

龙首山铀成矿带西盆地段磁异常特征及地质解释

宋振涛^{1,2}, 张伟¹, 山亚¹, 李霄³, 牛禹¹, 陈江源¹

(1.核工业航测遥感中心, 石家庄 050002; 2.中核集团铀资源地球物理勘查技术中心(重点实验室), 石家庄 050002; 3.河北地质大学, 石家庄 050031)

摘要:应用地面高精度磁法,对甘肃省龙首山铀成矿带西盆地段进行了研究,成果显示该地段磁异常场呈北西向展布,中部为醒目的正异常和南北两侧平缓的正负异常特征。中部醒目的正磁场区,由磁性较强的斑状花岗岩、闪长岩引起,北部、南部平缓变化正负磁场区为弱磁性的花岗岩、大理岩、板岩等引起。马路沟断裂(F_{101})带受挤压应力作用,岩石破碎,热液活动及蚀变作用造成岩石磁性减弱或消失,从而使蚀变岩石磁性降低,其磁异常特征出现明显差异,南部断裂表现为北西向磁异常线性梯度带,而北部断裂表现为明显的线性负磁异常带。

关键词:磁异常特征;马路沟断裂;钠交代型;西盆地段;龙首山铀成矿带

中图分类号: P619.14

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2016)04-0311-05

甘肃省龙首山是我国西北地区一个重要的铀成矿带,属祁连-秦岭铀成矿省的一部分^[1-3]。前人在此做了大量的区域地质、构造方面的研究,但未开展过系统的地面物探调查工作。马路沟断裂为龙首山成矿带芨岭岩体内一条重要的控矿构造^[1-4],为一高角度逆冲断裂,由3~5条次级断裂组成,本区广泛发育的铀矿化主要受该断裂控制^[4]。其次,区内主要矿床及矿点附近均有大面积的闪长岩体出露,矿化多沿肉红色斑状花岗岩与闪长岩的接触带分布。因此,准确查明马路沟断裂位置,圈定闪长岩体及斑状花岗岩体的边界对加快区内铀矿勘查意义重大。

构造运动及岩浆侵入等地质过程均会导致岩石磁性变化,研究磁异常分布特征可以有效划分断裂位置、圈定岩体范围^[5]。因此,磁力勘探可作为一种间接方法研究与铀成矿相关的地质环境问题。笔者在龙首山铀成矿带西盆地段,进行了1/1万地面高精度磁法测量,研究了马路沟断裂的磁异常特征,为解决该区基础地质问题和寻找钠交代型铀矿提供重要参考依据。

1 地质概况

研究区位于阿拉善地块南缘的龙首山拱断带中段,南接河西走廊过渡带,北邻潮水盆地^[6-9]。区内地

质构造复杂,岩浆活动强烈,区域上分布有芨岭矿床(701)、新水井矿床(706)以及马路沟、墩子沟、玉石沟等一大批的矿(化)点带^[2],铀矿床成矿类型为热液钠交代型^[10-13]。

1.1 地层与岩性

研究区出露的地层主要有古元古界龙首山群塌马子沟组(Pt_1^2t)、中元古界蓟县系墩子沟群(Pt_2dz)及第四系(Q)(图1)。

古元古界龙首山群塌马子沟组(Pt_1^2t),是一套棱角闪岩相变质作用改造的强烈变质变形体,岩性以各种石英片岩和云母片岩为主,夹斜长角闪岩和大理岩,厚度大于1 600 m,为区内最古老的地层。

中元古界墩子沟群(Pt_2dz),以角度不整合于龙首山群之上,主要分布在研究区南部,出露面积不大。墩子沟群下部由含炭硅质板岩和变长石石英砂岩组成,上部由硅质条带白云岩、纹层状白云岩、藻白云岩和含铁白云岩组成,厚度大于1 800 m。

第四系(Q):以砾岩、亚砂松散堆积物、冲积物为主,主要分布于山沟中。

1.2 岩浆岩

研究区岩浆活动强烈,主要为加里东期,以酸性岩为主,次为少量碱性岩。侵入作用受北西向构造控制,形成与构造带方向基本一致的岩浆岩带。

收稿日期:2016-09-07

资助项目:中国核工业地质局基础地质专项“甘肃省龙首山新水井-火石岭地区物探测量(201426)”

