

综合测井在指导成井和旧井处理中的应用

张忠苗

(浙江省物探大队)

文中叙述了利用综合测井方法指导孔隙水、岩溶水、基岩裂隙水成井及旧井处理的效果。

关键词: 物探测井; 找水; 成井; 旧井处理

80年代以来,浙江省物探大队在完成打井、成井任务过程中,应用物探综合测井方法确定方案,指导钻探成井,取得了较好的效果。

地下水的地质、地球物理基础

1. 孔隙水

潜水含水层主要是全新世冲积和洪—冲积砂砾石层,含粘土层,上覆薄层亚粘土。水的矿化度通常小于500mg/L,以 HCO_3 —Ca型为主,显示高阻、正自电异常和 γ - γ 低值异常。承压水含水岩组由中、上更新统冲积、洪—冲积层构成,含水层数多且埋藏深,含砾砂和中细砂,矿化度因地制宜,淡水区以 HCO_3 —Na—Ca型为主;微咸水、咸水区以 Cl — HCO_3 —Na—Ca型为主。单井水量大。其物探特征因矿化度而异。淡水区含水层显示高阻和正自由异常;咸水区含水层则呈低阻和负自电异常。含水层岩性为砂砾石、围岩为粘土的地层, γ - γ 测井显示低峰值异常。

2. 岩溶水

主要有两个含水岩组:一是厚层纯灰岩裂隙—岩溶水,出现在石炭系黄龙、船山组纯灰岩和三叠系青龙组灰岩中;二是硅质白云质灰岩岩溶—裂隙水,出现在震旦系、寒武系黑色透镜状、条带状硅质、白云质灰岩、泥灰岩等岩层中,水质较好。含水层段

一般呈现低阻、低速和 γ - γ 高峰异常。

3. 基岩裂隙水

主要有砂岩、火山岩、变质岩构造断裂中的裂隙水和白垩系红色碎屑岩中的裂隙水。基岩裂隙水的赋存部位通常是:(1)正断层张性断裂带(尤其是北西向的断裂带);(2)构造运动剧烈的破碎带;(3)压扭性断裂上次一级张性断裂带的复合地段;(4)两种岩层(岩性)的接触破碎带。水质较佳。含水层表现为低阻、低速和 γ - γ 高峰异常。这类水适于用井液电阻率法水文测井来确定含水层位及其补给关系等。

由上可知,虽然各类地下水的赋存方式与状态不同,但都各有其地质、地球物理的共同特征。根据这些特征和全省近千个孔积累的测井资料及其相关统计结果,已半经验地建立了物性模式。因此,利用综合地球物理测井确定地下水的层位、补给关系、水量、水质,已具备了基本前提;利用综合测井指导成井,实践已证明有其独特优点。

指导孔隙水水井的成井

孔隙水成井综合物探测井方法的主要作用是:(1)确定含水层位;(2)划分咸、淡水界面;(3)确定水质矿化度指标并估计水量;(4)与地面物探资料解释作对比验证。

由于浙江省大量第四纪含水层为海陆交替相沉积物,钻探常遇到淤泥质粘土缩径和

松散砂层塌垮现象,取心率往往不高,甚至无法取上岩心样,因此无法准确划分含水层位,更无法细致地划分咸、淡水界面。可见单凭钻探编录资料成井,往往打出咸水、半咸水井。而综合测井指导成井,正好能克服这些弱点。

图1为一成功实例,工区在黄岩县海涂围垦地改造的农场。前人在此两次打井,一次无水,另一次在离农场3km外打出半咸水井。我们接受任务后,首先用地面物探确定孔位,后用无岩心快速钻进(因为缩径严重必须快打),再根据综合测井结果来确定含水层位,并在现场确定沉井工艺。成井结果,单井淡水每天(以24小时计)产量超过600t。根据图1测井曲线的解释可划定4个含水层:第一层咸水层,从地面至地下25m,为新近的地面海水倒灌渗透结果。第二层咸水层,其岩心为粉细砂层;深度从47.20~65m。第三层为半咸水层,岩性为粉砂质亚粘土(水量不大),深度从67~97m。第四层才是淡水层(有正自电异常和高电阻率显示),岩性为粗砂和砂砾层,深度在104.60~125.20m,厚20.60m。这层淡水是晚更新世中期海水潜灌以前保存下来的淡水透镜体。在这几层咸、淡水之间都有淤泥质粘土、粘土隔水层。根据测井解释结果,采取的沉井措施是只在104~125m放置滤水管,其他层位统一放置无缝钢管,并在滤水管层位填砾,其他部位用优质白泥球封死。获得了单纯的深部优质淡水体。淡水体矿化度的现场计算,是利用自电正异常幅值参数 U_z ,泥浆电阻率参数 ρ_{y1} 和井温 T 并按照下式计算该层地下水的电阻率 ρ_y :

$$\rho_y = \rho_{y1} \cdot \eta / 10^{-U_z / k_t \beta a n}$$

式中, η ——与井液(泥浆)比重有关的系数,一般稀泥浆 $\eta=1$;稠泥浆 $\eta=0.9$;

a ——地层水的粘度系数,对水来说 $a=1$;

