



中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目资助
国家级构造地质学精品课程建设项目成果

构造地质学软件 应用实习指导

GOUZAO DIZHIXUE RUANJIAN YINGYONG SHIXI ZHIDAO

李志勇 ◎编 著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目 资助
国家级构造地质学精品课程建设项目成果

构造地质学软件应用实习指导

GOUZAODIZHIXUE RUANJIAN YINGYONG SHIXI ZHIDAO

李志勇 编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

构造地质学软件应用实习指导/李志勇编著. —武汉:中国地质大学出版社,2015.5
中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
ISBN 978-7-5625-3632-1

- I. ①构…
- II. ①李…
- III. ①构造地质学-应用软件-高等学校-教材
- IV. ①P54-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 089856 号

构造地质学软件应用实习指导

李志勇 编著

责任编辑:马严 陈琪

责任校对:代 莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:141 千字 印张:5.5

版次:2015 年 5 月第 1 版

印次:2015 年 5 月第 1 次印刷

印刷:武汉市籍缘印刷厂

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-3632-1

定价:20.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《中国地质大学(武汉)实验教学系列教材》

编委会名单

主 任:唐辉明

副主任:徐四平 殷坤龙

编委会成员:(以姓氏笔画排序)

马 腾 王 莉 牛瑞卿 石万忠 毕克成

李鹏飞 吴 立 何明中 杨明星 杨坤光

卓成刚 罗忠文 罗新建 饶建华 程永进

董元兴 曾健友 蓝 翔 戴光明

前 言

本实习指导书主要供地质学专业本科生、研究生使用,也可供相关科技工作者参考。

目前,构造地质学的研究已由传统定性描述向定量解析和计算机数值模拟方向发展,借助计算机,可以对野外现象进行图像处理,对野外地质数据进行快速分析、计算、模拟和三维可视化。国外已日益重视本科生和研究生在构造地质学专业领域的软件应用以及程序开发方面的教学,培养学生使用计算机技术进行构造定量解析、模拟和分析的能力。目前国内构造地质学的教学内容主要停留在基础构造地质学内容的教学,实验教学也停留在原始手工作业的实验方法。缺乏计算机技术在构造地质学专业领域应用的教学。

本实习指导书主要介绍常用构造地质学软件的功能、操作应用和实例分析,以及基于 Matlab 的数值计算和数据可视化方法。培养学生对构造地质学几何学形态的定量分析、数值计算和数据可视化的基本方法和思维。

部分软件为作者依托中国地质大学(武汉)构造模拟实验开发完成。为便于教学和自主学习,本实习指导书中相关自主开发软件、实习实例所用程序代码、测试数据等均可通过以下网站下载:<http://www.tectonics.cn>。部分软件所基于的数学理论和数值分析方法可参考作者所著《构造微分几何学》一书和相关参考文献。

分析软件、实习实例和实验测试数据等教学资料将通过网站进行阶段性更新。

编 者

2015 年 3 月

目 录

实习一 地质数据处理与三维可视化软件 Surfer 应用	(1)
一、软件简介	(1)
二、软件应用	(2)
三、实习实例	(12)
四、作业	(15)
实习二 赤平投影软件 StereoNNet 应用	(16)
一、软件简介	(16)
二、软件应用	(16)
三、实习实例	(21)
四、作业	(22)
实习三 有限应变分析软件 Straindesk 应用	(24)
一、软件简介	(24)
二、软件应用	(25)
三、实习实例	(27)
四、作业	(31)
实习四 褶皱二维形态定量分析软件 Foldscaner 应用	(32)
一、软件简介	(32)
二、软件应用	(32)
三、作业	(33)
实习五 有限元数值模拟软件 MSC, Marc 应用	(35)
一、有限元法简介	(35)
二、软件简介	(36)
三、软件应用	(39)

四、实习实例.....	(46)
五、作业.....	(60)
实习六 图像处理与数值分析软件 Matlab 应用	(62)
一、软件简介.....	(62)
二、软件应用.....	(62)
三、实习实例.....	(69)
四、作业.....	(75)

实习一 地质数据处理与三维可视化软件 Surfer 应用

【目的要求】

1. 使用 Surfer 软件获取和处理地质数据。
2. 使用 Surfer 软件进行图形绘制,实现地质数据二维和三维可视化。

一、软件简介

Golden Software Surfer 8.0 是美国 GOLDEN Software 软件公司开发的一套在 Windows 操作环境下运行的二维和三维图形绘制软件。软件具有强大的绘图能力,能将离散数据经过插值生成规则的格网数据,绘制丰富多彩的等值线图、3D 立体图、矢量图、影像图、阴影地貌图、地貌晕渲图等,而且能很方便地标注、修改绘制好的图件。具有简单的数学运算、数据统计、平滑、滤波、微分、积分、傅立叶和谱分析等多种数据分析功能。也具有趋势面分析、体积、面积计算、地形分析、剖面计算等三维空间分析功能。用户包括测绘、矿业、工程、医药、地学、生物等领域的研究人员、工程师和科学家,是科技工作者特别是地学研究人员必备的软件。

