

doi:10.3969/j.issn.1005-3158.2014.04.023

长庆油田原油泄漏水体应急抢险措施研究

朱妍¹ 赵敏¹ 王尊天²

(1. 中国石油长庆油田分公司油气工艺研究院; 2. 中国石油长庆油田分公司第九采油厂)

摘 要 在调研长庆油田应急储备库和国内外溢油处理方法及设备的基础上,针对长庆油田流域水系特点,提出根据河道特点及抢险的地质地貌,应用化学处理法和生物修复技术同机械收油法相结合的措施,优选适合长庆油田浅滩水体的高效收油拦油设备和拦截方式。同时应加强人员技术培训与实战演习,将应急设备效用最大化、事故影响最小化。

关键词 长庆油田; 原油泄漏; 应急抢险措施; 收油拦油设备

文章编号: 1005-3158(2014)04-0071-04

0 引 言

原油及其炼制品是复杂的化学混合物,除了具有易燃易爆的特性外,还具有一定毒性。其中,芳香烃是主要的毒性物质成分,有的油品还含有硫化氢等有毒气体和硫酚、脂肪族硫醇、多硫化物等其他毒性成分。石油泄漏会对环境质量产生重大影响,对植物、鱼类、底栖生物、哺乳动物和鸟类造成致命伤害,破坏整个水体的正常生态环境,所造成的生态危害影响可能持续几十年甚至更长时间。近50年来,海洋溢油事故已造成1000多种海洋生物灭绝,海洋生物量减少了40%^[1]。另外,溢油污染可能通过直接途径(吸入、皮肤接触、摄取)和间接途径(食物链)对人类健康形成威胁。泄漏原油如不能及时控制,还会造成严重的地下水污染,使本来已经短缺的水资源更是雪上加霜,从而严重影响人类的日常生活。

1 常用溢油处理方法

1.1 物理方法

物理法主要是围堵和回收海面上残留的石油,常与其他处理方法如消油剂分解、生物降解等紧密配合。在溢油事故处理中实际应用的物理处理法有以下几种:

◆ 围栏法 围栏能防止溢油在水平和垂直方向上的扩散。溢油事故发生后首先应用围栏将其围住,阻止其在水面的扩散,然后再设法回收。

◆ 撇油器 撇油器是在不改变石油的物理化学性质的基础上将石油回收,当前应用广泛的撇油器有抽吸

式撇油器、黏附式撇油器、重油撇油器等。

◆ 吸油材料 主要用在靠近海岸和港口的海域,用于处理小规模溢油,可使溢油被粘在其表面而被吸附回收。制作吸油材料的原料主要有高分子材料、无机材料、纤维等。

1.2 化学方法

化学处理法的主要特点是改变石油的物理化学性质,可以直接应用于溢油处理,也可以作为物理处理法的后续处理。化学处理法包括以下几种:

◆ 燃烧法 采用助燃剂,使大量溢油能在短时间内燃烧完,无需复杂装置,处理费用低,但是燃烧产物可能对海洋生物的生长和繁殖产生不利影响,对附近船舶和海岸设施可能造成损害,污染大气^[2]。

◆ 分散剂 溢油分散剂是由表面活性剂、渗透剂、助溶剂、溶剂等组成的均匀透明液体,可以减少石油和水之间的表面张力,从而使石油分散成细小的油珠分散在水中,易于被微生物降解,加速海洋对石油的净化过程^[3]。它使用方便,效果不受天气、海水状况所影响,是在恶劣条件下处理溢油的首选方法,但是分散剂在使用过程中可能破坏生态环境,具体选择时要符合GB 18188.1—2000《溢油分散剂技术条件》相关指标。

◆ 凝油剂 它可使石油胶凝成黏稠物或坚硬的果冻状物。其优点是毒性低,不受风浪影响,能有效防止油扩散^[4]。对凝油剂的开发和应用,已引起各国的重视,近年来,已有大量的专利论文陆续发表。

◆ 其他化学制品 用于破坏油水混合物的破乳剂;

朱妍,2011年毕业于澳洲纽卡斯尔大学环境工程专业,现在中国石油长庆油田分公司油气工艺研究院安全环保室从事安全环保工作。通信地址:陕西省西安市未央区明光路长庆油田油气工艺研究院1206室,710018

