

土耳其卡赞天然碱溶采对接井堵井原因分析及修复

涂运中, 张正元, 刘海翔, 刘汪威, 胡汉月

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:土耳其卡赞天然碱矿由于地质条件复杂, 首采层不溶物含量高, 矿层倾角大, 在商业开采过程中易发生堵井事故。本文以 P078 水平对接井组为例, 介绍了其施工工艺和注采井史, 分析了引起井组堵塞的原因。遵循“先易后难、降低风险、控制成本”的原则, 先后进行了直井单井循环、固井泵车压井和循环泥浆清理井底等各种尝试, 最后提出了分支侧钻重新连通的技术方案, 并成功修复了溶采通道, 恢复了井组的正常生产。并在钻井施工组织、修井设计与施工和溶采作业等方面提出了建议。该技术对类似故障井组的修复具有一定的指导作用和借鉴意义。

关键词:天然碱矿; 水溶开采; 水平对接井; 堵井; 修井; 分支侧钻; 土耳其卡赞碱矿

中图分类号:P634.7; TD87 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2020)08-0064-08

Blockage in intersected solution mining well sets and workover techniques of Kazan Trona Mine in Turkey

TU Yunzhong, ZHANG Zhengyuan, LIU Haixiang, LIU Wangwei, HU Hanyue

(Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: Kazan Trona Mine in Turkey is characterized by complicated geological settings, high content of insolubles in the primary mining layer and high dip angles of ore beds, which leads to frequently blockage problems during commercial solution mining. This paper takes Unit P078 horizontal intersected well as an example to describe the drilling techniques and leaching history, and analyze the causes of blockage. By following the principle of “from easy to difficult, minimizing risks and controlling the cost”, various attempts were taken to deal with the problem, such as single well circulation, pressurizing the channel by cementation truck, and circulating drilling mud to clean the borehole, and finally, it was decided that sidetracking was applied to drill a lateral to connect both targets, and it was proved to be successful with minimum costs and low risks. Some suggestions related to construction, design, repair and solution mining operations were put forward. The experience can provide some guidance and reference for solving blockage problems in the similar scenario.

Key words: trona mine; solution mining; intersected well set; blockage; well workover; sidetrack drilling; Kazan Trona Mine in Turkey

1 项目简介

土耳其卡赞天然碱矿位于土耳其首都安卡拉市西北 35 km, Incirlik 村与 Fethiye 村之间。前期勘探调查结果表明, 该碱矿从上至下分布了 Bed10, Bed Y, Bed1 等 12 层碱矿, 可采资源量丰富, 具有极大的开发利用价值。在前期相关项目的基础上, 碱矿业主经过充分论证, 决定选择 Bed3 碱层作为

主采层, Bed4 和 Bed5 碱层为次采层, 利用水平定向对接井钻进、水溶开采法进行采矿, 共规划 7 期进行开发。水溶采矿法具有节约土地资源、污染少、开采成本低等优点, 特别适用于埋藏较深的可溶性固体矿产, 已在国内外一系列工程项目中得到成功应用^[1-6]。卡赞碱矿一期工程共规划 74 个溶采井组, 并配套建设了发电站和天然碱加工厂, 期望达到

收稿日期:2020-03-31; **修回日期:**2020-07-09 **DOI:**10.12143/j.tkgc.2020.08.011

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“土耳其卡赞-贝帕扎里天然碱矿探采方法技术合作”(编号:DD2019090602)

作者简介:涂运中, 男, 汉族, 1979 年生, 工程师, 地质工程专业, 博士, 主要从事定向钻探技术研究和安全管理工, 河北省廊坊市广阳区金光道 77 号, tumichael@163.com。

引用格式:涂运中, 张正元, 刘海翔, 等. 土耳其卡赞天然碱溶采对接井堵井原因分析及修复[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2020, 47(8): 64-71.

TU Yunzhong, ZHANG Zhengyuan, LIU Haixiang, et al. Blockage in intersected solution mining well sets and workover techniques of Kazan Trona Mine in Turkey[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020, 47(8): 64-71.

250 万 t 纯碱和 20 万 t 小苏打的产能。

我单位承担了该项目所有井组设计与施工,共动用 10 台套钻机,依靠具有自主知识产权的“慧磁”高精度对接中靶导向系统,提前 6 个月完成了所有施工任务。通过采卤管线,溶采采出的卤水源源不断地进入天然碱加工厂,最后形成合格的产品,远销世界各地。该项目一期工程的顺利建成,标志着目前世界上最大规模的天然碱溶采工程顺利竣工,也是我单位践行国家“一带一路”战略的成功典范。

2 堵井情况及原因分析

在一期项目竣工后,我单位又继续承担了后续二期、三期工程的钻井施工项目,同时一期项目的所有井组也进入了为期 1 年的质保期。经过一段时间的运营,一期工程绝大多数井组处于正常生产状态,但有极个别井组出现了循环压力上升,甚至堵井的情况,无法采出卤水。为了不影响碱加工厂的正常运行,需要立即进行修井作业。现以 P078 井组为例进行说明。

