

中海油海南天然气利用有限公司  
东方八所港加气站  
**(新建) 项目安全预评价报告**

(终稿)

建设单位：中海油海南天然气利用有限公司

建设单位法定代表人：刘 广

建设项目单位：中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站

建设项目单位主要负责人：刘 广

建设项目单位联系人：林本卿

建设项目单位联系电话：18976440299

(建设单位公章)

二〇二二年六月二十四日

中海油海南天然气利用有限公司  
东方八所港加气站  
**(新建) 项目安全预评价报告**  
(终稿)

评价机构名称：南昌安达安全技术咨询有限公司

资质证书编号：APJ-(赣)-004

法定代表人：马浩

审核定稿人：王多余

评价负责人：王小明

(安全评价机构公章)  
二〇二二年六月二十四日

# 中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站 建设项目安全预评价技术服务承诺书

一、在该项目安全评价活动过程中，我单位严格遵守《安全生产法》及相关法律、法规和标准的要求。

二、在该项目安全评价活动过程中，我单位作为第三方，未受到任何组织和个人的干预和影响，依法独立开展工作，保证了技术服务活动的客观公正性。

三、我单位按照实事求是的原则，对该项目进行安全评价，确保出具的报告均真实有效，报告所提出的措施具有针对性、有效性和可行性。

四、我单位对该项目安全预评价报告中结论性内容承担法律责任。

南昌安达安全技术咨询有限公司

2022年6月24日

# 前 言

中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站位于海南省东方市八所港港区内，占地面积 1301.5m<sup>2</sup>。拟建加气站为三级汽车加气站，建设性质为新建，主要经营产品为 LNG。

为贯彻执行《安全生产法》关于建设项目（工程）安全“三同时”的规定，实现建设项目的本质安全和生产、经济的同步增长，根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安监总局 45 号令发布、79 号令修正）的有关要求，中海油海南天然气利用有限公司委托南昌安达安全技术咨询有限公司对中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站建设项目进行安全预评价。

我公司接到委托后，立即成立了安全评价项目组，并组织评价人员开展工作。按照《安全预评价导则》等法律法规的要求，进行资料与标准收集、现场调研、工程分析、危险与有害因素分析、定性定量分析，并在此基础上提出了安全对策措施，最后编制完成了该项目安全预评价报告。

本评价报告是在中海油海南天然气利用有限公司提供的资料基础上完成的，如提供的资料有虚假内容，并由此导致的经济和法律责任及其它后果均由委托方自行承担。如委托方在项目因工艺、设备设施、地点、规模、范围、物料等发生变化，而造成系统的安全程度随之发生变化，本报告将失去有效性。

在本次安全评价工作中，得到中海油海南天然气利用有限公司有关人员的配合和技术专家的帮助及指导，表示衷心的感谢。

# 目 录

<b>1 总 则</b> .....	<b>1</b>
1.1 评价目的、依据、范围及程序.....	1
1.2 评价范围.....	6
1.3 评价工作程序.....	7
<b>2 建设项目概况</b> .....	<b>9</b>
2.1 建设单位概况.....	9
2.2 建设项目概况.....	9
2.3 区域条件.....	10
2.4 总平面布置及建构筑物.....	15
2.5 经营产品.....	16
2.6 工艺流程.....	16
2.7 主要工艺设备和控制方案.....	17
2.8 公用工程及辅助设施.....	19
2.9 消防设施.....	22
2.10 组织机构及定员.....	23
2.11 安全投资.....	23
<b>3 主要危险有害因素分析</b> .....	<b>25</b>
3.1 危险物料基本情况.....	25
3.2 物料的危险、有害因素分析.....	25
3.3 生产工艺过程危险有害因素分析.....	28
3.4 设备设施危险有害因素分析.....	30
3.5 检修作业的危险有害因素.....	32
3.6 自然灾害因素分析.....	34

3.7	建设施工期危险因素分析	35
3.8	危险有害因素分布	36
3.9	易制毒、剧毒、高毒、易制爆化学品辨识	36
3.10	重点监管危险化学品辨识	36
3.11	重点监管的危险化工工艺辨识	36
3.12	爆炸危险区域划分	37
<b>4</b>	<b>评价单元划分及安全评价方法</b>	<b>38</b>
4.1	单元划分原则	38
4.2	评价单元划分	38
4.3	评价方法	38
4.4	评价方法的确定	40
<b>5</b>	<b>定性定量评价</b>	<b>41</b>
5.1	固有危险程度分析	41
5.2	定性定量评价	42
5.3	重大危险源辨识	51
5.4	典型事故案例分析	52
<b>6</b>	<b>安全条件分析</b>	<b>58</b>
6.1	自然条件对建设项目的影晌	58
6.2	建设项目对周边环境的影响	59
6.3	周边环境对项目的影晌	59
<b>7</b>	<b>工艺技术和设备的安全可靠性</b>	<b>60</b>
7.1	工艺技术的安全可靠性	60
7.2	设备的安全可靠性及匹配、满足性分析	60
<b>8</b>	<b>安全对策措施与建议</b>	<b>61</b>

8.1 可行性研究中提出的安全对策措施 .....	61
8.2 补充的安全对策措施 .....	63
<b>9 评价结论 .....</b>	<b>71</b>
9.1 危险有害因素辨识结果 .....	71
9.2 安全评价结论 .....	71
<b>10 与建设单位交换意见 .....</b>	<b>72</b>

## 1 总 则

### 1.1 评价目的、依据、范围及程序

#### 1.1.1 评价目的

1) 贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，确保建设工程项目中的安全技术措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，保证项目建成后在安全生产方面符合国家的有关法规、标准和规定。

2) 根据建设项目初步设计的内容,分析和预测该建设项目可能存在的主要危险、有害因素的种类和程度,提出合理可行的安全对策措施和建议。

3) 对项目运行过程中的固有危险、有害因素进行定性定量的评价和科学分析,对其控制手段进行评价,预测危险物质发生泄漏可能造成的火灾、爆炸事故危害区域和危害程度。

4) 提出预防、消除或降低项目危险性、提高装项目安全运行等级的对策措施,为项目的安全设计、施工、生产运行以及日常管理提供依据,并为安全生产主管部门实行安全监督管理提供依据。

#### 1.1.2 评价依据的法律、法规及规范性文件

(1) 《中华人民共和国安全生产法》(2021年6月10日修改,2021年9月1日实施)

(2) 《中华人民共和国特种设备安全法》(2013年主席令4号,2014年1月1日实施)

(3) 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令2007年第69号)



(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令 2018 年第 24 号（2018 年修订）

(5) 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令 2018 年第 24 号，2018 年修订）

(6) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 2014 年第 9 号）

(7) 《中华人民共和国消防法》（2021 年 4 月 29 日修改）

(8) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令 591 号修订发布，国务院令 645 号修正）

(9) 《特种设备安全监察条例》（自 2009 年 5 月 1 日起施行）

(10) 《城镇燃气管理条例》（自 2011 年 3 月 1 日起施行）

(11) 《工伤保险条例》（国务院令 375 号发布，国务院令 586 号修订）

(12) 《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令【2019】 第 708 号，2019 年 4 月 1 日施行）

(13) 《危险化学品目录（2015 年版）》（原国家安监总局等十部委公告 2015 年第 5 号）

(14) 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令 88 号，应急管理部 2019 年 2 号令修订）

(15) 《危险化学品生产建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理局令 45 号令发布，原安监总局令 79 号修订）

(16) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安全生产监督管理总局令 40 号原安监总局令 79 号修订）

(17) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家

安监总局令 36 号，原安监总局令第 77 号修订）

（18）《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（原安监总管三〔2011〕95 号）

（19）《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（原安监总管三〔2011〕142 号）

（20）《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（原安监总管三〔2013〕12 号）；

（21）《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（原安监总管三〔2013〕3 号）；

（22）《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（原安监总危化〔2007〕255 号）；

（23）《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部 2020 年 5 月 30 日实施）；

（24）《防雷减灾管理办法（修订）》（中国气象局令第 24 号）；

（25）《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》（中共中央国务院 2016 年 12 月 18 日）；

（26）《全国安全生产专项整治三年行动计划》（国务院安委会，2020 年 4 月 1 日启动，2022 年 12 月结束）；

（27）《关于推进城市安全发展的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅印发）；

（28）《海南经济特区安全生产条例》（2009 年 11 月 30 日颁布，2016 年 11 月 30 日修正）；

- (29) 《海南自由贸易港消防条例》（2020年7月31日发布）；
- (30) 《海南省燃气管理条例》（自2013年12月1日起施行）
- (31) 《危险化学品企业全员安全生产责任制清单编制指南》（琼应急【2021】29号）。

### 1.1.3 评价依据的技术标准

- (1) 《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）
- (2) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB13861-2022）
- (3) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- (4) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- (5) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）
- (6) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- (7) 《危险货物分类与品名编号》（GB 6944-2012）
- (8) 《常用化学危险品贮存通则》（GB15603-1995）
- (9) 《化学品分类和危险性公示通则》（GB13690-2009）
- (10) 《化学品分类和标签规范 第七部分：易燃液体》（GB3000.7-2013）
- (11) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- (12) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）
- (13) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- (14) 《消防安全标志设置规范》（GB15630-2015）
- (15) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- (16) 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
- (17) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- (18) 《不锈钢热轧钢板和钢带》（GB/T4237-2015）

- (19) 《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》(GB/T20368-2021)
- (20) 《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》  
(GB50517-2010)
- (21) 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》  
(GB50168-2018)
- (22) 《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工  
及验收规范》(GB 50257-2014)
- (23) 《压力容器 第1部分：通用要求》(GB150.1-2011)
- (24) 《固定式真空绝热深冷压力容器 第1部分 总则》  
(GB/T18442-2019 )
- (25) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》  
(GB/T29639-2020)
- (26) 《电力装置电测量仪表装置设计规范》(GB/T 50063-2017)
- (27) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》(GB/T  
50062-2008)
- (28) 《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T50065-2011)
- (29) 《电气设备安全设计导则》(GB/T25295-2010)
- (30) 《个体防护装备选用规范》(GB/T 11651-2008)
- (31) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T  
50493-2019)
- (32) 《工业设备及管道绝热工程设计规范》(GB 50264-2013)
- (33) 《流体输送用不锈钢无缝钢管》(GB/T 14976-2012)
- (34) 《低温阀门技术条件》(GB/T 24925-2019)
- (35) 《低温介质用紧急切断阀》(GB/T 24918-2010)

- (36) 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）
- (37) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- (38) 《加油加气站视频安防监控系统技术要求》  
（AQ/T3050-2013）
- (39) 《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）
- (40) 《石油化工钢制压力容器》（SH/T 3074-2018）
- (41) 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）
- (42) 《固定式压力容器安全技术监察规程》行业标准第 1 号修  
改单（TSG 21-2016/XG1-2020）
- (43) 《特种设备焊接操作人员考核细则》（TSG Z6002-2010）
- (44) 《低温液体贮运设备使用安全规则》（JB/T6898-2015）
- (45) 《钢制低温压力容器技术规范》（HG/T20585-2020）
- (46) 《石油化工仪表工程施工技术规程》（SH/T3521-2013）

#### 1.1.4 建设单位提供的资料

- (1) 委托书
- (2) 建设单位营业执照
- (3) 海南省企业投资项目备案证明
- (4) 东方市住房和城乡建设局关于东方八所港加气站选址的复函
- (5) 加气站设计方案等相关资料

