

文章编号:1671-251X(2015)01-0119-04DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.01.030

吴涛,刘炳锋,林吉飞,等. 三维设计方法在地下矿山开拓设计中的应用[J]. 工矿自动化,2015,41(1): 119-122.

三维设计方法在地下矿山开拓设计中的应用

吴涛¹, 刘炳锋², 林吉飞³, 董娟³, 冯兴隆⁴

(1. 中国有色金属工业昆明勘察设计研究院, 云南 昆明 650051; 2. 会理财通铁钛有限责任公司, 四川 会理 615100; 3. 昆明冶金高等专科学校 矿业学院, 云南 昆明 650033; 4. 迪庆有色金属有限责任公司, 云南 香格里拉 674400)

摘要:针对采用二维设计方法难以快速有效地获得最佳开采方案的问题,系统地介绍了三维设计方法的应用基础、“工作面+切片”功能、三维井巷工程模型创建和设计指标统计功能等。采用三维设计方法设计了云南某铁矿开拓系统方案,并对各方案进行了比较分析,最终确定了合理的开拓方案。

关键词:地下矿山; 开拓系统设计; 三维设计方法; 三维地质模型

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:2015-01-05 16:49
网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150105.1649.030.html>

Application of 3D design method in design of underground mine development

WU Tao¹, LIU Bingfeng², LIN Jifei³, DONG Juan³, FENG Xinglong⁴

(1. Kunming Prospecting Design Institute of China Nonferrous Metals Industry, Kunming 650051, China; 2. Huili Caitong Iron and Titanium Co., Ltd., Huili 615100, China; 3. Faculty of Mining, Kunming Metallurgy College, Kunming 650033, China; 4. Diqing Nonferrous Metal Co., Ltd., Shangri-La 674400, China)

Abstract: In view of problem that it was difficult to quickly and effectively obtain the best mining scheme by using two-dimensional design method, application foundation of 3D design method, "face + slicing", the creating of 3D roadway engineering models and statistical function of design objective were systematically introduced. 3D design method was used to design development system of an iron ore in Yunnan, and various schemes were compared and analyzed to determine the reasonable development scheme.

Key words: underground mine; design of development system; 3D design method; 3D geological model

0 引言

采矿设计手段已从最传统的手工设计阶段进入到以 AutoCAD 工程软件为平台的计算机绘图阶段,但其对矿山生产资料的解析却没有发生质的改变,仍然为二维设计,设计过程中需要对生产资料进行平剖面图的绘制和处理,才能得到设计结果。以二维平台为基础进行采矿设计存在工作量大、误差大、耗时长、生产资料孤立不统一等问题,限制了资源的科学开发利用^[1]。随着国内外计算机技术的发展,出现了一大批优秀的三维矿业软件,如 Micromine, Surpac, DIMINE 等。相比国外三维矿业软件,国内三维矿业软件的功能更加完善,更加符合国内工程设计的标准和要求,降低了使用难度,其中 DIMINE 三维矿业软件能够实现多种数据导入和导出,具备完善的线编辑、体编辑和专项应用模

块,可实现露天和地下三维工程设计,并输出工程图纸和数据^[2-3]。本文系统介绍三维设计方法应用基础和实用功能,针对云南某地下铁矿山进行三维开拓方案设计,并对设计方案进行评价优选。

1 三维设计方法

以原始地质资料为基础创建矿山三维地质数据库,进行地质解译,创建矿山三维地质模型(包括地表模型、矿体模型、构造模型和块段模型等),并进行品位估值,形成三维采矿设计的基础。在三维模式下,运用工作面法、切片法、中线+断面法和巷道实测法等手段进行工程设计,建立三维开拓工程实体模型,运用三维矿业软件的快速统计功能统计和对比相应的设计指标,选择最优的设计方案。三维设计方法及开拓方案优化路线如图 1 所示。

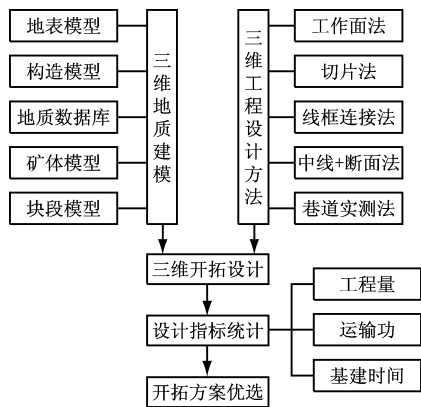


图 1 三维设计方法及开拓方案优选路线

1.1 三维设计方法应用基础

矿山三维地质模型是采用三维设计方法进行开拓方案设计的基础,具体包括以下模型:

