

频率域激发极化法在西藏哈拉山铅锌矿区的应用

朱朝吉,周肇武,王智茂
(青海省有色地质矿产勘查院,青海 西宁 810007)

摘 要 哈拉山铅锌矿床属高锌高氧化矿,矿区海拔高度 4300 m 以上. 矿体赋存在断裂构造带内的次级构造破碎带中. 区内岩性较为简单,矿体与围岩有一定的电性差异,通过频率域激电测量,圈定出低缓视幅频率 (F) 异常,经综合分析推测为矿异常. 经工程揭露,圈定出数条高氧化铅锌矿体. 说明在一定的地质环境下,频率域激电法对寻找氧化矿有较明显的效果.
关键词 频率域激电 地球物理特征 低缓异常 铅锌氧化矿 西藏

哈拉山铅锌矿位于西藏昌都地区. 该区海拔 4200 ~ 5100 m,地形切割剧烈,山高沟深,属高山峡谷地貌,雨水充沛,植被发育,为高原大陆性气候. 2003 年青海省有色地勘局在踏勘过程中发现铅锌矿(化)转石. 对拣块样分析发现铅锌品位较高. 2004 年开始在该地区展开地质调查工作. 经过近 3 年的地质和物探工作,初步探明其为中型的铅锌(高氧化)矿床. 该矿床在勘查过程中,根据矿体与其他电性层之间存在电性差异的特征,利用 1:1 万激电(偶极)剖面测量,圈定出了低幅频率异常. 通过对异常进行山地工程验证,确定为矿异常. 这不仅为在高山、高寒、高海拔地区利用轻便、稳定、灵敏度高、抗干扰能力强、受地形影响小^[1]的频率域激电仪直接或间接找矿积累了经验,同时也说明在一定的地质环境和地球物理条件下,频率域激电法在寻找铅锌氧化矿方面具有一定的效果.

1 区域地质概况
该区位于“三江”成矿带,类乌齐-左贡成矿带北端,金沙江-哀牢山板段带南西侧,怒江和澜沧江两条古板块缝合带之间,横跨羌塘-唐古拉-保山板段和喀拉昆仑-开心岭-昌都板段的一部分,区域上呈狭长的块体,为澜沧江结合带闭合后形成的拗陷盆地. 分布的地层主要有三叠系上统和侏罗系中统(见表 1). 该成矿带中金属矿产有锡矿、铅锌矿及锡、钨、银、金等 27 处之多,非金属矿产有煤、菱镁矿、石膏等.
区内构造复杂,岩浆活动频繁,成矿地质条件优越. 矿(床)点一般都分布在断裂带内的次级构造破碎带中.
本区发育各种构造形迹,构造运动形成的各种断裂、孔隙、空洞是热液运移的通道及成矿物质堆积的场所. 热液通过与岩石的相互作用,以充填或沉积的方式将有用组分聚集起来,在有利的容矿空间富集成矿.

表 1 哈拉山铅锌矿区域地层特征简表
Table 1 Regional stratigraphy in the Halashan lead-zinc ore field

系	统	地层名称	代号	厚度/ m	岩 性 描 述
第四系	全新统		Q	0 ~ 50	残、坡积,冲积砂砾层、黏土及腐殖层
侏罗系	中统	雁石坪群第一组	J _{2s} ¹	>1000	紫红、灰绿、灰色砂岩、页岩、砾岩、砾屑灰岩夹灰岩、白云岩
三叠系	上统	桑多组中段	T _{3s} ²	1394	灰、深灰色板岩夹变质石英砂岩
三叠系	上统	桑多组下段	T _{3s} ¹	>1225	灰、深灰色板岩与变质石英砂岩互层夹灰岩、砾岩
三叠系	上统	甲丕拉组上段	T _{3j} ³	>1500	紫红色泥质岩、粉砂岩,灰色、灰绿色长石石英砂岩、灰岩,少量砾屑灰岩
三叠系	上统	甲丕拉组中段	T _{3j} ²	>1800	灰色泥晶灰岩、白云质灰岩、少量粉砂岩、页岩

