

难动用油气储量开采技术丛书

Series on Exploitation Technologies of Difficult-to-Production Reserves

丛书主编 ○ 罗英俊

# 难动用储量开发 实用钻井技术

孙 宁 赵忠举 王同良 李万平等 ○ 编著

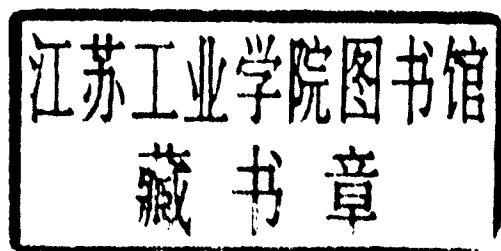
Exploitation Technologies  
Difficult-to-Production Reserves

石油工业出版社

难动用油气储量开采技术丛书  
丛书主编·罗英俊

# 难动用储量开发 实用钻井技术

孙 宁 赵忠举 王同良 李万平等编著



石油工业出版社

## 内 容 提 要

《难动用油气储量开采技术丛书》共分8个分册,本书是第4分册。

针对难动用油储量要求钻井必须采用低成本钻井和实用新技术钻井的特点,本书详细介绍了顿钻钻井技术、小井眼钻井技术、水平井钻井技术、多分支井技术、欠平衡钻井技术、老井重入钻井技术、套管钻井技术、连续管钻井技术等。同时还介绍了低成本钻井液、膨胀管技术和钻井液转化为水泥浆等技术。

本书供钻井工程技术人员、科研人员和大专院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

难动用储量开发实用钻井技术/孙宁等编著.

北京:石油工业出版社,2006.3

(难动用油气储量开采技术丛书)

ISBN 7-5021-5378-0

I. 难…

II. 孙…

III. 油气钻井

IV. TE2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第155739号

难动用储量开发实用钻井技术

孙宁 赵忠举 王同良 李万平等编著

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

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:北京晨旭印刷厂

2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:20.5

字数:520千字 印数:1—5000册

定价:85.00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

# 《难动用油气储量开采技术丛书》

## 编委会

主任：罗英俊

副主任：刘振武 江夕根 张卫国

编委：孙宁 吴奇 李文阳 冉新权 张凤山

王同良 刘喜林 王怀孝 赵明 单文文

丁云宏 刘玉章 王世林 何鲜 徐礼贵

刘德来 胡永乐 常毓文 周家尧

主编：罗英俊

副主编：孙宁

编辑组成员：咸玥瑛 章卫兵 贾迎 方代焯 何莉

王金凤

# 《难动用储量开发实用钻井技术》

## 编 写 组

组 长：孙 宁

副 组 长：赵忠举

编写人员（按姓氏笔画为序）：

王同良 王铁军 王 辉 李万平 苏义脑

杨贤友 汪海阁 陈玉友 张丽东 周煜辉

洪培云 赵晨虹 徐同台 黄伯宗

主 审 人：孙 宁 王同良

# 序 言

这套丛书的中心内容是难动用储量开发。难动用储量是专指因开采难度大、效益差而暂时未动用开发的石油和天然气储量。所涉及的内容主要指石油,也适用于天然气。

难动用储量是一个相对概念。因其开采难度大、经济上往往效益差而没有有效开发动用,但在不同的油价、不同的开采模式、不同的管理体制、不同的运作机制下,难动用储量将有不同的界定和结果。

难动用储量的开发是指对已探明的石油及天然气储量,按常规的评价方法达不到企业内部的最低收益率要求、生产能力建设投资过高、投产后操作成本过高、投资回收期长,有的甚至难以回收、通常油价下经营困难甚至亏损的储量的开发。

从储量的品位和丰度来看,难动用储量属于低品位储量,它的主要特点是低孔隙度、低渗透率、低丰度、低产量以及油品性质差的稠油储量和一些特殊类型的石油储量。按照中国石油天然气股份有限公司的目前评价标准,暂把企业内部收益率低于 8.4% 的储量归入难动用储量之列。随着技术的发展、体制的创新、管理模式的改革、油价的变化,这部分储量从难动用成为可以开采,从不能动用变为可以动用是完全可能的,至少其中相当一部分储量动用并实现有效开发是现实的。

