

油气长输管道工程环境影响评价特点浅析

李昌林 熊运实 耿宝 高秀花 郝清源

(中国石油安全环保技术研究院)

摘 要 文章介绍了长输管道工程建设内容,重点论述长输管道工程特点以及对环境影响的特点,提出环境影响评价的重点和评价方法,并对目前该类建设项目环境影响评价中存在的问题提出改进建议。

关键词 油气长输管道;环境影响;生态环境

中图分类号: X820.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2012)01-0040-06

0 引 言

近年来,随着国民经济的快速发展,我国对能源,特别是石油和天然气的需求迅速增长。管道已成为石油、天然气的主要运输方式之一。管道运输与水路、公路和铁路等传统运输方式相比,无论在成本还是在安全稳定性和环保方面都更具优势。因此,管道已经成为许多国家油气运输的主渠道。目前,我国已相继建成陕京线、西气东输、陕京二线、永唐秦等天然气管道,中哈、中俄等原油管道,兰成渝、兰郑长等成品油管道。中国已逐渐形成跨区域的油气管网供应格局。随着中国石油企业“走出去”战略的实施,中国石油企业在海外的合作区块和油气产量不断增加,海外份额油田或合作区块的外输原油管道也得到了发展。未来 10 年将迎来中国修建跨国油气管线的高潮。因此,熟悉和掌握油气长输管道工程的特点,是高效和有针对性地开展长输管道工程环境影响评价的重要前提和基本保障。

1 油气长输管道工程概述

1.1 油气管道工程分类

按管道输送的介质不同,油气管道可分为输油管道、输气管道、油气混输管道等。输油管道又可分为原油管道和成品油管道两类。

按照输送距离和经营方式不同,油气管道可分为两大类,一种是输送距离较短,属于企业内部经营的管道;一种是长距离输送油、气,独立经营的管道,即长输管道。文章重点讨论长输管道。

1.2 油气长输管道工程建设内容

油气长输管道工程主要由站场、线路及辅助工程

设施组成。

◆ 站场 输油管道和输气管道基本相同,站场均可分为首站、末站和中间站场。详见表 1。

◆ 线路 线路部分主要包括管道、阀室、阴极保护设施等。

油气长输管道由钢管焊接而成,除跨越段外全线一般都埋地敷设。为防止土壤对钢管的腐蚀,管外包有防腐绝缘层,并采用外加电流阴极保护措施。管道上每隔一定距离设有截断阀门,进出站处及大型穿跨越构筑物两端也有,一旦发生事故可以关闭阀门,及时截断管内介质流动,防止事故扩大,便于抢修。

管线在穿越一些大中型河流、交通干线(国道、高速公路、铁路等)常采用定向钻、隧道、顶管等施工方式,以避免对河流水体、堤坝、交通等造成不利影响。

◆ 辅助工程设施 输油管道工程的配套辅助设施主要有通讯系统、水电供应系统、维修中心等。

◆ 控制系统 长输管道一般线路较长,沿线经过的地形复杂,为保证整个输油、气管道安全、可靠、平稳、高效、经济地运行,该类工程均设有调度控制中心,并采用以工业控制计算机为核心的监控与数据采集系统,即 SCADA 系统,对全线各个站场、关键设备进行远距离数据采集、传输和记录、处理。SCADA 系统的控制通常分为三级,即全线中心控制、站场控制及就地控制,对管道运行进行监控、统一调度和控制,具有报警、联锁保护、紧急关断等安全保护功能。

1.3 油气长输管道工程特点

油气长输管道工程的主要特点是线路长,沿线自然地理环境复杂,沿途可能要翻越山岭,穿越大河巨川、沼泽地带,或是沙漠地区、永冻土地带,如西气东输二线工程沿线既有土石山区、戈壁荒漠,又有黄土

