



中国石化
SINOPEC CORP

油田企业HSE培训教材

陆上钻井

总主编 卢世红

主 编 马兴聚



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS



中国石化
SINOPEC CORP.

中国石化大学
石油石化职业技能鉴定教材

SE培训教材

陆上钻井

总主编 卢世红

主 编 马兴聚



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

陆上钻井 / 马兴聚主编. — 东营 : 中国石油大学出版社, 2015. 12

中国石化油田企业 HSE 培训教材 / 卢世红总主编
ISBN 978-7-5636-4867-2

I. ①陆… II. ①马… III. ①油气钻井—技术培训—教材 IV. ①TE2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 322627 号

丛 书 名: 中国石化油田企业 HSE 培训教材

书 名: 陆上钻井

总 主 编: 卢世红

主 编: 马兴聚

责任编辑: 吕华华(电话 0532—86981537)

封面设计: 赵志勇

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: lv-huahua@163.com

印 刷 者: 青岛炜瑞印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392565, 8399580)

开 本: 170 mm×230 mm 印张: 26.75 字数: 509 千字

版 次: 2016 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

☆ ☆ 编审人员 ☆ ☆

总 主 编 卢世红

主 编 马兴聚

副 主 编 张雪艳 常洪宽 高 飞

编写人员 常云跃 何建伟 张洪增 李东海 姜大巍

郑丰兰 王 松 王延兵 邢宝肆 徐云龙

蒋景芳 钟 英 孟二会 王京龙 董 伟

颜小帅

审定人员 (按姓氏笔画排序)

王亚宁 牛建新 田素武 丛金玲 刑利民

刘吉伟 刘成贵 齐文忠 闫 进 孙吉昌

李 兵 李 科 李成嵩 李延庆 李维亮

杨延美 张 鹏 张立君 张训刚 张法军

张建阔 张洪民 陈炳祥 岳喜强 周振杰

孟宪平 徐建中 郭义昌 谢 晋 裴建忠

特别鸣谢

(按姓氏笔画排序)

马 勇	王 蔚	王永胜	王来忠	王家印	王智晓
方岱山	尹德法	卢云之	叶金龙	史有刚	成维松
毕道金	师祥洪	邬基辉	刘卫红	刘小明	刘玉东
闫 进	闫毓霞	江 键	祁建祥	孙少光	李 健
李发祥	李明平	李育双	杨 卫	杨 雷	肖太钦
吴绪虎	何怀明	宋俊海	张 安	张亚文	张光华
陈安标	罗宏志	周焕波	孟文勇	赵 忠	赵 彦
赵永贵	赵金禄	袁玉柱	栗明选	郭宝玉	酒尚利
曹广明	崔征科	彭 刚	葛志羽	雷 明	褚晓哲
魏 平	魏学津	魏增祥			

P 前言

Preface



自发现和开发利用石油天然气以来,人们逐渐认识到其对人类社会进步的巨大促进作用,是当前重要的能源和战略物资。在石油天然气勘探、开发、储运等生产活动中发生过许多灾难性事故,这教训人们必须找到有效的预防办法。经过不断的探索研究,人们发现建立并实施科学、规范的 HSE(健康、安全、环境)管理体系就是预防灾难性事故发生的有效途径。

石油天然气工业具有高温高压、易燃易爆、有毒有害、连续作业、点多面广的特点,是一个高危行业。实践已经证明,要想顺利进行石油天然气勘探、开发、储运等生产活动,就必须加强 HSE 管理。

石油天然气勘探、开发、储运等生产活动中发生的事故,绝大多数是“三违”(违章指挥、违章操作、违反劳动纪律)造成的,其中基层员工的“违章操作”占了多数。为了贯彻落实国家法律法规、规章制度、标准,最大限度地减少事故,应从基层员工的培训抓起,使基层员工具有很强的 HSE 理念和责任感,能够自觉用规范的操作来规避作业中的风险;对配备的 HSE 设备设施和器材,能够真正做到“知用途、懂好坏、会使用”,从根本上消除违章操作行为,尽可能地减少事故的发生。