截止到 2003 年底,中国石油天然气股份有限公司除玉门油田暂未申报外,12 个油气田单位合计申报已探明未开发石油地质储量  $349384 \times 10^4 \text{t}$ ,标定的可采储量  $66461.6 \times 10^4 \text{t}$ 。其中已落实的石油地质储量  $268897 \times 10^4 \text{t}$ ,占未开发石油地质储量的 77%。其他为待落实储量  $37656 \times 10^4 \text{t}$ ,待核销地质储量  $36342 \times 10^4 \text{t}$ ,表外地质储量  $6489 \times 10^4 \text{t}$ ,合计为  $80487 \times 10^4 \text{t}$ ,占未开发地质储量的 23%。

在已落实的地质储量中按中国石油天然气股份有限公司的企业评价标准可陆续投入开发建设生产能力的地质储量  $112488 \times 10^4 \text{t}$ ,占探明未开发地质储量的 41.8%。其余的  $156409 \times 10^4 \text{t}$  地质储量,低于中国石油天然气股份有限公司的经济评价筛选标准,这部分储量正是我们要下工夫采用多种办法逐步合作开发利用的难动用储量。难动用储量会逐年有所动用,同时新探明的储量中,还将会有一部分储量进入难动用储量之列。因此,难动用储量是变化的、动态的。

把难动用储量动用开发起来,建成一定规模的生产能力,并力求使之获得一定的经济效益是一项引起中国石油天然气集团公司(下称中油集团)高度关注并寄予厚望的产业,意义深远而重大。这对于中油集团的可持续发展,对于中国石油天然气股份有限公司原油产量的稳定增长,对于中油集团所属地区服务公司市场的扩大和队伍的稳定以及收入的增加,对于促进勘探开发工程技术水平的提高,对于如何盘活储量资产等都具有重要的意义。因此,加大对难动用储量的工作力度,加深对难动用储量特性的认识,理清难动用储量的工作思路,明确开采难动用储量必须遵循的原则,推动实用的工程技术的应用就成了开采难动用储量的重点工作。

## 一、难动用储量的典型特征和主要难点

归纳起来,难动用储量大体具有以下典型特征:

(1)储量丰度低。油层厚度小,含油面积大,其丰度一般都小于  $50 \times 10^4 \text{t}/\text{km}^2$ ,有相当一部分储量,丰度小于  $30 \times 10^4 \text{t}/\text{km}^2$ 。

(2)大部分属于低渗、低孔和稠油储量。从1996—2001年勘探的统计资料看,在探明的石油储量中,低渗、低孔、稠油的储量比例多在60%以上。最高的1997年,比例达到了77%。1995年以前探明的石油储量中,低渗、特低渗的储量比例为23%;累计的探明储量中低渗、特低渗的储量占到30%。这中间有一部分已经动用,积累下来未动用的低渗、特低渗以及稠油储量,品位就更差一些。

(3)单井产量低,一般都在1t/d左右,还有相当一部分,其单井产量小于1t/d。这样,建一定规模的生产能力就需要钻更多的井,投资大,回收建设投资就很困难。

(4)采油成本高,利润空间小,有的经营亏损,特别在低油价下,亏损面更大。

难动用储量开发的最大难点不仅是在技术上,一般来讲,技术上的难点还是有办法可想的,关键的难点在于能否实现经济有效的开采。只要能实现经济有效的这个最终目标,至于采用什么样的技术,什么样的体制,什么样的管理模式都可以灵活应用,但都要服从于、服务于经济有效这个最终目标。

## 二、难动用储量开发必须要遵循的原则

(1)难动用储量开发必须遵循经济有效这个最终原则。也就是说,如果开发经营亏损,不能实现盈利,那么这样的开发将是不成功的。

(2)充分发挥科学技术在开发难动用储量和提高效益中的关键作用。难动用储量的开发难度除了经济有效外,技术上的难度也是很大的。只有在科学技术上有了突破,才能确保在经济上实现有效开发。

