

井下压裂施工管理实施策略及经济效益

杨萌萌 隋倩倩（东营汇聚丰石油科技有限公司，山东 东营 257100）

摘要：本文系统地讨论了井下压裂施工管理的重要性、影响因素以及当前存在的问题，并提出了改进策略。针对技术水平不够成熟、施工质量不稳定和安全隐患较多等问题，提出了引进新设备新材料、加强地质勘察、引入先进的监测和控制技术等措施。这些改进策略有效提高井下压裂施工效率和质量，实现油田经济效益，促进油田开发的可持续发展。

关键词：井下压裂；施工管理；实施策略；经济效益

0 引言

井下压裂施工作为油气开采领域中的重要技术，不仅有助于提高油气产量，还能改善储层渗透性，进而延长井口的使用寿命。通过严格的管理和精心的设计，可以最大程度地降低施工风险，实现油田开采的高效和稳产，确保油气开采领域朝着可持续发展的方向稳步前进。

1 井下压裂施工概述

井下压裂施工的基本原理是利用高压液体（通常为水）将地层中的岩石打裂，从而增加岩石的渗透性和孔隙度，提高油气的产量。在施工过程中，通过管道将高压液体输送至井下，通过井下的射孔器或压裂器将高压液体注入到地层目标层段中，使其产生裂缝。一旦形成裂缝，岩石中的油气便能够更容易地流向井筒，提高油井的产量。

井下压裂施工适用于各种类型的油气藏和地层条件，特别是对于低渗透性或致密油气藏的开发具有重要意义。此外，井下压裂施工还可用于提高老井的产能、改善水驱油田的开发效果、解决水平井产能低的问题等方面。

在井下压裂施工前，首先需要对井筒进行清洗和准备，确保施工的顺利进行。随后进行地层评价，确定目标层段和压裂位置，同时确定压裂液的注入参数。接着进行井下操作，利用射孔器或压裂器对目标层段进行射孔或压裂，形成裂缝。随后，通过管道将高压液体（通常为水）输送至井下，注入到目标层段中，促使裂缝逐渐扩展并深入地层中。最后，施工完成后停止注入高压液体，进行必要的后续作业和监测。

2 井下压裂施工管理对油田经济发展的重要性

随着全球能源需求的增长和油田资源的日益枯竭，如何提高油田的产量和采收率成为了油田开发的重要课题。而井下压裂技术作为一项高效的增产技术，

已经被广泛应用于油田开发中，并且对油田经济发展具有重要的推动作用。

首先，井下压裂技术能够显著提高油井的产量。通过将高压液体注入油层形成裂缝，增加储层渗透性，使得地下的油气更易于流出，从而有效提高了油井的产量。这种技术的应用不仅能够增加单井的产量，还能够提升整个油田的产量水平，为油田经济发展注入了强大动力。

其次，井下压裂技术能够延长油田的生产周期。传统的油井开采方式往往会伴随着产能下降速率的加快，导致油田的生产周期较短。而通过井下压裂技术，可以有效降低油井的产能下降速率，延长油田的生产周期，使得油田的开发和生产更加稳健，为油田经济的可持续发展提供了保障。在传统的钻井技术中，井壁破损、井眼塌陷等问题常常会影响到油井的生产效率，甚至导致油井的停产。而井下压裂技术通过在地层中形成裂缝，可以有效减少这些问题的发生，提高了油井的稳定性和持续生产能力。

总之，通过提升井下压裂技术水平，可以生成高导流性的裂隙，增强注水井的吸水能力，提高了储层对废水的处理容量，为油田的二次或三次采油提供了良好的技术支持。在我国的油田开发中，科学应用压裂技术将会持续发挥着重要的作用，为我国的能源安全和经济发展做出重要的贡献。

3 井下压裂施工的影响因素

3.1 施工工艺

施工工艺的合理性和科学性直接影响着压裂效果和油田开发的成效。在井下压裂工艺中，分层技术是一项关键的应用。该技术通过将油藏划分为多个不同的层段，并根据各层段的特征进行水力压裂干预，以达到优化分层效果的目的。在实施分层技术时，封隔器的完全密封至关重要，以确保各层段压裂过程中不

会相互干扰,从而实现最佳的分层效果。若发现无法实现预期的压裂效果,常见的应对方法是采取水力压裂等措施。此外,施工工艺还包括井筒的设计和操作过程中的优化,通过合理设计井筒,可以有效地对不同层位的油层进行压裂干预,提高施工效率。

