

广宁县昆鹏铝合金加工厂 LNG 气化站  
建设项目环境影响报告表  
环境风险专项评价

肇庆市环科所环境科技有限公司

2022 年 1 月

# 目 录

1 评价依据.....	1
1.1 风险调查.....	1
1.1.1 建设项目风险源调查.....	1
1.1.2 环境敏感目标调查.....	1
1.2 环境风险潜势初判.....	4
1.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）.....	4
1.2.2 行业及生产工艺（M）.....	4
1.2.3 危险物质及工艺系统危险性（P）分级.....	5
1.2.4 环境敏感程度（E）的分级.....	5
1.3 环境风险潜势划分.....	8
1.4 评价工作等级划分.....	8
2 环境敏感目标概况.....	8
3 环境风险识别.....	10
3.1 物质危险性识别.....	10
3.2 生产系统危险识别.....	13
4 风险事故情形分析.....	15
4.1 风险类型.....	15
4.2 最大可信事故确定.....	15
4.3 危险物质扩散途径及影响后果.....	15
5 环境风险预测与评价.....	16
5.1 LNG 泄漏风险预测与评价.....	16
5.1.1 泄漏量预测.....	16
5.1.2 连续排放或者瞬时排放判定.....	17
5.1.3 泄漏后果影响预测.....	17
5.2 LNG 燃烧爆炸风险预测与评价.....	20
5.2.1 预测模式.....	20
5.2.2 瞬时排放与连续排放判定.....	20
5.2.3 推荐模型筛选.....	20
5.2.4 预测结果.....	21
5.3 地表水环境风险预测与评价.....	23
5.4 地下水环境风险预测与评价.....	23
5.5 环境风险评价结论.....	23
6 环境风险管理.....	24
6.1 环境风险防范措施.....	24
6.1.1 工程设计和施工采取的事故防范措施.....	24
6.1.2 运营期间的系统防护措施.....	25
6.2 事故应急措施.....	27
6.2.1 泄漏事故应急措施.....	27
6.3 突发环境事件应急预案编制要求.....	28
6.4 环境风险评价结论与建议.....	30

## 1 评价依据

### 1.1 风险调查

#### 1.1.1 建设项目风险源调查

项目涉及贮存和输送的物质天然气为甲烷、乙烷、丙烷等的混合物，主要风险物质为甲烷，危险类别为易燃、易爆。引起的火灾和爆炸半生/次生物为消防废水、CO等。项目设置LNG储罐1个，总容积50m<sup>3</sup>，按储存容积90%、密度按0.42t/m<sup>3</sup>计算，储罐存储总量约为18.9t。

#### 1.1.2 环境敏感目标调查

根据危险物质在事故情形下的环境影响途径，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 D 确定建设项目各要素环境敏感程度(E)分级见表1-1，建设项目环境敏感特征见表填表说明见表1-2。

表 1-1 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
	1	洲仔	东北	270	居住区	50
	2	大崑	东北	480	居住区	100
	3	旱坎	东	475	居住区	50
	4	上禾崑	东南	265	居住区	100
	5	江联村	东南	370	居住区	80
	6	格坑洼	西南	360	居住区	100
	7	黄竹塘	东	1160	居住区	200
	8	沙塘村	东	1600	居住区	100
	9	联华村	东	2340	居住区	150
	10	军营村	东北	485	居住区	50
	11	根竹园村	东北	1715	居住区	150
	12	三塘村	东北	2820	居住区	100
	13	黄沙村	东北	3235	居住区	100
	14	乌坭	东北	4030	居住区	100
	15	梅仔坑村	东北	4090	居住区	100
	16	榕树	东北	3800	居住区	120
	17	社更村	东北	4200	居住区	130
	18	古塘下	东北	2825	居住区	50
	19	单竹塘村	东北	3340	居住区	100
	20	江联	北	600	居住区	200
21	大松坪	北	1180	居住区	70	
22	格坑洲	北	1460	居住区	300	

23	崑头	北	2250	居住区	170
24	木洞村	北	3820	居住区	130
25	大连村	西北	2200	居住区	120
26	大岗村	西北	2860	居住区	200
27	斗对屈	西北	3300	居住区	300
28	莲塘	西北	1700	居住区	250
29	里口	西北	2400	居住区	200
30	水月村	西北	2645	居住区	500
31	大巷	西北	3135	居住区	550
32	力竹村	西北	3430	居住区	100
33	格岗崑	西北	4340	居住区	350
34	径下	西北	4700	居住区	200
35	江屯镇镇区	南	640	居住区	3000
36	各下	西南	1350	居住区	50
37	水背崑	西南	925	居住区	120
38	南岭	西南	1725	居住区	200
39	茶仔村	西南	2028	居住区	100
40	丰饭崑	西南	2825	居住区	500
41	龙湾村	西南	3615	居住区	400
42	马坑村	西南	4177	居住区	400
43	松坑	西南	4600	居住区	300
44	下洞	西南	4770	居住区	80
45	第十	西南	4670	居住区	40
46	仁合泰村	西南	2790	居住区	250
47	土地岗	西南	1856	居住区	40
48	寨国	西南	2160	居住区	250
49	大塘下	西南	2300	居住区	300
50	岗坳	西南	2650	居住区	20
51	新屋	西南	3115	居住区	120
52	企仔	西南	3370	居住区	130
53	上寨	西南	3670	居住区	300
54	定崑	西南	3985	居住区	280
55	石仔龙	西南	3915	居住区	200
56	马口	东南	745	居住区	200
57	青龙	东南	1230	居住区	100
58	圣地脚	东南	1900	居住区	70
59	大旗崑	东南	1390	居住区	60
60	孔口村	东南	1650	居住区	100
61	积善里村	东南	1850	居住区	200
62	红旗村	东南	2180	居住区	100
63	圳头村	东南	2380	居住区	50

	64	竹仔脚村	东南	2255	居住区	450
	65	黄马坳	东南	2840	居住区	100
	66	南山坑	东南	3115	居住区	150
	67	大塘村	东南	2778	居住区	150
	68	烧炭坑村	东南	3070	居住区	40
	69	黄茅坪	东南	4030	居住区	350
	70	河口村	东南	2920	居住区	300
	厂址周边 500 m 范围内人口数小计					530
	厂址周边 5km 范围内人口数小计					15070
	大气环境敏感程度 E 值					E2
地表水	受纳水体（项目为不排水）					
	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	
	无	无	无		无	
	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	
	无	无	无	无	无	
	地表水环境敏感程度 E 值					E3
	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
无		无	无	无	无	无
地下水环境敏感程度 E 值					E3	

表 1-2 建设项目环境敏感特征表填表说明

表格内容		填写要求
环境空气	敏感目标名称	指附录 D 表 D.1 中调查对象的名称
	属性	选填居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公或其他
	管段周边 200 m 范围内	油气、化学品输送管线项目需按管段分别统计
地表水	24 h 内流经范围	说明 24 h 内流经范围涉跨国界、跨省界情况，不涉及填其他
	敏感目标名称	指附录 D 表 D.4 中涉及的环境风险受体名称
	环境敏感特征	按照附录 D 表 D.4 中涉及的环境风险受体类型填写
	水质目标	内陆水体选填 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类，近岸海域选填第一类、第二类、第三类
地下水	环境敏感区名称	指附录 D 表 D.6 中涉及的环境敏感区
	环境敏感特征	按照附录 D 表 D.6 中环境敏感特征填写
	水质目标	选填 I 类、II 类、III 类、IV 类、V 类
	包气带防污性能	按照附录 D 表 D.7 中包气带岩石的渗透性能填写

## 1.2 环境风险潜势初判

### 1.2.1 危险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录B中对应临界量的比值Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；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)：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>, ..., q<sub>n</sub>——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, ..., Q<sub>n</sub>——每种危险物质的临界量，t。当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为I。

当 Q≥1 时，将Q值划分为：(1) 1≤Q<10；(2) 10≤Q<100；(3) Q≥100。项目天然气总量约为18.9t，临界量为10t，则Q值为1.89，位于1≤Q<10区间。

### 1.2.2 行业及生产工艺 (M)

根据项目所属行业及生产工艺特点，按照表 1-3 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1) M>20；(2) 10<M≤20；(3) 5<M≤10；(4) M=5，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 1-3 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值
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、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套 (罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	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
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5
<p><sup>a</sup> 高温指工艺温度≥300℃，高压指压力容器的设计压力（P）≥10.0MPa；</p> <p><sup>b</sup> 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。</p>		

