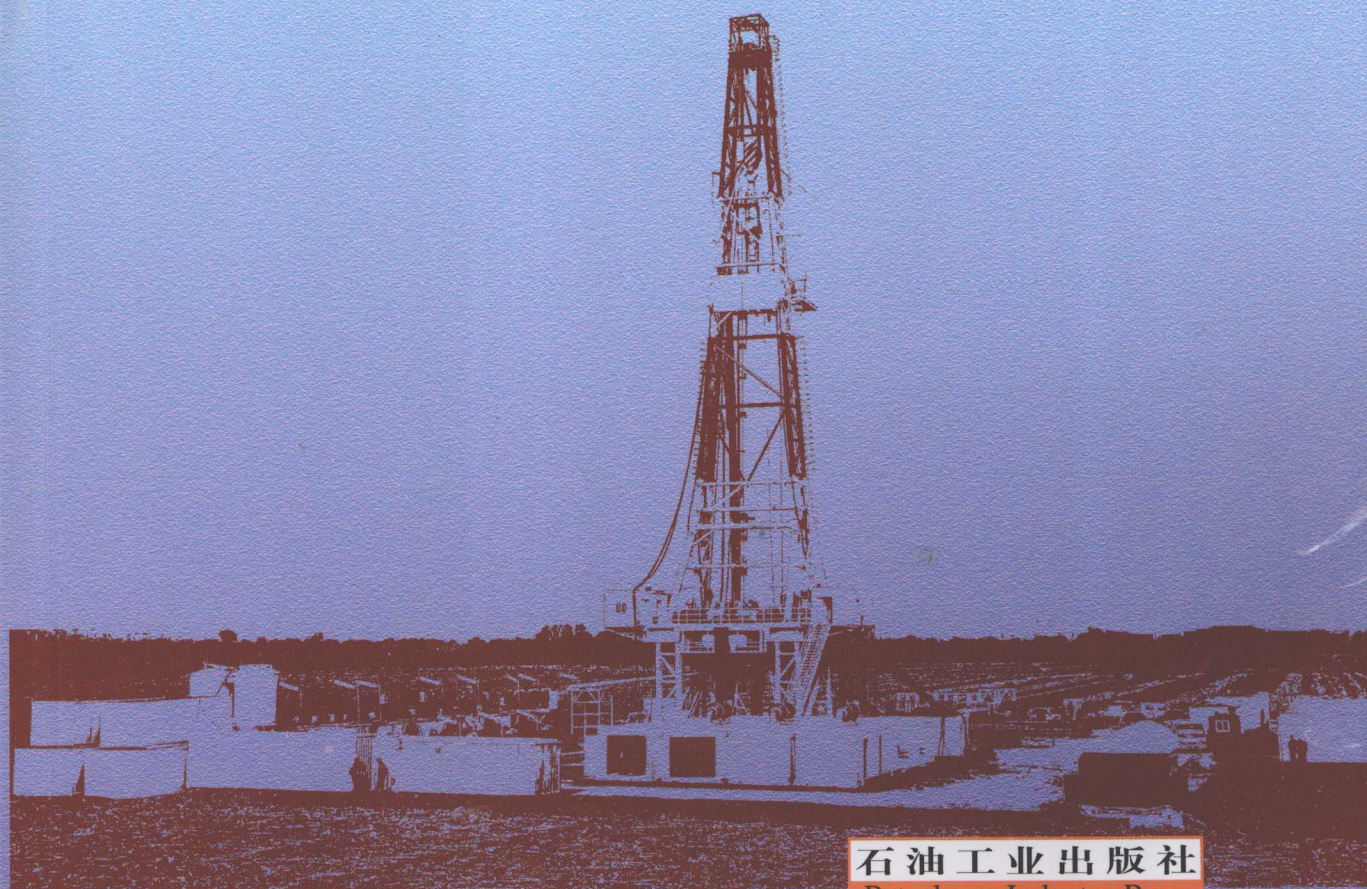


《第八届石油钻井院所长会议论文集》编委会 编

# 第八届石油钻井院所长会议 论文集



石油工业出版社  
Petroleum Industry Press

## 内 容 提 要

本书收集了第八届石油钻井院所会议提交的论文 145 篇, 主要内容包括深井和大位移钻井技术, 水平井和分支井技术、优快钻井技术、水泥浆和固井技术、欠平衡钻井技术、前沿钻井技术、石油钻井装备和工具等。

本书适应于从事石油钻井的工程技术人员和管理人员阅读。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

第八届石油钻井院所会议论文集 / 《第八届石油钻井院所会议论文集》  
编委员编. —北京: 石油工业出版社, 2009.9

ISBN 978-7-5021-7342-5

I . 第…

II . 第…

III . 油气钻井 — 文集

IV . TE2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 166061 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.cn](http://www.petropub.com.cn)

编辑部: (010) 64523524 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

---

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 58.25

字数: 1500 千字

---

定价: 198.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

# 《第八届石油钻井院所长会议论文集》

## 编 委 会

主 任：孙 宁

副主任：赵业荣 刘顶运

委 员：(按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马开华 | 丰全会 | 王绍刚 | 王瑞和 | 韦淋生 | 申瑞臣 |
| 石 凯 | 刘延平 | 刘 扬 | 刘硕琼 | 刘新云 | 孙海芳 |
| 朱宽亮 | 毕宗岳 | 张永泽 | 张健康 | 张嵇南 | 李 琪 |
| 杨智光 | 苏义脑 | 邹和均 | 陈 光 | 陈次昌 | 周建良 |
| 周英操 | 林 健 | 罗平亚 | 柳贡慧 | 胡世杰 | 贺会群 |
| 赵 林 | 钟树德 | 郭小阳 | 高向前 | 高远文 | 高德利 |
| 傅诚德 | 韩来聚 | 雷 宇 |     |     |     |