β ——厚度校正系数;

k_t ——与地层温度 T 有关的总扩散吸附电位系数;

n ——与地层水矿化度和井液矿化度的比值有关的系数,一般 $n=1$ 。

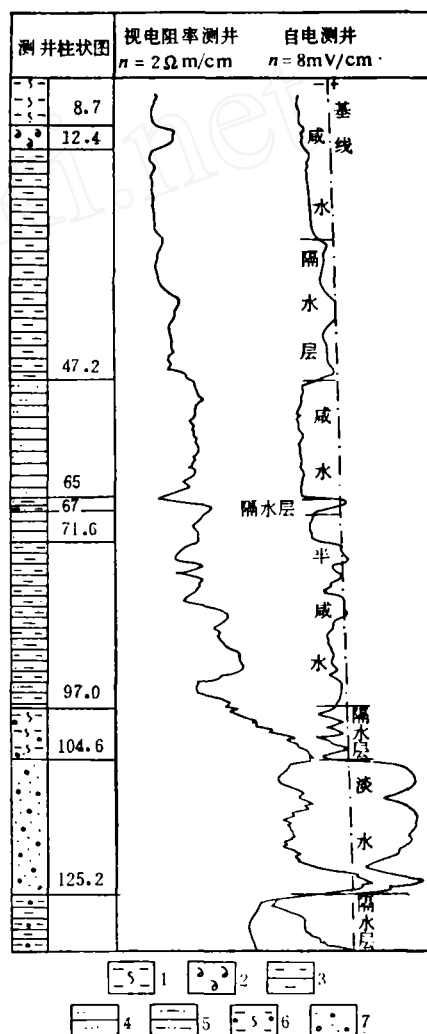


图1 综合测井确定第四纪淡水层

1—淤泥质粘土层; 2—贝壳层; 3—亚粘土层;
4—粉细砂层; 5—粉砂质亚粘土层; 6—淤泥质粘土含砾层; 7—砂砾层

求得地层水的电阻率 ρ_y 后,查阅一定温度(T)下的水电阻率与矿化度的图表,即可求得含水层的矿化度。本孔104~125m淡水层的总矿化度 $C=0.6\text{g/L}$, $<1\text{g/L}$ 为淡水。成井后,实际水样化验得固形物指标为473mg/L,两者基本接近。

指导岩溶水水井成井

利用综合测井指导岩溶地区水井成井，主要是帮助查明岩溶的发育层位及其水文补给关系。以图2为例，该井地层自上而下为第四纪残坡积物，二叠纪青灰—深灰色灰岩，石炭纪灰—浅灰灰岩、白云质灰岩。该井孔位是利用地面浅地震、甚低频、电测深、激电等方法确定的。由图2可见。在17.4~23.2m段，32~34m段和39~42m段， γ - γ 曲线都有明显的高峰异常，超声成像的声幅峰值、回波数都显示明显的低峰异常，

说明这三处分别都是岩溶裂隙发育带的含水层位。值得注意的是，自电曲线无异常，水文扩散法由于岩溶水横向流动缓，也无明显的异常（测量时间较短），注入法只反映第一处裂隙带是漏水层位。根据综合解释测井结果，决定在上述三处放置滤水管，其他部位放置无缝钢管，并堵死上部第四系的黄泥水，获得单井日出水 量672t（该孔深80m），而另一勘探队单纯用钻探手段，在离该井400m处所打的一口深200m的水井，日出水 量仅220t。

