪输入。
- (4) 利用 ARC/INFO 软件对输入的结果进行显示、查找错误和修改。

2) 扫描屏幕数字化操作内容

- (1) 掌握扫描仪和扫描软件的使用(此内容可根据实验室设备选择)。
- (2) 掌握在 MapInfo 软件环境下,对扫描栅格图像进行地理坐标定位。

(3) 使用 MapInfo 软件进行土地利用现状图的屏幕数字化跟踪输入。

2. 实验技术

1) 手扶跟踪数字化

人工手扶跟踪数字化法以纸质地图为背景,在数字化仪上由作业人员用光笔对准图形特征点,逐点数字化。为保证数字化的精度,必须用游标上的十字丝尽量精确地照准每一个采样点。由于地图上所载信息非常巨大,因此,这种方法虽实用、方便、可靠,对获取的数据容易实现实时编辑,及时改正数字化过程中产生的各种错误,直接生成矢量数据,但其仪器的主要技术指标如分辨率和精度较低,一般分别为 $0.01 \sim 0.05\text{mm}$ 和 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$;数字化方法速度慢、工作效率低、作业劳动强度大、自动化强度低,已经很难适应大比例尺地图数据信息快速获取的需要。

2) 扫描屏幕数字化法

扫描屏幕数字化是利用扫描仪把图纸信息扫描后以栅格数据结构形式存储,再经其他图像处理软件进一步处理改善图像质量,如图形拼接、降噪、细化等,并把栅格数据转换为矢量数据格式。这种方式要求图纸质量较好,软件自动化程度高,交互式工具方便可靠。

扫描屏幕数字化基本操作过程分为:数据采集、图像处理和编辑输出等阶段(图 1-1)。

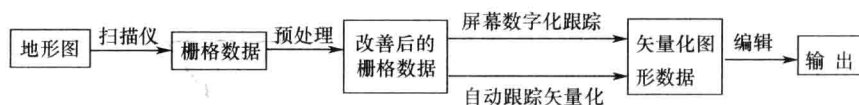


图 1-1 扫描屏幕数字化基本过程

3) ARC/INFO 软件两种常用的数字化坐标系统处理方式

Coverage 的坐标值取决于 TIC 点的坐标,根据 TIC 坐标值单位的不同,有两种常用的数字化坐标系统处理方法。

(1) 基于数字化仪坐标系统单位、TIC 点被数字化仪赋予的坐标系统的坐标单位只是网格坐标,无实际单位,图幅范围内的地物特征都在该坐标系统下记录,在所有地物特征数字化完成以后,要通过坐标变换,实现从数字化坐标系统到真实世界坐标的转换。其步骤包括:

① 数字化 TIC 点和地物特征。

② 将地图配准到数字化仪上,按标出的位置,首先数字化 TIC 点,然后数字化各种地理特征。

③ 对 TIC 进行投影变换等操作(Projection)。

④ 以 TIC 点为基础进行坐标变换(Transform)。

创建一个空的 Coverage, 其中包含具有真实世界坐标,且从相对位置上编号与前面数字化的地图的 TIC 编号一致的 TIC 点。然后使用 Transform 命令,将数字化仪坐标部位的 Coverage 转换为真实世界坐标单位的 Coverage。

(2) 基于真实世界坐标系统单位。TIC 点的坐标被赋以真实世界的坐标单位,因此在其后的数字化过程中,各地物特征的坐标就已经是真实世界坐标了。其步骤包括:

① 数字化 TIC 点或创建 TIC 点(赋真实世界坐标)。

② TIC 的投影(做必要的投影变换)。

③ 数字化其他地物特征(在真实世界坐标基础上数字化其他特征)。

4) 数据拓扑关系

建立拓扑关系的目的:便于检查数据的错误,便于空间数据的编辑,便于属性数据的输入,便于空间分析功能的实现。ARC/INFO 主要提供 BUILD 和 CLEAN 两个命令,这两个命令的作用有所不同,其比较见表 1-1。

表 1-1 ARC/INFO 软件中 BUILD 和 CLEAN 两个建立拓扑关系命令的比较

BUILD 命令	CLEAN 命令
建立 Polygon、Line、Point、Node、ANNO 的拓扑关系数据	只能建立 Polygon 和 LINE 的拓扑关系
创建相应的特征属性表	创建多边形和线的特征属性表(PAT 和 AAT)
直接对 Coverage 进行操作,不创建新的输出 Coverage	创建新的输出 Coverage
特征的坐标数据不发生变化	弧段可能被删除,弧段节点或中间点坐标也可能发生变化
建立多边形拓扑关系时,相交的弧段处必须有节点	自动在弧段交叉处产生节点

