

海上溢油应急处置技术探讨

满春志 刘 欢

(中国石油冀东油田公司)

摘 要 海上溢油事故不仅给企业造成巨大经济损失,如果处置不当还将引发严重的环境污染事故。文章基于对大连“7.16”及 BP“4.20”溢油污染事故处理方法分析,探讨了国内外海上溢油应急技术的发展概况,并结合中国石油企业海上溢油应急建设实际情况,探究了中国石油企业海上溢油应急处置的关键技术问题。为中国石油企业海上溢油应急管理建设和应急技术发展提供参考。

关键词 溢油; 应急处置; 海底管道封堵

中图分类号: TE58

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2012)06-0050-03

0 引 言

海洋油气生产具有高科技、高投入、高风险的特点。近几年,随着中国石油勘探开发规模、尤其是海上勘探开发规模的逐步扩大,安全风险随之增加,对应急管理和应急技术提出了新的要求,带来了新的挑战。近年来我国近海区域发生过多次溢油事故,给我国造成了巨大的经济损失和负面的社会影响。2001 年渤海绥中 36-1 油田海底管道破坏泄漏;2006 年埕岛油田中心一号至海三站海底输油管线穿孔泄漏;2007 年中海油湛江分公司东方 1-1 海底管道断裂泄漏^[1]。特别是 2010 年大连“7.16”输油管爆炸造成的溢油事故,社会影响恶劣,给中国石油造成了严重的负面影响。2010 年 BP 公司“4.20”墨西哥湾钻井平台井喷爆炸引发海洋溢油事故,造成严重的海洋污染,BP 公司因此遭受重大打击,该起事故的影响至今仍未结束。

中国石油海上石油开发主要集中在辽河、冀东、大港油田,处于滩海浅水和滩涂区域,水深浅,离岸近。文章结合“7.16”、“4.20”事故,首先探讨了国内外海上溢油应急技术的发展概况,然后结合中国石油海上溢油应急实际,探究了中国石油海上溢油应急的关键需求。

1 国内外溢油应急技术发展现状

1.1 溢油处置技术

BP“4.20”事故发生后,美国政府及 BP 公司运用各种力量,全力开展事故海域溢油的清污工作。从应急处置过程看,海域溢油处置主要采用了可控燃烧、分散剂、围油栏和机械收油等方法^[2]。

1.1.1 可控燃烧法

可控燃烧法是用防火浮油栅将被拦截的泄漏石油聚集在一起,将它们转移后烧掉。这一方法的缺点是在海岸附近燃烧油团时,会威胁野生动植物,破坏近岸海洋生态环境。本次事故应急是先用围油栏将泄漏的原油围起来,然后用船将浮油拖到较为偏远的海域点火燃烧。

1.1.2 分散剂法

分散剂包括表面活性剂和溶剂部分,在接触到水面上的浮油层后,将片状或块状原油分散成薄膜或油滴,油的薄膜和细小的油滴通过自然界微生物逐步分解,从而消失在生态系统当中。分散剂主要用于少量且不再增加的原油泄漏,目的是通过将原油分散成小滴,利用自然界的作用将其分解。分散剂的使用容易引发二次污染,不适用于大规模溢油应急处置。因此,分散剂要经过认真筛选和评估,尽可能使用毒性小,效果好的分散剂,最大限度减轻二次污染的负面作用。BP 公司墨西哥湾“4.20”事故发生后,美国空军曾用飞机喷洒分散剂。

1.1.3 机械收油法

机械收油法主要有围油栏、撇油器和收油车等设备。墨西哥湾溢油回收中,美国海岸警卫队主要使用的装备是 V 型收油单元,该系统有由两套拖拉系统(连接 V 型的头部)和一套悬臂支撑系统。船只可以根据需要,安装一个或两个 V 型扫油单元。V 型收油系统的优点:系统简单、灵活、可靠,可以和所有的船只配合使用,不需对船只做任何修改。该系统还可以和现有的收油机配合使用,不需购买特殊的收油机和它配合使用。

1.2 泄漏源封堵技术

1.2.1 海底管道泄漏封堵

海底管道维修可分为水上维修和水下维修两类,对于浅海区域海底管道,即可以采用水上维修,也可以采用水下维修,但对于深海海底管道,一般都采用水下维修。海底管道维修又可分为干式维修和湿式维修两种^[3]。

海底管道水下湿式维修分为不停产开孔维修、卡维修和法兰对接维修等。不停产开孔维修主要针对由介质引起管道大面积腐蚀而出现的泄漏,优点是不需要停产即可实现管道的单封堵或双封堵开孔作业。外卡维修主要用于破损(如裂纹、腐蚀穿孔)较小的管道,仅适用于管道操作压力等级和安全等级较低的管道。法兰维修主要用管道法兰连接处破损及平管段破损后的连接维修。

