

取换套关键技术研究与应用

罗亚魁

辽河油田勘探局辽河工程技术分公司

DOI:10.12238/jpm.v3i7.5074

[摘要] 针对欢喜岭油田取换套的关键技术是套铣、倒扣和对扣三项技术,它直接影响取换套的成败与效率,在套铣方面主要研究了套的慢、套的浅、卡钻等问题;在倒扣方面主要研究倒不开、倒不准、丢鱼等问题;在对扣方面主要研究对不上、对不满、造扣等问题,并找到了解决的办法。同时根据生产实际应用到常规井眼取换套施工和非常规井眼的取换套试验,取得了良好效果,形成了完善的工艺技术。

[关键词] 取换套; 关键技术; 研究; 应用

中图分类号: C24 **文献标识码:** A

Research and application of key technologies of obtaining and changing sets

Yakui Luo

Liaohe Engineering and Technology Branch of Liaohe Oilfield Exploration Bureau, Panjin

[Abstract] The key technologies of sleeve replacement in Huanxiling oilfield are sleeve milling, reversing, and docking, which directly affect the success and efficiency of sleeve replacement, including slow milling, shallow milling, stuck drilling and so on. At the same time, according to the actual production application to the conventional well hole replacement sleeve construction and unconventional well hole replacement sleeve test, has achieved good results, formed a perfect technology.

[Key words] change the set; key technology; research; application

引言

随着侧钻井的广泛应用,在 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管中,深度在800m以下;在 $\phi 177.8\text{mm}$ 套管中,深度在600m以下进行侧钻是最经济的。低于这个深度,就没有必要打侧钻井,只能打更新井,但是投资很大,即使不考虑投资因素,由于这类井大多处于保护区内,不让钻井。如何将 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管,深度小于800m、 $\phi 177.8\text{mm}$ 套管,深度小于600m这个井段的损坏套管进行修复,以往的办法是进行套管补贴,虽然投资小工期短,但是套管直径缩小,影响了分层开采、分层注水和分层注汽工艺的实施,比较之下,只有取换套方法恢复套管技术性能最为彻底,它既能保证修复后套管的耐压性能,又不改变套管原通径大小,给油水井后期管理带来极大方便,正因为如此,取换套技术越来越多地被国内各油田应用于套损井修复。根据调研,中原、大庆等国内油田,在直井段取换 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管深度已达1800m,取换套作业成功率已达80%以上,所以取换套技术是最经济最合理的技术。

1 取换套技术存在问题分析

取换套技术作为油水井套管修复最为彻底的方法,它不仅可以彻底修复损坏的套管,恢复原套损井各项技术指标,还能满足分层采油、分层注水和分层注汽等油田地质开发需要。

取换套技术原理就是采用专用套铣头、套铣筒等专用套铣

工具,套铣套管周围的水泥石及岩石,使套管处于自由状态,然后在套管内适时下入套管切割工具或倒扣打捞工具,通过多次切割或倒扣打捞将套损点以上及其以下部位的套管取出,最后下入新套管利用补接专用工具或通过套管对扣方式进行新旧套管的补接。取换套技术一直不被看好,得不到广泛应用的根本原因就是工期长、成功率低、局限性强,造成投资增加。

1.1 施工周期长

使用套铣倒扣方法:进行反复套铣,捞套管倒扣,卡点受多种因素影响和每根套管的松紧度不同,虽然进行精确计算,但是,实践证明倒扣多少根仍然无法掌握,有时候倒得很少、有时候倒得很多,甚至超过套铣深度,导致鱼顶丢失;使用套铣切割方法:由于切割时间长,效率低,往往导致套铣管卡等事故。一旦鱼顶丢失,寻找鱼顶导致工期延长,更无法计算了。施工周期平均42天。

1.2 成功率低

主要原因有:套铣无进尺,只能放弃;套铣管卡,只能报废;鱼顶丢失,寻找鱼顶的成功率很低;对不上扣等现象。我厂取换套施工20口,成功12口,成功率只有60%。

1.3 局限性强

以往取换套只在 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管中进行,内通径可达到115mm以上,可以取换。在稀油取换套方面的局限性:由于存在

