

石油工程井下作业的修井技术及工艺

刘金鹏

中海油田服务股份有限公司天津分公司 天津 300459

摘要：石油是我国的主要资源之一，随着我国科技水平的快速发展，在石油工程矿井作业过程中，工作人员必须不断完善修井技术，才能保证总体工程施工质量。本文概述了修井技术的重要性及其在保障油田生产安全、提高采收率方面的作用。分析了压裂工艺、试油测试工艺及井控新工艺等关键修井工艺，并针对当前修井技术与工艺在操作技术水平、存在砂卡现象、堵塞因素及配套工具可靠性差等方面的问题，提出了提升操作人员技术水平、优化工艺技术程序及加强设备优化等具体措施，旨在为提高石油工程井下修井作业的效率与质量提供理论参考和实践指导。

关键词：石油工程；井下作业；修井技术及工艺

引言：随着石油工业的不断发展，石油工程井下作业的复杂性和难度日益增加，修井技术及工艺的重要性愈发凸显。修井作业不仅直接关系到油田的正常生产与安全，还对提高采收率、延长油田寿命具有重要意义。因此深入研究石油工程井下作业的修井技术及工艺，分析存在的问题，并探讨相应的提升措施，对于促进石油工业的可持续发展具有重要意义。

1 石油工程井下修井技术概述

石油工程井下修井技术是确保油气井持续高效生产的关键环节。随着石油开采的深入，井下作业环境日益复杂，该技术解决了油井在生产过程中出现的套管损坏、井筒堵塞、设备故障等各种问题，保障了油井的正常运行和延长其生产寿命。井下修井技术涵盖了多个方面，包括修井前的准备、修井过程中的技术操作以及修井后的维护管理^[1]。（1）在准备阶段，需对井下环境进行详细勘察，明确修井目的和作业范围，制定科学合理的修井方案，并准备好所需的设备和材料。（2）在修井过程中，技术人员需根据井下实际情况选择合适的修井工具，如修井管、修井钻头和修井液等，并采用适当的修井工艺，如打捞、侧钻、补接等，以解决具体问题。还需密切关注修井作业的安全性和环保性，确保作业过程不会对环境 and 人员造成危害。（3）修井完成后，还需对油井进行必要的维护和管理，以巩固修井成果，防止类似问题再次发生。随着科技的进步，井下修井技术也在不断发展和创新，如带压修井技术、多层压裂技术等的应用，进一步提高了修井效率和效果。石油工程井下修井技术是一项复杂而重要的工作，需要技术人员具备丰富的专业知识和实践经验，以及高度的责任心和敬业精神。通过不断优化和创新修井技术，可以确保油井的持续高效生产，为石油工业的发展提供有力保障。

2 石油工程井下作业修井工艺小井眼工艺

2.1 小井眼解卡技术工艺

小井眼修井技术运用的解卡技术一般是上提下放、倒扣和综合组配技术等。（1）上提下放活动技术，主要是指当打捞工具下放到井内抓取到需打捞的落物后，根据井内的实际情况，借助一定的技术手段，将落物缓慢吊起，到达一定高度后再快速下放，借助产生的力造成卡点震动，最终产生松动，达到解卡的目的。（2）倒扣技术十分重要，如果活动管柱技术未能发挥效果起到解卡效果，此时就需要测算卡点的深度。随后再计算卡点以上井内全部的管柱重量以及所用到的工具重量，按照一定的技术参数采用倒扣技术可以实现解卡。（3）综合组配技术是在用倒扣技术打捞清理完井内全部落物后，再对这些落物进行分析和归类，根据其所属类别以及井内的实际情况最终确定解卡策略和方式。造成油井卡阻的类型是砂卡、小件落物卡和化学堵剂卡等，那么就可以采取上下震击的手段进行解卡。如果使用震击进行解卡失败，就需要进行进一步分析，如果是套变卡那么就需要使用套磨铣解卡。

2.2 小井眼打捞技术工艺

使用小井眼打捞需要满足一定的前提条件，如落物大小以及鱼头和井眼直径大小，任何一项数值的变动都会影响打捞手段的选择以及打捞效果。打捞普通落物和140毫米套管打捞的方式和操作是一样的，一般都是借助小钻杆、空心抽油杆或者将连续油管 and 井下工具相连接共同开展和实施打捞工作^[2]。小井眼打捞的具体流程：（1）首先检查钻具的大小以及性能，查看水眼是否通畅以及螺纹的状况，综合所使用的工具以及井内情况绘制构造图，随后将打捞工具下放到井内开展打捞工作。（2）保障下入油井的管柱的数值与油井规格相匹配，精

