

浅析超低界面张力表面活性剂驱油性能研究

张璇(新疆科力新技术发展股份有限公司, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要: 为了促进石油开采工作的开展以及执行, 各大企业开始研究各种各样的新型活性剂, 借助于这些活性剂的使用, 改善目前采油过程中所存在的问题。而为了不影响驱油技术在石油开采过程中的应用, 同时也不会对油田造成一定的影响, 很多化工企业开始寻找更多样化的活性剂, 比如, 采用超低界面张力表面活性剂, 该活性剂的使用不仅可以降低对于油田的伤害, 还可以促进石油开采工作的开展和执行。由此可见, 探讨超低界面张力表面活性剂的驱油性能有着十分重要的意义。

关键词: 超低界面张力; 表面活性剂; 驱油性

在石油开采过程中, 提高石油采收率的主要影响因素是波及系数和洗油效率, 其中洗油效率由毛细管准数决定, 通常通过降低体系的油水界面张力来达到增加毛细管准数的目的。Ali 等研制了一种新型的界面张力降低剂, 对伊朗的石油进行动态界面张力检测, 结果表明, 该界面张力降低剂对高含盐地层水更加有效。该实验较为成功, 且在对实际油田的应用中产生了预期的效果, 值得诸多学者的借鉴。一种超低界面张力表面活性剂, 以表面活性剂驱的驱油机理为基础, 分别从表面活性剂浓度、温度、碱 (Na_2CO_3) 浓度及矿化度对油水界面张力的影响进行讨论。实验结果表明, 当实验的矿化度设定为 10000mg/L 时, 界面张力可达到 10^{-2}mN/m , 当表面活性剂质量分数介于 $0.06\%\sim 0.15\%$ 时, 界面张力会达到 10^{-3}mN/m , 并且当碱的质量分数在 $0.02\%\sim 1.20\%$ 时, 该表面活性剂降低界面张力的能力最明显。该实验较为成功, 有继续深入研究讨论的价值, 采用超低界面张力表面活性剂能有效地增加毛细管准数, 但实验成本较高, 投入实际生产难度较大, 可继续改进, 仍有很大的研究空间。

化学驱中最常用的化学剂之一是表面活性剂, 如三元复合驱中的烷基苯磺酸盐。经过“八五”和“九五”国家重点科技攻关, 我国的三元复合驱技术已走在世界前列。然而, 由于注入体系中存在多种化学剂, 这些化学剂在地层内运移的过程中, 与原油、地层水、岩石不断发生相互作用, 其浓度和性质都在发生变化, 碱的存在还有许多不利方面, 如油层和油井结垢等。此外, 经济成本太高也是三元复合驱工业性推广应用的主要障碍。因此, 研究和开发无碱驱油体系是近年来化学驱研究的热点。而关键技术就是研究无碱超低界面张力表面活性剂。并且超低界面张力表面活性剂不仅用于油层化学驱, 而且还可以用于水井降压增注和油井吞吐处理, 来提高水井注入能力和油井产量。

1 具有超低界面张力表面活性剂的分类

1.1 有碱超低界面张力表面活性剂类

碱 / 表面活性剂 / 聚合物 (ASP) 三元复合驱是三

次采油中较为成熟, 收益较好的一种驱油技术, 表面活性剂性能。我国三元复合驱已发展出包括石油磺酸盐、植物油羧酸盐、烷基苯磺酸盐、烷基萘磺酸盐、木质素磺酸盐、石油羧酸盐、天然羧酸盐、生物表面活性剂、新型季铵表面活性剂等在内的近十几个品种表面活性剂。其中石油磺酸盐、烷基苯磺酸盐、木质素磺酸盐和生物表面活性剂等品种在油田现场进行过先导试验。尤其是烷基苯磺酸盐进行过大量的现场试验, 取得了丰富的实践经验, 石油羧酸盐的研究也持续了很长时间, 这些表面活性剂均适用于强碱体系, 即使用弱碱, 也要用一定量的盐来代替碱以控制体系的含盐量。总的来说, 合成的复合驱用表面活性剂数量和质量还不能满足复合驱研究及应用的需要, 产品性能仍需进一步提高。在无碱情况下, 体系不能与原油形成超低界面张力。

1.2 无碱超低界面张力表面活性剂类

在复合驱现场试验过程中发现: 注入碱能引起地层粘土分散, 运移, 导致地层渗透率下降, 碱与油层流体及岩石矿物反应形成碱垢, 如碳酸盐垢、硅铝盐垢, 对地层造成伤害。碱还能大幅度降低聚合物的黏弹性, 不利的流度比还将导致黏性指进现象, 大大降低了波及体积。为了避免这些不利因素, 就要减少三元体系中强碱用量甚至无碱, 表面活性剂性能。这种低碱甚至无碱体系, 既降低了碱带来的不利影响, 又增加了聚合物的增黏作用。无碱化学驱是在不加碱的情况下靠聚合物的黏弹性和低界面张力来提高驱油效率的。体系中由于没有碱的存在, 体系的黏弹度大幅度增加, 根据毛管数理论, 对体系的界面张力要求可以在 10^{-2}mN/m 数量级以下, 驱油效率仍不小于三元复合驱 (20% 以上)。

要发展这种驱油体系面临的问题是, 目前开发的驱油表面活性剂主要适用于有碱驱油体系, 必须研究开发适于无碱驱油体系的表面活性剂。综上所述, 目前只合成了少数几种适合二元复合驱的新型活性剂, 进一步发展的潜力还很大。已发现适合二元驱用活性剂有芳基烷基磺酸盐、脂肪醇醚类、改性羧酸盐类、及新型季铵表面活性剂, 烷醇酰胺表面活性剂, 应加快对这些表面活

