

应用 Surpac 软件进行露天矿采矿工程的可视化

李海华 张瑞新

(中国矿业大学 北京 100083)

摘要 本文主要介绍澳大利亚 SSI 公司开发的矿山工程软件 Surpac 三维可视化功能在露天煤矿中的应用,通过对实体的三维可视化显示,可以使矿山工作者形象直观地看到地形、煤层、煤质分布及采场布置,从而为矿山生产做出更加科学的决策。

关键词 矿山工程软件 可视化 露天矿 应用

中图分类号 TP311.5 **文献标识码** B **文章编号** 1004 - 4051 (2004) 01 - 0064 - 03

MINE ENGINEERING SOFTWARE SURPAC APPLIED TO VISUALIZATION OF SURFACE COAL MINE

Li Haihua Zhang Ruixin

(China University of Mining and Technology Beijing 100083)

Abstract : The paper introduces the function of 3-D visualization technique of Surpac which is developed by SSI company of Australia applied to surface coal mine. Through 3-D visualization of entity, engineer of mine can observe terrain, coal seam, coal quality distributing and stope arrangement straightly. So they can make scientific decision for the project of mine.

Keywords : Mine engineering software, Visualization, Surface mine, Application

1 引言

Surpac 软件是由澳大利亚 SSI (Surpac Software International Pty Ltd) 公司开发的大型矿山工程软件,目前在 91 个国家有 3500 余个授权用户。Surpac 是一个大型软件平台,软件系统采用模块化集成,可以应用于地质勘探、测量、采矿设计及土地覆垦等。Surpac 以其独创的数据库技术、功能强大的三维可视化图形工具、最新的网络技术以及基于 JAVA 的图形用户界面等特点服务于资源开发项目的每一个环节。矿山是 Surpac 的主要研究领域,与其它矿山工程软件相比, Surpac 优点之一就是面向矿山的三维可视化。Surpac 中的三维可视化模块 (3D Graphic System) 是利用计算机图形图像技术和方法对大量数据进行处理,并用图形图像格式具体、形象地将数据处理过程和结果进行可视化显示,为用户提供直观的结果。二维可视化存在表达信息不充分、缺乏直观感等缺点,只有三维可视化才可为人类提供真正意义上的可视化,并真正减轻人类的认知负担。矿山是三维空间中典型的生产、活动过程,在应用计算机辅助实施矿山生产规

划、管理时,充分利用三维可视化空间信息与分析模型,具有重要的意义,将 Surpac 的三维可视化技术应用于露天煤矿中,既可对煤层赋存状态、空间特性进行有效的显示,又能使露天矿动态作业过程得以形象直观的展示,为矿山工程技术人员提供良好的技术支持。

2 Surpac 与通用 GIS 软件的区别

GIS (地理信息系统),就是利用计算机技术,对地理信息进行截取、存储、分析,提供用户所需的地理以及相关的信息。其主要功能是数据的输入、编辑、管理与分析、输出几大部分。GIS 是一门以应用为目的的信息产业,三维 GIS 是许多领域对 GIS 的基本要求,但是三维 GIS 在矿山中的应用尚处于起步阶段。三维可视化矿山工程软件 Surpac 不仅具有通用 GIS 软件的基本功能,可以采集、存储、管理、分析和描述三维空间数据信息,而且还拥有许多针对矿山开采设计的实用性强的特殊功能,如钻孔设计、采场设计、采矿计划编制等功能模块。这些功能模块结合了矿山工程的专业特点,更适用于矿山工程技术人员的使用。

3 数据库

数据库是 Surpac 可视化的基础，也是其图形制作的数据来源。Surpac 支持开放式数据库连接 (ODBC)，可以建立或打开包括 ISAM、ISAMSQL、INFORMIX、ORACLE、PARADOX、DABASE IV 和 MICROSOFT ACCESS 在内的这些格式的数据库，这些数据库文件通过格式转化后可直接导入为 Surpac 的库文件。Surpac 数据库有灵活的数据编辑、修改、添加功能，方便用户的操作。同时 Surpac 数据库具有针对煤矿特点的数据处理功能，它可以对所导入数据进行逻辑判断，查找地层、上下煤层和矸石层有无交叉及数据是否在限定范围内，同时给出提示文档，以使用户修改数据库。

