

Surpac 三维软件在矿山生产地质工作中的应用 ——以贵州锦丰烂泥沟金矿为例

杨 明^{1*}, 鲁裕民¹, 向 洪^{1,2}

(1.贵州锦丰矿业有限公司, 贵州 贞丰 562200; 2.中国黄金集团贵州有限公司, 贵州 贵阳 550005)

摘 要:随着社会发展技术进步,我国矿山企业逐渐由传统型向数字化过渡,矿山地质工作也经历了“手工绘图—CAD二维制图—三维软件制图”的发展历程,国内矿山企业普遍处于第二阶段,部分迈向国际化发展的矿山进入了第三阶段,但大多仍处于初学和探索的过程。以贵州锦丰烂泥沟金矿为例,从矿山生产地质工作的角度,结合上向分层进路式充填采矿工艺的特点,简要介绍 Surpac 三维软件在锦丰成功应用的经验和实际生产过程中的一些具体应用,例如:生产钻孔设计、地质数据库、矿体解译、贫化损失控制、资源储量估算、地质制图等等,供大家参考。

关键词:贵州锦丰; Surpac; 三维软件; 数据库; 品位控制; 矿体解译; 贫化损失控制

中图分类号:TD672 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)10-0161-04

锦丰烂泥沟金矿位于贵州省黔西南州贞丰县境内,是一座百吨级超大型金矿,也是完全按照国际化标准一次性设计、建成并投入运营的采选冶一体化矿山。锦丰在矿山建设初期,引进多套国际上先进的 Surpac 矿业三维软件,开采过程中地质、测量、采矿以三维软件为基础共享数据,能迅速结合最新工作成果直接指导生产部门安全高效的开采,极大地提高了生产效率。

1 Surpac在锦丰金矿成功应用的前提条件

国内有许多大型矿山一次性引进大量的 Surpac 软件,但在具体应用的时候困难重重,仅停留于浏览展示阶段。许多技术人员一时难以接受工作方式的改变,仍用传统的方法开展工作,造成软件闲置浪费。其实 Surpac 学习使用并不难,一般能熟练使用 CAD 的技术人员往往很容易接受,其相关原理、概念有相通之处,但要用好软件还需要一定的条件。

1.1 人员配置和软件数量

合理稳定的人员配置和功能划分是确保三维软件成功应用的前提,以锦丰地质为例,地质团队技术人员 17 人(另有助理 8 人)各司其职,组织结构见图 1;其中高级地质师负责生产钻探设计、矿体解译、模型更新、数据库维护和生产地质监管,综合地质师负责贫化损失管理、资源储量管理,编录地质师负责岩芯国际化编

录,跟班地质师负责掌子面素描、生产跟踪。锦丰拥有 6 个 Surpac 软件地质角色,另外还有 Micromine、3Dmine 等三维软件作为补充,鉴于锦丰合理的休假倒班制度,软件数量能充分保证在岗人员学习和工作使用。

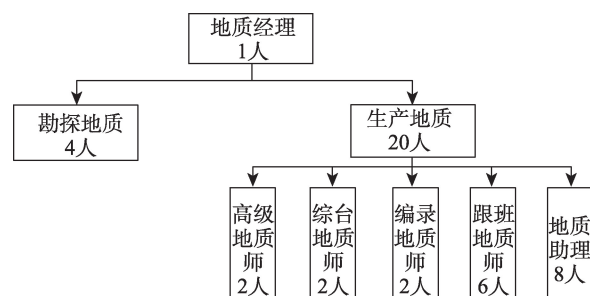


图1 锦丰地质团队人员配置及功能划分

1.2 企业对三维软件的重视

在锦丰金矿项目运营之初,公司没有采用国内传统的地、测、采工作方式,而是搭建了锦丰 Surpac 三维技术平台,培养技术人员使用三维软件解决生产问题。依托 Surpac 软件,露天矿和井下矿目前已顺利采出矿石量(含副产矿、低品位矿)近 2000×10⁴t,并且贫化损失得到了很好的控制。

在客观条件上,锦丰金矿运用大型机械化设备进行采矿,采场数量多分布广、生产循环快,对技术服务工作的时限要求非常高。每一炮都需要技术人员进行

* 收稿日期:2022-09-29 修回日期:2022-09-29

第一作者简介:杨明(1983-),男(汉族),湖北襄阳人,工程师,现从事矿山地质工作。

跟踪判断,一旦矿体发生变化,需要立即或几个小时内完成矿体线更新、采矿设计变更和测量重新放线,这种情况传统的工作方法是难以快速应对的,这也限制了锦丰必须大力推广使用三维软件来指导生产。

