

综合物探方法在寻找斑岩型钨钼矿中的应用 ——以青海某钨钼矿区为例

郑伟,朱丽丽,左焕成

(四川省冶金地质勘查院,成都 610051)

摘要: 青海某钨钼矿是近年新发现的一处斑岩型钨钼矿,在预查阶段采用了地面高精度磁测结合激电中梯测量等传统物探方法组合,在圈定隐伏斑岩体范围、解析含矿斑岩体空间赋存状态的工作中取得较好的勘查效果。说明在充分认识成矿环境的基础上,综合选择物探方法,可以从不同角度对比、分析物探异常是否为矿致异常,提高地质解释的准确性,较好地解决具体地质问题。

关键词: 斑岩型钨钼矿;综合物探;地面高精度磁测;激电中梯;围岩蚀变;青海省

中图分类号: P631;P618.6 **文献标识码:** A

0 引言

物探方法作为地质找矿的一种辅助手段,因其勘探深度大,客观信息量丰富,在国内外均受到了广泛的应用,成为资源勘查工作中不可或缺的找矿方法^[1]。然而单一物探方法在应用中由于受到各种条件的制约,导致地质找矿效果不佳。因此,近年来各勘查单位逐步加强了综合物探方法的应用,取得了较好的应用效果。本文以青海省某斑岩型钨钼矿勘查中综合物探方法的应用为例,阐述如何选择有效的物探方法组合,结合成矿地质条件合理实施物探探测,分析矿致异常与金属矿化的依存规律,为今后同类型矿床的找矿提供有益地质-地球物理信息。

1 地质概述

青海省某钨钼矿位于东昆仑成矿带东南段和阿尼玛卿成矿带北西段,矿区所在区域经历了复杂、多期的构造-岩浆-沉积作用,为多种金属成矿作用提供了有利的背景条件及成矿环境。成矿作用具有多

期、多矿种和多类型的特点。

区内主要出露早、晚三叠世花岗闪长岩,脉岩主要有石英脉、正长岩脉及闪长玢岩脉。区内断裂较为发育,目前已发现有数十条,主要有 NE 向和 NW 向 2 组,多被花岗斑岩脉、英云闪长斑岩脉、石英脉所充填。目前发现的地表铜、钼、钨矿化体大多与 NW 向断裂构造破碎蚀变带中充填的花岗斑岩脉、英云闪长斑岩脉有关,表明深部有含矿热源体,因此,工作区找矿的主攻方向应为斑岩型。

通过两年的工作,已圈定矿化蚀变带 4 条,矿化体 14 条,无论从矿化、蚀变特征,还是元素分带、矿化类型特征,均表现出典型斑岩型矿床的成矿特征^[2],具有良好的找矿前景。然而,地表矿化出露较少,属于低剥蚀程度的矿床,因此,深部找矿是本区进一步扩大规模、增加找矿前景的唯一途径,故选用物探方法开展深部找矿工作。

2 方法选择

鉴于目标矿种为斑岩型铜、钨、钼多金属矿,围岩为花岗闪长岩,首选地面高精度磁法圈定斑岩体的范围,并采用带地形的 2.5 维反演定量解释斑岩

收稿日期: 2021-05-18; 改回日期: 2021-08-12; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 郑伟(1968—),男,高级工程师,主要从事地球物理勘查工作。通信地址:成都市成华区崔家店路 75 号 9-1 栋,四川省冶金地质勘查院;邮政编码:610051;E-mail:545262634@qq.com

体的空间特征。磁参数测定结果表明,英云闪长斑岩、花岗闪长斑岩、闪长玢岩、孔雀石化花岗闪长斑岩的磁性较弱,并具有蚀变越强磁性越弱的特征,斑岩体因硅化蚀变导致磁性降低,花岗闪长岩与之相比磁性较高。矿区的围岩(花岗闪长岩)与目标地质体(斑岩、矿化带)存在明显的磁性差异(表 1),对本区弱磁,特别是呈环状、条带状的弱磁异常区应给予特别的重视。

