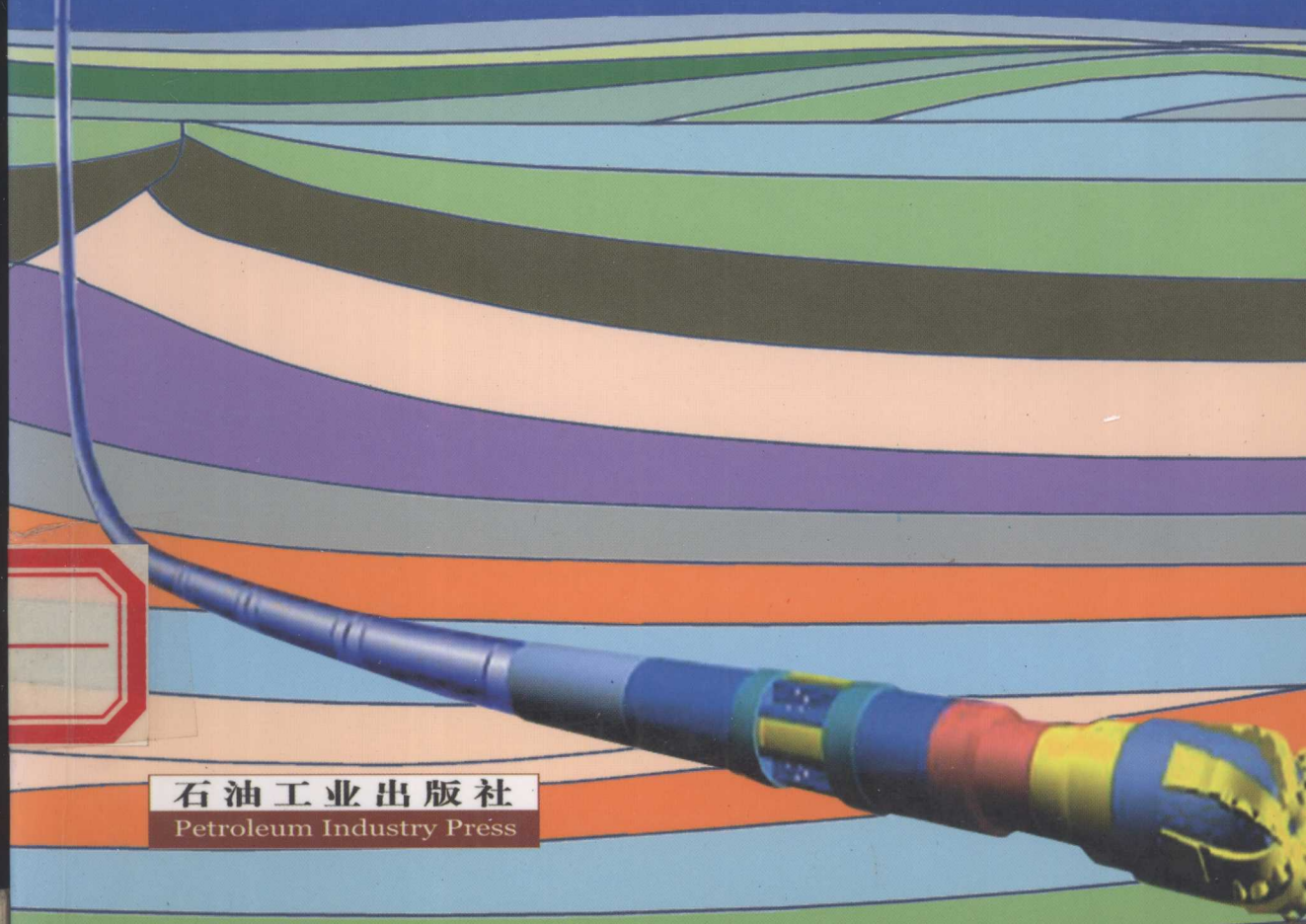


大位移井钻井技术 及其在渤海油田的应用

主 编 周守为 张 钧

副主编 姜 伟 蒋世全



石油工业出版社

Petroleum Industry Press

大位移井钻井技术及其 在渤海油田的应用

主 编 周守为 张 钧
副主编 姜 伟 蒋世全

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是对实施和完成“九五”期间国家“863”计划海洋领域、海洋探查与资源开发技术主题中的海底大位移井钻井技术专题的回顾和总结。详细介绍了大位移井钻井工程设计、施工集成软件的开发与应用、井下可变径稳定器的研制与应用、地面监测及评价、大位移井水基钻井液技术。最后介绍了在渤海油田的应用情况

