

泄漏应急处理	操作注意事项：密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备；
	储存注意事项：用大型保温气柜在常压和相应的低温（-160~-164℃）条件下储存。钢瓶装本品储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。
接触控制/个体防护	工程控制：生产过程密闭，全面通风；
	呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴过滤式防毒面具（半面罩）；
	眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜；
	身体防护：穿防静电工作服；
	手防护：戴一般作业防护手套；
	其他防护：工作现场严禁吸烟，避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

本工程气源来自福建 LNG 接收，气源除了甲烷外，还含有乙烷（C₂H₆）、丙烷（C₃H₈）、丁烷（C₄H₁₀）、戊烷（C₅H₁₂），其毒性详见表 7.1-3。

表 7.1-2 天然气主要组分基本性质

组分	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	I-C ₄ H ₁₀	C ₅ -C ₁₁
密度 (kg/Nm ³)	0.72	1.36	2.01	2.71	2.71	3.45
爆炸上限% (v)	5.0	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4
爆炸下限% (v)	15.0	13.0	9.5	8.4	8.4	8.3
自燃点 (°C)	645	530	510	490	/	/
理论燃烧温度 (°C)	1830	2020	2043	2057	2057	/
燃烧 1 m ³ 气体所需空气量 (m ³)	9.54	16.7	23.9	31.02	31.02	38.18
最大火焰传播速度 (m/s)	0.67	0.86	0.82	0.82	/	/

表 7.1-3 天然气主要组分毒性表

天然气主要组分	体积百分比	毒性
甲烷	>95.06%	甲烷对人体基本无毒，只有单纯性的窒息作用。只有在甲烷浓度增加使空气中氧含量降低到一定程度，才会出现窒息症状。
非甲烷总烃	<10.0%	乙烷
		丙烷
		丁烷
		戊烷

1.1.1 环境敏感目标调查

本项目环境风险敏感目标见表 2.7-4、表 2.7-5。

1.2 评价工作等级

1.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）

本项目为长输管线项目，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）要求，需按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算 Q 值。当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中： q_1 、 q_2 、…… q_n ——各种危险物质实际存在量，单位为吨（t）；

Q_1 、 Q_2 、…… Q_n ——与各危险化学品对应的临界量，单位为（t）。

本项目主要的危险物质为天然气中的甲烷，需计算本项目甲烷在各截断阀室之间的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。

本项目仅涉及水头镇段管道迁改和东田镇段管道迁改，其他工程均为发生变动，因此本报告计算迁改段管线内的甲烷存在量。本项目迁改管线的甲烷存在量与《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B“重点关注的危险物质及临界量”中表 B.1 中规定的临界量的比值 Q 统计见下表。

表 7.2-1 本项目 Q 值确定表

编号	管段名称	间距 (km)	管径 (mm)	管道天然气 最大存在总量(t)	临界量 (t)	Q 值
1	水头镇段管道迁改	9.5	508	77.67	10	7.77
2	东田镇段管道迁改	1.6	508	13.08	10	1.31
总计						9.08

1.2.2 行业及生产工艺（M）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C“危险物质及工艺系统危险性（P）的分级”中表 C.1，根据本项目生产工业特点，本项目属于油气管线项目，M=10，为 M3。

表 7.2-2 本项目 M 值确定表

行业	评估依据	分值	最终分值	判据
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮	10/每套	/	/

	化工艺			
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/每套	/	/
	其他高温或高压、涉及易燃易爆等物质的工艺过程 a、危险物质储罐罐区	5/每套（罐区）	/	/
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头	10	/	/
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化）、气库（不含加气站的气库）、油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线）	10	10	本项目油气管线工程
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	/	/
	结果		10	

a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力（P） $\geq 10.0\text{MPa}$ ；

b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

1.2.3 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 7.2-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本项目 Q 值为 9.08，且 M=10，为 M3，由上表判断本项目危险物质及工艺系统危险性等级 P 为 P4。

1.2.4 环境敏感程度（E）判定

（1）大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则及判定结果见表 7.2-4。

表 7.2-4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性	判据
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围	/

	内，每千米管段人口数大于 200 人	
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人	
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人	每千米管段人口数 小于 100 人

根据项目周边环境敏感性及人口密度情况判定本项目大气环境敏感程度为 E3。

(2) 地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 7.2-5。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 7.2-6 和表 7.2-7。

表 7.2-5 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 7.2-6 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的；
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为 III 类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 7.2-7 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐

	场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜；或其他特殊重要保护区
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

本项目运营过程中不涉及污水排放，故不对地表水环境敏感程度进行分级。因此，地表水评价不作等级划分。

(3) 地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 7.2-8。其中地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见表 7.2-9 和表 7.2-10。当同一建设项目涉及两个 G 分区或 D 分级及以上时，取相对高值。

表 7.2-8 地下水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E1	E2	E3

表 7.2-9 地下水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区：除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区

^a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区

表 7.2-10 包气带防污性能分级

分级	包气带岩土渗透性能
D3	Mb≥1.0m, K≤1.0×10 ⁻⁶ cm/s, 且分布连续、稳定

D2	0.5m≤Mb<1.0m, K≤1.0×10 ⁻⁶ cm/s, 且分布连续、稳定
D1	Mb≥1.0m, 1.0×10 ⁻⁶ cm/s<K≤1.0×10 ⁻⁴ cm/s, 且分布连续、稳定
	岩(土)层不满足上述“D2”和“D3”条件

Mb: 岩土层单层厚度。K: 渗透系数。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)表6, 场地包气带防污性能均为弱。按表7.2-9包气带防污性能分级为D1, 最终判定本项目地下水环境敏感程度为E2。

综上, 根据大气、地表水和地下水环境敏感程度的判定结果, 本项目所在区为环境中度敏感区E2。

综上, 本项目环境敏感特征见表7.2-11。

表7.2-11 建设项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 5km 范围内					
	序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数/人
	厂址周边 500 m 范围内人口数小计					100 人
	大气环境敏感程度 E 值					E3
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能	24 h 内流经范围/km		
	1	水库	二类区	水库		
	内陆水体排放点下游 10 km (近岸海域一个潮周期最大水平距离两倍) 范围内敏感目标					
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离/m	
	1					
地表水环境敏感程度 E 值					/	
地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能	与下游厂界距离/m
	1	水文地质单元	G3	III类	D1	/
	地下水环境敏感程度 E 值					E2

1.2.5 风险潜势判断

设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级, 根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度, 结合事故情形下环境影响途径, 对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析, 按照表6.2-13确定环境风险潜势。

表7.2-12 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)

环境高度敏感区(E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区(E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区(E3)	III	III	II	I

注：IV⁺为极高环境风险。

1.2.6 评价等级

环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 7.2-13 确定评价工作等级，见表 7.2-14。

表 7.2-13 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a

a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 A

表 7.2-14 环境风险评价级别

等级判断	敏感性	行业及生产工艺 (M)	危险物质数量与临界量比值 (Q)	危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)	环境风险潜势划分	评价工作等级
大气环境	E3	M3	1<Q<10	P4	I	简单分析
地表水环境	/				/	简单分析
地下水环境	E2				II	三

综上，本工程环境风险评价工作综合等级为三级。

1.2.7 评价范围

本项目环境风险评价范围为管道中心线两侧 200m 范围。

1.3 风险识别

1.3.1 物质危险性识别

本项目所涉及的危险物质主要为天然气，天然气主要成分是甲烷 (CH₄)，属于高度易燃易爆物质，对于天然气/空气的云团，当天然气体积浓度为 5.3%-15%时就可以被引燃或引爆。天然气属低毒性物质，但空气中甲烷浓度过高可使人因缺氧引起窒息。天然气具有以下危险特性：

(1) 易燃性

根据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2015)中的分类，天然气属于甲类火灾危险物质。本项目中天然气的组分包括大量的烃类 (甲烷)，以及少量的非烃气体。天然气的易燃性是它所包含的各组分性质的综合体现。

(2) 易爆性

天然气具有易燃易爆性质，天然气的爆炸极限范围为 5.3%-15% (V/V)，遇明火、高热极易燃烧爆炸，天然气的爆炸往往与燃烧相互转化。若天然气发生泄漏后接触火源，若空气中天然气浓度超过爆炸上限，则发生燃烧，当天然气浓度降低到爆炸上限以内，则极易发生爆炸。天然气的爆炸范围较宽，爆炸下限浓度值较低，泄漏后很容易达到爆炸下限浓度值，爆炸危险性较大。若遇高温，气体体积膨胀，输气站场及管道内压增大，有可能导致设备或管道开裂和爆炸。通常，天然气的密度比空气小，具有易扩散性，泄漏后易与空气形成爆炸性混合物，顺风漂移。

(3) 毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属单纯窒息性气体，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25%-30% 时可使人出现头晕，呼吸加速、运动失调等症状。

本项目所涉及的危险物质主要是天然气，其主要危险特性主要是泄漏、火灾和爆炸，因此，确定本次风险评价因子为天然气及发生火灾伴生的二次污染物。

1.3.2 生产系统危险性识别

1.3.2.1 危险单元划分

根据本项目天然气管线站场阀室的设置及物质危险性识别，本项目危险单元划分见下表。

表 7.3-1 危险单元划分

类别	编号	编号单元名称
输气管线	1	水头镇段管道迁改
	2	东田镇段管道迁改

1.3.2.2 风险源分析

本次生产设施风险识别主要涉及输气管道。输气管道涉及的危险性物料输送量大，对管道的承压、密封要求较高，存在因管道破裂发生物料泄漏及着火爆炸的可能。本项目危险单元为输气管道。其危险性分析如下：

(1) 天然气管道危险性分析

本工程管线属于天然气长输管道，输送的介质具有易燃、易爆危险性。在设计、施工、运行管理过程中，可能存在施工质量及材料问题、自然灾害、腐蚀等因素，可能造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位泄漏，甚至管道破裂而引起

火灾、爆炸事故。

1) 腐蚀

一般说来，管道内壁腐蚀是由于输送介质天然气中含有水分和酸性气体等造成的。天然气中含有的水分冷却后能在管壁中形成一层水膜，遇酸性气体能形成酸性水溶液，对管内壁严重腐蚀，造成管道破坏。在碱性介质中，CO₂及碳酸盐可造成碳钢的应力腐蚀破裂。氧的存在会加剧破裂发生的可能。管道外壁腐蚀与所处环境（土壤性质）有关。

此外，地面上的强电线路（高压输电线路、电气化铁路、变电站等）容易形成杂散电流，对输气管道产生电腐蚀。

2) 施工质量及材料缺陷

①施工质量

输气管道敷设施工作业由测量、放线、作业带清理、挖沟、运管、布管、组装、焊接、探伤、补口补伤、下沟、测量检查、回填覆土、通球、分段试压、碰死口、站间整体试压等环节组成。尽管每个环节都有严格的作业标准，但如果稍有疏忽，哪怕是其中的一个非主要环节存在施工质量问题，都会给整个输气管道带来安全隐患。尤其是管道对接焊缝质量。我国管口焊接质量水平低，电弧烧穿、气孔、夹渣和未焊透发生率高，是引发事故的又一重要因素。60年代我国仅能生产螺旋缝钢管，质量低下，曾因螺旋缝焊接质量不过关而多次发生管道爆破事故。近些年来管口焊接质量虽有提高，但如果质检不严、焊工技术水平较低或质量意识差，也难以保证焊接质量。即使是直缝钢管，如果焊缝检测不合格，也会留下事故隐患。

施工不良还表现在以下方面：管道除锈、去污、防腐和现场补口等工序未按施工要求去做；现场涂敷作业管理不严，使防腐层与管体粘结不良，管子下沟动作粗鲁以及回填作业草率，使泥土、岩石冲击防腐层，造成防腐层破坏；阴极保护没有与管道埋地同时进行；还有管子搬运时大手大脚，不仔细，管子产生疲劳裂纹。

建立和实施健康、安全和环境（HSE）管理体系、ISO90001质量管理体系和质量监理制度，强化施工人员的质量安全意识，提高施工人员的技术水平，是保证施工质量，减少施工质量事故的有效途径。

②材料缺陷

材料缺陷最主要的就是管材，管材本身质量差多是因为金属材质及制造工艺的

缺陷引起，其中管材卷边、分层、制管焊缝缺陷、管段热处理等工艺均可影响到管材质量；管道焊接缺陷主要表现在焊接边缘错位、未焊透与未熔合、夹渣、气孔和裂纹等，这些缺陷大多数是由于焊工责任心不强、工作不认真以及违反焊接工艺规程所造成的。

制管质量事故多出现于有缝钢管（多见于螺旋缝钢管）。我国由于生产螺旋缝钢管的生产历史较长，输送天然气几乎全部采用螺旋缝钢管。螺旋焊钢管有其自身的优点，但它的焊缝长度具有应力集中现象，因而焊缝缺陷引发的事故比直缝钢管概率高。如螺旋焊缝钢管制管时，由于剪边及成形压造成的刻伤处残余应力集中；焊接时造成螺旋焊缝的内焊扁焊或未焊透等缺陷处应力集中；在含硫化氢的腐蚀性介质中形成局部阳极，在输气的低频脉动应力作用下，局部腐蚀逐渐扩展成裂纹，输气运行中，在较低的压力下即可产生爆管，沿焊缝将管道撕裂。

③管线埋深

若管线埋深不够，在雨季覆土可能会被雨水冲走导致管线外露，会对管线的安全运行带来一定的危害。本项目管线顶部埋深大于 1.2m，能够有效防止雨水冲刷的影响。

3) 管道泄漏

管道泄漏包括夹渣、气孔、未焊透、裂纹等焊接缺陷引起的泄漏，但随着焊接技术的发展和施工质量以及检测手段的提高，这种焊接缺陷逐渐减少。此外还有腐蚀引起的泄漏，天然气站场管道引起腐蚀的原因很多，常见的有：①周围介质引起的均匀腐蚀；②应力引起的腐蚀；③氧和水引起的腐蚀；④硫和细菌引起的腐蚀；⑤氢引起的腐蚀。

4) 螺纹泄漏

管螺纹密封的泄漏跟使用的密封材料有直接关系。我国普遍使用铅油麻丝、聚四氟乙烯胶带密封。铅油麻丝等溶剂型填料在液态时能填满间隙，固化后溶剂挥发，导致收缩龟裂，而且耐化学性能差，很容易渗漏。聚四氟乙烯胶带不可能完全紧密填充，调整时容易断丝，易堵塞管路阀门，而且聚四氟乙烯和金属磨擦系数低，管螺纹很容易松动，密封效果也不是很好。

5) 阀门泄漏

①连接法兰及压盖法兰泄漏：这种泄漏一般可在降压的情况下，通过拧紧螺栓

得以解决；

②焊缝泄漏：对于焊接体球阀，有可能因焊接缺陷出现泄漏，但这种泄漏很少见。

③阀体泄漏：阀体的泄漏主要是由于阀门生产过程中的铸造缺陷所引起的。天然气的腐蚀和冲刷也可能造成阀体泄漏，这种泄漏常出现在调压阀上。

④填料泄漏：阀门阀杆采用填料密封结构处所发生的泄漏，长时间使用填料老化、磨损、腐蚀等使其失效，通过更换填料或拧紧能够得以解决。

此外，施工机械设备废机油泄漏可能污染地表水，特别是对饮用水源保护区产生影响。

(2) 线路截断阀室危险性识别

本项目线路截断阀室均为无人值守阀室。线路截断阀室位于不同地理位置和环境中，在无人值守的情况下，容易受到第三方破坏；也易受到雷击、大风、洪水等自然灾害破坏。另外，阀室还存在施工质量差造成阀室内设施组装、防腐等方面出现问题；由于误操作导致阀室暂时关闭等。

1.3.3 环境风险类型及危害分析

本项目涉及的主要风险类型见下表。

表 7.3-2 主要风险类型

工艺	风险类型	危害	原因简析
燃气输送	天然气泄漏	火灾爆炸、人员伤亡、污染环境	机泵、管道破损，材料缺陷，操作失误
	火灾爆炸	财产损失、人员伤亡、污染环境	物料泄漏存在机械、高温、电气、化学等火源

本项目环境风险因素是天然气以及天然气泄漏发生不完全燃烧产生的次生污染物。这些污染物的主要扩散途径为大气扩散。污染物在大气中受到湍流、风、温度、大气稳定度等气象因素以及地形因素的影响，通过大气的扩散、稀释过程影响到敏感目标。

1.3.4 环境保护目标识别

环境风险评价范围内大气敏感目标是集中性居住区和社会关注点，经识别本项目风险评价范围内涉及居住区较多，管道沿线的敏感目标参见总则章节。

1.3.5 风险识别结果

根据以上风险识别内容，本项目建设项目环境风险识别汇总如下表。

表 7.3-3 本项目环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	水头镇段管道迁改	天然气管道	甲烷	天然气泄漏及火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放	大气扩散	环境空气敏感目标
2	东田镇段管道迁改	天然气管道				

1.4 风险事故情形分析

1.4.1 风险事故情形设定

1.4.1.1 风险事故统计资料分析

(1) 国外输气管道事故统计与分析

欧洲是天然气工业发展比较早，也是十分发达的地区，经过几十年的发展和建设，该地区的跨国管道已将许多欧洲国家相连，形成了密集复杂的天然气网络系统。为了更有效地掌握输气管道事故发生的频率和原因，1982 年开始，6 家欧洲气体输送公司联合开展了收集所属公司管道事故的调查工作。这项工作得到了各大输气公司的积极响应，并据此成立了一个专门组织即欧洲输气管道事故数据组织(EGIG)。目前，EGIG 已经涵盖了 17 家欧洲主要天然气管道运营单位，管道长度约 $14.3 \times 10^4 \text{km}$ (管道压力 $\geq 1.5 \text{MPa}$ 。包括 DN 100mm 以下的管道)。这个数据库已经在世界各地的燃气管道安全分析中广泛应用，对提高管道安全发挥了作用。