## 1.2 评价范围

本安全评价报告的评价对象为：中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站。

本安全评价报告的评价范围为：

中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站选址、总

平面布局、LNG 加气工艺设备设施及配套的供配电、给排水、消防等公用辅助工程。

环境保护设施和 LNG 站外运输应执行国家有关规定，不包括在本评价范围之内。

### **1.3 评价工作程序**

为达到预期目的，结合被评价单位实际情况，本次安全评价工作程序分为准备、实施评价、报告编制三个阶段。

#### **1.3.1 评价准备阶段**

主要收集有关资料，划分评价单元，进行工程危险、有害因素辨识，选择评价方法，编制评价计划。

#### **1.3.2 实施评价阶段**

对项目的设计方案和现场选址进行调研，用相应的评价方法进行定性分析和定量计算，提出安全对策措施。

#### **1.3.3 报告编制阶段**

主要汇总第二阶段所得的各种资料、数据，综合得出结论与建议，完成该项目安全评价报告的编制。

安全评价工作程序见下图 1-1：

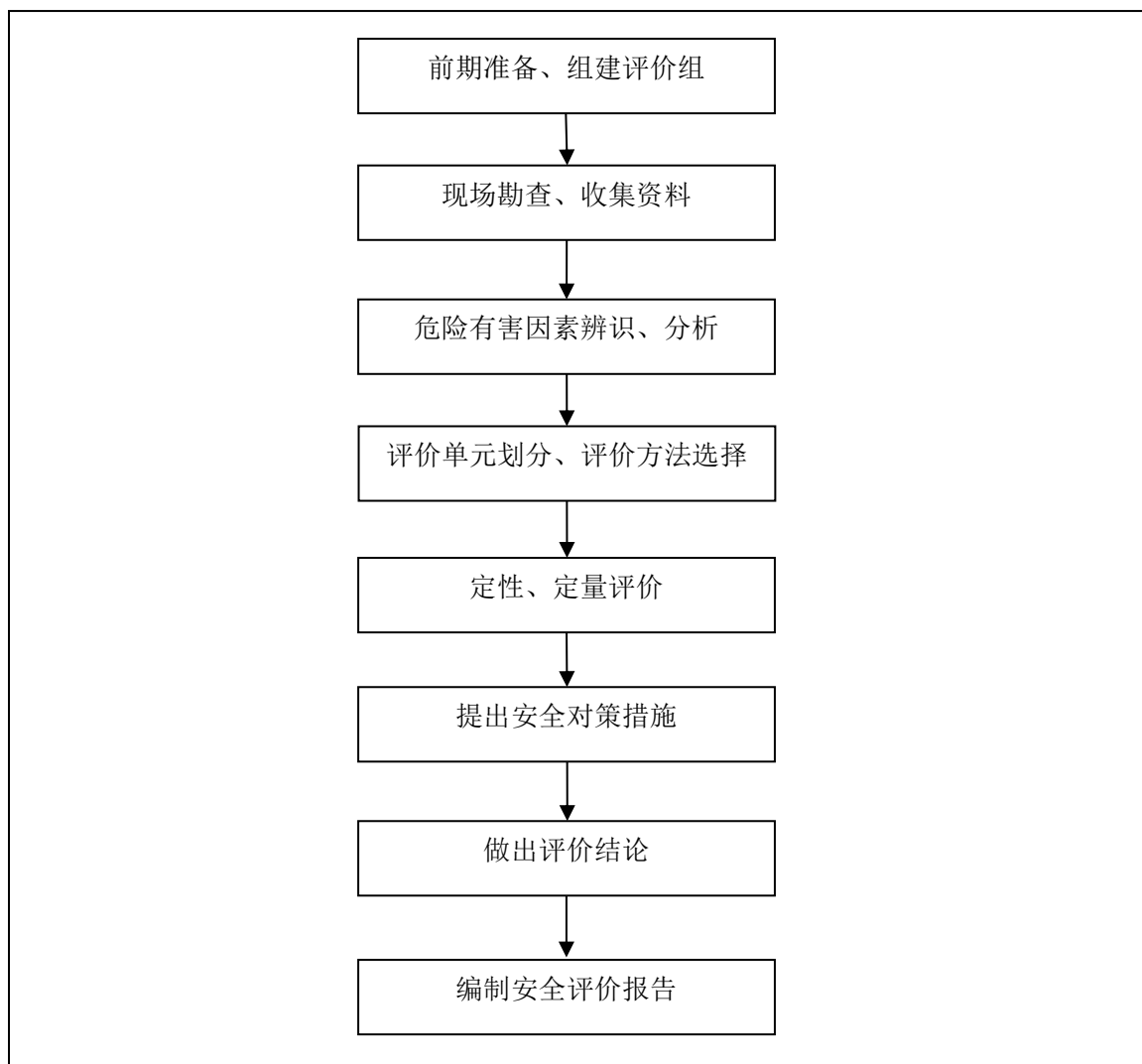


图1-1 安全评价工作程序图

## 2 建设项目概况

### 2.1 建设单位概况

中海油海南天然气利用有限公司（以下简称：公司）成立于 2011 年 11 月 11 日，是中海石油气电集团有限责任公司（以下简称：气电集团）旗下的全资子公司，注册资本金 9575.53401 万元，负责执行中国海油在海南省地区的天然气车（船）加注站、加油站以及各类天然气利用综合能源站的投资、建设和运营管理。

公司目前在海南运营加气站 9 座（含一座船舶加注站），分布在海口、澄迈、洋浦、陵水等地区。

### 2.2 建设项目概况

#### 2.2.1 建设项目简介

建设单位：中海油海南天然气利用有限公司

项目名称：中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站

性质：新建

建设地点：海南省东方市八所港港区内

建设项目内容：站房 1 栋、1 台 LNG 储罐 60m<sup>3</sup> 及配套的储罐泵橇、LNG 加气机 2 台、储罐围堰、集中放散管，化粪池 1 座，及相关土建、供电、通信、给排水、消防等配套工程。

建设项目占地面积：1301.5m<sup>2</sup>。

建设项目投资：总投资 623.59 万元，安全投入 45.8 万元。

加气站级别：三级加气站。

设计单位：四川盛创石油天然气工程勘察设计有限公司。

该项目拟配置人员 9 人，站长 1 名、安全员 1 名，7 名加气工，其中加气工拟采用四班三倒的工作制度，站长拟采用单班制，年工作



350 天。

### **2.2.2 建设项目所采用主要技术、工艺方法和国内同类建设项目水平对比情况**

该加气站主要采用低温储存、潜液泵或自增压卸车、潜液泵加液工艺技术。该加气站拟采用目前国内同类加气站的工艺技术，满足《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)的要求，达到国内同类加气站的工艺技术同等水平。

## **2.3 区域条件**

### **2.3.1 地理位置、交通及周边环境**

中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站建设项目位于八所港区内。东面及南面为港区港区道路、照明灯塔、板房、仓库，西侧为大海，西南面边贸城办公楼，北面为码头装卸区和简易办公房。其地理位置见图 2-1，周边环境现状见图 2-2，周边环境关系见表 2-1。



图 2-1 地理位置图



图 2-2 周边环境现状图

表 2-1 拟建项目周边环境关系

序号	方位	周边环境	设计距离 (m)	标准 (m)	依据规范	是否符合
1	南	空地	--	--	GB50156-2021 4.0.7	是
2	东	港区道路	6.75	6		是
3	西	大海	10	--		是
4	北	简易办公板房	49.88	14		是

### 2.3.2 自然条件

东方市属热带季风海洋性气候区，终年无霜雪，年平均气温 24℃~25℃，年日照时数平均 2777.15h，年平均降雨量 1000-1900mm，7 月至 10 月为主要降雨期，占全年降雨量 70%。9~11 月至翌年 3 月频吹北至东北风，4 月至 6 月干热风出现，频吹南至西南风，6 月至 10 月，是台风季节，年均刮台风 4~6 次，但 10 级以上的少有。

东方市地处热带，是我国典型的干湿季交替的热带季风性气候区，气温高，日照长。年蒸发量远远大于降雨量。其主要气象资料见表 2-2。

表 2-2 东方市气象资料统计表

序号	项目	数据	序号	项目	数据
气温					
1	年平均气温	25.1℃	2	最热月平均最高气温	32.6℃
3	历年最高气温	35.4℃	4	极端最高气温	40.5℃
5	历年最低气温	5.0℃	6	极端最低气温	1.4℃
大气压					
1	年平均气压	101.03kPa	2	极端最高气压	101.14kPa
3	极端最低气压	100.89kPa	4	夏季平均最高气压	100.38kPa
5	冬季平均气压	101.64kPa			
降雨量					
1	年平均降雨量	993.3mm	2	年最大降雨量	1528.8mm
3	年最小降雨量	275.4mm	4	年平均最大降雨量	1528.8mm
5	小时最大降雨量	107.7mm	5	十分钟最大降雨量	29.0mm
日照					
1	年平均日照时数	2628.1h	2	平均日照百分数	60%
湿度					
1	年平均相对湿度	80%	2	最大月相对湿度	83%
3	最大月相对湿度 (9 月)	84%	4	最小月相对湿度	76%

序号	项目	数据	序号	项目	数据
风向、风速和风压					
1	全年主导风向	NE(11月~3月)	2	次多风向	S(4月~10月)
3	风荷载	基本风压值 80kg/m <sup>2</sup> (0.8kPa)	4	多年平均风速	4.6m/s
5	历年最大风速	40m/s	6	夏季平均风速	5.6m/s
7	台风	一般在8~9月份,1953年至1982年平均每年影响东方县的台风有五次,在此期间,共有7次强台风,尤以1963年9月和1964年7月两次强台风对东方市影响严重,最大风速达40m/s。			
其它					
1	年平均蒸发量	2635.9mm	2	雷暴日	92.4d

### 2.3.3 地质、水文

该工程场地在大地构造上位于九所——陵水断裂带（4602634）和昌江——琼海构造带（4607632）之间，地处滨海阶地，距九所——陵水断裂带约15km，距昌江——琼海构造带约36km，属于华南褶皱系五指山褶皱带。五指山褶皱带演化历程经历了三个发展阶段及相应的构造运动：长城纪——志留纪为地槽发展阶段；泥盆纪——早三叠世为准地台发展阶段；中三叠世——第四纪为大陆边缘活动带发展阶段。八所海岸地区位于二叠系上统南龙组与二叠系下统鹅顶之间呈不整合接触。

场地浅层有2层含水层：第1含水层系①粗砂、②粉砂的孔隙型潜水，该层地下水与海水有水力联系，其水位变化主要受潮汐因素的影响，该层水力联系较好，水量较丰富；第2含水层系赋存于⑤含粉质粘土中砂中的空隙型微承压水，其补给来源以层间渗流为主，该层水力联系一般，水量较丰富。地下水埋深1.90~5.70m。场地水、土对混凝土结构具有弱腐蚀性，对混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构有弱腐蚀性。

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录A抗震设防区

划，该地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，特征周期值为 0.35s。

## 2.4 总平面布置及建构筑物

### 2.4.1 总平面布置

本站布局紧凑，全站含加气作业区和生产辅助区，分区之间界限明显。加气作业区主要包括罩棚、加气机、LNG 橇装设备。生产辅助区主要包括站房等。

本站主要单体建筑物包括站房、罩棚。

主要生产设备包括：1 台 LNG 橇装设备，2 台 LNG 加气机等。

本布局结构紧凑，建筑格局较为对称，主要工艺设备按流程依次建设，工艺流畅。场站内依次设有罩棚、站房、LNG 橇装设备及 LNG 加气机。站房位于站区西侧。所有设备及建构筑物的安全间距均满足标准要求。

加气站共设 1 个入口和 1 个出口，入口设置于场站东北侧，出口设置于场站东南侧。汽车由东北侧转至站入口，在加气作业区完成加气作业后顺序驶离站内。

### 2.4.2 建（构）筑物

该项目拟建建构筑物包括加气罩棚、站房，建筑物的耐火等级均不低于二级。耐火层的耐火极限不低于 1.5 小时。东方市的地震烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.05g，应符合《中国地震动态参数划分图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）、《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）的规定。拟建建构筑物见表 2-3：

表 2-3 主要建构物一览表

序号	名称	结构形式	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面 积 (m <sup>2</sup> )	层数	耐火等 级	火灾危险性类 别
1	站房	集装箱式	72	72	一	二级	丙类
2	罩棚	钢结构	80	80	一	二级	甲类

## 2.5 经营产品

拟建项目主要经营液化天然气 LNG，拟建项目的主要储存设备是 LNG 储罐。LNG 工艺装置区内主要储存设备有 1 个 60 m<sup>3</sup>LNG 卧式储罐。按照《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)的等级划分，该加气站设计规模为三级加气站。

## 2.6 工艺流程

该项目为新建加气站项目，工艺流程包括卸气、加气。

(1) 卸车流程：LNG 槽车—卸气柱—LNG 储罐

从 LNG 液化厂或 LNG 接收站用 LNG 槽车将 LNG 运至汽车加气站，通过加气站卸气柱、LNG 低温泵撬装、真空管道、阀门等操作将 LNG 卸到加气站的低温储罐中。

也可采用给槽车增压方式或者与 LNG 低温泵撬装联合卸车，卸车时可采用上进液方式，也可采用下进液方式。

(2) 调压流程：通过增压气化器对储罐进行调压，使其达到加注时的工作压力。

(3) 加气流程：通过潜液泵将 LNG 泵入燃料汽车，由加气机进行计量。

(4) 泄压流程：LNG 储罐内气相压力高于安全阀设定压力，安全阀自动泄压。此时也可手动打开放散阀放空卸压。



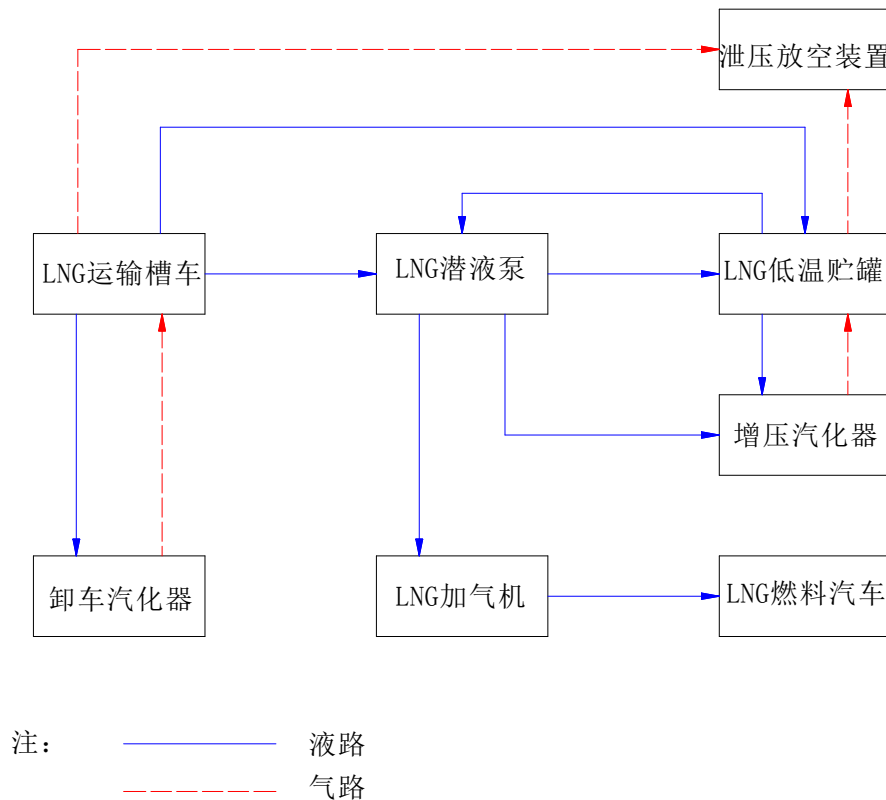


图 2-3 LNG 加气工艺流程框图

## 2.7 主要工艺设备和控制方案

### 2.7.1 主要工艺设备

#### (1) LNG 储罐

该工程选用 1 台卧式真空粉末隔热 LNG 储罐，该储罐生产制作技术成熟，安装简单，运行维护方便，适合类似本站性质的 LNG。储罐的设计压力为 1.44/-0.1MPa（内筒/外筒），几何容积为 60m<sup>3</sup>。

#### (2) 加气机

加气机为 2 台 LNG 加气机。每个加气岛上设 1 台加气机，加气机及相连接线的油管线按要求进行接地，每个加气枪软管上设置拉断阀。



表 2-4 LNG 橇装设备构成表

序号	名称	型号规格	数量	备注
1	LNG 储罐泵橇设备		1 套	
1.1	LNG 低温储罐	60m <sup>3</sup>	1 台	卧式
1.2	潜液泵	流量 Q=340L/min	1 台	
1.3	泵池	80L	2 台	
1.4	卸车/储罐增压器	200Nm <sup>3</sup> /h	1 台	组合
1.5	EAG 加热器	120Nm <sup>3</sup> /h	1 台	
1.6	PLC 控制系统	含 PLC 控制柜、变频器、生产工艺上位机系统	1 套	
1.7	仪表风系统		1 套	
1.8	工艺管路系统	PIR	1 套	满足工艺要求
1.9	阀门		1 套	含卸车处拉断阀
1.10	卸车软管	6-8 米	1 套	
1.11	安全监控系统		1 套	
2	LNG 加气机	80Kg/min	2 台	

