

第六章 三维绘图软件 Surfer7

6.1 网络文件及其建立

6.1.1 简介 网络文件——规则矩形网络的三维数组 X, Y, Z 文件。用来画等值线图、网框图、矢量图、粘贴图、立体阴影图、色谱图, 计算面积、体积和画剖面图。

.GRD 文件格式

.GRD 文件: GS 二进制文件(缺省网络文件格式)、GS ASCII 文件

.DAT 文件: ASCII XYZ 数据文件

Surfer7 还可以直接使用 USGS [.DEM], GTopo30 [.HDR]和 SDTS [.DDF] 文件。

6.1.2 由离散点的 XYZ 文件创建[.GRD] 文件

为了产生等值线图或线网图, 或执行需要网络文件的操作如网格代数处理、计算体积和面积, 光滑或计算残差, 必须预先对数据文件进行网格化处理。

由 **Grid→Data** 打开所需的数据文件后, 出现散点数据插值法对话框 Scattered Data Interpolation。

该对话框由 4 个 Tab 组成。

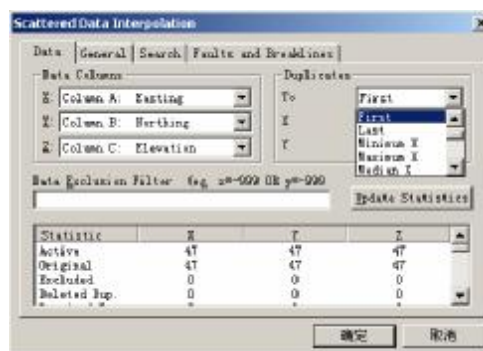
1 Date

数据列组 (Data Columns) 设定 X、Y 和 Z 的值对应于数据文件内的哪一列。

相同数据点处理方式选择。由下拉菜单 Duplicates 可以选择对有相同的 X、Y 坐标但有不同的 Z 值的两个或多个点 Z 值处理办法, 包括取平均值 (Average)、保留一个并删除其它值 (Delete)、对各点 Z 值加和 (Sum) 等。有些网格化方法还可以选择忽略这类数据点 (Ignore)。

数据筛选 (Filter) 可以使用布尔表达式对原始数据点进行筛选。

原始 XYZ 数据对话框提供数据统计。显示在数据文件内指定列中, 相应的 X、Y 和 Z 值的数据点数、最小值、最大值、平均值、方差和标准差等。



2 General

网格线参数 (Grid Line Geometry) 选择 X、Y 方向网格的取值范围; 设定产生网格文件时网格间隔和网格线的密度。改变网格线的密度, 网格的间隔宽度会自动随着改变。网格线的密度高则较精密, 但文件长度大, 构筑网格费时间,

网格化方法 (Gridding Method) 设定采用网格化的方法。有下拉式菜单提供多种可用的网格化方法清单。9 种网格化的数学方法见本章第二节。用不同的网格化方法处理数据时会产生不同的结果。选择时, 首先应使你的数据最接近实际情况。其次应使表现数据的图形为最好。

Option 每种网格化方法都有相应的参数设定。

输出网格文件 (Output Grid File) 指定生成的网格文件的路径和文件名。缺省名与数据文件同名, 扩展名.GRD, 可点击浏览按钮以改变其路径或文件名并选择网格文件类型。

3 Search

搜寻功能决定在内插网格结点时, 那些数据点参加插值计算。对于要用到全部数据文件的网格化方法, 例如多项式回归法、最小曲率法和线性插值的三角形法等, 搜寻功能不起作用, Search 键不能激活。

有以下 4 种**搜寻类型**：

①全部数据（All Data）：每一个结点 Z 值的计算都要用到全部数据点。对于较少的数据组，如少于 250 组数据时，最常用到全部数据搜寻。

②简单搜寻(Sample)：只用最靠近某结点的一些数据来计算该结点的 Z 值。数据点的数目由窗口右面 Search Rules 框内的 Data Per Sector 来设定。只有在搜寻椭圆（Search ellipse）以内的数据点才被用来计算。

③象限搜寻（Quadrant）：将一个结点周围分为 4 个 90° 的象限，软件自动分析每个象限的数据点数目，搜寻 4 个扇区内最近的数据点，而忽略掉该象限中这些最近点以外的数据点。

④卦限搜寻（Octant）：将一个结点周围分为 8 个 45° 的卦限，软件自动分析每个卦限的数据点数目，搜寻 8 个扇区内最近的数据点。较象限搜寻慢，但构成比较平滑的网格。

当观察点明显成簇状不均匀分布时，推荐使用象限或卦限搜寻方法，以消除或减少简单搜寻所造成的失真。

搜寻椭圆（Search Ellipse）：在搜寻方式为简单搜寻、象限搜寻或卦限搜寻情况下，计算每个结点 Z 值时搜寻数据点的范围。搜寻椭圆以外的数据点，进行插值时不予考虑。

缺省为圆形，表示在所有方向搜寻距离相同。

搜寻椭圆的参数有：

半径：半径 1 和半径 2 分别是用数据单位表示的 X 和 Y 方向的搜寻距离。

角度：+X 轴和半径 1 之间的倾斜角度（-360° ~ +360°）。

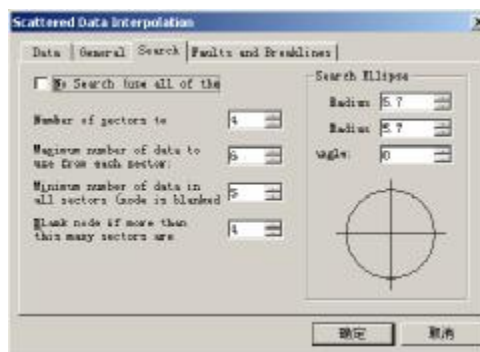
结点 Z 值为 0 说明在特定位置，根据用户设定的搜寻规律，没有足够的数据点来计算结点 Z 值。

搜寻规律（Search Rules）：在搜寻方式为简单搜寻、象限搜寻或卦限搜寻情况下，设置用来计算每个结点 Z 值的数据点数。与搜寻椭圆相关。

每扇区点数：设置每扇区的数据点数，对于简单搜寻、象限搜寻和卦限搜寻，扇区数分别是 1、4、8，缺省每扇区点数分别为 24、8、3。

最少总点数：对一个网格结点进行插值时，最少所需数据点数。

最多空扇区：对一个网格结点进行插值时所容许的最多空扇区数。



4 Faults and Breaklines

Faults 用.BLN 文件格式保存的 X、Y 二维多段线或多边形，用来限定网格化的范围。如对多段线一侧的原始数据点进行网格化，忽略另一侧。或对一多边形之内（或之外）的原始数据点进行网格化。File Containing Fault Traces 框给出 **Faults** 的.BLN 文件所在的路径。

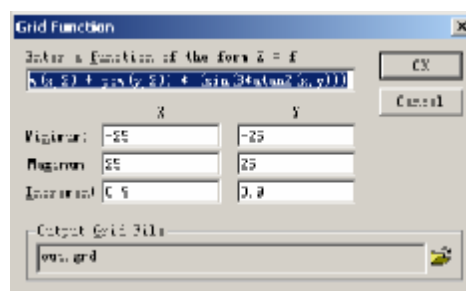
有一些网格化模型可以使用 **Faults**。

Breaklines 用.BLN 文件格式保存的三维数据集，X、Y、Z 给出每个点的坐标。不同于 **Faults**，**Breaklines** 不阻断信息流。当 Grid 算法遇到 **Breaklines** 时，用线形内插的方法联合确定结点的 Z 值。File Containing Breaklines 框给出 **Breaklines** 的.BLN 文件所在的路径。

Breaklines 用于定义流线、山脊和其他斜率的突变。

6.1.3 由函数关系生成.GRD 文件

Grid→Function 打开网格函数对话框。在**函数编辑框**中输入数学函数 $Z = f(X, Y)$ 。数学函数逐点的计算每一个 Z 值，并将其写入到输出的网格文件中。其中网格结点的数目取决于所选定的 X 和 Y 的最小值、最大值和增量。所采用的数学函数中能使用系统的任何内部函数。



例如, 按给定的函数关系, X、Y 的取值范围和增量产生一个网格文件。

缺省的输出网格文件名为 OUT.GRD, 可改变文件的路径和名字。

6.1.4 网格代数处理

由具有相同 X,Y 网格尺度的两个网格文件按照一定的函数关系 $C = f(A,B)$ 生成一个新的输出网格文件。这里 A 和 B 是输入的网格文件, C 是输出网格文件。从输入网格文件的相应结点上(具有相同 X,Y 坐标的网格结点)计算函数值, 计算的结果送到具有相同坐标的输出网格文件内。

网格数学也能用于单一的网格文件。例如, 使用函数 $C = \log_{10}(A)$, 则网格文件 C 的每一个结点的值将为网格 A 相应的每一网格结点值的以 10 为底的对数。也可以进行简单的数学操作, 例如 $C = A - 100$ 。这时输出网格文件 C 比输入网格文件 A 低 100 单位。

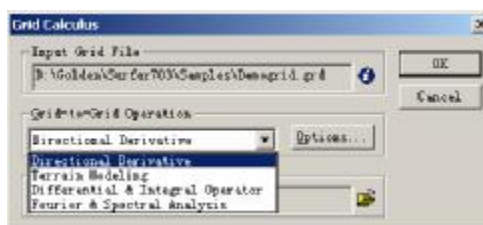
由 **Grid→Math** 打开网格代数对话框。输入网格文件 A 组指定执行网格数学操作的第一个网格文件。输入网格文件 B 组指定用于网格数学操作的第二个网格文件。如果只想在一个网格文件上执行操作, 可使其为空白。第二个网格文件应包含与第一个网格文件相同的网格行、列数, 和相同的 X 和 Y 列。缺省的输出网格文件名为 MATHT.GRD, 可改变文件的路径和名字。底部的编辑框用于输入函数 $C = f(A,B)$ 。



