

双通道平行井在采卤对接井中的首次应用

林修阔, 陈剑垚, 刘汪威, 刘志强

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:结合土耳其贝帕扎里天然碱矿三期工程增补合同中 H022UA 井实例, 介绍双通道平行井的轨迹设计、应用目的以及在首次应用中遇到的问题 and 解决措施。虽然经历了矿层抬升、靶点溶腔过小、下钻困难、钻遇未知溶腔等一系列困难, 经过采取有效的技术措施, H022UA 井最终对接成功, 完井循环。为今后施工类似工程提供了可借鉴的经验。

关键词:双通道平行井; 采卤对接井; 轨迹设计

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)02-0012-03

First Application of Double Channel Parallel Wells in Connected Brine Wells/LIN Xiu-kuo, CHEN Jian-yao, LIU Wang-wei, LIU Zhi-qiang (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The paper introduced the double channel parallel wells about the trajectory design, application purpose, problems encountered in the first application and the countermeasures with the case of H022UA well in Bepazari natural alkali mine of Turkey. In spite of the difficulties of ore bed uplift, small target cavity, difficult drilling and drilling in unknown cavity, H022UA was connected successfully at last by the effective technical measures.

Key words: double channel parallel wells; connected brine wells; trajectory design

1 工程概况

土耳其贝帕扎里天然碱矿位于贝帕扎里晚第三纪盆地, 盆地的底板是由古生代——始新世的变质岩、酸性深成岩和火山岩组成。

贝帕扎里碱矿的沉积形态受区域地质构造的影响(断层和褶皱)。碱矿中心被坎塞维(Kanliceviz)断层分成2个区域, 分别称为西部爱尔迈玻利矿区(Elmabeli)和东部阿利塞基矿区(Ariseki)。在阿利塞基矿区内有4条横切矿床的断层, 将矿区划分为5个矿块。

贝帕扎里矿区地层依次为札维依(Zaviy)、卡基鲁巴(Cakiloba)、沙里亚吉尔(Saragil)、卡拉杜鲁克(Karadoruk)、河卡(Hirka)和玻亚利(Boyalı)地层。

碱矿层位于主要由粘土层和含沥青页岩组成的河卡地层中, 埋深在250~430 m之间。纵向上碱矿层分为2个矿段, 上部矿段划分为U1~U6共6个单层, 累计矿层厚度为11~21 m; 下部矿段划分为L1, L2-1, L2-2, L3, L4, L5, L6共7个单层, 累计矿层厚度为6~16 m。矿段之间为厚度20~25 m粘土淡化层。

河卡地层的碱矿主要是倍半碱, 此外, 还有大量的碳酸氢钠矿(俗称苏打石), 特别是U1和U2矿

层。在矿层的围岩中也含有少量其它碱矿物。矿层中天然碱的品位一般在80%~90%之间。矿区上部约150 m和210~245 m分别有一层含水层。

2 井组特点及目的

双通道平行井井组, 即由2条互相平行的溶采通道构成的井组, 由4口垂直井组成, 轴线相距约15 m。其特殊之处在于它们共用定向水平井造斜井段, 采用水平分支钻进技术完成2个平行的水平通道的钻进工作。

该井组的目的是用于验证溶采理论, 建立更加科学的溶采模型。

双通道平行井轨迹设计示意图如图1所示。

3 钻井设计及要求

设计要求在水平井H022UA完成二开后, 在三开过程中分支, 分别对接垂直井V022-V022U与垂直井V022UA-V022UB, 从而使得水平井H022UA分别与垂直井V022-V022U井组和垂直井V022UA-V022UB井组形成循环通道, 进行采卤, 最终达到2组通道同时进行采卤。其中, 垂直井V022为二期已施工井, 不需要直接连通, 需经套管

收稿日期: 2010-09-25

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, 从事受控定向钻进连通井施工与相应科研项目研究工作, 河北省廊坊市金光道77号, lxxk9635@126.com。

