

可控源法在海阳市郭城地区 鑫泰金矿床成矿规律中的应用

郭国强, 郭朋, 张超, 何玉海, 于义文, 陈大磊

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:可控源音频大地电磁法(CSAMT法)是一种利用人工场源研究地层、构造等深部地质特征问题的新技术新方法。在山东省海阳市郭城地区鑫泰金矿床的应用研究表明,CSAMT法可以较好地用于确定矿体的产状和大致地层结构,在矿体成矿规律研究方面具有较为突出的应用效果。

关键词:可控源;成矿规律;鑫泰金矿床;郭城地区;海阳市

中图分类号:P618.51

文献标识码:B

可控源音频大地电磁法(CSAMT法)是20世纪七八十年代发展起来的电磁测深技术。20世纪80年代以来,该方法已经在我国能源、金属与非金属等矿产资源勘查以及水文、工程、灾害地质调查等多个领域得到广泛应用^[1]。该方法采用人工场源,与天然源大地电磁测深法相比,具有信噪比高、快速高效等优点,是进行矿体成矿规律研究的一种较为可靠有效的手段。该文以山东省海阳市郭城地区鑫泰金矿床为例,介绍该方法在金矿床成矿规律中的应用效果。

1 可控源法简介

可控源音频大地电磁法(CSAMT法)是利用接地水平电偶源为信号源的一种频率域电磁测深法,它基于电磁波传播理论和麦克斯韦方程导出了水平电偶源在地面上的电场及磁场,这样可以计算出地下卡尼亚视电阻率(ρ_s),再根据电磁波的趋肤效应理论,得出趋肤深度公式: $H \approx 356$ 。因此,当地表电阻率固定时,可以通过改变发射频率来改变探测深度的目的^[2]。工作仪器采用的是加拿大凤凰公司V8系统CSAMT法,观测区域布置在以发射偶极A、B形成的60°的一个梯形面积内,测线到AB的距离应大于3倍的趋肤深度,测线位置应保持在发射偶极60°射线控制的梯形面积之内(图1)。

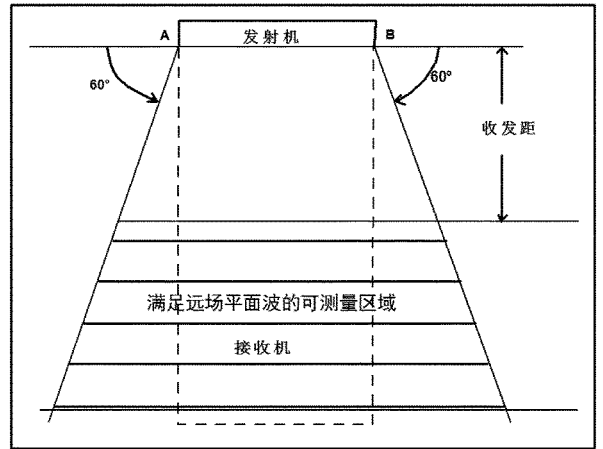


图1 可控源观测测量工作示意图

2 鑫泰金矿床地质概况

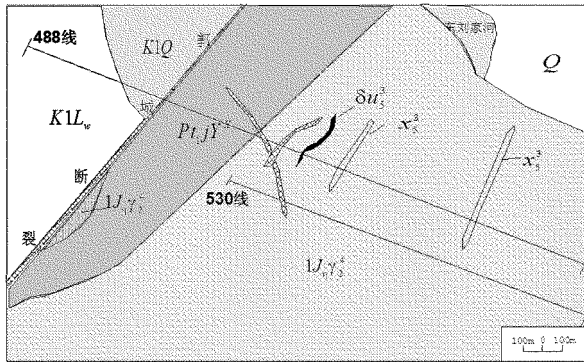
鑫泰金矿床位于山东省海阳市郭城地区,在大地构造位置上,属于华北地台、鲁东台隆、桃村断凹南缘,牟平—即墨断裂带中段。区域上构造和岩浆活动频繁,为金矿成矿有利部位^[3]。

矿区出露地层主要为古元古代荆山群变质岩系和少量中生界碎屑沉积建造,以及第四系,前两者呈不整合接触。古元古代荆山群是矿区的主要含(近)矿围岩,分布于郭城断裂下盘,整体呈单斜向SE缓倾斜。出露地层简单,主要为野头组、陡崖组,野头组自下而上可分为变粒岩段、大理岩段,陡崖组

收稿日期:2012-11-27;修订日期:2014-04-24;编辑:曹丽丽

作者简介:郭国强(1980—),男,山东金乡人,工程师,主要从事物探新技术新方法的应用与研究;E-mail:gsr211@163.com。

以黑云变粒岩、浅粒岩为主。中生代莱阳群主要见于矿区西部边缘、郭城断裂上盘,为一套砾岩、砂砾岩层,分为龙旺庄组、曲格庄组,与下伏地层或岩体呈不整合接触或断层接触。第四系主要分布于山涧台地与沟谷中,为残坡积、洪积物,冲积物等(图2)。



