

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.06.07

引用格式: 蒙应华,王永泰,杨仕欲. 双频激电法在贵州乌蒙山区杜家桥铅锌矿勘查中的应用[J]. 中国地质调查, 2022, 9(6): 51–58. (Meng Y H, Wang Y T, Yang S Y. Application of Dual Frequency IP method in the exploration of Dujiqiao lead – zinc mine in Wumeng Mountain area of Guizhou[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(6): 51–58.)

双频激电法在贵州乌蒙山区杜家桥 铅锌矿勘查中的应用

蒙应华^{1,2}, 王永泰^{1,2}, 杨仕欲^{1,2}

(1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081;

2. 贵州省地质物探开发应用工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550081)

摘要: 杜家桥铅锌矿地处贵州乌蒙山区, 在基本掌握研究区地质背景与地球物理特征的基础上, 开展了物探双频激电法测量工作。介绍了激电中梯和对称四极测深的装置类型及工作方法, 并结合研究区地质特征和老硐调查资料, 对物探异常进行了推测解译, 分析总结了两种方法在杜家桥铅锌矿勘查中的综合应用效果。结果表明: 激电中梯与对称四极测深均能有效获取明显的激电异常; 视电阻率密集梯度变化带应为断裂引起, 低阻高极化异常是铅锌矿成矿的有利部位, 具有找矿意义。经钻探工程验证, 物探推测解释成果与钻探结果吻合较好, 说明双频激电法在贵州乌蒙山区铅锌矿勘查中取得了良好的地质效果。

关键词: 双频激电法; 铅锌矿; 视电阻率; 视极化率; 贵州乌蒙山

中图分类号: P631.3

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2022)06–0051–08

0 引言

杜家桥铅锌矿位于乌蒙山中部五指山地区, 前人对其成矿模式、地质特征及找矿远景开展了综合研究, 认为其产出特征与川滇黔地区铅锌矿相似, 均属于低温热液型含硫化物矿床, 主要含矿层位为震旦系灯影组和寒武系清虚洞组, 具有较好的找矿前景^[1–8]。2016年, 中国地质调查局成都地质调查中心实施了“乌蒙山区地质矿产综合调查”项目, 对该矿区开展了综合调查及评价, 推进了矿区资源深度勘查的进度。受山区地形、地貌及高压线等因素干扰, 物探技术手段受到限制, 目前该区尚未运用综合物探方法开展相关研究, 对矿区相关矿床的空间分布特征还不了解。双频激电法是寻找含硫化物矿床的有效物探勘查手段, 已广泛应用于多金属矿勘查与评价中, 尤其对铅锌矿勘查具有较好的效果。该方法具有装置轻便、工作效率高、极

化率参数受地形及电磁波干扰小等特点, 适用于复杂山区的矿产资源勘查^[9–17]。为降低地形等不利因素及人文干扰的影响, 采用双频激电法, 以激电中梯方式开展扫面测量, 对激电异常进行综合分析, 再针对成矿有利区和激电异常区, 利用对称四极测深进一步查明异常空间状态, 推测成矿有利部位, 为铅锌矿综合调查评价提供地球物理技术支撑。经钻探验证, 取得了较好的找矿效果, 可为类似山区复杂地形低温热液型硫化物矿床勘查提供借鉴。

1 地质特征

1.1 地层

研究区出露的地层由老至新主要有震旦系灯影组(Z_2dy), 寒武系牛蹄塘组(ϵ_{1n})、明心寺组—金顶山组(ϵ_{1m+j})和清虚洞组(ϵ_{1q}), 石炭系大埔组(C_1d)、黄龙组—马平组(C_2h+m), 以及第四系

收稿日期: 2021–02–08; 修订日期: 2021–09–14。

基金项目: 中国地质调查局“乌蒙山区地质矿产综合调查(编号: 资[2015]02–03–03–024)”项目资助。

第一作者简介: 蒙应华(1982—), 男, 高级工程师, 主要从事电法、电磁法物探工作。Email: 75421473@qq.com。

(Q)(图1)。其中,灯影组与清虚洞组为该铅锌矿的主要含矿层位。灯影组下部为浅灰色—深灰色层纹状白云岩、藻凝块白云岩和泥质细晶砂砾屑白云岩,晶洞发育,岩石裂隙中有结晶方铅矿、闪锌矿等;灯影组上部主要由灰色、浅灰色块状粉晶白

云岩—砂屑白云岩—块状硅化白云岩组成。清虚洞组由浅灰色、灰白色、黄灰色薄—中厚层微晶白云岩,灰质白云岩,砂屑灰质微晶白云岩,灰色—深灰色中—厚层泥质泥晶灰岩和生物屑泥晶灰岩组成^[18]。

