

Analysis of Lubrication Management of Fracturing Equipment

Huazhi Sun

Sinopec Southwest Petroleum Engineering Co., Ltd. Downhole Operation Branch, Deyang, Sichuan, 618000, China

Abstract

Fracturing equipment plays a crucial role in oil and gas extraction, and its operational status directly affects the efficiency and economic benefits of extraction. In order to ensure the normal operation of fracturing equipment, reduce the occurrence of failures, and extend its service life, pre maintenance management has become an indispensable and important means. The paper explores the importance of pre maintenance lubrication for fracturing equipment, analyzes the problems and challenges in current lubrication management, and proposes targeted improvement measures and optimization strategies. Through a comprehensive evaluation of the existing lubrication management system and combined with practical application cases, this paper will explore more scientific and efficient lubrication management strategies, aiming to provide strong theoretical support and practical guidance for improving the operational reliability of fracturing equipment and reducing maintenance costs.

Keywords

fracturing equipment; pre-repair; lubrication management; operational status; maintenance costs

压裂设备预维修润滑管理分析

孙怀志

中石化西南石油工程有限公司井下作业分公司, 中国·四川 德阳 618000

摘要

压裂设备在油气开采中扮演着至关重要的角色, 其运行状态的好坏直接关系到开采效率和经济效益的高低。为了保障压裂设备的正常运行、减少故障发生并延长使用寿命, 预维修管理成为一项不可或缺的重要手段。论文探讨预维修润滑对于压裂设备的重要性, 分析当前润滑管理中存在的问题和挑战, 提出针对性的改进措施和优化策略。通过对现有润滑管理体系的全面评估, 并结合实际应用案例, 论文将探讨更为科学、高效的润滑管理策略, 旨在为提高压裂设备的运行可靠性和降低维护成本提供有力的理论支持和实践指导。

关键词

压裂设备; 预维修; 润滑管理; 运行状态; 维护成本

1 引言

随着油气资源需求的不断增长, 压裂作业作为提高油气产量的重要手段, 其设备的性能与可靠性显得尤为重要。压裂设备在高压、高速、高温等恶劣工况下运行, 润滑不仅关乎设备的正常运转, 还直接影响到设备的使用寿命和作业效率。然而, 当前压裂设备的润滑管理往往存在润滑剂选择不当、润滑周期不合理、润滑系统维护不善等问题, 导致设备故障频发, 维护成本上升。因此, 对压裂设备的预维修润滑管理进行深入分析, 提出有效的改进措施, 对于提升油气开采效益具有重要意义。

2 压裂设备预维修润滑管理的重要性分析

压裂设备的工作环境恶劣, 部件间的摩擦和磨损严重。良好的润滑可以有效减少摩擦, 降低磨损, 防止设备过热, 提高设备运行效率。由于润滑剂还能起到密封、防锈、清洁等多重作用, 保障设备的长期稳定运行, 通过预维修管理, 加强对设备润滑状态的监测, 可以及时分析出设备当前所处的状态, 及时进行预见性的维修与润滑油更换, 可以提升设备的工作效率与使用寿命。因此, 预维修润滑管理是压裂设备维护中的核心环节。

3 压裂设备润滑管理现状及问题

压裂设备作为油气开采的核心装备, 尤其是近年来, 页岩气体积压裂技术的普及应用, 以及随着油气开采的难度增加, 压裂工艺被广泛使用, 作为压裂工艺的关键武器, 压裂设备的良好运转是当下将能源饭碗端在自己手中的前提。同时, 压裂设备的预维修润滑管理状况直接影响到压裂设备的运行效率、使用寿命以及整体经济效益。我们梳理当前在

【作者简介】孙怀志(1989-), 男, 中国四川广汉人, 本科, 工程师, 从事石油工程、石油机械设备、电子电器控制研究。

压裂设备的润滑管理方面存在一系列亟待解决的问题，主要有以下方面存在不足。

3.1 润滑剂选择不当

在压裂设备的润滑管理中，润滑剂的选择是至关重要的一环。不同的工况对润滑剂的性能要求各异，包括黏度、抗磨性、抗腐蚀性以及耐高温性等。但是，在实际操作中，往往忽视了这一点，导致润滑剂的选择与设备需求不匹配，无法充分发挥其润滑效果^[1]。一些企业在选择润滑剂时，过于依赖经验或传统习惯，而忽视了设备工况的变化以及新润滑剂的研发进展。这种做法不仅可能导致润滑剂性能不足，还可能对设备造成损害。如在高温高压的工况下，如果选择了黏度较低的润滑剂，可能导致润滑膜破裂，加剧设备磨损。

