

基于 MICROMINE 矿床三维立体模型的应用

陈爱兵, 秦德先, 张学书, 贾国相, 谈树成, 范柱国

(昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093)

[摘要] 矿床三维立体模型是“数字矿山”的基础, 在对地质统计学和澳大利亚 MICROMINE 软件技术的研究基础上, 结合个旧锡矿 X 号矿体, 介绍了地质统计学和 MICROMINE 软件技术在矿床三维立体模型中的应用。

[关键词] 地质统计学 矿床 三维立体模型

[中图分类号] P628 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)05-0077-04

矿床三维立体模型是“数字矿山”的基础, 是矿床的数字表征, 国外诸如加拿大的 VOISEYS BAY 国际镍矿公司, BHP-BILLITON 跨国矿业公司等, 早已应用大型勘查和矿业专用软件建立了矿床的三维立体模型, 实现了矿山生产的动态管理和资源的充分合理利用, 降低了矿产勘查和开采成本, 提高了企业的经济效益。本文以个旧锡矿 X 号矿体为例介绍澳大利亚 MICROMINE 软件技术在矿床三维立体模型中的应用。

1 区域地质概况

个旧矿区位于云南省东南部的个旧市, 其中心地理位置为: 东经 $103^{\circ}09'26''$, 北纬 $23^{\circ}22'40''$, 海拔 $1300 \sim 2600$ m。个旧锡矿是一个锡、铜、铅、锌、钨、铋、银、金等 20 余种矿产聚积的超大型矿区, 是我国和世界重要的锡产地, 素有“锡都”之美誉。从全球构造而言, 个旧矿区恰好处于滨太平洋构造域边缘与特提斯构造域相连的部位; 处于欧亚板块在东、西两侧分别被太平洋板块、印度板块俯冲、碰撞相接的部位^[1]。矿区内主要出露中生代二叠系和三叠系地层, 另有第三系、第四系地层零星出露, 二叠系是矿区内出露最老的地层。

个旧矿区是一个多旋回、多样的岩浆强烈活动的中心。按岩浆活动的时间序列有华力西旋回、印支旋回、燕山旋回。其活动方式, 前两旋回主要为火山喷溢, 燕山旋回则系岩浆侵入活动^[1]。

个旧锡矿的主要矿床类型有两大类, 即砂矿(锡、铅)和原生锡多金属矿。砂矿多为残积、坡积、人工坡积和冲积形成, 主要分布在原生矿床附近的岩溶盆地、山坡和侵蚀阶地, 规模巨大, 探明锡储量占矿区锡储量的 45%。原生锡多金属矿分为: 层间热液型锡多金属矿床和花岗岩接触带夕卡岩型锡多金属矿床, 它们是矿区内的主要矿床类型。

2 矿床地质特征

个旧矿区包含 5 大矿田和若干个矿段。自北向南分别为马拉格矿田、松树脚矿田、高松矿田、老厂矿田、卡房矿田。老厂矿田位于个旧市南东, 面积 40 km^2 , 是个旧矿区的主要生产矿山。老厂矿田位于北北东向五子山复式背斜的中段, 北界背阴山断裂, 南至老熊洞断裂, 西邻个旧大断层, 形成三面受断层限制的地垒状隆起。老厂矿田, 除山间盆地及山坡的第四系黄褐色粘土、砂质粘土外, 基岩均属三叠系个旧组中下部的碳酸盐类沉积岩, 厚度大于 1550 m ^[2]。

X 号矿体位于个旧锡矿老厂矿田湾子街矿段, 属花岗岩接触带夕卡岩硫化物型锡铜矿床。X 号矿体顶部为 $T_2g_1^5$ 大理岩, 底板为燕山晚期中、细粒浅色花岗岩。矿体受波状起伏的花岗岩穿插控制, 矿体北部和西北部为 4033 突起, 西南部为 4141 突起, 矿体正赋存于两个方向的花岗岩突起交汇部位。

[收稿日期] 2003-05-13; **[修订日期]** 2003-09-02; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 云南省省院省校科技合作项目(编号: 2000YK-05)资助和云南省自然科学基金(编号: 2003D0008Q)联合资助。

