

天然气长输管线建设环境影响及对策探讨

胡乔木

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司, 重庆

收稿日期: 2024年3月7日; 录用日期: 2024年3月28日; 发布日期: 2024年4月22日

摘要

随着我国经济社会发展和能源结构持续性清洁化推进, 天然气需求呈现大幅增长态势, 国内天然气长输管线工程建设在相当长的一段时期内仍将处于高速发展期, 该类工程建设及运营不可避免会对生态环境产生一定影响, 本文对其环境影响因素进行了全面阐述和分析, 并系统性探讨了相应的生态环境保护措施和污染防治对策, 以推动行业绿色发展。

关键词

天然气, 长输管线, 环境影响, 对策

Discussion on Environmental Impact and Countermeasures of Gas Long-Distance Transmission Pipeline Construction

Qiaomu Hu

China Coal Technology and Engineering Chongqing Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Chongqing

Received: Mar. 7th, 2024; accepted: Mar. 28th, 2024; published: Apr. 22nd, 2024

Abstract

With the development of China's economy and society and the continuous promotion of energy cleanliness, the demand for natural gas shows a substantial growth trend. The construction of domestic gas long-distance transmission pipeline projects will continue to develop at a high speed for a long period of time. The construction and operation of such projects will inevitably have a certain impact on the ecological environment. This article comprehensively elaborates and analyzes the environmental impact factors, and systematically explores the corresponding ecological environment protection measures and pollution prevention measures to promote the green development of the industry.

Keywords

Natural Gas, Gas Long-Distance Transmission Pipeline, Environmental Impact, Countermeasures

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

天然气作为一种高效、清洁能源，对环境的影响小于石油和煤炭，党的二十大提出加大油气资源勘探开发和增储上产力度的决策部署，保障国家能源安全。截至 2020 年底，全国天然气探明可采储量为 8.4 万亿立方米；仅 2022 年，全国新增探明地质储量就达 1.1 万亿立方米，而当年全国天然气产量也达到 2201 亿立方米，连续六年增产超 100 亿立方米[1]。

上世纪 60 年代，我国建立第一条天然气长输管道巴渝线；2010 年，我国首条跨国长输管道——中亚输气管道全面竣工。经过 60 余年的建设，我国天然气管道建设取得长足发展，形成了由西气东输系统、陕京系统、川气东送系统、西南管道系统等为骨架的横跨东西、纵贯南北、联通海外的全国性输气网络。截至 2022 年，全国主干天然气管道总里程达到 11.8 万千米，其中，2022 年新增超 3000 千米[1]。由此可见，输气管线行业仍处于高速发展阶段。如何有效防治输气管线建设所带来的环境问题，将是未来很长时期内的重要课题。

2. 天然气长输管线环境影响因素

输气管线工程建设内容通常包括管道、站场、阀室等。其中，管道工程施工工艺主要包括施工准备、管沟开挖、组装下沟、覆土回填、试压清管等，详见图 1；站场、阀室施工工艺主要包括场地平整、基础开挖、主体工程施工、设备安装等，详见图 2。运营期天然气通过管线密闭输送至下游站场，经站内气液分离器、过滤器、计量撬等设备后继续输送至下游，站场通常配套建设清管收发球系统、放空系统等，站场主要工艺流程详见图 3。

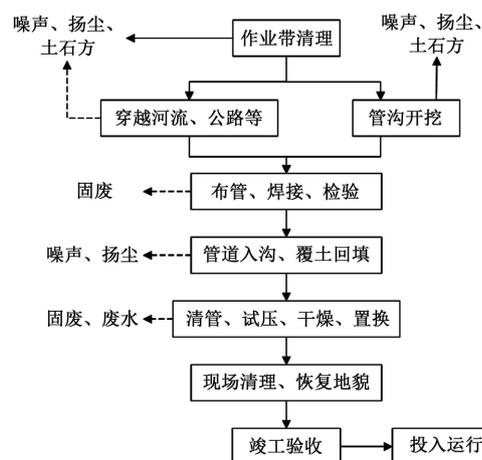


Figure 1. Schematic diagram of the main construction procedures and pollution generation links of the pipeline project during the construction period

图 1. 施工期管线工程主要施工工序及产污环节示意图

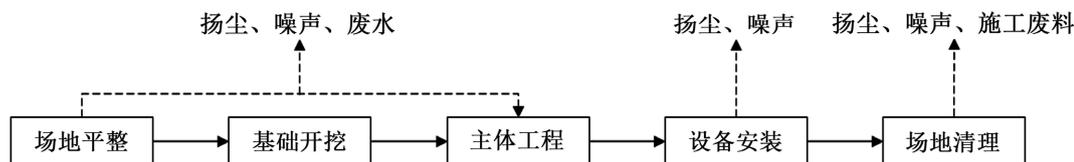


Figure 2. Schematic diagram of the main construction processes and pollution generation links of the station and valve chamber during the construction period

