文章编号: 1672-4461(2010)02-0064-03

可控源音频大地电磁法在肖家营子钼矿普查中的应用

李 勃,李凤芝,闫志勇
(辽宁省有色地质局 108队,辽宁 沈阳 110121)

摘 要:可控源音频大地电磁测深(CSAMT)法,是一种频率域人工源电磁测深法。它具有抗工业干扰能力强、探测深度大、分辨率高的特点,已应用到深部寻找金属矿、非金属矿及地热水勘查。通过在肖家营子钼矿的普查,推断出区内构造、含矿异常带的产出部位及产状,有效地指导了钻探施工,取得较好的效果。

关键词:可控源音频大地电磁法;钼矿;肖家营子
中图分类号: P631.3^{+}25 **文献标识码**: A

1 引言

可控源音频大地电磁法(CSAMT)是一种频率域人工源电磁测深法,研究大地的电磁响应,探测地下电性分布及地质构造。它已广泛应用于地质构造探测,石油天然气、煤田和金属矿产勘查,并取得了好的地质效果。

2 方法原理及特点

CSAMT方法是利用人工电偶极子装置向地下发送电磁波,电磁场在地下介质中产生各种效应并不断向远处传播,在一定范围内通过对不同频率信号的接收,来反映地下不同深度介质变化特征的方法。CSAMT法同时观测与场源平行的电场水平分量振幅 Ex(ω)和与其正交的磁场水平分量振幅 Hy(ω),并由此计算出对应频率的视电阻率 $\rho_s=\frac{1}{5f}\left|\frac{Ex}{Hy}\right|^2$。其供电、接收位置关系见图 1。此方法主要特点如下:

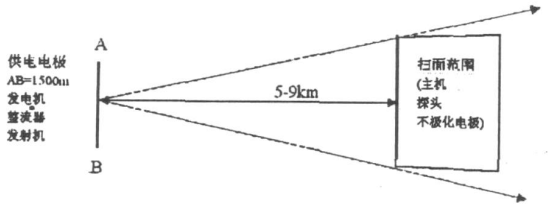


图 1 可控源音频大地电磁法平面示意图

⑴适合在干扰大,山高林密工作区作业。CSAMT方法是用一个发射偶极子供电,可以在它两侧的一个很大的扇形区域内测量,而且每一个测量点都是一个测深点。在山区或交通不便的地区,可以根据实际地形,选择合适的地方供电,测量时,只需移动接收机,便可进行面积性的测深工作。采用 30 kW 大功率发电机组往地下供电,能抵制矿山采矿形成的干扰信号,为此,具有抗干扰能力强的特点。

⑵勘探深度大。从理论上说,CSAMT的探测深度与发送偶极子大小及发收距长短无关,其探测深度大致为 $356\sqrt{\rho/t}$,因此,对于目前所用的频率范围(0.125～4 096 Hz)及可能达到的发送功率,其探测深度的范围为几十米到 2～3 km。

⑶高阻层的屏蔽作用小。CSAMT法使用的是交变电磁场,因而它可以穿过高阻层,特别是高阻薄层。有些无法用直流电法探测到的高阻薄层下的地质体,用 CSAMT法反映很好。

3 矿床地质环境

工作区为钼矿外围普查,位于天山阴山东西向构造带与大兴安岭新华夏隆起带的交接部位。区内大部被第四系掩盖,岩石仅在山脊和沟谷中有零星露头。矿区东部出露的是雾迷山组白云岩,矿区北部出露的是粗面斑岩,南部出露的是闪长岩。

区内构造类型以断裂构造为主,按生成顺序和展布特征可分为二组,即近北北东向压性断裂、北西西向张性断裂。其中通过矿区的张性拉海沟－康杖子断裂带具有多期活动特点。肖家营子钼矿及勘查区内大量的矿化及物化探有意义的异常均赋存于该构造带上,为主含矿构造。

区内岩浆活动比较强烈,燕山期侵入体沿拉海沟－康杖子张扭性断裂呈带状展布。其中康杖子岩体,灰黑色,全晶质细粒似斑状结构,斑晶主要为斜长石、正长石、石英、黑云母、角闪石等,该岩体是本区成矿有利的岩浆岩。

区内地表和深部矿化具有很大差异,地表矿化以分散的铅锌,伴有银矿化为主,而深部则以具有工

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8565486

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

业品位的钼铁、铜为主。反映本区矿化特征由地表至深部,具有矿化由分散至富集,矿种由铅锌至钼铜的规律。

4　地球物理特征

区内地表大部被第四系掩盖,岩石仅有少量露头,主要岩性为闪长岩、粗面斑岩、白云岩,测定的电性参数结果见表 1。

表 1　岩(矿)石电性参数测量结果

岩(矿)石名称	标本块数	视电阻率 ρ(Ωm)		备注
		变化范围	平均值	
钼矿	32	207～443	280	坑道测定
含矿蚀变破碎带	30	110～502	228	坑道测定
蚀变白云岩	34	256～684	489	坑道测定
闪长岩	37	523～1 537	1012	
粗面斑岩	35	325～867	627	
白云岩	40	645～1 786	1343	

