

## 基于 DIMINE 软件的爆破设计

肖英才<sup>1 2,3</sup> 王李管<sup>1 2,3</sup> 朱明海<sup>1 2,3</sup> 李 宁<sup>1 2,3</sup>

(1. 中南大学资源与安全工程学院; 2. 中南大学数字矿山研究中心; 3. 长沙迪迈信息科技有限公司)

**摘 要:** 利用 DIMINE 矿业工程软件, 建立某铁矿的三维实体模型, 并在此基础上进行爆破设计。认为建立在 DIMINE 软件基础上的三维数字模型能够为设计者提供形象、直观、准确、动态的图形数据, 能够满足矿山生产的实际需要。

**关键词:** 爆破设计; DIMINE; 矿体模型

### Blasting Design based on DIMINE Software

Xiao Yingcai<sup>1 2,3</sup> Wang Liguan<sup>1 2,3</sup> Zhu Minghai<sup>1 2,3</sup> Li Ning<sup>1 2,3</sup>

(1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University; 2. Digital Mine Research Center, Central South University; 3. Changsha Dimine Information Technology Co., Ltd.)

**Abstract:** 3D solid model of a iron mine was set up using DIMINE mineral engineering software and blasting design was done based on it. 3D digital model based on DIMINE software could provide graphic data which are visual, intuitionistic, accurate, dynamic for designers is considered, and it can meet the practical needs of mine production.

**Keywords:** Blasting design; DIMINE; Orebody model

近年来, 随着地质统计学、数学、计算机图形学和网络技术的发展, 工程地质逐渐向综合集成化、数字化、可视化的方向发展<sup>[1-2]</sup>。矿床三维建模是地质资料集成和二次开发的最佳方法, 它能够为设计人员提供形象、直观、准确、动态的图形数据, 提高设计人员的工作效率。笔者借助矿业软件 DIMINE, 以国内某铁矿山为例, 详细叙述该系统在采场爆破中的应用。

### 1 工程概况

某铁矿为接触交代矽卡岩型矿床, 主要赋存于中奥陶纪石灰岩与燕山期闪长玢岩的接触带中。铁矿埋深在 134 ~ 679 m, 走向近呈东西向, 9 线以西渐转变向北西向, 长 1 620 m, 宽 92 ~ 376 m。矿厚最大为 193.7 m, 平均为 12.2 m。矿层由上而下分为八层, 其中 Fe7 层为最大, 占全区总储量的 84.7%, Fe6 层次之。矿体形态产状多受背斜构造的影响, 呈透镜状、分枝复合状等, 厚度变化大。

### 2 矿床数字模型

#### 2.1 地质数据库

地质数据库就是将不同的地质数据信息按照一

定的关系有机的组合在一起, 共同表示钻孔完整信息的数据集合<sup>[3]</sup>。它是由开口文件( collar)、测斜文件( survey)、样品文件( assay) 和岩性文件( geology) 4 个文件组成。地质数据库建立起来后, 就可以在空间显示地质工程, 如钻孔迹线、金属品位值、岩性等, 使地质现象在三维空间下形象地表达出来, 能够进行矿床地质特征信息的定量描述, 使人们对矿床的空间展布特征及变化规律有一个整体上的直观认识, 加深了对矿体分布规律的掌握, 为矿山生产、储量统计、生产方案优化决策、矿山生产规划、资源的合理开发利用等提供基础数据。

#### 2.2 地质体模型

地质实体模型包含两个方面: 开放的数字地形模型和封闭的空间实体或是空心体, 一般是矿体和岩体。地表模型一般由矢量化的 CAD 图导入 DIMINE 系统后, 通过对每条等高线赋予相应的值, 便能够生成非常精确的数字地表模型( 见图 1)。矿体是一种比表面地形模型更为复杂的三维体, 需要通过地质剖面图才能建立。

地质剖面图是地质工程师是依据揭露这些地质体的探矿工程或采矿工程及工程取样结果等资料, 对地质信息做出的科学解释。在建立的钻孔数据库

肖英才(1986—), 男, 在读硕士研究生, 410083 湖南省长沙市。

基础上, 根据不同勘探线剖面圈出的矿体边界形成的线框集, 通过线框模型构建法<sup>[4, 5]</sup>建立矿体模型。矿体模型是矿床空间分布属性的数字化描述, 它是品位和矿量估算、境界设计、开采规划、质量控制、经济评估等各项工作的基础<sup>[6]</sup>。通过导入矢量化的平剖面图, 在连线框时充分考虑地质构造和成矿机理, 平剖面图相互对照来连接相邻矿体轮廓线。从图 2 可以看出, 建立的模型与原始地质概况描述一致, 能够很好地反映矿床空间分布状态。