### 2.7.2 工艺控制方案

该项目中物料为 LNG，属易燃、易爆物质。为保证生产装置的安全、可靠和稳定运行，要求选用的仪表具有可靠、稳定和防爆的性能，选用的自动化控制系统和仪表应满足工艺要求，保证生产过程长周期，低能耗，高质量安全运行。该项目设有控制系统（主要包含 PLC 站控系统 1 套，可燃气体检测报警系统 1 套，加气计量收费系统 1 套，仪表风系统等）及相关通信设备。

加气站设 5 个急停按钮，分别为：加气机各 1 个，卸车处 1 个，控制室 1 个，办公室 1 个。设声光报警器 3 个，分别为：控制室 1 个，办公室 1 个，站房外 1 个。

## 2.8 公用工程及辅助设施

### 2.8.1 给排水系统

该项目站内用水主要包括生活用水和场坪、道路、绿化用水，水源由八所港内市政给水管网提供，供应能力能够满足站内的生产、生活用水负荷。供水系统拟采用市政直接给水，由于站场用水点较少，站内给水系统采用枝状给水管网。

该项目排水采用雨污分流制。生活污水经化粪池处理达标后排入市政污水系统。化粪池容积为  $4\text{m}^3$ 。生活污水主要为卫生间排水，站内新建一座 G2-4Q 型钢筋混凝土化粪池，做法详国标图集 03S702，按无地下水情况考虑，顶面过车，无覆土，清掏周期 360d。生活污水重力流排至室外污水管网，清掏周期约 180 天，清掏的污泥清运至附近污水处理厂集中处理。

站内生产污水由管道收集后排至集液罐，污水定期送专门的集中处理站处理。站场生产废水主要为道路、场坪冲洗废水。该废水含少量泥沙类机械杂质，不含有害污染物，沿地面散排至站外低洼处。

橇装值班房屋面雨水经雨水落水管排入站内地面，连同站场地面雨水沿地面散排至站外低洼处。LNG 管沟内雨水经沟内径流至集水坑，集水坑内设置引出管，雨水经引出管排至雨水井，其中工艺管沟集水坑内引出管设水封装置，水封高度为 250mm，并设置沉溺段，沉溺段为 250mm。当发现管沟内有 LNG 液体泄漏时，应及时关闭积水坑外阀门井内蝶阀。阀门井内蝶阀处于常闭状态，仅排雨水时打开，防止 LNG 液体泄漏时，无法关闭阀门。

围堰集水坑内配置防爆型潜水排水泵，引出管引至围堰外散排，并设闸阀和止回阀，水泵防爆等级为 dII-BT-4。该潜污泵只能用于

排出罐区雨水，如发生 LNG 泄漏时，应立即切断电源，防止 LNG 液体通过潜污泵管道排出防护堤。

### 2.8.2 供电

本工程的供电电源由站外 380V 上级电源（港内就近接入 380V）提供，由站外 380V.AC 电源埋地接入站内配电柜 AP，由 AP 为站内所有用电负荷供电。本站站内配置有 UPS 电源，为重要负荷自控仪表、通信系统供电。站内应急照明采用自带蓄电池灯具。

### 2.8.3 照明

该项目主体工程拟采用室外布置，有良好的自然采光。拟于加气工作场所安装 LED 防爆照明灯具，站房办公区域拟安装节能 LED 灯具。控制室及办公室照度标准值为 300lx，休息室为 100lx。

### 2.8.4 线路敷设

室外电缆采用穿管的方式敷设，埋深不低于 0.7m，电缆穿越车行道和进出建筑物时，穿镀锌钢管保护；电缆及其管、沟穿过不同区域之间的墙、板孔洞处，应采用非燃性材料严密封堵；电缆或电线与电气设备的连接应采用防爆挠形管。

室内照明导线均采用 BV-450/750V-2.5 mm<sup>2</sup> 铜芯导线，室内插座、空调插座均采用 BV-450/750V-4.0mm<sup>2</sup> 铜芯导线，均穿 PC 管明敷；弱电线路穿热镀锌钢管敷设，进户线室外埋深 0.8 米，长度不小于 15 米。应急照明采用耐火电线，采用穿管明敷的方式。

### 2.8.5 防雷防静电

根据《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010），站场爆炸区域内各建、构筑物防雷设计均按第二类防雷建筑物考虑，不在爆炸区域内的各建、构筑物防雷设计均按第三类防雷建筑物考虑。

站房采用集装箱站房，站房、罩棚屋面为金属屋面，利用金属屋面作为防雷接闪带。

站区防爆场所内的所有建、构筑物均设有防直击雷保护。当 LNG 储罐壁厚度大于 4mm 时，可不装设避雷针，但必须设防雷接地，接地时，其接地点不应少 2 两处。

本站的防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等共用接地装置，接地电阻不大于 4 欧。若实测达不到要求，则应增设接地体，或采取换土、采用降阻剂的方法。接地干线采用热镀锌扁钢-50×5，接地支线采用热镀锌扁钢-30×5，人工垂直接地体采用热镀锌角钢∠50×50×5，人工垂直接地体的安装间距为 5m，人工垂直接地体与建构筑物的间距为 3m，人工垂直、水平接地体的埋深在 1m 以下，敷设时需避开设备基础。

为保证人身安全，所有因电气绝缘损坏而可能带电的金属构件，支架，设备外壳，电缆金属外皮等均应可靠接地。

所有进入室内的配线电缆金属外皮两端、电缆入室保护钢管两端、室内所有金属导电部分，包括电气设备正常时不带电的金属外壳都必须与室内接地网连接，电缆屏蔽层应在室内一侧单端接地，现场端的屏蔽层不得露出保护层外，应与相邻金属体保持绝缘。

平行敷设间距小于 100mm 的金属管道，每间隔不大于 25m 用金属编织线跨接。交叉间距小于 100mm 时用金属编织线跨接。弯头、阀门、法兰连接(少于 5 扣)的连接处，用金属编织线跨接。

站内工艺设备、管道、加气机等均需做防静电处理。

地上或管沟敷设的天然气管道的始末端和分支处应设防静电和防感应雷的联合接地装置，其接地电阻不应大于 4 欧姆。

在爆炸危险区域的天然气管道上的法兰、胶管两端等连接处应用金属线跨接。

独立防静电接地装置的接地电阻不应大于 100 欧姆。

本站在工艺区设置人体静电接地金属棒，采用人体触摸接地的方式进行人体放电。在卸车处增加防静电报警仪。

## 2.9 消防设施

### 2.9.1 站内消防设施

根据《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021），三级加气站可不设消防给水系统，故本站只设相应数量灭火器。

根据《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）和《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的规定，在站场内可能发生火灾的各类场所、工艺装置主要建筑物、仪表及电气设备间等，根据其火灾危险性、区域大小等时机实际情况，分别设置一定数量的移动式灭火器，以便及时扑救初始零星火灾。

#### （1）干粉灭火器

在 LNG 橇装设备、集装箱站房、加气区等设置干粉灭火器，一旦泄漏气体被引燃时，人工快速释放干粉灭火，避免火势扩大，把事故消灭在萌芽状态。

#### （2）气体灭火器

在控制室内设置二氧化碳气体灭火器，如扑灭电气火灾。

#### （3）本站灭火器配置见表 2-5。

表 2-5 消防器材设置

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	推车式干粉灭火器	MFT/ABC35	台	3	
2	手提式干粉灭火器	MF/ABC5	具	14	
3	手提式干粉灭火器	MT5	具	2	
4	消防沙箱	铁皮	M <sup>3</sup>	2	

### 2.9.2 依托消防设施

项目依托东方市消防救援支队，该消防救援大队配备有消防泡沫车、消防水车、消防指挥车等，消防设施完备齐全。该消防救援支队距离该项目距离较近，最快赶到该项目需要的时间约10分钟。

## 2.10 组织机构及定员

表 2-6 该项目岗位设置及劳动定员表

拟定岗位	总人数	工作场所	工作内容	备注
加气工	7人	LNG 储罐、卸车位、加气岛	卸车、增压、储气过程监督；加气	
		中控室	配电装置及控制室监控操作	
		空压机房	空压机巡检	
安全员	1人	站内	安全监督、安全巡检	
站长	1人	办公室	负责站内全面工作	

## 2.11 安全投资

该项目安全设施投资主要包括：可燃气体报警系统、防雷防静电、LNG 储罐液位计和压力表、警示标识、消防设施、安全培训教育、应急物资等，总投资 623.59 万元，安全投入 45.8 万元，约占建设投资的 7.3%。

表 2-7 安全设施一览表

序号	项目	名称
1	报警控制系统	LNG 储罐液位计
2		LNG 储罐压力表
3		PLC 站控系统
4		可燃气体检测报警系统
5	设备安全防护设施	防雷、防静电接地系统
6		全启式安全阀 4 个（2 组）
7		紧急切断阀
8		拉断阀
9	防爆设施	防爆潜液泵
10		防爆挠形管、变径、密封隔离盒
11	作业场所防护设施	静电接地线及检测仪
12	安全警示标志	防火防静电等警示标志
13	其他安全防护设施	防撞柱
14		LNG 围堰
15	消防器材	手提式干粉灭火器
16		推车式干粉灭火器
17		灭火毯
18		消防砂
19		灭火铲
20	紧急个体处置设施	应急灯
21		安全出口灯
22		疏散指示灯
23	应急救援设施	应急医药包
24	劳动防护用品和装备	防静电工作服、鞋和手套
25		防冻服、防冻手套
26	应急装备	正压式空气呼吸器

### 3 主要危险有害因素分析

该项目所涉及的物料主要为天然气（LNG）。LNG 是易燃易爆介质，存在重大的火灾、爆炸危险因素。本章节将从物料危险性、生产工艺过程、设备设施、检维修、建设施工、自然灾害等方面对项目存在的危险有害因素进行辨识与分析，确定危险有害因素的类型及分布状况，为评价单元和评价方法的确定及安全对策的选择提供依据。危险有害因素辨识按《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）和《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）标准进行分析。

#### 3.1 危险物料基本情况

该项目拟经营的危险化学品为 LNG（液化天然气）属于易燃气体，极易燃，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危险；其基本情况见表 3-1。

表 3-1 危险化学品数据表

物料名称	危险化学品分类	危化序号	CAS 号	相态	密度	闪点℃	爆炸极限	火灾危险性分类	危害特性
天然气	易燃气体, 类别 1 加压气体	2123	8006-1 4-2	气	0.45 (相对水)	/	5~16%	甲	极易燃

#### 3.2 物料的危险、有害因素分析

天然气是一种无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂；分子量 16.04，熔点-182.5℃，沸点-160℃~-164℃；爆炸极限 5.0%~16%（体积比），自燃温度 537℃，最小点火能 0.28mJ，最大爆炸压力 0.717MPa。理化及危险特性详见表 3-2。



泄漏到空气中能形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸，燃烧分解产物为 CO、CO<sub>2</sub>。在贮运过程中，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。天然气与空气形成气体混合物，其中天然气的体积占总体积的 15%以上时着火正常燃烧，若占 5%~15%时点火即爆炸。

液化天然气蒸发为气体时，其密度与在常温下的天然气不同，约比空气重 1.5 倍，其气体不会立即上升，而是沿着液面或地面扩散，吸收水与地面的热量以及大气与太阳的辐射热，形成白色雾团。由雾可察觉冷气的扩散情况，但在可见雾的范围以外，仍有易燃混合物存在。如果易燃混合物扩散到火源，将会发生燃烧爆炸。当冷气温热至 -112℃左右，就变得比空气轻，开始向上升。液化天然气比水轻，遇水生成白色冰块。液化天然气在气化过程中吸收大量热量，人员接触后会被冻伤。

液化天然气为烃类混合物，是无色无臭液体，属低等毒性物质。长期接触天然气可出现神经衰弱综合症。主要成分为甲烷，甲烷无毒，但空气中甲烷浓度过高能使人窒息，属“单纯窒息性”气体，高浓度时因缺氧而引起窒息。可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、精细动作故障等，甚至窒息、昏迷。

表 3-2 液化天然气危险化学品理化特性表

标识	中文名	液化天然气	英文名	Natural gas, refrigerated liquid				
	危险货物编号	21008	UN 编号	1972	CAS 号	8006-14-2	序号	2123
	危险品类别	易燃气体, 类别 1; 加压气体						
理化特性	主要成份	甲烷						
	外观性状	无色、无臭、无味						
	沸点	-160℃~-164℃		相对密度(水=1)		0.45		
燃烧爆炸危险性	燃烧性	极易燃		爆炸极限		5%~16%		
	引燃温度(℃)	482		禁忌物料		强氧化剂		
	稳定性	稳定		燃烧分解产物		CO、CO <sub>2</sub>		
	危险特性	极易燃, 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危险。						
	灭火方法	切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 尽可能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。						
健康危害	侵入途径	吸入、皮肤接触。			接触限值			
	健康危害	纯甲烷对人基本无毒, 只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷, 其毒性因其他化学组成的不同而异。						
急救措施	皮肤接触	如果发生冻伤: 将患部浸泡于保持在 38~42℃ 的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感, 就医。						
	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, 给氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。						
防护措施	工程控制	密闭操作。提供良好的自然通风条件。						
	眼睛防护	一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜。						
	身体防护	穿防静电工作服、防冻服。						
	手防护	防冻手套。						
储运	储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 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。储存区应备有泄漏应急处理设备。与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置, 应符合国家现行标准。配置灭火器、设置防雷防静电设施。槽车和运输卡车要有导电拖线; 槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。车辆运输钢瓶时, 瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方, 堆放高度不得超过车辆的防护栏板, 并用三角木垫卡牢, 防止滚动。							
泄漏处理	消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区, 无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器, 穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器, 使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向, 避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。作为一项紧急预防措施, 泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏, 下风向的初始疏散距离应至少为 800m。							

### 3.3 生产工艺过程危险有害因素分析

加气作业或卸气作业时，流速过大，产生大量静电荷。作业人员未穿戴防静电工作服导致大量静电荷积聚；作业人员违反操作规程导致 LNG 储罐和加气车辆超压超量充装、天然气泄漏。

LNG 泵橇装上有两个主要工艺设施，一个是低温潜液泵，一个是增压器，在正常运行时，两设施与 LNG 储罐之间阀门开启而相通，泵的进出口有可能因密封失效产生泄漏，增压器的进口是 LNG 储罐液相出口，出口是气体，同样因密封失效可能产生泄漏，但在关闭了储罐的出液口后，泄漏量很小。

