

德兴铜矿地测业务功能优化开发与应用研究

李兵, 范欣, 俞黎斌

(江西铜业股份有限公司德兴铜矿, 江西 德兴 334224)

摘要: 德兴铜矿将矿山生产过程的组织管理与现代化矿业技术手段相结合, 通过 DIMINE 三维矿业软件已完成对部分矿区的资源数字化建模及更新, 但矿山现有 CAD 地测系统存在的数据孤岛、数据融合及 DIMINE 三维矿业软件早期无数据库版本等问题仍制约着矿山的智能化进程。为了推动矿山智能化, 提高开采工艺的效率和经济性, 对矿山智能化建设中的地质、测量、采矿等基础环节进行了研究, 对原系统功能进行了分析、研究和优化, 在 DIMINE 软件系统基础上进行了定制开发, 实现了德兴铜矿现有地测平台功能与数据的全覆盖, 保证了历史成果, 满足了地测业务相关工作要求。

关键词: 智能矿山; 德兴铜矿; DIMINE 三维矿业软件; 定制开发; 优化开发; 地测业务

中图分类号: TD167 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-8063(2025)02-0133-09

DOI: 10.13426/j.cnki.yky.2024.09.06

矿山智能化建设涉及矿山地质、测量、采矿等基础环节, 实现地质、测量、采矿的信息化可为智慧矿山建设提供数据支撑。以三维软件系统为支撑, 推进智慧矿山建设, 实现矿山地质、测量、采矿业务间的数据共享和矿山数据统一管理, 推动技术管理工作的进步和提升, 可为智慧矿山提供基础的资源开采环境数字化底座。

三维矿业软件的应用推动着矿山信息化、智能化进程。早期以 Datamine 公司的 Datamine 采矿软件^[1-2]、达索公司的 Surpac 矿业软件^[3]和 Whittle Four-D 优化设计软件^[4]等为代表, 进行矿山数字化和智能化管理, 开发了大量引领矿山行业发展的解决方案。目前, 以 DIMINE^[5-6]和 3DMine^[7-8]为代表的矿业软件, 在国内形成了相对完善的三维矿业软件产业链。

与二维制图设计相比, 在 DIMINE 三维矿业软件基础上开发的地测系统工作效率更高。然而, 要实现德兴铜矿现有地测平台^[9-12]功能与数据的全覆盖, 满足地测业务相关工作要求, 原 CAD 地测系统仍存在系统二次开发、维护不便, 与矿山智能化建设融合困难, 存在信息孤岛等问

题。另外, 与二维作图设计相比, DIMINE 三维矿业软件工作效率有所提升; 但因早期无数据库版本, 且无法和日常炮孔质量数据很好融合, 导致在矿山地测采业务上有一定应用但还无法发挥三维专业软件的优势, 实际业务应用没有实现全覆盖。

针对原系统存在的问题, 结合德兴铜矿的生产实际, 为有效提升德兴铜矿智能化建设^[13-16]水平, 对原系统功能进行分析、研究和优化, 在 DIMINE 软件系统基础上进行定制开发, 旨在提高数字采矿软件应用的便捷性和业务覆盖度, 为矿山生产经营决策提供可靠依据。

1 技术现状与解决思路

1.1 技术现状

2000 年, 德兴铜矿技术员基于 CAD 开发了一套地测系统, 可进行炮孔数据管理、绘图及区块矿量计算、图表输出, 并在 CAD 软件中编制矿山月度采剥计划、周采剥计划; 此系统提高了地质算量及计划编制的工作效率。2012 年, 德兴铜矿引进了 DIMINE 数字采矿软件系统 2010 版, 期间

收稿日期: 2024-09-12

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFC3904205)。

第一作者简介: 李兵(1989—), 男, 山西交城人, 学士, 工程师, 主要从事矿山地测技术管理工作。

经过 1 次版本升级,目前采用的 DIMINE 数字采矿软件系统为 2016 版。

通过使用 DIMINE 软件,德兴铜矿已完成了铜厂、富家坞 2 个矿区的资源数字化建模及更新,并开展矿山中长期规划和各类矿山设计工作,在矿山日常地质、测量、采矿业务上进行了诸多尝试,将 DIMINE2016 升级为 DIMINE2022,实现与生产技术协同平台的对接,能够更好地推动矿山生产技术业务协同开展,同时实现矿山业务数据的标准化存储。

