

航空物探综合站勘查在内蒙古北山地区找矿中的应用

周道卿, 梁月明, 黄旭钊, 张洪瑞

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 内蒙古北山地区航空物探勘查获得了大量的地球物理场信息, 通过对已知典型矿床的地球物理场和成矿地质特征分析, 确立了工作区的主要找矿方向, 建立了相应的找矿标志, 进而根据不同的找矿标志划定了相应的找矿远景区。为该地区地质矿产勘查提供了重要的指导信息, 取得了良好的地质效果。

关键词: 北山地区; 航空物探勘查; 找矿标志; 成矿预测

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2007)06-0540-06

2005年7~8月, 根据中国地质调查局任务安排, 中国国土资源航空物探遥感中心在内蒙古北山一带开展了1:5万高精度航空物探综合站(磁、伽马能谱)勘查。勘查区范围东经97°42'~98°40'、北纬41°04'~42°31', 工作任务是研究区域地质构造, 进行岩性构造填图, 进而结合地、物、化、遥资料开展铜、金及多金属找矿预测。测量使用主要设备包括HC-2000氦光泵航空磁力仪、GR-820多道航空伽马能谱仪、GG-24双星座卫星导航定位系统等。全区累计完成测量工作量27 935.6 km, 完成测量面积13 066 km²。通过北山地区航空物探勘查, 获得了大量的航磁、航空伽马能谱场信息, 为在该地区进行多金属找矿预测提供了重要基础资料。

1 找矿方向探讨

内蒙古北山地区隶属北山成矿带, 是我国西北重要的固体金属矿产资源地之一。从大地构造位置看, 工作区横跨哈萨克斯坦板块和塔里木板块, 区内断裂构造发育, 岩浆活动频繁, 成矿地质条件十分有利。测区及邻近测区已发现铁、金、铜、铅、等矿床(点)几十处, 成为西北地区一个重要资源远景区。

从测区及邻区的已知矿床(点)特征看, 该地区主要的矿床类型有: 火山沉积型磁铁矿(黑鹰山铁矿)、超基性岩型铬铁矿(红石山铬铁矿)、接触交代型铜铁多金属矿(下勒淘来北东含铜磁铁矿点)等。其中, 黑鹰山铁矿产于石炭系白山群中酸性火山岩段, 该套地层地球物理场特征明显, 可以直接利用航磁资料、航空伽马能谱资料圈出岩层的分布范围, 进

而结合局部异常特征选定重点找矿异常和找矿靶区; 红石山铬铁矿产于超基性岩体内部, 岩体属斜方辉橄岩-纯橄岩-单辉辉橄岩型, 为镁质超基性岩。含矿岩体具有高密度、强磁性、低放射性强度等特征, 这类岩体在航空物探资料中比较容易识别; 下勒淘来北东含铜磁铁矿体赋存于华力西中晚期中酸性岩体与下绿条山组碳酸盐岩接触带附近, 航磁有非常明显的局部高值异常分布, 同时, 由于矿区围岩——下绿条山组大理岩的放射核素含量很低, 在航空伽马能谱图上表现为明显的局部低场区, 可以作为寻找该类型矿床的重要找矿线索。

从测区航磁、航空伽马能谱测量结果看, 区内直接和间接找矿信息比较丰富。测区北部沿哈萨克斯坦板块和塔里木板块缝合带(黑鹰山断裂)一线的航磁、航空伽马能谱特征、成矿地质条件与黑鹰山铁矿相似, 具有寻找该类型矿床的潜力; 测区中部的白云山一带航空物探资料反映有多处基性—超基性岩体分布, 与红石山铬铁矿成矿条件比较接近; 下勒淘来—梧桐井一带则有多处已知含铜磁铁矿点分布, 航空物探资料也反映出众多相似的异常信息, 是寻找含铜磁铁矿的理想地段。基于以上分析结果, 该地区找矿方向和找矿标志的建立即围绕以上几种矿床类型展开。

2 找矿标志建立

通过对以上几种典型矿床的地质、地球物理、地球化学及成矿特征分析研究, 依据航磁、航空伽马能谱异常特征及其所反映的岩性构造环境, 对测区内

不同找矿类型的找矿标志进行了探讨。

2.1 沉积热液型铁矿找矿标志[●]

