

2017 年度 全国钻井液完井液 技术交流研讨会

论文集

《2017 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

2017 年度全国钻井液完井液 技术交流研讨会论文集

《2017 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 2017 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文 119 篇。主要包括新型钻井液处理剂及钻井液体系、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、新型钻井液现场应用及推广技术、海洋钻井液技术以及钻井液基础理论研究成果等。这些论文非常全面地反映了我国近几年在钻井液完井液方面所取得的科研成果及技术进展。

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

图书在版编目 (CIP) 数据

2017 年度全国钻井液完井液技术交流研讨会论文集 /
《2017 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, 2017. 10

ISBN 978-7-5183-2212-1

I. 2… II. ①2… III. ①钻井液-学术会议-文集
②完井液-学术会议-文集 IV. ①TE254-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 248352 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

2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 54.5

字数: 1396 千字

定价: 280.00 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

《2017 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 李自立 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	王中华
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	罗健生	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2017年10月在湖南长沙召开了2017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151篇论文，经钻井液完井液学组秘书处组织专家审定，筛选出优秀论文119篇收录文集，并由石油工业出版社正式出版发行。

本论文集包括新型钻井液处理剂及钻井液体系、非常规油气钻探钻井液技术、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、新型钻井液现场应用及推广技术、海洋钻井液技术、钻井液基础理论研究及其他等八个部分，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具有参考借鉴作用。

本次会议由中海油田服务股份有限公司承办，同时得到中国石油、中国石化、中国海油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

2017年10月

目 录

新型钻井液处理剂及钻井液体系

超低油水比油基钻井液体系研究

..... 王 荐 吴 彬 向兴金 舒福昌 史茂勇 崔应中 (3)

强封堵油基钻井液的研究及在破碎带地层的应用 高 洁 郭 康 张长庚 (9)

高黏低固相环保钻井液体系研究与应用 韩成福 王伟良 张 亮 (15)

疏水抑制水基钻井液体系的改进与试验 景岷嘉 陈俊斌 陶怀志 袁志平 (22)

外蒙古塔木察格区块微泡沫钻井液技术研究 李庆会 黄 晓 张春喜 蔡 勇 (29)

抗高温反相乳液增黏剂的合成及性能评价 竹学友 宋 涛 董振华 赵亚涛 (34)

抗高温四元共聚物降滤失剂 DQZY 的合成与性能评价

..... 张 洋 刘永贵 宋广顺 初 成 (41)

多羟基小分子黏土水化抑制剂的合成及性能 都伟超 孙金声 蒲晓林 张 洁 (47)

抗温 240℃、密度 2.7g/cm 的无土相油基钻井液新技术

..... 马光长 蒋官澄 肖烽峰 杨丽丽 (53)

新型环保高效纳米钼润滑剂的研究及应用

..... 郑 和 龚厚平 王亚宁 卢福伟 徐雪琴 时冠兰 (60)

深井超高温超高密度水基钻井液室内实验研究

..... 毛 惠 邱正松 张现斌 马永乐 (67)

蓄能液气泡技术在钻井液中的应用 郭保雨 王旭东 何兴华 李永利 王 俊 (77)

高温降黏剂铁—木质素的制备及其作用机理研究

..... 陈 刚 胡伟民 张 洁 都伟超 张 凡 张建甲 (84)

木质素磺酸盐—聚糖复合物的优化制备及其作用效能评价

..... 张 洁 胡伟民 王阳光 母 鸿 郑 萌 都伟超 陈 刚 (90)

抗高温抗盐聚合物降黏降滤失剂的研制及评价 华桂友 张振华 郑 斌 (97)

一种完井液用高密度抗低温无固相加重剂的研究与应用

..... 雷志永 张 鹏 陈 强 刘晓东 (102)

强封堵全油基钻井液体系研究及应用

..... 罗健生 赵春花 刘 刚 李 超 耿 铁 李自立 (108)

纳米分散液制备及在钻井液中的应用 刘振东 黄元俊 李公让 张敬辉 (114)

纳微复合强封堵技术及其应用 于 雷 (120)

钻井液用烷基糖苷衍生物产品系列化的研究进展 司西强 王中华 (128)

无固相强抑制水基钻井液技术研究与应用
..... 王晓军 李建成 孙云超 程 东 鲁政权 (138)

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 王发云 (147)