图 2. 施工期站场、阀室主要施工工序及产污环节示意图

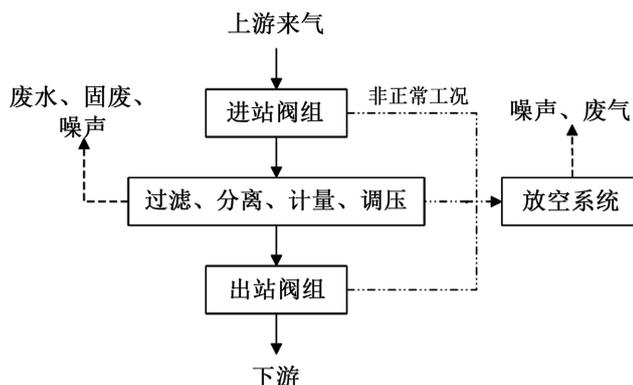


Figure 3. Schematic diagram of the main process flow and pollution generation links of the station during the operation period

图 3. 运营期站场主要工艺流程及产污环节示意图

输气管线工程环境影响因素主要分为以下几类。

生态影响：施工征占地改变土地利用类型；施工活动对沿线植被、动物以及生态系统产生影响；施工挖填活动造成水土流失。管道中线两侧 5 m 范围内不能种植深根系植物。

水环境影响：管线穿越河流施工产生扰动，以及施工过程产生管道试压废水和施工人员生活污水[2]。运营期间，站场产生分离器分离气田水、设备检修废水、清管废水、工作人员产生生活污水。

大气环境影响：施工过程产生施工扬尘、施工机具尾气和少量焊接烟尘。运营期输气管道、站场、阀室正常情况下不产生废气，非正常工况如清管作业、检修作业以及在系统超压时会通过放空系统排放天然气。

声环境影响：施工过程产生施工噪声，如挖掘机、吊管机、运输车辆等。运营期间，站场产生工艺设备噪声，放空系统产生放空噪声。

固体废物影响：施工期固体废物有施工人员生活垃圾、施工废料、施工弃渣以及定向钻、顶管施工产生的废弃泥浆等。运营期固体废物有清管废渣、设备检修废渣、废滤芯、废油漆桶、工作人员产生的生活垃圾等。

环境风险：主要为天然气泄漏，以及火灾、爆炸等引发的次生污染[3]。

3. 天然气长输管线环境保护对策

3.1. 选址选线

站场、阀室等选址遵循保护原则，最大程度避免在各类法定生态保护区、饮用水源保护区以及永久基本农田范围内设置永久占地。管线路由走向应根据沿线地形、地物、工程地质条件，经多方案比选后确定；线路严禁通过自然保护区核心区和缓冲区、饮用水源一级保护区、国家重点文物保护区等，并尽

量绕避自然保护区实验区、饮用水源二级保护区、生态保护红线、国家公园、自然公园等，当受条件限制必须通过时，应征得主管部门同意并采取保护措施[4]。

3.2. 生态环境

严格按照用地范围线施工，不得超出用地范围；管线尽量沿公路侧平行布置，严格控制施工作业带面积，不得超过标准规定，尽量压缩林地、永久基本农田范围内的作业带宽度，减少土壤扰动和植被破坏；施工作业尽量利用原有公路，杜绝车辆乱碾乱轧，不随意开设便道。施工布置时，施工生产生活区选址应避免生产力相对较高的林地区域及基本农田区域，施工便道及永久性道路尽量不要从成片的林地穿过。施工作业带分层开挖、分层堆放、分层回填，减少因施工生土上翻，表土层养分损失[5]。同时，要避免间断覆土造成的土层不坚实形成的水土流失等问题。

表土在土地复垦工程中起着非常重要的作用，它关系着复垦后土壤的质量和肥力。对拟占用的耕地和林地的表土进行单独剥离，剥离的表土妥善存放，为保持土壤结构，应避免雨天剥离、搬运。若表土堆存过程中遇降雨，应采取防雨布遮挡，防治水土流失[6]。剥离的表土用于被损毁土地的复垦。对管沟回填后多余的土全部摊铺到管段所在的作业带内，并使管沟与周围自然地表形成平滑过渡，不得形成汇水环境。管线所经地段的原始地表存在局部凹地时，若有集水可能，需采用管沟多余土或借土填高以防地表水汇集。在恢复期，应对土壤进行熟化和培肥，落实耕地质量调查及监测工作，及时掌握耕地质量变化状况，直至恢复到原来的生产力水平。基本农田临时占用应编制土地复垦方案，经县级自然资源主管部门批准后方可临时占用；临时用地到期后，应按照相关规定和复垦方案及时复垦恢复原种植条件，做好复土复耕。

