

地浸采铀定向井施工与成井的技术研究

沈承浩

中核通辽铀业有限责任公司 内蒙古自治区通辽市 028000

摘要: 铀的原地钻探,是浸出热液循环的主要途径。它们不但控制了浸出物在含水层结构中的分布以及向矿层的转化,同时还确定了浸出物怎样和矿层中的铀矿物质充分反映。但是,目前使用的垂直钻井系统难以在人口稠密、土壤植被良好和地表面积得到保障,并且在土地征用有限的地区施工。另外,钻探安排也有一定局限性,无法涵盖全部的矿产资源。以内蒙古某地的浸铀矿床为例,利用专门的井下仪器和测量仪器直接控制圆周轨迹,使钻孔磨损,地下铀矿矿体沿一定方向出露,从而明确定向井施工的技术参数。通过对完善工程技术的研究,探讨了直接原地浸出铀矿的可能性,以解决在征地困难、地表条件有限的地方建设钻探工程的问题。

关键词: 地浸采铀定向井; 施工设备; 成井的关键技术

该井定向技术首次应用于原油开发行业,钻井深度大部分为2000~3500m。在地表和地下条件明显受限的情况下,利用油井管理技术可以使石油资源的开发更加经济合理。同时可以提高石油产能,降低钻井成本,带来了巨大的经济效益和社会效益。当矿体隐藏在具有复杂地形条件的底层,如山区、城市、森林、沼泽、海洋、湖泊和河流,或油井被堵塞时,常常使用定向井技术揭开矿体。^[1]目前在我国的内蒙古、内蒙等地砂岩型铀矿床常利用垂直式钻机实施矿体开发,在现场下实施所面临的阻碍较小时,也可将孔位实施小区域转移后进一步实施;而当偏移距超过正常井距时,如果继续使用垂直式钻机不但导致了建造成本增加,同时对铀资源也不能最大化地循环使用。

由于砂岩铀矿资源的不断开发和地表地形的复杂性,垂直钻井已不能满足铀矿现场浸出绿色发展的需要。因此,在有限的地面条件下,如何优化利用铀资源,是现场气化生产铀矿亟待解决的问题。作为一个例子,讨论了在内蒙古自治区地浸铀矿生产中,定向建井技术和良好完井技术的可能性。

1 矿床特点及生产现状

1.1 矿床特点

内蒙古钱家底铀矿的岩石结构一般由沉积岩和背景岩组成,基本岩性一般由变质岩、花岗岩以及闪长岩所构成;沉积岩一般由在中生代中上部堆积的砾石、砂和泥所构成。沉积岩自下而上包括了白垩系、古生系、中生代系和第四系。在此期间,白垩系上白垩统是最主要的盖层聚集,同时也是矿体富集的最主要层位。岩性主要为泥岩和砂岩的互层,厚约150m;古生岩性一般由泥岩、页岩和黏土筒层组成,自下而上形成的岩性也不同。也含有钙质结核。它是从约一百二十米厚的中间煤线中提取的,但尚未整合在下白垩系中;新生岩性,通常由已溶解的砂砾岩与薄层砂岩所组成,形成岩性差异大,厚约一百米左右,不整合并与下伏岩体相接触;第四系是一套风积、冲洪积、洪积的松散岩屑堆积系

统,厚小于一百四十米,土质较平坦,地面有植被、草甸。

1.2 生产现状

前店铀矿床矿体埋深400~420m,在地层中已形成了较为稳定的“泥沙”构造特征。上下部为泥岩,但厚度差异较大,相对稳定。含矿的含水层岩性结构大多是红细砂岩和白灰色,少部分则是粗粒、粗粒和粗砾岩。含有许多的 μ 介子和淤泥网,结构松散,胶结层和低层,有固结层。但富水性好,渗透性弱。生产钻井时采用了“七点”井,井距最大三十米。该井主要占用的农业用地(占百分之六十二)、草坪(占百分之二十七)和林地(占百分之十一)。因为获取土壤的难度和林带间的距离都较小,所以地表并不具有垂直穿孔的条件。

2 定向井井身设计

基于钱家店四区铀矿的岩性和地层特点,以及根据中国石油工业建造定向井的经验,定向井的设计偏转点深度约为150~200m。在钻井过程中,对钻井段采取了“垂直段+造斜段+稳斜段”的方法,即对表面松弛的岩石采取垂直射孔,在进入稳定岩性地层后形成了定向偏差,当井斜超过图纸倾斜时,实施稳定偏差钻井。

3 定向井施工

3.1 主要施工设备及检测仪表

定向井施工主要设备设施见表1。

表1

名称	规格参数	主要用途
钻机	S800	钻进施工
泥浆泵	3NB-350	钻井液循环
钻头	牙轮 $\phi 215.9$ mm	钻进施工
钻杆	$\phi 89$ mm	钻进施工
螺杆钻具	5LZ \times 7Y \times 1.25°	定向造斜
无磁钻铤	$\phi 185$ mm	定向造斜
随钻测量	无线脉冲	定向造斜
发电机	YC6MK350L-D20,235 kW	钻机动力输出
发电机	12V135AZD,330 kW	泥浆泵动力输出
空压机	5.0 MPa,1.7 m ³ /min	清洗钻孔
测井车		综合测井、质检检测

