第九章 三维分析

相当长的一段时间里，由于 GIS 理论方法及计算机软硬件技术所限，GIS 以描述二维空间为主，同时发展了较为成熟的基于二维空间信息的分析方法。但是将三维事物以二维的方式来表示，具有很大的局限性。在以二维方式描述一些三维的自然现象时，不能精确地反映、分析和显示有关信息，致使大量的三维甚至多维空间信息无法加以充分利用。随着 GIS 技术以及计算机软硬件技术的进一步发展，三维空间分析技术逐步走向成熟。三维空间分析相比二维分析，更注重对第三维信息的分析。其中第三维信息不只是地形高程信息，已经逐步扩展到其它更多研究领域，如降雨量、气温等。

ArcGIS 具有一个能为三维可视化、三维分析以及表面生成提供高级分析功能的扩展模块 3D Analyst，可以用它来创建动态三维模型和交互式地图，从而更好地实现地理数据的可视化和分析处理。

利用三维分析扩展模块可以进行三维视线分析和创建表面模型（如 TIN）。任何 ArcGIS 的标准数据格式，不论二维数据还是三维数据都可通过属性值以三维形式来显示。例如，可以把平面二维图形突出显示成三维结构、线生成墙、点生成线。因此，不用创建新的数据就可以建立高度交互性和可操作性的场景。如果是具有三维坐标的数据，利用该模块可以把数据准确地放置在三维空间中。

ArcScene 是 ArcGIS 三维分析模块 3D Analyst 所提供的一个三维场景工具，它可以更加高效地管理三维 GIS 数据、进行三维分析、创建三维要素以及建立具有三维场景属性的图层。

此外，还可以利用 ArcGlobe 模型从全球的角度显示数据，无缝、快速地得到无限量的虚拟地理信息。ArcGlobe 能够智能化地处理栅格、矢量和地形数据集，从区域尺度到全球尺度来显示数据，超越了传统的二维制图。

利用交互式制图工具，可以在任何比例尺下进行数据筛选、查询和分析，或者把比例尺放大到合适的程度来显示感兴趣区域的高分辨率空间数据，例如航空相片的细节。

本章主要介绍如何利用 ArcGIS 三维分析模块进行创建表面、进行各种表面分析及在 ArcScene 中数据的三维可视化。此外，还包括数据转换的介绍，包括二维要素三维化、将栅格数据转换为矢量数据以及将 TIN 表面数据转换为矢量要素数据。最后，设计了多个实例与练习以帮助读者掌握常用的 ArcGIS 三维分析的理论与方法。

9.1 创建表面

具有空间连续特征的地理要素，其值的表示可以借鉴三维坐标系统 X、Y、Z 中的 Z 值来表示，一般通称为 Z 值。在一定范围内的连续 Z 值构成了连续的表面。由于表面实际上包含了无数个点，在应用中不可能对所有点进行度量并记录。表面模型通过对区域内不

同位置的点进行采样，并对采样点插值生成表面，以实现对真实表面的近似模拟。图 9.1 为某区域大气污染指数的表面模型，图中黑点为大气污染指数的采样点。

利用 ARCGIS 三维分析模块可以从现有数据集中创建新的表面，它允许以规则空间格网（栅格模型）或不规则三角网（TIN 模型）两种形式来创建表面以适合于某些特定的数据分析。创建表面模型主要有两种方法：插值法和三角测量法。主要的插值方法包括：

1. 反距离权重插值
2. 克里格插值
3. 自然邻体法（点插值成面）
4. 样条函数插值
5. 拓扑栅格插值（拓扑纠正表面生成）
6. 趋势面插值

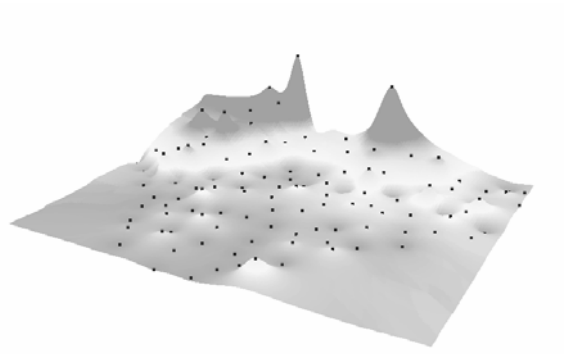


图 9.1 某区域大气污染指数表面模型

欲建立三角网表面，可以用矢量要素生成不规则三角网（包括硬或软断线、集群点等等），也可通过向现有表面中添加要素来创建。

在 ARCGIS 中，还可以实现栅格表面和 TIN 表面的相互格式转换。

创建了表面模型数据之后，可用之进行进一步分析，包括诸如设置阴影地貌的可视化增强；或者进行诸如从一个特定的位置或路径设置可视化的更高级别的分析。

9.1.1 栅格表面

1. 由点创建栅格面

插值是利用有限数目的样本点来估计未知样本点的值，这种估值可用于高程、降雨量、化学污染程度、噪声等级、湖泊水质等级等连续表面。插值的前提是空间地物具有一定的空间相似性，距离较近的地物，其值更为接近，如气温、水质等。实际中，通常不可能对研究区内的每个点的属性值都进行测量。一般选择一些离散的样本点进行测量，通过插值得出未采样点的值。采样点可以是随机选取、分层选取或规则选取，但必须保证这些点代表了区域的总体特征。例如某一地区的气象观测站，一般都是在该地区内具有一定控制意义的观测点，由它们采集所得到的温度、气压、大气污染指数等数据是在空间上离散的点，同时代表了该地区内这种指标的总体特征，因此可以插值生成连续且规则的栅格面。点插值的一个典型的例子是利用一组采样点来生成高程面，每个采样点高程值由某种测量手段得到，区域内其它点的高程通过插值得出（例见图 9.2）。

如前所述，由点数据插值生成栅格面的方法有很多，常用的有反距离权重、克里格、自然邻体法（邻域法）、样条函数法。每种方法进行预测估值时都有一定的前提假设，根据所要建模的现象及采样点的分布，每种方法有其适用的前提条件。但是，不论采用哪种方法，通常采样点数目越多，分布地越均匀，插值效果就会越好。

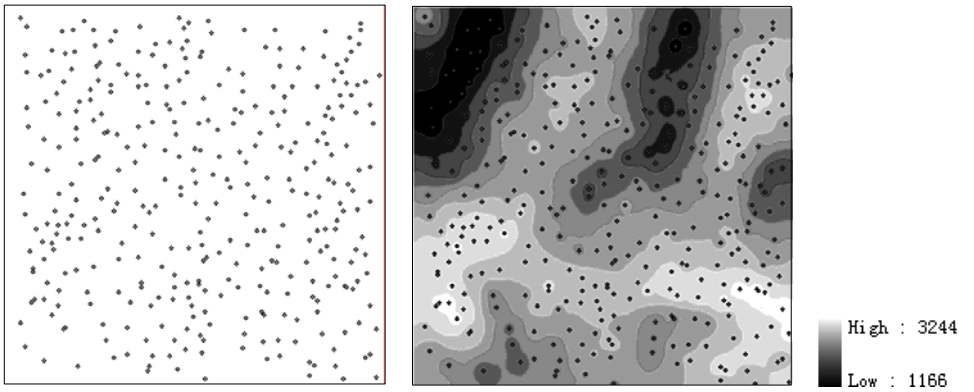


图 9.2 高程点插值

（1）反距离权重法。这种方法的假设前提是每个采样点间都有局部影响，并且这种影响与距离大小成反比。则，离目标点近的点其权值就比远的点大。这种方法适用于变量影响随距离增大而减小的情况。如计算某一超市的消费者购买力权值，由于人们通常喜欢就近购买，所以距离越远权值越小。

（2）克里格方法。此方法的假设前提是采样点间的距离和方向可反映一定的空间关联，并用它们来解释空间变异。克里格利用一定的数学函数对特定点或是给定搜索半径内的所有点进行拟合来估计每个点的值。该方法适用于已知数据含距离和方向上的偏差的情况，常用于社会科学研究及地质学中。

（3）邻域法。类似于反距离权重法，是一种权平均算法。但是它并不利用所有的距离加权来计算插值点。邻域法对每个样本点做 Delauney 三角形，选择最近的点形成一个凸集，然后利用所占面积的比率来计算权重。该方法适用于样本点分布不均的情况，较为常用。

（4）样条函数法。它采用样本点拟合光滑曲线，且其曲率最小。通过一定的数学函数对采样点周围的特定点进行拟合，且结果通过所有采样点。该方法适用于渐变的表面属性，如高程、水深、污染聚集度等。不适合在短距离内属性值有较大变化的地区，那样估计结果会偏大。

2. 栅格表面插值

关于各种插值方法原理详细的讲解可参考本书第八章中相关内容及其它文献资料，此处不再赘述。仅就 ArcGIS 三维分析模块所提供的几种插值方法的实现做一介绍。在采用这些方法从点数据创建新的栅格表面时，可以调整参数。

（1）可变半径的反距离加权插值

可变半径插值，是指在输出栅格单元最大搜索半径范围内，找出最近的 N 个点作为插值的输入点。与之相反，固定半径插值使用指定搜索半径范围内的所有点作为插值的输入点。

首先，选择三维分析模块的反距离权插值工具（图 9.3）：

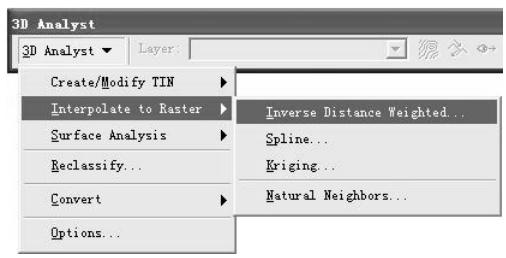


图 9.3 反距离权插值工具

计算步骤如下：

1） 选择输入的数据源（Input points）；

2） 选择用来插值的属性数据字段（Z value field）；

3） 设置幂数（Power）（幂即距离的指数。幂越大，点的距离对每个处理单元的影响越小。幂越小，表面越平滑。通常认为，幂的合理范围是 0.5~3）；

4） 选择搜索半径类型为可变（Search radius type）；

5） 设置最大搜索半径内用作输入的点数（Number of points）；

6） 指定最大搜索半径（Maximumu distance）；

7） 如有用做插值障碍（某些线性要素类，如断层或悬崖，在其所在处高程发生突变，在对各个输入禅格单元插值时，可用来限制输入点的搜索）的要素类，可选中 Use barier polylines 复选框；

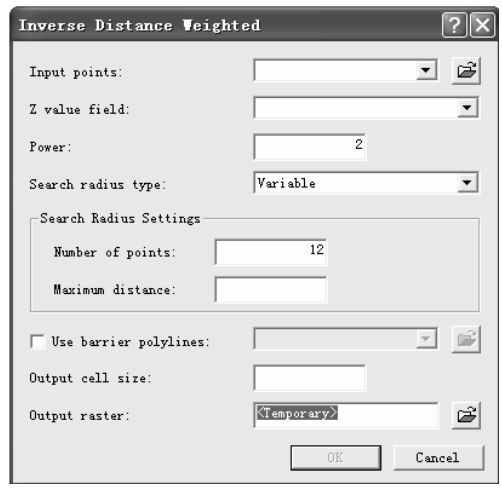


图 9.4 反距离权插值对话框

8） 指定输出栅格单元的大小（Output cell size）；

最后，指定输出路径及文件名即可。以上操作均在图 9.4 所示的对话框中实现。

（2）固定半径的反距离加权插值

与可变半径操作方法类似，不同之处在于选择搜索半径类型为固定（Fixed）。需要注意的是，固定半径插值时，使用指定搜索半径内所有的点作为输入点。如果在搜索半径内没有任何点，这时将自动增加栅格单元的搜索半径，直到达到指定的最少点数为止。

（3）张力样条插值

样条插值是用表面拟合一组点的方法，要求所有的点均处于生成的表面上。

首先选择三维分析模块的样条插值工具（图 9.5）：

插值过程如下：

1） 选择输入的点数据源及属性字段；

2） 选择样条类型（Spline type）为张力（Tension）；

3） 设置加权值（张力样条中的加权值，是用来调整表面弹力的值。当加权值为 0 时，为标准的薄板样条插值。加权值越大，表面弹性越大。典型的加权值为 0、1、5 和 10）；

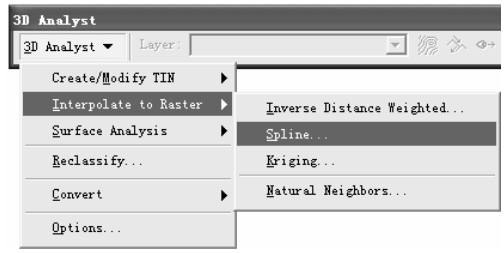


图 9.5 样条插值工具

4） 指定输入栅格单元插值时使用的最少点数（Number of points）；在计算表面时，点数控制了各个区域中点的平均树木。区域指大小相等的矩形，区域的数目由输

入数据集中点的总数除以点数。当数据不是均匀分布时，各个区域中所包含的点的个数与指定的点数会有所出入。如果某区域中包含的点数少于八个，区域将会扩张直至包含了八个点。

