

综合物探方法在秦岭探测隐伏铅锌矿中的应用

王元君¹, 杨轮凯², 刘宏²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 中国石油集团 东方地球物理公司, 河北 涿州 072656)

摘 要: 中深层隐伏铅锌矿由于其埋藏深度大, 地表没有矿点出露, 以及往往与含炭质高的围岩伴生, 所以找矿难度大。综合运用音频大地电磁测深法 (AMT) 和相干激电在秦岭地区探测铅锌矿, 取得了理想效果。相干激电法可以区分炭质异常和金属硫化物矿所产生的矿异常, AMT 法可以用来查明断裂的展布特征、电性分层和低阻异常体的空间分布。

关键词: AMT 法; 相干激电法; 隐伏铅锌矿

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2007)04-0320-03

我国浅层金属矿产资源经过几十年的地质研究和勘探, 地表矿床大多数已被发现。为了满足社会经济发展对金属矿产资源日益增长的需要, 有色金属矿产资源勘探目标转向中深部隐伏金属矿床。由于中深部隐伏矿产的勘探开发是一项高风险、高投入和高回报的产业, 因此, 开展地球物理工作十分必要。

1 区域地质及矿床地质特征

该铅锌矿位于秦岭地区, 属沉积改造型, 既受志留纪古海盆沉积相控制, 又受区域变质、变形主期的应力场控制。铅锌矿体呈层状透镜体, 沉积相使含矿层在海盆内南北方向上较稳定, 变形变质改造又造成本区东西方向上应力场、地热场较稳定。在改造过程中, 铅锌矿向负压空间集聚 (如背向斜轴部), 品位增高, 厚度增大, 连续性增强, 而在压应力区 (同斜褶皱的倒转翼) 厚度变薄, 连续性减弱, 因此铅、锌沉积相区的后期改造负压段是利于形成较大铅锌矿床的区段。

测区地表出露泥盆系和志留系地层, 赋矿地层为志留系, 铅锌矿的围岩为含炭质高的千枚岩。致密块状的铅锌矿和含炭质高的千枚岩均为高极化率和低电阻率, 常规的激发极化法难以通过测量电阻率和极化率来达到找矿的目的。地球物理工作者经过多年的努力, 得出利用多频复合波相对相位差可识别由炭质和金属硫化物矿引起的激电异常的结论^[1]。早在 1973 年, 地球物理工作者就开展了应用 AMT 进行矿产勘探的研究^[2], 尤其是近年来, AMT

的数据采集系统和处理技术取得了长足的进步。AMT 法的装置轻便, 适于山区工作, 可以快速查找高阻体中低电阻异常体的空间分布。综合测区的地质、矿床地质、勘探任务和地球物理方法自身的特点, 确定综合运用 AMT 法和相干激电法寻找隐伏铅锌矿。

2 地球物理方法简介

2.1 AMT 法基本原理

AMT 法是大地电磁测深法向 10 ~ 10 000 Hz 频率的简单延伸, 它是一种天然场源的电磁方法, 场源由本区和远处雷暴的闪电产生, 其勘探深度可达 1 000 m 左右。测量时, 通过观测不同频率的电磁信号, 可获得不同深度的电性信息, 结合已知地质资料和地层情况, 便可解译目标层的地质特征。

AMT 法从上个世纪 70 年代早期被提出以来, 在采集系统和数据处理方面都取得了长足的进步。尤其是近十年来, 一些新技术, 如 24 位模数转换器、卫星控制同步采集技术、高灵敏度的磁传感器、数字滤波技术和 ROBUST 时间序列算法都应用到 AMT 采集系统中, 确保 AMT 数据采集系统记录数据时间不到 1 h, 在 10 ~ 10 000 Hz 的频率范围内取得高质量的数据。在电磁噪声相对小的地区工作, AMT 法比 CSAMT 法更具优越性: ① AMT 进行张量观测, 同时可观测 5 个分量, 既可以取得沿测线方向的资料, 同时还可以取得垂直测线方向的资料, 而 CSAMT 仅作标量测量, 观测 2 个分量, 仅取得沿测线方向的资料, 这导致丢失有用信息; ② AMT 频点密集, 分辨率