1—第四系;2—莱阳群曲格庄组;3—莱阳群龙旺庄组;4—荆山群;5—新元古代二长花岗岩;6—闪长玢岩;7—煌斑岩;8—断裂带(矿化带)

图2 矿区地质略图

工作区金矿体具有受矿(化)带控制的特点,矿(化)带走向NNE—NE,宽一般200 m左右,平面间隔400 m左右,垂直间隔200 m左右,矿体呈脉状、板状、透镜状等低角度分布于矿(化)带内,矿体倾向SE或NW,在剖面上呈“X”型。

3 可控源法可行性研究

利用CSAMT法进行矿体成矿规律研究工作前,要尽量按照从已知到未知的原则,应对研究区岩石的物性进行先行研究。在鑫泰金矿区,通过对岩矿标本的物性测定发现(表1),莱阳组比较疏松,以砂岩、粉砂岩及砂砾岩为主,见于矿区西部边缘、郭城断裂上盘,电阻率约几百 $\Omega \cdot m$;下盘荆山群老地层变粒岩、大理岩比较坚硬,其电阻率几百到几千 $\Omega \cdot m$ 。成矿带都位于郭城断裂下盘,而且是在岩体与变质岩老地层接触带上,尤其多见于岩体中,在岩体与老地层的接触带附近和岩体裂隙中金矿体含有大量黄铁矿,电阻率很低,一般为几至几十 $\Omega \cdot m$ 。上述分析表明,可以用电阻率法以1000 $\Omega \cdot m$ 为界将变质岩老地层与岩体大致分开,为研究金矿体的成矿规律提供理论基础。

表1 矿区地层岩性及视电阻率统计

界	系(群)	岩性	视电阻率/ $\Omega \cdot m$	视电阻率平均值
新生界	第四系	砂质粘土、泥岩、粉砂岩等	30~400	220
中生界	白垩系(莱阳群)	砂岩、粉砂岩、砂砾岩等	200~600	380
古元古界	荆山群	透辉石、大理岩、透辉岩、变粒岩等	300~8000	1000
金矿体		含有大量的石墨及黄铁矿	3~85	40

4 已知金矿床地球物理场特征

鑫泰金矿为热液充填型成矿类型,通过总结已知矿体及构造裂隙带上的电阻率异常特征及变化规律,建立地球物理模型,应用于该矿区成矿规律研究。下面通过530线(方位角为295°)分析研究不同电性参数的电阻率断面图等值线变化规律与已知钻孔见矿的对应关系。该线已有很多钻孔控制,图3中电阻率等值线断面图上横向黑色虚线为老地层与岩体的接触界面过渡梯级带分界线,其电阻率值一般在1000 $\Omega \cdot m$ 左右,在分界线附近由于岩浆热液上涌冷却与老地层蚀变充填部位以及岩体裂隙中由于含有大量黄铁矿化,显示明显低阻特征,岩体中裂隙较发育。黑色实心填充线(脉状、透镜状或板状)为见矿位置,各个钻孔见矿情况显示成矿规律特征:①等值线呈稀疏宽大、向下同步弯曲呈低阻“U”或“V”字型,为金矿赋存有利部位;②位于裂隙中,或者是高低阻接触带上,岩体高阻位无矿(ZK34,ZK35未见矿);③从地层划分层位来讲,成矿部位多数位于岩体中(图3)。

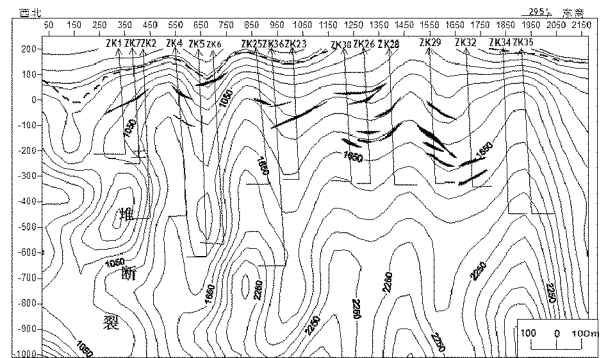


图3 530线成矿规律电阻率等值线断面图

5 反演结果分析与解译

图4中488剖面线方位角为295°,点号西北小

东南大。该线是在已知 530 线地球物理特征背景下,为了更好地研究该矿山的成矿规律与 530 线平行布设的。工区内可见白垩纪莱阳群、荆山群老地层以及岩体出露,其中白垩纪莱阳群只在郭城断裂 F1 上盘(该线 0~1 250 点)出露,郭城断裂 F1 下盘(该线 1 250~3 650 点)大部分区域有变粒岩、大理岩等荆山群老地层和岩体出露;老地层和岩体在电阻率等值线断面图上分界线电阻率值在 $1000\Omega \cdot m$ 左右。在老地层和岩体分界线附近由于岩浆热液上涌冷却与地层蚀变充填部位显示低阻,结合 530 线的成矿规律类比分析,推测在该蚀变强烈部位的裂隙中,是矿体赋存的可利部位。通过对 488 线鑫泰金矿床不同深度的电阻率等值线异常断面图分析(图 4)及钻孔验证表明,鑫泰金矿床的金矿体总体赋存在深度为 550 m(-300 m)以浅的切面上,通过钻孔 ZK01~ZK19,可知随着深度增加矿体可能向南东“漂移”,这与前期推测的郭城断裂带成矿前景不佳的结论相吻合。在地表下 550 m(-300 m)以下,随着深度的加大,鑫泰金矿区内的矿化体逐渐尖灭;矿化体主要赋存在地表至地下 550 m(220~-300 m)范围内。ZK07 在该范围内没有见到矿体是因为钻孔打在岩体高阻位上,违背了岩体裂隙发育处见矿,高阻位不见矿的规律。目前矿山所有钻孔的见矿深度均在此范围内,故认为,鑫泰金矿床未来的探矿方向应该在郭城断裂下盘并且逐渐向南东开拓(图 4)。