钻井液用极压抗磨润滑剂 MPA 的研制 屈沅治 汪 波 黄宏军 冯小华 (152)

本体聚合法制备低相对分子质量水基钻井液降黏剂 杨泽星 王飞龙 刘 泽 (158)

水基膨润土钻井液抗高温降黏剂的研制与评价
..... 陈安亮 张现斌 苏 君 马 红 魏尽然 (164)

钻井液用抗高温抗钙聚合物降滤失剂研制与评价
..... 王 琳 杨小华 林永学 王海波 何 剑 (172)

不混油低摩阻 SMO-FREE 钻井液在塔河油田 TP154XCH 井的应用
..... 宣 扬 徐 江 钱晓琳 潘丽娟 (178)

抗酸性钻井液体系研究及应用
..... 孙爱生 刘锋报 尹 达 晏智航 刘 潇 章景成 刘德智 (184)

非常规油气钻探钻井液技术

长宁区块嘉陵江至韩家店组钻井复杂情况及钻井液工艺技术
..... 明显森 宾承刚 黄 松 (191)

煤层气弱凝胶和微固相双效钻井液体系研究 王道宽 乌效鸣 彭 斌 (200)

煤层气专用可降解聚膜清洁钻井液新技术与应用
..... 蒋官澄 贺垠博 张永青 王 勇 胡景东 桑军元 梁成玉 冯海平 (212)

钻井液物理—化学协同封堵强化页岩气井壁稳定性研究
..... 刘均一 郭保雨 邱正松 (221)

页岩地层井壁稳定难题初探及 GWHP FLEX 高性能水基钻井液技术研究与应用
..... 彭春耀 张振华 姚如钢 史凯娇 (234)

NAPG 类油基钻井液在页岩气井的应用 司西强 王中华 (248)

一种新型高性能水基钻井液的研究与应用
..... 罗人文 龙大清 樊相生 范建国 王 昆 (259)

国内页岩气水平井水基钻井液研究与应用进展
..... 闫丽丽 王立辉 王建华 吴鑫磊 (267)

利用 CST 仪评价页岩水基钻井液抑制性实验方法及应用研究
..... 刘从箐 郭建华 范 宇 李文哲 牟乃渠 (277)

钻井液防漏堵漏及承压堵漏技术

纤维塑凝固化剂 CQDL-1 堵漏技术研发与应用

..... 朱明明 吴付频 刘兆利 张 健 (283)

失返性漏失井强泵注多级配混凝堵漏工艺技术

张 迁 (290)

复杂地层堵漏技术研究与应用

于培志 安玉秀 唐国旺 (296)

南方页岩气石灰岩裂缝失返性漏失技术研究

..... 符 礼 陈 亮 夏迎春 陈 志 高 峰 (303)

高效高强度堵漏技术在延长石油砖井地区的应用

..... 李 蕾 严 波 成效华 张翔宇 宋玉宽 (311)

塔河油田缝洞型储层酸溶堵漏技术

潘丽娟 何 仲 方 静 方俊伟 刘 彤 (316)

提高堵漏承压能力技术及其现场应用

李 燕 袁 媛 于 盟 王 丹 (323)

ZYSD 速封堵漏技术在杭锦旗气田的应用

..... 刘文堂 张向雷 宋 福 杨庆叙 王卫忠 (338)

顺北 1-8H 井长裸眼段防漏技术研究与应用

..... 王 陶 陈迎伟 刘洪刚 李晓岚 李旭东 赵藏尧 (344)

焦石坝外围井裂缝性地层堵漏技术

龙大清 罗人文 王 昆 张 勇 肖 平 (353)

柔性复合网状纤维堵漏剂试验研究

吉永忠 邓仕奎 曾 静 高利华 (361)

国内外钻井工程堵漏材料研究进展

..... 刘 丰 冯 杰 李颖颖 张 欣 项 营 王飞龙 (367)

自胶结堵漏技术研究与应用

..... 侯士立 黄达全 王伟忠 舒儒宏 张 琦 王孝琴 (374)

抗高温凝胶堵漏材料的研制及应用

胡子乔 陈曾伟 刘四海 (380)

碳酸盐岩地层防漏堵漏技术探讨

..... 王 刚 田地收 吕 晶 樊洪海 王俊峰 顾亦新 李振垒 刘伟丽 (387)

