

● 王胜启 高志强 秦礼曹 主编

ZUANJING
JIANDU
JISHU
SHOUCE

钻井监督技术手册



石油工业出版社

钻井监督技术手册

王胜启 高志强 秦礼曹 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本手册根据钻井监督在现场所涉及的主要技术,系统地介绍了钻机、井口工具、井口装置、井控装置、井下工具、定向井工具、取心工具、固井工具、钻井管材、钻井钢丝绳、钻井液、油井水泥和固井添加剂的基本参数、技术规范等,并提供了井下复杂事故处理方法和钻井常用公式。

本手册可供从事钻井工程的管理人员、技术人员、研究人员和监督人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

钻井监督技术手册 / 王胜启, 高志强, 秦礼曹主编.
北京: 石油工业出版社, 2008.4
ISBN 978-7-5021-6455-3

I. 钻…

II. ①王…②高…③秦…

III. 油气钻井 - 技术手册

IV. TE242-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 004100 号

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.com.cn

编辑部: (010) 64523579 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 31.5

字数: 806 千字

定价: 120.00 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

《钻井监督技术手册》编委会

主 编：王胜启 高志强 秦礼曹

成 员：郑晓峰 汪光太 秦礼曹 王胜启
方 慧 白仰民 杨德凤 高志强
孟庆昆 滕新兴 高振果 刘 盈
张耀嗣 侯月亭 朴昌浩 王 凯
任铁扣 魏群涛 周玉海 洪 英

顾 问：徐明会 朱明亮 董 杰 马家骥
刘雨晴 贾仲宣

序

工程监督管理机制是现代石油公司管理体制的重要组成部分，为了满足工程监督现场工作的需要，提高现场工程技术水平，国际跨国石油集团公司都根据自身特点，编写了各具特色的工程监督技术手册。

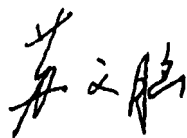
工程监督管理在国内实行时间还不算长，市场上能够见到的专门为钻井监督编写使用的各种文献资料和技术参考书非常少。中国石油天然气股份有限公司成立后，实现了与国际油公司管理机制接轨，建立与完善了工程监督管理体制，急需根据自身特点，编写具有特色的工程监督技术手册，以达到加强勘探与开发工程项目的管理和提高现场工程技术水平之目的。为此，中国石油天然气股份有限公司勘探与生产工程监督中心组织有经验的管理人员和专家编写了《钻井监督技术手册》，以满足钻井监督现场工作之所需。

目前，中国石油面临勘探地区条件恶劣、钻井难度大、突发问题多等困难，还面临要减少污染、保护环境、保障员工健康等压力。因此，中国石油勘探开发工程面临着严峻的挑战。一名优秀的钻井监督就要能够在发现问题时及时采取合理的技术与措施，正确应用适当工具与设备，保证施工顺利进行，确保工程质量和安全。

这本《钻井监督技术手册》系统介绍了钻井施工现场所用的钻井设备与钻井工具的技术参数、结构和使用要点，以及钻井常见复杂情况与钻井事故的判断、处理与预防等，对钻井监督现场工作具有很强的指导作用。相信这本手册的出版，将为钻井监督提供很大的帮助，同时也为从事钻井工程的管理人员、技术人员、研究人员们提供参考。

本书在钻井新技术、新工艺介绍方面分量略显不足，希望再版时加以补充。

是为序。



2007年3月29日

前 言

近几年来，中国石油天然气股份有限公司对工程监督管理的规章制度进行了规范和完善，使工程监督管理进一步规范化和科学化。2003年，中国石油天然气股份有限公司工程监督中心组织有经验的工程技术人员和专家编写的《中国石油天然气股份有限公司勘探与生产工程监督现场技术规范 钻井监督分册》，经过几年的使用，收到了非常好的效果，已经成为现场钻井监督开展工作的主要技术依据。

随着石油工程技术的飞跃发展，石油设备和工具最近几年的发展也特别迅速，涌现出了大量的新设备、新工具。设备和工具更新换代速度的加快给钻井监督工作增加了难度，需要经常查阅一些钻井设备与钻井工具的技术参数。因此，为了满足现场钻井监督的迫切需要，中国石油天然气股份有限公司勘探与生产工程监督中心组织了部分钻井技术人员与钻井专家，通过多次反复修改完善、广泛听取现场钻井监督的意见与建议，经过三年多的努力，编写完成了《钻井监督技术手册》。