3.2 施工工艺

根据钱家店四号铀矿床块体岩层特征, 参照防砂可扩可置换钻井结构, 建造该定向钻井技术主要包括垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、垂直段裸眼钻井、井斜控制、井斜稳定控制、全球探井、套管组装、固井、裸眼冲洗、过滤器组装、质量检查和其他流程。

用215.9毫米的钻头直接钻入目标地层, 并在钻井过程中调整钻压、泵速和泵量。垂直段射孔液粘度为25~30pas, 偏移段和稳定段射孔液黏度 ≥ 35 pas。完成完整的开口测井后, 使用第一个148-x UPVC管结构, 使用丁坝材料反向固井, 最后安装108毫米可转换过滤器。

3.2.1 垂直段裸孔钻进

适合于垂直土层的穿孔施工。主要目的为震动第四系松散岩层。钻具的组成比例为八十九毫米钻杆+215.9毫米钻具磨损, 并采用了膨润土钻井液。膨润土射孔液比为一立方米清水, 掺入约80~150kg的优质膨润土; 射孔液粘度为二十五点四二pas, 总密度为一点一九克每立方米。^[2]

3.2.2 造斜控制

高压羧甲基纤维素钠射孔液通过钻具进入螺杆驱动后, 对液体加压以促进转子旋转, 从而将钻井液中的液压能转化为机械动力, 然后扭矩再由牵引轴传导至钻头的磨损处, 并在发动机下部设置了固定角度的短路以达到偏位的目的, 钻具组由八十九毫米钻杆+无磁套环+螺旋钻头+215.9毫米块钻具组所构成。羧甲基纤维素钠钻井液为一立方米清水、80~150千克的优质膨润土、3~5kgdi烧碱, 和三千克羧甲基纤维素钠(Na-CMC)的比例。射孔液粘度为40.29pas, 密度比为1.04克每立方米。

3.2.3 稳斜控制

高千家地IV铀矿床块体的最大磁偏角为七点三五, 最大磁俯冲角则为五十六点五零。在稳定倾斜发射孔之前, 必须校准MWD设备的磁下降和倾斜。在钻井过程中, 由于地磁场的影响, 井向偏差很大; "非磁环+穿孔期间的测量"用于减少对地磁场的影响, 并确保准确的定位。在施工中, 无线脉冲变送器安装在非磁性套环内, 钻具设置在地表以下, 采用测量钻井过程中无线泥浆的流动情况, 在泥浆的影响下形成正弦压力波; 采用调制系统, 正弦压力波的角度移随时刻改变。能够在地面上连续检测角位移的变化, 并进行计算调整偏转方向。

3.2.4 综合测井

全球毁林主要分为定量毁林c测井、毁林、自然井径记录、电阻记录和自发电位记录, 包括定量使用c测井, 通过检查岩石的辐射强度来评估铀矿床的深度和厚度; 利用良好偏差记录, 检查倾斜和方位变化, 以反映钻孔的倾斜; 使用

井径测量控制钻孔沿深度的变化; 通过测量阻力和潜在自然采伐来判断地下岩层的岩性, 以区分渗透性岩石和非渗透性岩石。^[3]

3.2.5 套管安装

套管组对前, 应根据光套管组对的原则, 稀释洞内的土壤和水, 防止塌孔。外壳由一口深UPVC井组成, 标准尺寸为148 xx, 单条长度为8米。套管从螺纹到螺钉连接, 管圈为166X深UPVC井管材料, 从原料头到连接线和螺纹部分封口, 并均匀涂布了七百零四胶。将人体模型放置于过滤器位置上约一米处, 并在套筒端部预留了一个马蹄形接地端口("马蹄"斜门长度大于10cm), 用于在闭孔阶段时反向注入原污泥。

3.2.6 固井

采用后向填塞材料法进行固井, 以稳定套管, 避免套管线性过滤表面造成的地下水紧绷。水泥液由普通硅酸盐制成, 水泥比为1:1, 水泥液密度为1.5克每立方米。将丁坝法管从封套放置到预留丁坝法孔上方约1m处, 关闭土壤表面涂层孔口, 并调整丁坝法管上的闸门、压力计和排气阀。然后开始填充水泥液。再利用裸孔的扩大系数估算固井液用量, 将固井液从预留的注浆孔注水至套管内外侧壁面和裸孔间的环形空隙中。待从洞口返出固井液后, 再向注浆管加注与注浆管同样容积的清液, 然后封闭注浆方法管上的闸门。由于固井液稳定, 在注浆材料管上活塞式压力表的示数慢慢下降, 至压力计读数为零, 于是提出注浆材料管, 进行了注浆材料管固井工艺。

