

技术方法

2.5D 磁剖面反演在青海黑沙山南铁矿区的应用

臧凯¹, 胡尊芳¹, 尹和珍²

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 青海省水文地质工程地质环境地质调查院, 青海 西宁 810008)

摘要:黑沙山南铁多金属矿位于柴达木盆地南缘, 地表多为风成沙覆盖, 普通地表地质工作较难开展, 磁测工作是寻找隐伏铁多金属矿体的重要方法。通过对磁剖面进行 2.5D 反演, 将面积工作圈定的异常进行解释推断, 并指导了深部进行的钻探验证, 取得了良好效果。

关键词:黑沙山南; 2.5D; 反演; 青海

中图分类号:P631.2 **文献标识码:**B

引文格式:臧凯, 胡尊芳, 尹和珍. 2.5D 磁剖面反演在青海黑沙山南铁矿区的应用[J]. 山东国土资源, 2016, 32(12): 54-57. ZANG Kai, HU Zunfang, YIN Hezhen. Application of 2.5D Magnetic Profile Inversion in Heishashannan Iron Deposit in Qinghai Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(12): 54-57.

黑沙山矿区地处东昆仑南坡俯冲碰撞杂岩带上, 属秦、祁、昆晚加里东造山系(I级)、东昆仑造山带(II级)、祁漫塔格-都兰造山亚带中, 地质构造复杂, 岩浆活动强烈, 成矿事实较多, 区域上位于青海省祁漫塔格-都兰铁、钴、铜、铅、锌(等矿种)成矿带东段, 野马泉-开木棋河铅、锌、钴(等矿种)成矿亚带东段, 具有良好的区域成矿条件。区内风成沙覆盖极为严重, 普通地表工作难于开展, 所以使用高精度磁测方法圈定磁异常, 确定找矿靶区后开展工程验证成为主要找矿途径^[1]。前期 1:1 万及 1:2 000 地面磁测工作已划定多处局部异常, 覆盖较浅地区通过槽探工程圈定多条铁及多金属矿体, 覆盖较厚地区通过钻探工程发现数十条隐伏铁及多金属矿体, 2.5D 磁剖面反演在后者的解释、推断及验证工作中发挥了至关重要的作用, 是寻找深部隐伏矿体的关键。

1 地质概况

1.1 地层

区内构造控制地层出露, 二者构造线方向均为 NW—SE 向。地层主要有晚泥盆世牦牛山组、早

石炭世大干沟组和晚三叠世鄂拉山组以及第四系风成沙。石炭纪地层为一套陆相浅海相碎屑岩-碳酸盐岩建造, 与晚三叠世鄂拉山组呈角度不整合接触, 第四系风成沙在区内平坦低洼地区广泛分布。

1.2 构造

区内构造主要有断裂构造及褶皱构造。断裂构造以 EW 向断裂为主导, 具规模大、切割深、活动期长的特点, 常形成宽约数十米的挤压破碎带。次级构造为 NW 向、NE 向构造。褶皱构造主要为拉陵灶火下游背斜, 其核部及两翼均由古元古代白沙河(岩)组(Pt₁b)岩性组成, 两翼产状变化较大, 核部及两翼被华力西期侵入岩及印支期侵入岩破坏, 致使背斜形态支离破碎。

1.3 岩浆岩

区内岩浆活动极为频繁, 始于早古生代, 止于中生代, 基性岩-酸性岩均有活动, 以酸性活动最强烈, 分侵入、喷出 2 种活动形式。侵入岩以酸性为主, 喷出岩以中基性为主。侵入时代以华力西期为主, 喷出岩以晚奥陶世、晚泥盆世及晚三叠世最为发育。区内各矿(化)点基本上产在该期侵入岩与地层接触带部位, 说明本次侵入岩与成矿关系比较密切。

收稿日期: 2016-01-28; 修订日期: 2016-03-28; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 臧凯(1985—), 男, 山东诸城人, 工程师, 主要从事固体地球物理勘探工作; E-mail: wty_zk@126.com

1.4 矿产特征

该区域范围内到目前为止已发现各种金属矿(化)点 9 处,其中铁矿(化)点 7 处,铁、多金属矿点 1 处,铁锰矿点 1 处,矿体成因多数为接触交代型,少数属热液型和变质型。

2 前期磁测工作

前期已进行 1:1 万面积磁测工作,测区范围内 ΔT 强度中等(极值约 +900 nT 和 -500 nT),共圈定磁异常 5 处,分别为 M1~M5,异常走向多与主构造方向一致,呈 NW—SE 向展布(图 1)。

