

多种方法组合在内蒙古二连-东乌旗地区航磁异常 查证中的应用——以蒙C-2007-9-1为例

高学生,苏永军,梁建刚,张国利,李建国,张素荣,滕菲

(中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要:本文以航磁异常蒙C-2007-9-1为例,阐述利用地质、物探和化探勘探方法组合在内蒙古二连-东乌旗地区开展航磁异常查证中的应用,查出了7处具有找矿意义的异常,取得了良好的应用效果,说明了该组合方法在该地区航磁异常查证是行之有效的。多种勘探方法的相互配合使用,推断解释相互印证大大降低单一方法的多解性和不确定性,提高异常解释的准确性和精确度,从而为有效地地质找矿提供技术支撑和保障。

关键词:航磁异常查证;地质剖面测量;高精度磁测;激发极化法;对称四极测深;化探测量

中图分类号: P631.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2015)02-0134-07

内蒙古二连浩特-东乌旗 1/5 万航空物探综合站勘查区,位于成矿地质条件较好的中蒙边界一带,属二连浩特-东乌旗成矿带东段的兴安地槽褶皱系之东乌旗早华力西地槽褶皱带,在板块构造上,处于华北板块和西伯利亚板块汇聚带附近。区内古生代地层广泛出露,断裂带纵横交错,岩浆岩十分发育,金属矿床星罗棋布,是中亚矿带的重要组成部分^[1-2]。

工作区以往航磁异常查证主要以地质路线测量、地面磁法相配合开展,没有系统开展化探和地面多种物探方法工作。本次工作是利用大比例尺地质剖面(草测)测量、地面高精度磁法、激电中梯测量、化探等多种勘探方法组合对内蒙古自治区二连-东乌旗一带航空物探综合站勘查区开展地面航磁异常查证工作,通过对优选出的61处航磁异常进行三级查证,圈定出包括蒙C-2007-9-1等多处具有重要找矿意义的异常区,提交了1处重要找矿靶区,并总结了针对该类地区航磁异常查证的工作流程和查证方法组合。通过该方法组合的应用和效果分析,认为其对该地区航磁异常查证行之有效,多种勘探方法推断解释相互印证大大降低单一方法的多解性和不确定性,提高了异常解释的准确性。希望该方法组合可在类似航磁异常查证地区推广使用。

1 异常筛选及查证工作流程

1.1 航磁异常筛选

航磁异常的筛选是本着“从已知到未知”和“利用多种资料综合分析”的原则,即根据对比区内已知典型矿床航磁异常特征,结合地质、物探、化探、遥感等资料,构建地质、地球物理、地球化学找矿模型,进而指导筛选未知的各类异常。

1.2 异常查证工作流程

对筛选出的航空物探异常,运用大比例尺地质、地面高精度磁法、激电中梯测量以及化探相结合的工作手段开展三级异常查证,目的是对航空物探异常进行的定性定位,进一步获取异常的综合信息,为是否值得开展二级查证提供依据。

三级查证以剖面或路线测量的方式对异常进行控制,每个异常布置3~5条综合剖面,主剖面布设在异常中心位置,方向尽可能与航磁异常走向正交,地面磁法剖面测量要保证异常的完整性,使异常两端有一定的正常背景,同时要注意叠加异常特征。其他剖面据此向两侧追索控制异常。

二级异常检查选择三级异常检查中具有找矿意义和找矿潜力的异常开展面积性测量工作,进一步控

收稿日期:2015-01-14

资助项目:内蒙古自治区地质勘查基金项目:内蒙古自治区二连-东乌旗一带 1/5 万航空物探综合站测量地面查证(09-1-HK02)

作者简介:高学生(1982-),男,硕士,地球化学专业研究生,主要从事地质勘查以及地球化学方面的研究,

Email:xuesheng.8201@163.com。

制异常的范围,细化异常的特征。二级异常查证重点投入的工作方法有1/1万地面高精度磁法扫面、激电中梯扫面、地质草测及土壤化探测量工作。如果异常区存在极化率异常,为进一步控制极化体的垂直分布特征要布置对称四极测深等工作。通过地面高精度磁测查明磁异常的分布特征,结合物性标本等资料,对异常进行定性解释、定量反演及异常评价。

