

Micromine软件在矿床三维建模及资源量估算中的应用 ——以喀麦隆洛比铁矿为例

王会敏,孔繁辉,宋启龙

(华北有色工程勘察院有限公司,石家庄 050021)

摘要:以喀麦隆洛比铁矿为例,运用 Micromine 三维矿山软件的三维显示功能,对矿体进行了三维立体展示,直观地显示了该矿体的空间分布特征。在此基础上,分别运用 Micromine 软件的距离反比加权法和封闭多面体法进行了资源量的估算,并与传统方法(块段法)储量估算的结果进行对比,三者相对误差较小,为 0.03% 和 6.75%,符合规范要求,进一步验证了 Micromine 软件在矿山资源量预测中的可靠性。

关键词:Micromine 三维建模;资源量估算;距离反比法;喀麦隆洛比铁矿

中图分类号: P618.09

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2014)02-0144-05

传统方法中,地质勘探成果主要通过二维平面图和剖面图来表达地质体^[1],无论纸质图件还是电脑绘图都存在数据更新困难,表达不形象、不直观等缺点。三维立体建模技术在这种情况下应运而生,并在近几年逐渐发展成熟。它具有形象、直观、准确、动态、丰富等特点^[2]。而且数据的地质体的展示完全依托于后台数据库的管理,极大地提高了数据的准确性和更新速度。Micromine 软件就是三维矿山建模及储量计算的比较成熟的一款软件^[3-9]。

本文基于 Micromine 软件,对喀麦隆洛比铁矿进行三维矿体建模实践研究分析,建立了复杂地质构造矿体三维可视化模型,并运用软件中的距离反比法实现了对该铁矿的资源储量估算。利用软件的距离反比法及封闭多面体法计算该铁矿资源储量,与传统方法(块段法)资源储量对比,检验 Micromine 软件在资源量预测中的可靠性。

1 矿体特征及圈定原则

1.1 矿体特征

洛比铁矿成矿带位于喀麦隆西南部太古宙古老变质岩系当中,区域构造线北东向,地质构造较复杂,构造以褶皱为主,断裂构造较简单。区域褶皱构造呈现为一向两背。该带位于区域一向两背东侧背斜西翼,长约 36~48 km,宽约 1 km(图 1)。

洛比铁矿属火山沉积变质型铁矿床,即鞍山式铁矿床。矿体赋存于太古宙玛姆斯变质岩系中,呈层状、似层状产出,矿石类型以磁铁矿石岩为主,赤褐铁矿次之,磁铁矿呈细粒状、条带状、条纹状、片麻状,与长英质细粒微条带相间排列。矿体围岩为黑云片麻岩、角闪片麻岩。喀麦隆洛比矿区主矿体呈北北东-南南西向展布,走向近北东向 28°。主体西倾呈单斜构造,倾角约为 5~33°。南北长约 6.0 km,东西宽约 462.5 m,矿层平均真厚度 60.76 m。根据《铁、锰、铬矿地质勘查规范》mFe/TFe 比值及 mFe/(TFe-siFe-sFe-cFe)的比值大小划分原则,矿体顶部凡厚度大于 2 m,TFe 品位大于等于 25%,mFe/TFe 比值大于 85%划分为磁铁矿石。

资源储量估算工业指标,磁铁矿边界品位:全铁(TFe)≥20%,工业品位:全铁(TFe)≥25%。因本矿山为大型露采铁矿山,本次详查矿石最小可采厚度 2 m,夹石剔除厚度≥2 m。

1.2 矿体圈定原则

(1)有限外推

剖面上两相邻工程一个见矿,另一个未见到相对应的矿体,则按有限外推连图,即按两工程间距(工程间距指矿体底板连线或其延伸方向线距离,下同)的二分之一尖推。

(2)无限外推

收稿日期:2014-03-14

资助项目:华北有色工程勘察局科研项目:基于 Micromine 软件的三维矿体建模及储量估算应用的研究(KY201206)

作者简介:王会敏(1985-),女,学士,助理工程师,2009年毕业于石家庄经济学院地理信息系统专业,现在主要从事地质制图、三维矿山软件在地质找矿方向应用工作,Email:tinahuimin@163.com。