软件对中、小离散数据进行插值处理具有绝对的优势,能迅速地将离散点的测量数据通过插值转换为连续的数据曲面。软件提供了 12 种插值方法:反距离加权插值法、克里金插值法、最小曲率法、改进谢别德法、自然邻点插值法、最近邻点插值法、多元回归法、径向基函数法、线性插值三角网法、移动平均法、局部多项式法和数据度量法。

使用 Sufer 软件进行数据处理和绘图的基本流程见图 1-1。

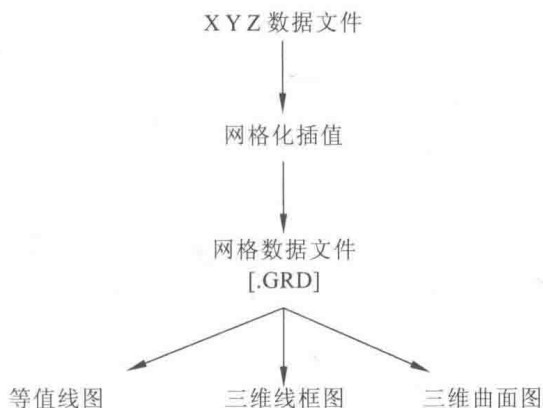


图 1-1 使用 Surfer 软件进行数据处理和绘图的基本流程

二、软件应用

1. 软件界面

Surfer 软件具有以下两种工作界面。

Worksheet 界面 数据文件的建立、打开、保存、统计等。

Plot 界面 网格文件处理和图形绘制。

软件运行后进入默认的 Plot 界面(图 1-2)。

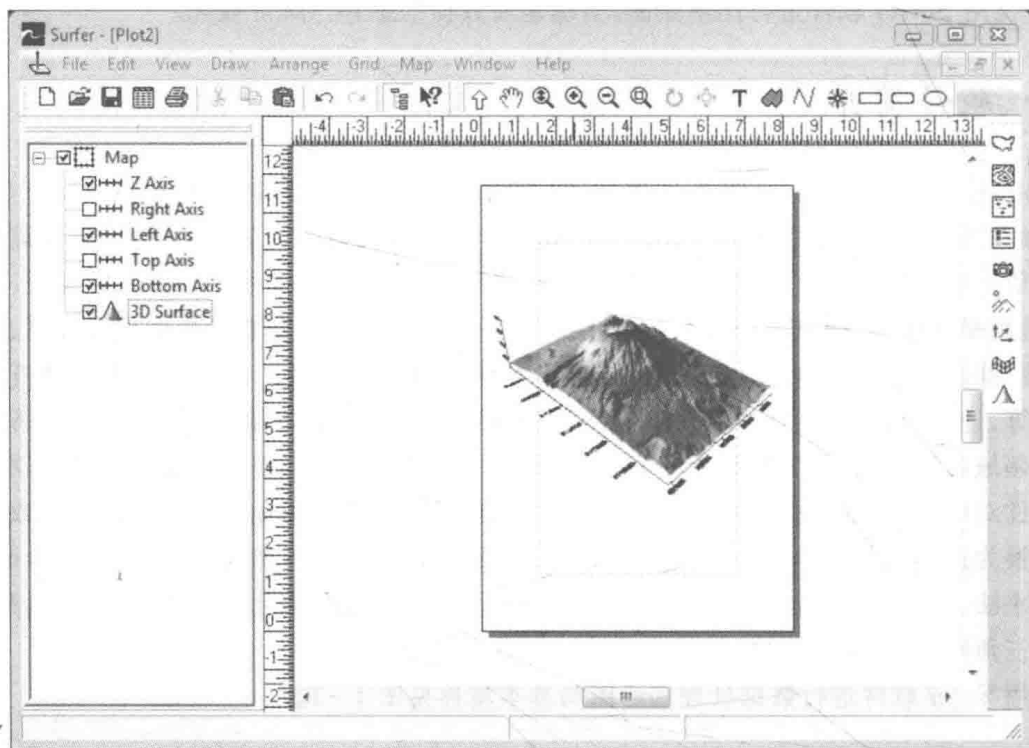


图 1-2 Surfer 软件 Plot 界面

2. 建立 XYZ 数据文件

一个 XYZ 数据文件至少包含三列数据,其中两列数据为数据点的 X 坐标和 Y 坐标值,第三列数据为对应数据点的 Z 值。Z 值一般代表具有特定意义的数值,为我们分析处理和绘制可视化图形的数据列,例如数据点的高程值,或者降水量、温度、化学元素浓度等。

