doi: 10.11720/wtyht.2016.5.11

屈栓柱,胡华伟,潘德仁.高精度磁测在尼勒克县穹库尔铁矿中的应用分析[J].物探与化探,2016,40(5):910-915.http://doi.org/10.11720/ wtyht.2016.5.11

Qu S Z, Hu H W, Pan D R. An analysis of the application of high precision magnetic survey to the Qiongkuer iron deposit in Nilka County[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2016, 40(5):910–915. http://doi.org/10.11720/wtyht.2016.5.11

高精度磁测在尼勒克县穹库尔铁矿中的应用分析

屈栓柱,胡华伟,潘德仁

(新疆地矿局物化探大队,新疆昌吉 831100)

摘要:为扩大新疆尼勒克县松湖铁矿后备储量资源,对尼勒克县松湖铁矿东南1:5万化探异常进行了地面磁测工作,通过对磁测数据进行化极、延拓等处理,进一步了解了圈定的3处高磁异常体的空间分布及产状特征,利用二度半人机交互反演,拟合出矿体的埋深和形态,通过钻探验证发现了穹库尔铁矿。后期依据磁测反演成果在主矿段西侧植被覆盖区内发现了一定规模的隐伏矿体,为矿床勘探及资源量扩大提供了重要的地球物理依据。 关键词: 穹库尔铁矿;高精度磁测;二度半人机交互反演;正演拟合

中图分类号: P631 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2016)05-0910-06

松湖铁矿位于新疆尼勒克县境内,西天山阿吾 拉勒山东段、喀什河南侧,是2008年始建的"国家级 绿色矿山"。2005年,被新疆地矿局第七地质大队 通过查证1:5万化探异常所发现,并对该矿床及外 围开展了包括详查在内的系统地质勘查工作,提交 (332+333)类铁矿石量 5 400 万 t,达中型规模,初步 确定矿床成矿类型为海相火山—沉积型铁矿床。近 年来,随着国际铁矿石价格持续下行,为提高企业利 润,矿山的开发力度急剧加大,矿石开采迅速由地表 转至井下,大大提高了开采成本。为确保矿山开发 的可持续性,新疆地矿局安排新疆地矿局物化探大 队对松湖铁矿东南一带的化探和航磁异常进行查 证,并利用高精度磁测工作发现了穹库尔铁矿,通过 对比研究松湖铁矿的成矿规律,深入研究磁异常与 铁矿体的空间对应关系,总结了矿区寻找铁矿的经 验。目前,穹库尔铁矿经过两年详查,共求得(332+ 333+334) 类铁矿石量 1030 万 t。

1 矿区地质特征

穹库尔铁矿大地构造上位于哈萨克斯坦—准噶 尔板块、伊犁—伊塞克湖微块,三级构造单元属阿吾 拉勒—伊什基里克晚古生代裂谷系(图1)^[1]。 根据天山区航磁资料,本区属伊宁—库米什正 磁场区,在正磁异常带高背景上存在诸多局部异常, 目前已在该带内发现的式可布台、尼新塔格、查岗诺 尔、智博、备战等大中型铁矿均与之存在对应关系 (图 2)^[2]。

1.1 地层

矿区出露地层主要为下石炭统大哈拉军山组 (C₁d)第一、第二岩性段。岩性主要为紫红—灰紫 色凝灰质砂岩、凝灰质角砾岩、晶屑岩屑凝灰岩、安 山质凝灰岩、灰白色—灰黑色泥晶生物碎屑灰岩,其 中铁矿主要赋存于第二岩性段晶屑岩屑凝灰岩中 (图 3)。

1.2 构造和岩浆岩

矿区内断裂较发育,但规模一般不大,表现为北 西、北北西和北东向3组,以逆断层为主,次为正断 层,3组断层相互交错,对地层和岩体均有不同程度 的破坏,其中北东向断层为最晚次断层,对局部矿体 有加富作用。