项目对 LNG 气化站进行风险评价，工艺温度小于 300 °C，压力容器设计压力小于 10MPa，行业不属于石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼、管道、港口/码头等。行业属于石油天然气“气库（不含加气站的气库）”，M 值为 10，属于 M3。

### 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），按照表 1-4 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 1-4 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

项目危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）为 P4。

### 1.2.4 环境敏感程度（E）的分级

#### （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，分级原则见表 1-5。

表 1-5 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5 km 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 500 m 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 5 km 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 500 m 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 200 m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5 km 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 500 m 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

项目所在地周边 5 km 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。大气环境敏感程度分级属于 E2。

## (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 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 1-6。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 1-7 和表 1-8。

**表1-6 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1-7 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，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 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，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 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1-8 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）10 km 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；风景名胜區；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）10 km 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）10 km 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

项目无生产及生活污水外排，地表水功能敏感性分区为 F3，由于发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内没有上述

环境敏感目标，环境敏感目标分级为 S3，最终确定地表水环境敏感程度分级为 E1。

### (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 1-9。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 1-10 和表 1-11。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1-9 地下水环境敏感程度分级**

包气带防污性能	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
<b>D2</b>	E1	E2	<b>E3</b>
D3	E2	E3	E3

**表1-10 地下水功能敏感性分区**

敏感性	地下水环境敏感特征
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 <sup>a</sup>
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区

<sup>a</sup>: “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1-11 包气带防污性能分级**

分级	包气带岩土渗透性能
D3	$Mb \geq 1.0m$ , $K \leq 1.0 \times 10^{-6}cm/s$ , 且分布连续、稳定
<b>D2</b>	<b><math>0.5m &lt; Mb &lt; 1.0m</math>, <math>K &lt; 1.0 \times 10^{-6}cm/s</math>, 且分布连续、稳定</b> <b><math>Mb \geq 1.0m</math>, <math>1.0 \times 10^{-6}cm/s &lt; K \leq 1.0 \times 10^{-4}cm/s</math>, 且分布连续、稳定</b>
D1	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。

项目评价范围内不含分散式饮用水水源地，地下水功能敏感性分区为 G3，包气带防污性能分级为 D2。由此确定地下水环境敏感程度分级为 E3。

### 1.3 环境风险潜势划分

建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 1-12 确定环境风险潜势。

表1-12 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 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中度敏感 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感 (E3)	III	III	II	I

注：IV<sup>+</sup>为极高环境风险。

综上所述，项目大气环境风险潜势均为II，地表水和地下水环境风险潜势为I。

### 1.4 评价工作等级划分

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169—2018)，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 1-13 确定评价工作等级。风险潜势为IV及以上，进行一级评价；风险潜势为III，进行二级评价；风险潜势为II，进行三级评价；风险潜势为I，可开展简单分析。

表1-13 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 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 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。见附录 A。

综上所述，项目大气环境风险潜势均为II，评价等级为三级。地表水和地下水环境风险潜势为I，评价等级为简单分析。

## 2 环境敏感目标概况

环境风险评价范围以事故源为中心、半径 5km 范围，据现状调查，项目周围人口分布情况见表 1-1，风险评价范围见图 2-1。

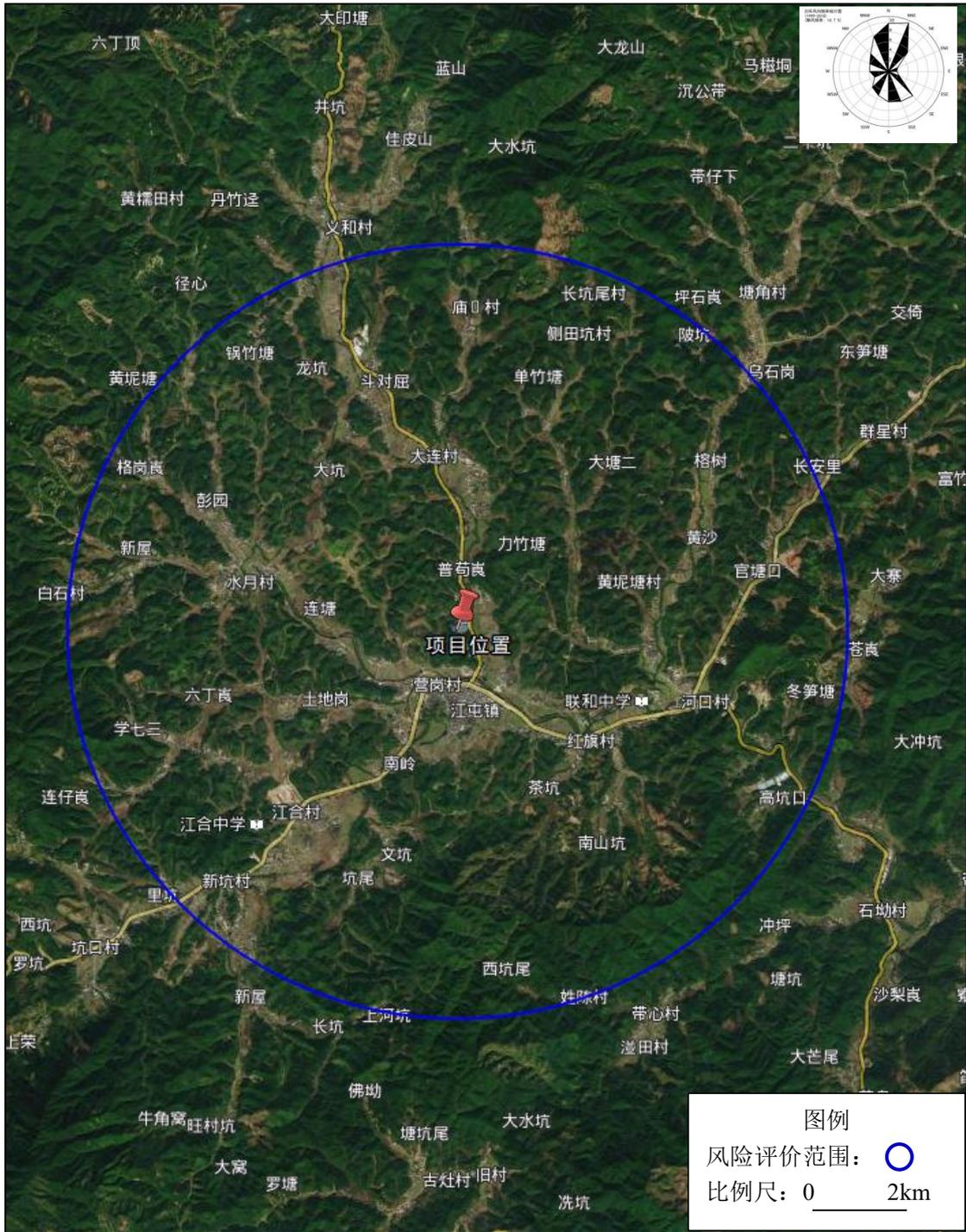


图2-1 风险评价范围

### 3 环境风险识别

#### 3.1 物质危险性识别

对项目所涉及的储存物质、火灾和爆炸伴生/次生物均需列表说明其物理化学和毒理学性质，危险性类别等，并按其危险性或毒性结合相应的评价阈值进行分类排队，筛选风险评价因子。本项目主要危险化学品物质种类见表 3-1

表3-1 危险有害物质辨识

序号	物料名称	常温常压相态	危险性类别	火灾危险性	危规号
1	天然气	气态	易燃、易爆	甲	21007

按前述，天然气为甲烷、乙烷、丙烷等的混合物，主要是甲烷，占 91%以上。本项目涉及到的主要危险品的理化特性和危险特性参见下表（理化性质及危险特性表是依据化学工业出版社（1997 年 7 月第 1 版；2002 年 6 月北京第 4 次印刷）出版的《危险化学品安全技术全书》编制）。

