

# 新疆西昆仑东段 1/5 万航磁异常特征及找矿方向浅析

刘桂梅,林星,徐新学\*,李世斌  
(天津市地球物理勘探中心,天津 300170)

**摘要:**在简要论述西昆仑地质背景的基础上,对获取的 1/5 万航磁资料进行了各项位场转换处理。成果揭示了塔里木、昆仑、羌塘三大陆块的线性磁异常接触关系和板块缝合带线性航磁异常组合特征,并通过分析岩浆岩和断裂磁性表现特征,初步圈定了研究区各类岩体的分布范围,划分出 13 条断裂。对该区研究地质构造背景演化和找矿方向预测有一定的借鉴作用。

**关键词:**西昆仑东段;航磁异常;构造解译;找矿预测

**中图分类号:** P631.222

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2018)02-0127-07

西昆仑造山带位于我国青藏高原的西北缘,是“中央造山带”的重要组成部分,位于中亚腹地的高寒缺氧地区,自然条件恶劣,交通极为不便,野外地质调查工作十分艰难,但找矿潜力巨大<sup>[1,2]</sup>。航空磁测具速度快、成本低、效果好,受地面因素影响小等特点<sup>[3,4]</sup>,是高原地区首选的地质调查方法。西昆仑东段地层发育比较齐全,地质构造复杂,岩浆活动频繁,成矿地质条件优越,优势矿产主要为铜、铅、锌、金、铁、锑、宝玉石等。贾群子等<sup>[5]</sup>对成矿地质背景,海相火山岩岩石系列,岩石组合及成矿环境,块状硫化物矿床地质特征和类型,区域成矿条件和成矿规律、成矿带划分及成矿远景区等进行了较系统的论述。截至 2002 年,1/25 万区域地质调查、1/50 万化探、1/100 万航磁、1/250 万重力、1/25 万遥感解译已全部覆盖,但总体地质工作不均衡,基础地质及矿产勘查程度低。依据中央和天津市矿业援疆部署,天津华北地质勘查局在对新疆西昆仑东段专项地质考察的基础上,优选成矿地质条件优越、找矿潜力巨大的和田东三县地区,利用地、物、化、遥综合勘查手段开展了区域地质调查和矿点评价工作,以求实现找大矿、找富矿的目标。本文在分析磁异常特征的基础上对研究区的断裂、构造及岩浆岩进行分析判断,并依据成矿规律对找矿远景进行了初步分析,研究成果对该区域综合地质找矿具有一定的指导作用。

## 1 区域地质概况

### 1.1 地层

西昆仑地层发育较齐全,其中前寒武系和古生界分布较广,三叠系次之,从地壳演化来看,石炭系与三叠系具有重要意义<sup>[6-7]</sup>。前寒武系除甜水海群(长城系)变质较浅外,其余皆变质较深,属低压角闪岩相和高压相系递增变质的结晶片岩。古生界和中生界地层多为海相,局部为陆相,一般变质较浅(或不变质),属低绿片岩相,但位于岩体附近的地层有时则例外。

### 1.2 构造

西昆仑造山带北与塔里木盆地(板块)南缘相接,西以塔什库尔干断陷为界与帕米尔高原相邻,南为喀喇昆仑—羌塘地块,东至阿尔金走滑断裂,总体呈向南突出的巨大弧形构造,全长 1 000 km,南北宽近 300 km,具有明显的东西向构造分带格局,西昆北(奥依塔格—库地—苏巴什缝合带)、西昆中(麻扎—康西瓦缝合带)和西昆南(西昆仑和喀拉昆仑的界限,有争议)三条区域性断裂带的存在将西昆仑地区和相连的构造单元划分为西昆北带、西昆中带、西昆南带及南邻的喀拉昆仑带(图 1)。

### 1.3 岩浆岩

西昆仑造山带,构造运动强烈,自早元古代以来经历了多个构造—岩浆演化阶段,岩浆活动频繁,花岗岩类岩石分布广泛,时代跨度从早元古代到中—

收稿日期:2017-08-14

资助项目:国家地质调查项目“新疆和田东三县 1/5 万航磁调查”(基[2014]01-035-015)

作者简介:刘桂梅(1977-),女,高级工程师,现从事地球物理应用及管理工, E-mail:171543367@qq.com; \*通讯作者:徐新学(1970-),男,正高级工程师,现从事地球物理应用及研究工作, E-mail: xuxinxue@126.com。