1.2 存在的问题

德兴铜矿现有地测平台使技术人员进行地质算量及计划编制的工作效率有一定提升;然而矿山地测业务急需在测量业务、勘探业务、地质业务、矿点预报、采场现状动态更新及品位控制体系模型构建功能方面进行优化。因此,要实现现有地测平台功能与数据的全覆盖,满足地测业务相关工作要求,仍存在以下问题:1)系统 CAD 版本限制。基于 CAD 开发的原地测系统只能在低版本 CAD 软件上使用,极大地限制了系统功能的升级与优化。2)数据孤岛现象。系统维护和数据对接及升级存在空档期,形成数据孤岛,与矿山智能化建设融合困难。3)二维绘图算量工作繁琐。基于传统二维绘图算量思维的系统开发,人工录入数据及绘图工作繁琐,影响工作效率。4)DIMINE 三维矿业软件缺陷。与二维作图软件相比,DIMINE 三维矿业软件设计效率较高,自引进以来,在德兴铜矿广泛应用于矿体建模、露天开采境界圈定、排土规划和设计、露天采场道路设计等;但早期无数据库版本,且无法和日常炮孔质量数据有效融合,还没有充分发挥作为三维专业软件的优势。

1.3 解决思路

构建面向地质、测量、采矿技术业务环节的生产技术协同平台。协同平台以 B/S+C/S 架构^[17-18]部署,通过协同平台与数字采矿软件的兼容对接,为技术人员提供统一的数字化作业环境,实现地质、测量、采矿专业技术业务协作开展、技术成果协同共享、技术流程规范管理。

基于协同作业方式进行地测业务功能定制优化开发。在数字采矿软件升级和技术协同平台^[19-20]搭建后,为提高数字采矿软件应用的便捷性和业务覆盖度,结合当前使用的 CAD 地测系

统业务功能与 DIMINE 软件中的地质、测量相关功能,进行优化开发,以满足地测技术人员使用需求。

2 地测业务功能优化开发

2.1 测量业务功能优化

原 CAD 地测系统仅利用平面算量进行测量,通过 DIMINE 软件实现了三维算量测量功能,主要进行测量验收和对测量数据的维护和管理。

2.1.1 铲装线管理

铲装线是后期进行采出量核实的依据,需进行维护管理。收集的铲装线基本信息,需实现加载并上传到服务器;同时根据当前年份、台阶、图号、月份,从数据库将铲装线加载到当前图纸中。

2.1.2 爆破后裂线管理

支持爆破后裂线绘制,根据年份、台阶、图号等条件,将爆破后裂线高程和标注保存至后台数据库,已保存的数据可根据相关条件加载到当前图纸中。爆破后裂线可根据实测炮孔数据自动生成,通过设置台阶的高度和矿石的体重,支持根据不同月份的爆破后裂线来计算区域内的矿量和品位。

2.1.3 验收范围线管理

根据年份、台阶、图号等条件,将验收范围线高程和标注保存至后台数据库,已保存的数据可根据相关条件加载到当前图纸中。

2.1.4 平均高程和中心坐标管理

设置网格大小、距离反比参数、选择范围和高程数据,对范围平均高程进行计算。框选一个区域,确定中心点坐标,生成图形中心坐标十字线。可单独封闭范围,可随时定义中心坐标。

2.1.5 地形图的管理

根据年份、月份、台阶、图号等条件,将地形图保存至后台数据库,已保存的数据可根据相关条件加载到当前视图中。

2.2 勘探业务功能优化

通过 DIMINE 软件实现勘探数据的维护和管理。加载勘探数据,按台阶将框选范围内勘探数据加载到视图中。通过自定义进行台阶标高设置,可按框选范围线计算台阶组合品位,并导出表格。

2.3 地质业务功能优化

原 CAD 地测系统通过图层对数据进行存

储, DIMINE 软件通过要素进行管理, 实现对测量炮孔, 组合样炮孔, 地形线, 组合样, 矿体线的数据管理和算量。

2.3.1 岩性线管理

根据年份、台阶、图号等条件, 将岩性线和标注保存至后台数据库, 根据相关条件将已保存的数据加载到当前视图中。

2.3.2 爆堆组合样管理

能够对爆堆岩粉样进行组合样圈定, 在组合样范围线中心创建一个虚拟的组合样, 在其上可录入组合样品编号及组合样化验品位数据; 组合样范围线可记录基本信息, 并保存至数据库中。支持对数据修改、覆盖与删除, 同步数据库。在任意圈定区域内, 可根据爆堆组合样的试验结果进行计算(各组合样所占面积进行加权平均), 得出圈定区域内的品位信息。

2.3.3 氧化率和矿岩量计算

根据实验室提供的氧化铜品位, 系统会自动计算氧化率(氧化率=氧化铜/铜 $\times 100$)并保存到炮孔数据库中。根据圈定的范围线, 依据岩粉样加权平均计算矿岩量。

2.4 矿点预报和信息上传功能

原 CAD 地测系统通过图纸进行信息显示, DIMINE 软件通过数字化数据管理矿点信息。具体优化: 1) 矿点预报信息上传。提供信息输入界面, 输入矿点相关信息, 并将数据上传到服务器数据库中, 包含文档上传、下载。2) 取样分布图。按照年份、月份、台阶范围查询矿点分布情况, 并以文字描述形式绘制在当前图纸内。3) 矿点样数据的利用开发。根据矿点样的数据能够生成磨矿时间等值线图, 并能将数据赋值到块段属性中参与配矿。

