

高导流通道压裂工艺在延长气田中的应用

董乔森 张明浪

陕西延长石油(集团)有限责任公司延长气田采气二厂 陕西 榆林 718500

摘要:在延长气田开采过程中,对高导流通道压裂工艺进行充分应用,可以从地层到井筒构建更加畅通的流淌路径,提高油气井的产能。常规压裂技术一般会利用支撑剂填充裂缝,保持裂缝的开启程度,从而构建有效的生产通道。而在此次研究过程中的高导流通道压裂技术与常规压裂技术存在一定差别,能够更好地保证延长气田单井开采效率与安全性。为了提高高导流通道压裂技术在延长气田中的应用效果,需要对高导流通道压裂技术的实际理论进行分析,探讨高导流通道压裂的具体实现方法。梳理不同油气田单井的实际运行工况,分析高导流通道压裂技术的实际应用效果。进而为促进高导流通道压裂技术在油气井中的广泛应用提供一定参考。

关键词:高导流通道压裂工艺;延长气田;应用要点

引言

高导流通道压裂技术主要借助支撑剂的通道实现油气畅通。这些稳定的流动通道能够提升油气导流效率,保证通道的排水水平,可以增加有效裂缝的半长,提升油气田采收效率^[1]。目前,在延长气田开采过程中对高导流通道压裂技术进行充分应用具有突出的效果,可以提高气井产量,保证气田施工中的安全水平,具有重要的现实意义。

1 高导流通道压裂技术理论研究

1.1 高导流通道压裂概述

高导流通道压裂技术与常规压裂技术相比,存在一定差别。常规压裂技术主要依靠支撑剂形成的压裂裂缝,其导流能力无法满足延长气田的生产需求。高导流通道压裂技术属于全新流动通道压裂技术^[2]。在该技术应用过程中,能够从根本上改变传统裂缝形成方式。在压后裂缝的支撑剂充填层内,可以形成稳定性与安全性比较高的流动通道,有效降低裂缝对油气的阻力,增加有效裂缝的长度。并且在油藏和井筒之间还可以实现无限导流,提高气井的产能和采收率。

在传统的压裂施工中,为了获取较高的裂缝导流能力,需要通过支撑剂的圆度以及强度,控制支撑剂的胶化载荷以及粉碎情况。从而保证支撑剂充填层的渗透率^[3]。高导流通道压裂技术在实际操作过程中,可以通过比较独特的支撑剂注入模式、射孔方式和特殊材料施工设计方案。在实际操作中,需要对不同方式的应用特点科学把握,突破传统压裂技术存在的问题。对裂缝产能以及支撑剂渗透的问题进行处理,构建无限导流的油气通道。通过稳定安全的油气通道,可以保证油气传导能力,实现油气田增产,保证油气采收效率。

高导流通道压力技术一般在固结岩石的压裂处理过程中发挥作用。在高导流通道压裂技术应用过程中,其可以作为单层压裂或者多层压裂进行应用。该压裂技术能够适用的地层温度范围为33°C到121°C^[4]。

但是需要注意,为了保证高导流通道压裂技术的应用效果。在这一技术的实际操作过程中,需要关注以下要点:(1)施工设计的独特性。与常规压裂技术相比,高导流通道压裂技术的施工设计比较独特,并且要有充足的地面装备以及专用纤维材料。(2)重视施工过程中控制。在高导流通道压裂技术操作中,需要加强环境方案和过程控制、装备准备工作,保证高导流通道压裂技术可以顺利实施^[5]。在使用专有纤维材料时,必须确保流体通道的可靠性,纤维能够维持地面到油藏结构的可靠性,直到裂缝闭合。

利用实验分析高导流通道压裂技术的应用效果,可以发现其对提升单井开采施工的安全性以及经济效益有重要作用。目前,该技术广泛应用美国、加拿大、墨西哥等不同国家的油气井开采过程。不管是直井还是水平井,高导流通道压裂技术的有效应用都能够提高其产量。与原有常规压裂技术相比,高导流通道压裂技术的产能能够提高50%左右。在压裂井持续使用十年之后的采收率也可以比传统压裂井采收率高47%。

因为我国油藏比较复杂多样,为高导流通道压裂技术的应用和发展提供了基础。我国石油油气生产和工程技术服务主要以油田开采为主。目前应用的压裂技术也比较成熟完善,具有各种特色,为油气增储增产提供了保证。在油田开采过程中,通过高导流通道压裂技术能够实现油田稳产增产。在直井多级压裂技术应用过程中,可以使油气开采率大大上升。套管内分隔器滑套分

