

广西大厂 X 矿体数字化研究及其意义

夏既胜¹, 秦德先², 谈树成¹, 余阳先², 赵筱青¹, 燕永锋²

(1. 云南大学资源环境与地球科学学院; 昆明 650091; 2. 昆明理工大学国土资源工程学院; 昆明 650093)

[摘要]以计算机为辅助工具, 将 GIS 技术与矿床数学模型软件包相结合, 完成对广西大厂 X 矿体的数字化研究。研究的第一步是建立矿体原始资料数据库, 该数据库包括矿体所有探矿工程的品位数据、岩性数据以及空间坐标; 第二步是建立矿体的矿体数学模型, 科学地估算出矿体各点的品位值; 第三步是根据建立好的矿体品位模型, 结合 GIS 技术, 建立矿体矿化强度模型。该矿体的数字化研究在实现矿山动态管理和进行找矿预测等很多方面具有重要的意义。

[关键词]数字化 广西大厂 成矿预测 GIS

[中图分类号]P628 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2004)04-0076-04

X 矿体是广西大厂锡矿的主要矿体之一, 内部结构和外部形态复杂, 即使矿体勘探程度高, 也难以正确圈定矿体和开发利用。在前期“大厂锡矿喷流热水沉积—改造成矿, 四楼一梯”的研究成果^{[1]①}的指导下, 对 X 矿体进行数字化研究。本研究采用地质统计学、数学地质等新兴边缘交叉学科的理论和方法, 并结合计算机及其配套系统, 对 X 矿体进行数学建模, 建立起有关 X 矿体的数据库, 在此基础上, 结合 GIS 的原理和方法, 建立 X 矿体的矿化强度模型。

1 地质概况

区域位于江南古陆南缘、北西构造带、东西构造带和北东构造带的复合部位。矿区含矿岩系为泥盆系碳酸盐岩—硅质岩—细粒碎屑岩建造, 地层自下而上出露有马家坳组 (D_2mj)、榴江组 (D_3lj) 和同车江组 (D_3tc)。马家坳组以灰岩为主, 上部夹少量硅质岩; 榴江组以硅质岩、条带灰岩和硅质灰岩为主, 同车江组为一套含泥岩、泥页岩和泥灰岩的浅海相陆源细碎屑沉积物^[1]。

矿区的主要构造是北西向的大厂断裂和大厂背斜。大厂断裂走向 $310^\circ \sim 340^\circ$, 总体倾向北东, 倾角 $40^\circ \sim 75^\circ$, 断裂破碎带宽 $0.5 \sim 2$ m, 其中发育的矿化透镜体, 反映了早期矿化及断裂多期活动的特

征。大厂背斜是一位于大厂断裂北东侧、与之近平行的倒转背斜, 背斜西翼较陡, 倾角大于 70° , 局部直立、倒转; 东翼较平缓, 倾角小于 40° 。背斜轴迹 330° , 往北部转为 300° , 北西倾伏。垂直大厂背斜发育北东向平行断裂, 走向 $25^\circ \sim 45^\circ$, 常切割北西向构造, 显张扭性。大厂地区有少量侵入体。长坡以东约 4 km 处龙箱盖花岗岩体, 长坡矿区东测有斑状花岗岩墙, 西测有一石英闪长玢岩岩墙。细脉带矿体主要受北东向张扭性断裂系统控制, 产于 91、92 号层状矿体之上的泥盆系上统榴江组的 $D_3^{2c}lj$ 、 $D_3^{2d}lj$ 和同车组 $D_3^{3a}tc$ 地层小扁豆灰岩、大扁豆灰岩、泥灰岩中。矿体以细(网)脉状矿化为主, 局部见层纹条带状矿化^[1-2]。