表1 油气长输管道工程站场设置情况

项目	输油管道	输气管道
首站	输油管道的起点,一般由油罐区、输油泵房和油品计量装置组成,有的为了加热还设有加热系统。其任务是收集原油或石油产品,经计量后向下站输送。	输气干线起点,该站接收气田处理厂来的天然气,经过加压、计量后输往下一站(若地层压力足够,首站可不设压缩机组)。
末站	输油管道的终点,由油罐和计量系统组成,主要用来接受来油并向用油单位供油。它可能是属于长距离输油管道的转运油库,也可能是其它企业的附属油库。	为终点配气站,将天然气计量、调压后供给城市配气管网。
中间站	位于首、末站之间,根据功能不同可分为输油泵站、加热站、分输站、接收站等类型。油品在输送的过程中,压力不断下降,管线沿途设置的中间输油泵站起到加压作用;有的还需设置加热站对油品进行加热。加热站与输油泵站设在一起的称为热泵站。另外管道沿线可设置分输站来满足沿线地区用油,还可设置接收站接受附近油田或炼厂来油。	主要包括压气站、分输站和清管站。输气过程中沿程压力不断下降,需设中间压气站增压,一般压气站均设有清管器收发装置。为满足沿线地区用气,可在中间压气站和分输站设分输支线,也可接收其它气田的来气。分输站内若设有清管装置称为分输清管站。为了实现分段清管,沿线往往设有专门收发清管器的清管站。

丘陵沟壑,一些区段生态环境极其脆弱。

另外,长输管道沿线可能会跨越多个地区,可能的社会影响因素很多,例如我国的中东部地区人口密集,施工对当地人员生活可能会有一定影响。路由及站场选址与所经地区的城乡建设、水利规划、能源供应等问题密切相关,须取得所经地区的规划、土地等部门的许可。

2 油气长输管道工程对环境的影响特点

油气长输管道工程属于线性工程,其对环境的影响可以分为施工期和运行期两个阶段。

2.1 施工期

施工期对环境的影响主要来自清理施工带、建设施工便道、开挖管沟等活动中施工机械、车辆、人员践踏对土壤的扰动和植被的破坏;工程占地对土地利用类型以及对农牧业生产的影响;河流、沟渠等穿跨越对地表水体的水质、功能的影响;隧道穿越等产生的弃渣引起的水土流失。此外,施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水等,也将对环境产生一定的影响。施工期产生的主要环境影响见表2。

2.2 运行期

油气长输管道运行期间对环境的影响分为正常和事故两种情况。

2.2.1 正常运行

油气长输管道正常运行期间,由于采用密闭输

送,沿线没有污染物排放,对环境的影响主要来自工艺站场的排污。

◆ 输油管道工程 输油管道工程工艺站场排放的大气污染物主要为储罐大呼吸、小呼吸无组织排放的烃类气体以及各站锅炉排放的烟气;水污染物主要来自各站场排放的生活污水,设有储罐的站场还有油罐清洗污水;噪声主要来自各中间泵站,主要声源为各种型号的外输泵、给油泵和转输泵等;各站排放的固体废物主要为清管收球作业以及油罐检修中产生的油污渣,详见表3。

◆ 输气管道工程 输气管道工程运行期站场对空气的污染主要来自清管收球作业、分离器检修及站内系统超压排放的天然气以及采暖锅炉排放的烟气,排放量均较小;水污染物主要来自生活污水;噪声主要是由燃气压缩机、分离器、调压装置和阀门产生,站场检修、系统超压时放空立管会产生瞬时强噪声;站场产生的固体废物主要有生活垃圾,在清管收球作业以及分离器检修时也会有少量固体废物产生,详见表4。

2.2.2 事故状态

在运行期,发生事故情况下,对环境的影响相对较大。

通过国内外管道事故调查,运行期导致管道发生事故,进而对环境造成影响的各种灾害(事故隐患)大体可分为三类:自然因素造成的灾害,自然灾害主要有地震、洪水、煤矿采空区、岩溶塌陷等;人类活动造成的灾害,如建造水库、水坝,劈山修路,开矿,山体或河床开采建筑材料,毁林开荒,误操作等;人为破坏,

表 2 施工期主要环境影响

主要施工活动	主要影响	备注
清理施工带、开挖管沟、建设临时施工便道	临时占地改变土地使用功能；土壤扰动将使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化；植被遭到破坏，农业损失、林地被砍伐等；弃土处置不当会产生水土流失。	影响局限在施工带范围内
河流穿越	河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道；定向钻方式施工将临时占用土地，产生弃土和废弃泥浆；隧道和盾构方式施工将临时占用土地，并将产生大量弃土。	
隧道穿越(山体)	弃方处置不当会加剧当地水土流失，阻碍地表径流，占用耕地；隧道修筑要改变地下径流方向和排泄条件，可能造成隧道顶部区域地表水漏、井泉疏干、地表塌陷或植被枯萎等环境破坏。	
建设站场	永久占地改变土地使用功能，使耕地面积减少或影响其它功能。	
管道试压、施工机械冲洗	水体可能受污染。	
施工机械、车辆使用	产生噪声、扬尘、汽车尾气、施工机械废气。	
施工人员活动	产生生活污水、生活垃圾，污染环境。	

