1998年第5期 矿 产 与 地 质 第12卷
1998年10月 MINERAL RESOURCES AND GEOLOGY 总第67期

瞬变电磁法在地质勘查中的应用效果

宋先旺
(湖南有色地质勘查院, 长沙 410002)

摘 要 应用瞬变电磁法在江西大余荡坪钨矿宝山铅锌多金属矿、湖南郴县龙形寨的找矿勘查和海南琼海市沙洲岛地下水探测地质工程项目中, 取得了理想的地质效果。

关键词 瞬变电磁法, 地质, 勘查

1 瞬变电磁法(TEM 法)原理简述

瞬变电磁法是研究电磁感应二次场的一种地球物理勘探方法。在发射回线内发送一脉冲阶跃电流, 当电流断开的瞬间, 地表将产生感应涡流电磁场, 随着时间的延长, 感应涡流电磁场将向下向外扩展, 同时在接收回线内激发起二次感应电磁场, 二次感应电磁场其磁场矢量在晚期由下式确定:

$$\frac{\partial B}{\partial t} \approx \frac{\mu_0 \cdot M \cdot [\mu_0/\rho]^{3/2}}{20 \cdot \pi^{3/2} \cdot t^{5/2}} \tag{1}$$

其中,M 为发送磁矩, ρ 为岩石视电阻率, t 为延时。

由(1)式可知, 接收信号的强弱不仅与发送磁矩M 和延时 t 有关, 而且还与回线下半空间岩石综合电阻率 ρ 有关。因而可利用采集的数据求取各个测点不同深度的岩石视电阻率, 利用岩石视电阻率差异来探测和分辨地下地质体。

2 TEM 法的应用实例

2.1 琼海市沙洲岛 TEM 法找水实例

1994年7月, 受海南某公司委托, 在琼海市NW 1km 的万泉河畔, 包括沙洲岛及附近水域面积仅0.30km^{2}范围内, 投入了瞬变电磁法勘测剖面4条。

据区域地质资料, 测区处于控制官塘温泉断裂的北东端延伸部位, 因而地质上具有寻找地下冷热水的断层通道。出露地层为白垩系和第四系。白垩系砂砾岩是组成沙洲岛基岩的主要岩

1997年9月10日收稿。作者简介: 宋先旺, 男, 1969年生, 工程师, 学士学位, 近期发表“瞬变电磁法全期视电阻率, 视深度求解方法与应用”、“车田湾地热田地质地球物理特征及开发前景”等科技论文。

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

性; 第四系为透水性好的河床沉积物。万泉河北侧有岩浆岩出露; 且沙洲岛的工程钻孔揭露, 砂砾岩中见花岗岩脉贯入, 表明测区内有岩浆活动。

由于地表水影响和场地限制, 常规物探工作方法无法施工。瞬变电磁法观测装置为不接地回线, 有便于水上施工的特点。且断层的揭露是本区找水的关键, 而瞬变电磁法其横向分辨较高, 具有寻找断裂构造的方法优势。本次工作的观测装置为边长100m 的重叠回线, 发送脉冲频率为25Hz, 点距50m, 异常部位加密到25m。

沙洲岛5线电位多测道剖面图(图1) 显示, 在10至16号点之间有一明显高电位异常存在。早期异常较弱, 晚期异常较强, 异常具有不对称性。据此推断, 认为该地段存在一条倾向于小号点的断层。于是, 在11号点附近设计钻孔验证。实际钻孔揭露分别在139. 8m 至153. 8m 和248m 至263. 9m 两处遇到断裂破碎带, 日涌水量1000t, 水温28. 5℃。

