

# 三江中段侵入岩航磁异常特征及找矿作用

郑广如, 张永军, 眭素文, 于长春

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:**根据西南三江中段维西—宁蒗地区 1: 20 万高精度航磁勘查结果, 对比已知中酸性侵入岩体的磁异常特征, 发现多处磁异常与已知中酸性岩体相对应, 结合物性及地质、重力、化探等资料新圈定数十处近地表或隐伏的中酸性侵入岩。通过对这些岩体与已知矿产的关系分析认为, 中酸性侵入岩与金、银、铜、铅、锌多金属矿产关系密切, 因此, 这些侵入岩体是间接寻找上述矿产的有利地带。

**关键词:**高精度航磁; 中酸性侵入岩; 找矿作用

**中图分类号:** P631.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-8918(2007)06-0535-05

西南三江中段维西—宁蒗地区, 位于国家寻找金、银、铜、铅、锌多金属矿产的重点工作区之一。为进一步开展该区地质矿产调查, 航空物探遥感中心 2001 年在该区开展了 1: 20 万高精度航空磁测工作, 完成了覆盖面积近 45 000 km<sup>2</sup>, 取得了十分丰富的磁场信息。笔者根据航磁资料反映中酸性侵入岩的明显效果, 对中酸性岩体及周围寻找金、银、铜、铅、锌多金属矿产进行分析、探讨。

## 1 区域地质概况

研究区位于三江地块、松潘—甘孜地块和扬子板块的交汇部位, 主要以三江腰部为主体, 构造活动强烈, 断裂和褶皱构造极为发育, 基本构造格架以条块镶嵌为主, 岩浆活动频繁, 各时代地层、岩性错综复杂。

区内侵入岩分布较广, 期次复杂, 有元古宙晋宁期、华力西期、印支期、燕山期和喜山期, 其中华力西期、印支期和燕山期活动强烈, 超基性、基性、中性、酸性侵入岩均有分布, 除个别的花岗岩类为岩基外, 大部分多呈岩墙、岩株、岩枝或岩脉等产出, 主要岩性以闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩和浅成的斑岩类为主。它们严格受区域构造控制, 多沿深大断裂带或大型褶皱轴部侵入。

三江地区岩浆活动频繁, 形成了得天独厚的成矿背景。区内位于西南三江多金属成矿带中段, 矿产资源及其丰富, 已发现拖顶铜矿、烂泥塘铜矿、雪鸡坪铜矿、白秧坪多金属矿和央岛铁矿及多金属等

矿床(点)百余处。矿体成因以热液型、岩浆型、斑岩型和接触交代型为主。这些矿床(点)的矿化往往伴随岩浆岩带沿深大断裂展布, 反映了受控于岩浆岩和断裂构造的成因机制。

