

实验三：空间数据配准及采集

一、实验类型

验证性。

二、实验目的与要求

- 1、目的：理解投影，用数字化仪或扫描矢量化方法采集地理空间数据。
- 2、要求：2 课时完成。

三、实验材料与仪器设备

计算机。

四、实验内容与步骤

（一）坐标系、地图投影

地球表面事物的定位采用两大类坐标：

- 1、经纬度坐标，ArcGIS 称地理坐标系（Geographic Coordinate System, GCS）。
- 2、二维笛卡尔平面坐标，ArcGIS 称投影坐标系（Projected Coordinate System, PCS）。

在实际工作中，经测量得到的空间信息在输入 GIS 数据库之前已经定好了坐标系。不同来源、不同坐标系的空间数据要在一起使用、相互参照时，就要作坐标转换，如果涉及不同的地图投影，要作投影变换。

利用 ArcGIS 新建数据库时，软件提示用户，将要输入的数据采用什么坐标系（也称空间参照，Spatial Reference），包括坐标系的名称、相关参数，然后输入、保存空间数据，在这期间，软件不对坐标作转换处理，输入前是什么坐标，就保存什么坐标。在某些情况下，可以忽略坐标系的具体名称或相关参数，由软件默认，可能对当前的应用没有影响，但是不同坐标系的数据之间不能相互参照使用。

可能有三种情况需要转换或重新定义坐标系：

- 1、临时变换。多种来源、不同投影的数据要在一起参照使用，或为了某种特别的应用，可以临时变换坐标，工作结束后，要素在数据库、数据文件中的坐标恢复到原来的状态。这种临时变换的好处是一种数据可以适合多种用途，缺点是每次变换都要花费计算时间。

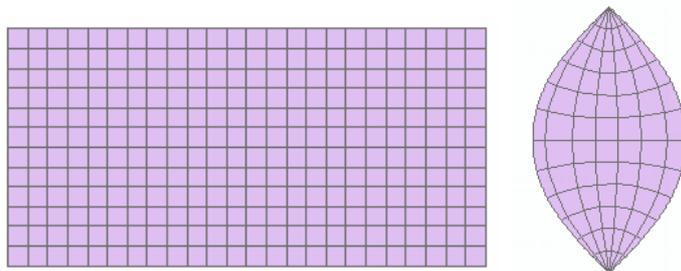
- 2、永久转换。空间要素的坐标按新的坐标系作转换处理，长期保存，反复使用，不再需要临时变换。这用转换的好处是反复使用中不需要转换，节省计算时间，缺点是相同的事物可能有多个坐标系，有冗余，修改、维护不方便。

- 3、修改坐标系的定义。用户建立数据库时，没有定义坐标系或原来的坐标系定错了，可以重新输入坐标系名称、相关参数。修改后，要素在数据库中的坐标并不发生变化，将来临时变换、永久转换时，按修改后的坐标系名称、相关参数起作用，对转换的结果产生实质性的影响。

（二）投影变换

启动 ArcMap，打开gis_ex09/ex24/ex24.mxd 文档，进入 data frame1，可以看到 World_grid 图层显示的是一个覆盖全球范围的坐标网格。鼠标在图上移动时可以看到状态栏的坐标值，坐标单位是角度，网格的横坐标最大值是东经 180° (180° 00' 00" E)，最小值是西经 180° (180° 00' 00" W)，

纵坐标最大值是北纬 90° (90°00' 00" N)，纵坐标最小值是南纬 90° (90°00' 00" S)，鼠标在地图窗口中移动时，可以看到下侧显示出经纬度坐标（图 3-1）。



3-1 坐标系更改前后的区别

关闭对话框，选择菜单 View / Data Frame Properties，进入 Coordinate System 选项。当前的坐标系统显示为 GCS_WGS_1984，准备定义一个新的坐标系统。点击按钮 Clear，在下面的坐标选择框中选择 Predefined/Projected Coordinate System / UTM /WGS 1984 / WGS 1984 UTM Zone 12N。

