

取换套管技术在YC1井的研究与应用

黄志安¹, 吴波², 王委¹, 陈金国²

(1. 中石化华东石油工程有限公司江苏钻井公司, 江苏 扬州 225000; 2. 中石化华东石油工程有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要:YC1井生产套管破损,需进行取换套管作业。针对深部取换套管的特点,借鉴封隔器式套管对接方法的优点,设计了 $\varnothing 178$ mm套管外插筒工具,制定相应的施工工艺,通过提断、回接、切割、取出旧套管,经过修磨鱼顶、新旧套管对接及注水泥固井、钻水泥塞、试压等工序,成功取换 $\varnothing 139.7$ mm生产套管2 499.85 m,刷新中石化取换套管最长纪录,为深井取换套管提供了成功经验。

关键词:套管破损;套管切割;回接;外插筒;YC1井

中图分类号:TE385 **文献标志码:**A

Research and application of casing replacement technology in YC1 well

HUANG Zhi'an¹, WU Bo², WANG Wei¹, CHEN Jinguo²

(1. Jiangsu Drilling Company of Huadong Petroleum Engineering Co.Ltd., SINOPEC, Yangzhou 225000, China;

2. Huadong Petroleum Engineering Co. Ltd., SINOPEC, Nanjing 210019, China)

Abstract: The production casing of well YC1 was damaged and the casing removal and replacement operation was required. According to the characteristics of deep casing removal and replacement, combined with the advantages of packer type casing docking method, a $\varnothing 178$ mm casing outer casing tool is designed and developed, and corresponding construction technological measures are put into practice. Through lifting off, tie-back, cutting, taking out the old casing, after repairing and grinding the "fish top", butting the old and new casing, cementing, drilling cement plugs, and pressure test, etc., 2 499.85 m of $\varnothing 139.7$ mm production casing was successfully removed and replaced, which set a new record for the longest casing removal in Sinopec Group, and provided a successful experience for deep well casing removal and replacement.

Key words: casing damage; casing cutting; casing tie-back; external cartridge; well YC1

引用格式: 黄志安, 吴波, 王委, 等. 取换套管技术在YC1井的研究与应用[J]. 复杂油气藏, 2023, 16(2): 230-233.

HUANG Zhi'an, WU Bo, WANG Wei, et al. Research and application of casing replacement technology in YC1 well [J]. Complex Hydrocarbon Reservoirs, 2023, 16(2): 230-233.

取换套管是取出破损或变形的套管,下入新套管恢复套管串的完整性和密封性,建立油气通道的应用技术^[1-4]。

取换套管通常有两种对接方法,一是螺纹对接法,采用直接倒扣,取出旧套管、下入新套管,通过套管螺纹直接对接,这种方法对接容易实施,但要求井下鱼头套管居中度高、且鱼头为完好的公螺纹或母螺纹,深井状况下对接施工难度大,不易操作且影响密封性。二是封隔器式对接法^[5],取出旧套管,下入新套管,对接处采用铅+水泥密封,成功率高,但随着后期注采的影响,铅封易开裂,影响套管密封性^[6-12]。

YC1井需在生产套管外水泥环以上深部井段取换套管,结合封隔器式对接技术的优点,研制一种

新型的 $\varnothing 178$ mm套管外插对接工具,实现新旧套管串对接处三级密封。同时制定详细的现场施工工艺,经过提断、回接、切割、取出旧套管,修磨旧套管鱼顶,新旧套管对接及注水泥固井,钻水泥塞、试压等工序作业,成功在YC1井取换 $\varnothing 139.7$ mm生产套管2 499.85 m,现场试压达到设计要求,恢复了气井的正常生产。

收稿日期:2023-03-17;改回日期:2023-04-07。

第一作者简介:黄志安(1964—),高级技师,从事石油钻井工程技术的管理及研究工作。E-mail: huangzhian.oshd@sinopec.com。

基金项目:中石化工程公司重大科技项目“东部老油田勘探开发配套工程关键技术”子课题“大斜度井和小尺寸套管开窗侧钻提速技术的研究与应用”(编号:SG1706-05K)资助。

