# 工程分析

## 项目背景

### 天然气发展背景

随着科技的进步，经济的快速发展，世界能源消费结构不断向低碳化演变，天然气作为低碳化的洁净能源在世界各国都得到了重视和发展。

中国是目前世界上第二位能源生产国和消费国。能源供应持续增长，为经济社会发展提供了重要的支撑。能源消费的快速增长，为世界能源市场创造了广阔的发展空间。中国已经成为世界能源市场不可或缺的重要组成部分，对维护全球能源安全，正在发挥着越来越重要的积极作用。

中国政府正在以科学发展观为指导，加快发展现代能源产业，坚持节约资源和保护环境的基本国策，把建设资源节约型、环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置，努力增强可持续发展能力，建设创新型国家，继续为世界经济发展和繁荣作出更大贡献。

天然气是较安全的燃气之一，它不含一氧化碳，比空气轻，一旦泄露，立即会向上扩散，不易积聚形成爆炸性气体，安全性较高。采用天然气作为能源，可减少煤和石油的用量，因而大大改善环境污染问题；天然气作为一种清洁能源，能有效减少二氧化硫和粉尘排放量近100%，减少二氧化碳排放量约60%和氮氧化物排放量约50%，并可防止酸雨形成，减缓地球温室效应，从根本上改善环境质量。

天然气应用对改善能源结构、优化环境，提高人民生活质量，发展地方经济都有较深远的影响。随着我国天然气“西气东输”的实施，洁净能源应用在东部地区已日渐普及。陕京线等输气管线也为山东省送来了天然气，掀起了山东省内天然气工程建设的热潮。

### 项目背景

### 淄博-青岛青天然气管道起点位于淄博市临淄区淄博首站，沿线途径淄博市临淄区，潍坊地区青州市、寿光市、昌乐县、潍城区、奎文区、坊子区、安丘市、昌邑市、高密市，青岛地区胶州市、即墨市、城阳区，终点位于青岛市城阳区古庙头社区的青岛末站，全长246km。该管道设计压力3.9MPa，设计输气能力13×108m3/a，管道规格：二级地区φ508×6.4、三级地区φ508×7.1、四级地区φ508×7.9，管道材质L320螺旋缝埋弧焊钢管与L320直缝埋弧焊钢管，管道采用环氧粉末外涂层加阴极保护联合防腐，管道通讯采用同沟敷设光缆。

### 该项目位于潍坊潍城区西外环与春鸢路交叉口东北角（淄青线测 091+455 南）处，潍坊潍州教育投资有限公司拟在此处规划建设望留中心学校，根据规划，拟建望留中心学校将会对已建的淄青管道形成圈占，望留中心学校一旦对天然气管道形成占压，将对管道的生产、运行、维护带来严重的安全隐患。

### 为了支持地方教育建设，同时确保管道运行的安全，应潍城区要求，经中石化天然气分公司同意，山东省天然气管道有限责任公司决定对潍坊潍州教育投资有限公司拟建望留中心学校圈占淄青线部分管道进行迁改，提出望留中心学校项目规划圈占淄青线管道迁改工程，消除建设望留中学给管道带来的安全隐患，保证淄青线的安全运行，同时也为配合潍城区的建设，促进地企关系和谐发展，对该段管道的路由及规格进行升级改造很有必要。

### 环保手续履行情况

淄博-青岛青天然气现有管道环评手续于2002年10月22日取得了国家环境保护总局关于齐鲁石化-青岛输气管道工程环境影响报告书审查意见的复函，其文号为环审【2002】268号。

项目已于潍坊市生态环境局潍城分局完成了企业事业单位突发环境事件应急预案备案，备案文号为370702-2020-070-MT。

### 现有管线段概况

2.1.4.1 线路走向

淄青线潍城区段位于临淄末站-坊子站段之间，管道总体为由西向东走向，原有管道位于西外环西侧，向东穿越西外环后，向东南穿越春鸢路。

2.1.4.2 现有管线存在问题

该项目位于潍坊潍城区西外环与春鸢路交叉口东北角（淄青线测 091+455 南）处，潍坊潍州教育投资有限公司拟在此处规划建设望留中心学校，根据规划，拟建望留中心学校将会对已建的淄青管道形成圈占，望留中心学校一旦对天然气管道形成占压，将对管道的生产、运行、维护带来严重的安全隐患。

### 项目建设的必要性



**图2.1-1 原有管线与规划地块冲突情况示意图**

为了支持地方教育建设，同时确保管道运行的安全，应潍城区要求，经中石化天然气分公司同意，山东省天然气管道有限责任公司决定对潍坊潍州教育投资有限公司拟建望留中心学校圈占淄青线部分管道进行迁改，提出望留中心学校项目规划圈占淄青线管道迁改工程，消除建设望留中学给管道带来的安全隐患，保证淄青线的安全运行，同时也为配合潍城区的建设，促进地企关系和谐发展，对该段管道的路由及规格进行升级改造很有必要。

## 建设项目概况

### 基本情况

* 1. 项目名称：望留中心学校项目规划圈占淄青线管道迁改工程
  2. 建设单位：山东省天然气管道有限责任公司
  3. 建设性质：改建
  4. 所属行业：G57 管道运输业→G5720陆地管道运输
  5. 建设地点：本工程将在潍城区西外环与春鸢路交叉口东北角位置进行迁改，改线段起点为淄青线测91+455#桩，向南在潍城区西外环西侧敷设，然后向东南定向钻穿越西外环和春鸢路交叉口，穿越后向东北方向敷设到达改线终点即与原管道相连。
  6. 项目投资：本工程总投资为1194.95万元，其中环保投资240万元，占总投资的20.08%。
  7. 建设周期：工程建设周期为150天。
  8. 建设规模：迁改段与原管道之间增加过渡段管道，过渡段管道设计压力为8.0MPa，迁改段管道设计压力按远期升压至8.0MPa考虑，管径为Φ508mm。新建管道长度约1.32km，处置旧管道约850m。
  9. 总占地面积：工程临时占地12900平方米，标志桩、警示牌等永久占地25m2。
  10. 生产制度：年工作天数按365天计算。
  11. 劳动定员：本工程线路较短，新建线路的巡线、生产及维护依托山东省天然气管道有限责任公司已有的生产、值班人员，不新增定员。