性剂的结构、合成和性能的深入研究,也可对这几种活性剂进行复配,它们之间的相互作用可能得到新的体系,以进一步加快二元活性剂的研究进程。二元复合驱技术的关键就在于能否找到一种合适的驱油用表面活性剂。

2 超低界面张力表面活性剂的应用

表面活性剂烷醇酰胺可以与原油形成超低界面张力,可以用于二元体系,也可以用于注入井降压增注和油井吞吐。

2.1 聚合物/表面活性剂二元驱

聚合物/表面活性剂二元驱不仅可以在常规油层渗透率下应用,可以使用较低分子量的聚合物,更适于低渗透油层的三次采油;因无碱,黏度损失小,减少了碱溶解岩石中的粘土而产生的地层伤害问题。合成的 NEP 无碱二元体系,证明优化后的体系既克服了三元复合驱的缺点,又达到了很好驱油效果。在无碱二元体系中,表面活性剂的选择是关键技术,按界面张力达到 10^{-2}mN/m 数量级标准,最终选定了配制的活性剂 NEP。系列驱油试验结果表明,所选体系也可以提高采收率约 20 个百分点。结果表明,该二元体系表现出良好的流变性和低的界面张力,获得了在水驱采收率达 66% 情况下,采收率能够提高,获得较好的驱油效果。

2.2 注入井降压增注

针对油田部分注水井注入压力高、注水驱替效率低及套损井不断增加等情况,开展了表面活性剂降低注水井注入压力室内实验研究。利用旋转滴界面张力仪,进行了复配表面活性剂体系界面张力、动态界面张力及界面张力稳定性能研究;利用岩心驱油模拟装置,在人造岩心上进行了复配表面活性剂体系降低驱替压力物理模拟实验研究。室内实验表明,在绝对渗透率难以改变的客观条件下,通过改变油、水及岩石间的界面张力,从而改善油、水渗流性,提高水相渗透率,降低低渗透油层注入压力,并在一些低渗透油田开展了低浓度活性剂降压增注试验研究,取得了一定的效果。

近年来,有关聚合物驱研究的文献报道很多,但相关聚合物驱注入压力和注入能力的研究却较少,尤其关于高分子量、高浓聚合物驱的研究报道更为少见。但是随着聚合物溶液浓度的增加,必然会导致注入井注入压力的升高。注入压力升高将会加大大地层配注系统的负荷,易导致套管损坏,同时会造成部分井注不进聚合物溶液或完不成配注,从而影响高浓度聚合物溶液的驱油效果。为了解决注高浓度聚合物溶液压力高所带来的问题,开展了表面活性剂降低高浓度聚合物溶液注入压力的实验研究,取得了较好的降压效果。可见,注入超低界面张力表面活性剂是降低注入井注入压力有效办法之一。

2.3 油井吞吐

表面活性剂吞吐是指向油藏注入化学药剂(吞吐液),通过吞吐液在油层中的分散、乳化等作用使堵塞

孔道的原油重质成份分散,将原油乳化成为水包油型乳状液,提高地层渗透率,增加原油的流动能力,降低井筒附近的压力降,使原油更易从地层流入井筒。吞吐液还可改变地层的润湿性和油、水界面张力,起到辅助驱油作用,油井吞吐应用效果。

2.4 加强人员培训

若想实现超低界面张力表面活性剂在石油开采过程中的应用,除了要做到以上几点之外,还要对员工开展培训工作。针对任何一项工作来说,员工都是该项工作得以开展和运行的中心,针对于石油的开采工作来说也是一样,若想实现该活性剂在石油开采过程中的应用,就一定要保证员工对该活性剂有一个基本的了解和认识,并且能够掌握正确在石油开采过程中应用该活性剂的方法和措施。而培训工作的开展恰好可以达成这一目标。良好的培训工作的开展可让员工了解什么是超低界面张力表面活性剂、该活性剂的分类有哪些以及具体的应用方法,通过培训工作的开展提升员工的综合素质和综合能力,进而为接下来的采油工作的开展奠定良好且坚实的基础。

而在开展培训工作的过程中也要进行一定的考核,通过考核了解员工对于培训内容的学习情况以及掌握情况,同时也可以了解员工的学习态度,对于那些通过培训能够正确地理解超低界面张力表面活性剂分类以及应用方法的员工,要给予一定的奖励;相反,对于那些学习态度不认真,对于培训内容掌握不好的员工也要给予一定的惩罚,借助于这样的一种考核制度和惩罚制度的建立,进一步提升大家对于培训的重视程度,从而提升员工学习的积极性。

3 结束语

综上所述,超低界面张力表面活性剂主要分为有碱活性剂和无碱活性剂,无论是有碱活性剂还是无碱活性剂,在石油开采的过程中都发挥了其自身所具备的作用和效果。本文结合超低界面张力表面活性剂的分类,探讨了其在石油开采过程中的具体应用,以让更多的人对超低界面张力表面活性剂有一个基本的了解,同时掌握在石油开采过程中正确应用该表面活性剂的方法和措施,进而为我国石油开采工作的开展带来一定的帮助。超低界面张力表面活性剂及二元驱研究取得一些进展,但离现场应用仍有差距;还需进行深入研究;超低界面张力表面活性剂在油水井处理中研究及应用研究工作还很少,更需要探索和积累这方面的室内和现场研究方法和经验。

参考文献:

- [1] 王永涛,刘国栋.超低界面张力表面活性剂分类及其应用[J].化工设计通讯,2021,47(05):44-45.
- [2] 李玉杰,李曼平,许洪川,等.超低渗透油藏降压驱油表面活性剂驱技术[J].辽宁化工,2020,49(07):804-806.