

2016 年度 4 钻井液完井液技术 交流研讨会 论文集

《2016 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文集》编委会 编



石油工业出版社

2016 年度全国钻井液完井液技术 交流研讨会论文集

《2016 年度全国钻井液完井液技术
交流研讨会论文集》编委会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书收集了 2016 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文 115 篇, 主要内容包括钻井液新技术及处理剂、深井及海洋钻井钻井液技术、非常规油气钻井钻井液技术、钻井液防漏堵漏技术、油气层保护技术、环保钻井液技术、钻井液现场复杂事故处理、钻井液评价等。反映了国内近几年钻井液完井液科研成果和技术进展。

本书可供从事钻井液完井液技术领域的科研人员、工程技术人员及院校师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

2016 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文集/
《2016 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文集》
编委会编. —北京: 石油工业出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5183-1547-5

I. 2...

II. 2...

III. ①钻井液-学术会议-文集 ②完井液-学术会议-文集

IV. ①TE254-53 ②TE257-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 245273 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网址: www.petropub.com

编辑部: (010) 64523583 图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 50.75

字数: 1318 千字

定价: 260.00 元

(如出现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

《2016 年度全国钻井液完井液技术 交流研讨会论文集》 编 委 会

主 编：石 林 罗平亚

副 主 编：王合林 宗 铁 徐显广 苏长明 刘自明
孙金声 林永学 耿 铁 陶红胜

编 委：（按姓氏笔画排序）

于志杰	于培志	马光长	王 灿	王 中
王眉山	王悦坚	毛蕴才	尹 达	白相双
冯 杰	邢希金	任立伟	刘梅全	许明标
孙玉学	孙德军	杜德林	李 爽	李自立
李晓阳	杨小华	杨振杰	邱正松	何振奎
张洪军	张振华	张增福	陈 亮	陈世春
苗海龙	苑旭波	周保中	屈沅治	胡德云
姜新生	耿东士	莫成孝	郭建华	郭保雨
黄达全	黄名召	彭春耀	蒋官澄	覃 勇
童伏松	谢正凯	谢 超	蒲晓林	薛 云
薛玉志	魏子路			

前 言

中国石油学会石油工程专业委员会钻井工作部钻井液完井液学组于2016年11月在安徽合肥召开了2016年度全国钻井液完井液技术交流研讨会。旨在促进我国钻井液完井液技术发展,总结和交流钻井液完井液领域的科研成果和现场施工经验,加强钻井液完井液新技术、新产品的推广应用,梳理钻井液完井液技术面临的新挑战。

本次会议得到了钻井液完井液行业广大科研人员、工程技术人员、院校师生的积极响应和热情参与,得到各级主管部门的大力支持。自钻井液完井液学组发出征文通知以来,各单位踊跃投稿,共收到153篇论文,经专家审定,筛选出优秀论文115篇收录文集,并由石油工业出版社正式出版发行。

本论文集包括钻井液新技术及处理剂、深井及海洋钻井钻井液技术、非常规油气钻井液技术、钻井液防漏堵漏及承压堵漏技术、油气层保护技术、环保钻井液及废弃物处理技术、钻井液现场复杂事故处理、钻井液评价仪器及评价新方法等八个部分,比较全面地反映了近年来钻井液完井液技术的进展。论文集力图站在国内钻井液完井液发展前沿的高度来进行阐述和分析问题,重点总结了国内各油田在钻井液完井液领域攻关的重点成果和现场应用中的典型案例,对从事钻井液完井液技术领域的科研人员、工程技术人员及院校师生有参考借鉴作用。

本次会议由中国石油集团钻井工程技术研究院承办,同时得到中国石油、中国石化、中国海油、延长石油集团及各研究院校等单位有关领导和专家的大力支持,在此致以衷心的感谢!