①事故率统计

2018 年 3 月，EGIG 发布了“10th EGIG report”，对 1970 年~2013 年共 44 年间该组织范围内所辖的输气管道的事故进行统计分析。根据该报告，1970 年~2013 年间，共发生事故 1366 起。

由 EGIG 统计的 1970-2016 年燃气管道整体平均失效率、5 年移动整体平均失效率随着统计时间的延长，整体平均失效率呈逐渐下降趋势，由 1970 年的 $0.870 \times 10^{-3} \text{km}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 下降至 2016 年的 $0.310 \times 10^{-3} \text{km}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 。5 年移动平均整体失效率也由 1970-1974 年的 $0.860 \times 10^{-3} \text{km}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 降低到 2012-2016 年的 $0.136 \times 10^{-3} \text{km}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 。这表明 EGIG 成员国组织的燃气管道安全性有显著改善，这归功于管道焊接、检测、在

线监测、防护等方面的技术进步。

②事故原因统计

EGIG 失效原因分为 6 类：外部干扰、腐蚀、施工与材料缺陷、带压开孔失误、地面移动、其他和未知原因等。外部干扰包括挖掘、打桩、地面工程等作业活动及设备设施干扰等，腐蚀包括内腐蚀、外腐蚀等腐蚀情况，施工与材料缺陷包括现场施工缺陷(主要为焊接缺陷)及管材的结构缺陷等，带压开孔失误指带压开孔作业中的人为操作不当，地面移动指由堤防破裂、侵蚀、洪水、滑坡、采矿、河流等引起的事故，其他和未知原因指不属于上述 5 类的其他原因（如设计误差、雷电、维修失误等）。对于欧洲国家，由外部干扰导致的燃气管道事故比例最高，其次为腐蚀，带压开孔失误导致的燃气管道事故比例最低。其中，近十年来，第三方破坏约占事故总数的 28.36%；其次是腐蚀，所占比例为 25%；第三是施工和材料缺陷，占总数的 17.79%，地基位移、其他原因和误操作分居第 4~6 位。前三项事故原因不仅是造成欧洲输气管道事故的主要因素，而且也是整个世界管道工业中事故率最高的三大因素。

2) 国内输气管道事故统计与分析

川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地，从 60 年代开始相继建成了川渝地区南半环供气系统，并于 1989 年建成的北半环供气系统相连接，形成了环形输气干线，盆地内至今已建成输气管道约有 5890km，承担着向川、渝、滇、黔三省一市的供气任务，是西南三省一市经济发展的命脉。下表列出了 1969 年-1990 年四川天然气管道事故统计结果。

表 7.4-1 1969 年-1990 年四川天然气管道事故统计

事故原因	事故次数	事故率 (%)
腐蚀	67	43.22
其中：内腐蚀	46	29.67
外腐蚀	21	13.55
施工和材料缺陷	60	38.71
其中：施工质量制管质量	41	26.45
	19	12.26
不良环境影响	22	14.20
人为破坏及其它原因	6	3.87
合计	155	100

从表中可以看出，在 1969 年-1990 年的 21 年间，四川输气管道共发生 155 次事故，其中腐蚀引发的有 67 次，占事故总数的 43.22%，是导致事故的首要原因；施工和材料缺陷事故共 60 次，占总数的 38.71%，仅次于腐蚀因素而列于事故原因的第二

位；由于不良环境影响而导致的事故有 22 次，占到事故总数的 14.20%，位居第三。

从表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。

下表给出了川渝南北干线天然气管道事故类型的统计数据。纳入统计的天然气管道事故是指由于各种原因导致管道破损、造成天然气泄漏并影响正常输气的意外事件。统计的输气管道为川渝南北干线净化气输送管道及其支线。其管径为 325mm-720mm，壁厚 6mm-12mm，运行压力 0.5MPa-6.4MPa，管线总长 1621km。

表 7.4-2 川渝南北干线天然气输送管道事故统计(1971 年-1998 年)

事故原因	事故次数				百分比(%)
	71-80(年)	81-90(年)	91-98(年)	合计	
局部腐蚀	12	37	16	65	44.8
管材及施工缺陷	32	19	12	63	43.5
外部影响	1	2	7	10	6.9
不良环境影响	1	3	1	5	3.4
其他	0	2	0	2	1.4
合计	46	63	36	145	100

上表统计结果显示，在 1971 年-1998 年间，川渝南北干线天然气输送管道中，因腐蚀引起的管道事故均居各类事故之首，共发生了 65 起，占全部事故的 44.8%；其次是材料失效及施工缺陷，次数与腐蚀事故相当，这两项占输气管道事故的 80% 左右；由外部影响和不良环境影响而导致的事故各有 10 次和 5 次，分占事故总数的 6.9%和 3.4%，位居第三、四位。

从上两个表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷、外力及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。外力影响虽然比例不高，但有逐年上升的趋势，特别是第三者破坏即人为盗气造成的管道损伤。

我国近年来天然气长输管道事故统计见下表。

表 7.4-3 天然气长输管道事故统计一览表

序号	时间	地点	事故原因	伤亡人数
1	2017 年 7 月 2 日	贵州省黔西南州晴隆县	当地持续降雨引发公路边坡下陷侧滑，挤断沿边坡埋地敷设的输气管道，导致天然气泄漏引发燃烧爆炸。	事故造成 8 人死亡、35 人受伤

2	2018年6月10日	贵州省黔西南州晴隆县	天然气输气管道泄漏爆燃事故	事故造成24人受伤
3	2016年7月21日	西二线中卫段管段	地质勘察作业时，造成西气东输二线中卫段管道受损，发生天然气泄漏。	无
4	2016年7月20日	川气东送管道恩施市崔家坝镇水田坝村和公龙坝村干丘包组	连日暴雨，突发山体滑坡，导致川气东送天然气管道断裂，气体泄漏发生爆燃。	造成2人死亡，9人受伤
5	2015年12月20日	深圳市光明新区红坳村	特别重大滑坡事故造成西气东输二线供港支线（广深支干线管道，管径914mm，涉及压力10MPa）损坏发生泄漏，约400m管道受影响。	无
6	2015年6月23日	昆明石林高速小团山隧道旁	第三方使用挖机挖土造成中缅天然气昆明东支线管道发生泄漏事故。	无
7	2010年12月13日	深圳市龙岗区坪山街道丹梓大道与绿梓大道交汇处	铁路项目施工过程中，损坏天然气高压管道，导致坪山段高压天然气泄漏。	无

由此可见，在今年我国发生的几起天然气管道泄漏事故中，施工作业是天然气管道泄漏事故的主要原因。

3) 其他统计数据与分析

事故频率与管道性能之间也有一定关系。以下各表中的数据显示不同壁厚、管径和管道埋深条件下事故频率的统计情况。

表 7.4-4 管道壁厚与不同泄漏类型的关系(事故频率 $10^{-3}/\text{km} \cdot \text{a}$)

管道壁厚(mm)	针孔/裂纹	穿孔	断裂
≤5	0.191	0.397	0.213
5-10	0.029	0.176	0.044
10-15	0.01	0.03	/

表 7.4-5 管径与不同泄漏类型的关系(事故频率 $10^{-3}/\text{km} \cdot \text{a}$)

管径(mm)	针孔/裂纹	穿孔	断裂
≤100	0.229	0.371	0.32
125-250	0.08	0.35	0.11
300-400	0.07	0.15	0.05
450-550	0.01	0.02	0.02

表 7.4-6 不同埋深管道发生事故的比例

埋深(cm)	不详	0-80	80-100	>100
事故率(10^{-3} 次/ $\text{km} \cdot \text{a}$)	0.35	1.125	0.29	0.25

上述三个表的结果表明，事故发生的频率与管道的壁厚和直径大小有着直接的

关系，较小管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这是因为埋深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性。

下表给出了发生管道事故时，天然气泄漏后被点燃的统计数据。

表 7.4-7 天然气被点燃的概率

损坏类型	天然气被点燃的概率($\times 10^{-2}$)
针孔	1.6
穿孔	2.7
断裂(管径 $\leq 0.4\text{m}$)	4.9
断裂(管径 $> 0.4\text{m}$)	35.3

上表中结果显示，三种泄漏类型中，以针孔泄漏类型被点燃的概率最小，其次是穿孔，断裂类型特别是管径大于 0.4m 的管线断裂后，天然气被点燃的概率明显增大。

1.4.1.2 最大可信事故设定

在风险识别的基础上，选择对环境影响较大并具有代表性的事故类型，设定项目风险事故情形。风险事故情形设定内容包括环境风险类型、风险源、危险单元、危险物质和影响途径。

风险事故情形设定的不确定性与筛选。由于事故触发因素具有不确定性，因此事故情形的设定并不能包含全部可能的环境风险，但通过具有代表性的事故情形分析可为风险管理提供科学依据

天然气管道事故通常是指造成天然气从管道内释放并影响正常输气的意外事件。当出现事故时，天然气输气管道释放出的天然气产生危害，与周围的空气混合稀释后形成爆炸性混合物，混合物若遇到火源，可能引发火灾及爆炸。本项目在天然气输送过程中，往往由于设备故障、误操作以及第三方等原因造成管道断裂，引起天然气泄漏的事故风险概率较高。根据同行业事故统计资料发现，天然气发生断裂事故危害性大，且发生频率高。因此，本项目重点防范天然气断裂引起的天然气泄漏对环境造成的影响。

根据本项目管道沿线人口分布情况、天然气在线量排序情况及相关资料的统计结果，本项目风险事故情形设定内容见下表。

表 7.4-8 最大可信事故设定

序号	危险单元	最大可信风险事故情形描述	危险物质	风险类型	选择原因
1	水头镇段管道迁改和东田镇段管道迁改	由于第三方原因管道断裂（全管径断裂），天然气泄漏，形成混合易燃气，遇火源燃烧爆炸	CH ₄	泄漏、火灾引起的次生污染物排放	管线长度最长，在线量大

为反映管道工程事故发生几率，以每年单位长度天然气管道的事故次数（管道事故率）作为类比分析基础。根据国内外管道事故统计结果，计算天然气管道事故率总体水平。即：美国 2.1×10^{-4} 次/(km·a)、欧洲 1.4×10^{-4} 次/(km·a)、国内 4.2×10^{-4} 次/(km·a)。本次迁改项目全长 11.3km。以国内天然气管道事故率为类比基础，本项目管道工程发生事故总体水平为 0.004746 次/a，表明本项目在营运期存在发生事故的可能，应该引起重视，最大限度地降低外部干扰和施工缺陷及材料失效等方面事故原因出现的可能，使管道能够安全平稳地营运。

由同类项目事故统计分析可知，管道断裂事故概率为 2×10^{-5} 次/(km·a)，事故管道断裂引起火灾爆炸的概率为 7.06×10^{-6} 次/(km·a)。本次迁改项目全长 11.3km，发生断裂事故的概率为 0.000226 次/a，引起火灾爆炸概率为 0.000079778 次/a，表明此类事故发生概率非常低，但是不为零。

1.4.2 天然气泄漏源项分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）所述：油气长输管线泄漏事故，按管道截面 100%断裂估算泄漏量，应考虑截断阀启动前、后的泄漏量。

（1）管道泄漏源强

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）油气长输管线泄漏事故，一般情况下，设置紧急隔离系统的单元，泄漏时间可设定为 10 min。

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录设天然气管道泄漏处天然气挥发，计算 10min 的泄漏量。同时本评价选取最不利气象条件（最不利气象条件取 F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%）进行后果预测。

气体泄漏速率按下式计算：

$$Q_G = Y C_d A P \sqrt{\frac{M \gamma}{R T_G} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

式中：

Q_G ——气体泄漏速率，kg/s；

P——容器压力，Pa；

C_d ——气体泄漏系数；当裂口形状为圆形时取 1.0，三角形时取 0.95，长方形时取 0.90。

M——物质的摩尔质量；

R——气体常数，8.314J/(mol·K)；

T_G ——气体温度，298K；

A——裂口面积， m^2 。

Y——流出系数，对于临界流取 1.0；对于次临界流按下式计算：

$$Y = \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \times \left\{ 1 - \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{(\gamma-1)}{\gamma}} \right\}^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \left[\frac{2}{\gamma-1} \right] \times \left[\frac{\gamma+1}{2} \right]^{\frac{(\gamma+1)}{(\gamma-1)}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)表 E.1 中泄漏模式设定，本次评价假设液体输送管道全管径泄漏，管道设置有紧急切断系统，发生泄漏时能够在 10min 内得到控制，因此本评价气体管道泄漏时间按 10min 考虑。根据设计资料，气体管道泄漏量见表 7.4-9。

表 7.4-9 本项目天然气泄漏甲烷源强一览表

位置	物料	管径 (mm)	气体泄漏速率 (kg/s)
管道	天然气	DN508	28.5

(2) 火灾次生污染物源强

天然气易燃，一旦发生泄漏，很容易引起火灾、爆炸事故，危害较严重。丙烷的燃烧其产物为 CO_2 、水以及少量不完全燃烧为 CO。针对丙烷管道泄漏火灾次生污染物 CO 对大气环境的影响进行预测分析。依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 F3，火灾下 CO 产生量：

$$G_{\text{一氧化碳}} = 2330qCQ$$

式中： $G_{\text{一氧化碳}}$ ——一氧化碳的产生量，kg/s；

C——物质中碳的含量；

q——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%，本项目取 6%。

Q——参与燃烧的物质质量，t/s。

经计算，天然气着火产生 CO 量为 0.239kg/s。

1.4.3 有毒有害物质在大气中的扩散

(1) 计算模型选择

本评价采用环境风险评价系统 EIAproA 软件中的模型，用于平坦地形下轻质及重质气体排放的扩散模拟。

(2) 预测情形及参数

本评价选取最不利气象条件及常规气象条件下进行后果预测。本项目环境风险评价大气预测的主要参数见表 7.4-10。

表 7.4-10 大气风险预测主要参数一览表

参数类型	选项	参数	
事故基本情况	事故源	事故源类型	事故源经纬度/(°)
	1	天然气管道泄漏	E118.353115060, N24.748828442
气象参数	气象条件类型	最不利气象	
	风速/(m/s)	1.5	
	环境温度/°C	25	
	相对湿度/%	50	
	稳定度	F 类稳定度	
其他参数	地表粗糙度	3.0 cm	
	是否考虑地形	否	

1.4.4 预测结果

1.4.4.1 天然气泄漏事故后果分析

天然气管道天然气泄漏事故扩散预测计算模式根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 G 中推荐，此次预测选用 AFTOX 模型进行计算，计算结果见下表。

表 7.4-11 天然气（甲烷）泄漏事故下风向影响范围预测结果表

距离 (m)	不利气象条件	
	出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
10	0.11	1374.90
110	1.22	350110.00
210	2.33	138520.00
310	3.44	75176.00
410	4.56	47887.00
510	5.67	33524.00
610	6.78	24970.00
710	7.89	19428.00

810	9.00	15616.00
910	12.11	12869.00
1010	13.22	10819.00
1110	14.33	9243.80
1210	15.44	8004.9
1310	16.56	7011.1
1410	17.67	6163.1
1510	19.78	5626.4
1610	20.89	5166.4
1710	22	4768.3
1810	23.11	4420.9
1910	24.22	4115.5
2010	25.33	3845.1
2510	31.89	2860
3010	37.44	2244.8
3510	44	1828.7
4010	49.56	1530.9
4510	55.11	1308.3
4910	59.56	1167.20

不利气象条件下事故点甲烷下风向最大浓度为 $760180\text{mg}/\text{m}^3$ ，出现在 0.44min 、距污染物质泄漏点 40m 处。毒性终点浓度-1 ($260000\text{mg}/\text{m}^3$) 出现在 1.44min 、距污染物质泄漏点 130m 处；毒性终点浓度-2 ($150000\text{mg}/\text{m}^3$)，出现在 2.11min 、距污染物质泄漏点 190m 处。

下风向不同距离处甲烷的轴线浓度如图 7.4-1 所示，达到不同毒性终点浓度的最大影响区域如图 7.4-2 所示。

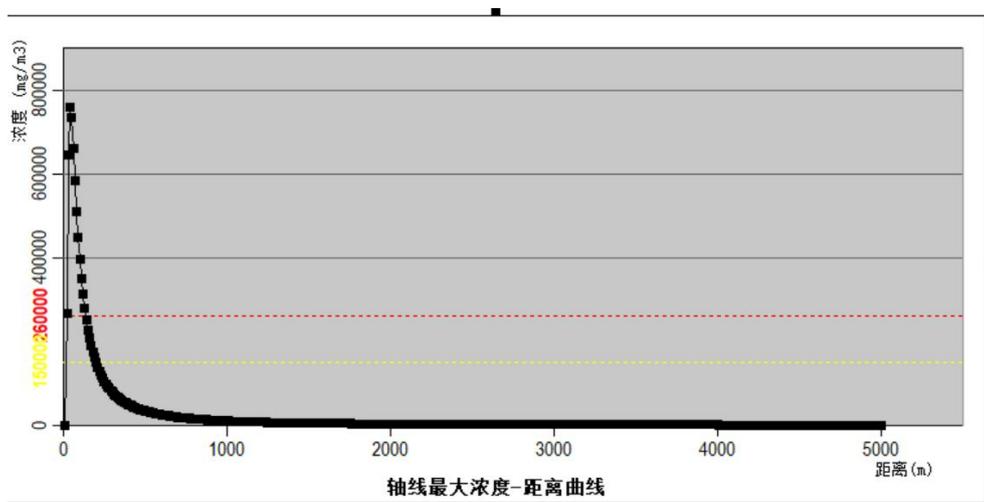


图 7.4-1 最不利气象条件下风向甲烷最大浓度分布图



图 7.4-2 达到甲烷不同毒性终点浓度的最大影响区域

1.4.4.2 伴生污染物的影响分析

天然气管道天然气泄漏燃烧事故伴生污染物（CO）扩散预测计算模式根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 G 中推荐，此次预测选用 AFTOX 模型进行计算，计算结果见下表。