作者简介:宋振涛(1985-),男,工程师,核工业航测遥感中心,长期从事固体矿产勘查和地球物理勘探工作, Email: 511210112@qq.com。

体出露,具有沿肉红色斑状花岗岩与闪长岩的接触带分布的规律^{①②}。其主要原因是,斑状花岗岩脆性相对较强,在应力作用下易产生裂隙,为含矿物质提供赋存空间;而闪长岩脆性相对较弱,且富含Fe²⁺、Mg²⁺等还原物质,促进了含铀热液的还原及沉淀作用。

表1 岩(矿)石磁性参数统计表^{①②③}
Tab.1 Parameters of physical properties for the rocks

岩石名称	观测标本数	磁化率($\times 10^{-5}$ SI)	
		范围	常见值
墩子沟群绿片岩	33	10 ~ 38	19
龙首山群大理岩	41	4.7 ~ 30.6	23
龙首山群板岩	31	22 ~ 77	45
加里东晚期肉红色中粗粒斑状花岗岩	33	151 ~ 2 350	1 038
加里东晚期斜长花岗岩	42	30 ~ 85	65
加里东晚期花岗闪长岩	31	205 ~ 406	312
加里东晚期中细粒花岗岩	33	4 ~ 224	132
加里东早期闪长岩	33	1 179 ~ 3 890	2 034
加里东晚期钠交代岩	31	32 ~ 780	337

2 岩(矿)石磁性特征

研究区岩石磁化率参数统计见表1。
综合分析认为研究区岩石具有如下磁性特征:墩子沟群绿片岩、龙首山群板岩和大理岩磁性弱,厚度大,整体可作为相对稳定的弱磁性层;区内各期次侵入岩类磁化率变化范围较大,加里东晚期的斜长花岗岩、中细粒花岗岩一般磁性较弱;加里东晚期花岗闪长岩和钠交代岩磁性属于中等偏强;加里东早期闪长岩与加里东晚期肉红色中粗粒斑状花岗岩磁性最强,由于斑状花岗岩在区内分布广,故可形成稳定的偏高磁异常体。

另外,由于区域应力场的挤压作用,断裂构造带上的岩石一般较为破碎、结构松散,热液蚀变作用明显,常常导致岩石发生退磁现象,因此,低磁异常带、磁场分界线、线性(串珠状)磁异常带,常常指示了断裂构造的位置^⑬。

3 技术与方法

3.1 使用仪器

本次地面高精度磁测所采用的仪器为加拿大GEM公司生产的GSM-19T质子磁力仪,其分辨率为

0.01 nT、精度0.2 nT、测量范围20 000 nT ~ 120 000 nT、工作温度-50 ~ 65℃。

3.2 工作及数据处理

根据区内岩体和构造的展布特征,布置高精度磁测剖面21条,由西向东依次编号为M1 ~ M21,测线方向20°,每条测线长1 km,线距100 m,点距20 m,控制面积2 km²。在测区附近选取地形平坦、开阔、无电磁干扰,磁场平稳的区域设立磁日变站,日变观测采样间隔6秒,每个测点观测时探头高度均保持一致,仪器数据质量指示均显示“99”,观测次数不少于2次,当数据变化较大时,增加采集次数,直到数据稳定,误差不大于2 nT。

数据处理:日变改正采用线性插值法进行,运用GSM-19T仪器随机软件程序GEMLink4.0自动完成;正常场改正采用国际地磁参考场IGRF(2012)模型给出的高斯系数计算;数据网格化采用Kriging插值方法^{⑭⑮},网格间距为线距的1/2,即50 m × 50 m;成图处理采用Geosoft软件,处理网格化图形采用Mapgis绘制。

4 磁异常特征及分析

图2为地面高精度磁测ΔT剖面平面图和平面等值线图,由图可见研究区磁场总体呈北西向展布,中部表现为升高的正磁场区,磁场强度强、梯度陡;北部表现为平缓变化的正负磁场区;南部表现为低缓变化的磁场区。