中国石油学会石油工程专业委员会
钻井工作部钻井液完井液学组

2016年11月

目 录

钻井液新技术及处理剂

“二次插层固液联法”有机土生产工艺研究	张振华 史凯娇 姚如钢 等 (3)
“协同增效”钻井液在低渗透油气藏的研究与应用	陈二丁 李秀灵 (9)
KCl 抗高温纳微米封堵钻井液研究与应用	陈金霞 卢淑芹 阚艳娜 等 (17)
超微钛铁矿——配制高性能钻井液的新型替代加重材料 Christopher Steele Mohamed Al-Bagoury 王丹滨	(23)
低相对分子质量多羟基页岩抑制剂的合成及性能研究	都伟超 孙金声 蒲晓林 (31)
低固相低黏切油基钻井液研制及性能评价	王晓军 李建成 朱春光 等 (38)
复杂结构井特种钻井液技术研究	蒋官澄 邓正强 杨丽丽 等 (47)
改性壳聚糖新型钻井液处理剂的研制及其性能	司西强 王中华 雷祖猛 (54)
高温高密度无土相钻井液体系研究与性能评价	孙 举 苏雪霞 郑志军 等 (62)
高密度油基钻井液受盐水侵污的容量限与作用机理研究 李家学 朱金智 张绍俊 等	(69)
高温高压钻井用微锰加重的高性能水基钻井液 Mohamed Al-Bagoury Christopher Steele 王丹滨	(76)
高效定点释放润滑剂的研究进展	蓝 强 徐运波 张 妍 (84)
环保型气制油合成基钻井液用降滤失剂的研制	王茂功 陈 帅 (90)
磺甲基杂酚树脂降滤失剂的研制及性能评价	张志磊 李丛俊 李彦琴 等 (98)
抗高温高密度油基钻井液高效封堵剂研究与应用	万 伟 (105)
抗高温抗高钙两性离子降滤失剂的研制与室内研究	蒋官澄 史亚伟 林 鑫 等 (111)
抗高温新型低自由水钻井液体系研究及应用	张海山 蔡 斌 (118)
抗高温钻井液用降黏剂的合成与性能评价	杨泽星 王飞龙 刘 泽 等 (124)
抗温 210℃ 油基钻井液乳化剂的合成及性能	刘明华 胡小燕 张 滨 等 (133)
纳米粒子复合乳液的制备及作用机理	刘振东 李公让 张敬辉 等 (139)
泥页岩抑制剂 PATAS 的制备与性能研究	罗 霄 蒲晓林 都伟超 (146)
双子表面活性剂型页岩抑制剂的合成及性能	都伟超 孙金声 蒲晓林 (153)
烷基糖苷衍生物在钻井中的应用与认识	司西强 王中华 (159)
微泡钻井液用表面活性剂的合成及应用	谢建宇 郭金爱 刘光成 等 (167)

无固相微泡沫钻井液在华北潜山地层的应用 张洪伟 郝惠军 刘彦妹 等 (173)

无机—有机复合纳米材料提高泥页岩井壁稳定性的研究
..... 陈曾伟 刘金华 李大奇 等 (178)

无土相油基钻井液的研究与应用 孙 举 李晓岚 杨朝光 等 (184)

新型钻井液用降滤失剂的制备与性能评价 刘 鹭 蒲晓林 罗 霄 (192)

一种超高密度微粉体加重剂的制备及应用研究 蔡 勇 郭保雨 严 波 等 (199)

一种低油水比油基钻井液性能研究及应用 李舟军 韩秀贞 王显光 (205)

圆柱靶定向井钻井液润滑技术改进 李英武 范 宣 陈淑英 (212)

重晶石在甲酸盐水中溶解性与生物毒性探讨 肖伟伟 王 楠 徐同台 等 (216)

深井及海洋钻井液技术

环保型 DMDP 抗高温深井水基钻井液体系的室内研究 刘锋报 周凤山 尹 达 等 (225)

抗 260℃ 高密度油基钻井液的研究 严海源 徐同台 荆 鹏 等 (231)

抗高温气制油合成基钻井液研究 可 点 王建华 徐金勇 等 (241)

抗高温强封堵钻井液体系研究与应用 孔 勇 徐 江 杨 帆 等 (247)

深水水基钻井液技术研究 吕振华 严 波 陈二丁 等 (254)

梳型聚合物降滤失剂在涪陵地区深井盐水钻井液中的应用
..... 徐运波 蓝 强 张 斌 等 (260)

油基钻井液在东海高温深井群的应用 付顺龙 顾一中 陈忠华 等 (268)

