

# 图古日格日金矿三维地质建模研究\*

李永

核工业二〇八大队, 内蒙古包头, 014010

**关键词:** 图古日格; DIMINE; 三维建模; 储量估算

数字矿山是数字地球理念及技术在矿山勘探、开发及矿山管理中的具体应用, 是一种崭新的未来矿山体系。数字矿山的任务是在信息数据库及基础上, 充分利用现代空间分析, 数据采矿、知识挖掘、虚拟现实、可视化、网络、多媒体和科学计算技术, 为矿产资源评估、矿山规划、开拓设计、生产安全和决策管理进行模拟、仿真和过程分析提供新的技术平台和强大工具。要实现数字矿山, 建立矿山的三维地质模型是基础。目前, 随着其理论逐渐成熟和完善、以及计算机硬件软件的快速发展, 数字矿山已经成为研究矿床的又一新途径。一些矿业软件公司推出了各自的产品, 国外较成熟的软件有: Micromine、Datamine 等。国内的公司虽然起步较晚, 但也开发了一些优秀的矿业软件, 如: DIMINE 数字矿山软件系统等。

## 1 图古日格金矿概况

研究区隶属于内蒙古自治区巴彦淖尔市乌拉特中旗巴音杭盖苏木。2007~2014 年期间, 内蒙古乌拉特中旗图古日格金矿有限公司委托核工业二〇八大队进行了勘探及补充勘探评价工作, 最后在矿区内圈定了 14 个矿体, 其中 7 号矿体为主矿体, 矿床规模达到大型, 矿体形态简单。为了适应矿业发展的新形势, 提高公司资源管理与开发以及企业管理和决策的现代化水平, 公司提出了加快信息化建设力度和步伐的科学决策, 并于 2015 年 5 月采用三维矿业工程软件 DIMINE 对研究区矿床进行地质建模, 资源储量估算及管理应用规范研究, 以满足公司及矿山快速、高效、准确地进行资源/储量管理、采矿生产设计和计划编制等工作的需要。

## 2 三维建模技术方案

三维地质建模涉及地表建模、地质数据库、矿体建模等。地表模型是利用地表高程数据建立不规

则三角网 (TIN) 形成面模型。地质数据库是利用软件将整理好的探槽、坑道、钻孔信息表、测斜数据表、岩性数据表以及取样分析表互相关联建立。矿体模型的建立采用剖面圈矿, 然后将各剖面上的矿体轮廓对应, 用线框连接起来的方法。通过对建立的地质数据库进行分析, 拟合出矿体中各元素的变异函数, 应用此函数对空块模型进行赋值, 计算矿山的整体储量。

## 3 研究区三维模型的建立

### 3.1 地表模型的建立

数字地形模型是用来虚拟地形和表面, 一般由若干地形线和地形特征散点组成, 考虑到每个点的坐标值, 将所有点联成若干相邻的三角面, 然后形成一个三角网随着地面起伏变化的单层模型。

### 3.2 地质数据库的建立

地质数据库的建立是地质三维建模的基础, 经过对收集的研究区钻探、坑探、槽探工程资料的汇总、分析, 运用 DIMINE 软件建立图古日格地质数据库, 该数据库中包含开口信息表、测斜数据表、岩性数据表和样品数据表共 4 个文件。在数据录入并更新后, 通过 DIMINE 的钻孔轨迹可视化功能, 可将录入的 22 个钻孔, 2 个坑道工程, 共 748 个样品数据的信息在三维空间中展现。

### 3.3 矿体模型的建立

矿体模型建立是以现有的勘探线剖面图为主, 同时以钻孔数据库、中段平面图为参考。矿体模型的建立主要由以下几个环节: ①根据剖面图上的矿体编号, 把矿体整理到不同的编号图层中, 并对矿体轮廓进行封闭。②利用 DIMINE 中连线框工具将相邻的两个剖面上同一编号矿体轮廓线依次连接。③相邻两个剖面, 一个剖面上有此编号矿体, 另一个剖面上无此编号矿体, 依据地质规范圈连。④建立的矿体模型之间交叉部位需进行布尔运算, 高出地面的部分需通过布尔运算对矿体模型进行修正,

\*注: 收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 周健。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.187  
作者简介: 李永, 男, 1987 年生。本科, 工程师, 资源勘查工程专业。Email: 717393594@qq.com。