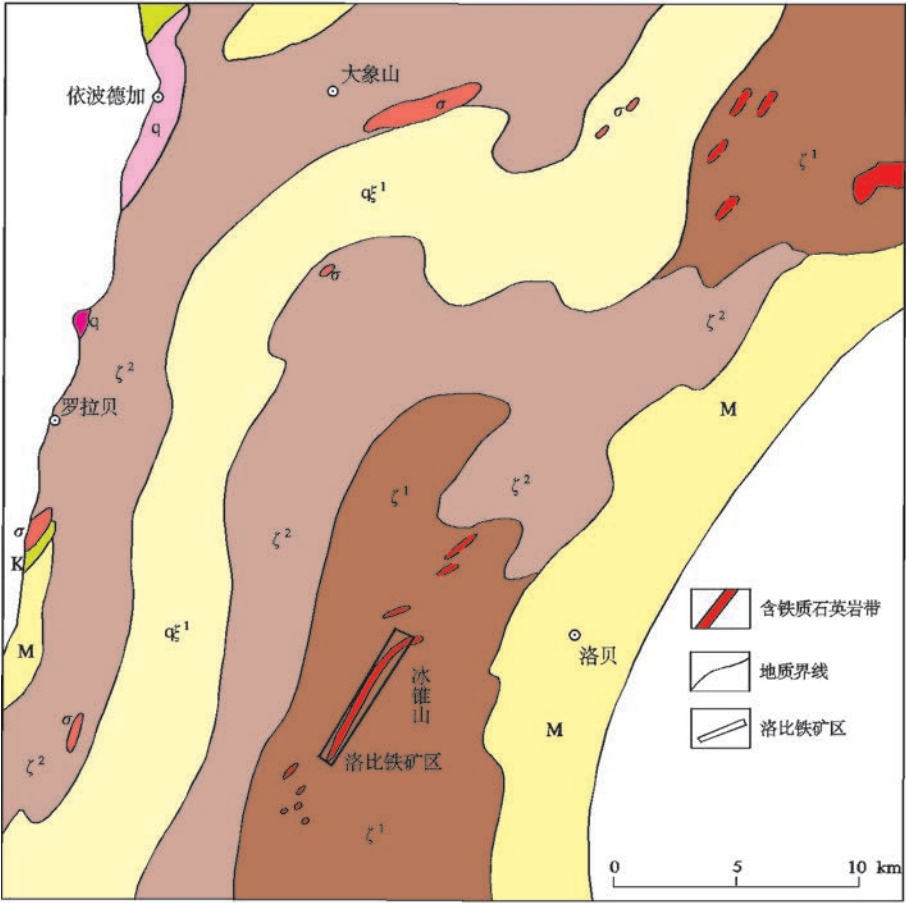


图1 洛比铁矿区地质图

Fig.1 Regional geological map of lobi iron deposit
q.含极少量云母的石英岩;q ξ¹.石英岩和云母片岩;ζ².上层片麻岩;
ζ¹.下层片麻岩;K.克里比辉岩系;M.混合岩;σ.含角闪石的正长岩