为便于油田企业进行 HSE 培训,加强 HSE 管理,特组织编写了《中国石化油田企业 HSE 培训教材》。这是一套 HSE 培训的系列教材,包

括:根据油田企业的实际,采用 HSE 管理体系的理念和方法,编写的《HSE 管理体系》《法律法规》《特种设备》和《危险化学品》等通用分册;根据油田企业主要专业,按陆上或海上编写的 20 个专业分册,其内容一般包括专业概述、作业中 HSE 风险和产生原因、采取的控制措施、职业健康危害与预防、HSE 设施设备和器材的配备与使用、现场应急事件的处置措施等内容。

本套教材主要面向生产一线的广大基层员工,涵盖了基层员工必须掌握的最基本的 HSE 知识,也是新员工、转岗员工的必读教材。利用本套教材进行学习和培训,可以替代“三级安全教育”和“HSE 上岗证书”取证培训。从事 HSE 和生产管理、技术工作的有关人员通过阅读本套教材,能更好地与基层员工进行沟通,使其对基层的指导意见和 HSE 检查发现的问题或隐患的整改措施得到有效的落实。

为确保培训效果,提高培训质量,减少培训时间,使受训人员学以致用,立足于所从事岗位,“会识别危害与风险、懂实施操作要领、保护自身和他人安全、能够应对紧急情况的处置”,培训可采用“1+X”方式,即针对不同专业,必须进行《HSE 管理体系》和相应专业教材内容的培训,选读《法律法规》《特种设备》和《危险化学品》中的相关内容。利用本套教材对员工进行培训,统一发证管理,促使员工自觉学习,纠正不良习惯,必将取得良好的 HSE 业绩,为油田企业的可持续发展做出积极贡献。

本套教材编写历时六年,期间得到了中国石油化工集团公司安全监管局领导的大力支持、业内同行的热心帮助、中国石油大学(华东)相关专业老师的指导及各编写单位领导的重视,在此一并表示衷心感谢。

限于作者水平,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

总主编



2015 年 12 月

目 录

Contents



第一章 概 述	1
第一节 简 介	1
一、钻井工艺技术发展概况	1
二、钻井工程特点	2
三、钻井分类	3
第二节 主要设备设施	4
一、钻机概述	4
二、钻机组成	9
第三节 钻前工程与井场布置要求	15
一、井位与道路勘测	15
二、井场选择要求	15
三、井场布置	16
四、设备安装	18
五、HSE 标志	18
六、钻井过程	25
七、固井完井作业	34
第四节 岗位设置与 HSE 职责	35
一、基本条件	35
二、岗位设置	35
三、主要岗位职责	36
四、交接班制度	44
五、巡回检查制度	46

六、钻井队 HSE 检查规范	69
七、钻井队安全生产(HSE)职责	96
第二章 钻井作业危害因素辨识	107
第一节 概 述	107
一、人的因素	107
二、物的因素	108
三、环境的因素	109
四、管理的因素	110
第二节 钻前工程、钻机搬迁和拆安作业过程中的危害因素	111
一、钻前工程中的危害因素	111
二、整拖井架、设备过程中的危害因素	111
三、钻井设备搬迁运输过程中的危害因素	112
四、钻井设备拆卸和安装过程中的危害因素	112
第三节 钻进过程中的危害因素	113
一、首次开钻施工过程中的危害因素	113
二、再次开钻施工过程中的危害因素	113
三、起下钻作业过程中的危害因素	113
第四节 完井作业过程中的危害因素	114
一、电测作业过程中的危害因素	114
二、下套管作业过程中的危害因素	114
三、固井作业过程中的危害因素与风险	115
四、甩钻具作业过程中的危害因素与风险	115
第五节 辅助作业的危害因素	116
一、井架起放过程中的危害因素	116
二、更换大绳(或穿大绳)作业过程中的危害因素	116
三、顶驱安装拆卸作业过程中的危害因素	116
四、电气焊、气割过程中的危害因素	116
五、其他辅助作业过程中的危害因素	118
第六节 钻井作业过程中的环境污染与防治	118
一、钻井作业过程中的环境影响因素	118
二、钻井作业过程中的环境污染与治理	130
第三章 钻井作业安全操作	134
第一节 设备搬迁、安装与拆卸过程中的安全操作	134



