

烂泥沟金矿生产地质国际化技术管理体系

鲁裕民¹, 郑禄林^{2*}, 杨明¹, 向洪¹, 付兰恩¹, 张凯¹

(1. 贵州锦丰矿业有限公司; 2. 贵州大学矿业学院)

摘要:烂泥沟金矿属于典型的卡林型金矿, 矿体主要赋存于断裂破碎带中, 围岩以半坚硬软弱层状碎屑岩类为主。烂泥沟金矿选用上向分层进路胶结充填采矿法进行生产采矿, 并引入国际先进工作理念和方法, 以 Access 数据库和 Surpac 三维矿业软件为主要工具, 建立了完整的数据库体系和多个实用三维 DTM 模型、实体模型及块体模型, 搭建地质、测量、采矿及生产管理人员共享共用的工作平台; 基于 Surpac 三维矿业软件提供的二次开发函数库, 开发了丰富的宏命令体系, 广泛应用于钻孔设计、矿体解译和模型建立等工作。使得矿山在钻孔设计、地质编录、数据库管理、矿体解译、生产指导、贫化损失统计、金属平衡、数据获取等工作均能高效率、高质量完成, 促进了矿产资源的集约开发与综合利用。通过介绍烂泥沟金矿生产地质工作方法, 以期为国内同类型矿山地质工作人员提供新思路 and 启发。

关键词:生产地质; 国际化技术管理体系; 数据库; 三维矿业软件; 烂泥沟金矿; 宏命令体系

中图分类号:TD11 P618.51

文章编号:1001-1277(2024)03-0072-06

文献标志码:A

doi:10.11792/hj20240315

引言

贵州锦丰矿业有限公司烂泥沟金矿(下称“烂泥沟金矿”)是中国黄金矿业领域改革开放的试验田和国际合作开发矿产资源的成功典范。2002 年, 经贵州省贸易合作厅批复同意组建, 2007 年建成投产。烂泥沟金矿位于滇黔桂“金三角”卡林型金矿集中区, 按照国际先进标准设计、建设并投入运营, 集采、选、冶为一体的黄金矿山, 生产规模 120 万 t/a。通过采用国际先进的理念和方法, 搭建地质、测量、采矿及生产管理人员共享共用的工作平台, 使用 Surpac 三维矿业软件和 Access 数据库, 建立标准的地质工作程序, 进行生产全过程地质跟踪, 不仅高质量、高效率完成了各项工作, 而且在控制贫化损失方面成效显著。

1 矿区地质概况与地、测、采工作方法

1.1 矿区地质概况

矿区出露地层有二叠系, 中三叠统许满组、尼罗组、边阳组, 以及第四系。含矿岩石主要为边阳组和许满组砂岩、粉砂岩、粉砂质黏土岩等。

区内褶皱、断裂发育, 且断裂为主要控矿构造。褶皱以北西向为主, 叠加有北东向次级褶皱, 北西向褶皱常形成大型复式背向斜, 构成矿区的主要构造格

架。断裂主要发育近南北向断裂、北西向断裂、北东向断裂 3 组。北西向断裂与北西向褶皱相伴而生, 规模大, 延伸稳定, 主要表现为逆冲挤压性质; 北东向断裂则表现为切割近南北向断裂、北西向断裂, 规模小, 延伸短, 且常在走向上尖灭于褶皱, 主要表现为走滑性质。矿区内控矿断裂主要有近南北向 F_7 断裂, 北西向 F_3 断裂、 F_{3N} 断裂、 F_6 断裂及北东向 F_2 断裂, 而矿体主要赋存于上述断裂形成的断裂破碎带中, 矿体产状、形态与断裂破碎带产状、形态基本一致, 呈似脉状、似板状产出, 且矿体与围岩界线肉眼较难区别, 主要靠化验结果圈定。在各断裂破碎带内, 上述岩石不仅遭受不同程度的热液蚀变作用, 且遭受了强烈的构造破碎作用, 很大程度上改变了原岩的形态、内部结构乃至物质组成, 致使原岩呈现层状构造、均匀粒状结构及显微鳞片状结构, 黏土岩形成碎块岩、碎裂岩、碎斑岩及角砾化、断层泥化, 碎屑颗粒石英普遍重结晶。岩石被热液石英、碳酸盐细脉(网脉)纵横穿插, 产生黄铁矿化、方解石化、伊利石化等矿化蚀变, 从而形成一套特有的赋矿岩石。

