

Application of Geophysical Method in the Evaluation of the Copper Mineralization Point in the Western of Jingerquan in Hami

Wei Wang, Xinglai Shao, Yaoming Zhou, Cheng Wang, Chunhui Xing, Yafang Zhang

The 305 Project Office of the People's Government of the Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi Xinjiang
Email: 253840834@qq.com

Received: Apr. 11th, 2017; accepted: Apr. 27th, 2017; published: Apr. 30th, 2017

Abstract

More than ten mafic and ultramafic complexes with larger scale about 0.02 square kilometers are presented in the western Jingerquan, eastern Tianshan, NW China. Base on the high precision gravity and magnetic measurement method in coverage area, we carry out the evaluation to the copper mineralization point in the western of Jingerquan in Hami. In this work, we delineated 8 high gravity anomalies and 7 high magnetic anomalies, which are caused by the basic ultrabasic rocks, and all of these anomalies are the favorable position to find the Cu-Ni mineralization which is related to basic ultrabasic rocks.

Keywords

Western Jingerquan, Mafic-Ultramafic Rock, High Precision Gravity and Magnetic Measurement, Evaluation

物探方法在哈密市镜儿泉西铜矿化点评价中应用

王 威, 邵行来, 周耀明, 王 成, 邢春辉, 张雅芳

新疆维吾尔自治区人民政府国家305项目办公室, 新疆 乌鲁木齐
Email: 253840834@qq.com

收稿日期: 2017年4月11日; 录用日期: 2017年4月27日; 发布日期: 2017年4月30日

摘要

镜儿泉西地区出露十多个规模不等的镁铁质超镁铁质岩体, 规模较大者约为0.02平方千米, 且辉长岩中发育孔雀石化, 为较好的找矿线索。本文通过在覆盖区较为适用的高精度重磁测量方法, 对镜儿泉西铜矿化点开展评价。本次工作共圈出高重力异常8个和高磁异常7个, 为基性-超基性岩引起, 是寻找与基性-超基性岩有关的铜镍矿有利部位。

关键词

镜儿泉西, 镁铁质-超镁铁质岩体, 高精度重磁测量, 评价

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

东天山是我国重要的铜镍硫化物矿床成矿区带[1][2][3][4][5], 在东天山东部, 黄山-镜儿泉韧性剪切带成矿带因发育有一系列与 Cu-Ni 硫化物矿床有关的镁铁质超镁铁质岩体而受到地质学家的广泛关注[6][7][8][9][10], 取得了一系列科研成果。此成矿带东西延伸 270 km, 南北宽达 20~35 km, 从西到东有: 土墩、香山、黄山东、黄山东以及镜儿泉地区的红石岗、黑石梁、葫芦东、串珠、马碛、图拉尔根等十多个镁铁质超镁铁质岩体。其中黄山东、黄山、黄山南、香山、土墩、葫芦、图拉尔根岩体伴随着工业铜镍矿体, 其它岩体也有不同程度的铜镍矿化, 区域成矿背景优越, 潜力巨大。