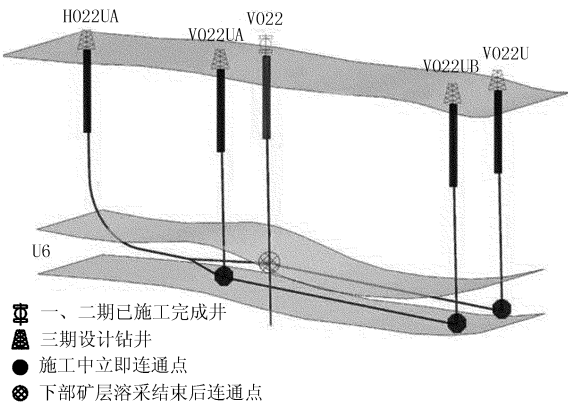


图1 双通道平行井轨迹设计示意图

射孔与 H022UA 井连通,形成 H022UA - V022 - V022U 通道。

在施工之前将该井作为 2 组单独井组设计,分别视为 H022UA - V022 - V022U 井组与 H022UA - V022UA - V022UB 井组。为了简化,下文将 H022UA - V022 - V022U 井组简称为一井组,将 H022UA - V022UA - V022UB 井组简称为二井组。

3.1 钻井及靶点基本参数

H022UA 井的目标矿层为 U6。在一井组中, H022UA 与第一靶点的水平距离为 210.57 m,第一靶点处矿层厚度为 2.2 m;与第二靶点的水平距离为 456.33 m,第二靶点处矿层厚度为 1.66 m;第一靶点与第二靶点的水平距离为 246.51 m,连线方位为 359.92°。在二井组中 H022UA 与第一靶点的水平距离为 196.92 m,第一靶点处矿层厚度为 2.1 m;与第二靶点的水平距离为 475.13 m,第二靶点处矿层厚度为 1.66 m;第一靶点与第二靶点的水平距离为 278.27 m,连线方位为 0.92°。钻机平台高为 3.2 m,以钻机转盘面为零点。

各井施工井口坐标如表 1 所示。

表 1 各井施工井口坐标统计表

井号	北	东	海拔
V022	450403.220	403055.140	868.680
V022U	450649.726	403054.808	877.509
V022UA	450390.966	403076.376	868.031
V022UB	450669.202	403080.840	877.154
H022UA	450194.070	403079.517	848.306

3.2 钻井井身结构

3.2.1 一开直井段

直井段采用 $\varnothing 311.1$ mm 的三牙轮钻头开孔,使用转盘回转钻进,钻至造斜所需深度为止。测量井斜方位后,下入 $\varnothing 244.5$ mm 表层套管至指定深度,水泥固井,候凝 48 h。

3.2.2 二开造斜段

造斜段采用 $\varnothing 120$ mm 螺杆 + $\varnothing 200$ mm 钻头的钻具组合进行钻进。首先,根据设计资料及实际钻进岩屑判断落平点是否为主矿层 U6,再进行电测井,在确保落平点进入目标矿层之后,下入 $\varnothing 139.7$ mm 技术套管至 U6 矿层,水泥固井,候凝 72 h。

3.2.3 三开水平段

水平段采用 $\varnothing 95$ mm 螺杆 + $\varnothing 118$ mm 钻头的钻具组合进行钻进。先进行其中一井组的施工。结合矿层资料,控制钻井轨迹位于 U6 矿层中,待钻进至离靶点 40 ~ 50 m 处,提钻下入磁中靶接头,根据磁测仪测量数据,指导轨迹中靶。

在完成该井组连通并关闭该井组靶点井口后,分支钻进另外一井组,施工工序与钻进上一井组的工序相同。

3.2.4 完井

在两井组分别中靶,并形成循环后,从水平井中下入 $\varnothing 89$ mm 中心管,装上井口装置完井。

3.3 钻井技术要求

一开直井段:最大井斜 $\geq 60'$;最大方位角变化率 $\geq 45^\circ/30$ m;最大井斜变化率 $\geq 60'/30$ m;最大井径扩大率 $\geq 20\%$ 。