确打捞时间以及接触到鱼顶后的时间,将密封脂全部涂抹和覆盖在管柱丝扣上,拧紧螺纹的同时还要保证方向正确不可出现歪斜。(3)保障所使用的打捞工具和所打捞物体尺寸相符,在打捞前后对鱼顶进行清理。(4)使用打捞工具时要遵守相关使用说明,按规定和标准对落物进行打捞。(5)坚持打捞井下落物的原则,不对鱼顶及油井结构进行破坏,并尽量降低打捞工作的难度。

2.3 小井眼修井工具的选用。

在选取打捞工具时,务必基于实际情况进行深入分析,特别是针对大井修复,正确选择修井工具至关重要。需特别注意打捞工具的可退性,确保其能够灵活进出,避免“能进不能出”的尴尬局面,从而保障后续工作的顺利进行。小井眼的修复工作因其内部环境复杂而更具挑战性。维修人员往往难以仅凭经验作出判断,此时需借助探测仪器,深入探测井下环境,为确定维修流程和计划提供准确依据。选取规格适宜的维修工具进行作业,以确保维修工作的有效性和生产安全。

3 当前修井小井眼打捞技术与工艺难点问题

3.1 操作技术水平低

石油井下修井作业一般都具有环境恶劣、工作强度大、施工技术高的特点,在高危系数环境下施工不仅使作业人员多方面受限,同时给井下修井作业工作人员带来很大的考验。由于井下修井作业十分艰难,导致井下作业人员流动性很大,一些经验丰富的员工很难长期留任,人才不断的流失,新手没有成熟的技术经验与技巧,所以就会出现井下作业人员技术水平低下的问题。井下修井作业对技术精度的要求极高,复杂多变的地质条件进一步加剧了操作难度。面对这些挑战,技术水平的不足不仅影响作业效率与成功率,还可能加剧安全风险,导致事故频发。

3.2 存在砂卡现象。

小直径的油井井眼易遭受砂石堵塞。一旦在井眼安装投产管柱,无论砂量多少,都可能引发严重堵塞,特别是当砂石形成柱状时。管套冲砂作业中,大量泥砂的流动也会导致井眼堵塞。这些因素共同作用,加大了小井眼修复技术的实施难度,使得修井作业更加复杂和具有挑战性。

3.3 堵塞因素存在。

因为油井的井眼处所使用的组件都非常精细,所以极易受到其他作业的影响,尤其是在进行水泥封堵时容易受到挤压堵塞,降低安全性,影响最终效果^[3]。这种现象还会影响落物打捞,在进行打捞作业时由于套管堵塞严重无法将打捞工具下放到井内,或者可以将打捞工具

下到油井内但无法进行打捞,如果在打捞过程中发生二次堵塞又会导致打捞工具无法取出,常见的打捞手法也无法施展和使用,影响修井进程。

3.4 配套工具可靠性差。

各生产井的井眼大小因生产情况而异,要求配套工具必须符合特定尺寸,有时甚至需要专门定制,如针对套管内径的特殊要求。但当前市场上的通用工具往往无法满足小井眼的特定需求,导致修井效果不理想。配套工具的可靠性影响修井进程和效果,制约了小井眼修井技术的进一步发展与创新。

4 修井技术与工艺水平的提升措施

4.1 提升修井技术相关人员的操作水平

在石油工程井下作业的修井技术与工艺中,为提升修井技术相关人员的操作水平,石油企业应采取一系列针对性强、实效性高的措施。(1)加强教育培训是关键。企业应定期组织修井技术人员参加专业技能培训,内容涵盖最新的修井技术、工艺流程、设备操作及安全规范等。通过理论讲解与实操演练相结合的方式,使技术人员能够熟练掌握各项技能,提高操作水平。(2)实施持证上岗制度。要求所有修井技术人员必须通过严格的考核,获得相应的资格证书后,方可上岗作业。这不仅能确保技术人员具备必要的专业素养,还能有效避免因操作不当导致的安全事故。(3)建立激励机制也是提升操作水平的重要手段。企业可以设立技能竞赛、优秀员工评选等活动,对在修井技术、工艺创新等方面表现突出的技术人员给予表彰和奖励,激发其工作积极性和创造力。(4)加强现场指导和监督。在修井作业过程中,企业应安排经验丰富的技术人员进行现场指导和监督,及时发现并纠正操作中的不规范行为,确保修井作业的安全和质量。通过定期的安全检查和评估,对修井技术人员的操作水平进行持续跟踪和提升。提升修井技术相关人员的操作水平需要从教育培训、持证上岗、激励机制和现场指导等多个方面入手,形成全方位、多层次的提升体系,为石油工程井下作业的顺利进行提供有力保障。