2.5 采场现状动态更新

分析解算铲装设备的高精度定位点云数据, 系统进行点云数据分析、过滤、最大外包等计算, 自动输出采场现状模型及修整台阶线, 对采场地表及爆堆模型动态更新。最大外包是指设备进行挖掘和装载作业时能够挖掘到的最远水平距离。DIMINE 软件实现了自动更新和三维显示的功能, 优化了原 CAD 地测系统只能手动更新的缺陷。

2.5.1 电铲定位数据换算

每隔一段时间采集卡调系统中电铲的定位数

据, 然后根据电铲定位坐标、方位角、铲斗距驾驶室的距离, 换算铲斗的点云数据, 由于出矿位置的点比较规律、密集, 故根据点的密集程度判定是否无效, 点少且没有闭合规律的则为无效点。流程见图 1。

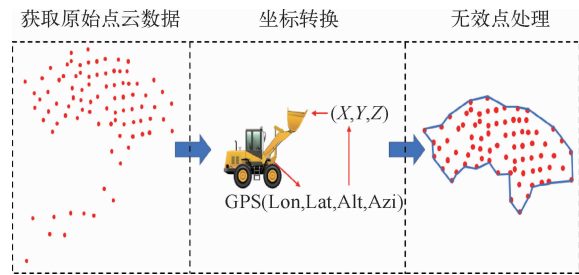


图 1 电铲定位数据换算流程

Fig. 1 Conversion process of electric shovel positioning data

2.5.2 剩余爆堆实体更新

开发定时动态更新爆堆形态模型功能。基于铲装设备高精度定位数据换算铲斗的点云, 系统进行点云数据分析、过滤、最大外包等计算, 形成当前铲装区域爆堆的坡底台阶线; 台阶线与爆堆模型进行布尔运算, 得出剩余爆堆实体及范围。爆堆更新流程见图 2。

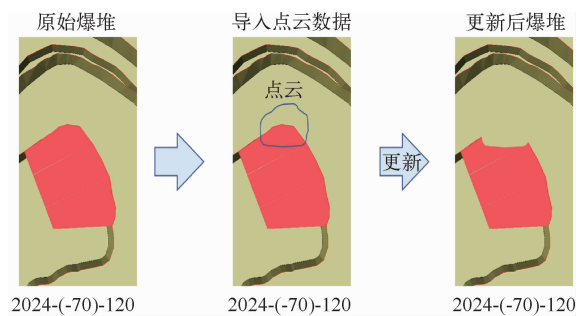


图 2 爆堆实体更新过程

Fig. 2 Updating process of the exploding heap entity

2.5.3 地表模型运算更新

利用采空区域点云数据及采空范围与原始现状地表模型进行运算, 通过电铲轨迹范围线对台阶线进行布尔运算, 实时调整地表形态以反映采场的最新变化, 生成新的采场三维地表模型, 达到更新的效果。地表模型更新过程见图 3。

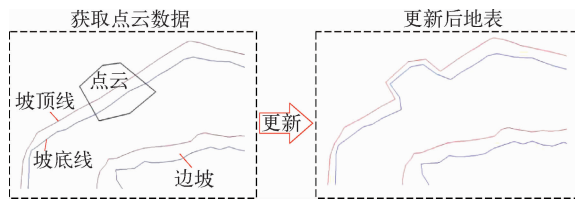


图 3 地表模型运算更新

Fig. 3 Surface modelling algorithm update

2.6 品位控制体系模型构建

原 CAD 地测系统主要通过平面炮孔进行品位计算, DIMINE 软件主要通过离散化的块段模型控制品位信息。德兴铜矿不同阶段矿山开采的品位模型分为地质勘探资源模型、台阶预测品位模型、品位控制模型。利用地质统计学技术将品位模型建立并保存到数据库中, 开发数据统计分析及模型更新功能, 保证各阶段品位模型统一并处于持续更新中, 可调用不同时间和阶段的品位模型, 满足矿山地质、采矿应用。建立由地质勘探资源模型、台阶预测品位模型、品位控制模型构成的品位控制体系。

2.6.1 地质勘探资源模型

该模型根据历史钻探钻孔的分析数据建立并

可及时更新, 其估算精度相对较低, 主要用于矿山全寿期开采规划及采矿境界设计, 不宜用于近中期排产计划及指导台阶或爆区开采设计。

2.6.2 台阶预测品位模型

利用已开采的上部台阶爆破孔岩粉样试验数据, 以及下部台阶的历史勘探与加密钻孔数据资料, 开展下部待开采台阶的模型建设, 模型数据准确性更高, 能为台阶区块划分及爆破技术优化创造较好条件, 可用于矿山中短期计划编制。