二开造斜段:造斜段曲率半径 ≥ 200 m;最大方位角变化率 $\geq 45^\circ/30$ m;最大井径扩大率 $\geq 20\%$;与第一靶点误差: X、Y 方向 ≤ 3 m, Z 方向 $\leq \pm 1$ m。

三开水平段:最大方位角变化率 $\geq 45^\circ/30$ m; Z 方向 $\leq \pm 1$ m;与第二靶点误差 X、Y 方向 ≤ 3 m, Z 方向 $\leq \pm 1$ m。

4 施工难点分析与解决措施

4.1 施工难点分析

根据现场实际情况分析,该井的主要问题为:

(1) 该井造斜段水平距离偏短,离两个第一靶点距离分别为 210.57 m (V022) 和 196.92 m (V022UA)。而 V022 离 H022UA - V022UA 连线的垂直距离 > 19 m,并且 V022UA 与 V022 两个靶点处矿层高程相差 > 2 m。因此,造斜段的落平点必须尽量靠近 H022UA,以留出足够的距离分支。

(2) 由于该井组为三期补充协议井,因此各个靶点完井时间晚,建槽时间短,溶腔偏小,对接困难。要求水平定向钻进精度控制非常高,减少对接修正工作。

具体各靶点建槽时间及计算溶腔大小如表 2 所示。

表2 各靶点建槽时间及计算溶腔大小数据表

井号	溶采体积	计算最大圆锥半径	计算等效圆柱半径	建槽时间
V022U	4.49	1.69	0.98	2010.07.08~24
V022UA	0.4	0.48	0.28	2010.06.21~07.13
V022UB	0.58	0.5	0.29	2010.07.09~14

4.2 难点解决措施

针对以上两个难点,采取以下解决措施。

(1)二开过程中,将井眼轨迹偏向其中的一个井组,并且以偏向二井组为佳,这样可以减小施工难度。

(2)二开过程中,最先开始造斜时,需将造斜率控制在 $0.2 \sim 0.3^\circ/\text{m}$ 的范围内,尽量增加垂深,然后在合适位置以大造斜率钻具进行钻进,抬升顶角,从而保证井眼轨迹以合适的顶角落平,落平点与第一靶点之间有足够的距离进行分支。

(3)三开过程中,尽早调节井眼轨迹,使分支后的每段井眼轨迹提前与其第二靶点对正,再通过磁测仪校正轨迹完成对接。

5 施工过程中所遇问题及解决方法

5.1 主矿层上抬

由于主矿层垂深比设计值有所抬升,二开过程中入矿时顶角 $<80^\circ$,落平点处顶角偏低。如果继续向前钻进,则将影响三开水平段的分支,对最终形成双通道造成影响,因此决定提前固井。

5.2 二井组第一靶点意外连通

三开过程中,先进行钻进的是二井组。在此过程中,设计为暂时不连通第一靶点,所以并未下入磁接头进行对接,但是由于采用随钻仪器的定向控制精度较高,井眼轨迹在通过第一靶点时与第一靶点连通,并放空 3.5 m 。为了避免后续钻进过程中提钻后无法下入原轨迹,因此决定后撤 30 m ,分支绕过第一靶点后继续钻进。

5.3 二井组第二靶点溶腔过小未一次性连通

在进行二井组第二靶点对接过程中,第一次未能对接成功。在距离第二靶点 10 m 处通过磁测仪测量发现井眼轨迹偏离靶点 1 m 左右,由于所选钻具的造斜率不够,靶点溶腔过小,未能一次性对接成功。经分析认为,是由于溶腔过小,决定再次分支重新对接。在距离第二靶点 9.2 m 处通过磁测仪测量发现连线偏差仅在 0.22 m 左右,最终在预计井深处对接成功。虽然对接成功,但是在连通时钻具并未放空,可见靶点处溶腔之小。

