

MAPGIS 在广西大厂锡矿成矿预测中的应用^①夏既胜^{1,3}, 秦德先², 曾红云³, 谈树成³, 王玉朝³, 杨克诚³(1. 云南大学生命科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093;
3. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘要:近年来许多老矿山的保有资源量日趋减少,随着开采的不断深入,保有储量已难维持矿山日常生产,而针对这些矿山的勘探资料充分和数据量大的特点,可以借助 GIS 的强大的空间分析技术,以计算机为辅助工具,对老矿山的周围和深部进行成矿预测研究。MAPGIS 在空间分析方面提供了强大的空间分析模块——DTM 分析。笔者以广西大厂锡矿为例,采用 MAPGIS 软件,利用其 DTM 功能,从建立矿体的矿化强度模型入手,对矿山的周围进行了成矿预测研究。文章认为:运用 GIS 的空间分析技术进行成矿预测是今后几年内进行成矿预测研究的一个重要发展方向。

关键词:应用软件;成矿预测;空间分析;MAPGIS;广西大厂锡矿

中图分类号:TP319:P612 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2006)01-0007-05

0 引言

我国是产锡大国,但绝大部分锡矿集中在广西大厂和云南个旧这两个老矿山,随着开采的不断深入,保有锡储量日渐变少,矿山生存发生危机。因此,在老矿山的深部和外围进行找矿预测的研究迫在眉睫。针对老矿山的勘探资料具有充分和数据多的特点,可以借助 GIS 的强大的空间分析技术,以计算机为辅助工具,对老矿山的周围和深部进行成矿预测研究。这一工作不但可以为矿山节省勘探费用,而且预测效果很好。笔者在这里以广西大厂锡矿为例,论述采用 MAPGIS 软件对矿山周围进行的成矿预测研究。

1 MAPGIS 及其运行环境简介

1.1 MAPGIS 简介

MAPGIS 是中国地质大学信息工程学院开发的地理信息系统基础软件,是原国家科委推荐的国产地理信息系统平台,具有广泛的应用价值。它由“输入”、“图形整饰”、“库管理”、“空间分析”、“输出”和“实用服务”6 大部分,共 16 个子系统组成。在空间分析方

面,MAPGIS 具有专门的空间分析子模块,包括矢量空间分析、网络分析、DTM 分析等,具有空间数据处理和分析能力强、界面友好、操作方便等特点,适合于地质工作者进行空间数据处理和分析。该系统与其它许多地理信息系统软件有着数据方面的接口,可以很好地实现数据的交换和共享,是一个比较成熟的国产 GIS 软件平台^[1]。

1.1 MAPGIS 的运行环境

1.1.1 硬件环境

主机:PC 机、Inter Pentium 4、1.5GHz、内存 128M 以上、10GB 硬盘;

显示设备:高分辨率的彩色图形显示器;

输入设备:数字化仪(A1)、扫描仪(A4);

输出设备:激光打印机(4L)、彩色喷墨绘图仪(A1、HP450C)。

1.1.2 软件环境

操作系统:Windows98(XP 或 2000);软件:MAPGIS 6.1 版。

2 资料来源

资料来源于广西大厂锡矿细脉带矿体的所有勘

① 收稿日期:2005-05-11 作者简介:夏既胜(1974-),男,湖南武冈人,讲师,云南大学在读博士,主要从事矿产资源经济、GIS 应用方面研究。

基金项目:本项目由九五国家科技攻关项目(编号:96-119-01-01-01)及云南大学校级科研项目(2004Q 16B)共同资助。

探资料。细脉带矿体(图 1)是广西大厂的 4 大矿体之一,内部结构和外部形态复杂,主要受 NE 向张扭性断裂及其它裂隙系统控制,产在泥盆系上统榴江组的 D_3^{2c} 、 D_3^{2d} 和同车江组 D_3^{3a} 三个地层中,其岩性主要为小扁豆灰岩(D_3^{2c})、大扁豆灰岩(D_3^{2d})、泥灰岩(D_3^{3a})。矿体以细(网)脉状矿化为为主,局部见层纹条带矿化。整个矿体长度为 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,单脉厚度为 0.05~0.2m,长度为几米致十几米,走向为 NE 250°~550°,倾向 SE,倾角为 65°~85°。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末端部分枝复合,矿体的总体产状与裂隙群的产状一致。矿体除含锡以外,还含有铅、锌等伴生组分^[2~3]。