大厂 X 矿体主要受北东向张扭性断裂及裂隙系统控制, 产在泥盆系上统榴江组的 $D_3^{2c}lj$ 、 $D_3^{2d}lj$ 和同车组 $D_3^{3a}tc$ 3 个地层中, 其岩性主要为小扁豆灰岩 ($D_3^{2c}lj$)、大扁豆灰岩 ($D_3^{2d}lj$)、泥灰岩 ($D_3^{3a}tc$)。矿体以细(网)脉状矿化为主, 局部见层纹条带状矿化。整个矿体长 600 m, 延伸 240 m, 主要由一系列彼此大致平行的呈 NE 走向的陡倾斜裂隙充填脉组成, 单脉厚 $0.05 \sim 0.2$ m, 长几米至十几米, 走向 $NE25^\circ \sim 55^\circ$, 倾向 SE, 倾角 $65^\circ \sim 85^\circ$ 。矿体的形态主要呈厚板状、板状。矿体的总体形态复杂, 厚度变化较不稳定, 沿走向上和倾向上矿体端部分枝复合, 矿体的总

[收稿日期]2003-05-14; **[修订日期]**2003-07-25; **[责任编辑]**余大良。

[基金项目]九五国家科技攻关项目(编号:96-119-01-01-01)资助。

①秦德先, 夏既胜. 广西大厂细脉带矿体矿化富集规律及成果推广应用研究, 2002。

[第一作者简介]夏既胜(1974年-), 男, 2002年毕业于昆明理工大学, 获硕士学位, 助教, 现主要从事矿产资源经济、GIS应用方面研究工作。

体产状与裂隙群的产状一致。为后期改造成因,金属源来之下伏含矿地层和层状矿。

2 矿体数字化研究

研究范围为整个X矿体的所在区域,具体范围是矿区4号勘探线至22号勘探线之间的大约

189000 m² 区域,区域长 630 m,宽 300 m,高 120 m (高程 455 ~ 575 m)。

广西大厂X矿体的数字化研究共分三步完成,即建立矿体的原始资料库、建立矿体数学模型以及建立矿体矿化强度模型。其过程如图1所示。

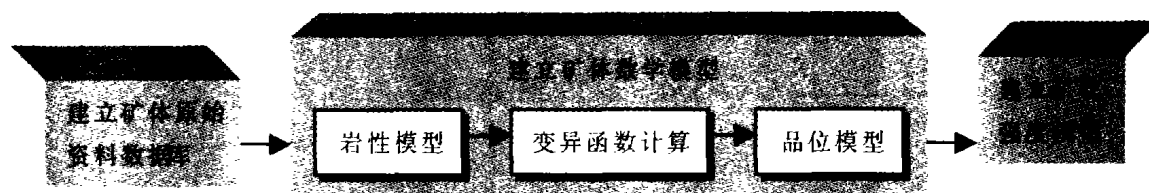


图1 广西大厂X矿体数字化流程示意图

2.1 原始资料数据库的建立

大厂X号矿体是以锡为主多金属矿体,主要可综合回收利用的伴生组分还有铅、锌等,此次建库主要针对锡、铅、锌3种元素进行。在研究区内共收集约234个工程,共有样品8128件,数据8883行,53298个数据。样品大部分采自钻孔岩矿芯,另一部分是坑道刻槽取样。

地质数据的输入有两种方法,即交互式工程数据输入法和ASC II码数据文件输入法。其ASC II码数据输入为一种最常用、最有效的工程数据输入方法。由于本次工作数据量较大,故而采用后一种输入方法。这种方法使用Word或Edit等文本编辑实用程序将钻孔或坑道资料数据高效地录入,制成ASC II码文本的数据文件,从而可以高效将整个X矿体的工程数据的读入到数据库中。

2.2 矿体数学模型的建立

借助昆明理工大学秦德先教授和燕永锋博士等研制的“矿床数学—经济模型软件包”来建立X矿体的矿床数学模型。本研究运用该软件包进行岩性模型、品位模型的建立。

2.2.1 模型基本参数

为了同时满足矿山生产的需要,方便准确圈定矿体和进行储量计算,使模型的单元块的行、列、层方向分别垂直于矿体走向、倾向和铅直方向,模型的基本参数确定如下:

- a. 模型原点坐标:
北坐标(x):3 749 650;东坐标(y):556 824;
水平标高(z):455
- b. 旋转角(北坐标顺时针转到模型左边缘的夹角):50°
- c. 模型单元立体块:3 m×1 m×2 m

d. 模型行数:210

e. 模型列数:300

f. 模型层数:60

g. 单元块总数:210×300×60=3 780 000

h. 总体积:27 206 000 m³

2.2.2 岩性建模

岩性建模就是在品位估值之前,为模型中待估单元块赋予特定的岩性代码,建立起三维岩性模型。用以表示含矿层(带)与非含矿层(带)的空间分布规律。这对限制品位估值的范围,准确圈定矿体和计算储量,具有重要的意义。关于岩性建模的详细步骤和方法这里不在详叙,可参见文献^[3]。