[第一作者简介] 陈爱兵(1971年-), 男, 2003年毕业于昆明理工大学, 获硕士学位, 在读博士生, 现主要从事矿业经济和综合信息成矿预测工作。

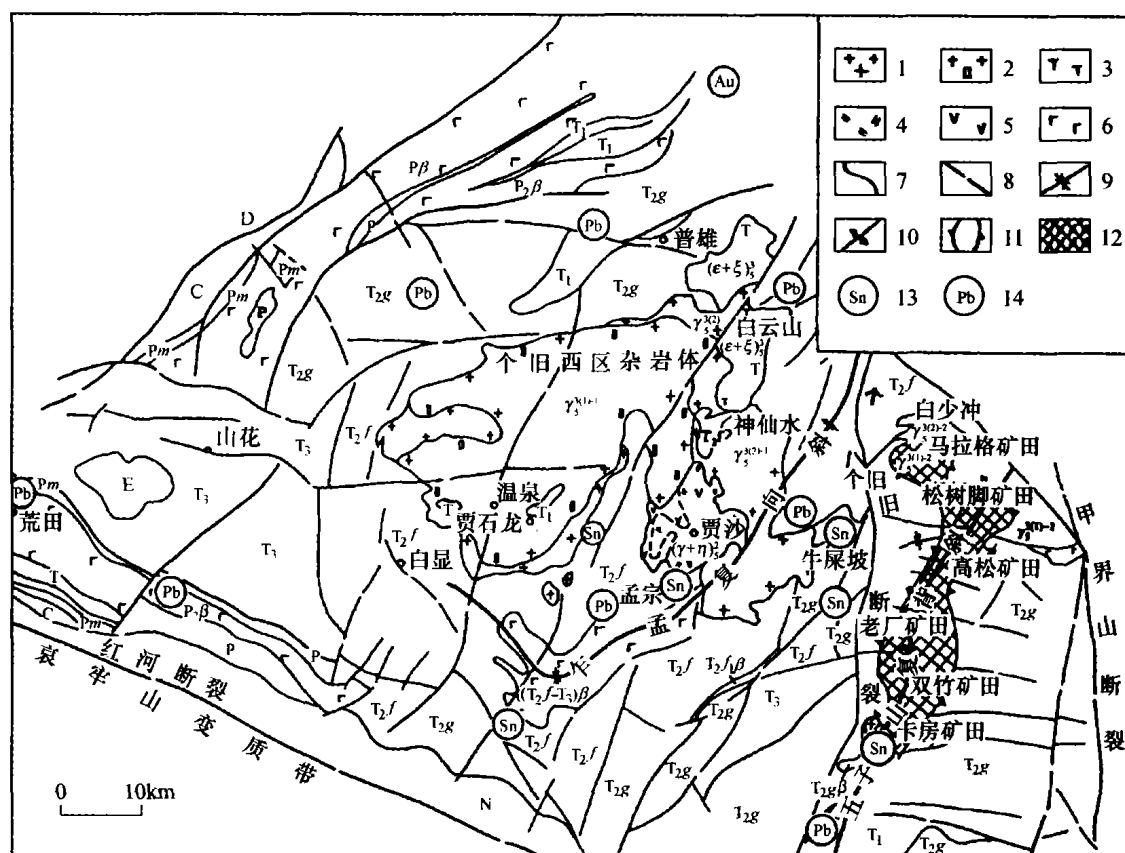


图1 个旧矿区地质略图(据庄永秋等,1996)