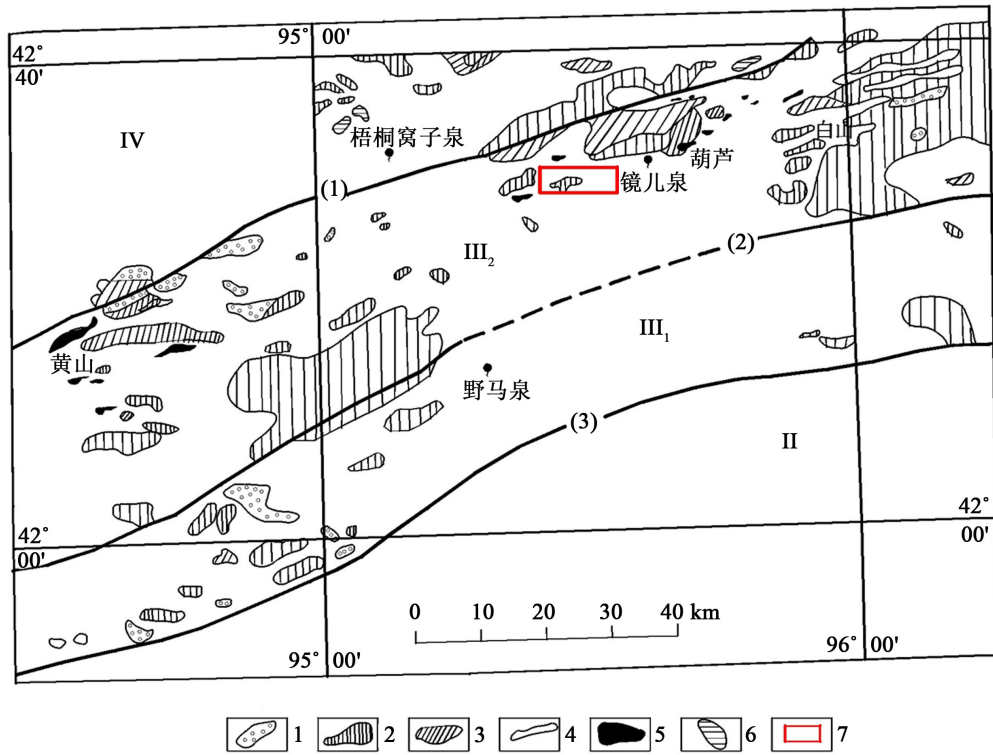
镜儿泉西地区出露十多个规模不等的镁铁质超镁铁质岩体, 规模较大者约为 0.02 平方千米, 其北部辉长岩中发育孔雀石化, 为较好的找矿线索。区内岩石地层出露较差, 多为第四系覆盖。本文通过在覆盖区较为适用的高精度重磁测量对镜儿泉西铜矿化点开展评价, 提出进一步工作方向。

2. 区域地质特征

区内约第四系覆盖范围大, 出露地层主要为石炭系上石炭统梧桐窝子组、第三系渐新-中新统桃树园组、第四系全新统(Q₄), 主要为灰黑色浅粒岩、红褐色砂质泥岩、泥质粉砂岩、钙质粉砂岩[11]。区内岩浆岩均属华力西期, 以中期为主, 类型齐全, 包括超基性岩、辉长岩、闪长岩和各类花岗岩(图 1), 主要有三个侵入期次, 第一侵入期次形成超基性岩、辉长岩、闪长岩、花岗闪长岩, 第二侵入次形成黑云母花岗岩、二云母花岗岩, 第三侵入次形成白云母花岗岩、斜长花岗岩; 华力西期晚期形成钾质花岗岩、角闪二长花岗岩和文象花岗岩。华力西早期形成以为次辉绿玢岩、辉石安山玢岩、次石英角斑岩、钠长斑岩为主火山岩。

(1) 超基性岩呈脉状、岩滴状产出, 脉状走向为北西向, 长约 10~50 米, 宽约 0.1~5 米; 岩滴状产出小岩体, 长约 40~50 米, 宽约 30~40 米, 为橄榄辉石岩, 并伴有较强的透闪石化。主要由角闪石(58%~65%)、橄榄石(25~30%)组成, 辉石(5%)大多被透闪石交代, 斜长石(5%)为分布于角闪石间的拉长石。蚀变以蛇纹石化、纤闪石化、绿泥石化为主, 次有滑石化、碳酸盐化及菱镁矿化。

(2) 辉长岩已细粒化重结晶, 轻度变质, 辉石、角闪石大致聚为平行的条带分布。主要由斜长石组成(58%)、辉石(30%)、磁铁矿(2%), 榍石微量组成。蚀变以纤闪石化、绿泥石化为主, 次为钠黝帘石化。