6.1.5 网格算法 (Grid Calculus)

提供解析网格文件的工具, 用来解释一些在等值线图和线网图中不明显的网格文件的特点。由 **Grid→Calculus** 打开网格算法对话框。选择网格算法进行处理, 生成一个新的网格文件。

由网格算法对话框可以选择以下 4 种算法之一: 方向导数、地体模型、微分和积分算符以及 Fourier 和谱分析



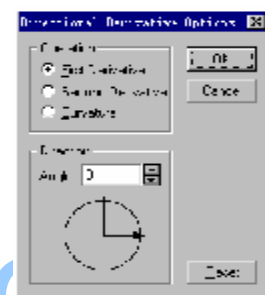
1) 方向导数 (Directional Derivative)

方向导数给出沿着规定的方向网格表面的斜率或斜率变化率的信息。斜率是有方向性的, 如果规定方向为东, 但倾斜方向为北, 则虽然向北有斜率, 在那个点上方向导数仍然为零。

操作时可分为一阶导数、二阶导数和方向曲率三种方式。

一阶导数 (First Derivative)

一阶导数给出表面沿方向线的斜率。由一阶导数的网格文件生成的等值线图绘制出沿着指定的方向具有相同斜率的等值线。在各网格结点处, 如向上倾斜则斜率为正, 如向下倾斜则斜率为负。若斜率接近正或负的无限大, 表示在向上或向下的向上接近垂直。



二阶导数 (Second Derivative)

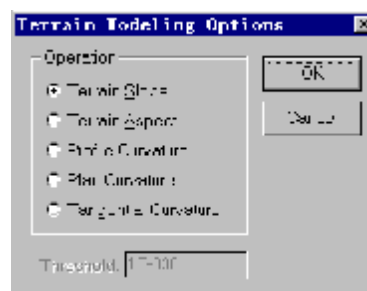
二阶导数给出沿着方向线斜率的变化率。由二阶导数的网格文件生成的等值线图绘制出穿过表面斜率变化率相同的等值线。其值随表面升降也有正值和负值; 数值的大小反映表面缓陡变化的快慢。

方向曲率 (Directional Curvature)

方向曲率是曲面沿着规定方向线, 在切面倾角的变化率。方向曲率采用变化率的绝对值, 因此它是一个正数。方向曲率类似二阶导数。

2) 地形模型 (Terrain Modeling)

在表面上每一网格结点处, Surfer 确定了该点最陡的斜坡和最陡斜率的方向(梯度方向)。地形模型的值是从 90 到 -90 度。最陡斜率零度是



水平线, 90 度是垂直上升的, 而 -90 是垂直下降的。

5 种地形模型的操作如下; 地形斜率、地形方位、纵剖面曲率、平面曲率和切线曲率。可以选择地形模型的临界值, 缺省为一极小值。

地形斜率 (Terrain Slope)

穿过表面, 斜率梯度的方向可以改变。由地形斜率的网格文件生成的等值线图或线网图绘制出等最大斜率线。该功能与一阶方向导数相同, 用来确定表面任何一点的斜率, 在考虑自动确定图中每一个点的的梯度方向时更为有用。梯度方向可由地形方位功能得到。

地形方位 (Terrain Aspect)

给出每一网格结点最大斜率的方向。比如表面的水流方向严格垂直于等值线的方向。其值用方位角来表示, 0 度为北; 90 度为东等。

可以利用地形方位功能创建一幅反映流动方向的粘贴图。

纵剖面曲率 (Profile Curvature)

纵剖面曲率确定每一个结点延梯度方向斜率变化率的增减情况。由纵剖面曲率的网格文件生成的等值线图显示穿过表面, 最大斜率的等变化率线。该功能可与二阶方向导数对比, 但更加有用, 因为它可以自动地判定表面每一点的下降方向, 然后确定该点沿此方向斜率的变化率。

平面曲率 (Plan Curvature)

平面曲率反映了在水平面上地形方位角测量的变化率, 描述了表面水流的会聚或发散。由平面曲率的网格文件生成的等值线图显示等会聚或等发散线。在网格文件中的负值表示发散, 而正值表示会聚。

切线曲率 (Tangential Curvature)

切线曲率与平面曲率类似, 也用来反映会聚或发散, 但它测量的是在垂直面上的情况。该功能描述表面水流的会聚或发散, 可以想象为沿垂直于等值线方向的垂直面的表面曲率。

3) 微分和积分算符(Differential & Integral Operator)

包括了 4 种功能: 梯度算符、拉普拉斯算符、双谐算符和积分体积

梯度算符 (Gradient Operator)

梯度算符在表面的任何点上产生最大斜率的网格, 等于地形斜率操作, 但是梯度算符为一数值, 而不是角度。水平表面梯度算符为零, 而接近于垂直面时梯度算符接近无限大。

拉普拉斯算符 (Laplacian)

拉普拉斯算符用于提供表面充电和放电的测量。

地下水、热量和电荷是三个守恒物理量的例子, 其局部流动速率与梯度成正比。拉普拉斯算符对这些物理量的局部体积进行量化, 流入时或在充电区 > 0 , 而流出时或在放电区 < 0 。

双谐 (Biharmonic) 算符

薄板和壳体的弯曲、多孔介质内的粘滞流体和在线性弹力范围内的应力函数是能利用双谐算符数学描述的三个物理量的例子。它等同于两次使用拉普拉斯算符。

积分体积 (Integral Volume)

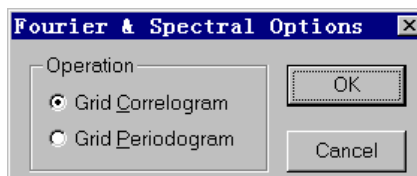
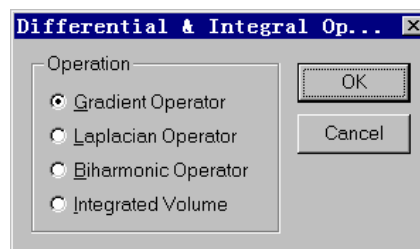
积分体积操作给出整个网格范围内或子网格的堆积体积。子网格可以是任何外形。例如生成等值线图来表示煤矿内煤层的厚度, 积分体积图可用于计算每个月内开采煤的体积。另一个例子是雷暴雨的降雨密度, 如果计算了积分体积并覆盖于分水岭边界图, 就可以直接计算流入每一溪流的水流量。

如定义从 X_{\min} 到 X_{\max} 和从 Y_{\min} 到 Y_{\max} 的矩形区域, $V(x,y)$ 是在 $Z=0$ 的平面和表面覆盖下的区域之间的体积。因此, $V(x_{\min}, y_{\min}) = 0$, 而 $V(x_{\max}, y_{\max})$ 等于整个矩形的区域下面的体积, 其值由 **Grid** \rightarrow **Volume** 命令得到。由积分体积功能也很容易计算矩形子网格的体积。

4) 傅立叶及谱分析(Fourier and Spectral Analysis)

包括 2 个功能:

相关图 (Correlogram)



相关图用于评估空间模型和空间相关性。相关图显示在网格中潜在的趋势和测量网格各向异性。

在右上和左下象限相反的意义下，相关图是对称的，虽然不完全一样，但是非常接近。相关图与父本网格有相同的尺度，但围绕原点有正的和负的单位。

网格 Peridiogram

网格 peridiogram 是将表面分解成多个两维的正弦曲线的加权和。它显示隐藏的对称性以及等值线图或线网图中不明显的重复图案。Surfer 以两维的傅立叶频率计算网格 peridiogram，没有任何平滑、细化和拟合。

6.2 网格化方法

6.2.1 网格化基础知识：

网格化是把以 XYZ 数据文件格式表示的、通常是不规则分布的原始数据点，经过数学处理，构筑一个规则的空间矩形网格的过程。原始数据的不规则分布，造成缺失数据的“空洞”。网格化则用外推或内插的算法填充了这些“空洞”。

大多数情况下，采用加权平均插值算法，即所有其它参数相等的条件下，愈靠近结点（计算出的规则点）的数据（原始数据点），对计算该结点的 Z 值贡献愈大。

插值方法分为两种：精确插值(Exact interpolators)和平滑插值(Smoothing interpolators)。视网格化所用的数学模型和设定参数的不同，一种网格化方法可以属于两种插值方法中的一种或另一种。

精确插值指当网格结点正好位于原始数据点时，该结点的 Z 值等于此原始数据点的 Z 值。对于加权平均内插算法，这就意味着此原始数据点的权重为 1，而其它数据点对于该结点的权重为 0。增加网格密度，就增大了网格结点正好位于原始数据点的可能性。

平滑插值用于并不十分依赖原始数据，只试图了解 Z 值的总体变化趋势的情况。平滑插值不会给任何数据点以权重 1，即使某网格结点正好位于原始数据点。

每一种网格化的方法都有自己的一组设置。对于每种方法来说，数据处理和方向性都是类似的。

6.2.2 距离反比法（Inverse Distance to a Power）

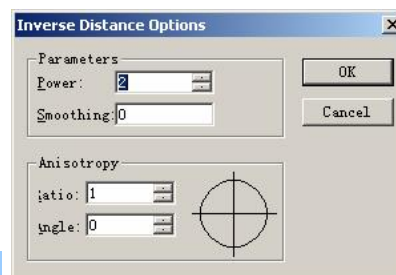
一种加权平均插值的网格化方法。在计算一个网格结点的 Z 值时，一定范围内，所有数据点的权重的和为 1，权重与某数据点到该结点距离成反比，愈靠近该结点的原始数据点，其权重愈大。如果网格结点正好位于某原始数据点，该结点的 Z 值就等于此原始数据点的 Z 值，即此原始数据点对于该结点的权重为 1，而其它数据点对于该结点的权重为 0。可见，距离反比法是一种准确插值方法。