5) ARC/INFO 软件数字化过程中的数据精度和各类容差值

(1) RMS(Root Mean Square error)。指图层控制点(TIC)配准误差,在数字化和图像转换(Transform)中 ARC/INFO 会提供 RMS 参数。

(2) Fuzzy Tolerance。指图层内所有弧段坐标点(Arc Coordinates)之间的最短距离,值的范围一般为图幅宽度的 1/10000 至 1/1000000。

(3) Weed Tolerance。指弧段内所有坐标点(Vertices)之间允许的最短间距。

6) MapInfo 软件的栅格图像配准

MapInfo 利用控制点进行数值变换,靠该变换来倾斜、移动和调整数字化对象,使之与控制点相符。MapInfo 按设定的坐标系确定控制点的相对位置,对比这些点在栅格图像中相应的坐标,随后算出一个误差,即单击点在栅格图像上的位置 and 实际坐标之间的偏差。误差值应该与数字化仪的图形分辨率保持一致,大多数情况下误差不应超过图框宽度的千分之几或仅为几个像素。为减小误差估计偏高的可能性,可增加控制点数量并且为控制点设定坐标时要尽可能精确。同时,仔细检查在图像配准对话框中是否已设定正确的投影。栅格图像的配准过程实际上是利用最小二乘原理实现由栅格图像坐标到实际地理坐标的转换,然后就可以在屏幕上以实际地理坐标对栅格图像上的内容进行跟踪数字化。

7) MapInfo 软件的要素自动跟踪

当使用折线或多边形工具时,MapInfo4.0 以上版本的自动跟踪特性允许方便地跟踪对象的节点。这种特性允许不必重新数字化该对象的共享边界,使数字化具有共享边界的对象更加容易,当对齐方式(SNAP)打开时自动跟踪可用。注意,只能对现有折线和多边形使用自动跟踪,不能自动跟踪矩形、椭圆、圆弧或其他由绘图工具制作的形状。要在数字化时自动跟踪折线或多边形,首先要激活对齐方式(按下 S 键),并单击要自动跟踪的折线或多边形上的节点,然后把光标移到同一对象的另一个节点。在操作过程中,按住 Shift 键并单击,MapInfo 就突出显示要自动跟踪的路径,并在两节点间自动跟踪所有线段,填充到正在绘制的折线或多边形中(图 1-2)。

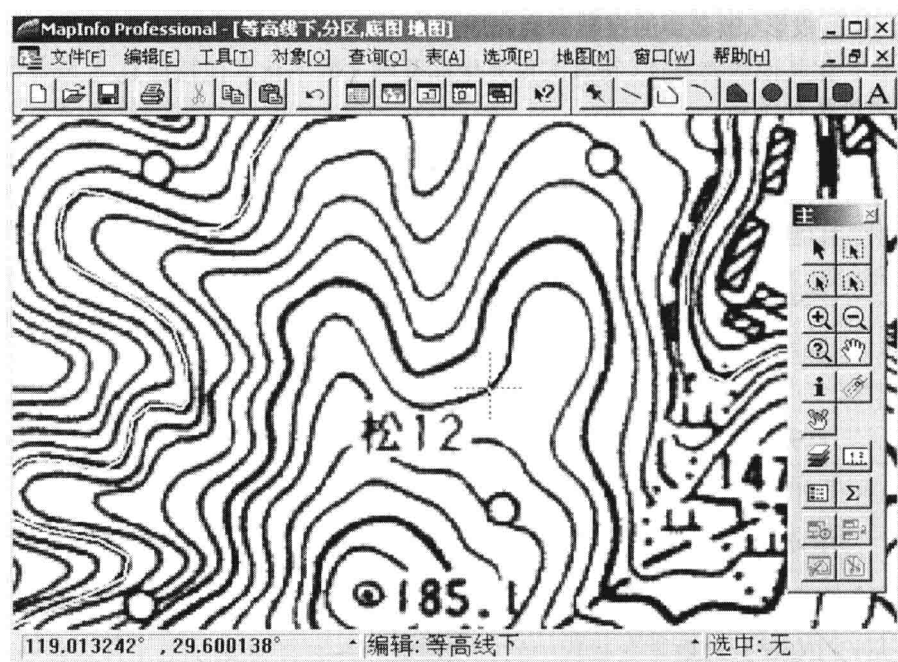


图 1-2 MapInfo 在自动跟踪方式下数字化等高线

三、实验设备与材料

1. 硬件和软件

- (1) 数字化板(可选用)、扫描仪、打印机、若干台计算台。
- (2) ARC/INFO 软件、MapInfo 软件。

2. 所需材料

- (1) 纸质地图(可选用本地区的地形图、土壤类型图或土地利用现状图等)。
- (2) 本实验附带的数据光盘,提供一幅已扫描完成后的 1:50000 地形图,以 TIFF 文件格式保存,文件名为 landform.tif,以及已完成的数字化地图文件,分别以 ARC/INFO 的 coverage、shape 和 MapInfo 的 Table 文件格式保存,可供本实验选用。