2.2.3 变异函数的计算和拟合

变异函数的分析是地质统计学的基本工具,它是应弥补传统储量计算方法及经典概率统计不足而引入的,它能够较好地表征区域化变量的基本特征,特别是能透过随机性反映区域化变量的结构性。因此,通过对地质信息的综合分析及建模的研究后,分别计算出所需的各个方向的实验变异函数,并对其进行拟合,求出拟合变异函数。之后对各个方向的实验变异函数进行套合,最终得到一个能够反映该矿床的区域化变量特征的拟合变异函数,并对其加以检验和地质解释。

实验变异函数的计算是拟合变异函数(矿床数学模型)获得的基础。通过对大厂细脉带矿体地质特征,Sn、Pb、Zn 3种主要元素的共生相关关系研究,对Sn、Pb、Zn 3种元素分别建立数学模型。变异函数计算完成后可进行变异函数的拟合。模型参数确定和实验变异函数的拟合,用加权多项式回归法和专用程序,在计算机上完成,拟合时主要考虑变程内的点,并且这些点以数据的个数为权。以Sn为

例,得出其变异函数及其拟合结果如图 2 所示。

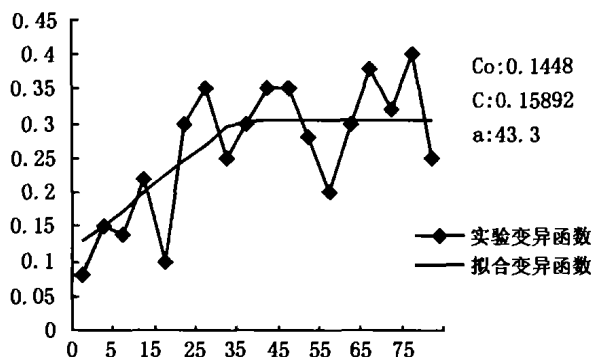


图 2 广西大厂 X 矿体走向方向函数变异图

2.2.4 品位模型的建立

品位建模是对所选建模范围内的每个单元块的品位根据其周围的地质信息进行估值,即要对三维网格模型中的每个单元块的品位进行估值。前述的一切工作,包括岩性建模、变异函数计算,其目的都是为了准确地建立品位模型。岩性模型的建立使含矿地层岩性估值成为可能,即可以限定估值的范围(区域场),矿床数学模型的建立找到了空间信息的数学关系,交叉检验证明了这种关系的可靠性。

3 矿体矿化强度模型的建立

3.1 矿体矿化强度模型的建立

这里采用 GIS 的 DTM 分析功能,建立矿体矿化强度模型。建立过程如下:

3.1.1 栅格数据的获取

矿体品位模型建好以后,按矿体的走向(模型行向),每隔 15 m 拾取一剖面,剖面上再每隔 10 m 取一条线,将线上所有 3 m × 2 m × 1 m 单元块的品位值进行统计,可得一平均值,将该值作为此线在平面上的投影点的品位值,这样可以按栅格数据格式(像元大小为 10 m × 15 m)得到整个矿体的平均品位平面投影值。

得到的栅格数据格式如下所示:

```
3 849 570 566 996.35 2.2
3 849 590 567 001 0.895
3 849 580 567 009.35 0.57
3 849 610 567 005 1.57
3 849 600 567 013.35 0.615
3 849 590 567 021.7 0.6657
```

...