矿区内岩浆岩以侵入岩为主,岩性主要为早二 叠世混源序列的闪长玢岩,其次为晚石炭世混源序 列的黑云母花岗岩和中二叠世正长斑岩。

收稿日期: 2015-03-25;修回日期: 2015-09-09



图 1 研究区区域大地构造单元



图 2 研究区航磁异常平面等值线(左)与平面剖面(右)



岩层界线 推测岩层界线 断层及编号 勘探线位置及编号 20002 施工钻孔位置及编号 12 蚀变带及编号 品屑岩屑凝灰岩 δμ 闪长玢岩 tf 沉凝灰岩 bt css 凝灰质/中粒长石岩屑砂岩 凝灰质细粒长石岩屑砂岩 155 正长斑岩 ξπ 黑云母花岗岩 γß

Fe-1 磁铁矿体及编号

岩层产状

100

图 3 研究区 1:10 000 平面地质及测线布置

1.3 矿化蚀变特征

矿区内矿化主要为磁铁矿化、褐铁矿化、黄铁矿 化,其次为黄铜矿化、孔雀石化和镜铁矿化。

磁铁矿化为主要矿化类型,多分布于灰绿色晶 屑岩屑凝灰岩中(赋矿岩石),呈自形—半自形粒 状、他形粒状,粒径 0.1~2 mm,多为早期生产矿物, 当磁铁矿富集到一定程度时,即形成磁铁矿体。少 部分为后期生成矿物,由于成矿期后热液作用接触 交代生成,围岩中呈浸染状、条带状、团块状或粒集 合体产出。

褐铁矿化在浅表矿体和围岩中较发育,受地表 风化淋滤作用呈褐色、褐黄色,以条带状、浸染状、团 粒状、他形粒状产出,为硫铁矿的主要氧化产物。

黄铁矿化较普遍,矿体及围岩均有产出。主要 有两期,早期为半自形晶,星点状或粒状集合体,呈 浸染状分布于磁铁矿颗粒间;晚期晶型较完整,粒度 较大,呈细脉状或不规则状充填于磁铁矿裂隙或石 英脉中,可形成一定规模黄铁矿体。

黄铜矿化和孔雀石化分布较局限,仅局部在矿体边部、矿体中或围岩中产出,分布极不均匀,含量较少。镜铁矿化普遍分布,主要集中在磁铁矿裂隙或岩石裂隙中,呈粒状、鳞片状产出,含量不高,为岩

矿石滑动变形或断裂构造生成时的标志性矿化。

矿区内蚀变以碳酸盐化、钾长石化、硅化、绿泥 石化、绿帘石化等为主,由浅及深蚀变逐渐增强,尤 其表现为深部矿体顶底板围岩蚀变最为强烈,成为 矿体顶底板围岩中典型的蚀变标志。

1.4 矿体特征

穹库尔铁矿共发现 2 条矿化蚀变带,目前所圈 定的矿体均产出于 K2 矿化带中(图 3),该带目前控 制矿体 3 个,呈不规则透镜状、似层状赋存于晶屑岩 屑凝灰岩、角砾凝灰岩中。矿体呈北西向展布,平均 长 150~342 m,平均厚 10.22~16.8 m,TFe 平均品位 38.38%~45.42%。铁矿床矿石矿物主要为磁铁矿, 其次有黄铁矿、镜铁矿及赤铁矿等^[3]。

2 矿区岩(矿)石磁性特征

矿区内各种岩(矿)石磁性参数统计结果如表 1,矿区内岩石与矿石的磁性差异明显,其中磁铁矿 石具有强磁化率和高剩磁特征;其他与成矿有关的 赋矿围岩如晶屑岩屑凝灰岩、镜铁矿化凝灰岩、凝灰 岩、凝灰质砂岩、灰岩等具有中等偏低磁性,可作为 背景场。因此,磁测方法在本区勘查中具有良好的 地球物理应用条件。