表3-2 甲烷 MSDS表

标识	中文名：甲烷(液化/压缩)	分子式：CH <sub>4</sub>	英文名：Methane; Marsh gas
	分子量：16.04	CAS 号：74-82-8	危规号：危规分类 GB2.1 类 21007（压缩）；21008（液化的）
理化性质	性状：无色无臭的气体	溶解性：微溶于水,溶于乙醇、乙醚	
	熔点（℃）：-182.6	沸点（℃）：-161.5	相对密度(水=1)：0.42(-164℃)
	临界温度（℃）：-82.1	临界压力（MPa）：4.6	蒸气密度(空气=1)：0.55
	燃烧热(kJ/mol)：889.5	最小点火能(mJ)：0.28	蒸气压(kPa)：100(-161.5℃)
燃爆特性与消防	燃烧性：易燃气体	燃烧分解产物：CO、CO <sub>2</sub> 、水蒸汽	
	闪点（℃）：-188	聚合危害：不聚合	
	爆炸极限：下限 5.3%,上限 15.0%	稳定性：稳定	
	自燃温度（℃）：537	禁忌物：强氧化剂、氟、氯	
	危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。		
灭火方法：切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。			
毒性	接触限值：瑞士：时间加权平均浓度 10000ppm（6700mg/m <sup>3</sup> ）JAN1993； 毒理资料：小鼠吸入 42%浓度 60min 麻醉。		
健康危害	侵入途径：吸入。 健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。若冻伤，就医治疗。		
急救措施	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。液化甲烷与皮肤接触时可用冷水冲洗，如灼伤可		

	用 42°C左右温水浸洗解冻，并送医救治。
防护措施	车间卫生标准：前苏联 MAC (mg/m <sup>3</sup> )：300；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，佩戴自吸过滤式防毒面具（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，戴一般作业防护手套。其它：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他浓度区作业，须有人监护。
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。
储运注意事项	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风良好的不燃烧材料结构的库房或大型气柜。远离火种、热源。包装方法：钢瓶，液化甲烷用特别绝热的容器。防止阳光直射。与禁忌物分开存放，切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。搬运钢瓶轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。
废弃	允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。

表3-3 乙烷 MSDS表

标识	中文名：乙烷	分子式：C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	英文名：ethane	
	分子量：30.07	CAS 号：74-84-0	危规号：危规分类 GB2.1 类 21009	
理化性质	性状：无色无臭气体	溶解性：不溶于水，微溶于乙醇、丙酮，溶于苯		
	熔点 (°C)：-183.3	沸点 (°C)：-88.6	相对密度(水=1)：0.45	
	临界温度 (°C)：32.2	临界压力 (MPa)：4.87	蒸气密度(空气=1)：1.04	
	燃烧热(kJ/mol)：1558.3	最小点火能(mJ)：0.31	蒸气压(kPa)：53.32(-99.7°C))	
燃爆特性与消防	燃烧性：易燃气体	燃烧分解产物：CO、CO <sub>2</sub> 、水蒸汽		
	闪点 (°C)：<-50	聚合危害：不聚合		
	爆炸极限：下限 3.0%,上限 16.0%	稳定性：稳定		
	自燃温度 (°C)：472	禁忌物：强氧化剂、卤素		
	危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火和热源有燃烧爆炸的危险。与氟、氯接触会发生剧烈的化学反应。			
	灭火方法：切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。			
毒性	无资料			
健康危害	侵入途径：吸入。 健康危害：高浓度时，有单纯性窒息作用。空气中浓度大于6%时，出现眩晕，轻度恶心、麻醉症状；达40%以上时，可引起惊厥，甚至窒息死亡。			
急救措施	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。			
	车间卫生标准：前苏联MAC (mg/m <sup>3</sup> )：300；工程控制：生产过程密闭，全面通风。			

防护措施	<p>呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。</p> <p>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，戴一般作业防护手套。其它：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他浓度区作业，须有人监护。</p>
泄漏应急处理	<p>迅速撤离泄漏污染区至上风处，隔离、严格限制出入。切断火源。建议应急人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。</p>
储运注意事项	<p>易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓间温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气卤素（氟、氯、溴）、氧化剂等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。搬运钢瓶轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。</p>
废弃	<p>允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。</p>

表3-4 丙烷 MSDS表

标识	中文名：丙烷	分子式：C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	英文名：Propane	
	分子量：44.10	CAS 号：74-98-6	危规号：危规分类 GB2.1 类 21011	
理化性质	性状：无色气体，纯品无臭	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚		
	熔点（℃）：-187.6	沸点（℃）：-42.1	相对密度(水=1)：0.58 (-44.5℃)	
	临界温度（℃）：96.8	临界压力（MPa）：4.25	蒸气密度(空气=1)：1.56	
	燃烧热(kJ/mol)：2217.8	最小点火能(mJ)：0.31	蒸气压(kPa)：53.32(-55.6℃)	
燃爆特性与消防	燃烧性：易燃气体	燃烧分解产物：CO、CO <sub>2</sub> 、水蒸汽		
	闪点（℃）：-104	聚合危害：不聚合		
	爆炸极限：下限 3.0%,上限 9.5%	稳定性：稳定		
	自燃温度（℃）：450	禁忌物：强氧化剂、卤素		
	危险特性：易燃气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火和热源有燃烧爆炸的危险。与氧化剂接触会猛烈反应。气体比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。			
	灭火方法：切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。			
毒性	亚急性和慢性毒性：动物暴露于以丙烷为主的混合气8.53~12.16g/m <sup>3</sup> ，2 小时/天，6 个月，神经活动先抑制，后期兴奋，血红蛋白轻度减少，体温调节轻度改变。肺少量出血，肝和肾轻度蛋白变性。			
健康危害	<p>侵入途径：吸入。</p> <p>健康危害：本品有单纯窒息及麻醉作用。人短暂接触1%丙烷，不引起症状；10%以下的浓度，只引起轻度头晕；高浓度时可出现麻醉状态、意识丧失；极高浓度时可致窒息。</p>			
急救措施	<p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p>			

防护措施	车间卫生标准：前苏联MAC (mg/m <sup>3</sup> )：300；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，佩戴自吸过滤式防毒面具（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，戴一般作业防护手套。其它：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他浓度区作业，须有人监护。
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区至上风处，隔离、严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。用工业覆盖层或吸附/吸收剂盖住泄漏点附近的下水道等地，防止气体进入。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如可能，将漏出气用排气机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。
储运注意事项	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓间温度不宜超过30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时注意品名、验瓶日期，先进仓先发用，灌装适量，不可超压超量盛装。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。
废弃	允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。

### 3.2 生产系统危险识别

本项目在工艺过程中的危害主要表现在：

#### (1) 火灾、爆炸

由于本项目天然气在密闭储罐内储存，正常生产情况下不具备发生火灾爆炸的条件，但通过上述物料危险性分析可知，天然气属于易燃、易爆物质，具有较高的火灾、爆炸危险性。本项目中主要生产装置如LNG储罐等，贮存大量的天然气，决定了本项目具有较大的火灾爆炸危险。生产场站内压力容器及其附属设施均可能成为导致火灾爆炸事故发生的危险源。

#### (2) 窒息

A、液化天然气储罐及其附属设备长期使腐蚀严重，未能及时更换，造成液化天然气泄漏，易发生窒息事故；

B、天然气系统安全控制装置、一次仪表等设施失灵，造成液化天然气泄漏，易发生窒息事故；

C、场站设置的可燃气体报警设施因损坏，或未定期进行检测，如果失灵，液化天然气泄漏后，人员因未得到提醒进入该区域，导致人员窒息；

D、站内没有配备防护用具，或者配备的防护用具没有定期更换导致失效，当发生液化天然气泄漏进行堵漏时易造成人员窒息；

E、LNG储罐常常残存有液态或气态的可燃物质，或设备内氧含量较低。如

果进行检修或进入受限空间作业前未办理许可手续，未对设备内部的有毒物质进行彻底清除、置换和检测，未实施有效的隔绝，未采取必要的安全保证措施，劳保用品使用不当，均有可能发生因缺氧导致作业人员窒息事故。

### (3) 冻伤

液化天然气很容易气化，在气化过程中吸收大量热，在其泄漏点附近温度会急剧下降，人在此范围内或直接接触液化天然气会造成冻伤。尤其是液化天然气气化过程中，空温气化器翅片管吸收环境热量，造成翅片管外壁温度急剧降低，操作人员如果误操作，将身体触及翅片管，会直接造成冻伤。

