

# Application of DIMINE Digital Mine Software in the Iron Deposit

Qingpo Xue<sup>1</sup>, Hao Wei<sup>2</sup>, Jinhai Liu<sup>3</sup>, Li Chen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tianjin North China Geological Exploration General Institute, Tianjin

<sup>2</sup>Geological Testing Center, Hebei GEO University, Shijiazhuang Hebei

<sup>3</sup>North China Institute of Science and Technology, Langfang Hebei

<sup>4</sup>JCHX Mining Management Co., Ltd., Beijing

Email: 22520412@qq.com

Received: Apr. 7<sup>th</sup>, 2019; accepted: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Apr. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

This paper summarizes the advantages and shortcomings of DIMINE software. The DIMINE 3D mining software is used as an application platform. It has carried out various aspects from the mineral deposit modeling process, the renewal of the reserve model, the design of the ore mining plan and the guiding role of the production prospecting design. The geological exploration database and the pit database are combined to ensure the unification of the database entry and processing process, simplify the process and meet the higher demand of existing mines. Three-dimensional modeling makes the mine work more intuitive, and provides new ideas for the daily management and production design of modern mines.

## Keywords

Database, Reserve Model, Geological Prospecting

---

# DIMINE数字矿山软件在某铁矿床的应用实践

薛清泼<sup>1</sup>, 魏浩<sup>2</sup>, 刘金海<sup>3</sup>, 陈丽<sup>4</sup>

<sup>1</sup>天津华北地质勘查总院, 天津

<sup>2</sup>河北地质大学, 河北 石家庄

<sup>3</sup>华北科技学院, 河北 廊坊

<sup>4</sup>金诚信矿业管理股份有限公司, 北京

Email: 22520412@qq.com

收稿日期：2019年4月7日；录用日期：2019年4月22日；发布日期：2019年4月29日

## 摘要

总结了DIMINE软件的优点和存在的不足，以DIMINE三维矿业软件为应用平台，从矿床建模流程、储量模型的更新、对矿石开采方案设计及生产探矿设计的指导作用等各个方面进行了阐述。将地质勘探数据库和坑槽数据库进行了组合，保证了数据库录入、处理过程的统一，简化了流程，满足现有矿山的更高需求。三维建模使矿山工作更加直观，为现代化矿山的日常管理和生产设计提供了新思路。

## 关键词

数据库，储量模型，地质探矿

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

矿业软件的开发和应用始于 20 世纪 70 年代，早期矿业领域上的计算机应用落后于其他行业，只是运用计算机的某个功能，或是基于图形、测量、地质数据计算等专业技术需求在计算机上的应用[1] [2]。在西方发达国家，矿业软件发挥了其巨大作用，已是矿山生产过程中必不可少的工具，在地质数据分析中的应用，在提高矿山生产效率和管理效果等方面都取得了巨大成果。我国矿业软件起步较晚，随着国内矿业的高速发展和国外软件应用的不断深入，国内科研机构、研究院和企业一直致力于开发适合国内应用的软件[3]。目前，DIMINE 矿业软件是国内自主研发的数字化矿山系统平台，已经在国内多家大型矿业集团得到普及与推广应用[4]。

## 2. DIMINE 软件的优点和不足

DIMINE 数字矿山系统是由中南大学数字矿山研究中心和长沙迪迈信息科技有限公司软件开发团队，在研究了国外数字矿山相关软件和国内矿山企业实际需求基础上，开发出的基于矿山整体解决方案的数字化软件系。软件具有以下优点：1) 首次采用数据仓库管理技术，数据库管理方式、数据共享模式满足不同用户需求，系统提供了强大的与 EXCEL、AUTOCAD、SURPAC 等软件的数据交换功能；2) 软件功能丰富，覆盖地质、测量和采矿，包括地采、露采设计、生产计划、生产配矿和工程出图等模块，充分考虑了国内矿业领域的需求，3) 操作方便，易学易用，适合国内专业技术人员和高校科研教学使用。

该软件在国内应用实践中得到了推广使用，并得到了业内的充分肯定，但也存在与用户需求不相匹配、难以满足用户深层次、拓展性需求。同时与国外应用较成熟的矿业软件相比，还存在以下应用问题：

