

水平井压裂工艺现状及发展前景研究

鲍伟 延长油田股份有限公司井下作业工程公司

【摘要】石油作为重要的能源资源，在目前的社会发展中发挥着巨大的作用，关注石油的开采，稳定其产量，这对于保证相关行业发展意义显著。对现阶段的石油开采进行分析，水平井压裂工艺是非常重要的采油工艺，其与直井相比有着更加显著的增产效果，所以在提升采油量的措施应用中，此工艺受到了普遍关注。结合水平井压裂工艺的具体使用进行分析，在当前的工艺利用中，水平井压裂工艺的具体利用有不同的形式，且不同形式的工艺特点存在差异，利用效果也有显著不同。文章对水平井压裂工艺现状做分析，同时分析此种工艺的前景，这对于更好的利用工艺来讲有突出现实意义。

【关键词】水平井；压裂工艺；发展前景

【DOI】10.12316/j.issn.1674-0831.2022.01.020

水平井和直井是现阶段具有开采过程中所利用的重要工艺，分析工艺的具体使用，讨论工艺增产的具体做法，这对于进一步的改善和优化工艺，提升石油开采效率意义显著。和直井的具体利用做对比会发现水平井压裂工艺的增产效果更加的突出，所以在石油增产的工作实践中，水平井压裂工艺的具体利用备受关注。结合现阶段的水平井压裂工艺利用实践发现该工艺的特点突出，而且其存在着不同的形式。对不同形式的现实应用做总结会发现其在不同的场景应用中会产生不同的效果，因此，有开采单位会立足于采油厂实践来做水平井压裂工艺的具体应用形式选择。结合技术应用实效做讨论，水平井压裂工艺在未来采油中依然有不俗的价值，所以讨论其发展前景也是有显著意义的。

一、水平井压裂工艺概述

要在实践中强调水平井压裂工艺的利用，首先需要对水平井压裂工艺做全面、详细的分析。从目前的研究来看，水平井压裂之后的缝隙状态主要取决于水平井筒轴线方向与地层最大主应力的方向之间的关系。就目前总结的资料来看，水平井在压裂之后其裂缝会呈现三种形态：第一，水平井筒与最大主应力方向平行，形成纵向裂缝；第二，水平井筒与最大主应力方向垂直，形成横向裂缝；第三，水平井筒与最大主应力方向有一定的夹角，形成扭曲裂缝。

二、水平井压裂工艺特点

对水平井压裂工艺的具体应用做分析，其存在着两个方面的突出特点：第一，水平井压裂工艺的具体利用形式存在着多样化特点。所谓的多样化特点指的是水平井压裂工艺在具体的使用中，可以基于油井的具体情况

利用存在着可选择性突出的特点；第二，水平井压裂工艺在具体利用的过程中呈现出了低成本特点。综合分析水平井压裂工艺的实际应用会发现不管是何种形式，其综合要求都是比较低的，尤其是设备要求简单，操作也简单，这极大的节约了成本。

三、水平井压裂工艺现状

对水平井压裂工艺的具体利用做分析会发现该工艺会在不同的场景变化中产生应用差异，也就是说会存在不同的应用形式。结合生产实践对水平井压裂工艺的具体应用形式做分析与总结，这对于更加全面的认知此种工艺有突出的现实意义。

1.段塞分段压裂

对水平井压裂工艺的具体利用进行总结会发现在采油过程中，比较常用的一种形式是段塞分段压制。就这种形式的应用分析来看，其基本的原理为：在前一段施工就快结束的时候使用高粘度的物理、化学物质来顶替完成之后在井筒当中故意形成堵塞，这样一来，后续的液体和支撑剂会进入到新的裂缝当中。在目前的应用过程中，主要使用的堵塞材料有浓度比较高的支撑剂、超粘完井液和填砂液体胶塞三种。对此种工艺的应用优势做分析可知在这种工艺应用的时候，不需要使用专门的工具便可以按照预计的多裂缝压裂进行施工，所以在施工过程中存在着操作简单和成本低廉等显著优势。需要注意的是，这种工艺利用也存在着明显的缺陷，即作业周期比较的长，且冲胶塞施工的过程中会容易出现伤害的情况。再者，胶塞的强度是有限的，所以在深井施工的时候，其无法完成有效的封隔。简单来讲，段塞分段压裂这种工艺形式的应用优势是显著的，同时其缺陷也是明显的，所以在使用的过程中要做综合判断，以此来

保证其应用效果。

2.水力喷射分段压裂

水力喷射分段压裂也是水平井分段压裂工艺的重要利用形式。就水力喷射分段压裂的具体分析来看,其是由水力喷射、水力压裂和环空组合注入、注液体封堵剂四种工艺技术组合而成的。对水平井的井下作业进行分析会发现其存在着风险大、周期长、遇卡概率高等显著问题,基于问题的规避和解决,在设计水力喷射分段压裂钻具的时候,需要尽可能的保持井下工具的简化,同时要保证其具有比较好的操作性。在进行喷射和压裂的时候,工具定位必须要保持准确,且工具本身的稳定性一定要高。不仅如此,为了让井下工具能够在不同的区块储层场景中获得比较好的应用效果,需要让井下工具具有耐压、耐温和密封性特点。在水力喷射分段压裂工艺的具体利用中,需要对喷射器的工作寿命要求等进行分析,这样可以保证其使用效果。

