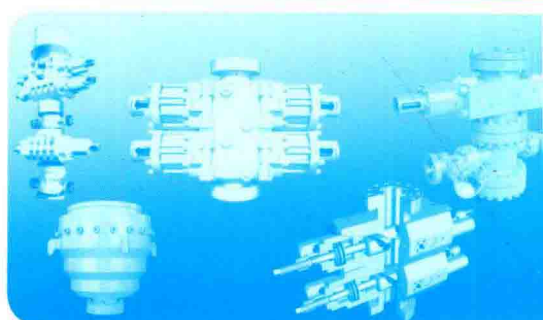
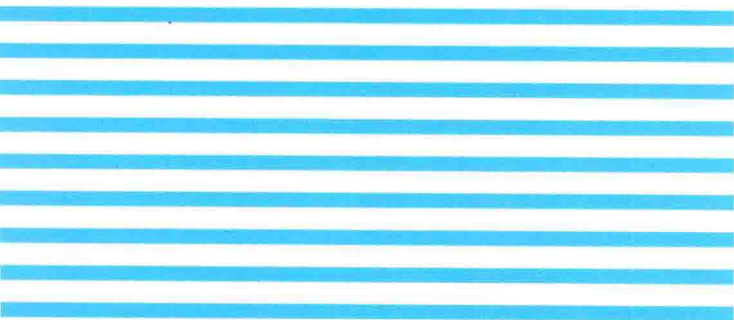


中国石油化工集团公司井控培训系列教材

钻井操作人员 井控技术

◆ 集团公司井控培训教材编写组 编



中国石油大学出版社



石油化工有限公司井控培训系列教材

钻井操作人员

井控技术

| 集团公司井控培训教材编写组 编 |

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

钻井操作人员井控技术/集团公司井控培训教材编写组编. —东营:中国石油大学出版社,2013.11
中国石油化工集团公司井控培训系列教材
ISBN 978-7-5636-3979-3

I. ①钻… II. ①集… III. ①油气钻井—井控—技术培训—教材 IV. ①TE28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 069279 号

丛 书 名: 中国石油化工集团公司井控培训系列教材
书 名: 钻井操作人员井控技术
作 者: 集团公司井控培训教材编写组

责任编辑: 阙青兵(电话 0532—86981538)
封面设计: 九天设计(电话 0546—8773275)

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: zhiyejiaoyu_qqb@163.com
印 刷 者: 山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司
发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392565,13561055886)
开 本: 185 mm×260 mm 印张:18.25 字数:470 千字 插页:1
版 次: 2013 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 40.50 元

集团公司井控培训教材编写组

组 长：宗 铁

副组长：张 煜 孙清德 徐 进 袁建强 陈网根

张锦宏 常兴浩 何开平 钮红兵 李占英

解兰宏 郝志强 胡 翔

成 员：张桂林 牛建新 黄 育 林雍森 张之悦

李国卿 肖春鸿 陈 旭 范连瑞 颜廷杰

张礼峰 来 斌 罗裕强 刘 杰 谷爱民

王存喜 申福猴 刘成功 赵崇镇

狠抓井控安全,圈毒蛇猛兽于牢笼

井控之患,险于毒蛇猛兽。在国内外油气资源勘探开发史上,因井控安全问题造成重大乃至恶性事故的事例并不少见,轻则影响生产,迟滞工期,增加成本;重则破坏资源,机毁人亡,甚至酿成群死群伤的人间惨剧。

前事不忘,后事之师。今天,我们对井控安全的重要性怎么强调也不过分。特别是随着油气勘探开发向深层、深海、非常规油气藏以及恶劣地表环境的领域不断扩展,地层高压、高含硫、易喷易漏造成工程施工难度不断增加,要求我们针对变化着的新环境、新条件和新的工作对象,不断改进、提升和完善井控技术、井控标准、井控装备和操作规程,确保新形势下的井控安全始终处于可控、在控、受控状态。过去的经验和教训也告诉我们,井喷事故并不完全出现在新区或风险勘探区块,井控的更大隐患来自于干部员工的麻痹和疏忽大意,事故的发生也往往出现在最不该出现的时间和地点。来到一个新区,由于我们对勘探开发对象不熟悉,从领导到基层上下重视程度高,执行标准严,监督监理到位,虽然风险大,有时并不容易出事;相反,在经过新区实践的初期考验后,或在相对比较成熟的地区,我们的干部员工思想容易麻痹,意识容易松懈,导致标准、规程执行不彻底,监督监理把关不严格,往往此时就容易出问题。这些经验和教训都是用鲜血和生命换来的,我们必须始终牢记,在任何时候都不能有丝毫的松懈和麻痹。