LNG 加气机直接给汽车加气，其接口为软管连接。接口处容易漏气，也可能因接口脱落或软管爆裂而泄漏。在关闭了储罐出液口后或低温泵停止工作后，泄漏量很小。

LNG 卸车软管与槽车连接，危险性同 LNG 加气机。但在关闭 LNG 槽车出液口后或低温泵停止工作后泄漏量不大。

LNG 槽车进站卸气时，因撞击造成管线、阀门损坏，甚至储罐被破坏，造成泄漏；LNG 槽车卸车过程，意外滑动，卸车软管容易被拉断，造成泄漏。LNG 会对人体造成低温冻伤，LNG 气化后容易产生爆炸性气体，同时造成局部空间缺氧而使人窒息。

在 LNG 的输送管道中，由于加气车辆的随机性，装置反复开停，液相管道内的液体流速发生突然变化，有时是十分激烈的变化，液体流速的变化使液体的动量改变，反映在管道内的压强迅速上升或下降，同时伴有液体锤击的声音，这种现象叫做液击现象（或称水锤或水击），液击造成管道内压力的变化有时是很大的，突然升压严重时可使管道爆裂，迅速降压形成的管内负压出可能是管子失稳，导致管

道振动。

在 LNG 的液相管道中，管内液体在流动的同时，由于吸热、摩擦及泵内加压等原因，势必有部分液体要气化为气体（尽管气体的量很小），液体同时因受热而体积膨胀，这种有相变的两相流因流体的体积发生突然的变化，流体的流型和流动状态也受到扰动，管子内的压力可能增大，这种情况可能激发管道振动。当气化后的气体在管道中以气泡的形式存在时，有时形成“长泡带”；当气体流速增大时，气泡随之增大，其截面可增至接近管径，液体与气体在管子中串联排列形成所谓“液节流”；这两种流型都有可能激发管道振动，尤其是在流径弯头时振动更为剧烈。

LNG 储罐内的液体长期静止时，在充装新的 LNG 液体后，由于新注入的 LNG 液体密度不同于储罐中现有的 LNG 液体，就会形成两个液相层。由于两个液相层之间的热量的交换出现“过热”状态，进而强烈混合出现翻滚现象，使储罐内压力急剧上升。

LNG 储罐在投料前需要预冷，同样在生产中工艺管道每次开车前需要预冷，如预冷速度过快或者不进行预冷，有可能使工艺管道接头阀门发生脆性断裂和冷收缩引发泄漏事故，易使工作人员冻伤，或者大量泄漏导致火灾爆炸发生。

LNG 储罐或液相工艺管道，由于漏热而自然蒸发一定量的气体，一般情况下（制造厂家提供的数据为每昼夜 3.5‰的蒸发量）；生产运行中由于卸车，需要给系统增压，这部分气体也储存于储罐；部分受气车辆在加气之前需要降低车载气瓶内的压力，此部分气体在加气时又抽回储罐。这些气体统称为 BOG 气体，当 BOG 气体压力过高时需要进行安全放散，否则有可能造成设备管道超压而产生爆裂事故。

另外槽车进出站和加气车辆如果违章驾驶、车辆故障等可能导致车辆伤害，人员攀爬槽车和储罐过程中可能发生高处坠落事故；人员在操作潜液泵等机电设备过程中可能发生机械伤害。

综上所述，生产工艺过程中存在的危险有害因素有：火灾、爆炸、冻伤、车辆伤害、泄漏、窒息、机械伤害、高处坠落。

### 3.4 设备设施危险有害因素分析

(1) 加气机、LNG 储罐、管线、法兰等设备设施未做电气跨接、防静电接地或接地损坏、失效，导致静电荷积累，可能点燃泄漏的天然气。

(2) 若储罐、LNG 槽车、加气机、建(构)筑物等未做防雷接地或者防雷接地不合格，遇雷击易造成天然气爆炸或燃烧危害。

(3) 电气设备选型不符合防爆要求、电气设备接地失效、电气线路敷设不符合规范要求、电气线路老化、接线盒腐蚀导致防爆失效、电缆沟未采用沙子填充、超负荷用电、人员违规用电等原因都有可能造成火灾、爆炸、触电等事故危害。

(4) 储气瓶和加气机的工作压力较高，工作压力高达 20MPa，工艺管道、储气瓶有开裂泄漏的危险；加气机胶管质量、长期使用疲劳损坏或加气作业时密封不好或压力表、限压设施失灵而发生天然气泄漏。天然气泄漏到空气中，达到一定浓度遇到火源或热源就可能发生火灾爆炸事故危害。

(5) 该项目 LNG 装置区内有大量压力容器及压力管道。如果设计不符合标准，不严格执行操作规程，或者不按照规定进行定期检测、维修等，都容易造成其安全防护装置失效或承压元件失效，导致容器爆炸事故。压力容器一旦发生泄漏或破裂爆炸事故，不仅使设备本身

遭到损坏，而且常常会破坏周围的建筑物和其他设备，甚至产生连锁反应，造成重大人员伤亡，酿成灾难性事故。压力容器发生泄漏或破裂爆炸事故时，可能造成的严重后果是：破裂时碎片致人伤亡或击穿设备；冲击波破坏建筑物、设备或直接伤人；容器内介质外溢产生二次灾害。导致压力容器产生危害的原因主要有：

1) 压力容器工作压力、介质温度或壁温超过规定值，采取措施后仍得不到有效控制；

2) 容器的主要受压元件发生裂缝、鼓包、变形等缺陷，危及安全的情况；

3) 安全附件失效；

4) 接管、紧固件损坏，难以保证安全运行；

5) 发生火灾等直接威胁到压力容器的安全运行；

6) 用于贮存的压力容器过量充装；

7) 压力容器液位超过规定。采取措施后仍不能得到有效控制；

8) 压力容器与管道发生振动，危及安全运行；

9) 其他异常情况。

(6) 采用的 LNG 低温储罐设计制造存在缺陷，安全阀、液位报警、压力表灵敏性不够或数据传输错误，真空度失效导致低温失效，管线低温保温层失效、法兰连接处和潜液泵进出口接口的密封失效，加气机拉断阀质量缺陷或缺失，可燃气体探测器失效，各类阀门缺少维护保养而老化失效，PLC 控制程序出现错误，标识标牌错误或褪色模糊，以上各种原因可导致天然气泄漏、储罐超压，进而引发火灾、爆炸、冻伤、窒息等事故危害。

(7) 潜液泵、空压机、加气机等各类机电设备在运转过程中会

产生大量噪声，噪声对人体听觉系统和其它系统有一定危害。如果人体长期接触强噪声后，听觉器官首先受害，主要表现为听力下降。噪声引起的听力损伤主要与噪声的强度和接触时间有关，早期为生理性听力下降，即听力受损症状在脱离噪声环境一段时间后即可恢复，严重时表现为病理性的听力下降，即噪声性耳聋，这种听力受损症状可能恢复不完全或完全不能恢复。噪声对其它系统的危害主要包括对神经系统、心血管系统、消化系统也有一定的危害。

噪声干扰影响信息交流，使人员误操作率上升，影响安全生产。

(7) 天然气泄漏主要的原因有：

- 1) 储罐收液化天然气时，可能因液位计失灵未按照充装系数进行充装或误操作，造成冒顶事故；
- 2) 由于法兰、阀门的质量、安装缺陷发生泄漏；
- 3) 罐体腐蚀穿孔、大角焊缝腐蚀开裂、储罐基础严重不均匀下沉危及罐体稳定而撕裂底板及壁板等造成事故危害；

### 3.5 检修作业的危險有害因素

检修作业时，往往动火作业、登高作业、有限空间作业、起重作业、电气作业、拆装作业等内时进行。如果组织不严密、计划不周全、疏忽大意，就容易发生事故。据统计，全国石化企业发生的爆炸、中毒、窒息、坠落、触电等伤亡事故中，检修时发生的伤亡事故占 66% 以上。因此，在设备检修过程中采取有效的安全对策显得尤为重要。

(1) 动火作业危险性的主要表现：

- 1) 系统安全措施不到位。如处理不干净、容器内存在死角、盲板插加不合理、相连物料管线未隔开、阀门内漏等，动火时易发生火灾爆炸事故危害。

2) 可燃、易爆介质吸附在设备、管道内壁表面的积垢或外表面的保温材料中，如处理不干净，动火时会释放出来，易发生火灾爆炸事故危害。

3) 生产动火点周围及下方存在易燃、易爆物品，如未清除干净，易发生火灾爆炸事故危害；

4) 管理方面不按规定办理动火证、不执行动火证规定的安全措施，易造成火灾爆炸事故危害；

(2) 有限空间作业危险性的主要表现：

1) 有毒有害气体未经清洗置换、分析合格，可能造成中毒；

2) 容器中氧含量不符合要求，可能造成窒息；

3) 作业时间长，容器通风不好，有造成窒息的危险；

4) 容器内照明和电动工具使用的电源不是安全电压或电源线破损，工具设备漏电，都可能造成触电危害；

5) 进入高深容器作业安全措施不完善可能造成物体打击危害。

(3) 其他检修作业危险性的主要表现：

1) 临时用电作业过程中如果超负荷用电、用电线路敷设错误、用电线路随意搭挂设备或脚手架、用电人员未持证上岗、电气开关未采取防雨防砸等措施、用电人员违规操作、未穿戴防护用品、用电线路质量低劣、未采取过载短路等保护措施，以上原因可能导致火灾、爆炸、触电等危害。

2) 高处作业过程中临边洞口未采取防护栏杆、作业人员未穿戴安全带、安全带未正确锚固、带人移动脚手架、高处作业平台缺乏有效的固定措施、高处作业平台无防护措施等都可能造成高处坠落事故。



3) 起重作业过程中超负荷吊装、吊装设备缺陷、违章吊装等各种原因可能导致起重伤害、物体打击等。

4) 在挖掘作业、盲板抽堵作业过程中由于对作业环境缺乏了解分析、未采取必要的支护措施、未对管线进行置换等都可能产生火灾爆炸、泄漏、窒息等危害。

### 3.6 自然灾害因素分析

#### (1) 高温危害

海南省东方市气温较高，高温引发露天操作职工中暑或热衰竭。同时高温天气也容易引起 LNG 储罐内液化天然气气化，从而导致储罐内压力上升较快，如安全阀失灵，可能导致 LNG 超压而发生事故。

#### (2) 台风暴雨危害

海南省东方市相对海南其他市县总体受台风影响较少，每年受台风影响 2-3 次，台风带来大风、暴雨，对建(构)筑物、户外装置等都构成不同程度的危害，如倒塌，进而引发其它事故。暴雨导致 LNG 储罐围堰内积水，储罐及机电设备因雨水浸泡而发生故障或其稳定性产生变化，如果处理不当，可能发生触电、泄漏、火灾爆炸。

#### (3) 雷电危害

海南省东方市属雷电多发区，若无防雷设施或设计、维护不合理，易发生雷击伤害；在雷暴日天气，雷击和闪电可能破坏装置中较高的设备、设施，雷电流能破坏绝缘，产生火花，引起燃烧和爆炸等。

#### (4) 地震危害

海南省东方市地震基本烈度为 6 度，属于中烈度区。对装置和建(构)筑物有一定的危害。

### 3.7 建设施工期危险因素分析

该项目在安装设备设施和管道、土建施工等建设方面存在的危险有害因素主要有：

**起重伤害：**该项目储罐较大，吊装时容易发生重物坠落、挤压、高处跌落、起重机失稳倾翻、物体打击、电危害和其他事故。

**高处坠落：**在站房、罩棚等较高的建筑物建设过程中需要搭设脚手架，人员需要在脚手架上作业。如果脚手架固定措施不可靠、脚手架材质低劣、人员未佩戴安全带和安全帽、人员违规作业、脚手架作业层未满铺脚手板、未设置踢脚板、脚手架底下人员通道未设置护顶，以上原因可导致高处坠落、物体打击。

**物体打击：**落下物等失控物体在重力或其他外力作用下，打击人体造成人身伤亡事故。另外该项目现有土地上有一建筑物需要拆除，拆除过程中可能会发生物体打击。

**车辆伤害：**施工用的材料、设备、工具都需要车辆运输，运输车辆故障、驾驶人员违章驾驶、疲劳驾驶、超速驾驶、酒驾等原因可导致车辆伤害。

**坍塌：**该项目在施工阶段需要挖基坑，基坑未采取相应的支护措施、基坑作业时未采取降水排水措施，以上原因可导致坍塌。

**触电：**该项目在施工过程需要大量使用电气设备，如果超负荷用电、用电线路敷设错误、用电线路随意搭挂设备或脚手架、用电人员未持证上岗、电气开关未采取防雨防砸等措施、用电人员违规操作、未穿戴防护用品、用电线路质量低劣、未采取过载短路等保护措施，以上原因可能导致火灾、爆炸、触电等危害。

根据该项目的特点，施工过程中还存在机械伤害、高温等危害。

### 3.8 危险有害因素分布

通过以上分析可知该项目危险有害因素分布情况见表 3-3。

表 3-3 危险有害因素分布情况

危险区域	危险有害因素
加气区	火灾、爆炸、中毒窒息、车辆伤害、触电、冻伤
LNG 储罐区	火灾、爆炸、车辆伤害、中毒窒息、冻伤、触电
站房	火灾、触电

### 3.9 易制毒、剧毒、高毒、易制爆化学品辨识

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号），该项目均不属于易制毒化学品。

依据《危险化学品目录（2015 版）》（国家十部委公告[2015]第 5 号）该项目不涉及剧毒品。

依据《高毒物品名录（2003 年版）》（卫法监发[2003]142 号），该项目不涉及高毒物品。

依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》（中华人民共和国公安部公告），该项目不涉及易制爆品。

### 3.10 重点监管危险化学品辨识

依据《首批重点监管的危险化学品》（安监总管三[2011]95 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三[2013]12 号）进行辨识，该项目经营过程中涉及的天然气属于重点监管的危险化学品。

### 3.11 重点监管的危险化工工艺辨识

根据《首批重点监管的危险化工工艺目录》（安监总管三[2009]116 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危

险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三[2013]3号），该项目不涉及重点监管的危险化工工艺。

### 3.12 爆炸危险区域划分

按照《建筑设计防火规范》（GB50016-2014, 2018年版）的规定，加气站火灾危险性类别为甲类。

根据《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）的规定，该站爆炸危险区域划分如下：

LNG 储罐：距离 LNG 储罐的外壁和顶部 3m 的范围划为 2 区；储罐区的防护堤至储罐外壁，高度为堤顶高度的范围内应划分为 2 区。

LNG 加气机：LNG 加气机的内部空间应划为 1 区；距 LNG 加气机的外壁四周 4.5m，至地面高度为 5.5m 的范围内空间应划分为 2 区，当罩棚底部至地面距离 L 小于 5.5m 时，罩棚上部空间应为非防爆区。

