

原油长输管道环境风险分析与控制

于 婷 杜国勇

(西南石油大学化学化工学院)

摘 要 原油长输管道沿线经过多种环境地貌,如果发生原油泄漏,会对地表水、土壤、地下水和植被等造成严重污染或破坏。文章以某原油长输管道为研究对象,重点分析原油管道泄漏事故对地表水、土壤、地下水、植被的影响,并提出相应的风险防范和应急处置措施。

关键词 原油长输管道; 泄漏事故; 环境风险

中图分类号: X820.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)06-0079-03

0 引 言

原油长输管道沿线自然条件复杂,环境多变,一旦发生泄漏事故,可能对沿线地貌、河流及生态环境等产生严重影响。

本次研究以某原油长输管道为例,重点对原油管道泄漏事故造成的环境风险进行分析,提出相应的风险防范和应急措施,为其它管道的环境风险分析与控制提供参考。

1 环境风险分析

1.1 环境风险因素

泄漏是长输管道最主要事故类型之一。原油长输管道在设计、施工、运行管理等各个环节中,若存在设计不合理、施工质量问题、腐蚀、疲劳、第三方破坏及自然灾害等因素,就可能造成管线、阀门等泄漏。某原油长输管道环境风险因素如表 1 所示。

泄漏的原油不但污染水体,而且直接影响水生生物的生存,严重时还会危及到当地居民的饮水安全;泄漏原油在农田中沉积下来,形成大块黑色胶泥,破坏土壤结构和微生物环境,造成农田无法耕种;泄漏原油大面积扩散后,原油挥发速度将加大,空气中油气浓度增大,不但造成空气质量下降,而且对接触的人体造成中毒危害;泄漏原油引起的燃烧还会造成大气环境污染。

1.2 环境影响

1.2.1 原油泄漏对地表水环境的影响

如果原油管道河流穿越段发生破裂,原油泄漏进入河流中,会对下游河流水质及沿岸生态环境造成破

坏。原油进入水体后,由于密度较轻,会迅速浮于水面上,在重力与表面张力的作用下形成油膜并向四周扩散,在水流的作用下进一步扩大范围。浮油影响水环境与外界的空气交换,使水中溶解氧降低,影响水环境中动植物的生长;原油中可溶性组分溶解于水中,同时由于水中涡旋与湍流的作用,一部分油将以乳化的形式存在。水体中的泥沙会吸附部分油,并在其悬浮、沉降的过程中改变溢油在水中的分布。溶入水体的原油组分具有毒性,难以被生物降解,对水生生物具有直接危害^[1-3]。

1.2.2 原油泄漏对地下水环境的影响

原油长输管道敷设在地表以下,在正常情况下对地下水无影响,只有在发生事故时才可能影响到地下水。输油管道发生泄漏时,泄漏的原油对地下水环境产生的影响取决于原油在土壤中的迁移转化、地面污染程度以及泄漏点的地质构造等。如果有足够的原油泄漏到疏松的土壤中,它就会下渗至潜水带,并在潜水带顶面扩展形成“油饼”^[1]。此外,降雨也会直接影响到原油在土壤中的渗透。烃类原油能否被淋至地表层下和地下水中,主要取决于原油烃类的水溶性、土壤结构、降雨量和降雨强度等。

1.2.3 原油泄漏对土壤的影响

泄漏的原油进入土壤环境后会发生分散、挥发和淋滤等迁移转化过程。原油对土壤污染环境的冲击以及从环境中排出的过程都会受到物理分散作用的影响。原油沿土壤表面横向散开会增大污染面积,但同时将有助于低分子量的烃类挥发。而重力和毛细管力引起的垂直渗透作用会妨碍油品蒸发,减少生物降解可利用的养分,而且可能引起地下水污染。