矿体顶底板围岩以薄至中厚层砂岩与薄层黏土岩为主, 黏土岩十分松软破碎, 岩体质量属坏一差, 遇水易软化, 加上断裂破碎带影响岩体稳定, 易发生垮塌, 稳定性很差, 基本无自稳定能力; 矿体位于上述 2 种岩体的断裂破碎带中, 并与围岩性质基本相同,

收稿日期: 2023-07-18; 修回日期: 2023-10-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41962008); 贵州省卡林型金矿成矿与找矿科技创新人才团队项目(黔科合平台人才-CXTD[2021]007)

作者简介: 鲁裕民(1972—), 男, 高级工程师, 从事矿山地质及管理工作; E-mail: 2909821252@qq.com

* 通信作者: 郑禄林(1983—), 男, 教授, 博士, 从事基础地质、安全工程教学及科研工作; E-mail: llzheng@gzu.edu.cn

但比围岩更松散破碎。因此,该矿床为工程地质条件中等的半坚硬软弱层状碎屑岩类矿床^[1]。

1.2 采矿方法

鉴于矿体特征与矿床的开采技术条件,矿山采用斜坡道开拓,全无轨运输。采矿方法运用上向分层进路胶结充填采矿法,多中段连续回采,中段高 60 m,每个中段划分 3 个分段,分段高 20 m,每个分段划分 4 分层,每分层高 5 m。每分段一般于矿体下盘拉开脉外巷,再自脉外巷垂直矿体走向掘进穿脉通达矿体,并逐层挑顶垫底而形成新的穿脉,以适应每分层回采要求。

中段内自下而上按分层进行回采。每分层划分成若干进路,以进路为单位自下而上进行回采^[2-3]。进路宽×高为 4.5 m×5.0 m,每条进路采用喷射混凝土+护壁钢网+安装锚杆进行支护。进路回采完毕后,采用分级尾砂+胶凝材料进行充填,充填须接顶并养护一定时间。此种采矿方法采场暴露面积少,时间短,生产人员始终在支护后的区域作业,是一种成本较高,但安全性较好的采矿方法。

1.3 测量方法

在地表基本测量控制网的基础上建立井下测量导线,在形成闭合导线的情况下,完成对导线精度的检查和验证。采用了国际在巷道侧帮作测量控制点的方法代替传统顶板作测量导线控制点的方法。然后采用后方交会的方法建立新的测量控制点,以完成井下测量放点及测图。依据实测点建立巷道三维实体模型,据此完成矿量验收、废石计量等工作。

Surpac 三维矿业软件提供了多种测量仪器的数据传输端口,使需要放线的数据能够准确快速传入测量仪器并使采集的数据快速导出。利用 Surpac 三维矿业软件,可以对不同实测对象赋予不同编码,成图

时,相同编码、相同线段的点会自动连接成线,方便、准确、快捷。

1.4 地质工作方法

利用探矿工程信息建立地质数据库和三维模型。使用 Surpac 三维矿业软件调入相关数据或模型,可在三维空间获取各地质要素间的相互关系。以任意角度切取剖面,直观展示钻孔、断裂、地层与矿体等信息,据此设计生产钻孔。将生产钻探揭露的地质信息导入数据库,建立品位控制模型并划分不同品位等级的矿块,供采矿工程师设计采场。生产采矿过程中,地质工程师对每个掌子面进行编录、采样,结合最新地质信息指导生产,完成当月采矿后,根据矿块边界线、测量实测文件及采样品位等信息圈定贫化损失区域,计算贫化损失,按月完成采矿与选冶金属平衡。