露天设置的 LNG 泵：距设备或装置的外壁 4.5m，高出顶部 7.5m 地坪以上的范围内，应划分为 2 区；当设置于防护堤内时，设备或装置外壁至防护堤，高度为堤顶高度的范围内，应划分为 2 区。

## 4 评价单元划分及安全评价方法

### 4.1 单元划分原则

依据《安全预评价导则》(AQ 8002-2007)，划分评价单元是为评价目标和评价方法服务，评价单元划分的一般性原则，应按生产工艺功能、生产设备或设施相对空间位置、危险有害因素辨识类别及事故范围划分评价单元，使评价单元相对独立，具有明显的特征界区。

评价单元选择除考虑上述因素外，还应遵循以下原则：

- (1) 具有相似工艺过程的装置(设备)应划分为一个单元；
- (2) 场所(地理位置)相邻的装置(设备)划为一个单元；
- (3) 独立的工艺过程可划为一个单元。

### 4.2 评价单元划分

本次评价依据工艺特征、设备平面布局及装置主要危险、有害因素，按单元划分原则，单元划分为：选址及总平面布局、工艺及设备设施、公辅工程、安全生产管理。

### 4.3 评价方法

评价方法依据加气站的工艺特征、设备平面布置、原辅材料和产品的特性、配套工程组成及装置主要危险、有害因素情况，结合国内外评价方法，该项目预评价采用定性、定量相结合的方法进行综合安全评价。确定采用如下评价方法：

#### (1) 安全检查表

安全检查表是将一系列项目列出检查表进行分析以确定系统的状态，这些项目包括区域布置、设备、贮运、管理等各个方面。主要对选址、区域布置、技术工艺、辅助设施采用安全检查表。

#### (2) 预先危险性分析

预先危险性分析主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域等进行分析。常用于项目装置等在开发初期阶段分析物料、装置、工艺过程以及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，作宏观的概略分析。该项目主要对加气区和储罐区采用预先危险性分析。

### 1) 方法概述

预先危险性分析是系统安全分析方法之一，亦称“初步危险性分析法”。它是对系统存在的危险类别、出现危险状态的条件、导致事故的后果等进行概略分析的一种定性评价方法。它是在每一项工程活动之前，特别是在设计开始阶段，对系统进行危险性分析，以发现潜在危险的类别，并判定其危险性等级。

### 2) 预先危险性分析的功能

预先危险性分析的功能主要有：

- ①大体识别与系统有关的主要危险；
- ②鉴别产生危险的原因；
- ③估计事故出现对人体及系统产生的影响；
- ④判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

### 3) 分析步骤

①对系统的生产目的、工艺过程及操作条件和周围环境进行调查了解；

②收集以往的经验 and 同类生产中发生过的事故情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性；

③根据经验、技术诊断等方法确定危险源；

④识别危险转化条件，研究危险因素转变成事故的触发条件；

- ⑤进行危险性分级，确定其危险程度，找出应重点控制的危险源；
- ⑥制定危险防范措施。

#### 4) 等级划分标准

危险程度可划分为四个等级，见表 4-1。

表 4-1 危险性等级划分

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡和系统损坏。
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除，可采取控制措施。
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范措施。
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范。

#### (3) 重大危险源辨识

重大危险源的辨识主要根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)和《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安监总局令第 40 号)来进行。

### 4.4 评价方法的确定

表 4-2 评价方法和评价单元的对应关系表

单元	评价方法
选址及总平面布置单元	安全检查表法
工艺及设备设施单元	预先危险性分析法
公辅工程单元	安全检查表法
安全管理单元	鱼骨图法

## 5 定性定量评价

### 5.1 固有危险程度分析

#### (1) 险有害物质的分布

该项目涉及的危险化学品的数量、存在位置、状态及其状况情况见表 5-1。

表 5-1 危险化学品分布情况

主项名称	名称	数量	状态
LNG 储罐	液化天然气	60m <sup>3</sup>	液态

#### (2) 分析主要单元固有的危险程度

表 5-2 化学品燃烧热及 TNT 当量

单元名称	物质名称	数量	燃烧热 MJ/kg	总燃烧热 MJ	相当 TNT 摩尔数量
LNG 储罐	LNG	24.3t	35.58	864594	252068

注：LNG：密度 0.45 t/m<sup>3</sup>；充装系数 0.90。

危险品的质量相当TNT的摩尔量计算：

$$W = A \times B / H$$

式中，W 为危险物料相当 TNT 摩尔量，A 为危险物料的质量(kg)，B 为燃料的燃烧热(KJ/kg)，H 为 TNT 的燃烧热(KJ/mol)。

TNT（三硝基甲苯）燃烧热:3.4305MJ/mol。

#### (3) 小结

1) LNG 储罐内爆炸性的化学品相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量约 252068mol。

2) 该项目 LNG 储罐内可燃性的化学品如泄漏被引燃完全燃烧后放出的热量约为 864594MJ。



## 5.2 定性定量评价

依据本报告的第 4.4 节评价方法的确定，采用安全检查表、预先危险性分析对项目部分单元进行定性评价，采用重大危险源辨识方法对项目部分单元进行定量评价。

### 5.2.1 选址及总平面布置单元

表 5-3 选址及总平面布置单元安全检查表

序号	检查内容	依据标准	检查记录	结论
1	汽车加油加气加氢站的站址选择应符合有关规划、环境保护和防火安全的要求，并应选在交通便利、用户使用方便的地点。	《GB50156-2021》 4.0.1	已取得东方市住建局关于该加气站选址的复函。	符合
2	在城市中心区不应建一级汽车加油加气加氢站、CGN 加气母站。	《GB50156-2021》 4.0.2	该项目在非城市中心区，LNG 加气站	符合
3	城市建成区的汽车加油加气加氢站宜靠近城市道路，但不宜选在城市干道的交叉路口附近。	《GB50156-2021》 4.0.3	供内部车辆使用，非城市干道交叉口。	符合
4	LNG 加气站中的 LNG 工艺设备与站外建构筑物的安全间距，不应小于《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）表 4.0.7 规定。	《GB50156-2021》 4.0.4	详见表 5-4。	符合
5	架空电力线路不应跨越汽车加油加气加氢站的作业区，架空通信线路不应跨越加气站、加氢合建站中加氢设施的作业区。	《GB50156-2021》 4.0.12	无此种情况。	符合
6	与汽车加油加气加氢站无关的可燃介质管道不应穿越汽车加油加气加氢用地范围。	《GB50156-2021》 4.0.13	无此种情况。	符合
7	车辆入口和出口应分开设置。	《GB50156-2021》 第 5.0.1 条	站区东面靠港区内部道路设置出入口。	符合
8	站内单车道宽度不应小于 4m，双车道宽度不应小于 6m。	《GB50156-2021》 第 5.0.2 条	单车道 4.2m 和 6m，双车道宽度为 7.6m。	符合
9	作业区内的停车场和道路路面不应采用沥青路面。	《GB50156-2021》 第 5.0.2 条	站内停车场和道路路面拟采用水泥路面	符合

中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站（新建）项目安全预评价报告

序号	检查内容	依据标准	检查记录	结论
10	作业区应区与辅助服务区之间应有界线辨识。	《GB50156-2021》 第 5.0.2 条	有明显界限。	符合
11	作业区内，不得有“明火地点”或“散发火花地点”。	《GB50156-2021》 第 5.0.5 条	作业区无“明火地点”或“散发火花地点”。	符合
12	电动汽车充电设施应布置在辅助服务区内。	《GB50156-2021》 第 5.0.7 条	无此类情况	符合
13	变配电间或室外变压器应布置在作业区之外。变配电间的起算点应为门窗等洞口	《GB50156-2021》 第 5.0.8 条	拟设配电间、发电间与作业区内工艺设备的距离均不小于 6m。	符合
14	当汽车加油加气加氢站内设置非油品业务建筑物或设施时，不应布置在作业区内，与站内可燃液体或可燃气体设备的防火间距，应符合本标准第 4.0.4 条至第 4.0.8 条有关三类保护物的规定。当站内经营性餐饮、汽车服务、司机休息等设施内设置明火设备时，则应等同于“明火地点”或“散发火花地点”。	《GB50156-2021》 第 5.0.10 条	无此种情况。	符合
15	加气站内的爆炸危险区域，不应超出站区围墙和可用地界红线。	《GB50156-2021》 第 5.0.11 条	未超出围墙及用地红线。	符合
16	加气站内设施之间的防火距离，不应小于表 5.0.13-2 的规定。	《GB50156-2021》 第 5.0.13 条	见表 5-5	符合
17	安全放散管宜位于加气站全年最小频率风向的上风侧，且宜布置在站内地势较高处。	DBJ 17-2011 5.1.6	主导风向 E，ESE，安全放散管布置在站房东侧。	符合
18	LNG 加气站总平面布置应符合下列规定： 1)、放散管等宜布置在人员集中场所及明火和散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧。 2) LNG 储罐宜布置在站内地势较低处。当受条件限制时布置在地势较高处时，应采取有效措施防止液体流散。	DBJ 17-2011 6.1.2	主导风向 E，ESE，可能散发可燃液体、气体的工艺设施布置在东侧。	符合
19	L-CNG 加气站的柱塞泵宜布置在远离周边居民区的一侧。	DBJ 17-2011 6.1.3	远离周边居民。	符合

表 5-4 加气设备与站外建构筑物的安全距离（m）

站外建（构）筑物	站内 LNG 设备（三级站）						检查结论
	LNG 储罐（标准距离 m）	放散管管口、加气机（标准距离 m）	LNG 卸车点（标准距离 m）	LNG 储罐与周边情况（m）	放散管管口、加气机口与周边情况（m）	LNG 卸车点与周边情况（m）	
重要公共建筑物	80	80	80	-	-	-	符合
明火地点或散发火花地点	25	25	25	-	-	-	符合
一类保护物	25	25	25	-	-	-	符合
二类保护物	16	16	16	-	-	-	符合
三类保护物（北面办公板房）	14	14	14	56.49	69.87 / 49.88	52.39	符合
甲、乙类物品生产厂房、库房和甲、乙类液体储罐	25	25	25	-	-	-	符合
丙、丁、戊类物品生产厂房、库房和丙类液体储罐，以及容积不大于 50m <sup>3</sup> 的埋地甲、乙类液体储罐。	20	20	20	-	-	-	符合
室外变配电站	30	30	30	-	-	-	
铁路	50	50	50	-	-	-	符合
快速路、主干路	8	8	8	-	-	-	符合
次干路、支路	8	6	6	18.63	17.17/6.75	15.22	符合
架空通信线	0.75 倍杆高			-	-	-	符合
架空电力线路	无绝缘层	1.5 倍杆高	1 倍杆高	-	-	-	符合
	有绝缘层	1 倍杆高	0.75 倍杆高	-	-	-	符合

注：-表示规范要求的安全间距内不存在。

表 5-5 站内设施之间的安全间距(m)

设施名称	LNG 储罐	LNG 卸车点	LNG 加气机	LNG 放散管口	站房	站区围墙
LNG 储罐	--	$\frac{2.00}{3.90}$	$\frac{2.00}{11.78}$	--	$\frac{6.00}{7.56}$	$\frac{4.00}{8.76}$
LNG 卸车点	$\frac{2.00}{3.90}$	--	--	$\frac{3.00}{16.44}$	$\frac{6.00}{13.37}$	$\frac{2.00}{11.72}$
LNG 加气机	$\frac{2.00}{11.78}$	--	--	--	$\frac{6.00}{22.34}$	--
LNG 放散管口	--	$\frac{3.00}{16.44}$	--	--	$\frac{8.00}{11.92}$	$\frac{3.00}{9.06}$
站房	$\frac{6.00}{7.56}$	$\frac{6.00}{13.37}$	$\frac{6.00}{22.34}$	$\frac{8.00}{11.92}$	$\frac{8.00}{11.92}$	$\frac{3.00}{9.06}$
站区围墙	$\frac{4.00}{8.76}$	$\frac{2.00}{11.72}$	--	$\frac{3.00}{9.06}$	--	--

注：1 规范值取自《汽车加油加气加氢站技术标准》 GB50156-2021。

2 分子数字表示规范要求最小距离，分母数字表示设计距离，“--”表示不涉及此项目。

### 评价小结：

该加气站选址符合规划要求；加气站的 LNG 设备与站外建（构）筑物的安全间距可以满足《汽车加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)表 4.0.7 的要求。加气站内设施之间的安全间距距离可以满足《汽车加气加氢站技术标准》(GB50156-2021)表 5.0.13-2 的要求。

### 5.2.2 工艺及设备设施单元

在本章将对中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站建设项目工艺及设备设施单元进行预先危险性分析（PHA），评价系统中可能出现的危险因素，并根据可能发生事故的后果确定其危险等级，提出初步的防范对策措施。

根据该项目的特点，预先危险性分析以加气区、储罐区和卸气区为评价单元分别进行评价，评价结果见表 5-6。

表 5-6 预先危险性分析结果表

潜在事故	触发事件	发生条件	事故后果	危险等级	防范措施
火灾、爆炸	(1) 易燃、易爆物蒸气浓度达到爆炸极限； (2) 易燃物质遇明火； (3) 存在点火源、静电火花、高温物体等引燃、引爆能量。	1、故障泄漏 ①泄漏可能发生地点很多，管道焊缝、连通软管、阀门、储罐罐体等都有可能发生泄漏； ②在加气时 LNG 溢出； ③储罐、管道和阀门因腐蚀穿孔，LNG 泄漏； ④加气机胶管破损； ⑤管道及其连接处或储罐泄漏； ⑥LNG 储罐破损； ⑦由于设备保养不当，易损耗件没有及时更换； ⑧加气不遵守操作规程，让顾客代为操作，由于操作失误而导致泄漏现象。 2. 人为破坏造成储罐、管道、连通软管和阀门破裂或连通软管脱落，造成泄漏。 3、自然灾害（如雷击、台风、地震）造成设备破裂泄漏。 4、油气过量积聚事故	人员伤亡设备损坏	III	1、控制与消除火源 ①严禁加气场所吸烟、携带火种，严禁穿带钉皮鞋进入易燃易爆区； ②动火必须严格按动火手续办理动火证，并采取有效防范措施； ③易燃易爆场所使用防爆型电器； ④使用“防爆”工具，严禁钢质工具敲打、撞击、抛掷； ⑤按规定安装避雷装置，并定期进行检测； ⑥按规定采取防静电措施； ⑦储罐应选用符合国家有关规定和标准的产品； 2、定期对罐进行内、外部检测。 3、加强安全管理、严格操作纪律 ①加强设备设施检查，发现问题及时处理； ②检查有否违章、违纪现象； ③加强培训、教育、考核工作，对职工进行定期安全操作培训。 4、安全设施要齐全完好（如消防设施）。
易燃、易爆物料泄漏；	(1) 有毒物料超过容许浓度； (2) 毒物摄入体内。	泄漏原因同上“火灾、爆炸”项中的“1”、“2”、“3”、“4”	物料跑损、导致	II	1、泄漏后应采取相应措施： ①查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告； ②如泄漏量大，应疏散有关人员至安全处。 2、应急预案要完善和定期演练，穿戴好劳动防护用品。