典型矿床:黑鹰山铁矿。

地质标志:下石炭统白山群、上侏罗统赤金堡群分布区。前者为一套酸性、中酸性火山熔岩及其碎屑岩分布,后者为一套砖红色粉砂质泥岩夹灰绿色砂岩、砾岩分布;断裂及附近地区主要为黑鹰山深大断裂及黑鹰山断裂与次级断裂的交汇部位;华力西期酸性-中酸性岩体接触带,包括华力西晚期花岗岩、花岗闪长岩、华力西中期二长花岗岩、石英闪长岩体等。

地球物理标志:该地区白山群火山岩、中粗粒花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等具有较强的磁性表现,为明显的升高异常。铁矿异常位于升高磁场边缘,异常形态以伴生的窄带状或孤立强磁异常为主;依据统计分析结果,该地区白山群火山岩、中粗粒花岗岩放射性核素含量也比较高,航空伽马能谱总量均值分别为 $(20.14、21.86) \times 10^{-6}$ eU,表现为明显的偏高伽马能谱场区;在区域重力图上,黑鹰山铁矿床位于布格重力梯级带上,梯级带的走向与黑鹰山深大断裂带走向一致。

2.2 超基性岩型铬铁矿找矿标志

典型矿床:红石山铬铁矿。

地质标志:张性断裂带及附近地区,在该区主要分布在白云山山字形构造弧顶放射状张性断层附近。这些部位构造变动强烈,有多处基性-超基性岩体出露,岩体形成时期为华力西期。岩性以蛇纹岩、含斜辉纯橄岩、橄石岩、橄榄二辉岩和辉长岩为主。其中,蛇纹岩与成矿关系密切。

地球物理标志:基性-超基性岩体具有非常强的磁性,在航磁图上多反映为强烈升高场。异常宽度不大,走向与构造、岩体展布方向一致;华力西期基性-超基性岩航空伽马能谱总量均值分别为 $(11.67、10.14) \times 10^{-6}$ eU,以低伽马能谱场为主;基性-超基性岩体密度较大,当岩体具有一定规模时,可以引起较弱重力升高异常或处于局部重力高上。

2.3 含铜磁铁矿找矿标志[●]

典型矿床(点):下勒淘来北东含铜磁铁矿点。

地质标志:中石炭统及茂台子组大理岩、下石炭统绿条山组条痕状混合岩、石英岩夹大理岩分布区。大理岩普遍见有蚀变现象,蚀变有蛇绿岩化、透辉石化、硅化、透闪石化、石榴石化和阳起石化,其中透辉石化和硅化与成矿密切;断裂带及其附近地区,尤其是断裂、分支断裂与次级断裂的交汇部位及其附近区;华力西期酸性-中酸性岩体,尤其是附近的酸性

花岗岩体多与成矿关系密切,是寻找接触交代型铁、铜矿的有利地段。

地球物理标志:该地区绿条山组火山岩、石英闪长岩等具有很强的磁性,能够引起强烈的升高磁场,异常形态以带状升高异常为主,走向近东西;该地区绿条山组火山岩、茂台子组大理岩、华力西中期黑云母石英闪长岩、黑云母斜长花岗岩航空伽马能谱总量均值分别为 $(21.17、18.02、21.75、28.83、20.14) \times 10^{-6}$ eU,表现为偏高-高伽马能谱场区。

地球化学标志:Cu元素异常是寻找铜矿的最重要标志;Cu、Fe、Au、Ag、Ni等元素组合异常是寻找含铜磁铁矿的重要标志。

3 找矿远景预测

找矿远景预测是在对全区资料综合分析、深入研究,紧密结合野外实际工作的基础上,通过对已知矿床的深入剖析,建立相应的找矿标志或找矿模型,以航空物探资料为主,充分利用地质、地球物理、地球化学、遥感等多种综合信息进行的。

根据新建立的不同矿床找矿标志,结合不同地球物理场反映的岩性构造特点、岩浆活动背景、成矿环境特征,以航空物探综合站资料为主,对区内主要找矿远景区进行了划分。

3.1 黑鹰山铁、铅找矿远景区

地理位置:分布于红石山幅、黑鹰山幅;坐标范围东经 $97^{\circ}42' \sim 98^{\circ}31'$,北纬 $42^{\circ}10' \sim 42^{\circ}29'$;远景区面积约 580 km^2 (图1)。