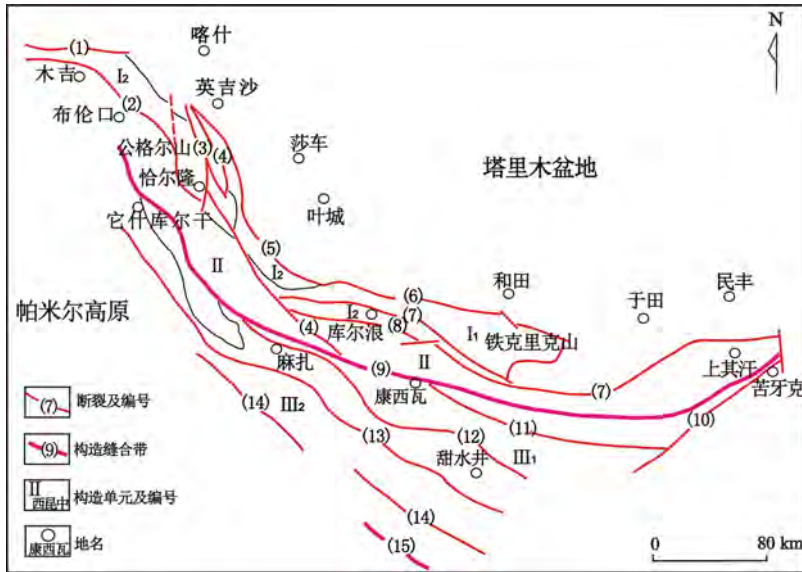


图1 西昆仑造山带构造单元划分示意图(据参考文献[8]修编)

Fig.1 Schematic diagram of structure unit of west kunlun orogenic belt  
 I. 西昆北带; I<sub>1</sub>. 铁克里克陆缘隆起带; I<sub>2</sub>. 西昆北加里东、海西复合造山带; II. 西昆中基底隆起及加里东期、海西期、印支期花岗岩带; III. 西昆南带(羌塘地块): III<sub>1</sub>. 甜水海地体; III<sub>2</sub>. 喀喇昆仑地体; (1). 乌孜别里山口断裂; (2). 布伦口断裂; (3). 克孜勒陶-库斯拉甫断裂带; (4). 塔木恰特断裂; (5). 科克然-他米棋断裂; (6). 赛拉加孜卡断裂; (7). 柯岗断裂; (8). 卡拉克断裂; (9). 康西瓦断裂; (10). 苦牙克断裂; (11). 大红柳滩断裂; (12). 泉水沟断裂; (13). 喀喇昆仑断裂; (14). 阿格拉达坂断裂; (15). 空喀山口断裂

新生代<sup>[8]</sup>。基性-超基性岩体在西昆仑地区的分布主要受深断裂控制,多呈带状断续分布,遍及各个构造单元,分为蛇绿岩套超基性岩和基性-超基性岩杂岩体。西昆仑地区火山岩分布比较广泛,各个时代都有规模不等的火山岩形成。除属于蛇绿岩组合的海相岩系外,最重要的火山活动出现在晚古生代和新生代。

西昆仑地区的岩浆侵入、火山活动是多期次的,为形成区内各类矿床奠定了良好的基础。特别是海西-印支期是西昆仑地区构造-岩浆活动最强烈的时期,可使早期形成的初始矿源层产生改造或再富集,从而形成“多因复成”矿床。其中,这些火山活动又以海西期裂谷构造环境下喷溢形成的枕状玄武岩、安山玄武岩、英安岩等与成矿关系最为密切。

#### 1.4 物性特征

2013年航磁异常地面查证磁参数统计结果表明:磁铁矿磁性强,磁化率变化范围较大,平均值大于 $20\ 000 \times 10^{-5} \text{SI}$ ,有一定规模的磁铁矿床可引起明显的局部强磁异常;基性-超基性岩类具有较强的磁性,不同区域、不同岩性磁性强度有较大的差异,磁化率平均值一般为 $n \cdot 1000 \times 10^{-5} \text{SI}$ ,可形成明显的局

