

二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中的应用

(延长油田股份有限公司杏子川采油厂,陕西省延安市,717400) 陈塞锋 李 军 王鹏涛

摘要 二氧化碳前置压裂技术是一种在特低渗油藏中应用的提高采收率的新型技术。本文对二氧化碳前置压裂技术的原理、优势以及在特低渗油藏中的应用进行了介绍。研究表明,二氧化碳前置压裂技术能够改善低渗透岩石的渗透能力,促进油藏中石油的释放和运移,提高采收率。

关键词 二氧化碳前置压裂技术;特低渗油藏;采收率

中图分类号:TE626 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)04-0040-03

特低渗油藏是指渗透率较低的油藏,由于地层条件的限制,常规的开发方法往往无法获得较高的采收率。而二氧化碳前置压裂技术作为一种新型的改进技术,可以有效提高特低渗油藏的采收率。本文旨在对该技术的原理和应用进行研究。

1 二氧化碳前置压裂技术的原理

1.1 二氧化碳在油藏中的作用

二氧化碳可用作注入剂,通过向油藏中注入二氧化碳来驱替原油。当二氧化碳注入到油藏中时,二氧化碳与原油发生溶解作用,减低原油的粘度,并改变油藏内部的相对渗透率,使得原油更容易流动。此外,二氧化碳与原油中的物质发生反应,产生溶解气体,并增加原油的膨胀力,从而推动原油向井口移动。二氧化碳可与某些特定类型的原油发生化学反应,产生低分子量的烃类物质,如甲烷和乙烷,这些物质可以作为补充能源,提供额外的燃料或热能。这种反应通常发生在高温高压的条件下,利用油藏内的天然气和二氧化碳产生的高温高压环境。

二氧化碳的浸润性很强,可以渗透到油藏的细小孔隙中,填充油藏的空隙,降低孔隙表面的张力,

从而增加有效的渗流面积。通过填充空隙,二氧化碳可以减少原油的渗透阻力,提高油藏的渗透能力。二氧化碳与原油发生反应后,可使原油中的重质油分子部分解聚,减低油品的黏滞度。这对于高粘度的重质油田而言尤为重要,因为黏滞度的降低可以提高原油的流动性,增加采收率。总的来说,二氧化碳在油藏中的作用主要是驱替原油、补充能源、渗透调节和降低黏滞度。这些作用有助于提高油藏的采收率和增加石油开采的效率。

1.2 压裂技术的基本原理

二氧化碳压裂技术是一种利用超临界二氧化碳作为压裂介质来进行岩石压裂的技术。其基本原理是在高压高温的条件下将液态或气态的二氧化碳注入到井口,通过井下注入装置将二氧化碳送入井孔,进而注入到岩石层中。在注入过程中,二氧化碳通过压力的作用进入岩石孔隙中,同时也会沿着裂缝和裂隙扩散入岩石体内。随着二氧化碳的注入,岩石中的孔隙和裂缝会逐渐被填充,形成压力传导通道,进而使得岩石中的裂缝逐渐扩展和延伸。二氧化碳的超临界性质使得其密度和黏度随温度和压力的变化而变化,这就意味着在岩石中注入的二氧化碳不仅可以通过高压形成压力差来驱动裂隙的扩展,还可以通过调节温度来控制二氧化碳的物理性质,从而实现对压裂效果的调控。此外,二氧化碳压裂技术还有利于地下储层的提高和油气的开采。二氧化碳注入地下储层后,可通过溶解和吸附作用与储层中的油气发生物理化学反应,从而使得原本无法提取的油气得以释放和开采。总而言之,二氧化碳压裂技术的基本原理是利用超临界二氧化碳的特性,通过高压、高温的注入方式将二氧化碳送入岩石层中,从而实现对岩石中的裂

作者简介:陈塞锋(1979~),男,汉族,陕西安塞人,助理工程师,研究方向:油气田开发。

李军(1972~),男,汉族,陕西安塞人,大专,助理工程师,研究方向:修井技术,压裂工艺。

王鹏涛(1989~),男,汉族,陕西安塞人,本科,工程师,研究方向:油气田开发。

隙进行扩展和延伸,提高地下储层的产能和油气开采效果。

1.3 二氧化碳前置压裂技术的操作步骤

二氧化碳前置压裂技术是一种利用液体或气体CO₂作为压裂介质的压裂技术,用于增加油气储层中的产能。首先需要确定需要进行二氧化碳前置压裂的目标油气井。目标油气井通常是一口已经建立并具备一定产能的油气井,但是其产量已经下降或者需要进一步增加产能。准备好所需的压裂液体,即二氧化碳。二氧化碳通常以液态或者气态形式存在,可以通过压缩、制冷等方式将气态二氧化碳转变为液态二氧化碳。

