



高精度磁测在青海省阿尔茨托山地区划分地质构造中的应用

臧凯¹, 王阳², 孔祥明¹, 罗怀东¹, 陈腾¹

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:推断地质构造是磁测资料解释的组成部分, 是对基础地质资料进行综合分析的重要参考, 内容包括推断构造(断裂构造、火山构造)、地层(磁性火山岩地层、磁性变质岩地层)和侵入岩等。该文以青海省阿尔茨托山地区 1:5 万地面高精度磁测成果为例进行分析, 对区内的地质构造及岩浆岩分布等形成了一定认识, 推断断裂构造 17 条并划分了区内火山岩地层、侵入岩体的分布范围, 进一步完善了区域地质构造格架。

关键词:高精度磁测; 地质构造; 阿尔茨托山; 青海省

中图分类号: P631.2 **文献标识码:** B

引文格式:臧凯, 王阳, 孔祥明, 等. 高精度磁测在青海省阿尔茨托山地区划分地质构造中的应用[J]. 山东国土资源, 2016, 32(3): 54 - 59. ZANG Kai, WANG Yang, KONG Xiangming, etc. Application of High Precision Magnetic Survey in Dividing Geological Structures in Aercituo Mountain Aera in Qinghai Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(3): 54 - 59.

0 引言

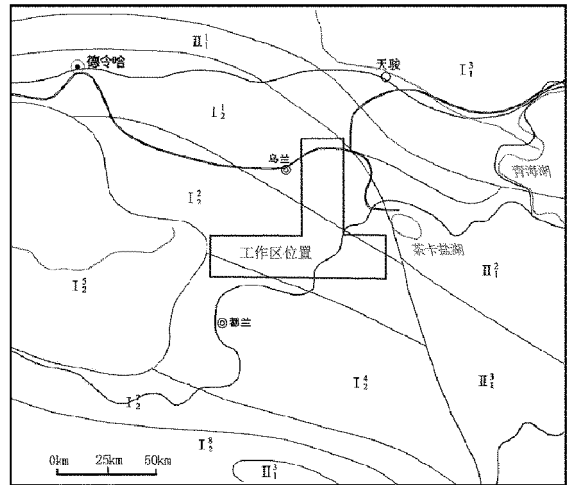
推断地质构造是磁测资料解释的组成部分, 是对基础地质资料进行综合分析的重要参考, 内容包括推断构造(断裂构造、火山构造)、地层(磁性火山岩地层、磁性变质岩地层)和侵入岩等^[1-2]。

工作区位于青海省东北部, 行政区划隶属海西州乌兰县、都兰县管辖, 地处柴达木盆地东北缘, 属中高山区地形, 交通条件尚可。自 1957 年始, 青海省内外不同地质单位在测区内开展过基础地质调查、矿产普查及科研等方面工作, 为该区积累了丰富的地质矿产和物化探资料, 但尚未开展过 1:5 万比例尺的系统地面磁测。

1 地质概况

据构造区划略图(图 1), 测区大地构造位置处于秦祁昆(东昆仑、祁连、北秦岭)晚加里东造山系(I), 东昆仑造山带(I₂)中, 自北而南跨欧龙布鲁

克—乌兰元古宙古陆块体(I_{1/2})、赛什腾山—阿尔茨托山造山亚带(I_{2/2})两个造山亚带^[3]。



I₁—南祁连—拉脊山造山亚带 I₂—欧龙布鲁克—乌兰元古宙古陆块体
I₃—赛什腾山—阿尔茨托山造山亚带 I₄—阿卡腾能山造山亚带
I₅—柴达木晚中生代—新生代断拗盆地 I₆—伯喀里克—香日德元古宙古陆块体
I₇—雷山峰—布尔汗布达造山亚带 II₁—祁连山—祁连山—祁连山造山亚带
II₂—同德—泽库早印支造山亚带 II₃—兴海—西、早印支复合造山亚带