部异常;中酸性侵入岩表现为中等磁性,花岗岩、花岗闪长岩磁化率平均值 $n \cdot 100 \times 10^{-5} \text{SI}$ ,不同地区闪长岩磁性差异较大,上其汗地区闪长岩磁化率平均值达 $1\ 502 \times 10^{-5} \text{SI}$ ,石炭-二叠系出露区闪长岩露头磁化率平均值 $33 \times 10^{-5} \text{SI}$ ;片岩类磁化率变化范围较大,一般为 $n \cdot 10 \times 10^{-5} \sim 100 \times 10^{-5} \text{SI}$ ,磁性大小与暗色物质含量成正相关,绿泥片岩、角闪片岩类磁性相对较高,石英片岩类磁性相对较低;砂、砾岩类为弱磁或无磁性;蚀变岩、构造蚀变带、破碎带为弱磁性或无磁性;沿构造侵入的侵入岩多形成带状、串珠状分布的线性正异常,是划分断裂构造、圈定岩浆岩的重要标志。

## 2 航磁异常分析

### 2.1 原始及化极 $\Delta T$ 异常

从航磁 $\Delta T$ 异常图分析(图2、3),大致为三个磁异常分区,分别对应塔里木陆块(宽缓正磁异常区)、昆仑造山带(线性正磁异常区)及羌塘陆块(低缓磁异常区)。塔里木陆块以强度较大的宽缓正磁异常为特征,研究区的西北角存在大型的宽缓圆形磁异常。该块体的主体为塔里木盆地,盆地南部边界从西昆仑到阿尔金山反映为一条向南凸出的巨大弧形异常带,以强烈线性变化的磁异常为特征,清楚地表明了塔里木盆地与周围以巨型断裂相接触的关系。

昆仑造山带所反映的磁异常特征主要为沿塔里木盆地西南部边缘至东昆仑山脉的强度较大的线性变化正磁异常带,西昆仑与东昆仑在磁异常强度和梯度变化有较大区别,分别称西昆仑构造岩浆带和东昆仑构造岩浆带。西昆仑构造岩浆带总体磁异常走向特征截然区别于塔里木盆地南部北东方向的磁异常,说明塔里木盆地南部的基底并未向西昆仑延伸,塔里木盆地的基底与西昆仑地区的变质岩系是不相同。