5） 指定输出栅格单元的大小；

最后，指定输出路径及文件名即可。以上操作均在图 9.6 所示的样条插值对话框中。

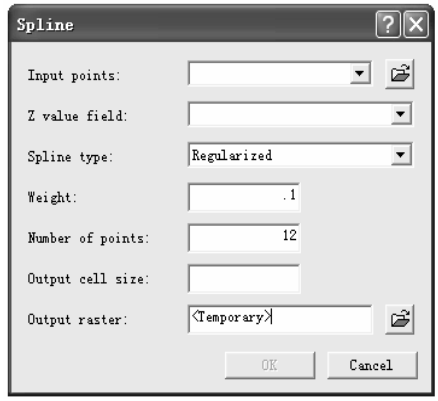


图 9.6 样条插值对话框

（4）规则样条插值

规则样条允许用来控制表面的平滑度。一般需要计算插值表面的二阶导数时，使用规则样条。其实现过程与张力样条类似，不同之处在于选择样条类型时应选规则（Regularized）。需要注意的是，规则样条中的权重值用来控制表面的平滑度。权重指定三阶导数的系数，以使表面的曲率最小。权重值越大，表面越平滑，一阶导数（坡度）表面也越平滑。通常，权重值取 0~0.5。

（5）克里格插值

克里格方法又分为普通克里格和泛克里格两种。普通克里格是应用最普遍的，它假定均值是未知的常数。泛克里格用于已知数据趋势的情况，并能够对数据进行科学的判断来描述它。

通过使用可变搜索半径，在计算插值单元时，可以指定计算中使用的点数。这使得对于每个插值单元来说，其搜索半径都是变化的。半径的大小依赖于搜索到指定点数的输入点时的距离。

指定最大的搜索半径，可以限制搜索半径。如果在达到最大搜索半径时，搜索到的点数还没有达到指定的数目，此时将停止搜索，用已经搜得的点计算插值单元。

1） 可变半径的克里格插值

首先选择三维分析模块的克里格插值工具（图 9.7）：

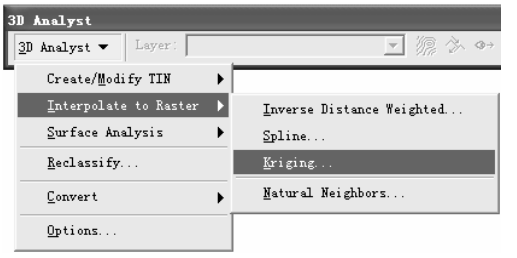


图 9.7 克里格插值工具

步骤如下：

A 选择输入的点数据源（Input points）及其用来插值的属性字段；

B 选择一种克里格插值方法；

C 选择插值所使用的模型（Semivariogram model）；

D 设置为可变半径类型，根据需要选择点数及最大搜索半径；

E 指定输出栅格单元的大小。

最后，指定输出路径及文件名即可，以上操作均在图 9.8 所示的对话框中实现。

2） 固定半径的克里格插值

与可变半径操作方法类似，不同之处在于选择搜索半径类型为固定（Fixed），同时需要指定默认搜索半径。可以通过 Tools 工具条上的 measure tool 工具，测量点间的距离，根据实际需要估计使用的搜索半径的大小与点数。



图 9.8 克里格插值对话框

（6）邻域法插值

邻域插值将 TIN 的一些方法与栅格插值方法结合起来。栅格表面使用输入数据点及其邻近栅格单元进行插值。首先，为输入数据点创建一个 Delauney 三角形，输入的样本数据点作为三角形的结点，并且每个三角形的外接圆不能够包含其它结点。对每个样本点，邻域为其周围相邻多边形形成的凸集中最小数目的结点。每个相邻点的权重，通过评价其影响范围的 Thiessen/Voroni 技术计算出来。

首先，选择三维分析模块的自然邻域插值工具（图 9.9）：

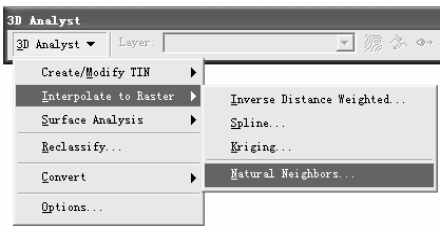


图 9.9 自然邻域插值工具

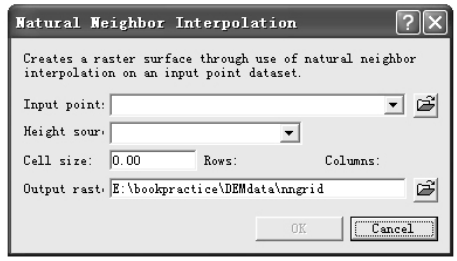


图 9.10 自然邻域插值对话框

插值步骤如下：

1） 选择用来插值的点数据源及高程数据源；

2） 指定输出栅格单元大小。

最后，指定输出路径和文件名即可。以上操作在图 9.10 所示的对话框中实现。

9.1.2 TIN 表面

通常 TIN 是从多种矢量数据源中创建的。可以用点、线与多边形要素作为创建 TIN 的数据源。其中，不要求所有要素都具有 Z 值，但有一些要素必须有 Z 值。同时，这些用以创建 TIN 的输入要素还可以包含整数属性值，并且这些属性值也将在输出的 TIN 要素中保留。这些属性可以是不同输入数据源的相对精确度，或用来识别要素，如道路与湖泊等。

1. 由矢量数据创建 TIN 的方法

在 ARCGIS 中，可以使用一种或多种输入数据一步创建 TIN 模型，也可以分步创建，并可以通过向已有 TIN 模型中添加要素实现对已有模型的改进。TIN 表面模型可以从网格

点、隔断线与多边形中生成。网格点用来提供高程，作为生成的三角网络中的结点。

（1）点集（图 9.11）。它是 TIN 的基本输入要素，决定了 TIN 表面的基本形状。TIN 表面可以有效地对异质表面建模型。在变化较大的地方，使用较多的点，对于较平坦的表面，使用较少的点。

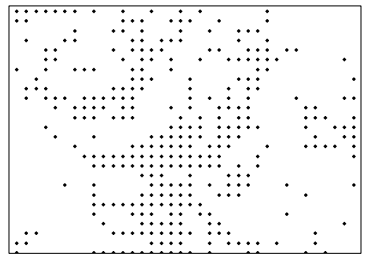


图 9.11 用以创建 TIN 的点集

（2）隔断线。它可以是具有高度的线，也可以是没有高度的线。在 TIN 中构成一条或多条三角形的边序列。隔断线即可用来表示自然要素，如山脊线、溪流，也可以用来创建要素如道路。隔断线有“软”隔断线和“硬”隔断线两种。

“硬”隔断线用来表示表面上的不连续性。如溪流与河道可作为“硬”隔断线加在 TIN 中以表示表面在其所在处的突然变化，从而可以改进 TIN 表面的显示与分析。这一点具有十分重要且现实的意义。

“软”隔断线即添加在 TIN 表面上用以表示线性要素但并不改变表面坡度的边。比如，要标出当前分析区域的边界，可以在 TIN 表面上用“软”隔断线表示出来，不会影响表面的形状。

（3）多边形。它是用来表示具有一定面积的表面要素，如湖泊、水体，或用来表示分离区域的边界。边界可以是群岛中单个岛屿的海岸线或某特定研究区的边界。多边形表面要素有以下四种类型：

1） 裁切多边形：定义插值的边界，处于裁切多边形之外的输入数据将不参与插值与分析操作。

2） 删除多边形：定义插值的边界，与裁切多边形的不同之处在于多边形之内的输入数据将不参与插值与分析操作。

3） 替换多边形：可对边界与内部高度设置相同值，可用来对湖泊或斜坡上地面为平面的开挖洞建模。

4） 填充多边形：它的作用是对落在填充多边形内所有的三角形赋予整数属性值。表面的高度不受影响，也不进行裁切或删除。

在创建 TIN 的过程中，多边形要素被集成到三角形中，作为三条或更多的三角形边所组成的闭合序列。在 TIN 表面中使用隔断线与多边形，可以更好地控制 TIN 表面的形状。

2. 创建 TIN 的操作

通常根据需要选择一组矢量数据来创建 TIN，如点、线、多边形要素等均可作为 TIN 的数据源。如前所述，其中一些要素是必须具有 Z 值的。

（1）创建 TIN 表面

首先选择三维分析模块的 Create TIN From Features（由要素创建 TIN）命令（图 9. 12）：包括以下几个步骤：

1） 选择创建 TIN 所要使用的要素图层；

2） 选择要使用的其它要素类；

3） 对每个要素类，进行以下操作：

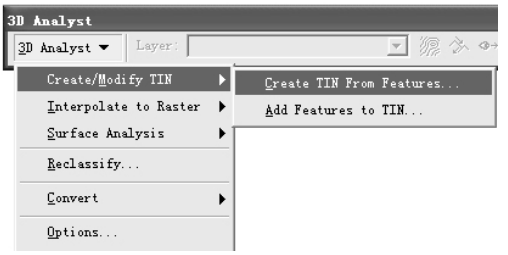


图 9.12 由要素创建 TIN

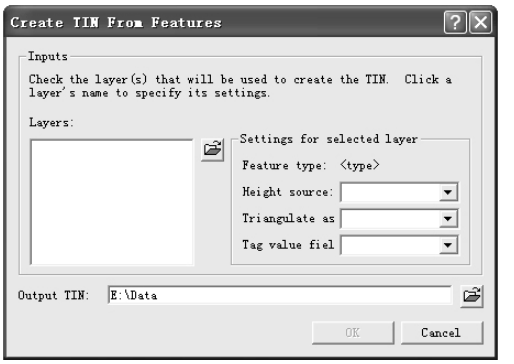


图 9.13 由矢量要素创建 TIN 对话框

A 选择几何字段（如果要素具有三维几何特征）；

B 选择高程字段；

C 选择要素合成方式，包括点集、隔断线或多边形；

D 选择标志值字段（如需要以要素的值来标记 TIN 要素）；

4） 最后，设置输出路径及名称。以上操作均在由要素创建 TIN（Create TIN From Features）对话框中实现（图 9.13）。

（2）向 TIN 中添加要素

首先选择三维分析模块的向 TIN 添加要素功能（图 9.14）：

包括以下步骤：

1） 选择要添加到 TIN 中的要素图层及其它要素类（甚至可以是某要素类中已选种的若干要素）；

2） 对每个要素类，进行以下操作：

A 如果要素具有三维几何特征，可以选择 shape 字段；

B 选择高程字段；

C 选择要素集成到 TIN 中的方式，包括点集、隔断线或多边形；

D 选择标志值字段（如需要以要素的值来标记 TIN 要素）；

3） 最后选择将所做改动保存在原始 TIN 中或另存为新的 TIN 文件。以上操作均在向 TIN 中添加要素对话框中实现（图 9.15）。

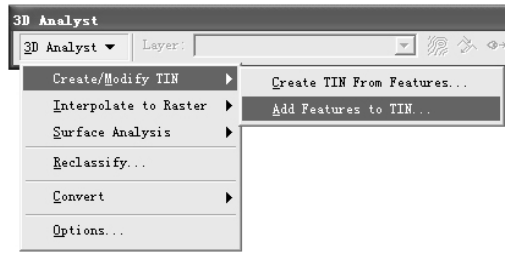


图 9.14 由要素创建 TIN

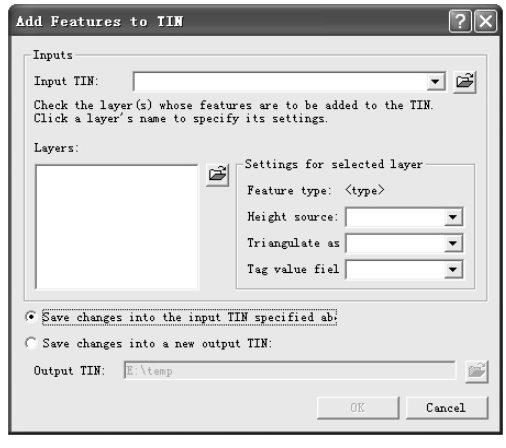


图 9.15 向 TIN 中添加要素对话框

3. 由栅格创建 TIN

在表面建模或建模简化可视化过程中，经常需要将栅格表面转换成 TIN 表面。在由栅格转换到 TIN 的过程中，可以向原有栅格中添加原来没有的要素如溪流与道路，这样可以

改进表面模型。在转换时，需指定输出 TIN 的垂直精度，以后的三维分析将选择达到此精度的点集的子集。

首先选择三维分析模块的由栅格向 TIN 转换功能（图 9.16）：

包括以下步骤：

（1）选择来源栅格图层；

（2）设定 TIN 的垂直精度（垂直精度指输入栅格单元中心的高程与 TIN 表面间的最大差值。垂直精度的值越小，生成的 TIN 将越好地保持原有栅格表面的详尽程度；垂直精度的值越大，生成的表面越粗略）；

