

连续油管技术在采油修井 作业中的实践应用效果与经济效益优势分析

马 骥 李 潇 马莉军 (中国石油天然气集团公司 (股份有限公司))

玉门油田分公司, 甘肃 酒泉 735200)

摘要:在我国众多油田修井等作业中广泛应用连续油管技术,其主要特点是带压作业、效率突出、体积小和成本低等,在油气开采的整体过程中均比较适用。修井作业开展过程中,与常规修井相比,连续油管修井技术优势十分显著,可提高作业的灵活性和安全性等,并且能发挥保护油层以及增加产量的作用,对于油田经济效益的提升起到良好的促进作用。本文对连续油管技术应用现状进行研究,提出技术实践策略,以期为工作人员提供一些参考。

关键词:连续油管; 技术应用; 产业促进; 经济发展

0 前言

社会建设水平不断提高,在这一背景下,经济发展正经历巨大变化,因此油气资源使用需求量也在提升,为满足这一要求,采油产业的发展空间空前巨大,出于提高采油效率和质量的目的,需引进更加先进的技术,其能在更多层面上提高工作有效性,并且契合于可持续发展理念,资源利用率也大大提升。连续油管技术是类型比较突出的一种,相比于其他技术优势显著,目前作业中可取代接单根管的模式。

由于修井作业在采油作业中占据重要比例,综合性分析作业的技术管理过程,复杂性十分突出,因此高温等问题始终难以有效解决。将这一技术应用在作业生产中,能发挥独特优势,因此实现采油作业中技术广泛应用。

1 技术发展概述

相比于国内,国外油田技术研发和开发时间比较早,时间追溯到上世纪60-70年代,连续油管设备研发已经成熟,发展到70年代中期阶段,在油田修井作业中,连续油管设备使用规模已经初具模型^[1]。到70年代末期,已经出现一些设备商,加入到设计环节中。早期连续油管作业开展,针对焊点数量多以及作业长度小等问题已经不断优化性能和加工工艺水平,致力于问题解决。近些年,技术发展愈发成熟,这一技术改变以往对焊工艺方式,新的市场需求出现后,为满足这一需求,不断增加其尺寸,到现在为止,在常规作业中已经使用2-7/8(73)mm以下尺寸,并且实现了广泛使用。

2 技术应用原理以及构成概述

连续油管主要是指通过一定数量百米以上长度柔性管,借助对焊或者事实斜焊等工艺技术连接的无接头连接管,其长度参数通常会达到上百或者是上千米,其也会被称之为盘管或者是蛇形管等。设备联合相应操作设备被称之为连续油管作业机,通过会包括一些组件,例如卷筒、注入头、控制室和动力装备等^[2]。首先是卷筒,其作用是对连续油管进行存放;注入头作用是连续油管使用过程中为其提供驱动力;控制室作用是操作员使用过程中为其进行数据采集;动力装备作用是系统运行过程中为其提供需要的液压动力或者是其他形式的动力支持。技术具体应用过程中,需要拉直管线,通过注入头完成井下下伸,使用完毕后会回收,这一过程中使用的连续油管直径参数通常是0.75-4.00(20-100mm)^[3]。

3 技术应用现状和经济效益优势分析

3.1 应用现状

连续油管是通过低碳合金钢制作而成,其挠性好,因此也被称为挠性油管,长度参数通常会达到几千米,从而取代常规油管开展作业,其特点是弯曲程度大,强度高,没有接头和变径等,采用此种方式能够缩短作业时间,成本有效降低,广泛应用在石油开发中,得到了应有的重视。

我国第一台连续油管作业设备是在1977年引进的,在长期发展之后,技术的开发和应用均获得重要进展,目前技术水平不断提高,设备也实现改革换代,基于这些因素推动,连续油管的应用程度进一步加深,

但此种技术基本应用在内陆油田项目，与这一项目相比，海上施工项目比较单一，基本是在测井和冲砂等领域中，因此会面临技术设施不合理以及设备实际有效性不突出等问题，不能充分发挥连续油管技术的优势。技术人员针对这方面问题要提高重视程度，巩固技术使用基础，凸显技术优势，将这一技术逐步应用在海上油井复杂领域中，深化技术应用效果。