Surpac 三维矿业软件提供了功能强大的二次开发函数库,地质团队开发了功能丰富的宏命令体系用于生产地质工作,从而大幅提高工作效率,降低工作难度。始终坚持安全第一,重视全过程工作管理理念,编写了十几份标准地质工作程序,将标准操作步骤及工作注意事项描述清楚,缩短了学习时间,避免了失误与疏忽,提高了工作效率,有效控制了工作质量和安全风险^[4]。

1.5 地、测、采共享共用工作平台

地质、采矿、测量人员统一使用 Access 数据库和 Surpac 三维矿业软件进行工作(见图 1),以企业搭建的公共网盘为基础,将地质、测量、采矿技术文件统一存放于网盘内,适当设置访问人员权限,相关人员既能够及时共享各类最新文件和数据信息,服务和指导生产,又避免了数据信息的误修改及丢失。日常相关文件夹和文件名使用相对固定命名规则,保存在指定工作路径,便于快捷查找和宏命令的自动调用。

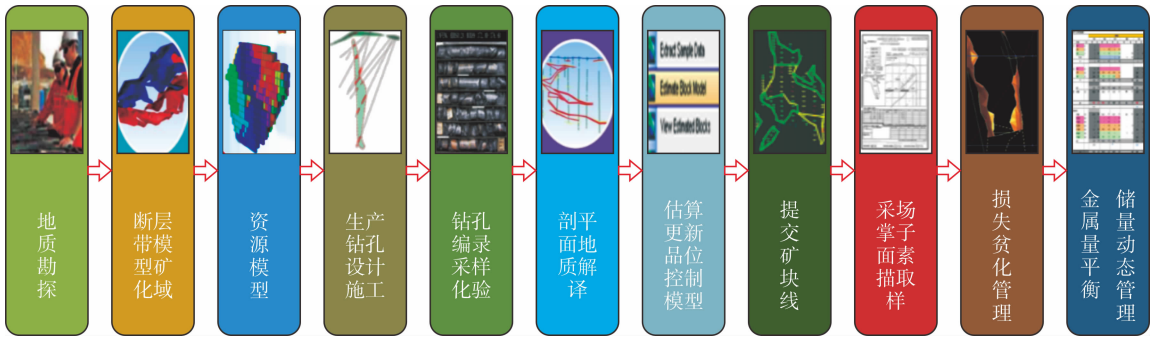


图 1 烂泥沟金矿生产地质工作流程

Fig. 1 Production geological workflow of Lannigou Gold Mine

同时,烂泥沟金矿根据自身实际情况,建立了独立的矿山坐标系统,使北坐标轴与勘探线方向保持一致,不仅可使携带坐标属性的文件满足了可能的保密要求,还在使用 Surpac 三维矿业软件截取地质勘探

线剖面时能够大幅提高工作效率及准确度。

2 数据库与三维模型

依据国际先进的理念和方法,建立了 3 个数据

库、4个三维模型。

2.1 数据库

查找表数据库,也可称字典表,是定义钻孔数据库中各类信息及其代码的数据库。数据库中按类别建立了数十个数据表,主要是定义钻探、编录、样品等相关信息。

钻孔数据库,主要存储采样工程相关数据。该数据库附有一个前端,主要用于数据录入及选择性查询。用前端录入数据时会自动与查找表链接,加上前台库的检查判断功能,确保数据录入的标准化与正确性。所有录入的编录信息都是代码,与查找表的代码一致。

矿块数据库,一方面定义品位控制模型建模所需的参数^[5-8],另一方面存储品位控制模型中计算的矿块数据、出矿卡车拉运数据及选矿厂破碎数据。

2.2 三维模型

断裂模型、资源模型是矿山开拓设计、长期计划的依据。利用块体模型能方便地报告出所需的各类资源数据,同时,根据金价、成本、回收率等经济因子快速调整可采边界品位和可采区域。

断裂模型:使用 Surpac 三维矿业软件解译钻孔数据库,在剖面上圈定断裂,再连接成三维实体模型。构造穿插次序可以通过断裂模型予以揭露,从而掌握矿体和构造的位置关系,以及构造对矿体的导矿和控矿作用^[9-11]。

