

湖南省东坡铅锌矿区物化探异常特征及找矿作用

郭海¹, 张国华¹, 雷志源², 覃永炎¹, 周金华¹

(1. 湖南省湘南地质勘察院, 湖南 郴州 423000; 2. 国土资源部全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室, 湖南 长沙 410000)

摘要:东坡矿区内矿产资源丰富, 但已探明的铅锌资源经多年开采已出现严重危机。为配合地质找矿, 在研究区内采用以地面高精度磁测为主, 激电测深为辅的物探工作方法, 圈出22个磁测 ΔT 异常, 磁异常主要沿千里山岩体接触带分布。结合地质、物化探资料分析发现野鸡尾—牛角垄、妹子垄、蛇形坪—塘渣水三个有重要意义的异常区。通过钻探验证, 在妹子垅预测区的M2磁异常区见到厚度10.86~32 m的砂卡岩型钨锡多金属矿体, 矿床规模可达大型; 在牛角垅预测区M9磁异常区见到了6.4 m的铅锌矿化破碎带。初步建立起该区物化探找矿模式为“二低三高”, 即低重力、低视电阻率, 高强度的 ΔT 异常、高视极化率 η_v 异常, 并有地球化学Pb、Zn、Ag、As等异常带。东坡铅锌矿与岩体密切相关, 因此在选区上, 必须选在反映岩体或隐伏岩体的重力低异常区, 视电阻率低异常地段往往是构造破碎带或砂卡岩带发育地段。

关键词:物化探异常特征; 找矿模式; 高精度磁测; 激电测深; 东坡

中图分类号: P631; P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2011)02-0192-06

东坡矿区位于湖南省郴州市南东约20 km处, 属湖南省郴州市苏仙区管辖。矿区以成矿地质条件优越、矿产资源丰富而闻名于世, 但经多年开采消耗已探明的铅锌资源已出现严重危机。2007年, 国土资源部将东坡铅锌矿区深边部找矿列为国家重点勘查项目, 湖南省湘南地质勘察院采用以地面高精度磁测为主, 激电测深为辅的物探工作方法, 取得了较好的找矿信息。笔者根据该区物化探异常特征及地质成矿条件, 对区内钨锡铅锌多金属矿产进行分析、探讨, 初步建立起该区物化探找矿模式。

1 矿区地质概况

东坡矿区位于南岭构造带中段北缘, 处于郴州—蓝山北东向基底构造岩浆岩带与郴州—邵阳北西基底构造岩浆岩带的交汇部位, 为南岭钨、锡、钼、铋、铅、锌、铜、铁、锰、金、银等元素高度浓集多金属成矿带的重要组成部分。

东坡矿区第四系浮土覆盖较广, 出露的主要地层有泥盆系跳马涧组石英砂岩, 棋梓桥、余田桥组、锡矿山组灰岩(是砂卡岩型多金属矿及脉状铅锌矿的主要赋矿层位)。矿区东侧出露震旦系下统浅变质岩(是脉型矿床的主要围岩)。燕山期岩浆活动频繁, 北西角地表出露砂卡岩南北长1 km, 东西出

露宽150 m, 以钨锡矿化为主, 伴有铋和铁, 同时还出露千里山岩体。区内花岗斑岩、石英斑岩、辉绿玢岩脉非常发育。岩体接触带构造控制了矿化区带的分布, 断裂构造及褶皱构造十分发育, 它们是区内控岩、导矿和容矿构造。

东坡矿区矿床类型多, 随岩体向外, 依次分布有云英岩型钨锡多金属矿、砂卡岩型钨锡多金属矿、大理岩型钨锡多金属矿、硫化物型锡铋矿、裂控型脉状锡多金属矿、脉状铅锌矿及似层铅锌矿。矿石中主要矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铜矿、磁铁矿等, 矿石多呈星点状、团块状、脉状、浸染状构造。

2 物化探工作依据

2.1 岩(矿)石磁性特征

磁参数测定结果表明, 东坡矿区从第四系到震旦系各种沉积岩及中酸性岩浆岩一般均为无磁性或微弱磁性(没有详细列出), 所以在区内大多数地区的地磁场表现为相对平静。但在部分地段(或矿区)调查中, 一些多金属矿石、矿化蚀变岩石和基性脉岩等则显示有强弱不等的磁性, 它们组成的各种磁性地质体是形成图区内各种磁异常的主要因素(表1)。

