实例与练习

练习 1：明暗等高线制作

1. 背景：等高线是地图上最常用的表示地貌的方法，但其不足之处是所表示的地形立体感不强，并非所有读者都能准确读出它所描述的实际地表形态。对于如何用等高线表示地貌的立体形态，1895 年，波乌林（J. Pauling）提出明暗等高线法，又称波乌林法。其基本论点主要建立在以下三方面：

（1）根据斜坡所对的光线方向确定等高线的明暗程度；

（2）将受光部分的等高线印为白色，背光部分的等高线印为黑色；

（3）地图的底色饰为灰色。

2. 目的：通过明暗等高线的实例，使读者了解一个复杂模型的建立过程，全面掌握建模的每一个步骤，包括在图解模型中放置对象图形、设置参数、连接对象等。

3. 要求：要求生成明暗等高线。首先，要从DEM中提取一定等高距的矢量等高线。将区域分为受光部分和背光部分，可以对原始的全栅格DEM数据进行坡向提取，并根据坡向对等高线的分类，进而生成明暗等高线地图。背光和受光栅格要根据入射光的方向进行确定，例如假定光源位置定位于地面西北方向，则坡向为 0° ~ 45° 、225° ~ 360° 时地表面为受光面，用白色表示；坡向为 45° ~ 225° 时地表面为背光面，用黑色表示。将其二值化——即以 0 和 1 表示，再转化为矢量与等高线融合。明暗等高线制作的流程图如图 1 所示：

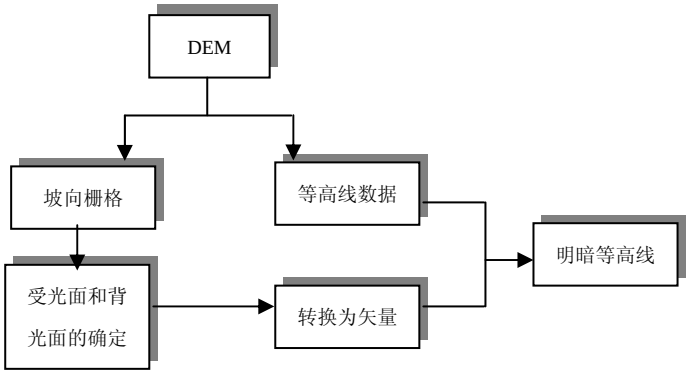


图 1 明暗等高线制作的流程图

4. 数据：精度相对较高的 DEM 数据

5. 操作步骤：

在 ArcGIS 中，制作明暗等高线模型的方法如下所示：

（1） 建立模型

1） 在 ArcMap 中打开 Tools 菜单，选择 Extentions, 加载 Spatial Analyst 模块。

2） 右键单击 ArcToolbox，生成一个 New Toolbox，右键单击 New Toolbox，在 New 子

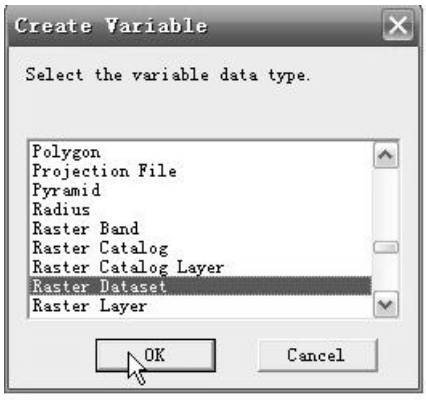


图 2 数据类型选择框

菜单中选择 Model，，生成一个新的 model。

3） 打开 spatial analyst tools 的 surface 功能，选中 aspect 工具拖拽到模型生成器窗口中；

4） 在模型窗口右键，选择 create variable 命令，在数据类型选择框中选中 Raster Dataset，如图 2 所示。

5） 右键单击 Raster Dataset 框，点击 Rename 命令，在弹出的对话框中输入 DEM，将原始的 Raster Dataset 重命名为 DEM。