综合分析水力喷射分段压裂的应用,其突出的优势为在固井完井和裸眼水井的改造中可以发挥不错的效果,具体的使用可以不采用封隔工具,这样一来,井下复杂事故和工况的发生可以得到有效规避。当然,水力喷射分段压裂也有显著的缺陷,即其一次只能压开一小段,在多次压裂的时候需要实现管柱上提。

3.TAP分段压裂技术

在目前的水平井压裂工艺应用实践中,整体表现比较突出的第三种工艺形式为TAP分段压裂技术。这种压裂技术在具体的使用中存在着非常显著的优势,即不受压裂层级的限制,而且层数越多,其优势表现越明显。总的来讲,这种工艺在实践中的利用可以有效的减少层射孔费用,实现工艺利用的整体成本下降。

对TAP分段压裂技术的具体利用进行总结会发现其虽然有显著的优势,但是缺陷也是存在的。就目前的技术利用来看,其主要缺陷表现在如下几个方面:(1)TAP分段压裂技术在具体利用的过程中能够适应的管柱尺寸比较的单一,即只能够在114.3mm的套管中进行利用,而且也需要采用套管的方式,所以其对套管以及套管头的耐压性能有比较高的要求。(2)在TAP分段压裂技术的具体利用中,往往会出现压入时须下入生产管柱的情况,而这种情况的出现会对储层造成二次伤害。总的来讲,TAP分段压裂技术作为一种普遍使用的水平井压裂工艺,自身的优势非常明显,缺陷也比较突出,因此在使用的时候需要做好多方面评价,这样才能够做到技术的科学选用。

4.封隔器分段压裂

分割器分段压裂在水平井分段压裂工艺的具体利用中应用也比较频繁。结合实践做分析,其主要有两种方式:(1)上提管柱分段压裂。在这种方式的应用中,利用喷砂器的节流压差坐封封隔器,反洗井替液解封封隔器,采取上提管柱的方式可以实现一趟管柱完成多个层段的压裂。在实践中,采用高压差K344封隔器进行跨隔密封能够使管柱的受力状态获得优化,这样一来,施工的可靠性会获得显著性提升。(2)不动管柱分段压裂。这种压裂方式主要采用的喷砂器的节流压差进封隔器坐封,然后利用投球的方式实现分段压裂。在实践中,不动管柱压裂可以实现一趟管柱完成多个层段的压裂。对此种技术的应用做分析,其主要的优势为:多段压裂具有比较强的针对性,所以多段压裂的实际效果比较好。当然,该技术的具体利用也存在着缺陷,比如压裂工具能否顺利的通过水平井造斜段是需要重点考虑的。同时,在压裂的过程中,封隔器胶筒是否能够被顺利的手绘,这也是需要重点考虑的。总之,这种技术的现实利用效果显著,但是要想充分的发挥其优势,还需要对其缺陷做积极的分析与解决。

5.封隔器+滑套喷砂器水平井分段压裂

封隔器+滑套喷砂器水平井分段压裂在目前的水平井采油中使用的也比较频繁。就该技术的具体利用来看,其原理为:射孔的时候一次性的将待压裂的井段全部射开,然后利用导压喷砂封隔器的节流压差实现封隔器坐封。这种工艺利用的时候首先会通过油管直接压裂下层,此时的滑套喷砂器会处于关闭的状态。在下层压裂之后,停泵并由井口进行投球,当其落到滑套喷砂器位置的时候,便可以开始向油管加压。此时的液压会推动钢球,并打开活套喷砂器喷砂孔,从而进行第二段的压裂,之后的工作便是对上述步骤的反复。

就封隔器+滑套喷砂器水平井分段压裂的具体分析来看,其突出的优势是能够利用一趟管柱实现多段的定点改造,具有非常强的针对性。这种方法在使用的过程中,井下工具少且工序简单,具有极高的作业效率,而且工艺管柱自身的性能具有稳定性,可以在不同深度的井中满足压裂的要求。除了上述的优势外,工艺管柱和封隔器不会受到卡距的限制,所以在多种情况下能够达到应用要求。当然,这种工艺利用也是有缺陷的,比如其要求井径要具有规则性,而且对固井的质量要求比较高。在使用的过程中,封隔器容易出现被埋的情况,所以当封隔器出现故障的时候,管柱的上提及分段数也会

因此受到显著影响。

四、水平井压裂工艺发展前景分析

对水平井分段改造的具体利用做分析会发现其在我国的利用尚处在摸索阶段,所以其在低渗透油气藏水平井的开发过程中还需要基于多方面因素分析做考虑和设计,比如要对水平井的轨迹做设计,同时要对完井和压裂改造等进行设计。总的来讲,水平井分段压裂是目前改善水平井开发效果,提升其经济效益的重要工艺之一。