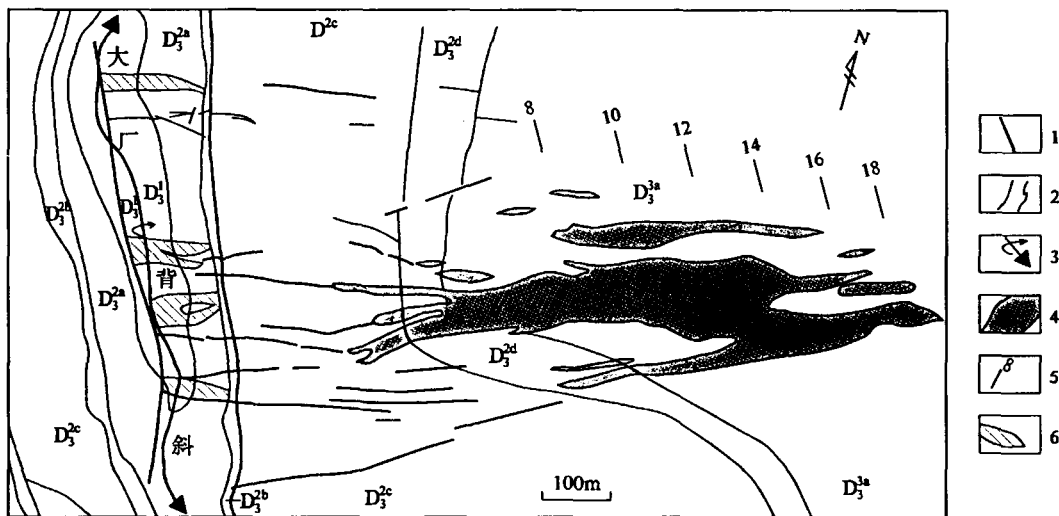


图 1 广西大厂细脉带矿体 595 中段地质平面图

Fig. 1 Geological plan on Level 595 of the vein zone orebodies in Dachang, Guangxi

D_3^{3a} —上泥盆统同车组上段泥灰岩 D_3^{2d} —上泥盆统榴江组上段上部大扁豆灰岩 D_3^{2c} —上泥盆统榴江组上段中上部小扁豆灰岩 D_3^{3b} —上泥盆统榴江组上段中部细条带状硅质灰岩 D_3^{2a} —上泥盆统榴江组上段下部宽条带灰岩、泥灰岩 D_3^1 —上泥盆统榴江组下段黑色隐晶质硅质岩 1—断裂 2—裂隙 3—背斜 4—细脉带矿体 5—勘探线及编号 6—大脉状矿体

3 数据库的建立

广西大厂细脉带矿体是以锡为主的多金属矿体,主要可综合回收利用的伴生组分为铅、锌等。本次研究在矿区内收集了 234 个工程的基本数据,共有样品 8128 件,数据有 8883 行,计 53298 个子数据。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 I 码数据文件输入法。其中 ASC I 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 I 码文本的数据文件,从而便可以高效地读入到工程资料数据库中。这种数据文件有两种格式,即固定格

式和自由格式,通常采用自由格式,其格式如下例所示:ZK470141

```

* * * * * 56 * * * * 93.8 470 320 0 0
0 0.75 1 0.024 0.3 2.08
0.75 1.75 1 0.21 0.08 9.41
1.75 2.75 1 0.14 0.026 0.33
2.75 3.75 1 0.072 0.18 0.23
.....
84 85 1 0.02 0.013 0.75
85 86 1 0.02 0.013 0.073
END