图 1 区域构造区划略图

收稿日期: 2016-01-12; 修订日期: 2016-04-25; 编辑: 王敏

作者简介: 臧凯(1985—), 男, 山东诸城人, 工程师, 主要从事固体地球物理勘探工作; E-mail: wty_zk@126.com

1.1 地层

工作区属华北地层大区,秦祁昆地层区、东昆仑—中秦岭地层分区、柴达木北缘小区,区内出露地层主要为:古元古代达肯大坂岩群、奥陶—志留纪滩间山群、泥盆纪牦牛山组、石炭纪城墙沟组、怀头他拉组、三叠纪鄂拉山组、第三纪油砂山组、狮子沟组及第四纪。

1.2 构造

区内构造较为发育,主要以断裂为主,总体可分为 WN 向及近 EW 向 2 组。

宙嘎支断裂(F7):位于测区西南部宙嘎支一带,近 EW 走向,断面倾向 N,倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$,破碎带宽大于 30 m,带中发育碎裂岩、构造透镜体、构造角砾岩、断层泥,断裂大部发育于达肯大坂岩群中,对新元古代中酸性侵入岩及晚古生代沉积盆地具有一定控制作用,总体为一逆冲左行走滑的韧性断裂。

红柳沟断裂(F16):位于茶卡盐湖南西缘的红柳沟—高蒙一带,呈 $320^{\circ}\sim 330^{\circ}$ 延伸,断面 SW 倾,倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,南西盘上冲,属断承性多期次活动的右行压扭性复活断层。

1.3 侵入岩

测区内侵入岩比较发育,从超基性—基性—中性—酸性岩类均有不同程度的出露。

基性—超基性岩类:主要分布在测区南东部及中北部,受北西向断裂控制,岩性以辉长岩、角闪辉长岩、纯橄岩、辉石橄榄岩为主,岩石具强烈蚀变,见有蛇纹石化、硅化等,侵入时代以加里东期和华力西期为主^[4]。

中—酸性岩浆岩类:①加里东期:主要为片麻状斜长花岗岩,岩石普遍具片麻状构造,局部地段与围岩呈过渡关系,岩石化学成分为钙碱性系列富钾贫钠类型;②华力西期:全区皆有分布,岩石类型以花岗闪长岩、斜长花岗岩为主,其次石英闪长岩、二长花岗岩、闪长岩等,皆为钙碱性系列;③印支—燕山期:分布于测区西南部及中北部,岩石类型有石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗岩等,多为岩株。岩石化学特征为 SiO_2 过饱和的正常系列,碱含量高,属过碱性及超酸性富钾花岗岩类。

1.4 区域矿产分布

测区内矿化普遍,矿种较多,据该区 1:5 万区域

地质调查资料概略统计,测区内矿产及矿化点主要为铁、锰、铜、金、铅为主,共有 25 处,多集中于测区南部。

2 总体磁场特征

根据 ΔT 化极上延 100 m 等值线平面图,该区总体划分为 5 个磁场分区:北部正负相间波动磁场区,中部平缓正磁场区,东南部杂乱磁场区,中南部平缓低正磁场区,西南部波动正磁场区。各磁场分区等值线总体特征各异,区域间有明显的过渡、变化带(图 2)。

3 断裂构造

3.1 断裂构造的推断原则

断裂构造推断原则主要有以下 8 点:不同磁场区的分界线、磁异常梯度带、串珠状磁异常带、线性异常带、磁异常突变带、异常错动带、雁行状异常带、放射状的异常带组^[5]。该次工作主要使用其中 1~6 点。根据以上推断原则,共推断出工作区主要断裂构造 17 条,编号为 F1~F17。NW 向断裂为该区的主要构造,有 F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13 十三条;近 EW 向断裂有 F15, F16, F17 三条;NE 向断裂有 F14 一条(图 3)。

3.2 典型断裂构造

结合地质资料,就其中最为典型的 F6 断裂(哇洪山断裂)为例说明如下:

哇洪山断裂是柴北缘与西秦岭两大构造域的分界断裂,也是工作区主干断裂,为重要的构造岩浆地震活动带,该断裂在区内磁场反映良好,显示长度约 50 km,纵跨 2 个 5 万图幅。南部图幅出露区的南段表现为不同特征磁场区的分界线(断裂东侧磁场表现为波动强正磁场特征,断裂西侧则表现为相对平缓低正磁场特征);中段则表现为串珠状正负磁异常带;北段表现为不同特征磁场区的分界线(断裂东侧磁场表现为相对平缓低正磁场特征,断裂西侧则表现为波动强正磁场特征)。

3.3 其他断裂构造

结合地质资料分析,沿断裂广泛发育有条带分布的基性岩和断续分布的超基性岩,普遍具有较强的

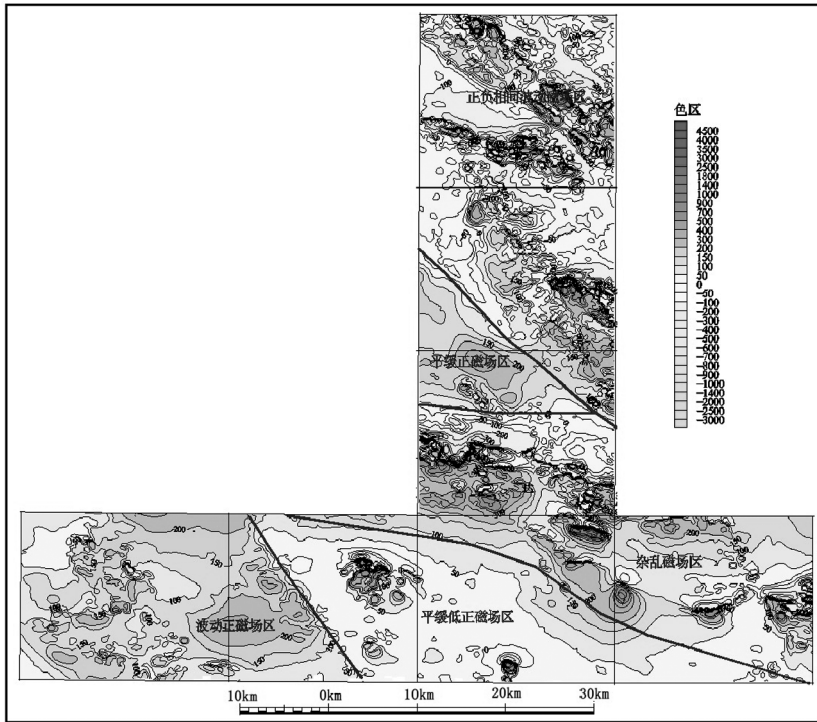


图 2 阿尔茨托山地区 ΔT 化极上延 100 m 等值线磁场分区平面示意图

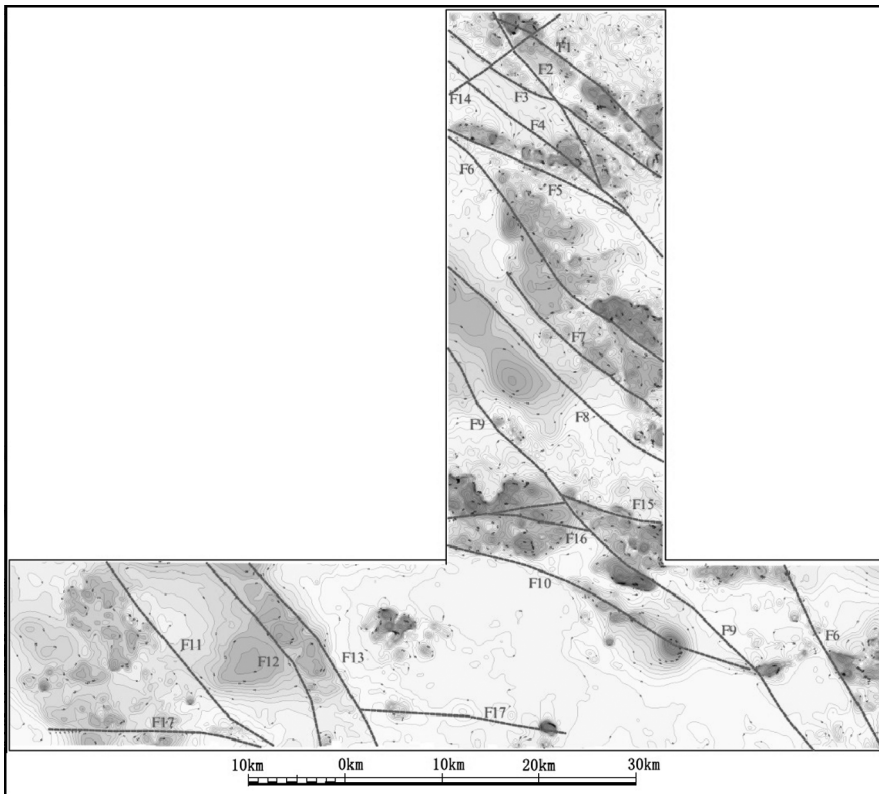


图 3 阿尔茨托山地区推断断裂平面示意图

片理化、糜棱岩化,部分岩石呈粉末状碎裂岩产出,且断裂带两侧出露地质体差异明显,南西侧从古元

古代—新生代地层均有出露,北东侧仅出露少量古元古代、寒武—奥陶纪、三叠纪地层,带内混合岩化比

较发育,石英脉体、花岗岩脉体也较发育,并可见褐铁矿化线索,断裂走向 $300^{\circ}\sim 320^{\circ}$,倾向 SW,倾角较陡($45^{\circ}\sim 70^{\circ}$),其性质为南西盘上冲的逆冲断裂。

总体来看,F6 断裂与地质划分断裂形态基本一致,说明推断效果良好。

其他断裂构造推断成果见表 1。

表 1 其他断裂构造解译推断

| 分组 | 编号 | 断裂推断依据 | 断裂地质简况 | 断裂性质及规模 |
|-------------|------------|---------------------|---|---|
| NW 向 断裂 | F1 | 不同特征磁场分界线磁异常梯度变化带 | 东南段为第四系覆盖,向西北切割元古代达肯大坂岩群变质岩及早二叠世、早侏罗世侵入岩 | 走向 310° ,倾向 SW,逆断层,区内延伸长约 20km |
| | F2 | 线性低磁异常带 | 断层地表连续出露,南端为第四系覆盖,断层切割 NW 向断层,断层两侧局部侵入早二叠世中酸性岩 | 走向 330° ,倾向 NE,区内延伸长约 20km |