四、实验步骤

1. 手扶跟踪数字化(利用 ARC/INFO 软件完成)

1) 地图数字化前的准备工作

- ① 在传统介质地图上明确标出 TIC 的位置和编号。
- ① 标出弧段的交叉点位置。
- ③ 标出多边形的起止点。
- ④ 标出多边形 Label 点的位置和编码。
- ⑤ 对图幅边界处的弧段进行一定程度的延伸。
- ⑥ 其他一些数字化的准备工作。

2) 数字化地图的步骤

第一步:连接数字化仪。

用 ARC/INFO 进行数字化之前,一定要保证已经连接好数字化仪,并启动了数字化驱动程序,可以用 CON - DIG 命令检查数字化仪的连接情况,设置通信条件:

```
CON - DIG digitizer COM1 9600 N 8 1
```

该命令表示将数字化仪连接到计算机的 COM1 端口,数据传输的波特率是 9600,数据位是 8,停止位是 1,无奇偶校验。连接好数字化仪以后最好还要对数字化仪的按键功能及工作方式等设置进行检验:

```
Arc: digtest 9100 com1:9600:8bit
```

第二步:启动 ArcEdit,并设置数字化环境(也可以采用 ARC/INFO 提供的 ADS 数字化模块进行数字化)。

```
Arc: arcedit
```

```
Arcedit: digitizer 9100 com1 stream
```

```
Arcedit: coordinate digitizer
```

第三步:创建新 Coverage 并输入 TIC 点。

```
Arcedit: create excov
```

```
Creating EXCOV
```

```
Digitize a minimum of 4 ties.
```

```
Signal end of tic input with Tic - ID = 0
```

```
Tic - ID: 1 *
```

```
Tic - ID: 2 *
```

```
Tic - ID: 3 *
```

```
Tic - ID: 4 *
```

```
Tic - ID: 0 *
```

```
Enter the initial boundary. The edit coverage is now EXCOV.
```

第四步:设置绘图环境和指定编辑特征。

```
Arcedit: drawenvironment arc tic ids node dangle
```

```
Arcedit: draw
```

```
Arcedit: editfeature arc
```

第五步:创建特征属性表(FAT)。

```
Arcedit: createattributes
```

```
Arcedit: additem symbol 4 5 b
```

第六步:建立增加弧段的环境(设定容限值等)和增加弧段。

```
Arcedit: nodesnap closest 10
```

```
Arcedit: arcsnap on 1.5
```

```
Arcedit: add
```

```
- - - - - Options - - - - -
```

```
1) Vertex 2) Node 3) Curve
```

```
4) Delete vertex 5) Delete arc 6) Spline on/off
```

```
7) Square on/off 8) Digitizing Options 9) Quit
```

第七步:建立拓扑关系。

Arc: Clean < Coveragename >

建立和更新拓扑关系的 ArcInfo 命令见表 1-2。

表 1-2 ArcInfo 软件拓扑关系建立的相关操作命令

BUILD	创建 Coverage 的特征属性表(反映拓扑关系) BUILD < cover > { POLY LINE POINT NODE ANNO. < subclass >
CLEAN	输出一个具有正确多边形及弧段—节点拓扑关系的 Coverage,并据此创建 PAT 表和 AAT 表。在创建过程中 CLEAN 修改了数据中的几何坐标错误,在一定范围内调整了数据的坐标值 CLEAN < in_cover > { out_cover { dangle_length { fuzzy_tolerance { POLY LINE
RENODE	重排 Coverage 的弧段的节点号,更新 AAT 表中的 FNode#和 TNode#两个数据项 RENODE < cover > { from_node_elev_item { to_node_elev_item

第八步:查找和显示错误。

通过显示可以检查数据中的错误,ArcInfo 使用特殊的符号来显示特征(表 1-3),以帮助用户识别数据中存在的潜在错误。

表 1-3 ArcInfo 软件中错误数据的显示特征

类型	符号	说 明
假节点	◇	连接于该节点的弧段少于三条
悬挂节点	□	不与其他弧段相联的弧段的节点
多个标识点	611 +	表示有多于一个标识点的多边形
缺少标识点	*	表示没有标识点的多边形

在 Arc 中查找:

Arc: LABELERRORS EXCOV

Arc: NODEERRORS DEMO

Arc: INTERSECTERR

Arc: INTERSECTERR EXCOV

在 ArcPlot 中的显示:

检查多边形 Label 点错误

ArcPlot: LABELERRORS < cover > { ARCS | NOARCS }

检查节点错误

ArcPlot: NODEERRORS < cover > { ALL | DANGLE | PSEUDO }

在 ArcEdit 中的显示:

Arcedit: mape < Coverage >

Arcedit: EditCoverage < Coverage >

Arcedit: Draw Arc Intersect Node Errors

Arcedit: Draw.