点击按钮“应用”，图中的网格发生了变形，南极点和北极点交在一个点上，需要注意，World_grid 数据源的坐标值并没有变化，仍然是 GCS_WGS_1984，ArcMap 只是临时（On-the-fly）改变了原始数据的坐标系，相当于前文讨论的第一种情况。

（三）坐标转换（Transform）

ArcGIS 有空间校正（Spatial Adjustment）功能，实现相同坐标系中要素坐标的校正，对矢量型的数据主要是三类：坐标转换（Transform），橡皮拉伸（Rubber Sheeting），接边（Edge Matching）。在 ArcMap 中，用空间校正（SpatialAdjustment Toolbars）工具栏操作。



图 3-2 空间校正（Spatial Adjustment）工具栏

选用菜单 View/Toolbars/Spatial Adjustment，添加空间校正工具条（见图 3-2）。激活 Data frame2，其中三个图层：Roadcenter（线）、Plan（多边形）、Design（线）。击点目录表（TOC）栏下方的 Source 标签，显示出各个图层的数据源。可以看到这三个图层的数据均在同一个 Geodatabase 的同一个要素集（Dataset）C1 中，因此坐标参照系是相同的，但是具体的位置不一致。Roadcenter（线）和 Plan（多边形）是已经完成的某地区规划道路中心线和规划地块，相互位置基本准确。Design（线）是别人完成的详细规划设计图，和前两者的位置有明显偏差，可以看出 Design（线）需要移动、旋转才能和 Roadcenter（线）、Plan（多边形）一致（见图 3-3）。在 Editor 编辑工具条中，选择菜单 Editor/Start Editing，进入编辑状态。

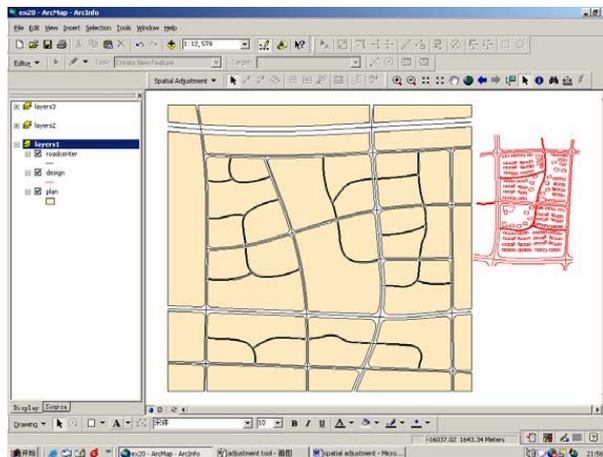


图 3-3 Design 图层需要坐标转换

1、选择校正的对象

在 Spatial Adjustment 工具条中选择菜单 Spatial Adjustment/Set AdjustData..., 进入校正对象选择对话框:

选择 All features in these layers.

Roadcenter

Plan

✓ Design

勾选, Design 层上的所有要素需要校正。按 OK 键确认。

2、设定移位连接 (Displacement Link)

在 Spatial Adjustment 工具条中选择新建移位连接 (New displacement link) 工具, 用光标在屏幕上先用工具确定校正图层 Design 上需要校正的某一特征点, 单击鼠标的左键确定, 在 Roadcenter 层上或和 Plan 层上找到正确位置的对应点, 单击鼠标的左键确定, 这就绘出了一条移位连接线 (Displacement Link)。

设置移位连接 (Displacement Link) 时, 尽可能使用捕捉模式。在 Editor 工具条中, 选择菜单 Editor / Snapping, 选择不同的捕捉方式 (Edge, Vertex, End)。选用选择菜单 Editor / Options, 设置捕捉的距离。捕捉方式的具体使用, 可参考关于数据编辑的章节。