段压裂技术在应用过程中还可以实现一次性射开多个层段,能够有效提高油层开发利用水平。总之,近些年来,对高导流通道压裂技术的广泛应用,极大程度上实现了油气田的革命性突破,促使油气田开采工作更加顺利。在之后的高导流通道压裂技术应用过程中,需要从实现方法、实际应用场景等不同角度总结高导流通道压裂技术的应用规范与应用要点,促进高导流通道压裂技术的进一步发展和应用^[6]。

1.2 高导流通道压裂的实现方法

在高导流通道压裂操作过程中,需要从以下环节出发对具体的实现方法进行严格控制。

(1) 高导流压裂泵注方法。泵注施工作为高导流通道压裂施工中的主要方法之一。在实际操作时,需要从前置液段、携砂液阶段、尾注阶段等不同工序出发进行施工。要注意在泵注施工中,支撑剂是逐段加入的,一直到泵注操作完成。可以保证高导流通道以及单井之间的连接通道更加稳定。

(2) 高导流通道压裂射孔方法。射孔施工作为高导流通道压裂施工中的重要环节,在实际操作中,需要根据压裂技术的实际需求对射孔程序科学设计。高导流通道压裂中的射孔为非均匀性射孔操作,主要包括射孔簇以及非射孔段。其中射孔簇由非射孔段分割成不同的射孔部位,在实际控制时,需要考虑射孔长度、方向以及密度^[7]。在高导流通道压裂施工中,进行射孔时,需要扩大射孔的覆盖面。同时需要对射孔数量进行控制,通过射孔的扭曲度等近景效应确保在裂缝的延伸方向能够形成高导流通道。但是这种操作具有不可预测性,不能对射孔质量和最终效果进行定量分析。当前在射孔操作中,需要通过支撑剂对射孔段进行划分,裂缝内的支撑剂柱主要通过地面搅拌设备进行组设,能够对射孔精度进行控制。

2 高导流通道压裂技术的现场应用

2.1 Y1123-1井单井分析

Y1123-1井单井的井深达到3706~3786m,渗透率保持为 $0.22 \times 10^{-3} \sim 0.61 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙度为6.4%~8%。在Y1123-1井单井高导流通道压裂施工过程中,需要根据压裂施工的具体要求进行科学设计,保证Y1123-1井单井压裂施工的有序性。在整个施工过程中,需要对Y1123-1井分成不同施工段,具体施工如下:

(1) 3783~3786m。这一阶段主要通过高导流通道压裂施工技术进行压裂施工,排量为 $2.5 \sim 3.0 \text{m}^3/\text{分钟}$ 。在整个施工过程中,压裂操作中的压力未发生较大变化,整体相对平稳。但是在裂缝延伸的初期,因为加砂导致压

力上升,但是因为高导流通道压裂技术的应用特点,其携砂能力较强,裂缝静压力相对平稳,保证了加砂操作的安全性。施工压力保持在51.4~59.6MPa,平均压力为54.2MPa。

(2) 3762~3764m。这一层在压裂操作中,排量为 $2.5 \sim 3.0 \text{m}^3/\text{分钟}$,施工压力相对较低,并且加砂操作时,压力未发生较大变化。这一层的整体施工压力未过高导流通道压裂施工技术时,排量为,整体施工压力比较低,为49.2~53.8MPa,平均压力为51.4MPa。

(3) 3714~3716m。这一阶段通过高导流通道压裂技术进行施工时,整体排量为 $2.5 \sim 3.0 \text{m}^3/\text{分钟}$ 。从实际施工情况出发进行分析,这一阶段的施工压力比较低,在整个压裂操作中,压力有一定下降。这说明在该层开采中,裂缝的延伸性良好,可以良好的储集空间连接。并且整个施工的压力比较稳定,维持在47.3~56.7MPa,平均压力为50.2MPa。

(4) 3706~3708m。在这一层压裂操作中,需要将排量控制在 $2.5 \sim 3.0 \text{m}^3/\text{分钟}$ 。因为该层的开采深度相对较薄,压力比较低。整个压裂操作中的施工压力保持为47.3~56.7MPa,平均压力为50.4MPa。

对该单井的实际情况进行分析,发现该单井的砂体厚度相对较高,电阻率也比较高,孔隙度和渗透率与普通单井相同。而与邻井施工材料和施工压力相比,该单井和邻井的施工排量与施工压力保持一致。但是在实际施工时,Y1123-1井单井在施工过程中施工压力更加稳定,加砂工作都顺利进行,可以提高排量,提高携砂能力,有利于造成缝。从整体出发进行分析,在Y1123-1井单井开采过程中,高导流压裂施工技术能够有效降低在油气田开采时的施工压力和施工风险,开采效益突出。