1. 华力西晚期钾质花岗岩、文象花岗岩; 2. 华力西中期黑云母花岗岩、二长花岗岩; 3. 华力西中期闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩; 4. 华力西中期辉长岩、角闪辉长岩、苏长岩; 5. 华力西中期超基性岩; 6. 华力西早期次火山岩; IV 吐鲁番 - 哈密地体; III₂ 阿齐山 - 黄山 - 镜儿泉亚地体; III₁ 阿齐山 - 雅满苏亚地体; II 中天山地体; (1) 康古尔深断裂; (2) 雅满苏大断裂; (3) 中天山北缘深断裂; 7. 研究区范围

Figure 1. Regional geological map of western Jingerquan district (Kezhang Qin, 2011)
图 1. 镜儿泉西区域地质简图(秦克章, 2011)。

(3) 闪长岩主要有斜长石(57%)、角闪石(40%)、磁铁矿(3%)、褐铁矿(微量)组成, 岩石发生中度绿帘石化、阳起石化蚀变。

(4) 花岗闪长岩由斜长石(70%~75%)、石英和少量暗色矿物组成。斜长石普遍中轻度绢云母化、泥化。

研究区北部发育两条断层, 均为黄山 - 镜儿泉韧性剪切带(F11)的次级断裂, 为北东向断层(F1)和北北东向隐伏断层(F2), 在研究区北部交汇, 沿断层两侧岩石较为破碎。

3. 矿化特征

距研究区东 50 km 的图拉尔根铜镍矿含矿镁铁质 - 超镁铁质杂岩体, 长 200~1400 m 不等, 宽 20~150 m 不等, 平面形态呈岩墙状、透镜状。主要包括辉长岩、角闪橄榄岩、辉石橄榄岩、橄榄辉石岩、角闪橄榄岩等岩相, 其中角闪橄榄岩为主要的赋矿岩相。物探测量证实在该岩体分布地段具有较为明显的低阻、高极化及高磁异常, 钻探证实深部辉长岩中浸染状黄铁矿化、黄铜矿化及磁铁矿化较为发育, Cu、Ni、Co 品位较高, 矿化显示强。重力、磁法等物探方法在该类矿化岩体的寻找过程中取得了较好的找矿效果。

区内超基性岩体正北 500 m 处的辉长岩脉中发现较强孔雀石化和褐铁矿化, 该岩脉长约 20 m, 宽 0.2~3 m, 走向 10°, 矿化长约 2.5 m, 宽约 0.2 m, 岩石裂隙面除见较强孔雀石化, 局部还可见极少量的原生黄铜矿和黄铁矿微细粒。镜下观察岩石内含 3%磁铁矿, 灰色微带浅棕色反射色, 反射率较低, 八面体晶形, 粒径 0.01~0.4 mm 微粒, 浸染状定向分布, 与其共生了极微量磁黄铁矿, 乳黄色微带玫瑰棕色

反射色，星点状分布，0.03~0.15 mm，晶内可见结状镍黄铁矿出溶物，磁黄铁矿轻度褐铁矿化。

4. 方法选择

针对区内含矿岩体矿化特征，在重力、磁法、电等方法实验的基础上，选择本地区适用的高精度重磁测量方法组合对镜儿泉西铜矿化点开展评价。磁法工作使用 GSM-19W 连续测量质子磁力仪，使探头间距离保持在 20 m 以上，使用仪器同时作秒级同步日变观测，每 20 秒读取一次读数，取 100 个左右的观测值来计算每台仪器的噪声均方根的值 S，要求每台投入使用的仪器其噪声误差小于 2.0 nT。重力工作使用加拿大 Scintrex 生产的 CG-5 全自动陆地重力仪，量程 8000 mGal，全量程直接读数，仪器分辨率 0.001 mGal，重复观测精度小于 0.005 mGal，测量过程中，仪器不受环境温度和大气压变化的影响，可实时进行固体潮改正和倾斜改正，同时仪器自身可以自动去除由于局部受到冲击和震动所引起的测量误差和去除较大的微地震噪声。