大量补贴井套管,内口径一般为90-100mm,打通道需要很长的工期,甚至失败,就无法进行换套了。在稠油方面:尤其是在侧钻井等小井眼取换套,更能经济实惠地解决套管损坏问题。所以,补贴套管井的取换套、侧钻井小套管取换套、侧钻井小套管加长等问题,还是技术空白。

2 取换套关键技术研究

2.1 取换套技术需求调查

目前技术条件下实施取换套作业的套损井应具备条件是:

(1)待取井段套管未重度腐蚀,仍有一定的抗拉抗压强度,能保证取套工作进行顺利。

(2)可取换段以下套管完好。

(3)套损段内口径大于90mm,通过打通道前期处理后,内口径可达到115mm以上。

(4)油层套管非固井段无高压油气层,施工过程中的井控安全有保障。

(5)取套井段稀油在水泥返高以上,通常在900m以上。

(6)通过技术研发具备取换套技术的可行性。

根据上述选井条件,得出欢喜岭油田如下统计结果,技术需求达到77口井。

表1 取换套技术需求调查统计表

项目	常规井眼 0-50m	常规井眼 50-900m	套管补 贴井眼 50-900m	组合套管 悬挂器以 下40m	组合套管 悬挂器以 上	合计
φ139.7mm 套管	12	19	23	0	0	54
φ177.8mm 套管	5	/	/	7	11	23
合计	17	19	23	7	11	77

由于稠油的套管水泥返高都达到井口,实施取换套管技术造价太高,不如实施打更新井或套管加固技术更经济。因此,在浅层套管取换套、中深套管取换套、补贴套管井的取换套、侧钻井小套管取换套、侧钻井小套管加长等五项领域,有着广泛的技术需求,随着生产的继续,这一需求也在不断增加。

2.2 关键技术研究

2.2.1 连续高效套铣技术研究

取换套修井作业施工,关键是套铣套管外的水泥冒、水泥环和岩壁扩孔,使套管失去水泥的封固,完全裸露出来,失去水泥及岩石的约束,处于自由状态,以便取出原损坏的套管,为新套管的下入创造良好的井眼通道。取换套套铣与在套管内套铣有着本质的不同,存在着很大的难度。

(1)套管在井下状态分析。①生产时套管状态:因为上部有水泥环的固定,是预先上提预应力,通过上部的水泥冒和井口,使井下的套管拉升,处于垂直状态,套管不靠井壁或很少靠井壁,这种情况由于环空比较一致,套铣相对容易,套铣很快,效率高。②取套时套管状态:由于拆开井口、钻开水泥冒,预先上提的预应力消失,理论上套管处于垂直状态,实际上,套管不是坐在井底,而是处于一部分重量由井底承担,而另一部分力由井壁承担,

处于多点靠在井壁上,成“瘫痪”状态,套铣很难、很慢,效率很低。

(2)取套套铣技术难点。根据上述分析及现场工作经验,取换套管存在很大的施工难度和风险,主要表现在:

①套铣头与套铣筒紧紧贴在套管壁一侧,容易偏磨或切屑套管,尤其是套管节箍。将套管切断,不仅降低套铣速度,甚至造成丢鱼。②较大刚性的套铣头和套铣筒在套铣时,通过性差,容易造成套铣管柱的憋钻、跳钻将套管打散,极大降低套铣进度,导致套铣失败,甚至造成丢鱼;③套铣筒与井壁接触面大,容易造成粘吸卡套铣筒,容易造成砂卡套铣筒。④套铣裸眼井段地应力集中,容易坍塌砂埋套铣筒,并且环形空间面积大,返砂困难,容易引起井漏或砂卡,造成井下事故。⑤在取换套施工时,钻压传递损失大,造成加压困难,套铣无进尺。

(3)套铣专用工具的研制。根据套管在井下状态分析、取套套铣技术难点及现场需要,研制了特殊工具11种类型,并进行现场试验,取得了良好效果。

表2 套铣专用工具表

序号	名称	主要作用
1	滚珠防切套铣头	防止切削套管及节箍,不丢鱼,提效率。
2	滚珠收鱼套铣头	用于套损处套铣,具有修鱼和收鱼作用
3	滚珠内扶正器	内镶滚珠扶正,避免跳钻打散套管
4	高效套铣头	镶PDC合金,磨铣岩石效果好
5	薄壁套铣头	用于小环空井段套铣。
6	防堵套铣头	用于泥岩井段,防止堵塞出水孔
7	引鞋套铣头	边引进边套铣,防止磨铣套管
8	偏心套铣头	用于套管偏心井段套铣
9	厚壁套铣头	用于大环空井段套铣
10	磨悬挂器套铣头	用于套铣悬挂器
11	套铣管阻扣环	在套铣管公扣末端加阻扣环,防止其造扣。

