

激发极化法在桃坪山铅锌矿区的应用效果^①

黄仙珊

(福建省第八地质大队, 龙岩, 364012)

摘要 桃坪山铅锌矿区的激电异常反映好且范围大, 并有一定的规律, 以地质特征与物性特征为前提, 通过对构造带及探槽、钻孔工程揭露的矿(化)体部位的激电异常特征的分析, 认为该区低阻高极化的激电异常是一个有效的找矿标志, 提出继续增加激电工作和对部分激电异常进行工程验证的建议。

关键词 激电异常 低阻高极化 铅锌矿(化)体 连城桃坪山

福建省连城县桃坪山铅锌矿找矿工作始于 2002 年 4 月, 由福建省第八地质大队在该区开展地质普查工作, 至 2003 年 12 月发现了 I、II 号矿(化)体, 但对 I、II 号矿(化)体走向、倾向均未得到系统控制, 对 I、II 号矿(化)体未能进行地表系统的揭露, 尤其是深部工程验证比较盲目, 需进一步做地质工作。

2004 年 5 月, 根据地质普查工作的需要, 投入了物探激电测量(剖面测量和测深测量)工作, 激电异常的特点是异常反映好面积大, 且尚未闭合, 据激电测量成果, 扩大了 I、II 号矿(化)体延伸长度和宽度, 矿(化)带具有一定的规模。2005 年 10 月, 在已有的激电异常区外增加激电测量工作量, 激电异常的面积继续扩大, 激电测深异常反映好。通过探槽和钻孔等工程揭露, I 号、II 号矿(化)带沿着倾向、走向不断地扩大, 使该区铅锌矿(化)带成为具一定规模的铅锌矿区, 同时发现 III 号矿(化)带。

1 矿区地质概况

1.1 地层与含矿层位

矿区内出露地层有早二叠世童子岩组、早三叠世溪口组下段、晚侏罗世下渡组(图 1)。

早二叠世童子岩组: 主要分布于矿区东北部, 岩性为一套海陆交互相沉积的灰、灰白色粉砂岩、泥岩夹石英细砂岩。

早三叠世溪口组下段: 主要分布于矿区北部、西部, 区内出露的主要岩性为以灰色变质石英砂岩、灰黑色变质钙质粉砂岩、条带状透辉石石英角岩、石英透辉石角岩为主, 夹少量透辉石石榴石砂卡岩、石榴石砂卡岩透镜体, 为铅锌多金属矿的主要赋矿层位。

