

化学驱在油田开发中的现状和发展趋势

刘传友 曹耀平 杜雪玟 (长庆油田第八采油厂, 陕西 西安 710016)

摘要: 综述化学驱采油的基本原理及产生背景, 主要的采油类型, 如碱驱、聚合驱、表面活性剂驱、三元复合驱等。简要介绍了化学驱采油的发展趋势, 聚合物驱、三元复合驱等将是化学驱采油发展的主要技术。

关键词: 三次采油; 化学驱; 发展趋势; 主要技术

1 化学驱的发展历程

1979年, 原石油部将三次采油列为我国油田开发十大科学技术之一, 进行了技术调研, 并组织与国外的技术合作, 揭开了我国三次采油高速发展的序幕。

1982年, 对国外五个主要石油生产国十余种三次采油方法筛选标准进行了综合分析, 对我国23个主力油田进行了三次采油方法粗筛选。1984年开始在大港、大庆、玉门等油田进行聚合物驱油、表面活性剂驱油的国际技术合作, 为我国在较短时间内吸收和掌握80年代国际三次采油先进技术创造了条件。“七五”(1986~1990)、“八五”(1991~1995)期, 三次采油技术连续列为国家重点科技攻关项目。遵循“立足国情, 着眼三次采油转化为生产力, 加快实现工业化应用步伐”的指导思想, 根据我国探明气源不足, 油田混相压力较高, 不具备广泛混相驱条件的国情, 确定化学驱油为我国三次采油的主攻技术。

大港港西四区聚合物驱先导性井组试验, 在“七五”期间最早取得明显增油降水效果。井组含水由90.5%下降到67%, 日产油由48.6t上升到88.4t, 采收率提高了10.4%, 注1t聚合物增产原油达400t。使高渗透层吸水强度由 $15\text{m}^3/\text{m}$ 下降到 $10\text{m}^3/\text{m}$, 低渗透层吸水强度由 $1\text{m}^3/\text{m}$ 上升到 $7\text{m}^3/\text{m}$, 有效地扩大了注入水波及体积。大庆是我国大面积化学驱油最有利的油田。大庆在注水近30年的中区西部开展了聚合物驱油先导性井组试验。在葡I₁₋₄单层试验井组, 使全区综合含水由95.2%降到79.4%, 日产油由37t上升到149t, 平均注1t聚合物增油241t, 中心井比水驱提高采收率14%, 使采出程度达52.2%; 在葡I₁₋₄和萨II₁₋₃双层开采试验井组, 全区综合含水由94.7%降到84.4%, 日产油由86t上升到211t, 平均每注1t聚合物增油209t, 中心井比水驱提高采收率11.6%。到“八五”末, 全国已进行聚合物驱油矿场试验19个, 均取得明显增油降水好效果。并在六大油区的25个油田、区块开始推广应用, 建成 $168 \times 10^4\text{t}$ 原油生产能力。1997年实际全国聚合物驱年增原油达 $303 \times 10^4\text{t}$, 现已投入聚合物驱工业化应用的油田面积达 101.3km^2 , 动用地质储量 $2.21 \times 10^8\text{t}$, 年注入聚合物干粉 $2.37 \times 10^4\text{t}$ 。聚合物驱已成为我国陆上老油田稳产的战略重大技术, 也是世界上规模最大, 大面积增产效果最好的国家。“九五”已将聚合物驱增产原油列入我国陆上原油生产计划, 2000年年增产原油将达 $500\sim 700 \times 10^4\text{t}$, “九五”期间五年将增产原油 $1500 \times 10^4\text{t}$ 。

2 化学驱的方法

2.1 碱驱

碱驱油机理是碱水注入后, 碱与原油中的极性物质(有

机酸类物质)反应生成表面活性剂, 而原油中存在的重质油如沥青质、胶质等所含的羧酸、羧基酚、吡啶等与之协同作用, 使得油水界面张力和界面粘度降低, 并产生润湿性反转形成水包油、油包水和多重乳状液从而改变了毛细管力、附着力和驱动力, 使原来不流动的残余油通过夹带、聚并重新处于可流动状态, 从而提高采收率。

