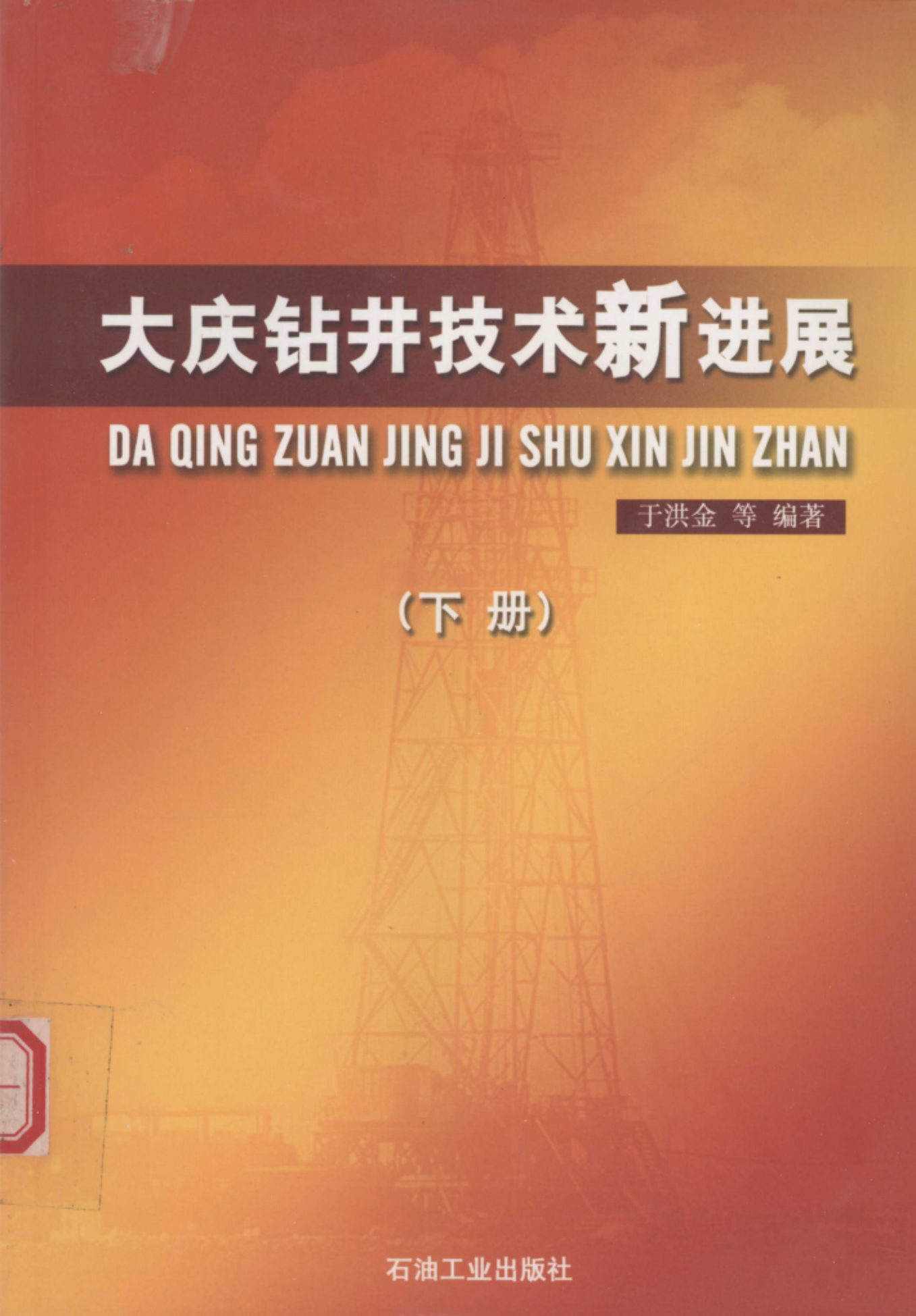




大庆钻井技术新进展

DA QING ZUAN JING JI SHU XIN JIN ZHAN

于洪金 等 编著

(下 册)

石油工业出版社

责任编辑：王焕弟
责任校对：王 颜
封面设计：李 丹
王 蕾

ISBN 7-5021-5092-7



9 787502 150921 >

ISBN 7-5021-5092-7/TE·3939

全册定价：180.00元

大庆钻井技术新进展

(下 册)

