

低渗透油藏油井有效压裂技术研究

汤 强

(延长油田股份有限公司宝塔采油厂,陕西省延安市,716003)

摘要 随着社会经济的现代化发展,石油需求日益增长,成为社会经济的重要资源。国内油田中,低渗透油藏油井占比较高,具有特殊性质,对开采技术提出了高要求。在开采这类油田时,压裂技术至关重要,可解决开采中可能出现的问题,提高开采效率和石油产量。因此,研究面向低渗透油藏油井的有效压裂技术具有重要价值。需深入分析相关内涵,强化研究效果,认知技术发展前景,并引入新型技术提升开采成效。

关键词 低渗透油藏;石油开采;油井压裂;技术应用

中图分类号:TE357.1 文献标识码:B
文章编号:1008-0899(2025)06-0030-03

在社会经济发展和工业生产活动当中,石油作为基础资源可以发挥的支撑作用向来较为可观,在社会经济转向高质量发展后,社会各行各业均对石油提出了更高的要求,需要石油生产企业正确地认识并重视自身站位,结合不同油井的开采条件采取技术手段,保障石油开采的效率及效果,积极回应社会发展提出的石油供给需求。低渗透油藏油井在国内油田中占比较大,同时对开采过程和开采技术提出了较高的要求,需要深入地研究开采技术,从工艺技术视角出发创新石油开采,以便释放此类存量油井在石油供应需求满足方面的潜能。在此过程中,压裂技术可以为低渗透油藏油井开采提供技术性的支持,需要围绕有效的压裂技术开展研究,确保此类油井的石油产量得到提升。

1 低渗透油藏油井开采与压裂技术

1.1 压裂技术的内涵

低渗透油藏由于开发难度大,开采成本高,如何提高对其开发的有效性,实现持续稳产增产是备受关注的重点研究课题^[1]。在石油开采实践中,压裂技术是指利用压力完成地下油层的有效分离,进而完成地层石油资源开采的常用开采技术。一般而言,水力压裂技术更为常见,使用压裂设备在指定油层内注入加压水和粘液,在形成油层裂缝后使

用支撑剂阻止油层闭合,以实现石油的有效开采。在低渗透油藏的油井开采中,应用压裂技术时需要更多方面的因素,参考油井实际的开采条件深入分析,以便通过更好地把控技术应用过程,确保该技术可以在此类油井的实际开采中提供有力的技术支持。

1.2 低渗透油藏油井的开采特征

低渗透油藏受储层特征、人为开发政策和工程等因素的影响,在实际的石油开采中存在显著的特殊性^[2]。一般而言,低渗透油藏的储层环境较为复杂,物性偏差,含有种类较多的砂体,难以采用水驱完成石油采出,同时剩余石油分布通常较为分散,将会对石油开采过程带来较为直观的影响。以平均顶层渗透率为基准,低渗透油藏可以进一步划分为低渗透、特低渗透以及超低渗透三种类型。在开采时间已经较长的低渗透油藏,或是孤立井点新油区,难以注水与开采属于常见的问题,主要原因在于地层能量亏空,无法通过低注入量的注水井完成有效的开采。与此同时,低渗透油藏渗透率偏低,注水增压难以到达破裂压力阈值也是常见的问题,影响到了有效裂缝的形成,无法为石油开采创造有效的流动通道。因而在研究提升此类油藏采收率时,可以优先关注可动用油层部分,以便取得更加理想的研究成果。

2 低渗透油藏油井的有效压裂技术研究

2.1 开发压裂技术

进入中高含水期后受储层高渗带影响,低渗透油藏的常规重复压裂中容易出现含水率上升、增产

作者简介:汤强(1985~),男,四川邻水人,本科,高级工程师,研究方向:油田注水开发。

幅度低等问题^[3]。压裂技术多以水力形式实现压裂,在应用低渗透油藏油井时可以根据其特性建立相应的开采模型,利用专业计算机软件实现石油开采过程的真实模拟。开发压裂技术可以完成此类油井内油分数据的采集与分析,对该油井形成更加全面的判断,为后续的压裂技术应用提供有力的数据支持。在实际应用该技术时,应当关注油藏含油性,同时参考电性主控因素分析结论,完成分区分层的精细解释图版重构,同时经由低阻油层识别方法完成应用,有效地发现隐蔽性油藏,为压裂技术应用提供支持,最终提升低渗透油藏油井的开采效率及效果。

