

J_{S6} 与 J_{S5} 水平定向井连通施工工艺

倪善海, 刘 阳, 苗军辉

(河南省地矿局第一地质工程院, 河南 驻马店 463000)

摘 要:针对舞阳县盐矿区 J_{S6} 与 J_{S5} 水平定向井的施工, 介绍了盐矿区水平连通对接井的施工工艺措施和施工技术, 并指出了施工中需要注意的问题。

关键词:水平定向井; 对接井; 造斜; 螺杆钻; 饱和盐水泥浆

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)02-0051-02

2006 年 4~7 月, 我院在河南省舞阳县孟寨黑龙庙村北金大地有限责任公司盐矿区内成功完成一对水平定向井连通的施工, 该盐井编号 J_{S6}, 直井段井深 1630 m, 靶区垂深 1780 m, 终孔井深 1993.67 m。要求该井与距它水平距离 276.79 m 的 J_{S5} 盐井实施对接。J_{S5} 盐井开采时间短, 靶区小, 是本次施工的关键。

1 地质概况

河南省舞阳县金大地有限责任公司盐矿区位于舞阳凹陷上, 舞阳凹陷属于周口凹陷西部的次一级凹陷, 长约 120 km, 南北宽 15 km, 其中含盐面积约 270 km², 北以叶鲁断层为界, 夹持于平顶山凸起和豫西隆起之间的一个凹陷, 该凹陷为一北断南抬、北深南浅, 呈北西-南东向展布的长条形凹陷, J_{S6} 井钻穿地层情况如下。

第四系平原组, 深 0~150 m, 厚 150 m, 上部 20 m 表土层, 其下为砂质粘土、粘土、流砂、含砾砂岩。

上寺组, 深 150~720 m, 厚 570 m, 杂色细砾岩、砾状砂岩与泥岩呈不等厚互层, 成岩性较差。

廖庄组, 深 720~1350 m, 厚 630 m, 上部砾状砂岩与泥岩呈略等厚互层, 局部夹砾状砂岩和泥岩; 下部杂色砾状砂岩、含砾砂岩与泥岩呈不等厚互层, 局部夹粉砂岩和泥岩、泥质粉砂岩。

核一段, 深 1350~1960 m, 厚 610 m, 顶部杂色砾状砂岩、含砾砂岩夹泥岩和粉砂质泥岩; 上中部为泥岩和含膏质泥岩、泥膏岩、泥岩、页岩和含膏盐泥岩; 下部为泥岩夹盐岩。为主要含盐岩井段。

核二段, 深 1960~2013 m, 厚 53 m, 上部以泥岩

为主夹盐岩及含膏盐泥岩; 中部膏盐层与含膏泥岩层; 下部粉砂质泥岩、泥质粉砂岩间互沉积, 夹含膏盐泥岩。

2 J_{S6} 井施工设计

直井段: 一开用 Ø394 mm 牙轮钻头钻至 250 m, 下入 Ø273 mm×8.99 mm 的 J_{S5} 表层套管, 采用油井水泥固井, 水泥返高至地表; 二开用 Ø244.5 mm 牙轮钻头钻至 1600 m, 下入 Ø177.8 mm×8.05 mm 的 J_{S5} 技术套管, 采用油井水泥固井, 水泥返高至地表。

定向造斜段: 从井深 1630 m 处开始定向造斜钻进, 设计造斜率为每百米 41°, 按要求井深 1856.88 m 井斜达到 90°, 方位角 305.85°, 设计钻孔穿越开采盐层 136.79 m。

直井段井身质量要求为全角变化率每 25 m 不大于 1°, 最大井斜 > 6°, 井底水平位移 > 15 m, 井径扩大率 > 15%。

J_{S6} 井与 J_{S5} 井对接位置选在 J_{S5} 井垂深 1780 m 处。造斜及水平段施工采用螺杆钻定向钻进, YSS 有线和 MWD 无线随钻跟踪监测井眼轨迹。