2.1 P078 井组施工工艺流程

P078 井组是一个 A 型“1H+2V”井组,由 1 口水平井与 2 口直井组成,这种井组适用于 2 口直井间距<150 m 的情况,水平井仅起到连通 2 口直井的作用,其井组结构如图 1 所示^[7]。首先,分别完成

2 口直井 V078A 和 V078B 的施工。直井一开井径为 311.1 mm,钻进至深部含水层下 25~30 m,后下入 $\varnothing 244.5$ mm J55 级套管固井,其主要目的是封隔含水层。候凝 48 h 后,扫塞、电测,开始二开钻进。下入 $\varnothing 215.9$ mm 钻头,钻进至第一个碱层上方,起钻更换单动双管取心钻具,接 $\varnothing 139.7$ mm 取心钻头进行取心作业,直到 Bed3 碱层底部以下 15 m 处完钻。然后,下入 $\varnothing 215.9$ mm 钻头对取心井段进行扩孔,在电测后下入技术套管,进行固井作业。候凝 48 h 后,扫塞。下入 $\varnothing 300$ mm 液压变径钻头在 Bed3 底板上下 5 m 范围内扩孔,测固井质量,然后安装采卤井口,下入 $\varnothing 89$ mm 中心管完井,如图 2 所示。

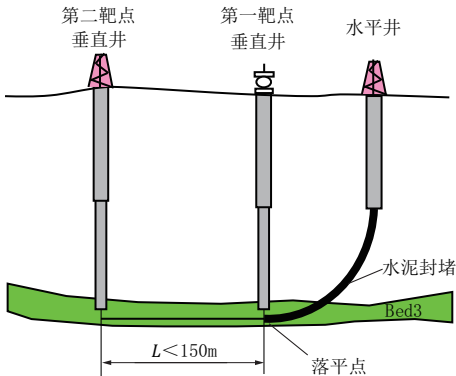
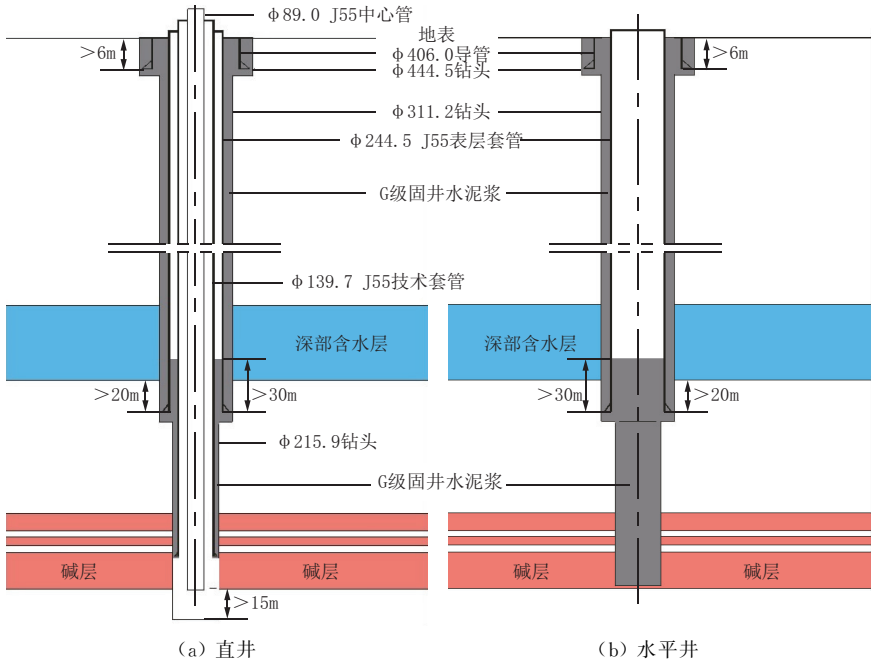


图 1 A 型“1H+2V”井组结构示意图
Fig.1 Schematic of type a well set: 1H+2V



(a) 直井 (b) 水平井

图 2 直井与水平井的井身结构

Fig.2 Structures of the vertical well and the horizontal well

在水平井施工前,应连接好对应直井的注采管线,清洗直井,清除井内沉砂,再对 2 口直井分别注热水循环 3~7 d,扩大溶腔体积,以利于对接施工。最后,各下入一根“慧磁”仪器探管,确保探管能出露于 $\varnothing 89\text{ mm}$ 中心管底部。

