



## 内 容 提 要

本手册是针对石油钻井工程需要而编写的,系统介绍了涉及石油钻井工程的工艺技术、钻井工具、技术要点等内容。主要章节包括钻井基础数据及有关计算、钻井设备、钻井管材、钻井工具、随钻震击器与减震器、井下动力钻具、钻头及喷嘴、钻井井控、固井、钻井取心、钻井液、定向井与水平井专用工具及测量仪器、钻井仪器仪表、钻井事故处理工具、套管开窗侧钻工具、钻井常用材料及其它等十六章。

本手册内容全面、取材广泛、实用性强,是一本供广大钻井技术人员、管理人员和工人使用的工具书,同时又可作为钻井科研机构、石油院校的参考资料,也是勘探、开发等与钻井技术关系密切行业的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

钻井工程技术手册/赵金洲,张桂林主编.  
—北京:中国石化出版社,2004(2006.8重印)  
ISBN 7-80164-683-5

I. 钻… II. ①赵… ②张… III. 油气钻井-工程技术-手册 IV. TE242-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 139757 号

### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com.cn](mailto:press@sinopec.com.cn)

北京精美实华图文制作中心排版

北京新华印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

\*

850×1168 毫米 32 开本 34.75 印张 44 插页 933 千字

2005 年 2 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 版第 3 次印刷

定价:150.00 元

# 前 言

钻井工程技术手册，是钻井技术工作者必备的工具书，对钻井技术工作具有重要的指导作用。多年来，石油钻井行业使用的技术手册主要有石油化学工业出版社 1978 年出版的《钻井测试手册》、胜利油田钻井工程公司于 1987 年编写的《钻井技术手册》、石油工业出版社 1990 年出版的《钻井手册(甲方)》、石油工业出版社 1999 年出版的《钻井工具手册》、科学技术出版社 2000 年出版的《钻采工具手册》等。这些手册的使用，对于指导钻井生产、解决各种技术问题、促进钻井科研攻关与技术进步起到了不可替代的重要作用。但是，随着石油钻井技术的进步和生产发展，随着钻井市场范围的不断扩大和与国际石油钻井行业的接轨，随着各种新工艺、新技术、新设备、新材料、新工具的不断出现，各种手册存在的技术老化、缺乏全面性等问题越来越突出，有必要编写一部涉及面广、技术新颖的实用手册。本手册就是在这种情况下开始编写的。

编写本手册的目的是满足石油行业从事钻井、勘探、开发等各级技术人员的需要。本手册本着突出钻井技术重点、突出钻井工程实际这条思路，本着面向生产一线、面向广大技术人员、面向科研院所、面向全行业的基本原则，本着为广大使用者提供一种实用、先进工具书的目的进行策划编写的。资料收集和形成初稿历时两年多的时间，对现有各种技术手册进行了认真分析，对当前钻井新技术、新工具等内容进行了认真调研，对各种资料进行了反复校对，力求达到“全、新、准”的要求。手册包括各种表格近 900 张，各种图近 450 张。

手册内容包括十六章，第一章钻井基础数据及有关计算由张延明、闫振来、高兴坤编写，第二章钻井设备由曾光、张以

华、孙献蔚编写，第三章钻井管材由黄成、于建军编写，第四章常用井口工具由陈伟、张连涛编写，第五章随钻震击器、减震器由史桂云编写，第六章井下动力钻具由史桂云编写，第七章钻头及喷嘴由孙明光编写，第八章钻井井控由张桂林、袁强、杨德京编写，第九章固井由杨启贞、张明昌、张伟编写，第十章钻井取心由许俊良编写，第十一章钻井液由范坤模、李振学编写，第十二章定向井、水平井专用工具及测量仪器由王升廷、孙文胜、秦利民、赵金华编写，第十三章钻井仪器仪表由杨东亮、王国良、张伟超编写，第十四章钻井事故处理工具由张连涛、吕维华编写，第十五章套管开窗侧钻工具由马清明、温林荣、徐希良、吴仲华编写，第十六章钻井常用材料及其它由刘奇、潘信阳、王汝卿、王舒编写。

初稿完成后，蒋希文对第二章、第八章、第九章和第十四章进行了初审，蒲健康对第三章、第十章、第十二章、第十三章、第十五章进行了初审，丛祥生对第一章、第四章、第五章、第六章、第七章、第十一章、第十六章进行了初审。参加审查的还有郭岳、宋玉宽、何兴贵、王君书、王鑫、郝荣明等。