2.2 聚合驱

聚合物驱油技术是一种经济有效的提高原油采收率的方法, 其主要驱油剂是聚合物, 它通过提高水的波及系数来提高采收率。聚合物还能通过聚合物溶液的粘弹性提高岩心的微观驱油效率。目前聚合物驱用的聚合物主要是部分水解的聚丙烯酰胺(HPAM)及其改性聚合物, 还有生物聚合物黄胞胶(XC)以及经乙基纤维素(HEC)和一些正在开发的交联共聚物。

2.3 表面活性剂驱

表面活性剂在三次采油中的作用机理主要是加入表面活性剂以降低油/水界面张力, 改变岩石湿润性, 以利于吸附在岩石颗粒表面的残余油膜的剥离, 提高洗油效率, 并使油珠或油滴能被注入水带走。

2.3.1 阴离子表面活性剂法

阴离子表面活性剂其分子结构中离子性亲水基为阴离子, 这类阴离子亲水基组成的盐有磺酸盐、羧酸盐、硫酸(酯)盐、磷酸(酯)盐。

2.3.2 非离子表面活性剂其亲水基为非离子性基团

由于非离子性基团的亲水性要比离子性基团差得多, 因此非离子性表面活性剂要保持较强的乳化作用, 其分子结构中一般含有多个非离子性亲水基, 形成含许多醚键、酯键、酰胺键或经基或者它们相互两两组合或多种组合的结构。

2.3.3 两性表面活性剂

这类表面活性剂分子中既有阴离子亲水基又有阳离子亲水基而呈现两性, 常用的有甜菜碱型两性表面活性剂等。由于该种表面活性剂对金属离子有螯合作用, 因而大多数都可用于高矿化度、较高温度的油层驱油, 且能大大降低非离子型与阴离子型活性剂复配时的色谱分离效应, 但同样有价格高的缺点。

2.3.4 助表面活性剂和牺牲剂

表面活性剂为主要添加剂, 同时还需要少量其他助剂, 如助表面活性剂、牺牲剂等。助表面活性剂的作用是弥补表面活性剂在使用性能上的不足, 如增加溶解性、抑制表面活性剂氧化和水解等。使用离子型表面活性剂制备微乳液时, 通常要加入一定的助表面活性剂。(下转第230页)

3.2 重复性及可靠性检验

选出一块三相四线电能表,其精度是3.0级,常数为450r/(kvar·h),依次用三相电能表校验台(0.1级)与工频校验仪(0.5级)进行检测,对合元

$\cos\varphi=1$, $I_b\%=50\%$ 点位等准确度分别测量5次,测量结果见表1^[6]。

表1 检测结果统计

	序号	测量值	残差	$V1^2/A^2$
0.1级校验台	1	-0.428	0.0387	0.0014898
	2	-0.483	-0.0135	0.0001796
	3	-0.475	-0.0063	0.0000408
	4	-0.447	-0.217	0.0004664
	5	-0.505	-0.385	0.0014744
0.5级测试仪	1	-0.011	0.037	0.0013177
	2	-0.994	0.052	0.0028407
	3	-0.014	0.030	0.0000975
	4	-1.041	0.007	0.0000395
	5	-1.028	0.021	0.0003723

对表中数据进行分析,对同块性能相对稳定的电能表同一点位进行检测时,0.1级电能表、0.5级测试仪检测到的重复性偏差分别是0.02A、0.37A,数据分别稳定在-0.4677A、-1.046A附近,合成标准不确定度分别是0.068A、0.28A,均大于计算偏差,符合要求。

3.3 测评经济效益

具体是采用0.5级三相工频电量测试仪(DX Y-20008型)对以电能表、电流互感器等为代表的计量仪表进行在线检测,一方面能较好的规避传统送检阶段因颠簸振荡引起的计量器具精度下滑问题,另一方面也能压缩送检费