3 施工设备

3.1 主要钻井施工设备及器具

GZ-2000 型钻机、BW-1200 型泥浆泵各 1 台, 90T A 字形钻塔 1 套, YC-3B 型钻压仪 1 台, Ø89 mm 钻杆 1600 m, Ø73 mm 钻杆 1000 m, Ø114 mm 钻杆 30 m, Ø203 mm 钻铤 20 m, Ø177.8 mm 钻铤 40 m, Ø177.8 mm 震击器 1 个, Ø159 mm 钻铤 20 m, 16 MPa 耐震压力表 1 块, Ø394 mm 牙轮钻头 2

收稿日期: 2006-09-07; 改回日期: 2007-01-11

作者简介:倪善海(1965-), 男(汉族), 河南鹿邑人, 河南省地矿局第一地质工程院高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程及地热井开发工作, 河南省驻马店市乐山路 90 号, nishanhai@sohu.com; 刘阳(1965-), 男(汉族), 河南方城人, 河南省地矿局第一地质工程院, 探矿工程专业, 从事地热资源开发工作; 苗军辉(1975-), 男(汉族), 河南舞钢人, 河南省地矿局第一地质工程院, 钻探工程专业, 从事钻探工程施工工作。

个, $\varnothing 244.5$ mm 牙轮钻头 8 个, 旋流除砂器 1 台, 振动除砂器 1 台, JXY-46 型测斜仪 1 套, 1006 机台泥浆测试仪 1 套。

3.2 定向钻井及监测设备、器具

GXS-40 型高精度测斜仪 1 套, $\varnothing 95$ mm 螺杆钻 3 根, $\varnothing 120$ mm 螺杆钻 2 根, PDC 造斜钻头 $\varnothing 149.2$ mm 5 个, $\varnothing 118$ mm 2 个, 60T 高压通缆水笼头 2 套, $\varnothing 105$ mm 无磁钻杆 1 根, DST 高精度随钻仪 2 套, 5A 陀螺仪 1 套, 3500 m 配套绞车 1 台, IBM 笔记本电脑 1 台。

4 钻井工艺

4.1 钻进方法

一开: 0 ~ 250 m, 采用 MP₂ $\varnothing 394$ mm 牙轮钻头全面钻进一次成孔, 钻进参数: 钻压 50 ~ 80 kN, 转速 64 ~ 103 r/min, 排量 1200 L/min。

二开: 250 ~ 1600 m, 采用 H437 $\varnothing 244.5$ mm 牙轮钻头或 PDC 复合片钻头全面钻进, 钻进参数: 钻压 40 ~ 60 kN, 转速 45 ~ 103 r/min, 排量 1200 L/min。

三开: 1600 ~ 1630 m, 首先使用 $\varnothing 152$ mm 牙轮钻头施工 30 m 直孔段, 从 1630 m 开始采用 $\varnothing 149.2$ mm 复合片造斜钻头和 $\varnothing 120$ mm 螺杆钻具造斜钻进, 造斜段钻进参数为: 钻压 30 ~ 50 kN, 转速 300 ~ 600 r/min, 泥浆泵排量 600 L/min, 泵压 5 ~ 7 MPa, 当造斜顶角达到 90° 后, 钻孔进入 22 盐层, 施工进入稳斜钻进阶段。该段采用 $\varnothing 118$ mm 复合片钻头和 $\varnothing 95$ mm 螺杆钻具稳斜钻进, 钻进参数: 钻压 20 ~ 30 kN, 转速 300 ~ 600 r/min, 泥浆泵排量 450 L/min, 泵压 4 ~ 6 MPa。

4.2 钻具组合

直井段一开: 0 ~ 250 m, $\varnothing 394$ mm 牙轮钻头 + $\varnothing 203$ mm 钻铤 20 m + $\varnothing 177.8$ mm 钻铤 30 m + $\varnothing 159$ mm 钻铤 20 m + $\varnothing 114$ mm 钻杆 30 m + $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 主动方钻杆;

直井段二开: 250 ~ 1600 m, $\varnothing 244.5$ mm 牙轮钻头 + $\varnothing 177.8$ mm 钻铤 30 m + $\varnothing 177.8$ mm 振击器 + $\varnothing 177.8$ mm 钻铤 10 m + $\varnothing 159$ mm 钻铤 20 m + $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 主动方钻杆;