(3)必须改变传统的开发模式。即对难动用储量采用非常规、非正规的方式进行开发和建设。采用传统的、正规的做法来开采难动用储量,在经济效益上肯定不会有好的结果,因此,我们要特别强调的原则是采用非常规、非正规的方式来进行开发建设。

(4)务必实事求是,突出针对性、实用性和有效性。由于难动用储量的品位不高,开采难度很大,必须对它进行深入的研究和优选,要实事求是,承认难度,有针对性地采取措施,在实用性和有效性上下足功夫。

(5)必须采用新体制、新机制,不能沿用老一套管理模式。特别要指出不能沿用建采油厂、采油大队、采油小队那样的管理模式。提倡项目管理模式,大力减少用人,提高管理效能。不能把开发难动用储量单纯变成人员的安置,要在重效益这个大目标下确立用人机制。要强化责任制,推行激励机制。

(6)立足自身的努力,尽最大可能降低建设投入和控制开发成本。降低建设投入和控制开发成本是实现经济有效的两大关键,要将各方面的工作做细做好,我们希望能得到国家的扶持政策,但在还没有这些政策时,也要坚定信心,不懈努力,依靠自己的努力来实现难动用储量的经济有效开发。一旦有了政策的扶持,效益将会更好。

### 三、难动用储量开发的技术思路

(1) 紧紧围绕提高单井产量这个中心环节。开发难动用储量要实现经济有效这个目的,最根本的就是尽一切力量提高单井产量,哪怕一口井提高 $0.1\text{t/d}$ 也是一种成功。只有提高单井产量,才能减少钻井数,才能降低建设产能的投资。单井产量提高1倍,井数可以减少一半。因此,一切技术工作、管理工作都要紧紧围绕提高单井产量这个中心环节。

(2) 采用简化安全而又实用的地面工程系统。以保证原油质量为前提,以实现安全生产为原则,大力简化地面工程系统。不追求先进,而追求实用。

(3) 探索并形成难动用储量的多种开发模式和采油方式,采取实用成熟有效的技术,努力降低成本,增加利润空间。

(4) 投产后尽可能简化、减少井下作业,努力降低操作成本。

### 四、难动用储量开发要大力推广应用经济实用技术

鉴于难动用储量开发的最终目标是经济有效,那么大力推广应用实用技术就十分重要。为了推动和促进这一工作,我们编写了这套《难动用油气储量开发技术丛书》,其目的在于为从事难动用储量开发的项目管理人员、技术人员、操作人员提供借鉴和参考。由于难动用储量开发涉及的专业多,各方面的技术内容丰富,为了将实用技术介绍清楚,编委会商定编写八个分册,各分册既是丛书的组成部分,又是一本独立的专业技术著作。各分册着重介绍实用有效、可推广应用的成熟技术。

各分册的重点简要介绍如下:

第一分册《难动用储量油藏评价方法》,主要介绍油藏分类方法,前期地质评价、油藏工程评价及经济评价方法等内容。该分册是难动用储量开发的地质基础。

第二分册《难动用储量开发项目管理》,主要介绍难动用储量开发项目的技术评价、经济评价、项目管理模式、项目计划、财务及投资管理、招投标及合同管理、生产管理、项目考核与激励及后评估管理。该分册主要提供给管理人员参考、借鉴。

第三分册《难动用储量开发实用物探技术》,主要介绍未动用开发区块的物探评价,难动用储量开发地震采集技术、处理技术、资料解释技术、非地震技术及发展中的开发地震技术。该分册侧重难动用储量区块的前期评价,以求找到相对富集的区带,提高钻井成功率。

第四分册《难动用储量开发实用钻井技术》,主要介绍能够节约钻井费用、降低钻井成本的有关实用技术。如小井眼钻井技术、顿钻钻井技术、水平井钻井技术、分支井钻井技术、套管钻井技术、连续油管钻井技术、保护油层技术等内容。