（3）设定限制加入到 TIN 中的点数（可选）；

（4）指定输出的路径和文件名，完成创建。

以上操作均在将栅格转换为 TIN（Convert raster to TIN）对话框中实现（图 9.17）。

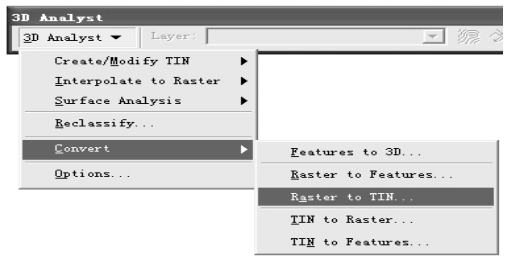


图 9.16 将栅格转换为 TIN

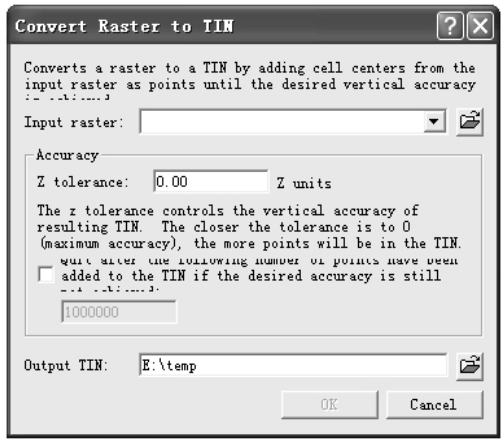


图 9.17 由栅格向 TIN 转换对话框

4. 从 TIN 中创建栅格表面

在创建表面的过程中，有时需要将 TIN 转换成栅格表面，或者需要从 TIN 中提取坡度、坡向等地形因子。

首先选择三维分析模块的将 TIN 转换为栅格功能（图 9.18）：

包括以下步骤：

（1）选择来源 TIN 图层；

（2）选择要转到栅格中的 TIN 属性，可以是高程、坡向、以度为单位的坡度和以百分数为单位的坡度；

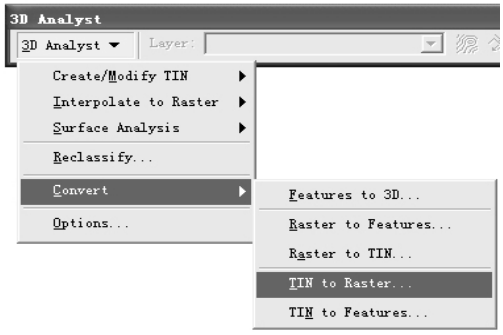


图 9.18 由 TIN 向栅格转换

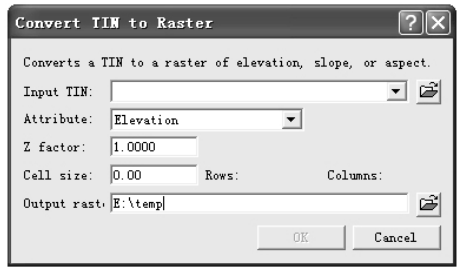


图 9.19 由 TIN 向栅格转换对话框

（3）设置高程转换系数（所谓高程系数系指当搞成坐标单位与平面坐标单位不一致时，将高程坐标单位转换到平面坐标单位时的常量）和输出栅格单元的大小（可选）；最

后指定输出栅格的路径及文件名即可。以上操作均在将 TIN 转换为栅格（Convert TIN to Raster）对话框中实现（图 9.19）。

9.2 表面分析

表面是由许多点组成的区域，其中包含着大量有用的信息。通过对表面进行简单的视觉浏览可以从总体上了解表面或对表面上某个感兴趣的区域进行研究。同时，可以为需要进行一些更为复杂的分析如两点之间的通视性分析，或者计算表面的坡度信息以为土地利用规划决策提供帮助。

因此，表面创建好之后，通常可用来进行进一步分析，包括可视化增强如设置阴影地貌的，或者进行诸如从一个特定的位置或路径设置可视化的更高级别的分析。三维分析还提供将表面转换成矢量数据的工具，以便与其它矢量数据一起进行分析。ArcGIS 三维分析工具包括了以下表面分析工具：

1. 山阴影工具；
2. 坡度工具；
3. 坡角工具；
4. 曲率工具；
5. 剪切、填充工具；
6. 视域工具；
7. 视线工具；
8. 表面长度工具；
9. 表面点；
10. 体积工具；
11. 插值工具；
12. 切片工具；
13. 创建等高线工具；

以下就常用的一些表面分析方法与过程做一介绍。

9.2.1 计算表面积与体积

使用三维分析模块的 Area and Volume 工具，可以计算针对某个参考平面的二维面积、表面面积及体积。

我们已知，平面上某矩形区的面积为其长与宽的乘积。与此不同，表面积是沿表面的斜坡计算的，考虑到了表面高度的变化情况。除非表面是平坦的，通常表面积总是大于其二维底面积。进一步分析，比较表面积与其二维底面积还可以获得表面糙率指数或表面的坡度，两者的差异越大，意味着表面越粗糙。

体积指表面与某指定高度的平面（参考平面）之间的空间大小，按照表面与参考平面

的上下关系分为两种，分别是参考平面之上的体积和参考平面之下的体积，如某山体的土方量或某水库的库容就是最常见的例子：

首先打开面积与体积统计工具（Area and Volume Statistics）（图 9.20）：

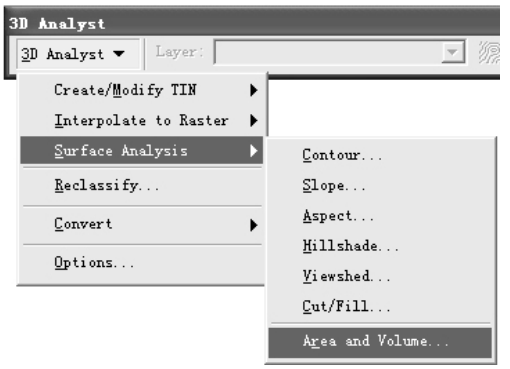


图 9.20 打开 Area and Volume Statistics 工具

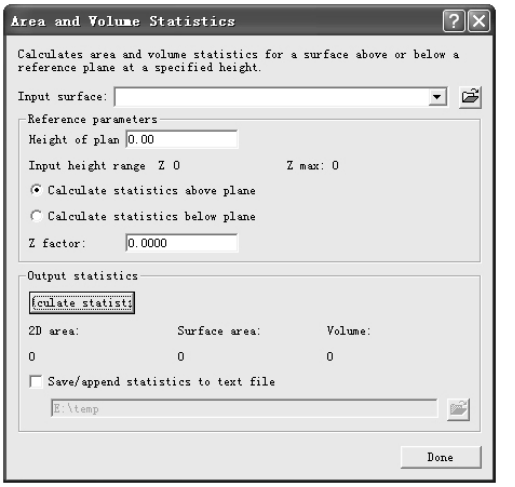


图 9.21 计算表面积与体积

包括以下步骤：

1. 选择输入表面（Input Surface）；
2. 设定参考平面的高程值；
3. 选择计算参考平面之上的体积还是之下的体积；
4. 设置高程转换系数，将高程坐标单位转换为平面坐标单位（可选）；
5. 根据需要，可选择 Save/append statistics to text file 复选框，将计算结果保存到指定名称的文本文件中；
6. 进行运算（点击 Calsulate statistics 按钮），结果将显示在按钮之下，同时写入上步所指定的文本文件中。
7. 如有需要，可重新设置参数，然后重新计算。

以上过程均在如图 9.21 所示的对话框中实现。

9.2.2 坡度与坡向的计算

表面模型主要有栅格表面和 TIN 表面两类，对于坡度、坡向的计算它们各有所不同，关于栅格表面其坡度与坡向的计算请参阅本书第八章相关内容。

1. 坡度的计算

在 TIN 表面上的坡度与栅格表面所指不同。构成三角网的每一个三角形构成一个平面。表面上某一点必处于某一三角形，也就处于某一特定平面上，则该点的坡度即指其所处平面与水平面之间的夹角（图 9.22）。坡度以度（°）度量，从 0°~90°。

首先，选择表面分析的坡度工具（Slope），见图 9.23：

计算过程如下：

（1）选择用来生成坡度图的 TIN 表面；

（2）选择坡度单位（度/Degree 或百分数/Percent）；

（3）设定高程转换系数（当输入数据所定义的空间参考具有高程单位时，自动进行转换计算）；

（4）指定输出图的栅格单元大小；

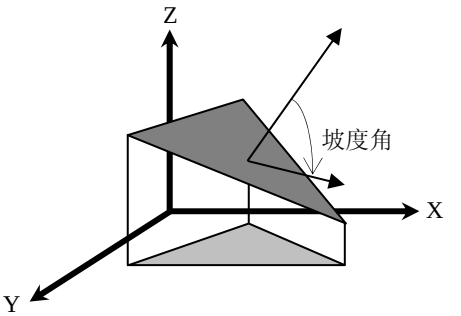


图 9.22 TIN 表面坡度角示意图

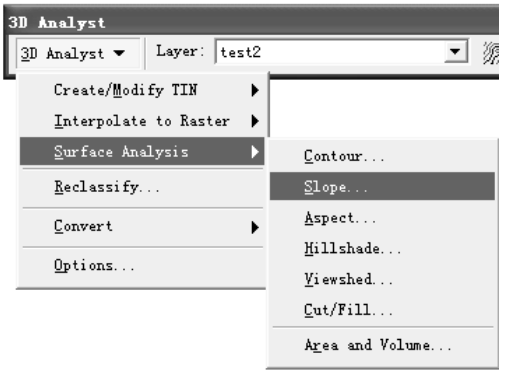


图 9.23 打开坡度计算工具

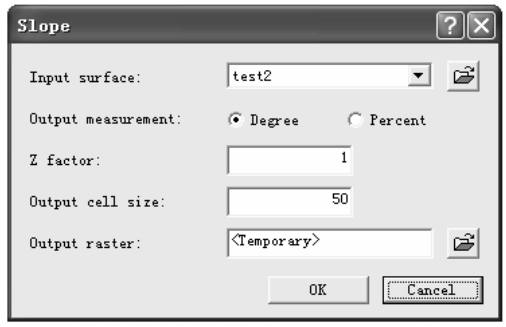
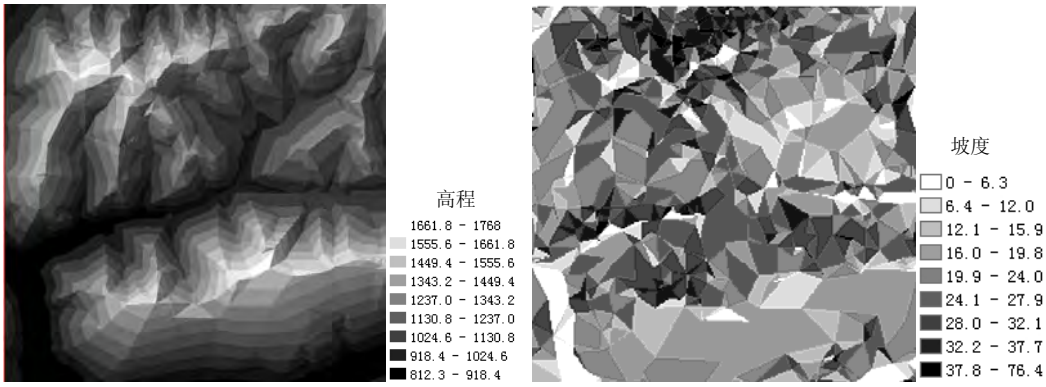


图 9.24 坡度计算对话框

（5）最后，指定输出路径与文件名即可。

以上操作均在如图 9.24 所示的坡度（Slope）对话框中实现。图 9.25 为某区域 TIN 表面及由其计算的出的坡度栅格图像。



2. 坡向的计算

TIN 表面上某点的坡向即指该点所处的三角形面的坡向。亦即该三角形面的法线方向在平面上的投影所指的方向（图 9.26）。坡向用度数来测量，正北是 0 度，正东是 90 度，正南是 180 度，正西是 270 度。

首先，选择表面分析的坡向工具（Aspect），见图 9.27。

计算步骤如下：

（1）选择输入表面数据（Input surface）：

（2）指定输出栅格单元大小；

最后，指定输出路径和文件名即可。以上操作均在图 9.28 所示的坡向（Aspect）对话框中实现。

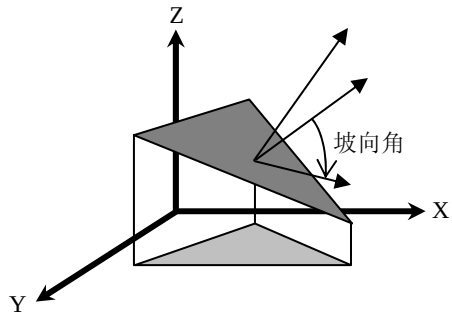


图 9.26 TIN 表面坡向示意图

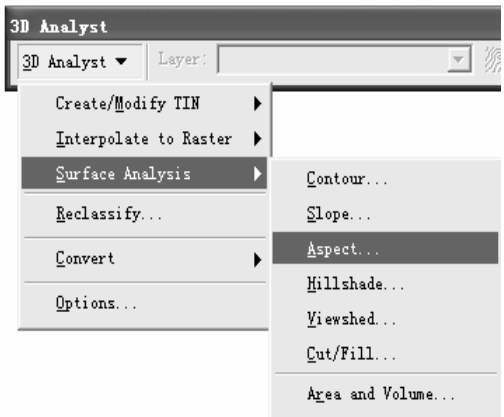


图 9.27 计算坡向

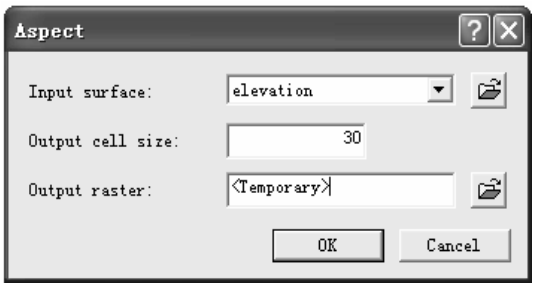


图 9.28 计算坡向对话框

9.2.4 可视性分析

地表某点的可视范围在通信、军事、房地产等应用领域有着重要的意义。ARCGIS 三维分析模块可以进行沿视觉瞄准线上点与点之间可视性的分析或整个表面上的视线范围内的可视情况分析。

