

# 低成本低伤害油井压裂工艺技术研究

张小丽

(延长油田股份有限公司宝塔采油厂,陕西省延安市,716000)

**摘要** 随着国内经济转向高质量发展,各行业对石油需求激增,要求石油企业增加资源供应。油井压裂工艺技术在此扮演重要角色,能显著提升石油产量,助力企业提高经济效益,满足社会需求。然而,该技术在应用中面临挑战,未充分发挥增产潜力。石油企业需重视,从低成本化和低伤害化角度深入研究,推动技术创新。为此,企业应从现有油井压裂技术出发,探索优化思路,并准确把握技术应用现状。通过深入分析,为后续实现低成本、低伤害化的实践提供理论支撑。

**关键词** 油井压裂;油井工艺;低成本;低伤害;技术创新

中图分类号:TE357.1 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2025)06-0027-03

油井压裂工艺技术通过注入压裂液改造油气层裂缝,提升导流能力,实现石油增产,提高采收率。在油田开发中,该技术已普及应用,为石油增产和企业发展提供了技术支持。然而,该技术仍有改进空间,尚未充分发挥其价值。石油企业需要常态化跟进应用过程与效果,发现并改进其中存在的问题,以促进该技术的进一步优化和石油工业的稳定发展。

## 1 油井压裂工艺技术的优化

### 1.1 单层压裂技术优化

油田开采企业在应用油井压裂工艺技术时,除了要考虑增加油气资源产量外,还要注意采取创新措施降低开采成本,确保油井可以实现长时间开采<sup>[1]</sup>。在针对油井压裂工艺技术探索优化时,主要应关注单层压裂和多层压裂两方面的技术优化。当前,在国内油田生产中应用的单层压裂工艺无需设置复杂的规格及模式,不需要考量多方面的因素或问题。因而在优化该技术时,主要需要关注其有效流量,建构数学模型模拟数值并完成计算分析。借此,技术人员可以分析其流量,比照该工艺技术实际的应用情况,判断最终的减水率,以此给出更具针对性的优化建议,确保该工艺技术可以在石油

采收率提升方面发挥其可观作用。

### 1.2 多层压裂技术优化

在国内的油田生产实践中,多层压裂技术的应用同样较为普及,可以服务于油田生产效率的有序提升。在实际的油田生产中应用多层压裂技术时,主要应当立足于整体视角,参考目标层群完成各目标层条带的确定,由此完成对应参数的选取,为该技术的有序运用创造有利的条件,保障油田生产整体的效益性。需要注意的是,多层压裂技术在应用过程中需要经由繁琐的步骤,涉及多种各有不同的开采过程。因而在该工艺技术探索优化时,应当使用分层堆场法组织开采作业,以便降低石油开采所需的基础性成本,同时对开采裂纹可能带来的损失实现良好的控制效果。

## 2 油井压裂工艺技术的应用现状

### 2.1 压裂液

为求监测评估油井开采中压裂技术的过程与效果,石油生产企业应当对应用过程中的压裂液、支撑剂以及压裂设备等方面深入分析,以便更加全面地把握油井压裂工艺技术的应用现状<sup>[2]</sup>。在应用油井压裂工艺技术改造地下油气层时,压裂液是必不可少的核心物质基础之一,主要作用体现在有效地提升地层的渗透率。当前,在油田生产中常用的压裂液为低伤害的高黏压裂液,性质较为稳定,可以多次使用,同时不易对地层产生较大伤害。常用的压裂液主要有助排剂、黏土稳定剂、低温交联有机稠化剂以及活性沥青类表面活性剂等,可以分别

作者简介:张小丽(1981~),女,陕西延安人,本科,助理工程师,研究方向:油田开发。

从多方面出发,有效地提升地层的导流能力。

## 2.2 支撑剂

在实际地应用油井压裂工艺技术实现油田生产增产时,支撑剂也是该工艺技术赖以应用的必要物质基础,可以在应用过程中支撑裂缝的延展,作用于裂缝导流能力。在实际应用的时间增长后,支撑剂对地层的影响也会逐步增强,难免引发一定的问题。支撑剂当前在国内的油井压裂工艺技术应用过程中已经相对常见,同时在具体的应用实践中仍未取得足够理想的应用成果,需要深入地分析其中的问题现象并予以解决。一般而言,韧性强度不足,胶结力未达预期以及耐温性能有限等均是常见的支撑剂应用问题,需要着重由此类应用问题出发增加研究力度,推动支撑剂进一步地在油井压裂工艺技术应用中充分实现其可观价值。