《钻井监督技术手册》共分为十六章，主要介绍了钻井施工现场所用最新的钻井设备与钻井工具的技术参数和使用要点，钻井常用管材、钻井液、固井水泥与固井添加剂材料的技术参数，以及钻井常见复杂情况与钻井事故的判断、处理与预防等。它将为钻井监督工作提供极大的方便。

本书的编写工作得到了徐明会等钻井专家的大力支持和帮助，在此向他们表示诚挚的谢意！

由于编者的水平有限，书中难免有不足和错误之处，敬请读者给予批评指正。

编者

2007年9月

目 录

| | |
|--|----|
| 1 钻井设备 | 1 |
| 1.1 石油钻机基本参数 | 1 |
| 1.2 钻机主要技术参数 | 2 |
| 1.2.1 宝鸡石油机械有限责任公司钻机基本参数 | 2 |
| 1.2.2 兰州国民油井石油工程有限公司钻机基本参数 | 8 |
| 1.2.3 江汉四机厂车装钻机主要技术参数 | 11 |
| 1.2.4 南阳石油机械厂车装钻机基本参数 | 12 |
| 1.2.5 部分将逐步退役钻机基本参数 | 13 |
| 1.3 钻机主要部件参数 | 15 |
| 1.3.1 天车 | 15 |
| 1.3.2 游车 | 15 |
| 1.3.3 游车大钩 | 16 |
| 1.3.4 大钩 | 16 |
| 1.3.5 水龙头 | 17 |
| 1.3.6 转盘 | 17 |
| 1.3.7 绞车 | 18 |
| 1.3.8 井架 | 20 |
| 1.3.9 底座 | 21 |
| 1.3.10 顶部驱动装置 | 21 |
| 1.4 钻机动力机组 | 28 |
| 1.4.1 济南柴油机股份有限公司柴油机 | 28 |
| 1.4.2 美国 CATERPILLAR 公司柴油机 | 30 |
| 1.4.3 液力变矩器参数及其与柴油机的匹配 | 31 |
| 1.5 钻井泵 | 32 |
| 1.5.1 宝鸡石油机械有限责任公司 F 系列钻井泵技术参数 | 32 |
| 1.5.2 兰州国民油井石油工程有限公司 3NB 系列钻井泵技术参数 | 32 |
| 1.5.3 常用钻井泵额定泵压 | 33 |
| 1.5.4 三缸单作用泵每冲次泵量 | 33 |
| 1.6 固控设备 | 34 |
| 1.6.1 振动筛 | 34 |
| 1.6.2 除气器 | 37 |
| 1.6.3 清洁器 | 38 |
| 1.6.4 旋流器 | 39 |
| 1.6.5 砂泵 | 41 |
| 1.6.6 离心机 | 41 |

| | | |
|----------|-------------------|----|
| 2 | 井控装置 | 43 |
| 2.1 | 防喷器 | 43 |
| 2.1.1 | 分类与代号 | 43 |
| 2.1.2 | 型号 | 43 |
| 2.1.3 | 基本参数 | 43 |
| 2.1.4 | 组合形式 | 44 |
| 2.1.5 | 防喷器公称通径与套管公称外径的组合 | 45 |
| 2.1.6 | 环形防喷器 | 47 |
| 2.1.7 | 闸板防喷器 | 51 |
| 2.1.8 | 旋转防喷器 | 56 |
| 2.1.9 | 分流器 | 63 |
| 2.2 | 地面防喷器控制装置 | 63 |
| 2.2.1 | 国产防喷器控制装置系列 | 63 |
| 2.2.2 | 国产防喷器控制装置产品型号 | 63 |
| 2.2.3 | 国产地面防喷器控制装置技术参数 | 65 |
| 2.2.4 | 地面防喷器控制装置技术要求 | 67 |
| 2.3 | 井控管汇 | 68 |
| 2.3.1 | 井控管汇的组合形式 | 68 |
| 2.3.2 | 节流管汇的组合形式 | 69 |
| 2.3.3 | 压井管汇组合形式 | 70 |
| 2.3.4 | 井控管汇技术要求 | 70 |
| 2.3.5 | 常用节流管汇技术参数 | 73 |
| 2.3.6 | 常用压井管汇技术参数 | 74 |
| 2.3.7 | 井控管汇主要阀件 | 74 |
| 2.4 | 钻具内防喷器 | 79 |
| 2.4.1 | 方钻杆旋塞阀 | 79 |
| 2.4.2 | 钻具止回阀 | 80 |
| 2.5 | 试压装备及工具 | 87 |
| 2.5.1 | 试压装备 | 87 |
| 2.5.2 | 试压堵塞器 | 88 |
| 2.6 | 钻井液气体分离器 | 90 |
| 2.6.1 | 结构 | 90 |
| 2.6.2 | 主要技术参数 | 90 |
| 3 | 井口工具 | 92 |
| 3.1 | 吊环 | 92 |
| 3.1.1 | 结构 | 92 |
| 3.1.2 | 型号 | 92 |
| 3.1.3 | 技术参数 | 92 |
| 3.2 | 吊卡 | 94 |
| 3.2.1 | 结构 | 94 |
| 3.2.2 | 型号 | 94 |
| 3.2.3 | 技术参数 | 95 |