油气层保护技术

双保型无固相完井液在川渝地区的研究与应用

..... 杨兰平 梁 益 聂强勇 王新学 (395)

胡宁 4 浅层稠油长水平井保护储层钻井液

..... 张希文 耿东士 张宏良 陶 冶 李淑白 (401)

无固相储层专打钻井液技术在伊通盆地基岩勘探中的应用

..... 蒋方军 薛剑平 李小先 (408)

英台低压致密气藏保护技术研究与应用

白相双 谢 兆 史海民 邓 飞 (415)

南堡 5 号构造天然气藏储层伤害机理及钻井液保护技术

..... 吴晓红 朱宽亮 卢淑芹 陈金霞 (421)

渤海复杂压力体系油气藏钻完井全过程储层保护技术

..... 董平华 许 杰 谢 涛 王晓鹏 (428)

HTFLOW 钻井液在印度尼西亚 BD 气田的研究和应用

..... 苗海龙 卜继勇 张兴来 徐安国 (435)

钻井液重复利用可行性实验研究 王新锐 王建华 刘裕双 邱心明 (442)

无固相储层保护修井液在华北储气库的应用 赵志良 张 蝶 钱佃存 王双威 (446)

英西裂缝碳酸盐岩储层钻井液优选与优化 王双威 赵志良 张 洁 张 蝶 (452)

不同裂缝宽度的碳酸盐岩储层保护技术研究 吴晓花 张 震 张绍俊 任玲玲 (459)

环保钻井液及废弃物处理技术

环保型钻井液关键处理剂研究

..... 赖晓晴 刘长跃 滕 宇 刘 乐 沈艳清 张晶莹 (467)

安全环保的油包水型钻井液的研究 周晓宇 (473)

饱和复合盐钻井液固液分离及回用技术研究 陈 磊 黎金明 郑玉辉 王勇强 (480)

可多次重复使用的 CQSP-4 钻井液体系的研究与应用

..... 王清臣 胡祖彪 朱明明 孔维升 (488)

基于可重复利用的双钾离子钻井液在清洁化生产中的应用

..... 侯 博 陈 华 刘兆利 (495)

环保型可回收钻井液体系室内研究 段志锋 陆红军 吴学升 黄占盈 周文军 (503)

新型环保型油基钻井液基础油的研制 孙玉学 隋殿杰 赵芙蕾 陈向明 (512)

塔里木废弃磺化防塌钻井液脱水技术研究与应用

..... 邱首鹏 张 鑫 李 松 孟思聪 周怡婷 (518)

钻井废弃物资源化利用技术在苏里格气田的应用

..... 李 松 张 鑫 邱首鹏 孟思聪 左京杰 (523)

生物质合成基钻井液室内研究

..... 刘明华 王中华 郭金爱 黄桂春 单海霞 国安平 司西强 (531)

新型生物质基液 PO-12 的研制与性能评价 单海霞 王中华 刘明华 (537)

油基钻井液回收利用技术浅析

..... 李午辰 李荣府 琚留柱 郑永太 杨国涛 安建利 (543)

钻井废弃物随钻处理技术研究及现场推广应用

..... 王 委 许春田 李爱红 贾丽君 (553)

长筛一机式二级固控系统在长庆油田钻井液不落地工艺中的应用

..... 张建卿 卢 道 陈 华 朱明明 (560)

聚甲氧基二甲醚在处理含油钻屑中的应用	王建华	纪 托	邱心明	王新锐	(567)
环保型钻井液用降滤失剂研究进展	吴鑫磊	闫丽丽	王立辉	王发云	(573)
油田钻完井固体废弃物综合利用控制指标研究	李家学	张 震	王 涛	郭 斌	(580)
重晶石回收系统的研究与应用	康 力	罗朝东	李 林	杨国兴	黄贵生
	代锋	王旭东			(590)
纳米乳液深度脱附处理含油废物的研究	叶 艳	李家学	张馨文	周意程	冯觉勇
	刘长跃	赖晓晴	王宝成	李彦琴	(604)