非常规油气钻井液技术

柴油基钻井液在涪陵页岩气田开发中的推广应用 梁文利 梅露强 宋金初 (277)

防塌水基钻井液在四川威远长宁页岩气水平井的研究与应用 彭碧强 (283)

国内外页岩气水基钻井液技术研究进展 闫丽丽 王建华 李丛俊 等 (292)

强抑制胺基硅醇钻井液体系的研究与应用 周晓宇 解宇宁 宁丹宇 (305)

威远页岩气井高性能水基钻井液应用情况分析 冯宗伟 张振华 彭云涛 等 (312)

延长地区页岩气井水基钻井液室内研究 李 伟 (320)

延长油田页岩气水平井油基钻井液体系研究 李红梅 李 伟 张文哲 等 (326)

抗高温高复合盐低毒性降滤失剂的室内研究及性能评价
..... 赖晓晴 刘 勇 陈华兵 等 (332)

页岩气水基钻井液用核壳结构微纳米封堵剂制备及特性评价
..... 邱正松 王伟吉 王 灿 等 (338)

页岩气吸附—解吸特性及其影响因素的量子化学研究 李颖颖 张冬梅 刘 勇 等 (346)

页岩水平井用水基钻井液关键技术探讨与建议 陶红胜 李 伟 崔迎春 (354)

钻井液防漏堵漏及承压堵漏技术

超级凝胶与桥堵剂复合堵漏技术	左洪国	王先洲	夏景刚	等	(363)
堵水堵漏用凝胶水泥的研究	刘景丽	李立昌	王 野	等	(369)
废旧汽车轮胎橡胶颗粒堵漏材料的研究与应用	康 力	胡德云	鲜 明	等	(375)
刚性楔入承压堵漏技术研究与应用	侯士立	黄达全	王伟忠	等	(383)
杭锦旗气田防漏堵漏技术研究及实践	刘文堂	熊大富	羽保林	等	(389)
井壁强化机理与致密承压封堵钻井液模拟研究	邱正松	刘均一	宋丁丁	等	(396)
井壁稳定和防漏堵漏钻井液技术探讨	张希文	耿东士	李淑白		(404)
井下交联堵漏材料发展现状	潘佳纯	冯 杰	王 燕	等	(410)
可反应凝胶堵漏材料的制备及性能研究	郝纪双	刘文堂	姜雪清	等	(416)
明 1 井交联成膜+化学固结承压堵漏技术	刘金华	陈曾伟	刘四海	等	(422)
顺北长裸眼井壁稳定钻井液技术研究与应用	潘丽娟	牛 晓	何 仲	等	(430)
随钻防漏提高地层承压能力的研讨	马 飞	徐同台	刘 刚	等	(438)
碳酸盐岩水平井投球堵漏技术的应用研究探索	张 震	朱金智	刘建勋	等	(444)
延长油田随钻堵漏技术研究	张文哲	李 伟	王 波	等	(451)
一种井下交联堵漏剂的研制及现场试验	冯 杰	王 凯	郭 丹	等	(457)
长裸眼随钻防漏封堵技术在跃满区块的应用	程 智	仇盛南	曹靖瑜	等	(462)

油气层保护技术

阿根廷圣豪尔赫湾油田凝灰质砂岩储层保护钻井液技术	冯江鹏	肖 超	牛成成	等	(471)
储层保护措施在 LD10-1C 油田的应用	张 振	彭三兵			(480)
福山油田井壁化学失稳原因与钻井液体系优选研究	李淑白	耿东士	于文华	等	(489)
抗高温防漏型弹性凝胶完井液研制与性能评价	贾 虎	陈 昊			(496)

环保钻井液及废弃物处理技术

厄瓜多尔油区钻井废弃物随钻处理工艺研究与应用	张 祥	李长艳	邢 乐	等	(505)
废弃果皮在钻井液絮凝中应用的可行性研究	陈 刚	常晓峰	张 洁	等	(511)
废弃钻井液固液分离技术在长庆气田的应用	王清臣	胡祖彪	周 波	等	(516)
果皮在水基钻井液中的作用研究	张 洁	李永飞	程 超	等	(522)
含油钻屑清洗技术研究	李广环	黄达全	马 红	等	(529)
新型环保水基钻井液的研究及应用	王立辉	闫丽丽	王发云	等	(534)
一种高效含油钻屑浸取剂的优选	纪 托	王建华	刘 勇	等	(541)