表 7.4-12 天然气泄漏事故下风向伴生 CO 影响范围

距离 (m)	不利气象条件	
	出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
10	0.11	11.52
110	1.22	2934.1
210	2.33	1160.9
310	3.44	630.02
410	4.56	401.32
510	5.67	280.95
610	6.78	209.26
710	7.89	162.82
810	9	130.87
910	12.11	107.85
1010	13.22	90.67
1110	14.33	77.47
1210	15.44	67.09
1310	16.56	58.76
1410	17.67	51.65
1510	19.78	47.15

1610	20.89	43.3
1710	22	39.96
1810	23.11	37.05
1910	24.22	34.49
2010	25.33	32.22
2510	31.89	23.97
3010	37.44	18.81
3510	44	15.33
4010	49.56	12.83
4510	55.11	10.96
4910	59.56	9.78

计算结果表明，不利气象条件下事故点 CO 下风向最大浓度为 $6370.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，出现在 0.44min 、距污染物质泄漏点 40m 处。毒性终点浓度-1 ($380\text{mg}/\text{m}^3$) 出现在 4.67min 、距污染物质泄漏点 420m 处；毒性终点浓度-2 ($95\text{mg}/\text{m}^3$)，出现在 12.89min 、距污染物质泄漏点 980m 处。下风向不同距离处 CO 的轴线浓度如图 7.4-3 所示，达到不同毒性终点浓度的最大影响区域如图 7.4-4 所示。

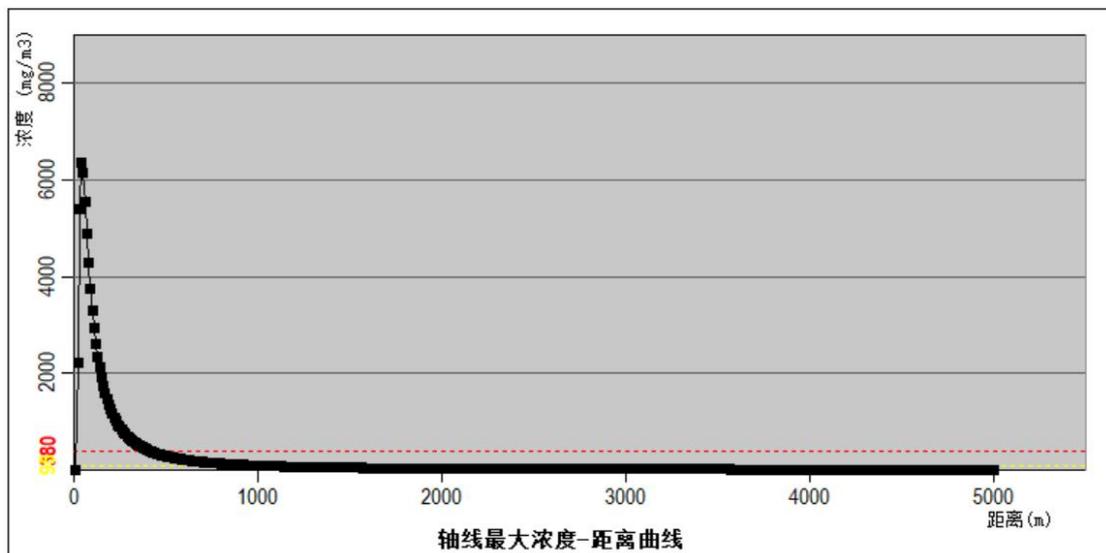


图 7.4-3 最不利气象条件下风向 CO 最大浓度分布图

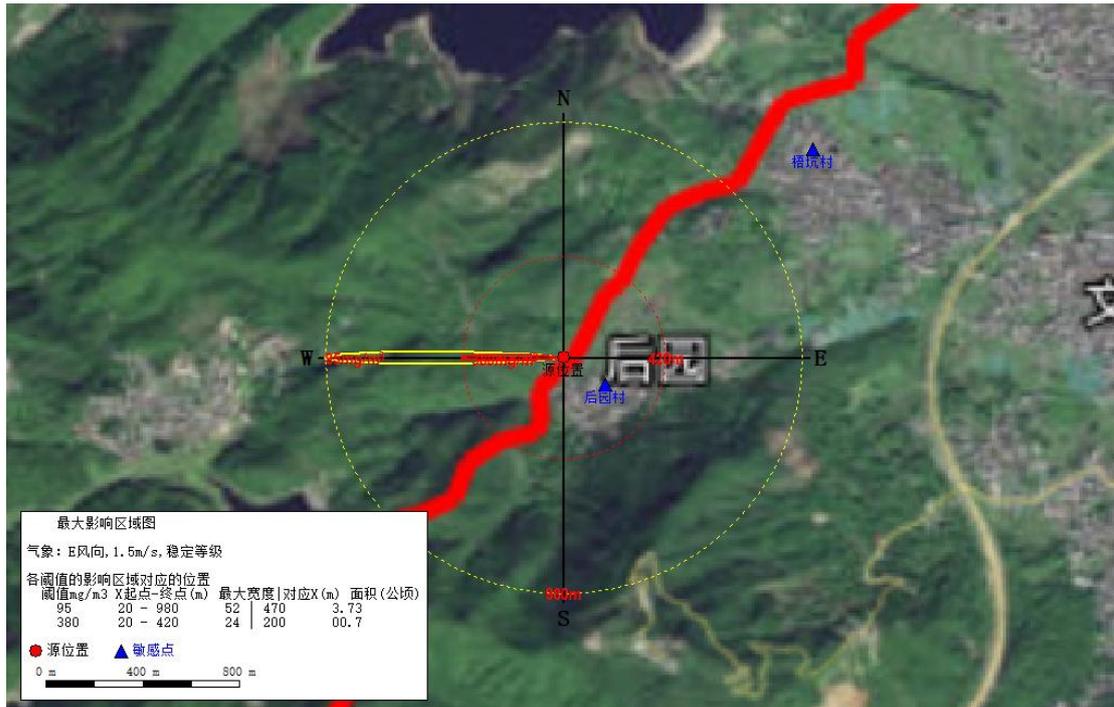


图 7.4-4 达到 CO 不同毒性终点浓度的最大影响区域

1.4.5 水环境风险影响分析

由于天然气密度比空气小，沸点极低（-161.5℃）且几乎不溶于水，在事故状态下，泄露气体将挥发至大气环境中，天然气对地表水、地下水水质的直接影响很小；在天然气泄漏火灾事故中，消防过程中不会产生污染的消防废水，对地表水基本无环境影响。

1.5 环境风险管理

1.5.1 环境风险防范措施

1.5.1.1 选址、选线、总图布置和建筑安全防范措施

(1) 选址、选线注意事项

- ①线路尽量避免通过人口稠密、人群活动频繁地区；
- ②在与沿线高等级公路、铁路、架空电力线路和通信线路相互并行时，控制足够的安全间距；
- ③在管道沿线设置明显的、准确的线路标记。管道线路标记主要包括里程碑、转角桩、穿（跨）越桩、交叉桩、结构桩、设施桩、警示牌等；
- ④在管道上方铺设黄色警示带，以防止第三方施工时破坏管道。

(2) 总图布置安全防范措施

①各建（构）筑物间距满足安全防火距离；站内路面宽度及转弯半径应能满足消防、运输通行的要求；

②站场内总平面布置应能满足消防救护及紧急消防疏散的需要；

③站内进出站的截断阀应与工艺设备区保持一定距离，且容易接近。

(3) 建筑结构

①建构筑物按永久性建、构筑物进行设计，耐火等级、防爆等级根据各单体使用功能的不同分别设定；

②根据建筑平面布置、建筑造型、耐火等级、相关专业对建构筑物的使用要求、建构筑物所在场地的地质条件、抗震设防烈度、场地所在地的施工条件等因素选择合理的结构方案。

1.5.1.2 管道防腐

(1) 线路管道外防腐层及补口

①全线直管段和冷弯管采用常温型加强级 3LPE 防腐层，厚度不小于 3.2mm；

②热喂弯管采用双层熔结环氧粉末涂层外缠聚丙烯增强纤维胶粘带防腐层；

③一般线路管道补口采用带配套环氧底漆的常温型辐射交联聚乙烯热收缩带，环氧底漆干膜厚度不小于 200 μm ；

④定向钻穿越段管道采用环氧玻璃钢为防护层。

(2) 线路管道采用强制电流阴极保护系统；

(3) 交流干扰及强电冲击防护采用固态去耦器+锌带的接地排流措施；

(4) 站场露空管道、设备采用氟碳涂料防腐体系；

(5) 站场埋地阀门（包括气液联动阀）及其它异型件埋地部位的防腐，采用粘弹体防腐胶带体系（带配套聚丙烯外保护带）进行防腐；

(6) 站场埋地管道阴极保护均采用强制电流阴极保护系统。本工程管道防腐阴极保护措施具体要求如下：

①为了避免阴极保护电流的流失，应在进、出站场的管线处处设置绝缘装置；

②选用氧化锌避雷器对绝缘装置进行保护；

③当管道穿越大型河流时，应在穿越处的一侧或两侧埋设一定数量牺牲阳极用于穿越段管道的保护；

④临时阴极保护：对于土壤电阻率小于 $20\Omega\cdot\text{m}$ 的强腐蚀地段，应在施工阶段安装牺牲阳极对管道进行临时性保护；

⑤站内做区域性阴极保护。

1.5.1.3 自动控制设计安全防范措施

本工程自动控制系统采用 SCADA 系统对输气过程的工艺参数进行数据采集和集中监视，对主要工艺设备及辅助设备进行远程控制，SCADA 系统按三级控制的操作管理模式进行设计。SCADA 系统将分别纳入到国家管网拟建主备用调控中心 SCADA 系统中，站场以及阀室的工艺系统和主要辅助系统均能够在调控中心进行远程监视和控制。

本工程 SCADA 系统的三级控制和管理分为调度控制中心控制级、站控制室控制级和就地控制级。

1.5.1.4 防雷、防静电措施

(1) 防雷

站内变配电间内电气设备的防雷设计执行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(DL/T50064-2014)，站内建筑物防雷设计执行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)，根据自然条件、当地雷暴日和建构筑物及生产装置的重要程度划分类别，其中综合值班室按照第三类防雷建筑物进行防雷保护，综合设备间、工艺设备区按照第二类防雷建筑物进行防雷保护。

(2) 防静电

在爆炸危险场所中凡生产储存过程有可能产生静电的管道、设备、金属导体等均应做防静电接地。输气管线的法兰(绝缘法兰除外)、阀门连接处，当连接螺栓数量少于 5 根时，应采用金属线跨接。

站内的接地系统采用 TN-S 系统，站内电气接地、自控、通信的保护接地及工作接地、防雷防静电接地等共用同一接地装置，接地电阻值不大于 4Ω ，同时站内应做好均压措施；放空管的防雷接地单独设置，其接地点应不少于 2 处，接地电阻值不大于 10Ω 阀室接地电阻不大于 4Ω 。

1.5.1.5 管道标志桩（测试桩）、警示牌及特殊安全保护设施

为便于管理本项目根据《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T 6064-2017)的规定，沿线设置管道标志桩（测试桩）、警示牌及特殊安全保护设施。

其中，管线每公里设里程桩一个（与阴极保护测试桩合用），在穿越管道、地下电缆、公路处设置标志桩，在管线水平转角处设置转角桩。管道通过学校等人群聚集场所设警示牌，管道靠近人口集中居住区、工业建设地段等需加强管道安全保护的地方设警示牌（设置地点应优先考虑道路穿越处附近）。警示带敷设于埋地管道上方，用于防止第三方施工破坏而设置的地下警示标记，本工程除定向钻穿越、加套管和加盖板穿越段外，全线设置警示带，管道警示带宜距管顶 0.5m。

1.5.1.6 穿越水源保护区保护措施

（1）应按照当地给定的水源保护区范围，现场拉线做标志，管道施工活动必须限制在拉线之外，不得进入水源保护区。

（2）严禁在水源保护区内设置厕所、排污口和施工营地，严禁在保护区范围内直接或间接排放废水。

（3）禁止倾倒工业废渣、垃圾、粪便及其它废弃物，禁止侵占、损毁输水渠道、堤防、护岸。

（4）禁止在河道、干渠两岸堤防以内或保护区内给施工机械加油、存放油品储罐和清洗施工机械；加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布，并及时清理漏油。

（5）施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质；严禁在保护区内设置弃渣场，取弃土场。

（6）顶管穿越尽量避开汛期、暴雨时段施工，减少水土流失，施工结束后恢复地表原貌。

（7）定向钻穿越施工场地应尽量紧凑，减少占地面积；泥浆池要严格按照规范设立，采用可降解防渗透膜进行防渗处理，其容积要考虑 30%的余量，以防雨水冲刷外溢。施工结束后尽快恢复地表原貌。

（8）开挖施工严格控制施工作业范围，避免对河床造成大面积破坏，施工结束后尽量恢复河床原貌，避免阻塞河道。

（9）河床开挖产生的渗出水，对于水流缓慢、淤积严重的河流，应采取先过滤再排入河流的方法，减少淤积影响和环境污染。

（10）环境监理人员每天应对引水渠施工情况进行巡检，发现不符合要求的现象，及时下发整改通知单。

1.5.1.7 施工期事故风险防范措施

- ①严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品；
- ②施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量；
- ③制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；
- ④建立施工质量规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；
- ⑤建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段；
- ⑥进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷；
- ⑦选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

1.5.1.8 运行期事故风险防范措施

本项目运行期需从以下几个方面加强环境风险防控：

(1) 加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，普及天然气及管道输送知识，提高近距离居民点和人口集中区居民的安全防护（管道防护和自我保护）意识，发现问题及时报告；制定人口稠密区和近距离居民点专项事故应急预案，应急预案中明确事故状态下人员的疏散线路及安置场所。

(2) 定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生；检查管道安全保护系统（如截断阀、安全阀、放空系统等），使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

(3) 加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

同时，根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，为保护天然气管道，须遵循以下规定：

- (1) 禁止在管道的清管站、阀室附属设施的上方架设电力线路、通信线路。
- (2) 在管道线路中心线两侧各 5m 地域范围内，禁止下列危害管道安全的行为：
 - ①种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；
 - ②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；

③挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。

(3) 在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内，禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是，在保障管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。

(4) 未经管道企业同意，其他单位不得使用管道专用伴行道路、管道水工防护设施、管道专用隧道等管道附属设施。

(5) 进行下列施工作业，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请：

①穿跨越管道的施工作业；

②在管道线路中心线两侧各 5m 至 50m 和本法第五十八条第一项所列管道附属设施周边 100m 地域范围内，新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体；

③在管道线路中心线两侧各 200m 和本法第五十八条第一项所列管道附属设施周边 500m 地域范围内，进行爆破、地震法勘探或者工程挖掘、工程钻探、采矿。

1.5.1.9 重点管段风险防范措施

油气管线中输送的是易燃易爆的石油和天然气，如果发生泄漏或爆炸，将给周边村庄带来严重的安全风险。特别是在村庄附近的管线，一旦发生事故，可能会造成人员伤亡和财产损失。对油气管线进行定期的安全检查和维修，及时发现和消除安全隐患。同时，要加强对管线的安全监管，确保管线的安全运行。在油气管线建设过程中，要加强与村民的沟通和协调，确保村民的合法权益得到保障。同时在设计上还需注意以下几点：

(1) 二级地区强度设计系数取 0.6，三级地区强度设计系数取 0.5；

(2) 增加外防腐层等级；

(3) 管道沿线加密设置警示牌、警示桩，管道上方设置警示带；

(4) 对管道环焊缝进行 100%X 射线检测、高后果区、公路、铁路、水域穿越段 100%X 射线和 100%超声波检测；

(5) 适当增大管道埋深；

(6) 建议施工期间加强监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工；

(7) 建议运营期间应加强管道巡检，尤其是规划区，应密切注意城市发展，对可能出现的建筑物、道路等占压管道情况，应及时与主管部门协商解决，避免造成隐患；

(8) 所用制管板卷收窄对于屈服强度、抗拉强度提出控制要求，确保焊接材料和管道强度相匹配。

1.5.2 突发环境事件应急预案编制要求

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国突发事件应对法》等法律法规以及国务院办公厅印发的《突发事件应急预案管理办法》及《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77号)的相关要求，编制环境风险事故应急预案，并报行政主管部门进行备案。环境风险事故应急预案应包括(但不限于)以下环境风险应急内容。

