

水平井分段压裂技术现状及发展

付轅¹ 唐琼² 郝杰³

(2. 延长石油股份有限公司钻井工程公司 陕西 延安 716000;

1. 3. 延长石油股份有限公司宝塔采油厂 陕西 延安 716000)

[摘要]过去,我国主要需要依靠国外先进技术和进口先进技术,但近年来,我国水平井分段压裂技术取得了快速发展,逐步摆脱了我国对国外技术的依赖,大大提高了我国在油气行业的地位。水平分段压裂技术的升级可以有效改善我国低渗透油气藏的开发,提高我国石油开采的质量和效益。目前水平井压裂技术与实际生产要求差距较大,许多设备和技术难以满足实际生产要求。基于此,下面就水平井分段压裂技术的现状和发展进行探讨,以供参考。

[关键词]水平井分段;压裂技术;现状及发展

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.2008

引言

国内外水平井压裂增产技术的研究主要始于20世纪80年代。截至目前,我国在水平井压后产量预测和相关水力裂缝尺寸优化方面取得了一定成果,在分段压裂施工技术和井下分离工具方面取得了较大进展。但是,从实际开发需要和实际工作过程来看,这项技术还存在很多问题,特别是井下分离工具和水平井分段压裂改造在很大程度上不能满足实际开发要求。因此,相关人员必须加强相应技术的研究。

一、水平井压裂原理

在油气工业中,水平井产生裂缝和水平井轴。当水平井压裂时,轴和最大应力方向相同时,可以形成垂直于最小应力方向的纵向断裂。垂直轴和最大主应力方向形成横向裂纹扩展的最大主应力方向时。在油气中,在水平井破裂前,石油和天然气通常会根据径向流动的流动趋势绕着井壁坐着,渗流阻力相对较大。突破水平孔后,当流动平行于凹槽表面裂缝时,阻力相对减小,以便更好地开发石油和天然气资源。

二、水平井分段压裂工艺技术现状

(一) 化学隔离技术

该技术在90年代主要应用于国内外,主要是板栗井。基本步骤如下:首先钻孔第一段,软管断裂;二是用砂液胶塞分离破裂的井段;然后钻入第二段,采用软管断裂,采用砂胶塞进行保温,并以圆形方式应用该方法改造改造井段;最后,在相应的设计完成后,通过冲洗胶塞和沙土进行批量生产。该分级压裂工艺操作安全性高,但在施工过程中需要高浓度液体橡胶塞,对绝缘层造成很大损害,砂和橡胶塞应在排放前被冲走。在这个过程中,不仅会对上层和下层造成很大损害,而且这个过程也很复杂。因此,这项技术在刚开发时并没有得到广泛应用和普及。

(二) 水力喷砂分段压裂技术

液压喷砂拉伸技术是水平井的另一种分层压裂技术。与其他压裂技术相比,该技术最大的特点是具有独特的定位技术,在效率和精度方面具有较大的优势,能够准确快速地进行多层滑动密封压裂。该技术的主要原理是利用Bernoulli方程有效实现压力与动能的转换。工艺发展过程中主要存在以下相互关系:首先根据相关原理有效地将潜在压力转化为动能,然后在水力射流过程中产生相应的负压。高速流体运行

过程中形成了一个大大孔,有效地成为相应的压力势能,从而打破了目标层。如果每一层都破裂,水电就能有效地隔离,新损坏的层就不会扩大。

(三) 机械封隔分段压裂技术

机械绝缘技术主要应用于套管孔中,其中相关技术主要包括加壳组合、双加壳单卡局部压力或加壳阶段压裂技术,可分为以下三种类型。(1)机械桥式连接器和封隔器断裂。打开第一节,断开软管并插入机械桥连接器座。然后,第二节将被堆叠起来,并以同样的方式进行改革。最后,要改革的井段将以同样的方式进行改革。(2)环形封隔器断裂。首先要做的是将封隔器放在预制位置,然后增加软管中的一些压力,最后完成压裂工作。拆弹规则时,给软管施加一定压力,切断密封销,打开洗井通道。完成断裂带后拔出,然后重复上述步骤完成注射和打印分离。(3)双曲面和单卡零件压力。相关工作人员可对要改造的层进行一次断裂,在断裂过程中,必须使用压缩侧喷砂封隔器,并应用上述方法在各个层面完成断裂。通过大量的实验结果可以看出,相关的分步压裂技术在浅储层中广泛应用,其发展较为成熟。该技术在深井的应用中还有许多问题需要改进。同时,对双封隔器技术和单卡分期压裂技术进行了进一步研究。

(四) 水平井裸眼封隔器分段压裂技术

与其他技术相比,水平开孔拉伸技术的特点是技术简单、技术难度低、操作简单,但具有多种应用功能和方案。特别适用于孔隙度低、渗透率低、压力低的油气资源。将压裂线连接到水平、布置良好的压裂工艺线,现场进行分期压裂工艺,放在原地,降低到规定的球座,设置所有压力方向。用足够的压力在滑动套筒上切割销,压在内滑动套筒下,启动锁紧机构,穿过喷砂孔。在渐进断裂过程中,低密度球依次放置,以打开所有设计的断裂。逐步压裂工艺完成并去除液体后,必须及时回收这些低密度球,使软管变得更平滑。

(五) 水力喷射分段压裂技术

液压致裂是一种新的刺激措施,它集成了液压致沙射孔、液压致裂和绝缘。该技术可以在不使用包装机(高速液压绝缘梁)的情况下对管线进行多级断裂,从而提高效率,降低施工和地层破坏的风险。该技术是利用专用注入工具产生高速流体,通过注入穿透壳体和岩石,在地层中产生裂缝