| | | |
|-------|------------------|-----|
| 3.3 | 吊钳 | 99 |
| 3.3.1 | 型号 | 99 |
| 3.3.2 | 技术参数 | 99 |
| 3.4 | 卡瓦 | 100 |
| 3.4.1 | 卡瓦类型 | 100 |
| 3.4.2 | 型号 | 100 |
| 3.4.3 | 技术参数 | 101 |
| 3.5 | 气动套管卡瓦 | 101 |
| 3.5.1 | 结构 | 101 |
| 3.5.2 | 技术参数 | 101 |
| 3.6 | 安全卡瓦 | 102 |
| 3.7 | 钻井动力钳 | 102 |
| 3.7.1 | 结构 | 102 |
| 3.7.2 | 型号 | 103 |
| 3.7.3 | 技术参数 | 103 |
| 3.8 | 气动旋扣器 | 104 |
| 3.8.1 | 结构 | 104 |
| 3.8.2 | 技术参数 | 104 |
| 3.9 | 滚子方补心 | 106 |
| 3.9.1 | 结构 | 106 |
| 3.9.2 | 规格 | 106 |
| 3.9.3 | 使用技术要求 | 107 |
| 4 | 井口装置 | 108 |
| 4.1 | 性能要求 | 108 |
| 4.1.1 | 额定压力 | 108 |
| 4.1.2 | 额定温度 | 108 |
| 4.1.3 | 额定材料类别 | 109 |
| 4.2 | 产品材料级别 | 110 |
| 4.3 | 套管头本体垂直通径 | 110 |
| 4.4 | 转换连接装置 | 112 |
| 4.4.1 | 转换四通(单级) | 112 |
| 4.4.2 | 多段转换四通(多段套管头四通) | 113 |
| 4.4.3 | 转换异径连接装置 | 113 |
| 4.4.4 | 油管头异径连接装置 | 113 |
| 4.5 | API 法兰额定压力值和尺寸范围 | 114 |
| 4.6 | 密封垫环形式及尺寸 | 122 |
| 4.7 | 推荐的法兰用螺栓上紧扭矩 | 126 |
| 4.8 | 防磨套 | 127 |
| 5 | 钻头 | 128 |
| 5.1 | 钻头类型与地层级别对应关系 | 128 |
| 5.2 | 三牙轮钻头 | 128 |
| 5.2.1 | 三牙轮钻头分类 | 128 |

