

# 钻井工程技术手册

## (第二版)

赵金洲 张桂林 主编

中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC.PRESS.COM

# 钻井工程技术手册

(第二版)

赵金洲 张桂林 主编

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本手册是针对石油钻井工程需要而编写的一部工具书,系统介绍了随着钻井技术发展而配套应用的钻井管材、工具与仪器、钻井设备、基础数据与计算等内容。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、常用井口工具、钻头及辅助破岩工具、井下动力钻具、随钻震击器与减震器、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、套管开窗侧钻与分支井工具、钻井常用材料及其他十六章。

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、监督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、开发等与钻井技术专业紧密行业的参考用书。

### 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.  
—2版. —北京: 中国石化出版社, 2010. 12  
ISBN 978-7-5114-0562-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 188479 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、  
抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所  
有, 侵权必究。

### 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

北京华正印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092 毫米 32 开本 46.875 印张 1243 千字

2011 年 3 月第 2 版 2011 年 3 月第 8 次印刷

定价:270.00 元

# 再版说明

进入“十五”、特别是“十一五”以来，钻井技术迅猛发展，钻井区域不断扩大。在技术方面，不断与国际接轨并跻身国际先进行列，钻井新工艺、新型材料与设备、新型工具与仪器以及新标准新方法得到了推广应用。在钻井区域方面，已进入世界各地广泛参与市场竞争。随之，对最新工具书的需求也越来越迫切。鉴于此，本书主编组织编写人员对《钻井工程技术手册》第一版进行了修订，形成了《钻井工程技术手册》第二版。

本手册第一版于2005年2月出版，已是当时最新版本，涉及内容基本达到了最新、最适用的要求。第一版出版发行至今，未见其他手册新版本。本次修订，仍然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，力求达到“最新、全面、正确、实用”，达到当前国内领先水平。

本次修订，对原版内容进行了认真分析，对当前钻井新技术、新工具等内容进行了认真调研，查询了大量新资料，涉及内容已是目前最新动态。主要补充了海洋钻井平台、新型钻井设备、高压与抗硫井控设备、国外铝合金与钛合金钻杆、特种套管、新型钻头与破岩工具、国外新型涡轮钻具、新型井下测量仪器、钻井仪表、套管开窗工具等设备工具，补充完善了油气上窜速度、井口下缩距等计算方法、筛管顶部注水泥工艺，以及部分质量标准内容，同时删除了前苏联、罗马尼亚部分工具、钻具、防喷器等内容。资料收集并形成初稿历时一年，对各种资料进行了反复校对，达到出版要求。手册包括各种表格924张，各种示图553幅。

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廷明、闫振来、刘晓兰、张桂林编写，第二章钻井设备由张以华、张士华编写，第三章钻井管材由于建军、欧阳兰、周国清、张桂林编写，第四章常用井口工具由陈伟、张连涛编写，第五章钻头及辅助破岩工具由孙明光、彭焯编写，第六章井下动力钻具由史桂云、张桂林、姜兰琪编写，第七章随钻震击器与减震器由史桂云编写，第八章钻井井控由张桂林、韩兴伟、杨德京编写，第九章固井由杨启贞、张宏军、李绍晨编写，第十章钻井取心由许俊良编写，第十一章钻井液由何兴贵、唐代绪、郭宝雨、严波编写，第十二章定向井、水平井专用工具及测量仪器由秦利民、刘华编写，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吕维华、张连涛编写，第十五章套管开窗侧钻与分支井工具由吴仲华、温林荣、裴学良、宿振国编写，第十六章钻井常用材料及其他由刘奇、刘顺吉编写。

本手册由赵金洲、张桂林主编，起草编写大纲并对编写稿审查、定稿。在手册编写过程中，孙启忠、于文平、王宝新、魏文忠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建议和意见，在此表示诚挚的谢意！

由于编写手册经验不足，掌握新工艺、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，恳请广大使用者多提宝贵意见。