表 1 东坡铅锌矿区实测岩(矿)石磁参数统计

岩石名称	样品块	$\kappa/(4\pi \times 10^{-6}\text{SI})$		$M_r/(10^{-3}\text{A/m})$	
		变化范围	平均值	变化范围	平均值
磁黄铁矿矿石	13	1800 ~ 37952	9201	2821 ~ 2845016	242241
角岩	6	157 ~ 93527	26447	165 ~ 121014	27441
砂卡岩	47	0 ~ 139853	14460	40 ~ 194357	18488
花岗岩	8	0 ~ 844	192	28 ~ 551	77
辉绿岩	12	3488 ~ 7509	5326	1065 ~ 5193	2393
灰岩	6	61 ~ 340	208	70 ~ 888	327
黄铁矿矿石	13	207 ~ 156391	94885	58 ~ 131440	55670
炉渣	4	1254 ~ 2677	1960	3785 ~ 8976	5692

表 2 东坡铅锌矿区实测岩(矿)石电性参数统计

岩(矿)石名称	$\eta/\%$			$\rho/(\Omega \cdot \text{m})$			测定方法
	样品/块	算术平均值	方差	样品/块	几何平均值	方差	
砂卡岩	44	5.71	3.71				标本法
黑云母花岗岩	37	1.19	0.24				标本法
泥质粉砂岩	9	3.31	0.74	9	10038	0.25	露头小四极
白云母花岗岩	52	1.46	0.73	52	3322	0.38	露头小四极
花岗斑岩	34	0.87	0.22	34	821	0.20	露头小四极
石英斑岩	75	1.58	1.31				标本法
灰岩	71	2.85	1.29				露头小四极
辉绿玢岩	66	1.14	0.66				标本法
磁黄铁矿矿石	104	52.8	20.0				标本法
大理岩化灰岩	113	4.36	2.02	71	10680	0.41	标本法
黄铁矿矿石	14	26.1	11.4	14	10.4	0.40	露头小四极
	11	25.0	14.8	11	40.3	0.80	坑道小四极
铅锌矿石	30	15.7	3.93	30	594	0.19	坑道小四极
锡铁矿石	20	3.37	1.93	20	141.4	0.24	露头小四极

本区岩(矿)石地球物理特征表明,用地面高精度磁法在寻找接触交代类型的铅锌多金属矿、圈定有关的矿化蚀变带以及基性岩脉分布等方面是可行的,用激电测深在区内寻找硫化物为主的金属矿床以及解决某些地质填图问题是可实现的,该地区已具备了开展磁法和电法探测的地球物理前提。

2.3 航磁异常特征

东坡矿区东北部南风坳 C-77-168 异常呈长轴状,走向近南北,面积约 2 km²。异常位于负背景场中,强度较弱,ΔT 异常强度为 -10 ~ -40 nT,梯度平缓。东坡 C-77-169 异常位于千里山岩体东南侧接触带,即野鸡尾—牛角坑预测区(Ⅰ)中西部,异常正负伴生,分布面积约 2 km²,异常强度中等,ΔT 异常强度为 64 ~ -96 nT。柴山 C-77-211 异常位于岩体南侧接触带,即塘渣水预测区(Ⅱ)中西部,正异常分布于板壁岭—柴山一带成椭圆形,轴向约为 NE75°(走向不明显),面积 3 km²,异常强度比较低,ΔT 异常最大值为 44 nT,北侧有不明显的负异常伴生,其北西侧有一明显的陡变带,使异常呈 NW 陡而

2.2 岩(矿)石电性特征

以往本矿区岩(矿)石的电参数测定工作仅局限在几个区段内,所研究的对象主要是一些金属硫化物矿石及与此有关的围岩(上古生界地层)。由于各类岩(矿)石的电学性质与其矿物成分和排列(结构)、孔隙度、湿度、所含水溶液的矿化度以及外界温度等多种因素密切相关,同时也受到参数测定时所用方法技术的影响,因此,对每一种岩(矿)石而言,并不是固定不变的。它们往往是因地而异,甚至同一地段相同岩(矿)石的电参数会出现不同。现将区内有关部分岩(矿)石的电阻率 ρ 和极化率 η(或频散率)等参数统计结果列于表 2。