油气资源是经济建设和社会民生须臾不可离开的宝贵资源,安全、受控地生产和利用是资源发挥作用的基本前提。离开这个前提,宝贵资源就可能瞬间变身为毒蛇猛兽伤人、害命。油气资源的这种高风险性从地层深处到井筒、到地面乃至客户终端,并不会随着人的主观意志和外部环境的变化而变化,始终与我们如影随形。井控环节是可燃油气甚至剧毒气体从地层到地面的最后一道防线,一旦摆脱控制到了地面,对我们的现场员工以及周边群众都是一个巨大的威胁。因此,井控安全无小事,必须年年抓、月月抓、天天抓、时时抓。抓好井控安全,一是要狠抓培训,严格考核,确保人人持证上岗;二是要狠抓基础管理,严格执行制度、



标准和操作规程,确保按程序操作;三是狠抓关键环节,从1字号探井以及高风险地区重点井的安全评估,到油气井生产的现场检查验收,以及做好节假日等重点时段的安全检查,都必须按照制度要求不折不扣地予以严格执行。

希望从事井控工作的广大干部员工,始终坚持“大井控”和“安全第一、预防为主”的理念,认真抓好自身学习,主动接受严格培训,严格遵守井控工作的规章制度,有效提升井控技能和工作水平,为实现集团公司井控工作长治久安,努力作出新的更大的贡献。

2013年4月16日

前言

PREFACE

井喷失控是油气田勘探开发过程中的灾难性事故。一旦发生井喷失控事故,就可能造成人员伤亡、设备损坏、环境污染、资源破坏等灾难性后果。做好井控工作,重点在基层、关键在班组、要害在岗位,加强对现场操作人员培训是井控培训的重点。为落实《中国石油化工集团公司井控管理规定》,进一步做好井控培训工作,按照《中国石油化工集团公司井控培训管理规定》对不同培训对象进行分类培训的要求,集团公司组织编写了井控培训系列教材。

《钻井操作人员井控技术》作为钻井现场井控操作人员培训教材,内容侧重于成熟井控理论及工艺技术,强调现场实践环节,注重教材的实用性。同时,参照了最新行业标准、中国石化集团公司井控管理规定和国外井控培训教材,符合当前井控管理要求。

本教材由中国石化原石油工程管理部组织编写,主编黄育、张礼峰。其中上篇井控工艺第1章、第2章、第3章、第4章、第5章、第6章、第7章、第8章由张礼峰编写,第9章由苗芹编写;下篇井控设备第1章、第2章、第3章、第4章、第5章、第6章、第7章、第8章、第9章、第10章、第12章由郁俭编写,第11章由张礼峰编写。主审解兰宏,参加审定的人员有:张桂林、牛建新、刘亚、王宝新、黄育、郝志强、刘成功、胡翔、张礼峰、肖春鸿、陈旭、李国卿、张之悦、来斌、范连锐等。本教材经中国石油化工集团公司人事部审查通过。教材编审工作得到了胜利油田钻井职工培训中心的大力支持,在此表示感谢。

本教材编写过程中,得到了众多石油界专家、工程技术人员的大力支持和帮助,中国石油大学出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作配合,在此一



并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多,不同企业之间也存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免。敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充与更正。

编 者

2013 年 5 月

目录 CONTENTS

上篇 井控工艺

第1章 概 论	3
1.1 井控及其相关的概念	3
1.1.1 井控	3
1.1.2 井侵	3
1.1.3 溢流	3
1.1.4 井涌	3
1.1.5 井喷	3
1.1.6 井喷失控	4
1.1.7 井控的三个阶段	4
1.1.8 井控工作中的“三早”	4
1.1.9 干起	4
1.1.10 湿起	5
1.1.11 “三高”井	5
1.1.12 H_2S 的特征	5
1.1.13 H_2S 的爆炸极限	5
1.1.14 H_2S 的燃烧特性	5
1.1.15 阈限值	5
1.1.16 安全临界浓度	5
1.1.17 危险临界浓度	5
1.2 井喷的原因与危害	5
1.2.1 井喷的原因	5
1.2.2 井喷的危害	7
1.3 做好井控工作的对策	8
1.3.1 做好井控工作的重要环节	8
1.3.2 抓好浅气层钻井井控工作	9
1.3.3 重视低压油气井的井控工作	9
1.3.4 做好含 H_2S 井及“三高”井的钻井井控工作	9
复习思考题	10