标本的电性特征差异明显(表 2),孔雀石化花岗闪长斑岩、黄铁矿化蚀变闪长岩、黄铜矿化方铅矿化蚀变闪长岩等标本的极化率明显高于其他岩石,电阻率则差异不很明显,但矿化标本电阻率也略低

于围岩及其他岩石;矿化斑岩的极化率明显高于不含矿的斑岩。因而选用大功率激电剖面测量圈定含矿斑岩体的范围可以精确地指导山地工程的布设。

3 2.5 维人机交互反演

在磁法测量资料处理时,除采用常规的化极、延拓等常规手段进行分析外,为研究区内隐伏斑岩体的空间形态,专门采用中国地质大学研发的 MAGS 4.0 重磁处理软件进行了带地形的 2.5 维反演。反演时采用 2.5 维任意多边形截面柱体模型,开展人机联作选择法,根据选定的数学地质模型及

表 1 工作区磁参数测定结果统计表

Table 1 Magnetic parameters measured in the working area

岩/矿石名称	块数	统计方法	磁化率($\kappa/4\pi\times 10^{-6}$ SI)			剩余磁化强度($J_r/10^{-3}$ A/m)			备注
			最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	
孔雀石化花岗闪长斑岩	33	几何均值	71.3	4244.6	558.9	30.8	233.2	100.8	含磁黄铁矿
闪长玢岩	33	几何均值	249.7	4549.8	1095.7	0.0	430.1	146.3	
黄铜矿化碱正长岩	32	几何均值	249.7	9421.3	3952.7	0.0	312.1	88.1	
英云闪长斑岩	32	几何均值	544.8	5160.1	1552.0	0.0	501.7	63.3	
花岗闪长岩	33	几何均值	1725.1	11112.0	3760.9	0.0	305.5	100.9	
黄铜黄铁矿化蚀变闪长岩	33	几何均值	291.3	13316.3	3302.6	0.0	1414.2	276.0	
碱长正长岩	32	几何均值	887.8	11235.7	3911.2	0.0	291.4	81.5	
孔雀石化碱长正长岩	32	几何均值	87.6	5243.3	1840.6	0.0	844.9	227.4	
钾化黄铜—方铅矿化闪长岩	31	几何均值	1605.1	11360.5	3991.1	50.1	1225.7	189.3	
花岗闪长斑岩	33	几何均值	221.9	132231.3	676.5	35.7	1234.2	91.7	
辉钼矿化花岗闪长岩	33	几何均值	104.0	2439.4	913.9	29.0	858.2	181.3	
英云闪长岩	30	几何均值	41.6	9609.0	642.1	52.4	1830.0	220.2	
辉钼矿化蚀变花岗闪长岩	31	几何均值	45.7	1924.6	841.1	42.7	855.4	227.8	
英云闪长斑岩	27	算术平均值	121.2	2368.8	565.6	33.3	1141.8	168.2	

表 2 工作区电参数测定结果统计表

Table 2 Electrical parameters measured in the working area

岩性	块数	极化率变化范围			电阻率变化范围		
		最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
辉钼矿化花岗闪长岩	33	0.42	3.97	1.29	425	4511	2380
英云闪长斑岩	26	0.59	5.03	1.49	680	3142	2050
辉钼矿化蚀变花岗闪长岩	30	0.75	8.31	2.29	866	2647	1667
英云闪长岩	29	0.45	5.95	1.99	1457	5068	2999
花岗闪长斑岩	32	0.64	3.17	1.57	253	7184	1242
孔雀石化碱长正长岩	32	0.88	5.23	1.83	404	3074	1096
钾化黄铜—方铅矿化闪长岩	31	1.21	7.96	3.28	458	2740	1140
碱长正长岩	30	0.42	1.91	1.03	469	2145	1120
花岗闪长岩	33	0.76	2.14	1.39	313	2443	1133
黄铜—黄铁矿化蚀变闪长岩	33	0.72	12.25	3.47	326	2312	910
黄铜矿化碱长正长岩	29	0.54	8.76	1.72	221	3867	1266
英云闪长斑岩	30	1.08	6.94	2.24	833	3261	1543
闪长玢岩	33	0.79	3.53	1.73	970	2997	1635
孔雀石化花岗闪长斑岩	33	0.48	27.91	4.48	260	3829	1582