6） 单击添加连接图标，连接 DEM 和 aspect 图形要素。

7） 打开 spatial analyst tools 的 math 功能，选择 logical 中的 less than 和 greater than 命令，在 greater than 对话框中 input raster or constant value 2 中输入 45，同理，在 less than 对话框中 input raster or constant value 2 中输入 225。

8） 单击添加连接图标，分别连接 aspect 生成的栅格图形要素和 greater than、less than 图形要素。

9） 在 math 功能中选择 plus，将得出背光和受光面；

10） 单击添加连接图标，分别连接 greater than、less than 生成的栅格图形要素和 plus 图形要素。

11） 选择 conversion Tools 下的 from raster 中的 Raster to polygon 将以上结果转换为矢量；

12） 单击添加连接图标，连接步骤 10 生成的结果和 Raster to polygon 图形要素。

13） 打开 spatial analyst tools 的 surface 功能，选中 contour 工具拖拽到模型生成器窗口中，设置等高距为 50。

14） 单击添加连接图标，连接 DEM 与 contour 图形要素。

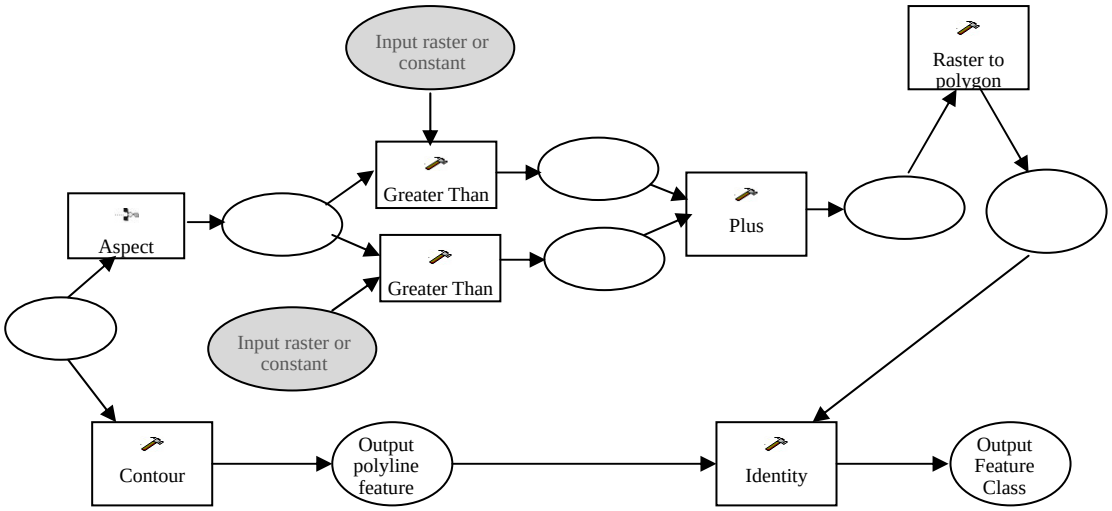
15） 选择 analysis Tools 下的 overlay，选中 identity 工具拖拽到模型生成器窗口中。

16） 单击添加连接图标，分别连接步骤 13 生成的等高线与步骤 13 生成的矢量数据。

（2）设置参数

在 parameter 内选择该模型中用到的参数 raster dataset， output feature class， input raster or constant value2， input raster or constant value2(2)，在模型编辑器中分别选择以上图形要素，右键选择 Model Parameter 命令。最后保存模型，并右键模型图标，选择 Rename 命令，输入 contour，模型如图 3 所示。

图 3 明暗等高线模型



（3）颜色配置

运行模型后，打开生成的结果。因为没有可自动调整线条颜色的工具可加载模型，因此处理出的等高线必须经过手动将受光部分的等高线印为白色，背光部分的等高线为黑色才可，此处理在 ArcMap 下完成。并在 ArcMap 的 view 菜单下选择 data prosperities，修改 frame 下的 background，选择 Grey 40%，如图 4 所示。明暗等高线结果如图 5 所示。

