

文章编号: 1671- 251X(2010) 10- 0067- 03

Surfer8. 0 在开采沉陷数据可视化表达与制图中的应用

汤伏全, 汪桂生, 代巨鹏

(西安科技大学测绘科学与技术学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 针对常规绘制变形曲线的方法难以有效全面地表达工作面开采沉陷情况的问题, 提出基于地表观测站获取的观测数据, 利用 Surfer8. 0 软件对矿区开采沉陷观测数据进行可视化表达与制图的方案, 介绍了 Surfer8. 0 在变形等值线绘制及数据三维可视化表达中的具体应用方法。对比 MapGIS 软件制图可知, 采用 Surfer8. 0 能够快速而精确地实现对开采沉陷数据的可视化表达与制图, 且输出图形更加美观。

关键词: 矿井; 工作面; 开采沉陷; 可视化表达; 制图; Surfer8. 0

中图分类号: TD672 **文献标识码:** B

Application of Surfer8. 0 in Visualization Expression and Mapping of Mining Subsidence Data

TANG Fu quan, WANG Guisheng, DAI Jupeng

(College of Geomatics of Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In order to overcome difficulty of expressing mining subsidence situation of working face fully and availably by use of normal methods of drawing metabolic curves, the paper proposed a scheme of using Surfer 8.0 to do visualization expression and mapping of mining subsidence data collected by observing station on the ground, and introduced concrete application methods of Surfer8. 0 in drawing metabolic isopleths and 3D visualization expression. The comparison result with mapping by MapGIS, Surfer8. 0 can realize visualization expression and mapping of mining subsidence data quickly and accurately with better output graphics.

Key words: mine, working face, mining subsidence, visualization expression, mapping, Surfer8. 0

0 引言

矿物被开采以后, 开采区域周围岩体的原始应力平衡状态受到破坏, 应力重新分布, 达到新的平衡。在此过程中, 地表和岩层产生连续的移动、变形和非连续的破坏, 该现象被称为“开采沉陷”^[1]。开采沉陷是许多矿区普遍存在的一种人为生产活动引发的灾害。

开采沉陷的发展过程十分复杂, 目前, 实地观测

仍然是掌握开采沉陷规律的主要方法。通过设置地表观测站获取地表沉陷数据, 分析地表变形情况, 可为开采沉陷的预测和开采方案的选择提供信息支持。通过实地观测获取各观测站和控制点的平面坐标和高程数据后, 需要进行数据处理以及后续的数据可视化与制图工作。采用传统的绘制下沉曲线的方法难以有效全面地表达工作面的沉陷情况, 而利用计算机手段则可以对开采沉陷状况进行全面直观的可视化表达。

目前, 中国矿业大学等部分机构正尝试开发相应的矿区数据处理与制图系统, 但由于矿区数据表达的复杂性, 系统开发比较复杂且工作量繁重。本文介绍一种利用 Surfer 软件对开采沉陷数据进行数据可视化表达和制图的方法, 为矿区数据处理与制图系统的开发提供了一条新的途径。

收稿日期: 2010- 06- 04

基金项目: 陕西省自然科学基金项目(SJ08D01)

作者简介: 汤伏全(1966-), 男, 湖南湘潭人, 副教授, 博士, 现主要从事测绘与矿区开采沉陷方面的研究工作。E-mail: fuyuantang@163.com

1 开采沉陷数据可视化主要内容

处理地表观测站获取的开采沉陷观测数据的最终目的是实现开采沉陷信息的可视化并分析地表移动变形规律。观测数据的整理工作必须在外业成果准确无误的基础上进行^[2]。

开采沉陷数据主要来自于各观测站不同观测期的实测数据,在进行数据处理和可视化表达之前,需要进行各种改正数的计算和平差计算。数据处理与计算是可视化表达的基础,具体包括各种移动变形参数的计算,数据的计算工作可以在 Excel 中进行或编写相应的程序加以实现。数据可视化包括二维可视化和三维可视化,二维可视化主要以下沉曲线和等值线等方式表示,三维可视化主要实现沉陷信息的立体表达。开采沉陷数据处理与可视化表达的流程如图 1 所示。

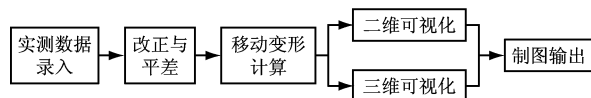


图 1 开采沉陷数据处理与可视化表达流程

2 Surfer 软件及其功能简介

Surfer 是美国 Golden 公司在 Windows 环境下开发的地理数据绘图软件。它具有强大的绘图和计算分析能力,具备 Windows 应用程序界面友好的特点,并且程序较小、购置费用较低、易于使用,在地球物理、地质等行业得到了不同程度的应用。目前比较常用的是 Surfer8.0 版本。

