

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2021.02.010

青海省玉树地区高精度航磁调查与应用研究

王牧,金世杰,要悦稳,习肖伟

(中国冶金地质总局地球物理勘查院,河北 保定 071051)

摘要: 青海玉树地区位于我国重要的西南“三江”成矿带,具有高海拔、切割剧烈等特点,而高精度航磁调查是一种精度高、见效快、成本低的方法技术手段。在该区运用直升机长杆硬架技术并采取随地形起伏的方法,获取了高质量的原始数据。在高精度航磁图上,磁异常信息十分丰富,通过详细的物性资料分析和严谨的异常解释工作,摸清了区域磁场基本特征,推断了52条航磁反映的断裂,通过分析航磁异常找矿效果,新发现了3处与铁矿相关的异常。根据该区完成的航磁调查应用效果看,笔者认为在青海玉树地区开展高精度航磁测量的方法是行之有效的。

关键词: 玉树地区;高精度航磁调查;航磁异常查证;断裂构造;磁铁矿;青海省

中图分类号: P631.222;P618.31 **文献标识码:** A

0 引言

青海省的玉树地区位于我国重要的西南“三江”成矿带之北段,成矿地质条件优越,矿产资源丰富,且近些年已发现多处中、大型矿床,特别是金、铜、铅锌和铁矿床^[1]。由于研究区地处青藏高原腹地,高寒、高海拔(平均海拔>4000 m)、氧气含量低、地形切割剧烈等特殊自然条件为区域地质调查和矿产勘查带来了一定的困难。该区过去曾经开展过一定工作量的地质、物化探工作,但区域的整体研究程度较为有限。高精度航磁调查具有精度高、成本低、控制面积大、见效快的特点,随着仪器精度、导航定位、数据处理方法和成果解释水平的提高,高精度航磁调查成为在高寒地区进行基础地质调查和矿产勘查的有效方法之一。

本文以秦岭及天山等重点成矿区带航空物探调查二级项目下的“青海玉树—杂多地区1:5万航磁调查”子项目为依托,在该区开展大比例尺、高精度航磁调查工作,以期在最短的时间内发挥最好的应用效果,为青藏高原地区开展下一步的基础地质及矿产勘查工作提供扎实的基础资料。

1 区域地质概况

研究区地处青藏高原腹地的青海省南部,东与四川省接壤,南与西藏的昌都地区相邻。大地构造单元横跨西藏—三江造山系1个Ⅰ级构造单元、巴颜喀拉地块和三江弧盆系2个Ⅱ级构造单元^[2](图1)。

区内断裂构造十分发育,多密集成束分布,主构造走向为NW向。主断裂(带)控制了构造和地层的分布,而且对岩浆岩区带和矿带划分也起着重要的控制作用。区内断裂多数为显生宙以来特别是中生代的构造活动形迹,它们大多具有长期的发育历史,既有继承复活性,又有改造新生性^①,因此同一断裂的产状、性质、所处构造层次等在空间上都有较大的变化。

出露地层较为发育,分布广泛,主要出露元古宇、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系及第四系,其中以三叠系分布最广,上古生界和古近系次之^{②-④}。在研究区北部发育大量的蛇绿混杂岩,这也印证了区内构造活动十分剧烈,是板块运动的主要发生地段。

收稿日期: 2020-09-16; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 王牧(1985—),男,高级工程师,硕士,毕业于成都理工大学矿产普查与勘探专业,从事地质矿产勘查和航空物探综合研究工作。通信地址:河北省保定市竞秀区阳光北大街139号321室;邮政编码:071051;E-mail:276329139@qq.com

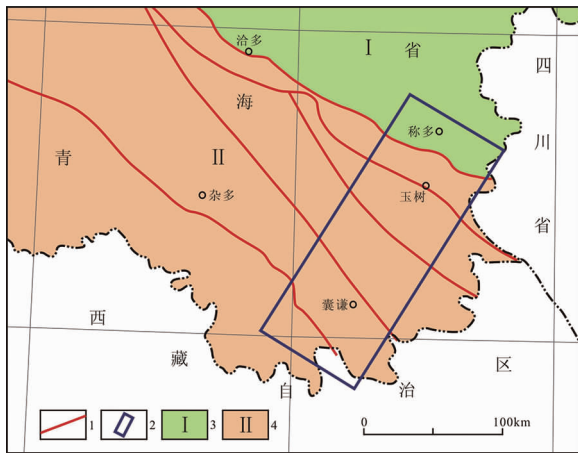


图 1 研究区大地构造位置及主干断裂分布简图
(据祁生胜[2],修改)

