

井下作业修井技术现状及工艺优化

王 鹏

(中石化胜利油田油气井下作业中心滨南作业区, 山东 东营 257000)

摘要: 社会经济处于快速发展之中, 我国在石油方面的需求量也逐渐加大。在石油开采方面, 工作人员需要对井下作业修井技术尤为注意, 并且要对相关工艺进行优化, 这将会对石油产量与开采情况造成直接影响, 同时也会影响社会发展。本次我们将研究的焦点放在石油井下作业修井技术和工艺上, 就是希望能够掌握现状, 并且对工艺能够进行进一步优化。本文首先阐述了井下作业的基本原则, 随后分析了井下作业修井技术的现状, 指出了其中存在的不足, 最后则针对修井工艺提出了具体的优化建议, 以供参考。

关键词: 井下作业; 修井技术; 工艺; 优化

井下作业修井技术在我国油气田企业的生产作业中作用显著, 管理者通过对井下修井作业进行完善, 可以有效确保石油的生产效率。与此同时, 对相关工艺的优化还能使油气井的寿命延长, 从而增加国内油气田企业经济效益。依实际而言, 相关人员进行修井作业时, 因为井下情况具有复杂性, 人们很难准确把握井下的情况。所以, 这就为井下安全事故的发生埋下了隐患, 如果出现安全问题那么就会影响到油田生产作业。因此, 这就需要及时对修井技术进行优化, 以此提升修井作业的安全性。文中从井下作业的原则、现状与优化路径三方面展开, 提出了最新的井下修井工艺, 这为后续的修井作业顺利进行提供了保障。

一、井下作业基本原则分析

井下作业因需要保障井下人员的安全, 加之井下情况复杂, 很难完全掌握井下的情况, 因此在井下作业时, 应该遵循以下几项原则: 第一, 规范性原则。井下作业随着地势的不同, 也就决定了所使用的设备与工具不同。虽然下井之前, 往往已经对井下情况有所了解, 不过因为很难完全掌握, 为了保障井下作业人员安全, 就需要按照井下作业的相关要求进行, 不可脱离相关规定, 否则可能会威胁到井下作业人员的安全; 第二, 保护性原则。井下作业需要依托于部分工具, 这就可能对地层和油层产生破坏, 由此影响油气开发作业。基于此, 井下人员工作时, 要注意保护井下油层, 避免油层破坏或是油层污染的情况发生; 第三, 规避性原则。井下作业如果有风险, 那么相较于地面问题, 解决时会存在很大难度, 在人力、物力等方面投入要更多。为有效保障相关人员的安全, 要遵循规避性原则, 也就是说要主动规避可能出现问题的安全隐患, 避免事故发生; 第四, 禁止性原则。除了上述提到的安全问题之外, 井下作业还可能会影响井身。对此, 工作人员在作业时要禁止出现井身损伤的情况, 避免安全风险问题, 尽可能保障人员安全, 将井下作业修井工作的安全系数增至最高。

二、井下作业修井技术现状探讨

(一) 修井设备

在修井作业中, 通常需要使用到的设备分为三种形式, 包括升降、冲洗、旋转三种设备。其中升降设备通常分为动力系统与井架系统两个组成部分。常见的修井机械则包括履带式与轮胎式两种形态。一方面, 履带式修井设备通常对使用环境的要求较低, 即使在低洼地带, 甚至是泥泞区, 其设备同样可以完成相应的修井作业。但是在实际使用过程中, 履带式设备也具有一定的缺陷与不足, 即其移动方式和过程会受到较大限制, 同时移动的速度相比轮式设备要慢很多。另一方面, 轮胎式设备则对环境有着更高的要求。在低洼地带、泥泞地区, 轮胎式设备均无法正常使用或完成作业, 但是在常规地区, 其有着快速移动、转移的优势。但是由于履带式设备的安全风险控制效果相对较差, 使得轮胎式设备应用较为普及。冲洗设备是将循环液注入井下冲洗井壁与工具的设备。

在冲洗作业过程中, 还需要使用到的设备包括高压管汇、泥浆泵等。旋转设备则是提供动力来源的设备, 是井下作业开展的前提与基础。其中转盘是该设备中最重要的零件, 通过转盘旋转带动井下设备运转, 由此实现动力驱动效果。总之, 井下作业修井技术应用过程中需要使用的设备类型相对较多, 而出现运行故障的问题也会较多, 由此成为硬修井作业风险的重要影响因素。因此, 在修井技术工艺优化过程中, 需要对修井设备提供对应的优化、维护与保养。