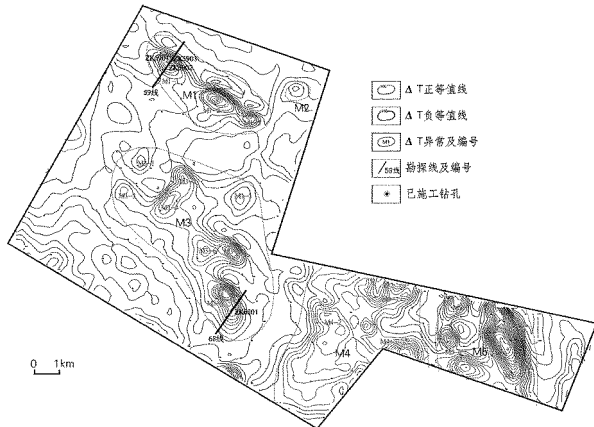


图 1 黑沙山南铁矿区磁异常分布图

目前 5 处异常中的 M1 异常已完成验证工作, M3 异常正在开展,其余异常尚未进行验证工作。

3 M1 异常的典型矿体特征

M1 异常位于测区西北,总体呈 NW 向条带状,由 3 个个次级异常 M1-1, M1-2 和 M1-3 组成;其中 M1-1, M1-2 处在同一构造带上,异常特征较为类似。对磁异常进行半定量分析,在 M1-1 异常梯度带上沿 C59 剖面线开展了试验孔 ZK5901, ZK5902, ZK5903;其中前两孔见矿较好(图 2),发现 3 层铁及 1 层多金属矿体,矿体均南倾,倾角 $35^\circ \sim 60^\circ$,铁矿体厚度 1.58~3.07 m 不等,铁矿石平均品位可达 55.18%,铅锌矿体平均厚度 1.92 m,铅平均品位 1.96%,锌平均品位 2.71%。铁及多金属矿体皆产于砂卡岩带中^[2]。

综合分析认为, M1 异常为铁多金属矿引起的矿致异常,成矿前景良好,对整个黑沙山南地区寻找铁多金属矿产具有指导意义。

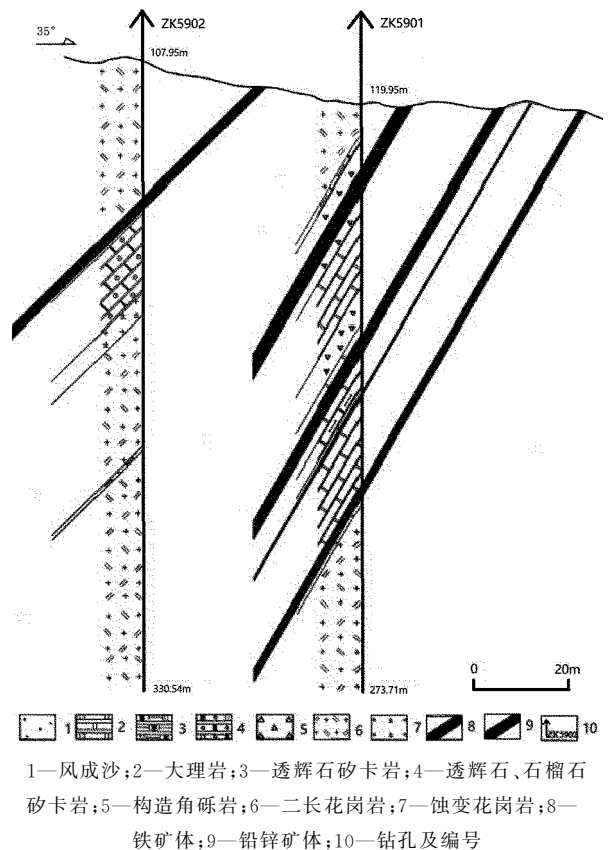


图 2 黑沙山南铁矿区 M1 异常区 59 勘探线剖面图

4 利用 2.5D 磁剖面反演指导 M3 异常找矿

4.1 RGIS 软件 2.5D 磁剖面人机交互反演软件

中国地调局 RGIS 软件提供基于成熟的二度半棱柱体(简称 2.5D)模型的重、磁异常联合反演方法,进行人机交互可视化重力和磁异常联合的正反演模拟计算,或单异常反演计算功能,它是以二维半模型作为场源体的初始模型,并根据地质先验、物性资料和半定量解释结果,对所有参数估计初始值进行设置,而后采用人机交互修改,计算机自动迭代反演相结合的方式,求取地下磁性地质体埋深、空间形态技术。该技术包括人机交互修改模型参数、磁异常正演计算、非线性优化求解等^[3-5]。