于洪金 等 编著

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大庆钻井技术新进展/于洪金等编著.
北京:石油工业出版社,2005.6
ISBN 7-5021-5092-7

I. 大…
II. 于…
III. 油气钻井-技术
IV. TE 242

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 049791 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.cn
总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392
经 销:全国新华书店
印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷
787×1092 毫米 开本:1/16 印张:71.75
字数:1827 千字 印数:1—2300 册

全册定价:180.00 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

《大庆钻井技术新进展》编委会

主 编：于洪金

副主编：佟德安 沈宗约 刘 富 周英操

编 委：李文斌 丁保刚 杨决算 杨智光 刘 文

邹 野 慕万军 王晓达 韩 辉 阎 铁

孔凡军 宋文明 张洪军 季海军 弓玉杰

邸百英 李玉海 程 艳 焦洪柱 肖志兴

序

随着大庆油田的进一步开发,钻井工程面临的难度越来越大:钻遇的地层条件更加复杂,由此会引发一系列井下复杂情况和井下事故;深井、调整井数量增加,技术难度较大;套管损坏问题十分突出。这一切引起了钻井界的高度关注,必须通过开展科学研究与技术攻关才能解决。

“九五”以来,中国石油天然气集团公司科技发展部和大庆石油管理局针对上述情况,组织了系列配套技术攻关,包括调整井钻井完井配套技术研究、套管先期保护技术研究、储层评价与保护技术研究、深井钻井完井配套技术研究、探井欠平衡钻井完井配套技术研究、小井眼钻井完井配套技术研究和外围“三低”小油田经济有效开发技术研究,以及科研成果的现场实验与推广工作。这些都取得了重大突破和创新,不仅卓有成效地解决了大庆油田勘探开发中所遇到的钻井技术难题,而且为今后大庆钻井技术的发展打下了坚实的基础,促使大庆油田钻井技术在理论和实践上均迈上了一个新台阶,为大庆油田的长期稳产高产作出了突出贡献。

本书分上、下两册,所收集的 161 篇论文和研究报告就是上述研究成果的全面总结。全书分为钻井工艺技术、钻井液技术、固井技术、钻井完井工具、钻井地质技术、钻井软件与信息技术、实验室试验与检测技术七个部分,覆盖面广,重点突出大庆油田的调整井钻井完井技术、水平井钻井完井技术、欠平衡钻井完井技术、深井钻井完井技术和套管先期保护技术等几个方面,集中反映了大庆油田钻井的技术优势;同时,本书每一篇文章都是一项科研成果及现场经验的总结,因而也是可解决相关问题、行之有效的实用新技术。

祝贺此书的正式出版,它可作为石油钻井技术人员的参考书和培训教材。有理由相信,它的出版将对大庆油田乃至我国石油钻井工程技术的发展起到一定的推动作用。

中国工程院院士

2004 年 6 月 于北京

前 言

《大庆钻井技术新进展》是一部反映“九五”、“十五”以来大庆钻井技术的研究方向和新进展的技术性书籍，力求反映出“九五”以来大庆钻井技术的发展状况、技术实力和技术水平。

本书既讲理论也介绍实际应用技术，且以实际应用技术为主，书中特别注重理论与实际应用技术的结合。

全书分为钻井工艺技术、钻井液技术、固井技术、钻井完井工具、钻井地质技术、钻井软件与信息技术、实验室试验与检测技术等七个部分。主要突出大庆油田的调整井钻井技术、水平井钻井技术、欠平衡钻井技术、深井钻井技术、套管先期保护技术等几个方面，反映大庆突出的钻井优势技术。录用的论文以原科研成果为主，进行提炼，并写出了成果应用后的发展状况。

本书由教授级高级工程师于洪金担任主编。参加编写的单位有大庆石油管理局钻探集团的钻井工程技术研究院、钻井一公司、钻井二公司、钻井技术服务公司、地下资源开发有限公司、塔里木公司、大庆油田有限责任公司井下作业分公司，以及大庆石油学院等单位。钻井工程技术研究院总体上负责本书编写的具体工作。参加本书编写的作者有 634 人，他们大多是油田现场、科研单位和石油院校亲自参加“九五”攻关项目的教授、副教授、教授级高级工程师、高级工程师和工程师，有丰富的实践经验和理论知识。参加编审的有 25 人，他们多是熟悉本专业的知名高级工程师。本书的结构、每章的编写提纲及编写内容都是经过作者、有关专家、编写组多次讨论确定的。从确定提纲到编写定稿，共开了大小审查会 20 余次。本书的编写得到了大庆石油管理局钻井系统各单位的高度重视和石油工业出版社的大力协作，编者代表编写组向以上单位表示衷心的感谢。