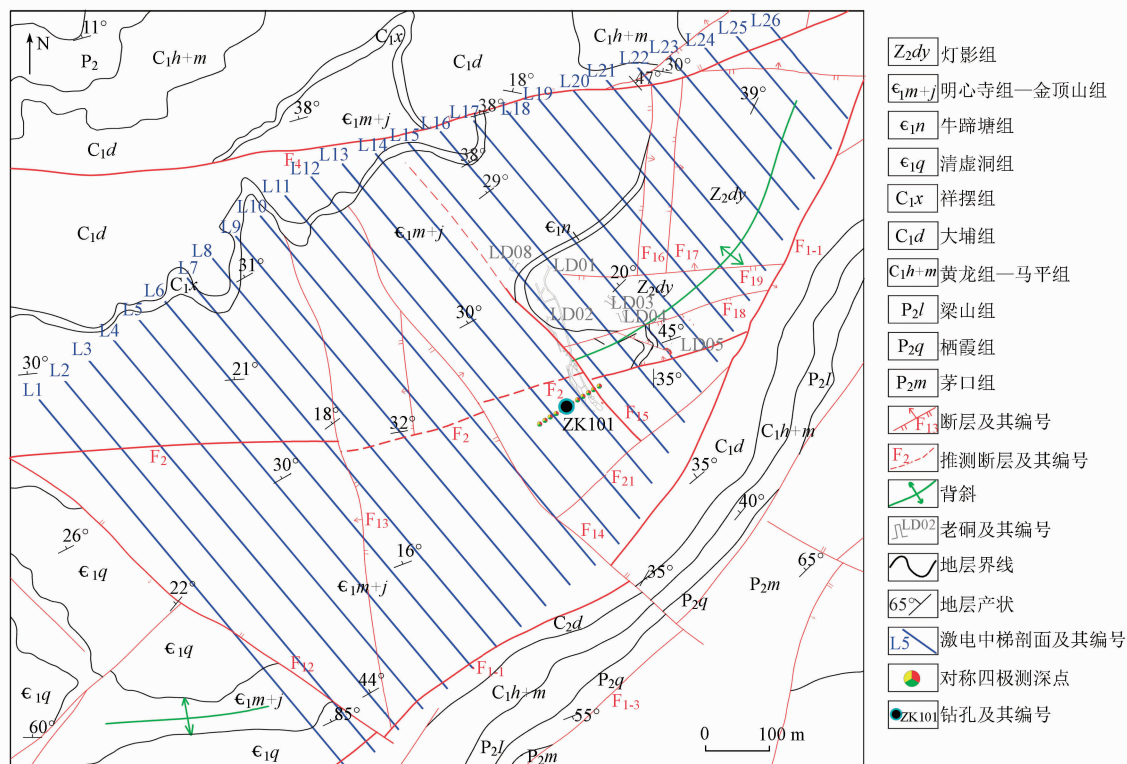


图1 研究区地质略图及物探测线布设

Fig. 1 Geological map and geophysical line layout in the study area

1.2 构造

研究区大地构造位置位于特提斯—喜马拉雅与滨太平洋巨型构造域的结合部位,属扬子准地台西南缘。区域重力资料显示,该区基本受4条深断裂控制,西为紫云—垭都深大断裂,北为纳雍—息烽深大断裂,南为安顺—镇远深大断裂,东为遵义—贵阳SN向断裂。其中,紫云—垭都深大断裂和纳雍—息烽深大断裂与研究区成矿关系尤为密切。

研究区构造较复杂,褶皱和断裂多呈NE向和NW向,背斜呈宽缓状,多数被断裂破坏,是区内铅锌矿的重要控矿构造,铅锌矿化点产于背斜近轴部^[18]。

1.3 矿体特征

研究区铅锌矿主要含矿层位为震旦系灯影组

和寒武系清虚洞组。矿体有断裂型矿体和断裂旁侧似层控型矿体2种产出类型。

(1)矿石矿物成分。矿石矿物主要为方铅矿,其次为闪锌矿,脉石矿物有黄铁矿、石英、白云石、重晶石。矿石矿物与脉石矿物共生,组成不同的矿物组合。

(2)矿石结构构造。矿石具有他形晶显微粒—粗粒结构、溶蚀交代结构、压碎结构等,呈浸染状、细脉状、网脉状、团块状构造。

(3)矿石类型。矿石主要为浸染状、角砾状及细脉状,以稀疏浸染状矿石为主,其次为星点状矿石。按氧化程度,分为氧化矿石、混合矿石和硫化矿石,以硫化矿石为主。

(4)矿体围岩及围岩蚀变。矿体围岩为灯影组白云岩,近矿围岩蚀变有白云石化、硅化、重晶石化、黄铁矿化,次生蚀变有褐铁矿化。

2 地球物理特征

岩(矿)石的电性差异是物探工作的地球物理

前提。根据研究区地质特征,采用对称小四极泥团法对研究区 7 个主要岩性单元及铅锌矿化新鲜露头进行了现场测定,获得电阻率和极化率参数 270 组,具体统计结果见表 1。