主 编：王长宁

编 辑：胡世杰 程宏英 彭革生 方代煊

## 前 言

2008 年 11 月在广西北海召开的中国石油学会石油工程专业委员会钻井工作部 2008 年度钻井技术研讨会暨第八届石油钻井院所长会议是我们石油行业钻井专业的盛会，中国石油、中国石化、中国海油三大集团公司以及石油院校的钻井专家、学者汇聚一堂，畅谈交流一年来在新技术、新工艺、新产品的攻关研究等方面所取得的新成就、新观点、新见解。为搭建技术交流平台，实现资源共享，总结交流钻井技术研究成果，川庆钻探长庆工程院与中国石油学会石油工程专业委员会钻井工作部将发布的优秀论文收集成册，供广大科技人员借鉴参考，优势互补，以促进我国钻井专业整体技术水平的发展和提升。

本论文集共收集技术论文 145 篇，也是历届最多的。这些论文全面系统地展现了广大钻井科技工作者通过一年的辛勤耕耘所取得的技术成就，代表了国内钻井专业 2008 年的新技术发展水平，许多论文都从不同角度论述了钻井专业前沿技术的发展与展望，以及解决技术瓶颈的新方法，不仅理论水平高，而且与钻井生产一线的实际紧密结合，具有较高的学术水平和借鉴价值，对以后的技术创新和解决钻井生产难题有着较强的参考意义和实用价值，同时，也对促进钻井技术进步有着重要的指导意义。

希望广大科技工作者再接再厉，继续保持密切交流与合作的优良传统，攻坚克难、开拓创新、永攀高峰，为加快推动石油钻井技术的发展再做新贡献。

最后，对所有提交这次会议论文的专家学者表示衷心的感谢！

中国石油工程学会钻井工作部 孙 宁  
川庆钻探工程有限公司 赵业荣

# 目 录

## 深井和大位移井技术

|                                      |     |     |     |     |      |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 吉林油田昌 37 井完井工艺技术 .....               | 侯 兵 | 毛敬勋 | 王顺利 | 刘春雨 | (3)  |
| 庄海 8Ng-H1 大位移水平井水力参数及 ECD 预测分析 ..... | 赵 虹 | 泰建民 | 王学义 | 胡 毅 | (14) |
| 深井、超深井钻井套管防磨技术 .....                 | 路志武 | 杜晓旭 | 刘 莉 | 张讲丽 | (20) |
| 海上钻井隔水导管入泥深度确定方法研究 .....             | 刘书杰 | 王平双 | 周建良 | 杨 进 | (25) |
| 深水控制压力钻井技术研究进展 .....                 | 殷志明 | 蒋世全 |     |     | (33) |
| 深水钻井作业中钻井平台升沉运动引起的动态载荷研究 .....       | 许亮斌 | 蒋世全 | 谢 彬 | 姜 伟 | (38) |
| 高水垂比大位移钻井关键技术研究 .....                | 高德利 | 覃成锦 | 唐海雄 |     | (46) |
| 深海天然气水合物钻探取心技术 .....                 | 王智锋 | 许俊良 | 薄万顺 | 朱杰然 | (53) |
| 超深天然气井井筒温度分布规律研究 .....               | 赵志成 | 黄志强 |     |     | (58) |
| 含硫深井小井眼完井中试油难题 .....                 | 张 娟 | 钱浩东 | 邹 波 | 吴 怡 | (64) |

## 水平井、分支井和侧钻井技术

|                                   |     |     |     |     |           |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 煤层气多分支水平井与地下煤气化技术初探.....          | 董建辉 | 申瑞臣 | 王开龙 | 乔 磊 | (71)      |
| 修井机钻水平多分支小井眼作业准备及实践.....          | 周俊昌 | 昌 锋 | 邹阿七 | 罗 勇 | (75)      |
| 大庆深层气藏水平井优化设计与实践                  |     |     |     |     |           |
| .....                             | 李瑞营 | 邱百英 | 邓胜聪 | 官 华 | 张晓帆 (82)  |
| 渤海湾浅海钻井平台水平井裸眼砾石水充填防砂技术           |     |     |     |     |           |
| .....                             | 郑永哲 | 李洪俊 | 于学良 | 官英杰 | (89)      |
| GP09-14 井眼轨迹控制技术 .....            | 王万庆 | 湛建祁 | 石崇东 | 耿天祥 | (95)      |
| 老油田水平井钻井防碰技术研究与应用 .....           |     |     | 王万庆 | 田逢军 | (102)     |
| 水平井段应用波纹管堵漏技术的探索 .....            | 郭慧娟 | 王 辉 | 尹洪伟 | 杨 晖 | (107)     |
| 石南、陆梁油田薄油层水平井钻井技术应用.....          | 张茂林 | 段 江 | 杜小刚 | 杨汉雄 | (112)     |
| 可循环加压装置在浅层水平井下套管、筛管技术研究及应用        |     |     |     |     |           |
| .....                             | 王裕亮 | 李生林 | 王志勇 | 方 猛 | (118)     |
| 筛管可循环悬挂器在浅层水平井中的应用 .....          |     | 王志勇 | 蒋因平 | 方 猛 | (121)     |
| 胜利油田水平井分段完井技术 .....               |     | 王绍先 | 许遵见 | 彭志刚 | (125)     |
| 水平分支井回接完井工艺技术在冀东油田 G104-5P42 井的应用 |     |     |     |     |           |
| .....                             | 丁丽芳 | 陈桂和 | 张 恒 | 翁 博 | 王 文 (129) |
| 水平井油层专打悬挂筛管完井工艺技术                 |     |     |     |     |           |
| .....                             | 张东亭 | 聂上振 | 曲庆利 | 王晓梅 | 黄满良 (134) |

|                                       |     |     |     |     |           |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|
| 水平井选择性完井技术·····                       | 王益山 | 周俊然 | 蒋海涛 | 高 森 | 刘炳忠 (140) |
| 水平井砾石充填工艺技术研究·····                    | 刘延平 | 聂上振 | 邹 治 | 曲庆利 | 韩 莉 (144) |
| 边台 H3Z 复合多分支井技术在辽河油田潜山油藏中的应用<br>····· | 高远文 | 余 雷 | 苏 涛 | 邓 旭 | (152)     |