1. 视线瞄准线

视线瞄准线是表面上两点间的一条直线，用来表示观察者从其所处位置观察表面时，沿直线的表面是可见的还是遮挡的（图 9.29）。创建视线瞄准线可以判断某点相对于另外一点而言是否可见。如果地形遮挡了目标点，则可以分析得出这些障碍物，以及视线瞄准线上哪些区域可视，哪些区域不可见。在瞄准线上，可视与遮挡的部分分别以不同的颜色表示。

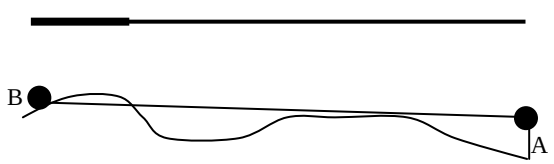


图 9.29 视线瞄准线示意图

图中 A 点为观察点，偏离地面一定高度（实际应用中通常观察点不会紧贴地面），B 点为目标点，从连接 A、B 两点的直线段可以判别 AB 之间哪部分地形遮挡了目标点。图中视线瞄准线较细的部分表示通视，较粗的部分表示视线被遮挡。

2. 视场

视场用以指可以被一个或多个观察点看到的所有范围。具体到栅格数据来说，即所能

看到的所有栅格单元。这在实际中也有很多的应用，比如通信塔台选址时可能需要分析在每一处的视场以确定最佳位置。

3. 视线瞄准线的创建

视线瞄准线是表面上两点间的连线，用以表示沿该线视线的遮挡情况，可以不同颜色表示可见或隐藏。

首先，单击视线瞄准线工具（Line of Sight），打开视线瞄准线对话框（图 9.30）。

创建步骤如下：

（1）输入观测点偏移量（Observer offset）（可选）；

（2）输入目标偏移量（Target offset），与观测点偏移量类似，为观测点处高于表面的高度（可选）；

（3）如有需要，还可对弯曲与光线折射建模；

（4）在表面上确定观测者位置和观测目标点。

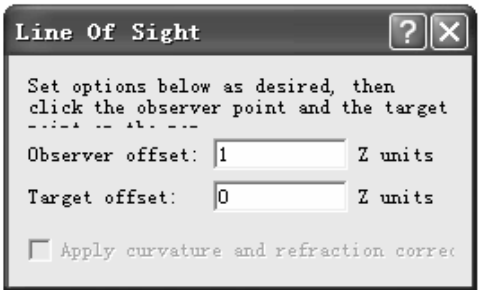


图 9.30 创建视线瞄准线对话框

4. 视场的计算

在 ARCGIS 中，可以计算表面（栅格表面或 TIN 表面均可）上单点视场或者多个观测点的公共视场，甚至可以将线作为观测位置，此时线的节点集合即为观测点。计算结果为视场栅格图，栅格单元值表示该单元对于观测点是否可见，如果有多个观测点，则其值表示可以看到该栅格的观测点的个数。

首先选择表面分析中的视场工具（Viewshed），见图 9.31：

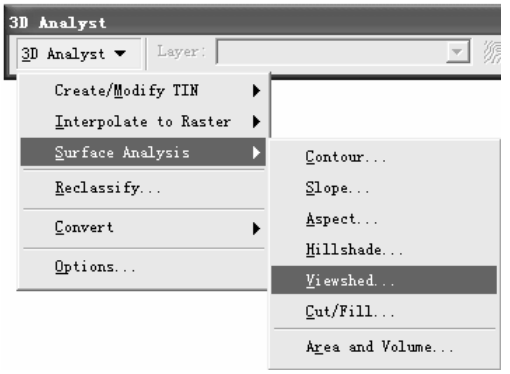


图 9.31 计算视场

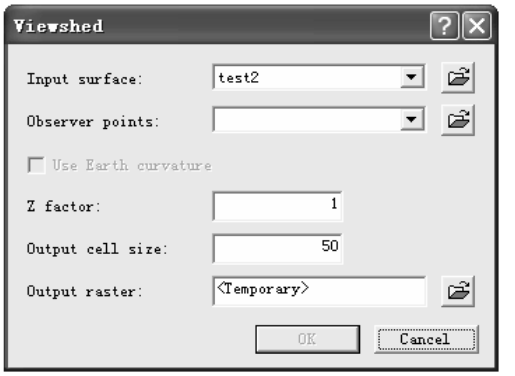


图 9.32 计算视场对话框

计算步骤如下：

（1）选择计算表面（Input Surface）；

（2）设定观察点（选择用做观测点的要素图层）；

（3）设定高程变换系数；

（4）指定输出栅格单元大小；

最后选择输出路径及文件名即可，以上操作均在图 9.32 所示的视场（Viewshed）窗口

中实现。

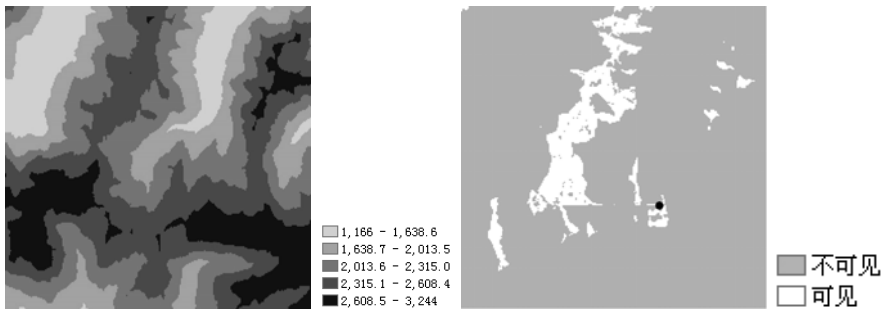


图 9.33 视场示意图

图 9.33 中左图为某区域栅格 DEM，亮度越大表示高程越大，右图为指定点（图中黑点）在离地 1 米偏移量时的视场范围，白色表示可见区域，灰色为不可见区域。

在 ARCGIS 中，还可将山体阴影与视场栅格图像叠加显示，可以产生非常真实的视觉感受（图 9.34）

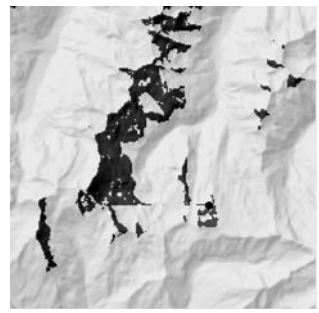


图 9.34 与山体阴影叠加显示的视场图

9.2.5 提取断面

在工程（如公路、铁路、管线工程等）设计过程中，常常需要提取地形断面，制作剖面图。例如，在规划某条铁路时需要考虑线路上高程变化的情况以评估在其上铺设轨道的可行性。

剖面图表示了沿表面上某条线前进时表面上高程变化的情况。剖面图的制作可以采用该区域的栅格 DEM 或 TIN 表面。

计算过程如下：

1. 在 ArcMap 中添加数据，然后在 3D Analyst 工具条上选择该数据（图 9.35）；



图 9.35 选择数据

2. 使用 Interpolate line 工具  创建线，以确定剖面线的起终点（图 9.36）；

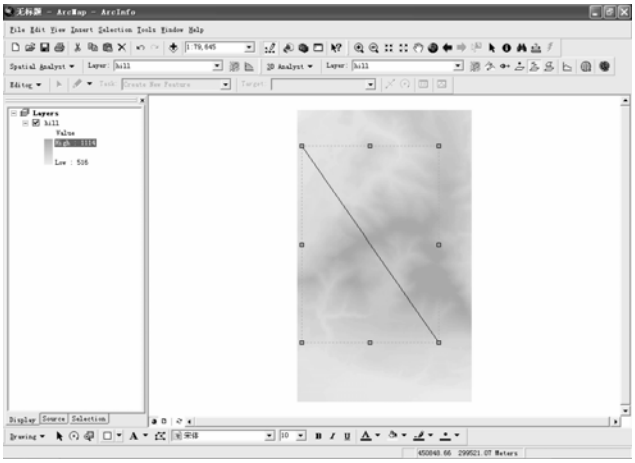


图 9.36 设定剖面线起终点

3. 使用 Profile Graph 工具生成剖面图（图 9.37）；

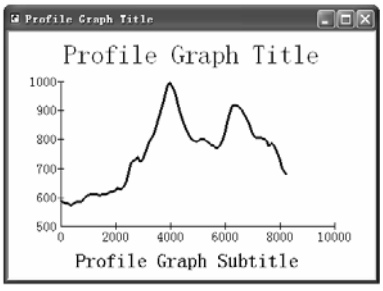


图 9.37 剖面图

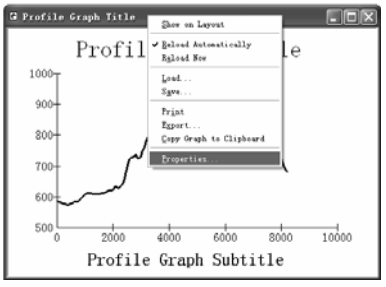


图 9.38 调整剖面图

4. 在生成的剖面图标题栏上点击右键，选择属性（Properties）项，进行布局调整与编辑（图 9.38）；

9.2.6 表面阴影

1. 表面阴影的原理

表面阴影是根据假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值。计算过程中包括三个重要参数：太阳方位角、太阳高度角、表面灰度值。

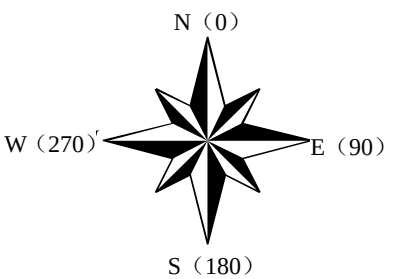


图 9.39 太阳方位角度量示意图

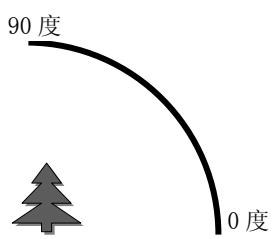


图 9.40 太阳高度角示意图

太阳方位角以正北方向为 0 度，按顺时针方向度量，如 90 度方向为正东方向（图 9.39）。由于人眼的视觉习惯，通常默认方位角为 315 度，即西北方向。

太阳高度角为光线与水平面之间的夹角，同样以度为单位（图 9.40）。为符合人眼视觉习惯，通常默认为 45 度。

ArcGIS 中，默认情况下，光照产生的灰度表面的值的范围为 0~255。

2. 计算表面阴影

首先，选择表面分析中的阴影工具（图 9.41）。

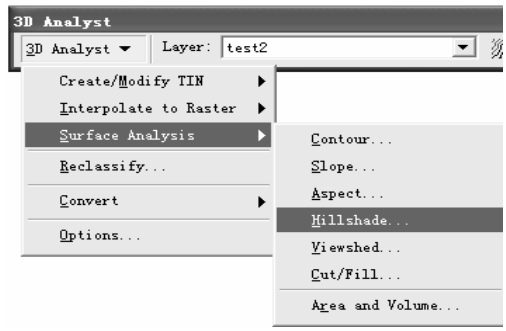


图 9.41 计算表面阴影工具

步骤如下：

（1）选择用来计算阴影的表面（Input Surface）；

（2）设置太阳高度角与方位角；

（3）设定高程转换系数；

（4）指定输出栅格单元大小；

（5）指定输出路径及文件名。

以上所有操作均在图 9.42 所示的计算阴影（Hill Shade）对话框中实现。

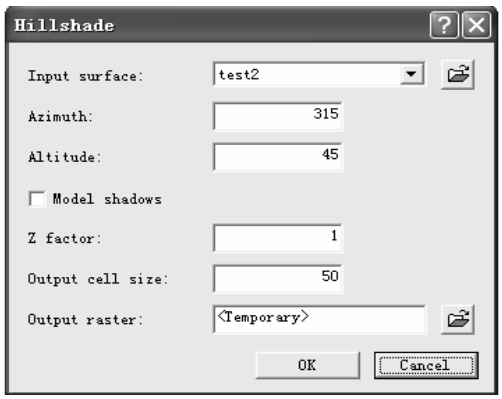


图 9.42 计算阴影对话框

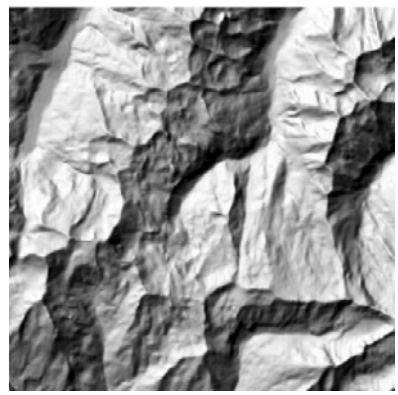


图 9.43 阴影图示例

图 9.43 为某区域设定入射方位角为 315 度，高度角为 45 度所生成的表面阴影栅格图像，可以看出阴影图很好地表达了地形的立体形态。

3. 阴影化

通过阴影建模工具（在图 9.42 中选中 Model Shadows 复选框），可以计算出某一特定光照条件下区域内处于其它栅格单元阴影中的那一部分栅格，它们会被赋值为 0。则通过空间分析的重分类（Reclassify）方法生成二值图像，阴影区和非阴影区分别赋值。图 9.43 所示区域经过上述处理后可得阴影二值图（图 9.44）如下：