Fig. 1 Schematic map showing geotectonic position and main fault distribution in the study area

1. 主干断裂; 2. 测区范围; 3. 巴颜喀拉地块; 4. 三江弧盆地

侵入岩种类较多,主要侵入时期为三叠纪和古近纪,侏罗纪和泥盆纪居次,从北到南均有分布,且主要分布于断裂构造附近,岩体延展方向与区域构造走向基本一致;岩石从酸性、中性到基性-超基性岩均有出露,但以中酸性岩体为主。

2 技术方法简述

研究区所处地区平均海拔在 4000 m 以上,且地形切割剧烈,因此,通过多种机型的对比,综合分析实际条件,最终选用能够适应高原飞行且机动性能良好的 AS 350-B3 型直升机,使用长杆硬架防振航空磁测系统进行飞行测量^[3]。该系统使用加拿大 PICO 公司生产的航空物探综合站,配有 Cs-3 高精度铯光泵磁探头。为了获取更加丰富的地磁场信息,采用随地形缓起伏的飞行方式,并尽可能降低飞行高度^[4]。事后经统计,全区的平均飞行高度为 147.5 m,完全满足该比例尺航磁测量要求。

根据区域地质资料,区内主要地质构造走向为 NW 向,根据主测线垂直或基本垂直于主构造走向的原则^[5],完成飞行测线方向 $30.5^{\circ} \leftrightarrow 210.5^{\circ}$,切割线垂直于测线,方向为 $120.5^{\circ} \leftrightarrow 300.5^{\circ}$,测线间距 500 m,切割线间距 10 km,整体测网密度为 $0.5 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 。通过测量结果初步分析,区内航磁异常轮廓清晰、连续完整,基本与测线方向垂直,说明本次 1:5 万高精度航磁测量测网布置合理,取得了明

显的测量效果(图 2)。

3 岩石磁性特征

掌握和研究岩石的磁性特征及其分布规律,是解释磁异常必不可少的先决条件,也是开展区域磁场特征深入研究的基础。经过整理、统计前人岩石物性数据和岩(矿)石磁参数实测,本区的岩(矿)石的物理特征如下。

3.1 蛇绿混杂岩

主要分布在测区北部区域性的深大断裂附近,大多形成于晚古生代,其中的基性、超基性岩块磁化率常见值范围为 $7600 \times 10^{-5} \sim 10600 \times 10^{-5} \text{ SI}$,能引起条带状或椭圆状强磁异常,梯度较陡;而混杂岩内的基质,如砂岩、板岩、千枚岩、片岩磁化率值很低,几乎无磁性,不能引起磁异常,多构成区域磁场的背景场。

3.2 地层

区内分布较广的为古近系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系、泥盆系及元古界地层,其中磁性较强