晚侏罗世下渡组: 主要分布于矿区的南部、东部, 岩性为一套灰色流纹质晶屑凝灰熔岩、凝灰岩、火山集块岩夹粉砂岩、泥质粉砂岩等。

① 收稿日期: 2006-06-29

作者简介: 黄仙珊(1960), 男, 助理工程师, 物探专业。

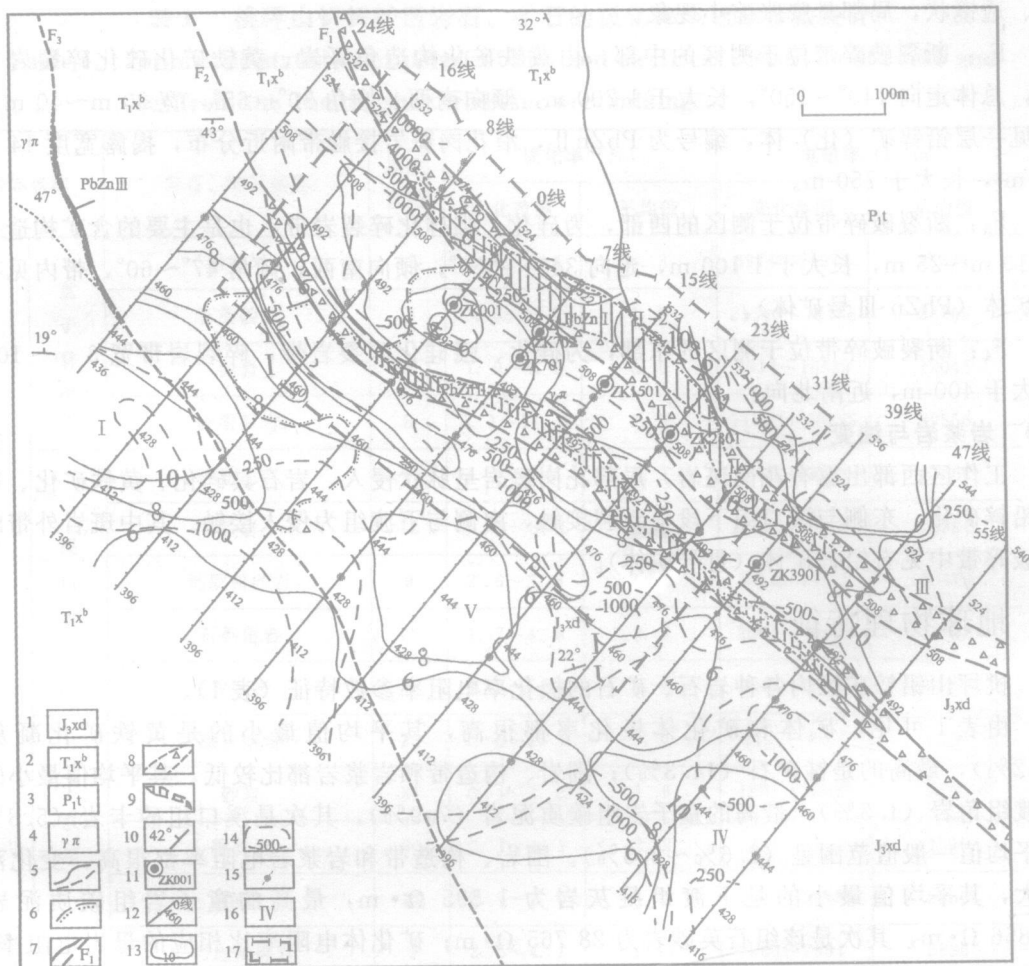


图 1 桃坪山铅锌矿区视极化率视电阻率等值线、地质综合平面图

Fig 1 Integrative plan view showing the geology and the isolines of apparent polarizability and apparent resistivity in the Taopingshan lead zinc ores mining

1—侏罗系上统下渡组; 2—三叠系下统溪口组上段; 3—二叠系下统童子岩组; 4—花岗斑岩; 5—实测、推测地质界线; 6—不整合地质界线; 7—实测、推测断层及编号; 8—构造破碎带; 9—铅锌矿体及编号; 10—地层产状; 11—完工钻孔及编号; 12—激电中梯测量测点及测线号 (AB500 m, MN20 m); 13—视极化率等值线 (%); 14—视电阻率等值线 ($\Omega \cdot m$); 15—激电测深点; 16—激电异常编号; 17—2004 年激电测量区域

1.2 构造与矿化

区内构造主要有北西向 F_1 、 F_2 、 F_3 断裂破碎带和近南北向 F_4 断裂破碎带。其中 F_1 、 F_2 、 F_3 断裂破碎带大致呈平行排列分布, 为区内主要含矿、控矿构造。

F_1 : 断裂破碎带位于测区的中部, 由褐铁矿化、黄铁矿化构造角砾岩、黄铁矿化硅化碎裂岩等组成, 带宽 20 m~ 90 m, 长大于 1 200 m, 走向 $130^\circ \sim 150^\circ$, 倾向南西, 倾角 $50^\circ \sim 65^\circ$ 。带内见有铅锌矿 (化) 体, 编号为 PbZn I, 铅锌矿 (化) 体沿 F_1 断裂带及其花岗斑岩接触带附近分布, 长大于 800 m, 往南东产状较陡, 带内见多个铅锌矿体, 形态呈似层