水平井 H078 井一开施工工序与直井相同。在扫水泥塞、电测完成后,下入螺杆钻具进行造斜钻进。钻具组合为: $\varnothing 215.9\text{ mm}$ 牙轮钻头+ $1.25^{\circ}\sim 2.25^{\circ}\varnothing 172\text{ mm}$ 单弯单扶螺杆+定向接头+无磁钻杆(内装 MWD 仪器)+ $\varnothing 73\text{ mm}$ 钻杆+钻铤+ $\varnothing 89\text{ mm}$ 钻杆+方钻杆。在造斜钻进时,该 $\varnothing 73\text{ mm}$ 钻具具有足够的造斜能力,与井壁间的摩阻较小。钻铤起配重作用,在造斜钻进过程中始终处于表层套管内。根据设计数据,在即将进入碱层 Bed3 前,起钻接上伽马探管,采集并记录实时伽马数据,作为定向钻井工程师判断钻头位置的依据,并确保水平井轨迹始终处于 Bed3 矿层内。当钻头前进到离 A 靶点(直井 A 底部)70 m 范围内时,再次起钻更换钻具,钻具组合调整为: $\varnothing 152\text{ mm}$ 牙轮钻头+磁接头+ $1.5^{\circ}\varnothing 120\text{ mm}$ 单弯单扶螺杆+定向接头+ $\varnothing 120\text{ mm}$ 无磁钻杆(内装 MWD 仪器)+ $\varnothing 73\text{ mm}$ 钻杆+钻铤+ $\varnothing 89\text{ mm}$ 钻杆+方钻杆。应根据钻井设计确定 $\varnothing 73\text{ mm}$ 钻具的下入数量,确保钻铤的位置始终处在表层导管内。利用“慧磁”工具引导,每钻进 5

~10 m 距离进行一次测量,得到钻头与靶点间的空间位置关系,定向钻井工程师根据测量结果及时调整工具面方向,使钻头按预定轨迹逐步靠近靶点,依次与 V078A、V078B 两口直井连通。在连通完成后,在水平井 $\varnothing 215.9\text{ mm}$ 井眼与 $\varnothing 152\text{ mm}$ 井眼变径处放入一个水泥塞,在其上方注入水泥浆进行固井,使水平井与采矿通道隔离(图 1 黑色部分),通过操作 A、B 两口直井的井口装置,开采 A、B 井之间的一段碱矿。

2.2 P078 井组注井井史

图 3 为 P078 井组注井情况。从图 3 中可以看出,此井组最初从 V078B 井注入热水,从 V078A 返出卤水,平均注井流量为 $20\sim 28\text{ m}^3/\text{h}$,共注入热水 112385 m^3 ,持续时间约半年。注井压力为 $2.5\sim 3.6\text{ MPa}$,返出压力约为 0.8 MPa 。随后,业主更换了注井方向,从 V078A 注井,从 V078B 返出,并随后从 V078B 中取出一根 9.0 m 的 $\varnothing 89\text{ mm}$ 中心管。与此同时,因电站检修,不能提供足够的蒸汽,注井流量逐步降低至 $12\text{ m}^3/\text{h}$,且注井压力升高至 3.6 MPa ,出口压力维持在 1.0 MPa 左右,并最终在 40 d 后完全堵死,从 V078A 井共注入热水 19276 m^3 。