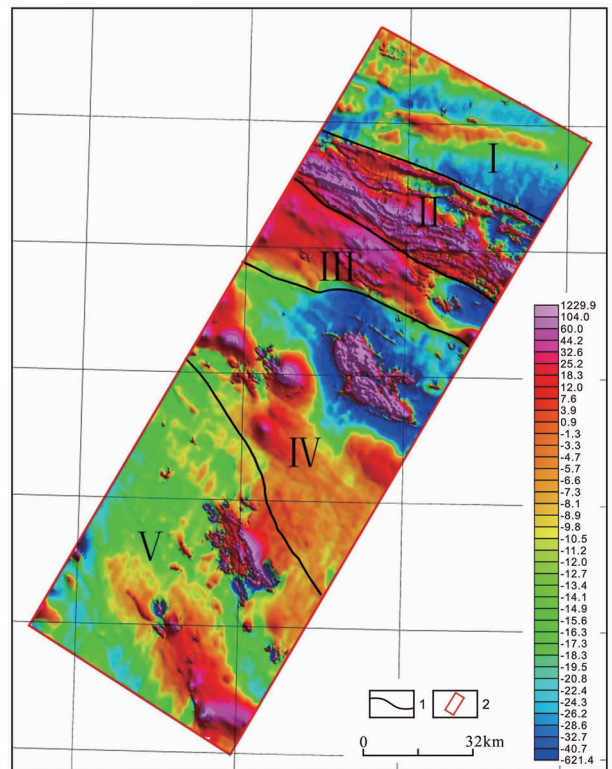


图 2 研究区区域磁场分区图

Fig. 2 Map showing division of regional magnetic field

1. 磁场分区界线; 2. 研究区范围

者主要为三叠系和古近系地层内的火山岩,磁化率为 $75 \times 10^{-5} - 3480 \times 10^{-5}$ SI, 范围变化较大,多形成波动跳跃的磁异常;其他地层主要由砂板岩、砾岩、泥岩、灰岩等构成,岩性的磁化率值在 $0 \times 10^{-5} \sim 20 \times 10^{-5}$ SI 范围内,呈弱磁或无磁状态,不能引起磁异常,多形成背景场。

3.3 侵入岩

区内的侵入岩主要形成于三叠纪和古近纪,岩性以中酸性岩为主。总体来说,古近纪中酸性的正长斑岩、粗面斑岩磁性相对较强,实测磁化率值多为 $600 \times 10^{-5} \sim 2000 \times 10^{-5}$ SI;三叠纪花岗岩、花岗闪长岩的磁化率值变化较大,多为 $6 \times 10^{-5} \sim 2889 \times 10^{-5}$ SI;其他的侵入岩为弱磁性或无磁性;在主干断裂附近有大量的岩脉出露,岩脉的种类齐全,其中超基性、基性岩脉的磁化率值较高,常见值为 $3600 \times 10^{-5} \sim 6300 \times 10^{-5}$ SI;中酸性岩脉的实测磁化率值为 $90 \times 10^{-5} \sim 2800 \times 10^{-5}$ SI,这些岩脉可形成局部的孤立磁异常,应予以重视。

4 区域磁场特征

研究区横跨西藏—三江造山系的巴颜喀拉地块和三江弧盆系,以中—上元古界为结晶基底^①,在区域地质演化过程中沉积了古生界、中生界和新生界盖层岩系,并伴有多期(次)岩浆活动,致使区内的磁场错综复杂、变化多样。尽管如此,从航磁图中仍然能识别出区域磁场的分布特征,以及区域磁场与地层、断裂之间的关系。不同的磁场区在磁场强度、异常形态、走向等方面具有不同的特点,它们是不同的沉积建造、构造—岩浆活动等地质活动的综合反映。根据磁场表现出的不同特征将研究区自北向南划分为5个磁场区(图2)。

4.1 英群—五道班平缓降低磁场区(I)

位于测区北端,该磁场区的特点是从北西向东南磁场平缓地降低,场值一般在 $-20 \sim 0$ nT 之间,除北西部的果民多拉一带为局部正磁场外,其他地区均为负磁场。据野外实际观察和岩(矿)石物性资料分析,该区平缓降低的磁场主要与巨厚层的巴颜喀拉群弱磁或无磁性的复理石建造有关。

4.2 浪普—歇武电站正负变化磁场区(II)

位于测区中北部,该磁场区整体以正磁场为背景,仅东南部为负磁场,总体呈 NWW 向展布,磁场

强度在 $-40 \sim 40$ nT 变化,在此背景上叠加有强度多变、形态各异的条带状、串珠状异常。磁场区内的岩石磁性差异很大,对该磁场化极后,基本成为正磁场区,推测为一个规模较大的磁性体在空间上的综合反映,北部的负磁场即为该磁性体形成的伴生负异常,在化极上延 3 km 后依然反映出 NWW 向的磁力高值异常带,说明该磁性体向下有较大延伸或者分布面积较广。在 1 : 100 万布格重力图上^②,该区显示为一条 NWW 向的重力高值带,在下拉秀—歇武大地电磁剖面上显示为高电阻率,这充分说明该区存在一个密度大、磁性高、高电阻率的地质体,推测深部有隐伏磁性体(岩浆岩)存在。

4.3 恰钦达—巴塘平缓升高正磁场区(III)

位于测区北中部,以平缓升高的正磁场为主,场值一般为 $5 \sim 50$ nT,仅在巴塘东部分布有小范围降低负磁场;其上叠加形态各异的条带状或团块状升高异常。结合区域地质情况,区内平缓升高的区域是火山岩地层的综合反映;形态各异的条带状或团块状升高异常主要是由高磁性的火山岩和基性岩引起,巴塘东部的降低负磁场可能与沉积厚度较大的三叠系无磁或弱磁性的碎屑岩、碳酸盐岩有关。