2.6.3 品位控制模型

品位控制模型根据一个区内爆破孔的岩粉样试验数据建立, 矿体分布模型精确, 主要用于爆破设计、铲装设计、配矿设计等, 直接服务于采矿生产。

3 功能划分

3.1 模块介绍

在 DIMINE 软件系统基础上进行定制开发, 实现了德兴铜矿现有地测平台功能与数据的全面覆盖, 保证了历史成果, 满足了地测业务相关工作要求。

3.2 功能划分

地测业务系统的功能模块见表 1。

表 1 地测业务功能模块

Table 1 Geodesy business function module

模块	功能	详细描述
测量业务	铲装线管理	铲装线可在属性栏选择或输入相关信息, 然后上传到数据库中; 同时能够从数据库查询下载铲装线到三维视图中
	爆破后裂线管理	爆破后裂线可在属性栏输入或选择相关信息, 然后上传到数据库中; 同时能够从数据库查询下载爆破后裂线到三维视图中; 爆破后裂线可以根据实测炮孔数据自动生成, 可利用 DIMINE 软件中“点云的曲线重建”功能将已有点自动拟合合成线
	验收范围线管理	验收范围线可在属性栏输入或选择采区、年份、月份、台阶等信息, 然后上传到数据库中; 同时能够根据采区、年份、月份、台阶等查询条件从数据库查询下载验收范围线到三维视图中
	平均高程计算	该功能支持设置网格大小、距离反比参数进行高程差值, 并对平均高程进行计算
	中心坐标	该功能支持框选一个区域, 确定中心点 x 、 y 坐标, 生成图形中心坐标十字线; 单独封闭范围能随时定义出中心坐标
	地形线管理	地形线可在属性栏输入或选择相关信息, 然后上传到数据库中; 同时能够从数据库查询下载铲装线到三维视图中
勘探业务	勘探数据加载	该功能用于查找用户选择范围内的指定高度的勘探数据, 并显示在三维视图窗口
	勘探台阶品位计算	该功能用于计算所选范围内的组合品位, 并支持将计算结果导出为表格
地质业务	岩性线管理	岩性线可在属性栏输入或选择相关信息, 然后上传到数据库中; 同时能够从数据库查询下载岩性线到三维视图中

表 1(续)

模块	功能	详细描述
地质业务	爆堆组合样管理	该功能能够对爆堆岩粉样进行组合样圈定,组合样范围线上可录入组合样品编号及组合样化验品位数据,并保存至数据库中;支持对数据修改覆盖
	基于组合样的品位计算	在任意圈定区域内,能根据爆堆组合样的品位进行计算(各组合样所占面积进行加权平均),得出圈定区域内的品位信息
	氧化率计算	氧化率=氧化铜/铜 $\times 100$,在数据采集时,系统自动计算氧化率并保存到炮孔数据库中
	矿岩量计算	该功能用于根据闭合范围线和岩粉数据来计算矿量和平均品位
矿点预报	矿点样信息录入	该功能用于矿点样信息的维护,矿点样信息可在属性栏输入或选择相关信息,难磨性及其他信息来自于化验数据;根据选择的样品号自动加载,最后保存到数据库中
	取样分布图	该功能用于矿点样信息的查询,能够根据采区、年份、月份、台阶等查询条件从数据库查询下载矿点样信息到三维视图中
	矿点样数据利用	本功能用于将矿点样数据赋值到品位控制模型中,为后续配矿提供数据基础
采场现状更新	剩余爆堆实体更新	该功能利用铲车一段时间范围内的定位数据来更新剩余爆堆实体模型
	地表运算更新	该功能利用铲车一段时间范围内的定位数据来更新现状地表
品位控制体系模型	品位控制模型	品位控制模型是根据一个区块内炮孔的岩粉样化验数据建立的品位分布模型,主要用于周计划、配矿等,是直接服务于采矿生产的重要模型
	地质勘探资源模型	地质勘探资源模型是根据勘探钻孔数据建立的品位分布模型,主要用于矿山全寿期开采规划及采矿境界设计使用

3.3 部分模块功能介绍

3.3.1 测量业务功能

该功能用于铲装线的维护和管理,铲装线可在属性栏选择或输入采区、年份、月份、台阶,以及图号等信息,并上传到数据库;同时能够根据采区、年份、月份、台阶,以及图号等查询条件从数据

库查询并下载铲装线到三维视图中。在输入界面中,采区、年份、月份、台阶和图号为输入/选择;在查询界面中,在可设置采区、年份、月份、台阶和图号等搜索条件进行查询,最终将铲装线数据保存到数据库中作为输出。UI交互界面操作见图4~图5。