2.3 堵井原因分析

2.3.1 碱矿品位较低、杂质多

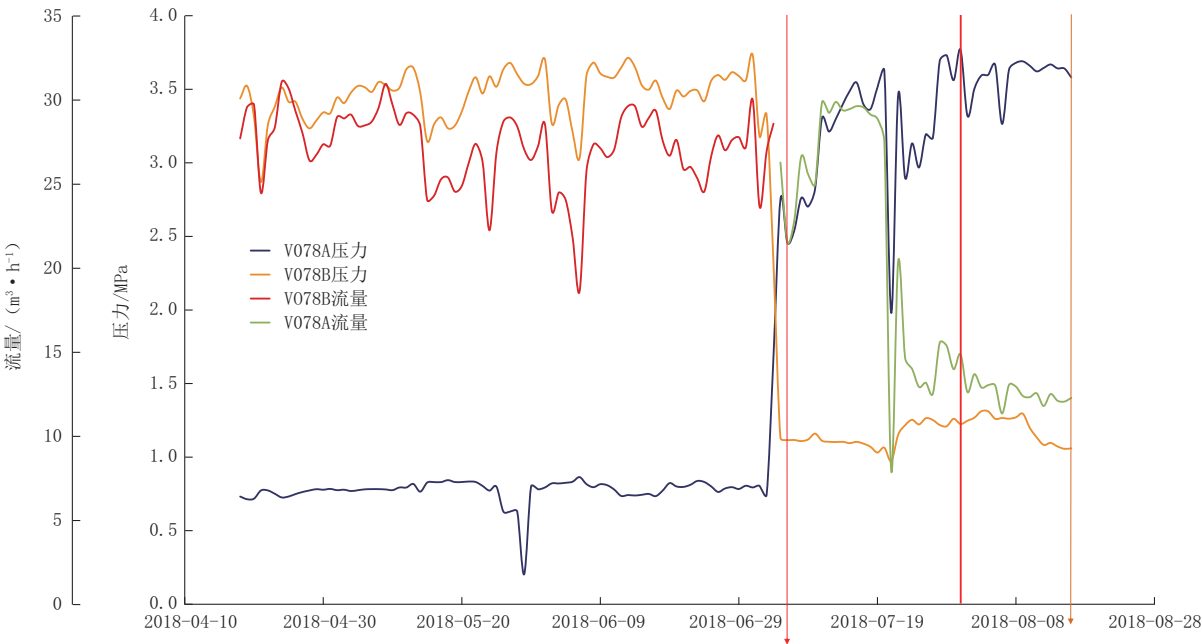


图 3 P078 井组堵井前注井情况

Fig.3 Solvent injection history of Unit P078 before blockage

卡赞碱矿矿区位于卡赞盆地,碱矿赋存于中新世下层的 Incirlik 地层,主要岩性为白云质泥岩、油页岩与碱,呈不等厚互层分布,Bed3 碱层平均埋深 500~700 m,具有平均厚度大,但矿石品位低、不溶夹层含量高的特点。P078 井组位于矿区边缘,矿石品位更低。例如,V078B 井 Bed 3 层位于测深在 655.18~671.74 m,厚度为 16.56 m,其中含碱段长 6.44 m,含碱量仅为 38.9%。从上到下可将 Bed3 层划分为 C、B 和 A 三个亚层,夹层成分主要为白云质泥岩与油页岩互层,为不溶物。从图 4 可看出,各亚层之间含不溶物的夹层较厚。

2.3.2 直井未提前建槽,沉砂多

按合同技术规范要求,在水平井造斜钻进开始前,应提前连接好直井的注水和排水管线,进行一段时间的单井循环,称为直井建槽作业。建槽作业的目的一是在靶井处进一步扩大井眼直径,有利于提高一次对接中靶的成功率。更重要的作用是在井底处形成一个溶腔,容纳溶采时形成的沉砂,有利于保持溶采通道的畅通^[8-9]。由于当地管线施工单位材料采购不及时,施工进度较慢,在水平井施工时,直井管线未连接完成,无法进行直井建槽作业。

2.3.3 注井操作不合理

分析该井组注井历史可发现,在长达半年的时间内,该井组一直在 B 井注热水,经水平通道溶解产生卤水后,从 A 井流出进入管网。此外,该井组 Bed3 层具有一定角度,H078 井在 V078B 处高程为 278.56 m,比 V078A 处高程(286.72 m)低 8.16 m。长期单项注水导致 B 井井底处溶腔发展较快,同时产生大量的不溶物质,成不连续砂桥状堵塞,沉积在高程较低的 B 井井底附近。而在 A 井井底端因卤水浓度较高,碱层溶解速度慢,溶腔发展极不均衡。V078B 井 89 mm 中心管原下深为 669.45 m,提出 9 m 后,下深为 660.45 m,处在以不溶物为主的 Bed3B 井段。当因电站检修无法提供足够热水时,溶采通道内流体流速降低,携带流砂的能力下降,沉砂堆积更加严重,最终注采通道被完全堵死。

3 解决方案

在以上分析的基础上,可以确定通道堵点在直井 V078B 附近。为此,按照“先易后难、降低成本、控制风险”的原则,先后采取了直井单井循环、直井压井、车载钻机下钻循环等方法进行修复,详情如下。

3.1 直井单井循环

利用已有采卤管线,分别在 V078A、V078B 井井口进行单井循环测试。对每一口直井,操作井口装置阀门,先从 Ø89 mm 中心管向直井内注水,观察中心管与 Ø139.7 mm 技套之间环空的返水情况。然后改变注水方向,观察中心管处的返水。通过测试发现,所有情况下均观察到热水顺利返出,说明 2 口直井本身的通道是畅通的,排除了套管内碱结晶和固井水泥环脱落等造成井眼堵塞的可能性。

3.2 固井泵车压井

打开 V078B 井井口,在 V078A 井用高压胶管连接固井泵车和井口阀门,固井泵车由水罐车通过水泵供水。开泵通过中心管或环空向井内注水,期望通过水的压力顶推通道内的障碍物,使其向另一口直井的方向移动,并进入溶腔内,使溶采通道重新打开。在此过程中应保持较低流量,严密监控泵压,使泵压始终处于地层承压能力范围内,以防止压漏地层。地层承压能力数据在每口直井施工完成后通过地层完整性测试(Formation Integrity Test)取得,该参数对于溶采作业具有非常重要的意义。经过数次尝试,仅能向井内泵入少量水,无法在另一口直井井口观察到水流涌出。随后在 V078B 井处进行同样的尝试,均告失败,说明水平通道内可能存在规模较大的坍塌,溶采通道被完全堵死。