本书适用于从事钻井工程的科研人员和技术人员阅读,对大专院校相关专业的教师及研究生具有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

大位移井钻井技术及其在渤海油田的应用 / 周守为, 张钧主编.
北京: 石油工业出版社, 2002. 12

ISBN 7-5021-4053-0

I. 大…

II. ①周… ②张…

III. 油气钻井—设计

IV. TE22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 095278 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京乘设伟业科技排版中心排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787 × 1092 毫米 16 开本 15.25 印张 2 插页 400 千字 印 1—1100

2002 年 12 月北京第 1 版 2002 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4053-0/TE·2894

定价: 35.00 元

《大位移井钻井技术及其在渤海 油田的应用》编委会

顾问组组长：孙振纯

顾问：张武攀 苏义脑 施太和 潘世奎 谭树人

主编：周守为 张 钧(执行)

副主编：姜 伟 蒋世全

编委：付建红 季细星 付鑫生 莫成孝

崔茂荣 邓金根 汪海阁 李相方

董星亮 王长利

编写人员分工

第1章

由中海石油研究中心开发设计院蒋世全编写

第2章

第2.1节由西南石油学院张军编写

第2.2节,第2.3节由西南石油学院付建红编写

第2.4节由西南石油学院贺志刚编写

第2.5节由西南石油学院付建红编写

第2.6节由北京石油勘探开发科学研究院唐雪平编写

第2.7节由北京石油勘探开发科学研究院王家进编写

第2.8节,第2.9节由西南石油学院徐壁华编写

第2.10节由石油大学邓金根编写

第2.11节由北京石油勘探开发科学研究院汪海阁编写

第2.12节由石油大学(北京)单志刚、卢中编写

第2.13节由西南石油学院徐壁华编写

第3章

第3.1节由北京石油勘探开发科学研究院季细星编写

第3.2节由西安石油学院付鑫生、周静、余志清编写

第4章

第4.1节由中海石油油田服务公司宋永强编写

第4.2节由石油大学(北京)李相方、卢中编写

第4.3节由西南石油学院蒲小林编写

第4.4节由西南石油学院崔茂荣、黄林基编写

第4.5节由西南石油学院崔茂荣、梁大川编写

第5章

由中海石油油田服务公司莫成效、沈伟及江汉石油学院向兴金编写

第6章

由中海石油有限公司天津分公司姜伟编写

**国家高技术研究发展计划(863 计划)海洋技术领域海底
大位移井钻井技术专题及课题主要研究人员名单(依参加单位为序)**

姓 名	性别	职务职称	工作单位	在项目中分担的任务
张 钧	男	主任、高工	中海石油研究中心	专题负责人,总体把关
蒋世全	男	博士后副研究员	中海石油研究中心	课题负责人,项目组织实施
梅文荣	男	博士、高工	中海石油研究中心	03 子课题负责人
陈 海	男	硕士工程师	中海石油研究中心	项目管理
宋春华	女	工程师	中海石油研究中心	油藏工程研究
程立芝	女	工程师	中海石油研究中心	油藏工程研究
周守为	男	总经理	中海石油天津分公司	专题负责人,总体把关
姜 伟	男	副总经理	中海石油天津分公司	课题负责人,组织管理、现场施工
曹式敬	男	钻井部副主任	中海石油天津分公司	项目实施管理
董星亮	男	主任工程师	中海石油天津分公司	项目实施管理
王长利	男	项目经理	中海石油天津分公司	QHD32-6 钻井项目经理
员彩芬	女	主任工程师	中海石油天津分公司	项目管理、协调
辛世刚	男	主任工程师	中海石油研究中心	油藏工程研究
霍建中	男	高工	中海石油天津分公司	QK17-2 钻井项目经理
吴成浩	男	高工	中海石油天津分公司	QHD32-6/QK17-2 完井
刘良跃	男	工程师	中海石油天津分公司	QHD32-6/QK17-2 完井
岳江河	男	工程师	中海石油天津分公司	QHD32-6 完井
邓建民	男	工程师	中海石油天津分公司	QK17-2 完井
张明江	男	高工	中海石油深圳分公司	南海东部大位移井钻井跟踪研究
施太和	男	教授	西南石油学院	01 子课题负责人、模型研究
付建红	男	副教授	西南石油学院	模型研究、软件编制、监测
陈 平	男	教授	西南石油学院	课题模型研究
张 军	男	讲师	西南石油学院	软件集成
徐璧华	男	副教授	西南石油学院	固井软件模型研究、编程
雍歧东	男	副教授	西南石油学院	经济评价及风险分析模型研究
贺志刚	男	博士	西南石油学院	摩阻扭矩分析