磁场正演计算公式,将给定的初始模型参数计算的理论与实际观测场值进行对比,利用输出曲线图形对比不一致性或残差,依靠解释人员的经验和技能来修改模型及参数,重新计算理论场值进行下一次对比,反复多次直至达到满意为止。参考物性标本测定与统计结果,斑岩的磁化强度为 50×10^{-3} A/m,断裂破碎带的磁化强度为 500×10^{-3} A/m,其他岩石的磁化强度取 1500×10^{-3} A/m。反复调整各磁性体的位置与顶板的埋深,最终使得正演曲线与实测曲线高度拟合,并与钻孔的情况非常吻合。

4 成果解译

(1)1/1 万地面高精度磁测结果(图 1)

1/1 万地面高精度磁测结果显示,在工作区中部存在明显的负磁异常-弱磁异常特征(C1、C2 异常),磁测 ΔT 值一般在 $-400 \sim 100$ nT 之间,周围则表现为明显的正磁异常特征,最大值达 1200 nT 左右。根据标本测定结果已知,预查区内碱正长岩具有较强的磁性,但一般以脉体的形式出露,区内出露岩性主要为花岗闪长岩,局部见石英脉、正长岩脉和闪长玢岩脉,大范围的正磁异常主要是花岗闪长岩的反映。花岗闪长斑岩、闪长玢岩、孔雀石化花岗闪长岩磁性较弱,具有蚀变越强磁性越弱的特征,推断工作区中部的弱磁异常(C1、C2 异常)应是隐伏斑岩体的反映。

