

含油污泥在油田开发中的应用研究

孙学君 袁建国 张 瑾 谭哲峰 卢细来

(华北石油管理局)

摘要 在油田生产过程中,沉降析出的罐底含油污泥的外排,由于含油污泥量大、矿化度高、含油多,对周边环境污染严重。现介绍一种新的研究成果,即将含油污泥经化学处理后变成稠化油污泥调剖剂,用于高渗透注水井调剖,封堵强吸水孔道。现场应用表明,该技术增油降水效果显著,较好地解决了污泥的污染与利用问题,为油田治理污泥污染找到一条经济有效的途径。

主题词 油罐 污泥处理 注水井 剖面调整 应用 研究

作者简介 孙学君,1969年生。1991年毕业于西北大学化学系,现任采研院工程师。袁建国,1952年生。1976年毕业于西北大学石油及天然气专业,现任第一采油厂厂长,高级工程师。张瑾,1949年生。1976年毕业于华东石油学院开发系采油专业,现任开发部高级工程师。谭哲峰,1970年生。1995年毕业于石油大学炼制系油田化学专业,现任采研院助工。卢细来,1970年生。1995年毕业于西安石油学院开发系采油工程专业,现任开发事业部助工。

在油田生产过程中,沉降析出罐底含油污泥的处理和利用一直是各油田亟待解决的难题。华北油田仅别古庄、岔河集两油田在含油污水处理中,每年产生近万方含油污泥,由于含油污泥矿化度高,对周围环境污染严重,环保部门严禁外排,致使污泥在水罐中长期积存,造成水质变差,影响注水工作的正常进行。为解决此难题,华北油田于1996年开始对含油污泥进行试验研究。通过泥样组分及颗粒粒径分析,利用含油污泥与地层有良好的配伍性特点,将其经过化学处理变成活性稠化油污泥调剖剂,用于高渗透注水井调剖、封堵强吸水孔道。现场实践表明,该技术增油降水效果显著,较好地解决了污泥的污染与利用问题。

一、室内试验

为使含油污泥成功地注入高渗透层,多次到现场取样进行成分、性质分析。同时在室内进行了几十种活性稠化油污泥调剖剂配方的筛选试验。

1. 含油污泥样品成分性质分析 表1为别古庄、岔河集两油田含油污泥分析结果。

表1 含油污泥成分分析结果

取样地点	取样时间	含水(%)	含泥(%)	含油(%)	pH	粘度(Pa·s)	泥砂外观
古一联1号罐最后清除污泥样	1996.08.28	74	17	9	7	未测	黄白色粉末
古一联2号罐最先清除污泥样	1996.08.29	82	11	7	7	0.032	黄白色粉末
岔北站1号储水罐上部污泥样	1995.12.14	82.14	4.46	13.4	7	0.031	棕褐色粉末
岔北站2号储水罐底部污泥样	1996.10.28	81.8	7.3	10.9	7	未测	棕褐色粉末

注:粘度测量使用西德产RV-2旋转粘度计。

由表1可看出:(1)污泥样含水一般较高(74%~82%),为含油污泥向地层泵挤注提供了

保证。(2)别古庄油田京 11 断块出泥砂严重,含油污泥中泥组分含量较大,一般在 11%~17% 之间;岔河集油田出泥砂较少,含油污泥中的泥组分含量也较少,一般在 4.5%~7.3% 之间。(3)别古庄油田含油污泥中油组分相对含量较少,为 7%~9%,主要成分是胶质沥青,岔河集油田含油污泥中的油组分相对含量较高,为 10.9%~13.4%,主要成分是蜡。

2. 含油污泥样品的粒径分析 表 2 为别古庄、岔河集两油田含油污泥粒径分析结果。

表 2 含油污泥中泥组分颗粒粒径分布

颗粒目数(目)	>200	200~180	180~160	160~140	140~120	<120
岔北站 1 号罐泥样(%)	82.09	8.37	1.89	5.55	0.081	2.01
岔北站 2 号罐泥样(%)	79.07	14.00	1.89	3.56	0.44	0.96
别古庄 1 号罐泥样(%)	61.63	7.59	1.15	8.76	0.89	19.97