表 3 输油管道工程运行期主要环境影响

工况	主要污染源	污染物	产生及排放特征	受影响的环境要素	影响范围	备注
正常 工况	锅炉 (加热、采暖)	SO ₂ 、NO _x	季节性 连续	大气环境	站场周围	污染物产生量因采用燃料不同而不同，采取措施后，可达相关排放标准
	油品储罐	烃类	大小呼吸	大气环境	站场周围	可达相关排放标准
	生活污水	COD、SS、 氨氮	连续	—	站场周围	采取措施后，可达相关排放标准
	油罐清洗废水	石油类	间断	—	站场周围	5~8 a/次，处理达标后排放
	混油处理废水	石油类	间断	—	站场周围	成品油管道设有混油处理装置的站场； 处理达标后排放
	各种泵	噪声	连续	声环境	站场周围	外输泵、给油泵和转输泵等
清管及检修 作业油污	石油类	间断	—	站场周围	2~4 次/a	
偶发 事故	泄漏油品	石油类	偶然	土壤	事故发生地	污染土壤，影响植物生长
				生物	事故发生地	对动植物造成危害
				地下水	事故发生地	污染埋深较浅的地下水
				地表水体	事故发生地及 水体下游	河流穿跨越段和河道内管道段发生泄漏， 污染水体并对水生生物造成危害
	火灾爆炸	偶然	—	事故发生地	毁灭性灾害	

表4 输气管道工程运行期主要环境影响

工况	主要排放源	污染物	产生及排放特征	受影响的环境要素	影响范围	备注
正常工况	锅炉(采暖)	NO _x 、SO ₂	季节性连续	大气环境	站场周围	污染物产生量因采用燃料不同而不同,采取措施后,可做到达标排放
	燃气压缩机	NO _x	连续	大气环境	站场周围	排放筒排放
		噪声		声环境	站场周围	设备噪声值约 85~95 dB(A)
	清管收球作业、分离器检修	天然气(烃类)	间断	大气环境	站场周围	清管周期为 2~4 次/a,排放量很少
		SS、石油类	间断	—	—	存于站内排污罐,不外排
	燃气压缩机维修保养	废润滑油	间断	—	—	回收利用
	系统超压	天然气,主要成分为甲烷,含量 95% 左右, H ₂ S ≤ 20 mg/m ³ (管输标准)	偶然	大气环境	站场周围	系统超压发生频率较低,一般无或 1~2 次/a
			噪声	偶然	声环境	站场周围
	生活污水	COD、SS、氨氮	连续	—	—	采取措施后,可达标排放
	分离器、阀门、汇气管	噪声	—	声环境	站场周围	设备噪声值约 75~85 dB(A)
偶发事故	天然气泄漏	天然气,主要成分为甲烷	偶然瞬时	大气环境	事故发生地	人与居住区环境的安全
		火灾爆炸	偶然瞬时	—	事故发生地	毁灭性灾害

偷气或油、偷盗设备、材料等。

◆ 输油管道工程 输油管道输送的介质一般为原油或成品油,属易燃易爆物品,且输送压力较高。一旦发生事故,造成油品泄漏,将对周围环境(土壤、植被、水体等)产生严重影响;若发生火灾将会给动植物生存环境带来灾难性的影响。

事故状态下,油品的泄漏量取决于管道被破坏的程度,从细小孔洞,到管道断裂,不同的事故类型成品油泄漏量有很大差别。

◆ 输气管道工程 输气管道输送的天然气属甲类易燃气体,且管道输送压力较高,潜在着火灾爆炸的危险性。若管道运行期间管壁破裂发生天然气泄漏,遇明火将发生火灾爆炸事故,对周围的环境将造成较大影响。天然气的爆炸是在一瞬间(数千分之一秒)产生高压、高温(3 000℃)的燃烧过程,爆炸波速可达 3 000 m/s,具有很大的破坏力,在不同的地段造成不

同程度的环境污染、财产损失和人员伤亡。

因此,油气长输管道工程运行期的环境风险评价是环境影响评价的一项重要内容。

3 油气长输管道工程与其它建设项目的比较

油气长输管道工程属交通运输项目,其对大气、地表水、地下水、噪声、生态等环境要素的影响与其它交通运输(公路、铁路)有所不同,它们对环境的影响差异见表 5。

从表 5 可看出,在施工期,管道与公路、铁路建设对环境的影响主要体现在生态环境方面,管道工程对生态环境的影响以临时影响为主,公路、铁路项目对生态环境的影响是永久的。运行期管道工程对环境的影响以输油泵站、压气站的噪声为主,公路、铁路工程以车辆噪声为主,对两侧居民影响较大,同时以上各类工程存在的环境风险,不可忽略。