建立 XYZ 数据文件通常有两种方法。

1) 使用 Surfer 软件中 Worksheet 电子表单建立

点击菜单“File>New”,弹出对话框中选择“Worksheet”,进入 Worksheet 电子表单(图 1-3)。

在 Worksheet 电子表单中,可以输入数据,建立 XYZ(.DAT)数据文件,也可以打开、编辑和保存数据文件(图 1-4)。

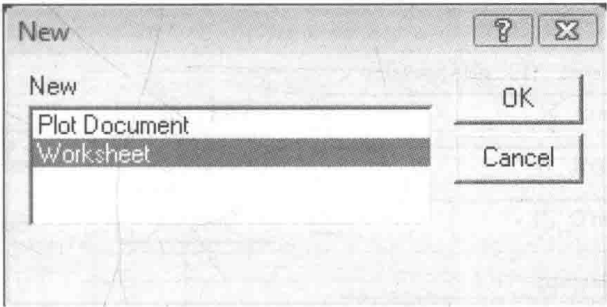


图 1-3 新建绘图文档或数据电子表单对话框

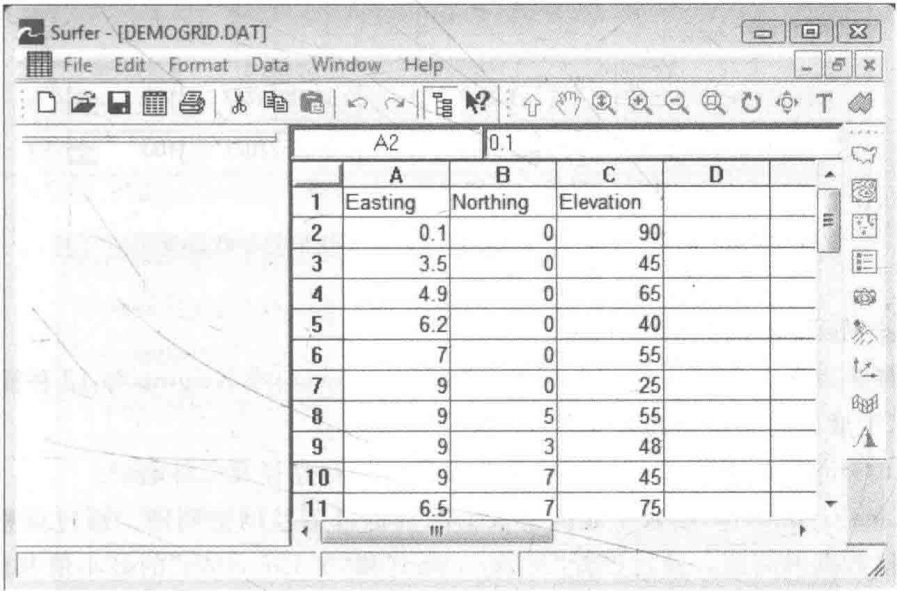


图 1-4 原始数据电子表单

2)使用其他办公软件(如 Office Excel)

在 Office Excel 软件中,导入和编辑数据。将编辑后的数据保存为 ASCII 文本文件格式即可。

【注意】数据文件中每一行数据为一个数据点数据,其中第一行为文本标识。同一行数据间可用逗号或空格间隔。

3. 建立 GRID 网络文件

Surfer 由 GRID 网格数据文件绘制等高线图和三维曲面图。我们获取的原始数据通常为非均匀网格分布的离散数据。Surfer 重要的一个功能就是处理原始 XYZ 数据文件,通过插值算法,生成绘图所需的 GRID 网格数据文件。

点击菜单“Grid>Data”,打开 XYZ 数据文件(. DAT 或者. TXT 文件),打开“Grid Data”对话框(图 1-5)。“Data Columns”选择要进行网格化插值的数据列。