1.5.2.1 应急预案的编制目的

应体现规范事发后的应对工作，提高事件应对能力，避免或减轻事件影响，加强企业与政府应对工作衔接。

1.5.2.2 应急预案的适用范围

应明确预案适用的主体、地理或管理范围、事件类别、工作内容。

1.5.2.3 应急预案的工作原则

体现：符合国家有关规定和要求，结合本单位实际；救人第一、环境优先；先期处置、防止危害扩大；快速响应、科学应对；应急工作与岗位职责相结合等。

1.5.2.4 应急预案的内容

环境应急预案及其相关文件，包括环境应急预案及其编制说明、环境风险评估报告、环境应急资源调查报告(表)等文本。环境应急预案可包括综合预案、专项预案、现场处置预案或其他形式预案。

1.5.2.5 应急预案的体系

以预案关系图的形式，说明本预案的组成及其组成之间的关系、与生产安全事故预案等其他预案的衔接关系、与地方人民政府环境应急预案的衔接关系，辅以必要的重点内容说明。

1.5.2.6 事件分级

参照《国家突发环境事件应急预案》以及管线经过地区突发环境事件应急预案中的突发环境事件分级标准，结合项目的实际情况，按照突发事件性质、社会危害程度、可控性和影响范围，将企业突发环境事件分级。

1.5.2.7 组织指挥机制

以应急组织体系结构图、应急响应流程图的形式，说明组织体系构成、应急指挥运行机制，配有应急队伍成员名单和联系方式表。

明确组织体系的构成及其职责。一般包括应急指挥部及其办事机构、现场处置组、环境应急监测组、应急保障组以及其他必要的行动组。

明确应急状态下指挥运行机制，建立统一的应急指挥、协调和决策程序。

根据突发环境事件的危害程度、影响范围、周边环境敏感点、企业应急响应能力等，建立分级应急响应机制，明确不同应急响应级别对应的指挥权限。

说明企业与政府及其有关部门之间的关系。明确政府及其有关部门介入后，企业内部指挥协调、配合处置、参与应急保障等工作任务和责任人。

1.5.2.8 监测预警

建立企业内部监控预警方案，明确监控信息的获得途径和分析研判的方式方法，明确企业内部预警条件，预警等级，预警信息发布、接收、调整、解除程序、发布内容、责任人。明确企业内部事件信息传递的责任人、程序、时限、方式、内容等，包括向协议应急救援单位传递信息的方式方法。

1.5.2.9 信息报告

明确企业向当地人民政府及其环保等部门报告的责任人、程序、时限方式、内容等，辅以信息报告格式规范。

明确企业向当地人民政府及其环保等部门报告的责任人、程序、时限方式、内容等，辅以信息报告格式规范。

明确企业向可能受影响的居民、单位通报的责任人、程序、时限、方式、内容等。从企业通报决策人、通报负责人到周边居民、单位负责人之间信息传递的方式、方法及内容，内容一般包括事件已造成或者可能造成的污染情况、居民或单位避险措施等。

1.5.2.10 应急监测

按照《突发环境事件应急监测技术规范》等有关要求，确定排放口和厂界气体监测一般原则，为针对具体事件情景制定监测方案提供指导；

根据管线发生污染物事件的地点、泄漏物和次生污染物的种类、风向，迅速选择监测点。

监测点设置：以事故点为中心，在下风向按一定间隔的扇形或圆形布点，并根据污染物的特性在不同高度采样，同时在事故点的上风向适当位置布设对照点；在可能受污染的居民住宅区或人群活动区等敏感点必须设置采样点，采样过程中应注意风向变化，及时调整采样点位置。

监测项目：当只发生泄漏时，监测甲烷；当泄漏后发生火灾时，监测燃烧次生污染物 CO 和甲烷。

监测频次：按事件级别制定监测频次，对大型事件应对相关敏感点进行紧急高频次监测（至少 1 次/小时），并随着事件的处理及污染物浓度的降低，逐步降低监测频次，直至环境空气质量恢复正常水平。

1.5.2.11 现场处置

根据环境风险评估报告中的风险分析和情景构建内容，说明应对流程和措施，体现：企业内部控制污染源-研判污染范围-控制污染扩散-污染处置应对流程和措施。

体现必要的企业外部应急措施、配合当地人民政府的响应措施及对当地人民政府应急措施的建议。

涉及大气污染的，应重点说明受威胁范围、组织公众避险的方式方法，涉及疏散的一般应辅以疏散路线图；如果装备风向标，应配有风向标分布图。

分别说明可能的事件情景及应急处置方案，明确相关岗位人员采取措施的时间、地点、内容、方式、目标等。

将应急措施细化、落实到岗位，形成应急处置卡。配有厂区平面布置图，应急物资表/分布图。

1.5.2.12 应急终止

结合本单位实际，说明应急终止的条件和发布程序。

1.5.2.13 事后恢复

说明事后恢复的工作内容和责任人，一般包括：现场污染物的后续处理；环境

应急相关设施、设备、场所的维护；配合开展环境损害评估、赔偿、事件调查处理等。

1.5.2.14 保障措施

说明环境应急预案涉及的人力资源、财力、物资以及其他技术、重要设施的保障。

1.5.2.15 预案管理

安排有关环境应急预案的培训和演练，明确环境应急预案的评估修订要求。

1.5.3 风险管理建议

(1) 本工程具有潜在的事故风险，尽管最大可信事故概率较小，但要从建设、生产、储运等各方面积极采取防护措施，这是降低风险的根本措施。

(2) 当出现事故时，要采取紧急的工程应急措施，如必要，应采取区域应急措施，以控制事故和减小对环境造成的危害。

(3) 按照“企业自救、属地为主、分级响应、区域联动”的原则，制定企业突发环境事故应急预案，并实现与地方政府或相关管理部门突发环境应急预案的有效衔接。

(4) 协助发出警报、现场紧急疏散、人员清点、传达紧急信息以及事故调查等。

(5) 对已确认的可能发生重大事故地点应标明，周围应驻守的控制点。

(6) 对于重大、特大事故，应报环保部门，与监测部门联系，对主要环境保护目标环境空气进行实时监控，及时发布环境空气质量信息，明确其危害；

(7) 取得站场周边 5km，管线周围 200m 范围内的单位和村庄尤其是风险敏感点的联系电话，便于事故状态下应急预案有效的实施。

(8) 根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》：

在管道线路中心线两侧各 5 米地域范围内，禁止下列危害管道安全的行为：

①种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；

②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；

③挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。

在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内，禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是，在保障管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。

(9) 管道建成后，建议建设单位在管道经过林区段，加强瞭望、巡视。严格规范管道维修、维护操作规程等措施，防止事故或处理事故时引起森林火灾，并在发生火灾爆炸事故后将事故对环境的影响降到最小。

1.6 结论与建议

1.6.1 项目危险因素

本项目涉及危险物质为天然气，危险单元为迁改德化支线（南安段）。

1.6.2 环境敏感性及事故环境影响

本项目主要大气环境敏感目标为距离项目管线中心线两侧 200m 范围内的村庄等人口集中居住区。

通过对本项目运行过程中的风险识别，筛选了水头镇段管道迁改天然气泄漏、天然气燃烧次生污染作为大气环境风险事故进行了分析。

事故状态下，天然气毒性终点浓度-1（ $260000\text{mg}/\text{m}^3$ ）出现在 1.44min、距污染物泄漏点 130m 处；毒性终点浓度-2（ $150000\text{mg}/\text{m}^3$ ），出现在 2.11min、距污染物泄漏点 190m 处。

事故状态下，CO 毒性终点浓度-1（ $380\text{mg}/\text{m}^3$ ）出现在 4.67min、距污染物泄漏点 420m 处；毒性终点浓度-2（ $95\text{mg}/\text{m}^3$ ），出现在 12.89min、距污染物泄漏点 980m 处。

本项目在事故状态下，泄露天然气将挥发至大气环境中，天然气对地表水、地下水水质的直接影响较小。

1.6.3 环境风险防范措施和应急预案

建设单位具备完善的风险防控体系，在工程前期及设计阶段强化管道本质安全设计，在施工期和运营期加强施工质量和运营期管理，这是确保避免风险事故发生的根本措施。

建设单位应结合本项目特点制定突发环境事故应急预案，并实现与地方政府或

相关管理部门突发环境事故应急预案的有效衔接。

1.6.4 环境风险评价结论与建议

本项目在保证工程本质安全的前提下，进一步采取安全防范措施、落实各项环保措施，编制全面规范的突发环境事件应急预案的基础上，拟建管道从环境风险的角度考虑是可行的，环境风险可防控。

7.6-1 建设项目环境风险评价自查表

工作内容		完成情况				
风险调查	危险物质	名称	甲烷			
		存在总量/t	90.75			
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数	300 人	5km 范围内人口数/ 人	
			每公里管段周边 200m 范围内人口数 (最大)		230 人	
		地表水	地表水环境功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>	F2 <input type="checkbox"/>	F3 <input checked="" type="checkbox"/>
			环境敏感目标分级	S1 <input type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>	S3 <input checked="" type="checkbox"/>
		地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input type="checkbox"/>	G3 <input checked="" type="checkbox"/>
			包气带防污性能	D1 <input checked="" type="checkbox"/>	D2 <input type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1 <input type="checkbox"/>	1≤Q<10 <input checked="" type="checkbox"/>	10≤Q<100 <input type="checkbox"/>	Q≥100 <input type="checkbox"/>	
	M 值	M1 <input type="checkbox"/>	M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input checked="" type="checkbox"/>	M4 <input type="checkbox"/>	
	P 值	P1 <input type="checkbox"/>	P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input type="checkbox"/>	P4 <input checked="" type="checkbox"/>	
环境敏感程度	大气	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input checked="" type="checkbox"/>	E4 <input type="checkbox"/>	
	地表水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>	E4 <input type="checkbox"/>	
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input checked="" type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>	E4 <input type="checkbox"/>	
环境风险潜势	IV+ <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	III <input type="checkbox"/>	II <input checked="" type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	
评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>	三级 <input checked="" type="checkbox"/>	简单分析 <input type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input type="checkbox"/>		易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>		
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>		地表水 <input type="checkbox"/>	地下水 <input type="checkbox"/>	
事故情形分析	源强设定方法	计算法 <input checked="" type="checkbox"/>		经验估算法 <input type="checkbox"/>	其他估算法 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB <input type="checkbox"/>	AFTOX <input checked="" type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 420m 大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 980m			
	地表水	最近环境敏感目标 / ， 到达时间 / h				
	地下水	下游厂区边界到达时间 / d 最近环境敏感目标 / ， 到达时间 / h				
重点风险防范措施	<p>1 风险防范措施</p> <p>为规范天然气管道的设计，严格执行《输气管道设计规范》(GB50251-2015)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2015)等现有的标准、规范、法规。同时，设计中还应注意以下方面的问题：</p> <p>(1) 选线走向时，尽量避开居民区以及复杂地质段，以减少由于天然气泄漏引起的火灾、爆炸事故对居民的影响。</p> <p>(2) 对管道沿线人口密集、房屋距离较近等敏感地区，严格按照设计规范设计系数，增加管线壁厚，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力。</p> <p>(3) 管道操作压力为 7.5MPa，操作压力较高，而天然气的分子量较小，渗透力强，管道应尽可能减少开口，以减少漏点。管道的流量计、压力表</p>					

	<p>的导流管，尽量不在主管道开口。</p> <p>(4) 管道、阀室设计在符合规范、标准的情况下，尽可能方便生产和维修。</p> <p>(5) 管道通过地震断裂带应遵循《油气输送管道线路工程抗震技术规范》(GB/T50470-2017)的有关规范要求，管道要进行弹性敷设。</p> <p>(6) 阀室等封闭性的操作室，仪表的引压管应转化成电信号，以防止天然气在密闭空间内积聚。</p> <p>(7) 管道自身安全防范措施</p> <p>(8) 管道自控系统防范措施</p> <p>(9) 管道抗震防范措施</p> <p>(10) 预测移动与变形</p> <p>2 环境敏感点风险防范措施</p> <p>工程穿越的环境敏感区域主要有管道沿线近距离的村庄和居民点，河流等。本工程沿线不穿越水源一级、二级保护区和准保护区。</p> <p>工程拟采取以下保护措施：</p> <p>(1) 在所有风险敏感目标的区段，都应按照《输气管道工程设计规范》的规定，根据穿越段的地区等级做出相应的管道设计，根据周围人员密集敏感情况选取设计系数，提高设计等级，增加管壁厚度。</p> <p>(2) 加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，普及天然气管道输送知识，宣传管道事故可能引起的危害，以及其对环境可能产生的影响，宣传保护管道的重要性和意义，提高管道穿越村庄居民的安全防护（管道防护和自我保护）意识，发现问题及时报告。</p> <p>(3) 管道采用直缝埋弧焊钢管，充分保证管体焊缝质量，并使管体焊缝长度尽可能缩短；在穿越处设置警示牌，开挖穿越段在管道上方连续敷设警示带，其作用为：警示下方有天然气管道，尽可能避免管道遭到第三方意外损坏；穿越河流的时增设牺牲阳极保护措施，加强对管道的保护。</p> <p>(4) 与地方政府建立沟通渠道，将管道事故应急预案与政府事故应急预案衔接，最大限度地得到政府的支持和帮助。</p> <p>(5) 做好管理工作，通过增加巡线力度，加强管道沿线群众有关管道设施安全保护的宣传教育。管道巡线应与当地村民加强联系，做到群防群治，最大限度地保护管道安全。</p>
<p>评价结论与建议</p>	<p>工程管道输送物质为天然气，具有易燃、易爆、低毒等危险特性，为重大危险源，管道沿线部分地段人口分布较为密集，存在近距离居民点，环境风险敏感性较高。本次评价确定管道泄漏为最大可信事故。主要影响为天然气泄漏后在空气中可能引起燃烧、爆炸，以及由此伴生的空气污染。在采取环境风险防范措施和应急预案的前提下，本项目环境风险影响可控。</p>

注：“□”为勾选项，“ ”为填写项。

2 环境保护措施及其可行性论证

本项目主要是管线工程，不涉及站场工程，无论在设计期、施工期还是运营期对环境的影响各不相同。因此应从管线路由选择，到施工期的水土保持、植被生态防护与恢复，管道的风险防范等均进行了有效的设计、防范和保护。

2.1 设计阶段

鉴于管线属于初设阶段，在后续的设计中还将进行一定微调，因此本评价对下一阶段设计、施工组织提出以下原则及建议：

(1) 根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第 30 条的规定，在管道线路中心线两侧各五米地域范围内禁止建房或修建建（构）筑物等危害管道安全的行为，因此，管道中心线与建（构）筑物至少应保持 5m 的距离要求。

(2) 根据本评价关于线路与沿线规划的协调性分析，输气管道应优化选线，严格遵循规范要求的避让原则，尽量避开居民生活区、水源保护区、风景游览区等；避让城市规划区、多年生经济作物区和基本农田；减少与河流、沟渠交叉，合理选择大型河流穿越位置；山区丘陵区选择较宽阔、纵坡较小的河谷、沟谷地段通过；避开大面积的林区，尽量减少对森林植被的破坏。

受工程规划设计、主体工程需要衔接、自然条件等多种因素限制，本项目福建天然气管网二期工程德化支线（南安段）迁改工程沿途共穿越南安市生态保护红线 1 处，但不涉及国家级和省级禁止开发区域，本项目不属于开发性、生产性建设活动，属于供燃气市政基础设施，不涉及新增建设用地审批，且运行期不排放废水、废气、废渣等污染物。建设过程中除严格落实生态环境保护基本要求之外，尽量采用节地设计方法、优化施工工艺，针对性地制定生态环境影响减缓和补偿措施，以无害化方式穿越生态保护红线，能够确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变，总体符合生态保护红线管控要求。

(3) 优化施工场地（堆管点）、施工便道的建设规模等，将减小场地、便道占地思想融入设计中。

(4) 施工机械的选择：初步设计时应明确施工期的低噪声的设备要求，降低对施工周边人群的影响，并提出严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）、尽量采用封闭施工、周边设置屏障的施工要求。

(5) 运行期事故应急工程措施设计：初步设计阶段应考虑风险事故应急工程措施。

2.2 施工期环境保护措施

2.2.1 大气污染防治措施

施工废气污染源主要来自管沟开挖及回填过程产生的扬尘；施工机械运行过程产生的尾气；管道焊接等过程排放的烟气；管道清管及空气置换废气以及管道防腐过程产生的防腐废气，针对以上施工期废气可采取以下污染防治措施。

(1) 在靠近后园村、梧坑村、呈美村等居民点的管道工程施工场界应设置较好的围挡，并加大洒水频次，减少粉尘扩散对周边居民等环境保护目标的影响。靠近村庄等环境敏感点的施工现场采取封闭或半封闭施工方式；施工作业带、施工场地严格落实施工围挡及外架 100%全封闭。

(2) 避免在大风日以及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施。

(3) 施工单位必须加强施工区的规划管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场应定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场应采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

(4) 用汽车运输易起尘的物料时，要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时应尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道应定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。另外，运输路线应尽可能避开村庄。

(5) 施工期间须加强施工机具管理，通过提高机械效率，避免无效率或低效率机械作业，减少不必要的车辆使用，尽可能选用清洁燃料以及确保油料燃烧完全等措施以减小施工设备尾气对周围环境的影响程度。