续表

姓 名	性别	职务职称	工作单位	在项目中分担的任务
何世明	男	讲师、博士	西南石油学院	套管强度设计模型研究及编程
陈 浩	男	讲师、硕士	西南石油学院	套管磨损分析模型研究
宋兴烈	男	讲师	西南石油学院	经济评价及风险分析软件编制
徐开放	男	博士	西南石油学院	轨迹设计模型研究及编程
肖 扬	男	副教授	西南石油学院	三维轨迹绘图
季细星	男	博士	北京石油勘探开发 科学研究院	02A 子课题负责人
陈祖锡	男	硕士、博士	北京石油勘探开发 科学研究院	软件研制负责人
王家进	男	硕士工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	室内外实验、软件编制、集成
唐雪平	男	硕士、高工	北京石油勘探开发 科学研究院	负责软件的编制、集成
张润香		高级工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	参与方案设计室内实验等工作
刘 杰	男	硕士工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	参与软件的编制
谢力能	男	高级工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	参与方案设计、室内实验
付鑫生	男	教授	西安石油学院	02B 子课题负责人
周 静	女	副教授	西安石油学院	下行指令传输通道研究
余志清	男	副教授	西安石油学院	井眼轨迹控制研究
樊正祥	男	副教授	西安石油学院	稳定器本体及液压伺服系统研究
刘惠恩	男	高工	西安石油学院	稳定器本体及液压伺服系统研究
张光伟	男	副教授	西安石油学院	稳定器本体及液压伺服系统研究
李文田	男	副教授	西安石油学院	稳定器本体及液压伺服系统研究
李 林	男	副教授	西安石油学院	稳定器本体及液压伺服系统研究

续表

姓 名	性别	职务职称	工作单位	在项目中分担的任务
丁 钜	男	高工	西安石油学院	控制器研究
雷景辉	男	研究生	西安石油学院	控制器研究
邵春玲	女	讲师	西安石油学院	控制器研究
尚海燕	女	讲师	西安石油学院	下行指令传输通道研究
李长星	男	讲师	西安石油学院	下行指令传输通道研究
付 钢	男	技工	西安石油学院	下行指令传输通道研究
付 杰	男	技工	西安石油学院	井眼轨迹控制研究
张进双	男	研究生	西安石油学院	井眼轨迹控制研究
金晓剑	男	副总经理、高工	中海石油油田服务公司	03A 子课题负责人
莫成孝	男	主任工程师高工	中海石油油田服务公司	钻井液体系研究负责人
宋永强	男	室主任高工	中海石油油田服务公司	泥浆技术集成研究负责人,现场监测
沈 伟	男	硕士工程师	中海石油油田服务公司	钻井液体系润滑性能研究
向兴金	男	教授	江汉石油学院	钻井液体系抑制性能研究
徐绍诚	男	高工	中海石油油田服务公司	钻井液体系油层保护性能研究
李银素	女	高工	中海石油油田服务公司	钻井液体系环保性能研究
胡 速	男	副主师高工	中海石油油田服务公司	钻井液化学离子监测装置研制
郝建英	男	高工	中海石油油田服务公司	携岩效果分析示踪装置研制
张甲田	田	副教授	西安石油学院	泥浆流变参数自动测量装置研制
李自立	男	经理、高工	中海石油油田服务公司	钻井液体系及泥浆技术集成研究
崔茂林	男	副教授	西南石油学院	03B 子课题负责人
蒲晓林	男	教授	西南石油学院	负责“压差卡钻趋势测定仪”
梁大川	男	副教授	西南石油学院	负责“岩心水化强度测定仪”
侯勤立	男	高工	西南石油学院	仪器设计、制图、加工调试
邓明毅	男	副教授	西南石油学院	负责“封堵评价方法”
黄林基	男	教授	西南石油学院	负责“介电常数仪”的设计研制
罗兴树	男	工程师	西南石油学院	室内试验,现场试验。
李春霞	女	工程师	西南石油学院	室内试验