“X”和“Y”选择框中分别选择 X 坐标和 Y 坐标数据列;“Z”选择框中选择需要网格化插值和绘制图形的数据列。

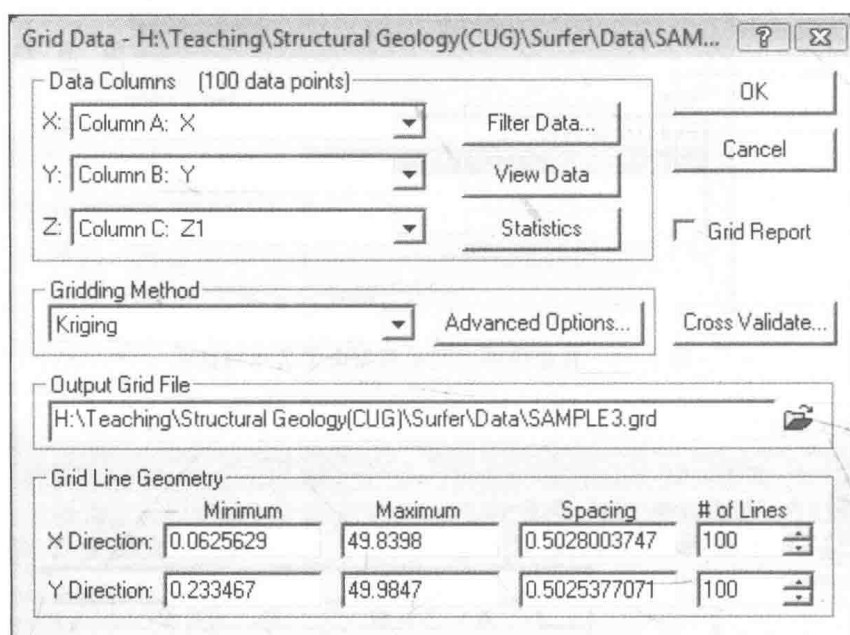


图 1-5 原始离散数据进行网格化插值的参数设置

“Gridding Method”选择插值方法。

可用选择距离平方反比法(inverse distance to a power)或 Kriging 等 12 种插值方法。通过插值计算,生成均匀网格化的数据。

“Output Grid File”生成 GRID 网格数据文件的保存路径及文件名。

“Grid Line Geometry”设置生成网格数据的数据范围及网格间距。通过调整“Spacing”,可以调整网格数据的间距。通过设置“X Direction”和“Y Direction”的最小值和最大值,可以获得我们所需要的范围内的网格数据。例如,将图中的数据范围设置为 0~50 的范围。

“Filter Data”通过设置过滤条件,可过滤掉原始 XYZ 数据文件中我们不需要的异常数据。

“View Data”查看原始 XYZ 数据。

“Statistics”查看原始 XYZ 数据的统计信息。例如每一列数据的最大值、最小值、平均值及方差等。

4. 绘制等高(等值)线

1) 创建等高线图

点击菜单“Map>Contour Map>New Contour Map”,在文件框中选择先前创建的 GRID 网格数据文件(.GRD)。点击“OK”创建等高线图(图 1-6)。

在 Plot 软件界面左侧的对象管理器中,鼠标双击等高线图或坐标轴名,则弹出相应的属性对话框,设置绘图属性。勾选选择框则改变该对象显示或隐藏属性。

2) 设置等高线圆滑度

鼠标双击等高线对象,弹出“Contours Properties”属性设置对话框。“General”选项卡中勾选“Smooth Contours”,“Amount”选项框中选择“High”,点击“Apply”(图 1-7)。

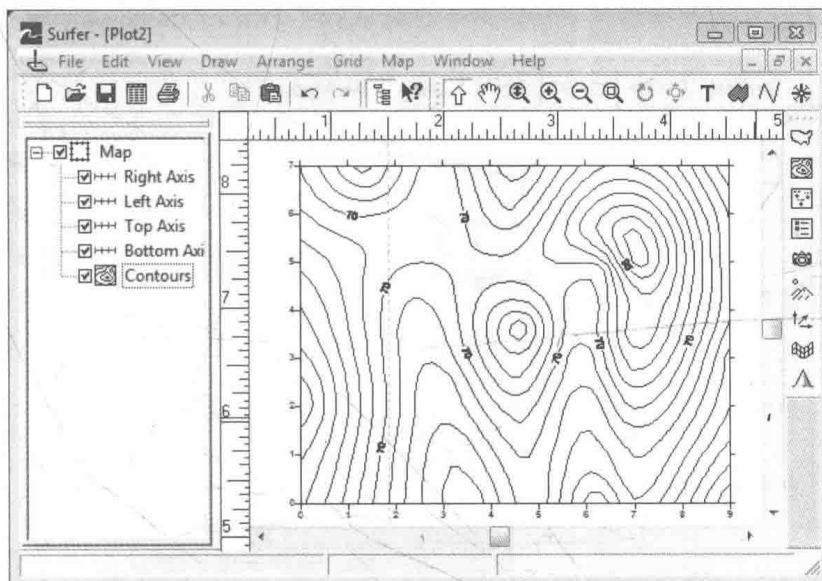


图 1-6 创建的等值线图

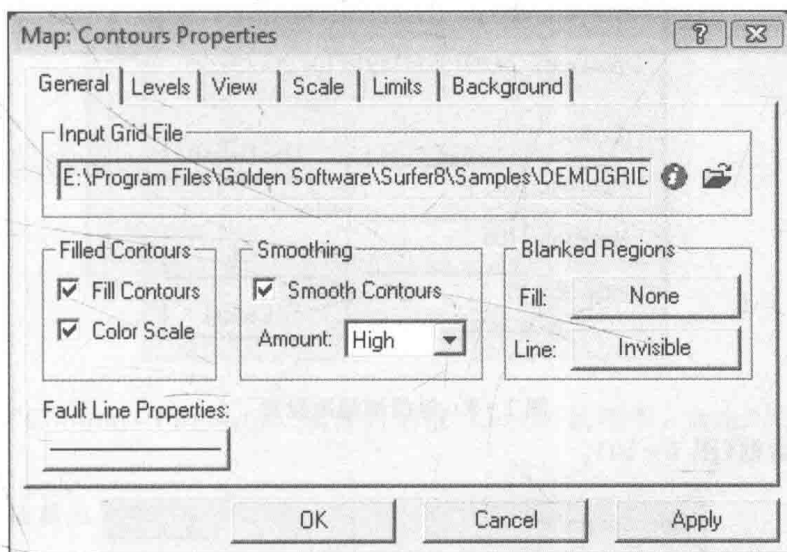


图 1-7 等值线图绘制参数设置

3) 设置等高线填充属性

打开“Contours Properties”属性对话框“General”选项卡。

勾选“Fill Contours”, “Color Scale”, 点击“Apply”, 则绘制填充色彩的等高线, 也称为等值云图。

点击“Levels”选项卡, 设置等高线绘制间距、线条属性、填充色彩和等高线标注(图 1-8)。

点击“Levels”选项卡中“Level”标签, 设置等高线数值范围和等高线间距(图 1-9)。

点击“Levels”选项卡中“Line”标签, 设置等高线线条属性。

点击“Levels”选项卡中“Label”标签, 设置等高线需要标注数值的间隔及字体属性。在“Label”列中, 双击“Yes”或“No”, 设置该数值的等高线是否标注。