3.2 压裂液

压裂液是水力压裂施工过程中的关键组成部分,对施工效果起着至关重要的作用。合适的压裂液选择和优化能够直接影响到水力压裂的成功与否。在实践中,果速溶刮胶压裂液等具有显著应用效益。该液体通过催化效应和防污染功能,有助于优化施工过程,提高水力压裂的效率和成功率。在压裂过程中,利用生物酶的催化效应,可促进压裂液体系的催化作用,实现储层保护的目标。此外,压裂液的选择还需考虑其流变性、粘度等物理性质,以确保其在压裂过程中能够有效地传递压力,形成稳定的裂缝,提高压裂的效果。

3.3 操作方式

为确保施工的顺利进行,需要对操作方式进行持续优化,并定期组织施工人员进行岗位培训,以提升其对压裂设备的认知和操作技能。培训的目的在于使施工人员能够熟练掌握设备的使用方法,最大程度地优化压裂效果,确保压力能够满足油层破裂的需求,构建稳定的油层裂隙,实现压力效果的最优化。通过科学合理的操作方式,可以降低施工中的失误率,提高施工的安全性和效率。

3.4 地质因素

地质因素的合理控制和利用能够最大程度地提高水力压裂的效率。在进行水力压裂油层的过程中,油层的地质特征通常不会发生明显改变。因此,必须进行地质资料的仔细分析,并对油层的物性参数进行精确把控,以最优化地选择适合的压力施工技术,实现水力压裂作业的有效推进。通过结合地质条件,对地质因素进行细致的控制,有助于科学合理地应用压力施工技术进行干预,确保油层渗透率能够正常发挥增产效应。

3.5 设备因素

压裂设备的品质直接关系到施工质量和效果。采用先进的压裂设备能够提高施工的效率和成功率,从而增加油井的产量,提高油田的生产效益。然而,若采用的设备质量较差,可能会影响施工进度,导致压裂效果不佳。因此,在选择和使用压裂设备时,需要考虑设备的品质、性能和可靠性,以确保施工的顺利

进行和压裂效果的达成。

3.6 施工管理

在井下压裂施工管理中,管理者需要有效组织、指导和监督施工作业,确保每个环节都按照规范和程序进行。首先,管理者应合理安排施工作业的时间和人力资源,确保施工队伍充足,并对施工人员进行必要的培训和教育,提高他们的操作技能和安全意识。其次,管理者需要加强对机械设备的检查和维护,确保设备运行正常,减少故障和停工时间。同时,要建立健全的安全管理制度,加强对施工现场的安全监控和风险评估,及时发现和解决安全隐患,降低事故发生的可能性。此外,管理者还应加强对作业人员的监督和考核,对违规操作进行及时纠正和处理,提高作业人员的素质和责任意识。此外,建立健全的沟通机制和信息反馈渠道,加强与施工人员之间的沟通和交流,及时了解他们的需求和问题,从而更好地解决施工中的各种困难和矛盾。

4 目前我国井下压裂作业过程中所存在的问题

4.1 技术水平不够成熟

由于油层渗透率较高,传统的压裂技术可能无法有效地将压裂液体注入地层并形成稳定的裂缝网络,从而影响油井的产能提升。此外,高渗透油层的特殊地质条件也增加了施工过程中的不确定性,对作业人员的技术水平和经验提出了更高的要求。其次,面对深层储层的压裂作业,主要表现在施工难度大、工艺复杂等方面。深层储层往往埋藏在地下较深的位置,施工过程中需要克服较高的地层压力和温度等因素,对压裂设备和材料的性能提出了更高的要求。同时,深层储层的地质条件复杂多变,需要更加精准的地质勘察和数据分析,以确保压裂施工的准确性和稳定性。

4.2 施工质量不稳定

地层岩性的差异对压裂效果产生直接影响。不同类型的岩石具有不同的物理力学性质和渗透性,某些岩石可能具有较高的抗压强度,难以形成有效的裂缝网络,从而限制了压裂液的注入和裂缝的扩展。此外,地层的压裂性质和渗透性也会受到岩石的孔隙结构、裂隙分布等因素的影响,使得压裂效果难以准确预测和控制。其次,地下水文地质条件的复杂性增加了施工过程中的不确定性。地下水流对油层中裂缝的形成和稳定性具有重要影响,而地下水的分布、流速和水位变化等因素往往受到地质构造和地层特征的影响,导致井下压裂作业受到地下水的干扰和影响,从而使压裂效果难以达到预期。此外,井孔环境的多变性也

增加了施工过程中的风险和难度。井孔环境包括井孔尺寸、井筒稳定性、地层岩性变化等多种因素,这些因素的变化会影响压裂设备的运行和施工效率,甚至可能导致压裂管柱的卡阻或扭曲,影响施工的顺利进行。