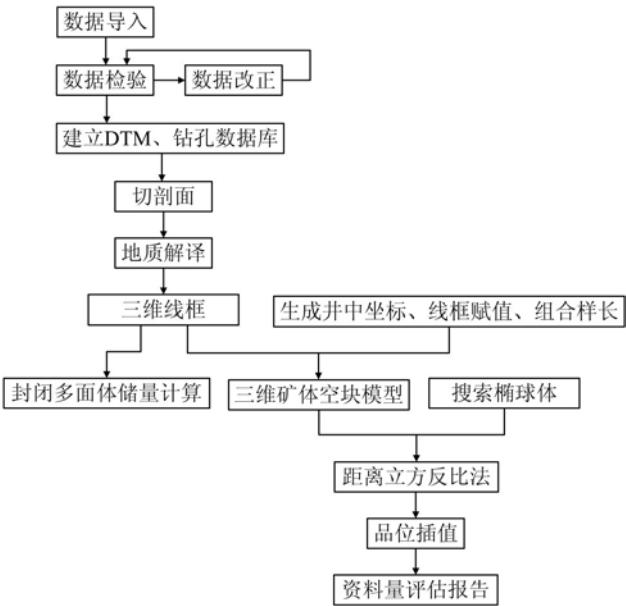


图2 资源储量估算工作流程图

Fig.2 Flow chart of resource reserves estimation

见矿工程之外无工程控制时,由见矿工程沿走向和倾向上向外平推勘探网度的四分之一(100 m)作为矿体边界;此时若端部工程为单工程见矿,则外推的矿体边界为线尖灭,若端部工程为多工程见矿,则外推的矿体边界为面尖灭。

(3)夹石外推

有限外推为按两相邻工程间距的一半尖推,无限外推为平推勘查网度的四分之一。

2 三维矿体建模

2.1 技术路线

资源储量估算工作流程图见图2。

2.2 资源储量估算的一般过程和方法的选择及依据

2.2.1 地表 DTM

地表DTM的生成主要有以下两种方式,一是直接将测量点的原始RTK数据导入到

Micromine 里面,另一种方法是

直接导入AutoCAD或其他常用绘图软件格式的具有高程属性文件。本文利用已有AutoCAD的线文件导入到Micromine中,再依据高程值由小到大的顺序,赋予地表由蓝到红的颜色,以三维立体的方式从颜色上直观地显示出地表的高低起伏。不用的颜色代表了不同的高程值段(图3)。

2.2.2 建立钻孔数据库

该矿体钻孔数据库的建立是将洛比铁矿的15条勘探线剖面的46个钻孔的技术、编录和化验等原始数据进行收集和整理,最终形成符合Micromine软件规格的井口文件、测斜文件、样品分析文件和岩性文件等4个excel表格,通过Micromine的导入功能直接导入到软件系统,井口文件和测斜文件可以准确定位钻孔的位置、孔深、倾角和方位;样品分析文件反映不同深度样品的采样位置及品位,岩性文件相当于钻孔柱状图的三维展示,它描述了岩性随孔深

的变化情况,是建立三维地层模型的重要依据。

由钻孔数据库在连接和校验完成无误后,便可生成钻孔轨迹,即钻孔的三维显示(图4)。

2.2.3 地质剖面解译

所谓地质剖面解译,类似于传统绘图中的各个勘探线剖面图。三维矿体的形成,也需要先切割出二维剖面,在二维剖面上,根据样品的品位等综合特征圈定矿体,再在三维环境下,将各个矿体按照走向逐一连接,最后将连接的线框封闭,便形成了矿体的空块模型。它相当于一个立体的矿体界面,由无数的三角网络连接起来。类似方法形成夹石和断层的模型。

2.3 三维线框模型

各个地质体的空块模型形成后,它们之间的关系,需要通过线框模型的布尔运算来实现。线框模型布尔运算主要是对有相交关系的复杂地质体进行交、差、并等^[10]。在实际工作中分别圈定出矿体、夹石和断层的形态,它们之间以及它们与地表DTM之间无可避免的会出现交叉、重叠等情况。明确地质体之间的切割关系后,运用布尔运算可以消除地质体之间的不符合实际的关系。地表DTM主要用于各地质体地表形状的界定。本文中分别建立了各个地质体三维线框模型,再将矿体、断层、夹石及地表DTM模型依照相互间的切割关系依次进行了布尔运算,得到整个研究区域内的比较完整的逼近实际情况的地质体的三维线框模型。

3 资源储量估算及评价

3.1 组合样长

首先生成样品分析文件中采样数据的中心点的三维坐标。然后进行线框赋值,即把矿体的编号赋给已知的采样点。为了确保用于估值的样品品位按照相同的样长进行加权平均,保证估值过程不出现明显偏差^[11],需要进行组合样长。组合样长就是把每个样品的长度统一到某个值,为了尽可能不改变原有数据,需要对样长进行统计,找出本区的样长的分布规律,之后再进行样长的组合。