### (4) 腐蚀

液化天然气大都含有少量的硫化氢，会对储罐、泵、阀门和电气设施等都会造成腐蚀。

项目环境风险单元分布见图3-1。

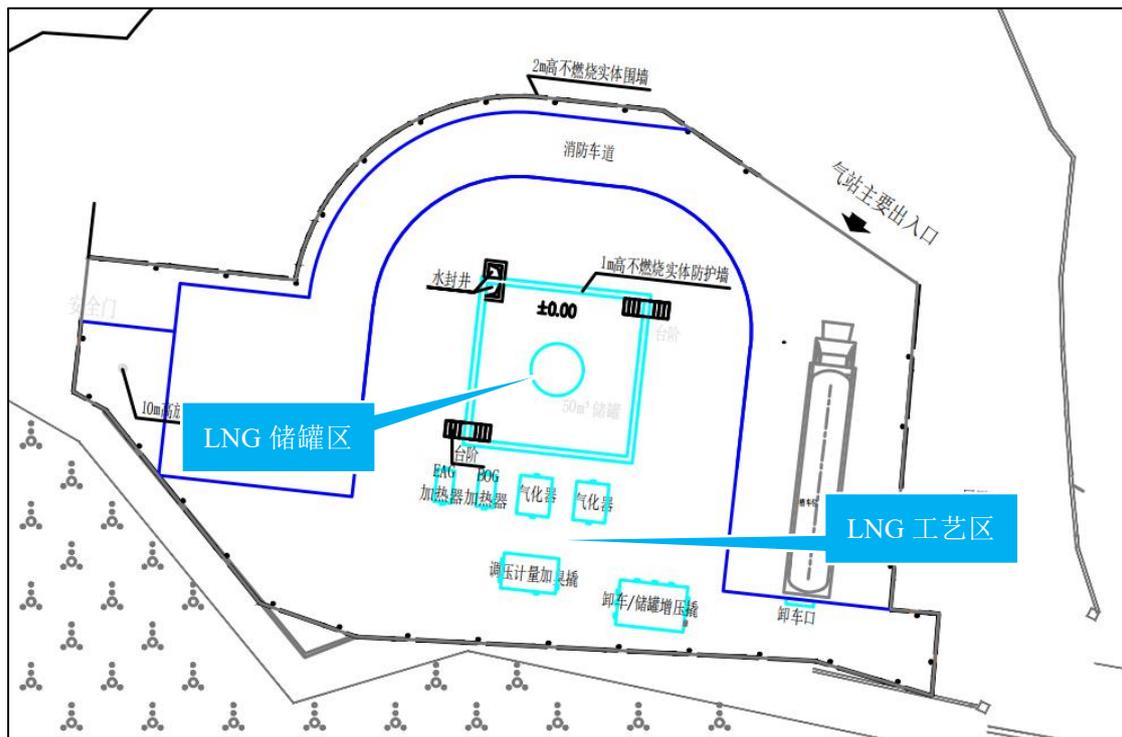


图3-1 环境风险单元分布图

## 4 风险事故情形分析

### 4.1 风险类型

项目存在的环境风险类型主要是火灾、爆炸和泄漏三种类型，表4-1列出可能发生的环境风险情形、危险物质向环境好转移的可能途径。

表4-1 建设项目风险事故情形设定汇总

环境风险类型	风险源	危险单元	主要风险物质	环境影响途径
泄漏	工艺设备区、LNG 储存区	气化站	天然气	从工艺设备区泄漏的天然气通过空气扩散到周边的村庄。
爆炸、火灾后产生的消防废水	工艺设备区、LNG 储存区	气化站	SS	爆炸、火灾发生后的消防水通过气化站雨水管或因收集不及而外排到外环境的地表水中、消防废水下渗到地下水中。
爆炸、火灾时产生的未充分燃烧废气	工艺设备区、LNG 储存区	气化站	CO	爆炸、火灾时产生的未充分燃烧的 CO 通过空气扩散到周边的村庄。

### 4.2 最大可信事故确定

储罐装置等设备因素、制冷循环故障、装罐气体翻滚,造成罐内气体膨胀,在采取火炬燃烧的情况下,可将气体燃烧。但是一旦系统中火炬不能燃烧,气体沿火炬或者安全阀排放到高空,从而对环境空气造成影响。这种排放形式不至造成火灾和爆炸风险,但会造成短期大气环境影响。

项目建成后最可能发生泄露的是LNG储存区储罐的泄露,根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)“附录E 泄露频率表”,见表4-2。

表4-2 泄露频率表 (单位:次/年)

部件类型	泄露模式	泄露频率
反应器/工艺储罐/气体储罐/塔器	泄露孔径为10 mm 孔径	$1.00 \times 10^{-4}$ /a
	10 min 内储罐泄露完	$5.00 \times 10^{-6}$ /a
	储罐全破裂	$5.00 \times 10^{-6}$ /a

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中的定义,最大可信事故指:是基于经验统计分析,在一定可能性区间内发生的事故中,造成环境危害最严重的事故。由表4-2可知,本项目储存区泄露事故的发生概率均不为零,储存区发生泄露,短时间内很难发觉,因此,贮存单元的泄露事故对环境或健康的危害要远远大于生产单元。

### 4.3 危险物质扩散途径及影响后果

根据上各类危险物质特性以及可能的环境风险类型分析可得，项目危险物质向环境转移的途径包括①LNG发生泄漏，通过空气扩散到周边的村庄，危害大气环境和周边居民身体健康；②发生事故后产生的消防废水通过雨水管或因收集不及而外排到外环境的地表水中、下渗到地下水中，危害周边地表水、地下水与土壤环境；③发生爆炸、火灾事故时产生的未燃烧充分的CO通过空气扩散到周边的村庄，危害大气环境和周边居民身体健康。

## 5 环境风险预测与评价

### 5.1 LNG 泄漏风险预测与评价

#### 5.1.1 泄漏量预测

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录F的规定，LNG储罐为液体，LNG泄漏在环境中迅速气化。因此LNG事故物质泄漏速率、事故泄漏量分别采用《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录F中闪蒸蒸发估算和液体泄漏公式估算，公式具体如下：

