

非开挖导向钻进浅层水平井施工实践

张 建

(中国地质科学院勘探技术研究所,河北 廊坊 065000)

摘 要:用非开挖导向钻进管线铺设技术,在河北省廊坊市广阳区陈桑园村完成了一浅层水平水井的施工,详尽介绍了该水平井施工方法及施工工艺。

关键词:浅层水平水井;非开挖导向钻进;管线铺设技术

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)02-0064-03

Construction Practice of Non-excavated Guide Drilling in Shallow Horizontal Well/ZHANG Jian (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The paper presented a horizontal well construction case in Hebei Province with non-excavated guide pipeline installation technology and introduced the construction method in detail.

Key words: shallow horizontal water well; non-excavated guide drilling; pipeline installation technology

1 概述

浅层水平井一般可用于浅层地下水的开采和对地下污染水或污染物的检测与治理,在污染治理中又称其为水平环境井。其特点是将过滤器水平安装在含水层或目的层中,过滤器安装深度一般较浅,但过滤器可长距离铺设,能获取较大的汇水、采水面积,使水井的产效高,从而为浅层地下水开采或地下污染治理提供一种更有效的技术手段。

为配合中国地质调查局水文地质环境地质调查中心负责的《浅层低渗透性含水水平井开采技术研究》与《示范》地质调查项目的实施,受项目组委托,我方承担并完成了一眼水平井的生产试验施工任务,本文依据试验结果谈谈笔者的体会和看法。

2 施工技术方案确定

施工技术方案包括场地选择与勘察、井孔结构设计、施工方法与钻进设备的确定等。

2.1 施工地点的选择

根据项目要求和现有的施工条件,水平井过滤器埋设深度8~10 m,非承压浅层水平井静水位在3~5 m间,经实地考察和水文地质勘察,选定在河北省廊坊市广阳区北旺乡陈桑园村实施水平井生产试验。

根据钻孔揭露的地层,施工地点地层情况为:(1)0~1.60 m为杂填土,含砖块,以粉土为主,褐黄

色;(2)1.60~5.80 m为粉土,黄色,夹褐色粉质粘土薄层;(3)5.80~6.50 m为粉质粘土,褐色,具有氧化铁染色;(4)6.50~7.10 m为细砂,灰白色,主要成分为长石、石英、云母;(5)7.10~10.20 m为中砂,灰白色,主要成分为长石、石英、云母;(5)10.20~11.20 m为粉质粘土,褐色,具有氧化铁染色。

施工地点静止水位为2.0 m。

2.2 施工方法的确定

水平井可采用多种钻进方法成井,如:钻探施工中常用的硬质合金钻进、潜孔锤钻进、跟管钻进、空气正反循环钻进等。但这些钻进方法都存在只能钻进直孔、钻孔精度不高的缺点,只能施工较短的水平井。因此,本工程借鉴国外发达国家水平井施工的成功经验,利用国内目前日趋成熟的非开挖导向钻进管线铺设技术,进行水平生产试验水井的施工。

2.3 井身结构

采用非开挖导向钻进铺管方式施工水平井,成井可分双面井与单面井(见图1、图2)。双面井可方便地在钻井的出土点与入土点2个位置共同采水,也可在其中任意一点采水,但与施工单面井相比管材的使用要多。本次施工按项目设计要求,从减少管材消耗考虑,成井采用单面井方式,即只在入土点采水。水平生产试验水井采用PVC-U塑料井壁管和全塑贴砾过滤器成井,其中井壁管联接长为64.7 m,过滤器联接长度26.3 m,过滤器后端用3 m

收稿日期:2009-12-01

基金项目:国土资源部“十一五”第一批重大科技创新项目(项目编号:1212010734411)