3.2 三维矿体空块模型

所建立的矿体模型,之所以称之为空块模型,是因为它实际上只是相当于包裹在矿体外围的一层“膜”。须将一个大的空块模型切割细分成无数个小块,类似于矢量图形的栅格化,每一个小块或单元都

具备一定的属性^[12]。

一般根据矿体的走向、倾向及矿体厚度等因素确定小块的划分规格。划分的小块体积越小,越能逼近空块模型的实际大小,但是所带来的计算成本也会随之增加。本文中洛比铁矿勘探线间距为400 m,工程间距为100~200 m,矿体的形态复杂程度为中等,产状较缓,块的大小规格为10 m×40 m×2 m。子块大小规格为5 m×20 m×1 m,为了保证线框模型更加逼近实体模型,子块大小一般选为块大小规格的一半。

3.3 资源量估算

资源量的估算是利用已知采样点的品位,通过某种数学方法进行空间插值,估算出未知采样点的品位值,使得空块模型中每个小块的中心点都有相对应的品位值,然后软件会依次对每个小块进行资源量的估算,累加后得到矿体的资源储量。Micro-mine 软件提供了多种方法进行品位估值,主要有普通克立格法、指示克立格法、多边形剖面估值法、多边形线框估值法、距离反比法等^[13]。

(1) 建立搜索椭球体

样品的分散程度不同,在估值时同样影响权值,造成计算误差,搜索椭球体可以分成几个扇区,使得样品能够较均匀地分布在各个扇区内,进一步减小计算误差。搜索椭球体的建立还要依据矿体的产状和厚度,使其尽量与矿体保持一致,减小计算误差,见图5(图中红色代表建立的块模型,浅红色为搜索椭球体,蓝色代表了椭球体的分区情况)。本文中半径设置为500 m。这里选择八个扇区,利用距离反比法对划分的每个小块的中心点进行品位插值。

(2) 资源量报告

根据矿体的小体重3.42和TFe设置的边界品位,生成资源量报告(表1)。

3.4 资源储量可靠性验证

利用距离反比加权法和封闭多面体法得到的资源量报告及块段法得到的矿石资源量进行比较(表2),它们的相对误差分别为0.03%和6.75%。

4 结论

本文成功建立了地表DTM和地下三维磁铁矿矿体模型,实现三维矿体可视化。主要运用距离反比加权法计算磁铁矿矿体的储量,用封闭多面体估算法和块段法进行了可靠性验证及误差评估。虽然符