## 2.3 压裂设备

在石油生产企业应用油井压裂工艺技术增产时,压裂设备是直接负责压裂地下油气层的设备工具,同样必不可少<sup>[3]</sup>。在实际地应用该工艺技术时,滑套、水力压裂泵以及水力加砂设备均是常见的压裂设备。就目前的应用状况而言,国内很多油田均已采用压裂设备支持油井压裂工艺技术的应用,而针对设备更新换代不够积极,很多油田所用的压裂设备性能已经难以达到预期,有可能直观地影响该工艺技术的应用成效,使得石油生产企业难以借此有效提升现有的石油产量。因而石油生产企业应当对此形成正确的认识和重视,跟进国内的压裂设备发展形势,参考油田实际的开采需求深入分析,及时引入并应用新型的压裂设备支持油井压裂工艺技术的有效应用,有效提升石油产量。

## 3 油井压裂工艺技术的低成本低伤害化研究

### 3.1 以科学原则把控压裂技术应用过程

在围绕低成本和低伤害创新应用油井压裂工艺技术时,石油生产企业应当以科学的应用原则为指导,从严把控该技术的应用过程,以便探索如何解决上述应用过程中存在的部分现实问题<sup>[4]</sup>。首先是压裂液选择原则,应当以粒径更小为基准做出选择,确保油井压裂工艺技术的应用效果。其次是压裂液黏度控制原则,适当地选用大粒径支撑剂。最后是压裂液用量成本控制原则,优先选用液体用量更小的压裂液,同时辅以使用成本做出选择,确保

压裂液选择的正确性,同时降低该工艺技术应用过程中所需的成本投入。不同油井的开采条件存在差异,在遵循科学原则把控压裂工艺技术应用过程时还应考量油田的实际情况,以便确保该工艺技术可以低伤害、低成本地应用于石油开采,有效实现石油增产的最终目标。

### 3.2 增强压裂液压裂设备及支撑剂研究

作为工艺技术类型之一,油井压裂工艺技术具备一定的特殊性,旨在通过在地层中注入化学药剂确保地层可以维持指定强度的压裂状态。与此同时,可以在不同的应用方式和应用工具帮助下,利用开合作用调整压裂缝口,在控制地层石油分布状况的过程中实现一定程度的改善。而经由上述分析可以得知,压裂液、压裂设备和支撑剂均是该工艺技术得以应用的关键,需要分别增强研究,为油井压裂工艺技术的低伤害化与低成本化创造条件。一是压裂液,基于现状可以得知,主要应当围绕返排体系加强展开优化研究。二是压裂设备,主要应当关注低成本和低伤害,根据不同油井地质条件强化研发。三是支撑剂,在增强研究时应重点关注支撑剂的种类与性能,分析支撑剂在多类型储层油层下的驱油机理。

### 3.3 采用化学药剂降低压裂成本与伤害

在实际的油田开采中,应用油井压裂工艺技术可以大幅改善石油开采效率及效果<sup>[5]</sup>。与此同时,化学药剂是该技术的核心,因而在研究其低成本化和低伤害化的改造时,还应从化学药剂出发研究探索。在实际地采用化学药剂降低压裂技术的成本与伤害时,缓蚀剂和酸液添加剂是常用的化学药剂,可以分别从这两方面出发深入分析。首先是缓蚀剂,主要用于控制并降低石油开采过程中的服饰程度,间接保障石油开采效率,有利于控制油井压裂工艺技术的成本与伤害。在国内的油田开采中,选用盐酸作为缓蚀剂的情况较多,可以对钢铁形成相对有效的保护。在应用缓蚀剂时,应当根据石油开采的实际情况与其他化学药剂共用,以便增强其应用效果。期间,应当避免与锌铁金属、强氧化剂以及碱性物质等共用,以防影响其缓蚀效果。