点击“Fill”标签, 在弹出的“Fill”属性框中, 点击“Foreground Color”色彩框, 弹出等值线

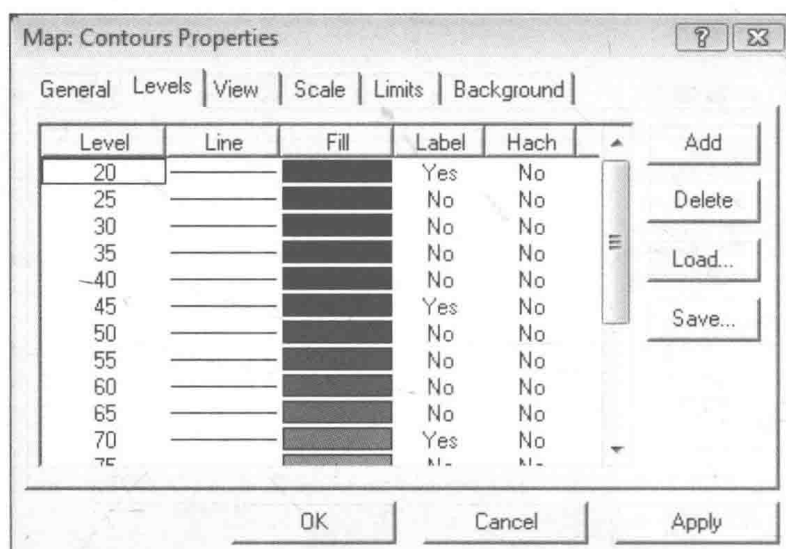


图 1-8 等值线图填充色彩与标注属性设置

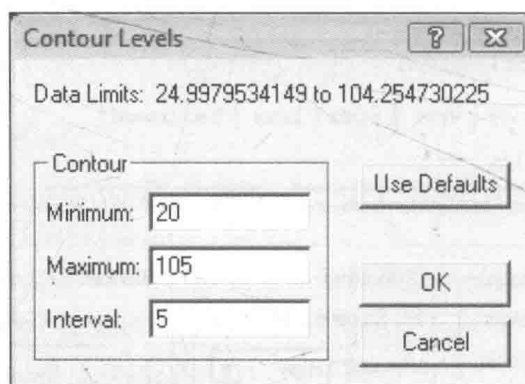


图 1-9 等值线间距设置

填充色彩属性对话框(图 1-10)。

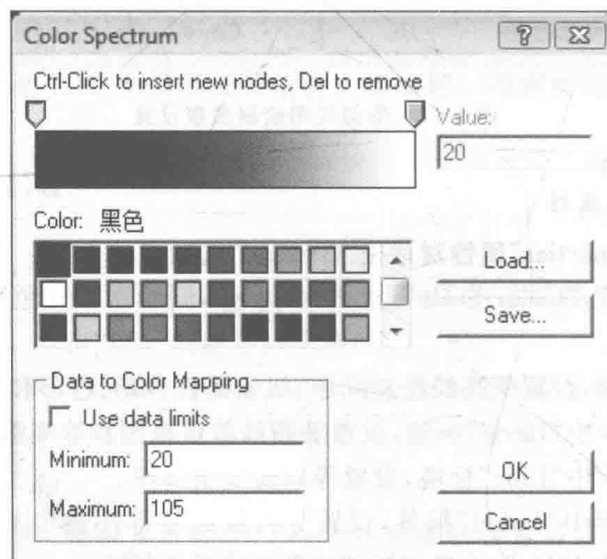


图 1-10 等值线填充色彩属性设置

色彩条默认色彩为“黑色”至“白色”过渡的灰度色填充。自定义等高线填充色彩。

步骤一：点击色彩条左上角滑块，然后点击下方颜色选择框中的“绿色”。

步骤二：点击色彩条右上角滑块，点击颜色选择框中的“红色”，则色彩条显示为由“绿色”至“红色”的渐变色。

步骤三：按住“Ctrl”键，鼠标点击色彩条的中间部位，则在点击处增加一个颜色滑块，点击颜色选择框中的“蓝色”，则色彩条显示为由“绿”—“蓝”—“红”的渐变色。可以尝试利用鼠标拖动中间的颜色滑块，改变各色调范围。可以根据需要增加多处颜色滑块并设置渐变色。鼠标点击选中某一颜色滑块，按“Del”键，可删除该滑块(图 1-11)。