### 项目基本组成

项目组成包括主体工程、公辅工程、环保工程等。具体项目组成及建设内容见表2.2-1。

表2.2‑1 项目组成及建设内容一览表

| **序号** | **项目** | **单位** | **数量** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 一 | 线路总长度 | km | 1.32 |  |
| 1 | 按地区等级划分 |  |  |  |
|  | 二级地区 | km | 1.32 |  |
| 2 | 按地形地貌划分 |  |  |  |
|  | 平原 | km | 1.32 |  |
| 二 | 管道组装焊接及检验 |  |  |  |
| 1 | 直管段  SAWL Φ508×12.5 L415 PSL2 | m | 628.91 |  |
| 2 | 冷弯弯管  SAWL Φ508×12.5 L415 PSL2 | 个 | 9 | 共108m |
| 3 | 热煨弯管  SAWL Φ508×14.2 L415 PSL2 | 个 | 9 | 共35.99m |
| 4 | 过渡段  SAWL Φ508×9.5 L415 PSL2 | m | 12 |  |
| 三 | 定向钻穿越用管 |  |  |  |
| 1 | 直管段 |  |  |  |
|  | SAWL Φ508×12.5 L415 PSL2 | m | 515.18 |  |
| 2 | 冷弯弯管 |  |  |  |
|  | SAWL Φ508×12.5 L415 PSL2 | 个 | 2 | 共24m |
| 四 | 穿越工程 |  |  |  |
| 1 | 道路定向钻 | m/处 | 537/1 | 水平接点长度 |
| 2 | 水泥路大开挖穿越 | m/处 | 20/1 |  |
| 3 | 土路大开挖加砼盖板穿越 | m/处 | 14/2 |  |
| 4 | 干沟大开挖加砼盖板穿越 | m/处 | 90/1 |  |
| 5 | 膨润土厂穿越 开挖加套管保护 | m/处 | 82/1 |  |
| 6 | 光缆穿越 | 处 | 2 | 定向钻穿越 |
| 7 | 电缆穿越 | 处 | 3 | 定向钻穿越 |
| 8 | 港华燃气 | 处 | 2 | 定向钻穿越 |
| 五 | 一般线路管沟土石方 |  |  |  |
| 1 | 土方量 | m3 | 3125 |  |
| 2 | 石方量 | m3 | 1250 |  |
| 3 | 细土回填 | m3 | 1232 |  |
| 六 | 征地 |  |  |  |
| 1 | 永久征地 | m2 | 25 |  |
| 1） | 标志桩 | m2 | 18 |  |
| 2） | 警示牌 | m2 | 7 |  |
| 2 | 临时占地 |  |  |  |
| 1） | 作业带 | m2 | 12320 | 一般线路 |
| 七 | 附属工程 |  |  |  |
| 1 | 标志桩预制及安装 | 个 | 18 |  |
| 2 | 警示牌预制及安装 | 个 | 7 |  |
| 3 | 警示带埋设 | m | 740 |  |
| 4 | 钢筋混凝土套管 | m | 51 | 开挖加套管用套管混凝土强度等级不低于C40 |
| 5 | 砼盖板 | m | 104 |  |
| 八 | 拆迁及赔偿 |  |  |  |
| 1 | 青苗赔偿 | m2 | 7600 |  |
| 2 | 经济作物赔偿 | m2 | 4720 |  |
| 3 | 房屋拆迁 | m2 | 318 |  |
| 九 | 防腐工程 |  |  |  |
| 1 | 防腐涂层 |  |  |  |
| 1） | 直管段、冷弯弯管 |  |  |  |
|  | 常温型加强级3PE，3.2mm（Φ508） |  |  |  |
| 2） | 热煨弯管（Φ508） |  |  |  |
|  | 无溶剂双组份液体环氧涂料（干膜厚度1-2mm） | m | 37 |  |
| 3） | 补口补伤 |  |  |  |
|  | 聚乙烯热收缩补口带 收缩后宽度≧520mm | 套 | 142 | Φ508管径 |
|  | 补口带配套无溶剂液体环氧涂料、固定片 |  |  |  |
|  | 补伤片 | m2 | 2 |  |
|  | 聚乙烯热收缩带 带宽150mm | m2 | 6 | 补伤用 |
| 4） | 粘弹体胶泥 | kg | 20 | 新旧接口 |
|  | 粘弹体胶带（宽度≧100mm） | m2 | 27 | 新旧接口 |
|  | 聚乙烯胶带（宽度≧150mm） | m2 | 862 | 新旧接口 |
| 5） | 定向钻光固化环氧玻璃钢外防护2.5mm | m2 | 862 |  |
| 2 | 阴极保护 |  |  |  |
| 1） | 金属测试桩 | 支 | 2 |  |
| 2） | 阴极电缆YJV-0.6/1kV×10mm2 | 米 | 40 |  |
| 3） | 铜鼻子 适合连接10mm2的电缆 | 个 | 4 |  |
| 4） | 铝热焊模具 | 套 | 1 |  |
|  | 铝热焊剂 | 瓶 | 8 |  |
| 5） | 粘弹体泥胶 | kg | 2 |  |
|  | 粘弹体胶带（宽度≧100mm） | m2 | 1 |  |
|  | 聚乙烯收缩带（宽度≧520mm） | 套 | 2 |  |
| 6） | 电缆标识牌 | 个 | 4 |  |
| 十 | 工程措施 |  |  |  |
| 1 | 地下管道探测 | m | 90 | 新老管线连头 |
| 2 | 清管 | km | 1.32 |  |
| 3 | 试压 | km | 1.32 |  |
| 4 | 干燥 | km | 1.32 |  |
| 5 | 废弃管道处理 | m | 860 | 注氮 |
| 6 | 废弃管道封堵 | 处 | 2 |  |
| 7 | 置换用氮气 | km | 16 | 两次置换，每次16km |

