

海洋石油完井井控安全分析与对策

吕易哲

中海石油（中国）有限公司深圳分公司西江油田作业区 广东 深圳 518064

【摘要】：文章首先阐述海洋石油深水钻井特征，然后对常规完井井控风险发生的主要原因和控制方式探究，深层次解析其井控安全特殊性，从深海和浅海这两者之间的差异性方面着手，对造成完井井控风险发生的各类直接、间接因素进行剖析，并对其提出相关处理对策。最后从相关资料的对比总结中，全方面探究其安全措施的实施和发展。

【关键词】：海洋石油；完井井控；安全风险

Safety Analysis and Countermeasures of Offshore Oil Well Completion Control

Yizhe Lv

Operation Area of Xijiang Oilfield, Shenzhen Branch of CNOOC (China) Limited Guangdong Shenzhen 518064

Abstract: This paper first expounds the characteristics of offshore oil deep-water drilling, and then the main causes and control methods, deep analysis of the well control safety particularity, from the difference between the two, the completion of well control risk of direct and indirect factors, and put forward the related countermeasures. Finally, from the comparative summary of the relevant data, fully explore the implementation and development of its safety measures.

Keywords: Offshore oil; Well completion control; Safety risk

对油气资源进行勘探开发过程中，最重要的执行标准就是加强井控安全性。由于海上油田地理和自然完井具有一定特殊性，其地质情况非常复杂以及空间资源受到限制等，导致这种资源开发难度和风险加大。随之海洋石油对污染的要求非常高，不断加大环保力度，有效将海上井控安全性提高。海洋石油操作伴随很高风险，投入很大资金需要高强度技术等，如果开展这项操作发生井控安全事故会带来严重经济损失和人员伤亡。因此科学合理地海洋石油完井井控风险因素和处理对策进行梳理，查找其中存在的问题，有效对其技术和管理速度进行改善，能够更好将人们井控意识和水平提高，避免安全事故的发生。

1 阐述海洋石油深水钻井特征

对海洋深水区域而言，其海浪大，而且海水的波动大，这样就会给石油钻井施工工作造成很大困难，并且这个区域完井恶劣，安全风险等级很高，一定要运用适合的设计和施工管理对策，才能达到预期效果和质量。深水区域处于低温完井中会对海底几百米油层造成影响，使其温度越来越低。同时油层中的钻井液性质越来越差，对钻井液的正常循环造成不利影响，从而给这项勘探施工工作造成危害。其次还会对完井施工质量造成威胁，导致固井水泥浆不能及时凝固，延长其施工时间，加大成本。对深水钻井开展建设时很容易遇到浅层气与流体，如果没有对其进行有效把控，可能出现井喷事故，在影响其安全的过程中还会对海洋造成污染。如果浅层流中的压力非常大会导致井喷事故发生。若发生浅层气会使井口存在的天然气无法及时对其进行把控，发生火灾，甚至是爆炸事故，为深水钻井施工工作造成很大危害。其中发生天然气水合物很大程度上

会对管道的系统造成堵塞，使钻井液在循环时不够顺畅，同时还会将岩屑能力降低，发生卡钻事故，加大操作难度。如果在施工过程中经常发生天然气泄漏等事故，加大了事故处理工作量。

2 常规完井井控

2.1 井控操作含义

所谓井控操作就是运用一些方法使井筒内液柱和地层孔隙这两个压力保持平衡，顺利进行钻完井操作。结合溢流规模运用控制对策，使其压力始终处于平衡稳定状态。经常用到的溢流压井方式有司钻法、工程师法等；比较特殊的高压气井压井方式有置换以及硬顶法。目前在海上和陆地中所采用的压紧操作以及方式相同，因此要遵循预防为主原则，仔细对导致溢流因素以及保证井控措施能够顺利落实的条件进行全面解析。

2.2 完井井控风险

2.2.1 完井溢流原因

导致井筒出现溢流的原因有：井液密度达不到标准；没有第一时间进行灌浆；井漏等。以上这些问题都会导致井筒出现溢流，同时还要对这种问题发生的主要原因进行分析，才能真正降低井控安全风险。首先要对油藏地质风险进行把控。预测地层存在的压力以及实际情况，对岩性进行判断等，全面对这些信息进行掌握和预判，这是对井控安全进行控制的重要内容，其很大程度上定了钻完井操作方案和井控应急对策的制定。其次，有效把控完井技术风险。完井是开发过程中沟通油气生产的通道，构建更健全的生产流程，在每个阶段设计和操作都跟井控安全有直接关系，由于技术的快速发展，经济结构