地层模型:依据钻孔数据库建立的面模型,以各地层的下边界为面。

资源模型:由矿山地质外方总部的合资人共同建立的块体模型,每年根据新工程和探采对比更新一次模型。由于本矿区断裂控矿的特点,将断裂按规律扩展、修订为矿化域的壳,以其为软边界建立块体资源模型。

品位控制模型:为局部地质信息更精确的块体模型,当完成一块区域的生产钻探后,解译矿体,完成此区域的块体模型,此模型是矿山采场设计的依据。

3 生产钻探

依据矿石蚀变矿化特征研究,井下钻探网度为 20 m×20 m,部分复杂地段加密处理。钻孔一般布置在脉外装载硐室和穿脉硐室,呈扇形分布,每个硐室约 10 个钻孔。为了规范进行井下生产钻探及地质解译,控制风险,提高工作效率,相关工作需严格遵循《井下品位控制程序》《钻探工程施工管理程序》《钻孔地质编录程序》《岩芯切割机的操作步骤及使用方法》《岩芯样品采集派送程序》《质量控制样加工管理程序》《QAQC 质量控制程序》等要求。

3.1 钻孔设计

在 Surpac 三维矿业软件中运行宏使令,打开钻孔数据库、资源模型、断裂模型及井下实测巷道,切制合适的平面、剖面,设计钻孔,再置于三维空间观察,综合研究钻孔布置的合理性,检查钻孔与已有井巷、管道等的关系,确保施工安全。

完成钻孔线文件设计后,将其在数据库前端录入钻孔数据库,现场查看施工条件可行后,制作井下钻探指令,经相关人员检查签批后存档并复印送达相关人员。

3.2 编录、采样与质量控制

岩芯送达编录车间后,先清洗并整理岩芯,仔细检查岩芯是否放错、放反,木块是否与岩芯回次匹配,检查合格后再进行编录。为了实行标准化、电子化,编录信息以代码的形式记录,代码与查找表一致,以便于数据库中检索、Surpac 三维矿业软件中显示及智能化处理。

采样前先布样,遵循在确保不漏矿情况下少采样的原则,填写分样单,每隔 7 个样品插入 1 个检查样,检查样类型有空白样、标准样、重复样(粗副样)、内检样(细副样)4 类。每批次样品结果返回后,第一时间检查插入的检查样是否有系统误差,偶然误差是否在合理范围内。每月完成一份检查样测试质量分析报告,统计数据,分析误差率、变化趋势及原因。

同时,为了保证高的岩芯采取率和样品代表性,钻孔一般以直径约 76 mm 规格终孔,岩芯切二分之一后送检。专门订做了样品标签,标签防水、抗高温,在样品加工过程中不易损坏。每个标签一个号码,如 UG101101,每个样品一个标签,确保不重不漏。标签一式四份,岩芯箱中留一份,送样一般放两份,但如要求返回粗副样的则加一份。送样后及时将编录、分样信息录入表格,再从前端导入钻孔数据库。化验结果返回检查无误后,及时导入数据库。

4 解译矿体及更新品位控制模型

依据 Surpac 三维矿业软件提供的二次开发函数库,开发了丰富的宏命令体系,用于矿体解译与建模工作。

4.1 在剖面上解译矿体

打开 Surpac 三维矿业软件,运行显示剖面的宏(View_Section),打开钻孔数据库、剖面线文件(ore_section1)等,并自动将剖面线文件设为工作目录,自动显示数据库中钻孔等工程的样品品位、样品已定义过的矿化域信息,品位等级以不同颜色显示,不同矿化域也以不同颜色显示。在剖面上,以矿化域边界圈