一种新型低毒环保润滑剂的研究与应用 王立辉 闫丽丽 孙明昊 等 (546)

油基钻井液含油钻屑水射流除油技术 王 勇 张永青 王照辉 (551)

钻井液用环保型酯基润滑剂及配套表面活性剂的室内研究 罗宇峰 (557)

钻井液现场复杂事故处理

BH-KSM 钻井液在 Halfaya 油田高密度定向井中的应用
..... 王立安 杨恩录 宁军明 周光正 等 (567)

超高密度聚合物饱和复合盐水钻井液在 KL9 井的应用
..... 王 森 邵 平 孙 俊 等 (571)

超高密度油基钻井液技术在克深 9 区块超深复杂地层中的应用
..... 李 龙 朱金智 李 磊 等 (576)

吉林油田侧钻井钻井液技术研究与应 用 白相双 于 洋 张 海 (583)

甲基葡萄糖甙钻井液体系在非常规水平井中的应用 张 珍 胡德云 周成华 等 (589)

金龙 2 井区强抑制强封堵钻井液技术 杨彦东 (598)

聚磺有机盐体系在陇东气田的推广应用 韩成福 王伟良 张 亮 (603)

聚醚醇胺钻井液在苏北盆地的研究与应 用 徐 浩 宋碧涛 杨雪山 等 (609)

抗高温高性能水基钻井液在大庆致密气藏中的应用 刘永贵 张洪军 张 洋 等 (615)

抗温抗盐聚合物降失水剂 RHPT 在顺北 1-6 井应用 安玉秀 甄玉辉 于培志 (621)

陵水 17-2 构造深水钻完井测试液研究与应 用 李蔚萍 向兴金 胡墨杰 (628)

马拉开波湖 NORTE8 区块 BH-OBM 钻井液技术 祖 策 文 飞 黄 杰 等 (636)

双阳地区第一口深层定向井钻井液技术研究与应 用 王占林 范 利 孙奉连 等 (643)

顺北地区长裸眼井钻井液技术难点与对策 甄玉辉 肖绪玉 于培志 (651)

顺北区块超深井火成岩钻井液技术 金军斌 (659)

苏西区块水平段泥岩防塌钻井液技术实践与认识 陈 华 侯 博 贾彦强 等 (668)

提高完钻电测一次成功率的钻井液技术对策 王方博 王兴忠 杨国兴 等 (673)

土耳其盐穴储气库饱和盐水钻井液技术研究与应 用 王东海 王 健 余广兴 等 (681)

冀东油田大位移井钻井液技术 夏景刚 王保军 刘丛胜 等 (689)

伊拉克强抑制水基钻井液研究与应 用 王磊磊 董殿彬 刘 云 等 (696)

油基钻井液技术研究及其规模化应用 王建华 杨海军 可 点 等 (705)

窄安全密度窗口钻井液技术在新立调整井区大平台井的应用 范 利 李欣然 (713)

钻井液评价仪器及评价新方法

抽真空饱和法评价致密气藏岩心相圈闭伤害程度研究 王双威 张 洁 张 蝶 等 (721)

基于灰色关联法的钻井液粒度主控因素分析 曹 成 蒲晓林 戎克生 等 (727)

基于神经网络的油基钻井液体系高温高压流变性预测	李 茜 夏连彬 沈欣宇 等	(732)
径向流模拟轴向流经验公式的推导和应用	康 力 胡德云 杨国兴 等	(736)
实践中两个与摩擦和润滑相关问题的讨论	蔡利山 郑晨宇 杨 枝 等	(743)
塔中地区防气钻井液技术研究与应用	杜小勇 浦晓林 梁大川 等	(751)
页岩低渗透孔封堵评价方法研究	王 波 李 伟 李红梅 等	(757)
一种新型硬脆性泥页岩微裂缝封堵评价方法	刘永贵 侯 杰 刘雪芹	(765)
钻井液、压裂液在线黏度、流变测量解决方案	丁晓炯	(772)
钻井液处理剂高温吸附量的测定方法	褚 奇 石秉忠 李 胜 等	(777)
钻井液封堵作用对破裂压力的影响分析	谭 强 蔚宝华 汪 伟 等	(784)
钻井液固相和滤液侵入储层深度模型的现场应用	王建华 王新锐 纪 托 等	(789)
钻井液性能参数在线测量装置的研制与应用	刘保双	(794)

