

文章编号:1001-4500(2007)01-0043-04

海洋钻井平台 HAZOP 分析的研究

窦培举

(中海石油基地集团油田建设工程公司,塘沽 300452)

摘 要:针对海上钻井工程的特点,运用 HAZOP 分析的基本原理,对海上钻井平台 HAZOP 分析进行了初步的研究。HAZOP 工作的进行,对提高钻井设施及操作的安全可靠性、减少各类事故的发生有着十分积极的作用。

关键词:钻井平台;HAZOP;HAZID;安全;危险

中图分类号:P75

文献标识码:A

HAZOP(Hazard and Operability,危险性与可操作性)技术是高度专业化的作业程序,是一种对工程项目进行定性的风险评估的技术。HAZOP 技术是二十余年前由英国帝国化学公司首先开发应用的。经过不断改进与完善,目前在欧洲和美国,已广泛应用于各类工艺过程和项目的风险评估工作中。有些国家,如英国,已通过立法手段强制其在工程建设项目中推广应用。在我国,HAZOP 技术的应用还处于起步阶段。

在石油勘探开发中,钻井作业具有高投入、高风险、高科技、特种高空、立体交叉等特点,因此其中存在各种各样的风险。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,均存在对人员身心健康,以及人员与设施、生态不同程度的影响和危害。

随着油气勘探开发的发展,钻井条件和地质条件也越来越复杂,新型钻井又有了很大的发展,由于主客观因素的影响,现场钻井事故时有发生,风险的存在,始终是生产发展的一大障碍。因此,对石油勘探工程推广应用 HAZOP 分析,将是必然选择。

1 HAZOP 技术运用基本方式

HAZOP 分析通常在设计阶段进行,目的是确定工程中存在的危害及操作问题,在设计上考虑完善措施,以减少工程因设计中的考虑不周而引起的事故。HAZOP 分析的直接对象是工艺或操作的特殊点,这些特殊点称为“分析节点”,或工艺单元,或操作步骤。针对每一个分析节点,对具有潜在危险的偏差进行识别,即 HAZID(Hazard Identification),然后对每个有意义的偏差都进行分析,分析它们的可能原因、后果、已有安全保护等,同时提出应该采取的措施和行动。

HAZOP 技术常用的方式有三种,即引导词方式(Guide Word Approach)、经验式(Knowledge-Based HAZOP)和检查表式(Checklist)。引导词方式主要用于对新的项目做系统的工艺和操作危害研究,并提出存在的安全隐患问题;经验式则主要依托原有经验对复用项目的相关及改变部分做 HAZOP 研究;检查表式则主要用于项目的前期工作阶段,根据所用物料的危害性质,确定在设计中要重视的潜在危害。

2 识别的方法

识别钻井作业中潜在的风险与危害的影响因素,是有效控制和减少钻井过程中给健康、安全与环境带来的危害与影响的重要环节,是实现安全监督管理标准化、减少隐患和事故、保护员工生命健康和国家财产安全的首要工作。

(1)钻井设备在操作中的危险识别,主要集中于如下范围:针对人员的风险;直接的环境影响;与钻井相关的操作。

收稿日期:2006-07-29

作者简介:窦培举(1972~),男,高级工程师,从事海洋石油工程的工艺与安全设计。

(2) 钻井平台可分为如下的识别区域: DES BOP(防喷器)甲板; DES 中层甲板; DES 钻井甲板和井架; DSM; 其它区域。

(3) 钻井平台 HAZOP 分析可以采用如下引导词: 井喷、泄漏、起升器材碰撞、结构性故障、其它场所危险、常规因素。

3 危险分类

3.1 危险源

钻井平台上危险能量的性质主要有: 潜在的、旋转的、运动的、热的。巨大能量释放主要来自于: (1) 带压的爆炸性危险物质的非控制释放; (2) 非人力控制的自然事件; (3) 结构性故障; (4) 火灾; (5) 爆炸; (6) 间接事件(人为因素, 软件问题, 潜水等)。

3.2 严重事故定义

钻井平台的严重事故可定义如下: (1) 火灾、爆炸或危险性物质的释放造成的死亡或严重伤害; (2) 任何对结构、平台或结构稳定性造成较大损害的事件; (3) 空运或海运设施与平台及设施的碰撞; (4) 任何其它由工作行为造成的 2 人以上死亡或严重伤害的事件(这个 2 人以上指的是直接事故现场以外的人员)。

3.3 造成平台事故的初始事件讨论

3.3.1 井喷 井口流体的非控制的释放被定义为井喷。当井口流体是油或气时是最危险的, 但有时也会喷出钻井泥浆、完井液或者水。当井喷可能释放大量的碳氢化合物(油气)是非常危险, 而且是很难控制的。

井喷不但会导致人员伤亡、设备损失(甚至是整个钻机), 也会使宝贵的油气遭受损失。如果不能迅速而有效地控制井涌(井涌就是地层流体进入井眼内), 井喷就会发生。当井眼中出现异常压力时, 地层压力大于钻井液液柱压力, 就会发生井涌。