续表

姓 名	性别	职务职称	工作单位	在项目中分担的任务
赵 刚	男	副教授	西南石油学院	数据采集处理的微机系统设计
王建华	男	博士	西南石油学院	“介电常数仪”的电路设计
黄进军	男	副教授	西南石油学院	负责钻井液润滑性的评价试验
邓金根	男	教授	石油大学(北京)	03C 子课题负责人
黄荣鳞	男	教授	石油大学(北京)	井壁稳定计算模型建立
陈治喜	男	教授	石油大学(北京)	井壁稳定计算模型建立
鄢捷年	男	教授	石油大学(北京)	水化应力研究
汪海阁	男	博士	北京石油勘探开发 科学研究院	03D 子课题负责人、模型研究
周煜辉	男	高工	北京石油勘探开发 科学研究院	项目协调
刘岩生	男	工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	软件编制
高振果	男	工程师	北京石油勘探开发 科学研究院	室内建模
王胜启	男	高工	北京石油勘探开发 科学研究院	室内建模
单志刚	男	教授	石油大学	03E 子课题负责人、组织协调
李相方	男	教授	石油大学	模型软件研制、数据分析
李子丰	男	教授	中国地质大学	环空压力监测研究
卢 中	男	研究生	石油大学(北京)	软件研制、数据分析、现场试验
隋秀香	男	实验师	石油大学(北京)	硬件研制、信号测量
刘举涛	男	研究生	石油大学(北京)	软件编制、数据分析
关文龙	男	博士	石油大学(北京)	数据分析、现场实验
邵伟光	男	研究生	石油大学(北京)	软件编制、现场实验
唐德钊	男	研究生	石油大学(北京)	软件编制

团结协作 奋发向上

攻克渤海大位移井钻井技术

(代前言)

本书是实施和完成“九五”期间国家“863”计划海洋领域、海洋探查与资源开发技术主题中的海底大位移井钻井技术专题(编号 820-09)的回顾和总结。

20 世纪 90 年代,由于石油价格大幅度波动,世界各国石油公司比以往更加重视油气田开发投资经济效益,大位移井钻井技术得到了迅速发展。1998 年,英国 BP 石油公司在威奇法姆油田钻成了水平位移 10114m、最大水垂比 6.13 的大位移井,使得原来受环境保护要求不能开发的油田得到了开发。在我国海域,美国菲利浦斯石油公司与中国海洋石油总公司合作开发的西江 24-3 油田,于 1997 年 6 月钻成了一口大位移井,使 8km 以外的卫星区块投入了开发,半年以后收回投资,获得了丰厚的回报。

大位移井钻井技术对我国海域油气田的开发极其适用有效。在我国海域已发现的 110 多个含油气构造中,中、小型油气田近 70 个,约占 60%。尤其是渤海海域,成群成带分布的中小型油气田,单独开发不具经济效益。只有采用大位移井钻井技术,尽量减少海上工程投资,才有可能通过联合开发取得较好收益。

面对开发海上小型油气田的需要,国外技术有可借鉴的实际情况,1997 年 7 月,在国家“863”计划海洋领域 820 主题专家组的指导下,成立了由中海石油研究中心、渤海石油公司、中海石油技术服务公司、中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院钻井所、西南石油学院、石油大学、西安石油学院等单位科研人员组成的专题课题项目组,开始进行攻关。经过 3 年勤奋工作,完成了适用于渤海海上油田的“一个软件、一个硬件和一套技术集成”。这套由国内自主力量研制开发和配套的集成技术,已经用于渤海海上油田开发井的批量钻井,在歧口 17-2 油田钻成 4 口大位移井,在秦皇岛 32-6 油田钻成 2 口大位移水平井,实现了国家任务书要求的水垂比达到 2、水平位移近 4000m 的技术指标。2000 年 11 月通过了国家验收。