3.2 应用经济效益优势

相比于常规油管，连续油管存在较大差异，长度上可满足更多需求，使用过程中采用焊接方式，能够解决接头问题，防止油气泄漏风险。早在上世纪 80 年代左右，我国采油业逐渐应用连续油管技术，在推动其发展同时，提高油管性能，这一技术的使用愈发成熟。将此技术应用在采油修井作业中，相比于其他技术，其更加简单和环保，并且安全性和效率性等优势更让其他技术形式望尘莫及^[4]。将其应用在修井平台中，涉及的设备数量较少，因此可缩短安装设备的时间，作业准备时间也大大降低，可降低作业投入成本。除此之外，采用焊接技术连接油管能够防止接头问题，部分敏感底层部分安全性也会显著提高。储层部分得到有效保护，可确保原油产量，并且由于其弯曲和体积等特点优势，可更好的应用在限制性较强的地面平台上，显著提升了油田的经济效益增收能力。

4 连续油管技术在采油修井作业中的实践措施分析

4.1 连续油管钻塞技术应用分析

在施工过程中，针对常规油管钻塞效率较低的问题，会采用连续油管速钻桥塞技术，可有效缩短钻进时间，控制在 13min。为提高后续生产效果，需借助钻模工具对底层通道进行疏通，并且在井内分层压裂影响下形成的速钻桥塞等问题进行清除，也可开展井内水泥塞作业的钻除工作。针对水平井分段压裂产生的问题，钻磨桥塞技术能够有效解决，起着关键性作用，常规处理方式主要是选择普通油管以及钻铣工具进行，要面临长时间施工等问题。通过选择连续油管磨钻技术，借助水力液压动力作用能够保证其高速运转，钻模井内桥塞，疏通井筒后，能够开展进一步的返排和生产工作。通过此项技术应用能够完成带压作业，并且对桥塞、滑套等问题有效处理，工作效率提高同时可以实现快速投产。

4.2 打捞作业中应用措施

在打捞作业中应用连续油管技术，是比较常规的

一种模式，通过是借助连续油管下方添加的加重管柱设备，主要是加重杆以及加速器设备构成，会将打捞设备放在加重管柱下方，通过此种方式会构成连续油管打捞装置。借助此种技术打捞过程中，相关工作人员需要首先处理桥塞上的杂物，通过按钮逐渐增加气压直至桥塞捞出结束。桥塞被慢慢提起，打捞作业提示顺利完成^[5]。通过此种方式可针对水平和大斜度井中掉落的物体进行打捞，由于连续油管的钢丝绳实际拉伸强度十分可观，因此下方设置的打捞工具重量较大情况下，也能够保证作业顺利开展。除此之外，在打捞过程中可借助连续油管的无限循环特征，短时间内能够安装设备，作业时间有效缩短，并且成本降低作用显著。

4.3 连续油管酸化处理措施

常规管柱接受酸化处理过程中，管内存在的杂质和锈等均会与酸液一起进入到地层，通过连续油管酸化处理，能去除管柱内杂质以及污垢，降低酸化对地层产生的污染程度。常规酸化处理措施使用的处理液量比较大，酸液会对井段产生影响，难以实现有效酸化处理，连续油管可实现井段的选择性处理，作业质量提高同时能够降低液量使用量。通过连续油管进行酸液处理，不需要压井步骤，油井的控制效果也比较突出，安全性较高。

4.4 切割技术中连续油管技术应用措施

目前采油业生产过程中，基于硬度和承压等因素影响，采油修井的切割环节中会经常使用连续油管技术，这一环节的主要技术原理是通过连续油管液压割刀作用，会将动力液顺利传输到液压马达装置中，此举能够转动液压马达，并且带出液压割刀，可满足切割需求^[6]。相关工作人员需要对动力泵变化进行仔细观察，判断井下切割作业是否顺利完成。在作业完成之后，工作人员需要注意需要马上结束地面动力泵的运作状态，液压割刀能够及时收回在液压马达中。在切割作业中应用连续油管技术，可简化切割任务，并且切点处理上更加平滑，便于后期打捞作业顺利开展。连续油管技术由于具备上述功能，因此被多个企业青睐并加以选择，在切割作业中广泛应用。例如青海油田在生产中对这一技术进行有效应用，改造和完善切割技术，将其应用在采油作业中，达到连续油管水力切割的目的，为采油产业发展奠定重要基础。

4.5 连续油管测井技术应用效果

综合性分析常规化的电缆测井，通常会应用在直

井或者是井斜参数不大于 450 的井中, 在井斜参数超出 450 情况下会借助特殊工具进行, 比较常见的有加重杆或者是导向器等^[7]。井斜参数多于 600 情况下, 工具上的垂直分力参数也会愈发降低, 此项参数难以应对工具产生的摩擦阻力情况下, 工具难以自动下滑, 因此会导致常规电缆测井应用面对阻碍。采用连续油管测井技术能有效解决这一问题, 原因在于此项技术具备较好的柔性, 并且能将井下测井的工具保持在大斜度井段或者是水平井段中, 并且在水平井处理中, 使用此项技术可实现水平段中测井工具推进 900m 的效果。