通过对仪器做性能调教及实验(漂移改正(即静态实验)、倾斜改正、动态及一致性实验)，以保证仪器精度，数据可靠。

5. 地球物理特征

为了对工作区各种岩矿石的物性特征有一个全面的了解，本次收集了镜儿泉(I 区、II 区)和香山东铜镍矿区工岩矿石物性标本，进行了电性、磁性和密度测量，参数统计表如下表 1。

在镜儿泉 1 区和 2 区内，岩石的密度变化特征基本上遵循岩性从超基性-基性-中性-酸性时，岩石密度逐渐降低的一般规律(镜儿泉 I 区的辉长岩例外，其密度略小于闪长岩，这可能是由于该工作区内辉长岩蚀变较强的缘故)，正常情况下辉长岩密度大于 2.90 g/cm³，闪长岩密度 2.75 g/cm³ 左右，而花岗岩小于 2.60 g/cm³。在香山东工作区，与镜儿泉地区相比，相同岩性密度略有偏大，闪长岩密度为 2.90 g/cm³，花岗岩密度值为 2.66 g/cm³。

从磁性统计结果看，工作区内各种岩性的剩余磁化强度均不大，表明三个工作区内磁异常以感磁为主。总体来说，辉长岩磁性最强，在镜儿泉 1 区辉长岩磁化率为 1387×10^{-5} SI，镜儿泉 2 区辉长岩磁

Table 1. Statistics of magnetic and density parameters of physical specimens
表 1. 物性标本磁性、密度参数统计表

工区	岩石名称	数量	$\kappa \times 10^{-5}$ SI		ρ_s (g/cm ³)	
			变化范围	常见值	变化范围	常见值
镜儿泉 I 区	辉长岩	43	377~5110	1387	2.50~3.23	2.73
	闪长岩	34	101~2252	858	2.53~2.98	2.75
	花岗岩	22	8~122	44	2.32~2.68	2.47
	石英	11	1~146	38	2.30~2.58	2.48
镜儿泉 II 区	辉长岩	31	319~5444	2512	2.49~3.25	2.94
	闪长岩	17	30~3289	1194	2.44~2.98	2.73
	花岗岩	29	0~63	13	2.08~2.61	2.52
	石英	4	13~29	24	2.55~2.76	2.63
香山东	闪长岩	34	16~270	64	2.82~2.97	2.9
	花岗岩	34	7~198	43	2.58~2.78	2.66

化率为 2512×10^{-5} SI。闪长岩磁性次之，在镜儿泉 1 区和 2 区，磁化率约 1000×10^{-5} SI，在香山东工区，闪长岩呈现弱磁性，磁化率仅为 $n \times 10 \times 10^{-5}$ SI。三个工区内，花岗岩都表现为弱磁性，磁化率均为 $n \times 10 \times 10^{-5}$ SI。

物性标本统计显示，辉长岩密度为 $2.90 \sim 3.25 \text{ g/cm}^3$ ，磁化率为 300×10^{-5} SI~ 5500×10^{-5} SI；闪长岩密度为 $2.40 \sim 2.90 \text{ g/cm}^3$ ，磁化率为 30×10^{-5} SI~ 2300×10^{-5} SI；花岗岩密度为 $2.08 \sim 2.78 \text{ g/cm}^3$ ，磁化率为 0×10^{-5} SI~ 200×10^{-5} SI。

6. 地球物理异常特征

通过 1:1 万重磁测量工作，在研究区中部有北东 - 南西向展布的重磁高值反映，与区域构造线方向基本一致。从异常强度上看，为中等强度磁异常区和高密度异常区，磁异常强度范围为 $500 \sim 700 \text{ nT}$ 、重力异常强度范围为 $0.4 \sim 0.6 \text{ mGal}$ 。结合到区域地质，高值区所在的这个层位位于北东东向的构造线中，也正好在黄山韧性剪切带的范围内。根据本区标本磁参数测定结果，同时结合地质成果，表明本区强磁性高密度岩石主要为基性和超基性岩，推测高值反映应为深部基性-超基性岩体引起，与找矿关系密切。