4.3 安全隐患较多

压裂管柱泄漏是井下压裂作业中最为常见的安全问题之一。压裂过程中使用的高压液体,如果泄漏出井口,可能造成工作场地的污染,更严重的情况甚至可能引发爆炸事故。此外,压裂液泄漏还可能对地下水资源造成污染,对环境产生长期影响。因此,防止压裂管柱泄漏,确保施工过程中的液体密封性至关重要。其次,井口装置故障也是安全隐患较多的原因之一。井口装置是压裂作业的重要组成部分,负责控制和调节压裂液的流动,一旦井口装置发生故障,可能导致压裂液的异常流动或喷射,增加了事故发生的风险。而且,由于井下环境复杂,进行故障排除和修复往往非常困难,这也增加了应急处置的难度。

5 井下压裂施工管理的改进及经济效益

5.1 新设备新材料应用提高生产力

水力喷射压裂和微细裂缝压裂等先进技术能够提高压裂液体的注入效率和裂缝网络的稳定性,从而有效增加油井产量。此外,通过对地层特性进行细致分析和评估,利用地震勘探技术和数值模拟方法优化压裂设计方案,能更好地适应高渗透油层的特殊地质条件,进一步提升生产效率。对于深层储层的压裂作业,应重点关注压裂设备和材料的性能和可靠性。选择高性能的压裂泵、压裂管柱和压裂液体,能够有效克服深层储层施工中的高地层压力和温度等挑战,确保施工顺利进行。同时,加强对施工现场的监控和管理,确保施工过程中的安全和稳定,减少由于设备故障和人为因素导致的施工延误和质量问题,进一步提高生产力。

5.2 地质勘察技术应用提升油田产量

针对地层岩性差异导致的压裂效果不稳定问题,可以通过加强地质勘察和岩性分析,充分了解地层的物理力学性质、渗透性和裂缝发育情况,从而制定具有针对性的压裂方案,避免无效开发增加的成本支出。同时,可以引入先进的地质勘探技术和成像技术,如岩芯分析、地震勘探和测井技术,提高对地层岩性的认识和预测能力,实现精准作业,减少压裂作业中的不确定性,所导致的额外支出。其次,针对地下水文地质条件复杂性带来的影响,可以采取控制地下水流措施,以减少地下水对压裂作业的干扰。例如,可

以通过地下水抽采或注水等方式,调节地下水位和流向,降低地下水对压裂效果的影响。同时,可以结合数值模拟和监测技术,实时监测地下水的变化,及时调整施工方案和措施,确保压裂作业的稳定性和效果。通过综合运用地质勘察技术,能够有效提升油田产量,实现油田开发的可持续发展。

5.3 提升综合管理能力,实现经济效益增长

为了确保油田压裂作业的顺利进行和经济效益的增长,需要加强对压裂设备和管柱的检修和维护工作。可以通过建立健全的设备管理制度,定期对压裂设备进行检查和保养,及时发现并排除潜在的泄漏隐患,以确保设备的密封性和完整性,从而实现油田的顺利开发。同时,采用先进的传感器和自动控制技术,实现对设备的实时监测和远程控制,及时发现并解决故障问题,提高设备的可靠性和稳定性,为高效稳产打下坚实的基础。另外,建立健全的井口装置维修和应急处置机制也是至关重要的。制定详细的故障排除方案和操作流程,确保在发生故障时能够及时有效地进行处置,减少事故对压裂作业的影响,保障生产的连续性和稳定性。通过提升综合管理能力,加强对压裂设备和管柱的管理和维护,可以有效降低生产成本,提高生产效率,实现经济效益的增长。

6 结论

井下压裂施工管理是油田开发中至关重要的环节。通过本文的分析和建议,我们为当前存在的问题提供了有效的思路和策略。随着新技术的不断推广和管理策略的不断完善,我们有信心井下压裂施工将迎来更好的发展前景,为油田产能提升和生产效率提供有力支持。

参考文献:

- [1] 张拓涵. 油田井下压裂技术施工现状及优化探析 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(07): 41-42.
- [2] 罗天成. 分析井下压裂施工管理的设计和实施方法 [J]. 化学工程与装备, 2017(08): 111-112.
- [3] 庞加宝. 井下压裂施工管理设计及实施探讨 [J]. 化学工程与装备, 2019(07): 40-41.
- [4] Jennifer Harpel, Lee Ramsey, Kevin Wutherich. 提高 Wolfcamp 页岩水力压裂施工中暂堵转向剂的有效性 [J]. 石油科技动态, 2019(06): 51-65.

作者简介:

杨萌萌 (1989-), 女, 汉族, 山东潍坊人, 大学本科, 中级会计师, 研究方向: 石油工程及工程造价。