1) 软件应用领域仍局限于建模、三维显示等，仍处于数字化矿山发展的初级阶段，模型的后期应用实践性不足，难于满足辅助生产的需要，带来的直接经济效益和社会效益不明显；2) 软件研发投入的研发资金和人力不足，软件更新周期长，新功能不能及时开发、缺陷不能及时修复，用户满意度不高；3) 由于三维图像显示等计算机技术上落后，软件的图形三维显示、后期处理效果落后于国外矿业软件；4) 目前，数据库模型、矿体模型的及时、快速更新仍然是所有矿业软件难以攻克的难题，这也是制约矿业软件发

展的一个重要因素[5][6][7][8]。

DIMINE 软件涉及到的功能非常全面,如中深孔设计模块、生产计划模块等,但经过长期的应用实践表明,以上应用模块的操作流程存在繁琐、不流畅现象,且与现实生产需求、管理流程不匹配,很难被广大用户接受,因此,如何基于成熟的建模工具,着力于本土研发后期生产应用模块,满足广大用户新时期的新需求,仍然是目前矿业软件急需解决的问题。

DIMINE 软件与传统的 CAD 二维作图软件相比,具有以下优点:1) 三维立体图形更形象直观反映矿体、工程的三维状态;2) 矿业领域的专用软件将地质、测量和采矿等专业技术知识进行集成,加深了科研工作者、工程技术人员等对数字化矿山概念的理解,使矿山三维数字化工作流程更为流畅,开拓了新思路;3) 提供了二维与三维的转换接口,满足现有条件下用户对三维软件基本出发点的要求;4) DIMINE 软件的图层管理功能更为方便。

特别需要指出的是:长期实践表明,随着用户量的增大及对软件的要求越来越高,DIMINE 软件暴露出以下影响用户体验指数的严重缺陷:1) DIMINE 软件偏重于三维环境研发,虽然提供二维接口,但 DIMINE 软件与 CAD 的转换接口繁琐、数据不兼容等问题,二维、三维空间界定不明确而带来的鼠标捕捉灵敏度低的问题,严重影响了用户体验,这方面需在后台研发中重点解决;2) DIMINE 软件作为一种应用软件平台,除具有常规软件所应具有的稳定性和兼容性外,尤其得重视实用性、适用性,也就是要从用户角度开发而又要超越用户的实际需求,引领整个矿业领域的发展方向。软件的前期销售、售后服务和软件升级实行一条龙的服务,以达到充分理解用户需求制作出软件研发计划书,将用户合理的需求转换为功能开发过程,以此不断推动软件版本升级过程。另外,软件的稳定性也一直是影响用户体验的关键问题,DIMINE 软件有待完善。如何解决软件的兼容性、稳定性和实用性、适用性问题,快速实现软件研发和版本升级,是奠定 DIMINE 软件未来发展的基石。

DIMINE 软件的开发走了一条与众不同的模式,软件操作习惯、界面设计、研发思路并不随从于 CAD 和其它大型矿业软件,这也就增加了用户接受软件的难度,如果操作过于繁琐、界面设计不合理,不能复制或超越已有软件,这必然给软件的推广使用带来巨大的障碍。

目前矿业软件的应用阶段仍然处于数字化的初级阶段,矿业软件的建模功能已经不能满足矿山数字化更高的需求,利用矿业软件进行动态生产管理及规划、资源储量管理、经济评价、资源综合利用将是矿山生产管理的发展趋势,目前,国外软件在引入中国市场的长期应用历程中许多问题暴露出来,越来越不能满足国内的需求变化,DIMINE 软件应该抓住外部环境机遇,大力开展研发工作,弥补市场空缺,抢占市场先机。

### 3. 三维基础模型的建立

以 DIMINE 软件为基础应用平台,基于某铁矿的勘探地质数据,进行了应用实践,建立了数据库模型、矿床模型和储量模型,并结合后期生产勘探数据建立了数据更新的流程,建立了动态资源更新模型,结合矿山后期对赤铁矿和硫铁矿资源的利用策略,对富赤铁矿进行了储量分析,为制定分采方案提供了依据,为矿山的长远规划起到了指导作用。矿山三维基础模型是数字化矿山建设的基础和关键。三维建模技术的核心是根据研究对象的三维空间信息构造其立体几何模型,并进行图形显示,然后对其进行各种深层次应用[8][9][10][11]。

在研究过程中,先后完成了对矿山二维原始资料(平剖面地质资料、钻孔柱状图资料)、坑探槽数据等进行了数字化,在此基础上生成三维矿体模型和资源模型,实现了地下矿床的真三维模拟。为矿山生产提供了准确、有效的数据,科学、合理的指导生产运行。