3.2 润滑周期不合理

除了润滑剂选择不当外，润滑周期的设定也是压裂设备润滑管理中存在的一个重要问题。合理的润滑周期能够确保设备得到及时、有效的润滑，减少磨损和故障发生。不过，在实际操作中，往往存在润滑周期设定不合理的情况^[2]。一方面，一些企业为了追求生产效益，过于频繁地进行润滑，这不仅浪费了润滑剂资源，还可能对设备造成污染。过于频繁的润滑可能导致润滑剂残留过多，形成油泥和积炭，影响设备的正常运行。另一方面，一些企业则忽视了设备的润滑需求，润滑周期过长，导致设备长时间处于缺油或干摩擦状态，加剧了设备的磨损和损坏。特别是在恶劣的工况下，如高温、高压、高负荷等，设备的润滑需求更为强烈，如果润滑周期过长，将对设备的运行可靠性和使用寿命造成严重影响。

3.3 润滑系统维护不善

润滑系统的维护状况直接影响到润滑剂的供给和分布，进而影响到设备的运行状况。然而，在当前压裂设备的润滑管理中，润滑系统的维护往往被忽视，导致一系列问题频发。具体来说，企业在润滑系统维护方面存在润滑管道堵塞，由于长时间未进行清理和维护，润滑管道内可能积累大量的油泥和杂质，导致润滑剂无法顺畅地到达润滑点；润滑系统泄漏，由于密封件老化或损坏，润滑系统可能发生泄漏，导致润滑剂流失和浪费；润滑系统清洗不彻底，在更换润滑剂或进行设备维护时，如果对润滑系统清洗不彻底，可能导致新润滑剂与旧润滑剂混合，影响润滑效果。

4 压裂设备预维修润滑管理的改进措施

4.1 建立科学的润滑剂选用标准

为了确保润滑剂在压裂设备中能够充分发挥作用，必须建立科学的润滑剂选用标准。这一标准的制定是一个复杂而细致的过程，需要综合考虑设备工况、工作环境、润滑剂性能以及成本效益等多个因素。

首先，对压裂设备的工作环境和工况进行详细分析是至关重要的。不同的工况下，设备对润滑剂的需求也会有所

不同。如在高温、高压的工作环境下，设备需要能够承受极高温度和压力的润滑剂；而在低温、低负荷的工况下，则需要选择具有良好低温流动性和抗磨性能的润滑剂。因此，在选用润滑剂之前，必须对设备的工作环境进行全面的了解和评估。其次，结合市场上各类润滑剂的性能特点，选择能够满足设备润滑需求的润滑剂。市场上润滑剂种类繁多，每种润滑剂都有其独特的性能特点。在选用时，应根据设备的工作环境和工况，选择具有相应性能的润滑剂^[3]。对于需要承受高温高压的设备，可以选择具有高热稳定性和抗磨性能的润滑剂；对于需要低温流动性的设备，则可以选择具有低凝点和良好流动性的润滑剂。最后，润滑剂的成本效益也是选用时需要考虑的重要因素。在选择润滑剂时，不仅要考虑其性能是否满足设备需求，还要考虑其价格是否合理，是否能够在保证设备正常运行的同时，降低维护成本。因此，需要对不同品牌的润滑剂进行性价比分析，选择既经济又实用的润滑剂。

以某厂的压裂设备为例，该设备大泵动力端采用了减速箱作为减速机构，然而在投产初期，却遭遇了一系列的润滑问题。这些问题不仅影响了设备的正常运转，还增加了维护成本和工人劳动强度。为了解决这些润滑难题，团队进行了深入的现场调研和综合评估。经过仔细的分析和对比，团队最终选用了长城 4408 合成重负荷工业齿轮油，这款润滑油以其卓越的性能和适应性，被广泛应用于各种高负载、高温、高速的轴承润滑中。同时，为了进一步提升润滑效果，团队还对现有的润滑系统进行了全面的改造，引入了将油道进行升级，确保所有的轴承、齿轮均能进行有效的润滑。升级后的压裂设备运转更加稳定，轴承润滑状况得到了显著改善。润滑剂用量明显降低，不仅减少了浪费，还降低了维护成本。更重要的是，轴承的寿命得到了大大延长，减少了因轴承损坏而导致的设备停机时间，进一步提高了生产效率。同时，维护工作量也显著减少，降低了工人的劳动强度，提高了整体的工作效益。这一成功的案例充分说明了建立科学的润滑剂选用标准的重要性。通过综合考虑设备工况、工作环境、润滑剂性能以及成本效益等多个因素，我们可以更加准确地选择出最适合设备的润滑剂，从而保障设备的正常运行，延长使用寿命，降低维护成本，提高整体的生产效益。

4.2 优化润滑周期

润滑周期不仅仅是一个简单的时间设置问题，更是一个涉及设备工况、润滑剂性能、人工操作难度以及运营成本等多个方面的综合考量。第一，定期检测设备磨损情况和润滑剂性能是优化润滑周期的基础。通过对这些关键指标的监测和分析，可以深入了解设备在不同工况下的润滑需求变化，以及润滑剂在使用过程中性能的变化情况。这种实时的数据反馈为我们提供了调整润滑周期的重要依据，确保设备在得到充分润滑的同时，避免过度润滑或润滑不足的情况发生。第二，考虑到压裂设备常常在恶劣的工作环境下运行，

