

复合驱低压二元液调配工艺起泡问题的解决措施

龚晓宏¹

摘要：在集中配制、分散注入的低压二元-高压二元复合驱配注工艺中，由于强碱三元复合驱烷基苯磺酸盐表面活性剂起泡能力强，用含表面活性剂的水分散聚合物时会在分散装置溶解罐内产生大量泡沫，影响生产运行。通过室内实验和现场试验，确定强碱三元复合驱低压二元的混配工艺。在聚合物配制站，适当提高聚合物分散配制浓度，用不含有表面活性剂的污水分散配制聚合物；在二元调配站，将含有表面活性剂的污水输至聚合物配制站的熟化罐中，调配成含有目的浓度表面活性剂的聚合物母液，缓解了聚合物和表面活性剂调配起泡问题。

关键词：三元复合驱；调配站；二元母液；起泡；现场试验

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.8.037

A Solution for the Foaming Problem During the Mixture of Low-pressure Dual-liquid in Combined Flooding

Gong Xiaohong

Abstract: In the technology of concentrated preparation and allocated injection with low pressure dual fluids and high-pressure dual-fluids, the alkylbenzene sulfonate in strong alkaline ternary flooding is characterized by a high foaming ability, so it will produce an abundant amount of foam in the solution tank when surfactant that contains aqueous-dispersed polymers is adopted, which will seriously affect regular production. Through laboratory and field tests, we have provided the mixture method of strong alkaline ternary flooding. In the preparation station of polymers, we have slightly increased the concentration of dispersed polymers, and have used surfactants that do not contain polluted water to prepare polymers. In the station of dual fluids, we transport the polluted water with surfactants to the curing tank of the polymer station, and make it a primary polymer liquid with intended concentration of surfactants, the foaming problem of the polymer and surfactant is alleviated.

Key words: ternary flooding; preparation station; dual fluid; foaming; field test

三元复合体系是将碱、表面活性剂、聚合物按一定的浓度配比混合形成的水溶液。三元复合体系配注工艺是按照油藏工程驱油方案的要求，根据3种化学剂的性质、化学剂之间的配伍性，确定地面工艺及配制方法^[1]。地面工程技术人员在不断研究和持续创新的基础上，开发了满足现场试验和工业化推广的配注工艺流程。大庆油田在三元复合驱油技术推广初期，配注系统采用配制和注入合建的工艺模式，每座站都设置碱和表面活性剂卸车、储存、转输系统，工程投资较高。随着三元复合驱的大规模推广，为进一步降低工程投资，在大量室内

外试验的基础上，创新形成了集中配制、分散注入的低压二元-高压二元配注工艺^[2]。

1 三元复合驱配注工艺布局

在最初的集中配制、分散注入的低压二元-高压二元配注工艺中，集中建设高压二元和低压二元调配站，把聚合物母液从聚合物配制站输送至二元调配站，利用调配罐把聚合物母液和表面活性剂混配成低压二元液。为了进一步降低工程投资，将表面活性剂前移至聚合物配制站，在分散装置中将聚合物与表面活性剂配制成低压二元母液，利用聚合物配制站的熟化罐替代二元调配站的调配罐，减少

¹大庆油田有限责任公司复合驱项目经理部

了建罐数量,降低了建设投资,具有显著的经济优势。以大庆油田某一产能工程为例,应用熟化罐混配工艺,少建设8座调配罐及配套工艺,有效地控制了工程建设投资。三元复合驱配注工艺布局见图1。

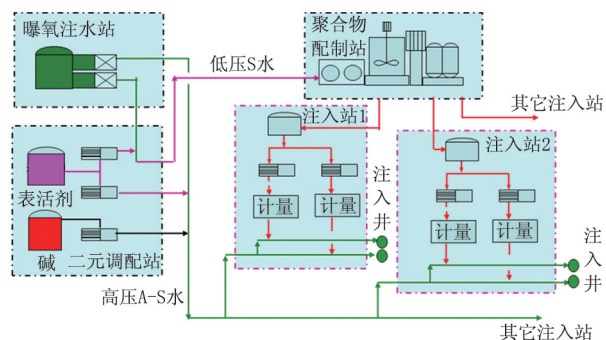


图1 集中配制、分散注入的低压二元-高压二元工艺示意图

二元调配站尽可能结合注水站就近建设。低压系统由碱(A)和表面活性剂(S)的接收、储存、转输等部分构成,配制成含表面活性剂的低压一元水,输送到聚合物(P)配制站,经聚合物母液熟化罐配制成含目的浓度表面活性剂的聚合物母液(PS二元液)^[3],然后分别管输至每座注入站的储罐(槽)中待用;同时在二元调配站用高压泵,将碱和表面活性剂注入高压水管道中,形成含目的浓度的高压二元液,管输至注入站。在注入站,低压二元液和高压二元液经静态混合器混合后注入单井。