1 YC1井概况

YC1井是1997年投产的一口油气混采井,井型为直井,完钻井深4 364.34 m,Ø139.7 mm生产套管下深4 160.87 m。因井口套管周围漏气,经多方检

验确认Ø139.7 mm生产套管破损,需取出原井筒水泥封固段以上Ø139.7 mm套管,再下入新Ø139.7 mm气密封新套管,与原井筒下部的Ø139.7 mm套管进行对接、注水泥封固,且水泥浆返至地面。YC1井身结构见表1。

表1 YC1井井身结构数据

套管层次	井眼尺寸/mm	井深/m	套管尺寸/mm	套管下深/m	水泥封固段/m
导管	620	23.00	520	22.00	地面~22.00
表层	444.50	872.00	339.7	850.71	地面~850.71
技术	311.00	2 910.00	244.50	2 893.42	1 940~2 893.42
生产	216.00	4 364.34	139.70	4 160.87	2 576.50~4 160.87

注:井口套管头为Ø244.5 mm×Ø139.7 mm简易套管头,采用环形铁板+橡胶环密封。

2 取换生产套管的要求

- (1)提拉断破裂处以上生产套管,下入打捞工具从破裂处抓捞生产套管,对水泥返深2 576.50 m以上附近的生产套管本体进行水力切割;
- (2)取出割断的Ø139.7 mm生产套管;
- (3)下入的Ø139.7 mm气密封新套管,与原生产套管对接,注水泥固井、水泥浆返到地面,候凝48 h后,试压17 MPa以上,稳压30 min不降为合格。

3 YC1井取换套管存在的难点

- (1)Ø139.7 mm生产套管提拉断后可能鱼顶严重变形,打捞困难。电测发现Ø139.7 mm生产套管在井深16 m处断裂。由于井深2 576.50 m以上无水泥封固,生产套管拉断后受重力作用,鱼顶会下移,变形的鱼顶可能不居中,使打捞工具不易进入并抓牢落鱼套管。
- (2)取换套管对接点较深(在井深2 500 m以下),套管外无水泥,无法了解套管居中度,螺纹对接法实施困难,封隔器式对接法在深井段也没有成功经验可循。
- (3)生产套管开采时地层压力达17 MPa,产气量5×10⁴ m³/d,生产套管密封性要求高,取换套管后密封是否合格,直接影响产能恢复,决定整个施工的成败。

4 取换生产套管施工工艺

4.1 施工前准备

根据产层压力,选用密度1.25 g/cm³压井液,以平推法注入27 m³压井液,套压为0。观察4 h后确

认正常,起出油管。下入Ø116 mm梨形磨鞋通井至3 496.00 m,用声波仪器复核水泥返高、套管接箍位置、套管扶正器位置、自由段套管弯曲变形情况。注水泥封固2 570~2 700 m井段油气藏。经48 h候凝,试压12 MPa,30 min无压降,拆除井口的采油气装置。

4.2 切割取出原生产套管

- (1)切割点需避开套管接箍和套管扶正器安放位置。经反复核对,确定切割点为2 507.00 m。
- (2)提断破裂的生产套管。先在井口回接一根Ø139.7 mm油层套管,上提至70 kN,提断破裂的套管。提出的断套管长10.07 m,鱼顶为井深17.91 m处的套管母接箍。
- (3)抓捞下部生产套管。下入打捞工具组合:Ø200 mm卡瓦打捞筒(配Ø154 mm螺旋式卡瓦)+Ø139.7 mm油层套管串。下钻实际探得鱼顶位置为21.25 m。碰鱼顶后旋转下压打捞至钩载100 kN,上提套管钩载增至1 200 kN未滑脱,判断抓牢套管、回接成功。下放套管至钩载870 kN坐井口,此时生产套管在井深2 507 m位置处于受拉状态。