本手册由赵金洲、张桂林主编。主编负责起草编写大纲并统稿，对经过初审的内容进行最终审查定稿。在手册编写过程中，于文平、孙启忠、王宝新、程华国给予了精心指导和大力支持，许多钻井老领导、老专家也提出了宝贵意见和建议，在此表示诚挚的谢意。考虑到石油钻井技术是一项涉及面广、技术庞杂的系统工程，一本手册能够实现的技术功能毕竟还是有限，同时考虑方便使用者快捷查阅数据，对篇幅进行了必要的限制。

由于编写经验不足和掌握各种新技术的局限性以及编写水平有限，手册中难免存在不足与错误，恳请广大读者多提宝贵意见。

编者

# 目 录

## 第一章 钻井基础数据及有关计算

第一节 常用材料物理化学性质	( 1 )
一、常用材料密度	( 1 )
二、石油的化学成分	( 2 )
三、土壤安全抗压强度	( 2 )
四、岩石的摩擦系数	( 2 )
五、岩石的抗扭破力(破碎压力)	( 3 )
六、岩石强度关系表	( 3 )
七、矿物硬度	( 4 )
八、工业用水硬度分类	( 4 )
九、饮用水的水质标准	( 4 )
十、布氏、洛氏、维氏、肖氏硬度换算表	( 6 )
十一、标准岩样的物理机械性质及可钻性	( 13 )
十二、我国主要油田地质岩石可钻性及机械性质 测定结果汇总表	( 14 )
十三、风速及风压表	( 14 )
十四、常用化工产品	( 21 )
第二节 常用数值及公式	( 22 )
一、吋的分数、小数与毫米对照表	( 22 )
二、吋与毫米对照表	( 22 )
三、常用法定计量单位及换算表	( 26 )
四、常用面积计算公式表	( 38 )

五、常用体积和表面积计算公式表·····	( 40 )
六、浮力系数表·····	( 42 )
<b>第三节 直径与容积关系</b> ·····	( 42 )
一、地面管汇及管柱体积、内、外容积·····	( 42 )
二、井眼容积表·····	( 50 )
三、井眼与钻杆环形容积·····	( 52 )
四、井眼与钻铤环形容积·····	( 58 )
五、井眼与套管环形容积·····	( 65 )
六、起钻时井内钻井液液面降低米数·····	( 70 )
七、钻头与套管间隙标准·····	( 74 )
<b>第四节 钻井常用计算公式</b> ·····	( 86 )
一、井架基础的计算公式·····	( 86 )
二、混凝土体积配合比用料计算·····	( 87 )
三、井身质量计算公式·····	( 87 )
四、喷射钻井水力参数计算公式·····	( 90 )
五、优选参数钻井计算公式·····	( 98 )
六、地层孔隙压力计算公式·····	( 102 )
七、压井计算公式·····	( 105 )
八、卡点深度、钻杆允许扭转圈数及泡油量的计算 公式·····	( 108 )
九、定向井计算公式·····	( 116 )

## 第二章 钻井设备

<b>第一节 钻机技术规范</b> ·····	( 120 )
一、石油钻机的基本形式和基本参数行业标准 (SY/T 5609—1999) ·····	( 120 )
二、石油钻机的主要技术参数及井场布置简图·····	( 121 )
三、胜利油田海上钻井平台主要技术规范·····	( 140 )

<b>第二节</b>	<b>钻机主要部件技术规范</b> ·····	( 146 )
一、	天车·····	( 146 )
二、	游动滑车·····	( 147 )
三、	大钩·····	( 148 )
四、	水龙头·····	( 148 )
五、	转盘·····	( 149 )
六、	绞车·····	( 149 )
七、	井架及底座·····	( 150 )
八、	顶部驱动装置·····	( 151 )
九、	电磁涡流刹车·····	( 153 )
十、	钻井泵·····	( 153 )
<b>第三节</b>	<b>钻机动力及控制系统</b> ·····	( 160 )
一、	190 系列柴油机·····	( 160 )
二、	CAT 发电机组·····	( 163 )
三、	底特律柴油发电机组·····	( 163 )
四、	IPS 2200/50D SCR 系统·····	( 165 )
五、	液力变矩器及其与柴油机的匹配·····	( 166 )
六、	空气压缩机·····	( 170 )
七、	钻井泵安全阀·····	( 171 )
<b>第四节</b>	<b>主要固控设备技术规范</b> ·····	( 171 )
一、	振动筛·····	( 171 )
二、	泥浆清洁器·····	( 172 )
三、	离心机·····	( 173 )
四、	砂泵及除砂器·····	( 173 )
五、	剪切泵·····	( 174 )
六、	搅拌机·····	( 174 )
<b>第五节</b>	<b>TDS - 11SA 顶部驱动钻井系统的安装图示</b> ·····	( 175 )
一、	钻台布局及尺寸·····	( 175 )