配合使用捕捉方式, 至少应设 3 对移位连接, 为了保证转换的精度, 应多设几对, 本练习建议设 6 对, 而且都是在道路中心线的交叉点上 (见图 3-4)。

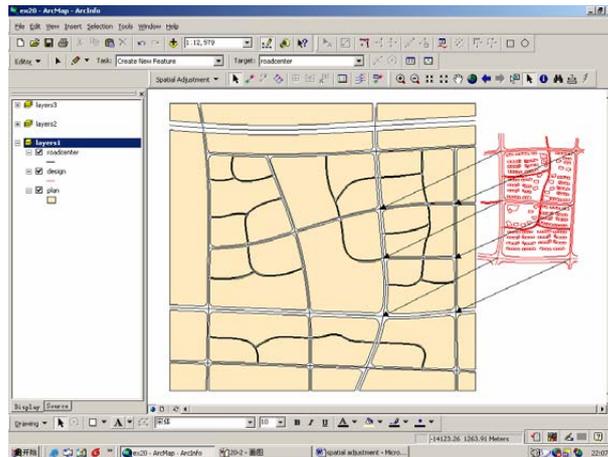


图 3-4 设置移位连接 (Displacement Link)

如果输入的移位连接的位置有差错, 需要调整, 选用 Spatial Adjustment 工具条中修改移位连接 (Modify Link) 工具, 选中需要调整的移位连接。用鼠标对准该连接线的端点, 按住鼠标的左键不放, 可以拖动该端点微调。用选择元素 (Select Elements) 工具, 选中某个移位连接线, 按键盘中的 Del 键, 该移位连接线被删除。

在 Spatial Adjustment 工具条中选择察看连接表工具 (View Link Table) , 连接表对话框弹出:

ID	X Source	Y Source	X Destination	Y Destination	Residual error
连接编号	原来X值	原来Y值	转换后X值	转换后Y值	残差

可以用鼠标直接点击连接表中的坐标值, 直接输入已知坐标值, 以便于精确控制转换后的位置。

3、Transform 的方式

在 Spatial Adjustment 工具条中选择菜单 Spatial Adjustment / Adjustment Methods / Transform - affine, 就选用了仿射变换的校正方式。选择菜单 Spatial Adjustment / Preview Window, 会弹出校正预览窗口 (Adjustment Preview Window), 可以预览校正后的变化。如果发现未能达到预期的效果, 可以回到上一步, 继续增设、调整移位连接。选用菜单 Spatial Adjustment / Adjust, 完成 Transform 转换, 将 Design 层经旋转、移动等等变换, 校正到预定的坐标位置上 (图 3-5)。

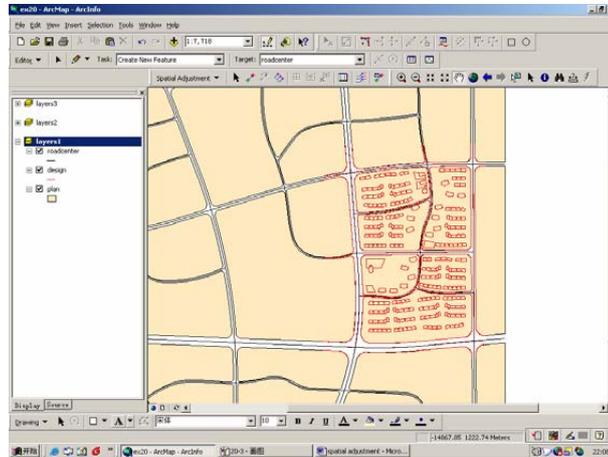


图 3-5 经 Transform 处理, Design 图层被校正

选择 Editor 工具栏中菜单 Editor/ Stop Editing, 结束编辑状态。按系统的提示, 保存校正的结果, 完成坐标转换。

(四) 坐标拉伸 (Rubber Sheeting)

Rubber Sheeting 俗称橡皮拉伸, 和 Transform 不同, 主要针对要素的不均匀变形。激活 data frame3。其中有两个图层: Roadplan (规划道路, 线)、Pipeline (地下管线, 线)。点击 TOC (目录表) 栏下方的 Source 标签, 显示出各个图层的数据源。可以看到这两个图层的数据均是存放在同一个 Geodatabase Data20 中, 同属一个要素集 Dataset C2。