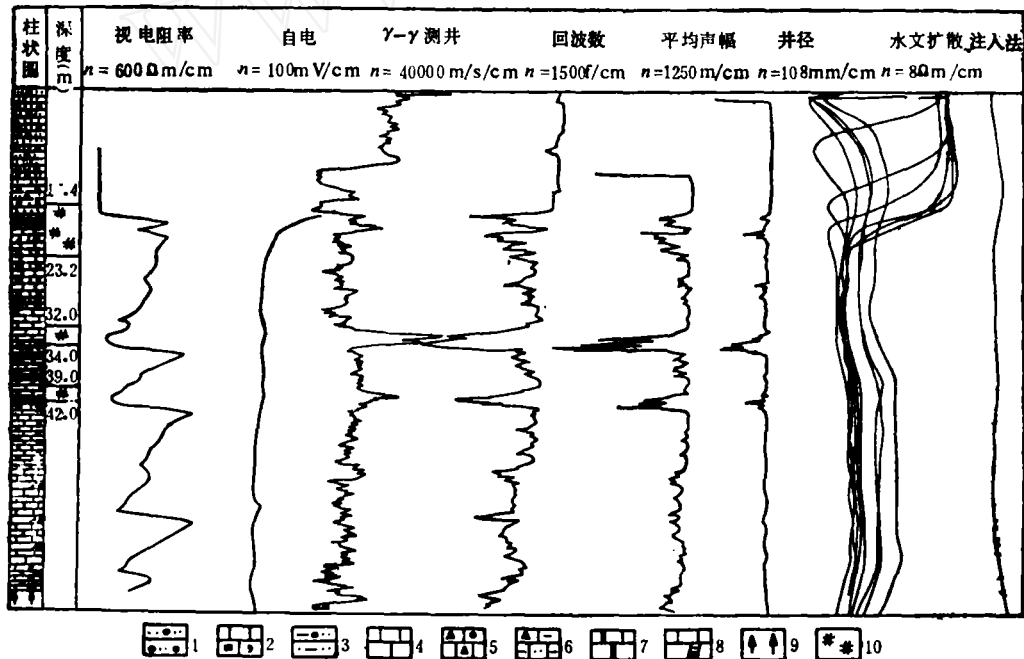


图2 综合测井确定岩溶含水层

1—石英砂岩含砾石英砂岩；2—灰岩含炭质及燧石；3—溶洞泥砂及石英砂岩；4—灰岩；5—角砾岩灰岩钙质胶结；6—泥砂灰岩角砾岩；7—白云质灰岩；8—灰岩含方解石网脉；9—构造碎裂岩；10—破碎带

指导基岩裂隙水井的成井

基岩裂隙水水井的成井，要求查清基岩构造的断裂部位、含水性及相互补给关系，并定性判断水量大小，从而提高成井效率。图3为一成功实例，该工地地层自上而下依次为第四纪素填土与含砾粘土；燕山早

期粉砂岩、晚燕山期花岗岩，钾长花岗岩斑岩。该井位是根据地质露头断裂推断，结合地貌地层特征确定的，在钻进到70m后进行了地球物理测井（委托单位要求单井日出水 量达200t）。图3综合测井曲线表明：

在0~25.4m的含砾粘土及细砂岩中无裂隙发育（超声像片为亮区），水文测井亦无

水反映。在30.5~35.5m段,花岗岩的断裂破碎带表现为视电阻率低、 $\gamma\sim\gamma$ 高、声幅峰值低等异常;超声图像360°展开像片为暗区(岩层断裂面向东倾);井温和水文扩散法测定曲线都清楚地表明有横向地下水流动(其流速经计算为0.8m/t)。根据水文测井扩散速度和断裂含水层厚度,结合地下水降

落漏斗,估算该层的地下水单井日出水量可达300t。因此,建议立即停钻沉井。考虑到30.5~35.5m岩性较破碎,钢管实际下到45m(其底部座落在换径的完整钾长花岗斑岩上),在含水层处下滤水管,成井后实际日抽水量达到342t。

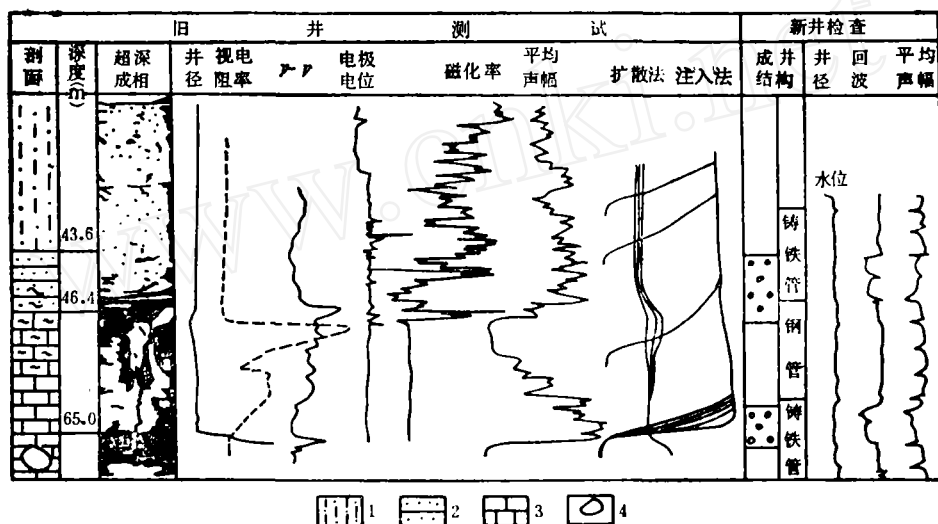


图3 综合测井确定基岩构造裂隙水层

1—粉砂岩; 2—花岗岩; 3—花岗岩破碎带; 4—钾长花岗斑岩

指导旧井处理

综合测井指导旧井处理的作用,是摸清旧井井体结构,确定含水层位及其补给关系,从而指导钻探成井。以杭州某化工厂一个旧井为例,该井是60年代后期打的,口径上部为350mm的钢管。由于当时管理混乱,成井资料没有保存,无法查明究竟下了多少米井管。1984年夏,该厂急需足量的冷却水,却抽不上来。处理方法是先用钻机打捞,再用综合测井,摸清井体结构和含水层位。测井结果见图4。