定向造斜井段: $\varnothing 149.2$ mm 复合片钻头 + $\varnothing 120$ mm 螺杆钻具 + $\varnothing 105$ mm 无磁钻杆 1 根 + $\varnothing 73$ mm 钻杆 + $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 主动钻杆;

水平井段: $\varnothing 118$ mm 复合片钻头 + $\varnothing 95$ mm 螺杆钻具 + $\varnothing 73$ mm 钻杆 + $\varnothing 89$ mm 钻杆 + 主动钻杆。

4.3 钻井液

根据地层岩性, 施工各孔段采用了不同的泥浆配方: 0 ~ 600 m, 由于孔深不大, 地层比较稳定, 为节约成本采用了普通细分散泥浆; 600 ~ 1500 m, 为保证孔内安全采用不分散低固相泥浆; 1500 ~ 1630 m 进入含盐层段, 采用饱和盐水泥浆; 1630 m 以深造斜及水平段采用无固相饱和盐水泥浆(主要由 CMC、PHP 和盐组成), 所用钻井液性能见表 1。

表 1 各井段采用泥浆性能参数表

孔段	密度 /(g·cm ⁻³)	粘度 /s	失水量/[mL·(30min ⁻¹)]	泥皮厚 /mm	含砂量 /%
非含盐段	1.10 ~ 1.15	22 ~ 25	8 ~ 15	≤ 1.0	≤ 2
含盐段	1.25 ~ 1.35	24 ~ 30	≤ 8	≤ 0.5	< 1

4.4 钻井技术

4.4.1 确保钻孔垂直

开孔前应处理加固地基, 确保设备安装周正、水平、稳固, 转盘中心、游动滑车和天车应三点一线; 开孔时采用轻压、慢转、大泵量的钻进参数, 保证开孔垂直; 全部钻铤入孔后, 孔底加压最大不能超过钻具一次弯曲临界钻压的 70%, 同时前 100 m 每钻进 50 m 测斜一次, 100 m 以后每钻进 100 m 测斜一次。

4.4.2 预防孔内事故

该井上部地层易吸水膨胀, 形成较厚的泥皮阻卡钻具, 因此每钻进 200 ~ 300 m (或钻进 3 ~ 4 天) 应短程起钻一次, 起钻过程中遇阻要反复上下拉孔并扫孔, 直到畅通无阻后再下钻到井底继续钻进。钻遇盐系地层时严禁钻具在孔内停机检修设备, 以防石盐结晶卡死钻具。

4.4.3 控制造斜方位

该井在对接施工中曾两次失败。究其原因主要是: (1) 靶点方位测量精度不够; (2) 施工中钻具中的弹性能没有完全释放; (3) 没有按规定扭矩上扣。为此我们在第三次对接施工中对靶点方位重新进行了测量, 并在造斜井段下钻时应将钻具丝扣刷洗干净, 按规定扭矩紧扣, 防止钻进过程中钻具上扣影响造斜方位。定向转动钻具角度时, 每次转动后要上下大幅度活动钻具, 使储存在下部钻具上的弹性能释放出来, 使上下角度一致。启动井下螺杆钻具钻进时要注意因补心晃动而使主动钻杆转动的角度, 并及时修正, 否则将会影响定向井的钻孔方位。

5 结语

J₈₆ 盐井在直井段和造斜段钻进施工中, 由于采

(下转第 54 页)

至更长。另外由于孔内水泥的凝固程度和时间不同于地面的实验,再加上地下水的影响,常出现封孔堵漏不成功,同时在透孔过程中出现一些孔内事故。

在水泥封孔中都是水泥浆液泵送至孔底,但由于该地层孔隙大,有承压水,漏失严重,水泥浆液随之流失,后来我们采取在漏失段先用若干小袋装入水泥注入孔内,加速凝剂后,下钻搅拌,效果仍不理想。

(3)在漏失大的孔段,我们采用草把子、刨花锯末加粘土球、黄泥等混合装入岩心管送至孔底,一边用泵顶出一边提管,这样送几管后,在岩心管底部加工一个锥形帽套上,用钻具下到孔内进行挤密砸实,再反复送料反复挤密砸实,重新透孔开钻,达到很好的效果。