状、透镜状, 局部具膨胀缩小现象。

F₂: 断裂破碎带位于测区的中部, 由黄铁矿化构造角砾岩、黄铁矿化硅化碎裂岩等组成, 总体走向 140°~150°, 长大于 1 200 m, 倾向南西, 倾角 50°~65°, 宽 20 m~40 m。带内见一层铅锌矿(化)体, 编号为 PbZn II, 沿花岗斑岩接触带附近分布, 揭露宽度 14 m~35 m, 长大于 750 m。

F₃: 断裂破碎带位于测区的西部, 为硅化、强硅化碎裂岩带, 也是主要的含矿构造, 带宽 10 m~25 m, 长大于 1 100 m, 走向 340°~350°, 倾向南西, 倾角 47°~60°, 带内见有铅锌矿体 (PbZn III号矿体)。

F₄: 断裂破碎带位于测区的东部, 为硅化、强硅化碎裂岩带, 碎裂岩带宽 3 m~10 m, 长大于 400 m, 近南北向。

1.3 岩浆岩与蚀变

工作区西部出露有花岗斑岩, 局部花岗斑岩呈脉状侵入, 岩石具硅化、黄铁矿化、局部具铅锌矿化。东侧与溪口组下段呈断裂接触, 南侧与下渡组为侵入接触。其中斑岩外带的断裂破碎带中见有铅锌矿体 (III号矿体)。

2 地球物理特征

桃坪山铅锌矿区内各种岩石、矿石的极化率电阻率参数特征 (表 1)。

由表 1 可见, 矿体和矿化体极化率都很高, 其平均值最小的是黄铁矿化凝灰岩 (6.2%), 最高的是锰矿石 (14.3%); 围岩、构造带和岩浆岩都较低, 其平均值最小的是下渡组角砾岩 (1.3%), 最高的童子岩组碳质泥岩 (7.9%), 其次是溪口组砂卡岩 (5.8%), 其平均值一般值范围是 (2.6%~3.5%)。围岩、构造带和岩浆岩电阻率都很高, 变化范围很大, 其平均值最小的是下渡组凝灰岩为 1 595 Ω·m, 最高的童子岩组碳质泥岩为 29 856 Ω·m, 其次是该组石英砂岩为 28 765 Ω·m; 矿化体电阻率比相应的母岩电阻率低, 变化范围也相对小, 其平均值最小的是黄铁矿化凝灰岩为 750 Ω·m, 最大的是黄铁矿化砂岩为 5 895 Ω·m; 矿体电阻率平均值均小于 50 Ω·m。从表 1 的资料分析中可得出如下特征:

(1) 矿体与围岩、构造带和岩浆岩存在着极化率、电阻率显著差异, 前者具有高极化率和低电阻率的特点, 即低阻高极化激电异常特征^[1]。

(2) 矿化体极化率也很高, 电阻率相对于矿体较高, 但相对于原岩为低阻, 故相对于未矿化的原岩来说, 矿化体也具有低阻高极化激电异常特征。

(3) 区内含碳质泥岩极化率较高, 但电阻率很高, 这个特征可以区分低阻高极化的激电异常。

总之, 矿体、矿化体具有低阻高极化的特征, 与没有矿化的围岩、构造带和岩浆岩有较大的电性差异, 而黄铁矿化与铅锌矿(化)体关系密切, 黄铁矿化主要分布在构造带及铅锌矿(化)体顶板, 因此, 该区具有应用地球物理找矿前提和找矿意义。

表 1 桃坪山铅锌矿区岩石、矿石的极化率电阻率参数统计

Table 1 Parametric statistics of polarizability and electrical resistivity of rocks and ores from the Taopingshan lead-zinc ores mining

