Copyright © 2001–2002 环境系统研究所公司（美国）
版权所有，翻录必究

环境系统研究所公司（美国）保留本书全部内容的所有版权。本书受美国版权法及其他国际版权条约和公约的保护。未经环境系统研究所公司（美国）的书面许可，不得以任何形式或手段复制、传播，或以任何电子或文本方式翻印、转载本书的任何部分。如有疑问，请与环境系统研究所公司（美国）联系：380 New York Street， Redlands， CA 92373-8100， USA。

本书内容的更改将不另行通知。
本书由 ESRI 公司授权，ESRI 中国（北京）有限公司组织翻译、出版。

数 据 提 供

Yellowstone National Park data : National Park Service, Yellowstone National Park, Wyoning

Jashua Tree National Park data : National Park Service, Department of the Interior, U.S. Government

Haul Cost Analysis map : Boise Cascade Corporation, Boise, Idaho

Quick-start tutorial data : courtesy of the State of Vermont

著 作 者

Jill McCoy, Kevin Johnston, Steve Kopp, Brett Borup, Jason Willison, Bruce Payne

美国政府的受限 / 有限权利

以下所列的任何软件、文档和 / 或数据均受“许可协议”的制约。美国政府在任何条件下都不能获得超出受限 / 有限权利中所规定的权利。最基本的原则是，美国政府使用、复制或公开数据要受到以下条例相关内容的制约： FAR §52.227-14 Alternates I，II和III （1987年6月）；FAR §52.227-19 （1987年6月） 和 / 或FAR §12.211/12.212 （商业技术数据 / 计算机软件）； 以及DFARS §252.227-7015 （1995年11月）（技术数据）和 / 或DFARS §227.7202 (计算机软件)。合约方 / 制造商是环境系统研究所公司（美国）， 380 New York Street， Redlands， CA 92373-8100， USA。

ESRI以及ESRI的地球标志是环境系统研究所公司（美国）的商标，这些商标在美国和其他一些国家或地区已经注册，而其在欧盟的注册事宜正在进行之中。ArcMap、ArcCatalog、ArcGIS以及GIS by ESRI等都是环境系统研究所公司（美国）的商标，而www.esri.com是其服务标志。Microsoft和Microsoft Internet Explorer标志分别是微软公司的注册商标和商标。Hp和LaserJet是惠普公司的注册商标。

本书涉及到的其他公司和产品是属于其各自商标拥有人的商标或注册商标。

目　录

开　始

第一章　ArcGIS 空间分析简介　3

获取派生信息　4
识别空间关系　5
寻找适宜位置　6
计算通行成本　7
学习空间分析（Spatial Analyst）的技巧　8

第二章　快速入门教程 11

练习1：显示和浏览数据　13
练习2：为Vermont州Stowe镇的一所新学校选址　23
练习3：寻找一条通往新学校的路径　39

第三章　空间问题建模　55

空间问题建模　56
用于解决空间问题的概念模型　58
用概念模型创建适宜性地图　61

理解栅格数据与分析

第四章　理解栅格数据　73

理解栅格数据集　74
坐标空间和栅格数据集　78
离散的和连续的数据　82
栅格数据集的精度　84
栅格编码　85
在栅格数据集中表达要素　86
为栅格数据集分配属性　88
在空间分析（Spatial Analyst）中直接使用要素数据　89

从已有地图中派生栅格数据集 90

第五章 理解基于单元的建模 91

理解空间分析模块（Spatial Analyst）中的分析 92
空间分析模块中的运算符和函数 93
空值及其如何影响分析 101
值及其代表的意义 102
分析环境 104
单元大小与分析 105
分析过程中的投影处理 106

分析操作

第六章 设置分析环境 109

创建临时或永久性的分析结果 110
为分析结果指定磁盘位置 112
使用分析掩模 113
关于坐标系统和分析 115
设置分析结果的范围 116
设置分析结果的单元大小 117

第七章 空间分析 119

制图距离 120
直线距离 121
分配函数 124
成本加权距离函数 126
最短路径函数 131
密度制图 133
插值为栅格数据 135
距离权重倒数函数 136

样条函数 139
克里格插值 141
表面分析 149
等值线 151
坡度 153
坡向 155
山影 157
视域 160
填/挖 162
单元统计 164
邻域统计 166
分区统计 170
重分类 173
栅格计算器 179
数据转换 186
附录 A 191
地图代数语言构成 192
地图代数法则 199
附录 B 203
支持的运算符及其优先级别表 204
关于优先级 205
附录 C 207
关于重映射表 208
分割和重映射表 212
重分类和重映射表 215
涉及重映射表的分割和重分类 216
术语表 217
Index（索引） 227

开　始

第一部分

ArcGIS空间分析简介 1

本章提要

- **从数据派生信息**
- **识别空间关系**
- **寻找适宜位置**
- **计算通行成本**
- **学习ArcGIS空间分析模块的技巧**

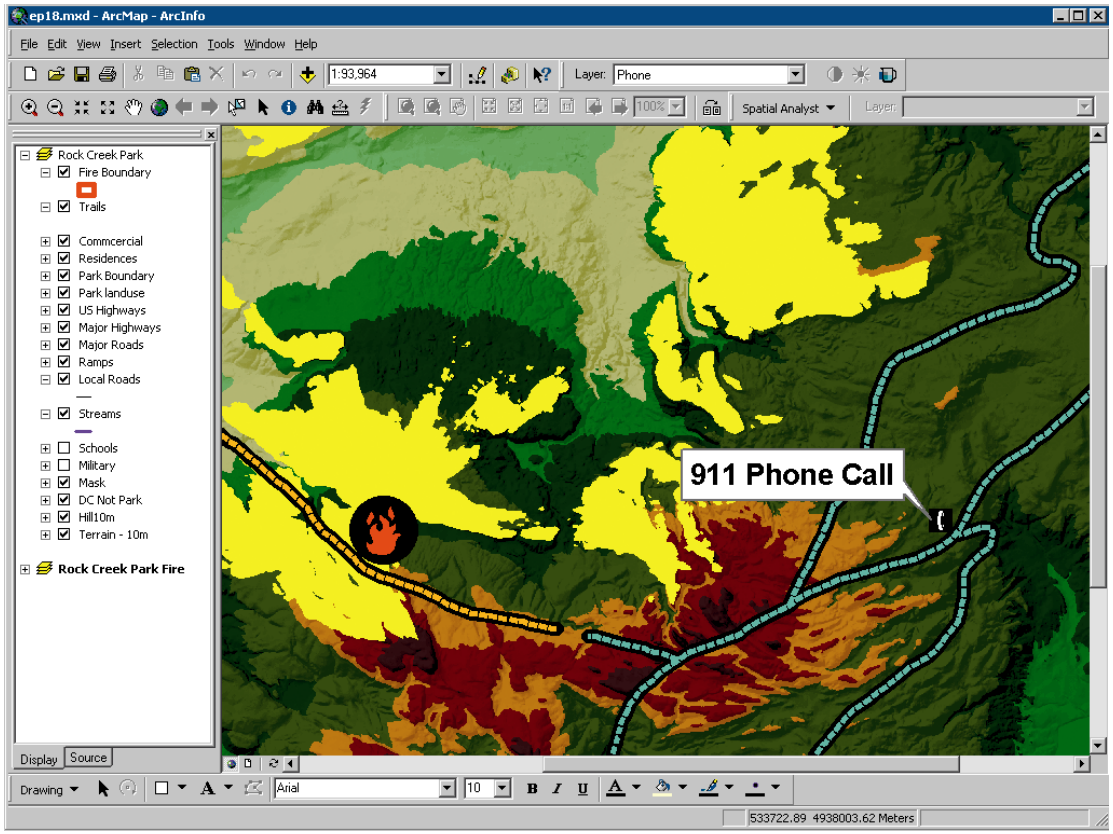
地理信息系统（GIS）的一个主要优势在于能够对GIS数据进行空间运算以派生新的信息。这些工具构成了所有空间建模和地理处理的基础。在三种主要的GIS数据类型——栅格，矢量及不规则三角网中，栅格数据结构为空间分析提供了最强的建模环境及空间运算。ESRI® ArcGIS® Spatial Analyst扩展模块为ArcGIS增加了全面广泛的基于单元的GIS运算。

- **派生新信息**。应用ArcGIS空间分析模块工具可以创建有用的信息——水系形状，表面估计以及分类，例如，确定某位置与道路间的距离，或计算某区域内的人口密度。
- **识别空间关系**。利用加权叠加及合并，分析图层间的关系。空间分析模块包含许多用于基于单元建模的地图代数工具。
- **寻找适宜位置**。通过对图层进行合并，查询最适合于某特定目标的地区（例如，新大楼的位置，或者分析洪水或滑坡的高风险地区）。
- **计算通行成本**。生成通行成本表面来识别最优通道。包括经济的，环境的及其他目的的通行成本。
- **操作所有基于单元的GIS数据**。无论栅格数据格式如何，空间分析模块都可以将它们合并起来。

这些以及更多的操作都是可能的。作为一个GIS建模人员，空间分析模块是用来进行分析和建模的主要的工具集。接下来几页将介绍利用GIS空间分析模块能够完成的工作。

从数据派生信息

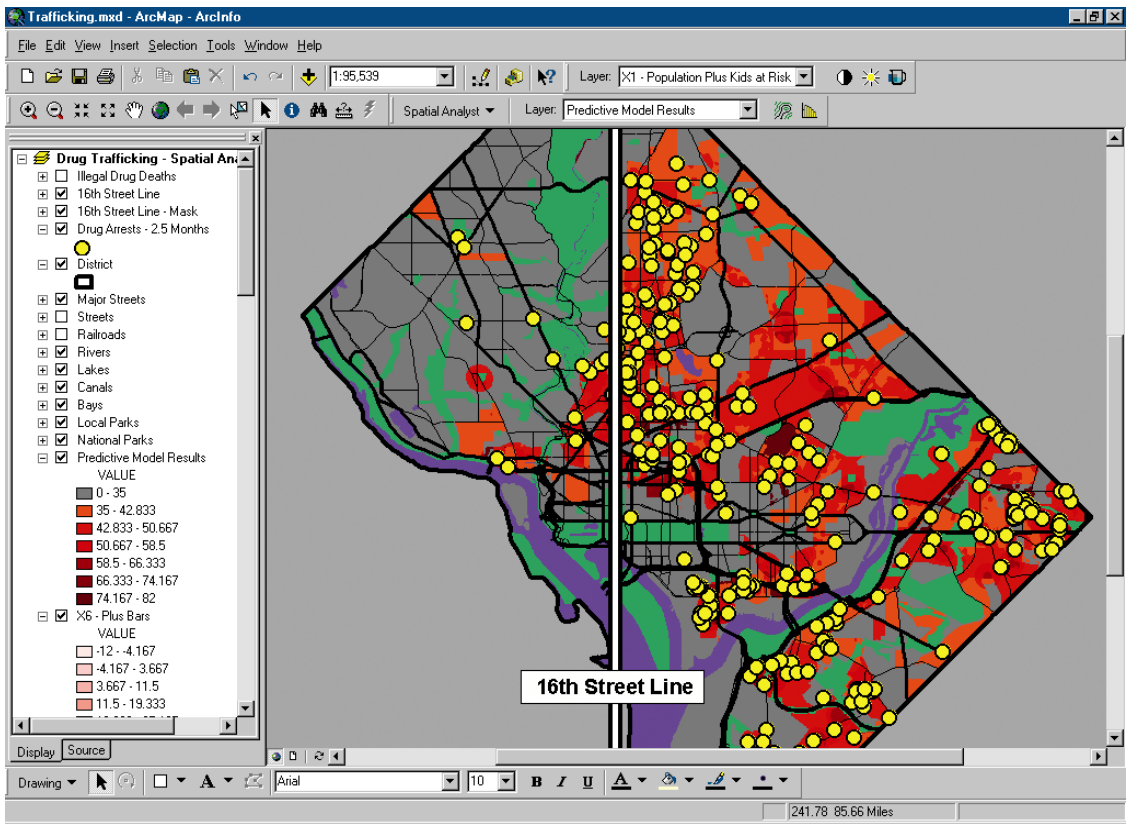
利用空间分析模块的功能，可以根据用户的数据生成大量的信息地图。创建用作地形背景的山影图以支持其他数据层。计算坡度，坡向，以及等值线，或者生成一幅显示可视范围的地图。结合派生的数据来解决空间问题。



利用视域分析可以判断某一犯罪嫌疑人不在犯罪现场的借口是否为真。该疑犯声称他是在报警电话亭处发现某处火灾的。图中黄色区域代表的是能够从报警电话亭看到火苗的地区。而可视性分析证明该犯罪嫌疑人从报警电话亭本应看不到他所称位置的火苗的。

识别空间关系

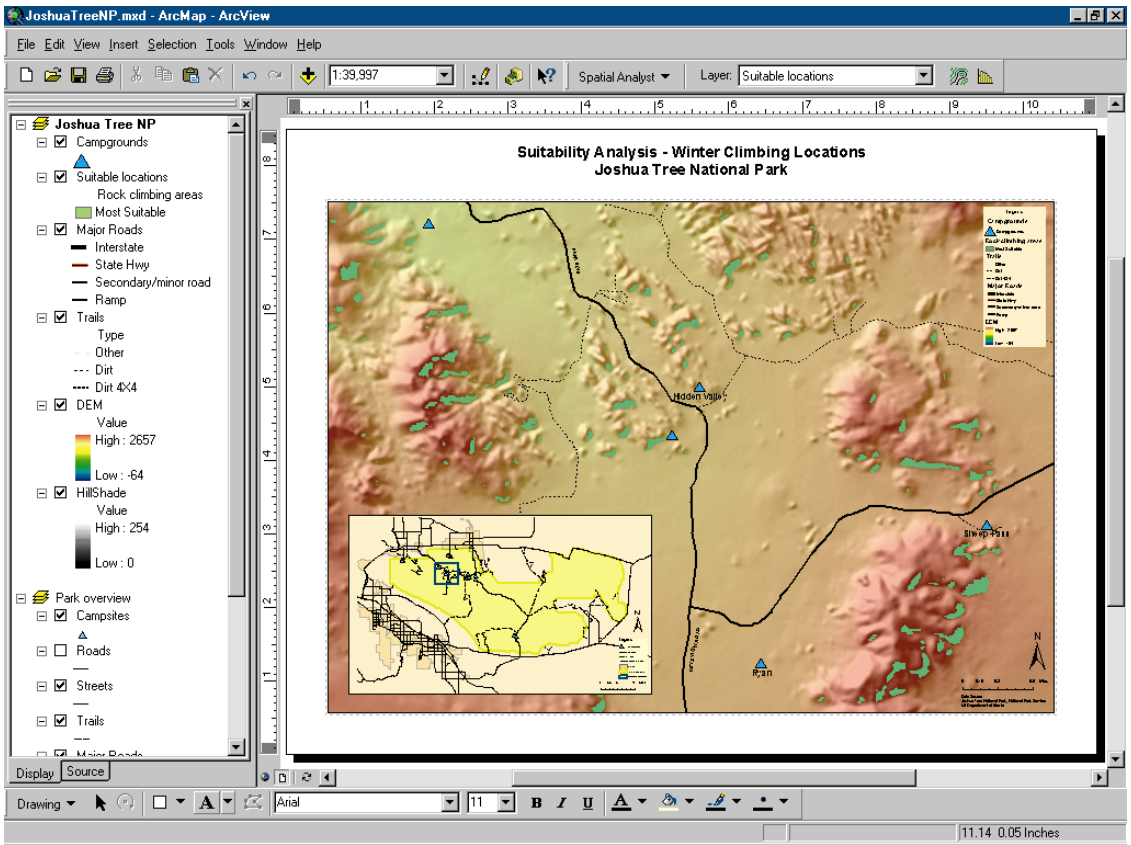
空间分析模块提供了许多模拟空间关系的工具。



模型结果有助于视觉分析。图中暗红色地区显示的是模型预测的由吸毒引起的交通事故的高发区，而黄色的点则代表的是三个月来吸毒者被逮捕的那些位置，两者有很强的相关性。在 16 号大街的西边，那些代表吸毒者被逮捕位置的黄色点的数量显著减少。

寻找适宜位置

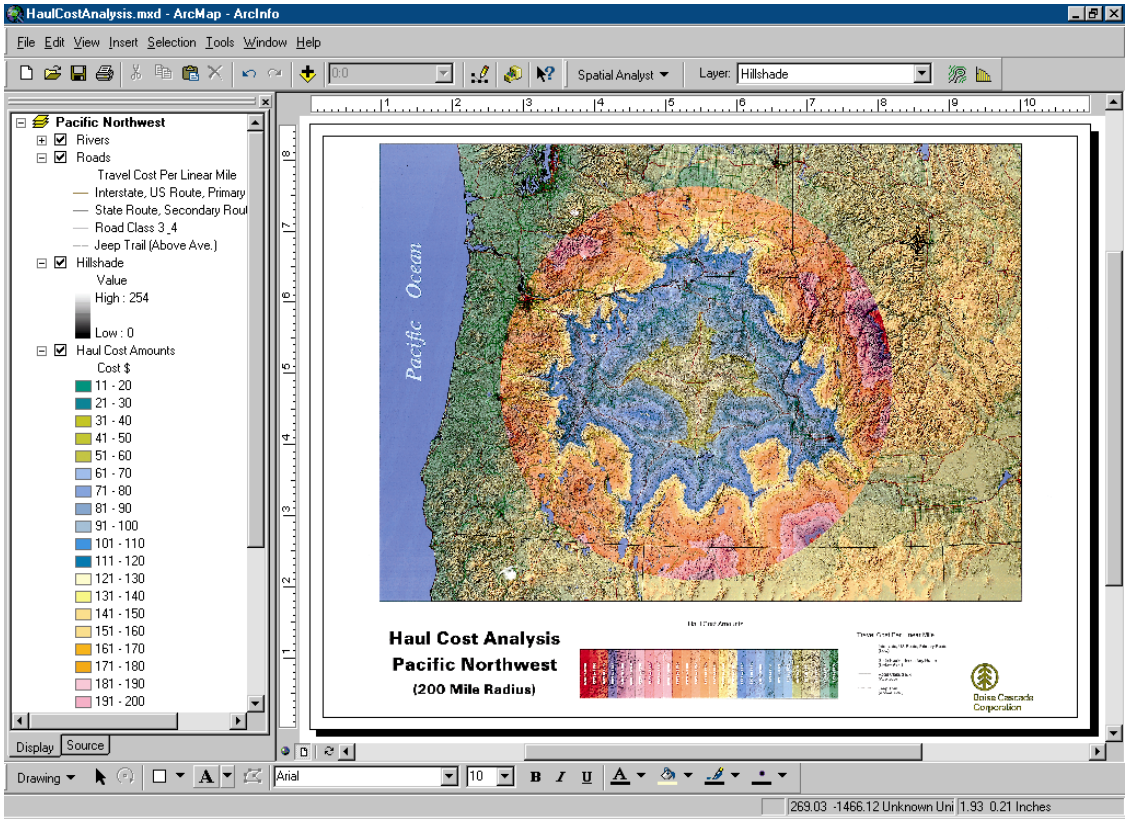
利用空间分析模块，可以对用户的数据进行查询以找出那些满足目标的位置，或者生成适宜图，与数据集一起用来分析适宜性。



图中显示的是根据到露营地的距离，陡峭程度，坡向是否朝南等条件分析得到的适合冬季攀岩的位置。

计算通行成本

通行成本分析包括生成成本表面的建模，然后计算穿越表面的最优通道。计算通行成本能够为决策提供丰富的信息。



该图显示的是在每个加工厂 200 英里半径范围内木材运输的最小通行成本。该分析考虑了通行难度，并且以美元为单位，对将每个位置的木材运到最近的加工厂的成本进行了估计。

学习 ArcGIS 空间分析模块的技巧

如果用户对地理信息系统（GIS）的概念还不熟悉，记住，不必等到完全了解空间分析模块的每一部分后才使用它来获得分析结果。请阅读第二章“快速入门教程”即可开始学习空间分析模块。本章向用户介绍通过空间分析模块完成的一些任务。当用户开始思考如何解决自己的空间问题时，本章为其提供了一个良好的开端。空间分析模块配套有入门练习中用到的数据，这样就可在计算机上一步一步跟着做。

如果想直接并且独立进行实践，请阅读第七章“空间分析”，这一章会指导用户学习执行某一特定任务的概念和步骤。

寻找问题的答案

就像大多数人一样，用户的目标是完成任务，而在学习如何使用软件上花费的时间与精力越少越好。用户需要直观的、易于使用的软件为其提供即时的结果，而不必阅读一页又一页的文档。但是，当确实遇到问题时，用户会希望能快速地得到答案以便完成任务。在需要的时候可以得到答案——这就是本书的全部内容。

本书描述了运用空间分析模块能够完成的各种空间分析任务——从基础到高级。可以从头到尾阅读本书，但将本书作为参考书使用会更好。当想知道如何执行某一个特定任务时，如查找最短路径，只需在内容或索引表里查找就可以了。所查找到的内容将会简要地、一步一步地教用户如何完成任务。如果想了解这些任务背后所涉及到的更多的概念，本书其他章节也有一些详细信息。如果碰到任何不熟悉的 GIS 术语或者对某些内容有些模糊，你也可以参考本书的词汇表。

关于本书

编写这本书的目的是通过提供一些概念性信息，并且教用户如何执行操作以解决其空间问题，来帮助用户完成空间分析。第二章“快速入门教程”中的内容是以假设用户已熟悉 GIS 的基础知识，并对 ArcGIS 有基本了解为前提的。如果尚未接触过 GIS 或 ArcMap™，建议用户花点时间阅读一下《ArcGIS 基础教程》和《ArcMap 使用手册》，这些都可以在 ArcGIS 软件包中找到。用户并非一定要这么做才能继续学习这本书，仅仅把这些书当作一个参考就可以了。

第三章“空间问题建模”告诉用户空间建模的全过程，帮助用户把空间问题分解为易处理的部分。第四章“理解栅格数据”帮助用户理解栅格数据。第五章“理解基于单元的建模”解释了基于单元的建模过程。第六章“设置分析环境”告诉用户在进行分析之前如何设置分析选项。第七章“空间分析”提供了详细信息以帮助用户执行每一个空间函数。

附录分为三个部分：附录 A 解释了地图代数语法和栅格计算器所使用的语法规则；附录 B 提供了一张栅格计算器所支持的运算符及其优先级别表；附录 C 解释了用栅格计算器重分类数据时将用到的重映射表。

获取帮助

除了本书之外，用户还可以使用 ArcGIS 桌面帮助系统来学习如何使用空间分析模块和 ArcMap。要想了解如何使用 ArcGIS 桌面帮助系统，请参阅《ArcMap 使用手册》。

联系 ESRI

如果需要联系 ESRI 寻求技术支持，请查阅购买 ArcGIS Spatial Analyst 模块时一起附送的产品注册和支持卡，或参阅 ArcGIS 桌面帮助系统中“Getting more help”部分的“Contacting Technical Support”。还可以在互联网上访问 ESRI 的网站 www.esri.com 和 support.esri.com 以获取更多关于空间分析模块和 ArcGIS 的信息。

ESRI 培训方案

ESRI 提供了许多与地理信息科学、GIS 应用及技术有关的培训机会。可以选择指导教程、网上课程、或自学手册等等，以找到适合用户的学习方式和学习教程。如果需要更多信息，请访问 www.esri.com/education。

快速入门教程

2

本章提要

- **练习 1： 显示和分析数据**
- **练习 2：为一所新学校选址**
- **练习 3：寻找一条通往新学校的替代路径**

利用空间分析模块（Spatial Analyst），你可以方便地对你的数据进行空间分析。有了空间分析模块，你既可以回答诸如“这个位置的地形陡峭程度如何？”或“这个位置面向什么方位？”之类的一些简单空间问题，也能够给更为复杂的空间问题如“一家新工厂的最佳位置应该在哪儿？”或“从 A 到 B 的成本最小的路径是什么？”找到答案。当与 ArcMap 一起使用时，空间分析模块可以提供功能完备的工具集来浏览和分析空间数据，帮助你找到解决空间问题的方法。

练习场景概况

美国 Vermont 州 Stowe 镇正处于一个人口大量增长的过程之中。人口统计数据显示，增长的主要原因是大量有孩子的家庭为享受附近大量娱乐设施而移居本地。当局决定新建一所学校来缓解人口增长所带来的学校紧张状况。作为一名城市规划师，你将负责新学校的选址工作。

空间分析模块提供了解决此类空间问题的分析工具集。本章内容将教你如何使用其中一部分分析工具，同时也帮助你打下牢固的基础，以此为起点，你就可以开始考虑如何解决自己的特定空间问题了。

开始本章练习之前，假设用户已经安装了空间分析扩展模块。练习需要的数据包含在空间分析模块的安装盘中（在安装练习数据的磁盘上，缺省安装路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial）。Vermont 州为本书提供了练习数据集。练习场景是虚构的，为适应练习要求对原始数据作了适当改动。

练习中用到的数据集包括：

数据集	描述
Elevation	本地区高程栅格数据集
Landuse	本地区土地利用类型栅格数据集
Roads	本地区线状道路网络要素数据集
Rec_sites	本地区娱乐场地位置点要素数据集
Schools	本地区现有学校位置点要素数据集
Destination	寻找最短路径时用到的终点要素数据集

在本章练习中，首先将分析这些数据，熟悉它们并理解数据集之间的关系，然后将着手为新学校寻找最适宜位置。最适宜位置应符合如下一些原则，即学校位置应靠近娱乐设施以方便孩子们去玩，同时新学校的位置应远离现有学校以使整个镇上的学校位置分布尽量分散。此外，还需要避开陡坡和特定的土地利用类型。

一旦找到那些符合要求的位置之后，将判断并从它们中选出一个最佳位置。然后综合考察各数据集来判断在选定的位置建学校是否会有其它问题。

本章内容分为几个练习，通过精心设计，可以让用户按照自己的进度逐步探索空间分析模块的强大功能。

- 练习 1 告诉用户如何使用 ArcMap 和空间分析模块来显示和分析数据。用户将添加和显示各类数据集、在地图上高亮显示数值、识别指定位置的属性值、分析直方图和创建一幅山影图。
- 练习 2 通过创建一幅适宜性地图帮助用户找到新学校的最佳位置。用户将从原始数据集派生出距离与坡度数据集，按同一尺度对各数据集重分类，给那些被认为较重要的数据集分配较大权重，最后合并各数据集，给出最适宜位置。
- 练习 3 告诉用户如何找到一条通往新学校所在位置的替代路径（最低成本路径或最短路径）。

各练习的结果数据的拷贝已保存在安装练习数据的本地磁盘上的 Results 文件夹中（缺省的安装路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results）。

用户将需要集中大约 1 个小时的时间来完成本章所有练习。当然，如果愿意的话，也可以每次只做一个练习，做练习时注意根据提示保存结果数据。

练习 1：显示和分析数据

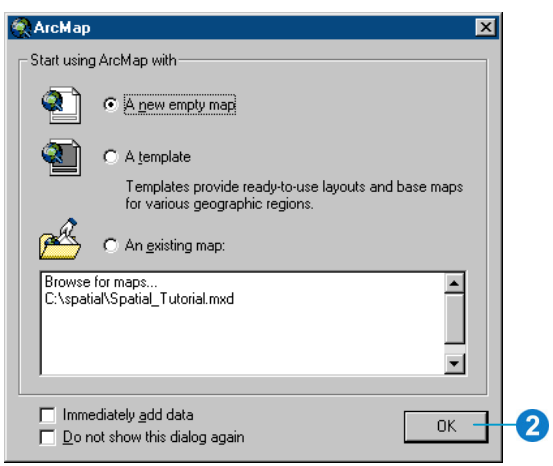
首先应当分析数据以理解它们并找出数据间的关系。充分理解数据和数据间的关系将有助于更准确地为分析工作准备数据。

在这个练习中，用户将打开 ArcMap 并将空间分析模块工具栏添加到 ArcMap 会话中。然后将使用 ArcMap 和空间分析模块提供的功能分析所用数据集。

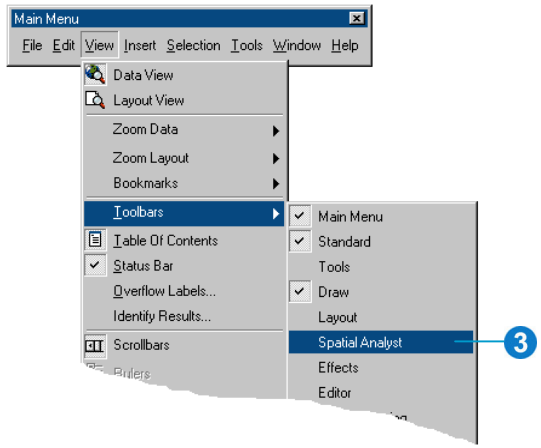
启动 ArcMap 和空间分析模块

1. 双击桌面上 ArcMap 的快捷方式或使用“Start”菜单中的“Programs”列表来启动 ArcMap。

2. 单击 OK 以打开一幅新的空白地图。



3. 单击 View 菜单，指向 Toolbars，然后单击 Spatial Analyst。



现在空间分析模块工具栏已经添加到 ArcMap 会话中。



激活空间分析模块工具栏

1. 单击 Tools 菜单。

2. 单击 Extensions，然后选中 Spatial Analyst。

3. 单击 Close。

向 ArcMap 会话中添加数据

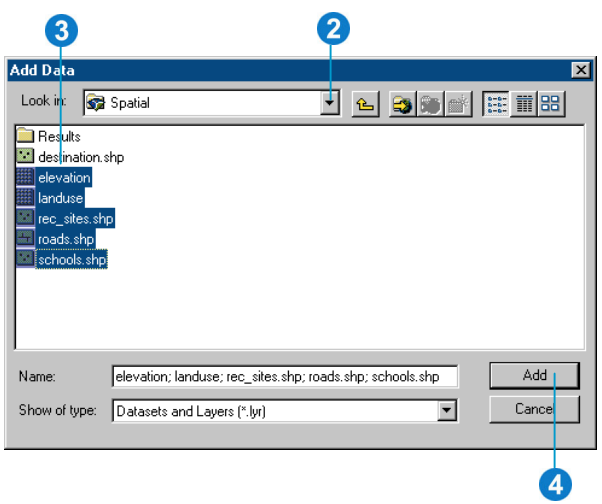
1. 单击 Standard 工具栏上的 Add Data 按钮。



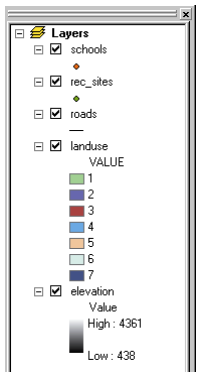
2. 在本地磁盘上定位到安装练习数据的文件夹（在安装练习数据的磁盘上，缺省安装路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial）。

3. 单击 elevation，按下 Shift 键，然后选中 landuse，rec_sites，roads 和 schools。

4. 单击 Add。



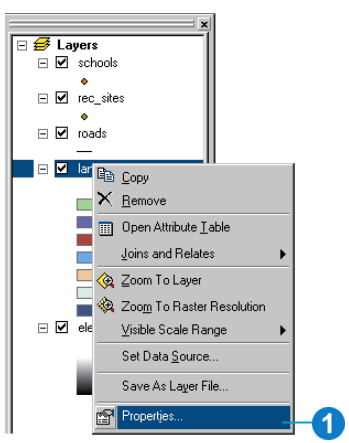
这些数据集就作为图层被添加到 ArcMap 的内容表（table of contents）中。



显示和分析数据

现在将通过修改某些图层的符号体系（symbology），来探索 ArcMap 的显示功能。

1. 右击内容表中的 landuse 图层，单击 Properties。



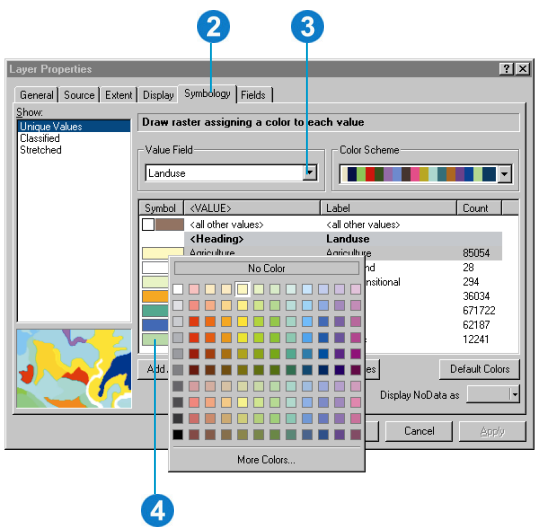
2. 单击 Symbology 选项卡。

   目前所有的土地利用类型都采用单元（cell）值作为取值字段（Value Field）并随机分配颜色。可以重新选择更有意义的取值字段并更改每种符号的颜色以便在地图上用更合适的颜色显示每种土地利用类型。

3. 单击 Value Field 项下拉箭头并选择 landuse。

4. 双击每个符号，为每一个土地利用类型选择一个适宜的颜色。

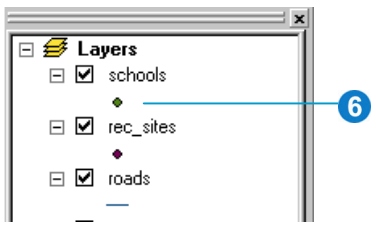
5. 单击 OK。



现在，所做的修改已经反映在内容表和地图上。

还可以通过内容表来修改符号的颜色和属性。

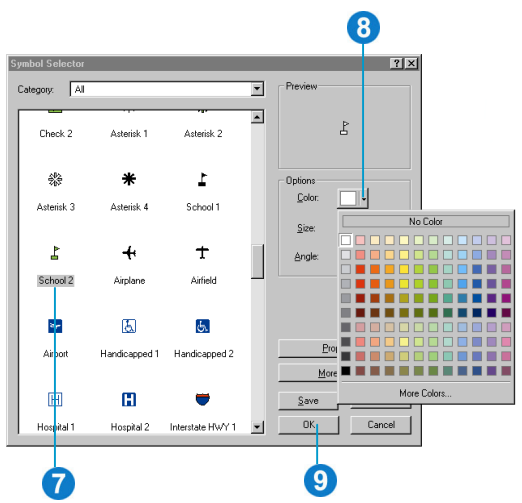
6. 单击内容表中代表学校图层的点。



7. 滚动到 School 2 符号并选中它。

8. 单击 color 项下拉箭头并选择一种颜色。

9. 单击 OK。

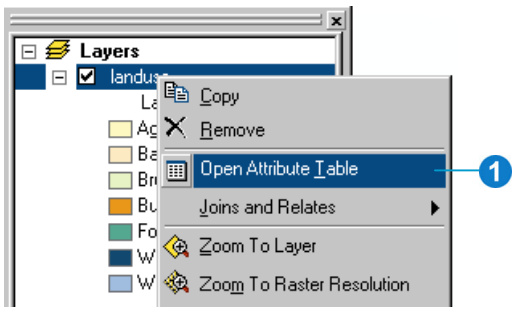


现在，所作的修改已经反映在内容表和地图上。

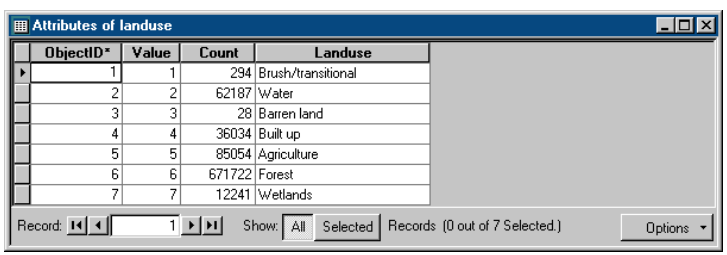
在地图上高亮显示被选中的数据

通过查看属性表，可以了解数据集中每种属性所对应的单元个数。

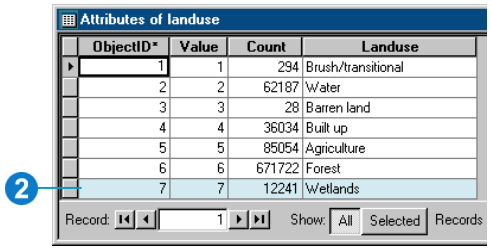
1. 右击内容表中的 landuse，然后单击 Open Attribute Table。



注意 Forest（value 值为 6）的单元个数最多，其次是 Agriculture（value 值为 5），再次是 Water（value 值为 2）。

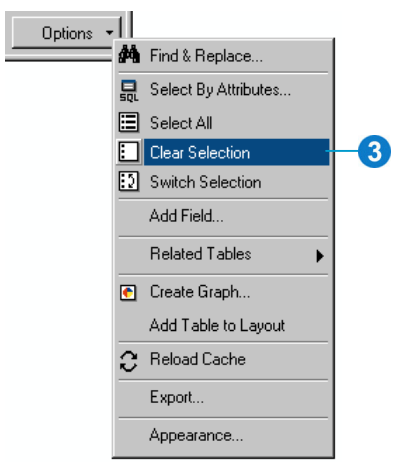


2. 单击代表 Wetlands（value 值为 7）的行。



选中的数据集合，即所有的 Wetland 区域，都在地图上高亮显示出来。

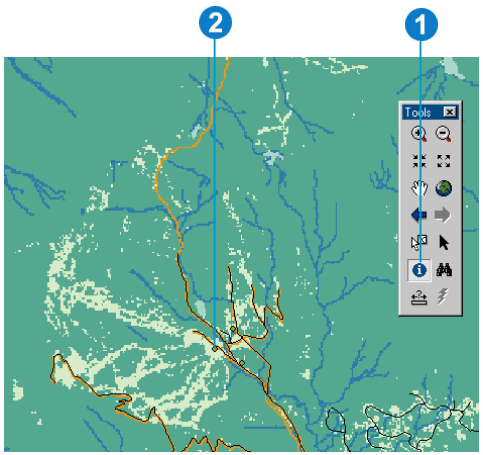
3. 单击 Open Attribute Table 对话框上的 Options 按钮，然后单击 Clear Selection。



4. 单击 Close 按钮，关闭 Attributes of landuse 表。

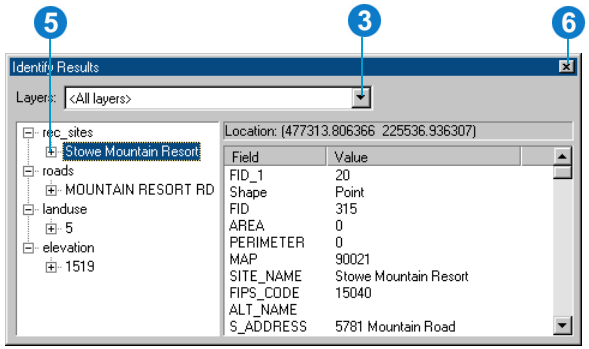
在地图上查看要素

1. 单击 Tools 工具栏上的 Identify 工具。
2. 单击下面地图中的 Rec_site 点来识别在这一特定位置上的要素。



注意：你的地图显示不会象上图中放的这么大，本图只是为了更好地显示要单击的娱乐场地的位置。

3. 单击 Identify Results 对话框中 Layers 项下拉箭头，然后选择 All Layers。
4. 再次单击 Rec_site 点，以查看在所有图层中对应这一特定位置的要素。
5. 展开每一个图层的目录树，获取各图层对应这个位置的要素属性值。
6. 关闭 Identify Results 对话框。



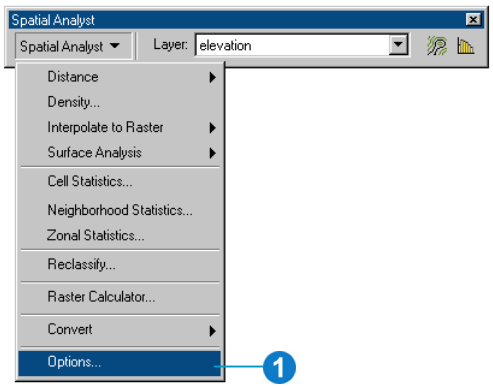
使用空间分析模块分析数据

现在，可以从 landuse 图层创建一个直方图（histogram），从 Elevation 图层创建一幅山影图。通过它们能够更好地把握整个地区地形的本质特征。

设置分析属性

在使用空间分析模块之前，需要设置各种分析选项，包括声明工作目录，空间范围，分析结果的单元大小。这些设置在 Options 对话框中指定。

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头，单击 Options。

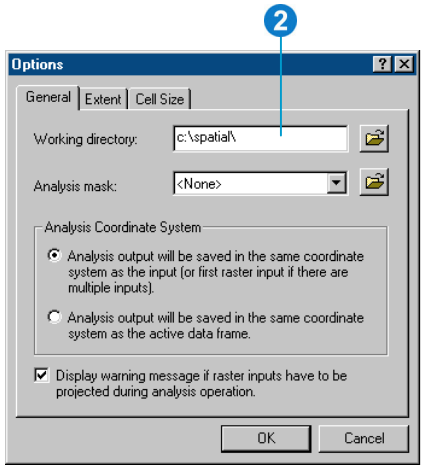


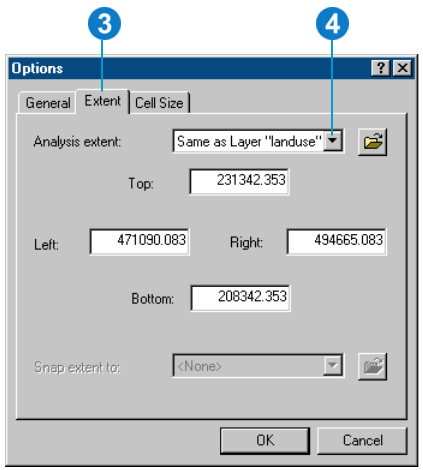
2. 在本地磁盘上指定一个工作目录，用来存放分析结果。如，输入 c:\spatial 将在 C:\ 盘上创建一个名为 spatial 的文件夹供整个练习过程使用。

3. 单击 Extent 选项卡。

4. 单击 Analysis extent 项下拉箭头，然后单击 Same as Layer “landuse”。

   所有后来的结果数据集将具有与 landuse 图层相同的空间范围。





5. 单击 Cell Size 选项卡。

6. 单击 Analysis Cell Size 项下拉箭头，然后单击 Same as Layer “elevation”。

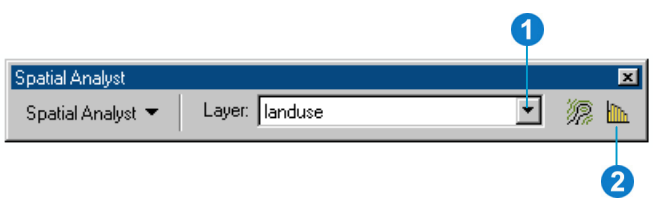
7. 单击 Options 对话框的 OK 按钮。

这将确保分析结果的单元大小为 30 米分辨率，这是数据集中的最大的单元尺寸。

查看直方图

1. 单击 Layer 项下拉箭头，单击 landuse。

2. 单击 Histogram 按钮。



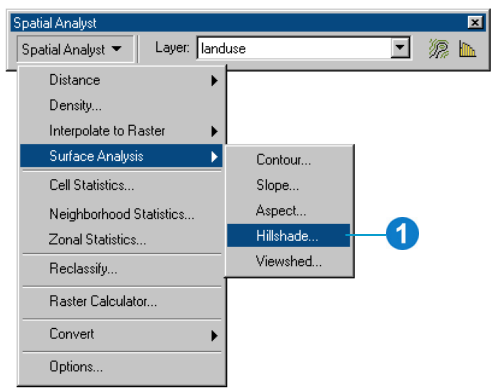
直方图显示了 landuse 图层的每种土地利用类型的单元数量。

3. 关闭直方图。

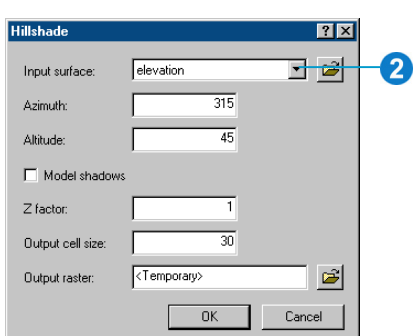
创建山影图

从高程数据创建山体阴影图并在其上添加透明图层可以获得出色的地形视觉效果，能大大提高地图的显示质量。

1. 单击 Spatial Analyst 工具栏下拉箭头，指向 Surface Analysis，然后单击 Hillshade。

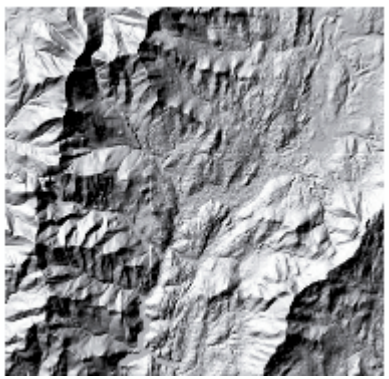


2. 单击 Input surface 项下拉箭头，然后单击 elevation，其余选项取缺省值。



3. 单击 Hillshade 对话框上的 OK 按钮。

   Hillshade 函数的结果作为一个新图层添加到地图上。



   所有分析函数的输出结果都是临时性的（temporary）。如果想让分析结果将来仍可用，必须把数据集变为永久性的（permanent）。

4. 右击新建的 hillshade 图层，单击 Make Permanent 项。

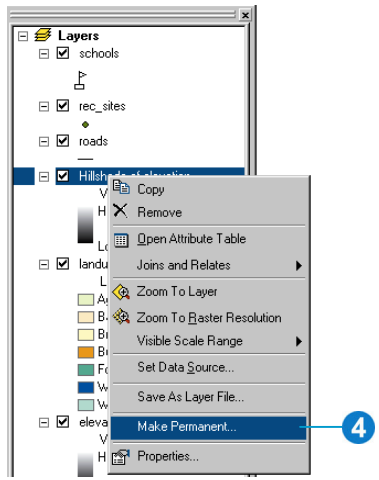
5. 指向本地磁盘上设置为工作目录（C:\Spatial）的文件夹。

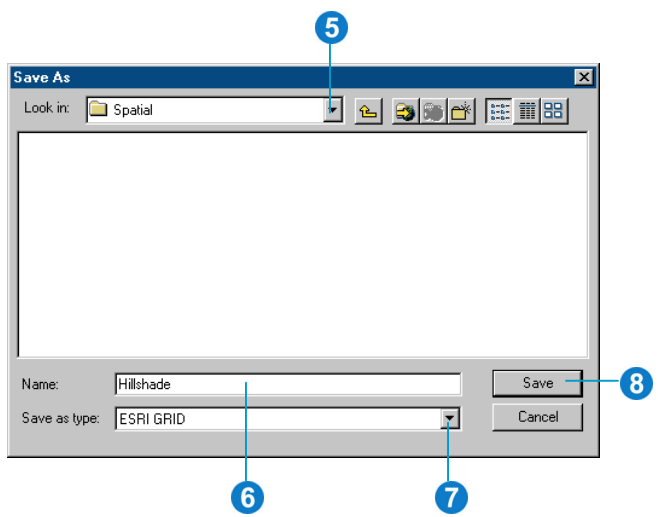
6. 在 Name 文本框中输入 Hillshade。

7. 单击 Save as type 下拉箭头并选择 ESRI GRID。

8. 单击 Save。

   注意：在安装练习数据磁盘上的 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex1\Hillshade 目录，可以找到 Hillshade 的一份拷贝。

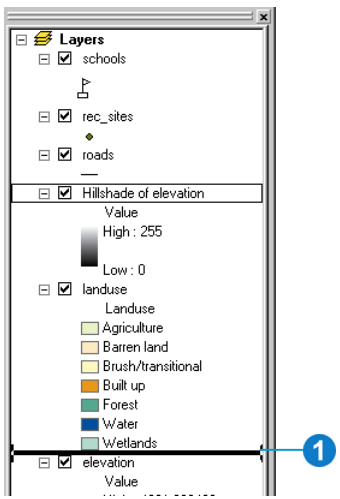




使用透明效果

现在要把 landuse 图层改成透明，这样就可以透过它看到山影图。

1. 单击内容表中的 Hillshades of elevation 图层，将它拖到 landuse 图层之下。

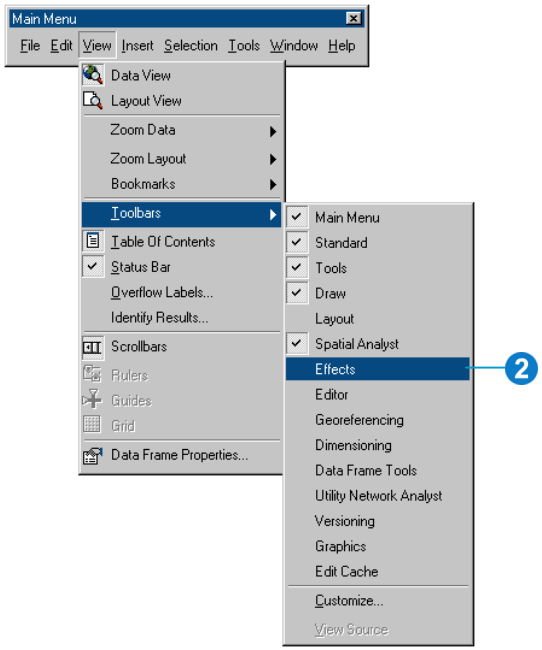


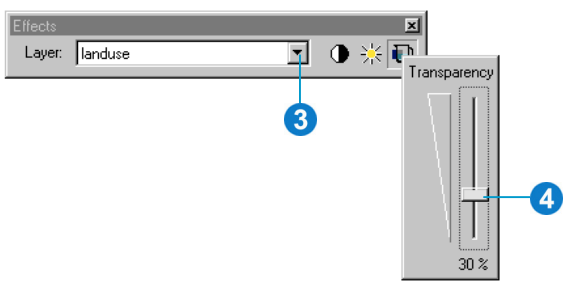
2. 单击主菜单栏的 View 菜单，指向 Toolbars，然后单击 Effects。

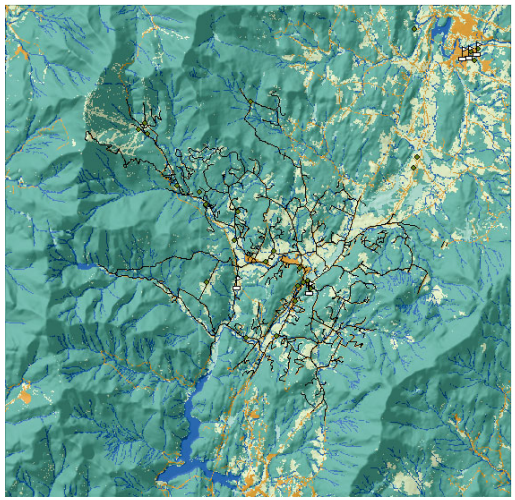
3. 单击 Layer 项下拉箭头，然后选择 landuse。

4. 单击 Adjust Transparency 按钮，拖动滚动条使透明度的值为 30%。

现在可以透过 landuse 层看到其下的 Hillshade 层，两者结合构成整个区域地形的一幅生动景像。







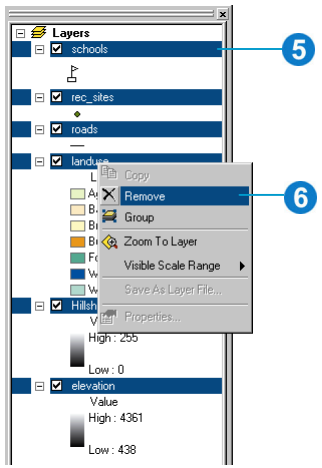
分析数据可以让用户获得一些有用的基本信息，这些信息对整个分析工作都很有帮助。例如，需要知道整个区域的不同土地利用类型，它们的分布情况，以及各类型的相对重要性，然后才能决定如何在一个适宜性模型（suitability model）中为它们分配合理的权重。同样道理，还需要知道区域地形的起伏程度如何，然后才能决定是否把坡度（slope）作为确定最低成本路径（least-cost-path）的一个影响因子。

分析了数据之后，现在就可以开始为新学校寻找适宜的位置了。

首先，需要将本练习中使用的所有图层移除。

5. 单击内容表中最上面的图层以高亮显示它。按住 Shift 键，然后单击其余的所有图层。

6. 右击内容表中的一个图层，然后单击 Remove。



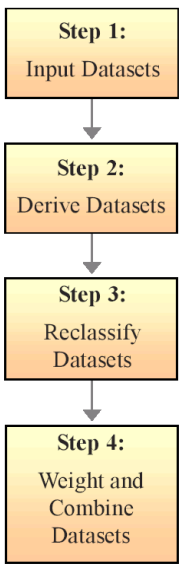
所有的图层都将从 ArcMap 的数据框中移除。

本练习为用户展示了如何显示和分析数据。在下一个练习中，将利用空间分析模块提供的函数为一所新建学校寻找一个适宜位置。可以选择继续完成下一个练习，或关闭 ArcMap 留待以后再做。现阶段不需保存地图文档。

注意：任何时候需要保存所做工作，只须单击 File 菜单，然后单击 Save As。指向设定的本地工作目录(C:\Spatial)，为地图文档指定一个文件名——Spatial_Tutorial，然后单击 Save。当下次想继续入门练习时，只需打开“Spatial_Tutorial.mxd”文档即可。在练习过程中，当需要时，会提示用户保存地图文档。

练习 2：为美国 Vermont 州 Stowe 镇的一所新学校选址

在本练习中，用户将为一所新学校寻找适宜的位置。创建这样一幅适宜性地图需要如下四个步骤：



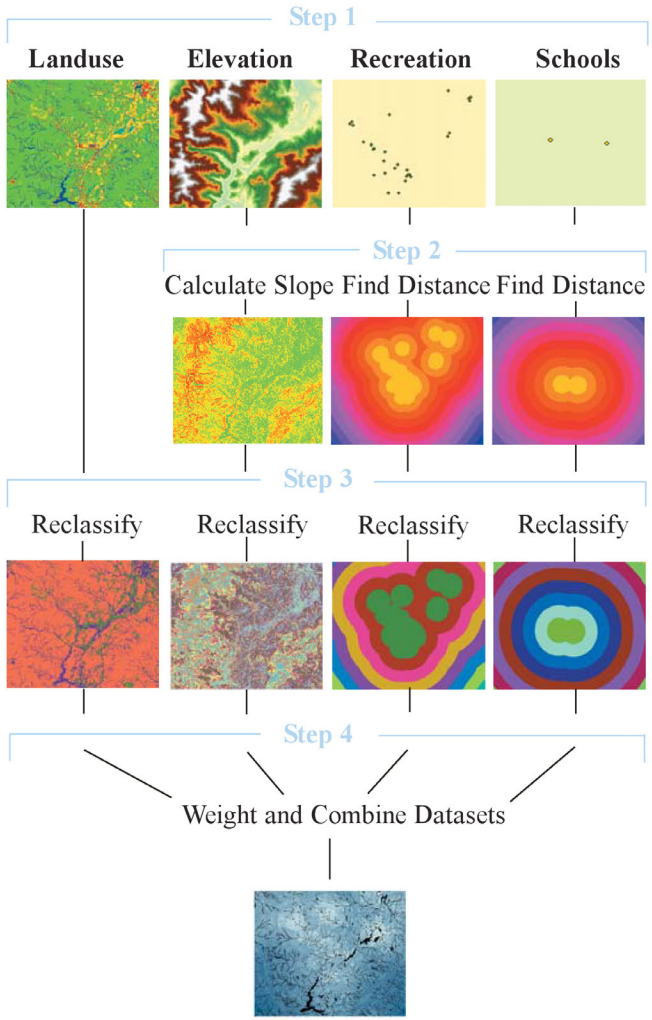
确定需要哪些数据集作为输入数据。右图显示了本练习中将使用的数据集。

派生数据集。从现有数据生成新数据以获得新信息。

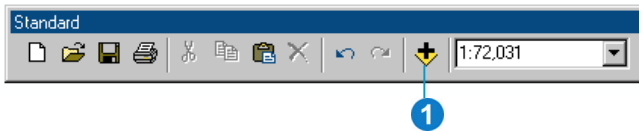
重分类各数据集。用同一等级体系（例如，1-10）对每个数据集重分类，给适宜性较高的属性赋较高的值。

赋权重给各数据集。需要的话可以给那些在适宜性模型中影响较大的数据集赋较大权重，然后合并各数据集以寻找最适宜位置。

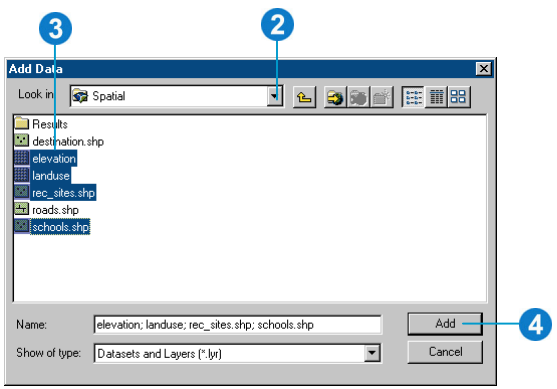
在本练习中，要输入的数据集包括：Landuse、Elevation、Recreation Sites 和 Existing Schools。用户还将创建派生数据集，包括坡度、到娱乐场地的距离以及到现有学校的距离。然后，重分类（reclassify）这些派生数据集到相同的等级范围（1-10）。然后依照这些数据集的影响比例给它们赋权重。最后合并这些数据集，创建一幅显示新学校适宜位置的地图。右边的图表显示了操作流程。



第一步：输入数据集



1. 单击标准工具条上的 Add Data 按钮。
2. 指向本地磁盘上安装练习数据的文件夹（缺省安装路径是安装练习数据的磁盘下的 ArcGIS\ArcTutor\Spatia 目录）。
3. 单击 elevation，按住 Ctrl 键并单击 landuse，rec_sites 和 schools。



4. 单击 Add 按钮。

现在每个数据集都作为一个图层添加到 ArcMap 的内容表中。

设置分析属性

就象在练习 1 中所做的那样设置分析选项。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Options。
2. 在本地磁盘上指定一个工作目录来存放分析结果。键入 c:\spatial,在 C 盘上创建一个名为 spatial 的文件夹。
3. 单击 Extent 选项卡。
4. 单击 Analysis Extent 项下拉箭头，单击 Same as Layer “landuse”。
5. 单击 Cell Size 选项卡。
6. 单击 Analysis Cell Size 项下拉箭头，单击 Same as Layer “landuse”。
7. 单击 Options 对话框上的 OK 按钮。

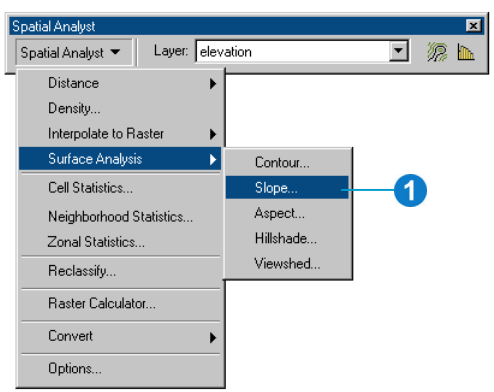
第二步：派生数据集

构建适宜性模型的下一步工作是从输入数据集派生数据，用户将派生以下数据集：

- 坡度数据集，由高程数据派生。
- 距离数据集，由娱乐场地位置数据派生。
- 距离数据集，由现有学校位置数据派生。

派生坡度数据集

由于本地区是多山地形，需要寻找相对平坦的土地来建造学校，因此需要考虑地面坡度。



1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，指向 Surface Analysis，然后单击 Slope。

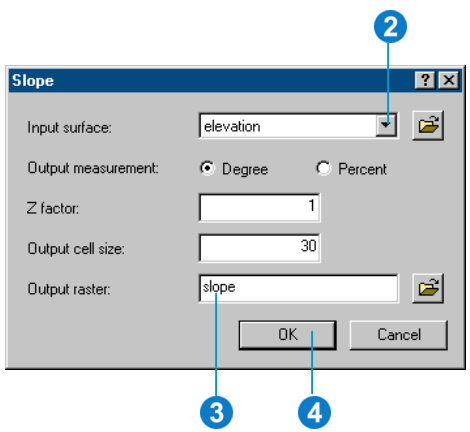
2. 单击 Input surface 项下拉箭头，然后单击 elevation。

3. 在 Output raster 项的文本框内键入 slope，把输出坡度数据集永久保存在工作目录下（c:\spatial）。

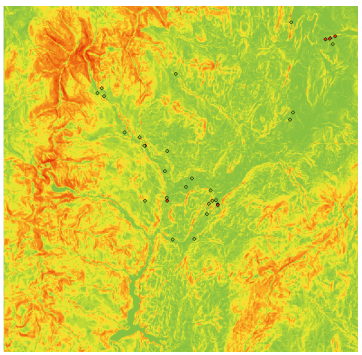
在练习 3 中还将使用这个数据集。

注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\Slope 目录下能找到 slope 数据集的一份拷贝。

4. 单击 OK。



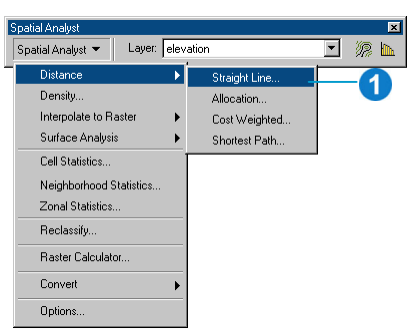
输出的 slope 数据集将作为一个新的图层添加到 ArcMap 会话中。高值（红色区域）指示较陡的坡度。



从娱乐场地数据集派生距离数据集

在本模型中，学校的位置距离娱乐设施越近越好，所以现在需要计算学校到娱乐场所的直线距离。

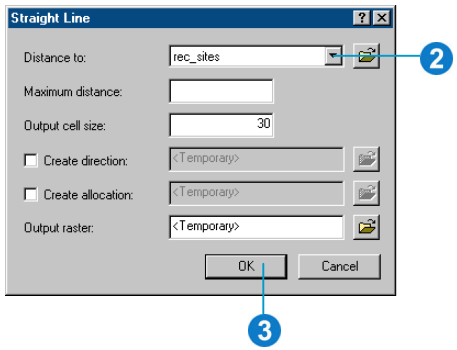
1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，指向 Distance，然后单击 Straight Line。



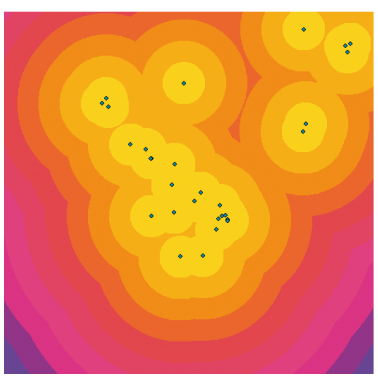
2. 单击 the Distance to 项下拉箭头，并单击 rec_sites。

   其它的选项都取缺省值。

3. 单击 OK。



输出的到娱乐场地 rec_sites 数据集的距离将作为一个新图层添加到 ArcMap 的会话中。零值表示娱乐场地的位置。距离这些值为零的位置越远，相应的输出值（距离）也越大。



注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\recD 位置，能找到这个到娱乐场地距离的数据集的拷贝。

4. 取消选中 Schools 图层旁的复选框来关闭它。这样只能在地图上看到娱乐场地的位置和到它们的距离。

从现有学校数据集派生距离数据集

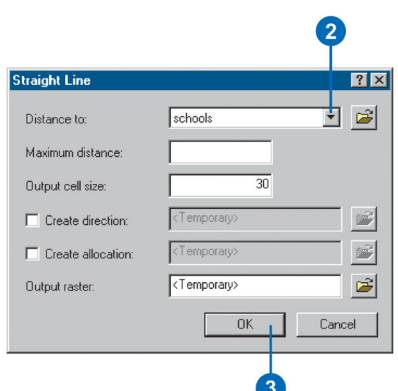
现在将派生出到现有学校距离数据集。新学校的位置应远离现有学校，因为这样可以使学校在全镇范围内的分布尽量均匀。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，指向 Distance，然后单击 Straight Line。