在企业管理方面,公司领导层历来非常重视技术人员 Surpac 软件使用水平的提高,每年都会有相应的软件升级和培训费用,并经常开展软件使用技术比武和交流,最终形成了锦丰统一的软件应用机制、工作流程、工作程序和工作标准。

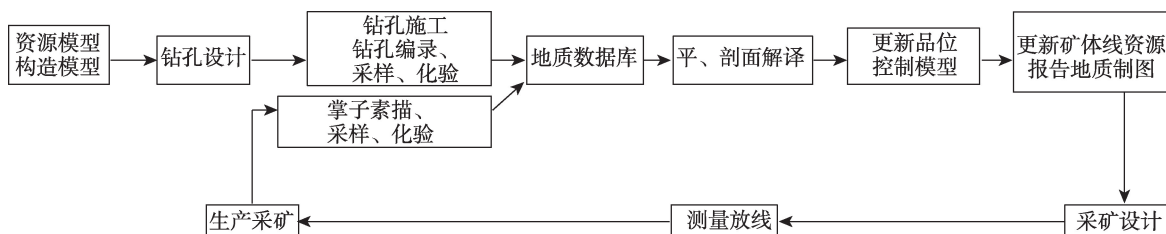


图2 地质与生产相关的主要工作流程

2.1 生产探矿钻孔设计

首先,在设计之前明确靶区及要遵循的一些原则。锦丰根据地表勘探钻孔建立了初始的井下资源模型,模型中块体大部分是控制和推断资源,生产钻探的目的就是将这部分资源升级到探明级别,设计钻孔的时候以模型中 Au 品位不小于 1.0g/t 的块体为靶区。烂泥沟金矿井下采用上向水平分层进路式胶结充填采矿方法,分层高度 5m,每 4 个分层作为一个分段,分段高度 20m,每个中段分为三个分段,为了较好地控制采矿贫化、损失,井下钻孔基本上按 20m×20m 网度控制。其他设计要求遵循国内生产钻探工程一般布置原则,本文从略。

然后,打开 Surpac 软件依次载入井下巷道实测文件、构造模型、资源模型,载入地质数据库,显示已完工钻孔的信息。根据钻探硐室的布置及勘探范围,使用软件的画线功能完成钻孔设计线文件并编号保存,导出钻孔参数(孔口坐标、方位、倾角、孔深)。

最后,将钻孔设计数据录入数据库加载显示,并和钻孔线文件在软件三维视窗中进行检查,核对无误后下达钻探指令。

利用 Surpac 软件在三维模式下进行钻孔设计,可以非常方便的叠加各种关键信息,可以预测钻孔轨迹即将经过的地层、构造、矿体位置,可以轻松的通过移动钻孔起点或终点来调整钻孔参数,这些都是传统工作模式难以做到的。另外在井巷工程、管线纵横交错的区域,用三维软件设计钻孔可以更好地避开各类工

2 Surpac 在锦丰生产地质工作中的应用

锦丰烂泥沟金矿矿体主要受断层及旁侧节理裂隙控制,形态复杂,且矿体与围岩特征基本一致,肉眼难以分辨,因此矿山在勘探和生产过程中施工大量金刚石钻孔,根据丰富的钻孔数据建立了完善的地质信息数据库和较为准确的矿体模型、构造模型、资源模型以及品位控制模型等。地质技术人员以数据库和各种模型为基础指导生产,以数据库和模型的更新为重点开展地质工作,其与生产相关的主要工作流程见图 2。

程设施,避免造成意外贯穿。

2.2 地质数据库

地质数据库模块是 Surpac 中最重要的模块之一,钻孔数据是矿山项目开发的起点,锦丰地质技术人员时刻在跟数据库打交道。首先是数据采集:编录工程师以代码的方式对钻孔揭露的地层、岩性、构造、RQD、蚀变、矿化等进行编录,井下跟班工程师对当班每一个采矿的采场进行跟踪描面、采样,这些数据按钻孔分类后以.xls 或.xlsx 格式保存。然后是数据导入:锦丰开发了数据库前台,可以根据数据类别点击相应按钮来完成数据检查和导入,对于报错的数据找出原因解决后再次导入。最后是调用数据库,参考软件教程不再赘述。

笔者在与其他矿山同行交流三维软件的应用时,了解到其单位在推广过程中往往卡在了数据库这一步,究其原因无外乎历史原因或习惯问题造成的困难。其一:数据质、量参差不齐。国内矿山探矿主要以穿、沿脉刻槽为主,矿体复杂时则工程数量不足,仅能建立初步模型以供展示但难以指导实际生产采矿。另外刻槽样品起始位置大多未经实测,在使用过程中容易积累系统偏差。其二:数据格式转换困难。国内地质编录信息一般以文字描述,以纸质或扫描电子版的形式存档,多年下来积累海量纸质、图片数据,不经转换进不了数据库,也无法被 Surpac 识别调用。转换工作繁琐枯燥,但又不能出错,矿山单位应结合国家、行业标准及矿区实际情况,将地质资料中有关地层、岩