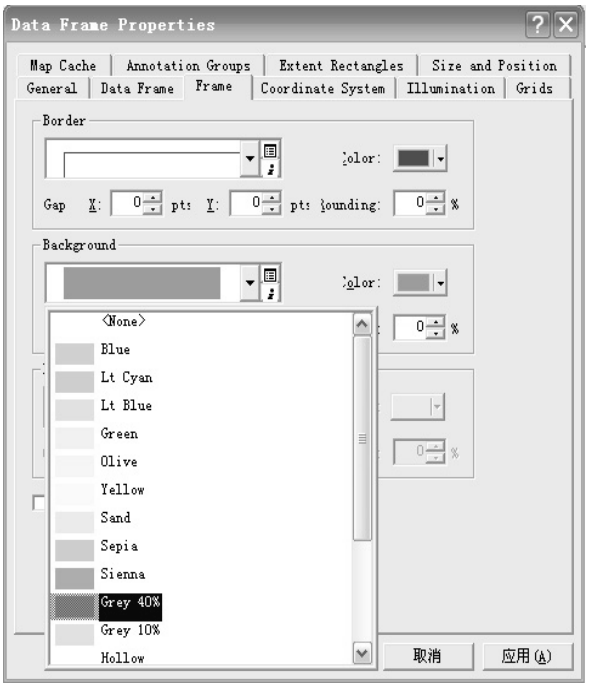


图 4 Data Frame Properties 对话框



图 5 明暗等高线地图

练习 2： 坡向变率（SOA）

1. 背景：平面曲率即地面坡向变率，是指在地表的坡向提取基础之上，进行对坡向变化率值的二次提取，亦即坡向之坡度（Slope of Aspect， SOA）。地面坡向变率是一个反映等高线弯曲程度的指标，可以反映出地表所有的山脊线、山谷线。

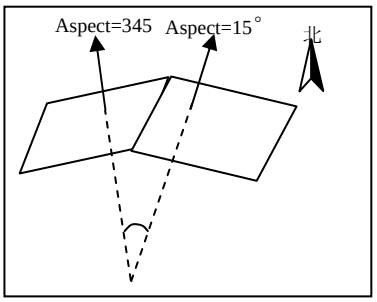


图 6 北坡坡向差值示意图

值得注意的是：SOA 在提取过程中在不同的坡面上将会有误差的产生，即在坡面的南北两侧，北面坡由于在坡向算法将会有误差产生，所以要对北坡的 SOA 结果进行纠正，因为从理论上讲 SOA 在地表北坡上将产生误差，北坡上坡向值范围为 0—90°和 270°—360°，在正北方向附近，15°和 345°之间坡向差值只是 30°，而在计算中却是差了 330°（如图 6 所示），所以要利用反地形将北坡地区的坡向变率误差进行纠正。

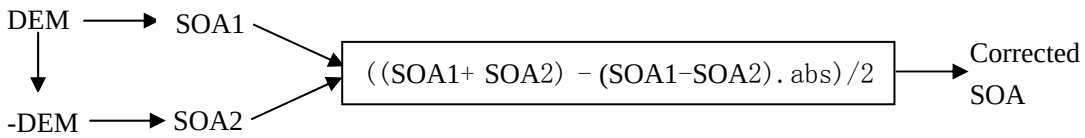


图 7 纠正 SOA 的数据流图

2. 目的：通过纠正平面曲率的例子，使读者了解如何在模型中调用用户自定义的模型，明晰模型嵌套的过程。

3. 要求：为了得到纠正后的 SOA，必须得到正地形的 SOA1 和反地形的 SOA2，修正的公式为((SOA1+ SOA2) – (SOA1-SOA2).abs)/2。其数据流如图 7 所示。
4. 数据：DEM 栅格数据
5. 操作步骤：本例中总共要建三个模型：生成 SOA 的模型，生成反地形的模型和纠正北坡误差的模型。其中前两个模型在最后一个模型中被调用。

