

安徽胡家碾地区井中地电异常现象探讨

王占孝, 王显光

(安徽省地球物理地球化学勘查技术院, 安徽 合肥 230022)

摘要:以岩石电性特征差异为基础的电测井,在金属矿产、地下水资源勘探中,发挥着重要的作用。在视电阻率测井装置中,地井系统是较为常用装置形式。通过安徽省胡家碾地区地质背景和钻孔地层以及对井中电法测量资料的分析对比,探讨了井中地电异常产生的原因及与寻找地下水的关系,认为井中负视电阻率异常与井中正自然电位异常相对应时,通常是寻找地下水的有利地段。

关键词:地电异常;点源场;岩溶破裂带;含水层

中图分类号:P631.322

文献标识码:B

在金属矿产、地下水资源勘探中,经常使用地面电法进行勘探,在有条件的地区,有时也使用地井电法^[1-3]。而在安徽省胡家碾地区寻找地下水钻孔施工中测量到负低视电阻率的反常现象(即测量出的电位差为负值,导致计算出的电阻率为负值),为了解释这一现象,在产生该异常现象的钻孔中进行了多种方法井中电法测量。

1 区域地质特征

安徽省胡家碾地区位于长江中下游铁、铜成矿带的中段北缘,滁州-庐江构造岩浆带的中南部,大地构造位置为扬子准地台、华北地台及大别山造山带的结合部位,其西有黄栗树-破凉亭断裂带,其南有庐江-铜陵断裂带。

区域地层自震旦系一二叠系、侏罗系均有出露。

区域构造线方向总体为 NE 30°。轴向呈 NNE 向的庐江-东顾山复式背斜是该区褶皱的主体部分,该褶皱为区域上菖蒲山-盛桥复式背斜的中段。断裂构造发育,主要有 NNE 向、NW 向、NE 向及 NWW 向 4 组,构成了该区的基本构造格架。

区域内岩浆活动较为强烈,主要有冶父山正长斑岩和沙溪中酸性杂岩体,其中沙溪石英闪长斑岩体是沙溪斑岩铜矿床的成矿母岩。

2 地质特征及钻遇地层

工作区属扬子地层区、下扬子地层分区、和县-安庆地层小区,震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、二叠系、侏罗系等岩层均有不同程度出露。

工作区属二蛟子山-照壁山倒转背斜,该背斜为区域内菖蒲山-盛桥复式背斜的一部分。轴向为 NNE 向,核部地层主要为震旦系灯影组,翼部为灯影组上段-志留系高家边组地层。二蛟子山-独山为倒转斜歪褶曲。

区内主要断层有:二蛟子山-照壁山断层、东顾山断层,走向 30°~35°,倾向 SE,倾角陡,多为逆断层。NW 向断层共有 7 条。走向 300°,倾向 N(或 S),倾角近直立,部分断层面上有断层角砾岩,具有水平位移,水平断距可达百米以上。

根据钻孔编录资料揭示,该孔地层分为 3 层:第一层深度 0~51.6 m,为第四纪粘土层(其中 0~6.68m 为杂土层,6.68~51.60 m 为粘土层),平均厚度约 44.92 m;第二层 51.6~296.0 m,岩性为石灰岩,平均厚度 244.4 m;第三层 296 m 以下至终孔(830 m),岩性为致密状白云岩。

在该次实施综合方法测量的钻孔中,需要特别指出的是在孔深 546~564.5 m 间有一厚约 18.5 m 的石英闪长玢岩侵入带。

3 工作方法选择

地井系统(Surface - Borehole System)是一种

* 收稿日期:2011-12-27;修订日期:2012-02-15;编辑:程光锁

作者简介:王占孝(1957—),男,安徽凤台人,工程师,主要从事物探技术工作;E-mail:sddkj5@126.com。

把激发源和接收装置分别放在地面和钻孔中的地球物理观测系统。工作时将供电电极布置在地面上,测量电极放入钻孔中,沿井身进行观测。供电电极 A、B 可以相对钻孔对称分布,也可以将电极 A 布置在井旁某一位置上,而电极 B 放在“无穷远”处。通过改变供电电极相对钻孔的方位,可以确定井旁盲矿体、地下含水层的位置^[4-8]。

