

海洋油气田井下作业技术和井控安全工作探讨

周欣 (中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司, 天津 300450)

摘要: 为了更好的满足人们日常生活和社会生产越来越多的能源需求, 我国不断开展能源开发活动, 我国拥有极为丰富的地下矿物资源, 尤其是辽阔的海域下, 埋藏在大量油气资源, 因此, 最近几年我国不断强化油气田建设, 油气开采项目数量也随着大大增加, 但是在实际的油气开采生产活动中, 高超的井下作业技术水平和科学性的安全生产管理, 能够最大限度的保障油气开采作业的安全顺利开展, 基于此, 笔者将在下文中详细分析闭合酸化压裂技术等各项海洋油气田井下作业技术, 并进行海洋钻井井控应急难点以及井控安全管理现状和安全管理实践方向及优化措施的研究探讨。

关键词: 海洋油气田; 井下作业技术; 井控安全工作

在不断的油气田开采实践中, 我国的油气田井下操作整体水平有了显著提升, 但是由于油气田开采是一项系统性的作业内容, 具体的油气开发生产作业涉及到机具操作、开采工艺选择以及开采方案设计、井下操作技术和安全管理等诸多方面, 而其中的井下操作技术与井控安全管理不仅关系到油气开采能否顺利推进, 甚至会严重影响油气生产开采的生产效率以及经济效益和一线作业人员的人身安全, 因此, 油气田企业应大力开展海洋油气田井下作业技术的探索和研究, 从而促进井下作业技术的合理改进和升级发展, 以便不断提升井下操作技术能力, 同时也应提起对井控安全管理的高度重视, 科学性的引进或是研发先进管理理念与管理技术, 借此助力油气开采的持续稳定开展。

1 海洋油气田井下作业技术

1.1 闭合酸化压裂技术

闭合酸化压裂技术对海洋油气田开发来说是必备品, 它能对井眼导流起到提高工作质量和效率的作用, 尤其在油层的破裂压力不是太高的油气田开发作业中大有用处, 它的工作原理是缝隙里倒进适量酸液, 倒入时要注意控制酸液须在技术标准允许的范围之内, 酸液的作用是促进井下气体的流通效率, 导致井眼四周出现裂痕, 这些裂痕无一例外都是开放性的, 最后形成连通之势。

1.2 交替灌入酸液和压裂液技术

海洋油气田开发经常用到压裂液和酸液, 这两种液体可以联合起来使用, 缝隙里两种液体来回切换倒入, 可以使井下压裂收到更好效果, 这种技术对海洋油气田开发来说影响很大, 能有效抑制作业损失的程度扩张, 而且它产生的积极影响随着时间推移会持续扩大影响范围, 液体导流效果得到明显提高, 油气田开发因此而受益, 有一点需要特别指出的是, 两种液体虽然是交替倒入, 但是要对倒入顺序进行明确划分, 先倒入压裂液, 后倒入酸液, 这样滤失速度会得到控制, 如果前置液里有酸液, 则要对指进现象进行反复测试, 便于溶蚀孔隙

的形成, 油气田开采作业人员可据此得出判断依据。

1.3 前置液酸压技术

前置液酸压技术应用于海洋油气开采, 是为了促使粘稠质地的流体全部流入隔离层, 期间须保证酸液与流体之间不产生化学反应, 便于溶蚀孔隙的最终形成, 有一点需要注意, 就是油温过高的情况下, 石油与碳酸岩之间的反应速度会加快, 缝隙长度的增长会因此受阻, 可把适量催化剂倒入酸液使二者反应速度慢下来, 最终得到预期的缝隙长度, 也有其他技术形式控制岩石与和酸液的反应速度, 重点是选用的酸液性能可确保最佳穿透性, 技术要求是油气井开采作业正式结束之前, 阻隔层应该已经用酸液把缝隙做好, 产生足量滤饼, 阻止液体泛流情况的产生, 太粘的酸液可前置液下面畅通无阻地流入深层缝隙, 延伸作用得以持续发挥。