(2)C2 异常激电中梯剖面特征

为查明 C2 异常圈定的隐伏斑岩体的电性特

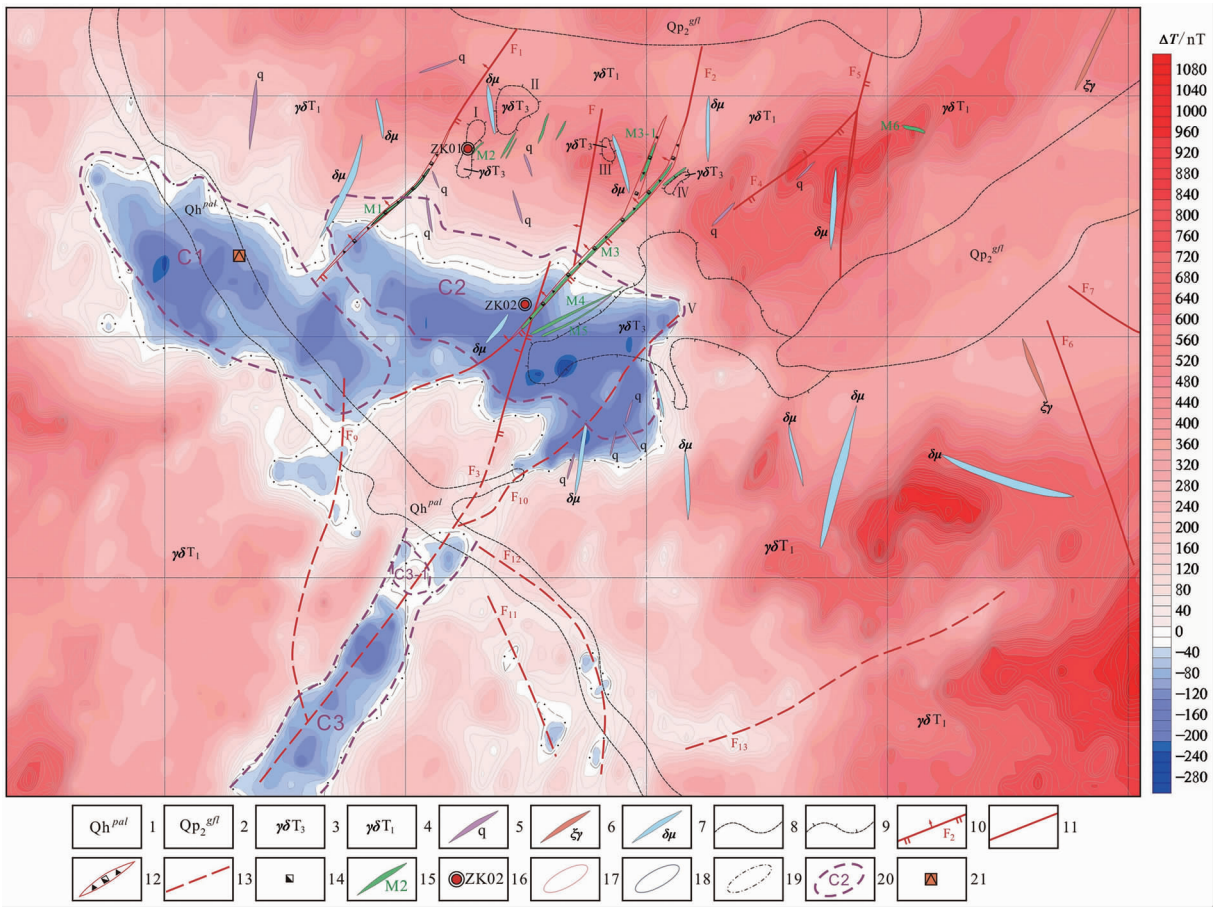


图 1 工作区 ΔT 磁异常等值线平面图

Fig. 1 Planer diagram of ΔT magnetic anomaly contour of the working area

1. 全新世:冲洪积物;2. 中更新世:冰水堆积物;3. 晚三叠世:花岗闪长岩;4. 早三叠世:花岗闪长岩;
5. 石英脉;6. 正长岩脉;7. 闪长玢岩脉;8. 地质界线;9. 超动型侵入接触界线;
10. 逆断层;11. 性质不明断层;12. 构造破碎带;13. 推断层及编号;
14. 褐铁矿化;15. 矿(化)体及编号;16. 钻孔位置及编号;
17. ΔT 正值线;18. ΔT 负值线;19. ΔT 零值线;20. 磁异常范围及编号;21. 磁测总基点

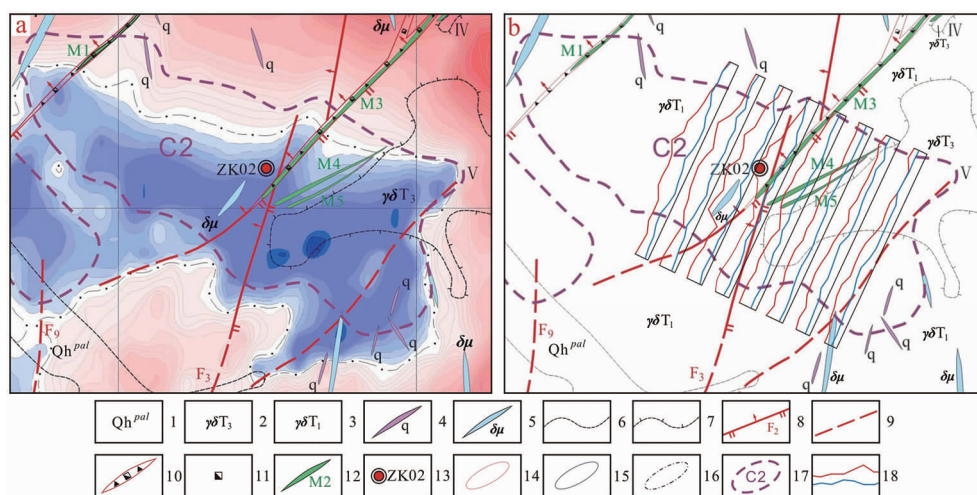


图2 C2磁异常区磁、电异常—地质综合图

Fig. 2 Integrated map of magnetic anomaly and electric anomaly of magnetic anomaly C2