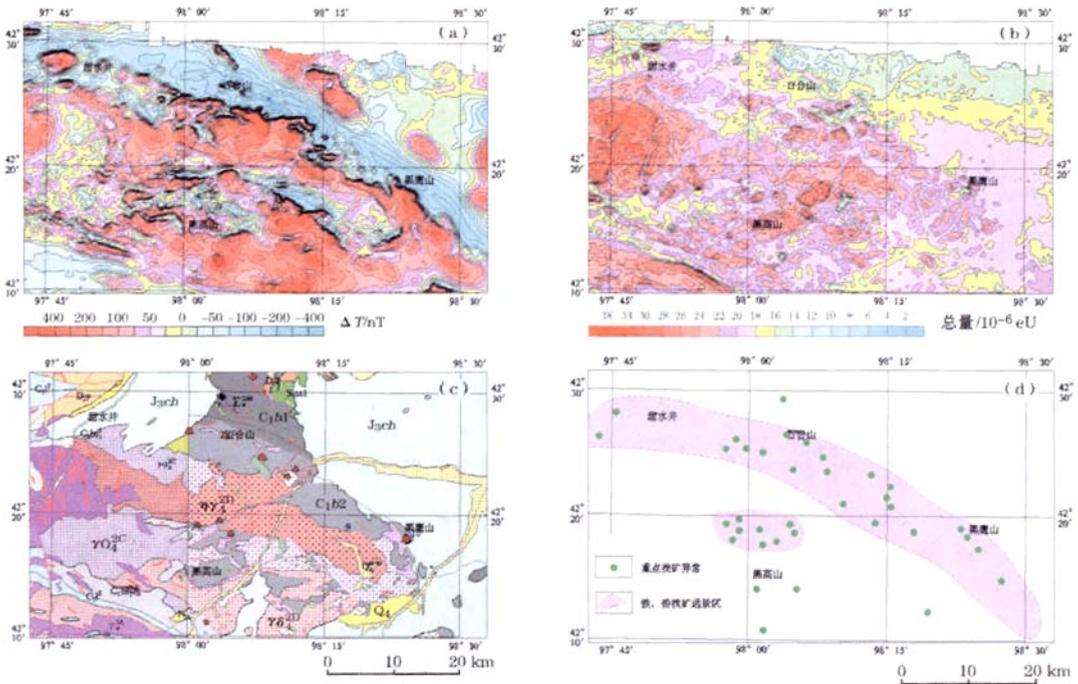
构造特征:位于东西向构造带初次二级构造北西西向挤压带内,断层多属压性-一压扭性,一般走向北西或北西西,倾向北东或南西,其次为走向近东西和北东向。由于长期受区域性早期近南北向强烈挤压与扭动作用,已知矿体长轴方向多为北西向,与构造线基本一致,部分矿体产于断裂破碎带中。

地层特征:远景区内出露的地层比较简单,主要是下石炭统白山群火山岩段、上侏罗统赤金堡群及小面积的第四系覆盖层。矿体多赋存于火山岩中,岩性控矿明显,较大矿体多分布在酸性凝灰岩、石英斜长斑岩内,较小矿体亦分布在次生石英岩、赤铁碧玉岩及闪长玢岩中,尤其是凝灰岩的中下部是区内主要含铁矿层。

侵入岩特征:远景区的侵入岩比较发育,岩性包括华力西中期二长花岗岩、石英闪长岩、辉长岩和

● 甘肃省地质局. 区域地质测量报告(黑鹰山幅). 1977.

● 甘肃省地质局. 区域地质测量报告(石板井幅). 1972.



▲—航磁 ΔT 等值线; b—航空伽马能谱总量等值线; c—区域地质 (Q_4 : 第四系砂砾, J_3ch : 侏罗系赤金堡群, C_1b^1 : 白山群砂板岩段, C_1b^2 : 白山群火山岩段, γO_4^{2D} : 黑云母二长花岗岩, γO_4^{2C} : 黑云母斜长花岗岩); d—重点找矿异常及找矿远景区

图1 黑鹰山找矿远景区航空物探、地质综合剖面

力西晚期花岗岩及各类脉岩等。根据野外观察,已知黑鹰山铁矿矿体附近多见花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等岩体出露,推断铁矿的形成可能与华力西酸性、中酸性岩体侵入有关。远景区内铅矿化与矽卡岩有关,受北西西向主干断裂派生的次级近东西向压扭性小断层控制。