新型钻井液现场应用及推广技术

库车山前高密度聚合物膏盐层钻井液技术	祝学飞	(611)
吉林油田调整井区大平台井钻井液技术研究与应用	范 利 李东进 李万清 孙奉连	(617)
吉林油田让 70 区块浅表套二开水平井高效防塌钻井液技术	张新发 白相双 史海民 解家鑫	(622)
聚胺复合盐防塌钻井液体系在准中 4 区块的应用	邱春阳 赵立新 秦 涛 张海青	(627)
古巴 URABACNAO 区块水平井油基钻井液研究与应用	张振华 史凯娇 谭学超 姚如钢	(632)
针对延长气田井壁失稳的成膜钻井液体系研究	李 伟 申 峰	(639)
文昌气田抗高温无固相钻井液技术研究	董 钊 张 崇 任冠龙 余 意 吴 江	(645)
高温高密度油基钻井液在克深 1101 井应用	王建华 尹 达 杨海军 徐显广	(652)
苏南小井眼钻井液技术研究与应用	郑宏浩 吴廷银 许 根 石亚华 石 磊 郭剑梅 孙 双	(657)
顺北长裸眼二叠系安全钻进钻井液技术	高 伟 徐 江	(667)
伊朗雅达油田石灰岩裂缝性地层井筒强化技术	陈曾伟 刘四海 鲍洪志	(672)
钻井液防塌技术在双台阶水平井的应用	张 雪 苏 强 何 刚	(677)
高性能水基钻井液体系在江沙 206-2HF 井的现场应用 ...	郭志坚 张 雪 白 龙	(683)
高性能水基钻井液在克深地区的应用	尹 达 刘锋报 李 磊 晏智航 李 龙 黄 超 孙爱生 刘 潇	(692)

海洋钻井液技术

环保无磺型海水基高温聚合物钻井液 HY-PolyD 研究与应用

.....	朱红卫	杨金龙	刘建军	李 荔	(701)
渤海油田渤南某区块钻井液综合配套技术	何瑞兵	幸雪松	林 海	谢 涛	(707)
渤海油田深部地层井壁稳定防塌技术研究与应用					
.....	雷志永	陈 强	杨世杰	张长胜	(717)
改进型 PEC 体系在垦利区块的应用.....	程冬洁	黄治华	王迎涛		(723)
无土相 PEM 钻井液在蓬莱 19-3 油田应用	董 昆	刘晓东	梁越强		(726)
海上 D 气田浅层大位移水平井钻井液优化与实践					
.....	韩 成	田宗强	韦龙贵	王成龙	(733)
海上气井测试液控温性能调整方法研究与应用					
.....	张 崇	任冠龙	董 钊	余 意	吴 江 (740)
海上超浅层长水平井砾石充填钻完井液体体系研究					
.....	任冠龙	张 崇	董 钊	余 意	吴 江 (747)

钻井液基础理论研究及其他

疏水抑制剂的室内评价与机理分析				陶怀志	(757)				
钻井液浸泡作用下脆性页岩强特征实验研究	向朝纲	陈俊斌	杨 刚		(763)				
无机盐与温度压力对蒙脱石水化的影响									
.....	徐加放	Camara Moussa	孙金声	邱正松	(772)				
无机盐分解水合物作用机理的分子模拟	徐加放	王晓璞	黄维安	孙金声	(784)				
水解度对 AM/DMDAAC/AMPS 共聚物抗温抗盐性能的影响									
.....	罗源皓	林 凌	罗平亚		(793)				
乙烯基咪唑类离子液体末端烷烃链长度对其抑制性能的影响									
.....	杨 潇	杨丽丽	蒋官澄	史亚伟	(800)				
钻井液对硬脆性泥页岩地层井壁稳定影响研究									
.....	林 海	许 杰	谢 涛	何瑞兵	(806)				
鄂尔多斯盆地井壁稳定技术探讨	张栋俊	刘贵林	韩庆寿	杨勋龙	(813)				
钻井液氯离子含量在线测量装置的设计和应用	罗云凤	马云谦	刘保双		(820)				
超高温超高密度水基钻井液微观机理与流变性调控新方法									
.....	邱正松	毛 惠	夏孝杰	王洪磊	侯伟超	黄维安	钟汉毅	赵 欣	(825)
降黏剂 SSMA 的两种合成方法比较	王飞龙	杨泽星	刘 泽	刘 丰		(833)			
川渝地区龙马溪组页岩地层水化特性认识	甄剑武	高书阳	林永学			(839)			
油水比对油基钻井液性能的影响研究	李 胜	韩秀贞	王显光	杨小华		(846)			
高密度工作液沉降稳定性评价装置的研制及应用									
.....	尹 达	屈沅治	梁红军	李家学	李 磊	李 龙	(853)		