SE 缓的趋势。C-77-167 异常位于千里山岩体北东接触带附近,呈短轴状,轴向 NNE,有明显的负异常伴生,面积约 0.5 km²。异常主要位于棋梓桥组、余田桥组地层分布地段,地表见花岗斑岩、辉绿岩脉,围岩蚀变有大理岩化、硅化及绿泥石化(图 1)。

2.4 地球化学异常特征

区内土壤测量资料显示,该区属于 W、Sn 等多金属元素的富集异常区。矿田内共发育各类异常 21 个(图 2),其中 W、Sn、Mo、Bi 组合异常 9 个, W、Sn、Bi 组合异常 4 个, Sn、Bi 组合异常 3 个, Pb、Zn 组合异常 5 个。根据异常中元素组合特征,结合成矿条件分析,可分出甲类异常 14 个、乙类异常 4 个、丙类异常 3 个。

东坡 W、Sn、Pb、Zn 等多金属异常区,异常主要由 W、Sn、Bi、Mo、Cu、Pb、Zn、Sb、As、Ag 等元素异常组成。异常围绕千里山岩体分布,形成多个高强度有明显浓度、梯度变化的浓集中心,组成一套高一中温热液成矿元素组合,这些浓集中心多与已知矿床吻合,元素组合异常以千里山岩体为中心从内往外

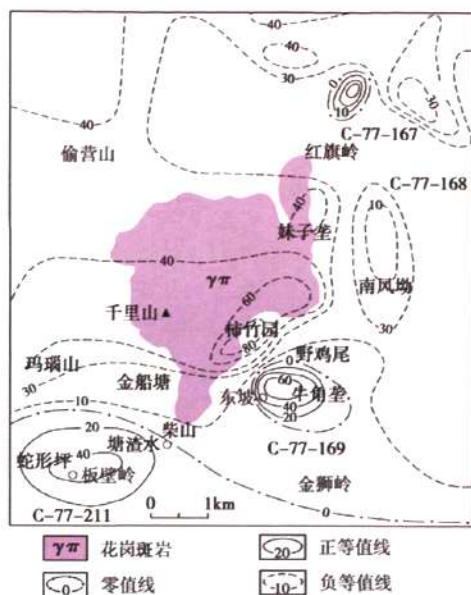
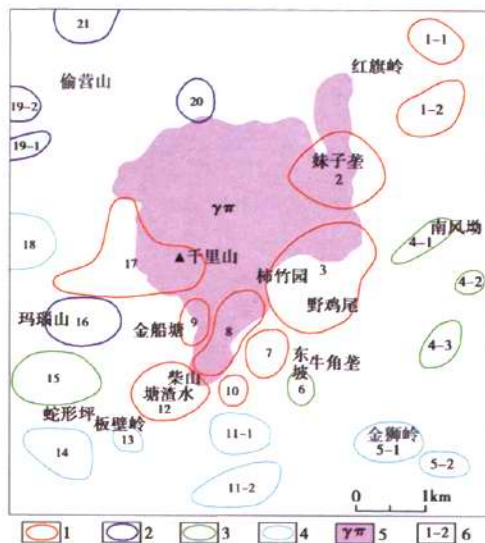


图 1 东坡矿区航磁异常 ΔT 等值线平面



1—W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn 多金属组合异常; 2—W、Sn、Bi、Pb、Zn 多金属组合异常; 3—Sn、B、Pb、Zn 多金属组合异常; 4—Pb、Zn、Cu 多金属组合异常; 5—花岗岩; 6—异常及其编号

