

文章编号: 1004—5589 (2010) 02—0327—10

物化探成果在找矿靶区预测中的应用

——以鸡东金场沟铜钼金矿化区为例

付洋¹, 王建新¹, 赵利刚¹, 陈雪¹, 臧兴运²

1. 吉林大学 地球科学学院, 长春 130061; 2. 吉林省地质调查院, 长春 130061

摘要: 黑龙江鸡东金场沟铜钼金及多金属矿化集中区是与中生代火山-次火山活动有关的矿区之一。研究表明, 低电阻率 ($<450 \Omega \cdot m$) 与高极化率 ($>5\%$) 可作为重要的地球物理找矿间接标志; Cu、Au、Mo、Ag 等元素异常可作为重要的地球化学找矿间接标志。经对该区的地球物理与地球化学的特征分析, 结合研究区地质条件, 利用相似类比的方法进行找矿靶区的预测, 成功地找到矿体。

关键词: 物化探; 找矿靶区; 铜钼金矿; 鸡东金场沟

中图分类号: P631.322; P595 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1004-5589.2010.02.022

Application of geophysical and geochemical exploration results in predicting prospecting target: taking Jinchanggou Cu-Mo-Au deposit in Jidong as an example

FU Yang¹, WANG Jian-xin¹, ZHAO Li-gang¹, CHEN Xue¹, ZANG Xing-yun²

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China;

2. Geological Survey Institute of Jilin Province, Changchun 130061, China

Abstract: Jinchanggou copper-molybdenum-gold and polymetallic mineralization concentrating area in Jidong of Heilongjiang is a mining area related to Mesozoic volcano-inferior volcanic activities. The study shows low resistivity ($<450 \Omega \cdot m$) and high polarizability ($>5\%$) can be regarded as indirect signs of geophysical prospecting, while the anomaly elements of Cu, Au, Mo, Ag can be used as indirect signs of geochemical prospecting. Based on the analysis of geophysical and geochemical characteristics, combining with geological conditions, the authors utilizing analogical method to forecast prospecting target, and discovered the ore body successfully in studied area.

Key words: geophysical and geochemical exploration; prospecting target; Cu-Mo-Au deposit; Jinchanggou of Jidong

0 引言

研究区位于黑龙江省鸡东县东南部, 多年来一

直是黑龙江东部找矿的重点远景区之一, 先后有黑龙江省有色金属地勘局 702 队、吉林大学等多家地勘单位、科研院所多次工作, 认为该区找矿前景良

收稿日期: 2009-09-30; 改回日期: 2009-12-23

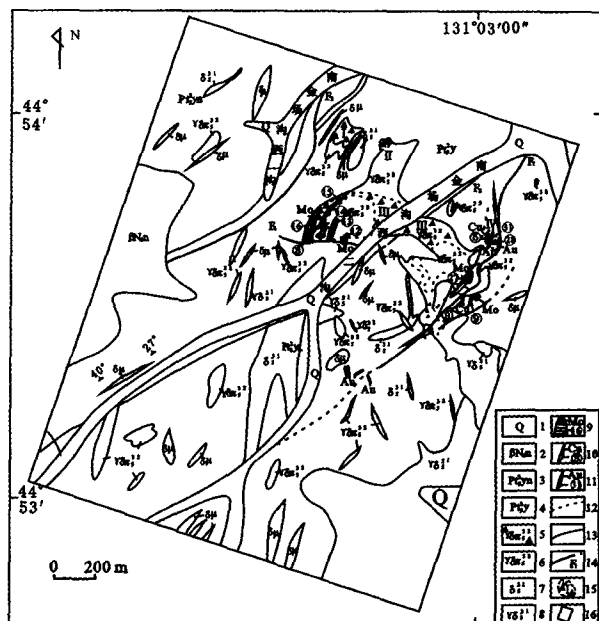
基金项目: 黑龙江省国土资源厅黑土资 [2002] 44 号项目

通讯作者: 王建新 (1952—) 男, 副教授, 硕士生导师, 从事固体矿产成矿规律与成矿预测方面研究。E-mail: jianxin@jlu.edu.cn

好^[14]。但由于该区成矿地质条件较为复杂且大面积植被覆盖,找矿效果不够理想。笔者在野外调查的基础上,结合成矿地质条件,对本区的物化探工作进行了分析研究,从而较好地进行了找矿靶区预测与工程验证,取得了重大的找矿突破。

1 成矿地质背景

研究区位于西太平洋活动陆缘控制下的中国东北部火山岩带与辽吉东部火山岩带交汇部位(图1),太平岭隆起带北东段^[5]。是中国东北部地区与晚侏罗—早白垩世火山—次火山岩浆活动有关的金及多金属成矿远景区之一^[6,7],矿床(点)众多,较著名的有东宁金厂金矿、小西南岔铜金矿等。



1. 第四系; 2. 第三系宁安玄武岩; 3. 上元古界阎王殿组; 4. 上元古界杨木组; 5. 花岗闪长斑岩角砾岩; 6. 燕山晚期花岗闪长斑岩; 7. 燕山晚期闪长岩; 8. 燕山早期花岗闪长岩; 9. 铜矿体及编号; 10. 铜矿体及编号; 11. 金矿体及编号; 12. 角砾岩及岩相界线; 13. 地层界线; 14. 实测/推测断裂及编号; 15. 角砾岩筒及编号; 16. 1:5000地质简测区

图1 金场沟矿区地质图^[8]

Fig. 1 Geological map of Jinchanggou deposit

依据该地区 1/5 万水系沉积物测量(1981, 3 000 km²)成果^[3], 四山林场金场沟地区及其以南地区划为Ⅱ级成矿远景区、金重砂Ⅱ级异常区和铜金等Ⅲ、Ⅱ级异常区。其中鸡东金场沟铜钼矿分