一、钻井设备安装、拆卸的通用要求	134
二、井架起放过程中的安全操作	135
三、设备搬迁运输过程中的安全操作	136
四、主要设备安装与拆卸的安全操作	139
五、常用搬迁和安装作业文件与标准	148
第二节 钻进作业过程中的安全操作	149
一、一开钻进过程中的安全操作	149
二、二开(多次开钻)钻进过程中的安全操作	152
三、钻开油气层过程中的安全操作	154
第三节 起钻过程中的安全操作	157
一、起钻前的准备工作	157
二、起钻作业安全操作	159
三、起钻作业安全规定	160
四、起钻操作(司钻操作室)	161
第四节 下钻过程中的安全操作	164
一、下钻前的准备工作	165
二、下钻作业安全操作	165
三、下钻操作(司钻操作室)	166
第五节 下表层套管过程中的安全操作	170
一、井眼准备	170
二、套管、设施及工具准备	170
三、下表层套管	171
第六节 下油层(技术)套管过程中的安全操作	172
一、井眼准备	172
二、套管准备	173
三、下套管工具及附件准备	173
四、下套管作业	173
五、下套管过程中的事故预防措施	174
第七节 固井作业安全操作	176
一、井眼准备	176
二、固井作业前的准备	177
三、固井作业安全操作	178
第八节 井控安全技术	181

一、一级井控	182
二、二级井控	182
三、三级井控	185
四、井控装置的安装、试压、使用与管理	185
五、井控管理制度	205
第九节 辅助作业安全操作	212
一、更换大绳(或穿大绳)安全操作	212
二、顶驱安装拆卸作业过程中的安全操作	213
三、电气焊、气割安全操作	213
四、辅助作业过程中的安全操作	214
五、甩钻具作业过程中的安全操作	215
第十节 井口工具与辅助设备的安全使用	216
一、吊卡	217
二、吊环	219
三、卡瓦	219
四、安全卡瓦	220
五、提升短节	221
六、滚子方补心	222
七、液气大钳	223
八、气动卡瓦	226
九、气动绞车	228
十、猫头	228
十一、自动送钻装置	229
第十一节 重大危害事件的处理	230
一、顿钻	230
二、顶天车	232
三、单吊环起钻	233
四、卡钻	233
五、井喷	234
六、大绳打扭	235
七、大绳跳槽	236
八、更换大绳	236
九、立柱出指梁	237

十、刹车失灵	237
十一、水龙头脱钩	238
十二、滚筒钢丝绳缠乱	238
十三、换死绳固定器	239
第十二节 安全操作常识	240
一、现场施工安全常识	240
二、高处作业安全常识	241
三、季节性施工安全常识	243
四、辅助作业安全常识	244
五、手动工具的安全操作	250
六、手持式电动工具的管理、使用、检查和维修	252
七、电焊机安全操作规程	258
八、气焊(火切)安全操作规程	260
九、公用砂轮机安全操作规程	261
十、台钻安全操作规程	262
十一、手电钻安全操作规程	263
第十三节 安全用电常识	263
第十四节 防火防爆常识	264
一、一般性防火防爆常识	264
二、钻井防火防爆常识	265
第十五节 钻井防冻常识	266
一、钻井泵与循环系统防冻要求	266
二、传动与提升系统防冻要求	266
三、钻进与完井作业防冻要求	266
四、固井作业前防冻要求	267
五、固井作业后防冻要求	267
六、钻井设备冬季防冻操作规定	268
第十六节 直接作业环节	268
一、总则	269
二、用火作业	269
三、高处作业	271
四、进入受限空间作业	273
五、临时用电作业	275