图 2 东坡矿区土壤测量异常分布

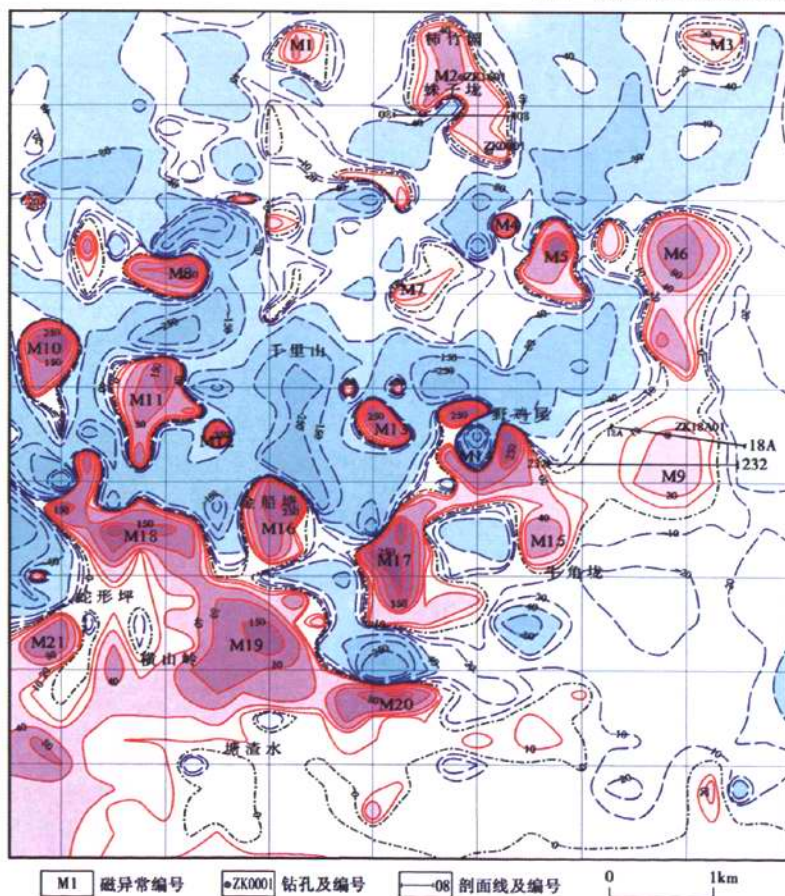


图 3 东坡铅锌矿区 1: 5 万高精度磁测 ΔT 等值线平面

依次有 W、Sn、Bi、Mo—Cu、Pb、Zn—As、Sb、Ag 的变化趋势。

3 物探异常特征及推断结果

3.1 地面高精度磁测异常及分析成果

全区 1:5 万高精度磁测圈出 ΔT 异常 22 个(图 3)。磁异常大致对应千里山岩体区。区内磁场有中间为较高强度的负异常背景,向外为高强度的正异常环带及低缓的正异常带围绕的变化趋势。千里山岩体南部的野鸡尾—横山岭—金船塘一带的接触带呈现高强度的磁异常,异常呈环状分布,绝大多数异常与已知矿床(点),特别是铁矿点有关。1:1 万高精度磁测共圈出异常 17 个,位置与 1:5 万航磁异常基本吻合,只是异常形态有所不同。根据异常与已知矿产、岩石的关系,将磁异常分为四类:一类为与已知矿产有关的异常 M4、M5、M7、M14、M16、M17、M18、M19、M21;二类为与岩性有关的异常 M13-1、M13-2;三类为有进一步工作意义的异常 M2、M6、M9、M15、M20、M22;四类为性质不明、进一步工作意义不大的异常 M3。

高精度磁测数据经过圆滑、延拓、化极等处理,结合地质资料对部分重要异常进行二维带地形反演来解释推断。M2 异常位于柿竹园北面,梯度中等,面积 0.22 km²。异常呈长轴状沿砂卡岩及接触带展布, ΔT 极大值为 283 nT,异常中心对应以花岗岩体为顶面的凹陷区,推断底部为砂卡岩型钨矿。M9、M15、M20 分布于牛角垅预测区,M9 异常呈短轴状,近南北走向(不明显),异常梯度平缓,形状规则,强度较弱, ΔT 异常极大值为 57 nT,规模较大,面积约 0.51 km²。M15、M20 异常的形态从简单到较复杂,异常的长轴方向为北北东向,与 F3 断裂破碎带走向基本一致,异常中心明显, ΔT 异常极大值为 115、282 nT,显示深部存在磁性体,说明区内具有寻找脉状硫化物型铅锌矿的前景。M22 位于测区东南角,异常对应于棋子桥组灰岩、泥灰岩,正负异常伴生,正异常呈东西展布似椭圆球状,形状较规则,强度较低, ΔT 极大值为 282 nT,规模较小,面积大约为 0.22 km²,其北侧有较明显的负异常。区内断裂构造发育,主要 SN 向和 EW 向,F8 断层呈东西向贯穿异常区,在异常区东侧见采矿老窿,推断异常为断层充填热液型铅锌矿或者砂卡岩型多金属矿。