N—上第三系、砾岩夹泥岩及褐煤层;E—下第三系粉砂岩、页岩、砾岩; T_3 —上三叠统泥页岩,砂岩夹砾岩及煤层; $(T_2f \sim T_3)\beta$ —印支旋回拉丁晚到诺利期以玄武岩为主的火山岩系; T_2f —中三叠统法郎组,泥质碎屑岩,泥质灰岩; $T_2f_1\beta$ —印支旋回拉丁早期火山岩系; T_2g —中三叠统个旧组, $T_2g\beta$ —印支旋回安尼期火山岩系; T_1 —石炭系下三叠统砂页岩及泥质灰岩,泥灰岩; Pm —二叠系茅口组灰岩; $P\beta$ —华力西旋回晚期火山岩系; C_1 —石炭系灰岩; C —灰岩; D_1 —泥盆系灰岩为主夹砂岩页岩; D —泥盆系灰岩为主夹砂岩、页岩; $(\epsilon + \xi)_3^{(2)-2}$ —燕山晚期碱性岩; $\gamma_5^{(2)-2}$ —燕山晚期中细粒花岗岩; $\gamma_5^{(2)-1}$ —燕山晚期中粗粒花岗岩; $\gamma_5^{(1)-2}$ —燕山晚期少斑斑状花岗岩; $\gamma_5^{(1)-1}$ —燕山晚期斑状花岗岩; $(\gamma + \eta)_3^{(2)}$ —燕山早期(或印支晚期)辉长岩—二长岩;1—中细、中粗粒花岗岩;2—斑状花岗岩;3—霞石正长碱性岩;4—辉长—二长岩;5—变辉长岩;6—基性火山岩,变基性火山岩(或变辉绿岩);7—地层界线;8—断层;9—复向斜;10—复背斜;11—隐伏花岗岩脊;12—特大型锡金多属集中矿化区;13—大型矿床及矿种(Sn);14—中小型矿床及矿种

X号矿体总体走向近南北向,倾向西,倾角 $15^\circ \sim 25^\circ$,中部受花岗岩小突起的影响隆起,造成矿体分别向东、西两个方向侧斜。矿体走向长300~350 m,宽250 m左右,最厚40~50 m,最薄2~3 m,中间至西部厚并以柱状体出现,两侧逐渐变薄,以似层状、透镜状,脉状出现。主要矿物为磁黄铁矿,夹有毒砂、黄铁矿、铁闪锌矿、锡石等。矿石比重 4.103 t/m^3 。

3 MICROMINE 简介

地质统计学经过四十余年的研究和实践,其理论与方法研究有了很大的提高,已经形成了比较完善的理论体系。其研究范围从初期的二维向三维和四维甚至更高维发展,估值和模拟方法也由初期的静态向动态发展。通过和计算机技术的紧密结合,还研究和发展了一批理论和实践价值都较高的软件

系统,其中笔者使用的 MICROMINE 软件就是这些软件系统中实践性较强的软件之一^[3-11]。

MICROMINE 是澳大利亚 MICROMINE 国际矿业软件有限公司开发的大型专用矿业软件。它主要用于地质勘探、资源评估、储量计算及露天矿和地下矿矿山设计和开采。它适用于 WINDOWS 95 和 WINDOWS NT 及以上的平台。MICROMINE 提供了与其他数据库和相关软件接口的功能,使该系统的数据可被其他数据库管理系统和相关软件查询和编辑,能够实现各种工程和矿体的三维立体显示和成图,并根据地质统计学的方法和原理提供进行矿体品位和储量估值的各种方法,同时还可以进行矿山的开采设计以及数字地形模型的建立。

针对目前国内的矿业软件多为二维显示的状况,我们以个旧锡矿 X 号矿体为例介绍 MICRO-

MINE 软件技术在矿床三维立体模型中的应用。

4 矿床三维立体模型

4.1 模型基本参数

根据现有地质资料对矿体的揭示,按照矿体的形态、走向、倾向和空间分布特征确定了建模的范围和基本参数。模型为正南北向,模型南北长 320 m,东西长 360 m,垂高 160 m,总体积 18 432 000 m³ (图 2)。单元块行×列×层为 4m×4m×1m,共有 1 152 000 个单元块。

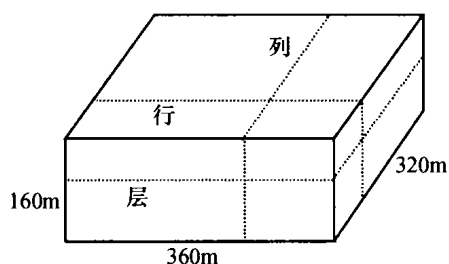


图 2 模型范围示意图

4.2 矿床三维实体模型

首先建立模型原始数据库。模型原始数据库由 3 个文件组成,分别为钻孔孔口三维坐标文件、钻孔侧斜文件和化验数据文件。该模型共收集和使用钻孔 690 个,化验数据 11 342 个。经处理后可以绘制工程平剖面分布图和三维工程分布图。矿体是一个三维实体,其表面为不规则曲面,且内部矿体品位分布不均匀。根据工程图, MICROMINE 使用线框 (wireframe) 建模法进行矿体实体模型的建立,即把面上的点用线连接起来,形成一系列的多边形,然后把这些多边形在三维空间拼接起来形成一个多边形网格,以此来模拟矿体边界和空间形态 (图 3)。矿体实体模型不仅给出了矿体的几何空间形态,而且也是后面进行品位估值的基础。