数据库和中心图形系统紧密相联，Surpac 通过内部程序自动生成三维钻孔图，通过显示模块 (Display) 浏览任意一个或多个钻孔和显示相关信息的钻孔截面图，在屏幕上可以选择和编辑感兴趣的钻孔。用户可利用 Surpac 的图形化功能创建钻孔的综合柱状图，清晰地表现钻孔的地质信息。

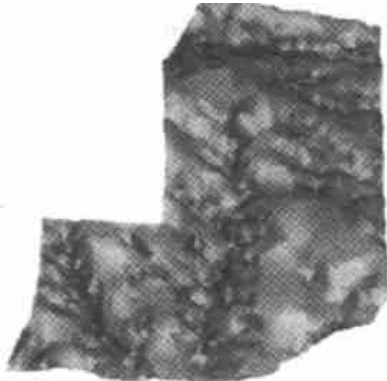


图 1

4 地形、煤层及构造的显示

沉积作用形成的煤矿床具有赋存面积大、煤层面复杂、煤层与矸石层交互等特征，针对这些特点，Surpac 设计了点、线、面和体四类模块。通过与数据库的连接，可以自动生成地形、煤层顶底面等三维面状图形及煤层、矸石层等三维实体图形。如果用户创建了断层及其它构造数据库，还可将构造和地形、煤层图形结合为一体。再辅助以三维图形旋转、全景显示和缩放、安全颜色渲染、灯光投影、使用栅格等技术，就可达到仿真效果，使得工程技术人员直观地感知了解图形的变化和趋势。如图 1 为某矿首采区地形图，从中我们可以清晰地看出沟、脊及地形走势。另外由于 Surpac 可兼容 CAD 图形文件，也可将 CAD 等图形文件直接转化

应用 Surpac 软件进行露天矿采矿工程的可视化

成 Surpac 图形文件。对于一些地形图、等高线图可以先矢量化，然后形成成为 Surpac 图形。

5 煤质的显示

针对煤矿煤质，Surpac 专门设计了煤质数据提取和图形处理功能（此模块也适应于其它矿种，如金属矿品位等），该模块的特点是可以将煤质等高线与煤层结合为一体，即生成的等高线是三维等高线。Surpac 通过提取数据库中的煤质数据（也可其它煤质库文件相连），利用等高线功能 (Contouring) 便可生成煤质各指标（灰分、水分、挥发分、发热量、硫分、含氢量等）的三维等高线图，同时也可将煤质线文件加载到各煤层上，再通过颜色、灯光投影、三维变化等手段，便可在三维清晰地表达出各煤层的灰分、硫分、水分、挥发分、发热量及其它煤质变化情况。此模块应用较广，除可做煤质图外，还可做地形、煤层顶底板等高线或其它矿的指标，如金属矿的品位等。图 2 为某矿 11 煤灰分变化图，如果需要可利用颜色功能在图中用不同颜色的过渡来表示灰分的变化，从而更清晰地了解煤质变化趋势。

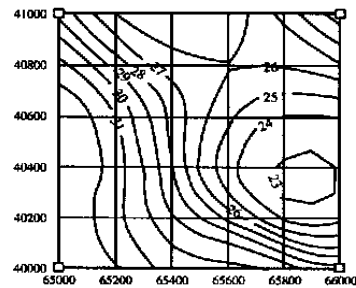


图 2

6 平、剖面图的生成

平、剖面图是矿山工作的基本图件，Surpac 有多种功能可完成这一任务。基本方法有两种：一是通过对钻孔图的编辑、线提取，生成平、剖面图；另一种方法是对三维实体进行切割，生成二维平、剖面图。有时为了研究某处矿体赋存情况或构造，就要作多张二维平、剖面图来反映，工作量大且效果较差，如果使用 Surpac 三维剖面图就变得非常简单，它可以将多张平、剖面图合为一体，集中反映所研究的部位，形象直观。其方法是：创建所取部位平、剖面的水平投影线；利用拟合功能 (Drape string over TM)，将线与煤层面相结合，使线与煤层交绘；编辑图形，生成三维剖面图；增加网格坐标。图 3 为安家岭矿某处三维剖面图。

【下转 72 页】

$$z_2 = z_3 = -\frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{4EI}{4L^3 e^{-2}}\right)^{1/2} \quad (14)$$