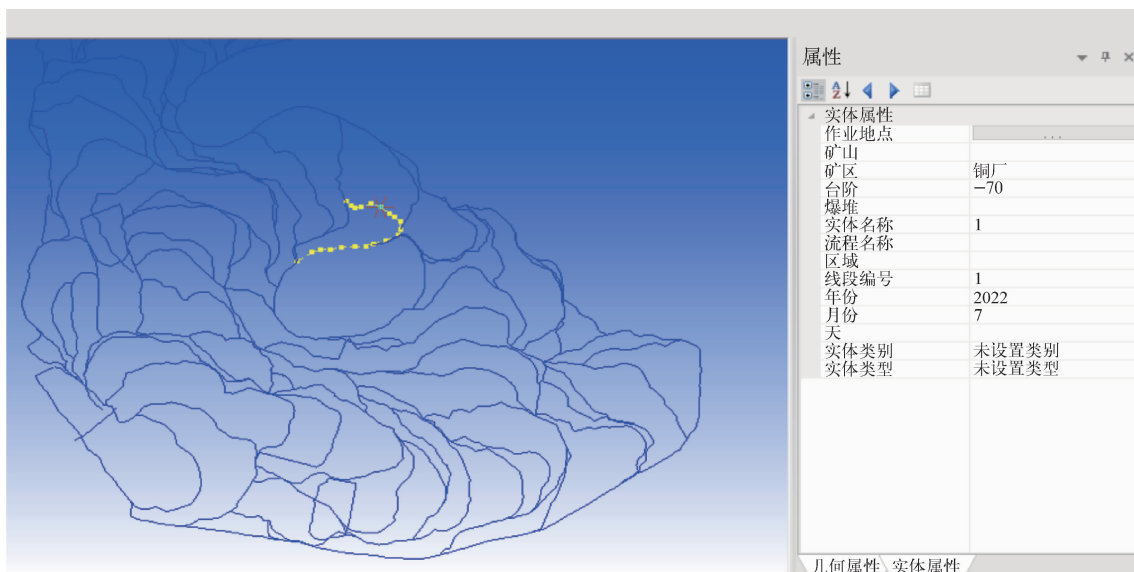


图 4 铲装线属性输入界面

Fig. 4 Attribute entry screen of shovel line

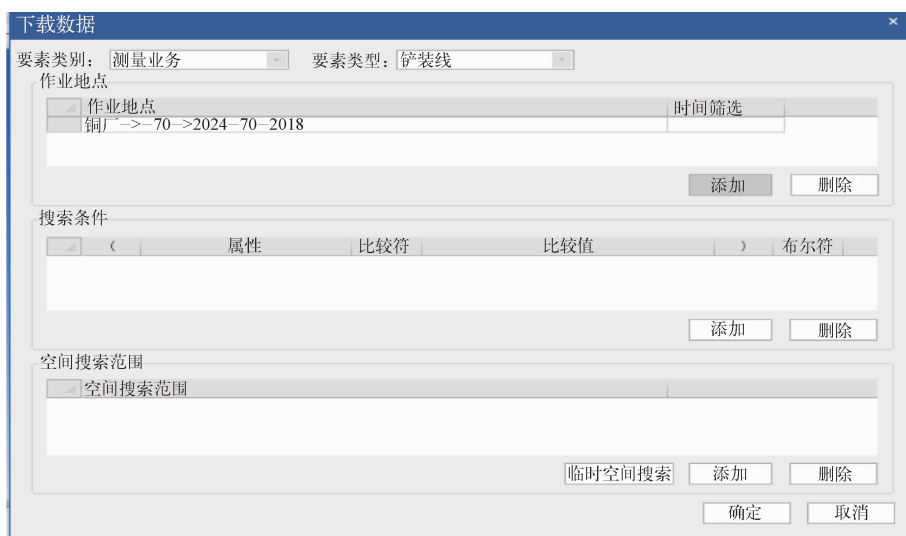


图5 铲装线查询界面

Fig. 5 Inquiry screen of shovelling line

3.3.2 勘探业务功能

该功能用于查找用户选择范围内的指定高度的勘探数据,并显示在三维视图窗口。选择方式包括框选、绘制范围线和基于已有范围线3种。标高包含“从”和“至”2个参数。UI交互界面操作见图6。点击功能按钮,弹出动态参数栏,设置参数;按选择方式在三维视图进行相应的操作,点右键,输出结果。

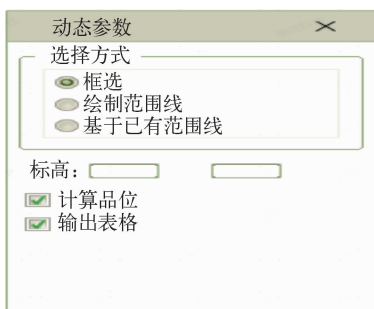


图6 勘探数据查询参数设置界面

Fig. 6 Query parameter setting interface of exploration data

3.3.3 地质业务功能

爆堆组合样管理功能实现对爆堆岩粉样进行组合样圈定。在属性输入界面中,年份、月份、台阶、采区、组合样编号为输入/选择,样品原号为下拉框,数据来自于lims系统,当选择一个样品原号后,铜、金、银、钼、硫、砷、铋、氧化铜、氧化率等品位信息可自动查询填充,最终将爆堆组合样