总结我国水平井压裂工艺的具体使用,其在应用的过程中存在着三方面的显著问题:(1)限流压裂各个层段改造不完善。结合水平井压裂工艺的具体使用进行分析会发现不同的工艺在应用的过程中会有压裂层段方面的限制,因此具体的工艺利用实用性不强。如果解决了压裂层段限制方面的问题,工艺使用的价值会表现的更加突出。(2)目前水平井固井质量尚不能完全保证,增加了封隔器有效分段的风险;水平井段目的层套管内径较小,而封隔器外径较大,增加了压裂管串中途遇堵的风险;水平段钢球不易入座。不能使工具完成坐封,导致封隔器密封失效;对于水平井油井,压裂管柱上提困难,增加了水平井后续处理的难度。简单来讲,目前的工艺在具体的使用中还存在着多个方面的问题,这些问题导致了工艺应用的稳定性,也会影响到工艺使用的成本消耗,因此在实践中要强调有关问题的解决。(3)水力喷射压裂工艺具有操作方便、工艺简单的优点,具有广泛的应用前景。但当井段埋藏较深时,水力喷砂射孔深度有限,限制了该项工艺的进一步应用。总的来讲,水平井压裂工艺的具体使用存在着不可否认的优势,但是其适用范围是非常显著的,因此在工艺利用的时候必须要做好综合分析。

基于问题分析讨论水平井压裂工艺在未来的发展和应用,这对于进一步提升水平井压裂工艺的实效性帮助巨大。结合目前的实践,在未来的水平井压裂工艺利用中,需要强调如下方面的工作:(1)开展水平井固井技术攻关进一步提高、完善水平井的固井质量。结合实践分析会发现,在技术应用的过程中,其问题无法解决往往与技术难关有关,因此在实践中,立足于现状对技术研究与讨论,重视技术突破,这样,技术难题得到破解,最终的工艺利用实效会获得显著性提高。(2)开展小外径、大膨胀比、高压差的扩张式胶筒。缩小封隔器外径,降低管柱下入及起出的难度。减少砂卡概率:喷砂器采用无弹簧、大缝隙导液结构设计,降低喷砂器工具对压裂液的剪切破坏;优化喷砂器出口的设计,减少

支撑剂对套管的损伤。综合设备利用进行分析,对设备应用过程中的正确步骤进行总结,减少操作对设备的不利影响,这样,设备本身的优势价值发挥会更加显著。

(3)采用低密度(2.2~24g/cm)钢球、小排量送球密封坐封球座:推荐采用压裂、生产一体化管柱,减少起下管柱的次数,降低施工风险;(4)大力推广不动管柱滑套式水力喷射分段压裂工艺,尤其是裸眼完井水平井,减少对储层的伤害。对于水泥固井完井的水平井以及深层水平井,建议对待压裂井段进行常规射孔后,再进行该项施工。综合来讲,在总结问题的基础上对问题的解决措施进行讨论,这于实践工作开展而言帮助巨大。

五、结语

综上所述,在水平井利用的过程中,采用压裂工艺可以有效提升采油的实际效果,所以重视水平井压裂工艺的具体利用有突出的现实价值。文章对水平井压裂工艺的具体使用做分析与讨论,总结不同工艺的应用优势和特点,旨在指导目前的水平井采油实践,从而提升采油产量。

参考文献:

- [1]卢雅兰.国内外水平井多级分段压裂完井技术现状及发展趋势[J].科教导刊:电子版,2018(7):271.
- [2]刘统亮,施建国,冯定,等.水平井可溶桥塞分段压裂技术与发展趋势[J].石油机械,2020,48(10):8.
- [3]张明伟.水平井分段压裂工艺技术现状及展望[J].石化技术,2020,27(4):2.
- [4]张永飞,闫钰琦,李璐.水平井压裂工艺技术现状及展望[J].化工设计通讯,2020,46(6):2.
- [5]拜立甲.水平井压裂工艺技术现状及展望[J].科学与信息化,2019(15):2.
- [6]徐建军.赵庄井田水平井分段压裂技术优化及应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2019(16):2.
- [7]曾青冬,佟颖,姚军.考虑应力干扰的多簇压裂水平井产能分布规律[J].中国石油大学学报:自然科学版,2019,43(1):9.
- [8]周彤,张士诚,陈铭,等.水平井多簇压裂裂缝的竞争扩展与控制[J].中国科学:E辑,2019,4(4):4-4.
- [9]徐平.浅议水平井压裂工艺技术现状及发展趋势[J].中国石油和化工标准与质量,2020(4):2.
- [10]赵志恒,郑有成,范宇,宋毅,郭兴午.页岩储集层水平井段内多簇压裂技术应用现状及认识[J].新疆石油地质,2020,41(4):6.

作者简介:鲍伟(1984—),男,汉族,延安子长市人,助理工程师,主要从事油气井水力压裂工作。