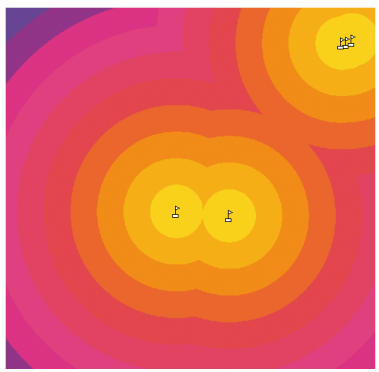
2. 单击 the Distance to 项下拉箭头，单击 Schools。

   其它的选项都取缺省值。

3. 单击 OK。



输出的到娱乐场地距离数据集将作为一个新图层被添加到 ArcMap 的会话中。



4. 选中 Schools 图层旁的复选框来重新打开它，同时取消选中 rec_sites 图层旁的复选框以关闭该图层。这样就只能在地图上看到学校的位置和到它们的距离。

注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\schD 位置，能找到这个到学校距离的数据集的拷贝。

第三步：重分类数据集

现在用户获得了为新建学校寻找最佳位置所需要的数据集。下一步将合并这些数据集来确定可能的位置到底在哪儿。

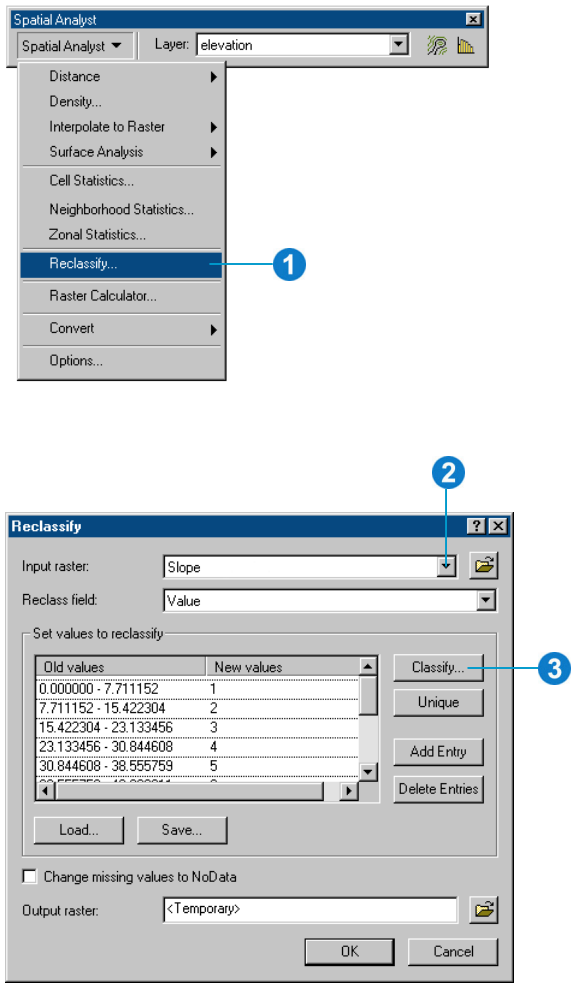
为了合并这些数据集，首先需要将它们设置到相同的等级体系。这个相同的等级体系就是在某一特定位置（每一个单元）建立新学校的适宜程度。下面将用同一个等级体系，范围从 1 到 10，对各数据集重分类，在每个数据集中，比较适宜建学校的属性类别将被赋予较高的值：

- 重分类坡度数据集
- 重分类到娱乐场地距离数据集
- 重分类到学校距离数据集
- 重分类土地利用数据集

重分类坡度数据集

新学校的位置选择在相对平坦的地区较为有利。用户将重分类坡度数据集，对最适宜的坡度（坡度值最小的单元）赋值 10，对最不适宜的坡度（坡度值最大的单元）赋值 1。

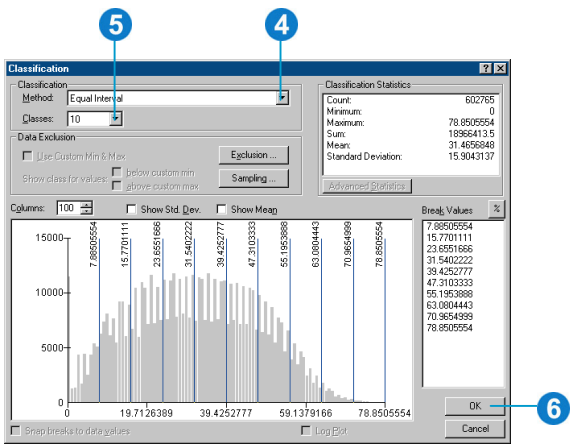
1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 Slope。
3. 单击 Classify 按钮。



4. 单击 Method 项下拉箭头，单击 Equal Interval。

5. 单击 Classes 项下拉箭头，单击 10。

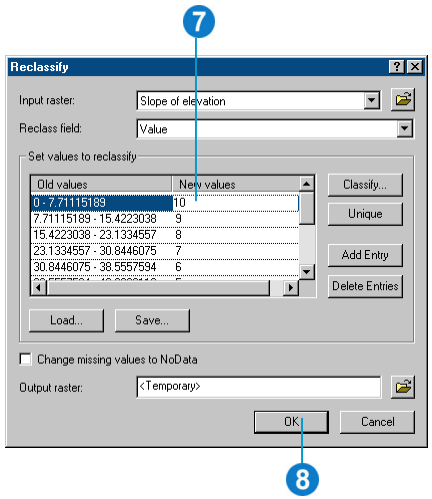
6. 单击 OK。



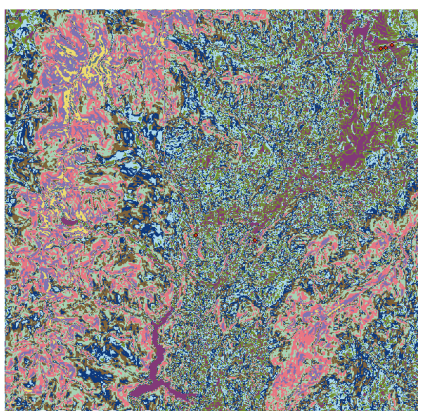
因为较陡的坡度建学校的适宜性也较差，因此要对 Slope 图层重分类，给较陡的坡度赋较小的值。

7. 在 Reclassify 对话框中单击第一个新值记录，并把它的值改为 10。给下一个新值记录赋值 9，再下一个赋值 8，依此类推。空值（NoData）则仍赋空值。

8. 单击 OK。



输出的重分类后的 slope 数据集将作为一个新的图层被添加到 ArcMap 会话中。图上的高值区域（低坡度值单元）比低值区域（高坡度值单元）有更好的适宜性。

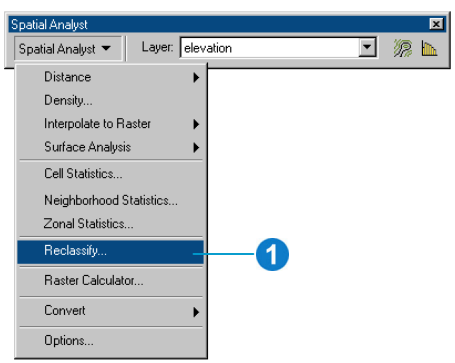


注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\slopeR 位置，能找到这个经过重分类的 slope 数据集的拷贝。

重分类到娱乐场地距离数据集

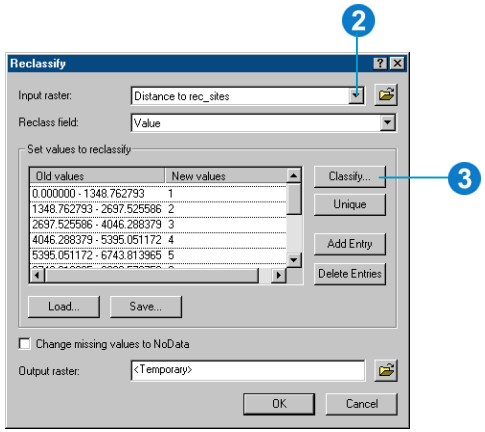
学校应当位于靠近娱乐设施的地区。用户将重分类到娱乐场地距离数据集，给距离娱乐场地最近的位置（也是适宜性最高的位置）赋值 10，给距离娱乐场地最远的位置（也是适宜性最低的位置）赋值 1，按照此规则给两者之间的位置分级赋值。通过这一步骤，就能很容易地找出哪些位置距离娱乐场地较近而哪些位置距离较远。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Reclassify。



2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 Distance to rec_sites。

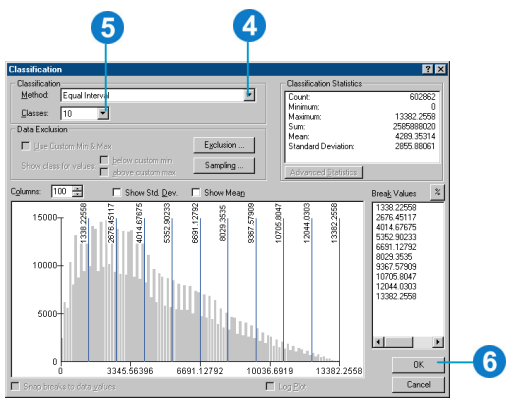
3. 单击 Classify 按钮。



4. 单击 Method 项下拉箭头，单击 Equal Interval。

5. 单击 Classes 项下拉箭头，单击 10。

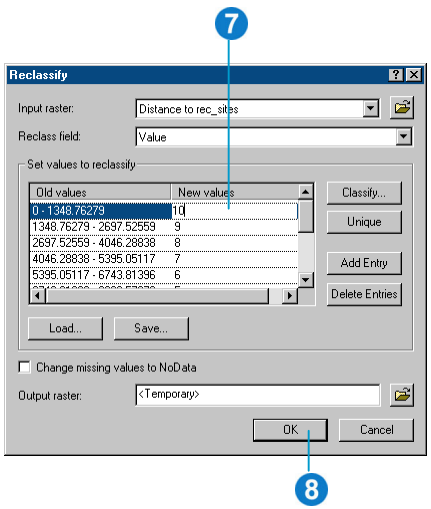
6. 单击 OK。



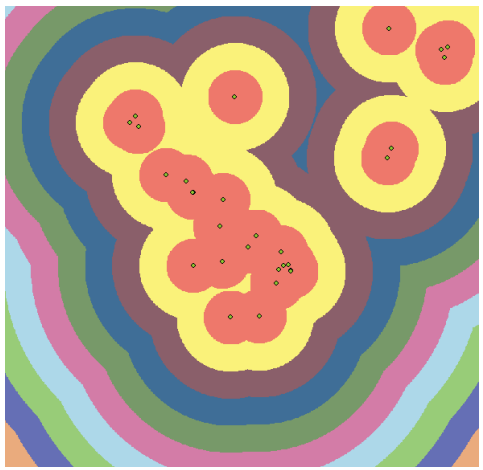
用户希望把新学校建在靠近娱乐场所的位置，所以需要给距离娱乐设施较近的位置赋较高的值，因为它们的适宜性最高。

7. 就象在重分类 Slope 数据集时所做的那样，单击重分类对话框中第一个新值记录，把它的值变为 10。给下一个新值记录赋值 9，再给下一个赋值 8，依此类推。空值（NoData）则仍赋空值。

8. 单击 OK。



输出的经过重分类的到娱乐场地距离数据集将作为一个新的图层添加到 ArcMap 会话中。它显示了建新学校的比较适宜的位置，图上值越高的位置适宜性越高。

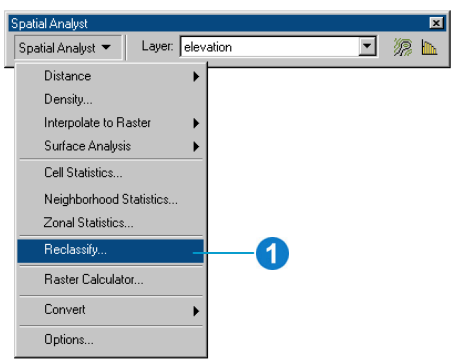


注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\recR 位置，能找到这个经过重分类的到娱乐场地距离数据集的拷贝。

重分类到现有学校距离数据集

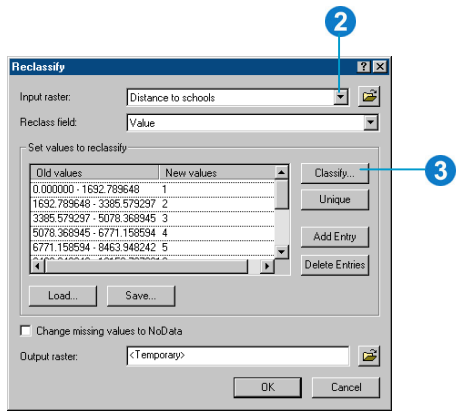
为了避免新学校的辐射区与现有学校的辐射区重叠，把新学校建在远离现有学校的位置是十分必要的。用户将重分类到现有学校距离数据集，给距离现有学校最远的位置（也是适宜性最高的位置）赋值 10，给距离现有学校最近的位置（也是适宜性最低的位置）赋值 1，按照此规则给两者之间的位置分级赋值。通过这一步骤，就能很容易地找出哪些地区距离现有学校较近而哪些地区距离较远。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Reclassify。



2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 Distance to schools。

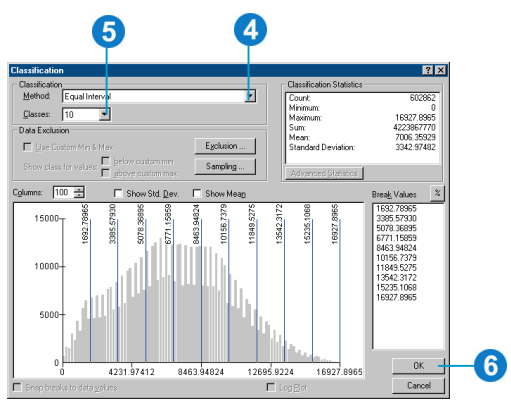
3. 单击 Classify 按钮。



4. 单击 Method 项下拉箭头，单击 Equal Interval。

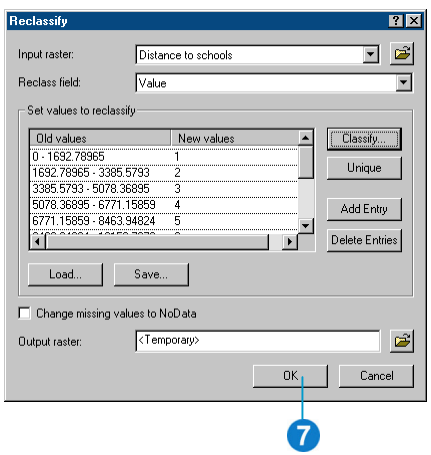
5. 单击 Classes 项下拉箭头，单击 10。

6. 单击 OK。



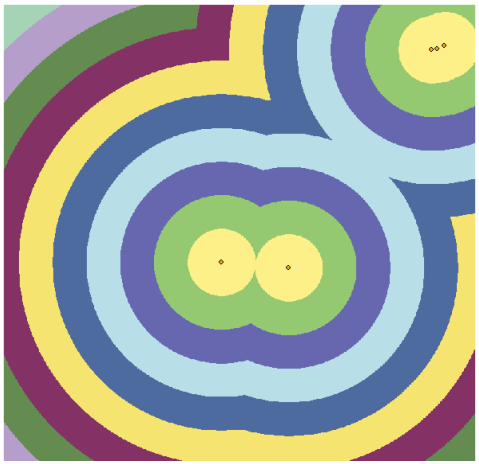
用户希望把新学校建在远离现有学校的位置，所以需要给距离现有学校较远的位置赋较高的值，因为它们的适宜性最高。

由于缺省情况是把较高的新值（有较高适宜性）赋给在重分类前就具有较高值的单元（那些离现有学校较远的位置），这一次就不需要做任何改动了。



7. 单击 OK。

输出的经过重分类的到现有学校距离数据集将作为一个新的图层添加到 ArcMap 会话中。它显示了建新学校的较为适宜的位置，图上值越高的位置适宜性越高。



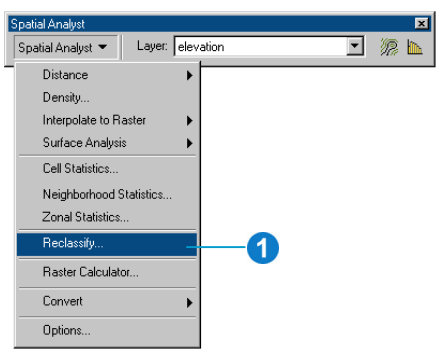
注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\schR 位置，能找到这个经过重分类的到现有学校距离数据集的拷贝。

重分类土地利用类型数据集

考虑到在不同土地利用类型的土地上建设学校的费用不同，在一次城镇规划者会议上决定，在为新学校选址时，某些土地利用类型的土地比其它类型的土地更有优势。

现在用户需要重分类土地利用类型数据集，较低的值表示该特定土地利用类型较不适宜建设新学校。土地利用类型为水体和湿地的单元将被赋空值（NoData），因为无法在上面建设学校，所以应当剔除这些单元。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Reclassify。



2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 landuse。

3. 单击 Reclass field 项下拉箭头，单击 Landuse。

4. 在 New values 列中为各土地利用类型输入如下对应值：

   Agriculture—10　　Build up—3

   Barren land—6　　Forest—4

   Brush/Transitional—5

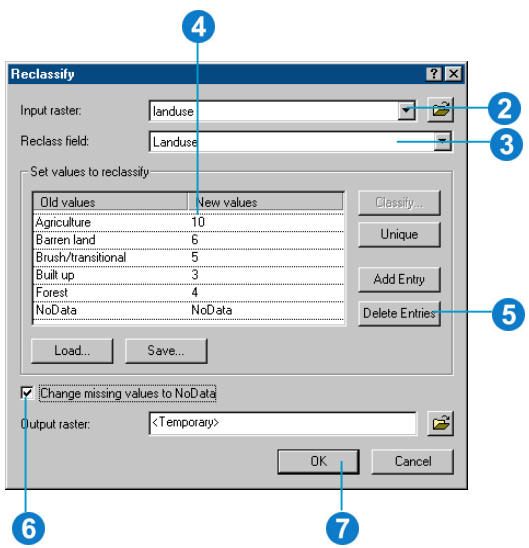
   现在可以移除土地利用类型为 Water 和 Wetland 的属性，然后把它们改为空值（NoData）。

5. 单击值为 Water 的行，按下 Shift 键，单击 Wetlands 行，然后单击 Delete Entries 按钮。

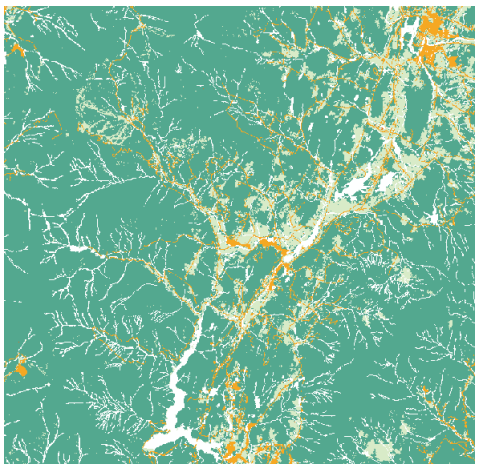
6. 选中 Change missing values to NoData 复选框。

   所有类型为 Water 和 Wetlands 的值都被改为 NoData。

7. 单击 OK。



输出的经过重分类的土地利用类型数据集将作为一个新图层添加到 ArcMap 会话中。它显示了那些比其它土地利用类型更适宜建设新学校的土地利用类型的位置——图上值越高的位置适宜性越高。

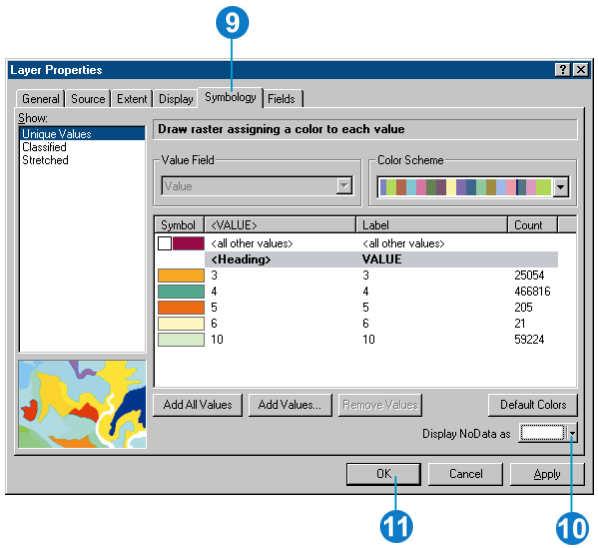


8. 右击内容表中的 Reclass of landuse 图层，单击 Properties。

9. 单击 Symbology 选项卡。

10. 单击Display NoData as 项下拉箭头，然后单击Arctic White，用这种颜色来显示空值单元——水体和湿地（Water 和 Wetlands）。

11. 单击 OK。



注意： 在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\landuseR 位置，能找到这个经过重分类的土地利用类型数据集的拷贝。

第四步：赋权重并合并各数据集

重分类之后，各个数据集都统一到相同的等级体系之内，而且每个数据集中那些被认为具有较高适宜性的属性都被赋予较高的值。现在就可以将各数据集合并以找到最适宜的位置。

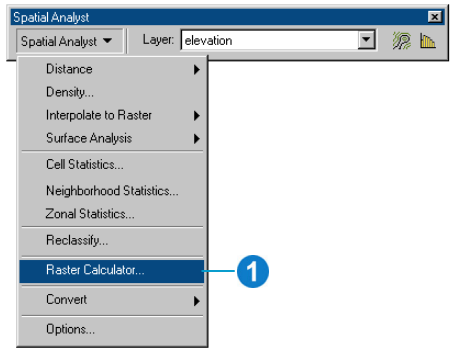
如果所有的数据集具有同等重要性，现在只需简单地对它们进行合并就可以了。然而现在用户被告知，把新学校建在靠近娱乐设施和远离其它现有学校的位置这两点更为重要，所以要为各数据集赋权重，为每个数据集设定影响百分率。百分率越高，该数据集在适宜性模型中的影响力越大。

用户将给各图层分配如下一些影响百分率：

（每一百分率都是用 100 对它们的值进行整除后得到的标准化结果。）

Reclass of Distance to rec_sites：	0.5	（50%）
Reclass of Distance to schools：	0.25	（25%）
Reclass of landuse：	0.125	（12.5%）
Reclass of slope：	0.125	（12.5%）

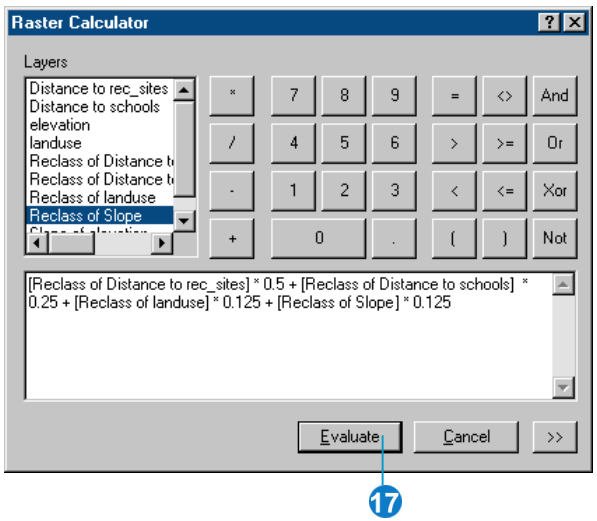
1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，单击 Raster Calculator。
2. 双击图层列表中的 Reclass of Distance to rec_sites 以把它添加到表达式输入框。
3. 单击乘号按钮。



4. 单击输入 0.5。
5. 单击加号按钮。
6. 双击 Reclass of Distance to schools 图层。
7. 单击乘号按钮。
8. 单击输入 0.25。
9. 单击加号按钮。
10. 双击 Reclass of landuse 图层。
11. 单击乘号按钮。
12. 单击输入 0.125。
13. 单击加号按钮。
14. 双击 Reclass of slope 图层。
15. 单击乘号按钮。

16. 单击输入 0.125。

17. 单击Evaluate按钮，进行数据集权重分配及合并运算。



按照在适宜性模型中设定的标准进行运算后，输出的栅格数据集显示了在各个位置上建立新学校的适宜性，图中值比较高的单元所在的位置，其适宜性也比较高。

用户将发现适宜的位置都是符合以下条件的一些地区：靠近娱乐场所，远离现有学校，地形相对平坦并且属于某种特定的土地利用类型。到现有学校的距离（Distance to schools）和到娱乐场地距离（Distance to rec_sites）两个因子由于有较高权重，因而在决定哪些是较适宜的位置时，它们的影响力也较强。

18. 在内容表中右击新创建的栅格图层，单击 Properties。

19. 单击 Symbology 选项卡。

20. 在 Show 列表中单击 Classified。

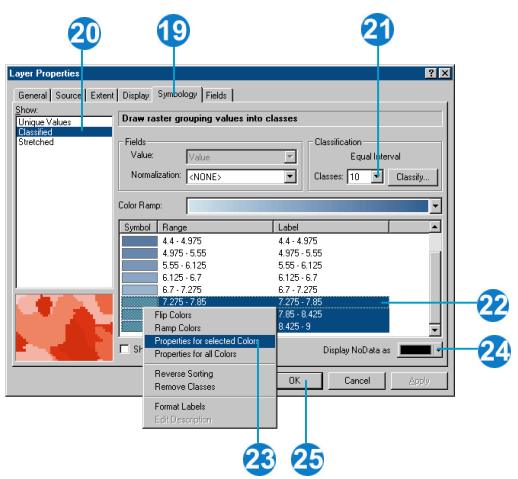
21. 单击 Classes 项下拉箭头，然后单击 10。

22. 在类别列表中滚动到最后三个类，单击其中一个类，按下 Shift 键并单击其余两个。

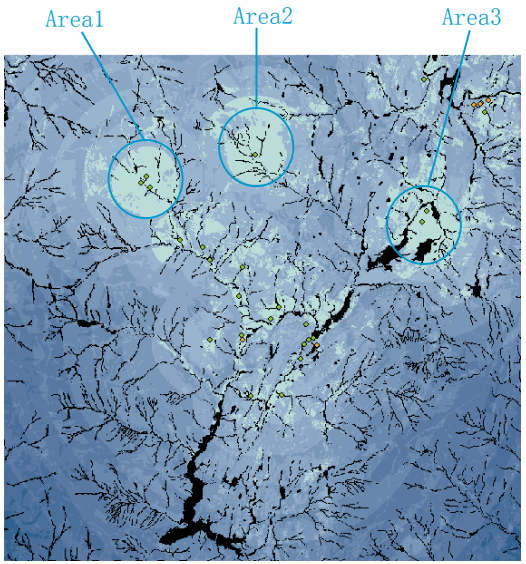
23. 右击高亮显示的类，在弹出菜单中单击 Properties for selected Colors，然后单击一种明亮的颜色。

24. 单击 Display NoData as 项下拉箭头，单击黑色。现在空值（NoData）单元——水体和湿地将显示成黑色。

25. 单击 OK。



可以判定主要有三个地区适宜建学校，它们的位置见下图标注。



现在需要评估这三处位置来决定哪一个是最好的。这需要通过对这三个地区分别进行实地考察并结合手头现有的各地区的数据综合比较才能完成。

26. 右击内容表中的输出图层，然后单击 Make Permanent。

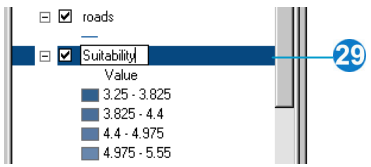
27. 指向本地磁盘上设置为工作目录（c:\spatial）的文件夹。

28. 键入 Suitability，然后单击 Save。

现在创建的临时数据集将永久保存在硬盘上了。

注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\Suitability 位置，能够找到这个 Suitability 数据集的拷贝。

29. 慢速点击输出数据集两次，将其重命名为 Suitability。



最后确定新学校的最佳位置应位于第一个地区，因为其附近有三处娱乐场所，其中之一为一处滑雪胜地。同时，用户还知道虽然现在通往该地区的道路上的交通流量相当大，然而用户正在参与一项修建一条通往该地的新公路的规划，新公路的建成将有助于减少目前道路上的交通流量。

30. 单击内容表中的 Schools 图层，按下 Ctrl 键，然后单击除 Suitability 外的所有其它图层（借助滚动条移动到内容表的底部）。

31. 右击任一高亮显示的图层，然后单击 Remove。

现在已经完成了练习 2，用户可以选择继续开始练习 3 或者停下来留待以后继续。不论做何选择，此时用户应当保存地图文档。单击 File 菜单，然后单击 Save As。指向设置的本地工作目录（c:\spatial），为地图文档指定一个文件名——Spatial_Tutorial，然后单击 Save。

练习 3：寻找通往新学校位置的替代道路

在这个练习中，用户将为一条新公路寻找最佳路径。为了创建最佳路径，要遵循下面列出的步骤。右边用图表的形式给出了在本练习中要采取的步骤。

第一步：创建源和成本数据集

创建源数据集（source dataset），本练习中的源就是学校的位置。

创建成本数据集（cost dataset），首先确定需要哪些数据集，然后用同一等级体系对这些数据集重分类，赋权重，最后合并这些数据集。

第二步：执行成本加权距离函数

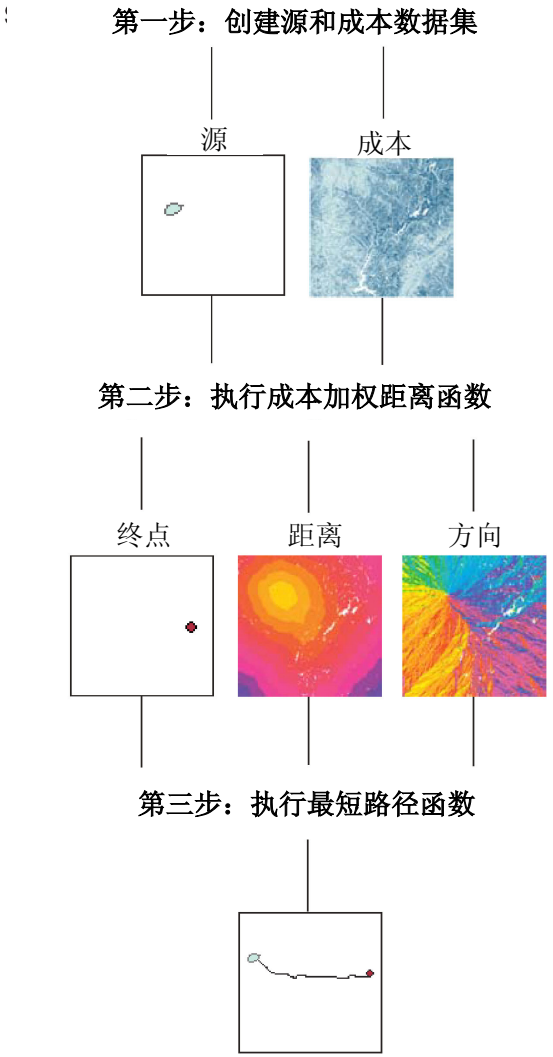
执行成本加权距离函数，需要使用源数据集和成本数据集作为输入。该函数创建的距离数据是一个栅格数据集。这个栅格数据集中每一个单元的值是从该单元到源的累计通行成本。

第三步：执行最短路径函数

为了找到最短路径，需要一个方向数据集以获得从每个单元到源（在本练习中，源就是学校的位置）的最低成本路径的方向栅格。方向数据集可以作为一个附加数据集由成本加权函数创建。

必要时建立终点数据集。在本练习中，终点是一个公路交汇点。

执行最短路径函数需要使用距离数据集和方向数据集，两者均由成本加权函数创建。



第一步：创建源和成本数据集

要找到一条通往学校位置的最佳路径，首先你需要从适宜性地图创建源数据集(学校位置)，还需要一个成本数据集，把它们作为成本加权函数的输入。

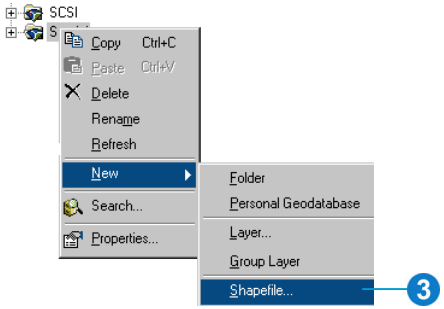
创建源数据集

如果想知道如何创建源数据集，请按照下面的 29 个步骤进行操作。另一可选择的方式是，单击 Add Data 按钮，指向安装练习数据的位置（ArcGIS\ArcTutor\Spatial），单击 Roads 数据集然后单击 Add。再一次单击 Add Data 按钮，指向 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex3 。单击 School_site 数据集然后单击 Add。这样就跳过下面的 29 个步骤的操作，直接获得了学校位置数据集。

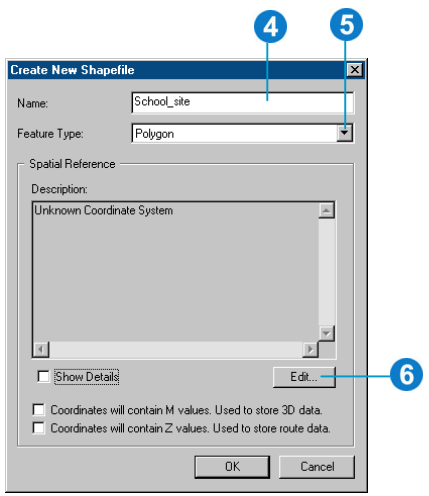
首先在 ArcCatalog™ 中创建一个空的 Shape 文件，然后在 ArcMap 中使用编辑工具将学校的位置数字化。

1. 单击标准工具条上的 ArcCatalog 按钮。
2. 在 ArCatalog 目录树上指向创建的本地磁盘上的工作目录（c:\spatial）文件夹。
3. 右击 Spatial 文件夹，指向 New，然后单击 Shapefile。

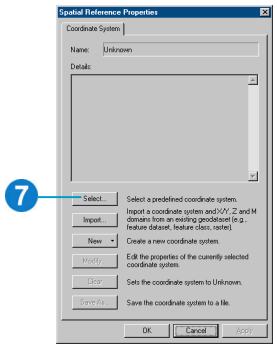




4. 输入 School_site 作为新的 Shape 文件的文件名。
5. 单击 Feature Type 项下拉箭头并单击 Polygon 作为将要生成的要素类型。
6. 单击 Edit 按钮为 shape 文件添加空间参考信息。

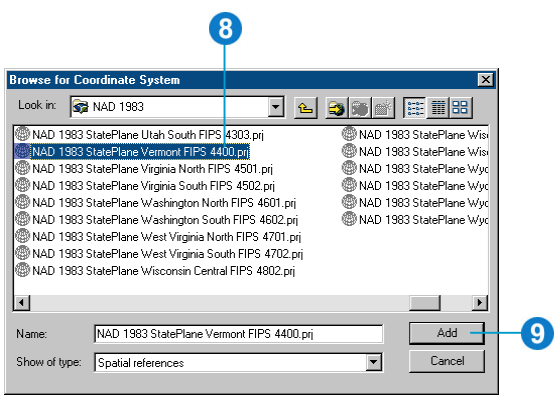


7. 单击 Select 按钮来使用一个预定义的坐标系统。



8. 单击 Projected Coordinate Systems（投影坐标系统）文件夹，单击 State Plane，然后单击 NAD 1983 并滚动到 NAD 1983 StatePlane Vermont FIPS 4400.prj 文件，单击它。

9. 单击 Add。



10. 单击 Spatial Reference Properties（空间参考属性）对话框上的 OK 按钮。

11. 单击 Create New Shapefile（创建新 Shape 文件）对话框上的 OK 按钮。

    一个名为 School_site 的新 Shape 文件将被创建并添加到 ArcCatalog 的目录树中。

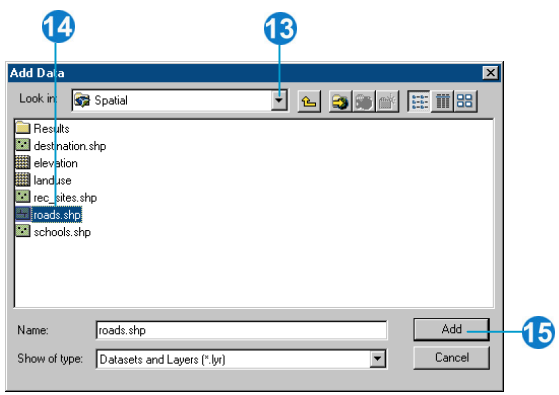
12. 单击 File 菜单，单击 Exit 关闭 ArcCatalog，返回到 ArcMap。

13. 单击 Add Data 按钮并指向本地磁盘上安装练习数据的文件夹(缺省安装路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial)。

14. 单击 roads.shp 文件。

15. 单击 Add。

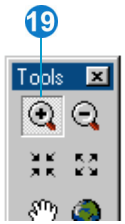
16. 再一次单击 Add Data 按钮，指向本地磁盘上安装工作目录的文件夹（c:\spatial)。

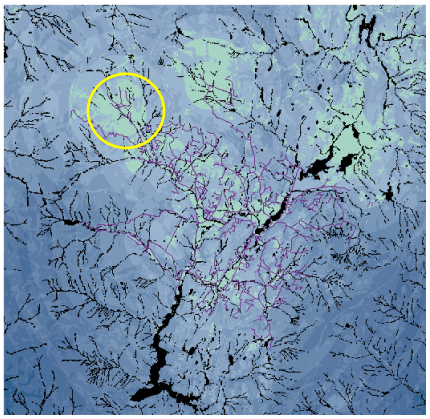


17. 单击 School_site 文件。

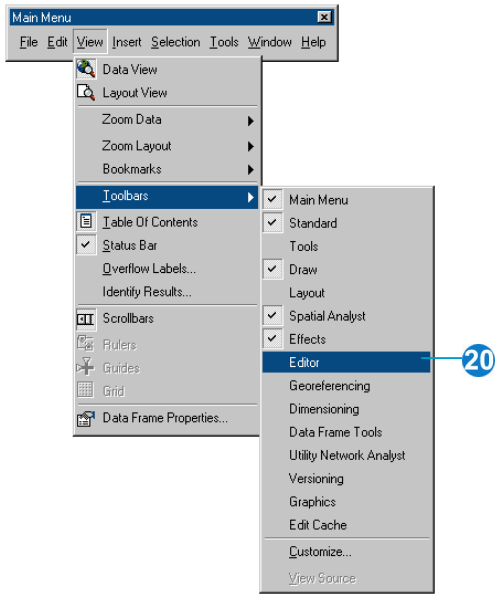
18. 单击 Add。

19. 单击 Tools 工具条中的 Zoom In（放大）工具，放大你认为是最适宜的地区（下图中用黄线圈起来的地区）。

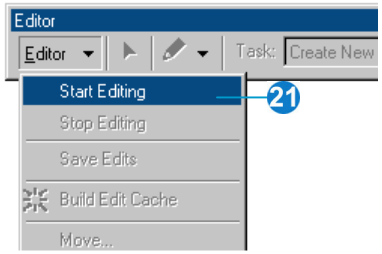




20. 单击 View 菜单，指向 Toolbars，然后单击 Editor。



21. 单击 Editor 工具条下拉箭头，并单击 Start Editing。



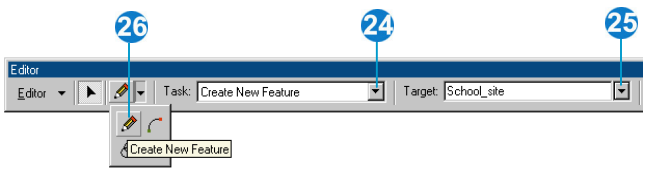
22. 单击 c:\spatial(或其它任何指定为工作目录的位置)作为编辑数据的文件夹。

23. 单击 OK。

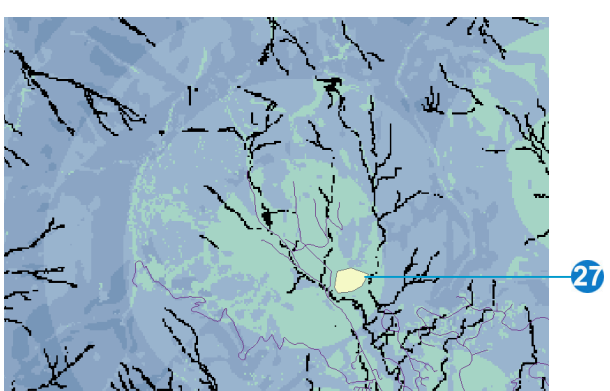
24. 单击 Task 项下拉箭头，单击 Create New Feature。

25. 单击 Target 项下拉箭头，单击 School_site。

26. 单击 Create New Feature 项下拉箭头,单击 Create New Feature 按钮。



27. 现在将按照下图中显示的位置在屏幕上画一个多边形。按下鼠标左键添加一个多边形顶点，拖动光标到合适位置后单击添加另一个多边形顶点，重复这个过程直到完成整个多边形，双击使整个多边形闭合。



28. 单击 Editor 工具条下拉箭头，单击 Stop Editing。

29. 在弹出的对话框中单击 Yes，保存编辑。

注意：在 ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex3\source.shp 位置，能找到这个名为 school_site 数据集的一个拷贝。

创建成本数据集

现在将创建一个在整个地区通行的成本数据集。成本计算基于这样一些常识，即穿越陡坡地区的公路成本比在平地上的高，建在某些土地利用类型上的公路成本比在其它一些土地利用类型上的高。

1. 右击 Suitability 图层，然后单击 Remove。

2. 单击 Add Data 按钮，指向本地磁盘上安装工作目录（c:\spatail）的文件夹。

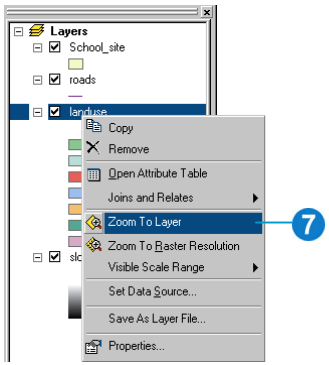
3. 单击 slope（在练习 2 中创建的数据集）。

4. 单击 Add。

5. 再一次单击 Add Data 按钮，指向本地磁盘上安装练习数据的文件夹（缺省路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial）。

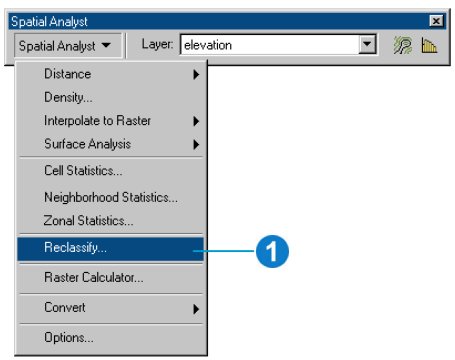
6. 单击 landuse 数据集并单击 Add。

1. 右击 landuse 数据集，单击 Zoom To Layer。



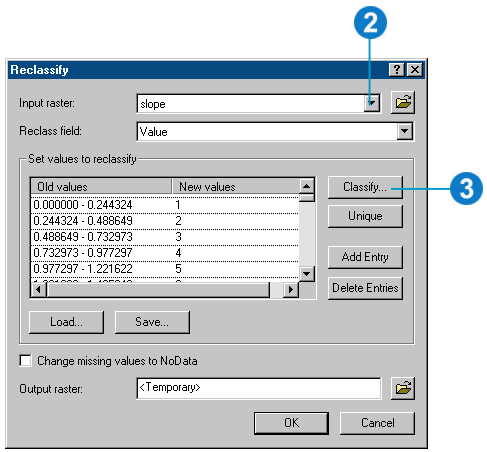
重分类坡度数据集

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，然后单击 Reclassify。



2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 Slope。

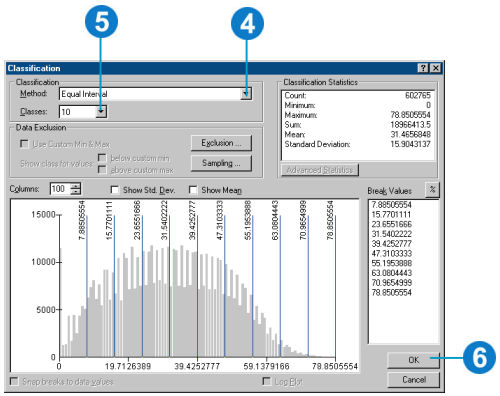
3. 单击 Classify 按钮。



4. 单击 Method 项下拉箭头，单击 Equal Interval。

5. 单击 Classes 项下拉箭头，单击 10。

6. 单击 OK。

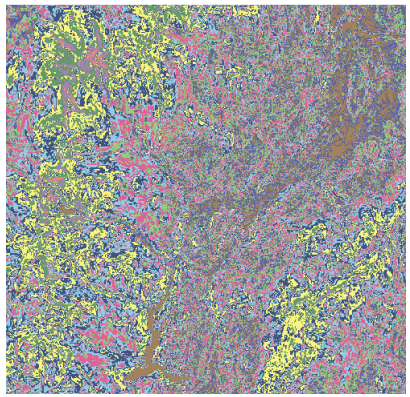


用户希望在建设公路时避开有陡坡的地区，所以在成本数据集中将给陡坡单元赋较高值。

由于缺省情况就是把较高值赋给坡度较陡的单元，因此无需改动缺省值。

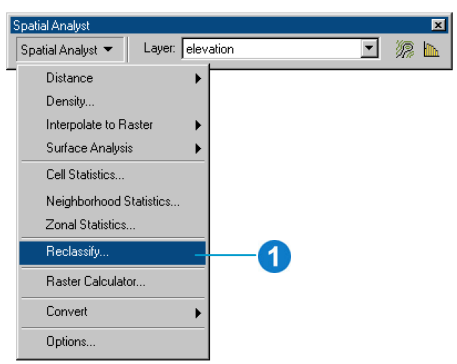
7. 单击 Reclassify 对话框上的 OK 按钮。

重分类坡度数据集作为一个图层将自动添加到内容表中。它显示了哪些地区建公路的成本较高（图上的高值地区意味着更高的成本，因此应避开它们）。



重分类土地利用数据集

1. 单击 Spatial Analyst 工具条的下拉箭头，然后单击 Reclassify（重分类）。



2. 单击 Input raster 项下拉箭头，单击 landuse 数据集。

3. 单击 Reclass field 项下拉箭头，单击 Landuse。

4. 单击 New values 列第一项，编辑它的值。给各土地利用类型输入如下新值：

   Agriculture—4　　Build up—9

   Barren land—6　　Forest—8

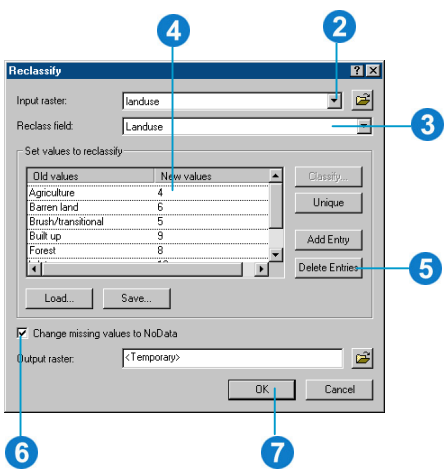
   Brush/Transitional—5　　Water—10

   较高值意味着较高的建路成本。

5. 单击 Wetlands 行，然后单击 Delete Entries 按钮。

6. 选中 Change missing values to NoData 复选框。

7. 单击 OK。



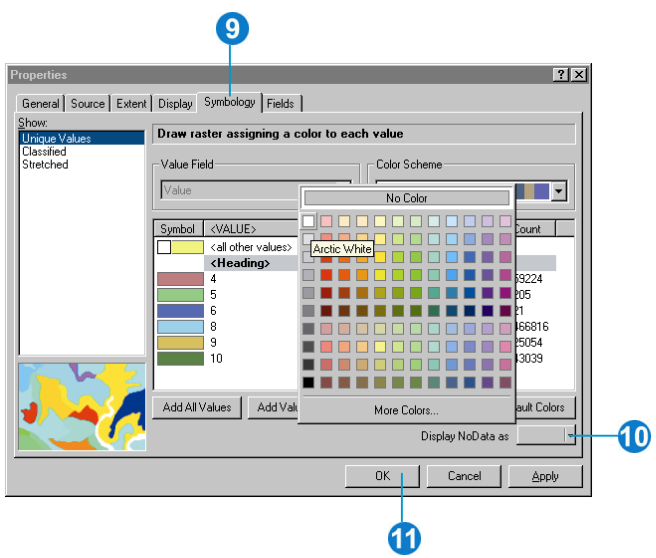
重分类的 landuse 数据集将作为一个新的图层自动添加到内容表中。它显示了比其它土地利用类型建路成本更高的土地利用类型的位置。图上 NoData（湿地）区域现在为透明显示，所以你可以看到其下的图层，下面将把它们改为白色。

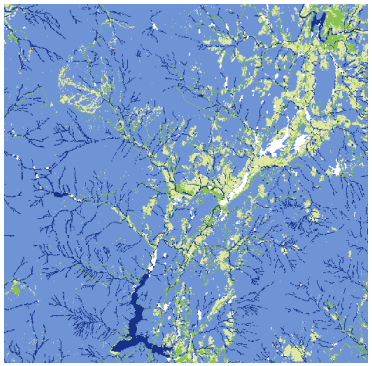
8. 右击内容表中的 Reclass of landuse 图层，在弹出菜单上单击 Properties。

9. 单击 Symbology 选项卡。

10. 单击 Display NoData as 项下拉箭头，然后单击 Arctic White。

11. 单击 OK。

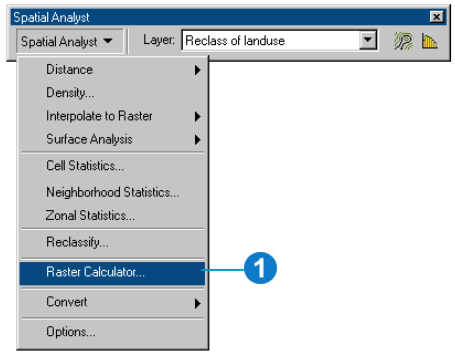


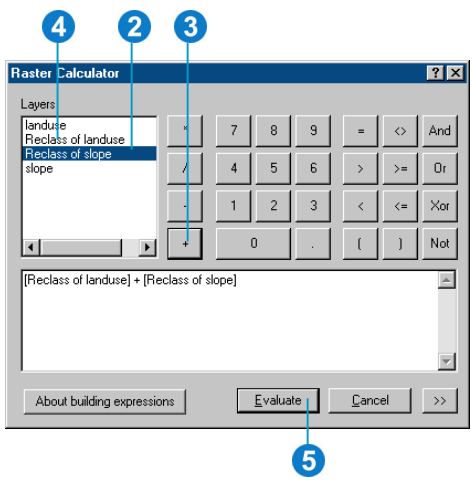


合并各数据集

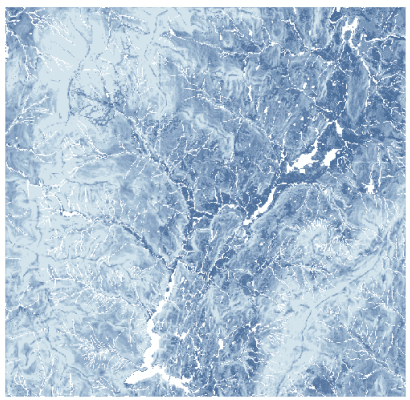
现在，合并重分类之后的坡度数据集和土地利用数据集来产生一个成本数据集，以显示在整个区域上各个位置建设公路的成本大小。计算成本的模型主要考虑当地的坡度和土地利用类型。在这个模型中，每个数据集具有相同的重要性，因此就不必像在上个练习中为学校寻找适宜位置时所作的那样，还要进行权重分配。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条的下拉箭头，单击 Raster Calculator。
2. 双击图层列表中的 Reclass of landuse 图层，把它添加到运算表达式输入框。
3. 单击加号按钮。
4. 双击图层列表中的 Reclass of slope 图层把它添加到运算表达式输入框。
5. 单击 Evaluate 按钮。





输出结果数据集现在被添加到你的 ArcMap 会话中。数据集中低值的那些位置就是建设公路成本最低的地区。在下图中它们被显示成深蓝色。



6. 单击内容表中的输出结果数据集，高亮显示它，再单击一次，将数据集重命名为 Cost。

   下面把内容表中除 Cost，School_site 和 Roads 之外的其它图层全部移除。

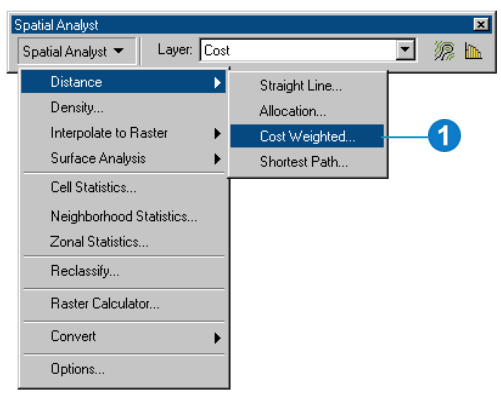
7. 单击 Reclass of landuse 图层，按下 Ctrl 键，单击 Reclass of slope 和 landuse 图层。

8. 右击上一步选中的任一图层，单击 Remove。

第二步：执行成本加权距离函数

现在把 School_site 图层（源数据集）和刚创建的 Cost 数据集作为源执行成本加权距离函数。这个函数执行输出的结果是一个距离（Distance）数据集和一个方向（Direction）数据集。距离数据集中的每个单元的值代表从该单元通行到学校位置的累积最低成本。方向数据集则给出了从每个单元到源的最低成本路径的方向。关于这个概念性过程的详细解释，请参阅本书第七章“空间分析”。

1. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，指向 Distance，然后单击 Cost Weighted。

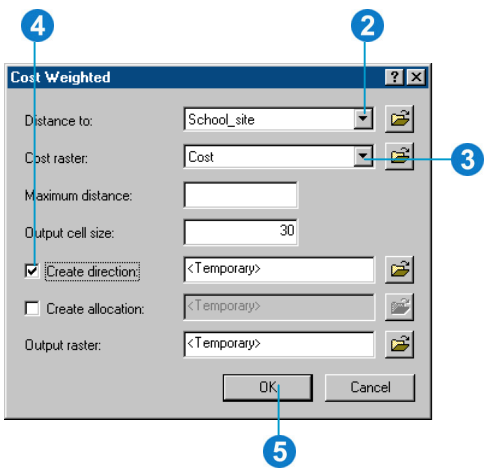


2. 单击 Distance to 项下拉箭头，单击 School_site 数据集。

3. 单击 Cost raster 项下拉箭头，单击 Cost 数据集。

4. 选中 Create direction 复选框。

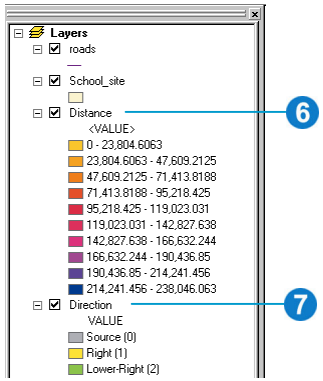
5. 单击 OK。



输出的距离和方向数据集已经作为图层自动添加到 ArcMap 会话中。

6. 单击内容表中的 output Distance 图层，重复单击一次，改名为 Distance。

7. 单击内容表中的 output Direction 图层，重复单击一次，改名为 Direction。



第三步：执行最短路径函数

现在已经为寻找通往学校位置的最短路径做好大部分准备工作。通过执行成本加权距离函数，创建了以学校位置为源的距离数据集和方向数据集。然而还需要确定终点的位置，并创建这个终点数据集。通过前面的练习，用户已经学会如何创建 shape 文件，所以这里可以直接使用练习数据中为用户准备好的终点 shape 文件。

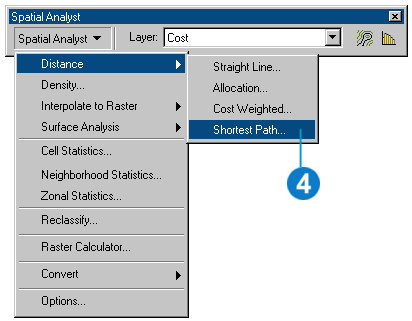
1. 单击 Add Data 按钮。

2. 指向本地磁盘上安装练习数据的文件夹（缺省安装路径是 ArcGIS\ArcTutor\Spatial）。

3. 单击 Destination 文件，然后单击 Add 按钮。

把新公路终点放在 Destination shape 文件所确定的位置，能使现有公路上的交通流量显著减少，同时也为通往该地区的校园巴士和其它车辆提供了一条“备用通道”。

4. 单击 Spatial Analyst 工具条下拉箭头，指向 Distance，然后单击 Shortest Path。



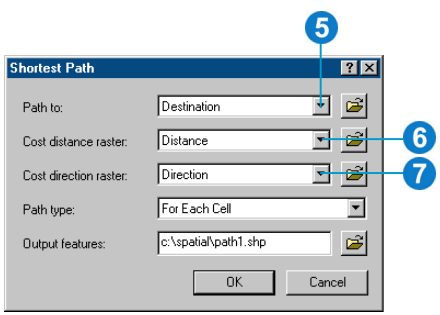
5. 单击 Path to 项下拉箭头，单击 Destination 数据集。

6. 单击 Cost distance raster 项下拉箭头，单击 Distance 数据集。

7. 单击 Cost direction raster 项下拉箭头，单击 Direction 数据集。

   其它选项采用缺省设置。

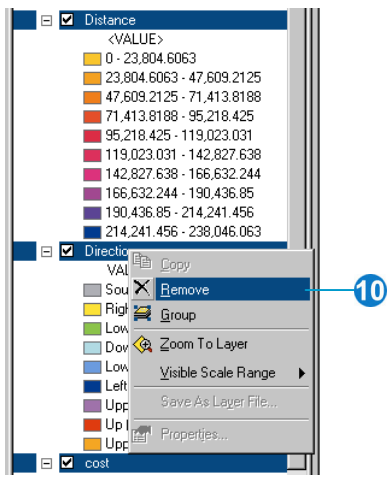
8. 单击 OK。



现在最短路径已经计算出来，结果图层也自动添加到 ArcMap 会话中。这个最短路径就是从学校到公路交汇点的最低成本路径（最低成本意味着避开了陡坡并且通过那些具有被认为是建路成本最低的土地利用类型的地区）。

9. 单击内容表中的 Distance 图层，按下 Ctrl 键并单击 Direction 和 Cost 图层。

10. 右击 Cost 图层，单击 Remove，移除这三个图层。



显示分析结果

为了更精确地显示这条待建公路的位置，现在要制作一幅更加详细的地图。

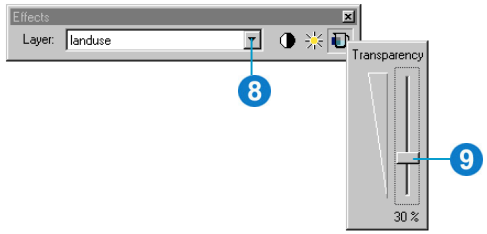
添加数据集

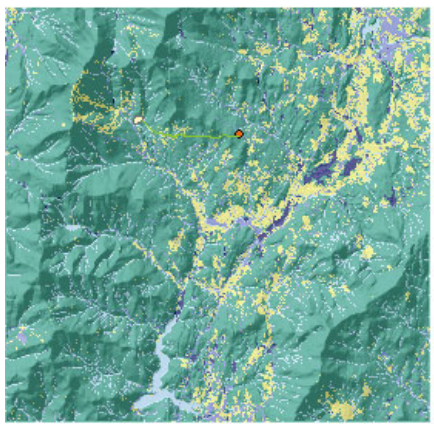
1. 单击标准工具条上的 Add Data 按钮。
2. 指向本地磁盘设定为工作目录的文件夹 c:\spatial。
3. 单击 Hillshade 数据集，单击 Add 按钮。

   注意：在安装练习数据的磁盘上的“ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex1\Hillshade”目录下能找到 Hillshade 数据集的一份拷贝。
4. 单击标准工具条上的 Add Data 按钮。
5. 指向本地磁盘上安装练习数据的文件夹（缺省安装路径为 ArcGIS\ArcTutor\Spatial）。
6. 单击 landuse 数据集，单击 Add 按钮。

使用透明效果

7. 如果 Effects 工具条不可见，单击主菜单栏上的 View 菜单，指向 Toolbars，然后单击 Effects。
8. 单击 Effects 工具条中的 Layer 下拉箭头，单击 landuse 图层。
9. 单击 Adjust Transparency 按钮，拖动滚动条使透明度的值为 30%。





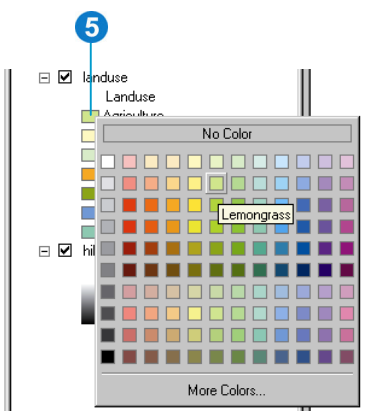
改变 landuse 图层的缺省字段

现在要改变 landuse 图层的显示值字段，以便更容易区分每种土地利用类型。

1. 右击内容表中的 landuse 图层，单击 Properties。
2. 单击 Symbology 选项卡。
3. 单击 Value Field 下拉箭头，单击 landuse 字段。
4. 单击 OK。

   改变内容表中的符号颜色，为各种土地利用类型选取更合适的显示颜色。

5. 右击内容表中代表各种土地利用类型的符号，为每一个符号点击一个合适的颜色。

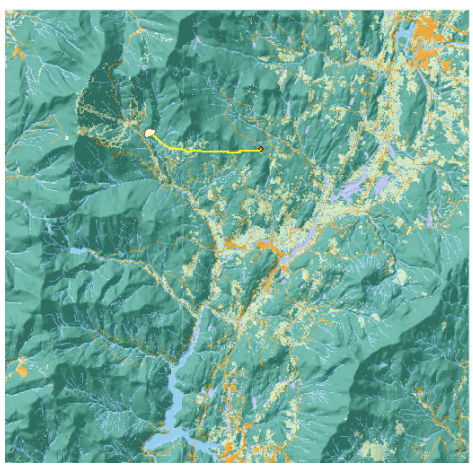


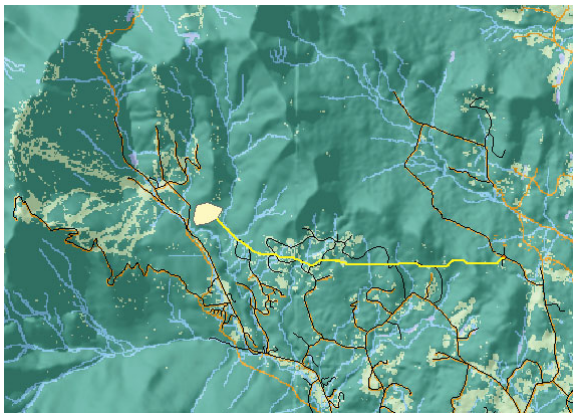
放大新公路所在的区域

1. 单击 Tools 工具条中的 Zoom In 工具。



2. 用鼠标在地图上拖出一个包含新公路位置的方框以放大这块区域（下图中用高亮的红色方框标出了这块待放大的区域）。

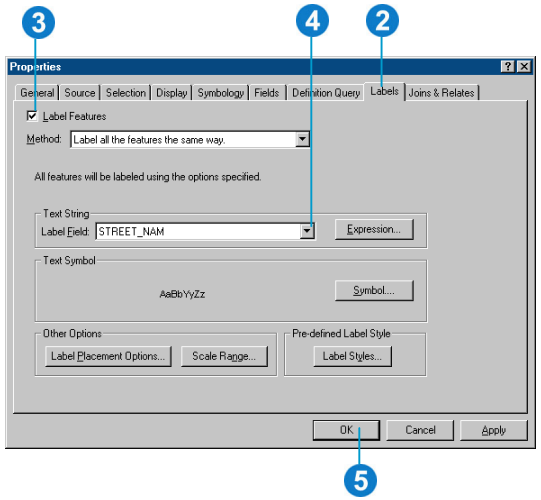




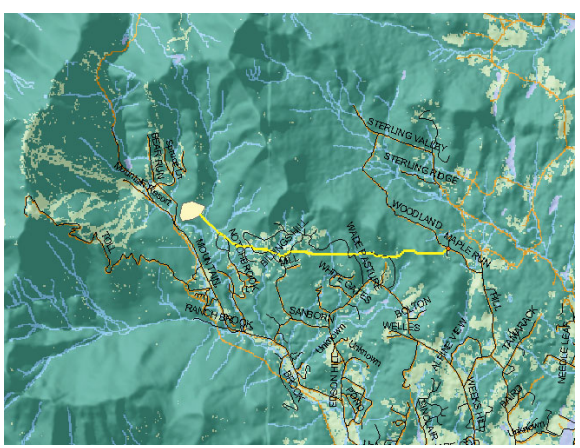
标注现有公路

给现有公路网络添加标注可以有助于确定在现有公路网络中哪些公路对新公路的建造是有帮助的。

1. 右击内容表中的 Roads 图层，单击 Properties。
2. 单击 Labels 选项卡。
3. 选中 Label Features 复选框。
4. 单击 Label Field 下拉箭头，单击 STREET_NAM。
5. 单击 OK。