1.3 勘探方法概述

1/1万高精度磁法测量采用100 m×40 m网度,异常中心以20 m为基准点距,异常强度变化较大时加密测量。

1/1万激电中梯测量,网度100 m×40 m,AB极距采用1500 m,MN为40 m;采用双向短脉宽供电方式,供电时间2 s,周期8 s。

地质草测以垂直工作区主要构造线、矿化带总体走向布设,线距一般200 m,地质观察点点距100~200 m,没有矿化、构造简单地区可适当放宽,填制构造岩性图。

对称四极测深参数的选取与不同地质体有关,为了进一步控制极化体的垂直分布特征,采用极距AB/2最大1000 m。

化探工作主要配合磁测、地质进行同线同点的土壤化探剖面测量。采集地表-4~+20目残积碎屑,采样间距为40 m,重点地区适当加密采样,正点周围多点采集组合成样。重点分析Cu、Pb、Zn、Mo、W、Au、Ag、As、Sb、Bi等成矿元素。

地质草测重点查明异常区地质、构造特征,地表矿化蚀变等信息;地面高精度磁测用来查明磁异常的形态、分布特征;激电中梯测量用来寻找金属硫化物矿床;土壤地球化学测量用来缩小找矿靶区,并根据元素组合情况预测可能的成矿类型,排除碳质物质引起的激电异常^[3];激电测深能够对隐伏地质体分布状态进行定量反演。

2 蒙C-2007-9-1实例分析

2.1 异常区概况

航磁异常蒙C-2007-9-1位于内蒙古自治区苏尼特左旗红格尔苏木东北25 km处,工作区属低山丘陵草原区。大地构造位置位于二连-贺根山蛇绿岩带北侧,属于西伯利亚板块东南缘古生代陆壳增生区^[4]。区内分布有大面积的石炭纪黑云正长花岗岩及黑云二长花岗岩(图1a),岩体侵入中下泥盆统泥鳅河组,接触带附近发生不同程度的硅化、绿帘石化、绿泥石化及绢云母化等蚀变现象。在泥盆系地层中或其中酸性侵入岩体接触带上多产生矽卡岩型和高温热液型铜多金属矿床(点)^[5]。因此,该区区域地质成矿背景良好,具有较好的找矿潜力。

该区航磁异常多呈北东向带状展布,北西向航磁正负异常呈阶梯状,区内航磁总体呈东高西低的特点(图1b)。蒙C-2007-9-1异常位于东西向正负航磁异常变化梯级带附近,局部表现为多个尖峰状强磁异常。航磁特征能够清楚的反应出该区出露岩体

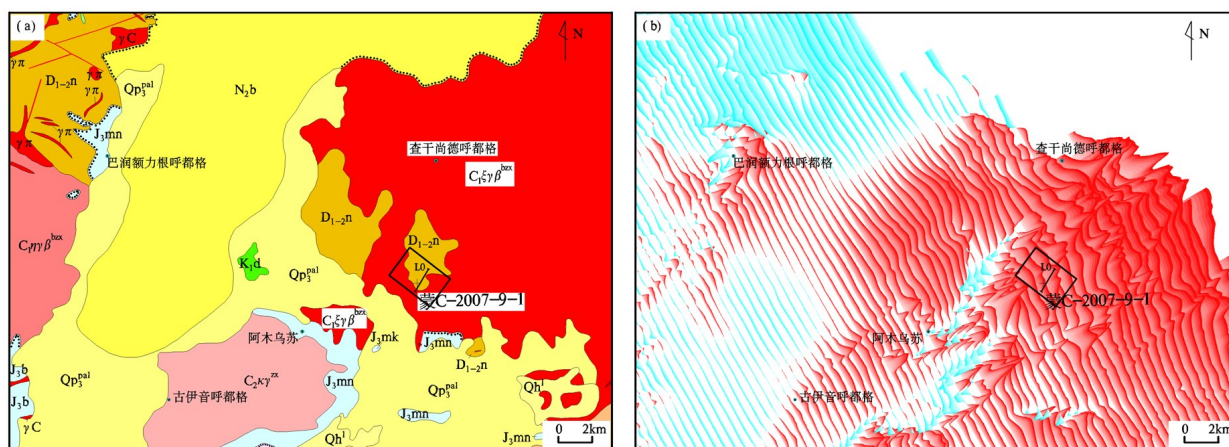


图1 航磁异常蒙C-2007-9-1区域地质图(a)和航磁 ΔT 剖面平面图(b)

