

油气田井下压裂技术施工现状及优化探析

胡泽军

中石化华北石油工程有限公司井下作业分公司 河南 郑州 450000

摘要：随着油气田开发难度的增加，油气田井下压裂技术作为一种重要的增产技术，越来越受到人们的关注。然而，在施工过程中存在一些问题，如机械设备数量过多、现存安全风险等，这些问题不仅增加了操作难度和风险，还影响了施工进度和质量。因此，本文旨在分析油气田井下压裂技术施工的现状，并提出优化措施，以期提高施工效率和质量，为油气田的开发提供更好的技术支持。

关键词：油气田；井下压裂技术；优化

引言

随着油气田开发的重要性日益凸显，油气田井下压裂技术作为一种关键的增产技术，对于提高油气田的产量具有重要意义。油气田井下压裂技术是一种重要的石油开采技术，它可以有效地提高油气井的产量和开采效率。然而，在当前的油气田井下压裂技术施工中，存在一些问题和挑战，如施工难度大、风险高、效果不理想等。因此，如何优化油气田井下压裂技术施工，是当前石油工业面临的重要问题。

1 油气田井下压裂技术的重要性

油气田井下压裂技术是现代油气开发中不可或缺的重要环节。它通过在油气井中注入高压液体，使岩石产生裂缝，从而增加油气的渗透性和产量。这项技术的重要性主要体现在以下方面：首先，井下压裂技术能够提高油气井的产能。通过在井筒中注入高压液体，可以使岩石产生裂缝，从而增加油气的渗透性和产量。这对于提高油气田的开发效率和经济效益具有重要意义。其次，井下压裂技术能够改善油气田的开发条件。在一些地质条件复杂、油气藏难以开发的地区，采用井下压裂技术可以有效地改善油气田的开发条件，提高油气田的开发成功率。此外，井下压裂技术还能够减少环境污染。与传统的开采方法相比，井下压裂技术能够减少对环境的污染，降低能源开发对环境的影响。最后，井下压裂技术对于保障国家能源安全也具有重要作用。随着全球能源需求的增长，传统的油气资源已经逐渐枯竭。而采用井下压裂技术可以有效地开发非常规油气资源，为保障国家能源安全提供有力支持^[1]。

2 油气田井下压裂技术施工的现状

2.1 施工的机械设备过多

油气田井下压裂技术是油气田开发中的一项重要技术，通过压裂技术可以将地层中的天然气和石油释放出

来，提高油气田的产量。然而，在气田井下压裂技术的施工过程中，存在一些问题，其中之一就是施工的机械设备过多。在气田井下压裂技术的施工过程中，需要使用大量的机械设备，比如压裂车、混砂车、仪表车、管汇车等等。这些设备的数量和规模都比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的机械设备不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。具体来说，压裂车是压裂技术施工中的主要设备之一，负责对地层进行加压，从而打开地层中的裂缝。混砂车则负责将砂浆和其他化学剂混合在一起，形成压裂液。仪表车则负责监测压裂过程中各种参数的变化，如压力、温度等。管汇车则负责运输和处理压裂液所需的管道和其他工具。这些设备的数量和规模都比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的机械设备不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。此外，大量设备的运输和安装也需要耗费大量时间和人力，降低了施工效率。针对这一问题，可以采取一些优化措施^[2]。比如，通过改进设备设计和制造工艺，提高设备的自动化程度和可靠性；加强设备的维护和保养，减少机械故障的发生；优化施工流程和操作规程，提高施工效率和质量；加强施工现场的管理和监督，确保施工安全和顺利进行。

2.2 存在的安全风险

在气田井下压裂技术的施工过程中，需要使用大量的机械设备，比如压裂车、混砂车、仪表车、管汇车等等。这些设备的数量和规模都比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的机械设备不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。首先，对于压裂车来说，负责对地层进行加压，从而打开地层中的裂缝。然而，压裂车的数量和规模较大，给现场管理和操作带来了很大的困难。过多的压裂

车不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。其次，混砂车是负责将砂浆和其他化学剂混合在一起，形成压裂液的设备。混砂车的数量和规模也比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的混砂车不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。此外，仪表车负责监测压裂过程中各种参数的变化，如压力、温度等。仪表车的数量和规模也比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的仪表车不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。最后，管汇车是负责运输和处理压裂液所需的管道和其他工具的设备。管汇车的数量和规模也比较大，给现场管理和操作带来了很大的挑战。过多的管汇车不仅增加了操作难度，还增加了施工现场的风险，容易发生机械故障和事故。