Roadplan 为某地区的规划道路线, 而 Pipeline 从纸图扫描后矢量化得到设计的排水管网, 两者不仅有定位偏差, 而且因原始纸图加扫描处理, 排水管网还有各个方向的不均匀变形 (见图 22-6), 为此需要将 Pipeline 校正到和 Roadplan 一致的位置。在 TOC 中选择图层 Pipeline, Editor 编辑工具条中, 选择菜单 Editor/ Start Editing, 进入编辑状态 (如果无法启用 Start Editing, 很可能是另一个 Feature Class 正在编辑, 先用 Stop Editing 关闭)。

1、选择校正对象

在 Spatial adjustment 工具条中选择菜单 Spatial adjustment / Set Adjust Data..., 进入校正对象选择对话框, 在其中:

选择 All features in these layers.

Roadplan

✓ Pipeline

勾选, Pipeline 层上的所有要素需要校正

2、设定移位连接 (Displacement Link)

在 Spatial adjustment 工具条中选择新建移位连接工具 , 用光标在屏幕上先用工具  确定校正图层 Pipeline 上的某一特征点, 单击鼠标的左键确定, 然后在 Roadplan 层找到对应点, 单击鼠标的左键后, 就可以输入一条移位连接线 (Displacement Link)。和 Transform 方法一样, 一般也需要配合使用捕捉方式, 建立多对移位连接 (如图 3-6)。

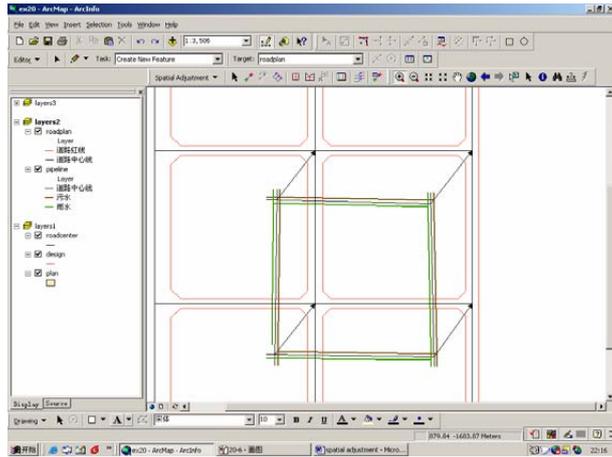


图 3-6 橡皮拉伸前，应有多个移位连接线

同样也可使用 Spatial Adjustment 工具条中修改移位连接工具 ，调整已经输入移位连接线。用鼠标对准需要调整的连接线端点，按住鼠标的左键不放，用拖动方式对端点的位置进行微调。用选择元素工具 ，选中一个移位连接，按下键盘中的 Del 键，就可以删去不需要的连接线。

选择察看连接表工具 ，就会弹出连接表对话框，在其中察看已有的连接，或者直接输入或修改已知的坐标值，达到精确地输入坐标的目的。

3、选择校正方式

在 Spatial Adjustment 工具条中选择菜单 Spatial Adjustment / Adjustment Methods / Rubber Sheet，确定采用橡皮拉伸（Rubber sheeting）的校正方式。选择菜单 Spatial Adjustment / Adjustment Methods / Options，进入校正特性对话框，选择 General 标签：

Adjustment Rubbersheet 下拉选择后，单击 Options 键，进入下一步设置 Method

Nature Neighbor Linear Rubbersheet 的方式为 Nature Neighbor

按“确定”键完成 Rubbersheet 的方式设定，在校正特性对话框再选“确定”键，结束校正方式选择。可以选择菜单 Spatial Adjustment / Preview Window，会弹出校正预览窗口（Adjustment Preview Window），可以预览校正后的变化。如果发现未能达到预期的校正效果，可以回到上一步，继续增设、调整移位连接。选用菜单 Spatial Adjustment / Adjust，完成橡皮拉伸（Rubber Sheeting），将 Pipeline 层，经过各个不同方向的橡皮拉伸变换，校正到正确的坐标系中。