表 1 研究区岩(矿)石电性参数统计结果
Tab. 1 Statistical results of electrical parameters of rocks (minerals) in the study area

地层	岩性	样本数/ 个	极化率/%		电阻率/($\Omega \cdot m$)	
			范围	平均值	范围	平均值
灯影组	铅锌矿化	42	3.56 ~ 6.77	4.96	1 535.96 ~ 3 037.24	950.25
灯影组	白云岩	35	0.91 ~ 6.17	2.52	2 252.14 ~ 9 556.32	4 885.06
大埔组	白云岩	30	0.12 ~ 2.14	1.08	758.07 ~ 4 675.35	2 281.61
清虚洞组	白云岩	38	1.42 ~ 2.70	2.17	2 034.42 ~ 14 421.28	6 057.59
金顶山组	页岩、粉砂岩	31	1.17 ~ 2.48	1.93	801.68 ~ 3 664.23	2 198.68
明心寺组	页岩、粉砂岩	33	0.70 ~ 2.43	1.91	301.39 ~ 844.67	538.79
黄龙组—马平组	灰质白云岩	31	0.51 ~ 1.98	1.20	5 504.12 ~ 16 522.66	8 572.07
第四系	浮土	30	0.41 ~ 1.71	0.89	80.74 ~ 305.60	155.76

由表 1 可知,研究区铅锌矿化与围岩存在明显的电性差异。就极化率而言,铅锌矿化极化率最高可达 6.77%,平均值为 4.96%,是其围岩极化率的 2~5 倍,表现为高极化特征,铅锌矿化表现出的高极化特征应为铅锌矿化中含硫化矿物或伴生黄铁矿所致;就电阻率而言,铅锌矿化平均电阻率相对较低,仅为 $950.25 \Omega \cdot m$,是其围岩电阻率的 $1/2 \sim 1/5$,表现为低阻特征。铅锌矿化的低阻高极化特征,具备了开展物探双频激电法间接查找铅锌矿的地球物理前提^[18]。

3 野外工作方法

3.1 仪器设备

野外观测采用湖南继善高科技有限公司研制的 SQ-3C 双频道轻型激电仪。该仪器是一种频率域激发极化仪器,将发送高、低 2 种频率的电流信号合成为特殊波形,同时向地下发送,并由配套的接收机接收,通过供入地下的电流信号激励大地介质,利用地下岩体与矿体之间不同的激电频谱特征和差异,达到找矿的目的,可广泛应用于铜、铅、锌、铁等矿产资源勘探及地下水资源调查^[10-17]。采集的参数主要为供电电流 I 、电位差 ΔV_{MN} 和视极化率^[9]。

3.2 测线布设

根据研究区地形及地物条件,沿近似垂直的断裂布设 NW 向激电中梯测线 26 条,测网网度为 $100 m \times 20 m$,即线距为 100 m,点距为 20 m,测线长 $380 \sim 1\,500 m$,供电电极距 $AB = 1\,200 m$, MN 中心

点为测量记录点,长度 $>800 m$ 的剖面采取分段重叠测量方式。在激电中梯成果的基础上,在成矿有利区的激电异常部位布设激电测深点 12 个。物探测线布设见图 1。

3.3 装置类型及工作方法

采用双频激电中梯装置和对称四极测深装置开展综合勘探,结合研究区地质、老硐调查等资料^[18],进一步了解异常特征及空间形态。

3.3.1 激电中梯

将供电电极 A 、 B 固定,测量电极 M 、 N 在 AB 中部 $2/3$ 段逐点测量,记录点为 M 、 N 的中心点 O (图 2)。当向地下供入稳定直流电时,测量电极 M 、 N 可测得一次场电位差 ΔV_1 和由地下介质的激发极化特性而产生的二次场电位差 ΔV_2 ,通过剖面逐点来回测量,从而达到了解电性分布情况的目的^[3-4]。经现场试验,选用异常特征反映较好、信号较稳定的 2 个频点(4 Hz 与 4/13 Hz)及电极距 $MN = 40 m$ 开展野外作业。