第九步:编辑和修改错误

基本步骤:

ArcEdit:mape < Coverage >

ArcEdit:EditCoverage < Coverage >

```
ArcEdit:Drawe arc intersect Node Errors Label
```

```
ArcEdit:Draw
```

```
ArcEdit:EditFeature arc
```

```
ArcEdit:Select
```

```
.....
```

第十步:重建拓扑关系

数据编辑完成之后,必须用 BUILD 或 CLEAN 两个命令来重建拓扑关系,这样才能保证数据的正确使用。

2. 扫描屏幕数字化(利用 MapInfo 软件完成)

先用扫描仪将地图扫描成栅格图像,然后以栅格图像为背景,手工或利用自动跟踪软件进行屏幕数字化是目前较为普遍使用的一种地图数字化方法。许多 GIS 和图形软件都有栅格图像自动矢量化功能。这里以 MapInfo 为例,说明对栅格图像在屏幕上进行手工矢量化的基本步骤。

1) 技术准备工作

(1) 准备扫描底图。

选择要数字化的地图,识别该图的投影和坐标系统,在图上选取至少 4 个控制点并获取控制点的实际地理坐标。如果没有现成的坐标系统,也可以在图上建立自己的坐标系统并读取相应的控制点的坐标。

(2) 将纸质地图扫描。

连接扫描仪,通过调节扫描软件的处理参数,如设定降噪、黑白二值化的阈值等,获得地物要素相对清晰的栅格图像。

2) 数字化地图的步骤

第一步:栅格图像配准。

在 MapInfo 中以打开表的方式打开栅格图像(实验提供的扫描地形图/实验数据/实验一/datong.tif)。如果是第一次打开该图像,MapInfo 会提示你是否配准(Register),选择配准按钮,然后进入配准图像对话框。

① 选择投影和单位。在图像配准对话框内单击投影按钮来选择投影。通常选择纸张地图图例中指定的地图投影。再设定坐标系使用的地图单位。例如,经/纬度投影中的地图将以度显示地图坐标。如果没有该地图的坐标系统,那么需要把该地图数字化为非地球地图(Non-earth Map),这意味着该图像上的点只是彼此有关,而与地球上的点无关,这时可以使用其他地图单位。

② 输入控制点。在图像配准对话框的图像上选择一点并单击鼠标,然后在弹出的编辑控制点对话框中键入该点对应的实际坐标值(图 1-3)。输入四个控制点时应注意:其中任意三个点不能在一条直线上。

③ 编辑控制点。输入第四个控制点后,MapInfo 以像素为单位计算控制点的输入误差。可以在编辑控制点对话框中对控制点坐标进行调整,减少总体误差。最后按确定按钮,完成栅格图像的配准(实验提供了配准后的 MapInfo TAB 文件/实验数据/实验一/Da-tong.tab)。

第二步:新建数字化图层。

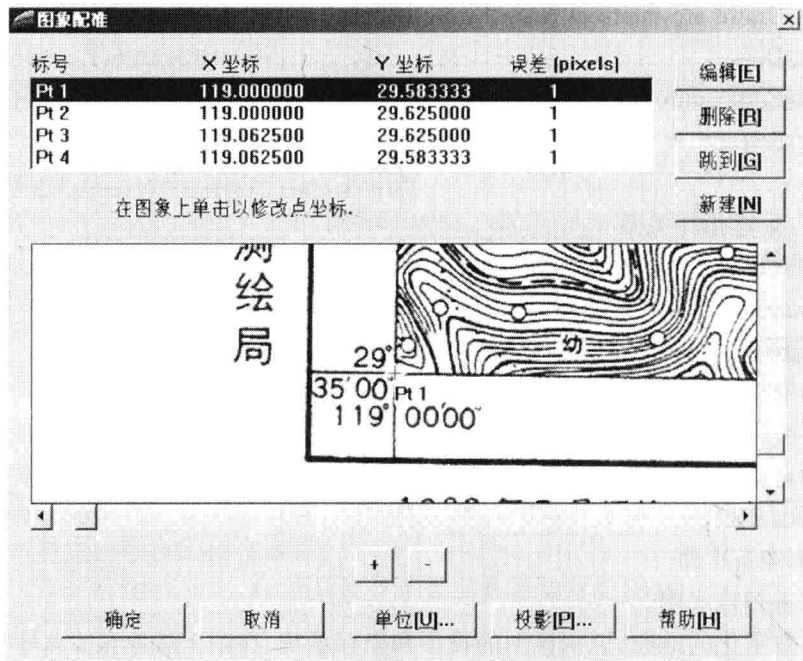


图 1-3 MapInfo 图像配准

点击新建地图菜单,在新建地图对话框内选择“增加到当前地图窗口”选项(图 1-4),然后按提示创建新图。这时创建的是一个与配准的栅格图像具有相同坐标系统的空白图层。打开图层控制对话框,把要数字化的图层设为编辑状态(实验提供了已数字化后的 MapInfo TAB 格式的等高线图/实验数据/基础数据/MapInfo/Contour. tab)。