4. 高程数据与阴影图层的叠加显示

通过将阴影栅格图层设置一定的透明度与高程栅格数据叠加显示，可以得到更好的视觉效果以便于分析应用。设置透明度的方法是首先打开图层属性对话框，在显示（Display）选项卡中的 Transparent 选项设置，一般以 50%的透明度为佳。叠加显示效果如图 9.45：

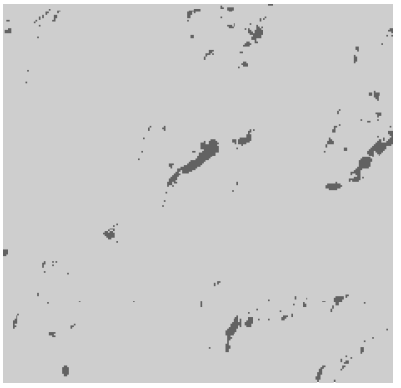


图 9.44 阴影二值图

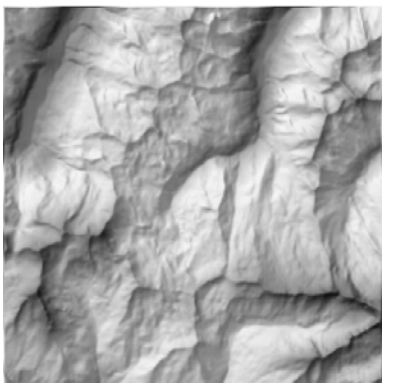


图 9.45 高程数据与阴影图层的叠加

5. 三维场景中表面阴影的建立

在 ArcScene 三维场景中，设置栅格表面自身的高程值为其基准高程后，在属性对话框的Rendering选项卡中，选中Shade area features relative to the scene's light position复选框，使表面具有阴影显示。同时可以使用光滑工具（Use smooth shading if possible）使阴影表面更加光滑。结果如图 9.46 所示：

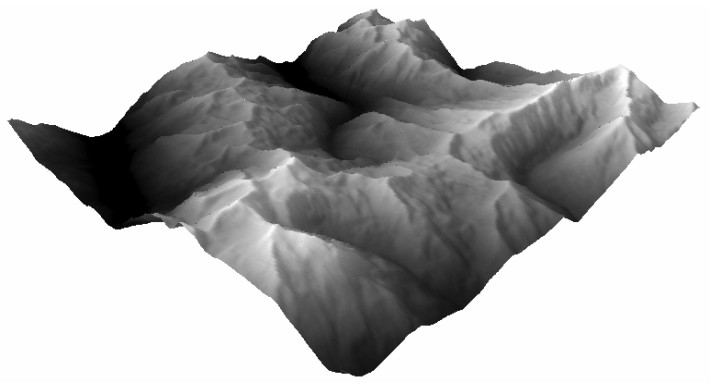


图 9.46 三维场景中的阴影图

9.2.7 表面长度的计算

1. 表面长度

表面长度即表面上沿某一方向的剖面线的长度。表面长度通常大于等于线的平面长度。地表的起伏变化增加了三维线的长度。

ArcGIS 在 ArcToolboox 中提供了表面长度计算工具 Surface Length。该工具需要一个表面（无论是 TIN 表面或栅格表面）及一个由二维线段组成的要素类作为输入数据源。

计算得出的表面长度将作为一个字段添加到要素类的属性表中。需要注意的是，只有与表面相交的一段线段参与表面长度的计算。因此，完全在表面所在区域之外的输入线段

计算得出的表面长度为零。

当输入的表面是 TIN 表面时，以线段与表面三角形的边或结点的交点为其采样点，对高程做线性内插生成三维线。

当输入的表面是栅格表面时，采用双线性内插方法对线段高程做内插生成三维线。其顶点以间距不大于采样间距为准进行依次选取。采样间距影响着表面长度的计算结果。默认值为与栅格尺寸相等。采样点之间的间距越小，三维线段就越吻合表面，同时三维线段越长（如图 9.47）。一般来说，采样间距不宜小于栅格尺寸的一半。

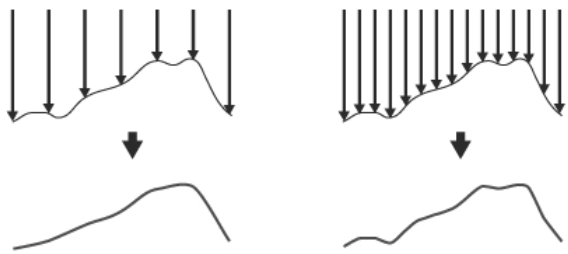


图 9.47 采样间距对表面长度的影响

2. 表面长度在 ArcGIS 中的计算

首先，在 ArcToobox 中打开 3D Analyst Tools，打开其中的 Functional Surface 工具箱，双击 Surface Length，打开表面长度计算工具（图 9.48）。

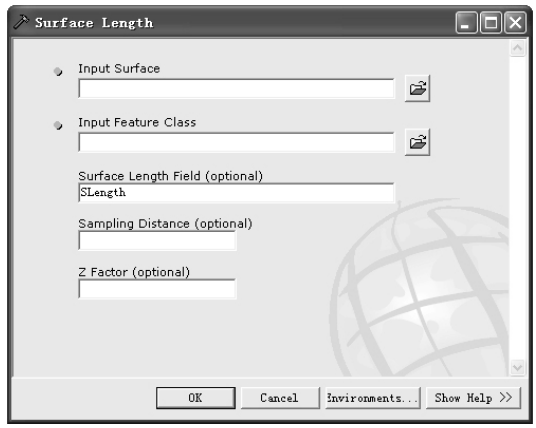


图 9.48 表面长度计算工具

计算过程如下：

（1）选择输入表面（Input Surface）（其值将用以进行插值生成三维线段）；

（2）选择包含二维线段的输入要素类（Input Feature Class）；

（3）指定添加到要素属性表中的字段名称，默认为 SLength（可选项）；

（4）设定采样间距（Sampling Distance）（在表面上计算长度的步距）。当输入表面为 TIN 表面时，如前所述，默认采样间距以 TIN 表面上三角形边及结点与线段的交点自然分割；如为栅格表面，默认间距为栅格尺寸大小。此项亦为可选项。

（5）设置 Z 值转换系数，用于当平面单位与 Z 值单位不同时进行转换（可选项）。

图 9.49 为输入的表面、要素类与计算得出的表面长度（SLength1）。

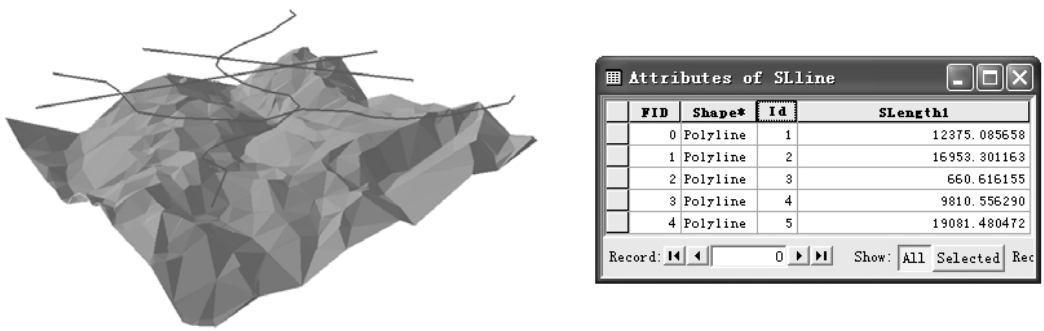


图 9.49 表面、要素及相应表面长度

9.3 ARCSCENE 三维可视化

在三维场景中浏览数据更加直观和真实，对于同样的数据，三维可视化将使数据能够提供一些平面图上无法直接获得的信息。可以很直观地对区域地形起伏的形态及沟、谷、鞍部等基本地形形态进行判读，比二维图形如等高线图更容易为大部分读图者所接受。

ArcScene 是 ArcGIS 三维分析模块的一部分，通过在 3D Analyst 菜单条中点击 按钮打开。它具有管理 3D GIS 数据、进行 3D 分析、编辑 3D 要素、创建 3D 图层以及把二维数据生成 3D 要素等功能。

9.3.1 要素的立体显示

有时需要将要素数据在三维场景中以透视图显示出来进行观察和分析。要素数据与表面数据的不同之处在于，要素数据描述的是离散的对象如点对象、线对象、面对象（多边形）等。它们通常具有一定的几何形状和属性。常见的点要素有通信塔台、泉眼等在地图上通常表现为点状符号；线状要素更为常见，如道路、水系、管线等等；多边形要素如湖泊、行政区及大比例尺地形图上的居民地等。

在三维场景中显示要素的先决条件是要素必须被以某种方式赋予高程值或其本身具有高程信息。因此，要素的三维显示主要有两种方式：1）具有三维几何的要素，在其属性中存储有高程值，可以直接使用其要素几何中或属性中的高程值，实现三维显示；2）对于缺少高程值的要素，可以通过叠加或突出两种方式在三维场景中显示。所谓叠加，即将要素所在区域的表面模型的值作为要素的高程值，如将所在区域栅格表面的值作为一幅遥感影像的高程值，可以对其做立体显示；突出则是指根据要素的某个属性或任意值突出要素，如要想在三维场景中显示建筑物要素，可以使用其高度或楼层数这样的属性来将其突出显示（图 9.50）。

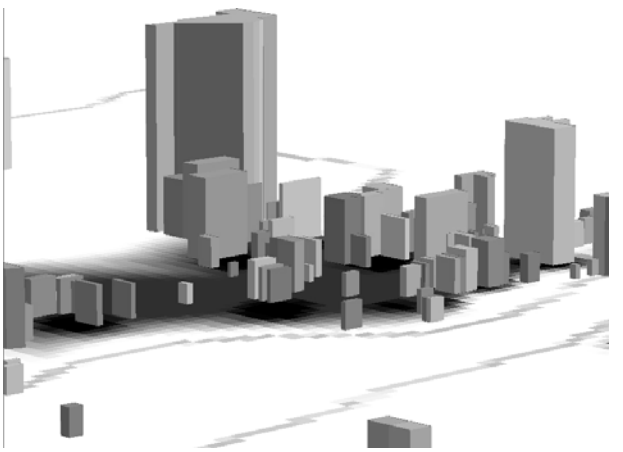


图 9.50 建筑物二维图形按高度突出

另外，有时研究分析可能需要使用要素的非高程属性值作为三维 Z 值，在场景中显示要素。最常见的是在社会、经济领域的应用。如对某省行政范围内每个市县的经济总量值作为 Z 值进行三维立体显示（图 9.51），可直观地观察和分析全省总体的情况。

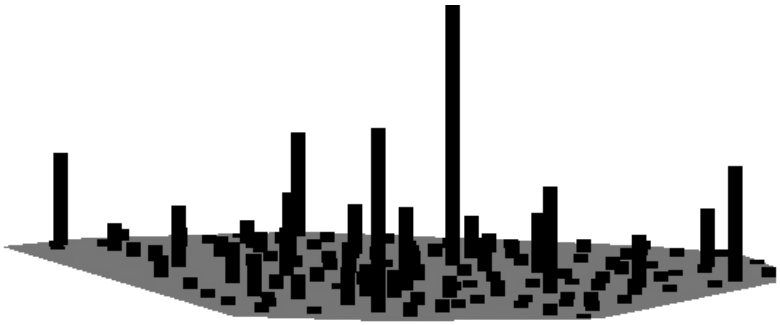


图 9.51 某地区各个城镇人口数突出显示

由前所述，添加到三维场景中的数据并不一定会自动以三维方式显示。具有三维几何的要素及 TIN 表面将自动以三维方式进行绘制。栅格影像和二维要素在添加进入场景中时，会放置在一个平坦的三维平面上，若要以三维方式查看它们，需首先定义其 Z 值。

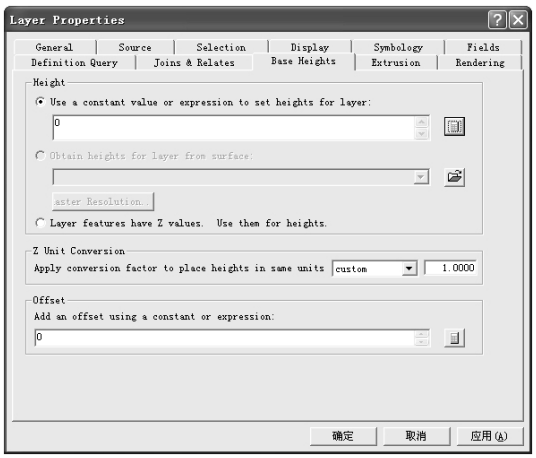


图 9.52 设置要素图层的基准高程

ArcGIS 的三维分析功能在要素属性对话框中提供了要素图层在三维场景中的三种显示方式：1）使用属性设置图层的基准高程；2）在表面上叠加要素图层设置基准高程；3）突出要素。还可以结合多种显示方式，如先使用表面设置基准高程，然后在表面上再突出显示要素。在城市景观三维显示中，以表面设置基准高程，然后在表面上突出显示要素建筑物，可以更加自然真实显示城市景观。