布于 Hs - 异常中, 异常面积约 40 km²。土壤地球化学测量所圈定的单元异常不但面积大(0.3 ~ 1.04 km²), 且强度高, 极大值 Cu 为 $3\,676 \times 10^{-6}$ 、Au 为 $5\,000 \times 10^{-9}$ 、Mo 为 90×10^{-6} 、Ag 为 4.1×10^{-6} 、Zn 为 451×10^{-6} 、As 为 123×10^{-6} , 在一定程度上反映了本区的找矿远景。

2 成矿地质条件

区内与成矿有关的地层主要为上元古界黄松群的阎王殿组和杨木组^[8,9]。阎王殿组云母石英片岩及千枚岩、板岩类中, 微量元素 Au 的平均含量为 48.85×10^{-9} , 是维氏值的 16 倍; 杨木组云母石英片岩类微量元素含量中, Mo 为 14.4×10^{-6} , Ag 为 0.37×10^{-6} , Cu、Pb、Zn 分别为 170×10^{-6} 、 20.2×10^{-6} 、 132.3×10^{-6} 。其中 Mo 和 Ag 是维氏值的 10 倍和 4 倍, Cu、Pb、Zn 是维氏值的 2 ~ 3 倍, Au 接近维氏值。围岩中金等元素的高含量特征对其成矿无疑具有重要促进作用。

鸡东金场沟成矿受构造控制明显。平行于西部敦—密断裂的金场沟断裂, 为一组(F₁—F₃) NNE—NE 压扭性断裂, 并靠近 NNE 向金场沟—黑松复背斜的轴部。这组断裂的形成与发展, 不但控制着形成闪长岩、花岗闪长斑岩的岩浆活动, 还控制着矿体的产出。

矿区发育的环状构造控制了与成矿有关的次火山岩体的侵入。环状构造内, NNE 向断裂与近东西向断裂交汇处, 是细粒闪长岩、花岗闪长斑岩岩体形成存在的主要空间位置, 岩石多具绿泥石化、高岭土化和黄铁矿化。在次火山岩体的边部, 尤其在靠近 F1 断裂处发育大量爆破角砾岩, 表明火山岩浆后期有强烈的气液作用, 隐爆角砾岩和后期的蚀变矿化受同一个构造系统控制, 它们在时间上非常接近, 在空间分布上的一致是找矿的标志。在角砾岩筒接触带产状由陡变缓的地段、角砾岩与围岩的接触面上呈岩枝状的地段及凹凸地段均是矿体赋存最为有利的部位^[10,11]。

在花岗闪长斑岩与围岩的接触带爆破角砾岩筒内, 发育浸染状辉钼矿和黄铜矿。爆破角砾岩体内的辉钼矿主要存在于花岗闪长斑岩角砾岩的胶结物中, 呈细小鳞片状分布于石英颗粒、岩屑之间。而片岩角砾岩筒则控制着金、铜矿体的产出, 如 V 号片岩角砾岩筒中的 5 号铜矿体和 28 号金矿体。

区内与成矿有关的次火山岩为闪长质系列、花岗质系列的小岩株。本区银金矿化石英脉的形成与石英闪长岩有关，金矿体赋存于石英闪长岩中及外围北北东向构造裂隙中；而铜的成矿作用与花岗斑岩有关，铜钼矿体主要赋存于花岗闪长斑岩岩体内及其边缘角砾岩筒和附近裂隙中。

3 物化探异常特征

3.1 岩（矿）石物性特征

由表1可知，岩矿石的物性差异很大。岩石的极化率（Fa）平均值<2.3%，而富含金属硫化物的矿石及矿化蚀变岩石的极化率值较高，平均值>6.2%；电阻率则相反，主要岩石的电阻率平均值均>742 Ω·m，矿石及矿化蚀变岩石的电阻率（ρs）平均值<409 Ω·m。岩矿石明显的物性差异，是物探找矿工作的基础^[12-16]。实际工作表明，低电阻率（<450 Ω·m）与高极化（>5%）可作为重要的地球物理找矿间接标志^[3]。

表1 岩矿石电性参数测定统计表
Table 1 Statistics of electricity parameters in rocks (ore)

岩矿石名称	样品数 /个	Fa /%		ρs/Ωm	
		变化范围	平均值 F	变化范围	平均值 ρ
云母石英片岩	50	0.6-4.4	2.1	119-6 612	852
花岗闪长斑岩	99	0.4-4.0	2.2	149-2 143	869
角砾岩	57	0.8-2.9	1.7	<450	
玄武岩	56	0.8-2.8	1.8	264-890	742
细晶岩	2	0.5-0.6	0.6	319-342	319
辉钼矿	46	4.2-8.1	6.2	245-1 456	409
黄铁（铜） 矿（化）	89	5.5-17.9	9.2	158-822	268

注：据黑龙江有色七〇二队^[4]

3.2 极化率与电阻率异常特征

区内电阻率以 ρs 值 450 Ω·m，极化率 Fa 值 5% 为异常下限圈定异常（图2）。异常以中、低阻高极化为特征，各异常特征如下：

I 号（Fa）异常由 9 条激电中梯剖面控制，异常规模长 800 m，宽 40 ~ 60 m，异常走向北东，呈不规则条带状，该异常对应的视电阻率（ρs）（图3）表现为低阻，一般在 300 ~ 400 Ω·m 之