3.3 循环泥浆清理井底

通过研究,认为堵塞位置处于 V078B 井井底处附近的可能性较大。因此,考虑利用车载钻机在 V078B 井循环泥浆清理井底沉砂的方式重新打开溶采通道。首先,拆除 V078B 井的井口装置,安装车载钻机,配制具有良好携岩能力的泥浆 2 罐,下钻至井底。开动钻机动力头旋转钻具,并开动 3NB-350 型泥浆泵循环泥浆,清除井底沉砂。在施工过程中,观察到振动筛上返出的岩屑量较少。在循环数天后,再次用固井泵车进行压井,仍然无法重新建立循环,这进一步验证了通道堵塞的位置在 A、B 两口直井之间的水平通道内。

3.4 水平井分支侧钻方案

在上述措施均告失败的基础上,考虑把钻机搬回 H078 井井位,钻开水泥塞,通过定向钻进分支侧钻的方式,形成一个连通 A、B 两口直井的新通道。考虑到井组已生产了 8 个月,AB 直井井底已形成一个较大的溶腔。目前,在碱矿溶腔发育预测方面,

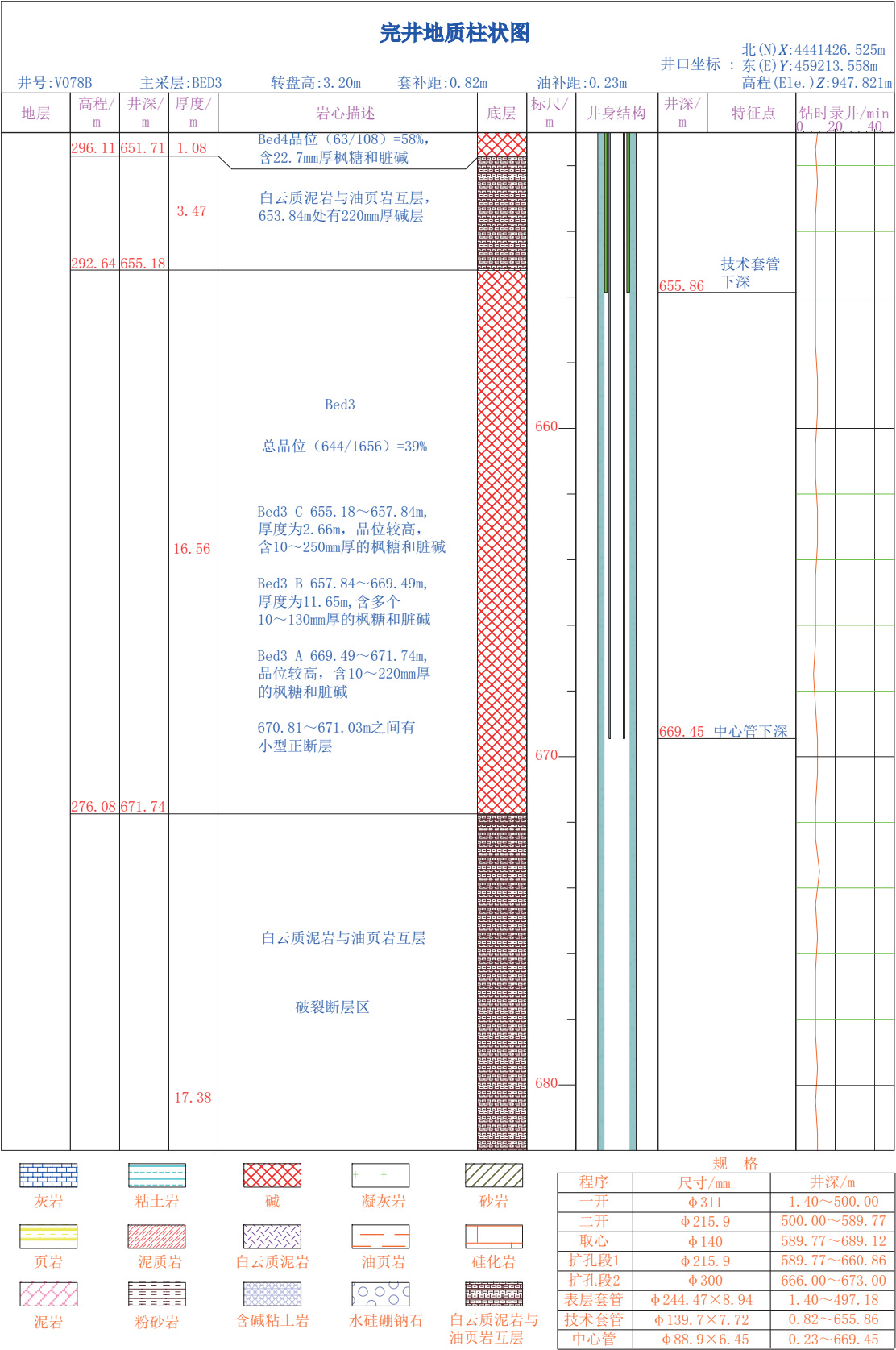


图4 V078B井Bed3碱层岩心描述

Fig.4 Core description for Bed 3 at V078B

还没有一个为业界公认模型,一般借鉴盐井的溶腔发育进行类比,认为在注水井井底附近,溶腔发育较快,且由于重力分异,矿层的上溶速度最快,侧溶次之,下溶最慢^[10-15]。但考虑到 2 种矿物的物理性质存在巨大差异,碱矿中存在的大量杂质也是一个重要影响因素,可能会造成溶腔的不规则扩展。为确保施工安全,避免钻具掉入不均衡发育的溶腔,发