表 5-6 预先危险性分析结果表

潜在事故	触发事件	发生条件	事故后果	危险等级	防范措施
			人员中毒、		3、组织管理措施： ①加强设备设施检查，及早发现泄漏事故，及时切断泄漏源； ②教育、培训职工掌握有关天然气的毒性，预防中毒、窒息的方法及其急救法； ③要求职工严格遵守各种规章制度、操作规程； ④设立急救点，配备相应的急救药品、器材； ⑤培训医务人员对中毒、窒息等急救处理能力。
冻伤	加气卸气作业。	1、机械设备、安全设施的损失； 2、机械受力构件老化、疲劳、开焊。 3、工作人员缺乏安全意识。	人员伤亡	II	1、制定规章制度和安全操作规程，严格工艺纪律； 2、作业现场设置安全警示标志； 3、配齐劳保用品； 4、安全设施有效。 5、特种作业持证上岗。
触电	裸露的或有故障的用电设备，如配电柜、开关盒。	1、设备漏电； 2、触摸； 3、绝缘损坏、老化； 4、保护接地、接零不当； 5、潮湿。	人员伤亡	II	1、制定规章制度和安全操作规程，严格工艺纪律； 2、作业现场设置安全警示标志； 3、配齐劳保用品； 4、安全设施有效。
车辆伤害	气罐车、油罐车运输。	1、车辆碰撞； 2、车辆倾覆； 3、注意力不集中或违章操作	人员伤亡 设备损坏	II	1、制定规章制度和安全操作规程，严格工艺纪律； 2、作业现场设置安全警示标志； 3、安全设施有效。
中毒与窒息	清洗储罐。	1、个体防护用品缺乏或失效； 2、呼吸系统异常、空气质量下降； 3、罐内通风不好； 4、未使用个体防护用品。	人员伤亡	II	1、配齐劳动保护用品； 2、签订作业票； 3、定期体检

评价小结：

通过对预先危险性分析可知该拟建加气站主要的危险、危害是火灾、爆炸，其危险等级为III(危险级)；其次是中毒与窒息、冻伤、触电、车辆伤害，其危险等级为II(临界级)。

5.2.3 公辅工程单元

表 5-7 公辅工程单元安全检查表

序号	评价内容	评价依据	评价记录	评价结果
一	消防设施及给排水			
1	1 加气站工艺设备应配置灭火器材，应符合下规定： 1) 每 2 台加气机应设置不少于 2 具 5 kg 手提式干粉灭火器，加气机不足 2 台时按 2 台计算； 2) 地上 LNG 储罐应配置 2 台不小于 35 kg 推车式干粉灭火器。当两种介质储罐之间距离超过 15m 时，应分别设置； 3) LNG 泵、压缩机操作间（棚、箱）应按建筑面积每 50m <sup>2</sup> 配置不少于 2 具 5 kg 手提式干粉灭火器。	GB 50156-2021 第 12.1.1 条	拟配置 3 台 35 kg 推车式干粉灭火器、4 具 5 kg 手提式干粉灭火器	合格
2	其余建筑的灭火器配置，应符合现行国家标注《建筑灭火器配置设计规范》的有关规定	GB 50156-2021 第 12.1.2 条	站房拟按配置 10 具 5 kg 手提式干粉灭火器。	合格
3	加油加气站的排水应符合下列规定： 1) 站内地面雨水可散流排出站外。当雨水有明沟排出站外时，在排出围墙之前，应设置水封装置；	GB 50156-2021 第 12.3.2 条	地面雨水散排，该站为 LNG 加气站。	合格
二	供配电			
4	汽车加油加气加氢站的供电负荷等级可为三级。信息系统应设不间断供电电源。	GB 50156-2021 第 13.1.1 条	三级负荷，拟配 UPS 电源。	合格
5	CNG 加气站、LNG 加气站宜采用电压为 10kV 的外接电源。	GB 50156-2021 第 13.1.2 条	市政供电	合格
6	汽车加油加气加氢站的消防泵房、罩棚、营业室、压缩机间等处均应设事故照明，连续供电时间不应少于 90min。	GB 50156-2021 第 13.1.3 条	拟设置应急照明灯。	合格
7	加油加气站的电力线路宜采用电缆并直埋敷设。电缆穿越行车道部分应穿钢管保护。	GB 50156-2021 第 13.1.5 条	拟穿管埋深不低于 0.7m	合格

中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站（新建）项目安全预评价报告

8	当采用电缆沟敷设电缆时，加油加气作业区内的电缆沟内必须充沙填实。电缆不得与油品、LPG、LNG 和 CNG 管道以及热力管道敷设在同一沟内。	GB 50156-2021 第 13.1.6 条	拟穿管埋地沟敷设。	合格
9	爆炸危险区域内的电气设备应符合《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。	GB 50156-2021 第 13.1.7 条	采用防爆设备。	合格
三	防雷防静电			
10	LNG 储罐必须进行防雷接地，接地点不应少于两处。	GB 50156-2021 第 13.2.1 条	拟设不少于 2 处接地点。	合格
11	汽车加油加气加氢站的防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等宜共用接地装置，接地电阻不应大于 4 Ω。	GB 50156-2021 第 13.2.2 条	采用共用接地装置。接地电阻值 ≤ 4 Ω。	合格
12	当汽车加油加气加氢站内站房和罩棚需要防直击雷时，应采用接闪带（网）保护。	GB 50156-2021 第 13.2.6 条	站房采用集装箱站房，站房、罩棚屋面为金属屋面，利用金属屋面作为防雷接闪带	合格
13	当加油加气加氢站内的站房和罩棚需要防直击雷时，应采用避雷带（网）保护。	GB 50156-2021 第 13.2.6 条	安装了避雷网。	合格
14	加油加气加氢站的油罐车、LPG 罐车、LNG 罐车和液氢罐车卸车场地，应设卸车或卸气临时用的防静电接地装置，并应设置能检测跨接线及监视接地装置状态的静电接地仪。	GB 50156-2021 第 13.2.11 条	拟设置防静电报警仪和人体静电接地金属棒。	合格
四	自控和通信			
15	加气站、加油加气合建站、加油加氢合建站内设置有 LPG 设备、LNG 设备的露天场所和设置有 CNG 设备、氢气设备与液氢设备的房间内、箱柜内、罩棚下，应设可燃气体检测器。	GB 50156-2021 第 13.4.1 条	拟在储罐、泵橇、卸车点、加气区设置固定式可燃气体检测器，信号接入可燃气体报警主机	合格
16	LPG 储罐和 LNG 储罐应设置液位上限、下限报警装置和压力上限报警装置。	GB 50156-2021 第 13.4.3 条	拟设置。	合格
17	报警器宜集中设置在控制室或值班室内。	GB 50156-2021 第 13.4.4 条	拟设置在控制室	合格



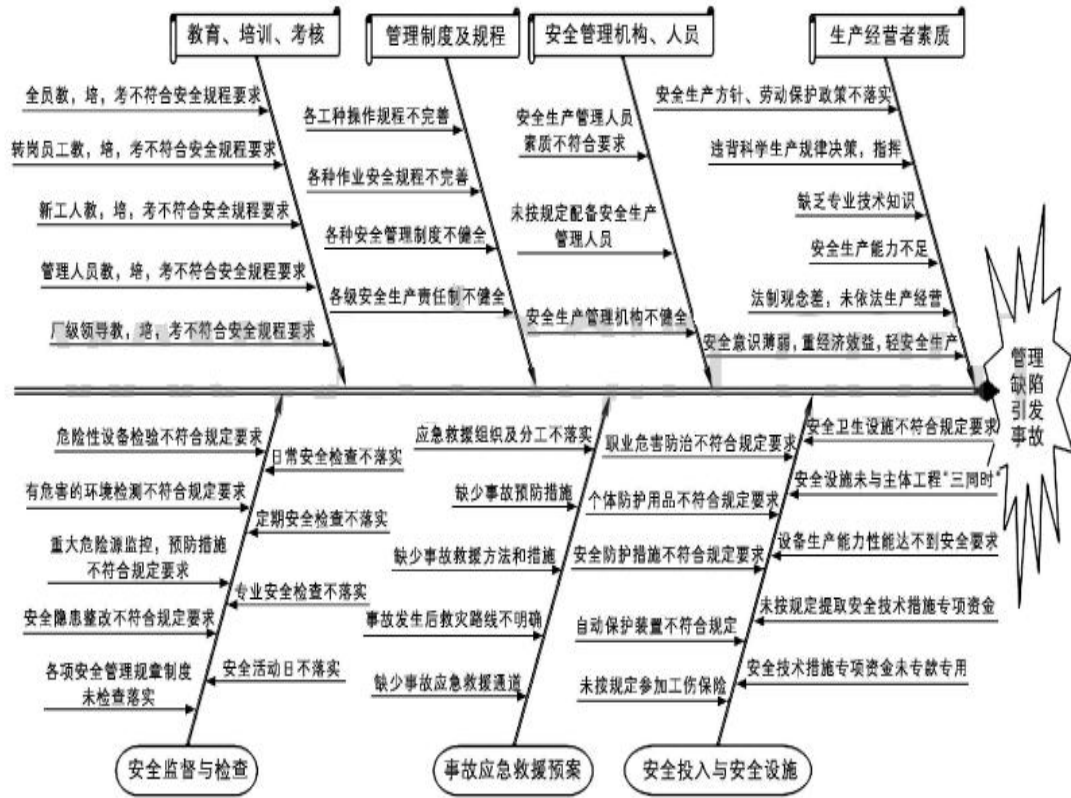
18	汽车加油加气加氢站应设置紧急切断系统，该系统应能在事故状态下实现紧急停车和关闭紧急切断阀的保护功能。	GB 50156-2021 第 13.5.1 条	拟设置 ESD 急停装置。	合格
五	其它			
19	作业区内的站房及其他附属构筑物的耐火等级不应低于二级。罩棚顶棚可采用无防火保护的钢结构。	GB 50156-2021 第 14.2.1 条	采用非燃烧体，耐火等级为二级。	合格
20	站房可由办公室、值班室、营业室、控制室、变配电间、卫生间和便利店组成，站房可设非明火餐厨设备。	GB 50156-2021 第 14.2.9 条	各组成功能符合要求，无明火设备。	合格
21	靠近端部的加气机等岛上的工艺设备应有防止车辆误碰撞的措施和警示标识。采用钢管防撞柱（栏）时，其钢管的直径不应小于 100mm，高度不应小于 0.5m，并应设置牢固。	GB 50156-2021 第 14.2.3 条	单柱岛，设防撞栏杆。	合格

评价小结：

该加气站公辅工程的设置情况基本能满足《汽车加气加氢站技术标准》的要求，对于局部细节仍需在详细设计阶段进行细化完善。

5.2.3 安全管理单元

采用鱼骨图分析法对该项目安全管理单元进行评价分析，见下图。



通过以上评价分析可知，安全教育培训、安全生产管理制度及操作规程、安全管理机构和人员、生产经营者素质、安全投入与安全设施、事故应急救援预案、安全监督与检查等 7 个要素中如果其中任何一要素管理不当将会导致事故的发生。

### 5.3 重大危险源辨识

#### (1) 危险物资确定

根据《化学品分类和标签规范第 7 部分》可知 LNG 为危险物质。

#### (2) 辨识依据

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）及该站油品储罐区内危险物质的特性及其数量。

#### (3) 重大危险源辨识的指标

1) 生产单元和储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，参照《危险化学

品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的表中规定的临界量，若等于或超过临界量，则应视为重大危险源。

2) 生产单元和储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按下式计算，若满足下面公式，则划分为重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+ q_2/Q_2+\cdots+\ /Q_n \geq 1$$

式中：S— 辨识指标

$q_1, q_2 \cdots q_n$  —每种危险物质实际存在量(t)；

$Q_1, Q_2 \cdots Q_n$ —与各种物质相对应的临界量(t)。

3) 根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，天然气的临界量为 50t。

(4) 重大危险源辨识单元划分

LNG 储罐区域作为该站危险化学品重大危险源辨识的一个单元。

(5) 重大危险源辨识结果

表5-8 危险化学品临界量及储存情况表

危险化学品名称	临界量(t)	最大储存量(t)	$q_1/Q_1$	备注
天然气	50	24.3	0.486	比重按 0.45 计
合计			0.486	

依据上述辨识标准， $S=q_1/Q_1=0.486 < 1$ ，因此，中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站不属于危险化学品重大危险源。

## 5.4 典型事故案例分析

由于 LNG 加气站在国内属于新兴的行业，国内典型安全事故案例难于查询，下面以国内外加气站相关案例加以说明分析。

### 1、事故案例

[案例 1] 1971 年 8 月，意大利 La Spezia，SNAM 的 LNG 终端接

收站，储罐充装完毕后 18 小时发生翻滚事故。储罐最高压力冲至 94.7kPa，通过安全阀等正常的放散途径高速排放，直至槽内压力下降至 24kPa 时恢复正常。整个过程历时 2 小时。事故后果导致排放损失 LNG181.44t。事故原因，充装的新 LNG 的密度比存液的密度大。形成分层；充装的新 LNG 的温度比存液的温度高。带入了较多热量，促进层间混合；充装量比存液量大得多；充装时间短，仅为 18 小时；在翻滚发生前 4 小时，由于控制阀的故障使槽内压力下降，增加了上层的蒸发量，使上层的密度加大，促进了两层的混合加快。

