

岸滩溢油清理技术发展现状及对我国 应急能力建设的启示

钱国栋,何晓晨,赵宇鹏,安伟

(中海石油环保服务(天津)有限公司 天津 300457)

摘要:大规模海上溢油造成的油污上岸现象会对岸滩环境及其生态系统造成严重破坏,应用高效的岸滩溢油清理技术手段对岸滩修复具有重要意义。文章对重点岸滩溢油事故进行统计,分析典型岸滩溢油事故的清理技术和方法,并着重介绍目前国际上先进的岸滩溢油清理技术装备和产品;结合我国岸滩溢油清理技术现状,从政策引导、技术研发、应急管理和公众参与的角度提出对我国岸滩溢油清理能力建设的建议。

关键词:海上溢油;应急响应;海洋环境;装备技术;污染治理

中图分类号:P7

文献标志码:A

文章编号:1005—9857(2016)12—0049—05

Developing Status of Shoreline Cleanup Technology and Its Enlightenment on the Construction of Emergency Capacity in China

QIAN Guodong, HE Xiaochen, ZHAO Yupeng, AN Wei

(China Offshore Environmental Service(Tianjin)Co., Ltd., Tianjin 300457, China)

Abstract: When oil spill in large scales occurs in offshore, the spilled oil will eventually reach the shoreline, which can cause severe damage to shoreline environment and ecosystem. It is important to build effectively shoreline cleanup technology to restore shoreline. In this study, the shoreline oil spill accidents were listed, and the cleanup technologies and methods of the main accidents were analyzed, then the advanced equipment and product used for shoreline cleanup were introduced. In view of the situation of the shoreline cleanup technology in China, the suggestions for the construction of the shoreline cleanup capacity were proposed from the perspective of policy guidance, technology research and development, emergency management and public participation.

Key words: Oil spill, Emergency response, Marine environment, Equipment technology, Pollution control

自 20 世纪中叶始,由于国际范围经济复苏的需求,海上石油开采和运输活动日益频繁,导致海上

收稿日期:2016-05-23;修订日期:2016-10-31

基金项目:中海油能源发展安全环保公司项目“岸滩溢油应急处置技术研究”(RLXMLZ-2015-09)。

作者简介:钱国栋,博士,研究方向为石油污染防治技术,电子信箱:qiandg@coes.org.cn

溢油事故时有发生,溢油上岸会对岸滩环境及其生态系统造成严重破坏。与溢油污染海面相比,溢油污染岸滩的行为特点更为复杂,岸滩上搁浅油污的处置难度更大。根据岸滩基质和溢油本身性质的不同,溢油会粘附在岸滩表面或下渗、埋藏^[1]。岸滩上搁浅油污的流动性较低,常规的海上溢油应急设备如撇油器等不再适用,需要根据岸滩油污的特点选择专业的清理设备。国际上经过多年岸滩油污清理经验的积累和专业技术的改进,已相继研发多种不同性能的岸滩溢油清理技术装备,基本满足岸滩溢油清理的需要^[2]。目前我国在岸滩溢油清理技术领域的研究较少,而充分认识岸滩溢油清理技术的发展现状,对于我国岸滩溢油清理技术能力的建设和提升非常重要。

1 岸滩溢油事故及清理手段

1.1 岸滩溢油事故统计

海上溢油事故发生后,在风、浪、流等环境条件的影响下,海面油污会发生漂移和扩散,往往造成油污上岸。通过对资料文献的调研,从 20 世纪 60 年代至今,国际范围内造成显著岸滩污染的主要海上溢油事故共计 11 起。例如:1990 年的 Arabian Gulf Kuwait 事故,溢油量为 100 万 t,污染沙滩 500 km;2010 年的 Deepwater Horizon 事故,溢油量 65 万 t,污染沙滩 2 113 km。

1.2 典型岸滩溢油事故的清理技术

1969 年,美国 Santa Barbara 海峡的一个钻井平台发生原油泄漏,导致加利福尼亚州 56 km 海岸线受到污染,使约 3 600 只鸟死亡以及数不清的鱼类和海洋无脊椎动物受到影响^[3]。这一事故促进美国环境保护意识的觉醒,随后美国出台新的法规,并在联邦政府和工业界的支持下开始研究和开发,其中就包括岸滩溢油清理技术和装备的研发。国际范围内海上溢油事故的持续发生,在一定程度上推动岸滩溢油清理技术的进步和革新。