二、典型的 TDS - 11SA 顶部驱动钻井系统与井架的关系 .....	( 176 )
三、TDS - 11SA 顶部驱动钻井系统俯视图 .....	( 177 )
四、用大钩或吊车将顶驱和滑橇吊到钻台上 .....	( 178 )
五、大钩接上顶驱提环, 取出锁定销钉, 整套装置与滑橇分离 .....	( 179 )
六、安装导轨 .....	( 180 )
七、导轨下端固定 .....	( 181 )
八、导轨的旁置 .....	( 182 )

### 第三章 钻井管材

<b>第一节 钻具</b> .....	( 183 )
一、方钻杆 .....	( 183 )
二、钻杆 .....	( 191 )
三、加重钻杆 .....	( 213 )
四、特种钻杆 .....	( 219 )
五、钻铤 .....	( 222 )
<b>第二节 套管</b> .....	( 232 )
一、套管的 API 标准 .....	( 232 )
二、API 套管规范及强度 .....	( 233 )
三、套管接箍 .....	( 233 )
四、特种套管 .....	( 236 )
五、套管螺纹 .....	( 253 )
六、套管的标记 .....	( 264 )
<b>第三节 油管</b> .....	( 265 )
一、油管规范及强度 .....	( 265 )
二、油管接箍 .....	( 276 )



## 第四章 常用井口工具

第一节 吊卡	( 279 )
一、钻杆吊卡	( 279 )
二、套管吊卡	( 282 )
三、油管吊卡	( 285 )
四、吊卡与吊环的配合关系	( 287 )
五、前苏联吊卡技术规范	( 287 )
第二节 吊环	( 288 )
一、吊环结构	( 288 )
二、型号表示方法	( 289 )
三、技术规范	( 289 )
第三节 吊钳	( 290 )
一、钻杆、套管、油管吊钳	( 291 )
二、液压大(吊)钳	( 295 )
第四节 卡瓦及安全卡瓦	( 303 )
一、卡瓦	( 303 )
二、安全卡瓦	( 310 )
第五节 方补心及小补心	( 311 )
一、滚子方补心	( 312 )
二、对开式方补心	( 313 )
三、小补心(垫叉)	( 313 )
第六节 旋扣器	( 314 )
一、钻杆气动旋扣器	( 314 )
二、方钻杆旋扣器	( 316 )
第七节 其它工具	( 318 )
一、提升短节	( 318 )
二、常用钻具配合接头	( 320 )
三、钻具稳定器	( 321 )

四、扩大器	( 323 )
-------	---------

## 第五章 钻头及喷嘴

第一节 刮刀钻头	( 324 )
一、钻头结构	( 324 )
二、工作原理	( 326 )
三、钻头尺寸及技术规范	( 326 )
四、刮刀钻头的合理使用	( 327 )
第二节 牙轮钻头	( 328 )
一、牙轮钻头结构	( 328 )
二、三牙轮钻头的表示方法	( 330 )
三、三牙轮钻头磨损分级标准	( 333 )
四、牙轮钻头的合理使用	( 335 )
五、钻头制造厂家及其产品	( 336 )
六、特征牙轮钻头	( 377 )
第三节 金刚石钻头	( 378 )
一、金刚石钻头类型	( 378 )
二、金刚石钻头的分类编码及描述	( 380 )
三、工作原理	( 382 )
四、金刚石钻头磨损分级	( 383 )
五、钻头的合理使用	( 385 )
六、钻头制造厂家及其产品	( 386 )
七、特种金刚石钻头	( 398 )
第四节 喷嘴(水眼)	( 399 )
一、喷嘴的结构特点及种类	( 399 )
二、喷嘴过流面积及组合喷嘴计算	( 402 )
三、喷嘴直径及过流面积数据表	( 402 )

## 第六章 井下动力钻具

第一节 螺杆钻具	( 404 )
一、国产螺杆钻具	( 404 )
二、国外螺杆钻具	( 452 )
第二节 涡轮钻具	( 477 )
一、国产涡轮钻具	( 477 )
二、国外涡轮钻具简介	( 493 )

## 第七章 随钻震击器、减震器

第一节 随钻震击器	( 504 )
一、Z <sub>x</sub> J 随钻震击器	( 504 )
二、机械式随钻震击器	( 516 )
三、液压随钻震击器	( 521 )
第二节 随钻减震器	( 525 )
一、液压减震器	( 525 )
二、双向减震器	( 530 )