权重系数（Power）的值反映随着数据点到网格结点距离的增加，其权重降低的程度。当权重系数为 0 时，所计算出的网格面是一个接近水平的平面，其 Z 值为所有原始数据点的平均值。随着权重系数的增加，形成最临近点插值，导致表面变成多边形。

平滑参数（Smoothing）把不确定性与用户输入的数据联系起来，平滑参数愈大，相邻网格的影响愈小。平滑参数大于 0，则没有任何一个数据点对于某个结点的权重为 1，即使该数据点正好位于网格结点上。

各向异性（Anisotropy）

指在用原始数据点计算网格点 Z 值时，对沿某一个坐标轴方向的数据点比其它方向的数据点给予更多的权重。多数情况下，在构筑网格时，不需要考虑方向性，因为大多数等值线图或线网图的 X、Y 坐标是同一比例尺。这时，1 X 单位=1Y 单位。当确实需要考虑各向异性时，Ratio 对话框内为 1 个 X 单位相对与一个 Y 单位的比例。如选 Ratio 为 2，则意味 1 X 单位=2Y 单位。下面沿 X 轴方向伸长的椭圆示意不同方向给予不同的权重。选用不同的网格化方法，各向异性的参数略有不同。



距离反比法的特点之一就是在网格区内围绕着某些数据点可能产生牛眼状等值线 (Bull's-eyes)。

距离反比法是一种快速网格化的方法，在小于 500 数据点时，可以用全部数据点来生成网格。

6.2.3 最小曲率法 (Minimum Curvature)

这是一种在地学中广泛应用的网格化方法。

由最小曲率法构成的插值表面像一个线性弹性薄板，是一个尽可能与原始数据点吻合的最平滑的曲面。最小曲率法不是准确插值，是典型的平滑插值。

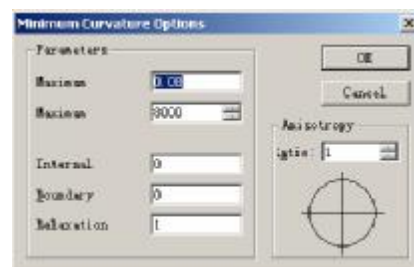
最小曲率法的对话框包括以下内容：

最大残差 (Max Reciduals)：单位与数据的相同，比较合适的值是数据精度的 10%。缺省的最大残差为 0.001 (Zmax - Z min)

最大重复参数 (Max Iterations)：通常设为网格结点数的 1 到 2 倍。例如，对于 50×50 的网格，最大重复参数在 2500 与 5000 之间。

内部和边缘张性系数 (Internal and Boundary Tension)：设定弹性薄板内部和边缘弯曲度的参数。该值愈大，弯曲愈小。缺省值均为 0。

松弛系数 (Relaxation Factor)：算法参数，通常，该值愈大，迭代算法会聚愈快。缺省值为 1，一般不用另设定。



6.2.4 多项式回归法 (Polynomial Regression)

多项式回归法用来确定用户数据整体的趋势或构造一种模型。多项式回归法实际上并不是一种插值，因为它并不试图预测未知的 Z 值。

用户可以在表面选定 (Surface Definition) 框内选择以下 4 种曲面中的任一种。

①简单平面 (Simple planer surface)

$$z(x,y)=A+Bx+Cy$$

②双线性鞍形 (Bi-linear saddle)

$$z(x,y)=A+Bx+Cy+Dxy$$

③二次表面 (Quadratic surface)

$$z(x,y)=A+Bx+Cy+Dx^2+Exy+Fy^2$$

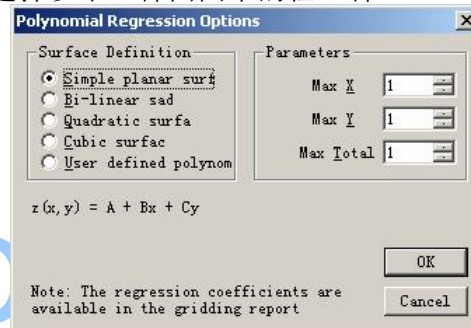
④三次表面 (Cubic surface)

$$z(x,y)=A+Bx+Cy+Dx^2+Exy+Fy^2+Gx^3+Hx^2y+Ix^2y^2+Jy^3$$

或由用户自定义。

选定的曲面方程相应显示在下面；右面的参数框内则显示 X、Y 和总的最高项次。

用户也可以利用 Parameters 框自定义多项式方程。

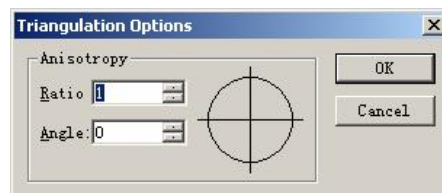


6.2.5 三角形线性插值法 (Triangulation with Linear Interpolation)

三角形线性插值法是一种准确插值，方法是在相邻点之间连线构成三角形，并且保持任一三角形的边都不与其它三角形的边相交。这样在网格范围内由一系列三角形平面构成拼接图。

由于数据点平均分布，在通过地形变化显示断层线时，三角形法非常有效。

因为每一个三角形都构成一个平面，所有的结点都在三



角形中，其坐标被三角形平面方程唯一地确定。

对于有 200 至 1000 个数据点，且平均地分配在网格区域里时，用三角形线性插值法最好。

6.2.6 修订了的 Shepard's 法

Shepard's 法是一种距离反比加权的最小二乘法。与距离反比法插值法相似，但由于使用局部最小二乘法，消除或减少了绘制等值线时的“牛眼”效应。

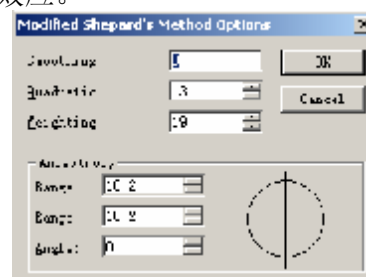
Shepard's 法可以是准确插值或者是平滑插值。

可以设置网格化的平滑参数，允许进行平滑插值。随平滑参数值的增加，平滑效果愈明显。通常，该值在 0 和 1 之间最合适。

Quadratic Neighbors 指定进行最小二乘法的范围，即计算半径内的原始数据点数。

Weighting Neighbors 指定进行加权平均的范围，即计算半径内的原始数据点数。

缺省值为 Renka (1988) 推荐。



6.2.7 Kriging 法

Kriging 法是用南美采矿工程师 D. G. Krige 的名字命名的一种地学统计内插方法，原来是试图比较准确地预测矿石储量。已经发现在许多领域非常有用。Kriging 法描述数据中隐含的趋势。比如孤立的高值点“牛眼”，在使用 Kriging 法网格化时可连成“山脊”。

变异图模型 (Variogram Model)：用来确定插值每一个结点时所用数据点的邻域，以及在计算结点时给予数据点的权重。

Surfer 提供了多种最常用的变异图模型，它们是指数、高斯模型、线性、对数、矿块效应、幂、二次模型、有理数二次模型、球面模型和波（空洞效应）。如果拿不准用哪一种变异图，可选用线性变异图，大多数情况下，效果较好。

每一种模型都有 Slope, Scale, Length 等参数要求设定。

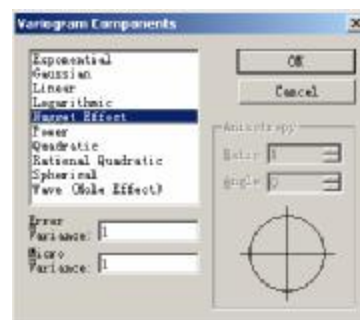
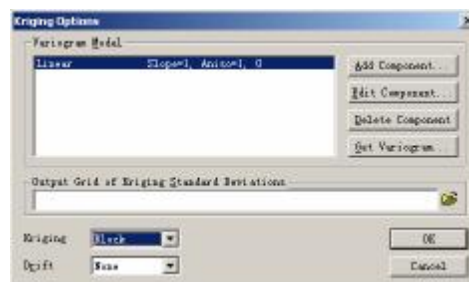
比例系数（变异图方程中的 C）用来确定所选择的变异图模型的 sill，除了线性变异图以外（没有 sill），Sill 等于矿块效应加变异图比例。当你没有设定任何矿块效应值时，sill 等于比例值。

偏移类型 (Drift Type)：当对原始数据点分布的“空洞”和边界之外的点进行插值计算时，偏移类型功能将有明显影响。

Surfer 提供了 3 种偏移类型：无偏移、线性偏移和二次偏移。

拿不准时最好选无偏移，即采用普通 Kriging 法插值。线性偏移和二次偏移被用于实施普通 Kriging 插值。如果数据的变化趋势围绕着一一种线性趋势，则采用线性偏移；如果数据的变化趋势围绕着一二次趋势（即抛物线型），则采用二次偏移。

矿块效应 (Nugget Effect) 用于在收集数据时存在潜在错误的情况下。指定矿块效应会导致 Kriging 产生更为光滑的插值，即个别数据点吻合较差但反映了全体数据的整体趋势。矿块效应愈高，产生的网格愈光滑。