2 矿床地质及地球物理特征

2.1 矿区地质特征

矿区出露地层为上三叠统甲丕拉组和第四系。甲丕拉组中段地层与上覆地层甲丕拉组上段呈断层接触。中段岩性主要为灰色泥晶粒屑灰岩、灰色亮晶粒屑灰岩。上段岩性为灰色泥晶灰岩、灰色亮晶灰岩。上下段岩性均为主要的含矿岩性。第四系一般分布在沟谷、矿区南部及西部断层附近。第四系残坡积、冲积砾石、砂发育,最厚可达 12 m。

矿区构造以断层为主,褶皱构造不发育,整体为单斜构造,总体倾向南西,倾角 55~75°,部分地段发育小规模次级褶曲。其中位于 F_1 断层北东部的 FP_1 、 FP_2 和 FP_3 断层破碎带是矿区控矿和容矿构造。该断层破碎带产于甲丕拉组中段灰岩中(图 1)。区内岩浆岩不发育,只在矿区北东部约 2 km 处有少量花岗斑岩脉。

2.2 矿区地球物理特征

2.2.1 岩矿石的物性特征

矿区分布较广的岩性主要有灰岩、砂岩和板岩,矿石有铅锌氧化矿和少量的原生铅锌矿。岩矿石电性参数测定结果见表 2。

从电性参数测定结果来看,矿区内的灰岩、砂岩及板岩的幅频率(F)一般都小于 1%,而视电阻率(ρ)均大于 $2 \times 10^3 \Omega \cdot m$,呈高阻低极化特征。铅锌原生矿的幅频率(F)较高,视电阻率(ρ)则较低,呈低阻高极化特征;铅锌氧化矿的 F_s 高于围岩低于原生矿。矿体与围岩有较明显的电性差异。矿区岩性较为简单,无碳质、黄铁矿化等干扰体,因而能引起 F_s 异常的只有铅锌氧化(原生)矿石。因此,本区具有利用激电法找矿的地球物理前提。