## 第八章 钻井井控

第一节 装置的组合与选用	( 533 )
一、井控装置的组成	( 533 )
二、组合形式	( 534 )
第二节 闸板防喷器	( 536 )
一、结构	( 536 )
二、技术规范	( 536 )

第三节	环形防喷器	( 550 )
一、	结构特点	( 550 )
二、	规格和型式	( 551 )
第四节	旋转防喷器	( 557 )
一、	旋转防喷器的基本组成	( 557 )
二、	旋转防喷器的技术规范	( 562 )
第五节	防喷器控制系统	( 568 )
一、	远程控制台	( 568 )
二、	司钻控制台	( 571 )
三、	报警系统	( 571 )
四、	控制管线管缆	( 572 )
五、	国产防喷器控制装置技术要求	( 573 )
第六节	节流压井管汇	( 574 )
一、	节流与压井管汇型号表示方法	( 576 )
二、	技术规范	( 576 )
三、	主要阀件	( 578 )
四、	液动节流管汇控制箱	( 580 )
第七节	套管头	( 583 )
一、	结构	( 583 )
二、	套管头基本参数与技术规范	( 586 )
三、	套管头安装	( 592 )
第八节	钻井四通及井控附件	( 592 )
一、	钻井四通	( 592 )
二、	法兰	( 593 )
第九节	钻井液气体分离器	( 605 )
一、	用途	( 605 )
二、	结构及工作原理	( 605 )
三、	安全使用	( 606 )
第十节	钻具内防喷装置	( 609 )
一、	方钻杆上、下旋塞	( 609 )

二、方钻杆防护阀·····	( 612 )
三、钻具回压阀·····	( 612 )
第十一节 井控装置的故障与排除方法·····	( 616 )
一、控制系统的故障判断及排除方法·····	( 616 )
二、液压防喷器的故障及其排除方法·····	( 617 )

## 第九章 固井

第一节 固井计算·····	( 619 )
一、套管强度设计及校核·····	( 619 )
二、预应力固井计算·····	( 630 )
三、定向井、水平井, 满足套管下入的井眼条件 ···	( 634 )
四、注水泥计算·····	( 635 )
第二节 油井水泥及水泥外加剂·····	( 642 )
一、油井水泥·····	( 642 )
二、油井水泥外加剂·····	( 646 )
第三节 套管工具附件·····	( 658 )
一、常用套管工具·····	( 658 )
二、常用套管附件·····	( 660 )
第四节 固井设备·····	( 676 )
一、水泥车·····	( 676 )
二、撬装注水泥设备·····	( 681 )
三、气动下灰车·····	( 682 )
四、ZHBC-30/1.2-2 型供水、压塞综合泵车 ·····	( 682 )
五、水泥化验设备·····	( 683 )
第五节 固井施工技术难点·····	( 685 )
一、内管法固井工艺·····	( 685 )
二、尾管固井工艺·····	( 686 )
三、分级固井工艺·····	( 689 )
四、预应力固井工艺·····	( 690 )

五、定向井、水平井固井技术·····	( 691 )
六、高压井固井技术·····	( 692 )
七、漏失井固井工艺·····	( 693 )
<b>第六节 固井质量评价·····</b>	<b>( 695 )</b>
一、井温测井·····	( 695 )
二、水力测试·····	( 695 )
三、声波测井·····	( 695 )
四、套管柱强度试压要求·····	( 697 )

## 第十章 钻井取心

<b>第一节 钻井取心方式与选择·····</b>	<b>( 699 )</b>
<b>第二节 常规取心工具·····</b>	<b>( 700 )</b>
一、自锁式取心工具·····	( 700 )
二、加压式取心工具·····	( 702 )
三、砂卡式单筒取心工具·····	( 703 )
<b>第三节 特殊取心工具·····</b>	<b>( 705 )</b>
一、特殊取心工具型号与技术参数·····	( 705 )
二、特殊取心工具分类及技术规范·····	( 705 )
三、密闭液技术要求·····	( 713 )
<b>第四节 取心钻头·····</b>	<b>( 714 )</b>
一、取心钻头分类及特点·····	( 714 )
二、取心钻头的选择·····	( 715 )

## 第十一章 钻井液

<b>第一节 钻井液的组成与功用·····</b>	<b>( 720 )</b>
一、钻井液的组成·····	( 720 )
二、钻井液的功用·····	( 720 )

