

南宁市九曲湾深层地热井成井工艺

黄桂强

(广西地质勘查总院,广西 南宁 530023)

摘要:南宁市九曲湾地热井是广西首眼深层地热井,也是广西第一口以深部下第三系细砂岩为主要取水段的地热探采结合井,该井的实施填补了广西在无地热异常显示尤其是热储层分布不连续的新生代沉积盆地型地热资源开发的空白。着重介绍了该井的施工成井工艺。

关键词:南宁市;沉积盆地;地热井;成井工艺

中图分类号:TE249 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)01-0024-03

Well Completion Technology for Jiuquwan Deep Geothermal Well in of Nanning City/HUANG Gui-qiang (Guangxi Geological Survey Research Institute, Nanning Guangxi 530023, China)

Abstract: Jiuquwan geothermal well was the first synchronous exploring and producing well, which took the deep tertiary fine sandstone as the main water intake region. The completion of the well filled the blank of geothermal resource exploitation in the Cenozoic sedimentary basin with un-continuous reservoir. The well completion technology for the deep geothermal well was mainly introduced in this paper.

Key words: Nanning City; sedimentary Basin; geothermal well; well completion technology

地热资源作为一种绿色能源,是集能源、矿产和水源于一体的可再生清洁能源矿产,广泛用于发电、供暖、工业利用、医疗、洗浴、水产养殖、农业温室、矿泉水生产、农业灌溉等各个方面,在人们日益注重生活质量、加强环保的城市地区,投资开发地热已成为时尚。

目前,我国地热资源开发最大深度已超过 4000 m^[1],西藏羊八井钻孔揭露的最高温度超过 250℃^[1]。广西地热资源开发多集中于自然出露的温泉,或在温泉附近钻井,深度一般不超过 300 m。南宁市作为广西首府,地处新生代断陷沉积盆地内,该盆地是一个大型低温地热田,地下热水开采资源量达 $27.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}^{[2,3]}$ 。为了满足市民休闲和旅游业发展的需要,广西地勘局开展了南宁盆地三塘地区深层地热勘查工作,在广西农垦局九曲湾农场施工了一眼探采结合井,井深 1219.94 m,井口水温 53.5℃,涌水量 31 m³/h,从而为南宁盆地深层地热开发奠定了基础,填补了广西在无地热异常显示尤其是热储层分布不连续的新生代沉积盆地型地热资源开发的空白。此后,广西农垦局在该地区陆续施工了 6 眼地热井均获成功,并依托这 7 眼地热井引资建设了 2 个 4A 级旅游景区,取得了良好的经济和社会效益。

1 工程概况

1.1 地质概况

该地热井位于南宁市东郊三塘镇九曲湾农场,地处南宁盆地中部基底大型向斜的轴部,地表无地热异常显示,地温梯度 600 m 以上小于 1.6℃,600~1000 m 为 2~2.4℃,1000 m 以下为 1.5℃。盆地基底断裂发育,为地下热水的深循环提供了通道。热储层为下第三系古亭组、凤凰山组、瓦窑村组未完全固结的细砂岩、粉砂岩和寒武系黄垌口组石英细砂岩,热储层分布不连续,特别是第三系地层,细砂岩、粉砂岩、泥岩等多呈互层状产出。热储层分布深度为 550.40~1181 m,共计 24 层,井深 550.4~945 m 的细砂岩为该井主要热储层;其盖层为第三系北湖组、里彩组及南湖组的泥岩、粉砂质泥岩等,泥岩、粉砂质泥岩属膨胀岩,厚度大,具遇水膨胀的特征,有良好的隔热性能,对于下伏热储层具有良好的保温作用。

1.2 施工设备

该井设计井深 1450 m。选用 TSJ-2000E 型转盘钻机,配备动力为 A6135N-120hp 高速柴油机。泥浆泵采用 TBW-850/50 型,配备动力为 A6135N-190hp 高速柴油机。采用 Ø73 mm 及 Ø89 mm 钻杆,Ø200.5 mm 及 Ø190.5 mm 牙轮钻头。配套水刹

收稿日期:2007-06-04

作者简介:黄桂强(1963-),男(汉族),广西容县人,广西地质勘查总院高级工程师。水文地质专业,从事水文地质环境地质调查技术管理工作,广西南宁市建政路 1 号,gui6@gx165.com。

车装置、除砂设备及相关仪器等。

1.3 井身结构

该井为广西第一眼深层地热勘探井,无直接的成熟地层及技术资料借鉴,同时要兼顾探采结合的要求,结合设备配置状况,实际勘探中采用了以下井身结构:

0~200.14 m,孔径为350 mm,下入 $\varnothing 245$ mm \times 11 mm 石油无缝钢管;200.14~561.36 m,孔径为200.5 mm;561.36~1219.94 m,孔径为190.5 mm,188.54~1219.94 m,下入 $\varnothing 139.7$ mm \times 7.72 mm 石油无缝钢管,其中,548.75~1182.88 m分25段下入滤水管,滤水管总长300.27 m。2种规格的井管重叠11.6 m,重叠部位采用高标号水泥连接。

2 成井工艺

2.1 工艺流程

根据施工此井的设备配置情况、井深、钻孔结构、井管结构及地层特性,经过综合分析,采取以下成井工艺流程:采用 $\varnothing 200.5$ mm及 $\varnothing 190.5$ mm牙轮钻头钻进至终井深度、物探综合测井、扩孔、下管、止水与固井、综合洗井、抽水试验。

2.2 钻井

开孔后采用 $\varnothing 200.5$ mm牙轮钻头钻至361.22 m,变径并换用 $\varnothing 190.5$ mm牙轮钻头钻至1219.94 m。为了确定地层层位,于1181.68~1182.51 m为硬质合金回转取心钻进,取上岩心0.45 m。为防止井斜,全孔采用长83 m的 $\varnothing 146$ mm钻铤加压钻进。根据岩心薄片鉴定及岩屑的岩矿分析结果,结合物探测井资料,确认井深1035 m已钻穿第三系瓦窑村组地层,进入了盆地基底寒武系黄垌口组石英细砂岩,岩石非常坚硬,台班进尺仅1 m多,且其含水性较差。综合分析物探测井成果,认为水量、水温均可达到预期的地质目的,决定提前终孔。

全井使用不分散低固相泥浆,主要造浆材料为膨润土。泥浆主要性能:粘度22~28 s,密度1.05~1.08 kg/L,失水量<10 mL/30 min,pH值8.5~9,含砂量<4%。

在钻进过程中,每回次取岩屑样一个,自432.60 m开始进行简易水文观测,主要测量每回次泥浆消耗量及井口泥浆温度。

2.3 物探综合测井

为准确判明地层岩性及含水层位置,确定取热水层段,物探综合测井是地热井施工不可缺少的技术手段。在钻进结束后,选用TYCZ-1型综合测井

仪进行物探测井,电感传温测量仪测井温,按点测和连续测量两种方式进行,采用0.5 m电位电极系视电阻率、20 mV自然电位、人工伽玛及自然伽玛测量等4种探测方法对地层岩性进行判别、划分含水层,并确定止水位置。

2.4 含水层选择

含水层的选择是地热井能否满足水温、水量要求的重要技术环节,地热井施工的目的也在于选取该目的层。根据岩屑录井及物探综合测井成果分析,该井含水层共有24层,单层厚3~21.5 m不等,累计总厚度为244.60 m,其中945 m以浅属含性中等的孔隙裂隙承压含水层,945 m以深属裂隙承压弱含水层。

2.5 滤水管选择

根据含水层的地层特征及井身结构,本井采用滤水管为 $\varnothing 139.7$ mm \times 7.72 mm石油无缝钢管,钢级为J55,类型为圆孔垫筋缠丝及圆孔裸眼2种,圆孔直径20 mm,孔距40 mm,与管同向垫筋8号铁丝8根,垫筋外缠绵12号铁丝,缠丝间距为0.75 mm。井深548.75~906.28 m,916.02~942.15 m分17段下入圆孔垫筋缠丝滤水管,906.28~916.02 m、1018.84~1182.88 m分8段下入圆孔裸眼滤水管。

2.6 扩孔及下管

经物探综合测井确定热储层位置后即进行扩孔成井,使用 $\varnothing 350$ mm扩孔钻头扩孔至200.14 m, $\varnothing 200.5$ mm扩孔至561.36 m,冲孔至原孔底1219.94 m后进入井管安装工序。

井管安装是地热井成井的关键。根据钻孔深度、含水层位置及厚度,并结合钻进情况,编制下管柱状图。下管前精确丈量每一根套管和滤水管长度,并将井管编号,根据热储层位置将井管精心排列,编制下管数据表,经技术负责人和驻场监理工程师认真检查无误后方可下入井内,如有质量问题立即修复、调整或更换。采用钢丝绳提吊法下管,管与管之间采用管箍丝扣连接。

2.7 止水与固井

根据钻井和综合测井资料决定止水位置,止水材料同样采用 $\varnothing 139.7$ mm \times 7.72 mm石油无缝钢管,在管上焊止水托盘,托盘间包扎膨胀橡胶,止水器长度为2.5 m,止水深度分别为210 m(目的是防止浅层冷水与下部低温水混合)、464.5、484、523、546.5(目的是防止上部低温水及煤系地层水与下部高温水相互穿插)、593.7、651、945 m(目的是保护上下热储层), $\varnothing 245$ mm与 $\varnothing 139.7$ mm两种规格