选择 Editor 工具栏中菜单 Editor/ Stop Editing，结束编辑状态。按系统的提示，保存校正的结果，完成橡皮拉伸（图 3-7）。

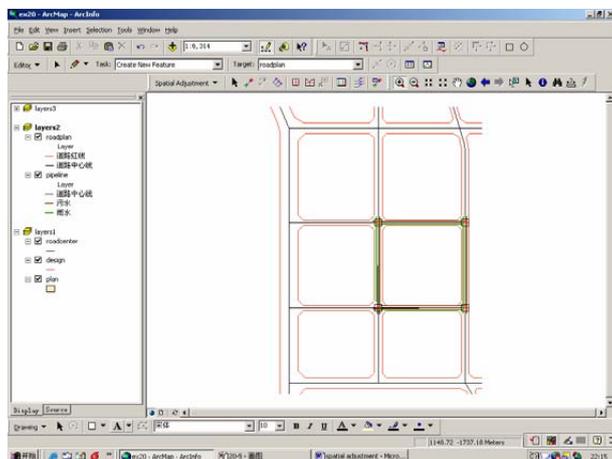


图 3-7 用 Rubber Sheeting 方法校正后的 Pipeline 图层

(五) 接边 (Edge Match) 接边是另一种空间校正方法，两个图层之间相互拼接。

激活 data frame4。其中有两个图层：Road1 (线)、Road2 (线)。击点 TOC 栏下方的 Source 标签，显示出各个图层的数据源。可以看到这两个图层的数据 均是存放在同一个 Geodatabase Data20 中的同一个要素集 (Dataset) C3 中。Road1 和 Road2 是分图幅数字化输入的道路网。两者的坐标均在允许误差的范围内，但由于分开输入的缘故，在两图幅的拼接处，并不严格对接 (见图 3-8)。在 Editor 编辑工具条中，选择菜单 Editor / Start Editing，进入编辑状态 (如果无法 启用 Start Editing，很可能是另一个 Feature Class 正在编辑，用 Stop Editing 关闭)。

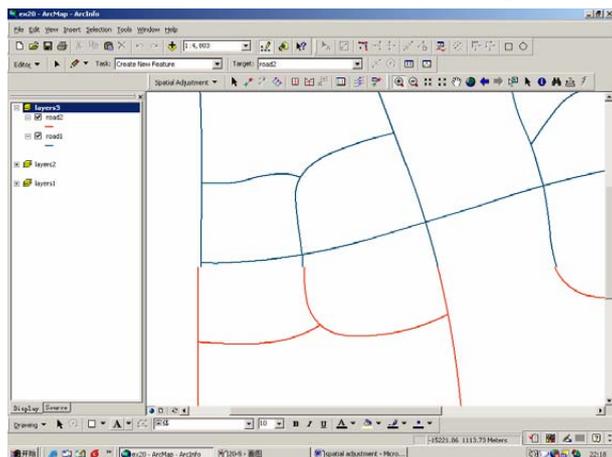


图 3-8 不同图幅上的同一条道路线相互不连接

1、选择校正的对象

在 Spatial Adjustment 工具条中选择菜单 Spatial Adjustment/Set Adjust Data...，进入校正对象选择对话框：

选择 All features in these layers.

Road1 不勾选

Road2 勾选，Road2 图层上的所有要素需要校正。按 OK 键确认。

2、选择接边的方式

在 Spatial Adjustment 工具条中选择菜单 Spatial Adjustment/Adjustment methods/Edge Snap，确定采用接边校正方式。选择菜单 Spatial Adjustment/Adjustment Methods/Options，进入校正特性对话框，选择 General 标签：

Adjustment Edge Snap 下拉选择 Edge Snap，单击 Options 键，进入 下一步设置

Method

Smooth Line 设定接边的方式为 Smooth

按“确定”键继续，在校正特性对话框选择 Edge Match 标签，继续设定接 边的方式：

Source layer	Target layer
Road2 下拉选择 road2 为校正图层	Road1 下拉选择 road1 为目标图层

Use attributes 不选，不使用属性连接

One link for each destination point 勾选，每一目标点设一个连接

Prevent duplicate link 勾选，防止重复连接

按“确定”键完成有关接边的设置。

3、接边处理

接边是通过使用 Spatial Adjustment 工具条中的接边工具  (Edge Match) 完成。使用接边工具  之前，还需要设置自动捕捉距离。选择 Editor 工具条上的菜单 Editor / Options，在其中 Snapping 一栏中输入：

