文章编号: 1671-8844(2008)05-0128-05

双频激电法在小秦岭下蒿坪金矿勘查中的应用

李生路[1], 关承英[2], 李军锋[1], 孙少才[1], 赵志成[1]

(1. 河南省有色金属地质矿产局, 河南 安阳 455000; 2. 武汉大学土木建筑工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 说明河南省西部小秦岭下蒿坪金矿形成的地质背景、矿体特征、地球物理特性; 探讨利用双频激电法勘查以金为主的有色多金属矿的方法技术、资料解释手段; 说明了双频激电法的找矿效果, 对今后工作提出了自己的看法.

关键词: 双频激电法; 激电中梯; 激电测深

中图分类号: P 628 文献标志码: A

Application of double frequency induced polarization method to exploration of Songping gold deposit under Xiaoqin hill

LI Shenglu[1], GUAN Chenying[2], LI Jufeng[1], SUN Shaocai[1], ZHAO Zhicheng[1]

(1. Henan Provincial Bureau of Nonferous Metals and Mineral Resources Geology, Luoyang 455000, China; 2. School of Civil and Architectural Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The geological background, ore body characteristics and geophyiscal characteristics of Songping gold deposit located at Xiaoqin hill in West of Henan are expounded. The application of double frequency induced polarization method and data interpretation means to exploration of the mutr-colored metal ore such as gold are discussed. The effectiveness of double frequency induced polarization method for detecting deposit is illustrated. Finally, some viewpoints about work in the future are suggested.

Key words: double frequency induced polarization method; explosive electron middle grade; Ip sounding

双频激电法问世以来, 已在全国物探地质找矿工作中广泛推广应用, 并在地震监测、地下水勘查和工程地质等方面得到了成功的应用, 取得了良好的效果.

河南省豫西地区有色多金属矿产资源丰富, 该区位于中朝准地台南缘, 二级构造单元属豫西台隆西段(小秦岭—崤山—熊耳山古地块), 构造体系为秦岭东西向复杂构造带的北亚带. 由于工作区地形复杂, 沟壑纵横, 植被发育, 树木杂草丛生, 给野外施工带来极大困难, 需要物探工作者选用有效的方法技术及仪器设备开展物探工作. 前人在本地区开展过中功率时间域激电法试验, 但其仪器设备笨重、费用高, 实验效果不佳, 而双频激电仪器设备具有轻便、抗干扰能力强、勘探深度大的特点, 能够较好地解决地形条件极差给野外工作所带来的影响.

1 成矿地质背景及矿体特征

1.1 成矿地质背景

该区大地构造位置处于华北地台南缘华熊台缘坳陷外方山隆断区. 区内出露地层简单, 断裂构造发育, 岩浆活动频繁, 有色、贵金属及非金属矿产资源丰富.

区域地层区划属华北区、豫西分区、熊耳山小区, 出露地层有太古宇太华群、中元古界长城系熊耳群和蓟县系汝阳群、新元古界青白口系洛峪群、古生界寒武系、中生界白垩系、新生界古近系和第四系.

收稿日期: 2008-06-23

作者简介: 李生路(1963-), 男, 河北石家庄人, 工程师, 长期从事矿产资源勘查及综合研究工作.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

区内褶皱构造不明显, 断裂构造十分发育. 马超营断裂构造带从西南部穿过, 向东呈帚状逐渐散开. 不同方位的断裂构造均有产出, 北东、北西两组断裂互相交切, 形成了区内复杂的地质构造格局. 规模较大的断裂还有: 北西西向(NWW) 的石架梁断裂、烧瓦窑断裂、板庙—吕屯断裂, 北东向(NE) 的上秋盘断裂、刘家坪断裂、桑坪—苍房断裂、西坪—张槐断裂, 近南北向(NS) 的 F39 和 F40 断裂, 北北东向(NNE) 和近东西向(EW) 的次级构造也有产出. 这些构造一般为张性、张扭性、压扭性断裂, 具多期次活动特征, 具有良好的伸展性、扩容性, 是区内重要的导矿、容矿构造. 火山构造发育: 破火山口周围的环状、放射状构造, 爆发角砾岩体, 为矿液的运移和富集成矿提供了良好场所.