#### 1) 三维钻孔数据库的建立

数据库承载了矿山地质勘探和生产勘探的详细信息，是进行地质解译、品位推估、储量计算以及采矿设计的重要基础。钻孔数据信息主要包括孔口坐标信息、测斜信息、样品信息、岩性信息。

## 2) 数据收集整理

利用某铁矿区钻孔柱状图图纸基础数据(共计 101 个钻孔的地质勘探数据信息)，进行了电子表格化，并整理成了孔口表、测斜表、样品表，岩性表为非强制性表，因本矿区地质构造简单、岩层稳固，因此岩性表并未建立。整理的表格格式如下：

a) 孔口文件(COLLAR 表)：记录勘探工程的开口坐标和深度等信息，包含字段为钻孔名、北坐标 X、东坐标 Y、高程 Z、孔深、勘探线号、创建时间、创建人等(表 1)。

**Table 1.** Columns format file

**表 1.** 柱状图孔口文件格式

钻孔名	X	Y	Z	孔深	勘探线号	创建时间	创建人
ZK411	30,448.12	31,976.58	37.76	377.57	41	2012 年 8 月	某某
ZK414	30,515.4	31,913.62	35.71	398.49	41	2012 年 8 月	某某
ZK431	30,516.17	32,051.11	58.41	362.51	43	2012 年 8 月	某某
...	...	...	...	...	...	...	...

b) 测斜文件(SURVEY 表)：记录探矿工程的测斜信息，包含的字段为钻孔名、测斜深度、方位角、倾角等(表 2)。

**Table 2.** Drilling oblique document

**表 2.** 钻孔测斜文件格式

钻孔名	测斜深度	方位角	倾角
ZK411	0	0	-90
ZK411	300	0	-90
ZK414	0	345	-90
...	...	...	...

c) 样品文件(ASSAY 表)：记录探矿工程的样品化验信息，包含的字段为钻孔名、样号、FROM、TO、化验品位(TFe、Ss 等)等(表 3)。

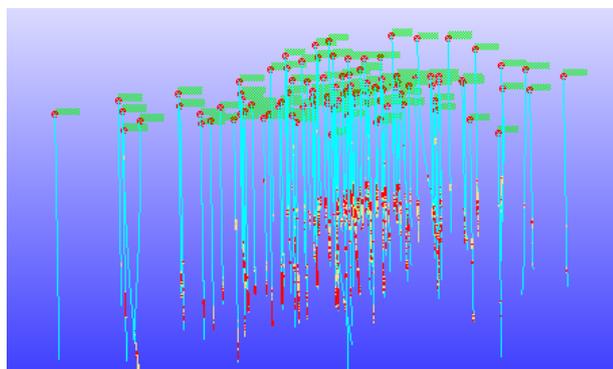
**Table 3.** Drilling sample format document

**表 3.** 钻孔样品文件格式

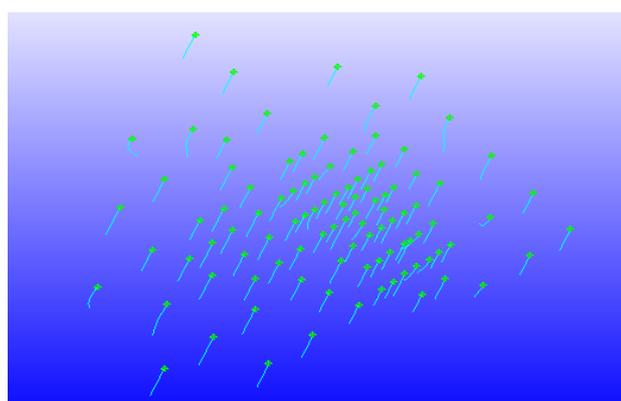
钻孔名	样号	起始长	终长	TFe	S	Ss
ZK531	1	128.68	131.27	56	23	0.94
ZK531	2	141.28	142.68	45	35	2.15
ZK531	3	142.68	144.91	50	25	5.96
...	...	...	...	...	...	...