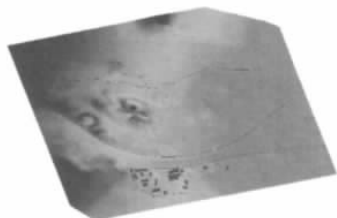


图 1 地表模型



图 2 矿体模型

### 2.3 采切工程实体建模

采切工程实体建模主要就是巷道建模, 该矿采用无底柱分段崩落法, 其工程包括出矿进路、盘区运输巷道、矿石废石溜井和切割天井、切割槽等工程组成。对于已生产的矿山, 一般可以通过实测工程中段平面图来实现。在平面图中一般有巷道的轮廓线, 就是要首先对其轮廓线赋实际巷道底板值, 然后结合实际的巷道高度进行整体复制并抬高轮廓线, 最后在三维环境下进行实体模型建立。同时可以非常方便地将测量得到的实测数据直接导入到 DIMINE 软件中, 在选择好巷道断面后, 即可自动生成巷道实体, 将所有格式相同的数据保存在同一文件内, 则可以批量导入, 一次生成整个矿山所需的工程实体。创建设计工程实体, 只需确定工程中心线及其对应的巷道断面形状和规格尺寸就可以完成。

### 2.4 块段模型

矿床的实体模型虽然给出了矿体的几何空间形态, 但无法描绘出矿体内部的品位分布情况, 因此必须在实体模型的基础上建立矿床块段模型<sup>[7]</sup>。三

维块段模型实际上就是将矿床划分为单元块形成的离散模型, 用单元块去填充矿体模型所覆盖的区域。通过变块技术, 并且用实体模型去约束块段模型就能真实反应矿体几何形态。通过某种方法对每一小块的平均品位进行估计, 就可以得到矿床的储量。

### 3 爆破设计

由于金属矿石多数是坚硬的, 用机械切割坚硬矿岩, 尚处于研制阶段。目前我国大部分金属矿床通常采用凿岩爆破方法落矿。传统的爆破设计工作大都是靠人工、凭经验, 存在设计计算和绘图工作量大、繁琐易出错和资料的积累、查询工作复杂等弊端。DIMINE 软件能够根据矿山的实际情况选择炮孔的排列方式, 方便地编辑炮孔, 动态显示孔底距等, 使爆破设计过程智能化、参数化、数字化<sup>[8]</sup>。

#### 3.1 切割槽及矿房中深孔爆破设计

该矿采用无底柱分段崩落法采矿, 进路间距为 18 m, 根据实测巷道的中心线, 可以提取出符合实际顶底板的矿房。DIMINE 软件利用设计巷道中心线生成炮排线以控制每条进路的边界, 通过切割矿体和实测实体巷道, 在实测巷道轮廓线内布置炮孔 (见图 3、图 4), 以适应矿山生产的实际需要。本研究选取 -110 m 水平 3<sup>#</sup> 矿房进行爆破设计。为了得到符合无底柱放矿所需的菱形边界, 同时将其上面的 12<sup>#</sup> 采场一起提取出来。

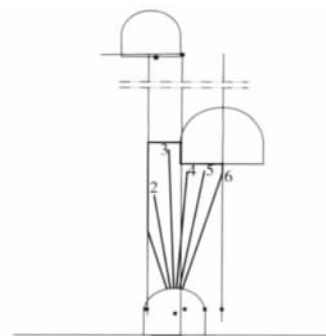


图 3 切巷炮孔布置图

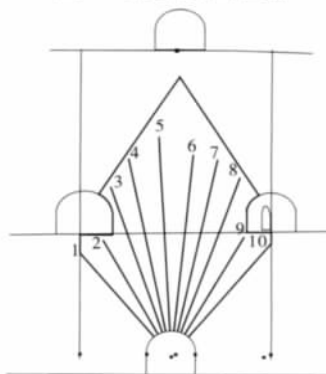


图 4 矿房扇形炮孔布置

### 3.1.1 爆破边界的生成

根据本采矿方法的特点,以提取出的进路中心线为中心,左右各 9 m 为控制线,生成该进路炮排文件,通过设计好的边孔角,生成爆破边界。

### 3.1.2 确定爆破参数

根据进路炮孔切面确定爆破边界,并确定切巷及矿房的爆破参数。切巷的爆破参数有孔径: 78 mm; 孔底距: 1.4 m; 堵填长度: 1 ~ 1.5 m, 起始角度: 根据凿岩断面调节; 炮孔排距: 1.4 m, 放射中心位置: 凿岩巷道中心, 崩矿步距 4.2 ~ 5.6 m, 即每次崩落 3 ~ 4 排。矿房的爆破参数为: 孔径 78 mm; 孔底距 2.5 ~ 2.8 m; 堵填长度 1.56 ~ 1.75 m; 起始角度边孔角 60°, 并有 36° 的小角度边孔; 炮孔排距 1.6 m (放矿炮孔); 放射中心位置为凿岩巷道中心; 崩落步距 3.2 m, 每次崩落两排。