1. 通过属性设置基准高程显示要素图层

在要素属性对话框（Properties）中，选择基准高程选项卡（Base Heights），设置以常量或表达式作为基准高程，填写或点击 Calculate 按钮生成提供 Z 值的字段或表达式即可，见图 9.52。

之后，二维要素将以所设定属性或表达式的值为 Z 值在三维场景中显示，图 9.53 是以等高线的高程属性作为基准高程显示的等高线三维透视图。

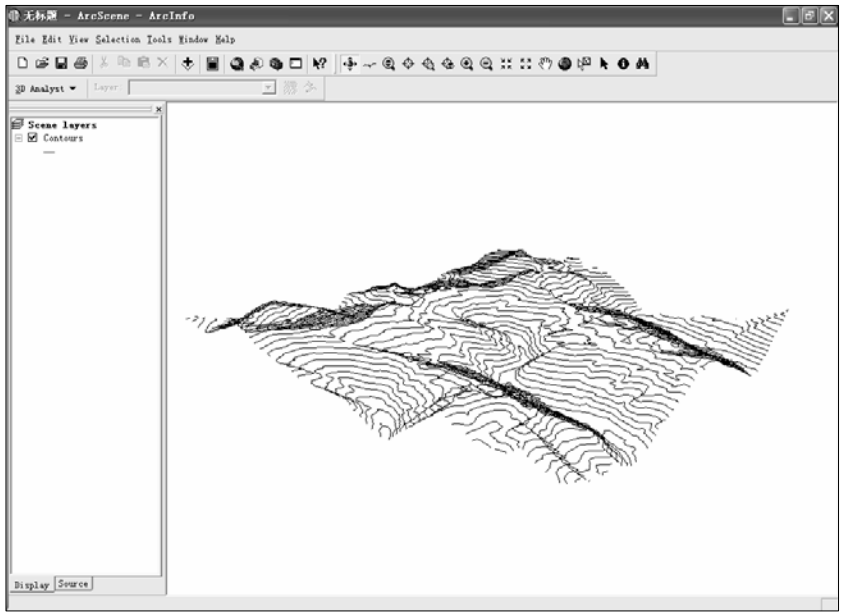


图 9.53 等高线要素的三维显示

2. 使用表面设置基准高程显示要素图层

在设置基准高程时选择由表面获取要素图层的高程，点击 Obtain heights for layers frome surface 选择所需表面即可（图 9.54）。要素将会以表面所提供的高程在场景中显示。

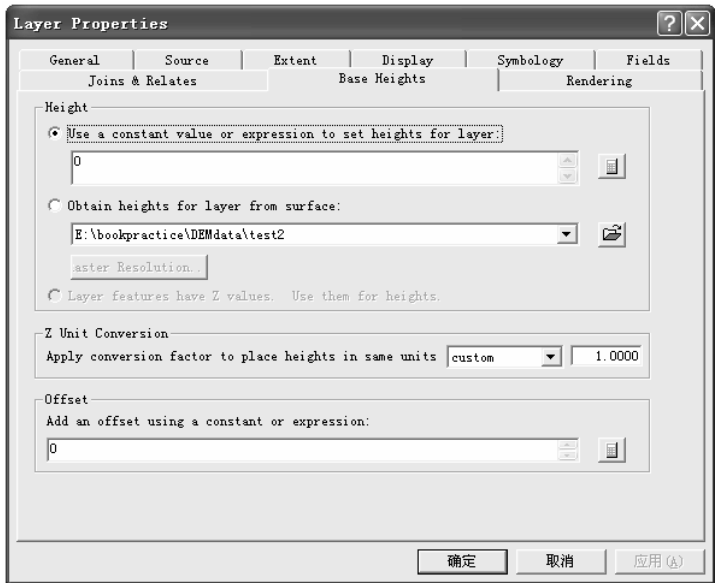


图 9.54 使用表面设置要素的基准高程

3. 要素的突出显示

在图层属性对话框的突出（Extrusion）标签中，选中对图层中的要素进行突出复选框（图 9.55）。

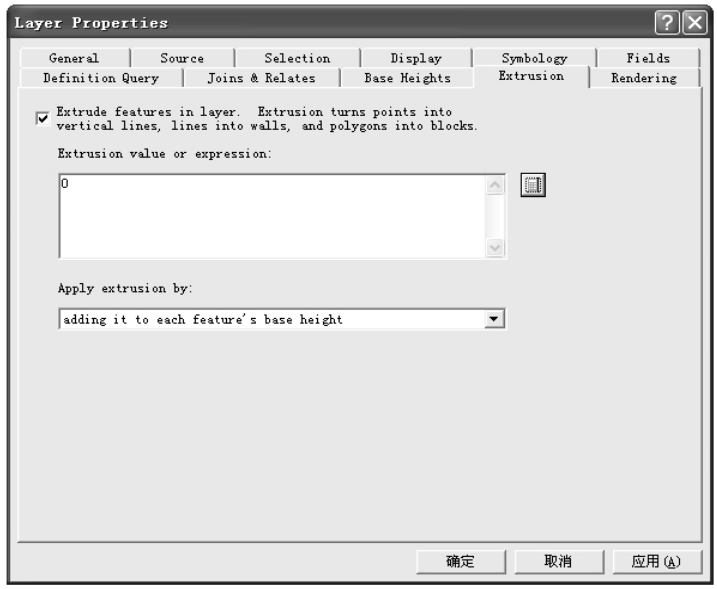


图 9.55 设置对要素进行突出显示

并且在文本框中填写或点击按钮打开突出表达式生成器建立突出表达式（图 9.56）。

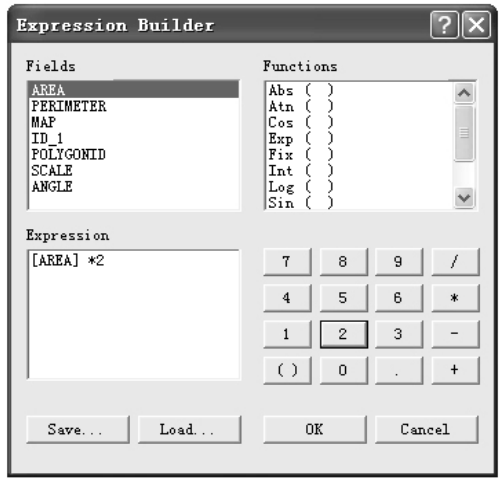


图 9.56 突出表达式生成器

9.3.2 设置场景属性

在实现要素或表面的三维可视化时，需要注意以下一些问题，包括：

- 添加到场景中的图层必须具有坐标系统才能正确显示；
- 为更好地表示地表高低起伏的形态，有时需要进行垂直拉伸，以免地形显示地过

于陡峭或平坦；

- 为全面地了解区域地形地貌特征，可以进行动画旋转；
- 为增加场景真实感，需要设置合适的背景颜色；
- 根据不同分析需求，设置不同的场景光照条件，包括入射方位角、入射高度角及表面阴影对比度；
- 为提高运行效率，需要尽可能地见效场景范围，去除一些不需要的信息。以下就 ArcScene 中常用的场景设置内容做一详细介绍。

1. 场景坐标系统

如果场景中要显示的数据都处于相同的坐标系统之下，则直接将数据添加显示即可，不需考虑图层的叠加是否正确。如果各个图层存在不同的坐标系统，则须进行适当的转换以确保 ArcScene 能够正确显示它们。通常，当在一个空的场景中加入某图层时，该图层的坐标系统就决定了场景的坐标系统。在这之后可以根据应用需求再对场景的坐标系统进行更改。当随后加入其它图层到场景中时，ArcScene 将会自动将图层的坐标系统转换使与场景的坐标系统一致。若新加入图层没有坐标系统，将不能正确显示，此时可人为地确定数据的坐标系统。

如果数据本身没有任何坐标系统的信息，ArcScene 将会检查图层的坐标值，看其 X 值是否落在-180 度到 180 度之间，Y 值是否在-90 度到 90 度之间。如果满足上述条件，则 ArcScene 将该数据认为是经纬度坐标数据。否则，将认为该数据为平面坐标数据。

（1）查询当前场景坐标系统

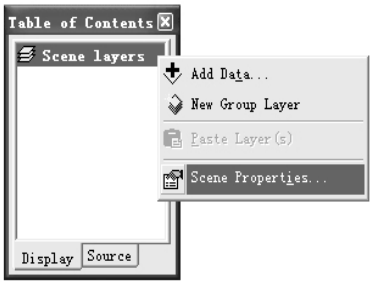


图 9.57 打开场景属性对话框

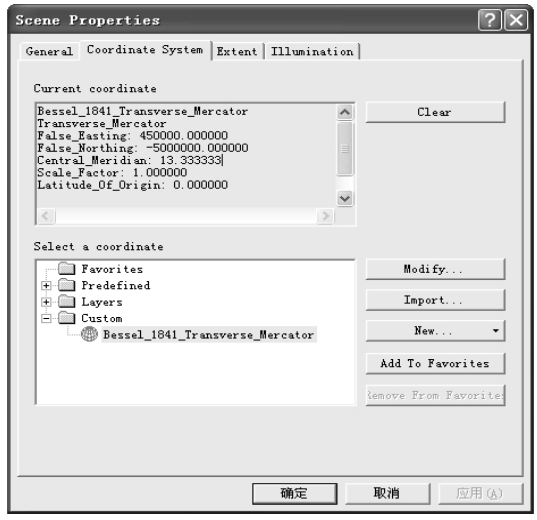


图 9.58 设置场景坐标系统

打开场景的属性对话框（图 9.57）。选择其中的坐标系统（Coordinate System）选项卡，将显示当前使用的坐标系统的详细信息。（图 9.58）

（2）在图 9.58 所示的场景属性对话框中，双击预定义（Predefined），选择预定义坐标系统，之后，所有加载到场景中的数据都将使用该坐标系统进行显示。

需要注意的是，改变场景的坐标系统，并不会改变图层源数据其坐标系统，只是以场

景坐标系统对其进行显示。

2. 垂直拉伸

垂直拉伸一般用于强调表面的细微变化。在进行表面的三维显示时，如果表面的水平范围远大于其垂直变化，则表面的三维显示效果可能不太明显，此时，可以进行垂直拉伸以利于观察分析。另外，当表面垂直变化过于剧烈不便于分析应用时也可以进行垂直拉伸，不过垂直拉伸系数应设置为分数。垂直拉伸对场景内所有图层都产生作用，如果要对单个图层做垂直拉伸，可以通过改变图层的高程转换系数来实现。

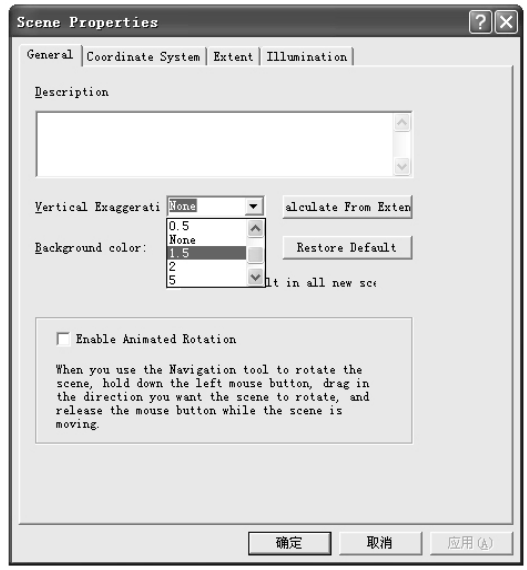


图 9.59 设置垂直拉伸系数

打开场景属性对话框，在 General 选项卡中选择垂直拉伸（Vertical Exaggeration）系数（图 9.59），或者点击 Calculate From Extent 按钮，系统将根据场景范围与高程变化范围自动计算垂直拉伸系数。

图 9.60 为原始表面与设置拉伸系数为 2 时的显示效果的对比。

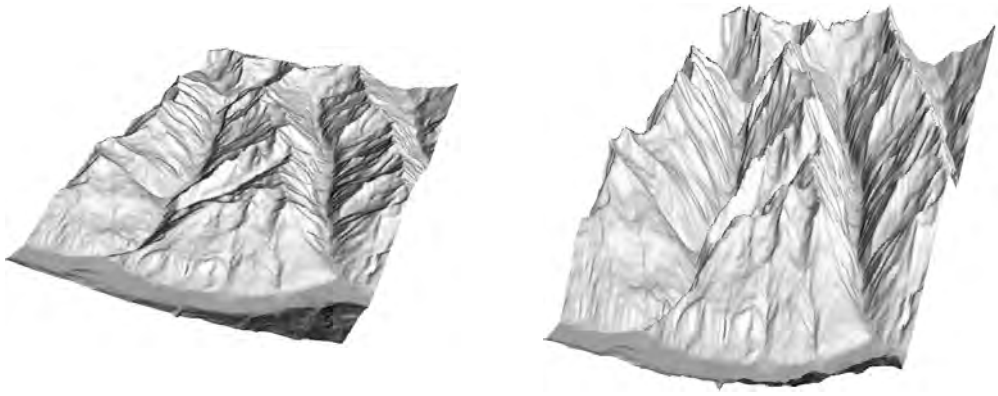


图 9.60 原始表面与拉伸后的表面

3. 使用动画旋转

通过对场景进行旋转观察，可以获得表面总体概况。ArcScene 可以使场景围绕其中心旋转，旋转速度与察看角度可以人为调整，并可在旋转的同时进行缩放。

欲使用动化旋转，需要先对该功能进行激活。打开场景属性对话框后，在 General 选项卡中选中 Enable Animated Rotation 选项即可激活动画旋转功能（图 9.61）。

