

连续管作业技术在快速修井中的应用

孙亮 (克拉玛依市建业能源股份有限公司, 新疆 克拉玛依 834099)

摘要: 受驱替介质、开发力度以及原油物性等因素的影响, 油水井会出现不同程度的砂堵、结垢等现象, 对操作以及安全环保有一定的影响。因为油井在常规维护性工作中, 主要面临的就是井筒内部严重结蜡, 容易出现测试工具不能下到井底以及不能投捞堵塞器的情况。

关键词: 连续管作业; 快速修井; 应用

因为井内的环境相对复杂, 原油的含蜡量比较高, 油水井蜡堵、结垢情况严重以及修井作业比较频繁, 常规的修井技术存在着工作周期较长、成本高、损耗高、安全环保风险大以及人工操作强度大的缺陷, 使用连续管操作技术可以轻松解决这些问题。因为连续管是一种可以反复弯曲、实现多次塑性变形的新型石油管道材料。因为施工作业多样性以及可靠性, 连续管和机械装备被看作“万能作业机”, 在很多有石油资源的国家已经广泛使用。

1 连续管作业技术的原理以及具备的特征

操作占地面积小、施工速度快、施工投入成本低、机动性比较强等都属于连续管作业机的优势, 在油田行业中广泛使用以及得到认可。连续管是一根没有螺纹连接就可以缠绕在滚筒上, 在油井中连续起下的钢管, 拥有较好的挠性、刚性以及灵活性, 可以在不压井、不动井内管柱、不拆除井口的情况下, 就可以完成井筒中疏通堵塞除去结垢的操作, 清理管柱中的砂、蜡等堵塞物质, 这样对油气层有一种保护作用, 施工的过程比较简单并且快捷, 关键是安全性高^[1]。可以提升操作的效率, 减少操作投入的资金成本, 在实际工作中拥有很大的优势。

2 连续管作业技术在快速修井中常规的应用

连续管特有的技术就是在结垢堵塞、堵砂的关键位置, 快速冲洗或者粉碎堵塞物品, 保证在不动井内管柱的情况下, 完成有问题井的修理工作, 保证快速修井然后开始生产。

2.1 无杆泵采油连续管冲洗解堵卡技术

因为原油中含蜡量较大、凝固点高, 潜油电泵等无杆泵采油井比较容易出现蜡堵的情况, 会使油套环形空间的蜡长时间堆积, 使刮蜡的时候遇到阻碍, 一般需要进行大修打捞管柱作业。连续管快速修井作业使用小尺寸连续管携带旋转高压水力喷射工具设备, 经过油管中高温液体的持续循环, 并且结合着套管反挤注的方法, 再一次在连续管和套管的内部以及外部构建有效的温度场以及循环通道, 融化油污和结垢、达到不动管柱就能解堵, 尽快恢复生产。

2.2 连续管替喷技术

为了使油层快速恢复产油, 就可以使用连续管设备

并且借助氮气或者使低密度的液体, 将井筒中高密度的液体替换成低密度的液体, 使井筒中液柱的压力小于地层压力, 使油井完成自喷^[2]。其中连续管替喷的特征就是: 使用普通的方法替喷不能达到要求的时候, 使用连续油管替喷。不用压井作业; 因为氮气对井下工具以及管道材料没有腐蚀的作用, 并且操作的时间短。

使用低密度的液体替喷, 相对于常压地层来讲, 可以使用连续管替入低密度的液体为了减少井筒液柱的压力, 使井筒液柱的压力小于地层压力。

使用氮气替喷。因为氮气是一种比较安全的气体, 在油井替喷操作中得到广泛的应用。使用氮气可以对不能形成自喷的井、取样以及测压的井进行氮气替喷, 也可以使用氮气对酸化的地层完成排液以及气举操作^[3]。氮气对油管的内部没有腐蚀的作用, 更不会和井内的液体形成反应。使用控制氮气排量的方法就可以控制液体的返出量。

2.3 连续管冲砂技术

出砂是在油气井生产阶段经常出现的问题。使用连续管冲砂的特点就是: 不用起出原来井中的管柱; 在连续管下井操作期间连续不断的循环冲砂; 操作工期短、效率高的特点。

冲砂介质的种类有: 水、硝化水、泡沫。水作为冲砂作业中最常见的一种循环介质。在操作之前应该先考虑井筒液柱压力有没有大于油层的压力^[4]。然后应该考虑连续管的尺寸和生产管柱的尺寸是否吻合, 大尺寸的连续管可以得到较好的循环排量, 增强返出的速度以及冲砂的携带能力; 在地层压力太低的情况下, 用硝化水作为冲砂介质, 可以降低循环液的压力梯度, 这样的氮气和水的混合物被称为硝化水。可以在使用之前将氮气和水的比例调整好再开始操作, 因为如果氮气在水中的比例比较高, 液体在环空形成回流的可能性就比较大, 携带砂的能量就会随之降低, 会容易形成连续管被卡住的情况; 使用泡沫作为冲砂介质, 有些井在使用水和硝化水作为循环介质的时候, 形成的最大上返速度不能把砂子带出井筒之外。有可能是因为油井比较深的原因、油管或者是管内径比较大、地层的压力较低等情况。使用泡沫冲砂, 保证在有限的排量以及较低泵速的时候, 泡沫可以把井中的砂子带到井筒外面的地面上。因为泡

沫拥有低的压力梯度以及较高的携砂能力。那么泡沫是氮气在水中形成的乳化物。氮气的含量在 65%~80% 左右。泡沫是用水泵把水以及 3%~5% 的表面活性剂和借助雾化的氮气混合形成的。

