

超声技术在油田水处理中的应用

孙仁远¹, 杨怀杰², 李学富³, 冯球业⁴

- (1. 石油大学石油工程系, 山东东营 257061;
- 2. 胜利石油管理局安全环保处, 山东东营 257000;
- 3. 胜利石油管理局海洋石油开发公司, 山东东营 257237);
- 4. 胜利石油管理局孤岛采油厂, 山东东营 257000)

中图分类号: TB559

文章标识码: A

Applications of ultrasonic technique in oilfield water treatment

SUN Ren yuan¹, YANG Hua jie², LI Xue fu³, FANG Qi r y e

- (1. Department of Petroleum Engineering, University of Petroleum, Dongying, 257061, China;
- 2. Sh engli Petroleum Administrative Bureau, Dongying 257000, China;
- 3. Sh engli Petroleum Administrative Bureau, Dongying 257237, China
- 4. Sh engli Petroleum Administrative Bureau, Dongying 257237, China)

1 引言

在油田开发过程中, 水处理问题一直是一个不可忽视的重要问题, 这主要表现在两个方面: 一是注入水的处理, 要求注入的水质达标, 不污染油层, 满足注水开发的需要。二是采出水的处理, 在高含水开发期, 采出水的量很大, 若不经处理, 将对环境产生严重的污染, 而且三次采油技术的应用给采出液的处理带来很大的困难。

本文将介绍超声技术在油田水处理中的应用情况, 分析比较这些技术的优势和不足, 并展望它们的发展前景。

2 超声波改善水质 增注技术

注入水水质是决定油田注水开发效果的关键因素之一。注入水中常含有悬浮物、乳化油、有害细菌、溶解气体及各类矿物质, 如果不经处理就注入地层, 会造成注入层伤害, 引起注水量下降, 注入压力升高, 吸水指数下降, 甚至注不进水。而注入水中的酸性气体会引起注入设备的腐蚀, 而且腐蚀产物随注入水进入地层后也会堵塞地层的渗流孔道。

为更好地进行注水油田开发, 世界各国对注入水的水质都提出了严格的要求, 尤其在机械杂质含量、总含铁量、细菌含量、含氧量、PH 值等方面。故必须对水质进行处理。

超声波的强烈空化作用能够粉碎注入水中的机械杂质, 降低固体颗粒的粒径, 从而改善水质。室内研究表明, 注入水经超声波处理后, 悬浮物总体含量降低, 小粒径的悬浮物比例增加, 水的界面张力下降, 腐生菌数减少, 还原菌数不变, 总含铁量和含油量降低, 水质向有利于注水的方向转化。

表 1 超声波处理前后水质化验结果^[1]

	悬浮物含量 (%)	细菌含量		总铁含量 (mg/L)	粘度 (mPa.s)	界面张力 (mN/m)	含油量 (mg/L)
		腐生菌 (个/ml)	原生菌 (个/ml)				
处理前	7.1	$10^4 \sim 10^5$	$10^3 \sim 10^4$	0.15	0.623	29.21	2.7
处理后	6.7	$10^3 \sim 10^4$	$10^3 \sim 10^4$	0.10	0.621	28.75	2.4
100m 处	6.5	$10^3 \sim 10^4$	$10^3 \sim 10^4$	0.10	0.618	28.29	2.3
300m 处	6.4	$10^3 \sim 10^4$	$10^3 \sim 10^4$	0.10	0.618	28.39	2.3

在室内试验的基础上, 利用超声波可改善注入水水质的特性, 进行了超声波增注现场试验, 取得了较好的效果。图 1 是超声处理前后注水井吸水指数变化曲线。由图可见, 经过超声波处理后, 注水井的吸水指数明显增大。

收稿日期: 2000-02-20; 修订日期: 2000-05-21

作者简介: 孙仁远(1968), 男, 山东招远人, 讲师, 从事油气田开发工程。

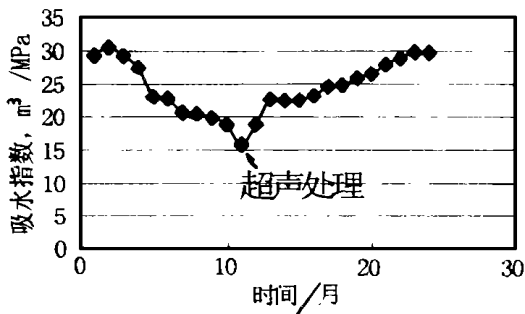


图 1 超声波处理前后注水井吸水指数的变化曲线

3 超声波破乳脱水技术

3.1 三次采油中的脱水问题

据统计,世界上绝大部分原油都是以油水乳化液的形式采出的,尤其是三次采油中化学方法的使用,使原油破乳脱水的难度越来越大。原因主要有:

(1) 三次采油采出液是非常稳定的 O/W 型乳状液,水为连续相,采用工频交、直流电脱水,容易造成极间短路。

(2) 三次采油采出液粘度高,密度大,悬浮固体颗粒的能力强,这增加了破乳脱水的难度。

(3) 三次采油(尤其是三元复合驱)采出液中含有碱,导致 PH 值的升高;同时,碱的存在使乳状液更加稳定。

3.2 超声波破乳脱水原理

超声波是一种机械波,它在介质中传播时,具有机械作用、空化作用和热作用。其中,机械振动作用对油和水等介质产生凝聚、破乳、释气等,随着油滴和水滴的位移振动,使小油珠和小水珠凝聚成大的油珠和水珠。因油和水的重力差异,大水滴迅速下沉,油珠上浮,从而达到油水破乳分离。另外,超声波可使油水界面张力降低,对破乳有利。

3.3 超声波破乳脱水技术的应用

美国从 60 年代开始超声破乳研究。实验发现,油水乳状液在超声辐照下的破乳分离速度比自然沉降分离的速度大 700 倍。研究人员认为:采用超声波和化学方法相结合的方法与仅使用化学方法相比,分离效率要大得多。在现场试验了油水乳状液的超声破乳脱水装置。在一个 80m³ 的储罐中安放了一台 1.9kW 的超声波发生器,工作频率为 22kHz,正常操作情况下,这台超声装置可从乳化油中脱去 99%-99.7% 以上的水^[2]。

为了解决重质高含硫原油的破乳脱水问题,前

苏联斯克克里普尼克用 22.5kHz 的超声波,对含水 15%-35%,含盐 5×10^4 mg/t 10×10^4 mg/l 的重质高含硫乳化原油进行破乳实验^[2]。脱水率达 99.0%-99.7%,脱盐率为 99.2%-99.3%,效果满意,并已投入生产。

针对河南油田古城 B123 区二元复合驱采出液破乳脱水困难的实际,易成高等人进行了超声波原油脱水试验研究^[4]。认为:(1) 超声波对聚合物驱采出液具有较强的破乳脱水作用,同化学破乳相结合,可达到其深度脱水要求。(2) 采用正交设计,优化出针对该采出液的声处理参数为:声波频率 30kHz,声强不小于 2.1 W/cm^2 ,声波作用时间 10min.,介质温度 70℃。(3) 超声波破乳脱水可相对减少所加入的化学破乳剂用量。

三次采油采出的水包油乳化原油、污水回收油、老化油等,由于其化学成分及乳状结构的复杂性,难以用常规方法破乳脱水。付静等人^[3]在室内条件下研究了超声波的频率和声强对破乳脱水效果的影响。试验表明,超声波破乳脱水的频率为 2kHz 左右,而无量纲声强则随处理介质的不同而不同。

3.4 超声波破乳脱水的发展前景

总之,影响超声波破乳脱水效果的因素较多,主要有:声强、频率、作用时间、介质温度、声波对介质的作用方式等。

目前的研究虽取得了一定的效果,但仍处于室内研究阶段。目前,我国东部的大部分油田已经进入高含水开发期,三次采油技术的应用日益广泛。对三次采油采出液进行破乳脱水,是三次采油中的配套技术之一,对提高三次采油的经济效益具有重要意义。因此,超声波破乳脱水技术是一项新的技术和思路,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 胡博仲. 波场采油[M]. 北京:石油工业出版社,1996年.
- [2] 黄序韬. 超声波采油应用的国外研究现状[J]. 应用声学,1985,4(4):7-10,6.
- [3] 付静,孙宝江,王志刚. 超声波破乳的频率和声强[J]. 石油钻采工艺,1999,21(4):69-72.
- [4] 易成高,李峰,马晓芳. 超声波原油脱水试验[J]. 油气田地面工程,1997,16(6):41-43.
- [5] R. J. Schoepel, A. W. Howard. Effect of ultrasonic irradiation on coalescence and separation of crude oil water emulsions [J]. SPE 1507, 1967.