岩体名称	岩石、矿石名称	测定块数	极化率 (%)		电阻率 ($\Omega \cdot m$)		
			变化范围	平均值	变化范围	平均值	
围岩	童子岩组	粉砂岩	15	2.4~5.5	4.3	6974~24911	15371
		石英砂岩	11	0.8~2.7	1.9	21546~75466	28765
		泥岩	18	1.9~4.2	3.5	3919~16523	12045
		碳质泥岩	5	5.1~11.8	7.9	11692~66235	29856
	溪口组	钙质泥岩	9	1.4~3.1	1.7	2678~34520	17666
		砂岩	12	2.8~3.1	3.0	12565~30671	18591
		钙质粉砂岩	9	2.6~3.3	2.9	3512~41912	20476
		石英角岩	22	1.7~4.8	2.7	2564~40561	14722
		砂卡岩	5	4.5~5.8	5.8	3542~10089	6875
	下渡组	凝灰熔岩	25	1.8~5.8	3.7	1125~8845	2135
		砂岩	31	0.4~2.8	1.6	1687~15689	5639
		凝灰岩	30	0.7~4.1	2.2	458~2202	1595
		角岩	24	0.7~2.0	1.3	1081~30485	9866
	构造带	构造角砾岩	9	2.5~4.2	3.2	964~7584	5896
构造碎裂岩		5	1.9~3.9	3.1	1596~9685	7787	
岩浆岩	花岗斑岩	8	1.1~3.7	2.6	1088~6287	3542	
矿化体	黄铁矿化构造角砾岩	5	2.5~8.9	6.8	568~19785	4512	
	黄铁矿化砂岩	7	6.3~12.1	9.5	1254~13452	5895	
	黄铁矿化花岗斑岩	10	3.9~11.2	7.6	925~7052	3008	
	黄铁矿化凝灰岩	8	5.0~7.2	6.2	145~1540	750	
	黄铁矿化角岩	14	11.0~18.8	14.0	869~5214	2486	
	铅锌矿化砂卡岩	9	3.7~17.1	7.8	558~8874	1979	
矿体	锰矿石	5	6.6~23.2	14.3	0.1~95	35	
	铅锌矿石	16	5.4~18.9	12.0	5~145	49	

3 应用效果分析

3.1 区内激电异常特征与地质关系

根据电性参数的测定, 结合激电测量成果, 确定视极化率值 (η_a) 6% 为该区内激电异常的下限, 确定视电阻率值 (ρ_a) 小于 $700 \Omega \cdot m$ 作为低阻。从等值线图上可见, 区内的激电异常特点是 η_a 为 6% 等值线的异常分布范围大, 异常连成一片, 走向大致北西, 尤其是 F_1 、 F_2 含铅锌矿(化) 断裂破碎带及其附近的激电异常特点是视极化率值高, η_a 为 8% 以上, 视电阻率值较低, ρ_a 小于 $700 \Omega \cdot m$, 即低阻高极化特征。

II 号激电异常 位于测区的中部, 在 15 线、23 线、31 线北东段, η_a 为 8.0% 的等值线范围较大, 为 10.0% 的等值线又分为 (II-1, II-2, II-3) 3 个异常。

II-1 异常: 长约 200 m, 宽约 100 m, 呈扁平椭圆形, η_a 一般为 10.0%~11.0%, 最大 19.9%。 ρ_a 一般为 $250 \Omega \cdot m$ ~ $500 \Omega \cdot m$, 最低为 $135 \Omega \cdot m$, 异常呈低阻高极化特征。

II-2 异常: 长约 180 m, 宽 50 m~80 m, 北东方向未闭合, 形状不规则, η_a 一般为 10.5%~11.5%, 最大 15.1%。 ρ_a 一般为 $200 \Omega \cdot m$ ~ $300 \Omega \cdot m$, 最低 $178 \Omega \cdot m$, 异常也呈低阻高极化特征。

II-3 异常: 范围较小, 长约 50 m, 宽 30 m, η_a 一般为 10.0%, ρ_a 一般为 $400 \Omega \cdot m$, 异常呈低阻高极化特征。