区内岩浆活动频繁, 岩浆岩发育, 根据岩浆岩形成时代不同, 分属晋宁期、海西中期和燕山期. 有色–贵金属矿产及非金属矿产丰富. 贵金属矿以金银为主, 其次为有色金属铅、锌、钼等. 已探明且正在开采的大、中、小型金矿有前河金矿、店房金矿、小南沟金矿和庙岭金矿等, 钼矿有雷门沟钼矿、龙王庙钼矿等; 小型以下的金、银、铅、锌、钼矿点、矿化点也非常多. 非金属矿产有瓷石、石墨、萤石和钾长石等.

1.2　矿体特征

矿区矿化以金为主, 伴生银铅钼. 已发现的 12 条金矿(化) 体和 1 条银铅钼矿(化) 体, 均产出于熊耳群鸡蛋坪组上段流纹斑岩地层中, 赋存在次一级的构造内, 矿(化) 体产出严格受构造控制, 构造控矿十分明显. 金矿(化) 体主要集中在水鹿塘后沟矿段和石板沟矿段. 水鹿塘后沟矿段包括矿(化) 体 K1、K2、K3、K4、K9、K11 和 K12, 石板沟矿段包括矿(化) 体 K5、K6、K7、K8、K10 和 K13. 其中 K2、K9 为矿区主矿体, K1、K3、K5、K8 和 K13(银铅钼) 找矿潜力较大. 矿石类型有硅化石英脉型和构造蚀变岩型; 矿化以褐铁矿化、方铅矿化、黄铁矿化为主, 围岩蚀变主要为硅化; 构造是区内最重要的控矿要素; 初步认为矿床成因为浅层中低温火山热液成矿.

2　地球物理特征及方法技术选择

2.1　地球物理特征

测区内出露岩石比较简单, 为了更加客观实际地推断解释异常, 使资料更加完善, 在此次野外生产结束后由地质人员配合对测区具代表性的地表出露的主要岩性、平硐采出的新鲜岩石以及在平硐中的岩壁面上, 采用露头小四极法进行岩石电性参数测定, 地质人员对标本定名、描述, 参数测定采取同一岩性多块或不同位置多次测试, 测定结果进行统计计算, 求取平均值. 岩石电性特征见表 1.

表 **1**　矿区电参数测定成果

标本序号	标本名称	岩性描述	幅频率 F	高频电阻率 ρ
1	流纹斑岩	黄铁矿化、强硅化	5. 7	4 767
2	流纹斑岩	星点状黄铁矿化	4. 2	684
3	碎裂岩		7. 1	1 951
4	蚀变破碎带	上盘为硅化、钾化较强的流纹斑岩, 具黄铁矿化, 网脉状充填. 下盘为蚀变流纹岩	4. 8	147
5	火山角砾岩	角砾成分以流纹斑岩、石英为主, 胶结物为岩石碎屑.	1. 3	908
6	次流纹岩	硅化	2. 3	3 766

从表中可见具矿化蚀变较强的岩石、蚀变破碎带幅频率 F 值较高, 而具强硅化岩石的高频电阻率值较大. 本区岩石的电性特征表明, 在本地区开展频率域激电工作以寻找硅化石英脉型、构造蚀变岩型以金为主的有色多金属矿, 具备地球物理前提, 工作方法可行有效.

2.2　物探方法技术选择

电法扫面、剖面及电测深工作均采用频率域激电方法进行, 设备使用 SQ-3C 双频道轻便激电仪, 一发双收配置, 野外施工前进行了电法实验性工作及仪器一致性观测.

根据实地实验后确定采用第二组频点供电方式, 其工作频率为 4 Hz(高频)、4/13 Hz(低频). 测量的物理参量为视幅频率 F_s、高频电位差 ΔV_H、低频电位差 ΔV_L、供电电流 I. 视电阻率包括高频视电阻率: $\rho_{SH} = K \cdot \Delta V_H / I$, 低频视电阻率: $\rho_{SL} = K$

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

• $\Delta V_L / I$. 式中 K 为装置系数, 由供电极距 AB 和观测极距 MN 计算求得. 本工作区电法最终采用高频视电阻率 ρ_{SH} 及视幅频率 F_s 成图.