现在图上所有的道路都标注了名称。



6. 单击 File 菜单，单击 Save。

   如果这是首次保存地图文档，请指向设定为工作目录的位置（c:\spatial），给地图文档指定一个文件名（Spatial_Tutorial），然后单击 Save。

现在用户已经结束了第二章的学习。本章向用户介绍了空间分析模块的一些功能，例如如何分析数据、制作一幅适宜性地图和寻找最低成本路径等。

用户已经涉猎了空间分析模块的很多内容，但后面还有更多的内容有待探索。本书的余下章节将继续引导用户去学习如何解决自己的特定空间问题。

空间问题建模

3

本章提要

- **空间问题建模**
- **用于解决空间问题的概念模型**
- **用概念模型创建适宜性地图**

空间分析（Spatial Analyst）模块可以帮助用户进行有效的分析，但是它不能自己解决问题。为了得到期望的结果，用户必须能提出正确的问题并提供正确的信息。本章将介绍空间建模的概念，帮助用户理解进行空间分析的概念性步骤。

本章将解释：

- 空间问题建模
- 概念建模过程：
  - 描述问题
  - 分解问题
  - 分析输入数据
  - 执行分析
  - 验证模型结果
  - 应用分析结果

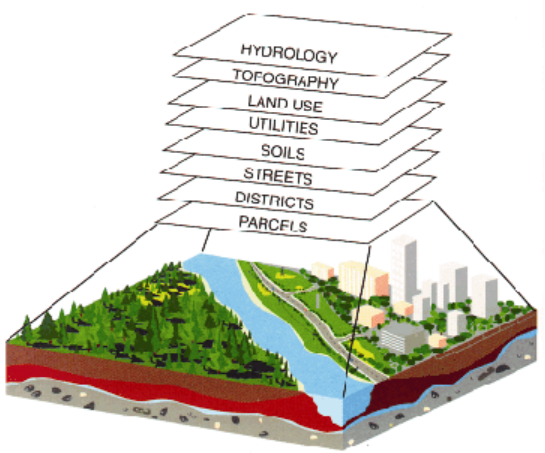
按以上概念建模过程建立一个适宜性模型。该适宜性模型实例来自第二章“快速入门教程”的练习 2——“为美国 Vermont 州 Stowe 镇的一所新学校选址”，这里我们将把这个模型从概念上进行分解，来解释每一个建模步骤。

空间问题建模

一般来讲，模型是对现实世界的表达。由于现实世界内在的复杂性及其组成成分间的相互作用，模型被设计成一个简化的、易处理的现实世界的缩影。模型可以帮助用户理解、描述或预测现实世界中事物是如何运作的。模型主要分为两大类：用于表达景观物体的模型（称为表征模型）和用于模拟景观过程的模型（称为过程模型）。

表征模型

表征模型用于描绘景观里的物体，如建筑物、河流或森林。在 GIS 里，表征模型是通过一系列数据层的方式创建的。对空间分析模块而言，这些数据层既可以是栅格数据也可以是要素数据。栅格数据层通常是用矩形格网表达，每个图层中的每一个位置都对应着一个带有值的格网单元。多幅图层的单元彼此叠放在一起，从而描述了每个位置的多种属性。



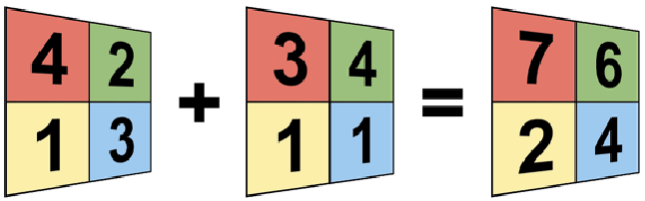
表征模型用于获取景观物体内部的空间关系（如建筑物的形状），以及与其它物体之间的空间关系（如建筑物的分布）。在建立空间关系的同时，GIS 表征模型还可以建立物体的属性（如每座建筑物的所有者是谁）。表征模型有时也称为数据模型，而且通常被认为是描述性模型。

过程模型

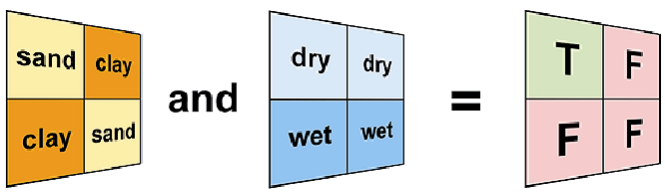
过程模型用于描述表征模型所表示的物体之间的相互作用关系。这些关系可以用空间分析工具去模拟。既然物体之间有许多不同的相互作用类型，ArcGIS 和空间分析模块也提供了大量用以描述这些相互作用的工具。过程建模有时也指制图建模。过程模型可以用来描述过程，但它们常常被用来预测当某些行为出现后会有什么情况发生。

每个空间分析操作和函数都可以看作是一个过程模型。有些过程模型较简单，有些则复杂得多。更复杂的模型可以通过包含逻辑关系、综合多个过程模型、使用空间分析对象模型和 Microsoft® Visual Basic®等得到。

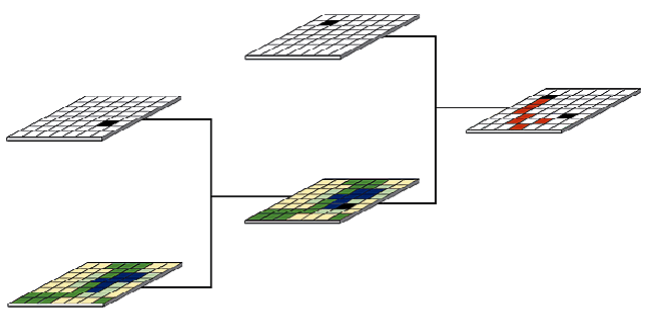
一个最基本的空间分析操作是将两个栅格数据相加：



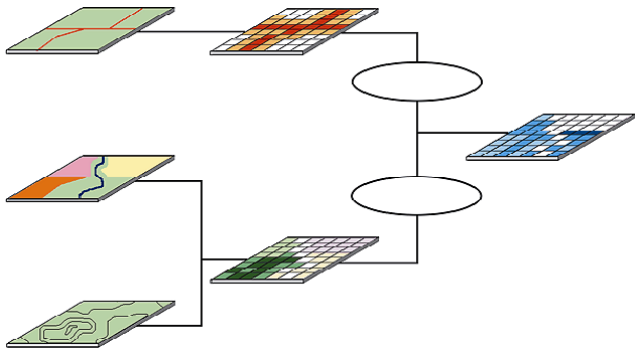
逻辑运算使复杂度增加：



特定的函数使复杂度增加更多：



多个函数和逻辑运算的组合又使复杂度进一步增加：



过程模型应该尽可能简单地抓住事物本质来解决问题。有时可能只需要单个的操作或函数，但有时也可能需要成百上千的操作和函数。

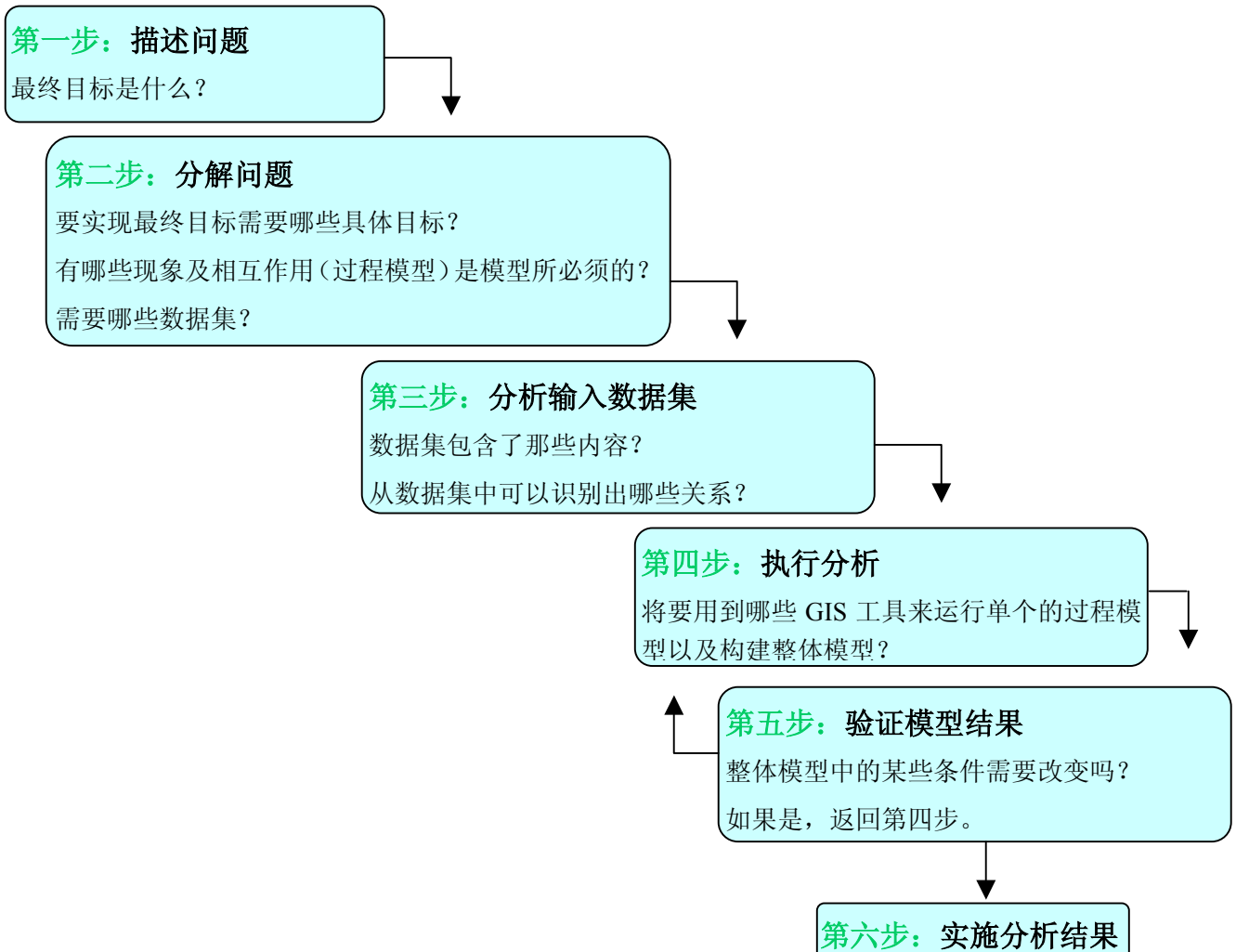
过程模型的类型

过程模型的类型有很多，可以解决各种各样的问题，例如：

- 适宜性建模：许多空间模型涉及寻找最佳位置，如查找建造一个新学校、垃圾掩埋场或移居点等的最佳位置。
- 距离建模：从洛杉矶到旧金山之间的飞行距离是多少？
- 水文建模：水将会流向哪里？
- 表面建模：某城镇各个地方的污染程度如何？

建模的概念性步骤可以帮助你创建模型。本章的余下部分将会详细解释这些步骤。

用于解决空间问题的概念模型



第一步：描述问题

为了解决空间问题，首先要做的事情是清晰地描述要解决的问题，即最终目标是什么？按照下面的步骤去做将会帮助用户实现目标。

第二步：分解问题

理解了问题的最终目标后，就可以将该问题分解为一组具体目标，找出完成各具体目标所必需的要素及各要素之间的相互作用，并生成必要的输入数据集以创建表征模型。

通过将问题分解为一组具体目标，将会发现实现最终目标的必要步骤，这对于解决问题很有帮助。如果最终目标是寻找观察驼鹿的最佳位置，则具体目标可能包括找出最近驼鹿出现在哪些区域，驼鹿觅食的主要植物类型是什么等等。把具体目标按次序排列，将会逐渐从整体上理解最终要解决的问题是什么。

一旦确定了具体目标，就需要找出符合目标的要素以及这些要素之间的相互作用关系。可以用表征模型来模拟要素，用过程模型来模拟要素间的相互作用。在分析驼鹿最可能出现在哪些地区时，驼鹿和植物类型只是需要考虑的诸多要素中的一部分。人类的位置及现有道路网络同样会对驼鹿产生影响。要素间的相互作用表现为驼鹿偏爱某种植物，但同时又要躲避可以通过道路到达那里的人类。可能需要一系列的过程模型来最终找到最有可能观察到驼鹿的位置。

在这一步中，用户还应该分析出需要哪些输入数据集。输入数据集可能包括过去几周曾目击驼鹿的位置，植被类型以及人类居住点和道路的分布。一旦确定了这些数据集，还需要将这些数据集用一组数据层表达出来（即表征模型）。要做到这些，需要了解栅格数据在空间分析模块中是如何表达的。第四章“理解栅格数据”解释了用于数据表达的一些概念。

总体模型（由一组目标、过程模型和输入数据集组成）为用户提供了一个现实世界的模型，它对决策过程很有帮助。

第三步：分析输入数据集

理解单个物体的空间和属性关系，以及这些物体间的相互关系（表征模型），将会对用户的工作大有帮助。要理解这些关系，需要分析数据。在 ArcGIS 和空间分析模块里有各种各样的工具用来分析数据，这些工具在许多 ArcGIS 配套书中都有介绍。

第四步：执行分析

在这一步中，需要找出用于建立总体模型的工具。空间分析模块为用户提供了大量的工具来实现这个目标。在驼鹿观察示例中，用户可能需要找到用来选择某一特定植物类型并对其赋予权重的工具，以及对房屋和道路建立缓冲区并赋以相应权重的工具。第五章“理解基于单元的建模”讲述了进行基于单元建模的一些原则和必须注意的一些事项。第六章“设置分析环境”和第七章“空间分析”解释了这些原则在空间分析模块中是如何运用的。

第五步：验证模型结果

利用实际数据检查模型所得的结果。为了获得一个更好的结果，是否需要调整某些参数？

如果同时建立了几个模型，那么需要决定应该选用哪个模型。需要判断哪个模型是最好的，某个特定模型是否比其它模型能更好地满足最初目标？

第六步：实施分析结果

一旦解决了空间问题，并且保证这个特定模型所得的结果能够满足在第一步中概述的最初目标，然后就可以应用分析结果了。当来到这个最可能观察到驼鹿的地方时，你事实上看到驼鹿了吗？

用概念模型创建适宜性地图

第一步：明确问题

要解决一个空间问题，首先该明确所要解决的问题。你的目标是什么？从想要的研究结果入手，想象要生成的地图类型。

要理解分步过程，需要沿本章余下部分的一个示例问题进行练习。你的问题是为一所新学校查找一个最适宜的地址。查找的结果将会是一幅地图，显示了适合建立一所新学校的可能的地址（级别由好到坏）。这张图就叫做适宜性等级图，因为它显示了一个相对范围的值，这些值是在为模型输入条件后得到的，能够表明图上每个位置建立新学校的适宜程度。

一所新学校的最适宜地址

为了帮助用户建立空间问题模型，可以画一个步骤流程图：

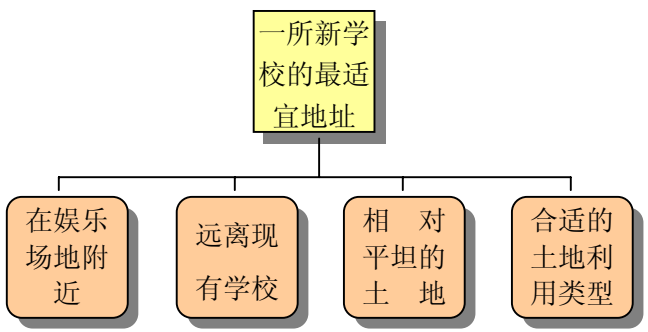
从问题的描述入手。在研究问题的过程中扩展流程图，以显示各具体目标、过程模型和实现目标所必需的输入数据集。

第二步：分解问题

明确问题之后，就可以将它分解为更小的部分，直到知道了解决这个问题需要哪些步骤。这些步骤就是要实现的具体目标。

在定义具体目标时，需要考虑如何来衡量用户的目标。在什么样的地区建新学校才是最适宜的呢？该如何衡量呢？由于很多搬迁到该城镇的家庭都有小孩，而小孩子喜欢在有娱乐设施的地方玩耍，因此在为学校选址时，选择一个靠近娱乐设施的地方会更可取。另外，与现有的学校保持适当距离也是很重要的，以便使学校在城镇范围内分散开来。此外，学校还必须建在一个相对平坦的适宜地面上。

下图概括出了这些具体目标：



用户需要了解以下内容：“哪里有相对平坦的土地？这些位置上的土地利用类型合适吗？这些地方是否离娱乐场地足够近？它们与现有学校的距离是否足够远？”

这些地方距娱乐场地足够近吗？

现在已经知道，人们更愿意让学校建在娱乐设施的附近，所以需要创建一幅显示学校到娱乐场地距离的地图，以确保学校位于娱乐场地的附近。这就需要用到过程模型来计算学校到娱乐场地的距离。

需要的输入数据集：娱乐设施的位置。

这些地方离现有学校足够远吗？

需要使新学校远离现有学校，以避免彼此辐射区的重叠。所以需要制作一幅显示与现有学校距离的地图。这里，需要过程模型来计算到现有学校的距离。

需要的输入数据集：现有学校的位置。

相对平坦的土地分布在哪里？

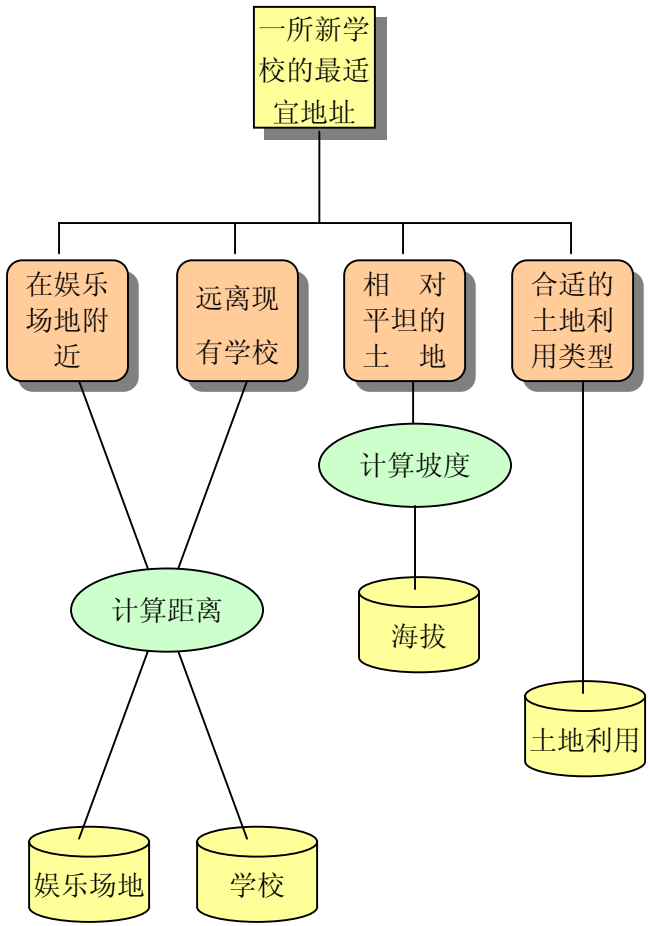
为了找到相对平坦的地区，需要创建一幅土地坡度图。这里需要用到过程模型来计算土地坡度。

需要的输入数据集：高程。

这些位置上的土地利用类型是否合适？

需要判断什么是适宜建造新学校的土地利用类型。这是一个主观的判断过程，视用户提出的问题而定。这里，农业用地被认为是建设成本最小的，所以也是最可取的。其次是荒地，然后是灌丛过渡地、林地和现有建筑用地。这里没有用到过程模型，仅仅是确定输入土地利用数据集，并判定哪种土地利用类型最适合建新学校。

需要的输入数据集：土地利用类型。



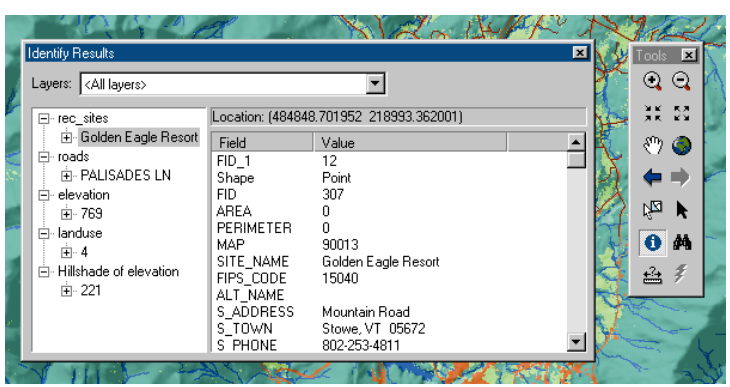
第三步：分析输入数据

一旦已经把问题分解成一组具体目标和过程模型，并且确定了需要哪些数据集，就应该对输入数据集进行分析，以了解数据集的内容。这包括了解在数据集内部及数据集之间，哪些属性对于解决问题最为重要，同时，还要探求数据中存在的趋势。

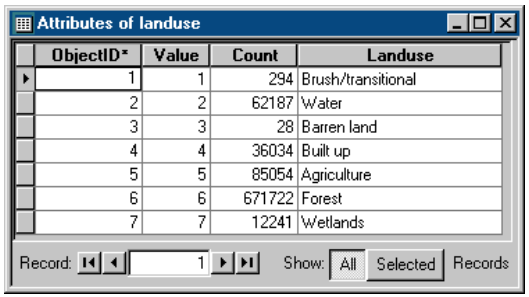
通过分析数据，通常能够加深对所要建造学校的地区的了解，判定输入属性数据的权重，决定如何对建模过程进行修改。可以看一看现有的学校和娱乐场地的位置，还可以从高程数据集上了解到哪些区域的高程较大。而土地利用数据集则可以告诉用户本地区内的土地利用类型是什么样的，并且各土地利用类型相对于其它数据集的分布如何。

要想知道如何使用 ArcMap 和空间分析模块中的一些工具来分析数据，请参阅“快速入门教程”的练习 1。

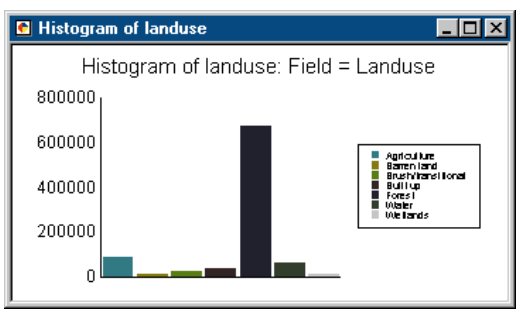
识别要素以从所有图层中获取信息



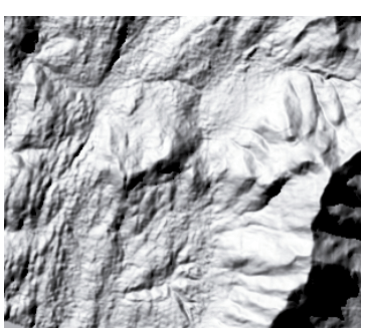
检查每个图层的属性表



创建并检查每个图层的直方图



创建山影以查看地貌



第四步：执行分析

到目前为止，已经确定了具体目标、各要素以及它们之间的相互作用、过程模型，并且知道需要输入哪些数据集，现在就应该进行分析了。

《The ESRI Guide to GIS Analysis》一书详细地描述了许多可以用 ArcGIS 解决的任务。

当为一所新学校寻找最佳位置时，有两种执行分析的途径。可以创建一幅适宜性地图，找出地图上每个位置的适宜性，或者可以简单地查询创建的数据集来获取真或假运算的布尔结果。

创建一幅适宜性地图

创建适宜性地图可让用户获取地图上每个位置的适宜性值。

一旦创建了所需图层，如何才能把这些图层合成到一起创建一幅等级地图，以显示适宜于建新学校的潜在地区呢？需要一种方法来比较图层间的各类的值。其中一种办法是给每幅图层里的各类分别赋予数值。

按照建立新学校的适宜程度对每一图层进行分级。例如，可以为每个图层中的每个类别赋一个 1 到 10 范围内的值，10 表示适宜性最高。这通常被称作适宜性等级。

NoData（空值）可以用来遮去无需考虑的区域。所有度量方式都采用同一数值等级体系，可以保证各度量方式在决定最适宜位置时具有同等的重要性。最初模型是这样建立的，当试验其它方案时，可以为图层赋予不同的权重因子以进一步分析数据及其关系。

生成适宜性等级

正如该例所示，很多等级体系都是综合的。它们通常是对适宜性或偏爱程度的一种从好到坏的分级度量。度量是基于可量化的事物，如到学校的距离，但是最终，距现有学校某个距离对于建造另一所新学校的适宜程度究竟如何还得靠主观判定。

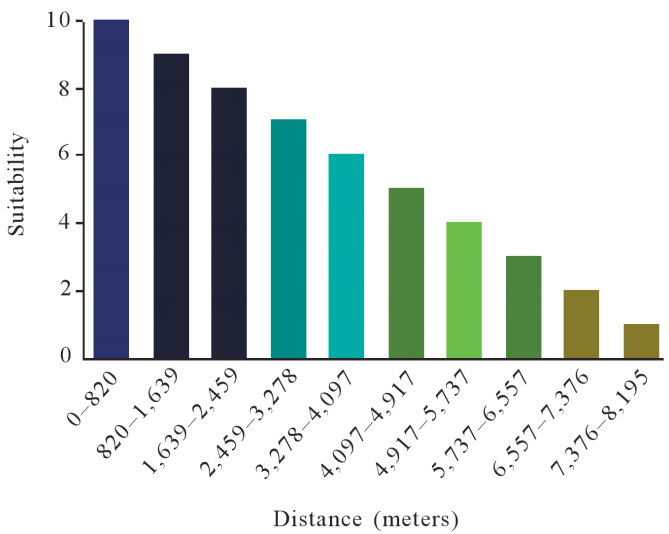
有些自然的等级体系通常与目标有关。成本就是一个很好的例子，但必须对它描述得足够详细。在建立新学校的适宜性研究中，低成本目标可以用“圆”这一等级体系来衡量。要确保等级体系被准确定义。对于同样可以理解为圆的事物，还存在其他变数，如美元，澳元，或货币之间的兑换率。

尽管很多等级体系并非线性关系，但是为了节省时间和金钱，或者是在没有考虑所有选项时，它们常常被表示为线性关系。例如，如果给通行距离分配一个度量等级，在行驶 1 公里、5 公里或 10 公里时，其适宜性等级不一定就是 10、5 和 1。有些人可能会认为行驶 5 公里与行驶 1 公里相比，其适宜性只相差 2 个等级，而其他一些人可能认为会相差 10 倍。

在建立一个适宜性等级时，和专家一起找出最好和最坏的情形，并尽可能多地找一些中间点。专家应该对所研究的事物了解得非常透彻。例如，让经常乘车上下班的人对他所期望的驾驶时间分级排序，比向一个政府官员询问他认为什么时候交通最差更有用。

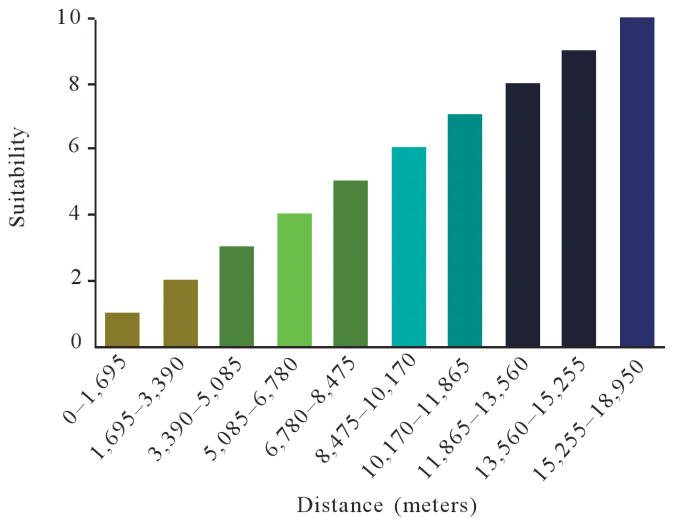
对距离娱乐场地远近程度的分级

为了将学校建在娱乐设施附近，需要知道学校到这些娱乐设施的距离。空间分析模块的直线距离（Straight Line Distance）函数就可以创建这样一幅地图，计算任何一个位置到最近的娱乐场地的直线距离。其结果是一个栅格数据集，其中每个单元代表了到最近的娱乐场地的距离。要给这幅地图分级，直接使用重分类（Reclassify）函数就可以了。由于人们更愿意把学校建在离娱乐场地较近的地方，所以赋值时将远离娱乐场地的地方赋为 1，靠近娱乐场地的地方赋为 10，然后按照下图所示，将最远和最近之间的距离按线性比例进行分级。



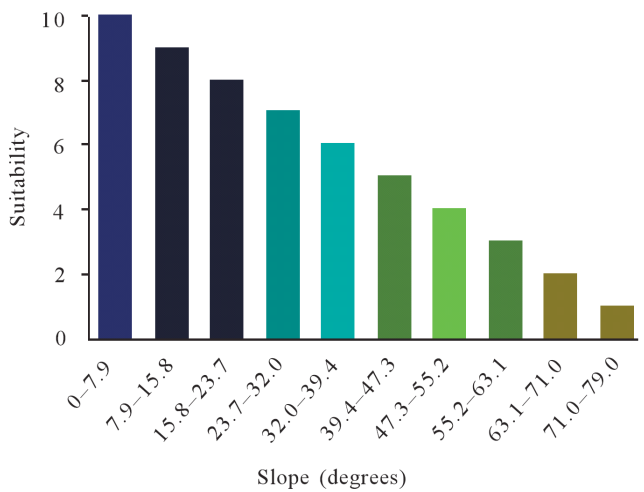
对距离现有学校远近程度的分级

为了避开其它学校的辐射区，需要知道到这些学校的距离。空间分析模块的直线距离（Straight Line Distance）函数就可以创建这样一幅地图，计算任何一个位置到最近的现有学校的直线距离。其结果是一个栅格数据集，其中每个单元代表了到最近的学校的距离。要给这幅地图分级，直接使用重分类（Reclassify）函数就可以了。由于人们更喜欢把学校建在远离现有学校的地方，所以赋值时将距离现有学校最近的地方赋为 1，距离现有学校最远的地方赋为 10，然后按照下图所示，将最远和最近之间的距离按线性比例进行分级。



对土地的相对平坦程度分级

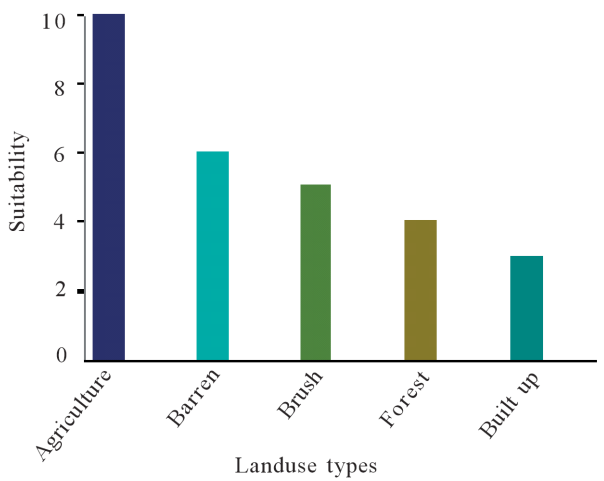
为了避免陡坡并寻找相对平坦的土地来建造学校，需要了解土地的坡度。空间分析模块的坡度（Slope）函数能够创建这样的地图，确定每个单元到其邻近单元间高程的最大变化率。要为这幅地图分级，直接使用重分类（Reclassify）函数就可以了。由于人们更愿意将学校建在坡度相对平坦的土地上，所以可以将坡度最陡的地方赋为 1，最平坦的地方赋为 10，然后按照下图所示，将坡度介于最陡峭和最平坦之间的值按线性比例进行分级。



对土地利用类型的适宜性分级

要对土地利用类型图进行分级，可以使用重分类函数。由于成本关系，将学校建在某些利用类型的土地上更为可取，所以需要确定如何给这些值分级。

对距离和坡度值分级相对来说比较简单，只需确定是距离远好还是距离近好，是陡峭的坡度好还是平坦的坡度好，然后把剩下的值按线性分级，或指定一个需要考虑的最大距离或坡度。但是，这里必须确定哪种土地利用类型更可取，这种研究具有主观性。确定什么样的土地利用类型可取、什么样的土地利用类型不可取的最简单的方法是先确定什么是最可取的以及什么是最不可取的。然后从剩下的土地利用类型里再次确定什么是最可取的及什么是最不可取的。一直这样重复下去，直到将所有的土地利用类型按优先次序排列完毕。既然学校不能建在水上，同样也不允许建在湿地上，因此，水和湿地土地利用类型可以分析中排除。下图显示了土地利用类型是如何分级的。



合成适宜性地图

适宜性模型的最后一个步骤是把到娱乐设施场地的距离、到学校的距离、坡度和土地利用图合成适宜性地图。

如果所有的目标具有同等的权重，现在就可以简单地用栅格计算器合成适宜性地图。然而，通过对问题的分解知道，最希望满足的目标是要使新学校坐落在娱乐设施的附近，其次是要远离现有学校。

考虑到这样一个事实，即有些目标在适宜性模型中更为重要，所以可以为数据集赋权重，给那些在模型中更重要的数据集赋予更高的影响率——权重。

下面的影响率将被分配到适宜性地图中。括号里的值是百分率，它是一个被 100 除后而得到的标准化值。每个适宜性图都将分配这种标准化值。

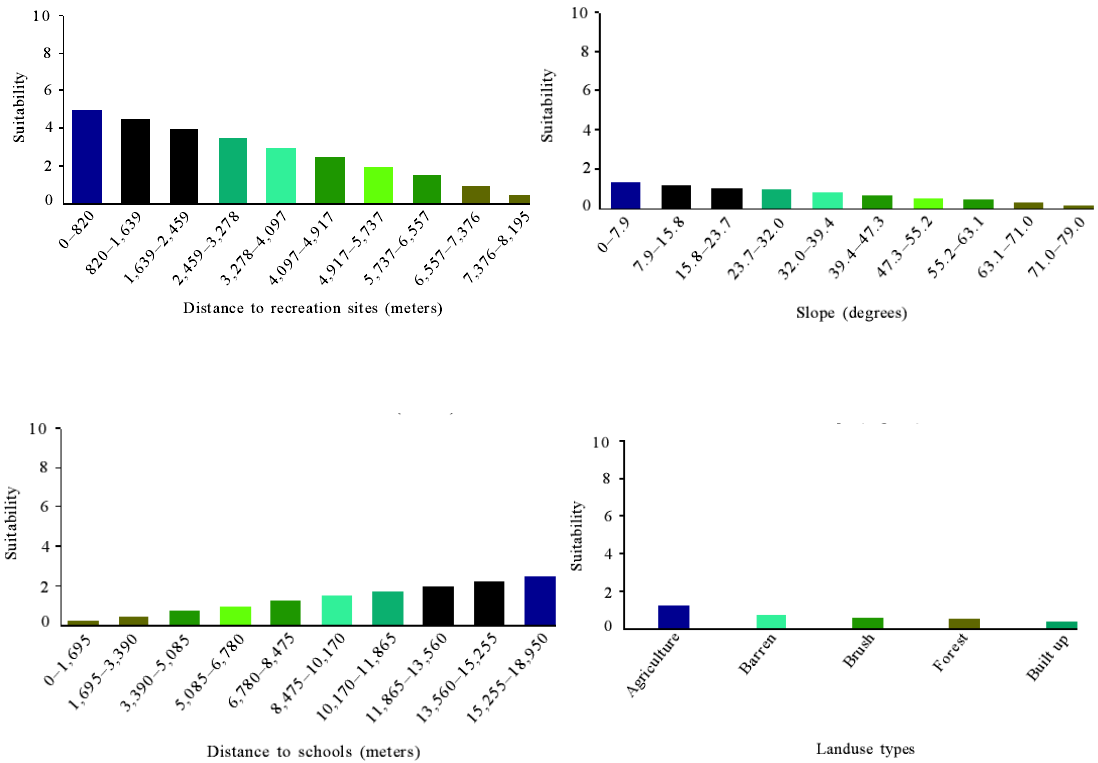
到娱乐场地的距离：	50%	（0.5）
到学校的距离：	25%	（0.25）
坡度：	12.5%	（0.125）
土地利用类型：	12.5%	（0.125）

因此，到娱乐场地的距离对最终结果有 50%（0.5）的影响率，到学校的距离有 25%(0.25)的影响率，坡度和土地利用类型各有 12.5%（0.125）的影响率。就象分配适宜性的等级一样，分配权重也是一个主观过程，这取决于哪些目标在研究中最重要。

下图显示了对每幅适宜性地图应用上述权重后的效果。

为每幅适宜性地图分配的权重

请注意分配权重后适宜性的值是如何改变的。例如，在最初的适宜性地图中农业用地的适宜性值为 10。在分配了 0.125 的权重（或 12.5%的影响率）后，农业用地的适宜性值现在只有 1.25。当把这四幅加权后的适宜性地图合成到一起时，学校的适宜位置会由于所赋的权重而受到影响。靠近娱乐场地的地区将对最终的适宜性地图产生最大的影响。



最终的适宜性地图将由所有的地图综合而成。可以在合成适宜性地图的同时在栅格计算器里分配权重。

例如：

Distance to rec_sites * 0.5 + Distance to schools * 0.25 + Slope * 0.125 + Landuse * 0.125

其计算结果将是一幅适宜性地图，显示了最适宜于建造新学校的位置。值越大表明适宜性越高。

参看“快速入门教程”的练习2，学习如何使用空间分析模块为新学校寻找最佳位置。

想知道如何使用空间分析模块查找一条通往新校址的替代道路，请参阅“快速入门教程”的练习3。

查询数据

查找适宜新学校的地址的另外一种方法（不是创建适宜性地图）就是查询数据。一旦生成了需要的所有数据集（坡度、到娱乐场地的距离和到现有学校的距离），便可以简单地查询数据以寻找适宜位置。这个查询可能是查找所有坡度小于20度、距娱乐场地小于1000米和到现有学校的距离大于4000米的土地利用类型为农业用地的土地。

在栅格计算器里上述查询可表示为：

[Landuse]==5 & [Slope] < 20 & [Distance to rec_sites] < 1000 & [Distance to schools] > 4000

其结果将会是一个布尔数值的真或假（1或0）的位置图，以显示这些位置是否满足标准。

第五步：验证模型结果

从任何空间分析操作获得结果之后，都应该验证该结果是否正确。如果可能，应该去实地调查那些潜在的地址。通常，所得的结果会遗漏掉一些重要的东西，例如，所选地址的上风向可能会有一个牛舍，散发出恶臭气味，或者查阅镇政府的记录时发现禁止在用户想要的土地上建房，而这些用户事先并不知道。如果有类似情况发生，那么需要把这个信息加到分析中去。

第六步：实施分析结果

空间模型的最后一步是要实施分析结果，在所选的地址上建造新学校。

理解栅格数据与分析

第二部分

理解栅格数据

4

本章提要

- **理解栅格数据集**
- **坐标空间和栅格数据集**
- **离散和连续数据**
- **栅格数据集的精度**
- **栅格编码**
- **在栅格数据集中表达要素**
- **为栅格数据集分配属性**
- **在空间分析模块中直接使用要素数据**
- **从现有地图中派生栅格数据集**

在部分或全部操作过程中，应用空间分析模块时，必须使用或创建栅格数据集。本章用户将了解到在空间分析模块中栅格数据集是如何表达的，以及在使用和创建栅格数据时需要注意的问题。本章将集中讨论栅格表达问题，而随后的第五章“理解基于单元的建模”将阐述进行分析时必需考虑的问题。

本章将学习：

- 栅格数据集的结构；
- 坐标空间和栅格数据集的重要性；
- 离散和连续类型的栅格数据集的区别；
- 创建栅格数据集时的有关精度或单元大小的问题；
- 栅格数据集是如何编码的以及点、线、面是如何用单元表达的；

其它需要注意的问题，例如为栅格数据集添加其它属性和从现有地图中创建栅格数据集。

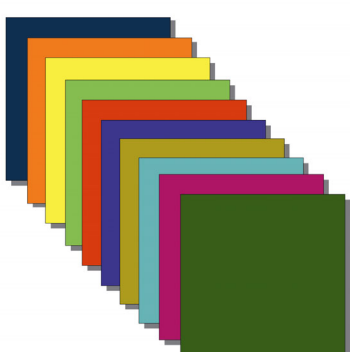
理解栅格数据集

栅格数据一般被分为两类：专题数据（thematic data）和图像数据（image data）。专题栅格数据的值表示了某种测量值或某个特定现象的分类，如高程、污染浓度或人口。例如，在一个土地覆被图上单元值 5 可能代表森林，7 可能是水域。图像中单元的值代表了诸如卫星图像或扫描照片的反射或发射的光或能量。空间分析模块的分析工具主要是针对专题栅格数据的。

所有空间分析模块的函数，处理的是栅格数据集的第一波段。本节将概述栅格数据及其创建方法。

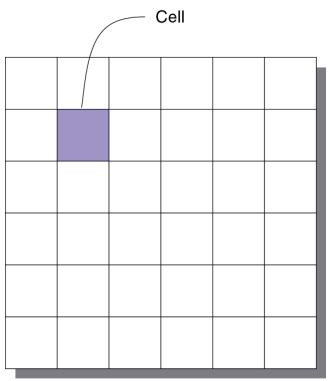
栅格数据集的组成

一个栅格数据集，就象一幅地图，它描述了某区域的位置和特征及其在空间上的相对位置。由于单个栅格数据通常只表达单一专题，如土地利用、土壤、道路、河流或高程，因此要完整描述一个区域必须创建多个栅格数据集。



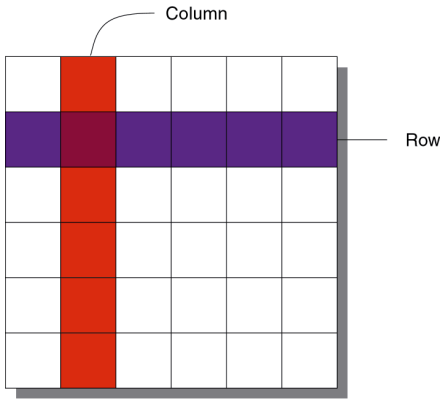
单元（Cell）

栅格数据集由单元组成。每个单元（cell），或像元，是代表某个区域特定部分的方块。栅格中的所有单元都必须是同样大小的。栅格数据集中的单元大小可以是用户想要的任何值，但必须保证其足够小以便能完成最详细的分析。一个单元可代表一平方公里、一平方米，甚至一平方厘米。



行（Rows）与列（Columns）

单元以行和列的形式摆放，组成了一个笛卡尔矩阵。矩阵的行平行于笛卡尔平面的 x 轴，列平行于 y 轴。每个单元有唯一的行列地址。研究区内的所有位置都包含在此矩阵中。



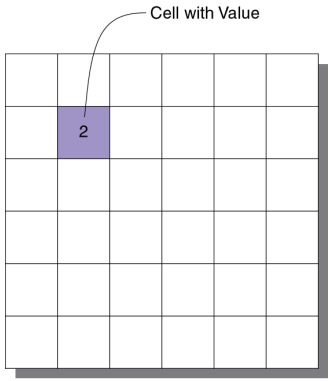
值（Values）

每个单元被分配一个特定的值以标识或描述单元归属的类，分类或组，或栅格所描述现象的大小或数量。这些值代表的属性包括土壤类型、土壤质地、土地利用类、水体类型、道路类和居住类型等。

值也可表示连续表面上单元的大小、距离或关系。高程、坡度、坡向、飞机场噪声污染和沼泽的 pH 浓度都是连续表面的实例。

表达图像或照片的栅格数据，其单元值代表的是颜色或光谱反射率。

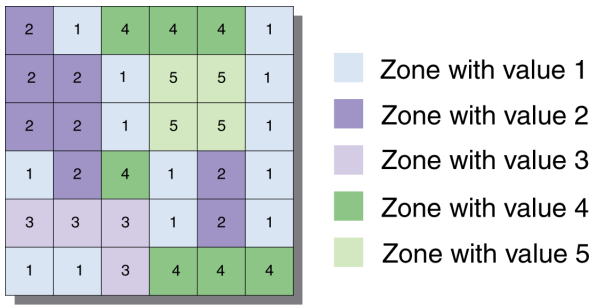
空间分析模块既支持整型（integer）值，也支持浮点（floating-point）值。分类（categorical）数据用整型值表示最佳，浮点值则适宜表示连续（continuous）表面。



分类区（Zones）

两个或多个具有相同值的单元属于同一分类区（zone）。分类区可以由连续、不连续或同时由以上两种单元组成。由连接单元组成的分类区通常表示某区域的单一要素，如一个建筑物、一个湖泊、一条路或一条电力线。实体的集合，如某州的森林林段、某县的土壤类型或城镇的单家庭住宅等数据，最有可能用许多离散的组（组是由连续的单元构成）构成的分类区来表达。

栅格数据中的每个单元都归属于某个分类区。有些栅格数据集只包含很少的分类区，有些则包含很多。



区域（Region）

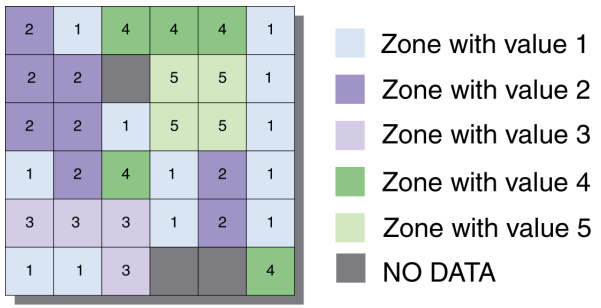
分类区内的每组相互连续的单元为一个区域（region）。如果一个分类区仅由一组连续单元构成，那么它就仅含一个区域。为表达一个要素，分类区可由所需要的足够多的区域组成。组成区域的单元数目是没有实际限制的。空间分析模块提供必要的工具用来将区域转变为单个分类区。在上面的栅格数据集中，分类区 2 由两个区域组成，分类区 4 由三个区域组成，分类区 5 仅由一个区域组成。

空值（Nodata）

如果某单元被赋予空值，那么该单元所代表的位置要么没有特征信息，要么信息不足。在所有操作符和函数中对空值（有时也被称为 null 值）的处理方式与任何其它值的处理方式是不同的。

被赋予空值的单元有两种处理方式：

1. 在一个运算符或局部函数中、邻域函数的邻域中或分区函数的分类区中，如果任何输入栅格的某个位置上存在空值，则输出单元位置上也为空值。

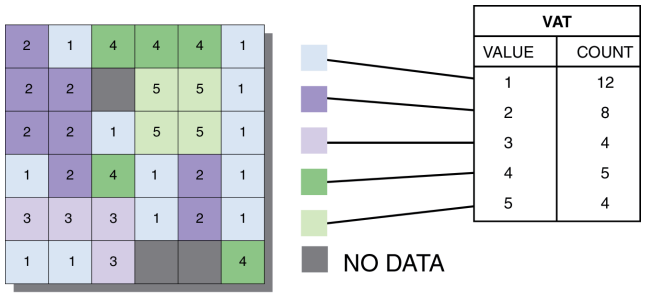


2. 忽略空值单元并用所有的有效值完成计算。

当在两个栅格数据集之间或对局部函数应用操作符时，第二种方式（忽略了空值）并不可行。当空值单元存在于邻域函数中某单元的邻域内或分区函数的分类区中时，缺省情况下，可以计算所有已知值的单元的和（sum）、中值（median）、种类（Variety）、众数（majority）、寡数（minority）并分配给输出栅格数据集（此缺省值可被覆盖）。

关联表

整型（分类型）栅格数据集通常伴有一个与之关联的属性表（attribute table）。表的第一项是值（Value），用来存储分配给栅格数据每个分类区的值。第二项是个计数（Count），存储数据集中属于每个分类区的单元总数。Value 和 Count 都是强制性字段。



理论上说，表中可包含无限多数量的可选项以表达分类区的其它属性。



名称

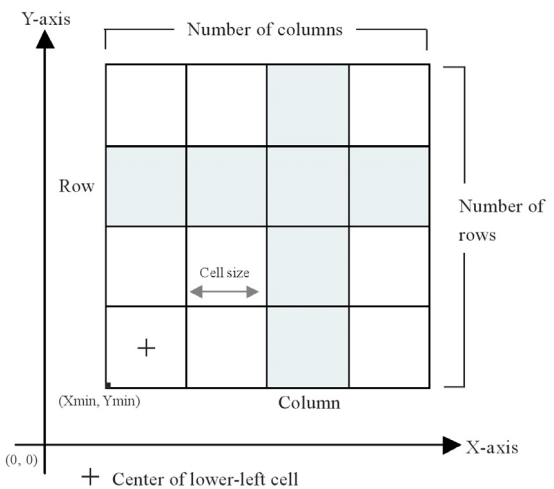
每个栅格数据集必须有一个名称以便与数据库中其他的栅格数据集相互区分。对栅格数据集的所有访问都是通过它的名称进行的，数据集的名称在所有表达式中必须一致。



坐标空间和栅格数据集

坐标空间定义了栅格数据集中位置间的空间关系。所有栅格数据集都位于某个坐标空间内。坐标空间可以是真实世界坐标系统或图像空间。由于几乎所有的栅格数据集表达的都是真实世界的某个位置，因此最好在栅格数据集中应用最能代表之的真实世界坐标系统。将一个栅格数据集的非真实世界坐标系统（图像空间）转变为真实世界坐标系统的过程称为地理配准。

对于栅格数据集，单元的方位由坐标系统的 x 和 y 轴决定。单元边界平行于 x 轴和 y 轴，所有单元在地图坐标中都是正方形。在地图坐标中单元通过由 x，y 决定的位置来访问，而从不用指定行列位置来访问。



属于真实世界坐标空间的栅格数据集的 x，y 笛卡尔坐标系统依照地图投影（map projection）来定义。地图投影将三维地表转换为能够用二维地图显示和存储的栅格数据。将栅格数据集校正到地图坐标或将栅格数据集从一个投影转换到另一个投影的过程，称为几何变换。

配准栅格数据集

将栅格数据集从图像空间配准到真实世界坐标系统，需要知道可识别要素在两个坐标空间中的位置。这些位置被用来创建控制点。用这些控制点构建一个多项式变换使图像由一个坐标空间转变到另一个坐标空间。此操作可以通过 Georeferencing 工具栏（点击 View，指向 Toolbars，然后点击 Georeferencing）来实现。

控制点是能够在栅格数据集和真实世界坐标系统中精确识别的位置。这些可识别位置可能是道路与河流的交叉点、建筑物拐角、桥梁、河口、岩石露头以及几何地形要素上的可识别点如陆地防波堤的尽头、固定的田地的拐角或两个篱笆的交汇处。

在输入栅格数据集上选取的每个控制点，其输出位置既可以在图上选择一个已处于期望输出坐标系统中的点，也可以通过手工输入已知的输出坐标。栅格数据集中的选择的控制点和输出坐标空间的相互关系随之确定。

应用此种关系和多项式变换，栅格数据集就可以从非真实世界空间转变到真实世界空间。

多项式变换

多项式变换用指定的控制点作计算，它使输入位置以一种最小方差拟合的方式近似于输出位置。

最佳拟合多项式变换需要两个公式：一个用来为输入(x, y)位置计算输出的 x 坐标，另一个用来为输入(x, y)位置计算 y 坐标。最小方差拟合的目标是获得一个能够应用到所有点的通用公式，而这通常需要对控制点目标位置（to-position）进行轻微偏移。

当获得了通用公式并应用于控制点的时候，将会返回计算误差。误差是指源点（from-point）在变换后的最终位置相对于指定的实际位置（目标点位置）的差异。如果误差过大，则可取消该点，并且增加更多的点。同等质量的控制点越多，从输入数据到输出数据的多项式变换就越精确。

投影栅格数据

笛卡尔坐标系统（地图坐标空间）下的栅格数据集，其单元总是正方形并且面积相等。每个单元所代表的地表的形状和面积在整个栅格数据集中不会是始终一致的。由于单元代表的面积（在地球表面）在整个数据集中可能会有不同，因此投影后输出的单元大小和行列数量可能会有改变。

从一个投影转换为另一个投影也可能会改变单元所代表的地表形状和面积。每种投影对于三维世界和二维世界关系的处理方式是不同的。在选用某个投影前须清楚它的性质和前提。

在显示和分析多个栅格数据集的时候，应该将它们置于统一的坐标空间和投影下。如果两个栅格数据集的坐标系统不同，坐标值的范围就不同。这样的数据集代表不同的区域，因而在对它们进行比较时将发生错误。

几何变换

对栅格数据集进行校正、投影、从一个投影变换到另一个投影、改变单元大小统称为几何变换。几何变换是将一个栅格数据集的几何形态从一个坐标空间变换到另一个坐标空间的过程。几何变换的类型包括橡皮膜变换（通常用于地理配准）、投影（用投影信息将数据从一个投影变换到另一个投影）、平移（等量移动所有坐标）、旋转（等角旋转所有坐标）和改变数据集的单元大小。

输入栅格的单元中心在几何变换后很少会与输出栅格单元的中心对准，但是值还是需要赋给单元中心。

为获得输出栅格单元中心的值，需使用重采样技术。重采样（resampling）是在对输入栅格数据进行几何变换后为输出栅格单元确定新值的过程。有多种技术可以用来获得单元的值，它们和变换本身如校正、改变投影、改变单元大小或旋转等没有关系。

变换栅格数据集的第一步是决定输出栅格数据集的范围，它是通过对围绕输入栅格的边界方框做变换计算得到的。然后，在输出栅格的范围内按指定的输出精度划分单元。如果没有指定输出精度，输出精度将取决于输入精度。

每个输出单元的坐标值随之确定。为确定输出栅格中每个单元的值，输出栅格的每个单元的中心必须被映射到最初的输入坐标系统。每个单元的中心将被反向映射，确认该点在最初输入栅格上的位置。一旦输入位置确定下来，输出位置上的值就可通过输入位置附近单元的值确定下来。输出单元的中心很少会和输入单元的中心严格对准，因此，人们开发了依靠相对来说接近输入栅格单元中心的点和它们的值来确定输出值的技术。决定输出值的三种技术是最近邻赋值法、双线性内插法和立方卷积法。每种技术为输出数据分配值的方式不同，因此根据使用技术的不同，输出栅格单元上的值也可能不同。

最近邻赋值法

由于最近邻赋值法不改变输入单元的值，因此，分类数据的重采样工作可选用它。一旦输出栅格数据集上的单元中心位于输入栅格上，最近邻赋值法将确定输入栅格上最近的单元中心的位置并将该单元的值赋给输出单元。

最近邻赋值法不改变任何来自输入栅格数据集的值。在输入栅格中的值“2”在输出栅格中仍然是“2”，而不会是“2.2”或“2.3”。由于输出栅格单元的值保持不变，因此，最近邻赋值法可应用于类型或序列数据，这些数据中，每个值代表了一个类、成员或分类（分类数据如土地利用、土壤或森林类型）。

双线性内插法

双线性内插法用四个最近的输入栅格中心的值确定输出栅格的值。输出单元的值是这四个值的加权平均，权重由输入栅格上到输出单元的中心的距离来决定。这种内插方法能够获得比最近邻法更平滑的表面。

由于输出单元值是通过输入单元的相对位置和值计算得到的，双线性内插法适合于那种由已知点或现象的位置即可决定单元值的数据（也就是说，连续表面）。高程、坡度、飞机场噪声强度和河口附近的地下水盐度都是用连续表面表示的现象，最适合应用双线性内插法进行重采样。

立方卷积法

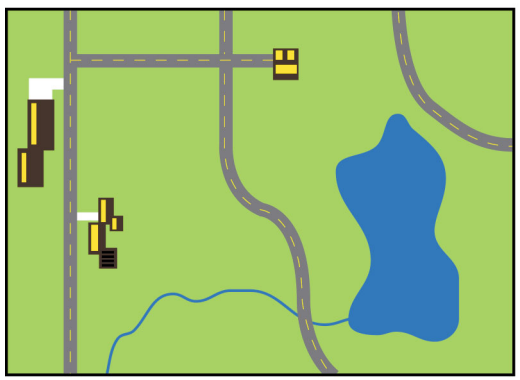
立方卷积法同双线性内插法相似，不同在于它用 16 个最近的输入单元中心和它们的值来计算加权平均。

由于在计算输出值时采用了更多的单元，因此，立方卷积法比双线性内插法锐化数据的趋势更明显。

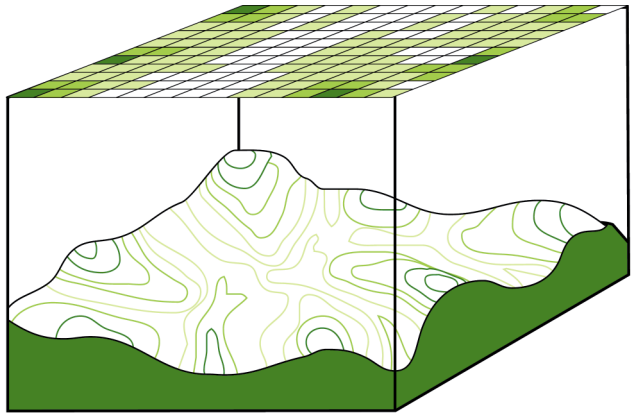
由于在输出栅格中无法保持原有类别，双线性内插法或立方卷积法不适用于分类数据。但是，所有三种方法都能应用于连续数据。最近邻法将产生块状输出，双线性内插法产生较平滑的结果，而立方卷积法则生成最锐化的结果。

离散和连续数据

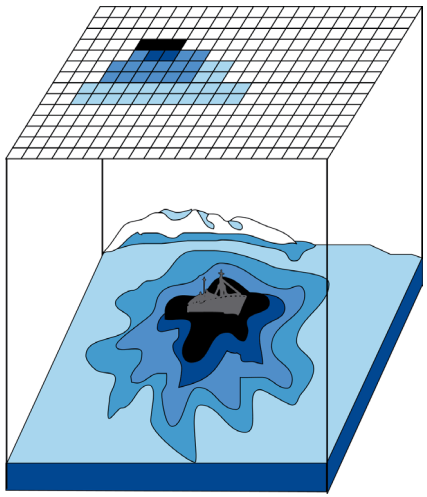
离散数据，有时也称做分类数据或不连续数据，在要素和栅格数据存储系统中都主要用来表示对象。离散对象有明显可定义的边界。可以容易地精确定义对象何时开始何时结束。被周边地形围绕的湖泊就是一个离散对象，水和陆地的交界处可被明确地标定。其它离散对象的例子包括：建筑物、道路、地块。离散对象通常是名词性事物。

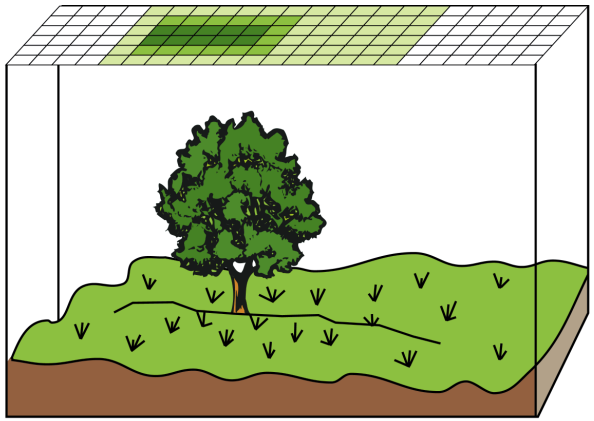


连续表面代表这样的现象：表面上的每个位置是其浓度或它和空间上某定点或发散源的关系的度量。连续数据也被称为场、非离散或表面数据。有一类连续表面源自用来定义表面的属性，此类表面的每个位置用一个固定的校准点来度量。此类表面包括高程（固定点是海平面）和坡向（固定点是方位：北、东、南和西）。



另外一类连续表面包括从源点开始，沿表面逐渐变化的现象。逐渐变化的连续数据的例证包括流体和空气运动。这些表面以现象运动的类型或方式为特征。第一种类型的运动通过扩散或其它运动方式从高浓度区域运动到低浓度区域，直到浓度均匀。这种运动类型的表面特征包括在地表或水体内运动的盐度变化，危险性溢出物或核反应堆的污染程度变化，森林火灾的热量变化。在这种类型的连续表面中必有一个源头。源头附近的浓度总要高一些，并在向外运动过程中逐渐降低，降低的速率是距离和其运动通过的媒介的函数。





在以上“源-浓度”表面中，任何位置上的现象的浓度是事件通过媒介能力的函数。另外一种类型的浓度表面由运动现象的内在特征控制，如炸弹爆炸发出的噪声运动是由噪声的内在特性和其通过的媒介决定的。运动的模式也能限制和直接影响要素的表面浓度，如植物种子的传播。运动的方式，可以是蜜蜂、人类、风或水，它们都影响种子传播的表面浓度状况。其他运动表面包括动物种群的散布，商店的潜在顾客（这里，汽车是运动的方式，而时间是限制因子）和疾病的传播。

在对许多要素进行表达和建模时，它们的边界并不清晰地呈现连续或离散状况。这时，地理要素可以用一个连续体（continuum）来表示，连续体的两个极端情况是完全连续和完全离散。绝大多数的地理要素处于这两种极端状态之间，其例证有土壤类型、森林的边界、湿地的边界和受一个电视广告活动影响的地区市场。

判断一个要素在连续-离散系列中处于什么位置，决定性因素是定义其边界的容易程度。但不管要素落在连续体的什么位置，基于格网的存储方式都能够用一种或低或高的精度对其进行表达。

当计算结果用于决策时，理解建模数据的类型是离散还是连续的很重要。一栋房子的确切位置不能仅仅由土壤图来决定。决定鹿群栖息地的主要因素也不能只是森林面积。销售活动也不能仅仅取决于电视广告的轰炸对地区市场的影响。必须理解输入数据边界的准确性和精度。

栅格数据集的精度

研究区栅格单元大小的选择依赖于进行最详细分析时所需的数据精度。单元必须足够小以捕捉到所需细节，但也必须足够大以便计算机能进行有效地存储和分析。一个地区的关键变量（例如地形和土地利用）性质越单一，单元尺寸就可以越大而不会影响精确性。

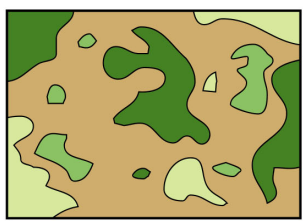
在确定单元大小的时候，应该考虑下列因素：

- 输入数据精度
- 结果数据库的大小和磁盘容量
- 期望的响应时间
- 要完成的应用和分析

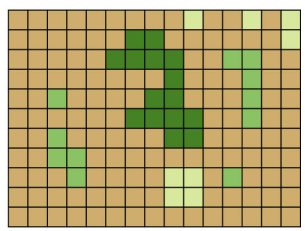
比输入精度更精细的单元尺寸并不能生成比输入数据更精确的数据。通常情况下，输出栅格数据集的精度应该不超过输入数据的精度。