## d) 三维钻孔显示

通过数据验证、数据导入、数据处理，对钻孔进行三维显示，并设置显示风格，对有用金属元素进行显示(图 1、图 2)。



**Figure 1.** Data display of three-dimensional  
**图 1.** 三维钻孔数据显示

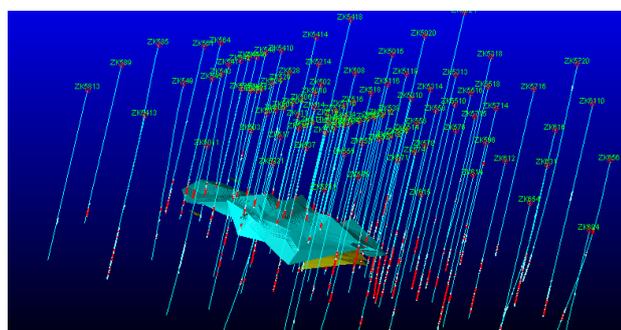


**Figure 2.** Spatial distribution of useful elements  
**图 2.** 有用元素空间分布

#### e) 三维实体模型的建立

三维实体模型一般包括：矿体模型、围岩模型、断层构造模型、数字地形模型(DTM)、井巷工程模型。

矿体模型的建立步骤如下：i) 根据确定的工业指标(边际品位、夹石踢出厚度、可采厚度、穿鞋带帽原则等)对钻孔数据库进行矿段组合；ii) 根据勘探线文件生成工作面文件，为剖面圈矿做好准备；iii) 参照已有的地质剖面图确定剖面中矿体的走向、倾向等，生成剖面解译线；iv) 根据相邻剖面矿体连接的地质依据和矿体外推原则，生成矿体模型，最终形成的矿体模型如图3、图4所示。



**Figure 3.** Red Iron body  
**图 3.** 赤铁矿体

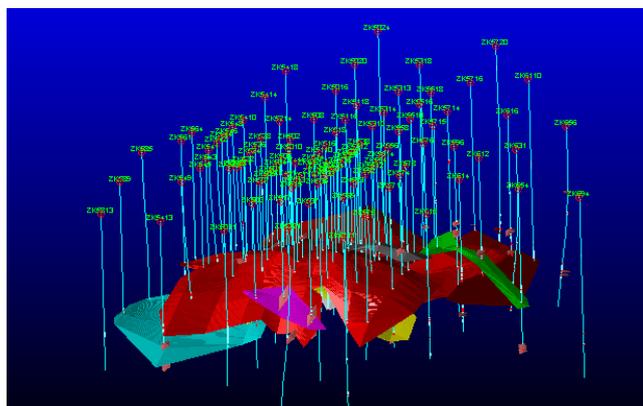


Figure 4. Sulfide iron body  
图 4. 硫铁矿体

#### 4. 资源模型的建立

块段模型是矿床品位推估及储量计算的基础，其基本思想是将矿床在三维空间内按照一定的尺寸划分为众多的单元块，然后根据已知的样品点，通过空间插值方法对整个矿床范围内的单元块的品位进行推估，然后在此基础上进行储量的计算和统计。

块体模型的空间位置根据钻孔数据库模型、三维实体模型建立，软件提供自动检测建立空块体模型的功能，单元块尺寸根据勘探线间距、开采段高及矿体形态的复杂程度来确定，通常应是勘探线距、开采段高为块大小的整数倍。本论文选取的块度为  $8 \times 8 \times 4$ ，次级块为  $4 \times 4 \times 2$ ，完全能满足后期应用的需要，建立块段模型如图 5 所示。

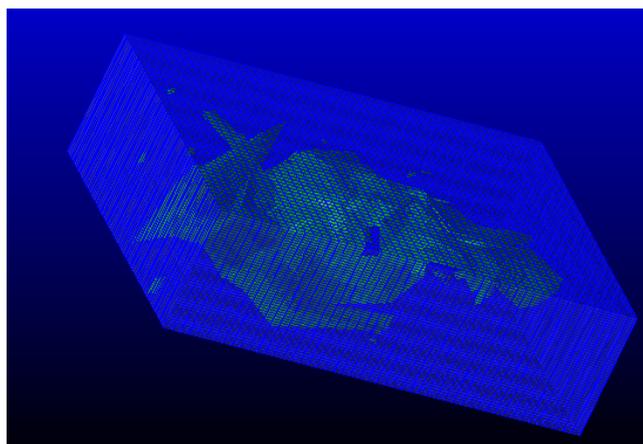


Figure 5. Block model  
图 5. 块段模型

采用距离幂次反比法，分别对铁矿体和硫矿体进行储量估算，创建的椭球体估值参数为：TFe 估值参数长半轴 50 m、次半轴 30 m、短半轴 20 m，方位角  $45^\circ$ ，倾角  $30^\circ$ ；Ss 估值参数长半轴 100 m、次半轴 50 m、短半轴 20 m，方位角  $45^\circ$ ，倾角  $30^\circ$ 。估算得到的三维资源模型如图 6、图 7 所示，整个矿床的资源储量报告可方便得出。