地球物理场特征:远景区在航磁 ΔT 图上为比较明显的强烈升高场区,异常幅度很大,升高异常是由中粗粒花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等岩体及石炭系火山岩引起;航空伽马能谱为偏高场,但在花岗岩、二长花岗岩分布区表现为明显的高场;远景区位于区域重力梯级带上,梯级带走向与构造带走向一致。

成矿特征:远景区内的已知矿床(点)有黑鹰山铁矿、黑鹰山西铅矿点等。黑鹰山铁矿的成因属于火山沉积热液型,矿体具有一定的层位,主要产于凝灰岩的中下部。围岩蚀变及矿化现象明显,在火山岩中广泛见到铁的交代作用。黑鹰山西铅矿点的成因属于与裂隙构造有关的简单矽卡岩型,含铅矿化蚀变带赋存于黑云母二长花岗岩的外接触带英安质凝灰熔岩中。蚀变带严格受断裂构造控制,蚀变带有被碳酸盐脉、石英脉、绿帘石脉、方铅矿细脉充填、

交代现象,铅的矿化时期为矽卡岩形成的后期,成矿时代为华力西中期。

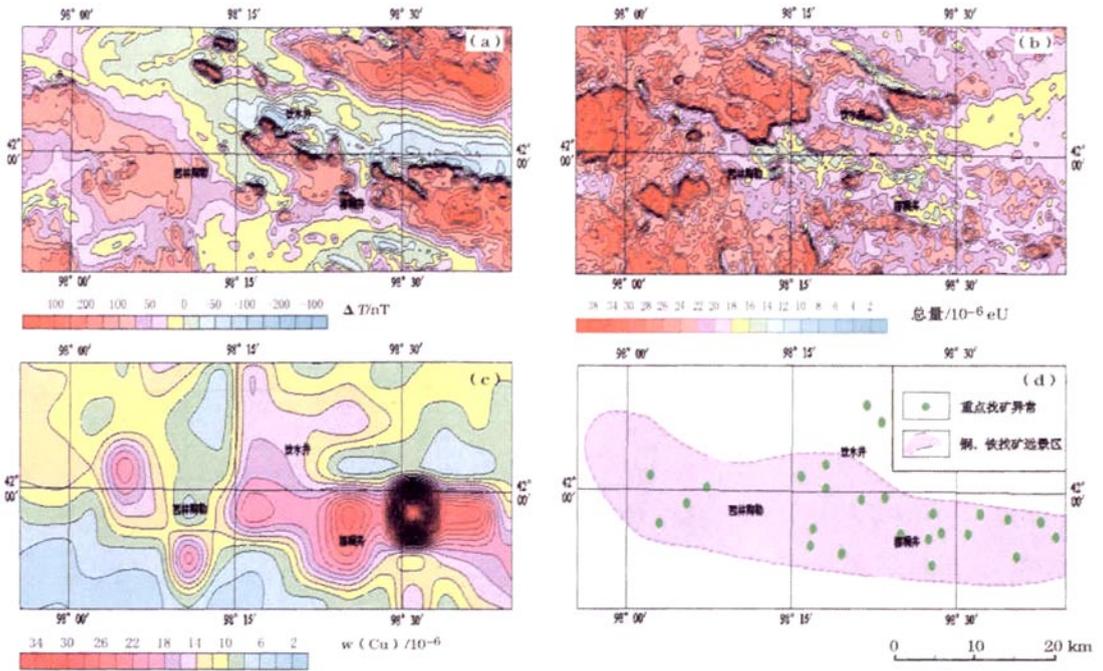
重点找矿异常:根据沉积热液型铁矿找矿标志,结合局部异常所处地质构造环境,选编重点找矿异常31处。这些异常集中分布在远景区内,特别是百合山—黑鹰山一带,与甜水井、黑鹰山铁矿位于同一条成矿带上,异常特征和成矿地质条件相似。野外异常查证时已发现多处铁矿脉和矿化点,具有很好的找矿前景。