| | F3 | 不同性质磁场分界线 | 断裂东南端连续出露,西北端受 NW 向断层切割出现横向偏移,沿断裂南部侵入中酸性岩 | 走向 315° ,倾向 NE,逆断层,区内延伸长约 28km |
| | F4 | 磁力水平梯度模线性零值带 | 中段为第四系覆盖,两端地表出露,线性负地貌明显,断裂东南段切割早二叠世侵入岩,西北段切割元古代达肯大坂岩群 | 走向 290° ,倾向 NE,逆断层,区内延伸长约 21km |
| | F5 | 磁异常梯度变化带 | 中部为第四系覆盖,仅在两端见有出露,断裂切割元古代达肯大坂岩群,西北段断裂南侧侵入早二叠世闪长岩 | 走向 306° ,倾向 NE,逆断层,区内延伸长约 25km |
| | F7 | 磁异常梯度变化带 | 断裂北西端为第四系覆盖,断裂切割元古代达肯大坂岩群 | 走向 308° ,倾向 NE,逆断层,区内延伸长约 17km |
| | F8 | 磁异常梯度变化带 | 第四系覆盖 | 走向 315° 延伸长约 30km |
| | F9 | 磁异常梯度变化带 | 断裂西北段东部出露灰绿色角闪辉长岩,西部出露英云闪长岩。南部第四系覆盖 | 走向 320° 延伸长约 50km |
| | F10 | 磁异常梯度变化带不同磁场分界线 | 第四系覆盖 | 走向 300° 延伸长约 30km |
| | F11 | 不同磁场分界线 | 第四系覆盖 | 走向 300° 延伸长约 20km |
| | F12 | 磁异常梯度变化带 | 第四系覆盖 | 走向 325° ,延伸长约 22km |
| | F13 | 不同特征磁场分界线 | 大部为第四系覆盖,仅在南部见有零星出露,断裂切割晚三叠世、晚奥陶世侵入岩 | 走向 315° ,延伸长约 28km |
| | NE 向 断裂 | F14 | 磁异常带显示突然断开、水平错动、扭曲 | 西南端地表连续出露,东北端为第四系覆盖,断裂切割北西向断裂明显 |
| 近 EW 向断裂 | F15 | 东段不同磁场分界线,西段磁场搓动、扭曲 | 断裂西北段出露花岗闪长岩和角闪辉长岩,中段被第四系覆盖,东段出露角闪辉长岩 | 走向约 90° ,延伸长约 20km |
| | F16 | 串珠状低磁异常带 | 东端为第四系覆盖,断裂两侧出露晚志留世中酸性侵入岩及中奥陶世基性岩体 | 走向 100° ,延伸长约 14km |
| | F17 | 西段不同磁场分界线,东段为串珠状磁异常 | 主要为第四系覆盖 | 走向约 100° ,延伸长约 50km |

