

采卤对接井技术在 XL3 - 7 井的应用

林修阔, 刘汪威, 向军文

(中国地质科学院勘探技术研究所特钻中心, 河北 廊坊 065000)

摘要:结合河南平顶山采卤对接连通井的施工实例, 详细介绍了采卤对接井轨迹控制、造斜过程中所遇到的问题及解决措施。

关键词:采卤对接井; 造斜半径; 井眼轨迹

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672 - 7428(2007)09 - 0039 - 02

1 工程概况

河南平顶山盐矿位于河南平顶山叶县, 矿层埋深 1300 ~ 1600 m, 其特点为矿层多、夹层薄、矿层薄。其主矿层为 2 层, 最厚约 16 m。为了更好地开采该盐矿, 中盐皓龙公司决定采用对接采卤技术, 由我所特钻中心负责 4 对对接井施工任务, 现已全部完成。该施工区的地质情况如下。

(1) 第四系平原组(Qp)

井深 0 ~ 205.00 m, 视厚度 205.00 m。顶部为耕植土层; 上部为黄、黄褐、灰褐色亚粘土及砂质粘土; 中、下部为粗砂层、砂砾层与棕红色粘土层互层。

(2) 上第三系上寺组(Nsh)

井深 205.00 ~ 480.00 m, 视厚度 275.00 m。上部主要为浅黄、棕红色粘土岩, 浅黄色砂质泥岩及土黄、浅褐色粗~中细及粉砂岩; 下部主要为褐黄色、中~细粒砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩及土黄色、浅棕色粘土岩、泥岩。

(3) 下第三系廖庄组(EI)

井深 480.00 ~ 1130.00 m, 视厚度 650.00 m。上部以黄、褐、浅褐色泥岩、砂质泥岩为主, 夹薄层细砂岩, 粉砂岩。下部主要为灰、灰白色细砂岩夹薄层泥岩, 粉砂质泥岩, 岩石颜色由黄、褐色变灰、青灰色。

(4) 下第三系核桃园组(Eh)

未穿透。上部为一套灰、灰褐、青灰色泥岩与灰白色含膏泥岩, 膏质泥岩不等厚互层的岩性段。

2 钻井技术要求

XL3 - 7 井与 XL3 - 8 井地面井距约 250 m, XL3 - 8 井为垂直井, 钻至目的矿层底板 15 m 处; XL3 -

7 井为水平井, 进入以目的矿层底板以上 3 m 处为圆心、半径 2 m 的圆球靶区, 实现两井连通。其中水平开采井段长 ≤ 140 m, 水平井段的井斜为 $83^\circ \pm 2^\circ$, 以保证水平轨迹与矿层平行。

造斜段: 全角变化率 $\leq 30^\circ/(30 \text{ m})$ 。

3 采卤对接井设计

对接井井眼轨迹的合理设计是整个对接井设计的核心。在进行对接井设计时, 为了施工方便, 一般都把井眼轨迹设计在垂直平面内, 即井眼轨迹只有顶角变化而无方位角变化。设计前, 需知道 2 口井的井口坐标、对接点坐标、对接点垂深和水平位移、造斜点井深、矿层倾角以及连续造斜井段的造斜率等数据。

3.1 设计原则

最终目的为实现两井连通采卤; 尽可能利用地层的造斜规律; 有利于采卤工艺的要求; 有利于安全、优质、快速钻井, 降低钻井成本。

在可能的技术下, 保证尽可能长的矿层水平段, 以利于建槽扩大溶腔, 提高卤水浓度。

3.2 井眼结构设计

根据工程需要, 结合矿区实际情况, 技术套管只下到初见矿层顶板, 裸眼进入矿层, 并裸眼完井, 以便于开采尽可能多的矿层。

3.3 造斜半径的确定

水平井现已形成 3 种基本类型, 按其造斜半径可分为:

(1) 长半径水平井(又称小曲率水平井): 其造斜井段设计造斜率 $K < 6^\circ/(30 \text{ m})$, 相应的曲率半径 $R > 286.5 \text{ m}$ 。

收稿日期: 2007 - 08 - 01

作者简介: 林修阔(1982 -), 男(汉族), 山东青岛人, 中国地质科学院勘探技术研究所助理工程师, 地质工程专业, 从事定向钻探技术研究工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, (0316)2096954。

(2)中半径水平井(又称中曲率水平井):其造斜井段设计造斜率 $K=6^{\circ}\sim 20^{\circ}/(30\text{ m})$,相应的曲率半径 $R=286.5\sim 86\text{ m}$ 。