3.2 梧桐井铁、铜多金属找矿远景区

地理位置:分布于石板井幅北部、黑鹰山幅南部边缘、红石山幅西南角和公婆泉幅东北角;坐标范围东经 $97^{\circ}56' \sim 98^{\circ}40'$,北纬 $41^{\circ}55' \sim 42^{\circ}03'$;远景区面积约 510 km^2 (图2)。

构造特征:位于金巴山东西向挤压带中,该构造带规模很大,南界在石头井—黑山岛一带。金巴山背斜是远景区最主要的构造带,其轴向在下勒淘来一带近东西向,长约 30 km ,向东延伸逐渐转向南东向,略呈弧形,背斜被一系列与之轴相平行的冲断层所切割,沿核部有华力西期石英闪长岩、斜长花岗岩和钾长花岗岩侵入。

地层特征:远景区内出露的地层有中石炭统及



a—航磁 ΔT 等值线; b—航空伽马能谱总量等值线; c—Cu 化探等值线; d—重点找矿异常及找矿远景区

图 2 梧桐井找矿远景区航空物探、化探综合剖面

菱台子群大理岩,下石炭统绿条山组条痕状混合岩、石英岩、浅粒岩、云母石英片岩夹大理岩等,这对形成接触交代型矿产具备了有利条件。已知的铁、铜矿点,矿化点,铅重砂异常附近的大理岩普遍见有蚀变现象,蚀变有蛇纹石化、透辉石化、硅化、透闪石化、石榴石化、电气石化和阳起石化,其中透辉石化和硅化与成矿较密切。

侵入岩特征:远景区侵入活动和构造变动频繁,侵入岩主要为华力西中期黑云母石英闪长岩、黑云母斜长花岗岩、华力西晚期钾长花岗岩及闪长玢岩脉和石英脉穿插。远景区内成矿原因多与花岗岩体侵入有关,是寻找与华力西期岩体接触交代型铜、铁矿的有利地段。

地球物理、地球化学场特征:远景区在航磁图上为变化升高磁场区,局部异常多为近东西向的窄带状,异常延伸较短,但幅度很大。升高异常主要由花岗岩、石英闪长岩和绿条山组火山岩引起;航空伽马能谱为偏高场,在花岗岩、钾长花岗岩分布区表现为明显的高场,而在菱菱台子群大理岩分布区则表现为偏低场;远景区位于重力升高局部异常内;异常区对应 Cu、Au 化探高值区,化探异常走向与远景区展布方向一致,Cu 浓集中心位于梧桐井东北,峰值大于 80×10^{-6} 。

成矿特征:远景区内有已知接触交代型铁矿点、

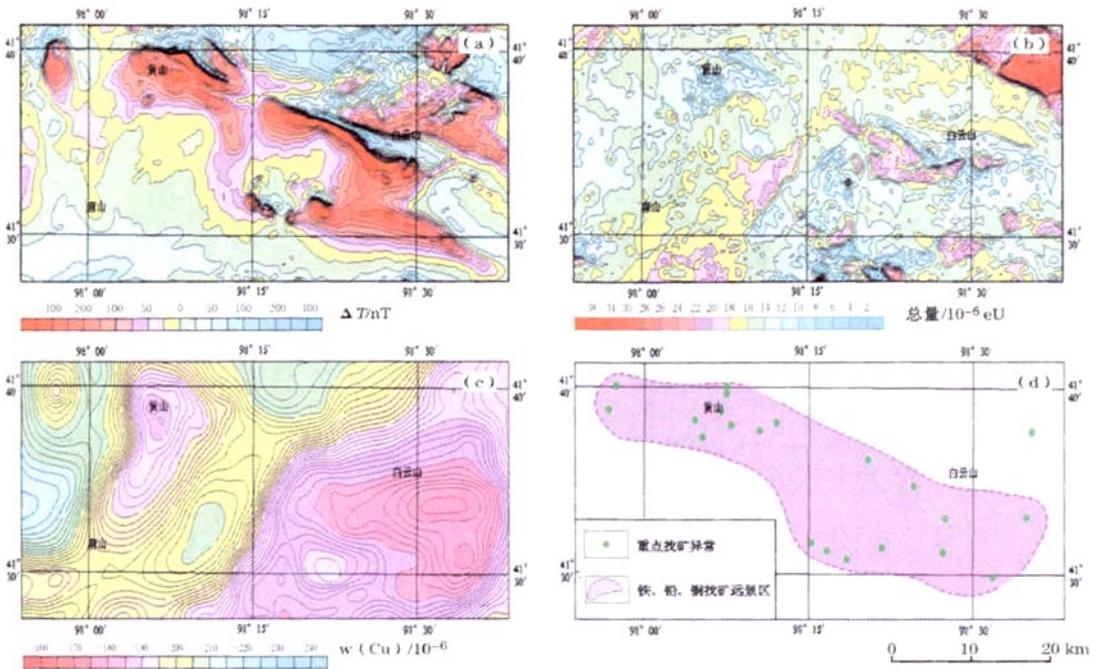
矿化点 4 处,沉积变质型铁矿点 1 处,锰矿点 1 处,铜矿点、矿化点 4 处;热液裂隙充填型铅、锌矿点 1 处。接触交代型铁矿(点)多赋存于外接触带蚀变大理岩或矽卡岩化大理岩中,矿石以致密块状为主,次为中等稠密浸染状,金属矿物以磁铁矿为主,次为少量赤铁矿、黄铁矿等,成矿时期为华力西中晚期。铜矿石多为含铜细石英脉状、中等浸染状或星点状,金属矿物为辉铜矿、黄铜矿、蓝铜矿和孔雀石等,成矿时期为华力西期。