的复杂性也越来越明显,使完井工艺逐渐趋向于多样性,对完井设计更具体的井控方案。另外,把控工具与设备风险完井操作过程中,只要确保工具和设备质量,就能对井控风险进行把控。对自然风险因素进行控制,暴风暴雨、低温、泥石流以及地震等自然灾害都是导致井控问题发生的重要因素,其除了对设备和工程造成损坏以外,对员工心理和生理也会带来严重伤害,导致操作过程中存在安全事故,因此一定要加大对气象的监控力度,减少事故和井控风险问题发生。另外一方面对于员工和管理风险进行把控。发生安全事故来源于人员因素。操作人员要对相关技术进行熟练掌握,认真负责的态度和专业性都是完井井控安全的重要保障。对其相关理论和实践知识进行培训,使员工的操作管理水平能够得到完善,这也是预防井控风险问题发生的基础。

2.2.2 完井井控实施的条件

①井身结构与完井工艺不一样,其方案也会存在一定区别。气泡上速度跟井深度、密度和孔隙度等方面都有联系,其属于裸眼完井还是套管完井,或者裸眼和套管完井,充防砂带工艺不一样,选择运用的压井液也不同,同时井口用到的防喷管网和变扣也不一样。②设备情况不一样,所准备用到的预案也不一样,每个井场当中的泥浆数量不同,使用到的工艺不一样,因此是否准备设备同样要进行思考。③自然条件存在一定差异性。海洋、陆地以及山川等自然完井多种多样,气候变化莫测,对压井物资进行运输过程中,还要对人员进行考虑,以免发生问题。④对团队力量和管理情况进行分级考虑,根据井的风险级别进行调整。逐一对完井井拉拉预案进行具体设计,对人员和物料的准备开展管理工作,才能更好实现其目的。

3 解析海上完井井控风险

3.1 浅海完井井控风险的特殊性

现阶段,海洋油田为石油行业做出很大贡献,同时其面临着开发中后期含水量加大以及地层空亏问题越来越严重,勘探方法具有多样性且复杂的形式,与此同时会加大井控安全风险,而现阶段浅海完井井控风险跟陆地常规的井控风险进行对比,存在以下特殊:第一,油藏地质风险。有的油田是疏松高渗透性的砂岩地层,由于目前开发力度的提高,地层能量会出现严重衰竭,注水井逐渐增多,使地层的压力出现不均衡的情况而导致局部高压,低效率井越来越多,地质资料没有及时更新,跟当今实际开发需求不符;对边际油田进行开发过程中井身逐渐加大而导致地质越来越复杂,存在很多裂缝空洞以及含气量大等特征。第二,浅海完井工艺特征。结合一些油田特征已经形成一套更完善的完井技术体系,其中包含:①套管内多层压裂充填技术;②适当的防砂技术;③二次完井技术;④压力控制完井液技术;⑤智能完井技术等。由此能够更好地完井工具和配套工艺进行完善,使其越来越成熟,不管是编钻边玩

还是批钻批完都可以达到安全高效率操作。对完善的海上完井工艺配置相关完井安全体系以及规范,有效对其井控风险进行把控。第三,装备和完井存在的特征。构建海上平台能够更好地承担生产、维修以及生活等各方面任务,使结构越来越紧凑,成本费用增加,尽管平台体积非常大。而钻完井操作场地空间却也有一定局限性,荷载受到限制,甚至有部分公众和高密度,很多个工序会交叉操作,经常会发生设备摆放布置情况。对物料以及工作人员管理等各方面都会带来一定挑战,所以要优先对井控设备和材料进行安排,同时还要委派值班的船舶待命,协助进行物资管理。第四,自然气候特殊性。海洋和陆上区域进行对比,在面临大风、低温以及冰冻等天气时,恶劣天气除了会对井架和平台等方面安全造成影响以外,还会中断守护船操作,从而对井控安全造成很多风险。发生潮汐现象会导致平台的抬升和钢筋结构带来腐蚀。发生低温或者冰冻情况,造成设备的管线出现结蜡,场地过于湿滑,威胁到员工生命安全。

3.2 深水完井井控风险特殊性

第一,油藏地质。这种地质完井非常复杂而且活跃,海底中的沙地沙沟非常明显,而且沙坡、沙脊移动速度非常快。深海地质完井呈现多样性,每一个区块的类型都不一样,造成岩土力学性质方面等存在差异。如果安全密度窗口的不确定性越来越多,地温场的分布情况出现不均匀,就会加大钻完井井筒的压力把控力度。