矿块效应有两部分构成：

矿块效应 = 误差方差 + 微方差

误差方差编辑框允许用户设定测量误差的方差；微方差编辑框允许用户设定小规模结构的方差。

当误差方差为 0 时，非 0 的矿块效应具有一般光滑的效果，但产生的网格仍然与每个观察点吻合（可视为一种准确插值）。一个非 0 的误差方差允许网格不同于观察点（是一种平滑插值）。

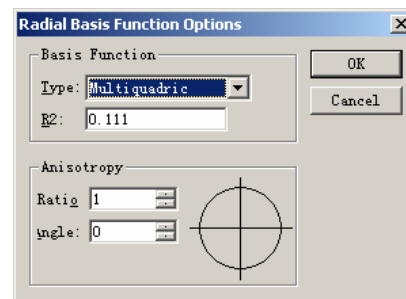
6.2.8 径向基本函数法（Radial Basis Functions）

径向基本函数法是一种准确插值的方法。其中的多重二次曲面法被许多人认为是最好的方法。在插值生成一个网格结点时，这些函数确定了使用数据点的最优权重组。

径向基本函数法的函数类型包括：反比多重二次曲面法；多重对数；多重二次曲面法；自然三次样条和薄板样条。

径向基本函数法类似 Kriging 法中的变异图。在大多数情况下，多重二次曲面函数是最合乎要求的。

R2 参数是一个决定锐化或平滑的参数。R2 值愈大，山顶愈圆滑，等值线愈平滑。R2 合理的实验值是在一个平均样本间距和半个平均样本间距之间。



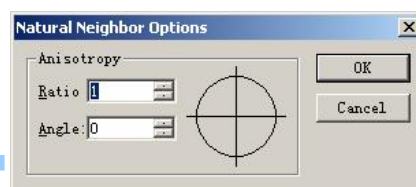
6.2.9 最近临点法（Nearest Neighbor）

最近临点法用最临近的数据点来计算每个网格结点的值。这种方法通常用于已有规则网格只需要转换为 Sufer 网格文件时，或数据点几乎构成网格，只有个别点缺失，该方法可以有效地填充“空洞”。

通过设置搜寻椭圆半径的值小于数据点之间距离的方法，给缺少数据点的结点赋值为空白。

6.2.10 普通临点法 Natural Neighbor

Surfer7 新增加的算法。一种相临点加权平均的内插算法，权重与 borrowed 区成正比。不能外推。



6.2.11 推荐的构造网格的数学模型

不同的网格化方法可以得到不同的网格文件，用户应当选用最能代表自己数据特点的方法，选择网格化方法时应当考虑原始数据点数量的多寡。

10 个或 10 个以下的数据点，除了反映数据的一般趋势外，没有多大意义。这样少的点，三角形法无效，

数据点 < 250 个时，具线性变异图的 Kriging 法，多重二次曲面法的径向基本函数法都可以产生较好代表原始数据特点的网格。

中等数据量（250 到 1000 数据点），线性内插三角形法网格化很快，并生成很好代表原始数据特点的网格。Kriging 法和径向基本函数法较慢，也可以产生高质量的网格。

大的数据量（>1000 数据点），最小曲率法最快，网格足以代表原始数据特点。线性内插三角形法网格化较慢，网格有足够的代表性。

以下的建议仅仅是一般的推荐。

距离反比法最快，但是围绕数据点，有产生“牛眼”效应的趋势。

大部分情况下，具有线性变异图的 **Kriging** 法是十分有效的，应首先予以推荐。其次是很接近的经向基本函数法中的多重二次曲面法。这两种方法都能产生较好地代表原始数据的网格。但对于大量数据的网格化，**Kriging** 法比较慢。

最小曲率法构成平滑的曲面，且多情况下，网格化速度也快。

多项式回归是一种趋势面分析，反映整体趋势。对于任何数量的数据点，网格化的速度都非常快，但构成的网格缺少数据的局部细节。

径向基本函数法十分灵活，与 **Kriging** 法产生的网格十分类似。

Shepard's 法与距离反比法插值法相似，但没有产生等值线“牛眼”效应的缺点。

线性内插三角形法对于中等数量的数据点，网格化很快。一个优点是，当有足够的数
据点时，三角形法可以反映出数据文件所内含的不连续性。例如断层线。

6.3 原始网格文件的再处理

6.3.1 矩阵平滑：(Grid→Metrix Smooth)

用来消除噪音和降低异常。

平均法：通过把一个光滑矩阵覆盖在一个已存在的网格上来光滑这些网格点，最邻近的每一个网格点被光滑，因为是平均处理，输出网格的边界将比输入网格的边界缩小。这个矩阵由被光滑的网格点每边的列和行数目以及矩阵中心的点的权重所决定。

在右边的例子中，+ 号表示网格结点，*号与 # 表示光滑矩阵，这个输入网格是 5 行×7 列，光滑矩阵是 3 行×5 列，现在，第 3 行第 4 列的网格结点被光滑，在每一个 * 下的网格结点将被光滑矩阵的值加权，并且，对于中心网格结点平均得到一个新值，然后，这个模型将移动，并重复这个过程，直到整个网格被光滑，注意，网格的边界没有规定，并将被空白。



	1	2	3	4	5	6	7
1	+	+	+	+	+	+	+
2	+	*	*	*	*	*	+
3	+	*	*	#	*	*	+
4	+	*	*	*	*	*	+
5	+	+	+	+	+	+	+

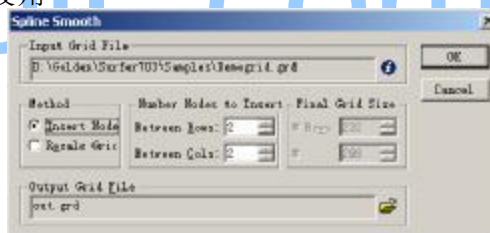
加权法：对于距离反比加权光滑，表示的结点权重是 1.0，并且，# 结点将被指定为中心点权重。距离加权光滑将规定每一个 * 的权重与它到中心的距离的某个规定次幂成反比。

可以设定权重系数，用于平滑的行列数。

输入原始网格文件，输出平滑后的网格文件。

6.3.2 样条平滑 (Grid→Spline Smooth) 用来减少棱角

样条光滑是给一个已存在的网格拟合三次方 (cubic) 的样条函数，而在已存在的网格结点之间内插新的值，这样增加了网格的密度，从而光滑等值线和线网图。X 和 Y 的扩展系统与在 X 与 Y 各自方向上已存在的网格点之间插入的点的数目有关。样条光滑可以增加原始网格的数据范围。



样条光滑对话框：使用样条光滑有两种方式，插入结点或重新计算网格。使用插入结点时，插入的结点在最初的网格结点之间；重新计算网格时，在某一区域内的所有网格结点完整地重新计算，可能增加或减少行数和列数。

插入结点数：

最后网格大小：

*	.	*	.	*	.	*
.
.
*	.	*	.	*	.	*
.
.
*	.	*	.	*	.	*

在上面例子中，“*”表示原来的 3×5 的网格，“•”表示的结点是用三次样条光滑内插的，在X方向每两个结点之间计算了一个点，在Y方向每两个结点之间计算了两个点，这样最后给出7行 \times 9列的网格。

6.3.3 空白和空白文件

由离散的XYZ数据文件生成网格文件时，Surfer将根据原始X,Y的取值范围和所选用的数学模型，自动生成一个矩形网格。但在实际工作中，由于某些区域缺少原始数据或由于其它原因，有必要由规则的网格中剔除一个或多个由封闭多边形定义的区域，被剔除的区域形成空白。在画图时，等值线图上空白部分的等值线被消除掉；在线网图上，空白部分成为平行于基点平面的区域。

空白区域由空白文件定义，一个空白文件可以定义一个或几个空白区域。

Golden Software Blanking [.BLN]：包含面、线、点信息的ASCII码文件。

格式如下：

length,flag "Pname 1"

x1,y1

x2,y2

...

xn,yn

length,flag "Pname 2"

x1,y1

x2,y2

...

xn,yn

[.BLN]为多段文件，每段一个实体（点、线、面）。每段文件由A,B两列数据组成，首行为标志行，标志行A列值为1时，为点数据，大于1为线数据，大于3为线或多边形数据。标志行B列值为1时，表示多边形内部的区域被空白；标志行B列值为0时，表示多边形外部的区域被空白。由第2行开始依次为各顶点的X,Y坐标。每段第二行与最后一行的X,Y坐标相等时，为封闭多边形。

例：有两个空白区的空白文件**BB.BLN**

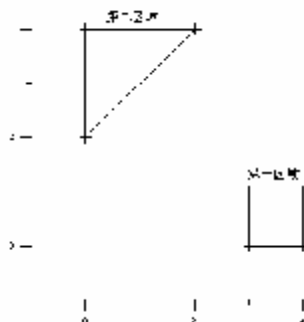
含有空白区域的网格文件构筑方法如下：

- 1) 按常规方法先生成一个未考虑空白区域的网格文件[.GRD]；
- 2) 根据需要，按以上格式用电子工作表建立一个空白文件[.BLN]；
- 3) 由 **Grid→Blank** 按提示先打开未考虑空白区域的网格文件[.GRD]，再按提示输入空白文件[.BLN]名，指定输出文件路径和文件名（为包含空白文件的新网格文件[.GRD]）。