以数据的第一行为列说明如下:

3 849 570 表示拾取点的 X 坐标,566 996.35 表示拾取点的 Y 坐标,2.2 表示矿体垂向投影点的平均品

位。

数据以 ASC II 码文本的数据文件形式存储。

3.2.2 矿化强度模型的建立

借助 MapGIS 6.0 软件进行矿化强度模型的建立,首先对上述 ASC II 码文本的数据进行离散数据网格化,输入上述已经得到的 ASCII 文件(*.Txt 文件),离散数据网格化输入窗口如图 3 所示,各参数设计如下:(1)坐标格式设置,根据设计好的数据格式,采用默认值,即 X 坐标为第一列,Y 坐标为第二列,Z 坐标(由品位值代替)为第三列;(2)网格参数设置如下表所示(表 1);(3)网格化方法采用距离幂函数反比加权网格化。

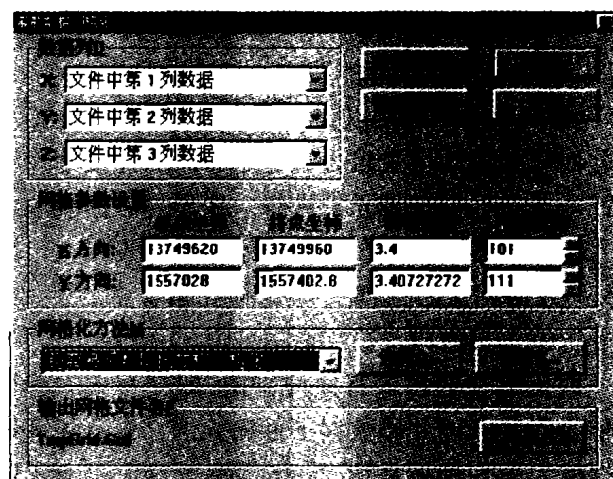


图 3 离散数据网格化窗口

运用 MapGIS 6.0 的 DTM 分析功能,对上述离散网格化数据进行空间模型的建立,得到矿化强度模型图如图 4、图 5 所示,该图基本上反映了 X 矿体 Sn 元素含量的空间变化规律。

表 1 网格参数设置表

方向	起点坐标	终点坐标	网格间距	网格线
X 方向	3 749 620	3 749 960	3.4	101
Y 方向	557 028	557 402.8	3.407	111

4 研究意义

4.1 实现矿山的生产动态管理

建立矿床的原始资料数据库,实现了资料数据的动态查询、矿体的动态圈定以及计算机的自动成图,达到了实现矿山生产动态管理的目的。

4.2 实现资源充分合理开发利用,减少资源浪费

经矿床建模后,综合考虑锡、铅、锌等元素,计算该矿综合平均品位,重新圈定矿体,使其他组分如铅、锌得以利用,大大增加了矿体储量,提高了矿山企业

的经济效益,充分合理地利用了矿产资源,延长了矿山服务年限,为矿山的可持续发展提供了科学依据。

4.3 为矿山生产计划和发展规划提供了科学依据

通过数字化研究后,能够查明矿产资源总量与矿山保有储量的数量、质量及其空间分布规律,从而

为矿山制定近期生产计划和长远长期的发展规划提供了科学依据。

4.4 成矿预测研究

从建立好的矿化强度模型图(图5)可以看出,矿体往北东的等值线没有闭合,未闭合的品位等值线 S_n 达1.28%,而且品位有增高的趋势,结合地质规律,认为可在X带矿体北东 $40^\circ \sim 50^\circ$ 方向,包括21-31勘探线之间及其北东地区的 $D_3^{2c}lj$ 、 $D_3^{2d}lj$ 、 $D_3^{2a}lj$ 地层中,寻找细脉带矿体。

该找矿靶区经工程验证,效果良好,发现了盲矿体,新增锡锌富矿石储量(储量级别相当122+1226级)xx万吨,其中锡金属量xxxx吨,平均Sn品位0.xx%,锌金属量xxxxx吨,平均Zn品位xx.xx%。

5 结语

在计算机日益普及和GIS技术大量运用于矿山的今天,此方法完全可以推广应用于其他矿山,在实现矿山动态管理和进行找矿预测等多方面具有重要的意义,特别在很多资源危机的老矿山,可运用此方法进行深部和外围的找矿增储研究,从而延长老矿山的寿命。

[参考文献]