综合地质、物化探资料分析发现野鸡尾—牛角垅、妹子垄、蛇形坪—塘渣水三个有意义的重要异常区成矿可能性比较大,给区内下一步找矿工作提供重要信息。

3.2 激电异常及分析成果

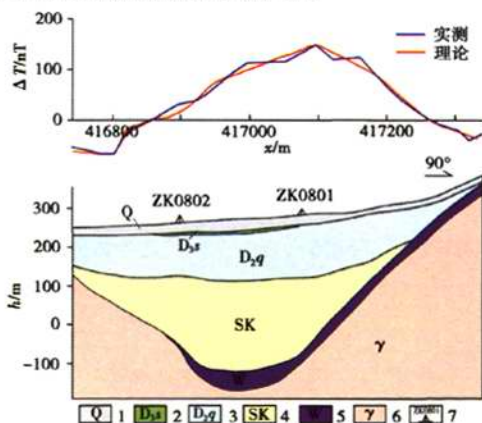
东坡铅锌矿区激电测深工作是根据高精度磁测成果和地质成矿条件布置。通过工作,发现两个有意义的成矿区,其中妹子垄测区的激电测深异常区中南部与 M2 磁异常基本吻合,结合区内成矿地质条件,推测异常区内由南至北花岗岩的埋深由浅变深,在东西两侧相对突出,在测区中部呈下凹状态,而砂卡岩可能形成在灰岩与岩体接触带并存在于下凹部位。ZK0803 号钻孔资料表明,在深度 100 多米的灰岩与花岗岩的接触带处见到砂卡岩,钻孔所揭示的地质现象与激电异常的反映基本吻合。综合以上分析,认为妹子垄测区深部存在较强的矿化活动现象,有一定的找矿潜力。

4 勘查效果及找矿模式

4.1 勘查效果

4.1.1 妹子垄测区 M2 磁异常

M2 异常区 08 号地质剖面横穿异常中部,针对该线高精度异常作了带地形二维反演,推断异常中心底部 200 m 以下存在具磁性的砂卡岩体或者矿脉,并引起地面磁测异常(图 4)。



1—第四系残坡积物;2—泥盆系上统余田桥组灰岩;3—泥盆系中统棋梓桥组大理岩;4—砂卡岩;5—钨矿脉;6—花岗岩;7—钻孔及编号

图4 东坡矿区08线M2磁异常反演推断剖面

此外,布置了4条激电测深剖面,进行了视电阻率和视极化率观测,视电阻率、视极化率异常位置与脉 M2 磁异常位置基本吻合。08 地质勘探线横穿异常中部,经 ZK0801 钻孔验证(图 5),孔深约 210 m 见锡矿 1 层、钨矿 2 层;孔深约 310 m 见钨矿 2 层、锡层 3 层,钨矿矿体最大厚度达 20 多米,WO₃ 平均品位 0.11%。在此异常南端的 ZK0001 钻孔中,孔深 130~220 m 为砂卡岩,在砂卡岩中见钨矿 4 层,