性、构造、RQD、蚀变、矿化等信息建立代码转换对照表,安排专门的人员来完成此项任务。其三:平台化问题,地、测、采没有统一用Surpac软件工作,有时地质用Surpac,采矿、测量用CAD,无法长期执行。针对这几个问题,建议有志于三维化的矿山企业可以考虑用钻探代替坑探,用代码编录代替传统编录,并协调技术部门使用同一款三维软件办公。

2.3 矿体解译

锦丰井下矿的开拓和开采是按计划分步骤进行

的,因此矿山地质的生产钻探工作是逐步展开的,矿体解译也是按照生产钻探的进度,分区域逐步进行。为适应矿山生产的实际需要,锦丰井下矿的矿体解译不做矿体实体,而是通过10m间距的剖面矿体线,5m间距的平面矿体线的方式来解译矿体,认识矿体,圈定方法与国内矿体圈定原则基本一致。平、剖面解译完成后,执行Estimate Block model宏命令对选定的水平分层估值,继而得到矿块矿体线并提交给采矿工程师,其总体流程见图3。

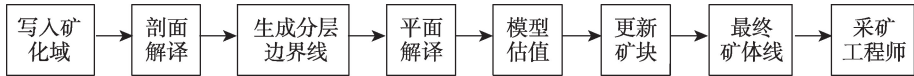


图3 矿体解译流程

矿体解译的过程充分体现了三维软件的优势,其剖面功能的效率远超传统方法,并且可以将不在同一勘探线上的钻孔信息投在生成的剖面上,提高探矿工程使用率。锦丰在Surpac软件自带功能的基础上二次开发了一些实用的宏命令,又进一步提高了工作效率。

2.4 贫化损失控制与计算

采矿过程中的贫化与损失对矿山企业经济效益、矿山寿命影响较大,降低贫化损失是每一个矿山地质工作者的职责和努力目标,锦丰金矿利用Surpac软件在采矿设计和生产开采阶段进行控制,取得了较好的效果。

在设计方面,采矿工程师根据矿体边界线、品位控制模型和钻孔数据库,可以做到精准合理的设计采场穿、沿脉,按照不同位置矿体的厚薄、品位的高低控制进路规格,从设计源头上降低贫化损失,做到应采尽采,最大限度利用矿产资源。

在开采阶段,主要从以下几个方面进行控制:①测量工程师根据采矿设计线文件及时放线,避免巷道打偏。②地质人员及时跟踪每一炮掘进,结合最新的实测文件,发现挂帮矿或底板未见充填体的情况通知生产及时处理。③地质人员使用Surpac载入最新矿体线,提前预知夹石位置,加强研判或转载。④边缘进路若未能揭露出矿体边界,需在软件中检查核对已有钻孔信息,选择合适位置扩帮或打探眼探帮后再决定。⑤采场结束后,根据测量实测3DM再次检查帮、顶是否有值得回收的残矿,避免因未采尽而造成损失。

通过Surpac软件可以帮助技术人员准确、直观地认识矿体形态、采矿设计、实际巷道三者之间的关系,可以最大限度控制贫化损失。

2.5 资源储量报告

生产矿山资源储量的消耗、保有计算是地质工作的日常任务,采用Surpac块体模型报告的方式加以约束条件,可以方便的报告出需要的保有和消耗,其流程如下:载入模型→设置报告格式→设置报告字段、分类→加载约束条件→报告结果。

Surpac软件报告资源量十分快捷,它可以方便矿山随时了解剩余保有资源量及其分布情况,为矿山开采设计、采掘计划的编制及生产管理提供必要的资料。软件报告也存在数据可靠性的疑问,探矿工程测量的误差大小、矿体解译准确与否、模型参数设置是否合理等等都会影响到数据最终结果。锦丰在这些方面做了很多努力,例如:钻探工程每一个孔口都要求实测,测斜和孔深验证要求高于行业标准;钻孔资料、描面资料多人交互检查,确保原始记录准确导入数据库不出错;井下采场空区全部实测并生成三维实体模型;矿体解译安排专门的技术人员负责,并根据生产开采的实际情况适时修正等等。通过多年的实践和探采对比,笔者认为以地质统计学为基础的三维软件资源储量估算数据是可以满足预算要求和指导生产的,其他矿山企业不妨尝试。