定矿体。圈定矿体时,可以选择显示钻孔的断裂、地层、岩性、蚀变、矿化等信息,可同时显示几项,展示其相互关系,利于解译。

由于钻孔大多是扇形孔,可沿钻孔轨迹线作斜剖面以辅助解译。运行“code_orezone”宏命令,为钻孔相应样品标定矿化域号^[12-13]。

4.2 在平面上解译矿体

运行“create_level_slices”宏命令以创建分层边界线。该宏命令自动将剖面线按输入的标高切制水平线段,自动把水平线放在相应水平的文件里,每5 m标高一个线文件。

运行“Extract_Sample_Data”宏命令, Surpac 三维矿业软件会自动显示数据库信息,并把上面创建的分层边界线及估值分区(Estimate_Data)、水平矿体线的文件打开。以分层边界线为参照,结合钻孔信息,圈定水平矿体线。矿体线线号与定义的矿化域号相同。

估值分区每5 m高作为一个定义估值区域的线文件,每个文件可有多个估值区域,以线号为估值区域号。定义估值区是为了能及时更新模型,因为生产钻探不可能一次完成,只能完成一块估值一块。

4.3 估算品位控制模型并划分矿块

执行“Estimate Block Model”宏命令,自动从矿块数据库中查找引用相关矿化域的估值参数,完成估值。估值时,估算范围以水平矿体线为边界,局限在确定的估值区内,以水平矿体线同号已标定矿化域的钻孔工程为品位数据来源,一次只估5 m高,即一层。

4.4 估算矿块并更新矿块数据库

运行“View_Estimated_Level”宏命令, Surpac 三维矿业软件自动显示品位控制模型的一个分层,同时打开相关线文件。按品位等级圈定矿块,划分高金矿、正常矿、低金矿、低品位矿、次低品位矿等类型。随着成本、价格、回收率等经济指标的变化,这些品位等级边界是可变的。确定次低品位矿的边界主要依据选矿厂的变动成本,确定低品位矿的边界依据采、选的变动成本之和。

运行“Calculate_Polygon_Grade”宏命令,点击需要估算矿块的闭合线,可以估算出该矿块的矿量、品位,并自动为此矿块赋予相关属性值^[14]。输入此矿块的编号,要确保所有矿块与其编号是一一对应关系。估算完后及时保存,宏命令会将这些信息保存在线文件的描述字段中。

运行“Update_Database”宏命令以更新数据库,将矿块估算的信息导入矿块数据库中,同时,矿块编号也会在品位控制模型中赋值给相关模块。

5 指导采矿

5.1 采矿掘进指导

生产过程中,由测量工程师依据采矿设计对巷道进行放线与实测跟踪。针对断裂控制的卡林型矿床类型,参考国际先进矿山经验,建立了24 h值班制度,便于及时获取采掘掌子面最新地质信息,更好指导生产采矿^[15-16]。

跟班地质工程师要与上一班地质工程师当面交班,充分沟通生产状态与发生的变化,并仔细查阅数据库与矿块图,对拟工作区域的生产与地质情况进行系统了解,形成整体认识。在掘进过程中,地质工程师要在爆破前对每炮的掌子面进行编录、拍照,近矿体或矿体中的掌子面要采样化验,以指导矿废分倒。跟班地质工程师对掌子面进行编录后,如发现掌子面岩石矿化蚀变与模型差别大,可能产生矿废反转时,可进行转载;当某采场倒数第二炮掌子面品位低于低品位下限时,则最后一炮需要暂停打眼爆破,等待化验结果;若进路式采场连续3个掌子面品位低于次低品位下限时,需要回顾检查;采场进行超设计掘进,没有把握判定矿废时,采矿掘进一天不能超过一炮,需等待样品化验结果;如有地质信息显示在已圈定矿体的边缘,存在前期未探明的矿体时,必须先利用凿岩台车施工简易钻孔,取岩粉样化验验证,经高级地质工程师综合研究、审核确认,可增加采矿进路回采剩余矿石。

每个采场进路或分层采矿结束前,对已采进路顶底板和两帮进行检查,并根据测量的实测图,使用 Surpac 三维矿业软件进行核对分析,如发现有漏采遗留的边角矿,通知生产部门以扩帮、起底、挑顶的方式回收。对于转载、扩帮、起底、挑顶,超设计采矿的品位标准,根据金价、成本、回收率的变化,动态调整^[17-22]。