作者简介:张建(1953-),男(汉族),江苏沭阳人,中国地质科学院勘探技术研究所高级工程师,地质机械专业,从事勘探技术研究工作,河北省廊坊市金光道77号。

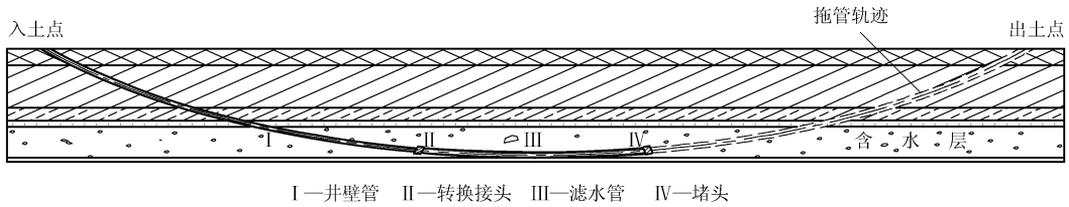


图1 水平单面井示意图

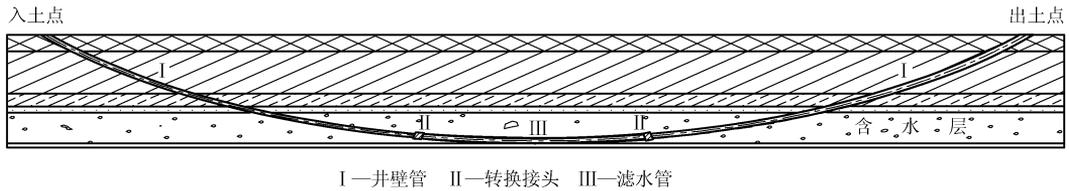


图2 水平双面井示意图

长尾端经过封堵的井壁管联接,井管总长度 97 m,过滤器最大外径 265 mm,井壁管外径 200 mm。

3 成井难点分析及采用技术方案

(1) 根据现场勘察报告,初步选择水平井过滤器埋设深度在 8~8.5 m,井身水平长约 150 m。由于整个钻孔轨迹有约 3/5 的孔段在中砂层中穿过,因而在导向孔钻进、扩孔钻进时对泥浆性能等提出了较高的要求。本次施工考虑到试验井的成败取决于该井的成孔,因此采用了扭矩及回拖力都较大的 GBS-35L 型钻机,针对主要在砂层钻进,选配适合该地层的优质泥浆。

(2) 由于本次井壁管管材使用的是 PVC-U 塑料管,井管外径 200 mm,单根长度 6 m;滤水管母体采用的也是 PVC-U 塑料管,贴砾层厚度约为 25 mm,最大径 250 mm,单根长度 1.5 m。拉管时为了保护贴砾层不受破坏,在滤水管两端加设钢制保护接头,外径 265 mm、长 0.4 m;各类管件的连接均为螺纹连接。由于这种管体的连接既有塑料管又有金属材料与贴砾层等多物质结构,管身外径不一致,即该结构整体的一致性不好,在回拖时易在管子局部产生应力集中,从而使管子破损。在常规非开挖铺管施工中多用 PE 塑料管,且管材联接采用热熔焊接方法,接缝处强度甚至比管体本身还高。考虑上述诸多不利因素,为保障回托管顺利,采用了以下措施:①加工几个加固环等距布置在整个管线上,卡在连接后母扣端头,用 $\varnothing 8$ mm 钢筋兜着管底沿管直径对称方向与管箍焊牢,钢筋一直延伸至拉管头并与其焊接,目的是增加管子的抗拉强度;②管与管的螺纹连接处,涂抹高强度粘合剂加强螺纹的连接强度。

4 施工工艺

4.1 主要施工器具

(1) 钻机: GBS-35L 型非开挖铺管钻机,发动机功率 160 kW,动力头转速 0~80 r/min,动力头扭矩 16.7 kN·m,额定给进力 350 kN,额定回拖力 350 kN。

(2) 钻具: 钻杆规格 $\varnothing 89$ mm \times 6 m,导向钻头 $\varnothing 180$ mm;三级扩孔钻头分别是 $\varnothing 300$ 、400、500 mm。

(3) 导向仪: 月蚀 Eclips 型。

4.2 导向钻进

根据项目要求及水文地质勘察报告,结合非开挖导向钻进管线铺管技术特点,我们设计了导向孔的钻孔轨迹。导向孔轨迹设计是水平水井施工的关键一步,设计中认真核算各种参数、数据,全面考虑多种因素对施工的影响,如施工场地条件、地层状况、选用井管及过滤器允许的曲率、抗拉强度、滤水管的安装深度等,通过严密、优化的设计可大幅提高施工效率,降低施工中的风险和施工成本。施工中严格按照预定设计实施导向孔的钻进,使钻进方向始终沿着设计轨迹延伸,随钻随测,及时校正钻孔;对导向孔进行纠偏时,采取小幅度纠偏方式,此举可使导向孔钻进轨迹变化平缓,形成较理想的钻孔,为后续工序奠定良好的基础。

4.3 三级扩孔

扩孔的目的是将导向孔孔径扩大至满足所铺井管的安全口径以上,以降低铺管时的卡阻、摩擦阻力,保证铺管顺利。根据以往经验,并为顺利完成该项试验任务,增大井管回拖时的安全系数,放大扩孔口径,确定水平水井试验井终孔直径 ≥ 500 mm。本次拟采用三级扩孔,即以 $\varnothing 180$ mm 导向钻头完成导向孔后,分别采用 $\varnothing 300$ 、400、500 mm 三种规格挤压