Snapping 7 map units 设定捕捉距离为 7 个地图单位，此处是 7 米

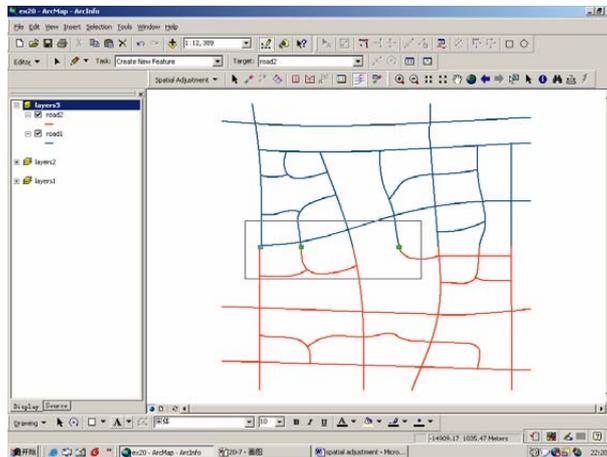


图 3-9 使用接边工具，自动生成接边的移位连接

按“确定”键完成。选择使用 Spatial adjustment 工具条中的接边工具 ，用光标在屏幕上拉出一个选择框，将需要接边的三处拼接点全部框选输入（见图 3-9），系统自动生成接边的移位连接线。选择菜单 Spatial Adjustment /Preview Window，弹出校正预览窗口（Adjustment Preview Window），可以预览接边后的变化。如果发现未能达到预期的接边效果，可以回到上一步，继续调整。选用菜单 Spatial adjustment / Adjust，完成 Road1，Road2 两个图层的接边（图 3-10）。

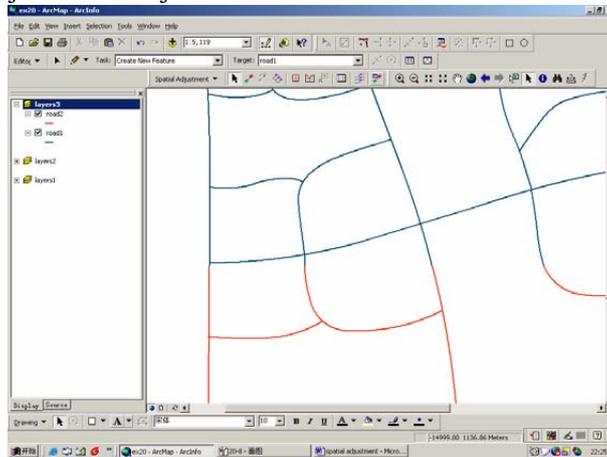


图 3-10 Road1，Road2 两个图层的接边完成

选择 Editor 工具栏中菜单 Editor/ Stop Editing，结束编辑状态。按系统的提示，保存接边结果。

影像配准

激活 data frame5，有 3 个图层：“公路”、“县界”、“遥感影像”，公路和县界的坐标一致、符合要求，影像图的坐标有偏差，需要配准。在目录表（TOC）中右键点击“遥感影像”层，选择菜单项 Zoom To Layer，可以看到影像图的全景（见图 3-11），影像图和矢量图上都有 6 个点，这是本教材专门为练习输入的，是配准影像用的控制点，他们是 Graph（图形），不是 Feature（要素），位置在公路和县界的交点，三个县的边界交汇点（见图 3-12，本例仅用于教学，控制点精度不高）。读者应先熟悉一下他们的相互对应关系，在配准过程中，影像图可能会移动，但控制点