| | | |
|----------|------------------------------|------------|
| 5.2.2 | 江汉三牙轮钻头 | 128 |
| 5.2.3 | 江汉三牙轮钻头与美国四大钻头公司钻头型号对照 | 134 |
| 5.3 | 金刚石钻头 | 143 |
| 5.3.1 | 江汉金刚石钻头 | 143 |
| 5.3.2 | 川石·克锐达金刚石钻头 | 146 |
| 5.3.3 | 四川百施特金刚石钻头 | 147 |
| 5.3.4 | 特殊钻头 | 150 |
| 5.4 | IADC 钻头磨损分级方法 | 153 |
| 5.4.1 | 牙轮钻头 | 153 |
| 5.4.2 | 金刚石钻头 | 155 |
| 5.4.3 | IADC 钻头磨损分级标准及代号框图 | 156 |
| 5.5 | 国内钻头磨损评定方法 | 157 |
| 5.5.1 | 钻头磨损 | 157 |
| 5.5.2 | 切削齿磨损 | 157 |
| 5.5.3 | 轴承磨损 | 157 |
| 5.5.4 | 直径磨损 | 159 |
| 6 | 常用井下工具 | 160 |
| 6.1 | 减震器 | 160 |
| 6.1.1 | 分类 | 160 |
| 6.1.2 | 型号 | 160 |
| 6.1.3 | 液压减震器 | 160 |
| 6.1.4 | 机械减震器 | 161 |
| 6.1.5 | 减震器使用方法及注意事项 | 164 |
| 6.2 | 水力加压器 | 165 |
| 6.3 | 稳定器 | 165 |
| 6.3.1 | 型号 | 165 |
| 6.3.2 | 整体式螺旋稳定器 | 166 |
| 6.3.3 | 可换套稳定器 | 168 |
| 7 | 井下事故处理工具 | 171 |
| 7.1 | 震击器和震击加速器 | 171 |
| 7.1.1 | 分类与命名 | 171 |
| 7.1.2 | 随钻震击器 | 171 |
| 7.1.3 | 打捞震击器 | 179 |
| 7.2 | 管柱打捞工具 | 187 |
| 7.2.1 | 公锥 | 187 |
| 7.2.2 | 母锥 | 188 |
| 7.2.3 | 打捞筒 | 190 |
| 7.2.4 | 打捞矛 | 193 |
| 7.2.5 | 倒扣接头 | 196 |
| 7.2.6 | 安全接头 | 196 |
| 7.2.7 | 铅模 (铅印) | 198 |
| 7.2.8 | 可变弯接头 | 199 |

| | | |
|----------|-------------------------|------------|
| 7.3 | 测卡与爆炸松扣工具 | 201 |
| 7.3.1 | 测卡车 | 201 |
| 7.3.2 | 测卡仪 | 202 |
| 7.3.3 | 爆炸松扣工具 | 203 |
| 7.3.4 | 爆炸切割工具 | 204 |
| 7.3.5 | 化学切割工具 | 208 |
| 7.3.6 | 水眼冲砂工具 | 210 |
| 7.4 | 磨鞋与铣鞋 | 211 |
| 7.4.1 | 概况 | 211 |
| 7.4.2 | 磨鞋 | 212 |
| 7.4.3 | 铣鞋 | 212 |
| 7.5 | 套铣工具 | 216 |
| 7.5.1 | 套铣管 | 216 |
| 7.5.2 | 套铣防掉矛 | 218 |
| 7.5.3 | 套铣倒扣器 | 221 |
| 7.6 | 切割工具 | 222 |
| 7.6.1 | 机械式内割刀 | 222 |
| 7.6.2 | 机械式外割刀 | 223 |
| 7.6.3 | 水力式内割刀 | 223 |
| 7.6.4 | 水力式外割刀 | 225 |
| 7.7 | 落物打捞工具 | 226 |
| 7.7.1 | 反循环(强磁)打捞篮 | 226 |
| 7.7.2 | 液压井底碎物打捞器 | 228 |
| 7.7.3 | 随钻打捞杯 | 228 |
| 7.7.4 | 杆状落物的打捞工具 | 230 |
| 8 | 定向井工具和测量仪器 | 232 |
| 8.1 | 井下动力钻具 | 232 |
| 8.1.1 | 螺杆钻具 | 232 |
| 8.1.2 | 涡轮钻具 | 254 |
| 8.2 | 定向井专用工具 | 255 |
| 8.2.1 | 弯接头 | 255 |
| 8.2.2 | 无磁钻铤 | 255 |
| 8.3 | 测量仪器 | 256 |
| 8.3.1 | 单点测斜仪 | 256 |
| 8.3.2 | 多点测斜仪 | 259 |
| 8.3.3 | 陀螺测斜仪 | 260 |
| 8.3.4 | 随钻测斜仪 | 261 |
| 9 | 钻井取心工具 | 268 |
| 9.1 | 取心工具选择 | 268 |
| 9.2 | 常规取心工具 | 268 |
| 9.2.1 | 常规取心工具概况 | 268 |
| 9.2.2 | 常规取心技术要求 | 269 |

