

盐扩散法水文测井在 焦家金矿床深部详查中的应用

迟义宾,荆永渠,孙瑞刚

(山东省第六地质矿产勘查院,山东 招远 265400)

摘要:盐扩散法水文测井属地球物理勘探方法,在焦家金矿床深部详查中取得了很好的效果。该文简要说明了盐扩散法水文测井的基本原理,详细介绍了盐扩散法水文测井的工作步骤,系统总结了盐扩散法水文测井的异常规律,根据加盐水前后流体电阻率的变化,判断出水位置、水的补给方向及淡水或咸水。

关键词:盐扩散法;水文测井;出水位置;淡水咸水;焦家金矿床

中图分类号:P631.8

文献标识码:B

盐扩散法水文测井在水文地质、工程地质勘查中是一个有效的地球物理勘探方法,对含水层的确定,水的补给方向及判断淡水或咸水具有重要的实用价值。2008年山东省第六地质矿产勘查院在焦家金矿床深部详查工作中开展了盐扩散法水文测井,为深部矿床开采技术条件研究提供了依据。

1 基本原理

淡水的流体电阻率一般 $12 \sim 15 \Omega \cdot m$, 盐水(10%浓度)的流体电阻率约 $3.5 \Omega \cdot m$, 两者具有明显的电性差异。当井液由淡水换成盐水时,出水的位置将显示高阻特征,这是盐扩散法确定井中出水位置的基本原理^[1]。

2 工作步骤

2.1 洗孔

终孔后,用淡水彻底洗井并迅速提钻,然后测试清水状态下的流体电阻率。一般在清水状态下的流体电阻率是比较稳定的,如果某个位置出咸水,其流体电阻率则会降低,出现低阻异常。显然用洗孔后测试的流体电阻率可判定咸水的出水位置^[2]。

2.2 溶化盐水

这期间可将盐水准备好。一般用工业粗盐,盐水浓度以10%为宜。因所需盐水量比较大,需用较大的器具进行溶化,可用机台的大水箱,也可将机台的泥浆坑底部铺上塑料布用来溶化食盐。总之要根据盐水量的多少,因地制宜选择合适的溶化器具,以省时、省力、便于操作为原则。为了使盐加速溶化,可将岩芯箱架在水箱之上,然后将盐倒入岩芯箱内,用水管将水直接喷射在盐上,盐水随着流入水箱,如水箱底部有未溶化的盐,可进行搅拌。

2.3 注入盐水

测完清水孔后,迅速下钻至孔底,将溶化好的盐水用高压水泵经钻杆一次性快速注入井中。注入盐水量应大于井筒的容积,用盐水置换孔内清水,使孔内清水返上地面,力求孔内为均匀的盐水,然后迅速提钻下探管进行测量,这一过程越快越好。测试的高阻位置即为出淡水部位,根据每次往返测量高阻位置的变化情况可大致判别水的流动方向。

3 应用实例

以焦家金矿床深部详查144ZK615孔水文测井为例,说明运用盐扩散法水文测井确定含水层的位置,水的补给方向及判断淡水或咸水。

* 收稿日期:2010-03-15;修订日期:2010-07-26;编辑:陶卫卫

作者简介:迟义宾(1962—),男,山东招远人,工程师,主要从事地球物理探矿和工程勘察工作;E-mail:lychiyibin@sina.com。

3.1 仪器设备

盐扩散法水文测井使用仪器为 JGS-2 综合数字测井系统。该测井系统由中装集团重庆地质仪器厂生产,整套设备由主机、探管、绞车 3 部分组成。

设备的主要特点是外挂笔记本电脑,可向上测井也可向下测井,接收数字信号和模拟信号,到达测井终止深度绞车自动停止,按深度间隔自动采样,室内模拟测井观察仪器及探管的重复性,深度控制系统和数据采集系统一体化,供电频率、电压数码实时显示,井下探管的工作电压及工作电流实时显示。

设备的主要技术指标:12 位 A/D 转换,程控放大倍数 $K=0.5 \sim 128$,计数通道 $f \leq 500 \text{ kHz}$,数字信号传输频率 $9\,600 \text{ bit/s}$,深度误差 $\leq 0.4 \times 10^{-3}$,测井速度 $0.5 \sim 30 \text{ m/min}$ (可调),功耗 $< 1.5 \text{ kW}$ 。