- [1] 秦德先,陈建文. 广西大厂长坡锡矿床地质及成因[J]. 有色金属矿产与勘查 1998,7(3):146~152.
- [2] 叶绪孙. 广西大厂超大型锡矿床成矿条件[M]. 北京:冶金工业出版社,1996,2~80.
- [3] 秦德先,燕永锋. 矿床数学经济模型[M]. 昆明:云南科技出版社,2001,40~90.
- [4] 晏建国,崔银亮,陈贤胜. 云南省北衙金矿床成矿预测和靶区优选[J]. 地质与勘探,2003,39(1):10~13.
- [5] 胡小荣,俞茂宏. 理论变异函数球状模型的加权线性规划法拟合[J]. 地质与勘探,2001,37(5):45~49.
- [6] 司雪峰,崔银亮. 甘肃北山中带变质碎屑岩型金矿地质特征及找矿前景[J]. 地质与勘探,2001,37(6):5~9.
- [7] 张军,倪绍祥,周跃. GIS支持下的龙川流域退耕还林规划方法[J]. 云南地理环境研究,2003,15(2):27~33.

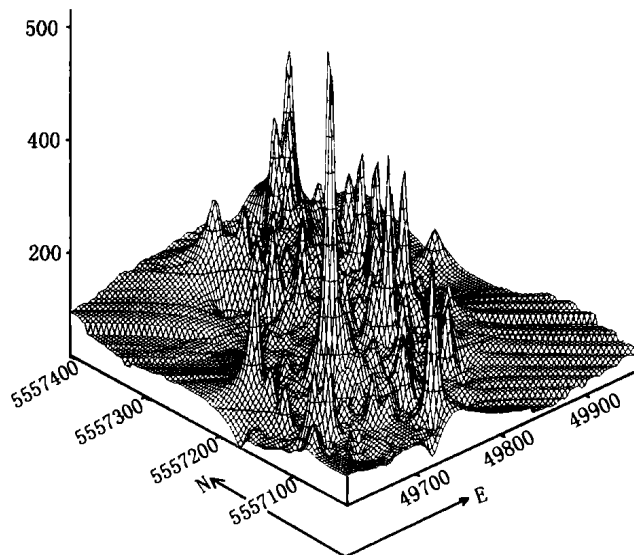


图4 X矿体矿化强度空间模型图

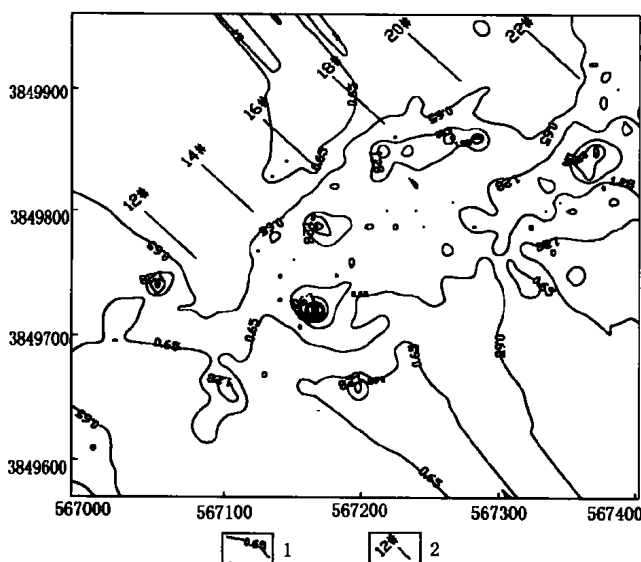


图5 广西大厂X矿体锡矿化强度平面投影图

1—锡等值线;2—勘探线及编号

DIGITIZATION AND IMPLICATION OF X ORE - BODY IN THE DACHANG DEPOSIT, GUANGXI

XIA Ji - sheng¹, QIN De - Xian², TAN Shu - cheng¹, YU Yang - xian², ZHAO Xiao - qing¹, YAN Yong - feng²

(1. Yunnan University, Kunming 650091; 2. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093)

Abstract: With the help of computer, GIS technology and mine mathematical model software together to digitize X ore - body were used in the Dachang deposit, Guangxi. The first step is to establish a primary database for the ore body. The databases include grade data, rock character data and special coordinate of the exploring project. The second step is to create mine mathematical model and to calculate grade of every point of the body. The third step is to establish mineralization grade model on the base of grade model and GIS technology. At last, the metallogenic of X ore - body can be forecasted on the base of the mineralization grade model. The digitization is very important for dynamic management and metallogenic forecast to the mine manufacture.

Key words: Digitization, Dachang of Guangxi, Metallogenic Forecast, GIS