数据保存到数据库作为输出。UI交互界面操作见图7~图8。

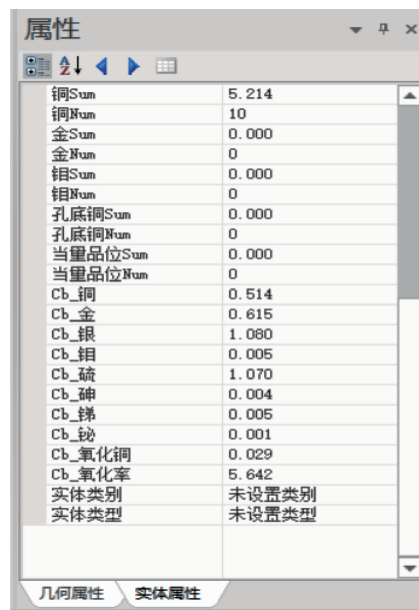


图7 爆堆组合样范围线属性输入界面

Fig. 7 Range line attribute input screen of explosive stack combination sample

3.3.4 矿点预报功能

矿点样信息录入功能用于矿点样信息的维护。在输入界面中,采区、年份、月份、台阶和样品原号为输入/选择,最终将矿点样数据保存到数据库中作为输出。UI交互界面操作见图9。

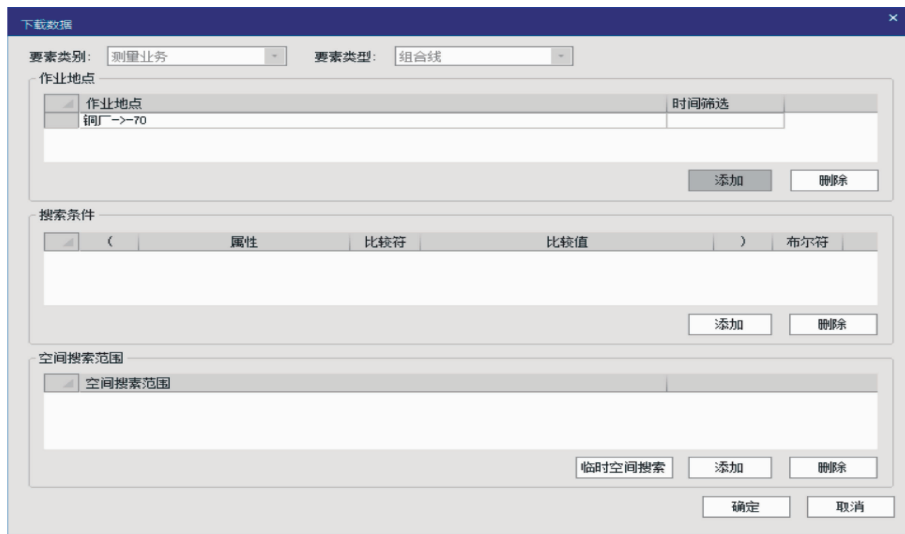


图 8 爆堆组合样范围线查询界面

Fig. 8 Range line query interface of explosive stack combination sample

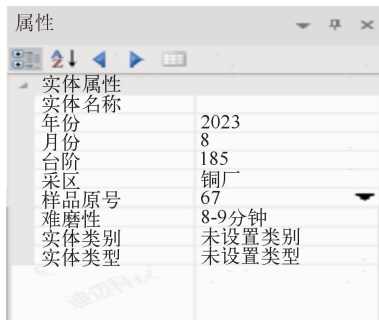


图 9 矿点样信息属性输入界面

Fig. 9 Input screen of mine site sample information attribute

3.3.5 采场现状更新

地表运算更新功能利用铲车一段时间内的定位数据来更新现状地表,其输入模式与剩余爆堆实体更新相同。铲车定位数据查询界面和剩余爆堆实体更新功能界面相同,地表模型更新和台阶线更新功能界面相同。加载铲车定位数据到三维视图;利用台阶线更新功能,完成地表更新。