5.2 编录采样数据

掌子面采样信息需及时导入数据库。根据测量巷道的实测数据,使用 Surpac 三维矿业软件确定每个掌子面样品的起始点矿山坐标值及样品轨迹线的方位角和倾角。由于并不能对每炮及时实测,在没有巷道实测数据的情况下,地质工程师只能用测距仪与罗盘的数据结合采场设计图,初步确定孔口坐标与方位,待实测后及时检查、调整。收到实验室的样品分析结果后,使用数据库前端导入。

5.3 指导矿石拉运与堆放

编录取样后,地质工程师根据最新地质成果更新采场状态表和地表堆场堆矿图,于下班前提供给生产采矿部门,供运矿卡车司机查阅并严格按其要求拉运堆放。同时,将最新的原矿堆场图放在固定的文件路

径中,供选矿厂查阅配矿。

由于选矿厂细菌氧化与碳浸回收的特殊性,对矿石中的砷、汞品位较敏感,地质工程师要多查阅品位控制模型,及时化验从掌子面采集样品的砷或汞,将高砷、高汞矿分类存放。

6 贫化损失统计

因贫化损失区域涉及范围较小,为避免误差过大,烂泥沟金矿未使用 Surpac 三维矿业软件的报告功能来统计每个采场的贫化损失。地质人员经综合分析和长期实践,创新了计算统计方法,运用 Surpac 三维矿业软件,综合实测巷道三维实体、线文件,矿块线文件,采矿设计,在三维空间切制二维剖面,对所有贫化损失的区域进行圈定,再计算贫化损失量。统计工作每月进行一次,统计人员严格执行《资源储量管理程序》要求。

6.1 贫化损失分类

烂泥沟金矿贫化损失主要包括以下几个方面:
①矿体线内损失,包括两帮未贴灰(充填体)损失、顶底板未贴灰损失;
②矿体线内边缘损失,主要发生在矿体线内边缘,留下宽度不足以增加进路或扩帮无法完全回收的矿石;
③矿体线内贫化,主要是采矿时将上一条进路的喷浆灰皮、充填体采下造成的贫化;
④矿体线外贫化,主要是采场超出矿体线边界,采下品位小于低品位下限的废石造成的贫化;
⑤喷浆掉落贫化,主要是掌子面上的喷浆料及掉落在地上的喷浆

料造成的贫化。

6.2 两帮贫化损失线文件圈定

在 Surpac 三维矿业软件中打开当月采场最新实测线文件和本月之前的采场实测线文件,只显示巷道腰线。将本月采场线文件扩展 0.08 m(0.08 m 是喷浆体厚度,而测量需在喷浆后)

打开最新数据库并显示钻孔,形成对应采场水平剖面,并调入当前采场的水平矿体线或矿块线,在 Surpac 三维矿业软件界面上可以很清楚看到贫化损失情况,用不同的线将其分类圈定出来,并统计面积。

6.3 顶底板贫化损失线文件圈定

在 Surpac 三维矿业软件中调入当月采场最新实测三维实体文件及本月之前的采场实测实体文件。

打开数据库并显示钻孔,调入当前采场的矿体线,按“图形方式选择截面线”切剖面,在实体剖面选项打“√”以将实体剖面线文件化,然后调整坐标视图进行分类圈定,圈定过程中也要考虑顶板喷浆体厚度。