当矿体出现分支复合现象时,通过建立辅助轮廓线和连接线来帮助矿体线框的连接。

## 4 矿体储量估算

### 4.1 特高品位处理

根据岩金矿地质勘查规范,品位值高于矿体(床)平均品位 6 至 8 倍的样品称为特高品位,确定特高品位时,当矿体品位变化系数大时,取上限值,变化系数小时取下限值。研究区 7 号矿体平均品位  $3.68 \times 10^{-6}$ , 变异系数 118%, 根据品位变化特点,特高品位按本次矿床平均品位的 7 倍计算,确定其下限值为  $25.76 \times 10^{-6}$ 。用平均品位代替大于其下限值的品位。

### 4.2 块段模型建立

块段建模是在三维结构模型基础上,利用采集到的空间属性信息,完成三维属性建模,主要表征实体内部属性。DIMINE 采用外存八叉树模型的构建技术来创建块段模型。在构建块段模型时,其原型范围可以尽可能的大,一般包含整个影响开采范围,随着矿山开采的进行,不断将新的地质目标添加到块段模型中。本次建立的块段模型原型以覆盖整个矿体为条件,平面范围和厚度范围完全覆盖整个矿体。

### 4.3 变异函数分析

采用地质统计学的方法对块段模型进行赋值。地质统计学理论及方法是 20 世纪 60 年代,由南非的克里格和法国的马特隆提出的,也称为克里格法。建模过程中,首先根据样品计算不同方向上的变异函数,称之为实验变异函数,然后,采用一定的理论变异函数模型进行函数拟合,以确定该矿床的变异函数参数。

### 4.4 理论变异函数交叉验证

理论变异函数的参数将用于后续的矿床品位推估或储量计算,因此,理论变异函数参数取值的正误对品位估值结果的准确性具有非常大的影响。交叉验证的目的就是对理论变异函数参数的取值进行检验,判断应用这些参数估值时的估值效果。

一般而言,理论变异函数参数的可靠性可以根据以下几个方面的交叉验证结果进行判断:

交叉验证的平均误差应趋近于 0;

误差分布属于标准正态分布。

研究区 7 号矿体 Au 理论变异函数参数交叉验证的平均误差为 -0.5747, 趋近于 0, 误差分布属于标准正态分布。符合交叉验证的两个理论判断依据。

### 4.5 搜索参数的设置

估算过程中,需要确定搜索参数,它对克里格估值结果有很重要的影响。通过划分扇区限定每个扇区内最少、最多数据点来排除由勘探工程分布不均匀导致的样品簇集的影响。设定每个扇区最多有 6 个点参与估值,这 6 个点为与待估点距离最近的 6 个点。设置的搜索半径分别为 80m、160m、320m 和 640m,搜索半径为 640m 时所有的待估块段都被插值完毕。

### 4.6 资源储量估算

资源储量估算方法选用“普通克里格法”对 Au 元素进行估值,然后采用“距离幂反比法”对 Au 元素估值,以便对其理论变异函数进行验证,确保普通克里格法拟合的变异函数参数的准确性和可靠性。两个方法计算的品位和金属量相对偏差不大于 10%,证明其可靠性较好。

## 5 结论

运用 DIMINE 三维数字矿山软件系统创建的研究区地表模型和矿体模型,弥补了传统二维手段的缺陷和不足,提高了矿山技术人员对矿体空间分布形态的认知。

三维实体模型,直观展现了矿区内地表、矿体的空间展布以及相互的空间位置关系,对分析各地质体之间的相互关系以及矿体空间展布特征提供了帮助。并运用克里格法对研究区金矿体进行了品位估值,获得了矿体的储量,对矿山生产设计优化及生产管理有指导意义。

## 参 考 文 献 / References

- 古德生,李夕兵等.2006.现代金属矿床开采科学技术.北京:冶金工业出版社.
- 冯兴隆.2012.DIMINE 软件在普朗铜矿地质建模中的应用.数字矿山技术,97-101.
- 李洪军,邵国钰,李永等.2015.内蒙古自治区乌拉特中旗图古日格矿区岩金矿补充生产详查报告.
- Davis J C.1986.Statistics and data analysis in geology.New York:John Wiley and Sons.

**LI Yong: The Three-dimensional Geological Modeling Research of Tugurige Gold Mine**

**Keywords: Tugurige; DIMINE; The three-dimensional geological modeling; Reserve estimation**