

H020U 井钻进所遇问题及处理方法

张新刚, 隆东, 向军文, 林修阔

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要:土耳其贝帕扎里天然碱矿 H020U 井在造斜钻进和水平钻进过程中遇到井漏、钻头钻遇硅化灰岩层磨损严重、未绕过第一靶点 V020 而打中套管、井涌、仪器掉入裸眼、钻遇未知溶腔导致顶角下降, 方位偏离而导致未直接连通第二靶点等问题。针对这些问题进行了分析, 并提出了相应的处理方法, 最后成功地使 H020U 井连通第一靶点 V020 井和第二靶点 V020U 井。

关键词:水平钻进; 造斜; 水平井; 靶点; 连通; H020U 井; 土耳其贝帕扎里天然碱矿

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)01-0028-04

Analysis on the Problems of H020U Drilling and the Corresponding Solutions/ZHANG Xin-gang, LONG Dong, XIANG Jun-wen, LIN Xiu-kuo (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Landfang Hebei 065000, China)

Abstract: Many problems were encountered in the drilling procedure of H020U of Beypazari trona mine in Turkey, such as the drilling fluid leakage; the severe bit abrasion by the hard silicified limestone; hitting the production casing of V020; brine gushing; instrument dropping into the open hole; inclination angle going down and azimuth deviating with the unexpected cavity, which caused the second target was not hit, and so on. All of these problems were analyzed and the corresponding solutions were brought forward. Finally both of the first target V020 and the second target V020U were successfully connected by H020U.

Key words: horizontal drilling; inclination building; horizontal well; target; connection; H020U well; solutions; Beypazari trona mine in Turkey

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、火山岩组成。

贝帕扎里碱矿的沉积形态大致受区域地质构造的影响(断层和褶皱)。碱矿中心受坎塞维(Kanlıceviz)断层影响分成2个区域, 分别称为西部爱尔迈比利矿区(Elmabeli)和东部阿利塞基矿区(Ariseki)。在阿利塞基区内有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的页岩组成的河卡地层中, 埋深在250~430 m之间。在纵向上碱矿层分为2个矿组, 每个矿组含6~7个主矿层, 上部矿组划分为U1~U6共6个单层, 累计矿层厚度为11~21 m; 下部矿组划分为L1、L2-1、L2-2、L3、L4、L5、L6共7个单层, 累计矿层厚度为6~

16 m, 共13个单层。矿组之间为厚度20~25 m含粘土的淡化层。

H020U井是土耳其贝帕扎里天然碱矿三期钻井工程中施工的其中一口水平井。其主要目的是连通第一靶点V020井和第二靶点V020U井。V020井是一口老井, 钻至碱层L3, 井内下有表层套管、生产套管和中心管。生产套管下至L3顶板以下20 cm。V020U是三期钻井工程施工的一口直井, 钻至碱层U6。V020U在施工期间出现过井涌现象, 从井内返出大量油。后经分析, 其与目标矿层是U6的H019井连通, 所以分析V020U在U6层存在很大的溶腔。

H020U井的目标矿层是上部矿组中的最下一层U6, 所以钻进中需从V020井生产套管旁边经过, 然后继续水平钻进并连通第二靶点V020U井, V020井需要后期在套管内射孔与H020U井和V020U井连通。

3口井的井口坐标分别是:

H020U井: $X = 450196.1$, $Y = 403306$, $Z =$

收稿日期: 2010-07-16

作者简介: 张新刚(1980-), 男(汉族), 山东莱芜人, 中国地质科学院勘探技术研究所工程师, 地质工程专业, 从事受控定向钻进连通井施工与相应科研工作, 河北省廊坊市金光道77号, zhxingang@126.com; 隆东(1984-), 男(汉族), 四川资中人, 中国地质科学院勘探技术研究所助理工程师, 勘查技术与工程专业, 从事受控定向钻进连通井施工与相应科研工作。

872.732;

V020井: $X=450427, Y=403279.5, Z=879$;

V020U井: $X=450648.4, Y=403261.6, Z=902.516$ 。

H020U井轨迹如图1所示。

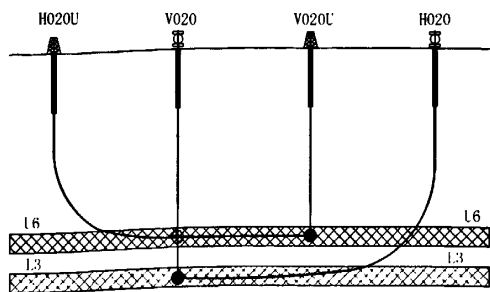


图1 H020U井轨迹示意图

2 施工步骤

H020U井的施工分3步:直井段施工,造斜段施工,水平段施工。

2.1 直井段施工

直井段采用 $\phi 311.1$ mm三牙轮钻头,转盘回转钻进至一开结束,测井,然后下入 $\phi 244.5$ mm的表层套管固井,候凝48 h。

2.2 造斜段施工

造斜段先采用 $\phi 120$ mm螺杆+ $\phi 200$ mm三牙轮钻头扫水泥塞,钻出套管10 m后下随钻仪定向钻进,钻过坚硬的硅化灰岩层,然后换刮刀钻头继续造斜钻进至轨迹落平,并确保进入U6矿层。下入 $\phi 139.7$ mm生产套管固井,候凝72 h。