本书第一部分由邸百英负责审核，第二部分和第六部分由弓玉杰负责审核，第三部分由杨智光负责审核，第四部分由李玉海负责审核，第五部分和第七部分由程艳负责审核。全书由于洪金、佟德安、沈宗约、刘富、周英操审定。

本书可供现场领导干部、技术人员阅读使用，也可供科研单位研究人员参考。

本书涉及的钻井完井技术的内容较多，由于时间仓促，加之我们水平的限制，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2004 年 6 月

目 录

(上 册)

第一部分 钻井工艺技术

斜直井钻井技术	于洪金	何俊才	毕春林	吴晓川	孔庆欣 (3)
裂缝性泥岩探井水平井井眼轨道控制技术的应用	邸百英	杨跃波	王大力 (8)		
阶梯水平井钻井完井技术	何俊才	闫玉良	王 生	马 俊	王显邦 甘绍成 (16)
侧钻水平井轨迹设计与控制技术的应用	张世忠	王大力	张树峰	傅学才 (24)	
LWD 在薄油层阶梯水平井中的应用技术	李瑞营	李文斌	杨决算 (30)		
欠平衡钻井技术在大庆油田卫深 5 井中的应用	周英操	张洪军	王广新	翟洪军	姜玉芳 田鲁才 (37)
欠平衡钻井设计中若干问题的考虑	黄林栋	宋文明	王永吉	李瑞营	赵新瑞 (44)
欠平衡钻井专用设备的研制	韩玉安	韩海生	李伟胜	赵凯来 (50)	
欠平衡井底压力温度随钻测试仪器的研制与应用	孔凡军	周英操	刘永贵	王广新	李 明 (56)
水平井取心技术在大庆油田的应用	袁 杰	王晓舟	王玉武 (63)		
保压取心技术的研究与应用	杨永祥	王晓舟	焦洪柱	袁 杰 (68)	
小井眼开发井钻井参数优选技术	黄林栋	韩 辉	魏 东 (77)		
小井眼直井防斜钻具结构设计及应用	焦洪柱	张学鸿	王广新	刘巨保	叶东庆 孙 超 (81)
小井眼井斜的影响因素分析与实践	王洪英	韩 辉	翟洪军	姜玉芳 (87)	
老井取套侧钻钻井技术研究与应用	韩 辉	王洪江	朱红岩	钟 辉	张海山 韩 昌 (93)
钻井动态参数测试仪的研制	李国义	周英操	焦洪柱	郭福祥 (110)	
钻压伺服控制系统的研制	焦洪柱	郭福祥	李国义	王广新 (115)	
偏心防斜钻具的应用	于洪金	柏景海	殷朝阳	何俊才	刘 强 李子彤 (120)
偏重偏轴防斜工具的研制与应用				张书瑞	吕长文 (124)
大庆长垣西翼易斜区钻井技术研究	贾仲宣	阎 铁	周英操 (131)		
大庆外围低渗透油田经济有效开发钻井方案优选	王晓达	杨民瑜	李洪秀	王佳新	冉祥利 颜景军 (157)
钻柱力学理论及应用	何俊才	李 季	刘巨保	罗 敏	李志森 林 辉 (163)
深井钻井参数多目标可靠性优化	张书瑞	吕长文	李洪秀 (171)		
深井钻具失效的机理与预防	刘 富	赵德云	杨决算 (177)		
钻柱纵向振动规律分析研究	赵德云	周英操	杨海波 (182)		
自适应共振神经网络法优选钻头技术研究	阎 铁	张书瑞	毕雪亮	刘春天	陈要辉 (189)