由表 2 可看出:岔河集、别古庄油田含油污泥中泥组分颗粒粒径主要分布在 200 目以下。据资料(华北油田石油地质报告集,1987 年)介绍,颗粒与喉道的堵塞关系是:颗粒大小应为喉道的 1/2~1/3,才能很好地进入地层进行封堵。根据采油二厂使用膨润土调剖(颗粒粒径 180~200 目)的经验,可得出结论:含油污泥中的泥组分完全可以进入地层进行封堵。

3. 配方筛选

(1)分散剂的筛选。大罐中清出来的含油污泥中的油组分,主要是在污水处理过程中,加入的絮凝剂浮选性能差而夹裹在絮凝的矾花颗粒中沉降下来的。这使得污泥颗粒吸附、凝聚、结团,颗粒粒径变大,不便于调剖,因此要加入分散剂对污泥进行分散处理,使之粒径变小,便于挤入油层孔隙。

通过不同种类、不同浓度分散剂的分散性能试验对比:含油污泥在 SE-1 分散剂中的分散效果最好,溶液中的固体颗粒分散快,分散后的固体颗粒粒径小,不结团凝聚。

(2)悬浮剂的筛选。分散后的污泥浆放置观察发现含油污泥在溶液中沉降速度较快,因此在施工中必须加入悬浮剂才能保证施工的正常进行。

通过对多种悬浮剂的物性分析和性能测定(包括粘度、悬砂性、沉砂速度等测定),最后选定浓度为 2% 的 BJ 型悬浮剂为含油污泥的悬浮剂。含油污泥在不加入其它化学药剂的情况下,在该悬浮剂中固体颗粒沉降时间达 4h 以上,悬浮的固体颗粒占溶液总体积的 80.9%。

(3)含油污泥、分散剂、悬浮剂的配伍性试验结果。对三者经大量配伍性试验得以下配方:含油污泥的固体含量为 7%~14%;SE-1 分散剂的浓度为 0.1%~0.5%;悬浮剂的浓度为 2%~5%。

按以上配方配制的调剖剂,含油污泥中的固体颗粒在溶液中的沉降速度都非常缓慢,沉降 4h 后,悬浮的固体颗粒层仍占溶液总体积的 96% 以上,说明该配方完全满足现场施工要求。

(4)堵塞试验。试验采用双路岩心夹持器化学剂评价试验模拟装置及相应流程,全部由计算机采集处理数据;岩心采用 100~200 目的石英砂充满装入规格为 30×200mm 的岩心夹持器中制成。试验结果见表 3。

突破压力定量地描述了调剖剂的封堵强度,堵塞率定量地描述了该调剖剂对多孔介质的堵塞效果,由表 3 可看出,该调剖剂具有较高的封堵强度和较好的堵塞效果,完全可用于高渗透注水井调剖。

表3 岩心堵塞效率试验结果

岩心号	调剖前渗透率(μm^2)	调剖后渗透率(μm^2)	突破压力(MPa)	堵塞率(%)
1	0.662	0.0291	7.068	95.6
2	0.826	0.0793	6.982	90.4
3	0.688	0.0812	6.265	88.2

二、现场试验效果分析

活性稠化油污泥调剖剂属有机、无机混合型调剖剂,以无机为主,有机为辅,它主要是利用含油污泥中固体颗粒、油组分及添加的化学药剂封堵砂岩油藏由于长期注水冲刷产生的水流通道,从而调整吸水剖面,提高注入水的有效率,抑制对应油井含水上升速度,达到增油降水之目的。

自1996年11月29日至1997年8月8日,利用该技术在采油二厂和采油四厂清除大罐12个,处理含油污泥2468 m^3 ,试验调剖施工8口井。对应油井27口,有15口井取得了增油降水效果。到1997年11月底,阶段累积增油3505t,降水2590.5 m^3 。

1. 吸水指数改善效果分析 岔216井,1997年5月8日施工,挤注含油污泥240 m^3 ,排量0.3~0.4 m^3/min ,施工前油压11.61MPa、套压11.41MPa、日注水量108 m^3 、吸水指数9.47 m^3/MPa ,调剖后油压12.8MPa、套压12.6MPa、日注水量84 m^3 、吸水指数6.67 m^3/MPa ,吸水指数下降。

2. 剖面改善效果分析 从已测的同位素资料看,注水井经污泥调剖后,吸水剖面的改善情况非常好,启动许多新的注水层,增大了水驱体积,提高了注水效率。

岔35井于1996年6月6日施工,挤注污泥调剖剂460 m^3 ,调前为7个吸水层,调后为16个吸水层,启动了9个吸水层,主吸水层的相对吸水量由调前的29.3%,降至调后的12.6%。