生钻具折断、落井等事故,并考虑到矿层的倾角方向等影响因素,在该工程中经验积累的基础上,提出了新的水平井轨迹设计方案^[16]。根据新的设计方案,与原通道相比,新井水平段抬高了 5.0 m,并向右侧偏移 3.0 m,先绕过 A 靶点,连通 B 靶点。然后在 A 点前选择合适位置进行分支侧钻,连通 A 靶点,实现 A、B 井之间的连通,如图 5 所示。

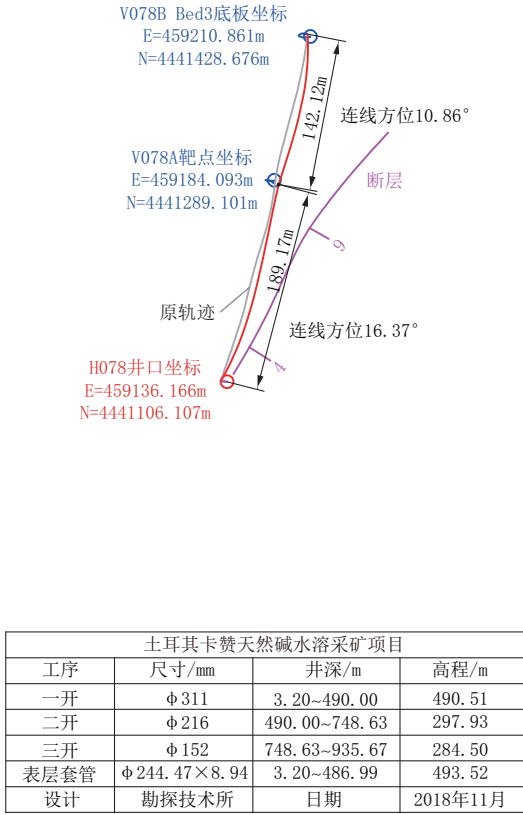


图 5 P078 井组修井设计方案
Fig.5 Side tracking design for workover of Unit P078

4 施工过程

在井场准备好以后,钻机搬迁至原 H078 井场,钻机安装时应反复校正,对准原井口。在 A、B 两直井内下入“慧磁”探管。下钻钻开水泥塞至表层套管以下 10 m,起钻换造斜钻具按修井设计开始造斜钻进,注意控制顶角。根据设计资料,当钻进至 Bed3 层附近时,起钻加入伽马探管。当钻头距离 A 靶点约 70 m 处时,起钻换 Φ120 mm 钻头,加上“慧磁”专用磁接头,开始利用“慧磁”高精度中靶系统的绕

障模式进行测量,并根据测量结果实时调整定向钻具工具面。在离 A 靶约 30 m 处,应适当降低钻压,注意工具面、井斜的变化,同时观察 A 井井口是否有泥浆返出,注意振动筛处岩屑返出情况和泥浆性能及泥浆池液面的变化。确定绕过 A 靶点后,按设计从原水平通道右侧逐渐靠近 B 靶点。在此过程中,同样应控制钻压大小和钻速,密切关注 B 靶点井口情况。在钻进过程中,在钻头离 B 靶点 33 m 处出现放空现象,此时立即停止送钻,上提钻具 3 m,关闭泥浆泵,将直井 B 内的“慧磁”探管取出。然

后打开泥浆泵,循环泥浆,在 B 井井口处观察到有泥浆返出,且泥浆返出量与注入量相当,证明水平通道已与 B 靶点实现完全连通。在充分循环泥浆后,关闭 B 井井口,把钻具撤回到 A 靶后方约 60 m 处进行分支侧钻,控制钻速,缓慢向 A 靶靠近,当出现钻具放空时立即停止送钻,观察 A 井口,最终实现成功连通。起出井内所有钻具,用固井水泥头封闭表套。在 A、B 直井间反复循环,确认 2 口直井之间能够双向正常循环,修井取得成功。最后,重新在井眼变径处下水泥塞,注水泥浆封闭 H078 井直井段和造斜段。

施工完成后,根据施工记录,绘制 H078 井修井后的水平和垂直投影图,如图 6 和图 7 所示。通过分析新、旧两个通道的数据可发现,新通道位于原通道上方 5.8~6.6 m,基本符合设计要求。在修井完毕,钻机撤离及洗井等工作后,此井组重新开始注水采卤。经过一段时间的观察,此井组注井压力、流量均保持在正常水平,卤水浓度达标,处于正常生产状态,完全满足碱加工厂的要求。