通过建立三维基础模型，实现了矿山地质数据二维到三维的数字化、真三维矿床模型，直观、形象地展示了矿体赋存空间形态，根据矿体的三维边界可以进行后期开拓、采准设计。

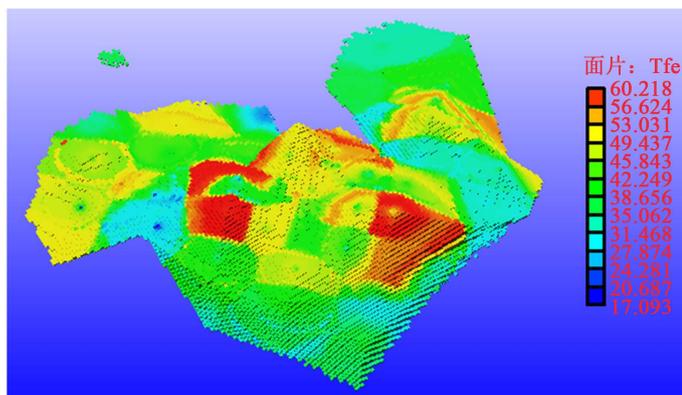


Figure 6. TFe resource estimation model

图 6. TFe 估算模型

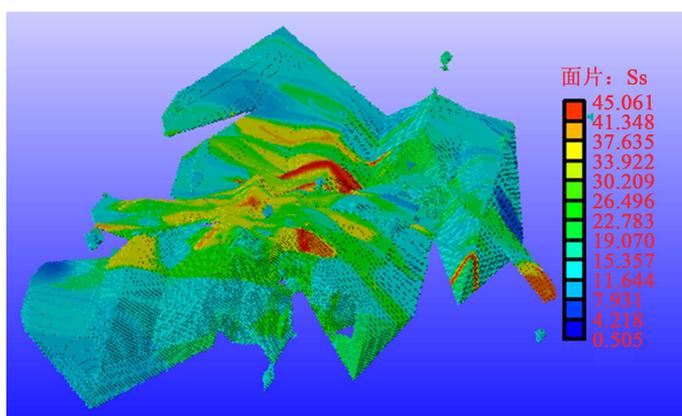


Figure 7. Ss Resource estimation model

图 7. Ss 资源估算模型

采用 DIMINE 软件建立的资源模型与传统储量计算方法相比, 具有明显优势: 一是计算方法更加科学合理, 大大地减少人为操作误差, 二是计算速度快, 可通过调整估算参数实现不同精确度的储量结果, 满足生产需求; 三是基于建立的资源模型, 可灵快速实现不同分段、不同金属种类、不同品位区间的储量统计, 满足生产需求; 四是利用后期的生产勘探数据可实现资源模型的更新, 以此建立动态的资源模型。

## 5. DIMINE 软件对混合矿床分采过程的指导作用

该矿床为赤铁矿和硫铁矿的混合矿床, 硫铁矿分布范围广, 赤铁矿范围相对较小而集中, 现有的选矿厂设备主要分选硫铁矿, 而赤铁矿只能作为副产矿物产出, 而赤铁矿的含量又对硫铁矿的选矿质量产生很大影响。因此如何在采场实现富赤铁矿的分采, 实现资金快速回笼, 这是在铁矿石选矿回收率和钢铁价格下降条件下, 提升矿山经济效益的正确决策。

利用已经建立的 DIMINE 数据库及储量模型, 对首采区段富赤铁矿( $\text{TFe} > 50\%$ )的分布范围及品位分布情况进行分析, 分布情况如图 8 所示。

由此可知, 富赤铁矿主要集中分布在两个区域, 分别在 50 号勘探线、53 号勘探线附近, 由中心向四周呈现富赤铁矿赋存厚度递减、品位递减的趋势, 而在 51 号勘探线区域附近存在空白区域, 几乎无富赤铁矿分布, 因此回采富赤铁矿需优先回采上述集中区域。