Surfer8.0 软件的主要功能是将数字化或者人工读取、实际测绘获得的三维空间数据转换为格网数据(或称数字高程模型, Digital Elevation Model, DEM),并根据格网数据生成等高线图和地形立体图^[3]。此外,还可以利用该软件绘制高分辨率的等值线图并方便地实现制图输出。

待处理的地理原始数据可通过 .dat 文件或 .txt 文件加以输入,其数据的格式为 (x, y, z) , 其中 x, y 为平面坐标, z 为需要进行处理表达的要素数据。

Surfer8.0 软件可将数据文件进行网格化处理,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,同时具有强大的绘图能力,能将离散数据经过插值生成的规则格网数据方便、正确地转换成丰富多彩的等值线图、粘贴图、影像图、地貌晕渲图、矢量地图、线框图和表面图等。Surfer8.0 也可对数据文件进行部分分析功能,如数学运算、滤波处理、

体积计算等功能。Surfer8.0 中 ActiveX Automation 所提供的编程接口使用户可以很容易地用各种 ActiveX 客户编程语言(如 VB、Delphi、C# 等)来定制 Surfer^[4]。

3 Surfer8.0 在开采沉陷数据可视化表达和制图中的应用

3.1 在开采沉陷等值线绘制中的应用

开采沉陷的各种参数(如下沉量、倾斜等)计算完毕后,便可以用 Surfer8.0 软件进行数据的可视化表达。二维数据的可视化表达通常采用等值线的方式,借助等值线可以方便地分析沉陷对地表的影响范围与程度。等值线的绘制一般基于对离散的点插值。Surfer8.0 软件提供了多种常用的等值线插值方法,如反距离加权插值法、克里金(Kriging)插值法等,并可设置相应参数。通过这些方法可以迅速地将观测所得的离散数据转换为连续的等值线。

一般情况下,在 Surfer8.0 软件中绘制等值线需要经过以下 3 个步骤^[5]:

(1) 创建一个包含 3 列数据的数据文件。一般来说第一列为作图的 x 坐标值,第二列为作图的 y 坐标值,第三列为作图的等值线数值。

(2) 将该数据文件进行网格化处理。在 Surfer8.0 软件界面下选择 Grid> Data,选择网格化的数据文件,网格化的结果保存在*.grd 文件中。

(3) 选择画图的图形类别。如 Contour Map 就是作等值线图,选择步骤(2)的网格化结果文件(*.grd)即可得到绘制的图形。

在开采沉陷等值线绘制过程中,应首先创建数据文件,将地表观测站所获取的坐标数据 x, y 和相应的变形参数计算结果输入文件中,然后按照上述步骤生成和绘制等值线。

根据上述方法,选择某一矿区某一工作面区域的开采沉陷观测数据建立数据文件,该数据文件包含平面坐标位置 (x, y) 和经计算获得的下沉量 w 三列数据,数据格网化时选择 Kriging 插值法,网格的行列数目设置为 100×40 ,等值线间距设置为 100 mm,绘制的某时段工作面区域开采沉陷等值线如图 2 所示。

为了验证 Surfer8.0 软件绘制等值线的正确性和精确性,笔者采用国内应用较为广泛且在制图方面有较好效果的 MapGIS 软件的 DTM(数字地面模型),利用上述相同的数据绘制开采沉陷等值线图。绘图的思路是先读取离散点数据文件,再通过