铰接式防斜钻具组合的研究与应用	赵德云	赵新瑞	姜敬华	(194)
钻柱减振技术的研究与应用	周英操	王述德	赵德云	(201)
大位移井钻柱振动规律研究及应用	阎铁	韩春杰	毕雪亮	(208)
大庆中型变频钻机的研究与应用	于洪金	温世民	李伟民	(220)
高效安全环保型井口机械化系统的设计与应用	温世民	李景祥	王昌立	(225)
大庆 IADC 井控培训系统的建立和应用	赵明文	梁凤斌	张书瑞	(230)
交流变频调速技术在 ZJ—15 钻机上的应用	许国林	李琛	李玉海	(235)
新型分体式钻杆旋转工具的研制与应用	申胡成	孙庆仁	吕长文	(240)

第二部分 钻井液技术

大庆油田钻井过程油气层保护技术研究与应用

.....	沈宗约	石德勤	宋广顺	宋瑞宏	刘雪芹	(245)
大庆深层气层模拟损害实验方法研究	宋广顺	宋瑞宏	刘雪芹	(253)		
特低渗透性砂岩储层钻井液损害与保护技术	宋瑞宏	宋广顺	王允良	刘雪芹	(259)	
大庆永乐油田葡萄花油层钻井完井过程中油层保护技术	王晓达	窦同君	冉祥利	张忠军	罗勇	郑传和
长垣东部裂缝性储层损害机理评价技术						(266)

长垣东部裂缝性储层损害机理评价技术

.....	宋广顺	刘雪芹	杨宇	潘永强	郑庆红	(272)
应用动态试验方法研究井壁化学稳定性	蔡永茂	赵玉娟	王树华	顾永福	(279)	
长垣东部深井眼稳定技术研究	何恕	郑涛	敬增秀	刘平德	(285)	
侧钻水平井钻井液技术	郑涛	蔡永茂	何恕	许永志	赵玉娟	(297)
小井眼钻井液技术研究与应用	韩玉华	耿晓光	顾永福	(302)		
硅酸盐钻井液体系的研究与应用	何恕	郑涛	敬增秀	刘平德	(309)	
甲酸盐钻井液体系研究与推广应用	顾永福	宋瑞宏	王树华	孙淑珍	韩玉华	(318)
水包油钻井液在欠平衡钻井中的应用	耿晓光	郝立志	郑涛	(324)		

深井抗高温油包水钻井液研究与应用

.....	于兴东	姚新珠	林士楠	刘志明	弓玉杰	(330)
改善界面胶结强度的低聚硅钻井液体系	谢凤臣	弓玉杰	孙晓红	韩玉华	(335)	

聚硅氟钻井液在冀东油田水平井中的应用

.....	李英武	孙忠富	赵秀良	黄晓	蔡勇	易凤荣	(341)
-------	-----	-----	-----	----	----	-----	-------

乳液高分子钻井液在大庆油田调整井中的应用

.....	毛伟汉	许长勇	余建顺	吴景龙	叶学军	付娜	(345)
“双保”钻井液体系在塔里木油田的应用.....	李富						(348)
不同岩性动态泥饼形成规律研究	李波	弓玉杰	吴广兴				(358)
对大庆深井裂缝井漏问题的认识	韩玉华						(362)

英台地区垂直裂缝防漏、堵漏技术研究与应用

.....	张书瑞	李国彬	孙庆仁	杨春和	孟庆双	(366)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-------

低密度钻井液对电测曲线的影响及恢复技术

.....	杨民瑜	王文璋	王佳新	李洪秀	王连生	王明升	(379)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