空间分析模块允许在同一数据库中存储和分析不同精度的栅格数据集。由于空间分析模块具有这种能力，对每个数据集来讲以上讨论的四点可以分开考虑，而不用同时针对数据库中的所有栅格数据。存储不同类型信息的栅格数据集可以以不同精度存储，以满足数据和分析的需要。一个表示某州汇流盆地边界的栅格数据的存储精度可以比一个表示濒危种群分布的栅格数据的精度低一些。

地图数据的栅格单元表示法的最主要缺点是在将数据的结构重构为固定栅格单元边界时所带来的精度损失。单元尺寸减小则精度增加，然而在磁盘空间和处理速率上的成本通常会随之增加。对于给定区域，若将当前单元大小减半，则需要四倍的存储空间，这取决于数据类型和使用的存储技术。对于绝大多数用户来说，基于单元分析的效率远比精度损失重要。

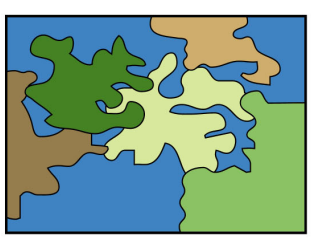


输入植被

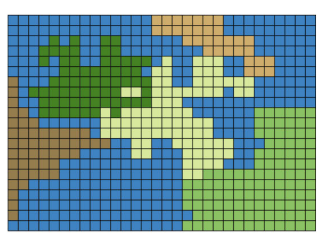


粗糙程度

大一点的单元可能包含一个以上的数据值，这就必须进行聚类或优化，并为每个单元分配单一值。这样就使数据精度降低。用以满足适当的细节程度的最优单元大小随研究的不同而不同。单元越小，精度和精确性越高，但在编码、数据库存储和分析的处理速率上的成本就越高。



多边形



由多边形生成的栅格

栅格编码

创建栅格数据集的过程就象是在研究区上覆盖一层由正方形单元构成的渔网。每个单元的代码由处于单元中心的要素来分配。单元的编码或值是一个数值，它对应于一种属性类型。数值可以加快处理速度，并且允许数据压缩。

每个单元代表了世界的一个特定位置。单元可以是用户定义的任何大小，没有实际的限制。主要应该考虑的是适合分析所需。例如，一般不会用一公里大小的单元去研究田鼠的栖息地。

如果输入数据是多边形，那么转换过程中输出栅格数据集上的每个单元将被赋予该单元中心的要素的值。这仅仅保证了此值代表的要素位于该单元中心，对于连续数据（请参阅本章前面部分“离散和连续数据”），这是唯一可能的情况。然而，对于离散数据，我们假设要素均匀充满了单元的整个范围。有时单元的中心并不能代表整个单元，但是，如果需要的话单元的尺寸可以减小。

如果输入的要素是点，那么包含该点的单元的任何部分都将获得该点数据的属性值。按定义，点是没有面积的，但是转变后数据则是用一个具有面积的位置来表示了。单元表示会对原始数据进行一定程度的概括。如果两点或更多的点落入同一个单元范围，空间分析模块在为单元赋值时，将随机选择其中一点。因此具有值的单元有可能比被用于转换的点要少一些。应该将单元设置得尽量小以便为分析获取到足够多的点。

转变线性要素为栅格数据集类似于转变点要素。任何落入单元范围的线，在转换中其相应单元将被赋上该线属性值。如果有多条线通过同一个单元，空间分析模块将随机选择其中的一条来代表在输出栅格数据集上那个单元的位置。与点数据的情况相同，线要素的宽度也将和单元大小相同。例如，如果被转化的线要素代表的是道路，并且如果单元大小是一公里，那么输出栅格数据集上的道路将是一公里宽。显然，道路不会有一公里宽，因此需要选择合适的单元大小来表达线性要素。如果单元大小是一米，那么道路也将只有一米宽。

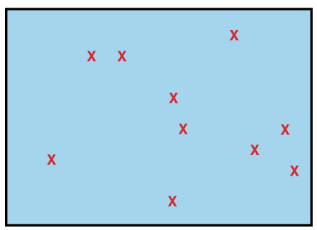
要了解不同要素类型的栅格编码问题及更多的相关信息，请参阅下一节“在栅格数据集中表达要素”。

在栅格数据集中表达要素

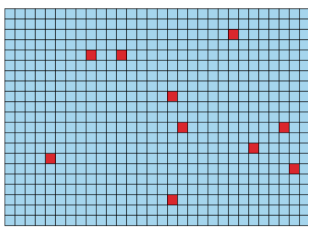
在将点、线或多边形转化为栅格的时候，应该注意栅格数据集是如何表达这些要素的。

点数据

点要素是在指定精度下可以看作没有面积的对象。虽然在某些精度下一口井、一根电话杆、或一株濒危植物的位置都可被认为是点要素，但在其它精度下它们确实是有面积的。例如，一根电话杆从两公里高的飞机上看仅仅是一个点，但从25 米高的飞机上看将是一个圆。



点要素

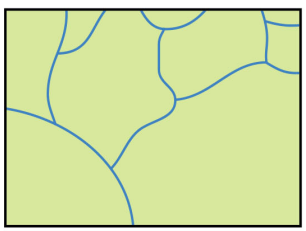


栅格点要素

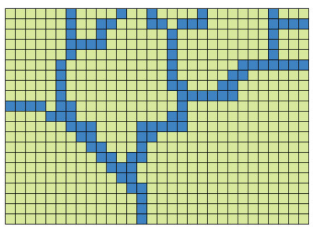
点要素用栅格的最小单位（单元）来表示。记住，单元是有面积属性的。单元越小，其面积越小，也就越接近其所代表的点要素。具有面积的点的精度为正负半个单元大小。这是基于单元的系统必须付出的代价。所有数据类型——点、线和多边形，都处于同一格式下，并且能用同种语言互换使用，这对于大多数用户来说比精度上的损失更为重要。

线数据

线数据是指某种精度下所有那些仅以线形式显示的要素，例如道路、河流、或电力线。根据定义，线是没有面积的。在空间分析模块中，线只需要用一系列连接的单元即可表示。与点数据的情况相同，线要素表达的精度也将随着数据的尺度和栅格数据集的精度的改变而改变。



多线段要素

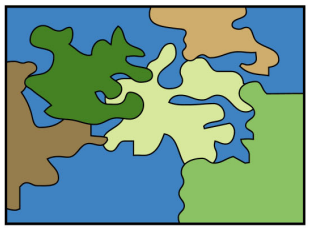


栅格线要素

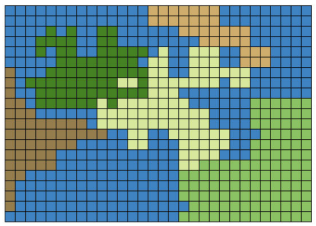
多边形数据

表达多边形或面数据的最佳方式是利用最能描绘多边形形状的一系列连接单元。多边形要素包括建筑物、池塘、土壤、森林、沼泽和田野。

用一系列的方块单元来表达多边形的光滑边界确实会有一些问题，其中最棘手的问题就是“锯齿”，类似楼梯一样的效果。但由于空间分析模块能够处理单元数量以百万计的栅格数据集，“锯齿”问题就显得不那么重要了。



多边形要素



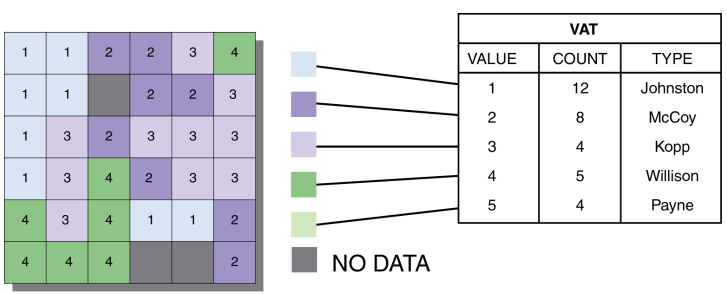
栅格多边形要素

重申一次，上述表达问题的精度依赖于数据的尺度和单元的大小。单元精度越高，用于表达小区域的单元的数量就越多，表达也就越精确。

为栅格数据集分配属性

与单元所关联的值标识了单元属于何种类、组、分类、或成员。值是一个整型数或浮点数。同值单元的位置属于同一分类区。同分类区的单元是无需连接的。整型数通常是用作一个更为复杂的标识的代码。例如，4 在土地利用栅格数据集上可能代表单家庭居住地块。和 4 相关联的可能有一系列的属性，如平均商业价值、住户平均人数或人口普查代码。这些附加属性通过手工或者关系数据库进行管理。

在单元值（或代码）和分配给该值的单元数之间存在一对多的关系。也就是说，在此土地利用栅格数据集上可能有 400 个单元的值是 4（单家庭居住地块）和 150 个单元的值是 5（商业地段）。此代码被存储了许多次，此类中的每个单元都存储了一次（存储技术不同可能会有变化），但此代码的属性仅仅存储一次。这降低了存储空间并简化了更新操作。



在转换过程中使用的字段将对在此数据集上进行的分析产生影响。如果有一个包含某城镇土地利用类型和每个地块所有人的多边形要素数据集，就可以使用其中任一个属性。如果使用的是土地利用类型属性，就可以提出这样的问题：“适合于建房的农业用地在哪？”然而，用户不能将所有人属性增加（连接）到该栅格数据集上，因为这是一种“多对一”的关系。也就是说，包含森林的地块可能有许多拥有者。如果使用的是所有人属性，就能够回答这样的问题，如“Fred Smith 拥有哪个地块”？也可以将土地利用类型关联到关系表上，因为每个地块只有一个利用类型。当一个用户拥有多个不同利用类型的地块时，这个逻辑就不适用了。对于这种情况，可以在转换中使用地块的 ID 或其它唯一性特征。

通常情况下，对于连续数据来说，每个单元的值是唯一的，并且没有属性表，因此也就没有关联的属性。此时，这种多对一的情况就不适用了。

当创建栅格数据集的时候，选择的值和分组层次应该与所要完成的分析有关。坡度是否被分为五组——0 到 10，11 到 20，21 到 30，31 到 40，50 以上，或是分为间隔只有两个百分比的组（0 到 2%，3%到 4%，等等），这取决于将来进行分析时所需的最详细的分类。当难以决定的时候，应使用最详细的分类。合并信息的原有分类要比分割它们来得容易。

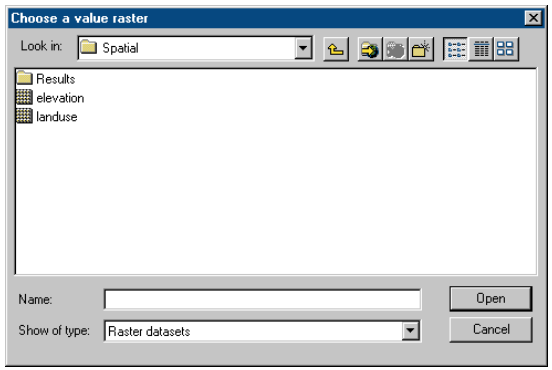
在空间分析模块中直接使用要素数据

有些空间分析模块对话框允许直接在函数中输入一个点、线或多边形要素。在空间分析模块中有两种处理要素的方式：直接处理或转变为栅格后再处理。

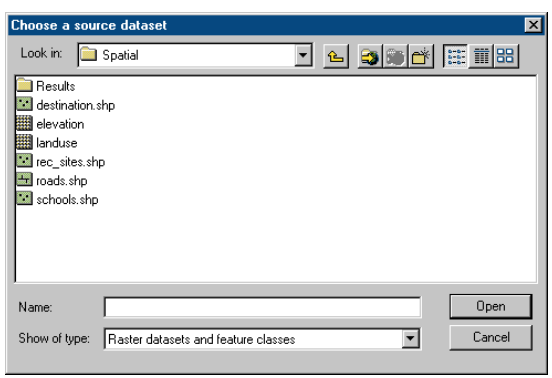
某些函数要求必须输入一个或多个要素数据，然后空间分析模块以要素数据的方式处理它们。例如：距离权重倒数与克里格函数根据测量样本组成的点要素层创建一个连续表面栅格数据集。计算是在点要素数据上直接进行的。

另一些函数允许输入一个或多个要素数据并在执行计算前将其转化为栅格数据。例如分区统计函数中的分类区数据集就是这种情况。注意其中值（value）栅格必须是一个栅格数据集。分类区数据集中输入的要素数据将按 Options 对话框中 cell size 选项卡定义的单元大小转变为栅格。输出精度可以是一个指定的单元大小或函数中其它输入栅格数据集中最大或最小的单元大小，缺省方式是设置成函数中最低的输入栅格数据集的精度。要了解有关转换要素数据更多的信息，请参阅本章前面的“在栅格数据集中表达要素”部分。

在打开浏览对话框输入数据时，就能够知道输入的数据应该是要素还是栅格，浏览对话框将在 Show of type 输入字段上显示“Raster datasets and feature classes”，要素和栅格数据都将显示于浏览对话框中。



如果只允许输入栅格数据，那么浏览对话框将在 Show of type 输入字段上显示“Raster Datasets”，而且浏览对话框中仅显示栅格数据集。



某些浏览对话框允许输入要素和栅格两种数据。这种功能可以让用户在分析前无需将所有的要素数据都转变为栅格数据。

从现有地图中派生栅格数据集

当从现有地图（数据条目）中创建栅格数据集的时候，必须考虑多种因素以便充分利用输入数据。

选择地图

当选择地图创建数据库的时候，必须注意：

- 地图的年代和日期
- 制图精度
- 数据精度和细节程度
- 此图和其它输入地图的兼容性

年代和日期将决定地图的新旧程度是否足够用于分析。如果不是如此，就需寻找更新的地图。制图精确性、数据精度和细节程度必须足够高以便完成分析，但也不能太详细以致数据条目成本、处理速率上的损失和数据库大小都将使你的分析受到限制。输入的地图必须是可兼容的。简单的事物，如不同地图上配准点的位置，将使数据库构建工作变得更容易。分析精度取决于数据变量的一致性和精确性。

潜在的误差

即使当前的地图是精确的、等精度的、具有所需的细节量、并且是兼容的，误差还是可能发生。最常见的误差包括：

- 绘图误差
- 绘制原始数据时使用了不同的地图投影
- 绘制原始数据时使用了不同的摄影投影
- 地图介质的物理变化（收缩或膨胀）

绘图时更加细心、为绘图和输入目录分配足够多的时间、让操作人员从枯燥的任务中经常轮转、为任务分配可靠的人员等方法能将绘图误差减至最少。在计算机中可以利用不同投影系统配准地图，但必须记住，在将来某个时候将这些图层转换为所需要的投影方式。摄影投影一般来说不是用户能控制的，但可以要求供货商在绘图前将所有图像设置成相同的投影或需要时在计算机中对数据进行转换。在温控环境中用聚脂薄膜（Mylar）制图将消除收缩和膨胀问题。

理解基于单元的建模

5

本章提要

- **理解空间分析模块中的分析**
- **空间分析模块中的运算符和函数**
- **空值及其对分析的影响**
- **值及其意义**
- **分析环境**
- **单元大小与分析**
- **处理投影问题**

空间分析模块的最强功能之一是它的分析能力。空间分析模块采用位置的观点，每个单元代表了一个位置，与每个单元相关的值标识了该位置上现象的类型（请参阅第四章“理解栅格数据”）。根据不同的函数类型，空间分析模块中的每个运算符和函数以不同的方式操纵单元的值。

本章将学习基于单元的建模的一般原理。结合这些原理，用户几乎能够解决所有具体问题。除学习基于单元的建模的一般原理外，用户还将学习在进行分析时必须注意的事项。用户将理解栅格数据的值、单元大小、空值、投影和分析范围对分析的影响。只有理解了这些内容才能让用户在进行基于单元的分析时做出更好的决策。

理解空间分析模块中的分析

理解基于单元的建模的最简单方法是从单个单元角度观察（虫眼方法），而不是从整个栅格角度观察（鸟眼方法）。为此，想象你是某个栅格数据集中的某个单元。你代表了某个位置，并且有一个值。所有空间分析模块的运算符和函数将基于一系列的规则来要求你去操纵你的值（或保持不变）。

为了使用空间分析模块中的运算或函数计算你所在位置的输出值，你需要知道三件事情：

- 你需要知道你的值。
- 你需要知道运算符或函数的操作方式。
- 你需要知道在你的计算中所需包含的其它单元位置和值。

如何决定这三件事呢？

你自动知道了你所在位置的值。

空间分析模块中的每个运算符和函数以不同方式操纵你所在位置的值。通过空间分析模块中的知识你将知道如何使用运算符或函数来操纵你的值。

对于某些空间分析运算和函数，仅需知道你所在位置的值，你就能够计算一个输出值（例如通过某个指定的幂运算[局部函数]来增加你的值）。为完成其它运算和函数，你需知道所属栅格数据集中其它位置的值（例如获取你周围邻居[邻域函数]的值），或者你需要包含属于其它数据集的单元的位置和值（例如分区函数）。

让我们用几个函数来演示这个三步过程。如果在你的数据集上使用的是 COS 函数，为了返回你所在位置的输出值，你需要知道你的值并且还要知道如何获取它的 COS 值。如果使用的是一个邻域函数，如寻找其 3 乘 3 邻域中的最大值（本章后面部分将学习更多的邻域函数），你必须知道你的值和包围你的 8 个紧邻的单元的值。你将把这 9 个值中最大的值分配给输出栅格数据集中你的位置。如果使用的是一个求平均值的分区函数（本章后面部分将学习更多的分区函数），你需知道你所在位置的值并且必须为所有与你属于同一分类区的单元位置的值求平均，这个分类区由分类区栅格数据集所定义。如果对你的数据集和另两个栅格数据集使用相加运算，你需要把你的值加到另两个栅格数据集上的相应位置以返回你所在位置的输出值。如果使用的是直线（欧几里德）距离函数，你需要决定你和最近的源有多远（源是由一个源数据集定义）以返回你所在位置的输出值。

在栅格数据集的每个位置上执行这个三步过程。所有运算符和函数以一个单元接一个单元的方式进行，每个单元上进行的每种计算都需要知道单元的值、使用的操作和包含在计算中的其它单元位置。空间分析模块的运算符和函数按其操作值的方式来分组归类。无需记忆每个运算符和函数，只需理解在不同的类别中单元的值是如何被操作的。

在许多函数中，通过参数设置，可使操作（计算）更加精炼。例如，对于一个邻域函数，包含的单元可以根据定义的邻域的改变而改变。

空间分析模块中的运算符和函数

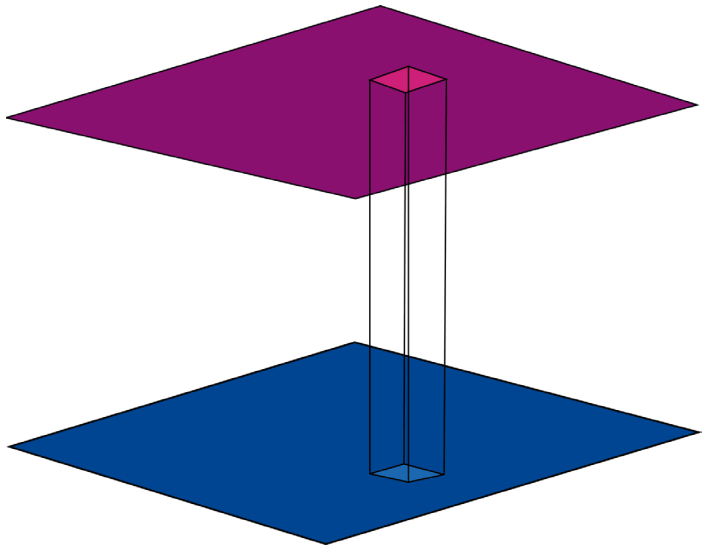
与栅格单元制图建模相关联的函数可分成 5 类：

- 处理单个单元的函数（局部函数）
- 处理邻域内单元的函数（邻域函数）
- 处理分类区内单元的函数（分区函数）
- 处理栅格数据中所有单元的函数（全局函数）
- 由多个函数结合在一起以执行一个特定应用的函数（应用函数）

每一类别的函数都要受到数据的空间或几何表达的影响，或者说除了数据的属性之外，每一类别的函数还要以数据的空间或几何表达为基础。也就是说，一个用于将两个数据层相加的函数（在单个单元上操作）依赖于另一个层中相对应的位置和值。处理邻域内单元或分类区内单元的函数依赖于邻域或分类区的空间结构以及结构中的单元及其值。

局部函数

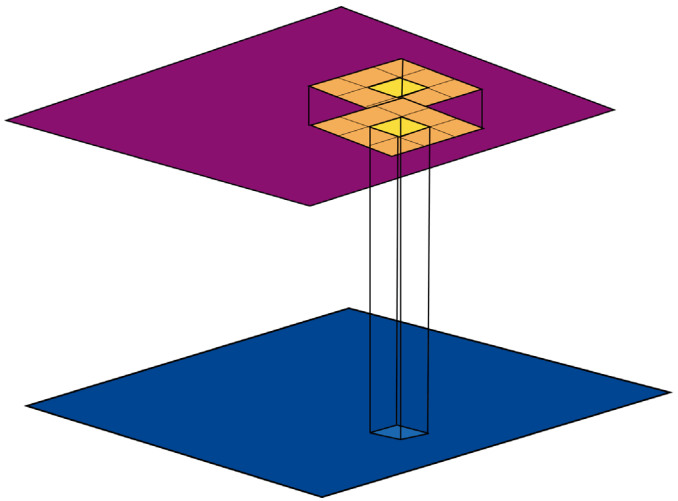
局部（或“单个单元”）函数，用来计算一个输出栅格数据集，其每个位置的输出值是一个或多个栅格数据集上与该位置相关的值的函数。就是说，不管其相邻单元的值如何，单个单元的值对输出值有直接影响。“单个单元”（局部）函数可应用于单个栅格数据集或多个栅格数据集上。对于单个栅格数据集，“单个单元”函数实例有三角函数（如 sin）或指数和对数函数（如 exp 或 log）。



处理多个栅格数据集的局部函数的实例有为输入栅格数据集中每个单元位置返回最大值、最小值、众数或寡数的函数。

邻域函数

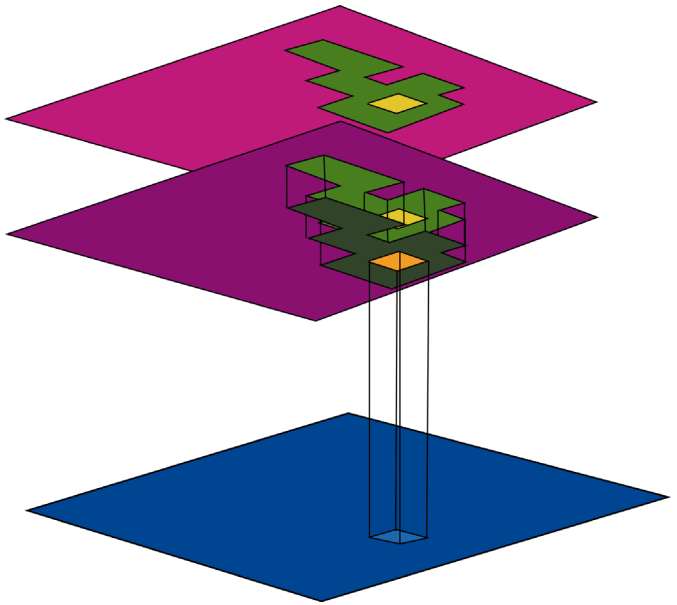
邻域函数生成一个输出栅格数据集，其每个位置上的输出值是该位置上的输入值和围绕该位置的特定邻域内的单元的值的函数。邻域结构决定了在围绕被处理单元的那些单元中，哪些单元将被用于计算每个输出值。



邻域函数能够返回紧邻或延伸的邻域内的平均值、标准差、总和及值的范围。

分区函数

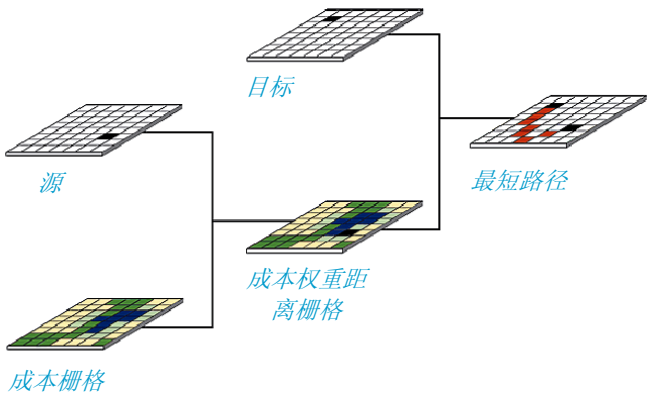
分区函数计算一个输出栅格数据集，其每个位置的输出值取决于该位置的单元值及在某个制图区域内与其相关的单元的值。分区函数类似于邻域函数，不同点在于如何定义那些将用于处理的点，即对邻域的定义。在分区函数中，邻域是通过输入分类区数据集中的分类区或要素结构定义的，而不是通过一个指定的邻域形状。每个分类区可以是唯一的。通过对这些单元的操作，可以从落入第二个数据集的某个指定分类区中的第一个数据集中返回平均值、总和、最小值、最大值、值的范围等。



全局函数

全局（或整个栅格）函数计算一个输出栅格数据集，其每个单元位置的输出值有可能是输入栅格数据集中所有单元的函数。全局函数分为两组：欧几里德距离和权重距离。

欧几里德距离全局函数为输出栅格数据集的每个单元分配其到最近的源单元的距离（源可以是一条新路的起点位置）。在其他输出栅格数据集中，最近的源单元的方向也可以指定为每个单元位置的值。



通过在一个权重（成本）表面上应用全局函数，你能够判定从一个目标单元（例如预期的路的终点位置）运动到最近的源单元的成本。进一步考虑，还可以在一个非网络表面上计算从源单元到目标单元的最短路径。在所有全局计算中，要解决问题，必须知道整个表面的情况。

应用函数

为解决特定的应用问题，人们开发了一系列基于单元建模的函数。局部、邻域、分区和全局函数都不是特定于任何应用问题的。应用函数与局部、邻域、分区和全局函数在分类上是有些重叠的（例如尽管坡度函数通常在分析表面的应用中使用，但同时它也是一个局部函数）。有些应用函数更通用一些，如表面分析，而有些则定义的范围较窄，如水文分析函数。将应用函数分出来是为了组织和理解空间分析模块各种各样的运算符和函数。你可能会发现一个特定的应用函数能够为与其类别完全不同的应用操作基于单元的数据。

在空间分析模块的用户界面里能找到某些应用函数，而另一些应用函数则在某些对话框中，如 Georeferencing 工具栏。某些应用函数可以从 ESRI 和其他用户构建的应用程序中获得，另一些应用函数只有通过栅格计算器的地图代数（见附录 A）或通过空间分析模块的对象模型来获得。

下面几节提供了应用函数的概览。要想了解从空间分析模块用户界面中可以得到的应用函数的其它信息，请参阅第七章“空间分析”。要了解那些只能通过地图代数和对象模型得到的应用函数的有关信息，请参阅联机命令帮助。

密度

密度函数通过将一个输入点层的测量值分配至整个场景以创建一个连续表面。例如，某个特定地区的某个零售连锁商店有许多商店，每个商店的管理人员都有其客户的销售图。管理人员认为客户选择某个商店而不是别的商店的出发点是根据他们需要通行的距离。在本例中，假设客户总是选择最近的商店。最近的商店越远，客户需要通行的距离就越远。但距离较远的购物者也将光顾另外的商店。管理人员期望能够研究出客户的居住分布。从销售图和商店的空间分布，管理人员期望通过智能化地将客户展布于整个区域以创建一个客户表面。为完成这项任务，空间分析模块考虑每个商店相对于其他商店的位置，每个商店的顾客的数量，一个测量值（购物者）需要多少个单元。离测量点（商店）较近的单元获得测量值的比例比较远的单元要高一些。

表面生成

表面函数用表面来表达一个栅格数据集的高度、浓度、数量，例如高程、污染、噪声。

表面生成函数（又叫表面插值）从采样值中创建一个连续的表面。表面生成函数对栅格数据集中所有位置进行预测而不管其位置是否被测量过。为每个位置获得预测值的方法有多种，每种方法被称作一种模型。每种模型都需对数据作不同的假设（例如数据需要作正态分布），并通过不同的计算生成预测值。下面是在空间分析模块中能得到的每个模型的简短描述。

距离权重倒数（IDW）模型基于一个基本的地理学原理，即相互靠近的事物更相近。由此，如果你处在一个无测量值的位置，在 IDW 模型中，你将在围绕你的特定邻域（或距离）内搜索并找出已有的测量值。你知道和你距离近的事物可能更接近你的未知值，因此它们对你预测值的影响将比距你远的测量点大；你需要给较近的测量点分配较大的权重。因此就有了 IDW 这个名称——随着距离的增加，权重越小。对于研究区内的每个位置都进行这样操作。

多项式趋势表面 在概念上类似于将一张纸通过以其测量值为高度凸起的点。纸张将从总体上对所有测量点作最佳拟合。

样条 在概念上类似于将一张橡皮膜通过按其测量值为高度凸起的点，并尽可能地使膜通过测量点。拟合的标准是橡皮膜必须通过测量点。

克里格 是一种通过变异估计来量化测量点间相关性的统计方法。在为未知位置预测值的时候，克里格模型按围绕预测位置的测量点的结构给出权重，并应用变异估计中的拟合模型来决定预测值。有关克里格模型的其它信息请参见第 7 章“执行空间分析”。

ArcGIS 地统计分析模块提供了其它更高级的表面生成工具。

表面分析

表面分析函数的前提是通过生成新数据和识别现有表面模式可获得附加信息。

坡度（Slope） 标识每个单元和其邻域间的坡度，或最大变化率。输出的坡度栅格数据集可以是坡度百分比（如 10%的坡度）或斜坡度数（如 45 度斜坡）。

坡向(Aspect)标识每个单元和其邻域间最陡的下坡向方向。输出栅格数据集的值代表了坡向的指北针方向：如“0”是正北，90 度代表东等等。

山影（Hillshade）对表面进行假想的光照以进行分析或图形显示。对于分析来说，山影可被用来决定某位置的日照时间和强度。对于图形显示来说，山影可显著增加表面的起伏感。

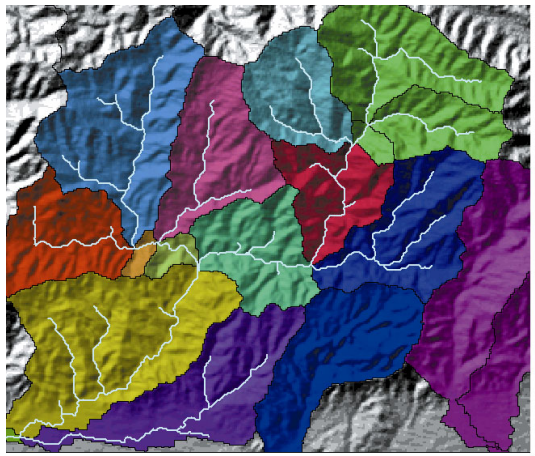
视域（Viewshed） 标识了从每个单元能够看到的由输入观测栅格数据集指定的观测点数量，或者标识了从每个观测点能看到的那些单元的位置。

曲率（Curvature） 衡量每个单元的表面坡度。它计算输入表面栅格数据集的二次导数——坡度的坡度。曲率函数的结果能够被用来描述表面的物理特性，如某区域内侵蚀和冲刷过程。坡度确定了向下运动的总体速率，坡向定义了流向。剖面曲率是坡度方向上的表面形状。平面曲率定义了垂直于坡度方向上的表面的形状。

等值线（Contour） 生成一个输出线数据集。每条线的值代表了所有具有相同高度、大小或浓度的连续位置，而不管输入数据集的值代表什么。该函数并不连接所有单元中心，它内插出一条代表相同大小的位置的线。

水文学分析

表面的形状决定水是如何流经其上的。水文建模函数提供了描述表面水文特征的方法。用一个高程栅格数据集作为输入，它能够模拟出水将流经何处，创建集水盆地和水系网络，并推导出其它水文特征。



汇流网络各部分形成的聚水盆地

水文建模函数可以通过 RasterHydrologyOp 或通过栅格计算器的地图代数得到。

几何变换

几何变换函数既可以改变栅格数据集中每个单元的位置，也可以改变数据集中单元的几何分布以矫正扭曲。镶嵌函数（另一种几何变换）将表达相邻区域的多个栅格数据集合成为一个栅格数据集。

有两组几何变换函数，平移和旋转，可以改变单元所代表的位置。平移以一个指定的 x,y 偏移量移动栅格数据集的坐标，而旋转则用某个指定的量对栅格数据集进行旋转。

反转和镜像是旋转函数的特例。通过反转函数，栅格数据集能够被反转到一个指定的 y 方向。通过镜像函数，栅格数据集能够在 x 方向上作镜像。

改变栅格数据集内部几何分布的几何变换函数可以改变某些区域的单元数量以校正几何扭曲。当栅格数据集中的要素没有被定位到其在真实世界中本来位置时，就会发生几何扭曲。通过和栅格数据集中已知位置匹配的真实世界中的已知坐标集，栅格单元位置能够被校正以更加符合真实情况。Warp 函数用一个多项式变换对整个栅格数据集上的扭曲进行校正。

融合和镶嵌将几个在空间上邻接的栅格数据集合成一个单一的、更大的数据集。两者的区别在于它们处理栅格数据集间的重叠区域的方式不同。在融合中，单元被分配为输入栅格数据集系列中最后输入的那个值。镶嵌则对重叠区中的相邻栅格数据集的过渡部分进行平滑。当几个栅格数据集来自一个块状、连续的数据源时，如相邻的卫星场景，邻接的城镇，或独立管理的州的时候可应用这些函数。

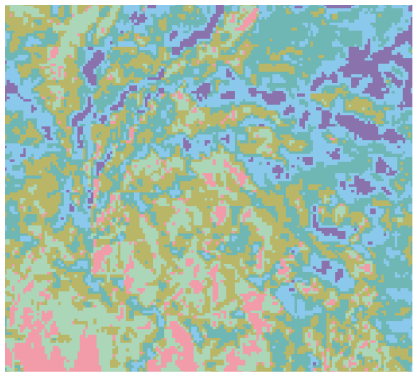
有些几何变换函数可以从 ArcMap 中的 Georeferencing 工具栏获得，而所有几何变换函数都能够通过栅格计算器的地图代数访问。

概括

有时栅格数据集包含的数据有错误，或和手头的分析无关或相对需要来说过于详细。例如，如果栅格数据集是从卫星影像分类而来，它可能包含了许多小的和孤立的误分类区域。概括函数可以帮助确定这种区域并自动为组成这些区域的单元分配一个更可靠的值。

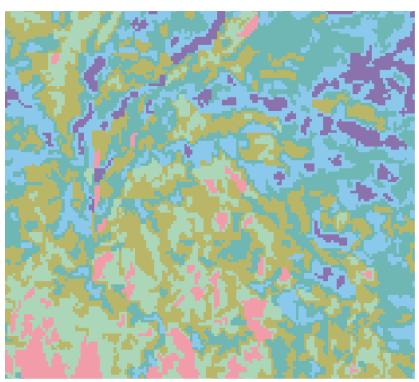
概括函数可以从 RasterGeneralizeOp 或通过栅格计算器的地图代数得到。

这些工具提供了聚类、边界平滑、智能噪声去除等等功能。



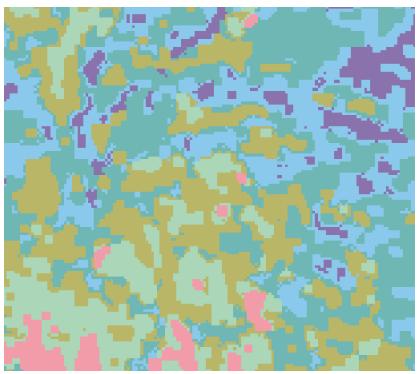
卫星影像的基础分类

用 Nibble 函数去除分类图像中单个、误分类的单元。这个函数将去除由误分类单元构成的小区域，并为它们分配一个最近邻域内最常见的值。例如，你可能期望去除所有小于 7200 平方米的单元组，这些单元要么可能是被误分类的，要么可能对将来的分析来说太小了。



在基础分类上使用 Nibble 的结果

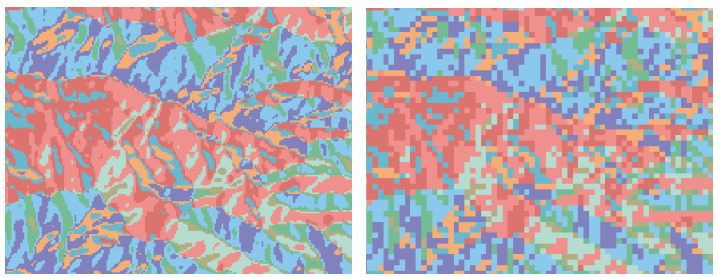
其它概括函数包括 BoundaryClean 和 MajorityFilter，它们对不同分类区之间的边界进行平滑处理；Expand 函数用于扩大指定的分类区，Shrink 函数用于缩小指定的分类区，Thin 函数对栅格数据集中的线性要素进行细化，它对清理扫描纸图特别有用。



在 Nibble 的输出上使用 MajorityFilter 后的结果

改变精度

改变精度函数可以改变现有栅格数据集的精度。如果你有一个比其他栅格数据集精度高的栅格数据集，你可能希望对高精度栅格数据集做重采样，使之和粗精度的栅格数据集的精度相同，从而使所有栅格数据集的精度相同。这样做可以加快处理速度，减小数据量。



栅格重采样至粗糙精度的结果

改变栅格数据集精度的两个主要的方法是内插和聚类。第一组重采样内插函数应用最近邻法、双线性内插法或立方卷积法中的一种来处理输入栅格数据集的值。第二组重采样内插函数在某邻域内用指定的统计聚类方法生成新值。与分析环境中设置的单元大小不同，改变精度函数仅应用于结果数据集。

聚类函数将一系列同值的单元分为一组。进行聚类操作需使用块（block）函数。通过块函数，空间分析模块在无重叠邻域内计算一个指定的统计值。

空值及其对分析的影响

栅格中每个单元位置都分配了一个值。当某个单元位置的信息不足时，该位置可被赋上空值（NoData）。空值和“0”是不同的，“0”是一个有效的值。

由于某位置上可以是空值而非有效值，在执行运算符和函数时就出现了分支。空值意味着某个单元位置上的信息不足而不能为它赋值。在计算表达式时，有两种处理空值位置的方式：

- 一律为该位置返回空值。
- 忽略空值，用可用的值来计算。

上述方法中哪种方法更有意义取决于操作符和函数。例如，当两个栅格数据集相加时，如果其中一个数据集中某单元的位置上包含空值，我们就没有理由为输出数据集相应的位置上分配值。相反，如果在一个包含空值的邻域内搜索最小值，我们可以假设（做个冒险）空值所在的单元位置不会是最小值单元的位置。这样邻域函数就可以用来返回邻域内剩余有效值中的最小值。

空间分析模块完全支持空值概念。如果在空间分析表达式中的任何输入栅格数据集中有空值存在，输出值将受到影响。在联机命令帮助中有每个操作符和函数对空值处理方式的解释。

在决策之前，了解在某一特定函数中空值是如何处理的非常重要。你可能需要知道在输出栅格中值为空值的某个位置上曾经是否有过值，或者该空值是不是从运算符或函数中接收到的。有时，当某些位置上接收到空值时，必须要清楚输出值是真正的实际上的最小或最大值，还是现有的已知值中的最小或最大值，这一点非常重要。

值及其意义

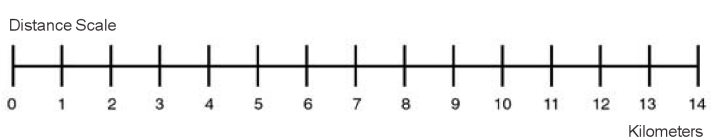
使用的度量系统的类型可能会为结果值的解释带来戏剧性的效果。20 公里的距离是 10 公里的两倍，100 磅的东西是 300 磅东西重量的三分之一。但第一名可能并不需要做第三名三倍的工作，pH 值是 3 的土壤酸度也并不是 pH 为 6 的土壤酸度的一半。

这个问题还可以再深入考虑，60 岁的人是 30 岁的人年龄的两倍，但年老的人只能在生命中的某个时刻其年龄刚好是年轻人年龄的两倍。同样，如果查查他们的出生日期，并且如果年老的出生于 1930 年而年轻的出生于 1960 年，1930 并不是 1960 的两倍。

以上对“数”这个问题的讨论意义在于，不能将所有的数字都同等对待。需要知道在栅格数据集上使用的度量系统的类型，这很重要，这样才能使用合适的运算符和函数，这样才能得到可预测的结果。测量值可分为四种：比率（ratio）、间隔（interval）、序列（ordinal）和类型（nominal）。

比率

比率度量系统中的值是通过相对于线性标尺上的固定零点得到的。对这些值进行数学运算，能够获得可预测并且有意义的结果。比率度量系统的例子有年龄、距离、重量和体积。

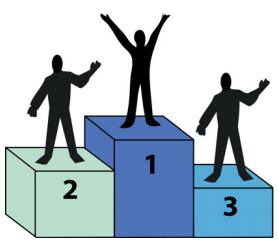


间隔

日历中的日、年，华式温度计的刻度、pH 值都是间隔度量系统的实例。它们都是线性刻度标尺上的值，但它们和时间或空间上的真正零点没有关系。由于没有真正的零点，所以在测量值间可以进行相对比较，但确定比率或比例则是没有意义的。

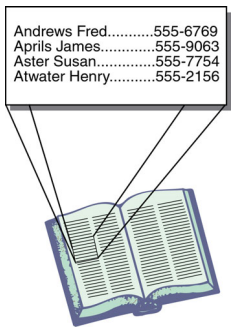
序列

序列值决定了位置。这类测量值显示了位置，如第一、第二、第三，但它们并不建立大小或相对比例关系。从序列值上是看不出好多少、差多少、聪明多少、健康多少或强壮多少等关系的。



类型

和这种度量系统相关联的值可用来从一个实例中识别另一个实例。它们也可用来建立与对象相关联的组、类、成员或分类。这些值是定性的，而非定量的，和固定点或线性标尺没有关系。土地利用、土壤类型的编码方案或其他属性被认为是类型度量。其它类型值还包括社会保险号码、邮政编码和电话号码。



空间分析模块在处理或操作值的时候并不区分这 4 种类型的度量。大多数的数学运算在比率型数值上工作得很好，但当处理间隔、顺序、类型数值的时候，乘、除、开平方根显然就没有意义。另一方面，减、加和布尔运算在处理间隔和序列值的时候很有用。在栅格数据集内部和栅格数据集间处理属性问题时，类型度量则是最有效的。

离散数据与连续数据的对比

若对每个单元分配的值做进一步分析，则可以看看它代表的是离散的还是连续的数据。

离散数据

离散数据，有时叫做分类数据，最常用于表示对象。这些对象通常属于：一个类（如土壤类型）、一个分类（如土地利用类型）或一个组（如政治团体）。一个分类对象有显著和可定义的边界。

在离散栅格数据集中每个单元通常与一个整数值相关联。大多数整型栅格数据集都有一个包含附加属性信息的表。浮点值能够用来表达离散数据。

用序列或类型数表达离散数据是最佳的。

连续数据

可用浮点值栅格（称作浮点栅格数据集）或整型值栅格来表示一个连续的栅格数据集或表面。数据集中每个单元的值都是基于一个固定的值（如海平面）、一个指北针方向、或一个指定度量系统中某个现象到每个位置的距离（如机场附近不同场所的噪声分贝）。连续表面的实例有高程、坡向、坡度、核电站放射水平，含盐沼泽向内陆移动时它的盐浓度。

浮点栅格数据集通常没有与之关联的属性表，这是因为绝大多数（即便不是全部）的单元值都是唯一的，并且连续数据的特性也排除了其它关联属性。

用比率和间隔型数值表示连续数据最佳。

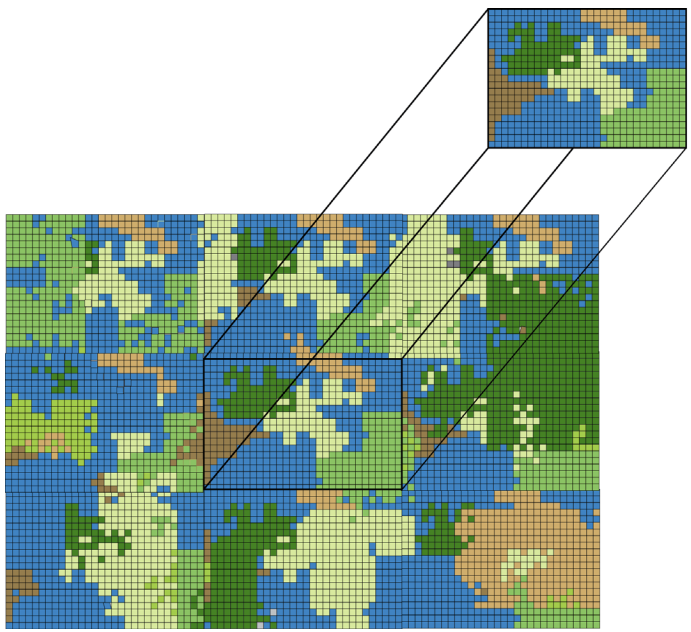
很多时侯，合并连续数据和离散数据得到的结果是没有意义的。例如把土地利用数据（离散数据）加到高程（连续数据）数据上，结果栅格数据集上的值 104 可能是将单家庭住宅土地利用类型（值是“4”）和高程 100 的相加。

分析环境

空间分析模块可处理单元子集并定义其处理精度。对空间分析模块分析环境的更详细的讨论，请参阅第六章“设置分析环境”。

分析范围

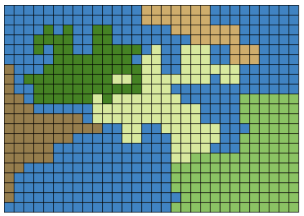
当进行分析时，感兴趣的区域可能是一个大栅格数据集的一部分。这种情况下，可以将分析范围设置为只包含所需的那些单元。所有后续分析结果将限于此范围。分析范围是一个矩形，由地图空间上的窗口坐标确定。



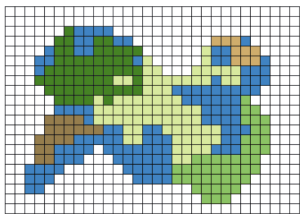
在栅格的一小块上分析

掩模

掩模标识了在执行运算或函数过程中，在分析范围内的那些不被考虑的单元。在所有后续输出栅格数据集上的被掩模标识的单元都将被“掩盖掉”并被分配空值。



栅格数据



使用掩模后的分析结果

单元大小

对于所有运算和函数，其输出单元大小（或精度）都可以设置为需要的任何尺寸。缺省的输出精度取决于输入栅格数据集中精度最低的那个。

单元大小与分析

不同栅格数据集的单元无须以相同精度存储。但在操作多个数据集时（例如在配准情况下），单元精度要求相同。当在任一空间分析函数中输入多个栅格数据集并且其精度不相同时，将对一个或多个栅格数据集应用最近邻分配法，按最低的输入栅格数据集的精度自动进行重采样（更多信息请参阅第四章“理解栅格数据”）。

应用最近邻分配重采样技术是因为它既适合离散数据，又适合连续数据，而双线性内插法和立方卷积法只适合连续数据。由于输入单元的中心与按所需精度进行变换后的单元中心很少会对准，因此重采样技术是很有必要的。

可以改变这种缺省的按输入栅格的最低精度进行重采样的方式，方法是通过 Options 对话框中的 Cell Size 选项卡，将其修改为指定的单元大小或输入栅格数据集中的最小值。由于输出精度不会高于输入栅格中的最低精度，因此，在定义一个高于输入栅格中的最低精度的单元大小时需谨慎行事。当输入栅格数据集的单元大小为 100 米时，指定一个 50 米的单元大小虽然能够创建单元大小为 50 米的输出栅格，但其精度仍然是 100 米。

在进行分析的时候，必须确保已经考虑过所选单元大小是否合适这个问题。也就是说，不会在一个单元大小是 5 公里的栅格上研究老鼠的运动，同样，也不会希望用 5 公里的单元去研究全球变暖效应。

处理投影问题

在对多个栅格数据集进行任何分析或处理之前，必须对它们进行配准。地面上的每个位置在各个输入栅格数据集中必须用相同 x, y 的单元地址来表示。这意味着所有输入栅格数据集必须处于同样的坐标空间或坐标系统中（同一投影）。输出栅格的坐标空间取决于输入数据集的坐标空间。如果表达式中的两个或多个输入栅格数据集不处于同一坐标空间，空间分析模块将通过下列法则自动将其转换到同一空间中。

缺省设置：

如果仅输入一个栅格数据集，输出的坐标空间同输入数据集（最常见的情形）。

如果多个栅格和要素数据集坐标空间相同，则输出的坐标空间也与之相同。

如果输入多于一个的栅格数据集，输出将与第一个输入的坐标空间相同。

同一个函数中，如果输入的要素和栅格数据集坐标空间不同，要素数据集将被投影到栅格数据集的坐标空间。输出坐标空间同栅格坐标空间。

如果输入的是要素数据，输出同第一个输入。

覆盖缺省设置：

在 Options 对话框的 General 选项卡中，可以将所有输出栅格数据集的坐标空间设置为指定的数据框的坐标空间。

以上自动转换栅格或要素数据集到通用坐标系统的过程被称为动态投影。为保证动态投影的速度，可对数据集应用低阶多项式变换。动态投影变换的精度要低于用 ArcMap 和空间分析模块中的几何变换工具所做投影变换的精度（关于几何变换，请参阅第四章“理解栅格数据”）。

分析操作

第三部分

设置分析环境

6

本章提要

- **创建临时或永久性分析结果**
- **为分析结果指定磁盘位置**
- **使用分析掩模**
- **关于坐标系统和分析**
- **为分析结果设置范围**
- **为分析结果设置单元大小**

为分析结果指定一个范围、单元大小和工作目录是进行分析的前提条件。例如，用户可能仅对分析一小块地理区域感兴趣，或者可能想将分析结果输出到指定位置。

为分析结果设定选项使用户能够控制结果的输出目录、分析范围和单元大小。适当条件下，用户还可以利用其指定分析掩模和捕捉范围。建议用户在分析数据前设置好你的分析选项，或者可以接受缺省选项。缺省情况下，分析结果存放的目录是系统的临时目录（通常是 c:\temp），单元大小设置为输入的最大单元大小，范围是输入数据的交集。

本章将解释：

- 理解和创建临时或永久性结果；
- 如何为分析结果指定磁盘位置；
- 什么是分析掩模及如何使用；
- 如何设置分析结果的范围；
- 单元大小的重要性和如何为分析结果指定单元大小。

创建临时或永久性分析结果

缺省状态下，大多数分析的结果都是临时性的。而转换函数和那些不输出栅格数据的函数是个例外，在缺省条件下它们将创建永久性分析结果。

所有其它函数的临时结果可以通过三种方式转变为永久性结果：

- 在函数对话框中为结果提供一个名称。
- 创建临时性结果，然后使之成为永久性结果。
- 保存地图文档，用缺省输出名称将所有临时性结果永久保存在指定的工作目录中。

提示

设置工作目录

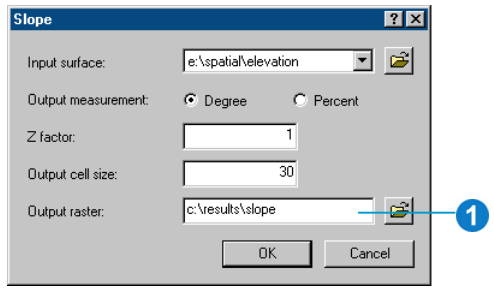
单击 Spatial Analyst 工具条上的 Options，然后单击 General 选项卡为分析结果设置工作目录。

在函数对话框中永久保存分析结果

1. 当执行任何函数时，为输出数据键入文件名，这样它就可以永久保存到你的工作目录中。

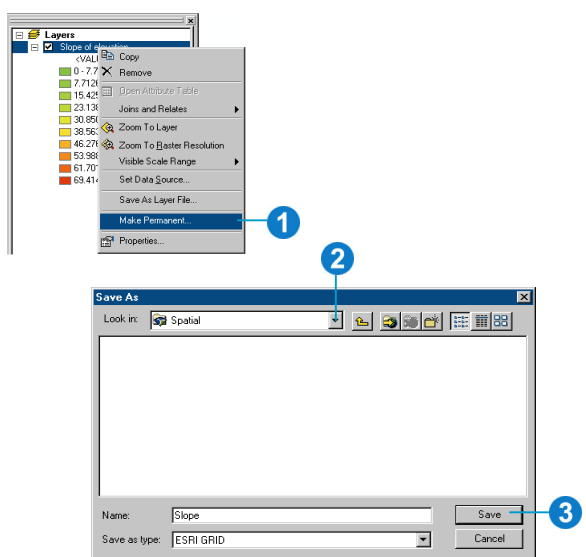
   另一种方式是键入输出的磁盘位置和名称或者用 Browse 按钮选择磁盘上的一个文件夹。

   结果将永久保存。



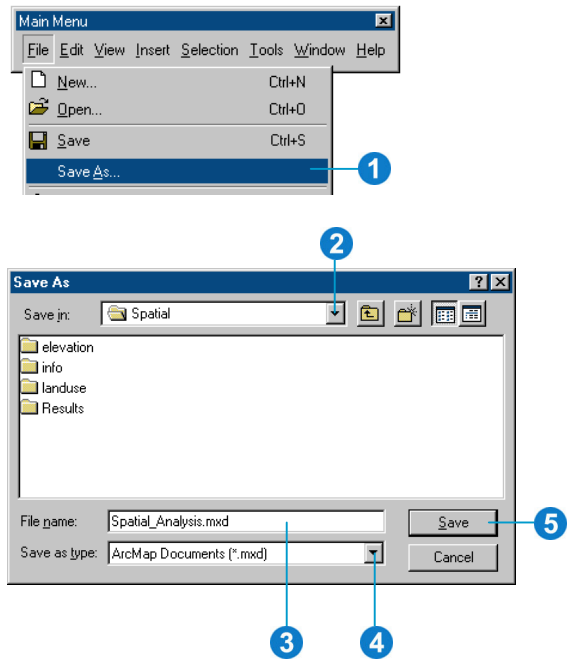
将临时性结果变为永久性结果

1. 右击内容表中的临时结果并单击 Make Permanent。
2. 指向你想要保存结果的目录并指定一个名称。
3. 单击 Save。



通过保存地图文档使分析结果永久化

1. 单击File菜单并单击Save As。
2. 指向想要保存地图文档的位置。
3. 键入文件名。
4. 单击 Save as type 下拉箭头并单击 ArcMap Documents (*.mxd)。
5. 单击 Save



提示

为何要保存地图文档?

保存地图文档是使临时性分析结果永久化的快捷方式。它保存了你的工作以便日后继续。

提示

保存地图文档的快捷方式

一旦为地图文档指定了位置和名字，可简单地单击 Standard 工具条上的 Save 按钮就可以保存工作。

为分析结果指定磁盘位置

分析结果的缺省位置是系统的临时目录，通常是 C:\temp。

有两种方式来指定分析结果的保存位置。第一种是在进行分析前使用 Analysis Options 对话框为分析结果指定磁盘位置。使用这种方式，所有分析结果将保存于此目录。第二种方式是每次分析时在每个函数对话框中指定位置。当你希望将分析结果归类到不同的文件夹时，这种方式很有用。

提示

创建新的工作目录

只需简单地在 Working directory 输入框中键入新位置的路径即可。

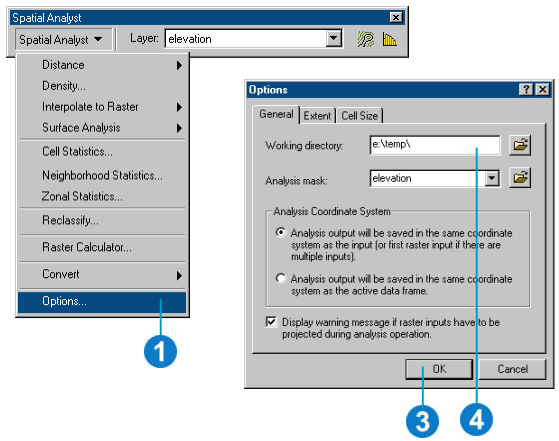
提示

使用工作目录

如果已经设置好了工作目录，那么在某个函数对话框中键入输出结果的名称即可将其永久保存到工作目录中。

通过 Analysis Options 为所有分析结果指定位置

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Options。
2. 单击 General 选项卡。
3. 为分析结果输入磁盘位置或者用 Browse 按钮指向某个目录。
4. 单击 OK。

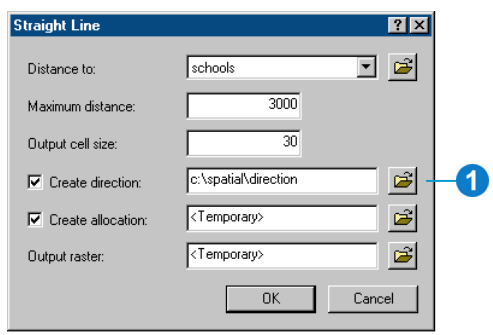


在函数中为每个输出指定磁盘位置

1. 当执行任何函数时，为输出键入磁盘位置和名称。

   也可选择 Browse 按钮指向磁盘上某个文件夹。

   通过指定位置和名称，分析结果将永久保存。



使用分析掩模

有时候只想在选择的单元集合上进行分析，并屏蔽其它部分。

设置分析掩模是一个两步过程：

首先，分析掩模必须预先创建。分析掩模标识了在执行某个运算或函数时需要考虑的单元。所有分析掩模中的空值单元将被屏蔽掉并在所有后续的输出栅格数据集中被赋予空值。分析掩模可通过 Reclassify 对话框创建。

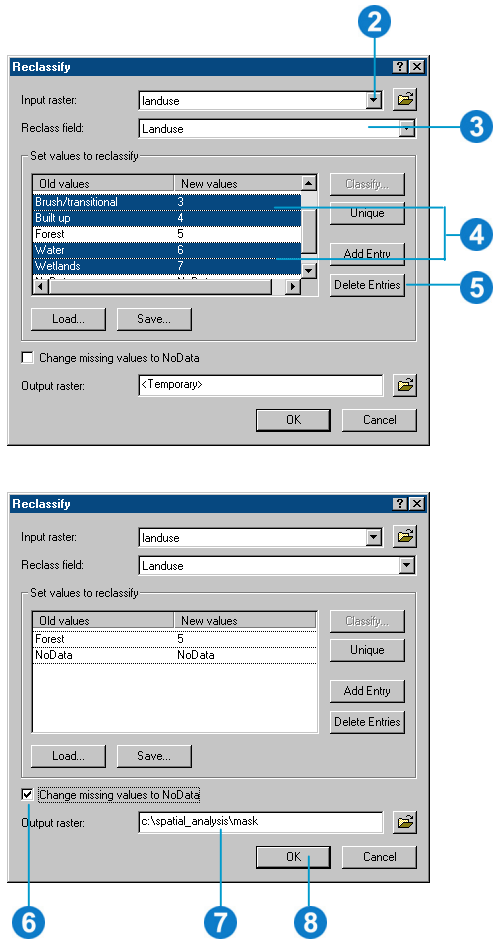
其次，分析掩模必须在 Options 对话框中的 General 选项卡中指定，使之能应用于所有的后续分析。

通过重分类创建分析掩模

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 下拉箭头并单击想用来创建分析掩模的栅格。
3. 单击 Reclass field 下拉箭头并单击要用的字段。
4. 单击进一步处理中想要排除的值。
5. 单击 Delete Entries。
6. 选中 Change missing values to Nodata 复选框。

   被删除的值将在输出栅格中转换为空值。
7. 为掩模输入在磁盘上的位置和名称。

   也可单击 Browse 按钮选择一个放置结果的文件夹。
8. 单击 OK。



提示

创建分析掩模的替代方式

可指定某个空间边界作为掩模，而不必用属性来创建分析掩模。在 ArcCatalog 中创建新的要素数据集，并在 ArcMap 中数字化此空间边界，然后将这些要素转化为栅格以创建掩模。分析掩码中的所有空值单元（原始要素之外的区域）在所有后续输出栅格数据集中都将被设置为空值。

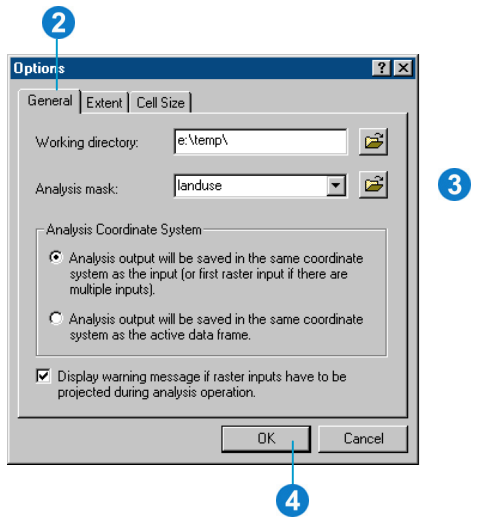
提示

设置分析掩模的替代方式

对于能访问其属性表的图层，在内容表中右击图层并单击 Open Attribute Table。从表中选取行。在执行空间函数时将受到这个选择的限制，因此所做的分析将仅在此选择集上进行。

在所有后续分析中使用掩模数据集

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Options。
2. 单击 General 选项卡。
3. 单击分析掩模下拉箭头并单击已创建的掩模。
4. 单击 OK。



关于坐标系统和分析

分析时用户可以控制坐标系统的改变。

为使动态投影在显示栅格数据时能够快一点，系统使用一种与实际投影变换近似的方式，只有那些需要显示在屏幕上的像素才被转换。

这种变换近似可能会产生误差。它较适用于低-中纬度区域且研究区为局部或区域尺度，而在全球或大陆尺度的分析中不太适用。在高纬地区，它仅适合于小的研究区，在纬度为 60 度处，研究范围应不超过 2 个经度，在纬度为 75 度处或更高时，其研究范围的经度则应小于一度。当在赤道处使用圆柱投影时，研究区域经度范围可大到 10 度而不会产生太大的误差。

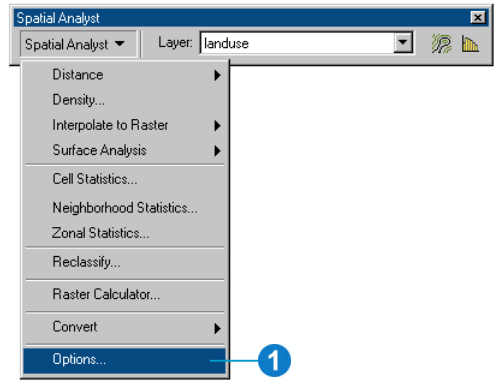
采用严格的逐单元（cell-by-cell）或分段重投影的方式能改善投影效果，相应的函数分别是 ARC 下的命令 PROJECT 与 PROJECTGRID。

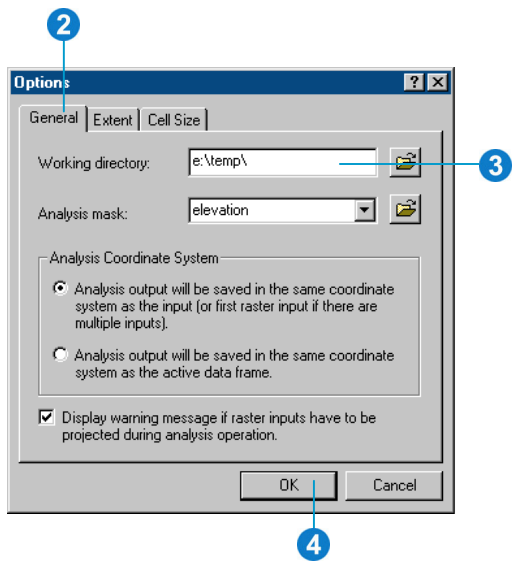
为分析结果指定坐标系统选项

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Options。
2. 单击 General 选项卡。
3. 单击你要使用的 Analysis Coordinate System 选项。

   缺省地，分析结果将使用已定义好坐标系统的第一个输入栅格的坐标系统来存储。这样能够使既慢又会带来误差的栅格重投影的工作量减至最少。

   另一种方法是单击第二个选项，使分析结果用数据框的坐标系统来保存。
4. 单击 OK。





为分析结果设置范围

图层的范围是左下角和右上角的 x，y 坐标。结果的分析范围可在 Options 对话框中的 Extent 选项卡中设置。缺省的范围设置是输入的交集，因此，任何分析都只在所有图层的重叠位置上进行（输入的最小部分）。你可能希望改变这个缺省设置。

输入数据的并运算（Union）将分析结果的范围设置成函数的输入数据范围的总和。你或许希望仅在地图的可视区域上进行分析（Same as Display）或者你希望将范围设置成与内容表中的另一图层的范围相同（Same as Layer “文件名”），此外，你也可以自定义一个范围（As Specified Below）。

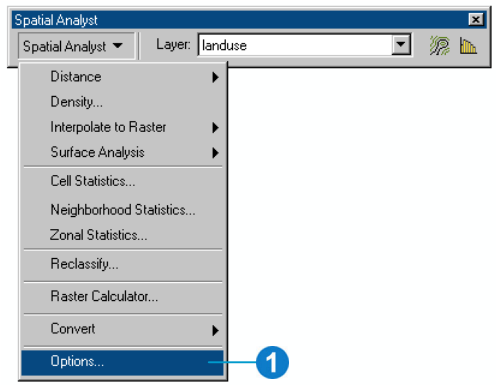
提示

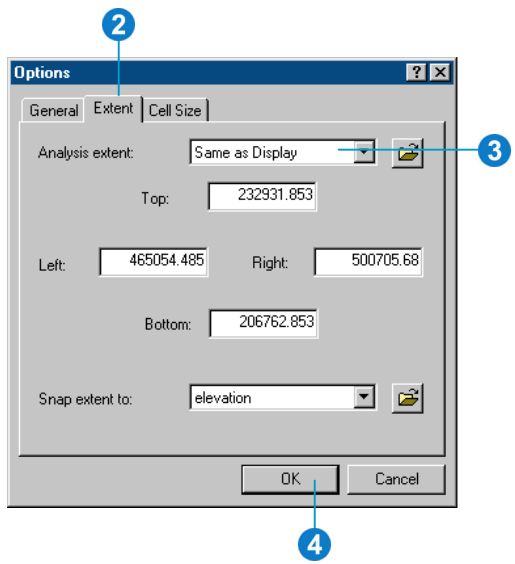
设置捕捉范围

为特定的栅格数据集设置捕捉范围可以将所有输出栅格数据集捕捉到该指定栅格数据集的单元配准处。

为分析结果指定范围

1. 单击 Spatial Analyst 下拉键头并单击 Options。
2. 单击 Extent 选项卡。
3. 单击 Analysis extent 下拉箭头并选择某一项为所有后续分析结果指定范围。
4. 单击 OK。





为分析结果设置单元大小

分析结果的缺省单元大小（或精度）被设置为输入栅格数据中的最大单元尺寸——输入中最大的那个。

当函数的输入包含要素数据集时，缺省单元大小将采用输入要素数据集范围的宽或高（短的那个），并且除以 250 以获得 250 个单元。

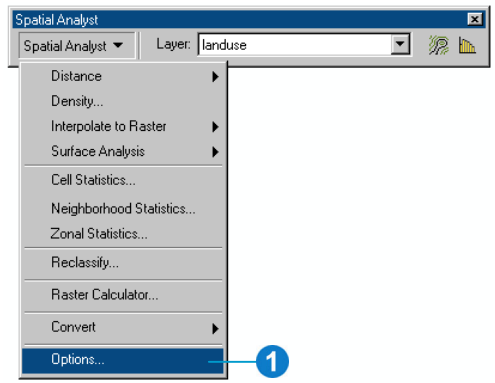
当指定一个比输入栅格数据集更精细的单元大小时应该谨慎行事。这样做不会创建新数据；单元以最近邻重采样的方式进行内插。其结果精度与精度最低的输入相同。

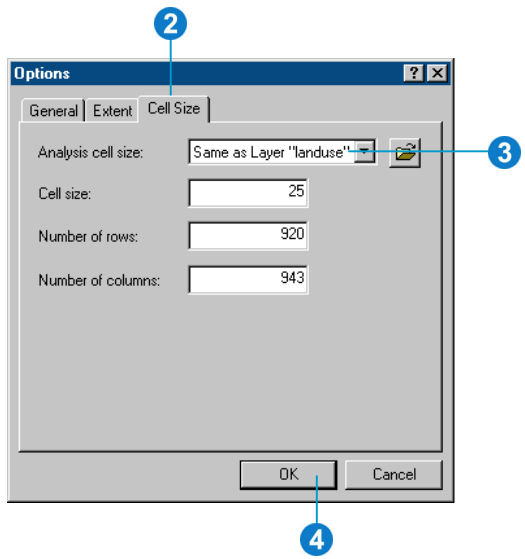
利用 Options 对话框中的 Cell Size 选项卡可以改变缺省的单元大小。你指定的单元大小将被应用到所有后续结果中。

还有其他一些选项：Minimum of Inputs 选项设置分析结果的单元大小为输入栅格数据集中最小的单元大小。As Specified Below 使你能够为分析结果指

为所有后继分析结果指定单元大小

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Options。
2. 单击 Cell Size 选项卡。
3. 单击 Analysis cell size 下拉箭头并选择合适的选项。
4. 单击 OK。





定单元大小，Same As Layer 选项使你能够用一个输入栅格层来决定你分析结果的单元大小。另一种方法，通过指定划分分析范围的行列数，也可产生合适的单元大小。

对于接受非栅格数据的函数，可以在函数对话框中直接为输出栅格数据指定单元大小。缺省值是 Options 对话框中 Cell Size 选项卡中设置的任意值（以此为缺省值或者用你指定的单元大小作为缺省值）。

提示

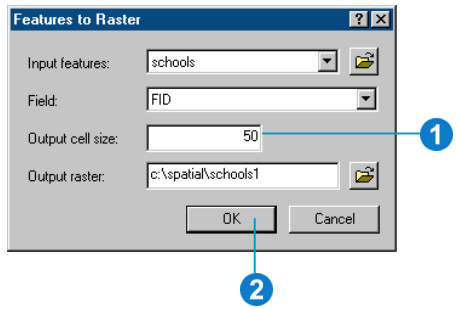
获得栅格图层的单元大小

为获得栅格图层的单元大小，在内容表中右击栅格图层，单击 Properties，然后单击 Source 选项卡

为某些函数应用一个不同于缺省值的单元大小

1. 输入单元大小
2. 单击 OK。

   你指定的单元大小将被应用于你的输出栅格中。



空间分析

7

本章提要

- **制图距离**
- **制图密度**
- **插值为栅格数据**
- **表面分析**
- **单元统计运算**
- **邻域统计运算**
- **分类区统计运算**
- **数据重分类**
- **使用栅格计算器**
- **数据转换**

空间分析模块（Spatial Analyst）为用户提供各种工具，执行空间分析操作，解决空间问题。

前面章节介绍了如何在执行空间分析之前设置一些分析属性。本章将提供空间分析模块中分析函数的一些详细信息，解释每个函数的功能，为什么我们需要这些函数以及如何运用这些函数来完成任务。

空间分析函数认可加入ArcMap的图层，以及在函数对话框中可以浏览到的栅格或要素数据集。空间分析函数同时支持在图层上的选择操作，因此，可以选择属性表或地图中的某些值用于分析。

本章内容是根据用户界面上函数的顺序进行组织的。所以，要了解某一函数时，只需选择相关的页面来获得更多信息。例如，要了解数据转换功能，只需查阅本章最后几页的对应部分。

本章内容主要包括：

- 每个函数的概念性信息；
- 如何使用每个函数的逐步详细信息。

可以将本章作为参考指南，需要更多信息时，请查找相关函数。

制图距离

什么是距离制图函数?