Fig.1 Geology map of aeromagnetic anomaly MENG C-2007-9-1 (a) and aeromagnetic ΔT anomalies profile-plan map (b)
a.地质图;b.航磁 ΔT 剖面平面图;Qh¹.湖积层淤泥沉积;Qp₃^{pal}.冲积层粗砂、砾石;N₂b.新近系宝格达乌拉组砖红色泥岩夹含砾砂岩;K₁d.白垩系大磨拐河组页岩、泥岩、砂岩;J₃b.侏罗纪白音高老组流纹质岩屑晶屑凝灰岩、流纹岩;J₃mn.侏罗系玛尼吐组安山岩、粗安岩;D₁₋₂n.泥盆系泥鳅河组粉砂岩、砂岩夹灰岩;C₂K γ^m .中细粒碱长花岗岩;C₁ $\xi\gamma\beta^{bas}$.斑状中细粒黑云母正长花岗岩;C₁ $\eta\gamma\beta^{bas}$.斑状中细粒黑云母二长花岗岩; γ C.花岗岩; $\gamma\pi$.花岗斑岩脉

的侵入特征及隐伏岩体的展布状态^[6],以往资料表明,航磁异常梯度带及尖峰状航磁异常同样具有良好的找矿前景。因此,可结合地质、物化探等资料优选该异常进行查证。

2.2 三级异常查证

为查证异常,通过蒙C-2007-9-1异常中心布设的地质剖面、激电中梯、高精度磁测和化探等综合剖面测量,剖面方位44°。

从蒙C-2007-9-1地物化综合剖面(图2)上可以看出,激电中梯测量剖面中存在一定的激电异常,整条线极化率背景场较低,约为1.5%,激电异常出现在970~1290 m范围内,长度约320 m,异常幅值较低,

极化率最高值为2.5%;电阻率背景场也较低,约为30 $\Omega \cdot m$,在极化率异常范围显著增高,最高值达到160 $\Omega \cdot m$,总体来说该异常电性特征表现为高阻高极化。在高精度磁测剖面上,整条曲线表现为两边高中间低,最高负异常为60 nT,对应激电异常范围表现为平缓的磁场梯级带,对应地表多为第四系残积碎屑;土壤化探剖面上Cu、Pb、Zn、Mo、Wo、Bi整体都表现为平稳的背景场,仅Cu、Mo元素有单点异常,其中在1040点,Cu为 159×10^{-6} ,Mo为 7.3×10^{-6} ,地质剖面上该点有褐铁矿化、硅化现象。参考本区的物性资料,结合地质、激电、化探等资料,初步认为该激电异常与接触带热液活动有关,因此,该异常具有进