4.4 下拉秀—毛庄变化升高磁场区(IV)

位于测区中部,区域磁场以 $-10 \sim 10$ nT 的强度值为背景,叠加强度多变、大小不一的等轴状、椭圆状、条带状、片状或团块状的异常为特征,这些局部异常总体沿该区大地构造方向展布。通过实测岩石磁化率值,结合区域地质资料,认为该区正负变化磁场主要由沉积厚度巨大的弱磁性碎屑岩、浅变质岩和无磁性的碳酸盐岩引起;区内叠加的条带状、片状或团块状升高异常主要与三叠纪和古近纪强磁性中酸性岩体有关。在下拉秀南东部和北西部及仁宗达一带的三叠系内出现宽缓升高异常,推断与隐伏的中酸性岩体有关。

4.5 囊谦—吉曲剧烈变化升高磁场区(V)

位于测区南部,以平静负异常为背景,场值一般在 $5 \sim 10$ nT 之间变化,其上叠加强度变化较大、形态宽缓或剧烈变化的局部异常。通过分析岩石物性及实际地质情况,认为该区的平静负磁场主要是厚度较大的弱磁性、无磁性的石炭系、二叠系、三叠系和古近系的碎屑岩、碳酸盐岩引起,叠加其上形态宽缓的局部异常与中酸性火山岩有关,剧烈变化升高的局部异常是由古近纪正长斑岩、粗面斑岩、闪长岩类和辉绿—辉长岩脉和煌斑岩脉引起。

5 航磁推断断裂

断裂构造特别是深大断裂往往对地层、岩浆岩和成矿都具有一定的控制作用,多数断裂具有长期性和继承性,且在空间上延伸长、深度大,为深部物质的上升提供了通道,尤其是不同级别、不同方向断裂的交汇部位都是成矿的有利部位。因此,利用高精度大比例尺的航磁资料推断断裂构造,对研究基础地质特征和成矿规律都具有重要的意义。

5.1 航磁解释标志

断裂的推断主要根据航磁 ΔT 剖面平面图、等值线平面图、化极图、化极上延图,并参考区域地质等资料进行的。推断的依据主要为不同磁场区的分界线、磁场线性梯度带、线性磁异常带(包括线性正异常带、急剧变化的正负异常带和线性降低负异常带)、串珠状分布的磁异常带、异常扭曲带或错动带、异常截止带等。

5.2 断裂分级原则

根据断裂构造在地球物理场的表现程度及相应的地质特征,按规模大小,将断裂分为三级,本文所述的分级原则与地质上划分的区域性大断裂、大断裂、一般断裂有联系,但不能完全等同。

一级断裂的磁场特征为巨大的线性磁异常带、梯度带,常为不同磁场区的分界线,向上延拓 3 km 时断裂识别特征仍比较明显。此类断裂延伸较长,多沿构造走向方向贯穿整个研究区,普遍伴有强烈的岩浆活动,地质上控制着构造的形成与发展;二级断裂的磁场反映为具有一定规模的线性磁异常带、梯度带、串珠状磁异常带,向上延拓 1 km 时仍能被识别,但上延 3 km 后,断裂识别特征几乎消失,地表伴有不同程度岩浆活动,但规模不如前者;三级断裂为延伸有限的线性异常带、串珠状或线性的梯度带、局部异常的分界线,上延 1 km 后,磁场的断裂识别特征几乎消失,规模较小,延伸不大。

5.3 推断断裂构造特征

依据上述原则,本区共划出了 52 条不同级别、不同性质的断裂,并予以编号,其中推断一级断裂 6 条,二级断裂 7 条,三级断裂 39 条(图 3,表 1 所示),其中与已知断裂重合或部分重合 28 条,新推断断裂 24 条。通过与区域地质资料划分的断裂相比,航磁推断的一级断裂与已知区域性大断裂对应度很高,多为二、三级大地构造单元的分界线,控制着蛇绿混

杂岩、地层和岩浆岩的分布。一、二级断裂的主构造走向为 NW—NWW 向,与区域构造应力方向近正交,三级断裂主要分布于区域性大断裂周边,多为大断裂的次生断裂,构造走向以 NW—NWW 向为主,部分为 NE 向,主要发育在研究区北部蛇绿混杂岩三级构造单元的内部。