编 者

二〇一〇年十月

# 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 .....	( 3 )
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 .....	( 5 )
十一、标准岩样的物理机械性质及可钻性 .....	( 12 )
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 .....	( 13 )
十三、风速及风压表 .....	( 13 )
十四、常用化工产品 .....	( 20 )
十五、各油区平均水深数据 .....	( 21 )
第二节 常用数值及公式 .....	( 23 )
一、吋的分数、小数与毫米对照表 .....	( 23 )
二、吋与毫米对照表 .....	( 23 )
三、常用法定计量单位及换算表 .....	( 27 )



四、常用面积计算公式表 .....	( 39 )
五、常用体积和表面积计算公式表 .....	( 41 )
六、浮力系数表 .....	( 43 )
<b>第三节 直径与容积关系</b> .....	( 43 )
一、地面管汇及管柱体积、内、外容积 .....	( 43 )
二、井眼容积表 .....	( 51 )
三、井眼与钻杆环形容积 .....	( 53 )
四、井眼与钻铤环形容积 .....	( 59 )
五、井眼与套管环形容积 .....	( 66 )
六、起钻时井内钻井液液面降低米数 .....	( 71 )
七、钻头与套管间隙标准 .....	( 75 )
八、API 井身结构数据图表 .....	( 87 )
<b>第四节 钻井常用计算公式</b> .....	( 88 )
一、井架基础的计算公式 .....	( 88 )
二、混凝土体积配合比用料计算 .....	( 89 )
三、井身质量计算公式 .....	( 89 )
四、喷射钻井水力参数计算公式 .....	( 92 )
五、优选参数钻井计算公式 .....	( 100 )
六、地层孔隙压力计算公式 .....	( 104 )
七、压井计算公式 .....	( 107 )
八、油气上窜速度计算公式 .....	( 109 )
九、卡点深度、钻杆允许扭转圈数及 泡油量的计算公式 .....	( 113 )
十、定向井计算公式 .....	( 121 )

## 第二章 钻井设备

<b>第一节 钻机技术规范</b> .....	( 125 )
一、石油钻机的基本形式和基本参数行业标准 .....	( 125 )
二、石油钻机的主要技术参数及井场布置简图 .....	( 126 )

---

三、海上钻井平台主要技术规范 .....	(162)
<b>第二节 钻机主要部件技术规范 .....</b>	<b>(175)</b>
一、天车 .....	(175)
二、游动滑车 .....	(176)
三、大钩 .....	(177)
四、水龙头 .....	(177)
五、转盘 .....	(178)
六、绞车 .....	(178)
七、井架及底座 .....	(181)
八、电磁涡流刹车 .....	(182)
九、钻井泵 .....	(182)
十、钻井泵安全阀 .....	(192)
<b>第三节 钻机动力及控制系统 .....</b>	<b>(192)</b>
一、190 系列柴油机 .....	(192)
二、CAT 发电机组 .....	(195)
三、底特律柴油发电机组 .....	(195)
四、三菱重工柴油发电机组 .....	(197)
五、IPS 2200/50D SCR 系统 .....	(199)
六、钻机网电供电系统 .....	(201)
七、交流变频电控系统 .....	(203)
八、液力变矩器及其与柴油机的匹配 .....	(204)
九、YOZJ750 液力耦合器正车减速箱 .....	(208)
十、钻机用电动机 .....	(208)
十一、空气压缩机 .....	(209)
<b>第四节 主要固控设备技术规范 .....</b>	<b>(211)</b>
一、振动筛 .....	(211)
二、泥浆清洁器 .....	(212)
三、离心机 .....	(213)
四、除气器 .....	(214)
五、砂泵 .....	(214)



六、剪切泵 .....	(215)
七、搅拌机 .....	(215)
<b>第五节 顶部驱动钻井系统 .....</b>	<b>(215)</b>
一、国外顶部驱动钻井系统 .....	(215)
二、国内顶部驱动钻井系统 .....	(225)
三、TDS-11SA 顶部驱动钻井系统的安装图示 .....	(231)
<b>第六节 空气、氮气钻井设备 .....</b>	<b>(238)</b>

