

## EX05: 几何变换

本实验包含个任务。任务 1 要求对一个扫描产生的图像文件进行仿射变换，任务 2 是进行栅格数据的矢量化，栅格数据矢量化是一种重要的数据输入方式，任务 3 是对一幅卫星影像进行仿射变换。

### 任务 1: 地理参照和矫正一幅扫描地图

**所需数据:** *hoytmtn.tif*, 用 TIFF 格式存储的扫描后的土壤图。

二值扫描图文件 *hoytmtn.tif* 的度量单位为英寸。在本任务中要将扫描图像转换为 UTM 坐标。本转换过程包含 2 个基本步骤: 首先, 使用 4 个位于原始土壤图角点的控制点 (Tics) 对图像进行地理参照, 其次, 对地理参照后的结果进行校正。4 个控制点以度-分-秒 (DMS) 制表示的经纬度值如下:

Tic-id	经度	纬度
1	- 116 00 00	47 15 00
2	- 115 52 30	47 15 00
3	- 115 52 30	47 07 30
4	- 116 00 00	47 07 30

当投影到 NAD 1927 UTM Zone 11N 坐标系统后, 上面 4 点 x, y 坐标为:

Tic-id	x	y
1	575672.2771	5233212.6163
2	585131.2232	5233341.4371
3	585331.3327	5219450.4360
4	575850.1480	5219321.5730

接下来对 *hoytmtn.tif* 进行地理参考。

1. 运行 ArcMap, 将数据框架命名为 Task1 并将 *hoytmtn.tif* 添加到 Task1。单击 View 菜单, 指向 Toolbars, 设置 Georeferencing。ArcMap 中会出现 Georeferencing 工具条, 在 Layer 下拉列表中存在 *hoytmtn.tif* 项 (图 5.1)。



图 5.1 Georeferencing 工具条

2. 对 *hoytmtn.tif* 进行缩放, 定位到 4 个控制点。这些控制点以框标表示, 2 个位于图像的顶端, 2 个位于图像的底部。1 号点位于左上角, 而后按顺时针方向顺序排列。(图 5.2)

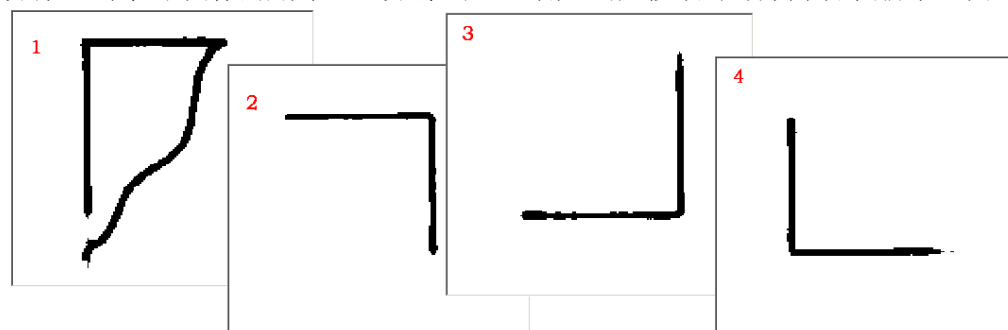


图 5.2 控制点

3. 放大到第 1 个控制点, 在 Georeferencing 工具条上单击 Add Control Points 工具, 在框标角点处单击, 而后第 2 次单击。此时, 在控制点上的 + 标志由绿色变为红色。使用同样的方法增加其他 3 个控制点 (图 5.3)。