表1 岩矿石磁性参数统计

序号	岩性名称	块数	磁化率/(10 ⁻⁶ ×4πSI)		剩磁/(10 ⁻³ A/m)		
			均值	范围	均值	范围	
1	磁铁矿石	108	68285	7655~130015	15000	1969~32900	
2	磁铁矿化凝灰岩	43	6784	3451~13338	1911	979~3729	
3	晶屑岩屑凝灰岩	52	4746	3732~6817	1219	622~1525	
4	镜铁矿化凝灰岩	33	3550	2315~5581	1342	1155~1651	
5	凝灰质砂岩	43	2004	1568~5481	890	660~1197	
6	凝灰岩	62	3058	2753~7199	632	301~2391	
7	灰岩	37	1000	920~1410	16.7	10.1~28	

3 磁测成果的处理与解释

矿区磁法测量使用美国 Geometrics 公司生产的 质子磁力仪,采用 50 m×20 m 网度,磁测工作总精 度为±5 nT。

3.1 磁异常平面特征

由磁测 ΔT 平面等值线(图 4)可以看出,矿区 磁场呈北西—南东向带状展布,与地层走向基本— 致,异常幅值起伏,跳跃变化剧烈,总体表现为东南 高、西北略低的特征,最高达 8794 nT,异常与地表所 见磁铁矿化蚀变带吻合;沿走向上西侧磁异常较连 续,有 2 个高值中心,幅值分别达 3 600 nT 和 1 100 nT,地表为森林覆盖,与隐伏的磁铁矿(化)体有关; 正磁异常**死顶狭步**伴有较明显的负磁异常,表现为 梯度大、变化陡的负磁异常带,在矿区主要对应地表 出露矿体的北侧边部;其他区域显示为宽缓的弱磁 异常,基本是地层岩性的正常反应。

3.2 重点磁异常的解释与推断

1:5000 磁测成果(图 4)将矿区 K2 蚀变带划分为3 个高磁异常,分别为 C₁₂-01、C₁₂-02、C₁₂-03,其异常特征分述如下:

C₁₂-03 异常位于矿区东南侧,长约 550 m,宽约 200 m,呈椭圆形北西向展布,幅值达 8 794 nT;异常 所在地表对应出露的磁铁矿体,范围基本一致,表明 高磁异常为磁铁矿体引起。

C₁₂-02 异常位于 K2 蚀变带中部,地表为森林覆盖,局部地段见磁铁矿转石。异常长约 200 m,宽约 120 m,呈椭圆形北西向展布,正负伴生,正磁异常幅



图 4 矿区 K2 蚀变带 1:5000 高精度磁测平面

值达3668 nT,负磁异常幅值为-1063 nT,因其位于 C₁₂-03 异常西延部位,故推断为磁铁矿体引起。

C₁₂-01 异常位于 K2 蚀变带西部,呈椭圆形北西向展布,长约 300 m,宽约 110 m,正负伴生,正磁异常幅值达 1 050 nT,负磁异常为-500 nT,依据异常与C₁₂-02、C₁₂-03 位于同一走向带上,推测本异常为磁铁矿体所引起,异常幅值不高与矿体埋深较大有关。

4 反演结果与验证

根据磁测曲线特征和岩(矿)石物性成果,本着 由已知到未知的原则,用二度半重磁异常剖面解释 系统 GMVPS 软件,对地表见矿体出露且对顶底板 围岩做初步了解的 4 勘探线和位于森林覆盖区的 10 勘探线(图 4)进行矿体及围岩赋存形态人机交 互拟合,依据该区所处地理位置,通过 2010 年发布 的 IGRF11 国际地磁参考场计算矿区岩石磁化倾角 为68°,磁偏角为3°,结合前期钻孔控制矿体所见的 岩性变化建模进行反演计算。设计2个磁性地质 体,1号为磁铁矿体,磁化率为68285×10⁻⁵SI,剩余 磁化强度为15000×10⁻³A/m,计算所得磁化强度为 3103×10⁻²A/m;2号为晶屑岩屑凝灰岩,磁化率为 4746×10⁻⁵SI,剩余磁化强度为1219×10⁻³A/m,计 算所得磁化强度为225×10⁻²A/m,反演取得的矿体 及围岩形态见图5和图6。