### 3.4 从工艺角度出发创新现有压裂技术

多种压裂工艺均具有良好的推广应用前景,需要石油生产企业引起重视,从水力压裂工艺、射孔

分段压裂工艺以及地面管柱压力工艺等方面出发分别予以把握。其中,水力压裂工艺具备一定的特殊性,一般会在储层中注入大体积的优质高渗透率高韧性黏土颗粒,有效地确保石油储层的压裂效果。一般而言,该工艺大多通过结合水泥体系与支撑剂体系的形式得到应用,进一步提升最终的压裂效果。在此过程中,部分情况可能会影响到该工艺的实际效果,诸如规模较小,渗透率或支撑压力偏低等,均会出现该工艺石油增产效果欠佳的问题状况,需要根据油田的实际情况确认可否应用该工艺创新现有压裂技术。

在射孔分段压裂工艺下,一般会反复使用射孔弹形成数条裂缝。在实际应用该工艺时,应当关注同时使用的支撑剂是否可以达到要求,主要需要关注支撑剂在韧性、耐高温性、延展性以及耐冲刷性等方面的表现,以便确保该工艺可以在油井压裂工艺技术应用过程中发挥积极作用。在应用该工艺时,应在完成射孔作业后注入支撑剂,采用人工作业形式完成支撑液施压,同时多次注入,借此对支撑剂上方的液体施加冲击力和粘滞力,为油井压裂工艺技术整体的应用创造条件。

在油井压裂工艺技术的应用过程中,地面管柱压力工艺也属于常见工艺之一,可以提供有力的支持。在该工艺下,一般使用多条长钢带支撑油层两段的地层,确保石油开采。在实际应用该工艺时,同样需要关注多方面的内容。应当确保高黏度降黏液体可以与砂实现足够充分的混合;需要根据石油开采的需求分别把控不同目的层的压力;应当在油管端施加指定强度的压力;需要确保底层可以得到更有力的支撑。

#### 4 结语

综上所述,压裂工艺技术在油井开采中属于重要的技术手段,需要企业从严把控其应用过程,强

调标准化操作,确保该技术可以在油井开采的效率提升和成本降低方面有所作为。在社会石油需求提升后,石油生产企业需要面临更大的生产压力,因而需要从低成本化与低伤害化两个方面出发,对现有的油井压裂工艺技术探索创新,推动石油生产效率及效果取得崭新的提升。在此过程中,一方面应从现有的油井压裂工艺技术出发把握其中的优化点,更加实际地把握该技术的应用现状。另一方面,可以从以科学原则把控压裂技术应用过程,增强压裂液压裂设备及支撑剂研究,采用化学药剂降低压裂成本与伤害,从工艺角度出发创新现有压裂技术等方向出发,更加深入地研究油井压裂工艺技术的低成本化与低伤害化,进一步从开采效率和开采效果两个方面取得理想的创新成果。

#### 参考文献

- [1] 黄纵,孟庆飞,焦庆庆.试论油井压裂增产技术及创新[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(14):159-161.
- [2] 刘帅,汪志,王爱清,等.微结构光纤分布式传感技术实现油井压裂监测[J].应用科学学报,2022,40(02):190-203.
- [3] 蒋文超.基于机器学习与模型融合的大庆油田SN区块油井压裂效果预测技术[J].大庆石油地质与开发,2023,42(01):64-72.
- [4] 卜向前.裂缝性见水油井宽场堵水压裂技术研究在现场试验.陕西省,中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司,2021-12-29.
- [5] 马军,王丽峰,鱼文军,等.金龙2井区无隔层控底水压裂技术的研究与应用[J].新疆石油天然气,2020,16(03):56-61+4.
- [6] 李平,樊平天,郝世彦,等.大液量大排量低砂比滑溜水分段压裂工艺应用实践[J].石油钻采工艺,2019,41(04):534-540.
- [7] 张传绪,苗国晶,王忠凯,等.水平井压裂工艺参数与产能关系研究与认识[J].石油石化节能,2019,9(05):8-10+14+62.