(1) 地表模型。地表模型是用来虚拟地形和表面的不封闭表面模型,由一系列三角面片根据地形线和地形散点无缝拼接构成。在 DIMINE 三维矿业软件中,可通过原始测量数据生成法和矢量化 CAD 地形图等高线生成法构建矿山地表模型。

(2) 构造模型。构造模型包括断层模型和岩性模型,是用来模拟断层构造和不同岩层的不封闭表面模型,由一系列三角面片根据断层线和岩层线拼接形成。将各个平剖面图中的断层信息和岩层信息导入 DIMINE 三维矿业软件中,依据构造信息,按照一定顺序将各构造线连接成面,从而生成构造模型。

(3) 地质数据库。地质数据库是将矿山的钻孔、坑道等数据资料按照一定的方式存储起来,为矿体对比圈定、品位统计分布规律分析以及估值提供

基础数据。在 DIMINE 三维矿业软件中,可将钻探成果分别整理成孔口文件、测斜文件、样品文件和岩性文件等导入,生成地质数据库。

(4) 矿体模型。矿体模型是一种封闭的表面模型,具有体积信息,能够在任一方向和高程上剖切,形成平剖面图。在 DIMINE 三维矿业软件中,可直接对地质数据库进行解译,圈定矿体轮廓线,创建矿体模型;也可将已解译的 CAD 或 MapGIS 地质平剖面图导入 DIMINE 三维矿业软件中,通过三维地质数据库对矿体轮廓线进行校正,创建矿体模型。完整的矿体模型要求能够计算出体积,没有冗余的点、线、面数据,便于对模型进行后续的布尔运算、品位估值和块段分析工作。

(5) 块段模型。块段模型是对矿体模型进行单元块细分,并以地质数据库为基础,采用空间插值方法对各单元块的品位、岩性等进行推估,得到矿体的内部属性值。DIMINE 三维矿业软件采用外存八叉树模型的构建技术来创建块段模型^[4]。

1.2 “工作面+切片”功能

利用 DIMINE 三维矿业软件中的“工作面+切片”功能,可在任意方向上进行一个或一组工作面定义,并可对工作面进行复制、移动等操作,方便从三维设计转向二维设计,实现三维二维一体化设计。利用切片功能可将多种工程的体、面、线转换到工作面上的面、线、点,利于对工程细部进行设计。

1.3 三维井巷工程模型创建

使用 DIMINE 三维矿业软件时,可灵活采用不同的三维工程设计方法来构建三维井巷实体工程:

- ① 对于实际井巷工程,常采用实测法,以原始测量数据或实测工程的平面图数据来建立三维工程模型,主要有步距法、极坐标法和双线法等方法。
- ② 对于新设计或简单的工程模型,可采用设计法创建,主要有中线加断面法、剖面连接法等方法。
- ③ 设计复杂的井底车场、矿房矿柱回采底部结构、采场爆破等时,可采用专用模型进行创建,目前提供的专业模型主要有漏斗底部结构、铎沟底部结构、道路岔道模型和各种地下爆破模型等。

1.4 设计指标统计

三维工程设计完成后,可根据需要输出平剖面图纸,统计工程量(长度或体积),可利用地质统计模块,实现回采资源量统计。

2 云南某铁矿三维开拓设计

2.1 矿山概况

云南某地下铁矿为露天转地下矿山,设计生产

规模为 60 万 t/a, 矿山原采用双斜井开拓, 主副斜井位于矿体南部, 主斜井为箕斗提升, 副斜井为串车提升。矿山目前采用浅孔留矿法开采, 生产至第二中段。矿山已探明资源量达 1 300 万 t, 铁矿石品位为 40% 左右, 按照目前年产规模, 预计可开采 15~20 a。为实现深部资源的开采, 如果仍沿用原有矿山开拓系统, 则需要保留保安矿柱, 将造成深部资源的大量损失。为提高矿山的资源回收率, 延长企业的服务年限, 需新建一套开拓系统对深部矿体进行开采, 以实现资源的充分利用。

2.2 开拓方案设计

以 DIMINE 三维矿业软件为平台, 根据矿山提供的地质地形图、矿区总平面图布置图、地质剖面图和实测中段平面图等, 建立了地表模型、构造模型、矿体模型、实测工程模型和块段模型等^[5-7], 如图 2 所示。