第五分册《难动用储量开发采油工艺技术》,主要介绍难动用储量的采油工程设计要点、采油方式优选、实用的小泵深抽技术、螺杆泵采油技术、无油管采油技术、物理法采油技术及降低操作成本的采油技术。以向从事采油生产的技术人员和管理人员提供有可操作性的借鉴方法。

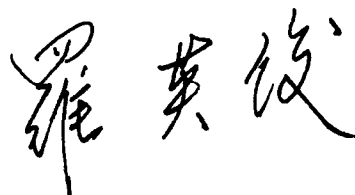
第六分册《难动用储量开发压裂酸化技术》,重点介绍提高单井产量和区块整体效益,使之实现有效开发的压裂酸化改造油层技术,以及应用这些技术在典型区块上取得好效果的实例,以供从事这方面工作的技术人员和管理人员参考。

第七分册《难动用储量开发实用地面工程技术》,主要介绍难动用储量地面建设模式、实用地面工程技术、小型高效设备及地面工程项目管理等内容。以在实用经济、降低造价、节约



投资等方面提供参考。

第八分册《难动用储量开发稠油开采技术》，主要介绍难动用稠油的渗流特征、完井工艺技术、开采技术、检测技术、修井作业技术，以及稠油的生产管理等内容。以向从事稠油开采的技术、管理人员以及操作人员提供参考。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '罗', '英', and '俊'. The characters are written in a fluid, cursive style.

2005 年 1 月

# 前 言

我国是难动用石油储量比重较高的国家之一,据截止到 2003 年底的统计数据,仅中国石油天然气集团公司(以下简称中油集团)拥有的难动用石油储量达  $15.6 \times 10^8 \text{t}$ (玉门油田除外),占已探明未开发地质储量的 58.2%,勘探开发潜力巨大。在石油需求日益增长、石油进口不断增加的今天,如何经济有效的开发这笔宝贵的难动用储量资源,事关中国石油工业的发展和效益,已成为中国石油勘探开发界关注的热点问题。在中国极其复杂的石油地质条件下,开发由于多种原因而形成的难动用储量,是一项涉及物探、钻井、试油、开发等多方面石油工程技术应用与管理领域的系统工程。

实现经济有效的开发难动用储量,必须依靠包括钻井技术在内的进步与应用,变无效为有效、促低产成高产、使难动用为可采,让难动用储量发挥出更大的经济价值。难动用储量往往具有“低、深、稠、小、特、海、边”等特点,因此,在钻井上应遵循“低成本、高效率或采用新技术达到高效率”的原则,以降低难动用储量开发的钻井成本或综合成本,提高开发效率。

为推进难动用储量的开发工作,我们按照丛书编委会的统一部署,组织部分专家编写了《难动用储量开发实用钻井技术》一书,目的是为难动用储量的开发提供一些切实可行的钻井技术。本书由孙宁、王同良、赵忠举和李万平提出编写提纲。本书的主审为孙宁和王同良;主编为赵忠举。全书共分十二章,分别介绍了顿钻钻井技术、小井眼钻井技术、水平井钻井技术、多分支井钻井技术、欠平衡钻井技术、老井重入、套管钻井技术、连续管钻井技术、膨胀管技术、低成本钻井液、保护油气层技术和钻井液转化为水泥浆技术等。本书第一章由陈玉友和赵晨虹编写,第二章由王铁军编写,第三章由苏义脑编写,第四章由汪海阁编写,第五章由张丽东编写,第六章由周煜辉编写,第七章由赵忠举、李万平和王辉编写,第八章由王同良编写,第九章由赵忠举编写,第十章由徐同台和洪培云编写,第十一章由徐同台和杨贤友编写,第十二章由黄伯宗和徐同台编写。

在本书的编写过程中,尽管我们付出了极大的努力,但由于时间紧迫和我们的水平有限,书中难免出现疏漏和不足之处,敬请广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们对本书进行修改,在此我们深表感谢!