$$Q_1 = Q_L \times F_v$$

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： $Q_1$ --过热液体闪蒸蒸发速率，kg/s；

$Q_L$ --物质泄漏速率 kg/s；

$F_v$ --泄漏液体的闪蒸比例；

$P$ --容器内介质压力，Pa；

$P_0$ --环境压力，Pa；

$\rho$ --泄漏液体密度，kg/m<sup>3</sup>；

$h$ --裂口之上液位高度，m；

$C_d$ --液体泄漏系数；

$A$ --裂口面积，m<sup>2</sup>。

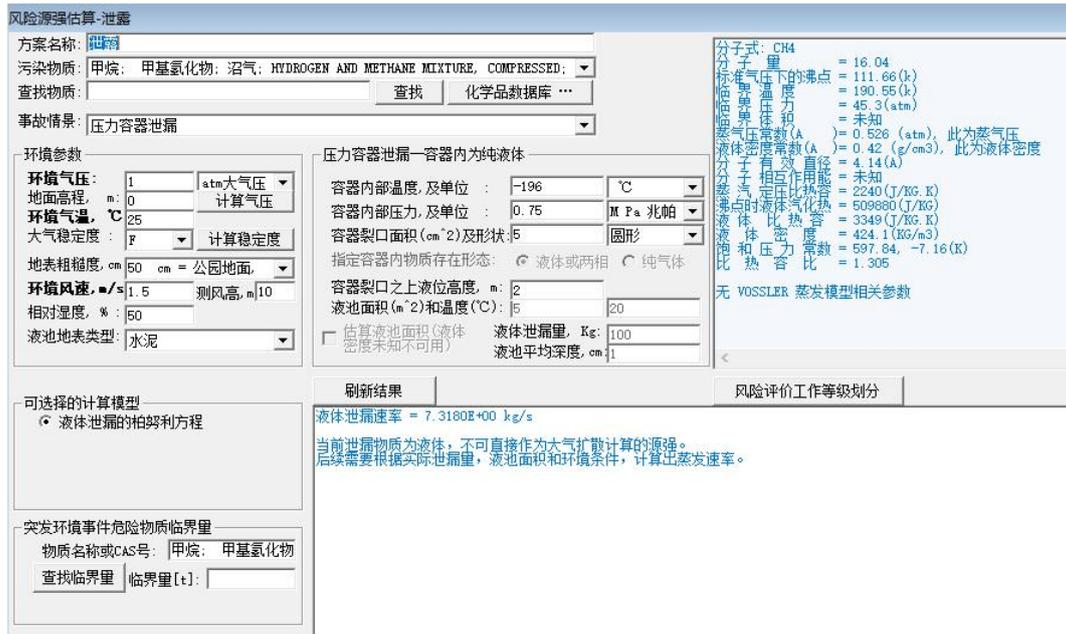


图 5-1 泄漏量计算

根据源强估算结果，过热液体蒸发，发生瞬时闪蒸，蒸发物迅速气化为气态物质。天然气密度小于环境空气，属轻质气体。

### 5.1.2 连续排放或者瞬时排放判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），连续排放还是瞬时排放判定计算公式如下：

判定连续排放还是瞬时排放，可以通过对比排放时间  $T_d$  和污染物到达最近的受体点(网格点或敏感点)的时间  $T$  确定。

$$T=2X/U_r$$

式中：X--事故发生地与计算点的距离，m

$U_r$ --10m 高处风速，m/s。假设风速和风向在  $T$  时间段内保持不变。

当  $T_d > T$  时，可被认为是连续排放的；当  $T_d \leq T$  时，可被认为是瞬时排放。

表5-1 连续排放或瞬时排放判定

序号	风险物质	最大可信事故类别	X-事故发生地与计算点距离(m)	$U_t$ -10m 高处风速 (m/s)	T-到达时间 (s)	$T_d$ -排放时间 (s)	高度 (m)	判定
1	天然气 (甲烷)	泄露	270	1.5	180	600	10	连续排放

天然气泄漏扩散采用 AFTOX 模型计算。

### 5.1.3 泄漏后果影响预测

根据《建设项目环境风险评价技术导则》中 AFTOX 模型对事故排放的 LNG

进行后果预测，预测条件选取最不利气象条件 F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。大气风险预测模型主要参数见下表 5-2。

表5-2 大气风险预测模主要参数表

参数类型	选项	参数	
基本情况	事故源经度	E112°37'33.18"	
	事故源纬度	N23°44'3.47"	
	事故源类型	泄漏	
气象参数	气象条件类型	最不利气象	最常见气象
	风速/(m/s)	1.5	/
	环境温度/°C	25	/
	相对湿度/%	50	/
	稳定度	F	/
其他参数	地表粗糙度/m	1.3	
	是否考虑地形	是	
	地形数据精确度/m	90	

(1) 下风向不同距离处有毒有害物质的最大浓度

根据预测结果，在最不利气象条件下，本项目泄露的 LNG（主要为甲烷）污染物在下风向不同距离处的最大浓度见图 5-3。

根据预测结果，泄露的 LNG（主要为甲烷）污染物落地浓度均不超过其大气毒性终点浓度-1（26000mg/m<sup>3</sup>）及其大气毒性终点浓度-2（15000mg/m<sup>3</sup>）。

(2) 关心点有毒有害物质浓度随时间变化情况

泄露的 LNG（甲烷）对各关心点的影响预测结果见表 5-3 及图 5-2。

根据预测结果，在预测时段内（30min），项目周边关心点甲烷落地浓度峰值为 3.03mg/m<sup>3</sup>，小于甲烷的大气毒性终点浓度-1（26000mg/m<sup>3</sup>）及大气毒性终点浓度-2（15000mg/m<sup>3</sup>）。

表5-3 泄露的的LNG（甲烷）对各关心点的影响预测结果表（单位：mg/m<sup>3</sup>）

序号	类型	名称	X	Y	离地高度	最大浓度 时间 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
1	敏感点	洲仔	87	338	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	敏感点	大崑	521	14	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	敏感点	旱坎	434	-37	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	敏感点	上禾崑	215	-196	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	敏感点	江联村	256	-274	0	6.20E-39 5	6.20E-39	6.20E-39	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
6	敏感点	格坑洼	-132	-425	0	1.82E-03 5	1.82E-03	1.82E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7	敏感点	黄竹塘	1169	9	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	敏感点	军营村	352	461	0	0.00E+00 5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

9	敏感点	江联	23	712	0	0.00E+00	5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
10	敏感点	大松坪	73	1210	0	0.00E+00	5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
11	敏感点	莲塘	-1841	288	0	0.00E+00	5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	敏感点	江屯镇 镇区	155	-712	0	3.03E+00	10	0.00E+00	3.03E+00	3.02E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	敏感点	各下	-772	-1178	0	4.59E-28	10	0.00E+00	4.59E-28	4.59E-28	1.69E-28	0.00E+00	0.00E+00
14	敏感点	水背崮	-1041	-352	0	0.00E+00	10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	敏感点	马口	612	-539	0	0.00E+00	10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

综上所述，项目厂区发生 LNG 泄露事故时，泄露的 LNG 不会对周边村庄居民其造成生命威胁。为了减少泄露的 LNG（主要为甲烷）污染对周边村庄居民的影响，事故时应及时采取措施切断泄漏源，控制事故发展态势，以减少周边村庄居民的影响。

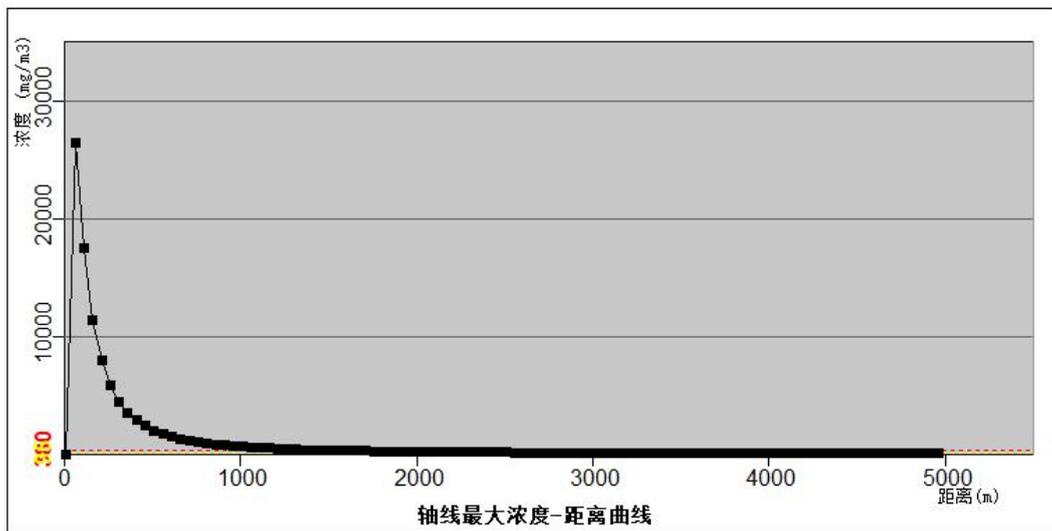


图 5-2 轴线最大浓度-距离图

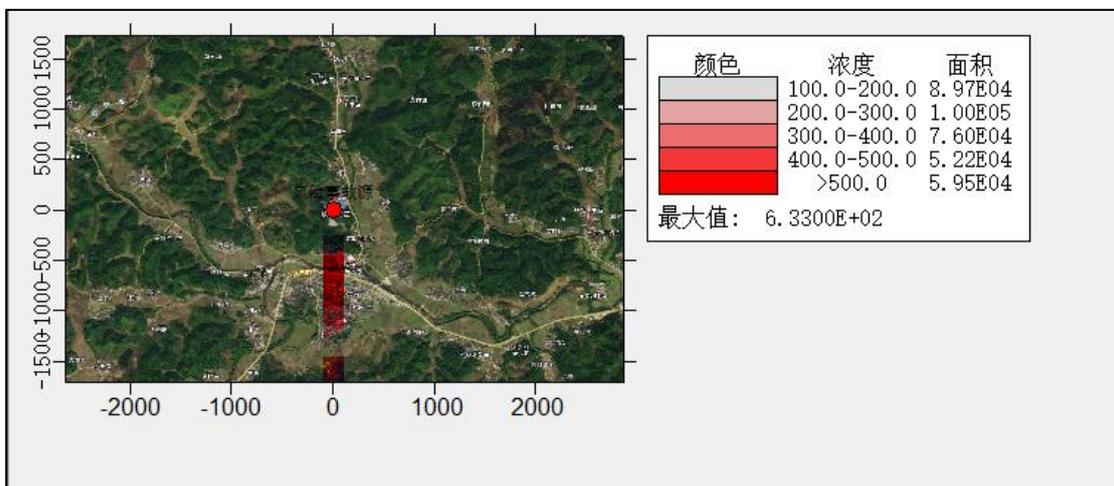


图 5-3 泄露的 LNG（甲烷）浓度分布图（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

## 5.2 LNG燃烧爆炸风险预测与评价

若泄漏的LNG发生燃烧爆炸，在不完全燃烧的情况下，会产生有毒气体一氧化碳，会影响本项目及周边环境空气质量，严重会影响人群健康。故考虑LNG储存破裂泄漏后发生燃烧时产生的CO造成的影响。本项目有工作人员定期巡查BOG压缩机，从事故发生报警，企业启动事故应急预案，LNG泄露处理完成时间为10min。