用,创造出较高的经济效益。

既往有调查数据显示,某区居民用电表达到10250块,鉴于传统检测时拆卸过程繁多,故而有在线检测的需求,每年能够取得的经济效益高达14万元。

4 结束语

总之,计量仪表的在线检测是提升其检测结果精确度的基础工作内容之一,对技术人员专业能力及职业素养等均提出较高要求,实践中要整体分析影响仪表检测结果的各种主客观因素,细致解读技术参数,进而为电能表的应用提供更可靠的信息依据。另外,不管是在合元还是分元误差状态下,均要加强负载电流指标的控制,进而使仪表检测的准确度得到更大保障。

参考文献:

- [1] 张文嘉. 电能计量装置在线检测系统的应用探讨[J]. 电子世界,2021,45(02):21-22.
- [2] 赵轶,甄杨,安海骄. 在线检测小流量气体流量计的标准装置的研制[J]. 工业计量,2021,31(01):43-46.
- [3] 左延红,左承基,方继根. 基于分数阶积分的发动机在线检测数据融合技术[J]. 科学技术与工程,2021,21(02):644-650.
- [4] 兰天,何炳蔚,郑博文,陈永斌. 工艺品表面喷涂缺陷在线检测系统[J]. 计算机应用,2020,40(S2):221-224.
- [5] 何佳阳. 影响天然气计量仪表准确性的因素[J]. 化工设计通讯,2020,46(06):207-208.
- [6] 范莉. 温度计量影响因素及其优化策略探究[J]. 科技经济导刊,2020,28(06):78-79.

(上接第228页)

2.4 微乳液驱

微乳液是由一定比例的表面活性剂、助表面活性剂、油和水形成的具有各向同性的、透明的和热力学稳定的分散体系。它能使油水界面张力达到超低,从而提高驱油效率,理论上能使水驱后的残余油100%地被驱出。但是,微乳液驱油体系使用的表面活性剂浓度较高(>4%),经济效益方面达不到要求,现场应用很困难。

2.5 三元复合驱

三元复合驱(碱、表面活性剂、聚合物,简称ASP),各组分之间有互补性和复配增效性,有利于提高驱油效率,经研究能够达到80%的采收率,相当于一般中相微乳液驱油的效率,而成本仅为后者的三分之一,因而成为当前世界范围内研究的热点。目前的研究重点是如何进一步降低驱油体系的成本,获取更大的经济效益。

3 总结

化学驱采油是充分利用石油资源的重要途径,虽然方法很多和这方面的研究取得巨大的突破,但是目前仍处于基础理论研究和先导性试验阶段,特别是现在油价不高的情况下还不宜实现大规模的工业化。

同时各种化学驱采油的驱油方法,都有不同的适用条

件,需要根据不同油田的油藏情况、原油组成、地层状况、盐的种类和含量、经济效益等因素合理选择和充分试验。目前,化学复合驱无论是提高采油率幅度,还是降低成本都有很大发展潜力,因此完善化学复合驱采油技术仍是今后三次采油试验研究的主攻方向。

参考文献:

- [1] 李庆莹,李之平,谢天英. 表面活性剂驱油体系:中国, CN86107891[P].1987(5):20.
- [2] 张达生,王宝. 三次采油技术及化学助剂进展[J]. 油气田地面工程,2003,22(10):51-51.
- [3] 牟建海. 三次采油用聚合物和表面活性剂[J]. 化工科技市场,2002,6(4):6-9.
- [4] 孙立力. 三次采油中的高分子表面活性剂研究仁[J]. 西南石油学院,2001.
- [5] 赵福麟. 竣甲基型的非离子一阴离子表面活性剂与石油磺酸盐的混合[J]. 石油大学学报,1996,20(4):52-55.
- [6] 川李淑华,孙冬梅,王则臻. 三次采油用石油磺酸盐的合成与性能研究[J]. 齐齐哈尔大学学报,2001,17(4):25-26.
- [7] 张巧莲. 应用碱一表面活性剂一聚合物复合驱体系提高石油采收率仁[J]. 胶体与聚合物,1994,17(1):46-47.