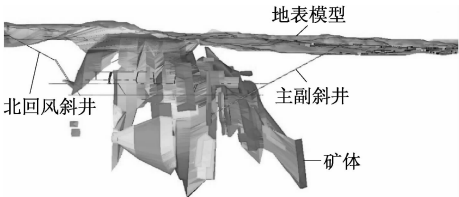


图 2 云南某铁矿三维地质模型

在对该矿山进行三维地质建模的基础上, 结合矿山地表工业场地、选厂以及矿体的空间关系进行整体分析, 采用三维设计方法构建深部工程开拓系统三维实体模型^[8-10]。设计中段高度为 60 m, 深部开采中段为第 5—第 9 中段, 中段内均采用机车牵引侧卸式矿车运输, 共设计了 5 种开拓方案, 下面分别对各方案进行介绍。

(1) 明斜井+盲斜井开拓(方案 1): 设计第 4 中段及以上矿体仍沿用原有主副斜井开拓系统, 在矿体下盘从第 4 中段新建 2 条盲斜井对深部矿体进行开拓, 盲主斜井采用箕斗提升, 盲副斜井采用串车提升。由于主副斜井位于第 4 中段以下南部矿体的移动范围以内, 为了保证主副斜井的安全运行, 必须保留保安矿柱, 保安矿柱矿石量约为 80 万 t。三维设计实体模型设计方案 1 如图 3 所示。

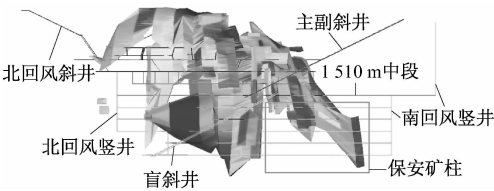


图 3 三维设计实体模型设计方案 1

(2) 明斜井+盲竖井开拓(方案 2): 设计第 4 中段及以上矿体仍沿用原有主副斜井开拓系统, 在矿体下盘从第 4 中段新建 2 条盲竖井对深部矿体进行开拓, 盲主竖井采用箕斗提升, 盲副竖井采用罐笼提升。由于主副竖井位于第 4 中段以下南部矿体的移动范围以内, 为了保证主副斜井的安全运行, 必须保留保安矿柱, 保安矿柱矿石量约为 80 万 t。三维设计实体模型设计方案 2 如图 4 所示。

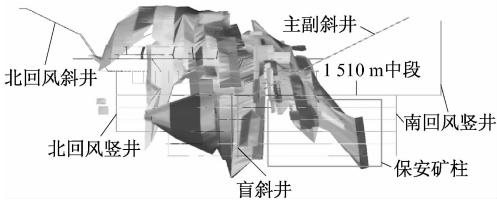


图 4 三维设计实体模型设计方案 2

(3) 新明斜井开拓(方案 3): 设计在开采第 4 中段以下矿体时, 矿山原有主副斜井开拓系统停止使用, 在矿体下盘位置新建 2 条明斜井对矿山所有矿体进行开拓, 新主斜井采用箕斗提升, 新副斜井采用串车提升。三维设计实体模型设计方案 3 如图 5 所示。

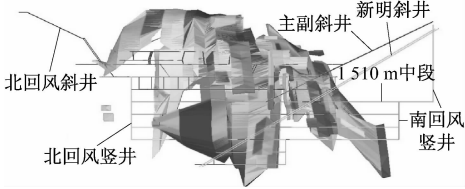


图 5 三维设计实体模型设计方案 3

(4) 斜井+明竖井(中部)开拓(方案 4): 设计第 4 中段及以上矿体仍沿用原有主副斜井开拓系统, 在矿体下盘中部新建 2 条明竖井对深部矿体进行开拓, 主井采用箕斗提升, 副井采用罐笼提升。三维设计实体模型设计方案 4 如图 6 所示。

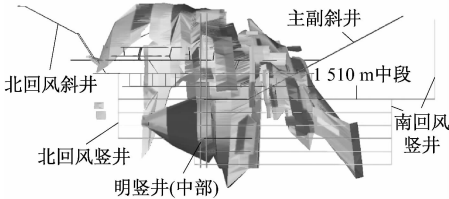


图 6 三维设计实体模型设计方案 4

(5) 斜井+明竖井(东南部)开拓(方案 5): 设计第 4 中段及以上矿体仍沿用原有主副斜井开拓系统, 在矿体东南部新建 2 条明竖井对深部矿体进行开拓, 主井采用箕斗提升, 副井采用罐笼提升。三维设计实体模型设计方案 5 如图 7 所示。