2.2 堵水压裂技术

在针对低渗透油藏油井实现开采时,堵水压裂技术也是相对有效的压裂技术,服务于此类油井的高效开采。该技术主要基于此类油井的水淹特征,从传统的机制裂缝型封堵转向了裂缝封堵的崭新思路,既可以通过复合功能凝胶实现推水,也可利用高强度封堵实现堵水,进而实现更加理想的压裂效果,提升此类油藏的开采量和开采效率。在水淹长停井的情况下,应用该技术应当参考油藏的动态和石油采出程度深入分析。围绕主裂缝封堵强度,结合凝胶推水站位和高强封堵两段塞完成技术应用设计,针对水淹裂缝实现其深部的有效封堵。在应用孔隙裂缝性凝胶与高强冻胶时,主要关注排量变化,通过基于指定的标准把控排量,确保裂缝的封堵深度,同时提升其带宽。

2.3 重复压裂技术

在低渗透油藏的油井开采中,压裂技术可以为低渗透油藏进行类似水淹油井恢复单井产能和提高油藏最终采收率提供技术支持^[4]。国内油田大多采用水力形式应用压裂技术。而在低渗透油藏的特殊场景下,水力压裂更容易遭遇失败问题,难以实现理想的石油开采量。受此影响,重复压裂技术应运而生,相比于普通压裂技术可以更稳定地实现石油增产。重复压裂技术主要是指多次利用技术手段实现压裂作业的技术,可以取得明显优于普通水力压裂技术的石油增产成果。鉴于低渗透油藏的幽静开采所具备的特殊性,在应用重复压裂技术时应当全方位把握指定油藏的开采条件,指定更具针对性的技术应用方案,推动该技术在此类油藏开

采中充分实现其可观价值。

2.4 低伤害压裂技术

在面向低渗透油藏开展油井开采时,压裂技术应用对油田地层造成的压裂性破坏较为严重,有可能对油田整体的开采寿命产生较为严重的不利影响。在有效延长油田开采寿命的需求驱动下,低伤害压裂技术随着石油开发技术深入研发而出现,主张采用低伤害甚至无伤害的水力压裂材料,减少可能对低渗透油藏产生的刺激性,控制此类油藏的变质可能性。在应用低伤害压裂技术时,首先需要在压裂作业设计中充分考量,其次还应在压裂作业及作业后管理等环节引起重视,确保技术伤害控制可以体现在应用全程,在低渗透油藏的油井开采中实现更低伤害的压裂成效,在确保石油开采效率与效果之余,规避压裂作业可能对地层和油层产生的不利影响。

2.5 整体优化压裂技术

由于低渗透油藏砂体规模小、地层压力系数低和原油黏度高、气油比低等特点,压裂开采中仍存在产量递减快、累积产油量和采收率低等问题^[5]。因而在针对此类油藏有效应用压裂技术时,应当立足于全局,整体审视并优化压裂技术的应用过程,以便确保压裂技术可以有效地服务于此类油藏的油井开采过程。在此过程中,技术人员应当以完成所在油藏的主要开采目标为导向,精确地收集石油储层的各项参数并留存记录,为压裂技术应用过程的整体优化提供必要的依据,发挥压裂技术在此类油藏油井开采中的实际促进作用。同时,技术人员还应关注储层导流效果与裂缝长度是否一致,在出现差异时全方位记录油井相关各项参数,通过深入的分析把握优化压裂技术后续应用过程的思路,进而提升油井开采的效率及效果。