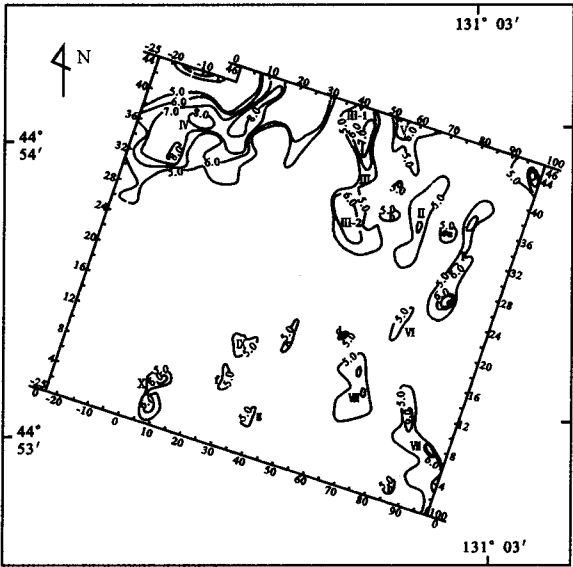


图2 金场沟铜钼金矿区激电中梯极化率（Fa）等值线平面图
Fig.2 Contour plan of induced - current middle-gradient apparent polarizability (Fa) in Jinchang-gou Cu-Mo-Au deposit

间。该异常内出露有云母石英片岩、花岗闪长斑岩及其角砾岩，部分异常对应应有 5 条铜矿（化）体、4 条金矿（化）体和 1 条钼矿体（含黄铁矿、黄铜矿等金属硫化物）。推测引起异常的地质体（矿化体）为低阻高极化体，由于金属硫化物的相对富集致使形成 Fs 高值异常及 ρs 低值异常。

II 号（Fa）异常由 7 条激电中梯剖面控制，异常极大值 6.1%，长 620 m、宽 60 ~ 130 m，走向 NE，条带状。处于负地形沟底，ρs 值一般 < 400 Ω·m。

III 号（Fa）异常由 9 条激电中梯剖面控制，异常极大值 7.8%，长 950 m、宽 30 ~ 270 m，走向 NNW，哑铃型，ρs 值一般介于 250 ~ 450 Ω·m。III-1 号（Fa）异常对应的 ρs 表现为相对低阻，一般为 200 ~ 300 Ω·m。引起异常的地质体为低阻高化体。III-2 号（Fa）异常形态为椭圆形，长轴 430 m、短轴 230 m，视幅频率 Fa 的极大值为 7.1%。异常区分布有云母石英片岩、石英云母片岩、花岗闪长斑岩及角砾岩等。

规模最大的 IV 号（Fa）异常，长 1 350 m、宽 200 ~ 450 m，Fa 最大值 10%。IV 号异常有 11

条激电中梯剖面控制,走向北东东,形态不规则。在地表出露阎王殿组石英云母片岩、千枚岩及碳质板岩等,局部出露有花岗闪长斑岩。

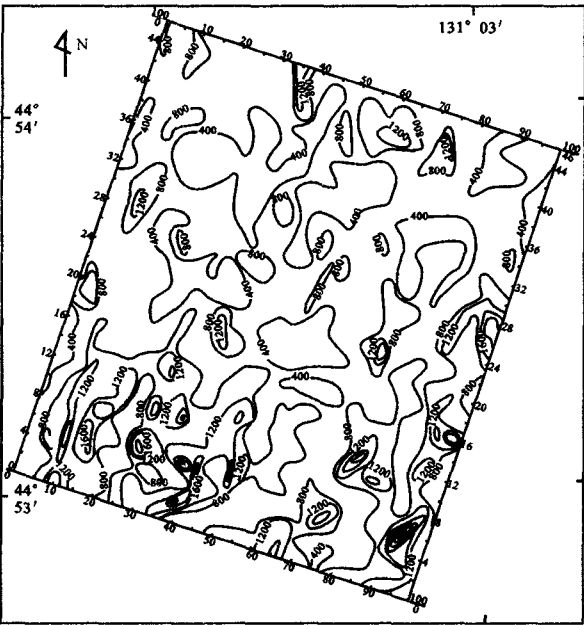


图3 金场沟铜钼金矿区电阻率(ρs)等值线平面图
Fig.3 Contour plan of resistivity (ρs) in Jinchanggou Cu-Mo-Au deposit

综上所述,该区物探中梯(Fa)异常展布为北东向、北东东向、北西向和北北西向。异常形态主要为条带状、椭圆状。异常一般分布于花岗闪长斑岩体的接触带内外两侧,少部份分布于云母石英片岩、千枚岩及碳质板岩和岩脉发育的部位。

3.3 土壤地球化学异常特征

元素的迁移富集可形成区域或局部的异常,而异常特征及规模则对找矿信息的评价起决定性的作用^[17,18]。分析元素产生的异常特征,对研究成矿规律和指导找矿具有重要意义^[19,20]。研究区异常以Cu、Au、Mo、Ag为主,根据各元素在研究区内分布特征及浓度特点,将Cu、Mo、Au等元素异常浓度分带(表2)。土壤元素异常剖析图中(图4)可以看出,Cu异常面积及范围较大,多呈NNE向带状和面状,且呈平行排列,浓度梯度发育,但浓集中心明显。Au、Ag异常多呈条带状,浓度梯度发育一般,但浓集中心清楚,面积前者小于后者;Mo异常面积相对较小,并以NNE向似面

状和条带状为主,与Au、Ag异常空间分布具一致性,但均迭至于Cu异常范围之中;As、Zn分布范围大且较分散,浓度分带不明显,但大多As异常与Au异常方向、形态以及浓集中心吻合较好,为金矿找矿的指示元素,并为深部寻找金矿奠定了基础。

表2 金场沟矿区土壤元素异常浓度分带
Table 2 Concentration zoning of soil element anomalies in Jinchanggou deposit

元素 浓度 分带(级)	Mo	Cu	Au	As	Ag	Zn
I级	8~16	90~180	6~12	8~16	0.6~1.2	120~240
II级	16~32	180~360	12~24	16~32	1.2~2.4	240~480
III级	>32	>360	>24	>32	>2.4	>480