2.2.2 激电异常特征

矿区激电法所用仪器为 SQ-3C 频率域激电仪,采

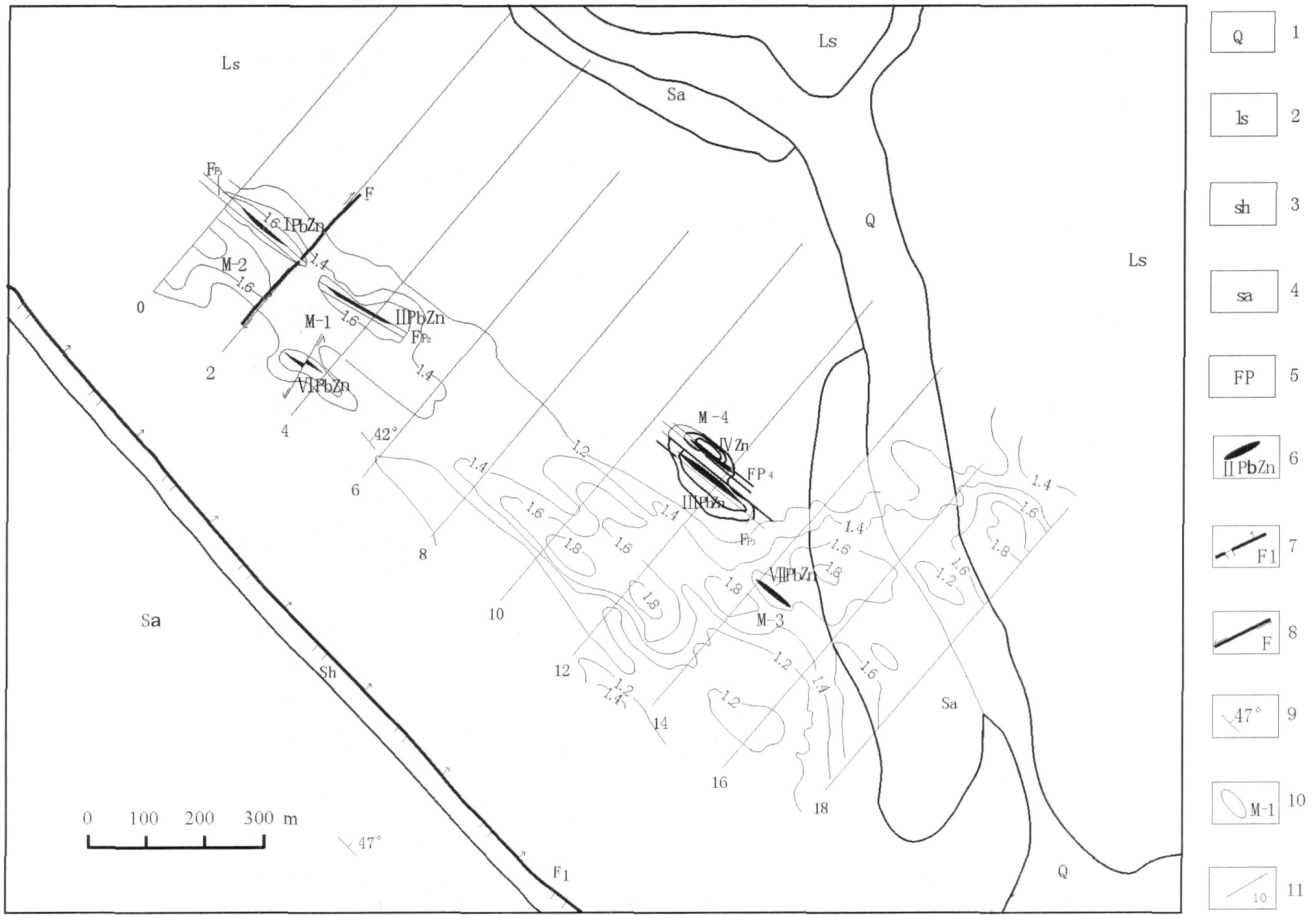


图 1 哈拉山铅锌矿综合地质图

Fig. 1 Geologic map of the Halashan Pb-Zn deposit

1—第四系(Quaternary);2—灰白色亮晶粒屑灰岩(gray sparite limestone);3—页岩(shale);4—紫红色长石石英砂岩(purple feldspar quartz sandstone);5—断层破碎带(fracture belt);6—铅锌矿体及编号(Pb-Zn ore body and number);7—逆断层(reverse fault);8—平移断层(strike-slip fault);9—地层产状(occurrence of stratum);10—激电 F_s 等值线及异常编号(isopleth of F_s value and anomaly number);11—激电剖面位置及编号(measurement section and number)

表 2 哈拉山铅锌矿岩矿石电性参数表

Table 2 Electrical parameters of the rock and ore in the Halashan Pb-Zn deposit

岩(矿)石名称	块数	F_s 变化范围	F_s 几何平均值	ρ_s 变化范围	ρ_s 算术平均值
铅锌原生矿	18	1.2~23.4	13.17	179~1086	263
铅锌氧化矿	21	0.8~4.1	1.62	439~3296	1897
灰岩	19	0.2~1.3	0.52	1871~10000	3658
砂岩	9	0.4~1.48	0.96	962~5260	2541
板岩	45	0.3~1.23	0.68	135~10000	2015

数值单位 F_s 为%, ρ_s 为 Ωm .

用偶极装置 ($a = 40\text{ m}$, $n = 2$) . 通过对矿区部分地段进行剖面测量 (剖面方位 40° , 间距为 80 m , 控制范围为 $1.4\text{ km} \times 800\text{ m}$) , 以 $F_s \geq 1.2\%$ 为异常下限, 圈出激电异常如图 1. 异常整体呈北西向展布, 呈似条带状, 与矿区构造带 (F) 方向基本一致. 依据电性特征及异常部位的地质现象, 结合该地区拉拢拉铅锌矿、多吉南铅锌矿及赵发涌氧化锌矿的激电 F_s 异常特征, 推测本区 $F_s \geq 1.4\%$ 的异常可能为矿异常. 现将已经验证为矿异常的异常简述如下.

M-1 异常位于 7 剖面北西部. 由 3 个次级异常 (以 $F_s = 1.6\%$ 圈定) 组成, 异常强度不高, $F_{s\text{max}}$ 为 2.1% , ρ_s 较低, 一般在 $1 \times 10^3\text{ }\Omega\text{ m}$ 以内, 可视为相对“低阻高极化”异常^[2]. F_s 异常强度虽然不高, 但经工程 (槽探和坑探) 揭露, 划分出了 3 条矿体, 即 I、II 和 VI 号 Pb-Zn 矿体 (图 1) .