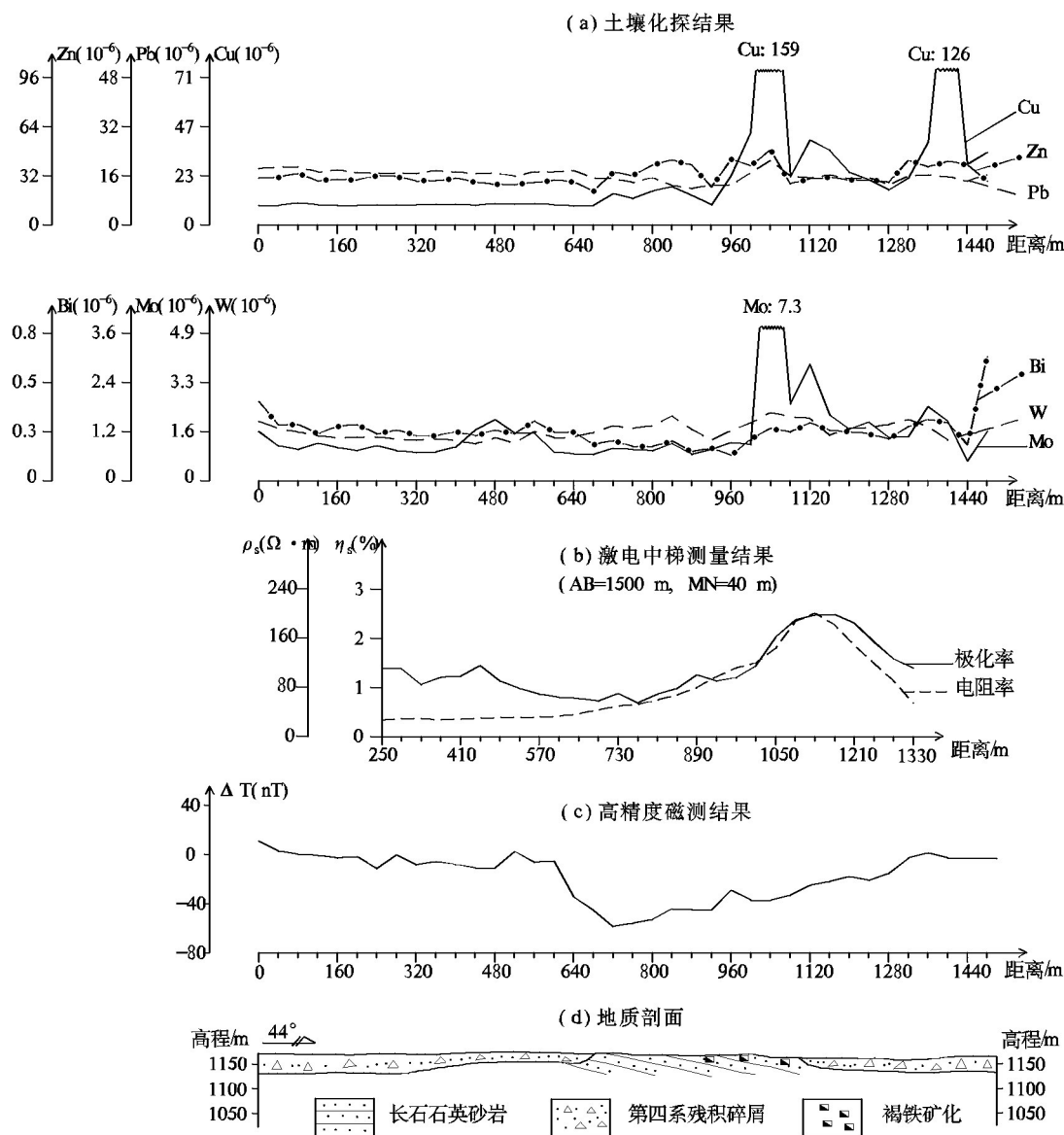


图2 蒙C-2007-9-1地物化综合剖面图

Fig.2 Geological, geophysical and geochemical comprehensive profile of MENG C-2007-9-1

一步开展二级异常查证工作的价值。

2.3 二级异常查证

为蒙C-2007-9-1二级异常查证完成了1/1万地质草测6 km²; 1/1万大功率激电中梯测量6 km², 布置对称四极激电测深10个, 1/1万高精度磁法测量6 km², 化探剖面测量8 km, 采样204件。

测区1/1万地质草测成果图显示(图3), 测区中部、北部主要岩性为泥盆系中下统泥鳅河组长石英砂岩、粉砂岩等, 测区南部、东部主要岩性为华力西晚期似斑状黑云母花岗岩, 测区中部可见小范围花岗岩出露, 在岩体与地层接触部位可见小范围褐铁矿化、硅化现象。

蒙C-2007-9-1二级查证测区ΔT化极等值线平面图显示(图4), 测区大部分范围表现为负磁异常, 异常幅值较低, 梯度变化较小。只有测区西部表现为正磁异常, 可分三个小区域, 统一命名为C-1, 其中位于西部正磁异常幅值较高, 梯度变化较大, 异常幅值ΔT=469 nT。异常带长约1450 m, 宽约270 m, 向西未封闭。该区长石英砂岩、粉砂岩层覆盖较厚, 表现为正磁异常。负磁异常主要对应南部大面积花岗岩, 因此, 推测酸性花岗岩磁性很弱, 表现为低缓的负磁异常, 花岗岩向北侧倾, 浅表覆盖较薄的沉积地层, 因此表现为低缓的弱磁异常。C-1磁异

常带和沉积岩地层与花岗岩地层接触带位置基本一致, 由此推断划定断裂构造F1, 并认为C-1异常带可能是由于构造断裂带热液活动使磁性物质的相对富集所致。

纵观蒙C-2007-9-1激电中梯测量视极化率等值线图(图5), 测区内极化率值普遍偏低, 一般小于2%, 在测区中部可见一极高化异常带, 极化率值一般大于2%, 异常呈镰刀状, 该异常命名为IP1极高化异常。

IP1极高化异常位于测区西南部, 极化率值一般大于2%, 极高化异常范围1150 m×600 m, 异常峰值3.38%, 异常走向北西向, 异常为中阻极高化异常。异常范围内主要岩性为长石英砂岩、粉砂岩等沉积岩地层, 异常中部可见小范围花岗岩出露, 异常南部约300 m位置可见F1穿过, F1北部与IP1之间可见小范围褐铁矿化带, 推测极高化带可能与F1构造有关, 是构造热液活动形成蚀变并导致局部金属成分相对富集的反映。

为了进一步剖析极化体的深部特征, 在极高化异常范围布设了激电测深点即250线17~26号点。从250线激电测深断面图(图6)可以看出, 在20-25点, AB/2= 65~1000 m范围可见极高化异常, 异常似椭圆形, 近乎直立, 异常中心位于22号点 AB/2= 500 m位置, 异常幅值3.63%, 异常基本封闭。在21~25