3.3.6 品位控制体系模型

地质勘探资源模型是根据勘探钻孔数据建立的品位分布模型,主要用于矿山全寿命周期开采规划及采矿境界设计使用。UI交互界面见图 10。

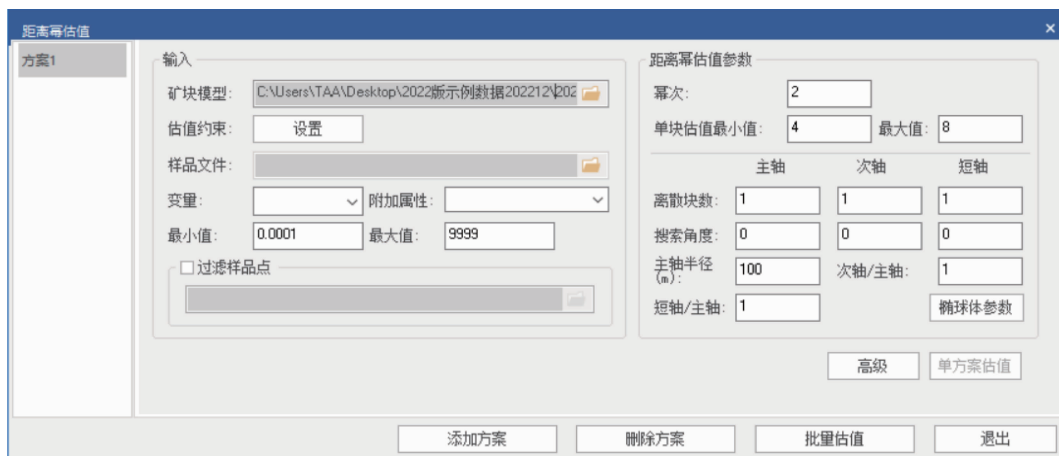


图 10 距离幂估值参数设置界面

Fig. 10 Setting interface of distance power valuation parameter

输入模式包括:1)约束设置。设置单元块尺寸和估值约束条件。2)边界尺寸。从块段模型中读取。3)内部尺寸。从块段模型中读取。4)变量。通过下拉选取需要估值的元素,估值结果需要写进块段模型。5)距离幂估值参数。设置距离幂估值法需要的参数。6)幂次。距离幂次反比法估值的幂次设置。7)估值样品最小值。参与估值的最小样品数。8)估值样品最大值。参与估值的最大样品数。9)参与估值的最小最大样品数。10)椭球体参数。包括搜索半径和搜索角度。最终将模型更新结果保存到块段模型中作为输出,品位控制体系模型处理过程如下:1)选择块段模型,设置估值约束。2)选择勘探钻孔样品数据,下拉选择需要估值的元素。3)设置估值参数,开始估值。

4 结论

在 DIMINE 软件系统基础上进行定制开发,实现了测量业务功能、勘探业务功能、地质业务功能、矿点预报功能、采场现状动态更新、品位控制体系模型构建等模块的地测业务系统分析、研究及优化,突破了原基于 CAD 地测系统的限制,实现了数据融合及德兴铜矿地测平台功能与数据的全面移植,满足了地测业务相关工作要求。

参考文献:

- [1] 赵彬,谢东伟.基于 Datamine 软件的某露天矿山开采境界优化应用[J].现代矿业,2022,38(9):66-70.
ZHAO Bin, XIE Dongwei. Application of mining boundary optimization of an open-pit mine based on Datamine software [J]. Modern Mining, 2022, 38(9):66-70(in Chinese).
- [2] PANDEY D C, BHATNAGAR A. Mineral reserve estimation of a limestone mine by inverse square distance method using datamine software[Z]. AIP conf. Proc., 2023.
- [3] 赵翔,鲁承桂,邢利伟,等.基于 Surpac 的水泥矿山三维建模与设计[J].水泥技术,2014(1):93-96.
ZHAO Xiang, LU Chenggui, XING Liwei, et al. Application of three-dimensional designing on Surpac in cement quarry[J]. Cement Technology, 2014(1):93-96(in Chinese).
- [4] Farrelly C T, Dimitrakopoulos R. Support effects when optimising with Whittle Four-D, Warraloe gold deposit, Nth Queensland[J]. Geology, Environmental Science, 1999.
- [5] 赵辉军,崔冰,任旭东,等.基于 DIMINE 软件的某矿三维建模与储量估算[J].采矿技术,2022,22(6):21-25.
ZHAO Huijun, CUI Bing, REN Xudong, et al. 3D modeling and reserve estimation of a mine based on DIMINE software[J]. Mining Technology, 2022, 22(6):21-25(in Chinese).
- [6] 梁超,王李管. DIMINE 软件在自然崩落法中的应用[J].采矿技术,2018,18(3):74-77.
LIANG Chao, WANG Liguang. Application of DIMINE software in natural caving method[J]. Mining Technology, 2018, 18(3):74-77(in Chinese).
- [7] 王博雄,吕九辉,孙加. 3DMine 三维矿业软件在矿山地质中的应用[J].黄金,2024,45(1):30-33.
WANG Boxiong, LÜ Jiuhui, SUN Jia. Application of 3DMine mining software in mining geology [J]. Gold, 2024, 45(1):30-33(in Chinese).
- [8] 韩金伟,崔毅斌,张传良,等.基于 3DMine 煤矿矿体三维可视化模型建构研究[J].煤炭技术,2024,43(8):261-265.
HAN Jinwei, CUI Yibin, ZHANG Chuanliang, et al. Research on 3D visualization model construction based on 3DMine coal ore body[J]. Coal Technology, 2024, 43(8):261-265(in Chinese).
- [9] 郭铨君.准能数字矿山地测与生产设计管理系统的建设及应用[J].露天采矿技术,2022,37(3):110-113.
GUO Youjun. Construction and application of digital mine surveying and production design management system in Zhunneng[J]. Opencast Mining Technology, 2022, 37(3):110-113(in Chinese).
- [10] 马天义,寇向宇,张翼翔,等.矿山地测采信息协同平台的基础体系研究及应用[J].采矿技术,2023,23(4):222-226.
MA Tianyi, KOU Xiangyu, ZHANG Yixiang, et al. Research and application of the basic system of mine geological survey and mining information collaborative platform[J]. Mining Technology, 2023, 23(4):222-226(in Chinese).
- [11] 董培林.矿山地测采三维数字化协同平台研究与实现[D].长沙:长沙矿山研究院,2022.
- [12] 李海泉,夏林,黄琨,等.紫金山金铜矿地测采三维协同平台开发实践[J].金属矿山,2021(9):169-176.
LI Haiquan, XIA Lin, HUANG Kun, et al. Development practice of 3D collaboration platform of ge-

