## EH4 连续电导率测量在哈达门沟矿区的应用效果

陈孝强<sup>1</sup>,李 伟<sup>2</sup>,徐德利<sup>1</sup>,樊战军<sup>1</sup>,陈瑞林<sup>1</sup>,刘 纲<sup>1</sup>

(1中国人民武装警察部队黄金地质研究所,河北 廊坊 065000;2内蒙古包头市鑫达矿业有限公司, 内蒙古 包头 014010)

摘 要 内蒙古包头市哈达门沟金矿是内蒙古中西部唯一的大型岩金矿床。本文通过应用 EH4 连续电导率测量仪对矿区进行测量,通过对资料进行解译,较清楚的反应了山前断裂、F1 断裂、山前钾化带 24 号脉群的空间 形态,对矿区深部形态反应清晰,为下一步工作提供了基础地质资料。

关键词 地质学; EH4 连续电导率测量; 哈达门沟金矿; 钾化带; 石英脉

哈达门沟金矿床位于内蒙古自治区包头市西郊,该金矿床与金矿化密切相关的围岩蚀变是钾长石化, 而不是在华北地台大多数金矿床中常见的绢英岩化(李强之等,1999)。因此,深入研究哈达门沟金矿床 钾长石化蚀变深部的特征及形态,对该金矿的成因研究及金矿的找矿具有指导作用。

## 1 矿区地质特征

哈达门沟金矿床大地构造位置处于华北地台北缘西段的阴山隆起中段。区内构造形迹以东西向为主, 其中乌拉山-大青山山前断裂和山后(临河-集宁)断裂是区内规模最大的断裂构造,分别沿乌拉山南缘和 北缘展布<sup>•</sup>(图1)。有研究表明这2条断裂均为深切地幔的深断裂,具有多期继承性活动的特点。区内褶 皱不太发育,以层间褶曲为主,断裂较发育,与金矿化关系密切的断裂为近EW向展布的乌拉山山前大断 裂、钾化破碎蚀变带及其派生的次级构造。



●孟 伟,王金龙.1992.内蒙古包头市哈达门沟金矿床地质特征研究.中国人民武装警察部队黄金第二支队.

1—第四系,2—侏罗系和白垩系火山-沉积岩,3—古生界海相沉积岩,4—元古界渣尔泰群变质火山-沉积岩,5—太古界色尔腾山群绿片岩,6—太古 界乌拉山群片麻岩、大理岩、斜长角闪岩和混合岩,7—太古界集宁群片麻岩和麻粒岩,8—古生代大桦背花岗岩,9—古生代花岗岩类侵人岩, 10—元古代花岗岩类侵人岩,11—太古代花岗岩类侵人岩,12—断层,13—推测断层,14—金矿床

矿区出露地层主要为古元古界乌拉山群变质岩,变质岩类型主要有片麻岩、麻粒岩、变粒岩、斜长角 闪岩、大理岩和磁铁石英岩。岩浆岩主要有大桦背黑云钾长花岗岩(γ<sub>15</sub>)和沙德盖钾长花岗岩(γ<sub>34</sub>);矿 区脉岩较为发育,主要有伟晶岩脉、辉绿(玢)岩脉、闪长岩脉、花岗斑岩脉等。含Au地质体呈脉状或似板 状产出,矿化较连续,有分支复合、尖灭再现现象,走向近EW,倾向S,倾角 45~85°。矿化类型分为含 Au石英脉型、含Au石英-钾长石脉型和含Au蚀变岩型。自然金的赋存状态以包裹体金为主,次为裂隙金和 晶隙金。围岩蚀变主要有硅化、钾长石化、绿泥石化、绢云母化和碳酸盐化。

哈达门沟金矿床现已发现的含金矿脉有 90 余条,可划分出含金钾长石化蚀变岩型、含金钾长石化石 英脉型、含金石英脉型、含金黄铁绢英岩化蚀变岩型 4 种矿化类型。

本次 EH4 连续电导率测量工作的主要研究对象为山前断裂、山前钾化带、F1 断裂及 24 号脉群,测线 布设情况见图 2。



山前断裂是公认的矿田内规模最大、活动时间最长的断裂构造,属于区域乌拉特前旗-呼和浩特大断裂

107

西段的一部分,大致沿山根分布,控制着成矿带的展布方向。矿田内山前断裂从阿贵沟到哈达门沟,可分为4段,由西向东走向依次为EW90°、NE45°、NE80°、NE55°。总体倾向南,倾角 60~70°,宽 30~50 m,长度达 16 km。