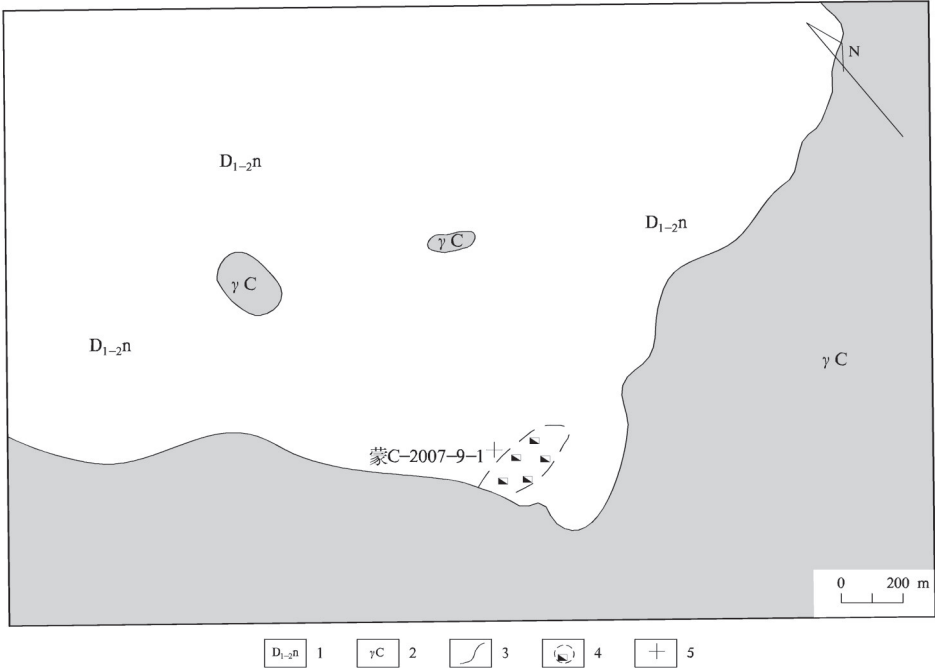


图3 蒙C-2007-9-1异常区地质草测成果图

Fig.3 Reconnaissance geology map of anomaly MENG C-2007-9-1

1.泥鳅河组长石英砂岩;2.花岗岩;3.地层界线;4.褐铁矿化;5.异常编号及位置

点, $AB/2=25 \sim 100$ m 间可见一相对高阻异常, 异常呈条带状, 向北倾, 该处地表出露岩性为长石石英砂岩、粉砂岩沉积地层, 推测高阻异常可能是小的花岗岩体引起。

在激电异常范围内布置化探采样, 化探结果显示

激电异常范围内与中低温热液活动有关的元素局部呈明显富集, 化探成果中 Cu 元素异常呈近北东向展布, 最高值 121×10^{-6} , 范围 $1200 \text{ m} \times 200 \text{ m}$, 在此化探异常范围内, Mo 有小范围异常, 最高值 5.39×10^{-6} , 其他元素 Au 310×10^{-9} 、As 262×10^{-6} 、Sb 24.8×10^{-6} 、Zn 121×10^{-6} 。