《难动用储量开发实用钻井技术》编写组

2005 年 9 月

# 目 录

<b>第一章 顿钻钻井技术</b> .....	(1)
第一节 概述 .....	(1)
第二节 顿钻钻井设备和钻具 .....	(2)
一、顿钻钻机 .....	(2)
二、钻绳、钻具及辅助工具 .....	(5)
第三节 顿钻钻井工艺 .....	(6)
一、钻前工程 .....	(6)
二、顿钻钻井工序 .....	(7)
三、顿钻钻进的效率因素及控制方法 .....	(8)
四、顿钻钻土层 .....	(9)
五、顿钻钻井过程中水层封堵工艺技术 .....	(10)
六、顿钻录井和取心技术 .....	(12)
七、顿钻扁斜眼事故的防止与处理 .....	(13)
八、顿钻钻头整形技术 .....	(13)
九、简易实用的顿钻固井技术 .....	(15)
十、顿钻钻井事故的处理 .....	(15)
第四节 顿钻钻井实例 .....	(17)
<b>第二章 小井眼钻井技术</b> .....	(20)
第一节 概述 .....	(20)
一、小井眼的定义 .....	(20)
二、小井眼钻井技术的经济效益 .....	(20)
第二节 小井眼钻井设备与工具 .....	(21)
一、小井眼钻机 .....	(21)
二、小井眼钻头、钻杆、钻具 .....	(24)
第三节 小井眼取心技术 .....	(29)
第四节 小井眼钻井液 .....	(30)
一、小井眼连续取心钻井液 .....	(30)
二、深井小井眼钻井液 .....	(32)
第五节 小井眼钻井实例 .....	(34)
一、小井眼常规方法钻井技术钻 104.7mm 井眼实例 .....	(34)
二、小井眼连续取心钻井实例 .....	(34)
三、小井眼水平钻井实例 .....	(35)
四、114.3mm 高压小井眼井钻井实例 .....	(36)
五、北海高温、高压小井眼钻井实例 .....	(37)
六、EUROSLIM 集成系统钻小井眼实例 .....	(39)

<b>第三章 水平井钻井技术</b> .....	(42)
<b>第一节 概述</b> .....	(42)
一、水平井的分类及其特点 .....	(42)
二、国内外水平井钻井技术的发展、应用和效益简况 .....	(44)
<b>第二节 水平井设计基础</b> .....	(47)
一、油藏描述与精细地质设计 .....	(48)
二、水平井完井方法的选择 .....	(48)
三、水平井靶区参数设计 .....	(49)
四、水平井的剖面设计 .....	(49)
五、钻柱设计 .....	(52)
六、常规水平井套管设计 .....	(61)
<b>第三节 水平井井眼轨道控制与工艺要点</b> .....	(62)
一、总体控制方案的设计与计算 .....	(62)
二、着陆控制 .....	(68)
三、水平控制 .....	(74)
四、测量仪器简介 .....	(79)
五、钻头选型 .....	(86)
六、钻井参数选择与钻井操作注意事项 .....	(87)
<b>第四节 降低水平井钻井成本的有关技术措施</b> .....	(89)
<b>参考文献</b> .....	(91)
<b>第四章 多分支井技术</b> .....	(92)
<b>第一节 概述</b> .....	(92)
一、多分支井的概念 .....	(92)
二、多分支井的意义 .....	(92)
<b>第二节 多分支井的主要类型和完井系统分级</b> .....	(94)
一、多分支井类型 .....	(94)
二、多分支井完井系统分级(TAML 分级系统) .....	(96)
<b>第三节 多分支井的设计</b> .....	(100)
一、多分支井的设计原则 .....	(100)
二、多分支井的轨道设计 .....	(101)
<b>第四节 多分支井钻井液</b> .....	(103)
一、多分支井钻井对钻井液的要求 .....	(103)
二、选择多分支井钻井液时应考虑的问题 .....	(103)
三、多分支井钻井时钻井液体系 .....	(103)
<b>第五节 多分支井的钻井技术</b> .....	(104)
一、分支井的侧钻方法 .....	(104)
二、多分支井的造斜工具 .....	(105)
三、多分支井钻井系统 .....	(106)
<b>第六节 多分支井完井技术</b> .....	(110)
一、多分支井完井要求 .....	(110)