3.2.7 裸孔洗净

水泥液完全稳定后, 使用压缩空气回路开关清洗油井, 以清除肠道中残留的射孔液。空气压缩机的设计压力大约为5.0mpa(空气压缩机的设计压力通过钻井深度和地下水静水水位决定。地下水静水水位每提高约一百m, 所需水压约为1.0mpa)。每组为三台空压机并联工作, 每台空压机风速约一点七立方米/min, 裸眼清洗采取分段冲洗方法, 风机的支撑选用较厚PE钢管, 规格约为40~8毫米, 各风机支撑段的下降深度约为100m; 风管支架分散在矿层上约五十m后, 通过三角堰计算井的排水量, 在连续出水量30、45、60min的范围内, 先分别计算堰高三次, 然后计算每次实测水量, 多次计算水量的平均数即为最终产水量。裸井在清洗时, 出水含沙量应低于100mg/L。

3.2.8 过滤器安装

水泥液完全稳定后, 使用压缩空气开关清洗油井, 去除肠道内残余的射孔液。空气压缩机的设计压力大约为5.0mpa(实际空气压缩机的设计压力通过穿孔深度和地下水水位确定。地下水水位每提高约一百米, 所需水压约为1.0mpa)。每组为三台空压机并联工作, 每台空压机风速约一点七立方米每分钟, 红孔采取分段排气方法, 风机支架则选用较厚PE钢管, 尺寸约40~8毫米, 风机各支撑段深度为100m; 风管支

架损失至矿层上方50m后,通过三角堰计算井的排水量。在30、45、60min连续出水量范围内,计算堰高三次,然后计算实测水量一次。多次计算的水量平均值即为最终产水量。在清洁裸井期间,废水中的沉积物含量必须小于100mg/L。

3.2.9 质量检测

使用MWD检测良好偏差、水平偏移和目标眼距;使用电流记录检查过滤器组件的状况、组件的质量和孔内的满意涂层;使用超声波切割控制水泥液的填充和固结。

4 成井质量检测结果

4.1 水平偏移距离和靶心距

定向井井体测试结果如图五所显示,定向井设计和实际数值的比较见下表二。

可以看到,2个定向井的实际水平位移距离和与靶心距离,都满足了设计条件。

4.2 井管完整性

通过电流记录曲线,可以分析油井的完整性,以确定油井的状态。非滤波段电流记录曲线表面光滑,无振荡和电压异常,表明井的完整性良好;如果电流记录曲线中的某一点出现异常波形,且若异常电流峰值与相应的正常电流值之比约在1~2左右,即说明该点井管已失电;标称电压的异常峰值和对应的正常电流值间的比值大于二,这就意味着在该位置的油井将遭受高度破坏。其他二口定向井的当前测井曲线。按照目前测井的解释,5449定向井整体性较好,且在五千四百五十定向井二百米处的异常电流值和正常电流值之比约在1~2左右,存在着轻度渗流。

4.3 固井质量

通过超声阻尼测井可以检查固井质量。当胶结类物质的密度大于每立方厘米一点四克,且当胶结状态良好时,阻尼

值在百分之七十以上。水泥密度就越高,而水泥温度越高,热阻尼器的值就越高。图七中展示了二个定向井的超声波压降曲线。可以发现,两口定向井的超声阻尼值都在百分之八十以上,水泥质量良好。

4.4 钻孔出水量

为保证射孔产水量的真实性和可靠性,在测量射孔产水量之前,应先关井冲洗3小时以上,使地下水位在自然条件下恢复到基线值。看。孔流检测结果见表三。方向井5449和方向井5450的总产水量分别为21.02和21.12m³/h。取样结果应证明出水总含沙量符合要求。

结束语

定向井施工试验和检测结果显示,膨润土和羧甲基纤维素钠(Na CMC)的钻井液可以达到良好护壁和携砂的条件,随钻测量设备还可以精确调节施工时井斜方向,通过井管的质量和尺寸满足了定向式钻井成井需要,通过材料和固井比,其效果是稳定油井质量,避免地下水直接流入油井。通过压缩空气断路器的水质和洗净量满足垂直射孔要求。研究结果表明,定向钻进技术在地浸采铀生产中是有效的。该井定向技术显著提高了的浸采铀对生产井地形地貌条件的适应性,克服了铀源开发利用困难的问题,应用范围更广。

参考文献:

- [1]王海峰.我国地浸采铀新技术的研究与开发[C]//中国核学会2001学术年会.中国核学会,2001.
- [2]李博,刘晓阳,胡柏石,等.地浸采铀工艺钻孔施工与成建井技术现状及改进建议[J].铀矿地质,2017,33(4):5.
- [3]王伟,刘佳佳,常江芳,等.地浸采铀井网及地浸采铀施工方法:

