

泡沫增压钻探技术在北京地区水文水井钻进中的生产试验

彭新明 朱继东 李铁良 汤学文

(北京市地质工程勘察院, 北京 100037)

摘要: 本文介绍了泡沫增压钻探技术在北京地区深井成井工艺中的生产试验情况:(1)在编号为 2002-黑-1 的深水井施工中进行了泡沫增压洗井;(2)在编号为京热-更 34 的地热井施工中应用了泡沫增压钻探技术。

关键词: 泡沫增压钻探技术; 生产试验

1 泡沫增压钻探技术在水文水井钻进中的应用意义

1.1 解决泥浆对含水层的淤塞问题

现有的常规钻井泥浆易堵塞较小的裂隙或裂隙不发育的取水目的层,使得水路不通,即使是多次洗井,效果也不是很理想。北京市地热井的取水目的层为蓟县系白云岩,从北京地区已完工的热水井来看,尤其对于热田外围地热井,一般出水量偏小,工程合同中对水量的要求一般是不低于 $800\text{m}^3/\text{d}$ 。例如京热-75 井,位于新发地市场区西侧京九铁路东 50m,丰南路南 15m,设计孔深 2500m。终孔测井表明:取水目的层裂隙尚可,但出水量偏小,洗井前水量约为 $400\text{m}^3/\text{d}$,经过 11 次洗井,费用达 50 万元人民币,出水量达到 $800\text{m}^3/\text{d}$,其原因是:该井采用泥浆正循环钻进,裂隙部分堵塞,水路不畅。

1.2 解决漏失问题

在水文水井及地热井钻进过程中,通常会遇到漏失情况,有时大漏不返浆。尤其是,对于泥浆堵不住的漏失地层,且又不能采用清水顶漏钻进,则要用水泥浆灌注后再成孔,然后下入套管,继续钻进时,水泥对泥浆造成钙侵,使粘土的造浆性能差,失水大,泥皮厚,易造成吸附卡钻事故;对于这种漏失地层,泡沫钻探技术可以顶漏钻进。

1.3 泡沫增压洗井

在北京地区,对于采用泥浆正循环钻探工艺施工的基岩深水井及地热井,洗井程序一般为:先用三聚焦磷酸钠破坏泥皮,再泵入盐酸疏通水道,然后是液态二氧化碳、空压机联合洗井。该洗井程序需要高压空压机。采用泡沫增压洗井技术不需要高压空压机,成本低,便于操作。

第一作者简介:彭新明,男,1970—,探矿工程专业硕士(吉林大学在职博士研究生),工程师,从事水文水井及地热井钻探工作。

1.4 用水量少

泡沫钻探时，泡沫剂的用量一般控制在 0.3~0.8%，即 1m^3 水加入 3~8L 泡沫剂。BWZ-1200 型泥浆泵泡沫增压装置所配的泡沫泵的最大排量为 40L/min，钻进时只需一个 $1\sim 2\text{m}^3$ 的水箱作为泡沫液池。对于干旱缺水地区，泡沫钻探工艺具有重要意义。

1.5 提高钻进效率

泡沫的比重小，孔内液柱压力低，孔底压持作用弱；泡沫的携粉能力强，孔底干净，避免孔底岩屑重复破碎，故有利于提高钻进速度。2001 年 1 月，宁夏地质工程勘察院采用水文井泡沫增压钻探技术施工 NZ01 孔，该孔位于宁夏同心县下马关镇白家滩李家堡子，以解决地层严重漏失问题，从 350.56~600.28m 共计进尺 249.75m，平均机械钻速 2.1m/h，时效提高 30% 以上。

2 生产设备及泡沫剂

TSJ-2000 型钻机 1 台，TSJ-6/660 型钻机 1 台，BWZ—1200 型泥浆泵 1 台，BWZ—1200 型泥浆泵泡沫增压装置 1 套，孔口密封装置 1 套，消泡装置 1 套，英格索兰 P375 空压机 1 台，3WH-40 三缸活塞泵（泡沫泵）1 台，ADF 泡沫剂。

