

UBD/MPD 技术标准现状分析

马国民¹, 吕恩春²

(1. 中国石油集团海洋工程有限公司钻井事业部, 天津 300280; 2. 中国石油长城钻探工程有限公司国际钻井公司, 北京 100101)

摘要:近年来,欠平衡钻井(UBD)和控制压力钻井(MPD)因能大幅度提高机械钻速、有效降低井下复杂情况的发生、减少非生产时间而得到了飞速发展,国内外也对两项技术制定了相关标准。从石油行业标准、IADC 标准、API 标准入手,着重讨论欠平衡钻井和控制压力钻井的标准现状,探讨建立控制压力标准应包含的主要内容。

关键词:欠平衡钻井(UBD);控制压力钻井(MPD);IADC 标准;API 标准

中图分类号:TU249 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)10-0080-03

Study on Technical Standards of UBD/MPD/MA Guo-min¹, LV En-chun² (1. CNPC Offshore Engineering Company Limited Drilling Division, Tianjin 300280, China; 2. GWDC International, CNPC, Beijing 100101, China)

Abstract: In recent years, under-balanced drilling (UBD) and managed pressure drilling (MPD) have been rapidly developed thanks to their contributions to penetration rate improvement and effective reductions in both the occurrence of down-hole problems and non-productive time. At present, a considerable number of industry standards have been made for the above two techniques in China and abroad. Starting from oil industry standards, IADC standards and API standards, the paper focused on the discussion on the current situation of standards of UBD and MPD, studied the main contents in the future standards of managed pressure drilling in China.

Key words: under-balanced drilling (UBD); managed pressure drilling (MPD); IADC standards; API standards

0 前言

欠平衡钻井(UBD)技术始于20世纪80年代,随后迅速在世界各地推广应用,并随着井口旋转防喷器和井下控制阀的发展而得到了进一步的推广;控制压力钻井(MPD)技术最早于2004年IADC/SPE阿姆斯特丹钻井会议上被提出,它更侧重于井底压力的精确控制,和欠平衡钻井各有侧重,因都能有效解决多种井下复杂问题,降低非生产作业时间,因此这两项技术在国内外得到了广泛的应用。

为了更加规范的应用这两项技术,国内外都制定了相关作业标准,特别是欠平衡钻井技术由于发展时间较长,标准也比较完善,而控制压力钻井国外已经开始制定相关的分类和作业标准,国内目前还处于探索阶段,还没有相关的作业标准。

1 国内欠平衡钻井标准现状分析

我国于2003年首次颁布欠平衡行业标准《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543-2003)共分为3部分,同期为了更加安全的进行欠平衡钻井,还颁布了《欠平衡钻井安全技术规程》(SY/T 6551-2003)。

《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543.1-2003)第1部分“设计方法”中主要规定了欠平衡钻井设计的内容和原则。主要包括欠平衡钻井方式和分类、对地质设计的要求、欠平衡钻井方式选择、欠平衡压差设计、钻具组合、欠平衡钻井参数设计、钻井流体选择的一般原则、防火、防爆、防硫化氢安全设计等内容。

《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543.2-2003)第2部分“井口压力控制装置及地面装置配备要求”中主要规定了欠平衡钻井井口压力控制装置及地面装置的配备型式和技术要求。主要包括欠平衡钻井井口压力控制装置配备型式、欠平衡钻井井口压力控制装置配备要求、钻具、井口特殊工具配备、地面装置配备型式、地面装置配备要求、防火、防爆、防硫化氢装置的配备等内容。

《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543.3-2005)第3部分“施工规程”主要规定了液相欠平衡和充气钻井的准备与实施(不包含强行起下钻、欠平衡测井和欠平衡完井作业的内容)。主要包括术语和定义、作业前的准备、作业程序、压力控制、数据采集

收稿日期:2011-04-08;修回日期:2011-09-19

基金项目:国家科技重大专项“中东中亚地区大型项目基础研究及关键技术”(2008ZX05031)部分研究成果

作者简介:马国民(1968-),男(汉族),河北廊坊人,中国石油集团海洋工程有限公司钻井事业部工程师,钻井工程专业,从事生产技术管理工作,天津市大港油田北穿港路中国石油集团海洋工程有限公司钻井事业部 A216 室,mgm5003@163.com。

