

钻井工程技术手册

(第三版)

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、固井与完井、钻井取心、钻井液、定向井专用工具仪器、钻井仪器仪表、井下故障处理工具、侧钻工具、钻井常用材料及其他等十六章。

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、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、开发等相关行业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钻井工程技术手册 / 张桂林主编.
—3 版(修订本). —北京: 中国石化出版社,
2016. 12
ISBN 978 - 7 - 5114 - 4335 - 9

I. ①钻… II. ①张… III. ①油气
钻井—技术手册 IV. ①TE2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 283321 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:北京市朝阳区吉市口路 9 号

邮编:100011 电话:(010)59964500

读者服务部电话:(010)59964526

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

E-mail:press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 55.375 印张 1372 千字

2017 年 5 月第 3 版 2017 年 5 月第 1 次印刷

定价:330.00 元

再版说明

随着钻井技术的不断发展，钻井新工艺、新材料、新工具、新仪器、新设备不断涌现并得到了推广应用，钻井作业区域也已进入国际市场广泛参与竞争，对工具书的需求更加迫切。鉴于此，对《钻井工程技术手册》第二版进行了重新修订，形成了《钻井工程技术手册》第三版。

本手册第一版于2005年2月出版，第二版于2011年3月出版，皆是当时国内最新版本。本次修订仍然本着突出钻井技术重点、突出钻井工程需要这条思路，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先进、实用工具书的目的进行策划编写，力求达到最新、全面、正确、实用，保持国内领先水平。

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。主要补充了新型钻井设备、钻井管材、钻头与破岩工具、完井方法与新工艺、导向仪器与工具、震击器、井控装置、侧钻工具等设备工具，完善了油气上窜速度、压井、固井等计算方法，对部分章节内容进行了调整，同时删除了部分过时的工具、钻具、材料等内容。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，使之达到出版要求。手册包括各种表格1052张，各种示图624幅。

手册内容包括十六章，第一章基础数据及有关计算由刘晓兰、张桂林、张延明编写，第二章钻井设备由张以华、蒙古彬编写，第三章钻井管材由刘光磊、欧阳兰、张桂林、张海峰编写，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彭烨、温林荣编写，第六章井下动力钻具由史

桂云、张桂林、姜兰其编写，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，第九章固井与完井由杨启贞、张宏军、李绍晨、张建国编写，第十章钻井取心由许俊良、裴学良、司英晖编写，第十一章钻井液由何兴贵、刘振东、郭保雨、严波编写，第十二章定向井专用工具仪器由刘玉榜、张晓林编写，第十三章钻井仪器仪表由杨东亮、白涛编写，第十四章井下故障处理工具由冯相尧、张桂林编写，第十五章侧钻工具由吴仲华、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曲忭、刘晓兰、杨军编写。

本手册由张桂林主编，起草编写大纲并进行统编和审定，隋梅、袁玉宝、董黎明参与了材料组织和部分章节的审查。在手册编写过程中，韩来聚、孙启忠、李云给予了精心指导和大力支持，许多钻井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

目 录

第一章 基础数据及有关计算

第一节 常用数值及公式	(1)
一、吋的分数、小数与毫米对照表	(1)
二、吋与毫米对照表	(1)
三、常用法定计量单位及换算表	(5)
四、常用面积计算公式	(21)
五、常用体积和表面积计算公式	(23)
六、浮力系数表	(25)
第二节 直径与容积关系	(25)
一、地面管汇及管柱体积、内、外容积	(25)
二、井眼容积表	(32)
三、井眼与钻杆环形容积	(34)
四、井眼与钻铤环形容积	(40)
五、井眼与套管环形容积	(47)
六、套管与钻杆、钻铤环形容积	(53)
七、起钻时井内钻井液液面降低米数	(55)
八、钻头与套管间隙标准	(59)
九、API 井身结构数据图表	(71)
第三节 钻井常用计算公式	(72)
一、井架基础的计算公式	(72)
二、混凝土体积配合比用料计算	(73)
三、井身质量计算公式	(73)
四、喷射钻井水力参数计算公式	(76)