(6) 对堆放的施工废料采取必要的防扬尘措施。

2.2.2 地表水污染防治措施

项目施工期地表水污染源主要为施工废水、生活污水以及管道试压废水，其中施工废水主要包括开挖和钻孔产生的泥浆水、车辆清洗水。

(1) 生活污水

根据以往施工经验，在一般地段，施工队伍的吃住一般依托周边城镇及村庄设施解决，施工地点部分污水依托周边城镇或村庄现有污水设施处理，不会对纳污水体造成明显不良影响。

上述措施使生活污水对环境污染基本得到控制。

(2) 管道试压水

由于管道试压是分段进行的，局部排放量相对较少。

管道试压排水含极少量的铁锈和泥沙等杂质，经收集进行沉淀处理回用。为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用，同时加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向应符合当地的排水系统要求，不可未经处理任意排放，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区附近。

2.2.3 地下水污染防治措施

根据本工程特点、管道沿线的地质环境，并结合管道工程建设的经验和教训，为最大限度地减少对地下水环境的影响，防止地下水污染，应采取以下措施：

(1) 对管道施工过程中可能产生的环境影响以预防为主，要求建设单位必须制定环境保护管理的具体措施，加强环境管理，预防对地下水产生不利影响。

(2) 管道埋设要精心施工，并且选择优质材料避免管道破裂等意外事故发生，避免事故抢维修过程中的废物、废料对地下水造成污染。

(3) 在有分散水井分布地区附近或大湖、北坪水库附近施工时，禁止在施工现场建设施工营地和临时厕所；禁止在施工现场给施工机械加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水；严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减小对浅层地下水的污染；施工结束后，保持原有地表高度，恢复地表地貌。

(4) 在地下水埋深小于管沟挖深的区域，如东田镇段 AB01 桩~AB16 桩，在管道埋设时，应在管道上部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度地减少地下水位上升，从而达到减轻地下水环境影响的目的。

(5) 施工现场的工业垃圾（焊条头、砂轮、涂漆刷等）和生活垃圾每天应分类

及时回收，禁止在石壁水库库区水源保护区范围内堆放。

(6) 管道施工时，应仔细检查施工设备，禁止在开挖管沟内或石壁水库库区水源保护区范围内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染土地和地下水；一旦出现较大面积的污染，应及时截断污染扩散途径，使污染物在原地净化处理，尽快排除污染源。

(7) 做好施工影响范围内的地下水水位、水量和水质监控工作，发现影响居民生活和生产用水时应予以及时解决。

(8) 施工结束后要尽快恢复地貌。

2.2.4 噪声污染防治措施

施工时，尽量采用低噪声的设备，合理选择施工时间和方法，保护对象主要为：管线两侧沿线 200m 范围内敏感点。须采取和强化如下措施：

(1) 管道施工时应尽量采用噪声小的施工机械，加强施工作业管理。要合理安排施工进度和作业时间，加强对施工场地的监督管理，尽可能降低施工机械噪声的排放，并施工严格禁止打桩机械在夜间使用；对高噪音设备应采取相应的限时作业，避免施工噪声对周围环境敏感点的影响。尤其是靠近后园村、梧坑村、呈美村，应将施工场地严格控制在用地范围内，在厂界设置挡墙，将高噪声设备设置在远离敏感目标的位置。在项目施工过程中必须严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

(2) 施工过程中主要高噪声设备，应放置在适当位置或采取加装隔声罩、隔离机器的振动部件等措施来降低噪声；尤其是在距离管线 150m 以内的后园村、梧坑村、呈美村等，应合理布置堆管点；柴油发电机、吊管机等设备应设置在远离上述敏感点的位置，同时科学安排施工内容，合理安排管道焊接作业时间，以避开居民休息时间。

(3) 作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减小因机械磨损而增加的噪声。

(4) 施工时段安排：靠近后园村、梧坑村、呈美村等环境保护目标的管线施工应禁止噪声设备在居民休息时间（中午 12:00~2:00 及夜间 22:00~次日 6:00）内作业，必须连续作业的应提前向环保部门进行申报，并及时向周边居民告示；

(5) 尽量采用市政电网供电，避免使用柴油发电机组。

(6) 施工时，施工场地、临时土料场、施工便道尽量避开近距离环境敏感点，在居民区附近限速；并张贴施工告示，获取公众配合。

2.2.5 固废污染防治措施

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土弃渣和施工废料等。

(1) 生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，且持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆和饭店或民居，其废水及垃圾处理均依托当地的处理设施，不能依托的，收集起来统一送环卫部门处理。

(2) 废弃泥浆

本项目采用定向钻穿越石壁水库水渠段，定向钻使用的泥浆主要成份为膨润土，含有少量 Na_2CO_3 ，呈弱碱性，对土壤的渗透性差，施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经固化处理后就地埋入防渗泥浆池，上面覆盖 40cm 的耕作土，确保恢复原有地貌。

(3) 工程弃土、弃渣

施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、修建施工便道。本项目在建设过程中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到土石方平衡。

1) 耕作区开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序堆放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3~0.5m），多余土方就近平整。

2) 采用顶管方式穿越公路时产生多余的土方主要为泥土和碎石，弃方运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用。

3) 定向钻穿越时会产生弃土弃渣，本着能用少弃，尽量就地平衡土石方的原则，弃土弃石用于道路修筑等。

4) 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。废焊条和废防腐材料收集后交由有资质单位处理。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门统一处理。

2.2.6 穿越河流时环境保护措施

本项目穿越大盈溪时采用开挖穿越方式，采取如下措施：

(1) 采取开挖方式施工时，在线路选择及河渠穿越点的选择上，要充分考虑地表水功能和类型，同时要取得水利部门、规划部门、农业部门和环保部门认可，在施

工期间尽量使施工对地表水水质的影响降至最低。

(2) 选择在河流枯水季节进行，在河床底面应砌干片石，两岸陡坡应设浆砌块石护岸，防止水土流失。

(3) 要严格执行地方河道管理中有关规定，避免破坏已有堤坝等水工安全设施和违反其他要求。

(4) 严格控制施工作业面在划定的范围之内，以免对河流造成大面积的破坏，影响生态系统的完整性。严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆。

(5) 施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施。机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。

(6) 施工用料堆放应远离水源和其它水体，选择暴雨径流难以冲刷的地方，防止被暴雨径流带入水体；废弃的土石方应堆放在远离水体的指定地点，严禁弃入河道或河滩，淤塞河道；施工时所产生的废油及其他废物，严禁倾倒或抛入水体；不得在水体附近清洗施工器具、机械等。

(7) 施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实或用于修筑堤坝；必须注意清理围堰土以及开挖导流明渠产生的土方，避免阻塞河道，可将这些土方用于回填导流明渠和修筑堤坝；另外，要严格执行堤防河道管理中有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

(8) 防止施工污染物的任意弃置，特别是防止设备漏油遗撒在水体中。防止设备漏油污染的主要措施包括：加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布，并及时清理漏油；对存放油品储罐的地面油污也要专门收集，施工结束后统一清运到当地污水处理站处置；不允许在场地附近河流清洗施工机械设备。

(9) 对于河流河床开挖时产生的渗出水排放，虽然影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况，但对于水流缓

慢、淤积严重的河流，为了减少污染，应采取先经过过滤后再排入河流的方法，建议采用较细的沙网，拦截泥沙和悬浮物等。

2.2.7 石壁水库引水渠环境保护措施

本次迁改工程未穿越石壁水库水源保护区，但定向钻穿越石壁水库引水渠 1 次（AA44-AA45）。采取如下措施：

（1）不设置施工营地，施工人员的生活污水、生活垃圾和粪便应集中处理。

（2）建筑材料堆放地应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

（3）施工时所产生的废油严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；为了防止漏油后蔓延，在设备周围设置围堰，并及时清理漏油。

（4）泥浆池要按规范设立，其容积要考虑 30% 的余量，以防雨水冲刷外溢，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗透处理，保证泥浆不渗入地下。

（5）加强水土保持工作，同时要求尽最大限度压缩施工作业带的宽度；

（6）采取定向钻方式穿越水渠，管道等设施堆放在作业带内，不另行设置堆管点；

（7）设立警示牌，规范施工行为，加强施工管理，不得随意践踏砍伐保护区内树木植被，严禁在保护区内乱扔建筑垃圾、塑料袋等生活垃圾，施工结束后，及时清理施工场地，并做好植被恢复等水土保持措施。同时，在管道敷设后应及时进行回填和压实，以减少土壤沉降和变形对管道的影响。

（8）管道加固：在管道穿越引水渠的部位，应对管道进行加固处理，以提高其抵抗冲刷和侵蚀的能力。

（9）植被恢复：在管道穿越引水渠的区域，进行植被恢复工作，种植乔灌木和草本植物等，以改善土壤结构，增加土壤的稳定性，减少水土流失和冲刷对管道的影响。

（10）施工结束后，施工单位应负责及时清理施工场地，应按国务院的《土地复垦规定》复垦，栽种物种应以原有覆盖种为主。泥浆经过机械脱水风干后，送往当地环保部门指定的垃圾堆放场处置。

2.2.8 生态保护措施

2.2.8.1 一般区域生态影响的保护措施

本项目的实施对项目建设区域的生态环境产生一定的影响，对于出现的生态问题，应该采取积极的避让、减缓、补偿和重建措施。按照生态恢复的原则其优先次序应遵循“避让→减缓→补偿和重建”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，就应有必要的补偿和重建方案，尽可能在最大程度上减缓潜在的不利生态影响。

(1) 减缓措施

① 建议合理安排施工作业时间，涉及水体的工程段在旱季，尽量避开雨季，既要尽可能减小施工难度，又要加快施工的进度，若遇雨季，应用防雨布覆盖挖方生土和地表熟土或编织土袋围堰拦挡。

② 施工前应进行表土剥离，将表土单独堆存并做好覆盖、拦挡等防护措施，施工结束后用于项目区植被恢复或耕作区域表层覆土。

③ 严格控制施工活动范围，减少植被占用和破坏，尽量选择线路沿线空地布置，减少植被破坏。

④ 工程设置管道施工作业带、穿越工程、施工场地、施工便道、堆管场、临时表土堆场，在施工过程中应严格实施本项目“水土保持方案报告”提出的各项相关措施进行防护。

⑤ 施工中尽量控制声源，选取低噪声设备，并合理安排强噪声施工行为的时间，尽量减少施工噪声对野生动物的干扰。

(2) 恢复与补偿措施

施工结束后临时占地应及时进行清理、松土、覆盖表层土，除复耕外对于立地条件较好的临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进入人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应预留环保资金，选择购买当地的乡土植物进行植被恢复，严禁引入外来物种。

(3) 管理措施

① 施工必须严格控制在红线范围之内进行，在现场做好必要的标记，严禁跨越。

② 施工过程中产生的废弃垃圾要及时转运集中处理。施工机械的机修油污必须集中收集处理，严禁将施工废水及固体废弃物等向水域随意排放。

③施工建材应堆放在指定位置，堆放时加以覆盖，以防止雨水冲刷对周边水体的污染。加强坡面防护，防止雨水冲刷坡面土体到水中。

④加强降噪措施，禁止超标机械进场，同时对施工时间合理安排，避免夜间作业，以免对水鸟栖息产生影响。

⑤教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花、折木，严禁砍伐、破坏施工区以外的作物和树木。教育方式可以采用向职工发放施工手册的方式，并要组织施工人员认真学习。

⑥加强施工期的监理，监督各项生态保护措施的落实。特别是如发现施工过程中有存在对重要生态环境影响的行为，及时制止，减少损失。

2.2.8.2 农田生态系统保护及恢复措施

(1) 要尽量避开农作物生长季节，以减少农业生产的损失。

(2) 要注意对熟化土壤的保护和利用：在施工前，首先要把表层的熟化土壤尽可能地推到合适的地方并集中起来；待施工结束后，再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用。

(3) 施工完毕后，作好现场清理、恢复工作，包括田埂、农田水利设施等。

(4) 对于施工破坏的农田防护林，由于管线两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此需改种浅根植物，也可种植农作物。管线两侧 5m 以外可恢复农田防护林。

(5) 植物护坡：管线破坏的灌溉渠道填方段或田坎，为保护坡面，防止风蚀，均应按植物护坡技术要求种植，种植可根据当地立地条件选择两种草种进行混播。

2.2.8.3 基本农田保护方案

(1) 对于本工程所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有批准权的政府部门批准。对于永久占地，应纳入当地的土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

(2) 本工程永久占地 246m²，不占用基本农田；临时占地 30.25hm²，其中临时占地占用 6.89hm²的基本农田。对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕层土养分也会大量流失，需进

行土壤恢复。主要措施可采用经费补偿，增施农家肥措施。

2.2.8.4 林地生态系统保护及恢复措施

(1) 严格控制林地施工场地范围和施工作业带宽度，尽量采用人工开挖管沟，以减少林地占用和林木砍伐量，并合理设置防火带距离；

(2) 施工便道尽量利用既有林地内的道路，确实需要新修施工便道时，应尽量缩短其长度；

(3) 管沟开挖产生的土石方，严禁堆放在林地内，以减少对林地的占用；

(4) 管沟工程施工前应先行剥离场地内林地、园地表土，要求表土（15cm 以上）单独存放。

(5) 管沟回填应先行回填深层土，最后回填表土。场站内表土剥离后用于场站内绿化工程。

(6) 施工结束后采用乔灌草相结合的方式恢复。根据“管线中心线两侧 5m 范围内不得栽种深根植物”的要求，管沟回填后管线 5m 范围内采用浅耕草本植物复绿，5m 外等按照原有用地性质补种树种。

(7) 碰到施工作业带范围内有古树名木的，本工程进行绕线避让，对于距离施工作业带较近的古树名木，在施工期间需设置临时围栏加以保护。

2.2.8.5 生态保护红线区（含生态公益林）保护及恢复措施

项目管线部分涉及生态红线 14181m²，为水土保持型生态红线，均位于水头镇段。建设单位已委托编制《福建天然气管网二期工程德化支线（南安段）迁改工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，现针对管道穿越生态红线段敷设提出如下措施：

(1) 严格限制施工活动范围，以红线作为标志，以免施工进入到生态红线保护区内，造成对土壤、植被的直接破坏及对动物生存环境的惊扰。

(2) 严格禁止对林带地带的林木砍伐、取土取料；严格禁止如施工场地、临时工棚、施工材料、以及工程弃渣等在林带林地、或林缘周边的设置或堆放；严格禁止施工道路或便道设置穿越各处林带等。

(3) 施工前对相关施工人员进行广泛宣传野生动植物保护的法律法规与政策，增强他们对野生动植物的保护意识，以便使他们在施工过程中，做到保护野生动植物。施工单位和人员要严格遵守国家和地方法令，除施工限定场地外，施工人员不

得随意介入其它区域樵柴和捕猎。

(4) 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，要通过人工干预方式尽快恢复植被，管线铺设覆土后中心线两侧 5m 范围内将不再种植根系较发达的乔木和灌木，应通过改种根系较浅的草本植物，如狗牙根、白茅、龙须草、三叶草等当地常见的植被，以最大程度恢复原有的植被覆盖；管线经过的耕地可以在管线铺设后恢复耕作。

(5) 工程林地段清表前聘请专业人员辨识受保护物种，必要时应采取移栽措施。如发现有国家重点保护植物，要报告当地相关主管部门，采取适当的保护措施，对于木本植物的较小（胸径 10cm 以下）植株进行移植，木本植物的较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避让。

2.2.8.6 水土保持防治措施

根据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，水土流失防治责任范围包括了“项目建设区”和“直接影响区”，本项目的项目建设区主要是管道施工作业带（包括管道附属工程、施工区、表土临时堆置区）、施工道路；直接影响区主要是管道施工作业带两侧、施工道路两侧、穿越工程（河道上、下游）等可能发生扰动的区域。每个小区应根据施工活动引发水土的流失特点采取相应的防治措施：主要采取“剥离表土、先挡后弃、规划截排水沟和沉砂池、弃渣后覆盖表土的措施，最后在植物物种选择和搭配上，充分考虑气候特点，采用与周边环境相同物种或乡土植物复绿、复耕。

本项目应按照“水土保持方案报告书”中提出的水土保持措施严格执行。

2.3 运营期环境保护措施

本项目属于天然气管道运输项目，不设站场。运营期由分输站统一管理，不设办公生活区域，仅安排一名巡线工作人员。因此，项目无废气污染物排放，无员工生活污水、生活垃圾产生。天然气管线由于埋地敷设，基本上不会产生噪声污染。项目输送的是洁净的天然气，基本不存在过滤、清管，大部分的过滤及净化工序由供气前端的设备进行处理，不在本项目涉及的范围内。

运营期其他环境要素保护措施如下

(1) 建立运营期生态保护红线线路维护环境保护管理制度，按照制度对维护人员进行管理。

(2)与地方政府建立沟通渠道,将管道事故应急预案与政府事故应急预案衔接,最大限度地得到政府的支持和帮助。加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度,普及天然气管道输送知识,宣传管道事故可能引起的危害,以及其对环境可能产生的影响,宣传保护管道的重要性的意义。

(3)做好管道两侧防护措施,保证管道的安全、平稳运行,防止管道发生断裂、破裂等意外事故。优化运行与加强仪表监控,防止天然气泄漏。设置防护林带,避免长期受到外界环境与内部介质的影响可能导致天然气长输管道失效,泄漏天然气严重影响生态环境的事故。

(4)定期进行管道壁厚的测量,对严重管壁减薄的管段,及时维修更换,避免爆管事故发生;每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等),使管道在超压时能够得到安全处理,使危害影响范围减小到最低程度。