3.3.2 升高短节泄漏 升高短节和管线中经常含有大量的高压油气, 尽管事故性释放很罕见, 但其潜在后果是灾难性的, 因此须认真分析。升高短节泄漏经常是海上工程质量可靠性保证的关键性组成, 而管线泄漏是污染研究的关键。升高短节和管线的危险评估通常应考虑海底管线的泄漏和海平面上飞溅区的泄漏。

3.3.3 工艺泄漏 工艺泄漏是指除下列区域事故外的生产系统的碳氢化合物的释放: (1) 上游——井喷或井口控制的事故; (2) 升高短节 ESD 阀门下游——升高短节、管线事故; (3) 与主生产流程分开的系统, 如电站, 柴油系统等。

3.4 基于危险介质造成的事故后果的简要描述

(1) 池火 聚集在平面的大量液体的燃烧形成池火。池火可能发生在平台甲板上, 也可能发生在海面上。液体可能是原油或原油炼制产物。

(2) 喷射火 高压设备泄漏被引燃造成喷射火。泄漏物可能是气体或液体, 高压液体往往呈雾状喷出。喷射火可通过其高强度的释放进行识别。

(3) 闪烁火 闪烁火是在非限制区域, 气云的延滞引燃造成的可能结果。当火焰穿过气云, 燃烧速度将会小于音速, 闪烁火产生微弱的风压。

(4) 蒸气云爆炸 蒸气云爆炸是在局部约束区域, 是气云的延滞引燃造成的结果。如果在气云内有障碍物, 可利用的通风区域减小, 则可能发生超压爆炸。

3.5 结构和环境危险

(1) 恶劣天气 超强的风浪、水流的载荷导致结构倒塌; 超强的海浪造成浪尖打击结构的最低甲板。

(2) 结构能力降低 由于疲劳和腐蚀使结构的强度损失超过其设计寿命。

(3) 地震 应考虑平台处在可能的地震带带来的危险。大地震会造成地表的剧烈运动, 这将对结构的完整性是致命的。此类危险评估的范围: 1) 影响结构完成性的地震强度等级; 2) 该强度等级地震的频率评估。

3.6 运输危险

海上航行是死亡事故风险的主要来源之一。尤其是派人巡查无人值守平台的途中, 会有危险。对于因

体的运送,通常使用直升飞机。对于好天气比例高的地区,用船运送团体也许是一个低费用的选择。对于热带地区应尽可能选择船运,而在季风季节使用直升飞机。

3.7 船运碰撞危险

碰撞是来自各类船舶与平台设施的撞击。具有潜在的碰撞可能的船只有以下几类:

(1)访问船。包括供应船,值班船,潜水支援船等;(2)渔船。如果平台处于捕鱼区内,渔船可能会经常地近距离通过;(3)军舰(包括潜水艇)。可能在平台附近进行演习;(4)油轮。可能在附近装载原油;(5)长期停泊在平台附近的其它船只。

4 HAZOP 分析举例

钻井平台 HAZOP 分析表(DES BOP 甲板区域部分)

引导词	原因/危险/议题	后果	安全措施
1 井喷	1.1 BOP 故障 1.2 油嘴/压井软管故障 1.3 下闸板下方的阀门冲失 1.4 分流器故障 1.5 升高短节故障	1.1.1 井控失效 1.1.2 人员伤害 1.1.3 火灾和爆炸可能造成平台损坏 1.1.4 结构损伤可能造成平台损坏 1.2.1 同 1.1.1 1.3.1 同 1.1.1 1.4.1 同 1.1.1 1.5.1 同 1.1.1	1.1.1 采用经鉴定的设备,增强安全系数,提高设计压力 1.1.2 设备冗余 1.1.3 主要钢结构防火 1.1.4 阀门应设为故障关 1.1.5 液压软管防火 1.2.1 同 1.1.1~1.1.5 1.2.2 软管防火 1.2.3 软管接头设保险链 1.3.1 同 1.1.1 和 1.1.2 1.4.1 设置逃生路线 1.5.1 同 1.4.1 1.5.2 在升高短节上设压力泄放
2 泄漏	2.1 泥浆处理罐 2.2 泥浆计量罐 2.3 泥浆计量罐液封 2.4 BOP 2.5 液压软管 2.6 齿轮润滑油 2.7 油嘴、压井管线和阀门(承受高压) 2.8 高压液压管线系统	2.1.1 人员伤害 2.1.2 泥浆中的油气如被引燃将导致池火,影响低压泥浆泵,泥浆喷撒于甲板 2.2.1 同 2.1.1 和 2.1.2 2.3.1 泄漏气体被引燃 2.4.1 泄漏物沿升高短节流到甲板上 2.5.1 同 2.4.1 2.6.1 可能造成泵的过热故障 2.6.2 润滑油流到甲板 2.7.1 泥浆中气体泄漏,可能造成爆炸 2.8.1 液压功能丧失 2.8.2 人员伤害	2.1.1 设置雨淋系统 2.1.2 几个罐集中布置 2.1.3 设置气体探测 2.1.4 罐上设置液位检测,远传显示 2.1.5 设置小型排放系统 2.1.6 设置闭路监视 2.2.1 设置溢流 2.2.2 同 2.1.3~2.1.6 2.3.1 设备设计考虑完善 2.4.1 BOP 周围设机械密封 2.4.2 甲板设排放 2.5.1 同 2.4.1 和 2.4.2 2.5.2 在 BOP 控制装置设置液位探测报警 2.6.1 泵集中布置 2.7.1 设置气体探测 2.7.2 油嘴\压井阀进行独立地鉴定 2.8.1 设置闭路监视 2.8.2 设置低液位报警
3 起升器材碰撞	3.1 BOP 的起升 3.2 分流器的起升 3.3 甲板盖的移动	3.1.1 人员伤害和结构损伤 3.2.1 同上 3.3.1 人员伤害和结构损伤 3.3.2 甲板盖掉落到井口 3.3.3 甲板盖移开,人员掉落	3.1.1 采用经鉴定的设备 3.1.2 起升操作人员的培训和认证 3.1.3 操作人员的通讯联络 3.1.4 设置闭路监视 3.2.1 同 3.1.1~3.1.4 3.3.1 同 3.1.1~3.1.4