5.4 分支后未能顺利找到钻孔

完成二井组施工后,提出钻具,更换大造斜率钻具,入井至套管口处分支,进行一井组钻进。在调整井斜方位至合适位置后,提钻更换小造斜率钻具,下钻时发现,入至二井组轨迹内。根据三期其他钻井经验,如果定向扫孔找一井组,很可能会开出新孔,将已分出的井眼报废。为解决此问题,决定将钻具提至分支处,定向后在不开泵的情况下,上下窜动,并最终顺利窜动至一井组。在此后的上下钻的过程中,都可顺利下入一井组中,顺利解决了该问题。

5.5 一井组第二靶点前方未知溶腔

在顺利绕过一井组的第一靶点后,钻进至距离第二靶点 56 m 处时突然放空。经磁测仪测量,在距离第二靶点 39.2 m 处时,钻头位于靶点右侧 6.56 m ,位于靶点下方 0.9 m 处,在距离第二靶点 27.9 m 处再次测量时,发现钻头已经位于靶点右侧 12.14 m ,位于靶点下方 5 m 处。分析认为,在连线方位右侧下方有未知大小的溶腔,需绕开,否则无法对接成功。于是将钻具后撤至离靶点约 120 m 处分支,沿连线左侧钻进。在钻进至距离第二靶点约 60 m 处,再次放空。经磁测仪测量,在距离第二靶点 29.8 m 处时,钻头位于靶点左侧 13.92 m ,位于靶点下方 11.07 m 处,分析认为,在连线方位左侧下方有比右侧溶腔更大的溶腔,因此无法继续进行钻进。在经过分析后,发现第一次放空时的位置基本处于连线方位上,而且溶腔应为向下发展,如果绕开至二井组附近,并且在放空处通过中上部矿层,则有可能避开溶腔,最终完成对接。于是将钻具后撤至离靶点约 190 m 处分支,最终顺利通过溶腔。

5.6 一井组第二靶点未能对接成功

为了避开溶腔,钻井轨迹绕行距离连线方位偏远,因此在确定通过溶腔后,更换大造斜率钻具,纠正钻井轨迹。虽然采取了所有措施,由于离线过大,未能一次性连通。经过磁测仪测量,在距离靶点 19.58 m 处,钻头位于靶点右侧 3.1 m 处,垂深合适;在距离靶点 10 m 处,钻头位于靶点右侧 1.94 m ,垂深合适。经过计算,认为钻头最终距离靶点 $1.2 \sim 1.5 \text{ m}$,垂深合适。由于分支次数过多,地层情况复杂,因此担心再次分支不一定能对接成功,最后决定采取压裂方式进行连通。在靶井用泵进行压裂的过程中,泵压上升至 6.5 MPa ,维持约 10 min 左右即下降至 $1 \sim 2 \text{ MPa}$,此时水平井H022UA井口开始涌水,靶点处停泵后,水平井H022UA涌水量明显减小,该井组实现水力连通,因此判定连通成功,完井。

(下转第18页)

一些调整,增强了泥浆的护壁性。顺利钻进至 691 m 后遇到第九号煤层,大量的煤层气进入泥浆,同样引起泥浆性能发生了改变。当时采取了加大膨润土和磺化沥青含量的方法,并适当提高了泥浆的粘度以提高泥浆的封堵、防塌能力。由于处理及时,继续钻进顺利穿过了第九号煤层,至孔深 704 m 中间没有出现大的事故。只是在起钻后下钻至 580 多米煤层位置以及 630 多米泥页岩段受阻,轻微扫孔后即顺利下至孔底。在等待电测的几天里也没有出现问题,电测一次成功。证明了高密度低失水泥浆体系对该孔破碎、易水化膨胀地层、易垮塌地层的钻进是有效的,但钻遇煤层气时效果并不是很好,需要引起特别重视。