表 5 长输管道工程与其它交通运输项目环境影响比较

工期	环境要素	管道工程		公路、铁路运输	
		输油管道	输气管道	公路工程	铁路工程
施工期	大气	扬尘、汽车尾气	扬尘、汽车尾气	扬尘、汽车尾气、沥青烟、苯并芘	扬尘、汽车尾气
	地表水	河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道,可避免	河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道,可避免	桥梁建设时,施工废水、废渣可能污染水体 ^[1] ,可避免	桥梁建设时,施工废水、废渣可能污染水体,可避免
	噪声	影响较小	影响较小	影响较小	影响较小
	生态环境	影响较大,但以临时影响为主	影响较大,但以临时影响为主	影响较大,永久改变土地利用性质	影响较大,永久改变土地利用性质
运行期	大气	设有储罐的站场大小呼吸排放的烃类气体;设有采暖锅炉的站场,排放少量烟气(NO_x 、 SO_2),影响较小	设有燃气压缩机组时,有 NO_x 排放;设有采暖锅炉的站场排放少量烟气(NO_x 、 SO_2),影响较小	公路车流量大时为线型连续污染源,主要污染物为飘尘、烃、 NO_x	非电气化铁路为线性移动污染源,主要污染物为烟尘、 SO_2 或烃、 NO_x
	地表水	站场少量生活污水,影响很小	站场少量生活污水,影响很小	服务区生活污水,主要污染物 COD、SS	车站生活污水,主要污染物 COD、SS
	噪声	工艺站场点源噪声	工艺站场点源噪声	移动噪声源;当车流量为线型连续噪声源;影响较大	移动噪声源;影响较大
	环境风险	发生概率很小,但后果很严重	发生概率很小,但后果很严重	事故发生概率稍大,后果较轻	事故发生概率小,后果较严重

4 油气长输管道工程环境影响评价重点及评价方法

综上所述,长输管道工程对环境的影响施工期主要表现为生态环境影响,运行期以环境风险为主。与此相对应长输管道环境影响评价的重点应为施工期的生态环境影响评价、运行期的环境风险评价以及选址选线的合理性评价。

4.1 施工期的生态环境影响评价

油气长输管道工程对生态环境的影响主要表现为开挖管沟、敷设管道、建设站场、修筑施工道路等工程活动对植被、土壤环境破坏、占用土地、改变土地利用性质等,即打破了地表原有的平衡状态。若恢复治理措施不当,土壤的每一个新坡面,每条新车印都可能形成新的侵蚀起点,加重当地的水土流失,并影响农业生产,使当地农民的收入受到损失。

◆对植被的破坏 在施工过程中,施工作业区的植被会被完全破坏。并且这种破坏在不同地区的影响是不同的。

管道工程施工过程中,施工带范围内,管沟区植

物的地上部分与根系均被清除;管沟外的植被由于挖掘土石堆放、人员的践踏、施工车辆和机具的碾压,会造成地上部分破坏甚至死亡,但根系仍可保留。另外施工便道、生活区、弃渣场也会造成植被破坏。由于管线施工开挖,在所征用的土地上,将有80%以上的作物及植被因施工而损坏。按照生态学理论,管道沿线的植被破坏具有暂时性,一般将随施工完成而终止。根据管线所经地区的土壤、降水等自然条件分析,施工结束后,周围植物渐次侵入,开始恢复演替过程,要恢复植被覆盖,草原地段需3a以上,森林地段恢复草本植被覆盖需2~3a,荒漠化草原需3~5a,灌木入侵较慢,需要约10~15a。采用人工植树种草的措施,可以加快恢复进程,1~3a恢复草本植被,2~3a恢复灌木植被,10~15a恢复乔木植被。

需要指出的是,恢复的含义并非是完全复原施工前的植被种类组成和相对数量比例,而只是恢复至种类组成类似、物种多样性指数值近似的状态。

根据已建管道工程的恢复情况来看,在植被覆盖较好的地区,管道施工作业带对地区的植被影响较小,特别在水热条件较好的地区,植被恢复较快,因

而对区域的植被影响较小;在黄土高原及西部荒漠地区,由于水土流失严重,植被覆盖度较低,区域生态系统对植被破坏和生态干扰敏感,破坏后植被恢复较慢,因而植被破坏对区域生态系统产生的影响较大。