图4表明:主要含水层位有二:44~47m的砂砾岩与灰岩的接触带;65~67m的灰岩溶洞水。后者为主要含水层,它是依据 $\gamma\sim\gamma$ 曲线的高峰异常和水文扩散法异常(第一层)及注入法漏水异常(第二层)确定的。

分析测井结果认为,原先的井管只下到46.4m,从而否定了井管下到孔底(87m)的说法。这主要是依据以下两点推测的:

(1) 在46.4m以上视电阻率为零,而以下则出现明显的异常变化;(2) 46.4m以下无磁化率异常和电极电位异常。

我们认为,原先井管已多处腐烂,因为依据超声成像图片资料(亮白色中夹杂黑横纹为腐烂标志),另外钻探在井管打捞砂泥样时见到铁锈。

井内抽不上水,是由于灰岩溶洞大量风化侵蚀物残积物,经长期抽水后涌入井内逐渐堵塞含水层位所致。

处理措施是:先打捞干净底部沉淀物后洗孔,再重新在 $\phi 350$ mm的钢管中下 $\phi 219$ mm的铸铁管、钢管到孔底(以防再次堵塞)。含水层上放置含砾滤水管。为评价成井质

量,再次采用超声成像检查测井(图4右半部)。这样成井后提交单井日出水达800t。

用同样方式处理了其他4口旧井,都获得成功。

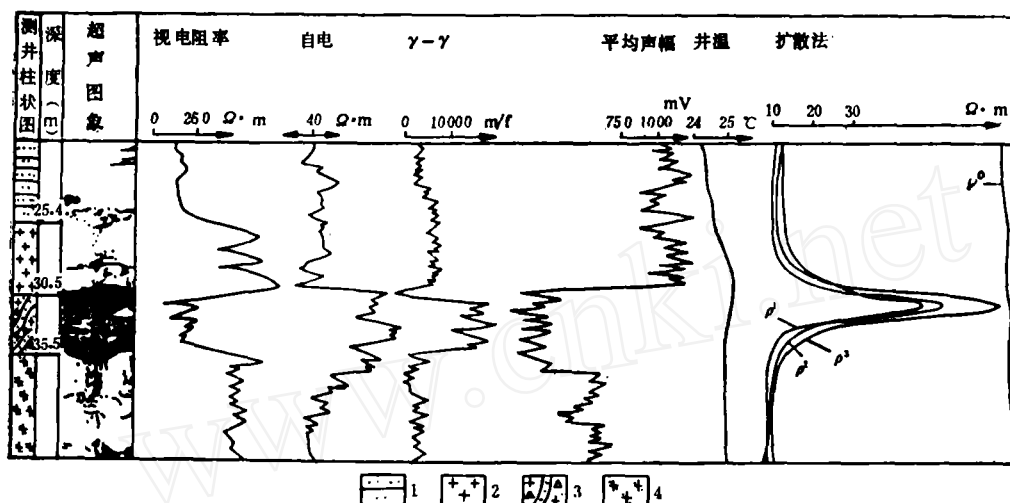


图4 综合测井指导旧井处理

1—砂粘土; 2—砂砾岩; 3—灰岩; 4—溶洞

结 语

在实践中体会到:利用综合地球物理测井指导成井和旧井处理可以明显地提高效率与质量,同时也提高了社会效益与经济效益。当然对于不同类型地下水不同的地质地球物理基础要有针对性地选择有效的测井方

法来综合解释,这样成井成功的把握性更大。

参 考 文 献

- [1] 黄作华、叶庆生编,《煤田测井综合解释》,西安矿业学院出版,1982年。
- [2] 张忠苗,综合物探方法在寻找不同类型地下水中的应用,地矿部科技情报网编《物化探技术在城市工程中应用交流论文集》,1987年。
- [3] 河北省物探队合编,《电测找水》,水利电力出版社,1974年。

Application of Comprehensive Geophysical Logging to Water Well Completion and Old Well Conditioning

Zhang Zhongmiao

Nowadays the groundwater supply situation is tending towards shortage. New wells are drilled one after another and old wells are repaired in order to improve the quality and efficiency of well completion. This paper deals with comprehensive geophysical logging for well completion and old well conditioning to intake underground water from porous rocks, karsts and fractures in bedrocks in Zhejiang Province. Practical examples are cited.