当不同组分的 LNG 站混装或 LNG 站长期储存上层 LNG 发生“老化”时，可能形成两个相对稳定的液面层，当外界热量传入罐内时，两个液相层引发传质和传热并相互混合，液层表面也开始蒸发，下层由于吸收了上层的的热量，而处于“过热”状态。当二液相层密度接近时，可在短时间内产生大量 LNG 蒸发气体，使罐内压力急剧上升有可能引发爆炸。

由于液化天然气除具有天然气可燃性外，还具有低温性、扩散性，其这些特性都有可能引起相应的安全隐患，其可燃性可引起火灾、爆炸，LNG 属于低温液体（温度一般为 $-162^{\circ}\text{C}$ ），能使相关设备脆性断裂和遇冷收缩，从而损坏设备和低温冻伤操作者，如果人长时间暴露在 LNG 气氛环境下，会引起意识模糊和窒息。另外 LNG 站泄漏后，由于其扩散性，能迅速挥发扩散，遇火源产生火灾等。因此 LNG 事故类型较多，主要体现为 LNG 储存分层及翻滚、快速相变（也叫冷爆炸）、间歇泉、低温灼伤、低温麻醉、窒息、火灾及爆炸等。

因此为了防止 LNG 储罐发生分层及翻滚情况，主要的防范措施有：

- ① 采用定期内部搅拌或输出部分液体的方法来消除分层；
- ② 控制装入储罐 LNG 组分和密度的变化范围；
- ③ 尽量使用一个储罐仅储存同一气源的 LNG。

LNG 站储存时间较短，发生 LNG “老化”的概率较少，但是为了防止储罐 LNG 出现分层，日常运行安排供气时，应轮换安排所有储罐供气，防止某一个储罐储存时间较长，发生“老化”现象，同时值班人员应加强对储罐压力的监控、储罐安全放散系统的维护等安全防范措施。

近几年随着世界 LNG 市场的不断扩大，同时也伴随着重大事故，如美国 1994 年俄亥俄州克夫兰市 LNG 调峰站的爆炸事故、阿尔及利亚 LNG 液化厂爆炸事故、英国 1993 年曼彻斯特附近 BG 公司 LNG 调峰站储罐发生翻滚事故等。

#### [案例 2] 成都加气站泄漏致公交停运 2 小时

2008 年 2 月 25 日上午 9:50 左右，城东成仁加气站工作人员正忙着给几辆公交车加气，突然站内传来一声巨响，紧接着响起刺耳的啸叫声，站内腾起几米高的白雾，一旁公交站里的待发车辆全部熄火，加气站随即拉起警戒线……119 紧急赶到现场，历时 2 小时处置了险情。虽然加气站称“损失和影响较小”，但这起泄漏事故却让毗邻小区的住户受惊不小。

泄漏发生后，加气站内加气工作立刻暂停，工作人员赶紧拨打 119 求助。消防 11 中队赶到后，立即用喷雾水枪对现场空气进行稀释，并拉起了警戒线。

加气站工作人员透露，发生泄漏的是四个高压储气罐中左上方那个罐，储存有 1000 多立方米天然气。由于储存罐加压达 200 公斤，

为防止发生更大险情，只能将罐内所储的天然气全部放空。上午 11:50 左右，经过 2 个小时处置，罐内天然气被放空，险情被成功处置。

随后，隔壁的公交站开始恢复运行，据公交场站安全科科长严新远介绍，这里是 7 条线路的起点，涉及大量乘客。这次泄漏致使大量公交车被迫暂停了 2 个多小时。事发后，他们一是让回站的车暂时不进场，二是和对开终点站紧急联系，让车全部到外面调停，尽量保证正常运行。

此次泄漏事故发生后，成仁加气站向成都市建委燃气处汇报了情况。事故原因是放空气体后，初步检查发现是连接高压储气罐和排污管（注：天然气在压缩过程中会产生一些水、油和其他污物）的阀门脱落。该阀门是卡套式的，国内目前大部分加气站都使用该种阀门，它是引进国外技术在国内生产的，精度不是很高，遇到高压状态容易脱落，从而引发泄漏。

成都市建委燃气处对此次事故展开了进一步调查，他们同时通知了成都各大加气站，立即对安全隐患进行排查。同时建议加气站在有条件的情况下，尽量将这种卡套式阀门更换为焊接式，以免再次发生类似事故。

### **[案例 3] 大世界加气站发生燃气爆闪事故**

2013 年 8 月 15 日上午 8 时 10 分，金凤区正源街宁夏大世界加气站（以下简称加气站）发生燃气爆闪事故，所幸无人员伤亡。

据宁夏穆斯林大饭店一楼的饼子店老板介绍，早上 8 点多，他正忙着给客人装饼子，突然听到“轰”一声巨响，抬头一看，北边三四十米远的大世界加气站内升起一团烟雾状的灰尘。加气站西侧的一商户称，爆闪的声音听起来有点像炮声，而且只响了一声。不到 10 分

钟，消防车赶到。

据了解，发生闪爆的是宁夏大世界加气站的电控室。记者昨日中午赶至现场时，加气站已拉起警戒隔离带。事发电控室用塑料布遮住，上方悬挂的横幅已残缺不全，停放在站内的3辆汽车均不同程度受损，一辆“别克”轿车的右前门被爆碎物砸出一个破洞，另外两辆车的车窗及车身上满是砸痕。

据了解，事故发生后，银川市安监、质监、消防、燃气办等部门已经迅速展开事故调查。据调查人员分析，事故发生时并未起火，属于爆闪，并非爆炸。据银川市燃气办工作人员介绍，经相关部门及专家对现场的勘察，初步分析事故原因是可燃气体顺地沟进入控制室，可编程控制柜产生电气火花，引发控制室内爆闪事故。

上述事故原因分析说明从业人员违反操作规程、不严格执行安全管理制度，思想麻痹是造成事故的根源。

## 2、事故案例统计分析

根据化学工业部科学技术情报研究所编辑的《全国化工事故案例集》，调查统计了全国的事故资料。事故案例13440例，事故类型包括物体打击、火灾、物理爆炸、化学爆炸、中毒和窒息、其它伤害等17类。事故原因有防护装置缺陷、违反操作规程、设计缺陷、保险装置缺陷等19种。在统计的13440例事故中，火灾261例(1.94%)，爆炸1056例(7.86%)，中毒和窒息505例(3.76%)，灼烫828例(6.16%)。按事故原因分类，违反操作规程6165例(45.87%)，设备缺陷1076例(8.00%)，个人防护缺陷651例(4.84%)，防护装置缺乏784例(5.83%)，防护装置缺陷138例(1.03%)，保险装置缺乏40例(0.29%)，保险装置缺陷57例(0.42%)。从事故发生原因来看，事故

原因主要为设计不合理、施工不按照操作规程、管理不善、操作工技术素质差，责任心不强、缺乏安全训练、自救能力差等。违反操作规程是发生事故的最主要原因。

## 2、事故案例统计分析

根据化学工业部科学技术情报研究所编辑的《全国化工事故案例集》，调查统计了全国事故案例 13440 例，事故类型包括物体打击、火灾、物理爆炸、化学爆炸、中毒和窒息、其它伤害等 17 类。事故原因有防护装置缺陷、违反操作规程、设计缺陷、保险装置缺陷等 19 种。在统计的 13440 例事故中，火灾 261 例（1.94%），爆炸 1056 例（7.86%），中毒和窒息 505 例（3.76%），灼烫 828 例（6.16%）。按事故原因分类，违反操作规程 6165 例（45.87%），设备缺陷 1076 例（8.00%），个人防护缺陷 651 例（4.84%），防护装置缺乏 784 例（5.83%），防护装置缺陷 138 例（1.03%），保险装置缺乏 40 例（0.29%），保险装置缺陷 57 例（0.42%）。从事故发生原因来看，事故原因主要为设计不合理、施工不按照操作规程、管理不善、操作工技术素质差，责任心不强、缺乏安全训练、自救能力差等。违反操作规程是发生事故的最主要原因。



## 6 安全条件分析

### 6.1 自然条件对建设项目的影晌

#### （1）台风

项目所在地年均遭遇台风2-3次，台风对建筑物尤其是高大建筑物如反应器、塔类等产生的风压很大，如果强度不足有造成倾倒的危险；突出在外部部件如压力表等如果与设备主体的连接强度不足，有被台风吹开的危险；如果装置上堆放或遗留检修工具或配件，台风时有吹落砸伤人员或砸坏设备的危险。项目临海，遭遇台风袭击时，罩棚、站房等建构物和设备设施可能受到损坏，同时台风可能造成港区内临近该项目的照明灯杆倒塌，进而造成该项目内部设施受损，严重时会发生泄漏、火灾爆炸。

#### （2）雷电

项目所在地为多雷区，雷电可能产生雷电火花，可能造成罐区、加气机等设备设施发生火灾、爆炸；雷电还有可能使电子设备失灵，有造成控制系统的计算机、仪表及信号传送失灵的危险。

在装置和罐区按照规范进行防雷接地设计，仪表系统采用防雷击浪涌保护，可以确保雷电条件下的安全生产。

#### （3）地质沉降

储罐等由于重量巨大，长期的运行过程中，其基础也可能发生轻微的沉降，如果与其连接的管线等不能同步下沉，会造成连接处拉裂。地基处理应满足承载力及沉降的要求，宜采用柔性连接或吸收变形的结构可以消除沉降的影响。

#### （4）高湿和腐蚀

项目所在地空气湿度高，高湿使人感觉闷热；空气中含盐量对无

保温层的金属设备及管道有腐蚀性，地下水对钢结构有弱腐蚀，有降低安全性能的危险。

#### （5）地震

项目所在地区的地震基本设防烈度为 6 度，基本地震加速度值为 0.05g，各类建、构筑物的抗震设防烈度按低于 6 度考虑。目前项目所在地周边的构筑物尚未遭遇过地震的破坏，其发生概率较低。

#### （6）场地岩土

场地内无滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地裂缝、地面沉陷等不良地质作用。拟建项目的场地稳定，可以建设建（构）筑物，其周边已经存在构筑物在多年的使用过程中未遭遇以上地质灾害。

### 6.2. 建设项目对周边环境的影响

该项目所涉及的主要物料属于易燃气体，其火灾危险性类别为甲类。火灾、爆炸是该项目中的主要危险因素。

该项目内部设施与外部构筑物等设施的安全间距符合技术标准的要求。但天然气泄漏后与空气混合形成爆炸性混合气体，并随气流漂移遇点源后发生爆炸，因此，爆炸不局限于在站场区域内，当其发生爆炸事故时，仍然会对港区内部道路造成影响。正常经营状态下，对周边环境不会有危害性的影响。

### 6.3 周边环境对项目的影响

该项目设置在八所港区，其周边有港区内部道路、北面有办公板房，车辆和人员在该项目周边时有活动，如人员、车辆出现违章用火、事故会对该项目造成危险。顾客在作业区接打手机或使用微信支付，静电引发火灾；顾客在防爆区域抽烟引发火灾事故等；车辆车速过快或违章驾驶车辆进站，可能造成车辆撞击设备、人员的事故。

## 7 工艺技术和设备的安全可靠性

### 7.1 工艺技术的安全可靠性

该加气站拟采用目前国内同类加气站的工艺技术，满足《汽车加气站设计与施工规范》GB50156-2021 的要求，达到国内同类加气站的工艺技术同等水平。

该工艺技术成熟可靠，技术和装备立足国产化，经济合理。

### 7.2 设备的安全可靠性及匹配、满足性分析

(1) 拟采用的 LNG 储罐为低温储罐，属于国内加气站通常采用的设备。

(2) 拟采用的加气机整机防爆，属于国内加气站通常采用的加气机。

(3) 该项目拟设置 PLC 控制系统、ESD 紧急停车系统、可燃气体报警系统，LNG 储罐设置了液位上限下限、压力上限报警装置、安全阀等安全附件。

(4) 管道使用的管材符合《液化天然气用不锈钢无缝钢管》GB/T38810-2020 的要求。低温管件执行标准《钢制对焊管件类型与参数》GB/T12459，管件材质同相应管道。

(5) 低温管道采用不锈钢无缝钢管，材质为 06Cr19Ni10，管道采用聚异三聚氰酸酯（PIR）现场发泡保冷，液相 LNG 管道保温层厚度为 100mm。

该项目拟采用的设备设施能满足加气站的要求，但由于现阶段设计深度和工艺装置供应商提供的资料有限，因此该项目在下一步详细设计阶段应完善各设备设施的详细参数、安装方式和要求。

## 8 安全对策措施与建议

该项目的初步设计已对工程职业安全卫生方面提出了安全技术对策措施，为了保障项目建成投产后的安全运行，评价组针对初步设计提出安全对策措施进行了论证，并结合本工程特点提出补充的安全技术和安全管理对策措施建议，以便被评价单位在下步设计和工程建设中给予完善。

### 8.1 可行性研究中提出的安全对策措施

为确保安全生产，该项目拟采取以下措施保障安全生产。

#### (1) 工程设计

根据事故危害特点，结合该项目实际情况，职业安全卫生的重点是抗震、防火、防溢流、防爆、防毒、防噪声。故设计时从供电、设备选型、工艺设计及配套工程等方面均应以此为中心，严格执行设计规范，坚决贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，遵循消除、预防、减弱、隔离、联锁、警告的技术措施。在设计上采取如下措施，从根本上防范事故的发生。

1) 防火：据国家有关规范、在安全间距、耐火等级等消防措施上进行符合技术标准的相关设计，配备相应的灭火器材。

2) 防爆：加气站按甲类危险场所和火灾危险环境进行防爆设计，设有安全放散系统，天然气浓度越限报警装置，电气设备和仪表均选用防爆型。

3) 防雷及防静电：对系统进行防雷和防静电设计。

4) 设备选用安全配套：设置安全放散系统和报警系统，对压力容器及管道进行保护，设置 ESD 紧急停车系统。

5) 抗震设计：建构筑物按当地抗震设防烈度的要求设计，对管

道壁厚进行抗震设计校验。对动力设备基础进行专门设计。

6) 维护与抢险：对系统进行安全生产维护设计和抢险设计，配备较好的设备和相应的设施。

### (2) 工程建设

要求工程施工和安装单位及人员有相应的资格，制定并执行安全施工方案。严格实行工程监理制，对建设过程中进行包括安全在内的监督管理。严格按国家有关规范进行质量检查和验收，保证安全生产设计得以全面落实。