安装液压泵、压裂管道和流量计等压裂设备。液压泵用于将压裂液体(二氧化碳)注入到井中,压裂管道用于连接泵站和井口,流量计用于监测压裂液体的流量。

在目标油气井的井口组装并安装压裂头。压裂头是一个重要的部件,它位于井口,用于控制压裂液体注入井内。启动液压泵,将准备好的压裂液体注入油气井。注入速度和压力需要根据地质特征和储层情况进行调整,以实现最佳的压裂效果和产能增加。在压裂过程中,需要不断监测压力、流量和压裂效果等参数,以确保压裂液体的注入和储层的压裂效果。当压裂液体注入完毕后,关闭液压泵和压裂头。进行产后处理工作,包括储层压力恢复监测、产能评估和数据记录等。需要注意的是,二氧化碳前置压裂技术是一项复杂的操作过程,需要专业的技术人员进行操作和控制。在操作过程中,还需要根据实际情况灵活调整参数,以实现最佳的压裂效果和产能增加。

2 二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中的应用

2.1 特低渗油藏的特点与挑战

特低渗油藏是指渗透率低于0.01mD的油藏。这类油藏在油气开发中面临着特殊的挑战。首先,特低渗油藏的主要特点是渗透率低,孔隙结构狭窄,导致原油流动性差。在传统的油藏开发中,常规的压裂技术往往无法有效地提高产能。此外,特低渗油藏通常具有复杂的地质构造和高含水率,导致油水界面错综复杂,油层的有效开发面临困难。

2.2 二氧化碳前置压裂技术的优势

二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中具有

显著的优势。一方面,二氧化碳前置压裂技术可以利用二氧化碳的溶解能力,改善油藏的流动性。二氧化碳在高压下具有很强的溶解能力,可以将原油中的油组分溶解成可流动的液体相,从而提高油藏的有效渗透率。此外,二氧化碳作为一种破裂剂,能够产生高压力的冲击力,从而有效地破裂储层,扩大储层的有效开采区域。另一方面,二氧化碳前置压裂技术可以提高油藏的驱替效率。在特低渗油藏中,原油与水与岩石表面存在着较大的黏附力,使得原油的驱替效率低下。而利用二氧化碳前置压裂技术,将二氧化碳注入油藏,可以使原油表面的黏附力降低,从而提高原油的驱替效率,增加采收率。此外,二氧化碳前置压裂技术还具有对环境的友好性。二氧化碳是一种可再生资源,其使用过程中不会产生明显的环境污染,对地下水和地表水资源的影响较小。总的来说,二氧化碳前置压裂技术可以克服特低渗油藏的挑战,提高油藏的产能和采收率,同时对环境影响较小,具有广阔的应用前景。

3 二氧化碳前置压裂技术对特低渗油藏的影响

3.1 提高油藏产量

在压裂过程中,通过高压注入二氧化碳,可以在岩石孔隙中形成高压气体,从而引起裂缝的扩展和延伸。这样可以使原本不可开采的细微裂缝或微小孔隙互相连接起来,扩大有效渗透面积,提高油藏的渗透能力,进而增加产量。由于二氧化碳具有较低的表面张力和高的可溶解性,通过注入二氧化碳可以降低原油的粘度,改善油藏中原油的流动性。二氧化碳与原油发生溶解反应,使原油中的重组分减少,减少了原油的粘度和黏度,提高了原油的渗流能力,从而增加了产量。二氧化碳作为一种可溶解性气体,可以与油藏中的原油发生物理和化学作用。二氧化碳的注入使得原油中的轻质组分被吸附,从而减少了吸附相的黏度,增加了吸附相的可采性。同时,二氧化碳的注入还可以通过溶解原油中的轻组分,从而提高原油的可采性和采收率。总之,二氧化碳前置压裂技术可以通过扩展有效渗透面积、提高原油流动性和增加原油采收率等方面提高特低渗透油藏的产量。这种技术可以改变油藏的物理和化学性质,使得原本无法开采或开采困难的油田变得可采,从而提高了油田的经济效