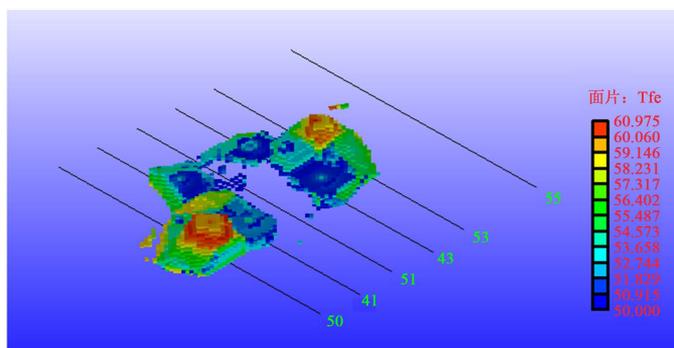


Figure 8. Distribution of rich hematite  
图 8. 富赤铁矿分布情况

通过软件的自动统计功能，得到各分段富赤铁矿的储量及品位分布情况(表 4)。

Table 4. Distribution of rich hematite sections  
表 4. 各分段富赤铁矿分布情况

分段	体积	体重	矿石量	TFe品位	TFe金属量
单位	m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t	%	t
-287.5	255,112	3.15	803,602	55.13	443,027.4
-275	108,864	3.15	342,921	54.68	187,519.2
-262.5	32,560	3.15	102,564	58.48	59,980.73
合计	396,536	3.15	1,249,088	55.28	690,527.3

基于地质勘探数据的资源储量模型，我们很容易观察到富赤铁矿的分布区域及分布特点，进一步地，结合采场划分情况，我们可以明确富赤铁矿赋存所在采场、分段及赋存规律，为下一步的探矿、采矿设计工作做好准备工作，以达到提前分选首采中段中富赤铁矿的目的。

在实际生产中，仅仅依靠地质勘探数据作为采矿设计的依据是不可靠的，因此还必须增加新的探矿、取样化验工作，建立生产勘探数据分析流程以进一步确认品位分布情况，探明储量。

下面对基于坑槽取样数据补充完善基础数据进一步介绍。

## 6. 基于坑槽取样的地质数据库更新

井下坑探数据是矿山在进行采准工程施工过程中采取的地质样品。因为这部分样品的可靠性最强，充分利用这些数据对原有的地质模型进行更新，采场矿量计算将更准确。

软件提供坑槽数据专用数据库，主要包括工程信息表、测点信息表、样品支护表。坑探工程原始编录必须提交的信息如下：工程编号、工程名称、工程类型、测点编号、测点空间坐标、样品起始段及终止段的步距、横距和高差等。

该矿山的坑探数据取样分布是基于开拓、采准巷道得到的，取样规则为：距巷道底板 1m 高度，沿巷道帮线每隔 5 m 进行取样，由甲方化验中心进行。

坑槽数据库的信息组织格式和地质勘探钻孔的数据格式有较大区别，尤其样品支柱表存在名目多、数据量大、用户使用难度高的问题，为了解决这一难点，本研究中灵活采用钻孔数据库的数据格式，结合矿山坑槽的取样特点，经过灵活设定某些钻孔参数，实现了坑槽数据库的快速创建。坑槽数据库数据表格格式如下：

1) 孔口文件(COLLAR 表): 记录勘探工程的开口坐标和深度等信息, 包含字段为钻孔名、北坐标 X、东坐标 Y、高程 Z、孔深、勘探线号、创建时间、创建人等(表 5)。

**Table 5.** Pitch port format file

**表5.** 坑槽孔口文件格式

坑槽名	X	Y	Z	最大孔深	创建时间	创建人
-275 4# 3 4#chu	30,448.12	31,976.58	37.76	100	2012 年 8 月	某某
...	...	...	...	...	...	...

2) 测斜文件(SURVEY 表): 记录探矿工程的测斜信息, 包含的字段为钻孔名、测斜深度、方位角、倾角等, 钻孔数据库的倾角为 $-90$  度, 而坑槽取样数据的为  $0$  度(水平方向), 因此, 测斜深度为  $0$  度(表 6)。

**Table 6.** Pit oblique document

**表6.** 坑槽测斜文件格式

坑槽名	测斜深度	方位角	倾角
-275 4#	0	180	0
...	...	...	...