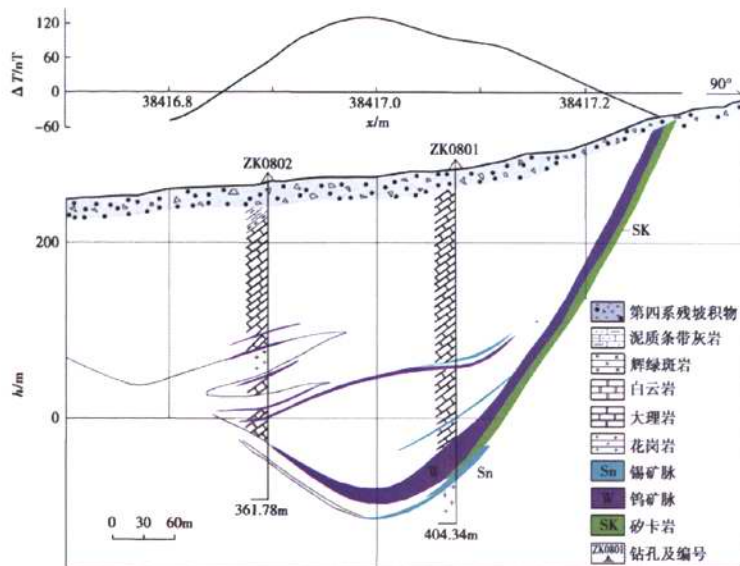


图5 东坡铅锌矿区妹子垄预测区08线综合剖面

总厚度达30多米, WO_3 平均品位约0.12%, 磁异常北端西侧的ZK1601钻孔中, 未见够品位的工业矿体, 168~215 m为砂卡岩和砂卡岩化大理岩, 岩石中普遍存在磁黄铁矿化, 并有磁黄铁矿化灰岩、磁黄铁矿化大理岩。钻探验证显示推断结果与验证情况基本吻合, 工业矿体及矿化带位置与M2磁异常位置吻合很好, 磁测找矿效果明显。

4.1.2 牛角垭—野鸡尾矿区东侧M9磁异常

F1断层主要分布于 Z_1s 地层中, 东侧为 D_2t^2 地层, M9异常与之对应。将232号线结合地质情况进行磁异常反演(图6), 推断东侧的磁性体向东倾斜,

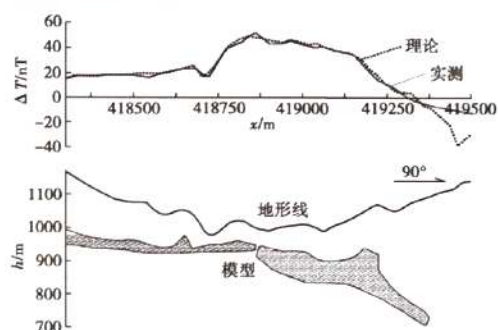


图6 东坡矿M9磁异常232线反演推断剖面

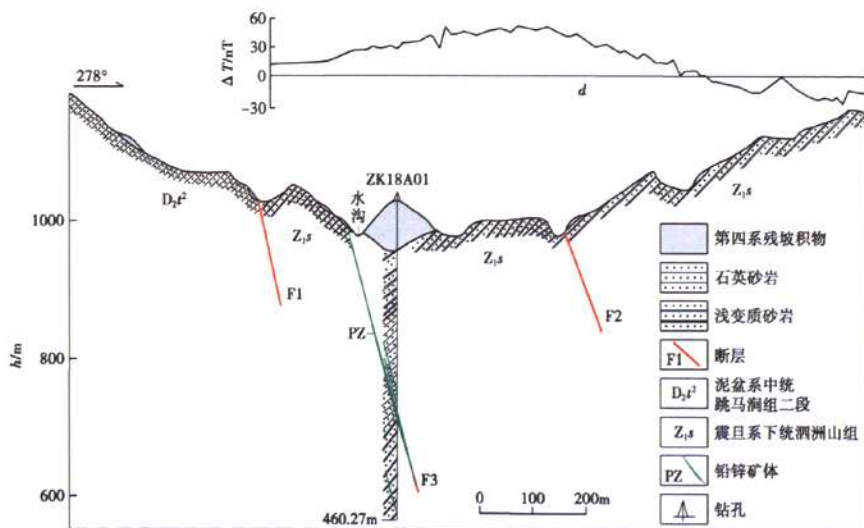


图7 东坡铅锌矿区M9磁异常牛角垭—野鸡尾18A线综合剖面

顶部埋深约 120 m;西侧磁性体埋深相对较深。为验证对 232 线的推断,在该异常北端又布置 18A 线综合地质剖面(图 7),使之穿过 ZK18A01(位于 M9 异常北端西缘)。该孔在 71.01 ~ 147.6 m 处,为浅变质砂岩,岩石节理裂隙发育,裂隙面上铁质浸染强;297.08 ~ 299.15 m 处,为辉绿玢岩;在 299.15 ~ 452.58 m 处,为浅变质石英砂岩,且在 310.69 ~ 317.09 m(厚 6.4 m)为铅锌矿化破碎带,黄铁矿化、铅锌矿化呈浸染状,局部呈团块状。磁参数测定表明,本区辉绿岩及变质砂岩有较强磁性,M9 异常由辉绿岩、变质砂岩和铅锌矿化破碎带引起。