(5)做好管理工作,通过增加巡线力度,尽可能避免发生火灾、泄漏等风险事故,同时制定切实有效的运营期风险应急预案,加强有关管道设施安全保护的宣传教育,管道巡线应与当地部门加强联系,做到群防群治,最大限度地保护管道安全。

(6)管道投入使用后,为保证天然气管道及其附属设施的安全运行,维护公共安全,应根据《石油天然气管道保护法》的有关规定禁止任何单位和个人从事危及管道设施安全的活动,对沿线未来发展的规划应按照相关规范法规,对建设内容进行控制,详见表 8.3-1。

表 8.3-1 中华人民共和国石油天然气管道保护法

条款	范围	规定内容
第三十条	在管道中心线两侧各 5 米范围内	(一) 种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物; (二) 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; (三) 挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。
第三十一条	在管道线路中心线两侧和本法第五十八条第一项所列管道附属设施周边修建下列建筑物、构筑物的,建筑物、构筑物与管道线路和管道附属设施的距离应当符合国家技术规范的强制性要求	(一) 居民小区、学校、医院、娱乐场所、车站、商场等人口密集的建筑物; (二) 变电站、加油站、加气站、储油罐、储气罐等易燃易爆物品的生产、经营、存储场所。
第三十二条	在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内。	禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是,在保障管道安全的条件下,为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。

条款	范围	规定内容
第三十三条	在管道专用隧道中心线两侧各一千米地域范围内	禁止采石、采矿、爆破。 因修建铁路、公路、水利工程等公共工程，确需实施采石、爆破作业的，应当经管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门批准，并采取必要的安全防护措施，方可实施。

3 环境影响经济损益分析

3.1 环境保护投资

本项目概算总投资为 10521.02 万元，本工程环保投资约 2134.34 万元，占总投资的 20.29%，主要用于恢复地貌、恢复植被、污染防治、环境监测等费用。环保投资估算详见下表 9.1-1。

表 9.1-1 环保投资估算 单位：万元

序号	环境要素	措施内容	环保投资 (万元)
1	水污染防治措施	建设临时泥浆沉淀池、排水沟和沉砂池	200
2	大气污染防治措施	防尘、抑尘、焊接烟尘控制、施工机械、施工车辆燃油尾气控制等对策措施；	160
3	施工噪声控制措施	噪声控制	100
4	生态保护措施	植物恢复、绿化措施	650
5	水土保持措施	加设挡墙等水保措施	924.34
7	施工监理及环境监测	环境监理及环境监测	50
8	竣工环境保护验收	竣工环境保护验收调查	50
合计			2134.34

3.2 环境效益分析

3.2.1 社会效益

由于 G324 国道（水头镇段）和南安市智慧消防产业园（东田镇）的建设区域范围与福建天然气管网二期工程德化支线工程现有走向重合，既制约了 G324 国道和南安市智慧消防产业园的如期建设，又给管道的运行安全带来风险。本工程管道的迁改不仅可以消除 G324 国道和南安市智慧消防产业园与福建天然气管网二期工程德化支线现有走向重合而带来的安全输气隐患，而且可以保证 G324 国道和东田镇南安市智慧消防产业园如期建设，支持地方经济社会持续健康发展。

项目的建设过程涉及混凝土工、砌筑工、焊工、电工、管道工、挖掘机驾驶员等多岗位约 50 人，同时项目建设过程中使用到钢管、阀门等各种设备，直接拉动相关企业的经济效益和就业机会。

3.2.2 环境损益分析

(1) 环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工和站场建设需要临时或永久占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，并因此带来一定程度的环境损失。

一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态问题，如水土流失、沙尘暴、生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，只能通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

(2) 环境效益分析

①改善环境空气质量

天然气利用可以减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量，与燃油和燃煤相比具有更高的环境效益。

工程投产后年输气量为 $10.7 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。根据天然气、燃料油和燃煤的热值，本项目可替代燃料油、燃煤的量分别为 90.95 万 t/a、181.9 万 t/a。根据天然气、油和煤的热值，首先计算出天然气替代油、煤的量，然后计算出 NO_x 和 SO_2 的排放量，具体计算结果见下表 9.2-1。

表 9.2-1 不同燃料 SO_2 产生情况对比

能源类别	消耗量	单位	硫含量	折算 SO_2 含量
天然气	10.7	$\times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$	508.5kg/百万 m^3	0.1088 万 t/a
燃料油	90.95	万 t/a	0.5%	0.9095 万 t/a
燃煤	181.9	万 t/a	1.01%	3.674 万 t/a

注：1.燃料油的硫含量选自燃料油标准（GB/T387）；燃煤的硫含量来自全国统计数据结果；2.根据国家统计局全国主要能源折算标准表，天然气热值按照 8500 大卡/立方米计算，燃料油热值按照 10000 大卡/千克计算，原煤热值按照 5000 大卡/千克计算。

由上表可知，燃烧天然气与燃油和燃煤相比，在不计算治理措施的情况下，项目投产后污染物二氧化硫排放量可以分别减少 0.8007 万 t/a 和 3.5652 万 t/a。

根据类比调查研究，燃烧天然气排放的灰分、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳大大低于燃煤和燃油的排放量，排污情况见下表。

表 9.2-2 不同燃料单位热值污染物排放因子对比

燃料类别	灰分	一氧化碳	二氧化碳	二氧化氮
天然气	1	1	3	1
原油	14	16	4	5
燃煤	148	29	5	10

由上表可见，本项目建设对改变所在省市能源结构、普及清洁能源使用、改善大气环境质量将产生十分积极的影响。

②减少污染处理费用

据全国统计数据结果，处理 SO₂ 所需费用为 1.0 元/kg，用天然气替代燃料油或者燃煤，投产后每年可节约资金分别为：0.8007 万元和 3.5652 万元。

③减少运输带来的环境污染，降低运输事故风险

管道运输是一种安全、稳定、高效的运送方式。利用密闭管道进行天然气运输，正常运行不会对环境造成污染，如果采用车、船运输，其运输消耗远大于管道运输，同时运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘等。另外，管线采用完善的防腐和电流阴极保护联合方式，因此运输安全性能高。根据 USDOT/AOPL 近 30 年的统计资料，陆地管线的事故概率为 5.2×10^{-4} ，其中近 5 年每 1000km 的平均事故概率为 0.25。管道运输与船运输的事故风险危害程度比较见下表。

表 9.2-3 不同运输方式事故风险概率

事故类型	管道运输	油轮运输	驳船运输
死亡	1	4.0	10.2
伤害	1	0.7	0.9
火灾/爆炸	1	1.2	4.0

注：假定管道运输事故为 1，其他是与管道运输方式的比较。

利用管道运输天然气具有更高的安全性，降低了泄漏事故的发生几率，避免了运输对大气环境的污染问题，减少了因泄露对环境的危害和对人员的伤害，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

4 环境管理与监测计划

4.1 环境管理计划

环境管理是企业管理中一个重要环节，以环境科学理论为依据，运用技术、行政、教育等手段对经济社会发展过程中施加给环境的污染破坏活动进行调节控制，实现环境、社会、经济协调可持续发展

4.1.1 环境管理目标

企业应针对项目实际特点进行环境管理，使本项目工程建设和环境保护设施建设符合国家同时设计、同时施工和同时投产的“三同时”制度要求，使环保措施得以具体落实，确保项目各项污染物达标排放，并为环境保护部门提供监管依据。通过实施环境管理，使本项目的经济效益和环境效益协调发展，持续、稳定运行。

4.1.2 环境保护管理机构

(1) 机构设置

①管理机构：福建天然气管网工程德化支线工程为现有工程，于 2018 年开工建设，2022 年建设完成；目前尚未投入运营。届时依托海西天然气管网德化支线工程设置的环境管理机构体系，环境管理机构应遵照国家和相关部委各项环境保护政策、法规，统一协调本项目与抚州市生态环境局、鹰潭市生态环境局等各级环境保护行政主管部门的工作，制定本项目环境保护管理办法和实施细则，制定环保工作计划，负责施工期和运营期环境保护行动计划的监督管理和实施，具体加强落实各项环保措施。

②监督机构：泉州市南安生态环境局

③监测机构：建议由项目所在地环境监测站进行环境监测工作。

(2) 机构职责

环境管理机构负责对公司内环境保护实行统一的监督管理，并对公司所在区域环境质量全面负责，接受上级环境保护行政部门的监督、检查和指导。具体职责包括：

①贯彻执行国家及地方环境保护法规和标准。

②建立健全环境保护工作各项规章制度，编制工厂环境保护规划、安全防护方案，做好环境统计、监测报表和污染源档案等基本工作，并经常检查监督。

③确定项目的环境监测工作内容，编制污染物排放和环保设施运行规章制度，并组织实施和建立监测档案。

④负责组织实施突发性污染事故的应急处置和善后处理，追查事故原因及事故隐患，总结经验教训，并根据有关规章制度对事故责任人做出妥善处理。

⑤根据地方环保部门提出的环境质量要求，制定便于考核的污染源控制指标环保设施运行指标、绿化指标等。

⑥负责环境管理日常工作，负责同环保部门及其它社会各界单位的协调工作。

⑦负责搞好环境教育和技术培训，不断提高工作人员素质。

环境管理的一个重要任务就是建立和运行 HSE 管理体系。健康、安全和环境管理体系（简称“HSE 管理体系”）突出预防为主、全员参与和持续改进的特点，企业建立和实施健康、安全和环境管理体系，可以使企业健康、安全和环境的管理模式符合国际通行的惯例，满足国家法律法规和自身方针的要求，提高企业生产与健康、安全、环境的管理水平，增强企业在健康、安全与环境方面的表现和形象，实现企业的可持续发展。

项目建成投产后，企业可根据《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》（SY/T 6276-2010）、《环境管理体系规范及使用指南》（GB/T 24001-2016）、《职业健康安全管理体系规范》（GB/T 28001-2011）等标准建立 HSE 管理体系。

企业 HSE 体系的建立和运行包括：企业 HSE 组织机构的设置及职责的确定，HSE 文件编写及控制，人员的培训及能力评估，HSE 管理体系运行、保持与持续改进等。

4.1.3 施工期环境管理

4.1.3.1 施工期环境管理主要职责

（1）贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；

（2）负责制定本工程施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；

（3）负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；

（4）监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

- (5) 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；
- (6) 负责协调与沿线各地、市环保、水利、土地等部门的关系；
- (7) 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；
- (8) 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

4.1.3.2 强化施工前培训

在施工作业前必须对全体施工人员进行培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。培训内容包括：

- (1) 国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；
- (2) 施工段的主要环境保护目标和要求；
- (3) 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；
- (4) 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；
- (5) 收集、处理固体废物的方法；
- (6) 管理、存放及处理危险物品的方法；

4.1.3.3 强化施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

(1) 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。

(2) 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保护条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

(3) 施工承包方在施工作业前，应编制详细的环境管理方案，连同施工计划一起呈报，批准后方可开工。

环境管理方案应包括以下措施：

—减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施；

—降低施工机械及车辆噪声、施工噪声，以及在噪声敏感区设置隔声设施等防治噪声污染的措施；

—减少施工废水排放，并加以妥善处理，防止污染地表水环境的措施，在生态保护红线区施工时必须采取有针对性地保护措施；

—施工废渣、生活垃圾等处理处置措施；

—限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施；

—林区作业时的风险防范措施和应急预案；

(4) 施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后，成绩合格者方能进行施工，施工时要做到文明施工，环保施工。

(5) 施工单位要严格执行施工期的各项环保规定，落实各项环保措施，按要求选择适宜的施工时间、尽量缩小施工范围、废渣和垃圾集中堆放和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

(6) 为加强管理施工单位作业范围，明确施工人员作业区域，应在施工作业带两侧树立明显标志，严禁跨区域施工。

(7) 建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境，以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查，并做好记录。

(8) 对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

4.1.3.4 做好环境恢复的管理工作

工程建设不可避免地会对环境造成破坏，因此必须做好工程完成后的环境恢复工作。目前的生态恢复措施随机性很大，完全取决于参与者的专业技术水平和偏好，因此，要求施工单位按规定实施生态恢复外，还应聘请专业的生态专家来指导生态恢复工作，或配置专门的技术监理人员监督检查生态恢复质量。

4.1.4 运营期环境管理

本项目运营期间，主要为液化天然气的管道输送。应结合运营的工艺特点，液化天然气的理化性质、作业安全制度、国家和地方的相关环保要求等开展环境管理工作，主要任务和内容包括：

(1) 实时跟踪并贯彻执行国家、福建省及南安市人民政府的环境保护法律法规、条例和标准的最新要求，并督促企业的执行和落实；

(2) 组织制定并持续完善该项目环境管理制度，建立该项目的环境保护制度执行文件档案。包括（但不限于）：开工建设前的环境影响评价制度相关执行文件，包括该项目环境影响评价报告书及相关批复文件；工程设计及环保设施设计文件、施工记录、技术改造等文件；

(3) 工程投入运行后，加强环境管理及环境风险防范措施。落实《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，开展企业自主环境保护验收工作；

(4) 落实项目环保设施要求，持续监控环保设施运行情况，及时维修和维护设备良好运行，确保各项污染物的达标排放；

(5) 配合管理部门的环境监测和检查，如实申报污染物排放情况；

(6) 对于可能发生突发性事故，如天然气大量泄漏、火灾等情况，应制定相应的《应急准备和响应程序》，并定期组织演练，被证明有效。同时应配备足够的人力、物力资源，保证 24 小时都有人值班，保证报警系统和通讯迅速、畅通，各种器材和交通工具可以随时到位；

(8) 妥善保管建设项目环境管理相关档案文件：环境保护设施竣工验收文件及备案文件、污染物排放监测记录、危险废物转移联单等，污染物排放登记报表，环境风险应急预案及备案文件，环境事故发生及处置记录等。

4.1.5 污染物排放清单

本项目污染物排放清单见下表 10.1-1。

表 10.1-1 项目污染物排放清单

排污类型	排放源	环保措施		污染物排放量				排放标准	排污口信息	总量控制
				污染物	排放量 (t/a)					
废气	施工场地	施工围挡洒水抑尘		TSP	0.824mg/m ³				/	/
	施工机械使用	使用符合环保要求的机械、车辆和燃油		SO ₂	少量				/	/
				NO _x	少量				/	/
				NMHC	少量				/	/
废水	排放源	环保措施	核算方法	污染物种类	废水产生量	污染物浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	排放去向	排放时间 /h	总量控制
	生活污水	当地污水处理系统	产污系数法	COD	1113.75t	180	0.556	市政污水管网或者用于周边山林绿化	/	/
				NH ₃ -N		45	0.045			/
	试压废水	沉淀	产污系数法	SS	3693.3t	≤70mg/L	/	道路洒水	/	/
施工废水	沉淀	类比法	SS	5.0m ³ /次	3000	/	洒水抑尘	/	/	
噪声	噪声源		数量 (台)	噪声值 (dB)	核算方法	降噪措施	持续时间/h	排放规律	排放位置	
	管道施工	挖掘机	/	92	类比法	低噪设备、减震垫等措施	/	流动声源 频发噪声	室外	
		吊管机	/	88			/			
		电焊机	/	85			/			
		定向钻机	/	90			/			
		推土机	/	90			/			
		混凝土搅拌机	/	95			/			
		混凝土翻斗车	/	90			/			

		混凝土 震捣棒	/	100		/		
		切割机	/	95		/		
固废	固体废物来源			固废属性	处置工艺	处置量 t/a	最终去向	
	施 工 场 地	生活垃圾		生活垃圾	/	4.125t	当地环卫部门处置	
		泥浆钻屑		一般固废	/	60t	干化处理	
		弃土、弃渣		一般固废	/	挖方 34.31 万 m ³ , 填方 26.92 万 m ³ ; 弃方约 7.39 万 m ³	土石方平衡,, 弃方运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用	
		施工废料		一般固废	/	2.26t	部分回收利用, 剩余废依托当地环卫部门统一处理	
向社会信息公开要求				根据《环境信息公开办法(试行)》、《企业事业单位环境信息公开办法》要求向社会公开相关企业信息。				
环境管理				落实报告的管理和监测计划, 环保设施运行记录、台帐清楚, 完整, 规范化排污口。				

4.2 环境监理

本工程施工期需委托有资质的单位开展项目施工期环境监理工。工程建设单位和当地环保部门负责不定期的对施工单位和施工场地、施工行为进行检查，核实监理计划的执行情况及环保措施、水保措施与各项环保要求的落实，并对施工期环境监理进行业务指导。

环境监理人员应代表业主进行日常工程环境监理审核，编制各类监控报告，并将突发性环境问题及时报告业主的环保主管部门以及国家和地方环保主管部门。

（1）环境监理人员应具备的条件

- 1) 环境监理人员必须具备大学本科及以上学历和必要的环境保护专业知识；
- 2) 熟悉国家环境保护方面的法律、法规、政策和标准，了解当地环保部门的要求和环境标准；
- 3) 接受过专门培训，有较长的从事环保工作的经历；
- 4) 具有一定的站场及油气管道建设的现场施工经验。

（2）环境监理人员的责任

- 1) 监督施工现场"环境管理方案"的落实情况；
- 2) 对施工期环境监测计划的执行进行监督；
- 3) 及时向主管部门汇报施工环境现状，并根据发现的问题提出合理化建议及改进方案；
- 4) 制止一切违反环境保护法律、法规，且对环境造成污染的行为；
- 5) 解决一些现场突发的环境问题。