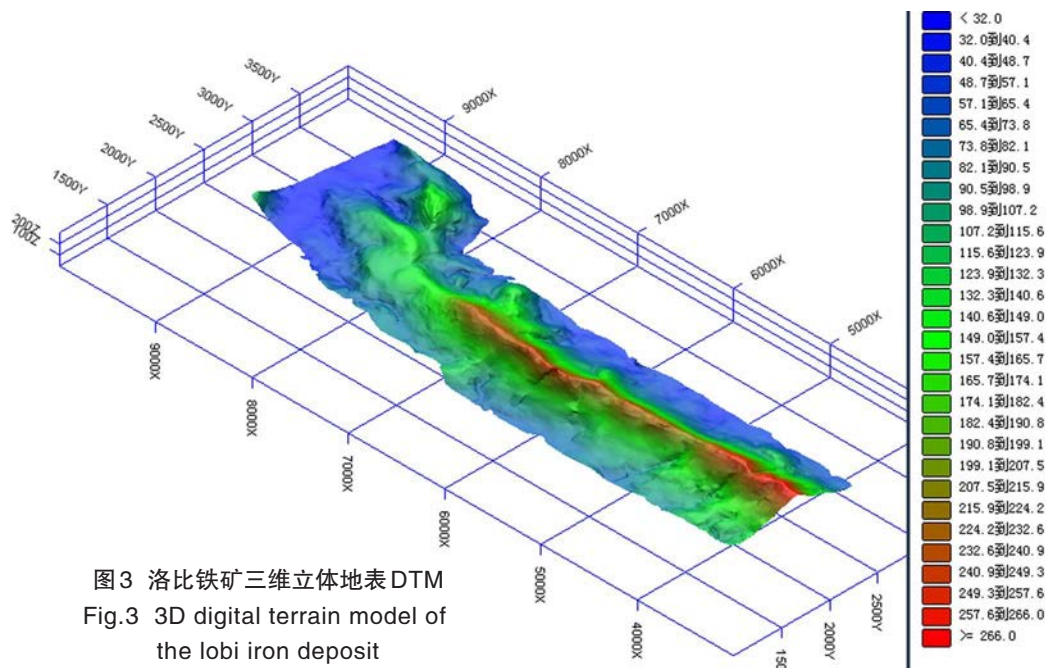


图3 洛比铁矿三维立体地表DTM
Fig.3 3D digital terrain model of the lobi iron deposit

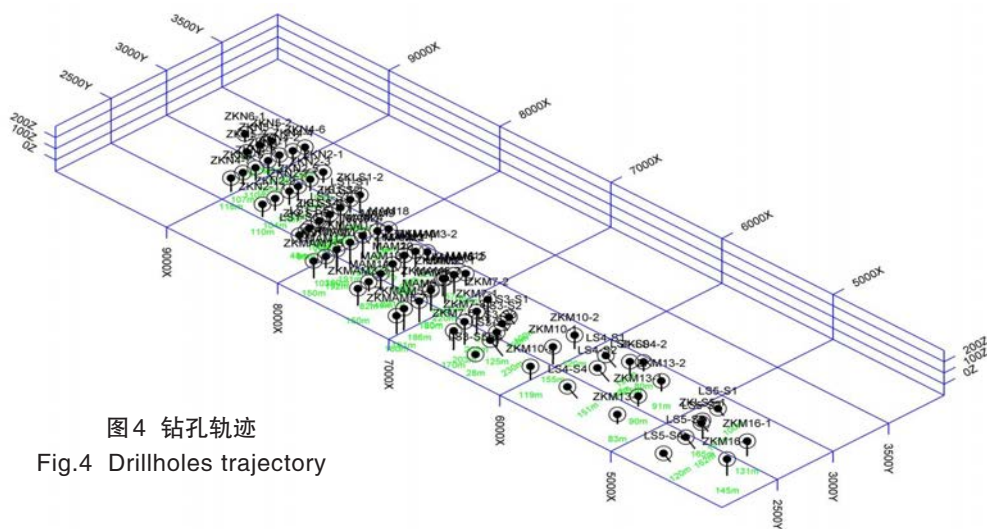


图4 钻孔轨迹
Fig.4 Drillholes trajectory

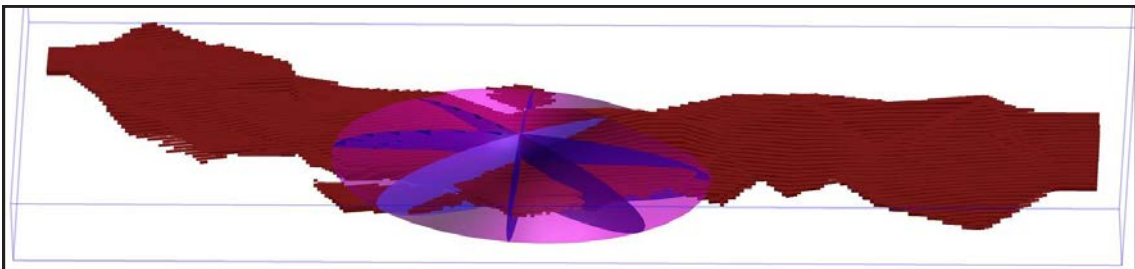


图5 搜索椭球体和矿块模型
Fig.5 The search ellipsoid and block model of the ore deposit

合规范要求,但与传统方法计算结果误差达6.75%,仍较大,不能完全代替传统的计算方法。至于何种方法更接近实际情况有待于在矿床开采实践中进一步检查和验证。

参考文献:
[1]张焱. 基于矿体三维地质建模的云浮高根矿区储量计算[J]. 金属矿山,2011,415(1)93-97.
[2]Ai T,Oosterom,P Van.A Map Generalization Model Based on Al-gebra MappingTransformation[C]//ArefW G·Pro-