山前钾化带是指主要产于构造台地内的外貌呈砖红色的脉状地质体,实际上是钾长石化的蚀变碎裂岩 及碎裂岩化带,可分为南、北两条,平行展布。山前钾化带内岩石呈致密块状,主要由钾长石、石英和碳 酸盐矿物组成。钾化带之间伟晶岩脉,特别是由钾长石和石英组成的花岗伟晶岩脉发育。对山前钾化带的 成因,争议较大:有人认为是一条岩浆带,钾长石化脉体是岩浆成因;也有人认为是一条构造带,钾化脉 体是古断裂破碎带被热液交代(钾长石化、碳酸盐化)而成。

F1 断裂被认为是山前断裂的分支断裂, 在测区内呈 NEE 向展布, 它与山前钾化带同属一条构造带, 为不同期次构造活动的产物, 显示为低阻特性。

24 号脉群赋存于含金地质体——石英钾长石脉和蚀变岩内,形态呈脉状较为单一,倾向 184°,倾角 64°。含金矿脉主要是石英钾长石脉,局部见有含金蚀变岩。硫化物比较单一,除黄铁矿外,其他硫化物 很少,属贫硫化物型矿石。成矿后断层较发育,沿走向错断矿体,矿体在水平方向断开几米到几十米。地 表矿体连续,东西长 750 m,仅东西两侧边部矿化减弱,为矿体边界。

2 矿区地球物理特征

通过对矿区内主要岩矿石的物性参数测定(表1),可以得出以下认识:

围岩(片麻岩)电阻率一般在1000~2000 Ω·m 之间,脉岩(伟晶岩)和钾化带电阻率一般小于1000 Ω·m,石英脉(矿脉)电阻率相对较高,主要是硅化作用造成的,而且变化大,是由于硅化不均匀造成的; 围岩与矿脉有明显的电性差异,适合在本区开展 EH4 连续电导率测量工作。

当然,不同岩类的电阻率值的变化固然与其矿物成分有关,但在很大程度上却取决于它们的孔隙度或 裂隙度及其中所含水分的多少。岩石孔隙度或裂隙度高、所含水量多则电阻率较低,而岩石致密、含水量 少则电阻率较高。

bf.U	样品数	极化率 (η)		电阻率 ( <b>Ω・</b> m)	
岩矿石名称		均值	变化范围	均值	变化范围
石英-钾长石脉	94	2.718	0.310~40.21	1273	202~21093
石英脉	19	0.700	0.132~2.557	2483	765~13747
伟晶岩	11	1.786	0.310~4.672	853	275~2629
蚀变岩	19	3.836	0.544~23.67	966	311~3553
黑云斜长片麻岩	25	2.957	0.143~4.823	869	30~5254
榴石黑云斜长片麻岩	8	3.909	1.946~8.093	1153	610~2738
黑云角闪斜长片麻岩	9	3.464	1.762~6.116	1982	333~6831
钾化带	4	2.655	1.856~4.818	694	383~1461
K、Si 化黑云斜长片麻岩	4	2.690	2.121~3.411	1856	485~4739

表1 哈达门沟金矿区主要岩矿石物性参数统计表(吴尚全等,1995)

本次工作设备采用美国 EMI 和 Geometrics 公司联合生产的 EH4 电阻率测量系统。观测频率响应范围 采用标准配置,即 10Hz~92kHz。磁线圈接收器用 BR-1M 型,电极用 BE-20 型缓冲放大器,电极按十字形 布设,电极 Ex0、Ex1 沿主测线方向布设,电极 Ey0、Ey1 垂直主测线方向布设,埋入土中 20~30 cm,保 持与土壤接触良好。磁棒按 L 形布极,用罗盘定向,Hx 沿主测线方向,Hy 垂直主测线方向布设,磁棒在挖 好的沟内用水平尺摆放水平后用土埋实,电极连线、磁棒连线及接入主机和 AFE 的电缆均着落地面,并避 免平行放置。

在野外实测时,根据每个测点给出的视电阻率、相位、相关度及振幅曲线,进行数据质量的实时分析, 对一些不可靠的数据采用增加测量次数,提高数据质量;如果整条曲线的数据质量太差,则实施重复测量, 保证了野外实测数据质量真实可靠。每天野外工作结束后,在室内将主机内的实测数据传输到 PC 机上, 然后对野外数据进行相关系数、滤波系数的调整,再对时序资料(Y 文件)进行逐个挑选、剔除等重新处理, 选择相位在 20~70°之间,相干度大于 0.5 的质量可靠数据,尽量降低影响因素,突出有用异常。在上述工 作的基础上,将最终处理后的结果文件(Z 文件),利用绘图软件绘制二维断面图,得出电阻率二维断面图, 然后再对比已知地质资料进一步做解释。

本次 EH4 连续电导率测量工作在哈达门沟测区共测量 8 条剖面(图 2),从 EH4 连续电导率测量二维断面图(图 4)中取得如下认识:

山前断裂:此异常位于高阻与低阻变化的接触带位置,也就是第四系地层与黑云二长片麻岩电性界面 位置,向深部延伸较深。此异常从浅部看,北倾,陡倾角。但在标高 700 m 以下,向深部出现两种可能: 一是和浅部一样的陡倾角延伸至深部;二是倾角变缓,插入高阻体内,也就是倾角浅部陡深部缓。