二、多分支井完井系统及密封控制 .....	(110)
三、多分支井完井方法 .....	(112)
第七节 多分支井应用实例 .....	(114)
一、海 14-20 分支井 .....	(114)
二、新浅 90 分支井 .....	(115)
三、静 31-59 分支水平井 .....	(115)
参考文献 .....	(115)
<b>第五章 欠平衡钻井技术 .....</b>	<b>(117)</b>
第一节 概述 .....	(117)
第二节 井下注气欠平衡钻井技术 .....	(118)
一、所需的特殊设备和注气方法 .....	(118)
二、设计井下注气钻井的油气井时应考虑的问题 .....	(122)
三、钻井液的选择 .....	(125)
四、井下注气欠平衡钻井实例 .....	(126)
第三节 空气钻井技术 .....	(130)
一、空气钻井的主要设备和工具 .....	(131)
二、空气钻井工艺 .....	(135)
三、空气钻井实例 .....	(138)
<b>第六章 老井重入钻井技术 .....</b>	<b>(143)</b>
第一节 概述 .....	(143)
第二节 老井重入钻井的基本特点 .....	(143)
第三节 老井重入钻井设计程序 .....	(144)
第四节 井身剖面选择 .....	(145)
第五节 钻柱结构 .....	(148)
第六节 套管开窗或段铣 .....	(149)
第七节 井眼轨道控制 .....	(151)
一、中半径、中短半径水平井井眼轨道控制工具及工艺 .....	(151)
二、短半径水平井井眼轨道控制工具及工艺 .....	(152)
三、测斜仪器 .....	(153)
第八节 老井重入侧钻井完井 .....	(154)
一、完井液 .....	(154)
二、完井方式 .....	(154)
第九节 老井重入侧钻短半径水平井实例 .....	(154)
一、井眼剖面设计 .....	(155)
二、短半径水平井的井底钻具组合 .....	(155)
三、钻井作业 .....	(157)
四、短半径水平井钻井效率 .....	(158)
第十节 径向水平井钻井技术 .....	(159)
一、径向水平井钻井系统及钻井参数 .....	(159)
二、径向水平井完井技术 .....	(161)

三、辽河油田径向水平井钻井完井技术 .....	(161)
<b>第七章 套管钻井技术 .....</b>	<b>(165)</b>
第一节 概述 .....	(165)
第二节 套管钻井钻机 .....	(165)
一、井架和模块式建筑 .....	(165)
二、数字可编程序逻辑控制系统(PLC) .....	(166)
三、绞车 .....	(167)
四、顶驱和其他设备 .....	(167)
第三节 套管钻井钻具 .....	(168)
一、套管钻井总成 .....	(168)
二、套管扶正器 .....	(169)
三、套管接箍内置承扭环 .....	(169)
四、钻头和管下扩眼器 .....	(169)
五、套管连接器 .....	(171)
第四节 套管钻井工程中应考虑的问题 .....	(171)
一、屈曲 .....	(172)
二、疲劳 .....	(174)
三、水马力 .....	(175)
第五节 套管钻井实例 .....	(176)
一、美国谢夫隆生产公司的套管钻井实例 .....	(176)
二、套管钻井在大港油田滩海地区的应用实例 .....	(178)
第六节 尾管钻井技术 .....	(179)
一、尾管钻井系统 .....	(179)
二、尾管悬挂器 .....	(180)
三、钻井作业 .....	(180)
参考文献 .....	(181)
<b>第八章 连续管钻井技术 .....</b>	<b>(182)</b>
第一节 概述 .....	(182)
第二节 连续管基本知识 .....	(183)
一、连续管材质 .....	(184)
二、连续管强度 .....	(185)
三、连续管失效问题 .....	(185)
四、提高连续管使用寿命的方法 .....	(186)
五、连续管破裂压力计算 .....	(188)
六、连续管疲劳寿命预测计算 .....	(188)
第三节 连续管钻机 .....	(190)
一、普通连续管钻机 .....	(190)
二、典型连续管钻井装置 .....	(193)
三、混合(两用)连续管钻机 .....	(200)
第四节 连续管钻井井下钻具组合 .....	(201)