由表 1电参数测定结果可见:

(1)钼矿体及含矿蚀变破碎带具有较低的电阻率(255Ω·m),具有"低阻"特征。

(2)远离矿体不含钼矿或不在含矿蚀变破碎带的岩性,为明显的"高阻"特征。

由此可见,矿体(钼矿、含矿蚀变破碎带)与围岩之间存在着明显的电性差异,具有良好的地球物理前提。具备间接圈定钼矿化体进行找矿的条件。

5　工作方法技术

工作中测量系统采用美国进口的 GDP-32多功能接收机,7个不极化电极和一个 ANT/6探头,由 7个通道分别测量 6个观测点的电场和磁场值,最后转换为卡尼亚电阻率贮存。

供电电源采用美国进口的 ZMG30发电机、GGT30大功率发射机和 XMT-32同步控制器对其控制输出,频率从 0.125 Hz到 8192 Hz,根据岩石电阻率值,按照勘探深度公式 $H = 356\sqrt{\rho/f}$(H为勘探深度,ρ为测区内岩性平均电阻率、f为频率)计算,选择工作频率为 1、1.41、2、2.81、4、5.63、8、11.3、16、22.5、32、45、64、90、128、180、256、360、512、721、1 024、1 441、2 018、2 882、4 096、5 765、8 192 Hz。

A、B两端大极点分别采用 0.8 m长 20根铜电极打直径 2 m圈,选用直径 0.5 cm的聚乙烯 32股铜丝供电线作为供电导线;野外测量点距 20 m,线距 100 m。

6　成果解释

该钼矿床矿脉受构造控制,矿体的产状与总的含矿构造的产状大致相同;其来源是岩浆沿着构造多期活动,并伴随有大量矿化活动,多期矿化叠加地段即形成较富的工业矿体。所以用 CSAMT法找到含矿蚀变的断裂构造部位。

由已知的坑探、钻探地质资料,结合电性参数测定结果及 CSAMT测深视电阻率分布特征综合分析,总结推断断裂构造特征为:视电阻率规律性较好,低阻梯度带变化,串珠状异常展布地带为断裂构造分布地段见图 2。

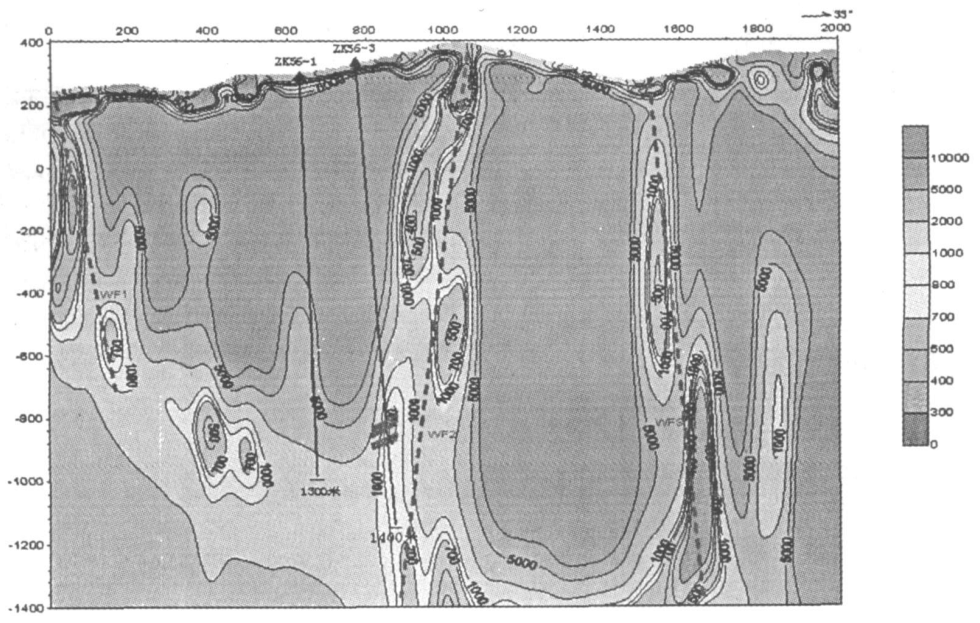


图 2　0线 CSAMT电阻率断面图

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8565486

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

以断裂 WF2为例:该断裂走向近北西,倾向北西,倾角较陡,视电阻率异常出现串珠状低阻异常带;电阻率等值线梯度变化大,断裂深部有视电阻率小于 500Ω. m低阻异常带,延伸可达 -1 400 m高程以下。