2.6 地质制图

各种地质图件是指导矿山设计和开采的重要依据,也是矿山地质工作的主要成果之一,常见如垂直剖面图(横剖面图、纵剖面图)、水平断面图(水平断面地质图、坑道地质平面图)、投影图(垂直纵投影图、水平投影图)、矿块三面图等等。Surpac软件带有的自动绘图功能,采用所见即所得的方式可以非常快捷、直观、

(下转第166页)

井下的支架可以稳定与准确运行^[8-10]。

4 结束语

就液压支架的姿态监测来说,没有较高的效率与精准度是其所存在的缺点,就将新型液压支架智能姿态监测系统给提出来,经过对多传感器信息融合系统进行使用,可以使所监测的多传感器更加可靠,按照实际测量与仿真分析进行对比发现:

(1)重合部分会被系统筛分是多传感器信息融合所存在的优点,防止重复分析,使数据分析更加准确、更有效率;

(2)位置监测、惯性测量及倾角单元等模块构成了支架运行状态硬件监测系统的结构,结构具有较好的稳定性与较高的灵活性;

(3)新型控制系统可以使监测准确度上下在0.006m左右,和固有监测方式相比较,升高了88.4%,使井下的支架可以稳定与准确运行。

参考文献:

[1] 张建,丁建宽,李让,王慧,王鑫.基于5G的超前液压支架姿态

检测技术研究[J].煤矿机械,2022,43(7):13-16.

[2] 任怀伟,李帅帅,赵国瑞,张科学,杜明,周杰.基于深度视觉原理的工作面液压支架支撑高度与顶梁姿态角测量方法研究[J].采矿与安全工程学报,2022,39(1):22-25.

[3] 崔凯.基于多传感器校正的液压支架支护状态监控系统的分析[J].机械管理开发,2019,34(10):62-65.

[4] 张坤,孙政贤,刘亚,李玉霞,杜明超,马英,魏训涛,徐亚军,王鑫,余铜柱,丁超.基于信息融合技术的超前液压支架姿态感知方法研究及实验验证[J].煤炭学报,2022(9):22-25.

[5] 沈浩.浅谈ZT11101/19/35端头液压支架在沿空留巷工艺中的应用[J].山东煤炭科技,2021,39(12):60-63.

[6] 许姣.厚煤层综放开采矿山压力显现规律及液压支架选型研究[J].煤矿机电,2021,42(6):80-83.

[7] 李岗,高涛.防冲液压支架在冲击倾向性巷道支护中的应用研究[J].机械管理开发,2021,36(11):13-15.

[8] 周如林,乔子石,孟令宇.综采工作面液压支架立柱快速供回液方案研究[J].工矿自动化,2021,47(11):70-73.

[9] 成伟.基于ABQUS的ZF1200型液压支架底座结构性能的研究[J].机械管理开发,2021,36(10):14-17.

[10] 郭奋超,李振涛,于维雨,晁伟.智能化采煤工作面液压支架系统用液污染研究[J].煤矿机械,2021,42(9):62-65.

(上接第163页)

方便地得到上述图件。技术人员可以根据需要来显示或隐藏各类巷道(开拓工程、采场、测量控制点)、钻孔(地层、岩性、构造、样品、品位)、地表地形和各种模型等等。软件还可以直接编辑或调用各种图例、图框、图签模板,并使用Surpac绘图窗口或DraftSight在打印或绘图之前进行查看和编辑数据,DraftSight还可以将Surpac绘图文件另存为CAD格式文件,兼容使用性强。

传统的手段来完成这些地质图件的绘制和更新,不论是手工还是CAD制图,其效率都有限,平剖面来回转换的过程也容易出现差错,更加缺乏三维空间的既视感。若使用Surpac即用即切的剖面功能和自动绘图功能可以轻松生成各类所需图件,大大地提高技术人员的工作效率。

3 结语

三维可视化是现代矿业迈入数字化、智能化的一个重要标志,三维软件的应用可以明显提高矿山技术人员工作效率和管理水平,矿山企业领导层应高度重视并选择合适的矿业三维软件,建立成熟的软件应用体系,实现矿业强国。

参考文献:

[1] 向洪,杨明.基于Surpac软件圈定计算采矿贫化损失量的应用探索[J].有色金属设计,2021,48(4):17-20.

[2] 杨世珍,刘昔刚.从北衙金矿探采对比论surpac软件在矿山的应用[J].世界有色金属,2018(4):64-65.

[3] 程远慧.基于Surpac的某金属矿山三维数学模型[J].矿业工程,2018,16(1):54-57.

[4] 王学平,张晓军,刘颖,彭振.基于Surpac矿山地质数据库创建与应用[J].地质科技情报,2018,37(6):232-238.

[5] 王文才,李刚,乔旺,张世明.Surpac软件在矿山中的应用[J].中国矿业,2011,20(4):94-96.