4.2 地球物理化学找矿模式

从本次工作成果和区内地质成矿规律看出,在区内开展地球物理、地球化学寻找钨锡铅锌多金属矿床具有较好的前提条件。归纳总结出地球物理、地球化学找矿模式为“二低三高”。

二低是重力、视电阻率相对低。东坡铅锌矿与岩体密切相关,因此在选区上,必须选在反映岩体或隐伏岩体的重力低异常区;视电阻率低异常地段则往往是构造破碎带或砂卡岩带发育地段。

三高是指有较高强度的 ΔT 磁异常、视极化率 η_s 异常及 Pb、Zn、Ag、As 等异常带。岩浆侵入时,与碳酸盐岩相互间进行物质交换形成砂卡岩,携带有 Cu、Pb、Zn、Ag、Fe 等多种成矿元素,在有利的构造部位聚积形成矿体或蚀变矿化带。因此在构造蚀变带上就可以形成和观测到 ΔT 磁异常、 η_s 激电异常和地球化学 Pb、Zn 等元素异常。构造越有利,矿化蚀变活动越强, ΔT 磁异常、 η_s 异常及 Pb、Zn 异常的强度也就越高。在验证异常时,一定要选择 ΔT 磁异常、 η_s 异常及 Pb、Zn 异常明显的地段布置工程。

5 结语

东坡铅锌矿区地面高精度磁测全面反映了该区域面上各种磁异常情况,圈定的 ΔT 磁异常与区内钨锡铅锌多金属矿床的分布吻合较好,主要的几处异常经钻孔验证见矿效果较好。应进一步结合地质、化探情况,开展深部物探工作,为准确定位和定量解释提供资料,可缩小靶区减少空孔漏孔机率,节省资源。同时在矿区外围发现了较好的磁异常,通过资料的研究分析及异常解释,对该区部分区段进行成矿预测,矿区外围磁异常明显地段应是区内今后找矿的有利部位,千里山花岗岩体的西北面 M1、M8、M10、M11 和东面 M9 磁异常具有较好的找矿前景。

参考文献:

- [1] 秦葆瑚. 高精度磁测方法指南[J]. 湖南地质, 1991(增刊 5).
- [2] 管志宁. 我国磁法勘探的研究与进展[J]. 地球物理学报, 1997, 40: 299 ~ 307.
- [3] 张立军. 发挥高精度磁测作用的几个实例[J]. 地球与资源, 2001, 10(3): 184 ~ 189.
- [4] 李金铭. 激发极化法方法技术指南[M]. 北京:地质出版社, 2004.
- [5] 张胜业, 潘玉玲. 应用地球物理学原理[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 2004.
- [6] 程志平. 电法勘探教程[M]. 北京:冶金工业出版社, 2007.
- [7] 刘瑞德, 黄力军, 杨进. 综合电法在有色金属矿产勘查中的应用实例[J]. 物探与化探, 2006, 30(4): 322 ~ 325.
- [8] 苑守成, 陈达, 罗先中. 激电测深勘查效果的对比分析[J]. 物探与化探, 2006, 30(6): 529 ~ 532.
- [9] 匡耀求. 试论千里山岩体地球化学特征及其与东坡矿田锡矿的关系[J]. 湖南地质, 1986, 5(2): 26 ~ 33.
- [10] 朱正书, 徐克勤, 朱金初. 野鸡尾斑岩锡矿床的地质特征及找矿意义[J]. 地质找矿论丛, 1990(2): 1 ~ 11.
- [11] 蔡新华, 张怡军, 徐惠长. 柿竹园钨锡钼秘多金属矿深部铅锌找矿潜力分析[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 29 ~ 32.