II-1 异常落在 F_2 断裂破碎带上, η_a 最高值附近出露 PbZn II 矿体; II-2、II-3 异常落在 F_1 破碎带上, η_a 较高值部位出露 PbZn I 矿体。II-1 异常区内 31 线 496 号点测深曲线显示, $AB/2=120 m$, 异常开始出现, 到 $AB/2=200 m$, η_a 最高为 9.4%; $AB/2=10 m$ ~ $60 m$, ρ_a 从 $5148 \Omega \cdot m$ 降至 $612 \Omega \cdot m$, 随 $AB/2$ 增大而继续下降, ρ_a 最低为 $323 \Omega \cdot m$ 。测深底部异常呈现出低阻高极化特征。

III 号激电异常 位于测区南东, 在 47 线、55 线的北东段, η_a 为 10% 的等值线长约 200 m, 宽约 80 m, 东南部均未闭合。 η_a 一般为 11.0%~13.0%, 最大 15.0%。 ρ_a 一般为 $150 \Omega \cdot m$ ~ $300 \Omega \cdot m$, 最低为 $139 \Omega \cdot m$, 异常呈低阻高极化特征。

该异常北东落在童子岩组, 南西落在下渡组, F_1 断裂破碎带从中部通过。异常区内施测了 3 个激电测深点, 47 线 508 号点测深曲线显示, $AB/2=200 m$ 以上, η_a 为 8.0%~9.0%, 对应的 ρ_a 较高, 为 $7992 \Omega \cdot m$ ~ $4101 \Omega \cdot m$, 异常显示高阻高极化特征; 深部 η_a 为 13.0% 左右, 对应 ρ_a 为 $725 \Omega \cdot m$ 左右, 异常转为低阻高极化特征。55 线 494 号点、512 号点测深异常情况同上相似。

区内还显示数条北西走向与 F_1 、 F_2 断裂破碎带矿化有关的长条状异常, 长度大, 宽度小, 异常的基本特征均为低阻高极化。

3.2 测深断面激电异常与地质关系

在 ZK2301 及附近施测 3 个测深点, 拟作的断面图 (图 2) 显示, 其浅部视极化率均未出现异常, 且视电阻率都比较高, ρ_a 大于 $1000 \Omega \cdot m$ 。深部视极化率都有异常反映, 504 号点, $AB/2=120 m$ 起, 异常开始出现并逐步升高, 最高在 $AB/2=200 m$ 时, η_a 为 8.2%; 508 号点, $AB/2=45 m$ 起, 异常开始出现并逐步升高, 最高在 $AB/2=150 m$ 时, η_a 为 11.1%; 500 号点, $AB/2=90 m$ 时接近异常, 在 $AB/2=200 m$ 时最高, η_a 为 10.8%。深

部视电阻率都较低, ρ_a 小于 $500 \Omega \cdot m$, 最低的为 $92 \Omega \cdot m$ 。总之, 深部异常呈现出低阻高极化特征。拟断面激电异常反映极化体的倾向南西, 倾角较陡。PbZn I 矿体倾向南西、倾角 $40^\circ \sim 65^\circ$, 往南东产状较陡, 故 23 线拟断面图反映的极化体的产状与 PbZn I 矿体的产状基本吻合 (图 3)。

3.3 剖面激电异常与地质关系

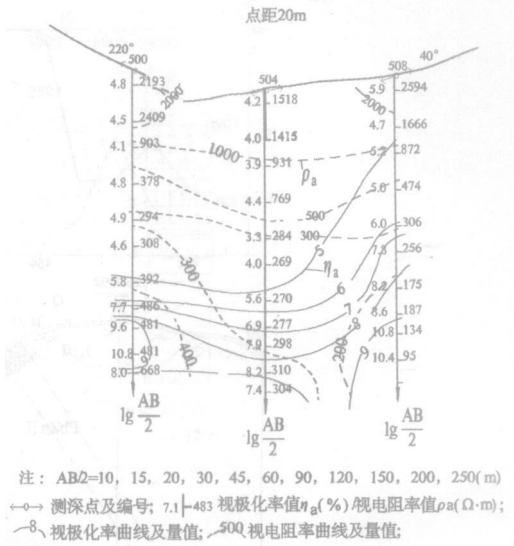
在测点 484~ 492 号, η_a 出现高峰异常, 最大达 19.9%, 是该区激电剖面测量的最高异常, ρ_a 此处出现低值, 为 $135 \Omega \cdot m \sim 249 \Omega \cdot m$, 异常呈现出典型的低阻高极化特征。该异常落在 F_2 构造破碎带和 PbZn II 矿 (化) 体中, 经地表探槽揭露, PbZn II 矿 (化) 体宽 22 m, Pb 品位 0.14%, Zn 品位 0.52%。