(1)地(点源场)-井中激电测量,是令一个供电电极 A(正极)位于井口,另一供电电极 B(负极)位于无限远处(一般 $AB \geq 3$ 倍井深),这样可以近似地看作点源场,MN 置于钻孔中,测量不同深度二次电场的电流及电位差等,计算出测量点的激发极化率。

(2)地-井电阻率测量。地-井电阻率测量装置采用单极-偶极(井中),另一个供电电极位于地面离井口无限远处。测量钻孔中不同深度处的电流及电位差,计算出测量点的电阻率。

(3)自然电场法测量,置 M 于井口处,N 于钻孔中,测量钻孔不同深度处与井口间的电位差。

4 井中综合地电异常的实测曲线

在该次实施综合方法测量的钻孔中,负低视电阻率异常特征曲线段反应深度在孔深 540~565 m 之间,实际地质资料钻孔编录,在孔深 546~564.5 m 间有一厚约 18.5 m 的石英闪长玢岩侵入带。

为解决钻孔揭露的地质问题,划分钻孔地质剖面,确定矿层的深度和厚度,协助地质方面正确进行地质剖面的编录和分析取样,进行了激电视电阻率、激电视极化率、井壁视电阻率、自然电位、井径、井斜等多项参数测量。在获取实测成果曲线中,出现负低视电阻率的反常现象(即测量出的电位差为负值,导致计算出的电阻率为负值),为了搞清现象产生的原因,分别截取了负低视电阻率、激电视极化率、井壁视电阻率、自然电位 4 项参数相对应的特征曲线段,进行对比分析。

4.1 负低视电阻率的物理解释

负电阻率,不是指地层或岩石的本身电阻率变为负值,而是由于地层变化导致测量出的电位差为负值,从而计算出的电阻率为负值。

由视电阻率曲线可知,在井深 560 m 处,地(点源场)-井中激电出现一个很低的负电阻率异常, $\rho_{s \min} = -5\ 960\ \Omega \cdot m$,对应井壁视电阻率曲线, $\rho_{s \min}$

$= 83\ \Omega \cdot m$,以及自然电位曲线, $\Delta V_{\max} = 434\ mV$ 。对比岩心柱状图发现井壁视电阻率曲线的 2 个低阻双峰以及自电异常的 2 个正双峰均对应着石英闪长玢岩与白云岩的上下接触面处。由于上述双峰异常间隔太小(石英闪长玢岩厚度只有 18.5 m),所以视电阻率曲线只是双峰低阻异常的综合效应。因此可以认为上述 3 种异常是由同一地质体所引起。该地质体应该是一条充水的向上向下均有较大延伸的岩溶破裂带(图 1)。由于井液电阻率($\rho = 25\ \Omega \cdot m$)比围岩电阻率小得多,点源场供电电流主要沿井中向下流动,当到达 P 点时,受到良导电层的吸引,将有一部分电流被分流到该层中间继续向上流动,最终流回到 B 级。因为电场方向与电流流动方向相同,故 P 点的电场 E_P 在垂直轴上的投影为 $E_P \cos\theta$ (图 1)。 $E_P \cos\theta$ 与 E_O (垂直轴方向的电场强度)方向相反,因此(点源场)在 P 点上将测量到负电位差,从而导致产生负视电阻率的反常现象。也只有点源场 1 个供电电极在井口的情况下才有可能出现负视电阻率的反常现象。