本项目起步晚,在短短三年中,完成了软件、硬件的研制,并且相关技术配套集成投入生产使用,目标井达到了技术指标要求。参加研制工作的各单位人员,在 820 主题专家组指导和中海石油总公司领导关怀下,发扬“团结、协作、求实、创新、奉献”的“863”精神,振奋精神,克服困难,取得了显著成果。

一、按照项目管理模式,营造团队工作氛围

研制大位移井钻井技术是一项系统工程,集中了国内相关院所和研究单位的科研力量,参加单位多,衔接必须紧密。中国海洋石油总公司作为牵头单位指定了专题负责人和课题负责人。专题负责人负责组织与课题有关的多个相关专业协同作战,例如选择对象油田和目标井,设计目标井的井位和轨迹等。每季度由专题长召开一次专题会议,协调人员、进度和经费,安排下一季度工作。课题负责人负责运作课题研究,组织子课题之间衔接,按照已经确定的考核进度节点进行检查评估,并协助各单位沟通信息,传递资料。这样的管理模式,形成了课题是

研究实体、专题是课题研究成果的集成和应用这样一套严密的运行网络。由于专题和课题责任明确,参加工作的各单位人员能够透彻了解自己承担的工作在系统中的位置和作用,极大地增强了主观能动作用,宁肯自己多一些付出,也要把方便让给相关单位,形成了浓厚的团队工作氛围。

二、始终坚持技术目标来自于生产,技术成果应用于生产

本项目从立项到实施,紧紧抓住在渤海海上钻成大位移井这一最终目标,选准对象油田,设计好目标井,使大位移井钻井技术,研制一项用于生产一项,全部研制任务完成的时候,配套和集成的技术全部用于生产,并见到了效果。

渤海歧口 17-2 油田,分相距 3.5km 的东西两个高点。西高点为主力区块,含油面积 6.1 km²,储量 1167 万 t;东高点,含油面积 3km²,储量 488 万 t。如果采用常规技术,需建两座平台开发该油田,经济评价属于边际油田。结合“863”计划研究课题的立项,作为“863”计划大位移井项目研究的先导试验,决定在歧口 17-2 油田西区平台,利用大位移井技术向东区钻 4 口大位移井开发东区,由于少建一座平台节省 4000 万元工程费用,使该油田得以开发。

秦皇岛 32-6 油田主力油层是明化镇。而管陶组油层地质储量 830 万 t,是受构造控制的块状底水油藏,原油性质与明化镇油层差异较大,合采会有层间干扰,降低油田采收率。油藏数值模拟分析表明,管陶组油藏具有采用水平井开发的地质条件,可以作为大位移井研究项目的目标井。为此编制了开发方案,在秦皇岛 32-6-A 平台布置 26 口井,其中 2 口大位移水平井,A26 井控制含油面积 5.1km²,A25 井控制含油面积 3km²,用这 2 口大位移水平井单独开发馆陶组油藏。其他 24 口井用于开发长 5km,宽 2.5km 的明化镇油藏。这样做的结果是少建一个单独开发馆陶组油藏的海上采油平台,提高了储量动用程度。

三、创新是“863”项目的核心,着眼于创新技术用于生产

本项目经过 820 主题办公室确认的研制任务是“一个软件、一个硬件、一套集成技术”。本项目研究成果中,在国内首次开发成功具有独立知识产权的大位移井控制集成软件系统,具有覆盖面广、数据共享等特点,其中多点空间约束的三维轨迹设计、摩阻扭矩的计算、最低环空返速、泥页岩井壁的吸水扩散方程及水化应力计算模型有所创新。研制开发的两种大位移井井眼轨迹控制工具中,正排量可变径稳定器,已在渤海大位移试验井中得到实际应用,取得良好效果。在国内首先研制开发了适合于 4000m 左右大位移井的聚合醇水基钻井液体系及其评价方法,其钻井液体系利用 JLX 的浊点效应,能显著提高钻井液的润滑性和抑制性,具有成本相对低廉且满足海洋环境保护的特点。该钻井液体系的性能达到了国外同类钻井液的水平,与国外水基钻井液技术保持了同步发展。上述研制项目和技术指标,无一不是根据生产实际需要而确立的。