1. 全新世: 冲洪积物; 2. 晚三叠世花岗闪长岩; 3. 早三叠世花岗闪长岩; 4. 石英脉; 5. 闪长玢岩脉;
6. 地质界线; 7. 超大型侵入接触界限; 8. 逆断层; 9. 推断层及编号; 10. 构造破碎带;
11. 褐铁矿化; 12. 矿(化)体及编号; 13. 已完成钻孔位置及编号;
14. ΔT 正值线; 15. ΔT 负值线; 16. ΔT 零值线; 17. 磁异常范围及编号; 18. 视极化率和视电阻率曲线

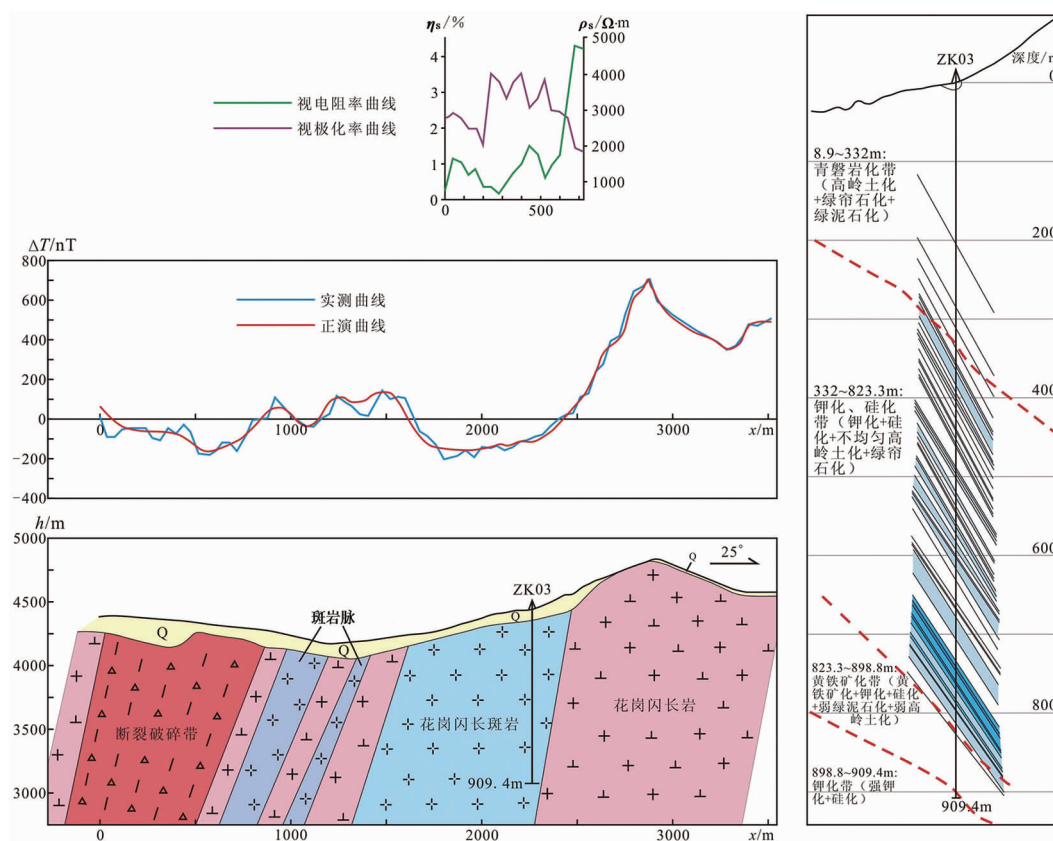


图3 00线地质-物探综合剖面图

Fig. 3 Integrated geological and geophysical section of line 00

征,在该异常区布置实施了8条激电中梯剖面(图2)。结果显示,在C2异常区存在2条明显的高视极化率异常带,视极化率最大值 $\eta_s=4.79\%$,背景值在2.0%左右,激电异常说明斑岩体分异较好,利于成矿^[3]。