扫面及剖面测量采用频率域激电中间梯度装置: 短导线工作方式, 接收机逐点移动观测, 这样可以提高生产效率, 减小干扰. 供电线按“ Π”型布线, 以避免线间的电磁耦合干扰影响. 频率域激电测深: 采用对称四极装置, $AB/2$= 1 500 m, 点距 40 m.

3 勘查效果

通过对测区 3. 36 km^2 的频率域激电扫面, 共发现 6 个主要激电异常, 以视幅频率 1. 75% 等值线划分异常, 分别编号为 F_s-1、F_s-2、F_s-3、F_s-4、F_s-5、F_s-6, 异常均位于测区中东部(见插图 1) .

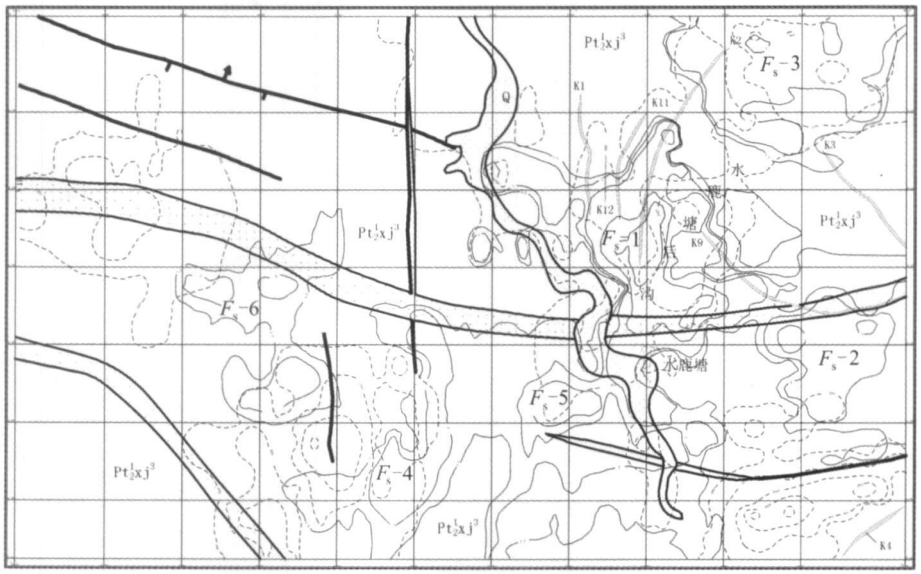

图 1 河南省嵩县下蒿坪金矿区地质物探综合图

1 Pt$_2^1$xj^3 2 Q 3 K1 4 5 6 7 F_s-1 8

1—第四系; 2—熊耳群鸡蛋坪组上段; 流纹斑岩夹安山岩; 3—构造断层角砾岩; 4—断层; 5—矿脉及编号; 6—视幅频率等值线; 7—视电阻率及编号; 8—视幅频率异常及编号

F_s-1 异常位于 Ⅱ测区的中东部, 以视幅频率 2% 等值线圈定的异常呈带状弧形展布, 异常整体走向为南北向, 北支走向转向北东; 异常南部呈现分支特征, 一直延伸到 270/ 140 点, 另一分支向东南延伸到Ⅰ 测区 168/ 270 点. 异常长约 800 m、最宽处约 200 m, 视幅频率异常峰值 8. 41%. 异常区出露地层为中元古界长城系熊耳群鸡蛋坪组上段(Pt$_2^1$xj^3) 一套巨厚层状青灰色、深灰-浅灰色、紫灰色、灰黑色流纹斑岩、石泡流纹斑岩、流纹质火山角砾岩、集块岩, 局部为英安斑岩, 具有较强磁性, 位于区域高磁异常场上.