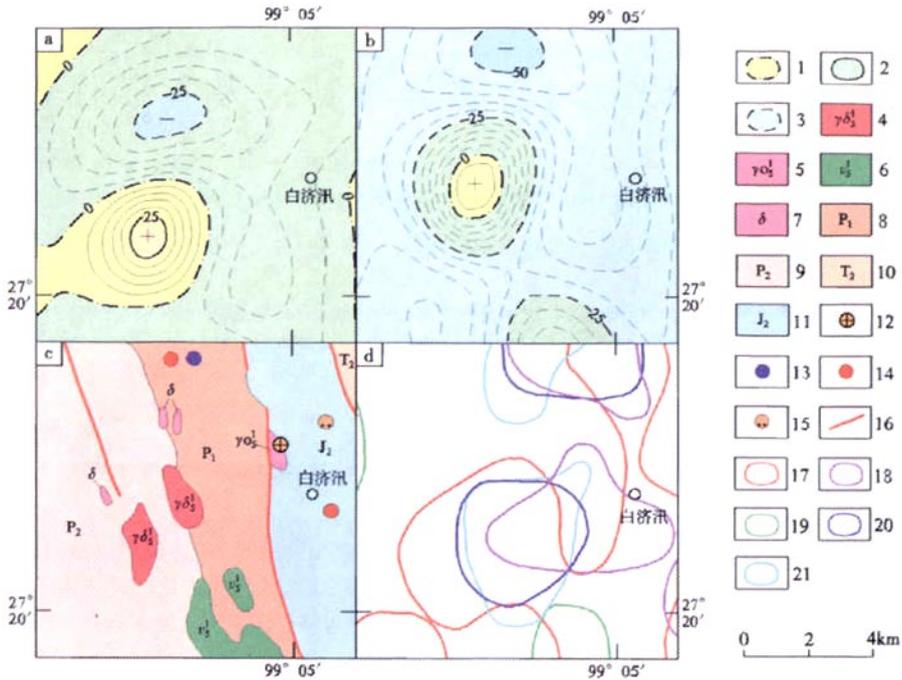
## 2 航磁反映的中酸性侵入岩特征

中酸性侵入岩在航磁  $\Delta T$  磁场图中大部分反映明显, 根据它们的磁异常特征, 在综合分析的基础上, 结合物性资料和已知岩体与磁异常的对应关系, 将航磁反映的侵入岩进行了较详细的圈定, 全区共圈出侵入岩体 79 处, 其中以航磁资料新推断的 39 处, 与地质圈定范围吻合和基本吻合的 16 处, 修改、变化或扩大地质圈定范围的 24 处。在圈定的岩体中超基性、基性岩体 10 处, 中酸性岩体 69 处。

### 2.1 白济讯西花岗闪长岩

该岩体位于测区西部的维西西北白济讯约 4 km 处, 航磁  $\Delta T$  负磁场中显示出一个较典型的孤立升高正异常, 该异常在航磁  $\Delta T$  剖面平面图上连续多条测线反映明显, 形态规则, 曲线圆滑, 两翼对称, 北侧伴有明显的负值, 最大幅值约 60 nT; 在航磁  $\Delta T$  等值线平面图上, 为一南正北负较典型的异常(图 1), 经化极处理后, 北侧伴生负值基本消失, 中心位置北移, 呈较规则的圆形, 面积约 22 km<sup>2</sup>。

对比地质资料, 异常中心对应于地表出露的 2 个印支期花岗闪长岩体, 岩体边缘为中叠系和中侏罗统板岩、砂岩、微晶片岩夹灰岩及闪长岩脉穿插, 并有北北西向断裂穿过, 南部有辉长岩出露, 北、西



a—航磁  $\Delta T$  等值线平面; b—航磁  $\Delta T$  化极等值线平面; c—地质矿产图; d—化探综合异常; 1—零等值线; 2—正等值线; 3—负等值线; 4—印支期花岗闪长岩; 5—印支期石英闪长岩; 6—印支期辉长岩; 7—闪长岩脉; 8—下二叠统板岩夹灰岩; 9—上二叠统千枚岩夹板岩; 10—中三叠统片岩、板岩; 11—中侏罗统砾岩、板岩; 12—金矿点; 13—铅矿点; 14—铁矿点; 15—锑矿点; 16—断裂; 17—金异常; 18—银异常; 19—铜异常; 20—铅异常; 21—锌异常

图1 白济讯西花岗闪长岩航磁、化探、地质综合平面

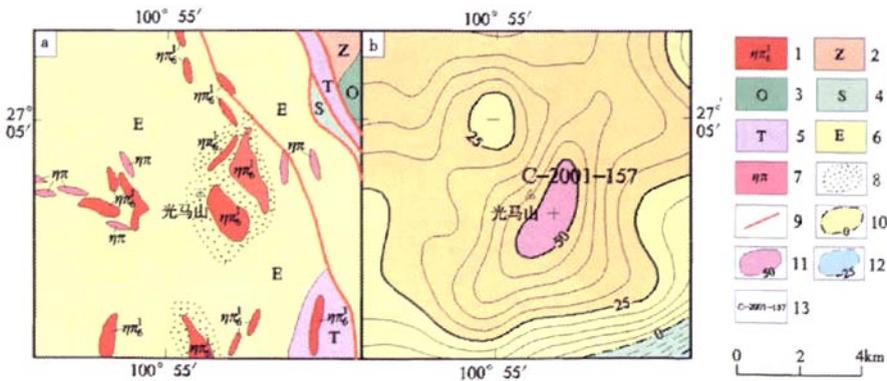
侧有金、铅、铁、锑矿点分布,并有套合较好的 Au、Ag、Pb、Zn 等化探异常分布。实测物性资料表明,花岗闪长岩磁化率平均值为  $510 \times 10^{-5}$  SI, 最大值高达  $1435 \times 10^{-5}$  SI, 而二叠系板岩、砂岩、微晶片岩、灰岩等为无到弱磁性。