新型钻井液处理剂及钻井液体系

超低油水比油基钻井液体系研究

王 荐 吴 彬 向兴金 舒福昌 史茂勇 崔应中

(荆州市汉科新技术研究所)

【摘 要】 油基钻井液已成为钻页岩气井、高温深井、水平井、大斜度定向井和各种复杂地层的重要手段,降低油基乳化钻井液的油水比,是大幅降低油基钻井液配制成本,降低生物毒性及钻屑含油量的重要途径,室内开发了一套超低油水比油基钻井液体系,油水比在 50:50~90:10 可调,具有较好的乳化稳定性,破乳电压 1000V 以上,同时形成的乳液呈纳米级分布,具有较低的滤失量和较好的页岩井壁稳定能力,可满足页岩气水平井和大位移井的作业要求。

【关键词】 油基钻井液 低油水比 纳米 破乳电压

油基钻井液具有抗高温、抗盐钙侵、有利于井壁稳定、润滑性好及对油气层伤害程度较小等优点,目前已成为钻页岩气井、高温深井、水平井、大斜度定向井和各种复杂地层的重要手段^[1]。油基钻井液以柴油或白油作为连续相,水相作为分散相,通过乳化剂和亲油胶体来维持乳化稳定性,通过润湿剂来提高体系对加重材料和岩屑的亲油性。目前,油基乳化钻井液的油水体积比通常为 80:20~90:10。水相比比例的增加,会破坏体系的乳化稳定性以及导致体系黏度、滤失量的大幅增加,从而导致整个钻井液体系的性能失控。

降低油基乳化钻井液的油水比,是大幅降低油基钻井液配制成本,降低生物毒性及钻屑含油量的重要途径^[2]。室内通过研发高效乳化剂和稳定剂大幅降低现有油基乳化钻井液中油相比比例,配合其他油基钻井液辅助材料,形成 50:50~70:30 的超低油水比的油基乳化钻井液体系,大幅降低油基乳化钻井液配制及石油天然气钻探成本。同时,解决现有乳化剂乳化能力性能不够,导致低油水比时乳化稳定性不足的问题,解决现有油基钻井液低油水比时,黏度效应大、流变性差和滤失量难以调控的问题,解决目前大量使用有机土和亲油胶体,造成低密度固相含量高,引起钻速降低的问题。

1 超低油水比油基钻井液作用机理

超低油水比油基钻井液技术是通过高效乳化技术提高液滴的纳米化程度,使乳液向微乳液转变,利用微乳液的增溶作用来降低油基钻井液油水比。因此,超低油水比油基钻井液的关键技术是低油水比条件下微乳液的形成和稳定性问题。本文所采用的高效乳化剂和稳定剂属于双子表面活性剂,其分子结构是由两条或更多疏水链与两个或更多亲水基和一个间隔链或连接链组成,间隔链在靠近亲水基的部位将两个疏水链连接起来,分子的形状如同连体的孪生婴儿一般,因此界面活性和乳化能力成倍提高^[3]。室内通过纳米激光粒度测定仪测试了常规油基钻井液乳状液以及本文所研发的新型超低油水比微乳液的粒径大小。实验数据表明,常规油基钻井液乳状液液滴分布在 100~1000nm,而微乳液液滴分布在 10~100nm(表 1,图 1)。

表 1 乳状液与微乳液的粒径分布

油水比		$D_{10}(\text{nm})$	$D_{90}(\text{nm})$	平均粒径 (nm)
乳状液	80 : 20	112.46	457.14	371.7
微乳液	50 : 50	15.27	70.12	58.22