位于视幅频率异常带的近两侧呈现高阻异常特征, 且视幅频率异常与位于水鹿塘后沟口– 老代壕沟垴一带呈大脉体、局部豆荚状的 K2 号主矿体非常吻合, 推断视幅频率 F_s-1 异常是 K2 号主矿体的反应, 且异常显示 K2 号主矿体向南仍有一定延伸; 而高阻异常特征则反映了强硅化的近矿围岩, 向两边逐渐减弱. 此异常是本区规模、强度最大的已知矿致异常.

F_s-2 异常位于Ⅰ 测区的东部, 300~ 320 线之间 160 点附近, 以视幅频率 2% 等值线圈定的异常呈不规则形状, 主异常呈现出东西向排列的两个峰值, 且与一中高阻视电阻率异常相对应, 视幅频率异常峰值 5. 47%. 异常位于产出受烧瓦窑断裂控制的 K9 号矿体东段的南侧, 矿体整体沿店房角砾岩体的南沿展布, 向东与店房金矿体相连. 视幅频率异常处在正、负高磁异常的过渡带上, 显示出烧瓦窑断裂构造对 K9 号矿体的控制作用. 推断视幅频率异常反映了 K9 号矿体东段深部向南倾且沿走向厚度和品位变化幅度较大、分段赋存、局部富集的特征.

F_s-3 异常位于Ⅰ 测区的东北部, 以视幅频率 2% 等值线圈定的异常呈不规则形状, 异常北部未闭合; 异常范围较大、场值宽缓且与一环型高阻视

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

电阻率异常带相重合; 视幅频率异常中心位于 230/ 290 点, 峰值 3. 42% . K2 号主矿体北段已延伸到此异常中, 且异常处在矿区内破火山口周围主要容矿、赋矿的环状、放射状构造带上, 其找矿意义很大, 需对异常布置工程验证工作.

F_s-4 异常位于 Ⅱ 测区的中南部, 以视幅频率 1. 75% 等值线圈定的异常呈南北走向低缓的带状异常, 长约 600 m, 横跨 120~ 160 线, 有 3 个中心峰值. 推断此异常反映了近南北向(NS) 具多期次活动特征、具有良好的伸展性、扩容性的 F40 断裂构造南端延伸部分; F40 是区内重要的导矿、容矿构造, 金异常主要分布在 F40 断裂两边 200 m 范围内, 银、铜、铅、锌等异常则主要沿 F40 断裂分布, 并严格受 F40 断裂控制.

F_s-5、F_s-6 异常还需要进一步查证, 对异常和地下地质情况之间的关系才能有定性的认识. 根据本区地质成矿条件, 此异常仍有一定的找矿意义.

根据测区的异常分布特征与矿产之间的关系以及矿区地质成矿条件, 而且为了查清 K2、K9 号两条矿体深部产状特征, 共布设了 3 条测深剖面, 共计 30 个测深点.

3. 1　170 号剖面

测深剖面长 360 m, 方位 90°(见图 2), 位于水鹿塘后沟 F_s-1 异常南部, 横跨 K2 号矿体南端延伸部分及 K9 号矿体西段, 测深剖面分别垂直和斜交于探测的目的物. 在此剖面上共布设 10 个测深点, 测深点点距 40 m, 点号 256/ 170~ 292/ 170. 剖面上 260/ 170~ 280/ 170 点视幅频率整体为相对宽大的高背景值上的双峰异常, 且对应着高阻异常带, 视幅频率峰值异常与高磁异常相对应, 其以上综合物探异常组合特征充分反映了 K2 号矿体南端延伸部分及 K9 号矿体的客观存在.

在激电测深断面图上和经 GeoElectro 软件进行定量计算的成果图(见图 2) 反映了 K2 号矿体产状向东倾, 而 K9 号矿体产状较陡立, 且异常均显示在两矿体之间还存在一与其平行的极化体, 深部与 K2 号矿体 复合在一起.