应知应会要求	10
第2章 井下各种压力的概念	11
2.1 压力的定义及其表示方法	11
2.1.1 压力的定义	11
2.1.2 压力的表示方法	12
2.2 井下各种压力	12
2.2.1 上覆岩层压力	12
2.2.2 静液压力	13
2.2.3 波动压力	15
2.2.4 井底压力	16
2.2.5 地层压力	16
2.2.6 井底压差	17
2.2.7 地层破裂压力	18
2.2.8 泵压、立压与套压	18
2.2.9 循环压力损失	19
2.2.10 容积系数和排代量	19
复习思考题	19
应知应会要求	19
第3章 溢流的原因、预防与检测	20
3.1 溢流的原因	20
3.1.1 地层压力异常	20
3.1.2 钻井液密度过低	20
3.1.3 钻井液漏失	20
3.1.4 起钻未灌满钻井液	20
3.1.5 过大的抽汲压力	20
3.1.6 其他原因	21
3.2 溢流的预兆与检测	21
3.2.1 溢流的可能预兆	21
3.2.2 溢流的可靠预兆	22
3.3 溢流的预防	23
3.3.1 起下钻时溢流的预防	23
3.3.2 钻进时溢流的预防	24
3.3.3 钻开油气层时溢流的预防	24
3.3.4 其他作业时的井控工作	26
3.3.5 坐岗人员工作要求	26
复习思考题	26
应知应会要求	26
第4章 关井程序	27
4.1 关井方法	27
4.1.1 关井原则	27

4.1.2 正常工况下节流、压井管汇所处的状态	27
4.1.3 关井方法	28
4.2 常规关井程序	28
4.2.1 关井程序	28
4.2.2 关井操作期间容易出现的错误做法	29
4.3 特殊情况下的关井程序	30
4.3.1 下套管和尾管时发现溢流时的关井程序	30
4.3.2 在气候寒冷地区钻井发生溢流时的关井程序	31
4.3.3 防止关井压裂地层的分流程序	31
4.3.4 剪切闸板关井程序	31
4.3.5 海上作业发现溢流时水下关井	32
4.3.6 含硫气井的关井程序	32
复习思考题	33
应知应会要求	33
第5章 溢流控制原理	34
5.1 “U”形管原理	34
5.1.1 井底压力	35
5.1.2 立管压力	35
5.1.3 总压力	36
5.2 井底常压原理	37
5.3 最大允许关井套压	39
5.4 关井立压	39
5.4.1 关井立压的录取	39
5.4.2 圈闭压力的检测方法	40
5.4.3 关井立压的测定	40
5.5 钻井液密度的确定	41
5.5.1 当量钻井液密度	41
5.5.2 理论压井液密度	42
5.5.3 实际压井液密度	42
5.5.4 新钻井液密度	43
复习思考题	44
应知应会要求	44
第6章 井内气体的膨胀和运移	45
6.1 气体的来源及特性	45
6.1.1 气体的来源	45
6.1.2 气体在井内的状态与膨胀特性	45
6.2 气体溢流对井内压力的影响	46
6.2.1 气侵对钻井液液柱压力的影响	46
6.2.2 关井时气侵钻井液对井筒压力的影响	48
复习思考题	48



