

DIMINE 软件对分段空场嗣后充填采矿法的研究

朱明海 王李管 肖英才 李 宁
(中南大学)

摘 要:以某金属矿山的试验采场为例,结合 DIMINE 数字矿山软件,介绍了三维可视化建模技术在该矿山的应用。在建立地质体和工程实体模型的基础上,进一步研究数字矿山中实现三维采矿设计的关键问题,详细介绍了 DIMINE 软件的切割槽爆破设计和采场爆破设计,并将爆破设计的成果进行输出。

关键词: DIMINE; 三维可视化建模技术; 爆破设计

Research of Sublevel Open and Subsequent Filling Mining Method based on Dimine Software

Zhu Minghai Wang Liguan Xiao Yingcai Lin Ning
(Central South University)

Abstract Taking the experiment stope of a metal mine as example and combining with digital mine software DIMINE, application of 3D visualized modeling technology in this mine is introduced. On the basis of building model of geologic body and engineering entity, key points of 3D mining design realization in building digital mine are studied. Cutting groove blasting design and stope blasting design in the DIMINE software are introduced in detail and the results of blasting design are output.

Keywords DIMINE; 3D visualized modeling technology; Blasting design

在传统的采矿方法设计中,设计人员在平面状态下,以二维平面图和剖面图来表示采矿方法设计的成果。这种方式表达的信息不充分,图形缺乏直观感^[1],而且存在着手工作业多、工作强度大、速度慢等问题。随着地质统计学、数学、计算机图形学和三维可视化技术的发展,利用计算机进行三维采矿方法设计,生成采矿单体设计模型已经成为一个重要的研究方向。在三维采矿模型的基础之上,透过实体表面观察其内部的工程布置,进行任意方向的剖切,观察内部构造,获取局部信息,并自动生成用于生产的二维平、剖面图,这种模拟仿真方法的实现可以给设计人员提供精确、直观的图形数据,从而降低设计人员的劳动强度,提高设计人员的工作效率^[2]。

DIMINE 数字矿山软件是由中南大学数字矿山研究中心开发出一版基于数字化矿山整体解决方案的矿山数字软件系统。该系统采用当今世界上先进的三维可视化技术,以数据仓库技术、三维表面建

模技术、三维实体建模技术、国际上通用的地质统计学方法、数字采矿设计方法、网络解算与优化技术、工程制图技术为基础,全面实现了从矿床地质建模、储量计算、测量数据的快速成图,地下矿开采系统设计与开采单体设计、回采爆破设计、露天矿境界优化与开采设计到各种工程图表的快速生成等工作的可视化、数字化与智能化。文中以某地下金属矿山采场为例,利用 DIMINE 软件,建立采场的三维模型,并对采矿方法——分段空场嗣后充填法进行软件分析和研究。

1 三维采矿方法设计思路

某金属矿山的矿体倾斜—极倾斜,厚度变化较大。故矿山进行了分段空场嗣后充填采矿法的试验研究。DIMINE 软件提供了进行三维采切设计和三维中深孔及爆破设计的全部功能,这为分段空场嗣后充填法的建模思路和关键技术的研究提供了技术上的支持。DIMINE 软件三维采矿方法设计的一般思路。

(1)数据准备和资料收集。DIMINE 软件矿山应用的基础数据和资料包括地形和工业场地图、地质和生产勘探钻孔数据表、地质和生产勘探平剖面

朱明海(1987—),男,中南大学资源与安全工程学院,硕士研究生,410083湖南省长沙市。

图、井巷工程设计和实测图、储量报告书和矿块采矿方法设计与实测图。

(2)建立矿块和现有工程模型^[3]。利用上述数据,建立矿山地表、矿体以及开拓系统三维实体模型。利用 DM NE 软件实体建模中的实体分割功能,在平面上切两次,再在高程上切两次就可以切割分离出开采范围内的矿块模型(见图 1)以及井巷工程模型(见图 2)。

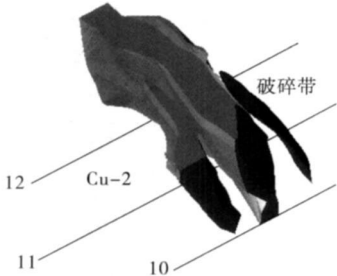


图 1 矿块模型(等轴侧视图)