异常所反映的极化体从地表浅部连续向下均有一定延伸, 而且极化强度具有分段增强特征, 反映了矿体分段相对富集的特点. 经 GeoElectro 软件进行定量计算显示最深部极化体异常中心埋深应在 220 m 左右. 根据其异常特征、地质构造及所处位置地质成矿条件, 推测此极化体异常带与有色金属矿产关

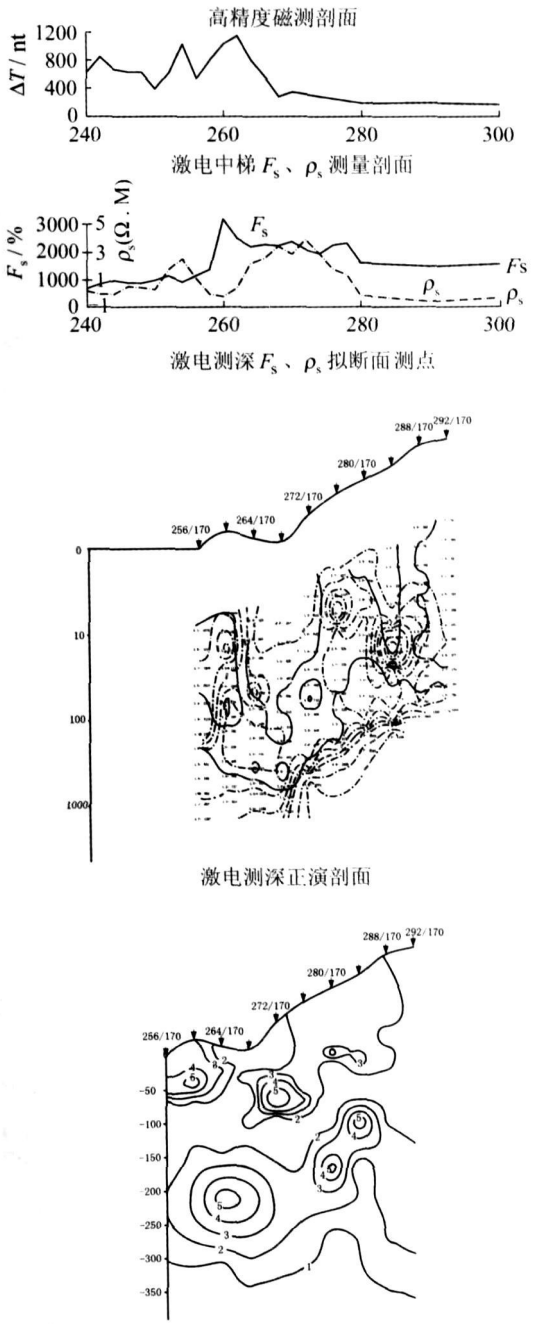

图 2　嵩县某金矿 **170** 线地质物探综合剖面图

系密切, 为深部隐伏的矿(化) 体所引起. 后经深部工程验证均见到较大规模的工业矿体.

3. 2　270 号剖面

剖面长 360 m, 方位 0°, 与 170 号剖面构成十字测深剖面, 剖面与 K9 号矿体北西部延伸方向斜交, 剖面布设目的是为了了解 F_s-1 异常向东南延伸到 Ⅰ 测区 168/ 270 点的分支异常与 K9 号矿体的关系. 在此剖面上共布设 10 个测深点, 测深点点距 40 m, 点号 152/ 270~ 188/ 270. 激电中梯视幅频

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

率异常带从 152/ 270~ 170/ 270 点形成宽大的高背景异常上叠加了 3 个局部异常, 且对应于高视电阻率和高磁异常.

在激电测深断面图 164/ 270~ 176/ 270 点之间异常显示出宽大的、向下有一定延伸的异常带, 激电异常整体表现为高阻极化、高磁性特征. 推断此激电异常反映了 K2 号矿体与 K9 号矿体之间还存在一与其平行的极化体, 因剖面平行此极化体, 产状特征不很明显, 但可推测其向北东倾. 在 184/ 270 点呈现出一产状陡立的异常带, 推测此异常所反映的极化体为 K9 号矿体北西方向延伸部分(图 3) .

经 GeoElectro 软件进行定量计算的成果图显示极化体自地表向下呈现 3 层特征, 中深层极化体中心埋深约 180 m, 深部极化体中心埋深约 410 m. 综合以上物探异常特征, 推断极化体与金属硫化物的富集有关, 与有色金属矿产关系密切.