(4)在破碎严重、漏失较厚地层采用下套管护壁的方法,但套管只能下到泥岩层(60 m左右),下部地层(70~180 m左右)全部是细砾岩,胶结松散,漏失严重,成孔困难,难以再往下下套管,且下的套管在该地层中坐不到完整的岩层上,在钻进中仍会松动,从套管口坍塌掉块,造成下部的事故,也是不理想,只能是做到上部的护壁和稳定。

(5)在漏失较严重的孔段,上述方法均不理想。由于孔隙大,投入的堵漏材料都被漏失掉,我们收集到车床车下的铁屑丝,投入孔内后又投入一部分刷碗用的铁丝球,把旧棉被破碎后,拌入粘泥球中,投入孔底,再加入草把子、刨花等惰性材料,下钻冲挤搅动,堵漏效果很好。

4 堵漏实例

在钻进 ZK27-1 孔时,上部采用粘土护壁达到很好效果,钻进中在 320 m 处又漏失,最后一直采取顶漏钻进,由于顶漏钻进中风险极大,该孔根据地质情况要达到 520 m 以深,我们经过研究采取在 325

m 处架桥进行堵漏。采用上述方法综合使用,顺利钻进至 568.16 m。

该矿区在 8 线、16 线漏失严重。在施工 ZK8-1 钻孔时,从 65 m 开始到 180 m 全部是细砾岩,胶结松散层,且地层裂隙发育,漏失严重,有承压水,极易坍塌。在第一次钻进过程中,上部出现漏失现象后,采取投泥球、加大泥浆粘度、密度、添加化学剂等常规方法基本护住,但在钻进 60 m 以深时漏失严重,泥浆在几分钟内就漏尽,我们马上提钻,钻具上来后,发现钻杆外壁没有泥浆挂层,被地下水冲刷得很干净。提钻后发现上部坍塌,采取上部下套管处理,根据地层情况套管下至 56 m 坐在泥岩上。下部采取堵漏处理,堵住后,再钻进,钻进时又漏失,漏失后再堵,但回次进尺都不大,最大进尺二三米就漏失,每次发现后漏失很快,有承压水保持到 38 m 左右。出现漏失后,随着泥浆迅速漏尽,上部堵住的几个部位由于内外压力不平衡,又受承压水的作用发生塌孔涌水。我们采用投铁屑丝、草把子等架桥处理,并采用草把子、刨花锯末加粘土球、黄泥等混合装入岩心管送至孔底,用岩心管砸实挤密,反复处理,顺利达到设计孔深。

5 结语

在红花尔基矿区煤田钻探施工中,采用的水泥堵漏虽有一定的效果,但堵漏时间长,孔内事故多,孔壁不稳定,风险大;下套管只能是浅部控制,护壁对深层漏失不可行;全部使用化学剂处理泥浆,对漏失严重的地层效果不大,而且成本较高。我们主要是采取就地取材,用一些常见材料配优质的泥浆进行堵漏,效果十分显著,而且成本大大降低,减少了孔内事故率。这是我们在实践中总结的可行的一些堵漏方法。

(上接第 52 页)

取了比较合理的工艺技术措施,较好地解决了以前在盐矿区施工中膏质泥岩层段粘附卡钻、盐岩井段结晶卡钻的事故隐患。因此在钻进施工中比较顺利,为我们在该地区施工盐井提供了丰富的实践经验。

该井在施工中存在的不足是:缺乏在定向造斜方面的经验,没有全面而细致地考虑和重视在施工中影响定向方位的各个因素,也包括仪器本身和操

作方面引起的误差,致使在造斜时走了弯路。在对接时连续二次失败后,经改进操作方法,同时由于时间延长, J_{S6} 溶腔增大,最终在 1993.67 m 成功完成了 J_{S6} 与 J_{S5} 的对接,比预计对接孔深约提前 15 m。

参考文献:

- [1] 曾祥熹,陈志超. 钻孔护壁堵漏原理[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [2] 郝瑞,等. 钻井工程[M]. 北京:石油工业出版社,1989.