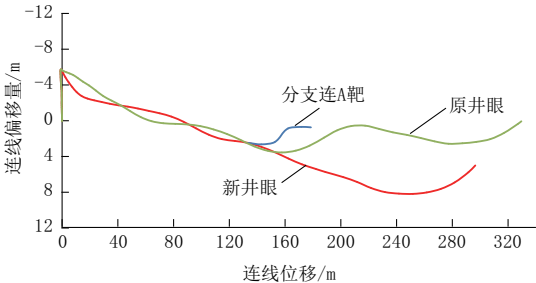


图 6 H078 井原井眼和修复后井眼的水平投影
Fig.6 Unit H078 horizontal projection of the original and new well trajectories

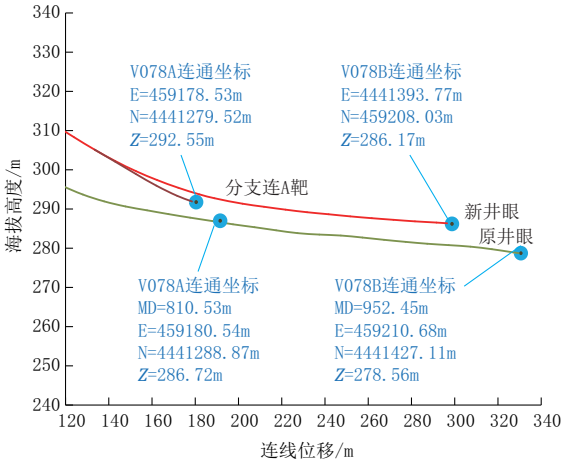


图 7 H078 原井眼和修复后井眼的垂直投影
Fig.7 Unit H078 vertical projection of the original and new well trajectories

5 结论与建议

(1)在水平井施工前,应尽量延长直井建槽时间,不仅可以增大溶腔容积,有利于对接中靶连通,也有利于创造不溶物堆积的空间,避免堵井风险。

(2)在进行修井时,应遵循“先易后难、降低成本、降低风险”的原则,逐步采取措施,如直井单井循环、直井压井、车载钻机下钻循环等,最后采取分支侧钻重新连通直井的方法修井。

(3)在分支侧钻修井时,应提前做好方案设计,同时在施工时采取措施,注意观察,避免发生钻具掉落溶腔折断的钻井事故。

(4)在水溶采矿注采过程中,应反复调整注井方向,使水平通道两侧均衡发育,不但有利于保证注采通道的畅通,也有利于提高矿产资源的回采率。

参考文献 (References):

[1] 胡汉月,向军文,刘海翔,等.SmartMag 定向中靶系统工业试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):6-10.
HU Hanyue, XIANG Junwen, LIU Haixiang, et al. Industrial test research on SmartMag target-hitting guidance system[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(4):6-10.

[2] 向军文,胡汉月.国产定向对接井精确中靶技术在盐矿中的应用[J].中国井矿盐,2010,41(5):16-18.
XIANG Junwen, HU Hanyue. The application of accurate target technology of domestic directional butted-wells in salt mine [J]. China Well and Rock Salt, 2010,41(5):16-18.

[3] 陈剑焱,胡汉月.SmartMag 定向钻进高精度中靶系统及其应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(4):10-12.
CHEN Jianyao, HU Hanyue. Experience on application of SmartMag high precision drilling guidance system[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011, 38(4):10-12.

[4] 向军文,胡汉月,刘志强.土耳其天然碱矿 30 对对接井钻井工程[J].中国井矿盐,2007,38(5):25-28.
XIANG Junwen, HU Hanyue, LIU Zhiqiang. Well drilling in 30 pairs of butted wells in a Trona Mine in Turkey[J]. China Well and Rock Salt, 2007,38(5):25-28.

[5] 隆东,张新刚,岳刚,等.H024 井施工工艺及精确中靶技术措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(3):5-8,12.
LONG Dong, ZHANG Xingang, YUE Gang, et al. Construction technology of Well H024U and the technical measures of accurate target hitting[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011,38(3):5-8,12.