3 生产试验情况

3.1 泡沫增压洗井

2002 年 11 月 1 日，进行了泡沫增压洗井。孔号：2002-黑-1，井深 1106 米；地点：北京市黑石头村东南；施工机台：1006 机台；钻机型号：TSJ-2000；钻具下入深度：519 米；基本情况：启动泡沫增压系统 10 分钟，压力增至 3MPa，稳压 40 分钟后，孔内上返泡沫，形成循环，井内水与泡沫喷出井口高达 15m 左右，显示了良好的洗井功能。稳压时间较长的原因：井内静水位较深。

3.2 泡沫增压钻探技术在京热—更 34 井施工中的应用

3.2.1 京热—更 34 井水文地质条件及成井结构

孔位：北京市第一建筑构件厂东厂区。施工场地小，周围设备多。

水文地质条件：0~180m 第四系粘土、砂及砂砾，180~700m 第三系砂砾岩、砂岩，700~920m 铁岭组白云岩，920~1000m 洪水庄组页岩，1000~1300m 雾迷山组白云岩。取地热水目的层为雾迷山组白云岩。

成井结构：0~302m，孔径 445mm，下入 339.7mm 表层套管，水泥固井返高至地表。302~985mm，孔径 216mm，下入 177.8mm 技术套管，技术套管与表层套管重叠 30 米。985~1300m，孔径 152mm，裸孔。

3.2.2 试验时孔内情况

生产试验时，孔内已下入技术套管，套管下入深度为 985m。“穿鞋戴帽”后，技术套管内水泥塞顶面为 881.09m，固井良好，但“戴帽”未能成功，技术套管上部环空漏失。

3.2.3 试验情况

钻具组合：152mm 钻头+ 121mm 钻铤+ 89mm 钻杆+ 73mm 钻杆

钻进参数：钻压 30KN；转速 87rpm；泡沫泵排量 40L/min，压力 0.4~0.6Mpa；增压装置进气压力 0.4~0.6Mpa，进气量 7~8m³/min，泵出压力 2.0~5.5Mpa；泡沫液浓度 0.5~0.8%，最高达 2%。

2003 年 1 月 17 日，下钻至水泥塞顶面 881.09m，开始钻进水泥塞，至 2003 年 1 月 24 日，钻至 1001.08m。其中 881.09~985m 为水泥塞，985~1001.08m 为白云岩。工作时间 112h，纯钻时间 55h，辅助时间 57h。在白云岩内最高钻速 1.8m/h。

钻进 881.09~961.75m 水泥塞时，泡沫由漏失处进入地层，孔底干净，但泡沫不能从孔口返出。961.75~1001.08m 钻进时，泡沫上返至孔口；泡沫经消泡后排到泥浆坑，孔口密封装置效果好，转盘干净。正常循环时，消泡装置能将泡沫消除干净，但当含水层出水量较大时，泡沫水柱会间歇性经消泡口喷出，持续时间约 3~5 分钟，此时应停钻，上提钻具几米，待喷涌结束后，再钻进。在这次生产试验中，第一次喷出泡沫水柱时，未停钻，导致钻头水眼堵塞，增压装置输出压力上升至 8.6Mpa，此时安全阀打开。

泡沫水柱经消泡口间歇性喷出后，施工现场泡沫漫布，由于在厂区施工，场地小，设备多，影响到地表操作及工厂生产，在甲方的建议下，停止了泡沫钻进，改用气举反循环钻进。

4 结语及存在的问题

(1) 泡沫增压钻探技术能用于井深超过 1000 米的地热井施工中。但其应用的极限深度有待进一步试验。

(2) 泡沫增压钻探技术能有效克服孔内漏失，实现正常钻进作业。

(3) 泡沫增压洗井能替代高压空压机。

(4) 泡沫增压装置增压效果好，安全性能高。BWZ-1200 型泥浆泵泡沫增压装置最大压力 8.6Mpa，超过最大压力安全阀自动打开。

(5) 易于操作。该工艺为正循环钻探，机台职工在现场通过半天的讲解和演练，即能进行操作。

(6) 消泡问题。由于孔口密封装置及消泡装置不够完善，致使施工现场泡沫多，影响了地表工作；特别是在厂区施工，由于场地小，设备多，喷涌的泡沫对厂区的设备、电器有一定的影响。因而应进行高效消泡方法和孔口密封装置、消泡装置的研究。

(7) 泡沫增压钻探技术有待进一步生产试验，以积累经验。