(1)中部醒目的正磁场区
该磁场区位于研究区中部,为区内最为醒目的正磁异常区,呈北西窄南东宽的北西向带状横穿研究区的中部,与北部和南部磁场区形成明显的反差,沿其走向两侧异常反映为明显的线性密集梯度带,表现为规模较大的断裂磁异常特征。由地质资料可知,该带状区域为控矿构造马路沟断裂带南部断裂及其次级断裂的夹持区。

该磁异常区地表出露岩性主要为龙首山群塌马子沟组大理岩、板岩,根据物性参数测量结果,大理岩磁化率约为(4.7 ~ 30.6) × 10⁻⁵SI、板岩磁化率约为(22 ~ 77) × 10⁻⁵SI,均呈弱磁性特征,而斑状花岗岩磁化率为(151 ~ 2 350) × 10⁻⁵SI,呈相对强磁特征。因

①李茂,宋振涛.甘肃省龙首山成矿带新水井-火石岭地区物探测量报告.石家庄,核工业航测遥感中心,2014.
②王会波.甘肃省龙首山小青羊-白芨芨地区物探测量.石家庄,核工业航测遥感中心,2013.
③李晓禄.甘肃省龙首山地区及以北潮水盆地航磁测量.石家庄,核工业航测遥感中心,2005.

