

基于 Datamine 的大厂矿体三维可视化

毛先成, 华 萍, 陈 振

(中南大学 地学与环境工程学院, 长沙 410083)

摘 要: 以广西大厂矿体为研究对象, 应用 Datamine 构建了矿体的三维模型, 通过模型能直观清楚地看到地层的空间特征, 矿体的空间位置; 为计算矿体储量和品位报告奠定了基础, 从而为矿山合理开发利用资源提供科学依据。

关键词: Datamine; 广西大厂; 地质数据库; 三维地学建模

中图分类号: TP391; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)04-0348-04

0 引言

广西大厂不仅是我国重要的多金属矿业基地, 也是国内外知名的特大型矿床。早在 20 世纪 80 年代, 国家就把大厂作为重点研究对象, 许多地质专家对大厂多金属矿床的成因进行了深入研究, 已经取得很多重要成果, 但在矿山数字化和矿床数学经济模型等方面的研究工作比较少。

Datamine 软件公司是由英国矿业技术软件公司(MICL)开发的一款三维地学建模软件, 它由两个互为补充、覆盖不同的专业需求、具有较高技术含量的 Datamine 和 Earthworks 组合而成, 主要应用于地质勘探、储量评估、矿床模型、地下及露天开采设计、生产控制和仿真、进度计划编制、结构分析、场址选择, 以及环保领域等。

本文借助矿山工程软件 Datamine 对广西大厂某矿体进行了三维模型的构建, 能使矿体空间特性进行有效显示, 为矿山的开发提供了良好的技术支持。

1 矿区地质概况

矿区主要构造是 NW 向大厂断裂和大厂背斜。

大厂断裂在走向和倾向上呈舒缓波状, 走向 $310^{\circ} \sim 340^{\circ}$, 总体倾向 NE, 倾角 $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$, 断裂带已被圈成锡锌工业矿体, 大厂断裂既是导矿构造, 又是容矿构造。大厂背斜位于大厂断裂的北东侧, 是一个与断裂平行展布的倒转背斜, 背斜西翼较陡, 倾角大于 70° , 局部直立, 甚至倒转, 东翼较平缓, 倾角小于 40° 。背斜轴向 330° , 北部转为 300° , 背斜向 NW 倾伏。在倾没端的中、上泥盆统中不同岩性的接触部位发育强烈的层间构造, 特别是在细条带硅质灰岩与小扁豆状灰岩、细条带硅质灰岩与宽条带硅质灰岩、宽条带硅质灰岩与硅质岩等层位之间的层间构造特别强烈。这些构造对后期的改造成矿和矿体形态、产状均有一定的控制作用。垂直大厂背斜发育有数组平行的 NE 向断裂, 走向 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$, 常切割 NW 向构造, 是后期脉状矿体的主要容矿构造。大厂地区有少量侵入体, 长坡以东约 4 km 处的龙箱盖花岗岩体、长坡东侧的斑状花岗岩(墙)和西侧的石英闪长玢岩(墙)均为成矿后期脉岩。长坡 2 铜坑、巴力、高峰等多金属矿床沿大厂断裂和大厂背斜自北西向南东呈串珠状展布。文中所研究的矿体位于铜坑矿床和巴力矿床之间, 靠近巴力矿床附近。

2 地质数据库的建立

2.1 原始资料收集与处理

收稿日期: 2007-10-23

基金项目: 国家 973 计划课题(2007CB416608)资助。

作者简介: 毛先成(1963-), 男, 湖南澧县人, 教授, 博士, 主要从事 GIS 应用与三维地学建模研究。通信地址: 湖南省长沙市中南大学校本部地学楼 117 号, 邮编: 410083, E-mail: hp_777@163.com

为建立矿体钻孔地质数据库, 收集了矿山所有勘探工程数据。根据建立地质数据库的数据格式要求及研究需要, 对钻孔数据进行了如下处理:

①删除没有品位信息的钻孔; ②删除矿体外的钻孔; ③将向下钻孔的倾角设为负值; ④修正钻孔数据中由于人为因素造成的错误; ⑤按 Datamine 数据表格式将钻孔数据分成 4 个表(分别为 collar, survey, geology 和 sample), 作为地质数据库的数据源。