通道。annulus喷射的液体控制着低于所产生裂缝通道中的压力，因此喷嘴注入的液体在负压下被吸入裂缝中，裂缝向前延伸。完成后，石油管道将提升到下一个破碎层，并重复上一个过程。液压喷涂工具可以连接到传统的软管或螺旋软管，并引导到井中。当液压注射断裂成段而不移动绳索时，如果只有一级喷油器经常与螺旋软管相配合，它将连接到传统软管并引导到井中。每个断裂段都配备了一级喷油器，该喷油器连接到刀具组合最低位置的单向喷油器。该技术应用于多级压裂时，通常在10个阶段内进行控制，以确保工具的有效性和方便性。

三、水平井压裂技术发展探讨

(一) 连续油管分段压裂

连续油管压裂是一种经济、高效而且比较安全的新压裂型技术，此项技术自20世纪80年代起逐步的用于油田开发。该技术可以快速起、下压裂管柱，具有作业时间短、易于操作的特点，适合于各种压裂管柱，尤其是对水平井分段压裂作业更加适合。

(二) 提高压裂技术的管理

在不断完善完善的过程中，压裂技术、管理控制技术已成为发展因素。采用通用施工技术时，工程施工管理控制不会导致质量问题或潜在的安全风险。它可以通过选择材料来提高建筑物和建筑设备的管理技术和管理水平。它适用于工程机械的管理，根据设备温度或存放情况进行仓储管理，以及施工过程中的维护和湿度。关于材料的选用，应选用低污染、低摩擦、较强的砂质能力和对断裂液体和砂岩形成的适应性，以避免不符合规范材料引起的断裂质量问题。

(三) 新型低伤害化学暂堵胶塞分段压裂技术

按照以前的技术，一般使用液体橡胶塞和砂填料进行保温，液体橡胶塞的浓度比较高。此外，施工完成后，需要冲洗胶塞和砂，造成上下储层严重损坏。新型的化学胶塞必须采用低浓度的黄花药，经配比后强度较高。堵塞时不需要填塞沙子。施工后，液体无需钻胶塞和砂便可直接排出。这样，对地层的损害相对较小。

(四) 高性能压裂液

在水平井压裂技术应用过程中，由于长时间的施工所以对压裂液的性能提出更高要求，需要其对地层伤害更小。近年来环保型的压裂液成为研究的主导方向，未来压裂液要向低界面张力、无固相、无滤饼方向发展，超稳定长效破胶剂技术，低成本清洁压裂液、无固相压裂液等是下步重点攻关的方向。

(五) 多级封隔器分段压裂技术

对双农田分期压裂技术进行成功研究后，相应研究人员在此基础上开发了多层包装工分期压裂技术。该技术类似于滑动套筒的装置。液压座椅封隔器可以密封任何层。每个袖子上都有一个用线连接的铅球座，底部袖子有最小的铅球座，顶部袖子有最大的铅球座。然后将不同大小的密度球送入油管，再将球泵装配到相应的球头位置。这样，最多可以

打开10层进行生产。

四、发展趋势

1980年代，螺旋软管被引进国外油气储层改造中，出现了许多新的配套技术。从本质上讲，协整管断裂不仅安全、经济高效，而且适用于气井等逐层断裂和水平井分层断裂。它具有更快的弦运行速度、操作简便、运行周期大大缩短等优点。关于目前的情况，基于该技术的射流压裂在国外实施了多次，特别是灌浆法突破环，其进展十分明显。但在中国还没有进行大规模试验，环内注射断裂仍处于初期阶段，需要进一步研究和试验，并提供配套工具和基础设施。伴随着井眼工具和各种配套技术的不断发展，该技术必然成为一种特殊的新型压裂技术，可用于各种压裂方法。考虑到水平井破裂往往需要很长时间，应尽量减少所有压裂液对地层的潜在损害，最好不要造成损害。当前，我国压裂液系统正在发展，以尽量减少地层破坏，同时努力提高温度和检验的抗御能力。清洁压裂液虽然不会造成多大损害，但价格昂贵，无法适应油层的实际温度，即不能在120℃以上高温下使用。为了满足损伤最小化的要求，应不断加强压裂液的夹紧技术、过滤过滤技术和排水辅助技术的研究，研制出新的低成本、耐高温压裂液。近年来，推进剂及其回流控制技术在国外的研究得到深化，大大提高了推进剂的适应性和性能指标。开展低正密度推进剂、纤维和热塑性薄膜复盖等新技术的研究与开发。

结束语

水平井分段压裂工艺在实施过程中，要不断研究现场实施工艺，优化实施流程、提升实施效果，不断攻关低渗透油气藏、断块、边底水等油藏长期高效率的有效开发，要紧密封结合渗流力学提升设计有效性，确保压裂效果的长期可持续性。

参考文献

- [1] 关皓轮, 王兆会, 刘斌辉. 分段压裂固井滑套的研制现状及展望[J]. 石油机械, 2021, 49(11): 84-92.
- [2] 蒋廷学, 王海涛. 中国石化页岩油水平井分段压裂技术现状与发展建议[J]. 石油钻探技术, 2021, 49(04): 14-21.
- [3] 邹立萍, 邹昌柏. 关于水平井压裂工艺技术现状及展望[J]. 当代化工研究, 2021(10): 7-8.
- [4] 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, 40(04): 195-196.
- [5] 于勤. 水平井分段压裂技术讨论[J]. 石化技术, 2018, 25(12): 260.
- [6] 熊亭, 郭小勇, 汪超平, 彭文春. 关于国内水平井分段压裂工艺技术的现状及展望[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(13): 185-186+188.
- [7] 吴康, 王霖, 马宏煜. 水平井及水平井分段压裂技术发展现状[C]//. 2016年全国天然气学术年会论文集., 2016: 1337-1346.