注:ω(Au)/10⁻⁹,其他ω(B)/10⁻⁶。

Mo异常具有明显的浓集中心,ω(Mo)极大值>32×10⁻⁶。地表工作发现,在峰值区段部位,出露的岩性大部分为花岗闪长斑岩角砾岩,蚀变较强(绢云母化、硅化等),并在相应的下部通过钻探发现钼(铜)矿体。应用相似类比理论,铜钼异常(ω(Mo)极大值>32×10⁻⁶,ω(Cu)极大值>360×10⁻⁶)可以指示铜钼矿体位置,为铜钼矿化的直接、近矿指示元素。整体看该区异常以铜为主导,具有较好铜矿找矿前景和资源前景。

4 靶区预测与工程验证

依据对研究区控矿地质条件、地球物理与地球化学条件及特征因素的分析,通过控矿规律研究,确定与提取了研究区综合找矿标志(表3),进行了靶区预测与验证。

靶区预测是以成(控)矿规律为基础,并结合找矿标志,以标志信息量及信息量对比进行的靶区预测与分类分级^[9]。研究区预测靶区6处(图5),分类(I、II)13级(表3)。

通过以上分析布置了一批钻孔,从已经完工的ZK0814和ZK0822上看,取得了理想的成果。ZK0814钼铜含量高,其中钼矿化厚度达11m,品位0.06±,铜矿化厚约5m,品位为0.52±。ZK0822见铜矿体多达6段,品位为0.57±,厚约70m。

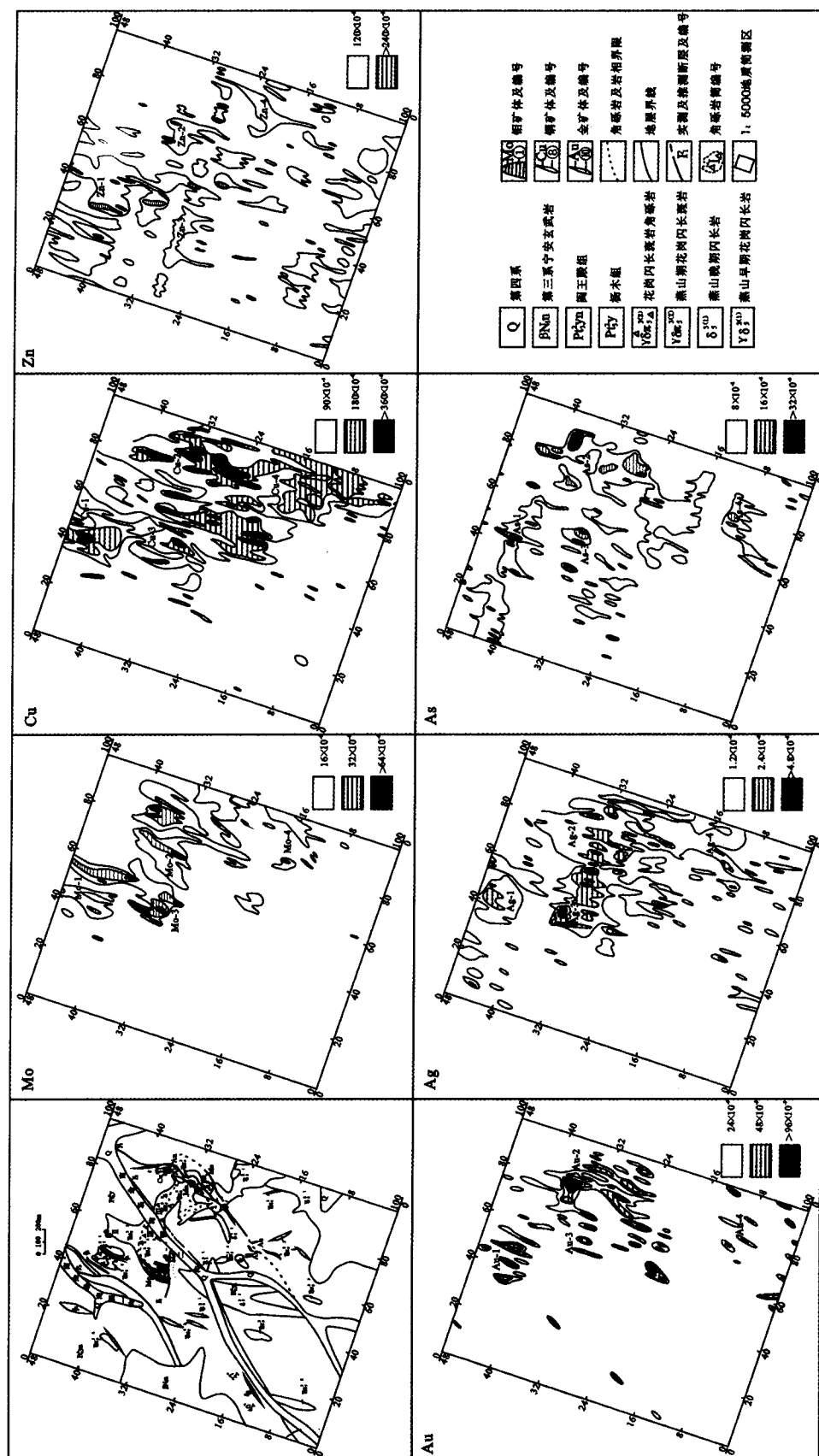


图4 金场沟矿区土壤元素异常剖析图

5 结论

(1) 研究区围岩与富含金属硫化物的矿体之间物性差异明显, 低电阻率 ($<450 \Omega \cdot m$) 与高极化 ($>5\%$) 可作为重要的地球物理找矿间接标志。