```

原始数据按上述格式输入形成 ASC I 码文件后,再由矿床数学——经济模型软件包^②检查原始数据错误,并完成原始数据的格式转换。数据库中的错

② “矿床数学—经济模型”软件包是在昆明理工大学秦德先教授的组织和指导下,在该校地质、采矿、数学及计算机等专业的教师参与和密切配合下,组成程序开发小组,经过三年艰苦努力研制而成。该软件包具有地质数据的统计分析、地形建模、岩性建模、分析变异函数、品位建模、储量计算和图形绘制(包括地形等高线图、工程分布图、岩性分布图、品位分布图)等功能。

误可通过绘制钻孔地表位置分布图或钻孔中段位置投影图来加以检验。在此基础上,将上步检查无误的ASC I 码钻孔数据文件录入 ACCESS 数据库中。

4 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,它是因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最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 三种主要元素的相关关系的研究,对 Sn、Pb、Zn 三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。模型参数的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 的矿体走向为例,得出其变异函数及其拟合结果如图 2 所示,各方向的参数如表 1 所示。

从表 1 中看出,Sn 各个方向的模型参数有明显差异,块金值和变程值各不相同,说明变量为带状各向异性结构,该带状各向异性结构反映了本区网脉状

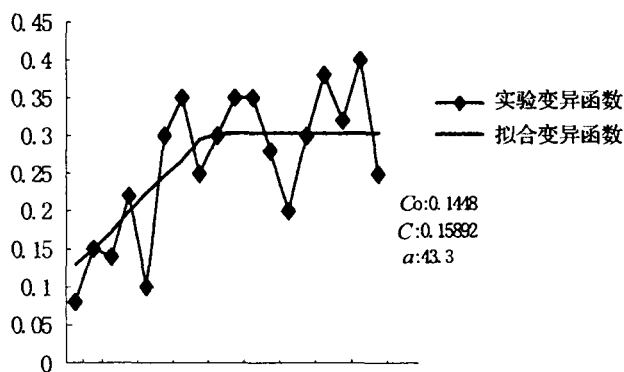


图 2 广西大厂细脉带矿体走向方向函数变异图
Fig. 2 Variation diagram of direction function of orebody trending in the vein type zone, Dachang

表 1 广西大厂细脉带矿体锡数学模型参数表
Table 1 Parameter table of tin mathematical model of the orebodies in the vein type zone of Dachang, Guangxi

参数	50°∠0°	140°∠0°	320°∠90°	平均
a	43.3	50	55	49.43
C ₀	0.1448	0.1556265	0.263529	0.1879852
C	0.15892	0.58273356	2.712782	1.15147852
C ₀ +C	0.30372	0.74836006	2.976311	1.33946372

矿化的实际,带状各向异性结构的套合由专用软件在计算机上完成,获得了全区矿床 Sn 的模型参数,其理论模型及参数分别为:

$$r(h) = \begin{cases} 0 & h = 0 \\ 0.1879852 + 1.1515 \left(\frac{3}{2} \times \frac{h}{48.23} - \frac{1}{2} \times \frac{h'}{48.23'} \right) & 0 < h \leq 49.43 \\ 0.52896242 & h > 48.23 \end{cases}$$

参数为 C₀=0.1879852, C=1.1515 a=49.43

该理论变异函数并非最终所确定的参数,因在拟合时,有部分人为因素的参杂,因此,还必须加以检验,验证合理后方才定下最终的参数。

5 成矿预测研究

5.1 数据准备和处理

在上述数学建模的基础上,运用“矿床数学—经济模型”软件包对该矿体进行品位建模(具体细节可

参考文献[4]),可得矿体空间各点的品位值,对于北坐标和东坐标相同的点进行加权平均,以加强平均值作为样点在矿体中的水平投影值。因此,经过处理后的数据,实际可以得到类似栅格数据形式的数据(像元大小约为 10 m×15 m),数据格式如下所示:

```
3849570 566996.35 2.2
3849590 567001 0.895
3849580 567009.35 0.57
3849610 567005 1.57
```

3849600 567013.35 0.615
 3849590 567021.7 0.6657
 ...