2.2 建立地质数据库

根据研究需要, 选择该矿体主要成矿元素 Sn, Pb, Cu, Sb, Zn 的品位作为区域化变量。以地质钻孔数据为数据源, 借助 Datamine 软件创建地质数据库, 并建立了如下数据表: 钻孔开口信息表(collar)、钻孔测斜信息表(survey)、钻孔各分段地质信息表(geology)和钻孔样品品位表(sample)。各数据表结构见表 1。

表 1 地质数据库数据表结构

Table 1 Structure of geological database

表名	字段
collar	钻孔名, y 坐标, x 坐标, z 坐标, 孔深
survey	钻孔名, 距孔口距离, 倾角, 方位角
geology	钻孔名, 样品段起点, 样品段终点, 岩石类型
sample	钻孔名, 样品 ID, 样品段起点, Sn 品位, Sb 品位, Cu 品位, Pb 品位, Zn 品位

2.3 地质数据库的三维显示

地质数据库是矿床三维建模的基础, 矿体模型和品位块体模型的构建、钻孔数据的统计分析、品位模型估值和储量计算以及平、剖面图绘制都离不开

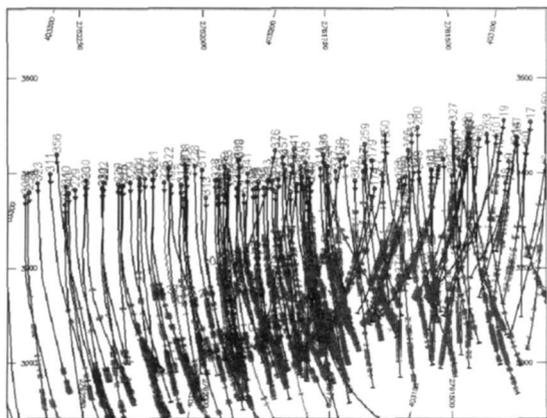


图 1 大厂钻孔工程三维显示图

Fig. 1 Illustration showing 3D borehole in Dachang

地质数据库。图 1 为钻孔空间位置的立体显示。

3 三维实体模型

实体模型, 通常也叫外框图, 广泛应用在地层带、矿体、工程设计中。实体模型是一个三维的数据三角网, 应用多边形联结来定义一个实体或空心体。所产生的形体可形象地展现矿体的几何空间形态, 还可用于体积计算、在任意方向上产生剖面, 以及通过与来自地质数据库的数据相交, 为品位块体模型的建立奠定基础。

矿体建模通常采取以下两种方法:

(1) 在地质数据库的基础上组合各地质钻孔, 根据品位、岩石性质等重新地质解译各剖面的矿体范围和各地质界限。

(2) 根据矿山已有的勘探线剖面图及平面图中由各地质界线圈定的矿体范围, 生成矿体的实体模型。

鉴于大厂数据已有完整的各类剖面平面数据, 本研究主要采取第 2 种方法。

Datamine 使用线框(wireframe)建模法进行矿体实体模型的建立, 即把面上的点用线链接起来, 形成一系列的多边形, 然后把这些多边形在三维空间拼接起来形成一个多边形网格, 以此来模拟矿体边界和空间形态。矿体实体模型不仅给出了矿体的几何空间形态, 而且也是后面品位估值的基础。

3.1 剖面地质界线圈定

剖面地质界线圈定过程是地质三维建模中关键的一步, 通过对勘探样品的圈定可以得到样品的分布情况等, 是建立实体模型的前提。

具体的地质剖面圈定步骤如下(以 Sn 矿剖面圈定为例, 图 2):

- (1) 导入钻孔工程数据, 显示钻孔工程。
- (2) 显示钻孔样品表中的数据(这里显示 Sn)。
- (3) 设定钻孔显示的方位, 采用垂直走向。
- (4) 设置剖面剪切界限。
- (5) 进行剖面剪切。
- (6) 逐次进行剖面圈定。

3.2 地层建模

地层三维模型是打开的表面, 可以用来表达的物体比较广泛, 例如: ①地形或下部构造表面; ②地质场图(如地质结构平面图); ③已判读或已建模的地质特征(如断层、岩性边界、矿体体积); ④设