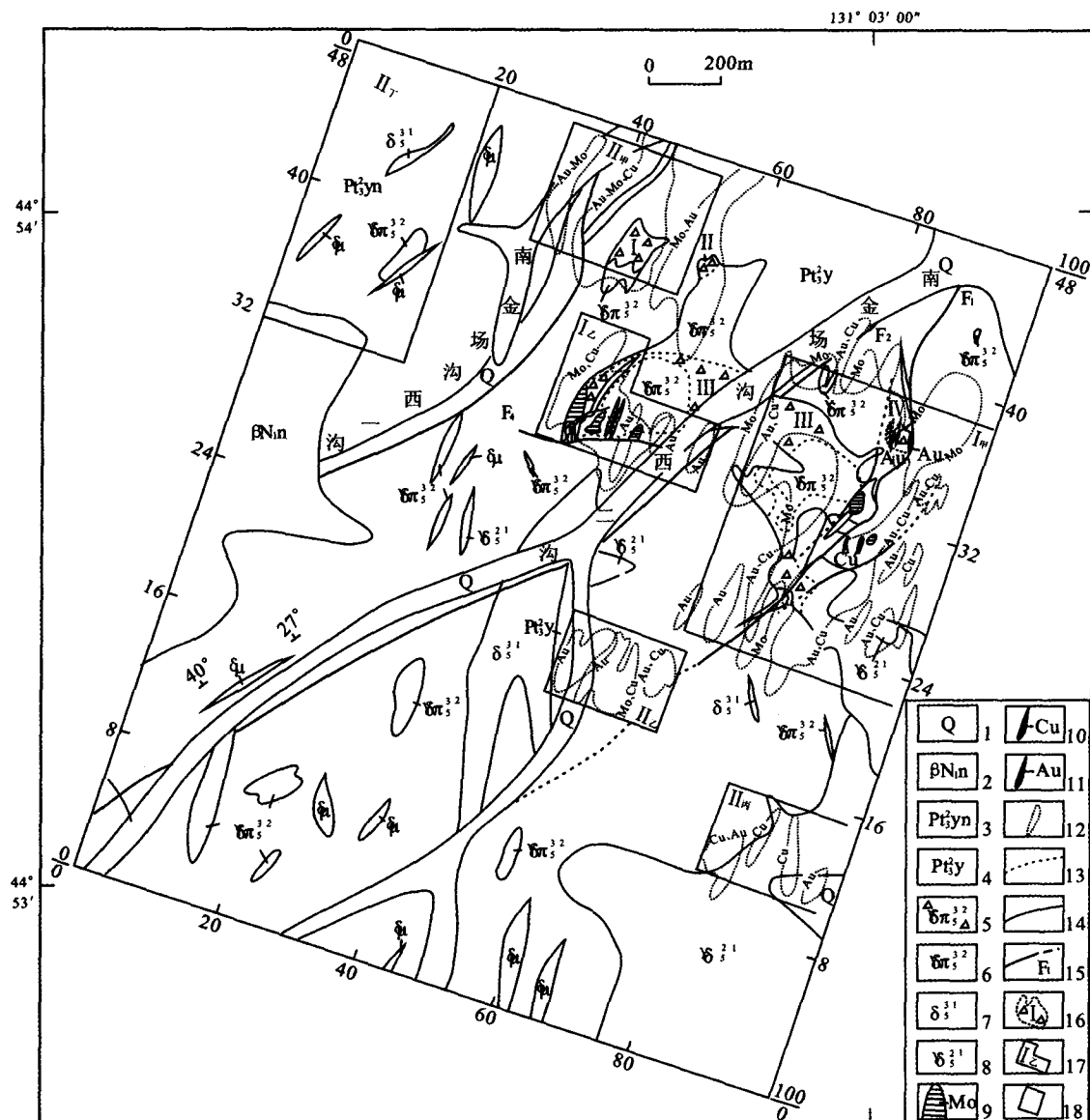
(2) 研究区 Cu、Mo、Au 土壤地球化学综合异常可作为重要的地球化学找矿间接标志。

(3) 综合研究、整理地质、地球物理和地球化学等找矿信息, 确定找矿靶区, 进行工程验证, 是本区取得找矿成功的有效方法。

表 3 金场沟矿区预测靶区分类、分级表
Table 3 Classification and grading table of predicting target area in Jinchanggou deposit