管线施工对植被的影响是不可避免的，影响的范围和程度对于不同项目组成、植被类型、地貌各有差异，但其影响的性质基本可以分为可逆和不可逆的两大类。因此，施工过程中，应根据施工工艺的不同以及其对植被所带来的影响，因地制宜制定相应的恢复、减缓、补偿措施，将施工对植被的影响降低到最低程度，以保护植物群落和维持陆地生态系统的稳定性。线路选线尽量绕避覆盖度较高的森林植被，以减少森林植被面积永久丧失，最大程度的降低对植被不可逆影响。施工过程中，对开挖地段的植被尽量就近保存、培植，移栽、培植不仅可以减少植被的破坏量，而且移栽的乔灌木、保存的草皮可以缩短森林植被重建的时间，最快恢复植被保持水土、涵养水源、景观美学的功能。除耕地和园地外，其余临时占地在植被恢复时，应因地制宜、科学合理还林还草，选择优良的乡土树种、草种。

在经过林区进行施工时，针对野生动物，建设单位须提前采取驱赶措施；要优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时间，尽量减少对野生动物的影响；施工工期尽量避开生物的繁殖期，尤其是避开鸟类的繁殖季节。加强野生动物保护宣传和保护力度。禁止施工人员破坏作业区外林、灌、草，禁止干扰施工作业带(区)外的生态环境；制定重点保护野生动植物保护方案，施工过程中若发现应立即采取保护措施。

3.3. 水环境

管道在河流穿越方案的选择上，根据河流形态、水文参数、工程地质及水文地质条件等综合考虑，确定合理的穿越方式。对于河流大中型穿越，尽量采用非开挖方式，以减少工程量和对河道的影响，可采用定向钻穿越或钻爆隧道穿越；宽度不大的河流也可顶管穿越；水深较浅或季节性河流可采用围堰导流开挖穿越，施工期应尽量选在枯水季节，土石方严禁堆积在河道，施工结束后应立即恢复河道畅通[7]。

管道试压采用洁净水，试压废水通过沉淀后用于农(林)灌或洒水降尘，剩余部分达标排放就近沟渠、河流，不得排入饮用水源保护区。施工队伍食宿宜依托当地的饭店、旅馆、民房等，生活污水主要依托

当地现有生活污水处理系统。

运营期间，工作人员生活污水经化粪池收集后排入市政污水管网；分离器分离气田水、检修废水、清管废水由于水量总体较少，可收集至排污池，定期外运周边污水处理厂处置，排污池应进行重点防渗。

3.4. 大气环境

加强施工区道路的维护，避免道路破损车辆颠簸引起扬尘，对使用频繁的路面进行洒水抑尘；土方开挖、调运、装卸等易产生扬尘的施工环节尽量避免在大风干燥季节实施；车辆装卸应尽量降低操作高度，粉粒物料严禁抛洒；细颗粒散装建筑材料应储存于库房内或密闭存放，运输采用密闭式罐车运输；保持运输车辆完好，不过满装载，及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料；管沟开挖产生土方应及时回填，尽量缩短堆存时间。管道焊接过程中应在开阔空间完成，使用优质环保焊条。不使用效率低、废气排放严重的施工机械，对工程运输车辆要求尾气达标排放。

运营期间，非正常工况废气依托站场、阀室的放空系统排放，为减少温室气体排放，放空系统宜设置点火功能。

3.5. 声环境

合理布局施工机械，合理安排施工强度，作好施工组织设计，大型施工机械尽量远离周围敏感目标；加强对设备的维修保养，避免设备非正常工作产生高噪声污染；合理安排施工时间，禁止夜间施工；合理安排施工物料的运输时间，在途经集中居民区和学校路段，应减速慢行、禁止鸣笛；施工过程与周围居民做好沟通工作，防止噪声扰民。