4 磁性地质体的推断

磁性地层磁场特点是等值线平面图上的磁场跳跃变化,剖平图上在相邻测线难于对比。同时,随埋深增大,其跳跃变化特征逐渐减弱或消失。进行解释时,利用化极垂向一阶导数零值线等其范围,若存在明显走向特征,则以磁异常的走向作为磁性地层的走向^[6]。

磁性侵入岩体与磁性地层异常特征有相似之

处,因其磁性矿物含量的不同,由酸性岩到超基性岩,磁性由弱到强^[7]。不论是基性岩体还是酸性岩体,其边界通常以化极磁异常的梯度陡变带圈定,或采用化极磁异常二阶导数零值线圈定^[8]。若存在明显走向特征,则以磁异常的走向作为侵入岩体的走向^[9]。

根据以上原则,区内圈定 16 处火山岩地层或侵入岩体分布区。

各分布区磁场解译见表 2。

表 2 磁性地层或侵入岩体分布区推断

| 编号 | 磁场特征 | 解释推断 |
|------|--|---|
| DY1 | 呈波动杂乱磁场特征, ΔT 等值线呈北西向展布。化极后, 区内东北端磁场相对较强, ΔT 幅值可达上千 nT, 多表现为长条状。南西端磁场相对较弱, ΔT 幅值多在 300nT 以下, 多呈串珠状 | 该区北部相对较强磁场反映了灰白色黑云母英云闪长岩的分布特征; 南部相对较弱磁场则为额肯片麻岩体分布区 |
| DY2 | 呈波动杂乱磁场特征, ΔT 等值线呈北西西向展布。 ΔT 正磁场峰值可达 1200nT, 负磁场峰值可达 -1000nT | 区内主要分布达肯大坂岩群片麻岩, 此类岩石具中等磁性, 不能引起上千 nT 磁异常, 异常区南侧有闪长岩体分布, 因此推断片麻岩地层下伏闪长岩体 |
| DY3 | 异常形态不规则, F6 断裂北侧磁场呈跳跃性变化, 断裂南侧磁场相对平缓 | 断裂北侧杂乱跳跃性磁异常区对应为石英闪长岩、闪长岩及二长花岗岩分布范围; 断裂南侧平缓磁异常与钾长花岗岩体及额肯片麻岩的分布范围相对应 |
| DY4 | 磁异常总体北西走向, 北侧覆盖区磁异常总体表现为低缓正磁异常, 峰值约 400nT; 西南侧基岩出露区磁异常表现为近北西向的高值杂乱正磁异常特征 | 磁异常西南侧高值杂乱磁场对应角闪辉长岩分布区; 北侧低缓正磁异常对应第四系覆盖区, 综合磁测及地质资料推断, 该特征磁异常应为隐伏角闪辉长岩体所引起 |
| DY5 | 异常形态不规则, 东侧未封闭, 呈跳跃性杂乱磁异常特征, 峰值约 3200nT, 北侧有弧状低负磁异常伴生, 极值约 -700nT | 北部高值磁异常区主要与橄榄岩、单辉橄榄岩(镁铁-超镁铁质)等相对应; 中部异常区对应额肯片麻岩体的分布; 南部异常区对应晚志留世石英闪长岩 |
| DY6 | 异常总体北西西走向, 由 ΔT 等值线形态看, 异常呈跳跃性杂乱磁异常特征, 正异常峰值 2000nT, 北面伴生负磁异常峰值达 -1400nT | 异常区总体反映了角闪辉长岩、石炭世花岗闪长岩、晚志留世石英闪长岩、英云闪长岩及晚三叠世黑云母花岗闪长岩的分布 |