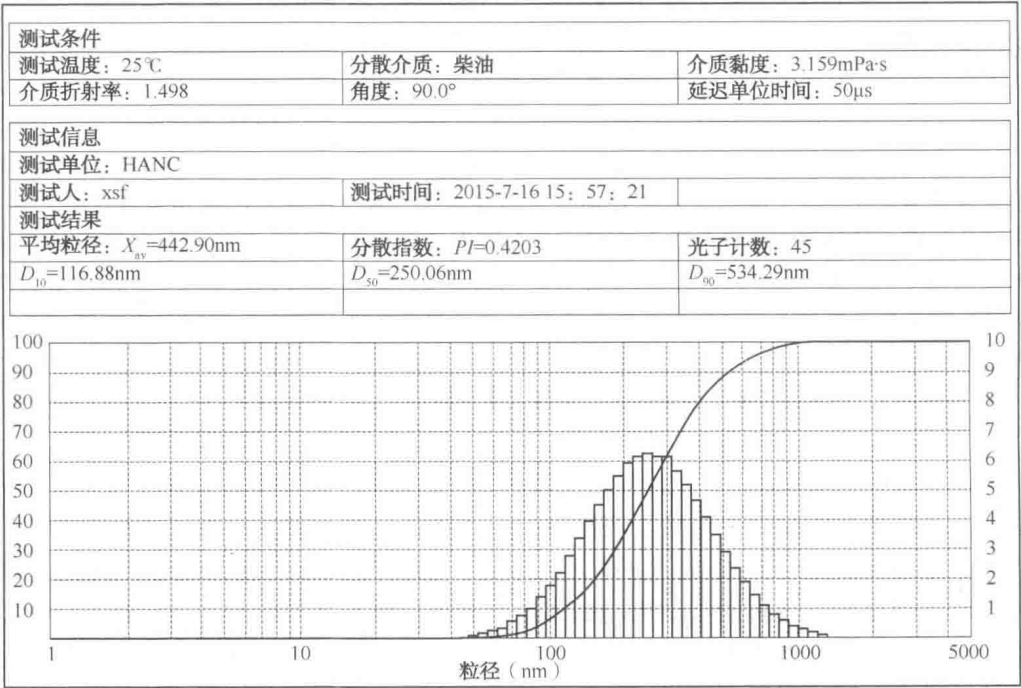


图 1 乳状液与微乳液的粒径分布图

2 超低油水比油基钻井液体系配方及技术优势

2.1 超低油水比油基钻井液体系配方和性能

室内在形成微乳液的基础上，通过对钻井液各组分的优选和加量影响实验，形成了超低油水比油基钻井液系列化配方和性能，见表 2 和表 3。

表 2 超低油水比油基钻井液系列化配方

材 料	低密度	中高密度	高密度
密度 (g/cm^3)	1.5 以下	1.5~2.0	2.0 以上
油水比(基础油 : CaCl_2 水溶液)	50 : 50	60 : 40	70 : 30
HSEMUL 乳化剂 $(\%)$	3.0~4.0	3.0~4.0	3.0~4.0
HSCOAT 乳化稳定剂 $(\%)$	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0
MOGEL 有机土 $(\%)$	0~1.5	0~1.0	0~0.5
MOTEX 降滤失剂 $(\%)$	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0
$\text{CaO}(\%)$	2.0	2.0	2.0
加重剂	重晶石	重晶石	重晶石

表 3 超低油水比油基钻井液性能

油水比	密度 (g/cm^3)	热滚 条件	AV ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)	PV ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)	YP (Pa)	YP/PV	Φ_6/Φ_3	FL_{API} (mL)	FL_{HTHP} (mL)	E_s (V)
40 : 60	1.25	滚前	58.5	47	11.5	0.24	8/6			1010
		滚后	64	52	12	0.23	8/6	0.5	1.2	1030
50 : 50	1.25	滚前	34	27	7	0.28	6/5			900
		滚后	34	26	8	0.30	7/6	0	1.8	830
60 : 40	2.0	滚前	56	48	8	0.17	6/5			720
		滚后	62.5	53	9.5	0.18	7/5	0	1.6	950
70 : 30	2.3	滚前	79	70	9	0.13	8/6			1160
		滚后	87	76	11	0.14	8/7	0	1.6	770

老化条件：16h $\times$ 120 $^{\circ}\text{C}$ ；测定温度：65 $^{\circ}\text{C}$ ；HTHP 失水测定条件：3.5MPa $\times$ 120 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 超低油水比油基钻井液技术优势

从系列化配方可以看出超低油水比油基钻井液与常规 80 : 20 油基钻井液相比具有以下技术优势：

- (1) 可大幅降低油基钻井液配制成本 20% 左右；
- (2) 低油水比乳状液网架结构更强，可以大幅降低有机土加量，也可实现无土相；
- (3) 基液密度提高，可降低重晶石加量，降低固相含量，提高钻速；
- (4) 乳状液液滴纳米化以后对页岩纳米孔喉封堵性能更强，井壁稳定能力加强；
- (5) 低油水比为后期油基钻井液流变调控留足空间，提高老浆的重复使用效率；
- (6) 钻屑含油量降低，环保处理压力减小。

