

成果与方法

EH-4 电磁测量在化马湾地区金矿找矿中的应用

王海芹¹, 王虹¹, 王玉和², 霍光辉³

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 山东科技大学, 山东 青岛 266555; 3. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:在山东省泰安市化马湾地区金矿找矿中首次进行 EH-4 电磁测量, 获得了分辨率较高的电性剖面 and 较可靠的地质解释资料, 经钻探验证发现了隐伏金矿体。测量结果表明, 岩层深部高阻背景下的低阻带是寻找金矿化带的有利部位, 低阻带的展布范围反映了金矿化带的延伸趋势。

关键词:绿岩带; 金矿; 电磁测量; 低阻带; 钻探; 化马湾; 山东泰安

中图分类号: P631.3⁺25; P618.08

文献标识码: A

鲁西地区广泛分布太古宙花岗—绿岩带^[1], 泰安市化马湾地区绿岩带地层保存相对完好, 规模较大。前人已发现化马湾小型金矿床, 具有寻找绿岩型金矿的良好前景。为深入研究成矿规律, 把握找矿方向, 首次选用 EH-4 连续电导率剖面仪进行电磁测量, 取得了较好的找矿效果, 显示了良好的找矿前景^①。

1 化马湾金矿床地质特征

化马湾金矿床位于泰安市市区东南约 40 km 处。大地构造位置属华北板块鲁西地块鲁中隆块之新甫山隆起(图 1)。矿区广泛出露新太古代泰山岩群山草峪组、柳杭组。侵入岩以新太古代阜平期蒙山超单元的 TTG 岩系为主^[2], 构造为 NW 向断裂和韧性剪切带。

矿体产于泰山岩群柳杭组二段顶部的一套遭受糜棱岩化的白云石英片岩、绢英片岩、绢云片岩等浅色片岩的地层中。该套地层经受了强烈的韧性剪切作用的改造, 含金背景值较高, 平均 72.42×10^{-9} 。金矿化带总体走向 $325^\circ \pm$, 倾角 $85^\circ \pm$ 。平面上具膨缩和尖灭再现的特征, 并具有似“S”弯曲之特点。矿化带一般厚度 5~8 m, 最厚 17.35 m。矿化带在深部有变厚和由单层矿化变为多层矿化的趋势。在

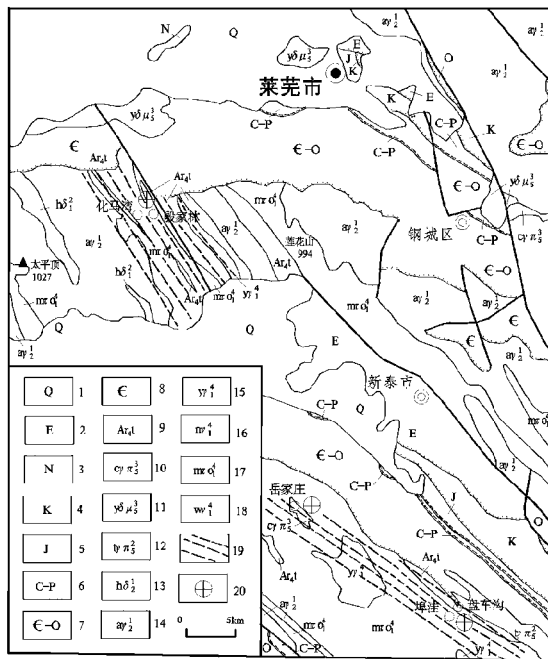


图 1 泰安市化马湾地区区域地质略图

(据 2003 年 1:50 万山东省地质图编制)

- 1—第四系; 2—新近系; 3—古近系; 4—白垩系; 5—侏罗系; 6—石炭系—二叠系; 7—寒武系—奥陶系; 8—寒武系; 9—泰山岩群绿岩带; 10—苍山超单元; 11—沂南超单元; 12—铜石超单元; 13—红门超单元; 14—傲徕山超单元; 15—峰山超单元; 16—南涝坡超单元; 17—蒙山超单元; 18—万山庄超单元; 19—韧性剪切带; 20—金矿床

* 收稿日期: 2008-06-03; 修订日期: 2008-06-28; 编辑: 曹丽丽
 作者简介: 王海芹(1973-), 女, 山东梁山人, 高级工程师, 主要从事地质矿产工作。
 ①王虹等, 化马湾—角峪 IV 号 V 号金矿体 EH-4 电磁法探测研究报告, 2004 年。