按信息量 分类	按元素 (组合) 最大找矿 期望分级	靶区按 矿种成 矿分级	靶区面积 /km ²	土壤地球化学元素、地球物理异常特征	地质与工程控制 (工作) 程度	控矿地质条件与矿体 (化) 特征
I _甲	I _{甲1} - (Au)	I _{甲1} - Au ₍₁₎	0.48	金位于本靶区的北部 36 ~ 39 勘探线之间, 主要异常呈扇三角形, $\omega(\text{Au}) > 24 \text{ ppd}$ 圈定的异常面积约 0.09 km ² , 异常最大值为 96 ppd。	主要分布在花岗闪长斑岩、云母石英片岩的角砾岩筒边部及其接触带外围, F ₁ 断裂的两侧。靶区内的主要探矿工程控制有浅井、钻孔和探槽。	<p>① 金矿体脉状, 走向 NNE, 倾向北西, 倾角为 70° ±, 主要赋存于云母石英片岩角砾岩筒内及其外围, 平均品位为 3.16 g/t。</p> <p>② 钼矿体主要赋存于花岗闪长斑岩角砾岩筒边部呈囊状, 走向 NNE, 倾向北西, 倾角为 70° ±, 平均品位 0.072%。</p> <p>③ 铜矿体主要赋存于片岩的片理及云母石英角砾岩筒 (36 线) 内, 脉状, 走向 NNE, 倾向北西, 倾角 70° ~ 90°, 矿体的平均品位为 0.65%。</p>
	I _{甲2} - (Au - Cu)	I _{甲2} - Au ₍₁₎ - Cu ₍₂₎		靶区南侧 23 ~ 30 线之间及靶区西南侧。异常主要呈宽带状、似椭圆状 NNE 向展布。 $\omega(\text{Cu}) > 180 \times 10^{-6}$ 圈定的异常范围为 0.152 km ² , 最高值为 720×10^{-6} ; 以 $\omega(\text{Au}) > 12 \text{ ppd}$ 圈定的异常面积约 0.041 km ² , 异常最高值 $> 24 \text{ ppd}$ 。		
	I _{甲3} - (Cu - Mo)	I _{甲3} - Cu ₍₁₎ - Mo ₍₂₎		位于靶区内 31 ~ 36 勘探线之间, Mo 异常呈条带状 NNE 向展布。 $\omega(\text{Mo}) > 8 \times 10^{-6}$ 圈定的面积约 0.05 km ² , 最高值为 64×10^{-6} ; Cu 以 $\omega(\text{Cu}) > 180 \times 10^{-6}$ 圈定的面积约 1 250 m ² , 最高值为 $2\,880 \times 10^{-6}$ 。		
I _乙	I _{乙1} - (Mo)	I _{乙1} - Mo ₍₁₎	0.12	I _乙 靶区的西南方和南方 (32 线西附近), Mo 异常呈面状分布, $\omega(\text{Mo}) > 16 \times 10^{-6}$ 异常浓集的面积约为 0.063 km ² , 最高异常值 $\omega(\text{Mo}) > 32 \times 10^{-6}$ 。	主要分布在花岗闪长斑岩角砾岩筒边部及其接触带外围的片岩片理中; 靶区内的主要探矿工程控制有 2 处浅井、钻孔和探槽。	靶区中的铜、钼矿体亦赋存于花岗闪长斑岩角砾岩筒中, 呈不规则脉状 NNE 向展布, 倾向南西, 倾角 55° ±。Mo 的平均品位为 0.076%, Cu 的平均品位为 0.63%。同时, 还伴生一定量的金。
	I _{乙2} - (Mo - Cu)	I _{乙2} - Mo ₍₁₎ - Cu ₍₂₎		靶区的中部 Cu、Mo 异常呈短轴状 NNE 向展布, 二者套合圈定范围 $\omega(\text{Cu}) > 120 \times 10^{-6}$, $\omega(\text{Mo}) > 16$, 面积约 0.03 km ² 。Cu 的峰值不显著, Mo 的最大浓度值为 32×10^{-6} 。		
	I _{乙3} - (Au)	I _{乙3} - Au ₍₁₎		异常位于靶区的东部, 呈短轴状 NNE 向展布, 最高浓集中心为 $\omega(\text{Au}) > 24 \text{ ppd}$ 。其中, $\omega(\text{Au}) > 6 \text{ ppd}$ 的异常面积有 0.02 km ² , $\omega(\text{Au}) > 12 \text{ ppd}$ 的异常面积有 4 775 m ² 。		

续上表						
按信息量 分类	按 元 素 (组 合) 最大找矿 期望分级	靶区按 矿种成 矿分级	靶区面积 /km ²	土壤地球化学元素、地球物理异常特征	地质与工程控制 (工作) 程度	控矿地质条件与矿体 (化) 特征
Ⅱ _甲	Ⅱ _{甲1} - (Au)	Ⅱ _{甲1} - Au ₍₁₎	0.15	位于该靶区 40~47 线、32~53 点之间，浓度梯度明显，呈不规则椭圆形近平行排布，方向 NNE。 ω (Au) > 6 ppd 的异常面积约 0.07 km ² ， ω (Au) > 12 ppd 的异常面积约 0.031 km ² ，异常浓集中心为 ω (Au) > 24 ppd 的有 4 处。	主要分布在云母石英片岩角砾岩筒内及其接触带外围的片岩地层、闪长(玢)岩中；靶区内的主要探矿工程控制有钻孔、探槽。	金矿体呈脉状，产状与 41 线上的片岩角砾岩筒基本一致，倾向南东，倾角 50°，由 zk0601 控制，穿截矿体厚度及平均品位 2.5 m/6.0 g/t。 铜、铅矿体呈上下盘的关系平行展布于云母石英片岩角砾岩筒内及其外围片岩的片理中，走向 NNE，倾向南西，倾角 30°~55°，Cu 平均品位为 0.44%，Mo 为 0.035%。钻孔所控制的倾斜延深为 220~348 m。
	Ⅱ _{甲2} - (Mo - Cu)	Ⅱ _{甲2} - Mo ₍₁₎ - Cu ₍₂₎		Cu 以 ω (Cu) > 45 × 10 ⁻⁶ 的面状异常为主，呈 NNE 展布异常面积为 1.75 km ² ，以 ω (Cu) > 90 × 10 ⁻⁶ 的圈定异常面积约为 0.045 km ² ，以 ω (Cu) > 180 × 10 ⁻⁶ 圈定的面积小，仅为 0.0115 km ² 。Cu 为两处 ω (Cu) > 360 × 10 ⁻⁶ 的高值浓集中心。该靶区的钼异常中， ω (Mo) > 8 × 10 ⁻⁶ 的异常范围为 0.07 km ² ，较高浓度 ω (Mo) > 16 × 10 ⁻⁶ 的异常范围为 0.003 2 km ² 。		
Ⅱ _乙	Ⅱ _{乙1} - (Au)	Ⅱ _{乙1} - Au ₍₁₎	0.08	Au 异常呈不规则的面形，NNE 向展布于云母石英片岩地层、闪长玢岩中。异常浓集中心显著，浓度梯度明显。其中，以 ω (Au) > 6 ppd 圈定的异常面积为 0.035 km ² ，以 ω (Au) > 12 ppd 的异常范围为 0.023 km ² 。靶区内金异常最高值为 > 48 ppd。	主要分布在云母石英片岩地层中，F ₁ 在其东侧通过。靶区内的主要探矿工程控制有一斜井、钻孔和探槽。	金的地表矿 (化) 体呈北北东走向，地表所截宽度为 0.9 m，平均品位为 1.7 g/t。
	Ⅱ _{乙2} - (Mo - Cu)	Ⅱ _{乙2} - Mo ₍₁₎ - Cu ₍₂₎		以 ω (Cu) > 180 × 10 ⁻⁶ 所圈定的 3 处异常呈长轴椭圆状 NNE 向平行展布，异常面积为 0.004 1 km ² ，异常的浓集中心较明显为 ω (Cu) > 360 × 10 ⁻⁶ 。Mo 异常呈不规则的面状 NNE 向展布，浓集中心不明显，以 ω (Mo) > 8 × 10 ⁻⁶ 圈定的异常面积为 0.025 km ² 。		
Ⅱ _丙	Ⅱ _{丙1} - (Cu)	Ⅱ _{丙1} - Cu ₍₁₎	0.09	以 ω (Cu) > 180 × 10 ⁻⁶ 所圈定的异常面积为 0.025 km ² ，异常浓集中心发育，浓度梯度明显， ω (Cu) > 360 × 10 ⁻⁶ 所圈定的异常中心内异常最高值可达 1 440 × 10 ⁻⁶ 。	主要分布于花岗闪长(斑)岩与云母石英片岩地层接触带上，F ₁ 在其东侧通过；靶区内的主要探矿工程控制只有数条探槽。	目前未见矿 (化) 体
	Ⅱ _{丙2} - (Cu - Au)	Ⅱ _{丙2} - Cu ₍₁₎ - Au ₍₂₎		Mo 以 ω (Mo) > 8 × 10 ⁻⁶ 圈定的异常面积为 0.017 km ² ，浓集中心不发育。但与铜的浓集中心呈良好的套合关系。		
Ⅱ _丁	Ⅱ _丁 (Au)		1.32	靶区的北部 32~48 勘探线，-25~20 点之间。Ⅳ号幅频率异常为全区规模最大，呈北北东走向，最大值为 10.0%；电阻率在该区内显低阻，< 400 $\Omega \cdot m$ 。	主要分布于阎王殿组含碳的石英云母片岩地层中，位于 F ₃ 断裂附近。地表工作程度低。	目前未见矿 (化) 体，但位于四山林场的金银矿Ⅵ号金矿化带延伸至本区部分。