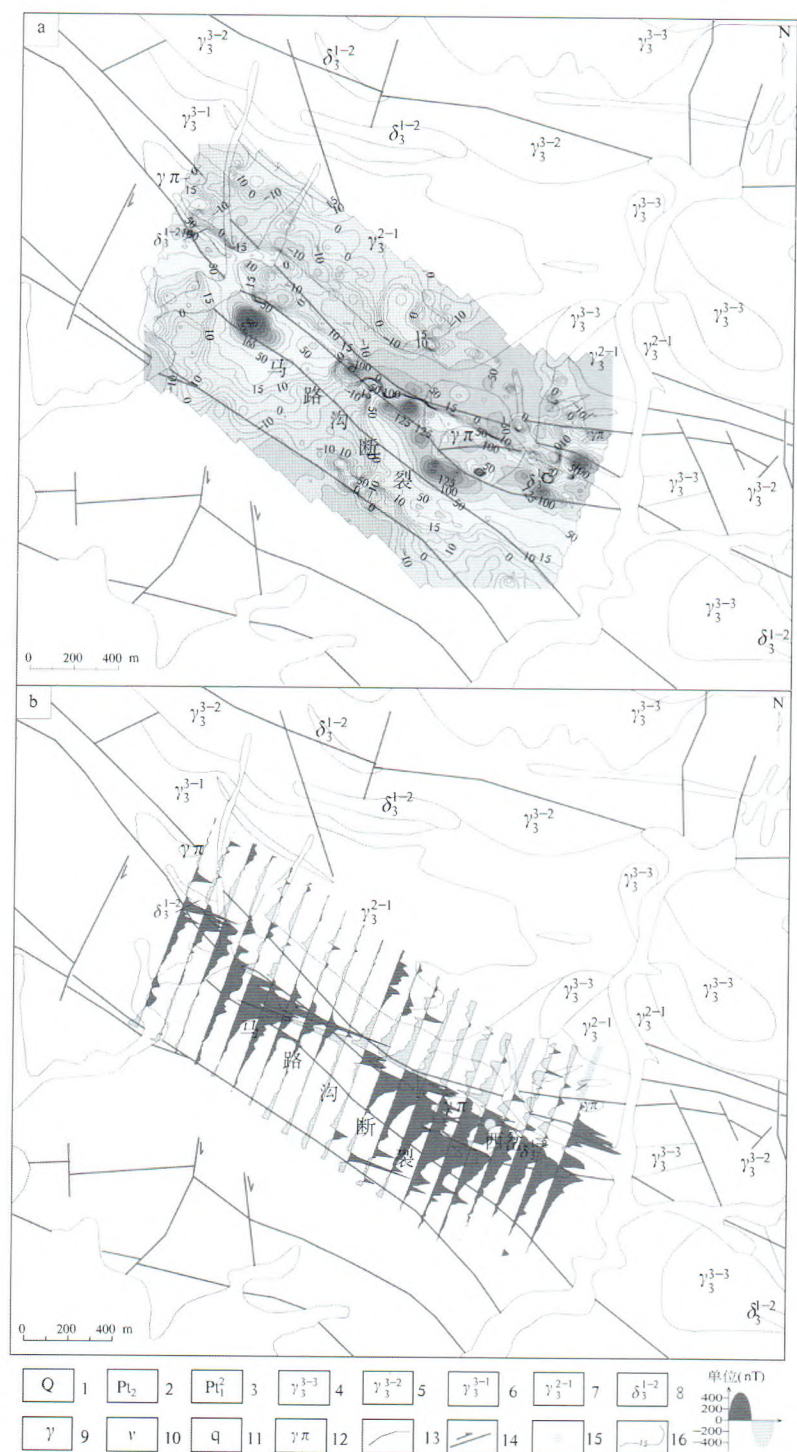


图2 龙首山西岔地区高精度磁异常处理图
(a-ΔT平面等值线图;b-ΔT剖面平面图)

Fig.2 Processed high-precision magnetic anomalies in the Xicha area,Longshou Mountains

1.第四系;2.中元古界墩子沟组千枚岩夹灰岩;3.古元古界龙首山群塌马子沟组石英片岩和云母片岩;4.加里东期肉红色细粒、中细粒花岗岩;5.加里东期肉红色中细粒斑状黑云母花岗岩;6.加里东期肉红色中粗粒花岗岩;7.加里东期灰白色中粗粒花岗岩;8.加里东期中细粒闪长岩;9.加里东期细粒花岗岩;10.辉绿岩;11.石英岩脉;12.钠交代岩;13.地质界线;14.断裂;15.热液钠交代型铀矿化点;16.ΔT等值线

此,在大理岩出露区出现的幅值 50 ~ 600 nT 的磁异常,推测其为塌马子沟组大理岩下部后期侵入的斑状花岗岩体或闪长岩体。

(2)北部平缓变化的正负磁场区

该磁场区位于中部醒目正磁场区的北东侧,异常总体呈北西走向,由两类不同面貌磁场小区组成。一类是北西侧平缓变化的正磁场小区,异常幅值 10 ~ 50 nT,对应于加里东期中期中粗粒花岗岩;另一类是平缓变化的负磁场小区,异常幅值-25 ~ -50 nT,对应龙首山群塌马子沟组及加里东晚期中粗粒花岗岩。

其次,该区域南部窄长线性负磁异常带,主要由断裂构造导致局部岩石磁性降低所致,反映为断裂磁异常特征,上述磁异常特征表明该断裂具挤压性质。根据地质资料,该断裂为马路沟断裂带北部断裂。

(3)南部低缓变化的磁场区

该磁场区位于中部升高正磁场区的南西侧,异常向南部逐渐降低,幅值-25 ~ 50 nT,其范围对应于龙首山群塌马子沟组大理岩、板岩。剖面上该区域异常变化起伏不大,反映该套地层磁性弱、变化均匀,其正负磁异常的分界线反映为断裂构造特征,根据地质资料,推断该位置为马路沟断裂带的南部断裂位置。

(4)马路沟断裂带磁异常分析

马路沟断裂带在研究区分为南部次级断裂(F_{101S})和北部次级断裂(F_{101N}),南部次级断裂磁场特征表现为窄长线性负磁异常带,北部次级断裂表现为正负突变特征,总体走向 280 ~ 315°,反应该断裂为一高角度逆冲断裂。

5 结论

由地质及地面高精度磁测ΔT剖面平面图、等值线平面图可见,上述磁场面貌特征,与区内不同磁性体的分布范

围以及断裂构造的展布延伸方向基本一致。地面高精度磁测资料对马路沟断裂带反映十分明显,其南部断裂表现为北西向磁异常线性梯度带,断裂北侧为负磁场区,而南侧为升高的正磁场区;马路沟北部断裂则表现为明显的窄长线性负磁异常带,主要由于该断裂具挤压性质,造成局部岩石破碎磁性降低所致。说明地面高精度磁测在该地区能够很好的划分断裂及圈定岩体,可为铀矿勘查工作提供地球物理资料。