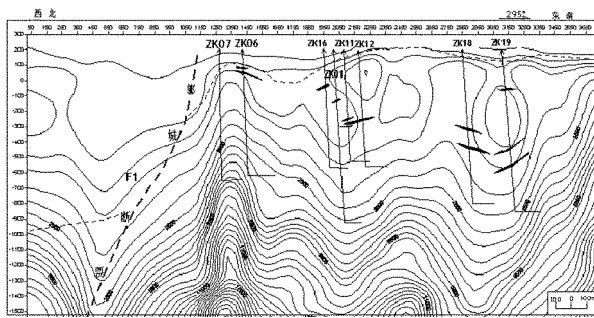


图 4 488 线电阻率等值线断面图

6 成矿规律预测

鑫泰金矿床成矿模式为热液充填型,区内成矿地质特征表明,金矿体位于变质岩与岩体的构造应力薄弱地带,断层(裂隙)断面转折部位、局部膨大部位,是金矿赋存的可利部位^[4]。通过已知金矿床地球物理特征,并结合该次 488 线 CSAMT 解译情

况显示,鑫泰金矿矿区成矿规律:①等值线呈稀疏宽大、向下同步弯曲并且呈低阻“U”或“V”字型,为金矿赋存有利部位;②位于裂隙中,或者是在高低阻接触带上,即由于岩浆热液上涌冷却与地层蚀变充填强烈部位,岩体高阻位无矿;③从地层划分层位来讲,成矿部位大部分位于岩体中;④矿体呈脉状、板状、透镜状等低角度分布于矿(化)带内,矿体倾向 SE 或 NW,在剖面上呈“X”型;⑤由西北往东南成矿部位逐渐加深。

7 结论

(1)可控源法是研究矿体成矿规律的可靠有效手段。其优点如下:①由于接收时所测的值事实上进行了归一化,且采用水平波场,因而地形影响大为减弱;②由于电场与磁场同时观测,可以消除部分外来的随机干扰,勘探深度大;③在地形起伏较大的山区等不易于开展常规物探的地段较适合开展此方法^[5],由于使用的是交变电磁场,因此受高阻屏蔽作用小,可穿透高阻层,特别是高阻薄层。

(2)在利用可控源法进行矿体成矿规律研究前,首先应对控制较好的矿体进行研究。在进行资料推断解译时,对所得的异常应进行实地踏勘,以消除区内地形起伏、电磁干扰、钻机、矿井地下开采等对观测结果产生的影响。

(3)通过对山东海阳市鑫泰金矿床的应用研究表明,CSAMT 法可以较好地用于确定矿体的产状和大致地层结构,研究成矿规律,对今后各矿床成矿规律研究起到借鉴意义。

参考文献:

- [1] 石昆法.可控源音频大地电磁法理论与应用[M].北京:科学出版社,1999:1-35.
- [2] 汤井田,何继善.可控源音频大地电磁法及其应用[M].长沙:中南大学出版社,2009.
- [3] 沈远超,谢宏远,李光明,等.山东蓬家金矿的基本地质特征及找矿方向[J].地质与勘探,1998,34(5):3-7.
- [4] 曹春国,于义文,郭国强,等.综合物探技术在三山岛断裂带与焦家断裂带深部成矿模式中的应用[J].山东国土资源,2012,28(4):19-24.
- [5] 雷达,孟小红.复杂地形条件下的可控源音频大地电磁测深数据二维反演技术及应用效果[J].物探与化探,2004,28(4):323-326.

Application of Controllable Source Method in Metallogenic Regularity of Xintai Gold Deposit in Guocheng Area in Haiyang City

GUO Guoqiang, GUO Peng, ZHANG Chao, HE Yuhai, YU Yiwen, CHEN Dalei

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Controlled source audio magnetotelluric (CSAMT method) is a new technology for studying the formation, structure and deep geological characteristics by using human workshop. As showed by the application in Xintai gold deposit in Guocheng area in Haiyang city of Shandong province, CSAMT method can be better used to determine the occurrence and roughly ore formation structure. It has better application effect in studying metallogenic regularity.

Key words: Controlled source; metallogenic regularity; Xintai gold deposits; Guocheng area; Haiyang city