根据上述磁异常特征及其与地质体的对应关

系,该异常由印支期花岗闪长岩体引起。需要指出的是,地表分布为多个小岩株,航磁为一个较典型的近圆形异常。因此,推断它们在地表之下可能连成一个整体。

### 2.2 光马山二长斑岩体

该岩体由十余个岩株组成(图2),总体呈北西



a—地质图; b—航磁  $\Delta T$  等值线平面; 1—喜山期二长斑岩; 2—震旦系白云岩、白云质灰岩; 3—奥陶系砂岩、页岩、硅质灰岩; 4—志留系页岩夹硅质层; 5—三叠系砂岩、页岩、灰岩; 6—下第三系泥岩夹泥灰岩; 7—英安斑岩脉; 8—蚀变岩; 9—断裂; 10—零等值线; 11—正等值线; 12—负等值线; 13—异常编号

图2 光马山二长斑岩体地质航磁综合平面

向分布,宽0.5~1 km,长1~2 km,侵入于古近系红层中,呈岩床产出。岩体以二长斑岩为主,边缘部分为正长斑岩,表明岩浆活动过程中,在时间和空间上均有一定的分异分带现象。该岩体群普遍具有强烈的围岩蚀变,主要有绿帘石角岩、阳起石-石英角岩化等蚀变,并普遍具有黄铁矿化。边缘分布有震旦系、奥陶系、志留系和三叠系,并有英安斑岩脉穿插。

该岩体对应于正背景场中的局部升高异常,在航磁  $\Delta T$  剖面平面图上 4 条测线反映明显,异常曲线尖锐,梯度较陡,此现象在  $\Delta T$  剩余异常剖面平面图上表现得更为突出。在  $\Delta T$  等值线平面图上,呈一不太规则长轴为北东向的椭圆形。依据航磁资料圈出的岩体范围,略大于已知岩体群的范围,其范围与岩体群和蚀变围岩的总体范围基本相同,可能蚀变岩也具有一定的磁性,根据异常特征难以区分岩体和蚀变岩范围,所以统称为光马山二长斑岩体。

据化探资料,在岩体中间有圈闭和套合较好的 Au、Ag、Pb、Zn、W 化探异常,并且在岩体周围有各种蚀变岩,蚀变岩是成矿的有利地带。

### 2.3 腊马底东花岗岩体

该岩体位于测区东部边缘负背景场中的条带状升高正异常带,在航磁  $\Delta T$  剖面平面图上连续 9 条测线反映明显,但各条剖面曲线变化较大,有的峰值尖锐,梯度较陡,有的圆滑,较宽缓,幅值多在 50~120 nT 之间变化;在航磁  $\Delta T$  等值线和化极等值线

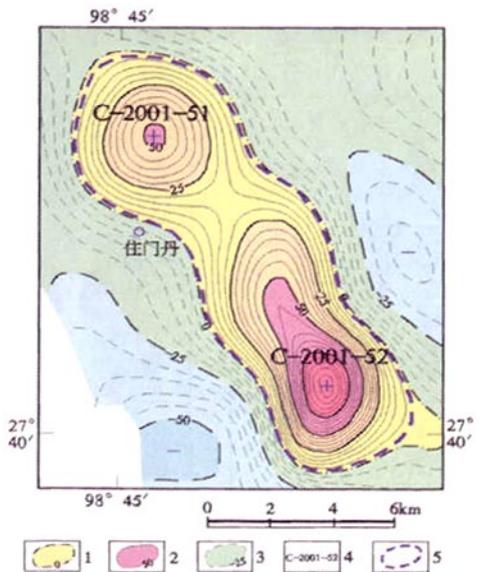
平面图上异常特征清晰明显,显示出 2 个高值点(98 nT、52 nT),整体为一圈闭很好的带状异常,走向北西,规模(20×5) km<sup>2</sup>(图 3)。在化极上延 1 km 和 3 km 等值线平面图上异常范围及形态仍无明显的变化,表明该异常带具有一定的规模和强度。

在 1: 20 万地质矿产图上,该异常带大部分应于出露的燕山期住门丹花岗岩,其余为地表分布的石炭系变粒岩、片岩、大理岩等。异常边缘已发现铁、钨、多金属矿点,并分布有 Ag、Cu、Pb、Zn 等化探异常。据物性资料,中酸性岩类,特别是斑岩类具有一定的磁性,磁化率平均值可达  $1\ 000 \times 10^{-5}$  SI 以上,石炭系变质岩、大理岩为无到弱磁性。