第三部分 固井技术

固井顶替效率影响因素的试验研究	吴广兴	万发明	肖海东	高大勇	(391)
深井固井环空气窜规律研究	刘爱玲	慕万军	陈晓楼		(402)
高温下 G 级油井水泥性能研究	徐明	张景富	高莉莉	肖海东	王欢
固井二界面流体流动的计算分析	万发明	吴广兴	弓玉杰	李波	(421)
固井二界面问题的分析与机理研究	弓玉杰	吴广兴	万发明	李波	(428)
注水开发油田水渗流对固井质量影响的实验研究	陈晓楼	李扬	莫继春	赵永会	肖志兴
提高水泥环韧性实验研究与标准建立	赵永会	张洪军	李扬	莫继春	卢东红
A 级水泥环胀缩性能对固井质量影响的试验研究	刘爱玲	李国华	王欢		(450)
DHL 抗高温防窜水泥浆体系研究及应用	姜宏图	肖志兴	李文斌	马淑梅	(455)
大庆深井混凝降滤失剂的研制	杨智光	徐永辉	武永波		(463)
DPF-2 气层固井水泥浆降失水剂研究	卢东红	金永男	李国华	李世梅	(471)
SW 低密度水泥浆体系的研究	金永男	贾维君	李世梅		(478)
DRK 韧性水泥浆体系的研制	莫继春	李扬	卢东红	赵永会	(487)
固井防水窜机理研究与应用	罗长吉	杨智光	程艳	刘爱玲	(494)
AWG 抗渗固井水泥的研究与应用	肖志兴	姜宏图			(502)
泥浆报废井压实液 BPW 研究与应用	徐明	杨智光	孙彤岩		(512)
高密度冲洗隔离液的研究	和传健	徐明	肖海东	李勤	(517)
高温冲洗液 YJC-1 的研究与应用	杨智光	徐明	肖海东	王广雷	(523)
大庆外围欠平衡井完井技术研究	和传健	张洪军	武永波	马淑梅	(532)
海拉尔固井质量原因分析及对策研究	肖海东	宋文明	何文革	和传健	(541)
大庆调整井防漏水泥浆的研究	和传健	马淑梅	程艳	罗长吉	(547)
高压层防窜固井技术研究	程艳	刘志煊	马淑梅	和传健	罗长吉
高压调整井井底封固段严重窜槽问题的分析与对策	翟香云	王建东	陶洪彬	杨瑞明	李占海
高炉矿渣水化过程中晶核诱导机理	肖志兴	徐明	姜宏图		(566)
井内水泥环物性变化及影响因素研究	肖志兴	慕万军			(572)
三次加密固井质量相关问题与认识	弓玉杰	季海军	肖志兴	程艳	石德勤
调整井固井后管外窜冒原因分析及预防	钟启刚	吴广兴	曾东升	任民	罗长吉
声变遇阻通井技术研究与应用	郭金平	李连军	刘铁卜	王鹏	姜福华
调整井延时声变检测固井质量变化规律研究	贾付山	佟雪松	童立军		(602)
延时声变条件下调整井多压力层系固井技术	郭金平	李连军	刘铁卜	齐玉龙	卢士芬
多压力层系长封井固井配套技术研究	徐永辉	宋文明	武永波	肖海东	高大勇

气动立式罐下灰系统及配套技术研究	周兆明	李井坤	(620)
固井施工监测系统研究与应用	丁保刚	戚月波	童立军
套管串居中度与固井质量模拟预测	邹野	何俊才	鄢福明
固井水泥浆密度自动控制技术	刘巨保	陈彦平	赵贤初
大庆地热井固井完井技术	祁兆清	刘文	韩海生
	张庆豫	许国林	罗凌威

(下 册)

第四部分 钻井完井工具

钻井井下“三器”的研究与应用	周英操	贾仲宣	王述德	李玉海	(653)
可变径稳定器的研制及应用	李琛	许国林	于江		(674)
小井眼水力加压钻具的研制与应用	翟洪军	李玉海	刘玉民	姜玉芳	(681)
液力旋冲钻具及钻头的研制与应用	刘玉民	祁兆清	孙艳龙	韩玉安	(687)
深井事故处理工具的研制与应用	申胡成	张书瑞	吕长文		(695)
松散地层取心工具的研制与应用	张绍先	王晓舟	杨永祥	袁杰	(699)
小井眼取心工具与工艺技术研究	袁杰	王晓舟	杨永祥		(703)
定向保液取心工具的研制与应用	王晓舟	杨永祥	王玉武	张绍先	(710)
绳索取心工具的研制与应用	杨永祥	王晓舟	袁杰		(715)
双向减振器工作原理及受力分析	周英操	刘文	赵德云		(724)
平衡压差式套管外封隔器的研制与应用	刘玉民	韩海生	许国林	韩玉安	李玉海
TFSL—140 型套管外封隔器的研制及应用	刘玉民	张洪君	金志富	王洪亮	聂红芳
压胀式套管外封隔器研制与应用	祁兆清	罗凌威	刘玉民	赵立新	(742)
水泥面控制工具的研制及施工工艺	王洪潮	李玉海	王洪亮	聂红芳	(745)
不钻胶塞双级注水泥工艺及工具的研究应用	许国林	李琛			(750)
φ244.5mm×φ139.7mm 尾管悬挂器的研制	张显军	金志富	常珍	王洪亮	王洪潮
U 形管效应控制器的研制及应用	杨智光	吴广兴	徐永辉	高大勇	(761)
水力式水泥浆活化器的研制及应用	李玉海	许国林			(765)
环空压力补偿固井技术研究与应用	周记满	贾付山	朱长波	李天群	高世永
液压承托式水泥帽固井工具的研制及应用	周记满	李井坤			(779)
φ88.9mm 侧钻水平井套管外封隔器的研制与应用	韩玉安	孙艳龙	姜树文	韩海生	(784)
套管变径扶正固井工具的研制与应用	李天群	迟庆辉			(787)
DX2 型 PDC 套铣钻头的研制	王春华	姜树文	李欢欢		(794)
适应大庆油田 PDC 钻头的研制与应用	刘振明	张川平	张治邦	国学臣	刘英众
PDC 钻头模具三维设计和数控加工技术研究与应用	韩贺				(799)