海上钻井平台远离基地,平台空间有限,急需远程管理技术,以沟通生产一线和基地,及时决策,防止事故,提高工效。为此,本项目将远程管理纳入了实施过程。研制的井场监测硬件、软件工作平台为软件提供了应用和评价环境,应用网络通讯技术,实现了远程钻井工程监测。在秦皇岛 32-6-A26 井现场实施过程中,采用了卫星通讯技术,将现场钻井工程参数以 FTP 方式,实时地传送到陆地指挥中心,实现了实时采集、实时远程传输、实时数据共享、实时计算和评价。同时利用大量的实时的钻井工程信息,实现远程跟踪分析,接受陆地指挥中心的作业指令及专家指导意见,使这口目标井的钻进得到了顺利完成。

由于本项目的完成,中国海洋石油总公司的钻井整体实力得以提高,在配备了国内研制配套的软件、硬件和集成技术的基础上,有能力组织实施在渤海海域钻进水平位移 4000m,乃至 6000m 的大位移井,使渤海湾成条成带分布的小型油田投入开发成为现实,为把渤海湾建成年产 4000 万 t 生产能力的大油田,进行了必要的技术储备。

在取得丰硕研究成果的同时,研究人员也得到了锻炼提高。先后参加本项目的有 100 余人,其中教授 13 名、高级工程师 32 名、副教授 10 名、工程师 29 名、讲师 21 名;申报并批准了专利 6 项,年青的研究人员通过实际工作也得到了培养。其中有博士、博士后 6 名,硕士 19 名。这些人员有的已完成了研究课题,成长为有生力量。

新世纪已经开始,国际石油工业技术还在向前发展。我国经济蒸蒸日上,对能源的需求日益紧迫,海洋石油工业正处于新的发展阶段,各项技术研究比以往更加受到关注和期望。旋转导向及地质导向钻井技术将进一步推动大位移井钻井技术发展。研究人员要再接再厉,追赶世界一流钻井技术,独立研制有中国特点的有自主知识产权的技术和产品,为开发我国海上油气田,发展我国能源工业,满足国民经济发展需要再做新贡献。

衷心感谢中国海洋石油总公司领导的关怀和鼓舞。

衷心感谢“863”计划 820 主题办公室和专家组的指导和帮助。

衷心感谢参加本项目的各单位人员的辛勤劳动和大力支持。

张 钧

2002 年 6 月 7 日

目 录

1 大位移井钻井技术发展状况	(1)
1.1 国外发展概况	(1)
1.2 国内大位移井应用概况	(2)
1.3 大位移井的关键技术	(3)
1.4 大位移井井眼轨道控制工具	(3)
1.5 国外钻大位移井给我们的启示	(6)
2 钻井工程设计和施工集成软件的开发与应用	(8)
2.1 软件系统概述	(8)
2.2 井眼轨道设计	(19)
2.3 井身结构设计	(27)
2.4 摩阻、扭矩分析	(30)
2.5 钻柱优化设计	(53)
2.6 下部钻具组合力学分析	(66)
2.7 井眼轨道调整设计	(76)
2.8 套管强度设计与校核	(82)
2.9 套管磨损分析	(90)
2.10 井壁稳定预测分析技术	(97)
2.11 井眼净化及其监测技术	(105)
2.12 地面环空压力监测与应用	(115)
2.13 注水泥设计	(121)
3 井下可变径稳定器的研制与应用	(133)
3.1 正排量可变径稳定器	(133)
3.2 井下闭环可变径稳定器	(138)
4 钻井工程地面监测及评价仪器	(149)
4.1 钻井工程参数采集装置	(149)
4.2 地面环空压力监测仪	(153)
4.3 压差卡钻趋势测定仪	(157)
4.4 介电常数测定仪	(161)
4.5 岩心水化强度测定仪	(164)
5 大位移井水基钻井液技术	(167)
5.1 概述	(167)
5.2 大位移井水基钻井液的技术要点	(167)
5.3 大位移井水基钻井液润滑性评价	(169)
5.4 大位移井水基钻井液抑制性评价	(181)
5.5 大位移井水基钻井液体系配方确定	(188)