（1）建立生成 SOA 的模型

1） 打开 ArcMap，启动 ArcToolbox。

2） 右键 ArcToolbox，选择 new toolbox，生成 toolbox2。

3） 右键 toolbox2，在 new 中选择 model，，则生成 model1。

4） 右键图标 ，选择 rename 命令，输入 generate SOA。

5） 在模型窗口右键，选择 create variable 命令，在数据类型选择框中选中 raster dataset。

6） 打开 spatial analyst tools 的 surface 功能，分别选中 aspect 和 slope 工具拖拽到模型生成器窗口中。

7） 设置参数。右键单击模型图标 ，选择 properties 命令。在 parameter 内选择该

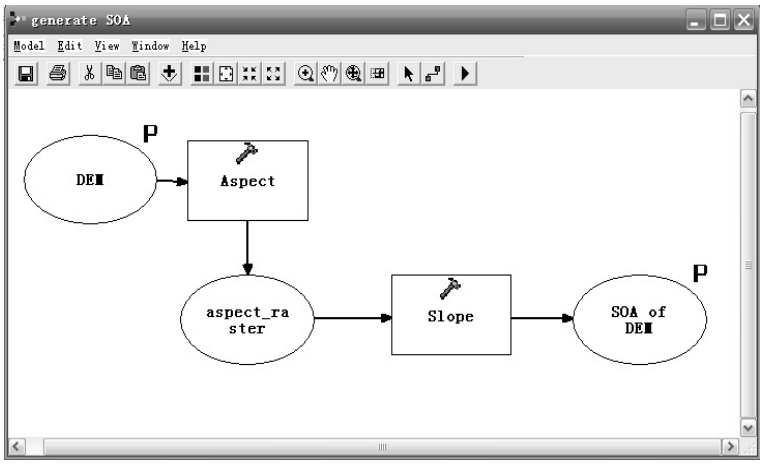


图 8 生成 SOA 的模型

模型中用到的参数 DEM 和 SOA of DEM，模型如图 8 所示。

（2）建立反地形模型

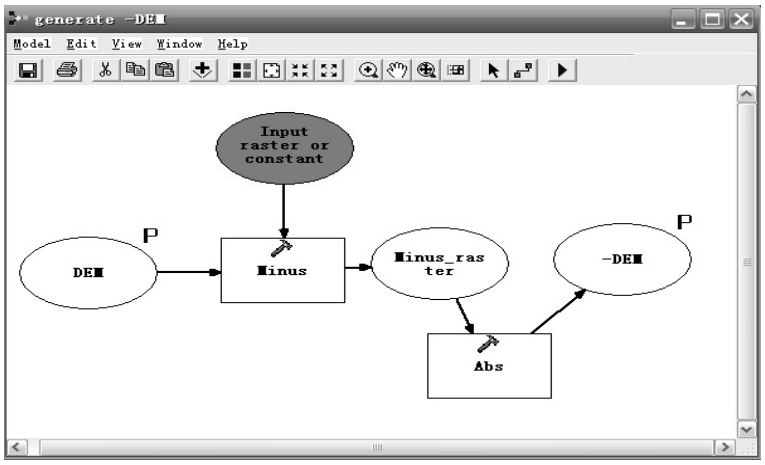


图 9 生成反地形的模型

以同样的方法建立反地形的模型，模型 Rename 为 -DEM，其中 Input raster or constant 为在 ArcMap 中打开 DEM 找出高程的最大值，设置为 max of elevation。右键单击模型图标，选择 properties 命令，在 parameter 内选择该模型中用到的参数 DEM 和 -DEM。模型如图 9 所示。