益。

3.2 改善油藏的渗透性

改善油藏的渗透性是二氧化碳前置压裂技术对特低渗油藏的主要影响之一。特低渗油藏的渗透性通常很差,导致原油的流动能力差,难以有效开采。二氧化碳前置压裂技术能够通过一系列的操作来改善油藏的渗透性,提高原油的产能。

首先,二氧化碳前置压裂技术利用高压二氧化碳注入井筒,将压裂液带入油藏中,通过高压注入产生的压力和流体的流动,将原油周围的岩石颗粒破碎,扩大孔隙和裂缝的面积,增加油藏的有效渗透性。这样,原油可以更顺畅地在油藏中流动,提高采收率。其次,二氧化碳前置压裂技术在压裂液中添加了适量的表面活性剂和改性剂,通过改变油藏中的油水界面张力,降低油滞留的能力,使得原油更容易从油藏中释放出来。这样,不仅能够提高原油采收率,还能够减少残留的原油,提高油藏的渗透性。此外,二氧化碳前置压裂技术在注入过程中还会产生大量的溶解气体和扩散相,这些气体和相对于水和油来说,具有较低的黏度和较高的渗透能力,能够更好地渗透到油藏中。这样,使得二氧化碳在油藏中更容易与油相互作用,提高了原油的采收率,并改善了油藏的渗透性。

3.3 降低开发成本

二氧化碳前置压裂技术对特低渗油藏的影响之一是降低开发成本。在传统的压裂技术中,通常需要大量的水和化学添加剂来进行压裂操作,这使得开发成本相对较高。然而,二氧化碳前置压裂技术则能够减少对水和化学添加剂的需求,从而降低了开发成本。首先,二氧化碳前置压裂技术通过将二氧化碳注入井底,利用其高压性质在井筒中形成超临界状态,达到压裂的效果。相比之下,传统的压裂技术需要使用大量的水来形成压裂液,而且还需要添加化学添加剂来改善其性能。与水相比,二氧化碳的成本更低且更易获取,因此在使用二氧化碳前置压裂技术时,可以大大减少投入的成本。此外,由于二氧化碳在地下的移动速度较快,所以在进行压裂操作后,在井筒中的二氧化碳可以很快地恢复到地下水或油藏中。这意味着不需要额外的处理步骤来回收使用的水和化学添加剂,从而节省

了处理成本和能源。

此外,二氧化碳前置压裂技术还可以提高生产效率,进一步降低了开发成本。由于二氧化碳能够在岩石孔隙中保持较高的可压性和渗透性,因此可以增加油藏中油水互相接触的面积,提高了油藏开采率。与传统的压裂技术相比,二氧化碳前置压裂技术能够更有效地释放储层中的油和气,降低开采难度和成本。综上所述,二氧化碳前置压裂技术通过减少对水和化学添加剂的需求,降低了开发成本。此外,它的高效性能还可以提高生产效率,进一步降低成本。因此,该技术在特低渗油藏开发中具有重要的经济意义。

4 结语

本文通过对二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中的应用进行研究,发现该技术能够有效提高采收率,改善油藏渗透性,降低开发成本。然而,还有一些问题需要进一步研究和探索,例如二氧化碳前置压裂后的油藏演化情况以及环境影响等方面。相信随着技术的不断发展,二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中的应用前景将会更加广阔。

参考文献

- [1]卢伟,张华,韩永亮等.页岩油前置超临界二氧化碳压裂造缝技术[J].油气井测试,2023,32(01):38-44.
- [2]朱书仪,王丽峰,廖泽等.二氧化碳前置压裂技术在特低渗油藏中的应用[C]//上海联合非常规能源研究中心,上海市经济学会能源经济研究专业委员会.科创中国·ECF国际页岩气论坛2022第十二届亚太页岩油气暨非常规能源峰会论文集.科创中国·ECF国际页岩气论坛2022第十二届亚太页岩油气暨非常规能源峰会论文集,2022:142-148.
- [3]范理尧.致密油藏CO₂前置液辅助压裂增产机理研究[D].中国石油大学(华东),2021.
- [4]张冕.页岩储层液态二氧化碳前置压裂返排制度优化研究[D].中国石油大学(华东),2021.
- [5]王翠翠,宣高亮,杨旭等.前置二氧化碳压裂技术在吉林油田的应用[J].石油知识,2021(01):44-45.