6.4 贫化损失计算

将本月采矿的所有采场用不同线号分类圈出贫化损失线文件,对照采场逐一在 Surpac 三维矿业软件上读取贫化损失线文件的面积,并将面积登记到表格中计算贫化损失量。

在 Surpac 三维矿业软件中打开钻孔数据库,对照本月采场,结合模型和面样获得各损失区域品位,结果见表 1。

表 1 贫化损失统计结果
Table 1 Statistics of dilution and loss

损失(全矿占比)								贫化(全矿占比)					
矿体线内损失				矿体线内边缘损失				矿体线内贫化		矿体线外贫化		喷浆掉落贫化	
损失量/ t	金品位/ (g·t ⁻¹)	金属量/ g	损失率/ %	损失量/ t	金品位/ (g·t ⁻¹)	金属量/ g	损失率/ %	贫化量/ t	贫化率/ %	贫化量/ t	贫化率/ %	贫化量/ t	贫化率/ %
990.6	2.28	2 257.6	1.40	3 146.0	1.67	5 252.4	4.43	2 956.3	3.95	3 007.7	4.02	2 049.8	2.74
2 440.6	3.60	8 793.4	4.25	872.0	2.40	2 094.1	1.52	1 456.8	2.42	2 868.8	4.76	1 850.5	3.07
1 495.2	2.93	4 381.2	3.05	895.6	2.08	1 861.5	1.83	1 896.3	3.67	1 870.2	3.62	1 213.2	2.35
2 972.6	2.84	8 452.2	4.49	911.4	2.30	2 091.7	1.38	2 142.4	3.06	3 806.7	5.44	1 672.0	2.39
2 373.2	2.80	6 646.7	3.03	2 160.6	2.54	5 483.2	2.76	2 380.6	2.86	4 989.8	6.00	1 983.3	2.39

7 矿石量平衡及数据报告

7.1 矿石量平衡

依据《原矿堆场月末测量报告程序》,以地质人员为主,规范、合理地按月计算平衡井下出矿量、品位和选矿厂入选矿量的数据差异,根据差异分析,持续优化改进管理措施。

每月最后一天,地质工程师使用 Surpac 三维矿业软件画出能准确清晰显示当月实际采矿区域的月末矿体线,统计当月出矿模型品位和面样品位。及时完成井下当月所有采空区实测,依据月末矿体线建立当月生产的三维矿石实体和产生的废石实体,统计当月生产的矿石量和产生的废石量;并对地表临时存放的矿堆进行准确测量,建立三维 DTM 模型,与堆场原

始地形模型对比,自动计算各矿堆保有矿石体积^[23]。

平衡公式为:月初地表矿堆存量 + 采矿量 - 选矿厂处理量 = 月末地表矿堆存量。

7.2 数据报告

利用 Surpac 三维矿业软件中 DTM 体积运算和报告等功能,可获得各类测量验收数据,如堆场保有量、井下出矿量等。

采用 Surpac 三维矿业软件块体模型中的报告功能,可根据品位等级、坐标、实体等不同的约束条件方便地报告出资源数据,如采出资源、保有资源等,同时在编制计划、探采对比、调整采矿品位边界等工作中广泛应用。报告方法如下:载入模型→设置报告文件格式→设置要报告的元素及其分组→加载约束条件→报告结果。

8 结 论

烂泥沟金矿引入国际先进矿山的工作理念和方法,搭建地质、测量、采矿及生产管理人员共享共用的工作平台,统一使用 Access 数据库和 Surpac 三维矿业软件开展工作。根据需求建立了 3 个数据库、4 个三维模型,为技术人员使用三维软件及三维可视化工作打下坚实基础,并取得以下成果:

1)引入国际先进工作理念和方法,重视全过程工作管理,按照相关法律法规和行业规范要求,结合最佳工作经验,制定了十多份标准地质工作程序,提高了工作质量,控制了安全风险,缩短了学习期间。

2)结合实际建立了矿山坐标系,将北坐标线方向与勘探线方向设为一致,并依据 Surpac 三维矿业软件提供的二次开发函数库开发了丰富的宏命令体系,应用于矿体解译、模型建立等多项工作,极大地提高了工作效率,降低了工作难度。

3)基于卡林型金矿的特点,烂泥沟金矿实施钻探先行,施工了大量高质量的生产钻探孔,进一步准确控制了矿体;将地质编录内容代码化,导入数据库后可便捷地进行三维可视化操作和地质解译工作;使用国际上通用的检查样插入制度,有效控制了地质样品检验质量。

4)烂泥沟金矿十分注重资源的集约开发与综合利用,始终坚持先进的国际化管理理念和技术方法,不断融入国内管理和技术优势,以管理创新驱动技术创新,以技术创新推动企业发展,可为国内同类型矿山企业生产技术管理及与国际接轨提供借鉴和指导。

[参 考 文 献]

[1] 肖平,罗建均,陈德荣,等. 贵州省贞丰县烂泥沟金矿资源储量核实报告[R]. 黔西南布依族苗族自治州:贵州锦丰矿业有限公司,2016.