2.3 水平段施工

水平段先采用 $\phi 95$ mm螺杆+ $\phi 118$ mm刮刀钻头扫水泥塞及阻流环,随后下入随钻仪定向钻进,钻进过程中时刻观察岩屑,并通过计算确保施工轨迹在碱层中进行,钻进至离第二靶点40 m左右提钻,在钻头后加上磁性接头,在第二靶点井中下入高精度中靶仪,测量并引导H020U井连通V020U井。连通后下入 $\phi 89$ mm中心管,装上井口装置完井。

3 H020U井钻进中所遇问题分析及相应处理方法

H020U井直井段钻进很顺利,造斜段钻进和水平段钻进中陆续遇到若干问题。

3.1 造斜段轻微的泥浆漏失

由于一开未钻过硅化灰岩层,所以造斜段钻进开始一段需要继续钻进硅化灰岩层,硅化灰岩层属于易漏地层,所以泥浆有漏失现象属于正常,在造斜

段刚开始的几十米,间隔的有好几层硅化灰岩夹层,这些地方都是泥浆漏失的隐患处。现场工程师通过调整泥浆性能,往泥浆里加入指定药剂试图缓解漏失的状况,但是效果不太理想。由于漏失不是很严重,所以不断补充泥浆继续钻进,一直到造斜段完成,泥浆漏失现象也没有加剧。

3.2 钻头钻遇硅化灰岩层磨损严重

用牙轮钻头钻进几十米后,钻进速度突然变慢,约1 m/h。牙轮钻头钻进硅化灰岩时钻进速度很快,15 min左右可进尺1 m,但是钻进粘土岩、泥岩之类的软岩层时,钻进速度就很慢。通过观察返出的岩屑和进尺速度判断已钻过硅化灰岩层,应该提钻换适合打中软到软地层的刮刀钻头继续钻进。提钻后发现牙轮钻头牙齿磨损严重,换刮刀钻头下钻,下到硅化灰岩处,无法通过,分析原因为牙轮钻头磨损严重,钻出井眼直径小于200 mm,刮刀钻头为修理后的旧钻头,直径不是很标准,稍大于200 mm。由于硅化灰岩很硬,如果开泵扫孔,刮刀钻头会立即被严重损坏。

经分析决定提钻再次下入三牙轮钻头扫孔。由于三牙轮钻头磨损严重,因此在三牙轮钻头的保径部位用耐磨焊条点焊进行处理,增大其直径到204 mm左右,下钻扫孔至井底。然后提钻换刮刀钻头继续钻进,刚开始几米钻进速度很快,10 min左右钻进1 m,可是钻进几米后,钻具突然抖动很厉害,这说明还有硅化灰岩夹层。钻具抖动过后,继续钻进2 m左右,钻进速度突然变慢,从1 m/10 min左右变为1 m/70 min,连续几米进尺都很慢。分析原因有2方面:第一,钻头泥包严重;第二,钻头被损坏,降低了对岩层的切削破碎能力。针对这2方面原因,决定再观察几米,可是后面几米进尺还是特别慢,因此提钻检查钻头。结果发现钻头没有泥包,而是磨损非常严重(见图2)。对比新的刮刀钻头(见图3),发现严重磨损的刮刀钻头基本上丧失了对岩屑的切削破碎能力。这种不可预测的薄硅化灰岩夹层大大的增加了工作量,也增加了钻头的损坏程度。因此在以后的施工中,钻遇这样的地层时,通过观察进尺速度以及钻具的抖动情况,及时作出是否更换钻头的决定。

3.3 未躲开第一靶点V020井而打中套管

按照设计,H020U井在钻进过程中应该避开V020井的生产套管而从其旁边不远处经过,后期再通过V020井套管内射孔完成与H020U井的连通。H020U井与V020井连线方位 347.48° 。尽管



