

坑透层析成像技术在金矿定位预测中的应用

侯恩科¹, 郝珠成², 王朝辉², 罗晓霞¹

(1. 西安科技学院, 西安 710054; 2. 陕西银母寺矿业有限责任公司, 凤县 721700)

[摘要]介绍了坑透层析成像技术的基本原理和工作方法,并结合应用实例探讨了坑透层析成像技术在金矿定位预测中的应用条件、具体工作方法和金矿体的圈定方法。根据对实例成果的验证分析,认为坑透层析成像是矿山坑内金矿体定位预测的有效手段。

[关键词]电磁波透视 层析成像 吸收系数 金矿预测

[中图分类号]P618.51;P612 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2001)04-0043-03

0 引言

技术方法

20 世纪 80 年代以来,我国黄金地质勘查和生产迅猛发展,目前我国已成为世界主要产金国之一。然而,在我国黄金工业的发展中,却明显存在着两大难题:一是已探明的储量远远不能满足生产的需要,使我国黄金工业始终处于“等米下锅”的局面,已有许多黄金矿山后备资源严重不足,致使企业面临关闭的严酷现实;二是矿山普遍存在着矿体厚度变化大、分枝复合频繁,使矿山开采难度加大,成本增高,严重影响着矿山企业的经济效益^[1]。解决这两大问题的途径之一就是大力开展坑道之间的矿体定位预测工作,使开采工作有的放矢,从而降低生产成本,提高资源回收率。

本文主要以无线层析成像技术在凤县三台山金矿坑道之间矿体定位预测中的成功实践为例,讨论无线层析成像技术在金矿定位预测中的应用条件、工作方法和金矿体异常的圈定方法。

1 坑透层析成像的基本原理和工作方法

我国从 20 世纪 70 年代初期开始试验无线电波坑道透视法(简称坑透法),80 年代将层析成像技术引入坑透资料的处理中,形成无线电波坑透层析成像技术。近 10 多年来,该技术主要应用于煤矿并取得令人满意的成果,但在金矿探测中则应用的极少。

1.1 基本原理

无线电波透视技术用于两坑道之间地质异常体的透视探测,其应用的物理基础是基于电磁波在介质中的传播理论,即电磁波在不同介质中有着不同的传播特性。对于近视均匀,各向同性的介质而言,

从 O 点发射的无线电波在接收点 P 的场强为:

$$H_p = H_0 e^{-\alpha r} f(\theta) \quad (1)$$

$$= \frac{2-f}{c} \sqrt{\mu} \sqrt{\frac{1}{2} l \sqrt{1 + \left(\frac{2-f}{f}\right)^2 - 1}} \quad (2)$$

H_0 —辐射场强,决定于发射功率和天线周围介质的初始场强; α —介质对电磁波的吸收系数; r —接收点到发射点的距离(m); $f(\theta)$ —方向性因子,是偶极子轴与观测点方向的夹角; f —发射频率; ϵ —介电常数; μ —介质导磁率; σ —介质导电率; c —光速。

由(1)、(2)两式可知:接收信号的大小主要与辐射场强 H_0 、接发距 r 、发射频率 f 、电磁参数(ϵ 、 μ 、 σ)及方向性因子 $f(\theta)$ 等有关。在其它参数一定的条件下, f 越高,信号衰减得越快,透距越小,但分辨率越高;反之,当 f 越低,信号就衰减得越慢,透视距离越大,分辨率也越低。所以,针对不同的坑透距离选择合适的发射频率对于异常体的识别分辨率以及透视效果影响很大,即就是要针对具体情况合理选择发射频率 f 。

在辐射条件不随时间变化时,吸收系数 α 是影响场强的主要参数,它的值越大,场强变化就越大。吸收系数与电磁波频率和介质的电阻率等电性参数有直接关系。在同一均匀介质中,频率越高,吸收系数就越大,电磁波穿透介质的距离就越近;介质的电阻率越低,吸收系数也越大。当探测对象如矿体与围岩具有明显的电性差异时,就可以利用无线电波透视法来识别。当然,坑透范围的富水构造破碎带等亦能引起较大的坑透异常,这给准确识别探测对象增加了困难。

利用 CT 技术解释坑透资料的基本原理是把坑透

工作面划分成有不同吸收系数的若干单元,每一小单元内可视为均匀介质。利用实测值和 SIRI 算法(Simultaneous Iterative Reconstruction Techniques:同时迭代重构技术)就可以得到各单元吸收系数值,从而实现工作面成像区内吸收系数反演成像。利用反演计算结果可以绘制成像区吸收系数等值线图和色谱图^[2]。