4.2 加大对修井作业工艺技术程序的优化

4.2.1 优化井下落物的打捞技术

加大对修井作业工艺技术程序的优化是提升整体效率与安全性的关键途径。优化井下落物的打捞技术尤为重要。传统的打捞方法可能面临操作复杂、耗时长、成功率低等问题,影响修井作业的进度与成本。技术优化应聚焦于提升打捞效率与精确度。通过引入先进的打捞工具与设备,如智能导向系统、高精度打捞钳等,可以

实现对井下落物位置的精准定位与快速抓取。结合大数据分析 & 模拟仿真技术,对打捞过程进行精细化规划,预测并规避潜在的风险与障碍,进一步提高打捞成功率。优化打捞工艺流程也是关键。通过简化操作步骤、减少不必要的环节,缩短打捞作业时间。加强打捞过程中的安全监控与应急响应机制,确保在紧急情况下能够迅速采取措施,保障人员与设备的安全。优化井下落物的打捞技术是提升修井作业工艺技术程序的重要一环。通过引入先进技术、简化操作流程并加强安全监控,可以显著提高打捞效率与成功率,为石油工程井下作业的顺利进行提供有力保障。

4.2.2 水动力修井技术

水动力修井技术巧妙融合液压动力与井下作业工具,通过精准控制液压流驱动钻具旋转,不仅有效解决了传统修井中因摩擦和转矩导致的解卡难题,还显著降低了作业过程中的能量损耗。针对复杂井况如水平井与斜井,水动力修井技术展现出卓越的适应性和高效性,能够精准定位并处理井下故障,确保修井作业的安全与顺利。在技术优化方面,我们聚焦于提升液压系统的精确控制能力与作业工具的耐用性。通过引入先进的液压传动技术,实现压力与流量的精细调节,确保动力传输的高效与稳定。对倒扣装置、油管柱及打捞工具进行材料升级与结构优化,增强其抗磨损、耐腐蚀性能,延长使用寿命,减少更换频率,从而进一步缩短修井周期,提升作业效率。结合智能化监控与数据分析技术,对水动力修井过程进行实时监测与反馈,及时发现并解决潜在问题,确保作业过程的安全可控。

4.3 加强设备优化

4.3.1 优化打捞工具

在石油工程井下作业的修井技术发展,打捞工具的优化是提升作业效能的关键一环。为实现打捞作业的高效与精准,我们致力于推动打捞工具的一体化设计。这一设计理念旨在通过集成多种功能于一体,简化作业流程,提升打捞效率。我们注重提升打捞工具的适应性与灵活性,如采用新型母锥打捞工具,其设计能更有效地与落物结合,通过精准控制加压与旋转动作,实现稳定提升。结合弹簧刀与震击器、内割刀等辅助工具的创新应用,形成一体化的打捞解决方案,提高了打捞成功率,缩短了作业时间,为石油工程的顺利进行提供了有

力保障。

4.3.2 优化动力系统

在石油工程井下作业中,动力系统的优化对于提升作业效率与质量至关重要。传统上,柴油机作为主要动力源,其性能直接影响修井作业的效果。着重对柴油系统进行全面升级,引入先进的减速箱与降矩箱作为辅助配件,以增强动力传输的稳定性和效率。优化后的动力系统通过精密的链条、齿轮与主筒连接设计,确保能量传递的顺畅无阻,使得减速箱能够高效驱动转盘,为修井作业提供持续、强大的动力支持。

4.3.3 优化修井机

修井机作为石油井下作业的核心装备,其性能优化直接关系到修井作业的效率与质量。为了进一步提升修井效果,我们聚焦于修井机的变频驱动技术革新^[4]。通过引入先进的变频驱动器,我们实现了对修井机工作状态的精准调控,不仅提升了作业效率,还确保了修井过程的平稳与可靠。变频驱动器的应用,得益于其结构紧凑、能效卓越及低能耗等显著优势,有效降低了运行成本,延长了设备使用寿命。在修井机优化过程中,高度重视变频技术的深度集成与优化,力求通过技术创新推动石油工程井下修井作业向更高水平迈进。

结束语:石油工程井下作业的修井技术及工艺是保障油田生产安全、提高采收率的关键环节。针对当前修井技术与工艺中存在的问题,通过提升操作人员技术水平、优化工艺技术程序及加强设备优化等措施,可以有效提高修井作业的效率与质量,降低作业风险,为石油工业的可持续发展提供有力保障。随着技术的不断进步和工艺的不断完善,石油工程井下修井技术及工艺必将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]谢超.石油工程井下作业的修井技术及工艺[J].化工管理,2020(28):194-195.
- [2]贾世雄.石油工程井下作业修井技术现状及工艺优化研究[J].石化技术,2020,27(02):281-282.
- [3]张学斌.石油工程井下作业修井技术现状及工艺优化[J].科学与财富,2020(16):223.
- [4]邵帅.石油工程井下作业修井技术及工艺[J].化工管理,2019(11):188-189.