羌塘陆块表现为在区域性磁异常值明显降低且较为平静的北北东向的磁异常为背景,出现由方向不一的局部磁异常组成的较大团块状异常。

以图3航磁异常编号132对应的南北向为界,两侧航磁异常表现出明显的差别,与传统的东西昆仑



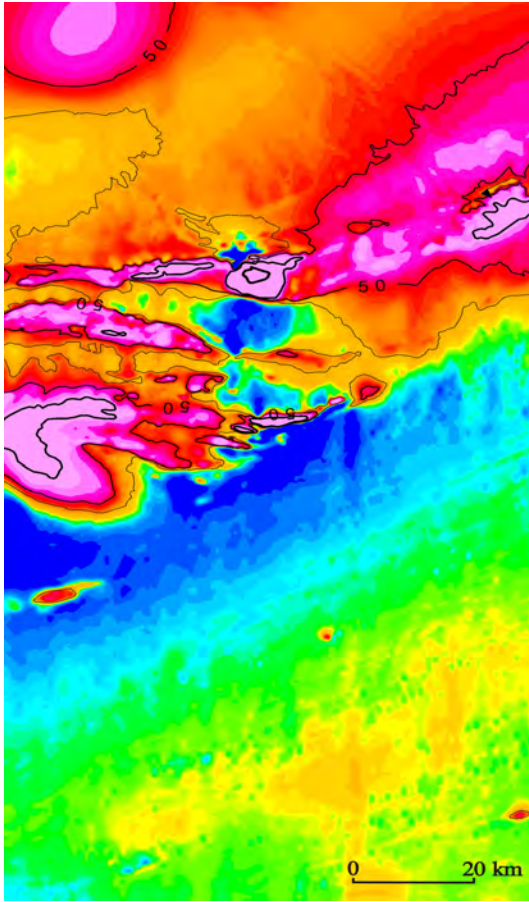


图2 原始航磁 $\Delta T$ 异常平面图

Fig.2 The abnormal plane diagram of original aeromagnetic  $\Delta T$

注:颜色从暖色调到冷色调,表示磁异常幅值逐渐变小

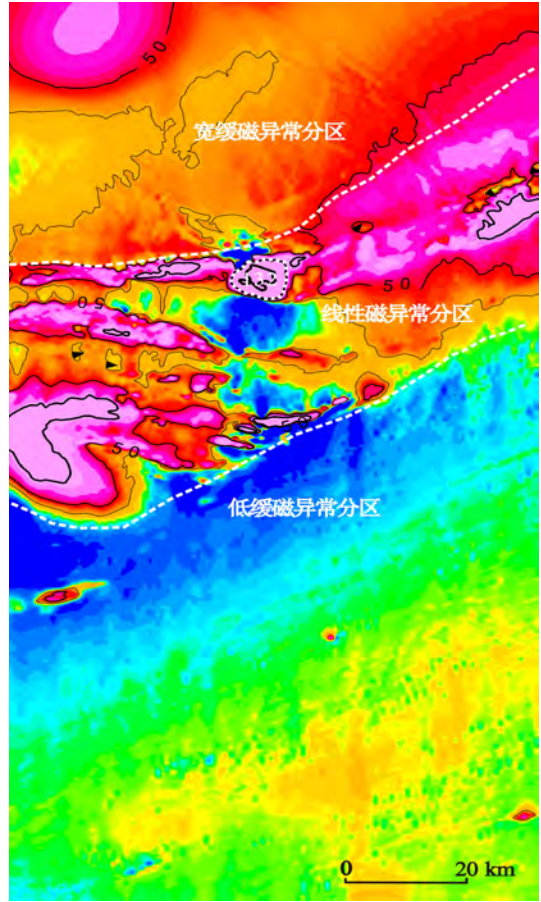


图3 航磁 $\Delta T$ 化极异常平面图

Fig.3 The abnormal plane diagram of the aeromagnetic  $\Delta T$

注:颜色从暖色调到冷色调,表示磁异常幅值逐渐变小

的界限有别,该带以西原始航磁 $\Delta T$ 表现为北负南正的近东西向异常带,化极后正值异常中心北移,北部的负值异常趋于不明显;东侧原始航磁异常与西侧的三条航磁异常带不同,表现为两条主异常带,且原始及化极后的正负异常差异不明显,两侧正负相伴的航磁异常特征也表现出一定的差异,是一条比较明显的地质界限,表现为锯齿状断裂系组成的NS向裂谷,边缘具大型走滑断裂性质,推测与板片撕裂带及差异俯冲有关。

航磁化极后在昆仑陆块南缘显示存在呈北东向,南北宽可达 20 km,东西贯穿研究区的负磁异常。该带规模大且位于两大块体的接触带南侧,包含着更为丰富的地壳深部信息,表现为具有一定深度的区域性特征。地层岩性厚度变化、区域构造格局演化以及深部构造及其岩浆活动,影响了地壳中岩石磁性及磁场的变化,高温热液的上升,在一定程度上起的退磁作用。