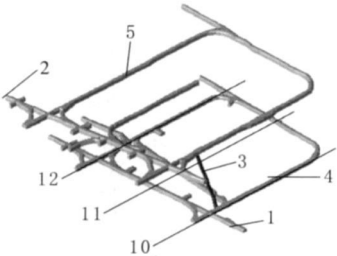


图 2 现有工程模型(等轴侧视图)

1—690 m 沿脉巷道;2—750 m 沿脉巷道;3—天井;
4—690 m 穿脉巷道;5—750 m 穿脉巷道

(3)采准工程设计。可根据采准巷道中心线及巷道断面规格沿中心线生成实体^[4]。

(4)爆破设计。首先要确定爆破对象,然后针对具体爆破对象进行设计。

(5)设计成果输出。设计成果输出主要包括爆破设计出图和生成爆破设计边界实体。

2 矿块回采条件

矿块为 10~ 11 线 690~ 750 m 水平 Cu- 2 上盘大矿体。Cu- 2 矿体位于 Cu- 1 矿体的东翼上盘,在 10~ 11 线 690 m 中段,分支为两层矿体。矿体似层状产出,矿体走向为 80°,倾向南,倾角约 65°。上盘矿体大,平均厚度为 15 m,且在 750 m 水平变厚。矿石含铜平均品位为 1.83%,平均体重为 2.96 t/m³。矿体岩石属坚硬~ 较坚硬岩类,岩石较完整。矿体上盘围岩硅化地段比较稳固;未硅化地段岩石松软,极不稳固。下盘围岩硅化地段岩较坚硬,较稳固;若没有硅化,则强度低,稳固性较差。在开采过程中上盘围岩极易产生塌落、冒顶。10~ 12 线之间 Cu- 2 矿体上盘有一破碎带,在 690 m 水平离矿体

10 多米,往上较近,为 6~ 7 m,破碎带到了 754 m 水平急剧变缓,穿过矿体(见图 1)。破碎带的岩石十分破碎,绿泥石化强烈,局部出现泥化现象,岩石松软,遇水膨胀,强度低。

690 m 水平现有矿体上盘沿脉运输巷道、下盘沿脉运输巷巷道、10 线穿脉巷道、12 线穿脉巷道,以及两矿体之间沿脉运输巷道、10 线天井及其联络巷道等工程。750 m 中段已经开采完毕,部分间柱和顶柱已回收,留下底柱,10 线穿脉巷道完好。见图 2

3 矿块回采工艺

针对上述矿块开采技术条件,选择分段空场嗣后充填采矿法进行上层大矿体的回采。采场沿矿体走向布置,分段凿岩,阶段出矿,阶段充填。其优点有:采用中深孔凿岩和铲运机出矿,作业集中,设备利用率和生产效率高;人工不直接在暴露面积较大的采场顶板下作业,作业安全条件较好;采矿成本相对较低。

3.1 矿块结构参数及回采顺序

中段高度为 60 m,设一个辅助中段,中段高度变为 30 m,分段高为 12 m。垂直矿体走向划分 2 个矿块,矿块宽 24 m,长为矿体厚度,矿块划分为矿房和矿柱。矿房宽 12 m,矿柱宽 12 m,长度为矿体厚度(见图 3)。先采矿房,嗣后胶结充填,充填体达到要求后可回采矿柱。中段上从上至下回采,先采 720 m 中段,再采 690 m 中段。矿房回采过程中暂留阶段矿房高度的空区,利用矿房周围的矿柱来支撑围岩,形成阶段空场下出矿。

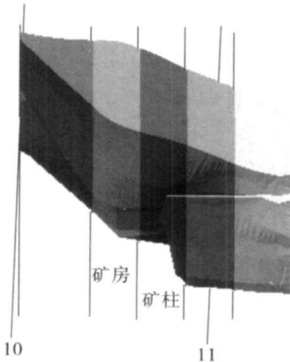


图 3 采场划分示意图(俯视)

3.2 采准与切割

根据回采工艺特点,在矿体下盘布置采区斜坡道连接各分段,在 720 m 水平掘进下盘出矿联络巷、矿块中央的出矿巷、连接出矿巷与集矿堑沟的出矿进路,732 m 水平的下盘分段凿岩联络巷、采场中央的分段凿岩巷,744 m 水平的下盘充填回风联络巷、充填回风巷等,以及 10 线充填回风井和溜矿井(直