表 1 磁铁矿资源量报表
Table 1 Estimation of resource reserves in the deposit

品位界线		体积/m ³	矿石量 /t	比重 t/ m ³	TFe 品均 品位/%	累积体积 /m ³	累积矿石量/t	累计TFe 品 均品位/%	累计金属量 /t
/%									
0	25	1029 200	3519 864	3.42	24.238	1029 200	3519 864	24.238	85314 816
25	30	32992 300	112833 666	3.42	28.594	34021 500	116353 530	28.462	3226354 562
30	33	61987 500	211997 250	3.42	31.539	96009 000	328350 780	30.449	6686202 467
33	35	37432 000	128017 440	3.42	33.956	133441 000	456368 220	31.433	4346998 598
35	45	31238 800	106836 696	3.42	36.664	164679 800	563204 916	32.43	3917049 938
45	100	203 600	696 312	3.42	47.083	164883 400	563901 228	32.443	32784 667
100	999	0	0	0	0	164883 400	563901 228	32.443	18294705 048

表 2 三种方法资源量估算比较
Table 2 Comparison of theestimated resource reserves results among three methods

方法	体积/m ³	矿石量/t	相对误差/%
距离距离反比加权法	164 883 400.00	563 901 228.00	——
封闭多面体法	164 839 223.34	563 750 143.81	0.03
块段法	——	604 731 900.00	6.75

ceedings of the 9thACM-GIS. Atlanta:GA, 2001: 21-27.

[3] 侯景儒. 中国地质统计学(空间信息统计学)发展的回顾及前景[J]. 地质与勘探,1996,32(1):20-25.

[4] 王勇毅,肖克炎,朱裕生,等. 初论中国铜矿数字矿床模型[J]. 地质与勘探,2003,(3):20-24.

[5] 肖 斌,赵鹏大,侯景儒. 地质统计学新进展[J]. 地球科学进展,2000,15(3):293-296.

[6] 张新宇,肖克炎,刘光胜,等. 阿舍勒铜矿可视化储量计算的指示克里格法应用研究[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2006,36(2):305-308.

[7] 罗周全,李畅,刘晓明,等. 金属矿床可视化建模及储量计算 [J]. 矿冶工程,2009,29(1):10-14.

[8] 黄诗峰,金菊良,段进军,等. 地质统计学中变差函数参数估计的新方法[J]. 地质与勘探,1999,(1):41-43.

[9] 龚元翔,王李管,张海军,等. 基于 MICROMINE 系统的露天矿山三维可视化技术研究[J]. 中国铝业,2007,31(4):13-16.

[10]张思科.基于 Micromine 的三维矿体建模及资源储量估算的研究[D].北京:中国地质大学(北京),2010.

[11]姜福巍. MICROMINE IDW 方法在福安堡钼矿储量估算中的应用[J].吉林地质,2011,30(4)110-112.

[12]曾文波,朱元超,马 春,等. 三维地质建模与储量估算在印尼某铁矿的应用研究[J].地质学刊,2011,35(2)160-163.

[13]陈爱兵,秦德先,张学书,等.基于 MICROMINE 矿床三维立体模型的应用[J].地质与勘探,2004, 40(5) 77-80.

Micromine Software Application on 3D Modeling and Resource Estimate in the Ferrum Desposit : An Example from Cameroon Lobi Iron Deposit

WANG Hui-min, KONG Fan-hui, SONG Qi-long
(North China Engineering Investigation Institute, Shijiazhuang, 050021,China)

Abstract: Taking Cameroon Lobi iron deposit for example, the authors show the three-dimensional ore body to display its space distribution directly with the Micromine software. On this basis the cubic inverse distance method and closed polyhedral estimation method are used for estimating the reserves of the ore body. Compared the results from the traditional method (section method), the relative error among the three methods is small, and the relative errors are 0.03% and 6.75%, which meets the requirements of the specification, and further verifies the reliability of the Micromine software in the prediction of mining resources.

Key words: Micromine; 3D modeling; reserves estimation; inverse distance method; Cameroon; Lobi iron deposit