1.2 坑透 CT 工作方法

坑透 CT 工作方法主要是采用定点法观测方式,发射机相对固定于事先确定好的发射点位置,接受机在另一巷道一定范围内逐点沿巷道观测场强值,观测射线呈扇形分布。为了保证射线基本均匀,避免出现“盲区”,因此,在工作之前要根据工作面的实际情况预先画出观测系统,看观测线分布是否均匀,并适当调整发射点和接受点的位置,确保成像质量。不同发射点的发射参数要基本上保持不变,以减少吸收系数反演的误差,保证收敛速度。

2 应用实例分析

凤县三台山金矿深部 5、6 中段东延探矿巷道初步形成后,发现矿体变化极大,中段之间矿体发育、分布情况不清,据此,我们对该矿 5、6 中段东延之间部分地段利用无线电层析成像法进行了矿体定位预测试验研究,

2.1 地质概况

凤县三台山金矿床位于华北板块和华南板块对接消减带(凤镇—山阳断裂带)南侧,凤县印支期花岗岩闪长岩体西南端与上石炭统地层接触带内侧的三台山沟断裂构造带中。矿床由数个大小不一的矿体组成,矿体围岩为蚀变花岗岩闪长岩。矿体形态多呈透镜状、规模小、厚度变化大,分布不均匀。矿石类型以自然金—黄铁矿—石英脉型为主,自然金—石英—黄铁矿型和自然金—石英—黄铁矿—蚀变岩型为次。矿石品位一般为 $5 \times 10^{-6} \sim 15 \times 10^{-6}$,平均 7×10^{-6} 左右,矿化较均匀到不均匀^[3]。

2.2 坑透工作面地质条件分析

从 5、6 中段东延巷道探矿情况看,近东西向构造破碎带发育,宽度 0~4 m 不等,已揭露矿体仍以含金石英脉型矿石为主,蚀变岩型为次。矿体围岩为蚀变花岗岩闪长岩或构造蚀变岩,无矿段为弱蚀变或新鲜的花岗闪长岩。矿体中富含电阻率低的金属硫化物并以黄铁矿为主,从而与电阻率相对较高的新鲜花岗岩闪长岩和蚀变花岗岩闪长岩形成较为明显的电性差异,为坑透层析成像法的应用奠定了良好的物理基础。近东西向构造破碎带基本不含水、坑道

亦无积水,不存在水对岩矿体电性的较大影响。另外,除 6 中段西段为脉外巷道外(距离矿脉 8 m 左右),其余基本上为沿脉巷道。因此,坑透法可以较好地反映两中段之间的矿体发育情况。

2.3 工作方法与工程布置

本次使用仪器为 WKT-F3 型坑透仪,工作方法为定点法。5 中段与 6 中段东延之间探测距离 160 m,以 40 m 间隔分别在两巷道内布置了 5 个发射点,以 5 m 为间隔在两巷道分别布置接收点 33 个,实测物理点 282 个。

2.4 成果分析与解释

金元素是地壳中含量低又极为分散的元素,即使在金矿体中,其品位也仅有 $n \sim n \times 10^{-6}$,不会对岩石的导电性造成多大影响。但由于金经常赋存在较低电阻率的铜、铅、锌等金属硫化物中,而这些金属硫化物在金矿石中的含量可达百分之几至几十,这就可能造成金矿石或金矿脉与围岩之间明显的电性差异,从而为电磁法探矿提供了有利的地球物理前提。成果分析与解释着重是判定无线电层析成像图上矿体所可能造成的电性异常。

从 5 中段与 6 中段之间的无线电层析成像图(图 1)上可以看出,岩矿体对电磁波的吸收率可以明显地分成 $< 10 \text{ db}$ 、 $10 \text{ db} \sim 18 \text{ db}$ 、 18 db 3 个级别。各级异常之间形成陡变带,自然成为 3 个不同的物性单位。1 级地区吸收率低,等值线分布稀疏,面积较大,在沿脉坑道部位基本对应着无矿段,因此代表了不含矿的石英脉、构造破碎带和围岩分布区;2 级地区吸收率中等,等值线较密,围绕 3 级地区呈透镜状展布或独立呈透镜状展布,在沿脉坑道部位对应着贫矿段或薄矿段。由于透镜体是各种类型矿体的优势形态^[4],也是本矿矿体的主要形态,所以这些透镜状异常应为厚度较小、品位较低的矿化异常区;3 级地区吸收率强,形态近于等轴状,应为厚度较大,品位较富的矿化异常区,且有可能存在透镜状的块状黄铁矿体。

据此,在 5 中段和 6 中段之间圈定出预测矿体 4 个(图 1)。其中,1、2 号异常强度、分布面积均较大,应为具有开采价值的矿体,3、4 号因其面积较小,异常较弱,不宜开采。

2.5 成果验证

物探成果提交后的生产实践表明 5 中段与 6 中段施工的 6-1 号风井和 6-2 号风井实际揭露矿体位置及矿化强度与预测成果完全一致,据此分别向预测 1 号矿体的西侧和预测 2 号矿体的东侧延伸采