A	B
5	1
3	0
4	0
4	1
3	1
3	0
4	1
0	4
0	2
2	4
0	4

第1区域，由4点构成，区域内空白

第2区域，由3点构成，区域内空白



从图形菜单中选择等值线命令或线网图命令来察看这新的网格文件。就可看到空白的效果。

6.3.4 Grid 文件格式转换(Grid→Convert)

Surfer 支持多种类型的.GRD 文件。使用 Convert 命令可以把.GRD 文件转变为以下 4 种.GRD 文件之一。

GS 二进制文件.GRD, GS ASCII 文件.GRD, ASCII 码 XYZ 数据文件.DAT 和 Surfer7.GRD

二进制的[.GRD] 文件转换成 ASCII[.GRD] 文件后, 能用 SURFER 工作表或任何的 ASCII 编辑器进行修改。

ASCII 码 XYZ 数据文件.DAT 包括了网格所有节点的 X,Y,Z 数据。

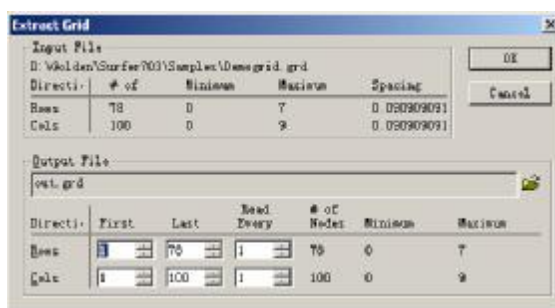
6.3.5 提取子网格

它可建立一个当前的网格文件的一个子集网格[.GRD] 文件。

由 **Grid→Extract** 打开一个网格文件, Input File 框中列出该网格文件的详细信息。在 Output File 对话框中可设定子网格的开始行、开始列, 结束行与结束列。

子集也能从输入网格文件根据周期性的行或列读入。需设定步长去规定行数和列数, 这样你能减少网格的密度。

缺省的输出网格文件名为 OUT.GRD, 可改变输出文件的路径和名字。



6.3.6 网格变换

变换命令包含几种选择, 让用户在网格文件内修改网格结点 XY 值, 但不改变 Z 的值。变换命令是在网格文件内对网格结点值进行偏移、成比例变换、旋转、X 或 Y 镜象等操作。

由 **Grid→Transform** 选取要进行变换操作的的网格文件, 显示网格变换对话框。

Operation 下拉列表框可选择变换操作的方法。

Scale 以一定的倍率去改变 X 和/或 Y 的值。

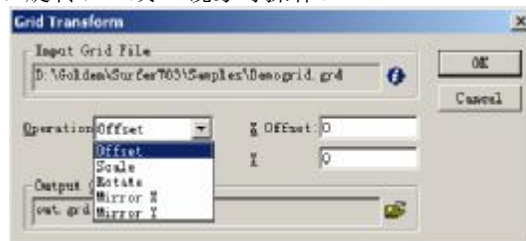
Rotate 使网格旋转 90、180 或 270 度。

Mirror X 建立一以 X 为轴的镜象网格文件。输出的网格文件使用与输入网格文件相同的 X 和 Y 范围。

Mirror Y 建立一以 Y 为轴的镜象网格文件。输出的网格文件使用与输入网格文件相同的 X 和 Y 范围。

Offset 沿 X 和/或 Y 方向增加或减去的数据单位的数目。可使用正的或负的数据单位。

缺省的输出网格文件名为 OUT.GRD, 可改变输出文件的路径和名字。



6.3.7 计算体积和面积

由 **Grid→Volume** 选取要进行体积计算的网格文件, 显示 Grid 网格体积对话框。

Upper Surface 组: 可选定一网格文件作为上表面(曲面); 或设定上表面的 Z 为常数值(水平平面)。

Lower Surface 组: 可选定一网格文件作为下表面(曲面); 或设定下表面的 Z 为常数值(水平平面)。

在选定上表面的和下表面之后, 点击 OK 执行体积和面积计算。结果显示在编辑器窗口, 可保存成 ASCII 文本



文件,或拷贝和粘贴到绘图窗口。

例 1: 计算层状矿体储量

在层状矿体的勘探中,每个钻孔都可以得到矿层顶、底板的三维坐标,即 X,Y,Z 值。由勘探网的多个钻孔资料,可以得到代表了层状矿体上层面和下层面层面的两组数据。分别用 Surfer 进行网格化处理,就能得到代表上、下表面的两个[.GRD]文件。利用体积计算功能,可以得到该矿体的近似体积,乘以矿石的体重,便可求出该矿体的矿石储量。

例 2: 计算湖水容量

湖底是一个下凹的曲面,通过一定数量的定位测深,用 Surfer 网格化处理,可以得到一个代表了湖底曲面的[.GRD]网格文件。在体积计算时,上表面取湖面的绝对高程,下表面为[.GRD]文件曲面,即可求出湖水体积。

6.3.8 剖面生成文件(Grid→Slice)

剖面数据文件是由网格[.GRD]文件和 Altas 格式文件[.BLN]共同生成的。用来在三维图形上按一定方向和距离图切剖面线。剖面命令生成的剖面数据文件能被多种二维绘图软件用来生成剖面图。



由 **Grid→Slice** 选取要进行生成剖面的网格文件和 Altas 文件[.BLN]后,显示网格剖面对话框。

剖面图命令产生一 ASCII 数据[.DAT]文件和一包含 Z 值的[.BLN]文件。

修剪外面网格选框 选中时,如果边界[.BLN]文件超过网格的极限,网格外面的点也包括在剖面图数据文件内。

修剪空白区选框 选中时,能从输出数据文件中除去空白区面积。

6.3.9 残差计算(Grid→Residuals)

残差命令计算数据文件内某(X,Y)点 Z 值和在同的(X,Y)处内插的 Z 值之间的差值。

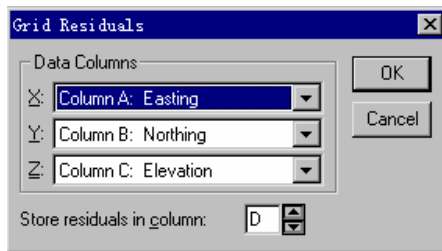
用于计算残差值的公式是:

$$Z_{\text{res}} = Z_{\text{dat}} - Z_{\text{grd}}$$

Z_{res} 是残差的值, Z_{dat} 是在数据文件内 Z 的值, Z_{grd} 是在同一 X,Y 处由网格文件内插计算出的 Z 值。

由 **Grid→Residuals** 选取要进行残差计算的网格文件和与其相比较的数据文件后,显示网格剖面对话框。

在数据列组 选定数据文件中 X、Y 和 Z 数据所在的列;并设定输出文件中放置残差值的列。缺省的输出文件为原数据文件。



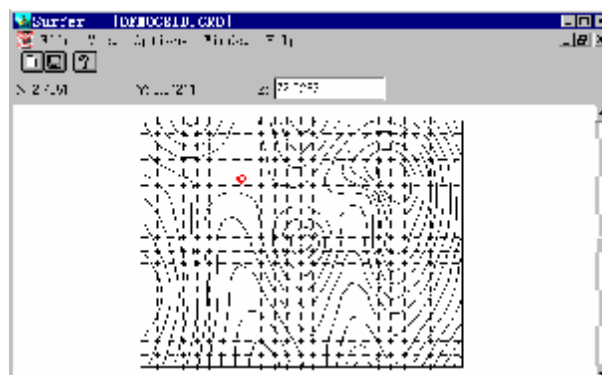
	X	Y	Z	Residuals
1	1.3333	0	33	12.14
2	1.3333	1	41	12.14
3	1.3333	2	49	12.14
4	1.3333	3	57	12.14
5	1.3333	4	65	12.14
6	1.3333	5	73	12.14
7	1.3333	6	81	12.14
8	1.3333	7	89	12.14
9	1.3333	8	97	12.14
10	1.3333	9	105	12.14
11	1.3333	10	113	12.14
12	1.3333	11	121	12.14

当执行残差计算后,数据文件和残差的数据都显示在工作表窗口内。

6.3.10 网格结点编辑

网格结点编辑器命令允许变更网格[.GRD]文件内网格结点的 Z 值。数据修改后,可将其写入一网格文件。

在网格结点编辑器窗口内,网格结点的位置显示一 "+" 字,也可显示等高线。激活的结




点成为高亮,用光标箭头点击一结点可以激活该结点。被选结点的 X,Y 坐标显示在屏的顶部, Z 值编辑盒内给出 Z 值。在编辑框内可输入新的 Z 值;修改后可自动按新值重画等值线图。可以相同或不同的名字保存编辑过的网格文件。

6.4 绘图

6.4.1 加载底图

底图为预先储存好的图象或图形文件,作为背景或用来完成 Srufer 的三维图形。Srufer 可以支持的底图类型见第二章第一节。

由 **Map→Base Map** 或由工具栏  打开输入文件对话框。如果输入文件为矢量图,还可以选择是否将矢量图分解为多个实体。

6.4.2 等值线图绘制

等值线图是最常用的反映三维曲面的图形,如地理上常用的等高线图、地球化学中常用的元素等值线图。

由 **Map→Contour Map→New Contour Map** 或由工具栏  选取所需的网格文件后,显示等值线图对话框。由 2 个 Tab 组成

6.4.2.1 Options

Fill Contour 选择是否对等值线进行填充,若选中则可用不同的色阶表示各个等值区,在分级菜单中的填充命令有效。

Color Scale 选中则在图右侧显示等值线填充色阶图例。

Smoothing 选择是否对等值线进行数据平滑处理,有低、中、高三种选择,选高的则等值线比较平滑。

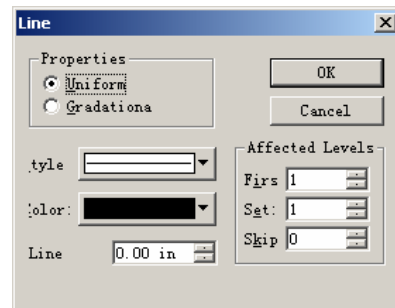
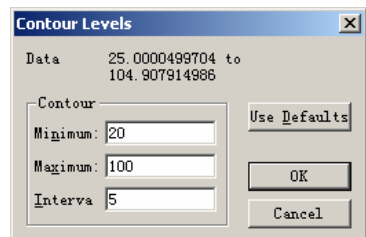
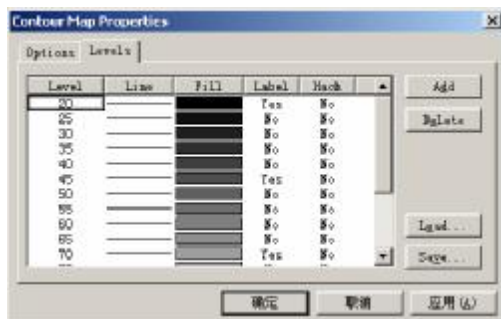
Blanked Regions 对经过 Blank 处理的 GRD 文件空白区的填充和边线属性进行设置。