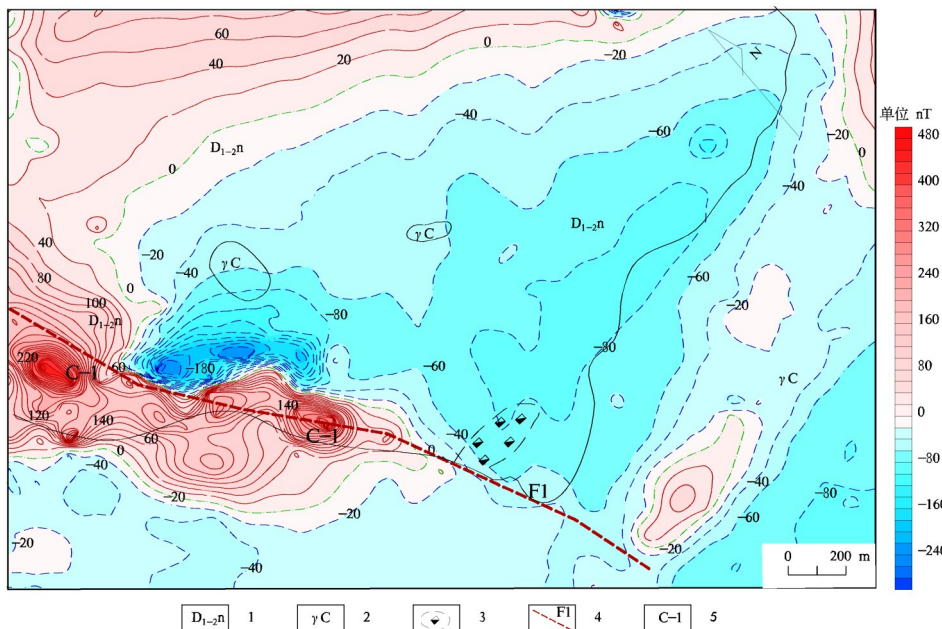


图4 蒙 C-2007-9-1 异常区高精度磁测 ΔT 化极等值线平面图

Fig. 4 High-precision isoline plan of aeromagnetic ΔT of anomaly MENG C-2007-9-1

1. 泥鳅河组长石石英砂岩; 2. 花岗岩; 3. 褐铁矿化; 4. 物探推测断层; 5. 磁异常编号

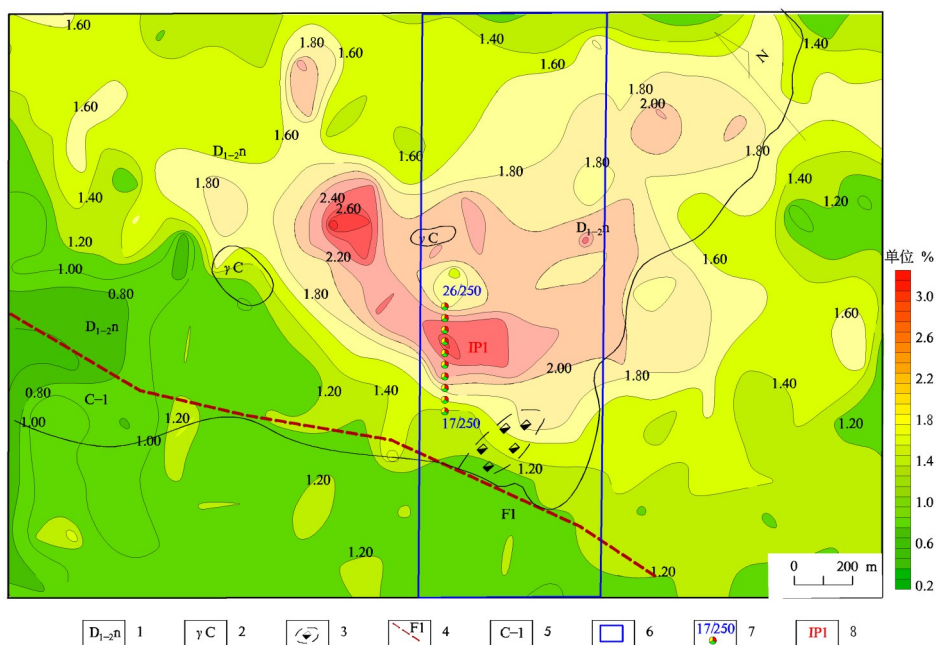


图5 蒙 C-2007-9-1 异常区激电中梯视极化率等值线图

Fig. 5 Induced apparent polarizability isoline plan of MENG C-2007-9-1

1. 泥鳅河组长石石英砂岩; 2. 花岗岩; 3. 褐铁矿化; 4. 物探推测断层; 5. 磁异常编号;
6. 土壤化探工作范围; 7. 激电测深点位及编号; 8. 激电异常编号