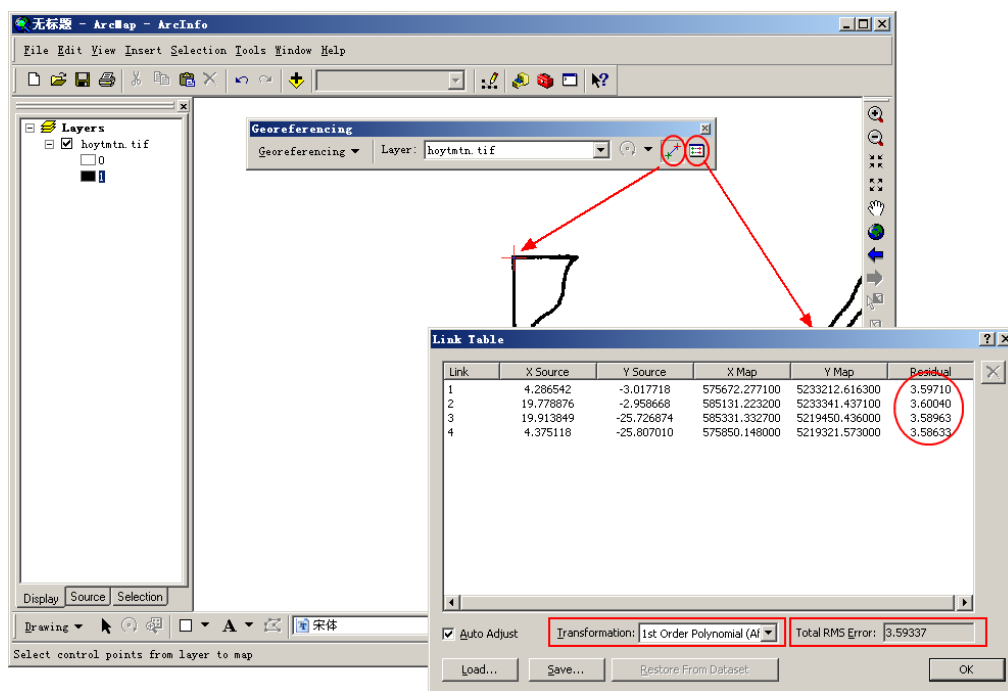


图 5.3 仿射变换

- 本步骤任务是对控制点的坐标值进行更新。在Georeferencing工具条上单击View Link Table工具，在关联表(Link Table)的顶部显示出 4 个点的相关信息: X Source、Y Source、X Map、Y Map和Residual (残差)。X Source和Y Source的数值为图像坐标，X Map和Y Map的数值需要输入UTM坐标值。关联表提供了自动调整、转换方法和总均方根误差 (Total RMS Error)。注意此时采用的转换方法为一次多项式 (1<sup>st</sup> Order Polynomial)，即仿射变换 (Affine transformation) 方法。单击第一条记录，在X Map和Y Map中分别键入 575672.2771 和 5233212.6163。与此类似对其他 3 个点的信息进行输入 (图 5.3)。

**Q1:** 第一次尝试时总均方差是多少?

**Q2:** 第一条记录的残差值为多少?

- 如果添加到图上的控制点位置正确，则总均方差应该<4 (米)。如总均方根误差值很高，选中残差值很高的记录并将其删除。返回到图像并重新添加控制点。当总均方根误差值能被接受时，单击 OK 关闭关联表。
- 接下来对 *hoytmtn.tif* 进行校正。在 Georeferencing 工具条的 Georeferencing 下拉菜单中选择 Rectify，在出现的对话框中保留缺省设置并将其命名 *rect\_hoytmtn.tif* 为进行保存。(图 5.4)

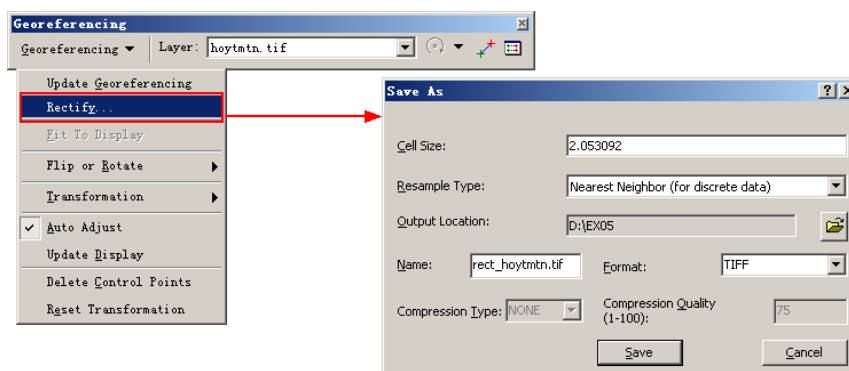


图 5.4 图像校正

- 将以上结果保存为地图文档 EX05.mxd。

## 任务 2: 用 ArcScan 矢量化栅格线条

所需数据: *rect\_hoytmtn.tif*, 任务 1 中产生的校正后的 TIFF 文件。

ArcScan 是 ArcGIS 的扩展模块。要想使用 ArcScan, 首先要在 Tools 菜单的 Extensions 中进行设置, 并在 View 菜单下设置显示 ArcScan 工具条。ArcScan 能够将二值栅格图如 *rect\_hoytmtn.tif* 中的栅格线转换为线要素或者多边形要素。矢量化后的输出可以保存为 shapefile 或者 GeoDatabase 中的要素类。由此, 任务 2 是完成由扫描图创建新空间数据的一个练习。