应知应会要求	48
第7章 常规压井法	49
7.1 概述	49
7.1.1 特点	49
7.1.2 基本原则	49
7.1.3 压井循环时的压力平衡关系	49
7.1.4 压井要求	50
7.2 常规压井程序	50
7.2.1 压井基本数据的计算	50
7.2.2 压井施工单	52
7.2.3 压井操作	55
7.3 压井作业中应注意的问题	61
7.3.1 泵和节流阀的启动	61
7.3.2 钻具断落	61
7.3.3 钻具刺漏	61
7.3.4 钻具堵塞	61
7.3.5 钻头泥包或水眼堵塞	62
7.3.6 节流管汇堵塞或节流阀刺坏	62
7.3.7 井漏	62
7.3.8 排量控制	62
7.3.9 防止卡钻	62
7.3.10 井涌时出现有毒有害气体	63
7.3.11 钻具离开井底	63
7.4 水平井与直井压井的特点	63
复习思考题	64
应知应会要求	64
第8章 海洋钻井井控技术	65
8.1 钻表层井眼	65
8.1.1 海洋浅层气	65
8.1.2 钻表层井眼的程序及井控易遇到的问题	67
8.2 深水井控	69
8.2.1 隔水管和节流管线的摩阻	69
8.2.2 天然气水合物	70
8.3 海洋钻井的井控特点	71
8.3.1 油气层钻进安全起钻条件	71
8.3.2 起下钻中可能发生溢流的预防和应急措施	72
8.3.3 正确控制溢流的方法	72
8.3.4 无隔水管钻可疑浅气层的程序	73
8.3.5 海上钻井作业中的暂时撤退和返回程序	74
复习思考题	77

应知应会要求	77
第9章 井控工艺实操项目	78
9.1 地层破裂压力试验	78
9.1.1 准备工作	78
9.1.2 试验步骤	78
9.1.3 考核标准	79
9.2 溢流预兆与现象	79
9.2.1 准备工作	79
9.2.2 模拟步骤	79
9.2.3 考核标准	80
9.3 四种工况下的关井程序	80
9.3.1 准备工作	80
9.3.2 模拟步骤	80
9.3.3 考核标准	81
9.4 四种工况下的各岗位职责	82
9.4.1 钻进中发生溢流时的关井程序与岗位职责	82
9.4.2 起下钻杆时发现溢流的关井程序与岗位职责	83
9.4.3 起下钻铤中发生溢流时的关井程序与岗位职责	84
9.4.4 空井发生溢流时的关井程序与岗位职责	85
9.4.5 考核标准	86
9.5 气体在关井状态下滑脱上升的处理	86
9.5.1 准备工作	86
9.5.2 模拟步骤	87
9.5.3 考核标准	87
9.6 压井	87
9.6.1 准备工作	87
9.6.2 模拟步骤	88
9.6.3 考核标准	88
9.7 压井期间异常情况的判断与处理	89
9.7.1 准备工作	89
9.7.2 模拟步骤	89
9.7.3 考核标准	90

下篇 井控设备

第1章 概 述	93
1.1 功用与组成	93
1.1.1 功用	93
1.1.2 配套与组成	93
1.2 液压防喷器的特点与技术参数	95
1.2.1 液压防喷器的特点	95



1.2.2 液压防喷器的技术参数	95
1.2.3 液压防喷器的型号	96
1.3 防喷器与井控管汇的组合形式	96
1.3.1 防喷器组合形式选择	97
1.3.2 节流管汇组合形式选择	97
1.3.3 压井管汇组合形式选择	97
复习思考题	102
应知应会要求	102
第2章 环形防喷器	103
2.1 功用	103
2.2 类型	103
2.3 结构与工作原理	104
2.3.1 主要结构	104
2.3.2 工作原理	104
2.4 锥形胶芯环形防喷器	104
2.4.1 胶芯结构特点	104
2.4.2 锥形胶芯环形防喷器结构特点	104
2.4.3 壳体与顶盖的连接	105
2.4.4 活塞及密封结构特点	105
2.5 球形胶芯环形防喷器	105
2.5.1 胶芯结构特点	105
2.5.2 活塞及密封结构特点	106
2.5.3 壳体与顶盖的连接	107
2.6 组合胶芯环形防喷器	107
2.6.1 胶芯结构	107
2.6.2 工作原理	108
2.7 环形防喷器的合理使用及故障处理	108
2.7.1 合理使用要求	108
2.7.2 现场更换胶芯的方法	109
2.7.3 故障的判断与排除方法	109
复习思考题	110
应知应会要求	110
第3章 闸板防喷器	111
3.1 功用与类型	111
3.1.1 功用	111
3.1.2 类型	111
3.2 结构	111
3.2.1 壳体	112
3.2.2 侧门	113
3.2.3 油缸总成	113