F1、山前钾化带:此异常为明显的低阻异常,推测是F1断裂与山前钾化带的集合体,北倾,倾角为 西陡东缓,延深为西浅东深。F1断裂为山前断裂的分支,在HDMG04线分开,在测区范围内走向北东东, 与山前钾化带共同组成一条大的构造带。



图 3 哈达门沟测区 EH4 连续电导率测量二维断面图 左上: HDMG04 线; 右上: HDMG06 线; 左下: HDMG07 线; 右下: HDMG08 线



图 4 哈达门沟测区 HDMG02~HDMG08 线 EH4 连续电导率测量三维断面图



图 5 哈达门沟测区 EH4 连续电导率测量不同标高视电阻率平面图 900 m (左上)、800 m (右上)、700 m (左下)、600 m (右下)

Q24(24 号脉群):此异常位于高阻向低阻变化的梯度带上,南倾,倾角 60°左右。根据地表位置确 定为 24 号脉群的位置,所以此异常为矿脉引起的高阻异常。

把 HDMG02~HDMG08 线的视电阻率断面图按空间位置排序,绘制了三维断面图(图 4),可以较为 直观地分析测区内深部的电性界面和地质构造的分布和变化情况,有助于从不同角度在相对宏观上得到关 于测区内电性界面的三维空间形态特征的信息。根据对图 4 的解译,可得出以下认识:

山前断裂:位于高阻与低阻的接触带位置,也就是第四系与黑云二长片麻岩电性界面位置,向深部延伸较深,在剖面控制深度内未封闭。此异常在测区范围内走向近东西,北倾,倾角浅部陡深部变缓。

F1、山前钾化带:根据剖面成果可知:山前钾化带与 F1 断裂北倾,产状为西陡东缓。异常显示为低 阻特性,延伸相对较深。异常规模较大,在深部与推测的 24 号石英脉异常有交汇的可能。并且,深部的 高阻体规模为西小东大,根据其形态变化,推测可能为隐伏岩体。

24 号脉群:由于 24 号脉群本身由几条矿脉组成,基本每条测线所测量都为不同矿脉,所以剖面显示 异常的规模、延伸及产状都有差异。从成果中知,24 号脉南倾,产状整体较陡,且延伸较深,推测在深部 基本与山前钾化带交汇。从图中看,24 号脉整体显示为西深东浅,在 HDMG08 线基本无显示。

从图 5 中看,山前断裂位于高阻与低阻变化的接触带位置,走向近东西。山前钾化带和 F1 在 HDMG04 线附近与山前断裂交汇,测区范围内走向北东东。24 号脉群走向近东西,在浅部视电阻率显示不连续;向 深部高祖异常较连续。并且向东有与山前钾化带和 F1 交汇的可能(HDMG08)。 深部的高阻体规模为西 小东大,根据其形态变化,推测可能为隐伏岩体。

## 4 结 论

山前断裂、山前钾化带和 F1 断裂及 24 号脉群与围岩存在明显的电性差异, EH4 连续电导率测量仪适合在本区开展工作。

根据平面图推测的山前断裂及 F1 断裂看,山前断裂位于第四系地层与片麻岩电性界面位置, F1 断裂为山前断裂的分支构造。山前断裂延深规模大,未见底,大于 1 000 m。F1 断裂延深小,变化大,测区范围内西部约 400~500 m,东部大于 800 m。山前钾化带与 F1 断裂同属一条构造带,为不同期次构造活动的产物,都为低阻特性,形成低阻异常带,并切割高阻异常。根据测量成果,F1 断裂及山前钾化带,北东东走向,北倾,浅部陡(60°左右)深部缓(30~40°),向东延深明显增大;24 号脉群呈近东西向展布,南倾,倾角约 60°,推断矿脉与山前钾化带向东在深部标高 500 m 附近相交。交汇部位是成矿最有利的部位。

通过 EH4 连续电导率测量,山前钾化带和矿脉深部交汇处的高阻异常,推断可能为钾硅化带或隐伏花 岗岩体。已在交汇部位设计深孔进行验证,目的发现隐伏岩体、深部金矿化体或斑岩型金、钼矿化。

## 参考文献

李强之,朱成伟,吴尚全,等.1999.内蒙古哈达门沟金矿床钾长石化蚀变特征及其成矿意义[J].现代地质,13(3):315-322. 聂风军,江思宏,刘 妍,等.2005.再论内蒙古哈达门沟金矿床的成矿时限问题[J].矿床地质,21(6):1719-1728. 吴尚全,刘 刚,李强之,等.1995.内蒙古自治区哈达门沟伟晶岩金矿地质[M].北京:地震出版社.