图2 严重磨损的刮刀钻头



图3 新的刮刀钻头

随钻仪器在南北方向的误差很小,但是还是存在误差,所以轨迹设计的时候,根据不能偏离套管太远,也不能打中套管的原则,设计 H020U 井轨迹偏离 V020 井 0.5 m 左右,理论上完全可以绕开 V020 井的 $\phi 139.7$ mm 生产套管,而又不离套管太远。但是钻达 V020 井时,钻进速度突然从 1 m/15 min 左右变为 1 m/h 左右,经过计算 H020U 井沿线距离正好在 V020 井处,观察岩屑有金属屑返出,从泥浆变化发现泥浆有明显减少的迹象,停泵有涌水现象,确定打中了 V020 井的生产套管。

打中套管后可以有 2 个处理方法:第一,抽回钻具 30 m 左右分孔钻进,从而绕开 V020 井的生产套管,但是 H020U 井生产套管下至离 V020 井不足 30 m,而且抽回来磨出新孔后,后期上下钻在此处可能受卡或者无法下入新孔而下入老孔,所以此方法风险较大;第二,磨穿套管,继续钻进。最后选择第二个方法继续钻进。由于是刮刀钻头,采取轻压吊打的方式磨铤套管,进尺很慢,磨进 3 cm 后,分析刮刀钻头可能磨损严重,决定提钻换 PDC 钻头继续磨铤,提钻后发现刮刀钻头严重磨损(见图 4),换 PDC 钻头后经过 1.5 h 的磨铤,磨穿套管,继续钻进。加尺时,钻具下至套管处无法下入,拧动钻具调整螺杆的工具面一定角度后,顺利通过套管处。反复划孔,使套管处能够比较圆滑。然后继续钻进,进尺较慢,分析原因为 PDC 钻头磨铤套管后被严重磨损。决定提钻,提钻后发现 PDC 钻头严重磨损(见图 5),换新的刮刀钻头后钻进速度显著变快。



图4 严重磨损的刮刀钻头



图5 磨损的 PDC 钻头

3.4 井涌

由于 V020 井一直在循环采卤,所以 V020 井套管被磨穿后,卤水很快从 H020U 井口涌出,钻进只好暂时停止。等待停止 H020 - V020 井的循环采卤后继续钻进,虽然停止了 H020 - V020 井的循环采卤,但是 H020U 井口仍然不断返出卤水。

分析原因有 2 方面:第一,V020 井与 H020 井是二期工程的老井,连通后一直处于循环采卤过程中,下部矿层的溶解情况很复杂,但是可以肯定的是,由于几年的循环,H020 和 V020 井之间存在一个很大的溶腔,溶腔内充满了卤水,H020U 井钻进时,泥浆泵不断泵送泥浆进入此溶腔,溶腔承受一定压力。当停泵后,溶腔储存的压力使得卤水源源不断的返出 H020U 井井口;第二,H020 井和 V020 井之间的溶腔由于几年的循环,此通道有可能与其他井组的循环通道连通,所以虽然此循环通道停止循环,卤水从别的循环通道流至此通道内,从而返出 H020U 井井口。针对井涌的情况,只能顶水继续钻进,由于轨迹在碱层,钻进中不会产生大量岩屑,所以不存在岩屑携带问题,严格控制钻进轨迹在碱层就可以。

3.5 泵送随钻仪,电缆无法下行

随钻仪自由下行到 63°左右的井段,需要泵送至井底定向。出现井涌的情况后,由于高压油缸和电缆的原因,在钻进过程中总是有泥浆从高压油缸顶部喷出,严重影响钻井工程人员井台操作,所以决定换一个高压油缸和密封胶皮。换完后下随钻仪到 63°左右的井段,照常开泵准备泵送随钻仪到井底定向。但是开泵后,电缆无法下行。

分析原因如下:第一,可能高压油缸有问题,换另外一个油缸再试,问题仍然存在;第二,换完油缸后,下放电缆几十米就开泵试验电缆是否能下行,无法下行,分析认为随钻仪和电缆自重太轻,开泵后,泥浆将密封胶皮上顶使得仪器和电缆较轻的自重和泥浆的冲力之和小于胶皮对电缆的摩擦阻力,所以决定将仪器放至 63°左右井段后泵送再试,在胶皮对电缆的摩擦阻力一定的情况下增大电缆长度以增加下部重力达到成功泵送的目的,最后电缆还是无法下行;第三,井涌造成的附加压力增大了密封胶皮对电缆的摩擦阻力,使得电缆无法正常下行,于是在增大下部电缆和仪器总自重无效的前提下,减小油缸内部的附加压力(泥浆泵压力和井涌的附加压力)从而减小密封胶皮对电缆的摩擦阻力,井涌的附加压力无法减小,所以摘掉泥浆泵一个阀以减小泥浆泵压力,从而减小密封胶皮对电缆的摩擦阻力,