距离制图函数(Distance mapping)属于全局函数(Global function)。其计算所得到的输出栅格数据集中的每个位置的值将是输入栅格数据集中所有单元值的函数。

这里提供的一些距离制图工具可用于测量直线距离(欧几里得距离)和根据其它因子所量测的距离，如穿越区域的通行成本。直线距离函数（Straight Line Distance）输出的数据结果通常可直接使用，而成本加权距离函数（Cost Weighted Distance）则更经常地用于最短路径或最低成本路径的求算。

直线距离函数

直线距离函数用于测量每一单元到最近源(源是我们感兴趣的地物，如水井、道路或学校）的直线距离。是从一个单元的中心至另一单元中心的距离。

直线分配函数（Straight Line Alloctiton）赋予每个单元距其最近源的值。这一最近源是由直线距离决定的。

直线方向函数（Straight Line Direction）用于计算最近源的方向，单位为度。

成本加权距离函数

成本加权距离函数通过其它因子修改直线距离，修正因子是通过给定单元的通行成本。例如，翻越一座山到达目的地路程可能较短，但是绕行它的时间则可能要短一些。

成本加权分配函数（Cost Weighted Allocation）用于在累加通行成本的基础上计算最近源。

成本加权方向函数（Cost Weighted Direction）将提供一幅路线图，图中将显示从任一单元出发，沿着最小成本路径，到达最近源的路线。

其中，生成的距离、方向栅格数据集将用作寻找最优路径(最短路径或成本最低路径）的输入变量。

制图距离的用途

通过距离制图，可以获得相关信息，诸如飞机紧急救援时从指定地区到最近医院的距离，或者寻找燃烧建筑物 500 米内的所有消防栓。此外，也可以根据某些成本因素找到某地到另一个地方的最短路径或最低成本路径。

以下将详细阐述直线距离、分配、成本距离权重和最短路径的有关内容。

直线距离

直线距离函数

直线距离函数用于描述每个单元和一个源或一组源的相互关系。

这一函数可能有三项输出：

基本输出：

- **直线距离**，给出了栅格数据中每个单元到最近源的距离。
  应用举例： 距最近的城镇有多远？

可选输出：

- **直线分配**，进行最邻近分析，给出单元的最近源。
  应用举例：哪个城镇距离最近？
- **直线方向**，给出每个单元到最近源的方向。
  应用举例：最近的城镇在什么方向？

源（Source）

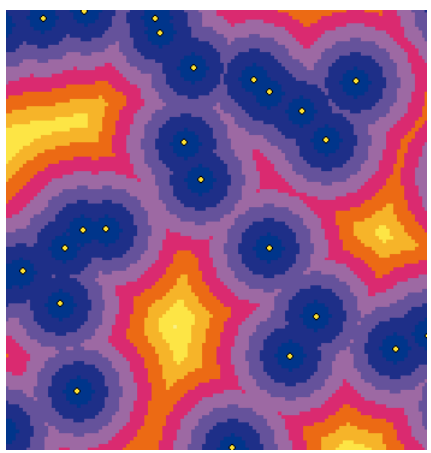
源是用户所感兴趣对象的位置，诸如水井、商场、道路和林地等等。如果源是栅格数据，栅格中只有源单元才能有值，其它单元只能为空值（NoData）。如果源是要素数据集，在运行这一函数之前，要将它转换为 grid 格式。

直线距离栅格数据

直线距离栅格数据包含了每一单元到最近源的测量距离。这一距离用英尺（feet）或米（meters）等投影单位来度量，测量的是一个单元中心到另一单元中心的距离。

直线距离函数常作为独立函数用于诸如为救援飞机寻找距出事地点最近的医院之类的事务。有时，需要得到从某个对象到达其它地点的距离的数据时，利用这一函数可以生成一幅适宜性地图（更多信息请参考第二章中的例子“为美国 Vermont 州 Stowe 镇的一所新学校选址”）。

在下面的例子里，用户已获得到每个城镇的距离，这些信息在徒步旅行计划中非常重要。也许，万一有紧急事件需要留在距某个城镇一定距离内，或者想知道必须行进多远才能够找到补给。



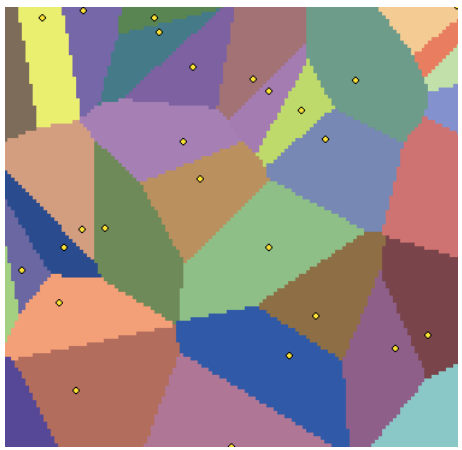
从每一位置到最近城镇的直线距离

可选输出

直线分配栅格数据集

直线分配栅格数据中的每个单元都将被赋予其最近源的值。最近源是由直线距离决定的。利用这一函数给对象赋予空间属性，如找出一组商店所服务的顾客群。

在下面的例子中，分配函数已经识别出距每个单元最近的城镇。这对于一个要从某个偏远地方到最近城镇去的人来说是很有价值的信息。（更多信息请参阅本章“分配（Allocation）”部分）。

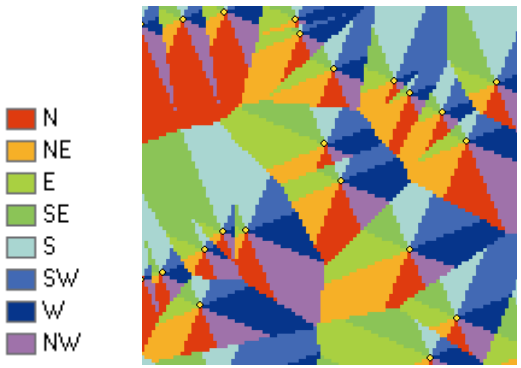


为源分配单元：哪个城镇服务哪些地区？

直线方向栅格数据集

直线方向栅格数据包含每个单元到其最近源的方位角。方向用度（°）这一单位来度量，正北方为 0 度。

如下例，已经获知从每一点到最近城镇的方向，这对于将运送伤病人员到最近医院进行抢救工作的紧急救援飞机非常有用。



寻找最近源的方向：最近的城镇位于这一位置的什么方向？

请记住，直线距离函数是依据欧几里得距离或者说直线距离来提供相关信息的。

可是，通过直线距离到达某地也许是不可能的，有时要避开诸如河流、陡坡之类的障碍性地物。这种情况下，应该选用成本加权距离函数来获得更为实际的结果。（请参阅本章后面的“成本加权距离函数”）。

直线距离

直线距离函数可以计算每点距最近源的距离，这里的源是可选择的任何地理事物，如从一口井、一条路或一组零售商店等等任何支持的栅格数据或要素数据格式。

提示

设置分析选项

单击 Spatial Analyst 工具条的 Options 设置工作目录、范围和分析结果的单元尺寸。

提示

浏览文件或目录

如果需要的文件不在目录表中，或者需要选取目录来放置你的分析结果，可以单击 Browse 按钮。

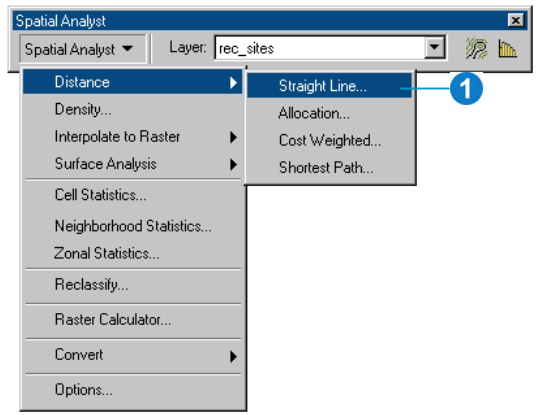
提示

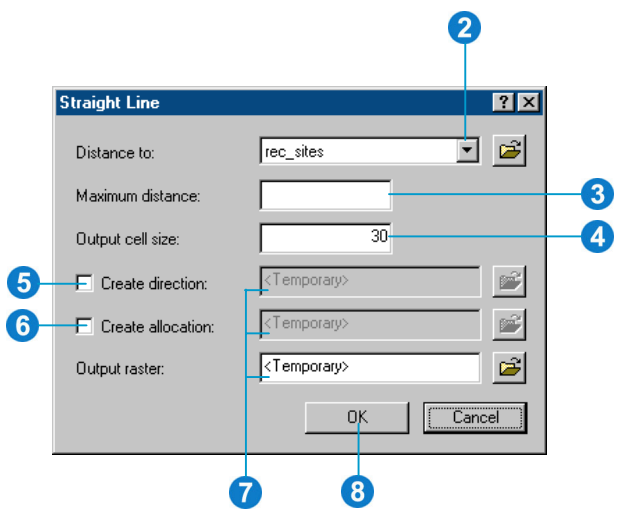
确定最大距离

利用 Tools 工具条中的 Measure 工具来判定每个源的最大距离。

计算直线距离

1. 单击 Spatial Analyst 的下拉箭头，选择 Distance 并单击 Straight Line。
2. 单击 Distance to 的下拉箭头，单击需要查找距离的图层。
3. 可选项，指定一个最大距离。在这一最大距离之外的单元在计算中将被赋予空值，不予考虑。如果此项空白不填，计算将对图层内所有单元进行操作。
4. 指定输出结果的单元尺寸。
5. 可选项，单击 Create direction，将生成一个显示距最近源的直线方向栅格数据。
6. 可选项，单击 Create allocaton，将生成一个每个单元均赋予最近源值的栅格数据。
7. 键入输出结果的名称或使用缺省值在你的工作目录下生成一个临时结果数据。
8. 单击 OK。



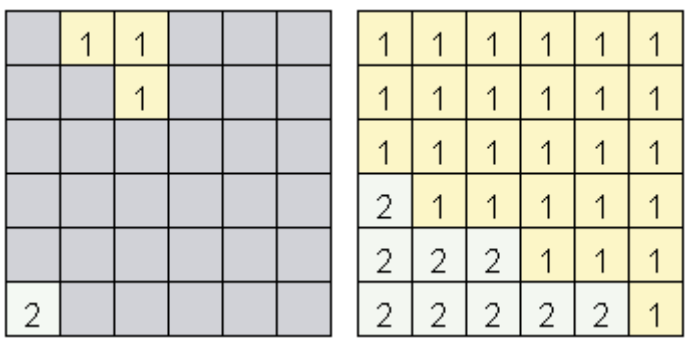


分配函数

什么是分配函数？

分配函数（Allocation）允许在最邻近分析（用直线）的基础上来识别哪些单元归属于哪个源。

通过记录识别出的每个单元的最邻近单元以生成输出栅格数据。在分配栅格数据中每个单元通过分配函数赋予源的值。



= NoData

注意，分配函数也可以通过直线距离函数或者成本加权距离函数操作完成。

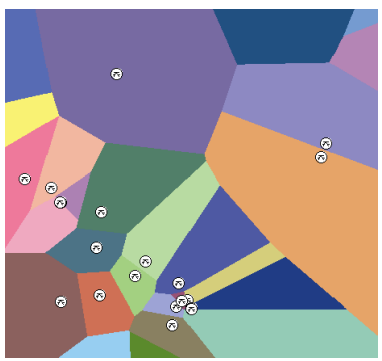
通过直线距离函数，给单元所分配的值是在直线距离上其最邻近源的值。

通过成本加权距离函数的结果进行分配函数的运算，则考虑通行成本而不是直线距离（请参阅本章后面的“成本加权距离函数”）。

为什么要运用分配函数？

运用分配函数可以完成如下分析：

- 识别一系列商店所服务的顾客的分布；
- 找出最邻近的医院；
- 找出消防栓配备不足的地区；
- 定位超市连锁店服务不到的区域。



左图中的例子确定了娱乐场所服务的地区。可以很容易地确定需要更多娱乐场所的区域（这些区域主要位于栅格东北半部区域）。

为源分配相关单元

分配函数能为最近源分配相关单元。这里的源可以是你选择的任何地理事物，如显示公园位置的点数据集，数据格式为所支持的任何一种栅格数据格式或要素数据格式。

提示

确定最大距离

利用 Tools 工具条中的 Measure 工具来判定每个源的最大距离。

提示

设置分析选项

单击 Spatial Analyst 工具条的 Options 设置工作目录、范围和分析结果的单元尺寸。

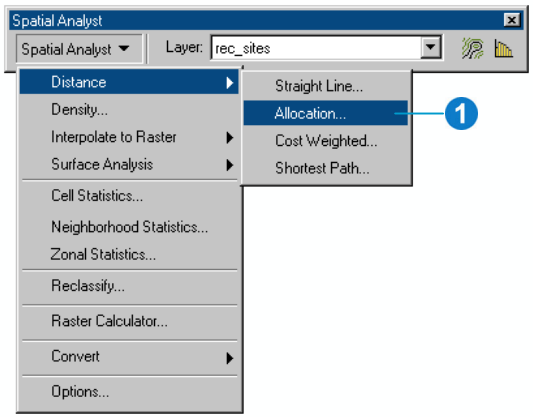
提示

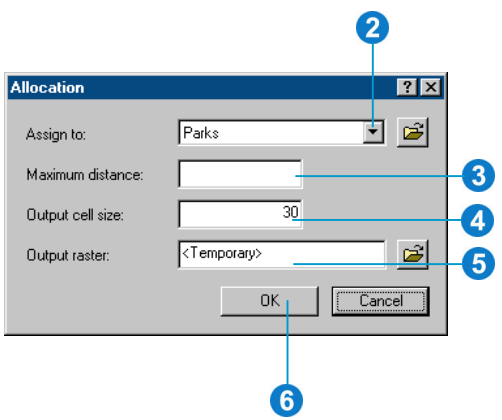
浏览文件或目录

如果需要的文件不在目录表中，或者需要选取目录来放置你的分析结果，可以单击 Browse 按钮。

计算直线分配

1. 单击 Spatial Analyst 的下拉箭头，选择 Distance 并单击 Allocation。
2. 单击 Assign to 的下拉箭头，单击包含打算分配单元的源的图层。
3. 可选项，指定一个最大距离。在这一最大距离之外的单元在计算中将被赋予空值，不予考虑。如果此项空白，计算将对图层内所有单元进行操作。
4. 指定输出结果的单元尺寸（单元尺寸的缺省值为在 Options 对话框中确定的值）。
5. 键入输出结果的名称或用缺省名称生成一个临时文件。
6. 单击 OK。





成本加权距离函数

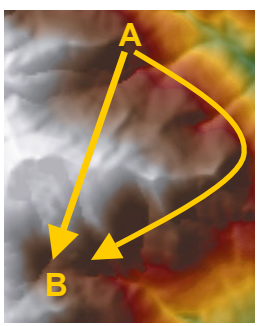
什么是成本加权距离制图？

成本加权距离制图可以获得每一单元至距离最近、成本最低源的最少累加成本。这里成本的意义较广泛，可以是金钱、时间或其它。

完成成本加权距离制图的函数与直线距离函数相似，但是，它不是计算一点到另一点的实际距离，而是根据每个单元到源的距离和穿越沿途单元的成本，来计算从每一单元至其最近源的累加通行成本（例如，步行穿越草地要比穿越沼泽容易）。

为什么要运用成本加权距离函数？

成本加权距离建模在处理基于地理因子的运动问题时是非常有用的，如动物的迁徙研究或顾客的旅行行为等。成本加权距离也许还有助于将新建道路、通信线路或管道的建设成本降为最小。



两点间的直线距离有时并非一定最好。左图中，走最短路径穿越这座山需要耗用 3 个小时，而绕行较长的路线仅需要 2 个小时。如果将时间作为一种成本度量，那么，较长的这条路线将是用户要采用的。可是，也许用户的目标是要翻越这座山。运用成本加权距离可以使用户指定输入数据中的参数，例如，因为陡坡使旅行路线较长，所以在选择从 A 至 B 点的最适路线时就可以将陡坡赋予较高的成本值。

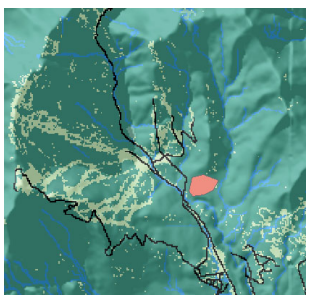
例：选择最低成本路线

在下面的例子中，运用成本加权距离函数来寻找一条成本最低的新路。成本加权距离函数是最短路径函数的先决条件，这一点将在下部分进行阐述。最短路径函数决定了道路的实际路线。

计算每个单元到最近源的最小累加成本时，成本加权距离函数需要一个源栅格数据和一个成本栅格数据。

源

源，就象下图中红色部分，是计划中道路的起始点。



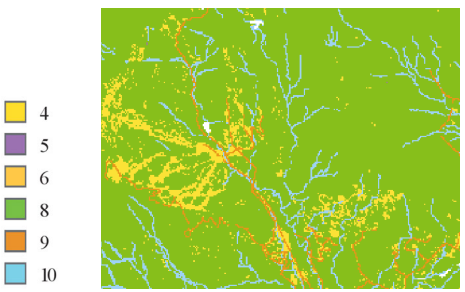
成本栅格数据

成本栅格数据确定通过每一单元的通行成本。要生成该栅格数据，需要确定通过每一单元的路的建造成本。虽然，成本栅格数据是一个单独的数据集，但它常反映了若干准则。下例中，土地利用和坡度影响建造成本。这些数据集反映了不同的度量体系（土地利用类型和坡度百分比），因此它们之间不具有可比性，必须用一个统一的等级体系进行重分类。

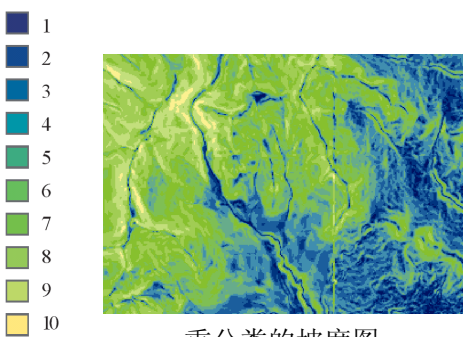
生成成本栅格

用统一的等级体系对数据集进行重分类

在本例中，将坡度和土地利用数据用 1～10 的等级体系进行重分类。每个数据集的属性都将进行检查并依次确定它们对新路建造成本的贡献。比如，穿越陡坡需要成本多，因此在数据集重分类时越陡的坡将分配越高的成本。下图显示了这一结果。



重分类的土地利用图



重分类的坡度图

新路线所穿越的单元的值越高，其建造成本愈高。

根据影响百分比为数据集赋权重

生成成本栅格数据的下一步工作是将重分类数据加到一块。最简单的方法是只是简单地加到一块而已。然而，也许有些因子比其它因子更重要，比如，避开陡坡也许比选择合适的土地利用类型加倍重要，因此，你可以赋予坡度 66%的影响百分比而赋予土地利用类型 34%的影响百分比（二者和起来为 100%）。下面的图表显示了概念性的处理过程：

3	2	2
4	4	2
7	6	3

*0.66

1.98	1.32	1.32
2.64	2.64	1.32
1.98	3.96	1.98

坡度图

1	1	1
6	6	1
6	3	3

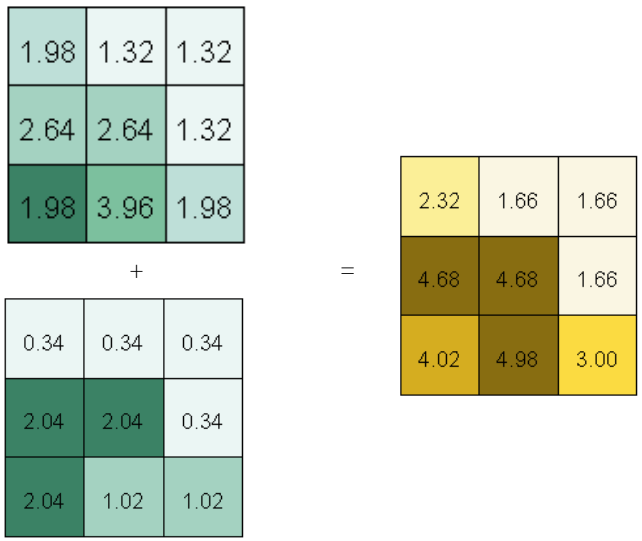
*0.34

0.34	0.34	0.34
2.04	2.04	0.34
2.04	1.02	1.02

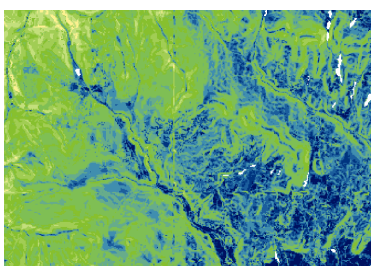
土地利用图

合并数据集

最终的成本栅格数据是将多种数据集加权合并在一起的结果。



以此为例，下面的图显示了最终成本栅格数据，即把坡度数据和土地利用数据重分类的结果分别赋予0.66和0.34的权重，然后合并权重数据集。



图中深蓝色的单元是新路选线的最适单元，因为通过它们的成本最低。

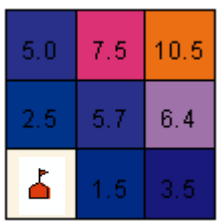
成本加权距离函数

使用成本数据和源数据，成本加权距离函数将生成一个输出栅格数据，其中每个单元赋予了能够返回源的最小累加成本的值。

运用我们的例子，函数将利用成本栅格数据计算输出每个单元的成本距离权重值和从一单元到最近源的最低累积成本。

成本权重距离栅格数据中的每个单元被赋上代表沿最低成本路径从一点到其最近源的总的最小通行成本的值。

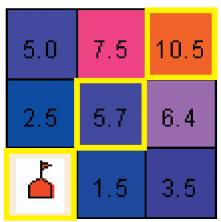
下例中，从深红色单元到学校的最小累加成本的值为10.5。



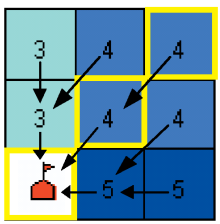
另外两个输出文件——方向栅格数据和分配栅格数据，可以通过成本加权距离函数来获得。这将在下面的篇幅里进行解释。

方向（Direction）

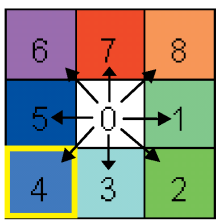
成本权重距离数据告诉用户从每一个单元到它最近源的最小累积成本，却不能告诉用户通过哪一条路可以到达。而方向栅格数据为用户提供了一幅路线图，可以找到从任一点出发，沿着成本最低路径到达最近源的路线。



成本权重



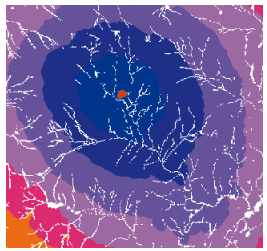
方向



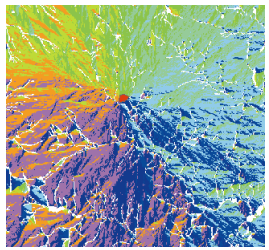
方向编码

求算方向栅格数据的算法为每一个单元赋予了编码，并识别和它相邻的单元中哪个单元位于到达最近源的最低成本路径上。在上面的示意图中，0 代表了在成本权重距离栅格数据中的每个单元。每个单元被赋予一个值，代表了在到达最近源的最低成本路径上距离这一单元最近、成本最低的每个单元的方向。

例如，在上面的示意图中，从值为 10.5 的点出发的最便宜的路线是走对角线，通过值为 5.7 的单元，到达源即学校所在地。方向算法规则给值为 10.5 的单元赋值为 4，同样 5.7 的单元也赋值为 4，因为，这表示从这些单元中的每个单元通过最低成本路径到达源的方向。这一处理过程针对所有单元并在由成本权重距离数据生成方向栅格数据时完成，而方向栅格数据可以告诉用户在成本权重距离数据中从任一单元出发到达源的行进方向。



成本距离权重

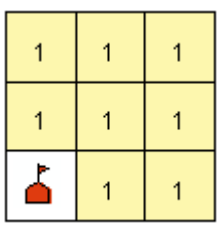


方向

如果用户要进行源位置和目的地位置间最短路径或最低成本路径的运算，成本权重距离栅格数据和方向栅格数据都是必需的。

分配

成本分配栅格数据指定了在成本权重距离栅格数据中从每一单元出发的最近源。这与直线距离分配函数有着概念上的相似性，它们指出了每一单元的“最邻近”源的单元。然而，这里的“邻近”指的是在累加通行成本基础上的邻近。



分配给学校源的所有单元

成本加权距离

成本加权距离函数计算每一单元到指定源的最低累加通行成本的值。

其中源可以是你选择的任一地物，如表示道路结点位置或建筑位置的点图层，文件格式可以是软件支持的任意一种矢量数据或栅格数据格式。

其中，最大距离选项允许你设定仅对离源一定距离内的单元进行操作。

提示

设置分析选项

单击 Spatial Analyst 工具条的 Options 设置工作目录、范围和分析结果的单元尺寸。

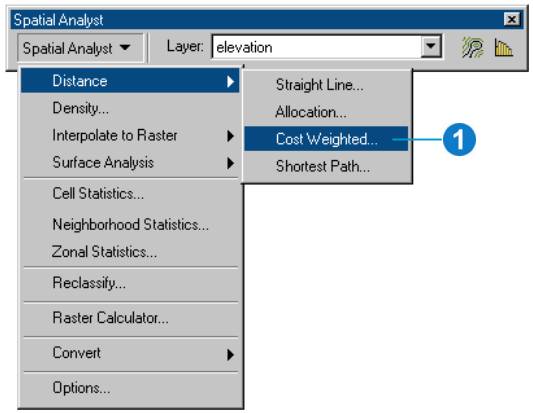
提示

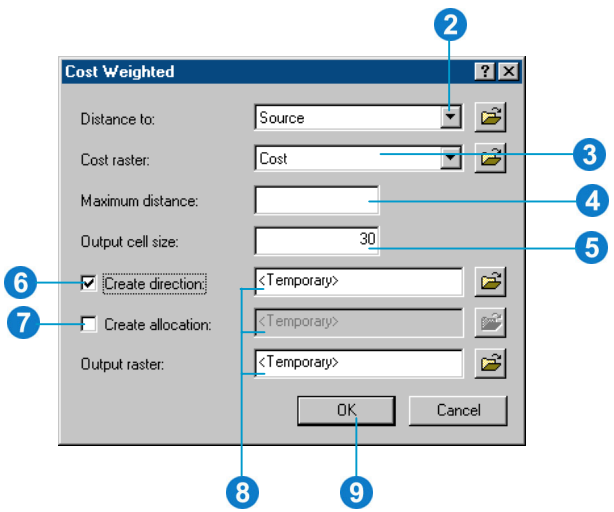
浏览文件或目录

如果需要的文件不在目录表中，或者需要选取目录来放置你的分析结果，可以单击 Browse 按钮。

成本加权距离函数计算

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头，选择 Distance 并单击 Cost Weighted。
2. 单击 Distance to 下拉箭头，单击相应的源图层。
3. 单击 Cost raster 下拉箭头，单击计算要用到的栅格数据。
4. 可选项，指定一个最大距离。在这一最大距离之外的单元在计算中将赋予空值，不予考虑。如果此项空白不填，计算将对图层内所有单元进行操作。
5. 指定输出结果的单元尺寸。
6. 可选项，单击 Create direction 生成相应的方向栅格数据，这是在最短路径函数在计算时所要求的一个输入文件。
7. 可选项，单击 Create allocaton，生成相应的分配栅格数据。
8. 键入输出结果的名称或用缺省值生成一个临时文件。
9. 单击 OK。





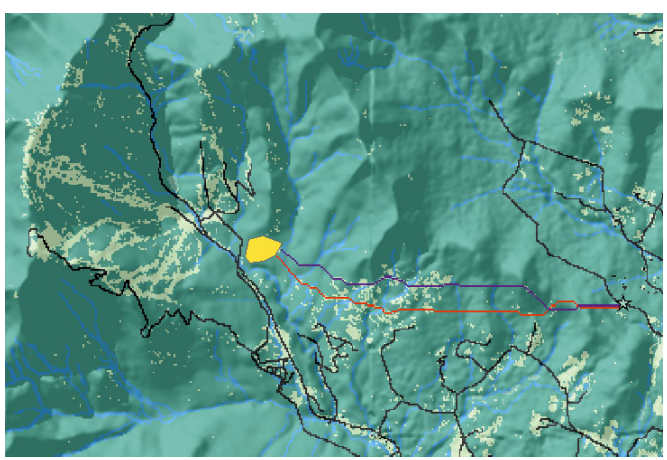
最短路径函数

什么是最短路径函数？

最短路径函数用于确定从某一目标点至一个源的路径。一旦执行了成本加权距离函数，生成距离和方向栅格数据，就可以计算从指定目的地到相应源的最低成本路径或最短路径，源点在最初的例子里指的是新路线的起始点。

为什么要寻找最短路径

从目标点至相应源的最短路径可以保证为成本最低路径（相对于最初成本栅格数据所定义的成本单位来说）。利用这一函数可以找到基于建造费用考虑的最好的新线路，或者找出从郊区位置（一些源）到达最近的购物中心（目的地）的路径。



在上图中，可以找到两条可能的路径（颜色为紫色和红色的线），我们以图来说明其重要性。

其中，紫色的线代表使用成本栅格数据生成的路径，并且在生成成本栅格数据时，设定每个输入的栅格数据（土地利用和坡度数据）的影响系数是相同的。而红色的线代表的是利用另一种成本数据生成的路径，其中生成成本数据时，将坡度影响因子赋予 66%的权重来计算的。为输入的坡度数据赋的权重愈高，生成的路径（即红线显示的）就会愈加注重坡度的影响并避开较陡的坡。

通过这些可以知道，在考虑如何为不同要素赋权重来生成成本栅格数据这一问题上多花些时间是非常重要的。至于如何为不同要素赋权重，这取决于具体的应用以及用户自己的意向。

寻找最短路径

最短路径函数用于寻找从一个源或一组源出发，到达一个目的地或一组目的地的最短路径（或最低成本路径），如：从一些位于郊区的点（源）到最近的购物商场（目的地）的最低成本路径的选择。

路径类型简要说明了路径的数目：

针对“单元”的路径寻找的是每个分类区中的每个单元的最佳路径，而郊区中的每一个点都将拥有一条自己的最适路径。

针对“分类区”的路径寻找的是每个分类区的一条最低成本路径，每个郊区将得到唯一的一条最佳路径。

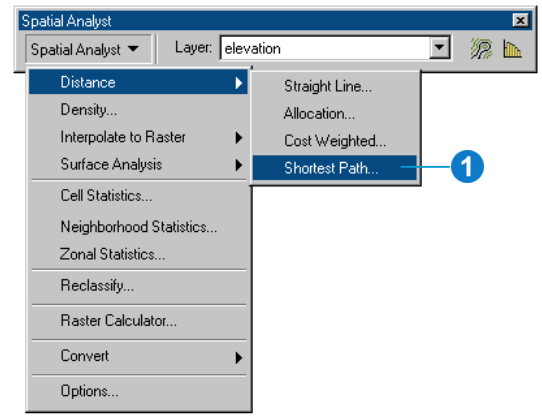
而“唯一最优”路径则为所有的分类区寻找成本最低路径，这时只有一个郊区与一个相应的购物商场间的“最短”路径参与计算。

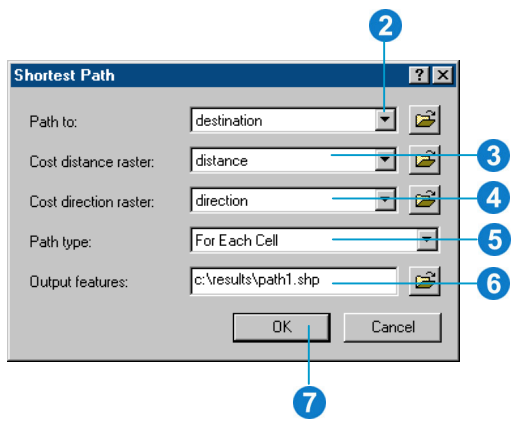
另见

参阅本章前部的“成本加权距离函数”。

最短路径操作

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Distance 并单击 Shortest Path。
2. 单击 Path to 的下拉箭头并单击要加入的目的地图层。
3. 单击 Cost distance raster 下拉箭头并单击你所需要的栅格数据。
4. 单击 Cost direction raster 下拉箭头并单击你所需要的栅格数据。
5. 单击 Path type 下拉箭头并选择所需选项，选择何种路径类型取决于你希望得到的路径数目。
6. 键入输出结果的名称或使用缺省值生成一个临时文件。
7. 单击 OK。





密度制图

何为密度（Density）？

通过计算密度可以将点值散布于整个表面。一个数量的样点位置（线或点）分布在一个场景里，可利用密度函数计算输出栅格数据中每一单元的密度值。

密度地图大多由点数据生成，在为每个单元运算时要运用环形搜索区。搜索区决定了用于计算输出栅格数据每个单元密度值的点的搜索距离。

密度计算

可以用简单方法或算子（kernel）方法来求算密度。

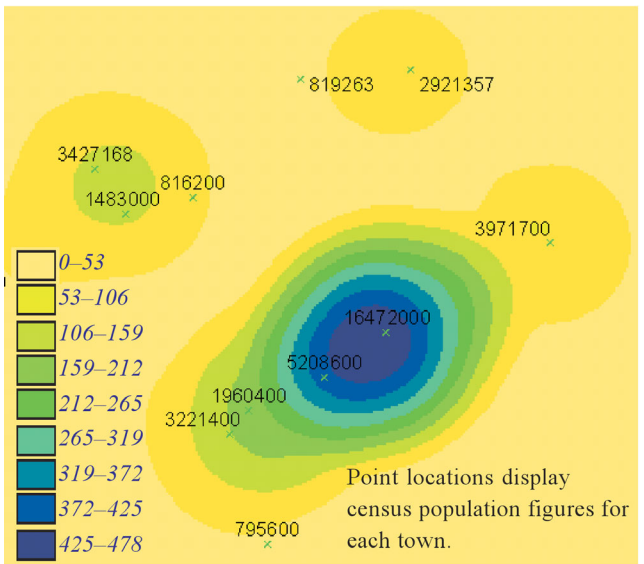
在简单的密度运算中，落入搜索区的点或线被汇总合计后除以搜索区的尺寸以得到每个单元的密度值。

而算子密度运算的操作和简单密度运算相同，不同的只是在邻近搜索区中心栅格单元的点或线被赋予较大的权重，而在边缘地区的则权重较小，所得结果值的分布比较平滑。

为何要运用密度制图?

密度表面能够很好的显示出点或线要素聚集在哪里。例如，也许用户拥有代表每个城镇所有人口的点数据，但你想知道更多这个区域的人口分布状况。利用户口普查数据，可以得到在每个城镇里每个点所代表的人口数量，由于在每个城镇里不是所有的人口都住在代表人口的某个点上，通过密度计算可以生成一个显示研究区里人口分布预报的表面。

作为例子，下面将给出一个密度表面图。其中，将所有单元的人口数量加在一起等于原始点图层数据中人口的总和。



点位置显示了每个城镇的人口普查数字

密度

密度函数允许通过一组输入要素数据生成一个连续的密度表面。它可以为用户数据提供更为现实的插值方法，将点值较为合理的扩散开来，这些点在表面上分布有一个更好的表现。

提示

设置搜索半径

单击工具条中的Measure工具来测量从一定点出发的距离。测量距离报告在状态条中。这一点将帮助你来决策选择多大的搜索半径。

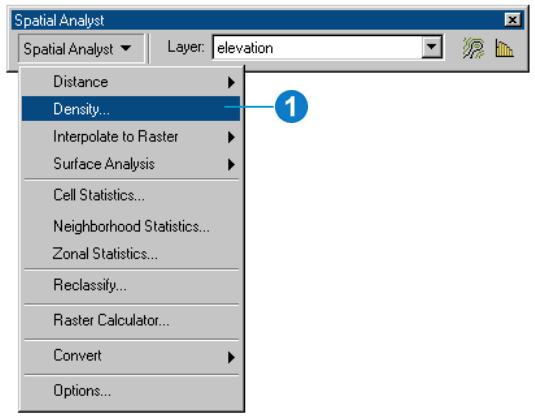
提示

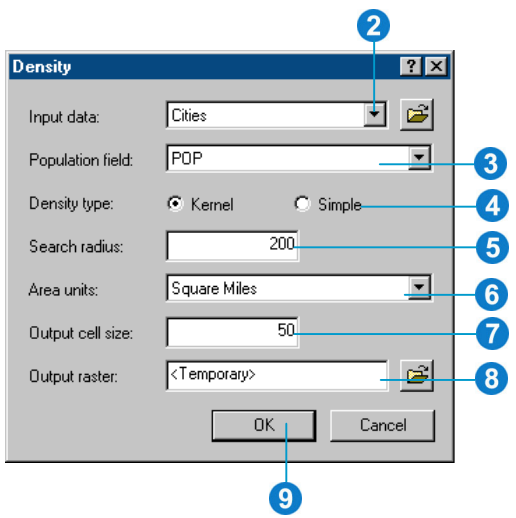
设置分析选项

单击在Spatial Analyst模块工具条中的Options来设置你的工作目录，分析结果的范围和单元的尺寸。

计算密度

1. 单击 Spatial Analyst 下拉箭头并单击 Density。
2. 单击 Input data 的下拉箭头并单击要加入的图层。
3. 单击 Population field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 单击 Kernel 或 Simple 来选择你所需要的密度类型。
5. 在 Search radius 文本框里键入一个数值，来决定在输出数据中从每一单元出发的点或线的搜索距离。
6. 单击 Area units 下拉箭头并选择密度值将代表的单位。
7. 指定输出数据的单元尺寸。
8. 键入输出结果的名称或取缺省值生成一个临时文件。
9. 单击 OK。

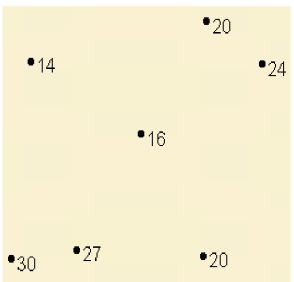




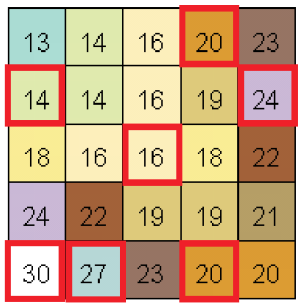
插值为栅格数据

什么是插值（Interpolation）？

插值从有限的样本点数据来预测栅格数据中单元的值。它能够用来预测任何地理点数据的未知值如高程、降雨量、化学物浓度、噪声级等等。



已知值的点数据集



由点插值生成的栅格数据，红色加亮的单元表示的是输入的点数据集的值

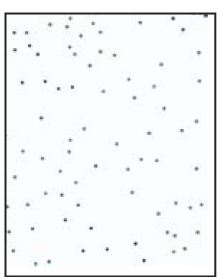
左上图为已知的点数据集。而右上图为通过这些点插值得出的栅格数据。其中，那些未知的单元值通过数学公式利用邻近的已知点的值进行运算来预测。

为什么要插值生成栅格数据？

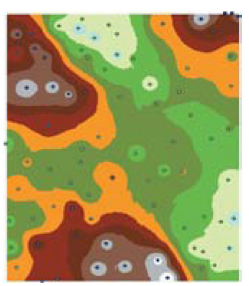
到研究区的每个地点去测量高度、数量或一种现象的浓度等常常是非常困难或非常昂贵的。取而代之的是，将选择的已知样本点的值按照一定方法扩散开来，给其它的所有点赋予一个合理的预测值。输入的点可以是随机的亦可以是有规律地间隔开的，如包含高度、浓度或数量等测量信息的点。

空间插值的假定条件是空间上分布的地物间的空间相关性。换句话说，距离较近的地物间趋向于拥有相似的特征。比如，如果街道的一边在下雨，你可以在很高的置信度上预测街道的另一边也在下雨。你对城镇的那边是否也在下雨就不那么确定，至于相邻县的天气状况的预测的置信度就更小。依此类推，很容易看出距离样本点较近的点的值比距离样本点较远的点的值更接近样本点的值。这就是空间插值的基础。

应用空间点插值的一个典型范例就是通过一组已测得的高程数据来插值生成一个高程表面。在点图层中的每个符号代表所在位置的已测量的高程值。通过空间插值，对这些输入点间的值进行预测。







已知的高程点

内插生成的高程表面

插值的详细信息

可用的空间插值方法主要有距离权重倒数插值、样条插值和克里格插值。这些方法对于如何获得最佳估计值都给予了一定的假设。基于这些值所代表的现象和样本点的空间分布方式，不同的插值方法将生成和实际值相关较好的预测值。不过，无论你选择哪种插值方法，样本点越多，样本点分布越广，插值结果将越接近实际值。

距离权重倒数函数

什么是距离权重倒数函数（IDW）？

距离权重倒数插值通过对邻近区域的每个单元值平均运算来获得单元值。距中心愈近的点，其估算值愈受影响。这是一个均分过程，这一方法假设从样本点起的距离对其影响是可变的。例如，当做一个零售点分析时插值生成一个顾客购买力的表面图，距离越远处的顾客购买力受距离影响越小，因为人们更喜欢到离家近的商店买东西。

幂（Power）

利用距离权重倒数插值，可以根据输出点到样本点的距离来控制已知样本点在插值过程中的作用。通过定义高幂，可以将注意力放在最近处的点，预测结果的表面将有更多的细节（即拟合面不够光滑）。通过指定低幂，则可以将注意力放在远处的点，这样，可以得出一个较为平滑的表面。将幂设为 2 是最常用的，这也是缺省值。

搜索半径（Search radius）

插值表面的特征也受所选用的搜索半径(固定半径或可变半径）的控制，这一点限制了用于计算每个内插单元值的输入样本点的数目。

固定搜索半径

固定搜索半径需要规定插值时的样本点的最小数目和距离。距离指环形邻域的半径（指的是地图单位）。半径的距离是一个常数，因此，对于每一个插值单元来说，用于寻找输入样本点的环形区的半径都是一样的。而最小数目是指邻域内可用已测点的最小数目。所有落入搜索区内的已测点都将用于每个插值单元的插值运算。当邻域内已测点的数目少于指定数目时，搜索半径将扩大以便能够包含更多的已测点以达到所规定的最小数目。指定的固定搜索半径将用于研究区内每个单元的插值（指的是单元中心）。这样，如果已测点没有均匀散布（有些地方比较稀少），那么，就很容易出现不同的邻域有数目不等的已测样本点来预测结果。

可变搜索半径

利用可变搜索半径，在计算内插值时已测点的数目是给定的，而用于获得内插值的单元的半径距离是可变的。这取决于求算单元到周围指定数目的样本点的搜索距离。因此，有些邻域可能较小而有些较大，这取决于插值单元周围样本点的密度。可以指定一个搜索半径不能超出的最大距离（地图单位），如果某一邻域的搜索半径在获得指定数目的已测样本点之前已达到了最大距离，这一处的插值运算就通过最大距离内的已测样本点来完成。

中断线（barrier）

中断线是指用来限制搜索输入样本点的中断的多段线数据集。一条多段线可以代表悬崖、山脊或其它的中断地形或景观的边界条件。在处理过程中，只能考虑这一边界线同侧的样本点。

距离权重倒数插值

距离权重倒数插值操作有两个选项：固定搜索半径类型和可变搜索半径类型。

对于固定搜索半径选项，为每个单元插值运算而用于寻找样本点的搜索环形半径是一样的。通过指定一个最小数目，可以确信在指定的固定搜索半径内，至少有这个数目的输入样本点来进行每个插值单元的运算。

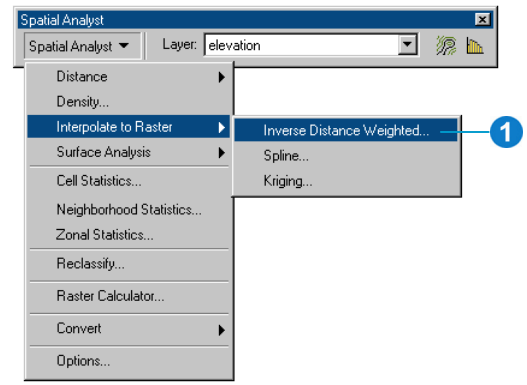
设置高幂是计算更强调最近的一些点，将生成一个更加注重细节却不够平滑的拟合表面。而设置低幂则使较远的点也有较大影响能力，将生成一个较为平滑的拟合表面。

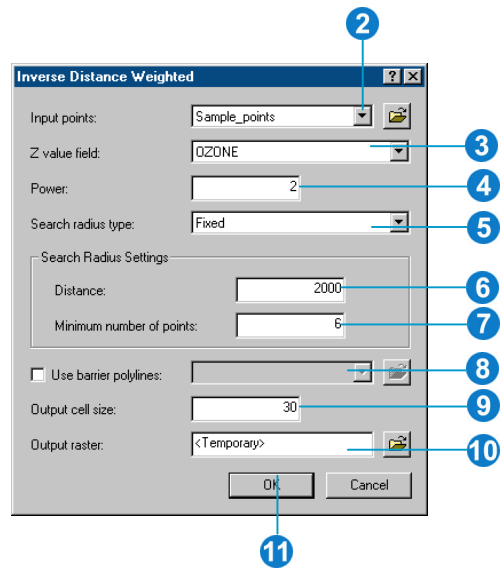
利用中断线来对输入样本点的进行限制，使其仅搜索在与插值单元在中断线（如悬崖、山脊）同一侧的样本点。

运用可变搜索半径，数字代表在计算插值单元值是输入样本点的数目。

利用固定搜索半径的距离权重倒数插值生成表面

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Interpolate to Raster 并单击 Inverse Distance Weighted。
2. 单击 Input points 的下拉箭头并单击要加入的点数据集。
3. 单击 Z value field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 可选项，改变缺省的幂值。
5. 单击 Search radius type 的下拉箭头并单击 Fixed。
6. 可选项，改变缺省的搜索半径的 Distance（距离），缺省的搜索半径距离为将输出栅格数据的单元尺寸的五倍。
7. 可选项，改变所需样本点的最小数目。
8. 可选项，指定一个中断线。
9. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
10. 键入输出结果的名称或使用缺省值生成一个临时文件。
11. 单击 OK。





这样，便可以在计算每个插值单元时搜索半径是可变的。如何选择搜索半径取决于距离为多少才可以包含指定数目的输入样本点。

指定最大距离来限制可能的环形搜索半径的大小。如果在搜索半径已达到最大距离时还没有找到指定数目的样本点，这些较少的样本点将参与插值运算。

提示

设置距离或点的数目

利用工具条中的 Measure 工具来测量两点间的距离，来确定搜索半径的设置，选择适合的距离和样本点数目。

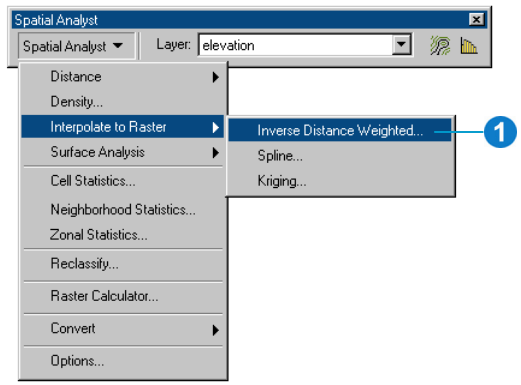
提示

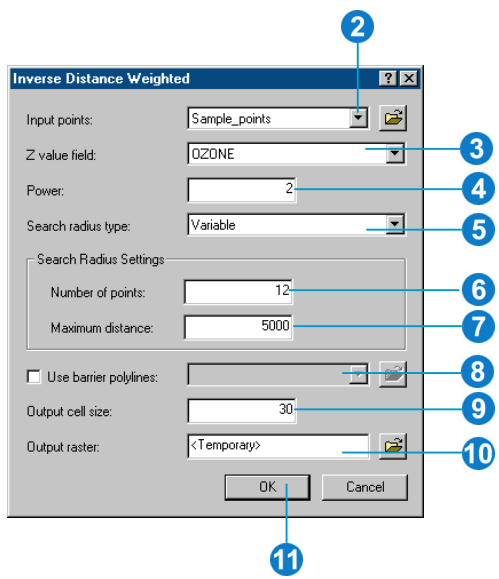
固定搜索半径或可变搜索半径

如果输入的样本点数量充足、空间分布较为规范，就选择固定搜索半径类型，如果输入样本点数量较少且随机分布，就选择可变搜索半径类型。

利用可变搜索半径的距离权重倒数插值生成表面

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Interpolate to Raster 并单击 Inverse Distance Weighted。
2. 单击 Input points 的下拉箭头并单击要加入的点数据集。
3. 单击 Z value field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 可选项，改变缺省的幂值。
5. 单击 Search radius type 的下拉箭头并单击 Variable。
6. 可选项，改变计算每个插值点所需的样本点的缺省数目。
7. 指定一个扩大搜索指定数目样本点的搜索半径的最大距离。
8. 可选项，指定一个中断线。
9. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
10. 键入输出结果的名称或使用缺省值生成一个临时文件。
11. 单击 OK。





样条函数

什么是样条函数？

样条函数通过一个使表面整体曲率减为最小的数学函数来估计单元值，所得表面较为平滑，其拟合表面通过输入点。

形象地说，样条函数就如同拉伸一片橡皮膜一样，使之通过所有样本点并保证整体曲率最小。样条法通过调整数学函数使之适应指定数目的最邻近输入点并通过所有样本点。这种方法最好地模拟了象高程、水位高度或污染物浓度这样的渐变曲面。

样条函数插值的方法

样条函数插值的方法主要有两种：正则化样条插值和张力样条插值。

正则化样条插值

正则化样条插值将生成一个平滑、渐变的表面，而得出的表面的插值可能超出了样本点的取值范围。

张力样条插值

张力样条插值方法将依据模拟现象的特征来调整表面的硬度。将生成一个相对不够平滑的表面，但是内插值则更接近限制在样本点的取值范围内。

可选参数

权重

对于正则化样条插值来说，权重定义了在曲率最小化表达式中表面的三阶导数的权重。权重越高，表面越平滑。这一参数的值必须等于或大于零。可能用到的典型值有 0、0.001、0.01、0.1 和 0.5。

对于张力样条插值来说，权重定义了张力的权重。权重越高，表面越粗糙。这一参数的值必须等于或大于零。典型值有 0、1、5 和 10。

样本点数目

样本点数目确定了在每个单元插值运算中用到的样本点的数目。指定的样本点越多，插值点受较远的点的影响越大，而拟合出的表面越平滑。

样条法插值

正则化样条插值方法确保生成一个平滑的表面或坡面。

张力样条插值方法则依据模拟现象的特征来调整表面的僵硬度。

样本点数目选项指定在每个单元的插值运算中使用样本点的数目。指定的样本点越多，插值生成的表面越平滑。

提示

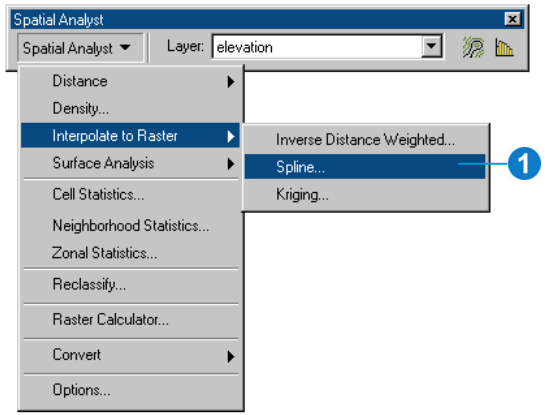
选择样条法插值的权重

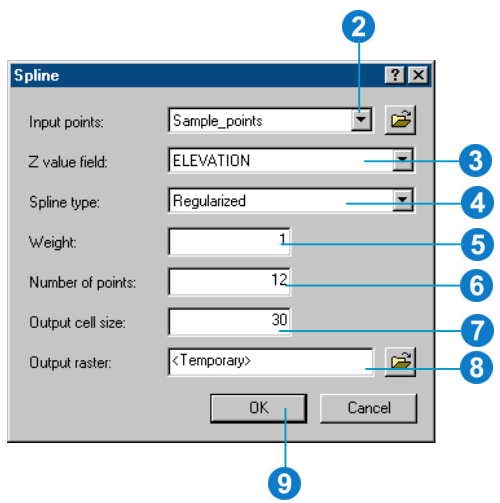
正则化样条插值：权重越高，生成的表面越平滑。权重在0至5之间比较适合。典型值有：0、0.001、0.01、0.1和0.5。

张力样条插值：权重越高，生成的表面越粗糙，内插值越接近限制在样本数据的取值范围。权重值必须等于或大于零。典型值有0、1、5和10。

样条法插值生成一个表面

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Interpolate to Raster 并单击 Spline。
2. 单击 Input points 的下拉箭头并单击要加入的点数据集。
3. 单击 Z value field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 单击 Spline type 的下拉箭头并单击你想使用的样条插值方法。
5. 可选项，改变缺省的权重 Distance。对于正则化样条插值方法，权重越高，所得表面越平滑。而对于张力样条插值方法来说，权重越高，表面越粗糙。
6. 可选项，改变缺省的插值运算中所采用的样本点数目。
7. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
8. 键入输出结果的名称或使用缺省值生成一个临时文件。
9. 单击 OK。





克里格插值

什么是克里格插值？

距离权重倒数插值和样条法插值（前面已讨论过）被归类为确定性的插值方法，因为它们是直接基于周围已知点的值进行计算或是用指定的数学公式来决定输出表面的平滑度的插值方法。

而第二个插值方法家族包括的是一些地统计学的插值方法（如克里格插值），这些方法基于一定的包括诸如自相关（已知点间的统计关系）之类的统计模型。因此，这些方法不仅有能力生成一个预测表面，而且还可以给出预测结果的精度或确定性的度量。

克里格插值与距离权重倒数插值相似之处在于给已知的样本点赋权重来派生出未知点的预测值。这两种内插方法的通用公式如下，表达为数据的权重总和。

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(s_i)$$

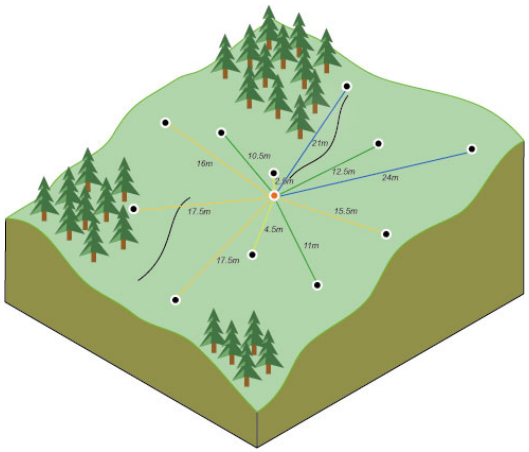
其中，$Z(s_i)$ 是已测得的第 i 个位置的值；λ_i 是在第 i 个位置上测得值的未知的权重；s_0 是预测的位置；
N 是已知点（已测得值的点）的数目。

在距离权重倒数插值中，权重 λ_i 仅取决于距预测位置的距离。
然而，在克里格插值中，权重不仅建立在已知点和预测点位置间的距离的基础上，而且还要依据已知点的位置和已知点的值的整体的空间分布和排列。应用权重的空间排列，空间自相关必须量化。因此，运用普通克里格插值（Ordinary Kriging），权重 λ_i 取决于已知点的拟合模型、距预测位置的距离和预测点周围的已知点间的空间关系。

利用克里格方法进行预测，必须完成以下两个任务：（1）揭示相关性规则。（2）进行预测。要完成这两项任务，克里格插值方法通过以下两个步骤完成：（1）生成变异函数和协方差函数，用于估算单元值间的统计相关（也叫空间自相关），而变异函数和协方差函数也取决于自相关模型（拟合模型）。（2）预测未知点的值。因为前面已经说过的两个明确的任务，因此要用克里格方法对数据进行两次运算：第一次是估算这些数据的空间自相关而第二次是做出预测。