重点找矿异常:根据含铜磁铁矿找矿标志,结合局部异常所处地质构造环境,选编重点找矿异常 22 处。远景区成矿地质条件良好,具有一定的找矿潜力。野外异常查证时发现多处铁、铜矿(化)点,矿(化)点与局部异常对应很好,是寻找接触交代型和沉积变质型矿床的重点地区。

3.3 白云山铬、铅、铜找矿远景区

地理位置:分布于石板井幅中部和婆婆泉幅东部;坐标范围东经 $97^{\circ}55' \sim 98^{\circ}36'$,北纬 $41^{\circ}28' \sim 41^{\circ}40'$;远景区面积约 520 km^2 (图 3)。

构造特征:位于白云山山字型构造的前弧到黄山一带,北侧与反修山东西向挤压带毗邻,西南与黑大山东西向挤压带相接。白云山山字型构造弧顶向南凸出,在弧顶出现了一组放射状张性断层,与弧形展布的冲断层近于垂直。由于弧顶部位构造变动强



a—航磁 ΔT 等值线; b—航空伽马能谱总量等值线; c—布格重力等值线; d—重点找矿异常及找矿远景区

图3 白云山找矿远景区航空物探、重力综合剖面

烈,岩石十分破碎,超基性岩体出露较宽,分异也较好,对成矿非常有利,已发现含铬铁矿超基性岩及含铅、铜石英脉。

地层特征:远景区内出露的地层包括中震旦统平头山群灰岩、下震旦统白湖群中基性火山岩、中奥陶统中基性火山岩,上奥陶统变质砂岩,下志留统中性火山岩,硅质板岩、中志留统中性火山岩夹灰岩及上侏罗统赤金堡群砂岩、黏土岩等。岩层中压型裂隙、扭性裂隙及张性裂隙发育,沿裂隙由大小不等的石英脉和少量重晶石脉充填。

侵入岩特征:远景区出露侵入岩体主要为华力西中期超基性岩体,岩体沿白云山山字型构造的前弧呈串珠状分布,由于后期断层的继续活动,使超基性岩破碎,次生裂纹发育。由于构造活动强烈,裂隙发育,沿裂隙充填的含铅、铜石英脉十分密集,已形成几处矿点和矿化点。前人对白云山超基性岩体进行过研究,并在过渡相和中心相中均发现了铬铁矿物,且中心相中铬铁矿含量较多,有时在蛇纹岩中可见铬铁矿富集成矿体。

地球物理、地球化学场特征:远景区在航磁图上为条带状强烈升高磁场区,异常宽度不大,但峰值很高。异常走向与构造、地层走向一致,是区内大面积分布的超基性岩体和中基性火山岩的反映;航空伽马能谱以低场和中低场为主,仅在上奥陶统变质砂

岩及中酸性火山岩段表现为偏高场;远景区在区域重力图上对应局局部升高异常区,这与该区广泛分布密度较大的(隐伏)超基性岩体有关;区内 Cu 化探异常升高明显,浓集中心分别位于白云山南及黄山地区。