区域地质测量过程中确定的部分断裂在航磁资料上并没有明显的反映,这是因为航磁推断断裂是根据断裂两侧地质体的磁性差异来划分的,这种差异在地表不易被识别;另外,当断裂两侧地质体的磁性差异不明显时,航磁资料也就不会出现相应的反映。

5.4 断裂构造的控矿作用

纵观区内已知的不同类型、不同规模的矿床(点),多数沿着不同级别、不同方向的断裂带及其周边形成的破碎带所展布,受断裂控制作用十分明显,且具有多期活动、切割深、规模大、周边次级断裂发育等特点,矿体大多发育在地质体的断裂破碎带内或其中的脉体内,表明断裂构造不仅为成矿物质提

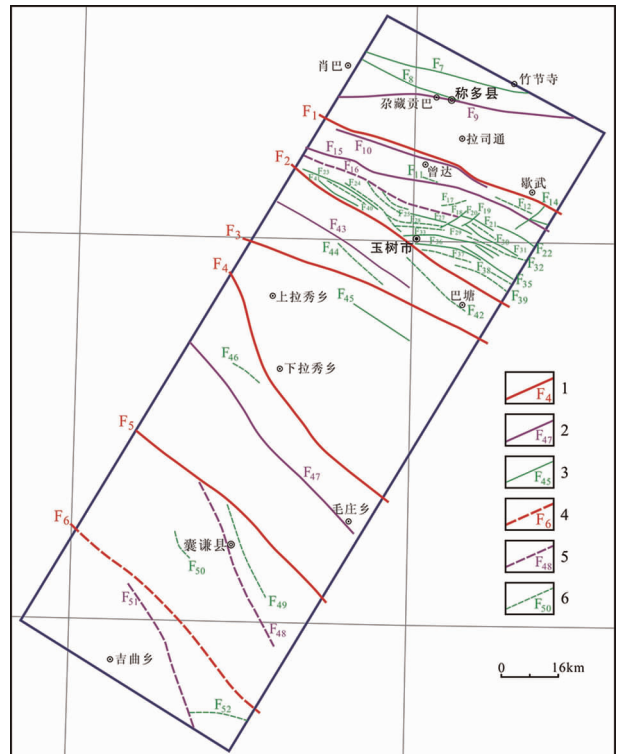


图 3 区内航磁推断断裂分布图

Fig. 3 Map showing distribution of inferred faults from magnetic data

1. 已知的一级断裂及编号; 2. 已知的二级断裂及编号;
3. 已知的三级断裂及编号; 4. 推断的一级断裂及编号;
5. 推断的二级断裂及编号; 6. 推断的三级断裂及编号

表 1 航磁推断断裂构造一览表
Table 1 Schedule of the inferred faults by aeromagnetic data

编号	走向	长度/km	航磁特征	规模	编号	走向	长度/km	航磁特征	规模
F ₁	NWW	72	线性梯度带、区域磁场分界线	一级	F ₂₇	NWW	11	线性梯度带	三级
F ₂	NW	71	线性梯度带、串珠状线性异常， 区域磁场分界线	一级	F ₂₈	近 EW	15	线性磁异常带	三级
F ₃	NWW	70	磁场线性梯度带，磁场分区界线	一级	F ₂₉	NWW	7	线性梯度带	三级
F ₄	NNW	85	磁异常梯度带、异常错动带	一级	F ₃₀	NW	9	异常错动带	三级
F ₅	NW	73	不同磁场分界线，上延 3km 后仍有较清晰的反映	一级	F ₃₁	NW	17	串珠状异常带	三级
F ₆	NW	76	异常的线性梯度带，异常截止带	一级	F ₃₂	NWW	18	串珠状异常带	三级
F ₇	NWW	47	异常线性梯度带，异常截止带	三级	F ₃₃	EW—NWW	28	线性梯度带、异常错动带	三级
F ₈	NW	32	异常线性梯度带	三级	F ₃₄	NW	6	异常梯度带	三级
F ₉	近 EW	67	磁场线性梯度带	二级	F ₃₅	NW	18	线性梯度带、异常错动带	三级
F ₁₀	NWW	47	线性磁异常带，上延 3km 仍有反映	二级	F ₃₆	EW	19	串珠状异常带	三级
F ₁₁	NW	36	线性异常梯度带	三级	F ₃₇	NWW	15	串珠状异常带	三级
F ₁₂	NW	12	线性异常梯度带、异常错动带	三级	F ₃₈	NW	7	串珠状磁异常带	三级
F ₁₃	NWW	5	异常梯度带	三级	F ₃₉	NWW	17	串珠状异常带	三级
F ₁₄	NE	11	异常错动带	三级	F ₄₀	NW	13	串珠状异常带	三级
F ₁₅	NWW	74	串珠状异常带、线性磁异常带	二级	F ₄₁	NW	14	串珠状异常带	三级
F ₁₆	NW	47	异常线性梯度带，异常错动带	二级	F ₄₂	NW	23	串珠状异常带	三级
F ₁₇	NEE	8	串珠状异常	三级	F ₄₃	NW	45	串珠状异常带、异常错动带	三级
F ₁₈	NE	9	异常错动带	三级	F ₄₄	NW	19	串珠状异常带	三级
F ₁₉	NE	7	异常错动带	三级	F ₄₅	NW	19	串珠状异常带	三级
F ₂₀	NWW	3	线性梯度带	三级	F ₄₆	NW	9	串珠状异常带	三级
F ₂₁	NW	6	线性梯度带	三级	F ₄₇	NW	73	线性梯度带和异常截止带， 上延 1 km 时仍有反映	二级
F ₂₂	NW	13	线性梯度带	三级	F ₄₈	NNW	51	线性异常带和异常错动带	二级
F ₂₃	NW	25	线性梯度带	三级	F ₄₉	NNW	29	线性异常带和异常错动带	三级
F ₂₄	NW	21	线性梯度带、异常错动带	三级	F ₅₀	NNW	9	串珠状异常带	三级
F ₂₅	NW	13	线性异常带、异常错动带	三级	F ₅₁	NNW	45	异常错动带和异常截止带	二级
F ₂₆	NW	9	异常错动带	三级	F ₅₂	EW	16	线性梯度带	三级