CHARACTERISTICS OF GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL ANOMALIES IN THE DONGPO LEAD-ZINC DEPOSIT OF HUNAN PROVINCE AND THEIR ROLE IN ORE-PROSPECTING WORK

GUO Hai¹, ZHANG Guo-hua¹, LEI Zhi-yuan², TAN Yong-yan¹, ZHOU Jin-hua¹

(1. Geological Survey Institute of South Hunan, Chenzhou 423000, China; 2. Crisis Mine Department of Ministry of Land and Resources, Changsha 410000, China)

- [8] 李广之,程同锦,汤玉平,等.物理吸附气的油气指示意义[J].石油与天然气地质,2006,27(5):689-695.
- [9] 张晓东,杨玉峰,殷进垠,等.松辽盆地昌德气田天然气成因及成藏模式[J].现代地质,2000,14(2):203-208.
- [10] 蔡忠.利用标准层声波时差异常法确定断层位置[J].石油大学学报,1999,23(1):574-584.

THE PETROLEUM GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF SOLUBLE CATIONS IN NEAR-SURFACE SOIL

LI Guang-zhi¹, CHEN Yin-jie², YIN Hong-jun¹, XUAN Hai-bo¹

(1. Hefei Training and Testing Center of Assets Management Co., Ltd., China Petrochemical Corporation, Hefei 230022, China; 2. Wuxi Research Institute of Experimental Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi 214151, China)

Abstract: During the formation of oil-gas and migration process, some soluble trace elements in the sedimentary organic matter will be separated and dissolved in the associated water. Some soluble trace elements in oilfield water and crude oil will dissolve in water and migrate with water to the near-surface place. Through analyzing variation of soluble anions in near-surface soil, we can track the oil-gas information underlying strata. A study of variation of near-surface soluble anions in the Xinchang gas field, Changde gas field and Pingfangwang oil field show that soluble anions in oilfield water mainly migrate in the form of water carriers, the upward migration passage of oilfield water determines the anomaly shape and pattern at the top of oil and gas reservoirs, and soluble anions have a certain indication significance for oil and gas reservoirs in the underlying strata.

Key words: near-surface soil; organic matter; trace elements; soluble anions; petroleum significance

作者简介:李广之(1970-),男,安徽长丰人,高级工程师,主要从事油气地球化学基础理论、技术方法应用及实验分析技术的研究工作。

上接 197 页

Abstract: Despite the existence of abundant ore resources in Dongpo, the proved lead-zinc reserves have begun to be exhausted after years of exploitation. As an assistant means in geological investigation, the method of high ground resolution magnetic measurement was put into practice mainly in potential surveying areas, followed by IP sounding method. High resolution magnetic scanning led to the discovery of 22 magnetic ΔT anomalies mainly along the contact zone of the Qianli Mountain. An analysis of geological conditions and geophysical-geochemical data revealed three remarkable anomaly zones, namely Yeijiwei-Niujiaolong, Meizilong and Shexingping-Tangzhashui. Drilling work in Meizilong area with strong M2 magnetic anomaly disclosed that the thickness of the mineralization is 10.86 ~ 32 m, suggesting a large-size skarn deposit with abundant Wu, Sn polymetallic resources. In Niujiaolong area with strong M9 anomaly, the thickness of the lead and zinc mineralized shatter zone reaches 6.4 m. Consequently, a geophysical-geochemical prospecting model in this region was built up, characterized by "two-lows and three-highs". The two-lows are the low apparent resistivity and gravity; whereas the three-highs refer to high ΔT , high apparent polarization and high amount of chemical substances (Pb, Zn, Ag, As, etc) in the earth. As there exists close relation between the Dongpo lead-zinc ore deposit and its surrounding structures, the selection of the survey areas must be based on rocks or underlying structures with strong responses to low gravity and low apparent resistivity. These areas are usually structural shatter zones or skarn zones.

Key words: geophysical-geochemical anomaly; prospecting model; high resolution magnetic measurement; IP sounding; Dongpo

作者简介:郭海(1984-),男,贵州省大方县人,助理工程师。2008年毕业于桂林工学院勘查技术与工程专业,长期从事物化探野外工作。