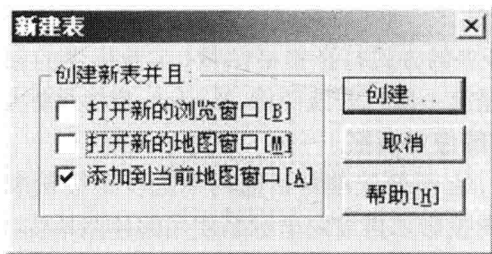


图 1-4 MapInfo 创建要数字化的空白图层

第三步:屏幕跟踪矢量化地图。

屏幕跟踪矢量化的基本步骤包括:

- ① 选择地图,改变视图放大地图窗口,使地图窗口的视野满足适合于屏幕跟踪的宽度;
- ② 利用 MapInfo 工具栏内提供的点、线、面等绘图工具进行数字化跟踪和编辑。

3. 扫描屏幕数字化(利用 ArcGIS Desktop 的 ArcMap 软件完成)

利用 ArcGIS 进行屏幕数字化步骤如下:

共计六步,主要步骤为四步,即扫描地形图、几何配准、新建空数字化图层、屏幕跟踪数字化。

第一步:扫描前对地形图进行预处理。

选择要数字化的地图,识别该图的投影和坐标系统,在图上选取至少 4 个控制点并获取控制点的实际地理坐标。如果没有现成的坐标系统,也可以在图上建立自己的坐标系统并读取相应的控制点的坐标。

第二步:扫描地形图。

连接扫描仪,通过调节扫描软件的处理参数,如设定降噪、黑白二值化的阈值等,获得地物要素相对清晰的栅格图像,保存到指定文件夹:实验数据\基础数据\image 下,文件名称为 datong.tif。