◆ 对土壤环境的破坏 管道施工方法为沟埋式,将在较大面积范围内在不同土壤类型上进行开挖和填埋。对土壤环境的影响主要表现在:破坏土壤原有结构、改变土壤质地、影响土壤的紧实度,在农田区破坏土壤耕作层、影响土壤养分^[2]。

◆ 对野生动物资源的影响^[3] 对陆生野生动物的影响:施工期间管线工程割断了部分陆生动物的活动区域、迁移途径、栖息区域、觅食范围等,从而对动物的生存产生一定的影响。若区域内无大型野生动物,管道作为屏障对其迁移等活动的影响不大。人员活动、施工机械、车辆的噪声对动物的惊扰以及施工人员对沿线附近野生动物的狩猎对野生动物资源影响较大,这将迫使动物离开管道沿线附近区域。但施工结束后,这种影响也会随着消失。管道修建过程中还会有伴行道路的营运可能会永久存在。如伴行道路附近有自然保护区或珍稀濒危动物,将会影响很大。

◆ 对水生生物的影响 长输管道工程穿越河流水体,穿越方式一般有大开挖、定向钻、隧道等。大开挖方式,施工活动扰动水体,对水生动物有驱赶作用,使鱼类远离施工现场,使施工区域鱼类密度显著降低;隧道及定向钻穿越对水生生物及生境基本没有影响。

总之,生态环境影响评价重点内容为工程对植被、野生动植物资源、土壤环境等的影响分析,并在以上分析的基础上提出切实可行的保护对策与措施。

4.2 运行期环境风险评价

长输管道工程中输油管道与输气管道的环境风险评价重点略有不同,输油管道环境风险评价重点为管道破裂、油品泄漏对周围环境(土壤、植被、水体等)的影响、事故预防措施及事故应急预案,评价重点区段为管线穿越的饮用水源;输气管道重点分析事故泄漏天然气对周围居民点和影响区域内动植物的生长、生存的影响,并提出事故风险的防范措施和应急措施,评价重点区段为生态敏感区段和人口密集区段。

4.3 选址选线的合理性评价

选址选线的合理性评价是长输管道环境影响评价的重要前提。

管道工程由于其线路长,经过的地区多,经过不同的生态区域、地貌类型、地质构造等,技术方案不同

再加上考虑社会因素、市场情况、工程造价等,一般都有多个线路走向方案,环境影响评价中应对比分析工程的推荐方案和各比选方案在生态环境方面的影响差异,特别是对于可能影响生态敏感区域的方案,应给出管线路由的明确结论。

4.4 评价应按点段结合、以点为重、突出重点的方法开展工作

长输管道工程由于管道较长,一般管道沿线要经过不同的地貌类型,如陕京二线经过了毛乌素沙漠、黄土高原、山地和平原四大类型区,可能还要经过自然保护区、湿地等生态敏感区,站场以及这些敏感点均应为评价的重点,为此,决定了长输管道工程的评价应按点段结合、以点为重、突出重点的方法开展工作。

5 问题及建议

◆ 长输管道工程对环境的影响与工程建设相对应可分为三个时期,即施工期、运行期和退役期,但目前管道的环境影响评价比较重视施工期和运行期,退役期评价较少。目前我国的环境管理中尚未对管道工程退役期的环境影响作出硬性要求。建议开展退役期评价的研究工作。

◆ 生态环境防治措施以定性说明为主,缺少定量指标,为此,工程验收时没有标准可依,建议尽快制定完善生态恢复指标体系。

6 结束语

油气长输管道运输与传统的公路、铁路运输相比有着不可比拟的优势,但工程建设中不可避免地会对周围的环境产生一定的不利影响,特别是对生态环境的影响,同时在运行过程中还存在一定的环境风险,因此长输管道环境影响评价的重点应为施工期的生态环境影响评价、运行期的环境风险评价以及选址选线的合理性评价。

参考文献

- [1] 魏凤虎,陈红,王卓娅.高速公路建设期生态环境影响分析[J].辽宁省交通高等专科学校学报,2003,5(2):25-26.
- [2] 程金香,马俊杰,王伯铎,等.输油管道工程环境影响的分析[J].水土保持学报,2003,17(6):174-177.
- [3] 程金香,马俊杰,王伯铎,等.输油管线工程生态环境的影响及保护对策[J].水土保持研究,2003,10(4):313-315.