高,CSAMT 采集频点为 28 个,分辨率相对较低;③ CSAMT 需布设场源,在地形复杂区施工困难,而 AMT 轻便,适于山区勘探;④ CSAMT 为人工场源,所取得的资料存在近区场和过渡场的影响,使得所取得的资料失真。因此,使用 AMT 法可提高矿体探测的准确性。

2.2 相干激电法

相干激电法通过向大地发送复合波电流,接收地下被发送电流“激发出的”信号,采用相干检测技术对复合波信号进行检测,可同时获得视电阻率 ρ_s 、百分频率效应 P_s 和相位频率谱等综合参数的激电方法。其中相位频率谱等参数主要用来区分异常的性质。当地下极化体性质不同时,相位频率谱低频段的相位变化特征与高频段的相位变化特征不相同,因此,可通过相位谱特征识别矿异常和炭质异常。本次探测中,相干激电法观测发送复合波的频率为 0.25、1、4 Hz,同时观测到 ρ_s 、 P_s 和 2 个相对相位参数:中频与低频相位差 $\Delta\varphi_{M-L}$ 、高频与中频相位

差 $\Delta\varphi_{H-M}$ 。利用 P_s 参数可以发现异常,利用 $\Delta\varphi_{M-L}$ 和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 参数可以区分出矿异常和非矿异常。

3 数据分析

AMT 法与相干激电综合剖面测线重合,AMT 测点距为 100 m,相干激电综合剖面采集参数供电电极距 $AB=1\ 600$ m,测量 $MN=40$ m,点距 20 m,供电电流为 290 ~ 600 mA。

测区的矿异常为铅锌矿产生的异常,而非矿异常为炭质岩层产生的异常,因此,本测区的探测目的主要是区分出矿异常和炭质异常。本测区矿异常的特征为: $\Delta\varphi_{M-L}$ 和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 均大于零且 $\Delta\varphi_{M-L}$ 曲线和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 曲线相互分开;炭质异常的特征为: $\Delta\varphi_{M-L}$ 和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 也均大于零,但 $\Delta\varphi_{M-L}$ 曲线和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 曲线相互趋于重合。根据矿异常特征和炭质异常特征的差异可以确定本测区的矿异常及其分布范围。

由图 1 可知:38 ~ 58 测点间的 P_s 幅值大,异常最明显,同时,对应测点上的 $\Delta\varphi_{M-L}$ 和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 均大于