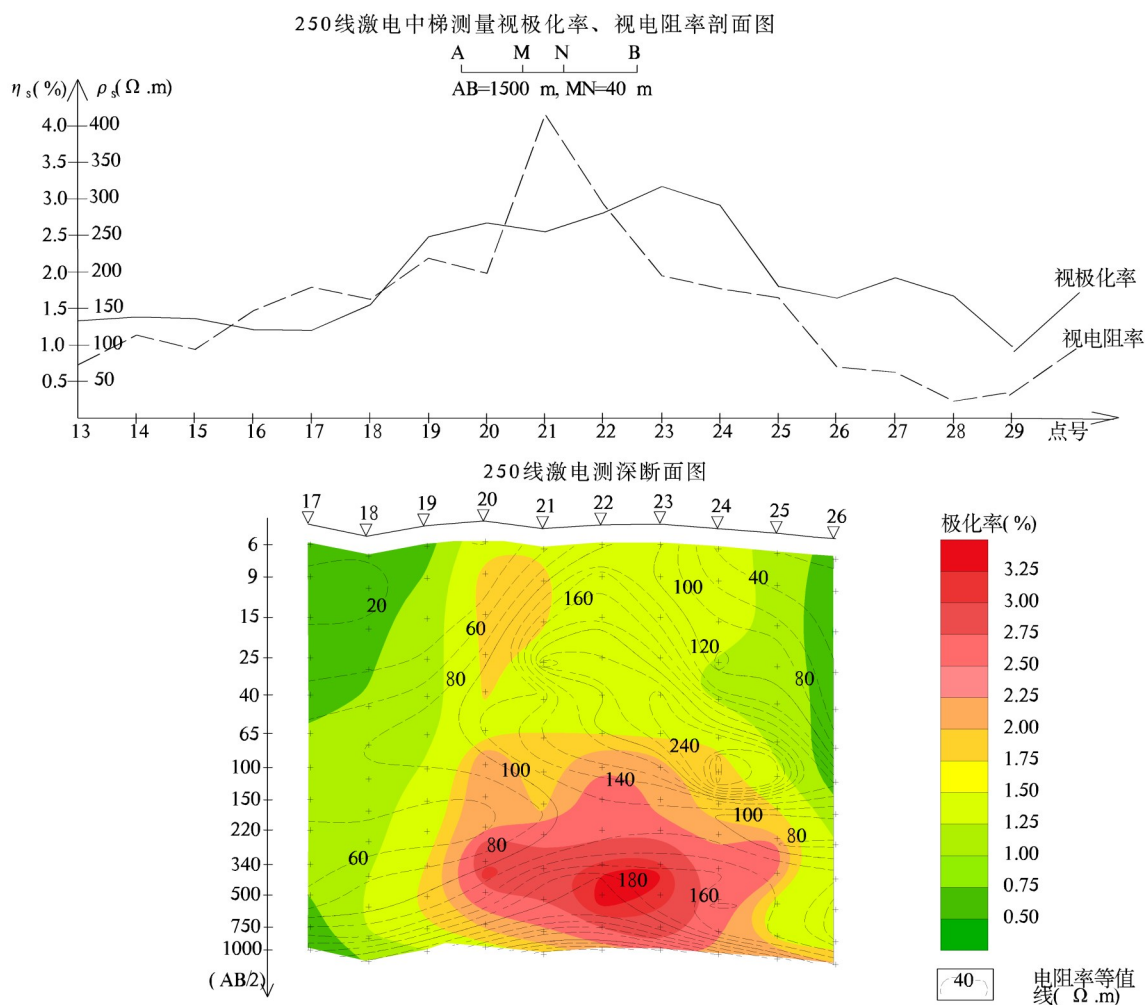


图6 蒙C-2007-9-1异常区二级查证250线激电中梯测量综合剖面图

Fig.6 Comprehensive profile of IP intermediate gradient on line 250 of MENG C-2007-9-1 in the class B follow-up survey

其中套合最好的是Sb、As、Au、Cu、Mo(图7)。

综合地质草测、地面高精度磁法测量、激电中梯测量、对称四极测深、土壤化探测量等方法的结果,笔者对航磁异常蒙C-2007-9-1有一定认识,高精度磁法测量工作结合地质工作,划定了区内主要构造F1的位置及走向,大致勾划了测区内地层分布特征。而高极化异常带可能与F1构造内热液活动引起的局部金属成分的相对富集有关,并伴有较好化探异常,初步判断该激电异常为矿致异常。

3 结论

本文通过对内蒙古二连浩特-东乌旗一带开展航空物探异常查证工作有以下几点认识:

(1)利用地质、物探、化探和遥感等综合资料在内蒙古二连浩特-东乌旗地区选出61处航磁异常进行了查证,初步总结了航磁异常查证经验,为今后该

区域矿产勘查和找矿等工作提供依据。

(2)航磁异常查证工作采用地质草测、地面高精度磁法、激电中梯、对称四极测深、化探等综合查证方法组合,能有效查明航磁异常形态和空间位置、异常区是否存在激电异常以及激电异常是否与硫化物有关等信息。因此,该方法组合在航磁异常查证工作中更具找矿针对性。

(3)综合地质、物探、化探航磁异常查证方法组合从不同深度、不同角度、不同层面研究选定的航磁异常查证区,建立异常区地质综合信息,对异常查证解释推断更具指导意义。

(4)多种方法组合对航磁异常区查证能减少单一方法解释推断的多解性和不确定性,提高解释的准确性。该组合方法在内蒙古二连-东乌旗地区航磁异常查证中应用取得了较好的找矿效果,可在该地区及类似航磁异常查证地区使用。