当扫描图上包含不规则的线条、存在断裂或者污迹时, 栅格线条的矢量化就会比较困难。低质量的扫描图的主要原因是由于原图质量太差, 有时也因为在扫描是选择了错误的参数。在本任务中使用的扫描图质量很好, 从而进行批处理矢量化的结果也会很好。

1. 首先创建用于存储 *rect\_hoytmtn.tif* 矢量化结果的 shapefile。在 ArcCatalog 中右键单击 EX05 文件夹, 指向 New, 选择 Shapefile。在 Create New Shapefile 对话框中, 键入 *hoytmtn\_trace.shp* 作为名称, 并将要素类型 (Feature Type) 设置为 polyline。单击 Edit 对空间参考信息进行编辑, 设置新 shapefile 的坐标系统为 NAD 1927 UTM Zone 11N。
2. 在 ArcMap 中打开 EX05.mxd, 插入新的数据框并命名为 Task2。将 *rect\_hoytmtn.tif* 和 *hoytmtn\_trace.shp* 添加到 Task2。在 *rect\_hoytmtn.tif* 的符号 (Symbology) 页, 选择唯一值 (Unique Values) 并数值 0 的符号设置为红色。因为 *rect\_hoytmtn.tif* 上的栅格线条很细, 所以一开始在屏幕上不能看见, 进行放大后即可看见 *rect\_hoytmtn.tif*。
3. 在 Editor 的下拉菜单上选择开始编辑 (Start Editing), 处于编辑模式时 ArcScan 工具条被激活 (图 5.5)。Raster 下拉列表中将显示 *rect\_hoytmtn.tif*。

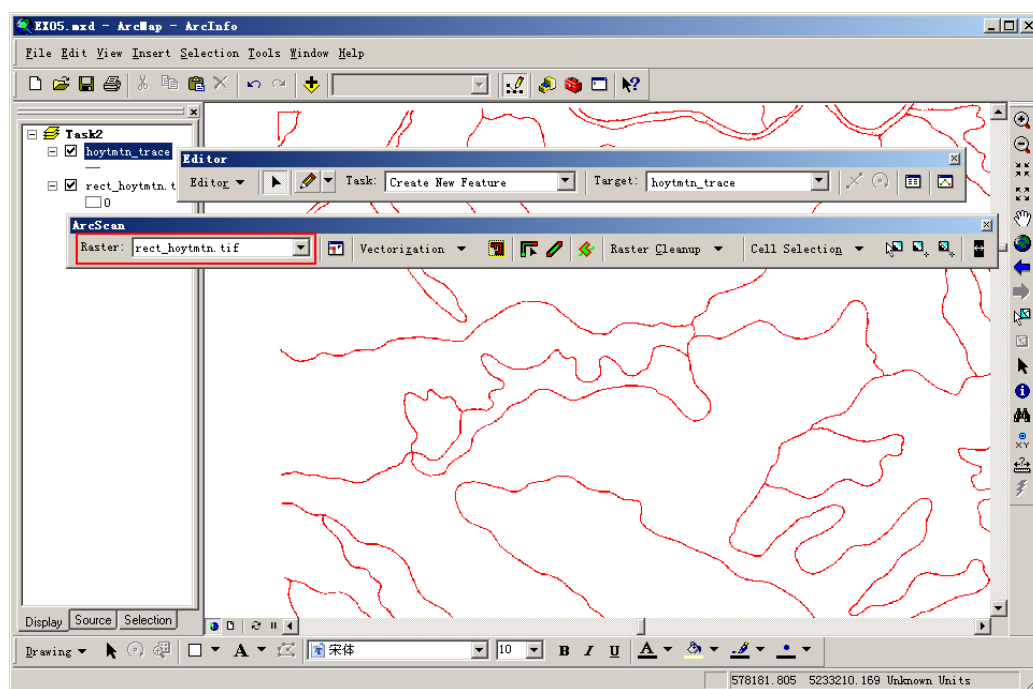


图 5.5 ArcScan 工具条

4. 接下来设置矢量化参数, 本项设置对批处理矢量化尤为重要。在 Vectorization 菜单中选择 Vectorization Settings, 在设置对话框中可以键入相应的参数值或者使用预定义的样式。单击 Styles 按钮, 在接下来的对话框中选择 Polygons 并按 OK 关闭。单击 Apply 而后单击 Close 关闭矢量化设置对话框 (图 5.6)。