一、连续管钻井井下钻具组合的基本组成 .....	(201)
二、典型连续管钻井井下钻具组合 .....	(203)
三、电动连续管钻井井下钻具组合 .....	(205)
第五节 连续管钻井实例 .....	(208)
一、阿科公司在普鲁德霍湾的连续管钻井实践 .....	(208)
二、壳牌公司在北海的连续管开窗侧钻 .....	(214)
<b>第九章 膨胀管技术</b> .....	(218)
第一节 膨胀管类型 .....	(218)
一、割缝膨胀管 .....	(218)
二、实体膨胀管 .....	(219)
第二节 工具和辅助设备 .....	(221)
一、膨胀管接头 .....	(221)
二、膨胀管井下坐放工具 .....	(221)
三、膨胀锥 .....	(222)
第三节 膨胀管的使用方法和范围 .....	(222)
一、下膨胀管 .....	(222)
二、扩管 .....	(222)
三、膨胀管搭接 .....	(223)
第四节 膨胀管应用实例 .....	(223)
一、膨胀防砂网的应用实例 .....	(223)
二、膨胀管在深水钻井中的应用实例 .....	(224)
三、用膨胀管修补套管实例 .....	(225)
参考文献 .....	(225)
<b>第十章 低成本钻井液</b> .....	(226)
第一节 钻井液的功能 .....	(226)
第二节 钻井液材料 .....	(227)
一、钻井液原材料 .....	(228)
二、钻井液处理剂 .....	(231)
第三节 低成本钻井液类型与配方 .....	(246)
一、水基钻井液与完井液 .....	(246)
二、气基类流体 .....	(265)
三、各种钻井液和完井液的成本排序 .....	(269)
参考文献 .....	(270)
<b>第十一章 钻井和完井过程中保护油气层技术</b> .....	(271)
第一节 油气层特性及其潜在伤害因素 .....	(271)
一、岩矿特征 .....	(271)
二、储渗空间及物性 .....	(272)
三、孔喉结构 .....	(272)
四、油气层岩石表面性质 .....	(273)
五、油气层流体的性质 .....	(273)
六、油气层的敏感性 .....	(273)

第二节 钻井过程中的保护油气层技术 .....	(274)
一、钻井过程中油气层伤害的原因 .....	(274)
二、钻井过程中造成油气层伤害程度的工程因素 .....	(276)
三、保护油气层的钻井液技术 .....	(277)
四、保护油气层的钻井工艺技术 .....	(283)
五、保护油气层的固井技术 .....	(285)
第三节 钻井完井保护油气层评价技术 .....	(287)
一、钻井液完井液伤害储层的室内评价 .....	(287)
二、矿场评价技术 .....	(288)
参考文献 .....	(293)
<b>第十二章 钻井液转化为水泥浆技术 .....</b>	<b>(294)</b>
第一节 概述 .....	(294)
第二节 MTC 原理 .....	(294)
第三节 矿渣 MTC 材料 .....	(295)
一、钻井液 .....	(295)
二、高炉矿渣 .....	(296)
三、矿渣激活剂 .....	(298)
四、分散剂 .....	(300)
五、缓凝剂 .....	(300)
第四节 矿渣 MTC 浆配方与性能 .....	(301)
一、浆液密度 .....	(301)
二、液固比 .....	(301)
三、流变性能 .....	(301)
四、稠化时间 .....	(302)
五、失水量 .....	(302)
六、抗压强度 .....	(302)
七、游离液 .....	(302)
第五节 矿渣 MTC 固化体的微观结构、水化产物与性能 .....	(304)
一、矿渣 MTC 固化体的微观结构及水化产物 .....	(304)
二、抗压强度 .....	(304)
三、渗透性 .....	(306)
四、矿渣 MTC 固化体的断裂韧性 .....	(306)
五、沉降稳定性 .....	(306)
六、静凝胶强度 .....	(306)
七、动态力学性能 .....	(307)
八、模拟射孔和验窜实验 .....	(307)
九、抗腐蚀性能 .....	(307)
第六节 现场应用情况 .....	(308)
一、现场施工工艺 .....	(308)
二、我国现场使用情况 .....	(309)
参考文献 .....	(309)