用于加速石油生物降解的生物修复化合物;此外还有燃烧剂和黏性添加剂等。

1.3 生物修复技术

某些天然存在于海洋或土壤中的微生物有较强的氧化分解石油的能力,可以利用微生物的这一特性来清除海上溢油。生物处理法不会引起二次污染,可以和其他能够加快生物自然降解的添加剂结合使用,与化学、物理方法相比,生物修复对人和环境造成的影响小,且修复费用仅为传统物理、化学修复的 30%~50%^[4]。石油的自然生物降解过程速度较慢,可采取投加表面活性剂和添加能高效降解石油污染物的微生物等措施强化降解过程。

2 溢油处理应急储备库调研

长庆油田本着以人为本、绿色开发的理念,在油田开发区的主要河流流域建立了应急储备库。当溢油发生时能够在第一时间对溢油进行处理,及时减小溢油污染,最大化地保护当地居民的生活和生态环境。

2.1 应急储备库现状

长庆油田现有四个应急储备库,分别是延安应急库、白于山应急库、咸阳应急库和西峰应急库,其中以延安应急库污染控制物资最为先进和全面,包括 PVC、充气式、浮子式围油栏、转盘、真空抽吸等各式收

油机及辅助设备。其他应急库以吸油毡、围油栏等物理拦截为主要应急装备,对各种事故的应变性差,人力依赖大,收油拦油效率较低。应急库主要环保装备及物资情况见表 1。

表 1 长庆油田应急库主要环保装备及物资

应急库	装备及物资
延安	吸油毡、吸油拖栏、固体浮子 PVC 围油栏、固体浮子式橡胶围油栏、塑料储罐、喷洒机、吸油机、浮动油囊、拖带动态斜面收油机、转盘转刷式收油机、真空抽吸式披肩型收油机、自航式收油机、凝油剂、围油栏拖头、充吸气机、围油栏动力站、围油栏卷绕架、充气式橡胶围油栏、围油栏浮动锁紧
白于山	吸油毡、吸油拖栏、毛毡
咸阳	围栏、吸油毡、集油装置-大连涌清-浮动收油装置、水上拦油皮管、塑料储罐、喷洒机、吸油机、吸附棉
西峰	吸油毡、围油栏、拦油网

2.2 存在问题

长庆油田区域内主要河流特征见表 2。长庆油田处于干旱半干旱黄土塬区,河流较多。区域内河流普遍水位较浅、流动缓慢,常年流量较小,水量随季节变化明显。水体呈弱碱性,pH 值均大于 7.0,均属 CaCl₂ 水型。目前应急库收油技术与设备尚未很好的满足水体特点的要求。

表 2 长庆油田区域内主要河流特征

名称	河流概况		水文特征		地质背景	气候概况	水质情况	
	水系	全长/ km	流域面 积/km ²	多年平均径 流量/亿 m ³				含沙量/ (kg/m ³)
延河	陕北水系	286.9	7 725	2.90	244~311	水土流失严重;丘陵沟壑区和残垣沟壑区占 6 800 km ² 以上,7 000 多只毛沟纵横切割,地表形态破碎。	年日照时数平均 2 397.3~2 523.3 h。平均气温 8.8~10.20℃,多年平均降水为 520 mm,全年平均风速 1.3~3 m/s,多年平均水面蒸发量为 897.7~1 067.8 mm。	地表水水质为劣 V 类。平水期的主要污染物是挥发酚、总磷、氨氮、石油类、COD 等。枯水期污染主要是石油类、总磷、挥发酚、氨氮、氯化物。
无定河	陕北水系	491	30 261	15.3	144	流域北部以风沙地貌为主,南部以黄土丘陵地貌为主。	1956—1996 年,平均年降水量 40 911 mm,平均年径流深 4 211 mm。水土流失面积占流域总面积的 90.5%。	氮磷污染。
泾河	渭河水系	455.4	45 400	24.4	141	山区占 4.31%,高塬沟壑区占 41.72%,黄土丘陵沟壑区占 48.81%,冲积平原区占 5.16%。	年平均降水量 550 mm,主要集中在夏季。年均气温 10℃左右。	地表水水质为 II 类。

◆ 设备配备单一,适用范围不全面 长庆油田的部分应急库还是以吸油毡、围油栏为主要应急装备,普通吸油毡处理时间长,一般需要1~2 d,且持油性较差,在水体中又吸油又吸水,且一般都不能重复使用,因而对各种事故的应变性差,人力依赖大,收油拦油效率较低。