### 原料性质

该工程输送的是天然气，天然气属于易燃、易爆气体，无色无嗅，是由多种气态物质组成的混合物。其主要组份基本特性见表2.2-2。

表2.2-2 本项目输送的天然气物性统计表

| 组 份  项 目 | 甲 烷  （CH4） |
| --- | --- |
| 密度 （kg/m³） | 0.72 |
| 爆炸下限 （V%） | 5.0 |
| 爆炸上限 （V%） | 15.0 |
| 自燃点 （℃） | 645 |
| 理论燃烧温度 （℃） | 1830 |
| 燃烧1m³气体所需气量（m³） | 9.48 |
| 最大火焰传播速度（m/s） | 0.67 |

### 站场设置

改线工程不建设站场，因此本次评价内容不包含天然气站场。

### 房屋拆迁

工程拆迁房屋为韩家村GX03-GX04号桩之间膨润土厂内房屋，其面积为318m2，房屋拆迁至管道50m外。

### 线路走向及穿跨越工程

2.2.6.1 线路走向

本工程将在潍城区西外环与春鸢路交叉口东北角位置进行迁改，改线段起点为淄青线测91+455#桩，向南在潍城区西外环西侧敷设，然后向东南定向钻穿越西外环和春鸢路交叉口，穿越后向东北方向敷设到达改线终点即与原管道相连。



迁改终点

迁改起点

原有管道走向

改线管道走向

**图2.2-1 管道线路与规划用地关系示意图**

本工程改线段位于淄青线临淄末站-坊子站段，本段站场、阀室的设置情况见表4.4-1。改线起点距上游官路村阀室约9km，改线终点距下游望留屯村阀室约8km。改线前官路村阀室与望留屯村阀室间距15.5km，改线后管道长度增加460m，官路村阀室与望留屯村阀室间距变为15.97km，阀室间距满足设计规范要求，本工程不需新建阀室。

2.2-3 淄青线临淄末站-坊子站段线路站场、截断阀室设置一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 站场、改线起终点 | 桩号  （桩号按淄博-坊子方向编号） | 改线前间距（km） | 改线前起、终点与上下游阀室间距（m） | 改线后间距（km） | 备注 |
| 1 | 临淄末站 | - | - | **-** | **-** | 原有 |
| 2 | 齐都阀室 | 测012 | 0.7 | **-** | **-** | 原有 |
| 3 | 姜家庙阀室 | 测034 | 11.5 | **-** | 11.5 | 原有 |
| 4 | 西常庄阀室 | 测053 | 18.4 | **-** | 18.4 | 原有 |
| 5 | 后寨子阀室 | 测062 | 9.3 | **-** | 9.3 | 原有 |
| 6 | 官路村阀室 | 测083 | 20.3 | **-** | 20.3 | 原有 |
| **7** | **改线起点** | **测91+455** | **-** | **9** | **9** | **新增** |
| **8** | **改线终点** | **-** | **-** | **8** | **8** | **新增** |
| 9 | 望留屯阀室 | 测098 | 15.5 | **-** | 15.97 | 原有 |
| 10 | 坊子站 | - | 14.0 | **-** | 14.0 | 原有 |

工程线路走向图见图2.2-2，原有管线与改线段关系见图2.2-3。



泥浆池

泥浆池



工程线路起始点及拐点坐标见表2.2-4。

表2.2-4 线路起始点及拐点坐标表（大地2000投影系）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 经度 | 纬度 | 拐点意义 |
| 1 | 413071.548 | 4057631.864 | 拟建管线起点 |
| 2 | 413067.640 | 4057480.083 | 拟建管线拐点 |
| 3 | 412712.570 | 4057476.371 | 拟建管线拐点 |
| 4 | 412600.008 | 4057411.801 | 拟建管线拐点 |
| 5 | 412584.574 | 4057409.937 | 拟建管线拐点 |
| 6 | 412473.778 | 4057876.974 | 拟建管线拐点 |
| 7 | 412502.417 | 4058011.689 | 拟建管线终点 |

2.2.6.2管道敷设方式

（1）管道敷设原则

根据《输气管道工程设计规范》（GB50028-2006）（2020年修订）的规定及所经地区的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到管道稳定性等要求综合确定，管道全线采用埋地敷。

根据管线稳定的要求、沿线农田耕作深度、地形和地质条件及地下水位情况，确定管线埋设深度为管顶覆土1.5m：

管道在水平和纵向的转角较小时应优先采用弹性敷设来实现管道方向改变，以减小局部摩阻损失和增强管道的整体柔韧性，弹性敷设的曲率半径R≧1000D（D为管子外径）。

在弹性敷设受地形、地物及场地限制难以实现，或虽能施工，但土方量过大时，应优先采用曲率半径为40D的现场冷弯弯管，其次曲率半径为6D的热煨弯管。

（2）施工作业带

沿线地形地貌为平原，借鉴国内同类工程的施工经验，管道施工作业带宽度为16m。

（3）管沟开挖

①管道采用沟埋敷设，管顶覆土不小于1.5m。石方地段管底应超挖0.2m，并回填细土至管顶以上0.3m；

②管沟允许边坡坡度应根据试挖或土壤的内摩擦角、粘聚力、湿度和密度等物理学特征确定；

③管沟开挖前做好原管道的保护措施，并设置警告牌、信号灯或警示物等保证开挖处附近的公共安全；

④管沟开挖前，应充分考虑天气等不确定因素，做好周详的施工准备。施工时应结合现场实际情况适当调整分台高度及宽度、坡比、沟底宽度。考虑到雨天施工对操作坑产生的不利影响，雨天不得开挖操作坑，施工单位做好相关的组织与准备，确保操作坑在施工过程中的安全；