(4)切割原生产套管。采用Ø116 mm梨形磨鞋从回接好的Ø139.7 mm套管串内通井至井深2 570.00 m。选择AND-S140水力式内割刀工具,切割钻具组合:Ø115 mm水力割刀+Ø105 mm钻铤3根+Ø73 mm加重钻杆8根+Ø73 mm钻杆250根+Ø76 mm方钻杆。

割刀下至井深2 507 m,切割参数:排量11~13 L/s;泵压17~18 MPa;转速40 r/min。切割完起出套管251根,总长2 497.35 m,割断位置为套管本体,切割面规则平整(见图1)。



图1 割断的套管本体切剖面

4.3 修鱼顶工艺

修整鱼顶是为保证新旧套管对接顺利、不损伤密封装置。研究设计一种套筒式凹底磨铣鞋(见图2)。其中心孔的底部与锥形沉孔相交的圆周上对称设两个直通式水眼,直通式水眼下端向外倾斜且与铣鞋壳体底面相贯通。磨铣鞋体底的外圆周与筒状引鞋的内壁留有间隙,磨铣鞋体上两个竖向贯通喷嘴,与直通式水眼相通。磨铣鞋体下端面为中心高四周低的内凹斜坡面,内凹斜坡面上均匀分布硬质合金铣齿。磨铣鞋下接有筒状引鞋。引鞋有坡口便于旧套管的鱼顶进入,能将旧套管自动扶正,避免发生偏磨。由于磨铣鞋体下端的内凹斜坡面与水平面呈 15° 夹角,鱼顶将被磨铣出与水平面呈 15° 夹角的外倒角,便于与新套管串的 15° 内倒角相吻合,再配合密封垫,新旧套管对接时台阶坐封的可靠性和密封性得到提高。喷嘴将修井液快速分布到磨铣面上,起到润滑冷却的作用。

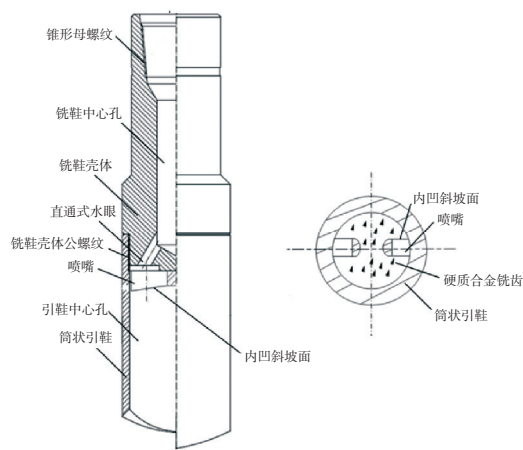


图2 套筒式凹底磨鞋结构

修磨套管鱼顶钻具组合: $\varnothing 200$ mm 套筒式凹底磨铣鞋+转换接头+ $\varnothing 159$ mm 钻铤2根+ $\varnothing 127$ mm 钻

杆9根+转换接头+ $\varnothing 73$ mm 加重钻杆8根+ $\varnothing 73$ mm 钻杆241根+ $\varnothing 76$ mm 方钻杆。

实际鱼顶深度2 507.43 m,磨铣参数:钻压5~10 kN;转速35 r/min;排量12 L/s。修磨进尺20 mm 结束,循环3周无铁屑返出地面后起钻。

4.4 新旧套管对接技术

根据深部套管对接困难的特点,研究设计了一种套管外插筒(见图3)。该工具包括外插引鞋、加长筒、循环筒、密封筒、上接头等。循环筒中段的圆周壁上设有注灰孔,密封筒下端的母螺纹上方设有密封圈嵌槽,内嵌R型密封圈,且R型密封圈内壁的倒刺向上;密封筒、循环筒、加长筒和外插引鞋的内径均与套管的外径相适配;上接头内倒角的密封面上粘接有锥形铜密封垫。这种套管外插筒设计实现上接头内外倒角、R型密封圈及套管外水泥环三级密封。