3.2.4 闸板	114
3.2.5 锁紧机构	115
3.3 工作原理与结构特点	115
3.3.1 工作原理	115
3.3.2 结构特点	115
3.4 侧门	116
3.4.1 铰链式侧门	116
3.4.2 平移式侧门	117
3.4.3 侧门开关守则	118
3.4.4 侧门密封圈	118
3.4.5 闸板轴密封机构	120
3.5 锁紧机构	120
3.5.1 功用及组成	120
3.5.2 锁紧与解锁	122
3.5.3 开/关井操作	124
3.5.4 机械锁紧的判断	124
3.5.5 液压锁紧的判断	124
3.6 活塞杆的二次密封装置	125
3.6.1 结构与作用	125
3.6.2 使用注意事项	125
3.7 剪切闸板	126
3.7.1 功用及组成	126
3.7.2 正确使用	127
3.8 闸板防喷器的合理使用	127
3.9 常见故障及处理方法	127
复习思考题	128
应知应会要求	128
第4章 旋转防喷器	129
4.1 功用与组成	129
4.1.1 功用	129
4.1.2 基本组成	129
4.2 工作原理与使用	132
4.2.1 工作原理	132
4.2.2 旋转防喷器的使用	133
复习思考题	135
应知应会要求	135
第5章 套管头、四通与法兰	136
5.1 套管头	136
5.1.1 功用	136
5.1.2 类型	136



5.1.3	结构特征与工作原理	137
5.1.4	套管头的安装	141
5.1.5	套管头故障判断与处理	144
5.1.6	套管头维护与保养	144
5.2	四通	144
5.2.1	功用	145
5.2.2	结构	145
5.3	法兰	145
5.3.1	法兰型号与法兰通径	145
5.3.2	常用法兰	146
5.3.3	法兰密封垫环	148
5.4	防磨套	148
5.4.1	防磨套的应用	148
5.4.2	防磨套的取出	149
5.4.3	防磨套使用注意事项	149
	复习思考题	149
	应知应会要求	149
第6章	控制装置	150
6.1	概述	150
6.1.1	功用	150
6.1.2	类型	150
6.1.3	结构组成	151
6.1.4	工作原理	155
6.2	FKQ800-7C型控制装置	158
6.2.1	FKQ800-7C的含义	159
6.2.2	FKQ800-7C型控制装置的结构特点	159
6.2.3	FKQ800-7C型控制装置的工作原理	159
6.3	主要部件	162
6.3.1	储能器	162
6.3.2	动力源	164
6.3.3	三位四通换向阀	169
6.3.4	减压调压阀	171
6.3.5	旁通阀	173
6.3.6	安全阀	174
6.3.7	压力控制器	175
6.3.8	单向阀	178
6.3.9	气动压力变送器	178
6.3.10	报警装置	180
6.4	正常工作时的工况	181
6.4.1	远程控制台工况	181

6.4.2 司钻控制台工况	181
6.5 常见故障与排除	181
复习思考题	183
应知应会要求	183
第7章 节流压井管汇	184
7.1 功用	184
7.1.1 节流管汇的功用	184
7.1.2 压井管汇的功用	184
7.2 技术参数	185
7.2.1 最大工作压力	185
7.2.2 公称通径	185
7.3 节流压井管汇的主要阀件	185
7.3.1 平板阀	185
7.3.2 节流阀	187
7.3.3 单流阀	189
7.4 节流管汇控制箱	190
7.4.1 功用	190
7.4.2 型号	190
7.4.3 主要技术参数	190
7.4.4 结构特点	190
7.4.5 安装与调试	192
7.5 正确使用	197
7.5.1 组合形式	197
7.5.2 安装注意事项	197
7.5.3 检查与保养	199
复习思考题	201
应知应会要求	201
第8章 钻具内防喷工具	202
8.1 钻具止回阀	202
8.1.1 功用	202
8.1.2 分类	202
8.2 旋塞阀	204
8.2.1 功用	204
8.2.2 分类	204
8.3 浮阀	206
8.3.1 功用	206
8.3.2 分类	206
8.4 旁通阀	207
8.4.1 功用	207
8.4.2 结构	207