综合上述特征分析,异常带大部分对应于出露的燕山期花岗岩,石炭系为无到弱磁性变质岩,推断该异常带由具有一定磁性的侵入岩引起。本区花岗岩类和花岗闪长岩磁性较强,因此,应是燕山期花岗岩类或花岗闪长岩的反映。根据异常特征和用切线法进行深度计算,隐伏部分的磁性体顶界面接近地表。

### 2.4 迈伊格石英闪长玢岩

该异常分布在测区北部边缘。在航磁  $\Delta T$  磁场图中,以孤立的尖峰状正异常为主要特征,异常曲线尖锐,梯度陡、两翼对称,最大幅值约 230 nT(图 4);在  $\Delta T$  等值线平面图上为较典型的椭圆形,长轴方向南北,规模 6 km×3 km。地表出露下三叠统灰岩、板岩、砂岩和印支期石英闪长玢岩及石英二长斑



1—零等值线;2—正等值线;3—负等值线;4—异常编号;5—推断岩体界线

图 3 腊马底东花岗岩体航磁地质综合平面

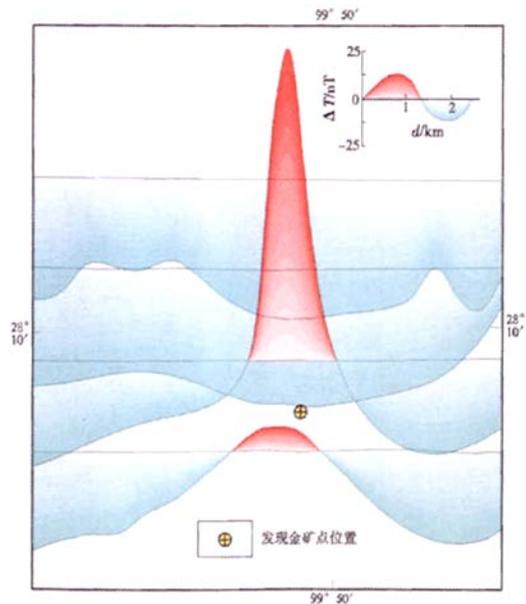


图 4 滇 C-2001-29 航磁异常  $\Delta T$  剖面平面

岩等,其内部断裂发育,已发现矽卡岩型铜矿点一处。对比1:20万区域化探资料,异常区分布有套合很好的Au、Ag、Cu、Pb、Zn化探异常。

对该异常进行了地面检查,实测 $\Delta T$ 剖面2条,其中一条剖面完整,长度为6580m,方向为 $271^\circ$ ,异常形态较规则,整体与航磁异常基本吻合。对应的地质剖面主要岩性为砂岩、板岩、灰岩及印支期闪长玢岩,在剖面中部并见有矽卡岩化和黄铁矿化,实测它们的磁化率平均值在 $(2 \sim 52) \times 10^{-5}$ SI,整个异常不是地表岩性引起。据地面踏勘,在剖面北侧见有出露的印支期石英闪长玢岩和石英二长斑岩,实测磁化率平均值为 $2925 \times 10^{-5}$ SI,高者可以达到 $4080 \times 10^{-5}$ SI,为此,该异常应由隐伏的中酸性侵入岩引起。

该异常成矿地质条件优越,有套合好的Au、Ag、Cu、Pb、Zn等化探异常和矽卡岩型铜矿点分布。本次地检在剖面上发现黄铁矿化和矽卡岩化,在黄铁矿化处取化探土样、岩石样各一件。经分析,土样Au含量 $15.326 \times 10^6$ ,Ag含量 $3.15 \times 10^6$ ;岩石样测试结果Au含量 $32 \times 10^6$ ,Ag含量 $7.75 \times 10^6$ ,是