五、优选参数钻井计算公式	(85)
六、井内压力计算公式	(88)
七、 dc 指数计算公式	(89)
八、压井计算公式	(90)
九、油气上窜速度计算公式	(92)
十、卡点深度、钻杆允许扭转圈数及泡油量的 计算公式	(96)
十一、定向井计算公式	(105)

第二章 钻 井 设 备

第一节 钻机技术规范	(109)
一、石油钻机的基本形式和参数	(109)
二、石油钻机的主要技术参数及井场布置	(110)
三、海上钻井平台主要技术规范	(146)
第二节 钻机主要部件技术规范	(161)
一、天车	(161)
二、游动滑车	(162)
三、大钩	(163)
四、水龙头	(163)
五、转盘	(164)
六、绞车	(164)
七、井架及底座	(167)
八、电磁涡流刹车	(168)
九、钻井泵	(168)
十、钻井泵安全阀	(178)
第三节 钻机动力及控制系统	(178)
一、190 系列柴油机	(178)
二、CAT 发电机组	(181)
三、底特律柴油发电机组	(181)
四、三菱重工柴油发电机组	(183)

五、IPS 2200/50D SCR 系统	(185)
六、钻机网电供电系统	(187)
七、交流变频电控系统	(189)
八、液力变矩器及其与柴油机的匹配	(190)
九、YOZJ750 液力耦合器正车减速箱	(194)
十、钻机用电动机	(194)
十一、空气压缩机	(195)
第四节 主要固控设备技术规范	(197)
一、振动筛	(197)
二、泥浆清洁器	(198)
三、离心机	(199)
四、除气器	(200)
五、砂泵	(200)
六、剪切泵	(201)
七、搅拌机	(201)
第五节 顶部驱动钻井系统	(201)
一、国外顶部驱动钻井系统	(201)
二、国内顶部驱动钻井系统	(211)
三、TDS-11SA 顶部驱动钻井系统的安装图示	(217)
第六节 空气、氮气钻井设备	(224)

第三章 钻 井 管 材

第一节 钻具	(226)
一、方钻杆	(226)
二、钻杆	(226)
三、加重钻杆	(258)
四、特种钻杆	(264)
五、钻铤	(270)
六、钻具稳定器	(286)
七、防磨工具接头	(288)

第二节 套管	(288)
一、套管的分类和适用范围	(288)
二、套管和油管标准	(290)
三、API 套管的主要技术指标	(293)
四、套管接箍	(416)
五、特种套管	(419)
六、套管螺纹	(445)
七、套管(油管)的标记	(464)
八、API 套管的上紧扭矩	(468)
第三节 油管	(481)
一、油管规范及强度	(481)
二、油管接箍	(524)
三、油管的上紧推荐扭矩	(526)

第四章 常用井口工具

第一节 吊卡	(533)
一、钻杆吊卡	(533)
二、钻铤吊卡	(537)
三、套管吊卡	(538)
四、油管吊卡	(541)
五、卡瓦式吊卡(吊卡/卡盘)	(544)
六、吊卡与吊环的配合	(544)
第二节 吊环	(545)
一、吊环结构	(545)
二、型号表示方法	(546)
三、技术规范	(546)
第三节 吊钳	(548)
一、钻杆、套管、油管吊钳	(548)
二、液压大(吊)钳	(554)

第四节 卡瓦及安全卡瓦	(561)
一、分类	(561)
二、卡瓦结构	(561)
三、技术规范	(565)
四、型号表示方法	(568)
五、安全卡瓦	(568)
第五节 方补心及小补心	(570)
一、滚子方补心	(570)
二、对开式方补心	(571)
三、小补心(垫叉)	(572)
第六节 上扣器	(572)
一、钻杆气动上扣器	(572)
二、方钻杆上扣器	(574)
第七节 其他工具	(576)
一、提升短节	(576)
二、常用钻具配合接头	(578)
三、扩大器	(579)
四、光杆转动卡瓦(可转动钻杆卡瓦)	(579)

第五章 钻头及辅助破岩工具

第一节 钻头材料	(581)
一、牙轮钻头材料	(581)
二、PDC 钻头材料	(581)
三、金刚石钻头材料	(582)
四、刮刀钻头材料	(583)
第二节 牙轮钻头	(584)
一、牙轮钻头结构	(584)
二、牙轮钻头的分类标准及编码	(586)
三、牙轮钻头磨损评定方法	(588)