掘巷道,采出了大量的矿石。中间的较长一段无矿段未加密布置探矿斜井,大大节约了探矿资金。因

此,本次利用无线电坑透层析成像法对 5、6 中段的矿体定位预测是成功的。

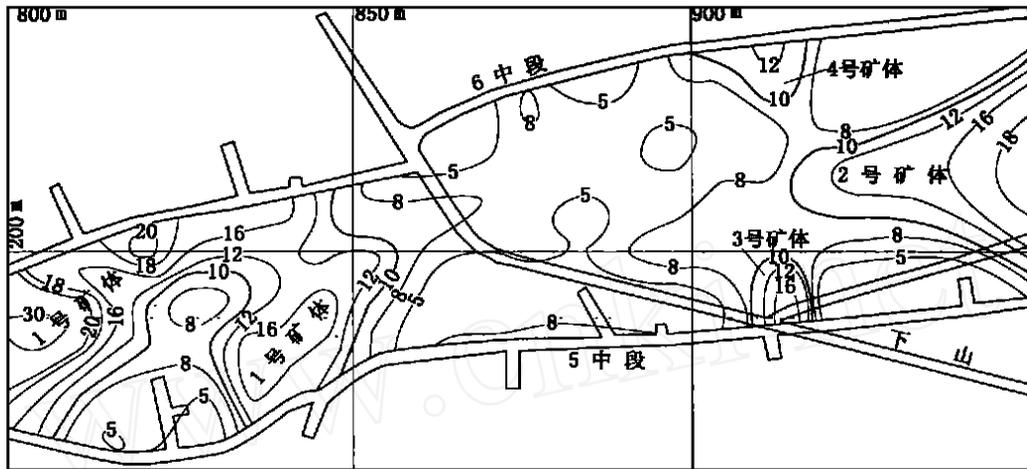


图 1 5、6 中段之间坑透层析成像解释平面图

3 结论

无线电波坑透层析成像法能较有效地探测金矿体,尤其是石英脉型金矿体,对于矿山生产中预测两坑道之间矿体的分布发育情况具有较大的实用价值,尤其当两坑道之间间距较大时应用该方法可以有效地节省探采工程费用,提高探采工作的针对性,减少盲目性。但在该方法应用和成果解释时要注意以下几点。

1) 坑道不能偏离矿体太远,以沿脉坑道效果最佳。否则不能有效地探测金矿体异常。

2) 工作时要加强地质研究,尽可能利用已有地质资料以提高矿体判定的精度。同时,还要注意观察坑道的积水情况以及断层的富水情况和具有电性差异的其它地质体的发育情况,以便在资料解释时排除非矿地质体或地质现象引起的物探异常。

3) 该方法的应用以矿体与围岩有较大的电性差

异为基础,当矿体围岩类型较多、富水构造发育,且与矿体电性近似的地质体或地质现象较多而使成果解释难度很大时,不宜采用该方法。

4) 目前成图是在垂直或水平面上的投影,当巷道位于脉外或巷道弯曲较大时,物探异常投影等值线所反映的异常体形态变形,不利于成果分析和应用。因此,在资料的分析解释和成图方面还有待于进一步改进。

[参考文献]

- [1] 赵玉灵,等.关于当前金矿勘探开采的几个问题[J].黄金科学技术,1999,7(1):21~23.
- [2] 程久龙,等.工作面电磁波高精度层析成像及其应用[J].煤田地质与勘探,1999,27(4):62~64.
- [3] 侯恩科,等.凤县三台山金矿床地质特征及成因初步分析[J].西北地质,1997,18(4):15~17.
- [4] 韦昌山,翟裕生,等.透镜体特征及其在找矿预测中的意义[J].地质与勘探,2000,36(5):39~41.

THE POSITIONING PREDICTION OF GOLD OREBODY BY ELECTROMAGNETIC WAVE COMPUTERIZED TOMOGRAPHY

HOU En - ke , HAO Zhu - cheng , WANG Zhao - hui , and LUO Xiao - xia

Abstract: The primary principle and working methods about the electromagnetic wave computerized tomography are introduced. The application condition and specific working method of this technique and the identification method of gold orebody are then discussed, based on an application example in Santaishan gold mine. According to the verification of the prediction results, the electromagnetic wave computerized tomography technique is thought to be a good technique in the positioning prediction to the quartz vein type gold deposits.

Key words: electromagnetic wave penetration, computerized tomography, absorption coefficient, positioning prediction of gold orebody



[第一作者简介]

侯恩科(1963年-),男,1987年获西安矿业学院地质矿产勘查专业工学硕士学位,现为西安科技学院地质系副教授、中国矿业大学北京校区博士生,主要从事矿山地质、成矿预测和地理信息系统等方面的教学与科研工作。

通讯地址:陕西省西安市 西安科技学院地质系 邮政编码:710054