

广西大厂锡矿田 92 号矿体数学经济模型研究

林小平, 秦德先, 黎应书, 刘建华, 燕永锋

(昆明理工大学 矿产地质研究所, 云南 昆明 650093)

摘要: 广西大厂矿田 92 号矿体矿化空间变化大, 若按传统方法圈定矿体, 计算储量, 对于因经济技术条件及采矿条件变化和对矿床的认识程度加深所引起的边界品位变化的适应能力差。据此, 我们采用建立矿床数学经济模型的方法, 以克服传统方法的不足, 很好地实现了矿山生产的动态管理。

关键词: 地质统计学; 三维地质模型; 锡矿床; 广西大厂

中图分类号: TD164.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2005)06-0007-03

Mathematic-Economic Model of No 92 Deposits for Dachang Stannum Ore Deposits in Guangxi Province

LI N Xiao-ping QIN De-xian LI Ying-shu LIU Jian-hua YAN Yong-feng

(The Geological Institute of Mineral Deposit Kunming University of Science and Technology Kunming 650093, China)

Abstract The mineralization space variation of ore-body at No 92 Dachang Deposit in Guangxi province is very great. If the ore body is marked and the reserves is calculated according to the traditional methods, it can't adapt the change of critical grade, which results from the change of economy technology, mining condition and the deeper cognition of people. In order to realize dynamic management of production in the deposit and overcome the disadvantages of traditional methods, three-dimension mathematic-economic model of the deposit is set up with computer and micromines software system in this paper.

Key words geostatistics; three-dimension mathematical geological model; stannum ore deposit; Dachang in Guangxi province

0 引言

广西大厂锡矿田锡金属量约占全国的 30%, 不仅是我国锡金属矿业的重要基地, 也是国内外知名的特大型矿床。矿体除 Sn 外, 还伴有大量 Pb, Zn, Ag, Sb, As, Cd, Ga 等可回收元素, 具有重要的经济价值。

但如何有效利用和开发矿产, 减少损失, 降低成本, 提高效益, 保持高产、稳产, 是矿山面临的重大课题。

92 号矿体成矿条件复杂, 矿化空间变化大, 矿体形态、产状、内部结构和品位组分空间分布规律不清, 难于正确圈定矿体, 这对开拓方案、采矿方法、采空区处理方法与首采地段的正确选择影响很大。

针对以上矿床地质、技术经济两方面存在的问题, 我们结合地质统计学、数学地质等边缘交叉学科的理论 and 计算机先进技术, 对 92 号矿体进行了认真系统的研究。应用 Micromines 软件包, 建立了矿体的原始资料数据库及其三维数学模型。建模结果可以很清楚地显示矿体的形态、产状和化学组分分布特征等。在此基础上可以进行动态的多方案矿体圈定和储量计算, 并结合目前的市场情况合理地进行矿业经济分析, 使矿业管理者随时可以根据市场的变化情况调整其出矿品位、矿床开拓和开采方案等, 以便能很好地实现对矿山的动态管理。

收稿日期: 2004-12-24

第一作者简介: 林小平 (1974~), 男, 在读硕士研究生。主要研究方向: 矿山数字化信息系统与 GIS 开发。

E-mail: wglxp@126.com

1 92号矿体地质特征

92号矿体位于长坡倒转背斜东翼之次级褶皱的北西倾没端,呈层状、似层状赋存于上泥盆统榴江组下段硅质岩中,垂向限于200~530m标高间,水平上分布于8~30号勘探线间.矿体产状与容矿地层一致,为NW或近东西走向,总体倾向NNE,倾角随地层产状改变而变化.

92号矿体总体由层纹条带状矿化、细(网)脉状矿化、结核状矿化及少量层间脉状矿化组成,以层纹条带状矿化为主,其次是细(网)脉状矿化.层纹条带状矿化与硅质岩为同一地质作用的产物,它们以层纹、条带状互层产出,含有一定量层纹状矿化的硅质岩就构成了矿体.92号矿体规模巨大,是大厂矿田最大的锡矿体,锡储量占整个大厂矿田锡总量的30%.

2 矿床数学建模

2.1 模型范围

根据该矿体的空间产出特征,结合探矿工程控制以及矿体变化等情况,确定建模范围为:东坐标(X):7000~7250m,坐标(Y):9300~9650m,高程(Z):180~540m.

2.2 数据库的建立及统计分析

该矿床地质数据库的建立是将矿床范围内的25条勘探线剖面的钻孔数据进行收集和整理,包括:152个钻孔的三维空间数据和化验数据等,将这些数据录入,建立三个基本文件(孔口文件、化验文件和测斜文件),并对它们进行有效性检验,其目的是检查数据是否具有下列潜在的错误:孔口坐标和整个深度范围是否缺少;缺少、不一致或者重复的工程名称;缺少的或者无效的工程测量数据;无效的样品间距,如起始值大于或等于终止值等.