3) 样品文件(ASSAY 表): 记录探矿工程的样品化验信息, 包含的字段为钻孔名、样号、FROM、TO、化验品位(Tfe、S、Ss 等)等(表 7)。

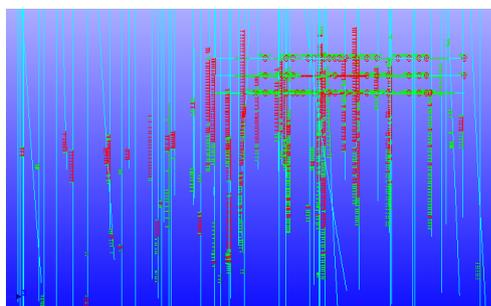
**Table 7.** Pit sample format file

**表7.** 坑槽样品文件格式

坑槽名	样号	起始长	终长	Tfe	Ss
-275 4#	1	0	5	45	0.94
...	...	...	...	...	...

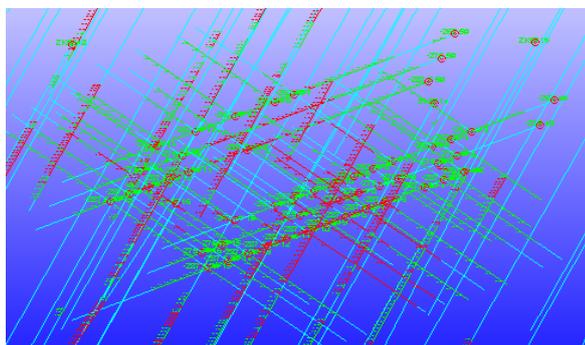
针对坑槽探数据库, 特别注意的是: 1) 处的钻孔名及孔口坐标分别对应测点和测点坐标; 2) 测斜深度、倾角取值为  $0$ , 假想坑槽探钻孔为水平钻孔, 因此无深度、倾角。3) 起始长、终长按实际坑槽长度取值。4) 其他参数取值同地质数据库。

利用软件提供的数据库合并功能, 将地质勘探数据库与生产勘探数据进行了组合, 并对有用金属元素进行了组合(图 9、图 10)。



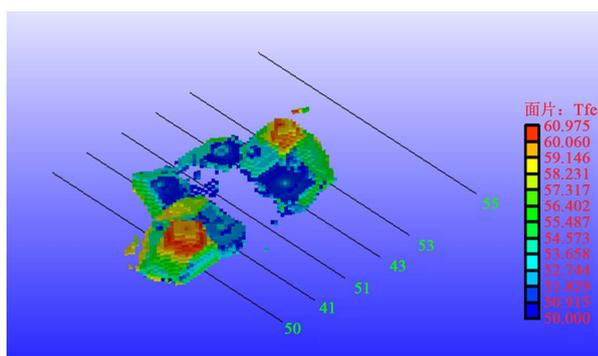
**Figure 9.** Map of geological exploration database and production exploration data combination (1)

**图 9.** 地勘与生勘数据库复合图(1)

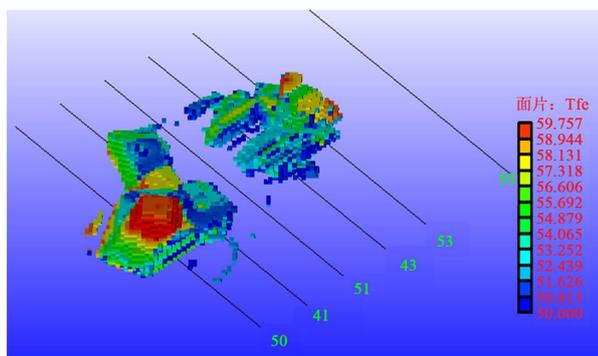


**Figure 10.** Map of geological exploration database and production exploration data combination (2)  
**图 10.** 地勘与生勘数据库复合图(2)

建立好更新的数据库后，重新进行储量估值，完成储量模型的更新，如图 11、图 12 所示。



**Figure 11.** Distribution of original rich hematite reserves  
**图 11.** 原富赤铁矿储量分布



**Figure 12.** Reserve distribution after the renewal of rich hematite  
**图 12.** 富赤铁矿更新后的储量分布

由此可知，53 号勘探线处的生产勘探数据对原有的储量模型具有一定影响，品位分布明显发生了改变。由表 8 所知，首采区段的富赤铁矿储量由 125 万吨下降为 110 万吨，金属量由 69 万吨下降为 60.5 万吨，出现了储量下降的趋势，该结果更加真实地反映了该区域富赤铁矿段分布情况。而在南部 50 号勘探线区域，因为没有生产勘探数据，储量结果并没有发生变化，因此尚无法进一步探明该区域真实的地质储量。根据原有的地质勘探能推断出该区域应含有大量的富赤铁矿，因此应提前设计探矿工程，进一步提高储量控制级别，为富赤铁矿的回采接替工作做好准备。