西南峪—柳杭金矿化带中共圈定出5个低品位金矿体^[3](图2)。

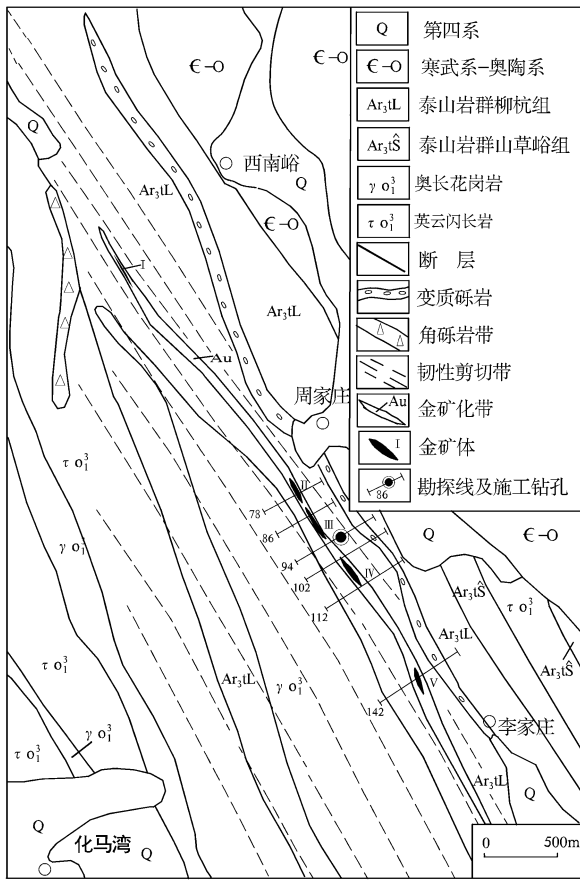


图2 泰安市化马湾金矿区地质简图

石、石英、云母、辉石、方解石等,均属于固体电解质,其电阻率值都很高,在干燥情况下可为绝缘体。

多数岩石可视为由均匀相连的胶结物与不同形状的矿物颗粒组成。岩石、矿石的电阻率与这些胶结物和颗粒的电阻率、形状及相对含量有关。一般情况下,侵入岩电阻率最高,如花岗岩、闪长岩、辉长岩等,大约为 $10^2 \sim 10^5 \Omega \cdot m$ 。变质岩的电阻率也较高,如结晶片岩、大理岩、石英岩等,其变化范围与侵入岩相近,只是其中的部分岩石,如泥质板岩、石墨片岩等稍低,大约为 $10 \sim 10^3 \Omega \cdot m$ 。探测成果反映出斜长角闪岩、滑石绿泥阳起片岩的电阻率亦较低。

与金矿化关系密切的蚀变主要有黄铁矿化、硅化、绢云母化和碳酸盐化。黄铁矿化指一组矿化组合,以黄铁矿为主,还有磁黄铁矿、毒砂、黄铜矿、闪锌矿等组成。这一组合直接指示矿化富集地段的存在。而黄铁矿、磁黄铁矿化为这一蚀变的主要标志。当岩石中金及其他伴生金属矿物,特别是黄铁矿等矿物颗粒体积含量较高时,岩层整体的电阻率就会比围岩电阻率低。这样就能反映出金矿化带与周围地质体存在的电阻率差异,这种差异的大小与金矿化带的矿化程度密切相关,也就是与金矿化带内的金属硫化物、金属氧化物及金的含量有关。

据此,通过探测地下岩层的电阻率及其变化,可以推测含矿构造带的展布状态,这也是此次利用EH-4电磁法探测金矿化体深部延展情况的物理前提。

2 EH-4 电磁法及成像系统

2.1 地球物理特征

电阻率是表征物质导电性好坏的物理参数,也是岩石的重要参数,它表示岩石不同的导电特性。电阻的常用单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$),有时也用电导率 σ 表示物质的导电性,电导率和电阻率互为倒数。物质电阻率越低,电导率越大,其导电性越好。岩石是由矿物组成的,岩石的电阻率与组成岩石的矿物的电阻率有关。按导电机理的不同,固体矿物可分为3种类型:金属导体、半导体和固体电解质。各种天然金属矿物均属于金属导体,较重要的天然金属矿物有自然金和自然铜,其电阻率均较低。大多数常见的金属硫化物,如黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、磁黄铁矿和某些氧化物,如磁铁矿其电阻率值均较低,具有良好的导电性。绝大多数造岩矿物,如长