◆ 处理方法单一,对污染水体的生态修复考虑不足 长庆油田应急抢险方法主要采用物理法回收泄漏原油。物理法处理效率受天气、水体状况以及溢油类型的影响较大,所以应根据情况,辅助以化学法,如在水流较快,溢油扩散速度快的情况下,投加适量凝油剂,防止原油扩散,方便回收;对已经无法回收的少量散油,为了减少生态影响,投加分散剂,加快自然降解,或加入原油高效降解菌剂,提高降解速度,尽快恢复生态平衡。

3 应急抢险措施研究

3.1 收油设备比选

调研国内外主要收油设备,按照其功能原理可分为四类,即黏附式撇油器、抽吸式撇油器、堰式撇油器和网袋,具体特点对比见表3。

表3 撇油器特点对比

撇油器类型	适用黏度	适用场合	运行效果
黏附式撇油器	高、中	相对平静水面,有些可用在含碎冰的水域。	盘、绳式对中黏度、较厚油层效果好。带、刷式对高黏度厚油层效果好。如果油层较薄则效果差。
抽吸式撇油器	中、低	用在静水中,在波动水面上效率低。	平静水面下含水率低,存在波浪时含水率大。油的黏度越高、密度越大,效果越差。
堰式撇油器	高、中、低	用在12 m/s时的风和2~2.5 m的大浪中。	静水下效果好。油层较薄、风浪较大时容易回收较多水。
网袋	高、中	对波浪不太敏感,可连续回收溢油。	随油黏度的增加含水率增加,一般情况下回收的水很少。

根据长庆油田宽阔、浅滩淡水水体的特点,浮油收集设备需满足以下要求:设备体积小、自重较轻,易于在黄土塬区道路运输;设备能回收各种浮油,包括轻质油及重油;油水分离性能优良,回收的含油污染物含水率低,易于后续处理;设备使用、操作简便,易于维护,运行成本低,经济性好;所需电源等运行条件简单。

另外,考虑到长庆油田区域内的主要河流都存在着径流量年际变化较大、径流的年内分配不均、月径流量相差比较悬殊的特点,应根据不同的河道及抢险的地质、地貌、水文特点运用切实可行的收油拦油手段。

◆ 干涸河道收油拦油

适用情况:枯水期干涸河道。

适用设备:铲车、铁锹。

拦截方式:事故发生后,第一时间调集人员和铲车进行筑坝,围堵住泄漏原油的流向,控制事态,然后组织人员或机械进行清理。

◆ 小河沟收油拦油

适用情况:河面较窄、水流较小、河床坚硬的河道。

适用设备:绳式撇油器。

收油原理:利用亲油材料制成的漂浮于水面的一定长度的环型绳来吸附水面溢油,通过辊子挤压装置将绳中吸附的油挤出并存放在集油槽中。

拦截方式:在小河沟拦截时,选择与亲油绳长度符合的地方将撇油器被固定在陆上,撇油器运行时,即可进行油水的高速快速分离,连续的将回收的原油收集到集油槽。

◆ 河道拦截

适用情况:河道水浅较宽,河底较软、水流比较缓慢的河段。

适用设备:堰式收油机、围油栏、拦油桩。

收油原理:调节撇油器的堰口高度到正好在油层下面,使油流入集油槽中后被泵走,而水则被挡在堰口外面。进入集油斗的油被从集油斗下面抽走并通过排管传送到储油设备中,达到回收油的目的。设有液压程控系统,可在液压站上精确地将堰唇位置调节到油水界面处就可得到最佳的收油效果。

拦截方式:工作时动力站放在岸边,向水面作业的撇油器提供动力。动力站直接驱动液压泵,通过吸油滤油器从油箱中抽取液压油,并通过调节、流量控制和方向控制阀以及输出接口和液压软管、热交换器和回油滤油器流回液压油箱。液压控制阀可控制泵的转速和转向及液压系统动力。

◆ 漫水桥或涵洞拦油收油

适用情况:漫水桥下、涵洞内、第三道河道拦截失效。

适用机具:拦油栅栏、堰式收油机。

拦截方式:在漫水桥或涵洞拦截时,在漫水桥底部或涵洞内放入预制好的拦油栅栏,配合堰式收油机

进行清理。

3.2 溢油分散剂的优选

一般的溢油控制处理技术主要针对的是海洋水体,对于地处内陆的长庆油田而言,面临更多的是开发过程中的小型湖库、北方河流、鱼塘等宽阔、浅滩淡水水体,而且长庆油田原油具有高黏度、高蜡质等特点,油田所处区域冬季寒冷,采用的药剂存在着乳化率低或无效的弱点。