## 优快钻井技术

|                          |     |     |           |               |
|--------------------------|-----|-----|-----------|---------------|
| 优化井控模拟试验井钻井方案·····       | 高彦香 | 张文华 | 泰建民       | 张 鑫 (161)     |
| 二连地区钻井提速技术·····          | 王 野 | 周丙部 | 潘凤岭       | 王 超 刘沪萍 (165) |
| 苏里格小井眼快速钻井技术·····        | 李登前 | 王崇军 | 刘仲勋 (171) |               |
| 准噶尔盆地陆东滴西地区钻井提速配套技术····· | 陈福华 | 王军平 | 张讲丽 (183) |               |
| 准噶尔盆地南缘高陡构造钻井提速配套技术····· | 王军平 | 蒋俊平 | 宋振清 (189) |               |
| 提高川东北及普光气田钻井速度配套技术·····  | 侯树刚 | 张克勤 | 胡群爱 (195) |               |

## 钻 井 液

### 莫深 1 井抗高温高密度水基钻井液技术

|                                      |     |     |           |           |           |           |
|--------------------------------------|-----|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ·····                                | 李 竞 | 于永生 | 黄 凯       | 张讲丽       | 陶卫民       | 李 斌 (203) |
| 抗高温水包油钻井液在莺深 2 井的应用<br>·····         | 郑 涛 | 耿晓光 | 朱保松       | 王俊杰       | 郝立志 (213) |           |
| 松南深层欠平衡水平井钻井液的研究与应用·····             | 薛剑平 | 史海民 | 王德民       | 白相双 (218) |           |           |
| 大港油田孔南区块钻井液技术研究与应用·····              | 代礼杨 | 杜 娟 | 于永新 (225) |           |           |           |
| 超低渗透技术在钻井完井过程中的应用·····               | 杜 娟 | 于永新 | 樊松林       | 代礼杨 (231) |           |           |
| 强抑制性硅酸盐钻井液体系研究及其在大港油田的应用<br>·····    | 苏秀纯 | 李洪俊 | 于永新       | 黄达全 (236) |           |           |
| DG-ZCW 油层保护液在 G104-5P48 井的应用·····    | 王小月 | 王 敏 | 杨小平       | 丁丽芳 (245) |           |           |
| 利用理想充填理论研制的油层保护钻井液在大港油田成功应用<br>····· | 郑淑杰 | 鄢捷年 | 李洪俊       | 窦同伟 (250) |           |           |
| 水平井无固相甲酸盐钻井液技术研究与应用·····             | 虞海法 | 左凤江 | 刘 艳       | 刘彦妹 (257) |           |           |
| 长北气田钻井 (完井) 液保护储集层研究及应用<br>·····     | 杨 斌 | 陈在君 | 黎金明       | 赵文军 (261) |           |           |
| 钻井液无害化处理技术研究<br>·····                | 李世勇 | 张新发 | 徐 军       | 郭 亮       | 贺华蕾       | 张军峰 (267) |
| 深井长段小井眼钻井液技术与应用·····                 | 欧阳伟 | 刘 翔 | 杨 刚 (273) |           |           |           |
| 吐哈钻井工艺研究院特色钻井液技术·····                | 余丽彬 | 雷 丽 | 祁双虎       | 张 璐 (279) |           |           |
| 无固相甲酸盐钻井液体系在牛东区块的研究与应用<br>·····      | 余丽彬 | 盛 欣 | 房炎伟       | 周显东 (287) |           |           |
| 超高密度高温钻井液流变性控制机理研究<br>·····          | 李公让 | 赵怀珍 | 薛玉志       | 邱正松 (292) |           |           |
| 泌深 1 井大井眼钻井液技术·····                  | 何振奎 | 胡金鹏 | 孙中伟       | 李 剑       | 张灵霞 (297) |           |
| 悬浮乳液钻井液技术研究与应用·····                  | 何竹梅 | 吴富生 | 睢文云       | 曾甘林 (303) |           |           |

## 水泥浆和固井技术

- 高温下石英砂对水泥石强度的影响规律..... 师忠南 吴广兴 高莉莉 霍维维 (313)
- 套管外封隔器自增压式双卡高压层固井技术应用效果分析  
..... 刘玉民 李玉海 林发枝 孙成坤 金志富 (318)
- 改善高渗储集层固井条件的屏蔽封堵剂研制与应用  
..... 蔡永茂 敬增秀 韩玉华 潘永强 (323)
- 层流固井顶替计算模拟分析..... 袁 磊 王旭光 肖志兴 鹿志文 和传健 (327)
- 固井水泥石渗透率对声检结果影响的数值模拟及验证  
..... 杨秀天 刘爱玲 王 欢 侯力伟 (333)
- 庄海 8Nm-H3 大位移水平井二开施工及 9 $\frac{1}{8}$ in 套管下入情况分析  
..... 胡 毅 葛贵付 张永忠 泰建民 (337)
- 纤维增韧水泥的研究与应用..... 陈兴中 马海忠 姜向祖 温雪丽 (344)
- 川渝地区高压天然气井固井技术探讨..... 屈建省 高永会 刘爱萍 邹建龙 (351)
- BCT 系列胶乳水泥浆体系高温性能的研究及应用  
..... 侯 薇 孙富全 高永会 霍明江 (360)
- 川东北高压气井固井水泥浆研究与应用..... 邹建龙 高永会 刘爱萍 汤少兵 (367)
- 深水固井技术概述..... 席方柱 屈建省 谭文礼 侯 薇 (373)
- 哈萨克斯坦 Karazhanbas 油田固井技术研究 ..... 刘 勇 张清玉 谢承斌 孙富全 (379)
- 饱和盐水钻井液体系中螺杆钻具陶瓷转子的应用..... 刘 鑫 石成刚 任 武 (390)
- 胶乳水泥浆技术..... 柳 建 鄢 锐 李跃明 (396)
- 青海柴西地区大环空、不规则井眼固井技术..... 康世柱 沈 勇 王 刚 王翔飞 (402)
- 青海油田深井固井技术..... 王 刚 康世柱 沈 勇 王翔飞 王立辉 (411)
- 强水敏稠油油藏特殊完井固井工艺技术..... 张宏军 (424)
- 胜利油田开窗侧钻井完井固井工艺技术的改进与发展..... 张宏军 (430)
- 尾管悬挂实体膨胀管固井技术在老井加深的现场应用..... 周 代 (440)
- 高密度防气窜胶乳水泥浆体系性能研究..... 赵 林 周大林 马 超 齐 静 (445)
- 水泥浆凝固过程中套管柱轴向受力变化规律的初步实验研究  
..... 李子丰 梁尔国 马学如 王忠福 李天群 周纪满 (449)
- 川东高温、高压、高含硫气井固井水泥浆设计应注意的问题  
..... 焦少卿 郭小阳 李早元 房志毅 (455)