6 大位移井钻井技术在渤海油田的工程应用 (195)

6.1 歧口 17-2 油田大位移井钻井液 (195)

6.2 歧口 17-2 油田大位移井钻井工程 (199)

6.3 秦皇岛 32-6 油田大位移井钻井液 (209)

6.4 秦皇岛 32-6 油田大位移井钻井工程 (216)

致谢..... (225)

参考资料..... (226)

参考文献..... (227)

1 大位移井钻井技术发展状况

所谓大位移井(ERD),就是在此定向井的基础上,把井眼进一步向外延伸的井。现代高新钻井技术在大位移井中的集成应用(随钻测井技术(LWD)、旋转导向钻井系统(SRD)、随钻环空压力测量(PWD)等)、三维多目标大位移井的出现、水平位移 10000m 超大位移井的钻成等技术进展表明,大位移井钻井技术代表了当今世界钻井技术的一个高峰。

大位移井通常定义为水平位移与垂直深度之比(HD/TVD)大于 2.0 以上的井。

1.1 国外发展概况

大位移井开始出现于 20 世纪 20 年代,在美国加州亨廷顿海滩从陆上钻大位移井开发海上油气。

1984 年,澳大利亚巴斯 A16 井,测量深度 5533m,水平位移 4597m。当时国内川中 48 井,测量深度 3039m,水平位移 1456m。这是当时国内外最大水平位移的纪录。

20 世纪 90 年代,水平钻井技术发展(如随钻测量技术(MWD)和井下动力钻具(PDM))促进了大位移井技术的发展,使这项技术得以替代投资巨大的海上平台,用于开发海上油气田,取得了显著的经济效果,见表 1-1。

表 1-1 大位移井方案的经济效益

地 区	原开发方案	大位移井方案经济效益	时 间
美国加州 Pedernales 油田	在 Irene 平台西北 3.2km 建第二个平台	节省 1 亿美元	1991 年
挪威 Statfjord 油田北块	水下开发费用为 1.5 亿美元	三口大位移井,节省 4.5 千万美元	1993 年
挪威 Oseberg 油田	两个平台间距 15km,水下方案 2.7 千万美元	节省 3.2 百万美元,采收率提高到 64%	1995 年
英国南部 Wytch Farm 油田	建人工岛	海油陆采,节省 1.5 亿美元,提前 3 年投产	1996 年

1994 年,在美国达拉斯召开的 SPE 第 69 届钻井会议上,大位移井成为讨论的主题之一,推动大位移井钻井技术日趋成熟,新纪录不断涌现。

1997 年 6 月,美国 Phillips 石油公司与中国海洋石油总公司合作在南海东部西江 24-3-A14 井钻成一口世界纪录的大位移井,测量井深 9238m,水平位移 8063m,水平位移与垂深比值 2.7。

1998 年 2 月,英国 BP 石油公司在英国南部 WF 油田创造了新的大位移井世界纪录,测量井深 10656m,水平位移 10114m,水平位移与垂深比值 6.3。1999 年又创造另一口新的大位移井世界纪录,设计水平位移 11500m,垂深 1616m,水平位移与垂深比值 7.12。

自 1990 年以来,历年大位移井世界纪录见表 1-2。

表 1-2 历年大位移井世界纪录

完成时间	水平位移(m)	测量深度(m)	垂深(m)	位移/垂深	作业者	井名	地 区
1990 年	5006	6200	2698	1.86	Statoil	33/9C10	挪威北海
1991 年	6086	7250	2696	2.26	Statoil	33/9C3	挪威北海
1993 年	7290	8716	2788	2.6	Statoil	33/9C-2	挪威北海
1994 年	7853	9327	2760	2.85	Statoil	30/6C-26A	挪威北海
1995 年	8035	8715	1607	5	BP	M5	英国 Wytch Farm
1997 年	8063	9238	2986	2.7	Phillips	24-3-A14	中国南海西江
1998 年	10114	10656	1650	6.13	BP	M-11	英国 Wytch Farm

