

航空时间域电磁法测量系统 VTEM 应用效果分析

李怀渊, 张景训, 江民忠, 骆燕
核工业航测遥感中心, 河北石家庄, 050002

航空电磁法 (Airborne Electromagnetic 简称 AEM) 是利用机载线圈发射脉冲电磁波, 通过接收线圈测量二次感应电磁场的航空物探方法。航空电磁法测量技术以其快速、高效、成本低、信息量大、找矿效果明显等优势在国内外区域地质调查、多金属矿勘查、石油天然气勘查、环境工程及农业生态调查等方面得到了广泛应用。航空电磁法测量分为频率域电磁法测量 (FEM) 和时间域电磁法测量 (TEM) 两种类型(雷栋等, 2006), 本文重点介绍航空时间域电磁法测量系统 VTEM^{plus} 的技术优势及其应用效果。

1 航空时间域电磁法测量系统 VTEM 简介

1.1 VTEM^{plus} 系统的构成

加拿大 Geotech 公司生产的 VTEM^{plus} 是加强型多用途时间域电磁法 (Versatile Time-Domain Electro-Magnetic system) 系统的简称。它由电磁发射线圈、接收线圈、补偿线圈和 GPS 定位系统、雷达高度计、数据采集与收录系统组成。全套测量系统装载于直升飞机上, 发射和接收线圈悬挂于直升机下方; 发射机、数据采集和收录系统安装在机舱内。系统基本频率 25 或 30 Hz, 采用双向梯形脉冲, 脉冲宽度大于 7 ms, 峰值偶极 400,000-625,000 NIA, 发射脉冲停止后从 0.018ms 到 9.286ms 分 44 个时间道测量二次场。该系统的收发线圈水平同心, 位置相对固定, 可以避免异常的变形。由直升机供电, 系统最大带宽 50kHz, 采样频率 192 Hz 重量 580 千克。使用 GPS 导航定位, 定位精度或圆概率误差 (CEP) 小于 1.5m^①。

1.2 VTEM^{plus} 系统的数据处理及资料解释

VTEM 系统采集 dB/dt 和 B 场数据, 这些数据处理后可绘制任意时间道的 B 场平面等值线图、任

意时间道的 dB/dt 平面等值线图、B 场时间常数 τ 平面等值线图、dB/dt 时间常数 τ 平面等值线图、dB/dt X 分量 Fraser 滤波平面等值线图、电力线监测平面等值线图、视电阻率不同深度剖面图和视电阻率深度剖面图、电阻率三维可视化图等用于资料解释的图件。根据测量目的的不同, 充分收集工作区的地质、矿产、物化探、钻探、遥感地质、水文地质、环境地质等资料, 建立电磁资料解释依据和解释模型。结合已知资料、解释依据和解释模型等对于电磁法测量形成的图件资料进行分析解释, 选取航电异常, 结合异常产出的地质环境、异常形态、产状等特征初步分析异常成因, 排除盐渍区、破碎充水带、含水层等低阻体, 选择矿致可能性大的异常进行麦克斯韦 2.5 维板状体模型反演, 确定低阻体的形态、规模、产状、埋深等要素, 计算出最大限度揭露低阻异常体的钻孔位置、倾角及深度。

2 VTEM^{plus} 系统在新疆黄土坡矿区应用效果分析

新疆黄土坡矿床为典型的块状硫化物型铜锌矿床。主要矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿及闪锌矿和少量磁铁矿。脉石矿物主要为长石、石英、方解石、绢云母、绿泥石, 其次为绿帘石、阳起石、榍石、磷灰石、粘土矿物等^②。在矿区共布设南北向 7 条主测线, 线距 100m; 垂直测线布设切割线 4 条, 线距为 1km。对获得的数据经过处理形成了多种图件。矿区范围内在早中晚期时间道的 dB/dt 平面等值线图中及计算时间常数 τ 都有零散的异常分布。根据 dB/dt 和 τ 值异常圈定的靶区与主矿区地下工程的位置吻合较好。

图 1 为 L1090 线反演的视电阻率深度剖面与勘探线叠合图, 从视电阻率深度剖面图上可以看出在剖面中出现两个规模较大的低阻异常体。位于剖面

收稿日期: 2015-01-20; 改回日期: 2015-03-13; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 李怀渊, 男, 1965 年生。博士, 研究员级高工, 核技术勘查与资源环境。Email: 703y@bog.com.cn。

中部规模较大宽度 500 米，地表以深 100~400 米的低阻异常，电阻率小于 $28\Omega\cdot m$ ，呈团块状分布，异常的规模、范围及强度与钻探揭露的已知矿体的范围及规模十分吻合。位于剖面左侧宽度 200 米左