结合地表基性 - 超基性岩体分布情况，以剩余重力值 $0.3 \sim 0.35 \text{ mGal}$ 、磁法 ΔT 值 $360 \sim 380 \text{ nT}$ 为界，圈定剩余重力、磁法 ΔT 异常范围。共圈出高重力异常 8 个，编号 JE-G-1、JE-G-2…JE-G-8；高磁异常 7 个，编号 JE-M-1、JE-M-2…JE-M-7，如图 2、图 3。各异常特征见表 2、表 3。

Table 2. Gravity measurement residual gravity anomaly feature table in the western of Jingerquan
表 2. 镜儿泉西测区重力测量剩余重力异常特征表

异常编号	异常形态	异常走向	异常长度(m)	异常宽度(m)	异常强度	备注
					($\times 10^{-5} \text{ m/s}$)	
JE-G-1	不确定	NE	200	400	0.4	向南西未封闭
JE-G-2	条带状	EW	700	420	0.6	向西未封闭
JE-G-3	条带状	NE	700	500	0.55	
JE-G-4	条带状	NEE	470	220	0.45	
JE-G-5	近等轴状	NEE	200	110	0.4	
JE-G-6	条带状	NEE	700	360	0.6	
JE-G-7	等轴状	NEE	360	320	0.25	向东未封闭
JE-G-8	不确定	不明确	500	200	0.5	向南未封闭

Table 3. Magnetic survey ΔT anomaly characteristics table of in the western Jingerquan
表 3. 镜儿泉西测区磁力测量 ΔT 异常特征表

异常编号	异常形态	异常走向	异常长度(m)	异常宽度(m)	异常强度(nT)	备注
JE-M-1	条带状	NE	1200	380	500	向西未封闭
JE-M-2	条带状	NE	620	320	600	
JE-M-3	条带状	NE	600	320	500	
JE-M-4	条带状	NEE	440	240	700	
JE-M-5	条带状	NE	1450	630	600	
JE-M-6	等轴状	不明确	300	350	300	
JE-M-7	条带状	NE	750	320	400	向东未封闭