| | | |
|-----------|---------------------|------------|
| 9.2.3 | 常规取心工具产品介绍 | 271 |
| 9.3 | 特殊取心工具 | 273 |
| 9.3.1 | 特殊取心工具概况 | 273 |
| 9.3.2 | 特殊取心工具结构特点 | 274 |
| 9.3.3 | 特殊取心工具钻进参数推荐值 | 278 |
| 9.3.4 | 密闭液与示踪剂技术要求 | 278 |
| 9.3.5 | 特殊取心工具 | 278 |
| 9.4 | 取心钻头 | 280 |
| 9.4.1 | 取心钻头分类及特点 | 280 |
| 9.4.2 | 取心钻头选择 | 280 |
| 10 | 固井工具 | 283 |
| 10.1 | 套管串附件 | 283 |
| 10.1.1 | 引鞋 | 283 |
| 10.1.2 | 套管鞋 | 284 |
| 10.1.3 | 浮鞋与浮箍 | 284 |
| 10.1.4 | 套管自动灌浆阀 | 285 |
| 10.1.5 | 水泥伞 | 287 |
| 10.1.6 | 刮泥器 | 287 |
| 10.1.7 | 套管扶正器 | 288 |
| 10.1.8 | 限位卡 | 288 |
| 10.1.9 | 尾管悬挂器 | 289 |
| 10.1.10 | 尾管回接装置 | 298 |
| 10.1.11 | 内管法注水泥器 | 301 |
| 10.1.12 | 分级注水泥器 | 303 |
| 10.1.13 | 套管外封隔器 | 307 |
| 10.1.14 | 套管地锚 | 309 |
| 10.2 | 地面固井工具 | 312 |
| 10.2.1 | 固井水泥头 | 312 |
| 10.2.2 | 固井胶塞 | 314 |
| 10.2.3 | 循环接头 | 315 |
| 10.2.4 | 套管通径规 | 316 |
| 11 | 钻井管材 | 317 |
| 11.1 | 方钻杆 | 317 |
| 11.1.1 | 结构 | 317 |
| 11.1.2 | 四方方钻杆规格 | 317 |
| 11.1.3 | 六方方钻杆规格 | 317 |
| 11.1.4 | 方钻杆机械性能 | 317 |
| 11.2 | 钻杆 | 321 |
| 11.2.1 | 钻杆管体 | 321 |
| 11.2.2 | 钻杆接头 | 321 |
| 11.2.3 | 钻杆分级和标记 | 327 |
| 11.2.4 | 钻杆性能 | 328 |

| | | |
|-----------|--------------------------------|------------|
| 11.2.5 | 整体加重钻杆 | 333 |
| 11.2.6 | 推荐 API 钻杆紧扣扭矩 | 334 |
| 11.2.7 | 钻杆接头螺纹 | 336 |
| 11.3 | 钻铤 | 338 |
| 11.3.1 | 钻铤类型与结构 | 338 |
| 11.3.2 | 钻铤尺寸规格 | 339 |
| 11.3.3 | 螺旋钻铤螺旋槽尺寸规格 | 340 |
| 11.3.4 | 钻铤机械性能 | 341 |
| 11.3.5 | 推荐钻铤紧扣扭矩 | 341 |
| 11.4 | 套管 | 346 |
| 11.4.1 | API 套管钢级、标识和套管标记 | 346 |
| 11.4.2 | API 套管规范 | 348 |
| 11.4.3 | 套管接箍规范 | 348 |
| 11.4.4 | 特种 (非 API) 套管 | 374 |
| 11.4.5 | 套管螺纹 | 385 |
| 11.4.6 | 推荐套管紧扣扭矩 | 391 |
| 12 | 钻井钢丝绳 | 403 |
| 12.1 | 结构 | 403 |
| 12.1.1 | 代表性股结构 | 403 |
| 12.1.2 | 捻法 | 403 |
| 12.1.3 | 结构及钢级代号 | 403 |
| 12.2 | 钻井钢丝绳 (钻井大绳) 选择 | 404 |
| 12.2.1 | 钻井钢丝绳尺寸、结构选择 | 404 |
| 12.2.2 | 钻井钢丝绳 (大绳) 的安全系数 | 404 |
| 12.2.3 | 钻井钢丝绳的钢级和破断强度 | 405 |
| 12.2.4 | 钻井钢丝绳直径与滑轮槽和滚筒槽根半径的匹配 | 406 |
| 12.3 | 钻井钢丝绳倒刹评价 | 407 |
| 12.3.1 | 外层钢丝断裂根数限定值 | 407 |
| 12.3.2 | 钢丝绳倒刹依据 | 407 |
| 12.3.3 | 钢丝绳倒刹长度的确定 | 407 |
| 13 | 常用钻井液添加剂 | 409 |
| 13.1 | 常用钻井液添加剂 | 409 |
| 13.2 | 钻井完井液常用保护储层处理剂 | 420 |
| 14 | 油井水泥与外加剂 | 421 |
| 14.1 | 油井水泥 | 421 |
| 14.1.1 | API 油井水泥级别 | 421 |
| 14.1.2 | 我国油井水泥级别及规范 | 421 |
| 14.2 | 油井水泥外加剂 | 422 |
| 14.2.1 | 我国油井水泥外加剂 | 422 |
| 14.2.2 | 国外油井水泥外加剂 | 426 |
| 15 | 钻井工程复杂情况和事故的预防与处理 | 433 |
| 15.1 | 井下复杂情况与事故诊断 | 433 |