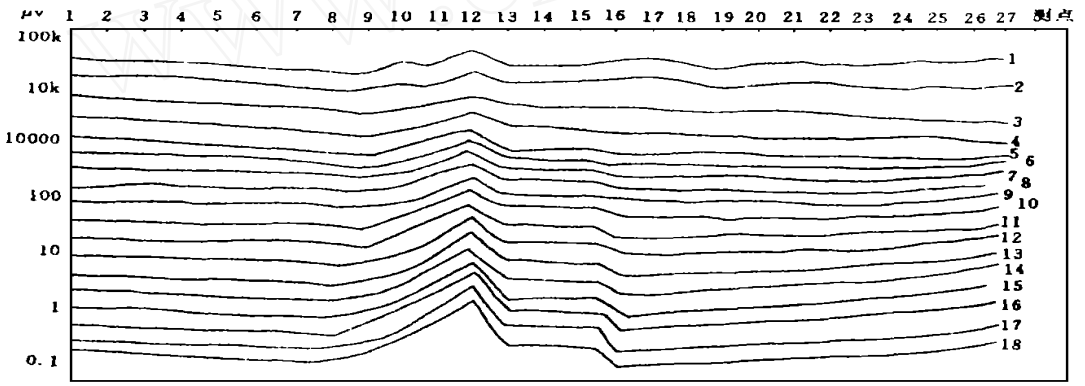


图1　琼海市沙洲岛 TEM 法5线电位多测道剖面图

Fig 1　Poly-measurement way profile of TEM electric potential along Line 5 in Shazhou island, Qionghai city

2. 2　江西大余荡坪钨矿宝山坑口找矿勘查应用

1996年5月至6月, 受江西大余荡坪钨矿委托, 在宝山坑口外围三个区(北区、西南区、南区) 进行了瞬变电磁法勘探工作。要求勘探深度达600～ 700m, 一般物探方法难度很大, 而瞬变电磁法在高阻地区具有勘探深度大的特点, 因此本次工作选择该方法。据已有地质资料, 测区内铅锌多金属矿体赋存于石炭纪灰岩和花岗岩接触带的矽卡岩中, 因而圈定灰岩和花岗岩接触带是这次工作的重点。据物性资料, 测区花岗岩电阻率较高(600～ 2000Ω•m), 灰岩电阻率较低(100～ 500Ω•m), 含铅锌多金属矿的矽卡岩电阻率相对花岗岩较低, 因而本次勘查具有物性前提。

观测装置为边长200m 的重叠回线, 发送脉冲频率为25Hz, 点距100m, 异常部位加密到50m。本次工作资料是利用瞬变电磁法全期视电阻率公式和视深度层状模型法, 并结合场地的单斜山坡地形进行成图的。图2为500线瞬变电磁法视电阻率拟断面图和推断地质断面图(横坐标为测点, 纵坐标为标高)。

从视电阻率拟断面图中发现, 小号点视电阻率值很高, 而大号点视电阻率值很低。反映出不同岩层接触带的存在。而且在标高300～ 400m, 视电阻率等值线发生扭曲, 推断是接触带凹凸部位的含矿矽卡岩的电性显示。据2号点钻孔资料, 在距地表300米左右有近70米厚的铅锌多金属含矿层, 这一结果与物探推断相吻合。