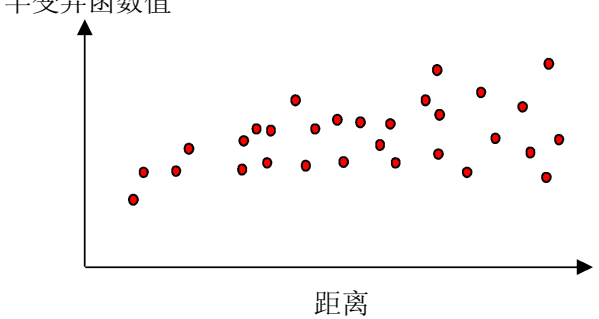
变异估计（Variography）

变异估计就是拟合一个数学模型或空间模型，象已知的结构分析。在已测点结构的空间建模中，首先得出经验半变异函数的曲线图，计算如下：
半变异函数（距离 h）＝ 0.5*均值[（在 i 位置的值－在 j 位置的值）^{2}]
用于计算被距离 h 分隔的每一点对相对应的位置。公式用于计算一点对的差值的平方。下面的示意图显示了一点对中的一点（红色点）的位置和其它所有已测点位置的相应关系。这样步骤延伸了每一个已测点。



某点（红色点）和已测位置所构成的点对示意图

通常，每一个点对间都相距有一定的距离，而且又有许多对点对。快速绘制所有的点对并不容易，替代方式是将这些点对归类在不同的步长分组（lag bins）中来绘制。例如，计算距离大于 40 米小于 50 米范围内的所有点对的半变异的均值，经验半变异函数就是这样一个曲线图，其 y 轴表示平均半变异函数的值而 x 轴表示距离（或叫步长）（请看下面的图表）。



空间自相关量化了地理学的基本原理：空间分布愈接近的地理事物愈具有相似性。因此，空间上分布愈接近的点对（在半变异函数曲线图上，愈靠近 x 轴的左边）应该具有更相似的值（在半变异函数曲线图上，愈靠近 y 轴的下边）。而距离愈远的点对（在半变异函数曲线图上，沿 x 轴方向向右移动），应该具有更多的不相似性和更高的平方差（在半变异函数曲线图上，沿 y 轴方向向上移动）。

根据经验半变异图调整模型

接下来的一步就是根据来自经验半变异图的点来调整模型。半变异函数建模是空间描述和空间预测间关键的一步。克里格方法主要用于预测非样本点位置的值。我们已经看过了经验半变异函数如何提供数据集的空间自相关的信息。然而，它不能提供所有可能的方向和距离信息。因此，为确保克里格预测能有正的克里格方差，根据经验半变异函数来调整一个模型（即一个连续函数或曲线图）是非常必要的。理论上讲，这样拟合连续的直线或曲线的方法和回归分析有些相似。

我们选择了一些函数来作为我们的模型——例如，一个球面模型，首先随距离增加而上升，超出一定距离范围后开始变平。该模型与经验半变异函数模型得出的点有一些偏差。一些点在曲线上方，有些点在曲线下方。但是，如果我们将曲线上方的点的偏差值加在一起的值和将曲线下方的点的偏差值加在一起的值相比，将会非常接近。有许多不同的半变异函数模型可供选择。

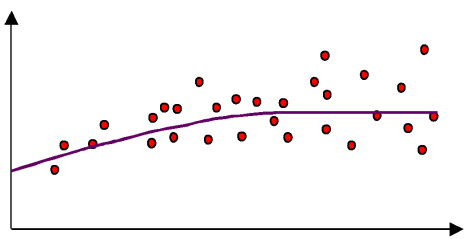
不同类型的半变异函数模型

空间分析模块提供了以下经验半变异函数可供选择：三角函数（Circular）、 球面函数（Spherical）、指数函数（Exponential）、高斯函数（Gaussian）和线性函数（Linear）。所选用的模型影响着未知值的预测，特别是当邻近原点的曲线的形状有明显不同时。曲线愈陡峭，在预测过程中此点的预测将愈受最邻近单元的影响，因此，输出的表面的则较不光滑。而每一个模型都是为拟合不同类型的现象而精心设计的。

下面的曲线图显示了两个普通模型并反映了函数间的差别：

- 球面模型

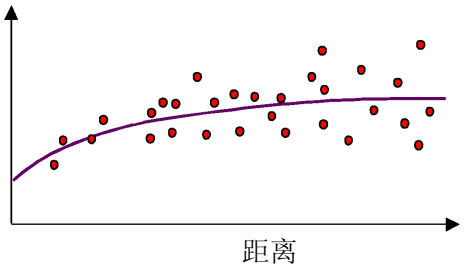
半变异函数值



这一模型显示了空间自相关性逐渐步降低（等于说，半变异在逐渐升高）的，直到达到一定距离，超出这一距离自相关为零。球面模型是常用模型中的最普通模型之一。

- 指数模型

半变异函数值



随着距离的增大而空间自相关性呈指数下降时，要运用指数模型。这里，仅在无穷远处相关性完全消失，指数模型也是一常用模型。

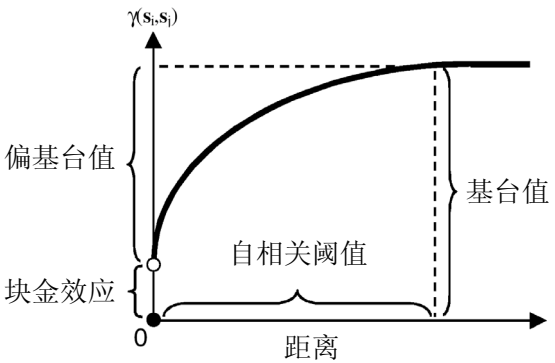
在空间分析中选择哪种模型来进行分析是建立在数据的空间自相关性和研究现象的先验知识的基础上的。

半变异图——自相关阈值（range）、基台值（sill）和块金效应（nugget）

正如前面讨论的一样，半变异图描述已测样点的空间自相关性。因为地理学的基本原理（愈近的事物愈具有相似性），总体来讲，距离愈近的已测点间和距离较远的已测点间相比，前者具有较小的平方差。一旦每一样点对都被画出来后（分组后），就可以用一个模型来拟合它们。有几个重要的参数可用来描述这些模型。

自相关阈值和基台值

在观察半变异图模型时，可以注意到：当达到一定的距离时，拟合半变异模型就变成水平的了。半变异拟合模型第一次变水平的这个距离就叫做自相关阈值。样点按间隔距离分开，当这个距离越近并且小于自相关阈值的样点具有相关性，而其距离大于自相关阈值就不具备自相关性了。



半变异模型在自相关阈值点获得的值（Y 轴上的值）就是基台值。偏基台值（也叫结构方差）等于基台值减去块金效应。

块金效应

理论上讲，当间隔距离为 0 时（即步长=0 时），半变异函数的值应该为 0。事实上，在一个无穷小的间隔距离上，观测值的方差并不趋近于 0。这就叫做块金效应或块金方差。例如，当半变异模型与 Y 轴相交于 2 时，块金效应就为 2。

块金效应是在间隔距离小于抽样间距时的测量误差或空间变异性或者是二者的和。测量误差是仪器内在的误差引起的。自然现象可以在一定尺度的空间范围内变化（即微观尺度或宏观尺度）。在小于抽样间距的微观尺度上空间变异也是块金效应的一部分。在收集数据之前，了解一些有关空间变异的尺度信息是相当重要的。

进行预测

克里格插值的第一项任务即揭示研究数据间的相关（自相关）已经完成。同时也结束了数据的第一次使用，该数据的空间信息（进行距离运算）用于模拟空间自相关。一旦有了空间自相关的信息，就可以运用调整好的模型进行预测运算；然后，就可以把经验半变异函数放在一边。

第二项任务即再次运用数据进行预测。象距离权重倒数插值一样，克里格插值方法利用所求单元的周围已知单元的值产生权重来预测这一单元的值，并且距离所求单元越近的单元将对计算产生越大的影响。然而，利用克里格方法从周围邻近单元来获得权重则较距离权重倒数内插方法更为复杂。距离权重倒数插值利用一个基于距离的简单算法，而克里格权重则来自通过查看数据的空间状态而开发的半变异函数模型。生成一个表示地理现象的连续的表面或地图，在半变异函数模型和邻近已知点的空间排列的基础上，对研究区内的每一位置的点值（单元中心）都进行了预测。

搜索半径

根据地理学的基本原理，我们知道邻近的地理事物较距离远的地理事物更相似。利用这一原则，我们可以假设通过距离较远点进行预测，已知点和预测点之间则较少空间自相关。

因此，我们可以排除那些较远的对计算影响较小的点。不仅是因为其间的关系较差，而且，如果较远的点所在的区域与预测点所在区域有较大差异时，它还可能带来负面影响。使用搜索邻域的另一个原因是计算速度的问题。搜索的邻域越小，计算起来越快。在预测计算中通过规定搜索邻域来限制点的个数是常用的操作。邻域的指定形状限制了在每一点的预测中选取多远、在哪里的一些已知点。其它邻域参数限制了这一范围内的位置，象在邻域中要用到的已知点的最大数目和最小数目。

在模型和半变异函数的调整中，可以利用为预测位置指定的邻域内有效点的结构来决定已知点的权重。通过权重和值，可以完成预测位置的值的计算。

空间分析模块提供了两种邻域类型：固定搜索半径和可变搜索半径类型。

固定搜索半径

固定搜索半径要求给出距离和最少点数目。距离规定了环形邻域的半径（地图单位）。半径的距离是一个常数，所以，对于每一个内插单元来说，用于寻找已知点的环形的半径是相同的。而最少的点的数目规定了在邻域内所用的已知点的最少数目。所有落入这一半径内的已知点都将用于内插单元的运算。当邻域内的已知点少于规定的最小数目时，搜索半径将扩大直至邻域内的已知点的数目达到规定的最小数目。指定的固定搜索半径将用于研究区内的每一个内插单元的运算。因此，如果已知点没有平均的散布开来（它们很少这样平均散布），那么不同的邻域在变化预测中很可能使用了不同数目的样本点。

可变搜索半径

利用可变搜索半径，用于进行内插单元的预测运算的点的数目是指定的，这使得每个内插单元运算中邻域半径的距离是可变的，这依赖于每个内插单元的邻域到达指定数目的输入点的边界距离内插单元有多远。因此，有些邻域可能很小，另一些邻域可能大，这取决于内插单元周围的已知点的密度。也可以指定搜索半径不能超出的最大距离（地图单位）。如果某一邻域的搜索半径在未寻找到规定数目的已知点时已达到了最大半径，这一位置的预测将通过最大搜索半径内的已知点来完成。

克里格插值方法

空间分析模块提供了两种克里格插值方法：普通克里格插值法和全局克里格插值法。

普通克里格方法（Ordinary Kriging）

普通克里格方法是最普通和应用最广的克里格方法。它假设常数的均值是未知的。这是一个合理的假设除非你有一些科学的理由来否定这些假设。

全局克里格方法（Universal Kriging）

全局克里格方法假设数据中有主导趋势（例如盛行风），它可以用一个确定性的函数或多项式来模拟。从原始已知点中减去这一多项式，从随机误差中模拟自相关。在进行预测运算前，需要先完成从随机误差中拟和自相关的工作，然后将多项式加回到预测模型以获得有意义的结果。全局克里格方法将仅用于知道数据的趋势并能合理而科学地描述它的情况。

克里格插值

这里有两种克里格插值方法：普通克里格方法和全局克里格方法。

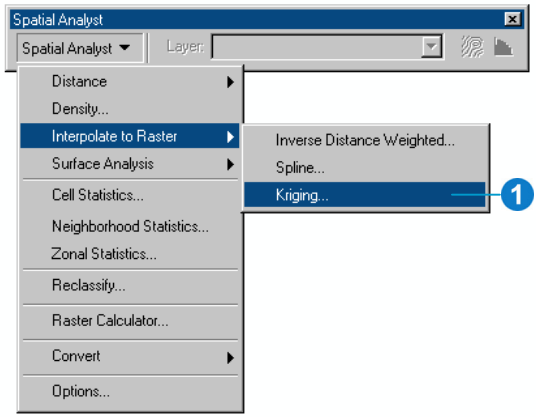
普通克里格方法是最普通和应用最广的克里格方法，并且是一种缺省方法。它假设常数的均值是未知的。全局克里格方法将仅应用于当你知道你的数据的趋势并能给予科学合理的描述的情况下。

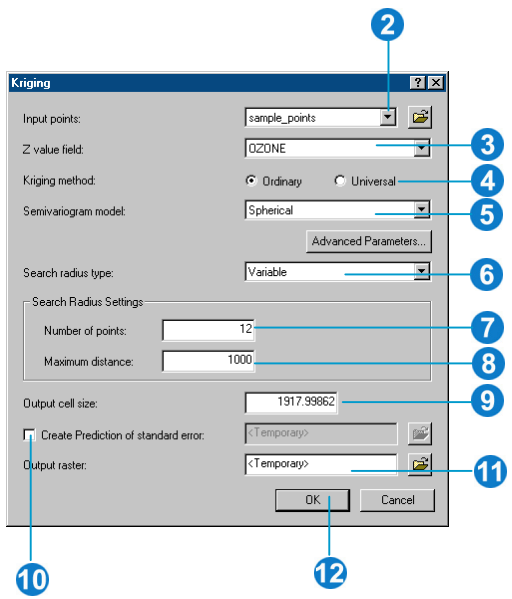
运用可变搜索半径，你可以指定用于计算内插单元值的点的数目。这使得每个内插单元的搜索半径是可变的，其依赖于伸展多远邻域才可以包含指定的输入点的数目。

指定最大距离来限制搜索区域半径的可能大小。如果输入点数目不够而搜索半径却已经达到了最大距离，这些较少的点将用于内插单元的运算。

利用可变搜索半径的克里格插值生成一个表面

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Interpolate to Raster 并单击 Kriging。
2. 单击 Input points 的下拉箭头并单击要加入的点数据集。
3. 单击 Z value field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 单击你所需要的克里格方法。
5. 单击 Semivariogram model 下拉箭头并单击要使用的模型。
6. 单击 Search radius type 的下拉箭头并单击 Variable。
7. 可选项，改变缺省的输入点的数目。
8. 可选项，指定一个最大距离。
9. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
10. 可选项，现在是否需要生成预测的标准误差。
11. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
12. 单击 OK。





运用固定搜索半径，对于每个内插单元来说寻找输入点的环形搜索区的半径是相同的。缺省搜索半径的大小是输出栅格的单元大小的五倍。通过指定输入点的最少数目，你可以确保在固定搜索半径内，至少有最少数目的输入点用于每个内插单元的运算。

提示

决定搜索半径的和点的数目

运用工具条中的Measure tool来测量点间的距离以确定搜索半径的距离和输入点的数目。

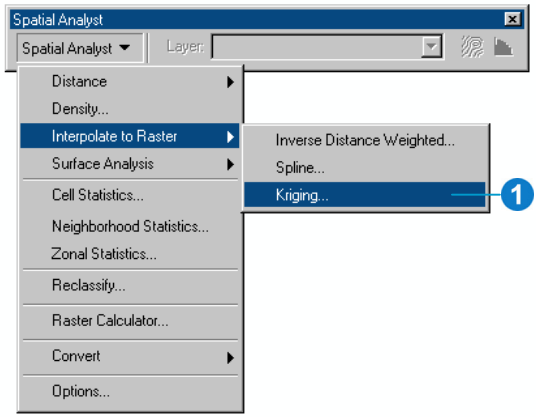
提示

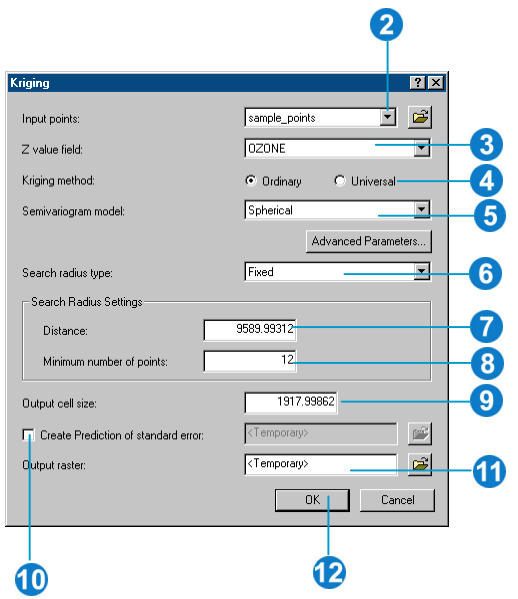
改变步长大小、主要阈值、偏基台值和块金效应

单击克里格对话框中的高级参数，如果知道请指定这些参数，另外，空间分析模块将会为你估算这些参数。

利用固定搜索半径的克里格插值生成一个表面

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Interpolate to Raster 并单击 Kriging。
2. 单击 Input points 的下拉箭头并单击要加入的点数据集。
3. 单击 Z value field 的下拉箭头并单击要加入的字段。
4. 单击你所需要的克里格方法。
5. 单击 Semivariogram model 下拉箭头并单击要使用的模型。
6. 单击 Search radius type 的下拉箭头并单击 Fixed。
7. 可选项，改变缺省的搜索半径的距离。
8. 可选项，指定一个输入点的最小数目。
9. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
10. 可选项，现在是否需要生成预测的标准误差。
11. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
12. 单击 OK。

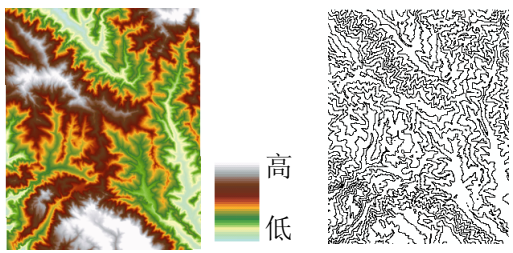




表面分析

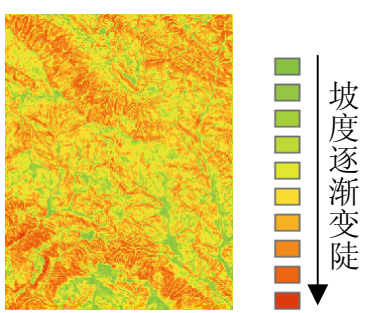
通过生成新数据集，可以获得更多反映原始数据集中所暗含的空间格局的信息。在原始数据集中，不易看到格局信息，但可以派生，诸如等值线、坡度、最陡处陡坡下降的方向（坡向）、地貌阴影（山影）和视域等。

等值线在寻找等值区时非常有用。用户会对获得某一点的高程值并调查某地的总体状况和分级比较感兴趣。



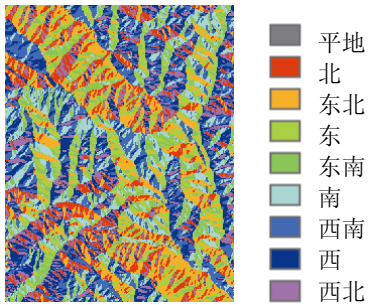
输入的高程栅格数据　　*输出的等高线*

例如，可以根据某地区坡度信息来寻找最易出现山崩的地区（坡度最陡的地区最易出现山崩），所以你要了解地貌坡度的变化。

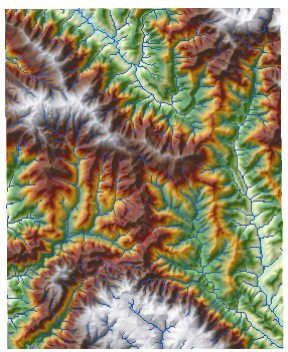


输出的坡度

如果是一位农民，可能会对某个区域内坡向朝南的田地感兴趣。



输出的坡向



输出的山影

可以生成山影并用于分析和绘图：从绘图上讲，山影可以提供生动逼真的背景来显示与地形地貌相关的这些图层是如何分布的。

通过场景中的分析点，可以进行诸如在一天中不同的时刻、不同太阳高度角时光源是如何照亮地形的等等之类的分析。



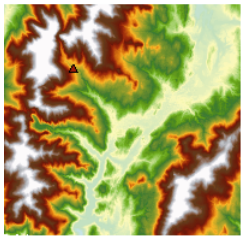
方位角 45 度



方位角 315 度

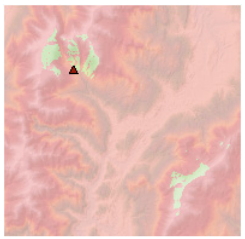
计算视域有助于了解在这某一位置能看到什么。例如，你可以选择某地区内视野最开阔的点作为监视哨的最佳位置。

输入的高程栅格数据



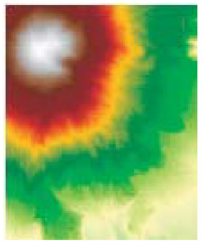


输出的视域数据

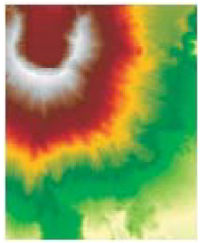


透明显示一个山影和下面的视域函数结果。

当需要了解两个表面之间的面积和体积变化时，计算填/挖（Cut/Fill）表面是非常有用的。它能够识别表面物质已发生增加或移除的表面的面积和体积。用户可能想知道移除和填充的表面物质的体积和面积，以便夷平建筑物建造地点。用户可能还想确定火山喷发后除移及填充的区域。

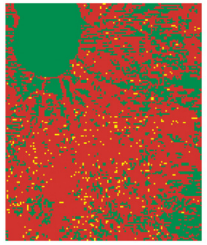


之前



之后

填/挖表面



等值线

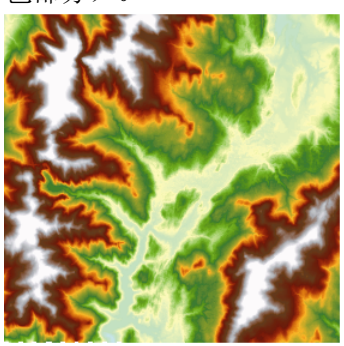
什么是等值线？

等值线就是连接等值点（诸如高程、温度、降水、污染或大气压力）的多段线。多段线的分布显示了表面上值的变化。表面值有微小的变化，多段线则远远的分开。表面值有急剧的升降，多段线将紧挨在一起。

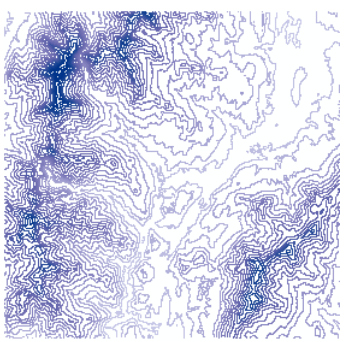
为什么要生成等值线？

通过给定等值线的多段线，我们可以找出等值点的位置。等值线对于表面的表现也是非常有用的，因为等值线可以同步显示平坦区和陡峭区（等值线间的距离）以及山脊和山谷（多段线的聚合和发散）

下面的例子显示了一个输入的高程数据集和一个输出的等值线数据集。其中等值线密集的地区表明了地势的陡峭。它们对应的地区拥有较高的高程（在输入的高程数据集中的白色部分）。



输入的高程数据集



输出的等高线数据集

等值线属性表包括了每一条等值线多段线的高程属性。

Attributes of Contour

FID	Shape	ID	CONTOUR
0	Polyline	1	1800
1	Polyline	2	1200
2	Polyline	3	1000
3	Polyline	4	2400
4	Polyline	5	1200
5	Polyline	6	3600
6	Polyline	7	1200
7	Polyline	8	1200
8	Polyline	9	1600
9	Polyline	10	3200

Record: 1 Show: All Selected R

生成等值线

等值线函数可以为你生成一个完整数据集的等值线。

基底等值线是从这一值开始生成等值线的值。而需要覆盖全部单元值来生成高于或低于这一值的等值线。

等值距指定了两条等值线多段线间的距离。

Z 方向的系数对应于表面（x,y）度量单位的 z 方向的度量数值。针对输入的实际 Z 方向值可以乘以该系数以调整z方向的度量单位。即 z 方向的比例缩放。

提示

运用等值线工具

运用空间分析模块工具条中的 Contour tool工具来生成输入数据集中指定位置的等值线。

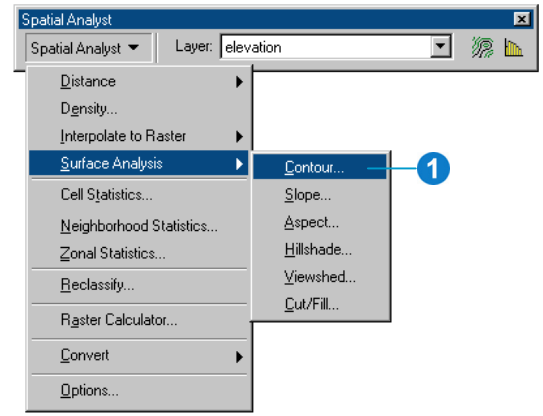
提示

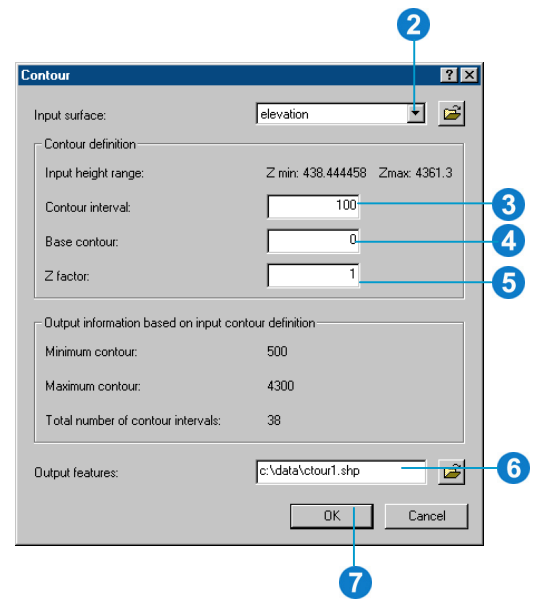
加亮等值线

运用 Tools 工具条中的 Select Features 工具来选择等值线，然后打开属性表来检查值，或者从属性表中选择等值线。

生成整幅地图的等值线

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Contour。
2. 单击 Input surface 的下拉箭头并单击要生成等值线的表面。
3. 键入等值距（Contour interval）指定相邻两等值线值间的间隔。
4. 键入从哪一等值线开始的基底等值线（Base contour），或者使用缺省值 0。
5. 可选项，键入 Z 方向系数的值。
6. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
7. 单击 OK。





坡度

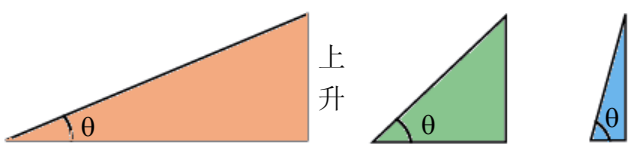
什么是坡度？

坡度函数计算任一单元和邻域单元间变化的最大比率，例如，单元下降最陡的坡面（单元和它相邻单元间的高程距离的最大变化率）。输出的数据中的每个单元都有一个坡度值。坡度值较低则地势较平坦；坡度值较高，则地势较陡峭。输出的坡度数据集可以用坡度百分比或坡度度数来表示。

坡度度数 ＝ θ

坡度百分比 ＝（上升变化值/前行变化值）＊ 100

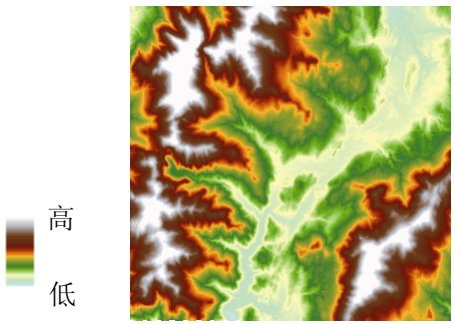
tanθ＝ 上升变化值/前行变化值



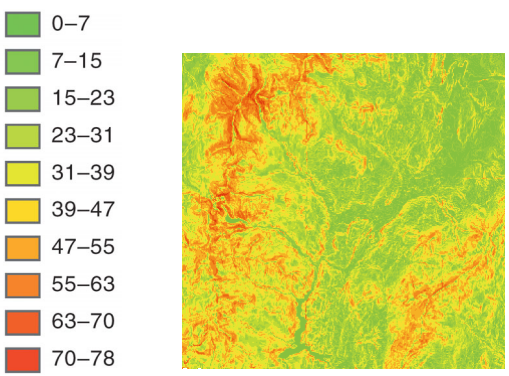
坡　　度 =	30	45	76
坡度百分比 =	58	100	375

当坡度角等于 45 度时，上升和前行的变化是相等的。表示为百分比即为这个坡度的百分比为 100%。请注意当坡度接近垂直（90 度）时，坡度百分比接近无穷大。

对于高程数据集，坡度函数是最常用到的函数。如下图所示，在输出的坡面数据集中较陡的坡面用红色的阴影显示。坡度函数也可用于其它类型的连续数据－如人口－来识别值的锐变。



高程数据集



输出的坡度数据集
（单位为度）

计算坡度

坡度函数帮助用户生成一个完整区域的坡度栅格数据，以理解研究区地形的陡峭度，利用输出数据还可以进行进一步分析。

Z方向系数是对应于表面（x,y）度量单位的z方向的度量数值。针对输入的实际z方向值可以乘以该系数以调整z方向的度量单位。

提示

坡度（度）与坡度（百分比）

*坡度可以用与水平方向的倾角的度来度量（0-90）；或者用坡度百分比来度量(上升变化值/前行变化值*100)。*

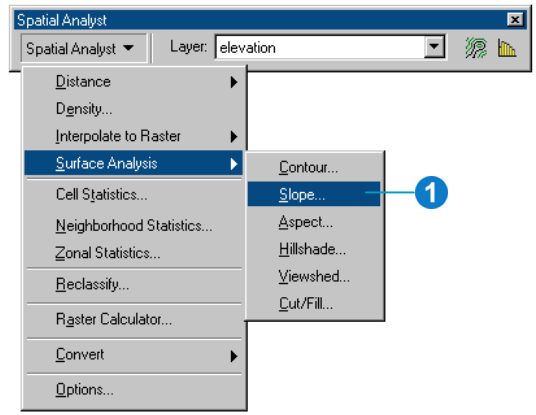
提示

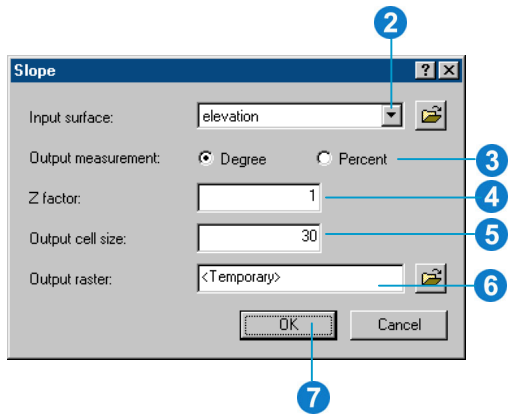
为何使用Z方向系数？

为获得准确的坡度值，z 方向的单位必须与 x，y 方向的单位相一致。如果不一致，则应使用 Z 方向系数将 z 方向单位转换为 x，y 方向单位。例如，如果 x，y 方向单位为米，z 方向的单位为英尺,应使用 0.3048 的 Z 方向系数将其从英尺转换为米。

生成坡度数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Slope。
2. 单击 Input surface 的下拉箭头并单击要计算坡度的表面。
3. 选择输出文件的测量单位。
4. 可选项，键入 Z 方向系数的值。
5. 可选项，改变输出文件的单元大小。
6. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
7. 单击 OK。



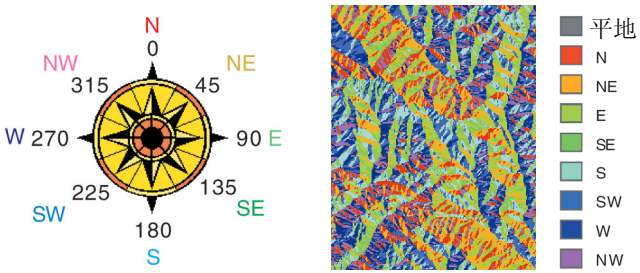


坡向

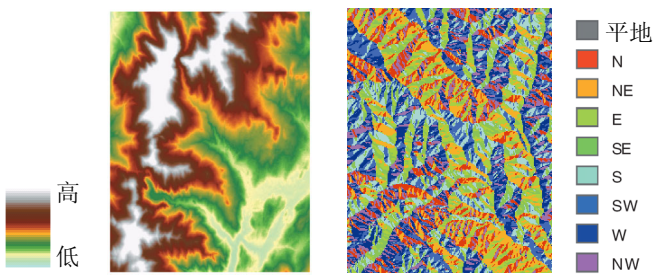
什么是坡向？

坡向识别了从一个单元到邻近单元最陡的下坡方向。可以理解为坡面的方向或者斜坡面向的方向。

其按顺时针方向度数从 0 度（正北方）到 360 度（重新回到正北方，一个完整的圆形）。在坡向数据集中一单元的值代表这一点的斜坡面对的方向。平坦的坡面没有方向，赋值为 -1。



下图显示的是输入的高程数据集和输出的坡向数据集。



为什么要使用坡向函数?

坡向函数可以帮助我们：

- 寻找山体的所有面向北方的坡面帮助搜寻宜于滑雪的最佳坡面。
- 计算某一区域每一位置的太阳光照度，来研究决策每一地点的生物多样性。
- 寻找某山区的所有面向南方的坡面，识别积雪初融的位置，以确定易于被初融雪水破坏的居民区的位置。
- 识别地面的平坦地区，寻找援助紧急事件时飞机着陆的地点。

计算坡向

坡向函数能够生成一幅地图来显示整个地区的坡向（从一个单元到邻近单元最陡下坡的方向）。它被广泛用于利用高程栅格数据来生成坡向数据。用户经常要用到高程数据来确定坡向。

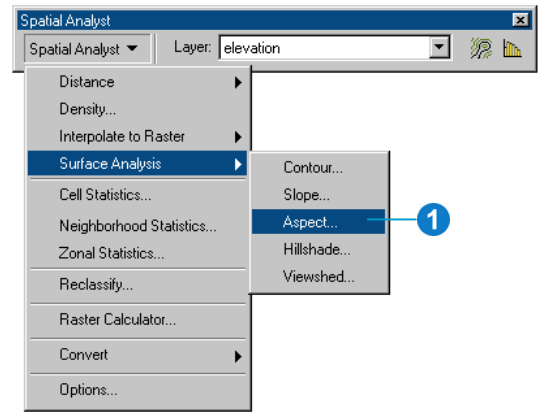
提示

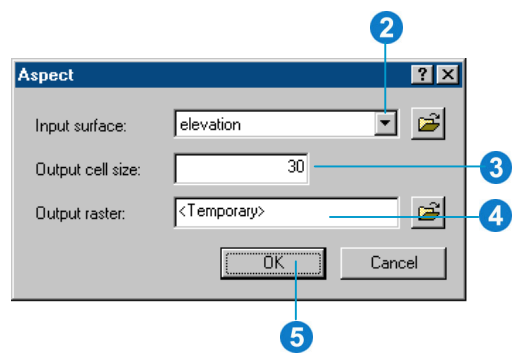
确定坡向

运用Tools工具条中的Identify工具来确定位置。在输出的坡向数据集中，你将获得一具体点的方向。

生成坡向数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Aspect。
2. 单击 Input surface 的下拉箭头并单击要计算坡向的表面。
3. 可选项，改变输出文件的单元大小。
4. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
5. 单击 OK。



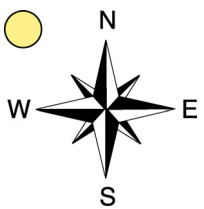


山影

什么是山影函数？

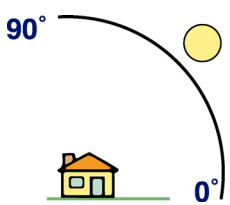
运用山影函数可计算栅格数据中每个单元的亮度值并得到一个被假想光源照亮的表面。这一工作通过设置假想光源的位置和计算每个单元以及相关邻域单元的光照度的值来完成。这样可以大大提高表面分析或显示时的可视性。

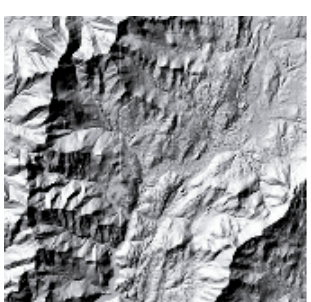
缺省状态下，用灰度值从 0 到 255（从黑色至白色递增）的整型数据渐变产生阴影和明亮处。



方位角是太阳方向的角度，从正北方开始沿顺时针方向测量，度数从 0 度至 360 度。方位角 90 度为东方，缺省方向为 315 度（西北方向）。

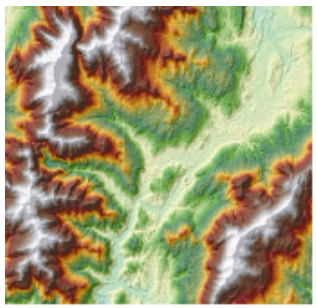
高度角是在水平面上方的光源的倾斜度或角度。单位为度，范围从 0 度（水平面上）至 90 度（正上方）。缺省值为 45 度。





左图中是方位角为315度而高度角为 45 度时的山影。

运用山影来显示

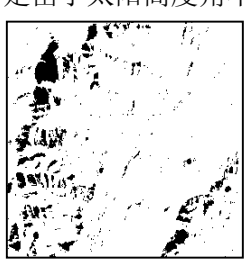


将高程栅格数据覆盖已生成的山影数据，然后将高程栅格数据透明显示，你就可以生成地形的实际图像。加入其它图层，象道路或径流之类，扩展显示信息的内容。

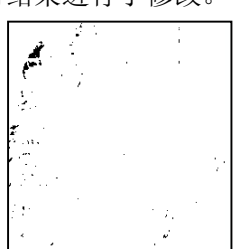
运用山影进行分析

通过阴影建模（Modeling shade）（缺省选项）计算局部光照来判断单元是否落入阴影区。

通过阴影建模，可以识别在一天的某一个时刻那些将落入另一些单元阴影里的单元。将落入其它单元阴影里的单元编码为 0；而其余单元从 1 到 255 进行编码。可以给值大于 1 的单元重分类并赋值为 1，生成一个二进制的输出栅格数据。在下面的例子里，黑色地区在阴影里。方位角是相同的，但是由于太阳高度角不同对结果进行了修改。



太阳高度角：45°



太阳高度角：60°

计算山影

山影函数主要用于从高程栅格数据中生成用阴影显示地形起伏的地图。

利用方位角和高度角的缺省值进行图形显示很好。而在分析时，可以修改这些值。

方位角是太阳方向的角度，缺省方位角为 315 度是西北方向。

高度角是在水平面上方的光源的倾斜度或角度。缺省值为表面上方45度。

提示

为何使用Z因子？

为获得准确的坡度值，z 方向的单位必须与 x，y 方向的单位相一致。如果不一致，则应使用 Z 因子将 z 方向单位转换为 x，y 方向单位。例如，如果 x，y 方向单位为米，z 方向的单位为英尺，应使用 0.3048 的 Z 因子将其从英尺转换为米。

提示

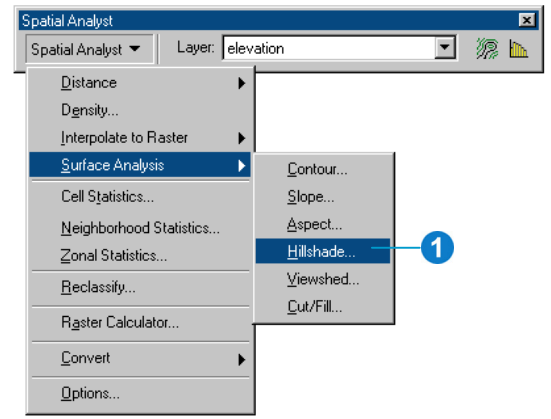
阴影建模

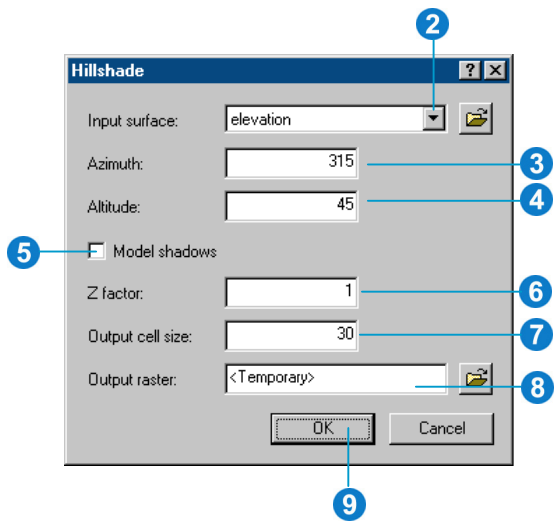
选中 Model shadows 选项将落入阴影内的单元赋值为 0。缺省情况下（不进行阴影建模），通过局部光照来计算单元是否落入阴影内。

生成山影数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Hillshade。
2. 单击 Input surface 的下拉箭头并单击要计算山影的表面。
3. 指定要使用的方位角。缺省值为 315 度。
4. 指定要使用的高度角。缺省值为 45 度。
5. 如果选中 Model shadows 选项。将通过给落入阴影的地区赋值为 0 来模拟阴影。

   如果不选中 Model shadows 项，将输出不考虑阴影的局部光照输出数据。
6. 键入 Z 因子的值，缺省值为 1。
7. 可选项，改变输出文件的单元大小。
8. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
9. 单击 OK。





使用透明显示

在绘图显示数据信息时透明度工具是非常有用的。对确定的图层应用透明度的百分比显示，可以让用户同时看到多图层的信息。

透明度工具可用于栅格数据和要素数据。

提示

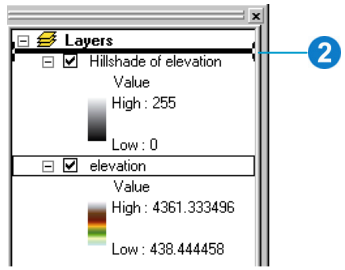
调整亮度和对比度

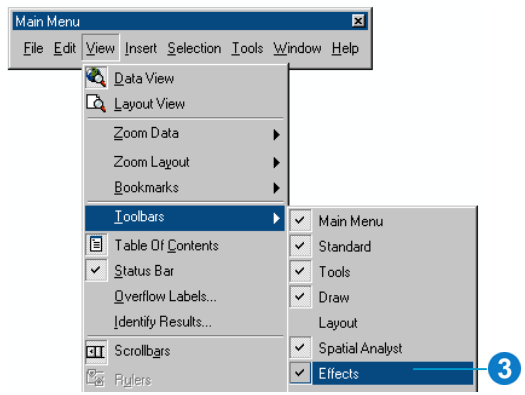
在 Effects 工具条中选取 Adjust Brightness 和 Adjust Contrast 按钮来调整山影图层的亮度和对比度以达到更好的显示效果。

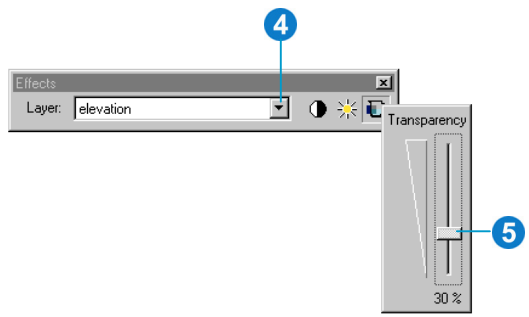
透明显示山影

1. 根据前面的步骤 1 至 9 生成一个山影数据集。
2. 单击并拖动高程数据至目录表的顶部（在生成的山影数据层上方）。
3. 单击 View，然后点中工具条并单击 Effects。
4. 单击 Layer 的下拉箭头并单击 elevation。
5. 单击 Adjust Transparency 按钮并移动滚动条至你期望达到的透明度（可以试试 30%）。

   现在，你可以看到高程数据覆盖下的山影。







视域

什么是视域？

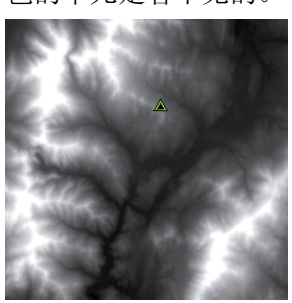
视域函数确定输入数据中每个单元所能看得到的观测点数。输出数据的每个单元接受一个值来表明从这一位置能看到多少个观测点。如果你只有一个观测点，则所有能看到该观测点的单元赋值为 1，所有不能看到这一观测点的单元赋值为 0。

观测点要素类可以包含点或线。线的节点和顶点将用作观测点。

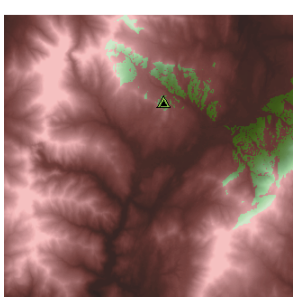
为什么计算视域？

当用户想知道可视对象可能会如何时，视域函数是非常有用的。例如，为通讯塔查找无掩蔽性能良好的位置。

在下面的例子中，观测点的视域是确定的。高程数据显示了陆地的高度（颜色较深的位置表示高程较低），观测点以绿色的三角标注。从观测点望过去绿色的单元是可见的，而红色的单元是看不见的。

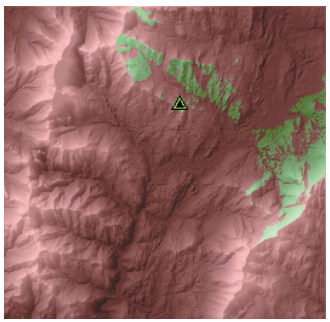


观测点地区的高程



绿色单元是观测点处可以看到的，红色单元是不可以看到的。

显示一个高程数据下的山影并通过视域函数输出，这是用来形象化可视性和地形间关系的一个非常有用技术。



可视性和地形之间的关系

如果输入表面具有投影文件，且该文件中地面单位和表面 Z 方向单位均以标准单位——英尺、米或单元米（unit-meter）——来表示，则视域函数可以修正地球曲率以及透过大气的光线折射。

查找视域

视域函数帮助用户识别从一个或多个观测点（或线）能够看到的地方。如果线被用作输入数据，则观测点应为线的节点。

由视域函数生成的栅格数据包含了已编码的单元，表明观测者能否看到这些单元。如果有一个以上的观测点，则栅格数据中的每个可见单元将显示可见到该单元的观测点的数量。

提示

指定Z因子

为获得准确的坡度值，z方向的单位必须与x，y方向的单位相一致。如果不一致，则应使用Z因子将z方向单位转换为x，y方向单位。例如，如果x，y方向单位为米，z方向的单位为英尺，应使用0.3048的Z因子将其从英尺转换为米。

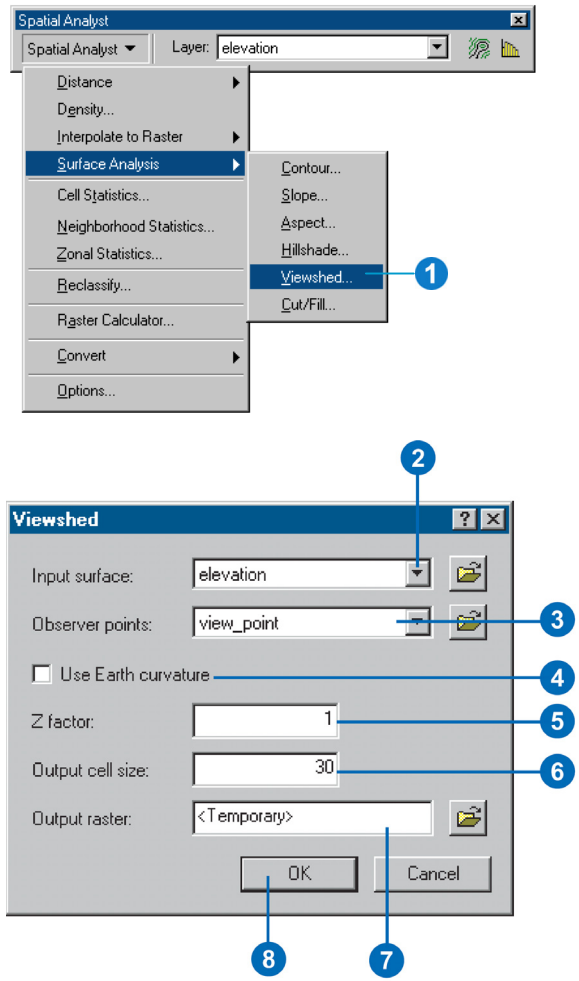
提示

使用可选参数

如果要素观测属性表中出现 SPOT、OFFSETA、OFFSETB 等可选视域参数，则这些参数均将被使用。更多信息，参阅《ArcGIS Desktop Help system for Viewshed》。

生成一个视域数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Viewshed。
2. 单击 Input surface 的下拉箭头并单击要计算其视域的输入表面。
3. 单击 Observer points 下拉箭头并单击用作观测点的要素层。
4. 可选项，选中 Use Earth curvature。
5. 可选项，改变 Z 因子的缺省值。
6. 可选项，改变输出文件的单元大小。
7. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
8. 单击 OK。



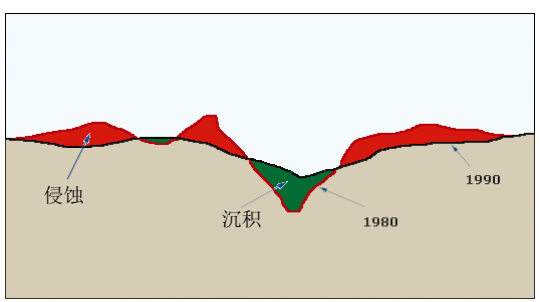
填/挖

什么是填/挖？

填/挖函数概述了两个表面间面积和体积的变化。它能够确定表面物质已发生增加或移除的表面的面积和体积。

通过给定面积的两个不同时期的两个表面，填/挖函数将生成一个栅格数据，来显示表面物质增加的区域，表面物质移除的区域以及在该时段内表面未发生变化的区域。负的体积值表明该区域已被填充，正的体积值表明该地区已发生剪切。

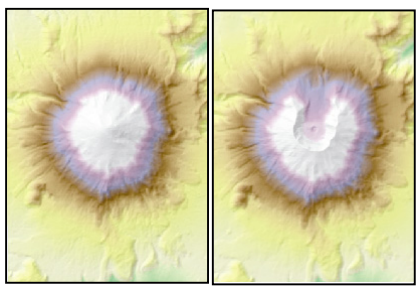
以河流地貌为例，为追踪河谷中侵蚀和沉积的数量和位置，需要获取通过河谷的一系列的横断面，并且以规则的基面来测量，才能确定沉积物侵蚀和沉积的区域。



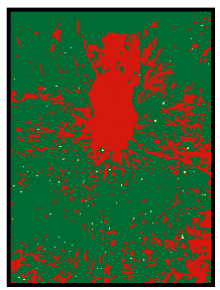
填/挖函数将为用户执行测量，确定已发生侵蚀的区域、已发生沉积的区域以及未发生变化的区域。而且，它还将计算每个区域被剪切或填充的表面物质的体积。

下图以 Pinochet 国家森林公园的圣海伦火山喷发前后结果为例，说明如何使用填/挖函数来计算前后两个表面填充、剪切以及未变化区域。

在填/挖图中，填充区域用绿色表示，剪切区域用红色表示，未变化区域用红色表示。



之前　　*之后*



填/挖表面

为何使用填/挖函数？

使用填/挖函数，可以：

- 确定河谷中沉积物侵蚀和沉积的区域。
- 为了夷平建筑物建造地点，计算需要移除和填充地表物质的体积和面积。
- 确定发生泥石流时，地表物质常被淹没的区域，以便定位用于修建家园的稳定地区的安全区域。

填/挖计算

填/挖函数使用户能够以前后两个输入表面为基础，生成一幅地图，来显示表面物质已发生增加或移除的表面的面积和体积。

Z 因子是对应于表面（x,y）度量单位的 z 方向的度量数值。针对输入的实际 z 方向值可以乘以该系数以调整 z 方向的度量单位。

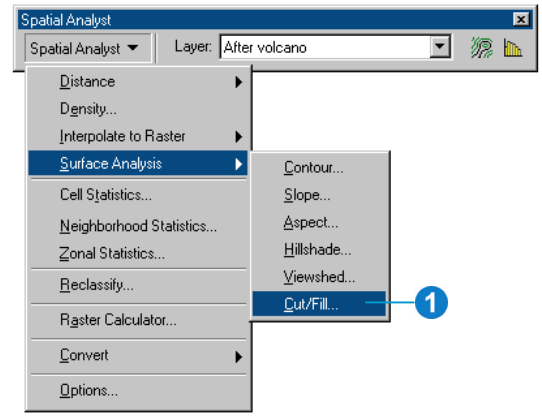
提示

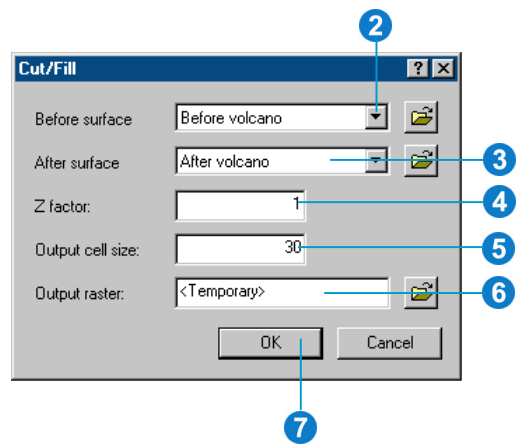
指定Z因子

为获得准确的坡度值，z方向的单位必须与x，y方向的单位相一致。如果不一致，则应使用Z因子将z方向单位转换为x，y方向单位。例如，如果x，y方向单位为米，z方向的单位为英尺，应使用0.3048的Z因子将其从英尺转换为米。

生成一个填/挖数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Surface Analysis 并单击 Viewshed。
2. 单击 Before surface 的下拉箭头并单击某个表面。
3. 单击 After surface 下拉箭头并单击另一个表面。
4. 可选项，改变 Z 因子的缺省值。
5. 可选项，改变输出文件的单元大小。
6. 键入输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
7. 单击 OK。





单元统计

什么是单元统计函数？

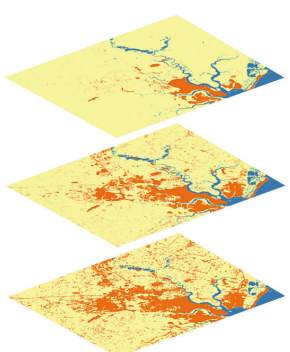
单元统计函数（Cell Statistics）是一个局域函数，输出栅格数据中每一个位置的值都是该位置输入值的函数。

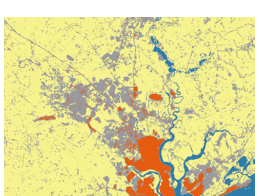
通过单元统计函数，可以在多输入层的值的基础上为输出数据的每个单元进行统计运算。

为什么要进行单元统计？

当用户要计算多层栅格数据间的统计关系时要进行单元统计。比如，分析一些随时间而变化的现象，诸如 10 年来的作物产量或者不同年份间的温度波动的范围。

在下图中，计算了不同年份的栅格数据其单元间的土地利用类型的变化，以确定变化大于 1（灰色阴影地区）的地区。这表明了这一地区在这一时间段内其土地利用类型已发生的变化，在这本例中，高亮显示地区是城市延伸的地区（用红色阴影表示）。





下面是基于不同输入栅格数据间逐个单元计算的统计值，统计结果输出到栅格数据相应位置的单元里：

众数（Majority）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元值出现次数最多的值。

最大值（Maximum）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元中出现的最大值。

均值（Mean）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元平均值。

中值（Median）：逐单元计算各个输入图层对应位置的单元值的中央值，也叫中位数。

最小值（Minimum）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元的最小值。

寡数（Minority）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元值中出现次数最少的值。

范围（也称阈值）（Range）：逐单元计算输入图层间单元值的范围。

标准偏差（Standard Deviation）：逐单元计算输入图层间单元的标准偏差值。

总数（Sum）：计算输入图层间逐个单元的值的和。

种类（Varity）：逐单元计算输入图层间的单元唯一值的数目。

单元统计运算

单元统计函数可以帮助你在多输入层的值的基础上为输出数据的每个单元进行统计运算。

如果输入的栅格数据中的任一单元包括有空值，在输出的栅格数据中对于位置的单元值也将为空值。

提示

设置分析选项

单击Spatial Analyst 工具条的Options来设置工作目录、范围和分析结果的单元尺寸。

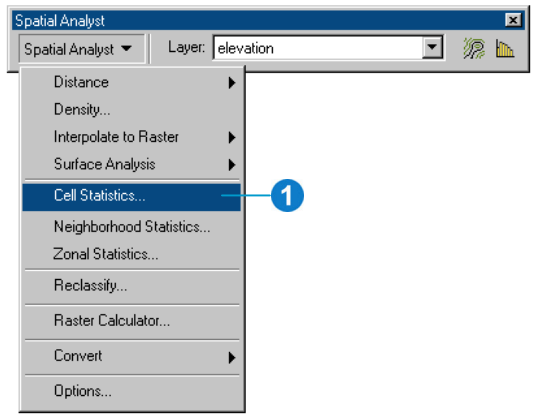
提示

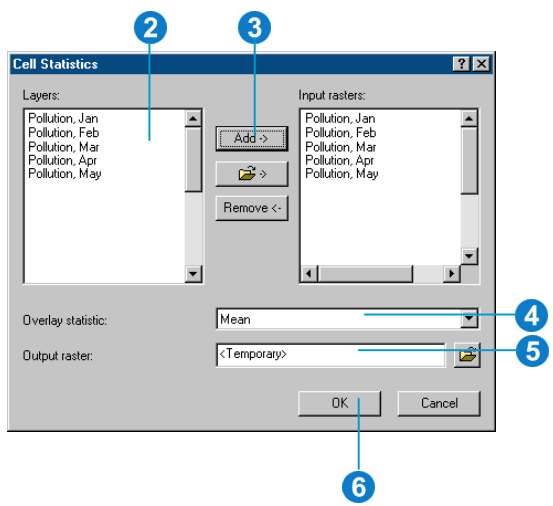
浏览文件或目录

如果需要的文件不在目录表中，或者需要选取目录来放置你的分析结果，可以单击 Browse 按钮。

利用单元统计函数生成数据集

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头并单击 Cell Statistics。
2. 在 Layer 中单击计算中你要用的图层（利用 Shift 键来加亮多个图层），或者单击 Browse 按钮访问磁盘中的栅格数据集。
3. 单击 Add。
4. 单击 Overlay statistic 的下拉箭头并单击你用来对输入图层进行计算的统计类型。
5. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
6. 单击 OK。





邻域统计

什么是邻域统计函数？

邻域统计函数（Neighborhood statistics）是一种邻域函数，其计算输出的栅格数据的每个位置的值都是输入数据中相应位置下指定的一些邻域单元的函数。

用于输入数据的每个单元，邻域统计函数在对单元值和这一单元周围指定邻域单元值处理的基础上进行统计分析，然后将这一值输出到相应单元位置。

下面是每个处理单元邻域内的统计值，统计结果输出到栅格数据相应位置的单元里：

众数（Majority）：逐单元计算在输入的各个图层对应位置的单元值出现次数最多的值。

众数：在邻域内的单元里出现次数最多的值。

最大值：在邻域内出现的最大值。

均值：邻域内的所有单元的平均值。

中值（中位数）：邻域内所有单元的中间值。

最小值：邻域内出现的最小值。

寡数：在邻域内的单元里出现次数最少的值。

范围（阈值）：邻域内单元的值的范围。

标准偏差：在邻域内的标准偏差的值。

总数：邻域内单元值的总合。

种类：邻域内单元唯一值的数目。

邻域的形状

邻域可以指定为任意尺寸的长方形、任意半径的圆形、任意半径的环面（油炸圈饼的形状）和任意趋势的楔形。



长方形

一个长方形邻域的宽和高的单位可以用单元或地图单位来表示。缺省的邻域大小为 3×3 个单元。



圆形

圆形邻域的大小依赖于指定的半径。半径通过和 x 轴或 y 轴的垂线的长度来指定，其单位可以是单元或地图单位。任一被包围在邻域圆形之内的单元都将参与邻域处理的运算。



环面

落入到环面内的单元将参与邻域运算。环面的内半径是从将处理单元的中心至环面的内圆的半径。任何落入内半径的单元不包括在邻域处理之内。外半径是指从将处理单元的中心至环面的外圆的半径。环面的外圆指定了邻域的边界。任何落入外半径之内而在内半径之外的点都包括在处理邻域内。

环面的半径单位可以是单元或地图单位，是通过和 x 轴或 y 轴的垂线的长度。



楔形

落入楔形的单元包括在邻域处理内。楔形通过指定一个半径和角度来产生。

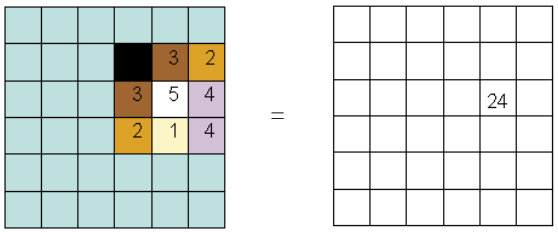
楔形半径的单位可以是单元或地图单位，是从处理单元的中心至 X 轴或 Y 轴的垂线的长度。

楔形的起始角度可以是从 0～360 的整型或浮点值。楔形的角度值从 X 轴的正方向零度开始然后逆时针逐渐增加直至走过一个满圆又回到零度。

楔形的终止角度可以是从 0～360 的整型或浮点值。通过起始角度和终止角度的值生成楔形。所有落入楔形内的单元都包含在邻域处理内。

个体单元的邻域函数

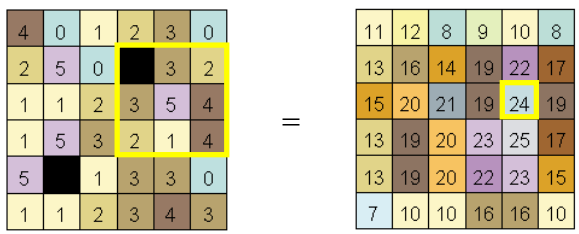
在下面的图中处理单元的值为 5。邻域是 3×3 单元的长方形，邻域单元值的总和是将邻域内单元值相加等于 24，因此，在输出个栅格数据中对应于输入数据的处理单元位置的值为 24。



输入处理单元 *输出一个单元的值*

完整数据集的邻域函数

下面的输出栅格数据中的每个单元是通过 3×3 单元的邻域对单元进行总和运算得来的。用黄色加亮的单元是输入数据的处理单元且值为 5 的邻域，而输出数据对于单元的值为 24。这一处理过程通过对每个输入处理单元的计算而得到每一单元的输出值来完成的。



输入处理栅格数据 *输出栅格数据*

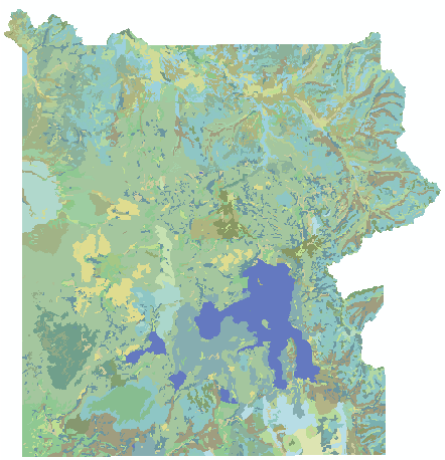
空值单元处理

如果在邻域内有一空值单元，在处理过程中它将被忽略。如果整个邻域包含的单元均为空值，则输出的单元也为空值。

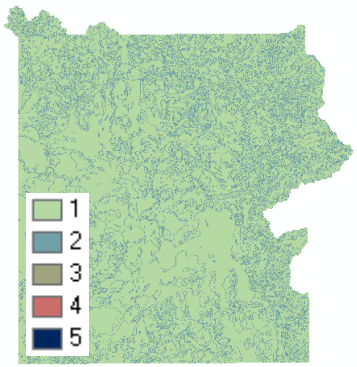
为什么要进行邻域统计？

邻域统计计算用于在限定邻域的基础上来获得每个单元的值。例如，在调查生态系统的稳定性时，邻域统计可以帮你获得每个邻域种群的变化和确定缺少种群多样性的位置。

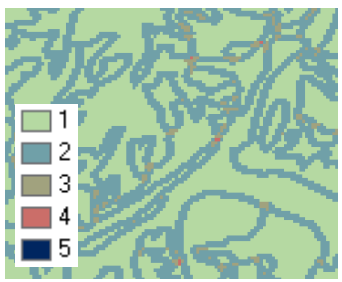
下面的例子显示了一个土地覆被的栅格数据并计算了在每一邻域内不同土地覆被类型的变化。