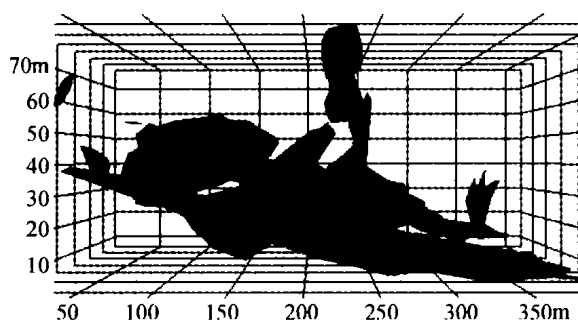


图 3 X 矿体三维实体模型

4.3 矿床品位单元块三维立体模型

矿床的实体模型给出了矿体的几何空间形态,

但无法描绘出矿体内部的品位分布情况,因此必须在实体模型的基础上,应用地质统计学原理对模型进行品位赋值。通过单元块品位赋值可以得到矿体的品位分布三维立体模型 (图 4),揭示矿体内部品位的具体分布情况,为矿山生产动态管理提供科学的依据。

MICROMINE 为矿体品位估值提供了许多方法,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。根据矿体的不同特性可以选择不同的估值方法,也可以针对同一矿床使用不同的估值方法来进行对比研究和检验估值的准确度。

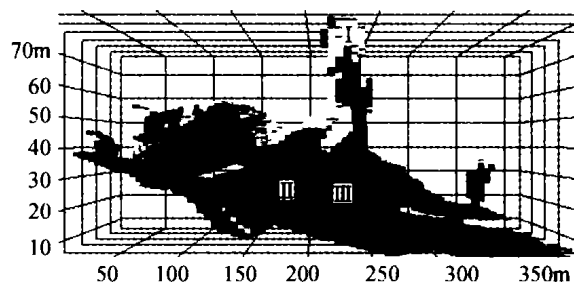


图 4 X 矿体品位单元块三维立体模型

I : Sn < 0.3% ; II : Sn 0.3% ~ 0.5% ; III : Sn > 0.5%

矿床品位单元块模型建立后,可以根据研究或生产的需要用不同的颜色和图案来表示不同品级的品位的分布情况,品级的划分可以多达三十多个,同时根据科研和生产的需要可以绘制任意方向的品位分布平剖面图 (图 5),而且每一个单元块都可以赋上所需要的指标的具体的品位值。

4.4 矿床储量

矿床品位模型建立后,就可以通过计算机非常快捷地计算矿床储量,并提交储量报告和报表 (表 1)。同时可以根据需要计算任意边界的储量,大大节约了人力、物力和时间,提高了效率和精度。按照传统的方法,在改算矿体的储量时,必须重新圈定矿体和确定计算边界,这时工作量是非常大的,现在通过 MICROMINE 可以在十几分钟时间内,重新绘出新的指标下矿体的形态并计算相应的储量。

5 结语

“数字矿山”是实现矿业可持续发展的必经之路,矿床三维立体模型既是“数字矿山”的基础,也是它的核心内容。矿床三维立体模型的研究和应用是一个复杂的系统工程,是地质学、数学、计算机技术、信息技术、采矿技术相互融合的产物。澳大利亚 MICROMINE 的软件技术在矿床三维立体模型中的