以数据的第一行为列说明如下:

3849570 表示拾取点的 X 坐标,566996.35 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。

将上述得到的数据制成 ASC I 码文本数据文件,并导入数据库进行存储。

5.2 空间分析

GIS 的空间分析是指用于分析地理事件的一系列技术,其分析结果依赖于事件的空间分布,面向最终用户,其目的主要有 4 方面,即认知、解释、预报及调控^[5]。根据 GIS 所处理的对象来界定其空间分析的功能,可分为基于图的分析 and 基于数据的分析两种。而本次研究采用的是基于图的分析。

MAPGIS 在空间分析方面提供了强大的空间分析模块——DTM 分析,它具有 Grid 模型分析和 Tin 模型分析两种,本次利用 Grid 模型分析功能进行。具体步骤如下:首先对上述 ASC I 码文本的数据进行离散数据网格化,输入上述已经得到的 ASC I 文件(*.Txt 文件),离散数据网格化输入窗口如图 3 所示。各参数设计过程如下:

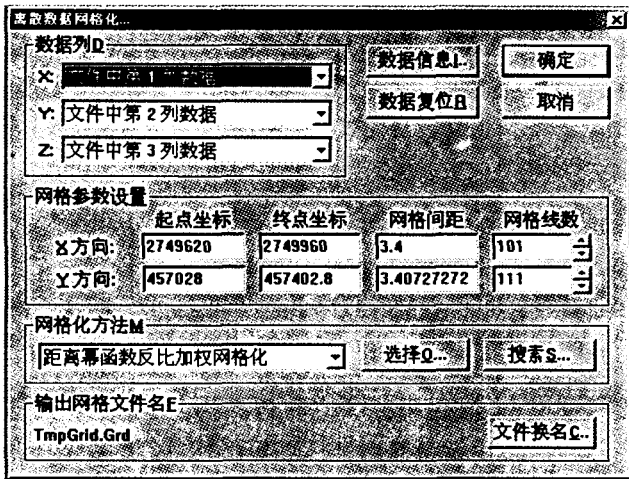


图 3 离散数据网格化窗口

Fig. 3 Gridding window of dispersion data

(1)进行了坐标格式设置,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)进行网格参数设置,如下表所示(表 2);

(3)网格化方法采用距离幂函数反比加权网格化。

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。

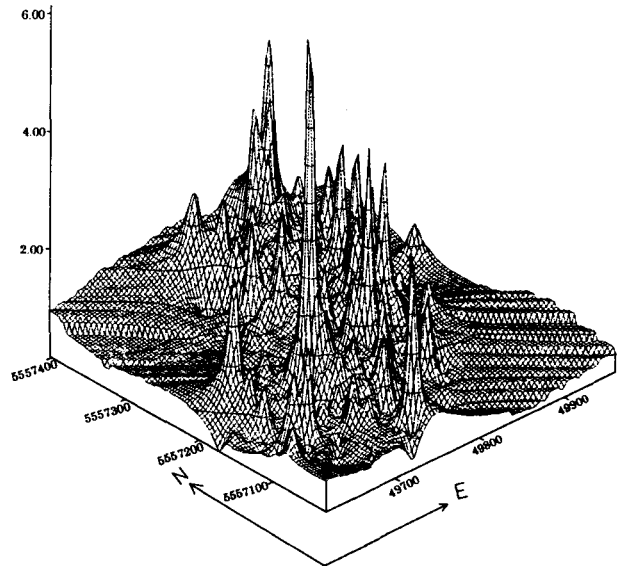


图 4 广西大厂细脉带矿体锡矿化强度立体模型图

Fig. 4 Stereo model of tin mineralization strength of the orebodies in the vein zone of Dachang, Guangxi

表 2 网格参数设置表

Table 2 Gridding parameter setting table

方向	起点坐标	终点坐标	网格间距	网格线
X 方向	2749620	2749960	3.4	101
Y 方向	457028	457402.8	3.40727272	111

5.3 预测区圈定

从建立好的矿化强度立体模型图(图 4)可以看出,该脉状矿体往 NE 方向延伸,并且往 NE 方向矿体富化越来越强。在建模范围内,NE 端锡最高品位达 6.0%左右。另从建立好的矿化强度模型平面投影图(图 5)可以看出,矿体往 NE 的等值线没有闭合,未闭合的锡品位等值线达 1.28%,而且品位有增高的趋势。结合地质规律,最终认为,可在细脉带矿体 NE40°~50°方向包括 21~31 勘探线之间及其 NE 地区的 D₃^{2c}、D₃^{2d}、D₃^{2a}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)为 xx 万 t,其中锡金属量为 xxxxt,平均锡品位为 x.xx%,锌金属量为 xxxxt,平均锌品位为 xx.xx%。