表 1 某原油长输管道环境风险因素清单

场所	环境风险因素	后果影响
管道 沿线	管输原油	泄漏后污染环境， 危害人体
	地震	管道扭曲变形、悬空或 断裂，造成油品泄漏， 引发环境污染或可能 造成火灾爆炸
	黄土坡面土壤侵蚀	
	黄土陷穴	
	河岸横向摆动侵蚀	
	河床下切与蠕动变形	
	洪水	
	滑坡、山体崩塌	
	环江黄河穿越及大型跨越	管道破裂或断裂，造成 油品泄漏，引发环境污 染或可能造成火灾爆 炸
	违章建筑	
	违章施工	
	蓄意破坏	
	无意识损坏	
	腐蚀	
输油 站场	恐怖袭击	
	储运原油	泄漏后污染环境， 危害人体
	违章操作	原油外溢、泄漏（如冒 罐、跑冒滴漏），引发环 境污染或可能造成火 灾爆炸
	误操作	
	设备设施腐蚀老化	
	加热炉及锅炉烟气 未达标排放	造成大气污染
	外排的污油及污水	造成地表及 地下水污染

管道泄漏初期，由于泄漏的原油量少，在无有效监控时，不易被及时发现，等巡线或查漏发现后，往往已造成大面积污染。大量泄漏的原油进入土壤中，会影响土壤中微生物的生存环境，使微生物含量及群落结构发生变化，同时造成土壤盐碱化，破坏土壤结构^[4]。

1. 2. 4 原油泄漏对植被的影响

油品泄漏对植物群落有很强的不利影响，其影响方式非常复杂，既涉及接触毒性，又涉及间接有害效应。油品的低沸点成分对植物嫩芽和根系的脆弱部分有很大的接触毒性，而间接影响是土壤中的无生命成分和微生物成分同油发生相互作用的结果^[5]。

原油泄漏对植物的影响，其严重程度和持续时间在很大程度上取决于泄漏原油的品质和组分，以及泄漏后的处理方式与被污染土壤的类型。泄漏原油对植被更大的威胁在于渗透敏感的沙质土地，渗透原油直接到达并危及植物根部，而植物根部死亡后，土壤会进一步被侵蚀。

2 环境风险防范与应急措施

2. 1 风险防范措施

导致管道泄漏的原因主要有管材缺陷、管道螺旋焊缝的缺陷、热变形、冻裂、憋压、自然灾害、打孔盗油等，这些事故原因可归纳为设计、施工、操作、腐蚀、第三方破坏以及自然灾害六种类型。在我国管道史上，以腐蚀和操作失误较为严重，自然灾害原因则较低。从确保管道安全出发，必须高度重视管道技术工艺设计，尽可能采用国际先进的管道技术，建议从以下方面做好原油长输管道的环境风险防范：

- ◆ 在河流穿越等环境敏感地段，考虑提高管道设计等级，加大管道埋深，提高管道外防腐等级。
- ◆ 在地质条件允许的前提下，管道在重要河流穿越时，优先考虑采用定向钻穿越的方式。
- ◆ 按照原油管道设计标准要求，在管道河流穿越段两侧设置截断阀，一旦发生泄漏事故能够及时截断。
- ◆ 在管道沿线设立相应的标志，尤其在公路、铁路、沟渠等管道穿越点设置的标志应清楚、明确。
- ◆ 采用自动化控制系统，对管道运行状态进行在线监控，并对环境敏感地段的管道考虑布设在线泄漏监测报警装置。
- ◆ 管道建成投产后，要提高作业人员的业务能力和操控水平，以防止或减少由于人为操作失误导致的各种管道事故。
- ◆ 加强管道巡检，尤其是要增加河流穿越段等环境敏感地段的巡检频次，最大限度地保护管道安全，防止人为破坏。
- ◆ 定期进行管道内外部检测，及时更换腐蚀较严重的管段，避免发生泄漏事故。

2. 2 应急措施

原油长输管道泄漏事故不可能完全避免，这就要求在做好前期预防的同时，根据存在的环境风险制定突发环境事件应急预案以及相应的应急措施，建立专业化的应急抢险队伍，配备隔油、消油等应急物资，将原油管道泄漏事故造成的环境影响控制在最小范围内。

2.2.1 水上溢油事故

◆ 立即寻找管道泄漏源,关闭管道穿越河流两端的阀门。如果泄漏源不能立即发现,应首先使用拦油栅,以控制漏油影响的范围,同时立即向有关部门报告。

◆ 限制漏油的扩散、漂移,有效地制止漏油源继续泄漏,回收水面浮油。主要的应对措施有以下几个方面:①使用拦油栅汇集水面油,将溢油拦截至适宜回收的河岸附近再进行回收。溢油量大时,可以根据情况考虑设置多道拦油栅。②使用化学药剂把浮油推回,直至浮油层厚度达到一定的界限为止。此时扩散的化学药剂可把浮油包围在一定的区域内,从而有利于回收。③喷洒化学药剂。如在溢油水面喷洒硫磺等固化剂,使浮油聚集成一种较易回收的半固态物质。还可使用消油剂,以减轻污染。