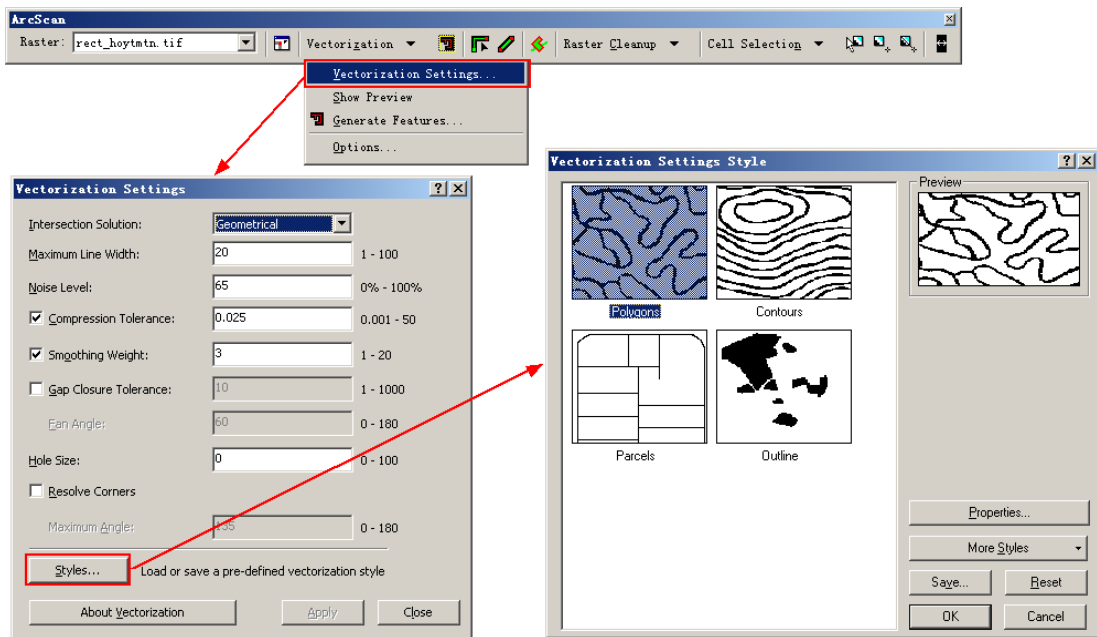


图 5.6 矢量化参数设置

5. 在 **Vectorization** 菜单中选择 **Generate Features**，确保 *hoytmtn\_trace.shp* 为保存中心线的图层。注意对话框中的提示中说明为：本命令将由对所有栅格进行矢量化。单击 **OK**，批处理矢量化的结果将存储为 *hoytmtn\_trace.shp*。（图 5.7）