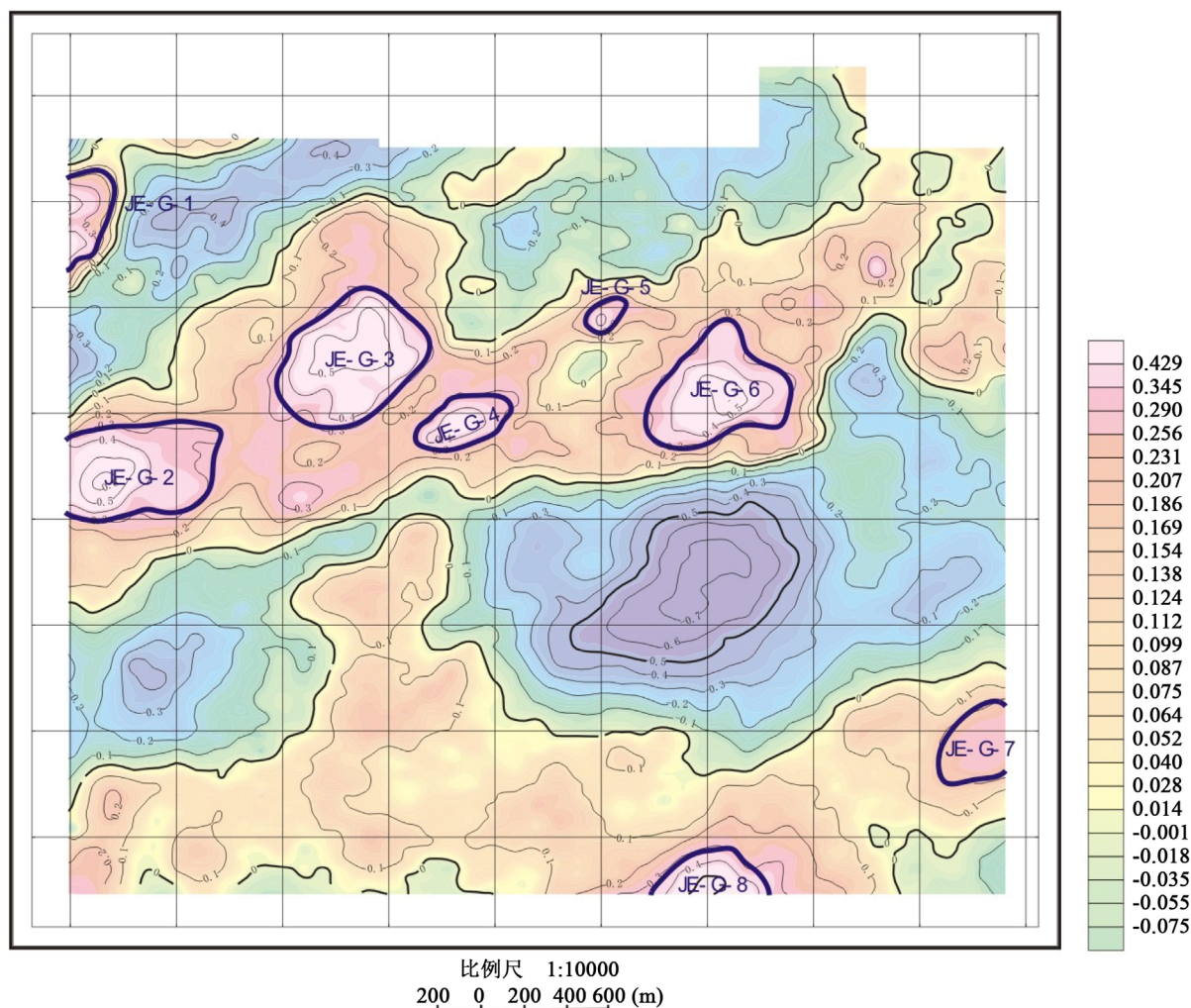


Figure 2. Gravity measurement residual gravity anomaly map of western of Hami Jingerquan
图 2. 镜儿泉西剩余重力异常

从图中对重磁异常进行分析研究发现, 研究区内重磁异常主要沿区北部北东向 - 北东东向串珠状分布, 与区域构造线方向一致, 表明这些重磁力高受控于同一构造或地层。通过对重磁异常进行对比分析, 可以划分出 4 个重磁综合异常, 即 JE-G-3/JE-M-2、JE-G-4/JE-M-3、JE-G-5/JE-M-4 和 JE-G-6/JE-M-5 综合异常。在这些综合异常上, 重磁异常套合程度好, 异常幅值较大。根据前人对镜儿泉地区岩矿石物性分析可知, 镜儿泉地区基性 - 超基性岩体具有重磁同高的异常特征, 结合此次地质填图成果, 所以将这四个重磁异常划为寻找基性-超基性岩的重点靶区。

其中 JE-G-3/JE-M-2、JE-G-4/JE-M-3 综合异常, 地表完全为第四系覆盖。JE-G-5/JE-M-4 和 JE-G-6/JE-M-5 综合异常南侧也为第四系覆盖, 北部地表出露花岗闪长岩, 其中辉长岩和超基性岩脉呈串珠状断续产出, 且在异常北边约 400 米的辉长岩脉中, 发现了少量铜矿化。由物性标本测量结果可知花岗闪长岩为低密度低磁性, 辉长岩密度与超基性岩相当, 磁性较强但低于超基性岩, 通过磁性差异可以区分辉长岩和超基性岩。

通过对比分析研究 JE-G-3/JE-M-2、JE-G-4/JE-M-3、JE-G-5/ JE-M-4、JE-G-6/ JE-M-5 综合异常具有寻找基性 - 超基性岩的较大潜力。为进一步查明 1:1 万重磁异常的特征, 针对 JE-G-3/JE-M-2、