海底管道水下干式维修技术复杂度和集成度较高,是国际上水下管道维修的热点技术。海底管道干式维修主要步骤为:①海底管道泄漏点检测与定位;②海底管道泄漏源两端开孔封堵作业;③干式维修仓(水下机器人)引导就位;④破损管段切割和处理;⑤替换管道焊接和检验。近年来我国对“水下干式维修技术”加大了科技投入,21世纪初,具有自主知识产权的“水下干式管道维修系统”研发成功,提高了我国海底管道的快速维修能力,对于实现快速响应、快速修复,减少溢油对海上环境的污染,缩短维修周期,减少国家和企业的损失,保障海上油气田安全生产具有重要意义^[4]。

对于极浅海区域,落潮的时候水深不足1 m,涨潮时也只有3 m,若此区域的海底管道发生泄漏事故,水深不足影响应急处置的效率。目前,在该区域实施海底管道泄漏源封堵瓶颈问题是应急作业船的工作能力,大型应急船进入该区域受潮汐影响大,小型作业船工作能力有限。因此,适合极浅海区域海底管道维修的应急装备有待进一步研发。

1.2.2 海底井喷封堵

BP“4.20”事故暴露出目前国际上深海井口堵漏技术不足。常规的陆上或海面油气井井喷失控应急处置与堵漏技术在深海得海底都难以应用。事故发生后,BP公司先后尝试了多种方案^[4]。

◆ 钢筋水泥控油罩封堵法 BP公司将重达125 t,高约4层楼的大型钢筋水泥控油罩沉入海底,希望罩住漏油点,将原油疏导到海面的油轮。但是,由于深海海底温度低,泄漏点喷出的天然气遇到冷水形成甲烷水合物,堵住了控油罩顶部的开口,使罩子浮力增加,无法严密罩住漏油点,装置无法发挥作用。

◆ 吸油管法 “吸油管法”是在漏油管道中插入一根

细的管子,利用虹吸原理把漏油吸到海面上的一艘集油船上,不过这一数量只占漏油量的很小部分,不能从根本上解决问题。

◆ 灭顶法 “灭顶法”是通过水下机器人的协助,将大量高密度液体和金属碎片等可以起到阻塞作用的物质注入油井,平衡井内压力,再向井内注入水泥,封住进口,达到堵漏效果。该方法最开始略有成效,溢油量有了显著地下降,但随着该油井井内压力增加,大部分灌进油管的“泥浆”从损坏的油管中漏出,没有达到预期效果,溢油量很快回升,本方法宣告失败。

◆ 盖帽法 “盖帽法”是通过遥控海平面以下1 500多米海床处的水下机器人,把漏油处提升管剪断,再加装截油罩与一根新的“虹吸管”相连,将漏出的石油和天然气吸至管内,再送至海面上的收油船里,该方法取得了成功,截至6月22日,BP公司一直使用盖帽法控制原油泄漏。

◆ 打减压井法 “打减压井”是海底漏油处置的最终解决措施。通过在事故井附近打两口减压井,直接与事故油井在底部相连通,井内流体会通过减压井通道流出,从而大大减小从原油井的出口流量和压力,这样就能够采取更换井口的措施,重新控制住泄漏油井,或者通过减压井注入水泥,彻底地封闭漏油井。

2 海上溢油应急技术现状分析及展望

中国石油冀东、大港和辽河油田公司在渤海湾浅海滩涂地带拥有丰富的油气资源,伴随陆上油田陆续进入高含水、产量递减开发阶段,这些滩海油田公司纷纷将目光投向浅海地区。浅海区域相对陆地而言具有环境恶劣、技术复杂、施工难度大、投资高、风险大等特点。近年来,中国石油在海上应急方面投入了大量人力和物力,建立了海上应急救援响应中心,建立了较完善的应急管理体系,在海上应急方面取得了一定进步,然而从大连“7.16”事故和中国石油海上溢油应急演练结果来看,中国石油海上溢油应急技术有待进一步提高。

2.1 海上溢油应急技术现有基础

2.1.1 具备一定的溢油应急能力

中国石油在冀东油田建立了海上应急救援响应中心,在曹妃甸、营口和大港等地区建立了应急物资储备库,配备了海上溢油处理装备和物资。目前中国石油海上应急救援响应中心配备海上围油栏12 100 m,收油机54套(总收油能力2 187 m³/h),应急船舶8艘(总收油能力1 426 m³/h),两栖溢油回收车6辆,吸油毡39 t,吸油拖栏22 000 m,生物降解消油剂2 t,普通消油剂29 t,低温消油剂5 t。在井喷应急中心、管道维抢修应急中心和维抢修队,配备了一

些溢油应急物资和装备。同时与国家海事应急管理机构、各地救援中心、国家专业应急抢救队伍和民用直升机构建立了事故联动机制。自中心成立以来,完成溢油应急处置任务 10 余次,通过演练和实战,积累了一定的溢油应急处置经验。