6.4 存在问题

虽然高密度低失水泥浆在宣威华泽 J203 孔使用起到了较好的效果,但是由于地层较为复杂,使用中还是遇到了一些问题。从 583 m 分岔孔继续钻进至 614 m 时,遇到一段长度约为 14 m 的泥页岩层后,泥浆的漏斗粘度迅速上升,一个下午即从 40 s 升至 100 s 以上。由于现场材料有限,当时采用了加水稀释的方法,但需要每天监控并随时调整。后钻至孔深 670 m 左右泥浆粘度不再增加。

此外,钻进中还发现泥浆固相含量较高,由于现场受地形限制,泥浆池离孔口较近,又没有配备除砂设备,因此,泥浆性能变化较大,应引起重视。

7 结语

高密度低失水泥浆由于含有大量的聚合物类处

理剂,失水量较低,同时又具有合适的密度,因而不但能很好地保护孔壁、抑制泥页岩的水化膨胀,同时又能较好地平衡地层压力,实现平衡钻进。实践证明,该泥浆体系在煤田小口径金刚石绳索取心钻探中具有较好的护壁效果,能成功钻进水化、破碎、易垮塌等不稳定地层,降低孔内事故的发生率。但使用中应注意固相控制,同时该泥浆体系在钻遇造浆、煤层气大量释放的地层时效果并不好,需作进一步研究。

参考文献:

- [1] 周亮. 煤系地层护壁堵漏钻井液配制技术探讨[J]. 中国煤炭地质, 2009, (9).
- [2] 中国煤田地质总局. 煤田钻探工程(第五分册)——钻井液[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1994.
- [3] 王禹, 刘波, 高洪志. 油页岩地层绳索取心钻探冲洗液技术探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(10).
- [4] 李之军, 陈礼仪, 贾军, 等. 汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFSD-1)断层泥孔段泥浆体系的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(12).
- [5] 黄汉仁, 杨坤鹏, 罗平亚. 泥浆工艺原理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984.
- [6] 陈立敏. 青海省江仓矿区防塌钻井液技术研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2008.
- [7] 孙丙伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术讨论与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5).
- [8] 王文臣. 钻井冲洗与注浆[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1996. 70.
- [9] 李云飞. 泥浆在煤系地层钻进中的运用[J]. 中国煤炭地质, 2008, 20(12).
- [10] 周金葵. 钻井液工艺技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009. 102.

(上接第 14 页)

最终钻井轨迹平面投影图如图 2 所示。

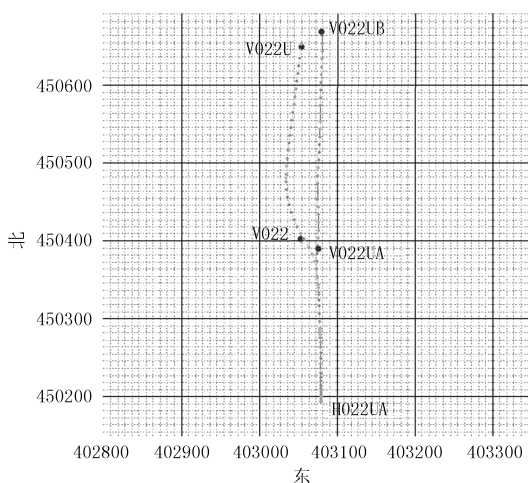


图 2 钻井轨迹平面投影图

6 结语

H022UA 井属于土耳其贝帕扎里天然碱矿三期工程的补充合同,为双通道试验井,以前从未有过类似的施工经历,完全属于“摸着石头过河”。该井从 2010 年 6 月 26 日开始一开到 2010 年 7 月 30 号连通,共耗时 34 天,在经过许多问题处理之后,该井最终达到了工程要求,并最终完井循环采卤。与此同时该井也积累了不少宝贵的经验,为今后施工类似工程提供了可以借鉴的经验。