四、牙轮钻头的合理使用	(591)
五、牙轮钻头制造厂家及其产品	(592)
第三节 PDC 钻头及金刚石钻头	(643)
一、PDC 钻头	(643)
二、金刚石钻头	(644)
三、PDC 钻头及金刚石钻头的 IADC 分类标准及 编码	(645)
四、工作原理	(645)
五、金刚石钻头磨损评定方法	(647)
六、金刚石钻头的合理使用	(648)
七、金刚石取心钻头	(651)
八、金刚石钻头制造厂家及其产品	(651)
第四节 刮刀钻头	(675)
一、钻头结构	(675)
二、工作原理	(676)
三、钻头尺寸及技术规范	(676)
四、刮刀钻头的合理使用	(677)
第五节 喷嘴(水眼)	(679)
一、喷嘴的结构特点及种类	(679)
二、喷嘴过流面积及组合喷嘴计算	(682)
三、喷嘴直径及过流面积数据表	(682)
第六节 空气锤及空气锤钻头	(683)
一、空气锤	(683)
二、空气锤钻头	(695)
三、空气锤和空气锤钻头的使用原则	(716)
四、选型及使用技术	(718)
五、故障排除	(725)
第七节 扩眼器及特种钻头	(729)
一、牙轮扩眼器和滚轮铰孔器	(729)
二、金刚石扩眼器及特种金刚石钻头	(730)
三、钻头制造厂家及其产品	(732)

第六章 井下动力钻具

第一节 螺杆钻具	(752)
一、国产螺杆钻具	(752)
二、国外螺杆钻具	(822)
第二节 涡轮钻具	(847)
一、国产涡轮钻具	(847)
二、国外涡轮钻具简介	(854)

第七章 随钻震击器、减震器

第一节 随钻震击器	(876)
一、分体式随钻震击器	(876)
二、整体机械式随钻震击器	(888)
三、整体液压随钻震击器	(896)
四、整体机械液压式随钻震击器	(902)
第二节 随钻减震器	(906)
一、液压减震器	(907)
二、双向减震器	(913)

第八章 井控设备

第一节 装置的组合与选用	(918)
一、井控装置的组成	(918)
二、组合型式	(919)
第二节 闸板防喷器	(923)
一、结构	(923)
二、技术规范	(923)
三、闸板总成	(930)

第三节 环形防喷器	(942)
一、结构特点	(942)
二、规格和型式	(943)
第四节 旋转防喷器	(949)
一、旋转控制头的基本组成及技术规范	(951)
二、旋转防喷器的基本组成及技术规范	(965)
第五节 防喷器控制系统	(970)
一、远程控制台	(972)
二、司钻控制台	(975)
三、报警系统	(979)
四、控制管线管缆	(979)
五、控制装置技术要求	(981)
第六节 节流压井管汇	(982)
一、型号表示方法	(984)
二、技术规范	(984)
三、主要阀件	(985)
四、液动节流管汇控制箱	(987)
第七节 套管头	(991)
一、结构	(992)
二、基本参数与技术规范	(997)
三、套管头安装	(1005)
第八节 钻井四通 法兰	(1006)
一、钻井四通	(1006)
二、法兰	(1007)
第九节 钻井液气体分离器	(1021)
一、结构及工作原理	(1021)
二、安全使用	(1024)
第十节 钻具内防喷装置	(1026)
一、方钻杆旋塞	(1026)
二、钻具回压阀	(1026)
三、旁通阀	(1031)

第十一节 井控装置的故障与排除方法	(1032)
一、控制系统的故障判断及排除方法	(1032)
二、液压防喷器的故障及其排除方法	(1034)

第九章 固井与完井

第一节 完井方法	(1035)
一、非防砂井完井方法	(1035)
二、防砂井完井	(1038)
第二节 固井计算	(1041)
一、套管强度设计及校核	(1041)
二、预应力固井计算	(1053)
三、定向井、水平井满足套管下入的井眼条件 ...	(1057)
四、注水泥计算	(1058)
第三节 油井水泥及水泥外加剂	(1066)
一、油井水泥	(1066)
二、水泥外加剂	(1071)
第四节 套管工具附件	(1087)
一、常用套管工具	(1087)
二、常用套管附件	(1090)
第五节 固井设备	(1123)
一、固井水泥车	(1123)
二、固井批量混浆车	(1130)
三、气动下灰车	(1131)
四、LK5130TJC35 型供水、LTJ5126TNC30 型 轻型水泥车	(1132)
五、水泥化验设备	(1133)
第六节 固井施工技术	(1135)
一、内管法固井工艺	(1135)
二、尾管固井工艺	(1136)
三、分级固井工艺	(1145)
四、预应力固井工艺	(1148)