接利用原有 690~750 m 的天井,上部回风充填用,下部出矿用)。切割工程有布置于矿体内上盘边界的切割天井和切割平巷,见图 4。主要采切工程见表 1。

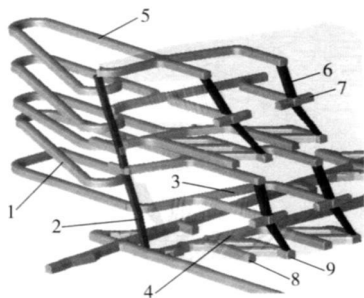


图 4 采切工程图 (矿体透明处理)

1—采区斜坡道; 2—溜矿井; 3—凿岩联络巷; 4—出矿平巷;
5—斜坡道联络巷; 6—切割天井; 7—切割平巷;
8—出矿进路; 9—堍沟平巷

表 1 采场采切工程量表

工程名称	断面面积 m^2	工程量	
		m	m^3
斜坡道分段联络巷	7.76	127	986
分段凿岩联络巷	7.46	111	828
分段凿岩巷	7.29	424	3 091
溜矿井 ^①	4.00	65	260
回风充填联络巷	7.46	262	1 955
出矿联络巷	7.76	39	303
出矿平巷	7.46	110	821
出矿进路	7.46	252	1 880
切割平巷	7.50	192	1 440
切割天井	6.00	192	1 152
合计		1 774	12 714

注: 利用原 1[#]天井。

3.3 爆破设计

地下采矿设计中, 爆破设计是十分重要的组成部分。一般来说, 地下矿山爆破设计主要包括巷道工程爆破设计、切割工程爆破设计和矿房、矿柱回采爆破设计。

3.3.1 切割槽爆破设计

地下开采中, 在形成了采准所需要的所有巷道后, 就开始进行形成切割槽的工作, 完成采矿爆破所需要的自由面^[5]。采用平行孔的布置方式, 爆破生成切割槽。爆破设计参数: 布置 10 排炮孔, 凿垂直向上向中深孔, 孔径为 60 mm, 炮孔排距为 1 m; 每排布置 4 个孔, 孔间距 0.7 m, 软件自动编号分别为 1, 2, 3, 4 孔底距为 0.5 m。见图 5。单个断面爆破设计工作完成后, 就可以对全部爆破断面的炮孔进行复制。复制后的结果如图 6 所示。采用装药器装药, 装药密度为 $1 g/cm^3$ 。孔口用炮泥堵塞, 堵塞长度 1~1.5 m。

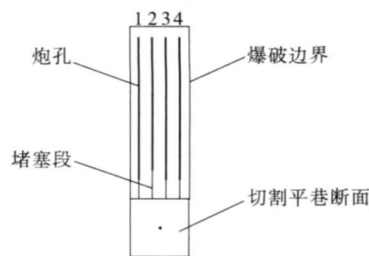


图 5 切割槽平行孔爆破设计图

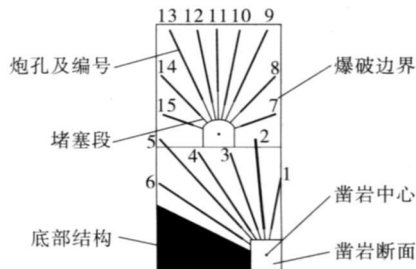


图 6 采场爆破炮孔布置图

3.3.2 采场爆破设计

扇型中深孔爆破的钻孔和爆破作业是在凿岩巷道中进行, 具有机械化程度高, 一次爆落矿量大, 爆破成本低, 生产效率高, 工作环境好, 采矿作业安全等优点。采场爆破设计过程与切割工程相同, 只是采用的炮孔布置方式不同。爆破设计参数: 凿垂直扇型中深孔, 孔径为 60 mm, 最小抵抗线为 1.2 m, 排距为 1.5~2 m, 孔底距为 2.6~2.8 m, 每排布置炮孔 15 个 (见图 7); 采用装药器装药, 装药密度为 $1 g/cm^3$ 。孔口用炮泥堵塞, 堵塞长度为 1~1.5 m。