区内共布置四条互相平行测线,通过 CSAMT普查扫面,区内共发现视电阻率低阻异常带 3处。其中,规模最大、最具找矿意义的视极化率异常带呈“花生”型走向南北展布,该异常分布在 4线的 1500号点、0线的 1000号点和 3线的 750号点之间,异常整体形态呈脉状、陡倾斜。在 0线表现的规模和强度最大,最大延伸可达 1 400 m以下。此异常在 3线表现为两个间断的低阻异常,其地表位置有一正在开采的竖井,经调查得知,其所采矿种为铅锌矿,采矿深度为 200 m以上,呈脉状南北向展布,与异常吻合。依矿区地表和深部矿化的规律,地表至深部,具有矿化由分散至富集;矿种由铅锌至钼铜。推断深部异常为钼铜矿引起。

根据 CSAMT成果,矿山选择异常有利部位布设了钻探工程,见矿率高达 90%,而超出异常范围施工的钻孔未见矿。ZK56-3孔自 -800 m至终孔 -1 400 m,断续见工业钼矿体,其累加厚度达 24 m多。

7 结语

CSAMT法在深部矿产勘查中之所以能取得较好的地质效果,主要是其具有抗工业干扰能力强、探测深度大、高分辨率的特点。

肖家营子钼矿区矿体受构造控制,延深较大,地表覆盖着较厚的第四系沉积。通过 CSAMT方法准确推断区内构造、矿体的产出部位及产状,为钻探施工提供设计依据,减少探矿风险,加大了矿山的建设步伐。

参考文献:

[1] 何继善译. 可控源音频大地电磁法 [M]. 长沙:中南工业大学出版社, 1990.

[2] 汤井田. 可控源音频大地电磁法及其应用 [M]. 长沙:中南工业大学出版社, 2005.

收稿日期: 2010-01-05

作者简介:李 勃 (1965-),男,工程师, 1987年毕业于中南大学。现在主要从事工程物探工作。

(上接第 63页)

5 结语

瞬变电磁法在探测多金属矿区的应用上因其分辨能力强、工作效率高及受地形影响小等特点,越来越受人们的重视[5-10]。通过在丰山铜矿 7线和 8线利用瞬变电磁法 (TEM)进行剖面测量,结果表明,瞬变电磁法 (TEM)在铜矿山研究岩体深部的空间形态、预测成矿有利部位是有效的。今后,在丰山铜矿的找矿勘查过程中,可以选择有利的地质部位继续开展瞬变电磁法 (TEM),使找矿工作取得更大成果。

参考文献:

[1] 张泽湖. 大冶有色金属公司矿山资源现状及新一轮地质找矿成果综述 [J]. 资源环境与工程, 2007, 21(增刊): 124-134.

[2] 熊继传,孙四权. 鄂东国有大中型矿山资源危机程度及接替资源潜力 [J]. 资源环境与工程, 2006, 20(5): 513-518.

[3] 舒全安,陈培良,程建荣,等. 鄂东铁铜矿产地质 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1992.

[4] 刘继顺,舒广龙,高珍权. 鄂东南丰山矿田卡林型金矿地质地球化学特征 [J]. 地学前缘, 2004, 11(2): 379-385.

[5] 汪涵璋. 一种寻找隐伏矿的有效物探方法 - 瞬变电磁法 [J]. 物探与化探, 1994, 18(4): 304-308.

[6] 李文尧. 瞬变电磁法在民乐斑岩铜矿区找矿中的应用 [J]. 物探与化探, 2000, 24(5): 391-393.

[7] 叶敏生,张 云. 瞬变电磁法在内蒙古元山子镍矿勘查中的应用研究 [J]. 宁夏工程技术. 2007, 6(1): 54-56.

[8] 伍卓鹤,李新宁,陈泉芳,等. 瞬变电磁法在矿产勘查中的应用研究 [J]. 华南地震, 2007, 27(3): 26-43.

[9] 李文尧. 瞬变电磁法在有色金属矿勘查中的应用 [J]. 云南地质, 1999, 18(4): 463-468.

[10] 陈 伟,王琳琳,李应栩. 隐伏矿体预测的技术方法及其进展 [J]. 有色金属 (矿山部分), 2009, 61(1): 25-27.

收稿日期: 2009-09-21

作者简介:欧阳玉飞 (1979-),男,湖南郴州人,中南大学在读博士。主要从事固体矿产勘查与成矿预测研究。

蓝野监理 LANYE SUPERVISION E-mail:GSLYJL@126.com Tel: 0931-8565486

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net