能源与环境 能源开发
ISSN1672-9064
CN35-1272/TK

可控源音频大地电磁法在厦门杏林湾地热水勘探中的应用

程云涛
(湖南省核工业地质调查院 湖南长沙 410011)

摘要 杏林湾地区地热资源丰富、构造复杂,采用CSAMT法对该区进行工作,基本查明测区内各构造的空间分布及特征相互关系,并钻孔验证,证实了CSAMT法在寻找深部构造中的可靠性和可行性。

关键词 可控源音频大地电磁法 地热资源 卡尼亚电阻率 杏林湾

中图分类号:P631.325 文献标识码:A 文章编号:1672-9064(2010)02-0080-02

地热是赋存于地球内部一种巨大、宝贵的矿产资源,它作为一种绿色、经济的双效新型能源而日益受到人们的重视。福建省是我国地热资源丰富的省份之一,无可置疑,正是因为福建省近邻环太平洋地热带(欧亚大陆板块与太平洋板块接合部),造就了福建省这一得天独厚的天然资源。地热资源分为层状热储和带状热储2种,由于构造带的控制,福建地热多呈带状热储,以福建厦门杏林湾为例。

杏林湾位于厦门市与杏林之间,原为海湾,南侧面海,北西东侧为丘陵台地。20世纪50年代修建一杏海堤后形成杏林湾水库,湾内沙洲经人工改造形成中洲岛,面积约3km^2。

该湾位于北东向长乐—南澳深大断裂带上,构造发育,热水资源丰富,为加大开发旅游资源,查明地下800m深度内地热区各断裂构造的产状及空间展布规律,确定地下热水的储存部位,我院承担了该区的地热勘查工作。

1 地质概况

1.1 岩性、构造

杏林湾地层出露主要岩性为第4系海积淤泥与淤泥混砂和冲积黏土、泥质中粗砂与砾卵石层;第4系地层下覆岩性为似斑状二长花岗岩和花岗斑岩、石英岩、辉绿岩等脉岩。

湾内主要构造发育有北北东、东西和北西向断裂(见图1),NNE向断裂为潘涂—石塘压扭性断裂,倾向SE,倾角86°,长约15km;EW向断裂为汤岸—杏林近东西向压扭性断裂,其走向78°,倾向NW,倾角75°,断裂带岩石破碎,为主要控热构造;NW向隐伏断裂自集美沿杏林湾,后溪至坂头,长15km,走向330°,地貌形态显示为清晰的裂谷地形,该断裂切割东西向断裂及北东向断裂,推测属于最晚形成的区域性断裂。

1.2 地下热水赋存条件

测区所处东西向与北西、北北东向多组断裂带交汇位置,由于地势较低,构造带又位于海平面以下,其地下热水来源主要接受北部基岩裂隙水及近海的海水沿构造带渗入补给,特别是在压扭性断裂影响深度可达数千米,构成了把地下深部热源带到地面形成地下热水循环通道,并以温泉或渗透到其他含水层的方式排泄。

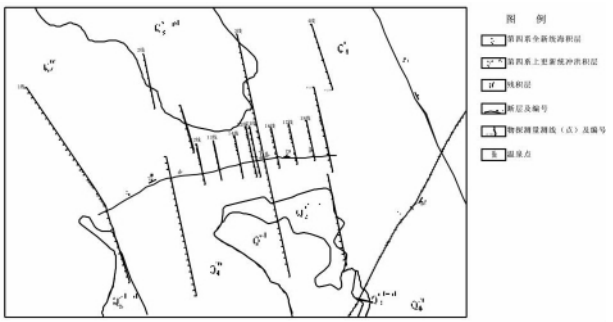


图1 杏林湾区域地质图及物探测线布置图

2 工作方法

本次工作是以寻找断裂带为主,查明测区内断裂在空间的分布形态,以及各断裂带之间的联系。要求勘探深度大,由于测区内第四系覆盖层厚,该层电阻率小,形成一个坚固的低阻屏蔽堡垒,常规的直流电法采用几何测深,很难达到深度要求,与之相比,可控源音频大地电磁法(CSAMT)采用频率测深,只要达到远区观测条件,改变频率便可达到理想的勘探深度,同时该方法还具有:①工作效率高;②垂向分辨能力好;③水平方向分辨能力高;④地形影响小;⑤高阻层的屏蔽作用小;⑥强抗干扰能力等优点。

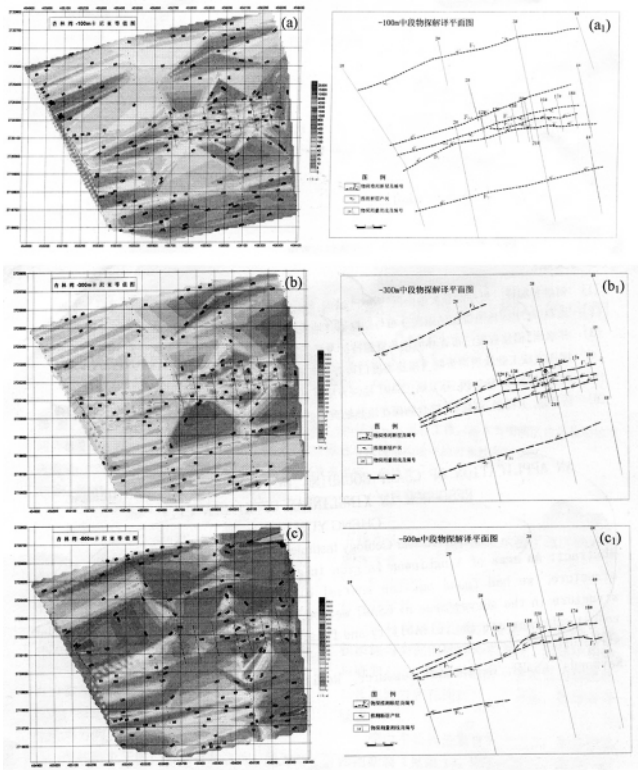
2.1 野外工作方法

根据实地地形地物条件布设了1~4线(北西向)等4条大点距测深剖面,在发现异常的基础上,布设了11~18线(北西向)等8条小极距加密线(见图1),以便了解区内断裂构造的空间分布的具体位置。