- ology, survey and mining on Zijinshan Gold & Copper Mine[J]. *Metal Mine*, 2021(9):169-176(in Chinese).
- [13] 宋光顺. 浅析数字矿山和矿山信息化建设的现状与发展对策[J]. *当代化工研究*, 2021(13):9-10.
SONG Guangshun. Analysis of digital mine and mine information construction status and development countermeasures [J]. *Modern Chemical Research*, 2021(13):9-10(in Chinese).
- [14] 王李管,陈鑫. 数字矿山技术进展[J]. *中国有色金属学报*, 2016, 26(8):1693-1710.
WANG Liguan, CHEN Xin. Advancing technologies for digital mine [J]. *The Chinese Journal of Nonferrous Metals*, 2016, 26(8):1693-1710(in Chinese).
- [15] 李国清,王浩,侯杰,等. 地下金属矿山智能化技术进展[J]. *金属矿山*, 2021(11):1-12.
LI Guoqing, WANG Hao, HOU Jie, et al. Progress of intelligent technology in underground metal mines[J]. *Metal Mine*, 2021(11):1-12(in Chinese).
- [16] 荆永滨,王李管,魏建伟,等. 地下矿山开采的智能化及其实施技术[J]. *矿业研究与开发*, 2007(3):49-52.
JING Yongbin, WANG Liguan, WEI Jianwei, et al. Intelligent underground mining system and its implementation [J]. *Mining Research and Development*, 2007(3):49-52(in Chinese).
- [17] 彭建宇. 基于 B/S 架构的数字矿山生产信息集成平台研究[D]. 沈阳:东北大学, 2013.
- [18] 李少辉,吴再海,杨龙超,等. 基于 B/S 模式的生产调度数据图形分析系统的研究与开发[J]. *黄金*, 2011, 32(11):41-45.
LI Shaohui, WU Zaihai, YANG Longchao, et al. Research and development of production dispatch data graphic analyzing system based on B/S mode [J]. *Gold*, 2011, 32(11):41-45(in Chinese).
- [19] 阙建立. 智能矿山平台建设与实践[J]. *工矿自动化*, 2018, 44(4):90-94.
QUE Jianli. Construction and implementation of platform for intelligent mine [J]. *Journal of Mine Automation*, 2018, 44(4):90-94(in Chinese).
- [20] 陈鑫,高峰,谢雄辉,等. 矿山生产技术协同平台研发与应用 [J]. *黄金科学技术*, 2021, 29(3):449-456.
CHEN Xin, GAO Feng, XIE Xionghui, et al. Development and application of collaborative platform for mine production technology[J]. *Gold Science and Technology*, 2021, 29(3):449-456(in Chinese).

Optimization Development and Application Research of Geodetic Surveying Functions at Dexing Copper Mine

LI Bing, FAN Xin, YU Libin

(Dexing Copper Mine, Jiangxi Copper Co., Ltd., Dexing 334224, China)

Abstract: Dexing Copper Mine integrates the organization and management of the mining production process with modern mining technologies. Through the DIMINE 3D mining software, digital modeling and updates of the resources in certain mining areas have been completed. However, issues such as data silos in the existing CAD-based geological and surveying system, data integration challenges, and the absence of a database version in the early stages of the DIMINE software continue to constrain the mine's progress toward intelligent mining. To promote smart mining, enhance the efficiency and economic viability of mining processes, and address fundamental aspects of geology, surveying, and mining in intelligent mining construction, the functionalities of the original system were analyzed, researched and optimized. A customized development was carried out based on the DIMINE software system to achieve full coverage of the existing geological and surveying platform's functions and data at Dexing Copper Mine, ensuring the preservation of historical data and meeting the operational requirements of geological and surveying tasks.

Key words: intelligent mine; Dexing Copper Mine; DIMINE 3D mining software; custom development; optimized development; geological and surveying services