岔133井挤注污泥调剖剂288 m^3 。由调前的2个吸水层,增至调后的5个层,新启动3个层,主吸水层的相对吸水量由调前的77%降至调后的30.1%。

3. 增油效果分析 岔31-15井于1996年11月29日施工,挤注含油污泥261 m^3 ,排量0.3~0.4 m^3/min ,泵压升至16.0MPa。对应的一线油井2口:岔31-106、岔31-108,二线井1口:岔31-20,3口油井在生产方式未改变的情况下均见到较好的增油降水效果。3口油井累计增油792t,降水1265 m^3 ,平均有效期170d。

三、结论

试验证实含油污泥经化学处理后变成活性稠化油污泥调剖剂,用于高渗透注水井调剖,工艺上是可靠的,技术上是成功的,理论上是科学的。确保了注入水质,增油效果显著,与传统治理措施相比,经济效益和社会效益显著。

该调剖剂以无机为主,受地层温度影响很小,有效期长,可广泛用于高渗透注水井的调水增油挖潜,为油田治理污泥污染变废为宝闯出一条新路。

(收稿日期 1998-03-23)

(修改稿收到日期 1998-11-16)

(编辑 姚晓喻)

APPLIED RESEARCH OF OILY SLUDGE IN OILFIELD DEVELOPMENT

by Sun Xuejun, Yuan Jianguo, Zhang Jin, Tan Zhefeng, Lu Xilai

Abstract During production of an oilfield, the oily sludge settled at the bottom of the tank must be expelled. Because it is with great amount of slurry and oil, with high salinity, the oily sludge contaminates the environment seriously. This paper introduces a new technique, that is, change the oily sludge into a kind of viscous profile controlling agent through chemical treatment, and then use the agent to conduct profile control in high permeability injectors so as to plug the strong injectivity pore passages. Field application indicates: this technique is effective for increasing oil production and decreasing water output, and has better solved the problem of contamination and utilization of oily sludge. It has provided an economic and effective way for treating the contamination of oily sludge.

Subject heading oil tank sludge treatment water injection well profile control application research

SAND CONTROL USING CMAS ARTIFICIAL ROCK LAYER

by Lei Guanglun, Zhang Jianguo, Guo Yunyao, Fang Lixin, Ma Hanzhong

Abstract A new kind of inorganic sand control agent can be solidified to manmade porous rock in aqueous environment, so as to replace solid voidage of a reservoir, stop the sands from migrating and prevent the sands from producing. This paper introduces the self-solidification characteristics of the sand control agent, the mechanisms of sand control, formula optimizing research, effect of temperature on solidification of the artificial rock, research of antiaging and erosion resistance, as well as the wettability, effective permeability test and pore size distribution test of CMAS artificial core. Meanwhile, this paper introduces the field application and its results too.

Subject heading chemical sand control artificial barrier hardening research

RESEARCH AND PRACTICE OF COMPOSITE CERAMSITE SAND CONTROL TECHNIQUE

by Fang Lixin, Wo Fenglin, Cui Jianbang, Bai Fenghua, Ma Hanzhong

Abstract The main cementing part of the composite ceramsite sand control technique is composed of the main cementing material, the water soluble auxiliary material and the adding agent. These materials can be cemented and solidified in aqueous environment, and form a cemented body with certain cementing strength and connection pores. This kind of cemented body is formed in the oil reservoir with larger solid voidage, can fix the loose sands in some degree, and thus attain the object of sand control. After further understanding the serious sand producing field at the stage of high water cut, it has been decided to implement the technology of plugging in deep reservoir and sand controlling near well bore with man-made rock layer. This technology possesses good sand control effect to producers flooded by water, and is especially suitable to production layers with the characteristics of obvious benefit from water injection, bottom water, large pore passages and serious sand production. This technology had been used in 80 wells for more than 110 times, increased cumulatively oil 96 100t, and earned directly economic benefit more than 32 million ¥ (RMB).

Subject heading Dagang oil field sandstone reservoir high water cut stage sand production artificial barrier sand control field testing

RESEARCH AND FIELD APPLICATION OF LIQUID STEERING