(4)取套套铣参数研究。套铣过程中的钻压即套铣头受套铣管柱悬重压力并通过套铣头施加在水泥环、岩壁上的重力大小,管柱的旋转速度及工作液排量大小与套铣钻进速度、套铣顺利与否有直接关系。即钻压、转速、排量是影响钻进速度与套铣成败的关键参数。三个参数配合不当,可能因钻压过大而憋钻、跳钻,或扭矩过大而扭断套铣管,转速过低钻进速度上不去,施工时间延长,转速过快而钻压过大将造成套铣管柱的损坏,而循环排量过低,会使岩屑和水泥块不能有效地带到地面而造成卡钻。合理选择钻压、转速、排量将是套铣技术成功的关键。

①钻压:研究表明,只有当钻压大于岩石的破碎压力情况下,才能实现切削效果,若低于破碎压力,切削就变成了表面研磨,套铣速度非常低,再考虑套铣头水眼过大,不具有水力破碎作用和泵压的反作用,因此确定钻压为20-100KN,在实际中,只要不存在憋钻、跳钻就可以加大钻压。②排量:当泥浆上返时,排量既不能太小,携屑能力变差,造成卡钻,有不能太大,冲刷岩壁过大,造成井壁坍塌,只能保持适当排量。实践证明最佳排量在25-28L/S。③转速:随着套铣深度的增加、钻压的加大,导致套铣筒与井壁之间摩擦力增大,载荷增加,在高速旋转下容易发生憋钻和跳钻想象,对钻具尤其是丝扣破坏很大,因此,随着套铣

深度的增加转速相应减小。一般在80-120r/min。

套铣三参数的选择,在理论计算的基础上综合考虑设备能力、钻具强度、地质条件等多种因素,采取组合参数进行反复实践而确定:钻压:20-80KN;排量: ϕ 25-28L/S;转速:80-120r/min。

2.2.2 准确定位倒扣技术研究

为了有效解决切割法和传统倒扣法取套存在的技术缺陷,提高取套作业一次成功率,降低施工风险,在吸取国内外油田取套技术经验的基础上,大胆进行定点倒扣法取套技术与实践,通过研制定点倒扣专用工具、优化工艺管柱设计,使定点倒扣法取套技术获得成功。前现场常用的取套方法总体上有切割法和倒扣法两种。

(1) 捞套管倒扣位置不确定的影响因素。常规的套管打捞倒扣常采用捞鱼头算卡点倒扣方法,存在的问题是不能确定倒扣位置,主要的影响因素有:

① 卡点位置不确定:卡点受管柱的重量、液体的浮力、管柱的摩擦力、套管外壁附着物等多种因素影响,虽然进行精确计算,但是实践证明很难把握准确,使卡点位置无法准确确定。② 每根套管的松紧度不同:在钻井施工中,每根套管的上扣松紧度是不同的,为了防止套管落井往往是越往上越紧,但是随着油井使用周期的延长丝扣腐蚀、胶结物附着以及地层压力等因素影响,每根套管的松紧度是不同的。