2 海洋钻井井控应急难点及安全管理

2.1 海洋钻井井控应急难点

2.1.1 海洋钻井平台

离陆地太远而且分布形式极其分散, 最近距离也有50km, 最远可达300km, 一旦海上钻井突发紧急险情无法及时救援, 急救物资供应难以保障而导致救援不利, 因作业环境太过恶劣, 钻井平台面积受限, 设备不能全部安置到井口安全范围以外, 一旦有井喷事故发生, 抢险救灾防爆防火有非常大的难度, 尤其是油气含硫超高的井喷, 大量有害气体会瞬间包围救灾人员, 生命安全造成极大威胁, 而且海上作业的台风天气, 内波流以及海冰都安全风险因素, 都在可控能力之外, 抢险救灾的不确定性非常大。

2.1.2 不同井型应急难点各异

大位移井开采作业因油基钻井液能对气体产生溶解性和压缩性, 给监测气体侵入带来很大难度, 压井因旋转力度不够致使钻井液无法对井筒实现完全置换出轻质钻井液, 影响钻井液的比重均匀, 具体到深水井, 因不能给泥浆密度提供足够宽的安全窗口, 水合物会影响井筒的稳定性, 还会导致钻井出现液气化, 产生严重的井

控安全事故,更危险的是国内目前没有这方面的救灾应对办法,具体到海洋高温高压井,难度最大的是压力管理,超高的压力有时会超越钻井控制措施和技术装备的最高值,而一些老油田的调整井非常容易产生局部低压,而在未知的深层局部区域又极可能有异常高压存在。

2.2 海洋钻井井控安全管理

2.2.1 制度问题

实际上,针对海洋钻井井控出台的管理制度颁布的时间很短,之前属于空白,还需进一步精细和优化改进,而且有关方面在制度的宣传教育方面力度不够,实际作业中难以贯彻落实,实施效果不理想。

2.2.2 设备问题

钻井作业低老坏的老大难问题一直困扰着井控安全管理,无法实现安全生产和经济效益的有效协调,一些老油田长期缺乏配置齐全的钻井作业设备,现有设备的维护保养工作也很不到位,而且没有严格按照技术标准进行安装,无法适应老油田设备更新的技术要求。

2.2.3 人员问题

第一,实现井控安全管理的重点在于强有力的现场管理,很多现场作业人员缺乏系统的安全培训,实际操作漏洞百出,一旦出现井控安全风险应急能力严重不足,第二,海上钻井作业工人队伍的年轻化是为了控制工程成本的需要,其负面影响是人员普遍技术能力低下,缺乏应对井控安全风险的实战能力,用人制度没有很好地贯彻持证上岗制度,导致溢流等严重井喷迹象出现时作业人员不能及时发现,关键岗位的作业人员不能有效应对。井控应急处置的工作重点在于日常的严密预防,虽然难点问题很多,但是海洋油气钻井井喷事故是可免可控的,从屏障理论的角度出发,结合实际事故案例,海洋钻井监管不力和安全防范存在明显漏洞是事故频发的罪魁祸首,须知一旦出现井控危险,给海上钻井平台带来的灾难是毁灭性的,与其事后总结,不如提前修订完善井控安全管理制度,事前事中事后的管理更是重中之重。

3 海洋钻井井控安全管理实践方向

3.1 井控管理制度化建设

国家权威部门从2007年到2010年先后出台并不断修改完善并最终颁布了针对海上钻井作业中井控安全管理的国家标准和规范,后又结合国内外海上钻井作业重大事故频发的惨痛教训于2016年对该规范规定做了进一步修订,2018年又针对海上油气井完整性颁布了总则要求,这些技术规范和总则要求对海上油气田开发作业进行了全方位的规范和约束,是全体海洋石油勘探采集作业必须严格遵守的安全防护规则,对它们的严格贯彻执行是防止井喷等重大安全事故频发的有效扼制。