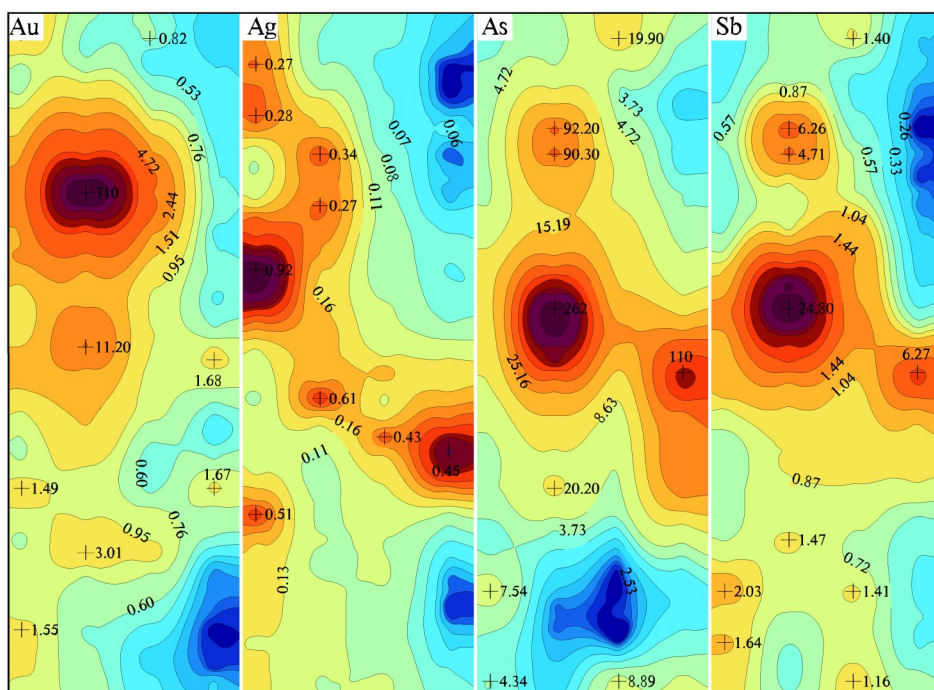


图7 蒙C-2007-9-1异常区土壤化探测量地球化学图

Fig.7 Geochemical map of soil survey in the anomaly area of MENG C-2007-9-1

参考文献:

- [1] 聂凤军,江思宏,张义,等.中蒙边境及邻区斑岩型铜矿床地质特征及成因[J].矿床地质, 2004, 23(2): 176-189.
- [2] 聂凤军,江思宏,张义,等. 中蒙边境中东段金属成矿规律和找矿方向[M].北京:地质出版社,2007: 193-456.
- [3] 梁建刚,赵更新,张国利,等. 二连-东乌旗一带航空物探异常查证若干问题[J].物探与化探, 2014,38(5): 956-961.
- [4] 李玉玺,张玉清,宝音乌力吉,等. 内蒙古1:25万区域地质调查报告-八音乌拉幅[R],内蒙古地质调查院,2007.
- [5] 邵和明,张履桥. 内蒙古自治区主要成矿区(带)和成矿系列[R]. 内蒙古地质调查院, 2001.
- [6] 滕菲,邢怡,张国利,等. 1:20万重磁综合异常提取及地质意义-以内蒙古东乌旗地区为例[J].地质调查与研究,

A Prospecting Method Combination for Aeromagnetic Anomaly Verification in Erlian-Dongwuqi, Inner Mongolia: A Case Study of MENG C-2007-9-1

GAO Xue-sheng, SU Yong-jun, LIANG Jian-gang, ZHANG Guo-li, LI Jian-guo,

ZHANG Su-rong, TENG Fei

(Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin, 300170, China)

Abstract: This paper takes the aeromagnetic anomaly MENG C-2007-9-1 as an example, demonstrates a good results obtained from the application of comprehensive geological, geophysical and geochemical exploration methods to the aeromagnetic anomaly inspection in the Erlian-Dongwuqi district. The comprehensive methods prove to be feasible for verification of aeromagnetic anomalies in the area. Through the combination of different prospecting methods, managed to reach coincident inference and interpretation, greatly reduced the ambiguity and uncertainty under any single method, improved the accuracy and precision of anomaly interpretation, provides reliable technical support and assurance for effective geological exploration.

Keywords: aeromagnetic anomaly verification; geological profile survey; high-precision magnetic survey; induced polarization method; symmetrical four-pole sounding; geochemical mapping.