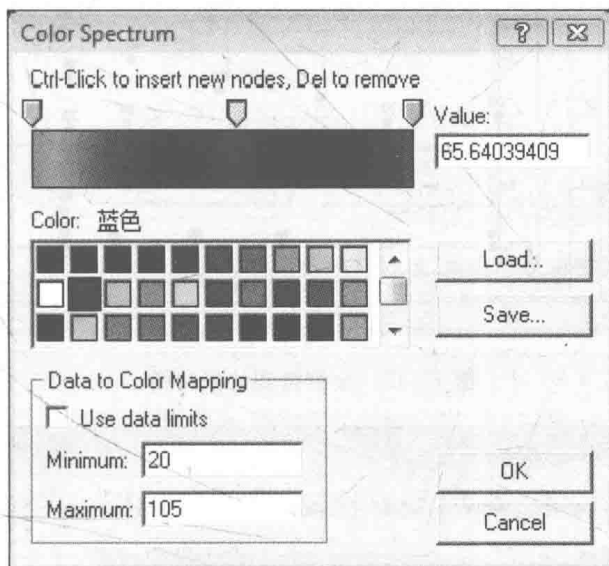


图 1-11 等值线填充色彩设置

步骤四：返回“Contours Properties”属性对话框“Levels”选项卡，点击“Apply”，更新等高线绘图。

4) 设置坐标轴属性

在 Plot 软件界面左侧的对象管理器中，鼠标双击相应坐标轴名，或在图形绘制区双击等高线图侧边，则弹出相应坐标轴的属性对话框，设置各坐标轴的属性。

5. 绘制数据点张贴图

1) 创建张贴图

有时候，我们需要将数据点的分布位置绘制出来，并叠加在等高线或三维图形上，便于直观的显示。

点击菜单“Map>Post Map>New Post Map”，在文件框中选择先前创建的 GRID 网格数据文件(.GRD)。点击“OK”创建张贴图(图 1-12)。

双击张贴图，弹出的“Post Properties”对话框，在“General”选项卡中，点击“Default Symbol”，选择标识数据点的符号及符号颜色、大小(图 1-13)。

点击“Labels”选项卡，在“Worksheet Column for Labels”中选择需要标注的列。例如，选择数据中高程值数据列，点击“Apply”，则在张贴图中数据点标识上方显示数据点的高程值