4.6 连续油管射孔技术应用效果

目前我国采油业中连续油管传输射孔类型主要有两种, 其一为携带小直径射孔枪过滑套射孔方式, 另外一种是大直径射孔方式。针对施工作业中固井滑套工艺井压裂情况下, 滑套不能打开的问题, 采用第一种处理方式, 能够疏通压裂通道, 是效果十分显著的技术处理措施^[8]。借助电子机械实现深度定位, 借助连续油管, 带着压差引燃式射孔枪直至目的层深度, 在油管和套管作用下, 打压引燃射孔枪, 可完成射开步骤, 达到作业目的。相比于油管传输射孔的方式, 采用连续油管射孔能够实现水平段的短时间运输, 缩短作业周期。

4.7 冲砂以及高压清洗方面应用效果

在长时间运行后, 油管中会积累一些砂子和结垢等物质, 未及时有效处理, 会对采油效率和质量产生直接影响。连续油管技术可应用在清理环节中, 属于一项比较重要的技术, 采用的高压清洗工具也是修井作业中较为常见的工具, 能够有效作用在井内结垢清理工作中。这一技术可在清理油井杂物同时, 缩短油管生产时间, 能够有效优化作业开展效率, 生产成本得到大幅度降低。多数油田生产中会采用这一技术完成高压清洗工作, 在修井作业中比较普通的应用连续油管技术中的冲砂洗井, 实操过程中, 相关人员会使用一定量的洗井液, 将其应用在油管泵中, 顺着进入到油管, 伴随洗井液会一定从油管流出来, 这一过程后会达到冲砂的目标。现阶段在大陆油田生产中, 连续油管技术得到广泛应用, 并且逐渐实现在海上平台的相应尝试, 部分油田利用这一技术优势, 作用在冲砂作业中, 深度参数已经实现到井下的 2400 多米, 效果十分显著, 对油井中出砂的问题有效解决, 工作效率和采油质量均得到保证^[9]。

4.8 连续油管钻井技术应用效果

这一技术的优势在很早之前就已经被承认, 目前这一技术已经广泛应用在老井的加深和侧钻等工程中。相比于常规钻井作业, 此种作业形式优势特别, 能够安全钻井, 针对不平衡钻井, 采用连续油管压力设备, 能够确保安全性, 降低地层损害程度, 并且提高进尺效果, 防止出现严重卡钻问题。除此之外, 能够保证循环压井液, 在设备上会安装旋转接头, 过程中实现不间断循环, 能够提高井控制作用, 避免坍塌。缩短作业时间, 流程中可省略卸扣, 起下过程中依然保持循环, 井眼条件突出, 降低事故发生率。

5 总结

采用连续油管工艺设备和相关技术能够提高修井作业的适应性和安全性, 在能效比和环保比方面优势显著。通过采用相关工艺设备, 能保证作业开展更具高效性, 增加经济效益, 发挥行业示范作用, 遵循持续改进发展方针, 推动采油产业可持续发展, 具备更加广阔的发展前景, 凸显技术使用价值。

参考文献:

- [1] 黄瑞, 刘少胡, 吴远灯等. 螺杆式连续油管水力振荡器轴向力及其影响因素分析 [J]. 机床与液压, 2023, 51(19):52-57.
- [2] 王琼, 鲁辉. 连续油管封井技术在盐矿老井封堵中的应用 [J]. 中国井矿盐, 2023, 54(05):10-14.
- [3] 贾凯雄, 李宣熠, 李俊锋等. 连续油管带底封拖动压裂现场存在问题分析与对策 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(17):22-24.
- [4] 王文轅, 李臻, 等. 连续油管作业的数字孪生及其下入性 [J]. 科学技术与工程, 2023, 23(23):9918-9926.
- [5] 国内首个超长钛合金连续油管制造基地落户中山 [J]. 钢铁钒钛, 2023, 44(04):141.
- [6] 张启龙, 张明, 陈玲等. 连续油管喷砂射孔管柱校核方法研究与应用 [J]. 当代化工, 2023, 52(07):1604-1609.
- [7] 王思维. 连续油管发展现状与趋势 [J]. 化学工程与装备, 2023(07):215-216.
- [8] 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.
- [9] 张志刚. 轻型无隔水管作业船在水下井口油井修井中的应用 [J]. 安全、健康和环境, 2019, 19(08):11-14+29.

作者简介:

马骥 (1988-), 男, 汉族, 甘肃酒泉人, 助理工程师, 主要从事石油工程工作。