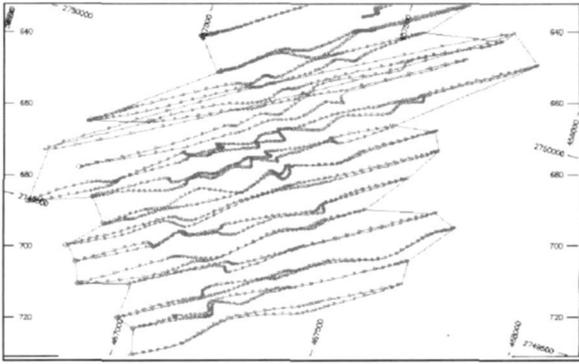


图2 大厂锡矿剖面的圈定

Fig. 2 Sn ore body profile in Dachang

计好的或计划好的地下或露天开采表面或体积; ⑤ 勘查好的或正在实施的地下或露天开采表面或体积。

一个线框是一个由连点构成三角形形成的表面或3D实体。这些三角形连接在一起形成一个连续的表面,在此基础上建立块体模型和进行体积计算。创建线框的原始输入的数据类型是线条或点,点被用来定义三角形。

如图3所示,创建的三角形都是以线条上的点为三角形的顶点。所以没有一个三角形与线条相交;每条线条都可以看作是一条折线。线框形成了一个连续的表面。

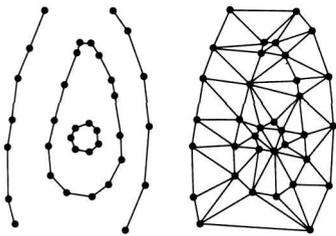


图3 地形线条子集和表面线框

Fig. 3 Subset of topographic lines and surface line frame

3.3 封闭体

线框连接技术可用于连接打开或闭合的线条,形成线框实体和表面。创建封闭体的步骤如下:

- (1) 地质特征(岩性或矿化体积)。
- (2) 地下设计。
- (3) 地下勘察测量。

默认的连接方法是等角形状连接。图4是用等角形状连接方法,展示成对的线条连接。

3.4 三维地质体实体模型

根据 Datamine 软件模块中的线圈建模及块体

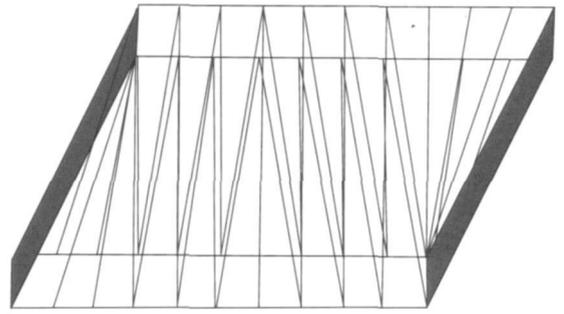


图4 等角形状连接

Fig. 4 Plot showing equalangle connection

建模功能来建立三维实体模型。

具体的操作步骤如下(以锡矿剖面模型为例,图5):

- (1) 打开圈定好的剖面线串。
- (2) 打开 Wireframe Linking 工具栏。
- (3) 选择 Create Tag String 按钮,创建控制线。
- (4) 选择 Link Strings 生成各矿体的线框模型。在填充项中选择填充的颜色,在 Visualizr 界面中观察得到的所有矿体实体模型。

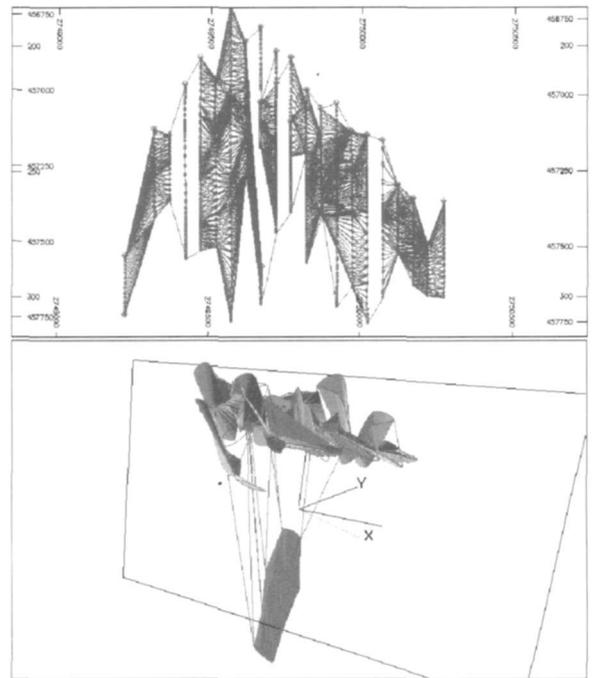


图5 基于大厂数据 Datamine 建模的锡矿线框模型(上)和实体模型(下)