| | | |
|-----------|------------------------|------------|
| 15.1.1 | 井下复杂情况诊断 | 433 |
| 15.1.2 | 井下事故诊断 | 433 |
| 15.2 | 钻井复杂情况与事故的种类、发生原因及主要特征 | 434 |
| 15.2.1 | 卡钻事故 | 434 |
| 15.2.2 | 常见的钻柱事故及处理方法 | 436 |
| 15.2.3 | 常见的井内落物事故及处理方法 | 436 |
| 15.2.4 | 固井中的复杂情况与事故 | 436 |
| 15.3 | 卡钻处理的主要技术措施 | 441 |
| 15.3.1 | 粘吸卡钻的处理与预防措施 | 441 |
| 15.3.2 | 处理砂桥卡钻的技术措施 | 443 |
| 15.3.3 | 处理缩径卡钻的技术措施 | 443 |
| 15.3.4 | 处理坍塌卡钻的技术措施 | 444 |
| 15.3.5 | 处理键槽卡钻的技术措施 | 444 |
| 15.3.6 | 处理泥包卡钻的技术措施 | 444 |
| 15.3.7 | 处理干钻卡钻的技术措施 | 445 |
| 15.3.8 | 处理水泥卡钻的技术措施 | 445 |
| 15.4 | 固井中的复杂情况与事故处理 | 445 |
| 15.4.1 | 套管事故的预防与处理 | 445 |
| 15.4.2 | 注水泥作业中的复杂情况与故障 | 448 |
| 15.5 | 处理复杂情况的主要技术措施 | 453 |
| 15.5.1 | 井漏的处理 | 453 |
| 15.5.2 | 井塌的处理 | 456 |
| 15.5.3 | 复杂情况下的操作 | 457 |
| 15.6 | 井喷事故的处理 | 460 |
| 15.6.1 | 关井程序 | 460 |
| 15.6.2 | 压井 | 461 |
| 15.6.3 | 压井过程中异常情况的判断与处理 | 463 |
| 15.6.4 | 井喷失控的处理 | 464 |
| 15.6.5 | 井喷失控着火处理 | 464 |
| 16 | 钻井常用数据与计算 | 466 |
| 16.1 | 常用计量单位及换算 | 466 |
| 16.2 | 常用物质密度 | 468 |
| 16.3 | 常用容积 | 469 |
| 16.4 | 钻井液主要性能参数、单位及计算公式 | 470 |
| 16.5 | 钻井液配制计算 | 471 |
| 16.5.1 | 配制钻井液所需膨润土量计算 | 471 |
| 16.5.2 | 配制钻井液所需水量计算 | 472 |
| 16.5.3 | 降低钻井液密度时加水量计算 | 472 |
| 16.5.4 | 钻井液加重剂用量计算 | 472 |
| 16.5.5 | 重晶石加重钻井液用量速查表 | 472 |
| 16.6 | 循环压耗计算 | 474 |
| 16.6.1 | 钻井液环空上返速度计算 | 474 |