第三步:几何配准。

开始→程序→ ArcGIS→ ArcMap, 打开 ArcMap, 通过 add data 加载 datong.tif, 如图 1-5 所示。

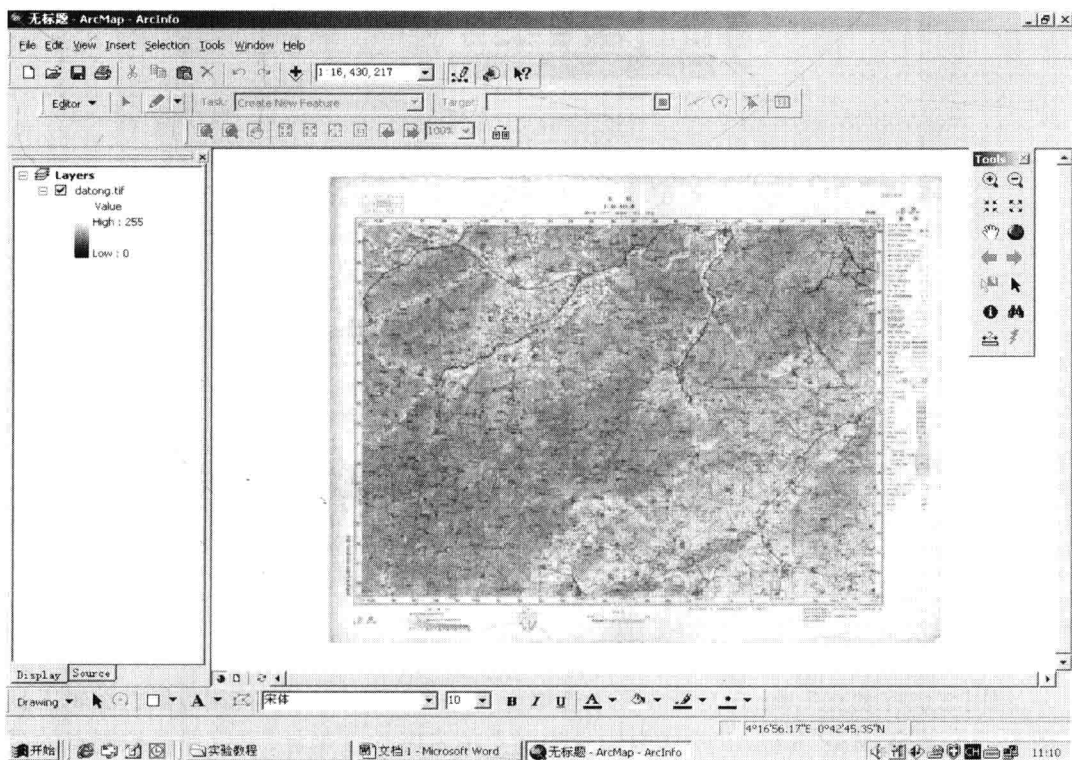


图 1-5 加载地形底图

进行几何配准时,可以从地图底图上查看到地图的投影与坐标信息,选择地图投影可以在配准之前,或者在配准之后选择均可。(选择投影的方法:鼠标右击数据框 layer→属性 Properties→Coordinate System→在 Select a Coordinate System 栏中展开 Predefined→Projected Coordinate Systems→Gauss Kruger→Beijing 1954→Beijing_1954_GK_Zone_20N, 从而选择了高斯克列格投影和北京 1954 坐标系统,并且处于北半球第 20 投影带,如图 1-6 所示)

调用 ArcMap 几何配准工具 Georeferencing(右击 ArcMap 主菜单后的空白处,选中 Georeferencing,当前屏幕会出现如图 1-7 所示工具条——用于栅格图像的几何配准工

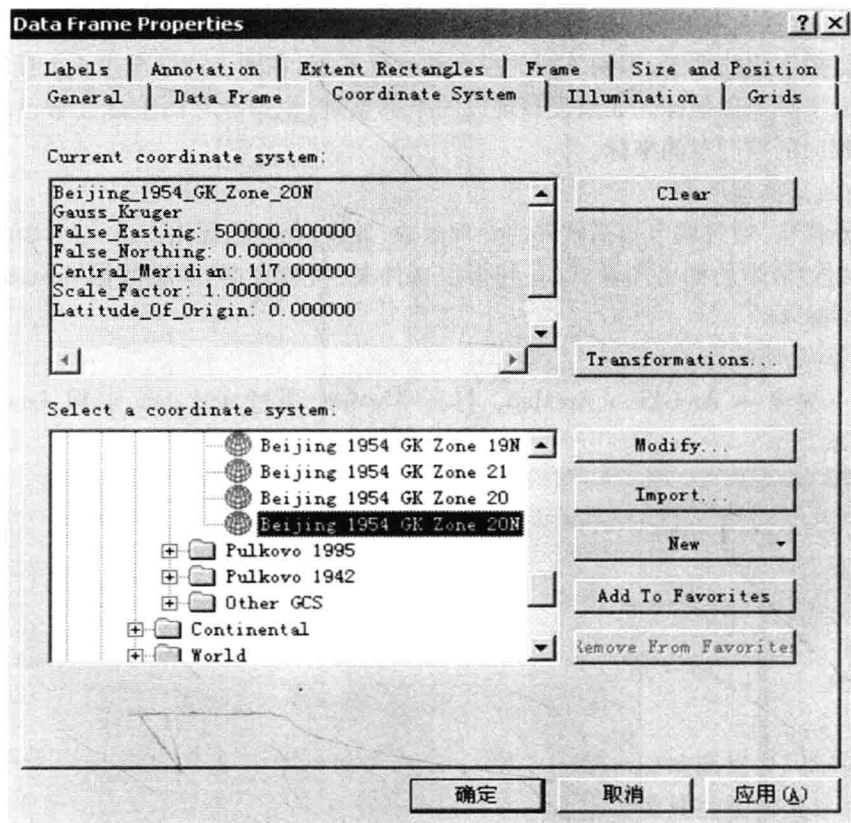


图 1-6 选择与定义投影

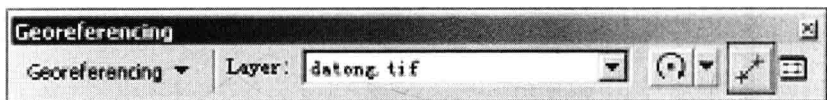


图 1-7 几何配准工具

具),其中为增加控制点工具,为控制点属性编辑工具。

利用增加控制点工具,在打开在图上选取至少 4 个控制点,打开控制点属性编辑工具(图 1-8),在 X MAP、Y MAP 两栏内输入控制点的实际地理坐标,可以保存控制点的坐标为 tics.txt 文件;如果已有控制点坐标文件,可以通过图 1-8 中的“Load”按钮,导入控制点的坐标文件 tics.txt 即可。