第二,深海完井工艺和装备特征。深海油气田地完井技术,通常都具备高产量、高效益以及智能化的控制特征。对于管住结构和工序而言,其具备自身特征,比如射孔—压裂—充填—趟式完井管柱,如果底部的完井方法存在差异性,不同的安全阀等各项工具的下方深度就会很大,同时对压力级别和可靠性提出更高要求,很多都会运用高温高压的钻完井技术体系。其次,井口操作的区别非常大,深水钻井的平台浮在海面上,下面就会跟隔水的管网相连接,一直到井口,由于受到其自身重力和海流等各项因素影响,隔水管道会出现一些弯曲和应力,所以钻完井操作中都会出现窗口期问题,进行刮管操作或者是完井管柱下放时,一定要对平台的移动极限进行考虑,同时还要考虑到河流的流速以及进口的倾斜抗弯情况。

第三,自然调节的特殊性。如果台风突发性非常强,频率很大,路径电话具有复杂性,以上这些都会给平台和井控安全造成很大风险。海水的温度场出现不均匀变化大,就会导致井筒内的压力波加大。同时也会提高井控风险。海洋内部的波动情况会受到地形气温等各方面影响其变化时间不稳定,流速和方向不规律,单点持续的时间很短,每个区域的分布情况不同。内波流对整个海洋的结构稳定性会造成很大影响,情况不严重会使钻井平台出现漂移,情况严重会导致井控安全事故。

4 海上完井井控风险应对措施

4.1 严格管理

海上安全事故主要是由于人的主观责任所造成,所以加大员工的管理和团队建设力度,能够更好将其井控安全意识提高。对管理和设计工作进行标准化,其主要是对操作人员和承包商开展有关井控安全培训。对相关资质严格进行审核,了解各自责任,输入和加强安全意识;对井控安全设计相关标准时,需要从井控风险方面进行识别,对井控物资的准备和员工分配提高重视,对风险汇报制定标准化操作,将操作人员的应急处理能力提高;构建更健全的完整工程质量把控。对其进行评估和验收,从而将井的生产周期提高,减少其中存在的安全风险;对工具设备进行质量把控,完井工具类型非常多,严格其技术参数和质量关卡进行控制,以免由于工具失去效果或者受到损害等问题而导致井控安全风险发生;分级技术力量和井位,对井控安全设计工作进行全面考虑,考虑井的风险评估,对其进行分析处理,井控风险高以及难度大的井,抽取一些技术水平和综合素养高的操作团队进行接手和协助,从而将监控安全风险降低。

4.2 总结经验

不断对地质油藏进行分析和阐述,准确掌握其风险程度。对国内外合作经验进行学习,总结各项井控操作成功和失败经验,对相关引导方案不断进行完善;同时技术人员还要结合地质油藏的引导要求,开展经济以及安全设计工作,选择应用一井一个对策方法;操作过程中还要将井控的结论和实践经验结合起来,第一时间对现场情况进行反馈,优化和更新引导标准和方法,加大对情况案例的分享和教育,将操作人员的经验技

术水平提高

4.3 风险评价

对海上完井工程当中的各项数据信息进行统计总结,其中包含气候、自然完井以及地质油藏、设备和工作人员团队等,同时还要运用专家调查,分层次进行规划。对安全隐患效率和监控发生概率等风险准确进行识别,对风险量化进行解析,同时还要评价和规划风险。对完井工程操作的风险要点进行规划,同时还要对高风险操作节点给出一定指示,有利于操作人员在操作中的各阶段和节点对井控隐患进行把控,科学合理地对井控风险进行判断。

4.4 技术创新

不断对地质勘查以及测井方法进行创新,比如通过运用核磁共振测井方法能够更好使测井工作越来越便捷和具体化;对完井技术进行探究,可以从井下用到的工具、工艺技术以及井口等方面进行改进,争取将每个操作阶段中的风险降到最低,比如运用新的射孔液暂堵技术能够把疏松度非常大的斜度井射孔造成的井控风险降低;对井控技术进行解析,其中包含管柱系统受力、井筒流体压力把控等方面,只有一次突破井控安全风险点,才能减少井控中所存在的安全隐患,避免安全事故发生。

5 总结

总之,在将来发展中遇到的挑战,除了是人和自然的和谐相处以外,还是人们本身意识和管理方面的提升。突破传统思维方式不断进行创新,全面探究海洋石油井控思路和方法,构建更加完善的系统探究和设计体系,才能更好确保其安全和可持续性。

参考文献:

- [1] 中国海洋石油公司钻井井控管理规定[J].北京,钻完井工程制度体系,2014.
- [2] 李成,吴谦,胡满.风险综合评价中指标权重确定方法对比研究[J].石油工业技术监督,2016(01).
- [3] 杨松.海上油田作业井控风险分析及应对策略[J].内蒙古石油化工,2016,(04):68-70.
- [4] 李成,吴谦,胡满.风险综合评价中指标权重确定方法对比研究[J].石油工业技术监督,2016(03):106-108.