2.6 高能气体压裂技术

在油井压裂技术持续发展的过程中,新型压裂材料不断研发问世,为油井开采带来了崭新的可能性,同样可以在低渗透油藏的油井开采中发挥其可观作用。例如无喷射压裂材料和低喷射压裂材料,使得高能气体压裂技术具备了可行性,不仅可以取得理想的应用成果,同时还提升压裂技术对低渗透油藏油井开采的促进效果。在喷射较少的压裂材料支撑下,压裂作业及其后续管理均可更加稳定的

开展,既可以降低裂缝支撑,也可以减少压裂作业对油藏可能产生的影响,在增加支撑缝长度之余,推动裂缝导流能力取得相应的提升。根据有关研究可以得知,双向调堵有利于渗流场改善与剩余油动用,相比于单向堵水可以减少近一成的含水量,同时推动石油采收率出现小幅的提升。

3 低渗透油藏油井的有效压裂技术前景分析

在围绕低渗透油藏的油井开采相关研究持续深入的过程中,新型有效压裂技术应运而生,如层状压裂技术、复合压裂技术、二氧化碳压裂技术以及缝网压裂技术等,对油井开采实践带来了崭新的技术可能。以缝网压裂技术为例,该技术主要是指在压裂施工中通过多次加入大粒径石英砂或专用堵剂,提高裂缝内的净压力,使天然微裂缝开启并实现延伸的沟通,形成人工裂缝与天然微裂缝相结合缝网系统的技术,可以有效地增加天然微裂缝的渗流能力,扩大油井的有效泄油面积,进而提高单井石油产量^[7]。就现有的研究成果可以得知,有效压裂技术不仅是低渗透油藏油井开采的增产工具之一,同时还是有利于油井开采量确保的基本保障,因而压裂技术仍会在低渗透油藏油井开采一类的特殊场景驱动下创新发展,需要对此保持跟进并积极引入新兴压裂技术改善此类油藏的油井开采过程。此外,在低伤害理念的推动下,有效压裂技术创新研究已经开始关注分离流体,旨在推动低伤害进一步转变为无伤害,大幅延长油井的实际开采寿命。

4 结语

综上所述,低渗透油藏性质对油井开采提出了更高的要求,而压裂技术的应用可以有效地满足其要求,实现理想的石油开采效率及效果,同时实现

石油开采量的有效提升。考虑到压裂技术应用较为复杂,需要围绕有效性强化研究力度,确保压裂技术可以在低渗透油藏的油井开采中发挥其支撑作用。在此过程中,应当把握压裂技术的内涵,了解低渗透油藏油井的开采特征,以便对低渗透油藏油井开采与压裂技术形成更加全面的认知。从开发压裂技术、堵水压裂技术、重复压裂技术、低伤害压裂技术、整体优化压裂技术、高能气体压裂技术、定向射孔转向压裂技术以及水平井分段酸化压裂技术等技术出发,更加实际地把握有利于低渗透油藏油井开采的有效压裂技术。立足于当今的技术发展状况及趋势,对面向低渗透油藏油井开采的有效压裂技术前景形成更加切实的分析。

参考文献

- [1] 王勤.低渗透油藏缝内转向压裂增产技术研究及应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(02):196-198.
- [2] 金永辉,陈儒兵,李源流,等.低渗透底水油藏油井见水类型及影响因素研究[J].新疆地质,2022,40(02):242-245.
- [3] 达引朋,李建辉,王飞,等.长庆油田特低渗透油藏中高含水井调堵压裂技术[J].石油钻探技术,2022,50(03):74-79.
- [4] 苏良银,常笃,杨海恩,等.低渗透油藏侧钻水平井小井眼分段多簇压裂技术[J].石油钻探技术,2020,48(06):94-98.
- [5] 吴忠宝,李莉,张家良,等.低渗透油藏转变注水开发方式研究--以大港油田孔南GD6X1区块为例[J].油气地质与采收率,2020,27(05):105-111.
- [6] 蒲军,秦学杰,苟斐斐,等.低渗透油藏中不同压裂注采井网非稳态产量计算分析[J].石油与天然气地质,2018,39(04):823-832+838.
- [7] 高武彬,陈宝春,王成旺,等.缝网压裂技术在超低渗透油藏裂缝储层中的应用[J].油气井测试,2014,23(01):52-54+77.