和健康、安全、与环保要求。

《欠平衡钻井安全技术规程》(SY/T 6551-2003)主要规定了陆上石油欠平衡钻井过程中的安全技术要求,适用于陆上油气井液相欠平衡钻井作业,气相、气液混相欠平衡钻井作业可参照执行。主要包括实施作业的基本条件、钻井特殊安全要求和应急等内容。

2009年又颁布了《欠平衡测井作业技术规范》(SY/T 6571-2009),规定了欠平衡测井的要求、上井前准备、井场准备、井口安装、仪器下井和数据采集、井口拆卸及健康、安全、环境保护要求,适用于在井筒介质为液(气)体条件下的欠平衡作业。

2008年和2009年,对2003版的《欠平衡钻井技术规范》的3个部分进行了整合,形成了2个新的欠平衡标准,《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543.1-2008)第1部分:液相和《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543.2-2009)第2部分:气相,替代了《欠平衡钻井技术规范》(SY/T 6543-2003)的3个标准,形成了以流体类型为分类标准的分类体系。

2 IADC 欠平衡作业和控制压力钻井的分类标准

国际钻井承包商协会(IADC)为了规范的推广欠平衡钻井和控制压力钻井技术,其下属的欠平衡作业(UBO)/控制压力钻井(MPD)委员会制定了相关的分类标准。

IADC 井眼分类标准主要描述欠平衡作业(UBO)和控制压力钻井(MPD)中的风险等级、应用类别和流体系统。油井主要依据风险等级(0~5级)、应用类别(A、B或C类)及流体系统(1~5类)进行分类。主要是为确定最小的设备需求、特殊的操作程序以及安全管理措施。

2.1 风险等级

通常作业风险随着作业的复杂性和油井产能的提高而增加,下面的例子仅为指导性说明。

0级:仅仅提高钻井效率,不涉及油气层。例如利用空气钻井提高机械钻速。

1级:靠自身压力油气无法流到地面,油井是稳定的并且从井控的角度来看风险较低。例如低于正常压力系统的油井。

2级:依靠自身压力油气可以流到地面,但是可以通过常规的压井方法进行控制。如果发生设备失效仅能带来有限的影响。例如异常压力水层、低产的油井或气井、产能衰竭的气井。

3级:地热井和非产层。最大预计关井压力

(MASP)小于欠平衡作业/控制压力钻井设备的额定压力。例如含硫化氢的地热井。

4级:油气储层。最大预计关井压力(MASP)小于欠平衡作业/控制压力钻井设备的额定工作压力,如果发生设备失效可能会立即导致严重后果。例如高压或高产油藏、酸性油气井、海洋环境、同时钻井和生产的作业。

5级:最大预计关井压力(MASP)大于欠平衡作业/控制压力钻井设备的额定工作压力,如果发生设备失效可能会立即导致严重后果。例如任何MASP大于欠平衡作业/控制压力钻井设备额定压力的油气井。

2.2 应用类别

A类:控制压力钻井(MPD),钻井液返至地面,保持环空内钻井液密度等于或大于裸眼井段孔隙压力当量密度。

B类:欠平衡作业(UBO),流体返至地面,保持环空内流体密度小于裸眼井段孔隙压力当量密度。

C类:泥浆帽钻井(MCD),注入流体和岩屑进入漏失地层而不返至地面,在漏失层上面的环空内保持一段泥浆液柱。

2.3 流体系统

气体:气体作为流动介质,没有液体进入。

雾状流:有液体进入,气体为连续相,典型的雾状流液体小于2.5%。

泡沫:液体为连续相的两相流,泡沫来源于液体中添加的表面活性剂和气体。典型的泡沫包含55%~97.5%的气体。

充气液体:流体中还有气泡的钻井液体系。

液体:流体中仅含有单相液体。

3 API 关于欠平衡作业和控制压力钻井的标准

API关于欠平衡作业和控制压力钻井的标准有2项,API RP 92U 欠平衡作业和API Spec 16 旋转控制设备。API RP 92U 对陆上和海上的欠平衡作业的设计、设备安装、测试、作业都做了详细的说明。API Spec 16 规定了欠平衡和控制压力钻井的关键设备——旋转防喷器的各种技术数据,包括性能、压力等级、材质、检测、保存、运输等内容,不包含现场的安装和测试。

4 对目前国内外标准的分析

从上面的标准现状可以看出,在国内对于欠平衡钻井已经有了比较详细的标准体系,SY/T 6543

经过修订后形成了以液相和气相为分类标准,2个标准里详细地规定了欠平衡的适用条件、设计内容、设备配套、施工工艺、计算方法等内容,基本上满足了现场需要。同时结合《欠平衡测井作业技术规范》(SY/T 6571-2009)及《欠平衡钻井安全技术规程》(SY/T 6551-2003)形成了相对完整的欠平衡作业标准体系。但对控制压力钻井尚未有相关的标准。