1989 年,Exxon 油轮在威廉王子湾搁浅,1 100 余 n mile 的岸线受到原油污染。在岸线清理的早期阶段,优先考虑对岸线上仍具有流动性的油污进行冲洗并围控回收。由于崎岖的岩石岸线类型,人员和机械装置无法通过陆地到达岸线附近,只能采用装

载有雨淋系统的登陆艇开展油污清理作业。雨淋系统由液压泵、软管和歧管组成,可以调用大量的现场海水冲洗污染岸线。登陆艇还载有自调节压力清洗单元,能够提供冲洗用的小体积高压水。登陆艇是 Exxon Valdez 溢油事故重要的岸线油污处理手段,共使用 60 余艘。随着海岸上残留油污体积逐渐减少并且风化成团,改用挖掘机和推土机进行固态油污的最后清理^[4]。

1996 年 2 月,Sea Empress 油轮在英国威尔士附近海域发生触礁,约 10 000 t 油水乳化物和 360 t 重质燃料油上岸,污染岸线长达 200 km,污染岸线类型包括岩石、卵石、砾石、沙滩、泥滩等。英国交通运输部海洋污染控制中心、当地政府部门和油企业联合开展岸滩清理作业。清理操作为^[5-6]:①大片油污的清理。岸线上受污染的卵石被转移至填埋场或清洗站处理。沙滩上的大量油污采用装载有刮片的车辆刮进凹坑或沟槽,然后通过拖拉机或真空拖车转移;同时采用大体积的低压水冲洗,在与岸线平行的方向挖沟以围控住油水混合物,通过真空罐车回收。②二次清理。岩石岸线的油污通过自然去除,在高敏感性区域采用人工刷洗或擦洗的方式清除;黏附在卵石上的油污采用人工刮擦的方式处理,或是将受污染的卵石转移至低潮水位置进行冲浪洗涤;沙滩上原油污染的大量沙子通过铲车转移并处理,残余的少量油污通过人工回收,或通过翻耕的方式加速原油风化消失;对于泥滩采用低压水冲洗,或通过自然降解去除。

2010 年 4 月,墨西哥湾 Deepwater Horizon 半潜平台发生爆炸,造成 87 d 持续溢油,共约 2 113 km 海岸线受到污染,其中沙滩占 50.8%、沼泽地占 44.9%、其他类型岸线占 4.3%^[7]。泄漏的原油在海面发生显著的蒸发和乳化形成稳定的乳化物,到达沙滩岸线后易形成黏性的沙球或沙层;在风和波浪的冲刷作用下,表面油污会被掩埋。沙滩上表层油污的清理采用大量的拖带式或自动力式沙滩清洁机;对于油污被埋藏至次表层的沙滩,采用 Ozzies 和 SandShark 两种具有挖掘功能的筛分设备,其中 SandShark 是一种自走式装载机牵引双振动筛的拖车,在阿拉巴马州和佛罗里达州的岸线清理中得到

应用;对于更大埋藏深度的油污,使用农业机械翻耕处理^[8]。此外,沙滩溢油清理也采用原位清洗和冲浪洗涤的手段。

2 岸滩溢油清理技术设备

岸滩溢油清理包括机械清理、人工清除、高压/低压水冲洗、清洗、冲浪洗涤和自然修复等手段,常用的清理设备包括真空回收设备、亲油材料黏附回收设备、海滩清洁机等专业设备,以及铲车、挖掘机、平地机等通用农耕设备。根据溢油形态、溢油量和岸线类型的不同,岸滩清理技术手段也有所不同。本文对几种典型的专业清理设备和产品进行介绍。

2.1 真空回收设备

真空回收装备包括便携式真空系统、拖车或撬装式真空系统和真空卡车等多种类型。其中,便携式真空系统具有容量小、便于携带的优点,可以在大型设备难以到达的崎岖岸滩上使用;拖车或撬装式真空系统可以回收较大体积的表层油污,但其有效性受到岸滩可达性和设备自身重量的限制。

真空回收设备适宜回收低、中黏度油污,对高黏油污回收效果较差。一些经过改进的便携式回收装置包括清洗和真空回收功能,能够使油污松散后方便回收。

2007 年韩国在“*Hebei Spirit*”溢油事故处置中,采用 Mini-Vac 和 SMBC-50 两种真空设备对沙滩表层的大片液体油污和乳化物进行回收,取得良好的效果。