式钻头进行扩孔。

完成施工后的井身结构如图3所示。

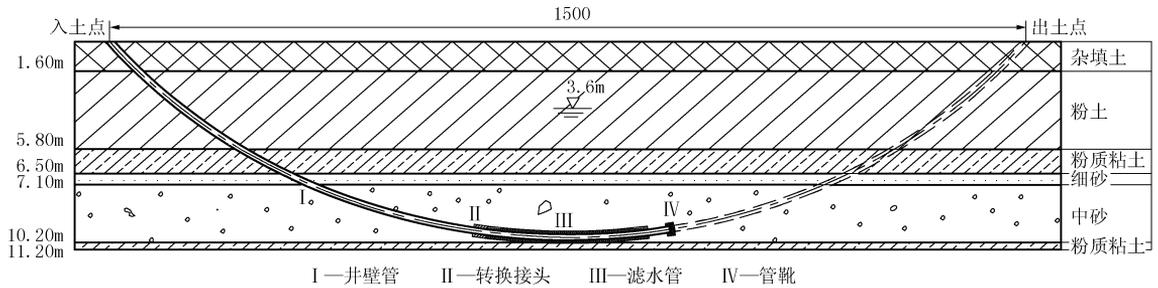


图3 施工井身结构图

4.4 导向孔、扩孔钻进中的泥浆选用

水平水井钻进施工,目标层岩性为粉质粘土、粉土和中粗砂层。特别是水平段为含水中砂层,其结构松散,胶结性差,加之钻孔呈水平状,较垂直井的孔壁更易失稳,在导向孔钻进和扩孔过程中易造成孔壁坍塌、漏失和埋钻事故发生。因此在钻进过程中应配制优质的钻进泥浆保护孔壁和平衡地层压力。同时钻进泥浆还兼有排除岩屑、冷却钻头、润滑钻具与堵漏、软化硬岩土和高压射流冲蚀岩层辅助钻进等作用,在铺管时还具有润滑减阻和对井管的悬浮支撑作用。因此要求钻进泥浆应具有优良的性能指标和不污染地下水源、便于解淤洗井和对水质、水量影响小的特性。通过控制泥浆的密度、粘度、动切力、失水性能指标和 pH 值,可以实现优化钻进、降低铺管风险和防止孔内事故发生。施工中各工况时的泥浆性能见表1。

表1 各类工况时抽测泥浆性能表

工况	密度/(g·cm ⁻³)	粘度/s	pH值	失水量/mL
导向钻进	1.08~1.16	32~36	8.2~9.0	25~28.4
扩Ø300mm孔	1.08~1.16	32~35	9.0~9.5	24.4~28
扩Ø400mm孔	1.07~1.195	34~36.5	8.5~9.0	28.4~36
扩Ø500mm孔	1.15~1.32	25~31	8.5	38.8~65.2
回拖井管	1.32	31	8.5	65.2

4.5 井管回拖

钻井按设计要求逐级扩孔达到Ø500mm口径,并具施钻时经验判断孔内孔壁较稳定,且在钻孔出土端也按预先水平井井身结构完成井管的连接、加固;核算好过滤器安装位置,随即按通常非开挖回拉铺管钻具组合联接钻具进行井管回拖作业,入土端的司钻等现场工作人员与出土端的工作人员要随时保持联系,配合行动统一服从指挥。尤其在井管接近入孔时更需要注意观察被拖动的管线整体有无被卡阻、滤器贴砾层会否受到破坏、钻机的回拖拉力有无异常变化等等。经周密部署使得拉管工序安全顺

利完成。本次拉管井壁管与滤水管联接后实际管长是94m。

4.6 洗井

由于水平水井井身结构的特点,结合现有条件,我们采用向井内送入4分镀锌管,将管端一直送到过滤器尾端并将首端管制成多孔花管,将井孔端4分管与空压机送气胶管相连,启动空压机向井内送气。采用的是空压机抽水洗井方式,在洗井过程中需将镀锌管提拉,提拉的长度即是整个滤水管的长度,使管端喷口处于过滤器的不同部位,洗井效果更好,经过20h左右的洗井,井内水由混到清并感觉不到颗粒物的存在,水量也稳定了,洗井过程结束。

4.7 抽水试验

抽水试验的目的是确定井(孔)特性曲线和实际涌水量,评价和计算井(孔)最大涌水量和单位涌水量。本次采用离心泵抽水机具、阀门控制水量和水位计检测水位进行抽水试验,同时对水平双面井和垂直井进行2个落差的抽水试验,稳定抽水时间2~8h。经抽水对比单面井的单位涌水量比附近施工的垂直井水量提高2.1倍。

5 结语

由于采用非开挖导向钻进管线铺设技术,成功施工水平水井在国内还不多见,本文只是将本次施工的实践进行了表述,施工期间所采用的技术、工艺方法等还有待与同行切磋,为今后该类井施工提供借鉴。

参考文献:

- [1] 叶成明,李小杰,李炳平,等.浅层低渗透性含水层水平盲井开采技术研究初探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).
- [2] 陈永良,叶成明,郑继天,等.水平水井建造工艺初探[J].勘察科学技术,2009,(1).