连续管冲砂作业中的基本步骤。第一步，先把连续管以及泵、相应的混合设备准备好；第二步，装一个三通在防喷器的下方；第三步，将可调油嘴安装在管线上；第四步，开始测试防喷器以及管线的压力；第五步，连续管下到井底，如果不确定结垢、砂的位置，连续管下降的速度尽量控制在 15m/分；第六步，距离砂 30m 的时候，把连续管的下入速度调整到计算好的速度；第七步，继续向下放连续管冲砂，每下降 150m 就上提一次，主要是确保管柱的负荷。在冲砂期间尽量保证环空有返出，如果返出在减少或者没有返出，需要立即上提连续管，连续操作直到有返出结束；第八步，连续管下到生产管柱的底端前停止下放，然后缓慢上提连续管期间循环一周；第九步，往下冲洗到预计的深度，在这个位置上至少循环两周。在循环期间隔 15min 就上提一次，避免三通位置的连续管出现磨损。一般情况下，可以将连续管不间断的起出，上提的速度应该小于环空液体的上返速度；第十步，起出连续管的时候，应该保持循环。

2.4 连续管高压清洗技术

连续管高压清洗工具是一种高效并且快速的修井工具。随着石油资源的开采，对连续管高压喷射清洗技术的研究有了很大的进步。使用高压喷射清洗技术可以清洗管壁上的结垢、蜡等物质。使用连续管高压清洗，可以节省起下生产油管的时间，减少资金的投入。

2.4.1 清除管壁内部的结垢的方法

如果连续管上接戴纳钻具磨洗、酸洗、钢丝扩眼器扩眼等，这几种方法都存在着一定的局限性，部分公司还会使用更换井下管柱的办法。有专业的公司开发设计的高压喷射清洗系统还包括着一个移位喷射工具，井下过滤器、地面过滤设备以及循环泵、连续油管设备、油管计算机软件系统。主要是为了取得清洗作业的成功，需要借助计算机测量最佳的喷嘴尺寸以及数量、连续油管的起下速度以及冲洗的次数。不管是哪一个数值的变化都会对冲洗的效果有严重的影响。

2.4.2 高压喷射的工具

当前在工作中经常使用的高压冲洗工具中带有管形棘轮转向工具，使用这个工具可以清洗较大尺寸的油管。其中管形棘轮转向工具拥有一个压力驱动的内轴以及棘轮机构，依靠着放压以及加压完成喷射头的转向，这个喷射头转 30°。到了开泵清洗作业的时候，高压喷射头还是保持在一个角度上，在泵停止后泄掉内外压差的时候，高压喷射头改变位置、内芯轴借助弹簧力收回，再次开泵打压的时候，喷射头就转动 30°，换到新的位置上。高压喷射头上的喷嘴在操作的时候应该按照设计

的要求进行钻孔。高压喷射头侧面的喷嘴是用来清洗管壁，底部的喷嘴清洗桥堵或者是固相切割，经过喷射头的转动以及上下活动反复经过清洗段，就能对整个清洗段的管壁完成彻底的清洗。

2.4.3 过滤设备

将所有的清洗液倒入泵吸口之前必须要有严格的过滤，基本上使用的是硅藻土过滤器或者是桶式过滤器，一般情况下，过滤的精度保持在 2~10 μm。通过过滤的清洗液在高压清洗操作中还是要经过两种过滤器：其一是地面管内过滤器，一般地面管内过滤器是用来过滤从泵出口到连续管入口的液体。这样的过滤器基本上间隙是在 0.25mm 的筛管。需要把过滤器插入在 50mm 的高压管线内部才能正常使用。另外一种就是井下管内过滤器，因为喷射工具上的孔眼或者喷嘴直径在 0.7~2.2mm 中间，清洗液中的固体颗粒比较容易堵塞或者是损伤喷嘴。管内过滤器是间隙为 0.5mm 的筛管，并且连接在高压冲洗工具的上方，作为最后一道过滤器，主要为了防止连续管中有残留的泥浆、铁锈进入到喷嘴中。

2.4.4 清洗液的功能

第一是减少阻碍的作用，在同等压力作用下，高压清洗工具中通过的液体量会受到摩擦力的影响冲洗操作中，可以有效提升冲洗的效率；第二是对高分子轰击的作用，因为聚合物的高分子量和强度可以使喷嘴喷射出来的液体更有能量冲击目标；第三是有润滑的作用，因为聚合物的粘滑作用，对泵以及喷嘴的零件会有润滑的作用，这样可以减少摩擦力；第四是有悬浮的作用：0.3% 的聚合物水溶液对固体以及细粉颗粒的悬浮力大于清水，这样就比较容易将冲洗下来的碎屑带出井外。

3 结语

综上所述，连续管作业技术在快速修井中，技术现场的适应性较强。一体化连续管操作拥有高度集成化的特点，可以适应不同种类型的井况施工的状况，和传统的设备比，此设备的体积较小，使用灵活；另外施工的效率比较高；安全性较高，因为连续管作业是不压井带压作业，整个过程不拆除井口、不动管柱密封操作，自动化设备可以对井口进行远程操作，可以在滚筒安装摄像头，为了有效提升施工期间以及井控作业的安全性。

参考文献：

- [1] 蔡孟哲. 浅谈连续油管井下作业技术应用及前景展望 [J]. 中国设备工程, 2021(12):211-212.
- [2] 于志军, 王文军, 黄立华等. 连续管作业数据安全评估技术与软件开发 [J]. 石油机械, 2021, 49(05):115-121.
- [3] 于志军, 贾海平, 张清龙, 等. 连续管作业综合管理系统开发与应用 [J]. 石油机械, 2021, 49(04):96-102.
- [4] 刘俊廷. 连续管作业技术在快速修井领域的应用 [J]. 石油石化节能, 2020, 10(11):19-21+3-4.