本项目环境风险影响主要是泄漏LNG燃烧伴生排放的CO的影响。

以LNG发生泄漏遇火种发生燃烧火灾伴生环境污染进行计算预测。LNG在不完全燃烧的情况下，会产生有毒气体一氧化碳，会影响本项目及周边环境空气质量，严重会影响人群健康。由于LNG燃烧产生的CO密度比空气小，因此本项目以AFTOX模型进行预测计算。

### 5.2.1 预测模式

根据《北京环境总体规划研究》(第二卷),天然气燃烧伴生的氮氧化物产生系数为1.76g/m<sup>3</sup>天然气，CO产生系数按0.35g/m<sup>3</sup>，考虑燃烧效率及不完全燃烧，本项目CO产生系数按3.5g/m<sup>3</sup>天然气计算,在假定事故状态下,产生伴生污染源强见表5-4。则CO的产生速率为0.035kg/s。

表5-4 天然气燃烧伴生污染物排放源强

	天然气泄漏量 (m <sup>3</sup> )	CO (kg)
储罐	6006	21.02

### 5.2.2 瞬时排放与连续排放判定

判断连续排放还是瞬时排放,可以通过对比排放时间  $T_d$  和污染物到达最近的受体点(网格点或敏感点)的时间  $T$  确定。

$$T=2X/U_r$$

式中:  $X$ ——事故发生地与计算点的距离,  $m$ ;

$U_r$ ——10m 高处风速,  $m/s$ 。假设风速和风向在  $T$  时间段内保持不变。当  $T_d > T$  时, 可被认为是连续排放; 当  $T_d < T$  时, 可被认为是瞬时排放。本项目排放时间为 30min, 离最近敏感点(洲仔)的距离为 270m, 10m 高处风速为 1.5m/s。则  $T_d > T$ , 则拟建项目按连续排放考虑。

### 5.2.3 推荐模型筛选

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)“G.2”, 推荐模型

的筛选采用理查德森数连续排放计算公式：

连续排放：

$$R_i = \frac{\left[ \frac{g(Q/\rho_{rel})}{D_{rel}} \times \left( \frac{\rho_{rel}-\rho_a}{\rho_a} \right) \right]^{\frac{1}{3}}}{U_r} \quad (G.2)$$

式中： $\rho_{rel}$ ——排放物质进入大气的初始密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$\rho_a$ ——环境空气密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$Q$ ——连续排放烟羽的排放速率， $\text{kg/s}$ ；

$Q_t$ ——瞬时排放的物质质量， $\text{kg}$ ；

$D_{rel}$ ——初始的烟团宽度，即源直径， $\text{m}$ ；

$U_r$ ——10m 高处风速， $\text{m/s}$ 。

其中 $\rho_{rel}=1.25\text{kg/m}^3$ ， $\rho_a=1.29\text{kg/m}^3$ ， $Q=0.035\text{kg/s}$ ， $D_{rel}=1.5\text{m}$ ， $U_r=1.5\text{m/s}$ 。

则  $R_i = -0.12$ ， $R_i < 1/6$ ，为轻质气体，扩散计算建议采用 AFTOX 模式。

#### 5.2.4 预测结果

本项目大气环境风险评价采用 AFTOX 模式进行预测，根据《建设项目环境风险评价技术导则》，大气环境风险一级评价，需选取最不利气象条件进行后果预测。最不利气象条件取 F 类稳定度，1.5 m/s 风速，温度 25 °C，相对湿度 50%，本项目所在地区主导风向为 N 风，则大气风险预测模型主要参数见表 5-5~5-6。

表5-5 大气风险预测模型主要参数表

参数	选项	参数	
基本情况	事故源经度/ (°)	E112°37'33.18"	
	事故源纬度/ (°)	N23°44'3.47"	
	事故源类型	火灾	
气象参数	气象条件参数	最不利气象	最常见气象
	风速/ (m/s)	1.5	/
	环境温度/°C	25	/
	相对湿度/%	50%	/
	稳定度	F	/
其他参数	地表粗糙度/m	1.3	
	是否考虑地形	是	
	地形数据精确度/m	90	

(1) 下风向不同距离处有毒有害物质的最大浓度

根据预测结果，在最不利气象条件下，本项目火灾爆炸事故次生的 CO 污染物在下风向不同距离处的最大浓度见表 5-6 和图 5-4。

根据预测结果，火灾爆炸事故时次生 CO 污染物落地浓度未超过其大气毒

性终点浓度-1 (380mg/m<sup>3</sup>), 超过其大气毒性终点浓度-2 (95mg/m<sup>3</sup>) 的范围为下风向 60m-90m 以内区域。

表 5-6 火灾爆炸事故次生的 CO 污染物最大落地浓度预测表

污染物	最大落地浓度及出现位置		最大影响范围 (m)	
	最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	下风向距离 (m)	≥大气毒性终点浓度-1 (380mg/m <sup>3</sup> )	≥大气毒性终点浓度-2 (95mg/m <sup>3</sup> )
CO	126.56	60	--	250

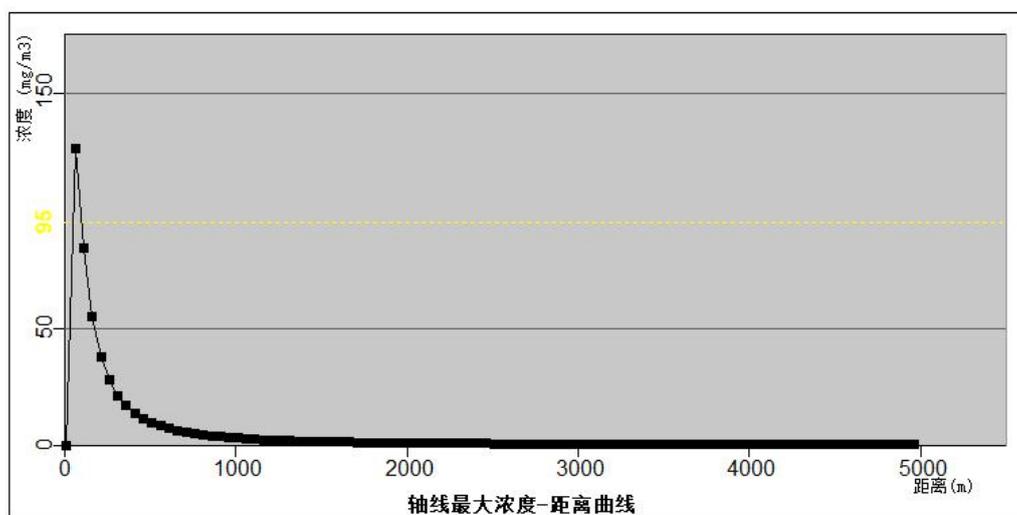


图 5-4 火灾事故时次生 CO 在下风向不同距离处的最大浓度



图 5-5 火灾事故次生的 CO 最大影响区域图

### 5.3 地表水环境风险预测与评价

由上述分析可知，本项目地表水环境风险评价等级为二级。根据《建设项目环境风险技术导则》（HJ169-2018）中“4.4.4.2 地表水环境风险预测。一级、二级评价应选择适用的数值方法预测地表水环境风险，给出风险事故情形下可能造成的影响范围与程度；三级评价应定性分析说明地表水环境影响后果。”

