

# 输油管道环境风险分析及安全防控应急措施探讨

王海军 (中石化宁波镇海炼化有限公司, 浙江 宁波 315207)

**摘要:** 输油管道作为原油输送的主要方式, 在国家能源战略中发挥着重大作用, 一些管道穿越河流、铁路以及环境敏感区, 并涉及到人口密集区, 点多线长, 管理起来难度较大。再加上原油具有易燃易爆等特点, 一旦发生事故, 后果不堪设想。因此对输油管道的环境风险及安全防控措施进行研究尤为重要。本文根据输油管道运营的实际情况, 通过对输油管道运营期的各种环境风险因素分析, 将风险因素进行归类, 并逐一对环境风险管理提出对策, 且对管道安全事故的预防和控制措施、应急处置进行阐述, 希望能对类似的输油管道环境风险管理和安全运行有所帮助。

**关键词:** 输油管道; 环境风险分析; 安全防控应急措施

中图分类号: TE973 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2026) 004-0154-03

## Environmental Risk Analysis of Oil Pipelines and Discussion on Safety Prevention, Control, and Emergency Measures

Wang Haijun (Sinopec Ningbo Zhenhai Refining & Chemical Co., Ltd., Ningbo Zhejiang 315207, China)

**Abstract:** As the primary means of crude oil transportation, oil pipelines play a vital role in the national energy strategy. Some pipelines traverse rivers, railways, environmentally sensitive areas, and densely populated regions, characterized by numerous points and long routes, making management challenging. Moreover, crude oil possesses characteristics such as flammability and explosiveness. Once an accident occurs, the consequences could be unimaginable. Therefore, researching the environmental risks and safety prevention and control measures for oil pipelines is particularly important. Based on the actual operation of oil pipelines, this paper analyzes various environmental risk factors during the operational phase, classifies these factors, and proposes corresponding countermeasures for environmental risk management. It also elaborates on prevention, control, and emergency response measures for pipeline safety incidents, with the hope of providing insights for similar oil pipeline environmental risk management and safe operations.

**Keywords:** Oil pipelines; Environmental risk analysis; Safety prevention, control, and emergency measures

随着我国经济的快速发展, 对石油的需求也不断增加, 能源投资建设不断扩大, 输油管道的运营也突显出越来越多的安全、环境和生态等复杂的问题。输油管道事故呈上升趋势, 我们要从实际情况出发, 把管道环境风险分析做为基础, 制定相应的管道事故预防、控制和应急对策, 将风险控制可控的范围, 以达到减少事故和经济损失, 防止污染环境的目的。

### 1 输油管道环境风险分析

#### 1.1 自然环境风险分析

有些输油管道穿越铁路、公路和河流以及人口密集区, 自然环境极易影响管道安全。如地震, 主要对管道产生的拉伸作用, 很可能使那些遭受腐蚀或焊接质量较差的薄弱管段变形甚至导致破坏; 如雷电, 若有些设施接地不良, 一旦遭受雷击, 会引起阴极保护设备以及电力, 电气系统的损害, 直接威胁管道安全; 暴风雨等恶劣天气导致设备损坏, 会影响原油输送, 长时间停输还可能会造成凝管等事故。

#### 1.2 社会环境风险分析

##### 1.2.1 失误破坏

输油管道涉及的点多面广, 造成对其管理难度增

加。在其经过的范围或区域内, 建筑物的施工, 道路和桥梁等基础设施的建设, 各种地下管线的衍射范围涉及的管理部门众多, 难以协调, 所以在施工中存在损害长输管道的风险。对于穿越河流、铁路的管道, 当遇第三方施工时, 如果未充分考虑输油管道的安全, 很有可能对其造成破坏。

##### 1.2.2 人为破坏

不法分子受利益驱使对输油管道实施打孔盗油的破坏行为, 对国家财产和公共安全造成严重威胁。其盗窃国家原油不仅造成重大经济损失, 更严重的是打孔行为会破坏管道防腐层, 干扰阴极保护系统, 加速管道腐蚀老化, 使本已运行多年的管道安全基础进一步被削弱, 盗油者操作技术低劣, 在打孔焊接封堵过程中很可能引发油气泄漏, 进而导致火灾、爆炸直接危及管道沿线人民群众的生命财产安全。

##### 1.3 管道腐蚀风险分析

腐蚀会大面积的减少管壁的厚度, 还能导致管道变形、穿孔和爆管, 从而引发事故。为防止腐蚀管道常采用防腐涂层和阴极保护相结合的方式。而在长期运行中, 防腐层会因老化、机械损伤导致水分侵入,

使得阴极保护失效，形成保护死角。调查表明，这类腐蚀隐患点大多在防腐层易老化穿越河流的两岸、管道出站位置以及邻近高压线路或电气化铁路的区域。

#### 1.4 管道漏油对环境的影响

##### 1.4.1 对水源的影响

如果穿跨越河流的管道发生泄漏，原油进入河流后对下游河流水质及沿岸生态环境造成破坏，且浮油影响河流中动植物的生长。溶入水体的原油组分含有的毒性难以被生物降解，直接对水中生物产生危害。若泄漏到疏松的土壤中就会污染地下水，直接危害人类健康。