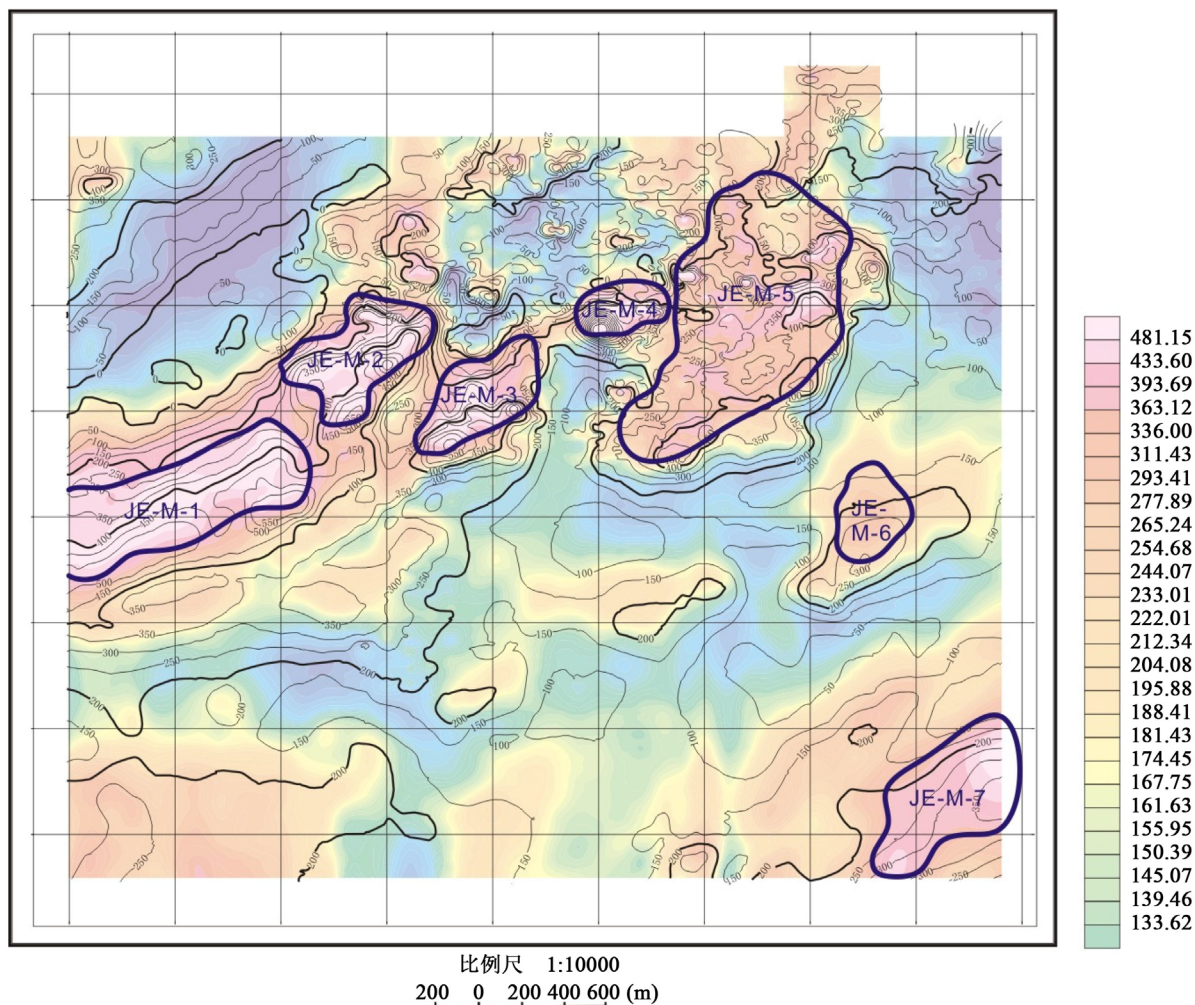


Figure 3. Magnetic measurement anomaly map of western of Hami Jingerquan
图 3. 镜儿泉西磁力异常平面图