4 结 论

1) 通过对测区频率域激电扫面、剖面测量工作结果及综合研究成果, 圈定了 6 个激电异常: F_s-1、F_s-2 异常与地表已控制的已知矿(化) 体有直接关系, 为矿致异常; F_s-3、F_s-4 异常与有色金属矿产关系密切, 所处位置地质成矿条件有利, 推断可能与深部矿(化) 体的富集有关, 可作为需要验证的有一定成矿意义的一类异常; F_s-5、F_s-6 异常作为还需进一步查证工作的二类异常.

2) 通过对两个测区的综合物探扫面、剖面测量结果表明, 高频视电阻率异常变化较大, 中、高阻异常反应强硅化近矿围岩蚀变带, 间接指示了隐伏矿体或矿化体的存在; 视幅频率异常则反映了地表出露或隐伏矿体或矿化体. 综合异常特征为高阻极化或中阻极化的特点, 异常与深部矿化活动有关.

3) 通过测深拟断面图和经电法数据处理计算后的测深断面图反映地表出露的矿体(脉) 或矿化体或隐伏矿(化) 体(脉) 倾向、延深及深度等产状特征.

4) 通过分析本测区的综合地球物理特征, 及地质勘查中发现的矿化蚀变现象和区域上成矿的地质规律, 我们认为物探激电异常与本区深部矿(化) 体的富集有关, 找矿前景良好.

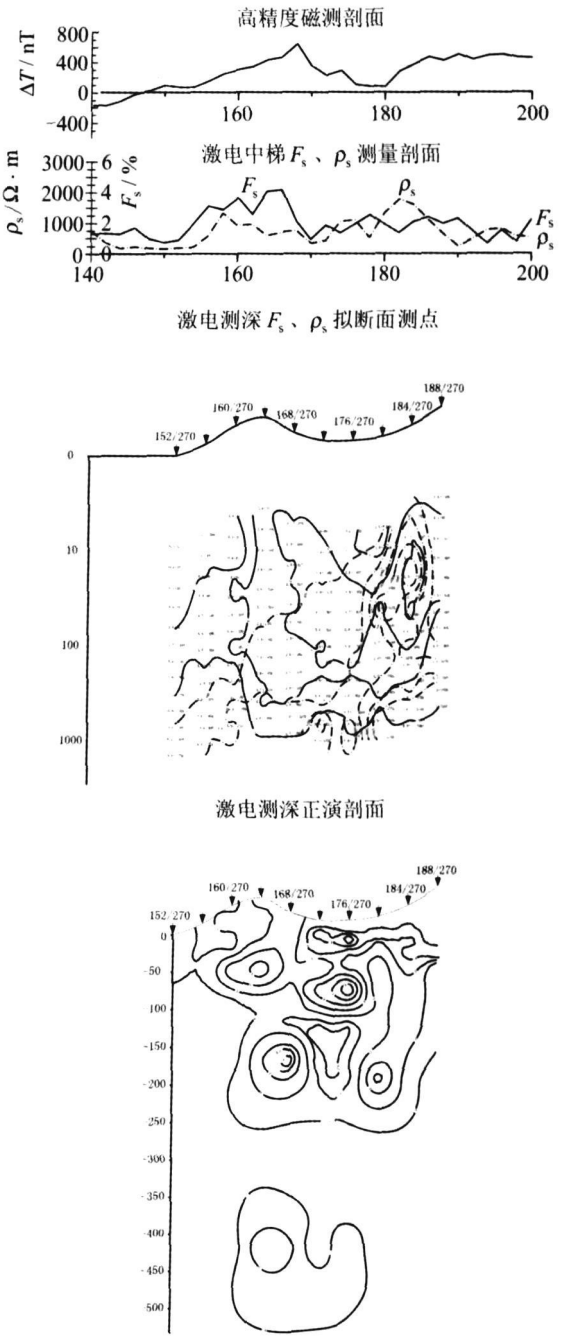

图 **3** 嵩县某金矿 **270** 线地质物探综合剖面图

参考文献:

[1] 何继善. 双频激电法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[2] 何继善. 金属矿电法勘探[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1980.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net