钻井液新技术及处理剂

“二次插层固液联法”有机土生产工艺研究

张振华 史凯娇 姚如钢 孟祥江 李 利 谭学超

(中国石油集团长城钻探工程有限公司钻井液公司)

【摘 要】 在湿法和干法基础上,对有机土生产工艺进行改进,开发出“二次插层固液联法”生产新工艺,利用“二次插层固液联法”生产工艺将十六烷基三甲基溴化铵;双十八烷基二甲基氯化铵与钠化的朝阳膨润土进行二次插层,生产出抗高温油基钻井液用有机土,采用 XRD、胶体率、流变性及滤失量对新工艺生产的有机土进行评价,实验结果表明,使用“二次插层固液联法”工艺生产的有机土成胶率达到 98%,具有较好的增黏提切及抗高温性能。

【关键词】 二次插层固液联法;有机土;油基钻井液;胶体率

目前国内油基钻井液用有机土普遍采用湿法和干法两种生产工艺,湿法生产工艺的优点是产品质量稳定,缺点为工艺用水量大,生产 1t 有机土需 30t 水,漂洗产品时残留有机物难以处理,造成严重伤害^[1,2]。干法生产工艺的优点是成本低,工艺简单,但缺点是产品品质难以提高^[3,4],因此,选择伤害少、工艺成本低,产品质量稳定的生产工艺以及适应工艺的高效有机覆盖剂成为开发有机土生产工艺的思路核心。针对以往合成工艺的缺陷,故开发出“二次插层固液联法”有机土生产工艺。

1 “二次插层固液联法”新工艺设计思路

结合湿法和干法的优点,把湿法提纯、钠化改性合二为一,同时进行第一次插层,在获得有机表面活性剂初步插入膨润土层间结构基础上,打开并撑大其层间结构;再用干法进行第二次插层,把长碳链插层剂插入膨润土分子层间并进行有机覆盖。这种工艺的核心是:第一次插层整合到提纯钠化环节,只求膨润土层间打开而不要求其层间有机插层饱满,从而减少了相对分子质量高(伤害大、用水量大)的有机覆盖剂使用量。二次插层选择干法,在无水状态下完成有机插层覆盖。插层剂在钠化膨润土含水量较少时进行覆盖,工艺过程中由自摩擦产生的热量,使物料升温到 105℃,成品最终含水量为 2%左右,无须进行烘干工序,节约烘干及污水废气处理成本。

2 有机土生产工艺研究

2.1 主要设备与原料

朝阳膨润土原矿,工业级;十六烷基三甲基溴化铵(CTAB),工业级;双十八烷基二甲基氯化铵(DODMAC),工业级;无水碳酸钠,工业级;1 号插层剂;2 号插层剂。

自制分散打浆机;自制水处理系统;高速离心机;常压反应釜;导热油炉;压滤机;自制干法反应釜;双螺杆挤出机;热风无尘不锈钢烘干机;磨粉及自动包装机。

2.2 膨润土提纯钠化

将朝阳膨润土晒干,地下水经软水机处理,膨润土与水比例为 1:10,在自制分散打浆机中进行水化,加适量六偏磷酸钠作分散剂速搅拌 2h。待膨润土充分水化后,加入 0.7% 无水碳

酸钠,搅拌 10min 后转入沉降池。沉降 48h 后经高速离心机除渣得到钠化膨润土。

钠化是离子交换的化学反应,在制备有机膨润土时,层间可交换离子为 Na^+ 的膨润土比层间可交换离子为 Ca^{2+} 的膨润土晶层间距大,有利于有机化改性,膨润土的钠化度决定膨润土有机改性程度,因此需要对生产的钠化膨润土进行钠化程度测试,测试结果见图 1。