六、起重作业	276
七、破土作业	278
八、其他应办理作业许可的钻井作业	279
第四章 职业健康	281
第一节 概 述	281
一、工作环境的艰苦性	281
二、连续施工的特殊性	281
三、职业有害因素的复杂性	282
四、常用术语与定义	282
第二节 有害因素识别	283
一、生产工艺过程	283
二、作业过程	283
三、工作环境	284
第三节 防控措施	284
一、粉尘	284
二、生产性毒物	285
三、噪声	285
第五章 HSE 设施设备与器材	286
第一节 概 述	286
第二节 劳动防护用品	289
一、安全帽	289
二、眼面防护用品	291
三、防噪音耳塞和耳罩	292
四、正压式空气呼吸器	293
五、绝缘手套	297
六、绝缘靴	298
七、安全带	299
八、防坠落装置	300
第三节 设备与工艺系统保护装置	301
一、设备防护装置	301
二、防碰天车	302
三、漏电保护器	306
四、安全阀	308



五、钻井泵泄压阀	310
第四节 安全与应急设施设备和器材	311
一、安全标志	312
二、风向标	316
三、消防设施	317
四、消防防护服(隔热服)	322
五、高空逃生装置	322
六、低压验电器	324
七、便携式气体检测仪	325
八、防雷接地装置	327
九、防静电接地	327
十、绝缘棒	328
十一、助力器(助爬器)	329
第六章 应急处置	331
第一节 应急预案	331
一、应急预案	331
二、应急处置	336
第二节 应急器材与设施	381
一、井喷(失控)事故	382
二、硫化氢溢出与中毒事故	382
三、火灾爆炸事故	383
四、油料、燃料及其他有毒物质泄漏事故	383
五、人身伤害事故	383
第三节 应急演练	384
一、应急演练的目的和原则	384
二、应急演练的分类	384
三、应急演练频次要求	385
四、应急演练评估记录与总结	385
五、应急预案、应急演练方案、应急响应方案的区别	387
第四节 现场急救知识	388
一、现场急救概述	388
二、心肺脑复苏	388
三、止血技术	390

四、包扎技术	390
五、固定技术	390
六、运转技术	391
七、出血	391
八、晕厥	392
九、抽搐与惊厥	392
十、昏迷	392
十一、猝死	393
十二、休克	393
十三、中毒	394
十四、软组织扭伤(踝关节扭伤)	396
十五、急性腰扭伤	397
十六、多发伤	398
十七、烧伤	398
十八、中暑	399
十九、电击	400
二十、淹溺	401
二十一、灾难急救	401
附录	403
附录 1 中石化工程公司《钻井队 HSE 检查细则》	403
附录 2 中石化石油工程技术服务有限公司安全生产禁令	405
附录 3 某公司安全生产严重违章行为	407
附录 4 某公司安全生产严重违章行为	408
附录 5 某公司安全生产一般违章行为	410
附录 6 某公司安全环保严重隐患	411
附录 7 某公司安全环保一般隐患	412
参考文献	414

第一章 概 述

钻井在石油天然气工业中占有重要位置。石油、天然气和地热等地下深处的矿产能源必须要经过一个通道才能被发现和开采,目前钻井是形成这个通道最有效、最直接的方法。钻井作业包括一口井全部的作业活动,即在陆地上修建井场或在海上建造钻井平台,安装钻机设备,进行钻进、起下钻、下套管、固井、测井、试油(气)完井等一系列作业。由于钻井工艺和钻井场所的特殊性,在钻井作业的不同阶段和不同环节中,均存在对人员身体健康、人员与设施安全、生态环境等不同程度、不同形式的影响和危害,即存在不同程度、形式各异的风险。在钻井作业中实施健康、安全与环境风险管理,一方面可以提高 HSE 的管理质量,改善企业的形象,另一方面可以预防和降低 HSE 风险,预防和减少事故的发生,提高经济效益,增强市场竞争力,使经济效益、社会效益和环境效益有机结合,为社会的稳定和谐与可持续发展做出应有的贡献。