项目气化站喷淋用水全部以蒸发或渗漏损耗不会外排，无新增生活污水。本项目天然气泄漏迅速蒸发为气态，对地表水环境影响很小。但仍要对火灾事故产生消防废水等采取一定风险防范及应急措施。

### 5.4 地下水环境风险预测与评价

由上述分析可知，本项目地下水环境风险评价简单分析。本项目地下水环境风险预测只需定性分析说明地下水环境影响后果。

本项目存储较多的LNG，运行过程中可能发生LNG泄露，但由于LNG常压下为气态，泄漏后迅速蒸发为气态，对周围的环境污染较小，但仍要对泄漏事故采取一定风险防范及应急措施。

### 5.5 环境风险评价结论

本项目主要风险单元为 LNG 储存区和工艺区，环境风险主要是危险化学品泄漏。根据《建设项目环境风险评价技术导则》，本项目危险源主要是 LNG。LNG 一旦发生泄露，会污染大气、地表水、地下水等环境。由预测可知：

①在预测时段内，泄露的 LNG（主要为甲烷）污染物落地浓度及周边关心点甲烷落地浓度峰值均不超过其大气毒性终点浓度-1（26000mg/m<sup>3</sup>）及其大气毒性终点浓度-2（15000mg/m<sup>3</sup>），对项目周边环境风险较小。

②在预测时段内，火灾爆炸事故时次生 CO 污染物落地浓度未超过其大气毒性终点浓度-1（380mg/m<sup>3</sup>），超过其大气毒性终点浓度-2（95mg/m<sup>3</sup>）的范围为下风向 60-90m 以内区域。项目周边关心点 CO 污染物落地浓度峰值均小于 CO 的大气毒性终点浓度-1（380mg/m<sup>3</sup>）及大气毒性终点浓度-2（95mg/m<sup>3</sup>）。

因此，项目发生事故时产生的污染物不会对周边村庄居民其造成生命威胁。但本项目仍需采取必要的风险及防范措施，以减轻事故发生时的污染物对周边村庄居民的影响。在严格落实环境风险防范和应急措施，采取环境风险应急预案后，环境风险影响程度和范围较小，本项目环境风险可控。

## 6 环境风险管理

### 6.1 环境风险防范措施

天然气属于易燃易爆物质，本项目存储最大，具有潜在危险性。尽管风险事故的概率较小，但一旦发生火灾、爆炸事故，会造成严重的人员伤亡与财产损失。因此本项目在设计、施工、生产储运等各方面积极采取防护措施，加大事故防范措施建设，确保项目本质安全。制定灾害事故的应急反应计划，控制事故和减少对环境造成的危害

#### 6.1.1 工程设计和施工采取的事故防范措施

##### (1) 原则要求

严格按照国内外先进的设计标准精心设计，正确应用设计规范和建造安装规范。选择国内外具有经验和资质的施工队伍，实施这些规范和标准，保证工程设计、建造和安装质量。

##### (2) 管道安装设计施工

①以国际上认可的规范和标准为依据，选用大于设计寿命的环境条件重现期，提高管道设计强度和安全系数。

②防止受外力撞击引起的管线破裂事故，合理布放地上管道、阀门，避免汽车及其它生产、运输等移动设备碰撞引发的泄漏事故，管道采取外保护。

③罐区与工艺设备交接点处设置应急关断阀，在紧急情况下可以进行紧急关断保护。

##### (3) 储罐工艺系统

①LNG 贮罐选用安全、可靠的全容式混凝土顶贮罐，采用绝热保冷设计，基础满足规范要求。

②配备 BOG 加热器，防止 LNG 贮罐超压。如果 LNG 储罐气相空间的压力超高，蒸发气压缩机不能控制，且压力超过压力调节阀的设定值时，通过压力调节阀排至火炬系统烧掉，如压力依然超高储罐内多余的蒸发气将通过安全阀释放。

③配置防真空补气系统，防止 LNG 储罐在运行中发生欠压（真空）事故。当 LNG 贮罐低于正常操作压力范围时，从气化器出口总管处引出高压天然气，通过罐顶的压力控制阀补充返回储罐，如压力依然降低出现负压时，真空释放阀开启。

④储罐上装备安全及报警设施，各种检测报警设施，如温度、压力、液位检测设施，安全泄压设施，保证安全操作，防止出现溢出、翻滚、分层、过压和欠压等事故。

## 6.1.2 运营期间的系统防护措施

### (1) LNG 储罐

LNG 储罐涡旋是由分层引起的，防止分层的方法：尽量组织相同的产地、气源的 LNG 储存，可避免因密度差而引起的 LNG 分层；根据需储存的 LNG 与储槽内原有的 LNG 密度的差异选择正确的充注方法，有效地防止分层，充注方法的选择一般应遵循：密度相近时一般底部充注；轻质 LNG 充注到重质 LNG 储槽中时，宜底部充注；将重质 LNG 充注到轻质 LNG 储槽中时，宜顶部充注。使用混合喷嘴和多孔管充注，可使充注的新 LNG 和原有的 LNG 充分混合，从而避免分层。

### (2) 气化输出系统

在装置营运期间，严格控制关键设备的工艺参数，对装置定期巡检，发现问题及时维修更换；定期检查管道的安全保护系统，如截断阀、安全阀、放空系统等；用于输送 LNG 的管道应能承受可能遇到的温度和压力。应定期检查输送管是否存在损坏或缺陷，一般至少每年检查一次，检查压力为最大工作压力。

### (3) 安全防护

#### ①安全色及安全标志

容易发生事故或危及生命安全的场所和设备，以及需要提醒操作人员注意的地点，均按规范要求设置安全标志 如在 LNG 罐区设“禁止烟火”等标志。

凡需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位均按规范要求涂安全色。对阀门布置比较集中，易因误操作而引发事故时，在阀门附近标明输送介质的名称、符号或设明显的标志。生产场所与作业地点的紧急通道和出入口均按规范要求设置明显标志和指示箭头。

#### ②火源控制

严格控制储气库的点火源，禁止一切明火，严禁吸烟，严格控制作业区内的焊接、切割等动火作业。如需动火，应按规章申办动火批件，并应有严格安全措施经检查可行后方可动火。合理布置设备，避免热辐射成为点火源。

到危险区内的卡车等引擎会产生电火花。任何安装有发动机的设备，在危险区必须确认周围没有可燃气体，否则不能使用。

衣服上的静电也能产生足够的能量点燃天然气。工作人员不能穿化纤布（尼龙、晴纶等）类的衣服。

### ③工艺控制安全防范措施

本工程采用先进的调度控制中心 SCADA 系统，保证工艺装置控制系统的可靠性。设置一套安全控制系统，安全控制系统能够探测 LNG、天然气泄漏、监测和控制保护设备及其附件、对操作人员提出事故警示、自动启动相关的保护设备。

工程设置一套紧急事故切断系统，用于事故时紧急切断一些关键的阀门及设备。

### ④电气安全防范措施

工程主要用电设备有照明和自控系统，由甲方提供一路 380V 低压电源至辅助用房动力配电箱进线开关。自控系统采用 UPS 双电源、应急照明灯具采用带有蓄电池的灯具，其他普通灯具按三级负荷考虑。

对于电气设备或电气装置的正常情况下不带电的金属部分和金属外壳均采取可靠的保护接地措施，防止操作人员触及因绝缘损坏、漏电而带有危险电压的金属部分而遭到电击，同时也能有效地防止因漏电或对地短路而引起的火灾。

### ⑤防火防爆安全技术措施

#### a. 泄漏源控制

加强设备、管道、阀门的密封措施，防止液化天然气、天然气等可燃物料泄漏而引起火灾或爆炸事故。

#### b. 点火源控制

严格控制储罐区的点火源，禁止一切明火，严禁吸烟，严格控制作业区内的焊接、切割等动火作业。合理布置设备，避免热辐射成为点火源。

#### c. 电气防爆

根据规范的要求划分火灾爆炸危险区域，根据火灾爆炸危险区域的划分选用相应的防爆电气设备、配线及开关等。

#### d. 耐火保护

对工艺装置内承重的钢框架、支架、裙座、钢管架以及建筑物的钢柱、钢梁等按规范要求采取覆盖耐火层等耐火保护措施,使涂有耐火层的钢结构的耐火极限满足规范要求。

对火灾爆炸危险区域内可能受到火灾威胁的关键阀门、控制关键设备的仪表、电气电缆均采取有效的耐火保护措施。

#### e.防静电

对处理和输送可燃物料的、可能产生静电危险的设备和管道,均采取可靠的静电接地措施。

对输送可燃气体、液体等物料的管道,采取限制流速的措施,以避免因流速过快而带来的静电危害。

#### f.防雷

对 LNG 储罐、高大的框架和设备(如火炬)等均采取可靠的防雷接地措施,避免因雷击而带来危害。

### ⑥个人防护措施

在消防站内配备一些应急防护设施,如空气呼吸器、防火服等,以供事故时操作人员使用。对有可能接触液化天然气的操作人员配备一些防冻设施,如防冻手套、防冻的服装等。操作人员配备一些防噪声的个人防护设施,如防噪声耳塞、耳罩等。