激活之后，可以使用场景漫游工具（Navigate）将场景左右拖动之后，即可开始进行旋转，旋转的速度决定于鼠标释放前的速度，在旋转的过程中也可以通过键盘的 Page Up 键和 Page Down 键进行调节速度。点击场景即可停止其转动。

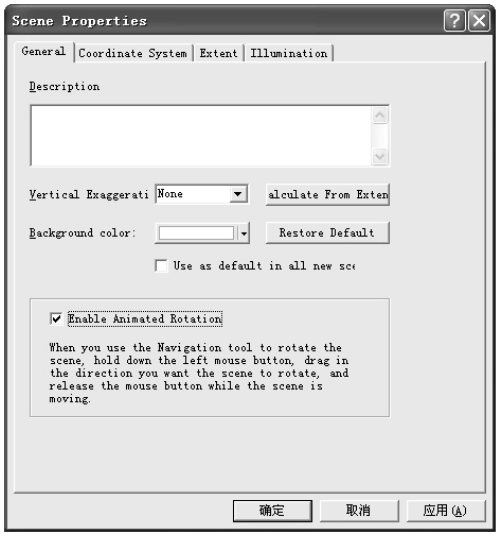


图 9.61 激活动画旋转功能

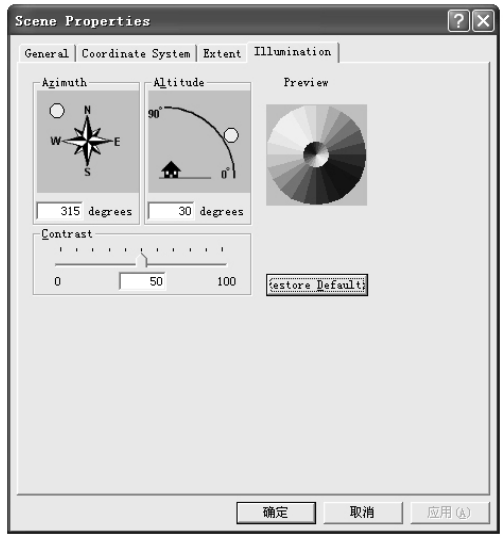


图 9.62 设置场景的光照

4. 设置场景背景颜色

同样地，打开场景属性对话框，在 General 选项卡中，选择背景色（Background），同时还可以将所选颜色设置为场景默认背景色（选中 Use as default in all new scenes 复选框）。

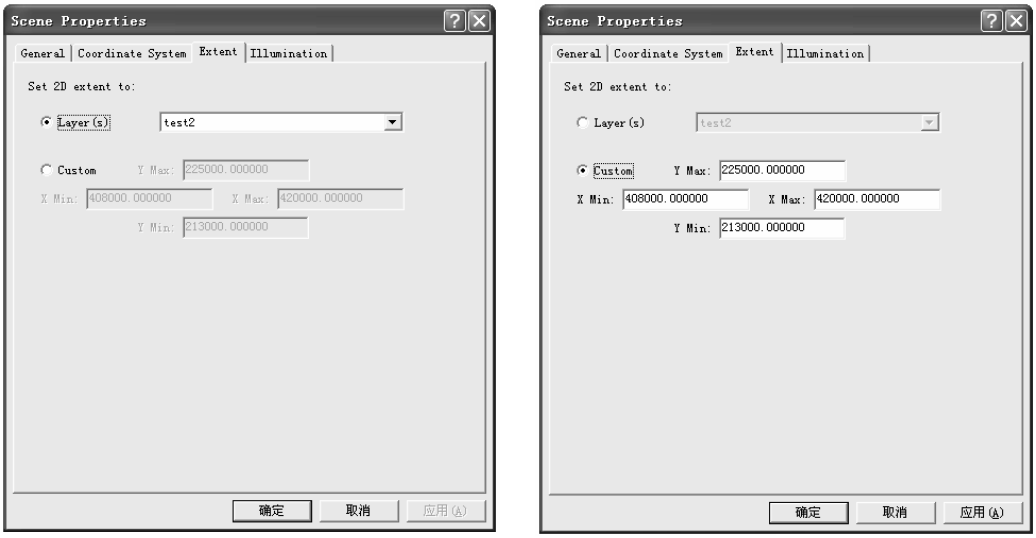
5. 改变场景的光照

通过设置光源的方位角、高度角及对比度可以调整场景的照明情况。在场景属性对话框的 Illumination 选项卡中，可以通过手动输入方位角（Azimuth）和高度角（Altitude）或通过鼠标滑动改变这两个参数。另外，同时在此还可设置对比度。以上操作见图 9.62 所示。

6. 改变场景范围

设置合适的场景范围，可以消除一些无关信息，增加绘图时的性能。默认情况下，场景的范围为场景中所有图层的范围。可以根据应用需求改变场景的范围，使之与某个图层的范围一致，或通过 X、Y 坐标的最大最小值来指定。

打开场景属性对话框后，选择 Extent 选项卡，在此设置场景范围（图 9.63）。如前所述可以两种方式进行设置：1）在 Layers 下拉列表中选择某一图层（图 a）；2）点击自定义（Custom），输入最大最小 X、Y 坐标，从而确定场景范围（图 b）。



a b

图 9.63 设置设置场景范围的两种方式

9.3.3 飞行动画

通过使用动画，可以使场景栩栩如生，能够通过视角、场景属性、地理位置以及时间的变化来观察对象。例如，可以创建一个动画来观察运动着的卫星在它们的轨道上是如何相互作用的，也可以用动画来模拟地球的自转及随之的光照变化。

1. 如何制作动画

在 ArcScene 中提供了制作动画的工具条 Animation。默认情况下，它没有添加到 ArcScene 的视图中，可以通过在工具栏上点击右键，在弹出的快捷菜单中选择 Animation 项打开它。能够制作数据动画、视角动画和场景动画。动画是由一条或多条轨迹组成，轨迹控制着对象属性的动态改变，例如，场景背景颜色的变化，图层视觉的变化或者观察点的位置的变化。轨迹是由一系列帧组成，而每一帧是某一特定时间的对象属性的快照，是动画中最基本的元素。在 ArcScene 中可以通过以下几种方法生成三维动画：

（1）通过创建一系列帧组成轨迹来形成动画：

在动画工具条中提供了创建帧的工具。可以通过改变场景的属性（例如场景的背景颜色、光照角度等）、图层的属性（图层的透明度、比例尺等）以及观察点的位置来创建不同的帧。然后用创建的一组帧组成轨迹演示动画。动画功能会自动平滑两帧之间的过程。如，可以改变场景的背景颜色由白变黑，同时改变场景中光照的角度来制作一个场景由白天到黑夜的动画。

实现过程如下：

1） 设置动画第一帧的场景属性；

2） 点击 Animation 下拉菜单，选择 Create Keyframe 命令（图 9.64）；

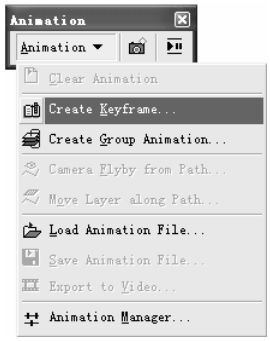


图 9.64 创建帧工具

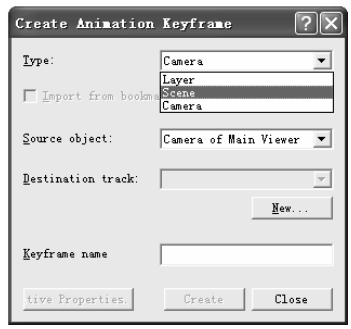


图 9.65 选择帧类型

3） 在 Type 栏中选择帧类型为 Scene，由不同场景构成动画的帧（图 9.65）；

4） 点击 New 按钮，创建一个动画，此时弹出 Animation Track 对话框（图 9.66），键入动画名称；

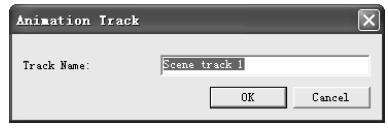


图 9.66 命名动画

5） 点击 Create 抓取一个新的帧；

6） 再次改变场景属性，之后点击 Create，抓取第二帧，根据需要抓取全部所需的帧。

7） 抓取完全部的帧之后，点击 Close，关闭创建帧对话框；

8） 点击 Open animation controls 按钮 ，弹出动画控制工具条（图 9.67）；



图 9.67 动画控制工具条

9） 点击；Play 按钮 ，预览动画。

（2）通过录制导航动作或飞行创建动画：

点击动画控制器上（Animation Controls，见图 9.67）的录制按钮开始录制，在场景中通过导航工具进行操作或通过飞行工具进行飞行，操作结束后点击录制按钮停止录制。这个工具类似录相器，将场景中的导航操作或飞行动作的过程录制下来形成动画。具体实现过程请参考实例 9.5.6。

（3）通过捕捉不同视角，并自动平滑视角间过程创建动画：

通过导航工具将场景调整到某一合适的视角，用动画工具条上的捕捉视角命令捕捉此时的视角，然后将场景调整到另一个合适的视角，再次用捕捉命令捕捉视角，依次可捕捉多个视角。动画功能会自动平滑两视角间的过程，形成一个完整的动画过程。具体操作见实例 9.5.6。

（4）通过改变一组图层的可视化形成动画效果：

通过动画制作工具条中的创建组合动画命令，选择图层组，控制一组图层使他们按照顺序逐个显示通过效果调整实现动画效果。例如，可以用一组显示洪水淹没过程的图层生成洪水演进的动画效果。

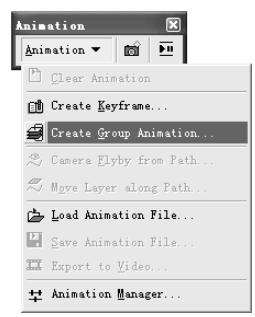


图 9.68 创建图层动画工具

实现过程如下：

1） 在场景中添加相关图层，并按照动画设计的播放顺

序从上到下依次调整图层顺序;。

2） 点击 Animation 下拉菜单下的 Create Group Animation 命令（图 9.68），弹出创建图层动画对话框（图 9.69）；

3） 在 Base name for tracks 栏中键入动画名称；

4） 设置起止时间；

5） 根据需要条调整图层出现的方式（Transitions）；

6） 利用动画控制工具条对生成的动画进行预览。

（5）通过导入路径的方法生成动画：

选择场景中存在的矢量要素，用动画工具条中的沿路径飞行命令制作沿路径飞行的动画效果，此时可以设置飞行时的一些参数来控制飞行过程中的视觉效果。或用图层沿路径移动命令制作某一图层沿路径移动的动画轨迹。此种方法一般用来制作场景行走动画。

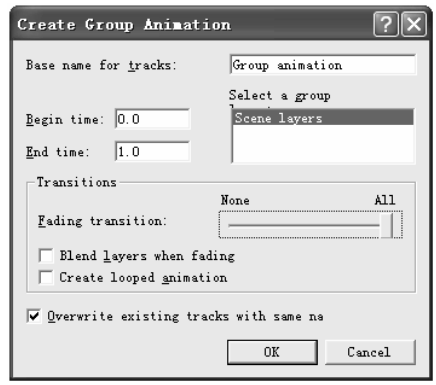


图 9.69 创建图层动画对话框

实现过程如下：

1） 选择场景中的矢量要素；

2） 点击 Animation 下拉菜单下的 Camera Flyby from path 命令（图 9.70），弹出沿路径飞行动画对话框（图 9.71）；

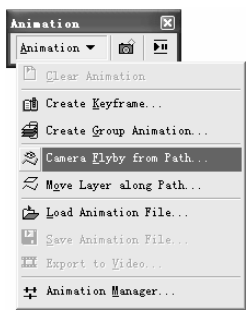


图 9.70 导入路径生成动画工具

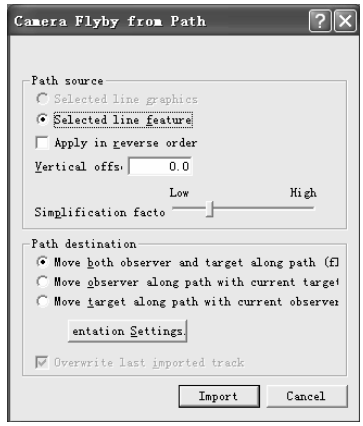


图 9.71 沿路径飞行动画对话框

3） 在 Vertical offset 栏中键入视高（视点距离地面的垂直距离），建议视高选择 3-10；

4） 在 Path destination 选项栏中设置路径目的地；

有三种方式：沿指定路径同时移动摄像机和目标地物、沿指定路径围绕目标地物移动摄像机、目标地物沿指定路径围绕摄像机移动。

5） 点击 Import 输入路径。

6） 预览动画，方法同前。

以上是 ArcGIS 中五种基本的动画制作方法。读者可以根据具体的工作需要进行选择，

也可对其进行组合搭配，达到最好的表达效果。

2. 编辑和管理动画属性

动画的帧或轨迹创建完成之后，可以用动画管理器编辑和管理组成动画的帧和轨迹。另外，通过它也能改变帧的时间属性，并可预览动画播放效果。

（1）启动动画管理器。单击 Animation 下拉菜单中的 Animation Manager 项（图 9.72）。

（2）打开的动画管理器如图 9.73 所示。

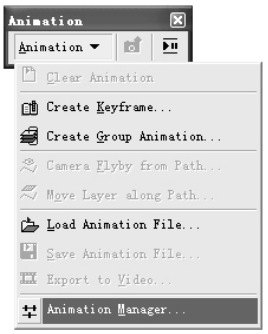


图 9.72 打开动画管理器

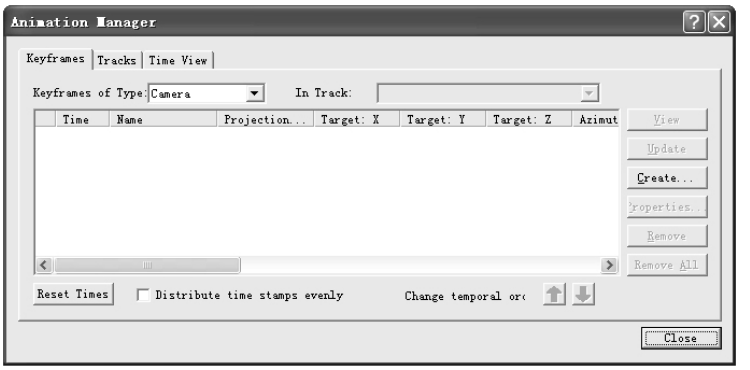


图 9.73 动画管理器

3. 保存动画

在 ArcScene 中制作的动画可以存储在当前的场景文档中，即保存在 SXD 文档中；也能存储成独立的 ArcScene 动画文件（*.asa）用来与其他的场景文档共享；同时也能将动画导出成一个 AVI 文件，被第三方的软件调用。