2 起泡问题

在以石油磺酸盐为表面活性剂的弱碱三元复合驱中,利用含表面活性剂的水配注聚合物时能够满足生产要求;而在以烷基苯为表面活性剂的强碱三元复合驱中,当聚合物分散装置运行时,其溶解罐内出现大量泡沫,且不易消除,分散装置频繁高液位报警,无法连续运行(图2)。



图2 聚合物分散装置的溶解罐起泡溢罐

原因分析:由于烷基苯磺酸盐表面活性剂起泡性能强,泡沫稳定性强^[4],在聚合物分散过程中,分散装置的水粉混和器部位含有携带表面活性剂的水与空气充分混合,造成起泡。如果在聚合物分散过程中,避免表面活性剂的参与,就会解决聚合物

和表面活性剂二元液调配的起泡问题。

3 技术方案

利用不含表活剂的深度处理污水分散聚合物干粉,并适当提高聚合物的分散配制浓度,降低分散配制的用水量,剩余的配制用水与表面活性剂一起输送到熟化罐,在熟化罐中同时完成聚合物的熟化和二元液的调配。该方案具有以下优点:①分散过程中没有表面活性剂的参与,不会出现表面活性剂起泡问题;②表面活性剂利用已建的二元调配站稀释以后供给,在聚合物配制上不涉及表面活性剂储存的防爆区域重新划分问题。

4 分析测试及现场试验

为了验证上述技术方案的可行性,需要进行以下的分析测试及现场试验:①不同浓度表面活性剂的流变性测试,以确定表面活性剂的管输参数;②室内实验测试聚合物和表面活性剂溶液在搅拌熟化过程中是否起泡;③现场验证方案的可行性,确定聚合物和表面活性剂二元液的调配工艺。

4.1 不同浓度表面活性剂的流变性测试

将商品浓度为50%的烷基苯磺酸盐利用深度处理污水稀释成1%、2%、3%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%的浓度。图3为不同浓度的烷基苯磺酸盐表面活性剂在温度30℃、剪切速率50 s⁻¹下测试的黏度曲线。

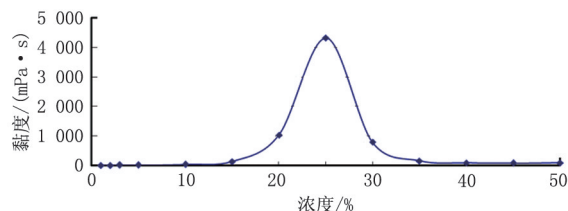


图3 表面活性剂黏度随浓度的变化曲线

从测试结果可以看出:浓度为50%的烷基苯磺酸盐表面活性剂掺入水之后形成稳定的乳状液,与原油转相点一样,随着浓度的增加黏度逐渐增大,当表面活性剂浓度为25%时黏度达到峰值,为4320 mPa·s。然后,随着浓度的降低,黏度逐渐减小,当浓度低于10%后黏度值低于100 mPa·s,具有较好的流动特性,便于管道输送。

4.2 低压二元液室内模拟配制实验

低压二元液室内模拟配制实验分以下3步进行:

第1步,聚合物分散。在烧杯中,用不含表面活性剂污水配制浓度为6000 mg/L聚合物母液。

第2步,把表活剂浓度为1.8%的污水加入到烧

杯中，配制聚合物浓度为5 000 mg/L、表面活性剂浓度0.3%的混合物。表面活性剂的投加分3种情况进行：①利用注射器，在液面以上，以较高的速度喷入；②利用注射器，在液面以上，以较低的速度慢慢滴入；③利用注射器，在液面以下，以较高的速度喷入。