成矿特征:远景区内的超基性岩体中存在明显的铁、镍、铬矿化现象,对寻找该类型矿床具有很好的指导意义。远景区内还有已知中低温热液型铜矿点、矿化点 5 处,中低温热液型铅矿点、矿化点 4 处。远景区内构造活动频繁,断裂、裂隙发育,有大量的石英脉、钾长花岗岩脉侵入。在石英脉中已发现多处中低温热液型铜、铅、金矿化,矿石种类包括星点状黄铜矿、方铅矿、赤铁矿、孔雀石和褐铁矿等。

重点找矿异常:根据超基性岩型矿床找矿标志,结合局部异常所处地质构造环境,选编重点找矿异常 19 处。上述异常是寻找铁、铅、铜及多金属矿的重要线索,地面踏勘已发现几处铁、铜矿化点(脉),具有较好的多金属找矿前景。另外,区内超基性岩体成矿专属性也值得做进一步的研究,注意寻找铬、铜、镍等多金属矿产。

4 结论与建议

由于受自然环境制约,长期以来北山地区的地质调查工作程度明显偏低,通过本次航空物探综合

站勘查工作,在该地区获得了大量的航磁、航空伽马能谱场信息。这些不同的地球物理场信息反映出了不同的岩性构造特征、岩浆活动背景和地质成矿环境。

通过对工作区典型矿床的地质成矿特征分析,确立了该地区主要的找矿方向;并对不同成矿类型的地质成矿特征、地球物理场标志、地球化学特征进行了探讨,建立了相应的找矿标志;进而依据不同的找矿标志对工作区重点找矿区域进行了划分,并在地面异常查证过程中发现多处矿(化)点和矿(化)脉,取得了初步的地质找矿效果。同时,利用航空物

探资料圈定的找矿远景区和重点找矿异常,可以为这一地区的国土资源调查及矿产勘查决策提供重要依据,并为地面矿产勘查和找矿工作提供重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 内蒙古地质矿产局. 内蒙古地质志[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [2] 左国朝,何国琦,等. 北山板块构造及成矿规律[M]. 北京:北京大学出版社,1990.

THE APPLICATION OF AIRBORNE GEOPHYSICAL INTEGRATED STATION SURVEY TO ORE-PROSPECTING WORK IN BEISHAN AREA, INNER MONGOLIA

ZHOU Dao-qing, LIANG Yue-ming, HUANG Xu-zhao, ZHANG Hong-rui

(China Aero Geophysical Survey and Remote-sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Airborne geophysical integrated station survey was carried out in Beishan area in 2005, which makes it possible for researchers to establish different criteria in search for some typical deposits, sets up a standard for ore prognosis in different geophysical fields and geologic settings, and will greatly help the ore-prospecting work in this area.

Key words: Beishan Area; airborne geophysical survey; criteria for ore-prospecting; ore prognosis

作者简介:周道卿(1974-),男,1997年毕业于中国地质大学(北京),现从事航空物探勘查及成果解释工作。

上接 539 页

AEROMAGNETIC ANOMALY CHARACTERISTICS OF THE CENTRAL PART OF SANJIANG AREA AND THEIR ROLES IN ORE-PROSPECTING WORK

ZHENG Guang-ru, ZHANG Yong-jun, SUI Su-wen, YU Chang-chun

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on 1:200 000 high-precision aeromagnetic survey in Weixi-Ninglang area along the central part of the Sanjiang region and a comparison with the magnetic anomaly characteristics of the known intermediate-acid intrusive bodies, the authors have found that quite a few magnetic anomalies are consistent with the known intermediate-acid intrusive bodies. In combination with physical characters and geological, gravity and geochemical data, tens of shallow or concealed intermediate-acid intrusive bodies were delineated. An analysis of the relationship between these rock bodies and known ore resources reveals the close relationship between the intermediate-acid intrusive bodies and Au, Ag, Cu, Pb, Zn polymetallic ore resources. It is thus concluded that these intrusive bodies serve as favorable areas in search for these ore resources.

Key words: high-precision aeromagnetic survey; intermediate-acid intrusive rock; ore-prospecting

作者简介:郑广如(1952-),男,河北丰润人,高级工程师。1978年毕业于长春地质学院地质系,现就职于中国国土资源航空物探遥感中心,一直从事航空物探地质解释工作,已发表论文数篇。