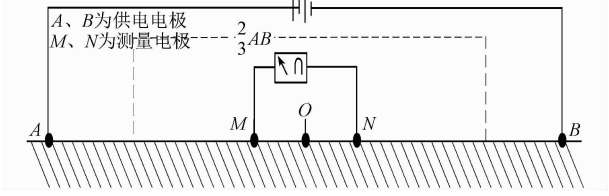


图 2 激电中梯工作原理
Fig. 2 IP middle ladder working principle diagram

3.3.2 对称四极测深

敷设电极时,保持 $AM = NB$,通过逐次改变 AB 和相应 MN 极距的大小,测量记录点 O 不同深度的

视电阻率和视极化率(图 3)。按表 2 排列进行观测, AB 极距较小时, 主要反映浅部地电信息, AB 极距较大时, 主要反映深部地电信息^[3], 由此研究该测深点不同深度的地质断面电性情况。移动 AB 和 MN 采用往返跑极的方式依次完成各点测量, 工作效率得到了较大提高。

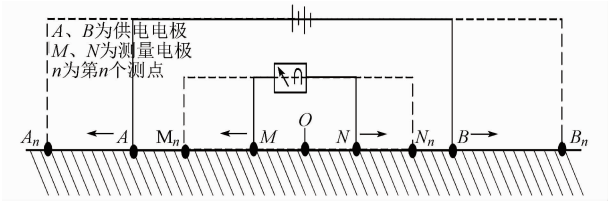


图 3 对称四极测深工作原理

Fig. 3 Symmetrical quadrupole sounding working principal diagram

表 2 对称四极测深观测排列表

Tab. 2 Observation list for symmetrical quadrupole sounding

$(AB/2)/\text{m}$	$(MN/2)/\text{m}$	$(AB/2)/\text{m}$	$(MN/2)/\text{m}$
2	0.5	250	15
5	0.5	300	30
10	0.5	350	30
10	3.0	400	30
30	3.0	450	40
50	3.0	500	40
70	3.0	550	40
70	15.0	600	40
90	15.0	650	40
120	15.0	700	40
150	15.0	750	40
200	15.0	800	40

4 数据处理方法

4.1 数据处理与成图

- (1) 激电中梯。将原始数据录入电脑, 将数据与剖面点线号坐标相对应进行地形校正。根据装置类型对数据进行 K 值复核, 再应用相关理论公式, 结合 Excel 软件由各测点的供电电流和电位差计算出相应的视电阻率和视极化率参数。
- (2) 激电测深。 K 值复核后, 根据“由已知到未知”的勘探原则, 通过已知点试验, 得出计算深度系数和各测点海拔高程, 并计算出相应测点不同深度的视电阻率和视极化率参数。
- (3) 图件绘制。利用 Surfer 软件和 MapGIS 软件绘制相应的平面等值线图及断面图。

4.2 异常圈定

为区分矿化体引起的激电异常, 首先对所测数据进行统计分析, 按一定比例抽取具有代表性的激电异常两侧背景区的视极化率。然后按相应的公式进行计算, 得到本次工作视极化率平均背景值为 1.07, 异常下限值为 1.8, 等值线间隔为 0.4%。

5 异常推断解释

5.1 激电中梯扫面推测解释

激电中梯平面异常推测解释成果如图 4 所示。视极化率异常主要集中分布于研究区 SW 部和 NE 部。根据视极化率值的大小及等值线形态特征, 初步圈定了 8 个激电中梯异常, 分别为 J1、J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8。

根据研究区铅锌矿成矿条件及岩(矿)石物性特征, 该区能引起激电中梯异常的异常源应为含硫化矿物或黄铁矿化。由图 4 可知, 激电中梯异常 J1、J5、J8 表现出明显的低阻高极化特征, 其视极化率最高达 4.77%, 视电阻率为 $500\ \Omega \cdot \text{m}$ 左右, 且有带状串联趋势, 非常具有找矿意义。

激电中梯异常 J1 位于研究区南部 L1 ~ L6 号剖面的 1 ~ 21 号测点之间, 异常呈块状展布, 沿轴向长约 500 m, 宽约 400 m, 规模较大; 激电中梯异常 J5 位于研究区中部 L12 ~ L16 号剖面的 16 ~ 23 号测点之间, 异常呈 NE 向条带状展布, 沿轴向长约 200 m, 宽约 100 m; 激电中梯异常 J8 位于研究区东部边缘 L20 ~ L22 号剖面的 1 ~ 18 号测点之间, 异常呈片状展布。

结合研究区地质资料, 该区主要出露震旦系灯影组和寒武系明心寺组—金顶山组, 局部出露牛蹄塘组, 且发育 NW 向与 NE 向多组断裂, 构造较复杂, 具备较好的铅锌矿成矿地质背景。再结合激电中梯异常 J5 和老硐 LD01、LD02 调查资料, 推测激电中梯异常 J1、J5、J8 应为隐伏地层含硫化矿物或黄铁矿化引起的矿致异常, 且与断层关系密切。

5.2 对称四极测深推测解释

根据激电中梯扫面成果, 按照“由已知到未知”的勘探原则, 再结合老硐 LD01、LD02 调查资料, 优先选择激电中梯异常 J5 布设对称四极测深验证工作, 进一步查明激电中梯异常 J5 在深部空间的变化情况。