（3）环境监理工作程序

环境监理是业主和施工单位之外的经济独立的第三方，它严格按照合同条款和相关法律、法规，公正、独立地开展工作。环境监理工程师是工程监理的重要组成部分，它既与工程监理有联系，又具有特殊性和相对独立性。环境监理的书面指令通过工程监理下达，以保证命令依据的唯一性。

（4）环境监理工作开展的方式

- 1) 监理人员要定期对施工现场进行巡检，重点环境敏感地区，每周至少检查 1 次~2 次。对存在重大环境问题的施工区域要进行跟踪检查，并详细客观（以文字及现场照相或摄像的形式）地记录检查情况；

2) 对检查中发现的问题, 以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改;

3) 在环境敏感区域内若发生环境污染事故, 应要求施工单位进行监测, 并提供监测数据, 必要时, 建议聘请专业人员进行监测, 依据监测结果, 对存在的环境问题及时要求施工单位治理;

4) 要求施工单位限期解决的重大环境问题, 施工单位拒绝或限期满仍未解决时, 在与业主协商后, 向施工单位发出"环境行动通知", 由业主聘请合格人员实施环境行动;

5) 督促施工单位编报环境工作月报, 并审阅施工单位环境月报, 对施工单位的环境管理工作进行评价, 并提出改进意见;

6) 听取工程附近居民及有关人员的意见, 及时了解公众对环境问题的看法; 提出解决的建议, 并向有关方面做出汇报。

(4) 环境监理的主要内容及工作重点

1) 环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照业主的委托, 按照施工期工程环境监理方案和工作特点开展工作, 确保管道施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道等符合环保要求, 监督环评报告书提出的环保措施的执行情况, 通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

2) 工作重点

本工程环境监理的重点应放在生态保护红线区、基本农田区、居民区等地区附近施工时的监理, 确保施工期的一切活动都符合环保的要求, 并监督敏感区的环保措施的落实情况。施工期环境监理方案及重点监控内容见表 10.2-1。

表 10.2-1 施工期环境监理方案和重点监控内容

关心点段	重点监理内容	目的
开挖穿越的河、渠道	1 施工季节是否合适, 是否是河流的枯水期, 是否避开灌溉季节; 2 多余土石方堆放是否远离河道和水体; 3 建筑材料堆放是否整齐; 4 是否划定施工作业范围, 是否有超范围施工的情况, 是否超越施工作业面; 5 施工场地是否建早厕; 6 施工机械是否有漏油现象, 在穿越河流的两堤内是否存在给施工机械加油或存放油品储罐的现象, 在河流主流区和漫滩区内是否有清洗施工机械或车辆的现象; 7 施工结束后是否对河床等进行护坡处理;	防止地表水体污染

	8 施工产生的工业垃圾是否分类分区堆放； 9 管道试压水的处理是否征得当地环保部门同意； 10 施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 11 对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放是否采取了先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 12 施工结束后，施工现场是否做到土石方平衡； 13 施工结束后，施工现场是否进行清理，恢复原貌。	
管道两侧 200m 范 围内的居 民点	1 每天 22 时至次日凌晨 6 时是否按要求禁止高噪声设备作业，是否存在噪声扰民的现象，是否有居民投诉； 2 施工路段、场地、运输便道等是否定时洒水； 3 粉状材料堆放时是否设蓬盖； 4 施工现场是否设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围； 5 汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是否加盖蓬布、是否控制车速，防止物料洒落和产生扬尘； 6 卸车时是否尽量减少落差，减少扬尘； 7 大风时，是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施； 8 运输路线是否尽可能地避开村庄，施工便道是否进行夯实硬化处理，以减少扬尘的起尘量； 9 各类推土施工是否做到随土随压、随夯，减少水土流失； 10 对推过的土地是否做到及时整理，是否有植被恢复或绿化措施； 11 以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象； 12 施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象； 13 施工期产生和生产垃圾是否集中收集，是否运至地方环保部门指定地点安全处置	防止噪声影响居民，防止施工扬尘对居民产生影响，减少居民损失，保护居民正当权益
沿线基本 农田、林 地	1 临时用地植被恢复和耕地复垦等措施的执行情况； 2 管道开挖作业时，对挖出的土壤是否按“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则进行； 3 回填后多余的土是否平铺在田间或作为田坝、渠坝，是否有随意丢弃的现象； 4 临时用地是否采取了有效的水土保持措施； 5 施工带宽度选择是否合理，是否有超越施工带施工作业的现象； 6 施工期是否避开农作物的生长季节。	
行路施工 段	1 施工季节选择是否合理； 2 施工产生的弃土石方是否合理处置； 3 是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施	

4.3 环境监测计划

环境监测包括环境质量监测、污染源监测，可为环境质量现状和污染源是否达标排放及环保设施运行效率提供基础数据。为企业的环境管理和环境保护行政主管部门对企业进行监督管理提供科学依据。

4.3.1 施工期监测方案

(1) 施工期大气质量监测

监测点：主要针对管线敷设地段周界各 1~3 点。

监测项目：TSP。

监测频率：在土建施工期间监测 1 次，连续监测 3 天，每天监测 4 次。

(2) 施工期水质监测

监测布点：跨水域（大盈溪）施工区上、下游 20m 各设一个监测断面。

监测项目：SS、pH、COD、BOD、氨氮、石油类。

监测频率和时段：每个施工现场监测 1 次，连续监测 2 天。

(3) 施工噪声监测

监测布点：管线敷设地段周界 1~3 点。

监测项目：等效连续声级 LeqdB(A)。

监测频率和时段：施工现场监测点不少于 2 次，监测频率为每期 1 次，每次进行 1 个昼夜监测。

表 10.3-1 项目建设施工期检测计划一览表

内容	大气环境	河流水质	噪声	水土流失	生态监测	环境风险
监测地点	管线敷设地段周界各 1~3 点	跨水域（大盈溪）施工区上、下游 20m 各设一个监测断面	管线敷设地段周界 1~3 点	管道施工作业带(分别布置在山地区、丘陵区、河流河岸)	生态红线区、古树及保护植物	事故发生地点
监测项目	TSP	SS、pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	等效连续声级 LeqdB(A)	水土流失量、水土流失面积和程度、水土保持措施数量和质量，植物措施(成活率、生长情况及覆盖率)、开挖边坡和填方边坡稳定性、临时堆土和弃渣防护效果、对周边环境影响等	生物资源、施工作业带与古树和保护植物的距离、对古树和保护植物采取的保护措施	根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况监测气、水等

4.3.2 运营期监测方案

项目运营期不设备用发电机、不设燃气真空热水机组，本项目属于天然气管道运输项目，不设站场，无放散和放空功能，运营期无废气污染物排放，无生活污水

产生，基本上不会产生噪声污染。

4.3.3 环境保护“三同时”竣工验收期监测方案

为保证工程环境保护措施能够得到有效落实，在工程中应实施环境保护“三同时”制度，减缓工程实施对环境造成的不利影响，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假，具体见下表

表 10.3-2 工程环境保护“三同时”验收一览表

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
1	废水	施工期生活污水	依托当地污水处理系统处理	生活污水处理系统	不得向周边地表水排放，生活污水依托现有污水处理系统处理；施工地点可采用移动式环保厕所收集生活污水外运处理。
2		施工期管道试压废水	沉淀处理后回用于道路洒水	沉淀池	管道工程清管、试压水沉淀处理后回用于道路洒水，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区
3		施工期生产废水	沉淀处理后回用，不直接排放	沉淀池	污水经沉淀处理后回用，不直接排放
4	废气	施工期扬尘	对各施工作业带 50m 范围内后园村、梧坑村、呈美村敏感目标段，施工应设置临时屏障	洒水设备、临时屏障	施工作业带 50m 范围内敏感目标的施工场地应设置临时屏障，施工期敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
5			物料堆场采取定期洒水、加盖布等防尘、抑尘措施	洒水设备、篷布等	施工作业周边施工期敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
6			表土堆场洒水抑尘，及时清运	洒水抑尘，及时清运	表土堆场周边施工期敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
7		运行期废气	设备检修等非正常工况时，通过各放空立管高空排放	放空立管	运行期周边敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
8	噪声	施工噪声	1、选用低噪声低振动的施工工艺；2、高噪声施工作业要避免在夜间 22:00 至 6:00 和中午 12:00 至 14:00 居民休息时段施工的，确需连续作业的，应报当地环保行政主管部门批准，并公告居民；3、施工过程中主要高噪声设备，应放置在适当位置或采取加装隔声罩、隔离机器的振动部件等措施来降低噪声；4、在厂界设置挡墙，将高噪声设备设置在远离敏感目标的位置	临时屏障、设置挡墙	施工场界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准限值要求；后园村、梧坑村等敏感目标，施工期能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准限值要求
9	固废	施工期生活垃圾	环卫部门清运	临时垃圾桶	收集起来统一送环卫部门处理
10		施工期废弃泥浆	泥浆就地干化后同施工场地一起进行整治绿化。	泥浆池	本工程泥浆池按照规范设立，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准 GB 18599-2020》的要求，经固化处理后就地埋入

					防渗泥浆池，上面覆盖 40cm 的耕作土，确保恢复原有地貌。本工程泥浆池按照规范设立。
11		工程弃土、弃渣	弃方运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用。	/	不设置弃渣场，运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用
12		施工废料	部分可回收利用，不能利用的由环卫部门处置	临时收集暂存区	集中收集，定期委托环卫部门清运
13	生态环境	施工临时占地	施工作业带、施工期临时占地按照工可、水保及本报告书要求的范围内占地，不超出范围占地		减少施工期临时占地，降低临时占地对沿线生态环境的影响
14		植被恢复	施工结束后按占地类型恢复为原有使用类型，根据项目区植被分布及植被类型，尽量选用当地乡土树种或适生树种作为本工程的生态恢复树种		降低对沿线生态环境的影响
15		水土保持措施	按水土保持方案报告书要求进行水土流失防治		
16		生物多样性的保护措施	加强施工人员的管理，杜绝因施工人员对野生植物的滥砍滥伐而造成沿线地区的生态环境破坏。加大对保护野生动物的宣传力度，禁止施工人员对野生动物滥捕滥杀		
17		植被保护及恢复措施	施工前核查有无珍稀保护植物，对工程施工中无法避让的需保护物种，要进行异地移栽保护。施工便道避免、减少对地表植被的破坏和影响。管线施工过程中尽可能不破坏地形、地貌；施工完毕后，尽可能恢复施工地带地形、地貌。本管道工程恢复措施主要布设在站场内部空地及周边、管道作业带、管道穿越工程施工场地以及施工临时道路、管材堆放区等工程单元。尽量选用当地乡土树种或适生树种作为本工程的生态恢复树种。		
18		生态景观环境影响减缓措施	文明施工，减少临时占地面积、农作物损失；缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填；穿越敏感区段时，必须采取防护措施；临时堆放场应选择较平整的场地，尽快恢复植被。		
19	石壁水库引水渠环境影响减缓措施	不设施工营地，不设施工堆场等；施工期施工人员生活污水依托沿线村庄的生活污水处理设施处理。施工废水需经沉淀等预处理后用于沿线绿化浇灌或回用于施工设备的冲洗，禁止排入石壁水库水源保护区内的任何水体；在管道穿越引水渠的区域，进行植被恢复工作，种植乔灌木和草本植物等，以改善土壤结构，增加土壤的稳定性，减少水土流失和冲刷对管道的影响；运营期要求管线运营单位必须加强管理，需定期巡查，定期检查、维护沿线的水土保持工程设施，及时排查风险隐患。严格按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等相关法律文件要求，在施工和运营期内保护饮用水源保护区内水体环境和生态			

		环境。	
--	--	-----	--

5 环境影响评价结论

5.1 项目概况

福建天然气管网二期工程德化支线（南安段）迁改工程位于南安市，为已建福建天然气管网二期工程德化支线管道迁改。本工程为局部迁改工程，不涉及气源变化，资源仍为原福建天然气管网二期工程德化支线资源。主气源为莆田 LNG 接收站气化天然气，备用气源为漳州 LNG 接收站气化天然气。设计输气量为 $10.7 \times 108 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，管径 D508mm，设计压力为 7.5MPa。迁改工程分为 2 段，分别为水头镇段管道迁改和东田镇段管道迁改。

水头镇段管道迁改起自水头镇后坑村南，止于水头镇呈美村北，管道总体由南向北沿山区敷设，迁改段管道长度约 9.5km，管径 D508mm，设计压力 7.5MPa。

东田镇段管道迁改起自东田镇岭头村南，止于水洋尾村东，管道总体由南向北沿山区敷设，迁改段管道长度约 1.6km，管径 D508mm，设计压力 7.5MPa。

项目总投资 10521.02 万元。本次迁改涉及配套防腐、通信、水保、经济等专业，沿线无大型穿越，主要以直埋、顶管及定向钻穿越为主。

5.2 环境质量现状

5.2.1 环境空气质量现状

（1）项目区域环境空气质量达标性分析

根据泉州市生态环境局公布的 2022 年度《泉州市生态环境状况公报》（2023 年 6 月 5 日发布），项目所在区域 6 项基本污染物浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，南安市属于环境空气质量达标区域。

（2）特征污染物现状补充监测与评价

本次大气现状调查结果统计结果见表 5.2-4。由表可知，G1、G2 满足《大气污染物综合排放标准详解》中非甲烷总烃 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准要求。

5.2.2 地表水环境质量现状

由监测结果可知，在大盈溪穿越处附近布设的断面，各污染物的标准指数均小于 1，达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 V 类标准；北坪水库各项指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 III 类标准。石壁水库各项指标（除总磷外）均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 II 类标准，总磷超

过 GB3838-2002 的II类标准，超标原因主要是受水库周边农田面源影响。

河流底泥监测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的其他用地的风险筛选值。

5.2.3 地下水环境质量现状

由监测结果可知，各监测点位各项指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准限值要求，石油类能达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类水质标准限值要求。

5.2.4 声环境质量现状

由监测结果可知：为天然气改迁管道沿线敏感点 N1~N6 的昼间噪声监测值为 51.2dB(A)~53.8dB(A)，夜间噪声监测值为 42.1dB(A)~44.3dB(A)，，昼、夜噪声监测值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 1 类标准限值。该评价区域内的声环境质量满足声环境功能区划的要求。

5.2.5 生态环境现状

管道沿线的植被类型以巨尾桉为优势，及大面积的农田栽培植被，还有相思林、绿竹林、龙眼林、五节芒草丛、油茶林等植被；草丛群落以多年生禾本科植物为群落建群种，其中以芒分布最为广泛；灌丛以常绿阔叶灌木为主，沿线分布较最多的为油茶林、茶园等；乔木层以常绿针叶林和针阔混交林为主，巨尾桉是乔木层分布最广的种类。

项目占地范围内未见重点保护野生植物和古树名木分布。对生态评价范围内区域调查共计发现 6 株古榕树（*Ficus microcarpa*）。

本项目沿线生态公益林主要分布于 A10-A16，该段内生态公益林以巨尾桉为主，主要为水土保持涵养林；呈带状分布。

项目沿线动物调查以对树林、灌草丛、农田耕地等特殊生境的现场调查，结合走访当地群众和林业等部门技术人员的方式进行。根据调查，沿线野生动物主要隶属于鱼类、哺乳类、鸟类、两栖类和爬行类 5 纲。

项目各类型生态系统总体的生态质量都比较好，本项目范围内目前生态系统构成以农田生态系统和林地生态系统为主，系统内部还具有较高的自然属性，现状的主要生态服务功能体现在农产品和水产品的生产和输出方面。

5.3 主要环境影响

5.3.1 大气环境影响分析

(1) 施工期

施工废气污染源主要来自地面平整、土石堆放等施工和运输车辆行驶产生的扬尘(粉尘)、施工机械(柴油机)和运输车辆排放的尾气,烟气中的主要污染物为SO₂、NO₂、CmHn等;管线施工过程中焊接产生的有机废气等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染,但这种污染是短期的,工程结束后,将不复存在。

(2) 运营期

本项目属于天然气管道运输项目,评价段无阀室及站场,无放散和放空功能,运营期无废气污染物排放。

5.3.2 地表水环境影响分析

(1) 施工期

施工期对地表水的影响主要表现为试压废水、生活污水的影响及在河流穿越施工过程中对地表水体的影响。试压用水可经过沉淀后回用于农灌、施工现场抑尘洒水等,水中的主要污染物为悬浮物($\leq 70\text{mg/L}$),对环境的影响不大;施工队伍的食宿依托当地的社会资源,施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统,对环境影响较小。

本工程定向钻穿越水渠1次(AA44-AA45),定向钻穿越的管道孔在河床以下,距离河床10m以上,具有不破坏河堤、不扰动河床等优点。钻进过程中使用的泥浆虽然会迁移一段距离,但不会迁移较大距离,不会对钻进孔上方的地表水质造成不良影响。

本工程采用开挖穿越大盈溪(AA47-AA48),开挖过程中,将河床及以下地层分层开挖,堆置于拟敷设管线另外一侧保存,管线采取分段敷设、分段回填方式,恢复河床原有形态及地层结构。开挖时通过河堤、岸坡处,施工结束后尽量恢复河流两侧原有堤坝、岸坡结构,并且拟在通过河堤、岸坡处设置浆砌石护岸,保证施工结束后不降低河流两侧原有堤坝、岸坡稳定性。管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧,压实或用于修筑堤坝。防止施工污染物任意弃置,特别是防止设备漏油遗撒在水体中,造成水环境污染。