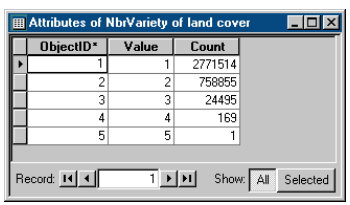
土地覆被类型



基于单元值和限定的邻域，通过邻域统计给输出数据的每个单元赋予相应值。一个地区不同区域土地覆被类型的概要将很快展示。



通过对特定地区的漫游和放大，你可以更清楚的看到邻域内有三种甚至四种土地覆被类型。



输出栅格的属性表可以告诉你在指定邻域内的各种土地覆被类型的单元有多少。

邻域统计计算

在处理单元的值和指定的邻域的值的基础上，邻域统计函数可以对每个单元进行统计运算。比如，在一个邻域内寻找优势种（众数），或者在每一个邻域内有多少个生物种（种类）。

邻域规定了用于要获得被处理单元的值将参与运算区域的形状。而邻域设置（Neighborhood Settings）规定了用于获得处理单元值的这一形状的尺寸（单元数或地图单位）。

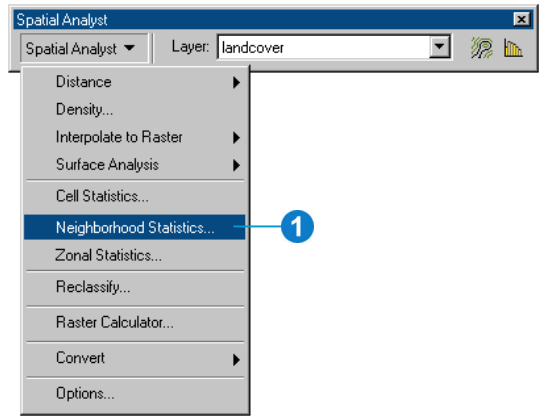
提示

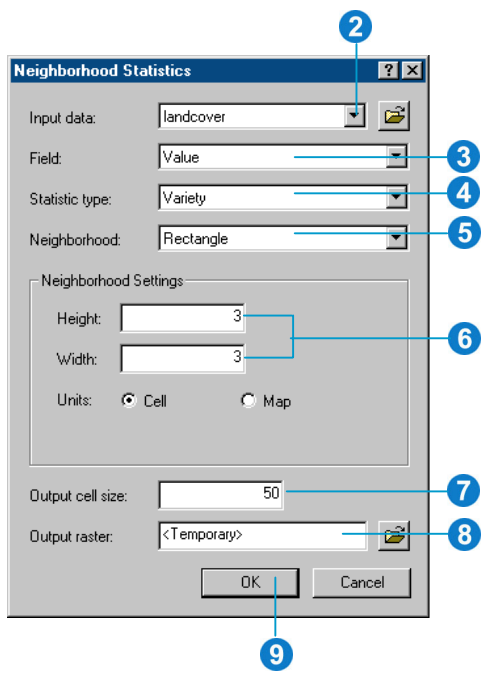
在地图中高亮显示单元

右击输出的栅格数据并单击 Open Attribute Table。单击表中的一行来高亮显示地图中的单元。

运用邻域统计生成地图

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Neighborhood Statistics。
2. 单击 Input data 的下拉箭头并单击要进行邻域统计的图层。
3. 单击 Field 的下拉箭头并单击要你要用到的输入数据中的字段。
4. 单击 Statistic type 的下拉箭头并单击要你要运用的统计类型。
5. 单击 Neighborhood 的下拉箭头并单击要你要运用的邻域类型。
6. 为你选定邻域规定 Neighborhood Settings（邻域设置）。
7. 可选项，改变输出数据的缺省单元尺寸。
8. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
9. 单击 OK。





分区统计

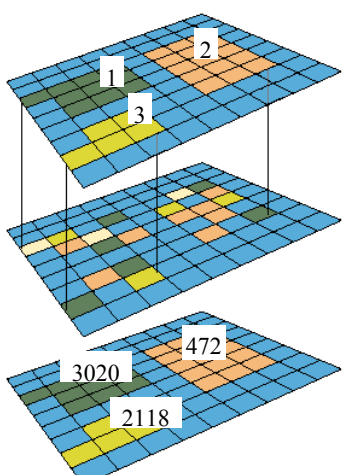
什么是分区统计函数？

运用分区统计函数，将在另一个数据集的基础上统计分区数据集的每一个分区。

一个分区就是在栅格数据中拥有相同值的所有单元，无论它们是否邻近。然而，栅格数据集和要素数据集都可以看作“分区数据集”。例如，居民区是土地利用栅格数据中的一个分区，或者道路要素数据集可以是事故数据集中的一个分区。

分区统计函数在每一个分区的基础上运行操作；在输入的分区数据集中的每个分区被计算并赋予一个单一的输出值。

分区图层：



定义了分区（形状、值和位置）。

值数据集：
包含了用于计算输出数据中每个分区需要的输入值。

输入分区图层：
一个可以加入分区图层属性表中的字段，包含了计算每个分区的统计分析。

下面是可以在每个分区内进行的统计：

众数：在分区内出现次数最多的值。

最大值：在分区内出现的最大值。

均值：在分区内的单元值的平均值。

中值（中位数）：在分区内所有单元的中央值。

最小值：在分区内出现的最小值。

寡数：在分区内出现次数最少的值。

范围：在分区内单元的值的范围。

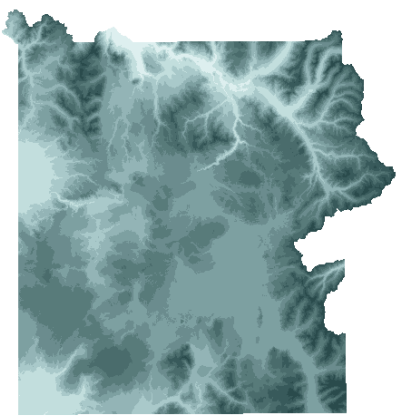
标准偏差：在分区内的标准偏差的值。

总数：在分区内单元值的总合。

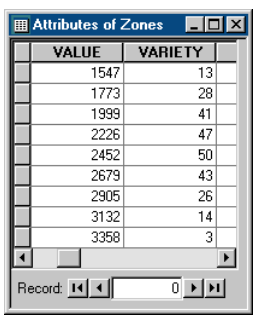
种类：在分区内单元唯一值的数目。

为什么要用分区统计函数？

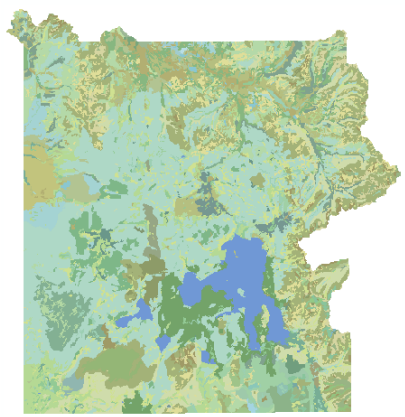
分区统计函数可以帮助用户计算每一个森林分区的平均高程或一个城镇里沿每条道路发生的事故的次数。或者，在每一个高程分区里有多少种植被类型（种类）。下面的图形展示了输入的数据以及利用分区统计函数计算所输出图表。每一个高程分区内的植被种类都在输出的表格和图表中显示出来。在 2500 米附近的高程区内种群种类最多。



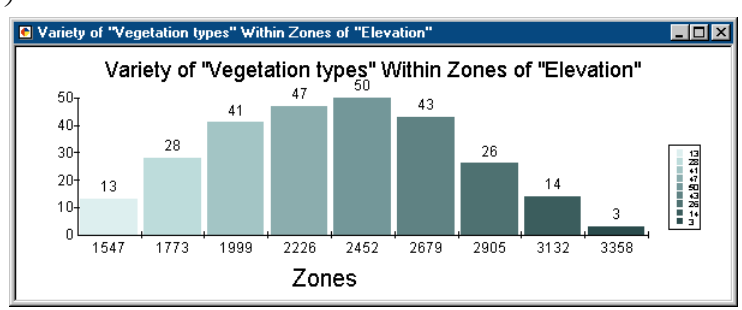
输入分区数据集：高程分区
（高程范围：1547～3358 米）



输出表格



输入值栅格数据：植被类型



输出图表

分类区统计计算

分类区统计函数能够根据一个值栅格数据的信息进行一个分类区数据集中每个分类区的统计运算。如每个污染区的平均人口密度或每个高程区的植被类型。

分类区数据集可以是要素或栅格数据。值栅格数据必须是一个栅格数据集。

提示

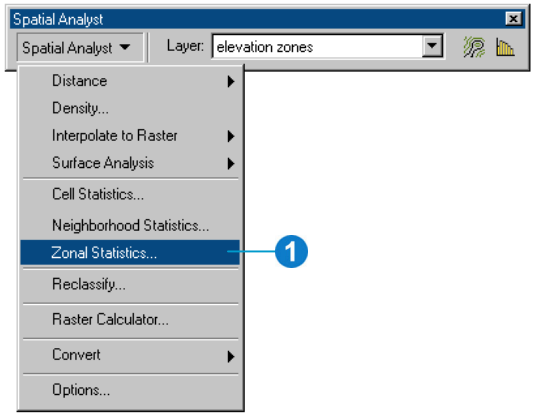
使用空值（NoData）

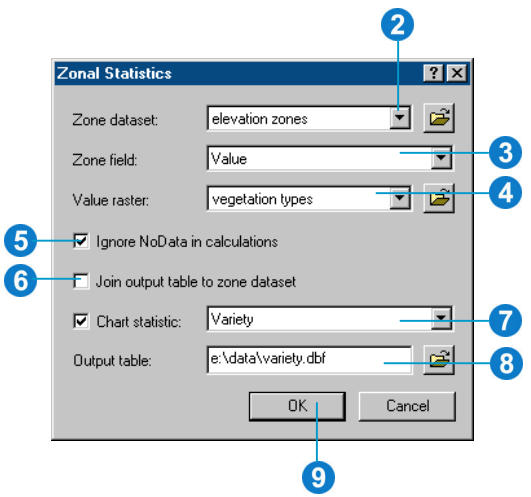
在计算中，如果你允许空值参与运算，在计算选择框中请不要将 Ignore NoData 选中。如果一个输入的分类区内有空值，因为完全计算的信息不充分，所以这一分类区的输出值为空值。

如果运算中忽略空值，可以在计算选择框选中 Ignore NoData in calculations。这样在值栅格中的每个分区内中仅有值的单元参与运算。

运用分类区统计函数生成图表

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Zonal Statistics。
2. 单击 Zone dataset 的下拉箭头并单击要进行分类区统计的图层。
3. 单击 Zone field 的下拉箭头并单击要分类区图层中你要用到的字段。
4. 单击 Value raster 的下拉箭头并单击要你要使用的栅格数据。
5. 不选中 Ignore NoData in calculations，计算中允许值栅格数据中的空值参与运算。
6. 选中 Join the output table to the zone layer 选框。
   注意：这一选项仅用于图层，不能用于你浏览到的数据集。
7. 单击 Chart statistic dropdown 的下拉箭头并单击要你要运用的统计类型。
8. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
9. 单击 OK。





重分类

什么是重分类？

简单的说，对数据重分类就是用新的值取代输入的单元值并输出。

输入的数据可以是能够支持的任何一种栅格数据类型。如果加入的是多波段的栅格数据，第一波段将用于重分类运算。

为什么要对数据进行重分类？

有很多理由要对数据进行重分类。通常要重分类的原因如下：

- 根据新的信息来取代原来的值。
- 将确定的值分组归类。
- 用一个统一范围进行重分类（如，应用于适宜度分析或用成本加权距离函数生成一个成本栅格数据）。
- 将指定值设置为空值或将空值设置为指定值。

根据新的信息来取代原来的值

重分类可帮助用户将输入栅格数据中的值取代为新的值。这应归于寻找应该具有不同值的单元的值或单元的数目。例如，经过一段时间后一地区的土地利用发生了变化。

将值归于一组

用户可能期望简化栅格中的数据。比如，可以将各种各样的森林类型归为森林这一大类。

将一组栅格的值用统一的等级体系重分类

重分类的又一个原因是给一个栅格数据分配类似于偏好、敏感度、优先权等标准的值。这可被用于单个的栅格数据（给土壤类型的栅格数据的单元赋值为 1-10 来代表土壤侵蚀潜力）或者多个栅格数据在统一的等级体系下重新归类。

例如，当寻找最易发生雪崩的坡面时，输入栅格数据可以是坡度数据、土壤类型数据和植被数据。这些栅格数据中，依据每个栅格数据的每个属性对雪崩活动的感受性可将每个数据重分类为 1-10 的范围（也就是说，在坡度栅格数据中可以给陡峭的坡面赋值为 10，因为这些地方最易发生雪崩）。如果想了解更多适宜性建模的信息，请参阅第二章中的例子“为美国 Vermont 州 Stowe 镇的一所新学校选址”。

将指定值设置为空值或将空值设置为指定值

有时用户需要从分析中移去特殊的值。举个例子，因为一定的土地利用类型受到限制（如湿地限制），这意味着不能在那里建造建筑。这种情况下，为了进一步的分析中剔除它们，可以将这些值变为空值。

另一种情况是，要将空值赋予一定的值，就象这种情况，哪里有新的信息就意味着哪里的空值变为了已知的值。

数据重分类

重分类对话框可以让用户对输入数据的值进行修改并将变化保存在新的输出栅格数据里。

之所以要这样做有许多的理由，包括根据新信息来取代原来的值、整体分组归类、利用统一的等级体系进行重新分类（如在适宜性分析中的应用）或设置指定值为空值和设置空值为指定值。

Load 按钮可以加载一个先前生成的重映射表，单击 Save 按钮将把它应用于输入栅格数据中。

提示

取代空值

象替代其它值一样，空值可以转化为数值。

提示

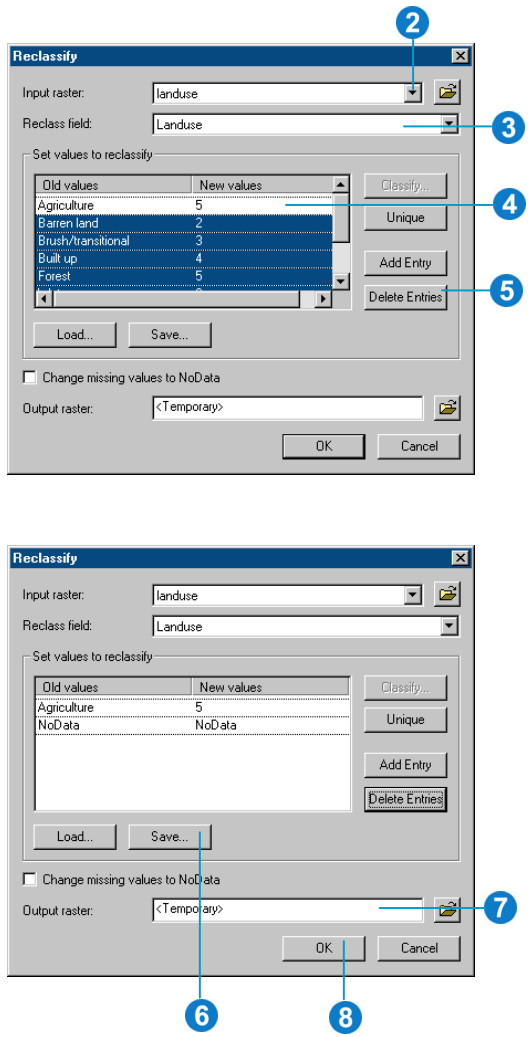
改变旧值的种类

单击 Classify 对不同的旧值进行分类。单击 Unique 来把旧值的类别分成一些唯一值。

根据新的信息取代值

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击要进行值的变化的栅格数据。
3. 单击 Reclass field 的下拉箭头并单击要用到的字段。
4. 单击你要改变的的新值 New values，并键入一个新的值。
5. 通过按下 Shift 键来单击所有的其它新值，然后单击 Delete Entries。在生成栅格数据中所有的其它都将同样保留。

   可选项，单击 Save 来保存重映射表。
6. 单击 Chart statistic dropdown 的下拉箭头并单击要你要运用的统计类型。
7. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
8. 单击 OK。



Save 按钮使你可以保存重映射表以备后用。

提示

取消条目的组

要取消条目的组，请右击 group 并单击 Ungroup Entries。

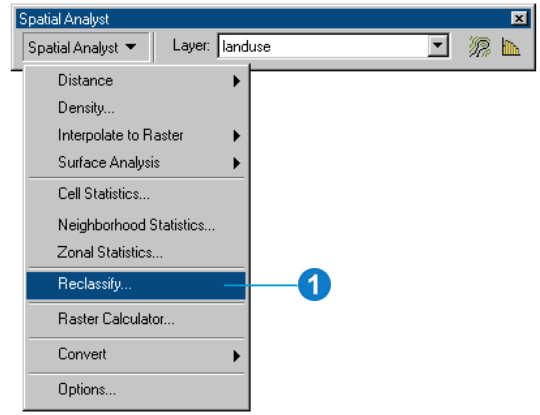
提示

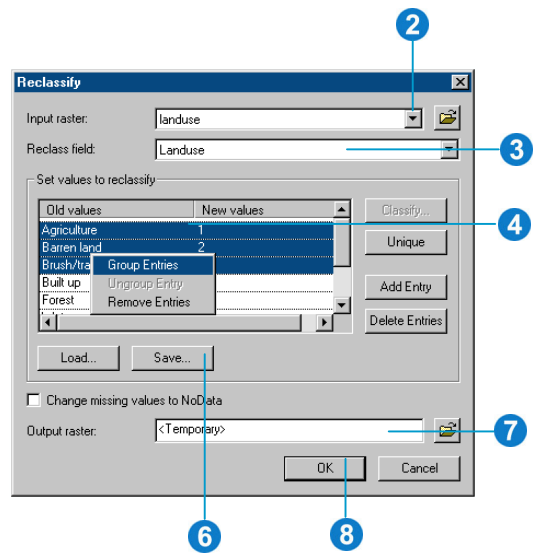
改变旧值的类别

单击 Classify 来改变旧值的类别。单击 Unique 来把旧值的类别分成唯一值。

条目分组

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击要进行分组归类的栅格数据。
3. 单击 Reclass field 的下拉箭头并单击要用到的字段。
4. 单击你要分组的 Old values（单击一个，然后按住 Shift 键单击下一个），然后右击并单击 Group Entries。
5. 给已分组的条目以及其它旧值赋予合适的新值。
6. 可选项，单击 Save 来保存重映射表。
7. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
8. 单击 OK。





在进行适宜性建模时，可运用 Reclassify 对话框为输入的多个栅格数据应用统一的取值范围。这涉及到每个栅格数据用同一个范围进行重分类，给那些旧值赋予的新值越高，考虑的时候越重要。

提示

改变旧值的类别

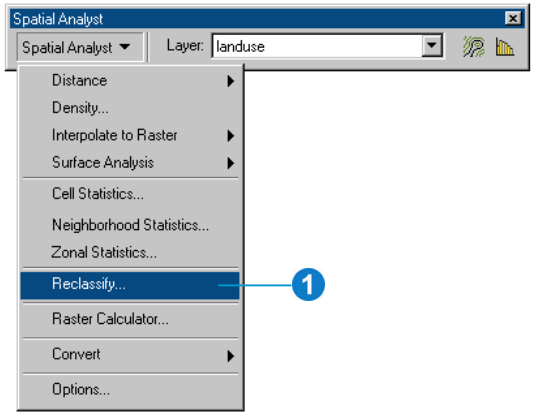
单击 Classify 来改变旧值的类别。单击 Unique 来把旧值的类别分成唯一值。

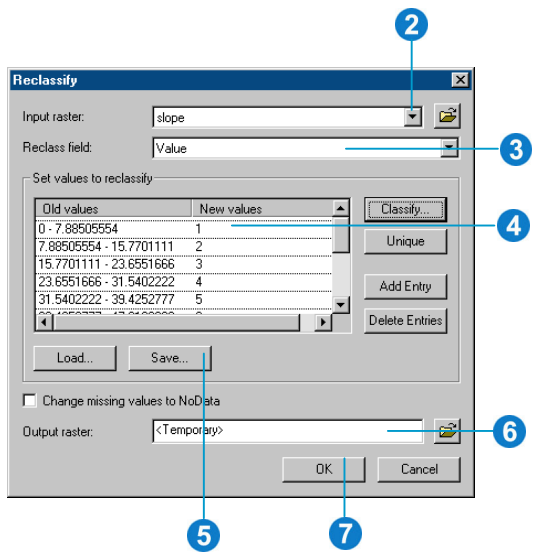
另见

更多关于适宜性建模的信息，请参阅第二章中的例子“为美国 Vermont 州 Stowe 镇的一所新学校选址”。

用统一范围对一组栅格数据进行重分类

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击列入优先的值的栅格数据。
3. 单击 Reclass field 的下拉箭头并单击要用到的字段。
4. 单击每个条目输入框中的 New values 和列入优先的条目（这是依据对空间问题的主观认识，例如优先权、费用或时间）。
5. 可选项，单击 Save 来保存重映射表。
6. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
7. 单击 OK。





提示

改变输入范围为唯一值

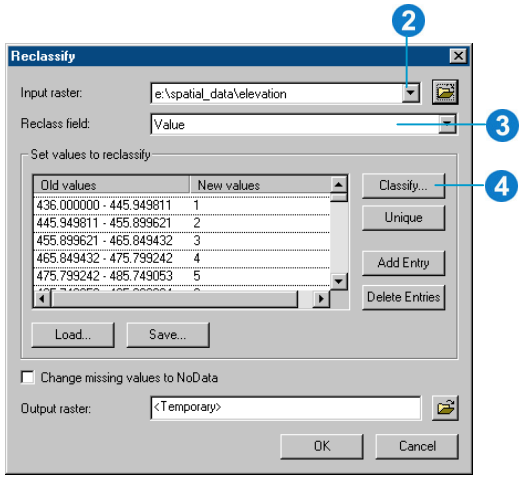
如果输入值被分为多个范围而却需要它们具有唯一值，请单击 Unique。

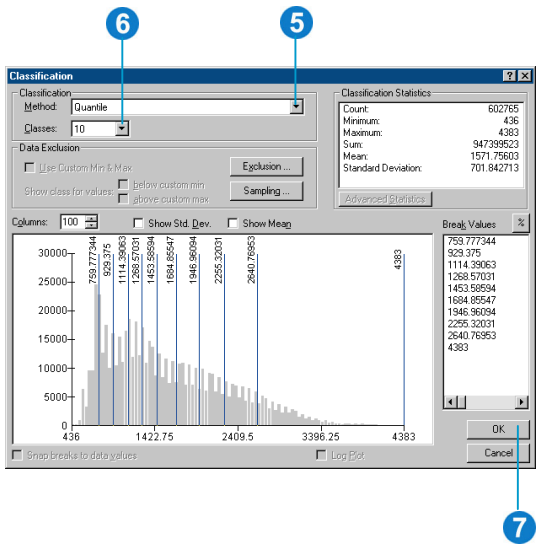
另见

关于分类模式的信息，参阅《ArcMap 使用手册》一书中的“标准分类模式”。

改变输入范围的分类

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击希望重新分类的值的栅格数据。
3. 单击 Reclass field 的下拉箭头并单击要用到的字段。
4. 单击 Classify 按钮。
5. 单击 Method 的下拉箭头并选择对输入数据进行重分类时使用的分类方法。
6. 单击 Classes 的下拉箭头并选择对输入数据进行重分类时的类别数目。
7. 单击 OK。
8. 如果适当的话，修改将输出的栅格数据的新值。
9. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
10. 单击 Reclassify 对话框中的 OK。





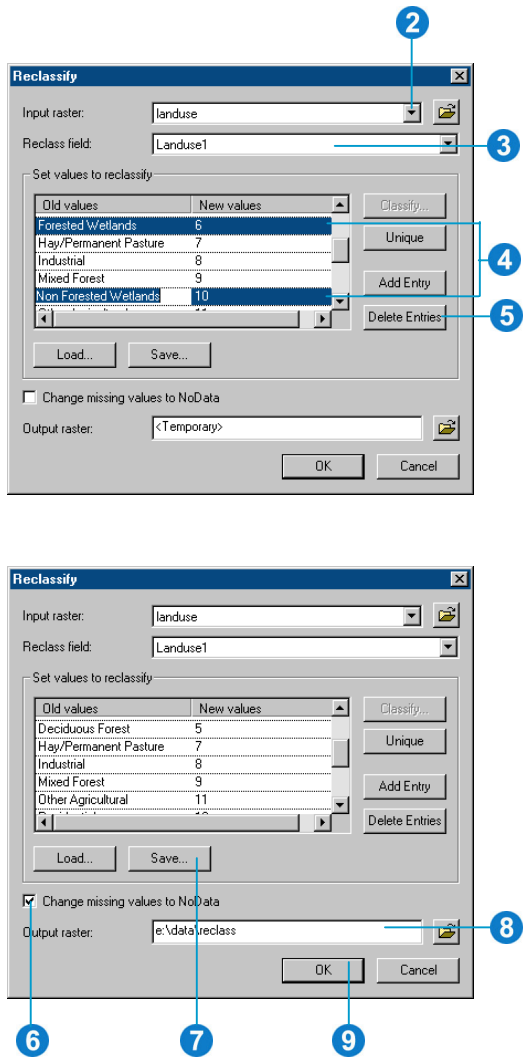
提示

改变值为空值

在输入框中可以键入“Nodata”作为新值，以此将输入值变为空值。

设置指定值为空值

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Reclassify。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击希望将值设置为空值的栅格数据。
3. 单击 Reclass field 的下拉箭头并单击要用到的字段。
4. 单击新值的输入框将需要的值变为空值。
5. 单击 Delete Entries。
6. 选中 Change missing values to NoData 选项。
7. 可选项，单击 Save 来保存重映射表。
8. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
9. 单击 OK。



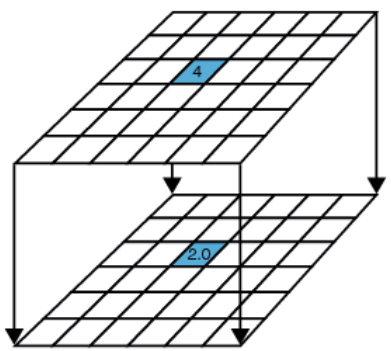
栅格计算器

栅格计算器的用途

栅格计算器为执行多种任务提供了强有力的工具。你可以用运算符和函数完成数学运算、设置选择查询或者键入地图代数语句。输入数据可以是格网数据集或栅格图层、shape 文件、coverage、表格、常数和数字。

数学运算符和函数

运算符和函数仅对与输出单元空间位置相同的输入单元进行求值。



Sqrt([Inlayer1])

数学运算符

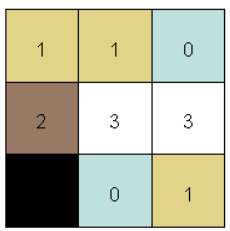
数学运算符对输入的两个或多个栅格数据进行数学运算。有三组数学运算符：算术运算符、布尔运算符和关系运算符。栅格计算器中可键入所有的运算符（包括位运算符、组合运算符和逻辑运算符。关于系统支持的运算符和优先级，参阅附录 B。

算术运算符

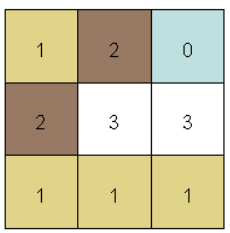
算术运算符可以完成两个、多个或两个数据合并的栅格数据间的加、减、乘、除运算。

算术运算符有：*，/，-，+。

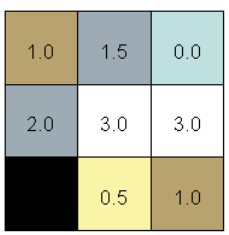
例如，〔图层 1＋图层 2〕 / 2 的结果在输出的栅格数据中显示为单元的平均值。



输入栅格数据：图层 1



输入栅格数据：图层 2



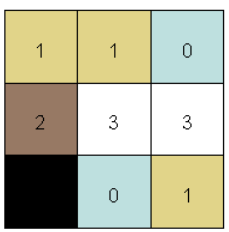
输出栅格数据
（图层 1 和图层 2 的平均值）

布尔运算符

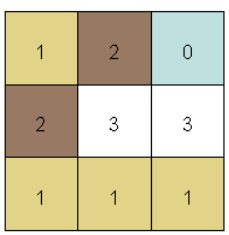
布尔运算符利用布尔逻辑（是或否）对输入的栅格数据进行逐个单元的运算。输出结果为“是”（True）为 1 而“否”（False）为 0。

布尔运算符包括：和（And）、或（Or）、异或（*Xor*）以及非（*Not*）。

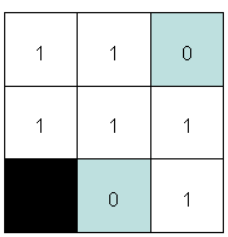
和（&）：寻找在多个输入栅格数据的单元里都表示为真值（非零）。



输入栅格数据：图层 1



输入栅格数据：图层 2



输出栅格数据
（〔图层 1〕&〔图层 2〕）

或（ | ）：寻找在一个或两个输入栅格数据的单元里表示为非零的值。

异或（!）：寻找在一个或另一个输入栅格数据的单元里表示为非零的值，但不能均为非零值。

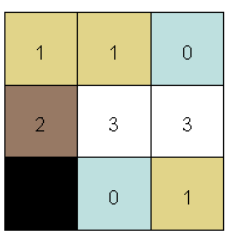
非（^）：寻找在一个单一输入栅格数据的单元里不表示为非零的值。

关系运算符

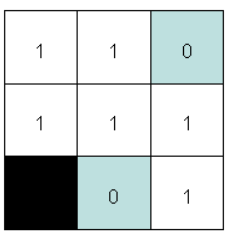
关系运算符求算确切相关条件。如果条件为真（TRUE），输出文件分配以 1 值，如果条件为假（False），输出文件赋予 0 值。

关系运算符有：==, <, >, <>, >=, <=.

例如，如果 3 这个值代表的是“森林”这一土地利用类型的话，图层 1<>3 （即图层 1 中不等于 3 的值）的结果可以输出为栅格数据，来展示除“森林”类型外的所有其它土地利用类型。



输入栅格数据：图层 1



输出栅格数据
〔图层 1〕<>3

数学函数

数学函数用于单一的输入数据的值的计算。

主要有有四组数学函数：对数函数、算术函数、三角函数和幂函数。

对数函数：对数函数是对输入栅格数据或数字进行指数或对数运算的函数。有以 e 为底的指数 Exp、以 10 为底的指数 Exp10、以 2 为底的指数 Exp2 和自然对数 Log、以 10 为底的对数 Log10 和以 2 为底的对数 Log2。

例如，下面显示的是 Exp（〔图层 1〕）的结果。

1	1	0
2	3	3
	0	1

输入栅格数据：图层 1

2.72	2.72	1.00
7.39	20.10	20.10
	1.00	2.72

输出栅格数据 Exp（〔图层 1〕）

算术函数：有六种算术函数：绝对值函数（Abs）用于获取输入栅格数据的绝对值，向上舍入函数（Ceil）和向下舍入函数（Floor）可以通过向上或向下舍入分别完成将小数转换为整数。 整数函数（Int）和浮点函数（Float）分别完成浮点值和整数值之间的转换。零函数（IsNull）将在输入栅格为空值时返回 1，否则返回 0。

三角函数：三角函数对输入数据单元值进行各种三角函数的计算。常用的有：正弦函数（Sin）、余弦函数（Cos）、正切函数（Tan）、反正弦函数（Asin）、反余弦函数（Acos）和反正切函数（Atan）。

幂函数：用于单个输入数据的幂函数运算。有三种幂函数：平方根（Sqrt）、平方（Sqr）、幂（Pow）。平方根可以对输入栅格数据进行平方根运算，平方函数则可以确定输入数据的平方，而幂函数则可以获得栅格数据的幂。

地图代数语法

地图代数是空间分析的分析语言。输出结果通过对输入数据的操作而产生。键入地图代数语法可以访问各种函数。

基本规则和限制

- 输入数据必须是格网数据集、栅格图层、shape 文件、coverage、表格、常数和数字。
- 输出结果可以是格网数据集、shape 文件、表格以及存储于磁盘的文件，如 ASCII 文件。
- 支持多行表达式。
- 必须给出图层名称（如果图层在内容表内）或数据集的完全路径。
- 不支持累积的运算符。
- 空间分析函数可以在栅格计算器中运行。

slope([Inlayer1]) —— 计算图层 1 的坡度

mean([Inlayer1], [Inlayer2], [Inlayer3]) —— 逐个单元的求算输入图层的均值。

hillshade(e:\spatial\elevation) ——在磁盘上由格网数据集生成山影。

关于地图代数的更多信息，参见附录 A，或者搜索关于地图代数的 ArcGIS Desktop Help 索引。

使用栅格计算器

栅格计算器为用户提供了众多工具的使用权。可用地图代数来给栅格数据赋权重并合并作为适宜性模型的一部分、依据条件进行查询、执行运算符和函数运算或键入空间分析函数。

对目录表中的图层或键入格网数据集在磁盘上的完全路径的数据集进行操作。例如 c:\spatial\elevation * 2，就是将对指定位置的这一高程数据集进行乘以 2 的乘法运算。

提示

改变用于构建表达式的字体

在表达式框中右击，并单击 Font。

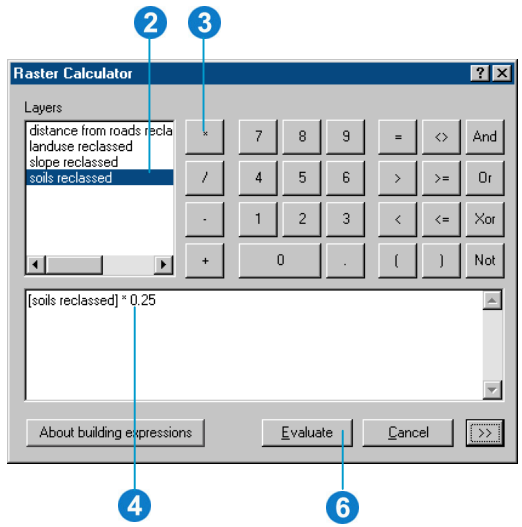
提示

生成永久输出文件

要么在表达式中指定输出文件名称（outgrid=[inlayer1][inlayer2]）；要么临时结果，然后在内容表中右击输出文件，并单击 Make Permanent。*

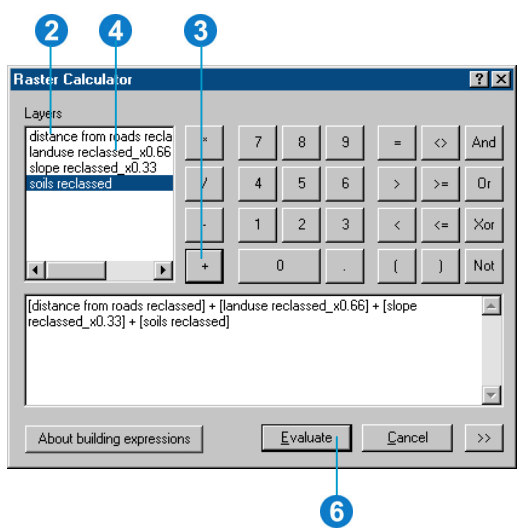
运用栅格计算器为栅格数据赋权重

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Raster Calculator。
2. 双击要加权重的图层。图层将加入表达式的图框中。
3. 单击乘号“*”按钮。
4. 键入要赋予这一数据集的权重值。
5. 按照步骤 1～5 的操作为需要赋权重的所有数据集赋值。
6. 单击 Evaluate。



运用栅格计算器合并栅格数据

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Raster Calculator。
2. 双击第一个图层。
3. 单击加号“+”按钮。
4. 单击下一个图层。
5. 重复步骤 3～4，直至将需要加入的数据集都加入进来。
6. 单击 Evaluate。



栅格计算器可以帮助用户完成对数据的多种类型的查询。例如，[elevation] > 3000 & [landuse] == 5，将识别在高程栅格数据中所有那些高于 3000 米并且土地利用类型为 5 的单元。符合这一标准的单元（即高于 3000 米同时土地利用类型为 5 的单元）在生成的栅格数据中值为 1。而不符合这一标准的单元（即低于 3000 米和土地利用类型不为 5 的单元)将赋予 0 值。

提示

访问最近使用的表达式

在表达式框内右击，并单击 Recent expressions，将其复制/粘贴到表达式框中。

提示

书写长表达式

如果表达式过长，不能单行表示，在行末使用行连续符号（～），然后继续在下一行键入表达式即可。

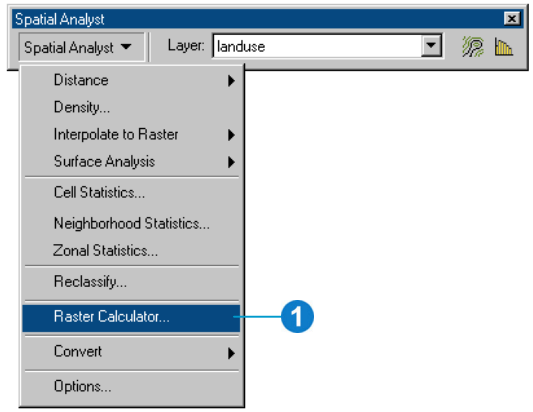
另见

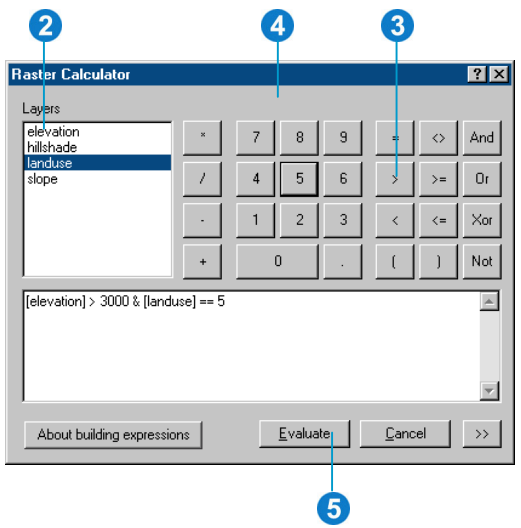
在在线帮助索引中键入表达式，多行，可获得关于多行表达式的信息。

运用栅格计算器对数据进行选择

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Raster Calculator。
2. 双击你要加入用来选择的图层，加入表达式图框中（例如 elevation）。
3. 单击你要运用的运算符(如“>”或“And”）。
4. 单击或键入一个值（如 3000）或单击另一个图层，这取决于你选择的运算符。
5. 单击 Evaluate 来完成运算。

   栅格计算器将关闭并显示结果。





运用栅格计算器完成数据的数学函数运算。

本任务中以指数函数（Exp）为例。

当用到图层列表（曾加入到ArcMap中的图层）的栅格图层时，运用如下的语句：

Exp（[Density]）

如果没有将这些栅格数据集作为图层加入到ArcMap中，它们将不会在Layers列表中显示出来。

如果栅格数据集是一个格网数据，可以指定这个格网数据在磁盘上的完全路径：

Exp(c:\data\Density)。

提示

扩展表达式框

单击并拖动栅格计算器对话框底部，来扩展表达式框。

另见

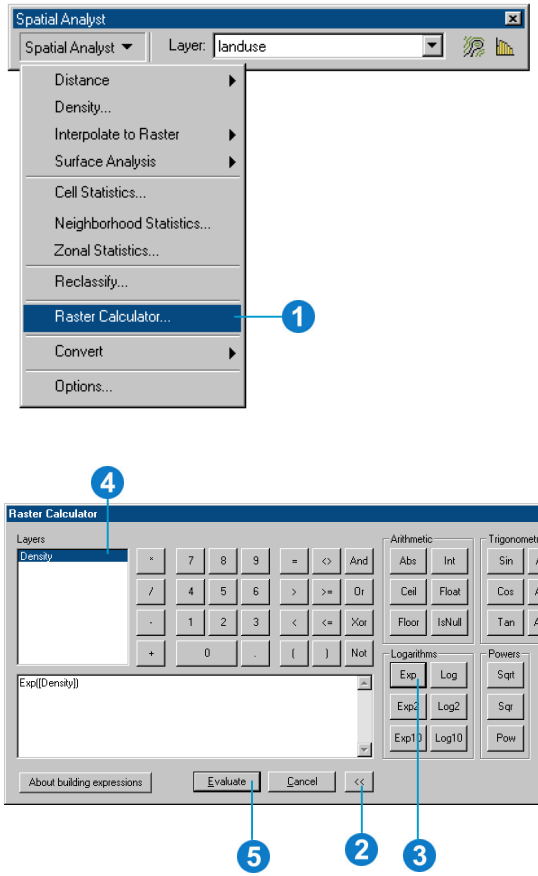
关于地图代数语法和规则的更多信息，参阅附录A。关于所支持的运算符和优先级，参阅附录B。

另见

单击About Building Expressions，访问空间分析函数参考中的栅格计算器帮助。

运用栅格计算器对数据进行数学函数运算

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Raster Calculator。
2. 单击展开按钮“<<”来展开和显示栅格计算器的数学函数。
3. 单击你要运用的函数。
4. 双击加入你要对它进行函数运算的图层。
5. 单击 Evaluate。



使用栅格计算器执行空间分析函数。例如，

slice（[elevation]，eqinterval, 20）

SLICE 将输入数据（高程）分为具有相等间距的 20 类。

所有的地图代数表达式都是：指定地图代数函数，一个开括号，输入栅格数据，然后是任何其它参数，最后是一个闭括号。

当用图层列表中的栅格图层（已将加入到 ArcMap 中）运算时，键入下面的语句：

slice([elevation], eqinterval, 20)

如果输入数据是 coverage、shape 文件、表格或格网数据集，可以指定该数据在磁盘上的路径：slice(c:\data\elevation), eqinterval, 20)。

提示

获取用法信息

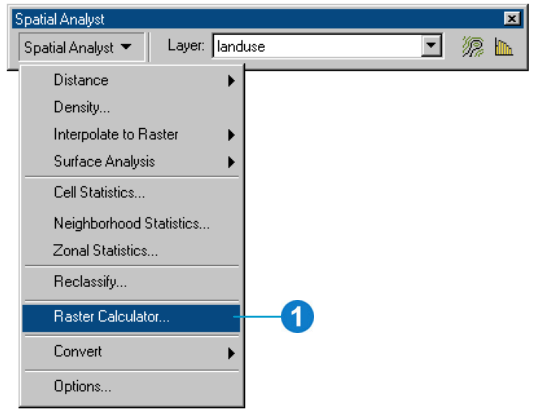
键入一个空间分析函数并选中，然后右击并单击 Usage 来查看地图代数语法。

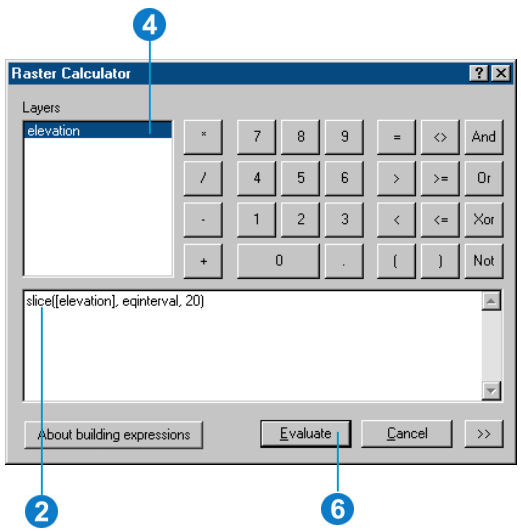
另见

单击 About Building Expressions，访问空间分析函数参考中的栅格计算器帮助。

运用栅格计算器执行空间分析函数

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，并单击 Raster Calculator。
2. 加入地图代数函数(如 slice)。
3. 加入一个开括号。
4. 双击加入你用作输入的图层。
5. 加入一个闭括号或键入一个逗号，加入其它的参数后封住括号。
6. 单击 Evaluate。





数据转换

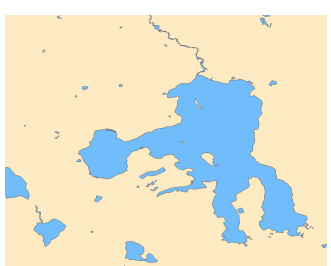
将要素数据转换为栅格数据

任何类型源文件的多边形、多段线和点都能够转换为栅格数据。无论要素的源数据来源于 CAD 制图文件、coverage 或 shape 文件等文件格式，都可以转换为一个栅格数据。

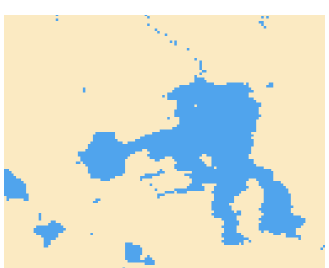
可以运用字符和数字这两个域来转换要素。如果用字符域转换，域中每个唯一的字符都将赋予一个唯一值并输出为栅格数据。域将加入生成栅格数据的表里以保存来自要素数据的原始字符值信息。

多边形要素转换为栅格数据

当转换多边形数据时，每个单元将被赋予这一单元中心所在多边形的值。



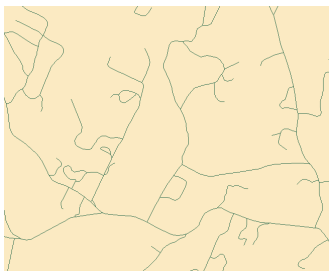
输入的多边形数据



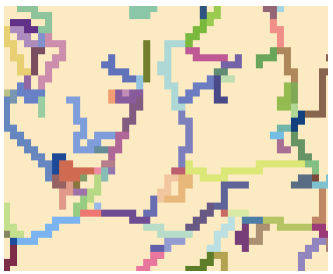
输出的栅格数据

多义线（polyline）要素转换为栅格数据

当转换折线数据时，每个单元将赋予和这一单元相交的线的值。不和线相交的单元将赋予空值。如果一个单元和不止一条线相交，则将处理过程中相遇的第一条线的值赋予这一单元。转换过程中，如果选用较小的单元尺寸，则可以减少这种情况的出现。



输入的多义线数据



输出的栅格数据

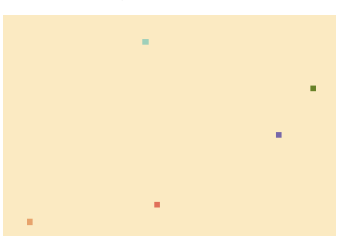
点要素转换为栅格数据

当转换点要素数据时，每个单元将赋予所包含点的值。不包含点的单元赋予空值。

如果在一个单元内存在一个以上的点，则将处理过程中相遇的第一点的值赋予这一单元。转换过程中，如果选用较小的单元尺寸，则可以减少这种情况的出现。



输入的点数据



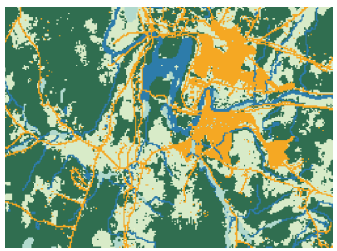
输出的栅格数据

将栅格数据转换为要素数据

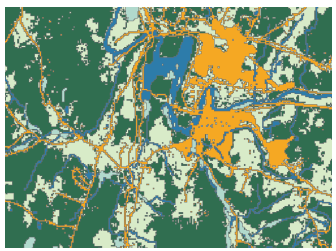
栅格数据转换为多边形要素

当把一个代表多边形要素信息的栅格数据转换为多边形要素数据时，系统将通过对具有相同值的邻近单元归组产生多边形。

弧段（Arcs）是从栅格数据的单元边界产生的。具有相同值的连续单元聚在一起形成多边形。在输出的多边形要素数据中，输入栅格数据中的空值单元将不转换为要素。



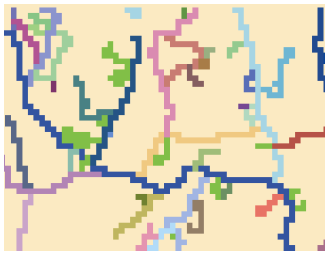
输入的栅格数据



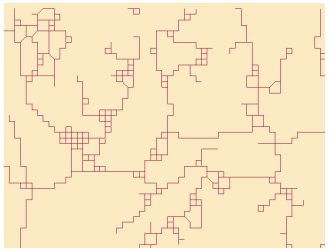
输出的多边形数据

栅格数据转换为多义线要素

当把一个代表线要素信息的栅格数据转换为折线要素数据时，折线要素是由输入栅格数据中的每个单元产生的，它通过每个单元的中心。在输出的折线要素数据中，输入栅格数据中为空值的单元不转换为要素。



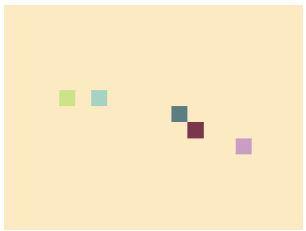
输入的栅格数据



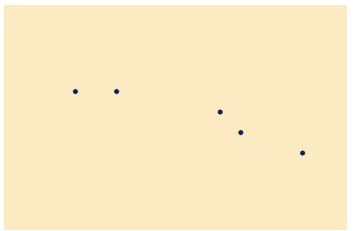
输出的多义线数据

栅格数据转换为点要素

当把一个代表点要素信息的栅格数据转换为点要素数据时，输入栅格数据中的每个单元都将生成要素数据中的点。每个点要素的位置都在单元的中心。空值单元不转换为点。



输入的栅格数据



输出的点数据

转换数据

数据可以在栅格数据和要素数据之间相互转换。

要素数据转换为栅格数据时，可以指定生成栅格单元的尺寸。选择的单元尺寸要基于以下几点考虑：输入数据的分辨率、完成分析所需的输出数据的分辨率和高处理速度。越大的栅格数据需要越多的处理时间。精细的分辨率（然而处理的速度很慢）有时可能是分析中必需的。缺省的单元大小是输入要素数据集的长或宽中的较小长度除以 250，可以在 Options 对话框中指定单元大小。

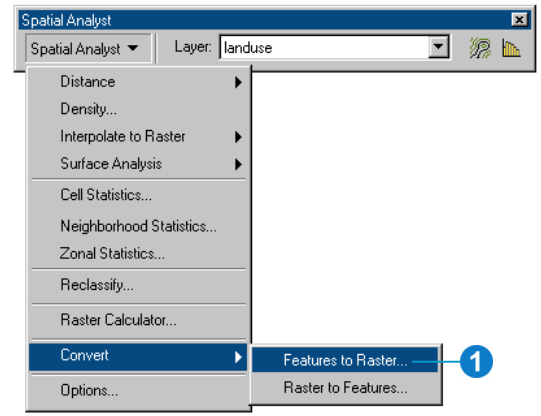
提示

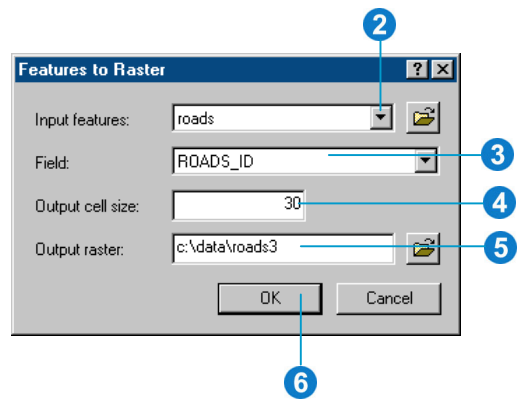
设置分析选项

单击空间分析模块工具条中的 Option 来设置工作目录、分析结果的范围和单元大小。

将要素数据转换为栅格数据

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Convert 并单击 Features to Raster。
2. 单击 Input features 的下拉箭头并单击你希望转换为栅格数据的要素数据。
3. 单击 Field 的下拉箭头并单击要你要复制到输出栅格数据中的字段。
4. 可选项，加入输出单元的大小。
5. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
6. 单击 OK。





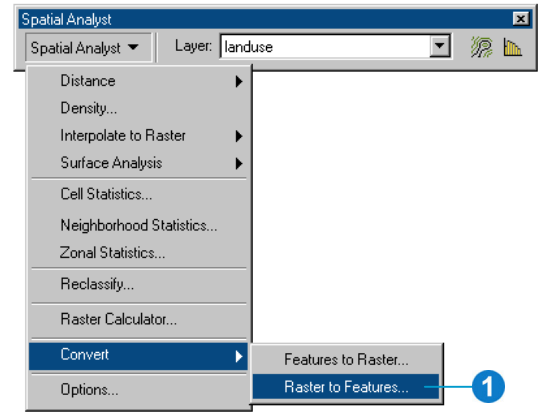
提示

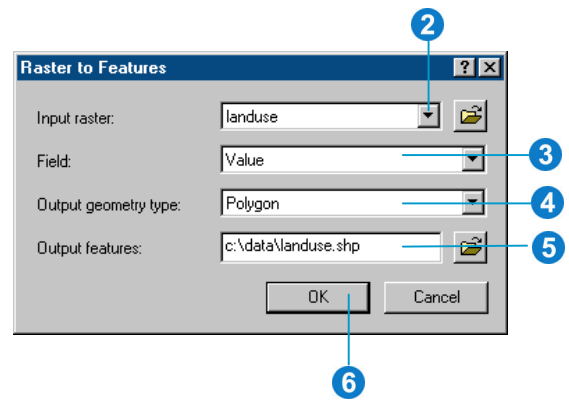
浏览文件或目录

如果需要的文件不在目录表中，或者需要选取目录来放置你的分析结果，可以单击 Browse 按钮。

将栅格数据转换为要素数据

1. 单击 Spatial Analyst 模块的下拉箭头，选择 Convert 并单击 Raster to Features。
2. 单击 Input raster 的下拉箭头并单击希望转换为要素数据的栅格数据。
3. 单击 Field 的下拉箭头并单击要输入栅格数据中定为要素的字段。
4. 单击 Output geometry type 的下拉箭头并单击通过栅格数据生成的要素类型。
5. 指定输出结果的名称或使用缺省值在工作目录下生成一个临时文件。
6. 单击 OK。





附 录

A

内容提要

- **地图代数语言构成**
- **地图代数法则**

除了从空间分析（Spatial Analyst）模块的用户界面获取多种函数之外，还可以通过栅格计算器对话框里的地图代数获取其它各种各样的函数。可以使用栅格计算器里的工具按钮建立地图代数表达式，或者在表达栏直接键入。当点击执行按钮时，将执行该代数表达式。

地图代数是空间分析模块的分析语言。它是一种简单的语法，与其它任何代数相似。对输入数据的某些处理将会生成一个栅格数据集。输入数据也许象单个的grid数据集、栅格数据图层或shape文件那样简单，操作也许是计算每个单元值的正弦值。输入数据也可能是一组grid数据集或栅格图层，如3个grid数据集或栅格图层相加。代数运算不仅可以定制用户界面上没有的函数，而且还允许编辑更复杂的表达式，并通过一个简单的命令执行。例如，你可以计算一个输入grid数据集或栅格图层的正弦值，并把输出结果加到其它两个输入grid数据集或栅格数据图层中。

像所有的语言一样，地图代数由一系列的法则组成。一旦理解了这些基本法则就可以以一种新的方式运用空间分析模块。此部分概要说明了地图代数的语法。

地图代数语言构成

空间分析模块的主要功能是其分析能力。通过地图代数语言，空间分析模块可以为需要执行的操作提供工具，如局域函数、邻域函数、分区函数、全局函数及应用函数。

语言构成

地图代数语言提供了解决问题的构件，这些构件可单独使用或与其它构件组合使用。当组合使用这些构件时，空间分析模块必须遵循一套语法或法则以便完成所需操作。语法根据构件在表达式中所处的位置建立其含义。如果违背了类型约束或语法法则，空间分析模块将返回一个错误信息，并且不创建任何结果。

地图代数语言的构件可以是对象、行为或行为的限制条件。这些描述类似于名词、动词与副词。

对象

对象既可以存贮信息，也可以是值，既可以是计算的输入也可以是输出数据的存贮位置。在地图代数语言中，Grid 数据集、栅格图层、表格、常量和数字都是对象。表达式中除任何运算符、函数或常量以外的词都可以作为已有的或新的 grid 数据集、现有栅格图层或表格的合理名称。函数或运算符决定了对象的类型。

操作

对输入对象可执行的操作包括运算符和函数。空间分析运算符在 grid 数据集、栅格图层、表格和数字内部及其有效组合之间执行数学运算。

运算符由算术运算符、关系运算符、布尔运算符、位运算符和逻辑运算符组成。这些运算符支持整型和浮点型数值运算及其组合运算，既可同时叠加 grid 数据集或栅格图层，又可保持输入数据的属性。

空间分析函数是空间制图建模工具，用以分析基于单元的数据。这些函数主要分为五类：局域函数、邻域函数、分区函数、全局函数以及特殊应用函数。局域函数包括三角方程式、指数函数、重分类函数、选择函数和统计函数。邻域函数提供了一组邻域分析工具。分区函数用于区域分析和区域统计。全局函数提供了对整个栅格图层或 grid 数据集进行分析的工具，如直线（欧几里得函数）和成本权重距离栅格数据的生成。应用函数提供了在特定任务中使用的工具，如水文、数据清除和几何变换。

限制条件

限制条件是一些参数，用以控制如何以及在哪里执行一个操作。虽然运算符和函数同样执行操作，但操作的类型和方式有所不同。

操作允许或要求限制参数来说明如何、在何种程度上以及对何值执行操作。在一个分区函数中应该用到哪些 grid 数据集或栅格图层，邻域函数的邻域应该包含哪些单元，幂函数中的幂如何确定，这些都是完成某空间分析操作的必要参数。

常数和数字是单值对象，通常为数值型，可与运算符或函数结合使用。在地图代数语言及语法中，一些内置的常量包括

PI(3.14)、E(2.718)和DEG(57.296)（度/半径）。grid数据集或栅格图层里的所有值都可以被任何数字乘或除，或者在它们的每一个值里加入或减去一个数字。数字可用于大多数对grid数据集、栅格图层或常量的操作。当用于函数时，数字可以设置一个参数，如邻域宽度、到某物的最大直线距离（欧几里得函数）或用于条件说明的检测。

地图代数语法

运算符可以放在一个或两个输入grid数据集、栅格图层、数字或常量之间。

```
[inlayer1] + [inlayer2]
```

上面的方程式中，一个输出栅格数据集被创建，用于存放一个表达式的结果，即把layer1和layer2的单元值逐一相加。

运算符也可以放在输入grid数据集、栅格图层、数字或常量的前面。

```
- [inlayer1]
```

上面的方程式中，一个输出栅格数据集被创建，其每个单元的值为栅格图层layer1中相应位置的单元值的负数。

用于执行函数的表达式取决于每个函数相应的语法和参数。

```
sin(c:\data\ingrid1)
mean([inlayer1], [inlayer2], [inlayer3])
focalsum([inlayer1], rectangle, 3, 3)
zonalmean([inlayer1], c:\spatial\ingrid2)
eucdistance(e:\data2\ingridsource)
```

上述所有的表达式都是有效的。在第一个表达式中，把grid数据集ingrid1的每个单元值的正弦值输出到输出栅格数据集中。在第二个表达式中，输出栅格图层inlayer1、inlayer2和inlayer3的基于单元的平均值到一个输出栅格数据集中。在第三个表达式中，输出栅格数据集的每个单元的结果为处理单元及其八邻域的值的和。第四个表达式的结果是grid数据集ingrid2中位于栅格图层layer1的区域范围内的所有值的平均值。最后一个表达式把到grid数据集ingrisource的一组源单元的直线或欧几里得距离分配给输出栅格数据集的每一个单元。

也可以创建执行多个任务的复合表达式或一组表达式。这些表达式通常由常量、数字、grid数据集、栅格图层、数据项名称以及表格等，与运算符和函数相结合构成。每一个复合表达式可以有多个操作，如：

```
sin([inlayer1]) + pow([inlayer2], 2)
```

每个运算符有一个分配的优先级（参见附录B“支持的运算符及其优先级别表”）。空间分析模块首先执行优先级第一的运算符，其次是优先级第二的运算符，依次类推。

如果一个表达式中的两个运算符具有相同的优先级，由于空间分析模块是由左到右读取的，所以先执行最左边的运算符。所有的函数具有相同的优先级，同样由左到右执行。

优先级对括号无效，所以空间分析模块将首先完成括号里的操作。括号可以有多级，括号最里边的运算符或函数最先被执行。

空间分析模块的地图代数与标准代数执行次序类似，并遵循它的许多规则。二者的主要区别是空间分析地图代数用于 grid 数据集和栅格图层，而标准代数则用于数字。

地图代数输入类型

在地图代数语言中，有效的输入类型为 grid 数据集、栅格图层、shape 文件、coverage、表格、常量和数字。

在执行表达式之前，所有输入的 grid 数据集、栅格图层、shape 文件、coverage 和表格都必须存在。

当向一个表达式输入一个 grid 数据集、shape 文件、coverage 或表格时，如果文件名存在于当前工作目录中（在选项对话框中设置），则该文件名可以直接使用。如：

```
cos(inlayer1)
```

如果输入文件不存在于当前工作空间，或者不是一个已加入 ArcMap 对话的栅格图层，则必须标明所输入的 grid 数据集、shape 文件、coverage 或表格的路径的全称：

```
cos(E:\mydirectory\ingrid1)
```

如果栅格计算器的图层列表里输入的是栅格图层，图层的名称需用中括号括起来。

```
cos([inlayer1])
```

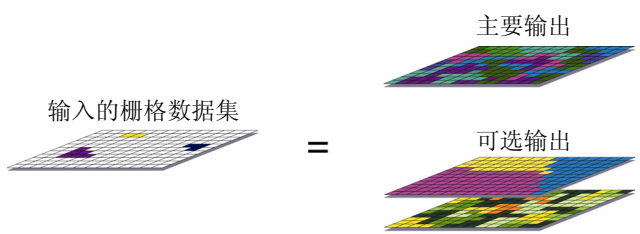
地图代数的输出结果

不返回栅格数据集的函数或运算符不能用于栅格计算器。输出的栅格数据集的名称无需指定；空间分析模块把输出栅格数据集命名为“raster”，后面带一个数字（如 raster1），该数字会按一定增量唯一地增加到下一个值。

作为函数或运算符返回结果的任何一个完整的栅格数据集通常都有一个关联表（Value Attribute Table 或 VAT 表）。该关联表有两个缺省项：Value 和 Count。某些运算符返回的栅格数据集的关联表还含有其它一些项。对于复合运算符和函数，其输出不仅包含一个新栅格数据集的 Value 和 Count 项，还在每个输出值中标明了由输入数据合成而来的值。

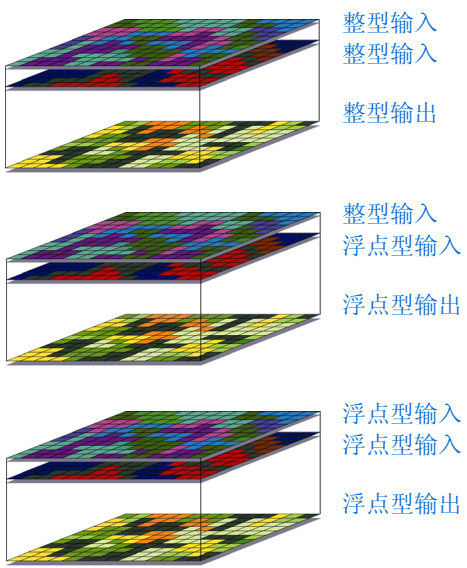
多个输出结果

大多数函数输出单个的新的栅格数据集，而少数函数则输出多个栅格数据集，如欧几里得分配和成本分配函数。一个生成多个栅格数据集的函数返回其中的一个数据集作为主要结果，余下的数据集作为函数输出参数的可选项出现。如果输出栅格数据名出现在参数或者全路径名所指定的目录中时，这些名称将永远保存在当前工作目录中。