第四步:新建数字化图层(等高线 contour 以及高程点 peak)。

利用 ArcCatalog 在指定文件夹 D:\student 中,右击个人文件夹,在跳出菜单中单击 New→Shapefile,新建点(Point)或线(Polyline)或多边形(Polygon)等空数字化图层:contour(Polyline),并创建 Id(Short integer)、Altitude(Long integer)等字段;同样新建 peak(Point)空的数字化图层(Shape file),并创建 Id(Short integer)、Elevation(Float)等字段,如图 1-9 所示。

第五步:屏幕跟踪数字化。

将新建数字化图层等高线 contour 以及高程点 peak 分别添加到当前 ArcMap 中,点击

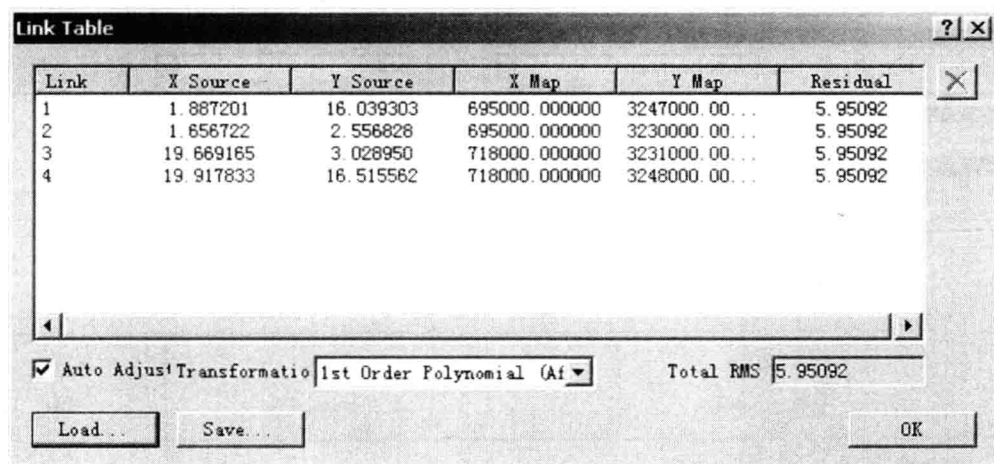


图 1-8 控制点属性的输入

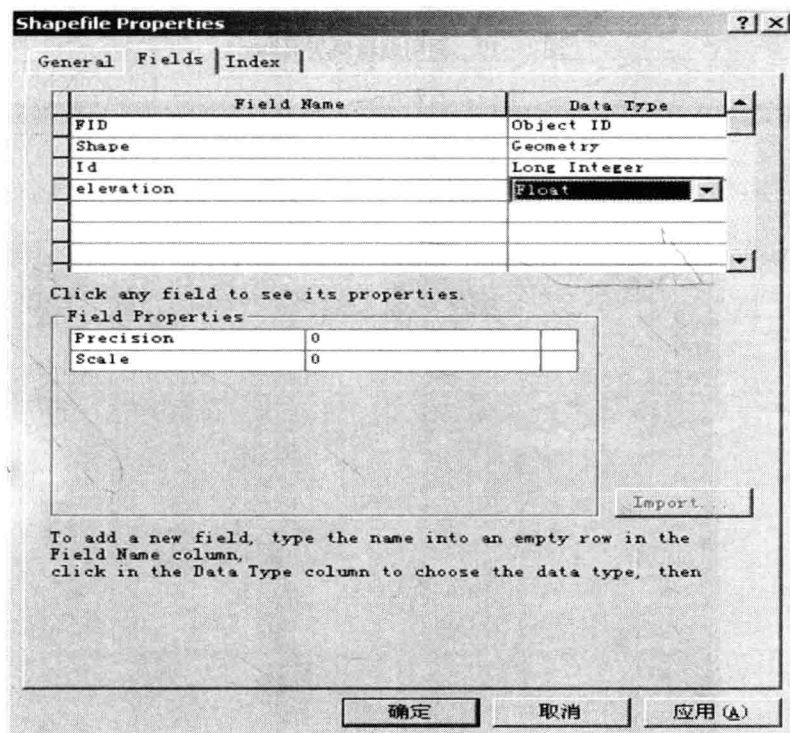


图 1-9 增加新字段

编辑工具 Editor, 当前窗口出现编辑工具 Editor 工具条, 如图 1-10 所示。

开始编辑(Start Editing), 用草图工具  分别进行 contour、peak 的人机交互式屏幕跟踪数字化, 建立图形数据库, 数字化的同时进行数字化要素相应的属性数据库的录入(参考①地形图的等高线的高程数据; ②地形图的高程点的高程数据。如: ①针对图层的 Id、Altitude 等; ②针对 peak 图层的 Id、Elevation)。数字化结束时, 保存编辑(注意: 在编辑工具 Editor 中, Save Edits)。如图 1-11 所示。