##### 1.4.2 对土壤的影响

石油进入土壤，会改变土壤的理化性质，降低土壤的孔隙度，增加土壤的渗透阻力，从而降低土壤的含水率；石油污染还会对土壤酶产生影响，而土壤酶是衡量土壤质量的重要指标，在土壤生态系统物质循环方面起着非常重要的作用。输油管线泄漏还会腐蚀污染土壤，造成土壤盐碱化、毒化，导致土壤被破坏和废毁，甚至有些被石油污染的土壤寸草不生。

## 2 输油管道安全的预防措施

在输油管道事故频发的背景下，管道安全运营形势日益严峻。我们要认真吸取事故教训，严格落实安全生产 ABC 管理法则（A 指人，是搞好安全生产的主体和关键；B 指设备，是搞好安全生产的基础；C 指规章制度，是搞好安全生产的保障），充分把握好人、设备和规章制度三个安全生产要素，杜绝人的不安全行为、物的不安全状态和管理（制度）的缺陷。

### 2.1 加强职工的思想教育

首先严格选拔管道运营管理和操作人员，把适合的人放到合适的岗位，同时加强职工的技术水平和应急能力培训，不断学习新工艺、新技术。在日常工作中还需要加强职工的责任心、职业道德，以及安全教育，以提高员工安全意识，使职工爱岗敬业，尽职尽责，以主人翁的态度奉献企业。

### 2.2 完善各种规章制度

要建立完善的规章制度，还要用制度的执行力来保障安全责任的有效实施，从而减少输油管道事故的发生，同时建立有效的激励机制，奖勤罚懒。建立安全责任制度有利于明确责任到人，减少违规行为，从而保障输油管道安全稳定发展。

### 2.3 加强应急能力建设

当事故发生时，如何在最短时间内控制事态的发展是减少损失的关键，也是检验我们应急能力建设的标准。在工作中牢固树立“异常事件管理”和“企地联动”理念，不断提高风险意识，加强预案演练，通过演练改进预案，使其具有可操作性和实用性。且通

过演练提高自身的应急能力，使抢维修队伍真正做到“召之即来，来之能战”。还要加强与地方政府之间应急联动响应的磨合，在事故第一时间采用正确的、及时的处理措施，企业作为主体责任方应该运用专业知识引导和协助救助，完善的应急管理机制往往能使输油管道事故的危害降至最低。

### 2.4 加强第三方施工监管

2014 年，大连“6·30”钻漏中石油原油管道引发的爆炸事故和原中石化管道公司“3·7”钻漏成品油管线事故都是因为第三方施工引起的，暴露出在施工管理方面存在监管漏洞。施工管理过程中，除了要加强施工人员的安全教育外，更需要加强施工作业现场管理和监护，不管站场内还是外管道，只要有施工作业，就要有企业的职工在现场进行监护，实行双监管、双监护。

### 2.5 加强安全隐患排查整改

隐患是事故发生的潜在基础和前提，也不是有隐患就一定会发生事故，而事故一旦发生，其损失便无法挽回，作为前车之鉴，隐患还有补救的余地，所以积极预防及时消除隐患，可避免事故的发生。以中石化管道公司 2013 年“11·22”事故为例，正是由于输油管道与排水暗渠交汇处存在严重腐蚀未被发现处理，才导致原油泄漏流入暗渠后引发的爆炸。所以说隐患的查找及整改很重要，我们要树立隐患就是事故的理念，严格执行巡检制度，就能及时发现事故苗头，将事故消灭在萌芽状态。还要在隐患排查整改方面实行“闭环”管理，定期对查找出来的隐患项目整改后进行销项。

## 3 输油管道安全的控制措施

### 3.1 穿越河流地区的控制措施

为了在穿越河流等环境敏感地段时最大程度降低管道泄漏风险，须采取综合性防护措施，可考虑提高管道设计等级，加大埋深增强外防腐等级来提升管道本体的安全性。在地质条件允许的情况下，应优先采用定向钻穿越方式施工，严格按照设计标准在河流两岸设置截断阀室，尽可能配备远程控制电动阀，以确保一旦发生泄漏能够迅速切断油源。

### 3.2 公路、铁路、人口密集区的控制措施

在公路、铁路、人口密集区等管道穿（跨）越点的管道沿线设置设立相应的标志桩，安装管道智能电位采集系统和泄漏监控报警装置，对管道运行状态进行在线监控。在公路、铁路两侧的管道正上方可以加盖玻璃钢盖板，以防管道腐蚀破损，原油泄漏喷射到公路、铁路上引发交通事故等次生灾害。

### 3.3 管道日常控制措施

为输油管道的安全运行，日常管理要加强人员培

训,提升业务技能和操作规范性,防止因人为失误引发事故。还须强化管道外部巡检,特别是环境敏感地段的管段增加巡查频率以防范,及时发现人为破坏。定期开展管道内外部检测,对腐蚀严重的管段进行更换,主动消除泄漏隐患确保管道安全。