供了良好的运移通道,也是成矿物质聚集、沉淀的有利场所。因此,断裂构造带的研究对区内发现内生矿床起着至关重要的作用。

6 航磁异常找矿效果

通过开展本次最新的 1:5 万高精度航磁调查,编制航磁 ΔT 剖面平面、等值线平面、剩余异常等图件,在青海玉树地区共圈定 265 处航磁异常并予以编号,其中反映为已知小型铁矿床的有 1 处,反映为已知铁矿(化)点的航磁异常有 4 处;同时,在异常踏勘或查证过程中推断与铁矿相关的航磁异常 3 处。

6.1 已知铁矿航磁异常

最新的 1:5 万航磁 ΔT 等值线平面图和剖面平面图上,冶金山小型铁矿床的航磁异常特征最为突出,对应于 67 号磁异常,其范围与矿床范围十分

吻合(图 4)。在 ΔT 剖面平面图上有 5 条测线反映,异常中心飞行高度为 111.2 m,中心测线呈尖峰状,且北东侧伴生负异常,二者叠加于平稳的负背景场内;等值线平面图上为北负南正的团块状形态,正异常两侧梯度陡,异常强烈升高,整体走向为 NE 向,范围为 4.2 km $\times$ 2.5 km, $\Delta T_{\max}=1147.6$ nT,显示出磁性体具有很强的磁性。经过 ΔT 化极、上延(500 m、1 km 和 3 km)等处理后,该异常仍有较明显的反映,说明磁性地质体具有一定的下延深度和规模。

该铁矿床由玉树地质队发现,铁矿体赋存于石英闪长岩与石炭系灰岩的侵入接触带中,矿石以磁铁矿为主,赤铁矿、镜铁矿、褐铁矿和黄铜矿次之,围岩蚀变以矽卡岩化为主,是一处典型的矽卡岩型矿床。该铁矿的航磁调查结果表明,航磁对已知铁矿,尤其是磁铁矿的反映十分明显,并且定位准确、可信。因此,高精度的航磁调查为区内寻找相似类型的铁矿床(点)提供了依据。