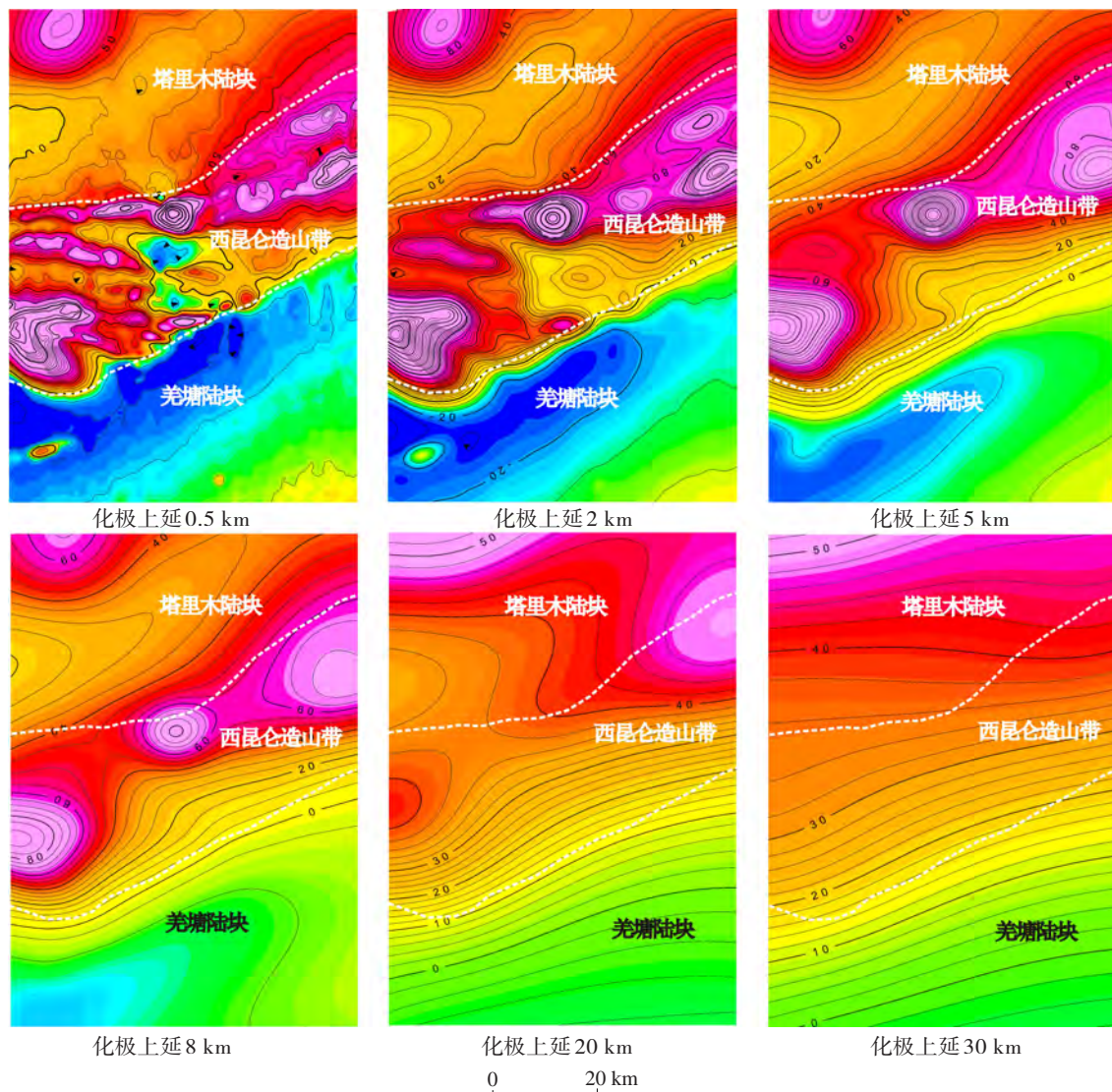
### 2.2 航磁 $\Delta T$ 化极上延

图4上延深度的不同大致反映了不同深度场源的信息,在对原研究区范围缩小的情况下显示了六个不同场源深度的异常(每一个延拓深度以上异常形态均与该深度类似)。由上图分析,在延拓深度到 5 km时,其上的局部异常基本都消失,总体反应的是磁性基底上的局部起伏情况,以中部北东向磁异常带两侧的北东向密集梯度带为界,较好的反应了三大块体的构造界限。昆仑块体深部表现出局部磁性体的存在,两侧表现为相对的磁性基底凹陷趋势。在延拓深度 20 km 以下,总体反应了塔里木块体从北向南磁性基底深度增加向南俯冲的趋势。

## 3 断裂构造解译

### 3.1 断裂判别原则

以水平总梯度<sup>[9]</sup>为基础,结合航磁化极及方向余弦滤波成果,遵循下述原则:

图4 航磁 $\Delta T$ 化极上延异常平面图Fig.4 The abnormal plane graph of the  $\Delta T$ 

(1)线性磁异常带(包括线性正常异常带、急剧变化的正负异常带和线性降低负异常带)和串珠状分布的磁异常带是断裂显示的一种重要标志;

(2)不同磁异常分区界线或线性梯度带,往往是不同基底块体的分界线,规模一般较大;

(3)不同异常的错动线,显示了具有扭性特征的断裂。

巨大的线性磁异常带、串珠状磁异常或不同磁场特征的分界线,往往是已知缝合带或规模巨大断裂带的反映。反映出沿断裂带有大规模岩浆活动,而两侧区域磁场特征也有明显不同;具一定规模的线性磁异常带、梯度带、串珠状磁异常、磁异常走向突变带等,反映出沿断裂带有不同程度的岩浆活动,但规模不如前者,为区域性断裂带的反映;一般断

裂,磁异常特征与上述相同,只是规模较小,延伸长度不大。

### 3.2 断裂构造划分

根据磁异常线性延伸的特征,在西昆仑地区划分出三组规模较大的断裂带,分别称西昆北、西昆中和西昆南断裂带,沿断裂带有大规模岩浆活动和基性、超基性岩分布<sup>[10]</sup>,均为缝合带的反映。