**Table 8.** Distribution of reserves in updated segments  
**表 8.** 更新后各分段的储量分布情况

中段	体积	体重	矿石量	TFe 品位	TFe 金属量
单位	m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t	%	t
-287.5	233,304	3.15	734,907	54.82	402,907.9
-275	97,968	3.15	308,599	54.30	167,569.6
-262.5	18,944	3.15	59,673	58.53	34,931.7
合计	350,216	3.15	1,103,180	54.87	605,409.2

## 7. DIMINE 软件开发方向讨论

本论文分析了矿业软件的发展趋势，并结合国内自主研发的 DIMINE 软件的应用情况，对软件的优点及存在不足进行了总结，指出了当前矿业软件在数字化方面亟待解决的问题：

1) DIMINE 软件的应用阶段仍然处于数字化的初级阶段，矿业软件的建模功能已经不能满足矿山数字化更高的需求，后期应用才是矿业软件着力于研究的重点，因各个矿山采矿方法、资源赋存、应用重点的不同，软件应该提供开放的二次开发接口，满足用户多样化、多层次需求。

2) DIMINE 软件的研发仍然存在很多难题尚待攻破，如软件的三维显示功能、矿体的快速更新功能等，这需要加大软件研发力度和资金投入，才能从技术上根本解决问题。

## 8. 结论

基于 DIMINE 软件提供的强大建模功能对某铁矿床的资源赋存情况进行了分析，完成了地质模型、矿体模型、资源模型的建立，同时，基于后期生产勘探数据建立了资源更新模型，为混合矿床的分采、探矿工程的布置起到了指导作用，主要结论如下：

1) 本文优化了 DIMINE 软件中坑槽数据库的录入格式和流程，实现了生产勘探数据与地质勘探数据的快速组合，并应用于资源模型的更新工作。坑槽数据的控制密度远远大于地质勘探网度，因此对生产具有更为重要的指导意义。

2) 在本论文研究中，基于更新的资源模型，完成了该矿床富赤铁矿品位分布情况的分析，通过三维显示功能快速确定了首采区段优先开采富赤铁矿的采场及该采场富赤铁矿的分布特点，为下一步的采矿设计提供了设计依据。同时对尚未完成生产探矿的富赤铁矿赋存区域范围进行了初步圈定，为下一步的探矿工程布置提供了依据，满足了富赤铁矿的回采接替工作的要求。

## 参考文献

- [1] 陈伟, 薛清泼, 赵阳. 当前国际上较为流行的矿业软件评价[J]. 有色金属(矿山部分), 2007, 59(4): 22-26.
- [2] 汪德文, 曾庆田, 李德. 矿业软件在矿山资源评价与管理中的应用[J]. 有色金属(矿山部分), 2014, 60(5): 6-9.
- [3] 刘艺, 黄德镛. 浅谈我国矿业软件的发展[J]. 矿冶, 2012, 21(1): 77-79.
- [4] 蒋京名, 王李管. DIMINE 矿业软件推动我国数字化矿山发展[J]. 中国矿业, 2009, 18(10): 90-92.
- [5] 杨东来, 张永波, 王新春, 等. 地质体三维建模方法与技术指南[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [6] 李德仁, 龚建雅, 边馥苓, 等. 地理信息系统导论[M]. 北京: 测绘出版社, 1993.
- [7] 黄荣伟, 杨明远, 刘韶峰. Dimine 矿山软件在矿山资源管理中的应用[J]. 矿产勘查, 2010, 1(3): 287-291.
- [8] 郭新珂. 浅谈矿业软件在资源核查中的应用[J]. 铜业工程, 2014(2): 66-68.

- 
- [9] 张长锁. 矿业软件在矿山三维可视化建模中的应用[J]. 有色金属(矿山部分), 2011, 63(6): 72-76.
- [10] 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.
- [11] 蒋深竹. 三维采矿软件 DIMINE 在广西大新锰矿的应用[J]. 中国锰业, 2012, 30(4): 38-42.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ag@hanspub.org](mailto:ag@hanspub.org)