### (3) 操作运行

工艺和设备设施的正确操作和正常运行是安全生产的首要条件。该项目除在设计上对安全生产提供了有力保障，在操作运行方面要求工作人员必须进行岗前专业培训，严格执行安全生产操作规程，进行安全性专业维护和保养，对安全设施（压力容器、安全阀、可燃气体探测器等）进行定期校验，确保安全生产。

### (4) 管理制度

制定严格的防火、防爆、防泄漏制度，定期对生产人员进行安全教育，组织安全队伍，建立安全监督机制，进行安全考核等。

### (5) 抢险与抢修

当发生事故时，为不使事故扩大，防止二次灾害的发生，要求及时抢险、抢修。必须对各种险情进行事故前预测，并针对性演练，做到遇险不乱，才能化险为夷。应保证抢险队伍的素质，并能全天候出动，力求尽早尽好地恢复安全生产。同时，在遇险时应及时与当地消防部门取得联系，以获得有力支持。

## 8.2 补充的安全对策措施

该项目的作业区属于甲类火灾危险场所，液化天然气属于易燃、易爆危险品，因此应对安全技术对策措施加以补充和完善。

### 8.2.1 选址及总平面布置的安全对策措施

(1) 当该项目周边的空地需用于建设货物堆场、仓库等建构物时，应确保其与该项目内部设施的安全间距符合技术标准要求。

(2) 该项目出入口的设置应避开东面的照明灯杆，确保车辆进出安全。

(3) 充分考虑LNG罐车的车体大小，优化卸车位和卸车时静电接地点的位置，避免静电接地点和照明灯具设置在爆炸危险区域内。

(4) 如需增加设置发电间时，应确保其与LNG设备的安全间距符合技术标准要求。

### 8.2.2 工艺设备设施的安全对策措施

(1) 控制系统应具有防止误操作的联锁功能及系统工艺参数越限时的报警功能。

(2) 工艺设施现场应设置检测仪表，重要的参数应能远传至控制室。

(3) 站内在控制室、加气区等经常操作的区域内，设置紧急停车按钮，当操作者判断系统不在受控制的条件下时，可以通过紧急停车按钮快速实现停车。

(4) LNG 储罐基础的耐火极限不应低于 3h。

(5) LNG 储罐阀门的设置应符合下列规定：

1) LNG 储罐应设置全启封闭式安全阀，且不应少于 2 个，其中 1 个应为备用。安全阀的设置应符合现行行业标准《固定式压力容器安

安全技术监察规程》TSG 21 的有关规定。

2) 安全阀与储罐之间应设切断阀，切断阀在正常操作时应处于铅封开启状态。

3) 与 LNG 储罐连接的 LNG 管道应设置可远程操作的紧急切断阀。

4) LNG 储罐液相管道根部阀门与储罐的连接应采用焊接，阀体材质应与管子材质相适应。

(6) LNG 储罐的仪表设置应符合下列规定：

1) LNG 储罐应设置液位计和高液位报警器，高液位报警器应与进液管道紧急切断阀连锁。

2) LNG 储罐最高液位以上部位应设置压力表。

3) 在内罐与外罐之间应设置检测环形空间绝对压力的仪器或检测接口。

4) 液位计、压力表应能就地指示，并应将检测信号传送至控制室集中显示。

(7) 充装 LNG 汽车系统使用的潜液泵宜安装在泵池内。潜液泵罐的设计应符合《汽车加气加氢站技术标准》(GB50156-2021) 第 9.1.1 条的规定。LNG 潜液泵罐的管路系统和附属设备的设置，应符合下列规定：

1) LNG 储罐的底部（外壁）与潜液泵罐的顶部（外壁）的高差，应满足 LNG 潜液泵的性能要求。

2) 潜液泵罐的回气管道宜与 LNG 储罐的气相管道接通，且不应有袋形。

3) 潜液泵罐应设置温度和压力检测仪表，温度和压力检测仪表应能就地指示，并应将检测信号传送至控制室集中显示。

4) 在泵出口管道上应设置全启封闭式安全阀和紧急切断阀，泵出口宜设置止回阀。

(8) 储罐的进、出液相管道上设置紧急切断阀，当储罐内液面过高、过低、超压及与之连接的工艺管道泄漏等事故状况下，自动报警并切断紧急切断阀，储罐同时安装安全放散阀和人工放散阀，当储罐超压时，安全阀会自动开启，通过集中放散管泄压。

(9) LNG 管道的两个切断阀之间应设置安全阀或其他卸压装置，卸压排放的气体应接入放空管。

(10) 阀门的选用应符合现行国家标准《低温阀门技术条件》（GB/T 24925）的有关规定。紧急切断阀的选用应符合现行国家标准《低温介质用紧急切断阀》（GB/T 24918）的有关规定。

(11) 储罐上分别设置现场和远传液位计、压力表，并对液位、压力实行联锁，超限自动报警、切断；LNG 低温泵上设有现场和远传压力表、温度计，加气机上设有现场和远传流量计、压力计、温度计，仪表信号均远传到控制室。

(12) 连接槽车的卸液管道上应设置紧急切断阀和止回阀，气相管道上宜设置切断阀。

(13) LNG 卸车软管应采用奥氏体不锈钢波纹软管，其公称压力不得小于装卸系统工作压力的 2 倍，其最小爆破压力不应小于公称压力的 4 倍。

(14) LNG 加气机应符合下列规定：

- 1) 加气系统的充装压力不应大于汽车车载瓶的最大工作压力。
- 2) 加气机计量误差不宜大于 1.5%。
- 3) 加气机加气软管应设安全拉断阀，安全拉断阀的脱离拉力宜



为 400N~600N。

4) 加气机配置的软管应符合卸车软管的规定，软管的长度不应大于 6m。

(15) 在 LNG 加气岛上宜配置氮气或压缩空气管吹扫接头，其最小爆破压力不应小于公称压力的 4 倍。

(16) 加气机附近应设置防撞（柱）栏，其高度不应小于 0.5m，采用钢管时，其直径不应小于 100mm，并应设置牢固。

(17) LNG 管道和低温气相管道的设计，应符合下列规定：

1) 管道系统的设计压力不应小于最大工作压力的 1.2 倍，且不应小于所连接设备（或容器）的设计压力与静压头之和。

2) 管道的设计温度不应高于 $-196^{\circ}\text{C}$ 。

3) 管道和管件材质应采用低温不锈钢。管道应符合现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》(GB/T 14976)的有关规定，管件应符合现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459 的有关规定。

(18) 远程控制的阀门均应具有手动操作功能。

(19) 低温管道所采用的绝热保冷材料应为防潮性能良好的不燃材料。低温管道绝热工程应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB 50264）的有关规定。

(20) LNG 设备和管道的天然气放空应符合下列规定：

1) 加气站内应设集中放空管，LNG 储罐的放空管应接入集中放空管，其他设备和管道的放空管宜接入集中放空管。

2) 放空管管口应高出 LNG 储罐及以管口为中心半径 12m 范围内的建（构）筑物 2m 及以上，且距地面不应小于 5m。放散管管口不宜设雨罩等影响放散气流垂直向上的装置。放散管底部应有排污措施。

3) 低温天然气系统的放空应经加热器加热后放空，放空天然气的温度不宜低于 $-107^{\circ}\text{C}$ 。

### 8.2.3 供配电及防雷防静电的安全对策措施

(1) 在危险区域内应采取消除或控制电气设备线路产生火花、电弧或高温的措施。

(2) 放空管在接入全站共用接地装置后，可不单独做防雷接地。

(3) 当罩棚采用金属屋面时，宜利用屋面作为接闪器，但应符合以下规定：

1) 板间的连接应是持久的电气贯通，可采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接；

2) 金属板下面不应有易燃物品，热镀锌钢板的厚度不应小于 $0.5\text{mm}$ ，铝板的厚度不应小于 $0.65\text{mm}$ ，锌板的厚度不应小于 $0.7\text{mm}$ ；

3) 金属板应无绝缘被覆层。

(4) 信息系统的配电线路首、末端与电子器件连接时，应装设与电子器件耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

(5) 供配电系统宜采用 TN-S 系统，供电系统的电缆金属外皮或电缆金属保护管两端均应接地，在供配电系统的电源端应安装与设备耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

(6) 在爆炸危险区域内工艺管道上的法兰、胶管两端等连接处应用金属线跨接。

(7) 卸车场地内用于防静电跨接的固定接地装置不应设置在爆炸危险区域 1 区。

(8) 当采用电缆沟敷设电缆时，作业区内的电缆沟必须充沙填实。电缆沟进入配电间的区域应填沙封堵。

(9) 仪表、信息系统的接线盒应与相邻的金属构件做等电位连接并接入站内接地网。

(10) 所有阀门应具备标识开启关闭状态的功能。

(11) 罩棚下处于非爆炸危险区域的灯具应选用防护等级不低于 IP44 级的照明灯具。

(12) 增加设置避雷针，防止直击雷对加气站造成破坏。

(13) 在 LNG 储罐区、卸车点、加气区、出入口、控制室设置监控摄像头，摄像头设置在爆炸危险区域之外或采用防爆摄像头。

(14) 设置不间断电源供信息系统使用，不间断电源持续供电时间不低于 120 分钟。

#### 8.2.4 消防及给排水等的安全对策措施

(1) LNG 泵应按建筑面积每 50m<sup>2</sup> 配置不少于 2 具 5kg 手提式干粉灭火器。

(2) 配电间、控制室配置两具 5 公斤的二氧化碳灭火器。

(3) 排水系统在围墙内设水封井。水封井的水封高度不应小于 0.25m。水封井应设沉泥段，沉泥段高度不应小于 0.25m。排水井、雨水口和化粪池不应设在作业区和可燃液体出现泄漏事故时可能流经的部位。

(4) 配电间、控制室、空压机间、办公室等场所设置通风降温设施，配电间的门窗应设置挡鼠板和防鼠网。

(5) 可燃气体检测器一级报警设定值应小于或等于可燃气体爆炸下限的 25%。

(6) LNG 储罐应设置液位上限、下限报警装置和压力上限报警装置。

(7) 报警器宜集中设置在控制室或值班室内。

(8) 报警系统应配有不间断电源。

(9) 可燃气体检测器和报警器的选用和安装，应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）的有关规定。

(10) LNG 泵应设超温、超压自动停泵保护装置。

### 8.2.5 安全警示及其他措施补充

(1) 所有危险场所、安全设施与装置、安全标志等均应按《安全色》、《安全标志及其使用导则》的规定涂色、标示。

(2) 对禁止明火和使用移动通讯器材的区域，应设置明显的严禁烟火和禁打手机等安全警示标志，并加强管理。

(3) 为防止冻伤事故的发生，在卸车和加气现场应设置当心冻伤、佩戴防冻防护用具的警示标志。

(4) 在配电间、空压机间因设置当心触电、当心噪声、佩戴耳塞等警示标志。

### 8.2.6 安全管理对策建议

(1) 建设单位和建设项目单位应设置安全生产管理机构或配备专兼职安全生产管理人员。

(2) 建立健全全员安全生产责任制，明确各岗位安全生产职责并考核。

(3) 严格从业人员的安全培训，主要负责人和安全生产管理人员需经具备安全培训条件的机构培训并经考核取得安全合格证书。

(4) 加强新职工的安全教育、专业培训和考核，从业人员必须经过岗前三级安全教育，并经考试合格后方可上岗。转岗、复工人员

应重新进行培训和考试。

（5）特种作业人员按规定考核合格，持证上岗。

（6）建设项目单位应建立健全各项安全生产规章制度和安全操作规程。如加油加气操作规程、加气站卸气安全操作规程、设备排空安全操作规程，安全教育制度、安全检查制度、设备维护保养制度、交接班制度及直接作业安全管理制度等（包括用火作业、临时用电作业、检维修作业、消防设施器材维护等）。

（7）压力容器、压力管道等特种设备投入使用前应办理特种设备使用登记证，并建立特种设备安全技术档案。

（8）加强对重要部位、安全设施的监视、定期检查、定期检验、定期维修保养等管理工作。对发生过的事故或未遂事件、故障和操作失误等，应作详细记录和原因分析并找出改进措施。

（9）根据《生产安全事故应急预案管理办法》的要求制定生产安全事故应急预案，组织员工开展应急预案培训和演练。

（10）加强安全生产标准化建设、构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

（11）根据该项目的危险特性，配备消防器材、空气呼吸器、防冻手套、护目镜、防冻服、防静电工作服等应急物资和劳动防护用品，并指定专人负责日常维护保养、检查。

（12）做好 LNG 储罐、安全阀、压力表、防雷防静电设施、可燃气体报警器的定期检验检测工作。

## 9 评价结论

### 9.1 危险有害因素辨识结果

(1) 中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站建设项目火灾危险类别为甲类，其经营和储存的物质 LNG 具有易燃、易爆的特点，火灾与爆炸是该项目的主要危险有害因素。

(2) 东方八所港加气站经营过程的主要危险有害因素是火灾、爆炸，其次为泄漏、冻伤、噪声、中毒与窒息、车辆伤害、机械伤害、触电等危险，此外还存在台风、地震、雷电与高温危害等。

### 9.2 安全评价结论

(1) 该项目站内设施与站外建构筑物的安全间距均满足《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）的要求。

(2) 该项目平面布置合理，符合《汽车加油加气加氢站技术标准》（GB50156-2021）的要求。

(3) 该项目所采用的工艺技术和设备设施成熟，安全可靠。

(4) 该项目已经取得东方市住建局关于选址的复函，复函同意了该项目的选址。

(5) 通过预先危险性分析可知，该项目主要的危险有害因素是火灾、爆炸，其危险等级为Ⅲ(危险级)；其次是泄漏、中毒与窒息、冻伤、触电、车辆伤害，其危险等级为Ⅱ(临界级)。

(6) 通过危险化学品重大危险源辨识可知，该项目不属于危险化学品重大危险源。

综上所述，中海油海南天然气利用有限公司东方八所港加气站新建项目符合国家的有关法律、法规、技术标准的要求，具备安全生产条件。

## 10 与建设单位交换意见

评价组在接到该项目的安全评价任务后，组织相关评价人员和专家对该项目的选址、场地情况进行了检查，并对存在问题与企业相关负责人进行了交流沟通，听取相关部门和人员的意见。对于本评价报告中的评价范围、项目概况、危险有害因素分析、评价单元划分和评价方法选择、定性定量评价、安全条件和安全生产条件分析、安全对策措施建议、评价结论等内容，与企业进行了沟通，并达成了一致意见。