根据航磁异常特征,划分出主要断裂13条(图5、6、7),多数走向近东西向、北东东向,并且多表现出断裂组合的特征。西昆仑造山带存在三组主要的断裂体系,分别与柯岗断裂( $F_1$ )、库地-苏巴什缝合带( $F_7$ )、麻扎-康西瓦缝合带( $F_2$ )对应。近北东东向的断裂 $F_5$ 是与南部低缓磁性块体的分界线,与前人所述的苦牙克断裂(东西昆仑界限)有一定的对应关



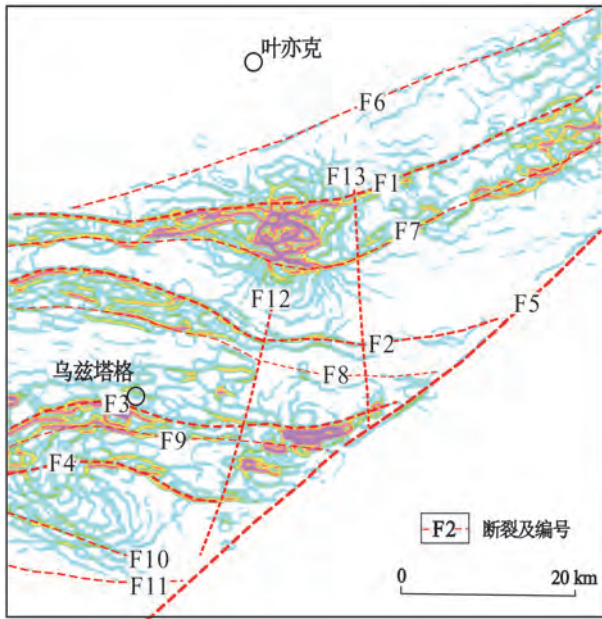


图5 航磁异常水平总梯度模  
Fig.5 The total gradient mode of aeromagnetic anomaly

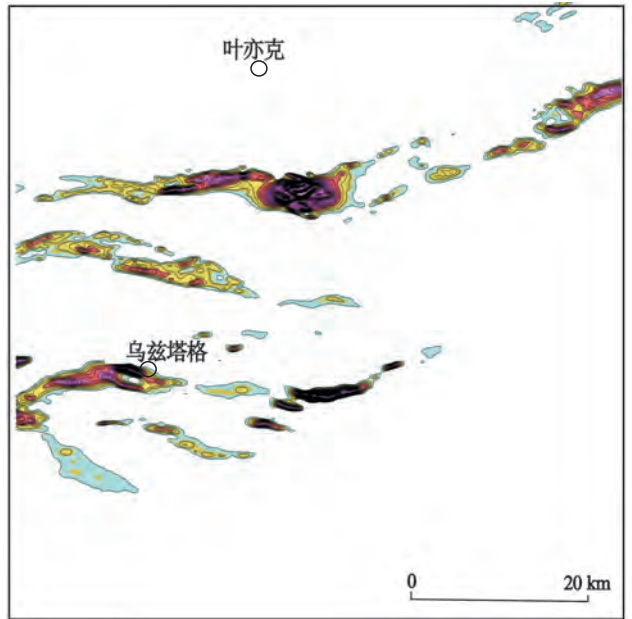


图6 航磁异常半径5 km 剩余异常  
Fig.6 The residual anomaly of 5 km radius of aeromagnetic anomaly

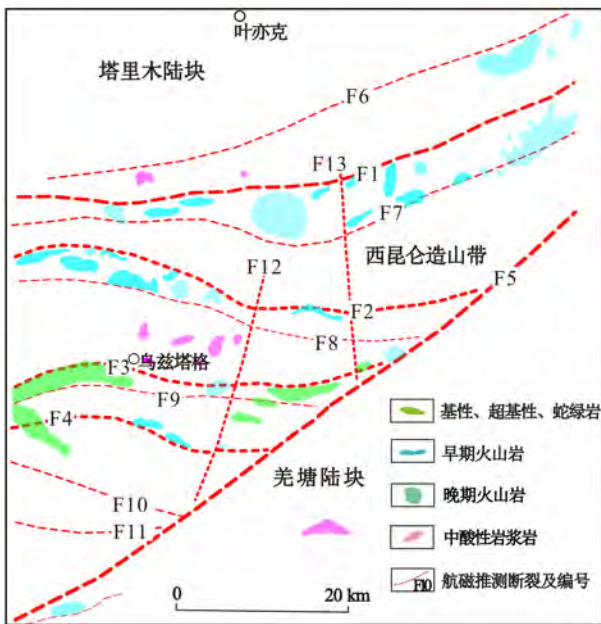


图7 西昆仑东段航磁异常解译图  
Fig.7 The interpretation of the aeromagnetic anomaly in the eastern section of west kunlun