### 3.1.3 炮孔的生成

参数设定好了以后,就可以通过点击扇形孔命令自动生成炮孔,自动生成的炮孔有时可能达不到实际需要,则可以利用编辑炮孔命令对其进行自由地调整。在调整过程中,软件还会动态显示孔底距,方便在调整炮孔时不会超出孔底距容差(见图 5、图 6)。若在调整时超出了容差范围,在命令窗口就会提示超限炮孔号,以便及时调整。

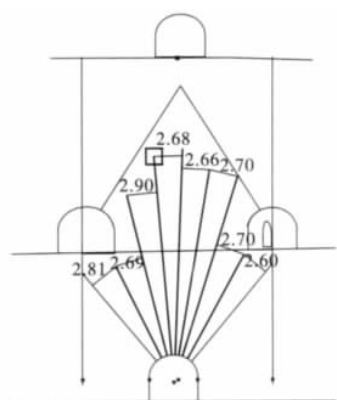


图 5 编辑炮孔时动态显示孔底距

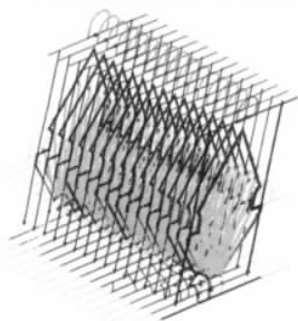


图 6 某进路炮孔布置

### 3.1.4 炮孔装药设计

当矿体边界比较均匀时,就可以沿着巷道的中心线复制炮孔,当碰到不一致的边界时应及时调整,以便使爆破符合实际情况。炮孔布置完后对炮孔进行装药设计,软件会将钻孔长度和装药充填长度显示出来,方便对充填长度进行调整。

### 3.2 设计结果的输出

爆破设计完成后,通过爆破边界生成爆破实体(见图 7、图 8)。软件能够通过块段品位模型计算出爆破的上接矿量、崩落矿量、左下转矿量、右下转矿量,与设计炮孔一起以表格的形式输出(见表 1)。对于每一炮排,可以直接输出为二维图形,在二维图形中还可以添加标准图框,并且每一炮孔的信息以卡片的形式排在炮排的下方,用以指导施工。

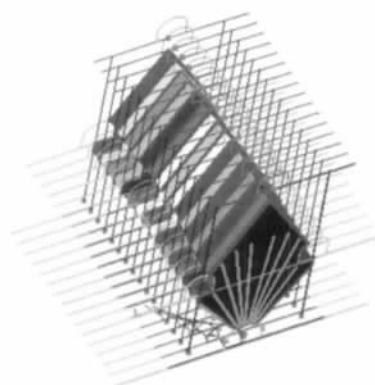


图 7 爆破实体

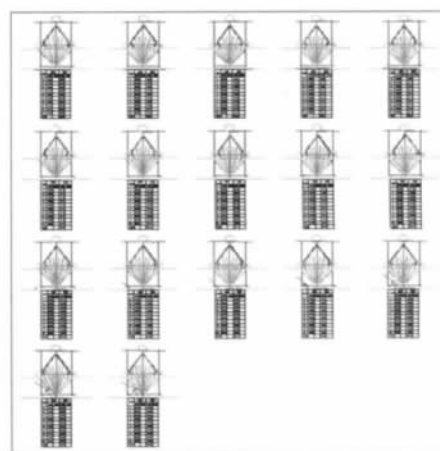


图 8 爆破施工图

## 4 结 语

传统的爆破设计工作大都是靠人工、凭经验,存在设计计算和绘图工作量大、繁琐易出错和资料的积累、查询工作复杂等弊端。建立在 DIMINE 软件基础上的三维数字模型能够为设计者提供形象、直观、准确、动态的图形数据,提高设计人员的工作效率,有效推进矿山的信息化建设。

表 1 技术经济指标表(进路号 10M3-20 进)