⑤管沟开挖前，应进行移桩，转角桩按转交的角平分线方向移动，其余轴线桩应平移至堆土一侧施工作业带边界线内，对于移桩困难的地段，可采用增加引导桩、参照物标记等方法确定原位置；

⑥开挖管沟前，需对施工作业带两侧各50m范围内的地下管道、电缆或其他建构筑物详细排查。在地下设施两侧3m范围内，应采用人工开挖，并对挖出的地下设施给予必要的保护。对于重要地下设施，开挖前应征得其管理部门同意，必要时应在其监督下开挖；

（4）管道转角

管道水平及竖直转弯，根据具体情况分别采用弹性敷设、冷弯弯管和热煨弯管来处理。

①弹性敷设

在场地条件许可的情况下，对平坦地段，在竖面上应优先采用弹性敷设，但对于石方段，不采用弹性敷设，优先采用现场冷弯管。管道改变方向时优先采用弹性敷设，因地形限制无法实现弹性敷设时，可采用冷弯管或热煨弯管连接。平面转角小于或等于3°，纵向转角小于或等于3°时，管道敷设按自然弯曲考虑，管沟开挖和管道组装焊接中不作为转角处理；平面转角大于3°，纵向转角大于3°时，应根据实际角度及现场地形及地质条件，优先采用弹性敷设方式。弹性敷设曲率半径R≧1000D，并要满足管道强度条件和自重作用下的变形条件。在相邻的反向弹性弯管之间以及弹性弯管和人工弯管之间，应采用直管段连接，直管段长度不应小于钢管的外径，且不小于500mm。

②冷弯弯管

弹性敷设无法满足管道敷设变向要求时，应优先采用冷弯弯管来达到变向要求，冷弯弯管的曲率半径为R=40D。DN500制做冷弯管的角度不超过18°。

③热煨弯管

当转角较大或受现场地形、地物等条件限值，冷弯管难以适应转角要求时，可采用热煨弯管，其曲率半径为R=6D。为方便采购，热煨弯管角度系列化3°一个，具体为21°、24°、27°…90°。

**2.2.6.3新老管线连接**

综合考虑本工程可依托施工场地，周边实际情况，确保清管器、内检测器顺利通过，采用停输方案连接新老管线。

改线管道安装、清管、试压、吹扫完成后，关闭前后线路截断阀，对两侧阀室之间的管道进行放空，在采用氮气完全置换检查符合安全操作的要求下，进行动火连头操作，将新老管道进行连接。

新老管线连接完成后，需对前后阀室之间的整段管道进行干燥和投产置换。本工程建议采用氮气置换空气，再由天然气置换氮气的方式，中间不加隔离球，即采用“气推气”的方式。

迁改段起点和终点错出原弯头部位，与原管道直管处连接。新老管线连接处应采用直管段或冷弯，不得采用热煨弯头连接原管道。因新老管线壁厚相差较大，迁改段起止点处采用过渡管道连接新老管线，过渡段管线不应小于500mm，不等壁厚对焊的钢管、管件需在现场进行过渡坡口加工时，应对管件的管端校圆处理后，采用机械加工。

2.2.6.4 报废管道处理

改线段原管道为埋地管道，根据现场实际情况，综合考虑技术可行性、环境影响、社会影响及工程费用等因素，报废管道采用就地弃置的处理方式，管道中残留燃气可采用氮气置换方式进行清理，氮气置换后可燃气体检测应满足火焰切割条件的洁净程度，报废管道长约0.85km，全线作为一整段进行处置，中间不设置隔离，管道切割后两端采用焊接封头。

2.2.6.5 穿越工程

本工程穿越共计1处，穿越水平长度约537m，与已建光缆穿越2次，已建电缆穿越3次，港华燃气穿越2次，均为定向钻穿越。土路大开挖加盖砼盖板穿越1次，穿越长度14m；水泥路大开挖穿越1次，穿越长度20m。

项目穿越情况详见表2.2-6。

**表2.2-6 望留中心学校项目规划圈占淄青线管道迁改工程穿越统计表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **公路名称** | **穿越位置** | **公路等级** | **穿越方式** | **穿越长度（m）** | **备注** |
| 1 | 春鸢路与西外环交叉口 | 潍城区 | 市政道路 | 定向钻 | 537 | / |
| 2 | 乡路 | 潍城区 | 乡路 | 土路大开挖加砼盖板 | 14 | / |
| 3 | 乡路 | 潍城区 | 乡路 | 水泥路大开挖加砼盖板 | 20 | / |