最后电缆顺利下行,问题得以解决。

3.6 随钻仪掉入裸眼

处理完电缆无法下行的问题后,提钻准备换钻具,为防止仪器溜出主杆被损坏,提钻过程中会刹住绞车。钻机操作人员在主杆下部未封堵的情况下,也未征得技术人员同意,私自将主杆放回裸眼,由于绞车刹车未松,电缆无法放出,主动钻杆下行,电缆被拉断,随钻仪掉入裸眼。初步分析仪器应该还在生产套管内部,因为下落到一定井段后仪器在井内液体的浮力和管壁阻力作用下无法继续前行。

当时针对这个问题提出 2 个解决方法:一是放弃孔内仪器,另换一套仪器直接下钻继续钻进,因为下钻过程中也能把掉的仪器挤入地层,不影响钻进;二是制作打捞工具,尝试打捞。于是,连夜做了打捞工具(见图 6),打捞工具是用一截长 1.92 m 的 $\varnothing 89$ mm 中心管制成,底部割开成若干个三角形岔口,呈爪状,底部往后 30 cm 处交叉插入若干钢丝绳短节,一旦仪器进入管内,在上部钻具的重力作用下将仪器压入管内,钢丝绳短节用以防止仪器掉出。下钻过程很顺畅,并注意每次加杆后摘掉吊卡时,不能上拉太多,因为仪器一旦进入打捞工具,钢丝绳短节在钻具到达孔底前没卡住仪器,只是仪器顶部进入了打捞工具头部 30 cm,很容易掉出。一直到离孔底 6 m 左右,突然钻具下放有阻力,有 10 kN 多的钻压,继续下放钻具到孔底,钻压一直保持在 10 kN 左右。钻具到孔底后,上提 5 m 左右再次下放,不再有阻力,初步确认打捞成功。上提钻具 1 m 左右快速下放,目的是使打捞工具前端发生变形收拢,以防仪器掉出。提钻后证实仪器打捞成功。

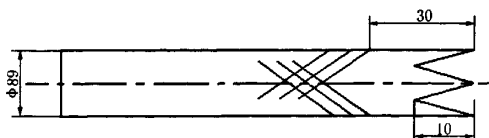


图 6 自制的打捞工具

3.7 钻遇未知溶腔导致顶角下降,方位偏离

在水平段钻进剩下最后 45 m 时,钻进中突然没了钻压,钻具空放入孔内 21 m 遇阻,开泵后下放,钻压很小,几乎没什么阻力,钻进到还剩 15 m,下入随钻仪测量,由于掉入溶腔前,H020U 井轨迹处于矿

层中上部,掉入溶腔后,顶角从 91° 下降到 85° ,方位从 348° 下降到 341° 。通过高精度磁测仪测量,H020U 井轨迹已偏离设计轨迹,继续钻进中靶可能性不大。考虑到 V020U 井溶腔周围裂隙较多,决定下入随钻仪,调整工具面增顶角增方位继续钻进,钻进中发现顶角和方位不断增大,最后顶角增大到 90.5° ,方位增大到 347° ,如果 V020U 井的溶腔足够大,还是有中靶的希望,可是钻达 V020U 井后,没有连通。

分析认为,V020U 井溶腔发展不规则,且其轨迹偏离太远,根本无法中靶。决定上提钻具 80 m 分支,重新钻进,新分支井井眼沿着矿层底部钻进,目的是钻遇溶腔时不会发生顶角突降和方位严重偏离的情况。回抽钻具磨新孔 1.5 h 后,H020U 井与 V020U 井自行溶通。

4 结语

H020U 井是土耳其贝帕扎里碱矿三期钻井工程中钻遇问题最多的一口井。在造斜钻进和水平钻进过程中陆续遇到井漏、钻头钻遇硅化灰岩层磨损严重、未躲开第一靶点 V020 井而打中套管、井涌、泵送随钻仪电缆无法下行、随钻仪掉入裸眼、钻遇未知溶腔导致顶角下降、方位偏离使其未直接连通第二靶点等问题。针对这些问题进行了分析,并提出了相应的处理方法,最后使 H020U 井成功地连通第一靶点 V020 井和第二靶点 V020U 井。

遇到问题后,通过对各个问题的多方面分析研究,最后提出可行的处理方法,使得所有问题都得以顺利解决,这为以后的连通井施工积累了宝贵的经验,也为后期工程施工打下了一定的基础。

参考文献:

- [1] 向军文. 定向钻进技术及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9): 28-32, 36.
- [2] 李东立. 水平井事故的预防措施[J]. 内蒙古石油化工, 2007, 33(9): 57-58.
- [3] 江天寿, 周铁芳, 等. 受控定向钻探技术[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [4] 耿书肖, 张永青, 等. 水平井卡钻事故处理实践及预防措施探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(2): 9-13.
- [5] 蒋希文. 钻井事故与复杂问题(第二版)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009.

感谢全国探矿工程界同仁对本刊的厚爱与支持!