2.2 Y1122-4井分析

对Y1122-4井的实际施工情况进行分析,井深度为3850~3878m,孔隙率为7.7%~9.4%。在整个压裂施工过程中,同样根据不同层段按照压裂施工方案进行设计。具体施工环节如下:

(1) 3876~3878m。这一层的压裂操作时,具体排量为 $2.5 \sim 2.8 \text{m}^3/\text{分钟}$ 。在施工过程中,压力相对较高,再加上该层开采中的厚度比较低,导致裂缝的延伸难度上升,加砂操作也具有一定困难。但是在高导流通道压裂操作中,加砂作业顺利进行,并且加砂量与设计要求符合。在实际施工中,整体压力保持在6.0~63.4MPa,平均压力为61.3MPa。

(2) 3869~3872m。在这一深度的单井中进行压裂操作时,需要根据井内的实际情况控制排量,在实际

操作中的排量比上一阶段的排量稍大,为2.5~3.0m³/分钟。在整体操作中,压力未发生剧烈变化,比较平稳,但是在压裂施工后期,压力有所下降。在该层施工中,裂缝的延伸性比较好,能够与储集空间顺利连接。此外,在操作中的加砂过程顺利进行。该层的施工压力63.6~72.4MPa,平均压力有所提升,为69.7MPa。

(3) 3862~3864m。这一阶段通过高导流通道压裂技术进行施工时,整体排量为2.3m³/分钟。施工压力整体比较平稳,加砂作业比较顺利,加砂量达到12.3m³,纤维为136.5千克。加砂量达到设计要求,施工压力为55.4~58.7MPa,平均压力为51.2MPa。

(4) 3850~3852m。这一阶段通过高导流通道压裂施工作业时,排量为2.5m³/分钟。施工压力也比较平稳,加砂9.5m³,纤维为124.1千克。加砂操作相对顺利,该层的施工压力为59.2~61.3MPa,平均压力达到60.8MPa。

对该单井的压裂操作过程进行分析,发现1122-4井通过四层分段式压裂技术进行施工,可以防止在压裂操作中出现加砂难题,能够保证压裂施工安全稳定。并且因为高导流通道压裂操作中使用的纤维压裂液具有较强的携砂能力,可以降低施工中的携砂液阻力,更有助于造成缝,施工风险比较低。在整个施工阶段并没有出现砂堵问题。说明这一工艺能够有效减少砂堵事故,控制施工风险。

从以上单井的实际施工情况出发进行分析,高导流通道压裂技术对一些施工压力波动比较大的层段进行施工,能够有效防止砂堵问题,并且可以降低施工风险。

3 结论及建议

综上,针对不同延长气田的单井施工现场,可以对延长气田储层开采中高导流通道压裂技术的应用优势以

及应用要点进行全面把握。经过验证,也可以确定在延长气田开采中,高导流通道压裂技术的操作相对简单,可以对一些风险问题进行有效控制,保证现场压裂施工的安全性与稳定性。并且在一些施工压力波动比较大的层段很少造成砂堵问题,能够有效控制在延长气田开采过程中的施工风险。在之后的高导流通道压裂技术应用过程中,需要加强对特殊纤维压力液和独特的泵注程序的研究,促使高导流通道压裂技术有更加突出的应用优势。除此之外,还要对施工方案进行优化和创新,减少压裂材料的使用量,降低施工成本。

参考文献

- [1]金萍,王献,张尚明,等.致密砂岩油藏高速通道压裂裂缝导流能力影响因素分析[J].断块油气田,2022,29(2): 234-238.
- [2]胡贺贺,杨国旗,韩伟,等.高导流通道压裂工艺在延长气田中的应用[J].河南科技,2021,40(11):65-67.
- [3]曲占庆,周丽萍,曲冠政,等.高速通道压裂支撑裂缝导流能力实验评价[J].油气地质与采收率,2015,22(1):122-126.
- [4]严侠,黄朝琴,辛艳萍,等.高速通道压裂裂缝的高导流能力分析及其影响因素研究[J].物理学报,2015(13): 125-127.
- [5]李连崇,黄波,李志超,等.高速通道压裂裂缝导流能力数值模拟研究[J].广州化工,2017,45(4):31-34.
- [6]刘文静,张海洋,高波,等.高导无氧铜等温压缩系数推算模型研究[J].真空与低温,2022,28(5):565-570.
- [7]江伟,朱相源,田辉,等.半高导叶对离心泵压力脉动影响的数值模拟与试验研究[J].中南大学学报(自然科学版),2021,52(4):1276-1286.