第一节 简 介

为了勘探和开发油气资源,借助专用的钻井设备和工具,在预先选定的地面(水面)位置处,向地下钻成一个开采油气资源的井眼的过程叫作钻井。钻井是一项以地下岩层为施工对象,隐蔽性很强、技术含量很高、风险性很大、造价成本巨大的复杂工程。由于地下地质情况千差万别,岩性不同,压力各异,井眼小而深,井壁长期裸露,钻井施工过程中的人身、设备、井下事故时有发生,因而钻井是石油天然气工业中的高危行业。

一、钻井工艺技术发展概况

人类钻凿油气井的历史大体上经历了 5 个阶段。

第一阶段,从远古到 11 世纪中叶是手工工具挖掘大口径浅井阶段,挖掘时全凭许多人在井底手工操作。

第二阶段,从 11 世纪到 19 世纪中叶是用竹木作工具,以人畜为动力,冲击钻凿小口径井的卓筒井阶段,该阶段采用一种利用机械原理,以牲畜作动力,木杆作井架,木制的碓架和地车子为钻机,又以各种形状和规格的“铤”为钻头,从而钻出

比大口径浅井的井径小得多且深得多的井。

第三阶段,从19世纪中叶到20世纪初是采用钢铁工具和设备,用蒸汽机作动力进行冲击钻井的近代顿钻阶段。

第四阶段,自1895年到1970年,以机械破岩方式为主的旋转钻井工艺趋于完善,在全世界被广泛采用。其后又出现了大功率钻机,有了新型牙轮钻头,有了化学处理剂用来改进钻井液和固井水泥的性能,提高了固井的质量。1948年在美国出现了“喷射钻井”,标志着钻井技术进入科学阶段。在此阶段取得了5项重大成就:喷射钻井,平衡钻井,“三合一”钻头(镶齿、滑动、密封轴承),低密度、低固相、不分散钻井液和最优化钻井。

第五阶段,20世纪70年代以来,钻井进入自动化阶段。在此阶段,研制并发展了自动化(电动)钻机和自动井口装置、钻井液净化处理、岩屑无害化治理、钻井参数随钻测量等自动控制技术和设备、仪表,成功地钻成了定向井、丛式井、大斜度井和水平井。尤其是随着计算机技术的高速发展,不断研制改进成的随钻测量仪器和遥控导向装置更为油气井工程提供了遥测遥控的有效手段。

目前,钻井已由陆地发展到海上,人们可以在深度为3 000 m的水域钻井。钻井技术由原来的直井、定向井技术向着大位移水平井、多分支水平井技术发展,大大提高了钻井效率,增大了单井控制面积,提高了油田的采收率。钻井技术还由平衡钻井技术向着欠平衡钻井、空气钻井技术发展。四川油田利用空气钻井技术将建井周期由原来的1~2年缩短到半年甚至更短。利用欠平衡技术钻出的油气井,产层不受到伤害,产量更高,寿命更长,因而该技术是钻井技术发展的主导方向之一。

二、钻井工程特点

(1) 由于钻井作业存在着许多危险因素,特别是在一些设备比较陈旧、自动化程度低、生产控制手段缺乏、安全生产风险大的施工区域,面临着诸多安全隐患和影响安全生产的问题。

(2) 油、气资源深埋地下,并具有流动性,其生成、运移、聚集及保存条件十分复杂。油气资源分布的区域性、自然条件的多样性及开采过程的变化性决定了在勘探开发过程中未知因素和不确定因素多。人类运用不断进步的技术手段不断提高认识水平,虽然大大提高了对该行业的了解程度,但新的安全隐患和不确定性还是不断出现。

(3) 大部分工作是在野外分散进行,自然环境和工作条件都比较恶劣。

(4) 工艺过程多种多样,而且有些工艺带有不同程度的危险性,如高温高压环境等。钻井过程中可能发生较严重的机械事故和工程事故,发生井喷及环境污染。而且一旦发生事故,其后果多数是严重的。

(5) 在钻井作业中,多工种立体交叉作业使用的重型机械较多,也较为集中,