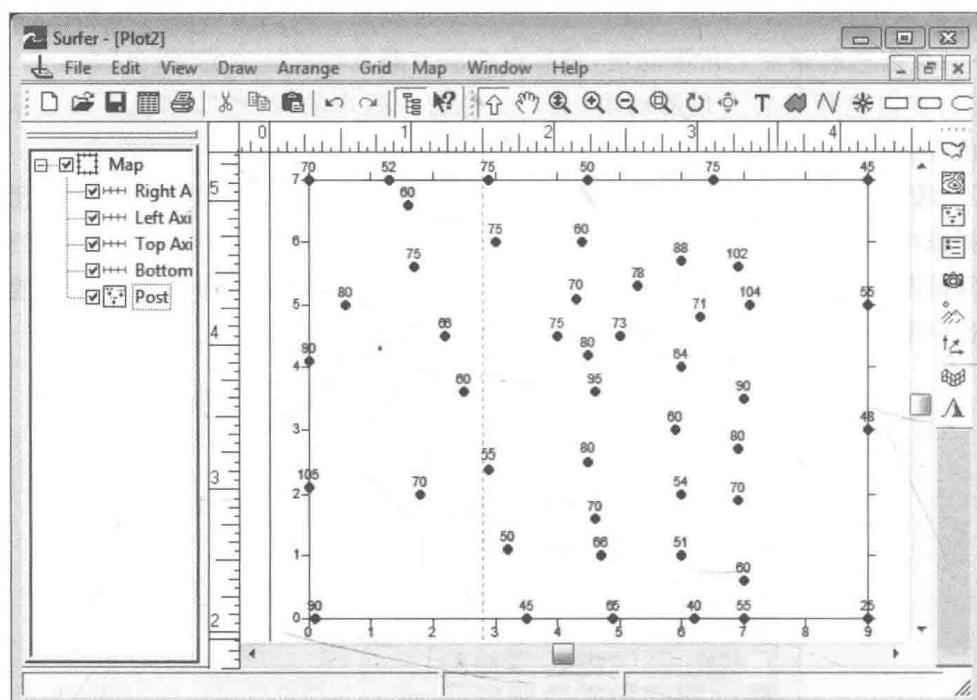


图 1-12 绘制得到的张贴图

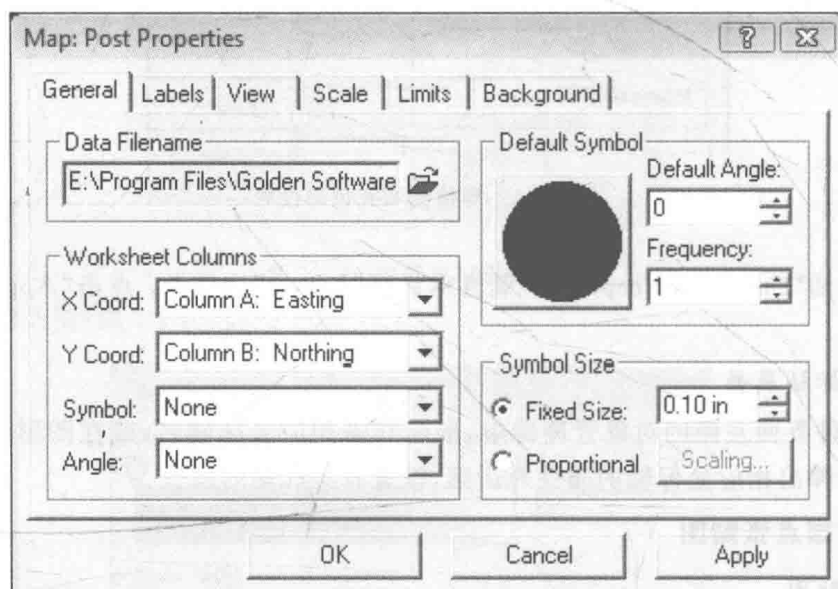


图 1-13 张贴图基本属性设置

(图 1-14)。

2) 与等高线图叠加

将数据点张贴图与等高线图叠加,生成更为直观的叠加图件。

步骤一:鼠标同时选择张贴图和先前绘制的等高线图(鼠标框选或使用“Shift”键)。

步骤二:选择菜单“Map>Overlay Maps”,则所选择的张贴图和等高线图自动叠加(图 1-15)。

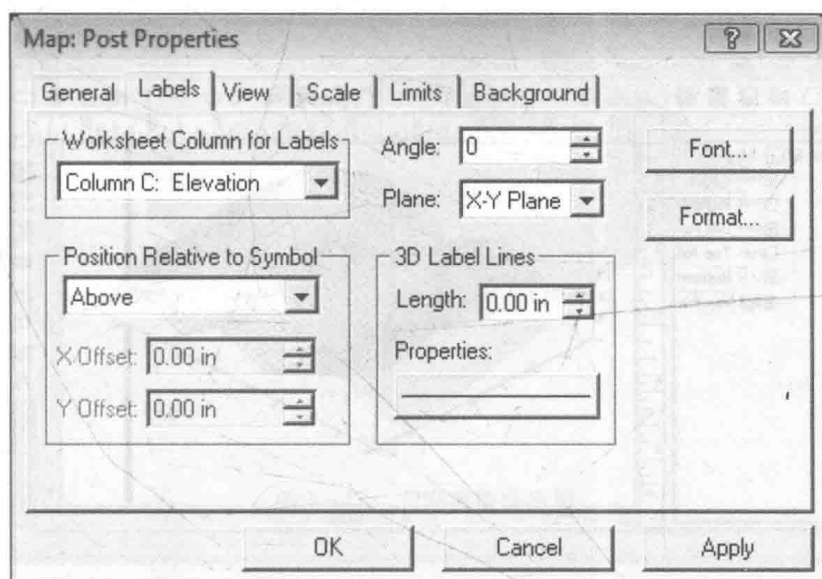


图 1-14 选择张贴图中所需标注的内容、角度和相对位置

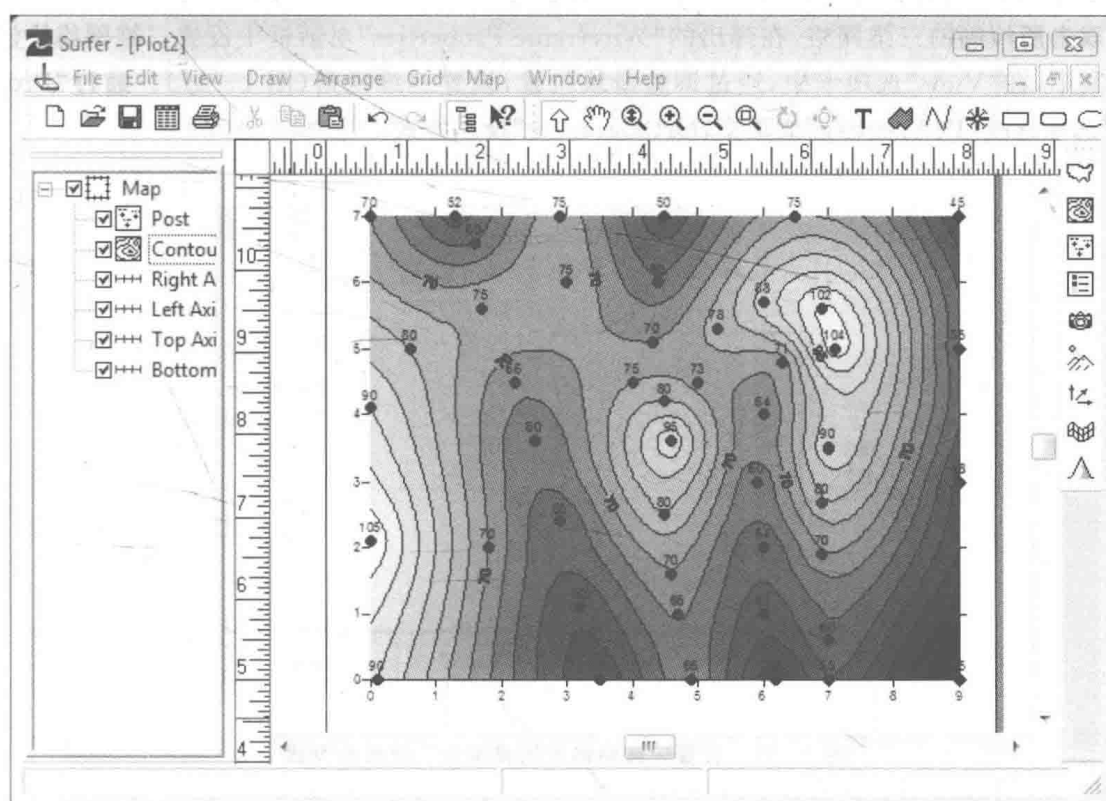


图 1-15 等值云图和张贴图叠加后的结果

6. 绘制三维网格图

点击菜单“Map>Wireframe”，在文件框中选择先前创建的 GRID 网格数据文件(.GRD)。点击“OK”创建三维网格图(图 1-16)。