世界大位移井前 4 名排序见表 1-3。

表 1-3 世界大位移井前 4 名排序

名次	水平位移(m)	测量深度(m)	垂深(m)	位移/垂深	作业者	井名	地 区
1	10114	10656	1650	6.13	BP	M-11	英国 Wytch Farm
2	8063	9238	2986	2.7	Phillips	西江 24-3	中国南海西江
3	8035	8715	1607	5	BP	M-05	英国 Wytch Farm
4	7974	8530	1616	4.9	Total Austral	AS-3	阿根廷

1.2 国内大位移井应用概况

中国海洋石油总公司通过对外合作积累了相当丰富的大位移井钻井经验(作业者为外方),对外合作油田大位移井见表 1-4。中国海洋石油总公司独立完成的较高指标定向井见表 1-5。我国陆地油田完成的较高指标定向井见表 1-6。

表 1-4 中国海洋石油总公司合作油田大位移井

井 名	测深(m)	垂深(m)	水平位移(m)	位移/垂深	最大井斜角(°)
XJ24-3-A14	9238	2986	8063	2.7	86
LH11-1-23	3475	1234	2706	2.2	91
LF22-1-6	4250	1628	3040	1.9	92
HZ32-3-NE2	4473	2134	3601	1.69	62
HZ32-3-NE3	4335	2324	3375	1.45	53

表 1-5 中国海洋石油总公司独立完成的较高指标定向井

井名	测深(m)	垂深(m)	水平位移(m)	位移/垂深	最大井斜角(°)
QK18-1-4DS	4408	3232	2669	0.82	56
QK18-1-4D	4187	3382	2540	0.75	63
QK18-1-P4	4735	3114	2624	0.84	51
SZ36-1-B10	2630	1696	1694	1.00	65

表 1-6 我国陆地油田较高指标定向井

井 名	测深 (m)	垂深 (m)	水平位移 (m)	位移/垂深	完成时间
大港油田张 17-1 井	3934	2999	2279	0.76	1991 年
大港油田赵东 F-1 井	4420	3329	2624	0.79	1996 年
大港油田红 9-1 井	2218	1150	1668	1.46	1997 年
冀东乐 8×1 井	—	1626	2000	1.23	1997 年
胜利油田桩斜 314 井	3750	2636	2000	0.76	1998 年

以上资料表明,我国独立完成水平位移 2000m 以上的定向井还不到 15 口,红 9-1 井水平位移/垂深比值为 1.46,但水平位移不到 2000m。可见在大位移井钻井技术与国际先进水平相比,我国还有相当大的差距。综合分析表明,我国的大位移井钻井技术,正处在起步阶段,一些学者和专家正在学习和研究大位移井技术,目前这些研究还处在资料的分析和综合阶段。我国在海滩、浅海及中深海域用大位移井进行勘探和开发有较广阔的前景。

1.3 大位移井的关键技术

1994 年在美国新奥尔良召开的 SPE 第 69 届年会上,对大位移井钻井技术进行了全面系统的总结,推出了十项关键技术:扭矩/摩阻、钻柱设计、井壁稳定、井眼净化、钻井液和固控、套管作业、定向钻井优化、测量、钻柱振动及钻机设备。

随着近 4 年来超大位移井的实施,一些技术的不断成熟,现在大位移井钻井工艺的难点和重点集中在:扭矩/摩阻、轨道设计、定向控制、水力学与井眼净化、套管漂浮技术等方面。

1.4 大位移井井眼轨道控制工具

1.4.1 大位移井要求旋转模式钻进

一般定向钻井作业为了改变井斜和方向,65%的作业时间是滑动模式钻进,而只有 35%是旋转模式钻进。在大位移井钻进作业中,由于钻柱不旋转,井眼清洁差,导致扭矩/摩阻增加,钻压加不上,使滑动钻进无法进行,并造成局部狗腿,而狗腿又会使扭矩/摩阻增加。因此要求在大位移井中滑动钻进的层段和次数降到最少,在英国 WF 油田的 17.5in 井段,旋转钻进的进尺已从 60%增加到 70%;在 12.25in 的井眼造斜段和稳斜段,旋转钻进的进尺已从 60%增加到 86%,有的井已达到 96%,见表 1-7。

表 1-7 大位移井旋转与滑动钻进进尺比

井 名	井 段	旋转/滑动
挪威北海 33/9 C-10	12.25in	86/14
英国 WF M2	8.5in	85/15
英国 WF M3	全井	73/27