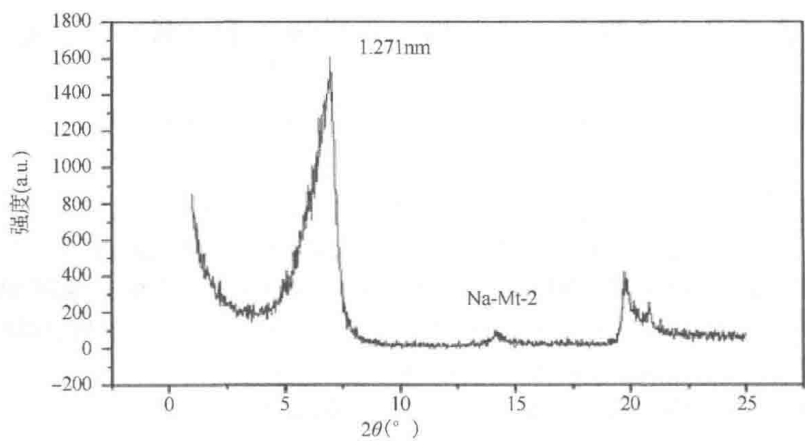


图 1 钠化膨润土 XRD 分析结果

由测试结果可知,钠化膨润土晶层间距为 1.271nm,膨润土的晶层间距为 0.913nm,经过钠化的膨润土晶层间距较原土有所扩大,说明膨润土钠化充分。

2.3 生产工艺流程

首先将前期钠化的膨润土加入自制打浆机中,控制膨润土浓度为 10%左右进行搅拌水化,充分水化后的钠膨润土浆投入常压反应釜与 CTAB、DODMAC 水溶液发生置换反应后,加入 1 号插层剂,在温度为 80℃ 反应 1h,充分反应后进行压滤、挤条,并将其进行干燥制得有机土半成品。

其次将粉碎的有机土半成品加入自制干法反应釜,同时加入 2 号插层剂,控制在温度为 105℃ 条件下反应 5~10min 后,将生产的有机土进行挤条、烘干、粉碎。生产工艺见图 2。