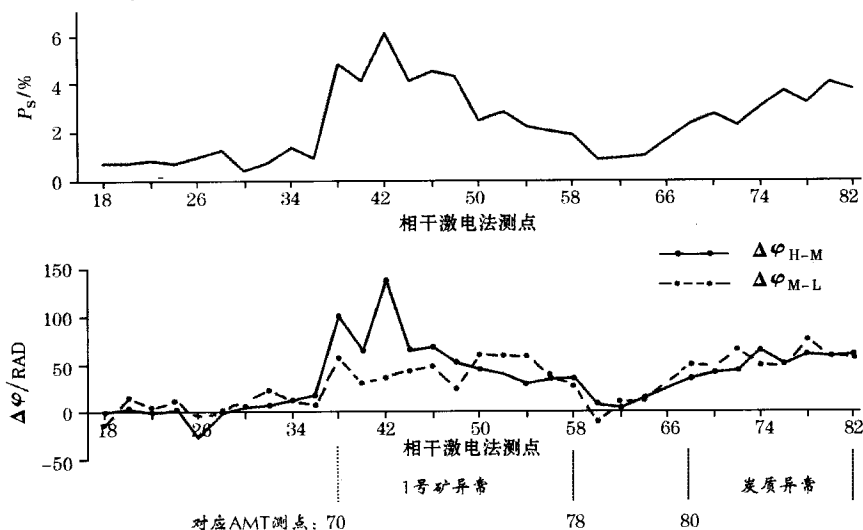


图 1 相干激电综合剖面

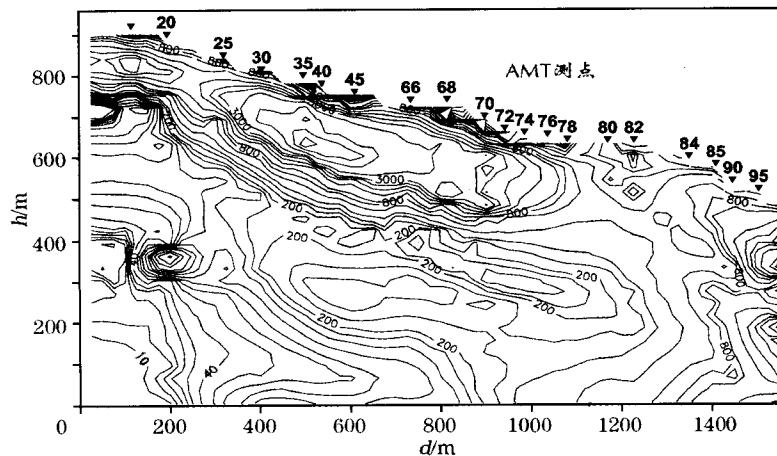


图 2 AMT 二维反演剖面

零且 2 条曲线相互分开,故可推知此激电异常为矿异常,称为 1 号矿异常;68~82 测点间的 P_s 幅值次之,异常较明显,对应测点上的 $\Delta\varphi_{M-L}$ 和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 均大于零,但 $\Delta\varphi_{M-L}$ 曲线和 $\Delta\varphi_{H-M}$ 曲线相互趋于重合,故可推知此激电异常为炭质异常。

AMT 是一种电磁方法,通常它对良导的目标体探测效果好。AMT 所获得的原始数据(重要的参数有 2 个:视电阻率、相位)经过数据解编、静校正和二维反演获得了电阻率深度剖面结果。由图 2 可知:反演剖面在纵向上可以分为 4 套电性层,横向上由断裂控制,分为 3 部分,并且在 70~78 点、埋深为 350~380 m 之间存在一低阻异常体。

综合分析精密相干检测法和 AMT 的勘探成果,我们认为:在 AMT 的 70~78 点之间(对应于精密相干检测法测线 38~58 测点)存在一铅锌矿透镜体,埋深在 350~380 m 之间,南倾,厚度较小。后在 AMT72 号测点上钻井验证异常体的性质,在埋深 364 m 处发现了致密块状铅锌矿体。

4 结论

相干激电法是一种直接找矿的手段,且分辨率

高,它能区分由炭质和铅锌矿产生的激电异常,在炭质干扰十分严重的工区内,能真正地发现由矿体产生的矿异常。

音频大地电磁测深法勘探设备轻便,适于山区勘探,且其探测深度大,可达 1 200 m。近十年来,AMT 采集技术和数据处理技术的进步,确保 AMT 法在不到 1 h 的观测时间内可以取得质量好的数据。该方法不仅可以用来研究测区内断裂的展布特征、局部构造以及电性分层,还可以发现低阻异常体,提供有利靶区。

相干激电法和 AMT 法在金属矿产勘探中,将具有明显的社会效益和经济效益,建议在金属矿产勘探中大力推广使用。

参考文献:

- [1] 张友山. 多频复合波激电差分相位频率简谱异常区分法[J]. 中南大学学报, 1994, 29(2).
- [2] Strangway D W, Swift C M, Holmer R C. The Application of Audio-Frequency Magnetotellurics (AMT) to Mineral Exploration[J]. Geophysics, 1973, 38(6): 1159.

THE APPLICATION OF THE INTEGRATED GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL METHOD TO THE SEARCH FOR CONCEALED LEAD-ZINC DEPOSITS IN QINLING AREA

WANG Yuan-jun¹, YANG Lun-kai², LIU Hong²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. BGP International, CNPC, Zhuozhou 072656, China)

Abstract: It is difficult to find concealed lead-zinc deposits buried at middle-great depth. Electrical anomalies resulting from Zn-Pb deposits and those from carbonaceous strata can be detected by using AMT and Coherent IP. The relative phase parameters of the coherent IP can distinguish anomalies caused by Zn-Pb deposits from those caused by carbonaceous strata. AMT can be used to detect the distribution of faults, the electric layering and the spatial distribution of low-resistivity anomalous bodies.

Key words: integrated geophysical method; AMT method; Coherent IP; concealed Pb-Zn deposit

作者简介: 王元君(1964-),男,副研究员,成都理工大学地球探测及信息技术专业在读博士。