的井管重叠部位采用高标号水泥封闭止水。

由于第三系的泥岩、粉砂质泥岩属膨胀岩,具遇水膨胀的特性。根据多年来在该地层施工的浅层供水井(井深一般在 150~250 m)经验,泥岩遇水膨胀后与井管接触紧密,井管稳固,未出现过井管下沉现象。因此,本地热井 $\varnothing 245$ mm 井管段未进行专门的固井,现该地热井已正常运行了 5 年多,说明止水和固井是成功的。

2.8 综合洗井

为保证洗井质量,本地热井选取物理和化学洗井的综合洗井方法。洗井前用清水替换原泥浆,待泥浆替换完毕后下入高压冲刷器冲洗井;泥浆泵送入三聚磷酸钠化学剂,静止 24 h 后采用活塞强拉强压,与高压水喷刷并用,连续洗井 6 个台班。经抽水试验证实,井内水清砂净,水流畅通,达到了很好的洗井目的。

2.9 抽水试验

洗井结束后采用稳定流方法进行单孔抽水试验,抽水试验设备为 200QJ32-78/6 型深井潜水泵,潜水泵下入井深 59.16 m。抽水延续时间为 118.75 h,分 3 个落程按自小到大的顺序进行,两个落程差值

均大于 6 m。采用阀门控制截流法进行流量控制。水温、水量、含砂量等均满足设计要求,且水质达到了医疗矿泉水的标准。

3 结语

(1) 南宁市九曲湾地热井是广西首眼深层地热井,填补了广西在无地热异常显示尤其是热储层分布不连续的新生代沉积盆地型地热资源开发的空白,具有较好的示范作用。

(2) 对于膨胀岩土地区的深层地热勘探井施工,应根据地层特征采取灵活的成井工艺流程,可利用膨胀岩土的遇水膨胀特征自然固井。

参考文献:

- [1] 中国地质调查局水文地质环境地质部. 我国地热资源及其开发利用现状 [EB/OL], <http://www.cgs.gov.cn/NEWS/Geology%20News/2006/20060710/21.pdf>, 2006/07/10, 2-10.
- [2] 梁礼革, 黄桂强. 广西南宁市九曲湾地热井勘察评价报告 [R]. 广西第四地质队, 2002.
- [3] 唐建生, 等. 南宁新生代沉积盆地型地热资源前景研究 [M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2005. 95-97.

山河智能旋挖钻机在京沪高速铁路南京大胜关长江大桥工程显神威

本刊讯 作为铁道部确定为 2008 年铁路建设的重中之重京沪高速铁路,目前各标段已陆续开工。江苏段是京沪高铁较早开工建设的路段之一,其长 357.5 km,占全线总长的 27.3%,是沿线四省三市中线路最长的,江苏段关键工程——京沪高速铁路南京大胜关长江大桥工程是最早开工建设的工地。

南京大胜关长江大桥工程位于南京大胜关,距离南京长江大桥上游 20 km,全长 9.273 km,是京沪高速铁路控制性工程,也是沪汉蓉铁路快速通道及南京铁路枢纽的重要组成部分。

据了解,南京大胜关长江大桥北岸引桥全长 5565.808 m,共 170 个墩台,有千余根钻孔桩,直径分 1.25、1.5、2.0 m 三种,大部分桩深在 80 m 左右,最深达 83 m,整个京沪高速铁路最深的钻孔桩都集中在这个工地上,现场地质复杂,加上时值隆冬季节,天寒地冻,施工难度增大。在工地上,现场共有 7 台旋挖钻机,4 台进口设备,3 台国产设备。现场负责人介绍说:山河智能旋挖钻机表现非常出色,一根直径 2 m、深 81 m 的桩能够在 10 h 左右顺利完成,现场其它几台旋挖钻机一般只能打进 65~70 m,如果要继续往下打,必须要加杆,并且加杆后旋挖本身提不上来,必须调用起重机将其吊出桩孔,之后才能继续施工,操作麻烦,进度非常慢;而山河智能的旋挖钻机不用加杆,能一次完成施工,最深钻进达到

了 83 m;鉴于此情况,项目部决定让其它几台旋挖钻机在钻进 65~70 m 后,再往下就由山河智能旋挖钻机来施工,再加上山河智能旋挖钻机本身的稳定性相当好,施工非常顺利。

据悉,京沪高速铁路北起北京南站,终至上海虹桥站,全长 1318 km,全线共设北京南、天津西、济南、徐州、南京西、虹桥等 21 个车站,涉及北京、天津、河北、山东、安徽、江苏和上海 7 个省市。京沪高速铁路一次建成双线,设计速度 350 km/h,建成后,北京至上海全程运行时间只需 5 h,比目前京沪间特快列车的运行时间缩短 7 h 左右。全线建设总工期约 5 年。



旋挖钻机施工现场