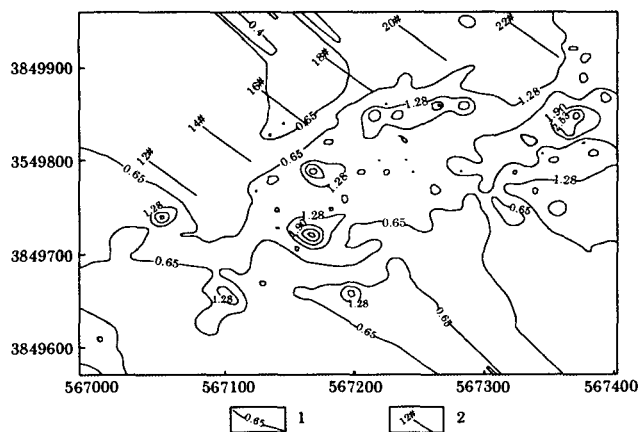


图 5 广西大厂细脉带矿体锡矿化强度平面投影图

Fig. 5 Plan projection map of tin mineralization of orebodies in the vein zone ang, Guangxi
1—锡品位等值线(%) 2—勘探线及编号

6 结束语

资源危机不仅是广西大厂锡矿山面临的问题,同时也是很多其它老矿山面临的问题,而这些老矿山的勘、采资料丰富,有进一步开发的巨大潜力,尤其是在计算机日益普及和 GIS 技术大量运用于矿山的今天,运用 MAPGIS 技术进行成矿预测,实践证明,该方法是切实可行的,并可以推广应用到其它许多老矿山。笔者认为,结合其它学科,特别是空间统计学(又称地质统计学),应用 GIS 的空间分析技术来进行成矿预测,应是今后几年内成矿预测研究的一个重要发展方向。

参考文献:

- [1] 周顺平,李雪平.三峡库区巫山县地质工程环境信息系统[J].水文地质工程地质,2002(1):21-23.
- [2] 秦德先,陈建文,等.广西大厂长坡锡矿床地质及成因[J].有色金属矿产与普查,1998,(3):146-152.
- [3] 秦德先,夏既胜,等.广西大厂铜坑锡矿矿体数字化与找矿预测研究[J].矿产与地质,2003,17,(增刊):316-319.
- [4] 秦德先,燕永锋,等.矿床数学经济模型[M].昆明:云南科技出版社,2001,40-90.
- [5] 孙英君,陶华学. GIS 空间分析模型的建立[J].测绘通报,2001(4):11-12.

APPLICATION OF MAPGIS IN ORE PREDICTION OF THE DACHANG TIN DEPOSIT OF GUANGXI

XIA Ji-sheng^{1,3}, QIN De-xian², ZEN Hong-yun³,
TAN Shu-cheng³, WANG YU-chao³, YANG Ke-cheng³

(1. College of Resource, Environment and Earth Science Yunnan University, Kunming, 650091, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming, 650093, China;

3. Life Science College Yunnan University Kunming 650091 China)

Abstract: The retained mineral resources in many old mine have been reducing every year. With the mining going further the retained reserves is hard to maintain the routine operation in mines. The vast data of prospecting in these mines however, enable us to carry out ore forecasting in the surrounding areas and deep part of the old mines aided with computer and advanced special analysis technology of GIS. MAPGIS provides a strong special analysis module, namely DTM analysis, in the aspect of special analysis. Taking the Dachang tin deposit of Guangxi as an example, using MAGIS software and its DTM function, starting from setting up mineralization strength, the authors have carried out ore prediction surrounding the mines. It is believed that ore prediction with GIS special analysis technology will be a very important orientation for ore prediction research in near future.

Key Words: application software, ore forecasting, special analysis, MAPGIS, the Dachang tin deposit of Guangxi