国际钻井承包商协会(IADC)2005年对原有的欠平衡作业分类体系进行了更新,将欠平衡作业和控制压力钻井合在一起,形成了6级、3类、5种流体类型的分类标准。API仅对欠平衡作业有相关的作业标准,没有涉及控制压力钻井。IADC目前正在制定关于控制压力钻井作业方面的相关标准,主要包括控制压力工具和现场施工工艺2个方面的内容。

随着欠平衡作业20多年的飞速发展,无论是从设备配套还是施工工艺等各方面都有了可以参照的行业标准,但对于控制压力钻井由于时间尚短,尚未形成完善的标准体系。

5 对今后控制压力钻井标准的探讨

由于控制压力钻井对于复杂地层的钻进有着无可比拟的优越性,能够有效减少井下的复杂情况,降低非生产时效。目前国内外都在大力发展该项技术,IADC也正在完善相应的标准体系,在不久的将来,必将形成分类标准、设备选择、施工工艺等一整套作业标准,从而使控制压力钻井进入规范化施工阶段。

我国控制压力钻井还处于探索阶段,现场的施工也大多参照国外的经验和欠平衡作业的相关标准,为迎头赶上国外的控制压力钻井技术,除了大力发展配套的工具设备以外,还要制定配套作业标准,规范控制压力钻井现场操作。控制压力钻井的标准应包括以下几个方面。

- (1) 范围,明确该标准的适用的范围。
- (2) 规范性引用文件,包括引用的其他标准。
- (3) 术语和定义,包括与控制压力钻井相关的定义。
- (4) 控制压力的钻井条件,主要描述控制压力钻井的适用条件,选择方法。
- (5) 控制压力钻井设计,主要包括设计依据、设计内容等。
- (6) 控制压力井身结构设计。
- (7) 井口控压值的设计,主要根据地层压力和

井口设备情况确定井口的控压值。

(8) 控制压力参数设计,主要包括环空压力梯度的计算方法。

(9) 控制压力钻井钻井液密度和相态的选择。

(10) 控制压力钻井压井液密度和数量的确定。

(11) 控制压力钻井井口、地面设备、钻具和井口工具的配备。

(12) 钻具组合。

(13) 作业准备,包括技术交底、设备的安装、试压、开钻验收等内容。

(14) 控制压力钻进,包括钻进准备、循环流程、井口压力控制、各种工序的操作程序和应急预案等内容。

(15) 健康、安全与环保要求。

6 结语

(1) 欠平衡钻井和控制压力钻井技术能大幅度提高机械钻速、有效降低井下复杂情况的发生、减少非生产时间,因此在国内外得到了广泛的应用。

(2) 国内外对欠平衡钻井制定了比较完善的作业标准,涵盖了欠平衡钻井设计、工具选择及现场施工工艺等各方面。

(3) 我国尚没有控制压力钻井相关标准。国外在2005年已对控制压力钻井制定了分类标准,并且已经开始制定设备配套和现场作业标准。

(4) 石油行业应尽快从定义和分类、设计、设备配套、工艺措施等方面制定控制压力钻井的相关标准,促进该项技术的规范发展。

参考文献:

- [1] SY/T 6543.1-2003,欠平衡钻井技术规范 第1部分:设计方法[S].
- [2] SY/T 6543.2-2003,欠平衡钻井技术规范 第2部分:井口压力控制装置及地面装置配备要求[S].
- [3] SY/T 6543.3-2005,欠平衡钻井技术规范 第3部分:施工规程[S].
- [4] SY/T 6551-2003,欠平衡钻井安全技术规范[S].
- [5] SY/T 6571-2009,欠平衡测井作业技术规范[S].
- [6] SY/T 6543.1-2008,欠平衡钻井技术规范 第1部分:液相[S].
- [7] SY/T 6543.2-2009,欠平衡钻井技术规范 第2部分:气相[S].
- [8] IADC. Well Classification System for Underbalanced Operations and Managed Pressure Drilling[Z]. 2005.
- [9] API. RP 92U Underbalanced Drilling Operations[Z]. 2008.
- [10] API. Spec 16RCD Drill Through Equipment—Rotating Control Devices[Z]. 2005.