JE-G-4/JE-M-3、JE-G-5/JE-M-4、JE-G-6/JE-M-5 重磁异常进行 1:2000 重磁加密测量，异常与前者一致，套合较好，重力异常最大值 0.5 mGal，磁异常最大值 614 nT，为重磁同高的特征。综合分析后认为重磁综合异常地表对应岩性为基性-超基性岩，该异常为基性-超基性岩引起，是寻找与基性-超基性岩有关的铜镍矿有利部位。

综合以上异常特征，在上述四个综合异常内部署槽探、钻探等工程，进行验证工作。

7. 结论

- (1) 东天山是我国重要的铜镍硫化物矿床成矿区带，镜儿泉西地区出露十多个规模不等的镁铁质超镁铁质岩体，具有与葫芦东、图拉根等铜镍矿类似的地质特征，成矿背景优越，潜力大。
- (2) 区内超基性岩体北侧的辉长岩脉中发现较强的孔雀石化和褐铁矿化，具有成矿指示意义。
- (3) 1:1 万重磁测量圈出 4 个重磁综合异常，即 JE-G-3/JE-M-2、JE-G-4/JE-M-3、JE-G-5/JE-M-4 和 JE-G-6/JE-M-5 综合异常，套合程度好，异常幅值较大，重力异常强度 0.4~0.6 mGal，磁异常强度为 500~700 nT。1:2000 重磁加密测量，异常与前者一致，套合较好，重力异常最大值 0.5 mGal，磁异常最大值 614 T，为重磁同高的特征。综合异常地表对应岩性为基性-超基性岩，该异常为基性-超基性岩引起，是寻找与基

性-超基性岩有关的铜镍矿有利部位。

基金项目

新疆维吾尔自治区地质勘查基金“新疆哈密市镜儿泉西铜镍矿预查(项目编码: T13-3-XJ29)”项目成果。

参考文献 (References)

- [1] 毛景文, 杨建民, 韩春明, 等. 东天山铜金多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2002, 27(4): 413-424.
- [2] 秦克章, 孙枢, 李继亮, 等. 北疆古生代矿床组合的六大构造阶段划分及其意义[J]. 矿床地质, 2002, 21(增刊): 203-206.
- [3] 秦克章, 方同辉, 王书来, 等. 东天山板块构造分区演化与成矿地质背景研究[J]. 新疆地质, 2002, 20 (4): 302-308.
- [4] 秦克章, 彭晓明, 三金柱, 等. 东天山主要矿床类型, 成矿区带划分与成矿远景区优选[J]. 新疆地质, 2003, 21(2): 143-150.
- [5] 孙赫, 秦克章, 徐兴旺, 等. 东天山镁铁质-超镁铁质岩带岩石特征及其成矿作用[J]. 矿床地质, 2007, 26(1): 98-108.
- [6] 顾连兴, 诸建林, 郭继春, 等. 造山带环境中的东疆型镁铁-超镁铁杂岩[J]. 岩石学报, 1994, 10(4): 339-356.
- [7] 王登红, 陈毓川, 徐志刚, 等. 新疆北部 Cu-Ni-(PGE)硫化物矿床成矿系列探讨[J]. 矿床地质, 2000, 19(2): 147-155.
- [8] 徐兴旺, 秦克章, 三金柱, 等. 东天山四顶黑山地区 545Ma 层状镁铁质-超镁铁质岩体的发现及其大地构造学和成矿学意义[J]. 岩石学报, 2006, 22(11): 2665-2676.
- [9] 三金柱, 田斌, 雷军文. 新疆东天山新发现图拉尔根全岩矿化岩浆铜镍矿床[J]. 矿床地质, 2003, 3: 270.
- [10] 三金柱, 惠卫东, 秦克章, 等. 新疆哈密图拉尔根全岩矿化岩浆铜-镍-钴矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿床地质, 2007, 26(3): 307-316.
- [11] 秦克章, 唐冬梅, 苏本勋, 等. 东天山-北山镁铁-超镁铁岩型铜镍矿深边部定位预测和找矿靶区优选与评价[R]. 国家 305 项目办, 2011: 10-12.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org