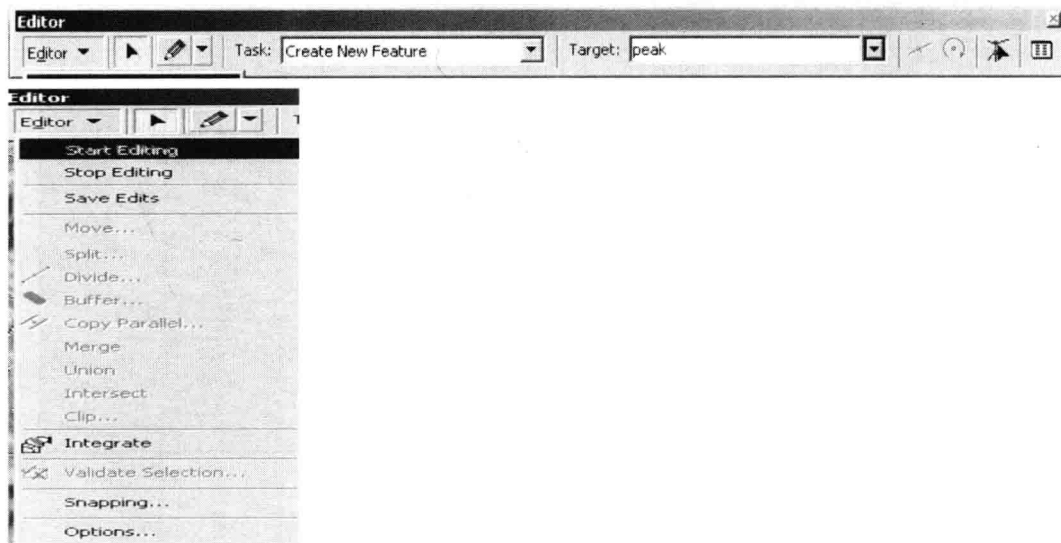


图 1-10 调用编辑模块 Editor

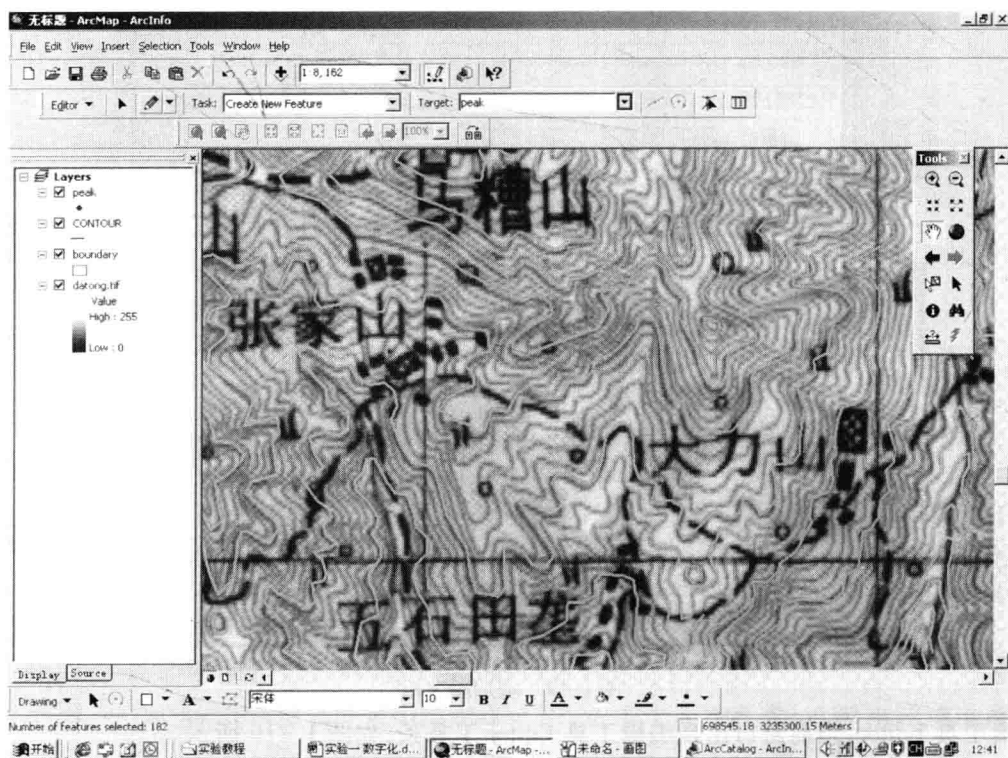


图 1-11 屏幕数字化

第六步:图层拼接。

如果是分幅扫描并进行分幅数字化的,还需要进行图层的拼接(可以通过 ArcGIS 的 Marge、Mapjoin 或 Append 命令实现);最终得到两幅完整的等高线 contour 和高程点 peak