### 第三章 钻井管材

<b>第一节 钻具 .....</b>	<b>(240)</b>
一、方钻杆 .....	(240)
二、钻杆 .....	(241)
三、加重钻杆 .....	(270)
四、特种钻杆 .....	(276)
五、钻铤 .....	(283)
<b>第二节 套管 .....</b>	<b>(294)</b>
一、套管的分类和适用范围 .....	(294)
二、油套管标准 .....	(296)
三、API 套管的主要技术指标 .....	(298)
四、套管接箍 .....	(394)
五、特种套管 .....	(397)
六、套管螺纹 .....	(415)
七、套管(油管)的标记 .....	(429)
八、API 套管的上紧扭矩 .....	(433)
<b>第三节 油管 .....</b>	<b>(449)</b>
一、油管规范及强度 .....	(449)
二、油管接箍 .....	(484)
三、油管的上紧推荐扭矩 .....	(486)

## 第四章 常用井口工具

第一节 吊卡 .....	(494)
一、钻杆吊卡 .....	(494)
二、钻铤吊卡 .....	(499)
三、套管吊卡 .....	(499)
四、油管吊卡 .....	(501)
五、卡瓦式吊卡(吊卡/卡盘) .....	(503)
六、吊卡与吊环的配合关系 .....	(503)
第二节 吊环 .....	(504)
一、吊环结构 .....	(504)
二、型号表示方法 .....	(505)
三、技术规范 .....	(505)
第三节 吊钳 .....	(506)
一、钻杆、套管、油管吊钳 .....	(506)
二、液压大(吊)钳 .....	(512)
第四节 卡瓦及安全卡瓦 .....	(519)
一、定义与分类 .....	(519)
二、卡瓦结构 .....	(519)
三、技术规范 .....	(523)
四、型号表示方法 .....	(526)
五、安全卡瓦 .....	(526)
第五节 方补心及小补心 .....	(528)
一、滚子方补心 .....	(528)
二、对开式方补心 .....	(529)
三、小补心(垫叉) .....	(530)
第六节 旋扣器 .....	(530)
一、钻杆气动旋扣器 .....	(530)
二、方钻杆旋扣器 .....	(532)

第七节 其他工具 .....	(534)
一、提升短节 .....	(534)
二、常用钻具配合接头 .....	(536)
三、钻具稳定器 .....	(537)
四、扩大器 .....	(538)

## 第五章 钻头及辅助破岩工具

第一节 钻头材料 .....	(539)
一、刮刀钻头材料 .....	(539)
二、牙轮钻头材料 .....	(540)
三、金刚石钻头材料 .....	(540)
第二节 刮刀钻头 .....	(541)
一、钻头结构 .....	(542)
二、工作原理 .....	(543)
三、钻头尺寸及技术规范 .....	(543)
四、刮刀钻头的合理使用 .....	(544)
第三节 牙轮钻头 .....	(545)
一、牙轮钻头结构 .....	(545)
二、牙轮钻头的 IADC 分类标准及编码 .....	(548)
三、牙轮钻头磨损分级标准 .....	(551)
四、牙轮钻头的合理使用 .....	(553)
五、钻头制造厂家及其产品 .....	(554)
六、特种牙轮钻头 .....	(590)
第四节 金刚石钻头 .....	(591)
一、金刚石钻头类型 .....	(591)
二、金刚石钻头的 IADC 分类标准及编码 .....	(593)
三、工作原理 .....	(594)
四、金刚石钻头磨损分级 .....	(595)
五、金刚石钻头的合理使用 .....	(596)

六、钻头制造厂家及其产品 .....	(598)
七、特种金刚石钻头 .....	(613)
<b>第五节 喷嘴(水眼) .....</b>	<b>(614)</b>
一、喷嘴的结构特点及种类 .....	(614)
二、喷嘴过流面积及组合喷嘴计算 .....	(616)
三、喷嘴直径及过流面积数据表 .....	(616)
<b>第六节 空气锤与空气锤钻头 .....</b>	<b>(617)</b>
一、空气锤 .....	(617)
二、空气锤钻头 .....	(628)
三、空气锤和空气锤钻头的使用原则 .....	(642)
四、选型及使用技术 .....	(644)
五、故障排除 .....	(651)