实践证明,即使卡点为主计算精确,倒扣多少根仍然无法掌握。

有时倒出的套管很少:就导致反复进行打捞倒扣,增加了施工周期,延长了套铣管在井内停留时间,造成套铣管卡死等现象出现,使取换套施工失败。

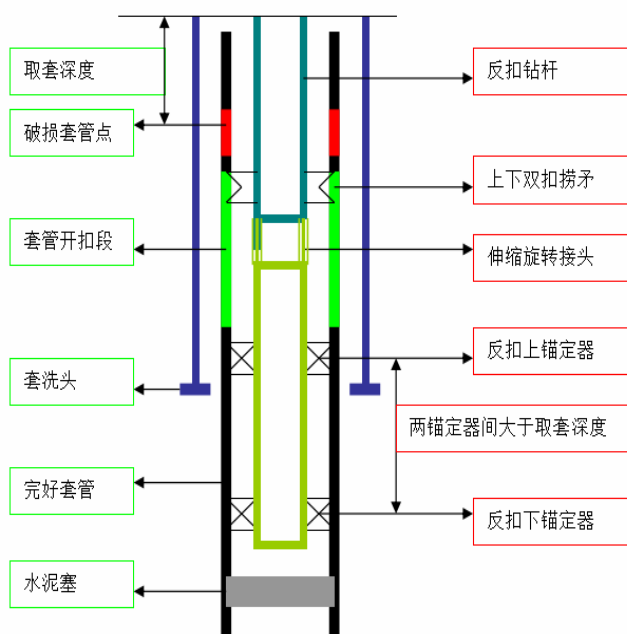


图1 精确定位倒扣示意图

有时倒出的套管很多:倒出的套管很多是有利于施工的,但是如果超过套铣深度,鱼顶必然被岩石所覆盖,增加了继续套铣引鱼困难导致鱼顶丢失,取换套失败。

(2) 准确定位倒扣方法。准确定位倒扣法取套就是将套管开扣点限制在设计深度范围内,该方法的显著技术特点是:既能一次(或几次)完成取套作业,又能把取套深度控制在设计范围内,可大大提高取套一次成功率,降低施工风险,缩短修井周期。

① 管柱结构:反扣钻铤、上下双扣捞矛、旋转接头、反扣上锚定器、反扣下锚定器。例如:套管破损点深度300m,取套深度在310-340m之间(留出3个开扣点),捞矛深度在305m,上锚定器在340m,下锚定器在700m(两锚定器之间360m),防止起出管柱后,下锚定器出套管。套铣深度在350m。② 作用:可排除丢鱼的风险,确保换套时的鱼顶深度在指定范围,而且换套后的密封完全能保证。通过下入双锚定器管柱卡住油层套管并承受反扭矩,确保了油层套管卸扣时定点取套以下的套管自身不会发生卸扣的情况,以保证在上卡瓦封隔器以上进行卸扣。

(3) 准确定位倒扣工具。① 上下双扣捞矛。该捞矛由内控,便于进行循环,常用的有双滑块捞矛,上连打捞倒扣管柱,下连伸缩旋转接头。



图2 双扣双滑块捞矛图

② 伸缩旋转接头。作用:起到伸缩和旋转双重作用,上连接打捞倒扣管柱,下连接防丢鱼引子和锚定器。

原理:当打捞套管捞矛下到预订位置后,加压3-5Mpa,锚定器座封,固定下部套管,下放3.0m遇阻后证明锚定器座封,缓慢上提,捞矛捞上套管,在不停打压的情况下,反旋转打捞倒扣管柱,使套管倒开,上提负荷在上部套管重量时,停止打压,锚定器解封负荷增加(引管重量)全部提出管柱。

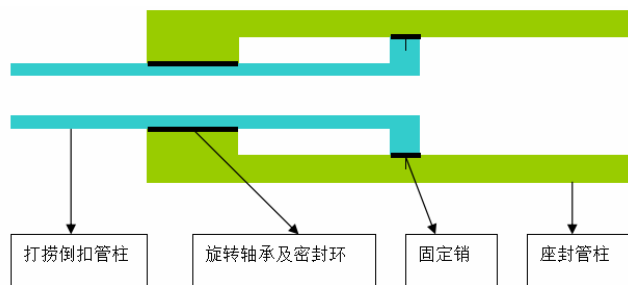


图3 伸缩旋转接头示意图

③ 锚定器。选用水力压差式封隔器,去掉胶桶,但是,要求厂家全部使用反扣连接,只保存卡牙,加压3-5Mpa时候座封,泄压后解封,可以连续使用。

(4) 准确定位倒扣现场应用效果。应用14井次,倒扣111次,单井倒扣5.2次。基本上实现了一次将套铣井段套管全部倒出。一次倒扣长度由28m/次,增加到48m/次,效果显著。

2.2.3 套管自动对扣技术研究

套管对扣就是下入的新套管与井下旧套管有效连接的过

程。套管对扣质量是衡量取换套施工效果的重要标志。也是套管取换工艺技术的关键之一,此方法虽然过程简单,但效果是所有回接方法中比较理想的。根据调查,大庆、中原等国内油田的取换套施工井中,有近70%采用直接对扣回接法,尤其在取换套深度小于1000m的井中应用比例更高,效果更好。