绞车采用先进的变频调速技术,自动调速及手动调速,超负荷自动保护,自动加减计数深度,深度误差自动补偿。

3.2 水文地质背景

焦家金矿床位于胶东西北部,属丘陵与滨海平原过渡地带,区内主要有 2 大类岩层(体):第四纪松散岩类和花岗岩、变辉长岩为主的岩浆岩类。第四纪地层主要分布在浅层,多由坡洪积、冲洪积、冲积作用形成,透水性、富水性中等或较好。岩浆岩少部分出露地表,大部分被第四系覆盖。透水性、富水性中等或较弱。中深部的花岗岩体透水性很弱,属隔(无)水岩体。

焦家断裂带是区内主要的断裂蚀变带,沿花岗岩与变辉长岩接触带分布,走向 $10^\circ \sim 30^\circ$,倾向 NW,倾角 $29^\circ \sim 56^\circ$ [3]。断裂带不仅控制着矿体的分布与埋藏,同时也控制着地下水的富集、运移及水力特性,属压扭性断裂带,规模较大,影响范围较广,断裂带的中间部位是断层泥和两侧的碎裂岩,该部位的导水性和富水性很差,具有良好的隔水性,厚度 $0.02 \sim 78.00 \text{ m}$,分布连续,两侧受构造影响,岩石破碎,裂隙发育,为地下水赋存和运动的有利场所,是较好的富水部位。

3.3 水位的确定

运用流体电阻率可确定井中水位深度。水面之上探管是在空气中运行,其电阻率远远大于探管在水中运行,空气中视电阻率 $250 \Omega \cdot \text{m}$ (仪器设置的最大量程),当探管进入水中,流体电阻率呈台阶式

降低,井液中视电阻率一般 $12 \sim 15 \Omega \cdot \text{m}$,两者差距明显,在其分界面上出现跳跃式的电阻率异常(图 1),该孔水位深度 20 m 。

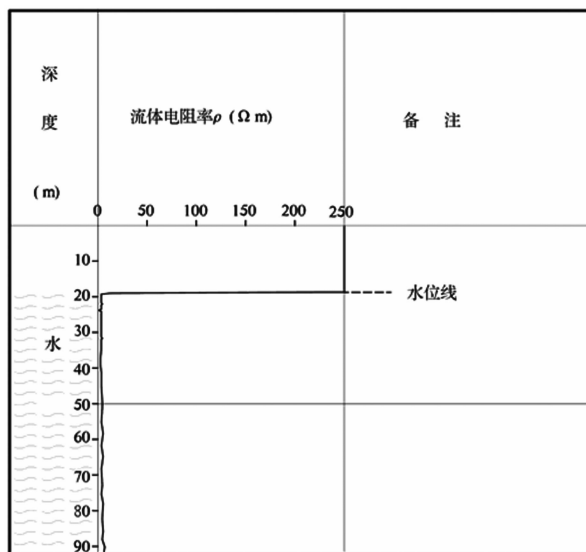


图 1 144ZK615 流体电阻率水位异常曲线图

3.4 出水位置的确定

确定井中出水位置是水文工程测井的主要任务。144ZK615 孔岩性:0~4 m 为腐殖土及砂质黏土,4~318 m 为变辉长岩,318 m 以下为二长花岗岩,其间闪长玢岩比较发育,主裂面位于 1 049 m 处的二长花岗岩之中。144ZK615 孔发现 6 处出水部位,分别在 27 m,102 m,122 m,366 m,452 m,688 m(图 2)。

(1)27 m 深度出水层:加盐后的流体电阻率 $3.5 \Omega \cdot \text{m}$ 左右,在 27 m 深度上出现尖峰状高阻异常,流体电阻率达 $5 \Omega \cdot \text{m}$,随着时间的推移,流体电阻率继续增大,峰值大于 $6 \Omega \cdot \text{m}$ (图 3),为淡水出水部位,推测出水量较大,该层主要为基岩风化裂隙水,由于受套管阻隔位置有所下移。

(2)102 m 和 122 m 深度出水层:102 m 尖峰状高阻异常和 122 m 尖峰状高阻异常紧连在一起,整体看为一双峰高阻异常,流体电阻率达 $5 \Omega \cdot \text{m}$,随着时间的推移,流体电阻率继续增大,峰值大于 $6 \Omega \cdot \text{m}$ (图 3),为淡水出水部位,推测出水量较大;该出水层位于变辉长岩内,根据钻孔编录资料,95.70~126.86 m 岩石较破碎,其中 99.50~105.10 m,118.90~124.30 m 部位岩石破碎较重,裂隙发育,102 m,122 m 处的高阻异常与之对应,说明上述 2 个位置为基岩构造裂隙水。