(二) 井下事故

在修井作业活动中, 引起风险事故的因素较多, 可以根据事故原因分析其具体类型。首先, 无法直接观测到的影响因素为潜在因素, 主要包括油气井自身出现的问题、地质原因引发的风险等带来的风险。其次, 由设计、施工、管理、维护等人员导致的问题为人为因素, 主要包括修井作业中作业方式不规范、作业管理机制不完善、作业施工失误等问题引发的风险。当油气井修井问题出现后, 还会对其生产活动产生直接影响。轻微层面的影响会导致其油气井产量下降; 严重的影响会导致其开发作业停工。因此在修井作业优化完善中, 还需要尽可能避免风险问题, 以此提高运营稳定性。此外, 常见修井作业事故还可以分为工艺、卡钻、落物三种事故类型, 而不同事故类型需要开展对应的打捞作业活动, 而打捞活动所需要使用的设备也各有不同。

现阶段我国的修井作业技术水平与国外还存在一定差距。尽管我国不断引进先进技术、先进设备, 并且独立自主开发了诸多技术内容, 但仍然未能形成良好的产业链条与系统化结构, 甚至部分设备与技术的普及性较低, 进而导致修井技术的发展与应用受到影响。

三、井下作业修井技术革新升级

(一) 难点技术攻关

在以往检修工作中, 技术人员通常会采用局部检查法, 对于出现问题的石油钻井区域, 主要运用的是单层压裂修复技术。在深度较大的井下区域, 技术施工人员面临多方面的安全风险, 执行单层压裂处理问题难度大。对此, 为降低单层压裂作业的风险, 相关部门应搭配多层压裂处理方式, 把控各个施工环节的安全节点。新时代催生了多种先进的压裂技术, 压裂液类型日益多样化, 根据适用环境、现实操作问题, 技术人员需要综合考虑多方面的因素。在使用压裂液前, 技术人员应充分考虑井下维修问题和特点, 筛选出对应类型的溶液。在现实井下维修工作中, 技术人员往往采用测试法, 分析石油油井是否存在问题。但是, 每种传统石油测试法具有一定针对性, 测试过程相对复杂, 导致得出的结果与实际情况存在偏差。对此, 技术人员应引入先进测试技术, 精准地开展石油测试工作, 可运用最新仪器设备与高含硫测试技术, 提高井底数据采集的准确性, 便于对比测试结果。

（二）设备管理优化

专业化技术设备是井下修井作业的重要保障。技术人员应充分了解各种设备使用要求、注意事项，设计科学的管理预案，发挥设备的应用优势，高效地完成维修工作。尤其是大型专业设施，技术人员可设计模块化组装计划，以安全可靠的方式，将设备送到井下，便于施工人员展开工作。在开展井下维修作业时，技术人员应密切监控设备运行状况，一旦出现故障风险，迅速中断工作维修设备，降低井下人员受到的安全威胁，提高修复工作准确性。在简单地执行维修操作后，若设备无法达到正常运行功率，技术人员应快速联系地面保障部门，更换新设备。还要重视井下生命设备的管理工作，相关人员应秉持生命第一、安全第一的原则，确保每个生命设备供本人使用，避免出现设备之间出现污染物感染情况。在条件允许的情况下，为降低外界因素对技术人员生命安全的威胁性，要尽可能地开展设备消毒工作。在设计生命维持设备时，可按照局部供给的思路，既能够减少不必要的生产制造浪费，又能降低技术人员工作负担。

（三）修井作业清洁化

为创设整洁化、有序化的作业环境，技术人员应做好杂物清理工作，可采用简化的方式，携带自制的打捞工具，辅助修井作业开展。对裸眼井修复作业，开窗捞筒具有极强的实用性，且结构简单，技术人员可使用这一工作完成打捞。同时，诸多引鞋具有螺旋式结构，在实施修井作业前，要适当调整引鞋，通过扩大开口斜角，缩短打捞筒的长度。在井下作业中，人员应增加窗舌数量、提高窗舌强度的方式，构建复合型修井作业体系，高效、清洁地完成工作。

杂物清理完成后，可以采用一些技术手段对井管进行内腔清洗，如通球、高压水射流、水汽脉冲等技术，将其中的高浓度油清洗干净。泄油器打开后，可以进一步在其中灌入清洁液，并根据配比加入适当的黏合剂，以增强清洁效果。需要注意的是，处理完清洁液以后，还需要清洗活塞泵。

其次，为了提升泵体的整体运行效果和效率，还可以采取循环冲砂工艺，将洗砂和除砂两套设备进行同时运行。基于这一工艺的应用下，既能保证冲砂的连续重复使用，又能回收返料。另外，旋流冲刷和淤积也是必不可少的。在冲洗完毕以后，机器会对冲液液进行全面净化，再通过机械的方法将沉积物有效地排放出去，这能够保证整体修井清洁作业的整体成效。此外，在石油钻井施工中，还会有许多遗留下来的石油等废物，为了使其洁净化，还需要对其进行进一步的改造与优化。例如，在低压条件下，与修井作业有关的工具和工艺可以同时进行；在高压条件下，为了防止液体溢出泄漏，井筒底部的液体将会被封闭，并通过特殊的方式，将其排至规定的位置。