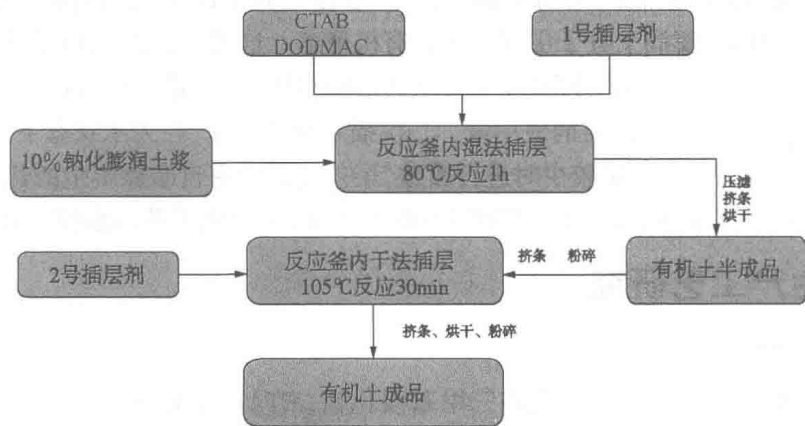


图 2 有机土生产工艺图

3 有机土性能评价

3.1 有机土 XRD 分析

有机改性后样品的 XRD 结果表明,膨润土的有机改性充分,得到了插层型有机土(图 3)。

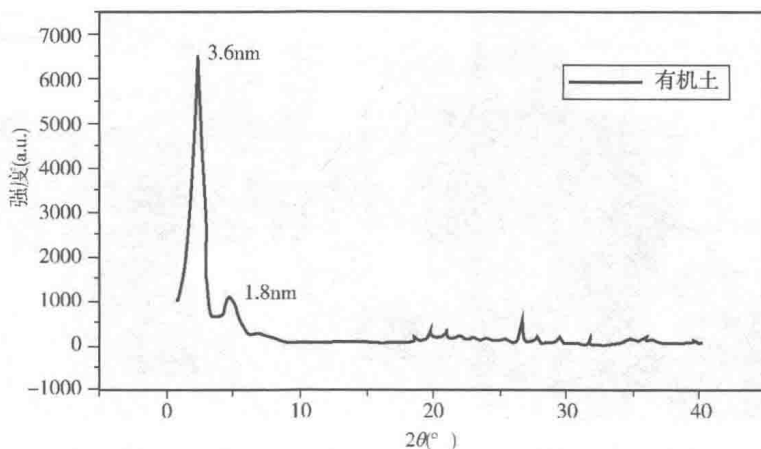


图3 有机土的XRD图

3.2 有机土胶体率评价

3.2.1 常温胶体率测定

分别取“二次插层固液联法”生产的有机土1号与干法和湿法生产的有机土2号、3号进行对比实验。称取8g(称准至0.01g)有机土,慢慢倒入装有400mL白油的搅拌杯中,在11000r/min±300r/min转速下高速搅拌10min,然后用量筒量取100mL试液倒入具塞量筒中,同时启动秒表时,记录静置24h后量筒上部游离白油的体积(V),按公式(1)计算胶体率(图4)。

$$\text{胶体率} = (100 - V) / 100 \times 100\% \quad (1)$$

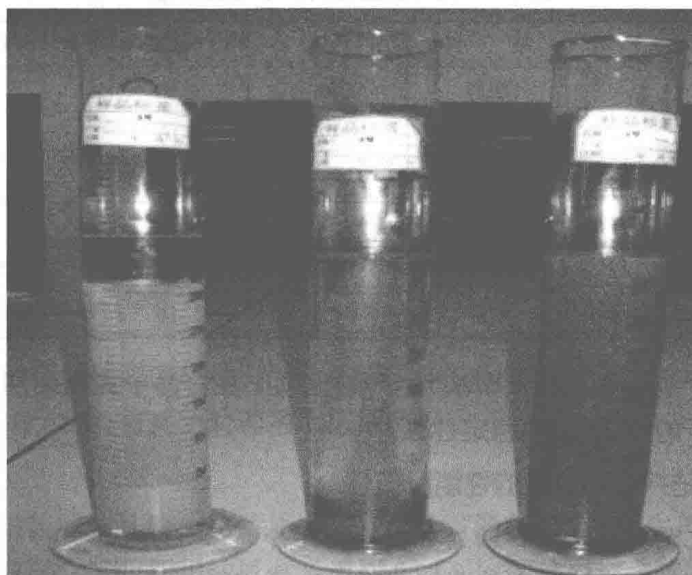


图4 静置24h后三种不同有机土成胶能力图

由实验结果可知,1号“二次插层固液联法”生产的有机土在白油中胶体率为98%,而2号干法生产的有机土胶体率为25%,3号湿法生产的有机土的胶体率为80%,表明“二次插层固液联法”生产的有机土成胶率优于其他方法生产的有机土。

3.2.2 150℃老化16h成胶率测定

分别取“二次插层固液联法”、湿法及干法生产的有机土进行对比实验。将3%的有机土加入到白油中,高速搅拌40min进滚子炉150℃热滚16h后静置。测定有机土的成胶率,实验结果见图5。



图 5 150℃热滚 16h 静置 24h 三种不同有机土成胶能力图

实验结果可知,经过 150℃老化 16h 后,3 号“二次插层固液联法”生产的有机土白油胶体率为 99%,而 1 号与 2 号其他方法生产的有机土成胶率分别为 32.5%、77.5%,表明“二次插层固液联法”生产的有机土具有较好的抗温性。

3.3 流变性测试

量取 400mL 白油,加入 12g 有机土,在 11000r/min 条件下高速搅拌 40min,测流变性,然后在 150℃条件下热滚 16h,冷却至室温,在 11000r/min 条件下搅拌 5min,测流变性,结果见表 1。

表 1 不同有机土在白油中的流变性

名 称	条 件	AV(mPa · s)	PV(mPa · s)	YP(Pa)	Φ_6/Φ_3
湿法有机土	滚前	11	9	2	2/1
	滚后	12	10	2	2/1
干法有机土	滚前	5	5	0	0/0
	滚后	8	6	2	0/0
二次插层固液联法	滚前	19.5	14	5.5	3/2.5
	滚后	20	14	6.0	5/3