3.3.3 爆破设计结果输出

在软件的爆破设计中, 对工程施工有用的主要是设计图纸和技术文档的输出, 下面介绍一下爆破设计出图和生成爆破设计边界实体^[5]。

(1) 爆破设计出图, 设计工作完成后, 进行施工之前, 就需要把施工图纸和设计技术文档进行输出, DM NE 软件可以把设计好的爆破断面一个个输出成 CAD 文件。见图 7 图 8。

(2) 在爆破设计中, 需要进行爆破量计算, DM NE 软件生成爆破边界实体, 然后把块段模型约束在爆破边界实体中, 就可以进行爆破量以及按照品位进行爆破矿石量的计算。见图 9。

4 结论

地下采矿设计是矿山生产的重要组成部分。本文借助于 DM NE 软件的三维可视化建模技术, 建立好各种地质体、开拓工程和采准工程的实体模型, 并在此基础上进行采矿设计, 最终输出设计结果。利用三维矿业软件进行采矿设计, 不仅能够提高设计者的工作效率, 为设计人员提供形象、直观、准确、

<div>1234</div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	排号	孔号	中(深)孔施工卡片								圆心距 /m	备注
			方位/(°)		机高/m		倾角/(°)		孔深/m			
			设计	实际	设计	实际	设计	实际	设计	实际		
	1	1	90.00		1.50		90.00		9.50		0.50	
	1	2	90.00		1.50		90.00		9.50		0.50	
	1	3	90.00		1.50		90.00		9.50		0.50	
1	4	90.00		1.50		90.00		9.50		0.50		

图 7 切割槽爆破设计输出施工卡

中(深)孔施工卡片										圆心距 /m	备注		
排号	孔号	方位/(°)		机高/m		倾角/(°)		孔深/m					
		设计	实际	设计	实际	设计	实际	设计	实际				
0	1	90.00		1.50		79.00		6.16		1.52			
0	2	270.00		1.50		85.08		9.99		1.50			
0	3	270.00		1.50		71.16		8.88		1.60			
0	4	270.00		1.50		57.14		10.15		1.74			
0	5	270.00		1.50		48.08		13.19		1.97			
0	6	270.00		1.50		34.40		10.60		1.73			
0	7	90.00		1.25		20.00		4.27		1.58			
0	8	90.00		1.25		46.37		6.40		1.57			
0	9	90.00		1.25		65.41		9.78		1.49			
0	10	90.00		1.25		78.74		9.00		1.46			
0	11	270.00		1.25		89.09		8.94		1.43			
0	12	270.00		1.25		78.75		9.00		1.46			
0	13	270.00		1.25		65.41		9.78		1.49			
0	14	270.00		1.25		46.38		6.40		1.57			
0	15	270.00		1.25		20.00		4.27		1.58			

图 8 采场爆破设计输出施工卡

平台,在今后的矿山数字化进程中,这类软件的应用必将越来越广泛。

参 考 文 献

[1] 王李管,何昌盛,贾明涛,等.三维地质体实体建模技术及其在工程中的应用[J].金属矿山, 2006(2): 58-62

[2] 房智恒,王李管,何远富.基于 DM INE软件的采矿方法真三维设计研究与实现[J].金属矿山, 2009(5): 129-131, 137.

[3] 贾建红,周传波,张亚海,等.基于 DATAM INE的三维采矿工程可视化建模技术研究[J].金属矿山, 2009(3): 111-114

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

[5] 古德生,李夕兵.现代金属矿床开采科学技术[M].北京:冶金工业出版社, 2006

(收稿日期 2011-01-20)

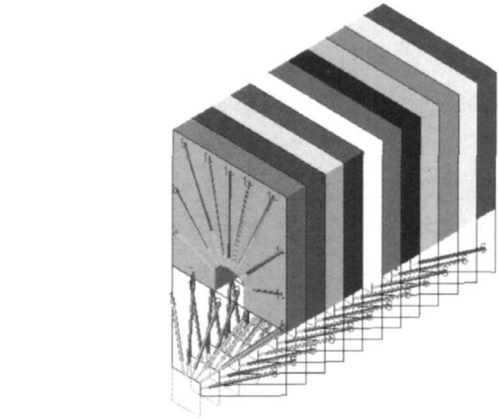


图 9 生成采场爆破边界实体图

动态的图形数据,而且能够使矿山管理者、技术人员以及施工者对采矿工艺的整个过程有更进一步的认识。三维矿业软件为矿山工作者提供了先进的技术