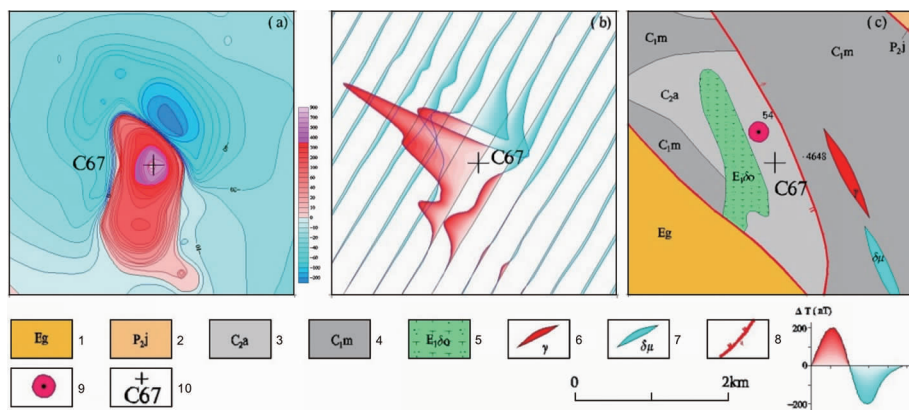


图4 冶金山铁矿(67号异常)航磁、地质综合图

Fig. 4 Integrated aero magnetic-geological map (anomaly 67) of Yejinshan iron deposit

a. 航磁 ΔT 等值线平面图; b. 航磁 ΔT 剖面平面图; c. 地质图

1. 贡觉组; 2. 二叠系交嘎组; 3. 石炭系弩曲组; 4. 石炭系马查拉组; 5. 石英闪长岩;
6. 花岗岩脉; 7. 闪长玢岩脉; 8. 逆断层; 9. 铁矿; 10. 异常及编号

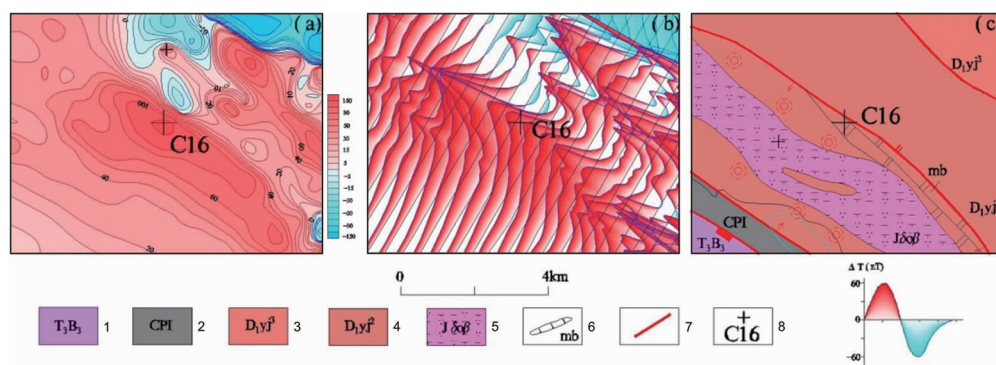


图5 16号异常航磁—地质综合图

Fig. 5 Integrated aero magnetic-geological map of anomaly 16

a. 航磁 ΔT 等值线平面图; b. 航磁 ΔT 剖面平面图; c. 地质图

1. 三叠系巴塘群上组; 2. 石炭系隆宝蛇绿混杂岩; 3. 泥盆系依吉组上段; 4. 泥盆系依吉组中段;
5. 侏罗纪细粒黑云母石英闪长岩; 6. 大理岩; 7. 断层; 8. 异常位置及编号

6.2 推断铁矿航磁异常

根据 1:5 万高精度航磁资料,筛选部分异常进行了查证或者踏勘,共发现 3 处与铁矿化相关的异常,现以 16 号异常特征为例进行简述。

该异常在航磁 ΔT 剖面平面图上约有 14 条测线反映,异常中心的航磁曲线呈尖峰状,伴生负异常;等值线平面图为正波动场内的条带状异常,正异常位于南西侧,北东侧伴生小范围负异常,北东侧等值线梯度陡而南西侧逐渐变缓,异常范围大小为 $7.0 \text{ km} \times 2.8 \text{ km}$,异常中心飞行高度为 70.6 m , $\Delta T_{\text{max}} = 208.7 \text{ nT}$,整体走向 NW 向(图 5)。