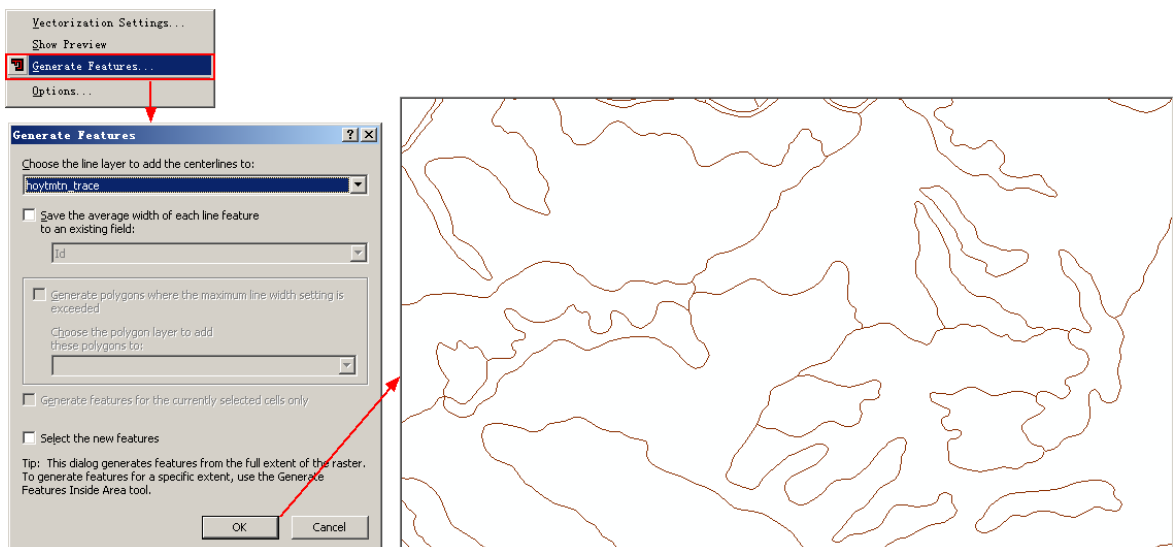


图 5.7 批处理矢量化

- Q3:** **Generate Features** 工具将中心线添加到 *hoytmtn\_trace.shp*，为何这些线被称为中心线？
- Q4:** 除了批处理之外还有哪些其他的矢量化方式？
6. 在 *rect\_hoytmtn.tif* 的左下角是一些有关测量的注释信息，应该被删除。在工具条上选择 **Select Features** 工具，选择图面上的注释进行删除。
  7. 在 **Editor** 的下拉菜单选择停止编辑（**Stop Editing**）并保存编辑成果。检查位于 *hoytmtn\_trace.shp* 中跟踪产生线条的质量，由于使用的扫描图质量很好，从而进行批处理矢量化的结果也很好。
  8. 保存地图文档 *EX05.mxd*。

### 任务 3：完成影像到地图的变换

**所需数据：***spot-pan.bil*，一幅 10 米 SPOT 全色（panchromatic）卫星影像。*road.shp*，一个采用 GPS 接收机采集并投影到 UTM 坐标系统的道路 shapefile。

在本任务中要求进行影像到地图的变换。ArcMap 提供了 Georeferencing 工具条及其工具用以对卫星影像进行地理参照和矫正。

1. 在 ArcMap 中打开 EX05.mxd，插入新的数据框并命名为 Task3。将 *spot-pan.bil* 和 *road.shp* 添加到 Task3。单击 *road* 的符号，将其变为橙色。确保 Georeferencing 工具条可用且工具条上的 Layer 中显示为 *spot-pan.bil*。在 Georeferencing 工具条上单击 View Link Table 工具，将表格中任务 1 使用的关联全部删除。
2. 此时可以使用右键快捷菜单中的 Zoom to Layer 工具来分别查看 *road* 或者 *spot-pan.bil*，但不能同时查看，原因是它们坐标不同。要想同时进行查看，必须使用 1 个或多个关联对 *spot-pan.bil* 进行地理参照。下图标示出 4 个推荐的关联，这些关联都是道路的交点。在 *road* 和 *spot-pan.bil* 上进行检视，找到这些关联点的所在（图 5.8）。