2.2 亲油材料黏附回收设备

岸滩上的液态油污可以采用亲油材料黏附回收设备回收,这种设备由亲油辊和刷式装置组成,其中亲油辊是包裹着亲油材料的旋转滚轮。亲油回收设备包括手推式和机械挂带式,适用于比较平坦的岸滩类型。

1979 年,针对搁浅在海岸上的新鲜溢油,Cedre 研制出一种沙滩油污选择性能好、轻质、易操作的亲油回收设备。由于亲油材料对风化油污的吸附性能比较差,亲油材料的选择主要依靠物理黏附。亲油回收设备在 Erica 和 Prestige oil spills 溢油事故处置中得到应用^[9-10],但由于其总体上应用有

限,并没有获得很大关注。

2.3 海滩清洁机

大量的拖带式或自动力式海滩清洁机用于休闲沙滩表层油污的清理,其作用原理是通过刮板或耙齿收集表层油污染沙子,然后经过筛分将油污和沙子分离。海滩清洁机适用于清理固体或半固体油污残留物,如焦油球与沙子的混合物,在许多沙滩油污清理作业中得到应用。

2.4 表面清洗剂

在早期的溢油应急处置作业中,通常使用消油剂辅助清洗岸线表层油污^[11]。但消油剂会导致油污分散,增加油污回收难度;在沙滩上使用消油剂产品,分散油污会通过沙滩间隙下渗,造成油污沙子体积增大;消油剂的毒性也会对岸滩生物群体造成威胁。

1989 年 Exxon Valdez 溢油事故发生后,表面清洗剂产品开始被研发^[12-13]。表面清洗剂是由具有较高 HLB 值的表面活性剂组成,HLB 值在 11 以上;与消油剂相比,表面清洗剂亲水性更强、亲油性较弱,能够将油污从岸滩表层剥离而不会使油污分散;表面清洗剂专门应用于低潮时搁浅在海滩上的油污,由低压水冲洗并通过撇油系统回收,这种方法可以在对岸滩造成最小物理损坏的前提下回收大量的油污。

由于以往对溢油事故的关注点主要集中在对海上油污的处置,对表面清洗剂应用的相关报道较少。实际上表面清洗剂在海上溢油造成的岸滩污染清理中具有良好的效果,可以推广使用。但需注意其对岸滩表面老化油污的清洗效果不理想,高压冲洗等高能作用下可能会造成油污分散,生物毒性应进一步降低。

3 对我国岸滩溢油清理能力建设的启示

3.1 我国岸滩溢油清理能力现状

通过借鉴国外先进的岸滩溢油清理技术方法,并结合实际溢油处置经验,国内相关机构提出岸滩溢油清理的指导文件。但由于缺乏对专业技术的掌握和专业设备的支持,仍无法有效应对溢油污染岸滩的状况。在 2010 年大连“7.16”输油管线爆炸事故中,大面积海岸线受到原油污染,当时采用物

理置换、人工清理和高压清洗的手段进行油污清理,技术水平低下,清理作业产生大量废弃物,同时缺乏对岸滩环境敏感性的考虑;在黄岛“11.22”溢油事故处置中,由于岩石岸线地形限制,挖掘机等机械设备无法进入,而是主要依靠人工手段对石头间隙的油污进行回收,作业效率较低。

为满足渤海湾滩涂溢油应急处置的需要,中国石油海上应急救援响应中心从国外定制6台小型专用两栖溢油回收车。该回收车可在陆地和海水安全航行,具有油污回收和临时储存能力^[14]。中海石油环保服务(天津)有限公司目前已经开展岸滩溢油清理相关技术和设备的研发,研发成果将直接应用于溢油应急处置作业,从而提高岸滩溢油清理作业能力和水平。

3.2 启示和建议

3.2.1 加强政策引导,推进溢油应急能力建设规划实施

2016年1月,由交通运输部牵头制定的《国家重大海上溢油应急能力建设规划(2015—2020年)》得到国务院批复,其中对岸滩溢油清理能力建设做出明确规划。《规划》指出,要设立重大科研专项,加大滩涂溢油清除技术及装备的研发,实现“沿海各省(自治区、直辖市)岸线溢油清除能力和回收物陆上接收处理能力可达到10 000 t”的规划目标。该《规划》的提出可以引导政府各主管部门和科研单位提高积极性,推进岸滩溢油清理技术能力建设。