| DY7 | 异常总体表现为跳跃性杂乱磁异常特征, 总体走向不明显。磁异常幅值不大, 平均在 700nT 以下 | 异常区东北部反映了晚三叠世二长花岗岩的分布, 中部磁异常区对应为鄂拉山组安山质火山集块、凝灰岩, 西南部磁异常区则主要为早侏罗世钾长花岗岩的分布范围 |
| DY8 | 异常近似椭圆形, 磁异常表现平稳正磁场分布, 峰值约 350nT, 周边无明显负磁异常伴生 | 异常区为第四系覆盖, 根据地质资料, 异常东西两侧均见有奥陶-志留纪潍间山群火山岩组出露。推断平稳正磁异常区为隐伏潍间山群火山岩组地层的分布范围 |
| DY9 | 呈北西向正磁异常带, 峰值约 860nT, 无明显负异常伴生 | 北部磁异常区反映了早二叠世黑云母二长花岗岩的分布; 中部磁异常区反映了晚三叠世二长花岗岩岩石分布范围; 南部磁异常区则反映了晚三叠世二长花岗岩岩石及早侏罗世钾长花岗岩的分布 |
| DY10 | 呈跳跃性杂乱磁场特征, 异常形态是表现多个大小不等椭圆形的峰窝状异常群, 局部异常峰值达到 2000nT 以上。北面有负异常伴生, 异常幅值达 -1400nT, 表明磁性地质体埋深不大或地表出露 | 据异常查证, 正磁高值区与辉石橄榄岩分布对应 |
| DY11 | 异常呈近北西向不规则团块状, 异常由两个独立弱磁异常组成, 并均有小规模负磁异常伴生, 异常峰值约 600nT | 异常区反映了奥陶-志留纪潍间山群凝灰岩与晚三叠世花岗闪长岩的分布 |
| DY12 | 由数个异常峰值组成, 异常峰值达 3000nT 以上, 北侧伴生负异常, 幅值达 -300nT。化极后 ΔT 异常变为 2 个峰值, 异常峰值有所降低, 在 2000nT 左右 | 异常区主要反映了蛇纹石化橄榄岩、单辉橄榄岩的分布, 局部地区含磁铁矿 |
| DY13 | 异常走向 325° 长约 16km, 南东较宽, 约 6.3km, 北西较窄, 约 1.2km, 面积约 56km ² 。西北部异常呈条带状, 正异常北侧有负磁异常伴生, 异常呈波动杂乱特征; 南部异常正异常呈南缓北陡近扇形异常特征, 北侧有规模较小的负磁异常伴生 | 西北部异常区反映了辉石橄榄岩岩体分布; 南部异常进行了钻探验证, 分析认为该异常反映了灰绿色绿帘石化、磁铁矿化橄榄辉石岩的分布范围 |
| DY14 | 异常呈椭圆形, 近东西走向, 峰值约 2660nT, 北东侧有条带状负磁异常伴生, 峰值约 -500nT | 异常区北西部主要为早二叠世花岗闪长岩, 晚三叠世二长花岗岩; 中部由西向东依次分布为为古元古代达肯大坂岩群斜角闪片岩、橄榄岩及潍间山群玄武安山岩等; 东南部大部为第四系覆盖, 推断下伏橄榄岩 |
| DY15 | 异常西段走向近东西。异常为东西长 8km, 南北宽 2.5km 的条带状, 异常由数个峰值组成, 极大值 2400nT, 北面伴有峰值达 -700nT 负异常带 | 异常区主要反映了辉石橄榄岩及潍间山群火山岩的分布 |
| DY16 | 异常东侧未封闭, 走向不明, 表现为波动跳跃异常特征, 北侧有负异常伴生, 正异常峰值达 1800nT 以上, 负异常峰值达 -1000nT | 异常区主要反映了角闪辉长岩、晚三叠世黑云母花岗闪长岩及早侏罗世钾长花岗岩的分布 |