四、井下修井作业工艺优化策略

（一）技术优化策略

从修井作业的整体工序流程来看，其工艺技术有着复杂性的特点，想要达到修井技术的最优化，最关键的便是合理安排作业工序和流程，保证各个环节的有效衔接，这需要相关人员的合作，保证资源共享、信息协同，才能够最大限度地对零散且大量的要素进行有效整合，将其作用与价值进行充分发挥。在实际作业中，每一种类型的修井作业设备和工具都有着不同的优势与缺陷，在实际技术实施时，为了达到最优化使用目标，还需要将这些工具设施的优势方面进行充分发挥，同时尽可能地规避其所存在的缺点。另一方面，国内的修井技术与国外相比还存在着一些差距，所以，针对国内各大油气田企业，也要主动引入国外的先进技术和装备，结合国内油气田的实际情况和地质条件，不断

完善和改进这些先进的技术和设备。

（二）技术优化要素

就修井作业整个过程来看，其是具有一定动态化特性的，且其中所涉及的诸多工序与流程也并非完全独立，在不同的工序流程之间，是会在一定程度上相互影响的。总的来说，在修井作业进行过程中，涉及的环节要素和技术要素比较复杂，具体可以将其划分为客观要素和主观要素两类，这两者构成了修井系统中的一个重要组成部分。确保这两项要素的稳定与可靠，同时不断提升主观要素的质量和水平，是保障修井作业顺利进行、提高作业效率的关键所在。

（三）技术优化程度

为了能够切实促进国内修井作业技术的稳步发展，需要结合实际情况来优化修井作业技术，其中可以从以下六个方面来进行合理优化：其一，使得技术优化目标清晰化，即在进行技术优化、完善之前，有必要经过综合评估和分析之后明确优化目标和目的，在把握修井作业需求的基础上才可以了解优化真实目的和切实需求，最终能够使得技术优化方向正确，此外，在明确需求之后，才可以明确技术优化方向和内容，进而能够对修井技术中的关键技术进行完善和更新。其二，使得技术优化内容明确化，其中需要注意的是技术优化指的不仅是对修井作业流程的升级和工序的优化，还需要对设备、设施、工具以及技术进行有效升级，在优化目标清晰之后，应进一步明确优化对象，其中包含有流程、程序以及工具，这样，才能够使得技术朝着正确的方向优化，并且充分发挥其应用价值。其三，整合、归纳重要信息数据，修井技术的升级与优化依赖于数据信息，为此，有必要对整个修井的现场作业情况进行信息收集和数据处理，最终进行全面处理和分析，最终能够找到优化对象与环境之间的作用关系，最终能够提高技术应用的环境实用性。其四，制定、完善技术优化方案，修井技术方案的制定，不仅以数据分析为基础，还要进行环境分析，并且还应借鉴国内外先进经验，这样能够吸收先进经验、技术优势来制定优化计划。其五，依据要求、步骤落实技术优化，在进行修井技术优化时，可能会因为各种现实因素的限制出现诸多问题，从而影响原计划和原方案，此时，便需要结合实际情况来适当统筹、调整，使得优化后的技术能够满足修井作业需求。其六，检查、完善修井作业方案，需要对优化方案进行实践验证，旨在进一步评估优化之后的技术是否切实有效。

五、结语

综上所述，处于新时代发展视域下，修井作业在整个油气田开发作业项目中发挥着至关重要的作用，其中影响着作业效率和质量。众所周知，井下环境比较复杂、多变，需要借助大量设备和工具辅助作业，为此，极易容易出现各种作业风险和事故，因此，有必要进一步优化修井技术，以此来提高修井作业的安全性和高效性。

参考文献：

- [1] 方正魁. 井下作业技术现状及工艺优化措施分析[J]. 中国设备工程, 2023(13): 86-88.
- [2] 李东燊. 井下作业修井技术现状及新工艺优化策略[J]. 化学工程与装备, 2023(01): 103-104+111.
- [3] 丁楚豪. 井下作业修井技术优化[J]. 化学工程与装备, 2022(12): 88-89+74.
- [4] 王鹏. 井下作业技术现状分析及工艺优化措施[J]. 化工管理, 2022(24): 155-157.
- [5] 张汝权, 杨柳. 井下作业修井技术新工艺分析[J]. 当代化工研究, 2022(10): 153-155.