在测点 504~ 522 号, η_a 也出现高峰异常, 最大达 15.1%, ρ_a 此处较低, 为 $178 \Omega \cdot m \sim 214 \Omega \cdot m$, 异常呈现低阻高极化特征。该异常落在 F_1 构造破碎带和 PbZn I 矿 (化) 体中, 经地表探槽揭露, PbZn I 矿 (化) 体宽 21.2 m, Pb 品位 3.29%, Zn 品位 0.43%。ZK2301 揭露, PbZn I 矿 (化) 体累积视厚度 38 m, 品位比地表高。

在测点 524~ 532 号, η_a 未出现异常, 为 4.2%~ 5.1%, ρ_a 稍大些, 最大为 $610 \Omega \cdot m$, 地表出露岩性为童子岩组粉砂岩、泥岩夹石英砂岩。为矿 (化) 体围岩, 虽然视电阻率较低, 但没有出现低阻高极化特征, 这与矿 (化) 体部位出现的低阻高极化特征具有明显的差异。

3.4 测深激电异常与钻孔地质关系

从图 4 上看, $AB/2 = 30 m$ 以上, 极化率 (η_a) 为 4.7%~ 5.9%, 未达到异常下限, 电阻率 (ρ_a) 为 $511 \Omega \cdot m \sim 2594 \Omega \cdot m$, 阻值较高但呈下降状态, 钻孔资料分析, 孔深从地表到 19.5 m, 岩性为浮土和碎裂石英角岩; $AB/2 = 30 m$ 以下, η_a 逐渐上升, $AB/2 = 45 m$ 时为 6.7% 达到异常, ρ_a 继续下降为低阻 $236 \Omega \cdot m$, 对应的岩性从 19.5 m~ 38 m 为黄铁矿化石英角岩, 黄铁矿含量 3%~ 5%, 中间见一层厚 2 m 铅锌矿化。随着 $AB/2$ 增大, η_a 继续上升, 到 250 m 时最大, η_a 为 12.7%, ρ_a 也不断地下降至 $95 \Omega \cdot m$, 对应的岩性从 38 m~ 64 m 为晶屑凝灰岩, 其间穿插一层厚 4 m 黄铁矿化构造角砾岩; 岩性从 64 m~ 141 m 为角石化石英砂岩、花岗斑岩和砂卡岩等, 其间黄铁矿化、铅锌矿化和铅锌矿体交替出现, 越往底部矿化越强, 含量越高, 黄铁矿含量 5%~ 8%, 铅锌矿含量 3%~ 5%, 141 m 以下未见矿化。从上述的对应关系看出, 浅部没有矿化, η_a 未达到异常, ρ_a 阻值较高, 随着矿化出现和含量增大, η_a 出现异常并逐渐升高, ρ_a 逐渐下降为低阻, 异常显示典型的低阻高极化特征。



注: $AB/2=10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 200, 250(m)$
 —→ 测深点及编号; 7.1|—483 视极化率值 $\eta_a(\%)$ 视电阻率值 $\rho_a(\Omega \cdot m)$;
 —8— 视极化率曲线及量值; 50Q 视电阻率曲线及量值;

图 2 桃坪山铅锌矿区 23 线激电测深断面图

Fig 2 Cross section showing the logging results of induced polarization prospecting in the No 23 exploration line of the Taoping shan lead-zinc ores mining