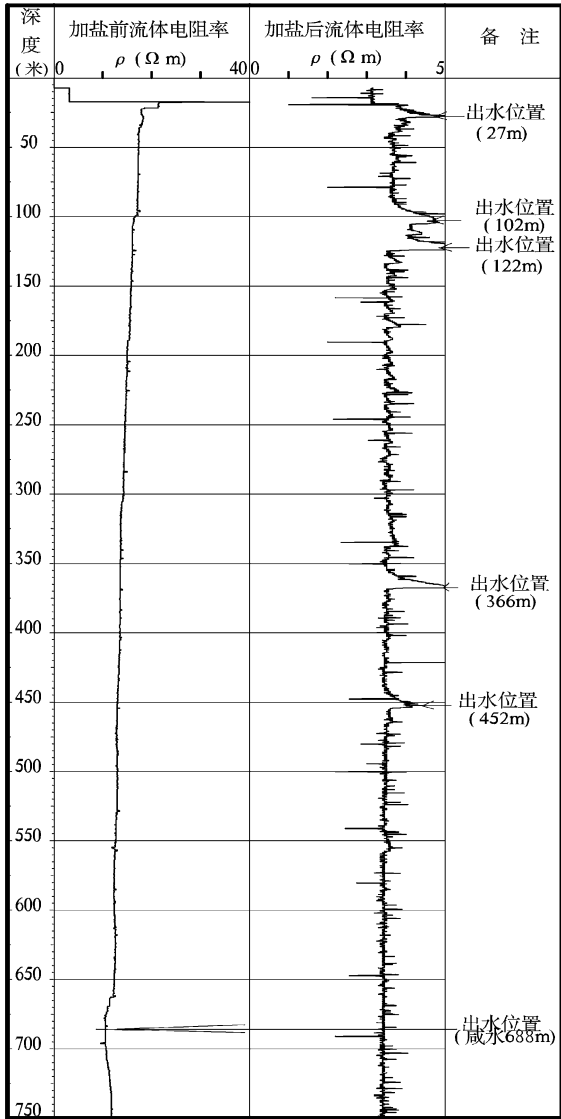


图2 144ZK615 加盐前后流体电阻率对比图

(3)366 m 深度出水层:366 m 深度上为一尖峰状高阻异常,流体电阻率达 $5 \Omega \cdot m$,随着时间的推移,流体电阻率没有继续增大,反而有所降低(图3),为淡水出水部位,推测出水量较小;钻孔地质编录显示,361.62 ~ 366.08 m 为绢英岩化花岗岩,岩石节理发育,366.08 ~ 379.02 m 为闪长玢岩,因此366 m 处的出水层位于绢英岩化花岗岩与闪长玢岩的接触带位置。

(4)452 m 深度出水层:452 m 处的尖峰状高阻异常幅值相对较低,流体电阻率达 $4.6 \Omega \cdot m$,随着时间的推移,流体电阻率没有继续增大,反而有所降低(图3),为淡水出水部位,推测出水量较小;钻孔地质编录显示,452 m 处为绢英岩化花岗岩,岩石节