输出值类型

输入值的类型可以决定结果栅格数据集的值的类型。一般来讲，当一个运算符（不是函数）应用于一个或多个输入的整型 grid 数据集或栅格图层时，其结果将是一个整型的栅格数据集。当运算符应用于一个或多个浮点 grid 数据集或栅格图层时，其结果将是一个浮点栅格数据集。如果应用于两个或多个 grid 数据集或栅格图层、且至少其中一个图层含有浮点值，则其结果将会是一个浮点型栅格数据集。这些法则也有例外，例如，布尔运算符和复合运算符通常输出整型值，而不管输入类型是什么。



所有执行统计运算的函数将返回浮点值，如局域函数、邻域函数和分区函数的均值和标准方差。某些全局函数返回浮点结果，如距离函数和插值函数。对于其它一些函数，如选择函数、邻域和函数和区域最小值函数，其输入值类型表明了输出值的类型。联机帮助系统里的每一个命令都专门列出了输出值的类型。

地图代数提供了几个在浮点型和整型栅格数据间进行转换的函数。要了解其它信息，请参阅联机帮助系统中关于整型、浮点型、向下舍入和向上舍入的讨论。

运算符和函数中的 NoData

在空间分析中，NoData 使用的一般法则如下：

- 对于运算符或局域函数，如果任何一个输入 grid 数据集或栅格图层的任何一个单元位置被赋予 NoData，则该单元位置的输出值为 NoData。
- 对于邻域函数，如果一操作单元邻域内的任一单元位置被赋为 NoData，函数将忽略该 NoData 值，并计算余下的值。如果邻域内的任何单元含有 NoData，值为 NoData 的关键词可使缺省的操作无效，并返回 NoData 作为处理单元的输出值。
- 对于分区函数，如果任何输入 grid 数据集或栅格图层上位于由输入分区 grid 数据集或栅格图层定义的区域上的单元位置被赋予 NoData，函数将默认地忽略 NoData，并计算余下的值。当邻域内的任何单元含有 NoData 时，值为 NoData 的关键词可使缺省的操作无效，并返回 NoData 到该单元位置。如果输入分区 grid 数据集或栅格图层的任何单元位置存在空值，则该位置的输出值为 NoData。

- 对于直线（欧几里得）距离函数，由于距离和方向为实际直线距离和方向，NoData 在计算过程中被忽略。输入源 grid 数据集或栅格图层必须将源单元设为有效值，而非源单元则设为无效值。
- 对于距离成本函数，grid 成本数据集或栅格图层的任何被赋予 NoData 的单元将在计算中作为边界，输入 grid 成本数据集或栅格图层上包含 NoData 值的单元位置在输出中也包含 NoData。输入源 grid 数据集或栅格图层必须将源单元设为有效值，而非源单元则设为无效值。
- 对于其它全局函数，当输入 grid 数据集或栅格图层的任何位置存在 NoData 值时，该位置输出值也为 NoData。
- 对于选择函数，当条件检验的结果不为真时返回 NoData，而不是 0。这点与关系运算符和检验函数相反，这些函数对评估结果为假的那些单元返回 0 值。
- 对于条件函数，如果检验结果为假的表达式的输出讨论（用于条件评估结果为假时）中没有赋值，则该单元在输出中被赋予 NoData。
- 某些局域函数，如出现频率较高的数、众数和寡数函数，评估的是值出现的次数，而不是值本身。如果没有作为第 n 个出现频率较高的数、众数或寡数的单个值，则该位置的输出值将被赋为 NoData。某位置的所有输入值都不相同的时候也没有众数和寡数。返回输入数据中的值是错误的，如第一种情况。我们不知道该值实际上是一个众数、寡数，还是第 n 个出现频率较高的数。

ArcGIS 空间分析在线帮助系统里的每一个命令参考都含有对 NoData 的特殊处理。

对 NoData 赋值或将值赋为 NoData

有时，我们可能希望用其它一些有效值代替 grid 数据集或栅格图层里值为 NoData 的单元。比如，不是将 NoData 值看作 NoData，而是看作零（或其它一些值）。空间分析模块里有许多方法可以将 NoData 转变为有效值，可使用用户界面上的重分类对话框，或地图代数里的 IsNull 和 Con 函数。

```
con(isnull ([inlayer1]), 0, [inlayer1])
```

上面的表达式的意思是如果——Con—— 图层 inlayer1 中的单元值等于 NoData (IsNull)，那么将该单元值赋为 0 (true_expression = 0)；如果不等于 NoData（是一个有效值），则赋值为 inlayer1 中的值(false_expression = inlayer1)。

要执行相反操作并将特定值赋值为 NoData（屏蔽单元），使用 SetNull 函数。

```
setnull([inlayer1] > 100, [inlayer1])
```

上述表达式将所有大于 100 的值赋为 NoData。当前表达为 NoData 的单元位置仍将保留 NoData，而其它单元位置将保留它们的输入值。

位于 grid 数据集或栅格图层限制范围之外或超出了分析范围的位置将被看作 NoData。

条件声明

Con 函数

Con 函数是“条件声明”（ conditional statement）的简称，该函数是一个基于单元求值的局域函数。Con 函数的用法为：

Con (condition, true_expression, condition, true_expression, condition, true_expression, false_expression)

在上面的用法中，“condition”是一个条件表达式，在分析范围内对每一个单元求值。如果条件为真，“true_expression”将识别出哪些值将用于计算输出单元值。其它条件声明可用输入 grid 数据集或栅格图层的值进行检验，“true_expression”命令可以识别出那些满足条件声明的单元的值。如果没有一个条件声明的检验结果为真，可选的“false_expression”参数将把这些单元赋值为一个值或表达式。如果“false_expression”参数中没有指定值，则不符合表达式中任何条件的单元将被赋予一个空值。下面是一个简单的 Con 函数：

con([inlayer1] > 5, 10, 100)

在上面的表达式中，如果栅格图层 inlayer1 中某单元位置的值大于 5，则在输出栅格数据集中 10 将被分配到该单元位置。而 inlayer1 图层中值小于或等于 5 的单元位置在输出栅格数据集中将分别赋为 100。

con([inlayer1] > 5, 10)

如果没有为 False expression 指定值或表达式，其结果将与上面的输出相同，除非栅格图层 inlayer1 中值小于或等于 5 的单元在输出栅格数据集中被赋为 NoData。

任何有效表达式（见本附录后面的“地图代数法则”）可以用来代替“true_expression”和“false_expression”。

con([inlayer1] > 5, sin([inlayer1]),cos([inlayer1]))

在上面的表达式中，计算所有大于 5 的值的正弦和所有小于等于 5 的值的余弦，并将结果送到输出栅格数据集中。

条件函数中可以使用多个条件声明，但是，如果条件检验的结果为真，每个条件的“true-expression”都必须有一个值或表达式以赋予输出单元值。如果没有条件检验的结果为真，则可使用包含值或表达式的“false_expression”可选项。

con([inlayer1] < 5, sin([inlayer1]), [inlayer1] <20, cos([inlayer1]), [inlayer1] > 50, 100, 0)

在上面的表达式中，计算那些小于 5 的值的正弦；计算大于等于 5 且小于 20 的值的余弦；将大于 50 的值赋为 100；余下大于等于 20 但小于 50 的值被赋为 0。

在 Con 函数的条件表达式中可以使用多个参数。

con(([inlayer1] > 5 & [inlayer1] < 10), 5, 100)

在条件表达式中或检验结果中，运算符或函数可用于输入 grid 数据集或栅格图层中。

con(sin([inlayer1]) > 5, 10, 100)

con(([inlayer1] + [inlayer2]) > 10, 100, 5)

```
con([inlayer1] > 5, cos([inlayer1])
sin([inlayer1]))
```

一个条件函数可以包含在另一个条件函数中。

```
con([inlayer1] > 23, 5, con([inlayer1] > 20, 12,
con(([inlayer1] > 2) & (ingrid1 < 17)),
sin([inlayer1]), 100)))
```

多个 grid 数据集和栅格图层可以用于条件声明或在单元上执行的表达式上。

```
con([inlayer1] + c:\data\ingrid2 > 7,
sin([inlayer1]), cos(c:\data\ingrid2))
con([inlayer1] < 9, [inlayer1] * c:\data\ingrid2+
tan([inlayer3]), cos([inlayer1]))
```

地图代数法则

以下内容是空间分析地图代数的快速参考，通过声明法则并提供一些示例给出了该语言的语法概况。本部分只给出语言的语法。示例可能不会重复具体的表达式，但通过表达式的分解，应该可以找出其中应用的法则。

地图代数的一般法则

在栅格计算器里，一个地图代数表达式的结果通常是一个栅格数据集。

所有运算符都必须在两边用空格与其它操作对象隔开：

```
[inlayer1] * [inlayer2] div c:\data\ingrid3
[inlayer1] & [inlayer2]
[inlayer1] + c:\results\ingrid2 - [inlayer3]
```

括号不是操作符，无需在两边使用空格：

```
([inlayer1] div [inlayer2]) * [inlayer3]
[inlayer1] + ([inlayer2] + 8)
(([inlayer1] * 6) + [inlayer2]) & d:\data\ingrid3
```

多数情况下，Grid 数据集、栅格图层、shape 文件、表格和数据项名称可以与属性和数字合成表达式：

```
[inlayer_1] + [inlayer2]
[inlayer12345] + [inlayer2]
```

“(”、“{”和“\”等符号不能在名称中使用。

运算符的地图代数法则

多数运算符可用于多个整型或浮点型 grid 数据集或栅格图层上：

```
[inlayer1] * [inlayer2]
[inlayer1] && [inlayer2]
[inlayer1] diff [inlayer2]
```

一般说来，运算符置于两个输入 grid 数据集或栅格图层之间。然而，由于运算符自身的特性，一元运算符可以用于单个输入 grid 数据集或栅格图层之前：

```
- [inlayer1]
^^ c:\mydirectory\ingrid1
^ [inlayer1]
```

只要输入 grid 数据集或栅格图层的单元位置出现 NoData，不管运算符是什么，该单元位置的输出值将为 NoData。

表达式可以由多个运算符构成：

```
[inlayer1] + [inlayer2] - [inlayer3]
e:\sp\ingrid1 mod [inlayer2] div e:\sp\ingrid3
^ [inlayer1] & [inlayer2]
```

含多个运算符、grid 数据集和栅格图层的括号和表达式

当表达式中含有多个运算符时，执行次序取决于赋予运算符的优先级（见附录 B）。优先级越高，操作完成的次序越早。

当同一个表达式中的两个运算符具有相同的优先级时，最左边的运算符最先执行。

```
[inlayer1] + c:\input_data\ingrid2 - [inlayer3]
```

优先级对括号无效。最内层括号里的表达式最先计算，而无论运算符的优先级是什么。

```
([inlayer1] diff [inlayer2]) * [inlayer3]
[inlayer1] + (c:\data\ingrid2 & [inlayer3])
[inlayer1] / ([inlayer2] - [inlayer3])
```

当使用了两组或更多具有相同级别的括号时，每组括号具有相同的优先级；所以，最左边一组括号里的表达式最先计算：

```
([inlayer1] + [inlayer2]) / ([inlayer3] !!
[inlayer4])
([inlayer1] - [inlayer2]) >> ([inlayer3] mod
c:\spatial\ingrid4)
```

括号可以包含于其它括号中，最里边的一组括号最先执行：

```
([inlayer1] + ([inlayer2] - ([inlayer3] >>
[inlayer4]))) / [inlayer5]
[inlayer1] >> (( ^ [inlayer2]) ! [inlayer3])
([inlayer1] diff ([inlayer2] - ([inlayer3] &&
([inlayer4] - [inlayer5])))) div [inlayer6]
```

带有数字的运算符

数字同样可用于表达式中：

```
[inlayer1] + 5
c:\data\ingrid1 > 8
[inlayer1] diff 3
```

有些数字用于一个包含运算符的表达式的参数：

```
[inlayer] in {0, 3, 5, 8}
```

表达式不一定要包含任何 grid 数据集或栅格图层，而可以仅由数字和运算符构成。由于在地图代数表达式里，输出是一个栅格数据集，该数据集缺省为现有栅格数据集的大小和分析环境中设定的单元处理方案。

```
5
```

其输出将是一个每个单元值为 5 的栅格数据。

```
9 + 20
```

其输出将是一个每个单元值为 29 的栅格数据。

对数字和栅格的操作

数字可以用于构造复合函数：

```
[inlayer1] / [inlayer2] + 5
[inlayer1] < 2 * 35
[inlayer1] <= 40 - [inlayer2] + 7
```

执行的次序仍然取决于运算符的优先级，优先级对括号无效。当表达式由 grid 数据集、栅格图层、数字和运算符混合而成时，所有适用于优先级和括号的法则均有效：

```
([inlayer1] + 5) * 20
[inlayer1] / [inlayer2] - (5 - 2)
10 * ([inlayer1] + (6 / ([inlayer2] diff
[inlayer3])))
```

函数的地图代数法则

所有函数以函数名称开头，其次是函数作用的 grid 数据集、栅格数据集以及必要的参数，这些都用函数名称后面的括号括起来。

```
tan([inlayer])
focalmax([inlayer1], rectangle, 4, 4)
zonalmin([zonelayer], [valuelayer])
```

函数内的参数用逗号隔开：

```
focalmin([inlayer1], circle, 6)
zonalmax([zonelayer], c:\data\valuegrid)
```

许多函数还有附加参数，如关键词、数字、表格名称，甚至栅格数据。这些参数是独立函数：

```
selectbox([inlayer1], 45, 67, 200, 360)
focalrange([inlayer1], annulus, 2, 4)
zonalmean([zonelayer], c:\data\valgrid, NoData)
```

复合表达

在复合表达式中，函数可以与运算符、grid 数据集、栅格图层和数字一起使用，其结果通常是一个栅格数据集：

```
sin([inlayer1]) + [inlayer2]
focalsum([inlayer1], rectangle, 3, 3) *
tan([inlayer2])
zonalmin([zonelayer], [valuelayer]) - 3
```

所有函数具有相同的优先级，所以当多个函数用于表达式中时将从左到右执行：

```
min([inlayer1], [inlayer2], [inlayer3])
+abs([inlayer4])
ceil([inlayer1]) * slice([inlayer2], eqarea, 10)
popularity(2, [inlayer1], [inlayer2], [inlayer3])*
tan([inlayer4])
```

所有用于由运算符、grid 数据集和栅格数据集构成表达式的括号的法则同样适用于表达式中的函数。位于括号最里边的函数或运算符最先执行。对于一个运算符，函数的输出是一个栅格数据集，该数据集可以进一步用作表达式的输入：

```
(sin([inlayer1]) +focalrange(c:\data\ingrid2,circle,
7)) - 6
[inlayer1] * (zonalmax([inlayer2] +
e:\algebra\ingrid3) + [valuelayer] / 8)
(majority([inlayer1], ([inlayer2] - [inlayer3]),
[inlayer4]) && (^ ([inlayer5] - 10)) /
[inlayer6]) > 8
```

只要内部函数的输出与外边函数相应的参数类型相同就可以构造函数：

```
sin(focalmean ([inlayer1])) < 2 * 3
regiongroup(reclass([inlayer1],
c:\data\reclass_table.txt))
majority(([inlayer1] + [inlayer2]),
cos([inlayer3]), zonalmin([inlayer4],
[inlayer5]))
```

附 录

B

内容提要

- **支持的运算符及其优先级别表**
- **关于优先级**

栅格计算器提供了一整套运算符用于栅格数据内部或多层栅格数据之间的分析。此部分给出了一个表格，列举了所有支持的运算符，并附带了关于优先级别的讨论。表中每个运算符都附有一个简要说明，并给出了运算符的优先级。要了解更多关于运算符的信息，请参考第七章中的“栅格计算器”。

支持的运算符及其优先级别表

下表列出了所有支持的运算符。每个运算符附有一个简要说明，并给出了运算符的优先级。

运算符		
运算符	**运算符说明**	**优先级**
算术运算符		
-	一元减	12
mod	模	11
*	乘	11
/	除	11
div	浮点除	11
+	加	10
-	减	10
布尔运算符		
^, not	非	12
&, and	与	3
!, or	异或	2
|,xor	或	2
关系运算符		
<,it	小于	6
<=,le	小于等于	6
>,gt	大于	6
>=,ge	大于等于	6
= =,eq	等与	6
^=,<>,ne	不等于	6
位运算符		
^^	位补码	12
>>	位右移	7
<<	位左移	7
&&	按位与	5
! !	按位异或	4
||	按位或	4
组合运算符		
cand	与	9
cor	或	8
cxor	异或	8
逻辑运算符		
diff	逻辑差	8
in	包含	8
over	覆盖	8

关于优先级

优先级决定了每个运算符执行的优先次序。分配给运算符的优先级数字越大，其优先次序越高，空间分析编译器执行得越早。空间分析编译器首先执行优先次序第一的运算符，其次是优先次序第二高的，依次类推。

```
-[inlayer1] + [inlayer2] div [inlayer3]
```

在上面的表达式中，首先为 inlayer1 求反（一元减运算），其次做 inlayer2 除以 inlayer3 的浮点除运算。最后，把这两个作为临时结果的栅格数据加到一起（即 -[inlayer1] 的结果+[inlayer2] div [inlayer3]的结果）。

具有相同优先级别的运算符按从左到右的次序执行。

```
[inlayer1] * [inlayer2] div [inlayer3]
```

要执行以上表达式，空间分析编译器将首先将图层 inlayer1 与 inlayer2 相乘，然后用其结果对 inlayer3 作浮点除运算。

这个从左到右的运算法则可以应用于所有运算符，除了优先级别为 7 的转换运算符(<< 和>>)和优先级别为 12 的一元运算符(一元运算符-, ~, 和 ~~)。这两种运算符具有从右到左的结合律。

```
— ~ ~~[inlayer1]
```

在上面的表达式中，首先运算图层 inlayer1 的位补码(~~)，然后计算该位补码的布尔值的补码（~），最后为所得结果栅格数据做求反运算。

附 录

C

内容提要

- **关于重映射表**
- **分割和重映射表**
- **重分类和重映射表**
- **关于重映射表的分割和重分类**

空间分析模块的用户界面上有重分类函数，这些函数使用户能够快速简便地对数据进行重分类，并可以保存分类表，以备后用。重分类表允许把空值转换为数值，把数值、范围或字符串转换为空值，或把字符串转换为新值。

除此以外，通过重分类和分割函数，重映射表（INFO™和ASCII）还可用于栅格计算器中。本章给出了这些表在重分类和分割函数中应用实例，以解释创建这些INFO和ASCII重映射表的法则。

关于重映射表

重分类概述

通过栅格计算器里的重分类或分割函数，重映射表可应用于栅格数据。然而，在使用 Spatial Analyst 时，不必用重映射表对数据进行重分类，而只需简单地使用 Spatial Analyst 工具条上的重分类函数就可以了。如有必要还可保存所创建的表格，以便以后能够再次载入。

重映射表不能在重分类对话框中使用。

重映射表

重映射表既可以是 ASCII 文件也可以是 INFO 表。它们由两部分组成，第一部分指定了需要重分类的特定单元值，第二部分是该单元的重分类输出值。

INFO 重映射表

Value	Symbol
3	1
5	2
10	3
15	4

值小于或等于 3 的单元赋值符号为 1；
值大于 3 而小于或等于 5 的单元赋值符号为 2；
值大于 5 而小于或等于 10 的单元赋值符号为 3；
值大于 10 而小于或等于 15 的单元赋值符号为 4；
值大于 15 的单元符号赋值为空值（NoData）。

ASCII 重映射表

ASCII 表行使功能的方式与 INFO 表类似，但在确定重分类值时具有更大的灵活性。下面的章节讨论了用来定义重分类参数的规范化规则，通过这些规则你可以在任何文本编辑器里创建重映射表。

ASCII 重映射表由可选注释、可选关键词和必要赋值声明组成。每个声明必须单独列为一列。注释是一个描述文本，可用来提供所需包含的任何附加信息。注释可以在重映射表的任何地方出现，但必须在前面加一个“#”号。关键词构成了重分类函数操作的参数。而赋值声明则是把输出值赋值给某一指定输入单元值或范围值。

关键词位于文件开头的地方，在赋值声明之前。而注释则可以在任何地方出现，甚至在关键词的前面。有两个可选关键词可以包含在查找表（lookup table）中，第一个是 LOWEST-INPUT(最低输入值)，指定了重分类时栅格数据中的最小单元值，其格式为：lowest-input<value>，这里<value>是重分类时的最小单元值。当需要排除低于指定数值的单元时就会用到 LOWEST-INPUT。例如，在一个单元值的范围为 1 到 20 的栅格数据中，设定 LOWEST-INPUT 为 5 将会排除所有值小于 5 的单元。如果不指定，LOWEST-INPUT 将默认为输入栅格数据中的最小值。

第二个可选关键词是 LOWEST-OUTPUT(最小输出值)，指定了最小输出值或重分类值的起始点。当赋值声明（本章后面将介绍）只指定了一个输入值时，将会用到这个关键词自动设置重分类输出值。

LOWEST-OUTPUT 的格式为：lowest-output<value>，其中<value>是最小重分类输出值。如果不指定，LOWEST-OUTPUT 的缺省值为 1。

赋值声明在关键词的后面。赋值声明有几种格式，其一般形式是建立输入单元值与其重分类值之间的关系：

输入单元值 ⟶ 重分类输出值

输入单元值既可以是一个整型数据又可以是实数，而重分类输出数据只能是整数。

指定输入值及其相关的重分类值的方法有几种，详见示例。余下关于 ASCII 重映射表的讨论列出了一张重映射表，描述了输入单元值是如何按照这个表重分类的。所有的例子都使用了单元值从 1 到 20 的栅格数据集。第一个例子显示了一张赋值声明中只含有一个输入单元值的重映射表。

```
# Example 1
# Remap table for cell value reclassification
LOWEST-INPUT 3
LOWEST-OUTPUT 2
5
6
7
15
```

输入单元值必须总是按照升序排列。

由于带有 INFO 重映射表，其继承的赋值声明隐含地定义了重分类单元值的范围，这实质上就是输入单元值必须按升序排列。每个范围的重分类输出值由 LOWEST-OUTPUT 参数指定的值自动计算生成。第一个单元值范围被重新分类到 LOWEST-OUTPUT 参数指定的值里，第二个范围被重新分类为 LOWEST-OUTPUT 值加 1，依此类推，直到所有的赋值声明都有一个重分类值。任何位于指定范围之外的单元值都被重分类为 NoData(空值)。

下面的表格简要概述了重分类：

Input Cell Value	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	2 (lowest-output)
Greater than 5 to 6	3 (lowest-output + 1)
Greater than 6 to 7	4 (lowest-output + 2)
Greater than 7 to 15	5 (lowest-output + 3)
Greater than 15	NoData

如果没有指定 LOWEST-INPUT，所有小于或等于 5 的单元值都将被重分类为 2。如果没有指定 LOWEST-OUTPUT 为 2，其重分类值将缺省为 1。

第一种方法显示了重分类值是如何被限制到那些位于最小和最大值之间的单元值上的，但这种方法不能控制位于最小值和最大值之间的单元值。

要获取这种控制，可以明确声明输入值的范围。例如：

```
# Example 2
# Remap table for cell value reclassification
LOWEST-OUTPUT 2
3  5
5  9
13  15
```

采用这种方法时 LOWEST-INPUT 被忽略了，而 LOWEST-OUTPUT 则为输入范围自动生成重分类值。记住，范围必须按升序排列，且除边界之外不应重叠。因此，一个从 5 到 9 的输入范围后面跟一个从 8 到 12 的输入范围是无效的。对于上面的重映射表，其输入单元值重分类后如下所示。

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	2
Greater than 5 to 9	3
Greater than 9 to 13	NoData
Greater than 13 to 15	4
Greater than 15	NoData

如果省略范围为 9 到 13 的赋值声明，所有落在该范围内的单元都将被重分类为 NoData，并用 NoData 符号显示。

用户为每一个输入值或输入范围定义的自定义输出值可以通过在重映射表中增加一个额外字段来实现。

输入单元值或范围后先跟一个冒号（：），然后是期望的重分类值。当一个重分类输出值被明确指定时，LOWEST-OUTPUT 将被忽略。例如：

```
# Example 3
# Remap table for cell value reclassification
LOWEST-INPUT 3
5 : 10
6 : 16
7 : 62
15 : 28
```

上述重分类概括如下表：

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	10
Greater than 5 to 6	16
Greater than 6 to 7	62
Greater than 7 to 15	28
Greater than 15	NoData

同样，可以为输入范围明确指定一个输出值。

```
# Example 4
# Remap table for cell value reclassification
3 5 : 9
5 9 : 8
13 15 : 59
```

上述重分类概括如下表：

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	9
Greater than 5 to 9	8
Greater than 9 to 13	NoData
Greater than 13 to 15	59
Greater than 15	NoData

上面所有例子都是有效的 ASCII 重映射表，可用来对单元值进行重分类。上述四种方法中的每一种都显示了一种 ASCII 重映射表的语法，四种类型的语法不能混合使用。例如，在一个具有单一输入值的赋值声明后面跟随另一个包含输入范围的赋值声明，这种做法是无效的。

这是一张无效的重映射表，单一输入单元值和输入范围不能在同一张映射表中指定。

```
# Invalid remap table for cell value reclassification
LOWEST-INPUT 3
LOWEST-OUTPUT 2
5
6 9
11
15
```

同样，在一张重映射表中，只对某些赋值声明指定重分类值也是无效的。如果用户自定义了一个输出值，则所有的赋值声明都应该被指定。

这是一张无效的重映射表，所有的赋值声明都必须指定一个输出值。

```
# Invalid remap table for cell value reclassification
LOWEST-INPUT 3
5 : 10
6
7 : 62
15
```

分割和重映射表

分割是指用重映射表改变值的范围。

通过使用分割函数，可以在 INFO 重映射表中识别出数据项的名称以供输入、输出列使用。

slice (<raster>, {TABLE}, <remap_table>,
{in_item},{out_item}, {in_min})

例如：

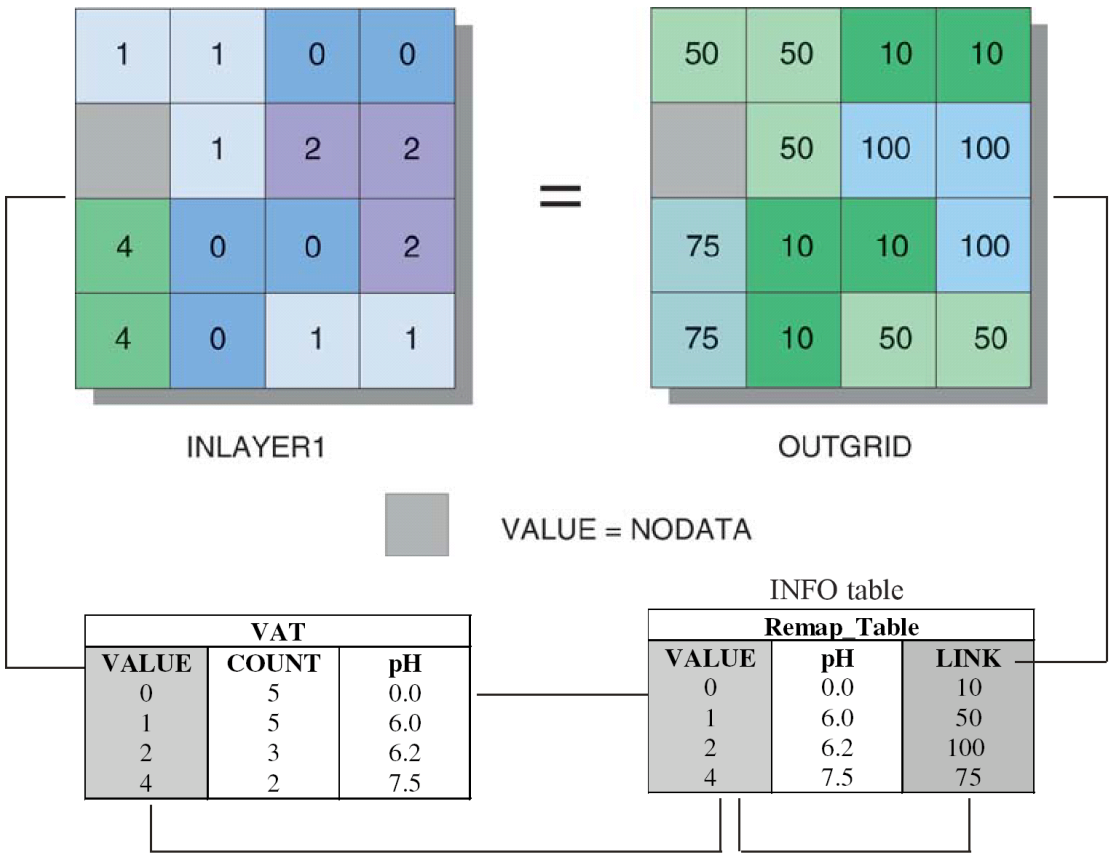
slice([inlayer1], table, remap_table, type,code)

在上面的例子中，“table”是一个关键词，定义了分割的类型。“remap_table”是重映射表的名称，“code”是输出列的名称。

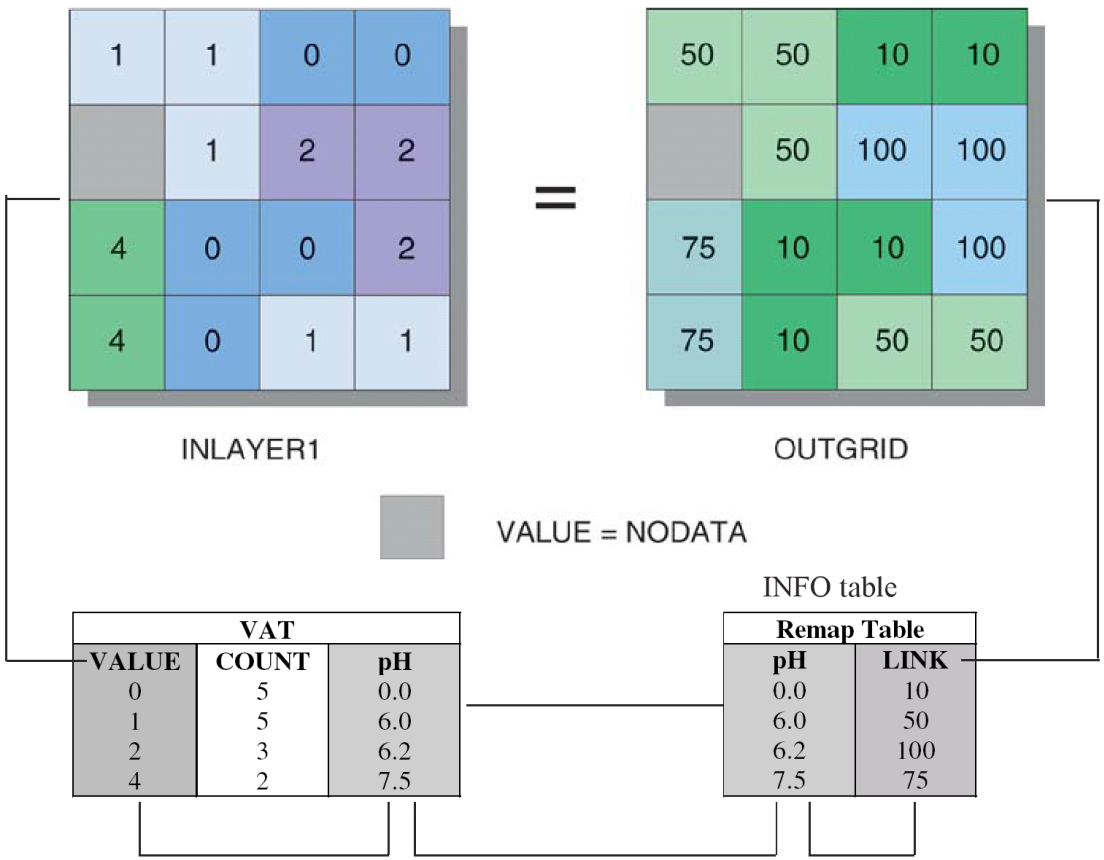
含有被分割值的数据项和含有输出值的数据项不一定要在 INFO 表中相邻。如果没有为输入、输出字段指定名称，则缺省字段为 VALUE 和 LINK。如果指定的输入、输出字段不存在，或者没有指定任何字段且 INFO 表中没有 VALUE 和 LINK 字段，系统将返回错误。

Grid.item 语句可以在栅格计算器中使用。在输入的分割表达式中，如果没有为输入数据指定“.item”，INFO 表中的输入字段的值将会被映射到 grid 的 VAT 表中的 VALUE 项中。这时，INFO 重映射表中的输入字段名称不一定是 VALUE。如果 INFO 重映射表中的范围超过了 VAT 表中 VALUE 字段的值，则这个范围将被忽略。与指定的 VAT 项相关联的值被映射到相应的单元位置，这样 INFO 重映射表就可以用来对单元值重新分类了。

下面几页以图表方式解释了重映射表在分割函数中的应用。



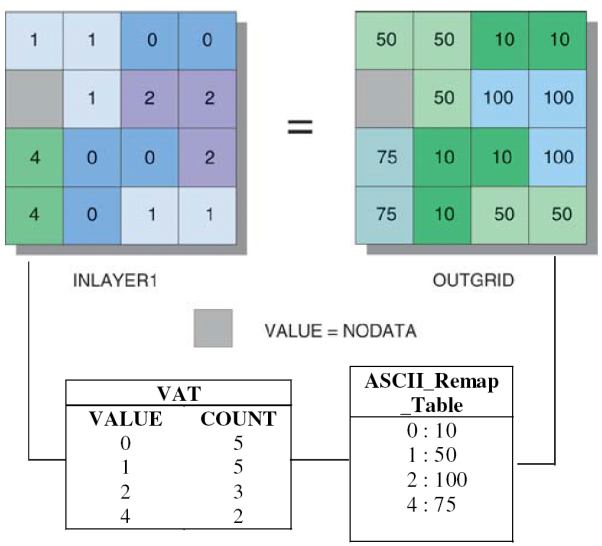

```
slice([inraster1], table, c:\data\remap_table, value, link)
```




```
slice([inlayer1].ph, table, c:\data\Remap_Table, ph, link)
```

重分类和重映射表

重分类函数是为类型数据设计的，而分割函数则是为序列数据设计的。二者的主要区别在于重分类函数对于输入值（没有在重映射表中明确列出）的操作与分割函数不同。与以推测范围为基础为输出值进行赋值不同，重分类函数要么将输出值赋值为一个空值（NoData），要么将其赋值为一个与输入值相同的值，具体要看选择什么样的选项。在下面的示例中，一个单元值被指定，后来又被改变了。




```
reclass([inlayer1], c:\data\ASCII_Remap_Table.txt)
```

与重映射表相关的分割与重分类

重分类函数只是简单地把单一值转换成另一个值，而分割函数专门改变值的范围。分割函数也有几个特定功能，如根据值的范围或每个组中单元的个数将单元值分组。对于重分类的某些特定类型，两种函数都可以使用，而其他一些类型则只能有效地使用一种函数。下面列举了这两个命令在重映射表中应用时的差异：

- 分割函数总是对值的范围求值，而重分类函数只改变单一数值的值，除非输入中明确指定了范围；
- 重分类函数可以将原始输入值复制到输出值中，而在分割函数中所有的值都会受到影响；
- 重分类函数不能通过 INFO 重映射表指定范围。

术语表

高度/海拔/地平纬度（altitude ）

1. 高度，Z 值，或者地物高出某表面的垂直高度。
2. 指在计算山体阴影时，从光源到所测点的方向与地平纬度、地平方向的夹角。

分析范围（analysis extent）

空间分析模块选项，用来设置空间分析结果所需范围，即左下角和右上角的 x，y 坐标。

分析掩模（analysis mask）

空间分析模块选项，通过使用一个栅格数据集让用户能够对选中的一组单元操作，在这个数据集里，所有感兴趣的单元均有值，其它的都为空值。这样，空间分析和处理仅对被选单元执行，而其它单元被赋予空值。

算术函数（arithmetic functions）

空间分析模块中栅格计算器中的一些函数。有六种算术函数：绝对值函数（Abs），向上舍入函数（Ceil），向下舍入函数（Floor）， 整数函数（Int），浮点函数（Float）和零函数（IsNull）。 绝对值函数用于获取输入栅格数据的绝对值，向上舍入函数和向下舍入函数可以通过向上或向下舍入分别完成浮点值至整数值和整数值至浮点值之间的转换。零函数将在输入栅格为空值时返回 1，否则返回 0。

算术运算符（arithmetic operators）

空间分析模块中栅格计算器中的一些运算符，用于完成两个栅格数据、数字及其组合之间的加、减、乘、除运算。

坡向（aspect）

坡向是坡面面对的方向或陡壁向下延伸的方向，它是通过这一单元和其周围的八个相邻单元的关系来确定的。

属性表（attribute table）

以行和列的格式来存储有关地图要素信息的表。每行表示一个要素，而每列则表示该要素的单个属性值。在整型（类别）栅格数据属性表中，第一个字段为该数据的每个分类区的赋值，而第二个字段计算和存储了属于这一分类区的单元数。

自相关（autocorrelation）

样本点之间存在的统计相关关系，该相关性随两点间距离和方向而变。

方位角（azimuth）

计算山影时，假设沿光源照向表面的方向，用度表示。

中断线（barrier）

在内插时对输入样本点起限制作用的一些边界条件，可以是线或多边形，比如象悬崖、山脊或其它的中断地形的一些线状边界条件。在处理过程中，我们只能考虑这一边界线同侧的样本点。

步长分组（bin）

对步长的一种分类，具有同样方向和距离的步长归属同一个组中。常将样本区分为格网单元或分区最后生成不同的步长组别。

布尔运算符（Boolean operators）

空间分析模块中栅格计算器功能块中的一些运算符。利用布尔逻辑（真或假）对输入的栅格数据逐个单元地运算。输出结果为“真”（True）则计为 1，而“假”（False）则计为 0。 布尔运算符包括① 和（And）、②或（Or）、③异或（*Xo*r）和④非（*No*t）。例如：*inraster1* or *inraster2*。

目录树（catalog tree）

目录树是一组文件夹连接，提供访问存储于本地磁盘或网络共享盘下文件夹里的地理数据的权限，它也包括管理数据库连接和坐标系统的权限的文件夹。目录树显示了地理数据在文件夹中的分级存储。

类别栅格数据（categorical raster）

将一组一定范围的值的单元聚合为一类的栅格数据。比如，对卫星影像进行重分类而提取的土地覆被类型图就是一个类别栅格数据。类别栅格数据的单元用于表示面积。

另见“离散栅格数据”discrete raster。

单元（cell）

参见“栅格单元”raster cell。

单元大小（cell size）

一个单元的地图单位边长，单元的长度在 x,y 方向上是相同的。

单元统计（cell statistics）

空间分析模块的一个函数，用于对多个输入数据的每个单元在相同位置的值进行统计分析，并在输出栅格数据中显示每个单元的统计分析结果。

分类（classify）

分类是将数据中不同属性值的单元归为不同的组或类别的过程，同组或同类的单元在地图中均用相同的符号表示。

连续栅格数据（continuous raster）
是指表面上的值连续变化的栅格数据。例如，数字高程模型和内插生成的化学物浓度分布表面等栅格数据均为连续栅格数据。连续栅格数据的单元表示的是单元中心的值。

等值线（contour）
等值线就是指在一个表面上等值点的连线。

坐标系统（coordinate system）
在平面图上用于度量水平和垂直距离的参考系统。 一幅图的坐标系统通常是由地图投影类型、参考椭球体、分带、一条或多条标准纬线、中央经度和点、线、面要素的位置在X,Y 方向上的可能位移等决定的。
在 ArcGIS 中，坐标系统的单位和特征由地图投影决定。坐标系统常用于同一地区的地理数据的空间配准。

成本数据集（cost dataset）
在空间分析模块中需要运行成本加权距离函数的输入数据集。用于识别逐个单元的通行成本。成本加权距离函数利用成本数据集来计算数据中到达一个源或一组源的每个单元的累加通行成本。

成本加权分配（cost weighted allocation）
一个空间分析函数，用于在成本加权距离数据中确定每个单元的最近源。依据累加通行成本来求出每个单元最近的源。

成本加权方向（cost weighted direction）
一个空间分析函数，从成本加权距离数据中确定线路图。即从任一单元出发沿着最低成本路径到达最近源的路线。

成本加权距离（cost weighted distance）
一个空间分析函数，利用成本栅格数据来生成最少累加通行成本数据。

填/挖cut/fill）
一个空间分析函数，用于总结两个表面间的面积和体积变化。

数据（data）
为特定目的收集的具有特定格式的一些相关事实的集合。

数据框（data frame）
用于显示同一地理区域多图层信息的地图框。根据组织数据的方式，可以有一个或多个数据框。比如，一个数据框也许突出了这一研究区，另一数据框也许只给出了这一研究区的概况。

数据集（dataset）
任一地理数据，如 coverage、shape 文件或 geodatabase 等，类似于数据源。

密度（density）
一个空间分析函数，用于计算一定区域的单位面积内点或线分布的数量或大小，并生成一个连续的栅格数据。例如，每平方公里的人口数。

目标（destination）
是指执行最短路径函数分析时路径的终点或目的地。

离散栅格数据（discrete raster）
单元值是离散的栅格数据，并且有着清晰边界和典型的描述属性或类别属性。在离散栅格数据中，每一个单元以整数值存储并代表一定要素。例如在土地覆被栅格数据中，可以规定单元值为 1 代表森林；而单元值为 2 表示城市用地等等。另见“类别栅格数据”categorical raster。

欧氏距离（euclidean distance）
参见“直线距离”straight line distance。

范围（extent）
界定地理数据集区域边界的最小矩形。

要素（feature）
地图的图层中实际地物的表征。

要素数据集（feature dataset）
在地理数据库中，拥有相同空间参考的要素类集合。

字段（field）
表中的一列。每个字段含有一个单一属性的值。

邻域函数（focal functions）
一组空间分析函数，所得输出数据单元的值为在这一位置上的输入单元的指定邻域的函数值。

格式（format）
在计算机里系统存储数据的模式。文件格式是在文件中组织信息的特定设计。例如，栅格数据集具有不同的格式，如 ESRI 的 grid、TIFF、和 LizardTech 软件支持的 MrSID™。

函数（function）
参见“数学函数”mathematical functions。

地理信息系统（GIS）
由计算机软硬件、地理数据和人员组成的有效获取、存储、更新、处理、分析和显示各种地理参考信息的计算机系统。

全局函数（global functions）
一组空间分析函数，用栅格数据中所有单元值计算单个单元值。

格网（grid）
一种由大小相等的正方形单元依行列排列而成的地理表达。每个格网单元均由其 x，y 地理坐标进行空间配准。参见“栅格数据”raster。

山影（hillshade）
是一个被假想光源照亮的表面。

直方图（histogram）
表示频率分布的一种柱状图。在图表中，矩形宽度代表类别间隔，而矩形的面积与相应的频率成正比。

插值（interpolation）
一组空间分析函数，用于由有限个样本数据点来预测一个表面上的其它值，生成一个连续栅格数据。

距离权重倒数（插值）（inverse Distance Weighted）
一种插值方法。通过对邻近区域的每个单元值进行平均来获得单元值。距中心愈近的点，在运算过程中其估算值愈受影响。

克里格（插值）（kriging）
空间分析中的一种表面插值方法。它是一种基于统计模型（包括自相关）的地统计插值方法，通过给周围采样点的值赋予权重的方法来预测未采样点的值。该权重以采样点、未采样点间的距离以及采样点总体空间分布为基础。

步长（lag）
连接任意两点的直线（向量）。步长具有长度—距离和方向—方位。

图层（layer）
地图上用于显示特定区域或地方的相似地理要素（如河流、湖泊、县镇或城市）的集合。图层中的地理信息存储于栅格数据、coverage、shape 文件等数据源中，并定义了显示方法。

最低成本路径（least-cost path）
参见“最短路径”shortest path。

局域函数（local functions）
一组空间分析函数，用输入的栅格数据中同样位置的单元值计算每一个单元值。

对数函数（logarithmic functions）
对输入栅格数据或数进行指数或对数运算的函数。
这里有六个对数函数：以 e 为底的指数 Exp、以 10 为底的指数 Exp10、以 2 为底的指数 Exp2 和自然对数 Log、以 10 为底的对数 Log10 和以 2 为底的对数 Log2。

生成永久文件（make permanent）
由一个临时文件生成一个永久文件。

地图代数（map Algebra）
空间分析模块的分析语言。它提供了大量的在用户界面中没有的附加函数，使我们能够建立更加复杂的表示式，而处理起来如同单个命令。

地图文档（map document）
基于磁盘表示的地图。 地图文档可以打印或嵌入其它文档中，地图文档的扩展名为 .mxd。

地图投影（map projection）
参见“投影”projection。

数学函数（mathematical functions）
栅格计算器中的函数，用于对单个输入栅格数据的值进行运算。主要有四组数学函数：对数函数、算术函数、三角函数和幂函数。

数学运算符（mathematical operators）

栅格计算器中的运算符，用于对输入的两个或多个栅格数据进行数学运算。有三组数学运算符：算术运算符、布尔运算符和关系运算符。

算术运算符：*，/，-，+

布尔运算符：和（and）、或（or）、异或（Xor）、非（not）

关系运算符：==, >, <, <>, .=, <=

模型（model）

1. 现实世界的抽象；
2. 用于提取派生信息的一组明确定义的分析程序。

最近邻法重采样（nearest-neighbor resampling）

重采样时给输出单元赋予最邻近单元值的重采样方法。

邻域统计（neighborhood statistics）

一种邻域函数，通过对输入数据中单元位置的指定邻域内的单元的计算来获得输出文件的每一单元值。

空值（NoData）

一些栅格数据在数据范围内有空单元。对于 grid 数据，我们给这些空单元分配空值。而对于其它格式的数据，空值单元常常被赋予一些象-9999 这样的特别值。而且有空值的栅格单元也可以是空间分析模块重分类函数生成的。可以通过对图层属性对话框中的符号体系表进行空值色彩的设置来控制空值的显示。

标准化/归一化（normalize）

对数据进行处理使其符合已建立的一个标准或规范。在适宜性建模中，可以通过百分比对数据进行规范化，对输入数据的单元值进行归一化并输出适宜性地图。

块金效应（nugget）

也叫块金方差，是协方差或半变异函数模型的一个参数，它指在精细的难以探测到的空间尺度上的微小变化及独立误差、测量误差。它被视为协方差或半变异函数模型起点处的一个不连续现象。

运算符（operator）

执行运算时的数学符号。在栅格数据计算器中，提供了一些运算符以完成栅格数据内部或数据之间的分析。运算符列表参见附录 B。

路径（path）

文件存储在磁盘上的目录或位置。 路径总是具体到计算机的操作系统。

永久数据集（permanent dataset）

永久存储在磁盘上的栅格数据集。所有空间分析模块输出的结果都是临时性的，除非在函数对话框中具体给定了文件的名称以及在磁盘上位置；或将临时文件生成永久数据集，或存储地图文档。在以上三种情况下，临时结果将被变成磁盘上的永久数据集。参见“生成永久文件”make permanent。

像素（pixel）

参见“栅格单元”raster cell。

幂函数（power functions）
用于单个输入栅格数据的幂函数运算。有三种幂函数：平方根（Sqrt）、平方（Sqr）或幂（Pow）。

投影坐标系统（projected coordinate system）
利用二维系统将地球表面的实际位置表示为沿两轴距坐标原点（0，0）的距离。水平轴 x 轴表示东西方向，垂直轴 y 轴表示南北方向。地图投影可以将经纬度坐标转换为大地坐标。

投影（projection）
一种将地球表面上的曲面位置转换为地图上的平面位置的数学公式。投影坐标系统将经纬度投影转换为大地坐标，投影可以引起一个或多个空间性质如距离、面积、形状和方向的畸变。

栅格（raster）
利用格网结构来存储地理信息的各种数据源，均称为栅格数据。参见“格网”grid。

栅格计算器（Raster Calculator）
一种空间分析函数，是完成多种空间分析的强有力工具：可以运用运算符和函数进行数学运算，设置选择查询或者输入地图代数语句。

栅格单元（raster cell）
栅格数据中有一定地学意义的离散的、一致的单元。一个单元（或像素）拥有所在位置的相应要素或特征的值。例如，土壤类型、高程或土地利用类型。

栅格数据集（raster dataset）
以波段形式存贮的栅格数据。每个波段是由每一个具有属性的单元（像素）随机组成的数组。栅格数据集有不同的格式。参见“格式”format。

栅格分辨率（raster resolution）
是指栅格数据中栅格单元的尺寸。参见“单元大小”cell size。

重分类（reclassify）
一种空间分析函数，对输入数据的单元值进行取代，生成新的输出单元值。

区域（region）
分类区中的每组连续单元。参见“分类区”zone。

关系运算符（relational operators）
求算特定关系条件。如果条件为真（TRUE），输出文件分配以 1 值，如果条件为假（False），输出文件赋予 0 值。 关系运算符有：==, <, >, <>, >=, <=。

重采样（resampling）
将栅格数据转换到新的坐标空间或新的单元大小时，生成新的单元值的过程。

选中集（selected set）
图层或表格记录中要素的子集。ArcMap 提供了一些根据图形或属性表选择要素和记录的方法。

半变异函数（semivariogram）
变异函数除以 2。

shape 文件（shapefile）
一种矢量数据存储格式，存储地理要素的位置、形状和属性等信息。

最短路径（shortest path）
一种空间分析函数。利用成本加权距离和成本加权方向数据集，通过成本加权距离函数计算从目的地到周围源的最低成本路径。

基台值（sill）
变异函数模型或半变异函数模型的一个参数，指距离相当大时变异函数的趋近值。距离相当大时，变量间关系开始不相关。因此，半变异函数的基台值等于随机变量的变异。

坡度（slope）
坡度是一个表面在某一位置处的倾斜度或陡峭度。在栅格数据中，下坡最陡处的单元的坡度由这一单元和其周围的八个单元决定，可表示为 0～90°，亦可表示为坡度百分比。当坡度角接近 90 度时，坡度百分比接近无穷大。

捕捉范围（snap extent）
设置指定栅格数据的捕捉范围，以便把所有图层内位于该范围内地点捕捉起来。所有图层将具有相同的指定栅格的左下角坐标和单元大小。

源数据集（source dataset）
成本距离函数的必要输入数据。源是用成本加权距离函数来计算每个单元到最邻近源的累加通行成本时的一个点或一组点。

空间分析（spatial analysis）
空间分析是研究地理要素的位置、形状以及它们之间关系。在适宜性评价、预测和更好地理解地理要素和地理现象的位置和分布方面应用甚广。

空间数据（spatial data）
几何要素的位置和形状及其描述。

空间函数（spatial function）
执行空间分析的一种操作。空间分析模块的用户界面将所有的空间操作归为空间函数，比如，距离、坡度、密度等。

空间参考（spatial reference）
数据集的指定坐标系统。

样条（法）（spline）
一种插值方法，通过将表面的所有曲率减为最小的数学函数来估计单元值，所得表面较为平滑，其拟合表面通过已知点。

直线分配（straight line allocation）
基于一条直线上最邻近的原则来识别单元所属源。

直线方向（straight line direction）
确定从每一单元到最邻近源的方位。

直线距离（straight line distance）
计算每一单元到最邻近源的直线距离。

适宜性模型（suitability model）
旨在寻找最适宜位置的模型，适宜性模型可以对新设备或道路的适宜位置进行识别和选择。

符号（symbol）
一种体现个体要素或类别要素的图解表示法，便于鉴别以及和其它要素区分开来。

符号体系（symbology）
用于确定表达图层要素符号的标准。要素的特性可以影响到使用的符号的大小、颜色和形状。

内容表（table of contents）
在地图中列出所有的数据框架和图层并显示每一图层的要素所体现的内容。

目标（target）
设置目标图层下拉列表的内容，以确定将要加入的图层和要素。通过点击目标图层的下拉列表进行设置。比如，设置建筑物为目标图层，将要生成的任何要素都将是建筑物图层的一部分。只要生成新图层，就必须设置目标层。

临时数据集（temporary dataset）
存于磁盘的临时栅格数据。空间分析模块输出的栅格数据都是临时，不过你可以通过在函数对话框中指定文件名和存储位置、或将临时数据集转为永久数据、或是存储地图文档这三种方式，就可以将临时结果转换为磁盘上的永久数据集。参见“生成永久数据”make permanent。

三角函数（trigonometric functions）
对输入数据单元值进行各种三角函数的计算。常用的有：正弦函数（Sin）、余弦函数（Cos）、正切函数（Tan）、反正弦函数（Asin）、反余弦函数（Acos）和反正切函数（Atan）。

变异函数（variogram）
一个距离与方向的函数，用以量化自相关关系。变异函数定义为不同两点上两变量偏差的方差。一般来讲，变异函数随距离增加而增大，常用块金效应、基台值及相关性阈值参数来表达。

变异估计（variography）
即估计理论变异函数。主要包括数据探索性分析、经验变异函数计算、步长分组、拟合变异函数模型及检测分析。

视场/视域（viewshed）
视场或视域（Viewshed）确定了从一个或多个观测点能够看到的所输入的表面数据的单元。

工作目录（working directory）
一个指定目录。在通用标签选项（the General tab of the Options）对话框中指定的放置所有分析结果的位置。所有永久性和临时性的结果都将写在这个目录下，除非在函数对话框中另有指定。

分区函数（zonal functions）

这组函数生成一个栅格数据，函数运算只对输入栅格数据内与指定输入分区数据集相交或位于该区域内的单元值（value raster）进行操作。输入分区数据集只用来定义每个区的大小、形状和位置，而值栅格数据（value raster）则用于指定对落于分区中的单元进行计算时所使用的值。

分区统计（Zonal statistics）

一种空间分析函数。以栅格数据集的值为基础，对分区数据集中每个分区进行统计计算。而输出结果里每个分区有一个统计值。

分类区（Zone）

在栅格数据中具有相同值的所有单元就叫做一个分类区，无论这些单元是否连续。

Z 因子（Z-factor）

对应于地面（x,y）度量单位的 z 方向的度量值。要将输入表面的度量单位调整到另一个度量单位，可以用该输入表面的值乘以指定的 Z 因子。

Index（索引）

A

Aggregation
  a resampling function 100
Allocation (assign proximity)
  cost weighted distance
    calculating 130
    described 129
  overview 120
  straight line (Eulidean) distance
    calculating 123, 125
    described 121, 122, 124
Altitude
  defined 217
  described 157
Analysis environment
  Analysis mask
    creating 113
    defined 217
    described 104, 109
    using 114
  cell size
    defined 218
    described 104, 105
    setting 117
  coordinate system
    defined 219
    described 106
    setting 115
  extent
    defined 217, 220
    described 104, 109
    setting 116
  overview 104, 109
  snap extent
    defined 224
    described 109
    setting 116
  working directory
    defined 225
    described 109
    setting 112
Analysis extent
  defined 217
  setting 116
Analysis mask
  creating 113
  defined 217
  using 114
Application functions
  described 93
Arithmetic functions
  defined 217
  described 179
  using 184
Arithmetic operators
  and precedence 203
  defined 217
  described 179
  supported 203
Aspect
  calculating 156
  defined 217
  described 96, 155
Assign proximity. See Allocation (assign proximity):
    overview
Attribute table
  defined 218
  described 76
Autocorrelation
  defined 218
  described 141
Azimuth
  defined 218
  described 157

B

Barrier
  defined 218
  described 136

Bilinear resampling
and altering the resolution 100
and geometric transformations 79
options in analysis 105
Bin
defined 218
Bitwise operators
and precedence 203
supported 203
Bolck functions 100
Boolean operators
and precedence 203
defined 218
described 179
supported 203

C

Catalog tree
defined 218
Categorical data
described 103
Categorical raster
defined 218
Cell
statistics 92, 164
Cell size
defined 218
described 74, 84, 104, 105
setting 117
Cell statistics
a local function 92
calculating 165
defined 218
described 164
Chart relationships 170
Classify
defined 218
Column
of a raster dataset 74
Combinatorial operators
and precedence 203
supported 203
Con function 197
Continuous data
and raster encoding 85
attribute values 88, 103
defined 219
described 82
Contours
creating 152
defined 219
described 97, 151
Control points
and georeferencing 78
Conversion
described 85, 86, 186
performing 188
Coordinate system
and analysis 106, 115
and raster datasets 78
defined 219
Cost
of travel 7
Cost dataset
defined 219
described 129
Cost weighted allocation
calculating 130
defined 219
described 129
overview 120
Cost weighted direction
calculating 130
defined 219
described 129
overview 120
Cost weighted distance
calculating 130
defined 219
described 126
overview 120
Cubic convolution resampling
and altering the resolution 100
and geometric transformations 79
options in analysis 105
Curvature
correcting for 160
described 97
Cut/Fill
calculating 163
defined 219
described 162

D

Data
defined 219
exploration 63
handling in Spatial Analyst 89
permanent 110
temporary 110
Data frame
defined 219
Dataset
defined 219
Density
calculating 134
defined 219
described 133
Deriving information 4
Destination
defined 220
described 131
Discrete data
and raster encoding 85
attribute values 88, 103
described 82
Discrete raster
defined 220
Distance mapping
allocation (assign proximity)
calculating 123, 125

Distance mapping (continued)
allocation (assign proximity) (continued)
described 122, 124, 129, 130
overview 120
cost weighted
calculating 130
described 126
example 126
overview 120
straight line (Euclidean)
calculating 123
described 121
overview 120

E

Euclidean distance
defined 220. See Straight line distance: described
Extent (analysis)
defined 220
described 104, 109
setting 116

F

Feature
defined 220
Feature data
converting 85, 86, 186, 188
defined 220
Field
defined 220
Find Distance. See See Straight line distance: described
Flip 98
Floating-point data
as attributes 88
Focal functions
defined 220
described 92
Format
defined 220
Function
defined 220

G

Generalization functions
described 98
Geographic information systems (GIS)
defined 220
Geometric transformation
and analysis 106
described 78
functions 98
Georeferencing
described 78
GIS (Geographic information systems)
defined 220
described 93
Grid
a raster dataset 74
defined 220

H

Hillshade
calculating 158
defined 220
described 96, 157
displaying 159
Histogram
defined 220
Hydrologic
analysis 97

I

Identify
features 63
IDW(Inverse Distance Weighted) interpolation
defined 221
described 96, 136
using 137
Integer data
and tables 76
as attributes 88
Interpolation
defined 221
understanding 135
Iinterval
neasurement system 102
Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation
defined 221
described 96, 136
using 137

K

Kriging interpolation
defined 221
described 96, 141
methods 145
using 147

L

Lag
defined 221
Lag bins 141
Layer
defined 221
Least-cost path. See Shortest path: described
Local functions
defined 221
described 92

Logarithmic functions
  defined 221
  described 179
  using 184
Logical operators
  supported 203

M

Make permanent
  defined 221
Map Algebra
  defined 221
  language components 192
  overview 191
  performing 185
  rules 199
Map calculator. See Raster Calculator: described
Map document
  defined 221
Map projections
  and analysis 106, 115
  and raster datasets 78
  defined 221
Map query
  described 6, 69
  performing 183
Mask
  creating 113
  described 104, 109
  using 114
Mathematical
  functions 179, 184
    defined 221
    in Map Algebra 201
  operators 179
    defined 222
    in Map Algebra 199
Merge 98
Model
  defined 222
  process 56
  representation 56
  suitability 61
Modeling
  process 58
Mosaic

N

Neareast neighbor resampling
  and altering the resolution 100
  and geometric transformations 79
  defined 222
  options in analysis 105
Neighborhood statistics
  a focal function 93
  calculating 169
  defined 222
  described 166
NoData
  and analysis 101
  and changing cell values 196
  and conversion 186
  defined 222
  in operators and functions 195
  values in rasters 76
Nominal
  measurement system 102
Normalize
  defined 222
Nugget 143
  defined 222

O

Obiectives
  break problems into 59
Operators
  and precedence 203
Operators (continued)
  defined 222
  supported 203
Ordinal
  measurement systems 102

P

Path
  defined 222
Permanent dataset
  defined 222
Permanent results
  creating 110
Pixel. See Raster cell: described
Polynomial transformation 79
Power
  described 136
Power functions
  defined 223
  described 179
  using 184
Problem
  breakdown 59
Process model 56
Projected coordinate system
  defined 223
Projection
  defined 223
  of raster datasets 79

R

Range 143
Raster
  defined 223
Raster Calculator
  defined 223
  described 179
  using 182

Raster cell
  defined 223
  described 74
Raster dataset
  and coordinate space 74, 84
  assigning attributes to 88
  cell size 84
  converting to 86
  creating 85
  defined 223
  deriving from an existing map 90
  discrete and continuous 82
  measurement systems 102
  understanding 74
Raster resolution
  defined 223
Ratio
  measurement systems 102
Reclassification
  and remap tables 207
  defined 223
  described 173
  performing 174
Rectify
  through a geometric transformation 79
Region
  defined 223
  described 76
Regularized Spline mothod 139
Relational operators
  and precedence 203
  defined 223
  described 179
  supported 203
Remap tables
  and reclass 215
  and slice 212
  described 208
Representation model 56
Resampling
  and geometric transformation 79
  and resolution altering 100
  defined 223
  options in analysis 105
Resolution. See Cell size: described
Rotation 98
Row
  of a raster dataset 74

S

Search radius 134, 136, 144
Selected set
  defined 223
Semivariogram
  defined 223
  described 141
  models 143
Shapefile
  defined 224
Shortest path
  calculating 132
  defined 224
  described 131
Sill 144
  defined 224
Slope
  calculating 154
  defined 224
 described 96, 153
Snap extent
  defined 224
  setting 116
Source
  defined 224
  described 126
Spatial
  analysis
    defined 224
    in Spatial Analyst 92
    process 55
  data
    defined 224
  function
    defined 224
  reference
    defined 224
  relationships 5
Spline interpolation
  defined 224
  described 96, 139
  using 140
Statistics
  block 100
  per-cell 92, 166
  per-neighbourhood 92, 166
  per-zone 92, 170
Straight line allocation
  calculating 123, 125
  defined 224
  described 122, 124
  overview 120
Straight line direction
  calculating 123
  defined 224
  described 122
  overview 120
Straight line distance
  calculating 123
  defined 225
  described 121
  overview 120
Stream networks 97
Suitability
  map 6, 64
  model 61
    defined 225
  scale 64
Summarize zones. See Zonal statistics: described

Surface
  analysis 96, 140
  generation 96, 135
Symbol
  defined 225
Symbology
  defined 225

T

Table of contents
  defined 225
Target layer
  defined 225
Temporary results
  creating 110
  defined 225
Tension Spline Method 139
Transformation
  geometric 79
Translation 98
Transparency
  applying 159
Trend surface interpolation
  described 96
Trigonometric functions
  defined 225
  described 179
  using 184

V

Values
  of raster cells 75
Variogram
  defined 225
Variography
  defined 225
  described 141
VAT. See Attribute table: described
Viewshed
  calculating 161
  defined 225
  described 97, 160
Visibility. See Viewshed: described

W

Warp 98
Watersheds 97
Weight
  and combine datasets 67
  optional parameter for Spline interpolation
    139
Working directory
  defined 225
  setting 112

Z

Z-factor
  defined 226
Zonal functions
  defined 225
  described 92
Zonal statistics
  a zonal function 93
  calculating 172
  defined 226
  described 170
Zone
  defined 226
  described 75