6.4.2.2 Levels

Level 等值线整体分级。双击 Level 键,可对其进行整体修改。**Add** 按钮是在选定的等值线与上一条等值线之间上加一条中间值等值线。双击分级值,可直接对其进行修改。**Delete** 按钮可对选定的等值线进行删除。

Line 等值线属性设置。双击 Line 键,可对其进行整体修改。双击某等值线,可直接对其进行修改。

Fill 填充属性设置。Surfer7 的这项功能较其早期版本有了很大改进。在 Fill 对话框内,可以很方便地对填充颜色、花纹进行设置,以满足彩色或黑白图的不同要求。



在对前景或背景色进行设置时，激活 Color Spectrum 窗口，可以用内插结点的办法产生不同颜色的连续变化效果。对于等值线连击某填充色，可直接对其进行

Load 键可以调用系统预名.CLR。如 Rinbow.clr 为七色 ASCII 文件，是用 RGB 格式 0” 一行表示色深为 100 时为

ColorMap	1	1
0	153	102 255
20	0 0	255
40	0	255 0
60	255	255 0
80	255	102 0
100	255	0 0

Save 键用来存用户自定义的.CLR 文件。

Lable 等值线标记设置。包括初始标记线、标记频率、方向、设标记的曲线曲率、标记与标记间的距离、标记与图边的距离等。如果连击某标记的开关（Yes 或 No），可改变该标记的当前设置。

Hach 阴影线设置。阴影线是垂直于等值线的短线群，通常短线指向低值方向。按此设定，地形图中具向内短线的等值线表示封闭的凹陷区，而具向外短线的等值线表示封闭的隆起区。该对话框可对阴影线的长度、指向、初始标记线、频率等。如果连击某阴影线的开关（Yes 或 No），可改变该阴影线的当前设置。

等值线文件(.LVL) 用于等值线图或线网图中。LVL 文件的信息包括：用户自定义的等值线间距（等值或不等值）、等值线属性、等值线标记属性、等值线颜色充填属性、阴影线属性等。在绘制一批具相同或相近等值线设置的等值线图或线网图时，使用等值线文件可以大大减少重复工作量，提高工作效率。

Save 按钮 可将当前等值线图或线网图中的以上信息作为一个文件保存供以后调用。

Load 按钮 可将已存在的等值线文件调入，使等值线按指定的信息安排。

在等值线图对话框中的各个选项都已确定后，点击 OK 就会出现等值线图。在已存在的等值线图上双击，就会出现等值线图对话框，可对其进行修改。

6.4.3 线网图绘制

由 Map→Wireframe 或点击工具栏线网图图标，选取所需的网格文件后，显示线网图对话框。由 3 个 Tab 组成。

6.4.3.1 Options

线网图投影线组合类型选择

根据组合原理，共有 7 种投影线或投影线组合可以选择，它们分别是：X、Y、Z、XY（缺省设置）、XZ、YZ 和 XYZ。

可以分别设置线的属性。

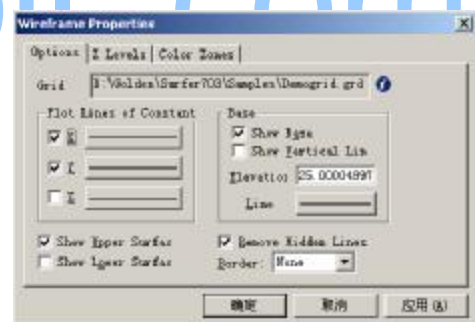
底座(Base)

可选择是否显示底座和底座侧面的垂直影线。



条数较多的图形尤其方便。如果行修改。

设的连续色谱文件，扩展彩虹的连续色谱文件。为一表示的分段颜色。如“100 255 0 红色。Rinbow.clr 文件如下：



选择如何显示
移去隐
实体遮挡的投
网线。

显示上
显示下
显

6.4.3.2 Z levels

Z 的分级

可用 Load 和 Save 调用和储存 Level 线属性的.lvl 文件。


6.4.3.3 投影线色区设定

可用不同的颜色表示不同 Z 值的线网。X、Y、Z 线网可选。

可用 Load 和 Save 调用和储存 Level 线属性的.lvl 文件。

6.4.4 粘贴图

粘贴命令用数据点位置和标记建立一粘贴图形。粘贴图能覆盖等值线图或线网图，由 Map→

Post Map→New Post Map 或由工具栏  选取被粘贴的数据文件后，显示粘贴图对话框。由 2 个 Tab 组成。

6.4.4.1 General

被粘贴的数据文件是一包含了(X,Y) 坐标以及符号或数据标记列的数据文件。

X 规定粘贴点的 X 坐标在工作表中所用列。

Y 规定粘贴点的 Y 坐标在工作表中所用列。

Label 指定一包含标志信息的列号。标志可以是任何数字或文本。例如，粘贴 Z 值、标本编号、残差值等等。标志应与 X 和 Y 坐标在相同的行内。

Symbol 指定一包含字体和符号信息的描述符号位置的数字列。如果这列是 None，那么所有的粘贴点使用缺省符号。例如，如果对粘贴点使用缺省符号的符号集，在符号集中第一个符号给符号位置"0"，第二个符号给符号位置"1"，等等。在符号列内能使用符号位置和空白行的组合。当指定符号位置时，就使用该位置的专门符号；没有指定符号位置时，使用缺省符号。

粘贴图允许符号列使用 Symbol set:index 这种格式来选择符号集。缺省符号集为"Default Symbols"。对缺省符号索引从 0 开始。

例如，Arial:65 将使用 Arial 字体的字母 A。

Angel 规定了包含角度值的列号，符号反时针方向旋转为正。

由 **Default Symbol** 对话框点击符号键打开符号属性对话框。可选择缺省符号集（缺省符号集为"Default Symbols"）、选择缺省符号，设定其颜色属性。

缺省符号的角度。

粘贴点间隔设置 为 1 时，工作表的所有数据点都被粘贴在图上。如果设置为 5，则从工作表中每隔五个点取一数据用于在图上粘贴。

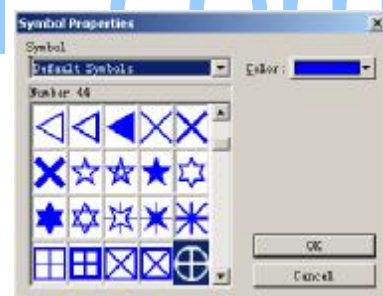
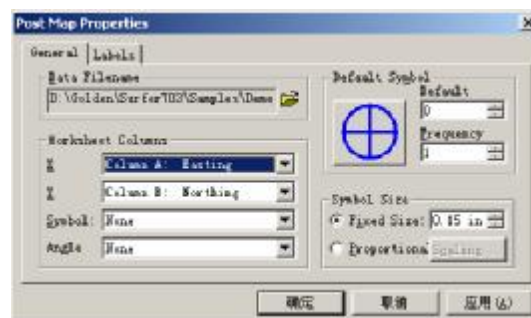
示投影线

藏线 缺省为选中，当取消选择时，被前面影线的部分也被绘制，线网图成为透明的

表面 缺省为选中，表面的上部被显示。

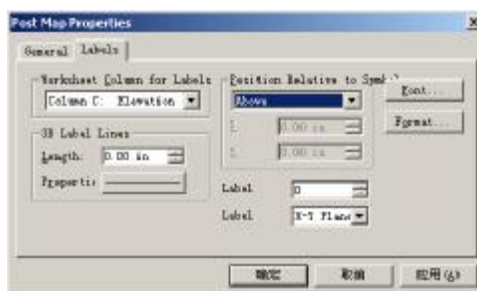
表面 缺省为取消，若选定则表面的下部被示。

和网线属性设置。



符号大小设置

设置粘贴在图上的符号大小。可选择相等大小或与标志值大小成比例。后一种情况下，打开比例对话框，可选择比例方式：线性比例或与标志值的平方根成比例。可以设置符号高度与标志值大小的对应关系等。



6.4.4.2 Labels

标志内容所在列选择。

标志位置设置 设定粘贴的标志相对于粘贴点的位置。下拉式列表框可设定标志的位置，如选择自定义选项,可指定 X 或 Y 的偏移量。

标志的角度选择。

在立体图中，标志平面选择。

3D 标志线 当图片倾斜（90° 除外）或适合粘贴图到线网图时，用到 3D 标志线组对话框。3D 标志线为由线网图上某点到该点标志的垂直连线。

可设置 3D 标志线的长度及属性。

6.4.5 分类粘贴图 Classed Post

分类粘贴图与粘贴图相似，在图的数据点位置上都用符号来标记，但在分类粘贴图内，根据不同的数据的范围，粘贴点选用不同的符号。

由 Map→Post Map→New Classed Post Map 或由工具栏图标进入，选取被粘贴的数据文件后，显示分类粘贴图对话框。由 3 个 Tab 组成。