选择00线剖面进行带地形的2.5维反演(图3),异常体地质模型采用2.5维任意多边形截面柱体^[4]。通过反演推断了隐伏花岗岩闪长斑岩的空间特征(埋深,产状等)^[5],激电异常反映了含矿斑岩体的分布范围。根据该剖面磁、电综合成果,实施了ZK03号验证钻孔,该钻孔见矿情况良好,共圈定了矿体27条。其中,钨矿体1条,厚1.4 m,品位为 $w(W)=0.091\%$;钼矿体26条,厚1.2~63.01 m,累计厚度达150.11 m,品位为 $w(Mo)=0.03\%\sim 0.2\%$ 。钻孔编录资料显示,矿区围岩蚀变分带规律明显,符合斑岩型矿床的蚀变特征。由中心向外依次为黄铁矿化+钾化、硅化、绢云母化、青盘岩化^[5]。

5 结论

综合物探方法在本矿区找矿中起到了很好的作用。首先利用地面高精度磁法圈定隐伏斑岩体的范围,开展带地形的2.5维反演,查明隐伏斑岩体的埋深与产状等空间特征^[6],然后利用激电中梯测量圈定含矿斑岩体的分布范围,综合解析矿体的空间赋

存状态,最后有的放矢地开展钻探工程验证。综合物探方法的投入,为矿区深部探矿指明了方向,为山地工程的布置提供了依据,对查清全矿区深部资源潜力具有重大意义^[7]。同时说明,在充分认识成矿环境的基础上,综合选择物探方法,可以从不同角度对比、分析物探异常是否为矿致异常,提高地质解释的准确性^[8]。

参考文献:

- [1] 左焕成, 郑伟, 吴小勇, 等. 综合物探在西藏尼木地区斑岩铜矿找矿中的应用[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(2): 245-251.
- [2] 程奋维, 张帅, 马星新. 新疆哈密市沙尔萨依地区钨钼矿地质特征及找矿标[J]. 矿产勘查, 2020, 11(7): 1379-1385.
- [3] 黄力军, 刘瑞德, 陆桂福, 等. 电法在寻找隐伏金属矿方面的定位预测作用[J]. 物探化探计算技术, 2004, 28(1): 277-282.
- [4] 晏月平, 蔡家雄, 戴前伟. 磁异常共轭元解释理论与方法[M]. 北京: 地质出版社, 2014: 1-130.
- [5] 朱朝吉, 周肇武, 刘天佑, 等. 高精度磁测找矿效果: 以青海尕斯库勒矿区为例[J]. 地质与勘探, 2011, 47(2): 277-283.
- [6] 侯增谦, 杨志明. 中国大陆环境斑岩型矿床: 基本地质特征、岩浆热液系统和成矿概念模型[J]. 地质学报, 2009, 83(12): 1801-1802.
- [7] 张叶鹏, 严家斌, 王红, 等. 大比例尺综合物探方法在深部矿产远景调查试点中的应用[J]. 地球化学, 2015, 51(4): 741-747.
- [8] 闫志勇, 牛作亮, 周为, 等. 综合物探方法在寻找斑岩型钨钼矿中的应用实例[J]. 有色金属: 矿山部分, 2010, 62(5): 25-26.

Application of integrated geophysical method to porphyritic W-Mo ore deposit prospecting

ZHENG Wei, ZHU Lili, ZUO Huancheng

(Sichuan Institute of Metallurgical Geology and Exploration, Chengdu 610051, China)

Abstract: In Qinghai province is newly discovered a porphyritic W-Mo deposit. In the pre-geological survey stage ground high precision magnetic survey, IP middle gradient survey and other traditional geophysical exploration were integrately operated to lineate the buried porphyritic bodies and interpreted their spatial distribution. Ideal results were obtained indicating that selectively integration of geophysical exploration techniques based on full understanding the metallogenic environment can compare and analyze whether the anomaly is caused by ore and improve accuracy of geological interpretation and solve the related geological problems.

Key Words: porphyritic W-Mo deposit; integrated geophysical prospecting; the ground high precision magnetic survey; IP middle gradient survey; wall rock alteration; Qinghai province