2.1.2 水体溢油事件的处置积累了一些经验

中国石油通过对“12.30”事故和“7.16”事故及墨西哥湾“4.20”等应急过程的总结与分析,已经积累了一些溢油事故的应急处置经验,推动了中国石油水体溢油应急能力的提升,为今后水体溢油应急处置技术的研发提供了借鉴和指导。

2.2 海上溢油应急技术薄弱环节

2.2.1 泄漏源监测预警技术不足

目前针对浅海区域、领海区域重大炼化装置、油气站库、管道等泄漏源监测预警技术不足。以海底管道为例,中国石油在滩海油气开发中,海底管道铺设数量逐年增加,由于受腐蚀及第三方作业的影响,海底管道泄漏的安全风险愈发凸显,海底管道安全性和可靠性理应受到重视。但目前海底管道系统常用的压力法无法及时监测到管道泄漏,而一些其他新兴的无损检测和监测技术由于受工程现场所限,还不能达到应用水平。

2.2.2 海上溢油应急处置能力不足

从墨西哥湾“4.20”溢油事故和大连“7.16”事故应急情况看,目前大规模海洋溢油应急处置技术和能力不足。在沿海滩涂,因为水浅、淤泥多,而且处在潮汐带,常规应急处置运载船舶和车辆无法行驶,围油栏、收油机等难以铺设和使用,滩涂一旦发生溢油,大型机械将无法实施有效救援与处置。目前,针对某类型溢油事故,缺乏系统化、规范化应急技术作为支撑,以溢油吸附材料为例,目前吸附材料产品众多,某种吸附材料能收多少油,具体适合收什么类型油,吸附材料效率如何,现在还缺乏统一的、规范化技术标准作为指导。

2.2.3 泄漏源应急抢险堵漏技术和装备不足

目前,国内一些海上应急抢险机构配备了海上应急抢险船、水下管道干式维修舱、水下机器人等应急装备。但是对于极浅海区域海底管道,实践表明现有的海底管道应急装备在滩海、极浅海海底管道泄漏应急抢险中表现不足。我国在水深不足 3 m 的滩海区域已探明含有丰富的油气资源,这些区域涨潮为海、退潮为滩,如果该区域海底管道发生泄漏事故,由于滩涂土体承载力低,陆上应急装备下不去,同时,由于水深不够,海上应急装备进不来,即使一些小型船能到达事故现场,也不具备海底管道应急抢险作业能力。

2.3 海上溢油应急技术展望

2.3.1 泄漏源应急处置技术

在溢油事故的应急处置过程中,泄漏源的应急处置是重要的应急任务之一,如何快速封堵和关断泄漏源,是有效防止溢油事故规模进一步扩大的关键应急措施。但是,从“4.20”事故和“7.16”事故情况看,海底泄漏源的封堵与控制以及陆上极端情况(大火)下泄漏源的紧急关断等方面均存在一定的难度,表现出对泄漏源应急处置关键技术的强烈需求,因此,中国石油有必要针对存在溢油事故风险的企业、站库等单位,加大极端情况下泄漏源封堵和关断关键技术的研究。

2.3.2 溢油快速围控及回收技术

针对滩涂的水浅、淤泥多和潮汐涨落的特点,应开发适合不同规模溢油事故应急所需要的机动装备,开发适合滩涂特点的围油栏、收油设备以及配套的油污回收与处理设备。

针对海上大规模溢油事件,需要探索研究和储备特大、超大溢油事故的应急处置技术,包括中深井钻探平台、油气开采平台以及海底油气管道溢油事故的应急处置技术等。

2.3.3 海上轻型快速应急抢险装备研发

针对小型应急船只,通过改装,研制适合的插拔桩装置,增加其在滩海区域应急作业能力,减轻环境因素影响,快速高效完成滩海区域海底管道泄漏应急处置。

针对滩涂地区,需要开展两栖溢油回收车的设计和建造研制等相关工作,克服现有滩海海底管道应急抢险装备的不足。

3 结束语

随着国家对海上油气勘探开发的重视,海上油气资源战略地位越来越凸显,海上油气安全风险随之增加,其中溢油风险高,相应的应急处置技术至关重要。海上溢油应急技术关键在于海域溢油的回收清理和溢油源封堵修复。

参考文献

- [1] 胡家顺,孙文勇.损伤检测新技术在海洋工程中的应用探讨[J].石油安全,2010,11(7):40-43.
- [2] 柳婷婷,田珊珊.海上溢油事故处理及未来发展趋势[J].中国水运,2006,4(11):27-29.
- [3] 房晓明.海底管线干式维修技术[J].哈尔滨工程大学学报,2008,29(7):651-657.
- [4] 刘春厚,潘东民,吴谊山.海底管道维修方法综述[J].中国海上油气,2004,16(1):59-66.

(收稿日期 2012-07-30)

(编辑 李娟)