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

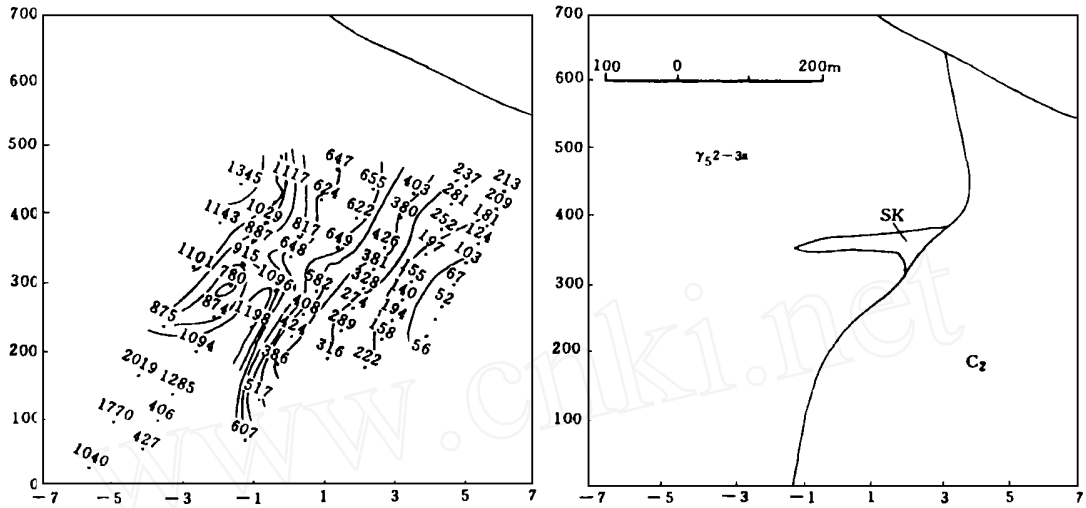


图2　荡坪钨矿500线瞬变电磁法视电阻率拟断面图和推断地质断面图

Fig 2　Mimetic and predicted geological cross section map of TEM apparent risistivity along Line 500 of Dangping tungsten mine

2.3　郴县龙形寨找矿勘查应用

1997年1月，我公司在郴县龙形寨约6km^{2}范围内的普查找矿中投入了瞬变电磁法扫面工作。

测区内地层为泥盆系中统跳马涧组碎屑岩、棋梓桥组碳酸盐岩和第四系残积粘土层。区内构造发育，以断裂构造为主，褶皱次之。金矿区位于千里山和王仙岭两个黑云母花岗岩体之间，测区内岩浆岩主要以岩脉形式出现，多数沿NE向和近NE向断裂充填侵入，侵入时期为燕山晚期。该区成矿与岩体发育密切相关。在与火成岩体的接触带部位，矿化强烈，因而寻找区内隐伏岩体是找矿方向之一。

据物性资料，测区内火成岩体电阻率一般小于200Ω·m，跳马涧组碎屑岩出露区电阻率一般较高(大于1000Ω·m)，火成岩体电阻率与跳马涧组碎屑岩差异明显，寻找隐伏岩体具有物性前提。本次工作的观测装置为边长100米的重叠回线，发送脉冲频率为25Hz，点距50m。

图3为瞬变电磁法22线视电阻率拟断面图及推断地质剖面图。图中150～170号点为火成岩体出露段，该地段视电阻率小于100Ω·m；在110～125号点之间视电阻率呈低阻反映，与两侧观测点的电阻率值相差甚远，推断该处较浅部位有隐伏岩体存在。在35～45号点之间，晚期道视电阻率很低，推断认为是岩体埋藏较深的反映。

3　方法效果讨论

从以上实例中可见，瞬变电磁法的应用不只局限于深部找矿，在寻找地下水等其它领域也能有所作为。瞬变电磁法相对于常规地球物理方法具有以下特点:

(1) 在高阻地区其探测深度大，因而常用于深部勘查;

(2) 重叠回线装置与探测目标体耦合良好，异常幅值大，形态简单，横向分辨率较高，适合

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

于构造填图和岩体接触带圈定;

(3) 施工工效高, 在大范围普查扫面和水上施工时比较优越;