1. 第四系; 2. 古近系宁安玄武岩; 3. 上元古界阎王殿组; 4. 上元古界杨木组; 5. 花岗闪长斑岩角砾岩; 6. 燕山晚期花岗闪长斑岩; 7. 燕山晚期闪长岩; 8. 燕山早期花岗闪长岩; 9. 钼矿体; 10. 铜矿体; 11. 金矿体; 12. 土壤异常; 13. 角砾岩及岩相界线; 14. 地层界线; 15. 实测/推测断裂及编号; 16. 角砾岩筒及编号; 17. 预测靶区及编号; 18. 1:5000地质简测区

图5 靶区预测图

Fig. 5 Forecast map of predicting target area

参考文献:

- [1] 王建新, 陈雪, 赵利刚, 等. 黑龙江省鸡东金场沟铜钼、金矿控矿条件与靶区预测研究 [R]. 长春: 吉林大学, 2008: 1-55.
WANG Jian-xin, CHEN Xue, ZHAO Li-gang, et al. The analysis of controlling conditions and predicting target

of Jinchanggou deposit in Jidong, Heilongjiang Province [R]. Changchun: Jilin University, 2008: 1-55.

- [2] 黑龙江省有色金属地质勘查七〇二队. 黑龙江省鸡东县金场沟东区铜金矿普查报告 [R]. 2004.
Team 702 of Heilongjiang Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals. Report on mineral survey of Jinchanggou deposit in Jidong, Heilongjiang Province