寻找相应矿产的有利部位。

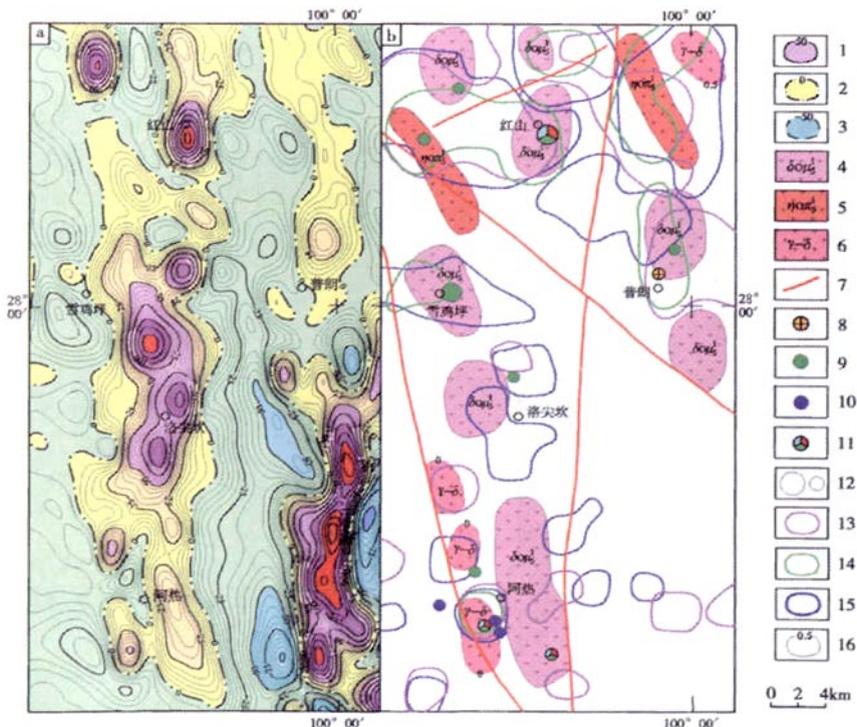
### 3 中酸性侵入岩与矿产的关系

研究区内矿产资源丰富,矿种较多,有色金属和贵金属是我国矿产勘查开发的重点区,已探明铜、铅、锌、锡、金、铁、镓、钨多金属等矿(床)点百余处,它们多分布在印支期—喜山期岩浆岩的边缘及与围岩的接触部位,成矿大都与岩浆和岩浆热液活动关系密切。岩浆岩是本区内生金属矿产的重要含母岩或容矿岩,也是成矿作用的重要热液源和热源。

本区侵入岩分布广泛,岩性复杂,从超基性—基性—中酸性均较发育,主要期次为印支期、燕山期和喜山期。它们对有色金属、贵金属的形成起到了重要作用,并且不同性质的侵入岩具有不同的成矿专属性。

基性—超基性岩主要沿深大断裂带分布,基性、超基性岩是深部岩浆上侵的产物,深部岩浆上侵和后期岩浆热液的活动,使有用矿物在有利部位富集成矿,是铬、金、铂、铜镍等矿产的源岩。

中酸性侵入岩主要有花岗岩、闪长岩、花岗闪长



a—航磁 $\Delta T$ 化极垂向一阶导数等值线平面;b—推断的岩体断裂及化探异常分布;1—正等值线;2—零等值线;3—负等值线;4—印支期石英闪长岩;5—印支期石英二长斑岩;6—推断的中酸性岩体;7—断裂;8—金矿;9—铜矿;10—铅矿;11—多金属矿;12—中型矿、矿点;13—金异常;14—铜异常;15—铅异常;16—隐伏岩体界线及埋深

图5 红山—阿热地区航磁解释与化探异常对比

岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩、花岗斑岩等,与成矿关系最密切的是印支期和喜山期中酸性岩类。

印支期中酸性侵入岩与铜、金、多金属成矿关系密切,矿体主要赋存在岩体内部及与围岩的接触部位,矿体的分布部位与其成因有关,斑岩型矿产多分布在岩体的内部,热液型主要分布在岩体与围岩的接触部位。喜山期花岗岩类(中酸性侵入岩)与铜、铅、锌、金矿为主,斑岩类与金矿更为密切。这些中酸性侵入岩具有一定的磁性,在航磁  $\Delta T$  磁场图上多有明显的反映,并一般具有套合较好的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 等化探异常,为圈定侵入岩的范围及研究与其矿产的分布奠定了基础。

在红山—阿热南北一带,印支期中酸性岩体发育,航磁反映的岩体特征明显,根据磁异常特征及地质、化探等资料圈出中酸性岩体 13 处,已发现与岩体有关的铜、铅、金多金属矿(床)点十余处,这些矿产的形成均与岩浆岩关系密切(图 5),其成因多为斑岩型和岩浆热液型,有的为 2 种或 2 种以上的复合成因类型。岩体和矿化多具有一定的磁性。