由表 1 可以知,“二次插层固液联法”生产的有机土在白油中提高黏切性能与流变性能优于其他生产方法生产的有机土,热稳定性强。

3.4 有机土在油基钻井液体系中的性能配伍性

3.4.1 不同生产工艺的有机土在白油钻井液性能评价

对不同工艺生产的有机土在白油基钻井液中性能进行评价,实验配方如下:320mL 白油+1.5%主乳化剂+0.75%辅乳化剂+80mL CaCl₂溶液(浓度 30%)+3%有机土+1.6%氧化沥青+3.0%降失水剂+1.0%润湿剂+3%氧化钙+3%碳酸钙+重晶石。实验结果见表 2。

表 2 密度为 1.5g/cm³白油油包水钻井液性能

名 称	ρ (g/cm ³)	条件	FL _{HTHP} (mL)	G_{10}''/G_{10}' (Pa/Pa)	Φ_6/Φ_3	PV (mPa · s)	YP (Pa)	n	K
湿法	1.51	滚前		8.5/14	17/16	60	22.5	0.65	924
	1.52	滚后	54	2.0/4.5	4/3	61	0.5	—	—

续表

名 称	ρ (g/cm ³)	条件	FL_{HTHP} (mL)	G_{10}''/G_{10}' (Pa/Pa)	Φ_6/Φ_3	PV (mPa·s)	YP (Pa)	n	K
干法	1.48	滚前		6/7.5	13/12	54	13	0.95	109
	—	滚后	150℃热滚 16h 后,破乳,析油 32mL						
二次插层 固液联法	1.48	滚前		2.5/4.5	6.5/5.5	59	5	0.89	137
	1.50	滚后	25	1.5/3.5	5/5	41	9	0.76	262

注:测试温度 50℃,热滚条件是 150℃、16h。

从表 2 可以看出以上三种有机土在白油油包水钻井液中,用“二次插层固液联法”生产的有机土配制的白油基钻井液在常温及 150℃ 温度条件下,表现出良好的流变性与提切性,高的热稳定性和较低失水性。

3.4.2 有机土不同密度柴油油包水钻井液配伍性

在柴油基油基钻井液中对“二次插层固液联法”生产的有机土与其他处理剂的配伍性进行评价,实验配方如下:225mL 柴油+1.5% 主乳化剂+1.0% 辅乳化剂+75mL 氯化钙溶液+1.25%有机土+1.6%氧化沥青+2%降失水剂+2.5%润湿剂+3% CaO+3% 超细碳酸钙+重晶石。实验结果见表 3。

表 3 有机土在不同密度柴油钻井液配伍性

ρ (g/cm ³)	PV (mPa·s)	YP (Pa)	Φ_6/Φ_3	Gel (Pa/Pa)	n	K	FL_{HTHP} (mL)	温度 (℃)
1.53	43	11.5	9/8	3.5/4.0	0.73	353		50
1.56	49	7	8/7	3.0/4.0	0.83	181	3.2	150/16h
1.98	131	6	20/19	8.0/10.5	0.94	208		50
2.04	81	30	13/12	7.0/9.0	0.66	1166	5	150/16h
2.3	113	33.5	25/22	11.0/12	0.7	1161		50
2.33	106	42	17/16	8.0/10.0	0.64	1780	16	150/16h

由表 3 可知,“二次插层固液联法”生产的有机土在各个密度的柴油基钻井液中表现出良好的悬浮性能,滤失量较小,与其他处理剂配伍性较好。

3.5 推广应用

自 2015 年以来,长城钻井液公司使用“二次插层固液联法”工艺生产油基钻井液用有机土共 781t,已在国内辽河油区、四川油区现场应用 53 口井,国外委内瑞拉、印尼、古巴及阿尔及利亚现场应用 79 口井。现场应用表明,“二次插层固液联法”生产的油基钻井液用有机土具有较好的增黏提切性以及良好的热稳定性,与其他处理剂具有良好的配伍性,减少了因钻井液引起的井下复杂情况。

4 结论

(1)“二次插层固液联法”生产工艺经过两次插层反应,使插层剂与膨润土层间 Na⁺ 充分发生置换反应生产化学键链,对膨润土进行改性。

(2)“二次插层固液联法”生产工艺合理,多批次生产表明此工艺生产的有机土质量稳定,