## 第六章 井下动力钻具

<b>第一节 螺杆钻具 .....</b>	<b>(655)</b>
一、国产螺杆钻具 .....	(655)
二、国外螺杆钻具 .....	(706)
<b>第二节 涡轮钻具 .....</b>	<b>(731)</b>
一、国产涡轮钻具 .....	(731)
二、国外涡轮钻具简介 .....	(747)

## 第七章 随钻震击器、减震器

<b>第一节 随钻震击器 .....</b>	<b>(773)</b>
一、Z <sub>x</sub> J 随钻震击器 .....	(773)
二、机械式随钻震击器 .....	(785)
三、液压随钻震击器 .....	(790)
<b>第二节 随钻减震器 .....</b>	<b>(794)</b>

- 一、液压减震器 ..... (794)
- 二、双向减震器 ..... (799)

## 第八章 钻井井控

- 第一节 装置的组合与选用 ..... (803)
  - 一、井控装置的组成 ..... (803)
  - 二、组合形式 ..... (804)
- 第二节 闸板防喷器 ..... (806)
  - 一、结构 ..... (806)
  - 二、技术规范 ..... (810)
  - 三、闸板总成 ..... (810)
- 第三节 环形防喷器 ..... (827)
  - 一、结构特点 ..... (827)
  - 二、规格和型式 ..... (828)
- 第四节 旋转防喷器 ..... (834)
  - 一、旋转控制头的基本组成及技术规范 ..... (835)
  - 二、旋转防喷器的基本组成及技术规范 ..... (848)
- 第五节 防喷器控制系统 ..... (852)
  - 一、远程控制台 ..... (852)
  - 二、司钻控制台 ..... (855)
  - 三、报警系统 ..... (855)
  - 四、控制管线管缆 ..... (856)
  - 五、国产防喷器控制装置技术要求 ..... (857)
- 第六节 节流压井管汇 ..... (858)
  - 一、节流与压井管汇型号表示方法 ..... (860)
  - 二、技术规范 ..... (860)
  - 三、主要阀件 ..... (862)
  - 四、液动节流管汇控制箱 ..... (864)
- 第七节 套管头 ..... (867)

一、结构 .....	(867)
二、套管头基本参数与技术规范 .....	(870)
三、套管头安装 .....	(876)
第八节 钻井四通及井控附件 .....	(876)
一、钻井四通 .....	(876)
二、法兰 .....	(879)
第九节 钻井液气体分离器 .....	(889)
一、用途 .....	(889)
二、结构及工作原理 .....	(889)
三、安全使用 .....	(890)
第十节 钻具内防喷装置 .....	(893)
一、方钻杆上、下旋塞 .....	(893)
二、方钻杆防护阀 .....	(896)
三、钻具回压阀 .....	(896)
第十一节 井控装置的故障与排除方法 .....	(900)
一、控制系统的故障判断及排除方法 .....	(900)
二、液压防喷器的故障及其排除方法 .....	(901)

## 第九章 固 井

第一节 固井计算 .....	(903)
一、套管强度设计及校核 .....	(903)
二、预应力固井计算 .....	(914)
三、定向井、水平井满足套管下入的井眼条件 .....	(919)
四、注水泥计算 .....	(920)
第二节 油井水泥及水泥外加剂 .....	(928)
一、油井水泥 .....	(928)
二、油井水泥外加剂 .....	(932)
第三节 套管工具附件 .....	(947)
一、常用套管工具 .....	(947)