应用为我们实现矿山的数字化提供了很好的途径, 其应用前景必将越来越广阔。

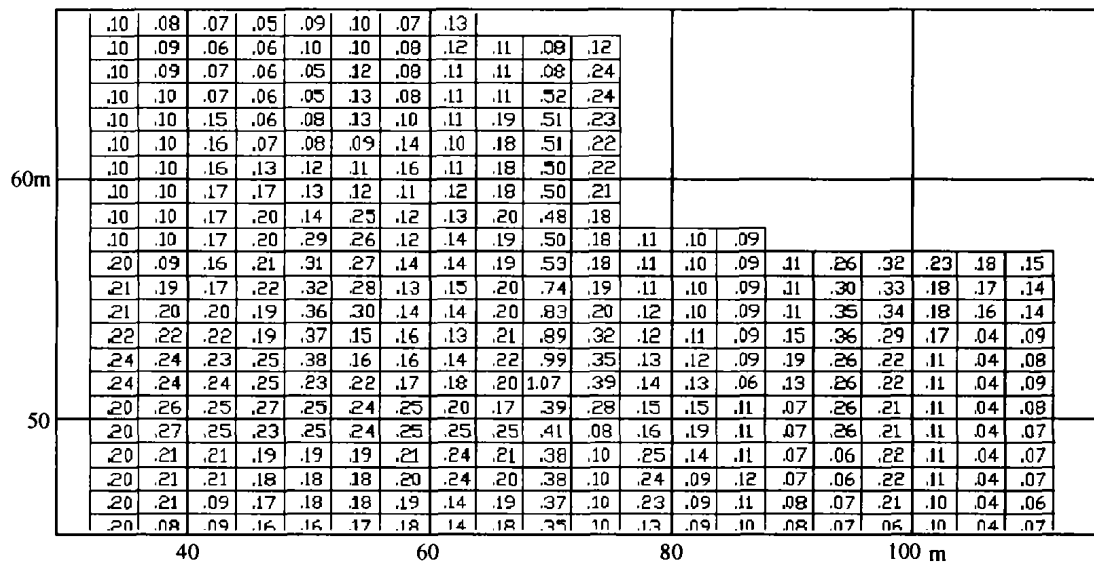


图5 X矿体A剖面Sn品位分布图(部分)

表1 储量报表

块段品位 界限/%	块段体积 m ³	块段矿石 量/t	比重 t/m ³	块段 Sn 平 均品位/%	累计体积 m ³	累计矿石 量/t	累计 Sn 平 均品位/%	累计金属 量/t
0.1 0.3	526976	2162182.53	4.103	0.209	528128	2162182.53	0.209	4518.96
0.3 0.5	368656	1512595.57	4.103	0.4	896784	3674778.1	0.287	1054.66
0.5 1.0	973920	3995993.76	4.103	0.739	1870704	7670771.86	0.523	40118.14
1.0 30	2331752	9571281.46	4.103	20822	4203456	17242053.32	1.817	313288.11

[参考文献]

- [1] 庄永秋,王任重,杨树培,等. 云南个旧锡铜多金属矿床[M]. 北京:地震出版社,1996. 9,38.
- [2] 冶金工业部西南冶金地质勘探公司. 个旧锡矿地质[M]. 北京:冶金工业出版社,1984. 127.
- [3] 王仁铎,胡光道. 线形地质统计学[M]. 北京:地质出版社,1988. 1.
- [4] 王仁铎. 地质统计学的发展趋势[J]. 地质科技情报,1996,15(2):99~102.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 侯景儒,黄竞先. 地质统计学在固体矿产资源/储量分类中的应用[J]. 地质与勘探,2001,(6):61~66.
- [9] 秦德先,燕永峰,等. 矿床数学经济模型[M]. 昆明:云南科技出版社,2001.
- [10] 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.
- [11] 燕永峰,秦德先. 矿床数学-经济模型及其在元江金矿的应用[J]. 矿物学报,2001,21(4):619~624.

3D MODEL FOR DEPOSIT BASED ON MICROMINE TECHNOLOGY

CHEN Ai-bing, QIN De-xian, ZHANG Xue-shu, JIA Guo-xiang, TAN Shu-cheng, FAN Zhu-guo
(The Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093)

Abstract: 3D Model for deposit is the foundation of "digital mine". On the base of the research to Geostatistics and the technology of MICROMINE software of Australia, combined with analyses of X ore body in the Gejiu tin mine, application of Geostatistics and the MICROMINE software in 3D Model for deposit is introduced.

Key words: geostatistics, deposit, 3D model