(4) 地形影响相对其它电法要求较低。

当然, 要取得好的效果, 必须根据实际地质条件和需要解决的地质问题, 选测好观测参数, 并把握施工质量, 才能达到预期目的。

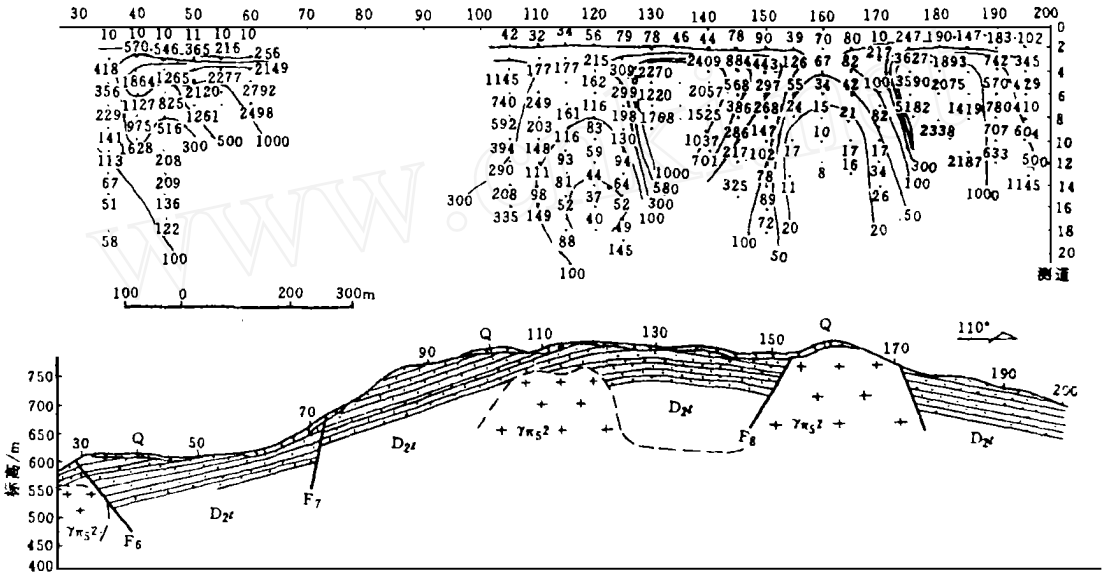


图3　龙形寨金矿区22线 TEM 综合剖面图

Fig 3　TEM comprehensive section map along Line 22 of Longxingzhai gold mine

瞬变电磁法应用实例总结中, 引用了湖南有色地质勘查院曹冰河等, 海南琼市沙洲岛温泉物探报告和江西荡坪钨矿宝山矿区瞬变电磁法物探工作报告内容。成文后, 经中南工业大学牛之琏教授、湖南有色地质勘查局雷志源高工、凌水成高工、湖南有色地质勘查院蒋年生高工、曹冰河高工等的认真审阅, 在此深表感谢。

参考文献

1　牛之琏等. 脉冲瞬变电磁法及应用. 长沙: 中南工业大学出版社, 1987

2　宋先旺, 姜胜华. 瞬变电磁法全期视电阻率, 视深度求解方法与应用. 矿产与地质, 1997, 11(2)

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

APPLICATION EFFECT OF TRANSIENT ELECTROMAGNETIC METHOD TO GEOLOGICAL EXPLORATION

Song Xianwang

(*Hunan Institute of Geology and Exploration for Nonferrous Metals, Changsha*, 410002)

Abstroct The transient electromagnetic method w in its optimal geological effect when appliced to some programmes of geological projects such as Baoshan lead- zinc polymetallic deposit in Dangping tungsten mine, Daiyu, Jiangxi province; prospecting exploration in Longxingzhai, Chen County, Hunan province and underground water exploration in Shazhou island, south Qionghai city.

Key words Transient electromagnetic method, Geological exploration

湖北宣恩菊花石

30年代宣恩县长潭区粟子坪燕儿沟底的石板上, 发现似菊花花纹, 称"岩板上开花"。民间传为"七仙女撒向人间的天花"。1991年建材部湖北总队勘查时确定为菊花石。后又在恩施红土、建始磺厂坪也在二叠纪栖霞组中发现菊花石, 称为宣恩菊花石。

宣恩菊花石特点: 花形是粗犷豪放, 花色白, 与基质对比度强。花径小者2cm, 大者50cm, 以上。同一菊花的花瓣大小相差悬殊, 有弯折, 有穿插。花形一般不对称, 有蝴蝶状, 有椭圆形, 在其纵截面似蜈蚣形或鸡毛掸形。宣恩菊花石矿物组成为菱锶矿, 后为方解石、石英等交代, 保留有星点菱锶矿, 颗粒< 5μm。

本刊编辑部

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