Fig. 5 The Dachang data-based Datamine line frame model (upper) and real model of ore body in Dachang

4 成果及展望

在本次研究工作中, 使用了 Datamine 软件对广西大厂锡多金属矿床地质资料进行三维建模, 以达到直观解释矿产和岩石分布状况等目的。在利用 Datamine 软件进行建模过程中得到的主要成果有:

(1) 源数据的数据结构处理成果。根据 Datamine 软件的数据表格要求将源数据表格按照对应的字段要求修改, 并形成 Collar, Survey, Geology, Sample 等 4 个表。

(2) Datamine 数据库加载与建立。对源数据修改后形成的 4 个表通过 Datamine 的表格加载功能依次加载进来, 并且与软件的字段属性等要求一一映射为 Datamine 的钻孔表格, 达到了建立 Datamine 数据库的目的。

(3) 大厂工程数据的三维显示。通过加载钻孔点以显示所有的钻孔, 并且在 Format 设置中可以调整为显示钻孔的空号名称。另外通过加载 Drill-hole(钻孔) 得以显示出所有钻孔的工程轨迹, 并且通过设置观察到工程样品、岩性的属性值等。

(4) 大厂工程数据的样品剖面圈定图。设定好需要圈定的矿石或岩石, 然后进行剖面剪切设置, 之后逐一进行剖面圈定, 得到工程样品的锡、锌、铅、铜、锑等的剖面圈定图。

(5) 基于大厂工程数据的样品剖面圈定图的线圈建模图, 以及对应的三维实体模型。

本次研究中完成了基本的三维建模工作, Datamine 软件在三维建模方面的功能十分强大, 通过对 Datamine 软件的研究, 以后的工作可以在以下的几个方面开展:

(1) 对矿产数据进行体模型的三维建模, 在前面的研究中主要进行的是三维线框建模, 体模型的实体模型能够更加精确地表达矿石分布特征等特性。

(2) 利用 Datamine 软件的插值处理功能, 在进行剖面处理时屏蔽掉无矿的部分, 更加精确地建立三维实体模型。

(3) 根据 Datamine 软件的模型计算功能进行品位估算, 对矿石分布特性等做精确的分析和处理。

(4) 虚拟现实是地质建模方向的一个发展趋势, 利用 Datamine 软件提供的虚拟现实研究模块, 通过虚拟模块的处理能够得到更加直观的地质解释, 而且视觉效果显著, 能够更好的为决策做出支持。

参考文献:

- [1] 毛先成, 戴塔根, 邹燕红, 等. 广西大厂矿田地质矿产数据库的研究与系统开发[J]. 地质与勘探, 2003, 39(5): 74-76.
- [2] 毛先成. 三维数字矿床与隐伏矿体立体定量预测研究[D]. 长沙: 中南大学, 2006.
- [3] 谢文兵. 广西大厂中央资源数据库管理应用系统与空间信息统计学应用研究[D]. 长沙: 中南大学, 2002.
- [4] 冯文博. 大厂矿田矿产资源勘察与管理信息系统的设计及数据库安全性研究[D]. 长沙: 中南大学, 2002.

THE DATAMINE-BASED VISIBLIZATION OF 3D ORE BODY MODEL IN DACHANG

MAO Xian-cheng, HUA Ping, CHEN Zhen

(School of geosciences and environmental engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In this paper we took Dachang ore body as our research object and made a 3D Model of the ore body in Datamine. The spatial characteristics of the stratum and spatial location of the ore body are observed directly and clearly through this model. This research makes a foundation for the calculation of ore reserves and the report of ore grade. It also provides scientific basis to the reasonable mine development and resources exploitation.

Key Words: Datamine; Dachang ore deposit; geologic database; 3D modeling; Guangxi