4.2 M3 异常 C68 线的反演

M3 异常位于 M1 异常南部(图 1),与 M1 走向大致相同,长度约 5 km,宽度约 2 km。由呈雁行式排列的 M3-1~M3-9 共 9 个子异常组成,由局部中等强度磁异常叠加在磁场背景场上而形成。地表虽大面积被风成沙覆盖,但零星出露灰岩、白云质灰

岩,结合 M1 磁异常的钻孔资料类比认为其深部可能存在隐伏岩体,有一定的成矿潜力。

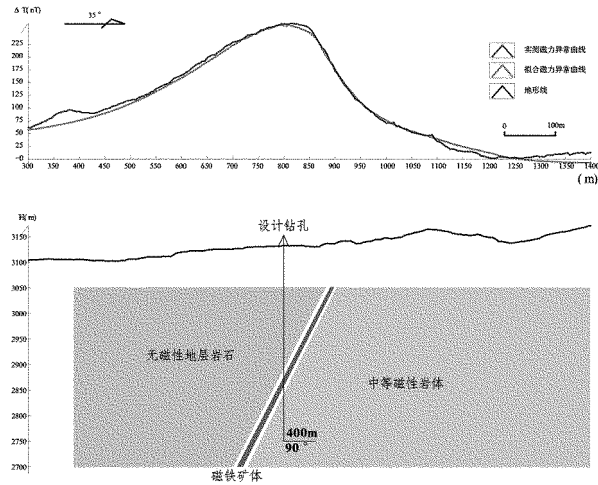


图 3 黑沙山南铁矿区 M3 异常区 68 勘探线磁异常反演及设计钻孔

首先对东南部较为规整的 M3-9 子异常布设了 C68 线磁测剖面(图 1),其穿过异常中东部相对宽缓的梯度带。从异常形态分析,峰值以北东地段深部为中酸性岩体,应具有中等磁性,通过已有物性参数计算其有效磁化强度大致在 $1\ 500 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 左右,磁化倾角与地磁场方向相同,是构成 M3-9 磁异常的主要原因;磁铁矿体引起的磁异常应叠加在该岩体异常之上,且形成于该中酸性岩体与南西部地层接触的矽卡岩带中,其产状应与接触面产状大致吻合,结合已知物性参数,以有效磁化强度 $8\ 000 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 左右的磁铁矿体对异常进行拟合,效果良好(图 3),最终在 800 点附近设计 400 m 垂直钻孔^[6-8]。

4.3 钻探验证结果

在 C68 线 800 点附近共开展 ZK6801~ZK6803 三个钻孔进行验证,孔距间隔 30 m,设计深度依次为 200 m、300 m、400 m,勘探线剖面见图 4。在 ZK6802 及 ZK6803 中共见 4 层磁铁矿体,厚度、品位不一,其中以在 ZK6803 中标高 2 820 m 深度附近发现的铁矿体厚度最大,品位最高。这层主矿体与反演推断矿体的空间位置及形态吻合良好,说明反演选择模型及限制参数合理。同时,确定了 M3-9 磁异常的性质,即为叠加在中酸性岩体中等强度异常上的磁铁矿所致。此外,ZK6801 及 ZK6803 在标高 3 060 m 左右均见黄铜矿矿体,平均品位可达 2.71%,平均厚度可达 0.84 m,有一定的铜多金属成

矿潜力^[9-10]。

综合来看,M3-9 子异常的成矿类型与 M1-1 子异常类似,有一定的成矿潜力,也表明黑沙山地区总体成矿潜力较大。同时也说明利用 2.5D 磁法反演在该区寻找铁多金属矿床的思路正确,方法合理。