## 欠平衡钻井和气体(空气)钻井技术

- 影响气体钻井井径扩大的主要因素研究..... 陈绍云 杨决算 刘永贵 (463)
- 深层天然气欠平衡水平井分支井钻井完井技术..... 董国昌 张嵇南 何 军 (470)
- 吉林油田欠平衡钻井技术现状及应用..... 林凤波 陈铭金 何 军 杨振科 (476)
- 充氮气欠平衡钻井技术在前 34 井的试验 ..... 李连庆 汪良波 马 勇 (483)
- 气体钻井井壁失稳原因分析..... 张汉林 (490)
- 气体反循环钻井技术发展现状..... 韩烈祥 孙海芳 (495)

## 暂堵衬管欠平衡完井技术与试验

|                               |     |     |       |       |       |       |
|-------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| .....                         | 肖新宇 | 唐 贵 | 肖润德   | 杨 玻   | 潘 登   | (502) |
| 一种改进气体钻井工艺的方法 .....           | 项德贵 | 毕文欣 | 连志龙   | (505) |       |       |
| 空气钻井技术在滴北 1 井的应用 .....        | 李润川 | 屈 刚 | 艾尔肯   | (509) |       |       |
| 欠平衡钻井技术的应用与认识 .....           | 高成军 | 张立春 | 张讲丽   | (516) |       |       |
| 空气锤在普光气体钻井中的应用及认识 .....       | 孙起昱 | 李少海 | 张雨生   | 王爱芳   | 侯树刚   | (522) |
| 井底应力场对气体钻井井斜的影响 .....         | 王敏生 | 唐 波 | (529) |       |       |       |
| 充气钻井井筒压力系统研究 .....            |     | 黄志强 | (536) |       |       |       |
| 气体钻井技术在平落坝构造的应用 .....         | 高德伟 | 周 剑 | 米光勇   | 邓广东   | (545) |       |
| 大庆油田抗高温雾化泡沫钻井液体体系研究与应用 .....  | 何 恕 | 赵晓竹 | 张 坤   | 孙西静   | (552) |       |
| 氮气钻井技术在浅层稠油油藏马 207 井的应用 ..... | 王建毅 | 陈方远 | 杨 勇   | 胡 挺   | (558) |       |
| 牛东平 8-13 井氮气钻井技术与试验 .....     | 田 军 | 曾权先 | 丁 红   | 孙新江   | (565) |       |
| 氮气钻井技术在龙岗气田的实践与认识 .....       | 王长宁 | 张建斌 | 刘克强   | (571) |       |       |

## 前沿钻井技术

|                            |     |     |       |       |       |           |
|----------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-----------|
| 寄生管注气井控模拟试验井参数计算方法 .....   | 高彦香 | 王眉山 | 孙宝江   | 张 鑫   | (579) |           |
| 连续管钻井技术与装备 .....           | 杨 晖 | 马青芳 | 邵 强   | 郭慧娟   | (587) |           |
| 连续管测井工艺试验与连续管测井机设计方案 ..... |     | 马青芳 | (594) |       |       |           |
| 连续管钻井主要设备及井下钻具组合 .....     |     | 熊 革 | (599) |       |       |           |
| 智能完井新技术的研究及应用 .....        | 史鹏涛 | 陈俊斌 | 陈鹏刚   | (605) |       |           |
| 现代导向钻井技术的研究现状 .....        | 陈鹏刚 | 陈军斌 | 刘 方   | 史鹏涛   | (610) |           |
| 激光钻井破岩技术的研究与发展 .....       | 易先中 | 杨增辉 | 管 锋   | 江 山   | 钱玉宝   | 马卫国 (616) |

## 钻井装备和工具

|                                                   |     |     |       |       |     |       |
|---------------------------------------------------|-----|-----|-------|-------|-----|-------|
| 莫深 1 井 PDC 钻头优化设计及应用 .....                        | 吴应凯 | 王国华 | 蒋建伟   | (627) |     |       |
| 石炭系地层牙轮钻头应用探讨 .....                               | 吴应凯 | 宋振清 | 刘宗文   | (633) |     |       |
| 南堡油田玄武岩个性化高效钻头设计与应用 .....                         | 朱宽亮 | 李 楠 | 李 睿   | 王在明   | 崔海弟 | (638) |
| PDC 钻头切削齿尺寸、后倾角和密度对破岩效率影响的实验研究 .....              | 邹德永 | 蔡 环 | (643) |       |     |       |
| 基于分形方法的钻头破岩能耗研究 .....                             | 闫 铁 | 李 玮 | 毕雪亮   | (649) |     |       |
| PDC 钻头冠部形状与表面应力分布规律的有限元分析 .....                   |     | 魏秀艳 | (657) |       |     |       |
| 加强钻杆标准修订, 促进钻井安全提速 .....                          | 刘永刚 | 林 凯 | 方 伟   | (666) |     |       |
| 井下套管阀下入深度计算方法研究 .....                             | 袁光杰 | 夏 焱 | 李根生   | 申瑞臣   | 肖松平 | (672) |
| $\phi 139.7\text{mm}$ S135 HT55 高抗扭钻杆的应用及检修 ..... | 李三昌 | 常 青 | 卢晓荣   | (675) |     |       |