由于在井下对扣,受井斜、井眼尺寸影响,连接新旧套管不对中,造成对不上扣或偏扣现象,即使对上扣,由于无法看到上多少扣,造成套管造扣现象。所以,套管对扣主要存在对不上扣、偏扣、造扣三项问题。对不上扣直接导致取换套失败、偏扣导致套管不密封试压不合格、造扣导致新套管撘扣连接失败,为此,研发了套管自动对扣技术。

(1) 套管内刚性满眼扶正技术。①作用: 解决新旧套管不对中问题,达到套管自动对中的目的,防止出现对不上扣、偏扣现象。实践证明,无论在各种井眼的套管对扣,都能起到作用。②原理: 在套管对扣点以下20m,以上20m,加入大直径钻铤,形成视踪管内扶正,由于钻铤的刚性好又满眼,迫使新旧套管在实现自动对中,达到自动对扣的关键技术之一。

(2) 套管外对扣引鞋技术。套管引鞋设计当取换套井斜 $>10^{\circ}$ 时,套管对扣有一定难度,为了解决这一问题,设计加工了套管引鞋。

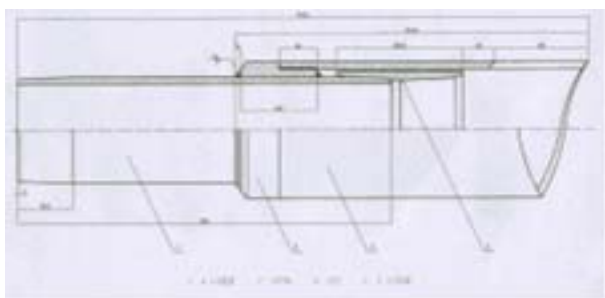


图4 套管对扣引鞋

①作用: 将新套管柱引入内扶正钻铤内,同时具有保护新套管丝扣的作用。②原理: 该技术是在对扣套管公扣端加装套筒,套筒前端加工成引鞋。套筒在钻具下放过程中可以有效保护套管末端公扣,引鞋端在对扣时可以起到外扶正的作用。经过现场实验,该工艺满足施工要求。

2.3 技术创新点

(1) 创新套铤技术。滚珠防切套铤头: 在刀体内侧镶嵌滚珠,在套铤中点接触,防止切削套管节箍和弯曲井段的套管,防止丢鱼和增加转速;滚珠内扶正器: 内镶滚珠扶正,避免跳钻打散套管。平均每次套铤长度由原来的17m增加到51m。实现套的快、套的深、不卡钻目标。

(2) 创新准确定位倒扣方法。研制反扣双锚定器固定下部套管,旋转伸缩接头将倒扣管柱与锚定管柱连接一起,实现倒扣管柱旋转,而锚定管柱不动,将套管开扣点限制一定范围内,提高取套成功率,平均每次倒扣长度由28m增加到48m。实现倒的开、倒的准、不丢鱼目标。

(3) 创新套管自动对扣技术。通过套管内刚性满眼扶正、套管外对扣引鞋、套管丝扣端阻扣环技术及对扣操作创新。单井对扣由3次减少到1.2次,实现对的上、对的满、不造扣目标。

(4) 创新补贴套管井不打通道取换套施工。研制大直径母锥越过补贴井段,直接造扣打捞下部套管节箍,试验2井次,填补技术空白。

3 认识与结论

(1) 概括来讲影响取换套技术的关键问题: 归根到底就是一个问题,技术粗放,没有进行深层次研究。

(2) 取换套管的关键技术: 套铤: 套的快、套的深、不卡钻; 倒扣: 倒的开、倒的准、不丢鱼; 对扣: 对的上、对的满、不造扣; 不敢干、不能干、不得不干干的成、干的好、干的快、干的省。

[参考文献]

[1] 蔺怀志,白良虎,张涛.套损井取换套技术的研究及应用[J].内江科技,2006,27(3):149.

[2] 叶红.江苏油田 $\phi 139.7\text{mm}$ 套管取换套技术的应用[J].内江科技,2010,31(6):113.

[3] 张守华.高危井取换套工艺技术研究[J].中外能源,2014,19(8):62-65.