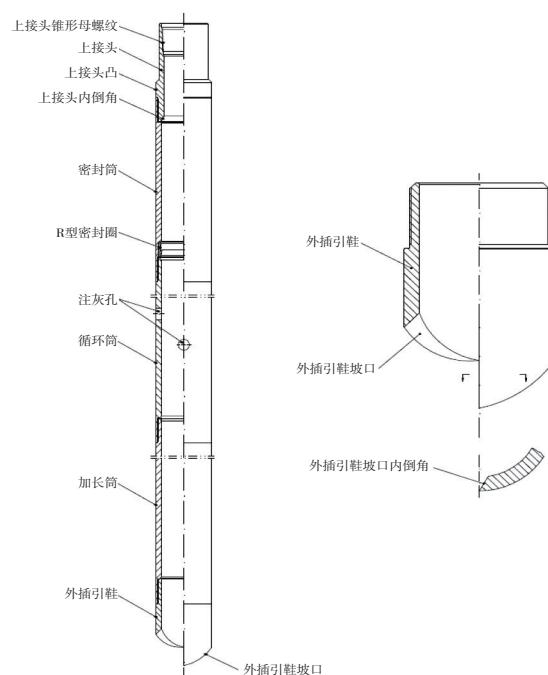


图3 套管外插筒结构

套管外插筒主要工作原理:通过上接头锥形母螺纹与新套管浮箍相连成一体,新套管串下入井,使套管外插筒引鞋进入旧套管已修磨过的鱼顶,继续下放套管,使套管外插筒的加长筒触碰旧套管的鱼顶,开泵充分循环后注水泥浆,水泥浆从循环筒圆周上的注灰孔进入套管外环空,注完水泥浆送胶塞到达浮箍上方时实现坐封,下放套管,旧套管内穿过密封筒的R型密封圈,鱼顶外倒角与上接头内倒角相嵌吻合,新旧套管紧密对接,水泥浆凝固后,实现三级密封,取换套管施工完成。

4.5 通井、替浆

为检验该井 $\varnothing 244.5$ mm技术套管的密封状况,下入刮管通井,钻具组合: $\varnothing 215.9$ mm牙轮钻头+GX-245T刮削器+转换接头+ $\varnothing 159$ mmSDC2根+ $\varnothing 214$ mmSTB+ $\varnothing 127$ mmDP9根+转换接头+ $\varnothing 73$ mmHWDP8根+ $\varnothing 73$ mmDP241根。通刮至井深2 505 m,用清水完全替换井内 1.25 g/cm^3 压井液,替浆排量 13 L/s ,泵压 19.6 MPa 稳定不变,证明技术套管密封良好。

4.6 生产套管对接

4.6.1 检验套管外插筒密封状况

为保证新旧套管对接成功,确保密封的可靠性,先试下套管外插筒进行验证。下井工具组合: $\varnothing 178$ mm套管外插筒+ $\varnothing 139.7$ mm短套管+变扣短节+ $\varnothing 127$ mm钻杆3根+转换接头+ $\varnothing 73$ mm加重钻杆8根+ $\varnothing 73$ mm钻杆。下套管外插筒到旧套管鱼顶,缓慢对接入鱼后,用排量 10 L/s 开泵循环。套管外插筒下过注灰孔前泵压 11 MPa ,下过注灰孔后泵压 12 MPa ,下过密封圈泵压升 13.5 MPa 。套管外插筒坐到鱼顶台阶后加压力 150 kN ,泵压达 25 MPa ,稳压 30 min 未降,套管外插筒密封符合要求。

4.6.2 新旧套管对接及注水泥固井

取出套管外插筒组合,更换外插筒内新的R型密封圈。下入新套管串: $\varnothing 178$ mm套管外插筒+ $\varnothing 139.7$ mm短套管+ $\varnothing 139.7$ mm套管+浮箍+ $\varnothing 139.7$ mm变扣短节+ $\varnothing 139.7$ mm气密封套管串+ $\varnothing 139.7$ mm变扣短节。套管串总长 $2\,499.85\text{ m}$ 。