### 3.1 红山中型矽卡岩型铜多金属矿床

矿区位于航磁圈定的红山石英闪长玢岩体的中心,磁异常编号为滇 C-2001-23,为负磁场背景中孤立的尖峰状正异常,异常曲线尖锐,梯度陡,幅值高达 350 nT;在航磁  $\Delta T$  等值线平面图上,为一长轴南北向较规则的椭圆形异常。由于异常孤立分布,并且幅值较大,并已见到闪长玢岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩等,故推断为印支期石英闪长玢岩引起。

据地质资料,矿体位于一背斜西翼,矿体附近分布上三叠统图姆沟组三、四段,其岩性组合为砂板岩夹结晶灰岩,并有中—酸性火山岩夹层。区内岩浆活动强烈,但出露面积不大,种类较多,以小型岩墙、岩枝为主。岩性主要为闪长玢岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩,深部钻探发现二长—碱性长石花岗斑岩。岩浆岩的主要形成时期为印支期,它们是红山矽卡岩型铜多金属矿床的主要成矿母岩。矿体的主要围岩蚀变为各种岩浆侵入接触交代形成的各类矽卡岩化和角岩化,实测矽卡岩化磁化率值为  $1\ 271 \times 10^{-5}$  SI,铁矿化磁化率值为  $1\ 810 \times 10^{-5}$  SI,它们具多期蚀变特征,高、中、低温蚀变矿物均有,表明了围岩蚀变作用的整个过程和成矿作用关系密切。

总之,红山矽卡岩型铜多金属矿床,严格受岩浆活动、构造和岩性的控制,矿区的接触变质、热液蚀变及矿液来源均与深部的中—酸性岩浆岩有关。

### 3.2 中甸雪鸡坪中型斑岩型铜矿床

该矿床位于雪鸡坪。矿区岩浆活动强烈,并有

同源多次多岩相特征,主要岩性为石英闪长玢岩、闪长玢岩、石英二长斑岩、二长花岗斑岩,侵入于上三叠统图姆沟组板岩、砂岩,夹多层安山岩、石英安山岩层中。岩体均属浅成—超浅成的复式杂岩体,主要呈岩株、岩枝、岩脉状产出。由石英二长闪长玢岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩依次侵入形成,其时代为印支期。

矿体矿化主要和石英闪长玢岩有关,岩石蚀变明显,在平面上呈环状特征,自内向外由中强—中弱—弱,显示出热液由中心向外扩展的特征。矿体呈透镜状赋存于石英化、黑云母化、钾化的石英闪长玢岩及石英二长斑岩中,矿石以铜为主,伴生有金、银、钼、镓等微量元素,局部有铅锌矿化。

矿区位于石英闪长玢岩及石英二长斑岩中,该岩体对应于负磁场背景中的局部磁力高,在航磁  $\Delta T$  剖面平面图上形态不太规则,具多峰状,但连续多条测线反映明显,幅值不大,一般在 25 nT 左右;在  $\Delta T$  化极垂向一次导数等值线平面图上,为一较明显的圆形异常。根据异常特征及与已知岩体的应于关系,统称为印支期石英闪长玢岩引起。

## 4 结束语

航磁资料表明,研究区侵入岩多具有一定的磁性,利用航磁资料圈定岩体是一种行之有效的办法。区内出露或隐伏、半隐伏的中酸性岩体比较发育,这些中酸性岩浆含有丰富的成矿元素,是重要的成矿母岩。在同期及后期的热液上侵和构造活动作用下,使大量的含矿元素在有利的部位或空间(裂隙、蚀变带、岩体与围岩的接触部位及隐伏岩体的顶面)活化迁移、叠加、富集或交代蚀变形成矿体。区内已知岩浆热液型及矽卡岩型铜、铅、锌、金、多金属矿产主要分布在出露中酸性岩体的内部及与围岩的接触部位。

因此,中酸性岩体是寻找铜、铅、锌、金、多金属等矿产的重要目标,特别是本次圈定的隐伏、半隐伏岩体也是成矿的有利地带,是寻找上述矿种的重要部位。

### 参考文献:

- [1] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [2] 郑广如,乔春贵,刘英会. 高精度航磁资料圈定隐伏岩体的效果[J]. 物探与化探,2003,27(1):18.

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。