3 油气田井下压裂施工技术优化

3.1 深井、超深井优化措施

在油气田的开发过程中，深井和超深井的压裂施工是提高油气田产量的重要手段。由于深井和超深井的地质条件较为复杂，压裂施工的难度也相应增大。为了优化油气田井下压裂施工，提高压裂效果和安全性，针对深井和超深井的特点，需要采取一系列优化措施。（1）深井压裂施工的优化措施。优化压裂液体系，深井压裂施工面临着地层温度高、压力大等挑战。因此，选择具有良好耐高温、抗剪切性能的压裂液体系是关键^[3]。同时，为了降低摩阻，可以采取降低粘度、添加活性剂等措施。这些措施可以有效地提高压裂液的流动性和携砂能力。增强支撑剂选择，在深井压裂施工中，由于地层深度较大，需要选择高强度、高耐磨性的支撑剂。同时，为了降低对储层的伤害，应尽可能选择粒径较小的支撑剂。这样可以保证在高压环境下，支撑剂能够保持较好的支撑效果，同时减少对储层的伤害。精细施工参数设计，针对深井压裂施工的特殊情况，需要对施工参数进行精心设计。包括压裂液的注入速度、支撑剂的浓度和粒径、施工压力等参数，以确保压裂施工的效果和安全性。在施工过程中，要根据实际情况进行实时调整，以获得最佳的压裂效果。（2）超深井压裂施工的优化措施。优化压裂液配方和支撑剂选择，超深井的地层压力和温度都较高，需要选择具有更高耐高温性能的压裂液体系。同时，要优化支撑剂的选择，以适应超深井的特殊环境。在支撑剂的选择上，要注重高强度、高耐磨性以及良好的导流能力。这样可以保证在高温高压环境下，支撑剂能够保持较好的支撑效果。增强压裂液

的携砂性能，在超深井压裂施工中，由于地层复杂，需要增强压裂液的携砂性能，以确保施工后储层的导流能力。同时，要严格控制支撑剂的粒径和浓度，避免对储层造成过度伤害。这样可以保证压裂液能够有效地将支撑剂带入裂缝中，达到良好的支撑效果。强化实时监测和反馈，在超深井压裂施工中，应强化实时监测和反馈，对施工过程进行全面掌握。通过压力、温度、砂流量等参数的实时监测，及时调整施工参数，确保施工的安全性和效果。同时，要建立有效的反馈机制，对监测数据进行实时分析，以便及时发现问题并采取相应的措施。加强人员培训和管理，超深井压裂施工具有较高的风险和技术难度，因此需要加强人员培训和管理。提高施工人员的技能水平和安全意识，确保施工过程的顺利进行。同时，要建立完善的管理制度和技术标准，规范施工流程和操作规程。这样可以保证施工质量和管理水平的提高。

3.2 油气田陆相页岩体积压裂SRV优化

在油气田的开发过程中，提高油气田的采收率和产量是关键。为此，针对复杂地质条件的油气田，如陆相页岩，需要采取有效的压裂技术来改善储层渗透性。其中，SRV（Segmented Redundancy Vehicle）优化是一种重要的技术手段。SRV是一种先进的压裂技术，通过将压裂液泵入地层，形成裂缝，并在其中加入支撑剂，以保持裂缝处于开启状态并提高油气渗透性。这种技术适用于多种复杂地质条件，特别是陆相页岩。在SRV优化方面，需要考虑以下方面：（1）压裂液体系优化。选择适合陆相页岩的压裂液体系是关键^[4]。需要考虑页岩的天然特性和压裂液与地层的相容性。一般来说，应选择低粘度、低摩擦、易返排的压裂液体系，以降低施工难度和提高压裂效果。同时，还需考虑压裂液对地层的伤害程度，尽量减少对地层的负面影响。为了降低伤害程度，可以加入一些特殊添加剂，如表面活性剂等。（2）支撑剂选择及配置。支撑剂是保持裂缝开启的关键。在选择支撑剂时，需要考虑其硬度、粒径和浓度等因素。对于陆相页岩，通常选择硬度较高的支撑剂以保持裂缝开启。同时，还需根据地层特点和施工要求，合理配置支撑剂的粒径和浓度。在配置过程中，需要考虑支撑剂的均匀性和稳定性，以确保其在裂缝中能够均匀分布并发挥良好的支撑作用。（3）施工参数优化。施工参数对SRV的效果有很大影响。包括泵注速度、泵注压力、压裂液粘度等。在优化SRV时，需要针对陆相页岩的特点，对这些参数进行合理选择和搭配。例如，适当降低泵注速度可以增加缝长和储层改造程度；适当增加泵注压力可以扩大