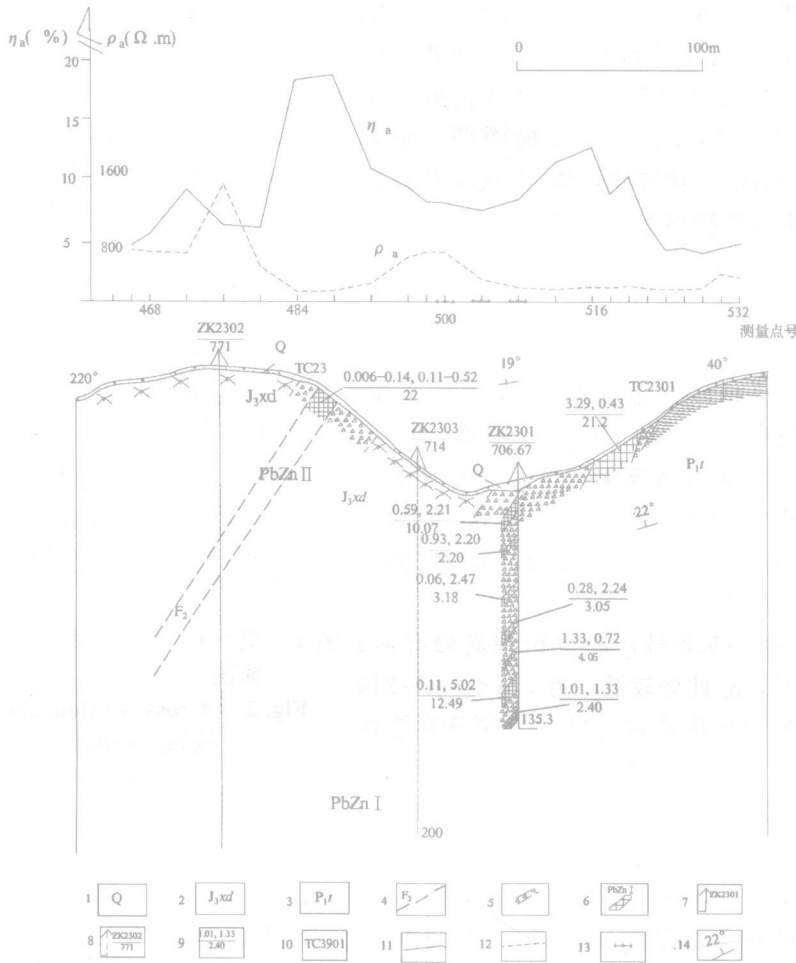


图 3 桃坪山铅锌矿区 23 线物探、地质综合剖面图

Fig 3 Composite profile of geophysical prospecting and geology in the No 23 exploration line of the Taopingshan lead-zinc ores mining

1—第四系；2—侏罗系上统下渡组；3—二叠系下统童子岩组；4—实、推测断层及编号；5—构造破碎带；6—铅锌矿体及编号；7—完工钻孔及编号（剖面）；8—设计钻孔及编号；9—矿体平均品位 Pb、Zn (%)；10—探槽编号；11—视极化率曲线；12—视电阻率曲线；13—测深点位置；14—地层产状

4 结语

(1) 从已有的探槽、钻孔等工程揭露显示，含铅锌（锰）矿（化）体或黄铁矿化破碎带的激电异常均以低阻高极化特征出现，黄铁矿化与铅锌矿（化）体有密切关系，因此，在该区低阻高极化的激电异常是一个有效的找矿标志。

(2) 矿区东部 II 号异常，为低阻高极化异常，异常面积大且尚未闭合，有向南东延伸的趋势，南东部 IV 号异常也具有 II 号异常的特征，根据上述论点和结合地质条件，推测异常将