站场工艺设备选型尽可能选用低噪声设备；高噪声设备布局尽量远离声环境敏感目标；采取设备减振、控制气流速度、减少管线弯头等措施降低站场噪声；加强设备维护保养。

3.6. 固体废物

施工废料集中收集，可回收的外售废品回收站，不可回收的交地环卫部门统一处置。施工中若有弃渣产生，应运至指定弃渣场妥善处置，禁止乱堆乱放，禁止随意倾倒。定向钻和顶管施工过程中返回的泥浆过滤出钻渣后循环使用，施工结束后钻渣和剩余的泥浆，根据管理部门要求，采取就地填埋或交由周边砖厂(烧砖)、水泥厂综合利用措施。施工人员办公生活区设置生活垃圾收集点，对生活垃圾进行集中收集，交由当地的环卫部门统一处置。

运营期间，站场内产生的清管废渣、检修废渣、过滤器滤芯等收集后交专业单位处置。工作人员生活垃圾交环卫部门处置。废油漆桶等危险废物集中收集后定期交有资质的单位处置，贮存点应有固定边界，与其他区域进行隔离，并应采取防风、防雨、防晒、防止危险物流失、扬散等措施。

3.7. 环境风险

选用质量可靠的管材和工艺设备。采用先进的数据采集与监视控制系统，并设置紧急停车系统，一旦管道发生较大泄漏或事故破裂，可自动切断管道输送。管道穿越不同特殊地段，采用不同的敷设方式，保证管道安全，如管道穿越铁路、公路时加套管保护；管道穿越河流、沟坝等处加大管道埋深等。针对管道进行专项水工保护设计，防止管道在因受水流冲刷而产生裸管、悬空、褶皱、爆裂等现象。管线采用外防腐，并外加强制电流阴极保护对管道进行腐蚀控制[8]。禁止管道两侧5 m范围内建房、取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工等[9]。

站场应按照相应防火、防爆等级要求，采取防护措施[10]；并选择防爆电器设备，安装防雷、防静电

设施[11];在站场天然气易泄漏处,设可燃气体报警器。站内设备设施采取防泄露、防火措施。站场建筑应采取抗震措施。

建设单位应编制完善的环境风险应急预案,并及时开展应急培训和应急演练。

4. 结语

本文从输气管线工程自身特点出发,对其施工阶段、运营阶段的环境影响和防治对策分别进行探讨,得出此类工程环境影响特征。

1) 输气管线工程施工期以生态影响为主,应通过优化选址选线、控制施工作业带宽度、合理安排施工时间、表土剥离、防治水土流失、土地及时复垦等,最大程度避免或减轻其影响。

2) 输气管线工程运营期以环境风险影响为主,通过选用可靠的管材、采用先进的数据采集与监视控制系统和紧急停车系统、优化管道敷设方式、强化水工保护、采取防火防爆防泄漏措施、制定环境风险应急预案等,环境风险影响总体可控。

3) 除此以外,输气管线工程施工期间会产生管道试压废水、施工扬尘、施工噪声、施工废料以及废弃泥浆,运营期间会产生生产废水、放空废气、设备噪声、清管废渣、检修废渣以及废油漆桶等,均可通过系统的污染防治措施和严格的环境管理管控其环境影响。

我国输气管线行业正处于高速发展阶段,输气管线在施工和运营期间对环境均有一定影响。输气管线建设单位应高度重视环境保护工作,积极践行绿色发展理念。

参考文献

- [1] 中国天然气发展报告(2023)编委会. 中国天然气发展报告(2023) [R]. 北京: 石油工业出版社, 2023.
- [2] 孟宁. 天然气长输管线项目环境影响评价浅析[J]. 生态环境与保护, 2021, 4(2): 62-63.
- [3] 郑艳红, 张秋菊, 康国栋. 天然气管道环境风险影响分析[J]. 节能技术, 2013, 31(6): 540-543.
- [4] 中国石油天然气集团公司. 输气管道工程设计规范 GB50251-2015 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [5] 段丽杰, 孟繁萍. 浅析输气管线敷设过程中对生态环境的影响与防治对策[J]. 能源环境保护, 2010, 24(3): 52-54.
- [6] 霍进风, 殷冬林, 王凡, 王延平. 天然气管道工程的水土保持及防治措施[J]. 工业 A, 2016(3): 10.
- [7] 赵卫刚, 张宝辉. 天然气管道围堰大开挖穿越河流施工[J]. 石油工程建设, 2016, 42(3): 60-63.
- [8] 邹红杰. 埋地天然气管道防腐技术分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018(4): 183-184.
- [9] 彭健锋. 长输天然气管道危险因素及对策分析[J]. 当代化工研究, 2022(2): 84-86.
- [10] 中国石油天然气集团公司, 中华人民共和国公安部. 石油天然气工程设计防火规范 GB50183-2004 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2004.
- [11] 中国工程建设标准化协会化工分会. 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范 GB50058-2014 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.