5 结论

通过对阿尔茨托山地区 1:5 万地面磁测资料进行系统整理及分析,运用多种数据处理方法,划定了 17 条断裂构造及 16 处磁性地质体范围,对区域内的地质构造有了更为明确的认识,说明高精度磁测在相关方面有较好的作用,尤其是对第四系覆盖区隐伏断裂构造及磁性体的划分及圈定方面作用较大,可作为地质填图工作的重要补充。

参考文献:

- [1] 管志宁.地磁场与磁力勘探[M].北京:地质出版社,2005.
 [2] 范正国.磁测资料应用技术要求[M].北京:地质出版社,2010.
 [3] 肖文进,赵百胜,王力群.青海阿尔茨托山铜铅锌多金属矿床地

- 质特征及找矿方向[J].矿产勘查,2011,2(6):696-703.
 [4] 田琪.柴达木盆地北缘东段阿尔茨托山一带达肯大板岩群变形特征[J].青海国土经略,1999,(2):39-46.
 [5] 李军,王彦明,王志亮,等.高精度磁测在格尔木市扎日玛日那西铁矿勘查中的应用[J].山东国土资源,2015,31(6):56-59.
 [6] 梁月明,杨华,任金卉.用高精度航磁资料划分济阳坳陷区隐伏断裂及火山岩构造[A]//1993年中国地球物理学会第九届学术年会论文集[C].北京:地震出版社,1993.
 [7] 王凯,孟庆旺,高晓丰,等.1:5万高精度重磁测量在栖霞蓬莱金铜多金属成矿预测区的应用效果[J].山东国土资源,2014,30(7):60-64.
 [8] 王富群,刘国栋.根河高磁资料在划分岩性与断裂构造中的应用分析[J].中州煤炭,2013,(5):29-31.
 [9] 曹秀华,赵法强,刘红旗,等.地面磁测垂向二次导数在莱芜市石家泉矿区铁矿深部找矿中的应用[J].山东国土资源,2011,27(3):13-16.

Application of High Precision Magnetic Survey in Dividing Geological Structures in Aercituo Mountain Aera in Qinghai Province

ZANG Kai¹, WANG Yang², KONG Xiangming¹, LUO Huaidong¹, CHEN Teng¹

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Inferring geological structures is an important part of magnetic data interpretation. It is also an important reference for comprehensive analysis of basic geological information. Its contents include deducing structures, strata and intrusive rocks. In this paper, taking high precision magnetic survey result in Aercituo moutain in Qinghai province with the scale of 1:50000 as an example, geological structures and distribution of magmetic rock have been introduced. 17 faults have been identified, and distribution scope of magmatic rocks and intrusive rocks have been divided. It has perfected regional geological structure framework furthurly.

Key words: High precision magnetic survey; geological structures; Aercituo Moutain; Qinghai province