| | | |
|---------|-------------------|-----|
| 16.6.2 | 环空流态的判断 | 474 |
| 16.6.3 | 地面管汇压力损耗计算 | 475 |
| 16.6.4 | 管内循环压力损耗计算 | 475 |
| 16.6.5 | 管外循环压力损耗计算 | 476 |
| 16.7 | 喷射钻井计算 | 477 |
| 16.7.1 | 射流喷射速度计算 | 477 |
| 16.7.2 | 当量喷嘴直径计算 | 477 |
| 16.7.3 | 射流冲击力计算 | 477 |
| 16.7.4 | 钻头压力降计算 | 478 |
| 16.7.5 | 钻头水功率计算 | 478 |
| 16.7.6 | 钻头比水功率计算 | 478 |
| 16.7.7 | 设计钻头喷嘴总面积计算 | 478 |
| 16.8 | 地层压力计算 | 479 |
| 16.8.1 | 孔隙压力计算 | 479 |
| 16.8.2 | 静液柱压力计算 | 479 |
| 16.8.3 | 上覆岩层压力计算 | 479 |
| 16.8.4 | 地层压力梯度计算 | 479 |
| 16.8.5 | 地层破裂压力梯度计算 | 479 |
| 16.8.6 | 激动压力和抽汲压力计算 | 480 |
| 16.8.7 | dc 指数法预测地层压力的计算 | 480 |
| 16.9 | 压井计算 | 481 |
| 16.9.1 | 油气上窜速度计算 (迟到时间法) | 481 |
| 16.9.2 | 井筒内钻井液量计算 | 482 |
| 16.9.3 | 钻井液循环时间计算 | 482 |
| 16.9.4 | 关井立管压力计算 | 482 |
| 16.9.5 | 压井所需钻井液密度计算 | 482 |
| 16.9.6 | 压井过程中循环时立管总压力计算 | 482 |
| 16.9.7 | 压井初始循环压力计算 | 483 |
| 16.9.8 | 終了循环压力计算 | 483 |
| 16.10 | 卡钻事故处理相关计算 | 483 |
| 16.10.1 | 卡点深度计算 | 483 |
| 16.10.2 | 浸泡油量计算 | 484 |
| 16.10.3 | 钻杆允许扭转圈数计算 | 485 |
| 16.11 | 固井常用计算 | 487 |
| 16.11.1 | 钻杆伸长量计算 | 487 |
| 16.11.2 | 水泥配浆数据计算 | 487 |
| 16.11.3 | 套管在自重作用下伸长量计算 | 488 |
| 16.11.4 | 套管自由段恢复自重时回缩距计算 | 489 |
| 16.12 | 筛网规格 | 489 |
| 16.13 | 推荐钻头上扣扭矩 | 490 |
| 参考文献 | | 490 |

1 钻井设备

1.1 石油钻机基本参数

石油钻机基本参数见表 1-1。

表 1-1 石油钻机基本参数

| 钻机级别 | | 10/600 | 15/900 | 20/1350 | 30/1700 | 40/2250 | 50/3150 | 70/4500 | 90/6750 90/5850 ^① | 120/9000 |
|-------------------------------------|-------------|--|----------------------|---|----------------------|---------------|--|----------------|---|----------------|
| 名义 钻深 范围 ^② m | 127mm 钻杆 | 500~800 | 700~1400 | 1100~1800 | 1500~2500 | 2000~3200 | 2800~4500 | 4000~6000 | 5000~8000 | 7000~ 10000 |
| | 114mm 钻杆 | 500~1000 | 800~1500 | 1200~2000 | 1600~3000 | 2500~4000 | 3500~5000 | 4500~7000 | 6000~9000 | 7500~ 12000 |
| 最大钩载 kN (tf) | | 600 (60) | 900 (90) | 1350 (135) | 1700 (170) | 2250 (225) | 3150 (315) | 4500 (450) | 6750 (675) 5850 (585) ^③ | 9000 (900) |
| 绞车额定功率 kW (hp) | | 110~200 (150~270) | 257~330 (350~450) | 330~400 (450~550) | 400~550 (550~750) | 735 (1000) | 1100 (1500) | 1470 (2000) | 2210 (3000) | 2940 (4000) |
| 游动 系统 绳数 | 钻井 绳数 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 12/10 ^④ | 12 |
| | 最多 绳数 | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 | 12 | 12 | 16/14 ^④ | 16 |
| 钻井钢丝绳 直径 ^⑤ mm (in) | | 22 (7/8) | 26 (1) | 29 (1 1/8) | 32 (1 1/4) | 32 (1 1/4) | 35 (1 3/8) | 38 (1 1/2) | 42 (1 5/8) | 52 (2) |
| 钻井泵单台功 率最小值 kW (hp) | | 260 (350) | 370 (500) | 590 (800) | 735 (1000) | | 960 (1300) | 1180 (1600) | | 1470 (2000) |
| 转盘开口 直径 mm (in) | | 381, 445 (15, 17 1/2) | | 445, 520, 700 (17 1/2, 20 1/2, 27 1/2) | | | 700, 950, 1260 (27 1/2, 37 1/2, 49 1/2) | | | |
| 钻台高度, m | | 3, 4 | 4, 5 | | 5, 6, 7.5 | | 7.5, 9, 10.5, 12 | | | |
| 井架 ^⑥ | | 各级钻机均采用可提升 28m 立柱的井架, 对 10/600, 15/900, 20/1350 三级钻机也可采用提升 19m 立柱的井架, 对 120/9000 一级钻机可采用 37m 立柱的井架 | | | | | | | | |