### ⑦教育和培训

定期演练紧急情况的应对措施。应急设备和物资应放置在很容易取用的地方。工厂应该与当地消防部门、安全部门、急救部门和 医疗部门保持联络。

工作人员应进行定期培训,了解 LNG 的特性及产生的危害和影响,防护用品的作用和正确的使用方法。紧急情况下需要进入对健康有害的大气中时,工作人员除了具备必需的防护衣外,还应装备完备的呼吸用具。由于工艺设备中的 LNG 及其蒸气都没有味道,凭嗅觉检测不到它们的存在时,需要安装识别适用可燃气体指示器。

## 6.2 事故应急措施

### 6.2.1 泄漏事故应急措施

发生泄漏事故后,应快速采取应对措施。包括关闭系统、隔绝泄漏区域、保

护人身安全、隔离火源并尽快处理蒸汽云团。为控制 LNG 溢出和预防火灾，措施主要有探测、设备停机、控制及消防灭火等。

#### (1) 探测

快速鉴定 LNG 排放（液体或蒸汽）的类型、溢出位置、溢出后的扩散情况、LNG 蒸汽或火势的移动方向。通过人工检查或探测器来确定 LNG 泄漏，通过声音（液体或气体的流动）、沸腾、结霜、气味（如果加了气味的话）帮助检查 LNG 的泄漏位置，迅速判断装置是否需要立即停机修复泄漏处。

#### (2) 设备停机

当 LNG 系统发生泄漏时，停止设备运转可以阻止 LNG 进一步泄漏。当监测系统发出警报时，设备会自动关闭或由工作人员关闭，事故区域要进行隔离。

如果发生火灾，通常情况下，首先应该设法切断燃料源。在大火不会再次造成破坏的情况下，应当让大火烧完。

#### (3) 控制

如果 LNG 蒸汽在室内发生泄漏，通风和消除点火源是首要的措施，并使用通风机连续的通风，将 LNG 蒸汽排出。

对于大型设备产生的火灾，首先控制火焰的传播。控制排放出的 LNG 或火势，可减少财产的损失和人员的伤亡。

#### (4) 消防灭火

消防的主要目的是扑灭火源或防止火焰扩散。消防装备主要使用化学干粉灭火器、高膨胀泡沫灭火器或其它装备。

根据液化天然气的特性，本项目设置了消防水系统、干粉灭火系统、灭火器、火灾报警系统、可燃气体探测系统等消防设施。

### 6.3 突发环境事件应急预案编制要求

应急预案是指根据预测危险源、危险目标可能发生事故的类别和危害程度而制定的事故应急救援方案，是针对危险源制定的一项应急反应计划。根据《突发环境事件应急管理办法》（部令第 34 号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4 号）和《关于发布〈突发环境事件应急预案备案行业名录（指导性意见）〉的通知》（粤环〔2018〕44 号）的要求，本项目建设单位应当委托有能力的编制单位编制环境应急预案，并报所在地环境保

护主管部门备案。

为了在一旦发生 LNG 泄漏事故时，能及时作出反应，对 LNG 泄漏作出最快速、最有效的处理，建设单位应编制 LNG 泄漏应急预案，用于 LNG 泄漏应急处理。

本项目突发事故应急预案纲要见表 6-1，供制订预案参考。

**表 6-1 本项目应急预案纲要**

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	危险源概况	详述危险源类型、数量及其分布
3	应急计划区	LNG 储存区、工艺设备区
4	应急组织	工厂：厂指挥部负责现场全面指挥；专业救援队伍负责事故控制、救援、善后处理。 地区：地区指挥部负责工厂附近地区全面指挥、救援、管制、疏散；专业救援队伍负责对厂专业救援队伍的支援。
5	应急状态分类和响应程序	规定事故的级别及相应的应急分类响应程序
6	应急设施、设备和材料	防火灾、爆炸事故的应急设施、设备和材料
7	应急通讯、通知和交通	规定应急状态下的通讯方式、通知方式和交通保障、管制
8	应急环境监测及事故后评估	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
9	应急防护措施、消除泄漏措施、方法和器材	事故现场：控制事故，防止扩大、蔓延及连锁反应。清除现场泄漏物，降低危害，相应的设施、器材配备。 邻近区域：控制防火区域，控制和清除污染设施及相应设备配备。
10	撤离组织计划、医疗救护与公众健康	事故现场：现场及邻近装置人员撤离组织计划及救护。 临近区：撤离组织计划及救护。
11	应急状态中止与恢复措施	规定应急状态中止程序；事故现场善后处理、恢复措施；邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
12	人员培训与演练	应急计划制定后，平时安排人员培训与演练
13	公众教育与信息	对邻近居民区开展公众教育、培训和发布有关信息
14	记录和报告	设置应急事故专门记录，建立档案和专门报告制度，设专门部门和负责管理
15	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

建议建设单位参考本报告提出的应急预案纲要，制定风险事故应急预案，编制的应急预案应与主管环保部门的应急预案进行衔接，列入环保部门联系方式。当污染事故发生时，该公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至当地环保部门，并根据环保部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

#### 6.4 环境风险评价结论与建议

根据风险识别和源项分析，本项目潜在的环境风险分别有：LNG 泄漏事故、LNG 火灾爆炸事故，由预测可知：

（1）在预测时段内，泄露的 LNG（主要为甲烷）污染物落地浓度及周边关心点甲烷落地浓度峰值均不超过其大气毒性终点浓度-1（ $26000\text{mg}/\text{m}^3$ ）及其大气毒性终点浓度-2（ $15000\text{mg}/\text{m}^3$ ）。对项目周边环境风险较小。

（2）在预测时段内，火灾爆炸事故时次生 CO 污染物落地浓度未超过其大气毒性终点浓度-1（ $380\text{mg}/\text{m}^3$ ），超过其大气毒性终点浓度-2（ $95\text{mg}/\text{m}^3$ ）的范围为下风向 60m-90m 以内区域。项目周边项目周边关心点 CO 污染物落地浓度峰值均小于 CO 的大气毒性终点浓度-1（ $380\text{mg}/\text{m}^3$ ）及大气毒性终点浓度-2（ $95\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

因此，本项目在严格落实本报告表提出的各项风险的预防和应急措施，并不断完善风险事故应急预案的前提下，本项目运营期的环境风险在可接受范围之内。

附表：

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	18.9							
	环境敏感性	大气	500 m 范围内人口数 530 人			5 km 范围内人口数 15070 人				
			每公里管段周边 200 m 范围内人口数 (最大)							___/___人
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input checked="" type="checkbox"/>		F2 <input type="checkbox"/>		F3 <input 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 type="checkbox"/>		D2 <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>				
	地表水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input checked="" type="checkbox"/>				
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>		地下水 <input checked="" 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 /m							
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 90 m							
	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 /_d										
重点风险防范措施	加强风险管理 (定期检查管道安全保护系统, 并按要求定期检修天然气储罐、加大巡线频率, 提高巡线有效性、提高自控水平、加强人员及制度管理)、运输、储存及使用等过程按照规范进行、环保设施定期保养维护、应急预案 (厂区配备救援物资、演练计划等)、各有关职能部门加强监督指导, 企业内部制定严格的管理条例和岗位责任制, 加强职工的安全生产教育等。									
评价结论与建议	风险防范措施能有效降低项目建设风险事故对环境的影响, 在按照本评价要求的风险防范措施建设的前提下, 本项目的环境风险水平是可以接受的。									
注: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, “___”为填写项。										