6.4.5.1 General

X、Y 指定分类粘贴点的 X、Y 坐标在工作表中所用列。

Z 指定一包含分类信息的列号。

Symbol Angle 指定所有粘贴符号的旋转角度。

Symbol Freq 指定粘贴符号的频率，1 为每个点都



画

6.4.5.2 Labels

同粘贴图

6.4.5.3 Classes

分类数 选择分类的组数。

分类清单

>=Minimum 和 <Maximum 设定每一数据分类的上限和下限。可以重新设定。

% 显示每个分类内数据点的百分比。该值无法被编辑，它取决于数据集内总的点数与各分类范围内的点数之比。

显示每一分类内包含的点数。它取决于指定范围内所包含的点数，不能进行编辑。

Symbol 显示每一分类所用的符号。符号被自动地分配给每一组，可以进行改动。

Size 所画符号的大小。可以进行改动。

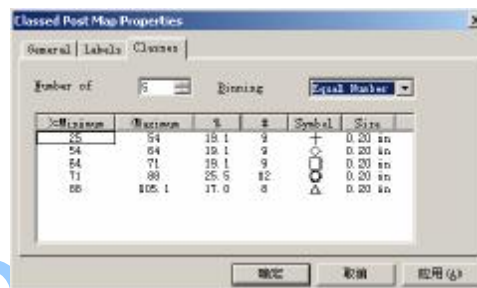
分类图例 由图例对话框选择是否显示分类图例。

分类方法

等点数选项 分配每一类内包括大致相同数目的点。各类间的间隔范围通常是不等的。

等间隔选项 对每一类，在>=Minimum 和<Maximum 之间的值是相等的。每一类的点数可能不同。

自定义选项 对每一类，设置>=Minimum 和<Maximum 的值，可设置特定的范围，所定义的范围不必是连续的。可以修改在分类清单中所选定的>=Minimum 或<Maximum 的值。



6.4.6 光栅图像

由 **Map→Image Map** 选取构造光栅图象的网格文件后，显示光栅图象对话框。

光栅图象使用不同的颜色去表现 Z 值.在图上颜色与 Z 值的百分比值相关联。最小的 Z 值为 0%，最大的 Z 值为 100%。图象空白区域设为 0%。

选 **Colors** 键打开色谱对话框，在 Z 值百分比色谱条上，缺省值为两端分别为 0%和 100%。系统自动生成渐变的颜色色谱。用户能在 0% 和 100%之间任意添加颜色定位点，每一定位点分配唯一的颜色，而在毗连的定位点之间彩色是自动分配的。这样可建立任何彩色组合的图象。用户的配色方案可以保存在色谱文件[.CLR]中。

色谱文件[.CLR]为 ASCII 码文本文件，格式如下：

```
ColorMap 1 1
Position(1) Red(1) Green(1) Blue(1)
Position(2) Red(2) Green(2) Blue(2)
.....
.....
```

其中第一行为文件头，Position(n)为第 n 位置点 Z 的百分比值，Red(n)、 Green(n)、 Blue(n)为该点 RGB 比值。

```
如 ColorMap 1 1
    0  0    0    255
    50 0    255   0
    100 255  255   0
```

百分比位置点分别为 0%、50%、100%三个，各点的颜色依次为蓝、绿、黄。

因为配色方案被定义为 Z 值的百分比，所以任何[.CLR] 文件都能用于其他的图象绘制。

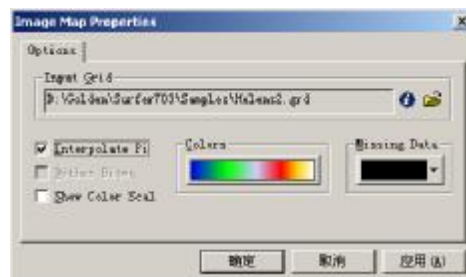
开关 **Intorpolate Pixels** 关闭时，以网格密度为颜色像元，由于网格密度通常不大，所以成像较粗，有“马赛克”现象。打开 **Intorpolate Pixels** 功能，以荧屏像素为单位对颜色进行内插，生成的光栅图象相当细腻，但绘图时间增长。

如果显示器为 256 色模式，打开 **Differ Bitmap** 开关，可在色点之间产生“混合色”，能略微改善颜色显示时的不连续性，但同时降低了图象的分辨率。

可用 **Show Color Scale** 显示色谱图例，即色谱柱条。

Mission Date 设定无数据区的背景色。

光栅图象图片能单独存在,或与其他平面图形叠合。但它不能旋转或倾斜，也不能与线网图叠合在一起。

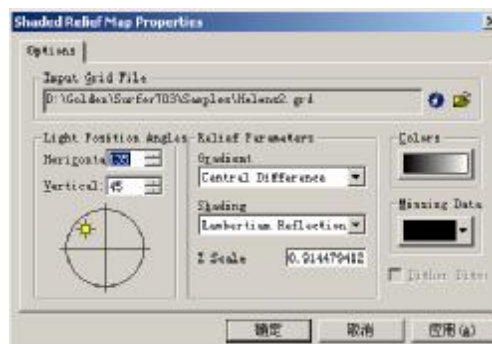


6.4.7 阴影地貌图

阴影地貌图是光栅图象。它用不同的颜色属性来表示由于用户自定义光源的方位及角度不同而产生的地貌图的明暗阴影。

由 **Map→ Shaded Relief Map** 选取构造阴影地貌图的网格文件后，显示阴影地貌图对话框。

在阴影地貌图中颜色用百分比来表示。颜色的最大值 (100%) 为垂直于光源的表面的点，倾斜于光源点分配较低百分比的颜色，空白区域分配颜色为 0%。色谱条的设定及色谱文件的使用同光栅图象。



阴影地貌图的分辨率取决于网格文件的网格密度和显示器的分辨率，比如 200×200 的网格，在 800×600 分辨率的显示屏上，其阴影地貌图只占屏幕的 $1/12$ ，如果放大成满屏，则出现明显的“马赛克”现象。因此，如果要绘制阴影地貌图，在生成网格文件时，网格密度必须足够大，通常应取 400 或更高。而代价是增加了生成网格文件的时间和增大网格文件的大小。

6.4.7.1 光源位置角度 设定光源方向，可想象为空中太阳的位置，用一俯瞰图表示。

水平角 以正东为 0° ，逆时针方向为正。缺省为 NW 方向 135° 。

垂直角 指光源与地平面夹角，垂直光源为 90° ，缺省为 45° 。

这是我们所习惯的太阳由左前方斜射的方向，最容易产生正常的立体效果。

6.4.7.2 影象参数设定

Dradient 设定阴影地貌图的倾斜梯度。

Central Difference 对每两个相邻网格单元之间表面的斜率和倾向进行平均。成图平滑度较好，但边缘网格单元被空白。

Midpoint Difference 计算出每个网格单元中心的倾斜度，成图平滑度较差，但没有边缘空白区。

Sheding 阴影算法选择

Simple 最快但比较粗糙的算法，光源位置固定为缺省值。

Peuckers Approxinntion 一种片状近似算法，成图比简单算法好，光源位置固定为缺省值。

Lambertion Reflection 假定了一个可反射所有光线的理想平面，

Lommel-Seeliger 基于分析表面光线散射的算法，介于理想扩散和真实表面之间。可能比 **Lambertion Reflection** 算法要好，光源位置可设定。

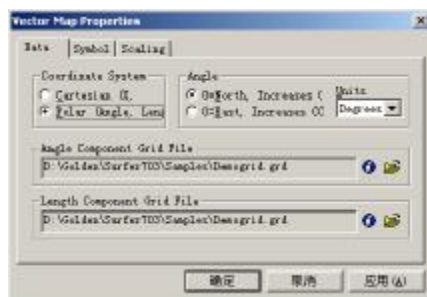
Z 轴比例系数 随比例系数的增大，表面垂直方向的高差被夸大。缺省 Z 值比例系数为输入 XY 方向对角线长度的 $1/10$ 。

6.4.8 矢量图

矢量图同时表示数据点的方向和大小。由 **Map** → **Vector Map** 显示矢量图对话框。可选 **One-Grid Vector Maps** 或 **Two-Grid Vector Maps**。前者由 1 个.GRD 文件构成；后者由 2 个.GRD 文件构成。矢量图对话框由 3 个 Tab 组成。

由单个.GRD 文件绘制矢量图

矢量图的两个参数 方向和大小
由.GRD 文件自动给出。在给定结点，矢量箭头指向最陡倾斜方向，大小反映倾斜度。分别类似于地质学中地层的倾向和倾角。



由 2 个.GRD 文件绘制矢量图

矢量图的两个参数 方向和大小分别由 2 个.GRD 文件给出。可以选笛卡儿坐标或极坐标。采用笛卡儿坐标系时，一个.GRD 文件含有 X 数据，另一个.GRD 文件含有 Y 数据。两个.GRD 文件结合给出矢量的方向和大小；采用极坐标系，一个.GRD 文件含有方向数据，另一个.GRD 文件含有大小数据。两个.GRD 文件结合给出矢量的方向和大小。