|                     |     |     |           |           |
|---------------------|-----|-----|-----------|-----------|
| 胜利油田随钻扩眼工具及应用·····  | 王智锋 | 李作会 | 马清明       | 吴仲华 (678) |
| 用于油田修井中的膨胀套管技术····· | 唐 明 | 吴柳根 | 滕照正 (683) |           |
| 下套管作业装备技术发展及研制      |     |     |           |           |

|                               |     |     |           |           |           |           |
|-------------------------------|-----|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ·····                         | 张宏英 | 张国田 | 刘广华       | 黄衍福       | 谢宏峰       | 李美华 (689) |
| KR14-370 型单级热采套管头的研制与应用 ····· | 陈铭金 | 林凤波 | 魏秀华       | 李学范 (695) |           |           |
| 套管安全传送索桥装置·····               | 郑永哲 | 李洪俊 | 于学良       | 宫英杰 (699) |           |           |
| 水平井筛管完井新工具的研制·····            | 刘延平 | 聂上振 | 邹治新       | 马英政       | 李锦红 (704) |           |
| 一种新型微控压泡沫钻井液试验装置·····         | 袁孟雷 | 赵世军 | 郭宝利       | 刘永峰 (708) |           |           |
| 密闭式钻井液循环分离系统研究方案初探·····       | 张保贵 | 姜维伟 | 刘 勇       | 刘小玮 (712) |           |           |
| 川式保形取心技术研究及应用·····            | 周 刚 | 邹 强 | 陈 立       | 刘 彬       | 冯 明 (718) |           |
| 高压气密封检测装置的设计及应用·····          | 向文进 | 王 华 | 杨先荣 (722) |           |           |           |
| 钻机自动化技术现状与发展趋势·····           | 韩 飞 | 杨天吉 | 王 辉       | 任荣权 (725) |           |           |

## 其 他

|                                 |           |           |           |           |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 苏里格气田 10 井区钻井复杂情况分析与对策 ·····    | 杜 锋 (733) |           |           |           |
| 筛管完井产量与地层出砂关系研究·····            | 李洪俊       | 王绍刚       | 张 恒       | 杨文领 (739) |
| 有效保护油气层的水平井筛管完井技术·····          | 王绍刚       | 李洪俊       | 张 恒       | 杨文领 (746) |
| 密集井口丛式井防碰技术研究·····              | 董德仁       | 张乃彤       | 窦同伟       | 王育新 (753) |
| 四川地区电磁波随钻测量技术在气体钻井中的应用实践        |           |           |           |           |
| ·····                           | 李 锋       | 孙海芳       | 白 璟       | 胡 超 (760) |
| 实用钻井井控技术应急预案·····               | 李 强       | 陶 治       | 寇含双       | 杨开雄 (766) |
| 川渝地区地质特征与钻井完井新技术的应用 ·····       | 韩烈祥       | 孙海芳 (771) |           |           |
| 钻杆内加厚过渡带管体刺穿的流体力学因素研究           |           |           |           |           |
| ·····                           | 刘文红       | 王新虎       | 林 凯       | 杨 龙 (779) |
| 井壁稳定性尺寸效应初探·····                | 陈朝伟       | 周英操       | 刘玉石 (791) |           |
| 水射流钻径向水平孔技术的发展与增产效果预测·····      | 胡强法       | 朱 峰       | 于东兵 (796) |           |
| 气井环空带压的原因分析及解决措施浅析·····         | 齐奉忠       | 刘硕琼       | 袁进平 (802) |           |
| 莫北地区钻井配套技术应用 ·····              | 徐先国       | 孙海平       | 蒋俊平 (807) |           |
| 台 63 井推覆体钻井技术 ·····             | 艾尔肯       | 屈 刚       | 李润川 (814) |           |
| HZMWD-A 无线随钻测量与传输系统的研制与应用 ····· | 徐秀杰       | 罗良波 (820) |           |           |
| 中原油田钻井技术发展展望·····               | 张金成       | 蒋金宝       | 兰 凯 (824) |           |
| 旋转导向可控偏心器液压定位系统仿真研究·····        | 牛海峰       | 姜 伟       | 蒋世全       | 傅鑫生 (832) |
| 旋转导向钻井工具重力工具面的测量方法研究            |           |           |           |           |
| ·····                           | 李汉兴       | 姜 伟       | 蒋世全       | 傅鑫生 (837) |
| 附壁式双稳射流调制机理及机构研究·····           | 徐依吉       | 赵军友       | 马汝涛       | 赵红香 (844) |
| 水力脉冲空化射流钻井机理研究及现场应用·····        | 李根生       | 史怀忠       | 沈忠厚       | 牛继磊 (851) |
| 基于流—固—热三场耦合理论的井壁稳定性分析·····      | 李士斌       | 张海军 (859) |           |           |
| 窄密度窗口下提高钻井能力技术研究·····           | 毕雪亮       | 于 洋       | 闫 铁 (867) |           |

## 塔里木山前构造钻井风险评估与控制系统开发

- ..... 刘志坤 李 琪 徐英卓 高晓荣 常 笃 (873)
- PH9 井测井仪器落井及打捞作业分析 ..... 周俊昌 罗 勇 何福耀 (881)
- 大型打桩锤在钻井模块不拆顶驱的情况下进行打桩作业  
..... 曹 磊 严维锋 黄 召 (889)
- 国内外废弃钻井液处理技术发展状况及对大港油区钻井液减排治理技术的建议  
..... 苏秀纯 袁润成 杜 娟 (894)
- 气体钻井转换钻井液技术..... 许期聪 魏 武 叶林祥 蒲 刚 (901)
- 超高压高温含硫气井完井试油工艺技术在龙 17 井中的应用  
..... 张明友 项培军 庞东晓 (905)
- 应力波井筒数据传输技术研究..... 罗 维 陈若铭 唐 亮 周 强 (913)
- 杨楼热采井套管早期错断分析..... 郭进忠 蒋建宁 (919)

# 深井和大位移井技术



## 吉林油田昌 37 井完井工艺技术

侯 兵 毛敬勋 王顺利 刘春雨

(吉林油田公司钻井工艺研究院)