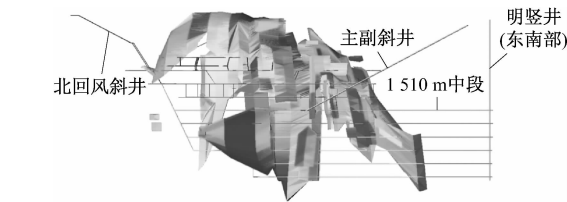


图 7 三维设计实体模型设计方案 5

表 1 各种开拓方案工程量统计

开拓 方案	开拓工程量		地表运 距/km	运输功/(t·km)			基建	
	长度/m	工程量/m ³		地下	地表	合计	长度/m	时间/月
方案 1	16 618	95 932	0.64	2 834 369	3 432 284	6 266 653	5 200	24
方案 2	16 407	98 973	0.64	2 670 368	3 432 284	6 102 652	5 620	22
方案 3	18 347	137 105	0.89	2 834 369	4 773 021	76 073 905	7 640	27
方案 4	18 508	127 484	1.48	4 072 222	7 937 158	12 009 380	6 730	24
方案 5	14 690	103 851	0.38	4 857 744	2 037 919	6 895 663	5 080	24

3.2 开拓方案比较

根据工程量统计结果,对各开拓方案的优缺点进行分析。

方案 1 和方案 2 优点:① 开拓工程量较小;② 总运输功小。缺点:① 盲斜井或盲竖井系统施工会对主副斜井系统的生产造成影响;② 为了保证主副斜井的安全使用,需留保安矿柱;③ 盲斜井或盲竖井井口硐室施工复杂;④ 需在矿体南部增加一条回风井通往地表。

方案 3 优点:① 新明斜井系统与原有主副斜井系统无关,施工不会造成影响;② 总运输功较小。缺点:① 开拓工程量大;② 需在矿体南部增加一条回风井通往地表;③ 竖井底部破碎系统较复杂。

方案 4 优点:明斜井系统施工不会对原有主副斜井系统造成影响。缺点:① 开拓工程量大;② 总运输功很大;③ 需在矿体南部增加一条回风井通往地表;④ 竖井底部破碎系统较复杂。

方案 5 优点:① 开拓工程量小;② 总运输功较小。缺点:竖井底部破碎系统较复杂。

通过对比分析,得出如下结论:

(1) 方案 1 和方案 2 中,需要留保安矿柱,损失铁矿石资源量约 80 万 t,造成了资源的大量损失,不利于资源的综合回收;第 4 中段及以上矿体开采时,沿用矿山原有主副斜井系统,基建施工过程中会严重影响到主副斜井的正常生产。

(2) 方案 3—方案 5 中,方案 5 设计的明竖井,离选厂最近,且开拓工程量小,总运输功较小,并且竖井系统的施工对原有主副斜井系统影响较小。

综上所述,采用方案 5 作为最终的开拓方案。

3 开拓方案优选

3.1 开拓方案设计指标统计

运用 DIMINE 三维矿业软件工程量统计功能,对三维设计的各种开拓方案进行工程量统计,见表 1。

4 结语

以三维矿业软件为工具,建立矿山三维地质模型与工程实体模型,在此基础上,运用三维设计方式进行矿山工程设计和技术经济指标统计,从而对设计方案进行综合分析和多方案优选对比,提高了设计效率及设计质量。

参考文献:

[1] 林吉飞. 基于三维可视化技术的淌塘铜矿开采方法优化研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2012.

[2] 李一帆,李枫,王慧萍. 三维可视化技术在矿山工程中的应用[J]. 中国钨业,2009,24(1):24-28.

[3] 郭献涛,刘文生,孙劲光,等. 矿山三维可视化建模的研究与应用[J]. 化工矿物与加工,2011,40(11):20-23.

[4] 毕林. 数字采矿软件平台关键技术研究[D]. 长沙:中南大学,2010.

[5] 王李管,何昌盛,贾明涛. 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.

[6] 戴碧波,王李管,贾明涛,等. 三维数字建模技术在某铜矿中的应用[J]. 地质与勘探,2007,43(3):97-101.

[7] 李辉,官锁富,孙进辉,等. 基于 DIMINE 软件的矿山三维生产设计应用技术研究[J]. 中国矿山工程,2011,40(3):26-28.

[8] 曾凌方,陈美华,石得凤. 基于三维模型的矿山开采方式优选[J]. 矿业研究与开发,2011,31(6):5-7.

[9] 曾庆田,汪德文,李德. 三维矿业软件在采矿方法优选中的应用[J]. 中国矿山工程,2010,39(4):10-12.

[10] 房智恒,王李管,何远富. 基于 DIMINE 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.