裂缝宽度和提高改造效果；适当降低压裂液粘度可以减少摩擦力和提高返排效率。同时，还需要根据实时监测数据反馈调整施工参数。(4)实时监测和反馈。在SRV施工过程中，应进行实时监测和反馈，以便及时调整施工参数和改进压裂效果。监测内容包括地层压力、温度、砂流量等参数，通过这些参数的变化及时调整泵注速度、泵注压力、压裂液粘度等参数，以达到最佳的压裂效果。实时监测还可以及时发现异常情况并采取相应措施，确保施工安全和稳定。

3.3 压裂返排液无害化处理技术

在当今社会，油气田的开发和利用已经成为人类获取能源的重要途径之一。然而，在油气田的开采过程中，压裂技术作为一项重要的工艺流程，常常会产生大量的压裂返排液。这些返排液中不仅含有大量的化学剂，还可能含有各种污染物，如果处理不当，将会对环境 and 人类健康造成极大的影响。因此，对压裂返排液进行无害化处理已经成为了油气田开发过程中的一项重要任务。在压裂返排液无害化处理技术中，混凝法和氧化法是两种常用的处理方法。下面，我们将对这两种方法进行详细的介绍和比较。(1)混凝法。混凝法是一种常用的废水处理方法，其原理是利用混凝剂使废水中的悬浮物和胶体物质凝聚成絮状沉淀，以便于分离和去除。在压裂返排液处理中，混凝法可用于去除废液中的悬浮物、有机物和重金属离子等污染物。通过向废液中加入适量的混凝剂，使废液中的污染物凝聚成沉淀，然后进行分离和去除。混凝法具有处理成本低、工艺简单等优点，但处理效果受混凝剂种类和废液性质的影响较大。在油气田开发过程中，由于压裂返排液中含有大量的悬浮物、有机物和重金属离子等污染物，因此混凝法在压裂返排液处理中具有广泛的应用。然而，由于不同油气田的地理环境、水文条件和污染物种类不同，因此针对不同的油气田，需要选择不同的混凝剂和处理工艺，以确保处理效果最佳。(2)氧化法。氧化法是一种通过

氧化剂将废液中的有机物氧化分解为无机物的处理方法。在压裂返排液处理中，氧化法可用于去除废液中的有机污染物和有害气体等。通过向废液中加入适量的氧化剂，使废液中的有机物在氧化剂的作用下分解为无机物，从而达到无害化的目的。氧化法具有处理效果好、处理速度快等优点，但处理成本较高。在油气田开发过程中，氧化法也被广泛应用于压裂返排液的处理中^[5]。与混凝法相比，氧化法可以更好地去除废液中的有机污染物和有害气体等，但处理成本较高。因此，在选择氧化法处理压裂返排液时，需要综合考虑废液的性质和处理成本等因素。

结语

本文对油气田井下压裂技术施工现状及优化措施进行了深入探讨。通过分析当前油气田井下压裂技术的施工现状，提出了针对性的优化措施，包括优化压裂液体系、增强支撑剂选择、精细施工参数设计、加强人员培训和管理等方面。这些优化措施可以为油气田开发提供更好的技术支持和改进方案，提高油气田的开发效率和产量。同时，需要不断加强技术创新和研究，不断完善和优化油气田井下压裂技术施工方案，以更好地满足实际需求和适应未来发展。

参考文献

- [1]李晓明, 赵海涛, 王凯. 油气田井下压裂技术现状及发展[J]. 石油钻采工艺, 2021, 43(3): 4-8.
- [2]王雷, 张春阳, 陈晓东. 油气田井下压裂技术现状及发展趋势[J]. 石油机械, 2020, 48(5): 1-7.
- [3]马平平, 陈晓东, 王雷. 油气田井下压裂技术施工质量控制[J]. 石油钻采工艺, 2019, 41(3): 9-13.
- [4]王建华, 李晓明, 赵海涛. 油气田井下压裂技术优化研究[J]. 石油化工应用, 2019, 40(11): 6-9.
- [5]刘建军, 王凯, 张文龙. 油气田井下压裂技术施工问题及对策[J]. 化工管理, 2019, 50(3): 14-16.