**【摘 要】**针对吉林油田伊通地堑昌 37 井油基钻井液和基底花岗岩高压气层研究应用了裸眼完井工艺、驱油加重前置液和高温微膨胀防窜水泥浆技术。在完井工艺方面使用了美国威德福公司的完井工具,采用了双凝水泥浆结构固井工艺。室内进行了水泥浆稠化、失水、稳定性、强度发展等一系列实验研究。针对油包水钻井液完井采用了 YJC 驱油冲洗液和 DG180 加重隔离液,提高了顶替效率,确保了固井质量。

**【关键词】**油基钻井液 裸眼完井 驱油前置液 加重隔离液 微膨胀水泥浆

昌 37 井原设计井深为 4800m,截至 2008 年 6 月 29 日,钻至井深 5064m,在万昌组、永吉组、奢岭组、双阳组见到 21 层 95m 的气测显示,在潜山内部见到 5 层 30m 的气测异常层。为了进一步预探基岩的裂缝发育情况及含油气情况,经研究设计本井完钻并深加深,完钻原则为钻入基岩 600m,无显示完钻。主要依据是:该井钻入基岩 380m,见到连续厚度 14m 的高气测异常,峰值为 69.2,基值为 1.36,该气层还没有钻穿,为了揭示该潜山的裂缝发育程度和含油气情况,加大井深,实际完钻井深 5183m。

本区双二段地层中砂砾岩发育,单层厚度最大可达 15m,累积厚度 200m 以上,主要矿物成分为石英、长石、岩屑,少量泥质、灰质。孔隙式胶结,石英次生加大普遍发育,可见重结晶现象,有效孔隙度大约在 6% ~ 9%。储集层埋藏深,物性较差,高压天然气等复杂底层,压力层系复杂,给钻井和固井带来了相当的难度。

### 一、钻井概况

钻井基本参数见表 1。

表 1 基本参数

|         |                        |        |                        |
|---------|------------------------|--------|------------------------|
| 套管类型    | 油层套管                   | 井眼尺寸   | 215.9mm                |
| 设计井深    | 5300m                  | 套管下深   | 4815m                  |
| 技术套管下入深 | 3660m                  | 套管尺寸   | 139.7mm                |
| 气层顶界    | 3811m                  | 气层底界   | 5064m                  |
| 阻流环位置   | 4810m                  | 水泥面返深  | 井口                     |
| 孔隙压力梯度  | 1.146g/cm <sup>3</sup> | 破裂压力梯度 | 2.157g/cm <sup>3</sup> |
| 井底循环温度  | 140℃                   | 井底静止温度 | 175℃                   |
| 水泥浆类型   | 晶体膨胀                   | 注水泥类型  | 双凝                     |
| 钻井液类型   | 油包水体系                  | 钻井液密度  | 1.60 g/cm <sup>3</sup> |

侯兵:1982 年 3 月生,2006 年毕业于江汉石油学院油田化学专业,获工学学士学位,现就职于吉林油田公司钻井工艺研究院完井所,任项目研究员、助理工程师,从事完井技术研究和技术服务工作。通信地址:吉林油田公司钻井工艺研究院完井所,138000,电子邮箱:hobly@126.com,电话:0438-6337713、13756767672。

一开： $\phi 444.5\text{mm}$  钻头钻至 1150m，下入  $\phi 339.7\text{mm}$  表层套管；

二开： $\phi 311.2\text{mm}$  钻头钻至 3660m，下入  $\phi 244.5\text{mm}$  技术套管；

三开： $\phi 215.9\text{mm}$  钻头钻至 5183m，下入  $\phi 139.7\text{mm}$  油层套管。

三开油包水钻井液体系：柴油 +4% 胶体结构剂 +3.5% 主乳化剂 +1.5% 辅助乳化剂 +0.2% 增粘剂 +1% 润湿剂 +3% 氧化钙 +3% 降滤失剂 + (25%CaCl<sub>2</sub>) 水 + 重晶石。

## 二、完井工艺

### 1. 完井管串结构

结构 (图 1)：浮鞋 (带喇叭口) + 短套管 1 根 + 浮箍 + 盲板 + 套管 2 根 + 管外封隔器 2 个 + 套管 1 根 + 液压分级箍 + 套管串 + 机械式分级箍 + 套管串。

### 2. 关键完井工具参数及操作

(1) 管外封隔器 (威德福) 参数 (表 2)。

(2) 液压分级箍 (威德福) 参数 (表 3)。

(3) 机械分级箍 (威德福) 参数 (表 4)。

以上工具均为 FOX 扣，与套管 TP-CQ 扣需变扣连接。

### 3. 固井工艺主要难点

(1) 油包水钻井液是第一次在吉林油田试验，固井技术是空白。与水基钻井液不同，油包水钻井液在井壁形成油膜，使井筒内处于亲油环境，与水泥浆的亲水环境不一致，导致水泥不胶结。由于此井压力大，完钻泥浆密度大，为了施工安全，经计算，隔离液的密度至少应大于  $1.60\text{g/cm}^3$ ，加重耐高温隔离也是个难题。

(2) 气井固井需要压稳而不压死。要压稳高压气层，就有压漏低压层的危险，使高压层再度出现失稳状态。故需要进行固井环空压力全过程控制，保证固井质量。

(3) 气井固井要求良好的二界面胶结质量，防止二界面气窜的发生。地层压力高，要压稳高压气层，防止气体上窜，必须选用具备一定促变性能的水泥浆体系，对水泥浆体系性能和现场密度控制要求高。要求水泥浆体系具有较好的膨胀效果、失水小、析水为零的性能，才能满足固井要求。由于是高压气井，所以要对环空压力有比较精确的预测，为“三压稳”提供有力依据，以保证固井质量。

表 2 管外封隔器参数

| 耐压差   | 耐温   | 外径      | 内径      | 胀封压差   | 关闭压力   | 扣型  | 长度     | 胶筒长度 |
|-------|------|---------|---------|--------|--------|-----|--------|------|
| 15MPa | 195℃ | 177.8mm | 121.3mm | 8.6MPa | 6.5MPa | FOX | 5.13mm | 3m   |