### 工程占地与土石方平衡

2.2.7.1 工程占地

（1）管道永久征地

管道本身不进行永久性征地。管道标志桩及警示牌进行永久征地，用地面积为25m2。

（2）管道临时用地

本工程施工作业带、封堵作业、旧管道处置用地、临时堆管场地等需进行临时征地，一般段施工作业带宽度按16m考虑，旧管道拆除作业带宽度按10m考虑。

新建管道临时征地面积为12900平方米。

2.1.7.2 土石方平衡

本工程挖方总量为4500m3，全部用于回填。由于弃方量较少且较为分散，不设弃渣场，就近平铺。

### 管道封堵

2.2.8.1带压施焊压力

管道允许带压施焊压力按下式计算：



式中：

*p*—管道允许施焊压力，MPa；

*s*—管材的最小屈服极限，MPa；

*t*—焊接处管道实际壁厚（现场检测核对）；

*c*—因焊接引起的壁厚修正量，取2.4mm；

*D*—管道外径；

[**]—管道许用应力；

*F*—安全系数（取值为0.6）。

经过计算，本项目允许带压施焊的压力5.3MPa，管道带压施焊时输

送工作压力应低于此压力。

2.2.8.2作业坑尺寸

（1）作业坑底最小宽度

作业坑底最小宽度按下式计算：

式中：*W=D+K*

*W*—坑底最小宽度，m；

*D*—管道外径，m；

*K*—作业坑底宽度方向作业间隙，通常取2.6m～3.2m。

经过计算，坑底最小宽度取3.1m。

（2）作业坑深度

作业坑深度按下式计算：

式中：H=h1+h2+*D*

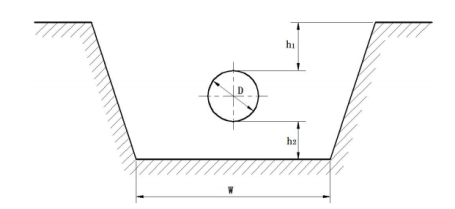
*H*—作业坑深度，m；

h1—管顶至地面的距离，m；

h2—管底至坑底的距离，≥0.7m；

*D*—管道外径，m。

经过计算，作业坑深度取管底以下不小于1.5m。



**图2.2-3 封堵作业坑横断面示意图**

（3）单侧作业坑长度

单侧作业坑长度按下式计算：L=l1+l2+l3

式中：

L—单侧作业坑长度，m；

l1—旁通作业点与封堵作业点的间距，≥2.5l4；

l2—旁通作业点至隔墙距离，≥3D，且≥1.5m；

l3—封堵作业点至隔墙距离，≥3D，且≥2m。

经过计算，单侧作业坑长度取8.3m。

（4）作业坑坡度

**表2.2-7 作业坑坡度**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **土质名称** | **砂土** | **细、粉流砂** | **亚砂土** | **亚黏土** | **干黄土** |
| 边坡度 | 1:1.0 | 1:1.0-1:1.5 | 1:0.67 | 1:0.59 | 1:0.25 |

2.2.8.3封堵作业要求

1）从事带压封堵作业的单位应取得相应资质，操作人员应经过专业培训，并持证上岗。

2）施工前，应编制封堵作业方案，并报业主相关管理部门的审核，批准后方可实施。

3）管道带压施焊时应严格控制工作压力，并控制管道流速，管道内气体流速不应大于10m/s。

4）封堵作业期间不应清管、调整管道运行参数。

5）所选封堵三通的压力等级应不低于管道设计压力。

以上为基本要求，其他封堵要求执行SY/T6150.1-2017《钢制管道封堵技术规范第1部分：塞式、筒式封堵》。封堵过程不允许有大量天然气外泄，封堵过程对设备的密封和承压都有规定要求，实施时设置作业坑，并编制专项施工方案，确保短时间内完成封堵和换管连头作业。

封堵施工单位应编制封堵作业专项方案并经相关管理部门审批后方可施工，具体细节应根据施工季节、地方要求等进行多方协商。

### 附属工程

2.2.9.1 附属设施、施工道路

本工程线路长度较短，线路沿线不设置线路截断阀室。工程施工不单独设置施工营地，就近依托潍城区安排施工人员的生活和宿营。

管道沿线公路基本可以满足通行要求，故不新建永久性道路。工程区域周边 路网发达，交通便利。本工程不考虑修筑施工临时便道和投产后用于巡线、维护、抢修的伴行道路，尽量利用施工作业带作为施工通道。

2.2.9.2 管道标识

（1）管道标志桩

根据《油气管道线路标识设置技术规范》SY/T 6064 的规定，管道沿线应设置标注桩，结合业主的意见，本工程标志桩的设置原则规定为：

里程桩：每公里设一个，一般与阴极保护桩合用；里程桩应标记管线名称、里程号、企业名称、电话号码等。

转角桩：管道水平改变方向的位置，均应设置转角桩。转角桩上要标明转角方向示意符号、里程位置，转角角度等。

穿（跨）越标志桩：管道穿（跨）越河流大中型、铁路、高等级公路和鱼塘定向钻穿越的两侧，均设置穿越标志桩，穿越标志桩上应标明管道名称、穿越类型、铁路公路或河流的名称、里程位置、穿越长度，有套管的应注明套管的长度、规格和材质。

交叉标志桩：与地下管道、电（光）缆和其它地下构筑物交叉的位置应设置交叉标志桩。交叉标志桩上应注明里程位置、交叉物的名称、与交叉物的关系。

结构标志桩：管道外防护层或管道壁厚、材质发生变化时，应设置结构标志桩；桩上要标明里程位置，并注明在桩前和桩后管道外防护层的材料或管道壁厚、材质等。

设施标志桩：当管道上有特殊设施（如：固定墩）时，应设置设施桩。桩上要标明管道的里程位置、设施的名称及规格。

加密桩：与其他标志桩间距不大于 50m。

（2）警示牌

为保护管道不受意外外力破坏，提高管道沿线群众保护管道的意识，输气管道沿途设置一定数量的警示牌。

警示牌设置位置：①易发生或多次发生危及管道安全的行为的区域设警示牌；②管道经过人口密集区，在进出两端各设警示牌一块，中间每 50m 设置一块警示牌。

水泥公路穿越处一侧埋设穿越桩，一侧埋设警示牌。绿化带或两个标志桩、警示牌或标石相互之间距离较远的地区，每隔 50 米处埋设一警示牌。

标志桩、警示牌制作要求及时设置方式以管道主管部门要求为准。

（3）管道警示带

为尽可能避免管道受到第三方破坏，管道沿线设置警示带，起到警示下方敷设有天然气管道的作用，以免管道竣工后其他工程或者农垦开挖施工时管线受无谓损伤，而造成重大事故，其敷设位置在管道管顶正上方500mm处（农田或耕地地段应距地面0.8m以下）。坡度大于12°的陡坡不设置警示带。设置在农田地段的警示带应做打孔处理。