### 3.4 打孔盗油的控制措施

不法分子在管道上打孔盗油严重影响企业安全生产和经济效益,企业的反打孔盗油工作重要而艰巨。输油管道企业要坚持“以打促防,打防结合”的原则,加强警企联合,促进盗油案件的侦破力度,对盗油份子形成打击和震慑。而作为管道主体责任单位也要履行好自己的防范职责,加密管线巡护力度,采取灵活多样的巡护方式,保证管道的平稳运行。

第一,排查管线附近建(构)筑物。管道企业协调地方公安部门对打孔盗油案件高发段认真开展“排查管线附近建(构)筑物”活动,对管道附近闲置、租赁和在用的所有厂房、民屋等建(构)筑物进行登记造册,并加以仔细排查,防止不法分子以这些建(构)筑物为掩护进行打孔盗油。

第二,鼓励老乡种地顺便看好管道。管道企业在打孔盗油重点地段采用“老乡看地”的方式加强输油管线的管理。即通过加强与管道沿线土地承包户的沟通、交流和管道保护知识的宣传,对立功老百姓及时给予物质奖励,常年与老百姓交朋友,增加友谊和感情,使老乡们在种地时,能协助企业看护好管道,营造群防群治的氛围。

第三,设置管道巡护点。管道企业在打孔盗油特别严重的地段设置管道巡护点。建快装式板房,设专人值班进行不间断巡护,巡护人员昼夜在管线上巡逻,做到严防死守,不给盗油分子可乘之机,发现可疑情况及时采取对策。

## 4 输油管道事故的应急处置

输油管道事故多数是由设计缺陷、操作失误、腐蚀、人为破坏(如打孔盗油)、第三方施工干扰以及自然灾害,其中最为典型后果包括火灾、爆炸和原油泄漏。鉴于这类事故难以完全避免,因此必须采取“预防与应急并重”的策略。除了做好前期的风险预防工作外,针对具体环境风险制定详尽的突发事故应急预案及应急措施。建立专业化的应急抢修队伍,提前储备抽油设备、隔油栏和消油剂等,确保在事故发生时能迅速响应,将其造成的负面影响控制在最小范围内。

### 4.1 水上溢油事故处置

如果水上出现管道漏油的现象,首先上游泵站紧急停泵,关闭离水源泄漏地点最近的上下游干线截断阀,有条件的站场可启动泄压泵抽油,快速寻找管道

泄漏源。如果泄漏点不能及时发现,需先使用围油栏拦截水上浮油,以控制漏油影响的范围,然后再用转盘式收油机进行溢油回收。当溢油层较薄时,可用吸油拖栏拦截吸收溢油,或者用溢油分散剂(消油剂)把浮油稀释分解到水下,以减轻污染。还可以在溢油水面喷洒硫磺等固化剂,有利于使浮油聚集成容易回收的半固态物质。

### 4.2 陆上漏油事故处置

如果管道在陆地发生漏油事故,首先紧急停泵,关闭截断阀,启动泄压泵抽油,现场还可以在附近挖坑撇油、截油、围油,以防泄漏面积扩大。抢修队可根据现场情况,及时做出相应抢修措施,做好安全防范与生态环境保护,可将事故影响最大进度的缩小范围。然后根据地形地貌,因地制宜地采取其他有效措施,回收泄漏原油,减轻对土壤及地下水污染。

### 4.3 外管道爆炸或火灾事故处置

外管道发生火灾、爆炸事故时,除采取必要的工艺应急措施外立即上报地方政府应急中心请求支援,同时拨打110进行报警,事故现场安排人员进行警戒和疏散,注意人员疏散应根据风向撤离至上风口的安全区域,必要时请求交警部门进行交通管制。抢修队根据现场情况及时抢修,抢险人员在抢险前要注意穿戴好防护用品,做好安全防范与生态环境保护。

## 5 结束语

输油管道是国家重要的经济动脉和生命线工程重要组成部分,其安全稳定运行直接关系到我国能源供给安全,在积极推进新管道规划建设时,还需切实保障在役管道的安全可靠与高效运行,实现新建与运维的协调发展。

### 参考文献:

- [1] 卢绪涛.成品油管道技术现状及发展趋势[J].化学工程与装备,2018(04):245-246.
- [2] 闫磊,吴凯旋.长输管道施工安全风险分析及对策[J].中国科技纵横,2013(21):138.
- [3] 王涛.石油化工管道施工的安全风险分析和对策研究[J].中国石油和化工标准与质量,2017,37(11):52-53.
- [4] 刘瑞峰.石油化工管道施工的安全风险对策[J].化工管理,2021(16):179-180.
- [5] 余建星,黄振广,李建辉,孙大军.输油管道风险评估方法中风险分析因素权重调整研究[J].中国海上油气(工程),2001,13(5):41-44.

### 作者简介:

王海军(1971.05—),男,汉族,浙江舟山人,本科,中级工程师,研究方向:储运、安全。