国家权威部门又在2014年针对井控安全管理颁布了条例规定,强调井控安全管理从顶层设计开始,要求

下属各分公司严令执行,井控安全管理要确保作业过程的规范化,以严格的制度管理确保日常井控管理有序推行,要针对井控安全管理落实海上巡检和安全治理大检查,要求各钻井平台对内部问题整改改制,严格落实制度规定,排查事故隐患,降低事故频次,从根本上确保海上钻井作业安全。

3.2 井控工作基本原则

①严格贯彻落实井控工作安全永远第一位的原则,日常管理加强事前预防,从主管到具体作业人员全面落实岗位责任制,要对井控安全管理规章制度进行健全和完善,层层落实和把关,扎实推进井控管理;②井控管理严格推行全过程管理,对井控管理工作中包括设计,设备材料,作业过程监管以及持证上岗等在内的管理内容实现全过程管控,提高团队的防范意识和应急能力;③井控工作严格贯彻五不开钻管理理念,对钻井作业周期井控风险进行全面分析,对作业人员进行关键节点的井控管理工作要进行多维度全面的宣传培训,井控的安全管理落实常态化制度,确保全过程防范井控风险,管理人和指挥人员也可准确简明地指挥日常工作开展。

3.3 完善井控组织机构,明确管理责任

海上油气开采主总公司须对管理组织架构进行改进和完善,就井控管理成立管制中心的巡检机构,对各区域负责人进行明确的责权利划分,指定专职总工程师负责全部海域的井控管理,总公司也确立负责专员,下属子公司和分区由岗位经理负责,成立专门机构研究开发井控安全管理的各项技术,就各岗位职责制定管理条例,全方位落实到人。

3.4 构建三级井控管理体系

要下大力气完成三级井控管理体系的建设,把一二级管理体系的基础打牢,着重对三级体系进行加强,在提高应急能力的基础上实施对已失控的钻井平台的二次控制,各级决策部署由专家在线辅助制定,选拔业务能力突出且有多年工作经验的先进个人成立专家小组,由他们负责对钻井的重难点项目全程跟进监测控,一旦有险情发生,全体专家献计献策制定方案和措施紧急救援,要不惜重金研发井控管理新技术,力求彻底解决井控工作的各种难题。

4 井控安全管理工作优化策略

海洋钻井作业要在方式,流程以及井控管理方面实施制度传达,隐患排查以及井控安全管理方面的精准控制,培训全体工作人员树立牢固的安全防范意识,从具体的岗位,班组以及整个基层狠抓井控管理,确保各项目组能及时准确知悉井控管理的各项信息,为在岗作业人员提供切实可行的合理化建议。

4.1 井控制度精准传达

4.1.1 设计人员

井控实施安全管理第一项任务就是工程设计,上级

部门要加大对设计人员进行井控安全管理规章制度的宣传教育和贯彻执行,要做到让所有设计人员对井控管理规章制度以及技术参数和设计等烂熟于心,为钻井作业和井控管理设计出周到细致的设计方案,使井控安全管理更有针对性。

4.1.2 作业人员

钻井平台现场作业人员是全部设计方案的执行人,他们负有安全生产和井控管理的具体执行,也是安全防范最重要的环节,要确保全体作业人员能熟知并遵守井控安全管理制度,总公司严指派专职讲师深入钻井基层为广大作业人员宣讲海上钻井作业技术规范和安全条例,宣讲工作要长期制度化,力求覆盖全体作业一线,实施现场宣讲,基层平台培训,把井控安全管理有效灌输给全体职工,提高他们井控安全防范意识和能力,以推广硬关井为例,要通过现场的不断演练让全体职工熟悉把传统的软关井模式变成硬关井,要强调演练的实效性,确保作业人员应急能力达到实战要求。

4.2 井控隐患精准识别

4.2.1 建立井控巡视检查

钻井的井控安全管理离不开日常的安全检查,上级部门要强调所有海域的钻井平台严格落实五不开钻的安全规范准则,检查组要以此为重点进行检查和巡视,排查事故隐患,落实整顿改进措施,一旦发现违规操作和违反五不开钻选原则的违章行为,须责令其立即停止作业并立即改正,直到达到合格标准,检查组要依据钻井的常规性和重要性区分开展检查和巡视工作,要求现场严格贯彻落实方案设计,前期准备以及应急管理等工作内容,要求工序之间衔接流畅,各项生产安全进行。