M-2 异常位于 0~2 勘探线之间, 向北西尚未完全封闭, 沿走向长大于 100 m , 宽 40 m 左右. 经坑探揭露异常体为 Pb-Zn 矿, 即 V 号 Pb-Zn 矿体.

M-3 异常范围较大, 由数个次级异常组成, 南东部异常尚未完全封闭. 异常形态各异, 宽窄不一, 说明异常体赋存形态较复杂. 经对部分异常进行地表槽探揭露, 证实异常系由 Pb-Zn 氧化矿所致, VII 号 Pb-Zn 矿带分布于该异常中.

M-4 异常由 2 个相互平行的似条带状异常组成, 以 $F_s = 1.4\%$ 圈定, 长 $100 \sim 160\text{ m}$, 宽 20 m 左右, $F_{s\text{max}}$ 为 1.8% , 异常区所对应的 ρ_s 呈低阻, 推测引起该异常的地质体为铅锌氧化矿体. 经地表槽探揭露为 2 条矿体, 即 III 号 Pb-Zn 矿和 IV 号 Zn 矿体.

从 12 号剖面图 (图 2) 可以看出, 在 $30 \sim 34$ 号点之间有一宽 30 m 左右、 F_s 峰值为 1.8% 的异常, 异常呈低阻高激化特征, 左侧梯度稍大于右侧. 推测该异常由埋深不大、倾向北东的铅锌矿体所致. 经槽探和坑探验证, 发现 III 号 Pb-Zn 和 IV 号 Zn 矿体.

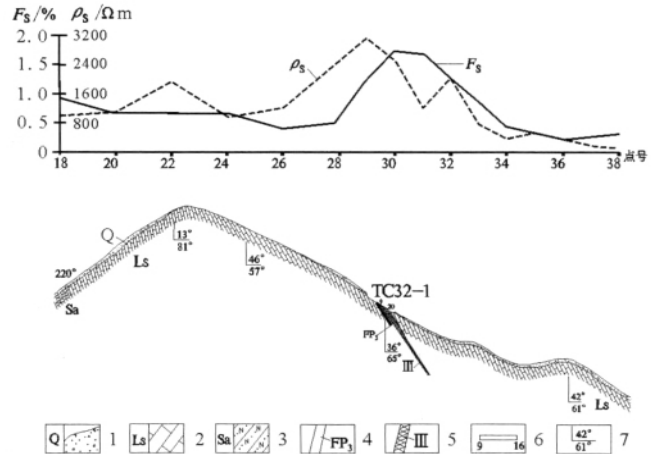


图 2 哈拉山铅锌矿区 12 线综合剖面图

Fig. 2 Profile along the prospecting Line 12 in the Halashan Pb-Zn ore field

1—第四系植被、残坡积物 (Quaternary); 2—灰色、灰白色亮晶粒屑灰岩 (gray sparite limestone); 3—紫红色长石石英砂岩 (purple feldspar quartz sandstone); 4—破碎带及编号 (fracture belt and number); 5—矿体 (ore body); 6—取样位置及编号 (sampling position and number); 7—岩层产状 (occurrence of stratum)

从矿体特征来看, 区内矿体普遍含锌高而含铅较低, 近地表矿石均为氧化矿, 氧化深度可达 100 m 左右, 原生矿石呈块状、似层状包裹在氧化矿中, 且 Zn 品位明显大于 Pb 品位.

矿石结构主要为骨架状结构、纤维状结构、胶状及带状结构. 构造主要为肾状构造、葡萄状构造、钟乳状构造、皮壳状构造、多孔状构造及土状构造. 矿石矿物成分主要为菱锌矿、白铅矿、铅钒、褐铁矿、硫酸铅、铅铁矾、方铅矿、闪锌矿. 脉石矿物成分主要为方解石, 少量白云石、石英、石膏及黏土矿物等. 矿体围岩蚀变主要为碳酸盐化、黄铁矿化 (已氧化为褐铁矿), 二者均与铅锌矿化关系密切. 矿化较强地段, 围岩蚀变较强, 褐铁矿化相对集中. 矿体与围岩界线不甚明显.