图 5 为 4 线磁测正演拟合剖面,从异常形态看, 异常 主体 近 似 为 对称 的 单峰 正 磁 异常,幅值达 5 503 nT,剖面上异常半峰宽度为 82 m,为近直立薄 板状体的异常特征。拟合的磁铁矿体为向北陡倾下 延有限的直立板状体^[5-6],矿体出露地表,厚约 11~ 20 m,向下延伸约 200 m,倾角约 84°。后期在 4 线 布设的 ZK0401、ZK0402、ZK0404 和 ZK0406 孔对异 常进行了验证,并对 Fe1 矿体进行了初步控制,控制



图 5 4 线磁测正演拟合剖面



图 6 10 线磁测正演拟合剖面

矿体向北陡倾,倾角约83°,矿体真厚度11.7~40 m, 平均厚约20m;拟合效果与钻探验证Fel矿体赋存 形态基本吻合。

以4线拟合矿体的参数和产状为基础,对森林、 草皮覆盖无岩石出露的10线进行正演拟合,目的是 推断隐伏矿体的空间赋存位置。图6为10线磁测 正演拟合剖面,从图中可以看出曲线拟合程度较好, 钻孔控制矿体位置与拟合矿体位置具有一定对应关 系。结合4线钻孔控制矿体的空间位置、形态等可 以推断10线控制矿体底部有陡立磁铁矿体隐伏的 可能性较大^[7-18],应加大该区钻孔工程部署力度,以 求继续扩大资源量。

5 结论

 高精度磁测在穹库尔铁矿发现、评价过程中 起到了至关重要的作用。

2) 矿区大多为隐伏矿体,产状较陡,尖灭再现现象较为频繁,因地形和森林覆盖等原因,地表开展 大规模钻探施工较为困难,故高精度磁测反演结果 对钻探工程的部署提供了重要依据,大大提高了钻 探见矿概率。

3) 矿带划分的磁异常向西仍有较大延伸,后期 应加大工程部署力度,为矿区资源量扩大奠定基础。

4)高精度磁测在穹库尔铁矿发现、评价过程中的作用表明:该方法在地形复杂、高差大、覆盖厚的森林覆盖区、山区寻找磁铁矿床具有效果突出、简单快捷、成本依歉、腐效环保等优点。

参考文献:

- [1] 新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区区域地质志 [M].北京:地质出版社,1993.
- [2] 苏巧云,端木合顺,王洁明.磁法勘探在尼勒克县松湖铁矿中的应用[J].物探与化探,2011,35(5):592-595.
- [3] 胡华伟,吴昌福,舒林,等.新疆尼勒克县穹库尔铁矿详查报告 [R].新疆地矿局物化探大队,2014.
- [4] 管志宁.地磁场与磁力勘探[M].北京:地质出版社,2005.
- [5] 李桐林,穆石敏.人机联作重磁资料解释方法的研究[J].吉林 大学学报,1990,20(3):341-346.
- [6] 张国鸿,黄传杨.地磁异常二维反演与应用[J].安徽地质, 2008,18(3):198-201.
- [7] 卢焱,李健,白雪山,等.地面磁法勘探在隐伏铁矿勘查中的应用[J].吉林大学学报:地球科学版,2008,38(4):698-702.
- [8] 董杰,李卫东,肖金平,等.河北省八道河航磁低背景场区铁矿 地面磁测勘查实例[J].物探与化探,2010,34(5):557-563.
- [9] 李庆阳,王艳梅,邓霜岭.新疆若羌县阿尔金山脉里维齐明隐伏 铁矿床地面磁异常特征[J].物探与化探,2010,34(3):286-288.
- [10] 谢顺胜,蔡水库,吴小洁.海南石碌地区重磁异常特征及深部找 矿[J].物探与化探,2011,35(3):313-318.
- [11] 张恒磊,刘天佑,朱朝吉,等.区域地质调查与资源勘查高精度 磁测找矿效果——以青海尕林格矿区为例[J].物探与化探, 2011,35(1):12-16.
- [12] 李桐林,穆石敏.人机联作重磁资料解释方法的研究[J].吉林 大学学报,1990,20(3):341-346.
- [13] 张国鸿,黄传杨.地磁异常二维反演与应用[J].安徽地质,2008 (3):198-201.
- [14] 李志华,张玲玲,孙长玉,等.二维离散小波变换在磁测资料处 理中的应用[J].物探与化探,2009,33(1):91-98.
- [15] 张恒磊,刘天佑.基于小波分析的磁测数据处理流程及解释方法[J].物探与化探,2009,33(6):686-690.