表 3 液压分级箍参数

| 液压式分级箍<br>(下部) | 打开方式 | 打开压力    | 关闭压力          | 扣型  | 外径      | 内径      |
|----------------|------|---------|---------------|-----|---------|---------|
|                | 液压   | 21.2MPa | 循环压力 +10.3MPa | FOX | 173.6mm | 121.3mm |

表 4 机械分级箍参数

| 机械式分级箍<br>(上部) | 打开方式   | 打开压力         | 关闭压力          | 扣型  | 外径      | 内径      |
|----------------|--------|--------------|---------------|-----|---------|---------|
|                | 机械投重力塞 | 4.8 ~ 6.9MPa | 循环压力 +10.3MPa | FOX | 173.6mm | 121.3mm |

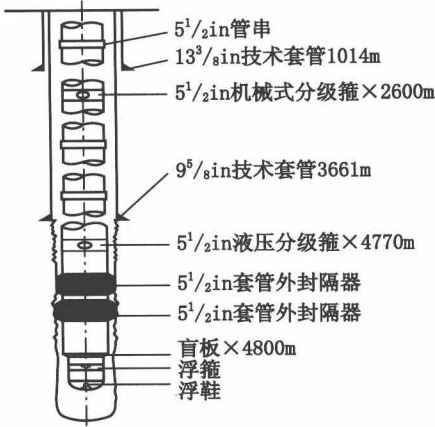


图 1 完井管串结构

(4) 该地区地温梯度高, 预测井底温度达  $174^{\circ}\text{C}$ , 固井循环温度  $140^{\circ}\text{C}$ , 高温对水泥浆综合性能要求高。难点是前置液和水泥浆的抗高温性能, 要求水泥浆体系在高温下性能稳定并具有良好的可调性。寻求能耐高温的外加剂, 尤其是高温缓凝剂和降失水剂。

(5) 封固段长, 环空液柱压力高, 井眼条件复杂, 水泥浆失重对固井质量的影响。昌 37 井较深, 封固段长, 封固总长达到  $4800\text{m}$ , 环空压力大。二开和三开钻进过程中, 由于上部地层岩性复杂多变, 造成井眼不规范, 平均井径扩大率较大, 致使出现“糖葫芦”井眼。长封固段不可避免地要遇到水泥浆失重造成的固井质量问题。在通常情况下, 水泥浆失水、地温梯度、井眼条件等因素的影响, 环空水泥在逐步凝结、形成结构的过程中, 环空液柱压力逐渐失去了向下传递的能力, 而造成水泥浆失重, 将造成下部水泥环质量变差。

#### 4. 固井技术措施

##### 1) 前置液设计

油包水钻井液体系在吉林油田第一口井的现场试验, 固井设计与常规钻井液和水包油钻井液有本质区别, 油包水钻井液固井前和套管壁上黏附有一层油浆、油膜, 这将导致水泥环界面胶结性能差。室内试验表明, 这种情况下水泥石的界面胶结强度为零, 会严重影响固井质量, 因此, 注水泥浆前注高效前置液是固井成败的关键。前置液必须进行驱油设计, 清除井壁油污并携出井口, 提高水泥与地层的胶结质量。

根据吉林油田的特点, 结合大庆油田油包水钻井液的成功经验, 方案设计为: 柴油  $5\text{m}^3 + \text{YJC}$  驱油冲洗液  $8\text{m}^3 + \text{SYZ}$  黏稠隔离液  $12\text{m}^3$ 。

该体系主要由有机溶剂、表面活性剂和螯合剂组成, 具有对油包水钻井液强力渗透、增溶、乳化和螯合的复合效果, 能在短时间内迅速有效地将附着在井壁、套管壁上的油浆、油膜洗净, 冲洗率达  $100\%$ , 使井壁和套管壁由“油湿”变成“水湿”状态, 有利于水泥石的界面胶结, 即冲洗后界面胶结强度增加。

##### (1) 冲洗液性能及指标。

YJC 驱油冲洗液是在生物表面活性剂基础上复合了几种离子和非离子型表面活性剂制成的阴离子型高效环保生物驱油剂, 具有耐高温、强分散、快穿透等优点, 可以快速高效地溶解和冲刷黏附在套管和井壁上的油污及泥饼, 确保两个界面的胶结质量 (表 5)。柴油、冲洗液和钻井液的相容性见表 6。

表 6 中实验数据表明: JYC 驱油冲洗液和油基钻井液及柴油。

##### (2) 隔离液性能及指标。

隔离液 DG180 是针对深井、超深井 (井底循环温度高达  $180^{\circ}\text{C}$ ) 研制开发的抗高温型隔离液。该隔离液体系在常温条件下不但具有长期的沉降稳定性 ( $96\text{h}$  以内无析水无沉降) (表 7), 而且在高温条件下具有稳定的悬浮性 ( $180^{\circ}\text{C}$ 、 $4\text{h}$  浆体上下密度差小于  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ )。该隔离液体系具有良好的相容性和流变性 (表 7), 密度在  $1.05 \sim 1.77\text{g}/\text{cm}^3$  范围内可调, 在固井过程中起着重要的压稳、隔离及顶替等作用。高温隔离液 DJ180 由清水、高分子聚合物、降失水剂、抑制剂、悬浮剂和加重材料组成, 能够高效携带残留泥浆泥饼和沉淀岩屑, 隔离钻井液和水泥浆, 防止泥页岩膨胀、减少油气层污染, 压稳下部水泥浆液柱防止发生气窜。

表 5 冲洗效率评价实验

| 冲洗液类型                  | 冲洗率, %     |
|------------------------|------------|
| YJC                    | 90         |
| 试验条件 (室温、泥饼厚度 1 ~ 2mm) | 冲洗时间为 4min |