据 1:25 万区域地质调查资料,该异常附近主要出露下泥盆统的片理化大理岩、白云质大理岩、蚀变玄武岩及绿帘绿泥片岩等,中心附近有大理岩出

露,异常以南为侏罗纪黑云母石英闪长岩,岩体周边有硅化蚀变发育,区域断裂较为发育,异常中心附近有断裂穿过。

野外对该异常进行了实地踏勘,在异常范围内获取了岩石磁性参数,其中黑云母石英闪长岩最高磁化率值为 $51 \times 10^{-5} \text{ SI}$,为弱磁或无磁性;在岩体与大理岩的接触带附近发现有含磁铁矿角岩(图 6),磁化率值最高可达 $12700 \times 10^{-5} \text{ SI}$,二者呈侵入接触关系,肉眼可见蚀变带宽约 $30 \sim 40 \text{ m}$,用岩石元素分析仪测试,该岩石内铁的品位 $w(\text{Fe})$ 约 40% ,而 $w(\text{Ti})$ 最高达 2.48% ,已经达到了钛的边界品位。通过综合分析航磁和地质特征,认为异常形态及走向与接触蚀变带的范围十分吻合,该异常是由接触交代作用形成的含磁铁矿角岩引起,为铁



图 6 16 号异常野外铁矿露头照片

Fig. 6 Photo of iron ore outcrop at anomaly 16

a. 磁铁矿石; b. 铁矿体露头

矿所致,铁矿的成因为接触交代型铁矿。

7 结语

通过在青海玉树地区开展 1:5 万高精度航磁调查,获取了高质量的航磁数据,积累了在高寒、高海拔、切割剧烈地区采用直升机长杆硬架技术进行航磁调查的宝贵经验。利用高精度航磁资料,详细地分析了区内磁场特征,发现了大量的航磁异常,推断了航磁反映的断裂构造,为区内进行综合基础地质研究和找矿提供了相关依据。区内已知铁矿在航磁图上特征明显,通过分析已知铁矿反映的航磁异常规律,可以指导区内其他类似地质条件下铁矿的找矿工作。

注释:

- ① 韩生福,章午生,田生玉,等. 青海省第三轮成矿远景区划及找矿靶区预测. 西宁:青海省国土规划研究院,2005.
- ② 朱迎堂,李建星,孙南一,等. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万,玉树县幅 I47C003001). 北京:全国地质资料馆,2006.
- ③ 谢尧武,彭兴阶,陈应明,等. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万,囊谦县幅 I47C004001,昌都县幅 H47C001001). 北京:全国地质资料馆,2007.
- ④ 王毅智,刘生军,祁生胜,等. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万,杂多县幅 I46C004004). 北京:全国地质资料馆,2006.
- ⑤ 罗森林,魏永峰,黄世华,等. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万,蒙沙村幅 I47C003002). 北京:全国地质资料馆,2004.
- ⑥ 胡敬仁,柯东昂,崔永泉,等. 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万,丁青县幅 H46C001004). 北京:全国地质资料馆,2005.
- ⑦ 陈沧海,刘宏民. 青海东部 1:100 万区域重力调查报告. 北京:全国地质资料馆,1992.

参考文献:

- [1] 邹光富,毛英,毛琼,等. 西南三江地区大地构造演化与成矿作用[J]. 矿物岩石,2017,37(1): 15-29.
- [2] 祁生胜. 青海省大地构造单元划分与成矿作用特征[J]. 青海国土经略,2013(5): 53-62.
- [3] 许苏鹏,姬泰脉,纪福山,等. AS350-B3 型直升机硬架航空磁测系统在青藏高原上的应用[J]. 物探与化探,2013,37(4): 2051-2059.
- [4] 薛典军. 航磁测量中飞行高度质量控制的方法技术[J]. 物探与化探,2001,25(4): 253-258.
- [5] 中华人民共和国国土资源部. 中华人民共和国地质矿产行业标准: DZ/T 0142—2010 航空磁测技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

Application study on high precision aero magnetic survey to Yushu area of Qinghai province

WANG Mu, JIN Shijie, YAO Yuewen, XI Xiaowei

(*Geophysical Exploration Academy of China Metallurgical Geology Bureau, Baoding 071051, Hebei, China*)

Abstract: Yushu area is located in the important San Jiang ore belt of the Northwest China characterized by high altitude and deep dissection. The technique of long iron frame equipped with helicopter and flying with relief is applied to high precision aero magnetic survey in the Yushu area. High quality raw data are obtained and abundant magnetic anomalies are drawn on the magnetic map. Physical property is detailedly analyzed and anomalies rigorously interpreted and is made clear of characteristics of the regional magnetic field. 52 faults are inferred. Based on analyzing results of aeromagnetic anomaly -based ore prospecting three iron ore-related anomalies are put forward. The application shows that such survey is effective in such area.

Key Words: Yushu area; high precision aero magnetic survey; check of aero magnetic anomaly; fault; magnetite ore; Qinghai province