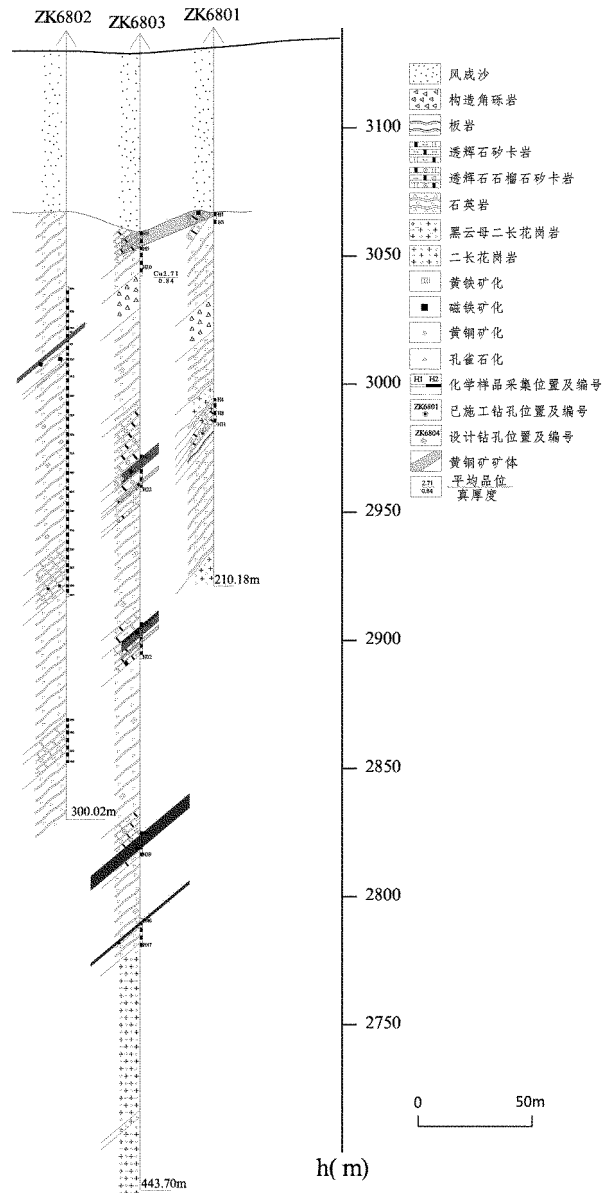


图 4 黑沙山南铁矿区 M3 异常区 68 勘探线剖面图

5 结语

黑沙山南矿区因风成沙覆盖面积较大,普通地表地质工作较难开展。在大比例尺高精度磁测工作圈定磁异常后,对重点异常剖面开展 2.5D 反演,推断了可能存在的矿体形态,指导了钻探验证工作,并

发现了多条铁及多金属矿体。因此,以磁测工作为先导,利用 2.5D 磁剖面反演技术指导钻探工程验证的方法,在覆盖面积较大的铁多金属矿区具有较好的理论依据及找矿效果。

参考文献:

- [1] 管志宁.地磁场与磁力勘探[M].北京:地质出版社,2005.
- [2] 张淑霞,范国安,赵一蓓,等.高精度磁测在青海黑沙山南铁多金属矿中的应用[J].矿产勘查,2013,(5):538-543.
- [3] 李研军,李勃,孙通,等.2.5D 反演在辽宁某磁铁矿区中的应用效果[J].甘肃冶金,2015,(2):119-120.
- [4] 胡丰产,蔺佳斌,赵诚亮,等.地磁 2.5D 剖面反演在西藏某磁铁矿区的应用解释[J].工程地球物理学报,2012,9(1):58-63.
- [5] 冯振清.RGIS 在地磁异常反演的应用[J].黑龙江科技信息,2014,(17):36-38.
- [6] 赵法强,曹秀华,庞绪贵,等.高精度磁测在单县龙王庙地区铁矿调查中的应用[J].山东国土资源,2011,27(8):23-26.
- [7] 李军,王彦明,王志亮,等.高精度磁测在格尔木市扎日玛日那西铁矿勘查中的应用[J].山东国土资源,2015,31(6):56-59.
- [8] 霍光辉.高精度磁测在山西省繁峙吐楼铁矿区勘探中的应用[J].山东国土资源,2010,26(9):23-26.
- [9] 李土雄,马兆同,赵法强.浅谈 2.5D 磁法反演估算铁矿资源量的多解性[J].山东国土资源,2011,27(7):34-38.
- [10] 王凯,孟庆旺,高晓丰,等.1:5 万高精度重磁测量在栖霞蓬莱金铜多金属成矿预测区的应用效果[J].山东国土资源,2014,29(7):60-64.

Application of 2.5D Magnetic Profile Inversion in Heishashannan Iron Deposit in Qinghai Province

ZANG Kai¹, HU Zunfang¹, YIN Hezhen²

(1.Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2.Qinghai Surveying Institute of Hydrological Geology Engineering Geology and Environmental Geology, Qinghai Xining 810008, China)

Abstract: Heishashannan iron polymetallic deposit is located in the southern margin of the Qaidam basin. Because the surface is covered of aeolian sand, ordinary geological work is difficult to carry out in this area. Thus, magnetic work is an important way to find concealed metal orebodies. By using 2.5D magnetic method, anomalies circled in the survey have been interpreted and explained. It has guided the deep drilling verification and achieved good results.

Key words: 2.5D; Inversion; southern Heishashannan; Qinghai province