二、常用套管附件 .....	( 949 )
<b>第四节 固井设备 .....</b>	<b>( 973 )</b>
一、水泥车 .....	( 973 )
二、气动下灰车 .....	( 978 )
三、LK5130TJC35 型供水、LTJ5126TNC30 型 轻型水泥车 .....	( 979 )
四、水泥化验设备 .....	( 980 )
<b>第五节 固井施工技术 .....</b>	<b>( 982 )</b>
一、内管法固井工艺 .....	( 982 )
二、尾管固井工艺 .....	( 983 )
三、分级固井工艺 .....	( 991 )
四、预应力固井工艺 .....	( 993 )
五、水平井筛管顶部注水泥固井工艺 .....	( 994 )
六、封隔器完井工艺 .....	( 995 )
七、定向井、水平井固井技术 .....	( 995 )
八、高压井固井技术 .....	( 997 )
九、漏失井固井工艺 .....	( 998 )
<b>第六节 固井质量评价 .....</b>	<b>( 999 )</b>
一、井温测井 .....	( 999 )
二、水力测试 .....	( 999 )
三、声波测井 .....	( 999 )
四、固井质量评价 .....	( 1002 )
五、套管柱强度试压要求 .....	( 1005 )

## 第十章 钻 井 取 心

<b>第一节 钻井取心方式与选择 .....</b>	<b>( 1006 )</b>
<b>第二节 常规取心工具 .....</b>	<b>( 1007 )</b>
一、自锁式取心工具 .....	( 1007 )
二、加压式取心工具 .....	( 1007 )

三、砂卡式单筒取心工具 .....	(1010)
<b>第三节 特殊取心工具 .....</b>	<b>(1011)</b>
一、特殊取心工具 .....	(1011)
二、特殊取心工具分类及技术规范 .....	(1012)
三、密闭液技术要求 .....	(1024)
<b>第四节 取心钻头 .....</b>	<b>(1025)</b>
一、取心钻头分类及特点 .....	(1025)
二、取心钻头的选择 .....	(1025)

## 第十一章 钻 井 液

<b>第一节 钻井液体系及类型 .....</b>	<b>(1031)</b>
一、API 及 IADC 认可的钻井液体系 .....	(1031)
二、我国标准化钻井液分类 .....	(1033)
三、钻井液体系的综合分类 .....	(1034)
四、胜利油田使用的钻井液体系 .....	(1038)
<b>第二节 钻井液材料及处理剂 .....</b>	<b>(1041)</b>
一、黏土类 .....	(1041)
二、加重材料 .....	(1043)
三、降滤失剂 .....	(1046)
四、降黏剂 .....	(1051)
五、增黏剂 .....	(1055)
六、页岩抑制剂 .....	(1057)
七、润滑剂 .....	(1059)
八、消泡剂 .....	(1061)
九、絮凝剂 .....	(1063)
十、解卡剂 .....	(1064)
十一、堵漏剂 .....	(1066)
十二、缓蚀剂 .....	(1068)
十三、杀菌剂 .....	(1068)

十四、乳化剂 .....	(1069)
十五、泡沫剂 .....	(1071)
十六、其他 .....	(1072)
<b>第三节 钻井液测试推荐程序及仪器配套标准 .....</b>	<b>(1080)</b>
一、钻井液性能测试项目及方法 .....	(1080)
二、钻井队钻井液仪器配套标准 .....	(1093)
<b>第四节 复杂地层钻井液技术简介 .....</b>	<b>(1094)</b>
一、井壁坍塌 .....	(1094)
二、井漏 .....	(1097)
三、阻卡地层的钻井液处理 .....	(1101)
四、盐膏地层的钻井液处理 .....	(1102)
<b>第五节 钻井液主要计算公式 .....</b>	<b>(1104)</b>
一、体积计算公式 .....	(1104)
二、钻井液循环数据计算 .....	(1107)
三、钻井液密度及压力换算 .....	(1129)
四、配制钻井液的计算 .....	(1130)
五、常用处理剂的配制计算 .....	(1136)
六、钻井液中处理剂加量计算 .....	(1137)
七、钻井液流变参数计算 .....	(1137)
<b>第六节 深井钻井液 .....</b>	<b>(1140)</b>
一、高温对水基钻井液的影响 .....	(1141)
二、深井对钻井液性能的要求 .....	(1141)
三、国内常用的抗高温钻井液 .....	(1142)
四、新型深井钻井液 .....	(1144)

## 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>	<b>(1147)</b>
一、定向接头 .....	(1147)
二、无磁钻铤 .....	(1149)