2.2 EH-4 电磁成像系统

此次探测利用美国产EH-4连续电导率剖面仪。该仪器采用独特的正交磁偶极可控源,结合地震仪技术,系统可自动、多频率采集数据,勘探深度为几米至1000米,可现场实时成像,是目前浅层油气、煤田、矿产、地下水、冻土层、山区工程及矿井工程勘探的最佳电磁法仪器。EH-4电磁成像系统属于部分可控源与天然源相结合的一种大地电磁测深系统,深部构造通过天然背景场源成像(MT),其讯息源为 $10^{-2} \sim 100kHz$ 。浅部构造则通过一个新型的便携式低功率发射器,发射 $1 \sim 100 kHz$ 人工电磁讯号,补偿天然讯号的不足,从而获得高分辨率的成像。

EH-4电磁系统使用天然和人工的电磁信号,能在各种地形上产生电导率连续剖面。该系统同时

测量远处的天然场源和人工场源激发的电场和磁场来计算电阻率。测量是在和地下研究深度相对应的频率上进行。一般来说,频率较高的数据反应浅部的特征,频率较低的数据反应较深地层的的信息。EH-4电磁成像系统与其他物探方法相比,具有以下特点:①采用人工场源与天然场源共同作用的方式。人工场源弥补了天然场源在某些频段的不足,使该系统在 $10^{-2} \sim 100$ kHz的范围内获得连续的有效信号。人工场源对解决浅部地质问题尤为重要。②测量系统和发射装置都比较轻便,测量速度快,效率高于直流电法。③该系统具有较高的分辨率,为探测某些小的地质构造和区分电阻率差异不大的地层提供了可能性。④该系统不受高阻盖层的影响,在基岩大面积出露地区,甚至在某些沙漠覆盖区,均能有效地探测地下深部地质信息。

3 EH-4电磁测量与钻探验证

3.1 EH-4电磁测量

为探索金矿体深部变化和赋存规律,寻找隐伏矿体,在化马湾金矿区94勘探线和142勘探线上,实测EH-4测线2条。每条测线长200 m,测点点距10 m,布设物理点21个。另有5个实验点,2条测线共布设物理点47个,测线总长度400 m。

1号测线测点布设于94勘探线原IV号矿体北延隐伏部位。原IV号矿体分布在96~112线,其中101~112线出露于地表(101~106线已采空),96~101线隐伏于地下,未经过工程控制。测量结果表明,浅部(0~40 m)的电阻率较低,这是地表及浅部风化岩层电阻率的综合体现。深度在40~400 m范围的岩层基本都表现为高阻。但在40~240 m深度范围内出现了一个明显的低阻带,相对低阻带的数值范围为 $100 \sim 260 \Omega \cdot m$,所反映的形态特征为一向右倾斜的带状体,面积约 1158.68 m^2 。根据该带的展布趋势绘出了地质解释成果曲线,推测含矿构造带可能赋存在低阻带内(图3)。

2号测线测点布设于142勘探线原V号矿体中心部位上方。原V号矿体分布在138~142线,于142线地表有出露。深度在0~40 m电阻率较低,这是地表及浅部风化岩层电阻率的综合体现。深度在40~400 m范围的岩层基本都表现为高阻。仅在桩号150~175 m范围内出现了一个较弱的低阻,但