套管外插筒下到旧套管鱼顶,新旧套管对接,并坐封压力 150 kN ,上提套管串 1.3 m 打开套管外插筒循环孔,注入前置液 2 m^3 ,密度 1.90 g/cm^3 水泥浆 70 m^3 ,替浆 32.2 m^3 ,水泥浆返出地面。替浆结束后下放套管串使套管外插筒关闭循环孔,下放套管串坐于井口套管头卡瓦、坐封压力 500 kN 。安装井口装置,在套管头注酯 30 MPa ,试压 25 MPa ,稳压 30 min 无压降。候凝结束后测井,固井质量优秀,水泥塞面深度 $2\,466\text{ m}$ 。

4.7 钻水泥塞、试压

注水泥固井完成后,候凝 48 h ,下入钻塞钻具组合: $\varnothing 118$ mmPDC+ $\varnothing 95$ mm螺杆+回压阀+ $\varnothing 73$ mm加重钻杆8根+ $\varnothing 73$ mm钻杆。钻塞参数:钻压 $10\sim 30\text{ kN}$;转速 35 r/min ;排量 10 L/s ;泵压 19.8 MPa 。钻塞至 $2\,560\text{ m}$,对 $0\sim 2\,560\text{ m}$ 井段进行试压,试压 17.8 MPa ,稳压 30 min 未降,符合设计要求,证明新旧套

管密封良好,取换套管成功。继续下钻,钻掉下部水泥塞,打开油气通道,施工圆满完成。

本井取换 $\varnothing 139.7\text{ mm}$ 生产套管 $2\,499.85\text{ m}$,创中石化取换套管最长纪录。

5 结论与认识

(1)YC1井深部取换套管实践是一次探索,借鉴封隔器式套管对接法,以套管外插筒用于新旧套管的连接和密封,是取换套管成功的关键。

(2) $\varnothing 178\text{ mm}$ 套管外插筒设计结构简单,组装方便,制造成本低,对接坐封操作简单,能实现R型密封圈密封和 15° 斜台阶吻合密封。

(3)对于井下断裂套管的打捞回接,需加工特殊的卡瓦打捞筒,回接部位内通道直径与套管内径一致,打捞回接工序简单,保证一次作业即可完成打捞与回接任务。

参考文献:

- [1] 韩荣文,杨利平,付淮记,等.取技术套管换灰固段油层套管工艺技术[J].钻采工艺,2003,26(3):107-108.
- [2] 唐长书,何世明,张金成.Q83井用小修设备取换套管工艺技术[J].钻采工艺,2005,28(1):103-104.
- [3] 闫占辉.油水井小修作业取换套管技术研究与应[J].中国科技期刊数据库-工业A,2021,9(期缺失):410,412.
- [4] 范玉斌,吴艳华,孙经光,等.套损井倒取套管技术研究与应[J].化工管理,2020(32):47-48.
- [5] 刘国军,兰中孝,田友仁,等.大庆油田 $\varnothing 139.7\text{ mm}$ 套管井深部取换套技术[J].石油钻采工艺,2004,26(3):34-37.
- [6] 刘卫坡,刘晖,韩联合,等.表层套管侧钻取生产套管技术[J].石油钻采工艺,2012,34(4):40-42.
- [7] 崔之健,李红梅,蒋卫山.波纹管补贴套管工艺及应用[J].石油钻探技术,1996(2):41-43,61.
- [8] 何彦荣.江汉油田取换套管修井技术应用发展[J].江汉石油职工大学学报,2009,22(6):45-49.
- [9] 崔立平,谷爱民,郭红明,等.裸眼换套工艺的改进及常见复杂情况的处理[J].断块油气田,2002,9(4):80-81.
- [10] 杨平阁,陈莹,欧阳涛,等.油井套管补贴大修技术[J].特种油气藏,2002,9(3):52-54.
- [11] 董合健.深井取套管侧钻工艺技术[J].钻采工艺,1996,19(5):1-4.
- [12] 陈民,朱大力,张广明.深部取套技术的应用与发展[J].大庆石油地质与开发,2001,20(3):58-59,63.

(编辑 韩 枫)