系;塔里木陆块内的F<sub>6</sub>断裂推测为山前次级断裂。断裂F<sub>12</sub>、F<sub>13</sub>所在地段两侧航磁异常表现出不同的特征,局部地段存在近东西向的磁异常带被错断现象,因而确定该断裂的存在,推测与深部动力学过程有关,但其与其他各组断裂的构造演化关系有待深入研究。

## 4 岩体航磁异常特征解译

### 4.1 各类岩石的磁性特征分析

- (1) 各类沉积岩磁性较弱,一般不会引起磁异常;
- (2) 部分变质岩有磁性,可以引起异常;
- (3) 各类侵入岩磁性较强,是引起磁异常的主要因素,但部分花岗岩(中酸性岩)由于磁性弱而无异常反映;

(4) 基性-超基性岩以及蛇绿岩套具有最强的磁性,并且由于其分布往往呈带状,故将引起宽带状强磁异常;

(5) 火山岩广泛分布区由于磁性不均匀,将产生杂乱的磁异常场;虽然各类沉积岩磁性弱,一般不会引起异常,但变质岩系构成的青藏高原的基底,一般具有较强的磁性,并与上覆的弱磁性地层之间具有磁性差异。

### 4.2 基性、超基性岩及蛇绿岩

基性、超基性岩除少数外,其基本上均属于蛇绿岩型,即为古洋壳碎块。常沿板块俯冲的缝合带产生断续延伸的呈线性孤立升高异常,异常以正峰为主,磁场强度达数百纳特,在北侧均伴生负峰,形态规则、陡窄,梯度大。这类岩体一般皆呈规模不大的孤立小岩体,轴向不明,沿主要地质构造方向断续分布,单个岩体规模较小,多数呈岩群分布。在向上延

拓航磁结果中,异常的强度迅速衰减,揭示异常源规模小、向下延深也不大。

#### 4.3 中酸性岩浆岩

本类岩石类型多,磁性变化范围大,磁化率可由无至中等磁性。总体上,由闪长岩、花岗闪长岩到花岗岩,磁性依次呈降低趋势,但对某个具体岩体来说也有相反的情况,使该岩类产生的异常特征变化较大,难以分辨,尤其不能按异常幅值或强度大小来定性,故将它们归并讨论。其中钾长花岗岩、二长花岗岩和斜长花岗岩等都与平稳变化的正常磁场相对应;岩性比较单一的花岗岩类多数情况下不产生航磁异常;部分闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩类引起的异常特征(形态、宽窄、场值大小等)比较接近,异常幅值约数十至数百纳特,磁场背景常产生不大的波动,平面上多数成椭圆形。中酸性侵入岩类异常类型复杂,解释难度大。

#### 4.4 火山岩

包括玄武岩、安山岩和流纹岩在内的火山岩由于普遍存在的磁性不均匀性,由其产生的异常无法区分而统称为火山岩类异常。前人认为<sup>[5]</sup>,早期火山岩呈线型规则异常特征,一般情况下都呈规则的正负伴生异常,沿走向稳定延伸呈线性分布,表现为规则板状体异常特点;晚期火山岩呈正负相间无规律的剧烈变化(包括走向、幅值、曲线形态等),难以看出异常轴向,与火山岩的磁性不均匀及其反磁化现象有关,即伴生的负值在火山岩正异常的南侧出现,面型不规则变化是该类异常的显著特点。

## 5 找矿方向探讨

西昆仑地处古亚洲和特提斯两大构造域的交汇部位,主体位于古亚洲构造域塔里木地台南缘活动带内。该区均以陆壳或过渡壳为基底,经历了多旋回的发展过程,伴随着多期海相火山活动,相应的有多期火山岩型矿床形成<sup>[11-13]</sup>。从这些不同时代的火山岩系列组合及其形成环境并结合与邻区已知成矿研究,本区具有形成块状硫化物矿床的良好地质条件,是一个具有潜在远景的成矿区(带)。根据前人资料<sup>[2]</sup>研究,主要寻找以下几种类型的矿产:1)与蛇绿岩型超基性岩有关的铬铁矿;2)与海相火山喷发有关的火山岩型块状硫化物矿床;3)与中酸性侵入岩有关的斑岩型、夕卡岩型、热液型“多位一体”的铁、铜、金等多金属矿床。