..... 张治邦 国学臣 解 军 张永星 刘振明 刘英众 (809)
钻杆无损检测工艺技术的研究与应用 张艳波 刘长军 毕宏波 (819)

第五部分 钻井地质技术

调整井地层孔隙压力预测及钻井泄压技术
..... 陈喜申 何礼君 韩 忠 李万全 桑双利 (827)
地层流体影响水泥环胶结质量的机理分析 肖志兴 卢丽文 陈晓楼 刘志煊 (838)
调整井油层流体渗流速度预测与控制技术
..... 何礼君 董美农 王明升 颜景军 于常泽 (845)
调整井完井地层孔隙压力解释技术 何礼君 王广仁 王连生 刘保全 王 杰 (852)
多压力层系下固井液密度确定方法的研究 肖志兴 卢丽文 纪宝华 (861)
大庆油田影响调整井固井质量地质因素分析
..... 纪宝华 郭 军 高淑萍 宗 欣 于正涛 董美农 (867)
大庆长垣北部套损区套损层位地层压力预测技术
..... 郭 军 徐 艳 王明升 杨民瑜 宗 欣 桑双利 (873)
大庆长垣北部漏失压力定量预测方法研究
..... 王广仁 纪宝华 魏彩婷 孙永华 徐 艳 徐 清 (881)
大庆长垣南部调整井地层孔隙压力动态预测方法的研究
..... 王亚伟 王建东 杨瑞明 翟香云 孙淑兰 李占海 (886)
喇嘛甸油田萨零组影响固井质量的气层预测技术
..... 纪宝华 郭 军 颜景军 许泽剑 窦凤飞 (895)
提高大庆外围低渗透油田钻井成功率技术
..... 窦同君 冉祥利 张忠军 王朝阳 穆青泉 王佳新 (900)
地质辅助导向技术在薄油层阶梯水平井中的应用
..... 韩 忠 郭 军 彭永生 陈喜申 宗 欣 高淑萍 (905)
低渗高压层负压钻井及固井压稳临界密度确定方法研究
..... 杨瑞明 王建东 李占海 金银华 (911)
敖包塔油田浅气层分布规律研究 张玉玲 高战友 (920)
人工神经网络法随钻监测地层压力技术 毕雪亮 阎 铁 陈要辉 (927)
大庆油田分区块岩石可钻性的研究 安明玉 宋玉玲 (935)
大庆深层岩石力学特性参数的试验研究 叶东庆 安明玉 王洪英 (941)
大庆油田分区块地层矿物组分、理化性能的研究与分析
..... 顾永福 郑祥玉 蔡永茂 赵玉娟 (946)
应用录井资料建立地应力剖面方法 张书瑞 翟 阳 罗衍清 张义元 (952)

第六部分 钻井软件与信息技术

China—Drilling 中国钻井专业信息网站建设
..... 佟德安 弓玉杰 鹿志文 张子银 彭晓红 (961)
信息技术在钻井领域的应用与发展 鹿志文 张子银 季海军 (966)
欠平衡钻井监测分析系统开发与应用 ... 孔凡军 鹿志文 栗朝军 周庆刚 张子银 (971)