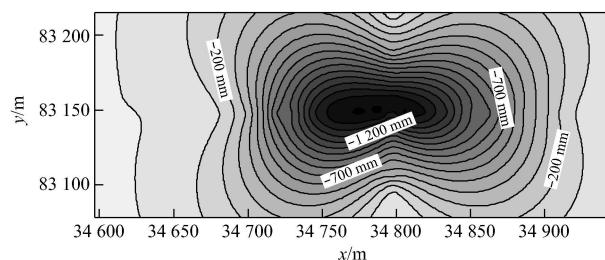


图2 利用 Surfer8.0 绘制的开采沉陷等值线

泛 Kriging 网格化方法建立相同大小的网格模型, 然后利用所创建的网格数据绘制等值线, 得到的结果如图 3 所示。

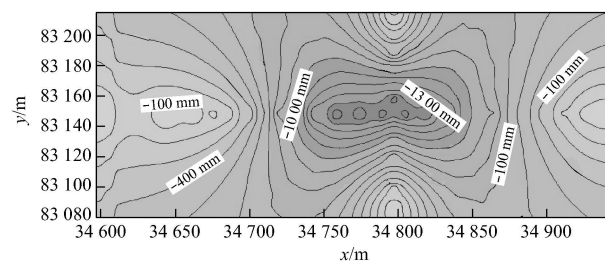


图3 利用 MapGIS 绘制的开采沉陷等值线

对比图 2 和图 3 可看出, 二者所表示的开采沉陷区部分等值线形态基本相同, 但采用 MapGIS 完成等值线绘制后, 图形中点、线、面对象是分类存储的, 不利于图形的统一管理, 且图形不易修改和调整; 而采用 Surfer8.0 绘图更加简单、快速, 且输出图形更加美观, 标注和图形大小等均可以快速调整到合适位置。可见, 利用 Surfer8.0 绘制等值线是可行并且高效的。

3.2 在数据三维可视化表达中的应用

传统的等值线表达方式虽然能清楚地表达工作面开采地区的沉陷情况, 但在表达的直观性上仍具有一定的局限性。随着可视化技术及测绘技术的发展, 针对数据的三维可视化表达成为重要的研究方向。目前, 由于三维数据结构的复杂性, 三维可视化表达还是以 DTM 或 DEM 为基础, 表达能力与效果较为有限。

Surfer8.0 软件提供了立体图形绘制功能, 主要有实体图形和网格化图形两种, 其中表面图对应实体图形, 线框图对应网格化图形^[6]。实现立体图的绘制与等值线绘制方法类似, 即先建立数据文件, 随后选择插值方法, 将数据进行网格化处理, 最后利用生成的网格数据进行立体图的绘制。利用上述相同的某矿区某工作面开采沉陷观测数据绘制其开采沉陷的立体表面, 如图 4 所示。

为了验证 Surfer8.0 软件绘制表面图的效果, 笔者同样采用了 MapGIS 软件的 DTM 对相同的数

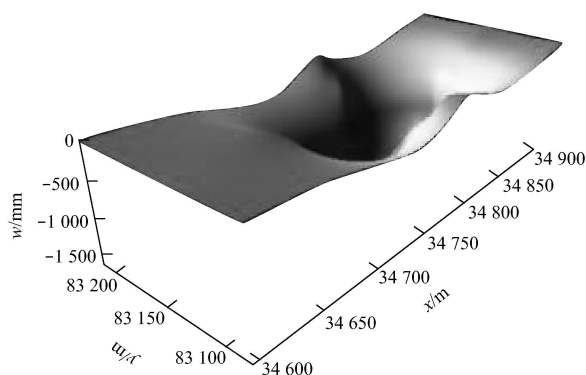


图4 利用 Surfer8.0 绘制的开采沉陷立体表面

据建立表面模型。创建的方法是先绘制平面等值线, 再由所绘制的等值线提取其高程信息, 然后生成三角剖分网并加以优化, 最后打开三维显示窗口设置相关视角参数并显示结果。最终形成如图 5 所示的表面模型。对比图 4 和图 5 可看出, 二者所表达的表面形态也基本相同, 并且由 Surfer8.0 绘制的表面图表达效果更加直观。



图5 利用 MapGIS 绘制的开采沉陷表面

4 结语

Surfer8.0 软件可以快速而精确地实现等值线和三维立体图的绘制与输出, 制图效果理想。相对于其它常用 GIS 软件, 应用 Surfer8.0 绘制等值线和三维立体图形方法更加简便, 输出的图形更加美观, 且易于修改各种参数, 同时对计算机硬件要求较低, 易于掌握。因此, 将 Surfer8.0 应用于开采沉陷的数据可视化表达与制图具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 何国清, 杨伦, 凌赓娣, 等. 矿山开采沉陷学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1994.
- [2] 余学义, 张恩强. 开采损害学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.
- [3] 陆志波, 陆雍森. Surfer8.0 在环境评价和规划中的应用[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(2): 191-195.
- [4] 白世彪, 王军见, 阎国年. Surfer 软件在水下地形三维可视化与分析中的应用[J]. 海洋测绘, 2004, 24(5): 51-53.
- [5] 马占良, 王振宇. Surfer 绘图及其在 VB 编程中的自动化控制[J]. 青海科技, 2007(6): 82-85.
- [6] 陈三明. 地学信息工程实用软件教程[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009.