五、筛管顶部注水泥固井工艺	(1149)
六、封隔器完井工艺	(1150)
七、定向井、水平井固井技术	(1150)
八、高压井固井技术	(1152)
九、漏失井固井工艺	(1153)
十、尾管回接固井工艺	(1154)
十一、干法固井工艺	(1155)
十二、振动固井工艺技术	(1156)
第七节 固井质量评价	(1157)
一、井温测井	(1157)
二、水力测试	(1157)
三、声波测井	(1158)
四、固井质量评价	(1160)
五、套管柱强度试压要求	(1163)

第十章 钻井取心

第一节 取心方式	(1164)
第二节 常规取心工具	(1165)
一、自锁式取心工具	(1165)
二、加压式取心工具	(1167)
三、砂卡式单筒取心工具	(1168)
第三节 特殊取心工具	(1169)
一、保压密闭取心工具	(1170)
二、密闭取心工具	(1172)
三、保形密闭取心工具	(1173)
四、保形取心工具	(1174)
五、定向取心工具	(1174)
六、定向井、水平井取心工具	(1174)
七、海绵取心工具	(1176)
八、橡皮筒取心工具	(1176)
九、绳索式取心工具	(1177)

十、天然气水合物取心工具	(1178)
十一、密闭液技术要求	(1182)
第四节 取心钻头	(1183)
一、取心钻头分类及特点	(1183)
二、取心钻头的选择	(1184)

第十一章 钻井液

第一节 钻井液体系及类型	(1189)
一、API 及 IADC 认可的钻井液体系	(1189)
二、我国标准化钻井液分类	(1191)
三、常用钻井液体系及使用要点	(1192)
第二节 钻井液材料及处理剂	(1211)
一、黏土类	(1211)
二、加重材料	(1213)
三、降滤失剂	(1216)
四、降黏剂	(1222)
五、增黏剂	(1226)
六、页岩抑制剂	(1229)
七、润滑剂	(1231)
八、消泡剂	(1234)
九、絮凝剂	(1236)
十、解卡剂	(1237)
十一、堵漏剂	(1239)
十二、缓蚀剂	(1241)
十三、杀菌剂	(1242)
十四、乳化剂	(1242)
十五、泡沫剂	(1244)
十六、其他	(1246)
第三节 钻井液测试推荐程序及仪器配套标准	(1256)
一、钻井液性能测试项目及方法	(1256)
二、钻井队钻井液仪器配套标准	(1267)

第四节 复杂地层钻井液技术	(1269)
一、井壁坍塌	(1269)
二、井漏	(1272)
三、阻卡地层钻井液处理	(1275)
四、盐膏地层的钻井液处理	(1276)
第五节 钻井液主要计算公式	(1277)
一、体积计算公式	(1277)
二、钻井液循环数据计算	(1280)
三、钻井液密度及压力换算	(1302)
四、配制钻井液的计算	(1303)
五、常用处理剂的配制计算	(1306)
六、钻井液中处理剂加量计算	(1307)
七、钻井液流变参数计算	(1307)
第六节 深井钻井液	(1313)
一、高温对水基钻井液的影响	(1313)
二、深井对钻井液性能的要求	(1314)
三、国内常用的抗高温钻井液	(1314)
四、新型深井钻井液	(1317)

第十二章 定向井专用工具仪器

第一节 专用工具	(1320)
一、定向接头	(1320)
二、无磁钻铤	(1322)
三、螺杆钻具	(1324)
四、可变径稳定器(AGS)	(1331)
五、大位移井专用工具	(1334)
六、小曲率半径水平井工具	(1338)
第二节 电子单、多点测斜仪器	(1338)
一、ESS 电子多点测斜仪	(1340)
二、YSS 电子多点测斜仪	(1342)