4 结构性故障	4.1 导向架故障/坠落 4.2 与 BOP 连接的结构的附加力将影响井口结构	4.1.1 人员伤害和结构损坏 4.1.2 压井泥浆的故障可能升级为严重事故 4.1.3 可能造成井控故障 4.2.1 引起的力影响井口结构	4.1.1 压井泥浆系统设计保障 4.2.1 结构设计保障
5 其它场所危险	5.1 泥浆泵的振动 5.2 甲板的移动/吊机的活动 5.3 电气开关间的高压	5.1.1 管线故障 5.1.2 管线支撑故障 5.2.1 人员伤害,结构疲劳,结构损坏 5.3.1 人员伤害	5.1.1 对重要管线进行应力分析 5.1.2 采用柔性连接 5.1.3 采用阻尼器 5.2.1 进行结构计算分析 5.3.1 设备设计考虑防护措施
6 常规因素	6.1 滑倒、绊倒、跌倒 6.2 人为失误 6.3 管道振动疲劳	6.1.1 人员伤害 6.2.1 门开敞 6.3.1 管道泄漏	6.1.1 只能在规定的通道行走 6.1.2 所有够不到的阀门采用启动工具 6.2.1 使用自动关闭门 6.3.1 与动力设备连接处设置软管消除振动

5 结束语

HAZOP 的研究具有激发创造性、开拓思路、系统检查全面、获得有益知识、易于决策等优点。HAZOP 工作的进行,对提高钻井设施及操作的安全可靠性、减少各类事故的发生有着十分积极的作用。HAZOP 研究的局限主要是其审查的结果依赖于所审图纸及资料的准确度,并要求审查的专家小组成员具备较好的专业知识和经验。随着计算机辅助 HAZOP 研究的应用,将深化项目的 HAZOP 研究,实现健康、安全、环保的目标和要求。

参考文献

- [1] 戴伟锋,鄢捷年. 钻井分析中知识、工具和系统的作用[J]. 国外钻井技术,2005,20(2):28—35.
- [2] 王瑞勤. 风险分析—钻井作业实施 HSE 管理的核心[J]. 安全健康和环境,2005,3(6):33.
- [3] 赵文芳,姜春明,姜巍巍,张卫华. HAZOP 分析核心技术[J]. 安全健康和环境,2005,5(3):1.
- [4] 文科武. HAZOP 技术及其在石化行业中的应用[J]. 炼油设计,2002,32(8):55—58.
- [5] 施密特·佩德生. 海上火灾安全研究[J]. 石油化工消防,2004,23(1):83—85.
- [6] 何琨,吴德荣,毕雄飞,马紫峰. 乙烯装置公用设施的危险性与可操作性(HAZOP)研究[J]. 炼油技术与工程,2004,34(3):54—59.
- [7] J. J. Schubert, H. C. Juvkam—Wold, C. E. Weddle, C. H. Alexander. . HAZOP of Well Control Procedures Provides Assurance of the Safety of the Sub—Sea MudLift Drilling System. IADC/SPE 74482,2002
- [8] G. C. Stevens. Risk Ranking HAZOP Recommendations as Part of a Coherent Risk Management Program. SPE 46648,1998
- [9] N Clyne, D Bonsall. . Workplace Hazard Management in the Drilling Industry. SPE 46650,1998

STUDY ON HAZOP OF OFFSHORE DRILLING PLATFORM

DOU Peiju

(Research & Development Center, Field Construction Engineering Co. , Oil Base Groupe,
CNOOC Tianjin 300452,China)

Abstract: Based on the principle of HAZOP analysis and in accordance with the characteristic of offshore drilling engineering, HAZOP analysis method of offshore drilling platform is primary studied. HAZOP analysis can improve the security of drilling equipments and operation. It takes good effect on accident reducing.

Key words: Drilling platform; HAZOP; HAZID; Safety; Hazard