注: ① 114mm 钻杆组成的钻柱的平均质量 30kg/m, 127mm 钻杆组成的钻柱的平均质量 36kg/m, 以 114mm 钻杆标定的名义钻深范围上限作为钻机型号表示依据。

② 所选用钢丝绳应保证在游动系统最多绳数和最大钩载的情况下的安全系数不小于 2, 在钻井绳数和最大钻柱载荷情况下的安全系数不小于 3。

③ 为非优先采用参数。

④ 不适合用于自行式钻机、拖挂式钻机。

1.2 钻机主要技术参数

1.2.1 宝鸡石油机械有限责任公司钻机基本参数

宝鸡石油机械有限责任公司钻机基本参数见表 1-2 至表 1-6。

表 1-2 宝鸡石油机械有限责任公司直流电驱动钻机基本参数

| 钻 机 型 号 | | ZJ50/3150D | ZJ70/4500D |
|-----------------|---------------|------------------|-------------|
| 名义钻井深度 m | 114mm 钻杆 | 3500 ~ 5000 | 5000 ~ 7000 |
| | 127mm 钻杆 | 2800 ~ 4500 | 4000 ~ 6000 |
| 最大钩载, kN (tf) | | 3150 (315) | 4500 (450) |
| 大钩速度, m/s | | 0 ~ 1.44 | 0 ~ 1.44 |
| 提升系统绳系 | | 12 | 12 |
| 钻井钢丝绳直径, mm | | 35 | 38 |
| 最大快绳拉力, kN | | 350 | 487 |
| 绞车 | 型号 | JC50D | JC70D |
| | 额定功率, kW (hp) | 1100 (1500) | 1470 (2000) |
| | 绞车挡数 | 4 | 4 |
| 主刹车 | | 液压盘刹 | |
| 辅助刹车 | | 电磁涡流刹车或气动风冷盘式刹车 | |
| 天车型号 | | TC315 | TC450 |
| 游车型号 | | YC315 | YC450 |
| 提升系统轮径, mm (in) | | 1270 (50) | 1524 (60) |
| 大钩型号 | | DG315 | DG450 |
| 水龙头 | 型号 | SL450 | SL450 |
| | 中心管直径, mm | 75 | 75 |
| 转盘 | 开口直径, mm (in) | 952.5 (37½) | 952.5 (37½) |
| | 挡数 | 1 挡或 2 挡, 无级变速 | |
| | 驱动方式 | 独立电驱动或复合驱动 | |
| 井架 | 型式 | K | |
| | 有效高度, m | 45 | |
| | 额定载荷, kN | 3150 | 4500 |
| | 二层台高度, m | 24.5, 25.5, 26.5 | |
| 底座 | 型式 | 旋升式或弹弓式 | |
| | 钻台高度, m | 9 | 9 10.5 |
| | 净空高度, m | 7.6 | 7.6 9 |
| 钻井泵 | 型号 × 台数 | F-1600 × 2 | F-1600 × 3 |
| | 驱动方式 | 直流电驱动 | |
| 主发电机组 | 容量, kV · A | 1500 | 1500 |
| | 数量 | 3 | 4 |