- [16] 刘天佑,刘大为,詹应林,等.磁测资料处理新方法及在危机矿 山挖潜中的应用[J].物探与化探,2006,30(5):377-381,396.
- [17] 史辉,刘天佑,Dawi M G.利用欧拉反褶积法估计二度磁性体深 度与位置[J].物探与化探,2005,29(3):230-233.
- [18] 娄德波,宋国玺,李楠,等.磁法在我国矿产预测中的应用[J]. 地球物理学进展,2008,23(1):249-256.
- [19] 欧阳玉飞,刘继顺,韩海涛,等.新疆阿尔泰地区蒙库—可可塔 勒铁矿带 C7 磁异常地面查证效果及铁矿远景[J].物探与化 探,2009,33(3):266-269.
- [20] 李庆阳,王艳梅,邓霜岭.新疆若羌县阿尔金山脉里维齐明隐伏 铁矿床地面磁异常特征[J].物探与化探,2010,34(3):286-293.
- [21] 张恒磊,刘天佑.基于小波分析的磁测数据处理流程及解释方

法[J].物探与化探,2009,33(6):686-690.

- [22] 聂文昌,周栋良,黄临平.高精度磁法在江西永宁地区磁铁矿勘 查中的应用[J].工程地球物理学报,2013,10(1):11-14.
- [23] 李磊,陈晓东,郭友钊,等.RP-1 型岩矿石电性测量系统研制 [J].物探与化探,2013,37(3):529-532.
- [24] 冯军.高精度磁测划分弱磁地层界线的应用效果[J].甘肃地 质,2010,19(2):80-84.
- [25] 范正国,方迎尧,王懋基,等.航空物探技术在1:25 万区域地 质调查中的应用[J].物探与化探,2007,31(6):504-509.
- [26] 张文斌.高精度航空物探测量在地质填图中的应用[J].物探与 化探,2004,28(4):283-286.
- [27] 王海燕, 焦新华, 吴燕冈. 内蒙古阿龙山区域地质填图中的重磁 联合人机交互解释[J]. 物探与化探, 2005, 29(1):16-18.

An analysis of the application of high precision magnetic survey to the Qiongkuer iron deposit in Nilka County

QU Shuan-Zhu, HU Hua-Wei, PAN De-Ren

(Geophysical and Geochemical Exploration Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resource Exploration and Development, Changji 831100, China)

Abstract: In order to expand reserve resources of the Qiongkuer iron deposit in Nilka County, Xinjiang, the authors conducted surface magnetic survey for 1:50000 geochemical Hs-19 anomaly. Through such means as reduction to the pole and continuation, the spatial distribution of attitude characteristics of three delineated high-magnetic anomalous bodies was detected; through two and a half dimensional interactive inversion, the buried depth and shape of the orebody were fitted; through drilling verification, the Qiongkuer iron deposit was discovered. At the late stage, a concealed orebody of certain size was found in the vegetation cover area on the western side of the main ore block according to the result of magnetic inversion, thus providing geophysical basis for the exploration of the deposit and the expansion of resource quantity.

Key words: Qiongkuer iron deposit; high-precision magnetic survey; two and a half dimensional interactive inversion method; forward fitting

作者简介: 屈栓柱(1982-),毕业于中国地质大学(北京)地球探测与信息技术专业,硕士学位,高级工程师,现从事与地球物 理找矿相关的生产与研究工作。E-mail:cugb26011@163.com