借助本次1/5万航磁资料研究,依据图5、图6,可以圈定与成矿有关的深部断裂构造和不同类型的岩体(图7)。通过主要控矿元素-岩体的分析,并结合地、物、化、遥资料的综合分析是实现找矿靶区预测和西昆仑找大矿、富矿突破的基本思路。

## 6 结论

(1)通过本次1/5万高精度航磁资料分析,对西昆仑东段三大块体航磁异常特征有了整体的认识:塔里木陆块表现为宽缓正磁异常、西昆仑造山带呈现为近北东向线性正磁异常、羌塘陆块表现为低缓磁异常。

(2)各块体边界磁异常强度较大,多呈条带状、线性、形状狭窄尖锐等特征,其大多是由出露地表且有较大延深的基性岩、超基性岩以及蛇绿岩套引起的,表明了各个陆块之间的断裂结合关系,陆块内部磁异常相对稳定。

(3)依据位场转换后的航磁资料对研究区的断裂构造体系和岩浆岩的展布进行了初步地划分和圈定,对研究该区地质构造演化规律和地质找矿方向有一定的参考价值。岩浆岩是最具决定性作用的控矿因素,与本区成矿有关的这类岩浆岩多数具有磁性,因而在航磁图上的规模和强度不等的局部异常均具有较好的间接找矿意义,是航磁找矿远景评价的主要标志。

#### 参考文献:

- [1] 霍亮. 新疆西昆仑造山带内生金属成矿作用及成矿预测研究[D]. 吉林大学, 2010, 67-69.
- [2] 中国地质调查局. 新疆西昆仑成矿远景区矿产资源调查评价重点选区研究[R]. 中国地质调查局发展研究中心, 2003, 35-40.
- [3] 熊盛青, 周伏洪, 姚正煦, 等. 青藏高原中西部航磁调查[M]. 北京:地质出版社, 2001, 70-72.
- [4] 朱炼. 航磁在冈底斯西段地质调查中的应用研究[D]. 成都理工大学, 2010, 99-102.
- [5] 贾群子. 西昆仑块状硫化物矿床成矿条件和成矿预测[M]. 北京:地质出版社, 1997, 78-82.
- [6] 郭坤一. 西昆仑造山带东段地质组成与构造演化[D]. 吉林大学, 2013, 25-30.
- [7] 毕华. 西昆仑造山带构造演化与岩浆活动[D]. 中南工业大学, 2000, 99-100.
- [8] 姜春发, 杨经绥, 冯秉贵, 等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社, 1992, 25.

- [9] 李海侠. 航磁梯度异常的延拓与转换方法研究[D]. 浙江大学, 2009, 54-56.
- [10] 汪兴旺. 青藏高原航磁双磁异常带与负磁异常区地质意义研究[D]. 成都理工大学, 2008, 77-78.
- [11] 廖凤鸣. 苏巴什—西若铁成矿带成矿建造与含矿性研究[D]. 新疆大学, 2012, 69-71.
- [12] 韩芳林. 西昆仑其曼于特蛇绿混杂岩带及其地质意义[D]. 中国地质大学(北京), 2002, 101-102.
- [13] 张晗. 西昆仑阿克塔什、萨落依VMS矿床地质特征及成因[D]. 吉林大学, 2009, 92-95.

## Brief analysis on 1/50 000 aeromagnetic anomaly characteristic and prospecting direction in the east section of west Kunlun, Xinjiang

LIU Gui-mei, LIN Xing, XU Xin-xue, LI Shi-bin

(Center of Tianjin geophysical exploration , Tianjin 300170, China )

**Abstract:** Based on the brief discussion of the geological background of the west Kunlun, we carries out potential field conversion with the obtained 1/50 000 aer omagnetic data. Results reveal the contact relations among the linear aeromagnetic anomaly of Tarim, Kunlun and Qiangtang blocks, and the combination features of the linear aeromagnetic anomaly of the structure zones. Through analyzing the features of magmatic rock and magnetic of fractures, it delineates preliminarily the distribution of the rock masses and 13 faults in the study area. It could be used to study geological tectonic background evolution and prospecting prediction.

**Key words:** east section of west Kunlun; aeromagnetic anomaly; structure interpretation; prospecting prediction