2.2.9.3 清管、测径、试压

（1）清管、测径

在进行试压前必须采用清管器进行清管，清管次数不得少于两次，以开口端不再排出杂物为合格。

清管应设临时清管器发收装置，清管器接收装置应选择在地势较高且 50m 内没有建筑物和人口的区域内，并应设置警示装置。

清管球充水后直径过盈量应为管内径的 5~8%。清管时的最大压力不得超过管线的设计压力。清管器应适用于管线弯管的曲率半径。

清管合格后应进行测径，测径采用带铝质测径板的清管器。测径板直径为试压段中最大壁厚钢管或弯头内径的92%。当测径板通过管段后，无变形、皱褶为合格。

最后采用泡沫清管器清除灰尘和氧化皮。

（2）试压

管道试压是对管道强度和严密性进行检验的重要方法，它是管道投用和管道大修、更新管道后必须进行的检验项目，本项目采用水压试验。

本工程管道试压采用选用无腐蚀性洁净水，要求水质清洁，无油污，pH 值 6~9，最大盐分 2000mg/L，最大固态悬浮颗粒不大于 50mg/L，充入管道的水应通过 40 目过滤器过滤，严禁在水中加入化学试剂。试压宜在环境温度 5℃以上进行，否则应采取防冻措施。

试验压力值的测量应以管道最高点测出的压力值为准，管道最低点的压力值应为试验压力与管道液位高差静压之和，管道试压允许高差见下表。

**表2.2-8 水试压允许高差对照表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地区等级 | 钢管外径（mm） | 钢管壁厚（mm） | 设计压力（MPa） | 最低试验压力（MPa） | 管材最低屈服强度（MPa） | 允许水柱高差（m） |
| 二级 | 508 | 10 | 8 | 12.0 | 415 | 857 |

水压试验时的压力值、稳压时间及允许压降值应符合下表的规定。

**表2.2-9 水压试验压力值、稳压时间及允许压降值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地区等级 | | 强度试验 | 严密性试验 |
| 三级地区 | 压力值（MPa） | 1.5倍设计压力 | 设计压力 |
| 稳压时间（h） | 4 | 24 |
| 合格标准 | | 无泄漏、无变形 | 压降不大于1%试验压力，且不大于0.1MPa |

（3）扫水

试压合格后，应尽快将管段内积水清扫干净，清扫出的积水排放到西安村GX08-GX09号桩公路路边沟，清扫以不再排出游离水为合格，扫水宜采用直板清管器，清扫宜多次进行；直板清管器扫水后，应多次使用泡沫清管器清管。

（4）干燥

长输管道经清水试压后，如不进行干燥处理，会影响管道的正常运行，甚至会造成堵塞、停输等严重事故，因此，本工程在连头完成后必须对改线段上下游站场阀室之间的管道进行干燥作业，项目以空气干燥法对管道进行干燥，特殊地段结合采用干燥剂、真空干燥法。

当采用干燥气体吹扫时，可在管道末端配制水露点分析仪，干燥后排出气体水露点应连续4小时比管道输送条件下最低环境温度至少低5℃、变化幅度不大于3℃为合格。

（5）置换

投产置换是天然气管道施工后投入运行的一个关键步骤，通过这一过程排出管道中的空气，引入天然气。为防止形成爆炸性混合物，采用注入氮气后再引入天然气进行置换的方法。该方法采用不放隔离清管器，氮气直接推动空气、天然气直接推动氮气的方法进行投产置换。置换时应采取以下措施：

①置换前要确保清管干净，以免给以后的运行管理造成麻烦；

②置换前要周密计算置换过程中天然气的供气压力，合理控制管道内纯氮气段的大小，保持天然气与空气之间的距离；

③置换前要注意检测氮气及天然气到达的位置，计算管道内纯氮气段的大小，保持天然气与空气之间的距离；

④注氮压力和注入天然气压力应保持一致，在结束后马上注入天然气，尽量减小混气段，减少氮气损失。

## **工艺流程及产污分析**

### **施工期工艺流程及产污环节**

2.3.1.1 施工过程

本工程管道全线采用密闭输送工艺，且深埋地下，管道进行了防腐处理，在营运期正常工况下，仅进行日常维护管理。因此本次评价仅介绍施工工艺流程。

首先要测量定线，清理施工现场、平整工作带，管材防腐绝缘后运到现场开始布管、组装焊接、无损探伤、补口及防腐检漏，在完成管沟开挖、铁路、公路穿越等基础工作以后下沟，试压，连接，扫线，阴极保护，覆土回填，恢复地貌，竣工验收。



**图 2.3-1 本项目施工过程**

主要施工过程简介如下：

（1）测量放线

利用测量仪器和工具测量建筑物的平面位置和高程，并按施工图放实样、确定平面尺寸。

（2）作业线路及场地清理

管道施工前，需要对施工作业带进行清理和平整，以便施工人员、车辆和机械通行，然后才能进行管沟开挖作业。管道施工作业及堆土区域分列在管沟的两侧。

（3）一般地段管道敷设

本项目管道线路敷设主要经过的地段地势相对比较平坦，管道工程的一般地段一般地段管沟采取机械开挖，部分特殊地段采用人工开挖。当管线方向改变时，优先采用弹性敷设，因地形限制无法实现弹性敷设时，采用冷弯弯管敷设，当无法实现冷弯敷设时，采用热煨弯头连接。大型穿越段两侧、干线转弯处和出土端设置固定墩，以保持管道的轴向稳定性。在管道干线沿途设置线路三桩（里程桩、转角桩和标志桩）。

管沟开挖一般采用机械开挖方式施工，若出现局部地下水超高、易塌落段按规定设置支护，并及时用水泵将管沟中集水排出到邻近河流、沟渠中。本项目管道一般段施工作业带宽度按20m考虑，旧管道拆除作业带宽度按10m考虑，此范围内影响施工机具通行及施工作业的石块、杂草、树木、农作物等将予以清理。

同类工程管沟开挖及布管实景见图2.3-2。



**图2.3-2 同类工程管沟开挖及布管实景**

（4）穿越施工

本工程线路多处穿越公路，穿越公路采用定向钻、大开挖加砼盖板方式。

（5）施工便道

管道沿线公路基本可以满足通行要求，故不新建永久性道路。工程区域周边 路网发达，交通便利。本工程不考虑修筑施工临时便道和投产后用于巡线、维护、抢修的伴行道路，尽量利用施工作业带作为施工通道。