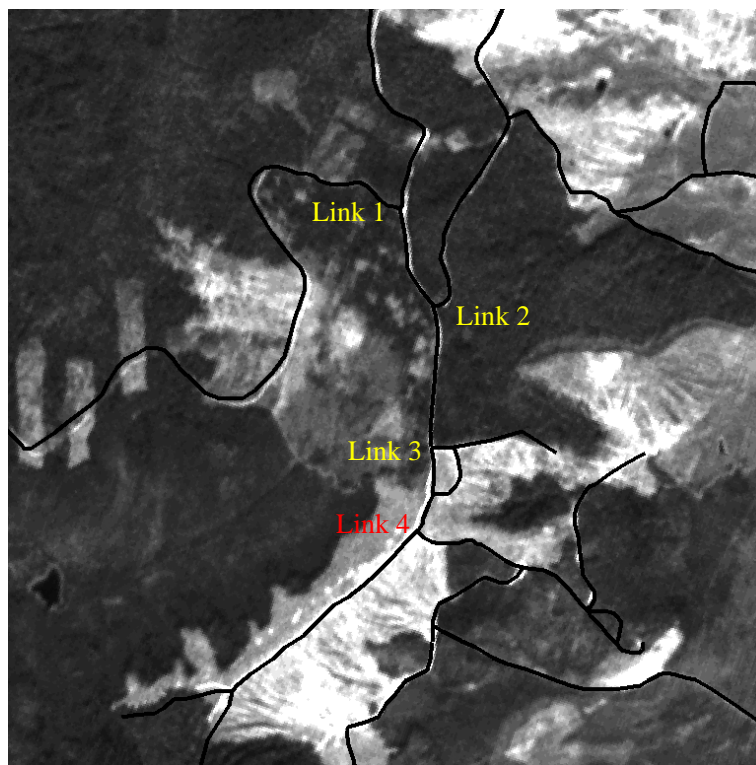


图 5.8 关联点

3. 在 Georeferencing 下拉菜单选择设置自动调整（Auto Adjust），若此时地图显示为 *road*，右键单击 *spot-pan.bil* 并选择 Zoom to Layer。放大到影像上的第一个道路交点，在 Georeferencing 工具条上单击 Add Control Points 工具，而后在交点上单击。右键单击 *road* 并选择 Zoom to Layer。放大到当前图层中对应的第一个道路交点，单击 Add Control Points 工具，而后在交点上单击。第一个关联使 *road* 和 *spot-pan.bil* 能在地图窗口同时显示，但在空间上仍然相离。重复以上操作增加其它 3 个关联点，每增加一个关联点，自动调整命令即使用可用关联点进行一次变换。
4. 在 Georeferencing 工具条上单击 View Link Table 工具，在关联表（Link Table）的顶部显示出在上一步中添加的 4 条记录。X Source 和 Y Source 的数值为 *spot-pan.bil* 的图像坐标。*spot-pan.bil* 图像行数为 1760、列数为 1087，X Source 为列，Y Source 为行。由于原点位于左上角，从而 Y Source 值为负。残差值显示了控制点的均方差。在操作过

程中可随时将关联表中的内容存储为文本文件，以便在下一次继续地理参照过程中进行加载。

**Q5:** 使用这 4 个初始关联点所产生的总均方差是多少？

5. 影像到地图变换一般采用控制点多于 4 个，同时，控制点必须覆盖研究区，而不是在一小部分区域。本任务中，尝试选取 10 个关联点，并将总均方差误差控制在 1 像素或者 10 米。如果关联点有很大的残差，删除并新加一个。每次增加或删除关联，总均方差都会发生变化。
6. 接下来使用前面创建的关联表对 *spot-pan.bil* 进行矫正。在 Georeferencing 工具条的 Georeferencing 下拉菜单中选择 Rectify，在出现的对话框中要求设置 Cell Size、选择重采样（Resampling）方法（nearest neighbor, bilinear interpolation, cubic convolution）、设置输出名称。本任务中，设置 Cell Size 为 10（米），采样方法为 nearest neighbor，输出设置为 *rect\_spot*，单击 Save 关闭对话框。
7. 现在即可使用经过地理参照和矫正的影像 *rect\_spot*。要删除 *rect\_spot* 上的控制点，在 Georeferencing 下拉菜单选择删除控制点（Delete Control Points）。
8. 如果在选取满足均方差要求的足够关联点的过程中存在困难，可以先删除控制点，而后单击 View Link Table，从 EX05 中加载 *georef.txt*，*georef.txt* 中包含 10 个关联点，且总均方差为 9.2 米。然后使用这个关联表进行 *spot-pan.bil* 的矫正。
9. 保存地图文档 EX05.mxd。

### 挑战性任务：

所需数据：*cedarbt.tif*。

EX05 文件加包含 *cedarbt.tif*，二值扫描的土壤图。本挑战要求执行 2 项操作：首先将扫描文件转换为 UTM 坐标系统（NAD 1927 UTM Zone 12N）并将结果保存为 *rec\_cedarbt.tif*，其次对 *rec\_cedarbt.tif* 中的栅格线条进行矢量化并将结果保存为 *cedarbt\_trace.shp*。针对 *cedarbt.tif* 有 4 个 Tics，由左上角开始依次顺时针编号，这 4 个 Tics 的 UTM 坐标为：

Tic-id	x	y
1	389988.781	4886459.5
2	399989.875	4886299.5
3	399779.188	4872416.0
4	389757.031	4872575.5

**Q6:** 仿射变换的总均方差是多少？

**Q7:** 在对 *rec\_cedarbt.tif* 进行矢量化的过程中有没有遇到什么问题？