排号	孔数 /个	设计米数 /m	设计装药 米数 /m	炸药消耗 /kg	崩落毛矿量/t			下转矿量/t		技术指标		
					崩落矿量		崩落 岩量	左下转	右下转	崩矿量 /( t/m)	炸药单耗 /( kg/t)	贫化率 /%
					地质矿量	上接矿量						
0	9	134.3	89.8	449.1	667	796	0	465.0	552	10.89	0.31	0.00
1	9	133.9	89.6	448.1	670	788	0	465.8	547	10.89	0.31	0.00
2	9	133.8	90.2	451.2	675	767	0	470.4	540	10.78	0.31	0.00
3	8	116.9	85.4	427.0	682	744	0	478.9	532	12.20	0.30	0.00
4	8	117.3	85.4	426.8	687	735	0	487.6	523	12.12	0.30	0.00
5	8	117.8	85.1	425.3	687	728	0	486.9	511	12.01	0.30	0.00
6	8	118.7	85.1	425.3	687	729	0	500.5	516	11.93	0.30	0.00
7	8	118.5	85.1	425.7	684	739	0	504.2	513	12.01	0.30	0.00
8	8	118.7	85.3	426.3	681	751	0	506.9	511	12.07	0.30	0.00
9	8	119.2	85.7	428.7	678	779	0	509.5	508	12.22	0.29	0.00
10	9	137.7	93.2	466.2	676	792	0	495.5	510	10.66	0.32	0.00
11	8	115.8	83.7	418.6	674	802	0	457.6	513	12.74	0.28	0.00
12	8	119.5	88.1	440.6	671	811	0	425.8	515	12.40	0.30	0.00
13	8	118.9	88.1	440.3	668	822	0	326.4	512	12.53	0.30	0.00
14	8	119.8	89.3	446.4	661	833	4	224.3	508	12.50	0.30	0.29
15	9	137.1	95.9	479.4	635	851	26	140.9	503	11.03	0.32	1.73
16	8	120.6	89.7	448.5	633	852	26	141.3	503	12.53	0.30	1.69

参 考 文 献

[1] 刑存恩,宋毅.采矿工程剖面图计算机生成方法探讨[J].煤炭学报 2000(25):34-38.

[2] 曾庆田,王李管,李德,等.云南某铜矿资源及开采环境评价可视化建模技术研究.矿冶工程 2007 27(3):15-49.

[3] Barmann, Biegler-Konig. On a class of efficient learning algorithms for neural networks[J]. NeuralNetworks,1992(2):75-90.

[4] 朱良峰,吴信才,刘修国,等.基于钻孔数据的三维地层构建[J].地理与地理信息学 2004 20(3):26-30.

[5] 南格立.矿体线框模型及其建立方法[J].有色矿山 2001(5):1-4.

[6] 弗朗西斯 H I,贝丹 G.智能矿体圈定:集成地质传感与地理信息系统[J].国外金属矿山 2002 27(2):11-16.

[7] 陈爱兵,秦德先,张学书,等.基于 MICROMINE 矿床三维立体模型应用[J].地质与勘探 2004 40(5):77-80.

[8] 龚元翔,王李管,贾明涛,MICRONMINE 系统在爆破设计中的应用,金属矿山 2008 382(4):109-112.

[9] 房智恒,王李管,冯兴隆,等.基于 DIMINE 软件的采矿方法真三维设计研究与实现[J].中国钨业.2008(6):28-31.

(收稿日期 2010-11-29)

• 记者在线 •

新疆六地列入国家十大矿产资源基地

中国国土资源部新近发布的“中国国土资源大调查”矿产资源评价成果显示,新一轮国土资源大调查以来,累计新发现矿产地 900 余处,初步形成藏中铜矿基地、新疆东天山有色金属等十大新的资源基地。其中,新疆六大资源基地位列其中。

该调查是经国务院批准的国家专项,主要针对中国土地资源、矿产资源、海洋资源等自然资源开展综合调查评价工作。实施周期为 1999—2010 年,总投入 120 亿元人民币。

通过新一轮调查,中国探明一批新的资源富集区,已初步形成藏中铜矿基地、滇西北有色金属资源基地、新疆东天山有色金属资源基地、新疆罗布泊钾盐资源基地、北方可地浸砂岩型铀矿基地、新疆阿吾拉勒铁资源基地、新疆乌拉根铅锌资源基地、西藏念青唐古拉山有色金属基地、祁漫塔格有色金属基地、

青海大场金资源基地等十大新的资源基地。

在中西部地区形成十大资源基地,有力缓解矿产供需矛盾,将改变中国的工业布局。新发现的新疆罗布泊亿吨级钾盐资源基地已迅速转化为产能,大幅提高中国钾盐自给率。新疆东部地区探获千亿吨级特大型煤炭资源基地,为“西煤东运”战略提供了资源保障。中国西部地区新探明西藏驱龙、云南普朗和新疆土屋等大型铜矿,为近期形成规模产能奠定了资源基础。随着东疆、准东特大型煤田的发现,阿吾拉勒铁矿基地、乌拉根铅锌矿基地、东天山有色金属基地的建设以及祁漫塔格有色金属基地的形成,不仅将显著提高国内资源保障能力,而且将优化我国煤炭工业、钢铁、有色金属、交通运输业等产业结构和布局,有力推进新疆经济社会跨越式发展。