[2] 王鑫. 上向水平分层进路充填法在夏家店金矿的应用[J]. 现代矿业,2020,36(6):83-86.

[3] 林鸿州,郭怡,白建帮,等. 数值优化方法在确定张力计反应时间上的应用性[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2022,52(2):526-534.

[4] 张胜利,齐彦文. 基于双重预防机制的矿山企业安全文化建设实践[J]. 黄金,2022,43(2):1-5.

[5] 高航校,任小华,李福让,等. 变异函数变程在矿产资源量分类中的应用研究[J]. 硅谷,2011(14):109,66.

[6] 高帮飞,李红兵,张书琛,等. 块金效应地质意义及其对品位估值影响[J]. 黄金,2021,42(11):6-13.

[7] 杨丰铭,杨昌华,汪永华,等. 基于地质统计学法的资源量估算中特高品位鉴别方法[J]. 黄金,2022,43(8):23-26.

[8] 谢徽,高帮飞,李寒滨,等. 内蒙古常福龙金矿床隐式地质建模与品位估值[J]. 黄金,2022,43(4):4-13.

[9] 杨晓坤,秦德先,冯美丽,等. 基于 Surpac 的矿山三维地学模型及综合信息成矿预测研究[J]. 地质与资源,2008(1):61-64,80.

[10] 李忠潭,薛林福,冉祥金,等. 基于卷积神经网络的智能找矿预测方法——以甘肃龙首山地区铜矿为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2022,52(2):418-433.

[11] 李忠城,李丹丹. 山西沁水寿阳 ST 区块煤储层三维精细地质建模[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2023,53(2):635-650.

[12] 李红兵,高帮飞. 岩金矿床资源储量估算品位域的确定及其意义[J]. 黄金,2021,42(4):6-11.

[13] 芦大超. 基于统计学方法制定金属矿床工业指标的探讨——以李坝金矿床为例[J]. 黄金,2020,41(8):31-37.

[14] 王玉祥,常河,贾福聚,等. 传统几何法与地质统计学法在资源储量估算中的对比分析:以云南蒙自白牛厂矿区对门山矿段为例[J]. 中国矿业,2022,31(11):165-172.

[15] 刘铭,陈贤初,朱洁. 上向进路(分层)充填采矿法的矿石损失贫化控制措施[J]. 数码设计,2017,6(5):169-170,144.

[16] 吴炳生. 塞尔维亚某铜金矿床品位控制过程研究——以-85 m 分层为例[J]. 黄金,2022,43(2):29-32.

[17] 宋春梅,袁兆龙. 基于价值链的黄金矿业企业战略成本管理模式的探析[J]. 黄金,2023,44(2):1-3.

[18] 崔晨. 黄金矿业企业估值方法探析[J]. 黄金,2023,44(7):67-69.

[19] 付斌,潘振宁,魏弘,等. 包头鑫达公司低品位金矿资源开发利用[J]. 黄金,2023,44(5):1-3.

[20] 郑禄林,魏怀瑞,高军波,等. 黔西北峨眉山玄武岩风化壳三稀矿产资源富集成矿规律[J]. 黄金,2022,43(9):12-19.

[21] 谢徽. 基于边界分析的刚果(金)某铜钴矿床氧化矿资源量估算[J]. 黄金,2023,44(3):58-64.

[22] 刘贤祥. 经济周期下黄金价格相关性研究[J]. 黄金,2022,43(6):1-6.

[23] 谭浪浪. 采空区三维激光扫描信息可视化集成系统设计及应用[J]. 黄金,2022,43(3):44-49.