溢油分散剂大致可以分为三类,普通型溢油分散剂、浓缩型溢油分散剂和生物型环保溢油分散剂,目前处理水面石油污染所采用的消油剂为化学消油剂或含有细菌的处理液。化学消油剂在消除水面油污的同时如使用不当容易给环境造成二次污染,含有航空煤油等易燃品作为溶剂的常规型化学消油剂在生产、应用等过程中存在安全隐患;而含有细菌的处理液的主要成分是食油细菌、表面活性剂、溶剂、助剂和营养液等,其营养液的主要成分大多为氮、磷等元素。在我国近海水体氮磷已经严重超标的情况下,添加这些富含氮磷营养液的处理液,可能会加重附近海域的富营养化程度,导致水体缺氧、水质恶化^[5]。

通过对市面上的溢油分散剂广泛的市场调查,结合长庆油田的水体和原油特征,选用 MD-88A 生物型环保消油剂,其主要成分是生物型表面活性剂,它是一类由微生物合成的、结构不同的表面活性分子,不易燃烧,对原油的乳化速度快,而且可以促进水域中本身存在的原生食油细菌对油污中的多环芳香烃(PAHs)的降解,并且用量较少,环境相容性好。

4 结束语

溢油污染事故一旦发生,往往情况紧急,波及面广,在极短的时间内有可能使污染态势趋于恶化,这就要求溢油应急人员在事故发生后,必须迅速赶赴事故现场,快速准确检测判断,并提出科学的处置措施^[6]。所以,应制定应急反应队伍培训计划,定期举行应急演练,将应急设备的效用最大化,一方面要熟练掌握设备的性能和使用方法,另一方面要随时掌握应急设备的状况,注意设备的维护保养,配备相应的辅助设施,保证设备运行条件。只有训练有素的应急抢险队伍,配合快速高效的应急设备,才能让突发事故的影响最小化,最大程度的保护生态环境和公众健康。

参考文献

- [1] 夏文香,林海涛,张英,等.海上溢油的污染控制技术[J].青岛建筑工程学院学报,2004,25(1):54-57.
- [2] 王辉,张丽萍.海洋石油污染处理方法优化配置及具体案例应用[J].海洋环境科学,2007,26(5):408-412.
- [3] 孟庆海,蒋微,郭健.海洋石油污染处理方法优化配置[J].油气田环境保护,2009,19(增刊1):24-28.
- [4] 张丽萍,王辉.不同海面状况海洋石油污染处理方法优化配置[J].海洋技术,2005,25(3):1-6.
- [5] 王庆仁,刘秀梅,崔岩山,等.土壤与水体有机污染的生物修复及其应用研究进展[J].生态学报,2001,21(1):159-163.
- [6] 邴吉庆.沿海港口船舶溢油应急设备库建立与运行初探[J].大连海事大学学报,2008,34(增刊1):37-38.

(收稿日期 2013-11-13)

(编辑 石津铭)

天然气将成美国新增发电主要能源

美国能源信息局 16 日公布的预测数据显示,2013—2040 年美国将新增装机容量 351 GW,其中七成新增装机容量将来自天然气。

美国能源信息局表示,在 2013 年到 2040 年的新增装机容量中,以天然气为燃料的装机容量将达到 255 GW,占 73%;排名第二的是可再生能源,达到 83 GW,占比 24%,其中太阳能 39 GW、风能 28 GW;核能居第三位,约 3%,为 10 GW;煤电仅占 1%,不到 3 GW。

美国能源信息局认为,天然气在美国发电行业比重持续扩大主要源于近年来美国天然气价格持续走低。根据彼得森国际经济研究所关于页岩油气研究,受惠于页岩气开采技术突破和大规模使用,2012 年初美国天然气的产量已较 2006 年初提升 30%,而天然气价格则下降近 70%。

不过,美国能源信息局也坦言,美国经济增长速度、能源生产和需求状况以及美国政府相关政策都将对未来 30 年美国新增装机容量的能源结构产生重要影响。

(摘编自 新华网 2014-07-17)