（1）将动画存储为独立的 ArcScene 动画文件。

步骤如下：

1） 在 Animation 下拉菜单下选择 Save Animation File 项（图 9.74）；

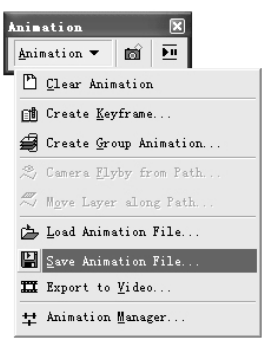


图 9.74 存储动画文件

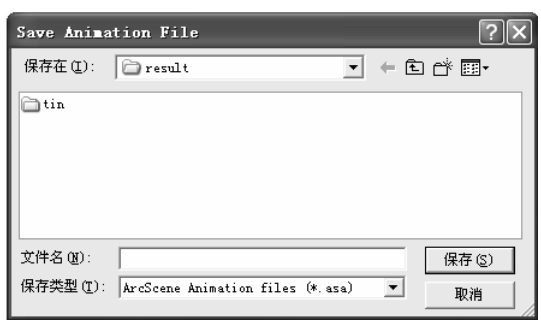


图 9.75 存储动画文件对话框

2） 在弹出的对话框中指定存储路径及文件名即可（图 9.75）。

（2）将动画导出为 AVI 文件。

步骤如下：

3） 点击 Animation 菜单下的 Export to Video 项（图 9.76）；

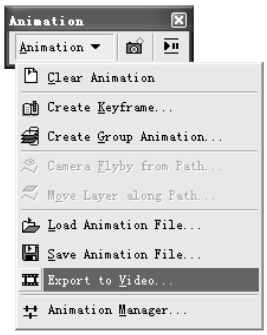


图 9.76 导出动画文件

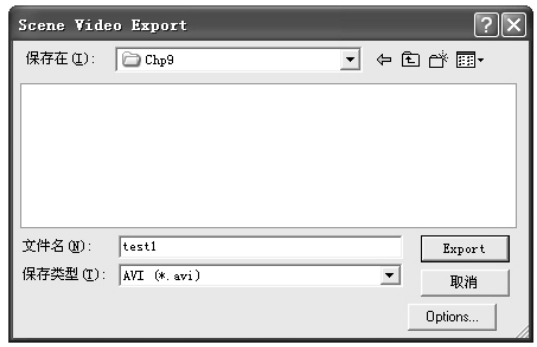


图 9.77 导出动画文件对话框

4） 在弹出的导出对话框中指定保存路径及文件名即可（图 9.77）。

4. 使用 Fly 工具进行飞行

此外，ArcScene 工具条提供了飞行（Fly）工具，使用它可以实现对场景的飞行浏览。选择该工具后，鼠标将变为一只小鸟的形状，单击之后，鼠标会再次变形。此时，可以通过鼠标的移动控制飞行方向与速度。再次单击鼠标，则可从当前视点沿鼠标所指方向向下方向飞行，途中，点击左键加快飞行速度，右键减速。

9.4 数据转换

ArcGIS 的三维分析模块提供了诸多数据转换工具，包括：将二维要素转换为三维；栅格转换为要素；TIN 表面与栅格表面之间的转换以及由 TIN 转换为要素。另外在 ArcToolbox 中还提供了更多的数据转换工具。本节将就其中的二维要素到三维转换工具（Features to 3D）、栅格转换为要素工具（Raster to Features）及由 TIN 表面转换为要素工具（TIN to Features）做一详细介绍，TIN 表面与栅格表面之间的转换在本章第一节表面创建中已有涉及，此处不再赘述。

9.4.1 二维要素三维化

尽管可以通过设置某表面为基准高程对二维要素进行显示，但是很多时候具有三维几何的要素更有用。它们可以更快速地显示，并且可不依赖于表面数据独立显示。通常，有三种方法将现有的二维要素数据转换为三维数据：1）由某一表面获取要素的高程属性值；2）由要素的某一属性值作为高程值；3）将要素的高程属性值赋为某一常量。

1. 从表面获得现有要素的高程值

首先，将二维要素图层及表面添加到地图或场景中，并且选择三维分析模块中的 Featues to 3D 工具（图 9.78）；

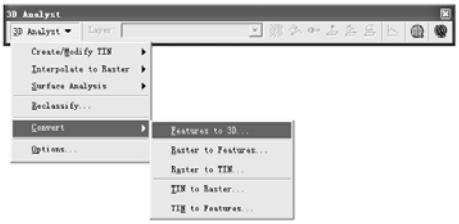


图 9.78 将要素三维化

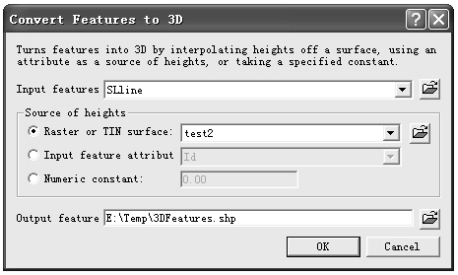


图 9.79 将要素三维化对话框

打开的 Convert Features to 3D 对话框如图 9.79。

转换步骤如下：

（1）选择欲转换为三维数据的要素图层（Input Features）；

（2）设置要素的高程值数据源（选择一 TIN 或栅格表面），这一操作在 Source of Heights 中选择 Raster of TIN Surface 选项中实现。

最后，设置输出路径及要素文件名即可完成。

2. 通过要素属性获取要素高程值

此方法与上述第一种实现过程类似，只是在选择要素的高程值数据源时选择 Input Feature Attribute 选项，并选择用以作为高程数据源的字段（图 9.80）。

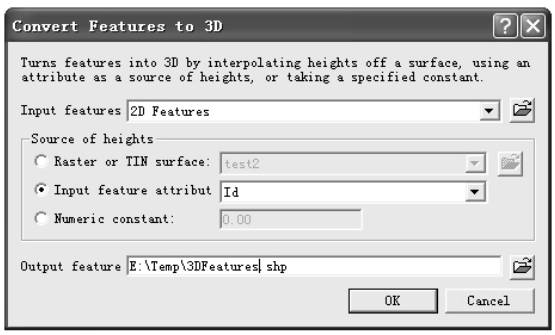


图 9.80 选择属性作为要素高程值

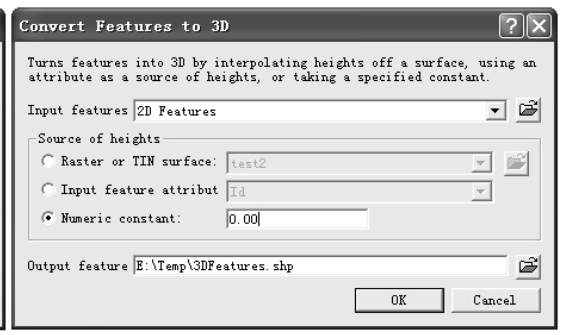


图 9.81 以某一常量作为要素高程属性

3. 以某一常量作为要素高程属性

此方法与上述两种方法实现过程类似，不同之处在于在选择要素高程数据源时选择 Numeric Constant 选项并在其后文本框中输入指定值作为要素的高程值。见图 9.81。

9.4.2 栅格数据的矢量转换

表面中可能会包含有一些有用的信息，而有时需要将其用于基于矢量的 GIS 操作中。本小节及下节将就栅格数据及 TIN 表面数据转换为矢量数据的方法做一介绍。

通常，将栅格数据转换成所需的要素的步骤是：

1. 将栅格表面数据转换成某种特定类别的数据，如高程、坡度、坡向；
2. 将各类别转换成多边形；

3. 将多边形数据与其它矢量数据一起使用，选择符合某个标准的区域。

可以将表面转换为点、线或多边形要素以供要素选择、叠加分析或编辑之用。例如，可由某一栅格高程数据中得出海拔高度大于 2500 米的地区并转换为矢量多边形要素以用于某项分析。

栅格数据通常是一连续表面，在转换前，必须先将其进行重新分类。例如，将坡度或高程值转换为分级数据。转换步骤如下：

1. 选择将栅格转换为要素工具（图 9.82）；

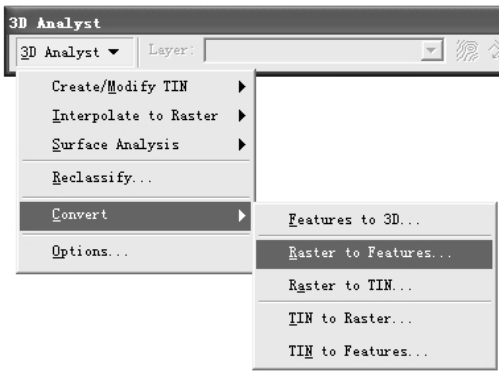


图 9.82 将栅格转换为要素工具

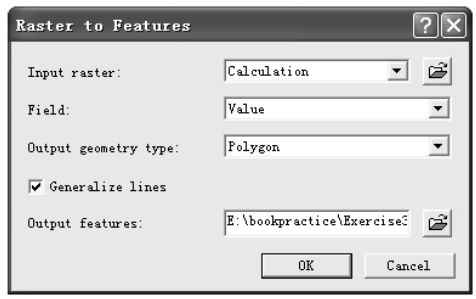


图 9.83 将栅格转换为要素对话框

2. 在打开的 Raster to Feature 对话框（图 9.83）中，选择输入的栅格数据、需要拷贝到输出要素中的字段及输出要素类型。

最后指定输出路径及文件名即可。图 9.84 为一栅格数据及由其转换得到的多边形要素。



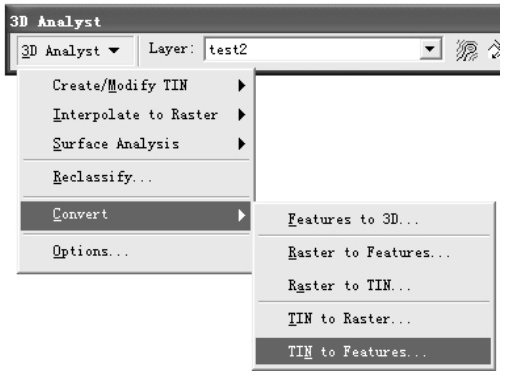
图 9.84 栅格图像及其转换所得矢量要素

9.4.3 TIN 数据的矢量转换

将 TIN 转换为矢量要素较为简单。如：可以从 TIN 表面上直接提取坡度与坡向多边形，或将 TIN 的节点高程值提取为点要素类。

转换步骤如下：

1. 选择三维分析模块中的将 TIN 转换为要素工具（图 9.85）；



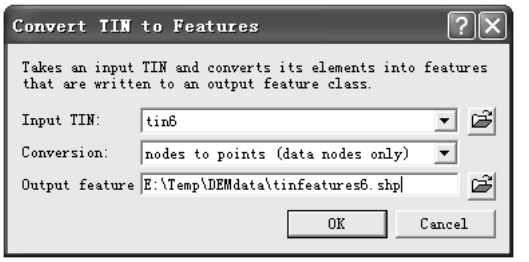


图 9.86 将 TIN 转换为要素对话框

2. 打开的 Convert TIN To Features 对话框如图 9.86；
3. 选择输入的 TIN 数据（Input TIN）；
4. 设置进行转换的类型（Conversion）；

最后，指定输出路径及文件名即可。图 9.87 为某区域 TIN 及由其提取的点要素类。

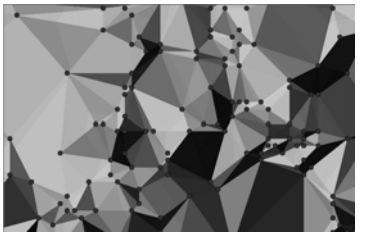


图 9.87 TIN 及由其三角形顶点提取所得点要素