“三低”小油田合作开发的经济评价·····	宋瑞宏	杨淑静	王永吉	(976)
基于录井仪实时获取钻井参数技术研究·····	张子银	栗朝军	鹿志文	周庆刚 (985)
钻井工程软件的对比与分析·····	黄林栋	王永吉	于海江	李瑞营 (990)
利用测井资料预测岩石可钻性及钻头选型软件的研究与应用 ·····	王洪英	叶东庆	安明玉	(996)
用模拟技术评价钻井完井液对低渗储层的损害·····	刘雪芹	李 芹	宋广顺	(1003)
钻井技术基础信息综合应用服务系统软件 ·····	邢川生	王春蕊	李相成	李 季 李玉华 刘长喜 (1008)
钻井工程数据服务系统·····	任文进	鲁玉梅	黄林栋	杨淑静 (1016)
钻井机械设计服务系统·····			张子银	张鹏宇 (1023)
井位测量控制网的建立与应用·····			高战友	陈海燕 (1028)
固井质量综合分析与评价系统·····	丁保刚	范廷秀	吕合玉	贾付山 (1037)
钻头优选的属性层次模型及应用·····			张书瑞	毕雪亮 (1043)

第七部分 实验室试验与检测技术

钻井全尺寸综合模拟试验装置

·····	何新民	王述德	周英操	焦洪柱	李国义	郭福祥	(1051)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

钻井全尺寸 6000m 井底压力环境模拟技术与设计

·····	周英操	赵立新	李国义	焦洪柱	郭福祥	(1059)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

旋转防喷器试验检验装置的研制·····	韩玉安	李伟胜	韩海生	赵凯来	(1067)
---------------------	-----	-----	-----	-----	--------

高温高压动态损害模拟实验装置·····	刘雪芹	宋广顺	李 波	弓玉杰	刘志明 (1071)
---------------------	-----	-----	-----	-----	------------

固井后环空水(气)窜模拟装置·····			刘爱玲	陈晓楼	(1076)
---------------------	--	--	-----	-----	--------

水渗流模拟装置的研制·····			陈晓楼	刘爱玲	(1079)
-----------------	--	--	-----	-----	--------

固井界面胶结评价装置·····	陈晓楼	万发明	高大勇	陈 刚	刘爱玲 姜宏图 (1084)
-----------------	-----	-----	-----	-----	----------------

水泥环胀缩性能测量装置·····	刘爱玲	李国华	王 欢	(1090)
------------------	-----	-----	-----	--------

霍布金森水泥石动态力学性能与射孔验窜检测评价试验装置

·····	莫继春	李 扬	卢东红	赵永会	(1095)
-------	-----	-----	-----	-----	--------

水平井钻井液携屑实验装置研究·····	张景富	代 奎	佟 卉	(1102)
---------------------	-----	-----	-----	--------

附 录

大庆石油管理局钻探集团简介·····	(1111)
大庆石油管理局钻探集团钻井工程技术研究院简介·····	(1113)
大庆石油管理局钻探集团钻井一公司简介·····	(1116)
大庆石油管理局钻探集团钻井二公司简介·····	(1117)
大庆石油管理局钻探集团钻井生产技术服务公司简介·····	(1119)

第四部分

钻井完井工具

钻井井下“三器”的研究与应用

周英操 贾仲宣 王述德 李玉海

(大庆石油管理局钻探集团钻井工程技术研究院)

摘 要 为提高钻井井身质量和减少钻井作业中的复杂情况,大庆油田钻井工程技术研究院从 20 世纪 80 年代中期开始研制了井下三器(钻井稳定器、钻具减振器和钻具震击器),并在实际应用中取得了显著的技术经济效益。本文对已研制的井下三器的工作原理、基本结构和使用情况进行了简要总结,并针对各自的特点提出了一些基本认识,以为现场工程技术人员用好井下三器提供技术参数。

关键词 钻井工具 钻井技术 稳定器 减振器 震击器

在石油钻井中,组成钻柱的钻铤、钻杆、方钻杆、钻头等是井下基本钻具组合。为保证井下安全钻进和井身质量,并提高钻具的使用寿命,必须配备具有特殊功能的井下技术工具。其中井下三器——稳定器、减振器和震击器,是最常用的不可缺少的井下技术工具。因此,国内外的钻井工程技术人员均非常重视对井下三器的研究,并广泛使用于钻井生产中,对提高钻井生产效益和减少井下事故起到了重要作用。