4.2.2 提升井控设备管理

中海油出台《平台钻机检验大纲》,强化作业前钻前检查,将隐患消除在萌芽状态;依托《中海油井控巡检表》组织开展现场井控设施设备的检查,通过规范化管理对钻井井控设施设备安装、使用和维护来满足井控安全的要求。从设计建造、现场安装、钻前检验、日常检查、维修保养和井控施工等各个环节抓好井控设施设备安装、使用和维护工作。

4.3 井控风险精准管控

4.3.1 坚持井控持证上岗

持证上岗是海上钻井平台井控安全管理的重要的基础性安保措施,平台管理人员要严格审核所有在岗人员的证件的合法有效性,通常情况下,海上钻井平台证件有效期限为4年,各钻井平台要加强本平台的安全风险评估,要求所有关键岗位操作人员每两年进行一次加密业务培训,以三常管理为钻井平台的主要井控手段,井控管理常教育,帮助作业人员树立牢固的预防和安全意识,利用经常性的业务培训提高作业人员的预防和应急能力,通过常态化的演练提高他们的实战经验和能力,

确保所有作业人员时刻保持良好的工作状态。

4.3.2 开展井控培训管理

实际上,确保所有井控作业人员持证上岗只能让日常最基础的井控管理工作得到满足,却不能满足大位移井以及高温高压井的井控实战要求,这些重点难点钻井井控管理的差异化培训急需得到实施,还要通过考核等有效措施确保培训工作质量,对作业人员关键岗位的井控作业全程监督执行,要通过对井控技术的专业培训和业务交流,提高井控管理人员的专业素质和技术能力,要针对溢流等重大安全风险防范等重要技术进行一级强化培训,二级培训内容包括压井技术选项和节流循环等,而决策和应急能力,应急资源和设备准备以及应急程序等则是三级培训工作内容。

4.3.3 提升井喷应急管理

井喷事故是海上钻井平台的最大威胁,加强这方面的应急处理能力是当务之急,各钻井平台要提前制定应急预案,加强井控安全管理演练的密度,从安全检测到井喷隐患巡视以及井控实战演练等全方位提高管理力度,要针对应急程序的不合理之处进行优化改进,要针对作业平台的风险识别和井控技能提高加强培训和管理,用事故案例教育作业人员树立牢固的安全防范意识,提高实战技能,监测工作要落实到位,井控作业设备确保完好无损,确保对井喷事故做到及时发现,应急充分和措施得当,尽量把事故影响减小到最低限度。

5 结束语

在我国经济水平和科技水平同步提高的形势下,各行各业和各个领域都焕发出勃勃生机,一路向好发展,这不仅促进了人们生活水平的持续提升,也促使人们生活和生产中的能源需求量越来越大,油气资源是工业领域和汽车行业和民众生活中不可或缺的重要能源,人们的油气能源需求的不断增加,催生了大批油气田工程,油气田井下作业技术作为油气田开采生产的重要支撑,随之备受关注,虽说目前我国的油气田井下作业技术有了一定进步和发展,而且在井控安全管理方面也有了较大成效,但是与发达国家相比较,仍然存在一些距离,这就要求相关人员继续针对各项油气田井下作业技术以及井控安全管理,进行更深层次更加广泛的研究探讨,以便为我国油气田开采生产整体水平的提升贡献一己之力。

参考文献:

- [1] 覃亚. 井控安全管理保障措施 [J]. 化工设计通讯, 2019, 45(07):269-270.
- [2] 赵潇. 海洋钻井过程中油气入侵动态风险分析 [D]. 北京: 中国石油大学, 2019.
- [3] 孟祥坤, 陈国明, 张肖锦, 朱渊, 赵倩琳. 深水井控 STAMP/STPA 安全性分析 [J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2019, 43(02):131-139.