

# 脉状矿床深部定位预测系统简介

白万成<sup>1</sup>, 李宇昕<sup>2</sup>, 邢俊兵<sup>2</sup>, 卿敏<sup>2</sup>

(1 武警黄金指挥部, 北京 100055; 2 武警黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000)

上世纪 90 年代, 白万成等在开展小秦岭地区几个大型金矿床深部矿体预测研究过程中, 详细研究了断裂波形、断裂运动对矿体位置的控制规律, 创立了“控矿断裂数字模拟法”(白万成等, 1993; 1995; 1998; 1996; 2001)。最近, 在全国危机矿山接替资源找矿项目办公室的支持下, 又开发了出了 Windows 操作系统下运行的矿体定位预测软件——控矿断裂模拟找矿预测系统 (Orebody Position Indicating System in fault Simulation), 简称为“OPIS”。

## 1 方法原理

一条受断裂控制的大型矿脉经过地质勘探, 浅部一定范围内的矿体分布已经查明并已大体开采完毕。深部可能存在的盲矿体在什么位置?“控矿断裂数字模拟法”就是针对这一问题研制的一种解决方案。方法主要包含断裂面波形模拟、断裂运动模拟和容矿空间模拟三部分 (详见参考文献)。

**断裂面波形模拟:** 控矿断裂面是三维空间中的一个复杂曲面, 对于勘探过的地段, 可以通过制作勘探剖面图、坑道平面图、断裂面等值线图、三维表面图等了解其空间形态 (波形)。而对于深部的未勘探部分, 我们无法了解其波形, 这使得在浅部研究所得到的断裂控矿规律无法应用于深部的矿体预测。设想可以获得浅部断裂面波形的函数, 那么其深部的波形就可以通过计算而求出。根据物理学中波的叠加和分解原理, 设复杂的断裂面波形  $Z(x, y)$  是由  $n$  个方向、振幅、波长和起点不同的单向正弦波合成的结果。如果能找出每一个单向波的波形参数  $A_i$ 、 $\lambda_i$ 、 $\alpha_i$  (振幅、波长、方向角), 那么就可以合成出一个确定的波形函数 (白万成等, 1993; 1995)。逐个找出单向波的波形参数的过程, 就是波形分解。具体地是利用勘探、开采获得的控矿断层底板位置的坐标, 形成一系列离散的断裂面控制点。然后采用数字滤波的方法, 逐级拟合单向正弦波。获得各级波的波形参数。

**断裂剪切运动模拟:** 对于脉状矿床来说, 容矿断裂在成矿期内的活动是矿体形成的必要条件, 通常在各主要成矿阶段均伴随有断裂活动, 最终都表现为两盘间的相对剪切活动。正是由于波状断裂的这种剪切活动, 控制了透镜状矿体的发育和空间分布。最典型的情况下在一些断裂中发育含矿石英脉。对于已经勘探完毕的地段, 断裂的波形、矿体厚度、矿化强度的分布是已知的, 其分布可以用等值线图来表达。断裂剪切运动模拟, 其目的是查明主要成矿阶段断裂的运动方式。首先应当通过野外观察对断裂活动方式作出定性的判断。然后利用断裂面波形数据, 模拟断裂向不同方向的运动, 逐点计算出产生的虚脱空间, 制作出等值线图, 并与矿体厚度、矿化强度的等值线图相比较, 找出最接近的一个, 把这个方向作为主要矿化阶段断裂运动的方向, 并与野外定性观察的结果相比较、相印证。

**断裂容矿空间模拟:** 通过断裂面波形模拟, 获得了浅部断裂面波形的函数。划定深部一定范围, 其深部的波形就可以利用该函数计算而求出。有了各点的函数值, 一张“深部断裂面波形预测图”就可以制作出来了。根据断裂剪切运动模拟所获得的方向参数, 以“波形预测图”的波形数据为基础, 模拟断裂运动, 计算出相对的扩容空间, 制作“深部扩容空间分布图”, 这样深部可能的矿体位置和规模就一目了然了。

## 2 主要功能

系统由“数据准备、图形制作、模拟计算、系统帮助”4部分12个模块构成。

数据准备部分,包括“数据录入、数据导入、数据编辑、坐标变换、一次趋势分析”5个模块。“数据录入”采用表格方式录入原始数据;“数据导入”可导入 Excel 表格数据并可编辑;“坐标变换”针对一些特殊情况,对于矿脉走向为  $45^\circ$ 、 $135^\circ$  左右的矿脉,将平面坐标系旋转为和勘探线方向一致;“一次趋势分析”对观测点坐标数据进行一次趋势分析,求出矿脉的总体产状,并计算各观测点的一次趋势垂距(即观测点到一次趋势面的距离),作为制作波形图和分析的基础。

图形制作部分,包括“数据网格化、等值线图制作”两个模块。

“数据网格化”方法支持距离平方反比法(默认)和 Kriging 法,可调整横向、纵向网格间距及搜索半径,正确设置这些参数至关重要。

“等值线图制作”对自动生成的等值线图、标注及边框可修改其属性参数,可导出图形文件为 dxf 格式或 bmp 格式。系统生成的网格化数据文件可支持 Surfer 等其他制图软件调用,以满足部分用户对图件美观、参数设置等方面的特殊需求。

模拟计算部分,包括“波形分解、波形合成、运动模拟”3个模块。

“波形分解”默认分解到12级波,也可根据分解目的和结果调整。分解结束时,自动打开成果文件表格,以便检验波形拟合的收敛情况。

“波形合成”提供波形合成参数设置、新的图形范围 X、Y 坐标,极小、极大值设置等选项,这些参数取决于原始数据范围和将要预测的地段范围。

“运动模拟”可设定运动方向,代表着断裂的不同运动方式。输出网格化数据格式文件,以便直接调用制作等值线图。断裂运动方向特指断裂上盘运动的侧伏方向,即面对断裂下盘时观察到的上盘运动方向,这在野外观测时可以根据擦痕、阶步等标志定性判断。实际应用中,对于接近正逆冲、正断层、水平走滑三种情况及处理比较简单。对运动侧伏角在  $20^\circ\sim 60^\circ$  左右的断层,是通过控制原始数据网格化的间距来实现运动方向模拟的。

系统帮助部分,包括“使用详解、应用条件、方法简介”三个模块。“使用详解”详细介绍系统各模块的应用步骤,注意事项。根据分级目录菜单,可以迅速找到需要查看的内容。“应用条件”明确应用本系统必须具备的条件,避免在不符合条件的矿床使用,导致认识的错误。“方法简介”介绍方法原理、应用步骤,并列出了参考文献,供有兴趣的用户深入了解、探讨。

#### 参考文献

- 白万成,任林子.1993.控矿断裂几何形态模拟及在矿床深部定位预测中的应用[A].第五届全国矿床会议论文集[C].北京:地质出版社.545-547.
- 白万成,任林子,王春宏,等.1995.断裂面波形模拟预测法在脉状金矿床深部定位预测中的应用[J].贵金属地质,(3):214-221.
- 白万成.1998.脉状金矿床断裂容矿空间模拟[J].黄金地质,(3):1-6.
- 白万成.1996.断裂面波形模拟预测法——一种大脉型金矿床深部定位预测方法[A].“八五”地质科技重要成果学术交流会议论文集[C].北京:冶金工业出版社.725-728.
- 白万成,任林子,卿敏.2001.控矿断裂数字模拟方法及其应用步骤[J].地质与勘探,(6):34-38.