

# 电法勘探在寻找地热资源中的应用

许闯 孙娇鹏 赵颖 张夫磊  
(中国矿业大学 江苏徐州 221116)

摘要: 本文通过对电法勘探基本原理的阐述、地热体的电导性分析及勘探实例分析, 简要阐述了在地热资源丰富地区勘探地热层带的方法和原理。

关键词: 电法勘探 电导差异 地热资源

中图分类号: P314

文献标识码: A

文章编号: 1674-098X(2009)01(b)-0130-01

## 1 引言

随着我国经济社会的快速发展, 城市化步伐的加快, 资源的保证程度日趋严峻, 重要资源的可采储量下降, 石油、煤炭、天然气等价格持续攀升, 经济社会发展与生态环境的矛盾也日益突出, 能源结构不合理等问题已经开始制约我国的经济发展的步伐。因此我们必须寻求一些可替代能源来缓解目前的压力。地热作为一种新型能源备受人们的青睐。地热资源不仅是可再生绿色环保能源, 而且可以被直接开发利用, 与传统的消耗性能源相比, 具有无污染, 占地面积小, 运行成本和劳动强度低等特点, 环境效益、经济效益和社会效益显著。因此, 勘探地热资源具有很重要的意义。

电法勘探就是探查地热资源很好的一种手段。电法勘探是以岩、矿石之间电学性质的差异为基础, 通过观测和研究与这些差异有关的电场或电磁场在空间或时间上的分布特点和变化规律, 来查明地下地质构造和寻找地下地质构造和寻找地下电性不均匀(岩溶, 风化层, 滑坡体等)的一类勘察地球物理方法。

根据载热流体赋存空间的不同, 热储一般分为层状热储和条带状热储。层状热储具有有效孔隙度和渗透性的岩层, 岩体构成的热储, 具有地层或岩体分布面积较大, 地层倾角较缓, 地层厚度较大的特点, 带状热储具有有效孔隙度和渗透性的构造带, 如断裂破碎带或裂隙带构成的热储, 一般具有倾角陡, 平面上呈带状延伸, 常具有地热异常的特点。

由于热储与周围岩层在电导, 岩性, 构造等方面有较大的差异, 因此利用电法勘探能很好地勘探出地热田中的地热带的具体位置。

## 2 影响地热电导的因素

(1) 溶液中离子的影响: 地热以不同相态充填在岩石孔隙和裂隙中, 并不断地向地表运移和上涌, 它们在各种温度压力等物理条件下, 与周围岩石相互作用, 溶解各类物质而形成其特殊的化学成分。

(2) 地质因素: 赋存地热流体的地层多为砾岩, 砂岩, 其孔隙度和渗透系数较大, 便于地热流体的赋存和热量的交换;

(3) 温度因素: 由于受到大地热源的持续供热, 赋存在地层中的液体和载体的温度普遍高于其围岩的温度;

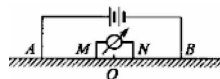
由于上述影响因素, 地热体与周围围岩有明显的电学差异, 首先地热体中富含的各种矿化离子有益于提高其电导率, 矿化度越高, 电导率也随之增加; 其次砾岩, 砂岩等孔隙度和渗透率较大的地质体有利于地层中的水富集, 从而为溶解离子, 提高

矿化度, 电导率提供条件。另外孔隙中的水可以提高附近地质的湿度, 湿度对电阻率有较大影响, 因为水的电阻率较小, 含水岩石的电阻率比干燥的岩石低。最后, 温度的变化直接影响着岩石的电阻率, 因为温度的升高使岩石中的水的粘滞性减小, 使溶液中的离子迁移率提高, 另一方面, 又使溶液的溶解度增加, 矿化度提高, 进而增强了岩石的电阻率。

## 3 利用电法勘探地热资源的原理

我们可以采取电阻率剖面法来测定地热层带的位置。电剖面法采取固定电极的电极排列, 沿剖面线逐点供电和测量, 观察视电阻率的变化规律情况。

采用如下装置来求出视电阻率的值:



在地面 A、B 两点处插入供电电极, 在 A、B 之间两点 M、N 处插入电极测量两点间的电位差  $U_{MN}$ 。

利用视电阻率的公式:

$$\rho_s = K \frac{\Delta U_{MN}}{I}$$

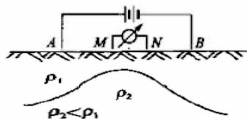
其中  $U_{MN}$  为 M、N 间的电势差;

$I$  为电路中的电流强度;

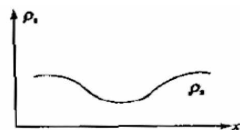
$K$  为装置系数, 可由 AM、AN、BM、BN 之间的距离关系求得:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$$

探测地热的示意图如下:



如图所示  $\rho_2 < \rho_1$ ,  $\rho_2$  代表地热存储层,  $\rho_1$  代表周围的围岩, 由于各种因素如温度, 矿化度等的影响, 地热体的电阻率要低于周围围岩的电阻率。利用电法勘探装置, 可以得出水平距离  $x$  和视电阻率  $\rho_s$  之间的关系图:



上述图形显示, 在中间部位的视电阻率低于两边岩层的视电阻率, 说明局部地层异常, 对应到所测剖面地下可能有地热带发育。

## 4 电法勘探地热的实例分析

图 1 为邓屋地热田电法勘探成果。该地区热田覆盖层厚度为 10~20m, 基岩岩性为花岗岩。通过联合剖面测量, 在其剖面图上反映出一近东西长约 1000m, 南北宽约 500m 的低阻区。区内视电阻率为 200~300  $\Omega \cdot m$ , 而在区外测得的视电阻率平均值为 600  $\Omega \cdot m$ 。结合区内热异常现象进行分析, 认为该区为地下热田的反映。在近低阻区内由南向北还显示出三条大体呈东西向展布、视电阻率低于 200  $\Omega \cdot m$  的低阻带, 推测为断裂破碎带构成的地下热水通道。在南面低阻带上打的验证孔

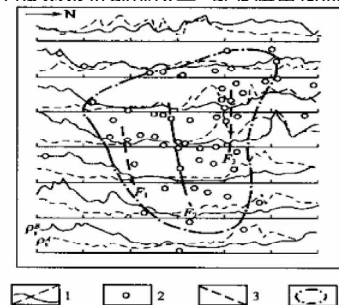


图 2. 30 邓屋地热田联合剖面法剖面平面图  
1—视电阻率曲线; 2—钻孔; 3—热水出露断裂 ( $\rho_s < 200 \Omega \cdot m$  的低阻带); 4—热水分布范围 ( $\rho_s$  为 200~300  $\Omega \cdot m$  的低阻区)

## 5 结论

当四极电剖面装置位于地热体上部的时候, 由于各种因素的共同作用, 导致 MN 之间的电势差和周围的岩层比较要变小一些, 利用这一点可以很好的区分出地热体与其周围的围岩, 进而找到地热资源。另外经过上述对邓屋地区的实例分析对比, 我们发现用电法勘探寻找地热资源与实际探测的结果基本一致, 说明了电法勘探在实际勘察地热资源的应用是比较准确, 可以取得较真实的信息。由此可见, 在地热资源丰富的地区利用电法勘探地热资源是一种较为简洁高效的手段。

## 参考文献

- [1] 卢予北, 郭友琴等. 郑州地热资源勘查技术研究报告. 黄河水利出版社.
- [2] 雷宛, 肖宏跃, 邓一谦. 工程与环境物探教程. 地质出版社.
- [3] 章至洁, 韩宝平, 张月华. 水文地质学基础. 中国矿业大学出版社.
- [4] 廖志杰, 赵平. 滇藏地热带——地热资源与典型地热系统. 科学出版社.