不足以作为推测含矿构造带存在的依据。

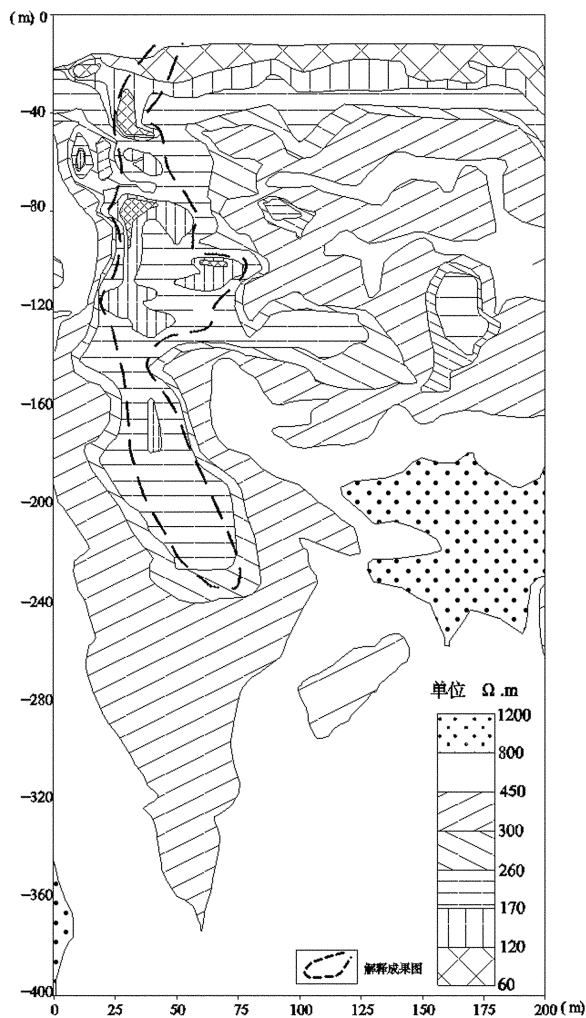


图3 94线电阻率断面及解释成果图

EH-4电磁测量经过现场数据采集、资料处理、资料解释等工作,获得了分辨率较高的电性剖面图和较可靠的地质解释资料。结果表明,岩层深部高阻背景下的低阻带是寻找金矿化蚀变带的有利部位,该低阻带的分布趋势可能反映出了含矿构造带在深部的变化趋势,这对探测矿化带(含金构造带)在深部的变化趋势和部署钻探工程提供了科学依据。由于地下介质的不均匀分布和局部电磁干扰,电性剖面图所刻划的低阻带的延展情况和含矿构造带的实际展布在局部范围内可能存在一定偏差,这有待于今后进一步研究深化,但所反映出的趋势经验证是符合客观存在的。

3.2 钻探验证

在充分研究矿体分布及赋存规律的基础上,依

据EH-4电磁测量成果,于94线布设并施工了钻孔。在孔深157.92~171.53 m控制了主矿化带,于孔深157.92~162.92 m发现了新的金矿体,在金矿找矿方面取得了重要进展。主矿化带为一套黄铁矿化蚀变强烈的岩石组合,主要为黄铁矿化斜角闪岩质糜棱岩、黄铁矿化白云石英片岩、黄铁矿化角闪片岩、黄铁矿化黑云角闪片岩。矿化带分布的深度和产状与EH-4测量地质解释成果图所反映的趋势基本吻合。矿体真厚度2.87 m,单样最高品位 10.69×10^{-6} ,加权平均品位 3.00×10^{-6} ,含矿岩石为黄铁矿化白云母石英片岩。该矿体的发现,证明了化马湾金矿床原IV号矿体隐伏北延,深部还存在着尚未控制的盲矿体。

4 找矿前景分析

泰安市化马湾地区绿岩带地层保存相对完好,规模较大。区内韧性剪切带、断裂破碎带发育,岩浆热液多期活动。已发现西南峪—柳杭金矿化带,已评价和开采化马湾小型金矿床。该区是绿岩型金矿的有利成矿区,地质、矿产、物化探、遥感、重砂等综合找矿信息显示该区具有寻找绿岩型金矿的良好前景。为进一步深化研究化马湾金矿床的赋存规律,扩大找矿效果,继94线发现金矿体后,又在其南部的102线和北部的90线、86线再次进行了EH-4电磁测量,亦获得了良好的找矿信息。

102勘探线测量结果表明,深度在100~250 m范围出现了一个相对低阻区,其外围基本都表现为高阻,该低阻区有向深部延伸变大的趋势。相对低阻带的数值范围为100~260 $\Omega \cdot m$,所反映形态特征为一向右倾斜中部肥大的囊状体,面积约924 348 m^2 。根据该低阻异常的展布趋势,绘出了地质解释成果曲线(图4)。推测金矿化蚀变带可能赋存在低阻带内,该低阻带向深部延伸变宽,找矿前景较佳。