如中石油某油田公司的压裂车在戈壁滩上不停机工作，冬天甚至面临 -30°C 的极端低温，这无疑增加了人工加油的难度和工作强度。因此，在优化润滑周期时，必须充分考虑到这些因素对润滑操作的影响，确保润滑周期的设定既符合设备的实际需求，又便于人工操作。第三，还可以考虑采用智能化润滑管理系统来进一步提升润滑管理的科学性和准确性。通过实时监测设备运行状态和润滑剂性能，这种系统能够自动调整润滑周期，确保设备始终保持在最佳的润滑状态下运行。

例如，中石油某油田公司采用的奥特集中润滑系统，是该公司在压裂设备润滑管理上的一大创新举措。该系统通过量身设计集中润滑解决方案，为每一台压裂车提供了个性化的润滑管理方案。这一方案实现了设备在运行中的适时加脂润滑，并对润滑状态进行了实时监控，从而确保了设备始终处于最佳的润滑状态。这种定时定量均衡强制润滑的方式，不仅极大地节省了人工操作的时间和成本，还显著提高了润滑的效率和准确性。通过精确的计量和控制，该系统能够确保轴承得到有效的润滑，从而减少了因润滑不足或过量而导致的摩擦损失和设备磨损。这不仅降低了运营成本，还显著提高了设备的运行效率和可靠性。同时，由于润滑状态的实时监控，设备的运行安全性得到了进一步提升。系统能够及时发现并解决潜在的润滑问题，从而避免了因润滑不良而导致的设备故障和安全事故。

4.3 加强润滑系统的维护与管理

润滑系统的维护与管理是保障压裂设备润滑效果的重要环节，对于确保设备的稳定运行和延长使用寿命具有至关重要的作用。

首先，定期对润滑管道进行检查和维护是至关重要的。润滑管道是润滑剂流向设备各个润滑点的通道，其畅通无阻对于保证润滑效果至关重要。因此，应定期检查管道是否存在堵塞、泄漏等问题，并及时进行清理和修复。同时，对于管道的连接处和阀门等易损部位，也应加强检查和维修，确保其密封性和完好性。

其次，定期更换老化的密封件和过滤器等部件也是必不可少的。在润滑系统中，密封件和过滤器等部件起着至关重要的作用。密封件能够防止润滑剂泄漏，保证润滑系统的压力稳定；而过滤器则能够过滤掉润滑剂中的杂质和污染物，保证润滑剂的清洁度。然而，这些部件在长时间的使用

过程中会逐渐老化，失去原有的性能。因此，应定期对这些部件进行检查和更换，防止因部件老化而影响润滑效果。再者，加强对润滑剂的储存和管理也是保障润滑效果的重要环节。润滑剂在储存和使用过程中容易受到污染和变质的影响，从而降低其润滑性能。因此，应建立严格的润滑剂储存和管理制度，确保润滑剂在储存和使用过程中不会受到污染或变质。具体来说，选择合适的储存容器和储存环境，定期对润滑剂进行质量检测，并及时处理不合格的润滑剂。

最后，除了以上措施外，还可以借助现代化的技术手段来进一步提升润滑系统的维护与管理水平。通过安装在线监测系统，我们可以实时监测润滑系统的运行状态和润滑剂的性能指标，及时发现并处理潜在的问题。还可以利用数据分析技术来对润滑系统的历史数据进行挖掘和分析，找出润滑系统运行的规律和潜在的风险点，为制定更加科学合理的维护计划提供依据。

以“润滑管家‘钢铁侠’系列润滑数智化管理综合解决方案”为例，该方案通过在线监测钢铁企业润滑核心的关键指标，如水分、水活性、颗粒度、粘度等，并通过数字孪生、趋势算法升级为预测性维护。这一方案不仅解决了传统实验室检测、人工点巡检的“时差”问题，还能够通过边缘算法和反馈调节解决市场上现有润滑在线监测数据不准确、不稳定的难题。更重要的是，该方案通过优化拟合等应用层机器学习算法，实时生成润滑健康指数、状态以及诊断建议，降低了使用门槛，使得设备管理人员能够更加及时地发现并处理润滑问题。

5 结语

总的来说，压裂设备的润滑管理对于保障设备正常运行、提高开采效率具有重要意义。通过深入分析当前润滑管理中存在的问题，并提出针对性的改进措施，可以有效提升压裂设备的运行可靠性和经济性。未来，随着智能化、自动化技术的发展，压裂设备的润滑管理将进一步向精细化、智能化方向发展，为油气开采行业带来更多机遇与挑战。

参考文献

- [1] 徐向林.压裂设备润滑管理及应用[J].化工设计通讯,2022,48(5):80-82.
- [2] 邓斌奇.压裂设备润滑管理分析[J].中国设备工程,2022(2):40-41.
- [3] 张宗勇.油田钻采设备操作、维护及管理的问题及对策[J].石化技术,2017,24(4):268.