2.2.2 陆上泄漏事故

◆ 管道发生断裂、漏油事故时,首先关闭距出事地点最近的上下游干线截断阀,上游泵站按逻辑顺序停泵,抢修队根据现场情况及时抢修,做好安全防范与生态环境保护,将事故影响控制在最小范围内^[1]。

◆ 根据地形地貌,因地制宜地采取有效措施清除土壤油浸润体中的残油,回收泄漏的原油,减轻对土壤及地下水环境的污染。主要的应对措施有以下几个方面^[5]:①挖坑撇油。在漏油点附近挖坑进行撇油。②挖坑截油撇油。根据原油以漏油点为点源向下游迁移扩散为主的特点,在漏油点下游 10~30 m 距离内,开挖 3 m、5 m 深的两排水平截油沟,一撇二排,以加速土壤油浸润体中残油的外溢。③抽水取油。为加

速从土壤油浸润体里排油,可根据情况在残油含量高的地段(即漏油点下游),打大口径井并定期抽水外排,以防止含油高的上层滞水向下流和深部扩展,从而避免土壤和地下水污染范围进一步扩大。

3 结束语

原油长输管道因腐蚀或操作失误等原因,往往造成大量原油泄漏,从而可能对地表水、土壤、地下水和植被等造成严重污染或破坏,引发环境污染事故。尤其是管道河流穿越段如果发生泄漏,将对河流下游及沿岸的生态环境造成较严重的环境污染。为此,必须做好应对原油长输管道泄漏的环境风险防范措施和应急处置措施,以便有效控制原油管道泄漏事故造成的环境影响。

参考文献

- [1] 胡睿.成品油管道工程油品泄漏对水环境的风险分析与评价[J].科技广场,2007(10):242-245.
- [2] 马红娜,李彦娥,武征.成品油管道泄漏的环境风险评价[J].油气储运,2011(11):801-804.
- [3] 王磊,余曦,虎蕾.原油管道泄漏对地表水环境风险评估[J].环境科学与管理,2012,37(12):193-194.
- [4] 张亚非.油田开发对生态环境的影响[J].油气田环境保护,2006,16(4):28-30.
- [5] 王秀英.油田管输建设工程项目环境风险评价问题研究[D].西安:西安石油大学,2012.

(收稿日期 2013-10-08)

(编辑 李煜)

(上接第 78 页)

6 结束语

可以将溢油应急响应资源分布与决策支持系统定义概括为:一个动态的、网络化、图形化的集成信息响应系统,能够实时地将溢油事件的相关信息、应急救援人员的部署和机动情况以及其它环境要素以态势的形式展现在地理空间中,有利于实现实时的态势感知和集成调用,从而实现溢油应急响应行动的高效性,最大程度地降低溢油应急的损失,同时也最大程度地降低溢油应急响应的成本。

参考文献

- [1] 王伟.中国海油应急预案体系建设[J].劳动保护,2009(12):12-13.

- [2] 靳腾.中国海油应急信息系统建设[J].劳动保护,2009(12):14-16.
- [3] 孙向军,刘凤玉,张宏,等.战场态势信息的分布交互式视景仿真[J].计算机仿真,2003,20(5):1-2.
- [4] 赵红玲.中国海油应急指挥中心建设[J].劳动保护,2009(12):10-11.
- [5] 吴锋,李晓平,廖伍彬,等.基于 3/N 层体系结构的数字油田框架[J].特种油气藏,2007,14(5):102-105.
- [6] 李小将,杨凡德.基于有限状态机的一致性测试模型[J].装备指挥技术学院学报,2003(1):70-73.
- [7] 章琦鸿.巧用态势图应用的实现和集成技术[J].计算机工程与设计,2011,32(7):2557-2561.
- [8] 李欣.美军通用作战图发展现状与趋势[J].长沙大学学报自然科学版:农学卷,2005(3):12-15.

(收稿日期 2013-10-15)

(编辑 李娟)