参考文献:

- [1] 刘兴忠,周维勋.中国铀矿省及其分布格局[J].铀矿地质,1990,6(6):326-337.
- [2] 黄净白,黄世杰,张金带,等.中国铀成矿带概论[M].北京:地质出版社,2005.
- [3] 张金带,李子颖,蔡煜琦,等.全国铀矿资源潜力评价工作进展与主要成果[J].铀矿地质,2012,28(6):321-326.
- [4] 赵泽辉,郭召杰,王毅.甘肃北山柳园地区花岗岩类的年代学、地球化学特征及构造意义[J].岩石学报,2007,23(8):1847-1860.
- [5] 范正国,黄旭钊,熊盛青,等.磁测资料应用技术要求[M].北京:地质出版社,2010.
- [6] 王立社,杨建国,谢春林,等.甘肃北山火石山哈尔根头口布花岗岩年代学地球化学及其地质意义[J].地质学报,2009,83(3):377-387.
- [7] 施文静,胡俊祯.龙首山铀成矿带成矿规律与成矿模式[J].铀矿地质,1993,9(3):1-8.
- [8] 赵希刚,贺建国,赵翠萍.瞬变电磁法在红柳园地区铀矿勘查中的应用效果[J].铀矿地质,2009,25(4):228-235.
- [9] 权志高,徐高中.中国北西部地区砂岩型铀矿含矿建造及找矿前景[J].地质学报,2012,86(2):307-315.
- [10] 李巨初,陈友良,张成江.铀矿地质与勘查简明教程[M].北京:地质出版社,2011,79-80.
- [11] 陈云杰,赵如意,武彬.甘肃龙首山地区菱岭铀矿床隐爆角砾岩发现及成因探讨[J].地质与勘探,2012,48(6):1101-1108.
- [12] 赵如意,陈云杰,武彬,等.甘肃龙首山菱岭地区钠交代型铀矿成矿模式研究[J].地质与勘探,2013,49(1):67-74.
- [13] 张树明,魏正宇,张良等.龙首山碱交代型铀矿床特征和存在的问题[J].矿物学报,2013,增刊:284-285.
- [14] 葛志广,宋俊杰.高精度磁法数据网格化方法的选取[J].工程地球物理学报,2010,7(2):169-172.
- [15] 李富,王永华.10种插值方法在物探数据处理中的对比[J].四川地质学报,2009,29(4):474-476.

Magnetism anomaly characteristics and its interpretation of the Xicha area in Longshoushan uranium metallogenic belt

SONG Zhen-tao^{1,2}, ZHANG Wei^{1,2}, SHAN Ya^{1,2}, LI Xiao³, NIU Yu^{1,2}, CHEN Jiang-yuan^{1,2}

(1. Airborne Survey and Remote Sensing Center of Nuclear Industry, Shijiazhuang 050002, China;

2. CNNC Key Laboratory for Geophysical Exploration Technology Center of Uranium Resource,

Shijiazhuang 050002, China; 3. Hebei University of Geosciences, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: Ground high-precision magnetic method is used in the Xicha area of Longshoushan uranium metallogenic belt. The results reveal that the magnetic anomaly field of this area is distributed in northwest direction with distinct positive anomalies in central and slight positive and negative anomalies on southern and northern sides. The distinct positive magnetic field in the centre is caused by strong magnetic porphyritic granite and diorite bodies, while the slight positive and negative anomalies are the results of weak magnetic granite, marble, slate and others. Owing to the compression stress, rock crushing and hydrothermal alteration, the rock magnetic of Malu ditch fault (F_{101}) weakened or disappeared leading to the lowered magnetic of altered rocks, so that its magnetic anomalies are of significant difference, the southern fault represents as NW-trending magnetic anomaly linear gradient zones, while the northern fracture showed significant linear negative anomaly zones.

Key words: magnetism anomaly characteristic; Malu ditch fault; sodium metasomatic type; Xicha area; Longshoushan uranium metallogenic belt