(3)短半径水平井(又称大曲率水平井):其造斜井段设计造斜率 $K=3^{\circ}\sim 10^{\circ}/(30\text{ m})$,相应的曲率半径 $R=19.1\sim 5.73\text{ m}$ 。

可以看出,造斜半径越小,所能开采的矿层也就越多,但考虑现场所能使用的设备能力、仪器情况以及钻井安全,所以采用中曲率水平井。现场可以用螺杆马达进行造斜钻进。螺杆马达所具有的优点为:钻速快,缩小建井周期;水平位移可以随螺杆度数的增大而增加;可采用地面随钻测斜仪进行实时控制,操作方便。

4 施工设备及钻具组合

(1)常规钻井设备主要为:重 2000 型钻机,青州 350 型泥浆泵,27 m A 字形钻塔。

(2)水平定向钻井设备:LZ95 型螺杆钻, $\varnothing 105\text{ mm}$ 无磁钻杆, $\varnothing 118\text{ mm}$ 造斜 PDC 钻头,有线随钻测斜仪,3000 m 测井绞车,高压随钻循环头。

5 采卤对接井的轨迹控制

井眼轨迹控制是对接井成功的关键,它包括对井斜角、方位角以及工具面角的控制。

5.1 影响井眼轨迹的因素

(1)螺杆马达钻具组合:包括弯接头和螺杆钻的结构尺寸及力学特性等。采卤对接井由其自身特点决定,必须要对所选钻具的造斜能力有明确地认识,也就是要根据所设计的井身轨迹选择合理的螺杆马达度数进行造斜。

(2)井眼几何参数:主要有井斜变化率以及方位变化率。

(3)地层特性参数:包括地层倾角、走向、岩石各向异性指数和岩石机械强度指标。

(4)钻头类型及特性:包括钻头类型、直径以及径向切削能力。

(5)工艺操作参数:包括安装角、泵量、泵压、钻压、冲洗液性能。

5.2 井斜角、方位角的控制

采用有线随钻测斜仪在钻进过程中监测井底的井斜、方位以及钻具的工具面。如果造斜率太大或太小,又或方位变化偏离轨迹设计,就要进行降斜、增斜和扭方位处理,通过计算设计增降斜率和方位扭转角。

6 固井

6.1 固井技术要求

XL3-7 井,入井管材型号及入井深度为:

一开: $\varnothing 311.1\text{ mm}\times 220.77\text{ m}$,表层套管钢级 J55· $\varnothing 244.50\text{ mm}\times 10.03\text{ mm}$ 。

二开: $\varnothing 215.9\text{ mm}\times 1409.64\text{ m}$,技术套管钢级 J55· $\varnothing 177.80\text{ mm}\times 8.05\text{ mm}$ 。

三开: $\varnothing 118\text{ mm}\times 1764.19\text{ m}$,裸眼完井。

固井水泥配方为葛洲坝 G 级高抗水泥。一开固井水泥用量 10 t,水泥浆密度 $1.80\sim 1.85\text{ g/cm}^3$;二开固井水泥用量为 80 t,水泥浆平均密度为 1.86 g/cm^3 。

6.2 固井施工

(1)固井生产套管入井位置必须根据录井资料和电测资料综合对比研究后确定的主矿层数据来确定,按设计好的管串入井。

(2)固井设备在施工前必须进行全面检查,地面管线必须试压合格,以确保施工的连续性。

(3)固井水泥浆和顶替水泥浆要连续作业。要确保水泥浆密度的稳定性,必须连续测水泥浆密度,以指导施工及初步判断固井质量。水泥浆必须返出井口,在钻井漏失的情况下要求返至含矿段以上 50 m。

(4)水泥浆平均密度 1.80 g/cm^3 以上,最低不低于 1.70 g/cm^3 。

(5)固井施工注水泥前用约 10 m^3 的清水替浆。

(6)固井施工排量要均匀、稳定,固井压力不应超过 9 MPa,避免压力过高压开地层。

(7)固井完成后 48~72 h 内电测固井质量,要求含矿段胶结率 100%,非含矿段胶结率 80%。

(8)准确计算清水替浆的数量,替浆泵压在 11 MPa 左右。

7 压井验收

固井完成后 48~72 h 采用水泥头进行井内试压,压力升到 15 MPa 关闭井口阀门,0.5 h 压力降低于 0.5 MPa 为合格。

8 成果

通过全体技术人员的努力,对地层变化作出及时反应,及时调整了钻井轨迹,最终 XL3-7 井水平穿越矿层 170 m 与 XL3-8 井对接成功,超过了原先设计的水平段 140 m,采卤浓度也达到了设计要求,较好地完成了工程施工。