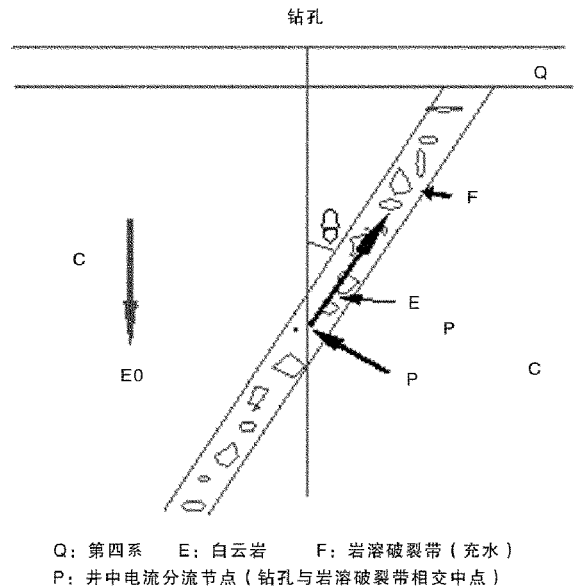


图 1 井孔及破裂带示意图

4.2 井中正自然电位异常的地质与地球物理意义

与负低视电阻率对应出现的异常特征,在激电视极化率曲线上未有明显特征显示,而在正自然电位曲线上有正异常特征显示,对负低视电阻率的出现起到了辅助解释作用。

正自然电位异常的产生是由于水中所含有的离子化合物的物理化学效应所引起。因为地下水中都

含有相当数量的离子化合物(如 NaCl, HCl, CaCO₃ 等),它们在水中分离为正、负离子,例如 NaCl→Na⁺+Cl⁻, HCl→H⁺+Cl⁻……,这些被分离的正负离子随着地下水的运移,其中的负离子逐渐被途中岩石颗粒所吸附,导致水中的正离子过剩,因此在出口处(或井中)就能测量到正的自然电位异常。无论是地表水补给岩溶破裂带或是深层循环水向上涌动,其所产生的正自然电位的物理化学效应都是一样的。所以当井中正自然电位异常对应低视电阻率异常时,通常是寻找地下水的有利地段。

该区地表覆盖着 40 余米的第四纪粘土,通常认为它是良好的隔水层,故地表水补给地下水的水量有限,应该属于深层循环水沿着岩溶破裂带向上流动的可能性较大。若能配合其他方法搞清该岩溶破裂带的位置和形状,在下倾方向深处有望能找到高温热水。

5 结论

(1)井中负视电阻率的产生是由特定的地质条件,如岩性、岩石结构、构造等所引起的,必须满足以下 2 个条件:①点源场供电,即一个供电电极位于井

口,另一个位于无限远处;②具有良导电的倾角较大且向上延伸很大的地质构造或矿脉。

(2)中负视电阻率异常与井中正自然电位异常相对应时,通常是寻找地下水(甚至有望找到高温热水)的有利地段。

(3)需要指出的是,该次地(点源场)-井中电阻率测量发现的负低视电阻率与正自然电位相对应的现象与有利于寻找地下水的认识,尚需更深的理论和实践支持。

参考文献:

- [1] 蔡柏林. 金属矿钻孔地球物理勘探[M]. 北京:地质出版社, 1983.
- [2] 测井学编写组. 测井学[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [3] 塞拉 O[法]. 肖义越译. 测井资料地质解释[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [4] 塞拉 O[法]. 谭廷栋,廖明书,郝志兴,尚海筹译. 测井解释基础与数据采集[M]. 北京:石油工业出版社,1992.
- [5] 石油测井情报协作组. 测井新技术应用[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [6] 张庚骥. 电法测井(上册)[M]. 北京:石油工业出版社,1984.
- [7] 张庚骥. 电法测井(下册)[M]. 北京:石油工业出版社,1986.
- [8] 尉中良. CLS 数控测井系统[M]. 北京:石油工业出版社,1990.

Study on Anomalies of Wells in Hujianian Area in Anhui Province

WANG Zhanxiao, WANG Xianguang

(Anhui Provincial Geophysical and Geochemical Exploration Institute of Technology, Anhui Hefei 230022, China)

Abstract: Electrical logging which is based on differences of rock electrical characteristics plays an important role in metal minerals and groundwater resource exploration. The well system is more commonly used in the apparent resistivity logging device. In this paper, through analysis and contrast of geological background, drilling strata and electric measurement data in wells, origin which caused electrical anomalies and searching for groundwater have been studied. It is regarded that when the negative apparent resistivity anomalies in the wells is corresponding with spontaneous potential anomalies, it is usually the favorable section for searching groundwater (or even expected to find favorable areas of high temperature hot water).

Key words: Abnormal ground; point source; karst fracture zone; water-bearing layers