<b>第二节 钻井液体系及类型</b> .....	( 721 )
一、钻井液体系分类.....	( 721 )
二、我国标准化钻井液分委会初步分类.....	( 723 )
三、钻井液体系的综合分类.....	( 724 )
四、胜利油田使用的钻井液体系.....	( 728 )
<b>第三节 钻井液材料及处理剂</b> .....	( 730 )
一、粘土类.....	( 730 )
二、加重材料.....	( 732 )
三、降滤失剂.....	( 735 )
四、降粘剂.....	( 740 )
五、增粘剂.....	( 743 )
六、页岩抑制剂.....	( 745 )
七、润滑剂.....	( 747 )
八、消泡剂.....	( 750 )
九、絮凝剂.....	( 751 )
十、解卡剂.....	( 753 )
十一、堵漏剂.....	( 754 )
十二、缓蚀剂.....	( 756 )
十三、杀菌剂.....	( 756 )
十四、乳化剂.....	( 757 )
十五、泡沫剂.....	( 758 )
十六、其它.....	( 759 )
<b>第四节 钻井液测试推荐程序及仪器配套标准</b> .....	( 766 )
一、钻井液性能测试项目及方法.....	( 766 )
二、钻井队钻井液仪器配套标准.....	( 778 )
<b>第五节 复杂地层钻井液技术简介</b> .....	( 779 )
一、井壁坍塌.....	( 779 )
二、井漏.....	( 781 )
三、阻卡地层的钻井液处理.....	( 785 )
四、盐膏地层的钻井液处理.....	( 786 )

<b>第六节 钻井液主要计算公式</b> .....	( 789 )
一、体积计算公式 .....	( 789 )
二、钻井液循环数据计算 .....	( 792 )
三、钻井液密度及压力换算 .....	( 809 )
四、配制钻井液的计算 .....	( 809 )
五、常用处理剂的配制计算 .....	( 813 )
六、钻井液中处理剂加量计算 .....	( 816 )
七、钻井液流变参数计算 .....	( 816 )
<b>第七节 深井钻井液</b> .....	( 820 )
一、高温对水基钻井液的影响 .....	( 820 )
二、深井对钻井液性能的要求 .....	( 821 )
三、国内常用的抗高温钻井液 .....	( 821 )
四、胜利油田 20 世纪 90 年代研究开发的新型系列 深井钻井液 .....	( 824 )

## 第十二章 定向井、水平井专用工具及测量仪器

<b>第一节 专用工具</b> .....	( 826 )
一、定向接头 .....	( 826 )
二、无磁钻铤 .....	( 828 )
三、可变径稳定器 AGS .....	( 830 )
四、非旋转保护器 .....	( 833 )
五、液力加压器 .....	( 836 )
<b>第二节 钻井测量仪器</b> .....	( 838 )
一、ESS 电子多点测斜仪 .....	( 838 )
二、YSS 电子多点测斜仪 .....	( 839 )
三、SST 有线随钻测斜仪 .....	( 841 )
四、MS3 有线随钻测斜仪 .....	( 842 )
五、RSS 有线随钻测斜仪 .....	( 844 )
六、YST 有线随钻测斜仪 .....	( 845 )



七、SRO 地面记录陀螺测斜仪 .....	( 847 )
八、BOSS II 型电子陀螺测斜仪 .....	( 848 )
九、KEEPER 陀螺测斜仪 .....	( 850 )
十、DWD 无线随钻测斜仪 .....	( 850 )
十一、QDT 无线随钻测斜仪 .....	( 853 )
十二、GEOLINGK 无线随钻测斜仪 .....	( 855 )

### 第十三章 钻井仪器仪表

<b>第一节 钻井仪表概述</b> .....	( 859 )
一、钻井仪表的基本概念 .....	( 859 )
二、钻井仪表的测量及控制的参数 .....	( 860 )
三、钻井仪表的分类 .....	( 860 )
四、钻井仪表的构成 .....	( 861 )
<b>第二节 钻井指重表</b> .....	( 863 )
一、悬重和钻压的测量原理 .....	( 863 )
二、JZ 和 MZ 系列指重表 .....	( 865 )
三、FS 型指重表 .....	( 873 )
<b>第三节 多参数钻井仪</b> .....	( 878 )
一、江汉仪表厂 SZJ 系列多参数钻井仪表系统 .....	( 878 )
二、上海神开钻井多参数仪 .....	( 883 )
三、加拿大 Datalog 公司 WellWizard™ 钻井仪表监测 系统 .....	( 889 )
四、马丁/戴克-托特克智能化钻井监视仪 .....	( 895 )

### 第十四章 钻井事故处理工具

<b>第一节 常用打捞工具</b> .....	( 896 )
一、公锥 .....	( 896 )