[6] 李鑫森,张永勤,尹浩,等.水平对接井钻井技术在天然气水合物试采中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(8):13-17.
LI Xinmiao, ZHANG Yongqin, YIN Hao, et al. Application of drilling technology of horizontally butted well for gas hydrate trial-producing[J]. Exploration Engineering (Rock &

- Soil Drilling and Tunneling), 2017, 44(8):13-17.
- [7] 刘汪威, 张正元, 林修阔, 等. 土耳其卡赞碱矿对接井分层同时开采设计方案探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2020, 47(8):57-63.
- LIU Wangwei, ZHANG Zhengyuan, LIN Xiukuo, et al. Design for simultaneous mining of multiple trona layers with an intersected well set at Kazan Soda Trona Mine in Turkey[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020, 47(8):57-63.
- [8] 商敬秋, 武程亮, 刘汪威, 等. 无建槽直井的定向中靶作业[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(1):13-16.
- SHANG Jingqiu, WU Chengliang, LIU Wangwei, et al. Oriented target-hitting operations for vertical well without cavity building[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014, 41(1):13-16.
- [9] 胡汉月. 对接中靶区建槽若干问题探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(7):20-23.
- HU Hanyue. Discussion of cavity development in the target area of intersection well pair[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014, 41(7):20-23.
- [10] 樊传忠. 盐矿水平对接井开采的几个关键问题[J]. 中国井矿盐, 2015, 45(5):13-16, 46.
- FAN Chuazhong. Essential issues of horizontal butted well mining[J]. China Well and Rock Salt, 2015, 45(5):13-16, 46.
- [11] 那云宏, 苏祖军, 胡炜. 乔后盐矿斜井溶腔形状初探[J]. 中国井矿盐, 2014, 45(6):19-20.
- NA Yunhong, SU Zujun, HU Wei. Preliminary study on salt mine inclined shaft cavity shape of Qiaohou[J]. China Well and Rock Salt, 2014, 45(6):19-20.
- [12] 刘联群, 米丰忠, 崔秀忠. 水平对接盐井溶腔形状探讨[J]. 中国井矿盐, 2014, 45(4):23-25.
- LIU Lianqun, MI Fengzhong, CUI Xiuzhong. Discussion on shapes of dissolved chamber of horizontal docking salt well cavities[J]. China Well and Rock Salt, 2014, 45(4):23-25.
- [13] 陈必权. 浅谈水平连通卤井堵塞的原因与处理[J]. 中国井矿盐, 2014, 45(1):18-20.
- CHEN Biquan. Brief discussion on the causes of block of horizontal docking wells and the treatment[J]. China Well and Rock Salt, 2014, 45(1):18-20.
- [14] 任松, 唐康, 易亮, 等. 小间距双井水溶造腔腔体扩展特性[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2017, 38(11):1654-1658.
- REN Song, TANG Kang, YI Liang, et al. Properties of two-well dissolution cavity-building expansion with small well space[J]. Journal of Northeastern University (Natural Science), 2017, 38(11):1654-1658.
- [15] 高丽, 苏如海, 戴鑫, 等. 盐井水溶开采上溶速度影响因素研究[J]. 中国井矿盐, 2017, 48(6):11-13.
- GAO Li, SU Ruhai, DAI Xin, et al. The study of main influential elements for the up-dissolved rate of production of the salt well[J]. China Well and Rock Salt, 2017, 48(6):11-13.
- [16] 刘汪威, 刘海翔, 涂运中, 等. 天然碱矿综合钻井水溶开采工艺设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2019, 46(12):1-6.
- LIU Wangwei, LIU Haixiang, TU Yunzhong, et al. Comprehensive borehole solution mining design for trona mines[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019, 46(12):1-6.

(编辑 韩丽丽)

专题征稿

“海洋钻探技术与装备”专题

建设海洋强国, 是建设中国特色社会主义的重要组成部分。我国“十三五”规划纲要提出了“深海、深地、深空、深蓝”四个领域的战略技术部署。其中“深海”方面, 亟待在深海资源勘探等方面关键技术有所突破, 是一项重要的任务目标。以“一核两深三系”为主体的自然资源重大科技创新战略, 也把深海探测列为核心内容之一。

近年来, 我国海洋地质调查和资源勘探方面取得了丰硕成果。我国两次海域天然气水合物试采成功, 钻探工程技术在其中都发挥了不可或缺的重要作用。然而, 我国海洋钻探技术和装备基础相对还比较薄弱, 需要加大研究和攻关力度, 不断总结提高, 才能更好地为海洋强国、科技强国提供强有力的技术支持。

本刊“海洋钻探技术与装备”专题, 征集以下内容稿件(但不限于):

- 海洋地质调查钻探取样技术
- 海上钻探及取样器具
- 海水钻井液、环保钻井液
- 海域天然气水合物勘探技术

万方数据

●钻探船及海上(水上)钻探平台

●海上油气钻井技术

●水域钻探技术等

稿件要求: 参见《探矿工程(岩土钻掘工程)》投稿指南:
http://jour.tkgc.net/ch/first_menu.aspx?parent_id=20150106042322001

论文提交截止时间: 2020年8月30日

投稿网址: www.tkgc.net

投稿流程: 探矿工程在线(www.tkgc.net)→作者登录→注册→登录→按提示上传稿件(注: 选择栏目时请选“海洋钻探专题”)。

欢迎广大科研人员和工程技术人员投稿!

联系人: 韩丽丽 (879017787@qq.com, 13473688373,
0316-2096324)

李 艺 (617140994@qq.com, 18515466615,
010-68320471)

《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部