不会跟着移动。

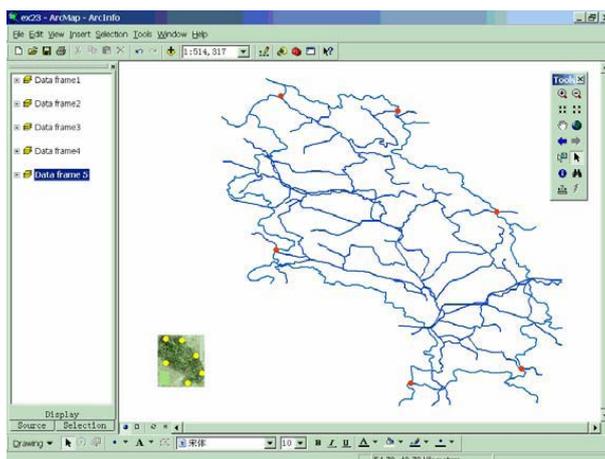


图 3-11 Data frame5 的图层显示

选择菜单 View/Toolbars / Georeferencing, 调出 Georeferencing 工具栏。如果工具栏菜单 Georeferencing / Auto Adjust 被勾选, 应取消。在 Layer: 下拉条 中选择“遥感影像”。

先放大显示影像图, 便于精确定位在某个控制点上。选择 Georeferencing 工具栏上的 Add Control Point 工具, 用鼠标左键在影像图上选一个控制点, 借助工具 (Full Extent), (Zoom In), (Pan), (Zoom Out) 缩放、平移地图, 在“公路”、“县界”图层上找到对应点, 点击图标, 在对应点上点击鼠标左键, 对应链接设好。如果在工具栏菜单中勾选 Georeferencing / Auto Adjust, 影像图会立刻移动, 否则影像图位置不变。可以选用菜单 Georeferencing / Reset Transform, Georeferencing / Update Display, 使影像图在原始、配准后二种位置上显示。按上述方法继续操作, 建立起 6 对连接链。

如果发现连接链输错了, 可以删除。先在矢量图上移动鼠标, 利用光标的位置在地图窗口底部看到连接点的坐标, 点击图标, 弹出链接表 (Link Table), 查看 X Map, Y Map 的坐标值, 找到对应的记录, 鼠标点击该记录, 改变颜色后按键盘上 Del 键, 该连接线被删除。

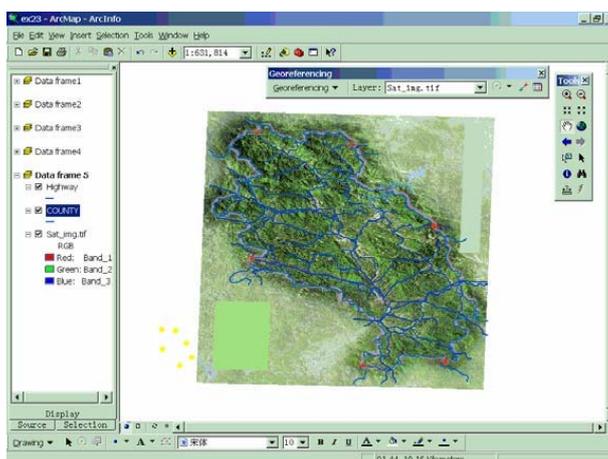


图 3-12 配准后的影像图

选择菜单 Georeferencing / Update Display, 配准后的显示效果见图 3-12。可以看到, 配准后的“遥感影像”和“公路”、“县界”基本上吻合。如果已知某点的真实坐标, 用工具 点击该点后, 用鼠标右键, 选择菜单 Input X and Y, 用键盘输入该点坐标值。点击图标, 弹出链接表 (Link Table), 也可以修改坐标点的 x, y 值, 字段 X Source, Y Source 表示影像的原始坐标, X Map, Y Map 表示配准后的坐标。

目前的配准没有实质性改变影像图的坐标, 选择用菜单 Georeferencing / Rectify, 再选择影

像图文件格式，如 GRID、TIFF、JPG、ERDAS IMAGINE。经处理后，影像图的内部坐标将实质性改变。

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