# 第一章 顿钻钻井技术

## 第一节 概 述

顿钻钻井又称冲击式钻井,是利用冲击式钻机的曲柄连杆机构,通过钢丝绳提动顿钻钻具,在井内作上、下往复运动,使顿钻钻头冲击井底岩石,将岩石顿成碎屑。然后用捞砂筒捞出岩屑,再继续钻进,如此循环,使井愈钻愈深,直至完井。

顿钻钻井源于两千多年前,在我国劳动人民创造出凿洞技术的基础上发展起来的。英国科学家李约瑟(1900—1995年)在《中国科学技术史》一书中指出:“今天在勘探油田所用的这种钻探井或凿洞的技术,肯定是中国人发明的”,“这种技术大约在12世纪以前传到西方各国”。由于顿钻钻井的机械化程度低,钻头在井内工作状况主要靠操作者凭经验来控制,不易对付高压油、气、水层等复杂地层,井深超过500m后钻井速度慢,不能大段取心等局限性,所以已逐渐被旋转钻井或更先进的钻井方法所代替。近百年来顿钻技术仍停留在经验钻井阶段,没有系统地从事理论上的深入探讨和研究。

顿钻钻井有很多优点:淘空钻进,不使用钻井液,对油层的伤害轻;岩屑录井质量高,录井资料准确,可以控制薄油层的底水;装备简单、轻便,钻机造价低,组建井队一次性投资少;操作和维修简单,易学,易操作;井场占地少,钻前工程费用低;钻机的能耗低,钢材耗量少,钻井成本低,每米进尺成本只相当于旋转钻井的二分之一到三分之一。顿钻钻井适用与开发低压浅层难动用油气储量。据考察,到20世纪80年代,美国仍然有100多部顿钻钻机分布在低压浅层的油区打井(图1-1)。延长油矿管理局自1907年利用木质结构的标准顿钻,打成“中国陆上第一口油井”以来,截至1987年底,在4个油田(延长、永坪、青化砭和甘谷驿)共钻3000多口井,其中80%以上的井是由顿钻完成的。1988年顿钻进尺占全局总进尺的58.1%,顿钻完成井数占开发井总数的67.7%。后因勘探开发规模不断扩大和完井方法的改变,以及全面对外开放钻井市场,自1989年后逐步停机减员,于2000年5月全部停用。在陕北个别县钻采公司仍继续使用顿钻钻井来开发低压浅层区块。

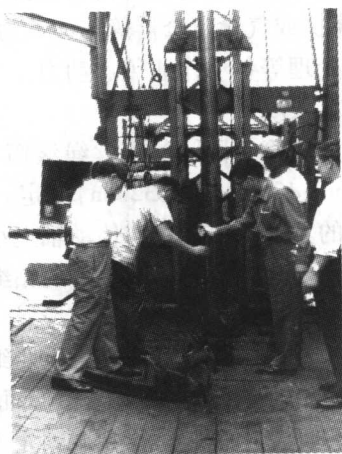


图1-1 美国顿钻钻井现场

顿钻钻井不仅钻井成本低(见表1-1),而且不会伤害地层。虽然工艺相对落后、钻速慢,但是对于难动用储量来说,只要地质条件合适仍是一种可行的钻井方法。