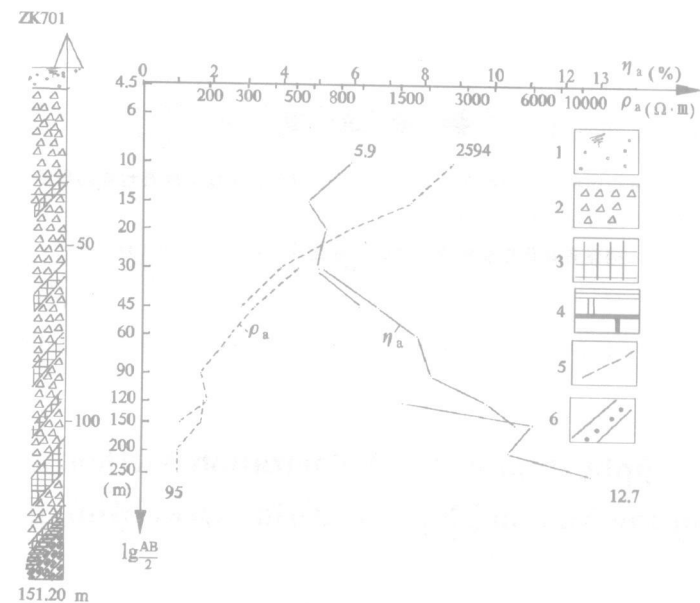


图 4 桃坪山铅锌矿区 ZK701 物探地质综合图

Fig 4 Composite map of geophysical prospecting and geology from the drilled well ZK701 in the Taopingshan lead-zinc ores mining

1—残坡积层; 2—构造破碎带; 3—铅锌矿体或矿化体; 4—砂卡岩; 5—断层; 6—童子岩组砂岩

继续向南东延伸, 故建议在矿区南东部增加激电测量工作量, 线长为 800 m, 线距为 100 m, 点距为 20 m, 测线数量视异常情况而定; 测区南西部 I、V、IV 号视极化率异常相互对应成北西向排列, 对应的视电阻率为低阻, 500 Ω·m 以下的低阻带呈膨胀缩小形状, 总体走向北西, 异常带的北端与 F₃ 断裂带相接, 故推测该带可能反映有隐伏构造存在, 建议对 I、V、IV 号异常进行探槽揭露验证, 探槽长度要大于异常宽度。

(3) 含碳质砂岩 (童子岩组) 极化率较高, 但电阻率很高, 具有高阻高极化特征; 虽然煤层具有低电阻率的电性特征^[2], 但矿区未有煤层出露, 矿区的铅锌矿 (化) 地层为溪口组, 故结合异常特征和地质特征可以排除非矿致异常的干扰。

资料来源: 福建省连城县桃坪山铅锌矿区历年的地质普查报告和物探工作报告, 搜集地质普查报告时得到队地勘部领导的指导和有关同志的支持, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 李世杰. 大功率激电法在吉林长岗岭一带的找矿地质效果. 见: 袁学诚主编. 勘查地球物理勘查地球化学文集第 5 集物化探找矿案例专辑. 北京: 地质出版社, 1987
- 2 刘庆生, 蔡以评, 许井明等. 福建省物化探遥感成果回顾. 福建地质, 2000, 19 (3)

Application of the Polarization Method on the Taopingshan Lead-zinc Ores Mining

Huang Xianshan

(No. 8 Geological Party of Fujian Province, Longyan, 364012)

Abstract

The induced polargation anomaly in the Taopingshan lead-zinc ores mining is better for reflection and larger in range, which has some regular rules. Based on analysis results of induced polargation anomaly in the structural zones and the mineralizing part exposed by exploratory trenches and drill wells, it is considered that the induced polargation anomaly with low resistivity and high polarization in the surveyed area is an effective ore-hunting indicator. In the paper it also offers some proposals for continuing the induced polargation tasks and carrying out an engineering verification in some induced polargation anomaly.

Keywords induced polargation anomaly, low resistivity and high polarization, lead-zinc mineralizing orebody, Liancheng County