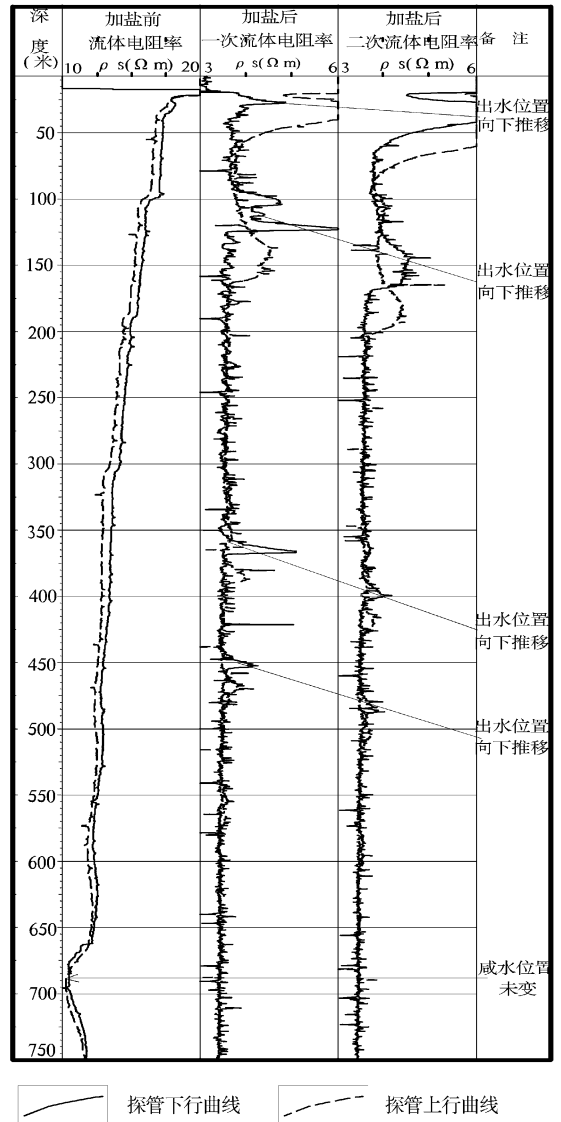


图3 144ZK615 加盐前后流体电阻率往返观测对比图

理较发育,为基岩裂隙水。

(5)688 m 深度出水层:该处为咸水出水层,清水孔测试时在 688 m 部位出现了较明显的低阻异常,出咸水处的流体电阻率约 $10 \Omega \cdot m$,其两侧的流体电阻率 $12 \sim 15 \Omega \cdot m$,加盐后观测的流体电阻率在该部位没有变化,流体电阻率值 $3.5 \Omega \cdot m$ 左右,推测此处为咸水的出水位置,低阻异常宽大,推测咸水的出水量相对较大,水的盐份与所加的盐水浓度(10%)差不多;钻孔地质编录显示,684.58 ~ 690.42 m 为绢英岩化花岗质碎裂岩,对应 688 m 处的咸水出水位置,为基岩构造裂隙水。

3.5 水补给方向的判定

利用往返观测曲线的对比可大致判定水的补给方向。加盐前测了一个往返,共2组数据,向下一次和向上一次;加盐后测了2个往返,共4组数据,分别是第一次向下、向上,第二次向下、向上。由图3可发现,后测曲线的异常位置均有不同程度的下移现象,以102 m,122 m两出水层为例来加以分析说明。加盐后第一个往返,探管下行时所测的高阻异常分辨率高、位置相对也比较准确,呈较为明显的2个峰值,这2个峰值分别反映了102 m,122 m两处出水层,当探管上行时,高阻异常位置整体向下偏移,并且2个峰值合并成了一个宽度较大的峰值,范围在125~165 m,这说明从岩层中出来的淡水逐渐在扩散,并且以向下扩散为主,因2个出水层相隔较近,扩散的结果使两者合二为一了;第二个往返与第一个往返情形相似,所不同的是高阻异常的位置越来越向下位移,并且边界也越来越变的模糊。上述分析说明,地下水是自上而下进行补给的。

另外,688 m出水点的咸水,在加盐前往返观测低阻异常位置未变,说明咸水是水平补给的。

4 结语

盐扩散法水文测井在焦家金矿床深部详查中取

得了很好的效果,推断解释结果与实际地质情况吻合,是解决水文地质问题的一种简便易行、效果明显的好方法。其基本规律是:淡水的流体电阻率一般 $10 \sim 15 \Omega \cdot m$,盐水(10%浓度)的流体电阻率约 $3.5 \Omega \cdot m$,两者具有明显的电性差异,如果某个位置出咸水,则淡水流体电阻率会降低,出现低阻异常;当井液由淡水换成盐水时,出淡水的位置将显示高阻特征;根据多次观测的流体电阻率异常位置位移现象可大致判定水的补给方向。

要取得盐扩散法水文测井的理想效果,需特别注意以下3方面问题:一是洗井一定要彻底,因钻孔内所用泥浆矿化度一般都很高,并且分布不均匀,如洗井不彻底则会出现假异常,可能得出错误的结论;二是加盐后的测试时间要紧凑,尤其是第一个往返,它对准确地定位出水位置至关重要;三是根据具体情况,适当增加往返观测次数,以详细了解地下水的补给方向。

参考文献:

- [1] DZ/T0181-1997. 水文测井工作规范[S].
- [2] 刘正峰. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1983.
- [3] 崔书学. 焦家断裂带南延问题及南延段找矿前景分析[J]. 山东国土资源,2007,23(10):7-10.

Application of Salt Diffusion Method in Hydraulic Logging in Deep Surveying in Jiaojia Gold Deposit

CHI Yibin, JING Yongqu, SUN Ruigang

(1. No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: The salt diffusion method hydraulic logging is a kind of geophysical exploration method. It has gained good effect in deep survey in Jiaojia gold deposit. Basic principle, work steps of salt diffusion method hydrological logging are introduced in this paper, salt diffusion method hydrological logging resistivity anomalies is studied as well. According to the change of liquid electric resistivity, the water table, water location, direction and supply of fresh water or salt water are determined.

Key words: Hydraulic logging by using salt diffusion method; water position; water supply direction; freshwater; salt water; Jiaojia gold deposit