工程验证结果与物探推测基本一致, $F_s \geq 1.6\%$ 的等值线基本控制了矿体的范围.

3 结束语

哈拉山地区铅锌矿属高锌、高氧化矿床, 地表矿化带肉眼难以识别. 物探频率域激电方法在矿床发现中起到了积极的作用. 矿床 F_s 幅值较低, 原因是铅锌原生矿被高度氧化的外壳所包裹, 在其被激发极化的过程中电化学反应较弱所致.

区内激电测量圈定的异常以相对高激化低电阻率为特征, 异常展布与控矿构造及矿化蚀变带相吻合. 由

于矿体氧化程度较高,大部分原生矿被氧化矿所包裹。对类似地区低缓激电异常的解释必须结合地质背景等综合方法进行分析,才能取得良好的效果。

哈拉山铅锌矿频率域激电法成功应用,不仅体现了频率域激电偶极装置具有对极化体形状和产状分辨能力及对覆盖层的穿透能力较强等优点^[3],实现了本区找矿的新突破,同时也为今后在复杂地形和交通

不便地区利用激电找矿积累了经验。

参考文献:

- [1] 何继善,等. 双频道激电法研究 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1989.
- [2] 蒙軫, 杜录平, 谢志峰. 甘肃省宕昌县代家庄铅锌矿的发现及物探化探找矿效果 [J]. 物探与化探, 2006, 30 (4): 498.
- [3] 李金铭. 激发极化方法技术指南 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.

THE APPLICATION OF FREQUENCY-DOMAIN INDUCED POLARIZATION METHOD IN THE HALASHAN LEAD-ZINC ORE FIELD IN TIBET

ZHU Chao-ji, ZHOU Zhao-wu, WANG Zhi-mao

(Qinghai Institute of Geoexploration for Non-ferrous Metals, Xining 810007, China)

Abstract : The Halashan lead-zinc deposit contains high-Zn ore with high oxidation. The altitude of the ore field is above 4300 m. The ore bodies are controlled by the secondary structures of the major fault belt. The rocks in the deposit are lithologically simple. The electrical features of the ore bodies are different from those of the wallrocks. By measurement of frequency-domain induced polarization method, small-amplitude low-gradient anomalies of frequency (F) are delineated. Analysis shows that they are anomalies related to mineralization. With geological projects, several highly oxidized Pb-Zn ore bodies are found. This method is therefore verified to be effective in searching such ore at similar situation.

Key words : frequency-domain induced polarization; geophysical feature; small-amplitude low-gradient anomaly; oxidized lead-zinc deposit; Tibet

作者简介 : 朱朝吉 (1962—), 男, 青海省乐都县人, 物探工程师, 1981 年毕业于长春冶金地质学校物探专业, 长期从事固体矿产物探勘查工作, 通信地址 青海省西宁市建国路勤奋巷 62 号 青海省有色矿勘院, 邮政编码 810007, E-mail// qhxnzhuchaoji@126.com

(上接第 62 页 / continued from Page 62)

RESEARCH ON THE MICRO-MORPHOLOGY OF QUARTZ FROM FAULT GOUGES IN ZHUYING-GONGDA FAULT, SICHUAN PROVINCE

ZHU Xue-qiang, WU De-chao

(College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract : Gouge is an information carrier for fault activity. The date of the fault activity can be identified by observation of the micro-morphologic characteristics of quartz in the gouges. In this paper, the dissolved micro-morphology of quartz, which are collected from the gouge of the Zhuying-Gongda fault belt in Sichuan Province, are observed and statistically analyzed by SEM. The result shows that the dissolved micro-morphology is not complicated. Comparing it with the diagram by Kanaori Y et al, it is indicated that the fault activity time was of Middle Pleistocene. This analysis is consistent with the dating value of the fault by ESR.

Key words : Zhuying-Gongda fault; gouge; quartz; dissolved micro-morphology; activity of fault; Sichuan Province

作者简介 : 朱学强 (1983—), 男, 吉林人, 成都理工大学构造地质学专业硕士研究生, 通信地址 成都理工大学地球科学学院 514 室, 邮政编码 610059, E-mail// dongbeiqiang1983@163.com