（6）施工营地

线路施工不单独设置营地，就近依托附近村镇安排施工人员的生活和宿营，在作业休息时间，料场安排2~3名值守人员。

（7）施工料场

管道施工料场主要是管材堆放场。施工料场的设置原则是临近道路、运输方便，用地类型以农村场院地、路旁荒地、未利用地为主，尽量不压占耕地。施工结束后，对料场进行清理并恢复原有地貌。

此外，本工程沿线不设取、弃土场，土石方基本挖填平衡，少量弃土可以就地平整。

2.3.1.2施工期主要污染源及源强分析

（1）废水

本项目施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装完后清管试压排放的废水。

1. 生活污水

工程的建设施工周期较短，从管线开挖到覆土回填按照150天时间计，施工人员约有25人。本项目沿线距离村庄较近，不在项目场地设置施工营地，施工人员食宿自行解决。生活用水平均以50L/人•天计，总用水量187.5m3，废水产生量按照80%计，总共产生150m3生活污水。

② 清管试压废水

水压试验的介质是清水，管道充满水后，用试压泵加压。强度试验压力为1.5倍工作压力，试压时间保证5min稳定不变。严密性试验压力为工作压力，检查时间不小于4h，本工程试压水用量为1000m3；在规定时间内，压力降不大于严密性试验压力的5%，各焊缝及管道附件不渗漏为合格。

试压用水不允许具有腐蚀性，不含无机或有机物。水的pH为6~8。当试压用水在试压管段内存放时间超过8d时，允许pH为6~6.7，盐含量不得超过500mg/L。因此，试压用水本身是清洁的。

清管和试压为分段进行，用水量一般为充满整个管道容积的1.2倍，为避免浪费，部分水可重复利用（约达50%），总的清管、试压水约为5000m3，试压水取自就近水源。管道工程分段试压前要采用清管器进行清管，并不少于两次。清管扫线设置临时清管器收发设施。清管扫线的合格标准：管道末端排出的水必须是无泥沙、无铁屑的洁净水，清管器到达末端时必须基本完好。

由于管道试压是分段进行，每次试压排水较少，试压排水中主要含悬浮物，排入西安村GX08-GX09号桩公路路边沟，经沉淀后可以用于洒水降尘和绿化，禁止排入Ⅲ类及以上水体。

（2）废气

施工过程中造成大气污染的主要产生源有：施工开挖产生的扬尘；施工建筑材料的装卸、运输、堆砌过程以及开挖弃土的堆砌、运输过程中造成扬起和洒落；以及各类施工机械和运输车辆所排放的废气。此外，管道投产前需要进行清管、试压、空气置换等，会排放含有少量泥沙、焊烟等颗粒物的空气。

① 施工扬尘

施工期间对环境空气影响最主要的是扬尘。干燥地表的开挖和钻孔产生的粉尘，一部分悬浮于空中，另一部分随风飘落到附近地面和建筑物表面。在开挖泥土的堆砌过程中，在风力较大时，会产生粉尘扬起；在装卸和运输过程中，会造成部分粉尘扬起和洒落；雨水冲刷夹带的泥土散布路面，在晒干后因车辆的移动或刮风会再次扬尘；开挖的回填过程中也会引起大量粉尘飞扬；另外建筑材料的装卸、运输、堆砌过程中也必然会引起洒落及飞扬。

②施工机械和运输车辆排放尾气

根据调查，施工机械和运输车辆一般燃用柴油，会产生燃油尾气，主要污染物为CO、NOx和PM10等，产生量较小。

③管道清管、吹扫废气

管道投产前需要进行清管、干燥和吹扫。根据污染源分析，管道清管过程排出的气体，主要包括少量泥沙、焊渣等；管道干燥过程排出的气体为洁净的空气。

关于燃气管道清管及吹扫废气，目前国内尚无进行治理的实例。从现有天然气管道工程清管、吹扫的实际工作情况来看，其仅在投产前进行清管或吹扫，并且持续排放时间短，含有粉尘量较少。

④管道焊接焊烟

本项目管道焊接过程会产生少量的焊烟，本项目管道焊接都在野外进行，场地空旷，少量的焊烟经稀释扩散。

⑤防腐喷涂废气

对于本工程改线段管线，目前管线外防腐层采用黑色加强级三层PE防腐层；管道全线三层PE管道补口采用“无溶剂液体环氧涂料（干膜厚度≥400μm）+热收缩补口带（收缩后宽度≥520mm）”防腐结构；热煨弯管外涂层采用无溶剂液体环氧涂料（干膜厚度1mm）+聚丙烯胶粘带；新旧管线连接处补口采用粘弹体防腐带（厚度≥1.8mm，宽度100mm，带间搭接≥10mm）+聚丙烯外保护带（厚度1.15mm，带宽150mm，带间搭接50%-55%）防腐结构。

项目涂料用量很小，为间断式涂刷，管道处于野外区域，通风良好，产生的挥发性有机物以无组织散发后能够及时得到稀释扩散，不会对周边大气环境造成明显影响。

（3）固体废物

①施工人员生活垃圾

本项目施工生活垃圾主要包括废弃包装、纸屑等，施工人数约25人，产生量按照每人0.5kg/d计算，工期150天计，则项目生活垃圾产生量为1.875t，统一收集后，依托当地环卫部门处置。

②施工弃土

本项目产生的土石方主要是管道开挖、穿越和回填后产生的剩余弃土石方、废渣。剩余弃土石方和废渣覆土利用，由施工单位拉运并负责处置。

③施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。根据类比调查，施工废料的产生量按0.2t/km估算，本工程施工过程产生的施工废料量约为0.42t。废料依托当地环卫部门有偿清运。本工程旧管道就地弃置，采用注氮处理，两端进行焊接封堵。