右，地表以深 80~400 米的低阻异常，电阻率小于 $10\Omega\cdot m$ ，呈柱状向深部延伸，为前人未发现的隐伏异常，推测该异常可能为同类矿化引起，值得进一步分析揭露^③。

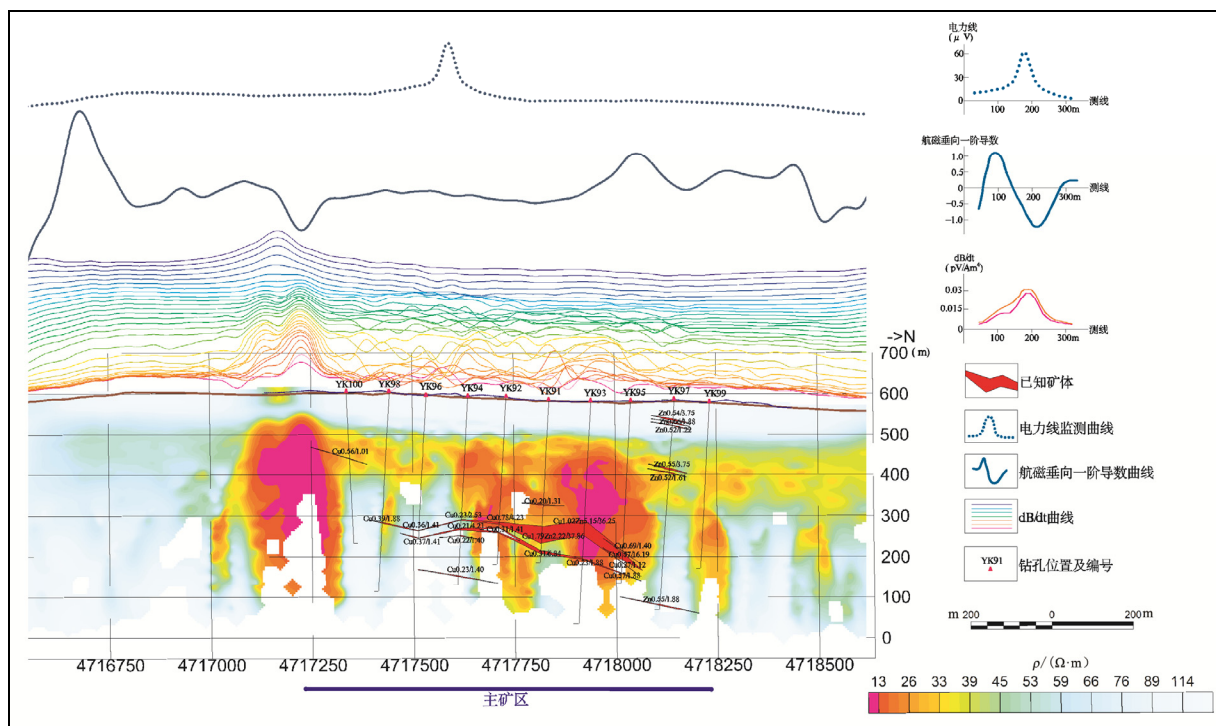


图 1 为 L1090 线反演的视电阻率深度剖面与勘探线叠合图

3 结束语

本次测量区选择正在开采的已知矿区，测量中受到矿区基础设施、地下采矿工程设施及电力线等的干扰，测量数据虽然受到一定影响，但获得的数据处理后同样可以清晰的显示出低阻异常的分布范围和分布特点，同样可以用于与低阻体有关的多金属矿的勘查。时间域航空电磁测量系统 VTEM^{plus} 具有信噪比高、分辨能力强、探测深度大、对环境影响小等突出优点，对低阻体十分敏感，对于勘查与低阻体有关的多金属、盐矿等矿产有着十分显著的效果。建议在我国西部条件艰苦的复杂山区、东北及南方植被覆盖较厚的有利成矿区带优先开展航空电磁法测量或航空电磁、航磁、航放综合工作站测量工作。相信随着这种高科技技术方法的推广应用，在我国一定会取得多金属找矿的重大突破。

注 释 / Notes

- ① Geotech Ltd.. 2014. Airborne Geophysical Surveys. 未公开发表
- ② 新疆维吾尔自治区有色地质勘查局地球物理探矿队. 2010. 新疆哈密黄土坡铜锌矿简介. 未公开发表.
- ③ 核工业航测遥感中心. 2013. 航空瞬变电磁测量试验成果报告. 内部报告

参 考 文 献 / References

- 雷栋, 胡祥云, 张素芳. 2006. 航空电磁法的发展现状. 地质找矿论丛. 21-1. 40-44