- [R]. 2004.
- [3] 黑龙江省有色金属地质勘查七〇二队. 黑龙江省鸡东县金场沟东区铜金矿普查报告 [R]. 2005.
Team 702 of Heilongjiang Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals. Report on mineral survey of Jinchanggou deposit in Jidong, Heilongjiang Province [R]. 2005.
- [4] 黑龙江省有色金属地质勘查七〇二队. 黑龙江省鸡东县金场沟东区铜金矿普查报告 [R]. 2007.
Team 702 of Heilongjiang Geological & Mining Organization for Non-ferrous Metals. Report on mineral survey of Jinchanggou deposit in Jidong, Heilongjiang Province [R]. 2007.
- [5] 杨继权, 王秀琴, 刘殿生, 等. 黑龙江省大地构造单元划分及特征 [J]. 世界地质, 2007, 26 (4): 426-434.
YANG Ji-quan, WANG Xiu-qin, LIU Dian-sheng, et al. Division and characters of geotectonic unit of Heilongjiang Province [J]. Global Geology, 2007, 26 (4): 426-434.
- [6] 黄永卫, 李光辉, 李林山, 等. 黑龙江鸡东四山林场金银矿床成因及找矿标志 [J]. 世界地质, 2008, 27 (1): 14-18.
HUANG Yong-wei, LI Guang-hui, LI Lin-shan, et al. Genesis and clue for prospecting of Sishanlinchang gold-silver deposit in Jidong of Heilongjiang [J]. Global Geology, 2008, 27 (1): 14-18.
- [7] 刘宪明, 李军凯, 王嵩莉. 黑龙江省罕达气—纳金口子—带金及有色金属成矿条件找矿标志 [J]. 世界地质, 2001, 20 (2): 138-141.
LIU Xian-ming, LI Jun-kai, WANG Song-li. The exploration of metallogenetic conditions and prospecting criteria of gold and nonferrous metal in the regions from Handaqi to Najinkouzi of Heilongjiang Province [J]. Global Geology, 2001, 20 (2): 138-141.
- [8] 王建新, 王天豪, 彭涛涛, 等. 鸡东金场沟铜钼、金矿化区控矿条件与找矿方向 [J]. 世界地质, 2009, 28 (3): 305-309.
WANG Jian-xin, WANG Tian-hao, PENG Tao-tao, et al. Ore controlling conditions and prospecting direction for Jinchanggou copper-molybdenum-gold mineralization area in Jidong [J]. Global Geology, 2009, 28 (3): 305-309.
- [9] 陈雪, 王建新, 李佩元, 等. 金及多金属矿化区找矿靶区分类分级—以鸡东金场沟矿区为例 [J]. 黄金, 2008, 29 (12): 11-14.
CHEN Xue, WANG Jian-xin, LI Pei-yuan, et al. Classification and grading of prospecting targets in gold and polymetallic mineralization area, taking Jinchanggou deposit in Jidong city as an example [J]. Gold, 2008, 29 (12): 11-14.
- [10] 李守义, 叶松青. 矿床勘查学 [M]. 北京: 地质出版社, 2003: 1-57.
LI Shou-yi, YE Song-qing. Mineral exploration [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2003: 1-57.
- [11] 翟裕生, 林新多. 矿田构造学 [M]. 北京: 地质出版社, 1993: 84-90.
ZHAI Yu-sheng, LIN Xin-duo. Ore field tectonics [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 84-90.
- [12] 吴国学, 尹学义, 李凤友, 等. 黑龙江团结沟金矿成矿地质条件分析及电法勘查评价 [J]. 世界地质, 2008, 27 (2): 183-187.
WU Guo-xue, YIN Xue-yi, LI Feng-you, et al. Analysis on geological conditions of ore forming in Tuanjiogou gold deposit of Heilongjiang and electric prospecting evaluation [J]. Global Geology, 2008, 27 (2): 183-187.
- [13] 李宝林, 李春成, 王瑞新, 等. 物探综合方法在集安市大青沟多金属找矿中的应用 [J]. 吉林地质, 2005, 24 (3): 48-54.
LI Bao-lin, LI Chun-cheng, WANG Rui-xin, et al. An application of the comprehensive geophysical prospecting method in polymetallic prospecting in the Daqinggou, Ji'an area [J]. Jilin Geology, 2005, 24 (3): 48-54.
- [14] 于泽新, 龙军, 吕景增, 等. 综合物探方法在辽西康杖子区找寻隐伏矿体中的应用 [J]. 地质调查与研究, 2009, 32 (2): 154-160.
YU Ze-xin, LONG Jun, LÜ Jing-zeng, et al. Application of the comprehensive geophysical survey method in Hunting hidden ore in Kangzhangzi, western Liaoning Province [J]. Geological Survey and Research, 2009, 32 (2): 154-160.
- [15] 吕志刚, 吴国学, 王永祥, 等. 隐伏矿体预测研究 [J]. 世界地质, 2007, 26 (1): 7-13.
LÜ Zhi-gang, WU Guo-xue, WANG Yong-xiang, et al. Research on prognosis of concealed ore body [J]. Global Geology, 2007, 26 (1): 7-13.

- um Petrochemical Industry Timber Wood. Chengdu: Chinese Metal Academic Society, 2001: 101-104.
- [9] 张清, 李全安, 文九巴, 等. 温度对油管钢 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 腐蚀速率的影响 [J]. 材料保护, 2004, 4: 38, 39.
ZHANG Qing, LI Quan-an, WEN Jiu-ba, et al. Effect of temperature on $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ corrosion rate of oil tube steels [J]. Materials Protection, 2004, 4: 38, 39.
- [10] 唐威, 王铭, 何世明, 等. 油气井中的二氧化碳腐蚀 [J]. 钻采工艺, 2006, 5 (29): 107-109.
TANG Wei, WANG Ming, HE Shi-ming, et al. CO_2 corrosion in oil and gas well [J]. Drilling & Production Technology, 2006, 5 (29): 107-109.

(上接 335 页)

- [16] 陈雪, 王建新, 张遵忠, 等. 黑龙江鸡东金场沟铜钼矿含矿岩体的主量元素特征及其构造环境 [J]. 世界地质, 2010, 29 (1): 51-55.
CHEN Xue, WANG Jiang-xin, ZHANG Zun-zhong, et al. Major element features of ore-bearing rock in Jinchanggou copper-molybdenum deposit of Jidong, Heilongjiang and its tectonic setting [J]. Global Geology, 2010, 29 (1): 51-55.
- [17] 胡受奚, 王鹤年. 中国东部金矿地质及地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1988: 287.
HU Shou-xi, WANG He-nian. Geochemistry and geological of gold deposit in eastern China [M]. Beijing: Science Press, 1998: 287.
- [18] 王军年, 张兵, 白新兰, 等. 化探方法在查汗萨拉金矿发现中的应用 [J]. 资源环境与工程, 2009, 23 (3): 300-303.
WANG Jun-niang, ZHANG Bing, BAI Xin-lan, et al. Application of chemical prospecting in discovering the Chahansala gold deposit [J]. Resources Environment & Engineering, 2009, 23 (3): 300-303.
- [19] 崔敏, 刘志宏, 吴国学. 黑龙江省乌拉嘎金矿外围土壤地球化学找矿信息评价 [J]. 世界地质, 2007, 26 (2): 190-193.
CUI Min, LIU Zhi-hong, WU Guo-xue. Evaluation of soil - geochemical prospecting information around Wulaga gold deposit of Heilongjiang [J]. Global Geology, 2007, 26 (2): 190-193.
- [20] 蔡晶, 柴社立, 陆继龙. 黑龙江省主要类型土壤中微量元素含量的垂向分异研究 [J]. 世界地质, 2002, 21 (4): 364-366.
CAI Jing, CHAI She-li, LU Ji-long. Vertical variation of element contents in the main soil types of Heilongjiang Province [J]. Global Geology, 2002, 21 (4): 364-366.