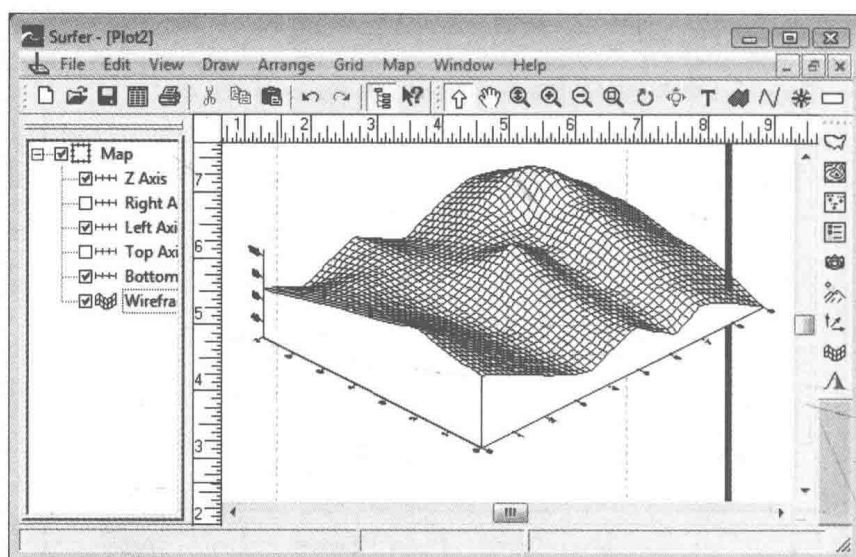


图 1-16 通过网格数据绘制的三维网格图

鼠标双击坐标轴,则弹出相应坐标轴的属性对话框,设置各坐标轴的属性。

双击所绘制的三维网格,在弹出的“Wireframe Properties”对话框中设置三维网格绘制属性。其中,在“View”选项卡中,通过调整滑块位置,设置三维视角(图 1-17)。通过“Projection”选择透视“Perspective”或正交“Orthographic”投影方式。

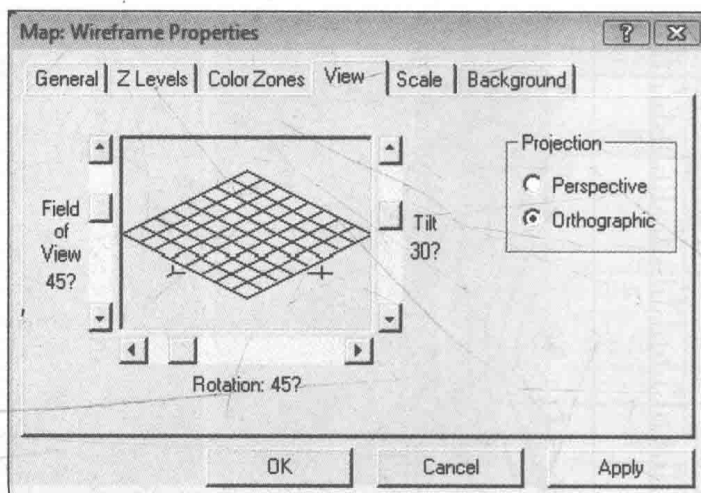


图 1-17 设置三维网格图的视角和三维投影方式

7. 绘制三维渲染曲面图(三维地貌图)

点击菜单“Map>Surface”,在文件框中选择先前创建的 GRID 网格数据文件(.GRD)。点击“OK”创建三维渲染曲面图(图 1-18)。

双击曲面图,在弹出的“3D Surface Properties”对话框中设置属性,编辑“Material Color”色彩条,通过设置不同高程的表现色彩,绘制更加生动的三维地貌渲染图(图 1-19)。