通过对锡的1283个化验数据进行统计分析,结果表明,最高品位8%,平均品位0.37%,方差0.72%,标准差0.85%,对数均值-2.44%,对数标准差1.79%,几何平均值0.09%(图1).经对数转换后(图2),锡元素的品位分布既不服从正态分布,亦不服从对数正态分布,说明矿体中锡品位的变化极不均匀.

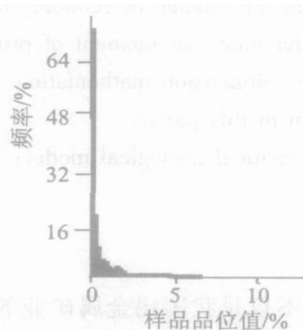


图1 Sn的品位频率分布图

Fig.1 Sn grade frequency distribution

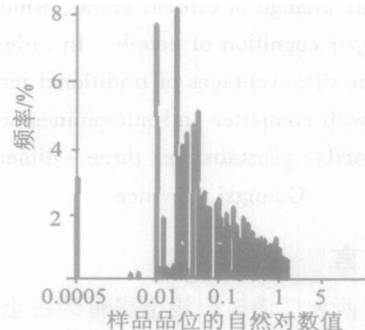


图2 Sn的品位对数分布图

Fig.2 Sn grade logarithm frequency distribution

分布,亦不服从对数正态分布,说明矿体中锡品位的变化极不均匀.

2.3 矿体边界的圈定

2.3.1 生成 Outlines

在可视化浏览器(VIZEX)中,调入已经建立的数据库,可以显示钻孔的位置、分布、化验数据等情况.根据矿体以及工程布置的实际情况,切出地质剖面.然后,根据矿床边界品位和钻孔化验数据圈定矿体的边界轮廓线(Outlines),对于该矿,其边界品位确定为0.1%.

2.3.2 生成 Wireframes

在三维浏览器(3D)中,利用上述已经生成的各个剖面的Outlines来生成线框(Wireframes),即矿体的三维边界线(图3).这样,为后续的品位建模大致确立了矿体边界.

2.4 品位模型的建立

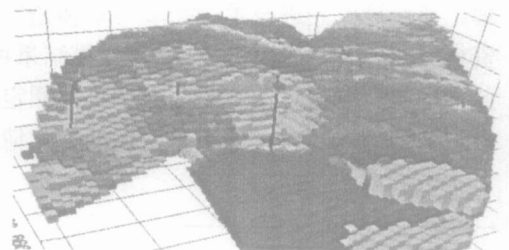


图3 矿体3D图

Fig.3 The 3D wireframe of ore-body

2.4.1 生成空单元块

由于矿体品位变化比较复杂, 笔者以 $2\text{m} \times 2\text{m} \times 3\text{m}$ 生成空单元块比较合适, 参数如表 1 所示。

2.4.2 界定空单元块和化验品位模型

用圈定的 Wireframes 分别对空单元块和化验组合数据进行赋值, 即把在 Wireframes 中的空单元块和化验组合数据单独界定出来, 从而为下一步的品位估值提供了准确的估值范围。

2.4.3 三维空间估值

由于该矿体样品化验品位的分布不服从正态分布, 笔者应用距离加权法来进行估值, 从而建立模型, 在此基础上, 可根据需要切取平剖面图 (图 4, 5)。距离加权估值法的基础是任何一点的矿石品位与它周围一定范围内的各点品位之间都存在有一定的空间相关性, 即两者距离之间存在一定的函数关系。因此, 待估值点的品位值可以用它周围点的已知品位值对其进行估计, 一般是根据距离的远近给定不同的权数, 距离待估值点越近, 作用越大, 给的权数越多; 反之, 距离越远, 作用越小, 给的权数越少。也就是说, 它是一个距离幂次的反比例函数关系^[4-6]。

根据该矿体的实际情况, 确定椭球体搜索的主方向为 285° , 倾伏角 30° , 半径 30m , 在八个方向进行搜索。

0.14	0.12	0.08	0.08	0.07	
0.14	0.15	0.12	0.11	0.10	
0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	
0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	
0.27	0.28	0.43	0.50	0.86	
0.34	0.38	0.74	1.13	1.46	1.69
	0.67	1.10	1.30	1.51	1.55
	0.74	1.05	1.22	1.57	1.63

图 4 500m 中段品位分布图

Fig 4 500 m grade distribution chart

0.07	0.02	0.02	0.02	0.26	0.33
0.07	0.02	0.02	0.02	0.24	
0.06	0.02	0.02	0.02	0.10	
0.08	0.03	0.02	0.02		
0.06	0.03	0.03	0.03		
0.05	0.03	0.03			
0.04	0.03	0.02			