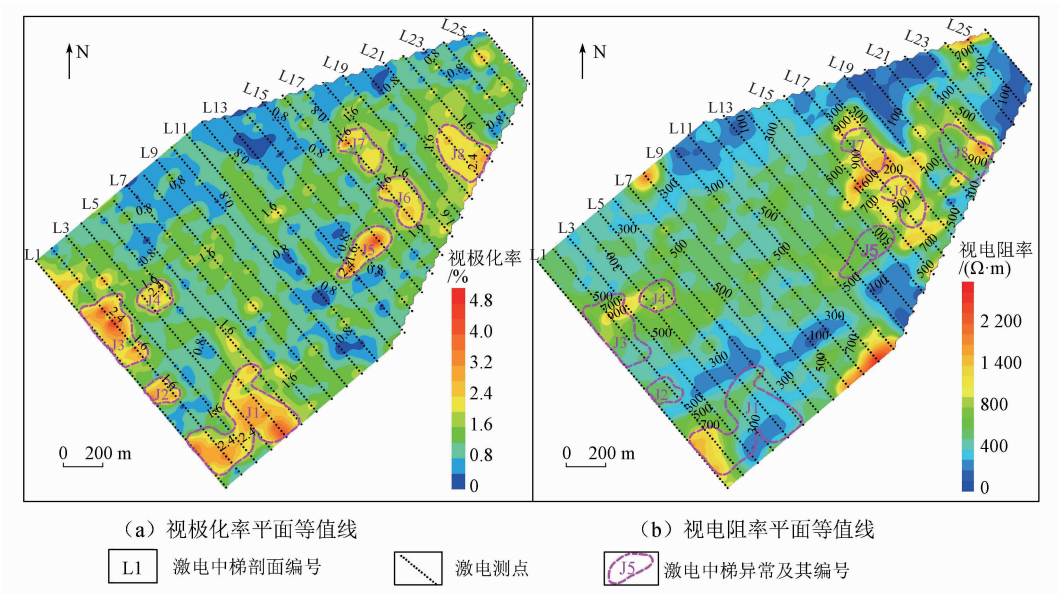


图 4 激电中梯平面异常推测解释成果

Fig. 4 Interpretation diagram of IP middle ladder plane anomalies

对称四极测深综合断面推测解释成果如图 5 所示。根据图 5 (a) (b) 视极化率值、视电阻率大小及等值线形态特征,初步圈定了 2 个激电测深异常 (M1、M2) 和 1 条隐伏断层 (图 5 (c))。

