

液压增力连续解卡技术研究与应用

武浩

辽河工程技术分公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8033

[摘要] 在油田开发中, 由于套损、作业中操作不当等诸多原因, 生产管柱卡井情况时有发生, 致使油水井倒井, 管柱卡井问题严重制约了油井正常生产及后续措施实施。由于受到地面环境、修井设备的限制, 小修设备解卡作业的成功率一直比较低。为此, 研究并应用了液压增力连续解卡技术。该技术利用小修设备, 通过反向机械控制锚定器, 当地面泵车打压时, 多级液压增力连续提拉解卡, 实现井内管柱解卡, 具有泄压自动解封, 随时能够进行正反循环, 工作平稳可靠等特点, 已现场应用 15 井次, 12 口井成功解卡。

[关键词] 液压增力; 连续解卡; 大负荷解卡

Research and application of hydraulic power continuous unblocking technology

Wu Hao

Liaohe Engineering Technology Branch

[Abstract] In oilfield development, production tubing sticking incidents often occur due to casing damage and improper operations during workover, leading to well inversion and severe tubing sticking, which seriously hinders normal well production and the implementation of subsequent measures. Due to limitations from surface conditions and repair equipment, the success rate of small repair equipment for unthreading has been relatively low. To address this, a hydraulic power-assisted continuous unthreading technology was researched and applied. This technology uses small repair equipment to control the anchor in reverse through mechanical means. When the surface pump truck applies pressure, multi-stage hydraulic power-assisted continuous pulling is used to unthread the tubing inside the well. It features automatic pressure relief for unthreading, ready-to-use for both positive and reverse circulation, and stable and reliable operation. It has been applied on-site 15 times, successfully unthreading 12 wells.

[Key words] hydraulic power increase; continuous unblocking; heavy load unblocking

前言

曙光油田是辽河油田公司主要原油生产单位之一, 构造上位于辽河盆地西部凹陷西斜坡中段, 目前已开发的含油层系有馆陶、兴隆台、大凌河、莲花、杜家台、古潜山六套层系, 是一个涉及稀油、稠油、超稠油, 涵盖近百个小断块的极为复杂的油田。随着油田注水开发、蒸汽吞吐和注水井转油井、油井转注水井等生产方式的相互转变, 使地质条件变得极其复杂, 地下深层部位地质活动加剧, 地层出砂严重, 同时由于套管变形以及套管腐蚀, 作业中操作不当等诸多原因, 造成了一些井下管柱提不动, 封隔器不解封, 砂卡等井下事故, 使油水井的生产不能正常进行, 严重时会导致油水井报废, 给油田造成重大的经济损失。

受地面环境、修井设备及井下管柱的限制, 小修设备大负荷解卡成功率一直比较低。跟踪了曙光油田需进行大负荷解卡

的 20 口井, 成功仅 3 口, 其余全部转大修。但一口大修井作业费用约 70~90 万元, 工期为 10 天左右, 施工周期长, 费用高, 对场地要求严格等, 不能完全满足效益生产、生产效益要求, 特别在油田长期低油价背景下, 研究经济、有效的解卡技术势在必行。

1 主要矛盾

1.1 油井管柱卡钻易造成较大经济损失

卡钻就是井筒内管柱失去了上下活动的自由, 管柱依靠地面提升设备不能够进行正常起下、旋转作业的现象。根据对卡钻类型的调查统计, 可分为砂垢卡、封隔器卡、套变卡、冲砂卡、落物卡、水泥卡等类型, 如图 1 所示。而卡钻的主要类型在油水井中所占比率也不尽相同, 油井卡钻类型主要以封隔器卡和砂垢卡为主, 水井卡钻类型主要以砂垢卡为主。

管柱卡井问题不仅严重制约油井正常生产及后续措施实

施, 而且由于修井作业是一项在井下套管中进行的修井工程, 套管状况本身存在不确定性、随机性和模糊性, 很容易因对套管状况认识不到位或技术决策失误, 而产生复杂意外情况, 甚至造成工序复杂化, 耗费大量施工费用和无限期延长施工时

间, 严重的卡钻事故还会造成油、水井报废甚至全井报废, 给油田造成重大经济损失。根据近年来修井作业资料分析, 修井作业过程中处理卡钻时间, 约占施工总时间的 6.6%~7.4%, 一年中约有 25 天在做卡钻处理无功工作, 成本消耗较大。

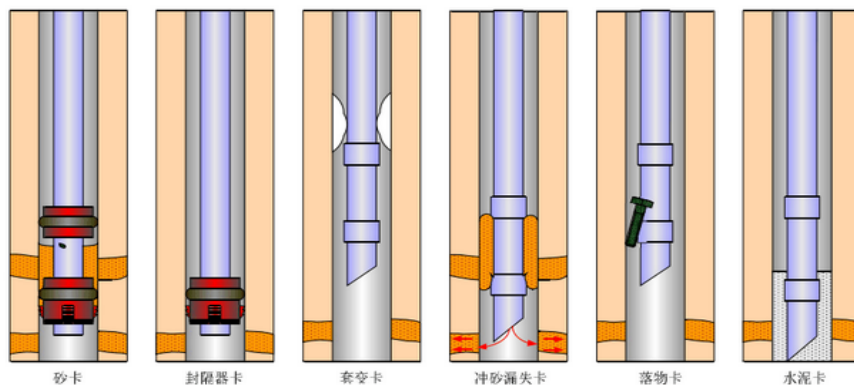


图1 卡钻类型示意图

1.2 常规解卡技术局限性

1.2.1 常规上提下放活动解卡工艺存在问题

(1) 上提负荷加大后, 有一部分负荷消耗在克服管柱与套管的摩擦力上, 使鱼顶无法获得解卡所需的向上拉力, 另外, 由于管柱的抗拉强度和设备的安全工作负荷要求, 上提负荷必须控制在安全值范围内, 这样, 落鱼鱼顶的上提拉力往往达不到足够的解卡力, 所以上提下放活动解卡工艺的应用效果在斜井、水平井施工中远不及在直井中的应用。

(2) 在上下活动管柱解卡过程中, 管柱与套管接触部位不断发生摩擦, 易造成套管磨损。

1.2.2 倒扣解卡工艺存在问题

(1) 使用地面驱动管柱倒扣施工, 由于管柱摩擦力造成的反力矩, 井口施加的倒扣力矩在克服了摩擦力矩后传递到打捞工具的倒扣力矩损失很大, 不足以将管柱倒扣。

(2) 井口驱动井下作业管柱倒扣施工, 不断旋转管柱与套管产生摩擦, 套管会严重磨损。

3 液压增力连续解卡技术

该技术利用小修设备, 通过地面泵车打压, 即可实现井内管柱连续解卡。施工时所需地面设备简单、操作方便、安全可靠, 不受井场条件限制, 最大提拉力可达 85t, 正常小修队伍就可以完成大修作业。该技术措施成本较低, 解卡效果较理想, 不但可减少修井周期, 而且还能节约一定修井费用。

3.1 液压增力连续解卡工具技术原理

当液压解卡工具与井内鱼顶对接后, 油管正打压 1~2MPa, 液压锚定工具开始锚定, 卡住套管; 继续正打压至 3MPa, 限位销钉剪断, 液缸开始工作。随着压力升高, 提升力逐点加大, 液压提升装置中的活塞与连接拉杆、倒扣接头与鱼顶一起上行, 完成一个井内解卡动作。然后上提管柱提至一定吨位继续打压重复上次动作, 实现连续解卡, 直至解卡成功。

3.2 液压增力连续解卡工具主要结构

液压增力连续解卡工具主要是由液缸、液压锚定装置、连接拉杆、行程泄压限位开关、倒扣接头、球座等部件组成。(图2)