图 5 东坐标为 7100m 剖面品位分布图

Fig 5 7100 m east coordinate grade distribution chart

3 储量计算

由于模型中单元块的体积是固定的, 为 $2\text{m} \times 2\text{m} \times 3\text{m} = 12\text{m}^3$ 。又由于前面待估值的每个单元块都赋予了品位值和方差, 此时只要输入边界品位 (对于该矿, 边界品位确定为 0.1%) 和比重 (取 3.2), 就可以根据需要计算出各个级别储量 (表 2 表 3)。

表 2 模型储量计算结果表

Tab 2 Model calculation table of ore reserves

品位范围	锡矿石量 /t	累计锡储量 /t	平均品位 /%	锡金属量 /t	累计锡金属量 /t
0.1~0.3	1 613 100	1 613 100	0.18	2 904	2 904
0.3~0.5	731 250	2 344 350	0.40	2 925	5 829
0.5~50	1 143 900	3 488 250	0.94	10 753	16 582

表 3 传统储量计算结果表

Tab 3 Traditional calculation table of ore reserves

工业品位 /%	锡矿石量 /t	平均品位 /%	锡金属量 /t
0.3%	1 790 010	0.74	13 246
0.5%	1 052 800	0.98	10 317

(下转第 14 页)

化物形式生成硅酸盐物相和少量铁、铝氧化物物相,有少量铁熔入金属锑中.

4) 锑渣中各元素互相结合,分别以独立相的形态存在,这与按传统相图确定的物相有一定差异,配料计算尚有改进余地.

5) 锑渣中夹杂有较多的金属锑,说明澄清分离的时间不足,这与试验的规模有关.

参考文献:

- [1] 雷霆,王吉坤. 熔池熔炼—连续烟化法处理低品位锑矿工业试验研究[J]. 中国有色金属学报, 2001, 11(11): 91~95
- [2] 王吉坤,雷霆. 熔池熔炼—连续烟化法处理低品位锑矿研究[J]. 有色金属, 2000, (2): 44~48
- [3] 雷霆,季龙官. 烟化法锑氧粉还原过程研究[J]. 有色金属, 2001, (4): 19~22
- [4] Lei Ting, Ji Longguan. Study on Thermodynamics of Reduction of Antimony-oxide Power Fuming Process[A]. In Pen Jinhui, Ma Keyi eds. ICHM'2002 A New Center International Conference on Metallurgical High Technology and New Materials of Heavy Nonferrous Metals[C]. Kunming Yunnan Science and Technology Press, 2002, 159~163
- [5] 雷霆. 烟化法低品位锑氧粉的还原熔炼研究[J]. 云南冶金, 2002, (3): 89~93

(上接第9页)

4 结论

前人将含层纹状、细(网)脉状锡矿化的硅质岩圈成了一整个矿体,比较粗略.此次,笔者经过深入细致地研究,应用矿床数学经济模型将该矿体进一步细分为上、中、下三层矿(上层矿矿化最好,平均厚25m;下层矿也有较好的矿化,平均厚10m;中层为矿化较差的低品位矿石或夹石).同时通过矿床数学经济模型进行估值计算储量比应用传统方法更为方便、快捷与准确,且计算的储量与应用传统方法计算的储量变差系数 $< 10\%$ (见表2表3).另外,利用该模型可以根据研究的需要在任意方向上切取剖面,而准确形象的三维立体显示让人直观明了.参考该模型提供的各项数据能使管理者随时根据市场的变化情况调整其出矿品位、矿床开拓和开采方案等,以便能很好地实现对矿山的动态管理.

参考文献:

- [1] 秦德先,燕永锋,洪托,等. 矿床数学经济模型[M]. 昆明:云南科技出版社, 2001. 5~43
- [2] 秦德先,洪托,田毓龙,等. 广西大厂锡矿92号矿体矿床地质与技术经济[M]. 北京:地质出版社, 2002. 135~198
- [3] 杨应选,仇定茂,阙海英,等. 西昌—滇中前寒武系层控矿床[M]. 重庆:重庆出版社, 1988. 124~152
- [4] 侯德义,刘鹏鄂,刘守义. 矿产勘查学[M]. 北京:地质出版社, 1997. 99~106, 188~199
- [5] 黎应书,秦德先,林小平,等. 云南大红山铁矿床三维数学模型探讨[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2004, (4), 332~335
- [6] 刘春学,秦德光,洪托. 变异函数在大厂锡矿的应用[J]. 昆明理工在学学报(理工版), 1999, 24(1): 171~176