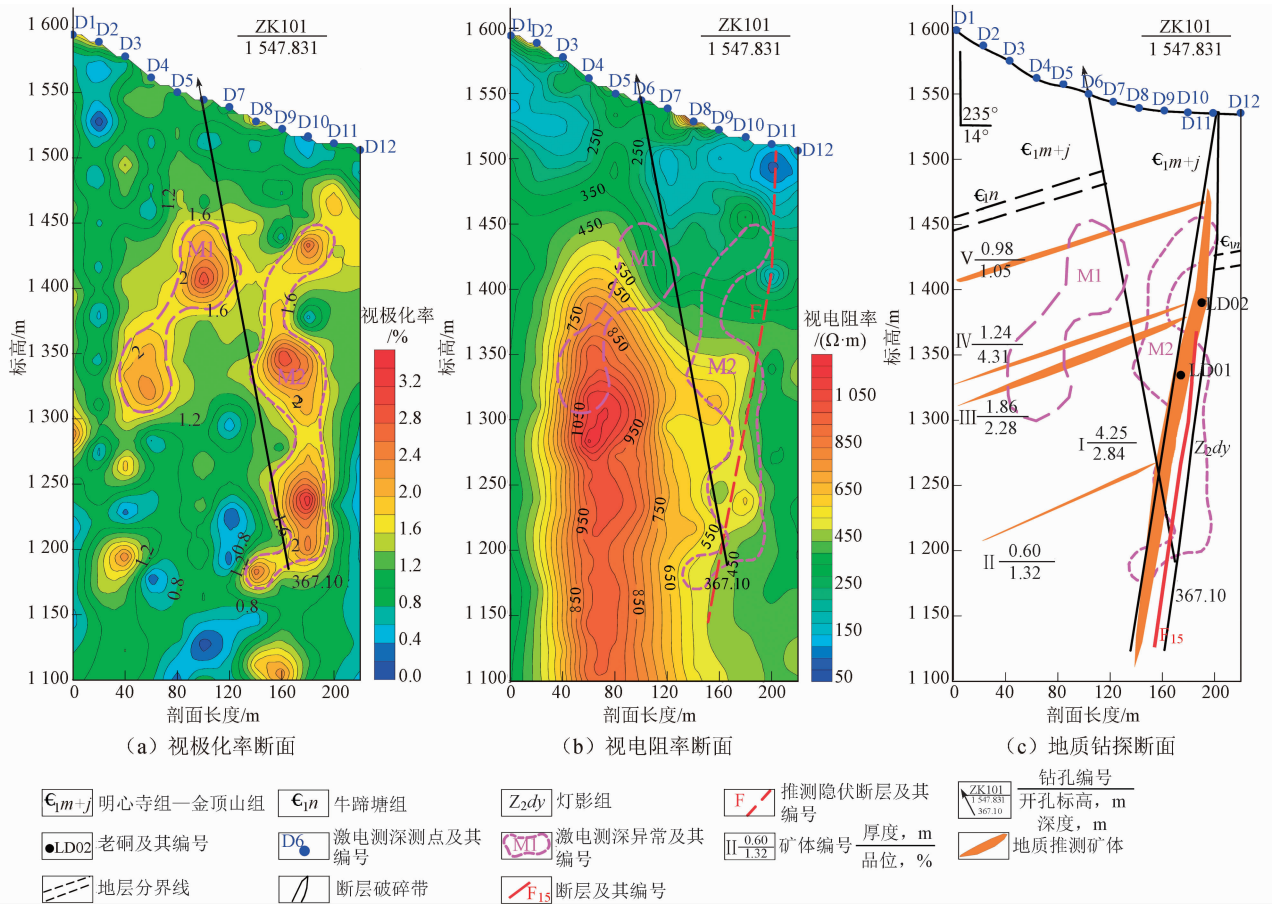


图 5 对称四极测深综合断面推测解释成果

Fig. 5 Interpretation diagram of symmetrical quadrupole sounding composite plane

(1) M1 激电测深异常。该异常位于 D3 ~ D7 号测点 1 325 ~ 1 465 m 标高处,呈花生壳状,视极化率最大值为 3.13% (图 5(a))。在视电阻率断面图中,表现为中高阻,视电阻率为 300 ~ 1 000 $\Omega \cdot m$ (图 5(b))。根据地质资料,地表出露明心寺组—金顶山组粉砂岩和石英砂岩,深部为灯影组白云岩。结合岩(矿)石物性资料,推测对应的中高阻异常应由深部灯影组白云岩引起,视极化率异常应由含硫化矿物或黄铁矿化引起。由于硫化物或黄铁矿化与铅锌矿关系密切,故解译为矿致异常。

(2) M2 激电测深异常。该异常位于 D8 ~ D11 号测点之间,呈多峰值竖直条带状,异常规模相对较大,视极化率最大值为 3.54% (图 5(a))。在视电阻率断面图中,视电阻率表现为中低阻、低阻,为一明显的低阻高极化异常(图 5(b))。老硐调查资料显示,M2 激电测深异常在标高 1 350 m 处的视极化率峰值点与 LD01、LD02 见矿深度位置吻合较好,推测 M2 激电测深异常应为灯影组铅锌矿所含硫化矿物或黄铁矿化引起,解译为矿致异常,其异常表现的多峰值点应与局部硫化物或黄铁矿化含量有关。

(3) 隐伏断层。由图 5(b) 可以看出,D1 ~ D10 号测点标高 1 450 m 至深部,视电阻率主要表现为中高阻、高阻异常,D11、D12 号测点由深部至地表则表现为低阻,视电阻率等值线呈高一低梯度变化特征,故推测应存在 1 条倾向为 SW 向的隐伏断层 F,这与地质资料及 LD01、LD02 显示的断层 F₁₅ 基本一致(图 5(c)),该推测断层 F 与断层 F₁₅ 应为同一断层。

5.3 钻探验证

物探工作结束后,选择 D6 号测点,实施斜孔 ZK101 进行验证,孔深 367.10 m。由图 5(c) 可知,该钻孔共揭露 5 个矿体,矿体主要为似层控型。揭露矿体均与物探激电异常峰值部位对应较好,尤其在钻探深 310 m 时揭露的 I 号矿体,与 M2 激电测深异常在标高 1 250 m 处的峰值部位对应较好,揭露矿体厚度达 4.25 m,且激电异常基本反映了矿体形态特征。M1 激电测深异常在标高约 1 440 m 的峰值处,与钻探揭露的 V 号矿体相对应,矿体厚 0.97 m。钻探在 190 m 处揭露了 III 号矿体和 IV 号矿体,均与 M2 激电测深异常约 1 360 m 标高位置的异常峰值有较好对应关系,矿体厚度分别为 1.24 m 和 1.86 m,表明物探圈定的激电异常通过