本工程工程顶管穿越乡村水泥路及水渠 9 次。开挖施工对穿越的河流水质会产生短期影响，主要是使河水中泥沙含量显著增加。但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的沉积会使河水的水质逐渐恢复到原有状况。施工结束后，原有河床形态得到恢复，不会对水体功能和水质产生明显影响。

(2) 运营期

本项目为清洁天然气管道迁改工程，不涉及场站建设，营运期间不使用水、不产生生产废水。营运期由分输站统一管理，不设办公生活区域，仅安排一名巡线工作人员。因此，项目无生活污水产生。

5.3.3 地下水环境影响分析

(1) 施工期

施工期产生的废污水均可得到有效处置，不外排，不会对周边地下水环境造成影响；管道敷设开挖面较小、施工期较短，仅对地下水产生少量的扰动；另外施工结束后将及时覆土，产生影响较小。

(2) 运营期

运营期管道输送天然气为不含水的烷烃类气体。天然气在正常情况下挥发，对地下水水质无不良影响，另外管道防腐设计严格按照相关规定，采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护，因此对地下水也不会造成影响。

5.3.4 声环境影响分析

(1) 施工期

施工期噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、吊管机、电焊机、推土机、定向钻机、混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土震捣棒、切割机、柴油发电机等，其强度在 85~100dB (A)。

周边敏感点距施工场地距离均在 160m 以外，管线沿途后园村、梧坑村及呈美村均位于管线周边 35m 以内，项目施工噪声对后园村、梧坑村及呈美村等敏感点产生的影响不可避免，建议施工单位选用低噪音机械设备或带隔声、消声装置的设备，高噪音、高振动的设备尽量远离居民区作业，居民区路段在中午及夜间休息时间不进行施工。

(2) 运营期

本项目为清洁天然气管道迁改工程，不涉及场站建设。天然气管线由于埋地敷

设，基本上不会产生噪声污染。

5.3.5 固废影响分析

(1) 施工期

施工期间产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾、挖填土方、建筑垃圾以及定向钻施工时产生的泥浆。

迁改工程施工期施工人员产生生活垃圾依托当地民用设施与居民生活垃圾一并处置，对远离居民区的地段，生活垃圾集中收集交由当地环卫部门处理，项目不设施工营地，施工人员租用附近民房。

施工期间的弃土渣主要来自管沟开挖作业、顶管穿越作业等产生的弃土。本工程开挖土石方总量 61.23 万 m³，填方及综合利用 26.92 万 m³，弃方 7.39 万 m³，弃方运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用。定向钻穿越长约 400m，废泥浆量约为 60t。施工结束后，剩余泥浆固化处理后就地埋入泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，恢复原有地貌。综上，拟建工程施工期产生固废均能做到妥善处置，不会对周围环境产生明显影响。

(1) 运营期

本项目输送的是洁净的天然气，因此，基本不存在过滤、清管，大部分的过滤及净化工序由供气前端的设备进行处理，不在本项目涉及的范围内。营运期由分输站统一管理，本项目不设办公室，仅安排巡线工作人员，因此，无生活垃圾产生。

5.3.6 生态环境影响分析

(1) 临时占地影响分析

临时性工程占地短期内将影响沿线土地的利用状况，使土地的利用形式发生临时性改变，暂时影响这些土地的原有功能。施工结束后，随着生态补偿或生态恢复措施的实施，这一影响将逐渐减小或消失。

(2) 沿线植被影响分析

根据现状调查结果，管道沿线没有珍稀物种，均为广布种和常见种，因此，尽管施工活动会使原有植被遭到局部破坏，但不会使管道沿线所经地区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某一物种的消失。

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变。挖掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。本管道项目

施工期将临时占用林地和耕地，这将对沿线地区的林业生态环境和农业生态环境产生影响，表现为对林木生物量和农作物产量减少的影响。施工期沿线工程占地导致植物生物量损失，项目占地对沿线植被生物量的影响主要表现为林地生物量损失。

根据现状调查结果，管道沿线没有珍稀物种，均为广布种和常见种，因此，尽管施工活动会使原有植被遭到局部破坏，但不会使管道沿线所经地区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某一物种的消失。

（3）沿线动物影响分析

施工区内所占用的水田、池塘等面积不大，影响的动物种群数量有限；管线工程建设不涉及鸟类的栖息地，不会对鸟类产生较大的影响，对其种类、数量均无不良影响。

（4）占用基本农田的影响

管道施工临时占地对农业生产的影响，主要表现为耽误一季农作物生产，二季农作物减产，这种影响是暂时的。对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

（5）占用公益林的影响分析

本项目为迁改工程，管道采用埋地敷设穿越生态公益林，该区段公益林为人工林，无天然森林植被。管道上方不修建永久性建（构）筑物，管沟土方开挖时分层剥离、生熟土分开堆放，施工后原状回填，经复垦后能恢复原种植条件。工程实施对生态环境影响仅局限于施工期，破坏的地表植被主要为灌草丛，施工结束后通过植被恢复及自然恢复后可缓解施工造成的影响。

（6）土壤生态的影响分析

管道在施工过程中，敷设管道由于挖掘、碾压、践踏、堆积物品等均会使土壤结构破坏，生产力下降。本项目沿线的土壤以砖红壤性红壤、红壤、盐土、风砂土、水稻土为主。在管道施工过程中，尽量缩小施工范围，减少对土壤的人为干扰，必须严格执行表土分层堆放，分层回填，尽可能降低对土壤结构和养分的影响。施工完毕，应及时整理施工现场，平整土地，恢复植被。

（7）对生态敏感区的影响分析

本工程管道在水头镇后坑村西 AA15-AA18号桩段穿越生态红线约0.5km，在

AA09-AA15号桩段沿生态红线边界并行敷设1km，间距15-80m，采用埋地敷设，属于临时占用，施工期涉及生态红线类型为水土保持生态红线，均位于水头镇段，且施工活动是暂时的，项目占用的生态保护红线内的生物资源较一般，主要为桉树林及茶林，生态敏感度较低。本项目为迁改工程，管道采用埋地敷设，属于临时占用。管道上方不修建永久性建（构）筑物，工程实施对生态环境影响仅局限于施工期，破坏的地表植被主要为灌草丛，施工结束后通过植被恢复及自然恢复后可缓解施工造成的生态影响。因此对水土保持生态红线的影响较小。

综上，管道施工活动会使原有植被遭到局部破坏，但不会使管道沿线所经地区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某一物种的消失。穿越工程施工期较短，可以采取集中施工方式进行，缩短施工期限，影响属短期行为，施工结束影响就消失，施工中只要安排好工程进度，搞好施工管理，妥善解决弃土问题，不会对生态环境带来大的影响。

5.3.7 环境风险影响分析

本项目主要大气环境敏感目标为距离项目管线中心线两侧 200m 范围内的村庄等人口集中居住区。

通过对本项目运行过程中的风险识别，筛选了水头镇段管道迁改天然气泄漏、天然气燃烧次生污染作为大气环境风险事故进行了分析。事故状态下，天然气毒性终点浓度-1（260000mg/m³）出现在 1.44min、距污染物质泄漏点 130m 处；毒性终点浓度-2（150000mg/m³），出现在 2.11min、距污染物质泄漏点 190m 处。事故状态下，CO 毒性终点浓度-1（380mg/m³）出现在 4.67min、距污染物质泄漏点 420m 处；毒性终点浓度-2（95mg/m³），出现在 12.89min、距污染物质泄漏点 980m 处。

本项目在事故状态下，泄露天然气将挥发至大气环境中，天然气对地表水、地下水水质的直接影响较小。

5.4 环境保护措施

5.4.1 环境空气保护措施

（1）施工现场设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

（2）避免在大风日以及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，避免进行挖掘、回填等大土方量作业

或采取喷水抑尘措施。

(3) 施工单位必须加强施工区的规划管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场应定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场应采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

(4) 用汽车运输易起尘的物料时，要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时应尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道应定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。

(5) 施工期间须加强施工机具管理，通过提高机械效率，避免无效率或低效率机械作业，减少不必要的车辆使用，尽可能选用清洁燃料以及确保油料燃烧完全等措施以减小施工设备尾气对周围环境的影响程度。

(6) 对堆放的施工废料采取必要的防扬尘措施。

5.4.2 地表水环境保护措施

(1) 施工队伍的吃住一般依托当地的旅馆和饭店、当地民居，产生的生活污水依托当地厕所解决；施工地点可采用移动式环保厕所收集生活污水外运处理。

(2) 管道试压排水含极少量的铁锈和泥沙等杂质，经收集进行沉淀处理后，按当地环保部门指定地点或指定方式进行排放。

5.4.3 地下水环境保护措施

管道沿线地下水保护应坚持“注重源头控制、强化监控手段、污水集中处理、完善应急响应系统建设”的原则，其宗旨是采取主动控制，避免泄漏事故发生。

5.4.4 固体废物保护措施

(1) 生活垃圾处理均依托当地的处理设施，不能依托的，收集起来统一送环卫部门处理。

(2) 泥浆经固化处理后就地埋入防渗泥浆池，上面覆盖 40cm 的耕作土，确保恢复原有地貌。

(3) 工程弃土、弃渣运至国道 G324 线南安水头新营至厦门界段公路工程进行综合利用。

(4) 施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门统一处理。

5.4.5 生态保护措施

5.4.5.1 一般性措施

照生态恢复的原则其优先次序应遵循“避让→减缓→补偿和重建”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，就应有必要的补偿和重建方案，尽可能在最大程度上减缓潜在的不利生态影响。

(1) 加强施工期环境管理，强化施工人员环保意识，规范施工。划定施工作业范围和路线，不得随意扩大，按规定进行操作；严格控制和管理运输车辆及重型机械施工作业范围，尽可能减少对土壤和农田作物的破坏；严禁施工材料乱堆乱放，划定适宜的堆料场，以防对植物的破坏范围扩大。

(2) 作好施工组织安排工作。应根据当地农业活动特点，组织本工程施工，减轻对农业生产破坏造成的损失，应尽量避免在收获时节进行施工；合理安排施工进度，要尽量避开雨季施工，在穿越河流、水渠时，应避开汛期，以减少洪水的侵蚀。施工中要作到分段施工，随挖、随运、随铺、随压，不留疏松地面；提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

(3) 严格遵守操作规程。在建设道路、敷设管道的地方，应执行分层开挖的操作制度，即表层土与底层土分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。本工程所经区域表土中的有机质，对维持土壤的肥力特别重要。所有的表土都应标明并分开堆放，并把它们洒在进行恢复植被作业的地区。尽可能保持作物原有的生活环境。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。对于山区段，表土与底土很难实施分开堆放，建议将表土装入编织袋，装有表土的编织袋可用于做临时挡墙、临时护坡。

(4) 作好施工后的恢复工作。施工结束后临时占地应及时进行清理、松土、覆盖表层土，除复耕外对于立地条件较好的临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进入人工播撒草籽进行植被恢复的区域，应预留环保资金，选择购买当地的乡土植物进行植被恢复，严禁引入外来物种。

(5) 合理利用弃土。施工弃土主要来自于管沟开挖、敷设过程置换出来的土石方。对一般性管沟开挖、敷设施工活动，弃土的处置有几种方法：在农田地段可将

弃土用于修复田埂，或者用于修缮沟渠和田间机耕道等；在河道地段可用于维修河堤，或填至低洼地用于造地等，还可堆积于穿越区岸坡背水处，但应与当地政府和水土保持管理部门协商，征得同意。

5.4.5.2 农田生态系统保护及恢复措施

(1) 要尽量避开农作物生长季节，以减少农业生产的损失。

(2) 要注意对熟化土壤的保护和利用：在施工前，首先要把表层的熟化土壤尽可能地推到合适的地方并集中起来；待施工结束后，再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用。

(3) 施工完毕后，作好现场清理、恢复工作，包括田埂、农田水利设施等。

(4) 对于施工破坏的农田防护林，由于管线两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此需改种浅根植物，也可种植农作物。管线两侧 5m 以外可恢复农田防护林。

(5) 植物护坡：管线破坏的灌溉渠道填方段或田坎，为保护坡面，防止风蚀，均应按植物护坡技术要求种植，种植可根据当地立地条件选择两种草种进行混播。

5.4.5.3 基本农田保护方案

(1) 对于本工程所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有批准权的政府部门批准。对于永久占地，应纳入当地的土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

(2) 本工程临时占地中，部分是基本保护农田，对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕层土养分也会大量流失，需进行土壤恢复。主要措施可采用经费补偿，增施农家肥措施。

(3) 通过向沿线相关的土地管理部门了解，得知对于工程永久占用的基本农田，应按照规定程序办理征地手续，并交纳基本农田开发补偿费，同时缴纳基本农田建设基金。以上所交纳费用，专门用于耕地开发和农田建设。土地管理部门将在以后的土地利用规划中对基本农田的分布进行相应的调整，以确保基本农田数量不减少。

5.4.5.4 林地生态系统保护及恢复措施

(1) 严格控制林地施工场地范围和施工作业带宽度，尽量采用人工开挖管沟，

以减少林地占用和林木砍伐量，并合理设置防火带距离；

(2) 施工便道尽量利用既有林地内的道路，确实需要新修施工便道时，应尽量缩短其长度；

(3) 管沟开挖产生的土石方，严禁堆放在林地内，以减少对林地的占用；

(4) 管沟工程施工前应先行剥离场地内林地、园地表土，要求表土（15cm 以上）单独存放。

(5) 管沟回填应先行回填深层土，最后回填表土。场站内表土剥离后用于场站内绿化工程。

(6) 施工结束后采用乔灌草相结合的方式恢复。根据“管线中心线两侧 5m 范围内不得栽种深根植物”的要求，管沟回填后管线 5m 范围内采用浅耕草本植物复绿，5m 外等按照原有用地性质补种树种。

5.4.5.5 生态红线区（含生态公益林）保护及恢复措施

项目管线部分涉及生态红线 14181m²，为水土保持型生态红线，均位于水头镇段。建设单位已委托编制《福建天然气管网二期工程德化支线（南安段）迁改工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，现针对管道穿越生态红线段敷设提出如下措施：

(1) 严格限制施工活动范围，以红线作为标志，以免施工进入到生态红线保护区内，造成对土壤、植被的直接破坏及对动物生存环境的惊扰。

(2) 施工前对相关施工人员进行广泛宣传野生动植物保护的法律法规与政策，增强他们对野生动植物的保护意识，以便使他们在施工过程中，做到保护野生动植物。施工单位和人员要严格遵守国家和地方法令，除施工限定场地外，施工人员不得随意介入其它区域樵柴和捕猎。

(3) 施工活动弃渣及其施工人员生活垃圾禁止进入林带内。施工完毕后，将生活垃圾等废物统一清理，运到指定地点进行处理。

(4) 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，要通过人工干预方式尽快恢复植被，管线铺设覆土后中心线两侧 5m 范围内将不再种植根系较发达的乔木和灌木，应通过改种根系较浅的草本植物，如狗牙根、白茅、龙须草、三叶草等当地常见的植被，以最大程度恢复原有的植被覆盖；管线经过的耕地可以在管线铺设后恢复耕作。

(5)工程林地清表前聘请专业人员辨识受保护物种，必要时应采取移栽措施。如发现国家重点保护植物，要报告当地相关主管部门，采取适当的保护措施，对于木本植物的较小（胸径 10cm 以下）植株进行移植，木本植物的较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避让。

5.4.5.6 水土保持防治措施

本项目应按照“水土保持方案报告书”中提出的水土保持措施严格执行。

5.5 环境影响经济损益分析

本项目投运后，能有效改善沿线城市天然气供应和储配系统，减少燃煤和燃油量以及污染物的排放量，有利于城市环境卫生和城市景观的改善，有利于沿线城市能源结构的改善和节能减排目标的实现，所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的。

5.6 总结论

本项目是天然气的管道运输工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类，迁改后不仅可以消除 G324 国道和南安市智慧消防产业园与福建天然气管网二期工程德化支线现有走向重合而带来的安全输气隐患，而且可以保证 G324 国道和东田镇南安市智慧消防产业园如期建设，支持地方经济社会持续健康发展。因此，本项目建设对优化地区能源结构、改善区域环境质量、提高人民生活质量、促进地区经济和社会协调发展具有重大意义。

本项目在拟建工程选线中贯彻了环保选线的理念，尽量避让居民点、饮用水源保护区等环境敏感区，选择了对环境影响较小的工程方案，路由选择合理。虽然拟建项目的建设将会对沿线生态、大气、水环境等产生一定的不利影响，但影响程度均不大，在落实本报告书中所提出的环保措施，和“三同时”制度的前提下，项目所产生的影响可以降至环境能接受的最低程度。虽存在一定的环境风险，但在严格落实风险防范措施、制定应急预案的情况下，风险可控。因此，从环境保护的角度考虑，项目建设可行。

5.7 建议

(1)严格按照水土保持方案的要求做好水保措施。施工期间，应倡导文明施工，合理组织安排工序，风、雨季节应采取临时拦挡及遮盖措施。尽最大可能防止产生新的水土流失，完工时及时恢复植被。

(2) 优化项目穿越生态保护红线区的施工路由走向，将对生态保护红线区的影响降至最低。

(3) 项目运营后，生产运行单位应重视突发事件应急管理工作，编制突发环境事件应急预案和水环境专项应急预案，建立应急管理组织机构，推进维抢修技术与队伍的建设，落实各项应急物资和资源，以防发生风险时对周边居民造成危害。