第3步，观察起泡情况，并在搅拌熟化过程中观测泡沫的稳定性。不同表面活性剂投加方式的泡沫产生量观测结果见表1。

表1 不同表面活性剂投加方式的泡沫产生量观测结果

表面活性剂后的 不同测试时间/min	表面活性剂投加方式及产生的泡沫高度/cm		
	液面以上，喷入	液面以上，滴入	液面以下，喷入
5	1.5	0	0
10	1.5	0	0
15	1.4~1.5	0	0
30	1.4	0	0
60	1.3	0	0
90	1.2	0	0
120	1.1	0	0

试验测试表明：

(1) 调配过程中是否产生泡沫，与含表面活性剂污水在空气中的运行速度有关，加入速度快，在液体表面会形成低压区，空气会与含表面活性剂污水充分混合，从而产生泡沫；相反，表面活性剂以较慢的速度滴入，则不产生泡沫。

(2) 若表面活性剂加入过程中不与空气接触，则不会产生泡沫。试验过程中，在液面之下，表面活性剂以较高的速度推入分散后的聚合物中，没有出现起泡现象。

(3) 调配过程中产生的泡沫非常稳定，聚合物熟化搅拌60 min，泡沫量变化不大。

(4) 二元调配过程中，搅拌器的搅拌不增加泡沫量。

4.3 现场验证试验

对配制站的工艺流程进行相应的工艺改造，把烷基苯磺酸盐表面活性剂用罐车拉运到聚合物配制站，按照图4试验流程进行现场验证试验。用不含表面活性剂的污水配制浓度为6 000 mg/L聚合物母液，分散后的聚合物泵输入熟化罐，再加含表面活性剂浓度为1.8%的污水，配制成表面活性剂浓度为0.3%、聚合物浓度为5 000 mg/L的二元液。

现场试验表明：在聚合物的分散阶段，由于没有表面活性剂的参与，不产生泡沫；在熟化罐的进液阶段，熟化罐的进液口接近罐底，表面活性剂污水在进罐过程中不与空气接触，不存在产生泡沫的

条件；在熟化过程中，搅拌桨的搅拌也没有产生泡沫。因此，在聚合物配制站，只要避免在聚合物分散过程中用到表面活性剂，整个配制过程中就不会出现泡沫。

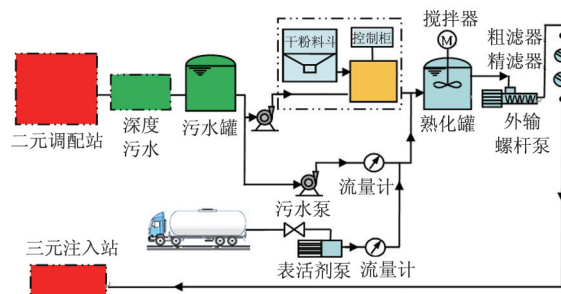


图4 现场试验流程示意图

5 结论

(1) 由于烷基苯磺酸盐表面活性剂起泡能力强，在聚合物分散过程中，分散装置的水粉混和器部位含有携带表面活性剂的水与空气充分混合造成起泡。如果在聚合物分散过程中，避免表面活性剂的参与，就可以解决聚合物和表面活性剂二元液调配的起泡问题。

(2) 确定了强碱三元复合驱表面活性剂和聚合物母液低压二元的混配工艺。在聚合物配制站，提高聚合物分散浓度，用不含有表面活性剂的污水分散聚合物，在碱和表面活性剂二元调配站，含有表面活性剂的污水输至聚合物配制站熟化罐中，调配成含有目的浓度表面活性剂的聚合物母液。

参考文献

- [1] 程杰成. 三元复合驱油技术[M]. 北京：石油工业出版社，2013：124-126.
- [2] 于力. 大庆油田地面工程三元配注工艺的发展历程[J]. 油气田地面工程，2009，28（7）：42-43.
- [3] 李学军. 大庆油田三次采油地面工艺配套技术[J]. 大庆石油地质与开发，2009，28（5）：174-179.
- [4] 丁伟，高晓宇，程杰成. 烷基苯磺酸钠长链烷基中二甲苯取代位置与起泡性的关系[J]. 石油学报，2009，25（6）：846-849.

作者简介

龚晓宏：高级工程师，1988年毕业于石油大学（华东）油气储运专业，主要从事复合驱地面工程的研究和管理工作，0459-5961373，gongxiaohong@petrochina.com.cn，黑龙江省大庆市让胡路区油田公司东区办公大楼，163002。

收稿日期 2016-04-30

（栏目编辑 樊韶华）