3.2.2 加强岸滩溢油清理关键技术和装备研发

“十一五”和“十二五”期间,在国家相关部门的支持下,交通运输部、国家海洋局、环保企业和科研院所等单位开展多项海上溢油应急处置技术和装备的研发,有效提升了我国海上溢油应急处置能力。但目前在岸滩溢油清理领域研发投入较少、技术水平落后,导致岸滩清理作业人员投入多、清理周期长、环境影响大。未来应加大研发投入,借鉴海上溢油应急处置相关经验,通过技术创新或将其他行业的先进技术应用到岸滩清理中,研制岩石岸线大规模油污远距离回收系统、履带式沙滩液态油污真空回收车、撬装化原位清洗技术装备,开发高

效、易降解的表面清洗剂产品,提高对溢油污染岸滩的应急处置能力。

3.2.3 优化岸滩溢油清理管理方式和公众参与

岸滩溢油事故的应对涉及许多部门,各部门之间应以问题为导向,通过共同参与,统筹考虑并制订有效的岸滩溢油清理对策和执行方案。

在面对重大应急事故时,由于专业应急力量有限,公众参与往往会发挥重要作用,尤其是在岸滩溢油清理作业中,有大批志愿者参与其中。但公众对溢油的危害认识不足以及缺乏自我保护意识,专业机构应加强对公众在自身安全防范和溢油清理基础知识方面的培训,使公众更安全、更有效地参与溢油清理工作。

参考文献

- [1] SERGY G A, GUENETTE C C, OWENS E H. In-situ treatment of oiled sediment shorelines[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2003, 8(3): 237—244.
- [2] TAYLOR E, OWENS E H. Specialized mechanical equipment for shoreline cleanup[C]//Proceedings of the 1997 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1997: 79—87.
- [3] DER J J, GHORMLEY E L. Oil contaminated beach cleanup [C]//Proceedings of the 1975 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1975: 431—436.
- [4] NAUMAN S A. Shoreline cleanup: equipment and operations [C]//Proceedings of the 1991 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1991: 141—147.
- [5] COLCOMB K, BEDBOROUGH D, LUNEL T, et al. Shoreline cleanup and waste disposal issues during the Sea Empress incident[C]//Proceedings of the 1997 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1997: 195—198.
- [6] OWENS E H, LEE K. Interaction of oil and mineral fines on shorelines: review and assessment[J]. Marine Pollution Bulletin, 2003, 47(9—12): 397—405.
- [7] MICHEL J, OWENS E H, ZENGEL S, et al. Extent and degree of shoreline oiling: Deepwater Horizon oil spill, Gulf of Mexico, USA[J]. PLoS ONE, 2013, 8(6): 65087.
- [8] OWENS E H, TAYLOR E, GRAHAM A. Sand beach treatment studies and field trials conducted during the Deepwater Horizon-Macondo response operations[C]//Proceedings of the

2011 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 2011: 1—9.

[9] LE GUERROUE P, CARIOU G, POUPON E. Recovery of sunken and buried oil in coastal water during the Erica spill [C]//Proceedings of the 2003 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 2003: 551—558.

[10] LITTLE D I, FICHAUT B. Visual comparisons of selected shores affected by the Prestige oil spill, Northern Spain, 2002—2004 [C]//Proceedings of the 2005 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 2005: 685—688.

[11] CANEVARI G P. The restoration of oiled shorelines by the proper use of chemical dispersants [C]//Proceedings of the 1979 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1979: 443—446.

[12] FIOCCO R J, CANEVARI G P, WILKINSON J B. Development of Corexit 9580 — a chemical beach cleaner [C]//Proceedings of the 1991 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 1991: 395—400.

[13] MICHEL J, WALKER A H, SCHOLZ D, et al. Surface — washing agents: product evaluations, case histories, and guidelines for use in marine and freshwater habitats [C]//Proceedings of the 2001 International Oil Spill Conference. Washington: American Petroleum Institute, 2001: 805—813.

[14] 赵绍祯. 滩涂溢油应急处置技术及应用 [J]. 交通科技, 2014 (1): 139—142.