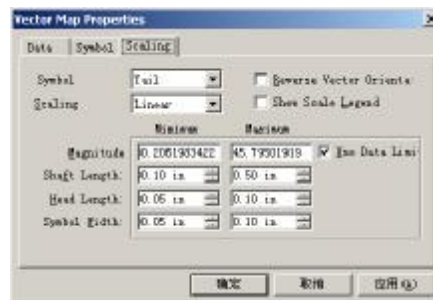
6.4.8.1 Date

选择选取构筑矢量图的网格文件。对于 **Two-Grid Vector Maps**，则需要分别打开 2 个

.GRD 文件。

6.4.8.2 Symbol

设定矢量箭头的属性。包括箭头的形状，箭头轮廓和填充属性，箭头颜色与矢量大小关系的设定，箭头标注的间隔等。



6.4.8.3 Scaling

设定箭头符号与矢量大小的比例关系（线性、平方根、对数），箭头、箭体长度宽度代表矢量大小的范围，矢量方向反转与否，矢量箭头图例显示开关等。

6.5 图形整饰

6.5.1 比例尺

用来在图上绘制一个比例尺，比例尺按自定义参数分为相等间隔区间。它是图形比例的直观表示法。

激活图形，由 **Map→Scale Bar** 打开比例尺对话框。

Number of Cycles 设定比例尺使用的周期数。例如，如果你规定 6，比例尺就分成六等份。

Cycles Spacing 周期间隔，设定在每个周期内的数据单位值。例如，如果设定为 5，则 6 周期的比例尺总长将是 30 单位。

Label Increment 标志增量，通常与周期间隔值是相等的。也可使用与轴不同的单位，例如，你的图形使用哩为轴刻度，而比例尺可以用公里表示。



6.5.2 比例

描述在绘图窗口内相对于页单位的图形数据单位。通常，长轴的缺省值是 6 英寸。例如，图形中 X 轴有 600 单位而 Y 轴有 300 单位。按缺省值，长轴 X 的长度为 6 英寸，在绘图窗口内每英寸为 100 单位。Y 轴也使用每英寸 100 单位，因此其长度只有 3 英寸。

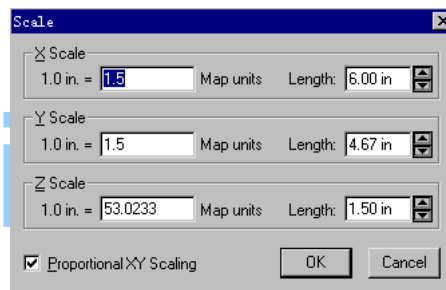
在绘制线网图时，缺省状况下，X 和 Y 轴采用相同的尺度；Z 轴不论单位数目大小，缺省设定为 1.5 英寸长。

激活图形，由 **Map→Scale** 打开比例对话框。

X 比例、Y 比例和 Z 比例 设定各个轴上每一页面单位有多少图形数据单位。

长度编辑框 设定所绘轴的页面长度单位。与每一页面单位的图形数据单位值相关，改变其中一项，另一项将自动更新。

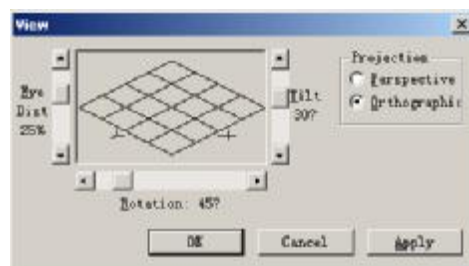
选择 XY 成比例，X、Y 比例相等。



6.5.3 3D 视图

3D 视图通过改变观察者视线和视距的方法控制图形在绘图窗口内的形态。该命令控制线网图及等值线图、粘贴图、分类粘贴图和底图。

当有多个图形在页面上时，3D 视图命令只用于所选择的图形。例如，根据相同的网格[.GRD] 文件产生的等值



线图 and 线网图，显示在同一绘图窗口内，如果你准备在线网图上堆叠等值线图，就需要对等值线图设置与线网图完全相同的 3D 视图参数。

激活图形，由 **Map→ 3 D View** 打开 3D 视图对话框。

选择 **Perspective**（透视投影）

Eye Dist 观察者眼睛到图形的距离相对于图形尺度的百分比，控制透视效果。数值愈小，透视效果愈显著。

Rotation 观察者视线与图形 X 轴的夹角，控制图形的旋转方向。

Tile 观察者视线相对于图形 XY 平面的倾角。倾角 90 度时，视点直对表面的顶部。是底图、等值线图、粘贴图和分类粘贴图的缺省情况。

选择 **Orthographic**（正交投影）与视距无关的投影方式，系统缺省设置。

6.5.4 坐标轴

激活某坐标轴，即打开坐标轴特性对话框。由 4 个 Tab 组成

6.5.4.1 General

轴名 与二维图形不同，一幅三维图形只能有一套坐标轴，分别为上、下、左、右和 Z 轴（线网图有）。

Axis Plane 在线网图中使用。每一个轴都有两种可以选择的标注面。如 Z 轴的标注就可以选 XZ 或 YZ 平面。

Labels 设定刻度标注显示与否，角度、偏移等。

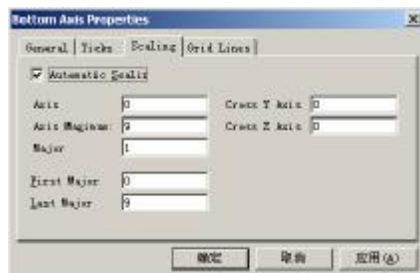


6.5.4.2 Ticks

三维图形的坐标轴比二维图形的简单，可参照二维 Grapher 图进行编辑。现仅将不同点简述如下。

6.5.4.3 Scaling

对标注刻度线和非标注刻度线进行设置。



6.5.4.4 Gridding

对标注刻度线和非标注刻度线的网格线进行设置。



6.5.5 界限

激活图形，由 **Map→ Limits** 打开绘图界限设定对话框。



定义图形或迭合图 X 和 Y 的范围。当建立线网图、底图等时，图形范围决定于网格文件内 X、Y 坐标的最小值和最大值。当你只想要图形的一部分，或在迭合图内修剪边界图片或粘贴图片以适合等值线图时，需利用界限命令。

界限命令不能用于线网图和包含线网图的迭合图。如果想缩小用于线网图的网格文件的范围，必须使用网格公用程序的提取命令，它可建立一网格文件的子集。

XMin/XMax 设定 X 轴的最小/最大值。

YMin/YMax 设定 Y 轴的最小/最大值。

数据界限选项 将设定的最小值和最大值的数值返回给网格文件、底图文件或用于建立图形的数据文件。



6.5.6 背景

设置图形背景的填充和线属性。

6.6 综合制图方法

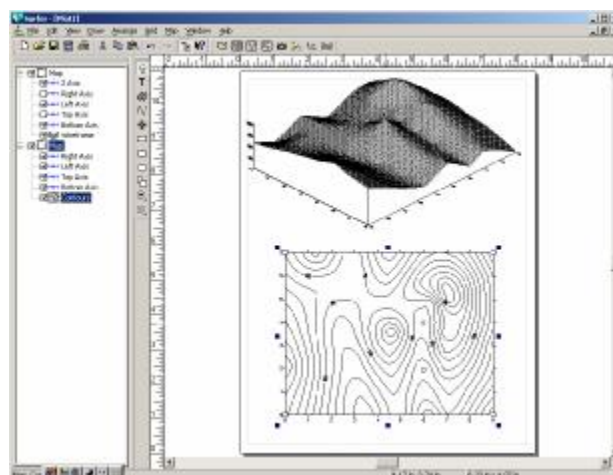
6.6.1 对象管理

由 **Edit→Object Manager** 切换到对象管理窗口。左面子窗口用树状结构显示当前绘图界面的实体，包括各类图，坐标轴，比例尺、文本块等。

最上层的 +、- 号方框表明下级目录的隐藏或展开。

第二层的 **Map** 框，有无“√”表示是否显示图。其它方框的“√”表示是否显示相对应的实体。

第三层的 **Map** 框，有无“√”表示是否显示组成图的实体，如图、坐标等。



6.6.2 图形的迭合

条件：范围一致、比例尺相同

可选合的内容：一幅线网图，多幅底图、等值线图、粘贴图

迭合方法

由 **Edit→Object Manager** 切换到对象管理窗口。

在一个页面内依次打开待迭合图形文件；

同时激活待迭合的多个对象；

由 **Map→Overlaying Maps** 执行图形迭合命令。左面子窗口已经迭合了的两个或多个图组成第二层的一个 **Map** 组，其中有两个或多个图实体框。双击对象就能对其进行编辑，并显示相应的对话框。

迭合图层的移动 需要向上层移动图时，可向上拖动待移动图的图标。反之亦然。

迭合图层的分解 需要把迭合图分解时，可激活迭合图，按鼠标右键，选 **Break Apart Overlay**，迭合图分解。

6.6.2 图形的堆垒

条件： [.GRD] 文件范围一致、比例尺相同。

可堆垒的内容：一幅等值线图在一幅线网图上方，两幅或多幅线网图堆垒。

堆垒方法

在一个页面内依次打开待堆垒图形文件，等值线图安排在线网图上方的适当位置，等值线图的 3D View 参数设置要与线网图完全一致；

同时激活待堆垒的多个对象；单击 **Map** 菜单下的 **Stack Map** 命令。

6.6.3 在一张图纸上显示多个图形

用动态数据交换的方法（DDE），通过 Edit 命令的 Copy 和 Past 把多个已完成的图显示在一张图上。被 Past 的对象不能进行编辑，可以缩放和移动。

用打开多个图形文件的方法把多个已完成的图安排在一张图纸上。每个图形都是独立的，可以进行编辑、缩放和移动。

—」

www.blogoil.com