注: 所用钻井液为昌 37 井现场取油基钻井液。

表 6 柴油、冲洗液和钻井液相容性

| 混合比<br>(体积百分比) | 旋转黏度计读数    |            |            |            |          |          |
|----------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|
|                | $\phi$ 600 | $\phi$ 300 | $\phi$ 200 | $\phi$ 100 | $\phi$ 6 | $\phi$ 3 |
| 100% 钻井液 (M)   | 160        | 94         | 70         | 50         | 8        | 5        |
| 100% 冲洗液 (S)   | 1.5        | 0.5        | 0.2        | 0          | 0        | 0        |
| 柴油 (O)         | 3          | 1          | 1          | 0          | 0        | 0        |
| O : S 95 : 5   | 3          | 1.2        | 1          | 0.3        | 0        | 0        |
| O : S 75 : 25  | 7          | 4          | 1.5        | 0.5        | 0        | 0        |
| O : S 50 : 50  | 3.6        | 2          | 1          | 0.5        | 0        | 0        |
| M : O 95 : 5   | 34         | 18         | 15         | 8          | 0.5      | 0        |
| M : O 75 : 25  | 25         | 17         | 8          | 4          | 0        | 0        |
| M : S 95 : 5   | 120        | 76         | 57         | 35         | 5        | 2        |
| M : S 75 : 25  | 76         | 48         | 26         | 15         | 3        | 2        |
| M : S 50 : 50  | 32         | 18         | 14         | 12         | 4        | 2        |

注: O 为柴油、M 为昌 37 井现场油基钻井液、S 为 YJC 冲洗液。

表 7 DG180 (密度 1.68g/cm<sup>3</sup> 隔离液) 常温下相容性试验数据表

| 混合比<br>(体积百分比) | 旋转黏度计读数    |            |            |            |          |          |
|----------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|
|                | $\phi$ 600 | $\phi$ 300 | $\phi$ 200 | $\phi$ 100 | $\phi$ 6 | $\phi$ 3 |
| 100% 冲洗液 (M)   | 1.5        | 0.5        | 0.2        | 0          | 0        | 0        |
| 100% 隔离液 (S)   | 225        | 136        | 102        | 61         | 10       | 9        |
| S : M 95 : 5   | 169        | 105        | 80         | 50         | 9        | 6        |
| S : M 75 : 25  | 71         | 39         | 29         | 18         | 3        | 2        |
| S : M 50 : 50  | 25         | 14         | 9          | 5          | 1        | 1        |
| S : M 25 : 75  | 8          | 5          | 3          | 2          | 1        | 1        |
| S : M 5 : 95   | 5          | 3          | 2          | 1          | 1        | 1        |

注: M 为 YJC 冲洗液; S 为 DG180 隔离液。

试验证明该隔离液与水泥浆、冲洗液有良好的相容性,二者之间任意接触均不发生增稠、絮凝现象,有利于提高顶替效率和改善水泥环胶结质量。

## 2) 水泥浆设计

### (1) 水泥浆封固段结构 (表 8)。

该井水泥浆设计返至井口, 由于封固段长达 4800m, 考虑到封固段上下温差太大, 防止水泥浆超缓凝与不凝, 需要分级注施工, 一次来解决封固段长的难题。

表 8 水泥浆封固段结构表

|     | 水泥浆类型         | 封固段          | 水泥浆体系     |
|-----|---------------|--------------|-----------|
| 一级注 | 首浆 (段长 840m)  | 4140 ~ 3300m | 超高温微膨胀水泥浆 |
|     | 尾浆 (段长 660m)  | 4800 ~ 4140m | 超高温微膨胀水泥浆 |
| 二级注 | 首浆 (段长 1600m) | 1600m ~ 井口   | 晶体微膨胀水泥浆  |
|     | 尾浆 (段长 1500m) | 3100 ~ 1600m | 晶体微膨胀水泥浆  |

注: ①技术套管 3660m, 盲板位置 4815m, 机械式分级箍位置 3100m, 一级注返高 3300m。

②一级注: 双凝水泥浆, 上部和下部分为超高温微膨胀防窜水泥浆; 下部尾浆封固双一段, 首浆返至分级箍以下 200m 处;

③二级注: 双凝水泥浆, 上部和下部分为高温微膨胀防窜水泥浆。

### (2) 水泥浆体系的优选。

水泥浆在井筒内硬化时, 作用于地层的浆柱压力在不断降低, 从而引起油、气、水窜问题。为了有效地防止气窜, 在对本井的水泥浆设计时, 根据井地质、工程等情况, 用颗粒堆积理论, 经过优选结果, 使用 WD-H 晶体微膨胀放窜水泥浆技术。

WD-H 晶体膨胀剂在 CaO、MgO 水化初期主要产生凝胶状的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  晶体, 随后发生重结晶, 转化为较大颗粒的结晶体, 充填于水泥石基体孔隙内并产生微膨胀。其化学反应式为:



由于  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  晶体比 CaO、MgO 占据更大的空间, 因此, 在宏观上随晶形的变化, 水泥石产生微膨胀。

一般不加膨胀剂的普通水泥浆在塑性硬化阶段体积收缩, 而这种膨胀剂具有塑性膨胀和硬体膨胀的双膨胀功能, 在水泥浆初凝和终凝期间, 也就是水泥浆具有塑性特性时, 它具有膨胀功能, 随水化龄期的延长, 膨胀量仍然在增加。WD-H 膨胀剂具有双重微膨胀作用, 在固井作业中, 可防止环空上侧产生微裂隙。

### (3) 昌 37 完井水泥浆性能室内评价实验。

#### ① 防窜水泥浆的 PVF 实验。

根据昌 37 井的地质、工程情况, 对于完井水泥浆, 我们应用颗粒堆积理论, 设计和实验出了常规密度的耐高温微膨胀防窜水泥浆, 该水泥浆体系比一般常规密度水泥浆具有较高的 PVF, 这就是说形成的水泥石具有良好的密实性。表 9 为常规密度水泥浆与优化设计后的水泥浆的 PVF 对比。

表 9 中可看出, 经过颗粒堆积优化设计的水泥浆的 PVF 明显高于常规密度防窜水泥浆。