④定向钻泥浆

项目定向钻泥浆用量约为230t，完成穿越工程后全部回收，暂存于泥浆暂存池，委托有处理资质的单位处置。

（4）噪声

目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、电焊机、吊管机、钻机、柴油发电机组等。根据管道施工现场测试值，以上各种施工机械及车辆的噪声情况参见表2.3-1。

**表2.3-1 管道工程施工机械噪声**

| **机械名称** | **噪声级dB（A）** | **机械名称** | **噪声级dB（A）** |
| --- | --- | --- | --- |
| 推土机 | 78—96 | 挖土机 | 80—93 |
| 搅拌机 | 75—88 | 运土卡车 | 85—94 |
| 气锺、风钻 | 82—98 | 空气压缩机 | 75—88 |
| 混凝土破碎机 | 85 | 钻机 | 87 |
| 卷扬机 | 75—88 |  |  |

（5）生态影响

施工期生态环境影响主要表现在如下方面：

①管沟开挖及地表平整等土石方工程活动，致使作业区内及其附近一定范围内的自然地貌和地表自然植被、人工植被破坏；地表环境的扰动加剧水土流失，影响农业生产。

②施工中设置的临时土方堆放场，如在雨季防护措施不当，易造成新的水土流失，增加沿线区域水土流失量。

③施工过程土壤扰动对土壤环境及生态造成影响。

具体详见生态环境影响评价章节。

### 运营期源强分析及环境影响

本工程管道全线采用密闭输送工艺，且深埋地下，管道进行了防腐处理，所以，在营运期正常工况下，管道干线不产生和排放污染物，不阻碍物种的移动，也无非污染生态影响，一般不会造成水土流失。事故状态下会对周围环境造成影响。造成管道事故的因素大体有三类：①自然因素造成的危害，包括洪水、地震及地质方面（如滑坡、崩塌、地表沉陷、泥石流等）灾害；②人为因素，又包括失误损坏和故意损坏，失误损坏主要来自在管道近旁或上方进行其他生产活动或建筑时，误挖掘破坏，或交通工具误撞击管道地上部分包括阀门等，造成管道或阀门破损引发泄漏事故；故意破坏包括钻孔盗气、盗窃管道附属设施部件等。③管道腐蚀，管道腐蚀主要是外腐蚀，导致外腐蚀的主要因素是土壤和地下水中的氯化物、硫酸盐、钾盐、镁盐、钠盐及钙盐等多种组分。

项目输送介质为天然气，其具有易燃易爆的危险特性；当发生泄漏时（包括自然因素和人为因素造成的管道破损），天然气将向环境排放，对周围大气环境和生态环境造成一定的影响，泄漏天然气如遇明火则会发生火灾或爆炸，消防产生的消防废水，对周围水环境也会产生一定的影响。

### 产污分析汇总

本项目施工期主要环境影响汇总见表2.3-2。

**表2.3-2 施工期污染物产生情况汇总表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **产生环节** | **主要污染物** | **影响范围、方式和产生量** | **治理措施** |
| 废气 | 施工扬尘 | 颗粒物 | 局部影响，无组织 | / |
| 施工机械、运输车辆尾气 | CO、NOx、CmHn、PM10 | 局部影响，无组织 | / |
| 管道焊接焊烟 | 烟尘 | 局部影响，无组织 | / |
| 管道清管、吹扫废气 | 颗粒物 | 局部影响，无组织，0.02kg | / |
| 防腐 | VOCs | 局部影响，无组织，0.0111t | / |
| 废水 | 管道试压、机械冲洗 | SS | 试压水1000m3 | 重复利用，其他废水经沉淀后用于抑尘或绿化 |
| 施工人员废水 | COD、SS、NH3-N | 150m3 |  |
| 固体  废物 | 施工废物 | / | 0.42t | 环卫部门清运 |
| 生活垃圾 | / | 1.875t | 环卫部门处置 |
| 定向钻泥浆 | / | 230t | 委托有资质单位处置 |
| 噪声 | 挖土机、推土机等设备 | Leq（A） | 75dB（A）~96dB（A） | 距离衰减 |
| 生态  影响 | 清理施工带、开挖管沟、建设临时施工便道 | ①临时占地改变土地使用功能；②土使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化；③植被遭到破坏，农业损失等；④弃土处置不当会产生水土流失。 | 影响局限在20m施工作业带范围内 | 施工期结束后应进行生态修复。 |

## 清洁生产分析

本项目天然气采用管道运输，与铁路、水路、公路等运输方式相比，管道运输具有运输能耗低、运输周转损耗小、运输成本低、安全性高、环境污染小等方面的优势。

在施工期内，尽可能少建或不建施工营地，施工队伍租用当地民房或旅馆，施工人员的生活污水和生活垃圾依托当地民用设施解决，减少污染物的排放。

工程完成后，对临时占地要恢复原有地貌。

本工程除在设计、施工、运行中实施一系列清洁生产技术措施外，在运行管理中也实施持续的清洁生产管理制度。工程建设对周边环境影响较小。工人通过培训后上岗操作，通过对员工加强管理，可以最大程度上提高效率，减少污染物的产生，符合清洁生产要求。

综合分析，评价认为，该工程满足清洁生产要求。

## 小结

本工程施工期对环境的影响主要表现为各种施工活动（如清理场地、开挖管沟、标志桩桩、电缆铺设施工等）对地表环境和土壤的占用和扰动，进而引发水土流失等其他环境影响；此外，现有管道清管产生的废气，施工期间各种施工机械、车辆排放的废气和噪声，施工产生的固体废物和施工人员生活垃圾，清管试压废水和施工人员生活污水等对周围环境也有一定的影响。运营期，由于管道敷设在地下，进行密闭输送，管道进行防腐处理，在正常情况下，不会有污染物排放；非正常或事故工况下，天然气泄漏和燃烧，将对一定范围内居民的生活环境、地表水环境、地下水环境、土壤及生态环境等造成一定的影响。本项目对环境的影响以施工期的生态环境影响分析和运营期的环境风险影响分析为主。