（3）建立主模型

新建一个空模型，取名为 correct SOA。加入刚才所建的两个子模型。打开 spatial analyst 中的 math，在模型中分别加入以下工具：minus、plus、abs、divide，其中，divided constant 设为 2，并设为模型参数。同时把输入数据 DEM 和输出数据 corrected SOA 设置为模型参数。如图 10 所示为修正 SOA 的模型。

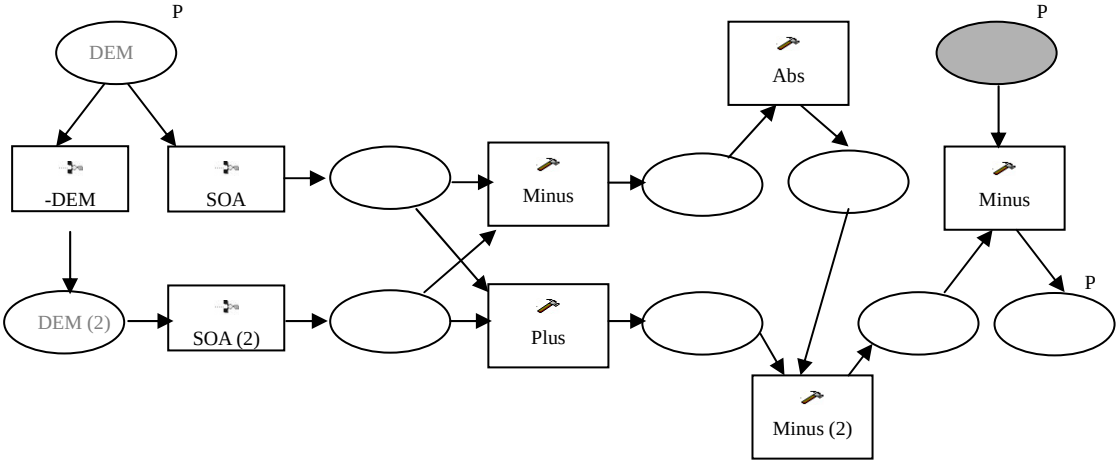


图 10 correct SOA 模型

（4）运行模型

以上模型建好后，要运行，检查结果是否符合实际。如果结果不令人满意，还可以调整模型直到满意为止。运行对话框如图 11 所示，在对话框中输入输入数据并指定输出数据路径。图 12 为未消除误差的 SOA，图中白色圆圈均为北坡的误差，消除误差后的结果如图 13 所示，消除误差后则无这些错误的圆圈，很好地反映了地表所有的山脊

线、山谷线。

通过坡向变率修正的例子，介绍了如何在图解模型中嵌套自己订制的模型，极大地方便用户的操作，体现了模型生成器的灵活性。



图 11 correct SOA 模型运行对话框



图 12 未纠正的 SOA

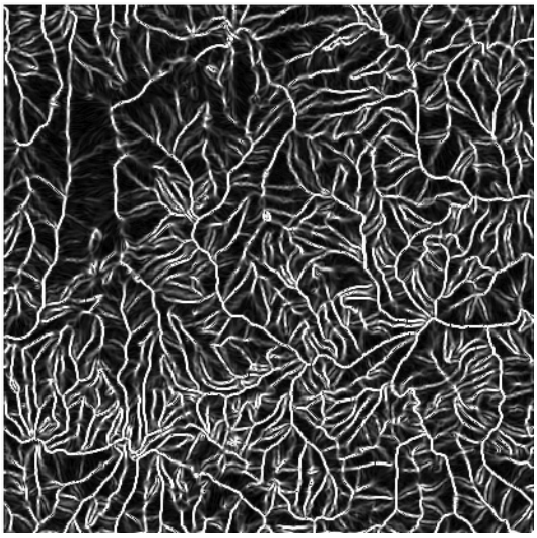


图 13 纠正后的 SOA