钻探工作得到了较好验证。

6 结论

(1) 通过对激电中梯异常 J5 进行验证,物探解译根据“由已知到未知”的勘探原则,认为扫面异常 J1、J2、J3 为成矿有利靶区,具有较好的找矿前景,可进一步开展勘查工作。

(2) 利用激电中梯扫面成果大致圈定平面激电异常,再结合对称四极测深法对重点异常进一步查证,能快速高效地圈定铅锌矿成矿有利靶区。对称四极测深装置具有轻便、高效且激电异常受地形影响小等特点,适合在复杂地形的山区开展野外作业。

(3) 视极化率异常主要为与铅锌矿关系密切的硫化物引起,视电阻率异常主要为断层破碎带、裂隙等控矿构造所致。双频激电勘查综合成果得到了钻探工程的有效验证,取得了一定的地质效果。

参考文献 (References):

- [1] 金中国,周家喜,郑明泓,等. 贵州普定五指山地区铅锌矿床成矿模式[J]. 矿床地质, 2017, 36(5): 1169 - 1184.
Jin Z G, Zhou J X, Zheng M H, et al. Metallogenic model of Pb - Zn deposits in Wuzhishan area, Puding city, Guizhou Province[J]. Min Deposits, 2017, 36(5): 1169 - 1184.
- [2] 谭华,王国荣,兰安平. 贵州省织金县杜家桥铅锌矿床地质特征及成矿规律浅析[J]. 贵州地质, 2012, 29(3): 169 - 172, 239.
Tan H, Wang G R, Lan A P. Geologic features and metallogenic regularity of Dujiqiao lead - zinc deposit of Zhijin, Guizhou[J]. Guizhou Geol, 2012, 29(3): 169 - 172, 239.
- [3] 安琦,兰安平,李坤. 贵州五指山地区铅锌矿找矿模型初探[J]. 科技创新与应用, 2017(26): 174 - 175.
An Q, Lan A P, Li K. Preliminary study on prospecting model of lead zinc deposit in Wuzhishan area, Guizhou Province [J]. Technol Innovat Appl, 2017(26): 174 - 175.
- [4] 谭华,陈国勇,赵征,等. 贵州张维—五指山地区铅锌矿评价成果及意义[J]. 中国地质调查, 2015, 2(4): 1 - 7.
Tan H, Chen G Y, Zhao Z, et al. Achievements and significance of lead - zinc exploration in Zhangwei - Wuzhishan area of Guizhou Province[J]. Geol Surv China, 2015, 2(4): 1 - 7.
- [5] 邹建波,肖凯,李坤. 贵州五指山地区铅锌矿矿床地质特征及其控矿因素[J]. 贵州地质, 2009, 26(2): 101 - 105, 121.
Zou J B, Xiao K, Li K. Geologic characters and control factors of lead - zinc deposit in Wuzhishan, Guizhou[J]. Guizhou Geol, 2009, 26(2): 101 - 105, 121.
- [6] 黄林,郭阳,王生伟,等. 贵州五指山特大型铅锌矿床成矿