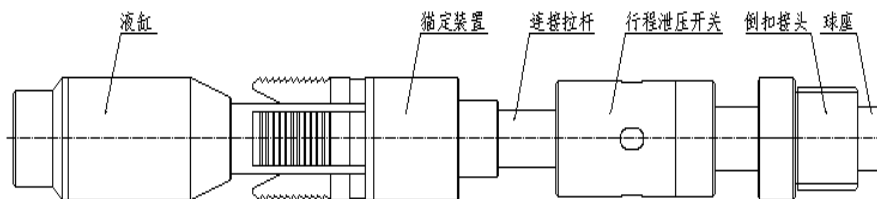


图2 结构示意图

(1) 多级增力液缸

多级增力液缸钢采用 5 级液缸连接, 每级在 1MPa 压力下产生 1t 上提力, 5 级液缸叠加, 压力 20MPa 时可达 100t 上提力, 由于上提力直接作用在落鱼上, 井架载荷不变, 解决了普通修井机载荷小的问题。

(2) 环形锚定器

环形锚定器与普通锚定器的不同主要在锚瓦上。锚瓦材料选用表面氮化处理, 洛氏硬度可达 50 度, 锚瓦与套管接触面积是普通封隔器的 3 倍以上, 地面试验验证在拉力 100t 时锚瓦顶部镶入套管 0.3mm, 套管未出现变形现象, 故不会因上提力过大而导致损坏套管; 锚瓦设计在工具下部, 工具及以上管柱不承受解卡拉力; 锚瓦采用液压控制, 下锚瓦设置剪切销钉,

可根据落鱼与卡点距离情况设计剪切销钉剪切力; 双级锚瓦交替工作实现了连续解卡。

(3) 安全泄压装置

本装置设计是针对水泥泵车无法将工具内的压力全部卸掉的这一不足, 采用下推泄压, 上提封闭这一液压系统工作原理将工具内的压力彻底卸掉, 进而保证液力提拉锚定装置的锚块回收到位, 确保工具继续顺利向前推进; 解卡结束后, 下放管柱自行打开, 可确保油套液面平衡, 保证液压解卡工具顺利地井内起出。

3.3 主要技术指标

该工具共研制了 2 种不同的规格, 来适应不同的套管尺寸, 基本上满足了油田生产的需要。(表 1)

表1 技术指标

适用套管 Φ /mm	外径 Φ /mm	总长 /m	工作泵压 /MPa	最大提升力/t	液缸数量 (级)
139.7	114	8	20	85	9
177.8	148	6	20	75	6

3.4 技术优势

(1) 通过地面压力控制液压增力连续解卡装置提升力, 并实现活动解卡, 设备简单、操作简便。

(2) 液压增力连续解卡工具可以将提拉力直接作用在落鱼上, 改变了打捞管柱受力方式, 由管柱直接上提转变为液缸提供动力, 工具对井下卡点进行直接举升, 避免无功作业, 提高打捞效果, 且达到保护套管和打捞管柱的目的; 提升了解卡动力, 由常规解卡小修设备能提供的最大拉力 30t 增加到 85t。

(3) 可退式液压锚定器独特的锚牙设计避免了常规水力锚可能发生锚牙卡死的现象, 双重退出方式使得操作更加的安全; 支撑卡瓦有辅助回收设置, 使装置起下顺利; 反向倒扣接头可使解卡装置安全起出, 施工安全可靠。

(4) 行程泄压限位开关可从地面了解井内情况, 上提油管时行程泄压开关可直行关闭, 下放自行打开, 解卡工作完成后, 不需再向油管内投球打压, 操作更简便。

(5) 适用性强。既可用于直井、斜井解卡打捞, 也可适用水平井解卡打捞。

3.5 技术特点

(1) 由多级液缸系统组成, 液压动力足, 直接作用在鱼顶上, 连续提拉解卡, 解卡成功率高。

(2) 实现小修设备常规作业代替大修进行解卡, 打捞方式所花费费用仅为大修作业的七分之一, 工期仅为大修作业的五分之一, 节省作业成本, 能在更短时间内恢复油井生产。

(3) 与大修钻磨相比, 对套管损伤更小。

3.6 适用范围

(1) 原井管柱卡 (包括生产管柱、注水管柱、注汽管柱等)。

(2) 打捞管柱卡 (如打捞封隔器和其它井下工具或落物等)。

(3) 作业过程中管柱落井 (冲砂管、通井管等)。

(4) 轻微砂卡管柱或工具, 可直接实施液压解卡。

3.7 液压增力连续解卡技术施工步骤

(1) 选用与液压增力连续解卡工具长度及外径相应的模拟通井规, 通井至鱼顶上部。

(2) 选用与井下鱼顶对应的打捞工具, 与液压增力连续解卡工具上的倒扣接头相连接, 然后用油管将液压增力连续解卡工具下入井内。

(3) 将液压增力连续解卡工具下至井内鱼顶上部 2m 处, 用清水循环反洗井一周。

(4) 下放管柱打捞鱼头, 当确认捞获后, 从油管投入 Φ 25.4 mm 钢球。然后将井内管柱提到受力中和点, 油管正打压 1~2MPa, 使液压锚定装锚定, 再将油管负荷下放 5t 左右。

(5) 给油管继续正打压, 此时液压增力连续解卡工具内的活塞上行, 带动中心拉杆、倒扣接头及对接工具一起上行, 使井下鱼顶位置发生向上位移, 实现井内管柱解卡, 然后泄压开关开启, 油管泄压, 完成一次解卡动作。

3.8 施工注意事项

(1) 施工时解卡工具位置应尽量选择固井质量较好井段,

避开射孔井段。

(2) 施工时应保证油套管液面平衡。

(3) 液压增力连续解卡工具下井过程中应严格执行相关操作规程, 控制好下放速度。

(4) 应充分考虑被解卡工具和油管的安全负荷, 防止被提断。

4 现场应用情况

液压增力连续解卡技术到目前为止现场共应用了 15 井次, 其中 12 井次顺利解卡, 2 次将油管提断, 1 次未成功。按上大修作业费用单井平均 70 万元, 小修解卡作用费用 10 万元计算, 节省大修费用 720 万元; 平均单井缩短工期 14d, 使油水井提前投入生产, 阶段措施增油 3897.2t, 创经济效益 243.5 万元, 累计创效 963.5 万元。

典型井例: 曙光油田一口稠油井, 热注后井卡, 先采用大井架反复活动解卡, 拔 64t 仍未拔动。经倒扣起出井内 45 根隔热管后采用捞矛打捞, 拔 40t 仍未动, 常规解卡失败后对该井采用了液压增力连续解卡技术, 下入解卡管柱至 413.3m 遇阻, 上提负荷至 40t 捞获, 用 700 型水泥车打压 20MPa, 稳压 10min, 负荷下降至管柱正常负荷, 解卡成功。措施后, 油井恢复正常生产。该井的解卡成功避免了上大修作业, 减少了作业成本和维修时间, 为下步工序措施打下良好基础。

5 结论与认识

(1) 液压增力连续解卡技术施工相对简单, 避免了部分油水井转为大修, 措施成本较低, 工期更短, 通过地面打压, 井内解卡, 杜绝了地面大负荷提拉造成的安全隐患。

(2) 现场应用证明, 液压增力连续解卡技术工具技术先进、成本低廉、操作简便, 不受井场条件的限制, 解卡方式所花费费用仅为大修作业的七分之一, 工期仅为大修作业的五分之一, 为曙光油田卡管柱井的复产提供了一种技术选择。

(3) 液压增力连续解卡技术对于冲砂作业中砂卡和注水管柱由于杂质、封隔器遇卡的状况, 使用效果比较理想。但对落鱼本体已经砂埋严重的情况下, 效果并不理想, 所以以后在使用前应对井史进行仔细研究, 认真分析遇卡原因, 做到有效使用。

[参考文献]

[1]中原石油勘探局编写.井下作业技术标准汇编 (2010, 39 (11): 56-59.) .

[2]李均强.液压解卡工具的技术研究与应用[J].承德石油高等专科学校学报.2010 (06) .

[3]杜荣.修井作业解卡方法的分析与应用[J].石油和化工设备.2013 (16) .

[4]陈涛平, 胡靖邦.石油工程[M].北京: 石油工业出版社, 2000: 445-446.