90勘探线测量结果表明,深度在80~220 m范围出现了一个相对低阻区,该低阻区向深部延伸并出现分叉。推测金矿化蚀变带有向深部延伸分支的趋势,找矿前景较佳。该低阻区延展范围较102线小。该低阻区域外,其余基本都表现为高阻。

86勘探线测量结果表明,深度在25~400 m范围的岩层基本都表现为高阻。区域内低阻异常相对较弱,采用了放大异常的方法处理后,显现出低阻范

围。该延展范围较102线和90线小,但也反映出找矿信息,有一定的找矿前景。

根据测量结果,102线和90线所反映的低阻区向深部有延伸变大和分支的趋势,其形成深度和展布趋势与经验证发现金矿体的94线的异常特征相近,根据EH-4测量反映的异常特征,推测在102线和90线金矿化蚀变带有向深部延伸并变宽的趋势。依据前人的成果资料和该次钻探、EH-4测量的结果,推测化马湾金矿区周家庄区段深部隐伏着一定规模的金矿体,具有良好的找矿前景。

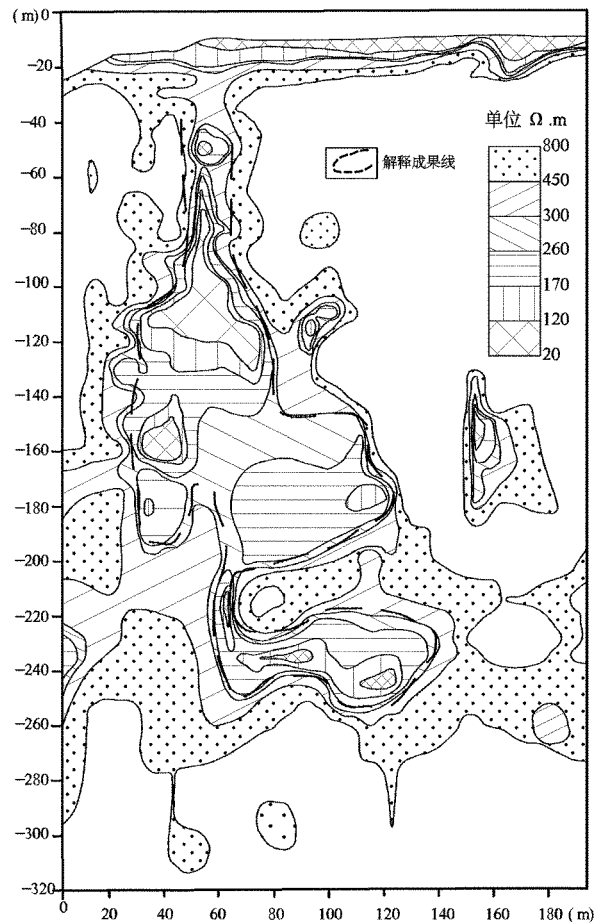


图4 102线电阻率断面及解释成果图

为了进一步了解矿体在走向和倾向上的延展情况,查明矿体的形态规模,建议在94线已施工钻孔的东部布设钻孔,控制矿体在倾向上向深部的延伸。在南部的102线和北部90线布设钻孔,了解隐伏金矿体在纵向上的空间展布和富集情况,对该区的找矿远景和资源潜力做出客观评价,为进一步勘查和开发提供科学依据。

参考文献:

- [1] 曹国权. 鲁西早前寒武纪地质[M]. 北京:地质出版社,1996.
[2] 宋明春,王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南:山东省地图出版

社,2003.

- [3] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006.

Application of EH - 4 Magnetic Measurement in Gold Deposit Exploration in Huamawan Area

WANG Hai - qin¹, WANG Hong¹, WANG Yu - he², HUO Guang - hui³

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Scientific University, Shandong Jinan 266555, China; 3. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: By using EH - 4 electromagnetic surveying method, electromagnetic surveying of gold deposit in Huamawan area is carried out, and received an elcetic profile with higher resolution and more reliable geological interpretation of information. Hidden gold ores are found through drilling proof. As showed by measurement result, low resistance belts under the background of high resistance in deep part are favourable for gold ore - forming. It is predicated that distribution of low resistance belt reflect the extension trend of gold mineralization.

Key words: Greenschist belt; gold deposit; magnetic measurement; low resistance belt; drilling; Humawan