本次由发射偶极至接收机间的距离为6000m,AB=1500m,电流=10A,最小有效勘探深度800m,测点偏离发射偶极子中垂线最大角度3°,符合理论上小于30°的要求。最

作者简介:程云涛(1982~),男,硕士。现在湖南核工业地质调查院,主要从事电磁理论及应用方面的工作。

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



(a)-100m 卡尼亚电阻率等直线平面图;(a_1)-100m 物探解译平面图;
(b)-300m 卡尼亚电阻率等直线平面图;(b_1)-100m 物探解译平面图;
(c)-500m 卡尼亚电阻率等直线平面图;(c_1)-100m 物探解译平面图;

图 2 物探成果及解译图

低频率为 4Hz, 测量参数为卡尼亚电阻率 P_s 和阻抗相位 Φ。根据钻孔资料,断裂带平均电阻率为 20Ω·m,侵入岩、脉平均电阻率为 320Ω·m。

2.2 资料处理

本次数据处理分为两步:预处理和解释处理。预处理包括检查数据的误差和噪音;解释处理包括对特定数据近场校正、静态校正、一、二维反演。一维反演是在各测点的曲线响应基础上作单点反演,然后将同一测线的单点反演数据连成剖面,充分利用每点的信息,相邻测点的细微差别在剖面上都有所反映;二维反演是把要拟合的数据扩展成一条剖面上若干测点处, 且每个测点又都包括 2 种极化方式的结果,相邻点相互影响,采用有限元或有限差分等方法,不同程度上考虑到了地下电性的空间不均匀性, 对局部异常有所压制。为查明各断裂之间的关系,本次解释采用一维成果。

3 成果解释及验证

根据各测线的剖面图共确定了 6 条断裂,结合-100m、-300m、-500m 中段卡尼亚电阻率 P_s 平面图分析各断裂的空间分布及之间的相互关系。

图 2(a)(b)(c)各低阻体呈近东西向条带平行分布,加密线控制段低阻体分布密集。(a)存在局部高阻体,各低阻带较独立;(b)电阻率较小,低阻等值线交错;(c)整体电阻率较高,存在个别低阻条带。

推断 6 条断裂呈近东西向平行分布,见图 2(a_1)-100m 深度各断裂未交汇,花岗岩较为完整;图 2(b_1)-200m 深度局部断裂交错复杂,岩石较为破碎;图 2(c_1)-500m 深度只见断裂 F_1 及次级构造 F_{1-2} 等,岩石完整。

断裂 F_1 呈近东西走向,倾向 NW,倾角在 72~83°,倾向上有扭曲,局部倾向南东,断裂发育深度大于 800m,发育有 3 条次级断裂 F_{1-1}、F_{1-2}、F_{1-3},3 条分支断裂局部会出现反倾,一般在-800m 以下与 F_1 复合。该断裂及其分支总体宽度达 200m,含水性较好。设计钻孔 ZKOO1 位于 F_1 断裂的北西面、F_{1-3} 断裂的南东面(见图 2(b_1)),设计深度 600m。

经钻孔验证:在孔深 500m 处见水,孔口水温 90℃,涌水量 5500m^3/d。成功的证实 CSAMT 在寻找深部构造的可靠性和可行性。

4 结论

(1)该地区的热水断裂多以近东西走向为主,其断裂构造突出特点是平行构造发育, 推断 F_1 断裂为该区的控水构造,经钻孔证实与本次物探成果吻合较好。

(2)本次数据解释结合一、二维反演成果,一维反演是在各测点作单点反演,然后将同一测线的单点反演数据连成剖面,充分利用每点的信息,相邻测点的细微差别在剖面上都有所反映,对于局部断裂都能识别。

(3)本次资料分析解译以剖面图为基础,确定了推断断裂的倾向和倾角,再以不同深度的中段平面图为背景,结合水文、地质资料合理确定断裂走向和规模,实践证明该方法的合理性。

参考文献

1 何继善编译. 可控音频大地电磁法. 湖南: 中南工业大学出版社, 1990
2 耿莉萍.中国地热资源的地理分布与勘探.地质与勘探,1998(1)
3 林水通. 福建省厦门市杏林湾地热资源特征及其开发利用前景分析.福建建筑,2007(9)
4 湖南省核工业地质调查院. 福建省厦门市杏林湾地热地球物理勘查报告
5 刘宏,刘东琴,杨轮凯,孙卫斌.CSAMT 勘探方法在寻找地热中的应用.物探装备,2002(2)
6 贾智鹏,王晋强,刘建军.综合物探在地热勘查中的应用.山西科技,2004(3)

2009 年中国风电发展迅速

全球风能协会(GWEC)近日称,2009 年全球风电总装机容量增加了 3750 万 kW,增长 31%,达到 1.58 亿 kW。其中中国新增 1300kW,占全球的 1/3,风力发电容量几乎翻倍,中国风电连续第 5 年增长幅度超过 100%。中国去年风电新装机容量超过了欧洲和美国。

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