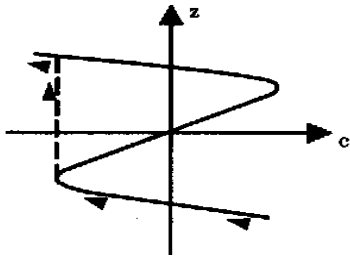


图4 跨越分叉集时状态变量 z 的突跳

于是跨越分叉集时状态变量发生突跳量 (如图4所示) 为:

$$z = z_1 - z_2 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{4EI}{4L^3 e^{-2}}\right)^{1/2} \quad (15)$$

所以矿柱失稳前后变形的突跳量为:

$$u = u_1 \quad z = 3\sqrt{2} \left(1 - \frac{4EI}{4L^3 e^{-2}}\right)^{1/2} \quad (16)$$

由上式可知, 矿柱变形突跳量仅与系统的内在特性有关。

将梁—矿柱的系统函数在尖点 u_1 处泰勒展

开, 并把式 (7) 代入得:

$$V = \frac{2}{3} e^{-2} u_0^2 (z^4 + 2cz + c) \quad (17)$$

式中

$$c = \frac{3}{2} \left(e^{-2} - 3 + 2 \frac{4EI}{4L^3 e^{-2}} \cdot \frac{(b-u_1)}{u_1} + 2 \frac{(q-p)Le^2}{u_1} \right)$$

所以矿柱失稳突跳前后的能量差为:

$$\begin{aligned} V &= \frac{2}{3} e^{-2} u_0^2 [z_1^4 - z_2^4 + 2c(z_1^2 - z_2^2) + 4d(z_1 + z_2)] \\ &= \frac{1}{2} e^{-2} u_0^2 \left(1 - \frac{4EI}{4L^3 e^{-2}}\right)^2 \end{aligned} \quad (18)$$

由上式可知, 突跳所释放的能量仅与系统的内在特性有关。

5 结论

本文研究了岩盐井组间矿柱失稳的临界条件及突变时的突跳和能量释放机制。分析表明当矿柱的软化特性越强 (e^{-2} 越大)、梁的弹性模量越小、跨距越大, 越容易突变, 并且矿柱变形突跳量及突跳所释放的能量仅与系统的内在特性有关。

(收稿日期: 2003 - 11 - 11)

【上接 65 页】

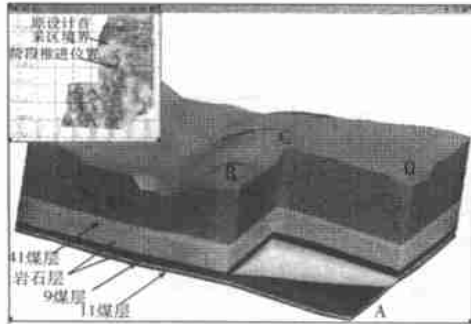


图3

7 采矿工程的布置

Surpac 除具有 CAD 所具有的绘图功能外, 还具有专门的采矿设计模块, 通过用户给定的工作坡面角、台阶高度、台阶宽度、台阶倾角等参数, 可自动生成三维采场布置图。

针对于一些矿床的具体情况和不同的用户的需求, 可利用 Surpac 功能强大的绘图模块中的点线的拟合、线面拟合、面面交汇、面体和体截切功能, 结合煤矿的赋存情况绘制出更为复杂的生产现状图。其方法是: 提取数据库中的煤层信息, 生成各煤层和矸石层的顶底面; 创建坑底工作线投影图; 将坑底工作线与最下层可采煤层底面拟合, 对于最下层可采煤层为不同煤层的可分别拟

合; 利用采矿设计模块 (Mine design), 给定台阶及各工作邦的设计参数, 生成采场的各邦及相应台阶, 将生成台阶与煤层面交绘, 形成生产阶段工程布置图。图4为安家岭煤矿的一个阶段工程布置设计图, 该矿有四层主采煤层, 根据优化方案, 下端邦在4煤层底部外扩400m。



图4

8 结语

Surpac 具有强大的图形制显示模块, 通过激活自动绘图功能可以根据用户的需求绘制各种图形, 再通过鼠标拖动, 就可将图形在空间和平面上任意旋转和放大缩小, 从而达到仿真目的。Surpac 将会以其强大的功能在煤矿及其它领域中得到广泛的应用。

(收稿日期: 2003 - 09 - 20)

【作者简介】李海华 (1967—) 中国矿业大学北京校区资源学院 硕士研究生 研究方向 矿业工程及虚拟现实

中国矿业 2004 年第 13 卷第 1 期