因此，超低油水比油基钻井液的研发成功可显著提升我国油基钻井液在国际上的技术水平和国际竞争力。

3 超低油水比油基钻井液抗污染性能评价

为了考察超低油水比油基钻井液体系是否能够满足现场安全钻井的要求，室内对最终确定的超低油水比油基钻井液体系进行了系统评价，分别评价了体系抗水污染能力、抗岩屑污染能力等，实验数据表明该体系性能均能满足现场要求，并表现出了良好的性能。因此，超低油水比油基钻井液在钻井液性能上和经济上，都有着巨大的优势。

超低油水比油基钻井液具有较好的抗污染能力，水侵和细目劣质土污染后对钻井液性能影响不大；同时，可通过补充乳化剂提高体系抗污染及对亲水固相的润湿能力。见表 4 和表 5。

表 4 超低油水比油基钻井液抗水侵污染

编号	热滚 条件	AV ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)	PV ($\text{mPa} \cdot \text{s}$)	YP (Pa)	YP/PV	Φ_6/Φ_3	FL_{HTHP} (mL)	E_s (V)
基础配方	滚前	61	54	7	0.13	6/5		850
	滚后	63.5	55	8.5	0.15	6/4	1.8	900
+10%水	滚前	59	50	9	0.18	7/5		480
	滚后	67.5	54	13.5	0.25	10/8		500

续表

编号	热滚 条件	AV (mPa·s)	PV (mPa·s)	YP (Pa)	YP/PV	Φ_6/Φ_3	FL _{HTHP} (mL)	Es (V)
+0.5%主乳	滚前	63	51	12	0.24	6/5		800
	滚后	60	50	10	0.20	7/5	1.8	620
+20%水	滚前	71	59	12	0.20	9/7		400
	滚后	78	60	18	0.30	14/11		370
+1%主乳	滚前	81	63	18	0.29	12/10		650
	滚后	71.5	57	14.5	0.25	10/8		645

老化条件：16h×120℃；测定温度：65℃；HTHP 失水测定条件：3.5MPa×120℃。

表 5 超低油水比油基钻井液抗细目劣质土污染

编号	热滚 条件	AV (mPa·s)	PV (mPa·s)	YP (Pa)	YP/PV	Φ_6/Φ_3	FL _{HTHP} (mL)	Es (V)
基础配方	滚前	61	54	7	0.13	6/5		850
	滚后	63.5	55	8.5	0.15	6/4	1.8	900
+10%劣质土 (过 100 目)	滚前	66	56	10	0.18	7/5		700
	滚后	75	60	15	0.25	10/8		500
+0.5%主乳	滚前	70	60	10	0.17	6/5		600
	滚后	67.5	58	9.5	0.16	5/4		550
20%劣质土 (过 100 目)	滚前	80	63	17	0.27	9/7		350
	滚后	88.5	67	21.5	0.32	14/11		275
+1%主乳	滚前	71	60	11	0.18	7/5		450
	滚后	69.5	60	9.5	0.16	6/4	1.6	520

老化条件：16h×120℃；测定温度：65℃；HTHP 失水测定条件：3.5MPa×120℃。

4 超低油水比油基钻井液配套页岩封堵防漏技术

4.1 配套封堵防漏材料

超低油水比油基钻井液配套封堵防漏材料见表 6。

表 6 超低油水比油基钻井液配套封堵防漏材料

封堵材料名称	代号	浓度(%)	功能
柔性乳化封堵材料	MORLF	2~4	柔性的纳米乳液充填封堵粒子，有“糊壁”的效果，改变钻井液颗粒的粒径级配
降滤失封堵材料	MOTEX	3~5	可软化的复合沥青树脂，粒径分布宽，随井温的升高开始软化，形成封堵膜
裂缝承压封堵剂	HFD	1.5~2.0	天然的网状纤维经特殊处理后辅以微膨胀聚合物、弹性微颗粒材料精确配比而成。它进入漏失通道后通过架桥、膨胀，在渗透层隔断流体通道，形成高强度的封堵膜