大庆油田开发 40 多年来,根据钻井生产的需要,随着钻井技术的不断发展,钻井井下三器也不断完善与发展。油田开发初期,为防斜打直井的需要,推广使用了标准钻具与满眼钻具结构。因此,大庆钻井工程技术研究院研制了 $\phi 195$ 方接头、 $\phi 184$ 找中器以及 $\phi 213$ 直棱稳定器等,并完善了这些工具的现场使用工艺标准和检验方法,为保证钻井质量和提高钻井速度提供了可靠的技术手段。

20 世纪 70 年代末,油田钻井生产进入一次加密阶段——钻调钻井。由于注水开发引起地层的异常高压,钻进中井下复杂情况经常发生。因此,大庆钻井工程技术研究院研制了四棱螺旋稳定器,以替代直棱稳定器,同时研制了可换套式螺旋稳定器,以提高稳定器整体使用寿命。

20 世纪 80 年代中期,随着调整井钻井数量的增多,易斜复杂区块的开发,大庆外围深井勘探的扩大,以及定向钻井的需要,钻井生产急需解决防斜、防卡、定向与保护钻头及钻具的使用寿命,提高钻井生产效率。为防止在定向钻井中大斜度井段钻具粘卡,以及在高密度钻井液调整井钻井中引起压差卡钻,大庆钻井工程技术研究院研制了 $\phi 146$ 液压机械随钻震击器和全液压随钻震击器。为提高深井钻井速度,防止钻硬地层时的钻具损坏和延长钻头使用寿命,研制了 $\phi 178$ 液压减振器、碟簧减振器、橡胶减振器和双作用减振器。

以上井下技术工具的研制与应用,在钻井生产中见到了显著的效果,研制井下技术工具的水平不断提高,其中减振器与随钻震击器的研制技术达到了国内先进水平。

研制钻井井下三器在技术上有很大的难度,它除了发挥钻井基本工具,如钻铤和钻杆的基本功能外,还要完成其特定的或规定的动作。

钻井井下三器的工作环境与受力极其复杂,是任何地面工具所不能比拟的。首先,它工

作在高温高压介质钻井液中，体积受井眼空间的限制；其次，在钻进过程中，受拉、压、扭转及振动等外载荷的作用，同时还要完成特定的动作。因此，在研制井下技术工具时必须同时考虑以下几点：

(1) 在工具体积方面，必须保证在特定的井眼条件下，完成确定的技术动作，不能因动作失效而导致井下事故的发生；

(2) 工作在井眼内的技术工具，由地面间接操纵，靠地面仪表和设备动态来判断其工作特性，因此要求其在钻井工艺上具有较强的可操作性；

(3) 为保证井下安全工作，必须具有足够的强度和工作的可靠性，而结构的复杂性、工作环境的限制和强度要求，形成了突出的矛盾。

解决以上的技术难点，不但要求研制者具有丰富的现场实践经验，还要求对钻柱力学具有较深入的研究，并对其他技术领域，如材料学、密封技术、机械加工、测试技术等有深入的研究。

1 钻井井下技术工具设计应遵循的一般原则

由于钻井井下技术工具（尤其是井下三器）在复杂的井眼条件下完成特定的功能，在设计时应遵循以下原则。

1.1 工艺保证原则

井下技术工具是为完成特定的钻井工艺技术要求而设计的。其结构必须保证在现有钻井工艺条件下，完成其规定的动作。如减振器，减振元件结构必须满足各种钻井条件下的减振要求。否则就起不到保护钻头和钻柱，延长其使用寿命的目的。震击器的结构在卡钻时能及时提供必要的震击力，并根据需要，可随时上击或下击。

1.2 安全保证原则

井下技术工具的工作条件十分恶劣，其尺寸受井眼条件限制，在设计时各零部件必须保证有足够的使用寿命。在规定的外载条件下，至少保证检修期不少于一个钻头的使用周期，一般不得少于 300h。

1.3 配伍原则

由于钻井井下技术工具是钻柱的一部分，其水眼尺寸与连接螺纹均应与所连接的钻铤尺寸一致。其总体强度不应低于与其相配合的钻柱强度，水眼尺寸需考虑钻进中测试仪器的可通过性。外径尺寸需考虑环空钻井液的流道及打捞作业的可行性等。

1.4 等强度设计原则

为完成井下技术动作，一般井下技术工具在结构上都不是单一的筒体，在尺寸受到限制的条件下，必须在有限空间范围内，优化尺寸，满足等强度要求，有效利用有限的空间位置。