- 流体特征及其地质意义[J]. 矿物岩石, 2018, 38(4): 39 – 48.
- Huang L, Guo Y, Wang S W, et al. Metallogenic fluid characteristics and its geological implication of the Wuzhishan oversize Pb – Zn deposit[J]. J Mineral Petrol, 2018, 38(4): 39 – 48.
- [7] 陈国勇, 王亮, 范玉梅, 等. 贵州五指山铅锌矿田深部找矿远景分析[J]. 地质与勘探, 2015, 51(5): 859 – 869.
- Chen G Y, Wang L, Fan Y M, et al. Ore – search prospect of the deep subsurface in the Wuzhishan Pb – Zn orefield, Guizhou Province[J]. Geol Explorat, 2015, 51(5): 859 – 869.
- [8] 谭华. 贵州五指山地区铅锌矿地质特征及找矿远景[J]. 贵州地质, 2007, 24(4): 253 – 257, 252.
- Tan H. Geological characteristics and analysis on prospecting for lead – zinc deposits, Wuzhishan area, Guizhou[J]. Guizhou Geol, 2007, 24(4): 253 – 257, 252.
- [9] 何继善. 双频激电法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- He J S. Dual Frequency Induced Polarization [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.
- [10] 汪玉琼. 激电中梯和激电测深在织金新麦铅锌矿区的综合应用[J]. 工程地球物理学报, 2008, 5(5): 551 – 553.
- Wang Y Q. Application of IP intermediate gradient and IP sounding to Xinmai lead – zinc ore[J]. Chin J Eng Geophys, 2008, 5(5): 551 – 553.
- [11] 朱俊, 欧阳凯, 陈敦理. 激电测深法在印尼塔里阿布岛铅锌多金属矿区勘查中的应用[J]. 华东地质, 2018, 39(1): 59 – 65.
- Zhu J, Ouyang K, Chen D L. Application of Induced Polarization sounding method in the exploration of lead – zinc polymetallic mining area on Taliabu Island, Indonesia[J]. East China Geol, 2018, 39(1): 59 – 65.
- [12] 周宁, 李发清. 双频激电法在寻找有碳质干扰铅锌矿中的应用[J]. 矿产勘查, 2014, 5(5): 796 – 801.
- Zhou N, Li F Q. Application of Dual Frequency Induced Polarization method in prospecting the lead – zinc deposit with carbonaceous interference[J]. Min Explorat, 2014, 5(5): 796 – 801.
- [13] 张西君, 李家斌, 蒙应华, 等. 激电法在贵州大厂锑矿勘查中的应用[J]. 中国地质调查, 2018, 5(1): 16 – 22.
- Zhang X J, Li J B, Meng Y H, et al. Application of Induced Polarization method in antimony ore exploration of Dachang in Guizhou[J]. Geol Surv China, 2018, 5(1): 16 – 22.
- [14] 李家棒, 崔勇, 吴昊龙. 激发极化法在复杂山区寻找钼矿中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2015, 12(6): 745 – 749.
- Li J B, Cui Y, Wu H L. Application of Induced Polarization method to molybdenum exploration in complex mountain areas[J]. Chin J Eng Geophys, 2015, 12(6): 745 – 749.
- [15] 赵荣春, 吕玉增, 凌嘉宜, 等. 激电中梯和对称四极测深在广西某铅锌矿区的应用[J]. 工程地球物理学报, 2016, 13(3): 271 – 276.
- Zhao R C, Lyu Y Z, Ling J X, et al. The application of IP intermediate gradient and symmetrical quadrupole sounding in a lead – zinc district in Guangxi[J]. Chin J Eng Geophys, 2016, 13(3): 271 – 276.
- [16] 王亮, 邹立志, 杨武, 等. 激电中间梯度法在云南东川某铅锌矿勘查中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2009, 6(6): 708 – 711.
- Wang L, Zou L Z, Yang W, et al. An exploration case of IP gradient method in a lead – zinc ore in the middle of Dongchuan[J]. Chin J Eng Geophys, 2009, 6(6): 708 – 711.
- [17] 闫维华, 刘永锋, 游连强. 综合物探方法在黔西北某铅锌矿勘查中的应用[J]. 物探与化探, 2016, 40(4): 688 – 694.
- Yan W H, Liu Y F, You L Q. The application of comprehensive geophysical prospecting method in exploring a certain zinc and lead deposit in Northwest Guizhou Province[J]. Geophys Geochem Explorat, 2016, 40(4): 688 – 694.
- [18] 贵州省地质调查院. 贵州五指山果化—杜家桥铅锌矿调查评价物探工作报告[R]. 贵阳: 贵州省地质调查院, 2016.
- Guizhou Geological Survey. Survey and evaluation of the geophysical prospecting work report of the Guohua – Dujiqiao lead – zinc mine in Wuzhishan, Guizhou[R]. Guiyang: Guizhou Geological Survey, 2016.

Application of Dual Frequency IP method in the exploration of Dujiqiao lead – zinc mine in Wumeng Mountain area of Guizhou

MENG Yinghua^{1,2}, WANG Yongtai^{1,2}, YANG Shiyu^{1,2}

(1. Guizhou Institute of Geological Survey, Guizhou Guiyang 550081, China; 2. Guizhou Engineering Research Center for Geological – Geophysical Exploration Development and Application, Guizhou Guiyang 550081, China)

Abstract: Dujiqiao lead – zinc mine is located in Wumeng Mountain of Guizhou. On the basis of geological background and geophysical characteristics, the authors carried out Dual Frequency IP survey in this area. The equipment type and working method of IP middle ladder and symmetrical quadrupole sounding were introduced, and the geophysical anomalies were interpreted combined with geological characteristics and Laodong survey data. And the comprehensive application effect of these two methods was summarized and analyzed during the exploration.

tion of Dujiqiao lead – zinc mine. The results show that the apparent anomalies are obvious in the IP middle ladder survey and symmetrical quadrupole sounding. So the authors deduce that the densely gradient variation of apparent resistivity is caused by the fracture structure, and the low – resistance and high – polarization anomalies are the favorable positions for lead – zinc mineralization, which has an important significance in ore search. The drilling verification indicates that the geophysical prospecting interpretation is in accordance with the drilling results, showing that Dual Frequency IP method is of geological efficiency in lead – zinc mine exploration in Wumeng Mountain.

Keywords: Dual Frequency IP method; lead – zinc mine; apparent resistivity; apparent polarization; Wumeng Mountain area of Guizhou

(责任编辑: 刘丹)